

森林資源有効活用促進調査事業

(総合編)

平成2年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

序

このところ、木材工業を取り巻く環境は、内需拡大策の実施等により住宅建設が促進されたことから、総じて好転しているものの、円高の進行等に伴う国産材の競争力の低下や代替材に比べて未整備の木材供給体制等を考えると、今後も厳しい情勢にあるものと予想されます。こうした中で、木材工業が多様化・高度化する需要者のニーズに対応しつつ、その発展を図っていくためには、多品種少量生産、高品質性能、高歩止り、かつローコストという相互に矛盾する要求を満足させ得るような抜本的な技術革新を必要とします。

このような木材工業の技術革新の方向、言い換えれば次代の技術体系を明らかにするのが、この森林資源有効活用促進調査事業（木材工業の新技术体系調査）の目的です。このため、昭和62年度に材料別、業種別、個別技術別に技術ポテンシャル調査を実施し、上記のようなニーズに対応する技術の構成について、既存技術の改良の必要性ならびに新技术の導入の可能性等を調査してきました。

昭和63年度は技術ポテンシャルの追加調査を行うとともに、木材工業の技術予測調査に関するアンケート調査を実施いたしました。

そして、平成元年度はこれまでの成果を踏まえ、まとめとして、木材工業全体としての技術開発の目標、課題、進め方など、所謂ガイドラインを明らかにすることに努めました。

ここに、この調査のとりまとめに大変ご尽力いただいた佐々木光委員長、大熊幹章専門委員長、藤井毅委員をはじめ委員各位に厚くお礼申し上げる次第です。

この報告書が、多少なりとも21世紀の木材工業の発展の方向を探る手がかりになれば幸いです。

(財) 日本住宅・木材技術センター
理事長 下川英雄

追記

（この報告書は、3カ年の各年度の報告書を合本したものである。合本に当たっては、見出しの整理、誤字、脱字の訂正を行ったが、内容には手を加えていない。）

は じ め に

本調査は初年度には木材工業の技術水準について内外の現状と動向を調査し、続く2年度には、21世紀に向かって木材工業の各分野の産業形態、生産技術、利用技術などの展開について多角的な未来予測調査を行った。その結果、今後開発が是非必要と考えられる技術課題を抽出することが可能となった。

本年度は、この調査結果に基づき、今後開発研究を推進すべき重要課題について議論を深めると共に、それらは何を基準に選択されるべきか、その方向、進め方などを示す、いわゆるガイドラインを明確にした。また、このガイドラインに従って導き出された技術開発課題の例として、ビッグプロジェクト3題とニュープロジェクト2題を示した。

一方、本来、新技術と呼ばれるに値するものの開発は、このような手引書を用いて得られるものは少なく、むしろもっと自由な環境の下で奇想天外な着想、思いもよらない失敗や発見の積み重ねで出て来るものと考えられる。

しかし、そのような自由な研究は、ともすればあまりの自由さのために目標を定めることが困難で、そのため開発効率あるいは成果の活用率が低くなってしまいう傾向がある。ガイドラインはその場合の効率を高めるのに有効と考えられる。まさに諸刃の剣である。

このガイドラインが開発の自由度を拘束することなく、近道を探すのに役立てられることをお願いする次第である。

最後にこの困難で勇気の必要な仕事のとりまとめに尽力された大熊専門委員長はじめ委員各位、とりわけ藤井委員の献身的な努力を多とする。

調査研究委員会

委員長 佐々木 光

総 合 編 目 次

	頁	調 査 年 度
序		
はじめに		
調査研究要綱		
 第 1 章 技術ポテンシャル調査	1	
1. 製 材 品	1	S 62
2. 集 成 材	22	"
3. 合 板	38	"
3-2. 単板積層材	58	"
4. ボ ー ド 類	70	"
5. 建 築 部 材	85	"
6. 在来構法木造住宅	104	"
7. 内 装 部 材	128	"
8. 家 具 ・ 楽 器	147	"
 第 2 章 新技術ポテンシャル調査	184	
1. 乾 燥 技 術	184	S 62
2. 化 学 加 工	200	"
3. 切削加工システム	211	S 63
4. 防虫・防腐技術	230	"
5. 接 着 技 術	255	"
6. 防 耐 火 技 術	276	"
7. 木材の品質保証システム	287	S 62

8.	大規模木造	308	S62
9.	ポテンシャル調査のまとめ	329	"
第3章	特許・実用新案調査	379	
1.	木材工業関連特許公告件数の推移	380	S63
2.	特許対象別件数	382	"
3.	特許事項の年代による趨勢	385	"
第4章	木材工業の新技術体系に関するアンケート調査	389	S63
1.	アンケート調査の方法	389	"
2.	タイプⅠ調査(シナリオ法)	393	"
	(需要構造410 供給構造418 産業構造428 技術開発444 経営技術戦略458)		
3.	タイプⅡ調査(選択法,順位法)	468	"
4.	タイプⅢ調査(記述法,選択法)	493	"
5.	タイプⅣ調査(記述法)	503	"
6.	アンケート調査のとりまとめ	515	"
第5章	木材工業の技術開発ガイドラインに関する調査	517	H元
1.	目的	517	"
2.	調査方法	519	"
3.	木材工業の社会的,経済的背景	523	"
4.	技術開発目標の枠組の設定	530	"
5.	技術開発目標の内容	535	"
6.	技術開発課題とその進め方	554	"
7.	ガイドラインの利用方法	590	"

8. ビックプロジェクトの事例	599	H 元
9. ニュープロジェクトの事例	616	//

調査研究要綱

1 目 的

木材工業を取り巻く環境は、内需拡大策の実施等により、住宅建設が促進されたことから総じて好転しているものの、円高の進行等から競争力を強めている外材や供給体制が木材に比べて整備されている代替材との競合関係は、今後も厳しいものがあると予想される。

木材工業が、こうした情勢の中で多様化、高度化している需要者のニーズに的確に対応しつつ、その発展を図っていくためには、多品種少量生産、高性能、高歩止り、かつローコストという矛盾した要求を満足させるような抜本的な技術革新を必要としている。

本調査は、先端的技術の導入も含め、上記のようなニーズに対応する技術の構成について、加工技術上の課題抽出、新技術導入の可能性調査等を通じて検討するとともに、木材工業の構造転換の方向を探ろうというものである。

2 調査研究体制

本調査では、日本住宅・木材技術センターにおいて、学識経験者を構成員とする調査研究委員会および調査専門委員会を設け、調査の計画、実施、結果の検討、報告書の作成を行った。

委員会の構成は次の通りである。

森林資源有効活用促進調査事業

調査研究委員会 名簿

(順不同)

区分	氏名	所属
○委員長	佐々木 光	京都大学木材研究所 教授
委員	神山 幸弘	早稲田大学理工学部 教授
"	中野 達夫 (筒本卓造)	森林総合研究所木材利用部長 (林業試験場木材部長)
○	大熊 幹章	東京大学農学部 教授
"	長谷川 克次	名南製作所 社長
"	小西 信	大鹿振興 常務取締役
"	山田 稔	三井ホーム 常務取締役
"	高橋 泰一	建設省建築研究所

○ 執筆者

調査研究専門委員会名簿

(順不同)

区分	氏名	所属
○委員長	大熊幹章	東京大学農学部 教授
○委員	有馬孝禮	東京大学農学部 助教授
○	富田文一郎	東京大学農学部 助教授
○	吉田倬郎	工学院大学 助教授
○	服部順昭 (梅津二郎)	東京農工大学農学部 (職業訓練大学校助教授)
○	祖父江信夫	名古屋大学農学部
○	川井秀一	京都大学木材研究所
○	今村祐嗣	京都大学木材研究所
○	藤井毅	森林総合研究所木材利用部
○	西村勝美	森林総合研究所木材利用部
○	久田卓興	森林総合研究所木材利用部
○	小松幸平	森林総合研究所木材利用部
○	黒須博司	森林総合研究所木材化工部
○	唐沢仁志	森林総合研究所木材化工部
○	石山祐二 (安村基)	建設省建築研究所 (")
○	本橋健司	建設省建築研究所

○ 執筆者

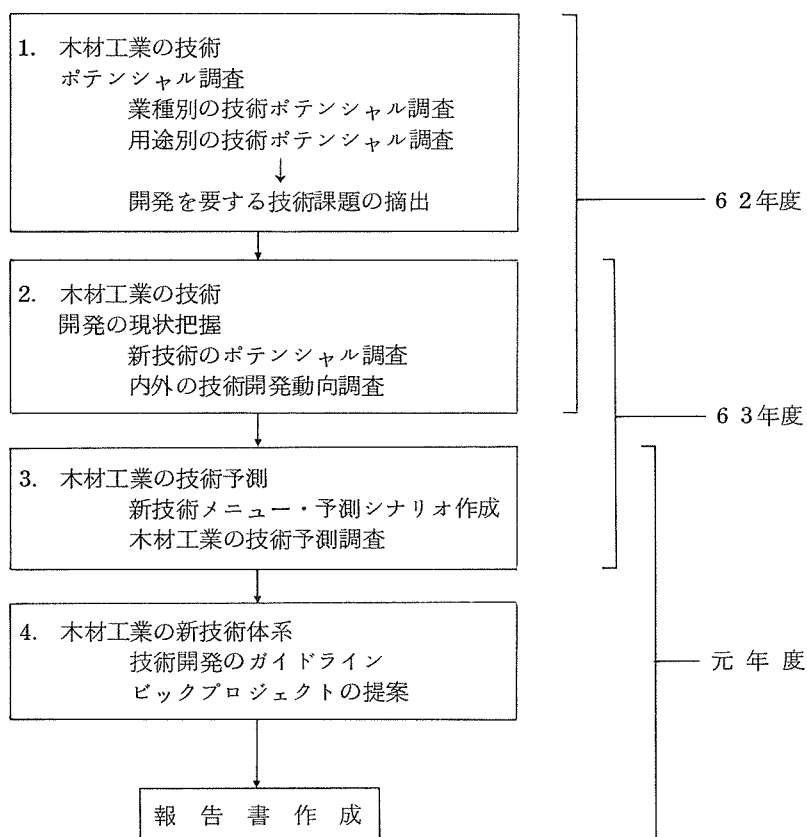
3 調査計画

調査は、委員会活動を中心として昭和62年度から3カ年で実施するものとする。

調査のポイント、スケジュールは下記のとおりである。

木材工業の新技术体系の確立に関する調査

調査の内容、年次計画（概要）



第1章 技術ポテンシャル調査

1 製材品

1. 技術課題 製材の生産管理技術

2. 技術課題の内容・目的

わが国における製材工業の生産方式は、使用原木の樹種・形質によって、およそ次のように2分できる。

- ① 一般材利用による少品種量産型の低コスト製材（国内外針葉樹材を対象とした建築・土木用の市場流通規格材や梱包用材生産など）。
- ② 良質材利用による多品種少量生産型の高品位＝価値重視の製材（国内外針葉樹の優良・大径材を対象とした高級造作材・構造材や建具材生産や広葉樹材を対象とした家具材生産など）。

しかし、現実の製材生産は、使用原木の内容と設備・工程やそこで導入されるべき生産技術に統一性を欠き、両方式ともに必要以上にコスト高になっている場合が多い。特に、一般材利用による少品種量産型の製材では、その生産品目が相対的に安価に流通する輸入製品と競合関係にあるものが多く、低コスト製材に指向していかない限り、市場の確保が困難になってきている。

とりわけ、国産材製材の今後は、供給増が予想されている戦後造林木が総じて品質的に良好といえない中小径木の利用が主体となるだけに、あくまでも外材製材との価格競争を前提にした低コスト製材へのシステム開発が必要となろう。つまり、国内工場における国際競争力の確保と国産材需要の維持・拡大にむけては、使用原木の内容に則した製材の生産管理技術の改良・開発に基づき、適正な製材システムを設定すべきである。

3. 製材工業の生産構造

3.1 業態と経営構造

わが国の製材業は、もともと地場産業的な存在から発展し、いわゆる中小工業としての本格的な展開は昭和30年代の高度経済成長期を迎えてからである。その後、少なくとも50年代前期までは、構造的な変化を伴いながらも一定の成長を遂げてきたといっている。

しかし、50年代後期からは、建築着工量の減少傾向に連動した景状を呈し、加えて需要分野における競合・代替品の進出、さらには輸入製品のシェアの上昇などによって、存立基盤が揺さぶられてきた。この過程では、過当競争の激化や全体的な操業度の低下とともに、一部には生産部門の縮小、工場閉鎖に踏み切った企業も少なくない。

とはいえ、一方では新たな経営方針に基づく企業展開がみられ、現状ではそれが軌道に乗りつつあるところも少なくない。その意味では、今日の製材業界はかつて存在することがなかったほどに企業間・産地間の格差をもたらしているといえよう。

現段階における製材業界は、一つに製材業を専業として多様な経営戦略の下に展開を図る企業群と、一方では、自企業の主事業を製材以外に求め、製材業はその主たる事業に従属させながら経営展開を図る企業群とに大きく2分される。しかも、そこでの製材生産構造は、立地形態によって異なった動向を呈してきている。

製材工場の業態は、企業の経営構造から専業型、流通業型、建築業型、加工業型に分けられ、それぞれ次のような特徴がある

(表1)。

- ① 製材專業型 生産規模を縮小しても高品位の製品生産販売に志向するグループと港湾地帯の外材大型工場や一部の国産中小径材利用の工場のように、少品種量産型によって、低コスト製材に志向するグループがある。これらは、従来までのような国産材＝価値本位の製材、外材＝能率本位の製材、ではなく、内外材ともに、使用原木の樹種や形質の違いによって、省力化を基底においた新たな生産方式の導入によって、高歩止り・高能率・高精度の製品生産に向っているところに特徴がある。
- ② 流通業型・建築業型 都市部の製材業に多く、自工場では特殊物の注文挽きのみを行い、既製品（規格品）の取扱いは他社から仕入販売する。流通業型は仕入材の防腐・防虫処理、小割等によって販売単価の上昇をねらうもの、あるいは配送の合理化等によって住宅産業の納材業的性格を濃くしている。また、建築業型は増改築など個別分散的な建築需要の開拓を図っているものが多い。
- ③ 加工業型 自企業はプレハブ建築部材や内装部材、プレカット材あるいは家具・建具部材の製造、その他各種用途の集成加工等、製材以外の加工を主たる事業とし、製材事業はその原材料を得るための一部門として位置づけている。したがって、このような製材業は、加工部門の技術や新製品開発に向けての投資が目立っている。
- また、以上のような製材業も規模や立地形態により多様な工場運営方式をとっているが、立地形態別の生産構造は（表2）、次のように特徴づけることができる。
- ① 山元産地型 大宗は小規模工場であり、地元産材を利用し、

地元需要に向けた生産販売を行っている。この下で山林所有者や素材生産者，森林組合など原木供給側と，地元大工・工務店など製品需要側との結びつきを強め，「地場産業」としての再出発の方向がうかがえる。

表1 業態別の工場類型

区分	製材專業型	流通業型	建築業型	加工業型
製材工場	縮小化 大型化	縮小化	縮小化	縮小化
製材生産	樹種特化 品目特化	特殊材挽 注文挽	特殊材挽 注文挽	加工材料
製品開発 技術導入	高品質化 省力化 低コスト化	高品質化 (処理技術)	高品質化 部材化	部材化 製品化
市場対応	ブランド化 顧客の固定	規格品仕入 販売・外注	規格品仕入 販売・外注	開発商品の 市場開拓等

表2 立地形態別の工場類型

区分	山元型	集産地型	都市型	港湾型
工場規模	小(～3000㎡)	中(～6000)	小(～4000)	大(15000～)
使用樹種	国産材	国産材	外材	外材
原木手当	立木>市場	市場	問屋	商社
生産形態	注文挽	見込>受注	注文挽	見込>受注
生産方式	多品種少量	少品種量産	多品種少量	少品種量産
依存技術	集約化技能	自動機械化	集約化技能	自動機械化
生産品目	高級品	中級>高級	高級>中級	中級>高級
販売市場	地場	消費地	地場	消費地
販売方法	直販	問屋>市場	直販	問屋>直販

- ② 集散地型 国産材の並物製材に生産の中心をおき，一部では低コスト生産のために省力化をねらった設備投資を進めている工場が存在する一方，大部分は相対的に安価な外材製材との競争を強いられ，企業採算的な要因から生産方式の変更に踏み切れないでいる。立地形態別では最も企業間の格差が出ている工場群でもある。
- ③ 都市型 前記した流通業型，建築業型の業態をとる工場が多く，自工場では外材を利用して特殊物の注文挽きを間断的に行う程度で，一般には専属的な工員も配置せず，操業度を問うような工場運営とはいえないものになってきている。
- ④ 港湾型 輸入製品との価格競争で既に生産部門を閉鎖した工場も多いが，一方では使用原木を特定し，少品種量産型の新工場建設によって再出発するもの，あるいは高品位製材に徹し，多品種少量生産型へ生産ラインの変更を図るもの，さらには輸入製品を再製材もしくは防腐・防虫処理，部材加工するもの等がある。つまり，これら工場群は製材専業としてより生産方式の高度化を図るものと，他事業への比重を高めていこうとするものにと大きく2分化されてきている。

3.2 品目別の生産方式

製材工場の生産タイプは，使用原木の樹材種や径級，生産品目・用途等により，次のように大別される。

① 使用原木の樹材種別から

- 国産材製材（針・広葉樹別とその利用樹種別）
- 外材製材（南洋材，米材，ソ連材，NZ・チリ材など産地別とその利用樹種別）

- 内外材併用製材

② 使用原木の径級別から

- 国産材は間伐材等小丸太（末口径6～13 cm）製材，柱適寸丸太（同14～18 cmからの柱角1丁採り）製材，中目丸太（同22～28 cm）製材，大丸太（同30 cm以上）製材（尺上丸太製材ともいう）とに分けている。
- 外材は，米材の場合に中大径木利用の一般製材と小径木製材（末口径30 cm前後のスマール，シニング，Jソート丸太利用）とに分けており，ソ連材の場合は下目丸太（末口径14 cm未満）製材，中目丸太（同14～28 cm）製材，尺上丸太（同30 cm以上）製材に分けている。

③ 製材生産の品目別・用途別から

- 建築用，土木用，梱包用，家具建具用等，用途別に特化している場合を分ける。
- ひき角類，ひき割類，板類等，製材種に特化している場合を分ける。
- 建築用材では，柱角製材と造作材製材に分け，しかも主たる生産品目の品位から，役物製材と並物製材に分けている。

以上のような区分に従うと，例えば国産スギ製材といっても，実際には「国産スギ小丸太利用で建築用の並物角類製材」もしくは，「国産スギ中丸太で建築用の役物割，角類製材」と称さなければ，生産方式の内容を問うことができないわけである。つまり，製材の生産方式は，使用原木の樹材種や径級，生産品目・用途等によって多種多様であって，当然のことではあるが，そこに導入される技術や設備・工程が異なるわけでもある。

3.3 製材の生産工程

製材の生産工程は，使用原木，生産品目・用途，生産規模等によってかなり違ってくるが，その最も一般的なものを示すと，図1の通りである。

製材の生産設備には，原木の剝皮機械，鋸断用機械，搬送用機械，廃材処理装置，製品選別・結束機械，集じん装置などがあり，これらが生産方式に基づいて相互にバランスがとれた規模で，しかも適正に配置されていかなければならない。普通，原材料として購入した丸太は，一時工場の土場（陸上もしくは水中）で保管され，生産計画に基づいて払い出し，剝皮，玉切りなどの前処理工程を経て挽き材工程に投入される。

挽き材工程では，この機械で先ず大きな丸太を“大割り”し，続いてその仕掛材を次々と“中・小割り”し，最終的に所定の品質・寸法のものに仕上げていく。挽き材には，シングル・ツイン・ダブル帯のこ盤のほか，エジャなどを用い，その作業の殆んどは機械操作で行う。しかし，投入した材料をどのように鋸断すべきかは人間が判断することになり，これを“製材木取技術”と称し，製材分野では“この加工技術”とともに極めて重要な技術になる。つまり製材木取技術には，原木形質と生産品目・用途に関する知識は勿論のこと，木材の諸性質，価値，需要や市況の動向，作業性や歩止り等，製材加工・利用の総合的な知識と技術が求められるのである。

しかし，現実の製材工場の多くは，使用原木の内容や生産規模と設備・工程，導入技術に統一性が欠け，生産管理上の問題点だけでなく，必要以上にコスト高になっているのが実態である。このことが，最近急増してきている北米や東南アジア諸国からの相対的に安

価な輸入製材品によって国内挽き製品の市場が狭められる大きな要因ともなっている。

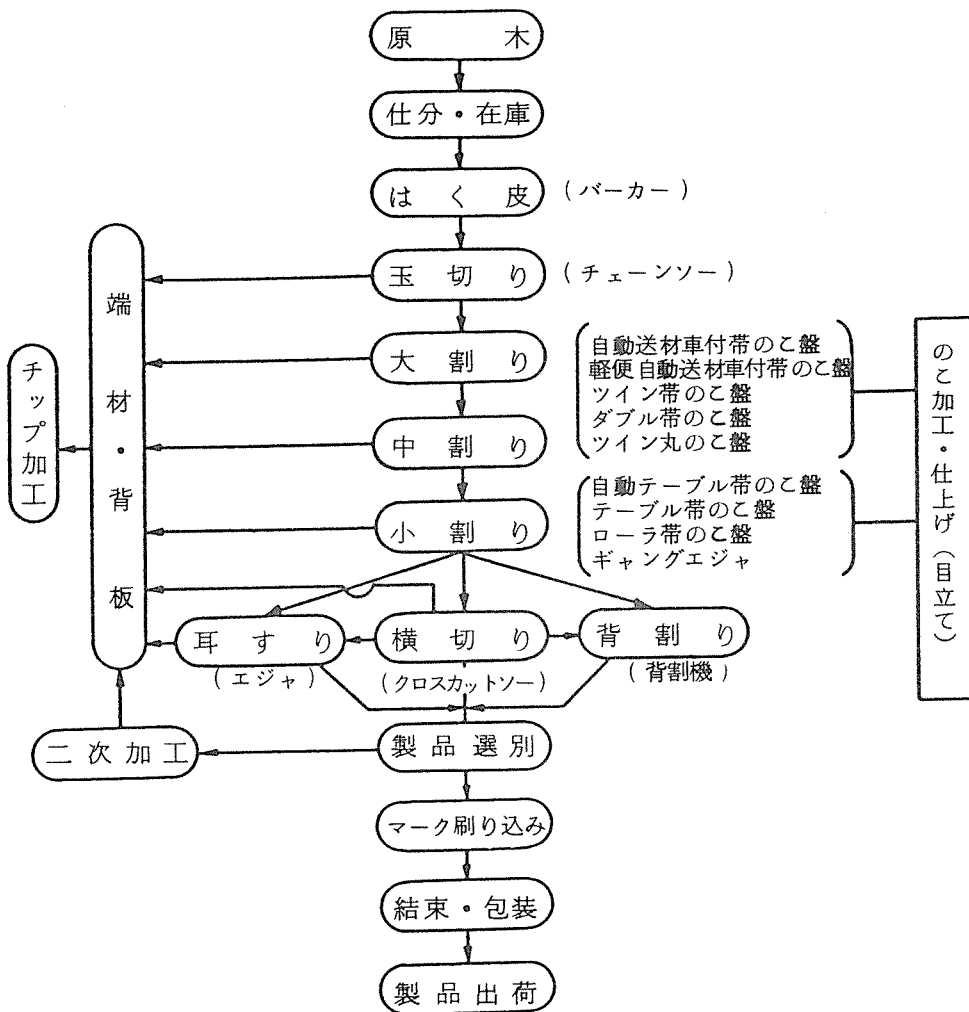


図1 製材品の生産工程

4. 製材生産の技術的水準

4.1 工場数・出力数・従業員数・生産量・機械装備等

わが国の製材工業は、久しく続いた工場数2万台を昭和60年に割り、61年末18,260工場、62年末17,886工場（企業数約13,000）とさらに減少している。しかし、世界の主要な製材産地国でも、工場数で15,000を超える国がなく、数からいえばわが国が世界で最も多い。

製材工場の規模は、多くの場合、工場動力出力数で表わされるが、ちなみに総出力数でいえば、約134万kWと示される。また、総従業員数は約13万人、原木総消費量は約4,240万 m^3 、製品総生産量は約2,850万 m^3 と表わされる（昭和62年）。

したがって、1工場当りで見ると、出力数約75kW、従業員7.5人、原木消費量約2,400 m^3 、製品生産量1,600 m^3 ということになる。しかし総出力数の約40%、原木総消費量・製品総生産量の約50%は、工場総数で10%に満たない150kW以上層の工場（約1500工場）に集中しているのである。しかもこれら大規模工場は外材を中心もしくは専門に利用して、多くの場合、臨海地帯に立地している。すなわち、わが国の製材工業は、全体として小規模ではあるが、生産は少数の外材利用の大規模層工場に集中していることに特徴がある。

なお、製材工業の資本金は、数100万円から数億円の企業まであるが中堅企業で1,000万円前後、年間売上高2～3億円のものが多い。

製材工場の機械装備状況については、使用樹種や生産方式によって様相を異にするが、中規模以上層の工場調査結果（西村・製材機

械工業の市場構造とその将来)によれば、1工場当り総出力数の55%が鋸断用、16%が搬送用、13%がチップ用、9%が集塵用、8%が目立機、プレナー等となっている(調査工場463)。また材種別工場で見ると、国産材工場では搬送用のウェイトが10%程度であるが、外材工場では18~22%と自動化の程度が高い。また、中規模工場の鋸断用機械は、帯のこ盤3~4台、丸のこ盤2~3台を装備するものが多い。

4.2 製材歩止り・生産性・所要エネルギー等

製材歩止りは、生産方式が能率主体か価値主体とするかで異なるし、原木の樹種や形質によってもかなりの差がある。しかし、これまでの試験挽きや工場調査結果からいって、針葉樹の一般建築材製材では、国産材の小丸太で58~65%、中丸太で63~72%、大丸太で70~78%と表わされ、北米材で65~78%、ソ連材で72~75%と示される。なお、ラジアターパインの梱包材製材では60~65%、国産広葉樹製材では52~56%、南洋材製材では54~58%である。

製材工場の生産性については、労働生産性が平均 $0.94\text{ m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$ (国産材製材約 $1.0\text{ m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$ 、外材製材約 $2.0\text{ m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$)、設備生産性が平均約 $2.0\text{ m}^3/\text{kW}$ (同 $2.0\text{ m}^3/\text{kW}$ 、 $4.0\text{ m}^3/\text{kW}$)、設備装備率が平均 $1.0\text{ kW}/\text{人}$ (同 7 kW 、 2.5 kW)となっている。

上記のように生産性を表わす主要指標でも国産材と外材製材ではかなりの差がある。この差は、生産方式の違いよりも、むしろ規模の差がもたらす要因の方が大きい。つまり量的な生産性からいえば、製材生産では規模のメリットが存在するといつてよい。

このことは、わが国と北米の製材工場の生産性を比較すればより明白に表われる（表3）。しかし、価値生産性では、その指標を加工高でみても必ずしも、規模的に大きな北米工場より劣っているとはいえないし、国内工場においても、外材に比べ国産材製材が劣ってはいないのである。

製材生産に必要なエネルギーは、直接的なものとしては機械動力の電力と各種オイルであり、うちでも電力が圧倒的なウェイトを占める。製材品1 m³の生産に必要な電力は（藤原，西村・製材生産過程におけるエネルギー利用の実態の解明とその評価），国産材，米材で約25 kW，北洋材，南洋材で約30 kWと表わされる。また国産スギ製材では（林試製材研末発表資料），製材品1 m³の生産のために10～16 cm丸太を利用すると約17 kW，18～22 cm丸太で約20 kW，24～30 cm丸太で約12 kWという試験データがある。

表3 日本とアメリカ・カナダの製材技術水準

区 分		日 本	ア メ リ カ	カ ナ ダ
挽 き 材 技 術	製材生産の集約度 （歩止り）	75～80%	60～65%	50～60%
	製材機械の国産化率	100%	95%	80%
	大割用帯のこ盤での 処理可能丸太径	最小60mm	最小200mm	
	平均製材コスト （原木m ³ ）	9～12千円/m ³	4～6千円/m ³	
	製材木取りの集約度	高 度	中 程 度	
管 理 技 術	先端技術の導入状況	単体機械に一部 （普及率約2%）	単体機械（約10%），全ラインを通して （約5%）	
	製材システム化技術	対象原木の形質別に 一部	全ラインを通してのシステム化を図る工場 が増加している	
	技術開発の目標	原木形質の自動計測 工程別の自動化	歩止りの向上，薄のこ使用（日本式製材へ の接近），無人化製材	
備 考	技術輸出 〔東南アジア諸国へ〕 日本式製材の輸出		北米では，アメリカの製材技術が主流をな す。日本向け製材品の輸出のため，日本式 製材技術を導入する傾向あり。	

4.3 わが国と諸外国の製材技術

製材技術を国際比較することは、使用原木や生産方式に違いがあるばかりでなく、製材品の利用方法、品質評価の方法等においてもわが国と諸外国では大きく異なっていて、もともと困難なことである。しかし、極めて限られた技術的指標から、わが国と米、加国を比較すると（表4）、わが国の方がかなり集約化され、例えば木取り技術における小断面の製材品の生産や使用のこにおける薄のこ利用等による高歩止り、小丸太製材専用機の普及等がある。とはいえ、生産管理技術は全体的に米、加国に比べて低水準となっている。

なお、欧米諸国の製材技術は、主として板割の高速・連続生産を目的にした技術の高度化を図ってきたのに対して、わが国では割角の形量・価値歩止り向上を目的にしたものである。

表4 日本とアメリカ・カナダの製材工場の生産性
(針葉樹製材の推計値)

区 分		労働生産性 (原木m ³ /人・日)	加工高 (円/人・日)	
日 本	外材専門大工場	2.72	72,000	
	外材 50%以上	小工場	1.52	28,100
		中工場	1.89	56,400
		大工場	2.23	70,000
	国産材専門大工場	1.24	73,000	
	国産材 50%以上	小工場	0.39	12,600
		中工場	0.82	59,800
		大工場	1.19	72,200
	全工場平均	0.94	42,000	
	アメリカ(カリフォルニア州)		6.96	78,000
カナダ(ブリティッシュ・コロンビア州)		11.77	63,000	

注1. 日本は1986年、アメリカ・カナダは1984年の平均で推計した。

2. 外材工場	専門工場	300kw以上	国産材工場	専門工場	150kw以上
	小工場	75~150kw		小工場	37.5kw未満
	中工場	150~300kw		中工場	37.5~75kw
	大工場	300kw以上		大工場	75~150kw

3. 加工高=工場販売原価-原材料費とする。

4. 推計に用いた資料は、日本(木材需給報告書、製材統計、木材価格統計、毎勤統計、中小企業の経営指標)、アメリカ・カナダ(United States International Trade Commission~Conditions Relating Importation of Softwood Lumber into The United States~1985, Random Length 誌)、ほか西村調査資料による。

5. 製材コストと国際競争力

わが国の製材品マーケットに占める輸入製品のシェアは、50年代前半までの7～8%から、後半に10～13%、そして60年以降15～16%と、漸次上昇しているが全体としてはそれほどでもない。しかし絶対量としては、60年518万 m^3 、61年552万 m^3 、そして62年には585万 m^3 と、史上第一の輸入量に達した。この585万 m^3 という数量は、同年の国内工場の1工場当り生産量が約1,600 m^3 ということからいえば、実に3,600余工場分に相当するもので、わが国の製材工場の生産活動に大きな影響を与えていることはいうまでもない。特に輸入製品の70%以上が建築用材を主体とする北米の現地挽き材で、それがまた殆ど建築現場で直ちに利用できる完成品であって、仮りに100 m^3 前後の戸建て住宅に総て使用するとすれば、北米の現地挽き材だけで実に30万戸分の建築が可能な数量になるわけである。

確かに、製材マーケットに占める輸入品のシェアは総体としては未だ少ない。しかし、マーケット別にみると(表5)、国内の北米材、南洋材需要分野のそれぞれ約30%を占め、建築材の角類分野に限れば既に、北米の現地挽き材が約40%近くを占めている。また、東南アジア諸国からの現地挽き材も、京浜や阪神市場に限れば、南洋材需要分野で約70%のシェアをもっているといわれている。

したがって、国内挽きの北米材、南洋材製材品の価格は、当然、現地挽き材のそれによって主導されてくるし、それがまた国内挽きの北米材、国産材の製材品価格をリードすることになる。

現状では既に、国内の製材工場は、全体的な需要の伸び悩みの中で増加している相対的に安価な現地挽き材と直接・間接的な市場競争を展開しているのである。特に国内挽きの一般建築材生産の北米材、ス

ギ製材では、北米の現地挽き材と代替関係が強いだけに、それだけ競合が激化していることはいうまでもない。

表 5 製材マーケットにおける輸入品シェア（推計値）

年次	全 国	米 材	南洋材	角 類	梁 材
50年	6.5%	17.4%	2.3%	14.1%	(46)
55年	13.1	26.5	13.2	25.0	(62)
60年	15.4	28.5	27.4	37.8	(67)
61年	16.0	29.4	28.6	38.0	(72)

(参) S. 6 2 年期の輸入製材品は、米材 440 万 m^3 、南洋材 100 万 m^3 と、いずれも過去最多量に達した（円高と国内需要増、産出国の日本向け工場の基盤確立、対日輸出体制の強化など）

国内挽きと現地挽きの製材コストを比較すると（表 6），円高の影響もあるが、注文挽きといえるカスタム・カット材といえども、それと競合関係がある国内挽きのスギ、ベイツガ製材より安価で輸入、流通するという実態がある。

表6 国内挽きと現地挽き（北米材）のコスト比較（試算）

（単位：円/㎡，昭和62年10～12月期）

対 象		国 内 挽 き		現 地 挽 き	
		静岡県所在 スギ材工場：日産15㎡ ベイツガ工場：日産220㎡		米 国	カ ナ ダ
		スギ中丸太 一般製材	ベイツガ 一般製材	オレゴン， ワシントン州 日本向中堅工場	ブリテッシュ・ コロンビア州 日本向大手工場
コスト等		スギ中丸太 一般製材	ベイツガ 一般製材	ベイツガ カスタムカット	ベイツガ スタンダード
原木	市場価格	25,600	23,500	9,100	7,700
	運賃等	450	120	800	800
	工場着価格	(26,050)	(23,620)	(9,900)	(8,500)
玉切り・剥皮		1,200	1,600	700	400
盤台原木価格		(27,250)	(25,220)	(10,600)	(9,900)
製材歩止り		(72%)	(76%)	(56%)	(62%)
原木代（製品換算）		37,850	33,200	18,930	15,970
製材費		10,730	7,160	5,820	4,700
チップ・鋸粉収入		△1,650	△1,800	△2,860	△3,020
製品横持費				工場～岸壁 1,100	工場岸壁 950
工場生産原価		46,930	38,560	22,990	18,600
工場管理費		(3,800)	(3,500)	(2,400)	(2,800)
工場販売原価		50,700	42,060	25,390	21,400
輸入費	海上運賃			(6,300)	(6,300)
	輸入チャージ			(2,600)	(2,600)
	荷役・検量			(2,450)	(2,450)
	小計			11,350	11,350
トラック運賃		2,500	2,300	450	450
合 計		53,200	44,360	37,190	33,200
東京市場価格 （問屋店頭渡し）		54,500～55,500	45,000～45,500	商社又は問屋の流通マージン Max.7%未満 (39,000～39,700) (35,000～35,500)	
工場粗利益		1,300～1,800	640～1,160		
主製 品	寸法 (用途)	10.5角×3～4m 柱，桁，母屋	10.3, 10.5角×3～4m 柱，桁，母屋	4½1/8インチ角，3½9/16インチ角×10～12ft. 柱，桁，土台，母屋	
	品 等	JAS特～1等又は，その相当品		特等>1等	1等>特等

資料：林業試験場製材研究室 ----- 西村試算による。

- 注1. 米国家材は上級丸太，カナダ材は中級丸太
- Conversionは原木(5.34㎡/1,000scr.)，製材品(2.36㎡/1,000b.m)
- レートは，130円/US\$，但し1US\$=1.2C\$
- 原木scr. から製品b.mのオーバーラン（歩止り）は，米国家材1,000scr→1,250b.m.
カナダ材1,000scr→1,360b.m
- 工場販売価格=FAS(free alongside ship)
- 合計からトラック運賃を差引いた価格=C&F(Cost & freight)
- 輸入チャージは，FAS価格の9%（7～10%）を見込む
- 海上運賃は，コンテナベースとする。
- 輸入コストは，京浜地区の主要港の平均とした。
- カスタムカットの主製品は10.5cm角，9.0cm角（m建てが主流）となる。

このような実情は、必ずしも固定的でなく国際的な木材需給関係や為替の変動で揺れ動くとはいえ、北米の針葉樹製材は日本市場に焦点を当てて需要開拓を図っているという背景がある。例えば昭和58年のJAS法改正によって、米、加国の業界がJAS認定工場をとったり、現地企業が日本向けのために設備投資をしたり、あるいは日本資本の企業が現地工場を建設したりすることが急増しているわけである。

このような動向に対する国内業界の対策としては、当然のことではあるが、現地挽き材と価格競争に耐えるだけの抜本的な経営改革を必要とする。事実、国内工場では、一部に現地挽き材との価格競争を前提において、数年前から新鋭設備による低コスト製材のための工場再建が相次いでいるし、一方では直接的な競争をさける形で、樹種や生産品目の転換、あるいは一次製材の中止・縮小等により現地挽きの再製材、取扱い、防腐・防虫処理、二次加工等へ事業転換を図る企業も少なくない。さらに一部の国産材製材業界では、使用原木や生産品目を特定し、工場や生産ラインを専門化し、低コストでしかも一定品質のものを一定量生産・供給する方向もある。同時に、役割分担に基づきながら産地として、あるいは企業グループとして協業化へ向うものや、製材業が核となり、異業種の企業を組織化して、安定した国産材製材品の販路を確保しようとする方向もある。

いずれにしても、北米からの現地挽き材は、現地の日本向け生産体制が着々と整備されていることから、近々年間500万 m^3 以上になるともいわれている。しかも、従来までのスタンダード材中心から、ディメンション材(2×4工法住宅資材)、カスタムカット材(軸組工法住宅資材)、サイドカット材(各種造作用化粧材)へのウェイトが高まるし、それらはグリーン材(生材)からKD材(人工乾燥材)、

防腐処理材として入荷されることになる。特にカスタムカット材は、日本式の製材技術を採用して、J A S 製品の生産出荷増をねらっているだけに、国内挽き材との競合が従来にも増して高まることを十分考慮しておかねばならない。

6. 製材用原木供給の展望

6.1 国産原木

製材原木としての国産材シェアは、昭和50年代前期の40%前後から同年代後期に若干の上昇をみせたが、60年代に入り再び低下し、62年で42%となっている。このことは、国産材が全体として外材に比べて相対的に原木コストが高つくことになったためでもあるが、一方では外材主導型の木材市場の下で、国産材製材が一定のシェアを確保してきた高級材分野が、良質材の供給減のためにその地位をさらに低下したためでもある。つまり、国産材供給では、役物柱や造作材等、外材製材品と比較的競合が少ない製材品生産を可能にする大径・良質原木が減少したためである。このことは、例えば役物柱適材としてのヒノキの供給減、高齢な国有林材、民有林材の供給減等に基づくものである。したがって、製材生産の内容も中・高級材から漸次並物への移行を図らざるを得なくなっているが、並物生産では外材製材との競合をそれだけ強めることになる。

とはいえ、国産材供給の今後は、スギを主体とした戦後植栽の、しかも木材市場構成が外材主導型に形成された時期がその育成過程であったことから、相対的に手入不足の林分が多く、良質材が余り期待できないものになる。すなわち今後20年先位いまでは、中小径の品質的並クラスの生産材が中心となるとみてよい。

もともと、林業経営的には長伐期化に向う地域、地帯もあり、一方では代期齡の多様化によって、供給材も形質的に多様化することになる。

なお、ヒノキについては、拡大造林期のものが柱製材用として供給されるまでには、今後15～20年先と考えられるが、それまでは現在の供給水準を下まわることが予想される。

いずれにしても、かなり長期的な展望を別とすれば、国産材供給の今後は、スギを主体とし、一部には多様な形質を含むものの、生産材の中心は品質的に並クラスの中小径材であると考えてよい。したがって、国産材製材としては、かかる供給材をいかに効率的に加工利用するかが大きな課題にもなる。

6.2 輸入原木

製材原木に占める輸入材のシェアは、現状でも60%強であるが、昭和62年政府策定による林産物需給の見通しでも、製材原木としては今後17年先まで、50%以上を輸入材に依存していかなければならないとされている。

製材原木としての輸入材は、その大半が北米材であり、続いてソ連材、南洋材、NZ・チリ材である。このうち、北米材は現状よりも若干小径化を辿るが、日本向け供給量としては西海岸地区としてはより増大させていこうとする計画があり、特にベイツガ、ベイマツ原木についてはその傾向が強いようである。またソ連材は、今後当分の間はエゾ・トドマツよりカラマツのウェイトを上昇させながらも日本向けの供給増を図る見通しが強い。さらにラジアターパイン材は、今後15年先位いまではNZからの供給よりもチリ国のウェイトが高まる見通しだが、それ以降は再びNZが中心となり、チリ

国からは大角としての供給に向うことが予想されている。

いずれにしても、北米からの原木輸入は、西海岸地区として日本市場を最大のマーケットに設定し、製材品とともにその供給体制の強化を図っているという背景が存在している。

なお、南洋材は、産出国のすべてが原木から製品輸出への施策を強化し、今後の原木供給増は期待できないとみてよい。

7. 製材技術の改良・開発の方向

わが国製材工業をとりまく諸条件は、既述のように、輸入製品との市場競争の激化を主体にかなり厳しいものがある。特に円高経済への進展は、それだけ輸入製品が安価に国内市場で流通することになり、国内挽き材の価格が相対的に抑えられる反面、製造コストの増加に連なってきた。

一方、国産材供給の今後は、戦後造林木の成熟化に伴って生産材の増加が予想されているが、当分の間は北米からの現地挽き材と直接的な競争をもたらすような並物製材用の原木でもある。

とすれば、わが国製材工業としては、先ずもって、低コスト製材を基底においた技術開発と、生産システムの確立を図る必要がある。

以下、かかる視点から検討しなければならない課題について掲げよう。

- (1) 国産材供給の今後は、多様な形質をもった生産材になることが考えられ、その効率的な製材加工・利用に対しては製材目的に見合った原木の選別方法を確立する必要がある。このため低コスト・高効率で原木形質を自動計測し、仕分け可能な機械・装置の開発が望まれる。

- (2) 製材目的別に使用原木を特定し、それに見合った設備・工程，生産技術を検討し，適正な生産規模の設定によって低コスト製材に向けたシステムの開発が急務である。
- (3) 使用原木別に高歩止り，高能率となるような最適化木取りのプログラミングと自動化が望まれる。
- (4) 往復挽き，多列のこ機械の改良・開発ならびに製材作業の標準化に基づいたプレセット方式の鋸断機械・装置の開発。
- (5) 新素材を用いた耐摩耗性，耐座屈性，耐熱性に富む鋸歯の開発とその加工方法の確立。
- (6) のこ加工技術を理論的に体系化を図り，単能機から複合機への開発を含め熟練工の手作業依存から機械化，自動化を図る必要がある。
- (7) のこ機械の消音技術の開発，鋸断作業の遠隔操作のためのメカトロ化等，作業環境の改善技術を図ることが望まれる。
- (8) 製品の自動寸検，品等区分，寸法・品等のマーキング・結束のための自動機械の開発。
- (9) 乾燥材の生産技術（天乾・人乾一修正挽きの作業標準化），建築部材・部品の製造技術などを具備した製材技術体系を確立する。
- (10) 国産スギ並材の効率的な製材加工・利用には，流域毎の原木形質別供給予測を基に，適正な生産システムを設計し，工場の再配置を行政的に指導していく必要があり，そのための一連の技術開発を必要とする。

2 集 成 材

1. 技術課題の内容・目的

わが国の集成材工業の現状を原材料，製造技術，品質性能，製品・用途の各方面から分析し，針葉樹化粧ばり集成材工場，広葉樹造作用集成材工場，大断面構造用集成材工場の3類型別に今後の技術開発の方向を探る。

2. 技 術 水 準

2.1 集成材工業の概要

わが国の集成材工業の企業数，従業員数，資本金，出荷先，生産量，生産額，生産品目を表-1～5に示す。(林野庁監修：木材需給と木材工業の現況(昭和62年版))

昭和61年度末の集成材製造業の企業数は214社，従業員数は8,156人で，1社平均38人，50人未満の企業が大半である。資本金は10～50百万円の企業が最も多い。

61年度の生産量は315.7千 m^3 ，生産額が746.1億円で，その内訳は造作用が66%，構造用が33%である。1社あたりの生産量

表1 集成材製造業の企業数，従業員数の推移

年	昭56年	57年	58年	59年	60年	61年
企 業 数	211	208	213	216	212	214
従業員数(人)	8,465	8,318	8,236	8,283	8,131	8,156

資料：日本集成材工業協同組合調べ

表2 従業員及び資本金の規模別企業数（昭和61年末現在）

従業員	資本金					計	構成比(%)
	500万円以下	501～1000	1,001～5,000	5,001～10,000	10,001万円以上		
10人以下	20	7	14	3		44	21
11～20	21	15	25	5	2	68	32
21～30	6	4	23	3	1	37	17
31～50	6	6	25	2	1	40	19
51～80		2	12		1	15	7
81～100	1		6			7	3
101～300			1		2	3	1
301人以上							
計	54	34	106	13	7	214	100
構成比(%)	25	16	50	6	3	100	

資料：日本集成材工業協同組合調べ（一部推定を含む。）

表3 集成材の出荷先比率（昭和61年）

（単位：％）

区分	自家消費	問屋	商社	小売店	建設業者	その他	計
造作用集成材	3.2	31.1	19.4	8.7	11.5	26.1	100.0
構造用集成材	1.4	40.9	28.3	3.6	7.1	18.7	100.0
計	2.6	34.5	22.5	6.9	10.0	23.5	100.0

資料：日本集成材工業協同組合調べ

注：「商社」には総合建材メーカーを含む。

表4 集成材の生産量推移

年	生産量（千㎡）				生産額（億円）	
	造作用	構造用	計	対前年比	金額	対前年比
56	159.9	91.2	251.0	88	580.0	89
57	164.4	92.1	256.4	102	657.6	113
58	171.7	100.7	272.4	106	680.4	103
59	192.4	98.1	290.5	107	748.9	110
60	197.7	99.3	297.0	102	742.9	99
61	207.8	107.9	315.7	106	746.1	101

資料：日本集成材工業協同組合調べ

表5 集成材の生産品目比率（昭和61年）

（単位：％）

区分	品目	柱	はり・けた	階段	手すり	なげし	しきいかもい	枠材	家具	その他	計
造作用 (66)	化粧貼り(57.2)	5.7		4.9	1.0	18.1	23.8	21.7	0.4	24.4	100.0
	無化粧(42.8)	2.0		30.7	3.8	6.5	7.7	5.5	8.9	34.9	100.0
構造用 (34)	化粧貼り(69.9)	100.0									100.0
	無化粧(30.1)	89.8	10.2								100.0

資料：日本集成材工業協同組合調べ
注：（ ）は造作用，構造用ごとの内訳比率

は1475㎡，生産額は3.49億円である。製品の出荷先は問屋が最も多く（34.5％），次に商社（22.5％），建設業者（10.0％）が多い。

2.2 集成材の原材料と製品

61年度の集成材の生産実績に基づいて，原材料，接着剤，製品の種類を推定すれば図-1のとおりである。

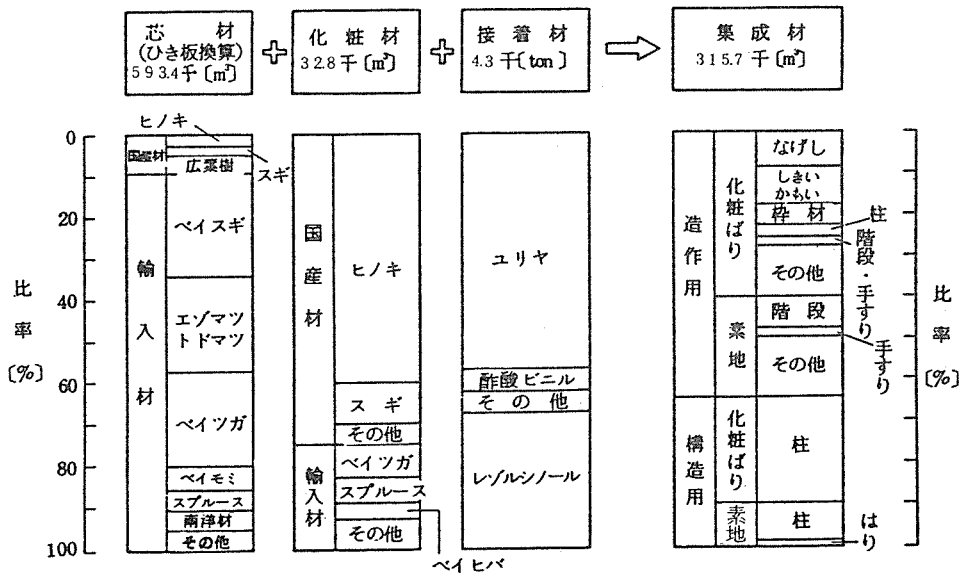


図-1 集成材の生産実績（昭和61年度）

集成材の総生産量315.7千 m^3 のうち造作用が66%、構造用が34%を占め、造作用の62%、構造用の72%が化粧ばりを施している。

芯材に用いられる樹種はベイスギ、ベイツガ、エゾマツ等の外材が90%以上を占めるのに対して、化粧単板にはヒノキ(60%)、スギ(10%)等の国産材が多く用いられるが、ベイツガ、スプルース等の外材も使用される。接着剤の種類は、造作用にはユリア樹脂(60%)、構造用にはレゾルシノール樹脂(30%)が多く使用されるが、最近その他の新しい接着剤の使用比率が増えてきている。

製品の種類は、造作用ではなげし、しきい、かもい、階段、手すり、枠材、柱、家具等多岐にわたるが、構造用では木造住宅用の柱が大半を占め、はりやマーチなど大スパン、大断面の構造部材はまだ1%未満である。

2.3 集成材工場の生産性

わが国の集成材工場214社を製品形態によって分類すると、針葉樹を用いる芯材工場が約10%、化粧工場が約20%、一貫工場が約30%、広葉樹造作材(階段)工場が約10%、その他が約25%である。また、最近大断面構造用材工場が数%建設されている。これらの工場における集成材1 m^3 の生産に要する投入原単位を表-6に示す。

表6 集成材製品1 m³の生産に要する投入原単位

投入原単位		集成材工場 の種類 全集成材 工場	工場形態別				出力規模別		
			芯材工場	一貫工場	化粧工場	階段工場	200kW 未満	200~400 kW	400kW 以上
原 材 料	(丸太使用量) (m ³)	(3.86)	(2.82)	(3.57)	(3.97)	(4.54)	(3.76)	(3.56)	(3.54)
	ひき板使用量 (m ²)	1.21	1.41	1.23	0	1.81	0.91	1.18	1.48
	芯材使用量 (m ³)	0.38	0	0.25	1.18	0.23	0.52	0.41	0.42
	化粧材使用量 (m ²)	0.11	0	0.12	0.18	0	0.13	0.08	0.09
人工数 (人・時間)		35.4	16.1	30.5	55.7	41.4	42.2	30.9	21.8
設 備 機 械	敷地面積 (m ²)	0.55	0.51	0.45	0.33	1.27	0.34	0.45	1.09
	建物面積 (m ²)	0.14	0.07	0.14	0.12	0.24	0.09	0.12	0.18
	機械台数 (10 ⁻³ 台)	1.41	0.60	1.17	2.08	1.33	1.83	1.33	0.92
	出力数 (W)	12.1	9.6	10.7	12.3	15.6	8.2	9.5	12.8
エ ネ ル ギ ー	電気使用量 (kWh)	184	193	151	144	264	132	170	176
	石油使用量 (l)	23.1	11.1	16.8	44.9	7.1	29.1	16.7	10.7
	木屑使用量 (m ³)	0.31	0.37	0.45	0.27	1.09	0.56	0.54	0.63
	総発熱量 (10 ⁶ kcal)	1.15	0.84	0.99	1.00	1.96	1.25	1.13	1.22
副 資 材 そ の 他	接着剤使用量 (kg)	13.8	7.9	12.7	15.3	20.8	12.0	13.4	9.7
	水道光熱費 (千円)	0.28	0.13	0.30	0.27	0.33	0.22	0.16	0.21
	修理費 (千円)	2.28	1.42	2.74	2.15	3.66	1.95	1.64	1.71
	消耗品費 (千円)	2.61	0.56	1.69	2.87	7.42	1.16	2.38	2.14
輸 送	原材料輸送距離 (km)	147	170	106	145	297	147	134	180
	製品輸送距離 (km)	323	160	198	302	1150	222	305	437
	石油換算量 (l)	13.0	8.8	8.4	11.4	39.4	10.1	11.8	18.1
	総発熱量 (10 ³ kcal)	120	81	77	105	362	93	109	167

針葉樹の場合、ひき板からの製品歩留りは60~70%で、丸太からの歩留りは国産材で30~40%、外材で40~50%である。広葉樹の場合の歩留りは、ひき板から40~50%、丸太から20~30%である。

集成材1 m³の生産に要する人工数(人×時間)は、針葉樹の場合芯材が16、化粧ばりが56、一貫生産が31で、広葉樹造作材が41である。大断面構造材の場合はまだ定常生産状態にないがおそらく20~30程度と推定される。

平均的な集成材工場の保有機械数は30~40台で、その総出力は300~400kWである。また、集成材1 m³の生産に要するエネルギー

は、電気使用量が 150～250KWH、蒸気使用量が 2～3 ton、総エネルギーが $1.0 \sim 2.0 \times 10^6$ kcal である。

3. 製造工程

3.1 集成材の製造工程

針葉樹化粧ばり集成材の一貫生産工場のレイアウトを図-2に示す。なお、芯材工場はひき板乾燥から芯材養生まで、化粧工場は芯材および化粧板の切削から集成材の整形まで、階段工場は化粧ばりを除く全工程をそれぞれ有している。大断面構造材工場は芯材工場と類似の工程を持つが、各工程の機械および占有面積がかなり大きい。

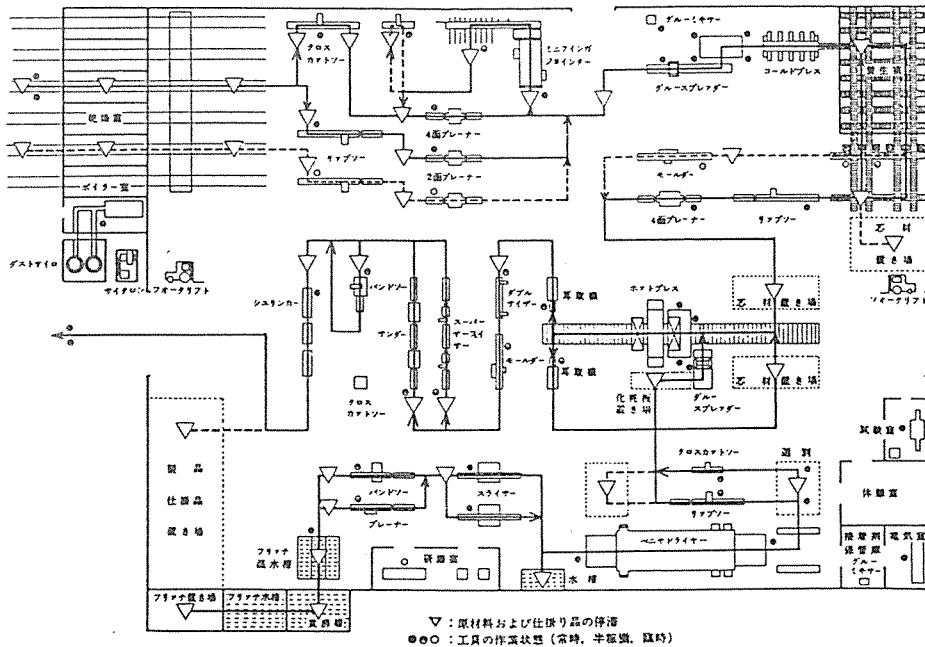


図2 集成材(一貫)工場の機械設備配置図

3.2 製造技術上の問題点

集成材工場の製造技術上の問題点を列記すれば次のとおりである。

(1) 材料歩留りの向上

製品の形状、寸法、品質に適した丸太またはひき板を選択し、木取りや選別の方法を合理化する。そのため、資材管理方法の改善や選別基準の適性化が必要である。また、大断面集成材用には従来より厚いラミナの使用による加工量減少と歩留り向上が求められる。

(2) 切削工程の効率化

集成材の製造工程は労働集約的な工程が多く、一貫工場の人工数は約 30 人・時間/ m^3 で、合板工場の人工数の 2 倍以上である。とくに、ひき板の切削、たてつき、選別工程の自動化が遅れており、NC機械やロボットの導入による省力化・能率化が求められる。

(3) 接着工程の短縮

常温硬化型接着剤を用いたコールドプレス・クランプまたは高周波式ラミネータによる積層接着方式が確立されているが、さらに効率化をはかるためには、硬化時間の短い新接着剤や高周波加熱方式の導入による圧縮硬化時間の短縮が必要である。また、わん曲および大断面集成材の積層接着工程は抜本的な改良が求められる。

(4) 品質保証の徹底

造作用集成材の場合は含水率管理、構造用集成材の場合は強度管理が重要である。これらを実効かつ迅速に行うためには、製造工程への連続検査方式の導入が望ましい、とくに、ラミナの強度

区分，たてつぎの強度保証，接着信頼性の向上のため，グレーディングマシン，プルーフローダ等の開発導入が強く求められる。

(5) 製品加工度の向上と各種処理の導入

集成材製品の完成度または付加価値を高めるため，整形，溝付け，穴あけ等の仕上げ加工，および I 形，箱形，ラチス形等の組立て加工を施すこと，また，耐久性や防耐火性の向上のため，塗装や薬剤処理を施すことが必要である。これらに適合しうる機械や処理方法の導入が求められている。

3.3 生産管理上の問題点

従来の集成材工場は原材料から製品までの一貫工場が多かったが，原材料および製品の形態に応じて図-3 のような分業および協業へと発展していくことが望ましい。

まず，針葉樹化粧材工場は高能率の芯材工場と化粧ばり工場への分離が進み，芯材工場は外国製品や L V L との競合，国産材の利用が課題となり，化粧ばり工場は芯材の範囲を集成材以外のものにも広げていくことになる。また，階段・手すりなど造作用集成材工場は広葉樹資源の減少もあって，多種多様な製品の 2 次加工へと進展し，構造用大断面集成材工場は設計施工も含めて建設業へ接近する。そのほか，プレハブ住宅部材の製造を通して組立材の生産を進める。

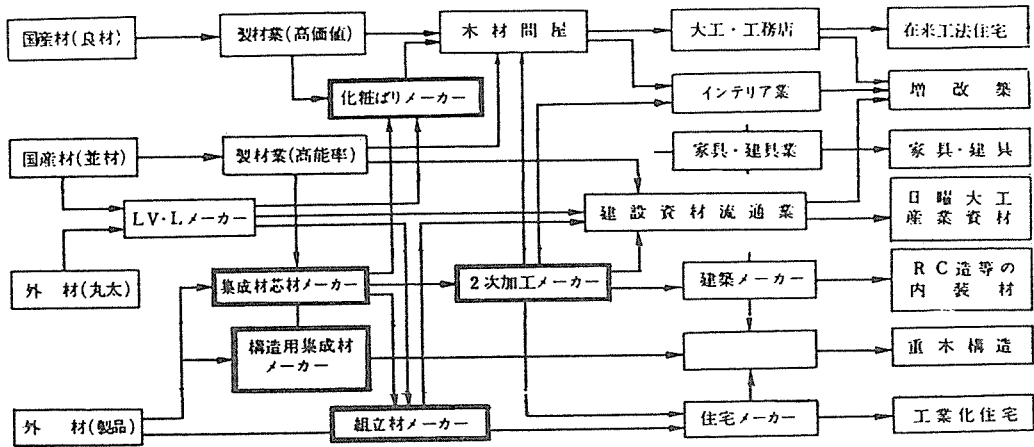


図3 集成材工場の分業と協業

4. 製品性能

4.1 性能値

集成材の品質は表-7の日本農林規格に定められており、材料の品質、接着の程度、含水率、曲げ性能、見付け材面の品質、曲がり・そり・ねじれ、寸法精度、2次加工および化粧ばりに対する適合基準が示されている。

表7 集成材の日本農林規格（JAS）の規定の概要

区 分		造 作 用		構 造 用		
接 着 の 程 度		浸せきはく離試験に合格すること		煮沸はく離試験およびブロックせん断試験に、また化粧ばりの場合は左記浸漬はく離試験に合格すること		
含 水 率		15%以下		15%以下		
曲 げ 性 能		試験は行わない		特級		
				1 級	2 級	
				曲げ強さ (kg/cm ²)	405~495	345~435
				ヤング係数 (10 ³ kg/cm ²)	90~120	80~110
						285~365
						70~100
見付け材面の品質		外観により、1等、2等に分ける		外観により1等、2等、3等に分ける		
曲がり(通直材に限る) そり、ねじれ		1 等	2 等	軽 微		
		ないこと	極軽微			
みぞ付け加工、面取り加工、切削加工		良好であること	粗雑でないこと	良好であること		
材 料		とくに規定しない		1. ひき板の積層枚数が1級で5枚、2級で4枚以上 2. 接着剤がレゾルシノール系樹脂またはこれと同等以上のもの		
表示寸法に対する誤差		厚 さ ±1.0mm以内 幅 ±1.0mm以内 長 さ +制限しない、-0		構造用集成材		
				(構造用大断面集成材)		
				厚 さ	+2mm-0.5mm	±1.5mm
				幅	+1mm-0.5mm	±1.5%(±5mm以内)
				長	{+制限しない -0	{+5mm -5mm
化粧ばりの場合	化粧薄板の厚さ	製品の種類により0.6~1.5mm以上のもの		主として1.2mm以上のもの		
	表面割れに対する抵抗性	長さ15cmの試料・本口面を被覆して60±3℃の乾燥器中で24時間乾燥して表面割れが起こらないか、起こってもきわめて軽微なもの				
	材面の品質	外観により1等、2等に分ける				

また、建設省告示第1919号（昭和62年）によれば、針葉樹4群、広葉樹2群に区分し、特級、1級、2級の許容応力度が与えられている。一般的な1級の許容応力度とヤング係数を表-8に示す。特級は表記数値より10~25%高く、2級は低い。なお、ひき板の機械的等級区分を導入すれば、表記の数値より10~30程度高い評価を得ることも可能である。

表8 集成材の許容応力度とヤング係数（1級）

	樹 種	許容応力度	長期応力に対する許容応力度 [kg/cm ²]			ヤング係数 [kg/cm ²]
			$\frac{L_f \cdot L_f}{L_c \cdot L_c}$ 圧縮・引張	$\frac{L_f}{L_c}$ 曲 げ	$\frac{L_f}{L_c}$ せん断	
集 成 材	針 葉 樹	あかまつ、くろまつ、べいまつ	105	145	12	110 000
		からまつ、ひば、ひのき、べいひば	95	135	11	100 000
		つが、べいつが	90	125	10	90 000
		もみ、えぞまつ、とどまつ、べにまつ、すき、べいすぎ、スプルース、ロシヤポールパイン、ボンデロサパイン	80	115	9	80 000
	広 葉 樹	ラワン	100	130	10	80 000
		みづなら、ふな、けやき、しおじ、たも、かば、いたやかえて、にれ、アヒトン	100	150	12	90 000

集成材の熱伝導率は $0.1 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$ 、比熱は $0.3 \text{ cal/g} \cdot \text{°C}$ 、線膨張率は $3 \sim 50 \times 10^{-6} / \text{°C}$ 程度で、鉄の数値の約 $1/200$ 、 3 倍、 $1/6$ に相当する。また、短辺 15 cm 以上、断面積 300 cm^2 以上の集成材部材では、燃焼によって火炎はでるが、表面の炭火によって断面の減少速度が $0.6 \sim 0.8 \text{ mm/分}$ 程度に抑制される。実際の火災や試験で 30 分間以上の火災耐力をもつことが証明されている。

4.2 価 格

集成材製品は多種多様な種類があって、その価格にも大きな差異があるが、大雑把にみれば、針葉樹の芯材が $10 \sim 15$ 万円/ m^2 、構造用大断面の通直材が $20 \sim 30$ 万円/ m^2 、わん曲材が $30 \sim 50$ 万円/ m^2 、化粧ばり材が $20 \sim 40$ 万円/ m^2 、広葉樹造作材が $30 \sim 50$ 万円/ m^2 である。表-9 に集成材製品 $1 m^2$ の生産に要する投入経費の概要を示す。なお、造作材は工程の効率化等によって $20 \sim 30\%$ 、構造用大断面材は量産によって 50% 程度のコストダウンの可能性はある。

表9 集成材製品1 m³の生産に要する投入経費

集成材工場 の種類 製造経費	全集成材 工場	工場形態別				出力規模別		
		芯材工場	一貫工場	化粧工場	階段工場	200 kW 未満	200~400 kW	400 kW 以上
人件費	29.9	15.1	27.1	35.6	46.4	32.1	25.4	27.2
減価償却費	5.5	3.6	5.0	6.5	7.4	5.6	5.2	4.6
動力費	4.1	3.0	3.8	4.0	5.0	4.4	3.5	3.2
水道光熱費	0.3	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2
主資材費	169.3	97.1	155.2	220.5	192.4	175.0	156.5	124.5
副資材費	8.1	4.6	7.8	8.5	11.3	5.5	7.4	6.6
消耗品費	2.3	0.6	1.7	3.7	7.4	1.2	2.4	2.1
修理費	2.6	1.4	2.7	2.1	3.7	1.9	1.6	1.7
委託費	5.3	0.9	5.2	5.0	13.9	5.8	4.7	6.0
その他の経費	6.7	4.1	5.0	5.0	21.5	6.6	5.4	5.0
総経費	233.9	130.4	213.7	291.2	309.5	238.3	212.4	181.2

4.3 競争力

造作用集成材は製材品やLVLとの競合の中で適材適所に使われている。製材品供給の質と量の急激な変化がない限り、製材品との競合関係はさほど変化がないが、最近LVLの生産性が向上してきているので（芯材価格8~12万円/m³）一部造作材がLVLに代替される可能性がある。

構造用集成材、とくに大断面材の価格は、わが国ではひき板価格の3.5~5.0倍であるのに対して、欧米では2.0~2.5倍程度である。また、木造建築の建設費と比較すると、集成材造は1.3倍、S造は1.0倍、RC造は1.5倍程度である。したがって、集成材の製造および建設の両面でかなりのコストダウンを実現しなければ、大幅な需要拡大は望めない。

5. 原材料の供給に対する展望

(1) 集成材の芯材用および構造用大断面材の原料の外材依存は当分の間続き、北米材（ベイマツ、ベイツガ、スプルース）、ソ連材（エゾマツ、カラマツ）が主に用いられるが、2次材料の増加に伴って多少小径化、低質化が進む。この他ラジアータパイン等も一部利用される。

一方、スギ、アカマツ、カラマツの拡大造林木も徐々に成熟し、集成材ひき板の採取可能な中径木に育つが、外材に比べて造林経費等がかかり増となるので、国産材の特徴を生かした独自の製品開発が必要である。

(2) 新設住宅および和室数の減少等から化粧ばり集成材の大幅な需要は望めないで、化粧原木の量的な供給の不安はないが、天然木から造林木への移行に伴って質的な格差が拡大する。

(3) 住宅の洋風化に伴って広葉樹集成材の需要は増えるが、大径良質の広葉樹原木（ナラ、タモ、カバ等）が減少するので、外材を含めて多様な樹種が用いられる。

6. 集成材の品質性能に対する要求

(1) 他材料に比べて価格が高い。とくに構造用大断面集成材は他の構造材料や欧米の集成材製品に比べて著しく高価で、大幅なコストダウンを要する。

(2) 柱、長押、敷居、鴨居、階段、手すり等集成材製品の種類、樹種、形状などが画一化してきており、ユーザやデザイナーの多様な要求に応える新しい製品の開発が求められる。

(3) 接着、強度、寸法安定性、耐久、防耐火等に対する不安感が完全

には払拭されていない。製造基準，J A S等の遵守とともに，品質性能の保証方法を明確にすることが必要である。とくに，構造用大断面集成材の実大実用試験による強度性能の実証と，各種処理による耐久性および防耐火性の向上効果の明示が求められる。

- (4) 集成材製品の品質性能および設計施工に係わる技術情報の整備が不十分である。デザイナー，大工工務店に対するカタログ，マニュアル，仕様書等の提供が求められる。とくに構造用大断面集成材については，仕上げ，接合加工，各種処理等に対する仕様を明確にする必要がある。

7. 技術開発・改良の必要性と方向

- (1) 原材料の低質化・多様化，集成材の用途の拡大に伴って，多種の製品と多様な加工が求められるので，この要求に適応し，かつ効率的な生産システムを確立せねばならない。そのため，新しい接着剤，高周波加熱方式の導入による接着時間の短縮，NC機械，ロボット等の導入による効率化，省力化，ならびにプロセス制御技術の開発による効率的な多品種少量生産方式の実現等が求められる。
- (2) 構造用大断面集成材の生産性はきわめて低く，その強度性能の信頼性も十分とはいえない。ひき板の調整，たてつぎ，接着剤塗布，圧縮硬化とくにわん曲材の圧縮の各工程に自動機械を導入して効率化をはかるとともに，グレーディングマシン，プルーフローダ等を導入してひき板および集成材の品質保証を確実にする。また，多様な構法や施工法に対応しうるように，整形，接合加工等の機械化による加工精度の向上，ならびに使用条件に応じた各種処理仕様の改良開発が強く求められる。

- (3) 新規用途の開発，とくに非木造中層建築の内装部材等への利用拡大のため，新しい製品の開発と品質性能の向上が求められる。とくに，化粧材の調色，造作材の塗装，樹脂の含浸注入，構造材の防腐防虫薬剤処理，防耐火薬剤処理等に化学加工技術を導入するとともに，無機材料との複合化等の技術開発が求められる。
- (4) 国産材，とくにスギ，ヒノキ，アカマツ，カラマツ等の中小径材に適応した日本型の集成材生産システムを開発する。このため，林業および建設業との関係を深め，国産材の特性を生かし，外材製品にない加工を施した製品の開発を推進する。

8. 需要拡大へ向けての方策

- (1) 原材料の供給を含めて，集成材の生産システムを合理化してコストダウンをはかる。とくに，構造用大断面集成材は外国製品との価格差が大きいため，製造工程の効率化がいそがれる。
- (2) 住宅需要等の変化に応じて，多種の製品生産と多様な加工・処理が可能な生産体制の整備を進める。そのため，多品種少量生産に対応できるプロセス制御システムを確立し，マスターエンジニアを養成する。
- (3) 個別企業および業界全体として情報サービスとマーケティングを強化する。従来の問屋依存型の流通ルートのほかに，エンドユーザと直結したルートを設け，用途の拡大および製品の多様化をはかる。
- (4) 林家，森林組合，木材企業，建設業等と連携して，良質の住宅および建築の供給システムを形成する。たとえば，都市型共同住宅用や地域型戸建住宅用の集成材および加工部材部品を供給する。
- (5) 国，都道府県，民間団体等の地域開発，建築構法開発，製造・施

工機械開発等のプロジェクトに積極的に参加し，新技術の導入と新用途の開発を推進する。

3 合 板

1. 技 術 課 題 : 合 板 工 業
2. 技術課題の内容 : 合板工業（普通合板製造）の現状を分析し，
その問題点を探り，原木，製造技術，製品用途等に関する技術開発の方向を考察する。
3. 合板（普通合板）と合板製造の現状

3.1 合板製造の現状

我が国における普通合板製造に関する昭和44，61年度の統計資料の一部を表1に示す。この表より次のことが看取される。

我が国における昭和61年度の普通合板生産量は，実面積で約10億 m^2 であり，これは昭和44年度に比べると減少を示している。一方，両年度の生産量を4mm換算の面積で比較すると増加の傾向にあるが，これは製品が厚ものへ移行していることを示す。ちなみに昭

表1 普通合板製造に関する昭和44，61年度の統計データ

年 度 (昭 和)		4 4	6 1
生 産 量 (千 m^2)	実 面 積	1,2 3 7,3 2 1	1,0 7 3,4 6 6
	4 mm 換算面積	1,4 4 3,7 6 1	1,7 0 5,8 1 0
年 生 産 額 (百 万 円)		2 2 2,9 2 6	4 8 7,0 0 0
工 場 数		2 7 8	1 4 8
従 業 員 数 (人)		5 1,3 8 7	2 0,9 7 4
1 工 場 当 たり 従 業 員 数 (人)		1 8 5	1 4 2
1 工 場 当 たり 年 生 産 量 (千 m^2)		4,4 5 1	7,2 5 3
1 人 当 たり 年 生 産 量 (m^2)		2 4,0 7 8	5 1,1 8 1
1 人 当 たり 年 生 産 額 (千 円)		4,3 3 8	2 3,2 1 9

和44、61年度の平均製品厚さを見てみるとそれぞれ4.67mmと6.36mmとなっている。しかし、工場数、従業員数は明らかに減少していることから、我が国における合板工業が成長期にあるとは言い難く、むしろ全体として縮小の方向にあることは否定できない。また、1工場当たりの従業員数が減少しているにもかかわらず、1工場当たり、さらには従業員1人当たりの生産量は2倍を超える大幅な増加を示しており、生産合理化が極度に進められていることが伺える。1人当たりの生産額が6倍に達していることは、この17年間の物価上昇を考慮したとしても注目し得ることであろう。すなわち、我が国の合板工業は、内外の厳しい条件に打ち勝つために目いっぱい企業努力をしていることが分かる。果たしてこの努力は報われるものであろうか。

さて、昭和61年度における単板製造向け原木使用量は、合計10,258千 m^3 であったがこのうち外材が9,840千 m^3 、国産材が418千 m^3 で、比率はそれぞれ96.0%と4.0%であった。外材のうち9,809千 m^3 がいわゆる南洋材であり、我が国の合板工業は依然として南洋材に依存している。これらの原木から4mm換算面積で合計1,705,810千 m^2 の合板が製造されるのであるから、歩留まりは66.5%ということになる。ちなみに、昭和44年度における製造歩留まりは55.4%であったから、原木品質の低下を考慮するとこの間における技術の進歩は素晴らしいものがある。

3mm単板を使用した型枠用合板の標準的製造原価構成は、単板：80.0%、接着剤：9.0%、労務費：3.5%、蒸気代1.2%、電力代：0.4%、償却費：5.1%、金利1.4%程度といわれている。単板の原価構成比が8割に達するということが我が国におけるラワン合板製

造の存立にかかわる極めて重大な問題である。

3.2 製品の動向

昭和52、61年度の厚さ別生産量を表2に、また接着耐水性に関する類別を表3に示す。これらの表より、製品厚さについては3-6mmの中間厚さのものが減少し、12mm以上の厚みの製品の増加が見られ、また、合板の接着耐水性に関しては、2類合板が依然として全体の7割弱を占めてはいるが、特類を含む1類合板の増加が続き、遂に3割を超えたことが分かる。これに対して3類合板は極めて少なくなって来ている。これらのことはコンクリート型枠用合板の比重が増していることと合板の構造的利用、いわゆる建築用下地

表2 厚さ別生産量 (単位: 1,000 m²)

昭和	総生産量	3mm未満	3-6mm	6-12mm	12mm以上	平均厚さ
52年度	1,308,450	544,141	395,158	64,302	304,849	5.71mm
	100%	41.6%	30.2%	4.9%	23.3%	
61年度	1,073,466	451,822	236,165	64,548	320,931	6.36mm
	100%	42.1%	22.0%	6.0%	29.9%	

表3 普通合板の類別生産量 (単位: 1,000 m²)

昭和	総生産量	1類 (特類を含む)	2類	3類	特殊コア合板
44年度	1,237,321	210,675	939,052	77,736	9,858
	100%	17.0%	75.9%	6.3%	0.8%
61年度	1,073,466	347,192	720,739	1,617	3,918
	100%	32.3%	67.1%	0.2%	0.4%

材としての利用が増加してきていることを示している。ちなみに昭和61年度の型枠用合板の製造は219,014千 m^2 に及び、さらに、構造用合板のJAS格付け実績も123,156千 m^2 の多きに達している。

3.3 輸入合板等について

昭和48，61年度の合板輸入の状況を国別に表4に示した。この表ではインドネシアについては62年度の方も付け加えてある。表を見ると以下のことが認められよう。

高度成長期には韓国，台湾からかなりのラワン合板が輸入され，旺盛な需要を満たしていたが，これらの国は我が国における合板工業と同様に東南アジアの産地国から原木を輸入して合板に加工して製品輸出をしていたわけである。原木産地国であったフィリピンからも若干の製品輸入があった。当時は合板需要が急上昇していたから国内生産量の約10%に及ぶ合板輸入もさしたる問題とはならなかった。しかし，この1，2年事態は一変してきている。すなわち，韓国，台湾からの輸入が激減し，これに代わってインドネシア産合板の輸入が急増し，特に62年度においては国内全生産量の20%を

表4 合板の輸入動向（単位：1,000 m^2 ）

	韓国	台湾	フィリピン	インドネシア	カナダ	アメリカ	その他	合計
48年度	86,028	95,729	5,027	0	196	938	6,825	194,743 (12.8%)
61年度	450	656	160	84,521	1,706	595	1,507	89,595 (8.3%)
62年度	—	—	—	231,123 (20.2%)	—	—	—	

()：国内全生産量に対する割合

超えることとなった。この傾向は、短期的には継続するものと考えられており、インドネシア産合板との競合は我が国の合板工業にとって最大の課題になってきている。このことについては後節で考察する。なお、アメリカ、カナダからの針葉樹合板輸入は現在のところそんなに多くはない。

4. 製造工程

(1) 工程図

普通合板の標準的製造工程図を図1に示す。工程の主要な部分は、①単板切削工程、②乾燥工程、③接着工程、④仕上げ工程の4段階より成る。

(2) 工程上の問題点

原木の多様化、低質化、価格上昇が進行する中で、良質の製品を出来るかぎり低コストで生産して行くためには、各工程の見直しが必要であろう。現状では次のような問題点が存在していると考えられる。

① 切削工程

*小径木、曲がり材、偏芯材、うらごけ材、断面がゆがんだ材

(非正円材)、過度に硬い材・軟い材、不均質材、欠点材(節等の欠点を多く持つもの)等 原木の低質化の進行

*それによる歩留まりの低下と単板切削の効率ダウン

*樹皮、異物除去装置の低効率性

*樹種の多様化に対する対応策、例えば最適切削条件把握のための実験研究等の不足

*切削単板の後処理(クリッピング、仕分け、スタッキング等)の合理化の遅れ

② 乾燥工程

* 多大のエネルギーを消費し、図体が大きすぎるドライヤー

* 乾燥単板の品質（割れ，狂い，乾燥むら等）に依然として問題あり。

* 乾燥単板の含水率測定とそれによる乾燥条件の制御システムも依然として問題あり。

* 乾燥速度アップ。

③ 調板工程

* 単板というエレメントは，形状が極めて大きいのでこの工程の自動化，効率化が依然として進んでいない。単板の低質化が進むなかで，この工程の完全自動化の成否に合板工業近代化の全てが掛かっていると言えよう。

* 欠点調整，除去，補修の自動化，効率化および単板歩留まり向上の面にさらに技術開発の余地あり。

* 単板の構造的縦継ぎ技術が未開拓であること。

* 単板の仕分け，スタッキングの自動化，効率化が遅れている。

* 単板自動仕組機（レイアップ装置）の決定的な機種が未だ得られていない。

④ 接着剤塗布工程

* より一層，高性能，低価格で，使い易い（可使時間が長く，硬化時間の短い）接着剤の開発が望まれる。

* 単板自動仕組機（レイアップ装置）の開発と関連して，接着剤塗布方法について新方式を検討しなければならない。

⑤ 圧縮工程

* 圧縮条件の精密な制御が可能で，そのうえ生産性が高く，高度

に自動化を進めたプレスシステムの確立が遅れている。

*長尺製品を含めた多様な製品の製造が望まれるが、連続プレスなどそのための装置開発が進んでいない。

⑥ 仕上げ（加工）工程

*加工精度をさらに上げること。

*サイズの多様化，少量化に対処するための方策。

*防腐・防虫・防火処理および複合化処理法について再検討が必要である。

⑦ その他

*単板・合板のヤング係数等材質の評価値を製造工程の中で（非破壊的に）連続測定すること，さらにそのデータの管理と効果的な応用を図ることについての検討が遅れている。

*製品厚さを精度高く規正，調整する方法，パンク，接着不良発見装置の開発，接着力・強度の保証方法等についての再検討が必要である。

5. 製品品質

5.1 性能値

合板の材質は，単板樹種，単板厚さ，単板品質，単板構成，接着剤等の条件によって大きく変化するが，我が国で製造されている標準的な製品（ラワン合板）の主な性能値を表5に示す。なお，この表には比較のためにパーティクルボード（PB），新しくJASが制定されたウェイファーボード（WB）と配向性ボード（OSB），およびMDFについての値も示した。

この表を見ると，合板が他の材料に比べてはるかに軽くて強度，耐水性に優れていることが分かる。合板は単板をエレメントとして

構成されているが、単板は形が大きく、さらに表面が平滑であるため、エレメント自体の強度が大きいというエレメント間の接着が完全に行われるという他材料にない優位性を合板は保持している。新しい材料として関心を集めているWB・OSBは、構成エレメントであるチップの形状を大きくしたり、細長くすることによって材質を合板に近づけることを意図して開発されたものである。確かに、これら材料は比重、強度に関しては合板とPB・MDFの中間に位置するが水分に対する安定性に欠ける。

5.2 競争力

合板は軽量性、耐水性、強度特性において他の木質系ボード類に比べて、いや、非木質系材料と比べてもはるかに優れていると言える。表面における乾燥割れの発生、腐朽性や燃焼性が問題になることもあるが、適切な処理を行えば、ある程度克服できると考えてよからう。

一方、製造面から眺めてみると、我が国の合板工業に存在する問題は極めて大きい。すなわち、ラワン原木の低質化、価格上昇、

表5 木質系板材料の材質の比較

材 料	密 度 (g/cm^3)	MOR (Kg/cm^2)	MOE ($10^3Kg/cm^2$)	膨張率(%) [*]		生産量 ^{**} 61年度
				厚 さ	長 さ	
合 板	0.4～0.6	300～800	60～110	4～8	0.15	1073466
P B	0.7～0.8	100～250	10～35	10～15	0.4	75000
W B ・ O S B	0.6～0.7	200～500	40～70	15～30	0.4	0
M D F	0.6～0.75	200～400	30～40	10～20	0.4	19533

* 24 hrs 水中浸せきによる寸度安定性

** km^2

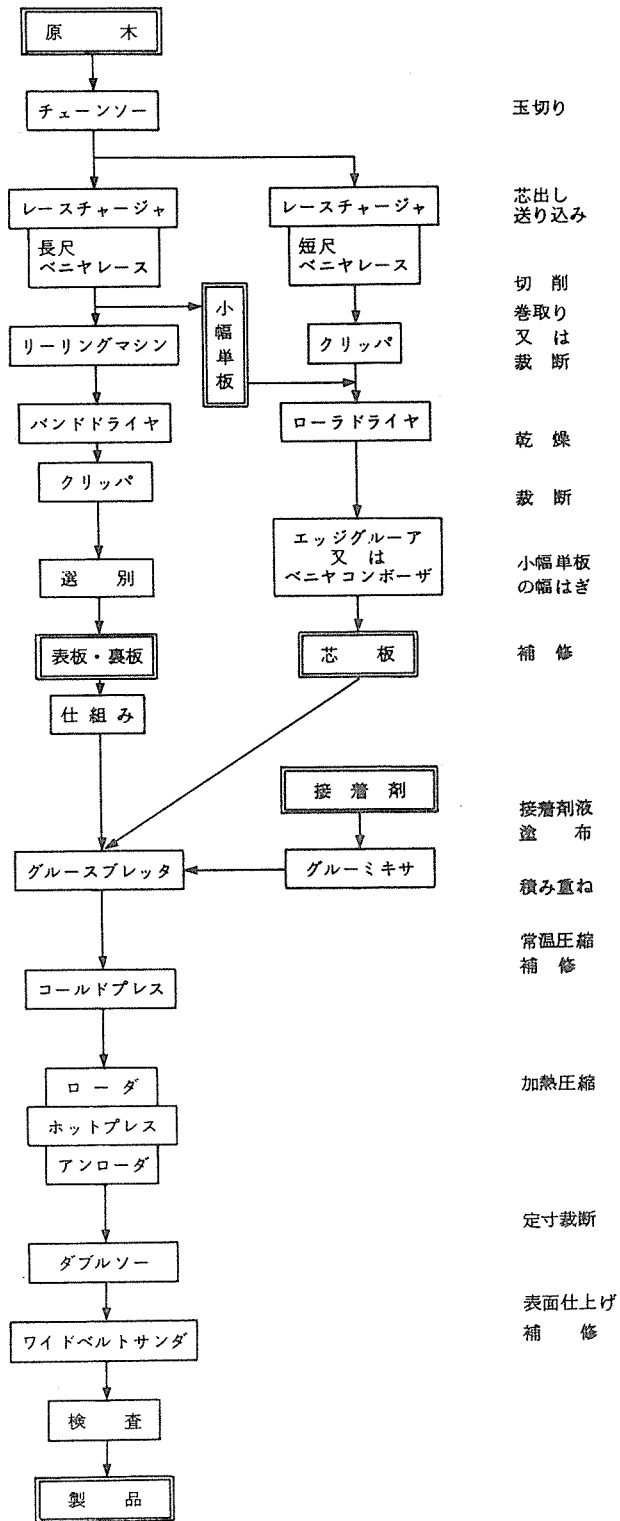


図1 普通合板の一般的な製造工程

供給不安が進行することは明らかであり、原材料の面から日本におけるラワン合板製造の先行きは暗い。さらに、単板という大きなエレメントを扱う合板製造工程は、本来、自動化、省エネルギー化が難しいのであるが、原木の低質化はラインの自動化をますます困難にし、労務費の高騰と相まって製品価格の上昇を招き、今後さらに価格競争力を低下させて行くであろう。

このように、合板は性能は良好であるが、製造上に問題が顕在化してきている。一方、ボード類については事情は全く逆で、材質に多くの問題点があるが、低質材の利用が合理的に行え、ラインの自動化が進んでいること、大量生産に向いていることなど、製造を巡る条件は良好である。表6にやや古いデータであるが世界各国における合板とパーティクルボードの使用量の推移を示した。この表より次のことが認められよう。

表6 各国における合板とパーティクルボードの年間使用量

($m^3/1000$ 人)

国	合板		パーティクルボード	
	1965	1980	1965	1980
日本	22.7	71.9	1.7	8.8
アメリカ	70.4	73.6	7.6	28.2
カナダ	75.6	78.2	7.4	55.0
西ドイツ	11.6	14.1	35.3	106.8
フィンランド	19.7	24.5	35.3	91.4
ニュージーランド	10.3	5.2	3.4	17.7
スペイン	4.0	3.4	3.2	28.1

日本、アメリカ、カナダ3国は合板使用量が飛び抜けて多いが、他の国々では逆にボード使用量の方が多い。特に注目すべきことは、全ての国において1965年に比べて1980年のボード使用量が増加していることである。これに対して合板使用量は、停滞あるいは減少を示している国が大半を占める。世界的に、木質系板材料の消費が合板からボード類へ移行し始めていることは動かし難い事実のようである。これは合板の競争力が低下してきているためと言わざるをえない。

6. 原材料供給に対する展望

6.1 南洋材について

すでに述べたように、合板用原木の95%以上が依然として南洋材であり、我が国の合板工業は東南アジアの国々から輸入されるいわゆるラワン丸太に強く依存している。表7に南洋材原木の産地国別入荷量の年度による推移を示した。入荷量の全てが合板用として出荷されるわけではないが、58、61、62年度の全出荷量に対する合板用原木出荷量の割合を見ると7割から8割を占めており、この表の数値は合板製造に用いられている南洋材原木の産地国別割合を大略示していると考えてよからう。

この表を見ると、昭和48年に約2,700万 m^3 でピークに達したラワン丸太の輸入は、その後減少し、61年は約1,200万 m^3 と半減していることが分かる。また、昭和30年に大半を占めていたフィリピンからの輸入は、年とともに急激に減少し、62年にはゼロポイント以下となった。これに代わって昭和40年代半ばからマレーシア、インドネシアからの輸入が増大してくるが、昭和45年から55年までにマレーシアを抑えてトップにあったインドネシア丸太の入

表7 南洋材原木の産地国別入荷量

年度	全入荷量 (千m ³)	産地別入荷量比率(%)										** 合板/ 全体 (%)		
		フィリピン	マ、レ、ー、シ、ア				イ、ン、ド、ネ、シ、ア				その他			
			小計	サバ	サラワク	マラヤ	小計	カリマンタン	スマトラ	その他				
30	2,024	91.2 (7.9)	7.9	0	0	0	0	0	0	(0.9)	-	-	-	-
44	17,163	46.1 (35.8)	23.7	11.1	1.0	1.34	1.5	1.0	2.2	(15.9)	1.0	1.0	2.2	-
48	26,789	22.0 (32.3)	27.3	4.7	0.3	30.2	7.9	3.8	3.8	(41.9)	3.8	3.8	3.8	-
58	13,879	4.7 (74.3)	44.9	29.4	0	10.9	1.4	2.9	5.8	(15.2)	1.4	2.9	5.8	74.7
61	12,131	2.2 (89.1)	49.6	39.4	0.1	0	0	0	8.7	(0)	0	0	8.7	81.2
* 62	12,710	0.2 (91.4)	50.7	40.4	0.3	0	0	0	8.4	(0)	0	0	8.4	80.3

* : 12月分を除く

** : 南洋材原木全出荷量のうち合板用原木出荷量の割合

荷は、以後同国の丸太輸出規制政策によって減少し、現在では統計数値にのぼってこない状況になった。このような推移を経て昭和62年度においては、南洋材輸入の大半がサバ、サラワクからのものになっている。

このように、合板用原木の供給は、生産国における資源管理政策および工業化促進政策の影響を大きく受けている。特に、インドネシアは木材の域内加工を促進して雇用機会を増大せしめ、資源の国民経済への寄与を高める政策を取り、丸太輸出を制限、禁止して木材加工品、半製品の輸出振興を図っている。また、熱帯林の枯渇、低質化、産地の奥地化の進行も事実であり、熱帯林の荒廃に対する国際的な関心の高まりと国際機関からの警告もあって、これらの国は熱帯林保続のための政策を実施せざるをえなくなっているという側面もある。

一方、マレーシアのサバ、サラワク州は、州財政の多くを丸太輸出に依存しており、丸太輸出に比較的積極的な姿勢を取り続けている。人口が少なく、工業化をあまり急がないという事情があり、また、資源的にもサバ州に8億 m^3 、サラワク州に15億 m^3 の蓄積があり、品質の低下は進むであろうが、しばらくは我が国への丸太供給は続くものと考えられている。もっともサバ州では丸太輸出の監視を始めており、さらに輸出国の多角化を狙っているなど不安材料も多い。なお、パプアニューギニア材も若干輸入されているが、合板適木は少ないと見られている。

6.2 針葉樹丸太について

上述したように、南洋材丸太供給の先行きに多くの不安があるため、これに替わる原木の確保を考えねばならない。対象となるもの

は造林木を中心にした針葉樹材であろう。次のような針葉樹材があげられる。

*北米材：丸太輸出規制等により民間企業体からのものに限られることになろう。供給力は太であるが、全体として製品輸出に力を入れることになろう。

*ソ連材：すでに一部企業で合板原木として使用されている。北洋カラマツなど高品質の合板が得られているが、供給に不確定要素がともない、また奥地化、低質化も進んでいるといわれている。

*チリー材，NZ材：人工造林木であるラディアータパインが対象となるが、供給力は今後大きく増大して行くものの、価格の上昇は避けられないであろう。

*国産造林木：国内の造林面積は1千万haに上り、年間供給量も2000万m³を超えるものと考えられている。現在のところ供給体制の整備が遅れているために供給が小規模断続的にならざるを得ず、そのために外材に対する競争力がない。また、形状・品質においても合板への加工に不利である。しかし、国産材利用は国としての重大な課題であり、技術開発と流通体制の改善に努め、国産材合板製造実現を図りたい。

6.3 合板製造と今後の原木問題

以上、我が国の合板工業を取り巻く原木供給の状況について考察した。結論的に次の事項が指摘できるであろう。

① 熱帯林の荒廃，資源の枯渇が現実に行進し，さらに産地国の経済的自立のために地域内合板工業の進展が大きく期待されているという状況のなかで，技術先進国である我が国が合板のような軽

工業品を原木をそれらの国から輸入してまで製造しつづけることは、やはり問題であろう。

- ② 工業生産の原則から考えてみても、合板原木のようなバルキーな原材料は本来輸入すべきものではないとも言えよう。
- ③ すなわち、ラワン合板の製造は原木産地国で行い、建築、家具製造などにおいてラワン合板でなければ使用に耐えないという部分には、輸入製品を当てるべきである。
- ④ 我が国に合板工業が存続するとすれば、それは国産造林木を対象とするものに限られるのではなかろうか。
- ⑤ 性能とコストで輸入製品に競合できる国産材合板を製造する技術開発、原木供給システムの構築に我が国合板工業の全てがかかっていると考える。

7. 合板の品質性能に対する要求

合板の品質性能については表5で示したが、他材料と比較してその優秀性が確認された。すなわち、工程管理と品質管理が正しく行われている工場で製造される合板については、おおむね満足できる性能を保持していると言えよう。しかし、依然として品質性能に関して次のような解決すべき課題を擁していると考ええる。

*正しくて、簡便な品質評価システムの開発

*実際使用と正しく対応する耐久性評価法の確立

*長尺合板、厚物合板、各種カットサイズ合板

*防虫・防腐・防火等の多機能性の付与。この場合、処理によるコスト上昇を極力抑えねばならない。もし、合板に高付加価値を与えるために高いコストアップがともなうのなら合板の使用を止めて、そのような性質をもつ他材料を使うべきである。

8. 加工技術の改良・開発の必要性和今後の技術開発の方向

8.1 我が国における合板工業の進むべき方向

インドネシアからのラワン合板を中心とする輸入合板や各種ボード類（北米からのOSB，ウェイファーボードを含む）との競合に打ち勝つために，製品のコストダウンと性能アップに努めねばならない。そのためには原料と製品の流通合理化，加工技術の向上を追及するとともに合板の用途，そして製品の種類を絞るべきであろう。すなわち，合板の特徴を最大限に発揮できる用途に使用する製品に製造の焦点を合わすべきと考える。

合板の特徴は強度，耐水性に富み，施工性に優れていることであり，これらの性質を生かす用途は，構造用材料（力がかかる部材），仮設材料（コンパネ，パレット等），外構用・外装用材料の芯材などであろう。また，耐水性に関しては特類，1類合板を，そして厚物・長尺合板が対象となろう。このように対象を絞るということは戦線縮小につながるが，今こそ決断を下すべきときではなかろうか。

8.2 これからの合板製造が克服しなければならない条件

厳しい情勢のなかで，我が国において今後も合板製造を継続して行くためには，合板工業は次のような条件を満たさねばならないものとする。

- ① 国産針葉樹造林木を中心に，北洋材，ラディアータパイン等針葉樹材を原木とする。しかも，原木コストを引き下げのために，それらのうちの曲がり材，中小径木，うらごけ材，短尺材等の低質材を主に対象とする。
- ② 国産材丸太に関しては，供給体制の整備が待たれるが，しばらくは原木供給は小規模・断続的であろう。このような原木供給に

対処できる生産体制を取ること。

③ 多品種・少量生産に適応できること。

④ 製造工程の自動化・省力化を徹底的に進めて、生産性の向上を図り、製品コストを下げること。

8.3 技術開発の方向

上記の条件をクリアーすることは大変困難なことであるが、我が国に合板製造工業を存続せしめるためには、是非ともこれらの条件を克服しなければならない。現段階では、次の事項が考えられよう。

(1) 原木の供給

合板工場、場合によっては単板工場は製材工場に併設される。そして自動装置によって合理的に原木の仕分けを行い、製材不適木が合板工場へ廻されてくるシステムを取り、原木の安定供給とトータルとしてのコスト低減を図る。また、合板工場においても原木の適正な仕分けを行い、これを合理的にストックする。

(2) 単板切削

*小径木、曲がり材については、歩留まりと切削速度を高めるために切削長さを90 cm程度に短くして(短尺丸太について)ロータリー切削を行う。

*原木を工程へ高速、全自動フィーディングする。このためにはむしろ小・中径木の方が扱いやすい。

*単板は正方形(900 mm×900 mmなど)にクリップする。

*クーリング方式を止めて単板は切削直後にクリッパーで正方形に切断し、仕分け、堆積する。これらを自動的に行う(ダイレクトシステム)。

(3) 単板乾燥

ドライヤーの省エネルギー化，コンパクト化，自動化を促進するとともに乾燥条件を正確にコントロールして乾燥単板の品質向上（割れ，狂い，乾燥むら等の防止）を図り，また過乾燥を防ぐ。これらの装置開発，システム開発に努めねばならない。

(4) 単板の調整と仕組み

* 単板の幅はぎ・補修は歩留まりとの関連があるが，必要最小限に留める。目的とする製品が構造用・下地用合板であり，外観の良否は本来問題ではないことに留意すべきである。

* 長尺合板を製造するためには単板の縦継ぎが不可欠であるが，縦継ぎには次の2つの方向がある。

① 縦継ぎ部の強度が保証出来る場合：所定サイズの単板に調整して通常の構成の合板を製造できるが，現状では縦継ぎ方法，強度のチェック方法が確立していないし，たとえ技術開発が進んでも能率，歩留まりが低下し，装置の費用とともにコストアップにつながるため，実現は困難であろう。

② 縦継ぎ部の強度が保証出来ない場合：図2に見るように，2枚以上の単板を平行に重ね，そのなかで接合部をずらせる，いわゆるLVBタイプの合板を製造することになる。この場合には接合部のチェックは不要で，常に一定の強度が保証でき，また能率の低下も来たさない。当面は本法を採用すべきであろう。

* ロボット等を適用したコンパクトな単板自動仕組機（レイアップ装置）により連続単板積層物を作る。ロボットはコンピュー

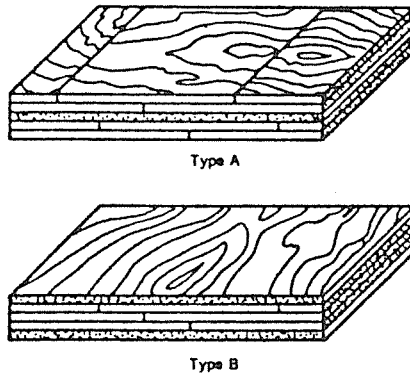


図2 新しいタイプの合板

タープログラムによって制御され、単板形状認識装置の働きによりロボットの動きはコントロールされる。

(5) 仮圧縮と熱圧縮

次の2つの方式が考えられる。

- ① 連続プレスを用いて連続板を製造する：単板仕組み部とプレスパートはダイレクトにつながっている。熱圧縮終了後所定のサイズに裁断する。この方式では、板の長さについては多種のものが歩留まり100%で得られる。また熱圧縮条件の制御が精密にできるという利点がある。一方、本格的な連続プレスやラミネーターの導入には多額の設備資金が入用であり、また一段プレスであるので大量生産には不向きである。
- ② 長尺多段プレスを用いて定尺板を製造する：単板仕組み部でフォーミングされた連続単板積層物は、1段長尺プレスで冷圧・仮圧縮され、その直後で次々に定尺に切断される。これらの定尺単板積層物は新しく開発されるストックプレスに次々と納められ、冷圧を受け続ける。その後所定の枚数ずつ多段長尺プレス(10

段，4 m など) に挿入され，熱圧されて製品となる。連続板の製造はできないが，生産性は高い。また装置は連続プレスを使う①の場合より低価格となる。

国産材合板の製造ラインとしては，②の長尺多段プレスを用いて定尺板を製造する方式が高い生産性の面から採用されるであろう。①の連続プレスを用いて連続板を製造する方法は，LVL製造に適している。

国産材合板が，輸入合板，特にインドネシアからのラワン合板と競合して行くためには，原木コストと生産コストを極限まで下げることが必要である。生産コスト低減については，装置の自動化を進め人件費を抑えることと，生産性を上げることが重要であると考えられる。この点に関しては，先端技術の適用と日本独特のきめの細かい技術開発によって見通しは明るいものがある。したがって，国産材合板製造の成否は，一に安定した原木供給と丸太価格の低減にかかっているといえよう。種々の条件を設定して製造原価構成を算出しているが，原木価格 15,000円/m³ 以下に抑えることが望まれる。

3-2 単板積層材（LVL）工業

1. 技術課題の内容・目的

わが国のLVL工業の現状を、原材料、製造技術、品質性能、製品・用途の各方面から分析し、造作用および構造用LVLの今後の技術開発の方向を探る。

2. 技術水準

わが国におけるLVL生産が開始されたのは昭和50年代はじめである。当初は合板工場の1エクステンションとして稼動し、その生産量もわずかであった。53年に一般用単板積層材のJASが制定され、生産量も飛躍的に増加した。しかし、構造用LVLのJAS制定が遅れており、構造用途への利用は制限されている。

現在、LVL生産企業は10数社で、大半は合板その他との兼業である。最近になって、LVL専業の工場やラインが建設され、その数は7～9ラインに達している。LVL生産量は年間5～6万 m^3 程度で徐々に増加する傾向にある。

樹種別にみると、針葉樹LVLが約60%を占め、その2/3が外材（ベイマツ、ベイツガ、ベイモミ、ソ連カラマツ）、1/3が国産材（スギ、アカマツ、カラマツ、ヒノキ）である。次いで南洋材（ラワン類）LVLが多く約35%を占め、残りが国産広葉樹（ナラ、カバ、タモ等）LVLで5%程度である。

製品別にみると、家具用（表面材と芯材）が最も多く約50%を占め、次いで建築造作用、楽器用が多く、各々15%程度、パネル芯材用が10%程度である。その他産業用等に10%程度使われている。

参考に、米国の生産状況を示すと、TJ社によるLVL生産が開発

されたのが40年代末で、その後連年生産量を増し、現在年間15～20万 m^3 に達している。その製品の大半は構造用で、2×4住宅のジョイスト材、足場板、トラス部材として広く利用されている。最近このほか2～3社がLVL生産を始めている。

3. 製造工程

3.1 製造工程の分類

わが国のLVL工場は、使用原木の樹種によって、国産針葉樹材、外国産針葉樹材、南洋材、国産広葉樹材の4つに分類される。これらの代表的な工場の製造工程を次に示す。

(1) 国産針葉樹材工場

国産針葉樹材は外材に比べて径が小さいので、わが国独自の製造方式が要求される。その2事例を次に示す。

- ① 主としてスギの間伐木・小径木を用いて、長さ約1m、径13～14cmの丸太を小径木用のバックアップロール付ロータリレースで25～35mm厚の単板を剥き、高周波式、ウィケット式、熱板式のドライヤで乾燥し、メラミンユリア樹脂接着剤を塗付した後、高周波加熱式プレスで積層接着して、約1m角、厚さ20～50mmのLVL原板を製造している。主要な製品は床板、腰壁板、家具材、日曜大工材などである。
- ② スギ、アカマツ、ヒノキ等の小径丸太を山元数ヶ所に集荷し、そこで幅50～60cmの小規模なロータリレースを用いて2.2mm厚の単板を剥き、これを約50cm角に裁断し、合板(LVL)工場に送る。工場では、ロールドライヤで乾燥後、ホットメルト接着剤を用いて縦つぎして長尺単板をつくり、これにメラミン

ユリア樹脂接着剤を塗布し，所定の厚さに積層して， $4\text{ m} \times 0.5\text{ m}$ の多段ホットプレスで熱圧する。このシステムは計画中のものである。

(2) 外国産針葉樹材 L A L工場

外国産針葉樹材の場合，輸入丸太を切削する場合と購入単板を利用する場合がある。

① 径 30 cm 程度のベイマツ丸太を外周駆動式のロータリレースで約 3.5 mm 厚の単板に剥き，直火ガス式ドライヤで乾燥した後，幅はぎ縦つぎ（スカーフジョイント）して $1\text{ m} \times 4.5\text{ m}$ の長尺単板に調製する。この後の工程は合板の場合と同じで，メラミンユリア樹脂接着剤を塗布した後，コールドプレス，多段ホットプレスを用いて，厚さ $20 \sim 50\text{ mm}$ の L V Lを製造している。製品は階段が最も多く，長押，廻縁，上り框，式台，玄関まわりなども造っている。

② 米国産のベイツガ 3 mm 単板を購入し，これをスカーフカットした後，合板用ドライヤで乾燥し，メラミンユリア樹脂接着剤を塗付した単板を，縦つぎ位置が階段状にずれるように積層し，これを高周波加熱式ラシネータに送り込んでエンドレスの L V Lを製造している。なお，この方式によれば，構造用 L V Lの製造も可能である。

(3) 南洋材 L V L工場

ラワン材を用いて造作用の合板および L V Lを製造している。工程および設備機械は従来の合板工場のものと同大差ないが，原木の選定から製品まで徹底した品質管理を行うとともに，エンドユーザの要求に応じて多品種少量生産を行っている。

良質の大中径木を合板用の長尺ロータリレースで比較的薄く剥き、連ドラで乾燥し、低質な小径木および剥芯を外周駆動式のロータリレースで3～4 mmに剥き、ロールドライヤで乾燥している。製品の種類によって良悪の単板を仕分けた後、ユリアまたはメラミンユリア樹脂接着剤を塗布し、コールドプレスにかけた後、多段ホットプレスで接着硬化する。製品としては各種面材および家具芯材が多い。

(4) 国産広葉樹材 L V L 工場

大半が合板，集成材，家具等との兼業工場で，主製品の端材や残材を利用して小規模な L V L 生産を行っている。原材料の形状や寸法に応じて，ロータリレース，またはハーフロータリレース，スライサを用いて単板を剥き，ベニヤドライヤまたは乾燥室で乾燥し，ユリア樹脂接着剤等を塗付してホットプレス，またはコールドプレス，ネジクランプで圧縮して比較的の小寸法の L V L を作製している。製品としては建築造作材や家具材が多い。

3.2 製造技術上の問題点

L V L 工場の製造技術上の問題点を針葉樹 L V L に着目して列記すると次のとおりである。

(1) 単板切削効果の向上

原木丸太の小径化・低質化に伴って，ロータリレースへの丸太の着脱時間，単板切削に要する時間が相対的に増え，裏割れや表面あらさ等の単板品質も低下している。とくに，国産針葉樹造林木の丸太を用いる場合に加工効率および品質の低下が著しいので，丸太の自動供給装置による省力化・能率化，外周駆動・ダブルスピンドル式のロータリレースにより歩留り向上（削芯の小径化），

最適切削条件の適用による単板品質の向上等をはからねばならない。

(2) 単板乾燥時間の短縮

合板用の南洋材単板に比べて、L V L用の針葉樹単板は比較的厚く、しかも辺材部と心材部との乾燥特性にかなり大きな差異をもつ。したがって、L V L用の針葉樹単板を乾燥する場合、従来の合板の場合とはかなり異なるドライヤおよび乾燥条件を採用する必要がある。また、辺心材部の初期含水率や所要乾燥時間の差異も大きいので、これらの差異に適応可能なプロセス制御技術の開発が求められる。

(3) 調板および仕組み技術の効率化

針葉樹造林木は比較的小径木が多く、単板切削の歩留りを上げるためには、丸太の長さを短くして細くまで剥かねばならない。そのため長尺の単板を得ることが難しく、また、乱幅の単板の割合も多くなる。これらの単板を無駄なく用いるためには、幅はぎおよび縦つぎ技術の向上がより求められ、また、長尺な構造用L V Lを製造するためには、いもつぎ（バットジョイント）も含めて能率的な仕組み技術の開発が不可欠である。

(4) 接着時間の短縮

合板に比べてL V Lは厚物が多いので、従来の熱圧方式では接着時間が長くなる。とくに構造用L V L用にフェノール樹脂接着剤を用いればさらに長い接着時間が必要となる。したがって、L V Lの生産性の向上をはかるためには、接着硬化時間の短い新しい接着剤の利用や高周波加熱方式の導入によって、大幅に接着時間を短縮させねばならない。

3.3 生産管理上の問題点

(1) 原木丸太の確保

外国産の針葉樹および広葉樹の丸太については現在のところLVL生産に必要な量と質が確保されているが、今後とも適切な丸太を輸入し得るか多少の不安が残る。

国産針葉樹材，とくにLVL製造に適する中径木は高価であり，比較的安価な小径木，間伐木は大量集荷が困難な状況にある。少なくとも月間1,000～2,000 m³程度の原木を安定供給し得る状態でなければ，国産針葉樹材によるLVL生産は成り立たない。

(2) 需要の拡大

LVL生産に要する機械設備の投資額からみて，月間1,000 m³以上の生産量を確保することが望ましい。そのためには飛躍的な需要の拡大を実現せねばならない。とくに構造用途への進出が重要である。

(3) 多品質少量生産方式の確立

LVLの需要がまだ少ない現在，多種多様な製品を少量生産せざるを得ないので，これらの生産に柔軟に対応し得る製造システムを準備しておかねばならない。また，LVL製品の付加価値を高めるため，必要に応じて各種の木工機械や処理装置を設備することも必要である。

4. 製品品質

4.1 一般用（造作用）LVL

一般用単板積層材の日本農林規格を表－1に示す。

4.2 構造用 L V L

構造用単板積層材の日本農林規格案の曲げ試験および水平せん断試験の適合基準を表-2に示す。

表1 一般用単板積層材の日本農林規格の概要

		基 準
品	接 着 の 程 度	浸せきはくり試験に合格すること 試 験 片：1辺が75mmの正方形のもの 試験方法：試験片を70±3℃の温水中に2時間浸せきした後、60±3℃の恒温乾燥器に入れ、含水率が8%以下となるまで乾燥する 適合基準：同一接着層におけるはくりの長さがそれぞれの側面において5以下であること
	含 水 率	同一試料から採取した2試験片の含水率の平均値が14%以下であること
	温度変化に対する耐候性（表面に化粧加工を施したものに限り）	寒熱繰返し試験に合格すること 試 験 片：1辺が150mmの正方形のもの 試験方法：試験片を金属わくに固定し、80±3℃の恒温乾燥器中に2時間放置した後、-20±3℃の恒温器の中に2時間放置する工程を2回繰返し、室温に達するまで放置する 適合基準：試験片の表面に割れ、ふくれ、しわ、変色及び目やせが生じず、かつ、寸法が比較的安定していること
	表面の品質	化粧加工を施さない表面の品質の基準の1等または2等に適合すること
質	表面に化粧加工を施したものの品質	化粧加工を施す表面の品質基準に適合すること
	表面以外の単板の品質	表面以外の単板の品質基準に適合すること
	曲がり、そり及びねじれ	利用上支障のないこと
	本口面及び側面の品質（甲板のかさなり及びすきまに限る）	利用上支障のないこと
寸 法	表示された寸法に対する測定した寸法との差は、次の数値以下であること (1) 厚さ及び幅 20mm以下のものにあつては、±0.3mm 20mmを超え40mm以下のものにあつては、±0.4mm 40mmを超えるものにあつては、±0.5mm (2) 長さ +制限しない、-0	

表 2 構造用単板積層材の日本農林規格(案)

(曲げ試験および水平せん断試験の適合基準)

樹 種 群		曲 げ 強 さ (Kg/cm ²)			曲げヤング係数 (10 ³ ×Kg/cm ²)			せん断強さ (Kg/cm ²)
		特 級	1 級	2 級	特 級	1 級	2 級	
針 葉 樹	A-1	435	365	285	120	110	100	40
	A-2	405	330	270	110	100	90	35
	B-1	375	315	255	100	90	80	30
	B-2	345	285	225	90	80	70	30
広 葉 樹	A	450	375	300	90	80	80	30
	B	390	330	270	80	70	70	30

(集成材)
1 級

(集成材)
2 級

(集成材)
特 級

(集成材)
1 級

(集成材)
2 級

(普通構造材)

(普通構造材)

4.3 競 争 力

現時点におけるLVLの評価をもとに、製材をはじめ競合する材料との競争力を図-1に示す。

製材と比較した場合、人工乾燥による寸度安定性および耐久性の向上と積層接着による節などの欠点の分散による強度性能の向上が期待される半面、単板切削時に発生する裏割れによる釘打ちや塗装などの加工性の低下が懸念される。また、歩留り向上による省資源の一方で大型プラントによるエネルギー消費を伴っており、省力化の一方で設備投資が増大している。

その結果、LVLは製材よりかなり割高となっているが、集成材に比べると安価である。例えば、枠組壁工法用のジョイストの場合、米ツガ製材の1立方メートル当り5万～6万円に対して、LVLはこれより40～60%程度高いが集成材の10万～15万円よりは安い。

総合的にみると、LVLは形鋼や集成材に比べて製材との差異ははるかに少なく、製材と代替できる分野が多いと思われるが、価格的にやや不利な現状では、むしろこの類似性が用途の拡大を困難にしている。この点が、集成材のアーチ、合板の大壁、削片板の家具、繊維板のキャビネットなど、製材にないか、あるいは格段に有利な特性を生かして独自の用途を見いだしている材料と大いに異なるところである。つまり、LVLの材料としての評価は、「帯に短し、襷に長し」の感が強い。

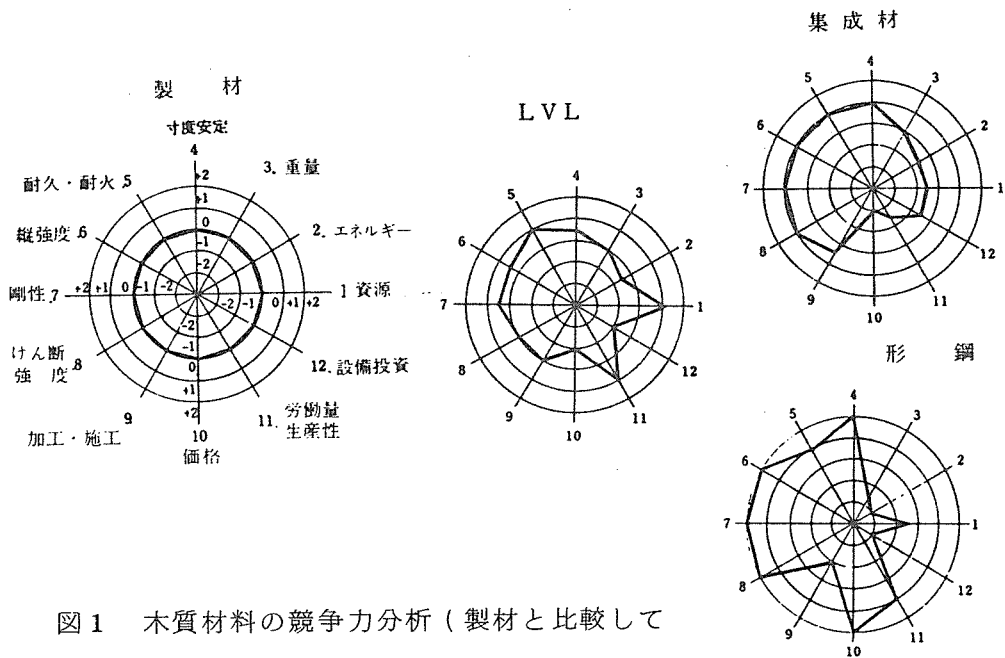


図1 木質材料の競争力分析（製材と比較して0を同等，+を有利，-を不利とする）

5. 加工技術の開発方向

北米ではT J社をはじめ大規模（月産1,000 m³）なL V L工場があり、今後も増設される傾向にある。針葉樹中径木を用いて、ディメンションランバーサイズのL V Lを生産している。なお、逐次小径木をも利用可能な製造システムが開発されつつある。用途の大半は構造用で、そのため比較的薄い（2～3 mm）単板を用いて、高強度（集成材同等かそれ以上）のL V Lを製造している。しかも、L V Lを主材とするエビームやトラスビーム等の建築部品を製作する効率的なシステムを完成させている。

わが国においても北米型の構造用L V Lの追求も有力な開発方向であるが、一方でわが国の集成材工業が歩んできた方向、すなわち造作用L V Lの開発も堅実な方向である。また、今後供給増が予想される国産針葉樹造林木を用いていくことも林業側にとって重要な課題である。

使用する原木の種類と用途製品の種類に着目して、開発すべきL V Lの種類と加工技術を分類すれば次のとおりである。

(1) 高性能型L V L

（針葉樹中径木→構造材）

- ・ 効率的な単板の選別およびレイアップシステム（長尺）の開発
- ・ 防腐防虫処理の導入
- ・ L V Lを主材とする建築部品の組立システムの開発

(2) 大量生産型L V L

（南洋材，針葉樹中径材→一般材）

- ・ 高能率プラントの開発，とくに接着工程の短縮

- ・化粧ばり製品の開発
- ・非建築資材の開発

(3) 資源利用型 L V L

(国産針葉樹中小径材→一般材)

- ・短小小径木を原料とする効率的な製造システムの開発，簡易な製造プラント開発も含む
- ・原料供給システムの整備
- ・多種多様な製品の展開

(4) 高付加価値型 L V L

(広葉樹材→家具，造作材等)

- ・高次の成型切削加工技術の向上
- ・染色・塗装技術の向上
- ・新しい意匠の開発

以上4つのL V Lの開発方向のうち最も開発が急がれるのは(1)高性能型L V Lである。構造用L V LのJ A S化を目前にし，国際競争力の確保の点からもきわめて重要な課題である。1例として現在開発提案されている「針葉樹中径木を原料とする中規模構造用L V L工場」の設備機械配置を図-2に，製造原価を表-3に示す。

「針葉樹中径木を原料とする中規模構造用LVL工場」

(1直8時間、月産生産量900m³~2000m³)

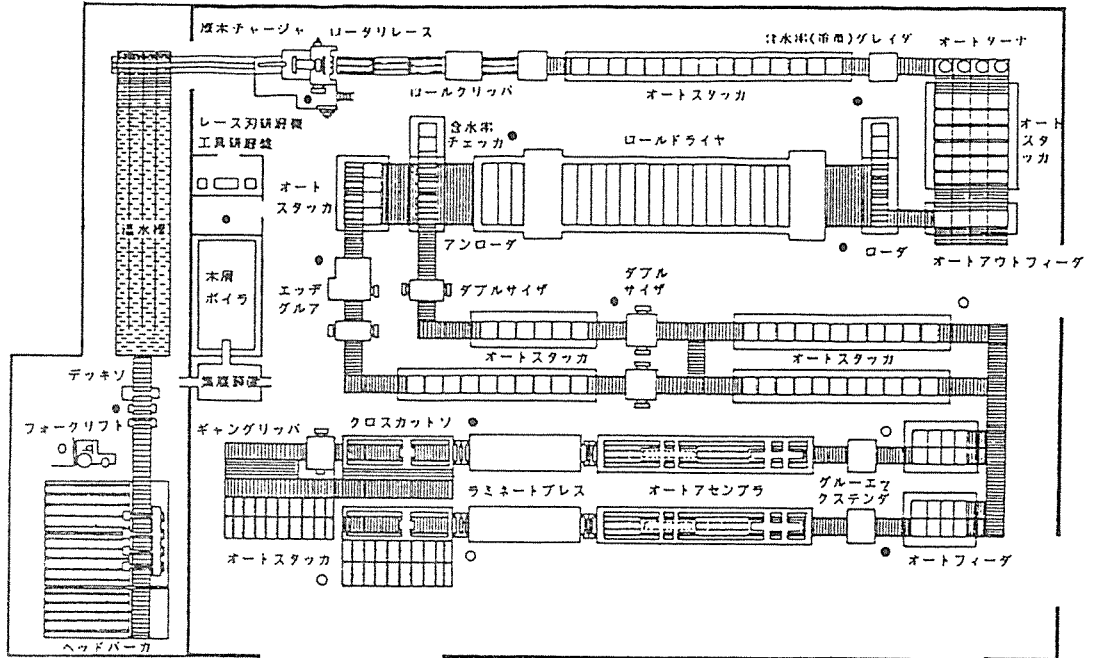


図2 中規模LVL製造工場の設備機械配置図

(建築面積50m × 70m = 3,500m²)

表3. 構造用LVL 1 m³を生産するために必要な経費

(1直, 8時間の場合)

原 料 の 種 類	(1)フェノール 樹脂接着剤		(2)メラミンユリア 樹脂接着剤		(3)水性高分子イソシ アネート系樹脂接着剤		備 考
	金額(千円)	月間生産量(m ³)	金額(千円)	月間生産量(m ³)	金額(千円)	月間生産量(m ³)	
設備投資総額(千円)	700.000	900	700.000	1100	900.000	2000	(3) ロールドライヤ、ニッチェグリア、ベニチアアセンブラ、木屑ボイラの能力を上げる (1) (2) (3) ラミネートプレスの容量の約90%の生産量とする
項目	金額(円)	構成(%)	金額(円)	構成(%)	金額(円)	構成(%)	
原 木 費	37500	51.3	37500	55.9	37500	51.4	ベイマツ中径木25000円/m ³ 、製品歩止り67%
接 着 剤 費	7500	10.3	6250	9.3	17500	24.0	(1)150円/kg、(2)125円/kg、(3)350円/kg、塗布量150g/m ² (片面)
労 務 費	2780	3.8	2270	3.4	1830	2.6	10人、250.000円/月・人、1日8時間、1カ月25日間
水 費	0	0	0	0	0	0	木屑ボイラ、ロールドライヤ0.7t/m ³ 、ラミネートプレス0.1t/m ³
電 力 費	3550	4.9	2910	4.3	1920	2.6	(1) (2) 1000kw×0.8、(3) 1200kw×0.8、2.0円/kwH、200時間/月
償 却 費	12960	17.7	10610	15.8	7500	10.3	設備投資全額償却、5年定額償却
利 息 費	5190	7.1	4240	6.3	3000	4.1	年率8%
そ の 他	3660	5.0	3360	5.0	2650	5.0	結核、保険等、(製造原価の5%)
製 造 原 価	73140	100.0	67140	100.0	72950	100.0	土地、建物(3500m ²)含まず

4 ボード類

1. 技術課題の内容・目的

パーティクルボード（PB）・ファイバーボード（ハードボードHB，中比重ファイバーボードMDF，インシュレーションボードIFB）および木質セメント板（WCB），木質石膏板（GPB）などの窯業系木質ボードを含む木質ボード工業の現状を分析し，原料・製造技術・製品・用途・品質管理など一連の技術開発ならびに材料開発の方向を探る。

2. 技術水準

2.1 生産量，生産額，工場数，従業員数，生産性

木質ボードの生産量，生産額等を表－1に示す。表より木質ボード全体の生産規模は年間200百万 m^3 ，900億円程度である。木質パネルの生産量に占める割合を体積ベースで比較すると，合板78.0%，パーティクルボード11.4%，ファイバーボード9.0%，窯業系ボード1.6%となり，木質ボードの生産量，生産額はともに合板の $\frac{1}{2}$ 程度である。しかし，木質ボード工業は他の木材工業に比べると装置産業化・省力化が最も進んだ分野であり，従業員1人当りの生産性は合板のそれより高い。

我が国における合板生産は，近年の合板適木の減少，資源保有国の原木丸太輸出禁止措置などに伴い，徐々にその相対的地位を低下させつつあり，やがては世界の木質パネルのシェア（合板40%，パーティクルボード40%，ファイバーボード20%）に近づくものと思われる。

木質ボードにおける生産の動向をみると，MDFとWCBの増加が著しく，世界的な動向と軌を一にしている。前者のMDFは均質

で二次加工性に優れているため、家具や内装用建材の基材として急速に市場を拡大している。我が国においても相次いでプラントが新設され、生産量は対前年比46%増(面積ベース)、製品輸入は国内生産量の34%にも及んでいる。一方、後者のWCBは最近の10年間に2.5倍に生産量を延ばしている。なかでも硬質木片セメント板の生産量は4倍まで増加し、現在では木質セメント板の96%を

表-1.1 木質ボードの生産量, 生産額, 工場数

品 目	生 産 量		生 産 額		1 工場当り年生産量, 生産額		
	$\times 10^6 m^2$	$\times 10^6 m^3$	億円	工場数	$\times 10^6 m^2$	$\times 10^3 m^3$	億円
PB ¹⁾	80.5	1.00	423	16	5.03	62.5	26.4
HB ¹⁾	47.4	0.16	144	8 ²⁾	5.93	20.0	18.0
MDF ¹⁾	20.3	0.18	122	3 ²⁾	6.77	60.0	36.6
IFB ¹⁾	42.8	0.45	149	10 ²⁾	4.28	45.0	14.9
WCB	11.3	0.14	93	4	2.83	35.0	23.3

1) 出所) 日本繊維板工業会資料(昭和62年実績)

2) 工場数合計: 16工場

表-1.2 パーティクルボード, 繊維板工業の生産性

従 業 員 数	1 工場当り従業員数	1 人当り生産量, 生産額	
人	人	$m^3/年 \cdot 人$, 百万円/年 \cdot 人	
2781	75.2	644	30.1

出所) 窯業・建材統計年報(昭和61年) 通商産業大臣官房調査統計部編

占めている。この分野は木毛セメント板に始まり、現在でも約14百万 m^2 生産されているが、その生産量は最近の10年間で½まで加速的に減少している。

2.2 原料および製品

木質ボードの原料は主として木材チップと結合剤としての接着剤である。表-2によると原料として丸太（国産材）が使用されるのは極めて少なく、合単板および製材の残材が17%，残りの約83%

表-2 パーティクルボード，繊維板工業の原料消費量

チ ッ プ (単 位 : $\times 10^3 m^3$)				
丸太	合単板・製材の廃材	購入チップ	計	製品生産量／原料消費量
7.3	433.4	2087.2	2527.9	0.654
接 着 剤 (単 位 : $\times 10^3 \text{ ton}$)				
ユリア樹脂	フェノール樹脂	メラミン樹脂	計	
99.2	9.6	10.4	119.2	

出所) 窯業・建材統計年報(昭和61年) 通商産業大臣官房調査統計部編

がチップとして購入されている。最近では購入チップのなかに、解体材チップも一部含まれている。原料消費量に対する製品生産量が65%でやや低いのは、熱圧成板時に原料が30-50%圧縮されるためである。原料を樹種別にみると、針葉樹が36%，広葉樹が64%を占め、広葉樹の大部分はラワン材を中心とした外材である。

一方、接着剤の使用量は12万トンであり、このうちユリア樹脂が10万トン(83%)を占めている。フェノール樹脂，メラミン樹脂はともに約1万トンの使用量であるが、後者は単体で使用される

ことは少なく、ユリア樹脂やフェノール樹脂と共縮合される場合が多い。また、最近ではイソシアネート樹脂も若干ではあるが用いられ始めている。パーティクルボードの製造コストの内訳は概略、原料チップ、接着剤が共に27%、労務費16%、燃料、電力等のエネルギー費14%、償却費その他16%であり、他の木材工業に較べると、接着剤の占める割合が大きい。

各々の木質ボード製品の用途を表-3に示す。PBは従来から家具・建具用の需要が多いが、最近では、遮音性に優れているため2

表-3 木質ボード製品の用途

品目	用 途
P B	家具・建具(60%)、建築(19%)、電機器(16%)、その他(5%)
H B	自動車(45%)、建築(16%)、家具・建具(12%)、包装(14%)、電機器(7%)、その他
M D F	家具、建築、電機器
I F B	建築(床等の下地材、壁・天井材)
W C B	建築(防火サイジング)

出所) 木材需給と木材工業の現況(昭和62年版) 林野庁監修

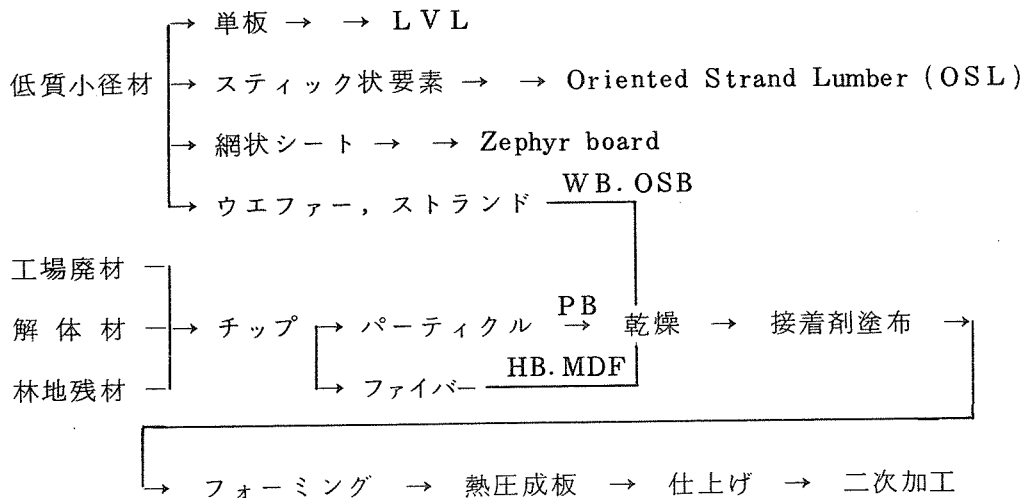
階の床材など建築用構造部材としての使用も増えてきている。HBは成型性を活かして自動車の内装材料として伸びているが、面内の寸法安定性に欠けるため、建築・家具分野でのシェアはむしろ低下している。MDFは優れた二次加工性、木口の緻密性、塗装性を活かして家具や電機器のキャビネットなどに用いられるほか、フラッシュドアーのフレームや建材の彫刻面などの建築部材としても使

用され始めている。さらに、最近生産が開始された薄物MDFはフラッシュ家具の化粧合板として、上質の薄物合板を代替する製品になりつつある。IFBは従来床などの下地材や壁・天井材として使用されてきたが、最近畳床材料としても需要を伸ばしている。WCBは防火性，耐久性，寸法安定性に優れ，外壁用サイジングとしての使用が急増している。

3. 製造工程

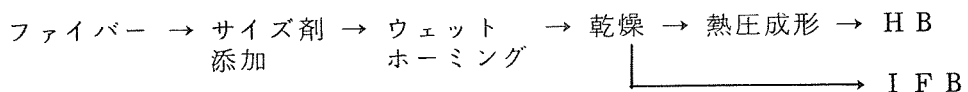
3.1 PB (ウエファーボードWB, 配向性パーティクルボードOSBを含む), HB, MDF: 乾式抄造法

木質ボード製造システムの主流であり，各工程の技術開発が盛んに行われ，またプロセス制御の技術も急速に普及しつつある。



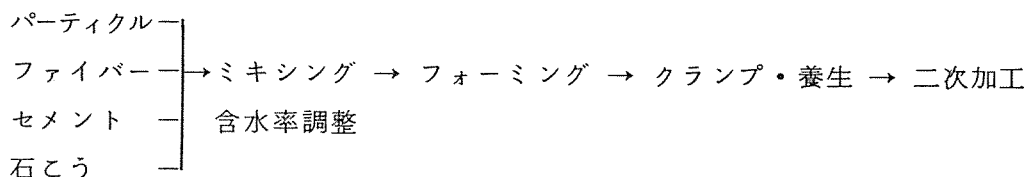
3.2 HB, IFB: 湿式抄造法

湿式抄造法は一般にエネルギー効率と歩留まりが低く，製品の品質も劣る。このため最近では設備の増加が見られず，技術開発も停滞している。



3.3 WCB, GPB (石こうファイバーボードGFBを含む)

無機系結合剤の硬化、養生、乾燥に時間を要し、生産性が低下する。このため、最近では木質原料の含水率を厳密に管理し、必要最小限の水を添加してセメントや石こうを硬化させるセミドライシステムが開発されている。



4. 製品品質

4.1 基礎的な物性および価格

木質ボードの基礎的な物性および素板工場出し価格を表-4に示す。表には比較のために、合板ならびに我が国ではまだ生産されていないが北米において発展の著しいOSB・WB，また最近西ドイツで開発され、北欧やソ連でプラント建設が進んでいるGPBのデータを附記している。

表-4 木質ボードの基礎的な物性

品目	密度	MOR	MOE	寸法安定性 ¹⁾		価格 千円/m ²	その他
	g/cm ³	Kg/cm ²	×10 ³ Kg/cm ²	%	%		
PB	0.60-0.80	100-250	10-35	10-15	0.4	42	
HB	0.80-1.05	300-400	28-56	20	0.4	90	
MDF	0.65-0.80	300-400	30-38	10-20	0.4	68	
IFB	0.25-0.40	14-56	2-9	-	-	33	
WCB	0.80-1.20	100-150	30-40	1-3	0.2	66	準不燃
合板	0.50-0.60	400-600 ⁴⁾	70-100 ⁴⁾	4-8	0.15 ⁴⁾	50-90	
OSB/WB	0.60-0.80	200-400 ⁴⁾	40-70 ⁴⁾	15-30	0.2-0.4 ⁴⁾		
GPB	1.00-1.20	60-90	30-40	3 ²⁾	(0.07) ³⁾		準不燃

1) 24時間水中浸せき (JIS A 5908), 2) 2時間水中浸せき (DIN 52364),
 3) 30→85%RH 4) フェイス単板あるいは配向方向の値

4.2 木質ボードの性能の比較

木質ボードの諸性能の概略を比較すると表-5のとおりである。比較のために附記した合板は軽量かつ強度・寸法安定性能に優れ、防・耐火性能、遮音・断熱性能などに多少難点はあるものの、基礎的な材料物性が木質ボードに比べて優れている。

表-5 木質ボードの諸性能の比較

性能	合板	WB	PB	MDF	HB	IFB	WCB	GPB
		OSB						GFB
軽量	○	△	△	△ ←	×	○	×	×
強度	○	○ ←	△	○	○	×	×	×
剛性	○	○ ←	△	△	△	×	△	△
寸法安定性	○	×	△	△ ←	×	△	○	×
耐蟻耐朽性	×	△	△	△	△	×	○	○
防耐火性	×	△	△	△	△	×	○	○
耐候性	△	△	×	△	○	×	○	×
遮音・断熱性	×	△	△	△	×	△	△	△
二次加工性	△	△	△ →	○	○	×	○	○

注) ○：優れている，△：中庸，×：劣っている，

合板および発展の著しい材料の特徴を枠で囲って示す。

一方、最近発展の著しい木質ボードは幾つかの性能が従来製品に比べて勝っている。たとえば、OSB・WBは強度・剛性がPBに比べて勝っており、またMDFはPBやHBに比してそれぞれ二次加工性、寸法安定性の点で優れている。さらに、WCBは重く、強

度が劣るものの、防火性・耐朽性、耐候性などの面で他の製品には見られない優れた性能を発揮する。従来のPBは比較的特徴の少ない材料であり、ユーザーの要求する品質や性能が高くなるにつれて、相当量のシェアをこれら新しい製品に奪われるものと思われる。

5. 原材料供給に対する展望

昭和60年における国内チップの総消費量は約3000万 m^3 であり、その生産および消費の内訳を表-6に示す。これによると、輸入チップと素材から生産されるチップがそれぞれ約40%を占め、残り20%は製材および合板工場からの廃材チップ（但し、ここには、廃材が原料として直接ボード工場へ搬入される量もチップとして計算に加えられている）である。一方、チップの消費はパルプ用が91%を占め、圧倒的に多い。ボード用の消費は9%と少なく、このため原料面ではつねに紙・パルプと競合関係にある。現状ではチップの品質によって、1Kg当りのチップの価格がパルプ用20円、ボード用15円、燃料用5円を目安に区分けされている。

表-6 チップの生産および消費

(単位： $\times 10^3 m^3$)

生 産				消 費		
丸 太	工場廃材	輸 入	計	紙・パルプ	ボード	計
11,224	6,697	11,812	29,110	26,582	2,528	29,110

出所) 木材需給と木材工業の現況(昭和62年版) 林野庁監修

我が国のボード工業は元来廃材利用型産業として発展してきたこともあり、またコスト上の制約もあって、将来とも原料を廃材に求めていくことと思われる。しかし、オイルショック以後、工場廃材は燃料

に転換利用されることが多くなり、また歩留まりが向上していることもあって、ボード用原料としてはむしろ漸減する傾向にある。現在、製材・合板などの廃材がチップとして再生利用されている量は40%に過ぎず、他の60%は燃料に利用されたり、また場合によっては廃棄されているものと思われる。エンドユーザーから廃棄される故紙の回収率が50%に達し、紙製品の需要の50%を補っていることを考えると、工場廃材の利用効率を高めることが必要であり、森林資源の有効利用の点からも重要である。

ボード用原料として現在最も注目されるのは建築解体材である。我が国ではすでに世帯数を上回る住宅がストックされており、新設住宅の大半は建て替え需要になると考えられる。また、長期的な観点からみても、何十年かのちに寿命が尽きた時点で建築解体材が再生利用されるならば、住宅を主とする建築に用いられた木材は潜在的な再生資源としてのポテンシャルを有するといえる。いま仮に、将来において製品の1/3が回収、チップに再資源化されるならば、現在のチップ消費量の1/3程度の資源として充当することができる。もちろん、このようなリサイクルを推進するためには、金属・土砂類の除去等技術的な問題のほか集荷・回収システムの問題など行政に負う部分も多い。補助金を産業廃棄物の埋立や焼却に使用するだけでなく、回収・再資源化のためにも用いることが望まれる。

6. 最近の技術開発ならびに材料開発の動向

(1) 技術開発

最近の技術開発の動向を製造工程に沿ってみると図1のとおりである。非ホルマリン系高耐水性接着剤の開発、配向技術、連続プレスの開発、プロセス制御の技術など各々の工程において進展が著し

い。

(2) 材料開発

最近開発が進みつつある木質ボードをその構成要素と配向状態によって位置づけると、表-7のとおりである。表より、従来無配向のPB（主として、フレークより小さい構成要素をもつパーティクルボード）、FB（IFB、MDF、HB）、WCBに大別されて

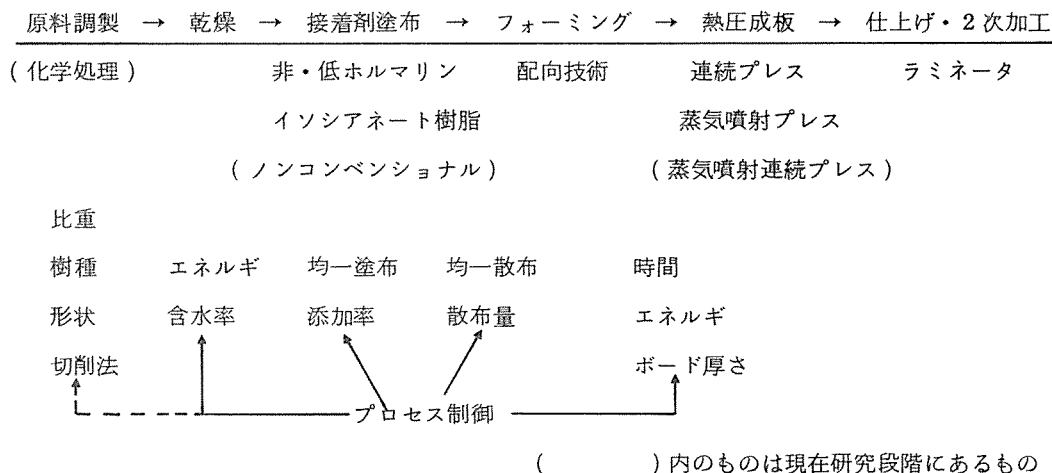


図-1 最近の技術開発の動向

いた木質ボードが分化発展し、多様化している様子が読み取れる。その動向をみると、1) 単板とパーティクルの中間要素をもつ材料の出現（ゼファーボード、WBなど）、2) 配向性材料の出現（OSB、OFB、ゼファーボードなど）、3) 各種材料の組み合わせによる複合化、に集約される。さらに、PBの分野ではイソシアネート樹脂接着剤を用いて低比重化、高寸法安定化を実現した低比重ボード（比重0.3-0.5）やアセチル化処理、フェノール含浸処理、無水マレイン酸/グリセリン処理など各種の化学処理ボードの開発

研究も盛んである。

7. 今後の開発の方向

7.1 各種木質ボードの開発課題

木質ボードの用途はそのほとんどが建築および家具分野であるが、それらの用途に必要な性能を順にあげると、

建築用構造部材：軽量，強度・剛性，寸法安定性，耐火性，耐朽性，遮音・断熱性

表一 7 要素寸法，配向状態による木質パネルの分類

構成要素		(狭義)木質パネル			窯業系木質パネル
		一軸配向	二軸配向	ランダム	
単板		(LVL ¹⁾)	合板		
ゼファー		(スクライマー)	ゼファーボード		
スティック		(パララム)	スティックプライ		
木毛					木毛セメント板
パ ー テ ィ ク ル	ウエファー	配向性ウエファーボード		ウエファーボード	
	ストランド	(OSL ²⁾)	OSB ³⁾	ストランドボード	
	フレーク			フレークボード	普通木片セメント板
	シェービング	押し出しボード		多層ボード	硬質木片セメント板 石こうフレークボード
	ハンマーミルド				
	ファイン			ファインボード	
ファイバー；繊維束		配向性ファイバーボード		IFB ⁴⁾ MDF ⁵⁾ HB ⁶⁾	石こうファイバーボード

1) Laminated veneer lumber, 単板積層材, 2) Oriented strand lumber,

3) Oriented strand board, 4) Insulation fiberboard,

5) Medium density fiberboard, 6) Hardboard

()内の材料は木質パネルと共通の構成要素をもつ軸材料(lumber)製品

構成要素の形状・寸法：(t=厚さ, l=長さ, w=幅, 単位mm)

スティック：割箸状木片, ゼファー：素材をローラーで圧延した網状シート, 別称スクライマー,

木毛： $t = 0.5 - 1.0$ ， $l = 100 - 450$ ， $w = 1.5 - 5.0$ ，

ウエファー： $t = 0.3 - 0.8$ ， $l = 40 - 80$ ， $w > \frac{1}{3}$ ，

ストランド： $t = 0.3 - 0.8$ ， $l = 10 - 60$ ， $w < \frac{1}{3}$ ，

フレーク： $t = 0.3 - 0.8$ ， $l = 10 - 30$ ， $w = 10 - 30$ ，

シェービング： $t = 0.3 - 2.0$ ， $l < 30$ ， $w < 10$ ，

ハンマーミルド：破碎片， $t = 0.5 - 3.0$ ， $l < 20$ ， $w < 5$

ファイン：磨砕繊維束， $l < 3$

出所) 佐々木 光：木材研究・資料， № 23， 22 (1987)

家具， 造作用材：二次加工性（塗装性，平滑性等），寸法安定性，
強度・剛性

合板を建築用構造部材としてみると，軽量，強度・剛性，寸法安定性など基本的な物性に優れており，一方，耐火・耐朽性，遮音・断熱性の面で劣る。また，家具用材としては，寸法安定性，強度・剛性が優れているが，最近のように良質の原木が枯渇してくると，二次加工性の面で問題が出始めている。

したがって，木質ボードの開発にあたっては，1) 合板が優れている性能面について，合板と同等以上まで高性能化すること，2) 合板にない機能や性能を付与すること，の2点が当面の目標となろう。以下，それぞれの木質ボードについて，必要な技術開発の方向とそれにより強化が期待される性能を表8に示す。

他方，既存のボードの概念を越えた製品や他の木質系材料と競合しない商品の開発も必要である。たとえば，厚さ10 cm程度の厚物低比重ボードを床パネルや外壁および内壁下地材を兼ねた壁パネルとすれば，ログハウスやソリッドパネルと同様な優れた断熱・保温性能，吸放湿性能，遮音性能などが期待できるばかりでなく，高い

耐力，耐水，耐火性能を兼ね備えた部材が得られる。このような製品はむしろ軽量発泡コンクリートなどと競合するような製品になるものと考えられる。

7.2 複合による諸機能の付与および高性能化

木質ボードの多様化に伴い，それぞれの特徴を活かした複合ボードを開発し，要求性能に応じることが必要であろう。P B や O S B に単板を積層した Com-ply など構造用途に用いられる材料のほか，

表－8 今後の技術開発の方向

品目	技術開発	強化性能
P B	配向性付与の技術	強度，剛性，面内寸法安定性
O S B	低比重化技術	軽量化，比強度，比剛性，厚さ方向寸法安定性，断熱性
W B	化学（保存）処理	寸法安定性，耐火性，耐朽性
M D F	配向性付与の技術	強度，剛性，面内寸法安定性
	化学（保存）処理	寸法安定性，耐火性，耐朽性
H B	化学（保存）処理	曲面成型性，寸法安定性
W C B	低比重化技術	軽量化，比強度，比剛性，断熱性
G P B	配向性付与の技術	強度，剛性，軽量化
	硬化阻害防止技術（省資源）	
	木質ケイ酸カルシウム板の開発	耐火性

M D F を積層して家具・建具に用いられる材料も開発されつつある。L V L をフランジに，W B あるいは合板をウェブに用いた I 型ビームもすでに市販されているが，厚物ボードをウェブに用いれば高い

耐火性能も同時に付与することができる。

他材料との複合により本来木質ボードにない性質や機能を付与することも必要である。たとえば、無機繊維や炭素材料との組み合わせは強度・剛性を補強するだけでなく、耐火、耐熱性能を大幅に改善する。また、帯電防止や電磁波シールドなどの電気的特性をもつ材料や耐食性、耐摩耗性に優れた材料の開発も望まれる。

7.3 製造技術、装置・プラントの開発

我が国の木質ボードの製造技術や装置・プラントはこれまでほとんど外国から導入されたものである。外国技術を導入し、うまく使いこなすことはできても、自ら技術や装置を創造していく努力が足りなかったように思われる。我が国での合板製造装置の発展は著しく、東南アジア諸国を中心に全世界へ輸出されつつある。ボード産業においても、国内に蓄積されたノウハウを活かして、製造技術や装置・プラントの開発を推し進めることが緊要である。

