

平成5年度 農林水産省補助事業

(財)日本住宅・木材技術センター事業

学校内装木質パネル化の調査研究報告書

平成6年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

はじめに

私共の社会生活は、誰もが論を挟む余地も無くしごく当たり前の事である通りで、常に環境と調和をもって成り立っている。

この環境と生活が適正に調和している時には、心地の良い生活リズムの毎日が送られる事となり、それ以外の時には心理的にも生理的にも生活のリズムがくずれ、時として心に大きなストレスを起こす重大な原因にもなると言われている。

従来はこのストレスの原因については、人間の集団生活における環境に起因するものとされてきた。

たとえば、子供たちの学校生活における校内暴力問題やいじめ問題についても、家庭や教育現場にのみ焦点が当てられて議論が交され、集団生活における物理的環境による原因からくるストレス問題についてはあまり注目をされてきていない。

勿論、集団生活に溶け込む事の出来ないといった事については、家庭環境や学校での集団生活等の環境問題が最重要課題だといえるものと思う。事実その通りだと言えましょう。

しかし、原因を作る要因の幾つかの中に物理的要因があるとすると、また、その要因が意外と今日の無機質による近代的物質文明の落とし穴であったとすると、私たちは大変な誤りを犯している事になるのではないだろうか。

例えばこんな一例がある。

アメリカのある学者が、犬をコンクリートの小屋と木の小屋で数匹ずつ飼ってその生態を継続研究したところ、木の小屋で飼育された犬は健康で温和に育ったが、コンクリートの小屋で飼育された犬は、気持ちも荒んだ性格で喧嘩っばやくなっていったそうである。

そんな情報を下に業界として、大学の先生に研究を以来したところ、マウスによるショッキングな研究成果報告を頂きびっくりした。

それは、コンクリートの飼育箱のマウスは短命で、かつ子供を生む数も少なく、生まれてきた子供を時にかみ殺すというケースである。

犬もマウスも人間も動物である事には変わりがないのであり、生あるものは毎日手や足が直接触れる生活材料から、目に見えない間に肉体や精神に大きな影響を与えて来ているものといえよう。

私共はかような背景の下、未来を背負う子供達が「心豊かな情操教育が出来る学校環境の場造を推進」する為に、関係各位のご支援を頂き、学校内装の木質リホーム化を促進する為に、如何にローコストで短期施工の可能性の道の模索について研究を致しました。

本年度は、研究の入口に初歩的にやっとたどり着いたところであるが、今後継続してより具体的に取り組んで行くものとしたい。

平成6年3月

学校内装木質パネル化研究委員会

目 次

はじめに	
調査研究要綱	1
第1章 木質内装パネル化の検討	4
1 木質内装パネル化検討の枠組	4
2 木質内装パネル化の狙いと問題点	5
3 壁パネル等の試作、試験施工	6
第2章 木質内装による居住性の改善	17
1 学校施設の木質環境	17
2 木質材料の環境材料としての特性	18
3 鉄筋コンクリート建造物の木質内装化による温熱環境の改善	24

調査研究要綱

趣 旨

生徒・児童に、暖かみのある教育環境を提供する一つ的手段として、教育施設の木造化の有効性がかなり広く認識されるようになってきており、新改築に当たっては、木造、あるいは内装に木質建材を採用する校舎等がかなり増えつつある。

一方、RC構造主流の時代に建築された校舎の中には、生徒数の大幅減少や教育カリキュラムの改定、設備の拡充に対応するため、リフォームの必要性に迫られているものが増えつつある。教育環境の改善はもちろん、地域林業・林産業の振興を図るためにも、こうしたリホームに対しても、木質化に積極的に取り組むことが重要と考えられる。

しかし、木質化による学校リホームについては経験が少なく、しかも、工期に制約あることから、パネル化等施工技術の工夫・改善・標準化について検討が必要と考えられる。

2. 課題と求める効果

2. 1. 課 題

- (1) 学校内の教室・廊下等に於ける無機質部分のの木質内装化によるリホームについて、工場生産・現場組立てによるローコスト短期工法等の研究を行い、学校衛生基準の向上への提案を行う。
- (2) 研究成果の実現化を目的にパネル化試作に取り組み、物性・強度・安全性等の品質試験を可能な限り行うことで、より現実的な木質化効果の提言を行って行く。

2. 2. 求める効果

- (1) 学校内の木質化の促進は、未来を担う子供達に温かみのある教育環境の場を提供する事となり、かつ、この事により、内地材を中心に据えた木材需要の拡大化が図られ、林業・木材業を始めとした川上から建設産業を含んだあらゆる分野までの川下産業の振興に資する事になる。
- (2) パネル化施工は、工場生産・現地組立が可能となり、学校の夏休み・冬休み等の期間を活用した施工が可能となり、既設校舎のリホーム化は教育現場への影響を最大限押さえる事が出来る。

3. 調査研究への取り組み

3. 1. 研究委員会の構成

- (1) より専門的ノウハウをもって、研究成果の構築を定められた短期間での研究に取り組む為に、静岡県中小企業団体中央会の個別専門指導の要請を行い、当会のコーディネイトをもって次の関係機関に協力を求める事とした。

結果、公設研究機関、関係行政、公共指導機関、関係専門企業の代表等に委員の委嘱要請を行い研究に取り組む。

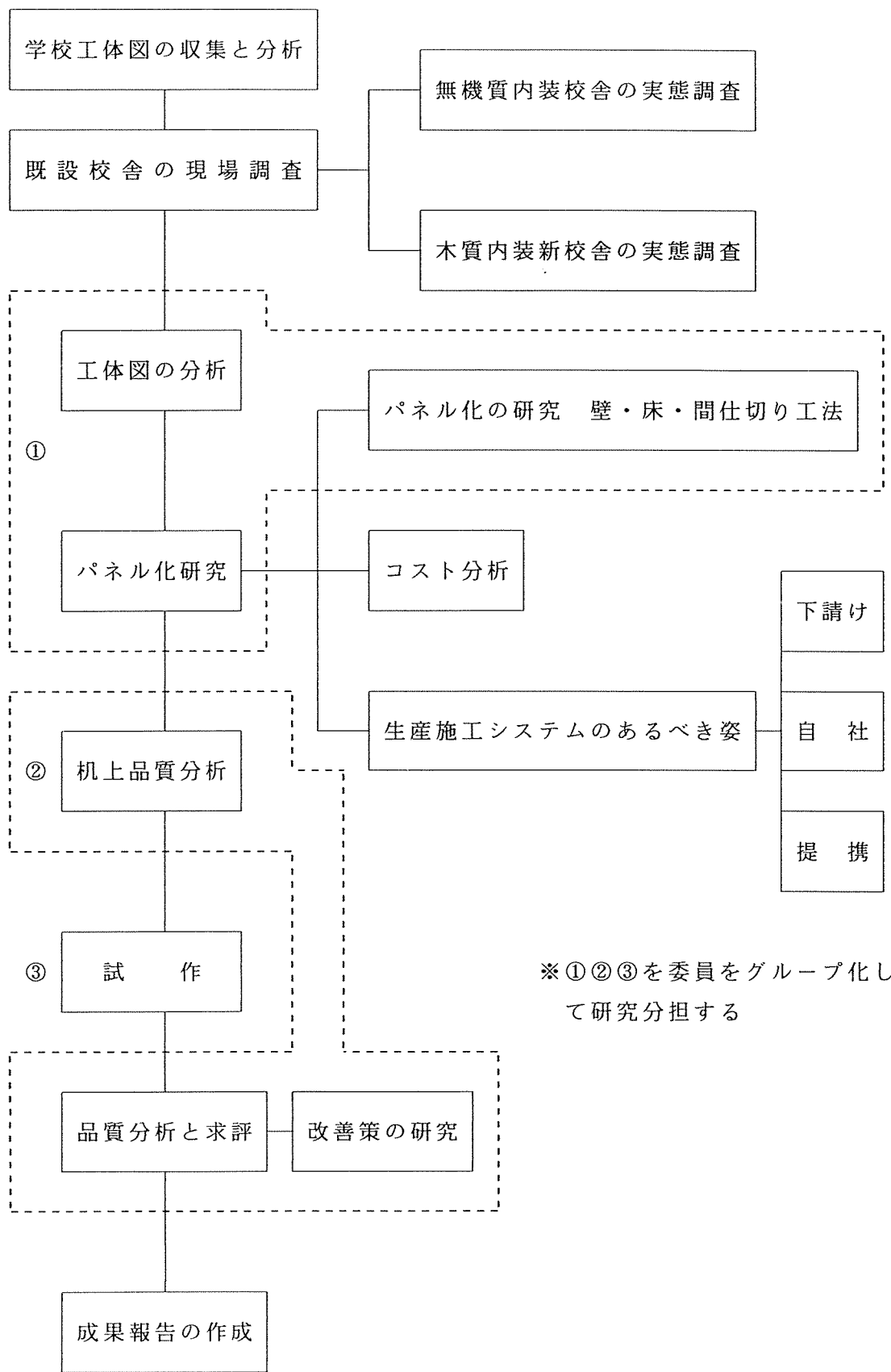
(2) 委員構成

所 属	氏 名
静岡工業技術センター	工芸技術部部长 神長邦夫
全	全 研究主幹 矢作充由
静岡市産業振興センター	主 幹 大田文明
富士木工株式会社	取締役社長 磯谷育男
協業組合ジャパンウッド	副理事長 南條至朗
企業組合針谷建築事務所	理事長 山崎善利
静岡県中小企業団体中央会	事務局次長 高塚篤
株式会社ヤマカ	代表取締役 影山善次郎・協業組合員
株式会社タキナミコーポレーション	取締役 滝浪龍司
木質内装材研究会代表	代 表 影山弥太郎
合 計	10名

3. 2. 研究事業の内容

- ・ 先進事例の調査
- ・ 既設小中学校の現地調査
- ・ 既設学校の図面収集と分析
- ・ 学校内装のパネル化の研究
- ・ 施工図面の作成研究
- ・ 行政関係への木質化意識の高揚啓蒙
- ・ 物性試験
- ・ 試作検討

3. 3. 研究フロー



第 1 章 木質内装パネル化の検討

1. 木質内装パネル化検討の枠組み

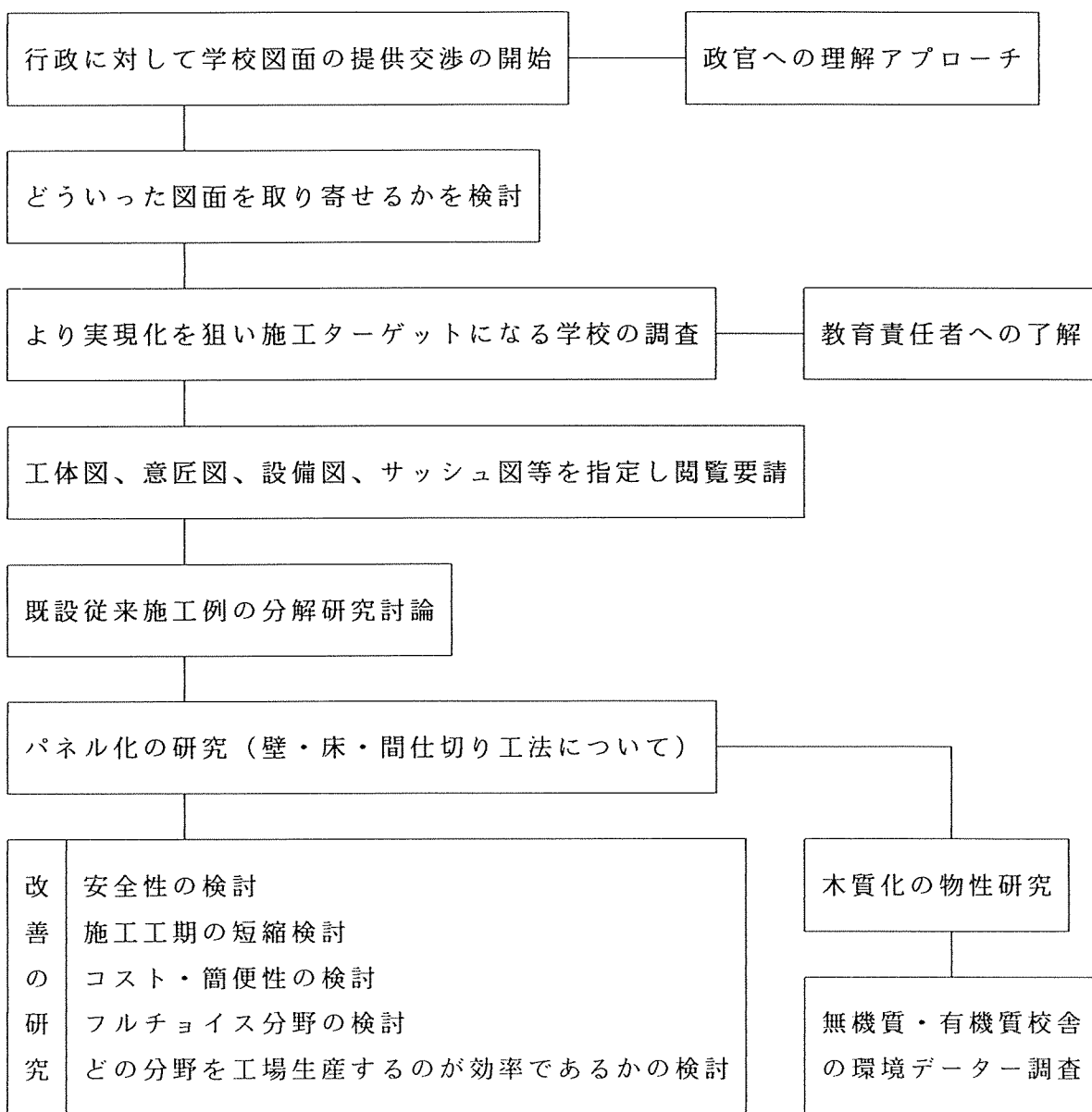
校舎木質化は、温かみのある教育環境づくりと木材需要の拡大を目的に、昭和60年文部省施設部長より推進通達が出された。

文部省の学校衛生環境基準は、教室内の温度を冬場は10度以上に、夏場にあっては30度以下、湿度については30～80%と定めている。

鉄筋校舎の無機質内装では、木質内装に比べこの基準をはみ出しているケース多いと言われている。

木質内装化の効果は認められているものの、施設管理者側が求めているローコスト短期工法が確立されていない為に、その普及は高まっていない。

そこでパネル化の施工方法について、以下のフローをもって研究を試みた。



2 木質内装パネル化の狙いと問題点

従来の木造による施工方法は、素材の大半を現地に持込み図面に合せ、かつ実査しながら切断と加工を行う為に煩雑な段取りとなり、一躍専門作業員の経験や勘に頼る事となり、工期も不安定で長期化が常識となっている。

また、現場の環境は整理整頓も不十分となり、安全作業も定かでない為に効率はさらに悪くなっている。

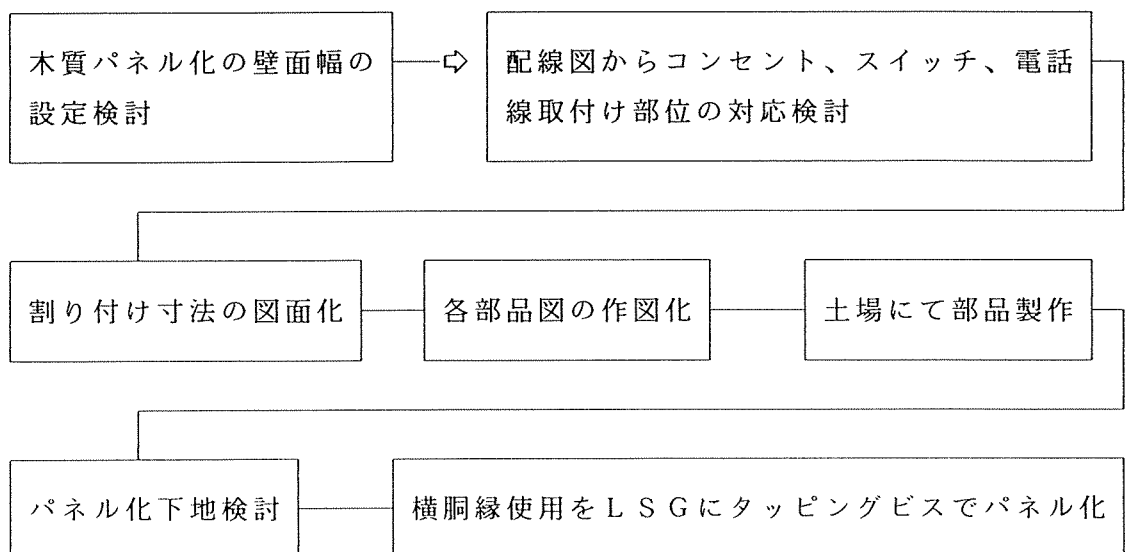
パネル化の狙い

- ・工場でのキット化（ノックダウンの部品化）による生産効率の向上
- ・キットの計画生産によるコストダウンの促進
- ・現地での組立と取付け作業が単純化し指揮者を除き単純作業員施工が可能
- ・工期の短縮
- ・現場の人工削減によるコストの削減
- ・キット化により素材加工の歩留まりを高める（残材を如何に少なくするか）
- ・現場作業の安全性の向上
- ・キット化により組立・取付け工の養成が容易
- ・出来不出来のアンバランの解消で均質均一な仕上がり

パネル化の問題点

- ・部品化にする為にはより正確な図面調達が必要となる
- ・工場生産は受注量によってはコストアップとなる
- ・より一層のコストダウンを計る為には下地外材表面内地材の検討も必要
- ・パネルの重量削減の検討
- ・スパンの幅を狭くする事で残材の少量化と共通パネルの拡大検討
- ・既存建築の精度が設置時の工夫を必要とする

試作の工程（リホームを前提とする）



3 壁パネル等の試作、試験施工

ここでは、①数種の壁パネルの設計・試作（図1-1～5）②鉄筋校舎内の木質内装の取付け方法について検討（図1-6）するとともに、③鉄筋コンクリート造建造物の木質内装化による温熱環境改善効果試験のための実験室（図1-7、8）の施工を行った。また、④静岡市内小学校の一般的なタイプの教室について、パネル化による施工図案（図1-9～11）を作成した。