パーティクルボードの製造分野において、とくに我が国で技術革新が望まれるのは、原料の調製工程である。この工程を経て調製されたパーティクルの比重・形状・品質に依って、ボードの物性の大半が支配される。ヨーロッパや北アメリカのように丸太を原料に使用する場合と異なり、我が国で用いるのは主として廃材チップである。したがって、この工程では樹種・比重・形状など多様な原料を投入し、均一なパーティクルを調製することが要求される。しかし、現状では低質のパルプチップを流用し、フレーカーで厚さを調整している程度である。パルプチップは切削面での繊維の折損が多く、また繊維方向の長さも十分ではないため、ボード用原料には必ずしも適していない。また、この工程の制御技術もまだ十分に発達して

いない。このため、チップーの開発や、刃先の磨耗度をリアルタイムで捉えて、刃先の交換がワンタッチのカセット方式でできるフレーカーの開発も必要となろう。

5 建築部材

1. 技術課題の内容

1.1 建築部材の捉え方

建築部材は、建築全体を部分に分けたときの、建築全体を構成するうえでの特定の機能に対応したまとまりであるが、分け方の視点により、同様のものについても異なる捉え方がなされる。このような建築部材について、その捉え方を確かめておくことは、集成材やボードのように材種や製法などにより明確に特定できるものとは異なり、避けて通れない事柄である。

建築部材を捉える視点には様々なものがあるが、ここでは有力な視点として、建築を構成するうえでの機能のほかに、生産と材料の2つを加えて、3つの視点を設定することとした。

機能に着目した捉え方としては、床・壁・天井・屋根・開口部などに分ける部位別、構造部材と非構造部にまず分ける構造機能別、下地材と仕上げ材に分けることを出発点とする空間形成機能別が有力なものとして挙げられる。なお、空間形成機能別の捉え方の場合、仕上げ材と下地材には含まれないものとして性能材（断熱材、遮音材など）や設備があることにも留意したい。

生産に着目した捉え方として、ここでは、建築工事現場に搬入される段階での形状による、線材・面材・立体材などに分ける捉え方と、部品化の様子による捉え方を挙げたい。部品化は、従来は現場で行われていた加工や組立てを大幅に搬入以前に済ませたものとして造られ、現場の作業が最小限になるようにされた部材で建物を構成することであるが、建物全体を部品化するやり方と、部品化を部分的に導入するやり方がある。部品化の効果を尺度にして、在来木

造軸組構法を評価すると優れた一面を見ることができる。

材料の種類に着目した捉え方は、建築部材に限らず一般的なものである。ここでは、木質系部材と非木質系部材および混合部材が有力な分け方となろう。

以上に示した建築部材の捉え方は、図5-1のようにまとめられよう。

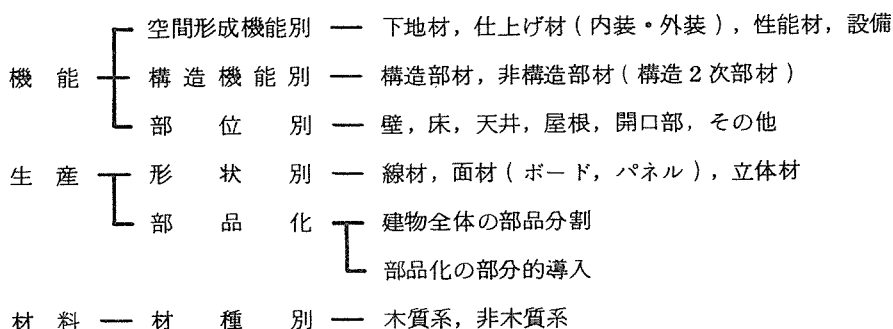


図5-1 建築部材の捉え方

1.2 建築部材としての木質系部材の位置付け

建築部材を材料に着目し、木質系部材・非木質系部材および混合部材に分ければ、すべての部材はそのいずれかに属することは自明である。

我が国の伝統的な建築構法をみると、木質系部材の中でも木材そのものが主要部材であり、非木質系部材については、主要なものは左官材や屋根瓦に限られていた。現在の建築構法では、主要構造部材の材種により木造と非木造に大別されるが、様々な面で木質系部材と非木質系部材が相互に代替材として共存しており、また、混

合部材も多いことがわかる。共存の様子をみると、相互の特徴を踏まえた安定した共存状態、木質系部材が支配的な状態、劣勢な状態など様々な局面がみられるが、全体としては非木質系部材の勢いに木質系部材が押され気味である点に問題があるのである。

構造部材における木質系部材と非木質系部材の共存関係をみると、建物の規模や用途などに応じマクロには安定した共存関係がみられ、木質系部材は、戸建て住宅を主とする小規模な建物の構造部材として多用されており、また、大規模な建物の構造部材としては現在新たな可能性を拓きつつある。

非構造部材としての木質系部材は、仕上げ材および下地材として様々な用いられている。ここでは、木材のままのものよりは様々な処理や加工の施された部材が多用されているが、一方では非木質系部材も多種多様に用いられている。

部品化への適合性から木質系部材をみれば、もともと部品化からみて優れた面を持っているといえるが、小規模で手軽な点に特徴があり、大量生産や大規模流通といった点では非木質系部材が強味を発揮しているようである。また、部品化は建物全体の構法との関わりが大きく、図5-2、3に示すように住宅全体を部品化する試みも進んでいる。その背景には、生産技術、部材品質、構法性能といったハードな面だけでなく、流通や生産に関する社会全体の体制や個々の組織の取組み方が大きな要因となることが伺える。

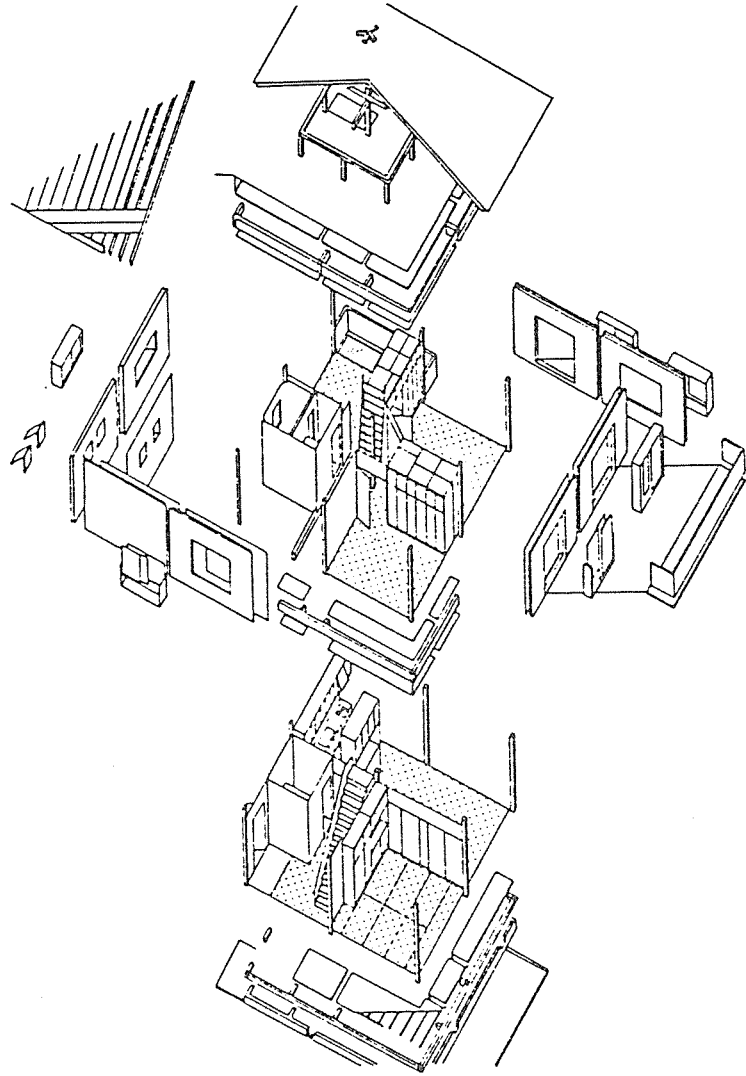


図 5 - 2 部品化木造住宅の部品構成

出典 「木造住宅-1 これからの木造住宅」

日本住宅木材技術センター編

丸 善 発行

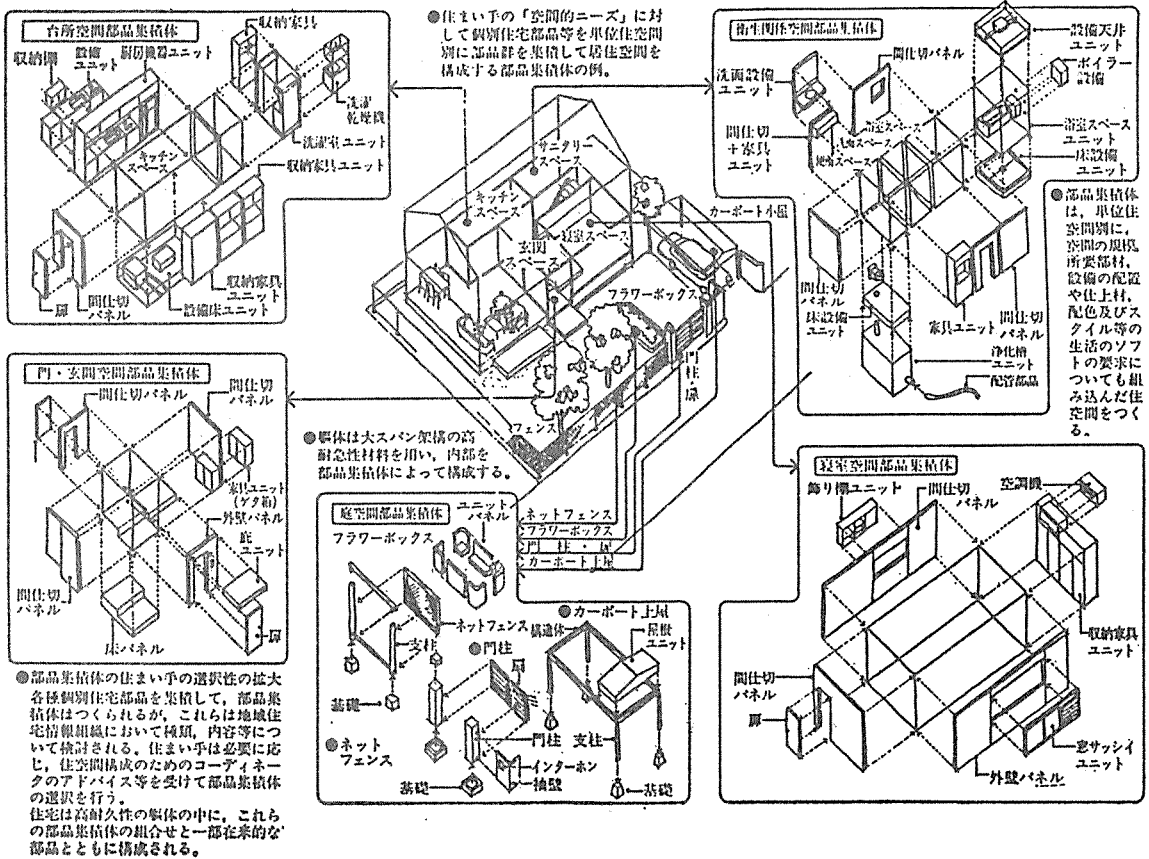


図 5 - 3 部品集積体の構成概念

出典 「住宅産業の長期ビジョン」通商産業省産業構造審議会 編
(財)通商産業調査会 発行

以上、建築部材を木質系と非木質系に分ける捉え方の中で、木質系部材の位置付けについて概観した。現状が、木質系部材の特性を活用した適材適所の結果であり、木材資源や木質系部材の生産供給者やユーザーにとって好ましいものであればよいが、必ずしもそうではなく局面によっては危惧的ですからあるところに問題がある。かつて建築部材の中での木材の占める位置が大きかった頃、その代替材料の可能性が検討されている。図 5 - 4 にその一端を示すが、現在はこれとは逆の立場からの検討が必要であろう。

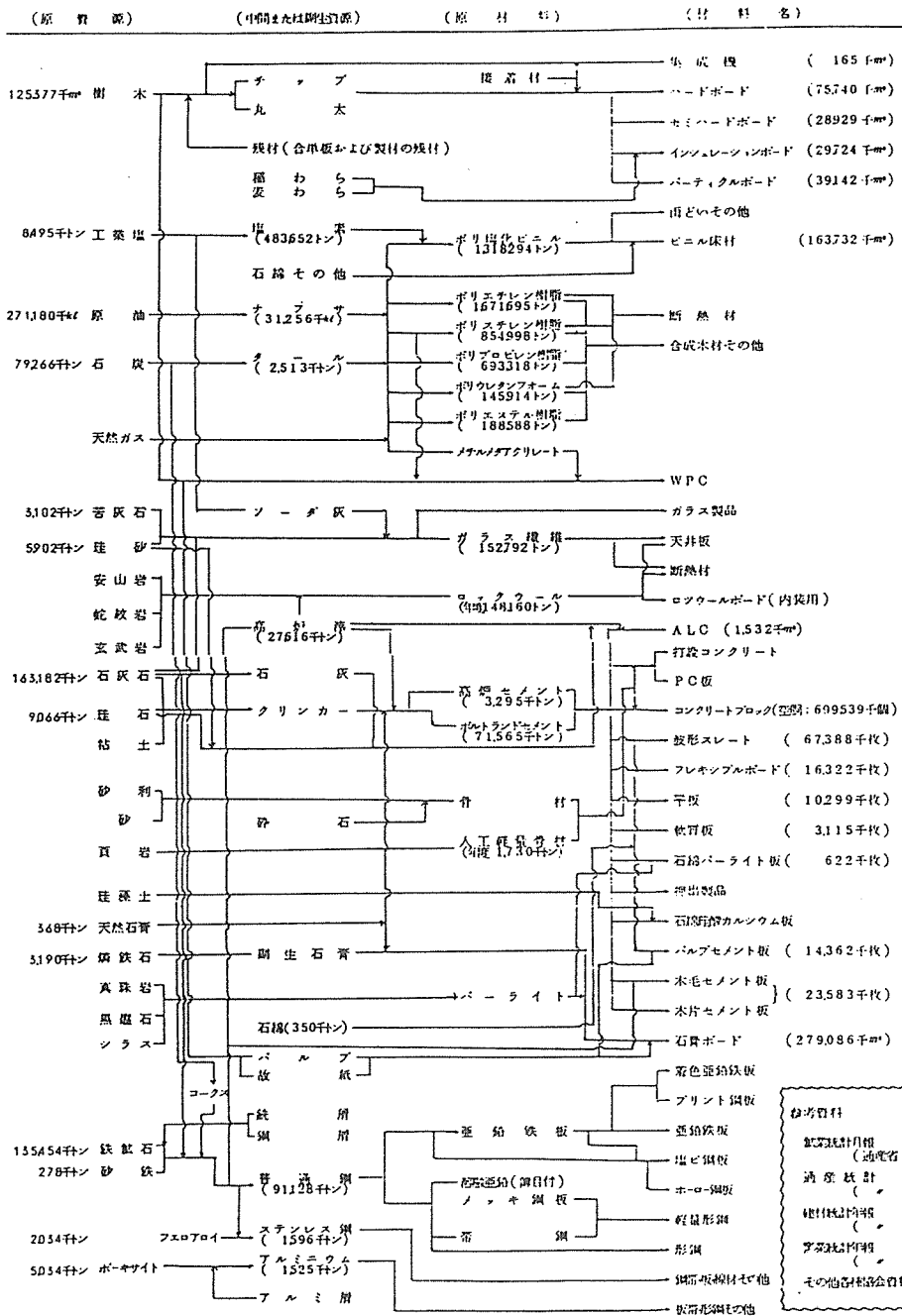


図 5 - 4 資源からみた木材代替材料 (数量は昭和 48 年生産実績)

出典 「木材代替調査報告書」通産省生活産業局

(財)住宅産業情報サービス 発行

2. 木質系建築部材の種類と特徴・問題点

木質系建築部材の種類を捉えるに際し、ここでは、構造機能別に空間形成機能別を加味して、構造部材、非構造部材（仕上げ材、下地材、性能材）に分けて捉え、これに生産面から部品という視点を加えることとした。

構造部材は、構法種別に対応づければ、軸組構法用部材、2×4構法部材、プレハブパネル、校倉構法用部材、集成材大架構用部材木造トラス用部材などが挙げられる。このように分類した部材の個々の特徴や問題点については、他稿に譲り、ここでは全体的な特徴や問題点を若干述べておきたい。

現在の実績からみれば、軸組構法用部材、2×4構法用部材、プレハブパネルが主要なものであり、他は実績の少ないものである。主要な三者はいずれも主に戸建て住宅用構法を比較的安価で親しみやすいものとして造ることができるという長所と、火災、蟻害や腐朽の可能性があるという弱点を共通に持っているが、その程度は各構法により異なる。

生産供給の面からみると、各構法は相互の繋がりは極めて小さいとあってよい。建物としての設計や施工の体制だけでなく、部材の製造や流通、更には素材や原料についても、繋がりは弱いとあってよい。この点は、木材および木質系建材の今後を考える上での大きな問題点であるといえる。

現在までの実績は少ないが、校倉構法、木造トラス、集成材大架構は、近年その特徴が関心を集め実例が増している構法である。構法としての特性には優れた面があるが、それと共に、その生産供給体制も含めた今後の課題は大きいのが現状であろう。

非構造部材の中の仕上げ材と下地材については、木材であれば製材規格による角材、割材、板材、およびその他の木材が、また、その他の木質建材であれば合板、ボード、パネル、その他がある。仕上げ材の場合、素地を見せるものと化粧するものがある。これらは、建物の構造が木造であるものもとより、非木造の内外装の下地や仕上げにも用いられるのである。

性能材として、仕上げや下地とは別に施工される部材には、木質系のものはあまり見られない。かつておがくずが断熱材として用いられた例がある程度である。

設備が木製である例は換気口、掘ごたつ、など細かいものを中心に数多くみられるが、設備の多くが工業製品として先端技術を背景に造られる中で、これらは木工事の中で扱われるものが主であり、部材としては仕上げや下地に含めても支障がないものが多かった。現在は、これらを部品化したものも製造されるようになっている。

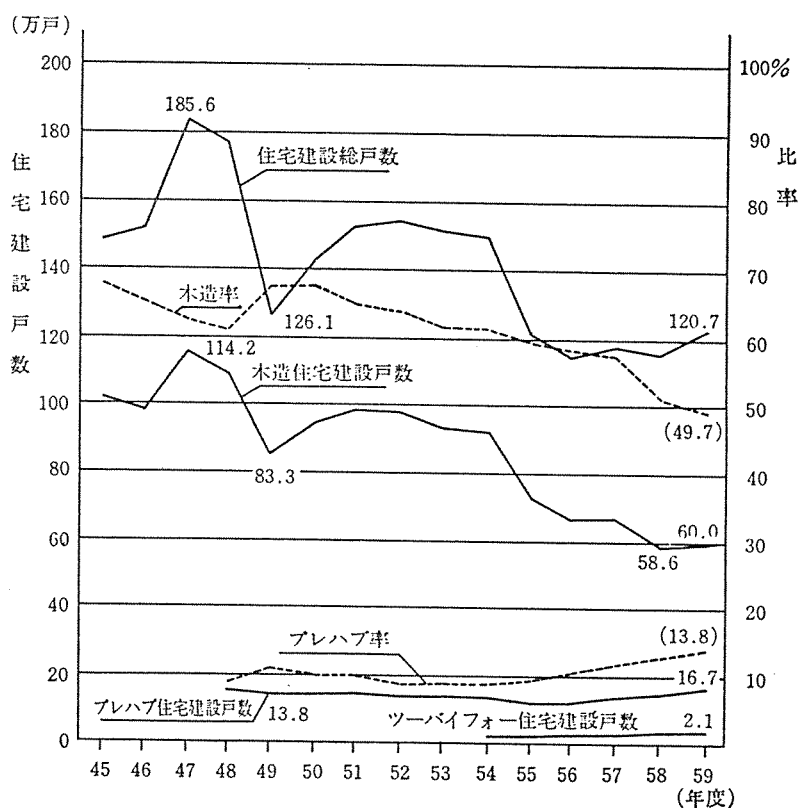
部品化という視点から木質系建築部材をみると、在来構法の中にも、建具やささら子下見のように部品化の先駆的な例をみることができる。現在では、収納部品や間仕切部品の他、家具的部品が造られ、また、階段セットや床の間セットなども部品化の例に含めてよい。機械プレカットされた軸組材が支給されるような木工事の場合、軸組材は大工にとって部品化されたものと同様であるといえる。

以上、木質系建築部材について、その種別に対応づけて、特徴と問題点を概観した。木材が古くから使われてきた極めて親近観のある素材であり、その特性を改めて論じることもなく使われてきたことが、多様な非木質系部材との競合関係での劣勢を強いられる一因となっている面も見逃せないといえよう。この点が克服されれば、逆に非木質系部材に代替する可能性も開けてくるものと考えられる。

3. 建築種別などからみた木質系建築部材の現状

木質系建築部材の現状について、特に構造部材に着目し、建物種別などとの関連において検討してみたい。

戸建て住宅は、様々な建築種別の中で木造が最も多用されるものである。いうまでもなく木造はわが国の伝統構法であり、それを背景とした在来構法は現在もなお有力な構法として多用されているが、図5-5に示すように近年の趨勢をみると、非木造に押され気味である。



資料: 「建築着工統計」(建設省建設経済局)
(社)日本ツーバイフォー建築協会調べ

- 注: 1 ()内は構成比・%
2 木造住宅には、一部木質系プレハブ住宅を含む。

図5-5 構法別住宅着工戸数の推移

出典 「図説 日本の住宅事情」 建設省住宅局住宅政策課 監修
ぎょうせい 発行

また、木造の中でも2×4や木質系プレハブは、わが国では新しい構法として次第にシェアを伸ばしており、在来構法とは非木造と同様一面競合関係にあるともいえる。戸建て住宅の構法別のシェアの推移をみると、ハードな構法特性だけでなく、その生産供給体制をみる必要がある。在来木造構法の実産供給を主に担ってきたのは、各地で小規模な活動を営む地元の工務店を核とする組織であるが、在来木造構法の劣勢は、全国規模の大手業者に対する地元業者の劣勢を意味するのである。現在、地域に根差した住宅の実産供給あり方について、再評価し、地域社会の活性化の一環として地域の自律的な住宅生産供給体制の展望を図ろうとする気運が各地で高まっているが、ひとつの転機と考えられる。また、先般の建築基準法の改正により木造三階建てが一般に建築可能となったことは、量的には当面大きな意味を持たないものの、様々な方面に影響をもたらすものといえる。

非木造の戸建て住宅は、構造体は鉄やコンクリートでできているものであるが、内装などに使われている木質系部材の量は表5-1に示すように少なくないのである。むしろ、制約の少ない部分に適用する部材として、木の特質をより積極的に活かしたものが、もっと表われてよいとも考えられる。

表5-1 各種の住宅構法における木材使用量の例

注。下地材Ⅰは屋根，床，壁，天井の下地，下地材Ⅱはその他の下地

その1 木質系在来構法住宅

使用部位 区 分	使用量 (m ³)		材積の比率(%)		床面積当りの 材積 (m ³ /m ²)	
	低層戸建	低層共同建	低層戸建	低層共同建	低層戸建	低層共同建
構造材	9 8.1 2m ²	5 4.6 5 5m ²	9 8.1 2m ²	5 4.6 5 5m ²	9 8.1 2m ²	5 4.6 5 5m ²
下地材Ⅰ	1 0.4 4 0 6	5.9 1 2 2	6 4.2 8	5 8.6 5	0.1 0 6 4	0.1 0 8 1
造作材	3.2 4 0 4	2.7 0 6 6	1 9.9 5	2 6.8 5	0.0 3 3 1	0.0 4 9 5
合 計	2.5 6 1 2	1.4 6 1 0	1 5.7 7	1 4.5 0	0.0 2 6 1	0.0 2 6 5
合 計	1 6.2 4 2 2	1 0.0 7 9 8	1 0 0.0 0	1 0 0.0 0	0.1 6 5 6	0.1 8 4 1

その2 木質系プレハブ住宅

使用部位 区 分	使用量 (m ³)		床面積当りの木材使用量 (m ³ /m ²)		材積比率 (%)	
	サンプルA (102.8m ²)	サンプルB (98m ²)	サンプルA	サンプルB		平均
構造材	7.4 2 8 2	1 3.3 0 6 4	0.0 7 2 3	0.1 3 5 8	0.1 0 3 3	5 7
下地材Ⅰ	8.9 5 5 7	0.7 3 8 0	0.0 8 7 1	0.0 0 7 5	0.0 4 8 3	2 6
下地材Ⅱ	0.1 7 6 9	0.2 7 5 0	0.0 0 1 7	0.0 0 2 8	0.0 0 2 3	1
造作材	2.2 0 3 3	3.5 9 6 9	0.0 2 1 4	0.0 3 6 7	0.0 2 8 9	1 6
合 計	1 8.7 6 4 1	1 7.9 1 6 3	0.1 8 2 5	0.1 8 2 8	0.1 8 2 7	1 0 0

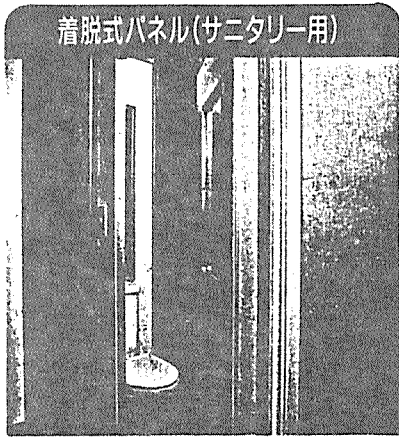
その3 鉄骨系住宅

使用部位 区 分	使用量 (m ³)		材積の比率 (%)		床面積当りの材積 (m ³ /m ²)		
	サンプルA (95.63m ³)	サンプルB (99.79m ³)	サンプルA (95.63m ³)	サンプルB (99.79m ³)	サンプルA (95.63m ³)	サンプルB (99.79m ³)	平均
構造材	22455	27387	2134	2408	0.0235	0.0274	0.0255
下地材Ⅰ	65373	67488	6213	6127	0.0684	0.0676	0.0680
下地材Ⅱ	01472	01030	136	090	0.0015	0.0010	0.0013
造作材	15922	14403	1517	1303	0.0167	0.0144	0.0155
合 計	105222	110308	10000	10000	0.1101	0.1105	0.1103

その4 コンクリート系住宅

使用部位 区 分	使用量 (m ³) (55.71m ³)	材積の比率 (%)	床面積当りの 材積 (m ³ /m ²)
構造材	03843	28.7	0.0069
下地材Ⅰ	00914	6.7	0.0016
下地材Ⅱ	00978	7.5	0.0018
造作材	07653	57.1	0.0137
合 計	13388	100.0	0.0240

共同住宅については、低層では木造も用いられるが、全般には非木造が中心であり、木質系部材は内装材を中心に適用されることとなる。近年、住宅の耐用年数向上と高水準の生活空間の確保を両立させることを狙ったプロジェクトとして、センチュリーハウジングシステムや可変住空間システムが開発されているが、こうしたプロジェクトにおけるフレキシビリティの高い内装システムへの木質系部材の適用は大いに考慮に値しよう。



着脱式パネル(サニタリー用)

いたみのはげしい水回り用の
とりはずしできる壁

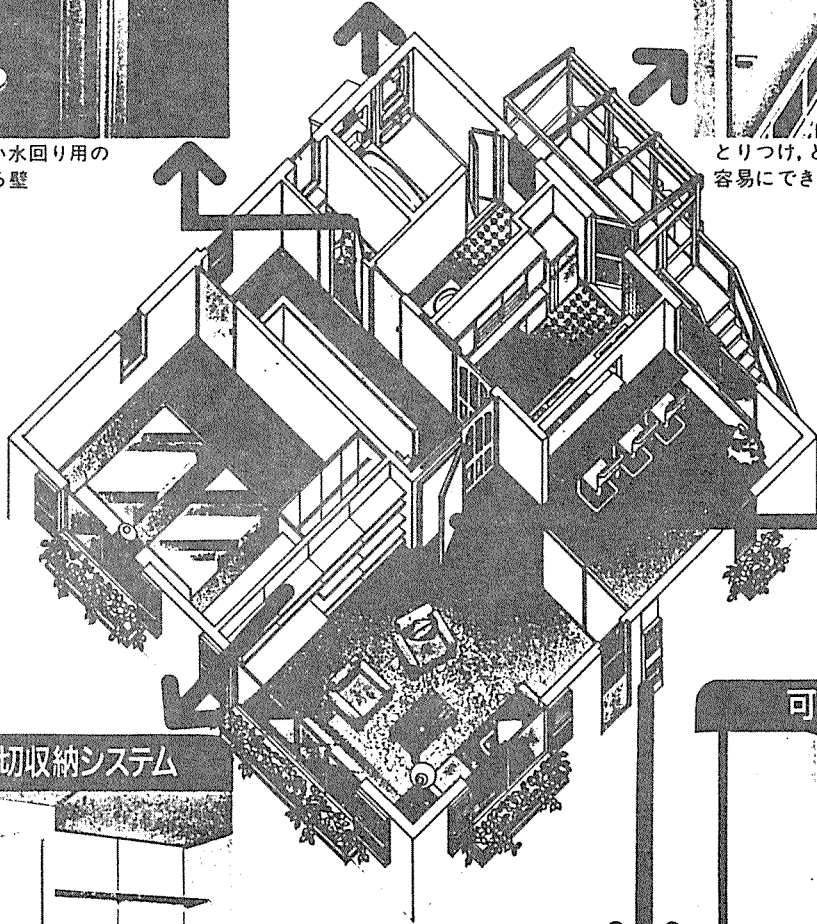
浴室エネルギー多機能カプセル
可変浴室システム

浴槽や洗面台などが容易に交換でき、全体
としてカプセルになっている浴室

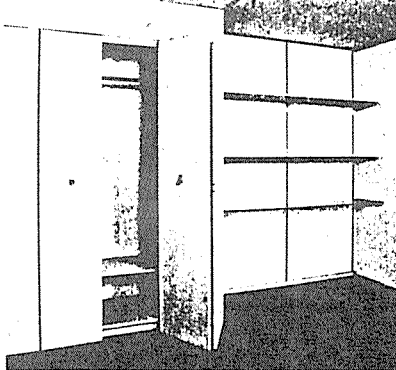


可変バルコニー

とりつけ、とりはずしが、
容易にできるバルコニー



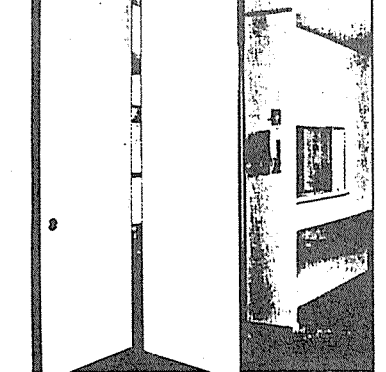
可変間仕切収納システム



とりはずし可能な、収納をかねた
間仕切りのシステム

空調ユニット

可動電動間仕切



電気で作動かすことのできる
間仕切り

図 5 - 6 可変住空間システム

出典 通商産業省新住宅開発プロジェクト資料より

大架構造物への木造の適用は、近年の木造への関心の高まりの中で、実例も多くみられるようになったが、一方では現状における様々な問題も明らかになっている。設計や施工の体制や技術の整備、部材の質的量的価格的な安定供給など、今後、特殊なものに留まることなく一般的な構法として実績を伸ばしていくためには克服すべき課題が多く残っているのである。

伝統的様式の建物は、建てられるものの数は少なく、それ自体を一般的な有力市場とみることに無理があるが、木造に対する各方面のイメージアップに繋がり、優秀な技能者の目標となるなど、その存在価値は大きいと考えられる。

住宅以外の建物については、小規模なものを中心に用途や地域によっては大いに可能性がある。用途としては、店舗・飲食店・クラブハウス、旅館など様々なものが考えられるが、様々な条件への対応という面からは、木造構法の多様化が時宣を得て進んでいるといえよう。

これまでも述べているが、建物全体としては非木造であっても、部分的に木質系部材が適用される状況は多い。内外装材はもとより、部品化は実績が多くサブシステム化についても今後の可能性は大きい。サブシステムとしては、間仕切システムや天井システムなどの部位に対応したもの、収納システムやキッチンシステムのように機能に対応したもの、内装システムのように空間に対応したものがある。

逆に、木造であっても、部分的には非木質系部材の良いものはどんどん取り込み、全体的な活力を保持していくという考え方もあってよいのである。

4. 生産供給システムからみた木質系建築部材

建築部材に供される木材の生産供給のプロセスをみると、林地で伐採された後、市場、製材所、材木店、工務店を経て、エンドユーザーである建て主に至るというのが、オーソドックスなプロセスであるが、大規模な業者がはいると、二・三段階を統合した形も出てくる。また、大手の住宅会社に関わる生産供給プロセスでは、会社の特色に応じて統合の様子も変わってこよう。

木材（製材）以外の木質系部材は、部材の特性や流通形態などに応じて、木材を林地から材木店までのある段階で仕入れ、製造、流通のプロセスを経て、工務店またはエンドユーザーに購入される。大手の住宅会社に関わると、メーカーまたは卸から住宅会社が大量購入するケースもある。

このような生産供給プロセスは大手住宅会社の関わる場合を除けば大略図5-7のように示されるが、木質系部材が新たに開発される場合、部材の性能とともに生産供給プロセスへの配慮が肝要である。また、実績のある部材であっても、生産供給プロセスの相対的な位置づけが変わる中で常に見直していくことが必要である。

生産供給システムは、ユーザーの求めるものを安定して供給するとともに、そのプロセスを構成する各組織が健全に存続発展するものであることが要件である。

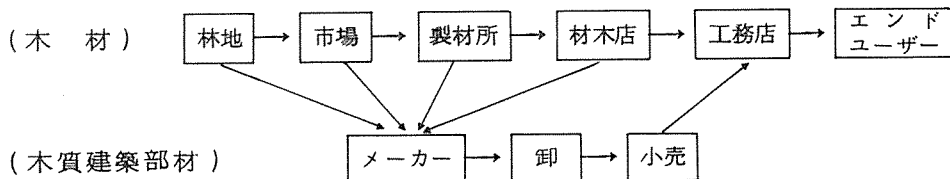


図5-7 木質系建築部材の生産供給プロセス

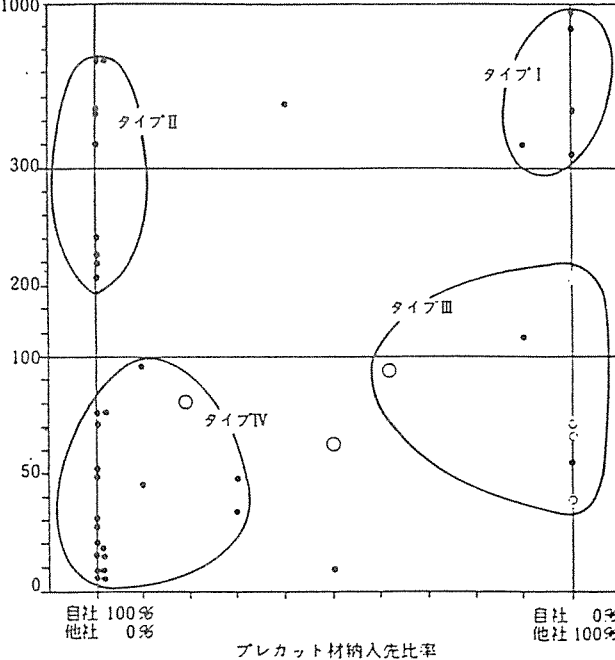
ユーザーの立場からは、部材の性能が要求条件を満足していることと共に、部材に関する必要な情報が容易に取得でき、また建物の竣工後の使用方法やアフターケアも整備されていることが必要である。実績のある部材はこうしたことを時間をかけて育てているのである。

プロセスを形成する各組織としては、施工者であれば施工技術が整い適正在庫などによる適正な納期が確保されていること、設計者としては設計方法が整い施工に信頼が置けること、メーカーや流通業者にとっても各々の要件が満たされることが必要である。

木質系部材を、このような生産供給システムの視点からみると、新しいものについては未整備な点が多く、実績のあるものについては非合理的な部分が問題とされているのが、現状であろう。安定した生産供給のためには、そのプロセスの構成者が安定していることが必要であり、そのためには各構成者が生み出す最終的に建築部材として造り上げられるに至るまでの付加価値とその評価の適正なバランスが図られなければならない。

例えば、木造軸組構法の下拵え作業を機械プレカット化することは、図5-8に示すように、その主体が施工者か木材店か住宅会社によって、また、主体の規模によって、その意味が大きく異なってしまうのであるが、それに応じて付加価値とその評価のバランスを的確に図る必要があるのである。

年間生産棟数 (○は大工・工務店への納入が20%以上の者)



●タイプII 地域ビルダー型
 ・目的：自社の生産管理体制の強化
 ・納入先：自社100%、構造設計機能を持つ工場ではサブシステムメーカーとして他社への販売、納入を開始するケースもある。
 ・問題点：
 構造設計機能の充実
 現場施工管理体制の整備

●タイプIV 工務店型
 ・目的：キザ；作業の省力化を主とする生産の合理化
 ・納入先：自社100%、一部他社への納入を行なっているケースも見られる
 ・問題点：
 稼働状態の不安定
 個人の経験、資力の差による確保（職人教育等）

●タイプI 大手下請型
 ・目的：木材の販路拡大
 ・納入先：大手住宅供給業1、2社
 ・問題点：
 資材管理体制（木材の選別、乾燥）の強化
 構造設計、建て方との連動、フィードバック機構

●タイプIII 材木店型
 ・目的：木材の販路拡大
 数社の生産合理化（協組形式）
 ・納入先：地域ビルダー、工務店、大工数社
 ・問題点：
 稼働状態の不安定（過剰受注）
 構造設計との連動、フィードバック機構
 資材管理体制の強化

タイプI：大手下請型プレカット工場
 従来木材流通業であり、木材の販路拡大を目的としてプレカットを導入。大手住宅供給業者に納入することで、最も大きな生産規模を確保している。

タイプII：地域ビルダー型プレカット工場
 大都市圏を中心に存立する中規模、大規模の地域ビルダーが、自社の生産管理体制の強化を目的としてプレカットを導入。自社の営業力を背景に、安定した生産規模を確保している。

タイプIII：材木店型プレカット工場
 従来木材流通業であり、木材の販路拡大を目的としてプレカットを導入したが、大工・工務店と材木業数社が果まり、協同組合形式をとって、生産合理化を目的としてプレカットを導入したケース。納入先が1、2社に限られないケースが多く、安定した大口需要の確保が比較的困難な状況にある。

タイプIV：工務店型プレカット工場
 従来小規模地域ビルダー-或いは工務店である者、又は材木流通業からそうした業種に参入した者が、自社の生産管理体制の強化を目的としてプレカットを導入。自社の営業規模に応じて生産規模は比較的小さい。従って、稼働状態の不安定なケースも多く、部分的に他の大工・工務店専ら納入している者も見受けられる。

図5-8 プレカット工場の年間生産棟数と納入先比率による類型化の試み
 出典 「木造住宅品質管理の水準向上と体制整備に関する手法開発業務報告書」
 (財)日本建築センター

5. 今後の課題

これまで、いくつかの視点から木質系建築部材の現状を述べる中で、今後の課題にも若干触れてきたが、ここでは今後の課題について総合的に捉え直し検討を加えたい。

課題を捉える枠組みとして、まず部材の種別と技術のレベル（素材技術，加工技術，部材品質，供給技術，流通技術，設計技術，施工技術等）の2つを軸とするマトリックスを設け，マトリックスの要素毎に課題を捉えることとしたい。

表5-2は，マトリックスに各種の課題を示したものである。十分な検討に基づくものではなく，たたき台程度のものであるが，木質系建築部材の各種の課題が，各々に独立したものではなく相互に関連しあっている様子を捉えることができる点を評価したい。

これらの課題の解決は，生産供給プロセスの形成者が各々の立場や状況に基づいて担うこととなるが，個々の努力とともにその効果をも見ていく必要がある。課題の解決が，生産供給プロセスの形成者にバランス良くメリットをもたらすものでなければ，各部材の総合的な生産供給の発展につながりにくい点をも十分考慮したい。

表 5 - 2 木質系建築部材の課題

建築部材 技術レベル	区分	軸組部材	他の構造材	下地材	仕上げ材	部 品
		実例	角材 構造用集成材	2×4材 トラス材 プレハブパネ ル	板材・割材・ 角材 合板 ボード	板材・割材・ 角材・合板・ 化粧合板 ボード 化粧ボード
素 材 技 術	林業振興			新素材		複合化
加 工 技 術	大形化 曲 材					複合化 大形化
品 質 技 術	防 火 耐 久					
供 給 技 術	大形材の流通					システム供給
設 計 技 術	設計マニュアル 設計者 3階建て 大架構					設計 マニユア ル
施 工 技 術	プレカット 電動工具 接合法 工事管理			取り付け		
アフターケア	メンテナンス 増改築					

6 在来構法木造住宅

1. 技術課題： 在来構法木造住宅
2. 技術課題の内容

在来工法という言葉はプレハブ住宅や枠組壁工法など各種木造の構法の出現にともなって、それを区分する意味から、従来より大工、工務店が一般的に作っていた柱、梁を基本軸組とする木造に与えられたものである。従って当然地域によって材料、作り方まで差異があり、その時代、時代によって変遷してきたものであるため、意味するものが一定でなく、それが問題を混乱あるいは複雑にさせている。技術課題としての観点は次のようなものが考えられる。

在来構法の区分—木造，在来構法，伝統構法，軸組構法の定義と問題とする範囲

木構造，木質構造における在来構法たる差別化

在来構法のティンバーエンジニアリングとしての技術

在来構法におけるプレカット

在来構法の多様化への対応

在来構法の強みと弱み

在来構法における木材，国産材の位置

木材需要拡大における在来構法の可能性

3. 現 状

3.1. 新設住宅着工戸数と木造率

新設住宅着工戸数は昭和48年，55年のショックを受けながら変動を繰り返しているが，60年から好調な状況にある。木造の戸数もそれらの動きに対応しているが，木造率は低下の一途をたどっている（表1・図1）。

年次	全建築物			新設住宅						プレハブ住宅		
	総床面積 (万㎡)	木造床面積 (万㎡)	総戸数 (千戸)	木造住宅		総床面積		木造床面積		総戸数	木質系プレハブ	
		例		(千戸)	例	(千㎡)	(千㎡)	例	(千戸)	(千戸)	例	
40	10,230	5,015	49.0	843	647	76.7	49,668	38,079	76.7	—	—	—
41	10,974	5,257	47.9	857	642	74.9	53,856	40,580	75.3	35.5	6.0	16.9
42	13,740	6,376	46.4	991	758	76.5	66,174	50,488	76.3	45.3	7.7	17.0
43	16,047	7,230	45.1	1,202	886	73.7	79,179	58,814	74.3	65.3	8.9	13.6
44	18,275	7,779	42.6	1,347	961	71.3	90,117	64,994	72.1	95.7	16.2	16.9
45	20,503	8,375	40.9	1,485	1,036	69.8	101,069	71,022	70.3	138.0	27.0	19.6
46	19,774	8,020	40.6	1,464	967	66.1	101,544	68,568	67.5	145.7	32.0	22.0
47	24,384	9,385	38.5	1,808	1,112	61.5	128,746	81,234	63.1	205.2	45.6	22.2
48	28,175	10,266	36.4	1,905	1,120	58.8	146,543	89,520	61.1	138.9	29.8	21.5
49	19,856	8,705	43.8	1,316	870	66.1	107,238	73,769	68.8	145.8	26.9	18.5
50	19,629	9,192	46.8	1,356	907	66.9	112,422	77,587	69.0	135.6	23.3	17.2
51	21,547	10,044	46.6	1,524	993	65.2	125,281	84,917	67.8	153.4	25.6	16.7
52	21,851	9,882	45.2	1,508	946	62.7	126,818	83,559	65.9	139.2	23.2	16.7
53	23,200	10,494	45.2	1,549	958	61.8	136,249	89,566	65.7	138.8	24.3	17.5
54	24,530	10,487	42.8	1,493	910	60.9	136,515	88,621	64.9	136.8	25.8	18.8
55	22,097	9,030	40.9	1,269	751	59.2	119,102	75,310	63.2	127.2	26.0	20.4
56	20,271	8,029	39.6	1,152	654	56.8	107,853	66,146	61.3	122.8	23.7	19.3
57	19,564	8,138	41.6	1,146	667	58.2	107,638	67,859	63.0	138.5	30.6	22.1
58	18,928	7,153	37.8	1,137	591	52.0	99,442	58,133	58.5	146.7	33.5	22.8
59	19,614	7,097	36.2	1,187	594	50.0	100,228	57,892	57.8	162.8	37.7	23.2
60	19,956	7,049	35.3	1,236	592	47.9	103,132	57,988	56.2	177.8	43.3	24.4
61	20,768 (4.1)	7,366 (4.5)	35.5 (10.4)	1,365 (7.1)	634 (4.6)	46.4 (7.6)	111,004 (7.6)	61,184 (5.5)	55.1 (14.4)	203.4 (21.5)	52.6 (21.5)	25.9

資料：建設省「建築統計年報」各年版により作成

注：()は前年比

新設ツーバイフォー住宅の着工動向

年次	棟数 (棟)	着工戸数(戸)				
		合計	一戸建	連続建		
49.8	2,740	3,000				
~50						
51	5,117	5,000				
52	5,163	5,000				
53	6,115	6,000				
54	7,130	11,000				
55	7,656	12,938	11,024	85.2	1,914	14.8
56	7,753	13,486	11,935	88.5	1,551	11.5
57	10,546	16,208	14,109	87.0	2,099	13.0
58	12,455	17,233	14,820	86.0	2,413	14.0
59	14,552	20,240	16,815	83.1	3,425	16.9
60	16,364	24,095	18,015	74.8	6,080	25.2
61	18,479	31,708	20,897	65.9	10,811	34.1

資料：棟数は建設省、戸数はツーバイフォー建築協会資料。

注：54までの戸数は推定値

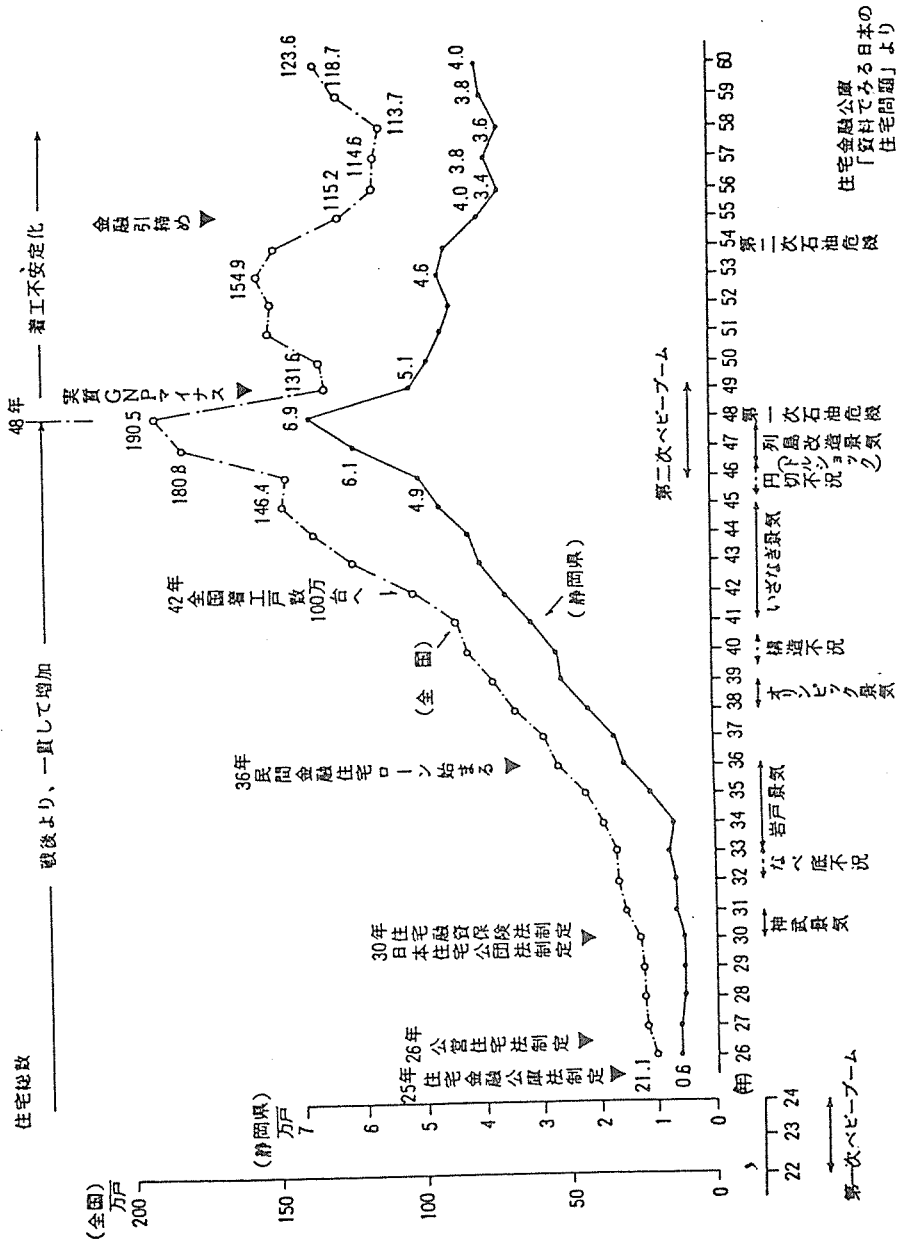
新設住宅の利用関係別着工戸数

年次	単位：千戸		
	持ち家	貸家	分譲
40	377(44.8)	368(43.7)	41(4.9)
45	617(41.5)	616(41.5)	164(11.0)
50	704(51.9)	376(27.7)	238(17.6)
51	713(46.8)	475(31.2)	302(19.8)
52	679(45.0)	443(29.4)	355(23.5)
53	733(47.3)	441(28.5)	347(22.4)
54	704(47.2)	413(27.7)	349(23.4)
55	602(47.4)	319(25.1)	323(25.5)
56	558(48.4)	304(26.4)	267(23.2)
57	584(51.0)	315(27.5)	224(19.5)
58	479(42.1)	394(34.7)	243(21.4)
59	470(39.6)	464(39.1)	231(19.5)
60	465(37.6)	527(42.6)	224(18.1)
61	477(35.0)	646(47.3)	220(16.1)

資料：2-2に同じ、但し利用関係には上記区分のほか「給与住宅」があるため総戸数とは一致しない。

表1 建築着工量の推移

図1. 全国と静岡県の新設住宅着工戸数の推移



しかしながら、建築に関係する人々の木造建築や木材への関心の高さを戦後の都市化、高度成長の流れの中で建築分野において木材、木造が軽ろんじられて、制約、減少していった動きが嘘のようで、隔世の感がある。それに乗るかのような昨今の建設ラッシュと、それに伴う職人の不足は深刻な問題を呈している。国産材ではヒノキの高騰など、木材への不信感を提供した程度で、戦後大量造林された国産材の大量産出が地域の活性化、森林の保全のための林業の活性化、情報化、多様化した住宅生産や、貿易摩擦などの国際化の状況下で、適正化が論議され、動きだした訳ではない。木材の需要拡大が叫ばれるようになってきて、国産材の大宗である木造住宅とりわけ在来構法住宅における国産材の位置や問題点は論議されている。しかしながら需要拡大といった共通利益の認識にたった協調体制がとられているとは言い難い。

3.2 総人口、世帯数と新設住宅着工戸数と木造率の関係

表2は各都道府県の人口当たりの新設住宅着工戸数と世帯当たりの住宅更新年数と木造率を比較したものである。欧米先進諸国は新設住宅着工戸数は人口の0.5～0.8%であるといわれるが(図3)、日本においても大都市圏周辺以外の地方ではそれに近い数字になっている。図2に示すように人口当たりの住宅着工戸数が多いところが、木造率が低下していることは考慮すべきところであろう。

都道府県	(A) %	(B) 年	(C) %
北海道	1.17	31	61
青森	0.73	42	82
岩手	0.69	39	85
宮城	1.06	28	64
秋田	0.63	45	81
山形	0.55	49	87
福島	0.77	36	70
茨城	0.98	29	68
栃木	1.06	27	61
群馬	1.03	28	62
埼玉	1.50	20	54
千葉	1.45	22	60
東京	1.69	23	31
神奈川	1.65	21	40
新潟	0.76	36	77
富山	0.71	38	65
石川	0.97	30	57
福井	0.71	38	53
山梨	1.15	26	54
長野	0.89	33	65
岐阜	0.74	37	50
静岡	1.19	25	53
愛知	1.13	28	33
三重	0.85	35	53
滋賀	0.91	31	54
京都	1.09	32	35
大阪	1.10	21	24
兵庫	0.91	36	37
奈良	1.00	30	52
和歌山	0.80	39	51
鳥取	0.65	45	62
島根	0.61	49	71
岡山	0.78	40	53
広島	0.96	35	42
山口	0.83	41	45
徳島	0.74	41	46
香川	0.84	37	49
愛媛	0.95	35	46
高知	0.96	37	44
福岡	1.17	29	42
佐賀	0.65	43	65
長崎	0.78	41	58
熊本	0.83	37	55
大分	0.86	37	50
宮崎	0.92	36	57
鹿児島	0.98	37	57
沖縄	1.34	22	0.7
全国平均	1.12	29	46

* 新設住宅着工戸数は昭和61年、人口および世帯数は昭和62年

表2 人口当たりの新設住宅着工戸数(A)と世帯当たりの新設住宅着工更新年数(B) (全世帯数/新設住宅着工戸数)と木造率(C)

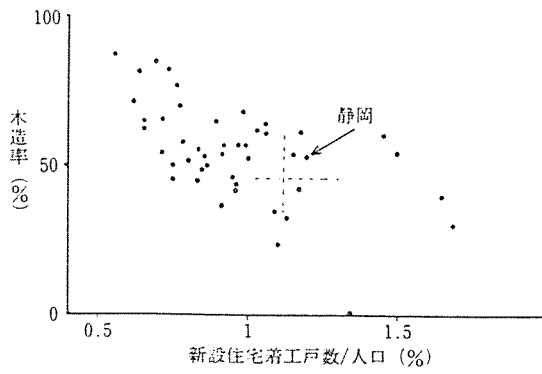


図 2. 各都道府県の（新設住宅着工戸数／人口）と木造率

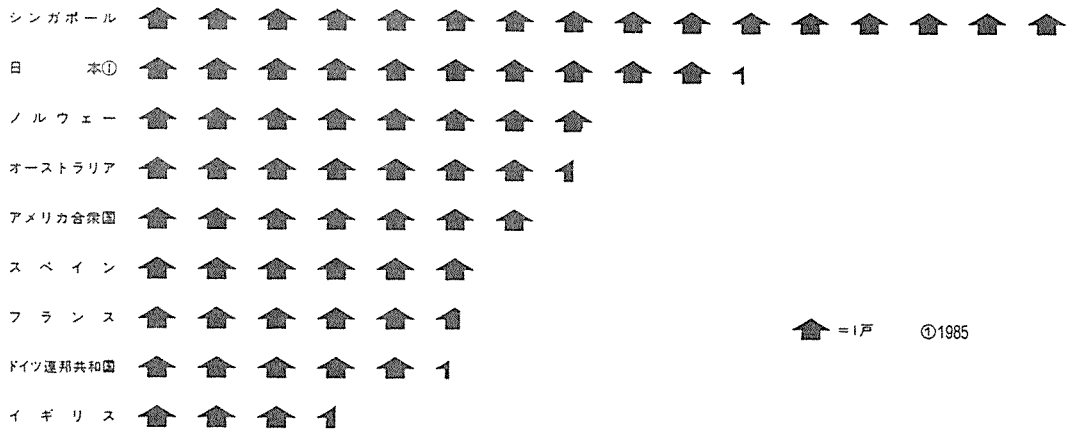


図 3. 各国の人口1000人当たり新築住宅数（1983）

3.3 耐久性，耐用性と将来予測

表2のB(年)は全世帯数を新設住宅数で除したもので，1世帯が何年に一度家を建て換えるかを算出したものである。大都市およびその周辺が現段階では著しく短い周期であることを示している(この数字の逆数が世帯当たりの新設住宅着工数に当る)。

このように大きな流れをみるに限り，今後の住宅着工戸数中で木造住宅に絶対量の増加を多く期待することは楽観的過ぎるようであり，量に頼らない足元を固めるべき時期になっていることは否めない。近年の住宅の高耐久化に関する技術や融資償還年数などを考慮すると，大都市周辺の住宅着工戸数の昨今の状況は異常で，一次的なものと考えた方が無難である。

これは見方を変えれば住宅の質が要求され，高耐久，耐用性を基本においた対応が重要であることを示唆している。すなわち，センチュリーハウジングシステム(CHS)など維持管理体制を含んだ生産供給体制が大きな課題であるといえよう(後述)。それらに対する取組や基本認識がなされているとはいえず，ムード的な対応がでていく程度である。

木造率の高いところが世帯当たりの建てかえ周期(表中のB年)が長いことは興味深く都市周辺が，量的な余り(空家率)が高くなりつつあるものの，まだ質の安定に達していないことを示しているよう。

3.4 都市化と木造率

人口当たりの住宅着工戸数が多い県の方が，木造率が低下していることを図2に示したが，今後の各地域の住宅着工戸数に関する予測となると地方の都市化とその人口動態，また日本特有の，資源浪

費，経済優先型のスクラップ・アンド・ビルトがどのように変化していくのか，とも絡むのできわめて難しい。しかし，量的には最低線とおもわれる先進諸国の状況あるいは日本における人口変動の少ない地域の状況を想定し，新たな動きに対応する合理性と技術開発を進めることが木材，木造に要求されているといえるであろう。

3.5 在来構法木造住宅の木材使用

構造躯体のプレカット加工を軸にした在来構法木造住宅を大量に供給している地域ビルダーと，個別散在の大工・工務店との生産の実態と国産材への対応は今後の方向に大きな意味をもつ。すなわち現在の在来構法が国産材という木材に関係なく，木材を主要構造材とした木造軸組構法といわれる単なる構法技術上のものなのか，俗な言いかたをすれば地域で生産されるスギ，ヒノキなどの国産材は単なる材料の一つで，在来構法住宅の主役になりえないのかということである。プレハブ住宅，枠組壁工法住宅いわゆる大手住宅供給者が国産材との係わりがほとんどないが，それと同じ道に行くのか。それは今後の国産材の生産，需要供給に深い関係を持つものであり，製材の技術開発，強いては林業施策にも関係する課題となると考えられるからである。

3.6 森林，製材，在来構法住宅の連携

木材が木造のブームや自由度の拡大に伴い，材料としての地道な技術の蓄積と情報の適正な運用が重要になってきた。そのような中で木材の川上から川下までの流れに目を向けたとき，その技術と情報化時代における商品としての明確さは十分と言いがたい。

日本の木質構造をとりまく特異性は大工の木造（すなわち伝統，在来構法といわれるもの）と欧米諸国からの木造の混在しているこ

とにある。この水と油のような関係は経験と科学という名のもとにずっと対立してきた。最近の木造のブームでも木の復権とか新しい木構造というように、感性派と技術派というような何かやはり対立するような感じがない訳ではない。とくに、同じ木造でありながら在来構法（一般に木造）という名称がプレハブや枠組壁工法（ツーバイフォー）と区分するものとして一般化してきてから、それが単なる構造上の区分でなくなってきた。伝統と新興，感性と機能あるいは国産材と外材，中小企業と大手企業というように短絡的に割りきりたがる日本人の特有習性が，木質構造が住宅に限られていた歴史的経緯の中でそれを作り上げてきたようである。しかも，山元に行くほど，身近に材料がある分だけこだわりも強くなり，敵対関係を形成し，国産材には在来構法の拡大しかないという木材のもつ自由度の高さを狭小化しているようにもみえる。問題にしたいのは在来構法を中心とした住宅の論議と、新しい木造建築物や構造物の論議を明確に区分すべきであるということである。なぜならば前者は感性や文化的な論議あるいは住宅生産システムの合理化の論議が中心であり，後者は技術的論議が主であるからである。この明確な区分の認識なしに，単なる木造という字句の同じ土俵で論議することはお互いにマイナスになるばかりか，さらに進むと感性派と技術派という内輪もめの敵対関係になることすら多いのである。本来，対立するものでなく，前者は木質構造住宅同志の競争であり，後者は木造以外の構造との競争なのである。したがって後者は在来構法と離れたまったく新しい分野であり，しかも在来構法と対立するものでなく，共存の独立の道を歩きだそうとしているのである。

3.7 公営住宅と地域活性化における木造

木造による公営住宅は50年代に入って仕様書などから姿を消していた。しかしながら各地域の公営住宅が木造で最近作られるようになってきた。それは地域の活性や街作りなど、地元の材で地元の業者による試みが生じていることを示している。これは在来工法のもう一方で進められている機能、性能追求型と、やや方向が別の試みとして注目される。

4. 生産と技術水準

4.1 枠組壁工法，プレハブ住宅の影響および構成材料の変化

在来構法は枠組壁工法，プレハブ住宅の攻勢を受け守勢に立っているとよくいわれる。営業力，販売力，更には技術にまで劣勢になっているのではないかとされている。数字の伸びからみるとかなり当たっているが，木造住宅の大宗が替わった訳ではない。しかも合板を始めとする建築資材や施工方法の変遷は在来構法にも大きな影響を与え，部分的には枠組壁工法，プレハブ住宅と差異がほとんどないとも言えるようになっている。具体的には合板などによる床構面，耐力壁の剛性の増加（ストレススキン効果，ダイヤフラム効果）、石膏ボードによる内装の防火，外壁のサイディングによる乾式化などである。

とくに，枠組壁工法とは共通点も多く，折衷的な構造もみられるようになっている。

4.2 プレカットの台頭

プレカットとは建築現場で部材の加工をするのではなく，別の場所で前もって加工をすることであり，大工による下小屋での墨付け，刻みもその範ちゅうに入る。しかし，最近では一般的に工場での機

械加工による在来構法木造住宅の部材加工を指している。このプレカットは木材業界，建築業にここ10年余り多くの話題を与えてきた。それは両業界の窮地を救う騎手のような捕えられかたが多々あった反面，経済的な評価から慎重な見方もあり，なかなか同じ土俵で論議がなされていなかったようである。しかしながら，在来構法におけるプレカットが1つの大きなすう勢であり，木材が在来構法木造そしてエンドユーザーである施主まで近づく一手段という考えはかなり認められるようになってきた。とくに建築業全体を取り巻く職人不足，技能低下は予想外の速さで進行し，手加工に頼っていた大工・工務店までがプレカットに頼らざるを得ないような状況が生じつつある。ここでは在来構法木造住宅のプレカットを軸とした生産システムの位置づけと今後の方向性を簡単に触れてみたい。

プレカット装置を導入した契機はその事業主体が建築業あるいは木材業（林業も含む）を主としているかで異なるが，大まかにまとめると以下のようなようになるであろう。

1) 対施主へのイメージ向上

精巧さ，信頼するに足りる最新の設備，技術を備えているかを問題にしており，一生に一度の高い買い物をする施主への安心感を与えようというものである。

2) 木造住宅の品質の管理

大工不足，大工技能の低下，バラツキを補うため，プレカット躯体工事を軸にして住宅生産全体の管理をしようというもので，比較的大量の住宅を生産している建築業（ビルダー）はとくにこれを意識している。したがって建築業を主体とした場合

にはプレカットで採算が合おうが合うまいがやらざるを得ない状況がすでに出てきている。木材業が製材の延長としての行う賃加工は木材の管理，加工による付加価値を得ようというもので，木造全体の管理ではなく木材の需要拡大の一部としてとらえられている。しかし，これのみでは現状は厳しいといわざるをえない。とくに国産材の需要拡大としてとらえるには次の3) 4)に述べるような展開が必要である。

3) プレカット躯体の住宅生産での位置づけ

製材業，林業のやるプレカットは木材生産（川上）が消費者（エンドユーザー，川下）に近づく，すなわち多様化した施主の要求に直に接することができる可能性に意味がある。したがって賃加工のみで設計，施工現場を見ないのではもっとも重要な点を逃がすことになる。たとえば木工事に付随する造作，化粧材などで，この付加価値の増加は施主，設計者との接点なしには果しえない。また，プレカットが従来の大工の職域の一部を減じるという事実はあるが，現場での施工やその他の造作工事の職人とのつながりはより重要になっている。

4) 地域木造住宅の新しい波（新しい在来構法）の担い手

木材業がプレカットを手掛けるもう1つの意味は木造躯体屋としての設計，材料，施工の管理体制をもつことである。すなわち，設計図（伏図など）をもとに適切な構造チェック，木拾い，積算ができ，加工図作成，材の選択，機械加工，施工管理ができることである。またエンドユーザーの追跡調査と情報収集，分析を行える体制ができることである。大手住宅業者（プレハブ住宅など）にくらべ，在来構法木造住宅業者が施主に今

一つ信頼がないのは見積り，図面，木拾いなどの書類の不備さにあるといわれる。図面に対応した木拾い表を添付するだけで信頼が得られ，受注した例はけっして少なくない。

4.3 プレカットにおけるソフトとハード技術

プレカット事業の組織，運営における組合と組合員の努力範囲と評価および責任というようなソフトな問題と割り当てに関連する棟数，所要時間，カット数，カット費などの適正な評価（坪単価というようなラフなものでない）などハードな問題を詰めて行く必要がある。

また，現在のプレカットの部材寸法は既存の在来構法の経験からきた寸法を基準にしているので，梁の断面寸法などがカットの効率や施工の効率などから必ずしも考慮されている訳でない。極端な例を挙げれば，同寸の集成材の横架材を使用することで，乾燥に伴うトラブルの解消やカット効率，施工の手間がどのように変わってくるのか，全く別の仕組みも考えられる。

4.4 在来構法木造における木材乾燥

在来構法木造住宅でも木材乾燥を要求する声は色々でようになってきた。しかし，それがムード的で，必ずしも木造建築における木材乾燥の意味が木材関係と使用者（大工・工務店やとくに最近では設計者）との間で一致しているとはいいがたい。このギャップを早く埋める手立てをしておかないとお互いに不利益を被る可能性が大きい。トラブルが出て木材，木造への不信感に再転化する恐れすらある。以下のような点のコンセンサスをもっておく必要がある，論拠に基づいた技術関係と責任，経費負担を明らかにするような努力が必要であろう。

乾燥材は含水率が低く、かびや狂いなどを生じにくい（「生じにくい」というところが重要）というメリットだけが捕えられがちであるが、乾燥工程を経ることによって、選びぬかれた材（製品歩留りが違う）になることである。図4は柱材の乾燥後はねられる本数を示すアンケート結果であり、かなりの量になっている。はねられたものは束などの他の部材になるものや挽直しに回っている。したがって、乾燥材と未乾燥材の評価は単に乾燥経費だけの差でなく、現場でのトラブルなどリスクの軽減、歩留りなども含んでいるという認識とそれに伴う評価を使う側、売る側が共通にもつ必要があろう。

図5は乾燥材の導入に対する姿勢を示したものである。川下側の積極さにくらべ、川上側が慎重になっているのがわかる。

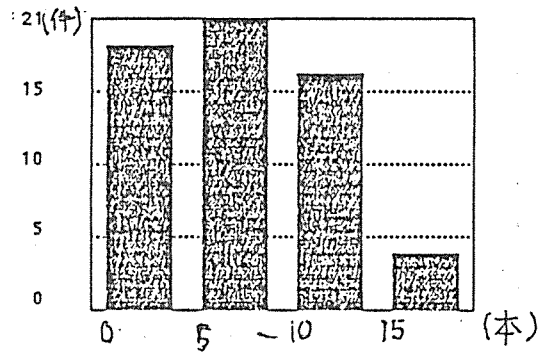


図4. 生木100本当たり乾燥後はねられる本数

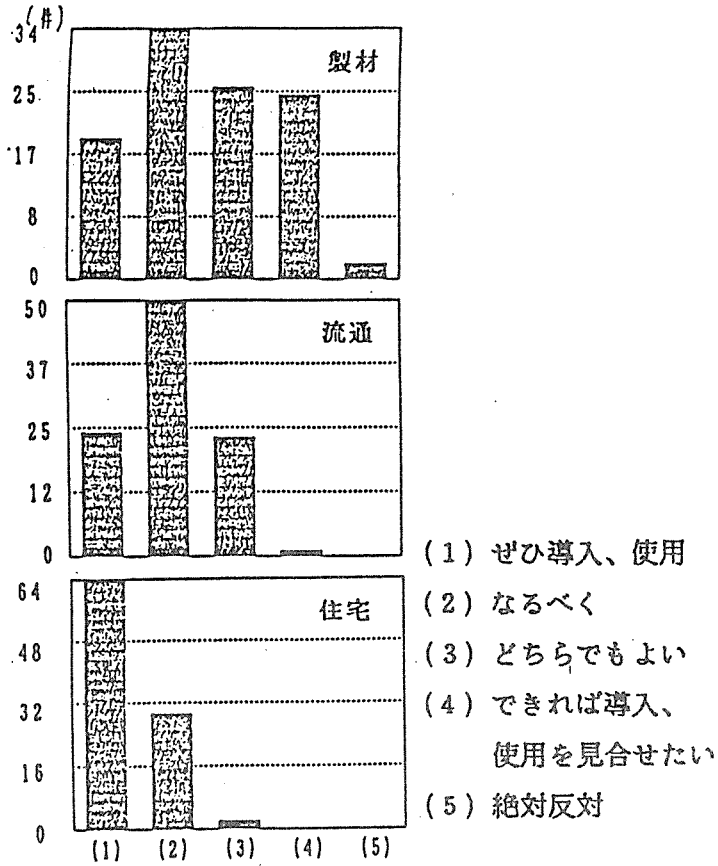


図5. 乾燥材導入の意向

4.5 強度等級区分とティンバーエンジニアリング

先に日本の住宅とそれに使われる木材の関係はしばしば短絡的に国産材＝伝統，在来構法対して外国産材＝工業化，エンジニアリングという形で表され，住宅供給者，製材，森林へとさかのぼるほどその対立関係に固執しているようにみえることを述べた。しかし，ティンバーエンジニアリング，とくに住宅以外の新しい木質構造の分野の発展が急である現在考慮すべき問題に徐々になるであろう。それは木材の工学的利用，すなわち科学的，技術的な裏付けがあっ

て、経済的な合理性をみようという分野である（もちろん、これは特定な構法だけに要求されるものではないが、在来構法などは長い間の蓄積から技術レベルが各時代でコンセンサスが得られているといえよう）。工学的利用とは、たとえば節があっても使われる場所の条件を満足する強度があり、経済性をもち、信頼性があれば良いということである。このように使い分けをするエンジニアリングの材料として木材をみたとき、木材を強さによって区別することが基本になる。その区別を製材あるいは素材の強度等級区分（グレーディング）とよぶ。この強度等級区分については荷重を加え、撓みを測ったり（ヤング係数から強さを推定する）、破壊しないか（強さを保証するのでプルーフテストと呼ぶ）をみる機械的強度等級区分と日本農林規格（JAS）の製材規格のように目で節や目切れなどの大きさなどから強度を推定目視的強度等級区分がある。住宅もちろん強度等級区分が必要であるが、在来構法などでは経験からの仕様がそのかわりをしているため、一般的な認識はまだほとんどない。

5. 在来構法における木材の位置

在来構法という名称がプレハブや枠組壁工法と区分するために登場してから、それが単なる構法上の区分でなく、資材や供給する業者まで縦割り化している。伝統と新興、国産材と外材、中小企業と大手企業という対立が経緯の中ででき上がってきたようである。しかも、国産材の拡大には在来構法の拡大しかないという極論に達しているところすらある。もちろん、それには森林という大きな背景と経済的な理由とそれなりの現状での判断に基づいた必然性があり、大宗であることは間違いない。しかしながら、その結果、住宅の大量生産をはかる

プレハブ，枠組壁工法住宅は国産材にほとんど頼っていないし，比較的経営規模の大きい在来構法を供給している地域ビルダーでも国産材と外国産材を適宜使いこなしてきているが基本的に国産材のウエイトは軽くなってきていることは否めない。とくにプレハブ住宅との競争関係にある構造躯体のプレカット加工を軸にした地域ビルダーは，個別散在の大工・工務店と異なり，在来構法を国産材にこだわらない木造軸組構法，すなわち単なる構法技術上のものにしつつある。俗な言いかたをすれば地域で生産されるスギ，ヒノキは在来という言葉に入らず，国産材は単なる材料で，他の木材と価格と品質の単純な競争にさらされるということである。しかしながら，一方では「木造住宅における在来構法たる差別化は」といわれると，差し当たりヒノキに頼っているというジレンマの中にある。

スギ，ヒノキに特別の理解を示す施主の数が減り，木離れが進む中で，しかも洋風化という大きな流れの中でどうなってくるかは重要な意味をもつ（表3）。

最近のプレハブ住宅等の購入者のアンケート調査で在来構法の木造住宅を選ばなかった理由は耐震，防火，耐久，デザイン，価格などに集約されている（表4，5）。とくに，極めて技術的な面が指摘されているのはきわめて重要である。それらの対処が在来構法木造でできないならともかく，十分できるにもかかわらず明確にされていない。あるいは受けとられていないことが問題である。この点は「木造の良さ」のPRなどよりはるかに重要である。もう一つの要因として在来構法の幅の広さ，自由度の大きさにある。それは「自由である」という言葉は「良く分からない，不明確である」という解釈もできるからである。多様化に対応する明確さ，差別化が課題であるといえる。た

表3 木材に対する選好態度の特性

(1)内・外材を区別できる程度合いと要因

		ほとんどできる	少しはできる	できない
性別	男女	36% 12	47% 46	17% 42
年齢	～39歳	6	47	47
	40～59	34	50	16
	60～	33	43	24
出身地	いな	36	45	19
	まち	8	51	41
居住地	市街中心地	10	54	36
	新興住宅地	26	42	32
	農村	26	59	15
	山間の街	42	46	12
	山村	56	26	18
職業歴	木材関係	95	5	0
	建築関係	86	9	5
	その他	56	35	9
木材関係教育歴	受けた	88	5	7
	受けない	60	33	7
現在の住宅	木造	68	26	6
	非木造	28	41	21

(2)スギ・ヒノキを区別する能力と要因

		ほとんどできる	少しはできる	できない
性別	男女	77% 40	20% 44	3% 16
年齢	～39歳	38	46	16
	40～59	73	23	4
	60～	75	21	4
出身地	いな	75	21	4
	まち	38	47	15
居住地	市街中心地	47	43	10
	新興住宅地	54	32	14
	農村	74	24	2
	山間の街	77	16	7
	山村	88	10	2
職業歴	木材関係	70	23	7
	建築関係	36	55	9
	その他	17	52	33
木材関係教育歴	受けた	63	28	9
	受けない	21	41	38
現在の住宅	木造	31	46	23
	非木造	8	50	42

(3)柱など内装材の筋・木目を意識する度合いと要因

		非常に気になる	少しは気になる	全然気にならない
性別	男女	33% 25	56% 58	12% 17
年齢	～39歳	18	62	20
	40～59	37	54	9
	60～	27	55	18
出身地	いな	33	53	14
	まち	23	64	13
居住地	市街中心地	29	60	11
	新興住宅地	28	60	12
	農村	33	56	11
	山間の街	30	58	12
	山村	34	44	22
職業歴	木材関係	46	42	12
	建築関係	36	50	14
	その他	26	61	13
木材関係教育歴	受けた	42	47	11
	受けない	28	58	14
住宅歴	木造系のみ	32	55	13
	非木造系のみ	25	75	0
	双方	25	64	11
現在の住宅	木造	31	56	13
	非木造	25	63	12

(4)住宅についての好みと要因

		木造	コンクリート	どちらでも
性別	男女	85% 87	7% 0	8% 12
年齢	～39歳	77	8	15
	40～59	87	3	10
	60～	90	6	4
出身地	いな	87	3	10
	まち	81	11	8
居住地	市街中心地	80	9	11
	新興住宅地	82	8	10
	農村	85	4	11
	山間の街	98	2	0
	山村	88	6	6
職業歴	木材関係	91	5	4
	建築関係	91	0	9
	その他	84	5	11
木材関係教育歴	受けた	86	5	9
	受けない	86	5	9
住宅歴	木造系のみ	92	3	5
	非木造系のみ	50	25	25
	双方	55	16	29
現在の住宅	木造	91	3	6
	非木造	29	29	42

〈出典〉原本名：木材に対する選好態度の特性 高知大学農学部演習林報告12号(1985)より

表4 住宅に対する需要者ニーズ調査

住宅と木材 1987.8 (財)日本住宅木材技術センター

1 現在の住宅の構造

住宅の構造	回答数	割合%
鉄骨プレハブ住宅	1,069	53
2×4住宅(枠組壁工法住宅)	348	17
鉄筋コンクリート住宅	159	8
木質プレハブ住宅	130	7
コンクリートプレハブ住宅	120	6
コンクリートブロック住宅	16	1
その他	161	8
小計	2,003	100
無記入	15	-
合計	2,018	-

2 検討した他の構造

検討した他の構造	回答数	割合%
(在来工法)木造住宅	667	51
鉄骨プレハブ住宅	455	35
2×4住宅(枠組壁工法住宅)	430	33
コンクリートプレハブ住宅	317	24
木質プレハブ住宅	257	20
鉄筋コンクリート住宅	210	16
コンクリートブロック住宅	86	7
その他	28	2

* 検討は複数の構造についてなされたものもある
 ので、回答数の計は1,311をこす。
 ・回答無記入が4件あったので、割合%は回答数を1,307で除して求めた。

3 情報手段の利用(上位5手段)

情報手段	回答数	割合%
住宅展示場又はモデルルーム	1,488	74
セールスマンの勧誘	721	36
各社パンフレット	578	29
住宅雑誌	442	22
友人・親戚の話	433	21

* 割合%は、この調査項目に対する回答者2,018に対するものである。

4 住まいの選択理由(上位7理由)

住まいの選択理由	回答数	割合%
地震に強いと思ったから	1,013	50
業者が大企業で安心だから	841	42
火災に安全だと思ったから	814	40
長持ちすると思ったから	791	39
生活環境がよいため	676	33
営業マンが家主の手続きの面倒をみてくれたから	617	31
建物の形・色彩が感覚的によかった	600	30

5 在来工法木造住宅に対する印象

項目	回答数	割合%	
間取り	自由になる	1,515	82
	不自由	211	11
	わからない	130	7
	小計	1,856	100
増改築	自由になる	1,477	79
	不自由	238	13
	わからない	143	8
	小計	1,858	100
障	3階建がひつ	223	12
	たたない	1,197	66
	わからない	392	22
	小計	1,812	100
信頼できる業者の選定	やさしい	248	13
	むづかしい	1,349	73
	わからない	253	14
	小計	1,850	100
耐震性	強い	286	15
	弱い	1,132	61
	わからない	455	24
	小計	1,873	100
防火性	安心	97	5
	心配	1,643	88
	わからない	125	7
	小計	1,865	100
長持ちする	する	467	25
	しない	940	51
	わからない	442	24
	小計	1,849	100
断熱性	良い	325	18
	悪い	1,230	66
	わからない	294	16
	小計	1,849	100
遮音性	良い	217	12
	悪い	1,297	71
	わからない	324	17
	小計	1,838	100
価格	高	733	39
	安	623	34
	わからない	494	27
	小計	1,850	100

項目	回答数	割合%	
工期	長い	1,234	67
	短い	294	16
	わからない	321	17
	小計	1,849	100
アフターサービス	安心	221	12
	心配	908	49
	わからない	711	39
	小計	1,840	100
施工の信頼性(出来映え)	安心	296	16
	心配	835	46
	わからない	701	38
	小計	1,832	100
保証	安心	182	10
	心配	979	53
	わからない	675	37
	小計	1,836	100
デザイン	近代的	310	17
	陳腐	555	31
	わからない	935	52
	小計	1,800	100
住みごころ	良い	1,008	55
	悪い	230	12
	わからない	602	33
	小計	1,840	100
契約とは関係せずに家についての相談	しやすい	417	23
	しにくい	805	44
	わからない	596	33
	小計	1,818	100
住宅ローンの紹介	安心	455	25
	心配	578	32
	わからない	782	43
	小計	1,815	100
家が出来上がったときの感じ	わかる	949	54
	わからない	821	46
	小計	1,770	100
	無記入	248	-

表 5. プレハブ住宅購入者のアンケート調査

(静岡県木材青年団体連合会)

質問項目	Q11) - 回答総数		Q12) - 回答者数		Q6) / これから お住いを建て 方々へ「我家」 を自慢するとし たらポイントセ ルズポイントが お願ひしますか。	Q7) / 木造住宅 を選ばなかった 理由がありまし たら、お答え下 さい。	
	複数回答町	複数回答郡	複数回答町	複数回答郡			
Q1) 間取り (採能的に使いやすさ……考えがうまくなりまされるかなあ)	71 (16%)	62 (8%)	34	12 (7%)	44 (23%)	4 (2%)	2 (5%)
Q2) 展示場・完成予想 (どんな家に、どのエリにできるのだろう…)	16	3 (8%)	12	4 (5%)	4 (2%)	11 (8%)	10 (14%)
Q3) デザイン (室内・外観どういふ感じに、どうしたら…)	32	7 (5%)	28 (3%)	21 (7%)	26 (13%)	10 (7%)	7 (12%)
Q4) 強度、耐久性 (地震・火事・雨・風・日射・塩害・サビ・クサリと敵が多い)	62 (14%)	5 (4%)	42 (15%)	38 (2%)	35 (18%)	38 (9%)	22 (16%)
Q5) 築法 (木造・鉄骨・鉄筋コンクリート等いろいろあるが……)	21	4 (9%)	12 (4%)	5 (10%)	8 (4%)	4 (4%)	4 (7%)
Q6) 材料 (どんな材料で、どの程度のものをごこへは使いたい…)	9	2 (1%)	8 (0%)	1 (0%)	4 (2%)	2 (1%)	4 (2%)
Q7) 維持管理 (維持管理のしやすさは、主婦にも主人にも築法から……)	10	2 (3%)	8 (1%)	4 (1%)	10 (5%)	5 (3%)	11 (1%)
Q8) 将来計画 (先々、このエリになった場合、増改築・模様替・補修は……)	14	3 (3%)	12 (4%)	9 (3%)	8 (2%)	10 (5%)	11 (1%)
Q9) 特別仕様 (こうしてもらいたいだけでも……)	10	2 (3%)	8 (3%)	3 (1%)	2 (2%)	6 (3%)	1 (0%)
Q10) 付帯設備 (このエリに、またどんな設備・機器が……)	11	2 (5%)	9 (7%)	4 (1%)	3 (3%)	7 (7%)	2 (1%)
Q11) 保証 (何かあったら、どの様に面倒をみてくれるのかなあ)	22	5 (2%)	19 (5%)	25 (9%)	5 (2%)	5 (5%)	13 (9%)
Q12) 関係手戻 (設計・役所・銀行・登記関係等いろいろある手戻があるが……)	42	9 (9%)	37 (2%)	17 (6%)	15 (5%)	3 (3%)	14 (10%)
Q13) 見積価格 (どこで、どのエリにしたらいくらかかるのか)	15	3 (5%)	13 (3%)	9 (3%)	3 (1%)	16 (3%)	4 (4%)
Q14) 資金 (どこへ、どのエリに借りて、また返したらいいか……)	22	5 (2%)	19 (5%)	8 (3%)	3 (1%)	15 (3%)	6 (4%)
Q15) 施工会社・メーカー (どの会社か、どこでこの会社は……)	3	0 (0%)	2 (2%)	5 (1%)	1 (1%)	1 (1%)	3 (3%)
Q16) 工事管理 (しつかり工事をしてくれるのかなあ、私個人だから)	10	2 (2%)	8 (8%)	19 (7%)	3 (3%)	17 (3%)	6 (4%)
Q17) セールスマン等の活動 (熱心な人だから…、信用できる人、……、負けたわ)	3	0 (0%)	2 (2%)	5 (1%)	1 (1%)	1 (1%)	3 (3%)
Q18) 宣伝・広告 (T.V.・ラジオ・新聞……)	3	0 (0%)	2 (2%)	5 (1%)	1 (1%)	1 (1%)	3 (3%)
その他	1	1	1	1	1	1	1
合計	426	113	268	110	220	90	137
返答数	426	113	268	110	220	90	137
無回答	4	4	7	7	27	27	39

たとえば価格についても，木材が高いから（とくに国産材は），木造が高いという言い訳が平気で通っている。柱一本，あるいは主要な柱数本にしたらいくらも変わらないのに。在来構法の木造住宅の木拾いを大工とともに積極的に材木屋がやるようにし，必ず施主用の見積りにつけ，どの部材がどれになっているか対応できるように平面図と合わせておくだけで，安心感や信頼性がまるで違う。それらによる成功事例は極めて多い。

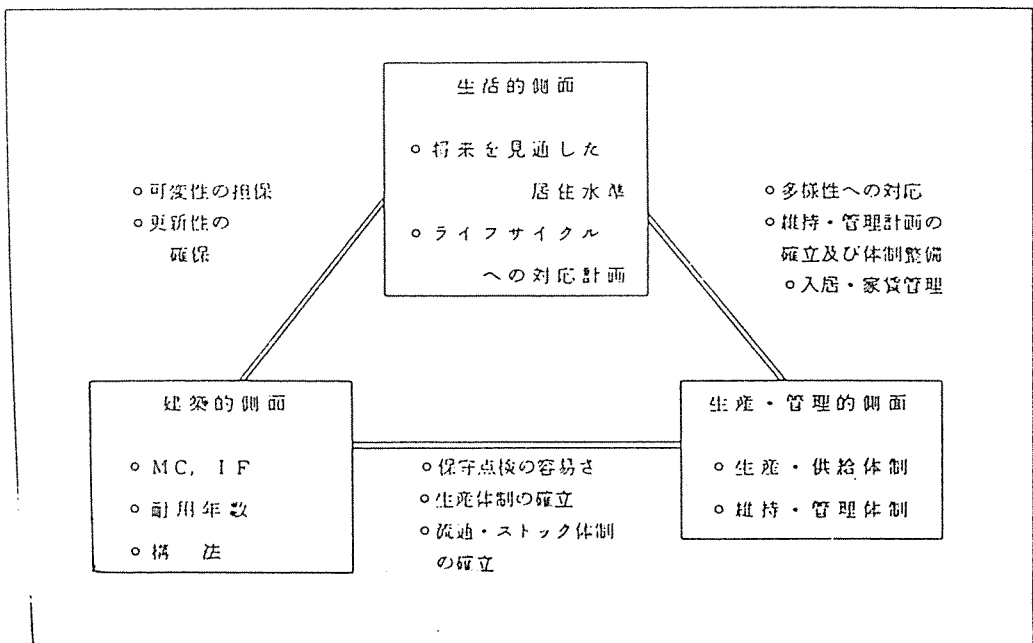
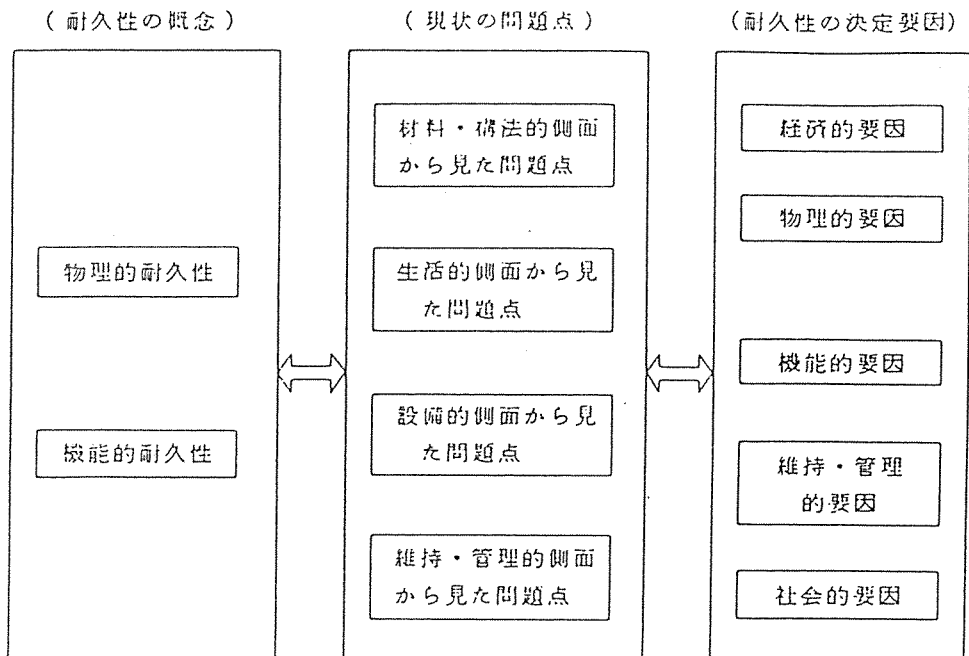
木材の位置が在来構法の中で変化してきている現在，問題を明確にするための区分が重要であろうと考えられる。単純な区分に置きかえるならば次のようになる。

- 1) 木材を主要構造材とした，すなわち一国産材にこだわらないティンバーエンジニアリングに徹した，プレカットを中心にした軸組構法
- 2) 国産材，地元の施工にこだわった地域活性化，街作りにおける在来構法
- 3) 機能，性能を追求した特殊な機能型在来構法（軸組構法）

6. 性能と技術開発

高耐久，耐用性の方向に在来構法も移行せざるを得ない状況になってくるであろう。その基本的な概念としてはC. H. S.の設計となるであろう。それは躯体などの主要部分の耐用年数の設定と生活変化に伴う可変空間の設定が必要と思われるが（図6），整理すべき点の基本は次のようなものが考えられる。

第1点は躯体の耐久性の評価である。在来軸組構法についてはその構法自体きわめて範囲が広く，時代とともに，また地域ごとに大きく変遷してきたものである。そのためしばしば“現在も残存し，使用さ



CHSの基本的な要件

①物理的耐久性と機能的耐久性の両者が、調和がとれ、かつ優れていること。

②家族変化に伴うニーズの変化に対応するための住宅計画上の可変性が適切に組み込まれていること。

図 6. CHS の概念図

れている在来軸組構法住宅を持ち出し耐久性が高い”といわれる反面，“戦後のバラックのような在来軸組構法を称して耐久性の低い”という評価もある。このように実績としてはかなり存在するが、それが現在の住宅として見たとき、前者ですらそのまま適応させるには次のようなかなりの条件が満たされねばならないであろう。

- 1) 材料および構法が特別なものを使用している。すなわち現在それを作るには材料の調達や技術にかなり困難が伴う。
- 2) 生活するのに一定のルールがいる。すなわち寒いのをがまんするとか、維持、補修などに気を配るなどである。
- 3) 住宅機器がかなり異なる。すなわち2)のようにメンテナンスを配慮した生活のルールがいる。

したがって一般的に考えると在来軸組構法の実績は参考にはなるが、C.H.S.に対応させるには現在の生活を基本とした組直しが必要である。

木質系住宅の耐用年数を支配するであろうと思われる木質部分の劣化は実態調査によると腐朽や白ありによる生物的劣化であり、それを発生させる要因は構法にあまり依存しておらず水の侵入や停滞という共通的な内容をもっている。したがって、木質系住宅の耐用年数の設定には建設地域、材料の選択、構法（設計および施工）および維持管理の体系が必要となる。

第2点は可変型住宅への対応である。木質系住宅は戸建住宅が大半を占めるが、集合住宅では可変型でもかなり状況が異なることが予想される。戸建住宅では敷地によっては増改築が水平方向あるいは鉛直方向へなされることがありうる。すなわち躯体自体の変更であり、躯体を変更せずに内部の間仕切りや設備を変更する一般的な集合住宅のC.H.S.とは扱いが異なる。したがってその取扱いとしては次の2つ

が考えられる。

1) 躯体の変更を伴う増築，改築をしないような規制を設ける。

2) 躯体の構造計画に将来を見込んだ増築，改築計画を含んでいる。

とくに木質系住宅では増改築時のミスが劣化を引き起こす要因になることがしばしばあるからである。また，設備や部品交換時の躯体のチェック計画はきわめて重要である。

7. 生産システムと情報化の整備－需要拡大の方策

新しい部材開発には各地域での木材の特性を明らかにすることと，それによって誰がどのようなメリットを得るのかの検討が重要である。たとえば乾燥材や寸法精度は材料として得する話でなく，施工のとき手間が省け，クレームが少なくなるところに意味がある。したがって施工する人との技術的な協調のみならず経済的な協調，あるいは普及教育は材料開発の重要な要素と考えられる。

7 内 装 部 材

7.1 概 要

本章では非木造建物の内装部材に使用されている木材・木質系材料について既往の資料を基に調査し、需要拡大の可能性を検討した。更に、需要拡大のための課題、指向すべき開発方向についても検討を加えた。

7.2 統計からみた内装部材の需要とその内容

各種建築材料の生産量や出荷量は公式統計により把握されているが、その建築材料が建物のどの部位にどの程度使用されているかという最終的な使用実態について定量的に把握されている統計は極めて少ない。本章では昭和52年に実施された通産省調査「建材産業の長期ビジョンの研究」の調査結果をもとに木質系内装部材の需要量を検討した。

この調査では建物を住宅および非住宅に区分し、建築部位を屋根、外壁、内壁、天井および床と区分した場合の建築材料のシェアを昭和51年について示している。また、独自の需要予測モデルを開発し、昭和60年におけるシェアを昭和51年までのデータを基に予測している。昭和60年の実際のシェアは予測値と必ずしも一致していないと考えられるが、木材・木質材料の需要を考える上では本調査での指摘事項はある程度参考になると考えられる。また、住宅、非住宅をより詳細に種別分けした場合のシェアについても、別途アンケート調査を実施している。

これらの調査結果を参考にして、非木造建物の内装部材に使用されている木材・木質系材料の需要について検討した。

7.2.1 内壁について

図7.1，7.2に昭和51年および昭和60年（予測値）での住宅，非住宅の内壁における建材シェア図を示す。また，別途アンケートにより調査した結果（51年）を図7.3，表7.1および図7.4，表7.2に示す。

通産省「建材産業の長期ビジョンの研究」ではこれらの結果をもとに以下のことを指適している。

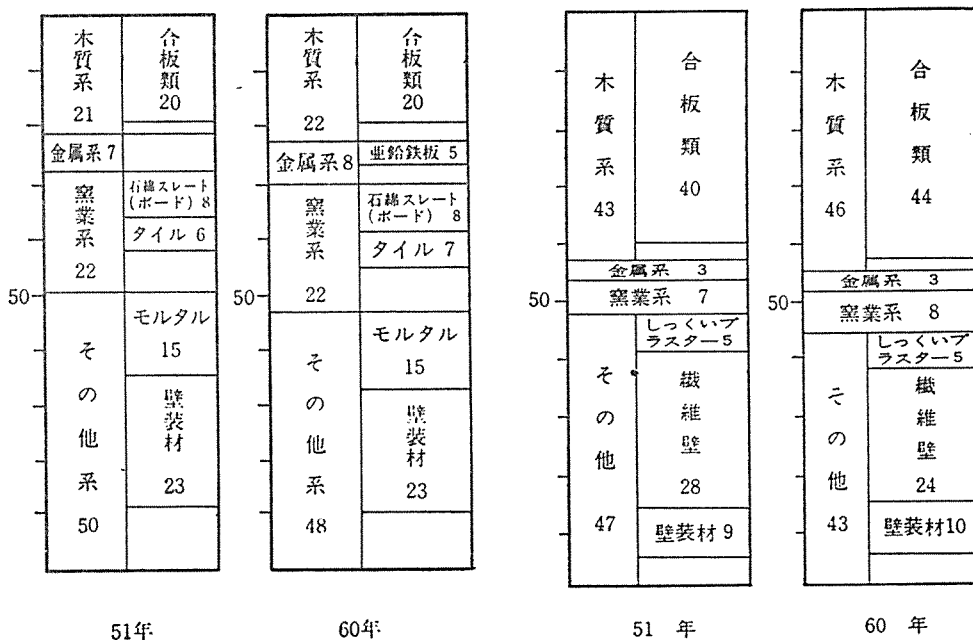


図 7.1 住宅—内壁シェア図

図 7.2 非住宅—内壁シェア図

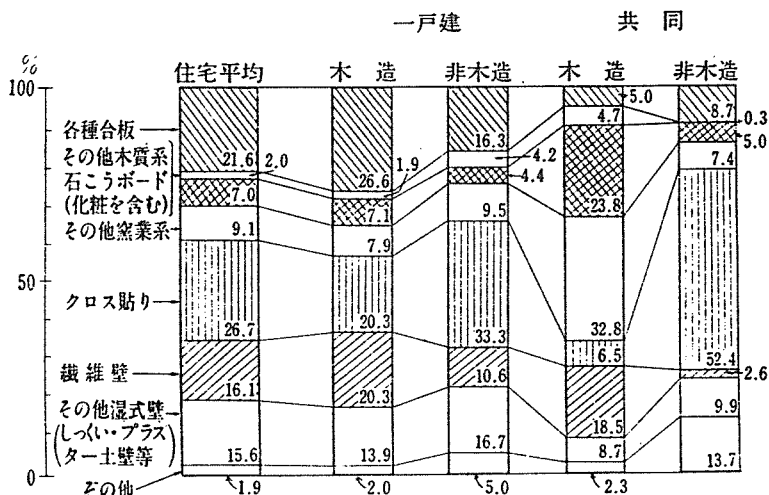


図 7.3 住宅の建て方別・構造別内壁仕上げ材のシェア
(単位：%)

表 7.1 住宅にみる建て方別・構造別主要内壁下地建材の使用量
(単位：仕上げベースによる百分比-%)

建 材	建て方・構造 住宅平均	一 戸 建			共 同			木造計	非木造計
		合 計	木 造	非木造	合 計	木 造	非木造		
各 種 合 板	11.5	11.7	12.0	9.8	11.1	0.6	13.5	11.4	11.9
(仕 上 共)	(33.1)	(35.6)	(38.0)	(26.1)	(19.1)	(5.6)	(22.2)	(36.8)	(24.0)
石 こ う ボ ー ド	13.8	11.9	11.1	16.0	21.4	1.6	26.0	10.5	21.6
(仕 上 共)	(16.8)	(14.9)	(14.6)	(19.5)	(24.6)	(4.8)	(29.2)	(13.4)	(24.9)
石 こ う ラ ス ボ ー ド	19.5	22.5	23.8	16.0	7.5	33.6	1.4	24.4	7.8
モ ル タ ル	8.5	6.7	5.3	13.9	15.8	2.8	18.8	5.1	16.7
100㎡当り原単位	219.9	223.4	229.2	190.5	207.3	238.5	201.2	229.7	199.7

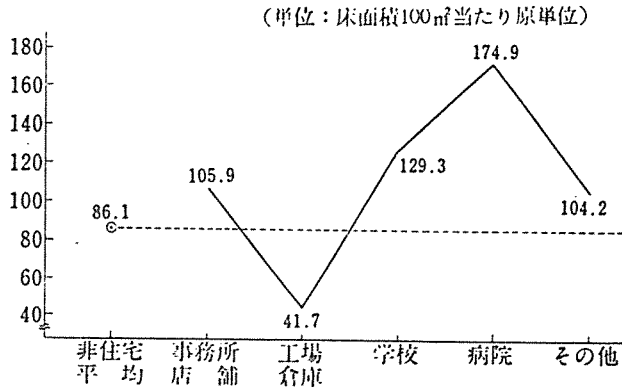


図 7.4 用途別にみた内壁部位量の原単位
(単位：床面積 m^2 当たり原単位)

表 7.2 用途別にみた内壁材のシェア

(単位：%)

建 材	使 途	非住宅平均	事務所・店舗	工場・倉庫	学 校	病 院	そ の 他
木 質 系	各 種 台 板	6.6 [+ 4.6]	2.9 [+ 2.1]	5.9 [+ 0.3]	22.6 [+ 7.8]	2.7 [+ 2.6]	3.2 [+ 8.4]
	そ の 他 木 質 系	0.7	1.0	0.8	0.1	0.2	0.9
	(小 計)	(7.3)	(3.9)	(6.7)	(22.7)	(2.9)	(4.1)
窯 業 系	石 綿 ス レ ー ト (ボ ー ド)	3.4 [+ 0.7]	3.4 [+ 1.1]	12.0 [+ 0.3]	0.5 [+ 0.1]	0.8 [+ 0.6]	0.4 +[0.7]
	石 こう ボ ー ド 類 (注1)	7.2 [+11.0]	12.7 [+15.2]	11.4 [+ 5.5]	1.4 [+ 2.0]	4.6 [+12.1]	2.6 [+14.7]
	そ の 他 窯 業 系	11.6	10.0	19.2	8.3	10.9	10.2
(小 計)	(22.2)	(25.1)	(42.6)	(10.2)	(16.3)	(13.2)	
そ の 他	モ ル タ ル	19.4	19.4	12.1	35.2	23.1	13.6
	吹 付 材(注2)	7.7	6.3	4.5	5.9	6.3	12.6
	ク ロ ス 貼 り 等	15.2	10.6	3.1	2.7	10.3	35.1
	そ の 他	28.2	33.7	31.0	23.3	36.1	21.4
(小 計)	(70.5)	(70.0)	(50.7)	(67.1)	(80.8)	(82.7)	
合 計	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	

(注1) 石こうボード類は、石こうボード、化粧石こうボード、石こうボード吸音板の3種類の合計。

(注2) リシン・アクリル(塗、吹付)その他吹付材。

(注3) []内は仕上げ面積ベースによる下地としての使用量。

- ① 住宅の内壁における木質系材料の比率は4.3%となっており、かなり高い。また、戸建て住宅においてその比率が高い。
- ② 木質系材料の中では合板類が9割程度を占めており、その中でも特殊合板が多い。部屋の種類では「洋室」、「応接室」、「廊下階段回り」、「洗面所・脱衣所」などに多用される。
- ③ 木質系材料は非木造住宅、中でも共同住宅においては使用原単位が大きく低下する。これは「洋室」、「応接間」がモルタル下地クロス張りあるいは塗装にとってかわられ、廊下、階段回り、玄関回りの部位置自体が低下することなどが影響している。
- ④ 一方、非住宅の内壁における木質系材料の比率は21%であり住宅の場合と比較して著しく低い。これは木造のウエイトの低さ、法制面からの不燃化要求が強いことによる。事務所・店舗、学校などにおいては根強い需要を持つが、木質系の暖かみや材質感によるものと考えられる。

7.2.2 天井について

図7.5、7.6に昭和51年および昭和60年（予測値）での住宅、非住宅の天井における建材シェア図を示す。また、別途アンケートにより調査した結果（51年）を図7.7、表7.3および図7.8、表7.4に示す。

通産省「建材産業の長期ビジョンの研究」ではこれらの結果をもとに以下のことを指適している。

- ① 住宅においては木質系材料が高い比率を占めており、合板類のほかMDFやインシュレーションボードなどもそれぞれ10%程度使用されている。
- ② 合板のシェアは内壁とほぼ同程度であるが内容は異なり、和室の天井用の化粧合板が合板類の8割程度を占めている。MDF

やインシュレーションボードは主に洋室の天井に使用されていると考えられるが、合板も一部洋室で用いられている。

- ③ 非住宅では、ロックウール吸音板（吸音性能）を除けば、石膏ボードが強い。合板類は石膏ボードより価格的に不利である。また、あえて天然木の感触を必要とする建築用途や部屋用途は極めて限定される。

50	木質系	合板類 41	木質系	合板類 42				
					65	セミハードボード 9	65	セミハードボード 10
						インシュレーションボード 10		インシュレーションボード 9
	窯業系 14	石膏ボード(化粧) 8	窯業系 14	石膏ボード(化粧) 8				
	その他 21	吹付材 6	その他 21	吹付材 6				
壁装材 12		壁装材 12						
51 年		60 年						

図 7.5 住宅一天井シェア図

50	木質系 12	合板類 6	木質系 12	合板類 6
	窯業系 48	石棉スレート(ボード) 5	窯業系 47	石棉スレート(ボード) 5
		石膏ボード 19		石膏ボード 19
		ロックウール吸音板 12		ロックウール吸音板 14
コンクリート 9		コンクリート 9		
その他系 36	吹付材 9	その他系 36	吹付材 10	
	繊維壁 5		壁装材 17	
	壁装材 17			
51 年		60 年		

図 7.6 非住宅一天井シェア図

(単位：%)

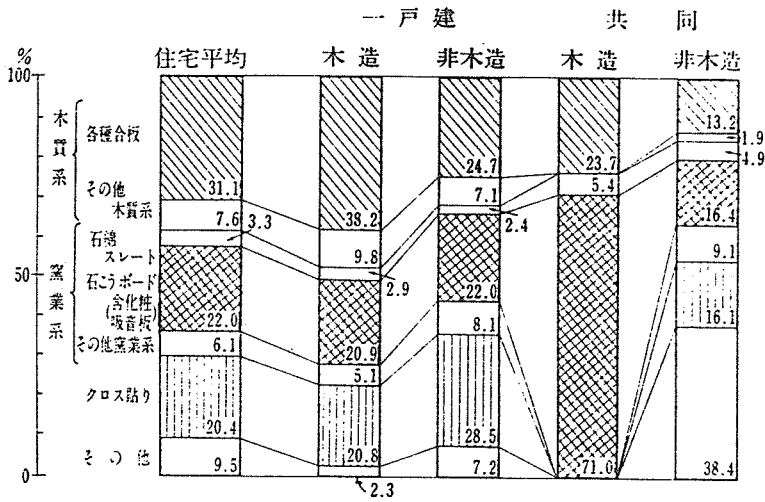


図 7.7 住宅の建て方別・構造別天井仕上げ材のシェア (単位：%)

表 7.3 住宅の建て方別・構造別天井仕上げ材のシェア (単位：%)

建 材	建て方・構造	住宅平均	一 戸 建		共 同			木 造	非木造	
			計	木 造	非木造	計	木 造			非木造
木 質 系	木 材 板	4.3	5.4	5.8	4.0	0.4	—	0.5	5.5	2.0
	各 種 合 板	31.1	35.6	38.2	24.7	14.9	23.7	13.2	37.4	18.4
	インシュレーション	2.9	3.6	3.8	2.9	0.2	—	0.2	3.6	1.4
	その他木質系	0.4	0.2	0.2	0.2	1.0	—	1.2	0.2	0.7
(小 計)	(38.7)	(44.8)	(48.0)	(31.8)	(16.5)	(23.7)	(15.1)	(46.7)	(22.5)	
窯 業 系	石綿スレート	3.3	2.9	2.9	2.4	5.0	5.4	4.9	3.1	3.8
	石こうボード	6.1	5.2	4.8	7.2	9.0	36.1	3.9	6.4	5.4
	化粧石こうボード	10.3	9.0	8.7	10.3	14.9	33.1	11.4	10.0	10.9
	石こうボード吸音板	5.6	6.9	7.4	4.5	1.2	1.7	1.1	7.1	2.6
	ロックウール吸音板	4.1	5.0	4.5	7.1	1.0	—	1.2	4.2	3.9
	その他窯業	2.0	0.6	0.6	1.0	6.7	—	7.9	0.5	4.8
(小 計)	(31.4)	(29.6)	(28.9)	(32.5)	(37.8)	(76.3)	(30.4)	(31.3)	(31.4)	
そ の 他	クロス貼り	20.4	22.2	20.8	28.5	13.5	—	16.1	19.7	21.7
	次付材	3.7	0.5	0.2	2.0	15.3	—	18.2	0.2	10.9
	リシン・アクリル	2.6	0.5	0.3	1.0	10.6	—	12.6	0.3	7.4
	その他	3.2	2.4	1.8	4.2	6.3	—	7.6	1.8	6.1
(小 計)	(29.9)	(25.6)	(23.1)	(35.7)	(45.7)	(—)	(54.5)	(22.0)	(46.1)	
合 計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	

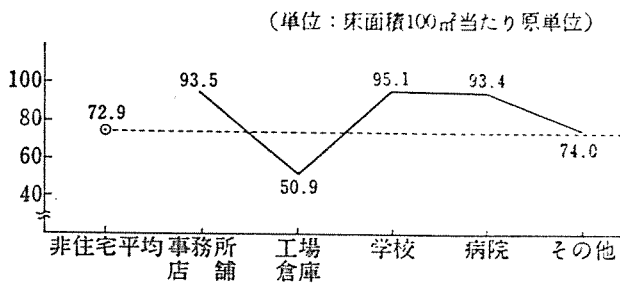


図 7.8 用途別にみた天井部位量の原単位

表 7.4 用途別にみた天井材の構成比

(単位：%)

建 材	使 途	非住宅平均	事務所・店舗	工場・倉庫	学 校	病 院	そ の 他
窯業系	石綿スレート (ボード)	9.7 [+ 1.2]	4.9 [+ 1.6]	24.9 [+ 0.4]	4.6 [+ 0.6]	7.0 [+ 0.6]	4.1 [+ 2.1]
	石こうボード (含化粧)	20.8 [+19.9]	27.0 [+22.9]	10.9 [+ 1.3]	35.0 [+14.3]	38.3 [+20.7]	12.5 [+38.8]
	石こうボード吸音板	10.0	10.6	9.0	20.3	8.9	4.9
	ロックウール吸音板	12.5	24.4	3.8	9.6	21.0	6.9
	その他窯業系	13.4	10.0	22.3	2.9	1.7	14.7
	(小 計)	(66.4)	(76.9)	(70.9)	(72.4)	(76.9)	(43.1)

7.2.3 床について

図 7.9, 7.10 に昭和 51 年および昭和 60 年 (予測値) での住宅, 非住宅の床における建材シェア図を示す。また, 別途アンケートにより調査した結果 (51 年) を図 7.11, 表 7.5 および表 7.6 に示す。

通産省「建材産業の長期ビジョンの研究」ではこれらの結果をもとに以下のことを指適している。

- ① 住宅の場合内壁と同様の傾向にある。内壁の合板類に対応するのがフローリングであり, 繊維壁やしっくい plaster に対応す

るのが畳であると考えられ、その地位は揺るぎない。また、木質系材料と畳を植物系材料と考えれば全体の75%になっている。

また、カーペット類、クッションフロアーが最近伸びている。

- ② 戸建て木造と非木造の共同住宅を比較すると畳の原単位はあまり変化していない。ただし、フローリングは約2倍の開きがあり、非木造の共同住宅では代わりにカーペットが増えている。木造住宅では「廊下階段回り」と「玄関、玄関回り」が約20平方m程度の原単位を示すが、非木造共同住宅ではそのウェイトが相当低下することに原因がある。
- ③ 非木造の戸建てと共同を比較すると洋室化の点では戸建てがより進んでおり、フローリングとカーペットがほぼ対抗している。
- ④ 非住宅ではPタイルやコンクリートなどの比率が高い。これは耐摩耗性などの耐久性によるところ大である。用途としては木質系フローリングは体育館や学校に、コンクリートやモルタルは工場、倉庫、機械室に、Pタイルは事務所、店舗に、Pシートは店舗に、カーペットは事務所、店舗、病院などの特に落ち着きを求められるスペースに使用されることが多い。

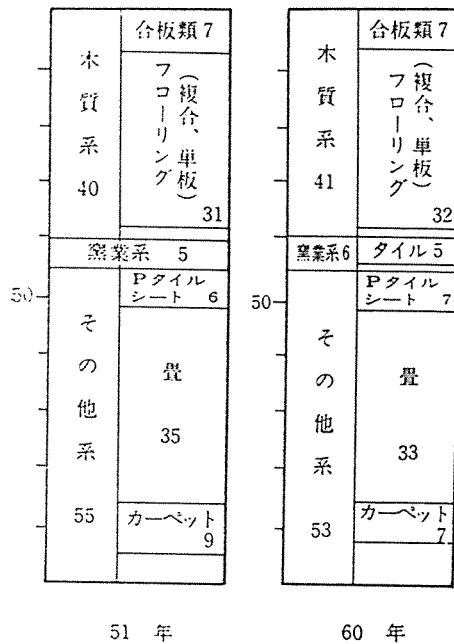
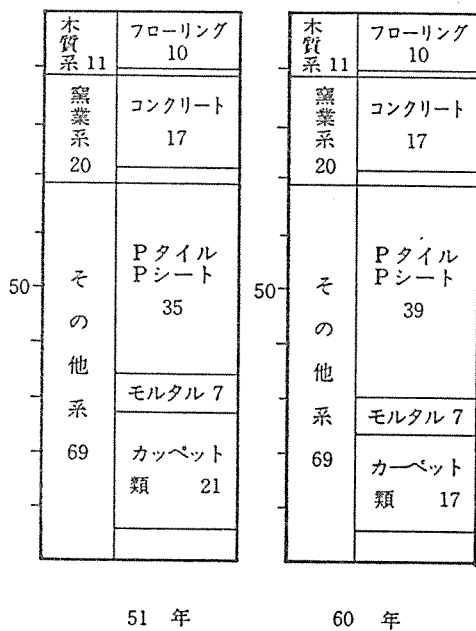


図 7.9 住宅一床シェア図

図 7.10 非住宅一床材シェア図

表 7.5 住宅における建て方別・構造別天井下地用主要建材の使用量

(単位：仕上げベースによる百分比-%)

建 材	建て方・構造	住宅計	一 戸 建			共 同			木造計	非木造計
			合 計	木 造	非木造	合 計	木 造	非木造		
木 材 板		6.7	8.0	6.4	14.8	2.0	-	2.3	6.1	7.9
(仕上共)		(11.0)	(13.4)	(12.2)	(18.8)	(2.4)	-	(2.8)	(11.6)	(9.9)
各 種 合 板		10.9	13.4	14.2	10.3	1.6	-	1.9	13.4	5.7
(仕上共)		(42.0)	(49.0)	(52.4)	(35.0)	(16.5)	(23.7)	(15.1)	(50.8)	(23.1)
石 こう ボ ー ド		11.5	12.1	11.1	16.6	9.3	-	11.1	10.5	13.6
(仕上共)		(17.6)	(17.3)	(15.9)	(23.8)	(18.3)	(36.1)	(15.0)	(16.9)	(19.0)
モ ル タ ル		2.3	0.6	0.4	1.4	8.4	-	10.1	0.4	6.2

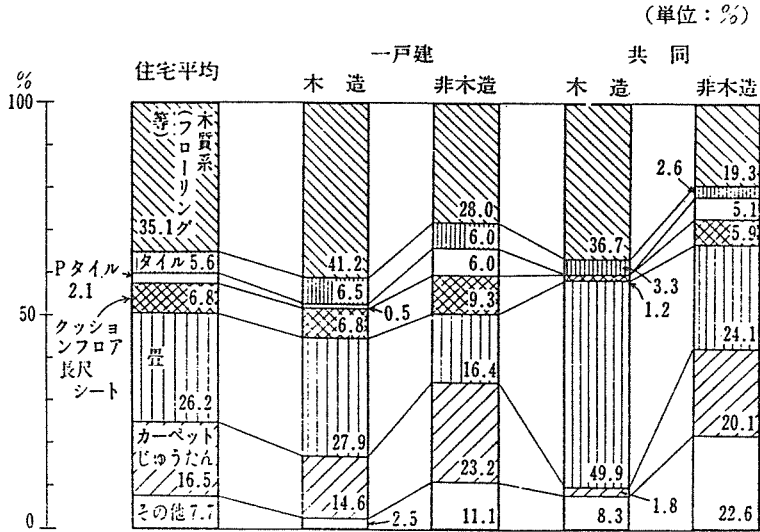


図 7.11 住宅における建て方別・構造別木材のシェア

表 7.6 用途別にみた床材構成比

(単位：%)

建 材	使 途	非住宅平均	事務所・店舗	工場・倉庫	学 校	病 院	そ の 他
	木質系	フローリング	6.3	0.8	0.7	23.6	3.4
その他木質系		0.8	0.8	—	1.6	2.6	1.3
	(小 計)	(7.1)	(1.6)	(0.7)	(30.2)	(6.0)	(14.0)
そ の 他	コンクリート打放し モルタル	48.5	17.8	84.1	7.0	9.1	40.2
	P タ イ ル	21.8	46.3	7.2	35.8	40.3	14.6
	クッションフロア・ Pシート	6.1	11.1	0.9	9.4	22.6	6.4
	カ ー ペ ッ ト	4.3	4.3	0.2	2.1	5.8	11.7
	そ の 他	12.2	18.9	6.9	15.5	16.2	13.1
	(小 計)	(92.9)	(98.4)	(99.3)	(69.8)	(94.0)	(86.0)
	合 計	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)

7.3 内装部材における需要拡大のための課題

前節における調査結果は昭和51年の時点におけるものであり、そこで予測された傾向は必ずしも現状と一致していない。例えば、床材においてカーペットやじゅうたんが木質系フローリングと対抗して伸びてゆくと予測されたが、カビやダニ発生等の問題を背景に木質系床材が比率を高めていると考えられる。また、木質系床材では遮音性能の向上が課題でありそのための研究開発が多く実施されている。

このように、予測が外れたケースも一部認められるが、これは避けられないことであり、調査結果に基づく指摘事項の中には有益なものも多い。本節では、これらの指摘事項を参考にし、現状における内装部材実態に関する経験に基づき需要拡大の課題について検討した。

7.3.1 内装制限

統計でも明らかなように、非住宅の内装では木質系材料の比率が低い。この理由として防耐火上の要求に基づく内装制限がある。

建築基準法では、初期火災の成長を遅延させ、火災の初期における安全避難を実現させるとともに、火災が成長しても、煙の発生を少なくし、避難を妨げないようにするために、建築物の内装材料の種類を制限している。

この内装制限の主目的は、建築物内の人命の安全確保であるのでその対象建築物は、表7.7のように人命の安全確保との関係で定められている。これらの建築物の壁、天井（天井のない場合は屋根）の室内に面する部分の仕上げには、表7.7に示す材料を使用しなければならない。

不燃材料，準不燃材料，難燃材料の特性は以下の通りである。

① 不燃材料

不燃材料は、「建築基準法」上では、「コンクリート、れんが、瓦、石綿スレート、鉄鋼、アルミニウム、ガラス、モルタル、しっくいその他これらに類する建築材料で政令で定める不燃性を有するもの」と定義し、その性能として、通常の火災時の加熱に対

用途・構造・規模区分	当該用途に供する部分の床面積の合計			内装制限		建築基準法施行令	
	耐火建築物の場合	簡易耐火建築物の場合	その他の建築物の場合	居室等	地上に通ずる主たる廊下・階段・通路		
① 劇場・映画館・演芸場・観覧場・公会堂・集会場	(客席) 400㎡以上	(客席) 100㎡以上		居室等	不燃材料 準不燃材料	129・① 128の4・①	
② 病院・診療所(患者の収容施設のあるもの)・ホテル・旅館・下宿・共同住宅・寄宿舎・養老院・児童福祉施設等(建基令19・①参照)	(3階以上の部分) 300㎡以上 (100㎡(共同住宅の住戸にあっては200㎡)以内ごとに防火区画されたものを除く)	(2階部分) 300㎡以上 (病院、診療所は、2階に患者の収容施設がある場合に限る)	200㎡以上		不燃材料 準不燃材料 難燃材料 (3階以上の階に居室を有する建築物に供する居室の天井については不燃材料、準不燃材料とする。)	同上	同上
③ 百貨店・マーケット・展示場・キャパレー・カフェー・ナイトクラブ・バー・舞踏場・遊技場・公衆浴場・待合・料理店・飲食店または物品販売業を営む店舗(10㎡以内を除く)	(3階以上の部分) 1000㎡以上	(2階部分) 500㎡以上	200㎡以上		同上	同上	同上
④ 地階または地下工作物内の居室等で、①②③の用途に供するもの	全部			不燃材料 準不燃材料	同上	129・③ 128の4・①・三	
⑤ 自動車庫・自動車修理工場	全部			同上	同上	129・② 128の3・①・二	
⑥ 無窓の居室(建基令128の3の2参照)	全部 (ただし、天井の高さが6mを超えるものを除く)			同上	同上	129・⑤ 129の4の2	
⑦ 階数及び規模によるもの	<ul style="list-style-type: none"> ● 階数が3以上で500㎡を超えるもの ● 階数が2で1000㎡を超えるもの ● 階数が1で3000㎡を超えるもの ただし、次のものを除く。 <ol style="list-style-type: none"> 1. 学校等(建基令126の2・①・二参照) 2. 100㎡以内ごとに防火区画され特殊建築物の用途に供しない居室で、耐火建築物の高さが31m以下の部分にあるもの 3. ②欄の用途に供するもので高さが31m以下の部分 			不燃材料 準不燃材料 難燃材料	同上	128の4・②③ 129・④	
⑧ 火気使用室	住宅：階数が2以上の住宅で、最上階以外の階にある火気使用室 住宅以外：火気使用室は全部(ただし、主要構造部を耐火構造としたものを除く。)			不燃材料 準不燃材料	—	129・⑥ 128の4・④	

注1) 内装制限の適用を受ける建築物の部分は、居室及び居室から地上に通ずる主たる廊下、階段その他の通路の壁及び天井(天井がない場合は、屋根)の室内に面する部分である。ただし、①②③⑦欄の居室等については、規定に該当する居室の壁の床面からの高さが1.2m以下の部分には適用されない(建基令129・①)。
 2) 内装制限の規定で、2以上の規定に該当する建築物の部分には、最もきびしい規定が適用される。
 3) スプリンクラー設備、水噴霧消火設備、泡消火設備その他これらに類するもので自動式のものと及び建基令126の3の規定に適合する排煙設備を設けた建築物の部分については、内装制限の規定は適用されない(建基令129・⑦)。

表 7.7 内装制限一覧(改正建築基準法の解説 1987年版)

して、①燃焼せず，かつ，防火上有害な変形，溶融，亀裂その他の損傷を生じないこと，②防火上有害な煙や，ガスを発生しないこと，などとしている。すなわち，不燃材料は，無機質材料で形成され，燃焼現象，防火上有害なひびわれ，変形，溶融等を生じず，かつ，防火上有害な煙やガスを発生しないもので，防火材料の中で最もグレードの高いものである。ただし，法定不燃材料と不燃材料の法的性能規定との間には若干の相違がある。

不燃材料の中で中心的な役割を果たしている材料は，石綿をバインダーとする一連の材料である。すなわち，石綿スレート類の石綿セメントパーライト板，石綿セメント珪酸カルシウム板等や，岩綿やグラスウールなどと石綿との組合せによる特殊セメント等のほか，押出成型品も現れている。また，特殊なものとしては，石綿ハニカムコアを用いたサンドイッチ板等もある。このほかの材料としては，鋼板類，ガラス繊維，石こうボード等があげられ，複合材料としては，鉄板＋岩綿，石こうボード＋ロックウール板，石綿ハニカム＋鉄板，などがある。

② 準不燃材料

準不燃材料とは，「木毛セメント板，石こうボードその他の建築材料で不燃材料に準ずる防火性能を有するものとして建設大臣が指定するもの」と定義され，かつ，発煙等もきわめてわずかで防火上有害なひびわれ，変形，溶融等を生じないものである。不燃材料とは異なり，木，紙，プラスチックなどの有機材料を含んでいるが，その量が少なく，材料の大半が無機質材料であるため燃えることによって火災を拡大することのない材料である。

準不燃材料の主体となっているのは，不燃材料の場合と同様，

石綿を含有する場合が最も多い。このほか、アルミ板、グラスウール・ロックウールなどを主体とした材料もあり、また複合材料としては、難燃材料と不燃材料との組合せをはじめ、石こうボード＋鉄板、フェノールフォーム＋鉄板、パーティクルボード＋鉄板、などがある。

準不燃材料には、有機質と無機質を混合または積層した材料が多いが、現在ではイソシアネートフォーム板や、フェノールフォーム板といったプラスチック材料や難燃材で処理したセルロースファイバー等も認定をうけている。

③ 難燃材料

難燃材料とは、「難燃合板、難燃繊維板、難燃プラスチック板その他建築材料で難燃性を有するものとして建設大臣が指定するもの」と定義され、もともと燃えやすい木やプラスチック等に特殊な薬剤を加えたり、あるいは金属板で覆うなどして、燃えにくくした材料のことであるが、「不燃性」とは別の「難燃性」という概念により定義された材料である。火災初期の燃焼が小さく、人命に影響を与え避難を妨げるような大量の煙や有害ガスの発生、防火上有害なひびわれ、変形、熔融等がほとんど生じない材料である。

難燃材料の代表的な材料は、合板を防火薬剤で処理した難燃合板である。これと同様、難燃ハードボードなど一連の木質系ボード類がこの種類に入る。また、厚さ7mm以上の石こうボードに化粧処理したものや、吸音ボードもこれに入る。ガラス繊維が52%以上ある薬剤処理のFRP板（ポリエステル）も認定区分に属している。

以上述べたような内装制限は昭和62年の法改正により緩和さ

れている。表 7.7 は改正後の内装制限を示している。主な改正内容は以下の通りである。

内装材料の法的規制としては法 35 条の 2 および施行令 128 条の 2 ～ 129 条に規定するとおりで、その概要は下記となる。

- ①一定の特殊建築物の当該用途に供する居室および通路
- ②一定規模以上の建築物（3 階建て以上かつ延べ面積が 500㎡以上、2 階建てかつ延べ面積が 1000㎡以上または平屋建てかつ延べ面積が 3000㎡以上）の居室および通路
- ③無窓の居室および通路
- ④ 火気使用室

これらの建築物または建築物の部分について、壁および天井の内装仕上に使用できる材料が表 7.7 に示すごとく制限されることになった。すなわち、イ)無窓居室についての合理化、ロ)スポーツ施設についての適用除外、ハ)共同住宅の住戸についての合理化、ニ)事務所等特殊建築以外の建築物についての合理化の 4 項である。イ)については平均天井高さが 6 m を超える場合、内装制限を受ける無窓の居室から除外された。これは、無窓の居室であっても天井高が高いものについては火災によって天井付近の温度が急上昇するおそれはなくフラッシュオーバーの発生要因となる天井面の爆発は燃焼が起こりにくいことが近年の防火研究により明らかになったためである。これにより、例えば展示室等は木質材料による内装ができるようになった。ロ)については、従来の学校や体育館の他にスポーツ施設を追加したものである。学校や体育館は一定の管理体制のもとで多数の人を短時間で避難させる構造をもっていることから内装制限が適用除外されていた。水泳場やスケー

ト場などの施設もその空間形態や利用形態の特徴から出火のおそれや火災拡大の危険が少なく、避難も容易であるのが一般的なので除外されたものである。この種建物の内装材料の使用量は大きいところから、今後の需要が期待されるところである。ハ)については、共同住宅を防火区画することで内装制限の適用が除外される床面積の上限を100㎡から200㎡に引き上げられた。これは、利用者が各住戸の構造を熟知している家族等に限定され、かつ住戸面積が増えてもその住居者が極端に増えることもないこと。また各住戸の独立性が高く直接廊下などの避難通路に面するなど避難安全性の高い施設であることから近年住宅規模の拡大という時代のニーズに応えたものである。ただし、高さが31mを超える部分については令129条4項の適用を受ける。このような緩和により鉄筋コンクリート造の共同住宅例えばマンションのようなものでは木質内装がより一層進むものと期待される。ニ)としては、100㎡以下の小面積ごとに防火区画され、かつ特殊建築物の用途に供しない部分の居室については、避難人員が少なく、火災の通知も早く区画外への避難経路も短い。区画外への延焼拡大危険も少ないなどの理由から内装制限を適用しなくてもよくなった。これによりオフィスビル内の会議室等の木質内装が可能となった。ただし、31mを超える部分については消防活動上の理由から従来どおりである。

以上述べたような、内装制限の緩和とともに、木質系材料メーカーの側でも難燃化、準不燃化への研究開発が活発に実施されていると考えられる。また、単に木質系材料の改善のみではなく、他の不燃材料との複合化を応用した内装部材の開発（木質系材料の良さを残すことが望ましい）等も考えられる。更には、スプリ

ンクラーの設置等により木質材料を内装部材に使用することも可能であろう。エレクトロニクスの発達には著しいものがあり、将来的にはセンサーや自動消化器の改良，発展も予測される。

いずれにしても，内装制限は木質系材料を内装として使用する場合のポテンシャルを制限するものであると考えられるため，それをクリアーするための継続的な研究が今後とも必要である。

7.3.2 施工体制の問題

例えば，マンションや鉄筋コンクリート造の公団住宅等の造作工事，内装工事を考えた場合，本来，金物の選択，防腐処理，間仕切り・床・天井・なげし，回り縁，押入，床の間等の工事には一定の技術が必要である。したがって，内装部材のなかの木質系材料の比率を高めるためには，施工体制を充実させる必要がある。また，一方ではシステム化した内装部材も多く開発される傾向にあり，このようなシステム化による供給体制の強化も必要であろう。施工組織，職人，材料メーカーの実態については調査が不十分であり，詳しい検討はできないが，内装部材のなかで木材の使用量を高めるためには，このような施工組織，供給体制等の側からのアプローチが重要であると認識された。

7.3.3 居住性の評価

最近，木質材料を内装部材として使用した場合の居住性に関する研究が多く実施されている。居住性の概念，居住性に関係する因子については複雑であると考えられるが，一例としては図7.12が提案されている。

具体的には，木目パターンの必理的効果，木材の吸放湿性，断熱性などの評価やそれが居住性向上に与える影響が研究されている。

カビやダニ発生等の問題を背景にコンクリート住宅において木質系床材が比率を高めているように、内装として木材を使用した場合の「良さ」を設計者や使用者に分りやすいよう

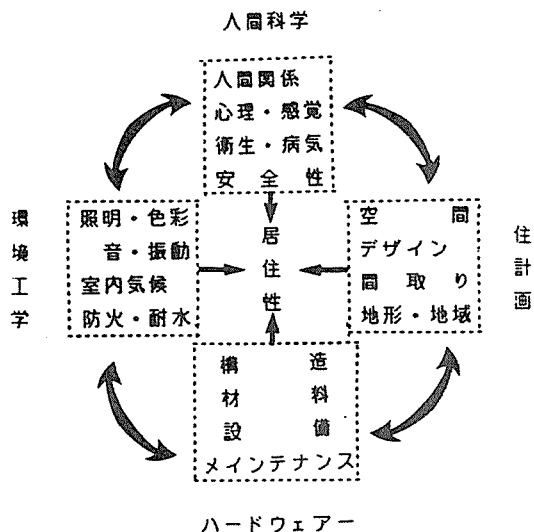


図 7.12 居住性に関与する諸因子

にすることが重要であろう。最近ではアスベスト含有建材に関する問題が顕在化している。戸建て住宅において木質材料の比率が高いことはある程度「木材の良さ」が認識されていることによると思われる。しかし、ただ伝統的に良いというだけでなく、データをもとに科学的に分りやすく「良さ」を説明することが、将来的に木質材料の需要を維持するため必要であろう。

8 家具・楽器

8.1 家具

- (1) 技術課題：家具
- (2) 技術課題の内容：木製家具製造の材料，製造技術，品質等に係わる技術の改良および開発の方向を明らかにする。
- (3) 技術水準

ア. 生産量

生産量の実態は分からない。品目別の生産額については，工業統計がある（表 8-1-1 参照）。

1. 製品出荷額：木製家具の総出荷額 約 1 兆 6,000 億円。

従業者 1 名当たりの製品出荷額は 800 万 - 2000 万円程度。

従業者 30 名以上の企業の平均は 約 1,600 万円/人である。

表 8-1-1 品目別木製家具の生産額

	生産額：百万円	企業数
木製机・テーブル・いす	3 7 3 7 7 3	3 5 5 3
木製流し台・調理台・ガス台	1 6 7 3 6 3	1 1 4 1
たんす	3 1 4 2 4 7	3 2 2 6
木製棚・戸棚	2 5 1 8 1 1	5 0 0 3
木製音響機器用キャビネット	8 4 0 3 2	2 6 4
木製ベッド	4 3 5 1 7	3 3 0
その他の木製家具	3 0 8 9 5 2	4 7 8 8

注) 通商産業省・昭和 60 年工業統計表 (品目編)

ウ. 事業所数

総事業所数 約12,000カ所。うち75%は 従業者9人以下の
零細企業。50人以上の企業は全事業所の4%に満たないが、全
製品出荷額の50%近くを占めている。

エ. 従業者数： 約13万人。

オ. 資本金

資本金200万円－5,000万円の企業が一番多い。

表8-1-2に資本金別の企業数を示す。

表8-1-2 家具製造企業の資本金

資本金（円）	企業数	製品出荷額（百万円）
～100万	365	26540
100万－200万	620	59080
200万－500万	1145	154474
500万－1千万	859	189186
1千万－5千万	975	568683
5千万－1億	105	129281
1億－10億	44	106104
10億－100億	19	88514
100億～	3	53526

注) 通商産業省・昭和60年工業統計表（企業統計編）

カ. 製品価格に対する原材料費の割合

製品出荷額に対する原材料費は50－60%の範囲にある。製品
出荷額に対する木材・木質材料費の割合は25－35%程度と推定

される。

キ. 材 料

国内産では、ブナ、ナラ、カバ、タモ、セン等を用い、ブナ、ナラの使用量が圧倒的に多い。表面材や構造材には、ブナ、ナラ、カバ、ケヤキ、サクラ、セン、イタヤカエデ等を、内張り材にはキリ、カツラ、ホオノキ、シナノキなどを用いる。地域性のあるものでは、シイ、クス、クリ、クワなどいろいろな樹種も用いる。

輸入材では、チーク、ラワン、ラミン、ローズウッド、マトア、ウォールナット、シタン、コクタンなどが表面材や構造材として用いられ、ジョンコン、ラワン、ラミン、ジェルトンなどが芯材として用いられる。最近、ゴムノキが東南アジアから輸入され、ブナの代替品として利用されている。

木質材料では、パーティクルボード、合板、LVLなどが、つき板を貼る場合の台板やフラッシュパネルの芯材として用いられる。MDFは表面の加工性と塗装性が良いので、最近、家具用材として多く利用されている。また、テーブルの天板などに集成材を使用するようになっている。

接着には、酢酸ビニルエマルジョン、ユリア樹脂、ビニルウレタン、ホットメルト、レゾルシノール樹脂、エポキシ樹脂、シアノアクリレート樹脂、ゴム接着剤などを用途によって適宜使い分けている。最近、ビニルウレタン系の接着剤をいろいろなところで使うようになっている。

塗装には、セルロース系ラッカー、ポリウレタン、ポリエステル、ポリアミド、アクリル塗料を適宜使い分けている。表8-1-3に木工用塗料の市場価格を示す（1988年4月現在）。

表 8-1-3 木工用塗料の市場価格 (1988・4)

(単位: 円/Kg)

① ニトロセルローズ系ラッカー		② ポリウレタン樹脂塗料	
下塗り	900-1000	下塗り	800-950
中塗り	400-550	中塗り	550-850
上塗り	450-650	上塗り	850-1000
③ ポリエステル樹脂塗料		④ アミノアルキッド樹脂塗料	
中塗り	500-1200	中塗り	400-550
上塗り	1000-1500	上塗り	500-650

(4) 製造工程

ア. 工程図

図 8-1-1 に家具の製造工程を示す。

付録資料は、多品種少量生産にむく収納家具向けの生産ラインとして提案された標準レイアウト（作業人員約 60 名，日産 20-25 セット）を示す（全国木工機械工業会：昭和 62 年）。

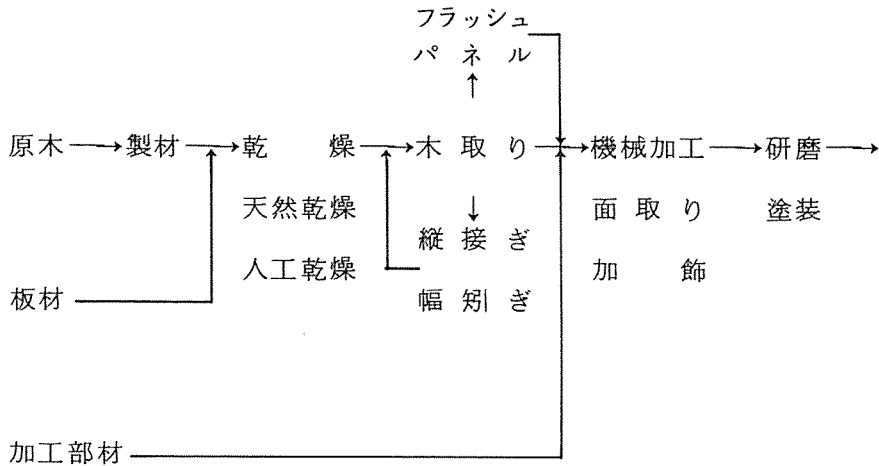
イ. 工程上の技術改善課題

① 板材の選別

目視で行われているが，自動化が行われれば処理速度の向上とともに歩留まりの向上が期待できる。

② 木取り加工の効率化：最も人員配置の多い工程の一つ。

作業者が目視で欠点を除去し寸法決めをしている。落とし材からの縦接ぎ幅矧ぎの自動加工など，省力化が望まれる工程である。

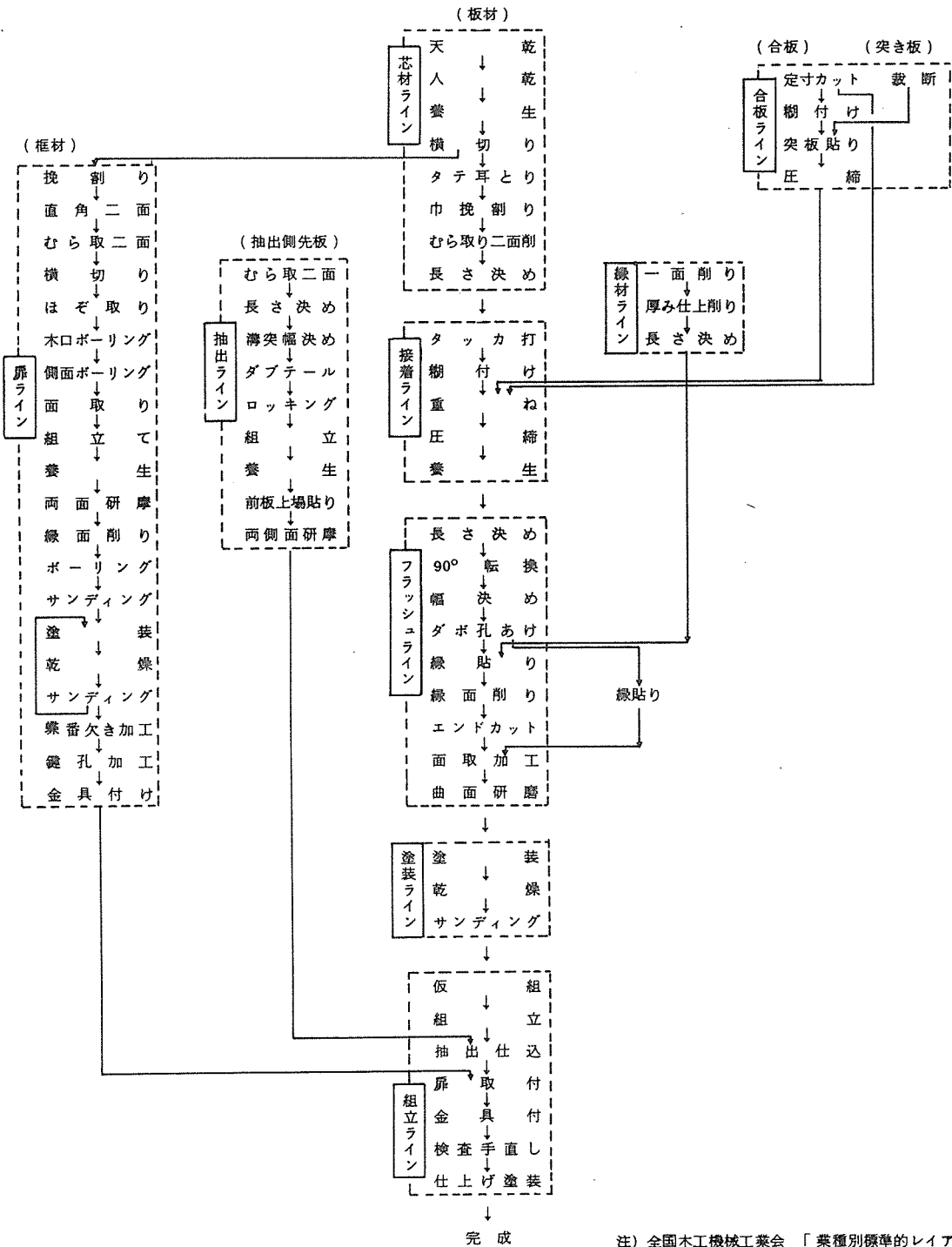


→組み立て→検査→出荷

図 8 - 1 - 1 家具の製造工程

- ③ 機械調整の効率化：刃物の研磨や機械への取り付け調整に時間がかかる。
- ④ 接着工程の短縮と接着機械の保守の改善：短時間常温硬化接着剤の開発や高周波接着技術の改善。塗布機械の掃除が簡単に出来る接着技術の開発。
- ⑤ 塗装・調色技術の改良
 塗装は技能的要素が大きく，熟練作業者が得にくくなっている。自動塗装機械も開発されてきているが，木地仕上げ等の場合の調色は作業者の勘に頼らざるをえない。
- ⑥ 研磨の効率化：モルダとサンダの複合機の開発や立体的な表面が研磨できるサンドペーパーに依らない研磨方法の開発。
- ⑦ 加工不良の検査と補修方法の改善：

収納家具の生産工程図



現在は、人手に頼っている。

⑧ 組み立ての自動化

最も人手のかかる工程の一つである。

⑨ 少ロット生産体制の確立：フレキシブルな製造ラインの構成。

(5) 製品品質

ア. 価 格

応接セット：12－30万円（平均で20万円程度）である。国産では100万円程度まで。輸入品は300－400万円程度まである。

ダイニングセット：6－80万円程度まで、各種ある。

婚礼セット：60－70万円程度が平均的で、表面が漆塗りになると300－400万円程度までである。日本独特のものである。

桐たんす：一竿100－150万円程度、たんすの場合は一對になるから200－300万円程度になる。

家庭用学習机：5－10万円。

イ. 競争力と家具業界をとりまく状況

① 円高による輸入家具・家具部材の増加：輸入木製家具の総額は国内の製品出荷額に対して約4%程度で、金額的にはまだそれほど多くない。しかし、NICSは技術水準の向上と割り安さを背景に、ヨーロッパは先端デザインを生かし高級オフィス家具・椅子などの輸出を考えている。

表8-1-4、5に家具の輸入の現況を示す（1987年：大蔵省税関統計）。家具全般にわたって、台湾からの輸入が際立っている。高級皮張りのいすはイタリアから、籐製品は東南アジア諸国からの輸入が際立っている。図8-1-2に最近のイ

タリアからの家具の輸入推移を示す。また最近、東南アジア諸国からの家具用部材の半加工品の輸入が増加している。皮張りの椅子や籐製品は国内に資源が無いのでほとんど製品として輸入されるが、その他の木製家具においては、製品輸入の割合は25 - 30%と推定される。

② 大手異業種企業の参入：家電産業，住設機器産業，住宅産業などが家具を扱うようになってきている。住宅産業は，家具・インテリアを含めて総合製品として住宅を販売するようになってき

表 8 - 1 - 4 家具輸入の状況 (1987)

(単位：千円)

① いす・その他の腰掛け		② その他の家具	
皮張り	3 6 2 5 1 7 4	唐木	1 3 9 6 7 8 4
	1 0 3 3 7 8		1 8 7 4 8 2
籐	5 6 9 9 6 1 7	籐	1 6 5 4 6 0 2 5
	8 1 0 0 4		5 4 9 7 2
その他	1 3 0 4 0 8 2 7	その他の木製	2 3 1 3 3 5 8 4
	3 7 7 1 6 7 1		5 3 8 4 7 6 9
		卑金属性	3 8 7 9 5 8 6
			7 4 2 6 1 1

注) 上段は製品輸入額，下段は部品輸入額を示す。なお，統計では床において使用するものが対照となり，壁にかけて使用するもの，ベッド，病院用机・戸棚等は除く。

唐木：花梨，柘，タガヤサン，紅木，紫檀，または黒檀（しま黒檀を除く）
 (昭和 62 年大蔵省・税関統計)

表 8-1-5 家具輸入の主要相手国 (1987)

(単位：千円)

ア) いす・その他の腰掛け

① 皮 張 り

イ タ リ ア	1 1 0 8 5 2 6
シ ン ガ ポ ー ル	4 8 7 2 8 2
タ イ	4 4 1 3 3 0
イ ギ リ ス	3 5 0 9 7 5
ド イ ツ	3 4 0 4 0 2

② 籐

台 湾	4 3 3 9 2 4 1
タ イ	6 8 9 8 6 3
イ ン ド ネ シ ア	2 5 6 0 0 2
中 国	2 5 0 9 6 7
ポ ー ラ ン ド	3 4 2 5 2

③ そ の 他

台 湾	3 0 0 8 5 4 3
ド イ ツ	2 4 2 9 2 4 3
イ タ リ ア	1 5 7 9 5 5 0
U S A	8 9 7 8 0 3
デ ン マ ー ク	5 3 7 9 7 5

イ) その他の家具

① 唐 木

台 湾	4 8 0 4 9 6
タ イ	4 0 0 4 2 6
中 国	2 9 6 8 8 2
香 港	9 2 6 3 5
韓 国	4 1 3 9 7

② 籐

台 湾	1 4 8 3 3 2 9 1
イ ン ド ネ シ ア	9 3 9 4 2 4
フ ィ リ ピ ン	3 7 7 9 4 5
中 国	2 2 8 0 0 5
香 港	7 3 6 7 7

③ その他の木製

台 湾	8 9 3 8 7 0 7
イ タ リ ア	2 9 5 8 5 6 6
韓 国	2 8 8 1 3 2 0
ド イ ツ	1 7 2 1 4 5 1
U S A	7 8 9 3 4 4

④ 卑 金 属 製

台 湾	2 0 2 8 9 8 0
U S A	4 9 0 5 1 2
韓 国	4 2 9 8 3 1
中 国	8 8 2 7 9
オ ラ ン ダ	7 0 1 4 2

注) 昭和 62 年大蔵省・税関統計

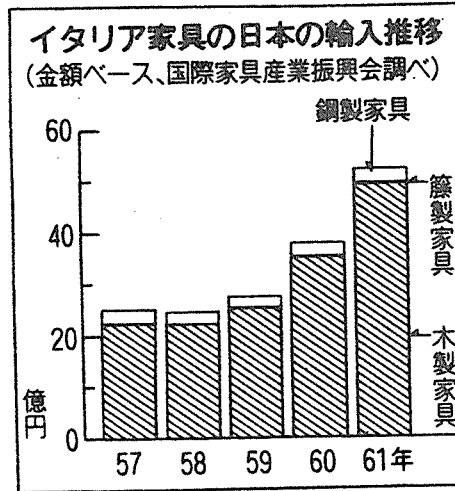


図 8-1-2 日本へのイタリア家具の輸入の推移

ている。

- ③ 住宅設備機器分野への進出：木製家具の主力分野である婚礼家具が低迷（婚姻組数の減少）しているので、家具業界のもつ高い技術力が生かせるシステムキッチン、間仕切収納家具等の生産に進出し始めている。地域の家具工業組合でもこの取り組みが始まっている。地域的には、既製品家具の生産よりもデパートや住宅工務店などの下請けで注文の内装家具の仕事をおこなうことが多いところや、婚礼家具などの季節ものの端境期に住設機器の仕事をするところもある。

図 8-1-3 に最近のシステムキッチンの出荷状況を示す。低価格の簡易型を中心に売り上げを伸ばしている。マンション等の集合住宅での採用が影響しているとされている。

(6) 原材料の供給と展望

無垢指向を反映して、ブナ、ナラ、カバ、ニレ、ケヤキ、サクラ

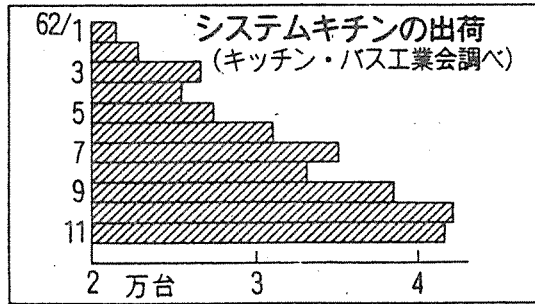


図 8 - 1 - 3 システムキッチンの出荷状況

などは全国的に使用されている。しかし、これらの広葉樹の優良大径材が年々減少して価格が高騰し、調達に困っているのが各メーカーの悩みである。

その対応策として、これらの樹種の代替に外国産樹種を導入しようとする企業が増えてきている。ナラの代替としては北米産のナラ（ホワイトオーク、レッドオーク）、ブナではヨーロッパブナやゴムノキ、センヤクシオジの代替としてアメリカセン、タモなどを、キリは台湾・中国産のものを輸入している。

この他、ペンシルシーダー、マホガニー、モアビ、イゲム、オールダー、イエローバーチ、カポール、ジュルトン等多くの樹種が輸入され、家具に使用されている。

木質材料では、安くて値が安定していることから芯材としてパーティクルボードがよく使われる。最近、東南アジアからの輸入があり、残留ホルマリンで問題が起こった。合板は、価格が乱高下するため嫌う向きがある。

最近、原木の輸入に代わり、東南アジアから半加工の家具部材の輸入が増加してきている。不良品や端材となる部分に費用をかけて輸

入し、処分するより、必要な部品を輸入したほうが効率的であるという判断による。日本から技術者の派遣を行ったり現地に工場を進出させ、品質水準の維持に努めている企業もある。

(7) ユーザの品質・性能に対する要求と対応

- ① 個性化：ユーザの生活意識が変化し、自分の感性や暮らしにあった商品を買うようになった。 →デザインの多様化（デザイン開発支援ツールの開発）、少ロット生産体制の確立、使用樹種の多様化（加工技術の開発）。
- ② 高級指向：生活に対する潤い、高価格でも自分の感性にあったものを買う。 →本物指向。無垢材料の使用。薄塗り、木質感仕上げ家具の製造。
- ③ 機能性 →空間を有効に使うシステム家具の開発（システムキッチン、ウォークインクローゼット、システム収納家具等）。オーディオビジュアルAV家具。オフィス用木製家具。ロックダウン方式の家具の開発。
- ④ 快適性：オフィスが生活の場として考えられるようになって来たことを反映し、潤いのある木質OA家具が注目されている。
- ⑤ ファッション性 →デザイン。表面加工処理。異種材料との複合。
- ⑥ 性能保証 →アフターケアの充実、性能保証規格・制度の充実

(8) 家具の品質保証制度

目的：消費者の利益の保護，産業の育成。

企業に対する規制及び誘導，消費者に対する教育及び情報提供のために以下の分類の制度がある。

- a. 法律に基づく政省令で定められたもの，

- b. 法律等に基づくが申請は事業者の任意によるもの,
 - c. 業界団体の自主規定。
- ① Sマーク制度（a）：消費生活用製品安全法特定製品制度
乳幼児用ベッドが該当する。合格しないと販売できない。
 - ② 乙種電気用品制度（a）：㊦マーク
電灯付き家具，コンセント付き家具が該当する。
 - ③ 家庭用品品質表示制度（a）
政令で定める家庭用品（机・卓子，椅子・腰掛け・座椅子，タンス）が該当する。表示事項：外形等寸法，使用材料，表面加工，取り扱い上の注意等。
 - ④ J I S マーク制度（b）
学校用家具，会議用テーブル（いす），住宅用収納家具，住宅用普通ベッド，家庭用学習机（いす）等が該当する。
 - ⑤ S G マーク制度（b）：消費生活用製品安全法認定製品制度
乳幼児用ベッド，乳幼児用ハイチェア，二段ベッド，食器棚及び育児用タンスが該当する。
 - ⑥ B L マーク制度（b）：優良住宅部品認定制度
内装システム，収納ユニット，キッチンキャビネット，洗面化粧ユニット等がある。
 - ⑦ 伝統マーク制度（b）：伝統工芸品表示制度
指定品には，岩谷堂簞笥，名古屋桐簞笥，京指物など多くの伝統家具がある。
 - ⑧ G マーク制度：グッドデザイン商品選定制度

(9) 家具製造における加工技術の概要

ア. 乾 燥

乾燥は、材の狂いや製品の割れ防止、接着不良の防止の上から、家具製造においては最も重要な技術である。最近の消費者の無垢指向と製品納期が短くなってきていることから、各メーカーにおいても乾燥による材の狂いや割れの発生対策に腐心している。自社乾燥の場合、天然乾燥と人工乾燥を行っているところが多い。天然乾燥材のみを用いるメーカーもある。

最近では、自社で乾燥・木取りするより、乾燥材やプレカット材を購入したほうが歩留まりや材料のストック、輸送費が掛からないので、手間と経費をかけないように乾燥木取り材を用いるメーカーも増えてきている。

イ. 切削加工

欠点落とし、厚さ決め、長さ決め、幅決め、接合面仕上げ切削、表面仕上げ切削、面取り、加飾などの切削加工が行われる。クロスカットソー、丸ノコ盤、プレーナー、モルダー、ルーター（NCルーター）など単能機が用いられており、部分的な自動化しか進んでいない。NCルーターの導入はかなり進んでいる。

ウ. 接 着

家具製造では種々の接着が行われる。

① 化粧材（つき板）の接着

ナラ、チーク、ローズウッドなどのつき板（0.2－0.6mm程度）を台板に接着する。酢酸ビニルエマルジョンやユリア樹脂または両者を混合して使用し、熱圧する。

② フラッシュパネルの接着

芯材にはパーティクルボード，ランバーコア，合板，LV L，MDF等を用い，酢酸ビニル樹脂やユリア樹脂を用いて面材を接着する。

③ 面縁材の接着

作業効率が良いホットメルト接着剤がよく用いられる。耐熱，耐候性に問題がある。最近，酢酸ビニル系の速硬性接着剤を用いた自動バインダも使うようになっている。

④ 矧ぎ接ぎ

最近，ビニルウレタン接着剤が広く使われている。高周波接着により高い作業性が得られるが，高周波の技術が理屈どうりにいかないことから敬遠し，常温接着を行うところも多い。

⑤ たて接ぎ

ミニフィンガージョイントが多く用いられる。コア材として使う場合には問題にならないが，机などの天板に使う場合は接合部のラインが受け入れにくい用途もある。

⑥ 組立接着

だば接合，ほぞ接合，あり接ぎ等が行われる。最近，ミニフィンガージョイントも用いる。

⑦ 成型接着

曲面加工の椅子や座たく，テーブルの脚などの成型に用いる。ユリア樹脂接着剤を用いて高周波接着などを行う。

エ．塗装・研磨

ニトロセルロース系ラッカー，アミノアルキッド樹脂，ポリウレタン，ポリエステル樹脂塗料を使い分けている。最近，ポリウレタン塗料を使用するところが多いが，無垢材に対しては材の

伸縮に耐えるニトロセルロース系ラッカーを用いるところも多い。

製品価格に占める塗料の割合は3－5%程度と推測される。

塗装は家具製造のなかで、最も技能的要素の大きい工程の一つである。無垢指向で木地仕上げが多くなり、材色の違いや材色むら、塗料の吸い込み具合を判断して調色するのに技能を要する。

ポリエステル塗装は、硬い塗膜が出来ることから、高付加価値の塗装にも使用される。UVを用いると6H－7H程度の硬度も得られる。UVによる硬化は、短時間で硬化するので作業効率が良いが、コストが高い。

最近、遠赤外線硬化も注目されている。通常の塗料が使用でき、塗装の硬化時間を短縮できる特徴がある。

塗装ロボットによる自動化を行っている企業では、通常のレシピプロ機の補助としてロボットを活用し、成功している。

研削は、研削ベルトを用いて行っているが、人手に頼る工程である。塗膜の厚さが薄く、薄いつき板(0.2mm程度)を用いたり表面が立体的である等の理由で自動化が難しく、作業員の勤に頼っている。

(10) 加工技術の改良・開発の必要性と方向

多様化・高級化する消費ニーズへの対応、生産の合理化、円高によるNICSやヨーロッパの製品の輸入への対応、木作業員の質的变化、労働環境の改善に関してさまざまな技術の改良・開発が望まれている。

- ① 乾燥による歩留まり低下の改善，くるいの抑制
- ② 木材中及び加工によって発生する欠陥の自動探査機械の開発
特に目に見えない割れは塗膜の割れの原因となる。内部に隠れ

た欠陥は木取り加工の時に現われて問題となる。接着不良の検出も重要である。

③ 木取り加工等の自動化

最も人手のかかる工程の一つである。

④ 信頼できる高周波式含水率計の開発

水分状態の把握は、材料のくるとや接着不良を無くすために重要である。現場作業員の質が低下してきており、含水率計によるチェックに頼らざるをえない状況がでてきている。

⑤ 自動調整機能を備えた加工機械の開発

研磨した刃のセット位置の調整に非常に時間を要する。調整の段取りの要らない機械の開発が望まれている。

⑥ 一液性で短時間に常温硬化する木工用接着剤の開発

短時間硬化に高周波接着を利用するが、装置の改善が理屈どおりにいかない。故障すると修理がたいへんである等の理由で高周波接着に代る常温硬化の接着剤を望む声が多い。ビニルウレタン接着剤は作業後の塗布機械の掃除に時間がかかり、改善が望まれている。

⑦ 曲げ木特性の判定法

家具では、しばしば曲げ木加工を行う。樹種別の曲げ木特性ではなく、同じ樹種の部材で一本ごとの適性を判断する方法の確立が望まれている。

⑧ 塗装の調色予測法の開発

材色、塗料の吸い込み具合の違いによって乾燥後の色が異なる。経験によっておおよそ判断しているが、作業者の質的低下を考えると効果的な判断法の確立が望まれている。

⑨ 騒音の小さい加工機械の開発

防音カバーのような中途半端な対応ではなく、発生音が小さな画期的な機械の開発が望まれている。

⑩ ノックダウン方式による生産

ヨーロッパで進んでいる。日本でも食器棚や書棚にはこの方式の家具が市場に出ている。生産・販売面のメリットとしては、製造・貯蔵・輸送が簡単、消費者のメリットとしては、価格が安い、移動が簡単、修理が簡単などの点がある。

(11) 最近実用化された技術・製品および開発研究

① 高性能木材乾燥システム

家具工業向けの完全自動運転が行えるシステムで、代替エネルギーとして燃料に木屑、木質ペレットを用いるもの。

(昭和63年：中小企業事業団)

② 木製家具用塗装ロボットシステム

脚ものの家具の静電塗装と塗装ロボットを開発した。

(昭和60年：中小企業事業団)

③ 木製家具用自動研磨装置

曲面を有する部材端部の素地及び塗膜の研磨を行う自動研磨装置の開発。(昭和63年：中小企業事業団)

④ マイクロ波による家具接合部の接着

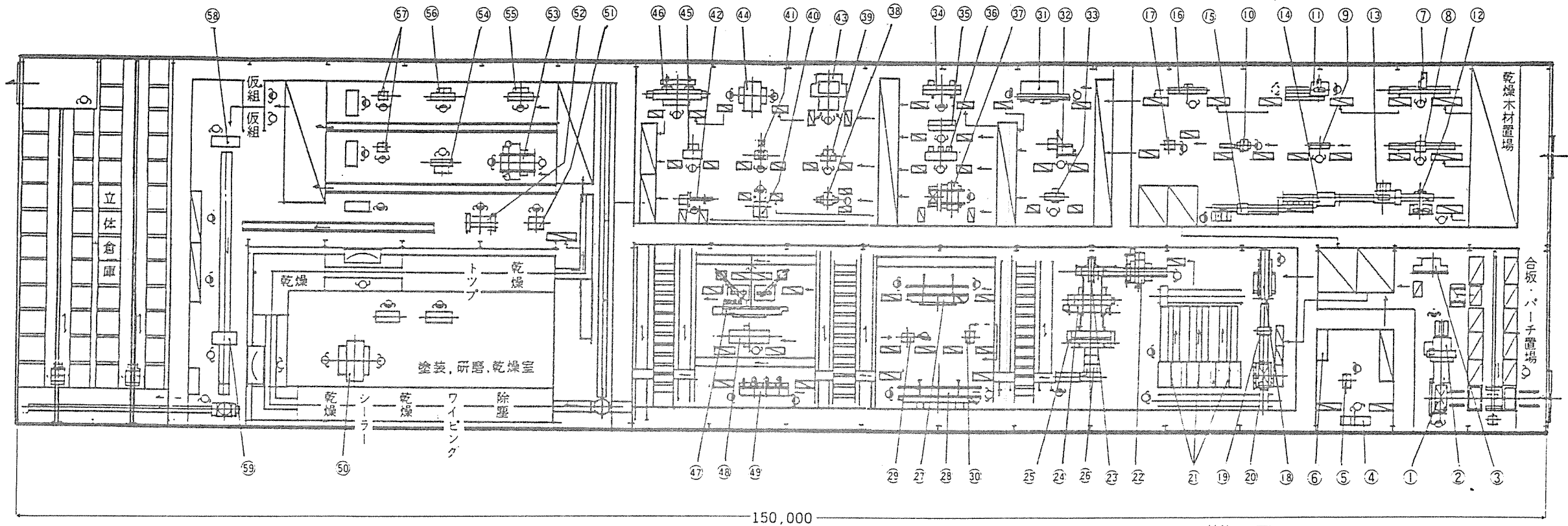
家具用フラッシュパネル、木口接着およびだば接合へのマイクロ波応用技術の開発。

(昭和62年：鳥取県工業試験所・静岡県工業技術センター)

⑤ 木材含浸着色法の開発

木材に染料を染み込ませ、内部まで着色させる方法。部分着色

主要家具をモデルとした全体レイアウト



(社)全国木工機械工業会(井本二郎会長)

全体レイアウトの機械設備名

「業種別標準的レイアウト」

番号	機械名	台数	備考	番号	機械名	台数	備考	番号	機械名	台数	備考	番号	機械名	台数	備考
1	材料投入装置	1		16	自動直角二面かん盤	1		31	モルタ	1	マイコン制御	46	ダブルレット式NCルータ	1	16機2枚加工 クフルテーブル式 ロボット式
2	トリミングソー	1	マイコン制御	17	昇降丸のこ盤	1		32	テーブル移動横切丸ノコ盤	1		47	複合NCルーター	1	
3	パネルソー	1	定規デジタル制御	18	ステッチングマシン	1	デジタル制御	33	側板加工機	1		48	立形多軸ボール盤	1	
4	ギロチン	1		19	グルースプレッダ	1	両面式	34	留材加工機	1		49	プロファイルサンダ	1	
5	グルースプレッダ	1	片面式	20	パネル検取装置	1	合板自動投入装置付	35	木口ホーリング	1		50	レベルサンダ	1	
6	ホットプレス	1		21	フラッシュプレス	3	テーブル分割式	36	側面ホーリング	1		51	テーブルプレス	1	
7	クロスカットソー	1		22	ダブルエンドテナー	1	マイコン制御	37	サイジングホーラー	1		52	ダブルサンダ	1	
8	ジャンピング式クロスカットソー	1		23	90°方向変換装置	1		38	超仕上かん盤	1		53	両面ダブル打機	1	だぼ、糊
9	手押かん盤	1		24	ダブルエンドテナー	1	マイコン制御	39	自動角のみ盤	1		54	立型サンダ	1	
10	自動一面かん盤	1		25	ポデーホーリングマシン	1	マイコン制御	40	自動ダブルテーブルマシン	1		55	木工横フライス盤	1	
11	リップ	1	リターン装置付	26	先取装置	1		41	ルータ	1	ヘッド昇降式	56	カギ穴加工機	1	
12	材料投入装置	1		27	片面緑貼機	1	ホットメルト用	42	片面だぼ打機	1		57	卓上ボール盤	2	
13	キャングリッパ	1		28	片面緑貼機	1	酢ビ用	43	高周波接着機	1	枠組	58	ポデープレス	1	
14	むら取式二面かん盤	1		29	エッチホーマー	1	直線用	44	ワイドベルトサンダ	1		59	結束機	1	
15	定尺クロスカットソー	1	送材マイコン制御	30	軸傾斜丸のこ盤	1		45	面取盤	1	送り装置付				

主要モデルの工場規模

作業人員 約60名
 生産数量 20~25セット/日
 下台 350,000円
 工場スペース 幅36×長150m

も可能である。（昭和62年：栃木県工業技術センター）

- ⑥ コンピュータによる低価格の家具簡易デザインシステムの開発
図形処理用コンピュータとカラーシミュレータを使って画面上
で木の質感まで表現するもの。1000万円程度で通常のCADシ
ステムの数分の1ですむ。（昭和63年：岐阜県工芸試験場）

⑦ 開発中の技術

「木製品（家具等）の高機能自動生産管理システムの開発」
画像処理による欠点の検出，木理の認識，色調などの読み取り
を行い，木取り，塗装，研磨まで自動生産するシステムの開発。

（昭和60－63年：中小企業庁地域システム技術開発事業，広
島県東部工業技術センター）

⑧ 開発中の技術：「木工用の紫外線（UV）塗装技術の開発」

ロボットを使い，ハードコートのウレタン・アクリレート塗料
をUV照射で短時間に硬化させる方法の開発。

（昭和63年：徳島県工業試験場）

(12) 需要拡大に向けての方策

① 多様化・高級化する消費ニーズへの対応

デザインの多様化，製品の高品質化，オーダー家具の生産への
対応，品質保証やアフターサービスの向上。

② 家族のライフステージの転換時期や家の建て替え・増改築をね
らった家具需要の掘り起こし

関連異種業界との提携，情報交換などによる市場の開拓。

③ より機能性の高い家具へ

システム収納家具，ノックダウン方式の家具の開発等。

④ 住宅設備関連分野への参入

システムキッチン，ウオークインクロゼットなど家具分野の得意な住設機器製造への参加。

⑤ O A家具分野への進出

ハイテク化されたオフィスの環境変化。オフィスに木質家具で潤いを与える。

⑥ 消費者に向けての情報提供

画像表現を用いたユーザへのレイアウトのプレゼンテーション（コンピュータによる画像処理ソフトの開発）。業界団体の消費者向けの啓蒙・普及活動。

8.2 楽 器

(1) 技術課題：楽器

(2) 技術課題の内容：工業生産レベルにおける楽器製造の材料，製造技術，品質などにかかわる技術の改良および開発の方向を明らかにする。ここでは，主としてピアノ，バイオリン，および琴の製造について取り上げる。

(3) 技術水準

ア. 生産量

主要製品につき表8-2-1に示す。全般に輸出依存度が高い。最近，円高の影響を受けN I C Sなどの製品の伸びが著しい。エレキギターのメーカーでは，韓国やアメリカで生産し，日本に逆輸入する企業もでてきた。

イ. 製品出荷額

主要製品につき表8-2-1に示す。製品単価の高いピアノのウエイトが大きい。

表 8 - 2 - 1 主要楽器の生産量および製品出荷額

品 目	生産台(本)数	出荷額(百万円)	輸出台数/出荷台数(%)
ピ ア ノ	287,195	113,096	29.7
電 気 ピ ア ノ	79,657	7,440	33.3
オ ル ガ ン	16,010	862	0.4
電 子 オ ル ガ ン	236,467	57,744	50.2
電 子 キ ー ボ ー ド	1,054,457	48,133	83.2
木 ・ 金 管 楽 器	226,612	15,211	50.4
ギ タ ー	256,113	4,292	73.4
電 気 ギ タ ー	465,105	11,042	61.7

*通産省「昭和60年雑貨統計年報」(従業者20名以上の企業統計)

ウ. 工場数: 約1,000社

ピアノ 約20社, ギター 約40社, オルガン 2社, その他の邦楽・洋楽器・楽器部品 約900社。(うち従業者1-3人の企業は約300社で, 製品出荷額は全体の0.5%程度である)。

エ. 従業者数

約28,000人(昭和59年工業統計による)。実効数は数倍程度と考えられる。業界最大手のA社は13,000人(木材加工部門850人), B社は6,000人である。

オ. 資本金

業界大手のA社は135億円, B社は36億円である。楽器製造のほかにも家具・スポーツ用品などの分野を総合的に手懸けているが, 売り上げの60%程度はなんらかの形で楽器製造に関係している。

カ. 原材料費の割合

製品出荷額に占める原材料使用額は、50 - 60%程度である。

木材の占める割合は、ほとんど木質であるバイオリンや琴と金属部品を多量に使うピアノでは相当に違うと思われる。ピアノでは、およそ半分程度が木質材料で占めると推定される。

キ. 材 料

楽器に使用される樹種は、楽器の種類によってほぼ限定されている。代表樹種は、スプルース、アカエゾマツ、ベイスギ、キリ、カエデ、カバ、カリン、ローズウッドなどで、多くが輸入材である。楽器別の主要樹種は、表8-2-2のとおりである。

(4) 製造工程

ア. 工程図 ピアノ、バイオリン、および琴の製造工程を図8-2-1～8-2-3に示す。

表8-2-2 楽器に使われる代表的樹種

楽 器 名	部品名	代 表 的 な 樹 種
バイオリン	表板	スプルース (フィヒテ)
	裏板	シカモア, カエデ
ピ ア ノ	響板	スプルース, アカエゾマツ
	鍵盤	アカエゾマツ, エゾマツ, スプルース
ギ タ ー	響板	スプルース, ウェスタンレッドシーダ
	裏板	ハカランダ, ローズウッド, アフリカンマホガニー
マリンバ, 木 琴*	音板	ホンジュラスローズウッド, アフリカンパドック, オノ オレカンバ, カツラ*, ホウ*
箏	甲	キリ
三 味 線	棹	紅木, カリン, アカガシ

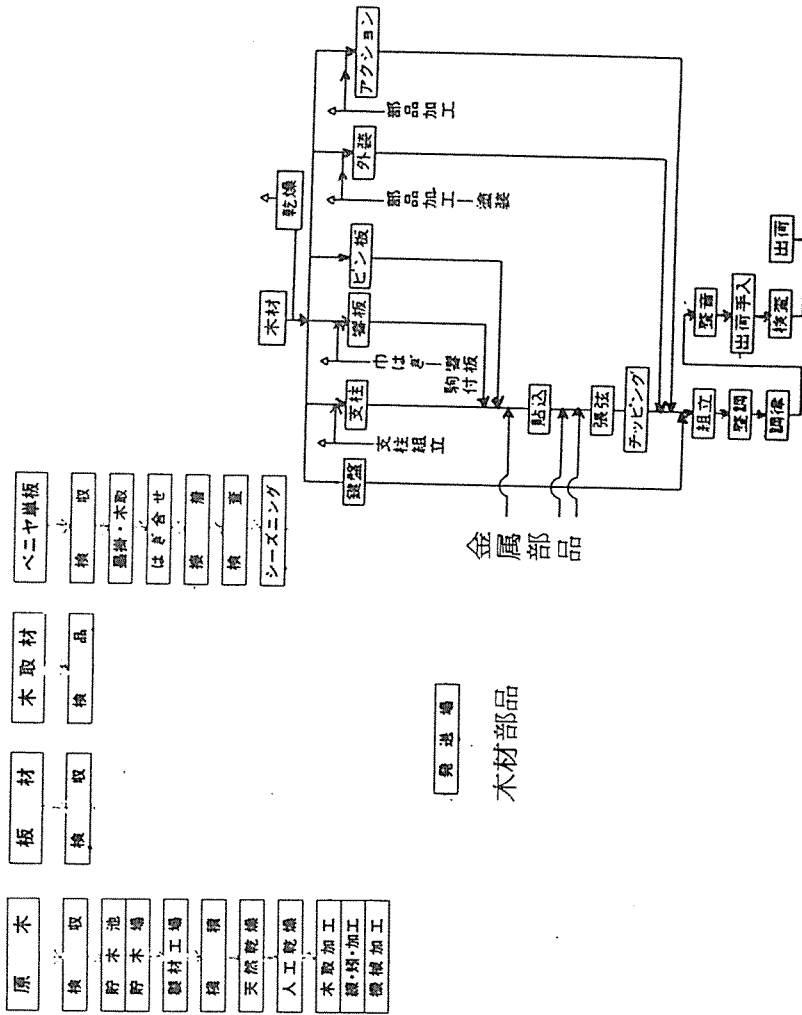


図 8-2-1-1 ピアノの製造工程

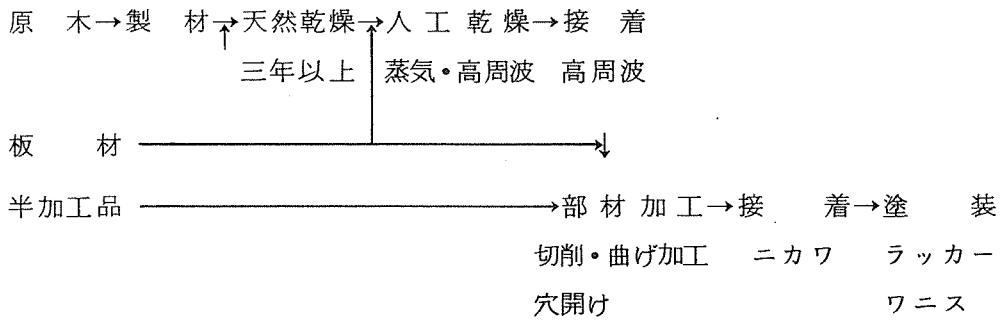


図 8-2-2 バイオリン製造工程

現在，工業的な生産を行っている企業は 3 社で，月産約 2,500 台のバイオリンが生産されている。

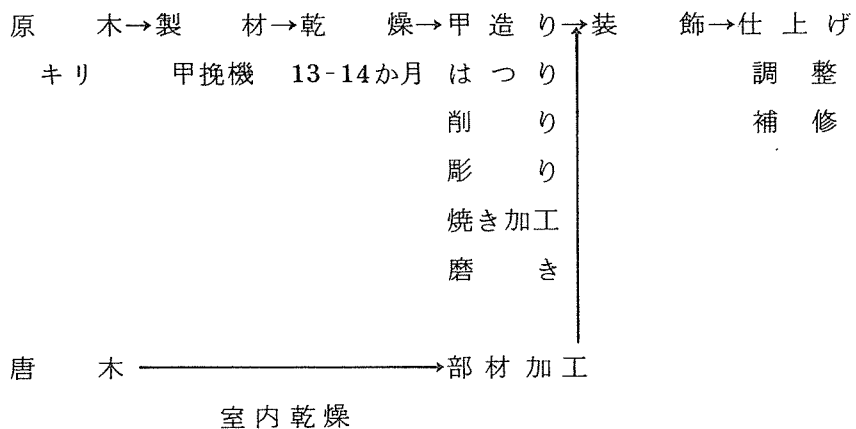


図 8-2-3 琴製造工程

広島県福山市では年間約 20,000 面の琴が生産され，全国の生産量の 75 % のシェアを持っている。

イ. 工程上の技術改善課題

① 歩留まりの向上：

ピアノ工場では，縦継ぎ，幅矧ぎ，積層などの集成化により

相当の努力がなされているが、落し材からの自動加工が望まれている。バイオリンや琴の工場では、集成化を行うことはない。

② 切削加工

NC機械の導入→琴や三味線の部材加工（硬い唐木の複雑な加工）に利用され効力を発揮している。バイオリン工場では、安いシーケンス制御の単能機を開発し、経済性の面からNC機械の導入は考えていないようである。

挽きみちの少ないのこの開発→歩留まり向上につながる。

切削工程の簡略化→切削面のきれいなノコの開発により接合部の仕上切削が省略できる。

③ 接着

接着時間の短縮→常温短時間硬化型接着剤の開発，高周波接着技術の改善。高周波接着の場合，大きなものでは理論どおりの加熱が難しいので敬遠する向きがある。プレス板への部材の張りつきの防止，塗布機械の洗浄や廃液処理の簡略化が出来る接着剤や塗布機の開発が望まれている。

④ 自動組み立て：

生産性の向上のため，大手ピアノ工場では現在でも自動化が進んでいる。B社の組み立て工場では，日産約300台の生産を5年前の800人体制から500人体制にしたが，さらに目標400人体制を考えている。

(5) 製品品質

ア. 価格

ピアノ：アップライト40－100万円，グランド80－100万円（コンサート用300－800万円）

ギター：普及品^{*)} - 4万円，中級品 5 - 20万円，高級品20万円 -

*) 普及品は，表板につき板張りの合板を用いたものである。

バイオリン：普及品^{*)} 4 - 5万円，中級品 7 - 15万円，高級品 20 - 100万円

*) 普及品はプレスバイオリンと称され，熱圧して表板の成形をしたもので，主として輸出用である。

琴：1号 7 - 8万円，8号 100 - 300万円

イ. 競争力

① 「外国製品に対する比較」

アップライトピアノ (日) 40 - 100万円 max. 140万円
(欧) 200 - 800万円
(韓国) 日本の70%

グランドピアノ (日) 80 - 200万円 max. 800万円
(欧) 600 - 1400万円

ヨーロッパにおける日本のピアノの評価は，上の下から中の上程度である。韓国，東欧のものは，下の評価を受けている。韓国の生産量は多く，二社ではほぼ日本の生産量に匹敵するピアノを製造しており，その70%をアメリカ，ヨーロッパに輸出しているが，日本への輸入はまだ少ない(年間6,000台程度)。

バイオリンは，東欧諸国(チェコ，東ドイツ，ルーマニア)などからも安いものが輸入されている。中国製のものは極端に安い。

表 8 - 2 - 3 に楽器輸入の現況を示す（1987年大蔵省税関統計）。ピアノの輸入台数では韓国が圧倒的に多いが、金額ではドイツ・オーストリアが韓国をしのいでいる。韓国製が一台あたりの金額が約14万円であるのに対してドイツ・オーストリアのものは約300万円である。弦楽器については、輸入台数では台湾が圧倒的に多く、金額ではEC（イタリア、ドイツ、

表 8 - 2 - 3 楽器輸入の現況

① ピアノ		(台数)	(金額：千円)
合	計	7 5 9 1	2 1 3 2 9 4 0
韓	国	5 9 3 3	8 3 5 0 8 2
ド	イ ツ	2 4 3	7 0 8 2 5 1
オ	ー ス ト リ ア	6 6	2 1 8 1 4 2
U	S A	2 6 4	1 7 2 4 0 6
ソ	連	8 7 5	1 1 8 8 2 1
② 弦 楽 器		(個数)	(金額：千円)
合	計	5 3 2 1 3	1 7 0 5 2 5 1
イ	タ リ ア	6 6 5 4	4 2 5 6 6 8
台	湾	3 1 8 4 5	3 4 1 8 2 0
ド	イ ツ	3 7 6 2	3 0 6 1 1 3
イ	ギ リ ス	9 0 8	1 5 8 0 8 5
U	S A	8 3 5	1 2 3 3 9 0

注) 昭和62年・大蔵省税関統計

イギリス等)が多い。台湾からは生ギターやエレキギターの輸入が多く、ECからはバイオリンや高級ギターの輸入が多いと推測される。

② 「他の製品に対する比較」

電気ピアノ： 15－30万円，（デジタル自動演奏つき 20万円……ピアノの弾けない人も楽しめる）

エレクトーン： 普及品 20－35万円，

上級品 45－90万円

近年若い人の間に電子楽器が流行っている。音色や演奏感覚が現代風で手軽に楽しめ、性能に比べて割安な製品が販売されている。一方、ピアノやバイオリンなどのクラシック楽器に対する人気も根強い。

(6) 原材料の供給と展望

① ピアノ用材

響板にはシトカスプルス，ルーマニアスプルス（高級品）をフリッチで輸入している。国産のアカエゾマツも利用。一部に、合板も利用している。アクションや駒には、主にカエデを用い、カバなども用いる。資源的な問題でカエデから輸入メープルにおき変わってきている。また、一部のピアノでは、アクション部品をABS樹脂などのプラスチックで置き換えている。ケースや脚には、カエデ、ブナ、ラワン、合板やLVL等の木質材料を用いている。

使用量が多く、年々原木が小径化しているために、材料の品質が低下している。

② バイオリン用材

欧州トウヒをドイツなどからフリッチ，板材で輸入している。バイオリン用材として木取り，グレードを付けてあるものを購入している。産地は不明である。

カエデは国産材が多い。ネック材など，木取したものの輸入もある。（ドイツは，世界を相手にしてバイオリンの部品製造産業が成り立っている。日本もチャンスはあったが，出遅れた。）

指板用黒檀はインドなどから輸入している。半加工品として加工業者から購入する場合もある。

資源については，それほど心配していない。

③ ギター用材

表板には，欧州トウヒ，シトカスプルス，ベイスギを輸入するか，国内製材業者から購入している。普及品には，スプルスのつき板を貼った合板が使用される。裏板には，ハカランダ，ローズウッド等を輸入している。ハカランダの入手は困難になっている。

④ 琴用材

キリは，ほとんど北米から輸入している。会津産のキリを用いることもあるが，特注品に限る。飾り物に使う紅木はインドから輸入しているが厳しい輸出規制があり，加工材として日本に輸入している。カリン，シタンは，ビルマ，ラオスから輸入しているが，入手には困っていない。

楽器として重要な音響部材を除けば，南洋材やLVL，合板等の木質材料が多用されている。カエデ材は，ピアノやバイオリンに利用されるが，家具業者やつき板業者とも競合するため，良材は価格が上昇している。楽器用の場合，一般に長期間天然乾燥を

行うので、多くの在庫を必要とし、金利もたいへんである。

(7) ユーザの品質・性能に対する要求と対応

音 色……………材料の選別（グレーディング），設計の変更

演奏性能……………部材の均一化（重さ，剛性，グレーディング）

狂い，割れ……………木材乾燥の適性化，材料の選別，（無償交換）

耐 久 性……………材料強度，接着性，表面塗装の高耐久化

メンテナンス……………材質改良，調律者の養成

ファッション性…塗装，表面仕上げの多様化，（表 8 - 2 - 4 参
照）

騒音対策……………弱音装置（日本的な事情による），簡易防音室
の開発

新奇性？……………新しい楽器の創造

(8) 楽器製造における接着・塗装技術

ア. 接着技術

ピアノ：構造部の接合には，強度および水分に対する耐久性の点から，レゾルシノールまたはフェノール樹脂接着剤を用いる。その他の部材の接着には，コストと要求性能によって，ユリア樹脂，酢酸ビニル，水性ビニルウレタン接着剤を適所に用いている。接着時間の短縮のため，幅広く高周波接着を用いている。フェルト・金属の接着には，ゴム系接着剤を用いている。

バイオリン：表板の幅矧ぎには，ユリア樹脂接着剤をもちい，高周波接着を行っている。胴と表・裏板，ネックの接着には，ニカワを用いる。バイオリンには修理がつきものであるから，天然ホットメルト接着剤であるニカワは，簡単に分解修理ができるので都合がよい。

表 8 - 2 - 4 ピアノ表面仕上げ

表面仕上げ材とピアノ価格比

(日 本)		(ヨーロッパ)	
仕 上 げ	価 格 比	仕 上 げ	価 格 比
黒 塗 り	1 0 0	黒 塗 り	1 0 0
サ ペ リ	1 4 0	マ ホ ガ ニ	1 1 1
米ウォルナット	1 4 0	ウォルナット	1 1 3
バ ー チ	1 4 7	ウォルナット	1 2 3
マ ホ ガ ニ	1 4 7	ウォルナットA	1 5 4
ローズウッド	1 5 0	エ ナ メ ル	1 8 0

価格比：黒塗りを100とする。

日本では、グランドピアノはほとんど黒塗りである。アップライトピアノではつき板を貼った機種も多く、天然木の木地仕上げを採用して新鮮な感覚を取り入れ、新しい需要層を掘り起こそうとしている。

琴：酢酸ビニルエマルジョン接着剤を用いる。昔は続飯を用いていたので虫による被害があった。

イ. 塗装技術

ピアノ：ケースや脚の塗装には、以前はポリウレタン塗装をしていたが、傷のつきにくいポリエステル塗装をするようになった。表面は2H-3Hの硬度が必要で、UVを用いて硬化させている。響板には、音響的な理由からセルロース系ラッカーを用いている。

バイオリン：普及品には、セルロース系ラッカーを用いる。通常は、ワニスを用い、アルコール系を用いることが多く、油性の

ものを用いることは少ない。塗装工程は約30あり、2カ月間かかる。わざと色斑を付けたり、汚れた感じの色にすることもあり、同じ色のものを作らないようにしている。

琴：琴の場合には塗装は行わない。甲焼きと称し、熱い鉄の固まりで表面を焦がす。木目仕上げには、ウズクリ（カルカヤの根を束ねたもの）で磨き、イボタのはな（灌木につく虫の分泌物）でつや出しを行う。

(9) 加工技術の改良・開発の必要性と方向

ア. 省力化のための自動加工・組み立て機械の開発

① 落とし材の再加工における自動化：端材や単板の縦継ぎ、幅短ぎ、集成化によって歩留まりの向上に相当の努力が払われている。しかし現在の方法では、手間や時間、人件費を考えると必ずしもコストの削減につながらない。

② 部材のグレーディング：自動組み立ての導入により、機械の側の許容度が小さいため、一定以上の部材強度が要求されるようになった。

③ ピアノは、部品点数がきわめて多い：たとえば、ピアノ鍵盤一つについて30以上の木材アクション部品が必要である。88鍵ピアノ一台で2600個以上の木材部品が必要となる。

イ. 加工精度の向上

自動組み立ての導入には、加工精度がより重要になる。組み立て精度が向上すると、手間のかかる調整の工程が簡素化され、効果が期待される。ピアノで最も精度を要求されるのはアクション部品の一部で、50 μ mと言われている。

ウ. 機械による木材の欠陥および木材加工上の欠陥の検出

ラインにおける、節、やにつぼ、腐れ、変色等木材の欠陥、乾燥による微細な表面割れ、接着不良の自動検出。省力化の目的とともに、人間の目では検出できないような、木材内部の欠陥や微細表面割れの検出が出来る機械の開発が望まれている。

エ. シーズニング期間の短縮と木材のくるいの軽減

急な生産計画の変更に対応できるような、短時間で木材のくるいが軽減できるシーズニング方法の開発。

オ. 部材の均一化・材質改良

大径の優良材の入手が難しくなってきた。材質のばらつきの大きい材料から均一化された部材を供給するには、剛性、重さ、強度などを揃えるためにグレーディングが必要となる。

水分に対する材質変化の改善は、音質の安定の上からも重要である。たとえば、ピン板のクリープ特性の改善は、ピンルーズによる音程の狂の改善につながる。ちなみに、弦を留めるピンには一本あたり約90kgfの力が加わり、ピアノ一台で20tに達する。

カ. 接着に関する技術課題

接着剤塗布機械に付着した接着剤の除去が容易な塗布機の開発。特にビニルウレタンを使ったときのローラーに付着した接着剤の除去に時間がかかる。

高周波接着に代わる常温で短時間硬化する木工用接着剤の開発。

キ. 高周波利用技術の改善

故障した時の対応が自社で出来ない。理屈どおりの加熱が出来ない。

(10) 最近実用化された技術・製品および開発研究

ア. ピアノアクション部品選別用グレーディングマシン

曲げヤング率による自動選別機。自動セット→負荷→測定→選別を2秒間で行う。1秒当たり1.7本の選別能力がある。

イ. ピアノ響板選別用グレーディングマシン

挽板の寸法，密度，ヤング率を自動測定し，グレード付けを行うことができる。

ウ. 平面型木製振動板スピーカ

アセチル化木材を用いた純木製の家具調スピーカ。スプルースのバッフル板を振動させる方式のもので，ピアノ響板の考え方を採用している。

エ. 春慶塗りギターの試作

地場産業の振興のため，飛騨春慶塗り業界とギター業界の異業種が共同開発したもの。既存のウレタン仕上げ等のギターに比べて響きが良いという。

オ. 基礎開発研究

- a. ピアノ響板材の物理的グレーディング
- b. マリンバ音板材の物理的方法による選別
- c. 化学処理によるピアノ・ピン板のクリープ特性の改良
- d. コンピュータによるマリンバ音板の形状設計

(1) 需要拡大に向けての方策

楽器産業は，他の業界に見られないユニークな活動を展開している。

ア. 音楽教室等グローバルな音楽普及活動を通じた需要開発

A社： 10,000会場，卒業 400万人，海外 250都市 34カ国

S社： バイオリン英才教育，アメリカでさかん。次のバイオリンの買い替えが期待される。

- イ. 学校などにおける音楽教育・クラブ活動への援助
- ウ. 国内外におけるコンテストの開催
- エ. 楽器フェアの開催（国内外90社参加）
- オ. バイオリン製作コンテスト（1989年，日本）
- カ. 表面仕上げの多様化
- キ. 幅広い価格帯の商品開発

第2章 新技術ポテンシャル調査

1 乾燥技術

1. 技術課題：乾燥技術
2. 技術課題の内容・目的

木材の乾燥技術は乾燥対象材の種類や、最終製品の用途によって要求される技術レベルが異なる。広葉樹材を家具、運動具等に利用する場合は高品質の乾燥材が要求されることから、すでに種々の乾燥方法が試みられ、技術レベルは高い位置にある。これに対し、針葉樹材は一部の材を除き天然乾燥のみで使用される場合が多く、人工乾燥に対する認識は必ずしも高くない実状にある。近年、建築用針葉樹材の人工乾燥の必要性に対する認識が高まりつつあるが、乾燥コストの吸収が難しく普及の速度は遅い。

今後の新しい技術の目標としては、乾燥の遅い材あるいは困難な材のための新乾燥方式の開発、省エネ、省力化のための装置の改良および自動化があげられ、さらに針葉樹材用の乾燥コストの低い乾燥装置やシステムの開発があげられる。

3. 既存技術の水準

- 3.1 既存技術の内容

木材の乾燥法は表1に示すような各種の方法があるが、このうち最も多いのは熱風乾燥で熱源に蒸気を用いるものが多い。乾燥温度は通常40℃から90℃くらいまでであるが、乾燥初期に低温高湿条件を与え、乾燥が進むに従って高温低湿条件へと移行するのが一般的である。この方式はほとんどすべての樹種および材種に対応できるため、最も完成度の高い方式と言え、乾燥コストも安い。しかし、蒸気を発生させるための関連設備や操作員が必要なこと、乾燥操作

表1 木材の乾燥方法と特徴

乾燥方法	特徴
天然乾燥	経費が安い。人工乾燥の前処理。樹種によっては不向き。
太陽熱利用乾燥	熱コストの低減。天然乾燥の促進。適正システムの設計が重要。
熱風乾燥	
直接加熱 { 燻煙式	廃材燃料の利用。生長応力の除去。火災の危険あり。
燃焼ガス式	各種燃料の利用。温度調節は困難。耐久性が劣る。
間接加熱 { 煙道式	設備費が安い。温湿度の調節が困難。火災の危険あり。
電熱式	設備費が安い。電気代が高い。小型の乾燥室には適す。
蒸気式	実用的な総合性能が最も高い。ボイラー設備が必要。
除湿乾燥	乾燥操作が容易。ボイラー不要。低含水率域の乾燥には不向き。
高温乾燥	乾燥速度が速い。ヤニ処理可。乾燥操作は難しい。耐久性が劣る。
減圧乾燥	
加熱方式 { 熱風	厚材、落ち込み易い材に適す。設備費が高い。
熱板	温度制御がし易い。設備費が高い。
高周波	乾燥速度が速い。損傷の発生が少ない。乾燥操作は困難。設備費が高い。
高周波・マイクロ波乾燥	急速乾燥が可能。設備費が高い。電気代が高い。
熱板乾燥	乾燥速度が速い。狂いの抑制効果あり。設備費が高い。
薬品乾燥	特殊な用途。薬品が高価。人体への安全性に問題あり。

にある程度技術を要することが問題である。熱源に温水を用いる方式のものもあるが、最高温度は70℃どまりで利用範囲は限られる。ただし、この方式は乾燥コスト低減の可能性が高いため、各種の乾燥装置が考案され、一部で実用化されている。

除湿乾燥は除湿器による除湿と、除湿器からの凝縮廃熱とを利用

して木材を乾燥する方法で、通常は電気エネルギーが用いられる。電気を用いるわりには、エネルギーの利用効率が高いため、ランニングコストはそれほど高くない。ただし、装置の特性から含水率約20%以下の乾燥には不向きである。設置容易なこと、乾燥操作が容易なことから近年急速に普及し、主として建築用針葉樹材や工芸品の乾燥に用いられている。

減圧乾燥は減圧と木材の加熱とを組み合わせる乾燥する方法で、樹種や材の形状によっては効果的な乾燥法である。各種の加熱方式があるが、高周波加熱式が内部加熱や積積み不要といった特徴を持っているため有利な場合が多い。装置が高額なこと、ランニングコストの高いことが問題である。

天然乾燥を除くこの他の乾燥法は、あまり普及していない。これらの乾燥法は利用法によっては非常に効果的なものもあるが、装置の性能や耐久性、経済性などに問題がある。

3.2 乾燥工業の現状

(1) 業種別類型

業種別の乾燥工業の実態については、乾燥施設、使用燃料等につき昭和48年および昭和59年の調査(表2)がある。^{1),2)}昭和59年の調査では、家具、木工、工芸品などは調査対象とされなかったため、かなりの集計もれがあるが、2つの調査結果から概要を知ることができる。表3はこれらの調査結果ならびに乾燥機械メーカーの納入実績等を参考にして、現在の業種別企業数を推定したものである。

この中で増加の著しいのは製材関係で、近年特に建築用材の乾燥の必要性が認識されるようになったことから、乾燥設備の導入

表2 業種別・乾燥施設の実態調査表

(全国計)

業種	計											その他	
	企業数	業室数	製材	集成材	フローリング	家具・木工・建具	集成材、フローリング	集成材、家具・建具・木工	製函・梱包	プレハブ・住宅パネル	プレカット		木材乾燥
乾燥装置の方式	800	2,359	367	131	64	171	4	3	4	7	3	17	29
蒸気式	1,817	5,988	598	355	280	444	35	6	1	11	2	55	30
乾燥装置	3				2	1							
熱板加熱	9		2	1		6							
高周波加熱	23		5		3	11	4						
乾燥装置	38		12	2		16	4				1	2	1
除湿式乾燥装置	283		167	37	7	46	5		1	2	1	4	13
煙道式	27		6	7		10			2			3	2
燃焼ガス式	120		54	15	16	29			1				
温水式	16		11			5							
太陽熱利用式	3		2										1
電気式	15		5	3		7							
地熱式	2											2	
高周波式	3				2	1							
木くず	1,621		542	314	271	376	44	6		9	1	41	15
重(灯)油	202		90	33	10	40			1	2	2	18	6
電気	316		187	33	16	55	4		1	2	1	4	13
木くず, 重(灯)油	198		34	38	13	98			1				14
木くず, 電気	11		2	2		7							
太陽熱	2		1										1
地熱	3		1									2	
地熱, 木くず	6		5									1	
10m ³ 未満	635		212	87	54	259	4		1	3		7	8
10m ³ 以上20m ³ 未満	1,037		421	177	150	206	34	6	2	3	3	24	11
20m ³ 以上30m ³ 未満	435		119	99	86	78	5					30	18
30m ³	252		110	57	20	33	5		2	7	1	5	12

注 1) 家具製造業は特定県のみ集計 2) 神奈川県, 京都府は未集計
 (出所) 林野庁林産課「木材乾燥施設に関する実態調査表」昭和59年10月

表3 業種別企業数

業 種	企 業 数		
	昭 46 調 査	昭 59 調 査	昭 63 推 定
製 材	104	367	500
集 成 材	59	135	150
フ ロー リ ン グ	92	64	64
家 具	377	178	400
建 具	29		150
木 工	87		
キ ャ ビ ネ ッ ト	15		
委 託 , 協 同 事 業	25	17	30
楽 器	11		11
住 宅 , プ レ カ ッ ト		10	30
学 校 , 研 究 機 関	60		70
そ の 他	161	29	200
合 計	1,020	800	1,631

にふみきった企業が多い。集成材工業は昭和40年代の中ごろに飛躍的な発展をとげ、その後も着実に進歩を続けている。なお、他の業種についてはほとんど変化がないか漸増しているものと思われる。その他の業種の中には運動用具、工芸品など特殊なものを乾燥する企業が含まれている。

我が国の乾燥工業では委託乾燥、あるいは原材料を乾燥材として仕上げて出荷する形態の企業は少なく、自社において乾燥、加工、製品化までを一貫して行っている企業が多い。しかし、近年建築

用材の乾燥の必要性が認識されるようになり、製材関係を中心に企業形態の変化が見られる。また、除湿乾燥装置の出現は企業数の増加と、規模の縮小化をもたらしたが、この傾向は今後増々顕著になっていくものと予想される。

(2) 乾燥設備

乾燥設備の状況については、表4に現状の推定値を示した。これは前出の2回の実態調査と乾燥機械メーカーの納入実績等に基づいたものである。乾燥室総数は昭和48年の3,200室から4,400室になり、年間約80室が増加したことになる。現在、我が国の乾

表4 乾燥設備の状況(昭63, 推定値)

業 種	乾 燥 室 数				合 計
	蒸気式	除湿式	減圧式	その他	
製 材	700	350	20	100	1,170
集 成 材	400	60	5	30	495
フ ロー リ ン グ	300	10	5	20	335
家 具	1,000	50	30	30	1,110
木 工 ・ 建 具	250	50	5	50	355
委 託 ・ 協 同 事 業	150	50	3	5	208
楽 器	210		5	10	225
住 宅 ・ プ レ カ ッ ト	30	30	1		61
学 校 ・ 研 究 機 関	30	10	10	50	100
そ の 他	150	100	40	50	340
合 計	3,220	710	124	345	4,399
(割合, %)	(73)	(16)	(3)	(8)	(100)

燥機械メーカーは約40～50社を数え、これからすれば年間200室近い増加が見込まれるが、実態の把握はきわめて困難な状況にある。これらのメーカーの多くは除湿機をメインとしているため、今後事情は大きく変わる可能性がある。ただし、現在のところは蒸気式が圧倒的に多く、約73%を占めている。

蒸気式乾燥室は大半は内部送風機式で、送風機を装置の上部に配し、モーター直結型のものが多い。収容材積は 8m^3 ～ 14m^3 （30～50石）、または 28m^3 （100石）ていどのものも多く、前者は楽器、家具など高品質の広葉樹乾燥材が要求される分野で、後者は集成材、製材などで多量の乾燥材が要求される分野で用いられている。

除湿式は製造メーカーが多いため種類も多様であるが、収容材積では 11m^3 （40石）前後のものが多い。しかし、 28 ～ 56m^3 （100～200石）といった大規模な装置も増加しつつある。この種の装置では被乾燥材の種類に応じた適正な設備能力を備えることが重要であるが、市販装置の中には性能的に不十分と思われる装置もいくつか見受けられる。

減圧式では高周波加熱式の装置が、特殊用途材の乾燥に導入されている。またこの他、太陽熱利用乾燥装置や燻煙式などが、一部で用いられているが、設置台数は多くない。

3.3 海外における既存技術の水準

乾燥装置の形式は海外においても蒸気式の内部送風機式のものが主流となっている。しかし、我が国の場合は耐熱耐湿型のモーターを用い、送風機とモーターを一体化して乾燥室内に置くのに対し、海外ではモーターを乾燥室外に設置する方式のものが多い。モーター

を室外に置こうとすると、装置の構造上制約が生じるため、各種構造の装置が作られている。米国製、ソ連製の装置は一本の長いシャフトに複数の翼を付け、送風の方向を整流板により変える方式が多い。また、西独製は側壁の近くに送風機を置く構造のものが多い。ただし、近年は米国、韓国、台湾において我が国と同様の構造を持つ装置も製作されている。

除湿式は1977年頃、アメリカ、カナダ、ヨーロッパで製造が始まり、我が国に導入されたのはその1～2年後である。しかし、その後の発展は我が国において特に著しい。諸外国では除湿式はエネルギーの総合利用システムとして位置づけられ、蒸気、温水、太陽熱など各種熱源を併用した多様な機種が製造されている。低温型除湿乾燥機主流の我が国とはやや事情が異なっている。

減圧乾燥法の考えは古くからあったが、実用的な装置の試作が始まったのは1970年代の前半、アメリカにおいてである。その後、1970年代の後半にはアメリカ、ヨーロッパにおいて各種の装置が製造されたが、実用機として多く用いられるようになったのは最近のようである。³⁾ 我が国では一時期、熱風加熱式が用いられたが、1980年頃からは高周波加熱式が急速に発達しており、現在の設置台数は諸外国をしのいでいるものと思われる。

4. 新技術開発の現状

4.1 乾燥装置の自動化

木材乾燥装置の自動化には方法によって色々なレベルがあるが、これをいかに高めていくかが課題である。そのためには被乾燥材からの情報を正しく取り出す技術と、これを有効に利用する技術の両者が重要である。

(1) 含水率センサーの開発

木材の乾燥操作は含水率を基準にして行うのが最もオーソドックスな方法で、信頼性も高い。含水率が正確に電気信号の形で取り出せれば、自動化そのものは現在の電子技術からして容易な問題である。

現在、研究開発が進められているのは①直流電気抵抗式、②高周波抵抗式および誘電率式、③ロードセル式、④その他の原子式、マイクロ波式などである。

直流電気抵抗式は、高含水率域における精度が悪い、温度の影響を受ける、長期の測定中に接触抵抗が変化して誤差が生じるなどの理由から、実用化に耐える精度のものは作られていない。市販されている含水率計では、C S A社のものが比較的安定しており、電極構造に工夫が見られる。木材乾燥装置における利用を目的とした研究開発例^{4),5)}では、いずれも電極構造と温度補償に重点が置かれている。

高周波式は電極構造によっては厚い材の含水率が測定でき、温度影響を受けにくく、高含水率まで使用可能という特徴を持つが、材の比重影響が大きいいため、実用化は難しい。材の片側から両極をあてる構造のものでは高周波の浸透深さによる誤差が大きく、好結果が得られた報告例は見あたらない。

ロードセル式は最も実用化の可能性の高いもので、温度補償型の耐熱耐湿型のものが出来ればすぐに木材乾燥に利用できる。このようなロードセルはすでに市販されているが、いずれも寸法が大きく、乾燥室内の使用には難点がある。

その他の原子式、マイクロ波式のものには比重や温度の影響を除

いて直接的に水分量のみを検出しようとするものである。マイクロ波式についてはすでに一部で単板含水率の測定に実用化されている。

(2) アコースティックエミッションの利用

木材の局所的な変形または脆性破壊に伴って生じる弾性波，アコースティックエミッション（AE）を計測し，乾燥過程における割れの発生を予知する研究が我が国やアメリカで行われている。野口ら⁶⁾はAE信号の特性を乾燥応力等とも関連づけ，乾燥装置の自動制御への利用の可能性について検討している。計測装置の簡素化が実用化の鍵となっている。

(3) コンピュータープログラムの開発

各種木材に応じた乾燥スケジュールの設定ならびに自動運転が目標となる。利用するセンサーによるが，自動化により10～20%の乾燥時間短縮効果のあることが指摘されている。

4.2 乾燥エネルギーの低減

(1) 熱交換器の開発

乾燥装置からの排気による熱ロスを少なくするため，各種熱交換器が考案されている。木材乾燥装置からの排熱はエネルギーレベルが低いため，効率を高めようとするすると熱交換器の伝熱面積を大きくしたり，大きな送風機が必要になる。設備投資のわりに好結果が得られ難い。しかし，最近では小型で高性能な熱交換器も開発されつつある。

(2) ヒートポンプの利用

我が国におけるヒートポンプの利用は，ほとんどR-22によるもので，使用温度範囲は上限55℃くらいである。海外では，高温

型のヒートポンプやヒートパイプを利用して、他から発生する廃熱や温水を効率良く利用する方法が検討されている。前記、熱交換器の開発を含む乾燥装置における総合的な熱利用は今後の重要課題で、それには各種のヒートポンプ，ヒートパイプの利用が不可欠と思われる。

(3) 乾燥スケジュールの改良

乾燥スケジュールは材の損傷防止，乾燥時間短縮のほか，乾燥エネルギー低減の観点からも検討されるべきである。すでに風量可変型の装置が作られ，樹種，材種別の適正風速，温湿度の組み合わせに関する研究が進められつつある。

(4) 太陽エネルギーの利用

太陽エネルギーの利用は重要テーマとして各国で検討されている。特に低緯度地域において研究が盛んである。利用方法は①グリーンハウスタイプ，②集熱器利用タイプ，③除湿器併用タイプ（図1）に分けられ，後者ほど設備コストは高い。我が国の場合，工業的な安定生産を望むとすれば，②または③の方法，あるいは他の熱源の併用であろう。

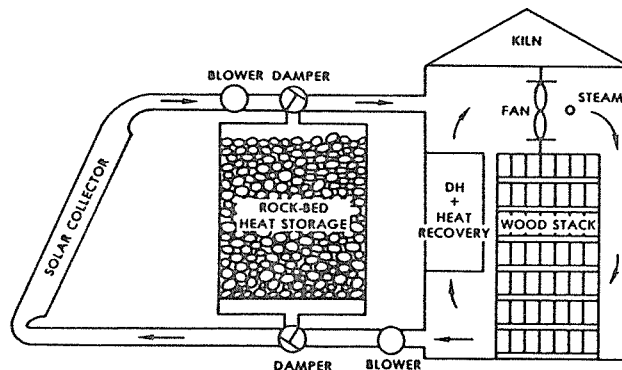


図1 太陽熱利用除湿乾燥室⁷⁾

4.3 新乾燥方式の開発

(1) 高温型除湿乾燥装置

含水率 20% 以下の低含水率域においても、熱風乾燥と同程度の乾燥速度を確保し、ヒートポンプにより消費エネルギーの軽減をはかるのが目的である。冷媒として R-113, R-114 などが考えられるが、コンプレッサーや周辺装置が大型化するのが欠点とされている。遠心式のコンプレッサーの利用などが検討されている。⁷⁾

(2) 高温処理および高温乾燥

100℃以上の高温空気により加熱処理した後、高温あるいは100℃以下の空気中で乾燥する方法で、種々の処理方法が検討されている。廃材燃焼ガスを室内に導入した燻煙式もある。応力除去、急速乾燥が目的であるが、材色の変化が大きい。樹種、材種、処理方法によって適、不適があり、現在のところその理論的裏付けは難しい。

(3) 高周波加熱式減圧乾燥装置

すでに多くの装置が実用機として稼動しているが、本装置の効果的な樹種、材種、適正操作条件、経済的評価などに関し、なお検討の必要な点が多い。自動制御方式ならびに装置の改良、他の乾燥方式との効果的組み合わせなどハード、ソフト両面にわたる研究が必要である。

(4) 冷凍処理、薬剤処理などの前処理法

落込み防止のため -20℃以下に凍結する方法や、割れ防止のため各種薬品で処理した後乾燥する方法が検討されている。処理効果に対するコストが合わず、実用化されていない。

(5) その他

加熱蒸気乾燥，遠心分離式乾燥，マイクロ波乾燥，遠赤外線乾燥などが，一部で研究されている。

5. 新技術をとりまく環境

以上述べた新技術の発展には，電子計測，機械工学，エネルギー工学など周辺技術の進歩に負うところが多い。しかし，いずれも木材を扱うための技術的困難さ（樹種，固体の変動が大）と，市場の狭さ，開発費の限界などから急速な発展は望めない。

一方，木材を利用する側の乾燥材の必要性に関する認識は，広葉樹材を扱う所ではすでに高いが，針葉樹材を扱う所ではそれほど高くない。したがって，乾燥経費の考え方が両者でかなり異なる。前者に対する技術開発の目標は装置の高性能化，自動化，省エネルギー化や，新乾燥方式の開発と思われ，後者に対しては低コストの大量処理システムの開発と思われる。表5にこれらの関係を一括して示した。

6. 新技術開発による効率化

木材乾燥の究極の目標は品質向上と乾燥コストの低減にある。一般の乾燥法では乾燥困難な材には，高周波減圧乾燥，冷凍処理，薬品処理など特殊な方法の適用が考えられる。ただし，この場合はかなりの乾燥コストがかけられることが前提になる。

乾燥装置の自動化は乾燥材の品質安定化に役立つが，これによりさらに乾燥速度を高めることも可能になる。また，従来操作の繁雑さから用いることが出来なかったような，特殊なパターンのスケジュールも使用できる。

乾燥エネルギーの低減は直接的に乾燥経費の低下につながるため，最も要求度の高い開発テーマである。特に，ヒートポンプは原理的に

表5 新技術開発とこれを取りまく環境

樹種	広葉樹材			針葉樹材			板集成材
	製材住宅部材	集成材フローリング	家具楽器	運動具	工芸品その他	一般製材	
主要な乾燥方法	蒸気式除湿式	蒸気式	蒸気式減圧式	減圧式蒸気式	除湿式蒸気式	天然乾燥除湿式	蒸気式除湿式
乾燥経費の目安 (円/m ²)	8,000 } 12,000	8,000 } 12,000	10,000 } 20,000	10,000 } 15,000	5,000 } 12,000	5,000 } 10,000	5,000 } 8,000
必要な新技術	省エネ化自動化高温型除湿	省エネ化自動化高温型除湿	自動化省エネ化高温波減圧	高温波減圧自動化	薬品処理	太陽熱利用高温型除湿前処理	省エネ化高温乾燥
研究開発投資ポテンシャル	中	中	大	大	小	中	中
設備導入の見通し(室/年)	漸増 20~30	横ばい ないし減少	横ばい	やや増 5~10	漸増 10~20	急増 70~100	漸増 20~30
その他	輸入材の再乾燥	短尺材の低質利用	個性化	品質安定の要求大	特殊用途への対応	低コスト化リリース補助含水率の規格化強度等級区分の導入	リリース補助輸入増加

エネルギー利用効率の高い方式であるため、利点が多い。一方で、太陽熱、廃熱など低コストのエネルギーの利用も乾燥コストの低減に役立つはずである。

7. 新技術開発による波及効果

新技術開発により高品質の乾燥材が低コストで効率良く生産出来るようになれば、木材は乾燥して使うものとの考え方を定着させることが出来る。このような時代においては、木材の含水率や品質に対してかなり厳しい基準を設けても、これを達成できる基盤は十分育っているはずである。強度部材としての性能評価基準も安心して取り入れることが出来る。木材が他の工業材料と対等な立場で性能を評価され、正しく使われていくためには含水率の規格化が不可欠である。

木材含水率の規格化により、木材加工精度は向上し、建築部材をはじめ多くの部材の工場生産化が可能になると思われる。すなわち製品規格の統一がはかられ、必要とする材を一度に多量に集めることも可能になる。

8. 総合評価

近年、木材乾燥の重要性は広く認識されるようになったが、そのための経費はまだ正しく評価され難い現状にある。しかし、木材を工業材料として見た時、乾燥経費を含んだ価格に対する木材の性能が、他材料に比べて劣れば、木材は使われなくなるはずで、乾燥経費にはおのずと限界がある。したがって、技術開発の焦点は終局的には乾燥経費の削減にある。

現在、最も普及度の高い内部送風機型蒸気式乾燥装置による乾燥方法は、技術的にも、経済的にも完成度の高いもので、これを基本的に改めるような新乾燥方式の出現は予想し難い。そのため、ここで述べ

た新技術開発はこの装置の部分的改良により，乾燥経費の削減をはかるとするものが多い。

ただし，エネルギー事情の変化により，電気が相対的に安価に供給されるようになったり，能率的な自家発電装置が開発されたりした場合は，乾燥方式も除湿式など電気を使うシステムに移行することは当然予想される。このほか，周辺技術の進歩や事情の変化は，木材乾燥技術の方向を大きく変える可能性を含んでいるため，多方面からの広い技術情報の収集は常に重要である。

文 献

- 1) 筒本卓造，佐藤庄一，嵯峨途利：木材乾燥施設の現況，木材工業，28，358～361（1973）
- 2) 林野庁林産課：木材乾燥施設に関する実態調査表（1984）
- 3) Simpson, W. T. : Vacuum drying northern red oak, FPJ, 37, 35～38（1987）
- 4) Hill, J. L. and R. H. Munkittrick : Performance of remote moisture sensing devices, FPJ, 20, 39～46（1970）
- 5) Forrer, J. B. : An electronic system for monitoring gradients of drying wood, FPJ, 34, 34～38（1984）
- 6) 野口昌巳：アコースティックエミッション（音響現象）の応用による木材乾燥装置の自動制御システムの開発に関する研究，昭和60年度農林水産業特別試験研究費補助金による研究報告書，1～80（1985）
- 7) Chen, Peter Y. S. and Helmer, W. A. : Design and tests of a solar-dehumidifier kiln with heat storage and heat recovery

2 化学加工技術

1. 技術課題の内容, 目的

木材の材質改良や木材の新性能付与によって付加価値を向上するために,

- ① 木材に薬剤を塗布・含浸する
- ② 木材に塗布・含浸した薬剤を, 材表面あるいは材内で反応させる
- ③ 木材に薬剤を直接化学結合させる
- ④ 木材に熱・光・放射線・放電などのエネルギーを与えて化学変化を起こす

技術を開発する。

2. 既存技術の水準

2.1 既存技術の内容

この2~3年, 化学加工技術の開発が急速に進展しているので, それらは新技術として取り扱うこととし, それ以前に実用化されているものを既存技術とする。既存技術の種類とその用途を表-1に示す。

2.2 生産性

化学加工技術は多種多様かつ小規模であり, また中間製品化技術のものもあるため, 生産量は把握しづらい。スポット的な受注生産が多いので, 化学加工製品の一部について, 近年の平均推定生産量を表-2に示す。

2.3 性能値

化学加工製品の規格はないため, 用途に応じてJISやJAS準

表-1 既存技術の内容

種 類	用 途
割 れ 防 止	丸太，柱，製材品
光 変 色 防 止	建築内装材，ポーチ柱
漂 白	建築内装材，（染色前処理）
染 色	建築内装材，床材，家具，運動具，工芸品
ポリエチレングリコール処理	建築内装材，工芸品，（文化財保存）
は っ 水 処 理	公園遊具，ベンチ
フェノール樹脂処理	建築部品，家具，工業用材，電気絶縁材， 運動具
W P C 化	床材，家具，建具，工業用材，運動具
可 塑 化	曲げ木

表-2 化学加工製品の生産量（推定）

用 途 生 産	建 築 用		工業用	家具・ 建具用	運動具・ 遊具用	その他	合 計
	床 板	緑甲板					
<u>W P C</u>							
容 積 (m^3)	160	—	32	8	340	19	559
床 面 積 (千 m^2)	320	1,950	—	—	—	—	2,270
金 額 (百万円)	2,440	8,160	16	4	165	9	10,804
<u>フェノール樹脂含浸強化木</u>							
容 積 (m^3)	—	—	94	70	245	495	904
金 額 (百万円)	—	—	91	86	272	532	981

注 1) W P C は 9 社

2) フェノール樹脂含浸強化木は 2 社

抛，食品衛生法，あるいはユーザーのクレーム対策としての社内規格によって性能値を設定している。一部の製品のカタログ性能値を表一 3 に示す。

表一 3 化学加工製品のカタログ性能値

性 能	性 能 値		
	フェノール樹脂含浸強化木		W P C
比 重	1.15 ~ 1.25	1.25 ~ 1.35	
曲 げ 強 さ (Kg/cm^2)	1900	2400	1650
曲げヤング率 ($10^3 Kg/cm^2$)	170	200	
圧 縮 強 さ (Kg/cm^2)	1800	2000	860
ブリネル硬度 (Kg/mm^2)	25	30	6.7
体積固有抵抗 ($10^{13} \Omega cm$)	9.4	9.4	

2.4 国産化率

既存の技術はほとんど国産である。製品輸入は一部行われており、WPCはアメリカ・西ドイツ・イタリアから，人工化粧単板はイタリア・イギリスから輸入されている。

2.5 技術改良の経緯

技術改良の内容は，①薬剤の開発，②処理法の開発，③処理装置の開発，の3つに分類される。

ア) 薬剤の開発：木材工業側で薬剤を検索・選定していく場合と，薬剤メーカーがマーケットの一つとして木材工業へアプローチしてくる場合がある。開発のおよその経緯は，①低コスト・浸透性→②親和性・低毒性・安全性→③反応性・安定性・高品質，の順

序である。

イ) 処理法の開発：およその経緯は、①高含浸処理→②高速・均一処理→③低含浸・表層処理、の順序である。

ウ) 装置の開発：薬剤や処理法の開発に対応して進められてきた。

2.6 既存技術の限界

ア) 薬剤の含浸技術：木材への薬剤の含浸量・含浸部位のコントロールが不十分である。

イ) 処理技術：薬剤の含浸技術の限界に関連して、要求性能に応じた効率的・均一処理技術にも限界がある。

ウ) 化学加工木材の性能：化学加工による木材の性能向上により、室内から水廻りへと用途が拡大しつつあるが、特に耐光性・耐水性・耐候性などの耐久性能が不十分なため、屋外での使用には限界がある。

エ) コスト：低質原料の使用，効率的な処理，大量生産による低コストが図れない。

3. 新技術の水準

3.1 新技術の内容

研究段階，開発段階，一部実用化されている技術を表－4に示す。

表－4 新技術の内容

新	技	術
高品質WPC化，アセチル化，表面プラスチック化，プラスチック化，ホルマール化，イソシアネート化，エーテル化，エステル化，グラフト共重合，グラフト架橋，架橋，プラズマ重合，無機質複合化，耐光性染色，化学着色，光変色防止，アルカリ処理		

3.2 技術導入の経緯

研究段階の技術には一部外国にオリジナルがあるが、開発・実用化段階へ進展している技術は日本にオリジナルがあり、外国からの技術導入はない。

3.3 他分野での利用状況

木粉—プラスチック複合材が、食器用にプラスチック代替品として利用されている。

3.4 海外での利用状況

アセチル化，光変色防止，高品質WPC化などの研究開発が行われている。WPC工業について表－5に示す。

表－5 海外のWPC工業

国名	製造方法	会社数	用途					
			建築用	工業用	家具・ 建具用	運動具 用	楽器用	その他
アメリカ	放射線法	数社	○		○	○		○
＃	触媒加熱法	数社		○	○	○	○	○
西ドイツ	＃	2	○	○				
イタリア	＃	1			○			○
ポーランド	＃	1	○	○				○
台湾	＃	1			○			
ニュージーランド	＃	1	○					

出所) J.A.Meyer : FPJ, 32 (1), 24 (1982)

3.5 目標性能値

林野庁「化学処理木材規格原案作成委員会」において，寸法安定性，防水性，耐候性，強度，染色耐光性の試験方法の作成が検討されている。

4. 新技術開発の現状

4.1 概要

木材の高品質化・機能化のニーズが高まっており、高付加価値化の一手法としての化学加工技術の開発が期待されている。

近年、先導的な企業が独自に、あるいは大学・国公立研究機関との研究協力や国の研究開発事業の補助を受けて、化学加工木材や化学処理装置の開発を行っている。

大学、国公立研究機関も、新技術開発に意欲的である。

公立林業関係研究機関では化学加工部門の強化・整備が行われており、林野庁大型プロジェクト研究「国産針葉樹材の高付加価値化技術の高度化」が17県の参加を得て開始された。

4.2 主なる機械設備

既存の設備としては、含浸装置、処理槽、乾燥装置、加熱装置、ホットプレス、塗布装置などが主なものであり、新規な薬剤・反応を導入して新技術の開発を推進してきた。しかし、近年は装置の開発も活発になっており、以下に主な装置を列記する。

- ① 人工化粧単板製造装置：染色単板から人工杢を切り出す装置に、CAD/CAMシステムを導入した。
- ② 連続熱圧表面強化装置：木材表面に熱可塑性のプラスチックフィルムを熱圧して、表面を樹脂で強化する。
- ③ 木材乾式処理装置：有機溶媒を使って薬品処理し、処理後溶媒を回収するので乾燥状態の製品が得られる。
- ④ ウェットバキューム方式注薬缶：木材を薬剤に浸漬した状態で脱気する装置で、真空から加圧工程に移りやすい。
- ⑤ 木材アセチル化装置：LVL用の単板をアセチル化する。

- ⑥ 木材注入装置：木材をウェット状態で，一方から排気しながら
他方から薬剤を注入する。

4.3 研究テーマ名と研究実施主体

表-6 に示す。

表-6 研究テーマ名と研究実施主体

研究テーマ	研究実施主体
高品質WPC化	島根大農，静岡工技セ，兵庫工試，大建工業， 企業数社
アセチル化	京大農，京大木研，大建工業
表面プラスチック化	島根大農，神戸大教
プラスチック化	京大農，九大農，林試，大倉工業
ホルマール化	京大農
イソシアネート化	島根大農
エーテル化	京大農，九大農，大倉工業
エステル化	京大農，林試，トキワ木材工業，大倉工業
グラフト共重合	京大農，林試
グラフト架橋	林試
架橋	北林産試
プラズマ重合	林試
無機質複合化	京大木研，松下電工
耐光性染色	林試
化学着色	北林産試，鹿児島木工試
光変色防止	北林産試，山梨工技セ
アルカリ処理	北林産試

4.4 研究の目的・目標と現状の到達段階

研究されている新技術の目標性能と到達段階、および海外の状況を表-7に示す。ここで、基礎はもっぱら研究段階、開発は専用装置あるいはパイロットプラントを設置している段階、実用化は製品が出ている段階とした。

表-7 研究の目標性能と到達段階

新技術	到達段階			目標性能										海外の研究
	基礎	開発	実用化	強度	寸法安定性	耐朽性	耐蟻性	難燃性	耐水性	美観性	熱可塑性	可塑性	機能性	
高品質WPC化	○	○	○	○	○			○		○				○
アセチル化	○	○	○		○	○	○		○					○
表面プラスチック化	○	○		○	○									
プラスチック化	○	○									○		○	
ホルマール化	○				○	○								○
イソシアネート化	○				○	○								○
エーテル化	○				○	○								○
エステル化	○	○			○	○								○
グラフト共重合	○			○	○									○
グラフト架橋	○			○	○									○
架橋	○	○		○	○									○
プラズマ重合	○												○	
無機質複合化	○	○				○	○	○						
耐光性染色	○									○				
化学着色	○		○							○				
光変色防止	○		○							○				○
アルカリ処理	○											○		

4.5 解決すべき問題点

- ① 薬剤含浸の制御（低含浸，表層含浸）
- ② 難浸透性木材の処理
- ③ 化学加工による他性能の低下防止
- ④ 化学加工の高性能化
- ⑤ 付加性能の耐久化
- ⑥ 化学加工木材の試験方法と評価方法の確立
- ⑦ 用途拡大
- ⑧ コストダウン

5. 新技術をとりにまく環境

化学加工技術が期待されている背景としては、

- ① 原材料の低質化に伴って化学加工による品質向上の必要性
- ② 供給増が予想される針葉樹の新用途開発
- ③ 新性能の付与
- ④ 高付加価値化
- ⑤ 新素材化への夢
- ⑥ 物理的加工の限界の打破

などが挙げられる。また、化学加工木材は木材の場合と同様に、他材料との競合は避けられないが、一方では他分野の新技術を導入できる可能性が高い（図－1）。

6. 先端技術開発の動向・発展方向

化学加工技術の因子は図－2で表わされる。これらの諸因子の組み合わせによって多様な技術開発が可能であるが、さらに分子設計や機能設計を導入した技術開発が必要である。

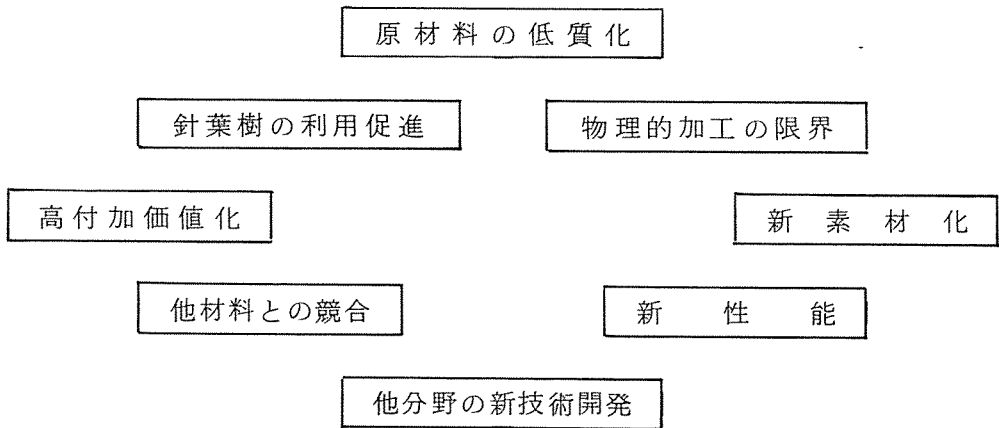


図-1 新技术をとりまく環境

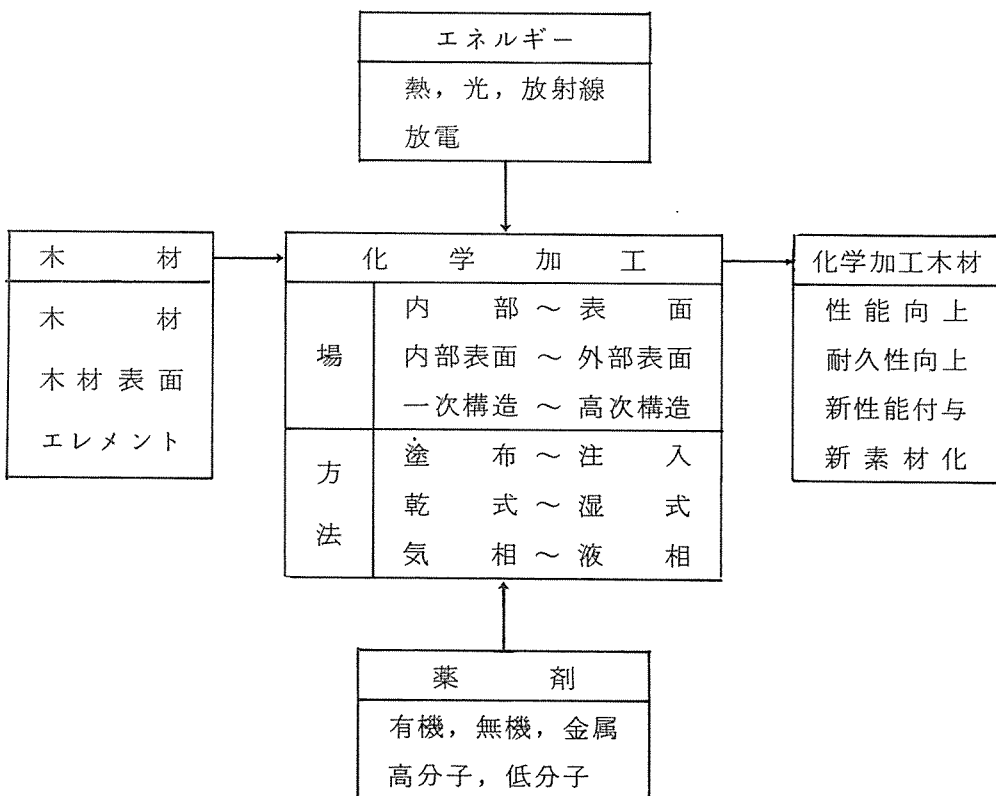


図-2 化学加工技術の諸因子

7. 新技術開発による効率化

新技術開発によって、高性能、高耐久性などの品質向上や処理装置の開発による生産性の向上が可能となる。

8. 新技術開発による波及効果

新技術開発により、図-3に示すような波及効果によって木材の需要拡大につながる。

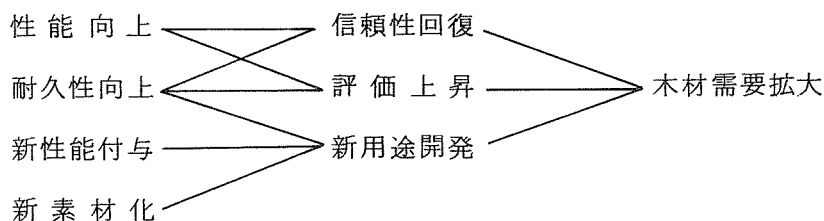


図-3 新技術開発による波及効果

9. 総合評価

化学加工技術の開発は意欲的に進められている。基礎研究段階のものが多いが、市場ニーズの強い技術、産学官の何らかの共同研究にのった技術が先導的に実用化に向かっている。今後も共同研究による技術開発の可能性を検討する必要がある。

化学加工木材は市場で良好な評価を受けつつあるが、品質保証による信頼性の向上が必要である。

化学加工技術の開発を促進するためには、木材の物理化学特性や化学反応特性などの共通的な基礎研究分野の解明を重視する必要がある。

3 切削加工システム

1. 技術課題；切削加工システム
2. 技術課題の内容・目的

木材加工機械は J I S 規格の B O 114 - 1975「木材加工機械の名称に関する用語」のなかで製材機械，合板機械，木工機械に大別されているが，ここでは，この分類にとらわれずに，汎用性の高い木材加工機械やそれらを有機的に組み合わせたシステムを対象とする。従って，統計に現れる数値は別として，主として木工機械について，それらに使われる新素材工具，機械単体のいわゆるメカトロニクス化，新しい加工技術を利用した機械，それらの機械を組合せコンピュータで制御や管理を行うことができる加工システムなどの現状把握や将来の動向予測を行う。それらの新技術を備えた機械や加工システムが生産する製品としては住宅用木質構造部材から内装材，家具などの調度品が挙げられる。

3. 既存技術の水準

3.1 国内の水準¹⁾

木材加工機械を製造する企業数は約180社と言われ，そのほとんどが専門メーカーである。木材加工機械を製造する企業の全国団体として，(社)全国木工機械工業会が組織されており，会員は昭和63年7月で56社となっており，会員の生産シェアは約80%を占めている。ところが，56社のうち上場企業は僅か2社で，木材加工機械のメーカーは中小企業によって構成されているといえる。この56社がどのような木材加工機械を製造しているのかを図1に棒グラフで示した。

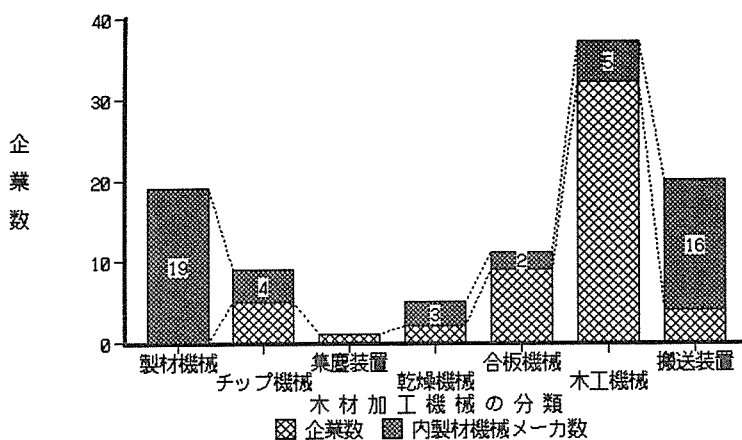


図1 木材加工機械の分類別メーカー数
 ((社) 全国木工機械工業会の名簿より)

会員の66%に当たる37社が各種の木工機械を製造しており、製材機械、搬送機械と続く。製材機械と木工機械の両方を製造しているメーカーは5社と少なく、逆に、製材機械を製造しているメーカーの大部分は搬送機械も製造している。このことから、木工機械のメーカーはそれのみを専門的に製造しており、どちらかといえは重厚長大型の製材機械のメーカーはそれに付随する搬送装置も合わせて製造していることになる。また、合板機械のメーカーも木工機械のそれと同様に専門化している。

木工加工機械の工具や加工テーブルなどの位置決めは、送りねじを手動や電動機で回転させて行う原始的な方法から、リミットスイッチなどをセンサーとしてリレーやタイマーなどを用いて行うシーケンス制御に移っており、昭和59年度から中小企業を対象に施行された「電子機器利用設備仕様等証明書」による設備購入金額の最高7%を特別控除の対象とするいわゆるメカトロ税制

の導入に伴って、各メーカーともメカトロニクス化された木材加工機械を競って製造するようになった。メカトロ減税対象機械の認定および特別控除のための証明書の発行は各機械工業会に委ねられており、利益がある企業のみ証明書の発行を工業会に依頼するため、どの程度メカトロ化された木材加工機械が導入されているかは定かではないが、メカトロ減税証明書の発行枚数をメカトロ対象機械の分類番号別に図2にした

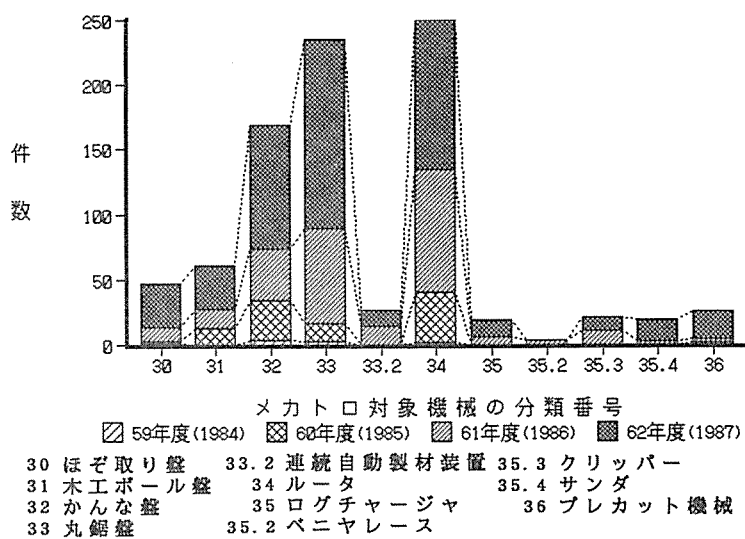


図2. メカトロ減税証明書発行件数の推移 ((社) 全国木工機械工業会の事業報告より)

証明書の発行件数は34番のルータが最も多く、33番の丸鋸盤、32番の鉋盤と続いている。年度別には、初年度の発行件数は10件と少なく、その後急増し、昭和62年度は497件に達した。特に、61年～62年にかけての増加の傾向は著しく、30番のほぞ取り盤、33の2番の連続自動製材装置、35番のログチャージャ、35番の3のクリッパー、35番の4のサンダー、36

番の木造建築用構造材加工機の伸びが目立つ。これらの機械は合板製造とプレカットのための機械で、住宅着工件数の伸びと密接な関係がある。証明書の発行件数は木材加工機械の総生産台数に比べれば微々たるものだが、景気の上昇と共に着実にメカトロ化が進んでいると考えられる。

3.2 国外の水準

北欧や北米における製材工場では原料である原木を、日本のように工芸的な材料ではなく、工業材料として扱っている。すなわち、製材工場の生産性は製材量と製品の強度的な価値によって決まり、製品の工芸的な価値に影響を受けない。そのため、生産性を上げるには製材の自動化、省人化は不可欠で、例えば、ノルウェー²⁾では土場から製材工場に搬入された原木は1本毎にその径や長さを自動計測され、得られたデータとその日の生産計画とから適した木取りが選ばれ、自動的に位置決めされたチップャーセンター付きツインソーやトリプル、クオードソーによって製材される。得られた製材品はリップソーなどで耳すりされ、断面形状や長さによってソーティングされ、同一形状で結束されて、乾燥された後プレーナ工場に送られて二次加工される。製材ラインに搬入する前に、原木の径級でソーティングしたり、送材コンベアーに乗せ易いように根張りを取る場合もある。耳付き板は耳の部分が自動計測され、ギャングリップャーやチップャーセンターで耳すりされる。機械の制御は全て自動化されており、本機の作業者は防音された部屋で原木の最初の位置決め補助を行うこととモニターを監視しているだけである。作業者の数は、1日当り200～250 m³製材する中規模工場では、本機に1人、耳すり機に1人、

製材品の検査に1人，目立てに2人，補助員が1人の計6名で操業されている。製材業の事情は日本と外国でかなり異なるので何とも言えないが，他の合板や木工業では，人件費の高い国では我が国よりも省人化が進んでおり，逆に東南アジアや南米などの人件費が安い国では人海戦術で製造を行っている。

4. 新技術の水準³⁾

4.1 新素材工具

木質材料は金属材料に比べて比重が1桁，硬さで2桁ほど小さいので，切削抵抗が2桁ほど小さく，刃先角の小さい刃物による切削や高速切削が可能である。木質材料の切削加工による付加価値の上昇が金属材料のそれほど望めないことや木質材料以外の材料との複合材料の台頭で，木質材料の高速切削や切削の高能率化が求められ，従来から使われてきた高速度鋼を主とする工具材料に加えて，高温硬さや耐摩耗性に優れた焼結合金の一種である超硬合金が広く使われるようになってきた。木質材料切削用の工具は，常にそうであるが，金属切削用の工具材料を参考にして開発されてきており，最近の例として金属切削用に開発され，利用されている新素材と呼ばれる焼結工具の木材切削への応用が盛んに検討されている。主な工具材料として，Ceramicsのように硬くMetalのように強いという意味で名付けられWCより硬度が高いTiCやTiNを主成分とするサーメット（Cermets），アルミナ（ Al_2O_3 ）やそれに他の酸化物や炭化物を加えたものや Si_3N_4 といったセラミックス，人造の多結晶ダイヤモンド，ダイヤモンドと同じ立方晶の構造を持ちダイヤモンドに次いで硬度が高いCBN

(Cubic boron nitride) が挙げられる。サーメットは高温硬度が高く耐熱性に優れているため超硬合金の切削速度より一段上の切削速度で高硬度金属材料の切削に使われ、セラミックスは靱性が低いのでチップングを起こすもののアルミ合金以外の材料の高速切削に使われ、CBNは耐熱性や耐摩耗性に優れているので従来研削加工をせざるを得なかった金属材料の切削にも広く使われている。ところが、CBNより硬いダイヤモンドは高温で鉄と反応し易いので非鉄金属の仕上げ切削にしか使われていない。一方、これらの新素材工具の木質材料の切削性能については、島根大学農学部で主に調べられており、パーティクルボードや木毛セメント板を連続や断続切削した結果、逃げ面の摩耗量はCBN、ダイヤモンド、超硬合金、セラミック、サーメットの順に大きくなり、刃先の欠損量はダイヤモンド、超硬合金、CBN、セラミック、サーメットの順に大きくなり、概ね金属材料に対する切削性能と同じ結果が得られているものの、高温での金属材料との反応という問題が少ないので、ダイヤモンドやCBNの木質材料用切削工具への応用が有望と思われる。事実、ダイヤモンドチップを付け歯したチップソーが非常に高価であるにも拘らず工具寿命が格段に長いことから一部で使用され始めている。

4.2 メカトロ化機械

メカトロ化機械と一口に言っても、そのレベルは様々であり、一般に(I)センサーによって距離や速度といった物理量を計測し、コンピュータによってその信号を処理し表示する単純なものから、(II)得られた物理量に応じてコンピュータによって工具やテーブルなどの移動や位置決めを行うもの、(III)それらの制御をプログ

ラムによって行うもの、(IV) 数値制御をプログラム通りに行うのではなく別のセンサーからの情報によって状況を判断しながら制御を行う知能を持ったものまでである。メカトロ税制が施行されたことによってメカトロ化機械は急速に発展し、マイクロプロセッサの低価格化によってマイコンを用いた初歩的なレベルⅠに属するものも増えたが、主流は穿孔テープに打たれたプログラムによって制御を行うミニコンピュータを備えたレベルⅢやレベルⅠの一步進んだマイコンで制御されるレベルⅡであり、最近ではミニコンの代わりに穿孔テープを使わずに安価で高性能なパーソナルコンピュータが広く使われるようになってきた。

4.3 システム化

木材加工機械のシステム化で最も進んでいるのは在来工法による木造住宅の部材の仕口や継ぎ手加工の分野である。近年、優秀な技能を持った大工の減少や工期短縮、コストダウンの要求に応えるために、図面を基に部材に墨付けを行い、手工具や電動工具を用いて仕口や継ぎ手の加工をし、現場で修正や新たな加工を行って組み立てていた従来の工法を、工場に設置した高能率で高精度な加工システムによって古来の仕口や継ぎ手の良さを生かしながら機械加工にあった仕口や継ぎ手を加工し現場で組み立てる工法に代え、それによって在来工法の木造住宅を普及させようとするもので、このプレカットと呼ばれる加工システムは住宅メーカーや建築業などに多数導入されてきており、最近ではCAD/CAMシステムと組み合わせたプレカットラインが稼働している。代表的なプレカットシステムは住宅の構造から部材の加工データを決定する加工情報作製システム、そのデータに基づき横架材の側面

と端面を加工する横架材加工システム，柱材を加工する柱加工システムで構成されており，素材の準備や投入，加工システムへの搬送や搬出も自動化されており，ホストコンピュータと各加工システムとは電氣的なノイズに強い光通信で情報が交換されている。このようなシステムを採用することによって，多様な注文住宅やその部分的な設計変更に迅速に対処でき，加工ミスや組立不可能な構造を排除でき，素材の管理が容易になり，墨付けが不用となり，安く・早く・信頼性の高い住宅が生産できるようになった。

4.4 レーザ加工機^{4), 5)}

木質材料の加工に適しているレーザは波長が $10.6\ \mu\text{m}$ の CO_2 レーザで，レーザ媒体として CO_2 ・ He ， N_2 の混合ガスが使用され，出力が 50W から 10kW までの発振機と加工テーブルを組み合わせたレーザ加工機が市販されている。発振形式はレーザガスの流れる方向，放電の方向，レーザ光が得られる方向の組合せで1軸流型(高速軸流型)，2軸直交型，3軸直交型に大別され，軸流型は他の型に比べレーザビームの強度分布を表わすモードが単純なシングルモードに近く，ビーム径や広がり角が小さいという特徴を持つ反面大出力が得難い。レーザ光の発振には連続発振とパルス発振があり，後者はさらにピーク出力が連続発振時のそれに等しいノーマルパルス発振と連続発振時の数倍に達するエンハンストパルス発振に分けられる。 CO_2 レーザは1964年にアメリカで開発され，その後急速にアメリカとドイツで発展し，我が国でも1975年に日本電気が開発し，1977年から始まった通産省の大型プロジェクトによって高性能のレーザが次ぎ次ぎに開発されてきた。加工の能力を左右するレーザ光の出力，モード，安定性，連続か，

パルス発振か、経済性に影響する発振のエネルギー効率やランニングコスト等が加工機によってかなり異なるため、その導入には十分検討を加える必要があるが、木質材料の加工には出力が手ごろな高速軸流型が多く利用されており、最近では発振管内での直流放電に代わって発振管の外から高周波放電によって励起させる発振機が市販されている。

木材加工の分野では、1975年から紙器用段ボールや板紙を打ち抜く型であるダイボードの製造、木材表面への加飾加工、電気絶縁紙の切断や煙草の巻紙の穴あけにCO₂レーザが使われている。

5. 新技術開発の現状

技術レベルの現状を把握するために、①. 木材学会大会の製材・機械加工の分野や木材学会誌における木材加工機械に関する新しい研究や開発の公表件数、木材加工技術協会の大会や木材工業における同様の公表件数、さらに、木工機械の展望として公表された件数を数えて、学・協会における研究動向を把握すること（図3，4）、②. 大阪や名古屋で開催された木工機械展で配布されたガイドブックから新技術を備えた木材加工機械の展示会における展示台数の従来技術の機械に対する割合を求めること（図5，6）、③. 新技術を備えた木材加工機械を販売している木材加工機械メーカーの中から代表的な十数社を選び、それらの機械やシステムの暦年別・業種別販売実績を聞き取り調査すること、の3通りの方法で新技術開発の現状を把握しようとすることにした。さらに、時間が許せば、新技術に関する特許・実用新案登録件数の推移も調査する予定である。

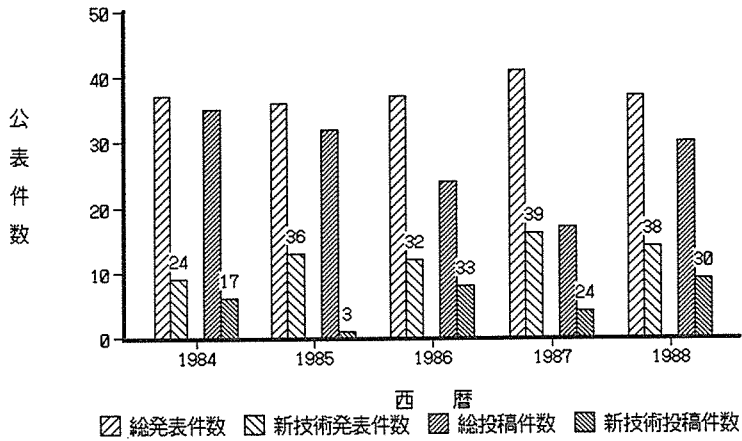


図3 新技術に関する研究の公表件数の推移 (図中の数字は総発表あるいは総投稿件数に対する百分率)

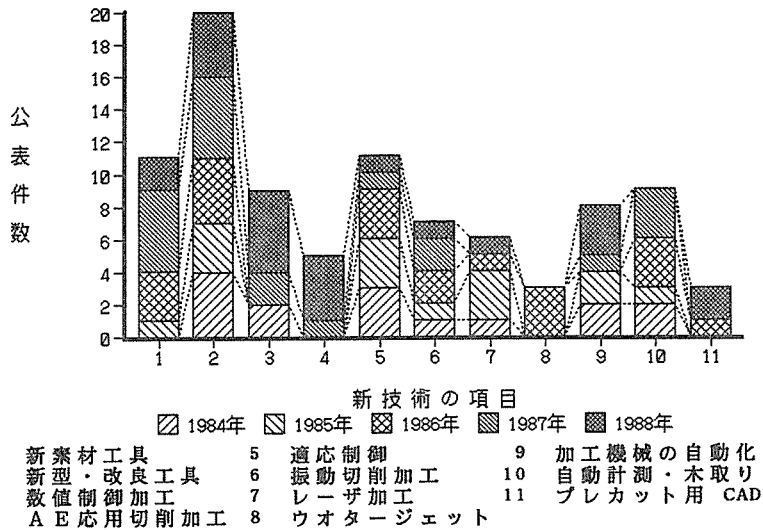


図4 新技術に関する研究の分野別公表件数

学・協会における研究動向としては、術技術と見なした11項目を挙げ、それらの項目について過去5年間の上記資料を調べた。その結果、1986年辺りから新技術に関する研究発表などが全体の30%を

越えるようになってきた。その内訳は、新型あるいは改良された工具に関するものが最も多く、工具用の新素材や適応制御，自動計測や木取りに関するものが続く。これらの研究は主に筑波大学，東京農工大学，日本大学，東京農業大学，職業訓練大学校，名古屋大学，京都大学，島根大学で行われたものである。特に，ここ1，2年は新素材工具やNCルータ，切削加工中に生じるアコースティック・エミッションの研究が盛んになった。

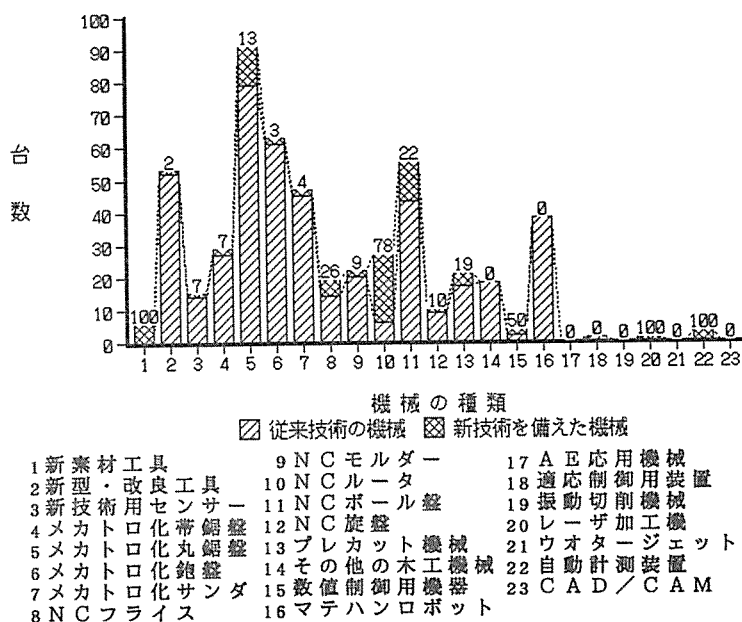


図5 木工機械展における新技術を備えた機械の展示台数（図中の数字は機械毎の新技術を備えた機械の百分率，第27回名古屋木工機械展（1985年）ガイドブックより）

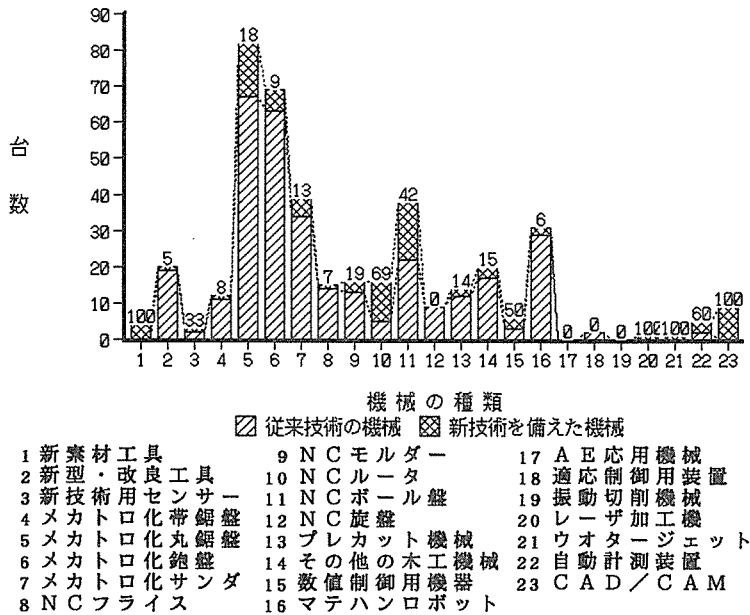


図6 木工機械展における新技术を備えた機械の展示台数（図中の数字は機械毎の新技术を備えた機械の百分率，第12回大阪木工機械展（1988年）ガイドブックより）

木材加工機械の製造業界における新技术を備えた機械の開発状況を知ることは，新製品の熾烈な開発競争が繰り広げられているなかで企業秘密に触れることになるので，非常に困難である。そこで，大阪と名古屋で交互に毎年開かれる木工機械展における展示機械の技術レベルを調べることによって，製造業界の動向を把握することにした。展示会場で配布されたガイドブックで，参加企業毎の出品物の一覧表から図の横に示した23種の機械や工具，ソフトウェアに該当する商品を説明を参考にして抽出し，合わせて同じジャンルに帰属する従来の商品の出品点数も数えた。出品台数は汎用性の高い木工機械である丸鋸盤や鉋盤，サンダが多く，それらの新技术を備えた機械の割合は漸増する傾向にある。ルータやボール盤は，出品点数が丸鋸盤や鉋盤に

比べて少ないにも拘らず、新技術を備えた機械の割合が20～80%と高く、メーカーの開発意欲が伺える。これらの機械は何れも数値制御装置を備えているもので、広く普及していることが伺える。最近の傾向としては、数は少ないがCAD/CAM商品が増えており、これらは主にプレカットシステムに用いられるものである。

木工機械展での出品傾向はメーカーの技術開発レベルをよく表わしているが、これがそのまま機械の導入の状態を表わしているとは考え難い。そこで、新技術を備えた機械を販売している大手メーカーの中から十数社を選び、業種毎の新技術を備えた機械の納入実績を提供してもらった。5社から回答が寄せられ、そのうち製材機械、プレカットシステム、メカトロ化機械、NC木工機械の暦年別販売台数を図7に、CAD/CAMを備えたプレカットシステムやメカトロ化機械の導入状況を図8にそれぞれ示した。

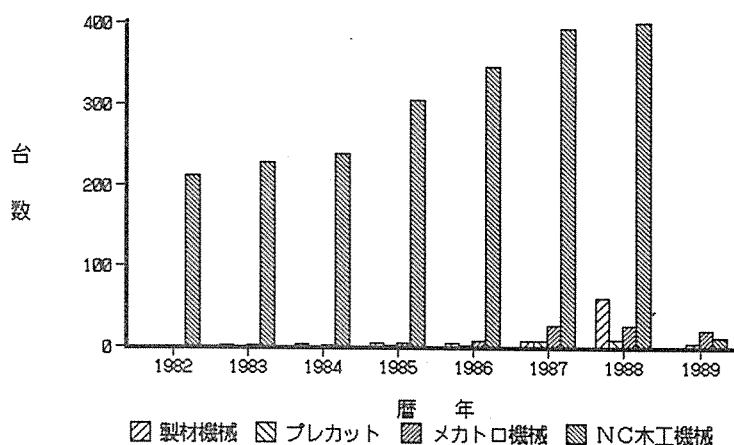


図7 新技術を備えた木材加工機械の販売台数の推移（木材加工機械の代表的なメーカー数社の実績）

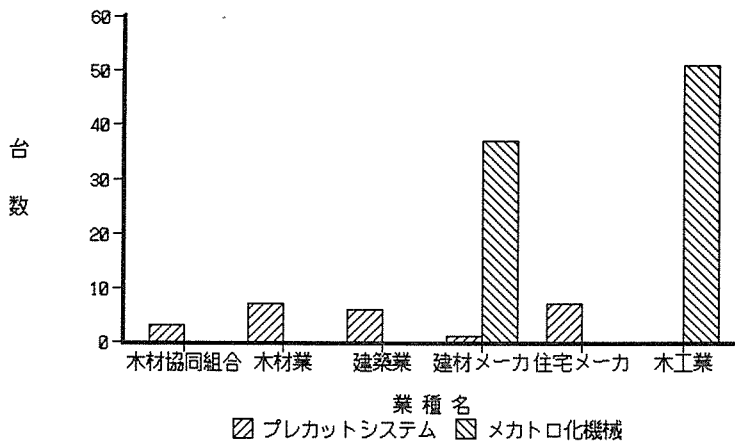


図8 新技術を備えた木材加工機械の導入状況（代表的なメーカー数社からの情報による）

NC木工機械は1972年頃から普及し始め、着実な伸びを示しているのに対して、製材機械やプレカット、メカトロ化機械は1985年あたりから木材業や住宅メーカー、建築業に6、7台ずつ導入され始め、その多くは1987年から1988年にかけて設備投資されたようである。図7に示した台数は図9に示した木材加工機械の全生産台数から見れば微々たるものであるが、NC木工機械の普及は、全生産台数が減少する傾向にあった1985年までの間でも着実に伸びていることから、今後ますますこの傾向が強まると考えられるが、他の機械については普及が始まったばかりで、データも不足していることから、はっきりしたことは言えない。ただ、図8に示したように、プレカットシステムは住宅関連の業種に、メカトロ化機械は建材と木材加工業にそれぞれ多く導入されており、これらの最先端の機械の需要が住宅着工件数の大きな伸びに支えられていることが分かる。

6. 新技術をとりまく環境⁶⁾

新製品の発売は市場のニーズ，開発される機械の潜在購買力，企業の技術力と開発資金が整って初めて実現される。機械の潜在購買力に直接関係するのはユーザの設備投資額とその機械によって生産される製品の需要の見通しである。ここでは，設備投資額のデータが得られなかったので，それに密接な関連がある機械の生産台数（図9）と生産額（図10）の推移を示すことによって，市場の環境をつかむこと

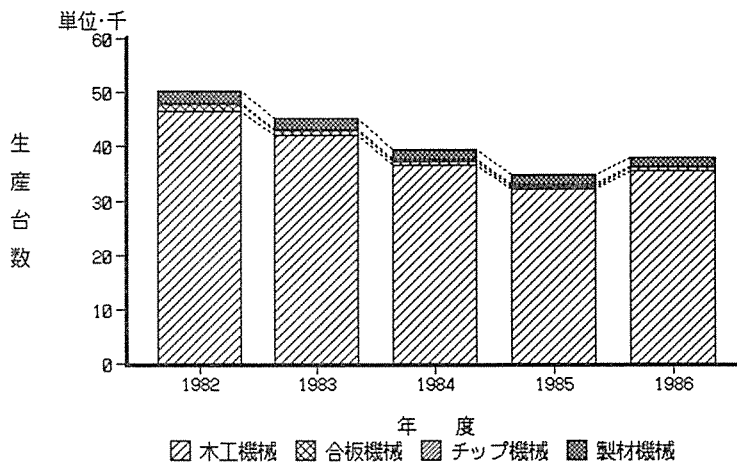


図9 木材加工機械の分類別生産台数

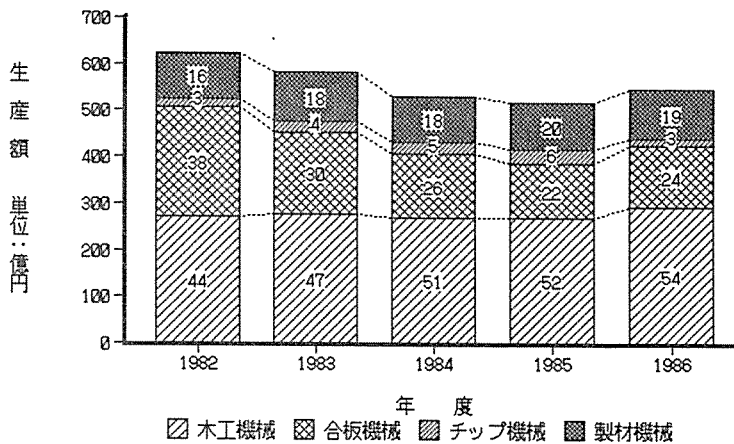


図10 木材加工機械の分類別生産額

にする。木材加工機械のうち木工機械の生産台数は、機械の規模の範囲が非常に広いこともあって、年によらず総生産台数の93%を占め、次に製材機械が4～5%となっている。合板機械は1982年まで総生産台数の2～3%を占めていたが、その後はチップ機械と同様無視できるほど少なくなっている。これはNIES諸国からの安価な合板の輸入攻勢によるものと考えられる。一方、生産額は、台数で90%以上を占めていた木工機械で漸増の傾向が認められるものの総生産額の約半分に相当する300億円、次に漸減の傾向が認められる合板機械で総生産額の20%強の130億円、さらに総生産額の20%を占める製材機械の100億円と続く。工場数が、動力による搬送設備を備える製材工場で約7,200工場、合板工場で約550工場、木材加工工場の数は年平均0.5台の新しい木工機械を購入すると仮定する7万工場、であることを考えると、生産額を単純に工場数で割った金額は製材工場で140万円、合板工場で2,400万円、木工工場で43万円となる。これらの値をそのまま設備投資額と考える訳にはいかないが、木工工場の規模の小ささが目立つ。さらに、木材加工機械の生産額を図1に示した企業数で割ってシェアである80%を掛けて1社当りの事業別売上高を求めると、製材機械メーカーで5億3千万円、合板機械メーカーで9億5千万円、木工機械メーカーで6億5千万円となる。設備投資相当額と、売上高のある割合が新製品の研究・開発につき込まれることから、合板機械メーカーの開発力はかなり高いと考えられる。次に、木工機械、製材機械メーカーと続くが、設備投資額がそれほど多くないので、メーカーの思惑通り新製品が売れるかどうかは疑問である。

7. 新技術開発による効率化

木材工業において、優秀な技能者が減少する中で、機械のオペレータとしての作業員さえ居れば優れた製品が製造できるような新技術を備えた木材加工機械が今後ますます開発・市販されてくると思われる。現在それに近い機械として、墨付け作業が省略でき種々の手工具やそれを使う技術が不用な在来工法の木造住宅の部材の仕口や継ぎ手を高精度で加工するプレカットシステムが市販され、昭和62年現在で能力の差こそあれ240工場で稼働し、年間3万5千棟の生産能力があるそうである。これらのシステムによる工期の短縮、品質の向上、省力化など貢献するところが大である。これほどの効率化は望めないにしても、最近の中・小径木を挽く製材工場の効率化もかなりのものである。あるシステムでは、原木が搬入されてくると両木口面をテレビカメラで撮影し、得られた像を画像解析することによってそれらの形状を認識し、生産計画を考慮したふさわしい木取り方法を選択し、ツインソーで自動的に製材する仕組みになっている。ここでも省人化にはさほど貢献しないが、低級な原木を高効率で製材するには最適のシステムであると思われる。

以上、具体例を2例挙げたが、新素材工具の発達、エレクトロニクスの限りのない発展による木材加工機械のメカトロ化、新技術を備えた機械を有機的に組み合わせることによるシステム化、これまでなかった例えばCO₂レーザーによる新しい加工技術の開発等によって、金属材料の切削加工の分野に比べれば鈍いかもしれないが、ますます効率化が進むものと考えられる。

8. 新技術開発による波及効果

高価ではあるが耐摩耗性の高い新素材工具の実用化、経験と勘で作業を行っていた切削加工の自動化やシステム化が進めば、製品の品質向上や多品種多量生産による低価格化が期待でき、生産量が増えれば当然のことであるが、メーカー間の販売競争が激化し、安くて、燃えなくて、腐らなくて、強い材料が市販されてくると、これまで木材が虐げられてきたのと同じ現象が今度は逆の方向に生じ、すなわち金属やプラスチックが使われていた部分に木質材料が使われるという潜在需要が掘り起こされてくるので、木質材料の販売量が増加することが期待できる。木材を燃えなく腐らなくするためには、種々の化学処理を施す必要があると思われるが、それを効率良くするために、細くて深い穴を望みの深さまで開けられるレーザーサイジング技術が開発されれば、CO₂レーザーで目立たない穴を開けた生材の乾燥を、水分傾斜を少なくできるので、急速に行うことも可能になる、というような波及効果が期待できる。

9. 総合評価

木質材料の原材料は丸くて長い原木丸太であり、この丸太に切ったり削ったりという機械加工を施して初めて原材料を造ることができる。その意味で木質材料の切削加工技術は木材工業の根幹をなすと言っても過言ではない。切削加工技術のルーツは金属加工技術にあり、木材の物理的機械的性質は金属のそれと大きく異なるとはいえ、金属加工技術の進歩に注意していると、切削加工技術の将来予測がある程度可能になるようである。しかも、ひと昔前は大きかった木材と金属の切削加工技術の差が、工具材料、機械や工具の制御技術、新しい加工技

術の導入の分野で、急速に縮まる傾向にある。方向性と不均質性を合わせ持った材料を高速で加工している点ではむしろ金属加工技術より進んでいると見る向きもあるが、この点こそが木質材料の切削加工技術がシステム化の点で金属のそれより大きく遅れを取る最大の原因であると考えられる。特に我が国では木材を工業材料ではなく、工芸材料と見る傾向が根強いので、なおさらである。いわゆるエンジニアードウッドと呼ばれる木質の工業材料や木質ボードのシェアが増大する時流に合わせて、一層の切削加工技術のシステム化を研究・開発する必要がある。

参考文献

- 1) ㈱全国木工機械工業会事業報告書（昭和60～63年度）抜粋
- 2) 服部順昭：ノルウェーの製材工業，木材工業，41(3),129-133(1986)
- 3) 産業工具事典編集委員会編：「産業工具事典」，産業調査会，
(1982)
- 4) 杉原彦一，服部順昭：レーザーによる木質材料の加工，
ニューランバーマン，9(30), 1-29(1979)
- 5) レーザ協会編：「レーザー応用技術ハンドブック」，朝倉書店，(1984)
- 6) 林野庁監修：「木材需給と木材工業の現況（昭和63年版）」，
林産行政研究会，(1988)

4 防腐・防虫技術

1. 技術課題

防腐・防虫技術

2. 技術課題の内容・目的

わが国の防腐・防虫技術の現状を分析し、木材や木造住宅の保存処理技術、防腐・防虫薬剤について今後の技術開発の動向を探る。

3. 既存技術の水準

3.1 既存技術の内容

防腐・防虫技術のうち、丸太や製材品の防腐・防蟻処理ならびにヒラタキクイムシを主たる対象とする防虫処理は、おもに工場における材料処理として行われることが多い。もちろん、住宅現場における塗布や吹き付けによる処理も行われており、土壌処理を主体とする防蟻処理の場合現場施工が通例である。

日本の木材保存工業は、木造住宅の耐久性向上という社会情勢に対応して、主として防腐土台を製品化することで旧来の木材保存工業であったまくら木と電柱という他材料に代替された分野からの脱皮、発展を図ってきた。木材保存関連の技術もこの傾向に連動して展開を遂げてきている。したがって、現在木材保存工業と称する業種に含まれる企業には、木材そのものの処理を専業としているもの、建築材料の製造メーカーであってそのなかに保存処理した製品を製造しているもの、木材保存剤を製造しているものの3つのタイプがあり、さらにシロアリの駆除など住宅における現場処理の企業も広い意味での木材保存業であろう。

3.1.1 防腐・防虫処理業の現況

昭和40年代においては、防腐処理木材の年間生産量60万 m^3 のうち75%は木柱とまくら木であった。しかし、現在においては防腐土台の割合が木柱とまくら木のそれと逆転し、年間生産量37万 m^3 のうち57%が防腐土台である(図-1)。

(単位：万 m^3)

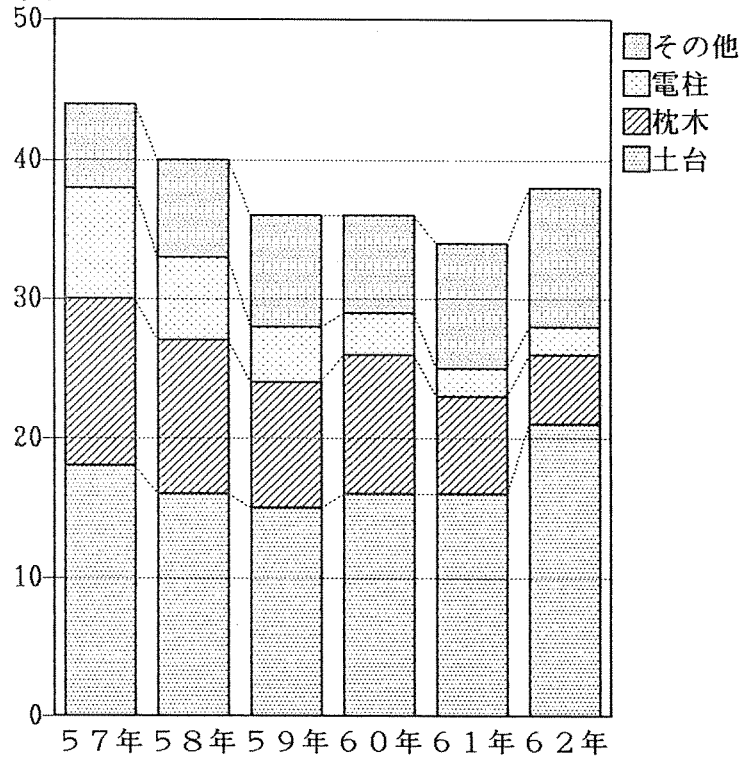
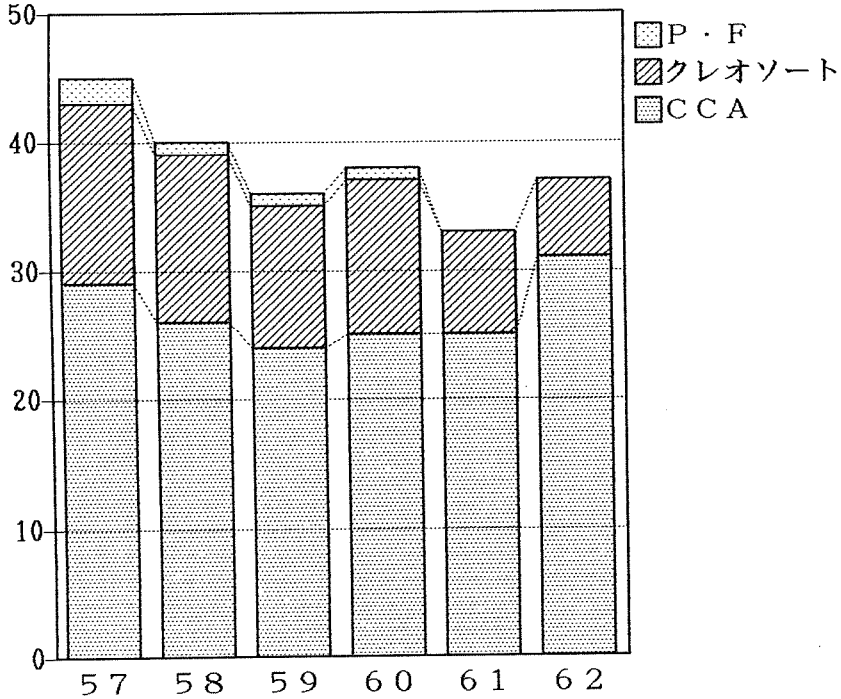


図-1 用途別防腐木材生産量の推移

その他の分類には、樹木支柱や遊具などの公園用材，農業牧畜園芸用材，梱包用材，コンテナ用材，冷却塔用材などが含まれている。薬剤別防腐木材生産量をみると，クレオソート油とPF系の処理木材生産量がしだいに減少し，CCA系の割合が増

加してきている（図－２）。

（単位：万 m^3 ）



図－２ 薬剤別防腐木材（加圧法）生産量の推移

防虫処理製品については、主としてラワンのヒラタキクイムシを対象とした防虫処理材が昭和50年代に入って急速に増加し、62年度における処理製材品の生産量は33万 m^3 である。このほか、防腐・防蟻処理合板、防虫処理フローリングも生産されているが、AQ認証の防虫処理合板は増加傾向にあり、これは60年度にJAS規格化されている。

処理工場のなかには、木材を他から購入し処理のみを専門としている工場と、一つの工場内に木材加工部門と処理部門をもっていたり、製造ラインのなかに処理工程を加えている工場の

二つのタイプがある。丸太・製材品の処理では加圧式が圧倒的に多く、合板では接着剤混入法、フローリングでは浸漬法が用いられている。拡散式は単板の処理には用いられているが、製材品の処理にはほとんど適用されなくなっている。

防腐工場は北海道を中心にほとんど全国的に均等に分布している。ラワンの防虫は関西以北の方が多く、フローリングの防虫は北海道においてナラ材を対象に行われている。これらの工場の多くは、木質建材のJAS制度による認定工場であるが、その他防腐・防虫処理を行っていても統計上数値に出てこない工場も多い。処理製品別のJAS認定工場は、防腐・防蟻処理製材63、防虫処理製材82、防虫処理普通合板62、同特殊合板26、同複合フローリング14、同構造用合板30、同単板積層材4工場であり、AQ認証工場は、防虫処理複合フローリング3、同天井板3、同造作用集成材1、防腐・防蟻処理普通合板9工場となっている（昭和63年度版 木材需給と木材工業の現況）。

また、建築構造部材にあらかじめ継ぎ手または仕口加工を施す機械プレカット部材製造工場も増えてきており、AQの認証工場は昭和62年では48工場を数え、部材の加工部分に防腐・防蟻薬剤等による表面処理を行っているところもある。

3.1.2 処理技術

防腐・防虫の処理技術は、木材の加圧注入処理、現場での木部処理およびシロアリ防除を対象とした土壌処理に大別される。建築現場での木部処理は、処理法としては吹き付けあるいは塗布が主体であり、土壌処理も最近は従来の手法とは異なる防蟻

工法も用いられているが中心は土壌表面への薬剤の散布である。したがって、まず加圧注入による防腐・防蟻処理について述べることにする。

加圧式処理装置は基本的には、注薬缶、タンク類（貯蔵槽、作業槽、計量槽、溶解槽、回収槽等）、ポンプ類（加圧ポンプ、真空ポンプ、空気圧縮器等）および計量器（秤量器、タンク水位計、温度計）からなっている。加圧注入法は、いわゆる古典的方式である、ベセル、リューピング、ローリーという減圧、加圧条件の組み合わせによって分類される注入法を継承して適用し、処理薬剤の種類、処理木材の用途、樹種によって使い分けが行われている。

難注入材への浸透性の改良、均一な浸潤性の達成、加圧時間の短縮、乾燥工程の効率化、処理材の表面割れの減少などを目的とした前加工であるインサイジングは、防腐土台を対象として昭和56年のJAS規格の改正以来、多くの工場に導入されている。現在行われているインサイジングは、円筒型のドラムにナイフ型あるいはノミ型の刃を取り付け、この中に角材を通して1㎡あたり3,000－5,000の密度で深さ10mm程度の刺傷を施すローラー型のものである。

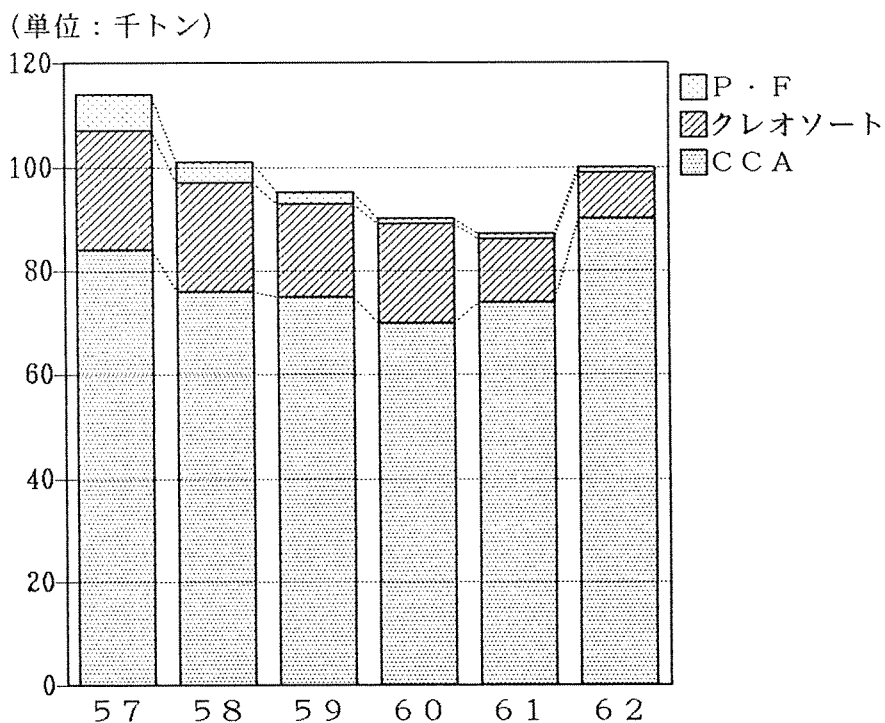
古典的方法としての加圧注入法は技術的には確立したものであるが、未乾燥材に処理を行うとかの基礎的な不注意でトラブルを生じることも依然としてあり、技術の普及と総体的な技術水準は満足すべき状況ではない。

木質材料の保存処理において接着剤混入法は、生産ラインの流れを切らずに行える効率的手法であり、防虫合板については

十分な性能が得られ製造技術的にも確立しており，J A S規格化もなされている。防腐合板については実用化技術の検討が進められているものの，製造技術の確立には至っていない。

3.1.3 薬 剤

防腐木材に使用される薬剂量の変遷を示すと，図－3の通りである。防腐剤はその性状から，油状防腐剤（クレオソート油），



図－3 防腐薬剤使用量の推移

油溶性防腐剤（有機スズ化合物，ナフテン酸金属塩），水溶性防腐剤（C C A，P F，A A C，ベンゾチアゾール系）に大別されるが，現在国内で使用されているのはC C Aが圧倒的に多い（P F系防腐剤は現在ほとんど使用されておらず，J I Sか

らも抹消された)。防カビ剤として多く使用されていたPCPは、その高い毒性から現在ではほとんど用いられておらず、防カビ剤の主流は塩素化フェノール系の2,4,6-TCPとその塩類および有機スズ系化合物である。

製材品の防虫ではほう素化合物が多いが、合板の防虫については、クロルデンの使用禁止措置に伴い有機リン系化合物がこれに代替して用いられ、フローリングの防虫にも使用されJAS化されてきている。なお、CCAは防腐効果のほかシロアリに対する殺虫性も備えており、防腐・防蟻薬剤として取り扱われている。また、シロアリの加害を受ける地域で使用される処理木材には、CCA以外の場合防腐剤と防蟻剤とが混合使用されている。

木材保存剤に関しては、現在農薬などのように国による認定登録制度がないが、効力を評価し、安全性、環境への影響を配慮する必要があるところから、日本木材保存協会では木材保存剤の認定制度を設け、防虫剤、防腐剤、防かび剤、防蟻剤等用途別に認定しており、昭和63年3月現在における認定薬剤等は178件となっている。なお、保存剤メーカーとしては、無機系薬剤ではすでに混合調整したものを輸入している場合と、構成成分の無機化合物を購入しそれを混合することによって、防腐剤や防虫剤を製造しているケースがある。有機系の薬剤については自社で一貫して保存剤を製造しているメーカーは少なく、外国企業あるいは国内の原体メーカーから有効成分を購入し、それらを数種配合したりさらに乳化剤や添加剤を加えて保存剤として調整しているいわゆるフォーミュレーターとしての

企業が多い。これらの保存剤は、防腐・防虫処理工場やシロアリ防除業者、さらに建築現場での処理向けに工務店などに供給されている。

3.2 既存技術の問題点

3.2.1 保存処理方法

防腐・防虫処理においては、要求される性能に応じて塗布、浸漬など軽度の表面処理法と高度の加圧処理法が行われているが、その大半を占める加圧処理方法は従来からの手法をそのまま踏襲している。現在の処理方法でも、十分な処理条件と品質管理が行えれば性能的には満足できるとされているが、処理時間の短縮や処理性あるいは薬剤の均一な浸透という点では改善が求められている。さらに、樹種による浸透性の難易度は大きく、今後さらに難注入木材の処理需要は増加するものと予測される。薬剤の浸潤性向上のために、インサイジングなどの前加工が採用され住宅用部材の処理にも取り入れられているが、作業能率や外観あるいは刺傷による強度低下をなるべく下げず、いかに均一な浸潤を達成するかについて検討の余地を残している。

処理木材の表面汚染も無視できない問題で、保存処理業における製品のイメージは、製品よりも半製品に近いという感覚が依然として強い。さらに、従来の加圧処理で使用される薬剤のほとんどは水溶性であり、水を溶媒として使用するため経済的には非常に有利であるが、反面処理後寸法が変化したり、処理後の乾燥工程のため広い土場を必要としたり、用途によってはすぐ人工乾燥をする必要があるなど作業性が悪い欠点がある。

この水溶性薬剤を用いての加工品や製品など乾燥材の加圧処理では、高度の精度を保って高性能の処理を行うことがきわめて困難である。

3.2.2 薬剤の安全性

昭和61年のクロルデンの使用禁止措置がとられ、木材防腐剤の分野でもクレオソート油やCCA系防腐剤の安全性が問題になっているように、木材保存剤の毒性や環境への影響に強い関心が払われてきている。木材の防腐、防虫、防蟻薬剤の安全性の評価については、医薬品や農薬と異なり特別の規定がなく、化学物質としての化審法の適用を受け、毒劇物は毒劇物取締法の規制を受けるだけである。そのため、日本しろあり対策協会と日本木材保存協会の協議の下、日本木材保存剤審査機関が設けられ、木材保存剤の審査を行い、独自の安全性評価規定を定め自主的にその評価を行っている現状である。このように、木材保存剤の評価についても、かつての殺菌力や殺虫力の大小あるいは効力持続性のみによって査定されるものでなく、環境汚染の防止、取扱作業や消費者の安全性等についても十分な配慮が要求されるようになってきている。

現在防腐・防蟻剤として多用されているCCAは、クロム化合物やヒ素化合物を含むためその安全性に疑念が抱かれ、世界各国で広範囲に調査研究がなされているが、木材中で還元定着していることならびに効力や安定性の点でこれに代わる薬剤がないということで広く使用されている。しかし、処理材の焼却廃棄時の有害物質の発生あるいは未固定のCCA薬剤の保健上の問題など、解決をはかり対策を払う必要にせまられている点

も多い。クレオソートにおいては、悪臭、皮膚刺激、発癌性成分の存在などが従来から指摘されており、有機スズ系薬剤も養殖魚網から魚体への移行・蓄積が問題となり、木材防腐・防かび剤としての使用も自主規制の方向に向かいつつある。クロルデンに代わってシロアリ防除薬剤として用いられている有機リン系化合物（ホキシム、フェニトロチオン、ピリダフェンチオン、クロルピリホスなど）は、化学的変化や紫外線あるいは土壌微生物による分解を受けやすく、その点で残留性に問題は無いが、効力持続性が低くまた速効性の神経毒であるため作業者を中心に安全管理が大きな問題となっている。

4. 新技術の水準

4.1 注入処理技術

4.1.1 乾燥処理法（溶媒回収処理法）

乾式処理法においては、薬剤を含んだ非水系の溶媒が木材中に注入されるが、次の段階として溶媒のみ回収される。このため処理後の乾燥工程が省け、したがって水分移動に伴う寸法変化が引き起こされることがなく、最終製品での処理が可能となる。また、木材への浸透性もきわめて良い。

従来検討されてきた使用溶別のタイプには、液化ガスによる方法とメチレンクロライドを用いるものがある。前者はセロン法あるいはドリロン法といわれるもので、通常の温度、圧力条件下ではガス状で、加圧下では液状になる液化ガスをキャリアーとして用いる。溶媒としてイソブタンまたはブタンを使用し防腐剤を含み加圧条件下で液化した溶媒は木材中に浸透する。

その後、加温と減圧によって溶媒は気化して回収される。溶媒が低粘度であるためより深い均一な処理が可能であるが、最大の欠点は、使用溶媒がきわめて可燃性のガスになるため、ペーパーが空気と混合すると爆発の危険性があり、窒素ガスによる置換等の操作を必要とする点である。メチレンクロライドを使用溶媒とする方法はクリーン法ともいわれ、加圧して防腐剤を含んだ溶媒を木材中に注入した後、蒸気あるいは加熱空気を吹き込んで溶媒を回収する方法である。

わが国では、昭和57年に初めての処理装置が完成し、現在いくつかの研究機関に導入が検討されている。その処理工程を図-4に示すが、木材は気乾状態あるいは含水率を40%以下

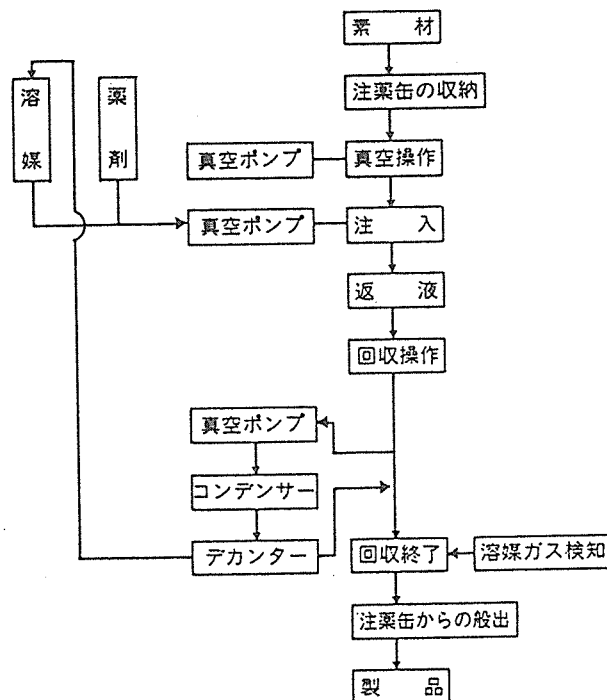
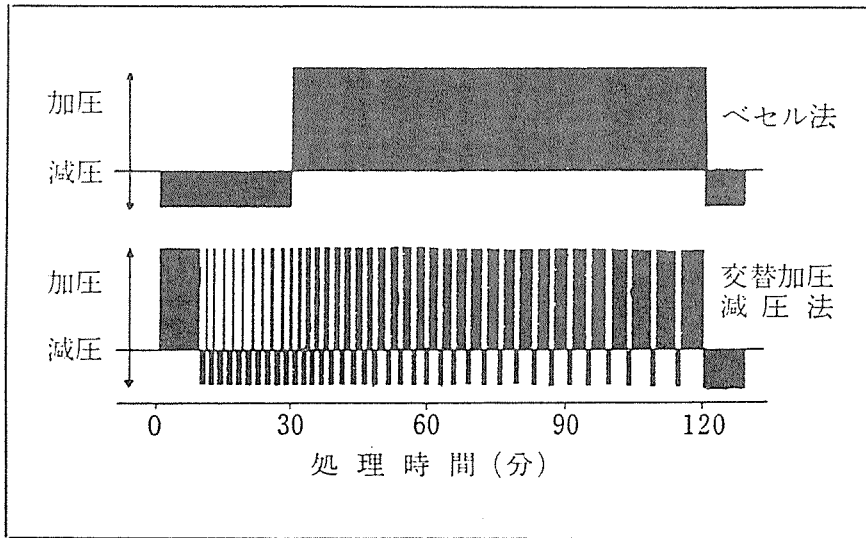


図-4 溶媒回収処理法工程図

にして注薬缶に収容される。注入は従来の方法とおなじで、通常減圧で行うが必要があれば加圧を併用する。溶媒の回収は凝縮法、圧縮法、活性炭素吸着法などの手法で行われる。この処理に用いられる薬剤は特に限定されるものでなく、使用溶媒との相溶性と目的に合わせて選択される。また、溶媒は、毒性が低いこと、薬剤注入後の回収率が高いこと、薬剤を所定量溶解できること、引火・燃焼性がきわめて低いこと等の条件を満たす必要がある。フロンはコントロールしやすい溶媒であるが、オゾンの破壊作用があるため使用には問題がある。それに代わり、北海道林産試験場等では塩素あるいはフッ素溶媒であるトリクロルエタン、トリクロロモノフルオロメタンが検討されている。

4.1.2 加減圧交替法 (Oscillating Pressure Process OSP, OPM)

この方法は、加圧と減圧を交互に繰り返すことによって、生材でも乾燥材でも内部深くまで処理液を浸透させようという方法である。試みられている一例は、加圧 8 kg/cm^2 、減圧 720 mmHg を繰り返し、処理の初期は減圧 40 秒、加圧 20 秒のサイクルで行い、処理の後半ほど減圧時間は短く加圧時間は長くなるスケジュールである。サイクル数は、断面によって異なり、 $40-200$ サイクルで行われている (図-5)。



交替加圧・減圧法

図-5 加減圧交替法の処理スケジュール

わが国での例はまだないが，森林総合研究所の指導で外国研究機関に設置するため試作され，浸透性が著しく向上したという結果が報告されている。試作機の場合，基本的なシステムは従来の注薬缶と変わらないが，減圧・加圧時間を任意に変化できるよう工夫がなされている。また，ニュージーランドでは，加圧と大気圧とのサイクル繰り返し法を開発し，Alternating Pressure Method (APM)と呼んでいる。いずれにせよ，難注入性の木材でかつ断面の大きな木材の注入処理法として期待されている。

4.1.3 インサイジング

従来の刃物型インサイジングは，比較的堅牢で安価である反面木材表面にかなり明瞭な刺傷の跡がつき，外観的にもまた強

度低下への配慮からも新しい改良方式の開発が望まれてきた。とくに建築用材や身近なアウトドアの用途への展開をはかる場合、表面性状などの美観的要素を無視することはできない。

現在インサイジングの新しい手法として、刺針インサイジングやレーザー光インサイジング等の技術開発が難注入材であるスプルーースなどの蓄積の大きいカナダで研究が進められており、今後同様な問題を抱えるヨーロッパ諸国やわが国でも高い関心が払われている。試みられている刺針インサイジングでは、直径 0.6 mm 位の針を用い、 1 m^2 あたり $10,000\text{--}30,000$ の密度で刺針を施したもので、外観的にはほとんど目立たない。浸透領域と組織破壊度の比較から、強度低下を低く抑えてかつ満足すべき浸潤度が得られたと報告されている。現在実用化に向けて機械の開発が進められているが、針の堅牢性、刺針機構、材の送り速度、価格などの点について検討が加えられている。

レーザー光インサイジングの研究は、1981年スイスで始まったが、現在カナダでも炭酸ガスレーザー装置を用い精力的に研究が進められている。レーザー光インサイジングを施した場合、木材表面はかなり褐変するがブレンダーをかければ目立たず、また強度の低下はあるが実用上支障はない程度であるといわれている。含水率 12% のベイマツで、 10 mm 穿孔するのに必要なレーザー照射条件は $125\text{ワット}\cdot 0.03\text{秒}$ 、 42 mm 材を打ち抜くには $200\text{ワット}\cdot \text{秒}$ のエネルギー・照射パルス条件が必要であるという結果が報告されている。この手法の利点は穿孔深さを大きくすることができ、機械の物理的損耗がないことなどであろうが、コストや能率など未知の問題も多い。

また、木質材料の切断などすでに一部の木材加工に応用されている高圧水流による切断技術をインサイジングに利用しようとする、ウォーター・ジェット・インサイジングがある。水の代わりに防腐剤の水溶液を用いれば、木材表面に細かい傷をつけて同時に薬液注入ができる可能性がある。この方法が成功すると、密閉タンクは必要とせず、連続的に処理ができるほか、木材の一部だけに薬剤を注入することも可能であるなど他の方法にはない利点を有している。まだ実験的段階であるが、材表面の損傷を防ぐため、金属ディスクを通したり、あるいは木材を防腐剤の液中に沈めて噴射することによりかなりの浸潤度を得ている。しかし樹種による影響や圧力条件などまだ検討の余地が多い。

4.2 薬剤の開発

防腐・防蟻薬剤の開発には以下の4つの視点が考えられる。①全く新しい薬剤の創製，②外国では用いられている薬剤の導入，③他の分野で使用されている薬剤の適用範囲の拡大，④すでに保存剤として用いられている薬剤の改良，である。新しい薬剤の開発には二つのアプローチが考えられる。その一つは天然から取り出したり，また合成した化合物をランダムスクリーニングする方法で，他の一つは過去の知見から考察を進めて有効な薬剤を開発する方法である。いずれにせよ，新規薬剤の開発には莫大な費用と時間が必要とされることはいうまでもない。したがって，わが国独自に開発し実用化に成功した防腐・防虫薬剤はそれほど多くない。

もちろん，防腐・防虫薬剤の開発は，木材に高い性能を付与し

ながら生態系を壊さず，人類に有害な影響を及ぼさない方向で行われているのはいうまでもない。米国においてもCCAの使用量は圧倒的に多い(70%)が，ACZA(アンモニカル銅・亜鉛・ひ素化合物)，ACA(アンモニカル銅・ひ素化合物)，CZC(クロム・塩化亜鉛化合物)も用いられてきており，さらにAAC(アルキル・アンモニウム化合物)や含ヨード・カーバメイト系化合物など低毒性の新しい薬剤の開発と性能評価が進められている。

しかし低毒性といわれる防腐薬剤は，一般的に効力が作用する腐朽菌の種類範囲，いわゆる効菌スペクトルが狭い。このため，非接地・接地など用途別に薬剤タイプを使用分けをしたり，あるいは数種の薬剤を混合してこれに対処する方策が取られている。シロアリ防除薬剤についても，現在使用されている有機リン系薬剤に代替する新しい薬剤の開発も進められているが，これらの開発研究はほとんどの場合既存薬剤の利用拡大，例えば剤型の改良や他分野で使用されている殺虫剤をシロアリの領域に適用することで対応している。すなわち，現在用いられている薬剤の固定化や残効性の向上が検討されている一方，ピレスロイド系薬剤のシロアリ防除への適用も試みられている。

4.3 化学加工木材

化学加工木材の技術開発については，昨年度の本調査報告書で述べられているので，防腐・防虫技術の関連でのみ考察する。

木材成分の活性な水酸基が化学的に安定な官能基で置換されたり，相互に架橋結合することにより，材質が改良される化学修飾木材における生物劣化抵抗性の発現は，薬剤の殺菌性や殺虫性に

あるのではなく、木材成分の分子構造が変わるため腐朽菌の分泌する酵素作用が抑制されたり、シロアリの場合は食物代謝が阻害されることによると考えられている。したがって、腐朽菌や加害昆虫からの木材の保護は積極的にそれらを攻撃して達成しようとするものでなく、木材成分を改質して劣化因子から守ることで生態的に共存しようとする方向のものである。これらの技術の研究基盤はすでに過去に確立されたものも含まれているが、応用技術の展開や木材の多機能化の情勢に伴って再び注目されているもので、アセチル化のようにすでに実用化されているものを含め、今後の発展が期待されている。

木材とプラスチックの複合体、いわゆるWPCは木材の硬度を増し強度を向上させるが、一般的には生物劣化に対して十分な抵抗力をもたない。そこで、機能性WPCの一つの方向として生物劣化抵抗性を付与する試みが行われている。新しい取り組みとしては、無水マレイン酸で前処理をしてビニールモノマーを注入し、木材細胞壁の水酸基と架橋的にポリマーを形成させる方法が検討され、生物劣化抵抗性WPCとして性能評価が行われている。しかし、むしろ木材の多機能化の一環として行われている生物劣化抵抗性の付与は、モノマーの側鎖に殺菌・殺虫効果のある化合物を結合させて注入し、WPCを調整することによって達成しようとするものである。したがってその目的とするところは、防腐・防虫成分の木材中での保持力を高め容易に溶脱しないようにするところにある。