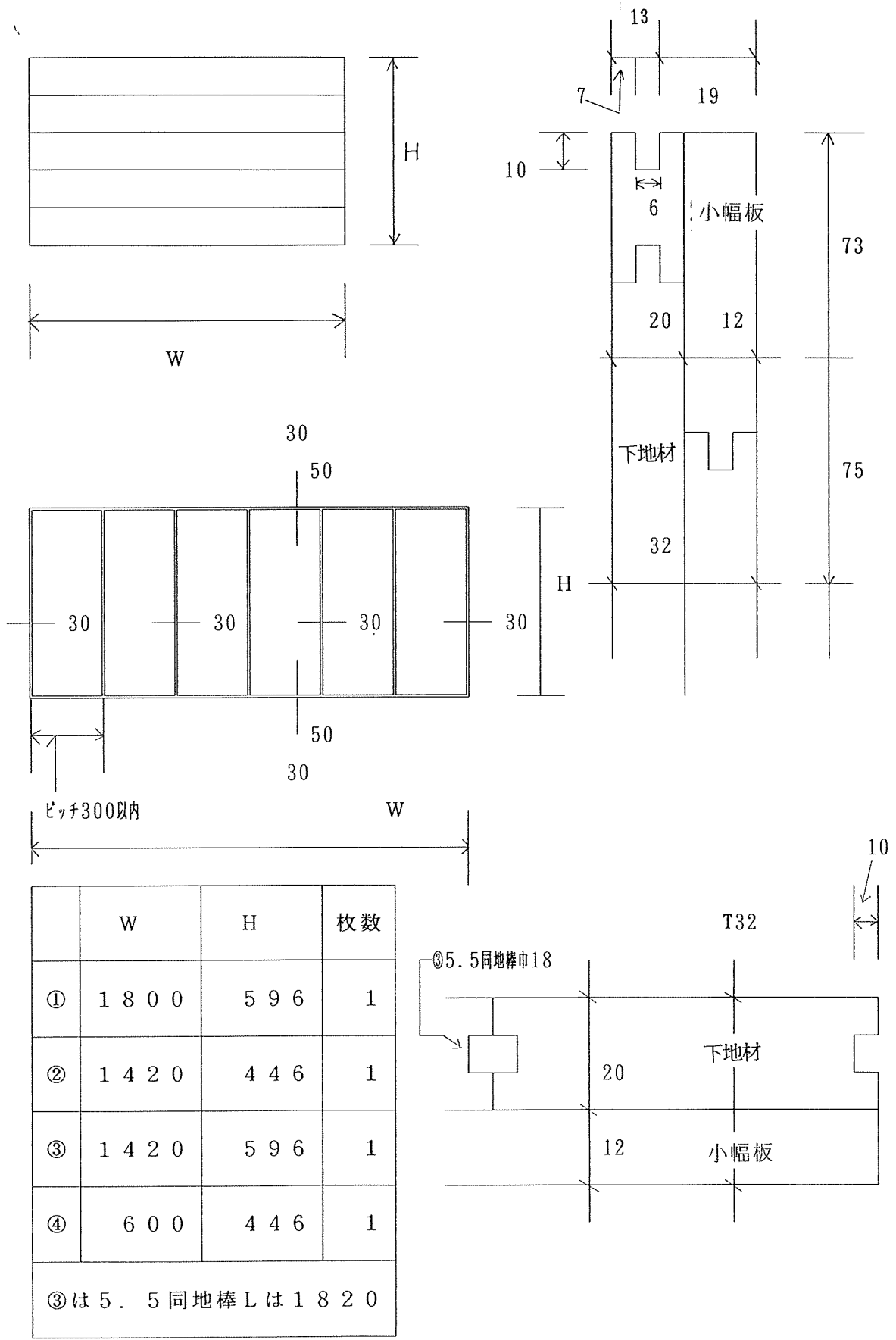


図1-1 壁パネルの試作案概略図

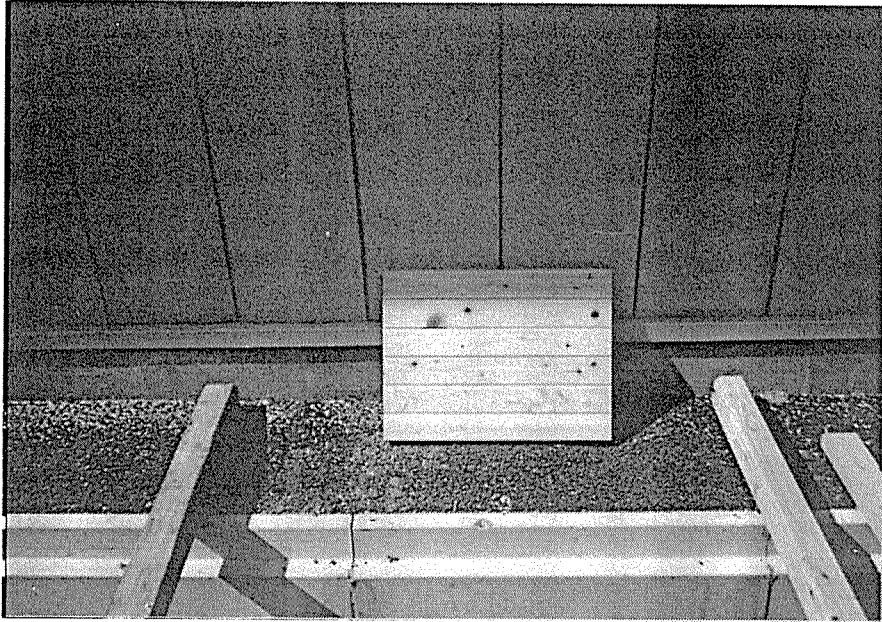


図1-2 小中板パネル（例1）

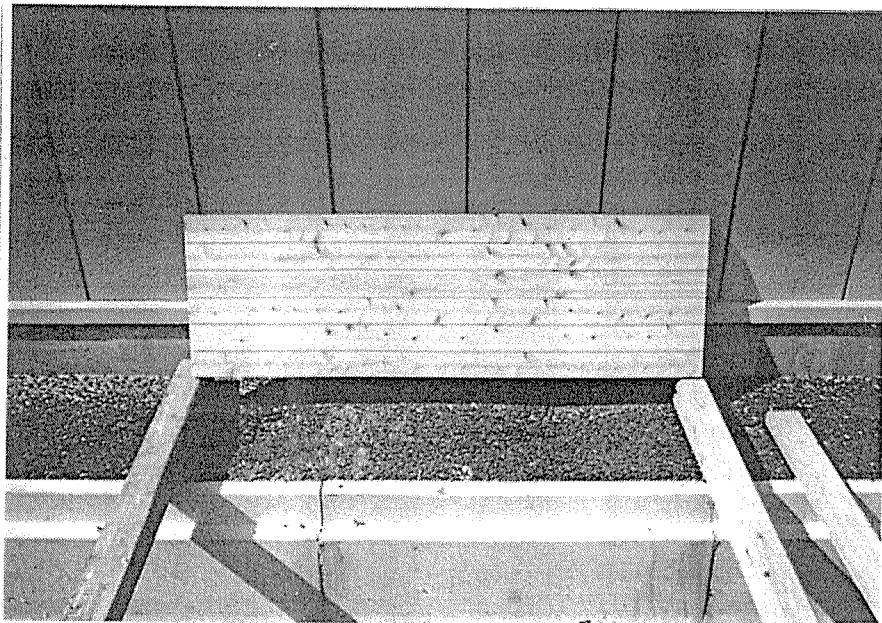


図1-3 小中板パネル（例2）

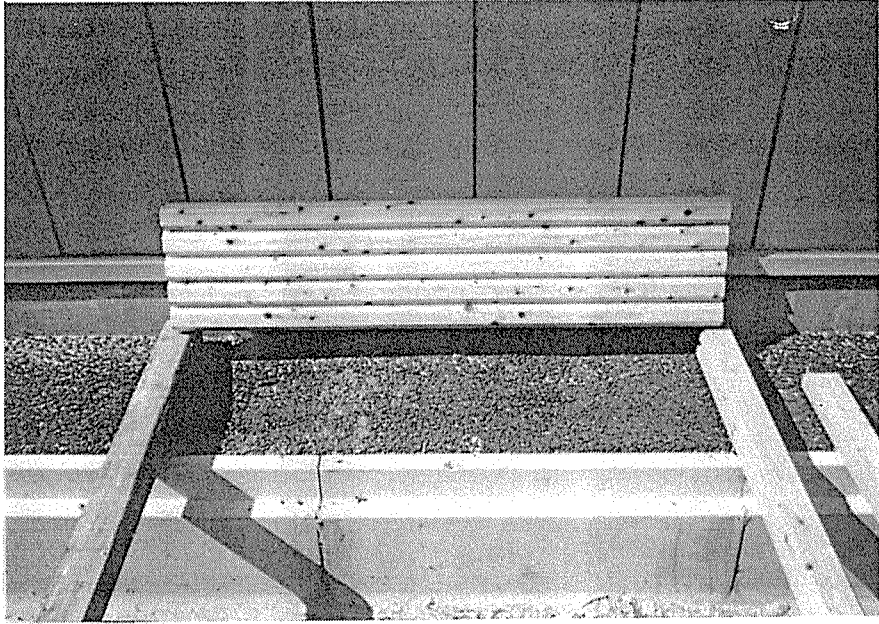


図1-4 ダイヤウッドパネル (例3)

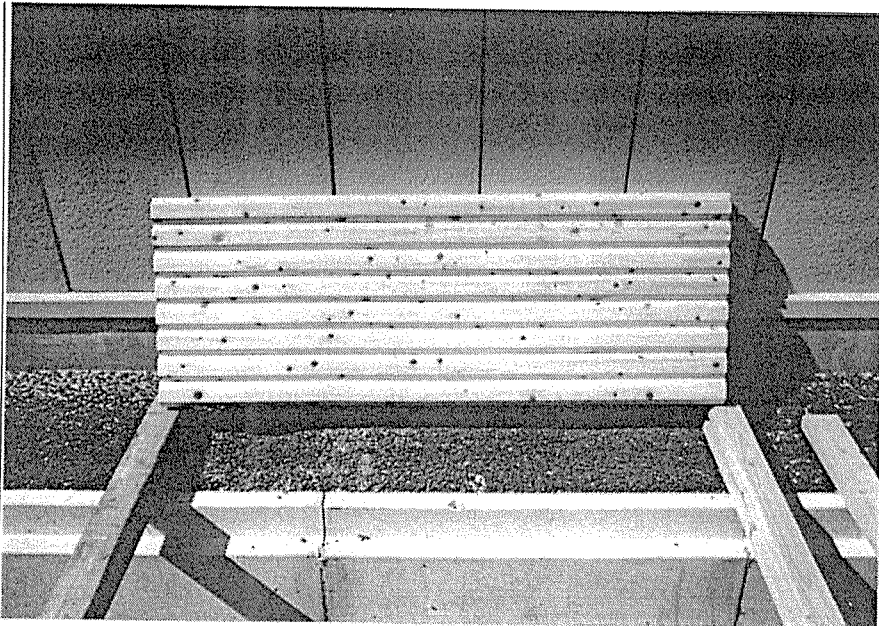


図1-5 ダイヤウッドパネル (例4)

図1-6 鉄筋校舎内の木質内装の施工について

A). 試験用床パネルの製作及施工

1). 製作について

イ). パネルの大きさ

560 x 3000 及 320 x 3000

ロ). パネルに使用材

ダイヤラッド小巾板 3000 x 80 x 15.

ラワン合板 1800 x 900 x 12

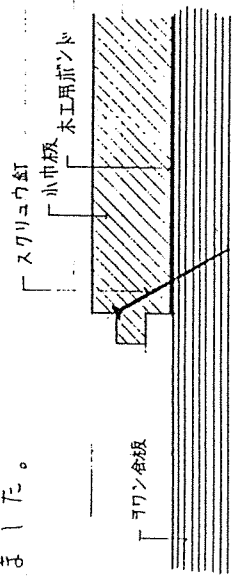
木工用ボンド

スクリュウ釘 L=24

ハ). パネルの製作

パネルの製作にあたり合板の大きさ及小巾板の張り枚数及経済性と施工性を検討いたしました。上記の大きさに決定いたしました。

合板の上に小巾板の裏にあらからじめ木工用ボンドを塗布しておいたものを乗せ、位置を定めてスクリュウ釘を300ピッチに打ち込み、パネルを製作いたしました。

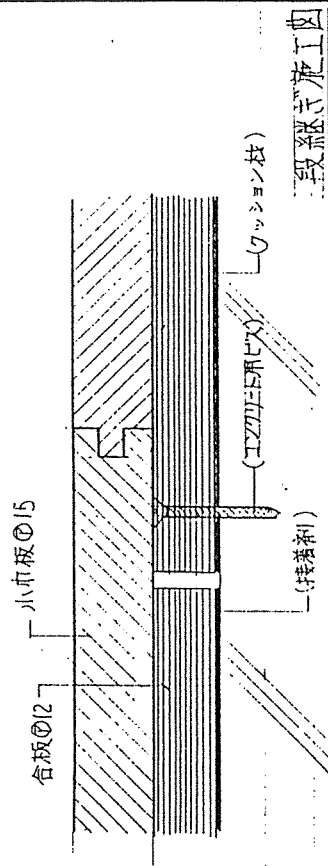


ニ). パネル取付施工

パネルの取付けにさいして、パネルの合板と小巾板に30mmの段差をつけるよりにしてパネルのずれ及び浮きを少しで号なくすよりに段継ぎにいたしました。

今回は床パネルを直接に既存のコンクリート床に固定しておりまして継ぎ部分の所に釘で1〜2ヶ所止めてあります。

パネルの施工性はやはり小さい方のパネルの方が軽い点及パネルのさりでは良かったと思えます。また小巾板の継のさりについてはパネルの製作する前に十分なチェックが必要であります。

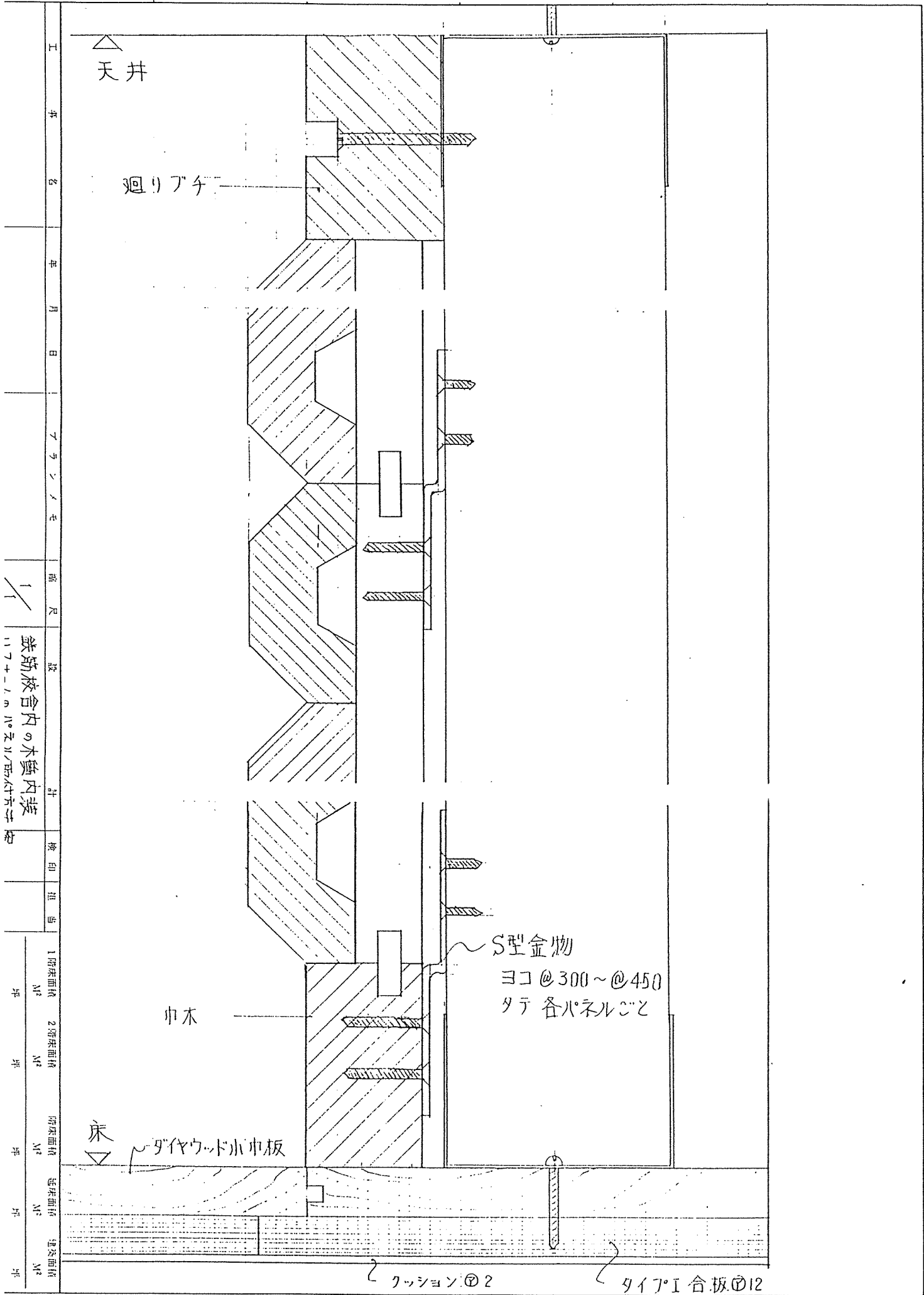


560 x 3000	320 x 3000

パネル配置図

工事名	年	月	日	プラン/ノミ	縮尺	設	計	検印		1階面積		2階面積		3階面積		建裏面積	
								当	担	M ²	坪	M ²	坪	M ²	坪	M ²	坪