しかし、細胞壁中で効率よくポリマーを生成させ、腐朽菌の攻撃や酵素的劣化作用を抑制することができれば、毒性のある化合

物を導入せずとも劣化抵抗性が向上することが十分考えられる。

この点から、従来寸法安定性の面から試みられた壁内ポリマーの生成技術を防腐・防虫性能の付与という見方で検討することも意義があると思われる。

4.4 生物学的手法による劣化制御

殺生物剤 (Biocide) に代わって生物劣化の化学的制御に登場してくるのは、生物制御剤 (Bioregulator) であろうといわれてきた。これには、木材腐朽菌に特異的に作用して効力を抑制するが木材自身は劣化させない菌類、あるいはその分泌成分を利用する方法や、シロアリの行動制御物質または生育制御物質を利用する方法が考えられている。最近の報告例では、腐朽菌の細胞壁の主要成分であるキチン質の合成を抑制する研究やトリコデルマというカビを使って防腐しようとする試みがあり、後者の場合生産される抗生物質を使用することや、カビの胞子を木材表面に付着させておき、木材が腐朽条件に置かれたときカビが先に発芽して腐朽を阻止する方法などが検討されている。

シロアリに関しては、特にこういった観点からの防除法により多くの関心もたれており、幼若ホルモン活性物質、脱皮ホルモン関連物質などによって昆虫のホルモンバランスを変え、脱皮・変態の正常な制御を攪乱しようとする試みが行われている。このなかには、シロアリに異物が付着すると清掃行動を取ったり、個体間で食物交換を行う習性を利用して、薬剤を全部の個体に伝達させるベイト・ブロック法など試みられた例もある。しかし、こういった手法はある意味では生態系の破壊であり、生物学的防除法の開発には広い観点からの検討が求められる。

5. 新技術の開発動向

5.1 防腐処理

低毒性薬剤として開発された防腐剤，例えばトリハロアシル化合物やアルキルアンモニウム化合物が従来の薬剤に代わって用いられてきているが，腐朽菌の種類によっては効力の低下するものがあり，他種薬剤との混合や協力剤や安定剤との組み合わせが検討されている。今後とも，混合技術や剤型の改良という製剤技術の面で薬剤の開発は進展していくものと考えられる。製剤の開発には，一般的には二つの方向があり，使用目的あるいは施用方法に合わせる場合と，効果や性能の増強や改善をはかる場合である。本来油性の薬剤を水に可溶化したり，フロアブル化や脱色化は前者のケースで乳剤タイプのクレオソートなどが開発されている。また，後者の場合，効力範囲の拡大，効力持続性の延長，薬剤の流出防止をねらって行われることが多い。

注入処理においては，注入効率の向上と処理時間の短縮が常に求められるところであり，注薬タンクに薬剤を充満したまま真空にするウェットバキューム方式が取り入れられている。

接着剤混入法による合板など木質材料の処理は，防虫を目的とする場合は技術的に確立しているが，防腐目的の処理技術は現在製造基準の確立が急がれている段階である。これは，混入法により腐朽を抑制するには，薬剤が単板中に十分拡散する必要があること，ならびに材料の使用箇所によって求められる性能レベルが大きく異なることによる。薬剤と接着剤の組み合わせ，熱圧条件，性能評価などについて目下検討が加えられている。

5.2 防カビ処理

防カビ処理は小口需要がきわめて多いため、その実状を把握するのは困難であるが、年間700万 m^3 あたりが処理されているようである。今後、輸入ラジアータパインの増加や防カビ処理を必要とする原木の増加が見込まれており、処理材積は増えていくものと推定される。

一般に行われている防カビ処理方法は、大型の鉄製ないしコンクリート製の薬液槽中に結束した木材を浸漬する方法、あるいは半自動化された一連の装置で一本ずつ漬けていく方法が多く用いられている。今後、スプレー処理あるいはこれに代わる微量スプレー方式が導入されていくものと考えられる。薬剤についても、従来の塩素化フェノール系や有機スズ化合物の毒性や環境中での蓄積が問題となってきたおり、それらに代わる防カビ剤の開発も進められている。チオシアノ系メチレンビスチオシアネート、トリハロアシル系、トリアゾール系、ヒドロキシアミン塩系、トリヨードアシルアルコール、ペンツイミダゾール系、第4アンモニウム塩類などの新規薬剤や有機スズ・メタアクリレートコーポリマーなどの改良薬剤の使用が検討され、すでに実用化されているものもある。防カビ薬剤の進む方向としては、毒性への配慮から薬剤の大量使用を避け、相互に弱点を補い合う数種の薬剤の混合方法が今後とも検討されていくものと予測される。

5.3 防蟻処理

薬剤の安全性の項で述べたように、クロルデンに代わり現在シロアリ防除薬剤としてその大半に使用されている有機リン系化合物は、残留性が低いが神経毒であり、とくに現場処理における作

業者の安全管理が大きな問題である。作業者の安全対策のため種々の技術改良が加えられており、土壌処理用スプレーの改良や発泡工法、カプセル化や粒状散布などの製剤形態の変更による薬剤の気中濃度の低減、合成樹脂シート工法、土壌表面皮膜形成工法など新防蟻工法の技術が試みられている。

これらのうち、マイクロカプセル化には薬剤を尿素樹脂あるいはポリウレタン樹脂で包むものがあり、前者の場合薬剤の徐放効果で、後者の場合シロアリが口器でカプセルを破壊するまで薬剤の放散を防ぐことにより、作業者の安全管理と効力そのものの持続性をねらっている。

防蟻材料を用いる工法のうち、土壌表面皮膜形成工法は防蟻剤を含む酢酸ビニル・ウレタンあるいはアクリル樹脂等の合成樹脂樹脂液を土壌表面に吹き付け、硬化剤等により重合硬化させて皮膜を形成するものである。合成樹脂シート工法は、防湿効果を備えた合成樹脂のシートに防蟻剤を混入したものや、アスファルトを混入したものがある。また、ポリビニルアルコールを主体としてシートを土壌表面に敷き、水を散布してシートを溶かし、薬剤を土壌中に移行させる工夫も行われている。これらも地下生息シロアリの活動を効果的に抑え、かつ床下という立地の悪い場所での作業条件の向上をもねらっている。

また、防蟻工法には上記のもの以外に、土台に薬剤の送液パイプを結合する方法や蟻返し効果のある金属製やプラスチック製のカバーを土台や基礎に付ける方法も考案されている。

6. 技術開発を取り巻く環境

わが国の木材保存業は、従来の主要な需要分野であった電柱や枕木という特殊な産業構造から、土台材という建築産業にかかわることで脱皮発展をはかってきた。その後、住宅の耐久化に関する認識が広がりがつ定着する一方で、森林資源を守っていこうとする国の施策や、住宅の耐用期間の延伸にかかわる融資制度に助けられる形で需要を伸ばしてきた。現場施工が主体をなすシロアリ防除業についても同様で、上記の周辺事情と個人の資産を守る意識の向上につれ業としての一般化がはかられてきた。

また、一方では、住宅様式の変化に伴う大壁工法や断熱材の使用の広がり、耐久・耐蟻性の低いベイツガやエゾマツという輸入材の増大、無理な立地条件での住宅建設など住宅に関連する工法、材料、環境のいずれもが、防腐・防蟻処理のニーズを拡大してきた。

防腐・防虫にかかわる技術開発も、こういった要望に答える形で、加圧注入技術の普及や防腐・防カビ・防虫薬剤の開発が行われている。しかし、技術のレベルをみるかぎり、いわゆる革新に値する開発技術はほとんどみられず、従来技術の改変や輸入技術の国内での普及ということに終わってきた。最近に至り、たとえ外国技術であってもそれを改良することで国内向けに実用化したり、あるいは独自の耐久化施工法も開発されてきている。この背景には、従来からの住宅の高耐久化についての認識がより広がったことや、耐用年数についての正しい把握を求める声が強まっていることがある。とくに後者については保証制度とのからみで今後とも重要になってくるものと思われる。

一方では、木材保存処理が薬剤に頼らねばならない現況において、今後とも安全性や環境への配慮はより強く求められてくることは確実

である。ある薬剤が使用禁止になれば、単に代替薬剤に置き換えるという安逸な手段ではなく、人間の生活環境に則した木材保存技術の体制を恒久的な観点で深めていくことが重要である。

ところで、米国における防腐木材の生産量は、近年14百万 m^3 に達しさらに増加傾向が見込まれている。この高い防腐木材需要の背景には防腐処理木材基礎システム（PWF）、デッキやフェンスなどの住宅の外構材料やアウトドアウッド、ガードレールや標識柱、遮音壁という高速道路の構築物、ヨットハーバーの舗板などウオーターフロント構築物などへの積極的な用途開発がある。わが国の防腐木材業界においても、ログハウスや木レンガなど新規用途への処理木材の使用も増加してきているものの、さらに新しい用途への需要開発の関心は高く、マーケットプロモーションの推進が検討されている。

処理木材の場合、今後とも消費者保護の立場に立った品質管理が求められるものと思われる。米国では第三者機関として米国木材検査協会（AWPB）が設立されており、それが発行する検査マークによって設計者や購入者は容易にかつ確実に品質が識別できるシステムになっている。また、安全性と環境保護の面から、防腐処理木材の取扱上の注意事項を記入したシートをロット毎に添付することが義務付けられている。わが国においても、消費者保護の立場に立った品質管理の確立とエンドユーザー向けに使用法の徹底をはかる措置が必要と becoming なるであろう。

7. 技術開発の方向と発展方向

加圧処理は保存処理木材の大部分を占めているが、難注入性木材の浸透性改良、薬剤浸潤の均一化、乾燥に伴う寸法変化の防止のための

改良・開発研究が進められる必要がある。また、注入性向上を目的とした前加工も同時に検討されることが大切である。これらの技術開発は、単に防腐・防虫の技術の分野ばかりでなく、木材の化学加工などの広い領域での材質改良技術の向上にも寄与するものでもある。

木質保存処理製品の用途の多様化に伴い、それぞれの使用環境に対応した高度な保存処理が求められている。このことは、処理性能のグレードアップということだけでなく、確実な品質保証があってはじめて達成できるものであり、基礎的な技術の普及と総体的なレベルの向上が不可欠である。また使用環境によっては、単に防腐・防虫性能の付与だけでは不十分で、割れ防止のための処理など総合的な耐久性をもつ材料として提供していくことが必要である。

薬剤処理については、低毒性代替薬剤の開発、薬剤成分の徐放化などの製剤形態の開発研究も進められているが、それとともに効果の的確な把握を踏まえて使用濃度や処理量の低減をはかり、使用状態や目標耐用年数などを考慮したきめ細かな使い分けと使用量の設定が大切である。

8. 総合評価

わが国においては防腐・防虫技術の研究に携わっている研究者は、試験研究機関ではそれほど多くない。これは、菌類や昆虫を対象とするという特殊性にもよるが、また一方薬剤の開発研究などはほとんどが製薬会社でなされることが多いためであろう。最近、公立研究機関などで木材に防腐・防虫性能を付与する取り組みが積極的になされてきているが、この背景には木材の高付加価値化や機能化を目標としている場合が多い。

木材の防腐・防虫技術のうち、注入技術などは乾燥や加工技術と共通する基盤をもつもので、今後相互の情報と技術を連絡しあって発展させることが望ましい。

また、処理材料のもつ耐久性能の的確な把握は、品質保証の面からあるいは過度の処理条件を除くという点からも重要である。クライメートインデックスの作成など環境因子の予測も試みられているが、材料に付与された性能を使用環境との関連で明確にしていく努力がなされる必要がある。

さらに防腐・防虫技術の場合、とくに生態系とのかねあいが求められる分野であるため、その開発研究にあたっては、恒久的な環境材料を提供するという明確な理念をもってそれにあたることが重要であろう。

参考文献

- 林野庁：木材需給と木材工業の現況（昭和63年版）
日本木材防腐工業組合：木を生かす（1986）
日本木材保存協会：木材保存学（1982）
日本木材保存協会：木材保存の歩みと展望（1985）
井上嘉幸：シロアリ防除薬剤のはなし，しろあり，No.77，27（1988）
岩崎克巳：米国・カナダの木材防腐産業の動向について，木材保存，14（4），34（1988）
中村嘉明：製材用防黴剤の現状と展望，防菌防黴，14，523（1986）
布施五郎：防腐，防蟻，防虫剤の安全性，木材学会誌，34，709（1988）
柏崎清作：最近のインサイジング技術動向，木材保存，14（2），24（1988）
土居修一ほか：木製開口部材の防腐処理技術の開発，中企庁技術開発補助事業テキスト（1987）
日本しろあり対策協会：防除施工標準仕様並びに安全管理（1988）

5 接 着 技 術

1. 技術課題：接着技術

2. 技術課題の内容・目的

木材の接着技術は，木材を木材あるいは他材料と複合化するために行われるが，主として，木質材料製造および二次加工，家具製造等の木工関係，建築関係の3分野に分けられる。使用される接着剤は多種におよび，また，被着材である木材の種類，さらに形状も多岐にわたるためその接着技術は複雑を極める。これらの中でも，木質材料の製造に係わる接着技術は，森林資源の有効利用の観点から最も重視されるべき分野である。この分野では，大量生産を目的とするため使用される接着剤の量も多く，コストの低いことも要求される。また，接着技術は，接着剤の性質ばかりでなく接着機械・装置などと深く関連する。最近の課題としては，木質材料の連続成型を可能とするような接着技術の開発も望まれている。さらに，木造建築関係においては，現場施工における接着技術の進展も期待されている。

いずれの分野においても，接着技術には接着剤が使用される環境下において十分な信頼性を発揮することが要求される。ここでは，接着剤および接着技術の現状を取りまとめ，将来へ向けての接着剤ならびに接着技術の開発動向を探る。

3. 既存技術の水準

3.1 接着剤面からの既存技術

3.1.1 木材用接着剤の種類

木材に使用される接着剤は多岐にわたるが，現在，我が国では

主に表1の様な接着剤が用途に応じて使用されている。この他、フェノール樹脂とメラミン樹脂やユリア樹脂を混合した複合系接着剤やα-シアノアクリレート系および各種アクリル系接着剤等が使用されている。

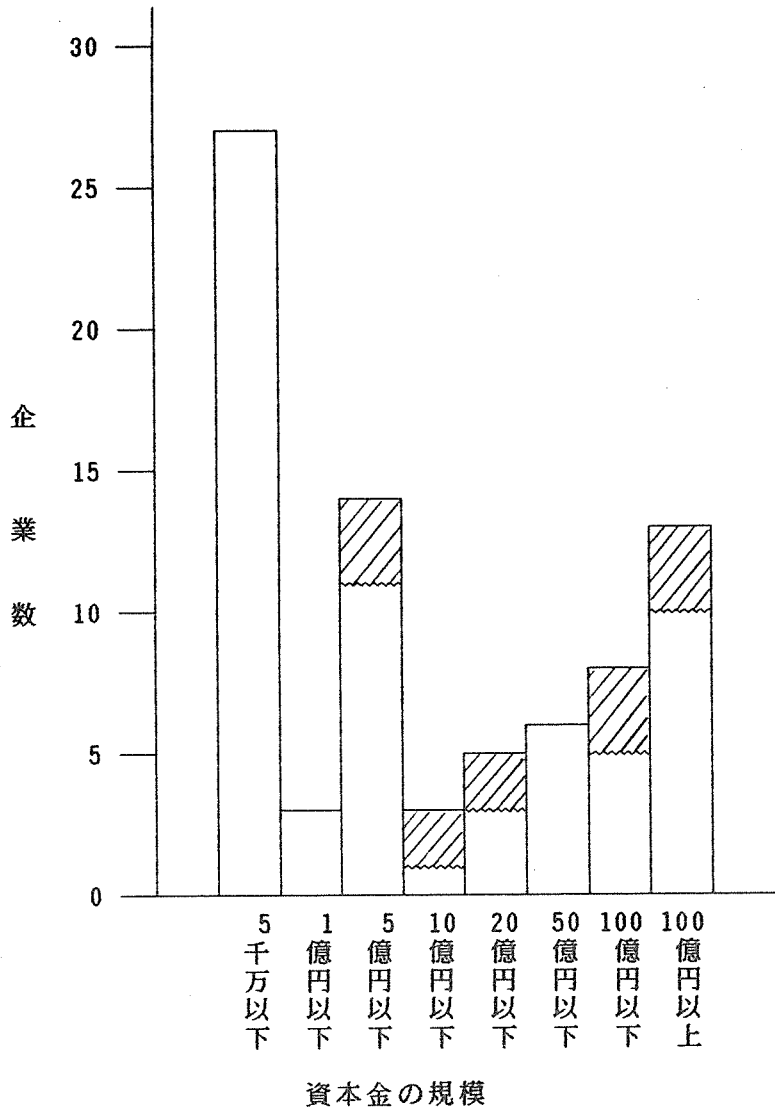


図1 資本金規模からみた接着剤メーカーの分布
 (日本接着剤工業会関連の80社より)
 注：斜線部は、木材関連分野の大なる企業

3.1.2 接着剤工業の現状

3.1.2.1 接着剤メーカー

接着剤は用途また原料が多種にわたるためそれに応じてメーカー製品も異なるのが通例であり、化成品を取り扱う大規模の企業では何らかの形で接着剤製造にかかわっていることが多い。日本接着剤工業界に関連する接着剤メーカーは約80数社あり、これらを資本金の規模により分類したのが図1である。資本金規模が小さい企業が総じて多いこと、また、逆にかなりの大企業でも接着剤製造に関連していることが分る。これらの企業の中で特に大量に消費される木質材料用や木工用接着剤を主力とする企業、または、これらの分野を部門として持つ企業は約15社ある。これらのうち、中規模のものは、木材関連に主力を置いている。これらの他に木質材料や楽器等を製造する工場では自家製造している企業も数社ある。

表1 我が国で主に使用されている木材用接着剤

接着剤の種類	規 格	主な用途、備考
ユリア樹脂木材接着剤	J I S K 6 8 0 1	合板、ボード類、集成材、木工
メラミン・ユリア共縮合樹脂木材接着剤	J I S K 6 8 0 5	合板、ボード類
フェノール樹脂木材接着剤	J I S K 6 8 0 2	合板、ボード類
レゾルシノール樹脂接着剤		構造用集成材
カゼイン木材接着剤	J I S K 6 8 0 3	合板
酢酸ビニルエマルジョン樹脂木材接着剤	J I S K 6 8 0 4	木工関係
水性高分子-イソシアネート系接着剤	J I S K 6 8 0 6	パネル、構造部材、木工関係
α-オレフィン・無水マレイン酸樹脂	J A I 5 - 1 9 7 8	木工関係、合板
一般工作用接着剤	J I S K 6 0 4 0	セルローズ系、酢酸ビ溶剤系、塩ビ溶剤系、合成ゴム系、エポキシ系を含む

3.1.2.2 接着剤の生産高

表2に接着剤生産量の推移を示した。昭和62年および63年推定では、総量は約100万トンであり金額にして約2200億円となる。表3に用途からみた接着剤の生産量を示したが、合板、二次合板、木工分野を合せたいわゆる木材接着剤の全接着剤に対する構成比は、昭和62年で約57%に達している。

これらに建築用における木材接着剤を考えると60%以上になると思われる。この木材接着剤の構成比は、昭和41年の約80%、58年の約72%と比較すると低下しているが、これは、絶対量では木材接着剤も伸びているものの、全体的な接着剤の伸びの中で若干伸び悩んでいることを示している。表2と表3を合せてみると、合板用はユリア樹脂系とほぼ匹敵し、木工用途の中心は酢ビニルエマルジョン系と言える。

構造用集成材に用いられるレゾルシノール系接着剤は表2中のフェノール樹脂系に含まれるが現在年間700-800トンの生産量と推定される。また、水性高分子ーイソシアネート系接着剤は後述するが、現在約1万トンのオーダーに達している。

表2 接着剤の生産量の推移（昭和41-62年）と62年の種別構成比（日本接着剤工業会資料から作成）

（単位：トン）

接着剤	41	48	54	58	62	構成比
ユリア樹脂系	180,000	430,000	430,000	372,000	417,500	40.6
メラミン樹脂系	23,000	80,300	53,600	39,200	66,100	6.4
フェノール樹脂系	5,500	31,000	23,500	24,000	34,020	3.2
エポキシ系	900	8,000	9,200	10,300	22,000	2.1
酢ヒ溶剤型	5,000	8,800	6,700	5,700	11,100	1.1
酢ビエマルジョン系	45,000	101,700	89,000	74,000	140,000	13.6
酢ビアクリルエマルジョン系	—	—	—	—	11,400	1.1
EVAエマルジョン系	—	—	—	—	18,200	1.8
アクリルエマルジョン系	—	—	—	—	52,620	5.1
その他エマルジョン系	10,000	31,100	25,500	16,600	8,960	0.9
ホットメルト系	—	6,900	16,000	20,000	44,740	4.4
シアノアクリレート系	0	0	320	470	680	0.1
ポリウレタン系	—	—	—	—	22,260	2.1
その他樹脂系	3,600	7,800	8,800	11,400	46,580	4.5
合成ゴムCR系溶剤型	—	36,100	30,700	28,800	36,000	3.5
その他合成ゴム系溶剤型	15,000	6,500	4,300	4,600	11,810	1.2
合成ゴム系ラテックス型	—	—	—	—	64,240	6.3
天然ゴム系	2,000	6,800	4,900	3,900	4,170	0.4
その他	11,000	17,000	8,800	9,500	14,200	1.4
合計	301,000	7720,000	711,000	630,000	1,026,580	100.0

注) 昭和61年までは、— で示した項目の接着剤は分類されておらず、その他エマルジョン系、その他樹脂系、その他などの項目に含まれている。

表3 用途別接着剤の生産量の推移（昭和41-62年）と62年の種別構成比
（日本接着剤工業会資料から作成）

（単位：トン）

用 途	41	48	54	58	62	構成比
合 板	185,000	464,000	430,000	363,000	456,500	44.5
二 次 合 板	---	---	---	---	26,760	2.6
木 工	53,000	128,000	104,000	88,300	102,980	10.0
建 築（現場用）	20,200	68,500	76,000	74,100	95,880	9.3
（工場用）	---	---	---	---	19,200	1.8
土 木	---	3,800	3,900	4,600	13,670	1.3
製 本	15,300	32,500	33,700	37,000	12,200	1.2
ラ ミ ネ ー ト	---	---	---	---	5,050	0.5
包 装	---	---	---	---	75,980	7.4
紙 管	---	---	---	---	21,800	2.1
織 維	7,800	16,700	11,500	10,300	28,800	2.8
フ ロ ッ ク 加 工	---	---	---	---	3,960	0.4
自 動 車	---	---	---	---	25,230	2.5
その他の輸送機器	4,300	12,500	10,600	12,000	950	0.1
靴 ・ 履 物	4,300	9,500	7,900	7,300	13,300	1.3
ゴ ム 製 品	2,700	3,600	2,200	2,000	2,960	0.3
電 機	1,700	6,400	5,600	5,900	14,540	1.4
家 庭 一 般	4,800	5,000	5,400	4,800	3,560	0.3
そ の 他	1,900	21,500	20,200	20,700	103,290	10.1
合 計	301,000	772,000	711,000	630,000	1,026,580	100.0

注）昭和61年までは、--- で示した項目は記載されていないので同族の項目に含まれているものと思われる。

3.1.3 木材接着剤の開発の現状

木質材料製造に用いられるユリア樹脂系，ユリア・メラミン樹脂系，フェノール樹脂系では，種々の改良が検討されている。ユリア樹脂は最終製品からのホルムアルデヒドを放散する難点をもつが，その解決策として，接着剤製造時のモル比を $F/U = 1.1 - 1.3$ 程度に下げる方法が用いられるようになってきたが，モル比を低下することによって接着性能の低下をきたす。この方法を改良するため水性高分子やエマルジョンの添加等と同時に，ノックランブ型接着剤の開発が行われた。ホルムアルデヒドを捕そくするキャッチャー剤が種々開発され使用されている。硬化後接着層に残存する強酸を中和すると耐水接着性が向上することが明らかとなり，ガラス粉末添加が有効であることも見出されている。また，ポリヒドラジド化合物，ポリアミン化合物を硬化剤とする新しい硬化法も開発されている。

水溶性フェノール樹脂は硬化に高温を必要とすることから，アルカリ添加量と硬化時間についての検討が行われている。速硬化性を期待する方法として，アルキルフェノールとの共縮合や，ノボラック樹脂を混合して高反応の *p*-メチロール基を付与する方法が検討されているが抜本的な改良はなされていない。

フェノール・メラミン共縮合体，また，フェノール樹脂にユリアやユリア樹脂を混合した接着剤も開発され，針葉樹合板等に適用する技術が開発されている。その他，ユリア樹脂系に，ポリイソシアネート化合物やアルキルレゾルシノール化合物を添加する複合系接着剤も開発されている。

レゾルシノール系接着剤では，高含水率木材の接着用として高

粘度型のものが開発された。また、この系はコストを低下するため、通常、フェノールが混合されているものが多く、この混合量が増えると常温硬化性が悪くなり、接着性能が低下する。そのため加熱が必要となることがある。この場合の添加量と至済硬化温度との関係について研究されている。

MDI（ジフェニルメタンジイソシアネート）やそのポリマー型（ポリメリックMDI）のポリイソシアネート化合物等が、パーティクルボードやOSBの製造に用いる技術が開発され高性能のボードが若干ではあるが製造されるようになった。また、ボード製造では、ユリア樹脂系と併用するとホルムアルデヒドを捕そくするため、中層コアーに使用される。イソシアネート基が水と反応し炭酸ガスを発生し発泡することを利用して軽量ボードの製造へ応用されるようになっている。

水性高分子－イソシアネート系接着剤は我が国で独自に開発されたものであり、通常はエマルジョン系の接着剤にポリイソシアネート化合物をジブチルフタレート等の油滴中に保護した架橋剤を添加して用いるが、その他、デンプン等の天然系高分子を含めた水溶性高分子にも適用されている。新しい系の接着剤であり表4のように種々の用途に進出している。一般に、イソシアネートの添加量が少なくなると硬化度が低下するので加熱が必要ながある。また、この系は、可使時間とクリーブ特性に難点がある。

表4 過去10年間の水性ビニルウレタンの用途別生産量

(単位:トン)

用 途	1977年	1980年	1981年	1982年	1983年	1984年	1985年	1986年	1987年
プレハブ構造パネル	500	500	650	700	800	900	900	1000	1200
合 板	90	90	90	90	90	100	200	1500	3500
造作・家具集成材	200	395	440	650	940	1380	1530	2270	3700
化粧・オーバーレイ	150	300	425	650	700	700	700	700	1000
その他木工用途	200	100	120	100	100	150	200	320	390
ラミネート(紙、フィルム)	0	50	100	100	100	100	100	210	200
その他	450	550	250	310	310	250	400	370	310
合 計	1590	1985	2075	2600	3040	3580	4130	6370	10300

注) 水性ビニルウレタン工業会資料

α -オレフィン無水マレイン酸共重合系接着剤はイオンタイプの架橋構造を形成するものであるが、同様に、我が国で開発され、主として酢ビエマルジョンが使用されていた木工関係分野で耐水性が要求される場合に使用されるようになったが、アルカリ汚染の難点であり、最近の需要は伸び悩んでいる。

天然系接着剤としては、各種の炭水化物や蛋白質のうちカゼインの利用が見直されるようになっている。カゼインは接着性能には難点があるものの公害性が少ないので世界的に使用されており天然系接着剤としては使用量が最も多い。木材や樹皮中の成分であるリグニンやタンニン等のポリフェノールを分離してホルムアルデヒドと反応させ接着する研究が行われているが、いずれもこれらの単独系では実用的な接着剤を製造することは困難であり

コスト面でも問題があるため、これを補うためフェノール類と共に縮合させる方法やフェノール樹脂やレゾルシノール樹脂増量剤として加える方法が研究の主流である。

最近では、我が国で、木材あるいは、樹皮をそのまま酸触媒下で反応させ（フェノール化あるいはフェノリシス）溶解させホルムアルデヒドを用いて接着剤化する技術や、同様に、木材をそのまま化学的に修飾し溶液化し接着剤とする技術が開発され実用化が期待される。

5-メチルレゾルシノールを主体とした天然系のアルキルレゾルシノールをレゾルシノールの代替としたり、ホルムアルデヒド系接着剤と併用する開発も行われている。レゾルシノールの半価でありレゾルシノールの代替原料として考えられているが、反応点が少ないため硬化後架橋密度が低くなり未反応物も残存するため、接着層が可塑化される傾向にある。α-シアノアクリレート系接着剤は瞬間接着剤として使用されるが、木材用として高粘度型のものが開発され木材への浸透性の問題が解決された。高反応性接着剤としては、前述のポリイソシアネート系の利用技術の開発が著しい。

エポキシ樹脂等は、2液型接着剤であり使用時に主剤と硬化剤を一定割合で配合して用いなければならないが、現場施工等での不便を解消する目的で、カートリッジタイプの混合機が開発されている。同様に、床用現場接着剤もカートリッジタイプのものが開発されている。2液型接着剤を1液型化できるマイクロカプセル型接着剤も開発されているが木材用としては使用されていない。

3.2 接着技術面からの既存技術

3.2.1 木質材料

我が国の木質材料製造に使用されている接着剤は表1のように用途別にまとめられる。木質材料製造に関しては以下のような技術が開発されている。

○難接着性木材，高含水率木材，木材の表面処理

一般に，ユリア樹脂やフェノール樹脂系接着剤は，硬化時に木材の水分の影響を受けやすく，水分が多くなると硬化度が低くなり接着剤の木材への浸透が促進されるため接着性能が低下する。高含水率木材には，イソシアネート系（ウレタン系），エポキシ系，レゾルシノール系が適当とされているが，ユリア系なども木材表面を乾燥させ接着する方法により改良できる。木材に含まれる成分が接着剤との親和性や硬化を阻害することがあるが，樹脂によりその成分が異なるのでそれぞれ対処法が研究されている。このような難接着性木材の接着では，一般に含水率管理を厳しくする他，表面処理，塗付量の増加，両面塗付，接着剤の水分低下，界面活性剤添加が併用される。一例として，クルイン材のように疎水性成分が接着面にある場合には，接着剤に少量の溶剤を添加することにより，また，フェノール樹脂の硬化阻害はpH緩衝性が強い成分によることが多く接着剤へカセイソーダを添加することにより接着性が改善される。また，木材表面をコロナ放電処理や，強酸・過酸類で処理する方法も開発されている。

○塗付方式

通常は，板状のものには，ローラ型のスプレッターが，また，チップあるいは削片状のものにはスプレー方式がもちいられる。

この他、ストリング（線状）方式やハネムーン型接着剤では分別塗付が行われている。最近では、塗付前に接着剤を発泡させる方法が研究されているが、接着剤の使用量を低減させかつ均一な接着層の形成が達成されるという。

○成型および加熱方式

従来からの縦式の多段プレスを改良した横式の多段プレスが合板製造用に開発された。従来型の重量によるプレスむらが解消される。熱圧時間を短縮するため、木材乾燥後の余熱を利用することが合板や集成材の分野で行われている。従来からのプレスに高周波やマイクロ波による加熱を応用する方法が集成材の製造などに実用化されている。また、熱圧時に蒸気噴射（Steam injection）を併用すると、著しく熱圧時間を短縮でき接着剤の硬化が均一になるため、軽量ボードの製造に特に有用である。

3.2.2 木工関係

家具や木工関係では、酢ビエマルジョン、濃縮型ユリア樹脂系、ユリア・酢ビ混合系、ゴム系接着剤が多用されているが、より強度、耐久性を望む場合には、水性高分子－イソシアネート系やエポキシ樹脂系、レゾルシノール樹脂系が用いられるようになってきた。さらに、作業上高速のセットが必要な場合にはシアノアクリレート系接着剤が使用される。ホットメルト系接着剤は主としてダボ接合等と組み合わせて使用されている。木工関係の縦つき接合にも、フィンガージョイントが取入れられているが、濃縮型ユリア樹脂系、水性高分子－イソシアネート系接着剤が用いられる。

3.2.3 木質系建築部材，現場接着

非耐力壁パネルには，ユリア樹脂系，酢ビ系が用いられてきたが， α -オレフィン無水マレイン酸共重合体系や架橋型酢ビ系，変性型酢ビ系が開発されている。耐力壁パネルには，レゾルシノール樹脂系が使用されていたが，最近では，水性高分子-イソシアネート系，常温あるいは中温硬化型フェノール樹脂やエポキシ樹脂接着剤が使用されている。また，これらの建築用パネルや各種の建築部材製造にも水性高分子-イソシアネート系接着剤が多用されるようになってきている。現場施工では構造耐力が要求される接合には接着接合は用いられていないのが現状で，現場接着は内装材料に限られている。この分野では，木工分野で使用されている接着剤のほか異種材料との接着にゴム系やエポキシ系などが用いられている。床用現場接着剤としてカートリッジ型の1液性エラストマーが釘打ち接着と併用されている。床根太と床下張材との接着に使用する場合床鳴り防止効果がある。

3.2.4 異種材料との接着

金属，セメント，プラスチック等と木材の接着は場合に応じて各種の接着剤が使用されているが，ゴム系およびエポキシ系接着剤が用いられている。この分野にも水性高分子-イソシアネート系接着剤が進出している。

3.5 接着の評価

我が国における木質材料の接着性能評価は農林規格（JAS）で規定されている。例えば，合板については，特類（構造用），1類（完全耐水性），2類（耐水性），3類（耐湿性）に区分され，それぞれ，72時間連続煮沸後，4時間煮沸繰返し後，温冷水浸せき

後、および、常態で接着強度を測定し規格値をパスすればそれらの用途に応じて使用できる。しかし、この様な促進劣化試験が実際に木質材料が使用される環境と対応しているかは、定かでない。この様な観点から、屋外における長期間の暴露試験やウェザーメーターを用いた促進劣化試験が行われ規格試験との対応が検討されている。また、木質材料の使用環境では、温度、光、水等の他、応力がかかる。これを考慮した、たとえば、温度や湿度を使用環境に設定した条件下で繰返し応力を加えて耐久性を評価する研究がパーティクルボードや合板で行われている。木構造分野で開発が期待されている構造接着接合技術には、信頼性の保証が必要であるが現時点での技術開発はなされていない。しかし、接着体のクリープ性能や破壊現象についてはレオロジーを含めた接着剤の物性や破壊力学の立場から検討されており、これらの応力が期待される。また、使用環境において接着体の状況を把握しうる音やアコースティックエミッション等を用いた非破壊試験法についても検討されているが実用には至っていない。

4. 海外における既存技術の水準

4.1 接着剤と木質材料

現在、木質材料を合板とボード類に分けこれらの製造に大量に使用されている接着剤の大まかな傾向を世界の地域別に見ると表5のようにまとめられる。日本、東南アジアとヨーロッパは類似しておりユリア樹脂系、メラミン樹脂系の依存度が高く北米ではフェノール樹脂系が多く用いられている。これには合板では、日本や東南アジアが広葉樹の内装用、北米では針葉樹の外装用を対象としてきた

表5 世界の各地域の木質材料製造における接着剤使用状況

地域	合板用接着剤	パーティクルボード用接着剤
日本、東南アジア ヨーロッパ 北米 南アフリカ、豪州	ユリア系、 ----- フェノール系 タンニン系	ユリア系 ユリア系、イソシアネート系 ユリア系、フェノール系 タンニン・ポリフェノール系

注) ユリア系にはユリア・メラミン系も含めた。

ことが反映している。ボード類は、一般に各地域とも内装用の生産量が多くユリア・メラミン系樹脂が主体であるが、外装用にはフェノール樹脂系やイソシアネート系が利用される。南アフリカでは、パーティクルボードを中心にワットルタンニンを、また、オーストラリアでは樹皮中のポリフェノールを、フィンランドではリグニンを天然物系接着剤として実用化している。米国における木材用接着剤の用途別使用量は世界的な前途を予測する感があるので、それを表6に示したが、新しいボードであるOSBやウェーハーボードの開発は米国で行われておりそれに伴って接着剤開発が行われた。

表6 米国の木材用接着剤の用途別使用量（1986年）

接着剤の種類	主な用途	使用量(1000トン)
ユリア樹脂系	パーティクルボード	700
ユリア樹脂系	広葉樹樹合板	45.4
フェノール樹脂系	針葉樹合板	681
フェノール樹脂系	OSB	82
フェノール系（粉体）	ウェーハーボード	30
レゾルシノール樹脂系	集成材	3.6
メラミン樹脂系	集成材、縦つぎ木材	1.4
イソシアネート系	ウェーハーボード	1.4
ポリ酢酸ビニル系	家具、ドア等	1.1
Mastic	建築	12

4.2 接着剤および接着技術開発の現状

イソシアネートは西ドイツにおいて古くから塗料や接着剤として多方面に利用されており開発の歴史が深い。ポリイソシアネート化合物をパーティクルボードの中層コアーに使用し、表層にユリア樹脂を用いる技術が開発された。この方法では、中層コアーに強い結合力が達成されるばかりでなく、熱圧時に遊離ホルムアルデヒドとイソシアネートが反応するため製品からの放散ホルムアルデヒド量を大幅に減少することができる。これ以来、世界各国で木材接着剤としてポリイソシアネート化合物の利用が研究されるに至り、パーティクルボードやウェーハーボードに使用されるようになった。ボード製造の際、表層にこの接着剤を用いると離型に難点があったが、

最近では、比較的安価な離型剤が実用化している。

高反応性すなわち速硬化性の接着剤は通常2液型であり、硬化剤を添加した後、使用時の可使時間を十分とることが化学的に不可能である。これを解消する方法としてハネムーン型接着剤が開発された。m-アミノフェノールとフェノールとの共縮合樹脂をA成分とし、レゾルシノールをフェノールとの共縮合樹脂をB成分とし分別塗付する方法が開発された。南アフリカでは、集約的に均一な原料が確保できるワットルタンニンとレゾルシノールを利用して新たにこの系の接着剤を開発し実用化している。北米ではタンニンとレゾルシノールを混合し核置換反応によりタンニンの反応性を高める研究がなされているが、研究レベルに留まっている。

天然物の接着剤への利用研究は古くから盛んである。リグニンの接着剤化の実用化例としては、前述の様にフィンランドが代表的である。リグニンについては世界各国の研究者が研究しているが、コスト面から実用化に難点があり、米国では、フェノール樹脂の増量剤にしかっていない。しかも、リグニンはパルプ廃液として利用を望まれているが、実用化するための価格は石油原料に対抗できないのが現状である。ピーナッツの皮からの抽出成分をフェノール樹脂に混合し成功した例もあるが、実際にはさほど利用されていない。

表面活性化技術と、いわゆる接着剤を使用しない接着技術(non-conventional bonding)開発に関しては、とくに北米で盛んである。実用化例はファイバーボード製造への利用である。木材の表面を活性化するには、強酸か過酸を使用し苛酷な処理をするのが通常であり、この処理が木材そのものを劣化させることも考えられるが、この点についての検討はなされていない。

木材表面を酸類で処理した後，リグノスルホン酸アンモニウムフルフリルアルコールで処理したり，無水マレイン酸等の混合薬剤，を用いる技術が開発されている。

なお，我が国でも，最近，取り上げられている蒸気噴射，線状塗付，発泡塗付等は，諸外国で既に開発されていたものが多い。

5. 新技術開発の現状

5.1 新技術を取巻く環境と新技術の目的，課題

木材接着技術の将来における開発は，木材の効率的利用を全般的な目標とするとは言うまでもないが，主として，省資源，省エネルギー，材料開発，信頼性向上等が課題と思われる。これらに関連する内容をまとめると次の様になる。

(目的および課題)

(接着技術等の開発課題)

○材料開発

高耐久性製品

高性能接着剤，保存分野との連携

機能性・複合化・軽量化

二次加工接着，他材料との接着

○信頼性

現場施工・構造接着

高反応性接着剤，構造接着技術，

現場における成型・加熱方式

信頼性の評価法の確立

○省エネルギー

乾燥エネルギー

高含水率木材の接着

熱圧（工程の短縮）	余熱接着，高反応性接着剤，分別塗付，高周波・マイクロ波等の利用
連続成型（無人化）	高反応性接着剤
○省資源	
未利用材・樹種の多様化	接着剤の選択，接着工程
材料としての天然資源	パーティクルボード，OSB， ウェーハーボード用接着剤
木材成分の化学的利用	リグニン・ポリフェノールの接着剤化，炭水化物の接着剤化，木材そのものの接着剤化
木材以外の天然物	蛋白系・炭水化物からの接着剤
○脱公害	
製造工程	低毒性型，非溶剤型，水系接着剤
使用環境	添加剤の開発，二次加工，防火・難燃分野との連携

5.2 新技術開発の現状

5.2.1 接着剤の開発

接着剤から見た開発の方向は，高反応性接着剤，複合系接着剤，ならびに，天然系接着剤の開発である。

高反応性接着剤としては現在，ポリイソシアネート系が主流であり理論的な化学反応性の立場からも支持できる。単独に使用されるだけでなく，多くの高分子体や接着剤と組合せて使用することが将来的にも有望であるが，毒性に関する製造管理が重要な課題である。

また、レゾルシノール樹脂も高反応性であり既存接着剤との複合に利用できる。その他、エポキシ樹脂系やアクリル系の利用も可能とおもわれる。これらの高反応性官能基を有する高分子や多官能化合物を用いるハネムーン型も既に開発されている。

ユリア、メラミンやフェノールは従来より効率的に複合化することが開発されており、従来からのホルムアルデヒド系接着剤の改良とコストダウンが期待される。天然系接着剤の開発では種々の方法が開発されているが、製造コストからみて木材をそのままフェノール化し樹脂とする技術が最も有望である。

5.2.2 接着技術の開発

木質材料製造における塗布方式については、2液型の高反応性接着剤で要求される分別塗布が既存技術のスプレー、ストリング方式などでも可能である。接着成型時の加熱方式では、木質材料製造に蒸気噴射法が有望であるが、高周波やマイクロ波の現場接着や構造接着への応用が期待される。また、現場接着においては、簡単なスポット加熱方式の開発が望まれる。

6. 総合評価

木材接着剤面から見ると、従来、木材工業に大量に供給できる安価なものが使用されてきたが、今後は木材製品の高品質化や多様化が予測され、それに応じた高性能の接着剤も使用する必要があるように思われる。また、接着体の耐久性は、必ずしも接着剤や接着技術に支配されるだけでなく、保存、塗装などの分野とも関連する。今後の開発にはこれらの分野との密接な連携が必要である。

全般的な将来の予測としては、この分野は急速な進展は見せないも

のの緩やかな速度で進展すると判断される。

6 防 耐 火 技 術

1. 技術課題

木材及び木質系材料の防火性能向上技術

2. 技術課題の内容・目的

火災に安全な木材および木質材料を開発するために防火性能を付与する。そのための主な技術（方法）を以下に示す。

- ① 防火薬剤を浸漬，注入処理する
- ② 防火塗料を塗布する
- ③ 他の材料と混合する
- ④ 他の材料と積層化する
- ⑤ 他材料と化学反応をさせることにより複合化する
- ⑥ 自らの断面寸法を大きくする

使用する木材および木質材料の形状は板類，チップ，繊維，木毛，木片，柱，梁材等である。

3. 既存技術の水準

3.1 既存技術の内容

一般的に言う「防火性能」を火災のレベルによって難燃性能，防火性能の二つに区分し，前者は火災初期の火源が小さい時に，後者は火源の大きい時に有効な性能を発揮できる性能とすると理解しやすい。また前者は内装，装飾などの室内用に，後者は屋内，屋外用に使用される材料と大きく区分すると便利である。

防火性能：一般に建築物の外壁やドアについての要求性能で，現在認定されている材料は木毛，木片セメント板である。木

製防火ドアは現在生産されていない。

難燃性能：内装材料についての要求性能で、法的に認定されている多くは J I S に定められた性能を持つ。薬剤の種類は主にリン化合物でチッソ化合物，ハロゲン化合物が添加されている水溶性無機塩で減圧・加圧注入法で処理が行われている。発泡性塗料は耐久性能が十分確認されていないために補助的な方法とされている。

(防炎性能：消防法により定められた薄物の材料の性能をいい、主に大道具や展示物用等に使用される合板についての性能である。)

(耐火性能：一般に耐火性能を指す場合は鉄，コンクリートなど不燃材料の性能で，耐火燃焼試験結果から 3 0 分耐火，1 時間耐火と言う。

木材の場合は可燃物であるから対象外となる。ただ大断面集成材については構造部材として火災時の性能確保（倒壊防止）から，3 0 分の耐火性能が求められる。

3.2 生産量

建設大臣の認定した材料として難燃合板や小幅板がある。一般的には受注型生産品であるために常時入手可能な商品として市販されていない。表 1 に統計に示された難燃合板，防炎合板の生産量を示す。現在認定工場は 5 社である。

表1 難燃合板，防炎合板および普通合板の年間生産量

	難燃合板	防炎合板	普通合板 (×10 ³ m ²)
1970 (s45)	181	—	400000
75 (s50)	412	—	552000
80 (s55)	148	39	535000
83 (s58)	83	1	330000
85 (s60)	189	50	308000
86 (s61)	195	165	274000
87 (s62)	130	250	242000
88 (s63)	155	349	221000

難燃合板，防炎合板の生産量は博覧会などの大きなイベントのある年度の生産量が多いなどバラツキがある。しかし普通合板に比べると1988年(s63年)で0.07%の生産量である。

3.3 性能値

木材および木質系材料（製材品，集成材，ボード類のすべてを含める）の防火性能は建築物の種類，規模や建築する地域によって，また家具，工作物の使用目的によって要求される性能水準は異なる。その基本的な水準はJIS等で定められている。評価対象は燃焼温度，煙量，発生するガスの有害性，燃え抜け，変形，破損等である。試験方法および評価基準は次の中に示されている。

- ① JIS A1301 に規定される防火性能：建築物の外壁材等
- ② JIS A1311 に規定される防火性能：建築物の開口部の防火戸
- ③ JIS A1321 に規定される防火性能：建築物の内装材等
- ④ JAS に規定される防炎性能：展示物，大道具等

さらに上記の①③はそれぞれ3ランク（1級，2級：防火構造，3級：土塗壁同等），4ランク（不燃，準不燃，難燃，準難燃）に区分される。

3.4 国産化率

実用化されている技術は薬剤も含めて国産である。材料の性能試験方法，評価は各国で異なるために，直輸入材料は性能が不明確で国内試験が必要となる。国内の試験結果の評定は海外に比べて厳しいが，火災安全性は高い。

3.5 技術改良の経緯

現在まで難燃化の技術はほとんど変わらないがここ1，2年ようやく技術的進展がみられる。

3.6 既存技術の限界

水溶性無機塩の減圧・加圧注入処理では現在の難燃性能の維持が限度で，要求性能の高い準不燃性能はなかなか保証できない。水溶性薬剤であるために屋外や高湿度の環境下での溶出，析出もあり室内での使用に限定されている。またこれらの薬剤は吸湿性もあり金属腐食や「かび」等の対策も必要となる。防火塗料については耐久性能が十分確保されていると言うデータがなく，また透明塗料の要求があまりにも強かったために，国内では木材用防火塗料の開発はほとんど行われていない。

4. 新技術の水準

4.1 新技術の内容

木材の難燃化技術は既存の方法で可能であるので，ここでは難燃性能から準不燃性能に向上させる新技術についての方法を示す。

- ① 高性能な水溶性薬剤の開発
- ② 水不溶性薬剤の注入による方法
- ③ 注入した薬剤を加熱，放射線照射等で重合させる方法
- ④ 繊維関連，プラスチック関連の難燃化技術，主に薬剤と処理方法の利用
- ⑤ 発泡性防火薬剤の開発
- ⑥ 無機材料との複合化による方法等である。

これらに加えて有害ガスや煙の低減を図るために水酸化アルミニウムなどの水和金属化合物の添加やハロゲン化の方法がとられ始めている。また木製防火ドアの研究・開発も進み無機材料，発泡性塗料，発泡性プラスチック等との組合せによって乙種防火ドアの性能を有する技術も確立しつつある。

構造材としての防火性能向上技術は木材に薬剤処理する方法より，石膏ボード，けい酸カルシウム板，セラミックウールでの被覆によって性能向上を図ることも考えられる。この方法は鉄骨構造の柱梁の耐火被覆技術として一般的なものである。しかし現在の試験方法，判定方法からは耐火被覆した木材を耐火構造材として認定されることはなく，実用化は困難である。しかし非耐力壁の間柱（スタッド）として，簡易耐火構造の梁，柱としての可能性はある。

4.2 技術導入の経緯

木材や木質材料について他材料と単一機能を比較するとその性能は低く評価されることが多いが，「木」の総合的評価の中で最も弱点とされる防火性能の向上を図る機運が強くなっている。また高性能，高品質を住宅や内装が求められている中で，住宅関連業界からの要望や薬剤メーカー，防腐工業界での薬剤開発が活発化している。

現在海外からの技術導入はほとんど無い。

4.3 他分野での利用状況

建築材料が主たる用途である。

4.4 海外での利用状況

法的問題，保険制度など他の要因も関連して要求性能も我が国とは大きく異なるために，防火（難燃）処理方法も多様である。発泡性塗料も認められている。

4.5 特許・実用新案

木材関連では少ないが繊維，プラスチック，ゴム関連分野では薬剤，処理方法については多数あり，多くが海外の特許である。

4.6 技術情報

木材，紙，繊維，プラスチック，工業材料関連の学術誌，技術誌等に掲載されている情報が一般的手段である。

4.7 目標性能値

要求性能は使用・用途によって異なり，必要性能値は予め定められているが，ここでの最終的目標値は×印の項目についてである。

用 途	要求性能値	現在の性能	○既存の性能
外 壁	耐火性能	×	×目標の性能
	防火構造性能	○	
	土塗壁同等性能	○	
軒 天	耐火性能	×	
	防火構造性能	○	
	土塗壁同等性能	○	
柱	耐火性能	×	

梁	耐火性能	×
内装・天井	不燃材料性能	×
	準不燃材料性能	○
	難燃材料性能	○
・壁	不燃材料性能	×
	準不燃材料性能	○
	難燃材料性能	○
・床	なし	—
屋根	耐火性能	×
開口部・ドア	乙種防火戸性能	×
	・窓	乙種防火戸性能

「木材→難燃材料の性能→準不燃材料の性能→不燃材料の性能」のコースをたどる時に必要とされる性能を示す。

① 基本的要求性能

- 接触毒の無いこと
- 着火しないこと
- 燃え広がらないこと
- 発熱量の少ないこと
- 発煙量の少ないこと
- 燃焼時に有害ガスの少ないこと

② 薬剤使用により追加される性能

- 薬剤の溶出・析出防止
- 耐吸湿性
- 耐金属腐食性

変色防止

材質劣化（強度低下）防止

接着性劣化防止

③ 木材に求められる要求

耐 光 性

耐 水 性

寸度安定性

防 腐 性

防 虫 性

防 蟻 性

④ 木材固有の性能の維持

5. 新技術開発の現状

5.1 概 要

難燃性能は既存の水溶性無機塩の減圧・加圧注入処理で性能は保証できる。また木毛セメント板、木片セメント板以外に準不燃材料の性能を確保する材料も開発されている。しかし屋内内装材料としての性能に加えて屋外耐久性能が要求される。さらに現時点では燃焼時の煙量，有害なガスの低減など解決すべき困難な問題もある。防火塗料についても耐久性能が未だ十分確認されている，といえないために補助的手段として位置されている。

5.2 主たる機械設備

防腐工業における減圧・加圧注入処理装置

合板工業における接着装着

集成材工業における装置

5.3 研究テーマ名

5.4 研究実施主体

5.5 研究費

5.6 研究者数

大学では林産系講座のあるところ，国公立研究機関では林業試験場，工業試験場が実用化のための基礎研究を行っているが研究費，研究員数は少ない。火災の物理化学的研究，建築物の火災についての研究は自治省消防庁，建設省建築研究所その他いくつかの大学で研究を行っているが，木材に関わる研究テーマは少ない。

5.7 研究の目的・目標

火災に安全な木材および木質材料の開発は燃焼理論などの基礎分野と技術開発の応用分野に分けられる。

基礎分野

- ① 木材の燃焼機構の解明
- ② 薬剤効果のメカニズム解明
- ③ 燃焼生成物の毒性分析
- ④ 材料の高温物性

応用分野

- ① 高性能防火薬剤（塗料）の開発
- ② 他分野の新開発技術の転用
- ③ 他材料との複合化
- ④ 処理技術の開発

5.8 現状の到達段階

ここ二、三年のうちに準不燃材料の水準を確保できる技術が開発されている。また屋外耐久性も有している。その主な方法を示す。

- ① 二液（複数の場合もある）反応型で、あらかじめ木材中に A 液を注入しておき、次に B 液に浸漬することで、水に不溶な生成物（沈澱物と考えていい）を木材の空隙に充填させる方法
- ② 新しく開発されたまたは他分野から転用した高性能防火薬剤の注入・浸漬・塗布による方法
- ③ 石膏，炭酸マグネシウムなど無機材料との複合化の方法

5.9 解決すべき問題点

基本的問題点は以下の点と言える。

- ① 準不燃材料の性能確保
- ② 屋外耐久性能の確保
- ③ 煙，有害ガスの低減
- ④ コストダウン

6. 新技術開発による効率化（生産性，品質向上等）

現在の性能以上の材料が開発され，使用範囲が拡大することで生産量の増加につながり他の機能との組合せにより，多様化，高級品化することも期待できる。

7. 新技術開発による波及効果（木材需要拡大）

現在の法的制約下（防火地域，準防火地域など）ではとくに木材の需要拡大に直接的につながらない。しかし商品の多様化，すなわち選択性が拡大すると言う意味では期待できる。

8. 総合評価

木材をとりまく環境は生活様式，社会・経済状況の大きな変化の中

で、価値観が変化し、木材または木質材料に対する要求性能は多様化、高性能化している。その中で火災安全性から要求される性能は可燃性材料にとって最も達成困難な厳しい性能である。しかしこの防火性能は木材および木質材料に求められている機能の一つに過ぎず、他の機能との比較の中で選択することが必要である。使用・用途により要求性能値は異なり、過剰な画一的性能は必要ない。

建築物の中で外壁材の場合の要求性能は高い。同時に屋外耐久性も必要となる。内装材料としての性能は十分確認されているが、燃焼時に発生する有害ガスや煙の低減やノンハロゲン化のための技術開発は十分でなくまた、防火塗料の研究についても今後の発展に期待するしかない。

木材が持つ機能を損なう事なく高性能な防火性能を持つ材料を開発するには他分野との連携やかなりの研究投資が必要である。これが今後の発展のポイントとなる。

7 木材の品質保証システム

1. 技術課題 木材の品質保証システム

2. 技術課題の内容・目的

木材の品質には様々なものが含まれるが、ここでは木材の強度的性質に限定して話を進める。木材の強度性能を保証する方法としては、基本的に3つの方法が考えられる。

- (1) 木材に含まれる欠点を視覚的に調査して、欠点と強度の関係から、木材の強度を推定し、強度性能の許容値を保証する。
- (2) 木材の物理的性質を様々な手法で測定し、木材の各種物理的性質と強度との関係から、強度性能の許容値を保証する。
- (3) 個々の木材に要求される強度に見合った荷重を実際にあたえて、破壊しなかった材料についてはその強度性能を保証する。

3. 既存技術の水準

3.1 視覚的等級区分法

天然材料である木材には、その成長過程を通じて、様々な特性が付与される。この成長特性は木材を利用する際に、利用者にとって不都合な結果をもたらす場合「欠点」と見なされる。過去何世紀にも及ぶ人間と木材との長い付き合いの間に、木材の成長特性（欠点）と木材の強度との間にはある一定の傾向が存在することが経験的に認識されてきた。この経験的關係が、恐らく木材の視覚的等級区分法の原点であろう。

近代的な木材の視覚的等級区分法は、20世紀の初頭にアメリカでその体系付けが始められたと言われている。その基本的な考え方は、人間の視覚によって木材の欠点を調査し、予め実験的に調べられた欠点と木材強度との相関關係に基づいて木材の強度を推定し、

強度に応じて木材を幾つかの等級に仕分けするというものである。最終的には各等級ごとに強度性能の許容値（許容応力度）が定められ、少なくともその許容値までの強度性能は保証されるというのが、このシステムの基本思想である。

我が国の場合、一般製材を対象とした視覚的等級区分法としては、「製材の日本農林規格」が存在する。この規格では、木材の欠点である節、丸身、曲がり、繊維走行の傾斜、平均年輪幅等を人間の目で調査して、その程度に応じて等級区分が行われる。しかし、木材の視覚的等級区分と、許容応力度の決定が異なった行政機関で所管されているため、諸外国のように、等級ごとに許容応力度が与えられるというシステムには至っていない。

一方、枠組み壁工法用製材の日本農林規格では、北米の規格をほぼ踏襲した形をとっているため、強度等級と許容応力度（住宅金融公庫仕様）が一応対応したシステムとなっている。

(1) 木材の強度に影響を及ぼす成長特性（欠点）と視覚的等級区分法における扱い

ア. 密度

木材の強度はその密度と関係していることが多い。この関係は年輪幅、晩材率とも関係ある。しかし、視覚的等級区分の実務においては、製材の密度を正確に判定することは困難である。したがって、特定の樹種において、軽い、中庸、重いといった程度の樹種グループに仕分けされる場合を除いて、密度（比重）が視覚的等級区分の判定基準として直接使われることはない。

イ. 腐れ

個々の規格にもよるが、原則として、建物の中で腐朽が進行

しないものに限って容認されている。

ウ. 心材と辺材

樹種、場合によって異なるが、強度性能の違いは余りない。腐朽に対する抵抗性において差がある（一般的に心材>辺材）とされる。

エ. 繊維走行の傾斜，目切れ

木材の強度は繊維の方向で値が大きく異なり，一般に繊維に平行な強度が最強で，繊維に直角方向の強度が最弱となる。現状では，繊維傾斜は巨視的な繊維走行の傾斜しか測定されないが，実際には節周辺の局所的な繊維傾斜が強度に及ぼす影響のほうがより重要である。

オ. 節

視覚的等級区分法において，最も注目される強度推定因子は節である。節の存在は局所的な繊維傾斜の乱れを起し，目切れによる脆性的な破壊を誘引しやすい。節と強度の関係はその，大きさ，材中の位置，（材縁，材中），節の種類，隣接する節との距離等の因子が複雑に絡んでおり，未だに，その強度への影響は完全には定量化されていない。

カ. 割れ，干割れ，貫通割れ

割れが強度に与える影響は，梁として使用した場合にせん断強度を低減させること，又，最近では接合耐力への影響が取り沙汰されている。しかし，その影響はまだ完全には解明されていない。

キ. 丸身

丸身が制限される理由はそれが強度へ与える影響よりむしろ

化粧的要因，釘打ち耐力，めり込み耐力への影響等にある。

総じて言えば，曲げ，引張，圧縮強度に直接影響する因子は主に，節と繊維傾斜であり，せん断に対しては割れと考えられる。

(2) 強度推定の基本原則

欠点に応じて実大木材の強度を推定する方法（考え方）としては，我が国も含め，世界各国の規格に大きな影響を与えてきたアメリカのASTMの考え方が代表的である。ASTMの方法は以下の基本的な仮定に基づいている。

ア．欠点を有する実大木材の強度は，その樹種の無欠点小試験体の強度に比例する。

イ．節や繊維傾斜等の欠点（成長特性）に起因した強度減少の割合は，欠点による強度の低下がない場合を100%とし欠点の影響が大きくなるにつれて，順次値が小さくなる，「強度比」という概念で表現する。

ウ．「強度比」は欠点の種類，大きさ，木材中での位置，及び作用応力の種類によって決まり，樹種による差はない。

実際の構造用木材においては，欠点の全くない実大サイズの木材というのはまず存在しない。したがって，強度比100%の実大材の強度データというものは実際には有り得ない（不可能ではないが）。そこで，前提（ア）の関係を利用して，実大材の強度は，無欠点小試験体の強度を100%として，それに強度比を掛けたものとして考える。すなわち，

$$F = F_0 \times SR$$

ここで， F ：欠点を有する実大材の強度

F_0 ：無欠点小試験体の強度

SR：強度比

A S T Mでは、①繊維傾斜、②節（大きさや位置の組合せ）、③割れ、④比重（密、粗、中の3クラス）の4種類の成長特性（欠点）について、詳細な強度比の数値、並びに、その算定式を定義している。

3.2 視覚的等級区分法の問題点

視覚的等級区分法は木材の表面で確認できる強度推定因子、特に節と繊維傾斜に基づいて木材の強度を予測する方法であるため、幾つかの問題点を含んでいる。

- (1) 強度推定因子である木材の成長特性と実大木材の強度の関係が必ずしも科学的に明かではなく、強度推定の精度が低い。この問題で特に重要な点は、節の評価方法にあると言われている。^{4),5),6)}従来からのA S T M方式においては、節は単なる断面欠損と見なされ、簡単な力学計算から強度比が決定されていた。しかし、有節材の強度に関するこれまでの研究から、節が強度に与える影響は、断面欠損よりはむしろ、節周辺の繊維走行の傾斜の影響の方が大きいのではないかと考えられている。^{4),6)}
- (2) 強度推定の精度が低いため、区分された各等級の強度分布は裾野の広い分布となり、等級間でオーバーラップする部分が多い。
- (3) (1)、(2)の理由から許容応力度を決定するための下限品質は低い側に推移し、設計用の許容値が低く設定されがちとなり、木材の強度が過小評価される傾向にある。
- (4) 木材の4材面すべての欠点を人手によって、一本一本調べる行為は非能率的である。また、視覚的に欠点を判定し、即座にある等級を割り当てる作業には熟練した技術が要求される。大量の木

材を精度よく等級区分するためには、なんらかの自動化が要求される。

4. 新技術の水準

4.1 機械的等級区分法

視覚的等級区分法に対して、木材の物理常数を機械的な方法で測定し、強度性能を間接的に推定する方法を、機械的等級区分法と総称する。

(1) 木材のたわみ易さを測定して強度を推定する方法

木材の静的ヤング係数と強度との間に高い相関関係が存在することは1960年代に世界各国で認識され始めた。機械的等級区分法の中で、もっとも古くから実用化されてきたのが、木材の曲げたわみを連続的に測定する機械（グレーディングマシン）によって、木材の静的ヤング係数を算定し、ヤング係数と強度の関係から強度値を推定する方法である。現在、機械的等級区分という場合は、一般的にはこの方法を意味する。

(2) 木材の振動特性から強度を推定する方法（動的な方法）

基本的には木材の動的ヤング係数を測定して、(1)の方法と同じく、ヤング係数と強度の相関関係に基づいて強度を推定する方法である。振動の与え方によって、たわみ振動法（横振動法）と縦振動法がある。この方法では、木材の寸法の他に、密度の値を同時に知る必要がある。

(3) 機械による木材の欠点探査

この方法は、木材の節、繊維走行の傾斜等の欠点を、人間の視覚ではなく、新しく開発された各種センサーの感知能力によって探査し、欠点と強度との関係に基づいて、木材の強度を推定する

ものである。基本的には視覚的等級区分法のロボット化と言える。従って、視覚的等級区分に分類される場合もあるが、ここでは技術的に新しいという点で、人間の視覚による等級区分法と区別した。現在報告されている機械による欠点探査法の概要を、表1に示す。

表-1 光、音、電磁波等を利用した欠点探査法の比較⁷⁾

欠点探査法の 一般的分類	測定もしくは 察知する特質	探査される木材の欠点(成長特性)											長 所	短 所						
		生 物 的						製 造 上												
		節	目 切 れ	腐 朽	よ ご れ	穴	ヤ ニ	入 り 皮	髓	丸 身	貫 通 割 れ	目 回 り			厚 む ら					
光学的な方法 (反射, 透過) (伝播)	光の反射 透過の変則性	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	材表面の視覚的 欠点測定可 自動化容易	コスト 仕分能力不十分
超音波法 (透過伝播) (エコーパルス)	アコースティック インピーダンス の変則性, 超音 波の伝播時間	○	○	○		○	○	○	○	○								○	透過性良好 自動化容易 感度及び解像度 良好	連続測定が困難 (ピックアップを 材表面に固定)
マイクロ波法 (透過伝播) (反射)	誘電特性の変則 性 電磁波の反射散 乱	○	○	○		○													非接触型 自動化容易 迅速性	比較的仕分能力 弱い
X線法 (x線写真蛍光 透視法)	密度, 組織 厚み不均質性	○		○		○	○	○										○	材内部の欠点探 査可能 瞬時の測定 製造行程への導 入容易	偏平な欠点に比 較的鈍感 仕分能力不足 人体への悪影響
中性子法 (放射線写真法)	組織的不均質性, 特別の原子核へ の選択的官能性	○		○		○	○	○										○	定量的瞬時出力, 試験体寸法自由, 正確高感度, 迅 速	偏平な欠点に比 較的鈍感 仕分け能力不足, 人体に悪影響

4.2 保証荷重試験法

保証荷重試験という方法は木材の品質保証法の中では比較的新しい概念である。現在、これについて確定した定義があるわけではないが、試験の目的、性格から次の3つの場合に分けて考えたほうが理解し易いように思える。

(1) グループの下限品質を特定するための試験

北米では、ストレスグレーディングマシンによってヤング係数が測定され、その値に応じて何種類かの等級に区分され、等級ごとに許容応力度が保証された構造用製材をMSR（マシンストレスレティッドの略）ランバーと呼ぶ。このMSRランバーの品質管理のために採用されている試験法を保証荷重試験と呼ぶ場合が多い。

この試験では、まずグレーディングマシンを通ったMSRランバーは、規定にしたがって、ある数のサンプルが抜取られる。次にそのサンプルの等級に割り当てられた基準応力度（許容応力度の基となる応力度）の2.1倍の保証荷重を試験体に負荷し、サンプルの95%以上が破壊せずに残るかどうかを試験する。ここで、基準応力度の2.1倍とは、強度分布の下限5%値のことであり、この試験は、製品の強度分布がシステムで想定した分布形（100本中95本以上がそのグレードの基準応力を上回っているという分布）を満足しているか否かを常時モニターするためのものである。

この保証荷重試験は、MSRランバーを製造している工場内で行われる。装置としては、ポータブル式の曲げ試験機から据置タイプの本格的な引張試験装置物まで、様々な機械が開発されて

いる。

(2) 特定の値を満足するか否かを調べるための保証荷重試験

単に「保証荷重試験」という場合は、ある製品が設計上要求される最低限の強度性能を実際に満足するかどうかを調べる試験を指すのが普通である。航空機や、宇宙ロケットなど、非常に厳密な品質保証の要求される分野では常識的な概念であるが、木材工業の分野で、このような厳格な品質保証法の適用が検討されている分野は限られている。その一つとして、構造用のフィンガージョイント（以後FJと記す）がある。

FJは歩止まりが良いこと、ラインが完全自動化できること、接合後すぐにハンドリング（持ち運び）が可能なこと等の理由から、集成材ラミナの縦接合には不可欠な存在となってきた。しかし、その強度性能は一般にかなり脆性的で、量産された場合には思わぬ不良品が含まれる危険性もある。FJラミナの強度性能をどのように保証するかという問題には現在これがベストという解答が存在しない。そこで、FJラミナについては、ある保証荷重を掛けて破壊しなかったものについては応力の高い引張側最外層に使っても良いという品質保証の考え方がアメリカ等では認められている。

(3) 製材の強度等級区分の手段としての保証荷重試験

この方法は、オーストラリアで提唱されている強度等級区分法である。^{8),9)}発想はいたってシンプルである。オーストラリアには性質のよく分かっていない木材が非常に沢山ある（AS規格に載っているだけでも40種以上ある）。そこで、すでに使われている主要樹種に割当られている許容値と同じ荷重をこれから利用し

たい材料に与え、もし破壊しなければ、そのグレードと同じレベルの材料であることを認めるという発想である。ただし、破壊する材料の割合を減らすため、何らかの予備選択過程（視覚的、または機械的仕分け）が必要である。

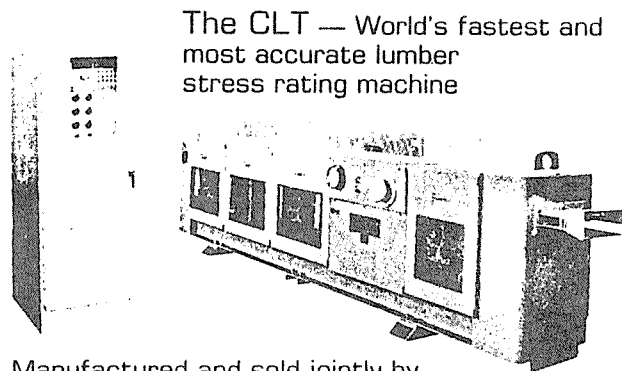
5. 新技術開発の現状

5.1 機械的等級区分法における機械設備

(1) ストレスグレーディングマシン

ア. 北 米

北米では、1963年に最初のグレーディングマシンが開発された。CLT（コンティニュアス ランバー テスター）と呼ばれる機械は、現在メトリガード社のデータプロセッサを搭載した世界最高の機能を持つグレーディングマシンに成長し、



Manufactured and sold jointly by Irvington-Moore and Metriguard, Inc.

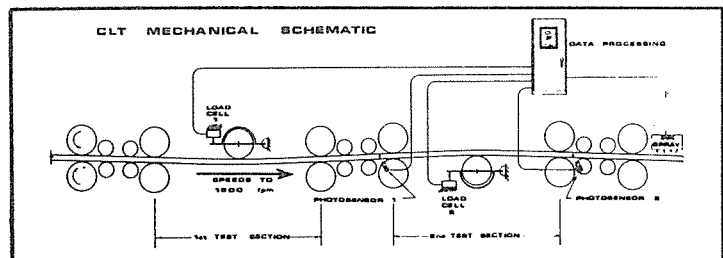


図-1 CLTの構造概念図¹⁰⁾

北米を中心に30台余りが稼働している(図-1¹⁰⁾参照)。

イ. イギリス

イギリスでは、1962年にプリンセスボローの林産研究所が独自に変位一定型のグレーディングマシンを開発した。この機械は現在、クックボリンダー社の通称“SG-AFマシン”と呼ばれる製品にグレードアップされ、イギリスを中心に使われている(図-2¹¹⁾参照)。

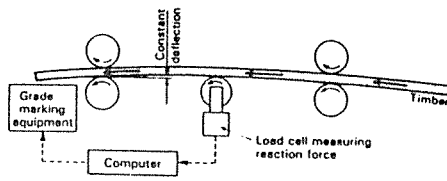


Diagram of Cook-Bolinder machine

図-2 SG-AFマシンの構造概念図¹¹⁾

ウ. オーストラリア

オーストラリアでは、1961年以来、ニューサウスウェールズ州林産協議会において、その木材工学部門が中心となって、機械的強度等級区分法の開発研究を行ってきた。^{12), 13)} 最初にコンピュータを内蔵していない“マイクロ=ストレス”という機械が開発された。その後、コンピュータを内蔵し、処理速度を早めた“コンピューターマチック”へと発展した。この機械は、現在、イギリスのMPC(メジャーリング&プロセス)社が製造販売を担当し、ヨーロッパ、オセアニアを中心に多数(113台以上)が使われている。稼働台数でいえば、世界第一の実績を誇っている。(図3参照)

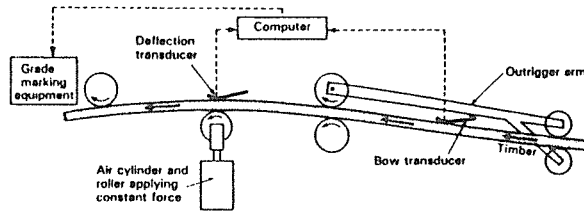


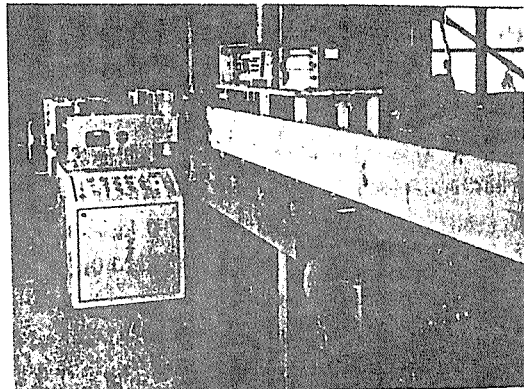
Diagram of MPC Computermatic machine

図-3 “コンピューターマチック”の構造概念図¹¹⁾

外国では他に、南アフリカやフィンランドで独自のグレーディングマシンが開発されているが情報が少なく、実態はよく分かっていない。

エ. 日 本

我が国における機械的等級区分の研究は、1970年代の初めごろから集成材のラミナのグレーディングの分野で始められた。国産第1号のグレーディングマシンは林業試験場の依頼によって図-4に示すたわみ分布試験機¹⁴⁾が太平製作所によって試作された。



たわみ分布試験機
(前方からの全景)

図-4 国産第1号のたわみ分布試験機¹⁴⁾

しかし、我が国では、視覚的な強度等級区分すら必要性が低かった時代が永く木構造の世界で続いたため、機械的等級区分法に関する研究は諸外国に比べ、大幅に立ち遅れている。現在、我が国で量産工場向けに開発されているグレーディングマシンは、飯田工業製の“MGE-25”（図-5参照）と、不二コーン製作所の“AGM-1”（図-6参照）の2機種であり、いずれも、1987年に入って開発されたものである。

飯田工業のMGE-25型は、我が国で量産工場向けに開発された実用向け第1号のグレーディングマシンである。この機械は、一定荷重を付加し、たわみを検出するタイプである。支点間距離は、900mmと1200mmの2種類が選択でき、中央集中荷重方式で荷重を負荷する。元たわみのキャンセルは材の表裏で2回通し、コンピューターにより平均することにより、真のヤ

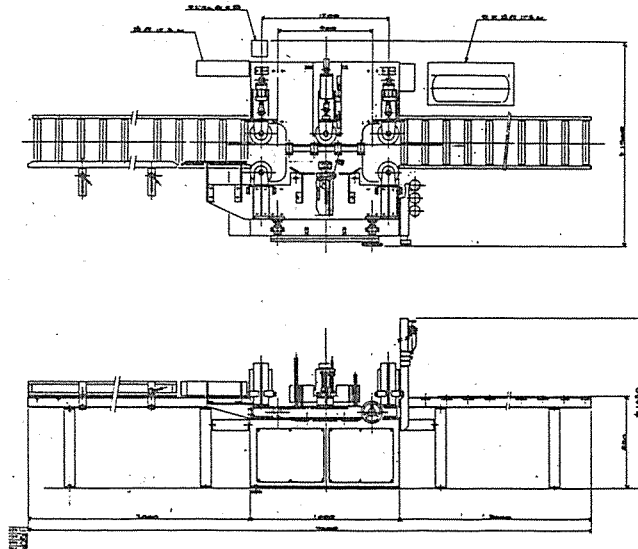


図-5 MGE-25 グレーディングマシン¹⁵⁾

ング係数を求めるが，自動的に材が戻ってきてオペレーター一人
人で操作が出来る。ヤング係数の値により，4段階の色を最高
15回／秒の割合でスプレーする。ヤング係数の高い方から，緑
→青→赤→無色（スプレーなし）の色が付けられ，最後に最少
ヤング係数の色が吹き付けられて，その材のグレード（等級）
が決定される。この機械は，CLT等の外国製品に比べて安価
であり（約600万円），すべてのデータを磁気記憶媒体に保
管することも可能である。

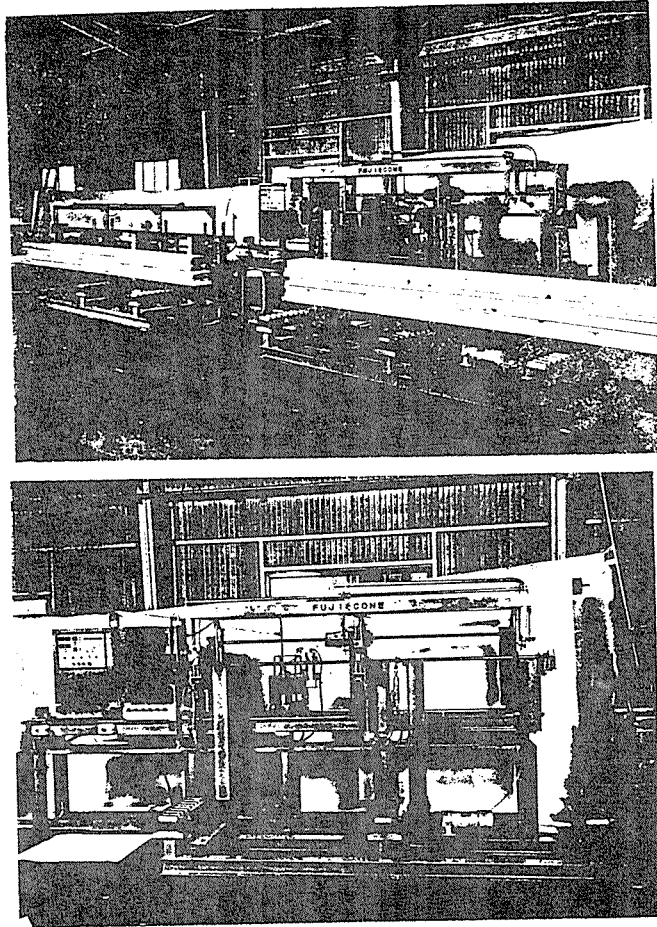


図-6 AGM-1 全自動グレーディングマシン¹⁶⁾

不二コーン製作所のAGM-1は集成材工場におけるラミナのグレーディング用に開発されたもので、一般のグレーディングマシンのように、材料を高速で連続的に流すのではなく、バッチ的に処理される点が特徴である。すなわち、一定荷重を負荷して静的にラミナのヤング係数を計測した後、指定した長さ（0～99 cm）だけ材を自動的に送る。元たわみのキャンセルは2段階の荷重を材に与え、たわみの差を計測することにより行う。計測、演算はロボット化されており、一本の材の等級は多数点で計測されたヤング係数の平均値で定まる。等級は3色のスプレーで4段階に表示される。送材速度は遅いが、運転中は殆ど人手を必要としない。

(2) 動的ヤング係数測定器（機）

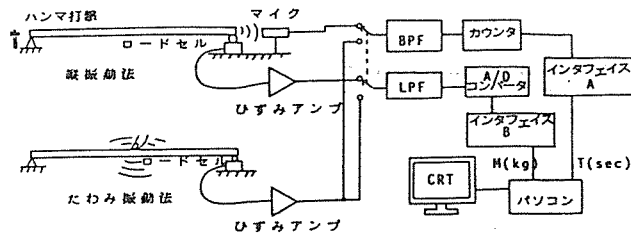
ア. たわみ振動法

たわみ振動法は図-7に示すように、両端支持で自由振動させた時の周波数からヤング係数を求めるもので、周波数の測定にはスパン中央の変位を非接触変位計で計るものと、支点に取り付けたロードセルの出力から求める方法が考えられている。機械としては、この目的に合うような単一機能の機器を組み合わせれば良いが、アメリカではE-コンピューターという商品名で商品化されている。

イ. 縦振動法

縦振動を用いる方法は、材の一端を軽く打撃し、他端に置いたマイクロフォンで縦振動を検出し、その共振周波数から動的ヤング係数を求める方法である。図-7に示すように、マイクロフォンと簡易な周波数分析機（FFTアナライザー、サウン

ドアナライザー)があれば測定可能である。システムが簡易であることより、現場での測定が可能であり、丸太の等級区分等も試みられている。³⁾ 製材工場の様な騒音のある場所では、指向性のある検出器が必要である。たわみ振動の場合と同様、材の全長にわたる平均的ヤング係数が求められる。



たわみ振動法、縦振動法の測定装置の概要

図-7 動的ヤング係数の測定法²⁾

ウ. 応力波伝播速度測定法 (透過法)

材の一端をハンマーで打撃し、ハンマーに取り付けた加速度センサーと他端に押し付けた加速度センサーにより、縦波または横波の材中を伝わる速度(時間)を測定して、両センサー間の平均的なヤング係数を求めるものである。アメリカではトリガード社からストレスウエーブタイマーとして商品化されている(図-8)。

この測定法は、非接触な測定ができないので、製材工場等での連続的な品質管理には不向きであるが、材中の欠点を探索することもある程度可能であり、局所的な材質のチェックに利用できる。集成材の腐朽度の判定に利用されることもある。

その他に、超音波パルスの伝播速度を測定する方法もあるが、

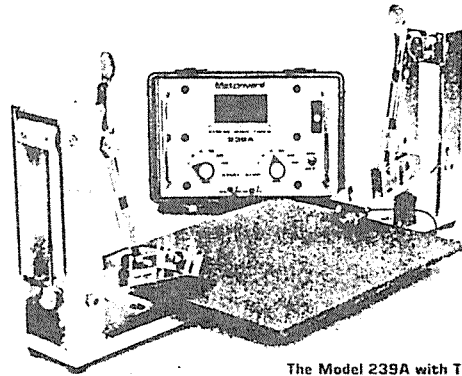


図-8 ストレスウェーブタイマー¹⁷⁾

ヤング係数の計測に難点があると言われている。

(3) 機械による木材の欠点探査（視覚的等級区分法のロボット化）

ア. Slope-of-Grain Indicator¹⁸⁾

この機械は、木材の誘電率が繊維走行の方向によって値が異なるという性質（正確には、細胞配列、密度、含水率、その他の影響を受ける）を利用して、木材の繊維走行の傾斜角を測定するものである。

最初、カナダの西部林産試験場がプロトタイプを開発し、その特許に基づいてアメリカのメトリガード社が改良を重ね、製材工場向きに製品化した（図-9参照）。材料の幅の広い面と狭い面の両方に、非接触の電極板をあて、マイクロコンピューターによって繊維傾斜の方向を3次元的に判定できる。

イ. フィノグレーダー¹⁹⁾

フィノグレーダーはマイクロ波とガンマー線を使って、一瞬の内に木材の物理的性質を測定してしまう第3世代のグレーデ

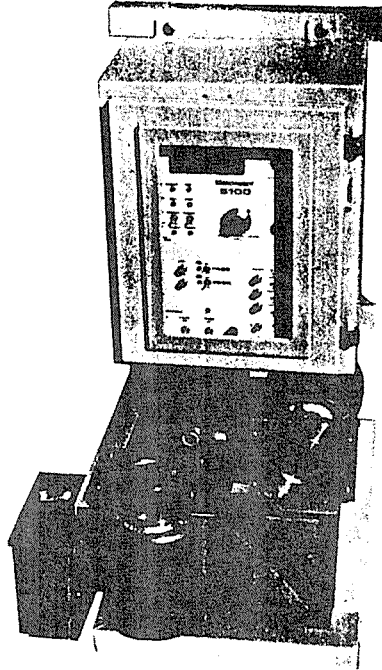


図-9 Slope-of-Grain Indicator¹⁸⁾

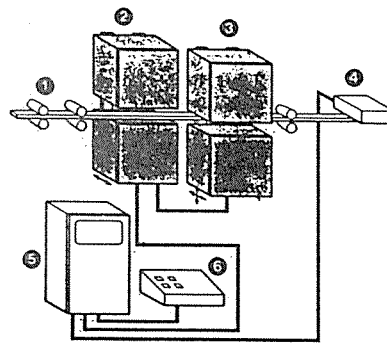
ィングマシンと言われている。

この機械はフィンランドの Innotec Oy 社が開発し、同国の Plan-Shell Oy 社が販売している。本機の最大の特徴は非接触型であるため、処理能力が非常に早い ($5m/sec$) ことである。

図-10 に示すように、まず、木材の表面温度、 γ 線減衰量、マイクロ波減衰量から木材の密度が決定される。この情報から、次に含水率が決定される。材中の節はU字型のマイクロ波ブリッジ内での誘電特性の乱れをセンサーが察知して検出される。節の検出は材の両面2箇所で行われる。繊維走行の傾斜は上述

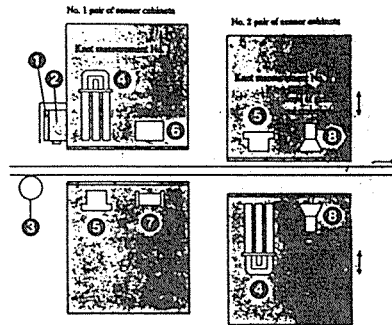
した Slope-of-Grain Indicator と同じく，木材の誘電率の異方性を利用して，マイクロ波の分極変化から検出される。これらすべての情報はマイクロプロセッサに送られ，欠点と強度の相関関係に基づいて，瞬時の内にある等級が決定され，既往のストレスグレーディングマシンと同じように，材表面に等級がマークされる。

この機械については，情報が極めて限られており，伝えられ



FINNOGRADER SYSTEM ILLUSTRATION

- 1. Conveyor
- 2. No. 1 pair of sensor cabinets
- 3. No. 2 pair of sensor cabinets
- 4. Dye marker
- 5. Electronics cabinet
- 6. Control desk



FINNOGRADER SENSOR ARRANGEMENT

- 1. Board end detector
- 2. Surface temp. sensor
- 3. Conveyor speed detector
- 4. Microwave transmitter
- 5. Microwave receiver
- 6. Density Gamma ray source
- 7. Gamma ray detector
- 8. Microwave transmitter / receiver

図-10 フィノグレーダーの構造概念図¹⁹⁾

ている性能がどの程度のものかは定かではない。

ウ. その他

表1にまとめられるように、視覚的等級区分のロボット化に関連した技術には様々な可能性がある。基本的には①光，②音，③電磁波を利用するものである。

光を利用する方法に関しては、最近我が国でも興味ある研究が1，2報告されている。図-11はフォトセンサーを使った材表面の欠点測定法を示す。²⁰⁾他に、画像解析の手法も可能性がありそうだとされている。²¹⁾

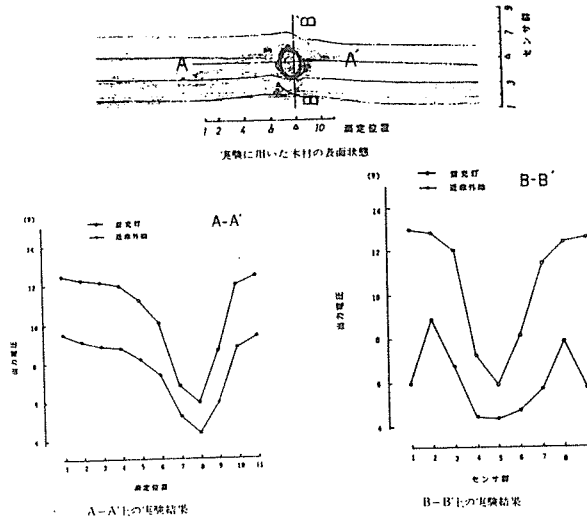


図-11 フォトセンサーを使った材表面の欠点測定法の例²⁰⁾

音（応力波等）を利用する方法は、上述したように、現在すでに十分実用可能な段階にあるように思われる。

電磁波を利用した欠点探査の方法としては、上述したマイクロウェーブと γ 線を利用したフィノグレーダーが実用機として有名である。他に、実態はよく分からないが西ドイツで開発さ

れた ISO-Gre Comat Grader は、 r 線を利用して材料の局部的密度変化を調べ、節面積比を算定する機械とされている。

また、最近では医療用 X 線 CT スキャナーを用いて木材内部の欠点を測定する研究も行われている。

5.2 保証荷重試験における機械設備

比較的短い時間の中に荷重を与え、材料が破損するか否かを確認することが主目的であるため、この試験に用いられる試験機は機構が比較的単純である。また、材料が実際の使用条件下で受ける応力の種類を負荷してその良否を判定するため、引張応力が主体の部材に対しては、引張型の、また曲げ応力が主体の部材に対しては、曲げ型の装置を使うことが望ましい。

(1) 据置型保証荷重試験機の例

ア. マンラッセル連続曲げ保証試験機（米国）（図 1 2）

この機械は、F J ラミナの品質保証用に開発されたものである。高周波加熱式全自動 F J ラインの最後の行程に本機を据え付け、高周波トンネル内である程度硬化した F J ラミナに連続的に一定の曲げ保証荷重を加える。この保証荷重によって破損したラミナは不良品として棄却される。米国木構造協会（A I T C）は、保証荷重に合格した F J ラミナについては、フィンガージョイントの避距離に関する制限を徹廃している。

イ. メトリガード引張保証荷重試験機（米国）（図 1 3）

断面が 2×3 から 4×16 、長さ 65 フィートまでの M S R ランバーの品質保証用並びに、L V L や F J 材の品質管理用に開発された大型の引張型保証荷重試験機である。商品名モデル 4130 と呼ばれるこの機械は、毎分 8 枚のスピードで全自動バ

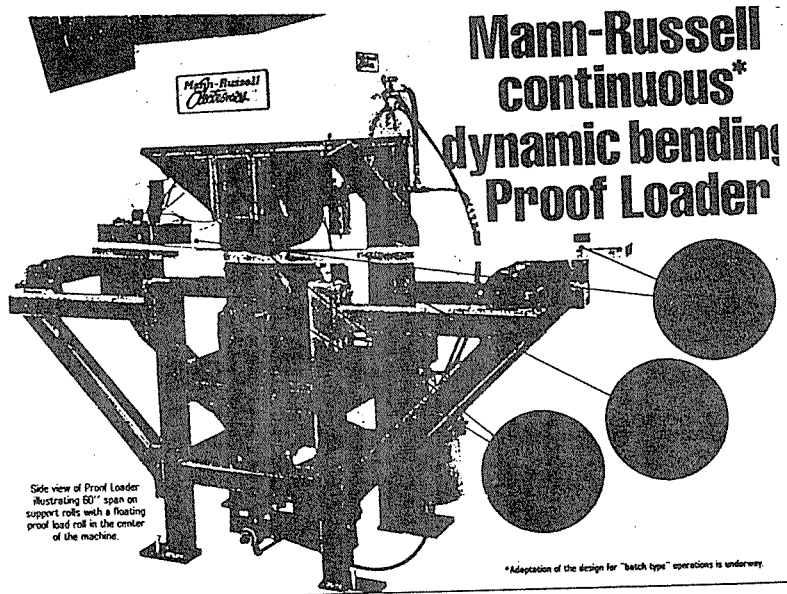
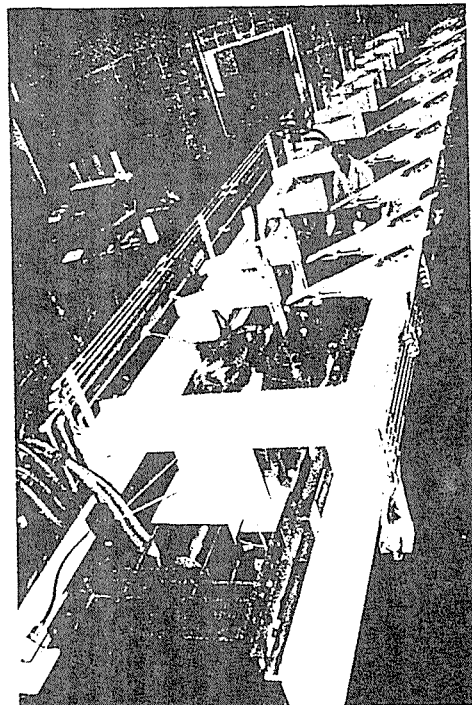


図-12 マンラッセル連続式曲げ保証荷重試験機²³⁾



MODEL 4130 TENSION PROOF-LOAD TESTER

図-13 メトリガード引張型保証荷重試験機 (モデル 4130) ¹⁰⁾

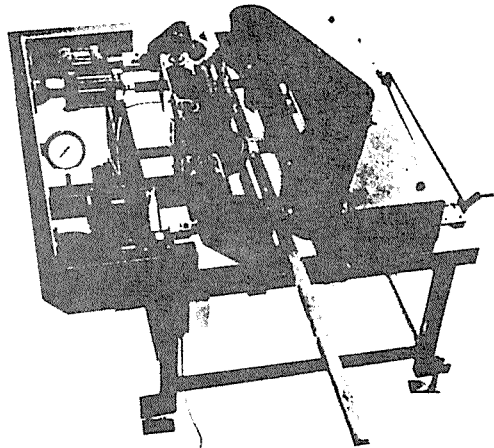
ッチ運転される。別のタイプ（モデル4200）では、材料を連続的に送り込むことが可能なものも開発されている。いずれも、最大荷重は約100トンまで掛けられる。

(2) 可搬式保証荷重試験機の例

ア. ヒリング（図14）

この機械は保証荷重試験法を製材品の等級区分に使うために、オーストラリアのヒリング社で開発された低価格の曲げ型保証荷重試験装置である。構造は非常に簡単で圧搾空気によって4点曲げ荷重を与える。最大荷重速度は60m/分で、材料の断面寸法に応じて、加工用のエアースリンダーを交換する。

PATENT APPLICATION N° PF6460



**HILLENG TIMBER PROOF GRADING MACHINE
is now being used by many timber mills
in Australia and overseas.
Designed in conjunction with the Timber
Research and Development Advisory
Council of Queensland.**

図-14 ヒリング曲げ保証荷重試験機²³⁾

イ. AG-84型プルーフローダー（図15）

北海道立林産試験場が基本設計し、旭川技研工業が製品化した可搬式曲げ保証荷重試験機である。最大送材速度は61m/分

で、加力はエアーシリンダーで最大3トンまで掛けられる。日本の製材品種に合うよう、タルキから正角まで広い範囲の断面寸法について試験できるのが特徴である。

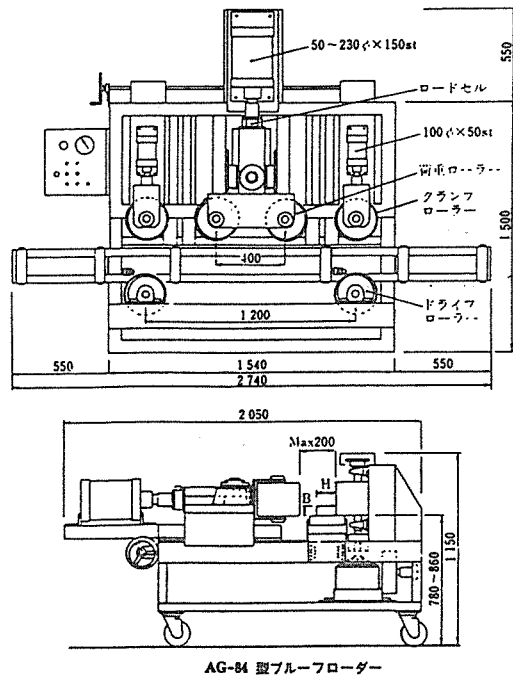
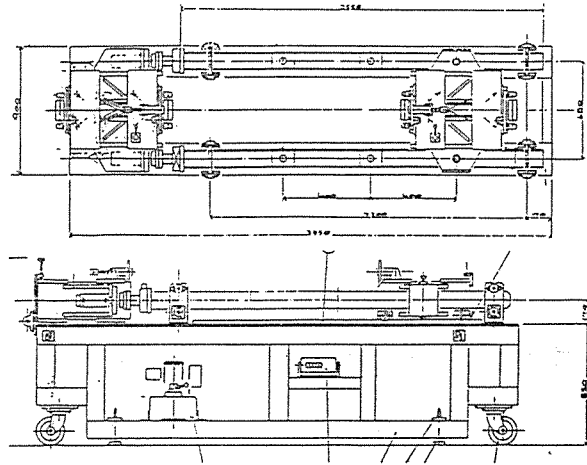


図-15 AG-84型プルーフローダー²⁴⁾

ウ. NET-40型引張プルーフローダー²⁾

林業試験場が基本設計し、飯田工業が製品化した引張型の保証荷重試験機である。図-16に示すように、機械の端から材料を挿入してバッチ式に引張試験を行う。電動油圧ジャッキによって、最大40トンまでの荷重が掛けられる。つかみの部分は、空気圧によりワンタッチで材料をクランプでき、試験中のクランプ力はクサビによって引張力に比例して大きくなる。材料のクランプ部分には特殊なゴムが貼ってあり、材料がクラン

プ部分で破壊することを防止している。



引張型ブルーフローター NET-40 (飯田工業)

図-16 NET-40型引張保証荷重試験機²⁾

6. 新技術を取り巻く環境

我が国の木構造を取り巻く世の中の動きはこの1、2年急速に変化している。昭和62年度より始まった建設省の「新木造総プロ」では、木材の等級区分法の開発が1つの大きなテーマとなっている。現在2年目を迎え、文献調査等の作業結果を受けて、次年度以降建設省主導型の新しい等級区分法が提案される可能性も考えられる。技術的にどのような手法が取り入れられるかは、現時点では定かではないが、ヤング係数を測定して強度を推定する機械的等級区分法も当然考慮に入っているものと考えられる。

我が国における木材への要求性能は、従来に比べ質的に変化して来ている。これまでは高度な構造設計を要求されるような木構造が技術的にも、建築法規的にも、実現困難であったため木材の強度的性能に関する品質保証等はそれほど要求されなかった。しかし、ここ数年各

地で構造設計を必要とする新しい木構造への挑戦が続けられ、それに伴って木材を構造材料としてより厳しく見直そうとする動きが盛んとなってきた。昨年、建築基準法は一部改正され、木構造はある面では以前より幾分建て易くなった。しかし、一方では、これまで曲げと同じ値が保証されていた木材の引張強度が曲げの約60%に改訂された。この一例が示すように、木構造に高度な設計が要求されるに伴い、その材料である木材に対しても、実験事実に基づいたより厳密な（設計として安全側の）品質保証が求められることは明白である。

7. 先端技術開発の動向，発展方向

ここ当面は、諸外国で開発された様々な品質保証技術を我が国の実状に合うように導入する作業が続けられるであろう。

ストレスグレーディングマシンで等級区分された構造用木材の需要は、この方面の先進国である北米ですら全木材需要の2%程度であり、構造用木材の我が国での潜在需要量から推して、アメリカのCLTのような生産性は高いものの非常に高価で大がかりなグレーディングマシンの必要性は低いものと考えられる。

我が国の場合、製材の品種が多種多様であり、構造材として比較的断面の大きな材料が使われることが多い。このような材料に対しては、現在盛んに研究が進められている動的ヤング係数を測定して等級区分するグレーディングシステムが実状に合っているように思える。また、高度な各種センサー技術を生かして、視覚的等級区分法をロボット化する方向が、我が国が得意とする工業技術内容から見て、合理的な方向のように思える。

8. 総合評価

木材は天然に産出される材料であるため、本質的にバラツキが大き

く、その品質を保証することがかなり難しい材料である。

これをあえて行うためには、バラツキを考慮した消極的な手法を取らざるを得ない。即ち、何等かの方法で材料の強度性能を推定し、用途に応じて「良いもの」から「悪いもの」まで幾つかのランクに分け、そのランクに割り当てられた最低限の品質を保証するという考え方である。

材料を選別する因子としては、密度、節、繊維走行の傾斜、ヤング係数等が有効であることが、木材物理、木材工学と呼ばれる学問分野の長年の研究から明らかになっている。

現在、木材の強度性能に対する品質保証をより厳密に要求する声は、大規模木構造を作ろうとする側から高まっている。これに答え得る品質保証（技術）法の開発は、木材強度に関する既往の研究成果と、我が国の先進的ロボット技術を組み合わせることによって、技術的には可能であろう。

現在、木材需要の大半が高度な品質保証を必要としない分野に向いているため、木材の品質保証にたいする問題意識が、品質保証を求める側と木材供給側とでかなり違ったものとなっている。俗に言うソフト面での我が国と木材・木構造先進諸国との格差はかなり大きい。

引用参考文献

この報告書の内容のうち、視覚的等級区分、およびストレージングマシンによる機械的等級区分に関しては文献 1) を基にした。また動的ヤング係数の測定法等に関しては、文献 2), 3) の内容を参考にさせていただいた。

1) 小松幸平（分担執筆）：“木材等の強度等級区分法の開発”，建設

省新木造総プロ62年度報告書（印刷中）

- 2) 海老原 徹（分担執筆）：“等級区分装置の検討”，建設省新木造総プロ62年度報告書（印刷中）
- 3) 丸山則義（分担執筆）：“3. 非破壊検査法”，構造用木材—強度データの収集と分析，木材強度・木質構造研究会，日本木材学会，1988.
- 4) 畑山熾男：“有節材の強度推定に関する研究”，林業試験場研究報告第326号，1984.
- 5) 飯島泰男：“シベリア産カラマツ材の強度性能に関する研究”，富山県木材試験場研究報告，No 1，1983.
- 6) S. M. Cramer & J. R. Goodman：“Failure Modeling：A Basis for Strength Prediction of Lumber”，Wood and Fiber Science, Vol. 18, No. 3, pp. 446-459, 1986.
- 7) R. Szymany, K. A. McDonald：“Defect detection in lumber：state-of-the-art”，Forest Products Journal, Vol. 31, No. 11, pp. 34-44, 1981.
- 8) R. H. Leicester：“Proof Grading I An Overview”，Proceeding of Timber Engineering Group Meeting, IUFRO Div. 5 Boras, Sweden, May 1982.
- 9) R. H. Leicester：“Proof Grading” Proc. of Pacific Timber Engineering Conference, Vol. 3, Wood Science, IPENZ, 1984.
- 10) J. D. Logan：“Machine Stress Rated Lumber Production 1984 Update”，Metrigarg Inc. 1984.
- 11) A. R. Fewell：“Timber Stress Grading Machines”，

Building Research Establishment Information Paper, IP-
17/84, November 1984.

- 12) H. E. Booth : " Machine Stress Grading Assures Timber's
Future as a Structural Material ", The Australian Timber
Journal and Building Products Merchandiser, Vol. 30, No. 2,
78-84, 1964.
- 13) H. E. Booth : " The Machine Grading of Timber ", The
Australian Timber Journal and Building Products Merchandiser,
Vol. 30, No. 8, 81-89, 1964.
- 14) 農林水産技術会議事務局 : " 枠組壁工法のための建築用木材の強度
等級区分法確立に関する研究, 第2節 集成材の強度等級区分法 "
pp. 87 - 125, 1978
- 15) 飯田工業㈱ " MG-25 グレーディングマシン資料 ", 9月, 1987.
- 16) 不二コーン製作所㈱ " AGM-1 全自動グレーディングマシン ",
10月, 1987.
- 17) Metriguard Inc. : " Nondestructive Testing with the
Metrigard Stress Wave Systems "
- 18) Metriguard Inc. : " Grain Slope Measurement with the
Metriguard 5100 Slope-of-Grain Indicator "
- 19) Innotec Oy : " Stress grading Though Direct, Non-Contacting
Strength Measurement with the Finnograder ", 1980
- 20) 鎌田英博, 綿貫幸宏, 山羽和夫 : " 木材加工用センサ利用技術に関
する研究 ", 日本木材学会北海道支部講演集, 第19号, pp. 10-12,
1987
- 21) 増田 稔, 仲村 司 : " カラー画像処理による「有節パネルのイメ

- ージ」に関する研究”,第37回日本木材学会大会研究発表要旨集,
p. 203, 1987
- 22) Mann-Russell continuous dynamic bending proof loader,
カタログ
- 23) Timber Proof Grading Machine, Hilleng PTY. LTD.,
Australia.
- 24) 小松幸平, 堀江和美, 北村維朗, 旭川技研工業, 岩崎旭川支店:
“量産工場におけるF J ラミナの保証加重試験”, Vol. 41, 11,
1986

8 大規模木造

1. 技術課題：大規模木造
2. 技術課題の内容・目的：木材及び木質材料の大規模木造への適用に係る技術課題を整理し、今後の開発の方向を明らかにする。
3. 既存技術の水準
 - 3.1 既存技術の内容
 - 3.1.1 わが国における木造建築の種類

わが国における木造建築物を構造及び構法により大別すると以下の通りとなる。

- (イ) 在来軸組構法
- (ロ) 枠組壁工法
- (ハ) 丸太組構法
- (ニ) 大断面木造構造
- (ホ) 木質系プレファブ構法
- (ヘ) その他

在来軸組構法は、柱、梁及び軸組壁等より成るわが国で一般に見られる木造建築構法で、地震力、風圧力等の水平力に対して筋かい又はボード類を釘打ちした軸組壁により抵抗させる構法である。わが国でこの構法により建設が可能な規模は、一般には延べ床面積3000平方メートル、高さ13メートル、軒高9メートルまでで、階数は3以下である、ただし、床面積が500平方メートルを超える場合および階数が2を超える場合は” 所定の壁量計算を満たした上で、さらに構造計算をおこなうことが必要となる。また、用途、地域等により規模が制限される。

枠組壁工法は、北米における従来構法で、204材等のディメン

ジョン・ランバーで構成した枠組に、構造用合板等を釘打ちして耐力壁及びダイヤフラム等を構成し、これらの面要素により建築物を構成する構法である。建物の規模等の制限は、在来軸組構法と同様であるが、耐力壁線により囲まれる面積及び開口部の面積等に制限を受ける。

丸太組構法は、丸太、製材その他これらに類する木材を水平に積み上げた壁により建築物を建築する構法で、技術基準による場合は、地階を除く階数が2以下、延べ面積が150平方メートル以下、高さが7メートル以下の建築物に適用される。この場合、構造耐力上有効なだぼを設けた所定の耐力壁をバランス良く配置することが必要である。

大断面木造は、主要な柱、梁に小径15センチメートル以上、断面積300平方センチメートル以上の所定の木材を使用して架構を構成する建築構法で、この構法では、構造計算を行うことにより壁量計算が免除されるため、アーチ、トラス、ラーメン等による架構を自由に設計することが出来る。この構法による建物の規模は、延べ床面積3000平方メートル以下であるが、高さの制限はない。ただし、高さ13メートル、軒高9メートルを超える建築物では、用途、階数(2以下)等の制限を受けると共に、1次設計の他に2次設計及び燃えしろ計算等が必要となり、また接合部、内外装材等に防火上の制限を受ける。また、この構造では、防火上有効な防火壁により区画される面積が、1000平方メートルを超えて建築することが出来るため、大空間を構成することが可能であるが、高さ13メートル、軒高9メートルを超える建築物と同様な制限を受ける。なお、大断面木造の主要な部分である

柱及び横架材に用いることのできる集成材その他の木材の品質は以下の規定に適合するものであることが必要である。

- ① 構造用大断面集成材の日本農林規格に規定する構造用大断面集成材の特級，1級又は2級
- ② 集成材の日本農林規格に規定する構造用集成材の1級又は2級
- ③ 集成材の日本農林規格に規定する化粧張り構造用集成材の1等又は2等
- ④ 集成材で①～③と同等以上の強度，及び耐久性を有するものであることを特定行政庁が認めたもの。
- ⑤ 集成材その他の木材で建設大臣が構造耐力上支障がないと認めたもの。

木質系プレファブ構法は，木材の枠組材に構造用合板等の面材を接着又は釘打ちした壁パネル及び床パネル等で前もって製作し，これを組み合わせることにより建築物を構成する構法で，一般には戸建て住宅に適用されている。この構法では，生産者により構造，構法が異なるため，それぞれ個別に構造安全性等の評価がなされている。

上述の構法以外のものについては，それぞれの構法に基づき，構造安全性，防火安全性等が個別に評価される。例えば，耐力壁を持たない伝統的木造建築（貫構法・差し鴨居構法等）では，構造計算あるいは実験等により構造安全性を個別に評価することが必要である。また，大断面木造に適合しない構法により大規模木造を建築する場合等にも，個別の評価が必要となる。

3.1.2 大規模木造建築に用いられる構造

わが国で，現在までに大規模木造建築に適用されている代表的な

構造をあげると以下の通りである。

- (イ) 大断面構造用集成材アーチによる架構
- (ロ) 大断面構造用集成材を組み合わせた立体トラスによるドーム
- (ハ) 壁体を鉄筋コンクリート造として、小屋組を大断面構造用集成材によるアーチ又は立体トラス等とした構造
- (ニ) 間伐材を用いた立体トラスによる構造
- (ホ) 製材によるトラス構造

上記のうち、わが国で建設されている大規模木造建築の大部分は、大断面構造用集成材アーチによる架構であるが、最近通直集成材を用いた立体構造や鉄筋コンクリート造との混合構造等も建設されている。なお、間伐材又は製材によるトラス構造は個別に認定され建設されたものである。

3.2 生産量

わが国では、伝統的に神社、仏閣等の大型木造建築物が建設されており、また集成材構造も1950年代に導入されているが、木造の構造設計体系は現在のところ十分に確立されておらず、従って大規模木造建築物の建設戸数はわが国の建設全体からみると僅少である。しかしながら、昭和57年に集成材構造に対する建築基準法第38条認定が行われ、その後構造用集成材を用いた比較的規模の大きい建築物が建設されるようになった。表1及び2は、それぞれ昭和58年から昭和62年3月までの集成材を用いた建築の延べ床面積別の建設棟数並びに集成材（大断面構造用）の使用量を表したもので、建設棟数、集成材の使用量とも増加の傾向にあることが判る。とくに、延べ床面積が1000平方メートルを超える比較的規模の大きい建築の増加が目立っている。なお、表1及び2の数値は、国内で生産された集成材を用い

た建築物の棟数で、輸入集成材を用いた建築並びに（大断面構造用）集成材以外の構造部材による大規模木造建築物はこの中に含まれていない。

表1. 集成材建築物の延床面積別建設棟数（昭和58年～62年3月）

年度	面積(S)	S < 500	500 ≤ S < 1000	1000 ≤ S < 2000	2000 ≤ S < 3000	S ≥ 3000	計
	58	8	8	2	0	0	
59	18	8	4	0	2	32	
60	21	17	4	2	1	45	
61	30	20	4	4	1	59	
62(1/1～3/31)	10	7	1	0	0	18	
計	87	60	15	6	4	172	

表2. 集成材建築における（大断面）構造用集成材の使用量（m³）

年度	58	59	60	61	62.3月	計
生産量	493.9	1324.0	1843.0	2446.8	773.2	6880.9

3.3 性能面

現在わが国で一般に建設可能な大規模木造建築物の規模・階段等は以下の通りである。

- (イ) 延床面積：3,000平方メートル以下、ただし、準防火地域においては、一般に500平方メートル以下（簡易耐火建築物となるものを除く）また、防火地域においては建設不可。
- (ロ) 高さ：一般に、軒高9メートル及び高さ13メートル以下。ただし、大断面木造で所定の要件を満たすものについては、軒高9メートル又は高さ13メートルを超えて建設することができる。
- (ハ) 階数：地階を除く階数は3以下。ただし、軒高9メートル又は高さ13メートルを超える木造（特定建築物）については2以下。

3.4 国産化率

現在、わが国の大規模木造建築物の多くは、国内で生産された集成材を用いて、国内の建設業者により建設されているが、集成材のコストの面から通直材については輸入材が用いられるケースがあり、また構造材料一式（金物を含む）および構造設計含みで輸入されるケースもある。

3.5 技術改良の経緯

- (イ) 集成材構造に対する建築基準法第38条認定（昭和57年12月）
昭和57年12月に集成材構造に対する建築基準法第38条認定が行われ、構造用集成材を用いた大規模建築が事実上建設できるようになり、また軒高9メートル、高さ13メートルを超える建築物

についても建設が可能になった。ただし、この段階では架構型式がはり間方向がトラス・ラーメン・アーチ、桁行き方向がブレースとする構造に限られていた。

(ロ) 大断面構造用集成材の日本農林規格の制定（昭和61年12月）

集成材を用いた大規模木造の構造部材に対応するため、大断面構造用集成材の日本農林規格が昭和61年に制定され、これにともない、昭和62年技術基準が改定され大断面構造用集成材の許容応力度が定められた。これにより、大断面部材の構造性能評価法が、合理化されると共に、これまで各樹種群1であった等級が特級、1級、2級に等級区分され使用できるようになった。

(ハ) 建築基準法の一部改正（昭和62年6月）

昭和62年6月、建築基準法が一部改正され、木造建築物の高さ制限及び準防火地域における木造3階建てが合理化された。これにともない、施行令及び技術基準が整備され、大断面木造が公に規定され、木造建築物がRC造やS造と同様な構造計算により設計を行う道が開かれた。

また、高さ13メートル、軒高9メートルを超える木造建築物の規定及び防火上有効な区画により区画される部分が1,000平方メートルを超える場合の設計も規定され、木造建築物の用途が大きく広がった。

3.6 既存技術の限界

(イ) 建築規模の限界

現在のところ、わが国では木造で建設することのできる延床面積は一般に3,000平方メートルに限定されている。また、階段は3（高さ13メートル、軒高9メートルを超える場合は2）に限定され

ている。

(ロ) 構法の限定

現在、一般に大規模木造建築物が建設可能な構法は大断面木造に限られている（在来軸組構法でも可能ではあるが、壁量規定を満足する必要があるため、大空間を構成することは事実上難しい）。また、大断面木造に使用することが可能な木材は、現在のところ大断面集成材等に限られている。また、木造と鉄筋コンクリート造等の他構造との併用構造の設計法は現在のところ確立されていない。

(ハ) 防火上の限界

現在、一般に木造建築物は耐火建築物または簡易耐火建築物とは認められていないため、防火上の様々な制限を受ける。

4. 新技術の水準

現在、大規模木造建築物設計のための枠組はほぼ出来上がっているといえるが、実際に設計を行うための、材料特性、構造安全性、及び防火安全性に関する資料は十分に蓄積されているとは言い難く、大規模木造に付いては、新技術の開発と言うよりはむしろ技術資料の整備が最も要求される内容である。

5. 新技術開発の現状

5.1 概要

大規模木造建築物における構造材料特性の評価法、構造設計法、防火安全性の評価法、及び防火設計法、居住・耐久設計法、加工・施工技術、生産基盤整備及び市街地における評価手法等の開発に基づき、大規模木造建築物の設計法を確立すると共に、大規模木造建築物の総合的評価を行う。

5.2 研究テーマ名

大規模木造建築物に係る技術開発

5.3 研究実施主体

上記の研究は、現在建設省総合技術開発プロジェクト「新木造建築技術の開発」及び(財)日本建築センター「大規模木造建築技術研究開発委員会」において実施中である。また、構造材料特性の評価法については、(財)日本住宅・木材技術センターの諸委員会では実施されている。さらに、建築関連研究については、建設省および民間を中心とする研究、木材及び木質材料に関する研究については林野庁等を中心に行う。

5.4 研究費

建設本省、民間との共同研究および林野庁予算による。

5.5 研究者数

建築関連研究者及び木材関連研究者による。

5.6 研究の目的・目標

大規模木造建築物の設計・施工法の確立

5.7 現状の到達段階

(イ) 大断面木造建築物設計・施工マニュアルの出版

((財) 日本建築センター，昭和63年7月)

(ロ) 木構造計算基準改定 ((社) 日本建築センター，昭和63年秋予定)

5.8 解決すべき問題点

(イ) 製材，集成材及びその他の木質系構造材料の弾塑性挙動の評価

(ロ) 各部接合部の弾塑性挙動の評価

(ハ) 木造建築物の応力・変形計算法の確立

(ニ) 木造建築物の保有水平耐力算定法

- (イ) 木造建築物の構造特性係数 D S の算定法
- (ロ) 異種混合構造設計法の確立
- (ハ) 木造建築物の防火安全性の評価法及び防火設計法の確立
- (ニ) 木造建築物の居住・耐久設計法の確立
- (ホ) 本規模木造建築物の施工法の開発

6. 新技術をとりにまく環境

大規模木造建築は、新技術というよりは既存技術の集積であるが、新しい構造材料、構造施工法等の開発により、一層合理的な木造建築物の建設が可能となる。新技術開発課題としては以下のものが上げられる。

- (イ) 軽量高強度木質系構造部材の開発
- (ロ) 防火木材の開発
- (ハ) 接合構法（接着を含む）の開発
- (ニ) 加工及び施工におけるメカトロニクスの利用

7. 先端技術開発の動向・発展方向

元来、建築技術は総合技術であるため、先端技術が用いられることは少ないが一般には、新素材への応用、建築におけるメカトロニクスの利用等の研究が中心となっている。大規模木造建築の分野においても、構造強度、防火性、耐久性に優れた木質系構造部材の開発及び木材の加工の自動化の分野に先端技術が用いられる可能性がある。

8. 新技術開発による効率化

木規模木造建築の開発により以下の建築物の品質に向上が期待される。

- (イ) 軽量構造によるスパンの長大化
- (ロ) 耐腐食性（特に塩害等）の向上
- (ハ) 大断面木材による耐火性の向上

9. 新技術開発による波及効果

大規模木造建築用構造部材（複合部材等を含む）および集成材，製材の強度の評価法の開発を行うことにより，設計実務家の大規模木造建築物の設計が容易になるとともに，防火部材の開発により，現在適用が不可能である用途，規模の建築物に，木造を適用することが可能となる。また，加工，施工の自動化により生産性の向上が期待できるとともに，施工精度が向上し，より信頼性の高い建築物の建設が可能となる。

10. 総合評価

大規模木造建築は現在増加の傾向にあり，将来的にはかなりの数のスポーツ施設等がこれにより建設される可能性があるが，特に部材の構造安全性，防火安全性に関する基礎資料を蓄積するとともに，構造部材の生産の合理化，新しい木質系部材の開発等により建築コストの合理化を行うことが，今後必要となる。

9 ポテンシャル調査のまとめ

わが国の経済社会は、高度経済成長期を経て工業社会が成熟しつつある中で、先端産業の技術革新、高度情報化の進展等に伴って、広範な産業分野で飛躍的な生産性向上と産業構造のソフト化、サービス化が進展し、また、国民生活においても余暇時間の増大、価値観の多様化等により消費者ニーズの多様化、個性化が進むなど、大きな転換を遂げようとしている。さらに、国際的な相互依存関係も一層深まりをみせている。

こうした大きな経済社会の転換の流れの中であって、林業生産と建築生産等との橋渡しを担う木材工業の分野においても、高度成長期に形成された技術体系を改変し、これらの変化に的確に対応していくことが強く求められている。とくに、工業社会の成熟化、国民の価値観の多様化に伴って自然や文化的な豊さが求められ、緑資源としての森林や自然で優れた特性をもつ木材に対する国民の関心はこれまでにない高まりをみせており、これらを受けとめるべく、木材産業においても産業構造の転換と技術体系の再編整備が求められている。

1. 前川レポートと木材工業

1,000億ドルを超える貿易黒字を抱え、いまやわが国は対外経済摩擦の激化に悩まされ、対外不均衡是正のための黒字減しが国民的課題となっている。この経済摩擦を解消し、わが国経済を将来に向かって安定的な発展路線へと乗せるため、これまでの外需依存型から内需主導型の経済産業構造に転換し、調和のとれた対外均衡の確立と、国民生活の質向上を同時にはかろうという考えが、「前川レポート」（国際協調のため、の経済構造調整研究会、座長前川春雄氏）として報告されている。

今後、わが国の施策は上記の方向に向かって展開されるとみられ、木材産業、といえどもその枠外ではありえない。そこで、「新・前川レポー

ト（構造調査の指針）」（昭和62年4月23日）の考え方の中から、木材産業に関連する事項を採り出し、その木材産業に対するインパクトを探ってみる。

(1) 内 需 拡 大

「第2章構造調整のための方策」として、Ⅰ内需拡大、Ⅱ労働時間短縮、Ⅲ国際的に調和のとれた産業構造、Ⅳ雇用への対応、Ⅴ地球経済への対応、Ⅵ世界への貢献の6つがあげられている。このうち木材産業と最も関連の深いのがⅠとⅢである。内需拡大の内容は、1.住宅、2.社会資本、3.土地対策、4.構造調整促進のための設備投資、5.消費からなっている。

(ア) 住 宅

「住宅の質的改善は内需拡大の柱であり、国民生活の質の画期的向上をもたらすため、この分野に政策資源を特に重点的に配分すべきである。これまでの住宅政策は、主として最低居住水準未満世帯の解消等社会政策的観点から行われてきたが、今後は良質なストック形成のための援助等、より高次のニーズにも積極的に対応するよう経済政策的観点を加味する必要がある」として、需要面では根強い新規持家需要、建替え・増改築、内部改装等の住宅関連需要の顕在化を図り、良質な住宅ストックの形成を目指し、供給面では地権者による自主的住宅供給・異業種企業等の親規参入による市場の活性化、産業構造調整に伴う工場跡地等の住宅用地への転換などにより競争的な供給政策の推進を求めている。

したがって、木材需要の大宗である住宅需要は引続き堅調に推移するとみられるが、従来の新規住宅中心から建替え・増改築、内部改装などへの需要の変化に伴って多様な部材部品が求められ、その品質も良質な住宅ストックたりうる水準が要求される。また、異業種企業の新規参入により木質系と非木質系との競合の激化が予想される。

(イ) 社会資本

「社会資本の整備については、主要先進国に比して生活環境を形成する分野を中心に総じて低水準にとどまっている。今後21世紀を目指して、良質な社会資本ストックを我が国の国際地位にふさわしい水準に向けて着実かつ計画的に充実し、画期的に国民生活の質を高める」として、公共・民間両部門が適切に役割を分担しつつ社会資本の整備に取り組む必要があり、所要の公的資金の確保、受益に応じた負担を求めるとともに、整備の目的にかなった投資の総合化、効率化と投資分野の重点化を求めている。

この分野については、国民生活の高度化、多様化に伴って新たなニーズが増加する傾向にある。近年、各地の地方公共団体が主体的に実施する事業に大規模な木造建築が建設されているのはこうした傾向を反映したものである。今後も、規制緩和等により民間の活力を活用し、大型プロジェクト、都市リフォーム、地域資源活用型プロジェクト等が推進されるので、建築のみならず土木分野等への木材産業の参入が望まれる。

(ウ) 構造調整促進のための設備投資

「新しい産業分野を開拓するような先端的技術の開発と利用促進に資する投資や、急激な産業構造変化に対応して業種転換に資する投資を促進するため、環境整備のための諸施策を講じる必要がある」

日米貿易摩擦を契機として施策実行されている木材産業活性化5ヶ年計画は、まさに木材産業の構造調整促進のための設備投資等を促すためのものであろう。

(エ) 労働時間の短縮

「我が国の年間総労働時間（製造業）は2,000時間台となっており、フランス、西ドイツの1,600時間台、アメリカ、イギリス1,900時間台

を大きく上回っている。今後中長期にわたり労働時間を着実に短縮し、我が国の経済力にふさわしいものとするのが、画期的な国民生活向上の必須の要件である」政策目標として、1990年度に2,000時間を達成することがすでに設定され、2000年に向けてアメリカ、イギリスの水準を下回る1,800時間程度を目指すことが求められている。

木材産業は中小・零細企業が多く、労働時間の短縮が遅れている。他産業に比べて、労働集約的な工程が多く、それに従事する労働者の年齢が高いのがこの産業の特徴である。企業規模、労務内容、立地等を考えたとき、労働の質と量の早急な改善は難しいが、今後も労働力を確保するためには、工場設備機械の合理化によって、労働時間の短縮と併せて労働強度の軽減、安全性の向上などを実現しなければならない。

(2) 国際的に調和のとれた産業構造

国際的に調和のとれた産業構造に転換するための方策として、1.産業構造調整への取組み、2.海外直接投資、3.内外競争条件の整備、4.輸入拡大、市場アクセス改善、5.国際化時代にふさわしい農業政策の5つがあげられている。

(ア) 産業構造調整

「現在、我が国の産業構造は、技術革新と経済の成熟化による長期的な変化の過程にある。情報処理・通信技術の革新は、従来の大量生産にかわって、消費需要の高度化に対応し、知識・情報を活かした新しい産業発展を可能にしている。こうした長期的な構造変化に加えて急速に進行した円高は、国際競争条件を急速に変化させ、産業構造変化の道筋を加速している」政府の対応は、この変化の方向を押しとどめることのないよう、個別産業への介入を極力排除し、調整過程の摩擦緩和策に限るなど、市場原理を基本としたものとする必要がある。

木材産業は従前より構造調整を要する分野も多く、しかも今度の円高の影響を強く受けた。今後は産業内、企業内で、外国製品または他材料に対する競争力を確保し得る分野への転換、新しい産業分野を開拓するような技術革新を図るなど積極的な対応が求められる。

(イ) 海外直接投資

「我が国の製造業の海外生産比率は今後高まり、1990年代前半には現在の水準の2倍以上になると見込まれる。しかし、これはアメリカ、西ドイツの現在の水準の1/2程度にすぎない」木材産業においてもすでに製材の海外生産がなされており、今後、合板をにじめ海外資源に依存する分野の海外生産は大幅に増加するであろう。さらに開発途上国の経済発展に資するわが国からの技術移転、投資の増大等により製品等の輸入の拡大が強く求められる。

(ウ) 市場アクセスの改善

「対外不均衡是正のためには、輸出を抑制する途と、適度な輸出の伸びを上回る輸入の拡大を図る途とがある。世界と我が国経済の調和ある発展のためには後者の実現が必要となる。そのためには、国際的に調和のとれた輸出入構造が不可欠である。これを促出するために市場アクセスの改善を強く進める必要がある。このため基準・認証制度の対象品目の削減、基準自体の削減を一層進める」近年、製品輸入は急増しているが、一層の市場開放を図るため工業製品に係わる関税を先進国とともに撤廃するよう、積極的に関税交渉を推進するとともに、国内産業事情を考慮しつつ、可能な範囲で自主的引下げ、撤廃を行うことが求められている。

木製品についても、日米林産物MOSS協議を通じて、多くの品目の輸入関税の段階的引下げが実行されつつあり、また、わが国で製造・利

用されていない新製品，たとえばOSB，WB，LVLについても，新たにJAS規格等が設けられ，その利用の途が開かれようとしている。さらに，国際的にみて厳しい規制下にある木造建築についても，今度の建築基準法改正により，規模や防耐火に対する規制が緩和された。今後とも引続き，関税および非関税障壁の撤廃等を通して，内外の木製品のより自由な競争が追求されるであろう。

(エ) 国際化時代の農林業

「経済社会の国際化の進展の中で，我が国農業を国際化時代にふさわしいものとし，それを通じて国民生活の向上に寄与することが求められる」今後の農政の推進に当っては生産者のみならず，消費者，食品産業の立場にも十分配慮する必要がある，わが国農業が今後推進すべき基本方向は，規模拡大による生産性向上と生産の高付加価値化であり，これによって産業として自立し得る農業の確立をめざすべきである。また，農業の構造改善を円滑に進める上で，農村地域の活性化が必要であり，地域の特質を活かした地域産業の体質強化，都市住民のニーズに即した各種投資の促進等を進めていくことが求められている。

これらの農業に対する要求は林業，木材産業にも当てはまるものである。なお，林業と木材産業とは短期的には離反した方向をとらざるをえない場合もあるが，長期的にみれば両産業の連携を深め，地域の活性化と併せ国際競争力の涵養をはかっていくことが必要である。

2. 木材供給の将来展望

わが国の森林資源の現状をみると，人工林においては伐採適齢期の良質材は少なく，逆に材質的に劣る間伐木産出の対象となる3～7齢級の林分が極めて多い。広葉樹を中心とした天然林は，戦後の積極的な林業活動によって減少の一途を辿り，ミズナラ，ブナといった有用広葉樹の大径木は資源的に

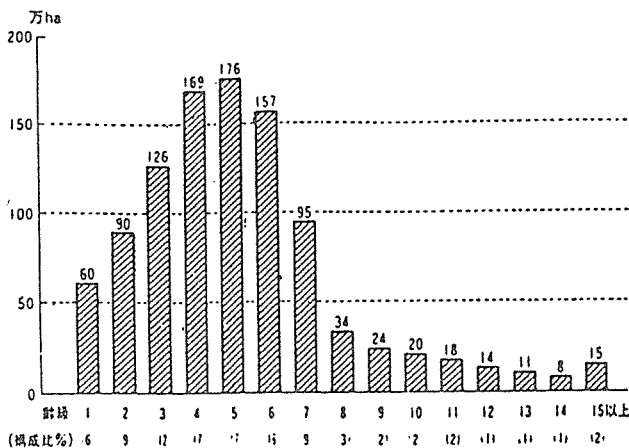
枯渇状態にある。海外の森林資源に目を移すと、用材林は北米を中心として増加傾向にあり、円高ドル安の相乗効果もあって、国産材は外材との厳しい競争を強いられている。この様なわが国の林業が、その木材供給にどのような将来展望をもっているのか、1987年7月に答申された林政審の報告を引用しながら検討してみる。

(1) 日本の森林資源の現状

(ア) 人工林

終戦後から高度成長時代に至るまで、わが国の林業界は一貫して拡大造林による人工林の造成に努め、その面積は1000万haとほぼ当初の資源改良の目標を達成した。しかし、急激な人工林の造成により人工林の齢級配置は図-1に示したように、3-7齢級に全人工林の62%が集中した形になっている。しかも、これらの森林の多くは新興林業地に成立したものが多く、

柱用の並材を中心とした大量の中小径木を生産する林分が20年後には伐期を迎えることになる。その量は、いま伐期に達している林分の5倍に相当する。産出された柱材の利用先は現在間伐材が消費されている市場と大差無いと思われる。さて、戦後造林された森林の多くが、将来にわたって森



資料：林野庁業務資料
注：61年3月末現在の数値である。

図1 人工林の齢級別面積（61年現在）

林を健全な形で維持していくため、保育を兼ねた間伐が必要とされ、ここ数年は500万 m^2 前後の間伐材が生産されている。この間伐材の利用状況が国産材の将来を占う上で参考になるが、伐倒された間伐材のうち、実際に市場に出て利用されているのは50%に過ぎない。これは間伐材のような低質小径木の需要が低迷しており、生産コストと比して素材価格が引き合わないことを示している。もちろん、40年～60年の主伐材と間伐材では、材質は多少異なるが生産される材は中小径木が主体であることに変わりがない。なお、生産コスト面でも間伐木は搬出コストが掛かるが、主伐木では造林コストが付随してくる。こうしたことから人工林材の将来はそれほど明るいものではないと考えられる。

(イ) 天然林

天然林 1,330万haのうち87%が広葉樹および針広混交林で占められて

ている。図一

2はわが国の

天然林の齢級

配置図である

が、15齢級

以上に29%

の天然林が存

在している。

これらの森林

の多くは奥地

山岳地に位置して経済的に伐採が困難なものか、法的に規制を受けた森林である。

さて、5齢級から8齢級にも天然林のピークが見られるが、これはか

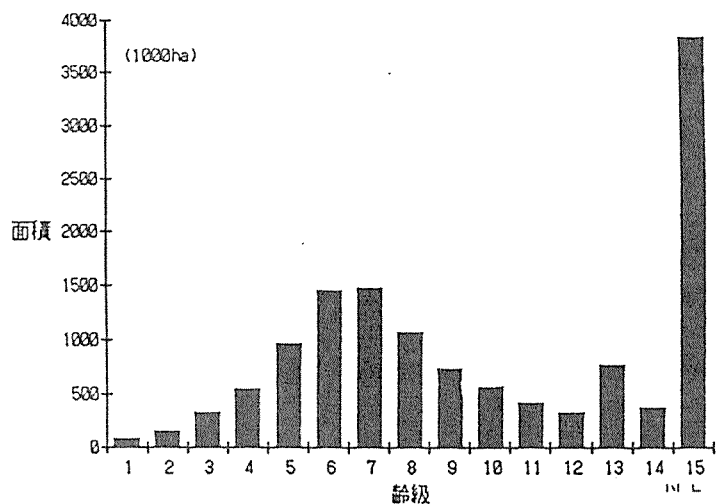


図2 天然林の齢級別面積 (61年現在)

注) 林野庁計画課調べ

って薪炭材として利用されていたものが、燃料革命により石油にとって変わられた後、そのまま放置されて現在に至ったもので、比較的集落に近い民有林である。これらの森林のほとんどは里山広葉樹林とよばれるもので、多数の樹種からなる径級の小さな立木が密生した、経済価値の低い森林である。しかし、広葉樹の用材資源は枯渇状態にあるのが実態であり、今回の林政審の答申では、これらの広葉樹林に積極的に手を加え、用材生産のための広葉樹林に誘導していくことが計画されている。また、里山広葉樹林は地利的に条件がよいことから、パルプ材やバイオマス資源としての利用も期待される。

(2) 森林に対する社会環境の変化

われわれ林業に携わるものにとって、森林とは常に木材生産の場であった。しかし、国民のライフスタイルの変化、あるいは量から質への価値観の転換等により、森林に対する国民のニーズは大きく変化してきている。例えば59年に実施された日本リサーチセンターの『みどり』の効果にたいするアンケート調査では、森林の保健・文化機能や、生活環境保全機能に対する効果を期待するものが60%以上を占めたのに対し、木材生産に対する期待を持っているものは、僅かに20%であった。また、最近発表された国土庁全国総合水資源計画では、59-75年にかけての水需要の増加は、219億トン見込まれている。これは、230以上のダム建設を必要としており、ダムへの土砂流出防止、水源かん養のための森林の役割は、今後ますます増大しよう。

もちろん山村振興の中核的役割としての林業の重要さは当然であるが、木材の自給率が35%と外材寡占時代においては、国民一般の期待を十分考慮して行かねばならない。そうすると、これまでのように木材生産最優先の森林の利用は難しくなり、森林の公益的機能への配慮から施業に対す

る制約が厳しくなる一方、木材生産に供せられる森林自体も限定されてくるものと思われる。こうした、社会環境の変化は国産材の将来に大きな影響を与えよう。

(3) 海外の森林資源の動向

わが国に供給されている木材のうち65%は海外からのものであり、木材供給の将来展望を語る上で

海外資源の動向をどう見るかは極めて重要である。表-1

は世界の森林資源の推移を予測したものであるが、先進地域では木材資源はほぼ横ばい

状態で移行するものと思われる。しかし、発展途上国では

軒並み森林資源が減少している。この減少理由の半分近く

が移動焼畑耕作によるものであり、開発途上国における人

口の急増や、主燃料が薪炭材であることを考え合わせると、今後、南洋材がわが国に供給される可能性は、急速に減少していこう。現在、世界で最も大きな森林資源が集中している地域は、アマゾン流域と北米、シベリアであるが、この中で将来にわたって大きな供給源となるのは、北米である。とくに米国では生長が早い南部松が伐期に入り、太平洋岸の針葉樹林の供給先を南部松と競合する米国東部から、輸送コストが安く市場規模も大きいアジア地域へ転換しようとする動きは、ますます増加しよう。また、カナダの林業の中心であるプリティッシュ・コロンビア州では、多くの過

表1 世界の森林資源の推移

		森林面積(100万ha)	
		1978年	2000年
先進地域	ソ連	785	775
	欧州	140	150
	北米	470	464
	日本	69	68
	オセアニア		
小計		1646	1457
発展途上地域	中南米	550	329
	アフリカ	188	150
	アジア	361	181
小計		1099	660
世界合計		2563	2117

注)「西暦2000年の地球」1980より

熟林を抱え伐採量が潜在的な供給能力を下回っている。こうしたことから国産材の価格や供給体制に大幅な変化がない限り、東南アジア地域からの木材供給の減少分は北米材で補われるとみられ、総量としての木材輸入量は増加することはあっても、減少する可能性は少ないと思われる。

(4) 将来の木材供給の動向

87年7月の林政審で答申されたわが国の将来の木材供給予測は、図一3に示したようになっ

ている。この予測は造成された人工林の全てを木材供給に利用していくのではなく、経済的に有利な林分を中心に素材を生産していくことが前提となっている。また、伐採行為に対する社会的な制約が強まることや、作業効率の関係から、長伐期

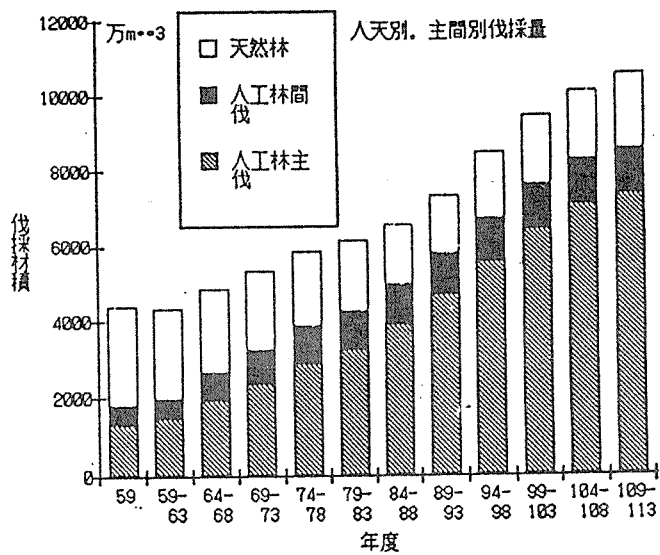


図3 人天別・主間別の年間伐採量

に移行する林分も増加すると見込んでいる。したがって、人工林の齢級配置からすれば20年後に国産材の供給量が急激に増加するはずであるが、予測値では漸増で推移している。

さて、林政審の予測は政策的な観点からの見通しであり、幾分、願望的な要素も含まれている。しかしこれまで見てきたように、林業を取り巻く環境には相当厳しいものがある。例えば、用材林としての海外資源は今後ますます充実してくるであろうし、木材に取って代わる素材も急速な技術

革新の波にのって増加してくることも、十分予想される。こうしたことから、林政審における予測を実現していくためには、次のような問題を解決していかなければならない。

(ア) 外材寡占状態の市場における国産材シェアの回復

すでにわが国の木材加工業界は外材加工に適した産業構造をしており、これを国産材向けに転換させるためには、国産材の供給ロットを現状の何倍かに増加させるとともに、安定的な供給が可能となるよう、国産材の供給体制をシステム化していく必要がある。

(イ) 戦後の積極的な拡大造林による並材供給の増加

現在、外材との競合が少ないのは銘柄材とよばれる良質材である。しかし、戦後の拡大造林政策により資源の整備を進めてきた新興林業地では、伝統的な林業地のような高品質材育成のための技術体系はなく、また歴史が浅いため銘柄化することも困難である。産出される材は天然林を主体とする北米材に比べ優れている点は少なく、外材との厳しい競争にさらされている。これは、間伐材の販売が必ずしも円滑に進んでいない消費構造を見ても明らかであり、並材中心の中小径木が大量に出回ってくる21世紀初頭までに、外材と競合出来るよう生産コストを引き下げる努力が必要である。

(ウ) 林業労働力の減少

山村の過疎化は現在も進みつつあり、それに伴い林業労働力も減少し続けている。しかも新規参入労働力がほとんどないことから、林業労働者は、減少する一方で着実に高齢化しつつある。こうした事態を打破するためには、林業生産の省力化、労働負荷の軽減を図るため、わが国に適した林業の機械化が急務である。

ここで、比較のため人工林を最大限に活用した場合、どの程度の木材が人工林から供給可能かを、図-4に示す。これは、いわば潜在的な国

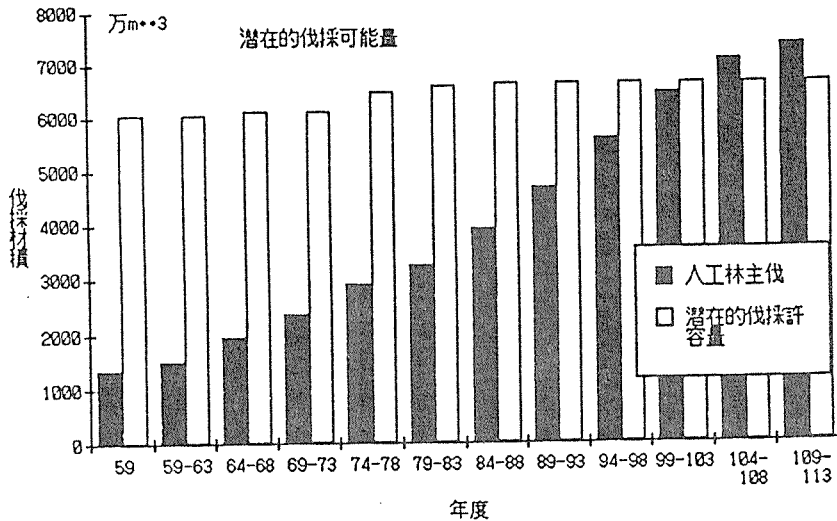


図4 人工林の年間潜在的伐採可能量

産材供給能力である。林政審の予測値と潜在力には大きなギャップがあるが、もし現状のまま林業が推移していけば、この差はさらに広がる。しかし、これだけの資源を放置しておくのは、天然資源に恵まれないわが国にとっては大きな損失であり、いかに有効に活用していくかは、われわれ林業研究に携わるものに課せられた使命である。

3. 木材需要の将来展望

林業基準法第10条に「政府は、森林資源に関する基本計画並びに重要な林産物の需要および供給に関する見通しをたて、これを公表しなくてはならない」と定め、昭和41年4月、48月2月、55年5月、62年7月に林産物需給の長期見通しを明らかにしている。その概要を図5～8、表2～5に示す。

41年4月に公表された長期見通しは、高度成長期木材需給をもとに作成されたものである。40年代の木材需要は見通しを上回ったが、オイルショックによりかなりの低下をみて見通しの水準に推移した後、55年の木材不況から大幅に見通しを下回っている。なお、当初より国産材供給は低下し大幅に見通しを下回ったのに対し、外材輸入は見通しを著しく上回り、44年には早くも外材が供給材の過半を占めた。

48年2月に改訂された長期見通しは、44~46年の実績をもとに41年4月公表の長期見通しを下方修正したものである。40年代から55年まで

図5 昭和41年4月公表の長期見通しと
その後の実績の対比

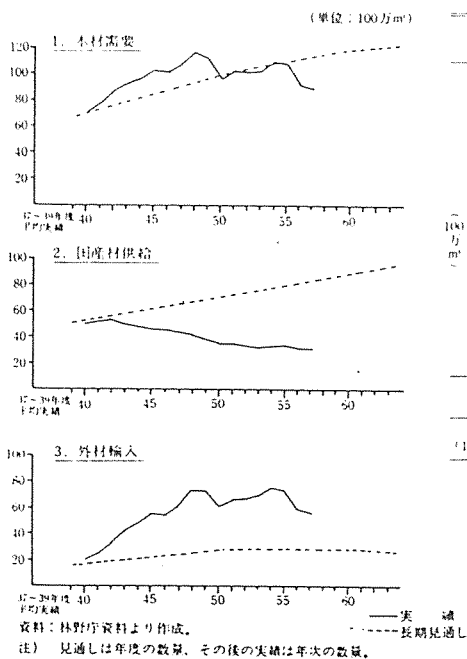


表2 昭和41年4月公表の長期見通しによる林産物需給の推移表

区 分	品 種	年度	昭和37~25年平均実績					
			50	60	70	80	90	
木 材 (素材換算)	需 要	建築用材	24.9	38.0				
		包装用材	7.1	8.0				
		土木工事用材	4.3	6.6				
		家具・建築 その他用材	7.0	9.1				
		パルプ用材	17.2	33.2				
		特殊用材	4.3	3.4				
	供 給	輸出用材	1.7	1.7				
		計	66.5	130.0	120	136	146	146
		国内供給量	51.0	70.6	90	112	127	132
		輸入期待量	15.5	29.4	30	24	19	14
自給率(%)			77	71	76	82	87	90
木 炭 (10,000t)	需要量=供給量	91	42	43	43	43	43	
紙 (100万留格 m^2)	需要量=供給量	15.7	12.1	10	9	8	7	

図6 昭和48年2月改訂の長期見通しと
その後の実績の対比

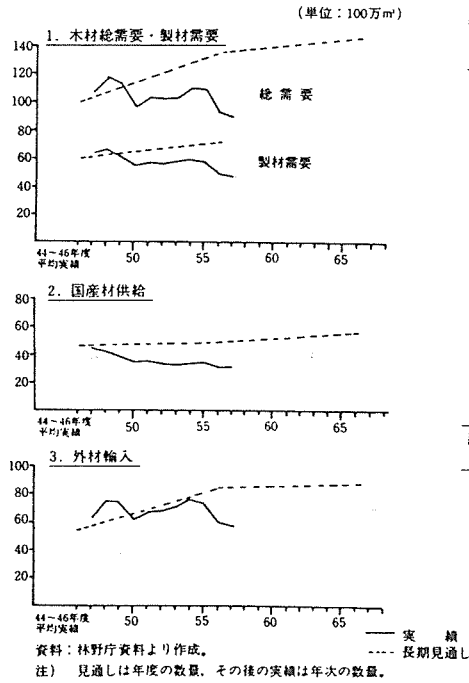


表3 昭和48年2月改訂の長期見通しの林産物需給の推移表

(単位: 100万³m)

		昭和44~46年 度年平均実績	56年度	66年度	(参考) 96年度
木材 需材換算)	需要	製材用材	60.4	71.6	/
		パルプ用材	(6.6)	(10.4)	/
		合板用材	23.5	40.1	/
		其他用材	12.3	20.5	/
	計	(7.0)	(12.0)	/	
供給	国内供給量	46.3	49.7	58.7	94.3
	輸入量	53.6	85.1	88.6	58.6
	計	(7.0)	(12.0)	147.3	152.9
輸入量の比率(%)		53.7	63.2	60.1	38.3
薪炭材等 需材換算)	需要 = 供給	5.7	2.7	2.5	2.5

注) 1. ()内は、工場残材で外資である。

図7 昭和55年5月改訂の長期見通しと
その後の実績の対比

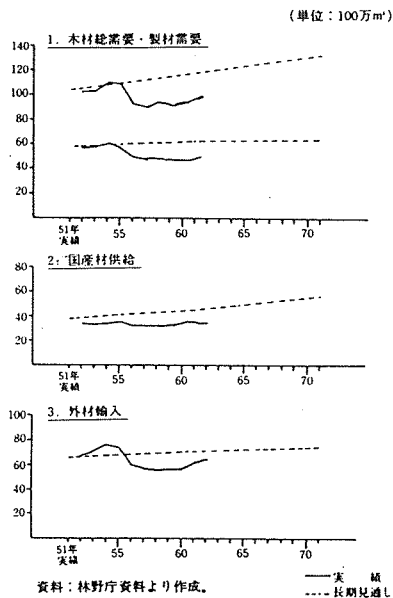


表4 昭和55年5月改訂の長期見通しの林産物需給の推移表

(単位: 100万³m)

		昭和51年 実績	61年	71年	101年
需 要	製材用材	57.4	62.6	65.4	/
	パルプ用材	(5.4)	(7.0)	(7.5)	/
	合板・繊維板・削片板用材	29.6	36.1	44.9	/
	しいたけ原木・薪炭用材	(2.2)	(3.0)	(3.3)	/
	其他用材	12.8	14.9	17.6	/
計	2.9	3.6	4.1	/	
供 給	国内供給量	1.7	1.2	1.2	/
	輸入量	(7.6)	(10.0)	(10.8)	/
	計	104.4	118.4	133.2	87.9
給	国内供給量	(7.6)	(10.0)	(10.8)	/
	輸入量	38.2	46.2	57.7	/
	計	66.2	72.2	75.5	/
輸入量の比率(%)		(7.6)	(10.0)	(10.8)	/
輸入量の比率(%)		63.4	61.0	56.7	/

注) ()内は工場残材で外資である。

図8 昭和62年7月改訂の長期見通しと
その後の実績の対比

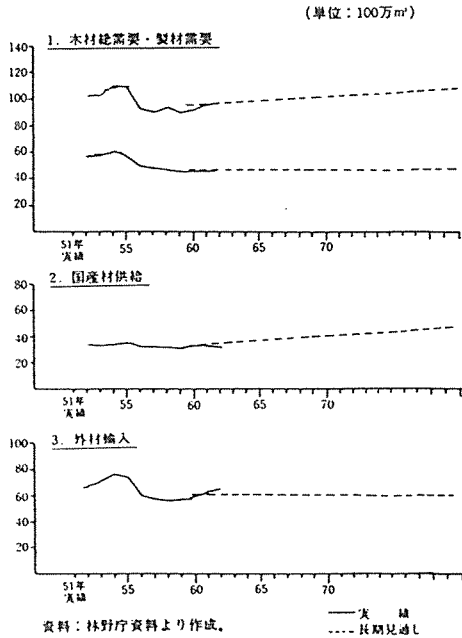


表5 昭和62年7月改訂の長期見通しの林産物需給の推移表

(単位：100万㎡)

		昭和59年 実	69年度	79年度	
木 材 (素材換算)	需要	製材用材	45	43~45	42~45
		合板用材	(0)	(1)	(1~1)
		パルプ用材	15	17	18~19
		その他用材	(7)	(7)	7
		計	31	35	(40)
	供給	計	4	4	4~5
		国内供給量	(7)	(8~8)	(8~8)
		輸 入 量	35	40~43	45~52
		計	(7)	(8~8)	(8~8)
		計	94	99~101	104~108
輸入量の比率(%)		37	40~43	43~48	

注) () は工場残材で外取である。

の外材輸入は見通しに近い線で推移しているのに対し、国産材供給は見通しでは増加傾向をたどることになっているのかかわらず、当初より製材需要が低減して大幅に見通しを下回った。その結果、木材総需要も見通しを下回り55年の木材不況以降その乖離はさらに増大した。

55年5月に改訂された長期見通しは、51年度の実績をもとに48年2月公表の長期見通しをさらに下方修正したものである。木材総需要はゆるやかに増加し、国産材自給率も徐々に上昇する見通しであったが、55年の木材不況によって国産材供給および外材輸入ともに見通しを下回り、以後その乖離は縮まらず推移している。

新しい改訂見通しが62年7月に公表され、これが現行の見通しである。この見通しは59年度の実績をもとに55年5月公表の長期見通しを下方修正したものであるが、その根拠として次のように説明されている。

「需要量についてみると、製材用材は住宅建設が住宅ストックの量的充足等もあって停滞していることから、このままではかなりの減少の可能性さえあるものの、効率的な生産・加工・流通体制の整備と相まって、各種の木材需要拡大方策を積極的に推進することにより横ばいないし漸減傾向で推移すると見込まれる。

木質パネル類の用材は、技術開発の進展による生産性の向上、新製品の開発等により漸増していくものと見込まれる。

パルプ用材は、経済の成長に伴って漸増していくものと見込まれる。

また、その他の用材は、しいたけ原木の需要が安定的に推移すること、先端技術を活用した新規需要分野の開拓が期待されることなどから横ばいないし漸増傾向で推移すると見込まれる。

この結果、木材需要量は、昭和59年の9千4百万 m^3 から昭和69年には9千9百～1億1百万 m^3 、昭和79年には1億4百～1億8百万 m^3 に達すると見込まれる。」

「一方、供給量についてみると、国産材は今後本格的な主伐期を迎え、その供給力は次第に増大してくることとなるが、伐採年齢を多様化しつつ長期化することなどによりその供給力の平準化を図るとともに、林道の整備、林業機械の開発等による素材生産コストの削減や国産材安定供給体制の積極的な整備による代替材及び外材との競争条件の改善を図ることによって、外材の輸入量は米材産地国における豊富な森林資源等もあって現状程度で推移すると見込まれる。

このようなことから、国内供給量は、昭和69年には4千～4千3百万 m^3 、昭和79年には4千5百～5千2百万 m^3 と漸増していくものと見込まれる。

また、外材輸入量は、昭和69年には5千8百～5千9百万 m^3 、昭和79年には5千6百～5千9百万 m^3 と横ばいないし漸減していくものと見込まれ

る。

なお、南洋材丸太及び米材丸太の減少、パルプを含む製品の増加など外材の質的内容には相当な変化が生ずるものと見込まれる。」

4. 木材工業に対する施策

これまでに、木材をとり巻く環境を概説的に述べてきた。ここでは、木材工業に対する農林、建設の施策について簡単に触れる。戦後40年間の木材工業および関連分野の主要な施策と技術開発の推移を表-6に示す。

国民総生産は45年以降一貫して上昇しているが、新設住宅着工数は1978年度の190万戸をピークとし、第一次および第二次石油ショックを契機として低落したが、最近回復基調にある。しかし、欧米の水準と比較するとかなり高水準にあり、これ以上の上昇は困難と思われる。この間木造住宅の占める比率は下降を続け、60年には50%を割り、最近総着工数が上昇しているにもかかわらず、木造住宅着工数は増えていない。木材需給量もこの間の住宅需要を反映して9,000万 m^3 台で推移し、その内国産材需給量は3,000万 m^3 に終始している。

わが国の科学技術一般の傾向をみると、高度成長期には新幹線、原発、超高層、高速道路等の「技術改新」が相次いだ。しかし、この間公害、消費者問題等経済成長に伴う歪が生じ、オイルショックを契機としてエネルギー、環境問題に対して「テクノロジーアセスメント」が重視されるようになった。この停滞期の後、自動車、エレクトロニクス等の産業の国際競争力の増強を背景として「第2次技術改新」が進み、新素材、バイオテク、メカトロニクス等の技術開発が続いた。その反面、貿易不均衡による海外からのわが国の科学技術に対する批判もあり、これに応じて、科学技術会議は今後のわが国の科学技術の方向として、1)基礎的研究、研究基盤の強化、2)人間性を加味した科学技術の再構築、3)国際的視点、水準から見た研究開発をうたった「第

表 木材工業関連技術動向 (1950~1988年)

		昭 25	30	35	40	45	50	55	60	65	
経済情勢											
技術動向		<ul style="list-style-type: none"> 東京タワー 東京オリンピック 大阪万国博 第1次オイルショック 沖縄海洋博 第2次オイルショック 「西暦2000年の地球」 円急落 つくば科学博 大阪花万博 メートル法 超大型タンカー 新建材 新幹線 原発・超高層・東名高速 アポロ 山陽新幹線 環境アセスメント 自動車輸出増 パソコン メカトロニクス 新素材 ハイテク 半導体 本四架橋青函トンネル 工業標準化法 (JIS) 全国総合開発計画 公害対策基本法 消費者保護法 自然環境保全法 国土利用計画法 サンシャイン計画 水質汚濁防止法 科学技術会議第11号答申 第13号答申 									
林業施策		<ul style="list-style-type: none"> (木材統制撤廃) (木材・木製品輸入自由化) (南洋材輸入増) (北米材輸入増) (ソ連材輸入) (木材産出国丸太輸出禁止) 間伐促進総合対策 (木材・木製品関税引下げ) 森林法改正 森林法改正 林業基本法 森林施業計画制度 団地森林施業計画制度 森林組合法 日米林産物委員会 森林整備計画 日米林産物MOSS協議 森林計画制度 SP制度 林産物需給長期見通し 里山再開発パイロット事業 長期見通し改訂 林業改善資金助成法 長期見通し改訂 木材産業再編整備 長期見通し改訂 農林物資規格法 (JAS) 森林開発公団 中小企業近代化促進法 木材備蓄事業 木質建材認証勧告制度 構造不況法 日本型住宅、木造住宅振興モデル事業 木材産業活性化5ヶ年計画 									
建設施策		<ul style="list-style-type: none"> 建築基準法 第3次改正 (規模内装制限) 第5次改正 (JAS製品明記) 第6次改正 (建ぺい率等) 施行令改正 (許容応力度等) 木造建築士 第7次改正 規模高さ制限緩和 耐火建築促進法 施行令第7次改正 (許容応力度等) 施行令改正 (防腐防湿措置) ハウス55 家づくり85 地域優良木造住宅 住宅金融公庫 日本住宅公団 建築生産近代化 地方住宅供給公社 住宅産業振興・工業化住宅性能認定制度 在来工法の見直し HOPE計画 新都市型集合住宅 住宅性能保証制度 									
木材加工技術	製材 乾燥 木工機械 接着	<ul style="list-style-type: none"> 自動ローラ帯鋸盤 リッパー パーカー 南洋材北米材大規模製材工場 フィンバンドソー 北米現地製材工場 自動制御 国産材大規模製材工場 小型簡易乾燥室 IP型蒸気式熱風乾燥室 広葉樹材南洋材乾燥スケジューラ 高温乾燥 低温除湿乾燥 太陽熱利用 ウィケット式 柱材乾燥 コンピュータ制御式 ルーター サーフェイサー 合板機械 木工機械 エアコンポーザ レイアップシステム フィンガージョイント ウォータージェット レーザ切削 NC木工機械 小径木ベニヤレース プレカット グレーディングマシン ユリア メラミン レゾルシノール フェノール エポキシ 酢酸ビニル ホルマリン臭・生材接着・現場接着 防腐剤混入 ポリウレタン 水性高分子イネシアネート 構造接着 									
木質材料	製材品 集成材 合板 ボード	<ul style="list-style-type: none"> 用材 (JAS) 広葉材フローリング (JAS) 素材製材 (JAS) 枠組壁工法用製材 (JAS) 許容応力度改正 ストレスグレーディング 許容応力度改正 集成材製造開始 モザイクマーケット 化粧材集成材 集成材 (JAS) 複合床材 構造用集成材材料認定 一般用 LVL (JAS) 大断面集成材材料認定 構造用大断面集成材 (JAS) ラワン合板 広葉樹合板 プリント合板 普通・特殊・型枠・構造用 足場板用合板 (JAS) パレット用合板 (JAS) MICR-LAM 足場板 針葉樹合板 (JAS) LVB インドネシア合板 構造用 LVL 木毛セメント板 PB HB FB ボード類 (JIS) MDF HB FB (JIS改正) 木片セメント板 (JIS) COM-PLY OSB WB 構造用パネル (JAS) 									
木材処理技術	防腐防虫 難燃化 表面処理 化学加工	<ul style="list-style-type: none"> 木材防腐特別措置法 木柱枕木防腐処理 (JIS) 防黴剤 製材防腐規格 (JAS) 木材防腐処理 (JIS) 防腐試験法 低毒性薬剤 耐久性総プロ インサイジング 乾式処理法 CCA廃業 クロルデン禁止 木材着炎性試験法 ドリゾール 難燃 防火戸合板 防火難燃性試験法 防火材料認定 防火合板 防火難燃性試験法 木質系プレハブ「不燃構造」 木造住宅大失火試験 不燃木材 カシュー塗料 合成樹脂系塗料 ウレタン 化粧ばり オイル仕上げ アクリル 静電塗装 防腐剤混入塗料 脱色漂白 化学着色光変色防止 人工化粧単板CAD/CAMシステム フッソ塗料 メラミン化粧板 電柱腕木 WPC PEG処理 干割れ防止剤 アセチル化木材 表面強化WPC 電磁シールド 炭素繊維 									
木造建築技術	木構造 住宅 内装家具 非住宅	<ul style="list-style-type: none"> 木構造計算規準同解説 木構造計算規準 (改訂) 木構造設計規準 7×7構法 枠組壁工法住宅 (技術基準) 3階建木造住宅 (構造計算規準) 丸太組工法 (技術基準) 木構造計算規準 (改訂) プレモス木造住宅工事共通仕様書 木質系プレハブ パイロットハウス 住宅性能 小規模住宅 省エネルギー総プロ 断熱性結露試験 (JIS) 木造住宅大失火試験 木造住宅枠組壁工法住宅工事共通仕様書 (改訂) 成型合板 KJ部品 モデュール フラッシュ構造家具 フィンガージョイントGマーク BL認定制度 階段セット 内装システム 木製扉 建具断熱性気密性試験 (JIS) 木製サッシ 木造小中学校 木造校舎 (JIS) 集成材体育館 木造掃海艇 万博ペリオン 新耐震総プロ 木造校舎 (JIS) 木構造用金物 (JIS) 複合ばり 集成材建築 木造立体トラス 新木造総プロ 木造格子シールド 									

11号答申」をまとめた。さらに「第12, 13号答申」で今後重視すべき研究開発の分野や方策を示している。今後のわが国の施策においては、経済面では前述の「前川レポート」が、また科学技術面では「第11号答申」が重視されることになろう。

(7) 林業施策

林業施策についてみると、戦前に制定された森林法に替って、26年に森林計画制度が制定公布された。この森林計画制度は、戦中戦後の乱伐等による森林の荒廃を復旧し、森林資源の充実をはかることを目標とし、農林大臣が全国376の基本計画区の森林について5ヶ年ごとにたてる森林基本計画、それにもとづいて民有林についてたてられる森林区施業計画・森林区・森林区実施計画と、国有林についてたてられる経営計画とからなっている。森林基本計画は、森林生産の保続をはかるため、1) 幼齢材を皆伐しないこと、2) 幼齢林については育林上必要な週期的間伐をすること、3) 皆伐した伐採跡地には、伐採後2年以内に造林すること、4) 急傾斜地における森林を皆伐しないこと、以上の原則に従って、森林施業の合理化に資するものとしている。この制度の成立によって民有林を含め国のつくった計画にもとづいて直接森林施業を統制する方式となり、とくに、適正伐期齢級にみたない普通林の伐採が許可制となり、伐採跡地の造林が義務付けられた。

森林計画制度によって、わが国の植林はめざましく発展し、30年代初めには裸山を解消し、広葉樹の伐採規制の撤廃後は再造林から拡大造林へと活発な植林活動が続いた。一方、森林所有者の伐採も落ち着きを見せ、1961年からは外材輸入も大幅に増大し、木材需給にも緩和傾向が生じてきた。そこで、強制的な伐採規制を撤廃しても、もはや過伐乱伐による森林の荒廃がおこるおそれはなくなり、ことさら伐採跡地の植

林を義務づける必要はなくなってきた。

このような状況を反映して、35年に林業基本問題調査会は産業としての林業の発展を強く求める答申を提出した。これを受けて、1962年に森林計画制度が改正された。新しい計画の体系は、林産物の需要および供給ならびに森林資源に関する長期の見通し、全国森林計画・民有林の地域森林計画・国有林の経営計画からなっている。まず、政府による林産物の需要及び供給ならびに森林資源に関する長期見通しを示し、これを勧案して全国を一つにまとめたガイド指標としての10カ年の全国森林計画を5ケ年毎にたてられる。これに即して民有林については都道府県知事が5カ年の地域森林計画を5ケ年毎にたてる。なお、39年に林業基本法が成立し、その10条に政府は森林資源に関する基本計画並びに重要な林産物の需要及び供給に関する長期見通しを作成し公表しなければならないと定められた。

このように、森林計画制度は37年を境にして、規制的性格の強いものからガイド指標へと大きな変化をとげた。この結果、森林計画と森林所有者の結びつきが希薄になってきた。この危惧から、マクロ的ガイド指標としての森林計画と、個別森林経営の整合をはかること、そして個別経営の計画的な運営を通じて森林全体の望ましい施業を確立するために、43年に森林施業計画制度が制定された。

この制度は、森林所有者が、一人または数人共同で、所有する森林のすべてを対象とする森林施業に関する5ケ年計画を作成し、都道府県知事にその計画が適当であるかどうか事前認定をうけ、認定された計画に従って施業した場合、補助金・税金・その他において優遇措置がうけられる制度である。この森林施業計画が5年を1期とするものであるため、地域森林計画は5年毎にたてる5ケ年計画から10ケ年計画に、全国森

林計画は10ヶ年計画から15ヶ年計画にかわった。さらに39年には団地森林施業計画制度が制定され、中小規模森林所有者にも制度適用が容易となった。

この制度の成立によって、森林施業計画の認定面積は一層増大し、47年3月末で1000万haに達し、都道府県林をのぞく公有林・私有林の合計面積の62%に及んでいる。このように森林施業計画制度によって比較的短期的に民有林の中核的な部分をその中にとりこむことに成功したが、現実には植林はともかく伐採については、制度の主旨にそって計画通りに実施されてきたとはいえない状態である。その状況については前述の林産物の需給長期見通しの下方修正に示されているとおりである。

(イ) 木材産業施策

次に、木材産業に対する施策をみると、戦後間もない22年に木材配給統制規則が、翌年に合板の統制が廃止され、木材及び合板の自由な売買が再開された。一方、木材及び木製品の規格等が順次制定されてきたが、24年に指定農林物質検査法の制定公布によって整理された。また、26年の農林物資規格法及び施行令の制定によって調査会と登録格付機関が設けられ、名実ともにJAS規格が成立した。さらに、32年に輸出検査法が制定され、輸出振興政策の一貫として指定品目について検査を行い輸出の振興がはかられた。34年から立木の材積測定等にメートル法が適用され、1961年には木材取引にもメートル法を全面的に実施することになり、農林物規格法もメートル法に全面改正された。

37年の中小企業振興法、38年の中小企業近代化促進法の制定に伴って、製材業及び合板業がその指定業種となり、公的資金の融資による機械設備の改善が進んだ。40年代に入って経済の高度成長に伴って住宅需要が著しく伸び、木材需要も急増した。この需要増に応じるため外

材が輸入され、44年には外材需要が国産材需要を上回った。外材輸入にもかかわらず木材価格は高騰して、国民の批判を浴びた。しかし、第1次オイルショックにより木材需要は急減し、第2次オイルショックでさらに減少し、以後横ばい状況が続いている。この時期より、木材の需要拡大と木材産業の構造転換が重要な政策課題となる。

49年には木質建材認証・勸告制度を設けてJAS規格に含まれないあるいはそれを超える品質の木製品の開発を奨励するとともに、木材備蓄事業を開始して木材の安定供給をはかった。一方、木材産業の構造不況対策として、49年に木材・木製品製造業を雇用促進法による雇用調整給付金対象業種に、53年に合板業を構造不況法の対象業種に指定した。55年度には史上最高の倒産件数となる。

60年代にかけては景気が次第に回復し、自動車、エレクトロニクス産業が輸出を急増させていく中で、木材産業の不況は依然として続いた。貿易不均衡が進む中で、55年に日米林産物委員会が、また、アジア合板生産者会議が引続き開催され、木材、合板、木製品の輸入促進が要請された。

60年代に入りさらに貿易摩擦が強まり、日米主脳会談で大幅な市場解放が要請され、日米高級事務レベル協議において4分野（1）通信機器、2）エレクトロニクス、3）医療機器、医療品、4）木材）に係わる市場アクセス問題をMOSS方式で進めることが決定された。木材分野MOSS協議では、JAS制度、構造用集成材、OSB&WB、建築基準、防火基準等の基準認証について採り上げられた。各項目について非関税障壁を解消する方向で協議がなされ、62年には構造用集成材及び構造用パネルのJASが改正され、建築基準法も第7次改正がおこなわれた。

また、上記のような対外経済対策を進める一方、木材製品分野につい

ては、1)木材需要の拡大、2)木材産業の体質強化、3)財政、金融その他の所要の措置を当面5ケ年にわたり特に講ずることとし、概ね3年目から合板等の関税を引き下げることとする木材産業活性化5ケ年計画が決定された。木材需要の拡大をはかるため、国産材を用いた日本型の木造住宅、大規模なモデル木造建築の建設を推進する一方、特定中小企業者事業転換対策等臨時措置法の対象として木材産業全般にわたって業種指定をおこなって、構造不況業種の事業転換を促進している。

(ウ) 建設施策

建設の主要な施策は、建築基準法、施行令、告示、通達等に体现されているので、主としてこの中から木造に関する規定を採り上げてみる。

25年に市街地建築物法が発展的に解消されて建築基準法とその施行令が新たに公布された。施行令の木造に関する規定は柱の小径の規定のように市街地建築物法を継承したものが多いが、所要壁率の規定などは新たに設けられた規定である。59年の施行令改正では木材の許容応力度が長期と短期の2本立てで明記され、所要壁率も地震力に対する数値に加えて風圧力に対する数値が設けられた。これによって木構造の骨格が決められた。一方、27年の耐火建築促進法、そして30年の基準法改正によって、木造の規模、用途の制限が設けられ、内装も制限をうけ、防火材料及び工法に対しても認定が必要となった。また、70年の基準法改正では建築の主要部分にJAS及びJIS製品を使用することが明記され、施行令改正で土台等の防腐防ぎ措置が義務付けられた。

他方、戦後の住宅の絶対的不足に対する応急対策から、恒久的な住宅供給体制を確立するため、25年に住宅金融公庫法、26年に公営住宅法が相次いで制定された。さらに、27年には民間住宅を促進するための税制改正が行われた。また、大都市への人口集中による住宅不足に対

応するため、30年に日本住宅公団法が制定され、耐火構造による集合住宅及び大規模な宅地供給を始めた。

37年に国土総合開発法に基づいて策定された「全国総合開発計画」ならびに「住宅建設10ヶ年計画（30～39年）」、「住宅建設5ヶ年計画（32～36年）」、「新住宅建設5ヶ年計画（36～40年）」「住宅建設7ヶ年計画（39～45年）」によって、住宅の量的な不足は徐々に緩和されていった。しかし、住宅の質は欧米諸国に比較してはるかに低いものであった。

41年より開始された「第1期住宅建設5ヶ年計画（41～45年）」は、住宅建設戸数とともに最低居住水準を設定した点で画期的な計画であった。この計画遂行の裏付けとして、「住宅建設工業化の基本構想」を明らかにし、住宅生産の工業化の推進、材料及び部品の工場生産化、現場作業の工場生産への転換を指導方針として、45年度までに公共住宅の約23%、全住宅の約15%を工業化住宅とすることを目標としてかけ、住宅生産の規格化、標準化、研究開発の助成普及、関連民間企業の育成、発注契約方式の改善を図ることにした。この時期より所謂「住宅産業ブーム」を招来した。なお、住宅建設5ヶ年計画は「第2期（46～50年）」「第3期（51～55年）」「第4期（56～60年）」と続き、現在「第5期（61～65年）」が進行中である。

戦災復興期以後高度成長期に至るまで、住宅及び住宅技術は、防火・耐火などの都市・建築防災、集合住宅などによる都市高密度居住、量産と生産合理化のための工業化という要因を中心に成長してきた。しかし、40年代半ばより社会的・経済的な情勢の変化、すなわち経済効率一辺倒の開発に対する反動としての反公害・環境保全の要求とオイルショックに端を発する資源制約の事情とによる経済の安定成長へ変化に伴って

住宅問題も大きな転機を迎えた。このような社会経済情勢の中で、①都市高密度化の住環境の保全、②工業化住宅の趨勢と在来工法の見直し・部品化への方向、③戸数充足と量から質への方向、④人口の高齢化等生活・家族等の変化への対応、⑤資源・エネルギー制約・低成長時代への対応、⑥地域文化の尊重等の諸要因が住宅の方向の転換を求めることとなった。

住宅施策の具体的な方向転換としては、48年に工業化住宅性能認定制度を制定し、工業化住宅の安全性、居住性、耐久性に係わる性能について、(財)日本建築センターがその認定公表を行うことにより、住宅購入者の住宅選定に指標を与えるとともに、工業化住宅の性能向上を図り、もって住宅購入者の利益の増進に寄与することとした。また、49年に優良住宅部品認定制度を制定し、優良で適正な価格の住宅部品を普及させるため、品質、性能、アフターサービスの優れた住宅部品を(財)住宅部品開発センターが優良住宅(BL)部品として認定し、広く一般への普及を図ることにより、消費者の保護と住宅生産の合理化を推進することとした。さらに、住宅性能保証制度を設け、長期間の住宅の性能を保証し、瑕疵の補修を円滑化することにより、消費者の保護、住宅性能の向上及び住宅建設業者等の健全な育成を図ることとした。なお、本制度の普及及び運営を行うため(財)性能保証住宅登録機構が設立され、61年には本制度が全都道府県で実施されている。

加えて、住宅産業その他民間企業の技術力を活用し、パイロットハウス、ハウス55、家づくりなどの競技設計方式のプロジェクトを実施し、新しい住宅の方向の追求が進められた。一方、在来工法の見直しが必要となり、北米の2×4工法をわが国に導入することにより、木造工法の多様化をはかるとともに、在来軸組工法の合理化が促進された。

60年代にかけては、都市において快適で豊かな居住空間を確保するため、新都市型集合住宅システム開発プロジェクトが、また、気候、風土、文化、産業等地域の特性を踏まえた質の高い居住空間の整備を地域の発意と創意のもとに行う地域住宅計画（H O P E）が実施された。

60年代に入って木造建築を見直す気運が強まり、61年から良質な木造建築の開発、供給を促進するため総合技術開発プロジェクト「新木造建築技術の開発」が開始される一方、地域特性を踏まえた木造住宅の建設を促進するとともに、木材・林業及び地域住宅産業の活性化を図るため、優良な木造住宅の建設資金購入資金を低利融資する地域優良木造住宅建設促進事業が実施された。また、62年より地域に適した木造住宅の開発・普及、生産供給体制の整備及び大工・工務店等の技術・経営力向上のための事業を総合的に実施する「木造住宅生産近代化促進事業」が加えられた。

5. 木材工業における技術開発の動向

前節で木材工業全般に対する施策について述べた。ここでは、木材工業の各分野、または各加工技術の技術開発の動向について述べることにする。

(ア) 製材

戦後の復興期にはまだ戦前の製材機械とあまり変わらないものが使用されていたが、30年代より能率の良い機械が開発されてきた。自動ローラ帯鋸盤、リッパー、バーカーなどが順次製材ラインに導入され、国産材製材の生産性が向上していった。40年代半ばの高度成長期には南洋材及び北米材の大規模な製材工場の建設が相次いだ。50年代に入って、戦後植林した造林木の間伐期に当り、小径木間伐木を高能率に製材する必要性からツインバンドソーが開発された。

60年代に入って、2×4材の製材品のほか、柱角材の現地製材品の輸入が増えて、国産材製材を圧迫している。今後、戦後造林木が順次主

伐期を迎えるにあたり、優良木の場合は多品種少量生産方式による高付加価値製材、並材の場合は少品種大量生産方式による高能率製材を採用するなど、製造工場の立地、原木供給、製品需要に適応した製材システムの確立が要求される。

そのためには、丸太の径質の自動計測、木取りのプログラム化、丸太の自動センティング、新素材による高品質鋸刃、製材機のカットロ化による機能向上などの技術開発を進めるとともに、製材品の品等区分、乾燥、プレカットなどの加工工程を付置して付加価値を高めることも検討する必要がある。

(1) 乾 燥

30年前後までは、木材の乾燥に本格的な乾燥室が利用されることは少なく、小型の簡易な乾燥室が用いられた。30年代半ばからIF型の蒸気式熱風乾燥室が集成材ひき板や家具材等の乾燥に広く用いられるようになった。また、合板生産量の増加に伴って単板ドライヤも徐々に大型化していった。

木材需要の著しく増加した高度成長期には多様な樹種が用いられ、広葉樹及び南洋材の最適な乾燥スケジュールが追求された。その後、乾燥室の改良は進んだが、乾燥方式に大きな変化はみられなかった。

50年代に入って、省エネルギーの面から低温除湿乾燥や太陽熱利用乾燥が導入されるようになった。60年代に入って、住宅部材にも乾燥材が求められ、にわかに針葉樹柱材の乾燥が注目を浴びている。また、単板乾燥へのウィケット方式、ひき板乾燥へのコンピュータ制御方式の導入が進んでいる。

今後、乾燥の自動化を進めるためには精度のよい含水率センサーの開発と最適乾燥スケジュールのプログラム化が求められる。省エネルギーの面からは効率のよい太陽熱の集熱器や排熱の熱交換器の導入が必要で

ある。また、付加価値の高い木製品や特殊な製造法が要求される場合には、高周波やマイクロ波等の新しい乾燥方式を導入することも有望である。

(ウ) 木 工 機 械

30年代まではルータ、サーフェイサなど一部に新しい機械も登場したが、大半は従来の機械の改良に終始した。30年代に入って、木材及び木材製品の生産が増加し、外国技術を導入した新しい木工機械が製作された。とくに合板機械は大型化・能率化し、木工機械の性能を向上した。

40年代に入って、集成材やフローリングの需要が伸び、エアコンポーザやサンダーなどが製作された。また、40年代半ばは大量生産方式に対処するため、レイアップシステムや搬送システムが著しく改善された。オイルショック後は木工機械の生産は低下したが、フィンガージュイターやウォータジョット、レーザ加工機などの特殊機械が開発された。また、50年代半ばより機械輸出が増加している。

60年代にかけては、他産業の好景を反映して、木工機械もメカトロ化が促進され、エンドコースに近い工程にNCルータ、プレカット機械が導入された。また、製品性能を保証する必要性からグレーディングマシンやプルーフローダなどの開発導入が検討されている。一方、小径な国産材を利用するには幅はぎ機械や小径木用のベニヤレースが開発されている。

今後の機械開発の方向は、プロセス制御を含めたメカトロ化による製造工程の効率化、含水率、重量、強度グレイダー導入による検査工程の機械化、小径な国産材の加工に適した機械の開発などが重視されるであろう。

(四) 接 着

20年代は接着剤は不足し、大豆グルーのような動植物の接着剤も用いられたが、20年代後半には合成樹脂系の接着剤に転換した。30年代は合板用のユリア、メラミン、40年代は集成材用のレゾルシノール、50年代にかけては構造用合板用のフェノール、建築材用のエポキシ、酢酸ビニル等の接着剤の改良が進んだ。

50年代には、消費者保護の立場から接着剤から生ずるホルマリン臭が大問題となり、その改善が強く求められ、また、接着耐久性の保証も強く要求された。一方、生材接着や現場接着に適する接着剤も開発され、合板や幅はぎ板の製造工程、並びに工業化住宅の床組構法に導入された。

60年代にかけては、接着剤に防腐剤を混入することによる耐朽性の向上や構造部材の接着技術の開発などが進められている。また、ポリウレタン、水性高分子イソシアネート等新しい接着剤が開発されている。

今後は、広範かつ厳しい条件に耐えうる接着剤を開発するとともに、製造工程の効率化及び製品加工度の向上の両面から接着技術の改善をはかることが必要である。加えて、異材料との接着、現場接着の技術の確立、ならびに接着信頼性の向上のため、検査方法や補修方法の開発も求められる。

(五) 製 材 品

製材のJAS規格が制定されたのは28年で、名称も用材規格であった。現行のように素材と製材等が分離されたのは42年で、その後43年の第1次改正、47年の第2次改正、51年の第3次改正、56年の第4次改正を経て現在に至っている。なお、54年に枠組壁工法用製材のJASが制定されている。

初期の製材規格は樹種別、用途別に設けられていたが、42年の改正

で製材規格は針葉樹と広葉樹の2本立となり、その他に耳付き板と押角の規格が別に制定された。また、等級区分も化粧等級から強度等級に移行し、表示も樹種名、強度等級、寸法、製造業者名が義務付けられたが、断面形および化粧等級は任意または選択表示となった。

製材品の許容応力度は34年の施行令改正時に針葉樹広葉樹各2類計4類に対して与えられたが、55年の施行令改正で針葉樹が4類に広げられた。また、建築学会の木構造計算規準および設計規準では針葉樹2類、広葉樹3類であったが、88年の木構造計算規準改正案では針葉樹4類に広げられ、等級も普通構造材のほかに上級構造材（普通構造材の1.25倍）が新たに設けられている。

今後は、グレーディングマシン等を用いた機械的等級区分を導入して等級区分の精度向上をはかる一方、樹種別、産地別、部材断面別、用途別に細やかな等級区分を実施し、これに応じた許容応力度を与えていくことが望まれる。

(カ) 集 成 材

集成材の製造が開始されたのは20年代後半で、当初は諸外国と同様大断面の構造用集成材であったが、40年代半ばを境として、わが国特有の化粧ばりまたは造作用集成材へと転換していった。しかし、60年代に入って再び構造用大断面集成材が生産されるようになってきた。従来広葉樹のフロリーングが多かったが、資源的制約から、モザイクパーケット、複合床板、針広葉樹積層床板など多様な製品が出現している。

集成材が構造材料として建築基準法38条の認定を受けたのは47年である。また55年には高さ13m以上の木造建築物であっても、構造耐力上主要な部分に小径15cm、断面積300cm²以上の集成材を用いた場合には、用途規模の制限付きでその建設が認められた。さらに、62

年の建築基準法改正で木造建築の規模高さ制限が緩和された。集成材の J A S が整備されたのは 4 2 年で、その後一部改正を行い、6 0 年には構造用大断面集成材の J A S を追加し、針葉樹 4 類、広葉樹 2 類に対して各々 2 ~ 3 等級が設けられ、6 2 年にはこれらに対して許容応力度が与えられた。また、4 7 年の集成木材構造設計規準、6 3 年の木構造計算規準(案)で構造設計及び接合部設計等が整備されている。

今後は、化粧ばり及び造作用集成材については、労働集約的工程の自動化をはかるとともに、新しい製品開発を進める必要がある。構造用集成材については、大幅に製造システムを合理化してコストダウンを進めるとともに、強度保証工程を導入して強度及び接着の信頼性を高める必要がある。

(+) 合 板

合板工業は、良質なラワン丸太の供給と旺盛な需要を背景として、好不況をくり返しながらも高度成長期までは生産量を大幅に増加させてきた。3 0 年前半までは広葉樹合板などの輸出もされたが、それ以降はプリント合板、コンパネ合板など内需が中心となった。4 0 年代前半に、普通、特殊、型枠、足場板用合板の J A S が整備された。

オイルショック以降、合板工業は構造不況に見舞われ、しかも北米の針葉樹合板やインドネシアのラワン合板の製品輸入もはじまり、業界全体として構造転換に取り組まねばならない事態となった。その中で、合板生産量は増加しないものの、歩留りは 5 5 % から 6 6 % へ、工員 1 人あたりの生産量は 2 倍へ、化粧板から下地板へ(平均厚 4. 6 mm から 6. 4 mm)と変化しつつある。また、ラワン一辺倒から内外の針葉樹への転換、L V B や L V L への転進などもわずかながら進んでいる。

今後は、これまで以上に生産性の向上をはかり無人工場に近い域まで

高めるとともに、強度、接着性、耐久性等の品質評価システムを確立しておく必要がある。また、長尺厚物、防腐防虫、難燃合板などわが国の需要動向に応じた製品の開発も重要である。さらに、資源的制約から将来的には国産材を原料とせざるをえないので、日本型の合板製造システムを開発することがきわめて重要な課題である。

(ク) ボード類

ボード類は他の木質材料と若干異なる展開を示している。一つはその規格が J I S である点で、他の木質材料の多くが建築材料として使用されているのに対して、ボード類は建築以外の分野にも多く使われている。30年代前半までに木毛セメント板、パーティクルボード、ハードボード、ファイバーボードの J I S が整備され、生産量も徐々に増加していった。

50～60年代には、ボード類の製造及び使用方法も多様化し、繊維板は軟質、中質、硬質、外装用化粧硬質、吸音用軟質繊維板の5規格に削片板はパーティクルボードと化粧パーティクルボードの2規格に整理改正された。新たに54年に木片セメント板の J I S 規格が、また62年にウェハーボード及び配向性ボードを併せて構造用パネルとして J A S 規格が制定された。

わが国のボード類は原料を合板等の廃材に多く求めており。その生産量も合板の1/4程度であるのに対し、海外のボード工業はすでに合板工業を生産量で凌駕し、さらに増加しつつある。

今後は、林地廃材や建築廃材なども含めて廉価な原料を求める一方、製造工程の完全自動化を目指して、各工程の機械開発とプロセス制御技術の開発を進める必要がある。また、原料エレメントの大きさに応じて、配向や処理工程を導入して品質の向上をはかるとともに、他材料との複

合による新しい機能を付加することが求められている。

(ケ) 防 腐 防 虫

防腐処理は電柱、枕木のクレオソート油やクロム・銅・ひ素化合物（CCA）の加圧注入処理から始まり、28年の木材防腐特別措置法以後30年代後半から建築材への使用が進んだ。扱いやすい油剤や乳剤タイプの有機化合物が拡散、塗布、吹付け、浸漬など簡易な方法で土台や柱脚部に用いられた。この時期に、クレオソート油、フェノール（PF）類、無機フッ化物、ペンタクロールフェノール（PCP）系等の防腐剤、ならびに加圧式、開そう式、木口加圧式等の処理方法がJIS規格化されている。

40年代に入って、防腐防黴剤として有機錫化合物やPCPが使用された。また、有機塩素系化合物の γ -BHC、クロルデンなどの防虫剤と混合した防腐防虫効力をもつ木材保存剤が製造され、後にペイントタイプのもので開発され、ヒラタキクイムシ防除に用いられた。45年には製材のJASに防腐措置が規定された。

50年代には、防腐剤としては有機ハロゲン系、ヨード系、臭素系化合物やPCPの誘導体が、防虫剤としてはピレスロイド系や有機リン系化合物が開発され、この時期に防腐性能及び防腐効力試験方法がJIS化された。その後、クロルデンの接着剤混入やインサイジイグの土台への適用、乾式処理などが進んだ。しかし、60年代にかけては環境保全や安全性の視点からCCAの廃棄やクロルデンの毒性が問題となった。

今後は、人畜に対して低毒性で、木材に対する定着性が良くて残効性が長く、しかも保存処理廃残液、処理木材中の薬剤の廃棄処理が簡単にできる薬剤の開発が望まれる。そのためには、各種薬剤のスクリーニングを行い、その性能に応じて複合させて相乗効果をださせ、それによって

薬剤濃度を下げられるようなホーミュレートの仕方を考える必要がある。また、虫、菌、黴などの生理を把握し、バイテク的な手法の導入も一法であろう。

(ロ) 難燃化

23年に木材の着炎性試験方法，24年に屋根の防火試験方法がJIS規格化され，木毛セメント板やドリゾールなどの屋根材料が製造された。30年代半ばには難燃合板や防火戸合板などが開発された。

41年に建築物の木造部分の防火試験方法，建築物の内装材料及び工法の難燃性試験方法，建築用防火戸の防火試験方法がJIS規格化され45年に建設省告示及び通達によって防火材料認定要領が制定され，不燃，準不燃，難燃材料の認定基準が規定された。この基準に適合するため，防火薬剤，発泡性防火塗料，無機材料を浸透，塗布，複合した各種の材料が開発，実用化された。

50年代に入って，上記のJIS規格は改正された。50年代後半には，木質系プレハブ，枠組壁工法，在来工法住宅の実大火災試験が続けて実施され，不燃構造として認定された。60年代には，木材に各種薬剤や無機材料を注入，複合した不燃木材の開発が進められている。

今後は，木材の燃焼・熱分解，ならびに建築物の火災の機構を明らかにし，その火災・燃焼・熱分解の挙動に応じて，各種薬剤，塗料，無機材料の浸透や複合等によって各部位を構成する材料に必要な防耐火性能を付与するとともに，構法的な見地からも各部位部材の構成を考え直すことが必要である。

(ハ) 表面処理及び化学加工

20年代にはカシュー塗料が新しく登場し，30年代にかけてポリエステル，アミノアルキド等の合成樹脂塗料が，半ばにはポリウレタン樹

脂塗料が建築・家具の塗装に多用された。一方、プリント布地をポリエステル樹脂塗料でぬり固めたものやメラミン化粧板が家具類に使われた。

20年代は白砥粉やクレイ粉による目止め、クリアラッカーによる上塗のナチュラルカラーが多かったが、30年代にかけて染料を用いた水性着色やソフトな着色目止め、ビニル樹脂、クリアラッカー上塗が一時的に流行した。ポリエステル樹脂塗料は目止めが不必要であるが、研磨に時間を要するためベルトサンダーやポリシャーが導入された。また、ホットスプレーやエアスプレーも同時期に使用され始め、30年代半ばにはカーテンフローコータも用いられるようになった。

40年代にかけては、化粧薄板を合板や集成材にはった製品が出回る一方、北欧家具の影響を受けてワックス仕上やオイル仕上の家具が登場した。50年代には金属塗装に用いられている静電塗装が一部木材塗装に導入され、防腐剤を混入した塗料も開発された。また化粧材の脱色、漂白及び着色技術も向上した。

60年代にかけては、化学着色剤や光変色防止剤が開発される一方、人工化粧単板の製作にCAD/CAMシステムが導入された。また、フッ素樹脂塗料が開発された。

化学加工は最近注目を浴びている分野であるが、30年代まではメラミン化粧板や電柱腕木等に合成樹脂や防腐剤が注入されたもののほか見るべきものがなかった。40年代には木材および単板にフェノール樹脂等を注入、積層接着した強化木材、あるいはWPCが製造され、歯車、軸受など特殊な用途へ用いられた。50年代にかけては、木材の寸法安定性を向上させるためPEG処理が多用され、丸太や未乾燥材の干割れ防止剤も利用されるようになった。

50年代後半から、従来と異なる本格的な化学加工の手法が用いられ

始め、アセチル化木材や表面強化WPCが開発されたほか、グラフト及びプラズマ重合その他の化学反応、あるいは炭素繊維等の複合により品質向上をはかったり、新しい機能を付加した材料の開発が進められている。

今後は、表面処理も化学加工の一部として把え、木材全体・表面・エレメントに対して熱・光・放射線・放電等のエネルギーの投入下に有機・無機・高分子・低分子の薬剤の反応を促し、強度・寸法安定性・耐久性等の性能向上と新しい機能を付与するほか、金属や無機質との複合等による新素材の開発が求められている。

(シ) 木 造 建 築

25年に建築基準法及び施行令が公布され、その後建築技術の進歩に合わせて、その都度改正され今日に至っている。これに先立って24年に建築学会の木構造計算規準同解説が発行され、36年には改訂第2版が出版された。基準法等が法規面で木構造の骨格を規定しているのに対して、計算規準は実務面から設計方針を明示している。47年に木構造設計規準と改められ、在来軸組工法はもちろん工業化工法住宅の設計にも役立つものとなった。63年に再び木構造計算規準として改訂され、大規模木造建築にも対応できるように許容応力度、部材の設計、接合部の設計が拡充された。

これらの改正の背景には木造建築技術の進歩がある。戦争直後は住宅の復旧に終始し、技術的にみるべきものはなかった。その中で木質プレハブ「プレモス」が新しい構法として注目を浴びた。30年代にかけて、在来工法住宅の柱の必要断面や壁または筋かいを入れた軸組の必要壁率が設けられ、耐震耐風性能が格段に向上した。40年代に入って住宅業が進展し、木質系プレハブ住宅が次々と誕生した。また、パイロット

ハウスのような競技設計も始まり、住宅産業ブームを招来した。

50年代に入って、北米の2×4工法の導入が始まり、小規模住宅総プロの成果にもとづいて、枠組壁工法住宅の技術基準がきめられた。同時に在来工法の見直しが進められ、また、小径木を利用した7×7構法も開発された。一方、オイルショックを契機として、省エネルギー型の住宅が指向され、住宅性能及び省エネルギー総プロを通して、断熱、結露、遮音等の居住性向上がはかられた。

60年代にかけては、在来工法、木質パネル工法、枠組壁工法住宅の実大構造及び火災試験が実施され、これらの成果に基づいて3階建木造住宅の構造計算基準が定められた。また、住宅構法の多様化を進めるため、61年に丸太組工法の技術基準が定められた。

各種構法の木造住宅の技術開発についてはその都度住宅金融公庫の住宅工事共通仕様書に採り入れられ、住宅性能の向上と開発技術の普及に寄与している。

住宅以外の大規模な木造建築については、24年に日本建築規格「木造小学校」、25年に「木造中学校」、そして31年にJIS規格「木造校舎」が制定されたが、30年代には次第にRC造の校舎へと替っていった。

30年代に入って集成材建築が各地に建設され、40年代初期には年間100棟を超えた。その多くは3ヒンジアーチ構造の体育館である。また、木造掃海艇の竜骨等にも集成材が用いられた。しかし、40年代半ばを境として激減し、年間数棟の規模まで落ちた。その間、注目されたのは大阪万国博の外国製集成材を用いたパビリオン程度である。

50年代にかけて、新耐震総プロが実施されたが、木造についてはみるべきものがなかった。木造校舎や木構造用金物のJIS規格が改正さ

れたが、実際に建設された木造校舎は殆んどなかった。

60年代にかけて、木造建築を見直す気運が高まり、各地に大規模な木造建築が再び建設され始めた。その種類も多様化し、集成材アーチ及びドーム、立体トラス、格子シェルなど従来なかった構造形式が採用されている。このような情勢を反映して、61年より新木造総プロが実施され、大規模木造建築に対して材料、構造、防火、居住性、耐久性、加工施工、生産基盤等から技術開発が進められている。

今後は、都市において快適で豊かな居住空間を確保するため都市型集合住宅、また気候風土、文化、産業等の地域の特性を踏まえた質の高い地域型住宅の開発が望まれる。そのため、構造安全性、耐久性、居住性等を高めるとともに、材料部材の供給体制及び大工・工務店等の技術力、経営力を向上させねばならない。また、大規模木造建築については、構造材料特性の評価法、構造設計法、防火安全性の評価法及び防火設計法、居住・耐久設計法、加工・施工技術、生産基盤整備及び市街地における評価手法等の開発が必要である。

(2) 内装・家具

戦後、進駐軍向けの洋家具生産の開始に伴って、含水率管理や仕上り精度の重要性が認識され、量産化のための加工治具が活用されるようになった。30年代にかけては、素材と並んで成型合板の家具への応用が始まり、高周波接着技術が導入された。

30年代には建築のモジュールが多方面から論議され、38年にJIS建築モジュールとして整理された。また、30年には住宅公団用の建築部品がKJ部品としてリストアップされ、オープンな部品として普及した。

40年代にかけて家具需要が伸び始め、プリント合板やメラミン及び

ポリエステル化粧板を用いたフラッシュ構造の箱物家具が著しく増加した。また、脚物家具の接合にフィンガージョイントが用いられるようになった。

50年代にかけては、消費者の家具や内装部品の品質性能に対する要求水準が向上し、49年には品質、性能、アフターサービスの優れた住宅部品を認定し、広く一般への普及をはかるため優良住宅部品認定（BL）制度が発足した。また、優秀なデザインに対して与えられるグッドデザイン商品選定制度（Gマーク）もこの年に制度化された。

50年代は、プリントやプラスチックの化粧板に替って、つき板や積層化粧単板が好まれる一方、芯板には合板、LVL、パーティクルボードなど加工木材が多用されるようになった。また、国産広葉樹資源の不足から未利用の南洋材が多用され、北欧家具の影響を受けて針葉樹の白木家具も増えてきた。一方、住宅部品も階段セットや木製扉から収納家具や内装システムへと製品の幅を広げた。60年代にかけては建具の断熱性、気密性、結露の面から木製サッシが見直され、再び技術開発が始められている。

今後は、家具建具等の品質向上のためには的確な材料選択が不可欠であり、含水率、比重、欠点、接着不良等の自動探査機械の開発が求められる。また、製造の効率化のためには木取り加工等の自動化、自動調整機能を備えた加工機械の開発、短時間に常温硬化する木工用接着剤の開発が望まれる。さらに、多品種少量生産方式やノックダウン方式など製品の種類に応じた生産方式の追求が必要である。

6. 今後の技術開発の方向

前節で木材加工技術、木質材料、木材処理技術、木造建築技術の各分野における技術開発の動向を述べた。ここでは、木材工業全体としての技術開発

の方向について検討する。

木材及び木質材料を、材料またはエレメントの大きさの順に並べて、利用樹種と用途、使用部材との関係を整理し、主要な開発方向を選び出して表-7に示す。

製材品の中で、丸太、平角、正角等の大径材に対しては防腐防虫が、正角以下の小径材に対しては乾燥、プレカットが、また大断面及び構造用集成材を含めて強度等級区分が主要な開発目標となる。このグループは木材の特性を生かす方向での利用が主体となるので美観、強度、耐久性等に対する性能評価システムを確立することが基本方向となる。

集成材、LVL、合板は、製材品と同様に美観をも含め木質材料の特性を生かす方向での利用も多いので、仕上げ、接合等の加工精度の向上が求められる、同時に乾燥、切削、接着等の製造システムの効率化による品質向上とコストダウンも強く求められている。また、薬剤処理による防腐防虫や難燃化、他材料との積層複合による新機能付与も重要な開発目標となる。一方、パーティクルボードを含めてLVL及び合板はトラス、パネル等への部品化を進めることが必要である。

ボード類は、木材資源の低質化小径化の傾向からみて、今後最も成長が期待される材料である。建築材料等に広く使用していくためには、表面仕上げを含めて寸法安定性を大幅に改善することが必要である。また、ボード類は製造工程中に薬剤処理、化学加工、異材料の混入などの多様な方式を導入することが可能であり、防腐防虫、防火耐火はもちろん、断熱、遮音、絶縁等の多様な機能を付価することが主要な開発方向となる。その反面、他材料との競合が不可避となるので、製造機械の効率化及びプロセス制御技術を高めてより一層の装置産業化を進めてコストダウンを実現せねばならない。この方向はLVL、合板、ボード等の加工木材に共通する方向である。

表-7 木質材料の利用樹種、使用部材と技術開発の方向

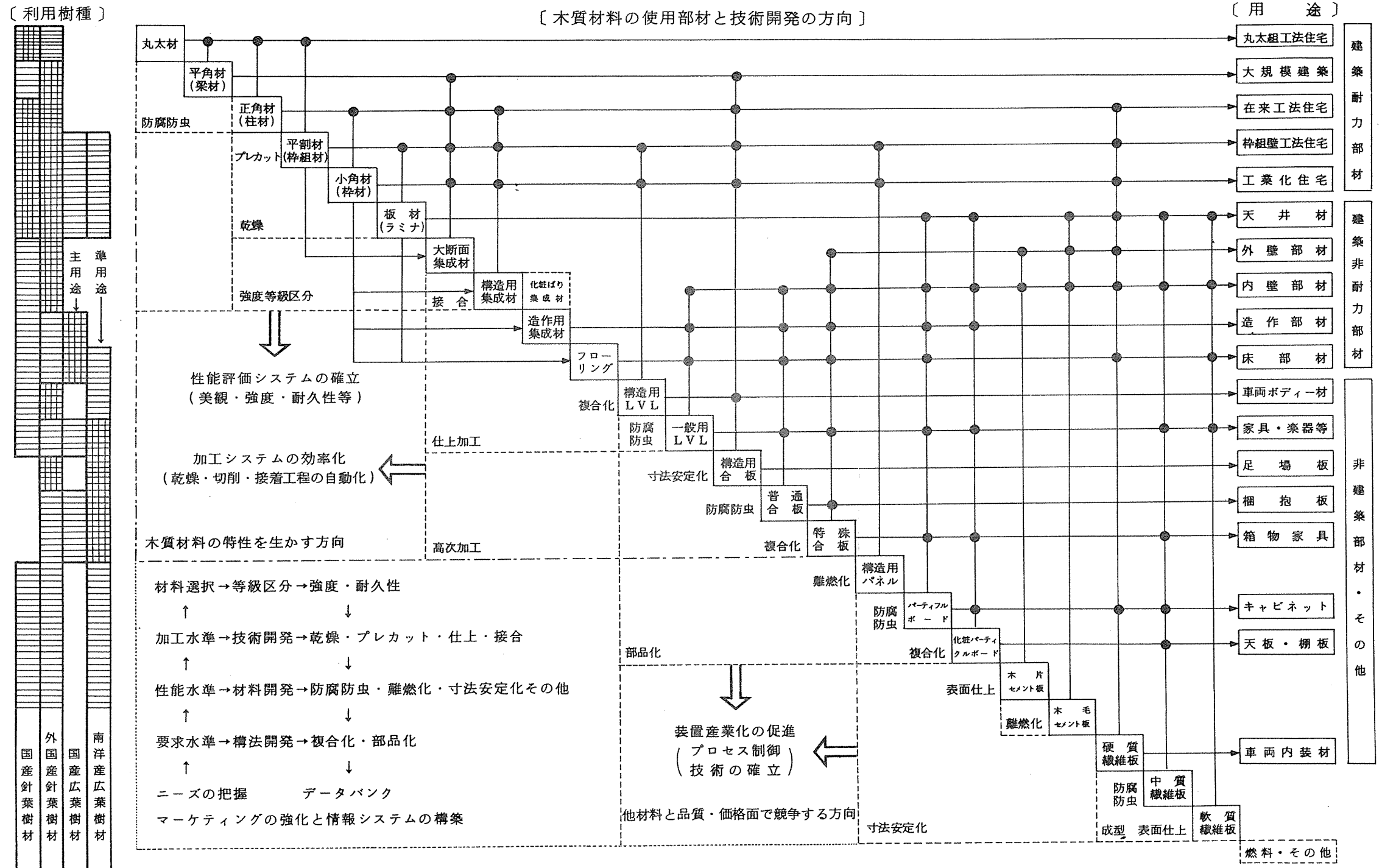
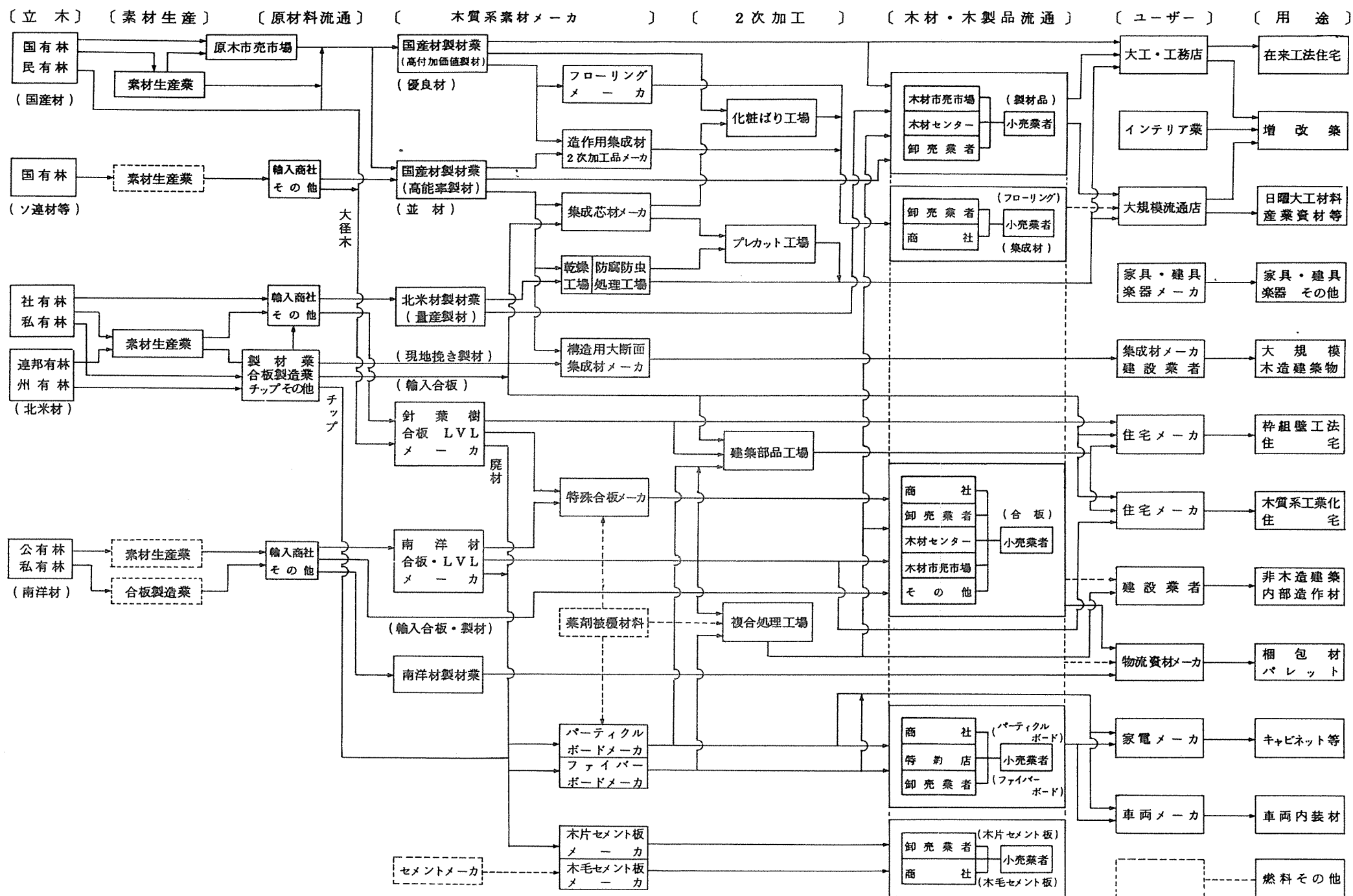


表-8 木材の原材料，素材生産，加工，流通，利用の流れ



以上のように、次第に高度な木材加工技術が要求される情勢にあり、これに伴って的確な技術開発ニーズの把握と開発技術の詳細な情報の伝達が益々重要となる。このため、従前より増してマーケティング活動の強化とともにデータバンク等の技術情報の整備が求められている。

次に、木材産業界における技術開発の位置付けを考えてみる。そのため、国産材と外材に分けて、立木、原木流通、製造メーカー、2次加工、木材流通、ユーザー、用途の流れを表-8に示す。なお、この図は現状をそのまま表わしたのではなく、近い将来を予想して書いたものである。

国産材については、針葉樹の優良材の場合、従来の製材業→問屋→小売店→大工・工務店のルートとあまり変化がないと思われる。ただし、製材業と大工・工務店が特注契約を結んで流通経路をショートカットする産地道送方式が増え、中間に乾燥工場やプレカット工場を設ける可能性もある。

今後供給される針葉樹造林木は並材クラスのものが多く、外材製材品との競合が予想される。したがって、素材生産及び集荷コストの低減をはかるとともに、高能率の製材による大幅なコストダウンをはからねばならない。また、乾燥、防腐、プレカット工場等と直結して付加価値の向上をはかることや流通コストの低減も必要である。

針葉樹造林木の供給量は現在の製材需要を上回る可能性もあるので、製材以外への利用拡大もきわめて重要である。合板、LVL、集成材への加工が有望であるが、外材を原料とする製品や外国製品と類似のものでは競争力を確保することは難しく、日本型の製造システム及び製品の開発が求められる。

国産広葉樹の場合、今後もフローリング、家具、集成材等への利用が続くものとみられる。しかし、国産広葉樹の供給には限界があって、この分野でも徐々に外材の比率が増すものと予想される。また、フローリングや集成材メーカーも2次加工や製品の種類を増していくことになるだろう。

ソ連材については、今後も輸入は続くものの製品輸入は少なく、丸太として国産針葉樹造林木に近いルートで利用されていくであろう。

北米材については、丸太輸入と製品輸入の2つの場合があるが、次第に後者の方が増える傾向にある。現在は枠組材の製品輸入が多いが、柱材についても現地に製材工場を建設する例が増えている。合板についても製品輸入の可能性はあるが、その可否は南洋材合板との価格競争によって決まる。

現在臨海工業地帯で製材されている製材品は、流通店を経て大工・工務店へ流れる量が最も多いが、一部は乾燥、防腐、集成材、プレカット工場へと流れている。製品輸入される枠組材は直接住宅メーカーへ流れる量が最も多く、一部は集成材メーカーへ流れている。

南洋材については、丸太で輸入され合板製造に使用される量が多いが、最近インドネシア合板のような製品輸入も増えている。南洋材製材も従来に比べて若干減少しているが、建築材、物流資材等に用いられている。今後は合板、製材を問わず製品輸入の比率が増していくことは避けられない。

製品輸入の増加によって最も被害をこうむるのは合板メーカーであり、従来のラワン合板の製造に終始する限り、生産性向上による競争力の確保にも限界があり、今後、防腐防虫、難燃等の特殊合板の比率を増す方向、あるいはわが国需要動向に合わせて長尺厚物合板やLVL、LVBの製造へ転進する方向での展開が必要である。

ボードメーカーは、これまで原料の多くを合板等の廃材に求めてきた。欧米の生産水準すなわち合板工業と同水準かそれ以上になるためには、林地廃材や建築廃材などを含めて廉価な原料を求め一方、製造工程の完全自動化を目指して、各工程の機械開発とプロセス制御技術の開発を進める必要がある。また、原料エレメントの大きさに応じて、配向や処理工程を導入して品質向上をはかるとともに、他材料との複合による新しい機能を付加すること

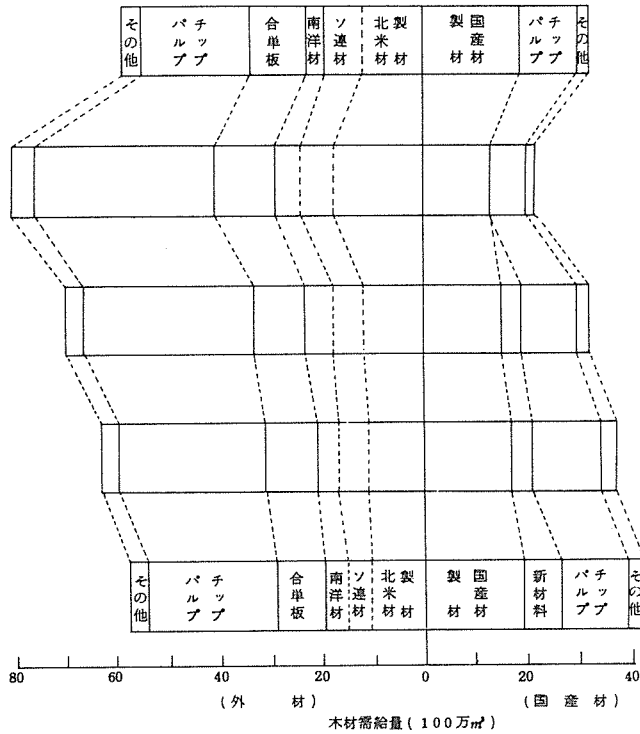
が求められる。

製材品、合板、ボードにかかわらず、わが国の木材及び木製品の流通は複雑で、これに要するコストがかなり高い。とくに、製材品の場合、物流と商流が一致しているため、数段階の物流を必要とする。この無駄をはぶくためには、製材品の性能評価システムを確立し、JAS規格等を普及することにより、物流を商流から切り離すことが必要である。

以上、木材の流れに沿って、技術開発の位置付けをおこなった。しかし、現状のような木材の需給の枠組みの中では、今後供給増が予想される国産材の需要拡大を実現することははなはだ難しい。とくに、外材と競合する分野で国産材の需要を伸ばすことは至難である。したがって、木材全体の需要を拡大する中で国産材に適する需要を掘り起していくことが重要である。

ところで、前述の林産物の需給長期見通しによれば、図-9に示すように79年には約1割の需給量の増加があり、しかも国産材が約45%を占めると予想している。この見通しは供給側の要因をより強く反映しており、需要側の要因、住宅需要の横ばい乃至低減傾向、住宅構法の軸組から壁組、和風から洋風への移行等を考慮すると、逆に国産材需要が20~30%低下するような最悪の事態もありうる。

国産材の供給増を実需に結び付けるためには、林業生産コストの低減はもちろん、既存の加工技術の枠内にとどまらず、新技術、新製品、新用途の開発を推進していくことが必要である。今後、国産材の需要拡大が期待できる分野を材料別に分類して、林業生産と木材工業の技術開発目標を整理して示せば図-10のとおりである。



1. 昭和59年度実績
2. 林業生産・木材工業に技術進歩がない場合
3. 林業生産コストが低減し、小径材の加工技術の開発された場合
4. 林業生産コストが大幅に低減し、木材工業の新技術、新用途が開発された場合
5. 昭和79年度見通し（長期見通しによる）

図9 木材需給見通しとその可能性（昭和59年→79年）

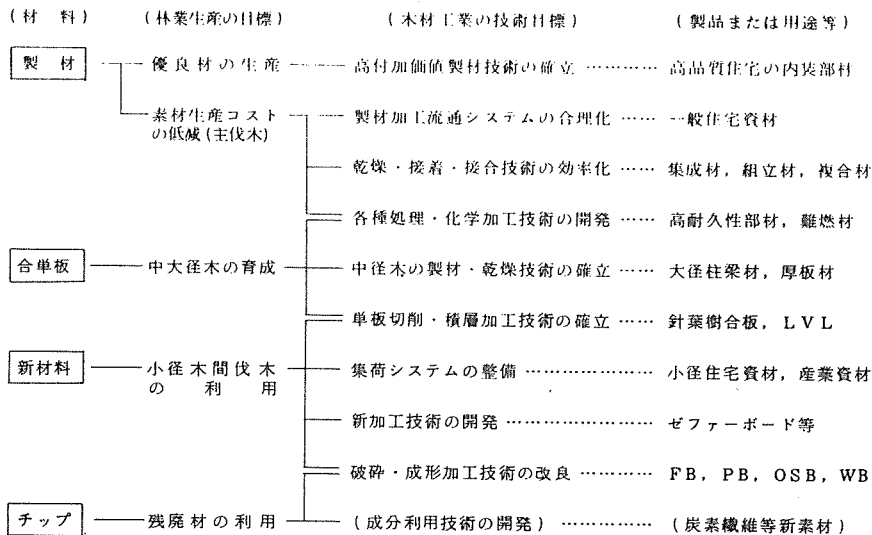


図10 国産材の技術開発目標と用途

第3章 特許・実用新案調査

はじめに

わが国の木材工業は昭和30年頃を転機に急激に発展し始め、その技術開発は加速度的に進展し、いわゆる高度成長期を経過して生産技術のレベルは高水準を維持するに至った。しかし、現状は更なる技術革新を必要としている。木材工業における今後の方向を探る上の一資料として、この期間に考案された新規な技術を見直すことも有意義であると考え、新規技術が如実に示される特許・実用新案の概要を調査することにした。

近年、わが国における特許・実用新案の出願件数は、それぞれ年間30万件を超えており、そのうち公告されるものは、特許6～7万件、新案4～5万件となっている。それら公告の一覧を容易に見るには、技報堂出版(株)による「特許・新案集報」がある。この冊子は、毎月上・中・下旬に発行され、年間36冊、1冊平均約1,000頁に及ぶ膨大な資料である。第1巻は昭和31年に発行され、現在34巻が編集されている。(社)日本木材加工技術協会発行の「木材工業」誌は、「特許・新案集報」から木材産業に関連する特許・新案を拾い上げ、「特許抄報」欄に発明の名称、公告番号・年月日、出願人などを一覧表にして掲載している。本調査は、先ずこの資料を基にして、木材工業における、その時代時代の技術的ニーズを探り出し、技術開発の進展の様相を浮き彫りにしようとするものである。

「特許抄報」は昭和32年の1月号から始まり、現在まで引き続き掲載されている。当初は件数が少なく、特許と実用新案のすべてを拾い出していたが、54年末頃から件数が急激に増加し始め、紙面の都合によって特許のみ掲載するようになった。従って公告年月54年12月以降は実用新案の摘出はなされていない。

資料の整理は、上記全期間にわたって特許案件のみについて、発明の名

称からキーワードを一つ拾い出し、年次ごとに出現する頻度を調べ、それらの変遷を追求した。

1 木材工業関連特許公告件数の推移

「特許・新案集報」の発行は昭和31年からであり、最初の「特許抄報」に掲載された特許の公告年月は31年8月である。それ以降、63年までの木材工業関連の特許公告件数を年次別に集計して図-1に示す。なお、表-1に5年間ごとにまとめて公告の実数を掲げておく。

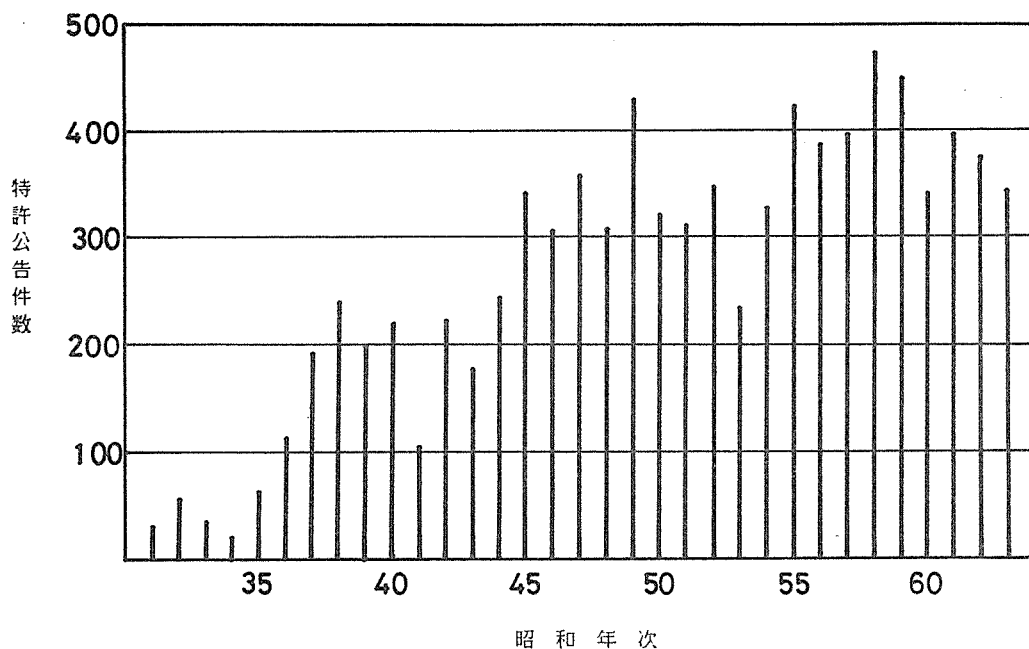


図-1 木材工業関連特許公告件数の年次推移

表-1 特許公告件数の年次（5年括約）推移 期間内総数：8,716

年次	31~35	36~40	41~45	46~50	51~55	56~60	61~63
件数	311	843	1,082	1,715	1,639	2,013	1,113
年平均件数	(62)	(169)	(216)	(343)	(328)	(403)	(371)

公告年次は出願年次とは一致せず、出願から公告まで、早くてほぼ2年間を要し、場合によっては10年かかるケースも見られる。従って、発明・考案が成文化した時点は公告年月から少なくとも約2年、通常6～7年以前であることを念頭におかなければならない。

この図では、特許件数の推移は10年を単位にして階段状の増加傾向を示している。すなわち、35年以前は50件以下、44年までは200件、54年までは300件、55年以降は400件のレベルを示している。

35年以前に出願件数が少なかったのは、木材工業つまり木材の加工・利用の分野はまだ新技術の揺籃期であり、一部の先進的企業からの出願にとどまっていたものと思われる。一方、木材加工・利用に関する分野は、日常生活に密着した、余りにも身近な事柄のため、新規な技術を開発しても敢えて特許出願する発想が起きなかったのであろう。

37年、プリント合板の製法に関する一特許が公告されるや、同業種の多くの会社から、“公知公用の技術”であるとして一斉に異議申し立てがなされた。しかし、ありふれた内容であっても、それが公知公用であることの証明が困難で、係争は数年にわたった。この事件を契機に、木材界の特許に対する見方・考え方が深まったのではなからうか。

特許出願の意義には、自己の発明を保護するためのほか、他者の出願を牽制することを目的とする場合がある。また、特許を得るためには、出願前に世の中に知られていてはならず、他者より先に出願する必要がある。アイデアの段階で出願することが多い。このような状況から、我先に出願する風潮が生まれ、技術革新の進展と相まって40年代以降、出願件数が急激に増加したものと考えられる。

2 特許対象別件数

調査に用いた資料からは、「発明の名称」しか確認できず、「特許請求の範囲」が読み取れないため、特許の内容の正確な把握はできないが、「発明の名称」からキーワードを抽出することによって対象のおよその分類は可能である。

調査期間中の総件数は8,716である。それらからキーワードを拾い出し、171種に区分した。キーワードごとの出現度数を数え、多い順に並べたものが表-2である。

表-2 調査期間内における特許事項別出現頻度(1)

順位	キーワード	頻度	順位	キーワード	頻度
1	樹脂積層化粧板	412	46	ベルトサンダ	58
2	接着剤	402	46	つき板積層シート	58
3	製材機(帯のご機)	356	46	化粧板・柱・ブロック	58
4	人工化粧単板	276	49	化学加工・WPC	56
5	塗装方法・装置	270	50	建物・構造物	55
6	単板はぎ合わせ装置	221	51	角のみ機・穿孔機	53
7	合成樹脂化粧合板	217	52	木材の薬液処理法	52
8	バーカ	202	53	木工機の材料供給装置	48
9	パルプ製造	196	53	単板のテンダライザ	48
10	プリント・ラミネート合板	184	55	丸太・フリッチの前処理	45
11	繊維板製造	183	56	化粧繊維板	44
12	家具・建具・造作	171	57	単板の処理	43
13	塗料(被覆用組成物)	158	58	複合素材	42
14	単板搬送・仕分け・供給装置	151	59	成形繊維板	40
15	ベニヤレース	138	59	運動用具・遊具・玩具	40
16	防腐・防虫・防かび剤	135	61	多段プレスでのローダアンローダ	39
17	ベニヤクリップ	129	61	竹材加工	39
17	パーティクルボード製造	129	61	木材の蒸解	39
19	天然木化粧合板	124	64	単板巻取り・巻戻し装置	38
20	合板製造システム	110	64	連続紙貼機(ラミネータ)	38
21	難燃(防火)合板・耐火建材	108	64	難燃・防火・防災薬剤	38
21	樹脂処理木材・強化木	108	67	のご歯	36
23	ベニヤドライヤ	107	67	ランニングソー	36
24	プレーナ	102	67	ボード類自動積み取り機	36
25	木竹材の調色・染色	88	70	のご歯の腰入れ・目立て	35
26	木材乾燥法・装置	87	70	モルタル下地板	35
27	木材処理用樹脂	78	72	樹脂含浸化粧紙	33
28	ホットプレス	75	73	超仕上げかんな盤	32
29	スライサ	74	73	電磁波加熱装置	32
30	木材の工芸的加工	73	75	テープ・糸貼り機	31
30	チップ	73	75	碎木・粉碎・おが屑機	31
32	フライス盤	72	75	集成材製造	31
32	壁構造・内外壁装	72	78	ギャングソー	30
32	廃液処理・利用	72	78	串・木釘・割箸・マッチ軸木	30
35	建材用板材	71	78	芯材特殊合板(ハニカム等)	30
36	接着剤塗布装置	69	81	溝切り機	28
36	建築用パネル	69	82	釘打ち機・タッカ	26
38	成形材(含木屑利用)	67	82	ホルマリン臭防止(無臭合板)	26
38	パルプの処理・加工	67	82	天井取り付け	26
40	塗装合板	63	82	木材成分利用(リグニン等)	26
41	板類搬送・棧積み機	62	86	木工刃物研磨機	24
41	単板自動仕組み・レイアップ	62	87	ログチャージャ・心出し	23
43	チェーンソー	59	87	ほぞ取り機	23
43	丸のご盤	59	87	ポータブル木工機	23
43	床材	59	87	成形合板	23

表-2 調査期間内における特許事項別出現頻度(2)

順位	キーワード	頻度	順位	キーワード	頻度
87	コンクリート型枠	23	134	合板接合機	7
92	屋根構造	22	134	ケミカルエンボス	7
93	のこ・かんな・のみ・きり	21	134	中空角材	7
93	単板積層材	21	134	組立梁・複合梁	7
95	面取り盤	20	140	モルダ	6
95	木質セメント板	20	140	自動縁貼り機	6
97	板類自動仕分け装置(ソータ)	19	140	縁加工	6
98	糸のこ・ジグソー	18	143	ギロチンカッタ	5
98	狂い矯正法・装置	18	143	丸棒加工	5
98	板材の折り曲げ加工	18	143	ランバーコア合板	5
98	木工プレス	18	146	木毛機	4
98	木工機の安全装置	18	146	ダブルカットソー	4
98	複合合板	18	146	木材の脱脂	4
98	壁・床下地材	18	146	棒状細片再構成材	4
104	複合木工機	17	150	単板ダイレクトクリッピング	3
104	木工サンダ・パフ機	17	150	機械プレカット	3
104	木炭製造・成形燃料	17	150	高含水木材の接着	3
107	曲げ木成形	16	150	シーリング剤	3
107	機械加工合板	16	150	クロス合板	3
107	化粧パーティクルボード	16	150	パルプセメント板	3
110	丸太搬送・横切り	15	150	きのご培地	3
110	木材の燻蒸	15	150	横はぎ加工	3
110	木材の難燃処理	15	158	打ち抜き機	2
113	ポータブル電動かんな	14	158	超音波加工	2
113	コルク加工・利用	14	158	連続プレス	2
113	吸音板・断熱板	14	158	床面研削機	2
113	特殊板材料	14	158	構造用集成材	2
113	木金組合せ構造(含緊結金具)	14	163	インサイジング機	1
118	無機複合木材	13	163	ショットブラスト	1
119	寸法安定化処理	12	163	ジェット切断	1
119	防火塗料	12	163	シェーピング	1
119	木金組合せ部材	12	163	割裂木材集成化	1
119	木造プレハブ建築	12	163	不燃シート	1
124	縦つぎ加工	11	163	防腐防虫合板	1
125	防汚・防海虫塗料	10	163	直貼り工法	1
125	造作用集成材	10	163	活性炭	1
125	つき板貼り金属板	10			
128	単板縦つぎ装置	9			
128	床構造	9			
128	下駄製造	9			
131	刃物製造	8			
131	木工機の屑排出装置	8			
131	合板補修材	8			
134	定尺裁断機	7			
134	コアコンポーザ(幅はぎ機)	7			

表－２から、機械・装置としては、製材機（送材車、歩出し装置、オフセット装置なども含む）、塗装装置、単板はぎ合わせ装置、バーカなどが頻繁に現れ、ベニヤレース、ベニヤクリップ、ベニヤドライヤ、ホットプレスなどの合板機械とそれらの繋ぎ装置としての単板搬送装置に関する発明・考案が多い。木工機械では、プレーナ、フライス盤が比較的多い。木材乾燥関係は予想外に少ない感がある。

木材加工に用いられる副資材に関しては、接着剤関係が抜群に多い。そして上位には、塗料、防腐・防虫・防かび剤が出現し、ビッグ３を形成している。

木質材料としては、樹脂積層化粧板が非常に多い。これは基材を特定せず、あらゆる板材料に適用できる樹脂積層処理法が多く含まれている。ついで、人工化粧単板、合成樹脂化粧合板、プリント合板が現れる。合成樹脂を使用する材料は樹脂そのものの種類が無数にあり、その処理、加工の方法もまた多岐にわたり、特許・新案の出願がしやすい分野と考えられる。

木材の改質処理は、樹脂含浸、調色・染色が上位にあり、化学加工・WPCが意外に少ない。

製造システムとしては、バルブ製造、繊維板製造が多く、パーティクルボード製造、合板製造が続く。集成材製造、単板積層材製造はまだ少ない。

3 特許事項の年代による趨勢

昭和31年以来、特許件数は漸増を続けてきているが、その対象によってはこの期間内に盛衰をしめすもの、コンスタントに出願されているものなど特徴がある。表－２に掲げられたキーワードで、頻度の多いも

の、第40位までの事項について、年次的推移を見るため5年ごとにとめて表-3に示す。

表-3 多頻度キーワードの年次別(5年括約)生起数

項 目	31~35	36~40	41~45	46~50	51~55	56~60	61~63
樹脂積層化粧板	1	32	34	77	80	112	76
接着剤	4	74	63	98	104	43	16
製材機(帯のご機)	22	69	34	105	72	47	7
人工化粧単板	0	1	7	10	34	135	89
塗装方法・装置	0	66	53	36	42	54	19
単板はぎ合わせ装置	7	10	34	63	40	43	24
合成樹脂化粧合板	0	8	6	52	28	84	39
バーカ	1	23	25	53	33	47	20
バルブ製造	20	23	48	29	52	13	11
プリント、ラミネート合板	0	0	17	54	32	66	15
繊維板製造	6	36	37	39	24	26	15
家具・建具・造作	2	2	5	22	30	65	45
塗料(被覆用組成物)	1	41	40	26	23	12	15
単板搬送・仕分け・供給装置	5	3	9	28	30	49	27
ベニヤレース	2	3	15	8	22	31	57
防腐・防虫・防かび剤	1	20	18	19	17	33	27
ベニヤクリップ	9	3	9	14	47	34	13
パーティクルボード製造	1	16	22	20	21	37	12
天然木化粧合板	0	8	6	20	39	31	20
合板製造	2	7	18	38	25	17	3
難燃(防火)合板・耐火建材	0	16	16	40	22	14	0
樹脂処理木材・強化木	2	9	12	34	20	23	8
ベニヤドライヤ	5	8	12	17	19	19	27
プレーナ	6	8	2	21	24	22	9
木竹材の調色・染色	1	2	2	18	22	32	11
木材乾燥法・装置	7	17	19	12	13	14	5
木材処理用樹脂	0	19	39	9	4	2	5
ホットプレス	2	10	24	18	7	9	5
スライサ	6	5	4	30	17	7	5
木材の工芸的加工	0	1	6	14	19	25	8
チップ	2	5	12	8	24	12	10
フライス盤	0	6	10	12	15	19	10
壁構造・内外壁装	0	0	2	1	18	27	24
廃液処理・利用	0	4	11	25	14	13	5
建材用板材	0	3	8	15	9	18	18
接着剤塗布装置	0	10	11	15	20	7	6
建築用パネル	1	5	4	8	11	25	15
成形材(含木屑利用)	2	15	10	17	7	8	8
パルプの処理・加工	0	5	32	10	12	3	5
塗装合板	0	3	5	15	10	28	2

樹脂積層化粧板は、46年以降それまでの倍数以上を示し、56年からは更に増加している。新規な樹脂、処理法の開発が旺盛である。これと同系統の製品に、合成樹脂化粧合板、プリント・ラミネート合板があるが樹脂積層化粧板と全く同じ傾向を辿っている。

接着剤については、46年から55年までの10年間にピークがあり、以後は下火になっている。このピーク時に、従来品の変性が盛んになるとともに、新規な組成の製品が登場してくる。

製材機はどの年代も上位を占め、コンスタントな事項となっている。

人工化粧単板は流行品の最たるもので、50年代後半から続々と出願されてきた。この材料の主流は、淡色の単板を各種の色調に調色し、積層接着した後、切口を変えてスライス切削するものである。

塗装に関しては塗料とともにほぼコンスタントに経過している。

単板はぎ合わせ装置は、合板工場の省力化に欠かせない機種で、合板製造システムと関連しながら50年を中心に前後10年間、高い頻度を示している。単板搬送・仕分け・供給装置は、ベニヤクリップと共に51年から数多くの発明・考案が公告されている。その他の合板製造機械についてみると、ベニヤレースは50年代後半から急激に増え始めている。これは外周駆動方式の導入が影響していると思われる。ベニヤドライヤは平均的な動きであったが最近になって活発化してきた。送り方式の新考案も関係していると思われる。ホットプレスの改良は40年代にピークを示している。

木材のバルブ化は古くからの重要技術であり、30年代から多くの特許出願がなされている。繊維板の製造技術も木材の解繊に出発点があるところから同じ時期に出現頻度が高い。パーティクルボードの製造も30年代後半からコンスタントに出願されている。

壁構造，内外壁装，建材用板材，建築用パネルなど建築に関する材料
・工法の特許は，50年代に入ってから急増している。この方面はなお
増加の傾向が伺われる。

おわりに

この調査は事象の拾い出しに終始し，結果の集約，解析はまだ不十分である。しかし，わが国における木材工業に関する特許の内容を集計した資料としては画期的であると考え。木材の加工・利用に関する技術革新の方向の見定め，欠落部分の検索等に役立てられることを期待する。

第4章 木材工業の新技术体系に関するアンケート調査

1 アンケート調査の方法

木材工業を取り巻く環境は、内需拡大策の実施等による住宅需要と円高による輸入資源価格の実質的値下りによって、総じて好転している。しかし、この状況も部分的、一時的なもので、需要の伸びの限界、関税引き下げ、撤廃などの外圧の高まりに加えて、円高の進行に伴う国産材の競争力の低下や代替材に比べて未整備の木材供給体制等を考えると、わが国の木材工業は今後とも厳しい情勢にあるものと予想される。

こうした中で、木材工業が多様化・高度化する需要者のニーズに対応しつつ、その発展を図っていくためには、多品種少量生産、高品質高性能、かつ高歩留まり、ローコストという相互に矛盾するような要求に応える方向で抜本的な技術革新を進めることが必要である。このような木材工業の技術革新の方向、言い換えれば次代の技術体系を明らかにするのが、木材工業の新技术体系に関する調査の目的である。

このため、昨年度は材料別、業種別、技術別の技術ポテンシャル調査を実施し、木材工業の現状と問題点を明らかにするとともに、上記のようなニーズに対応する技術の構成、すなわち既存技術の改良の必要性ならびに新技术の導入の可能性について検討を加えた。この調査結果を踏まえて、本年度は西暦2000年の木材工業の発展状況の技術予測を試みた。その主要な情報源として、木材工業の新技术体系に関するアンケート調査を実施した。

本アンケート調査では、西暦2000年の木材工業の発展状況を予測し、そのために必要な技術開発課題、ならびにそのシーズとなる基礎的・先導的な研究課題を抽出するため、5タイプの設問を行った。なお、設問に対して有効な回答が得られるよう、選択法、シナリオライティング法、順位法、記述法の4つの手法を用いた。

タイプ0調査では、回答者の年代と職業を五者択一方式で問い、回答者を階層別に分類した。この分類に基づいて他のタイプの調査結果の分析を行った。

タイプI調査では、西暦2000年における木材工業の主要な29項目の事象について、楽観的、中間的、悲観的な3つのシナリオを描き、各シナリオの生起する確率を問い、各項目の確率分布から、西暦2000年の発展状況を予測した。

タイプII調査では、木材工業の需要構造、供給構造、産業構造、技術開発、経営技術戦略の5つの視点から、今後とくに発展するか、重要となる事項を十者択三・順位方式で問い、各事項の順位の出現頻度から、今後の技術開発の方向を予知した。

タイプIII調査では、今後の技術開発のニーズとなる可能性の高い基礎的・先導的な研究課題とその応用分野を記述および選択の両方式で問い、研究課題の分布状況から、研究の動向と技術開発の方向との関連を明らかにした。

タイプIV調査では、今後の木材工業の技術開発の展望、ならびに本調査に対する意見等を問い、技術開発に関連するキーワードの出現頻度から、技術開発に対する要請（ニーズ）の内容を整理するとともに、本調査に対する意見を参考にして、本調査結果のとおりまとめや公表の方法を工夫した。

本アンケート調査を通して今後の木材工業の技術開発に対する多くの貴重な情報が得られた。これらの情報に加えて、国都道府県等の木材産業施策、大学および国公立研究機関の研究動向、業界団体および民間企業の技術開発動向を整理すれば、わが国の木材工業の技術開発のガイドラインを作成することも可能であろう。そのためには次のような検討が必要である。

- ① 木材工業に対する社会各層の需要（ニーズ）を分析し、社会経済的にも均衡ある目標を設定する。

- ② 設定された目標をより具体的な木材工業の技術開発目標に変換して整理する。
- ③ 開発目標の内容を検討し、具体的な開発の方向性を提示し、技術開発課題を明らかにする。
- ④ 開発目標の相互関係、各々の重要度、緊急度、成熟度等を技術開発課題と関連させて評価し、その優先度を示す。
- ⑤ 各開発目標および技術開発課題について、その必要性および波及効果等を示すことによって開発を誘導・促進し、かつその普及をはかる。
- ⑥ 技術開発目標を具体的に達成するための基本的実現方策を検討する。
- ⑦ ③～⑥を総合して技術開発のガイドラインを作成する。

本調査で得られた情報は①～⑥の広範囲にわたり、とくに③および④に関連深いものが多い。これらの情報を整理するに当たっては、木材工業の技術開発目標に沿って分類するのが効果的である。しかし、本調査では具体的な技術開発目標のもとにアンケート調査を実施したわけではないので、意図的な分類整理方法を避け、需要構造、供給構造、産業構造、技術開発・経営技術戦略の分類にしたがって、個別技術開発課題の収集整理とその実現可能性の検討を行なうにとどめた。なお、次年度の作業では、本調査結果に基づいて技術開発目標の設定等の技術開発のガイドラインについて検討を加える予定である。

以上、本アンケート調査の方法の概要について記述した。タイプⅠ～Ⅳの調査については次節以下に詳しく記述する。それに先だって、これらの調査分析の要となる回答者の階層に対するタイプⅠ調査の集計結果についてまとめておく。

木材工業の新技术体系に関する調査の実施時期は平成元年3～4月である。アンケート調査票の発送先と回収状況は表-1に示すとおりである。

表－1 アンケート調査票の発送先と回収状況

発送先	発送数	回答数	回収率 %
	数 (%)	数 (%)	
行政機関	50 (12.8)	42 (17.2)	84.0
大学関係	94 (24.0)	— —	—
研究機関	96 (24.6)	— —	—
小 計	190 (48.6)	130 (53.3)	68.4
民間企業	151 (38.6)	72 (29.5)	47.6
総 計	391 (100.0)	244 (100.0)	62.4

アンケートの発送総数は391で、その内訳は、行政機関が50、大学関係が94、研究機関が96、民間企業が151である。行政機関については都道府県の林業専門技術員（SP）に、大学関係および研究機関については木材および木造建築に関係する研究室の大半に発送した。民間企業151の内訳は、製材15、集成材11、合板12、ボード14、建築住宅25、家具23、木工機械16、接着剤8、保存12、化学加工15である。

調査票の職業欄には、a 国都道府県の行政機関、b 大学・専門学校、c 国立試験研究機関、d 木材関連民間企業の経営営業部門、e 木材関連民間企業の技術研究部門の5つに区分したが、集計段階では行政（上記a）、研究（上記b+c）、民間（上記d+e）の3区分に集約した。回答総数は244で、その内訳は、行政42（17.2%）、研究130（53.3%）、民間72（29.5%）である。全体の回収率は62.4%で、行政84.0%、研究68.4%に比べて、民間47.6%とやや低い。

また、回答者の年代では20代が3（1.2%）、30代が29（11.9%）、40代が108（44.3%）、50代が81（33.2%）、60代以上が23（9.4%）である。各界で中心的に活躍している40代および50代が77.5%を占めている。

以下のタイプⅠ～Ⅳの調査結果の分析では、主として行政、研究、民間の

階層別の比較を行い、年代別の比較は参考にとどめる。

2 タイプ I 調査（シナリオ法）

(1) 調査の内容

技術予測の代表的な手法として、ある事象が実現する時期に対する専門家の直感による回答を求め、その結果を示して改めて回答を求めることをくり返して、実現時期を予測するデルファイ法と、ある時期における事象をいくつかのシナリオに描写し、各シナリオの生起する確率に対する回答を求め、それによって事象を予測するシナリオライティング法とがある。

木材工業は、構成する業種が多く、関連する技術も多岐にわたり、不確定な因子も多い。デルファイ法の場合、個々の事象について実現時期を予測するので、数多くの調査項目を設ける必要があり、また個々の実現時期から木材工業の全体像を再構成することは容易なことではない。これに対して、シナリオライティング法の場合、木材工業の主要な事象についてシナリオに描写し、その生起確率を求めるので、回答者が答えやすく、また木材工業の全体像を把握することが容易である。ただし、予測の成否がすべてシナリオの適否に係わっているので、シナリオ作成には万全を期さねばならない。

このような理由から木材工業の技術予測にシナリオライティング法を用いることとし、シナリオの作成方法を検討した。検討にあたって留意した事項は次のとおりである。

- ① 木材工業の範囲をどうするか……関連産業をどこまで含めるか
- ② 技術の分類をどうするか……木材の加工技術体系か、一般的な体系か
- ③ 資源、需給の予測の根拠をどうするか……公表されたものか、起案するか

- ④ 予測時期をいつにするか…… 10, 20, 30年後か
- ⑤ シナリオの内容をどうするか……形式, 定量定性, 作成者をどうするか, 前年度の技術ポテンシャル調査をどう利用するか
- ⑥ シナリオライティング法の利点と限界……他に補足調査が必要か

以上の諸問題について, 数回の調査研究委員会および同専門委員会で審議し, 次のような方針でシナリオを作成することとした。

- 1) 木材工業関連産業として次の8業種を選ぶ。

産業構造

- 製材業……………国産材製材, 外材製材
- 集成材工業……………造作用および構造用集成材, フローリングを含む
- 合板工業……………普通および特殊合板, LVLを含む
- 木質ボード工業……………木質および複合ボード
- 木質系住宅産業……………在来軸組, 枠組壁工法, 木質パネル, 丸太組工法住宅等
- 木質部材部品産業……………木製建具, ユニット, システム等
- 機械プレカット業……………住宅産業と分ける
- 家具産業……………木製家具, 内装システム等
- その他……………梱包材, 産業資材等は需要構造, 木材化学工業は技術開発の中で触れる。紙パルプ産業は除く

- 2) 主としてハードな木材加工技術とソフトな生産システムとに大別する。

- 技術開発 (ハード) ……切削, 乾燥, 接着, 強度保証, 防腐・防虫, 防耐火, 化学加工の7技術

経営技術戦略（ソフト）…技術開発力，省力・省エネルギー，流通
マーケティング，海外生産，産業動向の
6 戦略

- 3) 木材需給については，世界はFAO（国連食糧農業機構）の「世界の林産物の需要見通し」，日本は林野庁の「重要な林産物の需要および供給に関する長期見通し」を引用する。

需要構造……世界，日本，住宅・建築，その他

供給構造……世界，日本，国産針葉樹材，国産広葉樹材，輸入材

- 4) 予測時期を西暦2000年とする……本来は20～30年後の方が興味深い，これまでにシナリオ作成実績がなく，その根拠となる資料も少ないので，今回は比較的近未来の11年後とする。

- 5) 楽観的，中間的，悲観的な3つのシナリオを150～200字で作成する。なお，技術ポテンシャル調査結果に基づいて，現在の技術進展傾向を西暦2000年まで延長したものを中間的，より進展の大きいものを楽観的，小さいものを悲観的シナリオとする。

シナリオの内容は木材工業の行政，研究，技術に係わる者であれば容易に理解できる範囲とし，不確定因子の多いものは定性的表現，確定因子の多いものは定量的表現とする。

A，B，C3つのシナリオの事象は進展状況を相互に関連付け連続的に描写し，3つの生起確率の回答を求める。なお，生起確率は10%単位とし，3つの合計が100%となるようにする。

- 6) シナリオライティング法では個々の事象の生起確率を知ることではできても，各事象に対する見解，事象間の期待度の差，さらには具体的な技術開発課題等を抽出することはできない。

各事象に対する見解を知るため，タイプI調査の回答欄に，生起確

率の他に各事象との関係の有無，ならびに各シナリオに対するコメントを記入する。

事象間の期待度の差についてはタイプⅡ調査（順位法），具体的な技術開発課題についてはタイプⅢ調査（記述法および選択法）で，その詳細を知ることができる。

以上のような方針のもとに，次のようなタイプⅠ調査票を作成した。

タイプⅠ調査票

西暦2000年における木材工業および関連産業の状況を、

1. 需要構造、2. 供給構造、3. 産業構造、4. 技術開発、5. 経営技術戦略の5分野29の事象に分け、各事象をA、B、Cの3つのシナリオに描写しました。（一般にA楽観的、B中間的、C悲観的シナリオです。）

各事象に対するA、B、C3つのシナリオについて、その生起する確率を10%単位でお答え下さい。なお、3つのシナリオは各事象の発展状況を連続的に描写してありますので、3つの生起確率の合計が100%になるようにして下さい。また、各シナリオに対する賛否のコメントがあれば右欄にご記入下さい。

西暦2000年の事象シナリオの項目表

- | | |
|------------------|-----------------|
| 1. 需要構造 | Q15. 部材部品産業 |
| Q1. 世界の木材需要 | Q16. 機械プレカット業 |
| Q2. 日本の木材需要 | Q17. 家具産業 |
| Q3. 住宅・建築の木材需要 | 4. 技術開発 |
| Q4. 住宅・建築以外の木材需要 | Q18. 切削技術 |
| 2. 供給構造 | Q19. 乾燥技術 |
| Q5. 世界の木材供給 | Q20. 接着技術 |
| Q6. 日本の木材供給 | Q21. 強度保証技術 |
| Q7. 国産針葉樹材の供給 | Q22. 防霉・防虫技術 |
| Q8. 国産広葉樹材の供給 | Q23. 防耐火技術 |
| Q9. 輸入材の供給 | Q24. 化学加工技術 |
| 3. 産業構造 | 5. 経営技術戦略 |
| Q10. 製材業 | Q25. 技術開発力 |
| Q11. 集成材工業 | Q26. 省力・省エネルギー |
| Q12. 合板工業 | Q27. 流通・マーケティング |
| Q13. 木質ボード工業 | Q28. 海外生産 |
| Q14. 木質系住宅産業 | Q29. 産業動向 |

(2) 調査結果の概要

ア. 調査分析にあたって

西暦 2000 年における木材工業の主要な 29 項目の事象について，A 楽観的，B 中間的，C 悲観的な 3 つのシナリオを描き，各シナリオの生起する確率を問い，242 名の有効回答を得た。各項目に対する詳細な検討は次節に譲り，ここでは 29 項目に対する全体的な傾向について検討を加えることにする。

調査回答を一覧し，数名の回答者の意見を聴取した限りにおいては，本アンケート調査の範囲が多岐にわたり，回答方法も多様な形式を求めたので，回答者に多大な努力を強いたことは想像に難くない。とくに，タイプ I 調査のシナリオが描く複雑な事象に回答者が苦慮されたことであろう。

シナリオライティング法による調査を実施する場合，その成否は一にシナリオの適否に係わっている。そのため，本調査のシナリオ作成委員会においてもかなりの精力を傾注して，29 項目の個々のシナリオの練成および相互の関係の確保に努めた。しかし，各項目の事象に対して，必要かつ十分な事項を選び，その発展状況に応じて A，B，C の 3 つのシナリオを連続的に表現することはきわめて困難であった。各項目ともシナリオ B が中間的な予測になるように配慮したにもかかわらず項目間で多少のズレを生じ，シナリオ A および C との振れ幅も必ずしも同程度ではない。とはいえ，この種の調査で万全を期すことは難しく，ある程度の誤差が生ずるのはやむをえないことであろう。

イ. 調査分析の指標

29 項目について，回答者全員から得た A，B，C の 3 つのシナリオに対する生起確率の平均値 および標準偏差を表 2 および図 1 に，シ

ナリオ B に対する偏差値を表-3 に示す。

各シナリオの生起確率の平均値は、A が 17~36%、B が 38~56%、C が 23~41% でその標準偏差は A が 9.8~21.9%、B が 13.0~19.8%、C が 13.0~24.9%、変動係数は A が 44~97%、B が 25~45%、C が 45~75% である。このように各シナリオの生起確率は広い分布を示しているため、その平均値をもって分析することは問題であるかもしれないが、全体の傾向を把握する上で最も簡易な指標と思われるので、まず平均値による分析を進めるものとする。

一方、シナリオ B と回答者の生起確率の総計とを比較するため、「偏差値」を導入して両者の偏差を数値化する。この偏差値 S は、単純にシナリオ A の生起確率の平均値から B のそれを減じたものである。詳しくは、次式のように、A、B、C の座標を +1、0、-1 にとり、それに各回答の生起確率を乗じ、その総和を回答数で除したものである。

$$S = \frac{1}{n} \left\{ \sum^n (1 \times P_{nA}) + \sum^n (0 \times P_{nB}) + \sum^n (-1 \times P_{nC}) \right\}$$
$$= \bar{P}_A - \bar{P}_C$$

ここで、n は回答数、 P_{nA} 、 P_{nB} 、 P_{nC} はシナリオ A、B、C の生起確率、 \bar{P}_A 、 \bar{P}_C は A および C の生起確率の平均値である。S は +100~0~-100% の範囲にあり、+100% は A、0% は B、-100% は C に一致していることを示す。また、シナリオ B を基準としてみれば、±5% 未満は B に賛成、±5~10% は一部に異議あり、±10% 以上は全体的に異議ありと読みとることができよう。

表 2 - 1 西暦 2000 年の事象シナリオの生起確率の階層別平均値 (%)

事象シナリオの項目と設問番号		全 数			行 政			研 究			民 間		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
需 要 構 造	1 世界の木材需要	24.1	48.0	27.9	22.1	50.4	27.6	24.7	46.3	29.0	23.4	50.5	26.1
	2 日本の木材需要	23.5	50.3	26.1	21.2	52.8	26.0	21.8	51.6	26.6	26.8	47.8	25.4
	3 住宅・建築の木材需要	21.0	55.7	23.3	17.8	60.1	22.1	22.3	53.5	24.3	19.6	57.4	23.0
	4 住宅・建築以外の木材需要	30.5	38.9	30.6	32.1	37.8	30.1	29.4	40.4	30.2	29.9	37.9	32.1
	平 均	24.78	48.23	26.98	23.30	50.28	26.45	24.55	47.95	27.53	24.93	48.40	26.65
供 給 構 造	5 世界の木材供給	19.4	45.7	34.8	18.7	50.6	30.7	19.6	44.5	35.9	18.7	45.4	35.9
	6 日本の木材供給	20.7	42.5	36.9	20.7	50.0	29.3	21.3	42.8	35.9	19.3	37.7	43.0
	7 国産針葉樹材の供給	17.0	42.3	40.7	16.5	47.3	36.2	17.4	43.3	39.3	15.9	37.9	46.2
	8 国産広葉樹材の供給	19.1	38.3	42.6	20.6	38.9	40.5	19.1	40.2	40.7	16.9	34.9	48.2
	9 輸入材の供給	20.6	39.7	39.7	21.6	47.1	31.3	21.1	39.7	39.2	19.2	35.1	45.7
平 均	19.36	41.70	38.94	19.62	46.78	33.60	19.70	42.10	38.20	18.00	38.20	43.80	
産 業 構 造	10 製材業	16.6	48.5	34.9	18.0	51.5	30.5	16.7	49.1	34.2	15.1	45.5	39.3
	11 集成材工業	29.8	45.8	24.4	33.3	45.7	21.0	26.9	47.8	25.3	31.9	42.9	25.2
	12 合板工業	19.4	42.9	37.7	20.7	43.3	36.0	19.7	43.8	36.5	17.6	41.5	40.9
	13 木質ボード工業	25.5	45.2	29.3	22.7	48.8	28.5	25.8	46.8	27.5	26.2	40.7	33.1
	14 木質系住宅産業	24.8	44.5	30.6	22.9	47.3	29.8	25.0	44.5	30.5	25.3	43.4	31.3
	15 部材部品産業	36.2	40.2	23.7	33.9	38.8	27.3	36.1	40.9	23.0	36.9	40.4	22.7
	16 機械ブレイカット業	29.4	44.4	26.3	31.5	44.6	23.9	26.8	46.0	27.2	32.3	41.2	26.4
	17 家具産業	30.3	43.6	26.1	33.7	42.1	24.3	29.5	46.0	24.4	29.8	40.0	30.1
平 均	26.50	44.39	29.13	27.09	45.26	27.66	25.81	45.61	28.58	26.89	41.95	31.13	
技 術 開 発	18 切削技術	25.2	48.3	26.5	24.6	50.6	24.8	23.0	48.7	28.3	29.1	46.0	24.9
	19 乾燥技術	31.0	40.9	28.1	36.7	38.2	25.1	28.6	43.9	27.5	31.5	37.2	31.3
	20 接着技術	29.2	45.0	25.8	31.3	47.9	20.7	27.7	46.0	26.3	30.3	42.1	27.7
	21 強度保証技術	23.7	48.9	27.4	22.8	53.2	24.0	24.3	48.6	27.2	23.2	46.7	30.1
	22 防腐・防虫技術	21.2	39.9	38.9	23.7	39.5	36.8	20.2	41.5	38.3	21.1	37.7	41.2
	23 防耐火技術	21.7	39.6	38.7	26.2	40.6	33.2	20.7	42.5	36.9	20.1	34.1	45.7
	24 化学加工技術	21.3	37.8	40.9	21.7	41.2	37.1	20.4	38.0	41.6	22.2	35.4	42.4
平 均	24.76	42.91	32.33	26.71	44.46	28.81	23.56	44.17	32.30	25.36	39.89	34.76	
経 営 技 術 戦 略	25 技術開発力	17.0	48.0	35.0	16.3	50.5	33.2	16.6	50.6	32.8	17.7	42.1	40.2
	26 省力・省エネルギー	21.4	48.3	30.4	21.4	49.3	29.3	21.6	48.3	30.1	20.2	48.1	31.7
	27 流通・マーケティング	22.5	45.0	32.6	25.5	44.9	29.6	21.2	45.8	33.0	22.1	43.7	34.3
	28 海外生産	24.7	41.5	33.9	22.8	43.3	33.9	23.9	41.7	34.4	25.4	40.1	34.5
	29 産業動向	24.9	47.8	27.3	22.8	50.8	26.4	23.4	49.5	27.1	27.6	44.3	28.1
平 均	22.10	46.12	31.84	21.76	47.76	30.48	21.34	47.18	31.48	22.60	43.66	33.76	
総 平 均		23.50	44.67	31.84	23.70	46.91	29.40	22.99	45.40	31.62	23.56	42.42	34.02

表2-2 西暦2000年の事象シナリオの生起確率の階層別平均値(%)

事象シナリオの項目と設問番号		全 数			関 係 あ り			関 係 な し		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
需 要 構 造	1 世界の木材需要	24.1	48.0	27.9	24.1	49.1	26.8	24.5	47.4	28.1
	2 日本の木材需要	23.5	50.3	26.1	24.5	50.7	24.8	22.6	50.7	26.7
	3 住宅・建築の木材需要	21.0	55.7	23.3	20.3	56.8	23.0	21.9	54.5	23.6
	4 住宅・建築以外の木材需要	30.5	38.9	30.6	33.9	36.7	29.4	27.9	40.8	31.2
	平 均	24.78	48.23	26.98	25.70	48.33	26.00	24.23	48.35	27.40
供 給 構 造	5 世界の木材供給	19.4	45.7	34.8	20.3	46.8	32.9	18.8	45.5	35.7
	6 日本の木材供給	20.7	42.5	36.9	20.5	42.4	37.1	21.6	42.5	35.9
	7 国産針葉樹材の供給	17.0	42.3	40.7	17.6	41.3	41.1	16.8	42.9	40.3
	8 国産広葉樹材の供給	19.1	38.3	42.6	20.8	38.5	40.7	18.2	38.2	43.6
	9 輸入材の供給	20.6	39.7	39.7	20.8	38.1	41.1	20.9	41.2	37.9
平 均	19.36	41.70	38.94	20.00	41.42	38.58	19.26	42.06	38.68	
産 業 構 造	10 製材業	16.6	48.5	34.9	16.5	50.1	33.5	16.8	48.5	34.6
	11 集成材工業	29.8	45.8	24.4	31.1	46.1	22.9	29.4	46.2	24.4
	12 合板工業	19.4	42.9	37.7	18.4	43.5	38.1	19.9	42.6	37.4
	13 木質ボード工業	25.5	45.2	29.3	24.7	45.4	29.9	26.0	45.4	28.6
	14 木質系住宅産業	24.8	44.5	30.6	27.1	44.9	28.0	23.4	44.6	32.1
	15 部材部品産業	36.2	40.2	23.7	40.7	37.2	22.1	33.2	42.2	24.7
	16 機械プレカット業	29.4	44.4	26.3	32.4	43.1	24.5	28.2	44.9	26.9
	17 家具産業	30.3	43.6	26.1	35.3	41.2	23.5	28.4	44.5	27.1
平 均	26.50	44.39	29.13	28.28	43.94	27.81	25.66	44.86	29.48	
技 術 開 発	18 切削技術	25.2	48.3	26.5	25.8	48.6	25.7	25.3	47.9	26.8
	19 乾燥技術	31.0	40.9	28.1	34.2	40.0	25.8	27.1	42.6	30.3
	20 接着技術	29.2	45.0	25.8	29.8	45.1	25.1	28.7	45.6	25.7
	21 強度保証技術	23.7	48.9	27.4	22.9	48.7	28.3	24.3	49.5	26.2
	22 防霉・防虫技術	21.2	39.9	38.9	20.0	41.0	39.0	21.2	39.5	39.2
	23 耐火技術	21.7	39.6	38.7	22.2	36.6	41.2	21.2	41.2	37.8
	24 化学加工技術	21.3	37.8	40.9	20.0	40.1	40.0	21.8	37.1	41.1
	平 均	24.76	42.91	32.33	24.99	42.87	32.16	24.23	43.34	32.44
経 営 技 術 戦 略	25 技術開発力	17.0	48.0	35.0	16.8	48.3	35.0	17.1	49.3	33.6
	26 省力・省エネルギー	21.4	48.3	30.4	20.6	49.1	30.3	22.0	47.8	30.2
	27 流通・マーケティング	22.5	45.0	32.6	24.7	42.3	33.0	21.6	46.3	32.1
	28 海外生産	24.7	41.5	33.9	26.4	42.4	31.3	23.7	41.8	34.6
	29 産業動向	24.9	47.8	27.3	26.6	48.5	25.0	23.9	48.0	28.2
平 均	22.10	46.12	31.84	23.02	46.12	30.92	21.66	46.64	31.74	
総 平 均		23.50	44.67	31.84	24.40	44.54	31.09	23.01	45.05	31.95

表2-3 西暦2000年の事象シナリオの生起確率の階層別標準偏差(%)

事象シナリオの項目と設問番号		全 数			行 政			研 究			民 間		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
需 要 構 造	1 世界の木材需要	13.7	15.6	18.0	11.2	14.9	16.9	14.8	15.9	18.5	13.0	15.1	18.3
	2 日本の木材需要	15.5	15.5	15.7	14.2	14.4	15.2	14.2	15.6	15.4	17.9	15.7	16.8
	3 住宅・建築の木材需要	14.3	16.2	15.1	9.8	15.3	13.6	15.8	16.1	15.6	13.5	16.8	15.5
	4 住宅・建築以外の木材需要	18.5	15.7	17.4	19.6	15.2	18.4	18.1	16.7	17.1	18.6	14.5	18.1
	平 均	15.50	15.75	16.55	13.70	14.95	16.03	15.73	16.08	16.65	15.75	15.53	17.18
供 給 構 造	5 世界の木材供給	14.2	17.5	20.1	13.2	18.7	18.2	14.3	16.6	19.7	15.0	18.5	22.5
	6 日本の木材供給	14.5	18.0	21.9	10.2	17.3	17.5	15.8	18.8	21.8	14.7	16.0	23.5
	7 国産針葉樹材の供給	13.2	18.4	22.1	13.8	19.4	20.7	13.2	18.3	22.6	12.6	17.1	21.9
	8 国産広葉樹材の供給	16.4	17.3	21.9	18.1	17.4	21.0	15.4	17.7	21.3	16.4	16.7	22.8
	9 輸入材の供給	14.2	18.3	22.2	15.4	18.1	18.4	13.7	18.0	22.1	14.8	18.5	23.9
平 均	14.50	17.90	21.65	14.14	18.18	19.16	14.48	17.88	21.50	14.70	17.36	22.92	
産 業 構 造	10 製材業	12.5	17.4	18.2	11.7	16.3	17.2	12.2	17.0	17.3	13.7	18.7	20.1
	11 集成材工業	16.0	15.3	17.4	19.4	16.0	14.3	14.3	15.6	17.3	15.5	14.2	19.3
	12 合板工業	12.8	18.4	21.7	13.9	19.8	23.5	13.1	17.5	20.3	11.6	19.6	23.3
	13 木質ボード工業	14.9	16.5	21.1	12.4	16.1	19.2	14.3	16.0	19.2	17.3	17.4	24.9
	14 木質系住宅産業	16.1	17.5	18.9	12.8	18.1	19.9	15.7	17.4	18.8	18.3	17.4	19.3
	15 部材部品産業	17.7	14.6	15.0	17.3	17.5	18.9	17.7	14.2	13.4	18.3	13.9	15.2
	16 機械プレカット業	16.9	15.5	15.7	17.2	15.6	13.8	16.1	15.9	15.6	18.2	15.0	17.2
	17 家具産業	15.2	15.2	18.0	17.9	16.6	18.7	14.1	15.3	17.5	15.3	13.6	18.5
平 均	15.26	16.30	18.25	15.33	17.00	18.19	14.69	16.11	17.43	16.04	16.23	19.73	
技 術 開 発	18 切削技術	15.0	15.9	16.7	14.5	15.4	15.1	14.6	16.5	17.8	15.7	15.5	16.0
	19 乾燥技術	19.0	16.2	17.9	21.9	17.0	17.7	16.9	16.6	17.2	20.3	14.1	19.1
	20 接着技術	15.7	16.1	18.6	13.7	16.3	13.0	15.5	16.0	19.3	17.5	16.0	20.2
	21 強度保証技術	16.1	16.8	17.1	14.5	16.4	10.4	17.8	17.2	18.4	14.4	16.3	18.1
	22 防蟻・防虫技術	13.0	15.5	19.6	14.4	14.3	18.8	12.6	16.7	20.1	12.8	14.3	19.7
	23 防耐火技術	13.4	16.4	22.2	14.1	15.7	18.4	11.9	16.7	20.8	15.0	15.2	25.3
	24 化学加工技術	12.5	15.1	19.7	9.9	14.9	16.7	13.3	15.8	20.9	12.4	14.0	19.6
平 均	14.96	16.00	18.83	14.71	15.71	15.73	14.66	16.50	19.21	15.44	15.06	19.71	
経 営 技 術 戦 略	25 技術開発力	13.3	17.7	19.6	11.6	18.1	19.2	13.1	17.5	17.8	14.5	16.6	22.3
	26 省力・省エネルギー	16.0	17.0	18.2	13.8	17.1	18.0	17.3	17.1	18.5	15.0	16.7	18.4
	27 流通・マーケティング	15.4	15.7	17.1	14.1	14.8	16.1	15.6	17.5	17.8	15.6	13.0	16.3
	28 海外生産	15.2	14.7	16.5	14.5	16.7	19.5	14.7	14.6	16.7	15.9	13.8	14.2
	29 産業動向	16.4	16.4	15.5	14.6	17.2	14.6	14.7	15.5	15.1	19.4	17.1	16.9
平 均	15.26	16.30	17.38	13.72	16.78	17.48	15.08	16.44	17.18	16.08	15.44	17.62	
総 平 均		15.10	16.45	18.53	14.32	16.52	17.32	14.93	16.60	18.39	15.60	15.92	19.43

表3 西暦2000年の事象シナリオBに対する階層別偏差値

(シナリオA(%) - シナリオC(%))

事象シナリオの項目と設問番号		シナリオA(%) - シナリオC(%)						行政 -民間 (%)	全数 -研究 (%)	関係あり -なし (%)
		全数	行政	研究	民間	関係あり	関係なし			
需要 構造	1 世界の木材需要	-3.8	-5.5	-4.3	-2.7	-2.7	-3.6	-2.8	+0.5	+0.9
	2 日本の木材需要	-2.6	-4.8	-4.8	+1.4	-0.3	-4.1	-6.2	+2.2	+3.8
	3 住宅・建築の木材需要	-2.3	-4.3	-2.0	-3.4	-2.7	-1.7	-0.9	-0.3	-1.0
	4 住宅・建築以外の木材需要	-0.1	+2.0	-0.8	-2.2	+4.5	-3.3	+4.2	+0.7	+7.8
	平均	-2.20	-3.15	-2.98	-1.73	-0.30	-3.18	-1.43	+0.78	+2.88
供給 構造	5 世界の木材供給	-15.4	-12.0	-16.3	-17.2	-12.6	-16.9	+5.2	+0.9	+4.3
	6 日本の木材供給	-16.2	-8.6	-14.6	-23.7	-16.6	-14.3	+15.1	-1.6	-2.3
	7 国産針葉樹材の供給	-23.7	-19.7	-21.9	-30.3	-23.5	-23.5	+10.6	-1.8	0
	8 国産広葉樹材の供給	-23.5	-19.9	-21.6	-31.3	-19.9	-25.4	+11.4	-1.9	+5.5
	9 輸入材の供給	-19.1	-9.7	-18.1	-26.5	-20.3	-17.0	+16.8	-1.0	-3.3
平均	-19.58	-13.98	-18.50	-25.80	-18.58	-19.42	+11.82	-1.08	+0.84	
産 業 構 造	10 製材業	-18.3	-12.5	-17.5	-24.2	-17.0	-17.8	+11.7	-0.8	+0.8
	11 集成材工業	+5.3	+12.3	+1.6	+6.7	+8.2	+5.0	+5.7	+3.7	+3.2
	12 合板工業	-18.3	-15.3	-16.8	-23.3	-19.7	-17.5	+8.0	-1.5	-2.2
	13 木質ボード工業	-3.8	-5.8	-1.7	-6.9	-5.2	-2.6	+1.1	-2.1	-2.6
	14 木質系住宅産業	-5.8	-6.9	-5.5	-6.0	-0.9	-8.7	-0.9	-0.3	+7.8
	15 部材部品産業	+12.5	+6.6	+13.1	+14.2	+18.6	+8.5	-7.6	-0.6	+10.1
	16 機械プレカット業	+3.1	+7.6	-0.4	+5.9	+7.9	+1.3	+1.7	+3.5	+6.6
	17 家具産業	+4.2	+9.4	+5.1	-0.3	+11.8	+1.3	+9.7	-0.9	+10.5
平均	-2.64	-0.58	-2.76	-4.24	+0.46	-3.81	+3.68	+0.13	+4.28	
技 術 開 発	18 切削技術	-1.3	-0.2	-5.3	+4.2	+0.1	-1.5	-4.4	+4.0	+1.6
	19 乾燥技術	+2.9	+11.6	+1.1	+0.2	+8.4	-3.2	+11.4	+1.8	+11.6
	20 接着技術	+3.4	+10.6	+1.4	+2.6	+4.7	+3.0	+8.0	+2.0	+1.7
	21 強度保証技術	-3.7	-1.2	-2.9	-6.9	-5.4	-1.9	+5.7	-0.8	-3.5
	22 防霉・防虫技術	-17.7	-13.1	-18.1	-20.1	-19.0	-18.0	+7.0	+0.4	-1.0
	23 防耐火技術	-17.0	-7.0	-16.2	-25.6	-19.0	-16.7	+18.6	-0.8	-2.3
	24 化学加工技術	-19.6	-15.4	-21.2	-20.2	-20.0	-19.3	+4.9	+1.6	-0.7
	平均	-7.57	-2.10	-8.74	-9.40	-7.17	-8.23	+7.31	+1.17	+1.06
経 営 技 術 戦 略	25 技術開発力	-18.0	-16.9	-16.2	-22.5	-18.2	-16.5	+5.6	-1.8	-1.7
	26 省力・省エネルギー	-9.0	-7.9	-8.5	-11.5	-9.7	-8.2	+3.6	-0.5	-1.5
	27 流通・マーケティング	-10.1	-4.1	-11.8	-12.2	-8.3	-10.5	+8.1	+1.7	+2.2
	28 海外生産	-9.2	-11.1	-10.5	-9.1	-4.9	-10.9	-2.0	+1.3	+6.0
	29 産業動向	-2.4	-3.6	-3.7	-0.5	-1.6	-4.3	-3.1	+1.3	+5.9
平均	-9.74	-8.72	-10.14	-11.16	-7.90	-10.08	+2.44	+0.40	+2.18	
総平均		-8.35	-5.71	-8.62	-10.47	-6.70	-8.94	+4.76	+0.28	+2.25

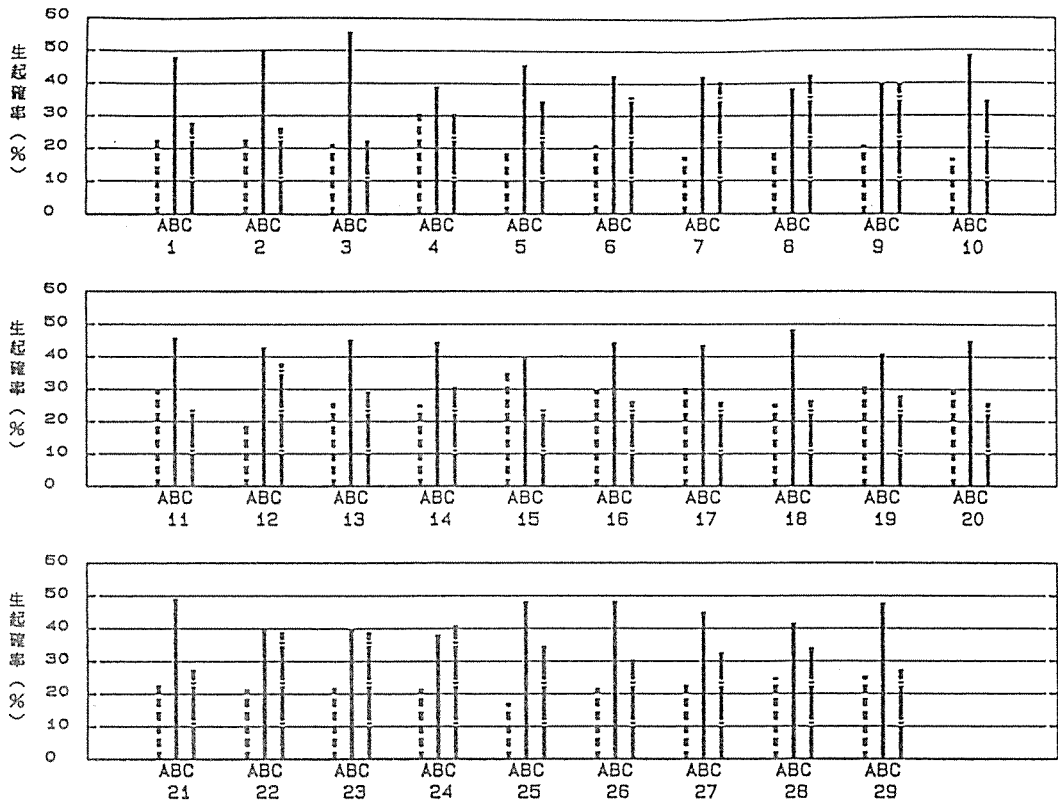


図-1 回答者全数に対する設問別のシナリオA, B, C生起確率の分布 (横軸の数字は設問番号)

ウ. 調査分析の概要

さて、A, B, Cの3つのシナリオが各事象の発展状況を連続的に描写しているとすると、最も大きな生起確率があると回答されたシナリオが西暦2000年における木材工業に近い姿を表わしていることになる。また、図-1の生起確率のA, B, Cの分布性状、あるいは表-3の偏差値を考慮すれば、3つのシナリオを合成してより精度の高い一つのシナリオに書き改めることが可能であろう。さらに、回答者のコメントを分析すればより有効であることは言うまでもないが、ここでは混乱を避けるため生起確率の平均値、分布性状、偏差値の3つによって分析を進

めることにする。

図-1 および表2-1の全回答者のシナリオA, B, Cに対する生起確率の平均値をみると, Q8国産広葉樹の供給(A19%, B38%, C43%)を除いて, 事象の進展が中間的であるとするシナリオBが最大の生起確率(29項目を平均すると, A23%, B45%, C32%)を獲得しており, このことはシナリオ作成者の考えが回答者の多くの人々の考えと一致していたことを示す。

ところが, 29項目の中には, シナリオBよりもCの方が大きいもの(Q8), Cと同程度のもの(Q7, Q9, Q12, Q22, Q23, Q24), あるいはAと同程度のもの(Q15)がある。また, シナリオBが最大の生起確率を示しているにもかかわらず, シナリオAがCよりもかなり大きいもの(Q5, Q6, Q10, Q12, Q25, Q26, Q27)がある。これら項目は, 前記の偏差値Sで見れば, +10%以上あるいは-10%以下のものである。このような現象は, その項目の未来について人々が多様な考えを持っていることを示すとともに, その項目の今後の発展が期待できるか, あるいは後退の恐れが強いかを判断する一つの指標とみなされる。

さらに, A, B, C3つのシナリオのうちシナリオBは現在の技術進展傾向をそのまま西暦2000年まで延長する観点から書かれている。例えば, 「大きな進展は見られないものの順調に推移し」, 「横ばいである」, 「微増に推移する」, 「…が達成されるに留まる」のような表現が多用されている。もっとも, 項目によってはシナリオ作成者の考えによって, シナリオBの進展傾向が現状より前進または後退の方向に少しく平行移動された観点で記述されているものであるが, その幅はそんなに大きなものではない(大きくならないように保たれた)。このように

現在の進展傾向を基準においてシナリオ B が書かれているとすれば、上記のような回答の B からのズレ（偏差値）は、木材工業の将来における進展、後退を予測する大変興味ある指標となるものと考えられる。

この偏差値 S について、回答者の行政，研究，民間の 3 つの職種別に少しく分析を加えてみる。なお，シナリオとの関係の有無による生起確率の差は少なかったため，これらは分析対象から除外した。

29 項目にわたる全回答者の偏差値 S の総平均値は -8.35% である。これは，シナリオ A，B，C を $+100\%$ ， 0% ， -100% としたときの生起確率分布の付置関係，すなわちシナリオ B から C の方に 8.35% 振れていることを示している。なお，29 項目中 23 項目は C の方に最大 23.7% ，逆に 6 項目は A の方に最大 12.5% 振れている。このように，回答者は木材工業の将来に対して，シナリオ B から C よりのやや厳しい見方をしていることが窺われる。

職種別に偏差値の，総平均値をみると，行政が -5.71% ，研究が -8.62% ，民間が -10.47% である。研究の総平均は回答者数が全体の 48.6% を占めていることもあって全回答者の総平均 -8.35% とに近い値となり，これに対して，行政は 2.64% 小さく，逆に民間は 2.12% 大きい値となっている。また，両者の差は総平均値で 4.76% もあり，最も差の大きい項目では 18.6% に達している。このように，木材工業の将来に対して，行政よりも民間の方が厳しい見方をしているといえよう。

エ. 調査分析結果

29 項目について，需要構造，供給構造，産業構造，技術開発，経営技術戦略の 5 つの視点から分析してみる。なお，ここでは各シナリオの内容には深く係わらず，生起確率の分布や偏差値から，回答者のシナリオに対する賛否の程度を計ることとする。

(ア) 需要構造 (Q 1 ~ Q 4)

4つの項目すべてについて生起確率の平均値は、中間的なシナリオ B が最も大きく、A および C が B よりかなり低く同レベルで分布している。Q 1 ~ Q 3 に比べて Q 4 の B の生起確率がやや低い。全体の偏差値は -0.1 ~ -3.8 % ときわめて小さく、行政と民間の偏差値の差も Q 2 と Q 4 がやや大きいですが、特記する程度ではない。

したがって、職種にかかわらず、西暦 2000 年の木材需要は現状と同傾向、すなわち F A O の「世界の林産物の需要見通し」や林野庁の「重要な林産物の需要および供給に関する長期見通し」に近い状態で推移すると予測されている。

(イ) 供給構造 (Q 5 ~ Q 9)

全項目について楽観的なシナリオ A の生起確率が 20 % 以下で最も低く、B、C はほぼ同じで 40 % 程度である。また、偏差値もすべて -15 % 以下ときわめて大きく、とくに国産材の供給に対する Q 7 と Q 8 の偏差値の -23 % 以下が目される。

悲観的なシナリオ C の生起確率が 40 %、偏差値が -15 % という高いレベルを示すことから、木材供給の今後がきわめて厳しいものと考えられているわけである。とくに、Q 7 ~ Q 9 に対して C の生起確率が高いことは、国産材の供給があまり増えず、木材供給の多くの部分を依然として外材に依存せざるをえないと予測されていることを示す。国産材時代の到来が叫ばれているが、その実現はきわめて難しいという見方が大勢を占めている。

ここで、Q 6 ~ Q 9 の項目について職種別に傾向をみると、行政と民間との間にはかなりの見方の差異があることがわかる。民間は行政に比べて、シナリオ C の生起確率が 10 ~ 18 % 高く、偏差値も 11 ~

17%負側になっている。すなわち、行政が国産材供給の増加に対して期待をもち、外材輸入が現在より減少して6割程度になるとみているのに対して、民間は国産材供給に対してより悲観的で、外材比率が依然として7割を占めるとみている。

(ウ) 産業構造 (Q10～Q17)

シナリオCの生起確率が35%以上の業種は製材業と合板工業であり、これに対して、シナリオAがCよりも大きな生起確率となっている業種が集成材工業、部材部品産業、機械プレカット業である。また、偏差値でも製材業と合板工業がともに-18.3%できわめて大きく、逆に、集成材工業、部材部品産業、機械プレカット業、家具産業が正の値となっている。とくに、部材部品産業はシナリオAの生起確率が本調査中で最も高く、偏差値も正側で最も大きい。さらに、上記の生起確率および偏差値の示す傾向は、行政、研究、民間の順に増幅されている。

製材業および合板工業に対しては、シナリオの内容がかなり悲観的に描写されているにもかかわらず、回答はより悲観的な見方が多く、しかもこれらの工業を実際に営んでいる民間にその傾向が強く、事態の深刻さを物語っている。従来から木材工業の中心を占めてきた製材、合板製造がきわめて厳しい状況に置かれていることは、産業構造の転換など強力な対策が講じられなければ、わが国における木材工業の存続に関わる問題となろう。

一方、木質系住宅産業が住宅建設数の横ばい及至微減傾向を反映して現状維持かやや下向きの予測となっているにもかかわらず、部材部品産業は今後発展する業種として大きな期待が寄せられている。また、関連して集成材工業、機械プレカット業、家具産業などの加工度

の高い業種にもある程度の発展が予測されている。木質ボード工業が木質系住宅産業と並んで現状維持程度と予測されているが、やや予想外の感がある。

(エ) 技術開発 (Q 1 8 ~ Q 2 4)

Q 1 8 ~ Q 2 1 と Q 2 2 ~ Q 2 3 がかなり異なる性状を示している。切削, 乾燥, 接着等の基礎技術については, 生起確率はシナリオ B を中心に A , C が同じレベルで分布し, 格段の技術開発は期待できないものの, それなりの進展が予測されている。また, 新しい技術として登場してきている強度保証技術についても同様である。なお, これらの全体の偏差値も $-3.5 \sim +3.4\%$ の範囲にあるが, 乾燥, 接着, 強度保証技術に対する行政と民間の偏差値の差は $5.7 \sim 11.7$ に拡がっており, 民間はこれらの技術に対して行政ほど高くは期待していないようである。

一方, 防腐・防虫, 防耐火, 化学加工技術については, シナリオ C の生起確率が B と同じ 40% の高いレベルを呈している。すなわち, 今後の技術発展があまり望めない分野と考えられているようである。偏差値も $-17.0 \sim 19.6\%$ で, しかも行政と民間との差が $7.0 \sim 18.0\%$ に拡がっていることから, これらの技術の発展に対して民間がより厳しい考えを持っているようである。因みに, 化学加工技術についてのシナリオ C の中に「研究は活発に行なわれているものの未解決の問題も多く, 化学加工木材の用途が限定されているのでコストが依然として高い」と書かれている。

(オ) 経済技術戦略 (Q 2 5 ~ Q 2 9)

これらの 5 項目はかなり内容が異なるので同一に取扱うことはできない。まず, 技術開発力については, シナリオ A の生起確率に比べて

Cの方がかなり大きく、偏差値も-18.0%に上り、木材工業を支える研究人材、研究資金の確保が今後も困難であると予想されている。省力・省エネルギーおよびマーケティング等の進展についても、技術開発力ほどシナリオCの生起確率が高くなく、偏差値も大きくないが、やはり悲観的な見方がつよい。これら3項目に対して、民間の偏差値の方が大きく、より厳しい見方をしているといえる。また、経営戦略としての海外への工場移転についても、多くは期待できないと考えられている。

産業動向については、その内容が(㉑)産業構造(Q10~Q17)を総括したものであることから、生起確率はシナリオBを中心としてA、Cが同じレベルとなり、偏差値もQ10~Q17の平均値にきわめて近い。したがって、シナリオBに書かれているように、西暦2000年における木材工業の状況は、製材業合板工業を除けば、現状と比べてさほど大きな進展はないものと予測されている。ただし、今後11年間に限って産業全体として目に見える変化が少ないということであって、その底辺では資源、環境、経済、技術、産業にかかわる大きな変化が始まっているとみることもできよう。

タイプI 調査票 (1. 需要構造)

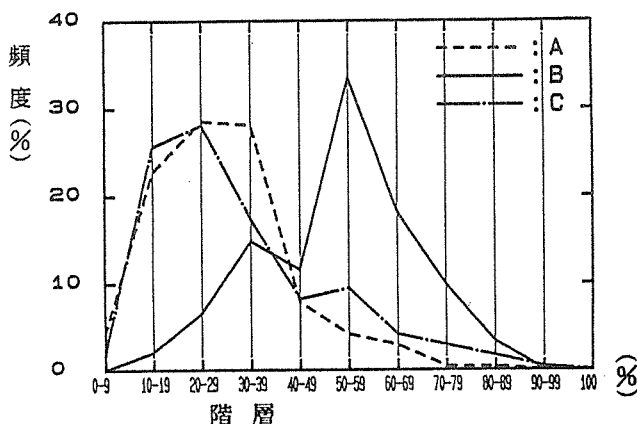
Q1. 世界の木材需要のシナリオ

- A 1980年代後半から米・ソ関係が好転し先進諸国の経済活動も上向き、住宅着工数および紙消費量も増加し、丸太、製材、合板、パルプの需要が著しく増加する。また、開発途上国においても人口の増加傾向が続き薪炭材の需要が益々増大する。したがって、2000年にはFAO（国連食糧農業機構）が公表した「世界の林産物需要の見通し」の総消費量42億 m^3 より20～30%多い木材需要が見込まれる。
- B 世界各国の経済情勢および産業技術には大きな進展はみられないものの順調に推移し、丸太、製材、合板、パルプ、薪炭材にかかわらず木材需要はゆるやかに増加する。したがって、2000年には上記のFAOの推定した42億 m^3 程度の木材需要が見込まれる。なお、この需要量は1985年の需要量32億 m^3 より30%程度高い水準である。
- C 世界各国の経済情勢は現状とあまり変化なく、紙や燃料など消費材としての木材需要はこれまでどうり増加していく。一方、耐久材としての木材需要は、住宅着工数の停滞や無機系、金属系、プラスチック系等の木材に代わる材料の進出によって、住宅をはじめあらゆる部門で需要減少を余儀なくされる。したがって、2000年にはFAOの推計した42億 m^3 より20～30%少ない木材需要、つまり現在と同程度かそれより少ない木材需要しか見込めない。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	24.1	48	27.8
2 この設問に対する行政職の回答の平均	22	50.3	27.5
3 この設問に対する研究者の回答の平均	24.7	46.3	28.9
4 この設問に対する企業人の回答の平均 (民間)	23.3	50.5	26.1

各シナリオの生起確率の回答値の分布



シナリオBはFAOが公表した「世界の林産物の需要見通し」にそった西暦2000年の木材需要の状況、シナリオAはそれより20～30%多い状況、シナリオCは20～30%少ない状況が描かれている。3つのシナリオの需要状況の差は主として経済情勢の推移と非木質系代替材の進出に求められている。

調査結果によれば、シナリオとの関係の有無、行政、研究、民間の職業別にかかわらず、各シナリオの生起確率はほぼ同傾向を示している。シナリオBの生起確率46～50%、変動係数30～34%に対して、シナリオAは生起確率22～25%、変動係数51～60%、シナリオCは生起確率20～29%、変動係数61～70%である。シナリオA、B、Cを比較すると、生起確率は概ね1：2：1となり、その変動係数は逆に2：1：2となっている。すなわち、シナリオBのFAOの木材需要見通しが概ね支持されているといえる。

各シナリオに対する主なコメントをみれば、まず、シナリオAすなわち需要拡大の根拠として次のようなコメントがあげられている。

- (1) 経済成長および文化向上に伴って、紙および住宅需要が増加する。
- (2) 開発途上国の発展が著しく、人口増加に伴う薪炭材需要がますます増加する。
- (3) 再生可能な天然資源として重要性が認識され、自然保護とのバランスのとれた木材供給体制が確立する。
- (4) 科学技術の進歩により、新しい木材加工方法が開発され、木材の逆代替が進む。

逆に、シナリオCすなわち需要減少または現状維持の根拠は次のとおりである。

- (1) 自然保護等から森林の伐採が制限され、木材供給量が減少し、需要も減る。
- (2) 南北問題が顕在化し、先進国への木材供給が制限される。
- (3) 林業・木材加工技術の進歩が遅く、需要の量的質的变化への対応が遅れる。
- (4) 石油事情も大きな変化がなく、非木質系材料の技術革新が著しく、木質材料は競争力を失って次第に代替されていく。

シナリオBに対してはシナリオAとCの中間的なコメントが多いが、その内容は地域、用途、樹種によって多少異っている。

- (1) 経済情勢はやや後退し、紙需要は依然として増加するが、住宅需要は現状維持かやや減少する。
- (2) 開発途上国は人口増加に伴って薪炭材等の需要が増えるが、過伐、自然保護から熱帯材の供給は制限される。
- (3) 北米材、ソ連材等の針葉樹材の供給量は増えるが、熱帯材等の広葉樹材の供給量が減るため、経済成長に伴う需要を賄うことができない。
- (4) 非木質系材料の技術革新に伴って、品質価格面から無機系および石油系材料への代替が進む反面、天然材料の良さが再確認されて木材への逆代替もありうる。

各シナリオの生起確率およびコメントを総合すると次のような予測となる。

「経済成長と人口増加が続く限り、紙および薪炭材の需要は今後も伸び、FAOの需要見通しに近い水準で推移する。製材、合板、ボード等の需要は、原木の供給体制の整備状況と非木質系材料との競合状況に左右され、地域による差異が顕在化し、FAO水準をやや下回る。長期的には木材資源の蓄積量の減少、自然保護・環境保全の重視から原木供給が制限され、需要の伸びも鈍化する。」

タイプI 調査票 (1. 需要構造)

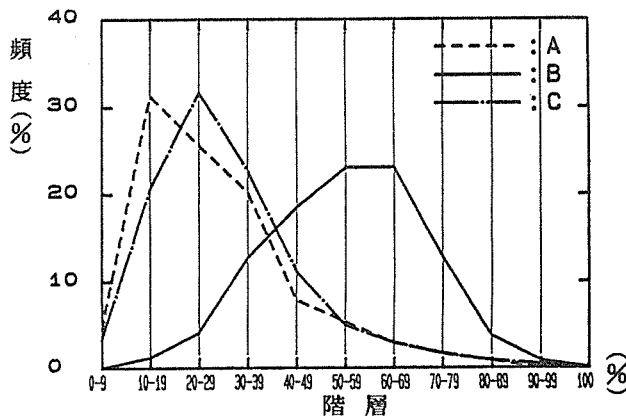
Q2. 日本の木材需要のシナリオ

- A 政府の内需拡大策や土地政策が成功し、宅地供給等が増大すること、人口の増加、リゾート開発及び改築による新たな需要がプラスされるため、住宅建築は好調で、製材、木質パネル類は需要が伸びる。また、OA化の進展で紙・パルプ用木材の需要も伸びる。その結果、「重要な林産物の需要および供給に関する長期見通し」(昭和62年2月)に示されている需要量を約10%上回る1.1億 m^3 程度の需要量となる。
- B 都市圏における地価高騰は改善されず、木造住宅比率は減少を続けて、製材需要も減少を続ける。しかし、木質パネル類はコスト低減と製品の多様化に成功したためやや需要を伸ばし、また、経済の成長とOA化の進展から紙・パルプ用の木材の需要は伸びる。その結果、上記長期見通しに示されている需要量に近い1億 m^3 程度の需要となる。
- C 都市圏における地価高騰が進み、勤労者はマイホームを諦め借家志向を強める。政府、地方自治体は高層の公営住宅の充実に務めるが、これらは木材の需要拡大につながらず、むしろ非木質系代替材の増加に寄与する。また、経済成長も低水準に推移し、紙の需要もさほど伸びない。その結果、上記長期見通しに示されている需要量を約10%下回る0.9億 m^3 程度の需要量となる。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	23.5	50.3	26.1
2 この設問に対する行政職の回答の平均	21.2	52.6	25.9
3 この設問に対する研究者の回答の平均	21.7	51.6	26.6
4 この設問に対する企業人の回答の平均 (民間)	26.8	47.7	25.4

各シナリオの生起確率の回答値の分布



シナリオBは林野庁の「重要な林産物の需要および供給に関する長期見通し」にそった西暦2000年の木材需要の状況、シナリオAはそれより10%程度多い状況、シナリオCは10%程度少ない状況が描かれている。3つのシナリオの需要状況の差は主として経済成長率と木造住宅建設数に求められている。

調査結果によれば、世界の木材需要の場合と同様に、シナリオとの関係および職種にかかわらず、各シナリオの生起確率はほぼ同じ傾向を示している。シナリオBの生起確率46～51%、変動係数30～34%に対して、シナリオAは生起確率21～25%、変動係数50～61%、シナリオCは生起確率25～29%、変動係数64～70%である。シナリオA、B、Cを比較すると、生起確率は概ね1：2：1となり、その変動係数は逆に2：1：2となっている。すなわちシナリオBの林野庁の林産物需要長期見通しが概ね支持されているものといえる。

各シナリオに対する主なコメントをみれば、まず、シナリオAすなわち需要拡大の根拠として次のようなコメントがあげられている。

- (1) 経済成長、O A化の進展に伴って紙需要は大幅に増加する。
- (2) 道路網整備等により人口の地方分散がはかられ、地価高騰が抑えられ、木造住宅は増改築を含めて現在の建設水準を保ち、木造3階建や大規模木造建築が増加する。
- (3) 合板の生産量は減少するがそれに替わって木質パネル(ボード)の生産量が増加し、パネルの総需要は微増する。
- (4) 希望的な見方であるが、高級・本物指向に支えられ、あらゆるところに木材の復権、回帰がおこる。

逆に、シナリオCすなわち需要減少または現状維持の根拠は次のとおりである。

- (1) 経済成長は低水準に推移し、紙需要は微増にとどまる。
- (2) 地価の高騰により住宅建築数が減少し、しかも高層化、非木造化が促進される。

シナリオCの大半のコメントが地価高騰による木造住宅建設の減少に集中しているのに対して、シナリオBのコメントは多種多様、かつ相反する見解が多い。

- (1) 経済の安定成長、O A化の進展に伴って紙需要は順調に増加する。
- (2) 現在の住宅建設水準は過大、経済成長の鈍化に伴ってかなり減少し、製材、合板、ボード等の建材需要も減少する。
- (3) 都市部の地価高騰等により新設木造住宅は漸減するが、増改築、セカンドハウス、大規模木造建築、非木造建築の内装等の需要は増加する。
- (4) 良質な製材品が不足し、外材製材、木質パネル、複合材、無機材料への代替が順次進んでいく。
- (5) 建設労働者が不足し、部材部品化やプレハブ化が進み、合板、ボード、集成材、LVL等の加工木材を用いた加工度の高い製品の需要が増加する。

各シナリオの生起確率およびコメントを総合すると、次のような予測となろう。

「紙の需要は、経済の安定成長やO A化の進展に伴って漸増する。製材の需要は、住宅ストックの量的充足、都市部の地価の高騰等による住宅建設の減少に伴って漸減傾向で推移する。木質パネル類の需要は、合板からボード類への移行はあるものの技術開発の進展による生産性の向上、新製品の開発等により漸増する。この結果、木材需要量は林野庁の林産物需給長期見通しに近い水準で推移する。」

タイプI 調査票 (1. 需要構造)

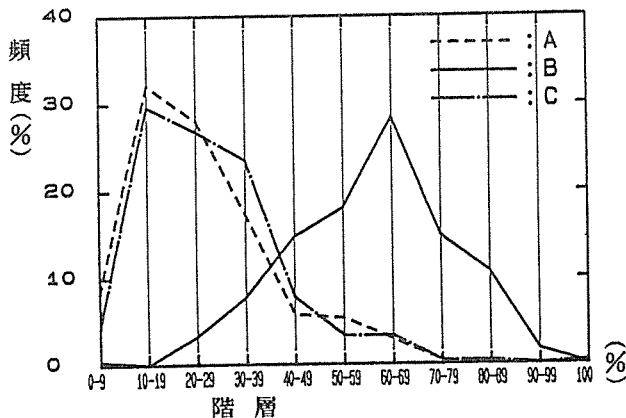
Q3. 住宅・建築の木材需要のシナリオ

- A 経済は順調に発展し、住宅着工戸数は毎年170万戸程度を保持している。また、種々の技術開発により規模の大きい高性能の木造住宅が建設されるようになり一戸当りの木材使用量も増加する。RC造や鉄骨造等においても木質系部材・部品が高い割合で使用される。さらに、欧州や米国等に見られるような大規模木造建築物もその位置を確立し年間1000棟程度建設される。総じて、住宅・建築分野での木材需要は増加する。
- B 日本の経済活動は活発化するが、地下高騰は改善されず住宅着工戸数は年間120～150万戸の間で横ばいとなる。また、全住宅に対する木造住宅の割合も横ばいである。木造以外の構造における木質部材・部品の使用に関しても、決定的な技術開発がないため代替材料との競争が続く。大規模木造建築物は年間300棟程度である。以上のような背景から、住宅・建築分野での木材需要は横ばい状態にある。
- C 経済活動は低迷し、住宅着工戸数は伸び悩み100万戸を下回る。政府や地方自治体は公営住宅の充実に努力するが、殆どがコンクリート集合住宅の建設であり、木造率は低下傾向にある。また、コスト的に有利な代替材料の開発が活発に行われ、建築物における木質系部材・部品の使用量も減少傾向にある。大規模木造建築物の建設も一般化せず、年間100棟程度しかない。総じて、住宅・建築分野における木材需要は低下する。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	21	55.6	23.3
2 この設問に対する行政職の回答の平均	17.8	60.1	22
3 この設問に対する研究者の回答の平均	22.2	53.4	24.2
4 この設問に対する企業人の回答の平均 (民間)	19.6	57.3	22.9

各シナリオの生起確率の回答値の分布



この設問は、住宅及び非住宅の建築物に使用される木材の需要予測に関するものである。イメージを得やすいようにするため、年間の住宅着工戸数及び大規模木造建築物の年間建設棟数を具体的数字として設定した。また、定性的には一戸当りの住宅規模の拡大による需要量の増減、非木造住宅への木材需要量の増減等を表現している。

生起確率の集計結果は設問に関係した職業についている回答者では、行政 A：平均 17.8% (標準偏差 9.8%)，B：60.1 (15.3)，C：22.1 (13.6)，研究者 A：22.3 (15.8)，B：53.5 (16.1)，C：24.3 (15.6)，民間 A：19.6 (13.5)，B：57.4 (16.8)，C：23.0 (15.5) であり、設問に関係しない回答者では A：21.0 (14.3)，B：55.7 (16.2)，C：23.3 (15.1) であった。

結果をまとめれば、B の中間的シナリオの生起確率が最も多く、およそ 50～60%、A と C の生起確率は同程度であり 20% 前後である。また、標準偏差については全ての場合についておよそ 15% 前後であり、A と C では B より変動係数が大きくなっている。この傾向は、職業が関連するか否かにかかわらず、行政・研究・民間の区分にかかわらず、同一である。