B) 壁パネルの施工方法



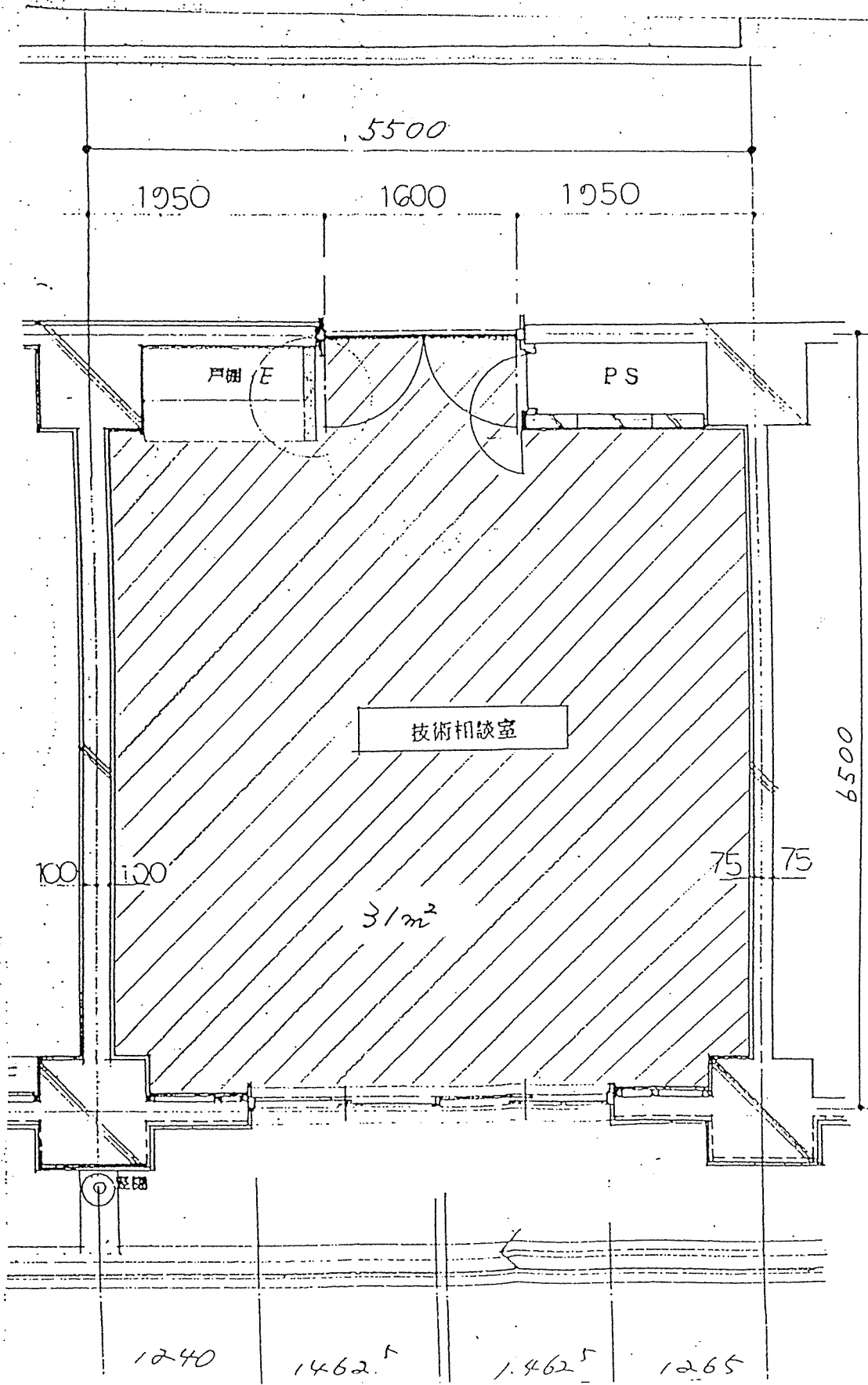
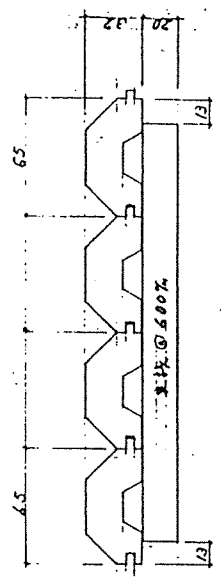
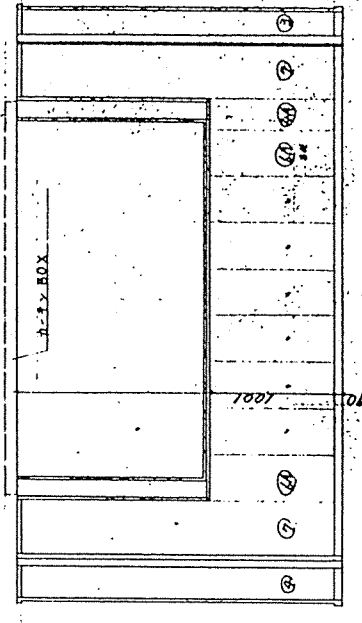
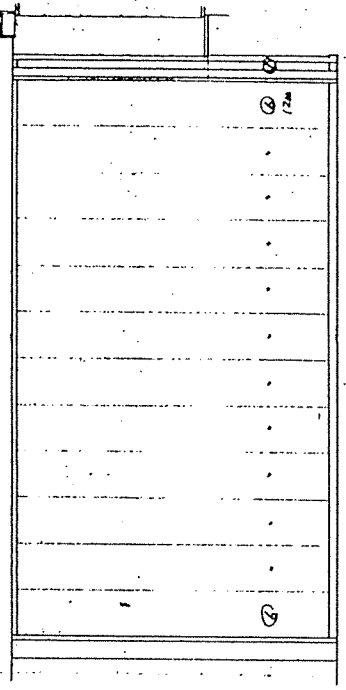
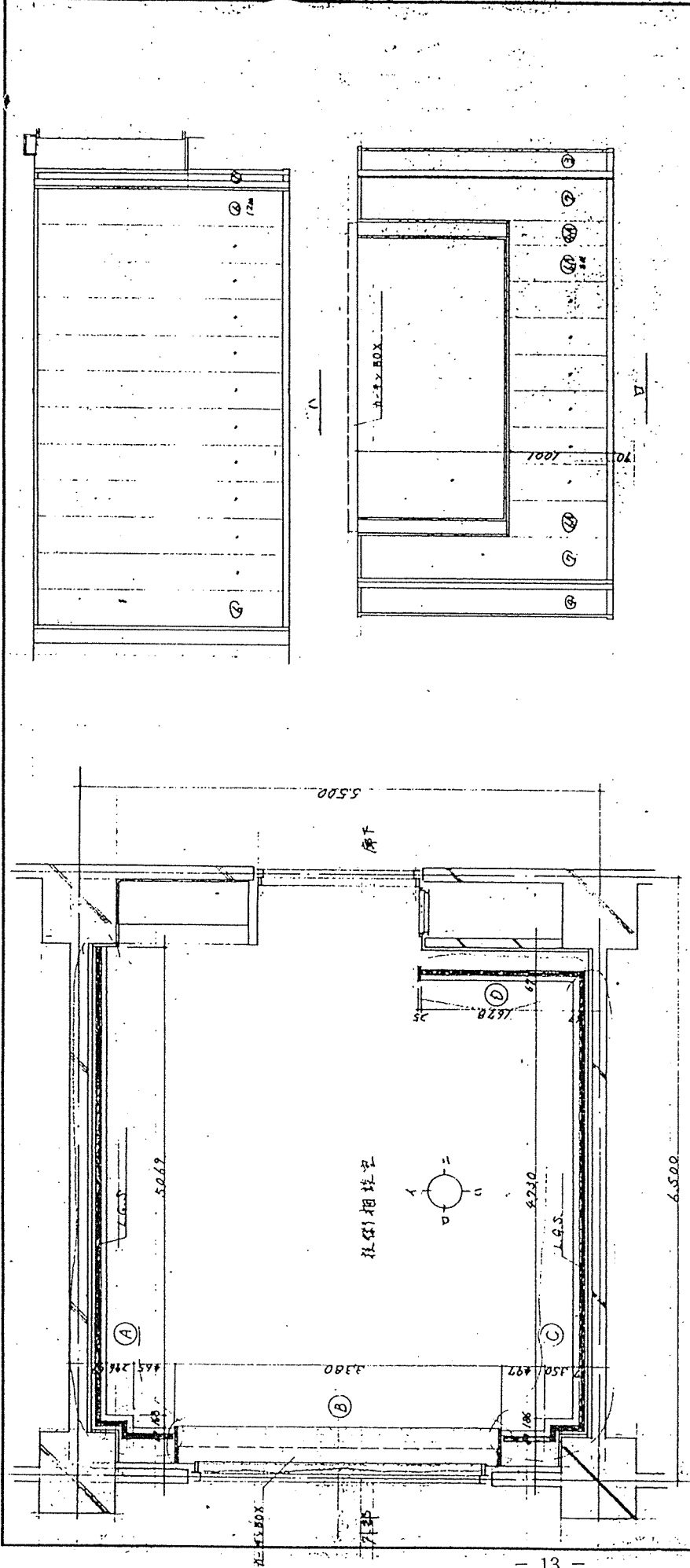
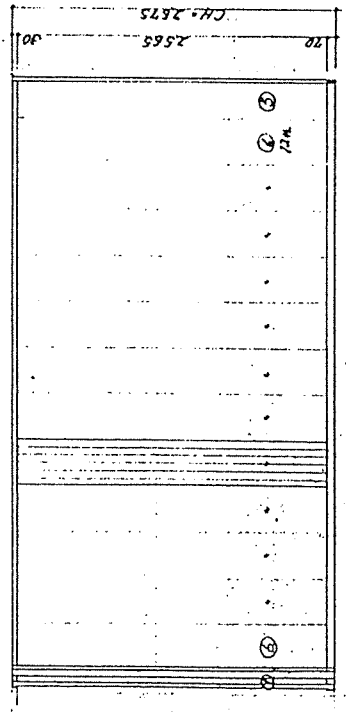
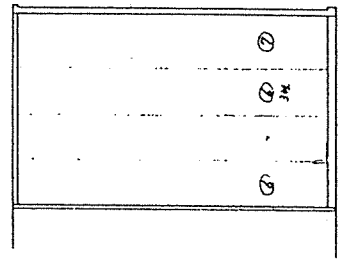


図1-7 木質内装化前の試験室の見取り図(1)