前述したように、設問の内容が多くの変因を含み総合的であるため、特定の要因に関しては楽観的あるいは悲観的観測をしているとしても、全体としては B のシナリオに落ち着くという回答者が多かったものと想像される。各変因に関する意見は、コメントの中に多少あらわれている。コメントを記入した回答者は合計 53 名であり、他の設問と比較して高い割合を示している。この原因としては、設問が多くの変因を含んでいたこと、回答者の関心が高いこと等が考えられる。以下にコメントの概要を述べる。

まず、住宅着工戸数であるが年間 170 万戸は非現実的であるというコメントが散見された。100 万戸を下回るという回答者も数人見られた。ある程度の期待を含めて年間 120～150 万戸の間で横ばいであるとコメントした回答者が多く、木材需要の伸びは、住宅規模の拡大や非木造住宅の内装材への伸びを期待しているケースが多い。また、住宅の改修・リフォームによる需要を期待するコメントも見られた。

伸びを期待する理由としては、難燃化技術の進歩、日本人の木材志向、住宅の高品質・高級化を挙げているコメントがみられるが、同程度の割合で、木材の代替材との性能や価格面での競合は厳しく伸びは期待できないとするコメントもみられる。また、悲観的観測の理由として労働者・技術者の不足、施工体制の不備等を指摘するコメントも複数得られた。

次に大規模木造建築物の建設戸数については悲観的意見や積極的意見が混在している。一時的なブームで終わるとする意見や、今後積極的に展開し政策的にも公共建築物の木造化を図るべきという意見まで変化に富んでいる。人により意見のバラツキが大きいと考えられるが、木材の需要量に与える大規模木造建築物の建設戸数の影響を大きく期待するケースは少ないと思われる。

タイプI 調査票 (1. 需要構造)

Q4. 住宅・建築以外の木材需要のシナリオ

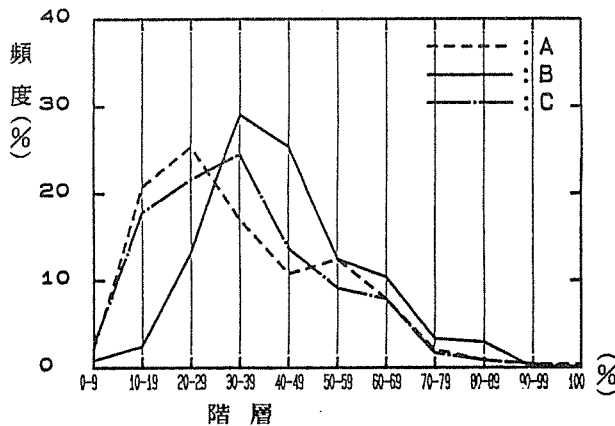
- A 建築用材を除く木材需要は、流通および梱包用材、家具用材、土木・建築用資材が主体となる。物流は一層盛んになり、広域化して荷役や梱包用資材の需要は増加するが、木材需要は横ばいを示す。家具の高級・無垢志向により、木材需要の微増が期待される。OA化したオフィスは木製家具が主流となる。しかし、生産コスト削減のため、加工部材の輸入が増える。土木・建築用資材は、木質複合材料や耐久化の技術が進み、やや需要を盛り返す。これらの分野の木材需要は現状の水準か、やや減少する。
- B 物流分野で機械荷役が進み木製パレット等の需要は増えるが、他材料の進出で、物流分野での木材需要の拡大は期待できない。家具の生産機械の進歩は、大幅な木材の利用効率の向上にはつながらない。一方、東南アジアからの家具用加工部材の輸入は相当に増大する。土木・建築用資材は、建設のプレハブ化が進むため、木材の利用範囲が限定される。これらの分野での木材需要の減少は避けられない。
- C 物流資材の需要は拡大するが、段ボールや金属・プラスチックのケース等が多く使われ、木材の用途は限定される。家具分野では、東南アジアから製品や加工部材の輸入が大幅に増え、また、高度な加工機械の普及により木材の利用効率が向上する。土木・建築用資材も、建築方法が現場施工からプレハブ化へ移行して需要が低下し、現場でも金属製品が多用される。これらの分野の木材需要は、大幅に減少する。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	30.4	36.9	30.6
2 この設問に対する行政職の回答の平均	32	37.8	30.1
3 この設問に対する研究者の回答の平均	29.3	40.4	30.1
4 この設問に対する企業人の回答の平均	29.9	37.9	32.1

(民間)

各シナリオの生起確率の回答値の分布



この設問は、住宅・建築以外の木材需要として流通・梱包用資材、家具用材、および土木・建築用資材が主体となるとし、それぞれの分野での材料の利用動向から、木材需要の予測を問うたものである。

Aは楽観的シナリオで木材需要が現状の水準かやや減少する状況、Bは中間的シナリオで需要が現状より減少する状況、Cは悲観的シナリオで需要が現状より大幅に減少する状況を想定したものである。なお、これらの分野における木材需要の現状は、製材ではその約20%を占め、合板・パーティクルボード等の木質ボード類では家具、土木・建設資材、梱包材料としての利用が重要な位置を占めている。

この設問に対して、シナリオBの生起確率が約40%で最も高く、シナリオAおよびCがそれぞれ約30%であった。関係者の予測では、シナリオBが約37%、次いでシナリオAが34%、シナリオCが約29%で、全体よりやや楽観的な予測をしている。

楽観的シナリオでも木材需要が現状の水準かやや減少する状況を想定しているにも関わらず、BとCで約70%が現状より減少するか大幅に減少する状況を予測しており、かなり厳しい見方がされている。

物流分野における木材需要に関しては、コメントにも、機械化が進んでパレットの需要は増すが、代替材のコストダウンで、現状のままでは木製パレットは減少する、また、梱包材も段ボールなどの代替製品に置き代わることが指摘されている。製品は性能志向の方向に進み、代替材との価格競争に勝ち残ることが木材需要のレベル維持の鍵となろう。

家具用材の分野では、高級化志向によって生み出される木材需要の増加は限られた量で、家具の需要の増加があっても、生産コスト削減のため、加工部材の海外生産比率はそれ以上に増加したり、製品の輸入が増大するとの予測がコメントされている。

土木・建設資材についても、耐久性の向上、他材料との価格競争がネックになることが指摘されている。

その他の木材需要の拡大として、栽培ハウスなど農畜産分野や橋・歩道橋などの施設への利用がコメントされている。

タイプI 調査票 (2. 供給構造)

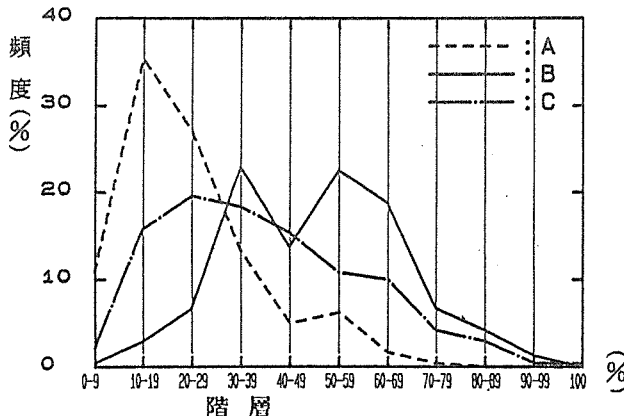
Q5. 世界の木材供給のシナリオ

- A 世界共通的に森林に対する認識が高まり、植栽、手入れ等保護管理が行き届き森林資源も充実してくる。また、各国の経済活動が活発になり、丸太、製材、合板、紙パルプの需要増大に伴い、米国、ソ連、北欧諸国の針葉樹材生産国及びインドネシア、マレーシア、ブラジル等広葉樹材生産国とも機械化の推進等生産技術の開発が図られ、木材供給量は大きく増大する。したがって、世界の木材供給量は50億 m^3 程度となる。
- B 欧州、北米では森林資源は十分存在し、また充実してくるものの、丸太、製材、合板、紙パルプの需要が伸びず木材供給も微増となる。一方東南アジアの生産国は資源の減少や丸太より付加価値の高い木材製品の生産へと政策変更等により木材供給量は微増で推移する。したがって、世界の木材供給量は42億 m^3 程度となる。
- C 森林資源の面では先進国を中心にその重要性は叫ばれたが、森林資源の充実には多年を要するため目的を達しえない。また、各国の経済が停滞したまま推移し、このため、丸太、合板、紙パルプなどの木材需要が減少し、これに伴い木材供給量も減少する。一方、アジアやアフリカ等では焼畑農業や燃料問題で依然として自然林が減少するなど森林資源の減少が進行し木材供給量は減少する。したがって、世界の木材供給量は現在と同程度の32億 m^3 となる。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	19.4	45.7	34.8
2 この設問に対する行政職の回答の平均	18.6	50.6	30.7
3 この設問に対する研究者の回答の平均	19.6	44.4	35.8
4 この設問に対する企業人の回答の平均 (民間)	18.7	45.3	35.8

各シナリオの生起確率の回答値の分布



世界の木材需要の場合と同様に、シナリオBはFAOが公表した「世界の林産物の需要の見通し」にそった西暦2000年の木材供給の状況、シナリオAはそれより20～30%多い状況、シナリオCは20～30%少ない状況が描かれている。3つのシナリオの供給状況の差は主として林業・林産業に対する施策および生産技術の推移に求められている。

調査結果によれば、世界の木材需要の場合と同様に、シナリオとの関係および職種にかかわらず、各シナリオの生起確率はほぼ同じ傾向を示している。シナリオBの生起確率44～51%、変動係数37～41%に対して、シナリオAは生起確率19～20%、変動係数71～80%、シナリオCは生起確率31～36%、変動係数55～63%である。シナリオA、B、Cを比較すると、生起確率は概ね1：3：2となり、その変動係数は2：1：1.5となっている。すなわち、シナリオBのFAOの木材の供給見通しが概ね支持されているものの、シナリオCの供給減に対する危惧もかなり多い。

各シナリオに対する主なコメントをみれば、シナリオAすなわち供給増に対するコメント数は少ないが、次のような根拠があげられている。

- (1) 経済成長によって木材需要が増え、それに伴って木材供給も必然的に増加する。
- (2) 森林資源の重要性が認識され、環境保全と整合のとれた計画的伐採が実行される。
- (3) 有用木材は建材等に従来通り供給され、未利用木材もパルプ材等に利用される。

一方、シナリオBおよびCに対してはほぼ同様なコメントが付記されている。

- (1) 開発途上国においては焼畑による森林の消失が続く、木材資源の蓄積が減少する。
- (2) 熱帯林は過伐により枯渇化する恐れがあり、伐採制限等により供給量が減少する。
- (3) 地球温暖化、異常気象、酸性雨等から、自然保護、環境保全が重視され、森林伐採が制限される。
- (4) ソ連および南半球の林業生産体制が整備され、木材供給量が増加する。
- (5) 北米の森林資源の蓄積量は多く、まだ十分な木材供給力を有している。
- (6) 天然林の伐採による森林資源の減少を人工林の育成によって賄うことは難しい。
- (7) 北米、北欧の森林保有国では貿易摩擦、また開発途上国では資源ナショナリズムによって、丸太輸出から製品輸出へと移行する。
- (8) 森林資源蓄積量の減少、伐採林地の奥地化、林業労働者の不足、林業生産技術の停滞などから、需要の増加に伴う供給量を確保することができない。

以上のようなコメントがあげられているが、これに対する生起確率はシナリオB80%からシナリオC80%までの広い範囲にわたっている。

各シナリオの生起確率およびコメントを総合すると、次のような予測となろう。

「北米、ソ連、ニュージーランド等の先進国では森林資源は次第に充実し供給力を増すが、東南アジア等の開発途上国では焼畑や過伐によって森林資源は減少し、自然保護、環境保全等から伐採が制限され供給力を減らす。経済成長に伴う紙パルプ、製材、合板等の需要増があっても、資源的制約から供給量は制限される。また、先進国および開発途上の木材生産国はともに自国内の木材産業振興のため丸太輸出を規制し、製品の輸出を増す。この結果、木材供給量はFAOの「林産物需要の見通し」に近い水準か、長期的にはこれを下回る水準で推移する。」

タイプ1 調査票 (2. 供給構造)

Q6. 日本の木材供給のシナリオ

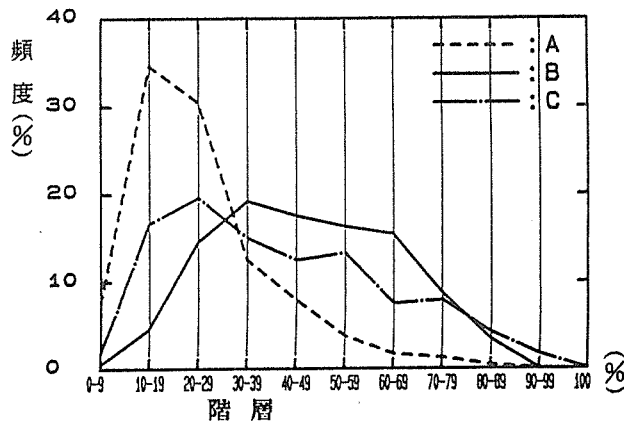
- A 国内資源が充実し、人工林が本格的な主伐期に入ったこと、林道網の整備と作業の機械化が進んだことから、国内の供給体制も十分で、一方北米を中心に輸入材の供給も潤沢である。その結果、木材の供給量は1億1千万 m^3 であり、内容は、国内供給量が約5千万 m^3 、輸入量が約6千万 m^3 で、自給率は4~5割の間にある。
- B 国産材は本格的な主伐期を迎えており、林道の整備、林業機械の開発等による素材生産コストの低減もあり、国産材の安定供給体制も整備されてきたが、円高傾向下での輸入圧力も依然として強い。その結果、木材の供給量は1億 m^3 であり、内訳は、国内供給量が約4千万 m^3 、輸入量が約6千万 m^3 で、自給率は4割程度である。
- C 長期間続いた林業不況のため、林道・作業道や林業機械化への設備投資が行なわれず、そのため国産材は輸入材に対して価格競争力を持っていないため、森林所有者の伐採意欲は冷えきっている。木材の供給量は9千万 m^3 で、内訳は、国内供給量が約3千万 m^3 、輸入量が約6千万 m^3 で、自給率約3割である。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	20.6	42.4	36.8
2 この設問に対する行政職の回答の平均	20.6	50	29.3
3 この設問に対する研究者の回答の平均	21.3	42.7	35.6
4 この設問に対する企業人の回答の平均	19.2	37.7	43

(民間)

各シナリオの生起確率の回答値の分布



シナリオ B は林野庁の「重要な林産物の需要および供給に関する長期見通し」にそった西暦 2000 年の日本の木材供給の状況、シナリオ A はそれより 10 % 程度多い状況、シナリオ C は 10 % 程度少ない状況が描かれている。3 つのシナリオの供給状況の差は主として国産材供給体制の整備と木材自給率に求められている。

調査結果によれば、各シナリオの生起確率は、シナリオとの関係の有無による差は殆どないが、職種による差がかなり大きい。すなわち、シナリオ A, B, C の生起確率は、行政では 21 %, 50 %, 29 %, 研究では 21 %, 43 %, 36 %, 民間では 19 %, 38 %, 43 % である。行政はシナリオの B の林野庁に近い木材供給状況を、民間はこれよりかなり悪い供給状況を、研究は行政と民間との間の供給状況を予測している。なお、民間は Q1 の世界の木材需要では 23 %, 51 %, 26 % と予測し、上記の生起確率と矛盾するが、それだけ木材供給に危惧を持つ証左であろう。

各シナリオに対する主なコメントをみれば、シナリオ A すなわち供給増に対する根拠として次のようなコメントがあげられている。

- (1) 戦後積極的に植林した針葉樹造林木が成熟し、今後供給量が大幅に増加する。
- (2) 林業労働者不足を補うため、林業生産の機械化が進む。
- (3) 今後円安に推移するに伴って国産材の競争力が次第に回復し、自給率を上げる。
逆に、シナリオ C すなわち供給減に対する根拠は次のとおりである。
- (1) 国産材時代は夢物語である。むしろ、間もなく自給率は 3 割を大きく割り込む。米材、ソ連材、ニュージーランド材等がさらに増加する。
- (2) 林道整備財源不足、林業労働者不足から、生産コストを低下させることが難しい。
- (3) 国産材は小径・低質なものが多く、しかも安定供給が望めないのに対して、外材は量的質的に安定した供給が期待できる。
- (4) 木材の嗜好は過去のもので、今後は工業製品としての高生産性と安定供給が期待できなければ実需につながらない。

シナリオ B の木材供給に対して増減の両見解があるが、減少のコメントがやや多い。

- (1) 国産材資源の蓄積は増加するが、これを実需につなげるためには、林道の整備、林業機械の開発等を進めなければならない。
- (2) 国産材供給体制の整備状況、円高円安等の経済情勢、代替材との競合関係によって、国産材の供給量は左右されるが、いずれにせよ微増減の範囲で、自給率も大きな変化はないであろう。
- (3) 産地の条件に合わせて、小規模から大規模林業、短伐期の並材生産から長伐期の優良材生産まで多様な林業生産形態をとるようになる。
- (4) 自然保護、環境保全、貿易摩擦、建築規制など政策レベルの問題が木材需給に係わっているので、この解決が重要である。

各シナリオの生起確率およびコメントを総合すると次のような予測となる。

「国産材は本格的な主伐期を迎え、林道の整備、林業機械の開発等による素材生産コストが若干低減し、国産材の安定供給体制も整備されつつあるが、海外の木材生産国からの丸太および木製品の輸入圧力も依然として強く、ユーザの木材供給に対する要求も多様化する。その結果、木材の供給量は林野庁の林産物需給長期見通しに近い水準で推移するが、国産材の自給率は微増にとどまる。」

タイプI 調査票 (2. 供給構造)

Q7. 国産針葉樹材の供給のシナリオ

A 我が国の人工林面積は、1980年代に1000万haを超え、その樹種構成はスギ、ヒノキ、マツ類が78%を占めている。これらの人工針葉樹の蓄積は、年々増加しており、伐期に達した林分が多くなって主伐材供給が増加するとともに、高能率林業機械の導入促進と事業量の集中化によるコストダウンが実現している。したがって、国産針葉樹材の年間供給量は1984年の2100万m³に比べ、2000年には3200万m³前後とおおよそ50%増える。

B 我が国の人工林面積は、1980年代に1000万haを超え、この人工林針葉樹の蓄積は年々増加している。伐期林分の増加により国内の針葉樹材供給能力は高まっているが、伐出コストの低減テンポが鈍いことから特に並材については、外材との価格競争力が不十分で供給が伸びない。したがって、国産針葉樹材の年間供給量は1984年の2100万m³に比べ、2000年には2700万m³前後とおおよそ20~30%増える。

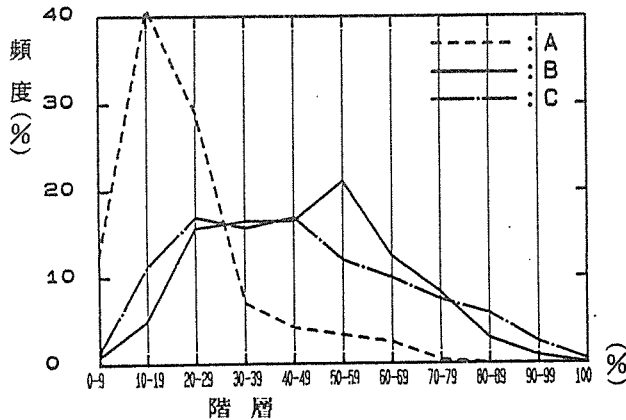
C 1000万haの人工林を背景に針葉樹の蓄積は増加するが、森林所有者等の森林の取り扱いについての多様化と長伐期志向により伐期の延長が進み、また、伐出コストの低減テンポが鈍いことから特に並材については、外材との価格競争力が著しく劣り供給が伸びない。したがって、国産針葉樹材の年間供給量は1984年の2100万m³とあまり変わらない。

【 回答結果 】

- 1 この設問に対する回答全部の平均
- 2 この設問に対する行政職の回答の平均
- 3 この設問に対する研究者の回答の平均
- 4 この設問に対する企業人の回答の平均

	(A)	(B)	(C)
1	17	42.2	40.7
2	16.4	47.3	36.2
3	17.4	43.2	39.3
4	15.9	37.8	46.1

(民間)
各シナリオの生起確率の回答値の分布



シナリオBは林野庁の「重要な林産物の需要および供給に関する長期見通し」にそって、西暦2000年の国産針葉樹材の年間供給量を現水準の20～30%増とした状況、シナリオAはそれより多い50%増とした状況、シナリオCは現水準と変わらない状況が描かれている。

調査結果によれば、各シナリオの生起確率は、シナリオとの関係の有無による差は殆どないが、職種による差が大きい。すなわち、シナリオA、B、Cの生起確率は、行政では17%、47%、36%、研究では18%、43%、39%、民間では16%、38%、46%となっている。行政、研究、民間のいずれもBおよびCの生起確率が高いが、行政および研究ではBの方が高いのに対して、民間ではCの方がかなり高い。因みに、タイプII調査Q31の今後使用量が増大する樹種を選ぶ設問に対して国産針葉樹をあげた比率は、行政が50%、研究が35%、民間が25%である。

各シナリオに対するコメントをみれば、行政が戦後の拡大造林の主伐材に対して大きな期待を寄せているのに対して、民間は依然として外材指向が強いことが分かる。シナリオAすなわち国産針葉樹の供給増または自給率の上昇に対するコメントは少なく、内容も希望的なものが多い。

- (1) 拡大造林木が主伐期に入り、供給体制も整備され、安定供給が可能となる。
- (2) 海外の木材資源国の供給力の低下に円安も加わって、国産材の自給率が高まる。
- (3) 木材とくに国産材が重用されるようになり、木材価格も上昇する。

一方、シナリオBの供給微増およびシナリオCの現状維持に対するコメントの数は多く、その内容も具体的なものが多い。

- (1) 針葉樹資源は量的に充実するが、質的には低下傾向にあるので、地域の適性に応じて長短伐期を選び、多様な素材生産方式をとる必要がある。
- (2) 国有林民有林を問わず場当たりの施業では駄目で、複層林施業や民間デベロッパーの効率的な経営方針も採り入れることも考慮すべきである。
- (3) 林家、森林組合の意識改革が必要であり、また、政府も税制や補助金など抜本的な改革を行なうべきである。
- (4) 林業労働者の高齢化および不足を解消し、併せて林業生産コストを低減するため、造林伐出の機械化を進めなければならない。
- (5) 針葉樹造林木、とくにスギの並材の多様な用途開発を急がねばならない。
- (6) 造林、伐出、木材加工、販売のトータルのシステムを考えた林業経営が必要である。再造林コストもでないような状況では供給増加はあり得ない。
- (7) 外材との競合関係は為替相場と政策とによって大きく影響される。

以上のようなコメントがあげられているが、(1)～(7)の進展度によって、これに対する生起確率はシナリオB70%からシナリオC90%まで広い範囲にわたっている。

各シナリオの生起確率およびコメントを総合すると、次のような予測となる。

「1000万haの人工林を背景に針葉樹の蓄積は年々増加し、伐期林分の増加によって針葉樹材の供給能力は高まっているが、林道整備や林業機械化の不備から伐出コストの低減のテンポが鈍く、とくに並材については外材との価格競争力が不十分なこと、新しい用途開発が進まないことから供給が伸びない。その結果、国産針葉樹材の供給量は現状と同程度か、10～20%の増加で推移する。」

タイプ1 調査票 (2. 供給構造)

Q8. 国産広葉樹材の供給のシナリオ

A 我が国の広葉樹資源は約11億㎡で、このうち天然林が99%を占めている。林道網の整備、高能率林業機械の導入促進により、低コスト丸太生産体制の整備が進むが、天然林伐採については、環境保護面での制約が強くなる。したがって、国産広葉樹材の年間供給量は、1984年の1400万㎡に比べ、2000年にはほぼ同水準を保っている。

B 我が国の広葉樹資源は約11億㎡であり、量的には豊富であるが、広葉樹資源の99%を占める天然林伐採について環境保護面での制約があり、更に伐採箇所の奥地化により輸送コストが増大し、価格面で広葉樹の70%を占めるパルプ材等原料材で輸入チップとの競争があり供給が減少する。したがって、国産広葉樹材の年間供給量は、1984年の1400万㎡に比べて10～15%減少し、2000年には1200万㎡前後となる。

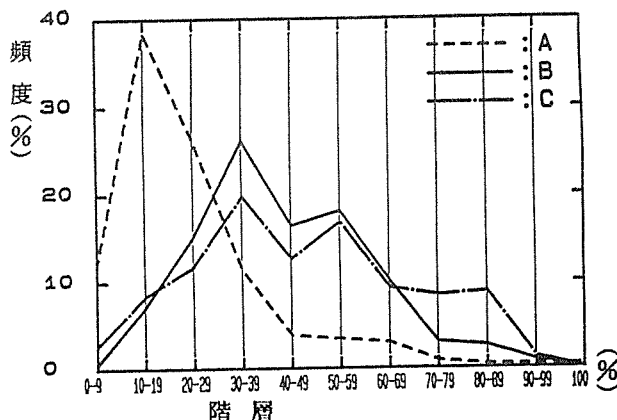
C 我が国の広葉樹資源はその99%が天然林であり、この天然林の伐採については、環境保護の面から制約が著しく強まる。また、伐採箇所の奥地化、高性能林業機械の導入テンポが鈍いことから低コスト化が進まない。価格面でパルプ等原料材が輸入チップと競合し、供給が大幅に減少する。したがって、国産広葉樹材の年間供給量は、1984年の1400万㎡に比べて20～30%減少し、2000年には1000万㎡前後となる。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	19.1	38.3	42.5
2 この設問に対する行政職の回答の平均	20.6	38.9	40.4
3 この設問に対する研究者の回答の平均	19	40.1	40.7
4 この設問に対する企業人の回答の平均	16.8	34.9	48.2

(民間)

各シナリオの生起確率の回答値の分布



シナリオAは現水準に近い西暦2000年の国産広葉樹材の供給の状況、シナリオBはそれより10～15%少ない状況、シナリオCは20～30%少ない状況が描かれている。3つのシナリオの供給状況の差は主として自然保護・環境保全面の制約およびパルプ材輸入量の推移に求められている。

調査結果によれば、シナリオとの関係の有無にかかわらず、各シナリオの生起確率はほぼ同傾向を示し、また、職種による生起確率の差異も少ない。シナリオAは生起確率17～20%、変動係数81～97%、シナリオBは生起確率35～40%、変動係数44～48%、シナリオCは生起確率41～48%、変動係数47～53%である。シナリオA、B、Cを比較すると、生起確率は概ね1:2:2となり、その変動係数は逆に2:1:1となっている。すなわち、シナリオBとCの中間の10～20%減の供給状況が支持されているものといえよう。なお、タイプII調査Q31で国産広葉樹材の使用量が増加する回答の比率は、3.3%に過ぎない。

各シナリオに対するコメントは他の設問に比べて少ないが、シナリオAすなわち現状維持に対する根拠として次のようなコメントがあげられている。

- (1) 紙パルプの需要はますます増加し、国産広葉樹もその原料として自然保護・環境保全とバランスをとりながら供給され続ける。
- (2) 家具材等への良質広葉樹材の供給は減少するが、未利用の新用途への利用が進む。
これに対して、シナリオBおよびCの10～30%供給減に対するコメントは概ね等しく、その内容は環境、造林、伐採、加工、利用の広範囲にわたっている。
 - (1) 既利用の国産広葉樹資源の蓄積量は減少し、自然保護・環境保全問題から伐採が大幅に制限されてくる。
 - (2) 拡大造林後、広葉樹の生育が切り捨てられ、広葉樹造林の施策および技術が皆無である。今後植林面積を増やし、複層林の育成技術も進展させねばならない。
 - (3) 広葉樹資源も九州・四国と北海道・東北では大きく異なり、その育林方法や需要開発は地域に適したものが要求される。
 - (4) 未利用の広葉樹資源が全国に散在しているので、この効率的な伐採集荷方法と有効な利用方法の開発が望まれる。
 - (5) パルプ材、家具材を問わず、価格問題から次第に外材、とくに北米産および熱帯産の広葉樹への代替が進む。
 - (6) 家具材以外の高付加価値用途、たとえば住宅内装材、大型工芸品、集成材等への加工利用技術の開発が必要である。

以上のようなコメントがあげられているが(1)～(6)の需要度および進展度によって、これに対する生起確率シナリオBの50%からシナリオCの80%にわたっている。

各シナリオの生起確率およびコメントを総合すると、次のような予測となる。

「わが国の広葉樹資源は約11億 m^3 で、量的には豊富であるが、その99%を占める天然林の伐採に対して環境保全面からの制限があり、更に伐採箇所の奥地化の輸送コストが増大する。一方、広葉樹需要の70%を占めるパルプ材等の原料材も価格面での輸入チップ材との競争から供給が減少し、また家具材等も大径良質木の減少から次第に北米産および熱帯産広葉樹への代替が進む。この結果、国産広葉樹材の供給量は現在より10～20%減少する。」

タイプ I 調査票 (2. 供給構造)

Q9. 輸入材の供給のシナリオ

A 国産材の供給体制の整備が進み、生産コストが低下し、ようやく外材との競争力ができたことから外材の輸入量は激減して、輸入材の比率は50~60%の間になる。しかし、木材の総需要をまかなうには程遠く、製材用材、合板・ボード用材、パルプ用材にかかわらず過半を北米、ソ連、東南アジア、PNG、ニュージーランド、チリ等の諸国からの輸入に頼り、また、製材、合板、パルプなどの製品輸入の比率が増す。

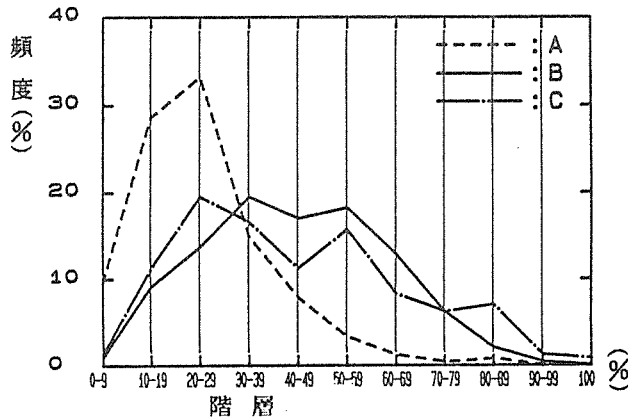
B 国産材の供給が上向きになってくる一方、米国西海岸、カナダの針葉樹は、国内の需要が増加すること、また、生産される木材の品質が低下して日本向けの高品質材の割合が少なくなることから、輸入量は現在より減少する。ソ連材、東南アジア、PNG材の輸入量は現在と変わらないが、ニュージーランドやチリのラジャータパイン材は増える傾向にある。その結果、輸入材の比率は現在より減って60%程度になるが、製品輸入が過半を占める。

C 国産材の供給は依然として停滞し、針葉樹は米国西海岸およびカナダ、ソ連、ニュージーランド、チリから、広葉樹は米国東部、ソ連、東南アジア、PNGからの輸入が続く。また、製材、合板・ボード、パルプ等の製品輸入が大半を占める。その結果、木材総供給量に占める輸入材の比率は70%近くになり、現在と同じか少し比率を増す。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	20.6	39.6	39.7
2 この設問に対する行政職の回答の平均	21.5	47	31.3
3 この設問に対する研究者の回答の平均	21	39.7	39.1
4 この設問に対する企業人の回答の平均 (民間)	19.1	35.1	45.6

各シナリオの生起確率の回答値の分布



シナリオBは林野庁の「重要な林産物の需要および供給に関する長期見通し」にそって、西暦2000年の輸入材の供給量を総木材供給量の約60%とした状況、シナリオAはそれより少ない50~60%とした状況、シナリオCは現水準と同じ約70%とした状況が描かれている。3つのシナリオの輸入材の供給状況の差は国産材の供給体制の整備と海外諸国の木材生産の動向に求められている。なお、これらのシナリオは国産針葉樹材および広葉樹材の供給のシナリオと表裏の関係にある。

調査結果によれば、各シナリオの生起確率は、シナリオとの関係の有無による差は殆どないが、職種による差がかなり大きい。すなわち、シナリオA、B、Cの生起確率は、行政では22%、47%、31%、研究では、21%、40%、39%、民間では19%、35%、46%である。行政はシナリオBの林野庁の長期見通しに近い輸入材の供給状況、民間は現在の輸入材の供給水準に近いシナリオCの状況、研究は行政と民間との中間の状況を予測している。なお、タイプII調査Q31で今後使用量が増加する樹種として輸入材をあげている比率は、行政が48%、研究が57%、民間が72%である。

シナリオAの輸入材比率の減少に対する生起確率は職種にかかわらず19~22%と低く、これに対するコメントは皆無であった。

一方、シナリオBおよびCの輸入材比率の微減および現状維持に対するコメントは数多いが、指摘項目は共通しており、為替相場の推移、国産材供給体制の整備状況、海外木材生産国の動向等に対する予測によって、シナリオBとCに分けられている。

- (1) 日本は世界最大貿易黒字国で、しかも世界最大の木材輸入国であるから、今後とも世界各国は日本に照準を合わせて木材輸出の振興をはかっていく。
- (2) 今後円高から円安傾向に移っても、その範囲はあまり大きくなく、依然として輸入材がコスト面で有利な状況が続いていく。
- (3) これまでの熱帯産材に替わって、北米材(S.P.F、広葉樹)、ソ連材(カラマツ)、ニュージーランド材(ラジアータパイン)が増えていく。
- (4) 丸太およびチップから、製材、乾燥材、合板、ボード等の材料、さらにはLVL、集成材、Iビーム等の部材へと製品輸入の比率が次第に増していく。
- (5) 円高、労賃上昇、地価高騰、公害規制等から我が国の木材工業の立地条件は悪化しており、今後東南アジア、北米等で現地生産を行なう企業が増える。
- (6) 国産材の供給力が徐々に上昇する一方、海外の木材資源国でも伐採制限や一次林から二次林への移行に伴って丸太の量および質が低下する。
- (7) 国産材の供給体制の整備が遅れ、国産材とくにスギ並材は輸入材に比べて量的にも質的にも不利な状況が続く。

以上のようなコメントがあげられているが、これに対する生起確率はシナリオBの50%からシナリオCの100%にわたっている。

各シナリオの生起確率およびコメントを総合すると、次のような予測となる。

「国産材の供給は多少上向きとなるが、針葉樹材は米国西海岸、カナダ、ソ連、ニュージーランド、チリから、広葉樹材は米国東部、ソ連、東南アジア、PNGからの輸入が続く。また、製材、合板、ボード、パルプ等は製品輸入が過半を占める。その結果、木材総供給量に占める輸入材の比率は現在の70%よりやや少なくなる。」

タイプI 調査票 (3. 産業構造)

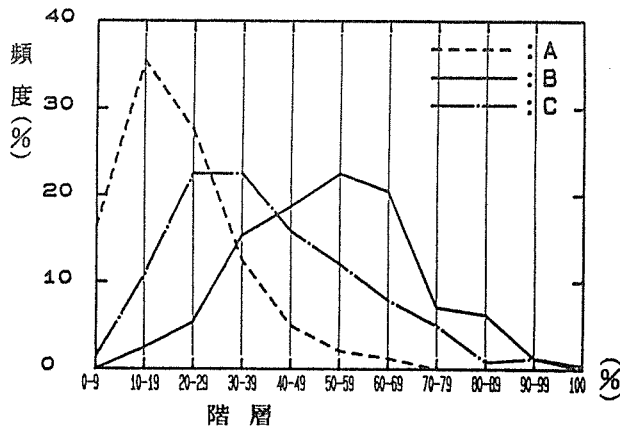
Q10. 製材業のシナリオ

- A 製材需要は、木造建築の着実な伸びに伴って増加する。また、製材産業では、先端技術を導入した機械や新素材の鋸が多様され、しかも工場タイプ別の効率的な製材方法が確立し、生産性も向上する。特に国産材製材では、合理的な原木供給システムの下で原料コストが低下し、外材製材では、輸入品が安定経済への移行や海外の対日向け生産・輸出体制の弱体化によって減少しており、全体として国内業界の国際競争力が向上し、業況も安定する。
- B 製材市場は、外材主導型で形成され、その規模も1980年代末と殆ど変化がない。しかし、国内生産は特定地域や新技術導入による中堅ないし大工場に集中的となり、業界における産地間、企業間の格差が拡大する。なお、国産材製材では、原木供給システムの整備が遅れがあり、効率的な生産方式へ移行する企業が少なく、依然として国内挽き外材や輸入品と競合関係を余儀なくされる。
- C 製材需要は建築着工の低迷化により減少する。この下で、相対的に安価な輸入品が市場シェアを高め、特に内・外材の並物製材を中心にして、国内生産が著しく後退する。このため、一時新技術の導入によって進展をみた業界の設備改善も低調に転じ、国内工場は限られた受注生産か、もしくは高品位の多品種少量生産を主体にした中小工場がかなり選別された形態で存在する。国産材製材は、役物主体の地場需要向け生産へ傾斜し、小規模化する。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	16.5	48.5	34.9
2 この設問に対する行政職の回答の平均	18	51.4	30.4
3 この設問に対する研究者の回答の平均	16.6	49.1	34.1
4 この設問に対する企業人の回答の平均 (民間)	15.1	45.5	39.3

各シナリオの生起確率の回答値の分布



製材業は、中小工業に共通した経営問題に加えて、原料事情の不安定や製品市場への現地挽き材、非木質資材などの競合品も急増し、将来への展開方向に不安感を抱いている。

しかし、西暦2000年における業界の総括的な姿は、外材主導型の製材市場構造には変化なく、現在進行中の生産の大規模層への集中化や経営対応に基づく産地間、企業間の格差拡大等は若干促進するが、現行路線上から大きく逸脱していないとする、シナリオBの見方が最も多く、平均生起確率で49%（標準偏差17.4%）となっている。

とはいえ、現状においても既にその傾向がみられるように、輸入品との直接・間接的な価格競争をもたらす内・外材の一般製材は、今後とも市場性の向上に結びつかずに国内生産から後退し、事業展開は中小規模ながら、価値重視の生産方式に移行するが、その工場とてかなり厳選されてくるだろうという、シナリオCの見方も平均確率で35%（同18.2%）を示している。逆に、需要増や新たな生産方式への設備投資が支えとなり、国産材製材を含めて、業界全体の国際競争力が向上するという、楽観的なシナリオAに対しては、その平均生起確率が僅かに17%（同12.5%）にし過ぎない。

また回答者別の各シナリオに対する生起確率は、当然Bが中心であるが、Cに対しては行政よりは研究、そして研究よりは民間にそれぞれ約5%増で比重が高く示され、それだけ将来の姿には厳しい予測を与えている。このことは、民間が自らの経営行動を通して、それだけ将来への厳さを実感として受け止めているのかも知れない。

いずれにしても、回答者の多くは、今後とも製材市場における国内挽き材と輸入品の競合は避けられないとし、その過程では業界の階層分化がより促進されるだろうという見方に立っている。事実、現時点までも輸入品との価格競争から脱落した企業もあるが、一方では生産方式の転換を図りつつ、再展開に向っている企業群もあり、それに踏み切れない企業群との格差をさらに拡大させている。再展開の企業群は、外材工場では最新の省力化設備を基軸にして、輸入品との価格競争を前提にした低コスト製材を量産化に求めているし、国産材工場の場合は、輸入品との直接的な競合を避ける意味で、並物の量産化よりも、むしろ高品位の多品種少量生産に移行してきている。つまり、外材製材は特定の大規模工場への生産集中化が進む一方で、中小工場は生産部門からの撤退、もしくは縮小の方向をみせているし、国産材製材は全体として規模の縮小を伴いながら、より価値重視の製材方式に向う傾向が強くなっているといってもよい。本来、国産材製材は戦後造林木の供給増に向けて、特に並材にあっては量産化の低コスト製材に移行すべきかも知れないが、現状では原木の安定的な確保が難しいし、回答者のコメントにも、今後10数年先までに原木の合理的な供給システムは確立しないだろうという意見も多い。もっとも、一般並物製材の分野は、相対的に安価な輸入品との市場競争が続く限り、その生産システムとしては、一定規模以上で省力化設備を導入していかなければ低コスト製材に結びつかず、競争力が確保されない。しかし、国産材の場合は、抜本的な改善策が伴わない限り、原木の大量供給・流通体制が早急に整備されるとは考えにくい。今後とも量産工場の成立は特定地域を除き、かなり困難だろうと思われる。と同時に、国産材製材業は総じて資本力に貧しく、新たな設備投資よりも、むしろ小規模ながら地域マーケットを対象にした多品種少量生産の工場が多くなると考えられ、そのようなコメントも比較的多い。

タイプI 調査票 (3. 産業構造)

Q11. 集成材工業のシナリオ

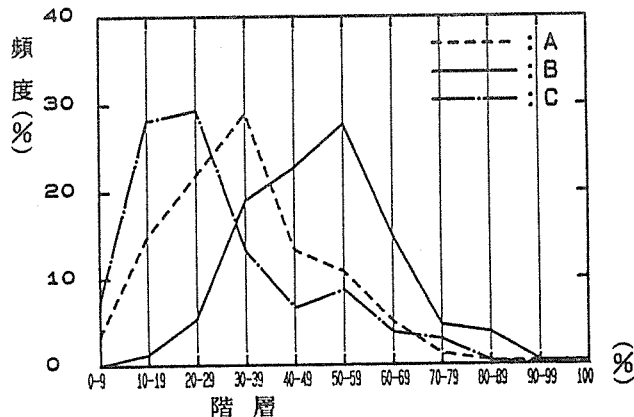
- A 集成材の品質の良さが理解され、戸建住宅からビル建築、大規模木造建築まで幅広く利用される。年間生産量は戸建住宅用約50万㎡、ビル建築用約10万㎡、大規模木造建築用約5万㎡となる。中小断面集成材製造に新接着方式、メカトロ機械、化学処理が導入され、生産性および寸法安定性、耐久性、難燃性が大幅に向上し、大断面集成材製造も連続生産により大幅なコストダウンを実現する。集成材メーカーも建築部品メーカー、一部ビルダへと発展する。
- B 従来の柱、長押、敷居、鴨居、階段、手すり等についてはメカトロ機械等の導入により多品種少量生産方式が確立し、多種多様な製品形態が可能となり、安定した品質のものを比較的安価に供給できるようになる(約40万㎡)。難燃化、化学加工技術の導入、防耐火構法の開発によって、ビル建築の内装材としての利用が広がる(約5万㎡)。さらに、全国各地に大断面集成材を用いた大規模な木造建築が年間300棟程度建設される(約3万㎡)。
- C 住宅建設が停滞し、集成材の製造技術の改良や新製品の開発がさほど進まず、集成材の総需要にはあまり変化がない(約30万㎡)。ビル建築への利用は、防耐火面からの法規制が依然として厳しく、集成材の内装分野への進出が難しい。大断面集成材を用いた大規模木造建築の建設はある程度進むがコストダウンが実現されず、集成材建築は特殊な建築物に限定され、その建設数は年間100棟未満に終了する。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	29.8	45.8	24.3
2 この設問に対する行政職の回答の平均	33.2	45.7	20.9
3 この設問に対する研究者の回答の平均	26.9	47.7	25.2
4 この設問に対する企業人の回答の平均	31.8	42.9	25.1

(民間)

各シナリオの生起確率の回答値の分布



3つのシナリオは集成材工業の過去10数年間の成長過程に基づいて作成されている。シナリオCは10数年間を平均した成長の状況を、シナリオAは最近2～3年の傾向を西暦2000年まで延長した高成長の状況、シナリオBは中間的な安定成長の状況が描かれている。3つのシナリオはそれぞれ木造住宅用、ビル建築用、大規模木造建築用の3つの用途に分けて書かれている。

調査結果によれば、シナリオとの関係および職種にかかわらず、各シナリオの生起確率はほぼ同じ傾向を示している。シナリオAは生起確率27～33%、変動係数49～58%、シナリオBは生起確率43～48%、変動係数33～35%、シナリオCは生起確率21～25%、変動係数68～77%である。3つのシナリオの生起確率からみて、シナリオBよりややAよりの予測が支持されているといえよう。なお、タイプII調査では今後成長する産業として集成材工業が、今後需要が拡大する分野として大規模木造建築が10種類の産業または分野の中で最も多い支持を集めている。

これらの結果に基づいて、集成材工業の年成長率を5%程度、そのうち大規模木造建築の年成長率を15%と仮定すると、西暦2000年時の集成材の総生産量は約50万 m^3 、大規模木造建築の建設棟数は約500棟となる。

各シナリオに対するコメントの数は多く、全回答者の1/4に達している。シナリオAに対するコメントは10件、シナリオCに対するコメントは5件である。Aに対しては集成材が工業製品で品質が安定していること、大断面集成材の需要の飛躍的拡大が期待されることを、また、Cに対しては、大断面集成材の製造(コスト)、設計(構造安定性、防耐火性)、施工(接合)に対する危惧をそれぞれ抽象的に述べるにとどまっている。

これに対して、シナリオBに対するコメントは45件と多岐にわたり、その内容も具体的な指摘が少なくない。主なコメントを示せば次のとおりである。

- (1) 集成材の製造、とくに接着と強度保証工程のメカトロ化・効率化が必要である。
- (2) 大断面集成材の大幅なコストダウンを実現し、外国製品および他材料に対する競争力を確保せねばならない。
- (3) 構造設計および施工技術を向上させるとともに、そのシステム化が求められる。また、法規の整備、デザイナーの養成、PR・マーケティングの強化が必要である。
- (4) 大規模木造建築分野は資本力と技術力を備えたメーカーでなければ勝ち残れない。
- (5) これまで集成材は主として木造住宅部材に用いられてきたが、RC造等の内装材への需要拡大のため難燃化、表面硬化等の化学加工技術の開発導入が必要である。
- (6) 新しい集成材製品の開発、ならびに加工度の高い建築部材部品等への進出が求められる。

各シナリオの生起確率およびコメントを総合すると、次のような予測となろう。

「将来の柱、長押、敷居、鴨居、階段、手すり等に加えて、床、壁等の建築部材や部品など多種多様な製品を、メカトロ機械、CAD/CAM等の導入によって多種多品種少量生産方式で製造することが可能となる(約42万 m^3)。また、難燃化、化学加工技術の導入、防耐火構法の開発によってビル建築の内装材として利用されはじめる(約3万 m^3)。さらに、全国各地に大断面集成材を用いた大規模な木造建築が年間500棟程度建設される(約5万 m^3)。」

タイプ I 調査票 (3. 産業構造)

Q12. 合板工業のシナリオ

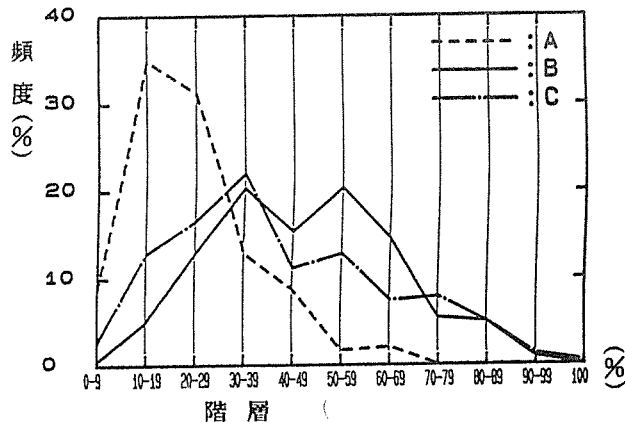
- A 合板は性質上利点が十分に理解され、依然として住宅・家具生産に不可欠な材料となっている。一方、原木産出国の製品輸出攻勢は、技術力の限界と行政・民間レベルでの調整が成功して10%台で推移する。南洋材に代わって国産造林木を含めた針葉樹丸太が合板・LVL原木の主流になってきている。これは製造の自動化、生産性の向上が先端技術の導入によって進展し、さらに国産材に関しては伐出、流通の合理化が実現したためである。
- B 行政・民間レベルによる交渉によって、原木産出国からの洪水的合板輸入は抑えられるものの我が国におけるラワン合板製造業には昔日の面影はない。しかし、高度な2次加工品、長大合板、超厚物など特殊な製品の製造は、先端技術の導入によって進展し、旺盛な需要と相まって新たな発展を示す。国産材を原木としたLVL製造も住宅生産、家具製造の部材化の進行によって発展する。
- C 合板需要は住宅建設の低迷に加え、他材料に置き換えられる部分も広がり停滞する。このような中で、合板製造は原木産出国の製品輸出政策の進行によって極めてきびしい状態に置かれ、一部の特殊な製品、高度加工合板を除いて殆ど成立が困難な状況になる。国産針葉樹造林木を原料とする合板・LVL製造は、新技術開発によって一時進行を見たものの原木の安定供給、コスト低減が実現しないため他製品と競合できず、進展を見ない。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	19.3	42.9	37.7
2 この設問に対する行政職の回答の平均	20.7	43.2	35.9
3 この設問に対する研究者の回答の平均	19.6	43.8	36.4
4 この設問に対する企業人の回答の平均	17.6	41.5	40.8

(民間)

各シナリオの生起確率の回答値の分布



合板工業に対するシナリオは、合板需要の動向、原木産地国からの製品輸入問題、国産材を原木とする合板・LVL製造の実現、の3点を基本として組み立てられている。そして、我が国における合板製造の将来が厳しい状況に置かれると考えられる中で、本設問では中間的シナリオBを、「このままの状態で開催して行く（あるいは現状維持）」というレベルからややマイナスの方向にポイントを平行移動させて作成した。むしろシナリオAが中間的シナリオになっていると言えよう。

回答結果を見ると、上記のようなシナリオ構成にもかかわらずシナリオAの生起確率は平均値で19.4%ときめて低く予想されている。しかも標準偏差は12.4%と小さく、この点について多くの人の考えが一致していることが分かる。もっとも、国産針葉樹造林木で合板・LVL原木の主流になるという部分に対する強い不同意の気持がシナリオAに対する支持を極端に低くしたのかもしれない。これに対してシナリオB、Cは、それぞれ平均値で42.9%、37.7%という高い値を示している。以上のことから、多くの木材関係者が合板工業の将来をきわめて厳しいものと考えていることが明らかになった。これらの傾向は、特に民間において顕著である。すなわち、職種別に生起確率を見ると、シナリオBとCで値が逆転し、さらに、シナリオAの値が行政、研究よりも低い。民間は、合板工業の厳しさを肌で感じているものといえよう。

回答に現われたコメントを拾ってみても、「高次加工、特殊製品を除いては、合板適木の確保、輸入製品との競合の面で我が国における合板工業は成立しない。国産材合板はコスト面で全く期待できない。」との意見がきわめて多かった。さらに、「合板・LVLは建材、一般用材として特に強度を要求される部材として不可欠のものであるが、その供給を製品輸入に頼っても良いのではないか、日本の置かれている状況から、我が国で合板を生産する必然性がはたして存在するのか」との主張もあった。

一方、原木確保に活路を見出せば、国内に旺盛な需要が存在するのであるから、合板工業は地道な発展を遂げて行くのではないかと、という少数意見もあった。また、LVLの進展を予想し、我が国の合板工業は、針葉樹を対象にしたLVL製造工業に転換するべきであるとの意見も2、3見られた。

いずれにせよ、木材工業の中心を占めてきた合板工業が、きわめて厳しい状況に置かれることは衆目の一致するところのようである。合板工業の衰退は、我が国の木材工業全体に大きな影響を与え、木材工業全体の存続に関わる問題でもあろう。合板製造における産業構造の転換など、思い切った対策が講じられなければならない。

そのような方向として、合板の高次加工、高付加価値加工、超薄物・長尺製品等特殊ものの製造、さらにすでに述べたLVL製造に合板工業の中心を移すことが考えられよう。また、小径木・低質木からラワン合板に匹敵する性能を保持する新しいタイプの合板を、全自動化されたラインで製造する技術の確立と工業化の実現に期待したい。そのためには大変困難なことであるが、国産材の生産・流通システムを整備し、低廉な原料を大量に、安定的に工場に供給することが何よりも必要である。

回答の中に、「いずれはシナリオAが実現すると考えるが、西暦2000年では無理であり、シナリオBに高い確率を与えざるを得ない」というものがあった。筆者もこの考えに同感である。

タイプI 調査票 (3. 産業構造)

Q13. 木質ボード工業のシナリオ

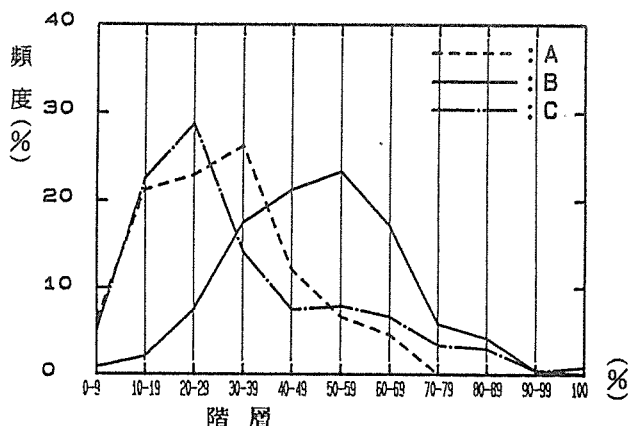
- A プロセス制御技術の進展を軸に、多品種少量生産型の技術開発が一段と進み、要求性能に応じた材料設計・製造技術が確立する。新材料の開発研究も活発であり、現在研究段階にあるアセチル化処理ボードや木質複合系材料など高耐久性ボードや高性能ボードが次々に実用化される。この結果、無機系ボードや合板との代替が急速に進み、生産規模は現在の約2倍(約400万㎡)となり、木質パネルに占めるボードのシェアは40~50%近くまで飛躍的に増大する。
- B 設備投資が進み、新しい製造技術を備えたプラントが増設される。省資源・省力、省エネルギー化が促進されて、生産性が向上する。一方、これまでの研究開発の段階にあった新材料が漸次実用化される。木質ボードの需要拡大が一段と進み、合板との代替が徐々に行われることによって、生産規模は現在の約1.5倍となり、木質パネルに占めるボードのシェアは30~35%程度まで着実に伸びる。
- C 技術開発ならびに設備投資が停滞し、全体として従来と同様の生産技術・生産規模のなかで推移する。新しい機能をもつ材料や高性能材料が開発されても、十分な需要を見いだせず、実用化にいたらない。各々の木質ボード製品に消長があるが、全体として依然合板に押され、さらにまた輸入製品との厳しい競争にさらされるために、木質ボード全体の生産規模は拡大せず、生産量は伸びない。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	25.5	45.2	29.2
2 この設問に対する行政職の回答の平均	22.6	48.7	28.5
3 この設問に対する研究者の回答の平均	25.7	46.7	27.4
4 この設問に対する企業人の回答の平均	26.1	40.7	33

(民間)

各シナリオの生起確率の回答値の分布



最近10年間の木質ボードの生産技術の進歩は著しく、わが国においてもその生産量が増加して、合板との代替が漸次進行しつつある。本設問はこのような世界的規模におけるボード工業の発展を受けて、その順調な拡大を中間シナリオBに設定し、楽観的シナリオ(飛躍的拡大)ならびに悲観的シナリオ(現状維持)をそれぞれAおよびCに設定した。各々のシナリオの前半には生産技術と材料開発の状況を、また後半には生産量や生産規模を予測している。両者の間に必ずしも必然的なつながりはないが、一応生産規模は技術や材料の進歩に比例するとの考えのもとに設問がなされている。

さて、この設問について回答結果をみると、中間的シナリオの平均生起確率が45%でもっとも高く、楽観的シナリオおよび悲観的シナリオの生起確率はそれぞれ26%および29%である。シナリオBを中心にピラミッド型の分布を形成している。多くの回答者がボード工業の漸進的な発展を予想していることになる。

この予想は、回答者のクラスがボード工業の関係者および非関係者にかかわらず、ほとんど変わらない。また、行政、研究、民間の各クラス別についてみた場合も同様の傾向が認められるが、行政のクラスではシナリオAの生起確率が4%減少し、BおよびCがそれぞれ2%増加している、さらに民間のクラスではシナリオBが4%減少し、Cが4%増加するなど、研究に比べるとボード工業の発展に対してやや悲観的な見方が強い。これらの差異に大きな意味があるかどうかは不明であるが、それぞれのクラスで若干見方が異なることがうかがえる。すなわち、研究者は生産技術の進展や材料開発の動向に重きを置いて回答するのに対し、行政では政策上の問題に配慮が、また民間では原料供給や新規需要の開拓など生産上の問題に大きな考慮がなされているように思われる。さらに詳しくみると、シナリオCの生起確率の分布は極めて広く、0-100%に及んでいる。他のシナリオと比較しても、やはり分散が大きい(変動係数:0.72)。ボード工業に対する近未来の見通しには、原料の確保や市場の開拓に紙・パルプ工業や合板工業など他の関連産業の動向が密接に関係して、不確定要素も多く、回答者の期待と危惧が多様な分布となって表われたものと思われる。

寄せられたコメントをみると、「新材料の開発が進み、多様性のある材料が供給される」、「木質ハイブリッドや複合材料が開発される」など技術革新や新材料の開発に関して楽観的な見方が散見される一方で、合板や非木質ボードとの性能および価格の両面での競争に、あるいはまた輸入ボードとの競争に打ち勝って市場を拡大することに疑問を呈する意見も多く見られた。

昭和62年のわが国における木質パネル全体の生産量は年間約1000万 m^3 であり、木質ボードと合板との生産比率はおよそ1:4である。世界の木質パネルのシェア(それぞれ3:2)に比べると、依然として合板の占める割合が大きいが、木質資源の枯渇に伴って、徐々にその相対的な地位を下げつつある。木質ボード工業は、原料の選択範囲が広く、装置産業化や省力化が比較的進んだ分野であり、生産性も合板のそれより高い。加えて、最近の生産技術の発展は著しく、新しい材料の開発も意欲的に進められている。結局のところ、近未来においては、木質ボードが漸次その市場を拡大し、合板との代替をある程度まで押し進めることになろう。

タイプI 調査票 (3. 産業構造)

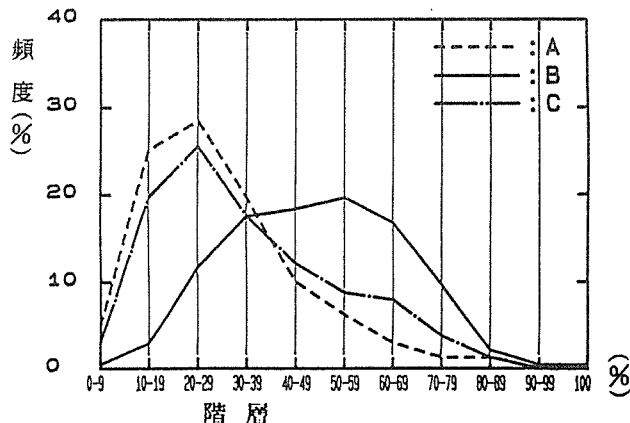
Q14. 木質系住宅産業のシナリオ

- A 都市部では、その機能や価格が明確で多様な在来構法木造住宅が、プレハブ住宅、枠組壁住宅とともに、それぞれの特性を生かして共存し、社会資産ストック型住宅として安定供給され、施主を含めた維持管理体制がとられるようになる。郡部では、各地域の特性に応じた地域型在来構法住宅が建設され、各地域の街づくりに貢献する。とくに、森林、材料、施工の各分野の連帯のとれた供給システムが形成される。
- B プレハブ住宅や枠組壁構法住宅が都市型住宅として定着し、プレカットによる軸組工法住宅も都市周辺部ではプレハブ住宅や枠組壁工法などとの機能的融合が進む。在来構法住宅は、従来明確さを欠いた木材や木工事が合理化されるが、職人問題が顕在化し、他構法の住宅と機能、デザイン、経済性の面での厳しい競争となる。郡部では、国産材を用いた多様な在来構法住宅が建設され、他構法に比べて職人、価格の面でも優位にある。
- C 都市部では、新設住宅着工戸数および木造率も低下し、プレハブ住宅や枠組壁工法住宅にシェアを侵食され、在来構法住宅は一部の人を対象とした趣味的な和風建築として残り、木材および木造建築の価格は高く、庶民にとっては高嶺の花となる。郡部でも国産材を用いた在来構法住宅は性能、価格、職人のいずれの面でも問題をかかえ、庶民の住宅としての位置が厳しくなる。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	24.8	44.5	30.6
2 この設問に対する行政職の回答の平均	22.9	47.3	29.7
3 この設問に対する研究者の回答の平均	24.9	44.5	30.4
4 この設問に対する企業人の回答の平均 (民間)	25.2	43.4	31.3

各シナリオの生起確率の回答値の分布



在来構法という言葉はプレハブ住宅や枠組壁工法など各種木質構造の出現にともなって、従来より大工、工務店が一般的に作っていた柱、梁を基本軸組とする木造に与えられたものである。従って当然地域の事情によって材料、作り方まで差異があり、合理性を求め変遷してきたものである。その背景には木材を供給する側、施工する側としてそこで生活する人々の暗黙の了解のようなものが存在していた。しかしながら、木材の流通や新しい材料や構法の出現によって、在来構法の意味するものが一定でなく、それが問題を混乱あるいは複雑にさせている。本シナリオの観点は住宅における木造率の低下を踏まえた上で木質系住宅のシェアと各構法の特徴の位置づけと、予想される安定化時代における技術課題への対応と木材生産との関係を問うためのものである。

回答者全員の傾向からみてみると、中庸Bの生起確率に対する分布は平均値が45%で、やや確率の低い側にシフトしているが正規分布的な傾向を示している。生起確率30~70%に全体の72%の人が回答している。楽観Aの生起確率に対する分布は平均値が25%で、生起確率の低い側にシフトしている。生起確率10~40%に全体の73%の人が回答している。悲観Cの生起確率に対する分布は平均値が31%で、生起確率の低い側にシフトしている。Aに比べると分布が広く、生起確率10~40%に全体の63%の人が回答している。以上の点から概ね現状の動きの延長線上を想定しているが、在来構法への危惧を含んだ悲観論がやや楽観論を上回っているといえよう。

回答の内訳を在来構法に焦点を当ててみると、関係者は悲観と楽観がほぼ同じになっているが、非関係者は悲観的な見方がかなり大きくなっている。行政は全体に比較して楽観、悲観ともやや低くなっており、中庸Bが高い比率になっている。とくに楽観の生起確率を70%以上に回答した人は皆無であり、楽観Aの中にはかなり行政主導的な要素を期待する面があることを考えると、行政の現状がことなかれ主義的な評価をされているととれる。悲観的でない反面、前向きや前進にはある程度の楽観が必要であることから取組の姿勢としてやや気になる点である。民間は楽観と中庸が減少し、悲観が大きくなる。経済的、技術的な面での在来構法の悲観要素が強くてきているようであり、住宅が社会資産ストックや地域トータルシステムとしての位置づけが見いだされていないともいえよう。研究者は行政と民間の中間に位置するが、やや民間の傾向に近く、ほぼ回答者全員の値にはほぼ同じになっている。

シナリオの調査結果と関連したコメントを以下に述べる。

戦後大量造林された国産材の大量産出に対応する木材の需要拡大、地域の活性化、情報化、多様化した住宅生産や、貿易摩擦などの国際化の状況下で、国産材の大宗である在来構法住宅における国産材の位置や職人の不足は深刻な問題を呈しているが、関係者の共通利益の認識にたった協調体制がとられているとはいいがたい。

プレカット加工を軸にした在来構法木造住宅を大量に供給している地域ビルダーおよび個別散在の大工・工務店と国産材、すなわち、森林、製材との連携した木材と木造に関する技術と情報化時代における商品としての明確さは十分とはいいがたい。

今後の安定期において木造住宅の着工絶対量を期待することは楽観的過ぎるようであり、高耐久、耐用性、維持管理体制を基本としたストック型住宅への対応が重要である。地域の活性や街作りなど、地元材で地元業者による試みは在来構法のもう一方で進められている機能、性能追求型と、やや方向が別の試みとして注目される。

タイプI 調査票 (3. 産業構造)

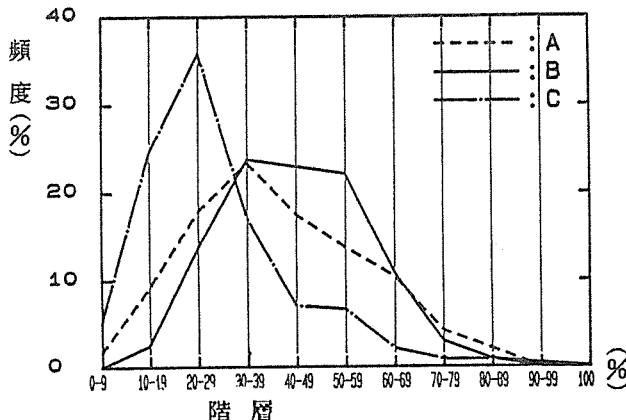
Q15. 木質部材・部品産業のシナリオ

- A 木製建具、階段ユニット、玄関ユニットは、木質部材・部品産業の主要製品として安定したシェアを持ち、内装システム、収納システムにも木質系の製品のシェアが伸びる。また、これまで木質系の使用が少なかったオフィス用品にも木質部材・部品が進出する。いくつかの大企業の主力製品として伸びる一方、建具や玄関ユニットは各地の地域産業として発達し、プレカット業や家具産業とも提携して地方振興の主力産業としての役割が期待される。
- B 木製家具、階段ユニットは戸建住宅を中心に安定したシェアを持ち、林地に近いいくつかの地域で、木質部材・部品の製造が地場産業として盛んになる。木材に対する根強い嗜好に支えられ、新しい木質部材・部品の開発が活発になるが、これまで多用された和風ものは高級化し、需要量は減少傾向となる。
- C 階段ユニットなど、コストメリットのある部材・部品は多用されるが、全般に木材への嗜好は停滞し、従来の実績をもとに木製建具や木製収納ユニットなどがある程度用いられる。各地で地元産業振興の期待を背景に、木質部材・部品製造の民間会社や第三セクターが設定され、一部成功するが多くは低調である。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	36.1	40.1	23.6
2 この設問に対する行政職の回答の平均	33.9	38.7	27.3
3 この設問に対する研究者の回答の平均	36.1	40.8	23
4 この設問に対する企業人の回答の平均 (民間)	36.8	40.4	22.6

各シナリオの生起確率の回答値の分布



木質部材・部品産業のシナリオを作成するに際し、部品・部材の種類、市場（適用される建物種別）、産業としての形態、および木への嗜好の程度の4つの要因を意識している。Aは、種類も増加し、住宅以外に市場が拡大し、地場産業としてだけでなく大手も積極的である、というものであり、Cは木への嗜好が停滞するというものである。

Aの生起確率の平均は36.4%であり、全設問の中でも最も高くなっているが、70%以上の高い生起確率の回答はBよりも多く、回答者の区分としては研究者と民間に多くなっている点が注目できる。また、回答幅は、B、Cに較べ大きい。Bの回答は、生起確率30～59%に2/3があり、比較的まとまっている。Cの生起確率の平均は23.5%であり、全設問の中で最も低くなっている。生起確率10～29%に回答の60%があり、回答者の区分の中では、行政の回答の生起確率がやや高くなっている。

全体に、他の設問に比べ楽観的な回答が多いことがわかるが、これは、設問のテーマ自体について楽観的に見られていることを示していると考えられることに加え、シナリオの作り方の影響も考慮する必要がある。シナリオは定量的な記述は避けているが、内容のすべてが達成できるかどうかについては必ずしも楽観を許さないことを想定してできたものであるにもかかわらず、高い生起確率が回答されていることの一因として、この点が考えられる。また、記載内容が具体的イメージにつながりやすいよう配慮した点や、回答者の予測だけでなく願望が加味されたことが考えられる点も、一定の影響があったのであろう。

コメントも多数示されたが、その要点を以下に示そう。

部材・部品の種類と市場については、集合住宅の内装関係への展開の指摘がいくつかみられた。関連して、商品企画力、開発力の充実、需要開拓、試験や研究体制の整備が必要であること、高付加価値化、規格化、ユニット化、多品種少量生産システムの導入を目指すことが示されていた。また、市場については、この他、非木造、洋室、内装、レジャー・リゾート関係、が示されていた。

産業としての形態については、地場産業としての発展に対する期待の一方では地場産業としての展開に否定的な考え方もみられた。発展に関連して、一層の技術開発や地方自治体の援助が必要であるとの指摘があり、否定的な考え方には、家内工業のレベルである、大企業の工場としてのあり方が考えやすい、林地近くでの展開は難しい、というものがあつた。これからは一定の方向を捉えることはできないが、各々、背景も含めた今後の検討課題の所在を伺うことができる。

木への嗜好の存在を強調するコメントは多数示されていた。嗜好の表現としては、本物嗜好、高級嗜好、木への愛着、うるおい、などがみられる。

シナリオの記述からは外したものであるが、コストに関するコメントもいくつかみられ、関心の高さが伺えた。技術や品質の向上とともにコストダウンの重要性が示されている一方では、コストダウンは楽観できないという考え方や、コストダウンにはこだわらない方がよいという考え方もあつた。

タイプI 調査票 (3. 産業構造)

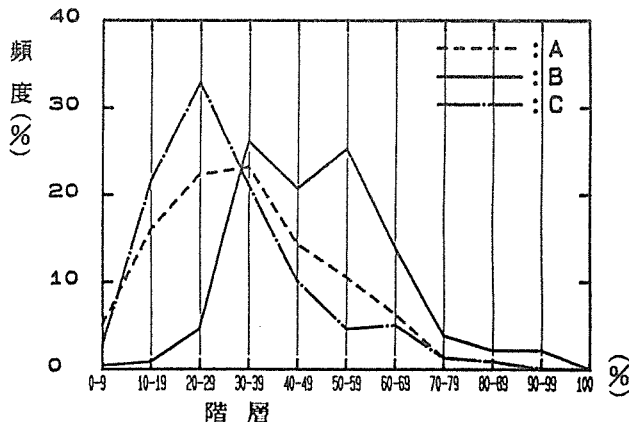
Q16. 機械プレカット業のシナリオ

- A 木造住宅部材のプレカット化は、建築技術者の質的・量的な低下に加え、住宅生産供給の合理化、木材加工の高度化、木材流通機構の改善等を目的として著しく伸長する。事業主体は、建築業の加工部門として位置づけられるものを中心とするが、木材企業あるいは林材業と建築業等の協業形態としても増加する。生産規模は月間約10棟から100棟以上の階層にまたがり、その工場総数は約700を数え、プレカットによる住宅建築も年間10万棟台に増加する。
- B 建築技能者の不足や住宅生産の合理化等によって、住宅部材のプレカット化は進展する。しかし、それは都市部における住宅建築の部材加工に偏向し、郡部ではそれほど普及に至っていない。工場総数は約500を数え、プレカットによる住宅建築は現在の約50%増となるが、年間5万棟台で停滞傾向を呈する。なお、高操業度を維持する工場は、大手住宅産業や中小都市のビルダーと密接な取引関係にあるものが多く、比較的量産型のグループに集中する。
- C 木造住宅の分野は、プレハブや枠組壁工法が支配的となり、軸組構法が大きく後退する。この中で、軸組構法による住宅は郡部や都市周辺の高級和風建築に集中し、むしろ大工技能への依存度が高まるため、部材の工場生産はそれほど進展しない。しかし、プレカットによる住宅建築は、都市部を主体にして現在の約25%増、年間4万棟台まで増加する。また、工場総数は約500を数え、年間生産能力も約8万棟に達するが、一部を除いて低操業の工場が多い。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	29.3	44.3	26.2
2 この設問に対する行政職の回答の平均	31.4	44.6	23.9
3 この設問に対する研究者の回答の平均	26.7	46	27.2
4 この設問に対する企業人の回答の平均 (民間)	32.3	41.2	26.4

各シナリオの生起確率の回答値の分布



木造住宅部材のプレカット化は、建築技能者の不足、住宅生産供給の合理化、製材品の付加価値向上策などが背景となって、近年、急速に進展している。現在、機械プレカットによる在来工法の住宅建築は、年間約3万棟と推定され、工場数も約300を数え、いずれもこの数年で2倍近くの増加をみている。このような動向からいえば、将来のプレカット事業についてはある程度期待してよいかも知れない。しかし、一方では住宅着工に占める木造率の低下や、木造住宅でも在来工法がプレハブや枠組壁工法に市場シェアが奪われていること、さらに住宅着工総量も近い将来、100万戸時代へ入るという見方もあり、プレカット事業も全体としてはそれほど伸びはないという意見もある。

回答者の見方によれば、西暦2000年におけるプレカットによる住宅建築は、現在の50%以上に増加しているというシナリオAの平均生起確率が約30%（標準偏差16.9%）で、増加率が50%前後であるというBのそれが44%（同15.5%）、そして増加率30%程度とするCのそれが26%（同15.7%）と表わされ、全体的に明るい見通しをもっている。とはいえ、AとCの見方にはBよりもバラツキが大きく、シナリオの表現に部分的には高い支持率を与えているが、ある部分にはそれほどの支持率が得られていないといってもよい。しかし、その内容は生起確率の値から明確にされ得ない。

回答者グループ別の各シナリオに対する生起確率は、いずれもBに中心を置いているが全回答者の平均値に比べて行政や民間ではややAに、研究者ではBとCに比重を置いた回答になっている。つまり研究では、現在よりもプレカットによる住宅建築は30～50%増とみる者が多く、行政や民間では50%以上の増加率になると予想する者が多いことを示している。

いずれにしても、プレカット事業の将来は、建築技能者の不足を主因にして普及率が高まるといってよいだろうし、また回答者のコメントもその内容にふれたものが目立っている。ただコメントには、その傾向は都市部の建築物に集中するだろうし、事業としては大手住宅産業や中小都市のビルダーと結びつくか、産直住宅の取組みの中で位置づけていかなければならないとの指摘もある。プレカット事業の形態には、木材業型と建築業型、それに木材業や建築業等との協同事業型に大別されるが、主流は工務店を含む住宅産業が直営もしくは委託業務で行う、いわゆる建築業型であるし、木材業型といっても、加工部材を流通市場で販売するというものではなく、特定の住宅産業と密接な取引関係の上で部材加工・販売が行われている。その意味では、プレカット事業は、クローズのマーケットシステムでなければ成立し難い要素があり、このことは在来工法住宅部材である限り、今後とも変化しないと思われる。したがって事業主体が自ら住宅生産を伴わない限り、特定の住宅産業と加工販売の提携がなければなるまい。また、自社もしくは納入先の事業量に応じて、プレカット工場の規模や設備ラインが異なるが、最近では日産2棟以上の生産規模にCAD、CAMシステムによる自動加工ラインが採用され、このシステムは約50工場を数えるに至っている。しかし、最も多いのは日産1.0棟前後のラインを1系列もしくは2系列備えたもので、現在約200工場になっている。残りは、単能機を複数台備えて日産1棟未満の小規模工場で、中小工務店もしくはその委託加工を行っている。いずれも、工場数が急増したが反面、品質管理が不十分なためにトラブルも増加しているといわれ、回答者のコメントにも乾燥材の利用とあわせ、品質向上策を指摘している。

タイプI 調査票 (3. 産業構造)

Q17. 家具産業のシナリオ

A 家具に対する消費者ニーズの多様化・高級化志向がいっそう進む。デザインから生産までの一貫自動生産システムが可能になり、高度な省力化と多品種・少量生産体制が実現する。生産性の向上や東南アジアからの加工部材の輸入により、生産コストの削減が可能となる。家具業界は、間仕切り・収納システム家具、OA家具など住宅やオフィスの内装分野への進出が順調に進み、総合インテリア産業への転換がほぼ達成される。

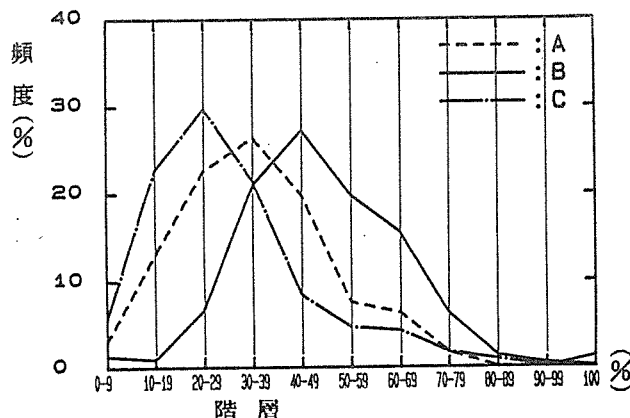
B 家具に対する消費者のニーズの多様化・高級志向化は依然と進む。パソコンによる家具の設計システムが普及し、商品開発・デザインやユーザーへの木目細かな対応に活用される。生産コスト削減のため、東南アジアへの加工工場の進出や加工部材の輸入は大幅に増える。家具分野でもノックダウン方式による生産が普及する。家電や住宅関連メーカーとの協力関係を保ちながら、住宅・インテリア分野への進出が進む。

C 期待の住宅・内装関連分野への進出も思うように進展せず、総合インテリア産業への転換は果たせない。零細企業が主体となる産業構造は依然として変わらず、多様化するニーズに対し企画・デザインの面で十分な対応ができない。自動加工機械の導入により省力化は果たされるが、高度な加工や木材の利用効率の向上は期待できない。欧米から高級家具の輸入が増え、安い家具は東南アジア製品との価格競争にさらされる。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	30.3	43.6	26
2 この設問に対する行政職の回答の平均	33.6	42	24.2
3 この設問に対する研究者の回答の平均	29.5	46	24.4
4 この設問に対する企業人の回答の平均 (民間)	29.8	40	30.1

各シナリオの生起確率の回答値の分布



この設問は、消費者のニーズ、生産技術、合理化、国際分業化の観点から家具産業の構造について問うたものである。

すなわち、Aは楽観的予測で、消費者ニーズを的確にとらえ、最新のハードおよびソフト技術を積極的に導入することにより、家具産業が総合インテリア産業に転換するというもの。Bは中間的予測で、消費者動向に対応して、ソフトな部分の技術革新はある程度進み、生産方式の合理化や海外からの加工部材輸入の形で生産コストの削減を進め、住宅やオフィスなどの内装分野への進出がある程度実現するというもの。Cは悲観的予測で、内装関係は依然、住宅や建材分野の範疇としてとらえられ、技術面ではデザイン・企画等のソフトの面でもハードな面でも高度な革新は期待できず、東南アジアから加工部材や安い家具がどんどん輸入される状況を想定しているものである。

この設問に対して、中間的シナリオの生起確率が44%でもっとも高く、楽観的シナリオ30%、悲観的シナリオ26%となった。また、家具の関係者については、中間的シナリオ41%、楽観的シナリオ35%、悲観的シナリオ24%で、全体よりやや楽観的な予測を持っており、予測の分布も狭いことがうかがわれた。

全般に、家具分野は今後の発展が期待されている。

現在の家具業界は、全体の約75%の事業所が従業員9人以下の零細企業で構成され、50人以上の企業は全事業所の4%に満たないが、全製品出荷額の50%近くを占める産業構造をとっている。楽観的予測と悲観的予測が30~25%あることは、大手企業と中小企業の状況の違いを考慮している面がうかがわれる。コメントでも、家具メーカーが淘汰され、企業間格差はさらに明確になることが指摘されている。家具業界は、大手企業か住宅メーカーが主導権を取る中、家電メーカーが独走し、中小企業は大手企業の系列化と建築サイドの下請け化がいっそう明確になる構図が浮かび上がってくる。また、手工業的高級家具の生産も消費者の高級化志向に支えられ、中小企業の選択肢として残る。中小企業は、価格や消費者ニーズの多様性の中にターゲットを絞り、企業独自の道を選択することが迫られている。

製品の傾向としては、消費者ニーズの質的向上を反映した家具の高級化志向と価格本位の機能志向との二極化が進むことがコメントされている。

住宅などの間仕切り・システム家具と従来の箱物家具の区別が無くなるなど、家具と建材の概念の差が薄れていく。住宅やオフィスの内装分野への進出には、ハードな技術面ばかりでなく、デザイン・インテリア関係の人材の養成やひとの生活感や生活様式の変化を汲み取るソフト面での対応の重要さが指摘されている。

国際分業化の方向は避けられず、生産の合理化とコスト削減のため東南アジア諸国からの加工部材の輸入が増大するとともに、安価な家具の製品輸入も増加することが指摘されている。

タイプI 調査票 (4. 技術開発)

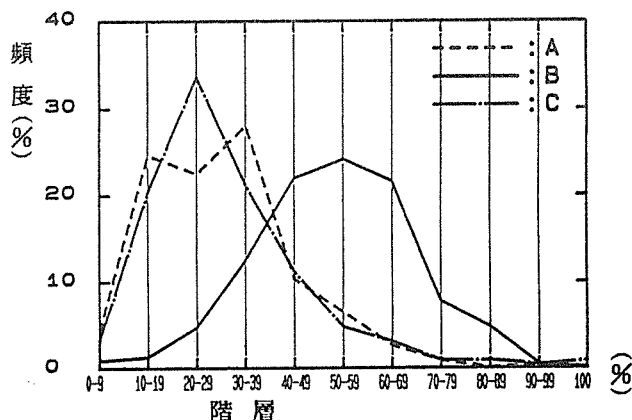
Q18. 切削技術のシナリオ

- A 木質材料と無機や金属材料との複合材料が多用され、工具は新素材、特にサーメットやダイヤモンドが普及し、難切削材が少なくなる。被切削面の性状は現在の水準と同等かやや向上し、切削速度や工具の寿命が数倍上がる。切削条件や制御や被切削材の搬送は全て自動化され、作業者は機械を監視するだけで被切削材や製品に手を触れて切削状態を確かめる必要はなくなる。10cm以上の厚い材料のCO₂レーザーによる曲線挽き等の新しい切削技術も普及する。
- B 木質材料と無機や金属材料との複合材料の普及にともない、一部の工具にはサーメットやダイヤモンド等の新素材が用いられ、難切削材が容易に切削されるようになるが、安価で寿命や信頼性の優れた新素材工具はまだ普及されていない。センサーの発達にともない、一部の切削条件や被切削材の制御は自動化されるが、無人化には至らない。CO₂レーザーによる曲線挽き等新しい切削技術が一部導入されるが、鋸や刃物による切削技術が主流である。
- C 木質材料と無機や金属材料との複合材料が普及するが、工具材料には依然として高速度鋼や超鋼合金が使われているので難切削材が増え、現在の水準の被切削面性状をどうにか維持できるが、切削速度や工具の寿命が低下し、工具の消耗が激しくなる。切削条件の制御や被切削材の搬送はある程度コンピュータで行われるが、依然として作業者が被切削材や製品に手を触れて切削状態を確かめている。CO₂レーザーによる曲線挽き等の新しい切削技術は研究段階の域を出ない。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	25.2	46.2	26.5
2 この設問に対する行政職の回答の平均	24.6	50.6	24.7
3 この設問に対する研究者の回答の平均	22.9	48.6	28.3
4 この設問に対する企業人の回答の平均 (民間)	29	46	24.9

各シナリオの生起確率の回答値の分布



この設問は、切削技術の基本は今後もそれほど変わらないものと考えられるので、ユーザの木質材料の性能に対する要望や木質材料の製造技術の進歩につれて普及すると予想される木質材料と無機や金属材料との複合材料の切削加工技術がどの程度発展するか、個々についてはほぼ完成されている木材加工機械をどの程度有機的に結合でき自動化が推進できるか、新しい切削加工技術の代表として注目されて久しいレーザ加工技術がどの程度普及するのか知るところを狙ったものである。

すなわち、Aのシナリオはそれら三通りの技術が全て十分に発展する場合、Cのシナリオは現在のレベルがそのまま維持されるに過ぎない場合、Bのシナリオはその中間の場合をそれぞれ想定していることになる。

232名(全回答者の95%)から回答が寄せられ、Bの中間的シナリオの生起確率の平均値は48%で最も高く、Cの悲観的シナリオとAの楽観的シナリオのそれはそれぞれ26%と25%でほぼ等しかった。232名のうち、このシナリオに関係のある仕事をされている方は84名(36%)、そうでない方は135名(58%)であったが、各シナリオの生起確率の平均値は両グループともほとんど同じであった。つまり、切削技術との関わりの有無によらず、両者の予想が一致していることになる。一方、職種別にシナリオ毎の生起確率を見てみると、行政(回答者の18%)の見方はAとCの生起確率の平均値が共に25%で等しくなるという中間的、研究(51%)の見方はCのそれが28%でAの23%より大きくなるという若干悲観的、民間(28%)の場合は逆にAが29%でCの25%より大きくなるという若干楽観的であり、民間の願望が含まれているようである。

以上は三通りのシナリオの生起確率の平均値に対する検討結果であるが、図に示したように、Bの生起確率の分布が最も正規分布に近く、Cのそれはピークがやや尖って右に裾を引いた分布、Aのそれは二つのピークを持つ分布になったことから、楽観的な見方の中にはその生起確率にかなりの見解の相違があることになる。

各シナリオの中には三通りの技術が含まれており、個々の技術に対する回答者の意見がシナリオに書かれている状況と異なるために寄せられた24件のコメント(その内関係者は63%)を分析してみると、新素材工具への期待は、木質材料の価値が低いことや工具価格が高いという問題があるけれども、相当なものがある反面、一部の切削加工にのみ使用されるという見方が強かった。一方、自動化・効率化はコンピュータ制御技術の発展に伴ってかなり進むという見方が強く、CO₂レーザについては実用化されるという見方と10年では無理という見方があり、それ以外の加工技術が出現するという見方もあった。

いずれにしても、切削技術の開発に対する期待は相当大きいものの、研究・開発能力がその期待に十分応えられず、開発された切削技術の実用化に当たっては大企業と中小企業の企業間格差が大きく申し掛かるという予想が強かった。

タイプI 調査票 (4. 技術開発)

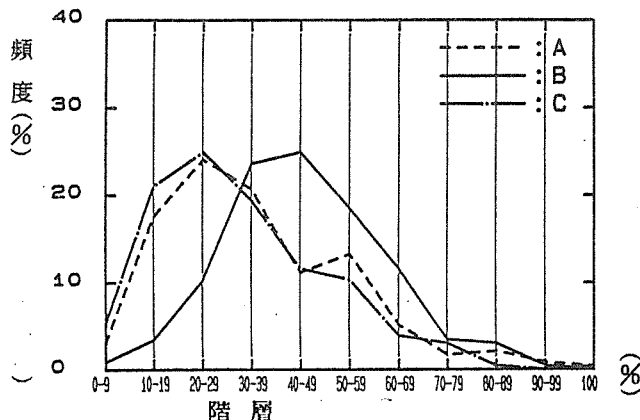
Q19. 乾燥技術のシナリオ

- A 木材は乾燥して使うべきとの認識が定着し、市場で流通する木材には含水率表示が義務づけられるようになる。乾燥設備の規模および数量は大幅に拡大し、コンピュータによる自動化が普及する。乾燥装置は蒸気式IF型が主流を占めるが、熱源の種類は多様化し自家発電を含む省エネルギー対策が進む。一方、除湿式乾燥室は能率の優れた高温型が開発され、これに移行する。
- B 公的住宅や大手建設業への納入材には一定の含水率基準が定められ、人工乾燥材の使用が一般化する。ただし、スギ柱材はやや含水率の高い材が用いられる。これに対応して乾燥方法は材の用途別に分化し、蒸気式、除湿式がほぼ同程度の割合で普及する。乾燥設備の大型化、自動化、協同化が進み、全国にいくつかの主要な乾燥材供給基地が形成される。
- C 乾燥材の需要はあるが、乾燥コストが吸収できないため国産材の人工乾燥はそれほど進まない。むしろ、外国産の安価な乾燥材が市場を占領するようになる。乾燥対象はヒノキ柱材および造作用材に限られ、小規模の除湿式乾燥室が普及する。スギ柱材は依然として高含水率のまま用いられる。乾燥コストを下げるため、簡単な構造の低廉な装置が普及する。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	31	40.8	28.1
2 この設問に対する行政職の回答の平均	36.7	38.1	25.1
3 この設問に対する研究者の回答の平均	28.5	43.9	27.4
4 この設問に対する企業人の回答の平均 (民間)	31.4	37.2	31.2

各シナリオの生起確率の回答値の分布



シナリオでは乾燥材の市場における流通予測，すなわち需要供給事情や乾燥材に対する認識，含水率基準，外国産材との競合などが前半に示され，これを基にした乾燥方法や装置など技術開発に関する予測が続く後半に述べられている。このため回答者の多くは前半の流通予測に焦点を絞るべきか，後半の技術予測に焦点を絞るべきか悩まれたことと思う。集計結果の平均値がA，B，Cいずれも近い数字になった一方で，AおよびCの互いに相い反するシナリオにそれぞれかなり高い生起確率を予測した人が相当数あったことは，これを象徴している。特に，AおよびBでは生起確率の分布に二つの山が見られるが，これはシナリオ前半と後半に対する各個人の考え方の違いが現れた結果ではないかと思われる。

行政Aは36.7%，Bに38.2%と楽観的（理想的）シナリオに近い側により高い回答を寄せたが，これは最近の乾燥材供給対策事業など乾燥材普及に関する行政対応の充実や，乾燥処理材の認定制度（AQ）の導入，製材規格（JAS）の見直しなど一連の動きの中に，乾燥材の普及や規格化が急速に進みつつあることを感じ取り，特にシナリオ前半部分に強く印象づけられた結果ではないかと考えられる。

一方，民間はAに31.5%，Bに37.2%，Cに31.3%と行政や研究に比べ，考え方に幅の広いことが伺える。企業における将来予測の的確さは致命的な重要問題であるだけに，色々な状況が想定されるのは当然のことであろう。乾燥による製品の差別化が生じ，その結果乾燥材以外は売れなくなるため必然的に乾燥材ならびに乾燥技術が大きく進展するとする人がある反面，かなりの人が輸入乾燥材の脅威を身近に感じ，非常に危機感を持っていることも確かである。中には国産針葉樹材の乾燥や，乾燥材供給基地の形成はなかなか進まず，むしろ不可能と指摘する人さえいる。乾燥材の使用や含水率規格の必要性は広く認識されるようになると予想する人が多いが，乾燥材の使用は乾燥コストの面から一般にはそれほど浸透しないとの見方もかなり多い。これらを総合すると，公的住宅や大手住宅メーカーなどでは含水率規格に沿った乾燥材の使用が恒常化するが，一般建築業界では乾燥材はなかなか定着しないとの図式が浮かび上がる。

研究の予測は行政と民間との中間にあり，Bのシナリオの支持率が高いのが特徴である。また，Aのシナリオに対する支持率は最も低く，乾燥材の普及や乾燥技術の発展にかなり悲観的な見方が強い。これはどの様に解釈すべきであろうか。研究は社会の動向を比較的客観的に判断できる立場にあるためと見るか，あるいは最近の乾燥材に対する業界の著しい動きに対する認識や危機感が薄いためと見るか判断がつかかねる所であるが，乾燥部門に関係の深い筆者としては失礼ながら後者を支持したい気持ちが強い。

このほか寄せられたコメントでは低コスト乾燥法および装置の開発と，信頼性の高い含水率計の開発に対する要望が特に強かった。コンピュータ化，自動化，太陽熱利用を含む省エネ化などの重要性や関連技術の発達を期待あるいは予測するコメントもいくつか見られた。また，利用者へのPR，乾燥設備の普及，乾燥材の価格の明確化など行政対応を望む声も多くあった。ただし，前述のとおり乾燥材はあまり普及しないと考える人はかなりの数にのぼり，さらに少数ではあるが乾燥の必要性を過剰に宣伝することに疑問を抱く人がいたことも注視すべきである。

タイプI 調査票 (4. 技術開発)

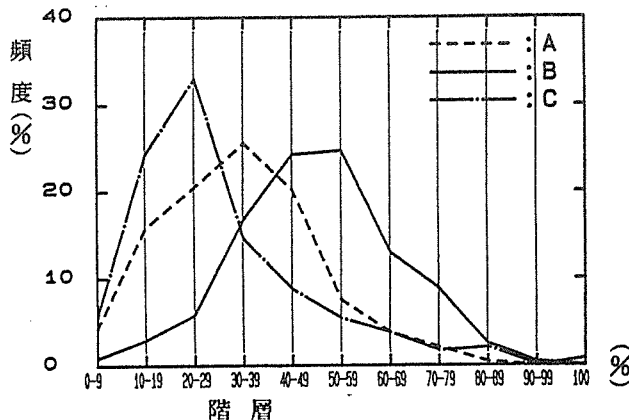
Q20. 接着技術のシナリオ

- A 合板、集成材、ボード類等の木質材料製造面では、自動化や連続成型に適した接着技術の開発にともない低温速硬化性接着剤が用いられるようになり、乾燥、塗布、成型の工程とエネルギー面からの著しい改革がなされる。木質構造や現場施工において信頼性の高い接着技術が開発され構造体の接合にも多用されるようになる。また、木材あるいは木材成分を含めた天然物から耐久性のある接着剤が安価に製造され、従来占めていた合成高分子系接着剤の分野に進出する。
- B 従来から大量に使用されていたユリア系、フェノール系等の既存接着剤の改良や、高反応性架橋剤等を併用したこれら接着剤の複合化技術と塗布および成型工程の技術開発により、高品質の木質材料が製造され、原料とする樹種や製品の多様化にも対応できるようになる。構造部材等の接着接合技術の開発が進み、木質構造や現場施工に導入されるようになる。また、高性能の天然物系接着剤とその利用技術が開発され実用化段階を迎える。
- C 天然物の接着剤化を含めた新規木材接着剤の開発は研究段階に留まり、既存接着剤の改良技術や木質材料製造の工程や接着技術等の進展にもかかわらず、高含水率木材、難接着性木材、異種木材、異種材料等の接着における諸問題も未解決のことがあり、樹種や製品の多様化にも対応できないことが残されている。木質構造体の接着接合に関しては、ニーズの高まりがあるものの技術面から対応できていない。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	29.1	45	25.8
2 この設問に対する行政職の回答の平均	31.3	47.9	20.7
3 この設問に対する研究者の回答の平均	27.7	46	26.2
4 この設問に対する企業人の回答の平均 (民間)	30.2	42	27.6

各シナリオの生起確率の回答値の分布



この設問では、今後の開発が期待される木材接着関連の分野を 1) 木質材料用接着剤の開発、2) 構造接着技術の開発、3) 天然物系接着剤の開発とし、それぞれのシナリオでその発展程度を予測した。1) では、木質材料の連続成型や自動化等の開発に要求される高性能かつ高耐久性の速硬化性接着剤の開発、既存接着剤の改良・複合化、ならびに、接着技術の進展を課題とした。2) では、木質構造や現場施工分野で望まれている強度や耐久性面で信頼性の高い構造接着技術と構造部材などの接着接合技術の開発を課題とした。3) では、現在研究開発が盛んな木材と木材成分や蛋白質・炭水化物を含めた天然物からの接着剤の開発の進展と、石油を原料としている既存合成高分子系接着剤の分野への進出を課題とした。

これらの分野の進展程度を 3 本柱として、A、B、C の順に楽観的から悲観的に予測しているため、回答者の判断が複雑となったようであるが、回答全体から判断すると B の中間的な予測が中心を占め、楽観的、悲観的の順で支持されている。

調査の結果を全般的にまとめると、木質材料用接着剤では、既存接着剤の改良や複合化技術ともに塗付や成型工程等の技術開発がなされるものの新規接着剤の開発は難しいと予測されている。また、新しい天然物系接着剤が若干ではあるが使用され始める。接着接合技術は進展し木質構造や現場施工に多用されるようになるが、構造体の接合には信頼性の面から適用することが難しいと予測されている。

前述の様に、シナリオには 1～3) の分野が並列的に同次元で予測されているので、総合的な判断が難しくなった様な感じが強い。例えば、A のシナリオの賛同者には前向きコメントが多く見られたが、1) と 2) の分野は進展するものの総じて 3) の天然物系接着剤はここ 20 年は現在石油を原料とする接着剤には対抗できないと判断している。逆に、B の賛同者には 1) と 2) の分野に関して発展的なコメントを記したものが多かった。これらを考慮すると、もしシナリオに 3) の分野を除くか進展の程度を押えて予測していれば、A のシナリオの賛同者がかなり増加したと思われる。従って、1) と 2) の分野は今回の全体的な調査結果の分布よりかなり楽観的に予測されていると考えられる。

回答者のコメントをまとめると次の様なものが多かった。

構造接着技術の進展への期待感が高まりを見せており、A の賛同者には、これを望むコメントが多いが、これらの回答者は、現場施工における接着接合技術の信頼性を保証できることがその進展の前提となるとしている。また、木材の縦つぎに関する接合技術の開発が重要課題とする意見も多かった。

天然物系接着剤の開発を前向きに捉えている回答者の中でも、用途選択の必要性や石油価格の動向に左右されやすいこと、さらに、均一な原料としての供給力に難点があることを指摘している。天然物からコストにみあった高品質の接着剤を開発することは難しく、将来とも増量剤に使用される程度とする厳しい予測も見られた。

合成高分子系の接着剤の分野では、多くの回答者が低温（常温）速硬化型の高耐久性接着剤や高機能性接着剤の開発ならびに塗付技術や異種材料との接着技術の開発を望む意見が多かった。

タイプⅠ調査票 (4. 技術開発)

Q21. 強度保証技術のシナリオ

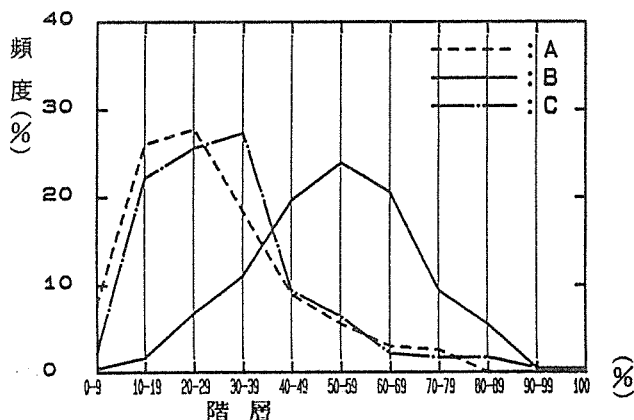
- A 木構造の構造設計も他構造並の高度な設計レベルに定着し、構造用に使用される木材、木質材料には厳密な品質保証が要求され、マイクロプロセッサを活用した自動欠点探査法および機械的等級区分法が品質保証技術の主体となる。構造用製材品には等級マーク、ヤング係数、許容応力度等が表示され、縦つぎ材には全数保証荷重試験が義務付けられる。構造用木材および木質材料には、各製品ごとに品質を明記したミルシートが添付され、品質保証のレベルは鉄、軽金属等の一般工業製品の域に達する。
- B 木構造の構造設計も他構造並の高度なものが義務付けられるが、実際に適用されるのは大規模木構造に限られる。大規模木構造には集成材やLVL等が主として用いられ、その構造安全性が確立される。ラミナや単板の自動欠点探査法などの品質保証技術が実用化され、それらから製造される集成材やLVLは工業製品として確固たる地位を確保する。しかし一般製材については、品質保証の習慣はあまり根付かない。
- C 大規模木構造物は一般に定着することなく、特殊な用途に限られる。品質保証に投資するだけの需要が期待できないため、物件ごとに海外の構造用木材および木質材料を直輸入してその場をしのぐ傾向が続く。在来工法住宅は益々減少し、工業化住宅や枠組壁工法住宅がより盛んとなる。国産構造用製材品の強度等級区分は制度化されるものの一般には普及せず、木材、木質材料の品質保証としては企業単位でのクローズドなレベルのものに限られる。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	23.7	48.9	27.3
2 この設問に対する行政職の回答の平均	22.8	53.1	24
3 この設問に対する研究者の回答の平均	24.2	48.5	27.1
4 この設問に対する企業人の回答の平均	23.2	46.7	30

(民間)

各シナリオの生起確率の回答値の分布



この設問は、木材及び木質材料が工業材料の一つの分野を占めるためには、その品質保証の程度が将来どのように定着するかという点について、主に木構造に利用される材料という位置づけで考えたものである。

シナリオAは、木構造が高度に発達し、木材、木質材料が鉄、軽金属等の工業製品なみに厳密な品質管理の基に建築物に利用されるというストーリーで、木構造の構造設計者から見れば、今すぐにも実現してもらいたい「当然」のレベルの設問であるが、木材供給側から見れば、「まだまだ遠い先の話」のように映ったかも知れない。

シナリオBは、現在の木構造のレベルに基づいて、できるだけ現実的に起こり得る事象を述べたもので、わが国のレベルからはやや背伸びした内容であったかも知れないが、諸外国では既に実用化されているものであり、わが国でも早晚、これらの品質保証技術は実用化されるものとして設定した。

シナリオCは、悲観的設問で、こうなってもらっては困るという切実な内容であるが、実際にはかなりの確率で起こりそうな設問内容となってしまった。

回答結果を見ると、全体として現実的シナリオであるBの生起確率が回答者の各層を通じてほぼ50%を占め、常識的な結果が得られた。

シナリオAとCの生起確率は共に20～30%の値を示したが、悲観的シナリオCがわずかながらAを上廻り、特に、研究者、民間サイドでCがAを上廻る傾向が明かであった。これは、現場に接する機会の多い実務サイドにおいては、木材供給側と木材利用側（この場合は建築側）との間の「品質保証」に対する認識のずれが現状ではかなり大きく、この差が将来とも容易には縮まらないであろうとの現実的予想が働いたと考えられる。

個々の回答のコメントにも散見されるように、「理想的にはAであってほしい」が、木材側の実状では、「よくてBがせいぜいであろう」というのが全体としてみた場合の将来予想であろう。

タイプI調査票 (4. 技術開発)

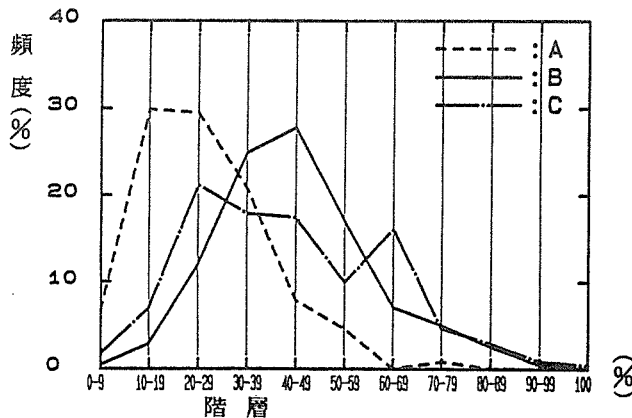
Q22. 防腐・防虫技術のシナリオ

- A 人畜に対する安全性が高く、廃棄物処理も容易な薬剤の開発が成功する一方で、生理活性物質の活用などによる生物学的防除法が確立し、化学加工木材も耐久性材料として位置付けられる。それにより、生態系とのバランスのとれた木材保存が進行し、地域や用途に応じて使い分けが行われ、工法の進歩と相まって合理的な耐久設計法が確立する。また、レーザーインサイジングなど注入処理に画期的な進歩がみられ、現場処理においてはロボットの導入が一般化する。
- B 木造住宅の高耐久化がより一般化し、耐用年数の算定が信頼性を増し住宅の保証制度が普及する。また、処理木材の用途が海中構築物や道路の遮音壁など新しい分野にまで広がり、品質規格制度が確立する。木材中での薬剤安定技術が進歩するとともに、あたらしい低毒性の有機・無機系の薬剤が開発され多様化し、用途別の処理基準が確立する。注入方法では加減圧交替法や溶媒回収法が普及し、難注入材や製品の処理が行われるようになる。
- C 環境や人畜に対する安全性が強く要望され、現在用いられている薬剤の使用が限定されるが、効力持続性が高くかつ低毒性の薬剤の開発がこれにともなわず、効菌範囲の狭い複数薬剤や協力剤との混合技術やマイクロカプセルなどの剤型の改良でこれに対応していく。一方で、木造住宅の高耐久化が広く認識され、建築分野における処理木材の使用が増大するとともにシート工法や壁内換気など施工法の技術開発は進展する。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	21.2	39.8	38.9
2 この設問に対する行政職の回答の平均	23.6	39.5	36.8
3 この設問に対する研究者の回答の平均	20.2	41.4	38.3
4 この設問に対する企業人の回答の平均 (民間)	21.1	37.7	41.1

各シナリオの生起確率の回答値の分布



わが国の木材保存工業は、木造住宅の耐久性向上という社会情勢に対応して、主として防腐土台を製品化することで旧来の枕木、電柱という他材料に代替された分野からの脱皮、発展をはかってきた。防腐・防虫技術もこの傾向に連動して展開を遂げてきている。シナリオでは、現状における住宅の高耐久化への関心の高まりと住宅外材料への進展の模索という需要開発の現状、それに伴う処理技術や耐久施工法の進歩あるいは品質保証の確立という内容を含む一方で、環境問題や安全性から問われる薬剤の毒性に対する取り組みなどを多面的に包含しており、シナリオの展開も現状の動きからの進展の度合いを想定したものである。

生起確率は、A、B、Cそれぞれがほぼ20、40、40%という結果で、この回答傾向は職業別にみても大きな差はなく、ただ行政や研究に比べ、民間の方がやや現状レベルの延長を支持する割合が高かった。この結果では、画期的な技術開発は望めないが、現状における技術の流れ、すなわち薬剤については低毒性指向からくる欠点、すなわち狭い効力範囲や不安定性などを補強する剤型の改良技術はある程度進展し、それとともに薬剤の多様化ときめ細かい用途別の使い分けが今後ますます進むであろうことに意見の一致をみている。一方、生物学的防除法の確立については、近い将来においては実現困難という見方が強く、同様に化学加工木材の耐久性材料としての位置付けについても今後の問題として残している。また、安全指向がより高まる傾向の中で、薬剤を使用するかぎり生態系との完全な調和には限界があり、施工、設計、維持管理などの耐久設計の併用によりこれを補う必要性を指摘する声も強かった。

注入など処理技術は保存処理材料の信頼性を高める上からも大切であるが、旧来の手法をそのまま踏襲しているのが現状であり、処理性の向上、均一な浸透、難注入材の処理などの点で斬新な技術開発が望まれているところである。これには傷痕が目立たないインサイジング法や生物学的に木材の浸透性を向上させる前処理技術なども関連している。しかし、注入技術の画期的進歩は容易に達成できないという見方が強く、むしろ簡易な注入法やプレカット木材の処理など現実に対応した処理技術の普及が求められているのが回答から読み取れる。また、注入技術などは防腐・防虫技術だけでなく、乾燥や化学加工技術と共通する基盤をもつもので今後相互に関連しあって発展されることが望ましい。

処理材料の品質保証と規格制度の確立は、性能のレベルアップのみならず、高耐久性住宅の普及と海中構築物の屋外部材などへの木材の用途拡大をはかるためにも必要である。我が国では、防腐・防虫処理の認識が広く普及してきている現状にあるにもかかわらず、消費者保護の立場に立った保証制度の確立が遅れている。今後耐用年数を含め処理材料としての性能の明確な位置付けが必要とされてきているということがうかがえる。

防腐・防虫技術に限っても、設問内容が広い範囲にわたっていること、またこれら技術の進展には需要構造の変化のみならず住まい方や環境問題に対する意識の推移も影響するため、一つのシナリオの中でも項目により同一歩調の進み方をするとに限らず、生起確率の出現頻度が比較的広い範囲にまたがった背景にはこうした理由があろう。

タイプI 調査票 (4. 技術開発)

Q23. 防耐火技術のシナリオ

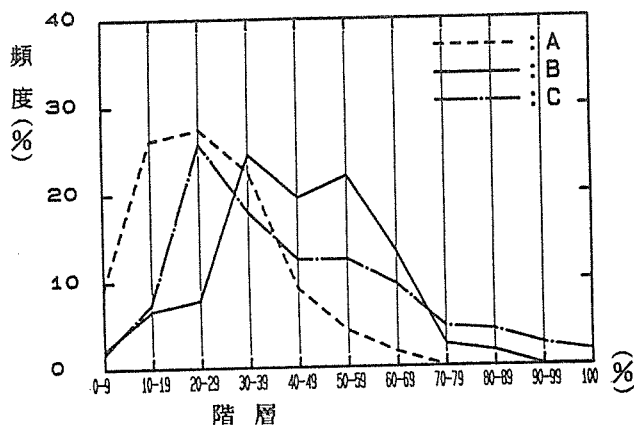
- A 耐候性のある防火薬剤および処理技術が開発され、木質系材料が外壁材として広く使用されるようになる。防火薬剤のノンハロゲン化や他材料との複合化が進み、火災時の有害ガスや煙の発生が減少し、低コストの防火処理材料の内装材への使用が一般化する。また、透明な耐火塗料の開発が進み、大断面木材や天井面へ塗布使用される。さらに、火災の被害予測技術の確立や火災警報のシステム、スプリンクラー等消防用施設の性能向上にともなって市街地や大規模建築物へと木質系材料の使用範囲が拡大する。
- B 防火処理した木質系材料へのニーズは依然強く、安価な水溶性防火薬剤の利用と処理技術の簡易化により内装材としての難燃材料の使用量は増加の傾向となる。また、繊維やプラスチック製品に利用されている防火薬剤の転用や石膏、セメントなどの無機質材料との複合化も進み、難燃化された材料の開発が進む。防火薬剤の耐候性向上の研究も次第に進み、外壁材として防火処理木質系材料が使用可能となる。
- C 内装材や外装材としての防火材料のニーズは強いが、内装用としては石膏ボード、ロックウールなどの廉価な無機系材料が依然として中心で、割高な木質系防火材料の使用は多少の増加しか期待できない。新しい防火薬剤の開発も生産コストが高くつくのであまり進展せず、取扱いが容易な水溶性防火薬剤が主流を占める。同様に耐候性のある外装用木質系材料の開発も大きくは進展しない。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	21.6	39.6	38.6
2 この設問に対する行政職の回答の平均	26.2	40.6	33.1
3 この設問に対する研究者の回答の平均	20.6	42.4	36.8
4 この設問に対する企業人の回答の平均	20.1	34.1	45.7

(民間)

各シナリオの生起確率の回答値の分布



アンケート結果を簡単にまとめてみると、防耐火技術の将来的展望について楽観的期待は否定的であるものの、ある程度の進展と木質系防火材料の使用量の増加が期待できると予想している。これらはきわめて現実的な答であり多様な対応を求められている木材産業の厳しい状況をあらわしている。「木の復権」という時代的背景をもとに防耐火技術の向上と防火法規の改正によって木質系防火材料の使用範囲の拡大と使用量の増加に期待をよせる一方でその具体的展望が見いだせないジレンマがある。

その否定的理由はいろいろある中で主に次の二つに原因があるとしている。一つに木材（建築物や材料）に関する防火法規の大幅な変更は望めないこと、二つに木質系防火材料のコスト高は解消されないことである。

これらの原因について考えてみると、第一の防火法規上の木材にたいする厳しさを問題点に挙げている。確かに木造建築物、木材製品に対しては制限は厳しく、不合理さがある。しかし建築法規も時代の要請でまた防災・避難技術の向上など他分野の進展に伴い変化し、防火に関する制限も木材の性能評価基準も今後は有利に展開する条件はある。材料を生産し、提供する側からは材料の使用目的や用途対象によって防耐火の要求性能は異なることを理解した上での法規批判であるべきであるが、これらのことを理解しないで、一般的な話として防火法規の厳しさのみを指摘する傾向がある。

第二にコスト高について、現在の木質系防火材料（木毛、木片セメント板以外）は受注生産型の製品で防火薬剤、処理方法のコストダウンも限界があり当然価格は高くなり、防火性能と価格の点からすると石膏ボード、ロックウールボードに競合できない。また現在の難燃材料であれば十分とするならば性能向上の研究開発の展望は少なく、対策は困難である。しかしこれらはこれまでコストの面からのみ問題視した結果であるが技術開発の遅れに対する反省はあまりみられない。

幾つかの設問から今後木材の需要が期待できる分野として、大断面集成材や非木造建築物内装材そして部材・部品産業や木質ボード産業に期待がある。そして防耐火技術の発展に期待がある。しかし木材にたいして防火性能を付与する時、「燃えるか、燃えないか」の判断で、答えと方法を考えて技術開発を行うのでは現在と変わりはない。「適材適所」で要求性能は異なり、建築物の使用目的と使用方法（住み方）に対して木材に必要な防火性能を与えられる技術を開発することが求められている。たとえば、モルタル壁に変わって木質の外壁材料（木毛、木片セメント板以外）が都市部で一般化する状況はなく、屋外用に耐候性のある準不燃材料より木材の良さを維持している安全な難燃内装材料の開発に視点を置く方向もある。

木材産業界で防火に関わる研究・技術開発費はあまりにも少ないが、期待だけはきわめて大きい。どのアンケートもいつも同じだが、どう対応するのだろうか？

タイプI 調査票 (4. 技術開発)

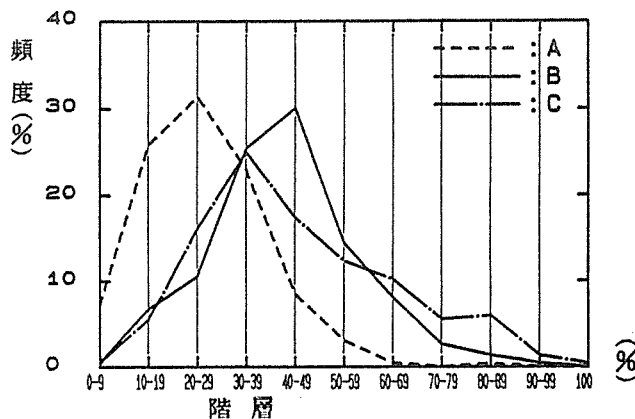
Q24. 化学加工技術のシナリオ

- A 化学加工技術に対する信頼が高まり、高品質・機能性の木材製品が種々の用途に供給され、木材の需要拡大の一翼を担っている。表面化学修飾・表面グラフト共重合・プラズマ重合などの技術が確立する。用途・性能に応じて、表層処理・均一低含浸処理が可能になる。化学加工木材の耐久性が一層向上し、外構用・公園施設などの屋外の用途も拡大する。JASが制定され、規格化された材料として広く普及し、大幅なコストダウンが可能となる。
- B 化学加工技術に対するニーズは、性能向上から耐久性・機能性へと向かっている。表面プラスチック化・グラフト共重合・材内架橋化などの技術が確立する。均一処理が可能になるので、化学加工木材の性能が向上かつ安定化し、規格化に向けて試験方法や評価方法が検討されている。化学加工木材の用途が台所・浴室などの水廻り部材やドア・サッシュへと拡大し、一部製品は量産化されてコストダウンが可能になる。
- C 化学加工技術に対する期待は高く、大学・国公立研究機関・民間企業による共同研究が活発に行われている。多くの化学加工技術が開発途上であるが、アセチル化木材や高品質WPCは、その性能が評価されて市場に定着する。処理の不均一性、性能のばらつき、難浸透性木材の処理などの問題は未解決である。また、化学加工木材の用途が床材や運動具に限定されているので、大量生産ができず、コストは依然として高い。

【 回 答 結 果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	21.2	37.8	40.8
2 この設問に対する行政職の回答の平均	21.6	41.2	37
3 この設問に対する研究者の回答の平均	20.4	37.9	41.6
4 この設問に対する企業人の回答の平均 (民間)	22.2	35.3	42.4

各シナリオの生起確率の回答値の分布



シナリオは、技術開発に対するニーズとその到達段階、処理の設計の可能性、化学加工木材の性能と用途開発、およびコストについて記述されている。Cは、おおむね現時点のシナリオで、10年後もあまり変化しないという想定である。Cを基準にして、シナリオの内容が全てに渡って好ましい方向に進展していくと想定したのがBのシナリオであり、さらに進展させたのがAのシナリオである。

アンケートの結果、シナリオの生起確率の平均値は、 $C(40.9\%) > B(37.8\%) \gg A(21.3\%)$ の順であった。“現状維持”と“小進展”がほぼ同率の4割で、“大進展”が2割といえる。生起確率の分布を見ると、ピーク的位置は、Aが20%に、Bが40%に、Cは30%にある。ピーク的位置は $B > C$ であるのに平均値が $C > B$ であるのは、Cの生起確率の分布が高率の方へ広がっているからである。

まず、生起確率の平均値を調査対象者のグループ別に見ると、行政では $B(41.2\%) > C(37.1\%) \gg A(21.7\%)$ 、研究では $C(41.6\%) > B(38.0\%) \gg A(20.4\%)$ 、民間では $C(42.4\%) > B(35.4\%) \gg A(22.2\%)$ である。行政関係者ではBとCの順位がわずかの差で逆転しているが、グループ間に差があるとは言えない。次に、化学加工技術に関係するか否かのグループ別に見ると、関係者では $B(40.1\%) = C(40.0\%) \gg A(20.0\%)$ 、非関係者では $C(41.1\%) > B(37.1\%) \gg A(21.8\%)$ であり、グループ間に差はない。

Q33に「今後、とくに重要と考えられる技術開発は何ですか」がある。その結果、乾燥技術、難燃化・防耐火技術、検査・品質保証技術に次いで、化学加工技術は第4位にランクされている。とは言え、化学加工技術は数ある加工技術の中の一つであり、将来的にも一定のシェアを占めるにすぎないであろう。さらに、実用化されている技術はわずかであり、まだまだ研究・開発段階であることを考慮すれば、第4位の重要度はかなりの期待度とみなされる。

回答欄にコメントを記入した人は27名で、その内容は次のようになる。

- (1) コストダウンに成否がかかっているが、困難であろう。
- (2) 機能性材料の開発や表面化学修飾などの新技術の導入が行われる。
- (3) 注入・含浸技術の開発が鍵である。
- (4) 用途は当分特殊用途に限定されるであろうが、多方面に拡大する可能性もあり、新用途開発が鍵である。
- (5) 量的には一部に少量使用され、普及・一般化には長時間を要するであろう。
- (6) 評価基準の確立や規格化が重要である。
- (7) 木材の特徴・本質を生かした化学加工技術の開発を目標とすべきであり、研究の発想の転換も必要である。

このコメントは、シナリオの内容が必ずしも同歩調で進展しないであろうことを指摘している。そこで、以上の結果を総合判断して、西暦2000年のシナリオを再度書き上げてみる。

「化学加工技術は進展して新技術が開発されている。化学加工木材の性能は向上し、品質保証が進んでいる。用途は拡大しているが、コストダウンが困難なため使用量はあまり伸びない。注入・含浸技術の高度化は依然として課題である。明確に設定された目標に向かって研究・開発が進展している。」

タイプI 調査票 (5. 経営技術戦略)

Q25. 技術開発力のシナリオ

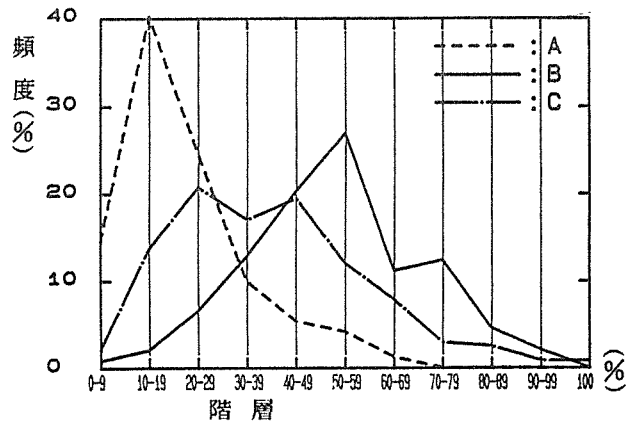
- A 生物材料としての木材に対する社会的関心が非常に高まるとともに、木材産業の給与ベースが著しく改善され、漸次一般基幹産業のそれを、凌駕する程となり、優秀な研究人材が集まるようになる。多くの企業では独自のまたは同種企業共同の開発研究所を設け、充実した研究組織と豊富な研究資金によって将来性の高い萌芽的研究を育成する程のゆとりが出てくる。技術開発力は著しく向上している。
- B 社会における木材産業のイメージは徐々に高まってゆくが給与ベースの改善もゆるやかで、優れた研究人材の確保が困難である。それでも各企業は小規模の開発研究組織をもつようになり、限られた研究資金の枠の中で技術開発の努力を行っている。したがって技術開発力はまだ弱く、ニーズを追うことが精一杯で、シーズを生み出すゆとりがない。
- C 木材産業が低迷し、一般に給与ベースが低いため、木材産業への就職者が少なく、開発研究専門の研究人材を配置することが無理であり、また、研究のための資金のゆとりがないので、技術開発力は全く低く、ニーズに対する対応もおくれがちとなる。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	16.9	48	35
2 この設問に対する行政職の回答の平均	16.3	50.4	33.1
3 この設問に対する研究者の回答の平均	16.6	50.5	32.8
4 この設問に対する企業人の回答の平均	17.6	42	40.2

(民間)

各シナリオの生起確率の回答値の分布



技術開発力を高めるためには、優れた人材の確保と研究投資が必要である。また、その力を発揮させるには、効率の高い組織と、意欲をかり立てる理念がなければならない。この設問ではこれらの点を重点に A：楽観的未来、B：中間的未来、C：悲観的未来の3シナリオを書いた。

まず、シナリオ A では社会一般が木材の精巧で合理的な構造に由来する優れた諸特性を認識し、また、生物材料特有の公益的循環系を基盤とする木材産業を理念的に好ましい業種のイメージでとらえ、企業が高給を支払って人材を集め、資金をかけて技術競争に立ち向かっている姿を示した。シナリオ B では現状より多少近代化された企業イメージを与え、理念の上でも徐々に理解は進むものの依然として研究人材は乏しく、組織も資金も十分ではないが、ニーズに対しては何とか対応をしている姿を示した。また、シナリオ C ではほぼ現在の木材工業の平均的な状況を示した。

この設問についてのアンケート結果では、中間的シナリオ B の生起率が最も高く、48.1%、次いで悲観的シナリオ C の34.9%、楽観的シナリオ A の17.0%となっている。なお、技術開発に関係しているグループと関係の薄いグループの間にはほとんど差はなかったが、職種別では行政および研究の悲観的シナリオ C の生起率がともに約33%であるのに対し、民間のそれは約40%となっており、行政と研究者は技術開発力に多少期待感をもって見ているのに対し、業界では研究開発が必要とは思いつつも、急速な進展をはかりにくい状況にある様子がうかがえる。コメントの中には木材を生物材料として扱う特徴のある産業、例えば木質環境材料、機能性木質複合新素材、バイテク、バイオマスなどの産業へ脱皮することができればという期待のもとに楽観的シナリオ A に高い生起率を与えたものが若干見られた。また、業界の研究体制が充実しにくい現状では、大学、国公立研究機関における萌芽的研究（シーズの探索）とプロジェクト研究（ニーズへの対応）の推進などの重要性が指摘されている。木材業界に人材を集めることの困難さの一因である給与ベースの問題についてのコメントが全く見られなかったのは、日本社会の特性を表わしているのかも知れないが、明日の技術開発力を早期に育成するためには最も重要な問題であると考えられる。

結局のところ、この設問における技術開発力の未来予測は次のようにまとめられる。すなわち、「今後木材産業のイメージは徐々に良くなっていくが、産業として社会的に重要視される程には至らず、近い将来において木材の特性を生かした新分野が開花するようなことでもないかぎり、依然として平均的な給与ベースは低く、人材の確保は困難である。また、業界における開発研究組織が徐々に整備されたとしても、その内容は社会の多様化するニーズに対応するのが精一ぱいで、大型プロジェクトの推進やシーズの育成といった点では依然として公的機関に負うところが多く、他の産業に比べて、開発競争力が低い」という憂慮すべき予測となっており、人材確保および研究設備充実のための投資に格別の配慮が必要と考えられる。

タイプI 調査票 (5. 経営技術戦略)

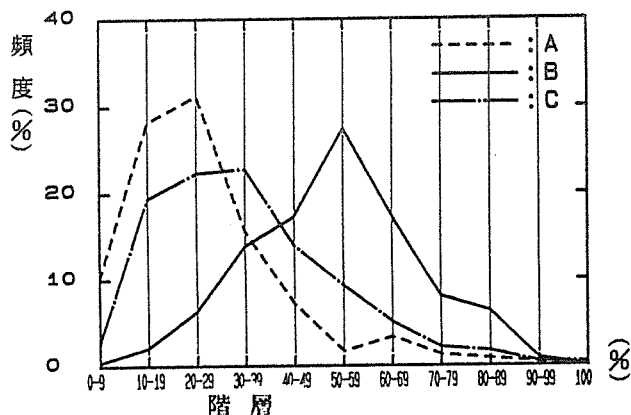
Q26. 省力・省エネルギーのシナリオ

- A 製品の欠点検出用センサーや等級格付け用センサーの目ざましい発展とそれらのセンサーを十分に活用できるコンピューターのハードやソフトウェアの開発により、原材料の歩留まりや製品の品質が飛躍的に向上し、省力・省エネルギーの見地から製造の加工工程がコンピュータによって制御や監視される結果、現在の30%以上の省力・省エネルギーが達成され、無人化工場も生まれる。
- B コンピュータの技術レベルは非常に向上するが、製造や加工工程の制御用センサー、製品の欠点検出用センサー、等級格付け用センサー等の発達がそれにとまわず、省力・省エネルギーの見地から製造や加工工程の一部が制御や監視されるものの、ライン全体としての抜本的な省力・省エネルギー化は行えず、現在の15%までの省力が達成されるに留まる。
- C 現在のレベルでのメカトロ化された製造や加工機械が一通り行き渡り、機械単体の低レベルでの省力・省エネルギー化は達成されるものの、海外からの輸入製品の増大が経営を圧迫し、製造や加工工程全体を省力・省エネルギー化する技術の導入が思ったほど活発に行われず、国産品の競争力が現在のレベルよりやや低下し、省力・省エネルギーは高々5%程度しか改善されない。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	21.3	48.2	30.3
2 この設問に対する行政職の回答の平均	21.4	49.2	29.2
3 この設問に対する研究者の回答の平均	21.6	48.3	30
4 この設問に対する企業人の回答の平均 (民間)	20.2	48.1	31.6

各シナリオの生起確率の回答値の分布



この設問は、製造工程において省力・省エネルギー化をどの程度進められるかを、その目や手となるセンサーの発達、センサーからの情報を処理するコンピュータのハードやソフトの開発、コンピュータからの指令による製造工程の自動制御技術の発展によってどの程度省力・省エネルギーが進むか知ることを狙ったものである。

すなわち、Aのシナリオはそれら二通りの技術が十分に発展した結果省力・省エネルギーが現在の30%以上の高効率で達成される場合、Cのシナリオは現在のレベルがそのまま維持される結果省力・省エネルギーが高々5%（といっても大変なことであるが）しか達成されない場合、Bのシナリオはその中間のレベルで省力・省エネルギーが達成される場合をそれぞれ想定していることになる。

237名（全回答者の97%）から回答が寄せられ、Bの中間的シナリオの生起確率の平均値が48%で最も高く、Cの悲観的シナリオの平均値が30%で続き、Aの楽観的シナリオの生起確率の平均値は22%とやや少なく、悲観的な見方が楽観的なそれよりやや多かった。237名のうち、このシナリオに関係のある仕事をされている方は72名（30%）、そうでない方は150名（63%）であったが、各シナリオの生起確率の平均値は両グループともほとんど同じであった。すなわち、省力・省エネルギーという問題は特にその仕事に携わっていても普段から意識あるいはその類の情報が入っているためにこのような結果が得られたものと予想される。職種別にシナリオ毎の生起確率の平均値を見てみると、いずれの職種（回答者の内訳は、行政：17%、研究：51%、民間：28%）でも、各シナリオの生起確率の平均値は1～2%の差はあるもののほぼ同じで、この場合にも先ほどの理由と同じことが言えるようである。

以上は三通りのシナリオの生起確率の平均値に対する検討結果であるが、図に示したように、Bの生起確率の分布はピークがやや尖った正規分布に近く、AとCの分布とも右に裾を引いた分布になり、シナリオ作製当初の予想通りの結果が得られた。

寄せられた23件のコメント（その内関係者は44%）をまとめると、センサーの開発は進み、ある程度自動化・無人化が進むが、技術者不足と木質材料に対する評価の低さに起因する設備投資意欲の少なさのために、省エネルギーはある程度進むが省人・省力化はそれほど進まず、この傾向は中小企業では顕著となり、小規模工場は淘汰され、海外へ生産拠点が移るという見方が強かった。一方、扱う材料が不均質な天然物ということもあって、省力・省エネルギー化は不可能であるとの意見もあった。金属や機械工業における省力・省エネルギー化が進められて久しいが、木材工業でこれが強力に推進されるのは西暦2000年より先になりそうである。

タイプI 調査票 (5. 経営技術戦略)

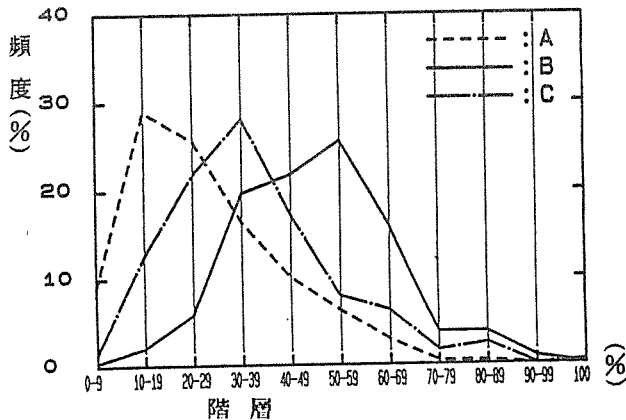
Q27. 流通・マーケティングのシナリオ

- A 木材、木質材料の取引・流通分野にも規格、性能・使用表示が標準化され、食料品や医薬品などのように販売時点での商品別情報システムが確立する。また原木流通を除けば、製材品等の木質材料を対象にして、見本取引が可能となり広域的・多機能的な情報がメーカー、流通・需要業界の相互にオンラインで結ばれ、流通コストの削減、配送の合理化、生産の効率化、在庫管理、商品開発、需要・販路の拡大などにも連がる。
- B 木質建材の一部を除けば、木材・木製品の流通分野は、規格や品質・性能などの標準化が進まず、現品熟覧取引が中心である。しかし、この中でも特定の生産工場と流通・需要業界では、クローズの域を出ないが製品別の取引情報システムが確立され、ある程度見本取引が可能となる。このような木材流通システムの形成は、大手・中堅ハウスメーカーが主導的な役割を果たしている場合が多いが、一般の木材取引では、1980年末と殆ど変わらない。
- C 木材流通の分野は、製品や業界の特殊性から、他分野のような流通・取引情報システムの導入に遅れがあり、カタログ等見本取引が行われることが少ない。しかし、製材品では、一般並材を主体にOA機器による受発注が定着する。とはいえ、生産工場と流通・需要業界が相互に需要情報を交換・処理するまでには至らない。特に国産原木の流通分野では、生産・供給システムの確立に困難をとめない、その計画的な工業化が進展しない一要因となっている。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	22.4	44.9	32.5
2 この設問に対する行政職の回答の平均	25.4	44.8	29.6
3 この設問に対する研究者の回答の平均	21.2	45.8	32.9
4 この設問に対する企業人の回答の平均 (民間)	22	43.6	34.2

各シナリオの生起確率の回答値の分布



木材流通の分野は、木質建材を除けば、商品としての規格や品質、性能等の標準化が進まず、一方では生産者の小規模分散性や伝統的な取引形態が根強く残っていることなどから、他分野に比べて合理的なシステム形成に遅れがある。特に原木や製材品は、形状が同じであっても、品質面に大きな差があるために経済的価値が大きく異なってくる。したがって、単なる商流取引では売方、買方の相方に納得がいかず、強い現物熟覧取引の形態になり、それだけ流通・取引コストの上昇にも連がっているとみえよう。

しかし、他分野では高度に発展した情報機器や通信技術を応用した情報取引システムに基づき、多様化する需要ニーズに対応する多品種、多頻度取引の合理化を着実に進めていることも事実である。もちろん、木材の分野でもメーカーと流通業界が一体となって建材V A N（付加価値通信網）を作成しており、また大手・中堅の住宅メーカーでは独自の資材調達システムの中で、単独のE O S（受発注オンライン化）システムを導入している。さらに原木市売市場、大手製材業・木材問屋の一部でも、独自の情報取引システムを導入し、販売・在庫管理機能を果たしつつ、流通コストの削減、企業経営の合理化に向っている。

こうした動向は一部にあるが、本設問は木材の全体的な流通・マーケティングについての将来を問うたものである。全回答者の見方は、現状よりは木材の合理的な流通取引システムが形成されるが、それは品目こそ並物製材品まで含むだろうが、原木まで取込めず、依然としてクローズのシステムで特定の生産工場と流通・需要業界の範囲に止まるとというのが大方の予測である。すなわち、将来の平均生起確率からいえば、シナリオBが45%（標準偏差15.7%）と最も多く、続いてCが約33%（同17.1%）となり、やや楽観的なシナリオAに対しては約23%（同15.4%）と最も低い値になっている。また、回答者グループ別の見方では、当然シナリオBの予想に立つものが中心だが、行政にはやや楽観視する傾向があり、逆に民間では西暦2000年時点でもそれほど改善されないだろうとみるものがやや比重が高くなっている。そして研究では、シナリオBへの平均生起確率が約46%（同17.5%）と最も高いが、回答者もその予想に0～99%にまたがるなど、絶対数は別として多様な見方をしているといえよう。

木材流通の分野は、その合理的なシステムの確立にむけて、様々な対応策が行政と業界間で進められており、広域的、地域的な取り組みも検討されてきている。一方、製材品については、寸法・品質の標準化に向けて新規規格体系の作成準備に入っているし、国産の原木・製材品の流通面では、将来に予測される一般並材の供給増に対応した機能的な情報流通システムの作成段階にも入っている。とはいえ、流通問題は単に情報・取引機構の整備で解決するだけでなく、製品別規格の標準化とともに、その生産供給体制が改善されていかなければならない。特に、国産材の原木・製材品を対象に考えれば、その生産供給が木材の全体的な市場構造の下で経済的に合理性が得られるような見通しが立てられなければ、流通システムの確立もまた困難となろう。このことは、回答者のコメントにも指摘があり、将来の国産材流通合理化は関係業界がどの程度の意識で望むかに係わってくるとされ、また国産材が真に供給増に結びつくような生産面の整備体制が必要であるとしている。なお、コメントの多くは、シナリオAについては木質建材とともに外材製材品での対応が可能になるが、国産材の原木・製材品流通を含むならば、今後も現状と大差ない見方をとっている。

タイプI 調査票 (5. 経営技術戦略)

Q28. 海外生産のシナリオ

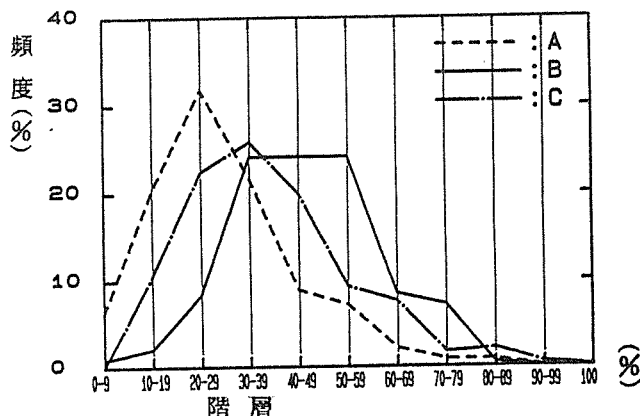
- A 税制優遇措置、円高基調のマネーレート等資本の海外移転、現地生産、製品販売、利潤の国内への還流等が有利に行える条件が整い、多くの木材企業が独自にあるいは合併で生産拠点を海外に設置する。現地生産は、豊富で安価な原木、労働力と相まって、我が国独自の技術力および生産管理体制に支えられ、高いレベルの競争力を保持する。製品は世界各地へ輸出されるが、製品区分が適正に行われ、国内生産品との競合は少ない。
- B 東南アジアにおける接着剤製造や、ブラジルにおける合板製造等一部の企業による生産工場の海外進出は一応成功を見るが、我が国木材工業の経営戦略の潮流にはならない。それは原木や労働力の調達等に関わる現地生産条件、さらに海外投資、製品輸出等の周辺条件に依然として不安定な要素が存在することが主な原因である。また、海外生産物の本国への販売は、国内生産とのあつれきを生み出す。
- C 原木や低廉な労働力の安定確保を目的にして、海外への工場移転が進められたが、工業立国を政策に掲げ、資源ナショナリズムを高揚させている現地との摩擦が大きく、さらに我が国独自の合理的な生産方式、工場管理方式を現地に適用することが労働者の質等、種々の条件から効果的に行えず、撤退を余儀なくされる。海外生産物の我が国への移送は、製品輸入となるため国内製品との厳しい競合を生じ、政策的にも大きな問題となる。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	24.6	41.4	33.8
2 この設問に対する行政職の回答の平均	22.8	43.2	33.9
3 この設問に対する研究者の回答の平均	23.9	41.6	34.3
4 この設問に対する企業人の回答の平均	25.4	40	34.4

(民間)

各シナリオの生起確率の回答値の分布



原木丸太の輸入規制が進み、国内労働力の確保が困難になりつつあるなかにおいて、海外生産が経営戦略としてどのように位置付けられるかという設問である。すなわち、海外に工場を設置して各種の木質材料を生産し、これを世界各国および内地へ輸出する戦略が、国内生産とあつれきを生じないで順調に進展し、経営上のメリットを生み出すかどうかということである。この場合、海外生産の場を主に東南アジアの開発途上国においてシナリオが作成されているが、アメリカ・カナダ等での我が国企業の現地生産が今後増加するとも考えられ、この点本シナリオは片手落ちであったかもしれない。

さて、海外生産が進展するためには、工場の海外移転、現地生産、製品販売、利潤の国内への還流等が有利に行える条件が整っていなければならない。製品の製造に関しては豊富で安価な原木、安定した労働力をもとに我が国独自の先進的な技術力、生産管理体制が百パーセント発揮できる条件が確保されるかどうか、そして製品販売に関しては国内生産物とのすみ分けが適正に行なわれるかどうかが問題となる。ここでは、種々の条件が整い、国内生産物との競合も生じないとするシナリオをA（楽観的）とし、現地における生産条件、周辺条件に不安定な要素が存在するシナリオを中間的シナリオ、さらに海外生産が効果的に行なえず、国内製品との激しい競合をも生じ、撤退を余儀なくされるシナリオをC（悲観的）とした。

アンケート結果は、中間的シナリオの生起確率が最も多く、平均値で41.5%を占め、次いで悲観的シナリオが33.9%、楽観的シナリオが24.7%の順であった。なお、生起確率の標準偏差は、A、B、Cシナリオとも殆ど同じで約15%であった。総じて海外生産は我が国の木材工業の経営戦略の潮流には成りえないという考えが大勢を占めていると言ってよいであろう。しかし、職種別に結果を眺めてみると、それほど大きな差ではないが、楽観的意見が行政よりも民間に多いことが認められ、また、本設問に仕事のうへで関係を持っている人は非関係者よりも楽観的に考えている（関係者ではシナリオAが26.4%、Cが31.3%、非関係者ではAが23.7%、Cが34.6%）。実際に海外事業に関係している人々にやや明るい見通しがあるようである。

回答に付けられたコメントのなかには、「政治がらみで予想が困難な設問であるが、海外生産は今後増加せざるをえないのではないかと、依存率は高まるであろう。そのためにはやはり技術力の向上が基本となる」と指摘するものもあり、また、「海外との生産分業化が進み、お互いに製品の区分ができるのではないかと」という意見も見られた。いずれにせよ、「従来の資源略奪、エコノミックアニマル的な海外進出は時代遅れ」と強調されている。

タイプ I 調査票 (5. 経営技術戦略)

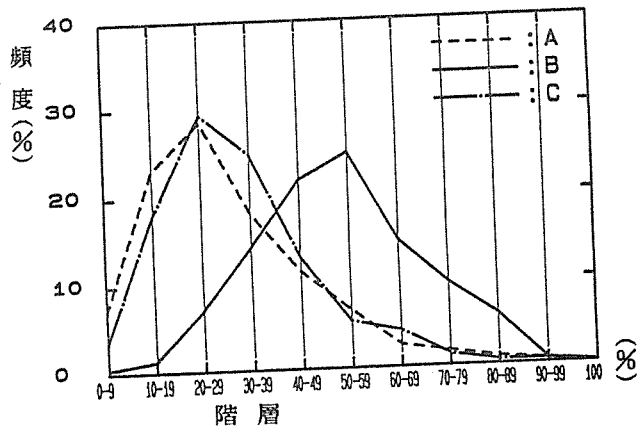
Q29. 産業動向のシナリオ

- A 国産材供給体制が整い、製材は役物と並物に分化発展し自給率が上昇する。合板は国産原料化、高次加工化、LVL等特殊製品化が進み、東南アジア製品の輸入増にかかわらず生産額が上昇する。ボードは装置産業化や化学処理による生産性と品質の向上が進み、生産量が大幅拡大する。住宅建設の堅調、木造率の上昇から、集成材、フローリング、家具の量的拡大に加えて、高次の部材部品生産が進み、乾燥、防腐防虫、難燃化、化学加工した製品が一般化する。
- B 国産材供給体制の整備が遅れ、製材技術もあまり改善されず自給率も現状と変わらない。合板は過半が東南アジア製品に代替され、高次加工、特殊合板、LVL等への転換をよぎなくされる。ボードは生産性および品質の改善が進み、合板に近い生産水準に達する。住宅建設の減少傾向から、集成材、フローリング、家具等も現状維持か微増にとどまり、新しい部材部品生産や乾燥、防腐防虫、難燃化した製品生産が進むが、幅広く使用される段階には至らない。
- C 国産材供給体制の改善がみられず、製材技術も停滞し、外材製材品のシェアがさらに増す。合板は特殊な製品をのぞいて、東南アジア製品が大半を占める。合板廃材を利用するボードもやや減少する。住宅建設の長期低落傾向を反映して、集成材、フローリング、家具等もやや減少する。非木質系材料との競争が厳しく、新しい材料や部材部品が開発されてもシェアを獲得するに至らず、乾燥、防腐防虫、難燃化した製品もコスト高であり普及しない。

【 回答結果 】

	(A)	(B)	(C)
1 この設問に対する回答全部の平均	24.8	47.8	27.3
2 この設問に対する行政職の回答の平均	22.8	50.8	26.3
3 この設問に対する研究者の回答の平均	23.3	49.5	27.1
4 この設問に対する企業人の回答の平均 (民間)	27.6	44.2	28.1

各シナリオの生起確率の回答値の分布



本設問の3つのシナリオは、Q10～Q24の各シナリオを総合して、西暦2000年における木材工業の動向をA楽観的、B中間的、C悲観的に描写したものである。なお、各設問によって3つのシナリオの幅が違うので多少の調整を加えて産業・技術相互の矛盾がないように配慮した。

調査結果によれば、シナリオとの関係の有無、行政、研究、民間の職業別にもかかわらず、各シナリオの生起確率はほぼ同じ傾向を示している。シナリオBの生起確率44～51%、変動係数31～39%に対して、シナリオAは生起確率23～28%、変動係数63～70%、シナリオCは生起確率26～28%、変動係数56～60%である。シナリオA、B、Cを比較すると、生起確率は概ね1：2：1となり、その変動係数は逆に2：1：1となっている。すなわち、シナリオBの中間的な木材工業の動向が概ね支持されているといえよう。

各シナリオに対する主なコメントをみれば、まず、シナリオAの楽観的見通しの根拠として次のようなコメントがあげられている。

- (1) ユーザの要求水準が向上し、人間の嗜好に合う木材が再び選択されるようになる。
- (2) 木材需給はタイトな状態となり、国産材の比率が上昇し、廃材利用も促進される。
- (3) 木造住宅では高付加価値のある製品が増え、非住宅建築への木材利用が増加する。

これに対して、シナリオCの悲観的見通しの根拠として次のようなコメントがあげられている。

- (1) 木造住宅率が低下する。役物指向の国産製材品から、品質の安定した外国産製材品への移行が進む。
- (2) 木材産業全般にコスト高、円高の影響を受け、企業体質が弱まる。
- (3) 木材産業は材料の製造に偏って、マーケティングサーチが不足している。

シナリオBの中間的見通しに対するコメントが最も多く、その内容も具体的である。

- (1) 国産材は資源的には充実するが、林道整備、労働力の確保、伐出機械化等の供給体制の整備が遅れ、木材自給率はさほど上昇しない。
- (2) 都市地価高騰等によって、木造住宅率の上昇が難しくなる。難燃化や不燃材との複合によって、木造住宅以外の建築にも使える材料の開発が求められる。
- (3) 世界の経済発展に伴って、わが国の輸入丸太から製材や合板への低次加工は難しくなり、北米やN I E S諸国からの製品輸入へ替わっていく。
- (4) 集成材、フローリングなど比較的加工度の高いものは今後も増え続ける。
- (5) ボードの生産量が増加し、合板の生産規模に近づく。

一方、タイプII調査の結果によれば、今後需要拡大が見込める分野として大規模木造建築用材、非木造建築用内装・造作材、住宅用板材および造作材が、また、今後成長の可能性が高い産業として集成材工業、部材部品産業、木質ボード工業が、さらに、今後重要となる技術として乾燥技術、難燃化・防耐火技術、検査・品質保証技術があげられている。

各シナリオの生起確率およびコメント、ならびにタイプII調査結果から判断すると、西暦2000年の木材工業の動向を描いたシナリオBの記述はほぼ妥当なものといえよう。

3 タイプⅡ調査（選択法，順位法）

(1) 調査の内容

シナリオライティング法は各種の技術予測の手法の中で最も有効なものの一つである。しかし，この手法で知りうる範囲は調査者の作成した事象シナリオに対する生起確率に限定され，各シナリオの記載事項相互およびシナリオ相互の重要度あるいは期待度の差異，ならびにシナリオ以外の事象に対する知見を得ることはできない。なお，前項については，生起確率に加えてそれに対するコメントを求めることによって，ある程度の判断資料をうることができるが，十分ではない。

そこで，これらの不足を補うため，タイプⅡの順位法による期待度の調査，ならびにタイプⅢおよびタイプⅣの記述法による技術開発方向の調査を実施した。なお，これらの調査は互いに異なる役割を担っている。すなわち，前者がタイプⅠ調査を補足してシナリオの収束方向を見極めることを，これに対して後者はシナリオを離れて自由に技術開発の進展方向あるいは可能性を探ることを意図している。これら2方向の調査を有機的に結び付けることができれば，きわめて有益な調査結果を得ることができよう。

ところで，ある事象の重要度を順位法によって決定する場合，その選択肢の設定がきわめて重要な要件である。選択肢が適切でなければ，往々にして順位誘導や選択不能に陥る恐れがある。このような不都合を避けるためには，事象の内容と範囲を明確にし，選択肢の種類，大きさ，数などを整合させておかねばならない。タイプⅡ調査の木材工業の技術体系に対する重要度，緊急度，期待度等の抽出にあたっては，この点に十分配慮せねばならない。