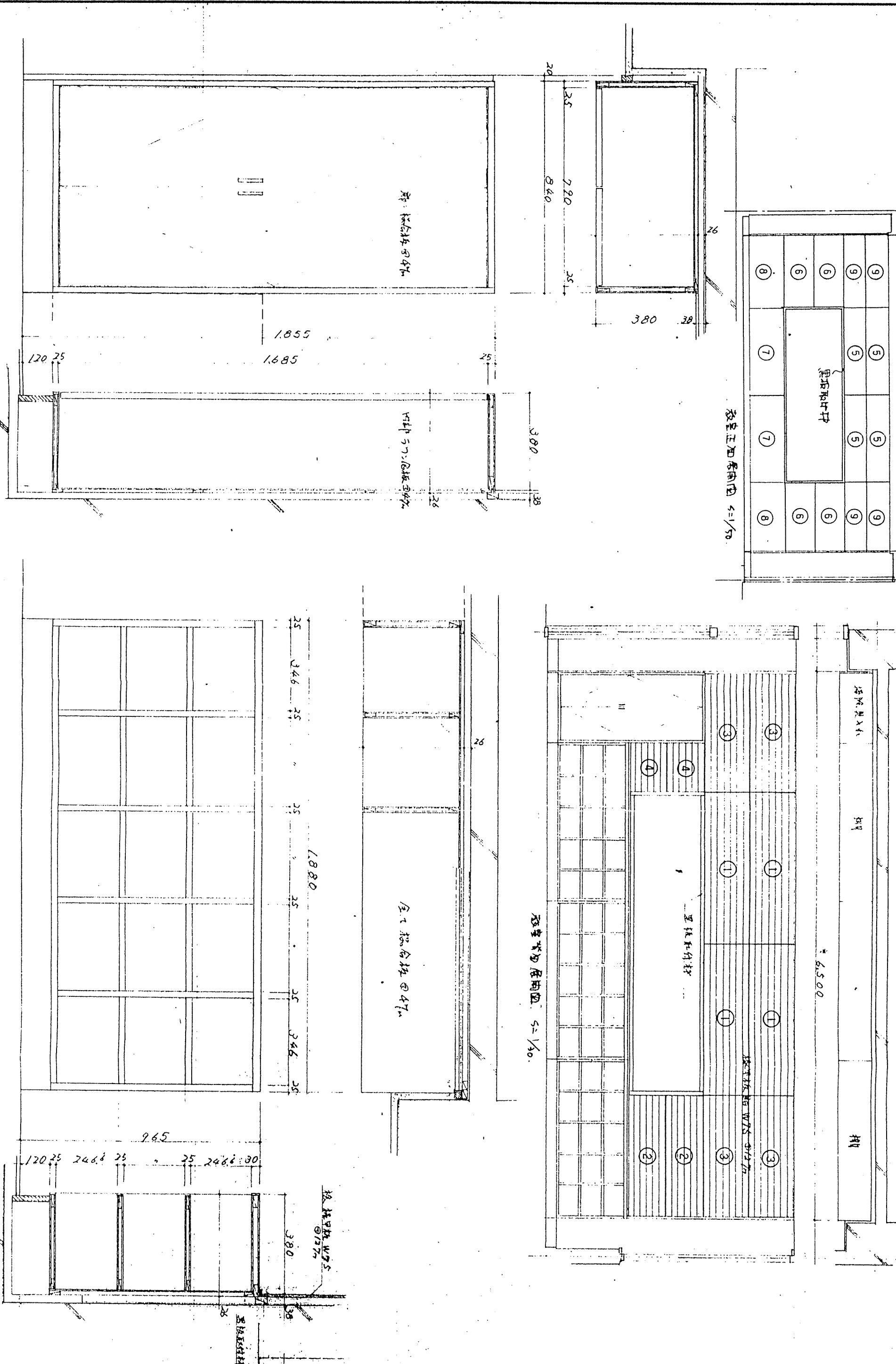


株式会社 東亜建設 工事

図1-8 木質内装化後の試験室の見取り図



図工	図名	図尺	縮尺	製図者	検査者
	図1-8	1/50		山本 浩一	山本 浩一
株式会社 東亜建設 工事					



採光用入札

図 1-9 静岡市内小学校教室木質内装パネル施工(案) 正・背面展開図

和

施工主 株式会社		設計 和		図面名 採光用入札 和		縮尺 1/50		発行日 93.11.27		枚数 3/3	
----------	--	------	--	-------------	--	---------	--	--------------	--	--------	--

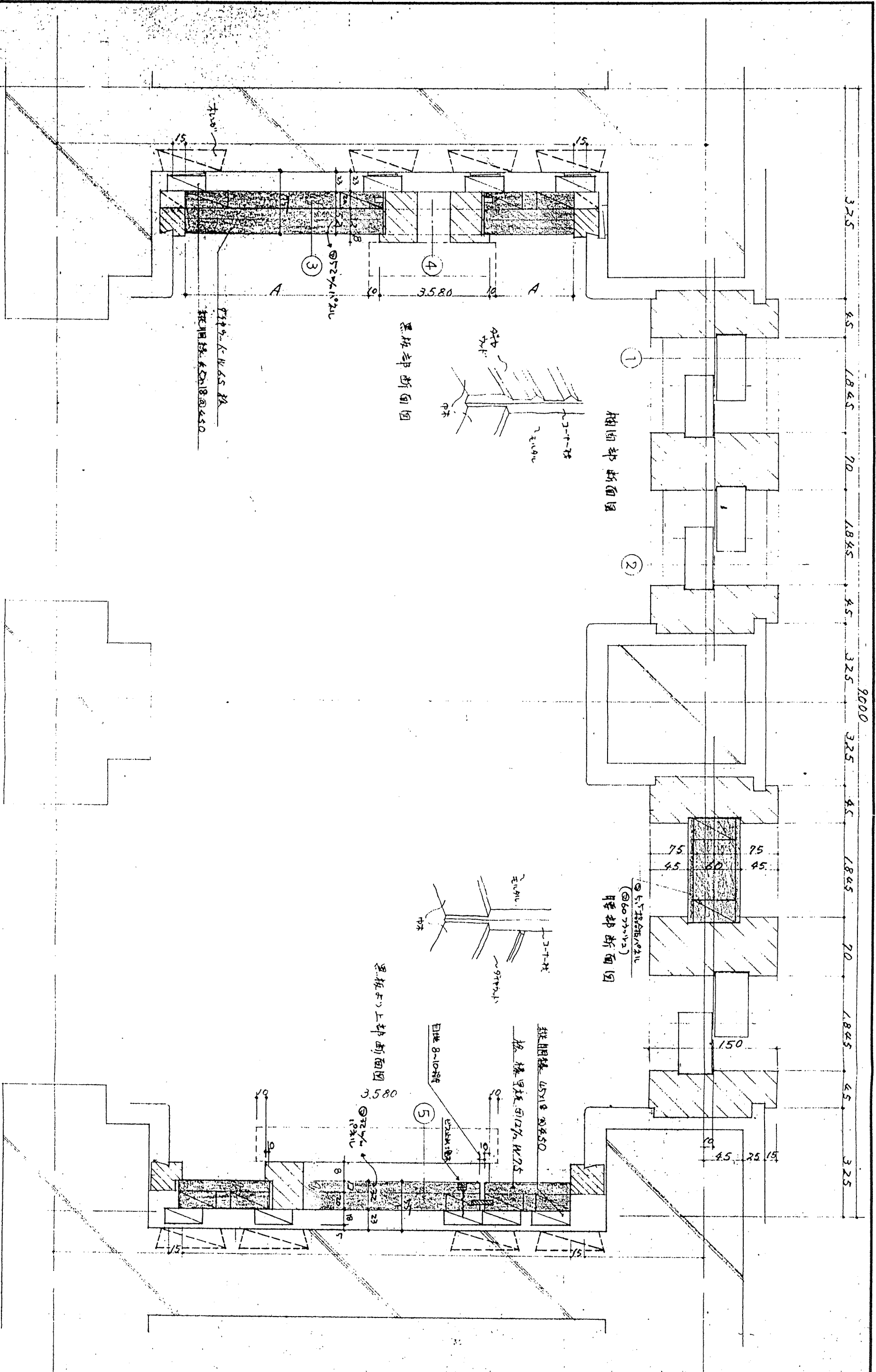
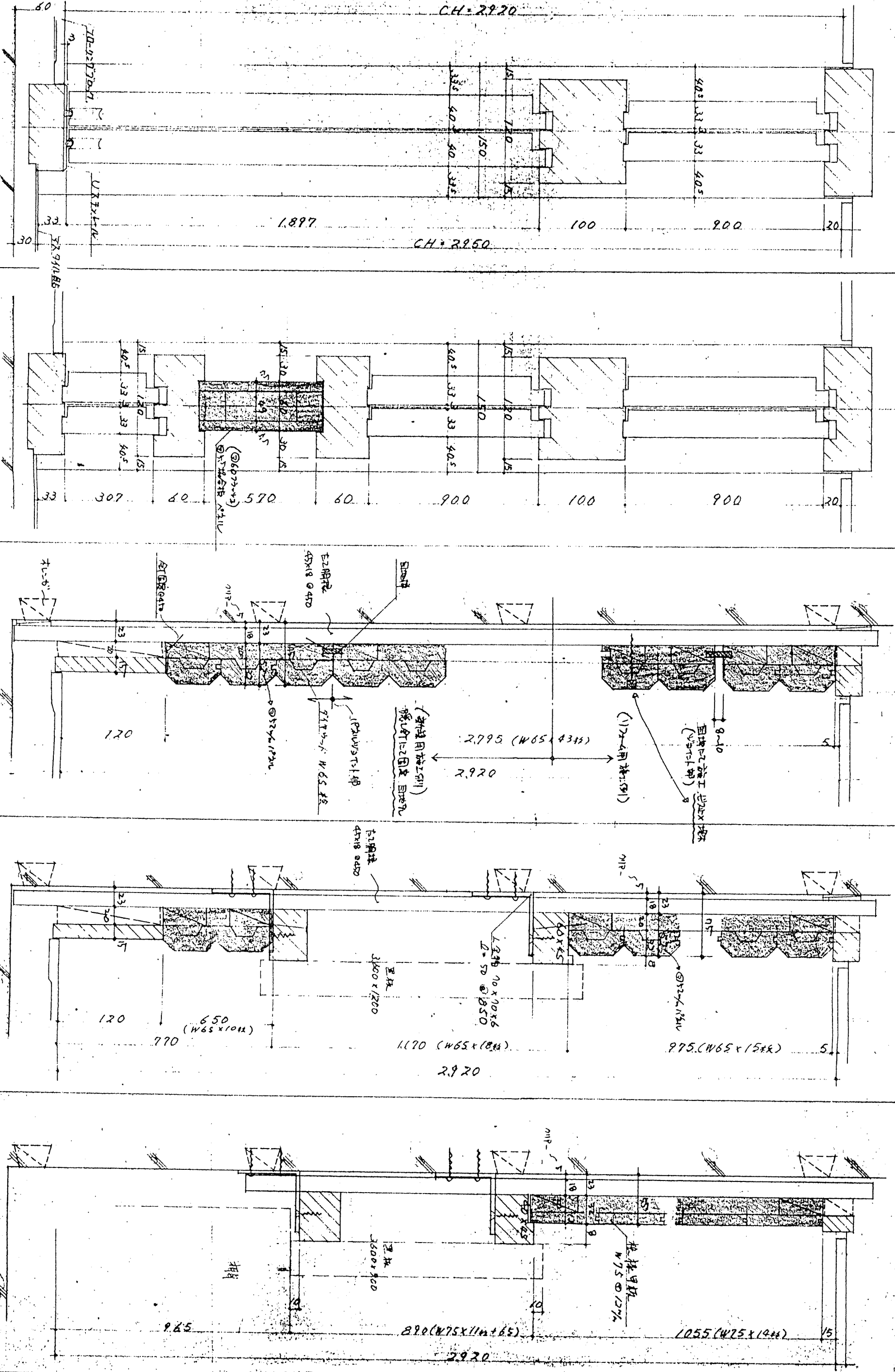


図1-10 静岡市内小学校教室木質内装パネル施工(案) 平断面図

5.1	段	平断面図	1/3
15	15	23.11.25	1/3
富士木工株式会社			

15#

1 教室 ~ 廊下
2 教室 ~ 廊下
3 教室 (前壁)
4 教室 (前壁板)
5 教室 (後壁板)



訂正 73.12.15 追加
H.3.11 建築士事務所

図 1-11 静岡市内小学校教室木質内装パネル施工 (案) 縦断面図

図名	縦断面
図番	1/3
日付	73.11.26
設計者	(印) 1/3

第 2 章 木質内装による居住性の改善

1. 学校施設の木質環境

学校をゆとりと潤いのある環境にするとして、1985年8月に文部省文教施設部長から学校施設に積極的に木材を使用するよう通知がだされた。ただし、この通知は、輸入木材の関税問題と関係した経済アクセスの経済的な要素が強く、この通知によって学校施設の木造化が急速に進んだとは思われない。しかし、学校施設に木材を使用する場合の補助率の引き上げ等により、学校施設の内装や設備等に木材の利用が増加しているのは事実である。教育の場における木質環境づくりとして、木材を学校施設に使用することが、どのような効果を持っているのか科学的に証明することは極めて重要であると考えられる。しかし、木質環境の教育的効果については、感覚的な部分が多くその解明は容易ではないと思われる。

木材に対する感覚としては、温かい、柔らかい等が挙げられるが、教育現場では木材についてどのように考えているのだろうか。大迫ら¹⁾が教師と児童・生徒に対してアンケート調査を行った例を示す。木造校舎のみを使用してきた教師の場合は、木造校舎に対して汚い、暗い、古い等マイナス的な評価が顕著であるが、木造校舎から鉄筋コンクリート造校舎に移動した教師の場合は、木造校舎に対して良い評価を示し、鉄筋コンクリート造校舎に対してうるさい、冷たい、疲れる、子供が落ちつかない等の評価をしている(表2-1)。これらの結果は、鉄筋コンクリート校舎は教師、生徒ともに落ちついて学習できない環境であることを示している。また、学習用の椅子を親子作業によって作製した小学校高学年の児童を対象に木質材料の意識調査を行うと、都市部の児童については、冷たい、においがいや等マイナス的な評価をし、山村部の児童については暖かい、においがよい等調査地域によってその評価が異なる(表2-2)。ただし、木材でつくられた机や椅子を3カ月間使用するとマイナス的な評価は激減する。このことは居住性に与える木材の優れた特性について一般的に認識されていないことにも起因すると考えられる。木質環境を経験すると児童は表2に示すように、木材に対して多くのプラス評価をし、また、木造校舎から鉄筋コンクリート造校舎に移った教師の感想も木造校舎への評価が高い。

表2-1 RC造校舎についての教師の感想項目

うるさい	子供が落ち着かない
声がこもる	湿気が多くなる
冷たい	すべりやすい
疲れる	硬い
あぶない	掃除の方法が変わる

表2-2. 木質材料の特性別反応

特 性	木材のプラス評価	木材のマイナス評価
視 覚 特 性	明るい、柔らかい、きれい、暖かい、自然の感じ、日本風	
触 覚 特 性	軽い、柔らかい、暖かい、歩きやすい	足ざわりが悪い、冷たい
聴 覚 特 性	音がしない、声がこもらない、うるさくない	音が響かない
嗅 覚 特 性	においが良い	においがいや
情緒関連特性	落ち着く、気持ちが良い、疲れない	不便で使いにくい
安全性関連特性	ころんでも痛くない、湿気が少ない、丈夫、すべらない、怪我をしにくい	こわれやすい
教育効果関連	掃除の効果があらわれる、みがくと光る	

2. 木質材料の環境材料としての特性

木質環境が、落ちつく、疲れない等教育環境として重要な特性を木材が持っていることは最近の研究によって示唆されている^{2) 3)}。これらは、被学習者（教師）と学習者（児童・生徒）が木質環境において情緒安定した状態であることを示し、木質材料が持っている複合的な特性によって説明することができる。本章では、木質材料の視覚特性、聴覚特性、触覚特性についてまとめてみた。

2.1 視覚特性

木材の長所の一つは、見た目の「暖かみ」、「親しみ」等が感じられることである。木材が見た目に暖かく感じるのは、木材が多孔質であり、熱伝導率が小さく、触れても冷たく感じないことを経験的に知っているためであり、木材の色調が暖色であることも暖かさを感じさせる要因になっていると考えられる。

例えば、木目を青（B）や緑（G）で印刷すると、黄赤系（YR）の色で印刷したものより暖かさのイメージが減少する（図2-1）⁴⁾。木材色の黄赤色が暖かく感じるのは、熱源色のイメージに関連があるものと推測される。また、木材は紫外線吸収が大きく眼に与える刺激が小さいこと、赤外線反射が大きいこと等も木材が暖かく感じる要因の一つであると考えられる。

木材の木理は生長輪であるため、柾目、板目、木口のいずれにおいても、どのように切っても交差しないほぼ平行なパターンが得られる。交差しないパターンは、一般にランダムな角度で交差するパターンに比べて「すっきりした」「落ちつきのある」「美しい」「上品な」「感じの良い」イメージを与える（図2-2,3）^{5) 6)}。

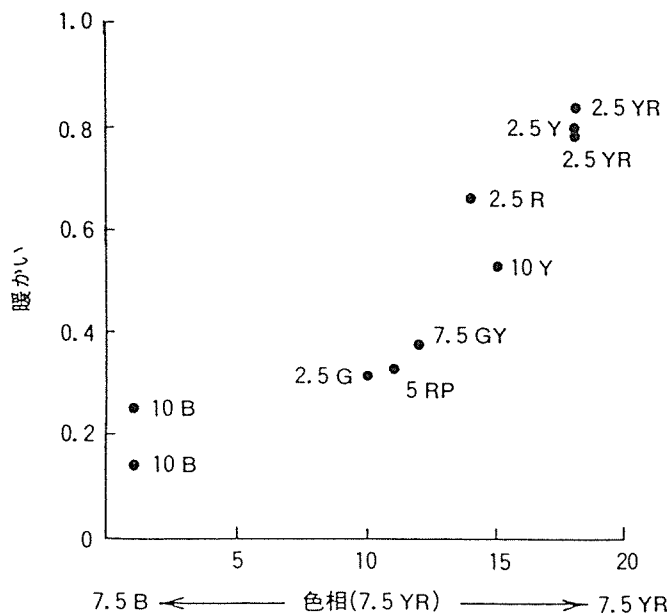


図2-1 「暖かい」と色相との関係

各種色相の原紙にチーク柾目調の印刷を行なったパネルを使用（増田稔，1985 a）

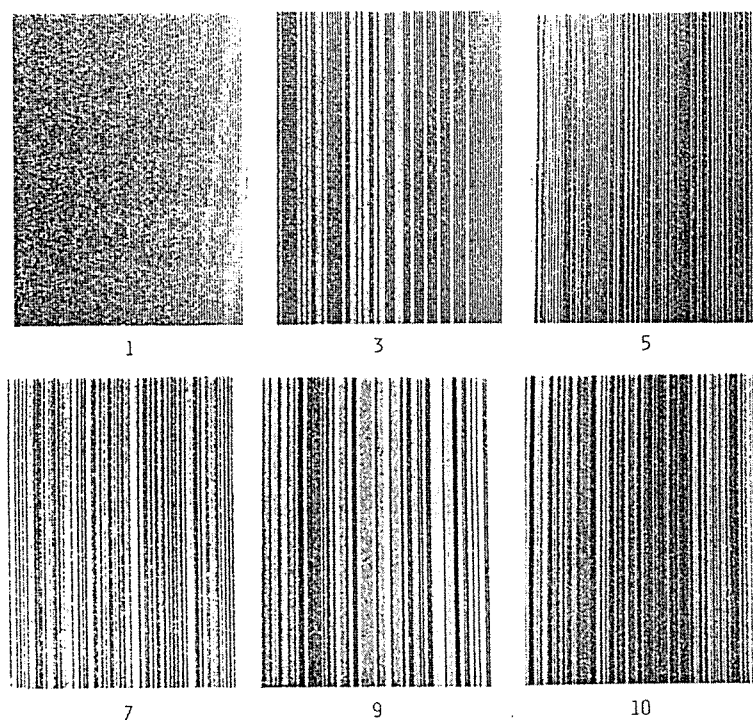


図2-2 縞パターンの例
数字は図3の各点の数字に対応する

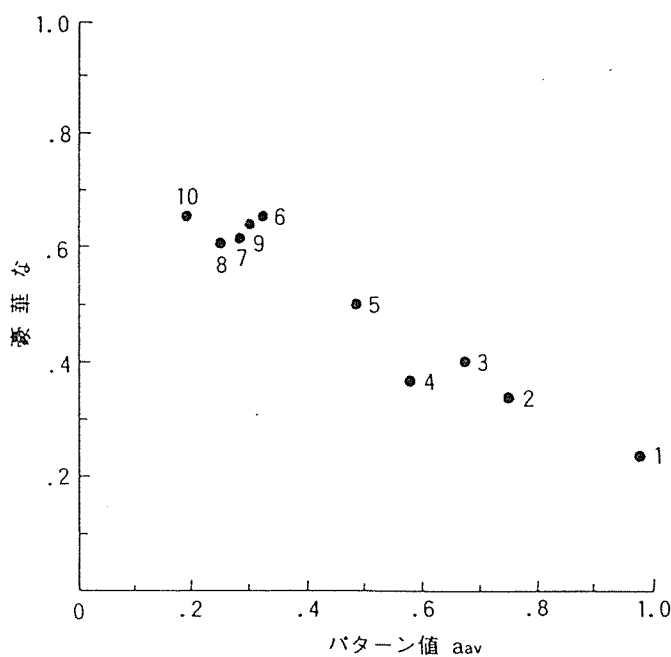


図2-3 「豪華な」とパターン値の関係——縞パターンの場合(増田稔, 1984 a)
縦軸は一対比較法によるイメージの相対評価値(図2-2参照)。
パターン値 aav は、ちらつき度、自己相関および規則性を基に著者が提案したパターンの数量化法による値であり、詳しくは文献(増田, 1978 a ; 1983 c)を参照されたい。

2. 2 聴覚特性

和室と洋室では、声の響き方に違いがあることをよく経験する。図2-4 に和室（畳、障子）と洋室（コンクリート造）において、拍子木を一定の強さで打ったときの衝撃音の音圧を縦軸にとり、時間経過による音の減衰を比較したものである。洋室での音圧は0.2秒経過しても続いているが、和室では音圧の減衰が速いことがわかる。これは、和室の内装が、木質、畳等吸音しやすいものでできているためであると考えられる。一方、洋室はコンクリート面により、音が反射して残響する。木質環境の「静かである」「うるさくない」「落ち着く」等のイメージはこれらに起因すると考えられる。一般に、部屋の中の会話や音楽の聴きとりやすさに関係するものは、残響時間と内装材の吸音率である。残響時間は、和室で0.2～0.5秒、洋室で0.4～0.6秒といわれるが、内装設計には吸音率を用いた方が便利である。表2-3 に各種材料の吸音率を示す。通常、周壁の平均吸音率は0.25～0.30が良いとされている。