タイプⅡ調査では，前記のタイプⅠ調査で取り上げた需要構造，供給構造，産業構造，技術開発および経営技術戦略の5部門について，それぞれ

10項目の選択肢を設け、その中から最も重要な項目3つを順位を付けて選択するとともに、各設問(Q30～Q34)に対するコメントの記入を求めた。各設問の事象の内容と範囲については、タイプI調査の回答中に十分理解が深められているので問題はないが、10項目からなる選択肢の構成については、一部区分が適切でないものがあるかもしれない。

たとえば、Q30需要構造の変化では、10項目の需要量にかなりの差があること、Q31供給構造の変化では、各項目内の樹種間で事情がかなり異なること、Q32産業構造の変化では、産業規模に大きな差があること、Q33技術開発の変化では、化学加工技術と他の技術との区分が明確でないこと、Q34経営技術戦略の変化では、各企業によって大きく事情が異なり、10項目が企業経営の実態に適合するか疑問のあることなどがあげられる。これらについては、調査結果の集計または考察にあたって配慮することにする。

調査回答について、まず1)1位の個数、2)1～3位の個数、3)1位3点、2位2点、3位1点とする点数を合計し、その結果からa～jの10項目に対する個数または点数の百分率を計算した。なお、集計は回答全数、行政、研究、民間に分けて行なった。また、コメントについても、10項目に分類整理した上でその数を集計した。

(2) 調査結果と考察

タイプII調査の回答の集計結果を、需要構造、供給構造、産業構造、技術開発、経営技術戦略の5部門、行政、研究、民間の3業種、ならびに1)～3)の3集計方法に分類して表-4に示す。なお、小数の無回答があったが、これについては「進展する要素なし」との見解もありうるので、集計対象に入れた。

まず、3つの集計方法による10項目の選択状況の相異をみると、1)

1位の個数の合計の場合、期待度出現頻度の最高が54.8%で、項目間の差異が最も大きく、2) 1～3位の個数の合計の場合、最高が27.0%で、項目差が最も小さい。3) 1～3位の点数の合計の場合、最高が34.1%で、項目差は両者の中間となっている。各部門で最も期待度の高い項目について、1)～3)の集計値を比較すると、需要構造ではd.大規模木造建築用材が33.3%、22.2%、26.6%、供給構造ではa.スギが45.2%、27.0%、32.1%、産業構造ではb.集成材工業が54.8%、26.2%、34.1%、技術開発ではb.乾燥技術が45.2%、23.0%、29.4%、経営技術戦略ではa.技術開発組織が42.7%、21.5%、27.3%となり、3)の集計値は1)および2)の集計値のほぼ平均の値となっている。また、期待度の順位をみると、頻度が30%以上のものでは集計方法による差異はないが、30%未満では3つの集計方法によって若干順位が上下している。

このように、3つの集計方法でかなり異なった期待度の分布となっている。1)は期待度差が拡大、2)は縮小される傾向にあるので、前者は発展可能性の高い項目、後者は低い項目を選別する場合に有効である。3)は両者の中間の方法で、順位の重みが付されているので、すべての項目に対する総合的な評価を下す場合に適している。本調査の場合にはその主旨に3)の方法が最も適うものと考えられる。

一方、各設問の回答には多数のコメントが付されている。この内容は多岐にわたり、しかも同一事項に対しても評価が分かれている。これらのコメントを一つの方向に集約するのはきわめて難しい。とはいえ、この中には貴重な意見が多いので、できるかぎり脱落がないように各項目毎にコメントを整理した。すなわち、各項目に対するコメントを1～5のカテゴリーに分類し、個数のキーワードに集約して提示した。なお、キーワードの選択にあたっては、今後の木材工業の発展にとって不可欠なもの、つまり

前向きなものを重視して選んでいる。

以下，需要構造，供給構造，産業構造，技術開発，経営技術戦略の5部門について，3)の集計結果とコメントに基づいて考察を進める。なお，集計結果については，縦軸に期待頻度（1～3位の合計点）をとり，回答者全数，行政，研究，民間に分けた棒グラフ（図2～6）で表わし，コメントについては，項目別にキーワード（表-5～9）を提示する。

表-4. 西暦2000年に向けて期待される需要、供給、産業、技術、戦略の出現頻度 (%)

選択枝の項目		1) 1位の合計				2) 1~3位の合計				3) 1~3位の合計点			
		全数	行政	研究	民間	全数	行政	研究	民間	全数	行政	研究	民間
需 要 構 造	a.住宅用骨組材	11.9	16.7	11.3	10.1	8.1	11.1	7.0	7.2	8.9	12.3	7.9	7.7
	b.住宅用板材	20.1	14.3	21.8	20.3	15.8	15.9	15.9	15.5	17.1	15.1	17.9	17.1
	c.住宅用造作材	10.7	11.9	8.1	13.0	13.1	12.7	11.6	15.5	12.6	12.7	10.8	15.0
	d.大規模木造建築用材	25.0	33.3	19.4	29.0	20.9	22.2	21.0	20.3	23.0	26.6	21.4	23.9
	e.農舎、工場建築用材	0.4	0.0	0.8	0.0	3.1	3.2	3.2	3.4	2.4	2.8	2.6	2.2
	f.非木造建築用内装・造作材	23.4	23.8	27.4	17.4	19.1	23.8	20.4	13.5	20.8	23.8	23.1	14.7
	g.家具材、楽器材	2.5	0.0	3.2	2.9	6.0	4.0	5.9	7.7	4.5	2.8	4.4	6.0
	h.産業資材	0.4	0.0	0.8	0.0	3.7	0.8	3.5	5.8	2.7	0.4	2.4	4.8
	i.物流資材	1.2	0.0	0.8	2.9	3.6	4.0	3.5	3.9	2.6	2.4	2.6	3.1
	j.その他	2.0	0.0	2.4	2.9	3.7	2.4	3.2	5.8	2.6	1.2	2.6	3.9
	無回答	2.5	0.0	4.0	1.4	2.9	0.0	4.8	1.4	2.7	0.0	4.4	1.4
供 給 構 造	a.スギ	25.0	45.2	25.8	14.5	18.4	27.0	18.8	13.0	20.0	32.1	20.7	12.6
	b.ヒノキ	7.8	7.1	10.5	1.4	9.0	12.7	9.4	5.8	8.9	11.5	9.8	5.1
	c.国産針葉樹	4.1	2.4	4.0	4.3	5.7	7.1	5.1	5.3	5.3	6.0	4.6	5.6
	d.国産広葉樹	2.9	0.0	3.2	4.3	3.4	4.0	3.8	2.9	3.3	2.4	3.9	3.1
	e.北米産針葉樹	30.7	31.0	29.0	33.3	19.9	15.9	19.1	24.2	23.4	19.8	22.2	27.5
	f.北米産広葉樹	14.3	11.9	12.1	20.3	13.1	10.3	11.8	17.9	13.6	10.7	12.1	18.6
	g.ソ連産針葉樹	3.7	0.0	4.0	5.8	11.5	12.7	11.8	10.6	9.7	10.3	10.3	8.5
	h.熱帯産広葉樹	1.2	2.4	0.8	1.4	1.9	2.4	2.2	1.4	1.6	2.4	1.6	1.2
	i.ラジアータバイン	6.6	0.0	5.6	13.0	12.4	7.9	12.4	16.4	10.2	4.8	9.7	15.7
	j.その他	0.8	0.0	1.6	0.0	1.2	0.0	1.6	1.0	1.0	0.0	1.3	0.7
	無回答	2.9	0.0	3.2	1.4	3.3	0.0	4.0	1.4	3.1	0.0	3.8	1.4
産 業 構 造	a.製材業	0.4	2.4	0.0	0.0	1.1	3.2	0.8	0.5	0.8	2.4	0.7	0.2
	b.集成材工業	31.1	54.8	24.2	26.1	21.4	26.2	19.9	21.3	24.5	34.1	21.9	22.5
	c.フローリング工業	5.3	7.1	4.8	5.8	9.3	10.3	9.9	7.2	8.4	9.1	9.0	7.0
	d.合板工業	1.6	0.0	2.4	1.4	2.7	2.4	2.2	3.9	2.6	1.6	2.6	3.1
	e.木質ボード工業	17.2	2.4	23.4	14.5	13.5	10.3	12.9	16.4	15.4	9.9	15.7	18.1
	f.部材・部産産業	26.6	21.4	25.8	33.3	21.9	22.2	22.3	21.7	22.7	21.4	23.0	24.4
	g.住宅産業	9.8	9.5	8.9	13.0	8.7	8.7	9.4	7.2	8.7	9.1	8.9	8.2
	h.家具	0.8	0.0	0.8	1.4	4.8	4.0	5.6	4.3	3.8	3.6	4.2	3.9
	i.木材保存産業	4.5	2.4	6.5	2.9	12.0	11.1	11.8	13.0	9.2	7.5	9.9	8.9
	j.その他	0.4	0.0	0.8	0.0	1.6	0.8	1.3	2.9	1.2	0.8	0.9	2.2
	無回答	2.0	0.0	2.4	1.4	2.9	0.8	3.8	1.4	2.5	0.4	3.2	1.4
技 術 開 発	a.切削技術	1.2	4.8	0.0	1.4	1.8	4.8	1.1	1.4	1.6	4.8	0.5	1.7
	b.乾燥技術	28.3	45.2	24.2	27.5	16.3	23.0	13.2	16.9	19.3	29.4	15.5	19.8
	c.接着技術	10.2	7.1	9.7	11.6	9.7	7.1	8.6	12.6	10.2	7.9	9.4	11.8
	d.防霉・防虫技術	7.8	2.4	10.5	5.8	9.6	7.9	10.2	7.7	9.2	6.7	10.5	7.5
	e.難燃化・耐火技術	16.0	14.3	15.3	15.9	17.6	18.3	17.7	17.4	17.6	17.1	18.0	16.9
	f.塗装・表面処理技術	9.0	11.9	6.5	10.1	11.1	11.1	10.8	12.1	10.7	10.7	9.9	12.1
	g.化学加工技術	9.8	7.1	12.9	7.2	12.4	9.5	14.5	10.1	11.5	7.5	13.8	9.7
	h.2次加工・接合技術	4.1	2.4	3.2	7.2	6.7	7.1	5.9	8.2	5.9	7.1	5.0	7.5
	i.検査・品質保証技術	12.7	4.8	16.1	13.0	12.8	10.3	14.8	12.6	12.5	8.3	14.8	12.6
	j.その他	0.4	0.0	0.8	0.0	1.0	0.8	1.3	0.5	0.7	0.4	1.1	0.2
	無回答	0.4	0.0	0.8	0.0	1.1	0.0	1.9	0.5	0.8	0.0	1.5	0.2
経 営 技 術 戦 略	a.技術開発組織	40.6	31.0	42.7	42.0	21.7	19.8	21.5	22.2	26.8	22.6	27.3	27.5
	b.技術開発資金	4.5	4.8	4.8	4.3	8.5	11.1	10.2	4.3	7.9	9.9	9.5	4.3
	c.省力化	11.1	11.9	11.3	8.7	11.2	11.1	11.8	10.1	11.7	11.9	12.1	10.4
	d.省エネルギー、歩留り向上	1.6	0.0	2.4	1.4	3.8	1.6	5.1	2.9	3.5	1.2	4.7	2.7
	e.マーケティングと技術情報	16.8	28.6	11.3	18.8	18.2	19.8	15.6	21.7	17.6	23.0	13.7	21.0
	f.流通機構の整備	12.7	21.4	13.7	5.8	16.8	21.4	16.9	14.0	15.8	21.4	16.0	12.1
	g.企業間の連携強化	4.9	2.4	4.8	7.2	7.5	7.1	7.3	7.7	6.6	5.2	6.6	7.5
	h.海外生産及び製品輸入	2.9	0.0	1.6	7.2	5.3	1.6	4.6	8.7	4.4	1.6	3.5	7.5
	i.企業形態の転換	2.5	0.0	4.0	1.4	4.1	5.6	3.2	5.3	3.4	2.8	3.2	4.6
	j.その他	1.6	0.0	1.6	2.9	1.8	0.8	1.6	2.9	1.4	0.4	1.3	2.4
	無回答	0.8	0.0	1.6	0.0	1.1	0.0	2.2	0.0	1.0	0.0	2.0	0.0

Q30. 需要構造の変化

今後、木材の需要拡大が見込める分野は何ですか。

次の10項目から重要なもの順に3つ選んで下さい。

- a. 住宅用骨組材（柱材、梁材等）
- b. 住宅用板材（屋根材、天井材、壁材、床材等）
- c. 住宅用造作材（敷居、鴨居、長押、枠材、開口部材、階段手すり等）
- d. 大規模木造建築用材（大断面集成材アーチ、ビーム等）
- e. 農舎、工場建築用材（屋根材、骨組材、床壁材等）
- f. 非木造建築用内装・造作材（床板、腰壁、間仕切り等）
- g. 家具材、楽器材（机、椅子、棚、ピアノ、バイオリン等）
- h. 産業資材（土木用材、車輛ボディ材、内装材、キャビネット等）
- i. 物流資材（梱包材、パレット等）
- j. その他（製品名をお書き下さい）

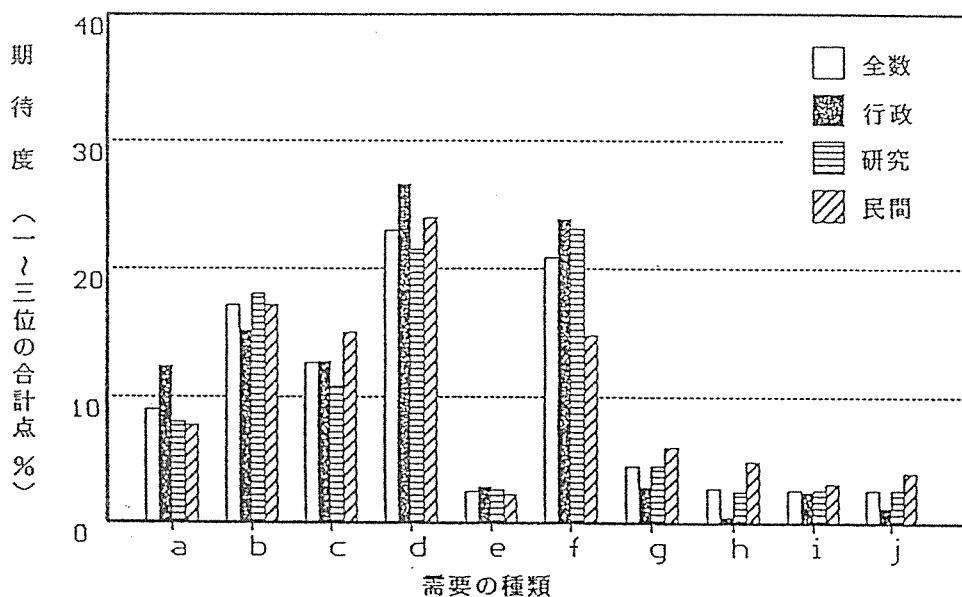


図-2. 需要構造の変化に対する職種別期待度

表-5. 需要構造の変化に対するキーワード

項 目	カテゴリー	キーワード
a.住宅用骨組材 コメント：14	用途 製品 材料 方策	----- 在来軸組工法住宅、木質パネル住宅 ----- 規格材、プレカット材、パネル材 ----- 集成材(2)、スギ材、国産材、外材、LVL ----- 強度保証、供給体制の整備
b.住宅用板材 コメント：24	用途 部材 性能 方策	----- 在来大壁工法住宅、枠組壁工法住宅、木質パネル住宅、 非木造集合住宅 ----- 内壁材(6)、床材(3)、外壁材 ----- 難燃(3)、防音、断熱、保健、居住、意匠、加工 ----- 性能向上、量産、コストダウン
c.住宅用造作材 コメント：8	用途 材料 長所	----- 高級和風住宅、非木造集合住宅 ----- 製材(2)、集成材(2)、ボード(化粧・複合) ----- 本物指向(2)、乾燥材(2)
d.大規模木造 建築用材 コメント：24	背景 用途 長所 方策	----- 木材見直し、地方の時代、ライフスタイル、技術向上 ----- 公共建築(2)、集成材建築(2)、学校建築、余暇利用施設 ----- 意匠性(2)、構造利用(2) ----- 品質向上(2)、強度保証(2)、設計施工(2)、現場接着、 コストダウン、企業体質改善、民需拡大、助成政策
e.農舎・工場 建築用材 コメント：5	材料 方策	----- エンジニアウッド(2)、大断面集成材 ----- コストダウン、混構造の採用
f.非木造建築用 内装・造作材 コメント：20	背景 材料 長所 方策	----- 建設数増加(6)、高齢化、本物指向 ----- ビル建築内装材(2)、床材、壁材 ----- 木の良さ、保健、肌あい、うるおい、居住性、美観 ----- 難燃化、機能性向上、施工技術
g.家具材、楽器材 コメント：7	製品 長所	----- 高級家具(2)、システム家具、内装システム ----- 木の良さ、肌触り、高級感
h.産業資材 コメント：7	背景 製品	----- マーケット大、潜在需要大 ----- 車輦内装材(2)、屋外施設、電柱、枕木
i.物流資材 コメント：5	背景 材料	----- 経済成長、貿易・物流拡大 ----- 低質材、未利用材、輸入材
j.その他 コメント：28	製品 方策	----- エクステリア(7)、木造橋、遊歩道、ウォータフロント、 ストリートファニチア、DIY、レジャー用品、 農林資材、生活資材、OA用紙、バイオ製品 ----- 防菌防虫処理(8)、化学処理(2)、バイオ変換技術(2)、 集成加工、コストダウン

図-2のように、回答全数、行政、研究、民間のいずれの期待度も0~30%の間に分布している。他の4部門の期待度もこの範囲に納まっている。かりに10項目がすべて同じように選択されたとすると、期待度はすべて10%となる。したがって、15%以上の場合は期待度が強い、5~15%の場合は普通、5%以下の場合は弱いとみることができよう。

回答者全数でみると、最も需要拡大が見込める分野としてd.大規模木造建築用材(23.0%)が選ばれ、ついでf.非木造建築用内装・造作材(20.8%)、第3位にb.住宅用板材(20.8%)、以下c.住宅用造作材(12.7%) a.住宅用骨組材(8.9%)と続き、上位はすべて建築用材の項目が占めている。残る5項目(合計15.1%)の期待度はかなり低い。なお、j.その他の項目には、エクステリア(木造橋、遊歩道、ウォーターフロント、ストリートファニチャ)、DIYおよびレジャ用品のほか、OA紙、バイオ製品があげられる。

大規模木造建築用材には主として大断面集成材が用いられ、非木造建築用内装・造作材には部材部品化が要求され、住宅用板材や造作材も集成材工場で製造されるものが多い。これらの期待値が高いことは、タイプI調査(Q1~Q4)および後述の産業構造の変化で集成材工業および部材部品産業の発展が予想されていくこととよく符合している。しかし、家具産業の安定成長が予測されているにもかかわらず、家具材の需要増に対する期待は少ない。この矛盾は個別調査と相対調査の相異によるものであろう。

需要構造の変化に対する職種による差異は比較的少ないが、非木材建築用内装・造作材に対して民間は他の職種より7~8%低く、逆に建築以外の4項目に対しては1.5~3.0倍程度高くみている。

表-5の需要構造の変化に対する項目別のコメントをみると、総数142

のうち住宅用板材（２４），大規模木造建築用材（２４），非木造建築用内装・造作材（２０）に関するものが多く，３項目で約半数を占めている。これらの項目は上記の期待度でも高い数値となっている。項目別と全体に対するコメントを併せて要約すれば次のようになる。

自然保護，環境保全，高齢化社会，地方の時代，技術革新などが進む中で木材の見直しが希求され，木材産業の活性化のため，土地および住宅政策，林業税制の改正，内需拡大策，木材需要推進策，木造建築規制緩和など有効な施策の展開が強く望まれている。これまで木材の使用実績の少ない非建築分野や屋外施設へ，建築でも住宅以外の公共建築，工場，農舎等の大規模木造建築へ，住宅でも３階建や高規格木造住宅への用途拡大が望まれ，これらの用途に適する大断面集成材，エンジニアウッド，エクステリア材など新しい材料の開発と乾燥材，建築部材部品，インテリア材などの品質向上と意匠開発が求められている。

このためには，木の良さを生かす意匠や居住性に係わる技術，安定した品質を得る乾燥，接着，強度保証技術，特殊苛酷な使用条件に耐える化学加工，難燃化・防耐火，防腐・防虫技術等のレベルアップが必要である。技術開発や用途開発のほかに業界全体として取り組まねばならない課題として，学会活動とユーザへの広報普及活動とともに，林業経営の健全化や地場産業の振興があげられている。

Q31. 供給構造の変化

今後、使用量が増大すると思われる樹種は何ですか。

次の10項目から重要なもの順に3つ選んで下さい。

- a. スギ
- b. ヒノキ
- c. アカマツ、カラマツ、エゾマツ、トドマツ
- d. 国産広葉樹（ミズナラ、カバ、ブナ等）
- e. 北米産針葉樹（ベイマツ、ベイツガ、スプルース等）
- f. 北米産広葉樹（オーク、メイプル、オルダ、イエロポプラ等）
- g. ソ連産針葉樹（エゾマツ、トドマツ、カラマツ等）
- h. 熱帯産広葉樹（ラワン、アビトン等）
- i. ラジアータパイン（ニュージーランド産、チリ産）
- j. その他（産地名、樹種名をお書き下さい）

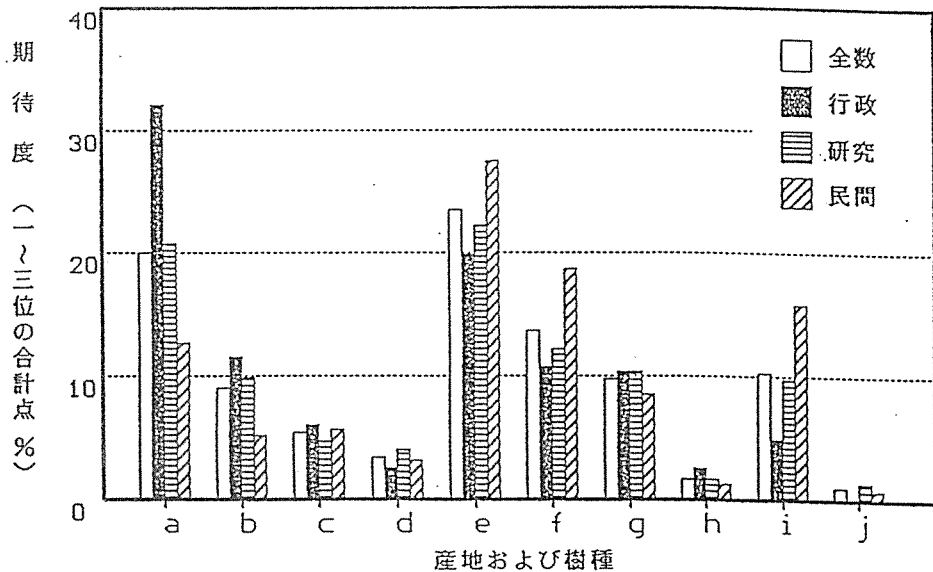


図-3. 供給構造の変化に対する職種別期待度

表-6. 供給構造の変化に対するキーワード

項 目	カテゴリー	キーワード
a. スギ コメント：54	背景 用途 材質 方策	主伐期(18)、蓄積増(8)、拡大造林(6)、円安、木の見直し 和風住宅(2)、集成材(2)、造作材 スギ嗜好(2)、高品質、低品質 加工技術開発(5)、需要拡大(3)、安定供給(2)、付加価値向上(2)、主産地形成
b. ヒノキ コメント：21	背景 用途 材質	造林面積大(3)、伐期到来(3)、木の見直し、円安 在来軸組工法(3) 日本の木(2)、ヒノキ嗜好(2)、本物指向(2)、高級指向(2)、美観、高品質
c. アカマツ、カラマツ エゾマツ、トドマツ コメント：12	背景 用途 材質 方策	主伐期(2) 大規模木造建築(2)、家具材(2)、化粧材、内装材 安価、適正評価 化学加工、高級化、コストダウン
d. 国産広葉樹 コメント：9	背景 用途 材質 方策	自然保護(2)、蓄積減 需要増(2)、床板 美観、保健 安定供給体制、未利用樹種
e. 北米産針葉樹 コメント：32	背景 用途 材質	日米貿易摩擦(4)、安定供給(4)、製品輸入(3)、蓄積大(2)、輸入増(2)、円高(2)、SPF増、OSB・WS増、2次林、熱帯材減 在来軸組工法住宅(2)、枠組壁工法住宅(2) 安価(4)、品質安定(2)、住宅適材
f. 北米産広葉樹 コメント：16	背景 用途 材質	国産広葉樹減少(4)、日米貿易摩擦(2)、安定供給 家具材(3)、内装材、壁材、床材、楽器材 高級(オーク)、低級(イエローボアラ)
g. ソ連産針葉樹 コメント：16	背景 用途 材質	安定供給(4)、シベリヤ開発(2)、蓄積大(2)、丸太輸入(2)、ベレストロイカ 合板、集成材、LVL、造作材 安価
h. 熱帯産広葉樹 コメント：5	背景	熱帯林消失(3)、製品輸入、PNG材増
i. ラジアータバイン コメント：16	背景 用途 材質	生産量増大(3)、輸出促進(2)、ニュークロップ、短伐期 梱包材(2)、合板、チップ、集成材、ボード 安価(3)、規格材
j. その他 コメント：9	樹種	ゴムの木(5)、熱帯産早生樹種、アフリカ材、ユーカリ

回答者全数でみると、e.北米産針葉樹（23.4%）の期待度が最も大きく、a.スギ（20.0%）がわずかに小さい。ついで、f.北米産広葉樹（13.6%）、i.ラジアータパイン（10.2%）、g.ソ連産針葉樹（9.7%）、b.ヒノキ（8.9%）が同水準である。d.国産広葉樹（3.1%）とh.熱帯産広葉樹（3.1%）に対する期待はきわめて低い。国産材の合計は34.5%で、「国産材時代」を期待するにはやや低い数値である。なお、j.その他の樹種（1.5%）としてはアガチス、ゴムノキ、ユーカリ、アフリカ材等があげられている。

職種別にみると行政と民間の差異が際立っている。行政は国産材（51.0%）、とくにスギ（32.1%）の利用が進むことを信じて疑わないようである。これに対して民間はスズ（12.6%）の利用拡大にきわめて冷淡であり、依然として北米産針葉樹（27.5%）および広葉樹（18.6%）、さらにはラジアータパイン（15.7%）に大きな期待を抱いている。これらにソ連産針葉樹および熱帯産広葉樹を加えた輸入材の合計は73.6%に上っている。逆に熱帯産広葉樹に対する期待は行政（2.4%）、民間（1.2%）ともに低く、「熱帯産材時代」は完全に過去のものとなるとみられている。以上の供給構造の変化に対する集計結果はタイプI調査（Q5～Q9）の結果と概ね一致している。

表-6の供給構造の変化に対する項目別のコメントの総数は190で、上記の行政および民間の期待度が最も高いスギ（54）および北米産針葉樹（32）に関するものが約半数を占めている。これに対して、国産および外国産の広葉樹に対するコメントは針葉樹の1/4にも達しない。項目別と設問全体に対するコメントを要約すると次のような見解となろう。

世界およびわが国の経済社会情勢に大きな変化がないかぎり、木材の輸出入総量は現状とさほど変わらないが、樹種および供給国の状況には少なからぬ変化があるとする見解が多い。熱帯林の消失と伐採制限によって熱

帯材は漸減し、ソ連材やラジアータパインが増加し、北米材も強含みで推移し、加えて丸太から製品の輸入比率が増していくと予想している。

これに対して、国産針葉樹材とくにスギ材は戦後の拡大造林木が主伐期に達し供給可能量が大幅に増加するが、画期的な林業生産コストダウン、加工技術開発、需要開発に加えて強力な施策の挺入れがなければ実需に結びつかないとみている。また、国産広葉樹材は自然保護等により有用な樹種の伐採が制限され、国内の未利用樹種の利用や北米材への転換をはからざるをえないとみている。

総じてみれば、円高円安等の多少の経済情勢の変化はあっても、結局、木材資源国が製品まで生産し、品質と価格のバランスの中で木材製品が選択されていく。とすれば、わが国の木材需給は短期的には緩和状況が続くが、長期的にはひっ迫状況も予想されるので、これに備えて、林業経営基盤の強化、木材供給体制の整備、加工技術の向上、需要開発の促進などによる木材産業の総合的な構造改善が必要である。とくに、森林計画については、これまでの短伐期生産から長伐期生産への一部転換が必要かもしれない。

Q32. 産業構造の変化

今後、とくに成長すると思われる木材関連産業は何ですか。

次の10項目から重要なもの順に3つ選んで下さい。

- a. 製材業
- b. 集成材工業
- c. フローリング工業（複合床板を含む）
- d. 合板工業（LVLを含む）
- e. 木質ボード工業（木片セメント板等を含む）
- f. 部材・部品産業（プレカット、パネル、トラス、建具等）
- g. 住宅産業（大工・工務店を含む）
- h. 家具（楽器・運動具等を含む）
- i. 木材保存産業（防腐処理、難燃処理等）
- j. その他（産業名をお書き下さい）

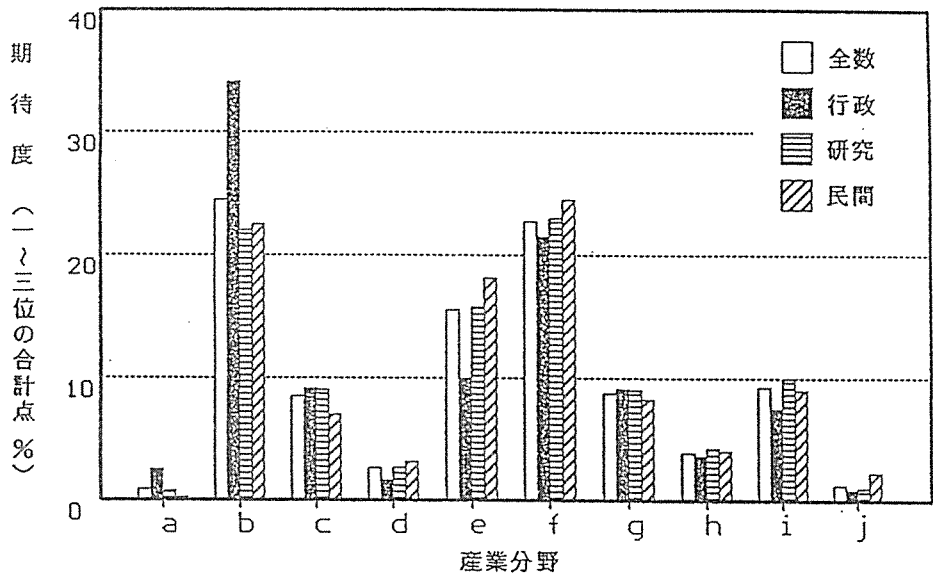


図-4. 産業構造の変化に対する職種別期待度

表-7. 産業構造の変化に対するのキーワード

項 目	カテゴリー	キーワード
a. 製材業 コメント：7	生産 製品 技術	工場減少(3)、規模拡大(2) 2次製材品 乾燥、プレカット
b. 集成材工業 コメント：43	生産 製品 技術	需要拡大(3)、用途拡大(3)、低質材利用(2)、 大径木減少、大手集中、海外生産、建設業化 大断面集成材(6)、大規模木造建築(5)、構造部材(4)、 造作材(4)、非住宅、店舗、倉庫、工場 品質保証(5)、コストダウン(3)、工程短縮(2)、 高次加工(2)、省力化
c. フローリング 工 業 コメント：13	生産 製品 技術	住宅用需要増(2) 暖房床板(3)、遮音床板(2)、複合床板(2)、防虫床板、 木レンガ PC床下施工、防腐防虫処理
d. 合板工業 コメント：7	生産 製品 技術	製品輸入増(3)、国産品激減、 構造用LVL(2) 寸法安定化、歩留まり向上
e. 木質ボード工業 コメント：31	生産 製品 技術	間伐材・低質材・廃材利用(4)、合板代替(3)、 コストダウン(2)、生産量増(2) MDF(4)、OSB(2)、無繊維複合ボード(2)、 セメント板、石膏ボード 複合化(3)、寸法安定(2)、耐久性(2)、不燃化、 加工性、品質向上
f. 部品部材産業 コメント：40	生産 製品 技術	大工高齢化(6)、工場生産化(4)、パネル工場(3)、 住宅産業進展(3)、プレハブ住宅増(2)、木造建築増 プレカット部材(6)、内装材(3)、DIY(2)、 パーティクルボード製品(2)、プレ加工材、複合トラス 部品部材化(2)、工業化、規格化、自動化、金物利用、 付加価値向上
g. 住宅産業 コメント：5	生産	規格化住宅増、プレハブ住宅増、枠組壁工法住宅増、 在来工法住宅減、住宅関連産業発展
h. 家具産業 コメント：6	生産 製品 技術	国産広葉樹ひっ迫(3)、未利用樹種導入 高級品増、システム家具、レジャー運動具、 内装システム 本物指向、多品種小量生産方式
i. 木材保存産業 コメント：20	生産 製品 技術	耐久性向上要求大(3)、防耐火対策(3) エクステリア(4)、防腐処理材(2)、 高層建築用難燃材(2) 高耐久性処理(2)、無公害処理(2)、安全性、新薬剤
j. そ の 他 コメント：7	製品	化学加工製品(2)、DIY製品、バイオ製品、 突板製品、セルローズ製品、OA用紙

回答者全数でみると、集成材工業（24.5%）と部材部品産業（22.7%）が際立って多く、ついで木質ボード工業（15.4%）が多い。フローリング工業、住宅産業、木材保存産業は10%弱で同程度である。これに対して製材業の期待度が0に近く、合板工業（2.6%）も期待度が極端に低い。これらの集計結果は概ねタイプI調査（Q10～Q17）結果と符合している。なお、家具・楽器産業はとくに強いインパクトがないため、タイプI調査で予測された水準より低い評価となっている。

一方、職種別にみると、研究と民間の期待度は概ね一致しているが、行政との差のある項目が多い。期待度の高い集成材工業に対しては行政の方が約12%高く、逆に木質ボード工業に対して約7%低い。また、期待度の低い製材業に対して約2.0%高く、合板工業に対して1.5%低く評価している。概して、通産省が関与する木質ボード工業、家具産業、木材保存産業に対して、林野行政の評価が低くなっている。

表一七の産業構造の変化に対する項目別のコメントの総数179で、上記の期待度の高い集成材工業（43）、木質ボード工業（31）、部材部品産業（40）に関するものが多く、2/3近くを占めている。これに対して、製材業、合板工業、住宅産業、家具産業に関するコメントがきわめて少ない。項目別および設問全体に対するコメントを要約すれば、次のとおりである。

木材工業の発展は住宅・建築産業の動向に深く係わっているが、今後両者の関係は次第に変化していくであろう。主として外材丸太を原料としてきた業種は、木材生産国の製品輸出政策の浸透に伴って素材生産から特殊製品や2次加工へ転換せざるをえない。また、国産材を建築資材として提供してきた業種も、現水準以上の住宅建設数が見込めないため多様化や高次加工により付加価値の向上をはかることになろう。さらに、従来の木材

利用分野から非住宅分野，非建築分野等への進出が望まれる。

このような状況を反映して，製材業および合板工業は大幅に構造転換が迫られよう。両業種とも原木の安定供給の見通しが見つからない限り，大規模化による外国製品との競争は難しく，この方向は一部地域，有力企業に限定され，他の多くは高品位の多品種少量生産，特殊加工，2次加工への移行が進む。これに対して，集成材工業，フローリング工業，部材部品産業は木造住宅から非木造建築までシェアを次第に増していく。とくに，集成材工業は大規模木造建築への需要が急増し，部材部品産業は，設計，部材化・部品化，各種処理技術を備えて主要な木材工業分野に成長していく。ただし，集成材は外国製品との競争が厳しくなり，部材部品は他産業からの参入も予想される。

合板からボード転換は世界的な傾向である。わが国の木質ボード工業は合板との競争や安価な原料の不足等もあって発展が遅れていたが，今後プロセス制御，化学処理，複合化技術等の導入により進展の度を高めるであろう。木材保存産業は，難燃化，防腐・防虫等木材の新用途開発にとって最も重要な技術を抱え，その成長が強く期待される反面，コストダウンや安全性確保など難しい課題を残している。また，住宅産業や家具産業と木材工業とは今後とも共存共栄をはかっていかねばならない。

戦後植栽された拡大造林木が徐々に成熟し，主伐期を迎えて供給可能量が次第に増加するにもかかわらず，この対応は製材業を除いてきわめて冷淡である。長期的にみれば木材工業の発展の基礎は原料の確保にある。この点から各業種とも国産材とくにスギ材に対する早期の取組みが必要であろう。

Q33. 技術開発の変化

今後、とくに重要と考えられる技術開発課題は何ですか。

次の10項目から重要なもの順に3つ選んで下さい。

- a. 切削技術
- b. 乾燥技術
- c. 接着技術
- d. 防錆・防虫技術
- e. 難燃化・防耐火技術
- f. 塗装・表面処理技術
- g. 化学加工技術
- h. 2次加工、接合技術
- i. 検査・品質保証技術
- j. その他（技術名をお書き下さい）

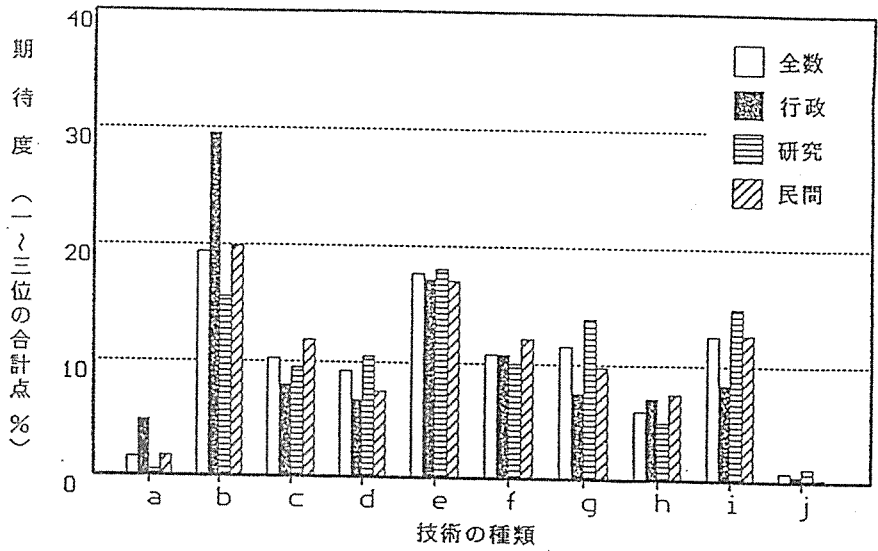


図-5. 技術開発の変化に対する職種別期待度

表-8. 技術開発の変化に対するのキーワード

項 目	カテゴリー	キーワード
a. 切削技術 コメント：4	切 削 機 械	----- レーザ加工(2)、超薄型鋸刃 ----- メカトロニクス(2)、高能率自動機械
b. 乾燥技術 コメント：34	乾燥方式 スケジュール 乾燥材 効 果	----- 安価な簡易乾燥装置(2)、高周波乾燥、高精度含水率計 ----- 乾燥コストダウン(5)、乾燥時間短縮(4)、外国産広葉樹材、 未利用針葉樹材 ----- スギ柱角材(3)、高規格住宅用材(2)、集成材(2)、 プレカット材、用途別適性含水率、乾燥材の流通 ----- 工業製品化(3)、木材加工の基幹技術(2)、寸法安定性(2)、 品質保証(2)
c. 接着技術 コメント：18	理 論 接 着 方 法 材 料	----- 接着理論、細胞レベルの接着、劣化理論、難接着材 ----- 構造接着用接着剤、高耐久性接着剤、天然系接着剤 ----- 現場接着(2)、異材料接着(2)、異樹種接着、2液混合接着、 接着接合、高周波・マイクロ波接着 ----- 大断面集成材の接着工程、連続積層接着、面材の開発
d. 防蟻・防虫技術 コメント：15	薬 剤 処 理 用 途	----- 無公害(2)、低毒性(2)、安価(2)、完全防蟻防虫効果、 バイオテック利用 ----- 効率的な処理システム(2)、低コスト ----- 建築構造材(2)、屋外施設、エックステリア
e. 難燃化・ 防耐火技術 コメント：18	法 規 方 法 用 途 効 果	----- 規制緩和(3)、内装制限(2)、火災安全 ----- 防蟻防虫兼用(2)、薬剤開発、無機材複合化 ----- 内壁材(2)、外壁材、市街地木造建築、公共建築、 コンポーネント ----- 木材最大欠点の克服(2)、需要拡大に寄与
f. 塗 装 ・ 表面処理技術 コメント：12	耐 候 塗 料 効 果	----- 表面被覆効果、紫外線劣化、劣化評価法 ----- 外装用塗料(3)、透明半透明塗料(2)、吸脱湿性塗料 ----- 木材の質感、高級感、屋外需要拡大
g. 化学加工技術 コメント：20	性 能 方 法 技 術 効 果	----- 防蟻防虫、寸法安定化、難燃化、多機能、高機能、防臭 ----- 複合化(2)、化学加工(2)、セラミック複合、アセチル化 ----- 化学工学、電気工学、システム工学、低コスト化 ----- 多様な製品開発、高付加価値化、材質改良、 スギの新利用法、未利用樹種の利用開発
h. 2次加工・ 接 合 技 術 コメント：12	2次加工 接 合	----- 金属複合、プラスチック複合、合板2次加工、 バイオテック利用 ----- 接着接合(2)、接合具の規格化・標準化、高効率接合、 接合強度保証、接合部の設計方法、大断面部材の接合
i. 検 査 ・ 品質保証技術 コメント：26	品 質 方 法 制 度 用 途	----- 含水率、材質、強度、耐久性、品質全般 ----- 強度検査機(2)、高精度含水率計、欠点検出器、 簡易測定装置、バイオテック利用 ----- 強度保証(3)、統一規格(2)、判定基準、現場施工監督、 総合評価方式 ----- 建築構造材(2)、エンジニアウッド(2)、加工木材、 木質材料全体
j. そ の 他 コメント：14	業 種 技 術	----- 流通、食品、木材産業全般 ----- 梱包材・パレット材の規格化、木質矯正装置の開発、 廃材利用開発、食品化技術の開発、ロボテックス導入、 高効率薬剤処理装置の開発、総合情報処理システムの導入

回答者全数でみると、b.乾燥技術（19.3%）に対する期待が最も大きく、ついで、e.難燃化・防耐火技術（17.6%）がわずかに小さく、これにi.検査・品質保証技術（12.5%）が続いている。c.接着，d.防腐・防虫，f.塗装・表面加工，g.化学加工技術は10%前後と平均に近い。h.2次加工・接合技術（5.9%）がやや小さく，a.切削技術（1.6%）が極端に小さい。しかし，aとj，その他を除いた8項目間の期待値の差は他の4部門に比べてかなり少ない。

職種別にみると，行政と研究との差が大きい。とくに，行政が乾燥技術（29.4%）を最重視しているのに対して，研究は乾燥，難燃化・防耐火，化学化工，検査・品質保証技術を同程度に重要と考えている。民間は行政と研究との中間か，やや行政より評価が多い。

表-8の技術開発の変化に対する項目別コメント173のうち乾燥技術（34）と検査・品質保証技術（26）に対するものが多く，切削技術（4）に対するものが少ない。その他の7項目に対するコメントは12～20の比較的狭い範囲に納まっている。

なお，j.その他には流通，食品，ならびに木材産業全般に係わるものがあげられており，ロボットや情報処理など比較的a.切削技術に近いコメントもこの項目に含まれている。このため，aの期待値が必要以上に小さくなったのかもしれない。項目別および設問全体に対するコメントを総合すると，次のような技術開発の傾向を読みとることができよう。

北米等の木質材料の使用実績や技術開発の動向をみれば，原木の供給状況と需要の実態に合わせて，最も経済的工学的に合理的な加工方法を採用して，品質の安定した製品を生産し，必要に応じて可能な技術レベルで防腐防虫等の処理を確実にこなっている。この方向を踏襲すれば，今後，乾燥，接着，検査，品質保証技術が益々重要視され，防腐・防虫，難燃化・

表-9. 経営技術戦略の変化に対するキーワード

項 目	カテゴリー	キーワード
a. 技術開発組織 コメント：29	人 材 条 件 組 織 目 標 開 発	----- 優秀な人材確保(8)、指導的人材養成(2)、若い人材登用、 ----- 給与レベルアップ(3)、待遇改善、研修・留学 ----- 研究所充実、産官学共同、研究組合、他社との協力 ----- 長期的展望(3)、国際的視野、情報交換 ----- 新分野進出、新製品開発、独自製品、他材料との競争、 共同開発（小企業）
b. 技術開発資金 コメント：6	資 金 開 発	----- 研究費増(3)、売上上の1%レベル ----- 継続的な商品開発、研究機材の充実
c. 省 力 化 コメント：11	背 景 方 法	----- 労働力不足(3)、労働時間短縮(2)、労働条件改善、 ----- 高齢化、若年労働者確保、安全性確保 ----- コンピュータ導入、メカトロ機械
d. 省エネルギー、 歩留まり向上 コメント：2	背 景	----- コストダウン、競争力確保
e. マーケティング の強化と技術 情報の整備 コメント：7	背 景 方 法	----- 実績不足、エンドユーズの多様化 ----- 市場調査（ユーザの多様化に対応）、販売ルートの確保、 ----- 商品調査（ユーザの要求、デザイン）、 ----- 需要構造と生産技術の整合
f. 流通機構の整備 コメント：17	方 法 効 果	----- 流通の簡素化(3)、流通体制の整備(2)、物流商流の分離、 ----- 物流の効率化、現物から見本取引、商品情報ネットワーク、 ----- 商品情報センター、公的機関による情報整備 ----- 流通コストダウン、適性生産量の掌握、価格安定、 ----- 新製品の事前評価、ニーズの把握、シェア拡大
g. 企業間の 連携強化 コメント：9	開 発 生 産	----- 複合技術製品、人材交流、ノウハウ相互利用 ----- 製品分割製造、業種間（木材、機械、化学、建設）協業、 ----- 製造と施工の協業、大小企業間の協業、労働力を融通、 ----- 小企業間の共同
h. 海外生産及び 製品輸入 コメント：5	背 景 業 種	----- 製品輸入に対抗、国際競争力の確保 ----- 製材、合板、集成材、バルブ
i. 企業形態の転換 コメント：4	背 景 方 向	----- 国際間・企業間の競争激化 ----- 国際分業への対応（製材）、高付加価値製品へ転換（合板）、
j. そ の 他 コメント：8	方 向	----- 産官学の共同、林業・林産業からの脱皮、工業製品化、 ----- 異業種との交流、広範な事業展開、国際化への対応、 ----- 需要・販売・市場の洗い直し、隙間産業

回答者全数でみると、a.技術開発組織（26.8%）の期待値が最も大きく、ついでd.マーケティングの強化と技術情報の整備（17.6%）とf.流通機構の整備（15.8%）が大きい。c.省力化（11.7%）は平均値に近く、以下b.技術開発資金（7.9%）およびg.企業間の連携強化（6.6%）が続く、その他の項目はかなり小さい。タイプI調査のこの部門に対する予測は悲観的で、とりわけQ25技術開発力の偏差値が大きく、その必要性と成否の間に大きな乖離がみられる。

職種別にみると、いずれも1～3位に技術開発組織、マーケティング、流通機構をあげ、行政が3項目を同程度（20%強）に重要視しているのに対して、研究と民間は技術開発組織を最重要視（約27%）し、第2位として研究は流通機構を、民間はマーケティングをあげている。その他の項目では行政および研究は省力化と技術開発資金が、民間は省力化、企業間の連携強化、海外生産および製品輸入が大きい。

表一9経営技術戦略の変化に対する項目別のコメント数は98で、他部門に比べてかなり少ない。そのうち技術開発組織（29）が最も多く、ついで流通機構の整備（17）が多い。これに省力化（11）、企業間の連携強化（9）が続く、その他の項目は少ない。マーケティング（7）は期待度の大きさに比べてコメント数が少ない。項目別および設問全体に対するコメントを要約すると、次のような見解となろう。

西暦2000年に向けて、わが国の経済社会は大きく変わろうとしている。その変化の方向として、高齢化、都市化、国際化、情報（ソフト産業化）があげられる。また、近年1000億ドルを超える貿易黒字を抱え、その解消のため外需依存型から内需主導型への経済産業構造の調整が進められ、住宅や社会資本の充実等による内需拡大、国際的調和のとれた産業構造への転換、地域経済の活性化などがはかられている。

防耐火，塗装・表面処理，2次加工・接合技術もそれなり必要となろう。

一方，わが国独特の「木の良さ」を強調する方向に進むとすれば，製材や乾燥技術の向上をはかる以外さほど有効な技術開発は残されていない。また，その裏返して「木材以外の機能」を求めるとすれば，化学加工技術等を挺子として独自の木材加工技術を展開することになる。

上記の2方向は極端に表現した場合であって，実際には外材に比べて割高な国産材を大量に用いていかねばならない情勢にあっては，両方向を織り混ぜて追求する中でわが国独自の技術開発を進めざるをえないであろう。なお，これらの技術開発にあたっては，これまで以上に個別技術開発を深く追求するとともに，原料の供給から製品の使用まで総合的，システムティックな技術開発が要求される。

このためには，外国の先進技術の導入に終始することなく，わが国独自の研究シーズに根差した技術開発を進める一方，常に商品および市場の調査を実施して，開発製品が直ちにマーケットインできる体勢を備えておかねばならない。したがって，一方で従来より基礎的，先導的，学際的研究が要求され，他方で生産工学，システム工学，情報工学に裏付けられた技術開発が求められよう。

Q34. 経営技術戦略の変化

今後、木材関連企業にとってとくに重要な経営技術戦略は何ですか。

次の10項目から重要なもの順に3つ選んで下さい。

- a. 技術開発組織（研究目標の作成、人材の養成）
- b. 技術開発資金（研究費の確保、研究機材の整備）
- c. 省力化（コンピュータ、メカトロニクスを導入）
- d. 省エネルギー、歩留り向上
- e. マーケティングの強化と技術情報の整備
- f. 流通機構の整備（商流・物流の効率化、流通センターの設置等）
- g. 企業間の連携強化（協業及び分業）
- h. 海外生産及び製品輸入（海外子会社、半製品の輸入）
- i. 企業形態の転換（現分野からの撤退、新分野への進出）
- j. その他（自由にお書き下さい）

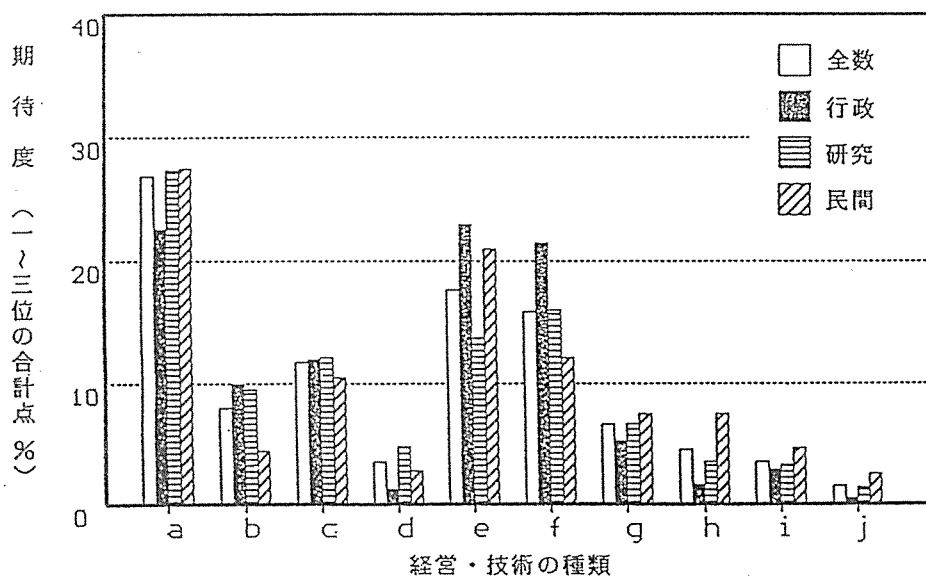


図-6. 経営技術戦略の変化に対する職種別期待度

このように、今後のわが国の経済施策は「前川レポート」に沿った方向で展開されるとみられ、木材工業にあってもこの方向で産業構造の調整をはかる必要がある。この場合、住宅、社会資本、地域経済に対する施策は木材工業にとってプラス要因となるが、国際的調和をはかるためには「スーパー301条」をみるまでもなく相当な出血を覚悟しなければならない。従来、木材工業は経済情勢の変化に対してはやや遅れ気味ながら、新技術の導入をも含めて生産性の向上をはかってきた。しかし、社会情勢の変化に対してはきわめて鈍感で、画期的な新製品の開発の例は数少ない。また、最近の好景気の下でも今や林業・木材工業の労務者の高齢化が進み、地場産業が停滞し、海外からの製品輸入が増え、木材以外の代替材の侵食にさらされている。しかも、これらに抗する人材、資金、技術、情報のいずれもが不足している。

このような状況で木材工業の発展をはかるためには、上記の不足を補うほか方策はないが、これらは木材工業の現状の原因であると同時に結果でもあり、その解消は容易でない。具体策としては設問に示した10項目を各企業の状況に応じて過不足なく実行し、実施にあたっては個別企業内ばかりでなく、企業間、業界内、産官学の連携を深めることが必要である。このうちとくに重視されるのが技術開発、マーケティング、流通機構などソフトウェアに係わる項目である。これまで企業努力はハードウェアの改善による生産性向上に偏り、ソフトウェアに係わる分野は木材工業に不足、あるいは不得手としたところである。この充実によって、企業ひいては木材工業の業域の拡大と付加価値の向上、さらには商品開発力の強化をはかることが肝要である。

4 タイプⅢ調査（記述法，選択法）

(1) 調査の内容

タイプⅠおよびⅡの調査では，西暦2000年における木材工業の事象をできるだけ正確に予測するため，そのキーとなる要件を絞り込み，その評価を通して木材工業の進展の度合とそのための条件を明らかにした。したがって，その予測はかなりリアリティーの高いものとなっている。タイプⅢおよびⅣの調査では，見方を変えて上記のような枠に促われず西暦2000年より遠い将来を自由に展望し，木材工業の可能性を探ってみる。

さて，未来を予測する場合，その実現時期や生起確率を度外視すれば，デルファイ法やシナリオライティング法のほかにもいくつかの予想法，むしろ予測法がある。その一つは，なるべく遠い未来の社会，経済，文化，生活等に関するイメージを出し合い，それを全体像にまとめた上で，それに必要な個別の産業や技術等の発展状況に落していく方法である。他の一つは，数多くの身近な生活や生産の手段について，ニューライフや技術革新の可能性を検討し，その個別要素の可能性を積み上げて未来を展望する方法である。この他の方法もあるが，大別すると上記2つに分類される。

前者の場合，未来の広い範囲の全体像が浮き彫りにされ，個別事象相互の関係も把握しやすい利点があるが，全体像を創り出すため多種多様な階層の人々による数多くのブレインストーミングを要し，個別事象のツメにも多分野の知識が必要である。一方，後者の場合，比較的せまい範囲，知識，情報の収集整理によって，技術開発等に対するターゲットを絞り込むことができる利点があるが，ともすれば事象の描写が偏り，全体像も豊かさに欠ける恐れがある。

タイプⅢ調査は，木材工業の技術開発に係わる基礎的・先導的な研究を抽出し，その評価を通して木材工業の進展の可能性を探ろうとするもので

ある。したがって、調査方法としては上記の後者の手法が適するものと考えられる。ただし、調査範囲・内容が限定されているので、その結果に偏りが出ることは免れない。その点については、他の広範囲に実施された調査等を参照にして、取捨選択を加えていく必要がある。

調査の具体的方法としては、まず、今後木材関連分野の技術開発のシーズとなるような基礎的・先導的な研究課題について、記述法で5つ以内の回答を求め、ついで、これらの研究が将来どんな分野に応用できるか、次の10項目から選択を求めた。なお、応用分野については複数の選択も可とし、その順位については考慮しないことにした。

- | | |
|-------------|--------------|
| a. 切削技術 | f. 塗装・表面処理技術 |
| b. 乾燥技術 | g. 化学加工技術 |
| c. 接着技術 | h. 2次加工・接合技術 |
| d. 防腐・防虫技術 | i. 検査・品質保証技術 |
| e. 難燃・防耐火技術 | j. その他 |

回答の集計にあたっては、まず、研究課題を上記の10項目の技術分野に分類し、類似の課題を一つの課題名の下に集約し、ついで、10項目別ならびに研究課題別の出現頻度を計算した。なお、応用分野に対しては複数の回答が多くあったが、これらについては、主分野と副分野に区別した上で集計を行なった。

表-10. 技術開発のシーズとなる研究

a. 切削技術 (56)		e. 難燃化・防耐火技術 (43)		i. 検査・品質保証技術 (76)	
レーザー加工	18	無機複合化	15	組織構造	14
新素材刃物	14	難燃薬剤	7	超音波	12
メカトロ機械(CAD/CAM)	6	セラミックウッド	4	グレーディングマシン	8
製材技術(曲線挽き、難切削材)	5	難燃材の耐久性	4	実大材の品質区分	6
切削機構(破損、摩耗、腐食)	4	防火塗料(大断面集成材)	3	信頼性工学	5
認識理論	3	燃焼および難燃化機構	3	大断面集成材の強度保証	5
破碎、解繊	2	燃焼試験方法	2	簡易グレイダー	5
ウオータージェット加工	2	防耐火工法	2	接着信頼性	4
穴あけ加工	2	燃焼ガス毒性	2	AE	4
		木材炭化	1	光学測定(画像)	4
				非破壊検査	3
b. 乾燥技術 (58)		f. 塗装・表面処理技術 (44)		構造物の強度検査	
水分移動(NMR)	14	染色・着色技術	7	たてつぎ材の強度保証	
スギ大径材の乾燥	6	耐久性および耐水性	6		
高周波・マイクロ波乾燥	6	表面改質(放電、熱硬化)	5	j-1. その他(物理系) (48)	
自動制御(AE、レザ-センサ)	6	塗料の浸透性	4	木の良さ、感性、保健、居住性	13
乾燥スケジュール	6	変色防止	4	コンピュータ(FA、MIS等)	9
内部応力、ひずみ	5	バイテク、モルオロジー、		ボード(蒸気、噴射、OSB、WB)	7
遠赤外線加熱	5	サイコロロジ-	4	デザイン(CAD/CAM)	6
微生物利用予備乾燥	5	外装用高耐久性塗料	4	林業(材質育種等)	5
微細構造の挙動(SEM、CT)	3	塗装システム	3	組織構造	4
遠心分離乾燥	2	CAD/CAM	3	曲げ木加工	2
		表面樹脂処理	2	産業資材	1
		補修方法	2	物流資材	1
c. 接着技術 (59)		g. 化学加工技術 (96)		j-2. その他(化学系) (50)	
複合接着(他材料)	13	木材の可塑性	20	バイオマス(食品、飼料)	20
ノーバインダ接着	10	木材成分反応および利用	16	爆砕処理	12
現場接着	9	寸法安定性	11	成分利用	6
常温高速接着	5	樹脂化(WPC)および分解	9	バイテク(薬品)	3
連続接着システム	5	木材液化(精油)	8	ニグニン利用	3
大断面集成材	5	機能性素材(炭素繊維等)	8	木材液化	2
縦つぎ(強度保証)	5	化学修飾	6	燃料化	2
ノークランプ接着	2	高温高圧処理	5	肥料化	2
接着耐久性	2	難燃化	4		
接着障害	2	化学処理制御	3		
接着機構	1	アセチル化	3		
		無機複合化	3		
d. 防霉・防虫技術 (66)		h. 2次加工・接合技術 (17)			
バイテク利用による防霉	20	大断面部材の接合	4		
薬剤注入(浸透制御)	11	接着接合	4		
屋外用防霉剤	8	集成材・LVLの接合	3		
低毒性防霉剤	7	レーザー切削(継手・仕口)	2		
簡易防霉処理	5	セラミック接合具	2		
腐朽および防霉機構	4	複合材の接合	2		
高耐朽性防霉剤	3				
インサイジング(レーザー)	3				
防霉剤	2				
防虫剤	2				
無色無臭防霉剤	1				

表-11. 技術開発のシーズとなる研究の連関表

記号と技術名	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j-1	j-2	副分野の 合計	主副分野 の合計
a. 切削技術	57	4	2	1	0	4	0	17	3	0	0	31	88
b. 乾燥技術	3	59	7	8	10	3	10	4	10	0	0	55	114
c. 接着技術	3	3	66	4	6	4	9	19	2	1	2	53	119
d. 防錆・防虫技術	0	7	5	69	23	8	18	6	1	2	2	72	141
e. 難燃化・防耐火技術	0	0	2	9	43	7	6	2	1	1	2	30	73
f. 塗装・表面処理技術	1	2	5	6	3	47	12	6	0	2	1	38	85
g. 化学加工技術	1	6	26	22	21	20	104	11	3	2	5	117	221
h. 2次加工・接合技術	3	3	0	0	0	0	0	16	4	4	1	15	31
i. 検査・品質保証技術	8	6	10	0	0	4	1	12	86	0	0	41	127
j-1.その他の技術(物理系)	2	1	1	3	2	2	5	5	3	48	0	24	72
j-2.その他の技術(化学系)	3	0	2	2	2	3	2	0	0	0	50	14	64
副分野の合計	24	32	60	55	67	55	63	82	27	12	13	(490)	
主分野と副分野の合計	81	91	126	124	110	102	167	98	113	60	63		1135

表の対角線の部分の数値が主分野、その他の部分が副分野の件数を示す。
 なお、各行の副分野件数はその行の主分野と併記されている件数、各列
 の副分野件数はその列の主分野以外と併記されている件数である。

(2) 調査結果と考察

今後、木材工業分野の技術開発のシーズとなる研究課題を11項目の応用分野別に整理して表-10に示す。なお、設問では「基礎的・先導的な研究」を問うているのにもかかわらず、実際に寄せられた回答にはむしろ「応用研究」、「開発研究」の範疇に入るものも多くみられた。ここでは、とくに3種の研究を区別せず一括して取扱うことにした。また、jその他の項目については、j-1の物理系とj-2の化学系とに細分した。

回答数は244で、研究課題数は613件に上っている。したがって、1回答あたり約2.5件の研究課題があげられている。応用分野別の研究課題の出現頻度をみると、g.化学加工技術が96件(15.7%)で最も多く、ついでi.検査・品質保証技術76件(12.4%)とd.防腐・防虫技術66件(10.8%)が多い。h.2次加工・接合技術17件(2.8%)を除けば、その他の7分野の出現頻度は40~60件(7~10%)の範囲内に納まっている。また、かりに、切削、乾燥、2次加工・接合、検査・品質保証、その他(物理系)を物理系に、接着、防腐・防虫、難燃化・防耐火、塗装・表面処理、化学加工、その他(化学系)を化学系に分類すると、物理系の総数が255件(41.6%)、化学系総数が358件(58.4%)となり、かなり化学系の研究課題数の方が多い。この点諸外国、とくに北米とはかなり異なる様相を呈している。

つぎに、応用分野が複数記載されている研究課題について主分野と副分野とに分類した上で、主分野のみのもものと併せて集計し、11項目の技術分野に対する研究課題相互の連関を表-11に示す。なお、613件のうち32件は各項目の境界分野に属するもので、これらについては主分野としてダブルカウントしている。

主分野645件に対して、副分野は490件で、主分野の3/4に達し

ており、従来の技術体系では分類できない境界領域の技術・研究が増えてきている証左であろう。各行の主分野と併記されている副分野の件数をみると、表-10の主分野の件数と概ね相似しており、やはり主分野の化学加工技術と併記されている副分野が117件(23.8%)と最も多い。一方、各列の副分野の絶対件数でみると、2次加工・接合技術が82件(16.7%)と最も多い。ついで、難燃化・防耐火、化学加工、接着、塗装・表面処理、防腐・防虫技術が67~55件(11.2~12.8%)が多く、これらの化学系5技術で300件(61.2%)を占め、これに主分野も加えると829件(82.9%)に達する。このほかの技術の件数はかなり少ない。

一般に、研究は発展段階に応じて基礎、応用、開発の3つに分類される。その明確な区分は難しいが、表-10の111の研究課題を敢えて3つに分類してみると、その比率は概ね1:1:1となっている。また、研究の主たる対象が、木材自体か、薬剤や機械か、あるいは両方かによって分類してみても、その比率は概ね1:1:1となっている。このように、木材工業の技術研究は基礎から応用、開発まで、木材から薬剤、機械まで多種多様な方向、段階で実現されているといえよう。逆に言えば的が絞られていないかもしれない。

個別技術の傾向をみると、切削技術ではレーザー加工と新素材刃物が多く、メカトロ機械をも含めて次代の切削技術に対する要求が強い。乾燥技術ではスギ大径材、高周波・マイクロ波、自動制御、スケジュールなど実務的なものが重要課題となっている反面、水分移動のような基礎的な研究が意外に多く指向されている。接着技術では、ノーバイダ、ノークランプ、常温高速接着の可能な新しい接着剤の開発とともに、異種材料との複合、縦つぎおよび大断面集成材、連続および現場接着システムのような新規の接着手法の確立も求められている。

防腐・防虫技術では、安全でしかも防腐効果の高い薬剤とその注入方法など従来の技術の改良のほか、バイテク手法の防腐・防虫技術への適用が試行されている。難燃化・防耐火技術では、木材側および建設側の強い期待を集めて、薬剤による難燃化ならびに無機材料との複合による不燃化が進められている。セラミックウッドなどの新材料も登場してきている。塗装・表面処理技術では、従来より耐候性・耐火性の高い塗料の開発のほか、染色・着色，樹脂化，放電・熱硬化等による表面改質やCAD/CAM手法による木目模様の作成などにも目が向けられている。

化学加工技術は、最も期待が強い分野であるが、その内容はまだ基礎研究段階のものが多い。新しい化学加工技術を導入して、従来以上に木材の寸法安定性・難燃性，耐久性の向上をはかるほか，炭素繊維，WPC，機能性材料など新素材そのものの開発をも指向している。その過程として，木材の可塑化，液化，アセチル化，高温高圧処理などの新しい化学反応あるいは処理方法が検討されている。

2次加工・接合技術では，集成材，LVL，複合材等の加工木材，とくに大断面材の接合が注目され，セラミックを含めた新しい接合具，および継手・仕口の加工方法が考究されている。なかでも接着接合に対する関心が高い。検査・品質保証では，超音波，弾性波，AE，光学画像，グレーディングマシンなどによる非破壊検査方式の確立が求められ，その対象は実大の製材品，たてつき材，大断面集成材から接着部，構造物全般に広がっている。その一方で，検査測定の基礎となる木材の組織構造や品質評価の体系化のため信頼性工学が改めて研究されている。

その他の技術は，上記の技術に当てはまらない様々なものが含まれている。物理系では，木材の美観，保健，居住性など木材の良さに係わるものが最も多く，木材組織構造や林業まで遡るものも含まれている。その他コ

ンピュータ，ボード，デザインに関するものが多い。一方，化学系では，バイオマスあるいはバイテクに関するものが多く，食料，飼料，薬品，燃料，肥料など広い用途への利用が考究されている。とくに，爆砕処理に対する関心が高い。

以上のように木材工業の技術研究は多岐にわたり，その目的および進展段階も様々であるが，研究ニーズの種類によって分けると次の8つに分類される。

1) 木材の基礎的研究

組織構造，水分移動，切削・接着・腐朽・燃焼炭化機構，木材の良
さ等

2) 木材工業に基幹技術

製材システム，乾燥スケジュール，薬剤注入処理，グレーディング
等

3) 他分野からの技術導入

レーザー，高周波・マイクロ波，A E，コンピュータ，メカトロ等

4) 外国からの技術導入

大断面集成材，L V L，ボード，グレーディング，インサイジング
グ等

5) 品質向上のための技術

新素材刃物，新防腐防虫剤，新難燃薬剤，高耐久性塗料，非破壊検
査等

6) 生産性向上のための技術

メカトロ機械，自動制御乾燥，連続接着，塗装システム，C A D /
C A M等

7) 新用途のための技術開発

大断面材乾燥，大断面集成材，複合接着，防火塗料，デザイン等

8) 新規の技術開発

木材の可塑化，アセチル化，機能性材料，化学修飾，バイオマス・
バイオテク等

以上，わが国の木材工業の技術研究のメニューを整理してみた。今後，これらの研究課題に応じて必要かつ十分な研究者と研究資金が投入されると仮定すると，次のシナリオのような成果を生み出すものと予測される。

- 1) 木材の良さが科学的に裏付けられ，その特性と意匠を生かした新しい木製品や木造建築などが数多く生産される。一方，これまで代替材料に侵食されている分野でも，品質向上とコストダウンの成功によって，木材および木質材料の逆代替が進む。
- 2) メカトロ機械等の導入によって，木材工業の製造工程の自動化，高速化が大幅に進む。一方，CAD/CAMシステムの定着等によって，ユーザの注文に応じた多品種少量生産が可能となる。
- 3) 超音波等による木材の内部探査が可能となり，高速かつ確実な各種グレーディングマシンが実用化される。これらの機器の木材の加工工程，製品の検査工程，ならびに構造物の建設工程への導入によって，木材および木製品に対する信頼性が格段に向上する。
- 4) 新しい薬剤や処理方法の開発によって，寸法安定，接着，耐候，防腐防虫，防耐火の諸性能が飛躍的に向上し，屋外のような苛酷な条件にも耐えられる木質材料の製造が可能となる。
- 5) バイテクや化学加工技術の進展によって木材を原料として食品，飼料，肥料，薬品等への変換や，炭素繊維や透過膜など機能性材料の創出が可能となり，木材のまったく新しい利用分野が開拓される。

このように，前記の研究がすべて実ればバラ色のシナリオを描くことが

できる。しかし、実際にはタイプⅠ調査結果に示されているように、西暦2000年における木材工業の状況は上記のシナリオよりもかなり後退している。研究者や研究資金の多寡を問わないとしても、後退の原因がほかにもあるものと考えられる。その一つにわが国特有の研究環境があるかもしれない。タイプⅢ調査の回答を通して、次のような特異性が管見される。

- 1) 既往の研究に対する総括あるいは評価が十分でなく、将来の研究に対するビジョンあるいは事前評価が甘い。
- 2) 新規の研究ニーズに対して、安易な課題には集中暴雨的に殺到するが、困難な課題は避けられ、息の長い研究が続かない。
- 3) 個別の技術研究に埋没する傾向があり、研究相互の連携を保ってシステムティックに研究推進する姿勢に欠ける。
- 4) 諸外国に比べて、化学系の研究課題がかなり多い反面、物理系とくに木材工業の基幹技術に対する研究課題が少ない。
- 5) 研究機関の性格によって研究課題にかなり偏りがみられるのは当然であるが、研究機関相互の課題の調整や連携が少ない。

以上、わが国の木材工業の技術研究のメニューを整理し、多少の問題点を指摘した。他の先端産業では、今やわが国は技術革新により世界の頂点に立とうとし、基礎研究の重視や創造的研究者の養成が叫ばれている。これに対して木材工業は高度成長期以前の状況にあり、いまだに技術開発の体制整備を云々しなければならない状態にある。しかし、木材工業の産業基盤を考えれば致し方ないことである。要は、今後の木材工業の技術開発に対するビジョンを明確にし、業界のコンセンサスの下に有望な開発課題に向かって集中的に研究資源を投入することであろう。

5 タイプⅣ調査（記述法）

(1) 調査の内容

西暦2000年の木材工業の技術開発状況を知るため、タイプⅠ調査では事象シナリオの適否を、タイプⅡ調査では発展分野を、タイプⅢ調査では研究開発課題を問うた。これら3つの調査の最終目標は同じであるが、設問および回答の種類と形式が異なるため、各調査から得られる結果に少しく差異を生じている。

端的に言えば、タイプⅠ調査では「客観的にはこうならざるをえない」、タイプⅢ調査では「主観的にはこうありたい」、タイプⅡ調査は両者の中間的な回答を要求している。したがって、3つの調査結果に差異が生じるのは当然であり、これらの結果を利用する場合、その目的に応じた確な判断を下すことが必要であろう。とはいえ、この種の調査では総括的な結論を期待する向きも多い。タイプⅣ調査はタイプⅠ～Ⅲの調査結果の調整を図るとともに、回答者の忌憚のない意見を求めることによって技術予測の幅を広げようとしたものである。

タイプⅣ調査では、設問に何ら条件を設けず、Q36、木材工業関連分野の今後の技術開発の展望を問い、併せてQ37本調査全般に対する意見や注文を聞いている。なお、字数は200字に制限している。技術開発の展望については多種多様な回答があり、しかも同種のものでも評価が違う場合が多く、これらの回答を集約することは容易ではない。そこで、次のような集計方法を採用することにした。

まず、回答文の中から木材工業の技術開発に関するキーワードを拾い出す。この摘出にあたっては、タイプⅠおよびⅡの調査の分類方式を踏襲し、需要構造、供給構造、産業構造、技術開発、経営技術戦略に係わるものを一つずつ計5つ選び、これらの範疇に入らないものがあればさらに1つ選

ぶ。なお、キーワードとしては、今後木材工業の技術開発にとって重要となるもの、つまり前向きのもののみを採用した。

つぎに、これらのキーワードのうち類似のものを集約し、その出現度数を集計した。さらに、相互に関連の深いもの10以上あれば、これをまとめて1つの項目とした。その結果、採用したすべてのキーワードは24項目に分類された。なお、この24項目はタイプIおよびIIの調査の分類とかなり異なるものになっている。

一方、本調査に対する意見および注文については、回答がきわめて明解であったので、調査全般、タイプI、II、III、IVの調査に対する意見と感想または希望に分類して、主要な意見とその出現度数を提示した。

(2) 調査結果と考察

木材工業関連分野の今後の技術開発の展望に対するキーワードを次のような24項目に分類し、各項目および各キーワードの出現度数を表-12に示す。

- | | |
|----------|-----------|
| 1. 環境 | 13. 新素材 |
| 2. 資源 | 14. 性質 |
| 3. エネルギー | 15. 生産管理 |
| 4. 技術 | 16. 工程管理 |
| 5. 開発 | 17. 品質管理 |
| 6. 経営 | 18. 切削 |
| 7. 用途 | 19. 乾燥 |
| 8. 建設 | 20. 接着 |
| 9. BE | 21. 防腐・防虫 |
| 10. 部材 | 22. 難燃化 |
| 11. 材料 | 23. 化学加工 |
| 12. 製材 | 24. バイオマス |

表-12. 木材工業の技術開発の展望に関するキーワード

1. 環境 (21)	7. 用途 (34)	12. 製材 (46)	18. 切削 (12)
環境保全 9	在来工法住宅 7	スギ材(並材) 11(1)	切削条件 3
森林(林業) 4(2)	大規模木造建築 5	国産針葉樹材 8	メカトロ機械 3
農山村 3	屋外施設 4	北米材 7	レーザー加工 2
エコロジィー 2	非建築施設 4	低質小径木 5	ウオータージェット 1
都市計画 1	枠組壁工法住宅 3	間伐材 3	騒音 1
アメニティ 1	家具 3	熱帯材 3	2次加工 1
酸性雨 1	木質パネル住宅 2	国産広葉樹材 3	目立て 1
	物流資材 2	良質大径材 2	
2. 資源 (18)	産業資材 1	ラジアータバイン 2	19. 乾燥 (13)
効率的利用 7	楽器・運動具 1	ソ連材 1	スケジュール 6
再成可能 4	工芸品 1	早生樹種材 1	適性含水率 3
省資源 3	DIY 1		除湿乾燥 2
リサイクル 3		13. 新素材 (28)	高周波乾燥 1
総合利用 1	8. 建設 (29)	無機系複合材 10	マイクロ波乾燥 1
	施工技術 6	木質複合材 7	
3. エネルギー (12)	大工・工務店 5	新素材 5	20. 接着 (15)
省エネルギー 6	デザイン 4	機能性材料 3	新接着剤 10
木質エネルギー 2	ブレイクカット 3	金属系複合材 2	連続接着 2
太陽熱 2	建築基準法 2	炭素繊維 1	低湿高速接着 2
木質燃料 1	構造性能 2		ノークランプ 1
廃熱利用 1	耐火性能 2	14. 性質 (51)	
	接合 1	木の良さ 14	21. 防霉防虫 (37)
4. 技術 (17)	設備部品 1	感覚(心理学) 11(1)	新防霉防虫剤 13
新技術開発 5	試験方法 1	強さ 6	耐朽性向上 9
高級差別化 4	技能教育 1	安定性(寸法) 5(3)	防虫性向上 4
高品質化 3	メンテナンス 1	吸湿(調湿) 4(2)	難燃兼用 3
工業製品化 2		保健(医学) 3(1)	耐水向上 2
多様化 2	9. B E (21)	遮音 3	耐候向上 2
逆代替 1	床組 6	断熱(結露) 3(1)	低毒性薬剤 2
	壁組 4	肌あい(触感) 2(1)	バイテク利用 2
5. 開発 (43)	パネル 3		
産学官共同 11	階段 3	15. 生産管理 (22)	22. 難燃化 (26)
人材確保 7	トラス 2	コストダウン 12	不燃材開発 13
人材養成 5	接合金物 2	多品種少量 5	難燃薬剤 5
研究資金 4	接着剤 1	少品種大量 3	無機複合 3
研究組織 4		イタム・トシステム 1	防腐兼用 3
技術革新 3	10. 部材 (40)	オター・イントリシステム 1	塗料・発泡剤 2
情報収集 3	内装材 9		
共同開発 2	住宅用材 7	16. 工程管理 (23)	23. 化学加工 (20)
教育 2	エクステリア材 6	わライシステム 6	化学処理 4
補助金 1	建築用材 5	コンピュータ 4	プラスチック化 4
協会・団体 1	外装材 3	ロボット化 3	化学修飾 2
	構造材 3	メカトロニクス 3	表面処理 2
6. 経営 (32)	造作材 3	センサ開発 2	可塑化 2
新製品開発 9	フローリング 2	ソフト開発 2	プリント 2
流通機構整備 5	柱 1	無人工場 2	染色 1
分業と協業 4	はり 1	TNS/CM 1	防・コ・テ・ネ・ト 1
異業種提携 3			金属吸着 1
新分野進出 2	11. 材料 (34)	17. 品質管理 (21)	WCP 1
経営規模拡大 2	集成材(大断面) 16(11)	品質保証システム 6	
マーケティング 2	ボード 7	標準化・規格化 7	24. バイオマス(17)
技術情報 1	製材(大断面) 6(2)	グレーディング 2	食品化 5
製品輸入 1	合板(LVL) 3(2)	ブルーフレード 2	抽出成分利用 4
多国籍企業 1	石膏ボード 1	含水率検査 2	バイテク利用 4
海外生産 1	セメント板 1	欠点検出器 1	飼料化 3
後継者づくり 1		信頼性工学 1	香料 1

タイプⅣ調査に対する回答数は、171で、総回答数244の70%に達している。また、キーワードの採択総数は632語で、1回答あたり3.7語に相当している。キーワードの種類は多岐にわたっているので、その解釈は容易でないが、本調査結果を逸脱しない範囲で大胆な結論を引き出してみる。

まず木材工業の周辺からみると、環境に関するものが21語あり、環境保全、森林、農山村、エコロジー、都市計画、アメニティ、酸性雨などがあげられている。木材工業と言えども環境を無視しえないことが窺えるが、総語数のわずか3.3%に過ぎず、他産業に比べて木材工業は環境に対する配慮が少ないと言えよう。また、資源およびエネルギーに関するものも18語および12語とあまり多くなく、環境と併せても51語、8.1%に過ぎない。他産業ではこの3項目が重要な要件となっているのに対比すると、木材工業は省エネルギー、省資源型のクリーンな産業と言えるのかもしれない。

技術、開発、経営を通してみると、3項目のキーワードの合計は93語、14.7%で、これに生産管理も加えると115語、18.2%となる。このうち何らかの形で技術開発と係わりのあるキーワードが80%以上を占めており、木材企業の経営においても技術開発が不可欠の要件になっていることを示している。項目別にみると、経営(32語)では、新製品開発と新分野への進出が強調され、それに伴って企業の提携、分業、協業などによる経営規模の拡大、さらに流通機構の整備やマーケティングが必要とされている。開発(43語)では、人材の確保養成が急務とされ、研究開発の実施にあたっては企業間、産学官の共同が重要と認識されている。技術(17語)では、新技術の開発によって製品の品質向上と多様化をはかり、生産管理(22語)では、コストダウンを前提として、製品形態に応じて多品

種少量または少品種大量生産をさらに推進することが必要とされている。

用途，建設，BE，部材の大半は住宅・建築に係わるもので，キーワードの総数は124語，19.6%に上り，木材需要の大半が住宅・建築であることを示している。また，BEや部材が多いことは，タイプⅠ～Ⅲ調査の部材部品産業の成長予測とも合致している。用途（34語）では，住宅が主流ではあるが，非住宅の大規模木造建築，非建築の屋外施設，家具，楽器，運道具，工芸品，DIY，物流資材，産業資材など多種多様な用途への需要拡大が進められている。BE（Building Element 21語）および部材（40語）では，床組，壁組，パネル，階段，トラス等から，構造材および造作材，内装材から外装材に到るまで，とくに加工度の向上すなわち部材化部品化の促進による付加価値の向上が追求されている。建設（29語）では，熟練した大工の不足に伴って施工方法の合理化やプレカットの導入が強調されるとともに，住宅の性能向上や保守に対する要求が強まっている。

材料，製材，新素材に関するキーワードの総数は108語，17%で，用途，建設，BE，部材の総数よりもやや少ない。製材（46語）には，製材加工技術も若干含まれているが，大半は製材品を対象としている。国産材，とくにスギ材の用途拡大が強調され，その対象も間伐材，低質小径木から主伐木へ移行してきている。その他，北米材，熱帯材，ラジアータパイン，ソ連材等の外材の動向も注目されている。材料（34語）では，何と言っても集成材，とくに大断面材の需要拡大に期待が寄せられている。この強い期待はタイプⅠ～Ⅲ調査の結果とも合致している。合板がLVL等の特殊製品への転換を余儀なくされているのに対して，ボード類はプロセス制御，化学処理，複合化等の技術導入による生産性および品質の向上が期待されている。新素材（28語）では，木質相互，および無機系，金

属系，プラスチック系との複合材料が開発され，炭素繊維等の機能性材料の研究も進められているが，それらの完成には今少し時間が必要であろう。

木材の性質について，51語，8.1%に上るキーワードがあげられている。本調査の中では多少場違いの感を免れないが，木材利用の基本として軽視できない要件であることの証左であろう。その内容は，寸法安定性，吸湿遮音，断熱など多岐にわたるが，これらの物理定数よりも保健，触感，感覚，さらには漠然とした木の良さが強調されている。これらは確かに木材の本質であるかもしれないが，木材利用を進めるにあたってこのような非工学的（解明が進んでいないという意味）な要素にあまりにも頼りすぎるのはどうかと思う。逆に言えば，これらの要素を物理的係数として実際の住宅などの設計に導入することができれば，木材の有効利用にとってきわめて有益である。

生産管理，工程管理，品質管理に関するキーワードの総数は66語，10.4%である。木材および木製品に対する要求が高度化，多様化するなかで，高歩留まり，高能率，しかもローコストの生産を実現するためには，生産，工程，品質に対する適正な管理が従前にも増して要求されている。生産管理（22語）では，従来からの需要には多品種少量および少品種大量生産方式の確立によりコストダウンをはかり，新しい需要にはエキスパートシステムやオーダーエントリーシステム等の導入により多様化に対応することが必要とされている。工程管理（23語）では，ロボット，メカトロ機械，ならびにコンピューター制御の導入による工程管理のオンライン化や無人工場化が指向され，そのためのセンサやソフトの開発が進められている。品質管理（21語）では，官民一体となって木材および木製品の品質保証システムを整備することが強く求められている。そのためには製品の標準化・規格化とともに，含水率，比重，グレーディング等に対す

るハードおよびソフト両面の整備が必要とされている。

切削，乾燥，接着に関するキーワードの総数は40語，6.3%と意外に少ない。ただし，生産・工程・品質管理と併せると106語，16.8%となり，他分野と同程度の数となる。つまり，木材工業の基幹技術である切削，乾燥，接着技術の中で，研究開発の中心がプロパーな技術から管理の技術への移行が進んでいるとみることができよう。この傾向はある意味では時代の趨勢かもしれないが，今後国際間の競争が激化する中で独創的なプロパーな技術開発への期待が高まることを考えると，わが国の木材工業にとって少しく不安材料とみられる。切削（12語）では，適正な切削条件の設定による切削工程の効率化のほか，メカトロニクス，レーザー，ウォータージェット等の新技術の導入が求められている。乾燥（13語）では，製品の種類と使用条件に応じた樹種別の適正な乾燥スケジュールの確立と乾燥プロセスの自動化が必要とされている。また，太陽熱，除湿，高周波・マイクロ波乾燥等も特殊な用途への導入が進められている。接着（15語）では，屋外等過酷な使用条件に耐えうる高性能の接着剤，ならびにノークラップ，常温高速硬化のような接着操作の簡単な接着剤の開発が切望される一方，ローラー式やキャタピラ式の連続圧縮装置の導入による接着工程の大幅な効率化が期待されている。

防腐防虫，難燃化，化学加工に関するキーワードの総数は83語，13.1%で，これにバイオマスを加えると110語，15.8%となる。タイプⅢ調査では化学系の研究課題が半数以上を占めていたが，木材工業全般にわたる本調査では化学系のキーワードが1/6未満に過ぎず，化学加工をはじめ研究段階から実用段階に移行するにはまだかなりの時間を要することが窺われる。防腐防虫（37語）への要求はかなり多く，安全かつ防腐防虫効力の高い薬剤と効率的な注入方法の開発が強く望まれている。また，

防腐防虫へのバイテク手法の導入が一部で期待されている。難燃化（26語）では、美しくて防耐火効力の高い難燃化薬剤，ならびに無機系材料との複合材の開発とくに難燃化の過程で強度の性能を損なわないで防腐防虫効果を併せ持つようなものが求められている。化学加工（20語）では、さし当たって実用化の近い着色・染色，化学修飾等の表面処理が注目されているが，木材の可塑化やアセチル化等もこれまでにない新しい技術として期待が寄せられている。バイオマス（17語）では，食料，飼料，薬品，燃料，肥料等これまでの木材にない広い用途への利用が期待されているが，実用化に直ちに結びつくものは限られている。

以上のように，木材工業関連分野の今後の技術開発の展望について様々な意見が出されている。これらを大きくまとめると，次の5つに分けられる。

- 1) 企業経営における技術開発の展望
- 2) 住宅建築における技術開発の展望
- 3) 物理加工における技術開発の展望
- 4) 化学加工における技術開発の展望
- 5) 国産材に対する技術開発の展望

企業経営の中で技術開発の占める位置は年々高まってきている。木材工業にあっても新製品・新技術を開発できない企業の成長は望めない時代になってきている。研究開発には人材，資金，情報が不可欠であるが，零細な企業が多い木材工業にあってはこれらの3要件を十分に整備するのは難しい。厳しい条件の中でも，研究開発を進めるとすれば，企業間，業界内，産学官の連携を深めることによって3要件の充足をはかることが必要である。また，最近では異なる企業や業種の連携による共同開発の方が成功例が多い傾向にある。

住宅および建築が木材需要の大宗を占めることは今後も変わらない。しかし、住宅建築の品質向上や多様化が進む一方、大工等の不足や技能の低下を来す中で、建築側と木材側との関係は大きく変わらざるをえない。すなわち、住宅建築の技術開発の要求が、場合によっては大工・工務店や住宅産業を経ず、ストレートに木材工業に持ち込まれることが多くなる。この要求に応えるためには、従来のハードな製造技術に加えて、ソフトな設計技術をも備えて、商品開発力を高めておくことが必要である。つまり、木材工業が単なる素材産業から部材部品産業へ転進していくことが要求される。

木材工業の基幹である切削、乾燥、接着技術は、高度成長期以降旺盛な住宅需要に支えられ大きく進展してきた。この時期に基礎的な技術が実用段階に移行し、関連機器の進歩と相俟って製造工程の大型化、省力化、省エネ化、ならびに製品の品質と歩留まりの向上がはかられてきた。しかし、近年この傾向も一段落し、特殊なものを除いて技術開発の中心がプロパーな技術から工程や品質の管理技術へ移行している。見方を変えれば次代の技術が少なく、まだ実用の域に達していないと言えよう。もとより、生産・工程・品質管理技術の徹底による品質向上やコストダウンへの取組みは必要であるが、今後の厳しい国際間、業種間の競争激化を予想するとこの時期に他産業の動向等をも踏まえて、技術革新の芽となる基礎技術の涵養に努めておくことが必要であろう。

これに対して、防腐防虫、難燃化、化学加工等のいわゆる化学系の技術の中には、これまでの木材利用には類をみない新しい技術も含まれており、その実用化が大いに期待されている。とはいえ、その多くは基礎研究の段階に留っており、実用化に向けて必須の化学工学的なアプローチに欠けており、この点とくに産業界のより一層の努力が求められよう。なお、化学

加工技術の水準は高いが、その対象となる分野は木材需要全体からみるとわずかなもので、木材工業全体としてこれらに過大な期待を寄せることは避けねばならない。むしろ、防腐防虫および難燃化技術を、建築構法の改良と均衡をとりつつ着実に前進させていくことが必要であろう。

戦後植栽された拡大造林木が徐々に成熟し、主伐期を迎えて供給可能量が次第に増加するにもかかわらず、この対応は製材業を除いてきわめて冷淡である。現在は外材を存分に得られる状況にあるが、将来にわたってこの状況を維持していける保証はない。長期的にみれば木材工業の発展の基礎は原料の確保にあり、木材資源国を除いて木材工業の健全な発展はありえない。現状が際限なく続けば、やがて木材工業の疲弊につながるようになる。とはいえ、経済性や材質を無視して故由なき国産材信仰や国産材至上主義に陥ることは愚かなことである。要は、一方で製材を中心として旧態依然たる供給体制を見直し、将来にわたって効率的かつ安定した体制をつくり上げることであり、他方で、技術革新により新材料、新製品の開発を実現することである。このためには基幹となる切削、乾燥、接着技術の大幅な革新が必要とされる。

調査を締め括るにあたって、本調査に対する回答者の意見（Q37）を表-13に紹介する。

調査全体に対しては、「内容が難しい」、「調査範囲が広すぎる」、「回答に長時間かかる」等の不満があげられている。これらについてはいちいち尤もなことで、多忙の中、調査への協力に唯々感謝するしかない。この他に「調査対象がせまい」との指摘があった。再度調査する機会があれば、もう少し広い範囲で調査を実施したい。

タイプI調査については、「資料・データを付けるべきだ」、「確率で答えるのは難しい」、「時間が長い」、「シナリオに矛盾がある」、「事

象要素が多い」、「設問範囲が広い」、「思想性にかける」、また、タイプⅡ調査についても、「専門外の者には難しい」、「項目の選び方に無理がある」等の意見があげられている。これらについては、調査委員会の中で十分に検討したが、万全を期するに到らなかった。この結果、回答者に少なからず負担をかけたことは反省するほかない。

本調査の実施ならびに回答の集計作業を通して、アンケート調査の難しさを身にしみて感じさせられた。同一のものに対する調査でも、設問形式によってかなり回答が違っている。この点、タイプⅠ～Ⅳの調査結果を比較検討されたい。また、調査結果を利用する場合、設問の主旨を十分理解した上で、利用目的に応じて適切な判断を下されたい。なお、前年度に10数分野にわたって、業種別および技術別の詳細な技術ポテンシャル調査を実施して報告書にまとめているので、本調査結果と併せて一読されたい。

また、調査内容に対する意見のほか、「好企画で、意義あり」、「設問が良くできている」、「調査結果を公表してほしい」、「よい勉強になった」、「一定期間後に再調査してほしい」等の感想および希望が寄せられている。調査結果の公表については、本報告書のほかに別途機会を助けて、講演会または刊行物にとりまとめたい。再調査については今回の調査を教訓として、必要に応じて形を変えて再度実施したい。

おわりに、本調査にご協力いただいた方々、とくに面倒なアンケートにお答えいただいた方々の労に対し深く感謝する。また、本報告を基にして各界で論議が深められ、わが国の木材工業の発展の一助となれば幸甚と考える次第である。

表-13 本アンケート調査に対する意見

調査全体について	(24)
内容が難しい	10
調査範囲が広い	5
回答に長時間かかる	5
調査対象がせまい	4
タイプⅠ調査について	(19)
資料・データを付けるべきだ	4
確率で答えるのは難しい	4
設問が長い	3
シナリオに一部矛盾がある	3
事象要素が多い	3
設問範囲が広い	1
思想性にかける	1
タイプⅡ調査について	(2)
専門外の者には難しい	1
項目の選び方に無理がある	1
タイプⅢ,Ⅳ調査について	(0)
感想または希望	(90)
好企画で意義あり	28
設問が良くできている	26
調査結果を公表してほしい	16
よい勉強になった	13
一定期間後に再調査してほしい	7

6 アンケート調査のとりまとめ

本アンケート調査は、西暦2000年における我が国の木材工業の発展状況を予測するとともに、発展のために必要な技術開発課題、並びにそのシーズとなる基礎的、先導的な研究課題を抽出することを目的に、選択法、シナリオライティング法、順位法、記述等を用いて行なわれた。調査の実施時期は1989年3～4月であった。

アンケートの発送総数は391で、木材関連の行政機関、大学・研究機関、民間企業等で中心的に活躍されている人々を対象にして送られたが、回答総数は244、回収率62%に上り、この種の調査としては極めて高いものであった。

回答結果については、本報告書の各項で詳細に分析されているが、次の3点について深く印象付けられた。

- (1) 集成材工業、部材・部品工業の発展が広く予測されている反面、従来から木材工業の中心を占めてきた製材業、合板工業の将来については悲観的な見方が一般的である。輸入製品との競合、原木調達の問題、需要構造の変化等事態は深刻であり、強力な対策が講じられなければ、木材産業構造の変化、さらには木材工業の存続そのものに関わる問題となる。
- (2) 国産材の供給・利用問題、ボード工業の評価、技術開発項目の重点化等についての考え方に、林産と民間の間で大きなギャップがあるようである。今後の木材工業の進むべき方向を探るに当たって、このことはやはり問題であろう。
- (3) 研究人材の確保、研究開発資金の確保について、その重要性が強く指摘されているにもかかわらず、その見通しが極めて暗いとの意見が多かった。木材工業の体質からこれらのことがいわば絶望的であると考えられているわけである。正に木材工業の最大の問題点が明らかにされたように思われる。

さて、従来、木材関係者は木材工業の将来の姿を、各自それなりにイメージしてきたといえよう。しかし、それらの多くは関連データから理論的に構築されたものではなく、勘と経験にたよったものであった。いやむしろ、未来を理論的に予測すること自体極めて困難なことである。今回、本アンケート調査結果が得られたことによって、この分野を代表する識者の“勘と経験”が集約されたことになり、木材工業の未来について、「木材関連識者の多くはこのように考えている」という拠所をもってものが言えるのではなからうか。

皆様のご協力によって、調査の目的を十分に達成することができた。調査結果の公表を本報告書のみによって終らせず、別途機会を設けて講演会の開催、単行本の刊行等にもって行きたい。

おわりに、本調査にご協力いただいた方々、特に面倒なアンケートにお答えいただいた方々の労に対し深く感謝する次第です。また、我が国の木材工業の将来について、本報告をもとにして各界で論議が深められることを希望します。

第5章 木材工業の技術開発ガイドラインに関する調査

1 目 的

このところ、木材工業を取り巻く環境は、内需拡大策の実施等による住宅需要の増加と円高による輸入価格の実質的値上がりによって、総じて好況を保ってきた。しかし、この状況も部分的・一次的なもので、住宅需要の伸びの限界、日米林産物構造協議にみられるような外圧の高まりに加えて、依然として停滞する国産材供給体制や脆弱な木材企業の技術開発体制等を考えると、わが国の木材工業は今後とも厳しい情勢にあるものと予想される。

こうした中で、木材工業が高度化・多様化する需要者ニーズに対応しつつ、その発展を図っていくためには、内外の科学技術の成果を吸収して技術開発力を高め、生産構造の転換を促すとともに、多品種少量、高品質、高収率、ローコストという相互に矛盾するような要求に応える方向で抜本的な技術革命を進めることが必要である。このような木材工業の技術革新の方向、言い換えれば、次代の技術体系とそのガイドラインを明らかにすることが今強く求められている。

ところで、最近の木材工業およびその周辺の科学技術の動向をみると、実に幅広く数多くの技術開発が行われている。その状況は前年度の木材工業の新技术体系に関するアンケート調査結果に示されたとおりである。しかし、その反面これらの研究開発が実用化にまで結び付いた事例は少なく、他分野に比べて研究資源の集中度が低いのかもしれない。固より、個別の研究開発に余分な拘束条件を設けることは好ましくないが、木材工業全体としての技術開発の目標、課題、進め方など、所謂ガイドラインを示しておくことは、個別の研究開発を効率的に進め、産官学の連携を深めて、その成果を広範に普及する上で極めて有効であろう。

さて、ここで取り上げる技術開発は、社会・経済的な種々の条件と切り離して考えることは不可能であり、むしろ、木材工業全体の枠内で各技術開発の位置付けを明確にしていかなければならない。例えば、品質保証技術は木材物性や非破壊検査法などハードな研究の中から生まれたものであるが、それが工程管理や品質管理に適用されるかぎり、木材および建築の供給体制などソフトの問題としても捉え直さねばならない。

木材工業の技術開発にはおよそ3つのタイプがあると考えられる。1つは、先端的なあるいは革新的な技術そのものの開発に類するもので、物理的なものと化学的なものに大別される。2つは、原料あるいは地域に深く係わるもので、所謂システム開発というべきものである。3つは、建築等への利用開発に類するもので、ユーザとの連携が不可欠である。なお、実際の技術開発はこれら3つのタイプの技術の組み合わせによることが多い。

これらの技術開発を整理してガイドラインを設定するには、次のような作業を要する。まず、木材工業に対する社会各層の要請（ニーズ）を分析して社会経済的にも均衡ある目標を設定し、これをより具体的な木材工業の技術開発目標に変換して整理する。開発目標の内容と相互関係を検討して具体的な開発の方向性を提示し、技術開発課題を明らかにする。技術開発課題の重要度、緊急度、成熟度等を技術開発目標と関連させて評価し、その優先度を示す。各開発目標および技術開発課題について、その必要性および波及効果等を提示し、開発の誘導、促進、普及をはかる。

このような技術開発ガイドラインの設定作業は、行政施策の一部あるいはそれと関連して実行されることが多いが、本調査作業の中では一応行政施策などは切り離して、研究者および技術者レベルの問題意識を反映したものとして取りまとめることにする。したがって、技術開発ガイドラインは具体的なアウトプットを持たないが、研究者や技術者の研究開発ならびに研究機関

や企業の研究目標あるいはプロジェクト研究の設定などには大いに役立つであろう。なお、技術開発目標や課題に行政的な評価を加えれば、行政施策遂行上のガイドラインとしても一部利用できよう。

また、事例研究として、今後推進が期待される3つのビックプロジェクトと2つのニュープロジェクトを取り上げ、その概要を提示するとともに、上記の技術開発ガイドラインにおける位置付けを明らかにする。今後の研究目標や技術開発プロジェクトの企画立案に際して、上記のガイドラインおよびプロジェクト事例が役立つことが少なくないであろう。

2 調査方法

今後の木材工業の技術開発の方向づけ、所謂ガイドラインを設定するためには次のような調査および検討が必要である。とくに、このガイドラインが社会的・経済的条件と深く関連するので、

- 1) 木材工業および木材工業と関連する要因についての現状とその問題点、木材工業の技術開発の基本的方向付けをする背景を整理する。
- 2) これに基づき今後必要と考えられる技術開発項目を洗い出す。
- 3) 有識者、木材工業各種メーカー等に対するアンケート、ヒアリング等を通じて、各技術開発項目について、技術の現状、開発の動向、開発上の問題点、将来の方向等に対する調査・検討を行なうことにより、技術をスクリーニングする。
- 4) これらの作業をくり返し行うことにより、技術開発目標の設定、技術開発課題の選定、技術開発の進め方等を検討する。

本調査においても、概ね上記1)～4)のような手順に従って調査・検討を進めた。その詳細な流れを図-1に示す。なお、これらの調査・検討は、そのすべてを本年度の作業として実施したのではなく、一昨年度の技術ポテン

シャル調査および昨年度の新技術体系アンケート調査の結果を継続審議した上で、主要な技術ガイドラインの作成を行った。以下、図-1のフローチャートにしたがって、各段階における具体的な検討の内容と方法を説明する。

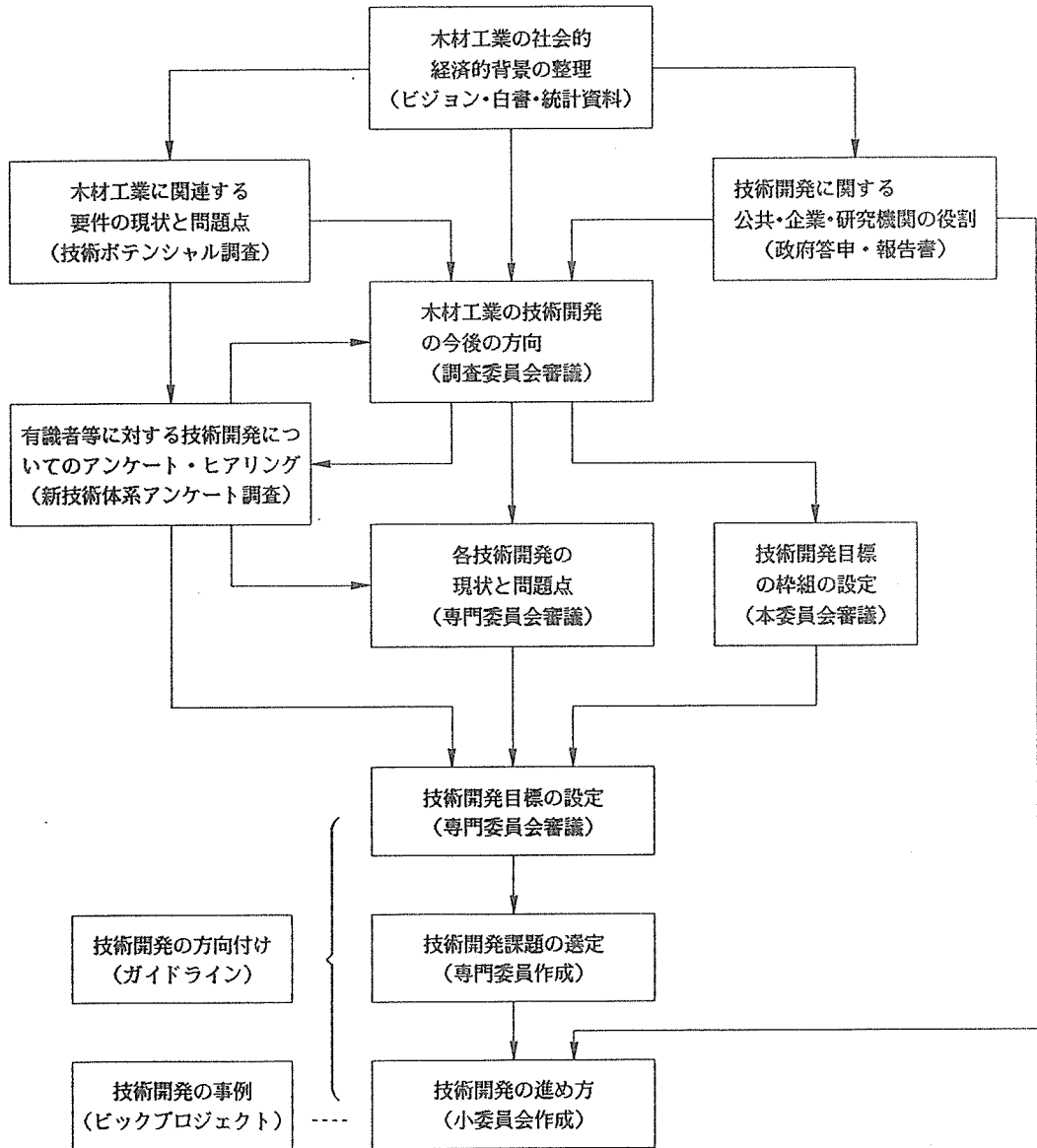


図-1 木材工業技術開発ガイドラインの作成作業の流れ

木材工業の社会的・経済的な背景については、前記の2調査を実施するときには概略の検討をおこなった。本年度は資料収集の範囲をさらに広げるとともに、その資料を技術開発ガイドライン、とくに技術開発目標の設定に向けて合目的的に整理した。主要な収集資料は、木材工業に関連する各省の白書、審議会答申、長期ビジョン、統計資料ならびに民間シンクタンクの技術予測などである。その他、木材工業関連の技術情報誌、特許および実用新案の抄報、日本住宅・木材技術センターの報告書等も参照した。

木材工業の技術開発の今後の方向については、社会的・経済的な背景の下に、主として技術ポテンシャル調査結果に基づいて木材工業に関連する要件の現状と問題点を明らかにし、新技術体系アンケート調査結果に基づいて木材工業の今後（西暦2000年）の方向、すなわち需要構造、供給構造、産業構造、技術開発、経営技術戦略について技術予測をおこなった。また、行政、企業、研究機関の技術開発への取り組みの状況を調査して、今後各機関が果たすべき役割について検討した。なお、これまでの検討作業は前年度までの調査実績を踏えたもので、調査研究本委員会および調査専門委員会の審議によって取りまとめた。

このようにして、木材工業の技術開発の今後の方向に対する断片的なイメージが明らかにされた。これらを総合的かつ具体的な技術開発ガイドラインに変換するためには、社会的・経済的な背景、木材工業に対する要請、技術開発の目標が整合性を保持することが必要となる。そのため、まず、木材工業の背景、要請、技術について産官学の立場から総合的に検討し、均衡ある技術開発目標の枠組を設定し、この視点から各技術開発の現状と問題点を系統的に把え直した。なお、前者については本委員会、後者については専門委員会で審議した。

技術開発ガイドラインのアウトラインが明らかになったところで、その中

核をなす技術開発目標の選定作業に移った。上記の枠組にしたがって、まず4つの目標（大項目）を選定し、さらに各目標を達成するために必要とされる各々10の要素技術（中項目）に分類整理した。目標選定には、技術開発に対する需要者の種類、要請の内容、要求の緊急度、ならびに供給者の種類、技術の構成、開発の難易度などについての的確な判断が求められるので、多くの研究分野を擁する専門委員会で審議した。

開発目標の内容を検討し、具体的な開発の方向性を提示した後、各要素技術ごとに技術開発課題（小項目）を選定した。この課題選定にあたっては、まず、すべての要素技術について各々の専門委員が個別に課題作成をおこない、これらを専門委員会で集成し、課題の相互関係、それぞれの重要度、緊急度、成熟度等を開発目標とも関連させて評価し、その優先度等を示した。なお、個別の要素技術間ならびに技術開発課題間の整合性を保つため数回の調整作業を実施した。

必要な技術開発課題が一応出揃ったところで、これらの課題を技術のライフサイクルに照らして成熟度を評価し、その段階に相応した研究あるいは技術開発の方法とその実施主体を提示した。なお、技術開発の進め方については、個別の課題によって適切な方法が異なり、実行を前提としないかぎり詳細な検討は難しいので、ここでは必要最小限の指摘にとどめた。その代わりに、技術開発の進め方の事例研究として、今後発展が期待されている技術開発の中から数件のプロジェクトをとり上げて、その事前評価をおこなった。

以上のような手順を経て、木材工業の技術開発ガイドラインを作成したが、この種のガイドラインには優れた内容を求められるばかりでなく、周到な作成手順を尽くすとともに、得られた結果を明解かつ均衡のとれた形式で表わすことが要求される。したがって、この技術開発ガイドラインでは、技術開発目標の枠組を表示するとともに、目標、技術要素、課題を大中小項目に分

類し、さらに課題を項目別成熟度別に配置して整理した。

3 木材工業の社会的・経済的背景

わが国の経済社会は、戦後の復興期から高度成長期を経て工業社会が成熟しつつある中で、先端産業の技術革新、高度情報化の進展に伴って、広範な産業分野での飛躍的な生産性の向上と産業構造のソフト化、サービス化が進展し、また、国民生活においても余暇時間の増加、価値観の多様化等により消費者ニーズの多様化が進むなど、大きな転換を遂げようとしている。さらに、国際的な相互依存関係も一層深まりをみせている。このような大きな経済社会の転換の流れの中にあって、林業生産と建築生産等との橋渡しを担う木材産業の分野においても、高度成長期に形成された技術体系を改変し、これらの変化に的確に対応していくことが強く求められている。

また、工業社会の成熟化、国民の価値観の多様化等に伴って、自然や精神的、文化的な豊かさが求められ、緑資源としての森林や、優れた特性を有する木材に対する国民的関心は、これまでにない高まりをみせている。一方、新設住宅着工戸数の減少、木造率の低下、代替材との競合等から木材需要が長期にわたり低迷し、最近一時的に好転しているものの、外材製品の輸入圧力が高まる等木材需給両面にわたる厳しい状況が続く中であって、わが国の林業・木材産業はかつてない深刻な状況に直面している。さらに、戦後造成した人工林が今後本格的な伐採期を迎え国産材供給力が飛躍的に増大してこようとしており、これを国内の貴重な資源として有効に活用し、併せて森林の健全な維持培養を図ることが差し迫った課題となっている。

こうした林業・木材産業の当面する困難な状況を克服しつつ、今後の新たな木材需給構造や森林、木材に対する国民的要請に対応していくためには、林業経営の効率化、高度化と相まって、木材工業の技術開発力を高めて木製

品の品質性能向上とコストの縮減を図り、消費者ニーズの変化に的確に対応しつつ木材需要拡大を実現できる産業構造へ転換することが緊要となっている。

ところで、21世紀を間近に控えて、1980年代後半より、21世紀の社会経済や国民生活に関する中間あるいは長期予測調査、ビジョン、答申等が数多く出されている。一昨年度に実施した「技術ポテンシャル調査」、昨年度の「新技術体系に関するアンケート調査」もその一つに数えられよう。そこで、これらの資料を整理することによって、木材工業の社会的経済的な背景と要請により具体的な内容を明らかにしてみる。

上記の予測資料は多岐にわたるが、来るべき21世紀の社会経済に対する全体的な認識には、存外共通するところが多い。たとえば、高齢化、都市化、国際化、情報化、ソフト化、多様化、社会資本、環境保全、地域経済、技術開発などが共通のキーワードとしてあげられている。しかし、将来の社会経済の具体的なイメージやそれへのアプローチの方法には少なからず差異があらわれている。とりわけ、民間の予測資料は主要な目標を強調したものが多いのに対して、政府関連のものは系統的に整理されているが、減り張りに欠ける傾向にある。本調査の目的に照すと、過度に背景を絞り込むことは好ましくないので、まず、各種の政府審議会答申等を整理した上で、民間の情勢分析等とを比較検討することにする。

政府の各種答申は互いに整合性を保っていると考えられるので、「木材工業」とそれと密接な関係を持つ「林業」と「建設業」とを一つのシステムを構成するものとしてとらえ、「システム」内の要素と、システムと関係するがそのコントロール外にある要素に区別する。以下、システム論の一般的なアプローチに従って、周辺環境(0)、建設業(1)、木材工業(2)、林業(3)の要素に分類して整理する。これらの要素は各々および相互に関連するのでマトリク

スを形成する。これを21世紀ビジョン・政策マトリクスと称する。各々の要素に各種審議会答申をあてはめて整理したものを表-1に示す。

周辺環境(00)としては、経済審議会長期展望委員会編の「2000年の日本」シリーズの総論および各論の題名を羅列した。総論「国際化、高齢化、成熟化に備えて」がわが国の現在から将来への方向を旨く表わし、各論がそのために必要な要素を網羅している。このうち建設業(01)に係わるものが各論「良質な国土・居住空間の形成」で、ゆとりある開かれた定住社会の実現と良質な安定した国土基盤の形成のためには、地域社会・経済の発展と居住環境の向上が求められ、そのためには安全、活力、快適基盤に係わる社会資本の整備が不可欠である。

木材工業(02)をはじめとする産業全般に係わる周辺環境としては経済審議会答申「新前川レポート」があげられる。わが国の経済・産業構造を外需依存型から内需主導型に転換するためには、住宅や社会資本整備、土地対策等による内需拡大、労働時間の短縮、国際的に調和のとれた産業構造への転換などが求められる。林業(03)に係わる周辺環境としては、林政審議会答申「林政の基本方向」の中から、技術に直接関係のないものを選んだ。山村振興、さらに流域単位の広域的な地域振興、ならびに国民参加による森林整備や森林の文化的・教育的利用等の総合利用の推進があげられる。

一方、建設業・木材工業・林業のシステム内の要素では、まず、建設業(11)プロパーなものとして、建築審議会や住宅宅地審議会の答申があげられる。都市における住環境の整備と地域的な多様化への対応とともに、高齢化社会到来やライフステージへの対応が求められる。また、住宅性能高度化の促進に伴って、住宅生産システムの合理化と消費者保護等への対策が重要となり、資源・エネルギー制約への対応も必要となる。このうち木材工業との関連(12)で見れば、大工・工務店等の小規模な建築業の合理化・近代化、技

術者の養成，建築資材の流通合理化とともに，木造建築技術の改善および住宅需要者への啓蒙などが求められる。

林業(33)プロパーなものとしては，前記の林政審議会の答申「林政の基本方向」の主要な要件があげられる。公益的機能等をも踏まえた森林整備目標が新たに設定され，それに応じた多様な森林施業の推進が必要とされ，そのための積極的な技術開発が求められる。木材供給力の平準化のための伐期年齢の多様化・長期化および林道整備の推進も緊要な要件であり，林業就業者の確保，金融制度の充実，税制の改善など林業固有の難問をも懸えている。また，木材工業とも関連して(23)，地域一体となった林業経営の活性化が強く求められる。さらに，林業と広義の建設業とが関わるもの(13)としては，治山事業の整備，保安林の整備，森林保護・管理の推進があげられる。

木材工業(22)プロパーなものとしては，前記の林政審議会答申「林政の基本方向」と重要な林産物の需要に関する長期見通し」があげられる。製品需要，産業構造，原料供給の3つの側面から，消費者ニーズへの積極的な対応による木材需要の拡大，木質産業の体質改善，安定的な供給体制の確立が求められる。そのためには，建設業との連携強化，マーケティング活動と新製品開発の推進，林業情報システムや流通体制の整備が必要である。

以上，政府審議会答申等の公式見解をもとに木材工業の社会的・経済的な背景を施策の方向という形で整理した。これに対して，民間の調査資料では系統的に整理されたものは殆どない。そこで，本委員会が昨年度に実施した「木材工業の新技术体系に関するアンケート調査」の結果に基づいて，木材工業の技術予測を需給構造，産業構造，技術開発，経営技術戦略の各方向から再整理してみる。

まず，木材の需給構造からみると世界の木材需要は，丸太，製材，パネル(合板，ボード類)，パルプ，薪炭材にかかわらずゆるやかに増加し，西暦

2000年にはFAOの予想した42億^m程度となる。これに対して、木材供給は、開発途上国からの供給が木材資源の減少や政策変更によってこれまでのような伸びが期待できないが、北米、ソ連、豪州、欧州の森林資源の充実に伴って増加する傾向にある。一方、日本の木材需要は、経済成長とOA化の進展から紙・パルプが順調に増加し、木造住宅着工数の頭打ちから製材やパネルはさほど伸びないが、これまで木材の使用実績の少ない非建築分野や屋外施設、建築でも非木造建築RC造等の内装造作、木造建築でも公共建築、工場、農舎等の大規模建築、住宅でも3階建てや高規格住宅等への用途開発が進めば、西暦2000年には林野庁の長期需給見通しに近い1億^m程度になる。

これに対して、木材供給は、社会経済情勢に大きな変化がない限り、国産材と外材の供給比率はさほど変わらないが、樹種や供給国の状況はかなり変化する。熱帯林の消失と伐採制限によって熱帯材は漸減し、ソ連材やラジアータパイン材が増加し、北米材も強含みで推移し、加えて丸太から製品への輸入比率が上昇する。一方、国産針葉樹材とくにスギ材は戦後の拡大造林木が伐期を迎え供給可能量は大幅に増加するが、画期的な林業生産コストダウン、加工技術開発、用途開発に加えて、強力な施策の挺入れがなければ実需に結びつけるのが難しい。また、国産広葉樹は自然保護等により有用な広葉樹の伐採が制限され、国内の未利用樹種や北米材への転換をはからざるをえない。

次に、産業構造面からみると、木材工業の発展は、住宅・建築産業の動向に深く係わっているが、今後両者の関係は次第に変化する。主として外材丸太を原料としてきた業種は、木材生産国の製品輸出政策の浸透に伴って、素材生産から特殊製品や2次加工へ転換を余儀なくされる。また、国産材を建築資材として提供してきた業種も、現水準以上の住宅建設が見込めないので、

多様化や高次加工による付加価値の向上をはからざるをえない。

このような情勢の中で、製材業や合板工業は大幅な構造転換が迫られる。両業種とも原木の安定供給の見通しが無い限り、大規模化による外国製品との競争は難しく、この方向は一部地域、有力企業に限定され、他の多くは高品質の多品種少量生産や特殊加工、2次加工への移行が進む。これに対して、集成材工業、フローリング工業、部材部品工業は木造建築から非木造建築の内装造作までシェアを徐々に増していく。とくに、集成材工業は大規模木造建築への需要が急増し、部材部品産業は設計、部材部品化、各種処理技術を備えて主要な木材工業分野に成長していくが、集成材は外国製品との競争が厳しくなり、部材部品は他産業からの参入が増える。

また、合板からボードへの転換は世界的な傾向である。わが国のボード工業は合板との競争や安価な原料の不足等から発展が遅れていたが、今後はプロセス制御、化学処理、複合化技術等の導入により進展の度を高める。木材保存産業は、難燃化、防腐防虫など木材の新用途開発にとって最も重要な技術を抱え、その成長が強く期待される反面、安全性確保やコストダウンなどの難しい課題が残されている。住宅産業や家具産業と木材工業とは今後とも共存共栄をはかっていかねばならない。住宅産業は内需拡大の中心として公共投資が増加するが、在来工法と工業化工法、木質と非木質との競争がますます激しくなる。

北米等の木質材料の使用実績や技術開発の動向をみると、原木の供給状況と需要の実態に合わせて、最も経済的工学的に合理的な加工方法を採用して、品質の安定した製品を生産し、必要に応じて可能な技術レベルで防腐防虫等の処理を確実におこなっている。この方向を踏襲すれば、今後、乾燥、接着、品質保証技術がますます重視され、防腐・防虫、難燃化・防耐火、塗装・表面処理、2次加工・接合技術もそれなりに必要となる。一方、わが国独特の

「木の良さ」を強調する方向に進むとすれば、製材や乾燥技術の向上をはかる以外さほど有効な技術開発は残されていない。また、その裏返して「木材以外の機能」を求めるとすれば、化学加工技術等を挺子として独自の新しい木材加工技術を展開することになる。

上記の2方向は極端に表現した場合であって、実際には外材に比べて割高な国産材を大量に用いていかねばならない情勢にあっては、両方向を織り混ぜて追求する中でわが国独自の技術開発を進めざるをえない。これらの技術開発にあたっては、これまで以上に個別技術開発を深く追求するとともに、原料の供給から製品の使用までの総合的、システマティックな技術開発が要求される。このため、外国の先進技術の導入に終始することなく、わが国独自の研究シーズに根差した技術開発を進める一方、常に商品および市場の調査を実施して、開発製品が直ちにマーケットインできる体制を備えておかねばならない。したがって、一方で従来より基礎的、先進的、学際的な研究が要求され、他方で生産工学、システム工学、情報工学等に裏付けられた技術開発が求められる。

経営技術戦略からみると、今後わが国の経済施策は「前川レポート」に沿った方向で進展され、木材工業にあってもこの方向で産業調整がはかられる。この場合、住宅、社会資本、地域経済に対する施策は木材工業にとってプラス要因となるが、国際的調和をはかるためには、日本の「構造協議」や各国の「丸太輸出規制」をみるまでもなく、相当の出血を覚悟しなければならない。従来、木材工業は、経済情勢の変化に対してやや遅れ気味ながら、新技術の導入をも含めて生産性の向上をはかってきたが、画期的な新製品の開発事例は数少ない。最近の好景気下でも今や林業・木材工業の労務者の高齢化が進み、地場産業が停滞し、海外からの製品輸入が増え、木材以外の代替材の浸蝕にさらされ、しかも、これらに適する人材、資金、技術、情報のいず

れもが不足している。

このような状況で木材工業の発展をはかるためには上記の不足を補わねばならないが、とくに重視されるのが人材確保、技術開発、マーケティング、流通機構などソフトウェアに係わる項目である。これまでの企業努力はハードウェアの改善による生産性の向上に偏り、ソフトウェアに係わる分野は木材工業に不足あるいは不得手としたところである。この充実によって企業延いては木材工業の業域の拡大と付加価値の向上、さらには商品開発力の強化をはかることが肝要である。なお、このためには個別企業内にとどまらず、企業間、業界内、産官学の連携を深めることが必要である。

以上、木材工業の社会的・経済的な背景を施策（建て前）と実態（本音）の両面から整理した。この2つは、木材工業の現状と問題点ならびに今後なすべき方向については概ね一致しているが、その評価や効果については少なからぬ差異がみられる。

4 技術開発目評の枠組の設定

前節では、木材工業の社会的・経済的な背景について出来るだけ系統的に整理してみた。その結果、木材工業の技術開発に係わる主要な要件を抽出し、その相互関係をかなり明確に整理することができた。とくに、社会、経済、建設、木材工業、林業に対する施策面での関連が明らかになった。しかし、それらの木材工業の技術開発に対する評価あるいは効果については十分には検討されていない。

そこで、木材工業の技術開発目標を絞り込むため、総花的あるいはマトリクス形式で表わした社会的・経済的な背景（表-1）を、経済社会→建設→木材工業の主軸に沿って再整理して表-2に示す。なお、環境や資源面からみれば林業→木材工業の軸を無視することはできないが技術開発目標の枠組

表-1 「林業・木材工業・建設業」21世紀ビジョン・政策マトリクス（経済企画庁、林野庁、建設省 審議会答申等）

	周辺環境 (0)	建設業 (1)	木材工業 (2)	林業 (3)
林業 (3)	<p>「林政の基本方向」 (03) (昭和61年11月7日、林政審議会答申)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・森林整備のための国民の参加及び費用分担 ・山村の振興 ・流域単位の広域的な地域振興 ・文化的・教育的利用等森林の総合的利用の促進 ・国有林野事業の改善 ・海外林業協力の推進 	<p>「林政の基本方向」 (13) (昭和61年11月7日、林政審議会答申)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・治山事業の推進 (山地災害危険地区、水源山地、都市周辺の森林の整備) ・保安林の整備 (保安林整備計画、特定保安林の指定) ・森林保護・管理の推進 (適正な森林施業、病虫害防除対策、試験研究) 	<p>「林政の基本方向」 (23) (昭和61年11月7日、林政審議会答申)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・木材需要の拡大 (木材の安定供給体制の整備 木材利用の普及、啓発 住宅税制等の改善) ・木材産業の体質改善 (再編合理化、加工・流通コストダウン、マーケティング活動) 	<p>「林政の基本方向」 (33) (昭和61年11月7日、林政審議会答申)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新たな森林整備目標の設定と多様な森林施業の推進 ・木材供給力の平準化のための伐採年齢の多様化・長期化 ・林道整備の推進 ・地域一体となった林業経営の活性化 ・林業就業者の確保、林業金融制度の充実、税制の改善 ・技術開発の積極的推進とその体制整備
木材工業 (2)	<p>「構造調整の指針」(新前川レポート) (02) (昭和62年4月23日、経済審議会答申)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・内需拡大(住宅、社会資本、土地対策、設備投資、消費) ・労働時間の短縮 ・国際的に調和のとれた産業構造 (産業構造調整、海外直接投資、内外競争条件 輸入拡大、市場アクセス改善) ・雇用への対応、地域経済への対応、世界への貢献 	<p>「木造住宅建築工事の合理化に関する基本的方策」 (12) (昭和年月日、建築審議会答申)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小規模建築業の合理化、近代化 ・木造建築技術の改善、普及 ・住宅需要者の啓蒙及び保護 ・住宅建築関係技術者等の養成 ・住宅建築資材の流通合理化 (新木造建築技術の開発…総合技術開発プロジェクト) 	<p>「重要な林産物の需給に関する長期の見通し」 (22) (昭和62年7月21日、林政審議会答申)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・消費者ニーズへの積極的対応による木材需要の拡大 (新製品開発、マーケティング活動、標準化・規格化) ・木材産業の体質改善…再編合理化 (高付加価値化、商流・物流の効率化、建設業との連携強化) ・安定的な供給体制の確立 (木材生産・加工・流通体制の整備、林業情報システムの構築) 	
建設業 (1)	<p>「良質な国土・居住空間の形成」(2000年の日本) (01) (昭和57年6月、経済審議会長期展望委員会)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ゆとりある開かれた定住社会の実現 (モビリティの高い地域社会の形成 地域経済の自主的発展、豊かな居住環境の形成) ・良質な安定した国土基盤の形成 (高齢化、都市化、国際化、情報化、ソフト産業化 社会資本(安全・活力・快適基盤)の整備) 	<p>「住宅の性能向上、多様化に対する方策」 (11) (昭和55年7月、住宅地審議会答申)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・都市における住環境の整備・地域的な多様化への対応 ・ライフステージへの対応・高齢化社会到来への対応 ・住宅性能高度化の促進 ・住宅の生産システムの合理化 ・消費者保護等への対策 ・資源・エネルギー制約への対応 		
周辺環境 (0)	<p>「国際化、高齢化、成熟化に備えて」(2000年の日本) (00) (昭和57年6月、経済審議会長期展望委員会)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高齢化に対応した福祉社会の形成、高齢就業シナリオの選択 ・良質な国土・居住空間の形成、活力ある産業社会の形成 ・世界経済、多極安定への道標 ・多重的な経済社会の安全を求めて ・21世紀に向けての公的部門のあり方 ・国民生活の予測調査、長期展望テクニカル・レポート 			

を明解にするため、経済および技術開発を優先して、林業を副次的に考えることにする。

まず、数多くの経済社会環境の中から建設業および木材工業に密接な関係をもつ要件として、1.良質安定した国土基盤の形成、2.豊かな居住環境の形成、3.地域経済の自立的な発展、4.21世紀の研究技術開発の推進、5.国際社会への貢献、の5つを選んだ。このうち2と3が住宅・建築および木材工業に最も関連深く、建築審議会および林政審議会の答申の主要な要件として提言されている。なお、1、4、5も重要な要件ではあるが、木材工業だけの範疇に含めることは難しい。これらの主要な要件について、木材工業の技術開発に着目して把え直すと、2.豊かな居住環境の形成は「建築等の多様な用途への利用開発」に、3.地域経済の自立的な発展は「国産材の加工利用技術の開発」に読み替えることができる。当然、これらの中にはハードな要件とソフトな要件とが含まれる。

技術開発のシーズとなるハードな研究開発は、物理的手法と化学的な手法に大別される。主として物理的な研究成果は新しい機械や加工システムとして実用化され、生産性の向上に寄与するのに対して、化学的な研究成果は新しい処理方法や新素材として実現され、品質性能の向上を達成することが多い。なお、これらの推進には他分野の科学技術の進歩に負うところも多い。一方、ソフトに係わるシステム開発は、主として木材供給側と建築等需要側とに近いものに大別される。供給側のシステムが国産材の加工利用による地域経済の活性化をはかるのに対して、需要側のシステムは木材製品の多様化・高度化による需要の拡大と高付価値化を指向している。

さて、技術開発目標の枠組の設定にあたっては、木材工業の経済的・社会的な背景を踏まえ、技術開発の現状と今後の方向に沿って、均衡ある目標を立てることが必要である。上記の4つの方向、すなわち、I新加工システム・

表一 2 「技術開発目標の枠組の設定」

<p>【21世紀の国土・居住空間ビジョン】 (経済審議会答申)</p>	<p>【住宅建築の技術開発目標】 (建築審議会答申)</p>	<p>【林業および木材工業の技術開発目標】 (林政審議会答申)</p>	<p>【技術開発ガイドラインの技術開発目標】 (専門委員会審議)</p>
<p>1. 良質な国土・居住空間の形成</p>	<p>(国土建設、環境保全、災害防止、 交通運輸等に関する各種答申)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ (新たな森林整備目標の設定と多様な森林施業の推進) ・ (治山事業の推進、保安林整備、森林の保護管理の推進) ・ (林道整備の推進、林業情報システムの構築、木材供給の平準化) ・ (文化的・教育的利用等森林の総合利用の推進、山村振興) 	
<p>1-1 安定基盤の整備</p>			
<p>1-2 活力基盤の整備</p>			
<p>1-3 快適基盤の整備</p>	<p>都市における住環境等への対応、 高齢化社会到来への対応</p>		
<p>2. 豊かな居住環境の形成</p>	<p>高齡化社会到来への対応</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ マーケティング活動の強化 	<p>建築等の多様な用途への利用開発</p>
<p>2-1 都市化・高齢化への対応</p>	<p>ライフステージへの対応</p>		
<p>2-2 居住水準向上への対応</p>	<p>住宅性能高度化の促進</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新製品開発、木材、木製品の標準化・規格化 	
<p>2-3 住宅供給体制の整備</p>	<p>住宅生産システムの合理化</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 木材生産・加工・流通体制の整備 	
<p>3. 地域経済の自立的な発展</p>	<p>消費者保護等への対応</p>		
<p>3-1 移住型成長産業の地方展開</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・ (地域一体となった林業経営の活性化) 	<p>国産材の加工利用技術の開発</p>
<p>3-2 地方産業の高付加価値化</p>	<p>地域的な多様化への対応</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 木材産業の高付加価値化 	
<p>3-3 産業間の連携強化</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設業との連携強化 	
<p>4. 21世紀の研究技術開発の推進</p>			<p>新加工システム・機械による生産性向上</p>
<p>4-1 基礎的先導的な研究技術開発の推進</p>			
<p>4-2 資源・エネルギーの有効利用</p>	<p>資源・エネルギー制約への対応</p>		
<p>4-3 産学官の研究技術開発協力の推進</p>		<p>技術開発の積極的推進とその体制整備</p>	<p>化学処理等による品質性能の向上</p>
<p>5. 国際社会への貢献</p>			
<p>5-1 資源の均衡ある相互利用</p>			<p>海外林業・木材産業への協力の推進</p>
<p>5-2 国際的に調和のとれた産業構造への転換</p>			
<p>5-3 開発途上国への経済技術援助</p>			

機械による生産性向上，Ⅱ化学処理等による品質性能の向上，Ⅲ国産材の加工利用技術の開発，Ⅳ建築等の多様な用途への利用開発は，技術開発の対象，目的，進展度，方法等に照して，大目標として概ね相応しいものと考えられる。なお，4つの目標は個別よりむしろ組み合わせて推進されることが多く，また，行政施策面からはかなり軽重が付けられよう。しかし，技術開発面からみると，4目標は原料，生産，性能，用途の各分野にわたり，その対象が国産材，機械開発，化学処理，建築等に，また目的が主として地域経済の活性化，生産性向上，品質向上，需要拡大して区分されているので，技術開発の推進方向として明解であり，技術開発ガイドラインの開発目標としても均衡あるものと考えられる。

5 技術開発目評の内容

前節で技術開発目標（大項目）の枠組を次のように設定した。

- I. 新加工システム・機械による生産性向上
- II. 化学処理等による品質性能の向上
- III. 国産材の加工利用技術の開発
- IV. 建築等の多様な用途への利用開発

上記の4つの技術開発目標（大項目）について，専門委員会の審議を通じて，各項目に対する技術の現状，開発の動向，開発上の問題点，将来の方向を明らかにするとともに，技術をスクリーニングすることにより，各大項目について主要な各々10の要素技術（中項目）を選定した。大項目と中項目を整理して表-3に示す。

表－３ 木材工業の技術開発目標と要素技術

I 新加工システム・機械による生産性の向上	II 化学処理等による品質性能の向上
I－1 原料選別技術	II－1 表面改質技術
I－2 新素材工具・機掛による製材技術	II－2 染色着色技術
I－3 新方式による切断技術	II－3 樹脂処理技術
I－4 新方式による乾燥技術	II－4 化学装飾技術
I－5 新しい集成材等の製造技術	II－5 接着剤・接着技術
I－6 新しい合板等の製造技術	II－6 塗料・塗装技術
I－7 新しいボード類の製造技術	II－7 防腐・防虫処理技術
I－8 部材化・部品化技術	II－8 防耐火・難燃化技術
I－9 複合化技術	II－9 新しい効率的処理技術
I－10 品質保証技術	II－10 新素材の開発
III 国産材の加工利用技術の開発	IV 建築等の多様な用途への利用開発
III－1 国産材資源情報システム	IV－1 木質建材情報システム
III－2 素材供給体制の整備	IV－2 木造住宅の構法システム
III－3 国産材の高付加価値製材システム	IV－3 部材部品（建具）生産システム
III－4 中小径木の自動製材システム	IV－4 外構部材の開発
III－5 中小径材の効率的乾燥システム	IV－5 大規模木造建築の技術開発
III－6 国産製材品の品質管理システム	IV－6 土木用資材への用途開発
III－7 国産材の新加工システム	IV－7 物通・産業資材への利用技術
III－8 国産材のバイオマス利用	IV－8 家具・楽器・運動具への利用技術
III－9 地域木材産業システム	IV－9 技術者・技能者の養成と ジョブコーディネーション
III－10 国産材の利用開発システム	IV－10 建築等への利用開発システム

5.1 新加工システム・機械による生産性向上

従来の木材の物理的加工の体系では、製材（単板切削，破砕），乾燥，切削，接着，仕上げの工程を経て，製材品，集成材，合板，ボード等を製造し，これらの原材料にはそれぞれに適した樹種と形質のものが選ばれ，製品の形状寸法，品質に対する要求もさほど厳しいものではなかった。しかし，近年木材資源の質量の相対的な低下に伴って，小径低質な原木や未利用の樹種をも利用せざるをえない状況にあり，また，住宅等に対する要求の多様化・高度化に伴って，木質材料にも多様な品質と加工が必要となる一方，木材以外の代替材料との競合から品質の安定と生産性の向上がより求められる。

このような原料と製品の変化に対応するためには，製材，切断，乾燥などの工程に新しい機械や方式を導入して技術水準を高めるとともに，集成材，合板，ボードなどの製品の多様化と製造システムの自動化・効率化を進めることが必要である。これに加えて，原料の選別利用，製造プロセスの制御，製品品質の安定保証などの新しい品質管理技術の導入と，木質材料相互あるいは非木質材料の部材化・部品化，複合化のための工場および現場における2次加工システムの整備が求められる。

I 新加工システム・機械による生産性向上

要素技術	技術開発の現状と必要とされる技術開発課題
1. 原料選別技術	<p>材質にばらつきのある木材を原料にして，品質の安定した木製品を生産するには，原料の選別技術が不可欠である。現状は，熟練技能者が経験を基に用途区分や選別を行っているが，近い将来，機器計測に頼らざるを得ない状況になろう。開発を急がれる技術課題には，①樹種識別，②水分・比重計測，③形質・形状計測，④強度性能に基づく選別などがあげられる。いずれも，複雑な因子が絡み合い，従来の技術では不十分な点が多く，熟練技能者の経験を必要とするところが</p>

要素技術	技術開発の現状と必要とされる技術開発課題
	<p>ある。そのため、自動化や機器計測が難しい分野であるが、特に①，③の課題では物理量の計測と人工知能を複合したシステムの開発が重要となろう。水分と比重はいずれも木材物性に大きく影響するので、単独に測定する方法には限度がある。水分と比重をセットにして計測する技術の開発なども必要である。</p>
<p>2. 新素材工具・機械による製材技術</p>	<p>製材分野では鋸断機械・装置のメカトロ化が進んでいるが、工具としての“帯のこ”については、材質や加工技術改良・開発が相対的に遅れている。また、現在までの鋸加工は熟練技能に依存しているが、技能者の高齢化と不足は予想以上に進行している。製材工程は、大半の木材加工・利用における原点でもあり、と同時に鋸切削は製材技術の基本でもある。一方、木材以外の鋸切削では、各種の新素材鋸の開発研究が進み、一部では実用段階に入っている。このような実状の中で、耐摩耗性、耐剛性、耐熱性に優れた製材用鋸の開発とその加工技術の省力化が強く求められている。特に鋸断機械・装置の高度化に対応する意味と、高能率・高精度、低コスト製材に向けて、この分野の開発が急がれている。</p>
<p>3. 新方式による切断技術</p>	<p>良質材の枯渇、低質材の有効利用、信頼性の高い木質材料の開発が進むにつれて、木材は、素材の形ではなく、益々小さな形状に分断されて使われる傾向にある。鋸機械を中心とする現状の機械加工によって細かく分断されるほど、鋸屑等の形で真に有効利用できない部分の材積が増大する。そのため、挽き減りの少ない、あるいは無い、切削加工法を開発する必要がある。現在の技術水準からみて、可能性のある切断技術は、厚突きスライス切削、レーザー切断、ウォータージェット切断である。主な課題は、スライス切削では現在切削可能な最大厚さを2倍以上に引き上げること、レーザー切断では切断速度を1桁以上上げること、ウォータージェット切断では切断面を滑らかにして厚物を切断できるようにすることなどである。</p>
<p>4. 新方式による乾燥技術</p>	<p>現在用いられている乾燥方式は熱風循環方式が最も多いが、減圧式など特殊な方式もかなり普及している。新しい方式はこれらの一部を大幅に変更したり、まったく異なる原理を応用して作られる。コンピュータ利用により自動制御の方式は大幅に変更される可能性があり、これにより乾燥材の品質向上や作業の高能率化が期待できる。そのための新しいセンサーの開発や新しい制御技術の導入を推進する必要がある。高温型ヒートポンプの開発は熱の有効利用と急速乾燥に効果が</p>

要素技術	技術開発の現状と必要とされる技術開発課題
	<p>期待できる。このほか、乾燥材の品質向上のための冷凍あるいは低温乾燥、特殊な難乾燥材のための減圧乾燥などについて、基礎的研究に基づく応用技術の開発を行っていく必要がある。</p>
<p>5. 新しい集成材等の製造技術</p>	<p>大規模な木造建築や住宅の主要部材ならびにRC造等の内装部材として、品質の安定した集成材等の接着加工木材の需要が増加している。集成材等の品質向上とコストダウンをはかるためには、原料となるひき板の選別法と集成材の構成法の最適化、新しい接着剤・接着方式を用いた連続積層接着工程の導入による生産性の向上、大断面・わん曲・テーパ等の特殊形状の集成材の製造技術の効率化と設計方法の明確化、ならびに接着信頼性および耐久性の確認と防腐・防虫・難燃化等に対する仕様および処理方法の開発などが求められる。とくに集成材等の加工木材は今後、北米等の製品との競合激化が予想されるので、これらの開発がいそがれる。</p>
<p>6. 新しい合板等の製造技術</p>	<p>製材以外の国産造林木の新規用途開発は、緊急の課題である。また、ラワン合板に替る針葉樹合板製造技術の確立も急がれる。この目的にそって機械開発が進んでいる。LVL連続製造システムを改良・改変して小径針葉樹原木を用いる新しい合板製造技術を開発する。技術開発課題としては、単板仕組み、連続圧縮の生産性向上と間欠圧縮による構造用合板の製造法が特に重要である。また、山元における単板製造、構造用合板JASへの組み込みも実現すべき課題である。</p>
<p>7. 新しいボード類の製造技術</p>	<p>森林資源の枯渇に伴い、廃材や解体材を原料とする木質ボード類が合板に替わる面材料として重要になってきている。ボードの生産性を高め、品質の向上をはかるためには、高耐水性接着剤や配向技術・熱圧技術の開発、プロセス制御技術の進展が不可欠である。材料開発もまた必要であり、とくに単板からストランドまでの各種要素から成る新しい配向性諸材料の開発はこの分野の新しい展開を可能にしよう。解体材の回収、再資源化システムの確立も重要な課題である。わが国のボード工業は外国のプラント、技術の導入によって発展してきたが、今後国内に蓄積されたノウハウを活かして、製造技術や装置・プラントの開発を推し進めることが緊急である。</p>
<p>8. 部材化・部品化技術</p>	<p>建築等の技術者の質的量的な低下と生産性の向上の両面から工場における部材化・部品化ならびに現場における作業の軽減が求められている。従来よりトラス、パネル、Iビーム等の部材部品化が進められているが、</p>

要素技術	技術開発の現状と必要とされる技術開発課題
	<p>さらに部材部品化度を高め、新しい種類の製品を開発するためには、新しい嵌合形式、接合具、接着剤などの導入が必要である。ホゾやダボなどに替わる効率的な嵌合方式とそれに適した加工方法と部材モジュールの開発、釘やボルトに替わる接合具とその自動組立機と設計方法の開発、新しい接着方式による部材部品の高速連続接着システムの開発、ノークランプ型接着剤による部品の現場組立システムの開発等々が今後の重要な技術課題である。</p>
<p>9. 複合化技術</p>	<p>材料への要求が多様化、高度化するのに伴い、木質相互、あるいは他材料との複合化技術の開発が必要不可欠になっている。コンプライヤ含浸紙オーバーレイなど積層複合系では、連続一体成型や異種材料の接着積層技術が必要であるとともに、界面に生じる内部応力の解析も重要である。木質セメント板など混合複合系では、材料・構造・機能の各レベルでの傾斜材料の開発と製造技術の確立が求められる。無機質や樹脂の細胞壁内への含浸複合技術も高性能化、高耐久化に不可欠である。一般に複合材料はニーズ先行型の開発が多く、効率的・系統的な開発を行うには各種材料の組み合わせによる総合的な機能評価システムを確立するのが望ましい。</p>
<p>10. 品質保証技術</p>	<p>製品の品質保証は、木製品が他の工業材料と市場で競争するための必須事項である。他材料と競合する家具や工業化住宅、合板などの木質材料の分野では早くから品質保証が義務付けられた事項があるが、一般には品質保証は普及していない。開発が急がれる課題には、①製品のキズや塗装むらなどの表面欠陥、接着不良や乾燥割れなどの内部欠陥の探査、②水分管理、③構造材料の強度等級区分、④各種耐久性評価などがあげられる。木製品に要求される欠陥探査のレベルは、電子機器に比べるとラフであるが、木材自体が不均一なため欠陥認識には高度な知的判断を必要とする。生活レベルや生活環境の変革にとともに、木製品の水分管理も利用環境に則した必要かつ十分な管理がなされるべきである。接着力、塗装皮膜、退色、など各種耐久性の評価法の確立も重要である。また、強度等級区分は木材利用の実態とバランスのとれたシステムの確立とマシンの選択が望まれる。現在の木製品規格は、製造方法までを規定した製品規格が多いが、性能基準規格に移行していく必要がある。</p>

5.2 化学処理等による品質性能の向上

木材は他の材料にない美しさ、やわらかさ、あたたかさなどの長所をもつ反面、狂う、腐る、燃えるなどの短所をもっている。近年、国民生活水準の向上に伴って、住宅や建築等に使用する材料に対する要求性能が多様化・高度化する中で、木材や木質材料に対しても固有の性能を上回る均質性、安定性、耐久性、安全性が求められることが多くなってきた。

これらの性能向上を実現するためには、木材相互および他材料との複合接着、木材の表面または内部への薬剤の塗布・含浸・化学結合、木材成分の機能化など多種多様な化学処理技術の開発が必要である。これらのうち既に実用化されている技術も少なくないが、その要求達成水準がまだ低いか、コストが高いのが現状である。

化学処理木材の木材全体に占める比率はさほど大きくはないが、その技術自体が木材の付加価値向上に寄与すること、木材の使用領域拡大による需要増が見込めること、わが国の技術水準が比較的高いことなどから、木材工業の次代の技術開発として大いに期待が寄せられている。

II 化学処理等による品質性能の向上

要素技術	技術開発の現状と必要とされる技術開発課題
1. 表面改質技術	<p>木材の表面は、化粧性のみでなく、強度的・物理的性質や2次加工性に深く関与することから、化学処理による表面性能の向上が期待される。難接着性や難塗装性の表面を改質するためには、プラズマ処理・コロナ放電処理によるぬれ性の向上が必要である。また、表面の強化のためには、表面圧密化・表面WPC化が効果的である。さらに、表面に自着性・熱溶融性・導電性などの機能性を付与した新素材を開発するためには、化学修飾・グラフト重合・プラズマ重合・無電解メッキなどの技術開発が必要である。一方、表面の化学反応特性の解明や表面特性の測定・評価システムの確立が、表面改質技術の開発のために共通的に重要である。</p>

要素技術	技術開発の現状と必要とされる技術開発課題
2. 染色着色技術	<p>表面化粧用材の資源事情の悪化から、人間の居住環境を豊かに創出するための優良材色・貴重材色・心材色・古代色やカラーウッドのニーズが高まっている。そのためには、木質感を生かした染色着色技術が適している。まず、発色性・耐光性の良い高品質の染色着色木材を製造するためには、高浸透性染料・高耐光性染料・新規化学着色用薬剤の検索が急務であり、さらに高品質にするためには、反応性染料・高分子染料による染色技術の開発や化学改質によって染色着色剤を直接化学結合する技術の開発も必要である。染色着色木材の一層の普及を図るためには、計測器を導入するカラーマッチング技術および耐光性評価技術の確立が不可欠である。</p>
3. 樹脂処理技術	<p>木材への合成樹脂の充填あるいは重合性樹脂液の含浸重合により、木材に樹脂のもつ諸性能を付与することができる。樹脂処理によって木材を高機能化するためには、耐候性・難燃性・架橋性などの機能性樹脂の応用や、それらを重合させるための紫外線・電子線硬化技術の開発が必要であり、さらに高品質を図るためには、木材組織への浸透性あるいは木材成分との化学反応性の具備が望まれる。同時に、目的とする用途・性能に合わせて均一処理あるいは表層処理するための含浸技術の確立が急がれる。そして、樹脂処理木材の一層の普及のためには、耐候性・耐水性・寸法安定性・難燃性などの樹脂処理木材の製品化・用途開発とそれらの性能評価技術の確立が重要である。</p>
4. 化学修飾技術	<p>木材成分と化学薬品を直接化学結合させることにより、木材に多様かつ高度な性能を付与ことができ、その性能は薬剤含浸型の化学処理に比較して持続性が高いことから、化学修飾は木質機能性材料開発のための主要な処理技術である。まず、熱成形性・音響特性など機能性それ自体の開発が急務であり、新規のエーテル化、エステル化、イソシアネート化、グラフト重合などの技術開発が必要である。化学修飾技術全体として、基礎的には、木材の組織化学的反応特性の解明と最適化学修飾度の把握が不可欠であり、実際的には、化学修飾木材の製品化・用途開発と性能評価技術の確立が重要である。</p>
5. 接着剤・接着技術	<p>木材接着は主として木質材料の製造、木工、建築の3分野で用いられている。木質材料の製造では、接着剤の改良のほか、発泡線状塗布、連続圧縮、さらに蒸気噴射、高周波、マイクロ波加熱成形などの技術開発が進められている。接着製品の性能評価については各種の促進劣化試験法の体系化と新しい1液型のイソソ</p>