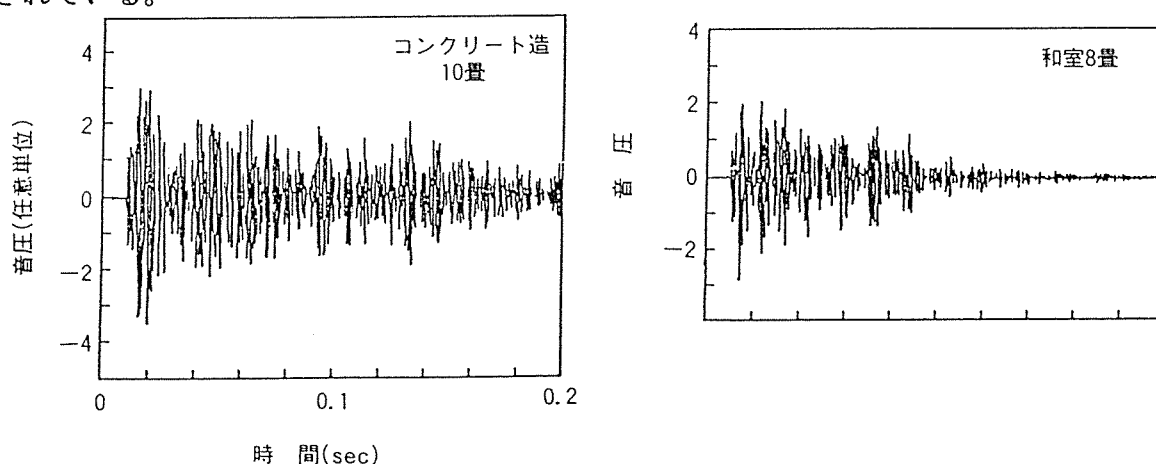


図2-4 和室と洋室における音の減衰
(斉藤寿義他)

表2-3 和室と洋室の内装の吸音率

部 位	周 波 数 Hz					
	125	250	500	1 k	2 k	4 k
合板壁 6 mm(中空)	0.20	0.20	0.10	0.08	0.08	0.08
和風しっくい壁 18 mm	0.04	0.05	0.06	0.08	0.04	0.06
たたみ	0.31	0.41	0.58	0.50	0.43	0.34
ヒノキフローリング	0.10	0.11	0.10	0.07	0.06	0.07
プラスター仕上げコンクリート壁	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
ビニル仕上げコンクリート床	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03
リノリウム	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03
カーペット(コンクリート上)	0.09	0.06	0.24	0.24	0.24	0.11

2.3. 触覚特性

住環境材料としての接触感については、温冷感、粗滑感、硬軟感、乾湿感等の特性が挙げられる。人の生活の場において、建築内装材をはじめ家具、調度品等の材料を触ったときの感覚は非常に重要である。特に、木材は温かみのある材料であると言われる。ここでは、木材の接触温冷感について述べる⁷⁾。

数種の材料について表面に触れたときの温冷感を一対比較法によって測定し、これを心理尺度に示すと図2-5のようになる。木質材料の心理量は他の材料に比べ0の値に近く、中庸な心理量を示すことがわかる。また、木質材料の中でも木材、合板に比べMDFやPBの方が冷たく感じている。人が材料に触れたときの温冷感は、皮膚/材料界面での温度変化や、その界面を流れる熱流量が人の感覚器にどのように刺激するかによって決まると考えられる。つまり、人体が材料に触れると、皮膚と材料の間に温度差が生じ、材料から人体へ熱が移動すると暖かく感じ、逆に皮膚の保有熱量が材料に流れると冷たく感じる。図2-6

に手から材料表面に流れる熱流速度と温冷感心理量の関係について示す。q maxは最大値、q 10は10分後の熱流速度を示している。いずれも高い相関を示し、手のひらから材料に流れる熱流速度が接触温冷感を左右する要因であると考えられる。手のひらからの発散熱流速度は70~150kcal/m²hであり、この値に近い熱流速度をもつ材料が快適性の得られる材料であると考えられるが、その中で木材は85~134kcal/m²hと発散熱流速度に近く、少なくとも直接人間の接触する部位においては木質材料の仕上げ材の併用が必要である。

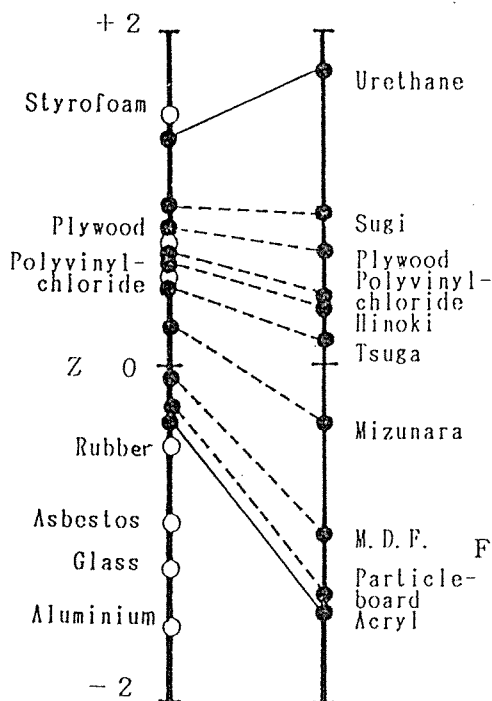


Fig 2-5 Sensory warmth.

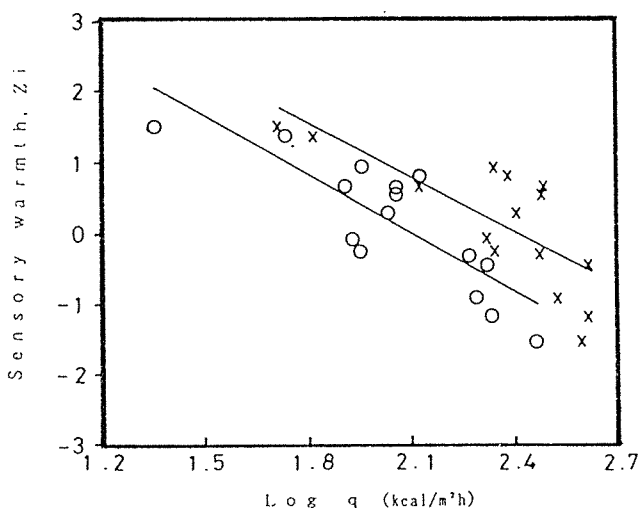


Fig 2-6 Relationship between sensory warmth and heat-flow rate across hand/material interface, q_{max} and q_{10} .

- Notes: 1) q_{max} (×) is the largest reading on the heat-flow meter immediately after contact between the palm of the hand and a specimen.
 2) q_{10} (○) is the reading on the heat-flow meter 10 minutes after contact.

以上、視覚、聴覚、触覚特性に関する木質材料の優位性についてまとめてみた。これらにより、木質材料が児童・生徒の情緒安定に寄与する材料であることが推測できる。また、科学的裏づけがなくても、多くの人々が木質材料の特性を感じとっている。そのため、施設はRC造校舎であっても、せめて内装や設備は木材を使用したいという要望も強まり、最近では、内装を木質材料にする施設が急増している。

参考文献

- 1) 日本木材学会編：木材と教育，海青社
- 2) 高橋正記他：第44回日本木材学会大会研究発表要旨集
- 3) 中島 寛他： 同 上
- 4) 増田 稔：材料，34，P. 893(1983)
- 5) 増田 稔：“木材および各種材料の視覚特性”，昭和57年度科学研究費一般(C)報告書
- 6) 増田 稔：日本木材学会居住性研究会資料，No. 2. 3, p. 11
- 7) 櫻川智史他：木材学会誌、37、753-757(1991)

3. 鉄筋コンクリート造建造物の木質内装化による温熱環境の改善

3.1. 目的

鉄筋コンクリート造建造物はオフィス、集合住宅はもとより学校建築の主流を占めている。住宅は”量から質”の時代に大きく変わりつつあり、学校やオフィスは長時間のストレスを、その環境下でどのように対処していくかが冷暖房の負荷などと並んで重要な課題となる。その中で比較的受け入れられやすい木質空間への要求が強くなってきているが、木質材料がコンクリートと接触したときの基礎的研究は極めて不足しており、木質材料独自の性質とコンクリート躯体とは分離した状態にある。ここでは、コンクリート躯体において木質材料の特性を生かすことによって居住空間の改善をはかることを目的とし、特にその温熱環境について検討を加えた。

3.2. 実験方法

静岡県静岡工業技術センター内の1室に木質パネルによる内装を施し、施工前後において、暖房時および非暖房時の温熱環境の比較を行った。写真2-1 および図1-7に木質内装化前の試験状態、見取り図を示す。写真2-2 および図1-8に木質内装化後の試験状態、見取り図を示す。試験室は2階西寄りに位置し、アルミサッシの開口部は西側に面する。尚、床については、ウレタン樹脂塗料による塗装を施している。

図2-7 は、試験室の温度、湿度および熱流速の測定位置を示している。開口部、中央部、壁、床、天井など計25カ所に熱電対（銅-コンスタンタン熱電対）、中央部、壁の2カ所には湿度センサー（神栄（株）THT-B120, THP-B4T）、床には熱流センサー（京都電子工業（株）Kemtherm HFM EMセンサー）を取り付けた。

暖房による試験は、外気温の変動が少なくなった夕夜半から行い、暖房には石油ストーブ（松下電器産業（株）OS-51C対流型0.551/h）を熱源として使用した。暖房時間は2時間とした。測定日時と暖房試験の有無を表1に示す。

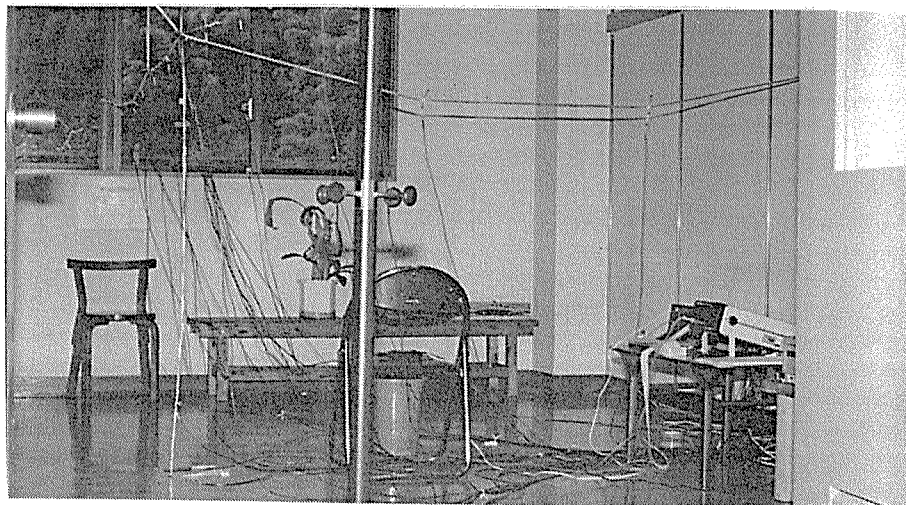


写真2-1 木質内装化前の試験状態



写真2-2 木質内装化後の試験状態

表2-4. 測定日時と暖房試験の有無

測定日時	暖房試験の有無
①94年2月24日(木)15:23~2月25日(金)15:18	無
②94年2月25日(金)18:40~2月27日(日)18:35	無
③94年2月28日(月)17:47~3月1日(火)17:2	無
④94年3月2日(水)10:23~3月3日(木)10:18	無
⑤94年3月3日(木)17:00~3月4日(金)7:55	有
⑥94年3月4日(金)17:10~3月5日(土)8:5	有
⑦94年3月5日(土)11:00~3月6日(日)9:10	有
⑧94年3月6日(日)9:20~3月7日(月)9:15	有
⑨94年3月7日(月)11:00~3月8日(火)10:20	無
⑩94年3月8日(火)11:00~3月9日(水)10:55	無
⑪94年4月16日(土)10:22~4月18日(月)10:17	無
⑫94年4月18日(月)17:45~4月19日(火)6:40	有