要素技術	技術開発の現状と必要とされる技術開発課題
	<p>アネートや水性高分子イソシアネート系接着剤の製造管理を含めた総合評価が求められている。建築分野では、現場接着や構造接着技術とその信頼性保証のための試験方法の開発が要求されている。接着剤そのものでは、既存の接着剤の複合化、木材および木材成分の接着剤化技術の開発が進められ、その他異種材料との複合化技術や新しい高反応性接着剤の開発などが求められている。</p>
<p>6. 塗料・塗装技術</p>	<p>建築用内外装材としての利用拡大を図る場合、木材の表面処理技術は重要である。また、家具やその他の木質系製品においても木材の外観を保持し、木材の劣化を防止する技術が一般ユーザーから強く求められている。木材塗装の歴史は長く、塗膜の性能向上や生産性の向上に関する技術的蓄積もなされているが、現状ではユーザーサイドから求められている性能を満足させるレベルには至っていない。特に耐久性の向上や木材表面への新しい機能付加が強く求められている。一方、樹脂合成技術、化学処理等による木材の改質技術、塗装ラインでの生産向上技術等に見られるように、新しい塗装技術を開発するためのシーズ的な技術開発は近年著しく発展している。したがって、これらの要素技術を総合的に応用し、木材に対する塗料・塗装技術の性能向上を図ることが期待される。さらに、各用途における性能を満足させるような実際の塗装技術を確立し、性能評価を行うとともに、新しい塗装技術の普及に資するための規格化・標準化を検討することも必要である。</p>
<p>7. 防腐・防虫処理技術</p>	<p>木材の防腐・防虫処理においては、従来の住宅部材の高耐久化から外構材料へとその用途展開が期待されている。そのためには、きびしい環境条件にも効果的で持続性のある薬剤の開発とともに、割れ防止など多機能性の付与技術が、効率的処理技術をも含めて必要とされてきている。一方では、環境問題や安全性にますます強い配慮が要望されている。剤型の改良や混合技術によって、低毒性で効果的な処理方法の展開を進める現実的な方法による一方、劣化因子の生態の特徴を踏まえた防除や生理活性物質の利用など生物学的手法、木材成分の化学修飾など新しい考え方に立った防腐・防虫技術を開発していく必要がある。また、木質材料については、それぞれの製造工程の特徴を利用した処理法の展開が可能である。その上で、用途に対応したきめ細かい使い分けを、建築工法との関連で進めると同時に、耐久性能や環境基準などの体系化が確立されねばならない。</p>

要素技術	技術開発の現状と必要とされる技術開発課題
8. 防耐火・難燃化技術	<p>木材の総合的評価の中で最も弱点とされる防火性能の向上をはかる機運は、最近ますます強くなってきている。しかし既存の水溶性無機塩の注入による手段ではレベル的に『難燃』性能の達成は可能であるが、木材らしさを備えた材料形態を維持して『準不燃』への到達は今後の課題になっている。また屋外耐久性能については、耐候性向上など解決すべき技術的問題も多い。このためには、既存の薬剤の改良や他分野で開発された高性能薬剤の転用のほか、木材および木質材料の特質を踏まえた複合化や化学改質など新規の手法の検討が必要である。そのほか、燃焼時の煙量や有害ガスの低減などの問題の解決、住環境における防火システムと関連させた材料および部材の開発、使用用途に対応した防耐火レベルの設定などが今後必要となってくるであろう。これらの課題については、人命の安全上、法規制との関連で材料性能と施工法を的確に評価する基準を整備していく必要があることはいうまでもない。</p>
9. 新しい効率的処理技術	<p>化学処理においては、難浸透木材の注入性向上、薬剤浸潤の平均化、製材品内部への均一処理、処理時間の短縮化、処理に伴う寸法変化の防止などを目的とした効率的な注入処理方法の技術開発が強く求められてきている。木材の化学的処理において、処理原理は確立していても注入技術が原因となって、その展開と普及を阻んでいることが多いためである。木材の注入性を向上させるためには、木材自身の浸透性の改良と注入する機械や手法の開発とに大別できるであろう。前者については、微生物の分解作用による生物学的な浸透性改良、木材細胞壁への微少破壊の形成技術やレーザーを利用する効率的なインサイジング法など物理的前処理が、後者には溶媒回収法や加減圧交替法などの注入の方法が技術開発課題としてあげられる。効率的な処理法については、その達成された性能を客観的に評価しうる手段を講じておく必要があることはいうまでもないが、また、効率的乾燥法などとも共通するものであり、多分野にわたる横断的な取り組みが必要である。</p>
10. 新素材の開発	<p>木質系の新素材は、最近新しく名づけられた分野であるが、従来からの化学処理木材が現在の中心である。木材そのものがもっていない性質、機能を付与した木材を木質系新素材と定義できる。新素材化は大別して①木材そのものをソリッドとして利用し薬品、高分子、無機物、金属等と複合化する方法、②木材から分離した成分であるセルロースやリグニン等を機能化する方</p>

要素技術	技術開発の現状と必要とされる技術開発課題
	<p>法，③木材そのものを化学処理した化学修飾木材を利用する方法に分けられる。従来より耐湿性木材として知られているアセチル化木材に，最近，音響特性や防蟻性が見い出されたように，既存処理法における新機能の探究が課題であるが，同時に，新機能発現の設計が基本的に重要である。木材からしか発現しない様な特性，機能の付与が強く望まれるが，現時点では，化学加工，接着，塗装，保存，防・耐火，木質材料製造などの各分野の連携による開発がより必要と思われる。</p>

5.3 国産材の加工利用技術の開発

近年，外材の使用量が連年増加し，プレハブや枠組壁構法住宅にとどまらず，プレカットを軸として各地の在来軸組構法住宅にまで及んでいるのに対して，国産材は高い材価，不明確な品質等級，不揃いな寸法，遅い納期などから，次第にシェアを減少させている。この原因は，一方では木材供給側の産地形成の不備，他方では建築等需要側との連携・情報の不足によるものである。

このような状況の中で，国産材の利用拡大と木材産業の活性化をはかるためには，まず，各地域・地帯の原木の形質や供給量に関する情報を収集整理し，林業生産との連携の下に計画的に素材を供給するシステムを整え，つぎに，原木形質と用途に応じた高付加価値や自動量産製材を推進し，乾燥や強度等級区分の導入により品質管理体制を整備することが求められる。また，合板・LVL，化学処理，バイオマス利用など新しい技術や加工システムをも積極的に採りもれる必要がある。一方，建築等との連携の下に住宅・建築資材の部材化・部品化を進めるとともに，国産材自体が新しい需要を創り出すようなコンセプトの形成，例えば木の街やスギのサミットのような試みも期待される。

Ⅲ 国産材の加工利用技術の開発

要素技術	技術開発の現状と必要とされる技術開発課題
1. 国産材資源情報システム	<p>国内の森林資源については、森林計画制度等を通してマクロな蓄積量や生長量が概ね把握されている。しかし、わが国の森林資源の賦存状況ならびに所有形態が少数散在化しているため、ミクロな地域別、樹種別の蓄積量、伐採量、ならびに形質などの木材工業にとって不可欠の情報が未整備の状況にある。このような情報不備が木材工業の国産材離れの一因ともなっている。今後国産材供給可能量が増加する中で、これを実需につなげるためには、林業生産および素材生産コストの縮減とともに、林業、木材工業、建設業等を連結した、木材資源情報システムを構築することが必要である。現在、林野庁においても国有林や民有林を対象とする情報システムが開発運用されつつあるが、まだ小規模なレベルにあり、将来的な全国的なネットワークを形成するとともに、供給側と需要側との連結した情報システムを構築することが求められる。</p>
2. 素材供給体制の整備	<p>木材の合理的な利用をはかる上で、需要側と供給側の情報交流はきわめて重要である。山元近くの木材生産者が需要情報を知ることは原木の調達や丸太の加工法をきめる上で、また大工・工務店等が供給情報を知るとは良質・安価な材料を入手する上できわめて有益である。これらの主要な情報は今後逐次整理されようが、それまでに素材供給側としては、原木形状・品質の新しい品等区分技術、例えば立木や丸太のヤング係数の自動計測技術等を導入して品質保証レベルを向上させること、地域別・地帯別の原木形質別の供給予側モデルを作成することなどが求められる。さらに、移動型・簡易型の原木選別・等級区分機械の開発、原木の配送・保管システムや入荷情報ネットワークシステムの整備など重要である。今後は、素材供給に関する総括的な情報より、むしろ地域別・地帯別の原木の形質、量、納期など具体的、カタログ的な情報が求められよう。</p>
3. 国産材の高付加価値製材システム	<p>国産材製材方式の一つに、住宅用木材の内装材、家具用木材など、化粧材的な製品価値を重視する生産分野がある。この製材方式は、原木自体の材質を集約的な木取技術によって目的とする製品の品質をさらに向上させることにある。特に国産材の比較的高齢な中大径木では、この方式に基づき多品種少量生産が行なわれているし、今後も持続的拡大の方向ではないが、輸入製品との競合や中小工場の競争力保持にとっては、日本式製材の一つの方向でもある。この効率的な製材方式には、原木形質毎の高品位製品最多の、しかも省</p>

要素技術	技術開発の現状と必要とされる技術開発課題
	<p>力的・経済的木取技術の確立，高能率・高精度の設備・工程導入による生産性の向上など，製材生産のトータルとしての低コスト化が必要である。特に，今後に予想される国産材の供給増に対しては，この方式の工場の成立条件を含めて，地域・地帯別に製材システム設計の検討を急がねばならない。</p>
<p>4. 中小径木の自動製材システム</p>	<p>国産材供給の主体は，中小径木であり，今後とも大きな変化がない。また，今後の供給材は，長期にわたる外材依存度の高まりの下で粗放的な施業で育成されたものが多く，いわゆる「並材」が中心になることも予想される。並物製材は，現状でも国内挽き，現場挽きの外材製材との競合関係が激化しており，かなりの低コスト製材でない限り市場性の確保が困難である。低コスト製材が可能になるには，少品種で量産化方式をとる必要がある。中小径木製材の量産化システムには，木取型のパターン化とそれに基づく製造工程での人的，機械的作業の標準化が前提となって自動化，省力化ラインが設定される。このためにも，先ずもって中小径木を対象とした製材作業とラインバランスの関連分析で工数，稼働率等の技術・経営指標を整備し，生産規模別にコストミニマムの製材生産システムについて検討しなければならない。</p>
<p>5. 中小径材の効率的乾燥システム</p>	<p>国産材の利用開発を推進する上で，木材の乾燥は不可欠となりつつある。針葉樹材は輸入材との競合関係からどうしても材価を高く出来ないため，乾燥コストの低減が最重点課題である。このためには乾燥装置の簡素化と大型化による設備単価や人件費の低減が考えられる。また，葉枯らし等原木段階での乾燥促進も有効である。エネルギーコストの低減では消費熱量の節減のほか，太陽エネルギー，木屑燃焼エネルギー，余剰エネルギーなどの有効利用をはかる必要がある。広葉樹材は今まで利用度の少なかった中小径材の乾燥が重要になり，同様に乾燥コストの低減が目標になる。</p>
<p>6. 国産製材品の品質管理システム</p>	<p>わが国の木材の品等区分あるいは品質管理システムの歴史は古く，とくに在来構法木造住宅の施工現場では今なお伝統と経験による木材の選択，すなわち強度等級区分より化粧等級が重視され，日本農林規格ですら柱材をのぞけば一般化しているわけではない。一方従来の構法と異なる木造建築がかなり増え，しかも短時間に建設されるような状況の中では，他の工業材料に比較して寸法，含水率，強度等のバラツキの多い製材に対する不満が募っている。今後，木構造の多様化，木質部材の性能向上，品質の保証等の要求が強まり，</p>

要素技術	技術開発の現状と必要とされる技術開発課題
	<p>木材供給に対しても資源的にも経済的にも合理性が求められる。したがって単に木材や木質部材の強度あるいはその等級区分の適正化だけではなく、強度等級区分を軸にして生産・供給・利用の場において有効に機能する仕組みやそれを担保する体制など総合的な品質管理システムが必要となっている。</p>
<p>7. 国産材の新加工システム</p>	<p>国産材の利用を促進するためには、従来の加工利用方式のほかに新しい木材製品、とくに加工木材の開発を進めることが必要である。この場合、需要構造の変化を先きどりする製品を外国製品と競合できるコストで製造する加工システムの構築が求められる。原木の供給、原木形状の実状を見ると極めて困難は大きい。次のような技術開発課題に取り組む必要がある。すなわち、原木の流通の合理化、山元におけるエレメント製造システム、製造ラインの完全自動化、省力化、連続生産の実現、等である。さらに国産材の美しさを生かす製品開発を地域産業として育成することも重要である。</p>
<p>8. 国産材のバイオマス利用</p>	<p>木材のバイオマス利用は、木材の材質を問わず化学原料として、主に化学的な変換により行われる。古くからパルプ製造につながる蒸解法、加水分解法、爆砕法等による木材成分の分離法や分離成分の利用についての技術開発が進められてきたが、現時点では石油化学等の原料・製品に経済的に対抗できるものは少ない。最近、国産広葉樹の蒸煮・爆砕等による成分分離利用が進められ、粗飼料化等が一部実用化されているが、製造システムの体系化とコストの縮減が重要で、このためには分離成分の総合的利用に対する技術開発が必要である。また、国産材を含めた広葉樹早生樹の選別、栽培、収穫と利用技術の開発、ならびに国産斜葉樹、とくに間伐材・未利用材・残廃材・樹皮の化学処理による利用や高付加価値化、蒸解廃液中のリグニンの利用も古くて新しい技術開発課題である。</p>
<p>9. 地域木材産業システム</p>	<p>近年、外材使用量が連年増加する中で、国産材の利用拡大と木材産業の活性化をはかるためには、地域の経済や開発の中で国産材の位置付けを明確にしておくことが必要である。まず、地域・地帯別の原木の形質と供給量を明らかにし、大量の製材需要に備えるとともに、少量でも品質の揃ったものを所定期間に納入しうる体制を整え、乾燥・プレカット工場・大工・工務店等との連携を深めて地域型の木造住宅生産システムの整備をはかる必要がある。その一方、資源エネルギーの節約、環境保全、社会資本の充実などの大きな流</p>

要素技術	技術開発の現状と必要とされる技術開発課題
	<p>れの中で、新たな需要を拓くためには、丸太やタイコ材などの素材利用、高度な加工木材の生産、木規模木造建築や外構部材への利用など多様な展開が求められる。なお、このためには地域開発とつながりをもって実行することが有益であり、大工技能者の不足の中では生産側が小ロットに対応した供給・施工体制をある程度準備することも必要である。また、地域外への移出をはかるためには建築等需要側との情報交換や連携を深めて、部材部品生産に係わるハード・ソフト両面の技術水準を高め、2次加工や運搬などの体制を整えることが求められる。</p>
<p>10. 国産材の利用開発システム</p>	<p>国産材の需要供給形態には在来構法木造住宅を基本とした根強い流れがあり、新しい需要開発をするにもそれを念頭におく必要がある。しかし、生産・供給・利用の場において新しい流れを造り出すためにはそれとは一線を画した取り組みも必要である。国産材の利用拡大をはかるためには、前掲の1～9の要素技術を総合的に高めることが求められるが、とくに木材資源情報の整備、加工技術の向上、新しい利用コンセプトの形成が重要である。在来構法住宅をはじめとする建築用材に対しては、立木、丸太、製材の各段階での品質管理技術を高め、他の工業製品に近いレベルまでの標準化・規格化ならびに品質保証制度の確立が求められる。また、建築等の高度化・多様化に応えうるよう木材加工技術の向上をはかる必要がある。さらに、国産材自体が新しい需要を造り出すようなコンセプトの形成、例えば木の街やスギのサミットのような試みも期待される。なお、国産材の利用にあたっては地域の資源、産業、経済を重視して取り組むことが肝要である。</p>

5.4 建築等の多様な用途への利用開発

西暦2000年に向けて、国民の生活・意識は大きく変わりつつあり、住環境、木造建築、木製品に対しても多様かつ個性的なものが求められる一方、建設業や木材産業に対しても単に技術や経済性の向上にとどまらず、消費者の保護、国際的な調和と地域経済への貢献、環境保全や資源節約などが求められている。

木材需要の大宗を占める木造住宅ならびに部材部品に対しては、消費者ニーズの多様化・高度化に伴って、安全性・居住性・耐久性に係わる技術開発とその水準の向上が求められるとともに、木材・木質建材・木造住宅に関する情報システムの整備、大工・工務店等の業務の合理化と技術者・技能者の養成、木造住宅の維持管理体制の確立などが求められる。加えて、大規模木造建築、野外構築物、外構部材など新規の需要開発も重要である。一方、土木用・産業用・物流用資材は木材消費者が多く、改めてその品質と生産性の向上が要求され、家具・楽器・運動具等は生活水準の向上に伴ってより多様な個性的なものが求められている。なお、今後の木材の利用開発の推進にあたっては、国産材の場合は地域、外材の場合は産出国の社会経済と深く係わることになる。

Ⅳ 建築等の多様な用途への利用開発

要素技術	技術開発の現状と必要とされる技術開発課題
1. 木質建材情報システム	<p>木材および木質建材の情報システムは著しく整備が遅れている。この不備を補ってきたのは有能な大工や工務店主であった。また、木質建材以外の競合材料の脅威も現在ほどでなかったことも、このような不備な状態が放置された一因である。しかしながら、今後とも木質建材の情報システムの不備が続けば、他の材料への代替が進む恐れがある。木質建材情報システムの要件の一つは、木材や木質建材の基礎資料や情報を系統的に整備することであり、他の一つは、設計者、工務店、住宅会社、さらには建て主に、資料情報を用いて木材や木質建材の存在をアピールし、その種類と特性を理解させることである。今後、これらの整備をはかるためには、着実な基礎資料・情報の収集整理システムと有効な情報伝達システムの構築が必要である。</p>
2. 木造住宅の構法システム	<p>軸組構法住宅については、一方では部品化や機械化による合理化を進め、さらに設計図と機械プレカットと建方とが運動するような生産システムとしての総合化をはかることが必要であり、他方では日本の大工技能の水準の高さを活用する方向も重要である。いずれにせよ、高級と標準、賃貸と持ち家、中大規模と小規</p>

要素技術	技術開発の現状と必要とされる技術開発課題
	<p>模，共同と戸建て，平屋と2，3階建てなど各種の住宅の共通性と特異性を確認した上で，それぞれに適した材料，部材，構法の改良，開発，設計を進めることが肝要である。また，枠組壁構法や木質パネル構法と軸組構法との関連付け，ならびに各構法の部分的な融合をはかることも求められる。</p>
<p>3. 部材・部品（建具）生産システム</p>	<p>各種の部材・部品の基本的な製造技術は一定の水準に達し，専門化も進んでいるものが多い。材料技術としては一層のコストダウン，安定供給，さらには品質の向上と多様化が望まれる。また，建築への適用性を高めた各種の部品については，ニーズの多様化，デザインの重視，高機能化などに対応できるような，生産システムの構築が求められる。そのため，一方で高度なCAM，他方では職人技能を活かした。総合的な展開が望まれる。また，特定の品目を扱う地場産業としての展開も有望と考えられる。</p>
<p>4. 外構部材の開発</p>	<p>近年，地域においてはウィディタウンや木の街のように地元の木材産業の活性化をはかる試み，また都市においては高層建築の間の自然な潤いある広場や街づくりがみられ，とくに，外構，エクステリア，あるいは土木用材への木材の利用が目につく。しかし，これら商品の種類，施工技術，維持管理に対する情報および供給システムは未整備な状況にある。今後，部材の加工・接合，塗装・防腐防虫，施工，維持管理などに係わるハードな技術を高める必要がある。その一方，外構部材は街の景観と調和することが求められるので，単なる技術的・経済的な評価にとどまることなく，例えばスギの街やスギトピアのように，自から住み，楽しむ方向で，外構部材の開発と街づくりとを一体化して進めていくことが必要である。</p>
<p>5. 大規模木造建築の技術開発</p>	<p>近年，大規模な木造建築が各地に建てられるようになってきた。しかし，その設計，部材製造，施工のいずれの面をとってもまだ効率的な建築生産システムが完成されておらず，性能とコストの両面から大幅な合理化が求められている。とくに部材相互の効率的な接合技術と新しい防耐火仕様の開発が重要である。従来のボルト，ドリフトピン等の機械的接合具による接合では施工性や接合効率が十分でなく，この改良あるいは現場接着法の開発が求められている。機械的接合ではできるだけじん性に富ます方向，接着接合ではじん性を期待できないので強度を高める方向で接合部を構成し，S造，RC造並みの保有耐力設計を可能とすることが必要である。また，建物の種類や規模に応じた</p>

要素技術	技術開発の現状と必要とされる技術開発課題
	適切な防災計画をたてることも重要である。
6. 土木用資材への用途開発	<p>一般に、土木用資材には①価格、②強度、③耐久性の3要件が求められる。これまで木質材料が土木用資材に使われる場合「仮資材的」なものが多く、技術開発によって新たな用途に用いられた例は少ない。しかし、最近「木造橋」や「野外構造物」等を木材で造りたいという要求が増えており、その技術開発が強く求められている。とくに、木質材料を屋外で使う場合、広い意味での耐久性を確保することが最も重要である。従来製の製品段階での防腐剤の塗布や注入に加えて、集成材やLVLなどではひき板や単材など原料段階での防腐処理技術の開発が強く求められている。また、簡易かつ耐久性の高い部材相互の接合法の開発も重要である。</p>
7. 物流・産業資材への利用技術	<p>経済の成長、貿易の拡大に伴って、物の流れも量的・質的に拡大し、流通の大規模化、スピード化が進む一方、物価構成に占めるウェイトの大きい流通経費の大幅な削減が求められている。そのため、木製パレット等の需要が大幅に拡大する一方、その品質向上とコストダウンに対する要求が強まっている。また、車輻や電気製品等の産業資材としても、多様な形状と品質の木質材料が求められている。これらの要求に応じるためには、未利用の安価な材料を選別利用し、新しい釘や接着剤を用いて木箱や木製パレットの耐衝撃性能を向上させるとともに、高能率の自動組立機械やCAD/CAMによる設計システムの開発が必要である。またファイバモールディング・強化技術とオーバレイ・薬剤注入技術を開発して、シート、コルゲート、カートンなどの自由な形状と高い耐久性を有する産業資材を供給することが必要である。</p>
8. 家具・楽器・運動具等への利用技術	<p>家具用材の供給形態が国内においても加工材として購入される傾向が増えつつあり、海外からはコスト削減のための家具部材の輸入が増加している。また、家具分野が間仕切り家具やシステム家具の分野に進出し、一部で家具と建材の概念の差が薄れていき、家具が住宅部品化する傾向がある。家具生産方式では、ヨーロッパにみられるノックダウン方式による家具生産により、製造、ストック、輸送面でのメリット、消費者には機能性向上、価格低減などの利点が生み出され、家具用部材・部品生産の技術開発が課題となる。</p> <p>楽器用材としての木材利用には、著しい変化はないと思われる。良質材の減少に対応するため、集成化による歩留りの向上、代替材の適用や物理・化学的処理</p>

要素技術	技術開発の現状と必要とされる技術開発課題
	<p>による音響特性の改良技術が必要となろう。運動具は、より機能性の高い材料を要求している。物理・化学的処理による木材素材の高機能材料化や、他材料との複合化により相互の材料特性を補完しながら利用していく必要がある。</p>
<p>9. 技術者・技能者の養成とジョブコーディネーション</p>	<p>わが国の産業のソフト化に伴って、建築生産や木材加工に係わる技能者が不足してきており、木造建築や木材の利用拡大を進める上で、大きな支障となりかねない状況にある。その対策としては、まず、従来の仕事の流れを技術・技能の種類・量・難易等から見直し、生産性、品質、付加価値の向上に寄与する方向で、ジョブコーディネーションを再構築することが必要である。そのキーとなるのは広い知識をもった技術者と良い腕をもった技能者であり、これらの人材を確保するためには、その労働条件や処遇を改善するとともに、学校教育や職業訓練を充実させることが求められる。また、これらの職種に対して公的な資格や地域での活動の場を設けるなど社会的評価の向上に努め、若者にも魅力のある職域とすることが重要である。</p>
<p>10. 建築等への利用開発システム</p>	<p>西暦2000年に向けて、国民の生活・意識は大きく変わりつつあり、住環境、木造建築、木製品に対しても多様な個性的なものが求められ、建築業や木材産業に対して単に技術や経済性の向上にとどまらず、消費者の保護、国際的な調和と地域経済への貢献、環境や資源への配慮が求められている。これらの要求に応えるためには、木材の形質に応じた適切な利用を進め、木造住宅等の居住性、安全性、耐久性を高め、維持管理技術や品質保証制度を確立するとともに、消費者に向けてマーケティングの強化、情報の提供と契約の明確化、住宅金融や税制の整備などが必要である。また、大規模木造建築をはじめ、外構および内装など構法・材料デザインの多様化を進めて、環境に調和した質の高い建築や木製品を創造する一方、地域の産業の連携を深めて生産・流通・施工の体制を整備することが求められる。さらに、本の街づくり等によって森林・木材・建築に対する国民の理解を得るとともに、学校教育や職業訓練の充実によって木材加工・建築生産に係わる技術者・技能者を養成することも重要である。</p>

6 技術開発課題とその進め方

4つの技術開発目標（大項目）を各々10の要素技術（中項目）に分類した上で、各要素技術別に主要な技術開発課題（小項目）を選んだ。この課題選定にあたっては、一昨年度の技術ポテンシャル調査および昨年度の新技術体系アンケート調査を参考にして、できるだけ多くの候補課題をあげた上で、それぞれの重要度、緊急度、成熟度等を開発目標とも関連させて評価し、最終的には2～8の課題群に集約した。さらに、これらの課題群を技術のライフサイクルと成熟度に照して5段階に分類整理し、その段階に相応しい研究あるいは技術開発の方法とその実施主体を提示した。

I新加工システム・機械による生産性の向上、ならびにII化学処理等による品質性能の向上に関する技術開発課題は、ハードな先端的あるいは革新的な研究を発端とすることが多いので、技術開発の進展段階、実施方法、ならびに実施主体を次のように分類するのが相応しいと考えられる。

1. 基礎研究による先端技術の開発（個別研究）………大学・国研
2. 応用研究による技術の蓄積（共同研究）………大学・国公立研・民間
3. 開発研究による実用化の促進（プロジェクト研究）………研究団体・民間
4. 機械・システム開発による製品化（システム開発）………民間・技術団体
5. 技術の総合化・体系化と評価法・設計法の確立（規格化・標準化）………行政・国研・研究技術団体

一方、III国産材の加工利用技術の開発、ならびにIV建築等の多様な用途への利用開発に関する技術開発課題は、多様な要素、とくにソフトな要件が数多く含まれるので、必ずしも上記の1～5の段階の分類が適切ではないものが多い。しかし、他に代わる適切な分類方法がないので、IIIおよびIVについ

でも上記の5段階の分類方法を適用することにする。なお、それでも違和感のあるものについては、5段階を単なる技術開発の時系列分類（前期，前中期，中期，中後期，後期）と考えられたい。

このような5段階分類方式によって、Ⅰ～Ⅳの技術開発目標（大項目）別1～10の技術開発要素別に、技術開発課題（小項目）を整理し、木材工業の技術開発ガイドラインとして表-4に示す。なお、表中の●印はとくに重要な課題、○印は現在実施されている課題を示す。

以上のように、技術開発ガイドラインの技術開発課題（小項目）として合計656件があげられている。なお、このうち技術開発目標間および技術開発要素間で相当数の重複がみられる。少し詳細にみると、技術開発目標（大項目）別では、Ⅰが171件、Ⅱが144件、Ⅲが165件、Ⅳが165件である。また、技術開発課題（小項目）を進展段階別にみると、1基礎研究（前期）が136件、2応用研究（前中期）が139件、3開発研究（中期）が136件、4システム開発（中後期）が124件、5総合化体系化（後期）が121件である。大雑把にみると、各技術開発課題（小項目）が進展段階別に5件、各技術開発要素（中項目）が $3 \times 5 = 15$ 件、各技術開発目標（大項目）が $10 \times 3 \times 5 = 150$ 件、技術開発ガイドライン全体で $4 \times 10 \times 3 \times 5 = 600$ 件となっている。

表-4 木材工業の技術開発ガイドライン

技術開発目標 (大項目)	技術開発要素 (中項目)	技術開発課題 (小項目: 技術)	
		1. 基礎研究による先端技術の開発 (個別研究) 大学・国研	2. 応用研究による技術の蓄積 (共同研究) 大学・国公立研・民間
I 新加工システム・機械による生産性の向上	1. 原料選別技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 物理・化学的手法による樹種識別 ● 新しい水分・比重測定原理の開発 ○ 人工知能型形質・形状認識技術 ● 原木ヤング率測定法の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 文献・技能者の経験等知識ベースの整理 ○ 従来技術の見直しと複合化 ● 加工分野別の技術知識の蓄積 ● 原木による等級区分の有用性の検証
	2. 新素材工具・機械による製材技術	<ul style="list-style-type: none"> ○ 各種超合金・コーティング材料の特性解明と歯先硬化材としての適合性の検討 ● 各種新素材の材質・材料試験に基づく製材用鋸への適合性の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ● 歯先硬化鋸歯と鋸身の材料力学的特性の解明 ○ 歯先硬化材料別の硬化処理技術の開発 ● 歯先硬化鋸歯の適正加工条件の確立 ● 歯先硬化鋸の切削機構の解明 ● 新素材のこ身の形状寸法決定と強度等性能試験 ● 新素材鋸による切削機構の解明

開発の進め方とその実施主体)

3. 開発研究による実用化の促進 (プロジェクト研究) 研究団体・民間	4. 機械システムの開発による製品化 (システム開発) 技術団体・民間	5. 技術の総合化・体系化と評価法・設計法の確立 (規格化・標準化) 行政・国研・研究技術団体
<ul style="list-style-type: none"> ○プロトタイプ的人工知能型樹種識別システム ●既存技術の改良とセンサの開発 ○既存認識技術と人工知能ソフトの融合 ●各種原理に基づくプロトタイプマシンの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ●人工知能型樹種識別支援装置 ○水分・比重同時測定器の開発 ●人工知能型形質・形状測定器 ●実用型グレーディングマシン 	<ul style="list-style-type: none"> ○標準試料の整備とオンライン画像検索 ●非破壊水分測定法の規格化 ●原料・製品寸法の標準化 ○原木の強度等級区分の規格化
<ul style="list-style-type: none"> ●歯先硬化鋸の加工技術・再研磨技術の開発 ○歯先硬化鋸による鋸断特性の解明 ●歯先硬化鋸用のこ機械の改良開発 ●新素材鋸の加工適性試験と加工技術の開発 ●新素材鋸による鋸断特性の解明 ●新素材鋸用のこ機械の改良開発 	<ul style="list-style-type: none"> ●連続式歯先硬化機械・装置の開発 ●歯先硬化鋸の自動加工機械・装置の開発 ●歯先硬化鋸の検定方法と検査機械の開発 ●新素材鋸の加工システムと加工機械・装置の開発 ●鋸加工過程でのチェックシステムと検査用センサー、機械・装置の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ●歯先硬化処理技術の基準 ●歯先硬化鋸の樹種別ひき材の加工基準 ○歯先硬化鋸によるひき材能率と経済性の検討 ●新素材鋸の樹種別ひき材の加工基準 ●新素材鋸のひき材能率と経済性の検討 ●新素材鋸による鋸断機械・製材技術の改善効果

技術開発目標 (大項目)	技術開発要素 (中項目)	技術開発課題 (小項目: 技術)	
		1. 基礎研究による先端技術の開発 (個別研究) 大学・国研	2. 応用研究による技術の蓄積 (共同研究) 大学・国公立研・民間
I 新加工システム・機械による生産性の向上	3. 新方式による切削・切断技術	<ul style="list-style-type: none"> ・厚突きスライス切削機構の解明 ○ 切削方式 (表刃切削か裏刃切削) の検討 ● 刃口形状の厚突きスライス切削に及ぼす影響 ・レーザー光の発振形式やレンズの切断溝形状への影響 ・アシストガスの種類や流量の切断条件への影響 ・切断方向の切断深さや速度に及ぼす影響 ○ 切断溝側面の熱影響層の把握 ・ウォータージェット切断溝の広がりや少ない切断方法 ● 20mm以上の厚板が切断可能性の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・反りや割れ等の欠点の単板強度に及ぼす影響 ○ 反りや裏割れの少ない切削条件 ● 節等の欠点のある原木における良好な切削条件 ・レーザーの出力毎の最大切断速度の把握 ● 樹種や欠点の切断深さや速度に及ぼす影響 ・複合材料の被切断性の検討 ・ウォータージェット切断に適した被削材の選定
	4. 新方式による乾燥技術	○ 自動制御のための新しいセンサーと制御方式の開発	○ AE, 乾燥応力などによる自動制御

開発の進め方とその実施主体)

<p>3. 開発研究による実用化の促進 (プロジェクト研究) 研究団体・民間</p>	<p>4. 機械システムの開発による製品化 (システム開発) 技術団体・民間</p>	<p>5. 技術の総合化・体系化と評価法・設計法の確立 (規格化・標準化) 行政・国研・研究技術団体</p>
<ul style="list-style-type: none"> ○単板の切削可能な最大厚さの検討 • 広幅単板切削用刃物と機械の開発 • 単板の反り除去方法の開発 ●原木の前処理法の開発 • 切断面に生じる炭化層の除去 ●被削材に最適な切断条件を自動的に採用するソフトウェアの開発 ○被削材を限定した専用切断システムの開発 ●被削材を限定した専用切断システムの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ●耐摩耗性や剛性の高い工具材料や工具形状の開発 • 剛性の高い切削方法の開発 • 被削材の保持方法の検討 ●原木中の異物の発見や除去技術の開発 • 木材の高速切断に適したCO₂レーザーの開発 ○NCレーザー切断機械の開発 • ウォータージェット切断機械のNC化 	<ul style="list-style-type: none"> • 厚突き単板の品質等級区分 • 厚突き単板を用いた接着加工木材の品質評価 • レーザ切断に適した建築用部材の設計
<ul style="list-style-type: none"> • コンピュータープログラムの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ●実用的なコンピューター自動制御システムの開発 	<ul style="list-style-type: none"> • 樹種別の自動制御プログラムの確立

技術開発目録 (大項目)	技術開発要素 (中項目)	技術開発課題 (小項目: 技術)	
		1. 基礎研究による先端技術の開発 (個別研究) 大学・国研	2. 応用研究による技術の蓄積 (共同研究) 大学・国公立研・民間
I 新加工システム・機械による生産性の向上		<ul style="list-style-type: none"> ○高温型ヒートポンプのための新しい冷媒の開発 ●冷凍乾燥および低温域の乾燥特性の解明 ○減圧下の木材の乾燥特性の解明 	<ul style="list-style-type: none"> ●高温型ヒートポンプの木材乾燥室への利用開発 ●低温域における効果的乾燥法の開発 ○減圧乾燥における各種加熱方式の得失の比較
	5. 新しい集成材等の製造技術	<ul style="list-style-type: none"> ○各種の非破壊検査法のひき板への適合性の検討 ●ノーバインダ・ノー克蘭プ型の新接着剤の開発 ●接着材料の内部応力の解明 ●接着層の劣化機構の解明 	<ul style="list-style-type: none"> ○ひき板品質と集成材強度の信頼性工学的解明 ○高速接着技術の開発 ●特殊形状の集成材の応力解析 ●接着信頼性判定技術の開発
	6. 新しい合板等の製造技術	<ul style="list-style-type: none"> ○単板仕組の自動化・プログラムの開発 ●間欠圧縮法による構造接着に適する接着剤の開発 ●単板の反り, 狂い, 発生原因の究明 ○単板樹種, 単板構成と合板材質の関係 	<ul style="list-style-type: none"> ○単板縦つぎ部の合板材質に与える影響の信頼性工学的な考察 ○間欠圧縮法による構造接着技術の確立 ●単板形状認識と単板仕組み制御システムの開発

開発の進め方とその実施主体)

3. 開発研究による実用化の促進 (プロジェクト研究) 研究団体・民間	4. 機械システムの開発による製品化 (システム開発) 技術団体・民間	5. 技術の総合化・体系化と評価法・設計法の確立 (規格化・標準化) 行政・国研・研究技術団体
<ul style="list-style-type: none"> • 高温型ヒートポンプの効率と経済性の評価 • 冷凍乾燥および低温域の乾燥による経済効果 ● 各種木材への効果的な適用方法の解明 	<ul style="list-style-type: none"> ● 余剰エネルギーの有効利用システム • 冷凍乾燥装置, 低温乾燥装置の開発 • 減圧乾燥における熱コストの低減 	<ul style="list-style-type: none"> • 高温型ヒートポンプを応用した木材乾燥室の性能評価 • 冷凍乾燥装置, 低温乾燥装置の総合評価 • 減圧乾燥方式の経済性の評価
<ul style="list-style-type: none"> • ひき板のたてつき技術の向上 ○ 連続積層接着システムの開発 ○ 大断面・わん曲・テーバ集成材の製造技術の改良 ○ 効率的な防腐・防虫・難燃処理法の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ○ グレーディングマシンブルーフローダの開発 ● オートアセンブラ連続式ラミネータの開発 ● 自動圧縮装置・大型部材切削機械の開発 • 効率的かつ簡易な接着試験装置の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● ラミナの機械的等級区分システムの規格化 • 連続積層接着システムの製造基準 • 特殊形状集成材の設計規準の見直し • 接着・耐久性試験法の見直し
<ul style="list-style-type: none"> ● 自動化装置の生産性向上 <ul style="list-style-type: none"> • 小径木レース • ドライヤー • 単板仕組機 • 連続プレス • 単板縦つき装置の開発 	<ul style="list-style-type: none"> • 全ラインの自動制御システムの開発 ○ 単板縦つき部の品質保証システムの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 構造用合板 J A S への組み込み ○ 本製品(長尺, 逆クロス板なども含む)を用いる新規施工法の開発 • 仕様書への組み込み

技術開発目録 (大項目)	技術開発要素 (中項目)	技術開発課題 (小項目: 技術)	
		1. 基礎研究による先端技術の開発 (個別研究) 大学・国研	2. 応用研究による技術の蓄積 (共同研究) 大学・国公立研・民間
I 新加工システム・機械による生産性の向上	7. 新しいボード類の製造技術	<ul style="list-style-type: none"> ○ 熱圧過程の熱・水分移動の解析 ● ノンコンベンショナル接着技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 成形マットの空隙構造の变化解析 ● 要素寸法・配向と材質の解析 ● 単板からストランドまで各種要素のOSL最適生産システム ● 熱処理・高圧スチーム処理による寸法安定化技術
	8. 部材化・部品化技術	<ul style="list-style-type: none"> ○ 新しい継手仕口の開発 ○ 新しい接合具・接合方式の開発 ○ 高速接着方法の開発 ○ ノークランプ型接着剤の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 継手仕口の衝撃・疲労特性の把握 ○ 新接合方法の強度性能の評価 ○ 新接着法の耐衝撃性接着耐久性の評価 ○ 現場接着技術の開発

開発の進め方とその実施主体)

<p>3. 開発研究による実用化の促進 (プロジェクト研究) 研究団体・民間</p>	<p>4. 機械システムの開発による製品化 (システム開発) 技術団体・民間</p>	<p>5. 技術の総合化・体系化と評価法・設計法の確立 (規格化・標準化) 行政・国研・研究技術団体</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● 非ホルマリン系高耐水性接着剤の開発 ● 難燃化・耐火性能向上技術 ● 木片セメント板の低比重化技術 ● 木片セメント板の脱型時間短縮技術 	<ul style="list-style-type: none"> ● 蒸気噴射式連続プレスの開発 ● 配向装置の開発 ● 均質な要素の効率的な生産技術 ● プロセス制御用センサーの開発 ● 高度なシステム制御技術の確立 ● 厚物低比重パーティクルボードのパネル部材への適用技術 	<ul style="list-style-type: none"> ● 解体材等原料のリサイクルシステムの確立 ● 生産システムの安全管理技術 ● 耐久性評価システムの確立 ● 防耐火規格の見直し
<ul style="list-style-type: none"> ● ノックダウン方式の部材部品の開発 ● 新接合法のトラス, I ビーム等への適用 ● 新接着法のパネル I ビーム等への適用 ● 現場接着による部品組立システムの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 部材部品のプレカット方式の開発 ● 自動組立機械の開発 ● 高速連続接着機械, 仕上げ機械の開発 ● 簡易圧縮機械の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● モジュールの整理, CAD / CAM の利用 ● 設計計算法・取付金具等の整備 ● 設計計算法・接着試験法の整備 ● 接着性能検査法の整備

技術開発目録 (大項目)	技術開発要素 (中項目)	技術開発課題(小項目:技術)	
		1. 基礎研究による先端技術の開発 (個別研究) 大学・国研	2. 応用研究による技術の蓄積 (共同研究) 大学・国公立研・民間
I 新加工システム・機械による生産性の向上	9. 複合化技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 材料・構造・機能の各レベルでの傾斜材料の開発 • 傾斜効果の理論的解析 	<ul style="list-style-type: none"> ● 傾斜材料の製造技術 ● 無機質・樹脂の含浸複合による高性能化, 高耐久化 • 接着界面に生じる内部応力の解析
	10. 品質保証技術	<ul style="list-style-type: none"> ○ 各種非破壊欠陥探査原理の開発 ○ 新しい水分管理理念の確立 ○ 新しい強度等級区分原理の開発 ○ 個別耐久性低減機構の解析 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 既存技術の複合化と人工知能化 ● 用途別水分管理基準の把握 ● 強度等級区分システムの知識ベースの蓄積 ○ 実環境における耐久性判定技術

開発の進め方とその実施主体)

3. 開発研究による実用化の促進 (プロジェクト研究) 研究団体・民間	4. 機械システムの開発による製品化 (システム開発) 技術団体・民間	5. 技術の総合化・体系化と評価法・設計法の確立 (規格化・標準化) 行政・国研・研究技術団体
<ul style="list-style-type: none"> ●異種材料の接着積層技術 ○化学処理による高寸法安定化・高耐久化 ○木粉/プラスチック成型材料の開発 ●高耐熱性・高耐火性木質複合ボードの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ○連続ラミネータの開発 ●木金複合トラスやI型ビームの大架構建築部材への適用技術 	<ul style="list-style-type: none"> ●材料の組合せによる機能評価システム設計 ●生産から廃棄技術までトータル生産システムの確立
<ul style="list-style-type: none"> ●既存技術の適用性の検証 ●既存型水分計の改良 ●各種原理に基づくプロトタイプマシンの開発 ●促進耐久性評価技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ●人工知能型欠陥探査器の開発 ○新しい水分管理理念に基づく水分計 ●実用型グレーディングマシン ○耐久性判定装置の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ○各種欠陥探査方法のマニュアル化 ○合理的な用途別水分管理の標準化 ●強度等級区分システムの規格化 ○製品の総合的耐久性評価法

技術開発目録 (大項目)	技術開発要素 (中項目)	技術開発課題 (小項目: 技術)	
		1. 基礎研究による先端技術の開発 (個別研究) 大学・国研	2. 応用研究による技術の蓄積 (共同研究) 大学・国公立研・民間
II 化学処理等による品質性能の向上	1. 表面改質技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 表面の化学反応特性の解明 • 表面グラフト重合技術の開発 • プラズマ前処理グラフト共重合技術の開発 ○ 無電解メッキ技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 表面プラスチック化技術の開発 ● 表面化学修飾技術の開発 ● プラズマ処理技術の開発 ○ プラズマ重合技術の開発
	2. 染色着色技術	<ul style="list-style-type: none"> • 反応性染料による染色技術の開発 ○ 化学改質による木材の染色性改善技術の開発 • 木材成分の染色着色特性の解明 • 高分子染料による染色技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 高耐光性染料の検索 • 新規化学着色用薬剤の検索
	3. 樹脂処理技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 樹脂の材内分布測定法の開発 • 樹脂の紫外線硬化技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 樹脂の電子線硬化技術の開発 • 機能性樹脂による処理技術の開発 ● 木材成分反応性の樹脂による処理技術の開発 ○ 架橋性樹脂による処理技術の開発

開発の進め方とその実施主体)

3. 開発研究による実用化の促進 (プロジェクト研究) 研究団体・民間	4. 機械システムの開発による製品化 (システム開発) 技術団体・民間	5. 技術の総合化・体系化と評価法・設計法の確立 (規格化・標準化) 行政・国研・研究技術団体
<ul style="list-style-type: none"> ● 処理剤の表層含浸技術の開発 ○ コロナ放電処理技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 表面圧密化木材の製造システムの開発 ● 表層WPC化木材の製造システムの開発 ● 表面特性の測定・評価システムの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 表面改質木材の性能評価技術の確立
<ul style="list-style-type: none"> ○ 黒染技術の開発 ● 染色着色木材の光変色防止技術の開発 ● カラーマッチング技術の実用化 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 染色着色木材の表面色測定法の確立 ● 高浸透性染料の製品化 ● 廃水処理のシステム化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 染色着色木材の耐光性評価技術の確立
<ul style="list-style-type: none"> ○ 表層樹脂処理技術の確立 ● 耐候性樹脂処理木材の開発 ○ 難燃性樹脂処理木材の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 均一樹脂処理技術のシステム化 ● 耐水性樹脂処理木材の製品化 ○ 寸法安定化樹脂処理木材の製品化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 樹脂処理木材の性能評価技術の確立 ● 樹脂処理木材の規格化

技術開発目標 (大項目)	技術開発要素 (中項目)	技術開発課題(小項目:技術)	
		1. 基礎研究による先端技術の開発 (個別研究) 大学・国研	2. 応用研究による技術の蓄積 (共同研究) 大学・国公立研・民間
II 化学処理等による品質性能の向上	4. 化学修飾技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 木材の組織化学的反應特性の解明 ・ 新規エステル化技術の開発 ・ 新規エーテル化技術の開発 ・ 官能基導入によるグラフト重合技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 最適化学修飾度の把握 ・ イソシアネート化技術の開発 ● 化学修飾木材の機能性評価技術の開発
	5. 接着剤・接着技術	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新規高反応・高耐久性接着剤の開発 ○ 天然系蛋白・炭水化物からの高性能接着剤の開発 ・ 粘接着技術の開発 ● 非破壊試験技術 	<ul style="list-style-type: none"> ● 木材成分および木材の接着剤化 ● 異種材料との複合化技術 ・ 高速接着技術
	6. 塗料・塗装技術	<ul style="list-style-type: none"> ・ 木材塗装の劣化メカニズムに関する研究 ・ 新しい塗料用樹脂の合成 ・ 新機能を付加した木材塗装システムの開発研究 ・ 塗装による木材保護メカニズムの解明 ・ 新しい塗膜硬化に関する研究 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 木材塗装の劣化実態調査 ○ 木材塗装システムの性能評価方法の研究および標準化 ・ 各種木材塗装システムの使用区分の標準化 ・ 木材塗装工事仕様の標準化

開発の進め方とその実施主体)

3. 開発研究による実用化の促進 (プロジェクト研究) 研究団体・民間	4. 機械システムの開発による製品化 (システム開発) 技術団体・民間	5. 技術の総合化・体系化と評価法・設計法の確立 (規格化・標準化) 行政・国研・研究技術団体
<ul style="list-style-type: none"> ○ホルマール化木材の開発 ●化学修飾木材の用途開発 	<ul style="list-style-type: none"> ●化学修飾木材の製品化 	<ul style="list-style-type: none"> ●化学修飾木材の性能評価技術の確立 ●化学修飾木材の規格化
<ul style="list-style-type: none"> ○既存接着剤の複合化技術 ●構造接着技術 ○加熱成型技術 ○塗付技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ○高含水率, 難接着性木材の接着技術 ●現場接着技術および信頼性保証技術 	<ul style="list-style-type: none"> ●イソシアネート系接着剤の総合的性能評価 ●促進劣化試験法の体系化
<ul style="list-style-type: none"> ●木材塗装に対するニーズ調査 ●木材塗装に応用可能な要素技術の調査 ●新しい樹脂を応用した木材塗装システムの開発(高耐久性塗料, 機能性塗料) ●新しい化学処理を応用した塗装素地処理システムの開発(樹脂含浸, アセチル化, エーテル化) 	<ul style="list-style-type: none"> ●木材塗装ラインの効率化(紫外線硬化, マイクロ波加熱) ●化学処理を併用した木材・木質製品の塗装ラインの開発 ●現場塗装における塗装器具の改良(塗装装置の改良, 塗替え時の素地調整器具) 	<ul style="list-style-type: none"> ●新しい木材塗装システムの仕様書化 ●新しい木材用塗料の規格化 ●開発された木材塗装システムの利用指針作成 ●開発された木材塗装システムを利用した木材・木質製品の評価指針

技術開発目標 (大項目)	技術開発要素 (中項目)	技術開発課題(小項目:技術)	
		1. 基礎研究による先端技術の開発 (個別研究) 大学・国研	2. 応用研究による技術の蓄積 (共同研究) 大学・国公立研・民間
II 化学処理等による品質性能の向上		●塗装素地調整としての化学処理技術の応用	
	7. 防腐・防虫処理技術	<ul style="list-style-type: none"> ●生物学的防腐・防虫技術の開発 (生態的防徐法) (生物制御法) ・耐久性品種の選抜育種 ●木材成分の化学改質による高耐久性木材の製造 	<ul style="list-style-type: none"> ○低毒性で効用の高い薬剤混合法 ○徐放化, 固定化等剤型改良技術 ●外構部材用の耐候性保存処理の技術 ○複合化による木材の高耐久化
	8. 防耐火・難燃化技術	<ul style="list-style-type: none"> ○高性能の防耐火薬剤の開発 ●木材細胞内薬剤反応, 固定化技術 ・木材構成成分の燃焼制御官能基による化学修飾 	<ul style="list-style-type: none"> ○他分野における高性能防耐火薬剤の転用技術 ●耐候, 耐久性能の進展技術 ・難燃薬剤の性能向上と煙, ガス制御の技術 ・被覆方法による木材への防耐火性能付与技術

開発の進め方とその実施主体)

3. 開発研究による実用化の促進 (プロジェクト研究) 研究団体・民間	4. 機械システムの開発による製品化 (システム開発) 技術団体・民間	5. 技術の総合化・体系化と評価法・設計法の確立 (規格化・標準化) 行政・国研・研究技術団体
<ul style="list-style-type: none"> ●新しい塗装システムを応用した木材・木質系製品の開発および性能評価(ドア, 家具, 外装ボード) 	<ul style="list-style-type: none"> ●現場塗装における塗装検査システムの開発(付着性, 膜厚管理, 含水率管理) 	
<ul style="list-style-type: none"> ○低毒性保存薬剤の開発 ○接着剤混入法等の製板工程を利用した防腐・防虫木質ボードの開発 ●天然活性物質の利用開発 	<ul style="list-style-type: none"> ●非破壊的手法による劣化診断技術 ●効率的注入処理技術 ●ロボットによる現場処理技術 ●設計, 施工, 維持管理を含む高耐久化技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ●用途別の品質規格の作成 ●耐用保障制度と検査システムの確立 ●使用環境に対応した施用基準の作成
<ul style="list-style-type: none"> ●複合化(積層, 混合, 生成複合)による防耐火木質材料の開発 ●防耐火樹脂の開発とそれを利用した防耐火木質ボードの開発 ●屋外用防耐火木質材料の開発 ●低コストの防火処理技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ○高性能木質防火ドアの製造技術 ●火災報知, 消防システムおよび材料を組み入れた防耐火木造住宅工法の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ●使用用途に対応した要求性能レベルの作成 ○防耐火に関する法規制の適正化

技術開発目標 (大項目)	技術開発要素 (中項目)	技術開発課題 (小項目: 技術)	
		1. 基礎研究による先端技術の開発 (個別研究) 大学・国研	2. 応用研究による技術の蓄積 (共同研究) 大学・国公立研・民間
II 化学処理等による品質性能の向上	9. 新しい効率的処理技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 木材の浸透特性の迅速測定法 ● 微生物の利用による注入経路形成技術 	<ul style="list-style-type: none"> ● 薬剤含浸量の制御技術 ● 圧縮法による人為的微小破壊の形成技術 ○ マイクロ波を利用した温冷浴注入法 ● 気相処理方法の適用技術
	10. 新素材の開発	<ul style="list-style-type: none"> ● 化学処理木材の新機能の探究 ● 新機能性材料の設計開発 ● セルロース, リグニンの機能化技術 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 高音響特性材料の開発 ○ 金属, 炭素繊維等との複合化技術

開発の進め方とその実施主体)

<p>3. 開発研究による実用化の促進 (プロジェクト研究) 研究団体・民間</p>	<p>4. 機械システムの開発による製品化 (システム開発) 技術団体・民間</p>	<p>5. 技術の総合化・体系化と評価法・設計法の確立 (規格化・標準化) 行政・国研・研究技術団体</p>
<ul style="list-style-type: none"> ●レーザーインサイジング等効率的刺傷技術の開発 ●樹液交換法による生材処理技術 ●蒸気噴射の利用による注入性改良技術 	<ul style="list-style-type: none"> ○加減圧交替法による注入機械の開発 ○溶媒回収法(乾式処理)の改良 	<ul style="list-style-type: none"> ●処理薬剤の材内分布測定法の確立
<ul style="list-style-type: none"> ○無機物との複合材料の開発 ●溶液化木材, 可塑化木材等の化学修飾木材の利用開発技術 ○各種新素材の用途開発 	<ul style="list-style-type: none"> ○木材からの炭素繊維の開発とコスト低減 	<ul style="list-style-type: none"> ●化学加工, 接着, 保存, 塗装, 防・耐火分野の連携による技術開発と用途の体系化

技術開発目録 (大項目)	技術開発要素 (中項目)	技術開発課題 (小項目: 技術)	
		1. 基礎研究による先端技術の開発 (個別研究) 大学・国研	2. 応用研究による技術の蓄積 (共同研究) 大学・国公立研・民間
Ⅲ 国産材の加工利用技術の開発	1. 国産材資源情報システム	<ul style="list-style-type: none"> ● 情報システムの設計 (内容, 容量, 範囲等) ● データ・ベースの設計 (入出力データの種類と量) ● 人工知能を応用したシステムの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ○ サブシステムの設計 (分散処理システム) ○ データ・ベースの構築 (既存・新規データ入力) ● プログラム・データの保護 秘密保持技術の開発
	2. 素材供給体制の整備	<ul style="list-style-type: none"> ○ 原木の加工利用区分による 形質指標の整備 ● 原木形状・品質の自動計測 技術の確立 ● 立木段階でのヤング係数の 計測化技術の開発 ○ 丸太ヤング係数の計測化 技術 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 原木形質別の選別システム 化技術の開発 ● 原木形質別の地域・地帯別 供給予測モデルの開発 ● 地域・地帯別の原木形質別 加工・利用システムの確立 (林地残材, 木材工場の残 廃材の有効利用を含めて)
	3. 国産材の高付加価値製材システム	<ul style="list-style-type: none"> ○ 木材の内部欠点予知法の製 材原木への適用化技術の開 発 ○ 原木形質別の最適化木取技 術の検討 ○ 特殊材, 加工処理材の鋸断 特性の解明 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 内部欠点予知法のひき材に よるシミュレーション検証 ○ 省力化に基づく収率収益最 多の木取システムの開発 ○ 葉枯し材, 荒挽き天乾材の 鋸断効率の向上技術

開発の進め方とその実施主体)

<p>3. 開発研究による実用化の促進 (プロジェクト研究) 研究団体・民間</p>	<p>4. 機械システムの開発による製品化 (システム開発) 技術団体・民間</p>	<p>5. 技術の総合化・体系化と評価法・設計法の確立 (規格化・標準化) 行政・国研・研究技術団体</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● システム間の通信技術の導入 ● 情報機器の利用方法の簡素化 ● ユーザ・マニュアルの整備 	<ul style="list-style-type: none"> ● 統合林業情報システム (IFIS) の開発 ○ VANシステムの利用 (商業システムの導入) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 需要情報システムとの連結 ● ユーザへの利用普及
<ul style="list-style-type: none"> ● 地域・地帯別の原木形質別入荷情報システムの確立 (ネットワークシステムを含めて) ● 原木配送・保管システム化技術の確立 	<ul style="list-style-type: none"> ● 移動型原木選別機械の開発 ● 簡易型原木等級区分機の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 原木の適正な加工利用に向けた形質基準の作成 ● 地域・地帯別の適正な原木加工・利用方式の確立 (総合利用システム設計) ● 地域・地帯別産材の (原木形質別) 総合情報センターの設立・カタログ作成
<ul style="list-style-type: none"> ● シミュレーションに基づく原木品質の外部からの判定技術の開発 ○ コンピュータ木取りのプログラミングと鋸断システムの開発 ○ 天乾条件と荒挽きの最適化木取技術 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 原木形質の自動計測システムと計測センサを含む装置開発 ● 最適ひき材条件の自動選択方式のこ機械・装置の開発 ● 修正挽き用コンパクト型高精度・高能率製材機械の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 原木形質の自動計測値と内部欠点の相関 ● 原木形質別の効率的なひき材条件の設定 ● 葉枯し、天乾材の効率的な製材方法

技術開発目録 (大項目)	技術開発要素 (中項目)	技術開発課題 (小項目: 技術)	
		1. 基礎研究による先端技術の開発 (個別研究) 大学・国研	2. 応用研究による技術の蓄積 (共同研究) 大学・国公立研・民間
Ⅲ 国産材の加工利用技術の開発		●効率的な製材方式の確立と工場の適正配置モデルの検討	●地域・地帯別の原木形質別供給予測と製材システム設計
	4. 中小径木の自動製材システム	○原木形状の自動計測システムとセンサ開発 ○製材木取型のパターン化とコンピュータ木取りのプログラミング ○製材工程別の要素作業の標準化・加工指標の整備・分析 ●地域・地帯別の中小径木製材システムの検討	●原木形状別の加工適性区分方法 ○標準木取型による製材歩止り, 鋸断効率の解明 ○製材工程別の効率的な作業方法の開発 ●原木供給予測と製材工場の適正規模の立地論的解明
	5. 中小径材の効率的乾燥システム	・針葉樹乾燥における風量と乾燥仕上り品質の検討 ○効率の良い熱交換器の開発 ○葉枯らしによる材色ならびに材質の変化 ○高温熱処理に木材の性質の変化	・乾燥室の容量による適正風量および送風機性能の解明 ○樹種材種別の適正乾燥スケジュールの解明 ○化学的処理, 物理的処理による割れ防止 ・高温加熱蒸気による乾燥特性

開発の進め方とその実施主体)

3. 開発研究による実用化の促進 (プロジェクト研究) 研究団体・民間	4. 機械システムの開発による製品化 (システム開発) 技術団体・民間	5. 技術の総合化・体系化と評価法・設計法の確立 (規格化・標準化) 行政・国研・研究技術団体
●地域・地帯別の省力化工場の適正規模の立地論的解明	●省力化, 自動化工場の設計とその地域的適正配置	●国産材の高付加価値製材システムの経済合理性の評価
○原木集荷・選別システム化技術の開発 ○コンピュータ木取りの自動制御システム化技術の開発 ○コストミニマムの生産規模とラインバランス研究 ●地域・地帯別の製材方式別工場配置(産地化モデル)	○原木の連続的自動計測装置と選別機械の開発 ○木取作業の標準化とメカトロ技術導入の機械開発 ●最適化規模の自動製材システムの開発 ●地域・地帯別モデル工場の設計	●原木形状別の用途区分基準 ・製材木取りの自動化, 標準化 ●中小径木製材の経済的適正規模とその標準工場 ●中小径木の効率的な製材方式と工場の適正配置
・大型簡易型乾燥室の性能確保のための適正設備の検討 ○太陽エネルギー利用, 木屑発電などによる熱の有効利用 ○葉枯らしによる原木含水率の低下 ●高温熱処理および加熱蒸気による各種木材の乾燥	●簡易な構造の効果的乾燥装置の開発 ●太陽エネルギー, 木屑燃焼エネルギーなどによる乾燥システム ・効果的葉枯らし方法の解明とその評価方法の確立 ・高温加熱蒸気による乾燥装置の開発	・大型簡易型乾燥室による乾燥コストの低減 ・各種熱エネルギーを利用した乾燥装置の経済性評価 ●葉枯らし乾燥の作業標準の作成 ・高温域における効果的な木材乾燥方法の確立

技術開発目標 (大項目)	技術開発要素 (中項目)	技術開発課題 (小項目: 技術)	
		1. 基礎研究による先端技術の開発 (個別研究) 大学・国研	2. 応用研究による技術の蓄積 (共同研究) 大学・国公立研・民間
Ⅲ 国産材の加工利用技術の開発	6. 国産製材品の品質管理システム	<ul style="list-style-type: none"> ○国産材の地域別・品種別の材質特性の把握 ●国産材の地域別・品種別の強度特性の把握 ○国産材の形質別の乾燥特性の把握 	<ul style="list-style-type: none"> ○実大材の品等区分データの収集 ○実大材の強度試験データの収集 ●実大材の適切な乾燥方法・スケジュールの検討
	7. 国産材の新加工システム	<ul style="list-style-type: none"> ・早成樹種の育成に関するバイオロジカル研究 ●原木条件によるエレメント製造の最適化のための総合的検討 ●エレメントと製品材質に関する信頼性工学的研究 	<ul style="list-style-type: none"> ●原木供給の安定化のための総合的研究 ○山元におけるエレメント加工の可能性の検討 ・立木材質の測定による最適利用モデルの作成
	8. 国産材のバイオマス利用	<ul style="list-style-type: none"> ●広葉樹早生樹材の利用技術の開発 ●低利用広葉樹, 林地廃材等の素材化技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ●リグニンの高度利用技術の開発 ●セルローズ・糖類の高度利用技術の開発 ○抽出成分の高度利用技術の開発

開発の進め方とその実施主体)

<p>3. 開発研究による実用化の促進 (プロジェクト研究) 研究団体・民間</p>	<p>4. 機械システムの開発による製品化 (システム開発) 技術団体・民間</p>	<p>5. 技術の総合化・体系化と評価法・設計法の確立 (規格化・標準化) 行政・国研・研究技術団体</p>
<p>○視覚的等級区分法の見直し</p> <p>○機械的強度等級区分法の確立</p> <p>○用途別・寸法別の標準含水率の設定</p>	<p>●効率の良い密度・画像測定装置の開発</p> <p>●用途・規模に応じたストレスグレーディングマシンの開発</p> <p>●簡易かつ精度のよい含水率計の開発</p>	<p>○製材品の JAS・AQ 等による適正を表示</p> <p>●製材品の許容応力度体系の確立</p> <p>●製材品の検査体制の確立 (製材工場・ユーザ・第3者)</p>
<p>●新しいエレメントの製造およびその組み合わせによる新製品の開発</p> <p>●山元工場の設計と組み立ておよびその評価</p> <p>●原木の適正仕分けシステムの開発</p> <p>●国産材の特徴(美しさ, 歴史性等)を生かす製品の開発</p>	<p>○新製品の製造装置の設計と製造</p> <p>●同上製造ラインの組み立てと制御プログラムの検討</p> <p>●国産材であることを生かす製品の加工ラインの検討</p>	<p>●開発新規製品の規格化</p> <p>●新材料の利用法, 施工法の開発, マニュアル等の作成</p> <p>●新製品による地域産業の育成</p>
<p>○樹皮の効率的な利用</p> <p>●エネルギー化技術の開発</p>	<p>●木材成分の分離システムの確立 (蒸煮・爆砕法) (有機溶剤法) (オゾン処理法)</p>	<p>○木材加水分解技術の体系化</p> <p>●広葉樹早生樹材の多収穫技術と地域利用システムの確立</p> <p>●広葉樹の粗飼料化システムの確立</p>

技術開発目標 (大項目)	技術開発要素 (中項目)	技術開発課題 (小項目: 技術)	
		1. 基礎研究による先端技術の開発 (個別研究) 大学・国研	2. 応用研究による技術の蓄積 (共同研究) 大学・国公立研・民間
Ⅲ 国産材の加工利用技術の開発	9. 地域木材産業システム	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域・地帯別の原木供給予測調査 ○ 原木形質別の加工方式の検討 ● 地域開発・国産材利用コンセプトの形成 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 微生物・酵素の利用技術の開発 ● 素材の供給体制の整備 ● 立木・丸太・製材の等級区分システムの整備 ● 耐候・防腐・難燃化等の処理技術の向上
	10. 国産材利用開発システム	<ul style="list-style-type: none"> ● 森林計画・資源情報システムの充実 ● 木材加工技術の選別と構成 ● 国産材利用の基本コンセプトの形成 ○ 地域経済における木材産業の役割 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 地域別の原木形質と供給量の把握 ○ 効率的な製材, 乾燥, 防腐技術の確立 ○ 丸太, タイコ材, 製材等多様な素材の供給 ● 地域開発への木材産業の寄与

開発の進め方とその実施主体)

<p>3. 開発研究による実用化の促進 (プロジェクト研究) 研究団体・民間</p>	<p>4. 機械システムの開発による製品化 (システム開発) 技術団体・民間</p>	<p>5. 技術の総合化・体系化と評価法・設計法の確立 (規格化・標準化) 行政・国研・研究技術団体</p>
		<p>●国産バイオマス利用の体系化と経済性</p>
<p>○原木形質別の効率的な製材方式の確立</p> <p>・合板・LVL・ボード等の新加工方式の導入</p> <p>○外構部材・開口部材等の開発</p>	<p>○乾燥、プレカットシステムの確立</p> <p>・2次加工，化学処理等の新業種の導入</p> <p>・小ロット生産・設計・施工体制の整備</p>	<p>○地域型木造住宅生産システムの整備</p> <p>・部材・部品生産供給体制の整備</p> <p>●公共建築・住宅の建設，木の街，杉のサミット</p>
<p>●丸太・立木の形質区分法，製材の強度等級区分法の確立</p> <p>・新しい材料・加工システム処理方法の開発</p> <p>○外構部材・土木部材への利用技術の開発</p> <p>○木材産業の構造改善事業の実施</p>	<p>・部材の標準化・規格化，品質保証制度の確立</p> <p>・部材・部品加工技術の向上</p> <p>・小ロット生産・設計・施工体制の整備</p> <p>●地域における木材産業開発システムの整備</p>	<p>●製材利用のトータルシステムの整備</p> <p>・都市型・地域型の木造建築技術の整備</p> <p>○木の街づくり，杉の街サミット等のプロジェクト</p> <p>○公共建築・集合住宅，商店街等の建設</p>

技術開発目標 (大項目)	技術開発要素 (中項目)	技術開発課題 (小項目: 技術)	
		1. 基礎研究による先端技術の開発 (個別研究) 大学・国研	2. 応用研究による技術の蓄積 (共同研究) 大学・国公立研・民間
IV 建築等の多様な用途への利用開発	1. 木質建材情報システム	<ul style="list-style-type: none"> ● 基礎情報の選別 (品質・価格・利用法) (耐久性・販売ルート) ● 情報メディアの検討 (オールドメディアの見直し, ニューメディアの導入) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 基礎情報の収集整理システムの開発 (産地, 企業, 流通) ● 情報伝達システムの開発 (カタログ, 本, 新聞, メール, 通信, ニューメディア)
	2. 木造住宅の構法システム	<ul style="list-style-type: none"> ● 部材の品質保証 ○ 部材化・部品化の促進 ● 新しい部材の材料開発 ○ 防耐火性向上技術の開発 ● 耐久性向上技術の開発 ○ フレキシブルな構法の開発 ○ 中規模架構法の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 適正な含水率・強度の設定 ● 標準寸法・品質の設定 ○ 断熱・省エネ仕様の開発 ● 防耐火仕様の開発 ○ 防腐防虫仕様の開発 ● フレキシブルな接合法の開発 ● 高強度の接合法の開発
	3. 部材部品 (建具) システム	<ul style="list-style-type: none"> ● 新しい部材化・部品化の方式の開発 ● 部材部品の多様な意匠の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 流通システムに対応した部材化・部品化 ● 新しい部材・部品の流通システムの開発
	4. 外構部材の開発	<ul style="list-style-type: none"> ● 外構部材の狂い, 割れの把握 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 外構用材料の加工接合技術の開発

開発の進め方とその実施主体)

3. 開発研究による実用化の促進 (プロジェクト研究) 研究団体・民間	4. 機械システムの開発による製品化 (システム開発) 技術団体・民間	5. 技術の総合化・体系化と評価法・設計法の確立 (規格化・標準化) 行政・国研・研究技術団体
<ul style="list-style-type: none"> ● 公的な情報センターの整備 (建材情報センター) (建材試験センター) ○ 民間の情報サービスビジネスの見直し (物価版, コマーシャル) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 公的な情報サービス (情報検索システム) (情報応答システム) ● 新しいタイプの情報サービス (新タイプの物価版等) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 公的な相談窓口の設置 ● 情報サービスセンターの設置 ○ 商品カタログの充実 ● ショールームの設置
<ul style="list-style-type: none"> ○ 乾燥材・MSR材の利用 ○ プレカット・パネル工場 ● 断熱材・蓄熱材の使用 ○ 難燃材・複合材の利用 ○ 防腐防虫処理材の利用 ● 多様な国産材の利用 ○ 大断面・集成材の利用 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 乾燥工場・グレーディングマシン ● 木工事・建方の合理化 ● ソーラシステムの導入 ● 火災延焼防止・避難方法 ● 耐久性・劣化度の判定 ● 大工等の技能水準の向上 ● 部材加工・建方の効率化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 高規格住宅 ○ 一般住宅 ● 省エネ住宅 ○ 都市型集合住宅 ● メンテナンス体制の整備 ○ 地域型住宅 ○ 大空間・2世帯住宅
<ul style="list-style-type: none"> ○ 開口部, 間仕切, 収納, 階段等の部品化 ○ 構造部材部品のプレハブ化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 部材部品の加工, 組立ての機械化 ○ 部材・部品モジュールの整理 	<ul style="list-style-type: none"> ● 現場の組立て方法の効率化 ● 部材部品の補修および取替え方法
<ul style="list-style-type: none"> ○ 外構用部材の規格基準等の作成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 施工機械の開発と施工管理体制の整備 	<ul style="list-style-type: none"> ● 材料・設計・施工のシステム化

技術開発目標 (大項目)	技術開発要素 (中項目)	技術開発課題(小項目:技術)	
		1. 基礎研究による先端技術の開発 (個別研究) 大学・国研	2. 応用研究による技術の蓄積 (共同研究) 大学・国公立研・民間
IV 建築等の多様な用途への利用開発		<ul style="list-style-type: none"> ● 外構部材の劣化・防腐状況の把握 ○ 材質改良技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 外構用材料の塗装・防腐処理技術の開発
	5. 大規模木造建築の技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高強度・高耐久材料の適用可能性の検索 ○ 異種材料の接着・接合技術の開発 ○ 機械的接合部の破壊機構の解明 ・ 接合部の長期載荷性能の理論的予測 ○ 木質材料・接合部の防耐火性能の確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 木・鉄・新素材等による高強度・高耐久複合部材の開発 ○ 接着剤を用いた高強度接合技術の開発 ○ 従来型機械的接合法の改良じん性の向上 ・ 限界状態設計法の適用可能性の検討 ・ 建築単体の防耐火性能の評価
	6. 土木用資材への用途開発	<ul style="list-style-type: none"> ● 木材の劣化機構のモデル化とシミュレーションによる耐久性の推定 ・ アメニティーを考慮した屋外構築物の計画 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 木材製品の効率的な防腐処理方法の開発 ● 原材料(ひき板・単板)の防腐処理方法の開発と製品の強度・耐久性の確認

開発の進め方とその実施主体)

<p>3. 開発研究による実用化の促進 (プロジェクト研究) 研究団体・民間</p>	<p>4. 機械システムの開発による製品化 (システム開発) 技術団体・民間</p>	<p>5. 技術の総合化・体系化と評価法・設計法の確立 (規格化・標準化) 行政・国研・研究技術団体</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● 耐久耐用設計法の作成 ● 再利用技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ○ メンテナンス技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 維持管理システムの整備 ● 木の街づくり・都市外構コンペ等への参加
<ul style="list-style-type: none"> ○ 信頼性の高い大断面大型部材の開発 ● 現場接着技術の開発と性能保証 ○ 各種接合・構造の保有耐力の事例研究 ○ 低層大面積・高層木構造の構造事例研究 ○ 低層大面積・高層木構造の防耐火事例研究 	<ul style="list-style-type: none"> ● 部材コンポーネントの効率的な組立て ● 現場接着・接合作業ロボットの開発 ● 構造コンポーネントの組立てシステムの開発 ● 限界状態設計法へのソフトコンバージョン ● 住宅群・都市としての防災性の確認 	<ul style="list-style-type: none"> ● 部材設計法の確立 ● 現場接着接合の構造強度の評価 ● 保有耐力設計法の確立 ○ 木構造設計規準・設計マニュアルの改訂 ● 防災計画法の確立
<ul style="list-style-type: none"> ● 木造橋、野外ステージ等の屋外構築物の開発 ○ 素材での利用開発 (杭, 土留材, いかだ基礎) ● 屋外使用に耐える接合法の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 構造コンポーネントのプレハブ化と現場組立ての効率化 ○ 素材・接合具, 取替材等の供給システムの整備 	<ul style="list-style-type: none"> ● 屋外構築物の設計・施工指針の策定 ● メンテナンス体制の整備

技術開発目録 (大項目)	技術開発要素 (中項目)	技術開発課題 (小項目: 技術)	
		1. 基礎研究による先端技術の開発 (個別研究) 大学・国研	2. 応用研究による技術の蓄積 (共同研究) 大学・国公立研・民間
IV 建築等の多様な用途への利用開発	7. 物流・産業資材への利用技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 未利用樹種の物流・産業資材への利用適性 ○ ファイバーモルディング強化技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 新しい釘・接着剤による耐衝撃性能の向上 ● オーバレイ・薬剤による耐久性能の向上
	8. 家具・楽器・運動具等への利用技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 家具用部材・部品生産用 CAD, CAMの開発 ● 木材染色・着色剤の開発 ● 物理・化学処理による音響特性の改善 ● 物理・化学処理による動特性の改善 	<ul style="list-style-type: none"> ● 家具部材接合技術の開発 ○ 色彩調整技術の開発 ○ 楽器の発音機構の科学的解明 ○ 運動具の機能の科学的解明
	9. 技術者・技能者の養成とジョブコーディネーション	<ul style="list-style-type: none"> ○ 建築生産における技術・技能の位置付け ○ 木材加工における技術・技能の位置付け ● 建築生産・木材加工におけるジョブコーディネーションを見通し 	<ul style="list-style-type: none"> ● プロセス制御技術の開発による品質の向上 ○ 技能の高度化による付加価値の向上 ● 技術・技能の質的および量的な分析
	10. 建築等への利用開発システム	<ul style="list-style-type: none"> ● 国民の生活・意識と木造建築木製品との関係の把握 ● 既存の木造建築・木製品の技術的な総括 	<ul style="list-style-type: none"> ● 木造建築・木製品の品質向上, 多様化, 個性化の推進 ○ 外国または他分野の技術の導入の可能性の検討

開発の進め方とその実施主体)

3. 開発研究による実用化の促進 (プロジェクト研究) 研究団体・民間	4. 機械システムの開発による製品化 (システム開発) 技術団体・民間	5. 技術の総合化・体系化と評価法・設計法の確立 (規格化・標準化) 行政・国研・研究技術団体
<ul style="list-style-type: none"> ● CAD/CAMによる木箱・パレットの設計システムの開発 ● スリップシート, コルゲート, カートンの製造システムの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 高能率の自動木箱・パレット製造機械の開発 ● スリップシート, コルゲート, カートンの利用システムの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● J I S・I S O規格の整備 廃棄物の利用 ● モジュールの整理廃棄物の処理
<ul style="list-style-type: none"> ○ 家具組立てシステムの開発 ● 処理剤含浸技術の開発 ○ 楽器の試作 ● 運動具の試作 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 自動加工・組立て機の開発 ● 自動色彩調整機の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● モジュール化・CAD・CAM技術の整備 ● 耐光性評価技術の開発 ○ 総合的音響特性の評価 ○ 運動具の特性評価法
<ul style="list-style-type: none"> ○ マスターエンジニア・コーディネータの養成 ● 技能者の労働条件と処遇の改善 ● ジョブコーディネーションモデルの構築 	<ul style="list-style-type: none"> ● 木造建築に対する学校教育の充実 ● 木材加工に対する職業訓練の充実 ○ パソコン等の活用によるシステム設計 	<ul style="list-style-type: none"> ● 公的な研修および資格制度の確立 ● 技能者の地域ネットワーク化 ● 汎用および専用システムの普及
<ul style="list-style-type: none"> ○ 断熱・遮音等居住性向上技術の開発 ○ 構造強度, 耐久性, 防耐火向上技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 維持管理技術・品質保証制度の確立 ○ 大規模木造建築の設計施工技術の整備 	<ul style="list-style-type: none"> ● 消費者への情報供給, 金融等の整備 ○ 材料・接合具の規格化, 設計・評価方法の規準化

技術開発目標 (大項目)	技術開発要素 (中項目)	技術開発課題(小項目:技術)	
		1. 基礎研究による先端技術の開発 (個別研究) 大学・国研	2. 応用研究による技術の蓄積 (共同研究) 大学・国公立研・民間
IV 建築等の多様な用途への利用開発		<ul style="list-style-type: none"> ○ 建築業・木材工業の社会・経済・行政的検討 ○ 森林・林業・木材工業の環境保全・資源面からの評価 • 地域経済における木材産業の役割 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 内外の社会・経済に調和した産業構造への転換 • 木材利用のための内外のアセスメントの形成 • 地域開発への木材産業の寄与

開発の進め方とその実施主体)

<p>3. 開発研究による実用化の促進 (プロジェクト研究) 研究団体・民間</p>	<p>4. 機械システムの開発による製品化 (システム開発) 技術団体・民間</p>	<p>5. 技術の総合化・体系化と評価法・設計法の確立 (規格化・標準化) 行政・国研・研究技術団体</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● 社会・経済に適合した生産システムの整備 ○ 木材の形質に応じた適正な用途区分 ● 木材加工，建築生産の技術者・技能者の確保 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 木材・建築に関する法大系の整備 ○ 外構材料の設計・施工，内装材料のデザイン開発 ● 地域における木材産業関連システムの整備 	<ul style="list-style-type: none"> ● 情報・流通体制の整備マーケティングの強化 ● 森林・木材・建築に対する学校教育の充実 ● 木の街づくり，国民参加による木材工業の活性化

7 ガイドラインの利用方法

木材工業の技術開発の方向、あるいは次代の技術体系を求めて、技術開発ガイドラインの作成をおこなった。その結果、4つの技術開発目標、各々10の技術開発要素に分けて、合計656件の技術開発課題が提示された。

技術開発目標（大項目）は、

- I 新加工システム・機械による生産性向上
- II 化学処理等による品質向上
- III 国産材の加工利用技術の開発
- IV 建築等の多様な用途への利用開発

の4つに分類され、技術開発面からみると生産、性能、原料、用途に、対象からみると機械開発、化学処理、国産材、建築等に、目的からみると生産性向上、性能向上、地域経済の活性化、需要拡大に深く関連している。なお、これらの4目標は相互に関係があり、各々の技術開発要素および課題レベルではそれぞれ有機的に結合している。

技術開発要素（中項目）は、主として技術の専門分野によって分類されているので、木材工業の技術体系あるいは開発マップを知る上で有効である。また、技術開発課題（小項目）は、技術の進展度に応じて課題が設定され、実施主体が提示されているので、実際に技術開発を遂行する上できわめて有益である。

ところで、技術開発のライフサイクルは、大学・研究機関の研究開発、民間企業の実用化、行政の総合化・体系化に分類される。これらの各段階における問題点を摘出してみると、大学・研究機関では、

- 1) 既往の研究に対する総括あるいは評価が十分でなく、将来の研究に対するビジョンあるいは事前評価が甘い。
- 2) 新規の研究ニーズに対して、安易な課題には集中豪雨的に殺到するが、

息の長い研究が続かない。

- 3) 個別の技術研究に埋没する傾向にあり、研究相互の連携を保ってシステムティックに研究する姿勢に欠ける。
- 4) 諸外国に比べて、化学系の研究課題がかなり多い反面、物理系とくに木材工業の基幹技術に対する研究課題が少ない。
- 5) 研究機関の性格によって研究課題にかなり偏りがみられるのは当然であるが、研究機関相互の課題の調整や連携が少ない。

民間企業では

- 1) 技術開発に係わる研究者や技術者の数が他産業に比べて少なく、しかも専門分野が木材関係やその周辺に限られている。
- 2) 研究や技術開発に対する投資がきわめて少なく、公共または業界の資金を利用して技術開発を推進していく姿勢に欠ける。
- 3) 一方でわが国個有技術への埋没、他方で外国技術の模倣が多く、将来的なビジョンや国際的な感覚が乏しい。
- 4) 消費者の動向や建築等の需要に対する情報収集が不足しており、新製品・新商品の企画やマーケティングが遅れている。
- 5) 林業生産に対する理解が浅く、国産材の利用や地域産業の振興に対して必ずしも積極的な姿勢を保持していない。

行政関係では

- 1) 他の産業分野に比べて、木材工業関連の行政職の層が薄く、その所掌する範囲が狭く、新技術に対する理解が浅い。
- 2) 木材工業、とくに技術開発に対する長期のビジョンが欠除しており、施策が短期的な対処療法なものに偏り勝ちである。
- 3) 従来の子算施策は、不況対策あるいは構造改善のようなものが多く、新事業や技術開発など前向きなものが比較的少ない。

4) 木材工業に関わる省庁相互（農林水産省，林野庁，建設省，通産省，中小企業庁，労働省等）の連携が十分ではない。

5) 日米構造協議，熱帯林の消失などの国際情勢への理解を深める一方，国産材の利用など地域産業への支援を強める必要がある。

以上のように大学・研究機関，民間企業，行政関係はそれぞれ固有の問題点を有しており，その解決が木材工業の発展に不可欠の要件である。このような問題点の解消に，木材工業の技術開発ガイドラインは幾分とも寄与するものと考えられる。勿論，個々の技術についてはさらに深めなくてはならないが，木材工業の技術開発の全体的なマップを理解し，関係者のコンセンサスを醸成する上ではきわめて有益であろう。

さて，木材工業の技術開発ガイドラインの利用の事例として

1. 単板・スティック・ストランドなどを要素とする木質素材の製造
2. 木材表面改質技術の開発
3. 構造用集成材とこれを用いる大規模木構造物の開発

の3つのビッグプロジェクトを採り上げる。これらはそれぞれ主として技術開発目標（大項目）Ⅰ，Ⅱ，Ⅳから選んだもので，基礎から実用化までの技術開発の内容を含んでいる。詳しくは後述の事例を参照されたい。なお，Ⅲ国産材の加工利用技術の開発については，技術開発要素が多岐にわたり，流通等ソフトな課題をも含み複雑となるので，ここでは，国産材と外材の競合関係を表-5，6に示すにとどめる。

1 単板・スティック・ストランドなどを要素とする木質素材の製造では，主な技術開発の対象は原料選別，切削細片化，乾燥，接着，配向積層など製造技術の効率化で，3つの成形システムが提案されている。主工程に付随して，品質保証や複合化技術も必要となる。加えて，樹脂処理，塗装，防腐防虫，難燃化，などの化学処理による性能向上技術，国産材を利用する加工シ

表一 5 建築における国産材と外材との競合関係

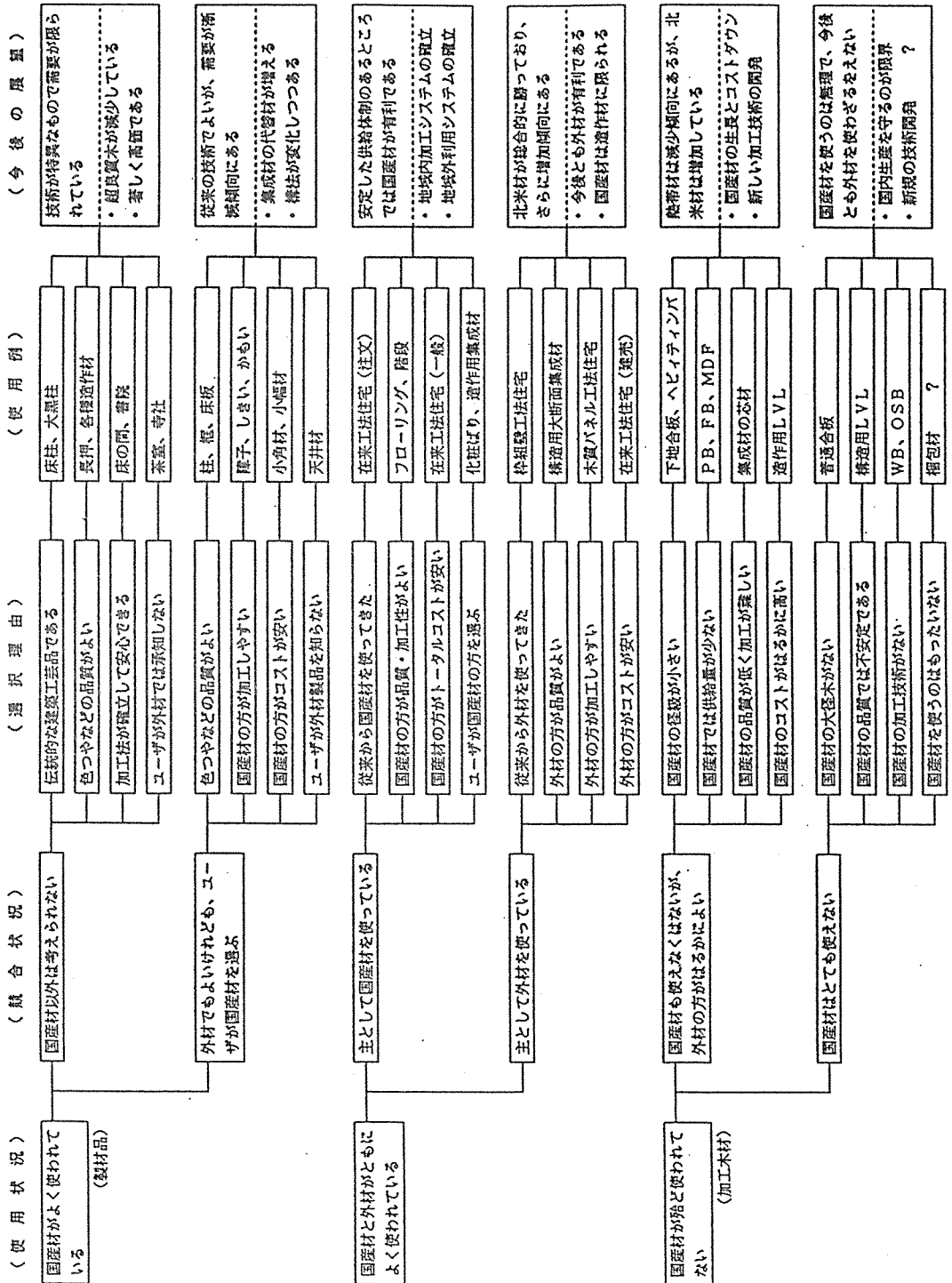


表-6 針葉樹材および南洋材の主な用途

原木・材料・部材			ヒノキ	スギ	エゾマツ トマツ	ヘイマツ ヘイゴカ ヘイ化 ヘイミ	アカマツ カマツ	ソノダ カマツ	サシマ カマツ	フナ カマツ	ラウソク カマツ	アト カマツ
			大中小	大中小	大中小	大中小	大中小	大中小	大中小	大中小	大中小	大中小
原木	材質	大径(50cm以上) 中径(50~20cm) 小径(20cm未満)	●● ●● ●	●● ●● ●	●● ●● ●	◎ ● ●	● ●	●● ●●	●● ●●	○ ○	●● ●●	●● ●●
材料	製材	板 ラミナ	●●	●● ●●	●● ●●	◎ ◎	● ○●	● ●	● ○	○ ○	●●	●●
		ひき 割材 枠組 プランク	●●	●●	●●	◎ ◎ ◎	○ ○	●● ○	● ○	○ ○	●● ●● ●●	●● ●● ●●
		正平 角角	●	●● ●●	●● ●●	◎ ◎	●● ●●	●● ●●	● ●		●● ●●	●● ●●
	単板	化粧薄板 厚単板	●●	○ ○		◎ ◎	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	●●	●●
	集成材	縦つぎ 構造 材用	●● ●●	●● ●● ●●	●● ●● ●●	◎ ◎ ◎	○ ○	○ ●	○ ○	○ ○		
	LVL	縦つぎ 構造 材用		○○ ○○		◎ ◎	○ ○	○ ○	○○ ○○	○	●● ●●	
	合板	普通 構造 用		○○		◎ ◎	○ ○	○ ○	○○ ○○		◎◎ ◎◎	●●
	ボード	PB OSB、WB				◎ ◎					◎◎ ○○	
部材	在来 工法	土 柱、 梁、束、 母屋、 造り 床、 壁、 天 屋	● ● ●● ●●	● ● ●● ●● ●● ●● ●● ●●	● ● ●● ●● ●● ●●	◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎	○ ○ ● ●	○ ●		○ ○	●● ●● ●●	
	枠組 壁工 法	甲種枠組材 乙種枠組材 床梁、 窓まぐさ				◎ ◎ ◎ ◎			○ ○ ○ ○			
	パネル	枠 土 材 台				◎◎ ◎◎		○	○ ○			
	校倉	校木、 根太、 梁		○ ○		◎ ◎	● ●					
	大規模 木造	柱、 床、 梁、 板、 ア ー チ		● ○○ ●	● ○○ ●	◎ ◎ ◎	◎ ◎ ◎	◎ ◎ ◎	○ ○ ○			
	産業 用品	車 輪 梱包、 パレット		●		●	●	●●	●	○ ○	●● ●●	●● ●●

(大 : 50cm 以上 中 : 50~20cm 小 : 20cm 未満
 ◎ : 主要樹種 ○ : 製品輸入 ○ : 利用が予想される樹種)

システム、木造住宅の部材部品、物流・産業資材、家具等への利用技術などの開発が求められる。

2.木材表面改質技術の開発は、表面改質、染色・着色、樹脂処理、化学修飾、接着、塗装、防腐防虫などの化学処理を施し、木材の表面を改質するもので、新しい2つの処理方法が提案されている。この技術は、建築用の部材部品、複合部材、ならびに外構部材、土木用資材、物流・産業用資材、家具・楽器・運動具などの広範囲に適用でき、また、国産材の新加工システムに付加することによって新しい製品を生み出す可能性がある。

3.構造用集成材とこれを用いる大規模木構造物の開発では、構造用集成材の効率的な製造、品質保証、部材加工技術、ならびに3つの新しい接合法によるラーメン架構方式が提案されている。集成材の製造面では原料選別、接着、品質保証技術、耐久面では塗装、防腐防虫技術、防災面では防耐火・難燃化技術、施工面では接合、部材化・部品化技術用途面では大規模木造建築や土木構築物への適用が重要である。また、国産材を用いるためには新しい加工システムの開発や品質管理システムの充実が必要である。

また、3つのビックプロジェクトのほかに今後進展が期待される技術として、

1. レーザインサイジングを利用した木材の防腐・防虫処理ならびに乾燥技術の開発

2. 木材加工におけるエキスパートシステムの構築

の2つのニュープロジェクトを採り上げるが、その詳細な説明は後述の事例にゆずる。これらのプロジェクトでも多方面の技術開発が求められ、その状況を技術開発ガイドラインにおける位置付けとして示した。

このように、5つのプロジェクトをみても実に多方面の技術開発が要求されていることが分る。したがって、これらのプロジェクトの実施にあたって

は、技術開発ガイドラインに照らして各要素技術の進展状況や難易を判断し、それに応じてプロジェクトのチーム構成や実施計画を決定することがきわめて有益である。

一方、技術開発ガイドラインに提示した技術開発を誘導・促進するために行政施策等の係わる課題は次のとおりである。

- 1) 木材工業の技術開発をすすめるにあたり、その質を高めて次代の技術革新に備える必要のある分野（新技術・新素材の開発など、先駆的な役割を果たす）
- 2) 木材の利用拡大のため効果が大きいが、社会的関心が低く関連技術の蓄積の少ない課題（木材の耐久性や防耐火性など、技術開発に先鞭をつけることにより社会の関心を引きつけ、今後の開発の方向を示唆あるいは誘導する）
- 3) 木材の品質向上や新用途開発に貢献するが、経済原則に基づく市場メカニズムにおいては企業の自主的開発意欲をそそらない課題（機械的等級区分法や大規模木造建築など、開発される技術が直接企業の利益となりにくい場合、開発プロジェクトの規模が大きく民間企業ではリスクが大きすぎる場合、技術の担い手が零細な企業である場合）
- 4) 社会的要請あるいは国際的要請への対応がせまられる課題（LVL、MSR材、集成材、OSB・WBなど、企業や研究機関において開発は一部進んでいるが、緊急の社会的要請への対応としては現状がきわめて不十分なため、国が卒先して開発を促進する必要がある場合、外国技術あるいは製品の国内使用がせまられる場合）
- 5) 開発の方向づけ等が必要な課題（乾燥、品質保証、防腐防虫など、企業や研究機関において開発は進んでいたとしても、その方向等が混乱しているので、それらに関する条件を整理して国民の利益に貢献するように

方向づける必要がある場合)

- 6) 技術開発のための条件整備が必要な課題(情報、品質管理・保証、部材化・部品化、MC・JCなど、企業や研究機関においても開発意欲があり、一部開発も進んでいるが、周辺の条件が整わないため開発が有効に行われぬ場合、企業間の共同開発が望まれる場合など)

上記の6種類の課題等について、行政施策等によって技術開発およびその促進普及をはかるためには、次のような「手段」があげられる。

- 1) 行政が自ら開発を行う(国研等のプロジェクト研究、大学等への委託研究として予算措置をこうずる)
- 2) 何らかの評価や方向づけを行い、開発を誘導し、または規制する(開発目標の設定、開発方法の設定、開発技術の評価方法の提示等)
- 3) 民間の開発を直接的に促進誘導する(開発助成、技術開発コンペ等)
- 4) 開発された技術の認知と普及を行う(開発技術の普及の隘路となっている条件の軽減、開発技術の制度的認知または承認、公的施設等の技術基準に盛り込むことによる市場性の賦与等)

以上のように、木材工業の技術開発ガイドラインが大学・研究機関ならびに民間企業における研究開発や技術開発の遂行のみならず、行政関係における施策の企画・立案にも大いに役立つものと考えられる。なお、ガイドラインの内容のさらに具体的な検討、課題間の相互関連性の解明、開発プライオリティーの付与、開発の方法については、今後さらに検討を加える必要がある。

8 ビックプロジェクトの事例

(ビックプロジェクト 1)

「単板・スティック・ストランドなどを要素とする木質素材の製造」

多様な丸太から割裂，破砕，単板切削などによって小片化した各種要素をほぼ完全に配向して，多様な形状寸法をもつ木質素材を効率的に生産するシステムを確立する。

<技術開発ガイドラインにおける位置付け>

I-1 原料の選別技術	II-6 塗料・塗装技術
I-3 新方式による切削技術	II-7 防腐・防虫処理技術
I-4 新方式による乾燥技術	II-8 防耐火・難燃化技術
I-6 新しい合板等の製造技術	II-9 新しい処理技術
I-7 新しいボード類の製造技術	III-7 国産材の新加工システム
I-9 複合化技術	IV-2 木造住宅の構法システム
I-10 品質保証技術	IV-3 部品・部材（家具）生産システム
II-3 樹脂処理技術	IV-7 物流・産業資材への利用技術
II-5 接着剤・接着技術	IV-8 家具・楽器・運動具への利用技術

1) 要素の製造技術

主伐材，間伐小径木など多様な丸太から割裂，破砕，単板切削などの方法によって，寸法形状の揃った要素を効率的に生産するとともに，製材端材，合板廃材，建築廃材などを要素として再成利用する技術を開発する。

2) 要素の高速乾燥技術

原木丸太，割材，細片等の要素の製造の各工程に応じて，多様な乾燥方式を導入して，省エネルギー的かつ効率的な要素の乾燥技術を開発する。

3) 要素の接着技術

要素および製品の形状寸法に応じた液状，粉状，ストランド状の接着剤，ならびに要求性能に応じた高含水率用，屋外用高耐久性，発泡性の接着剤を開発するとともに，要素の大小にかかわらず効率的かつ均一塗布可能な技術を開発する。

4) 要素の選別・配向技術

要素の形状寸法に応じて自動的に区分し，製品の形状寸法および品質性能に応じて要素を選択し層別に配向するとともに，縦つぎを3次元的に分散して積層する技術を開発する。

5) 木質材の成形システム

比較的厚い材料（要素の積層体）を効率よく熱圧成形する技術を開発する。この熱圧成形のためにはマイクロ波加熱式や蒸気噴射式の効率的な連続プレスや多様な形状寸法に対応し得る特殊プレスの開発が必要である。

6) 開発目標となる製造システム

a LSB (Long Stick Board) システム

スギ短尺ラフカット単板からlong stickを造り，これを3層クロス構成にformingして熱圧成形し，構造用板材料LSBを製造する。製造ラインはボード製造のように自動化され，また，材質はエレメントが長いので，合板に近い性能を示す。

b LDOSB (Large Dimensional Oriented Strand Board)

システム

単板からストランドまで各種要素をほぼ完全に配向させた大断面木質素

材（たとえば1 m × 1 m程度の木口断面）を蒸気噴射方式により連続生産する。その際、必要に応じて塑性加工を施し、比重0.4～1.3の材料を製造して、幅広い特性をもたせる。さらに変形の回復を防ぐために、フェノール樹脂含浸などの化学処理や熱処理など物理処理技術を応用する。

c SST (Superposed Strand Timber) システム

丸太を星状円錐形ヘッドを圧入してミカン割し、これを歯車状ロールプレスを通してストランドに細分し、この2～5 mm 厚、150～300長のストランドから熱圧や蒸気噴射方式により連続的にOSBを製造するとともに、特殊な圧縮や発泡性接着剤を用いて、通直、わん曲、テーパー、円形I形、3～4方向材などの多種多様な形状寸法の軸材料、ならびに現場成形部材を製造する。

ロングスティックをエレメントとする配向性反材材料LSBの連続生産システムの開発

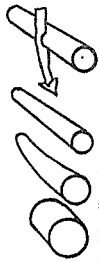
【概要】

針葉樹原木、特にスギ丸太からロータリー切削した単板は、厚さムラ、表面粗さ、真割れの程度が激しく、合板・LVLのエレメントとしては適当でない。本課題では、スギを中心にした国産低質丸太をロータリーカットして短尺単板を得て、これを幅方向に連続的に切断してスティック状のエレメント (Long stick) を作り、これを3層クロス構成にフォーミングして熱圧成形し、構造用板材料LSB (long stick board) を製造する。製造ラインはボード製造のように自動化され、材質はエレメントが長いので合板に近い性能を保持する。

【内容】

(1) エレメント (long stick) の製造

低質国産丸太の準備、玉切り ⇨ 小径木レースによるラフローターカット ⇨ 連続切断装置によるlong stickの製造 ⇨ long stickの乾燥・ストック
高速連続乾燥機



短尺材 曲り材 小径材



チャージャー

原木マガジン レース

切断装置

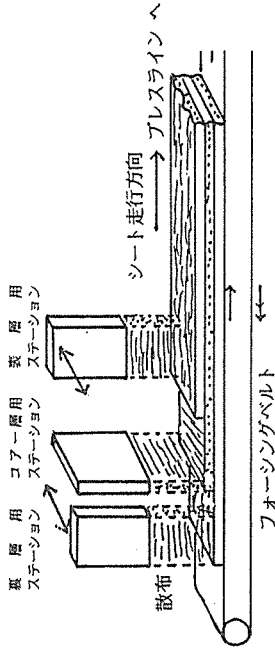
本装置はロータリーレースに付属している

紙 層 用 コア ー 層 用 装 層 用
ステーショ ン ステーショ ン ステーショ ン

(2) long stickによる配向シートの製造

接着剤の塗布 ⇨ 連続自動フォーミング装置 (3層) スプレイ法 による 連続塗布装置

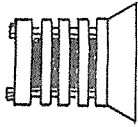
装層用、真層用ステーションは、ベルト走行方向に直行する方向に動きながら long stickをベルト上に散布する。したがってlong stickはベルト走行方向に平行に並び、且つ幅方向には階段状に配置される。コア用ステーションは固定されており、ベルト走行方向に直行するようにlong stickを散布する。このようにしてフォーミング装置からは3層スティックシートが連続的に出てくる。



(3) 配向シートの圧締

連続シートのクロスカット ⇨ ホットプレスにより熱圧締

長さ450mm 程度にクロスカット 熱板面積の大きい (1500mm X 4500mm など) 3、4段プレス使用、蒸気噴射等の適用も考慮する。



【期待される成果】

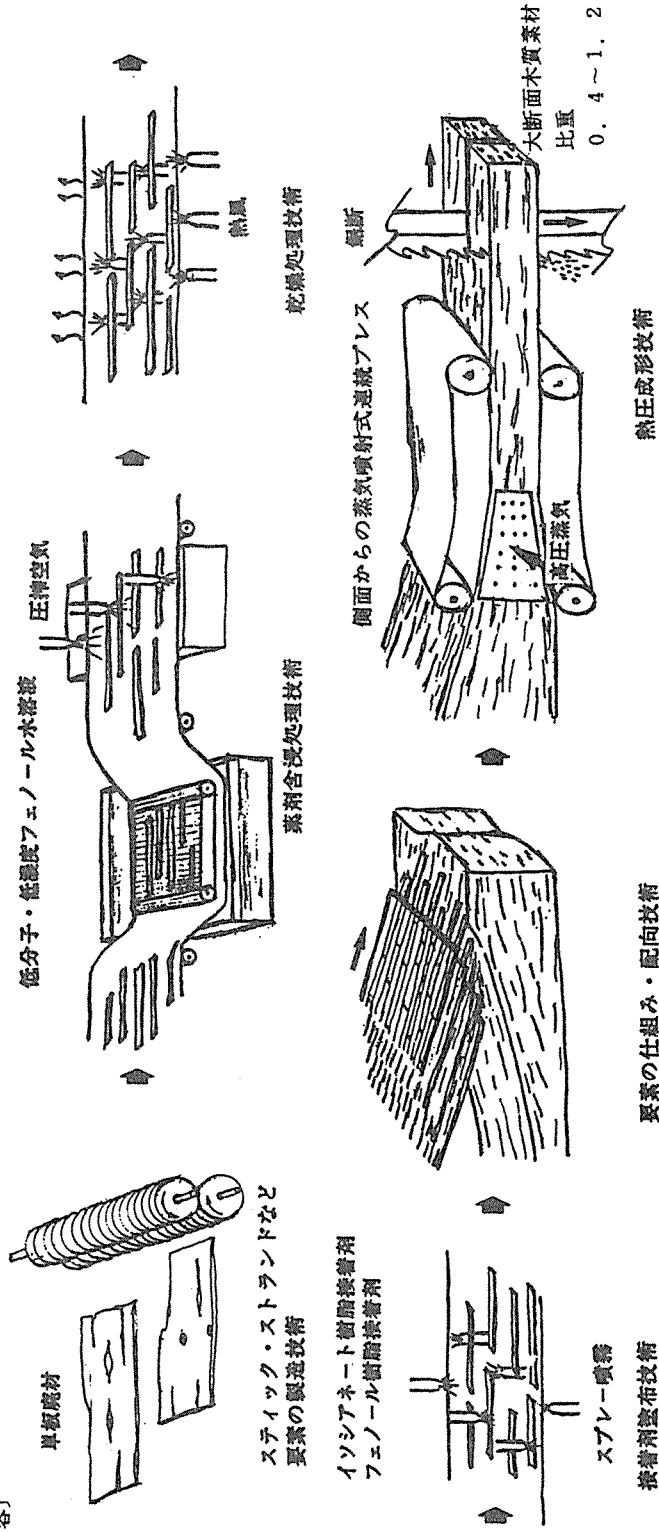
- * 国産針葉樹造林木、特にスギを原木とする完全自動化されたボード製造システムの開発。
- * チップと違い、幅は狭いがロータリー単板を用いるので接着が完全に行なわれ、またエレメントが長く、縦継ぎ部も幅および厚さ方向ですずらせて配置されているので高い強度と面水性が期待できる。
- * 長尺板、厚い製品が得られる。

単板・ステイック・ストランドなどを要素とする 大断面木質素材の連続生産システム

〔概要〕

本プロジェクトは、単板からストランドまでの各種の要素をほぼ完全に配向させた新しいタイプの大断面木質素材（たとえば、 $1\text{m} \times 1\text{m}$ の木口断面をもつ配向性材料）の開発、ならびにその連続生産システムの確立を目指している。大断面材料を効率良く熱圧成形するための蒸気噴射式連続プレスの開発が、システムのキーポイントである。熱圧成形の際、必要に応じて塑性加工を施し、比重 $0.4 \sim 1.2$ の材料を製造して幅広い特性をもたせる。さらに変形の回復を防ぐために、フェノール樹脂含浸などの化学処理や高圧熱処理などの物理処理技術を応用する。

〔内容〕



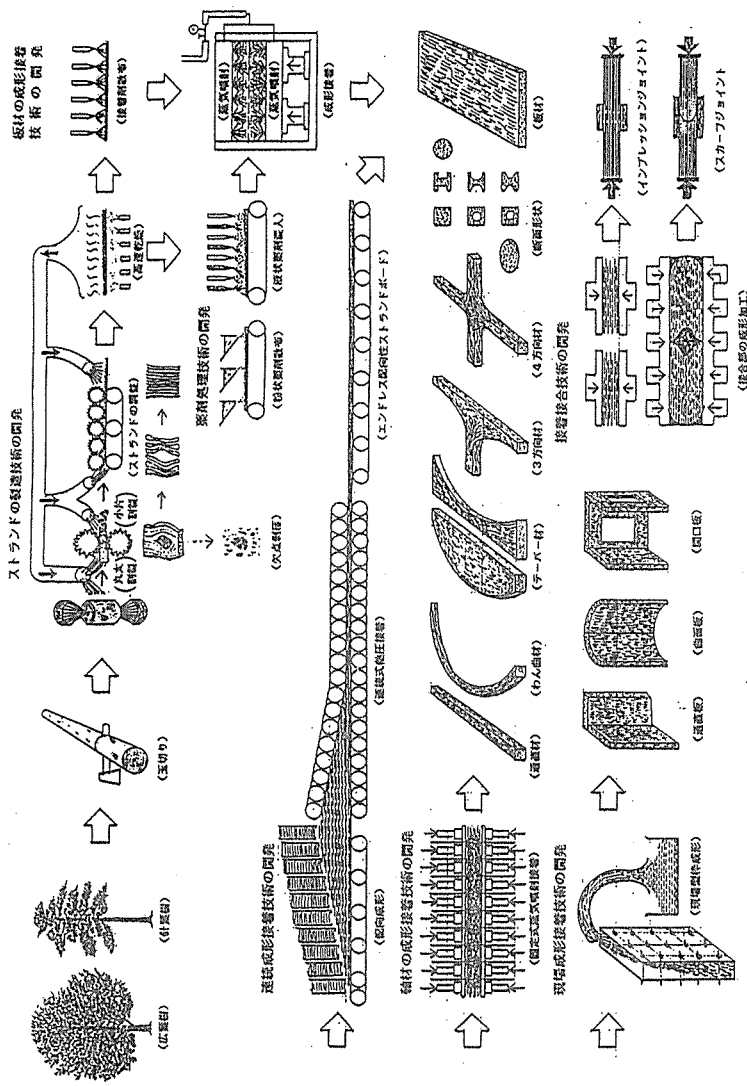
〔期待される成果〕

- (1) 材料設計が可能で、新しいタイプの高性能木質素材の開発。
- (2) 廃材利用が可能な高効率生産システムの開発。
- (3) 小さな要素による大断面材料の生産技術の開発。

割り裂けストランドをエレメントとする新材料SSTの製造システムの開発

【概要】

SST (Supermoosed Strand Timber) は、従来の製材・乾燥・接着・整形等の工程を経ず、丸太を機械的に割り裂いて細長いストランドに細分し、これを高速乾燥、接着剤散布の後に成形圧縮して製造する新しい木質材料である。この製造方式によれば、原木の形質を問わず効能率・高取率で生産することができ、しかも多様な形態と品質の製造することができる。



【期待される成果】

- (1) これまで利用されなかつた樹種や小径木を原料とする効能率・高取率の木質材料の製造システムができる。
- (2) 従来の木質材料に比べてバラツキが少なく、強度が高く、自由な形状の構造用材料を造ることができる。
- (3) 各種の処理方法を製造工程に導入することによって、寸法安定性・耐久性・耐火性の高い材料を造ることができる。

(ビッグプロジェクト2)

「木材表面改質技術の開発」

物理的・化学的方法を用い、木材表面を選択的に強化、活性化、機能化させることにより、家具材、建築内装材、住宅外装材、外構部材、土木用資材、物流・産業用資材として高耐久性、機能性を付与する処理システムを確立する。

<技術開発ガイドラインにおける位置付け>

I-8 部材化・部品化技術	II-7 防腐・防虫処理技術
I-9 複合化技術	II-9 新しい処理技術
II-1 表面改質技術	III-7 国産材の新加工システム
II-2 染色・着色技術	IV-4 外構部材の開発
II-3 樹脂処理技術	IV-6 土木用資材への用途開発
II-4 化学修飾技術	IV-7 物流・産業用資材への利用技術
II-5 接着剤・接着技術	IV-8 家具・楽器・運動具等への利用
II-6 塗料・塗装技術	技術

1) 表面強化技術

国産針葉樹や軽軟材の利用には、表面硬さが不足する場合が多い。熱や水分の非定常効果を利用した物理的な方法による表面の圧密化や表面WPC化など化学的方法によって表面を選択的に強化し、木材が本来持つ軽く熱を伝えにくい性質を生かした利用技術を開発する。

2) 表面調色技術

表面化粧用の貴重材の減少や色彩の幅の少ない材を利用するため、木材の色彩にバリエーションを持たせる技術が必要となっている。また、塗装では

表現できない木質感を持った表面仕上げを行うための染色・着色による調色技術が求められている。発色性や耐光性の高い染色・着色剤の開発とともに計測機器による自動調色技術を開発する。

3) 表面機能化技術

社会環境の変化にともない、より機能化された材料の表面特性が要求されている。OA機器の発生する電磁波を遮断する表面導電性処理、外構材・住宅外壁材料等に付与する撥水性処理、壁体の結露防止のための表面吸湿処理、木材にない視・触感覚を与える表面の形成技術の開発等が求められている。

4) 表面活性化技術

木材の2次加工と深く関わる難接着性や難塗装性の表面改質、表面の活性化による化学反応性の向上や自着性を付与するため、プラズマ処理・コロナ放電処理による表面のぬれ性や活性化処理技術の開発を行う。

5) 処理液表面含浸技術

安定した木材表面の化学処理を行うためには、処理液を均一に含浸させる技術が必要となる。加圧・減圧交替法、超音波振動の利用、刺針インサイジング法、マイクロクラックの導入などの物理的方法、高浸透性処理剤の開発など化学的方法の開発を行う。

6) 開発目標となる処理および製造システム

a 物理的方法による表面圧密化システム

マイクロ波や高周波を利用し、水分存在下で木材の温度を100℃よりかなり高くして分子の滑りを促進し、水分放湿過程におけるクリープを利用して流動性を付与する。さらに、乾燥過程で変形をセットすることにより、表面を選択的に圧密化するシステムを開発する。

b 化学的方法による表面機能化処理システム

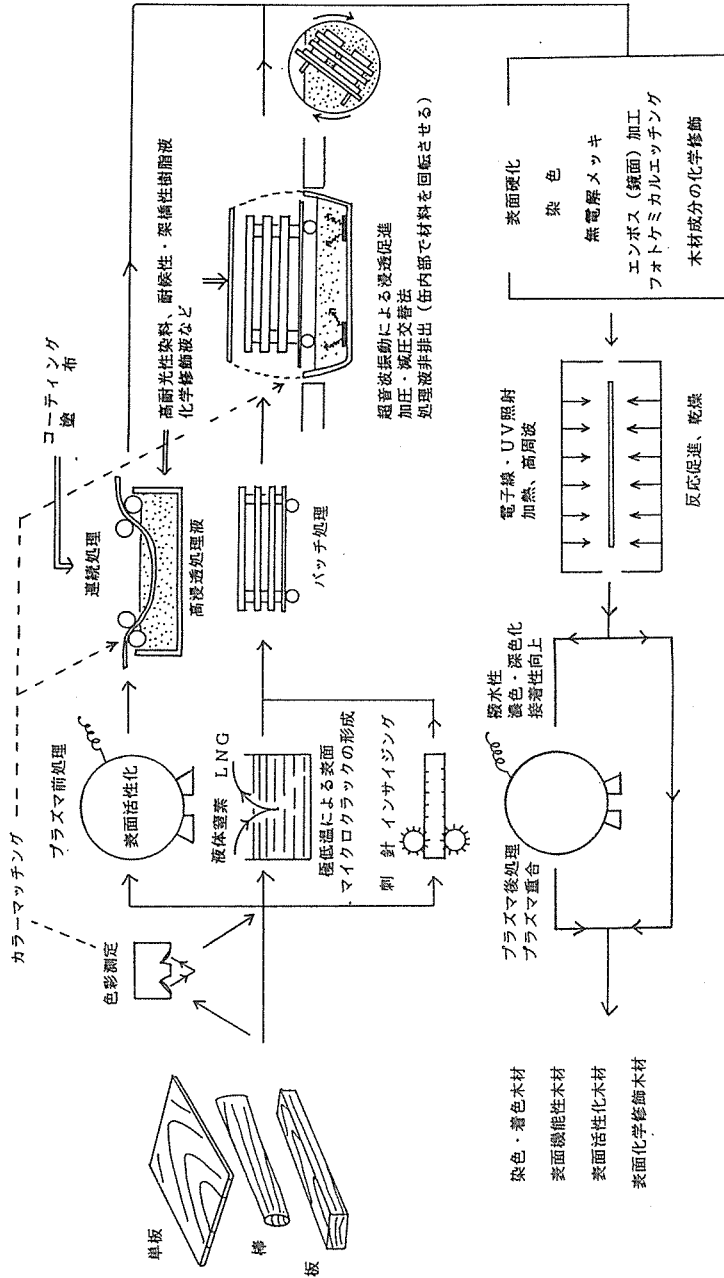
プラズマ処理やコロナ放電により木材表面を活性化したのち、化学処理

剤を木材に含浸させ、光照射や加熱により反応を促進して木材表面を選択的に強化、染色、化学修飾する連続処理システムを開発する。また、無電解メッキ法による導電性の付与を行い、電磁波の遮断性能を向上させる技術も開発する。安定した化学処理が行われるには処理剤が均一に木材表面に浸透する必要がある。液体窒素やLNGなどによる瞬間凍結で木材にマイクロクラックを導入したり、超音波振動を利用して処理液の浸透を促進し、またアピランスが問題とならない用途には刺針インサイジング装置により木材表面に樹脂液・染料・化学修飾液を効率的に含浸させる技術の開発も同時に行う。

化学的方法による表面機能化処理システム

【概要】

表面活性化、染色、化学修飾、グラフト重合、化学修飾、無電解メッキなど化学的方法を用いて木材表面を機能的に機能化し、木材表面にない性質を付与する処理システムを開発する。プラズマ処理やコロナ放電による木材表面の活性化、化学処理剤を木材に効果よく浸透させるための超音波振動による浸透促進や高浸透処理液の開発、電子線・UV・高周波照射による反応促進や乾燥を高め、効果的な連続処理システムを開発する。パッチ処理では、内部で材料を回転させる処理液非排出方式の加工・減圧交替法により、撥水性・染色性・着色性・濃色化・深色化・接着性の向上が期待される。また、処理の自動化に必要なカラマツチング技術を取り入れる。後処理では、プラズマ重合を取り入れることにより、撥水性・染色性・着色性・濃色化・深色化・接着性の向上が期待される。



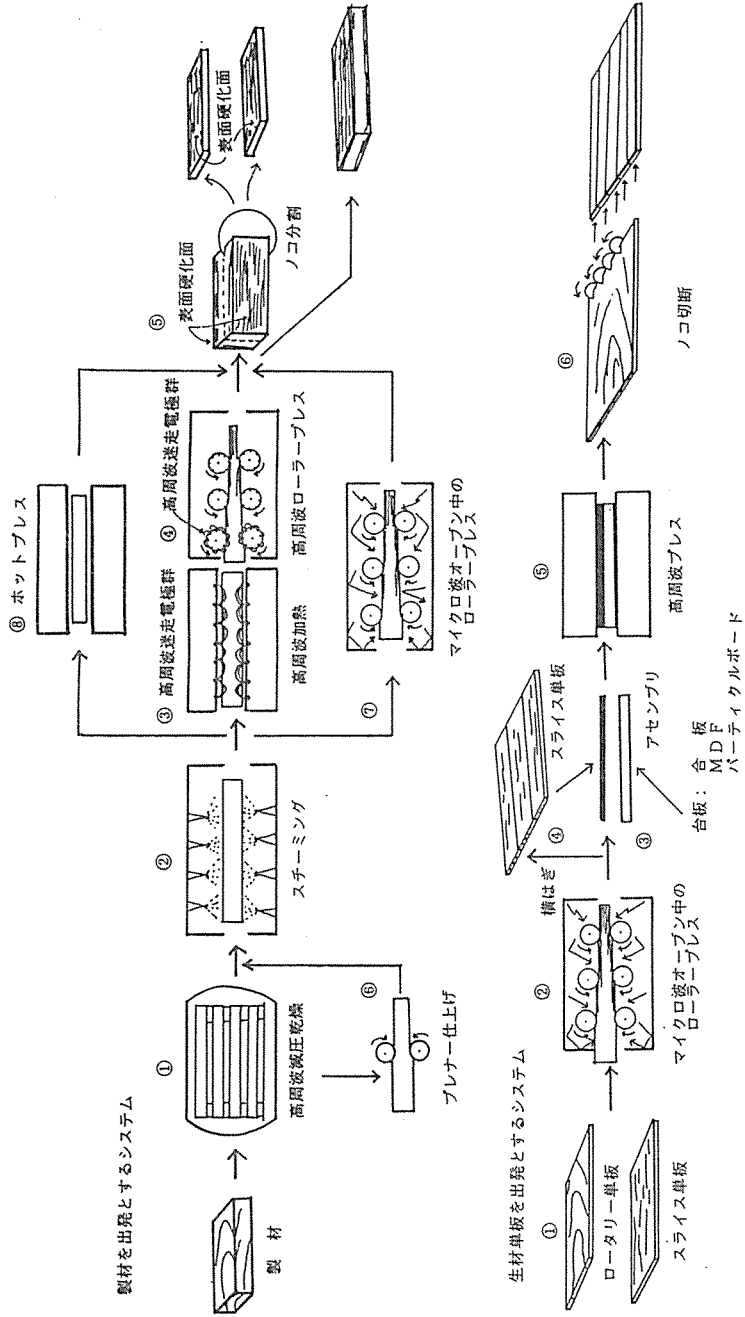
【期待される製品の用途の例】

- (1) 染色・着色木材：家具、建築内装用材、楽器・電気製品のキャビネット用材、運動具材、DIY用品、木工芸品、DIY用品、外装部材。
- (2) 表面硬化材：家具用材、建築内装用材、楽器・電気製品のキャビネット用材、運動具材、DIY用品、木工芸品、DIY用品、外装部材。
- (3) 無電解メッキ材：コンビニエーターなどの電磁波シールド用の壁材および床・天井材、OA家具用材。
- (4) 表面活性化木材：撥水性・染色性・着色性・濃色化・深色化・接着性の向上、撥水性建築外装用材、家具および内装用材。
- (5) 化学修飾木材：楽器用材、キッチン材、トイレ等の耐水性・耐腐朽性家具および内装材。

物理的方法による表面圧密化システム

【概要】

針葉樹や軽軟な広葉樹の表面を熱や高周波を利用して物理的な方法で圧密化し、耐久性を向上させさせるシステムを開発する。蒸気などを利用して従来の方法ではもどりが大きいので、マイクロ波や高周波を利用して水分存在下で木材の温度を100°Cより相対高く上げて分子の滑りを促進し、水分放湿過程におけるクリープにおけるクリープを利用して流動性を付与するとともに、乾燥過程で変形をセツトする。これにより、もどりが少なく、表面を選択的に圧密化する連続システムを開発する。



【期待される具体的な製品の例】

- (1) 家具用材：机・テーブルなどの天板、食器棚・収納家具の鏡板、椅子部材。
- (2) 建築内装材：フローリング材、壁板、階段の踏み板、ドア用材、間仕切り用材。
- (3) 住宅外装材：外壁用材、玄関ドア用材。
- (4) 外構部材：ベンチ、遊具、ストリートファニチャー。
- (5) 土木・建設用資材：コンクリート型枠合板用単板。
- (6) 物流および産業用資材：パレット用材、キャビネット、DIY用品。

(ピックプロジェクト3)

「構造用集成材とこれを用いる大規模木構造物の開発」

強度信頼性が高く、かつ低コストの構造用集成材の製造システムを確立するとともに、これを用いた大規模な木構造物の効率的な部材加工および設計・施工技術を開発する。

<技術開発ガイドラインにおける位置付け>

I-1 原料の選択技術	II-7 防腐・防虫処理技術
I-5 新しい集成材等の製造技術	II-8 防耐火・難燃化技術
I-8 部材化・部品化技術	III-6 国産製材品の品質管理システム
I-10 品質保証技術	III-7 国産材の新加工システム
II-5 接着剤・接着技術	IV-5 大規模木造建築技術
II-6 塗料・塗布技術	IV-6 土木用資材への用途開発

1) 集成材用ラミナの強度等級区分および強度保証技術

構造用大断面集成材に適した国産材および外材の供給体制の安定化をはかるとともに、標準的なラミナの寸法および品等区分法、とくに効率的な機械的な強度等級区分法とたてつき材の強度保証法を確立することが必要である。

2) 効率的な集成材製造技術

ひき板の切削工程の高速化、グレーディングおよびたてつき工程の効率化、ラミナのアSEMBル工程の自動化を進めるとともに、通直材やゆるいわん曲材の積層接着工程に高周波加熱方式や表面予熱方式を導入して接着硬化時間の大幅短縮と連続生産を実現する。一方、従来の方式にとらわれない新しい形状の集成材の開発も求められる。

3) 集成材の部材加工技術

集成材部材の定尺定寸切断，直角度加工，表面仕上ならびに継手仕口加工およびボルト孔開けなどの精度向上と，専用加工機械の開発による効率化をはかる。

4) 集成材の強度性能評価技術

集成材の信頼性理論に基づく性能評価法を確立するとともに，曲げや引張のほか部分圧縮，引張，割裂，クリープ，座屈等に対する応力～変形性状を明らかにするとともに，わん曲，テーパー，I形等の部材設計法を最適化する。

5) 大断面部材の接合技術

従来のボルトやジベルにかわって，施工性がよく接合効率の高い新しい接合法を開発する。金物のほか接着接合をも導入して効率向上をはかる一方，検査方法を開発してその信頼性を高める。また，部材の接合や構造物の建方に作業ロボット等の導入による機械化が求められる。

6) 大規模木構造物の構造性能評価技術

標準的な大規模木構造物に対する長期荷重，風，地震力に対する性能を理論的および実験的に明らかにし，現行の保有耐力設計法を確立するとともに，限界状態設計法への移行に必要なデータの蓄積を進める。

7) 開発の目的とする構法システム

a 高効率接合法 (High Strength Timber Joint)

部材接合部に設けたスリットに多数の孔の開いた鋼板ガセットを挿入し，そこに接着剤を流し込んで集成材－鋼板間を接合する。次に部材端部の鋼板を相互に高張力ボルトで接合し，鋼板部に集成材カーバーを付ける。

b 軸ボルトによる現場接合

部材断面の周辺付近に有孔をもつ集成材を作製し，その孔に長軸ボルト

を通し，そのボルトを用いて信頼性の高い継手・仕口接合を構成する。

c 簡易接着接合

部材を標準化し，各部材の端部を留め加工し，その端部をWPC化またはFRPで強化する。部材相互の接合にはガラス繊維充てんエポキシ樹脂接着剤を用い，部材自重による圧縮によって接着硬化する。

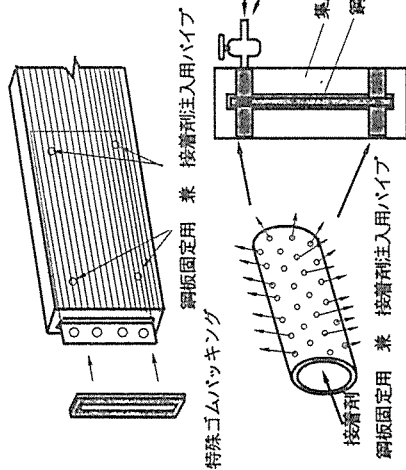
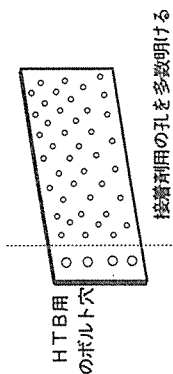
木構造における高強度接合法の開発

【概要】

大規模木構造の梁-梁または梁-柱接合部には、これまで「釘」、「ドリフトピン」、「ボルト」、「ラグボルト」といった、いわゆる「機械的接合具」と呼ばれる接合具が用いられてきた。これら機械的接合具による接合法は、長年の実績に培われた信頼性と施工性の容易さという面で優れた方法であるが、審美性、屋外で使用した場合の耐久性、設計条件によって材料に割裂きを生じる等の改良すべき点も多い。本課題では、機械的接合具を用いる従来の方法とは異なり、接合部に設けたスリットに多数の明いた鋼板ガセットを挿入し、そこに接着剤を流し込んで梁-鋼板間を接合する。これによって従来の機械的接合法ではその達成にある程度限界があった審美性、屋外耐久性、初期剛性、終局耐力等に優れた高強度接合法の実現を目的とする。

【内容】

High S_{tr}ength T_{im}ber J_{oi}ntの概念

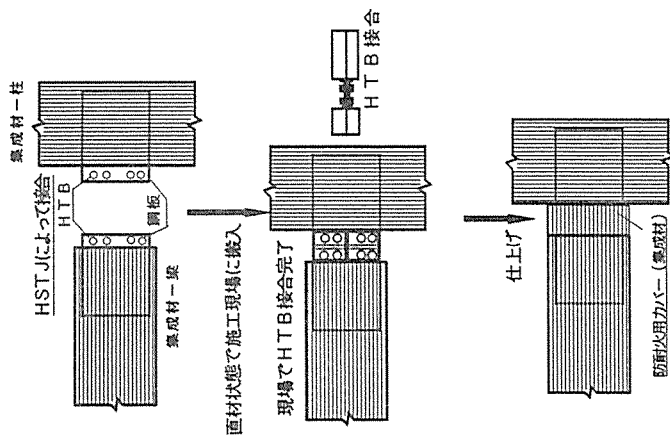


グルーアプリーケーターによる接着剤の注入（イメージ）

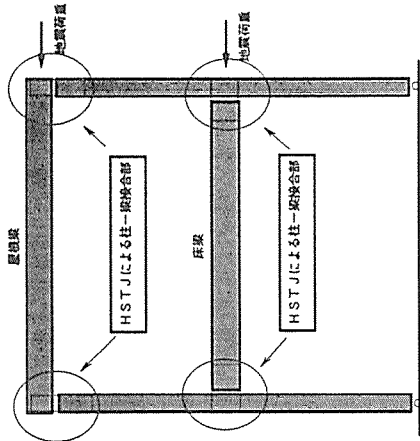
【期待される成果】

- (1) 従来からの機械的接合法において最大の欠点であった木材を割り裂くという破壊形態が発生しない高強度ならびに初期剛性の高い接合部の開発。
- (2) 野外で使用しても腐朽等の劣化現象を生じない高耐久接合部の開発。
- (3) 金属類を使用したことが外部からは一切見えないので、木材の美しさを損なわない審美性に富んだ木質系大梁構の開発。

施工手順



完成例：通直集成材によるラーメン架構



大断面集成材の軸ボルトによる現場接合法と構造物の構造安全性

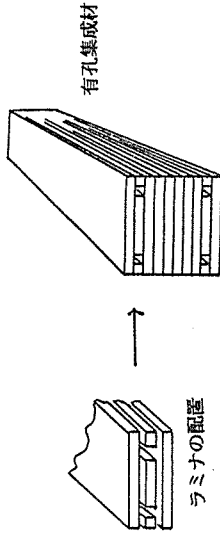
【概要】

集成材においては、所定のラミナを幅方向に間隔を開けて配置することによって比較的容易に有孔材（軸に平行する貫通孔）を得ることができる。この孔に軸ボルトを通し、他部材を締め付けることによって現場で信頼性の高い部材接合が可能となる。本課題においては、軸ボルトによる集成材の継ぎ、仕口接合を考究し、さらに本システムによる大規模集成材構造の可能性を検討する。

【研究課題の内容】

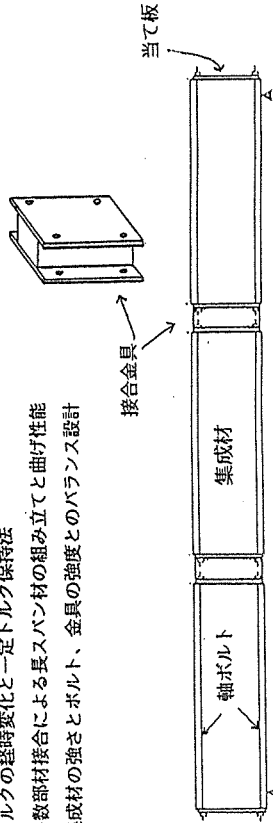
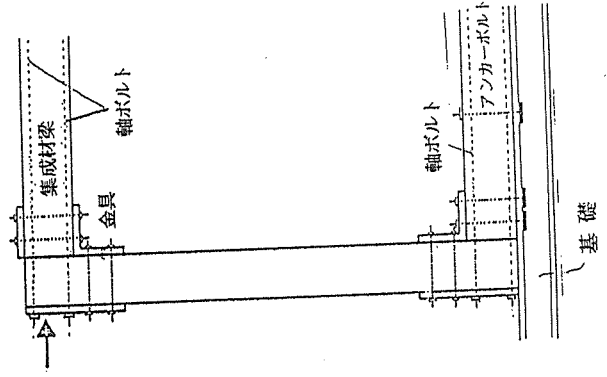
- (1) 有孔大断面集成材の製造法の検討
積層接着時のラミナ配置による有孔材の製造
- (2) 軸ボルトによる集成材剛性の向上
- (3) 軸ボルトによる集成材の継ぎ法の開発

- * 曲げ剛性
- * 締め付けトルクの影響
- * トルクの経時変化と一定トルク保持法
- * 多数部材接合による長スパン材の組み立てと曲げ性能
- * 集成材の強さとボルト、金具の強度とのバランス設計



(4) 軸ボルトによる集成材の仕口接合法の開発

- * 高重と変形角の検討
- * 締め付けトルクの影響



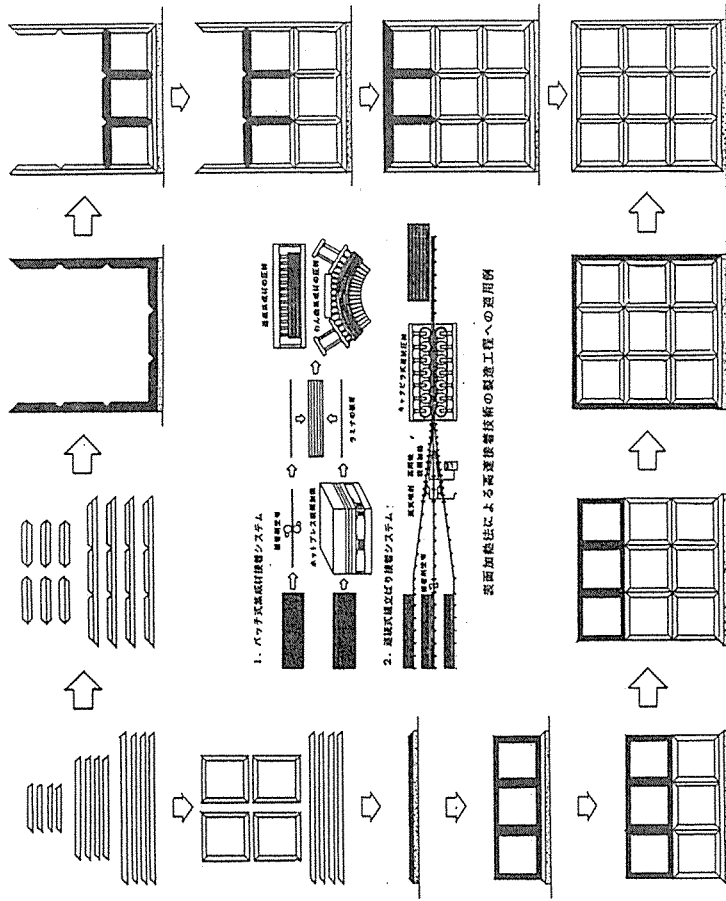
(5) 軸ボルトを用いた構造体の構造試験

- * 門型ラーメンの構造試験
- * 門型ラーメンの構造解析
- (6) 軸ボルトを用いた集成材大規模構造のモデル設計と実大試験
- (7) 本構造の可能性の検討

集成材の高速接着法と部材・架構の簡易接着接合法の簡易

【概要】

ひき板の表面をホットプレス等によって加熱し、この表面と他の接着剤を塗布した表面とを重ね合わせ、ロールプレス等を用いて直ちに圧縮・接着硬化し、短時間に集成材を製造する。また、一定の寸法の集成材の端部を留め加工し、その端部をWPC化またはFRPで強化した後、両端面にエポキシ樹脂接着剤を塗布し、部材の自重による圧縮力のみで部材相互を接着接合し、簡易な部品や架構を組み立てる。



【期待される成果】

- (1) 表面加熱方式により集成材を製造すれば、精製接着に要する時間を1日間から10～20分に短縮することが可能となる。
- (2) 留め加工接着接合方式により部品や架構を組み立てれば、部材の接合加工や現場の組み立て作業を大幅に軽減されることができている。

9 ニュープロジェクトの事例

(ニュープロジェクト1)

「レーザーインサイジングを利用した木材の防腐・防虫処理ならびに
乾燥技術の開発」

乾燥や防腐処理が困難な木材に対して、直径が0.5～2mm程度で、深さが最大で直径の80倍程度まで任意に制御できるピンホールを、ビーム特性を改善したCO₂レーザーによって最適な間隔で開けるインサイジング処理を行い、開けられたピンホールを利用して、木材内部の余分な水分を強制的に外部に逃がし、外部から防腐剤や防虫剤といった薬液を加圧注入する技術の開発を目的とする。

<技術開発ガイドラインにおける位置付け>

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| I-3 新方式による切削・切断技術 | II-7 防腐・防虫処理技術 |
| I-4 新方式による乾燥技術 | II-8 防耐火・難燃化技術 |
| I-8 部材化・部品化技術 | II-9 新しい処理技術 |
| I-9 複合化技術 | IV-3 部材部品（建具）生産システム |
| II-2 染色着色技術 | IV-4 外構部材の技術開発 |
| II-3 樹脂処理技術 | IV-6 土木用資材への用途開発 |
| II-5 接着剤・接着技術 | IV-8 家具・楽器・運動具等への利用技術 |

1) 基礎的研究

* CO₂レーザーの特性（出力，モード，ビーム広がり角，パルスの発振形式と周波数）を把握し，インサイジングに適したビームを作り出す。

* レンズ（材質，口径，焦点距離）による穴形状を把握し，合目的なレン

ズ選択メニューを構築する。

*アシストガス（空気，不活性ガス）の加工面への影響を調べ，最適アシストガスとその流量を決定する。

*照射条件と穴形状（ピーク出力，照射エネルギー，照射時間，焦点はずし距離，加工物の材質，含水率，照射面）の関係を把握し，被加工物の状態に左右されずに目的とするインサイジングが行えるソフトウェアを開発する。

2) 応用研究

*インサイジングパターン（ピッチ，間隔）や深さと誘導加熱乾燥における乾燥スケジュールの関係を明らかにし，単なる誘導加熱乾燥のスケジュールと比較・検討する。

*インサイジングパターンや深さと加圧注入による薬液浸潤能力の関係を明らかにし，従来の機械的インサイジングとの違いから，両者のインサイジングの位置づけを行なう。

*インサイジングパターンや深さによる被加工物の部分圧縮や曲げ強度の変化を調べ，用途に合ったインサイジングパターンを決定する。

*基礎と応用の研究結果を踏まえて，市販のCO₂レーザーの中から，レーザーインサイジングに適したハードウェアを選定し，場合によってはレーザーインサイジング用のレーザーの開発を働きかける。

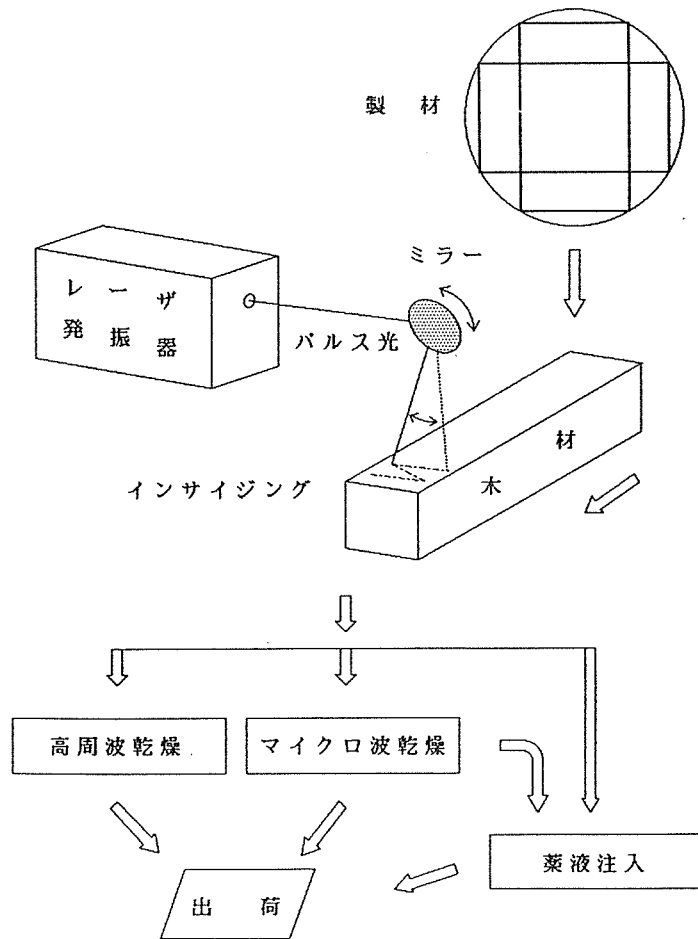
3) レザーインサイジング法の総合的評価と他の用途開発

*レーザーインサイジングを行なって，乾燥した材の視覚的評価や経年変化，防腐処理材の耐朽性を調べ，総合評価を行なう。さらに，レーザーインサイジングの利用による新しい機能を持たせた木材の開発を試みる。

4) レザーインサイジングの現状

*スギ，ベイツガの気乾材について，照射エネルギー約400J（600W，

0.67 s) で直径約 2mm, 深さ約 100mm のほぼ通直な穴が開けられること, 発振器の形式によって細長いピンホールや入口は細いが中へ入るにつれて広がる穴が開けられることなどが分かった。レーザー加工は熱加工の一種であるので, 穴の内面は炭化するが, その熱影響層は高々 0.5mm までであると思われる。



レーザーインサイジングシステム

(ニュープロジェクト2)

「木材加工技術におけるエキスパートシステムの構築」

わが国の労働状況は急速に変化しつつある。余暇を楽しむライフスタイルの定着、3K（危険・きつい・汚い）業種の敬遠、製造業の国際分業化などの理由から、若手労働者の製造業離れ、若い優秀な技術者の他の産業分野への流出や労働者の高齢化など、木材工業においても労働環境の変化への対応が迫られている。

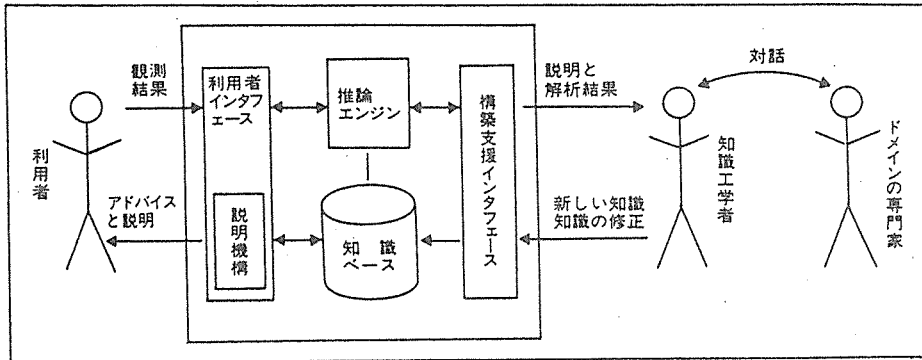
木材の加工は原料となる木材の不均一性、単純であるが工芸的に近い加工技術が要求されることなどの理由から、高度な知的判断や経験的判断を必要とすることが多い。木材加工の質的レベルを維持するには、自動化は必ずしも容易でない。

この課題の克服には、木材加工の技能者が経験とか伝承の中から蓄積した技術を、コンピュータを用いて未経験者にも加工の的確な判断として提供するソフトウェアシステム（エキスパートシステム）の構築がある。エキスパートシステムは、専門家の知識を知識ベース化し、推論を行って専門家と同程度の能力で高度な問題解決を行うことを目的としたソフトウェアシステムのことをいう。

<技術開発ガイドラインにおける位置付け>

I-1 原料選別技術	III-4 中小径木の自動製材システム
I-4 新方式による乾燥技術	III-5 中小径材の効率的乾燥システム
I-10 品質保証技術	III-6 国産製材品の品質管理システム
II-5 接着剤・接着技術	IV-1 木質建材情報システムの整備
II-6 塗料・塗装技術	IV-2 木造住宅の構法システム
III-1 国産材資源情報システムの整備	IV-5 大規模木造建築技術
III-2 素材供給体制の整備	IV-9 技術者教育・ジョブコーディネーション
III-3 国産材の高付加価値製材システム	

次の図は、エキスパートシステムの概要を示す。知識工学者は専門家との対話や文献から知識を収集し、知識ベースを構築する。利用者は、観察や計測によってコンピュータに情報を入力し、アドバイスとなぜそのような判断がなされたかについて説明を受けることができる。あるいは、コンピュータの出力によって直接に機械制御を行うシステムの構築も可能である。



エキスパートシステムの構築には、次の二つの要素が不可欠である。

① 木材加工技術に関する知識ベースの蓄積

個別の技術毎にノウハウを蓄積する必要がある。通常、『If A then B』のような、条件節の形で手続き的な知識として記述される。

② 知的ベースを基に推論を行う方法の開発

現在いくつかのコンピュータソフト（エキスパートシステム構築シェル）が開発され、比較的容易に入手できるようになってきた。

1) 樹種鑑定支援システム

外観、樹皮、材色、におい、木理など肉眼レベルの木材組織に関する情報、生産地、輸入先などの情報をもとに、樹種鑑定を支援するシステムを開発する。

2) 原料の形質・形状認識システム

原料の形質・形状認識は歩留りの向上や化粧材的な木取りを行う上で重要である。木材の形状やわずかな歪みは、節や障害などに起因することが多く、熟練技能者は経験によって感じとっている。より高度な木材加工の自動化には、このような木材構造と対応した形質・形状を認識する技術の確立が必要である。

3) 高付加価値製材支援システム

住宅内装材や家具用材など、化粧材的な製品価値を重視する集約的な木取技術を必要とする製材に適用するシステムを開発する。高度な熟練を要する国産材の中大径木で多品種少量生産をする場合を想定している。

4) 木材乾燥支援システム

木材乾燥は、経験的要素が重要な技術の一つである。樹種特性、初期含水率、寸法、材積、乾燥機特性など複雑な要因の組合せによって最適乾燥条件が決まり、決定論的な制御方法を適用しにくい。このような課題には、フェジイ（あいまい）制御を導入したエキスパートシステムが有効と考えられる。

5) 塗装カラーマッチング支援システム

塗装は熟練を要する技能である。樹種による塗料の吸い込みの違い、木材の色合いの違いに合わせた塗装の調整、天候や季節による乾きの差異など、状況に合わせた的確な判断が必要とされる。カラーマッチングを行うための塗装技術を分析し、システムを開発する。

6) 大規模木造建築設計支援システム

大規模木造建築は新規の木材需要の一つとして期待されているが、開発事例が比較的すくなく、設計者にとって木質材料の特性、接合部の設計法、おさまりなど把握しにくい事項が多い。また、建築に関する各省庁の法令や地方自治体の条例も多く、ハードな構造計算と同時に各種建築法令を念頭にお

いて設計を進める必要があり，これらを総合的に支援するシステムは大規模木造建築の普及の上でも重要な技術である。

7) 住宅の耐久診断システム

災害や腐朽などによる住宅の機能低下を判断する耐久診断は，安全性の評価や住宅の耐用年数の延長する上で重要な技術である。しかし，この分野の専門家は少なく，また適切な補修の判断が難しい。総合的な住宅の耐久診断と予防措置をアドバイスするシステムの開発を行う。

*効果：①初心者でも専門家と同程度の能力で高度な問題解決を行うことができる。

②熟練者が欠勤や退職しても対応ができる。

③なぜそのような判断がなされたかについて説明を受けることができるので，初心者への教育にも使うことができる。