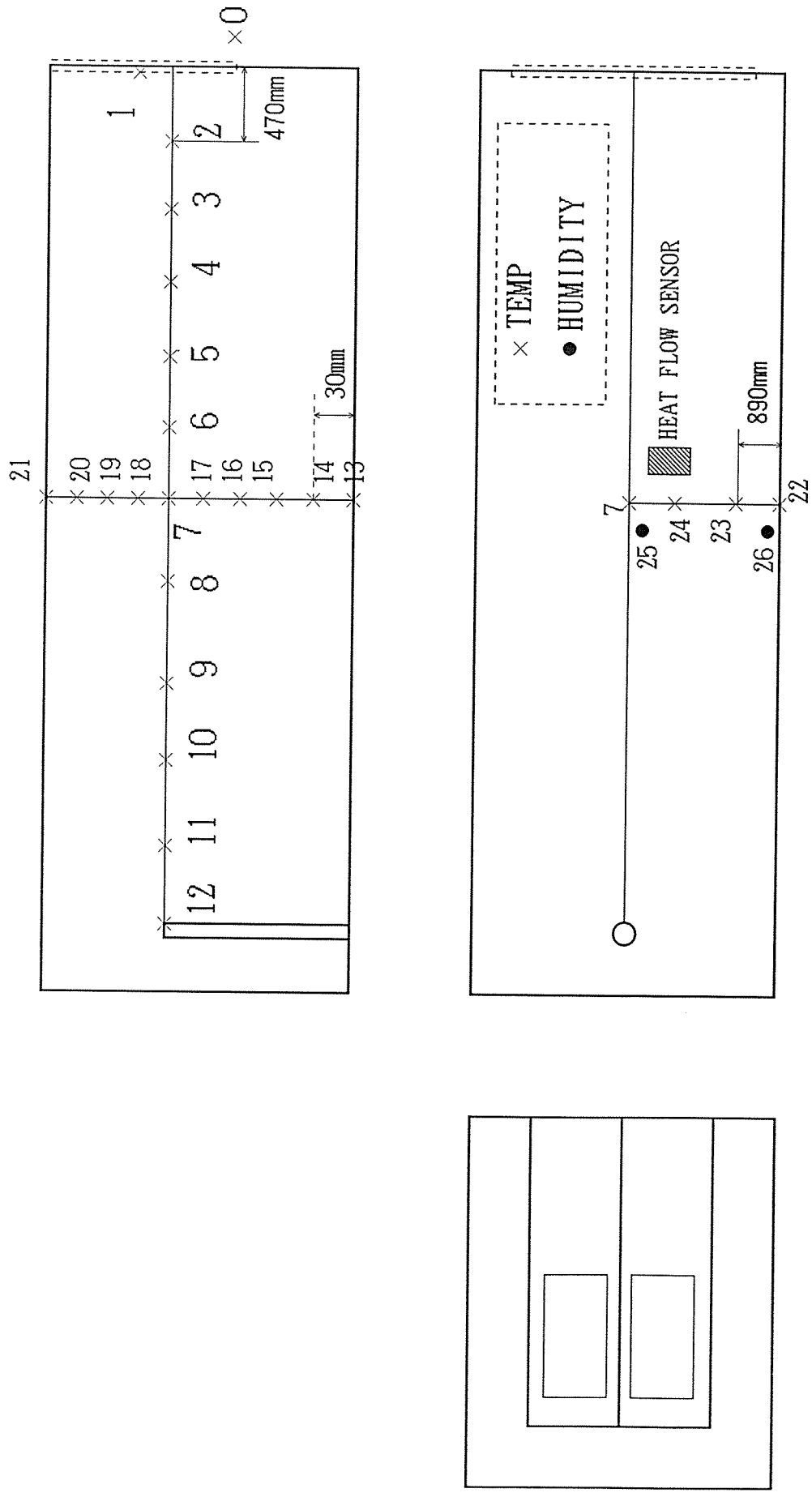


図2-7. 静岡工業技術センター相談室内の温湿度データ測定位置

3. 3. 実験結果

図2-8.9 に木質パネル内装化前（以後非木質という。）と木質パネル内装化後（以後木質という。）の室内中央部における温度および湿度変化について示す。いずれにおいてもその躯体の熱容量の高さから室温変化についてあまり差異が認められないが、非木質においては、外気温の低下に伴い若干の室温の低下と湿度の上昇が認められる。これにより、木質内装化による断熱性の向上、室内の調湿性能の向上が期待できる。

図2-10.11 に非木質および木質における室内中央部、床、天井、壁面の各部温度変化を示す。非木質については、外気温の低下に伴い各部とも温度が低下する。さらに、床、壁面に比べ、室内中央部、天井の温度が約1度低く、室内温度分布にバラツキがあることがわかる。一方、木質は温度の経時変化が少なく、各部の温度変化も少ないことから、木質内装化により断熱性の向上とともに、室内温度分布が均一化されることによる居住性の改善があると考えられる。

図2-12.13 に非木質および木質における床面温度および床面に流れる熱流速度について示す。熱流速度は、プラス側が床から室内へ流れる熱流、マイナス側が室内から床に流れる熱流を示している。床面温度は非木質、木質のいずれもほとんど差異は認められないが、熱流についてみると、非木質においては、夕方からプラス側に移行している。これはコンクリート躯体の蓄熱により、外気温の低下に伴い床面から室内へ熱流が流れた為であると考えられる。冬場の暖房の省エネルギーを考えるとコンクリートの蓄熱性は利点であるが、夏場のことやエネルギー収支の大きさすなわち断熱性の無さを考えると必ずしも居住環境を改善したとは言えない。木質系にすると、熱流の収支は均一化され、断熱性の向上が認められる。さらに、非木質と同様に夕方からの熱流の上昇が認められることから、木質の断熱性にコンクリート躯体の蓄熱性が付与されたことがわかる。

次に暖房による試験の結果について報告する。図2-14 に暖房試験による非木質および木質の温度変化について示す。木質は非木質に比べ温度上昇が高く、また暖房中止後の温度降下も緩やかであることから、暖まりやすく、冷めにくい環境に改善されたことがわかる。このことから、コンクリート躯体の木質内装化は、コンクリートの蓄熱性に木質の断熱性が付与され、エネルギー的に有効な構造であると思われる。

図2-15 に暖房試験における垂直方向温度分布を示す。非木質、木質とも暖房により空気が暖められ、暖気が上昇し室内上部の温度が上昇する。しかし、床面温度については木質の方が温度上昇が大きく、人体が接する床面において暖房効率の良いことがわかる。図2-16 に暖房試験における水平方向温度分布を示す。非木質、木質のいずれも窓からの熱損失が大きく、窓等の開口部の断熱性の向上が望まれる。

図2-17 に暖房試験時の床面／室内界面における熱流速度について示す。暖房開始後室温が上昇するに伴って床面から損失する熱流速度も増加し、暖房中止後、室温低下に伴って熱流速度も低下する。木質は非木質に比べ、床に流れる熱流が少なく、断熱性の向上が認められる。また、暖房時および非暖房時において床面に失われる熱流が少ないことは、暖

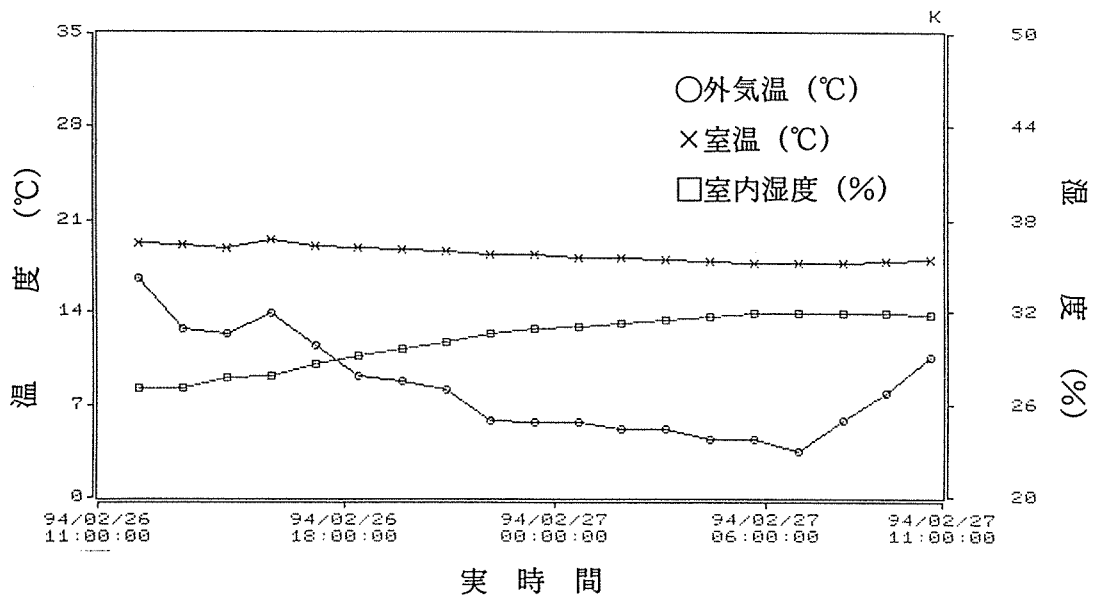


図2-8 木質内装化前（非木質）の室内中央部における温度および湿度変化

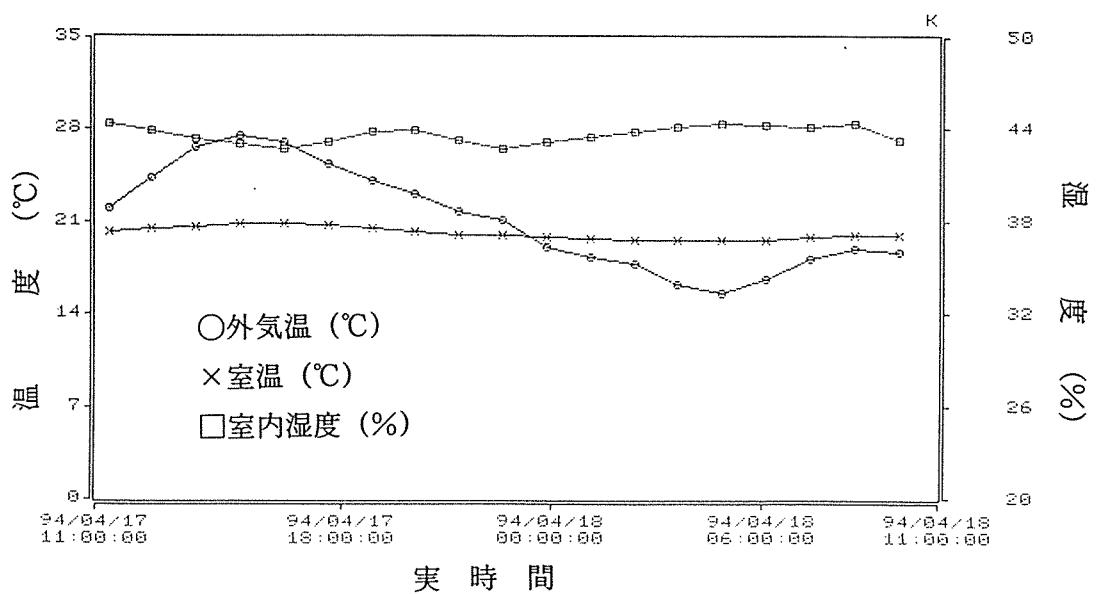


図2-9 木質内装化後（木質）の室内中央部における温度および湿度変化

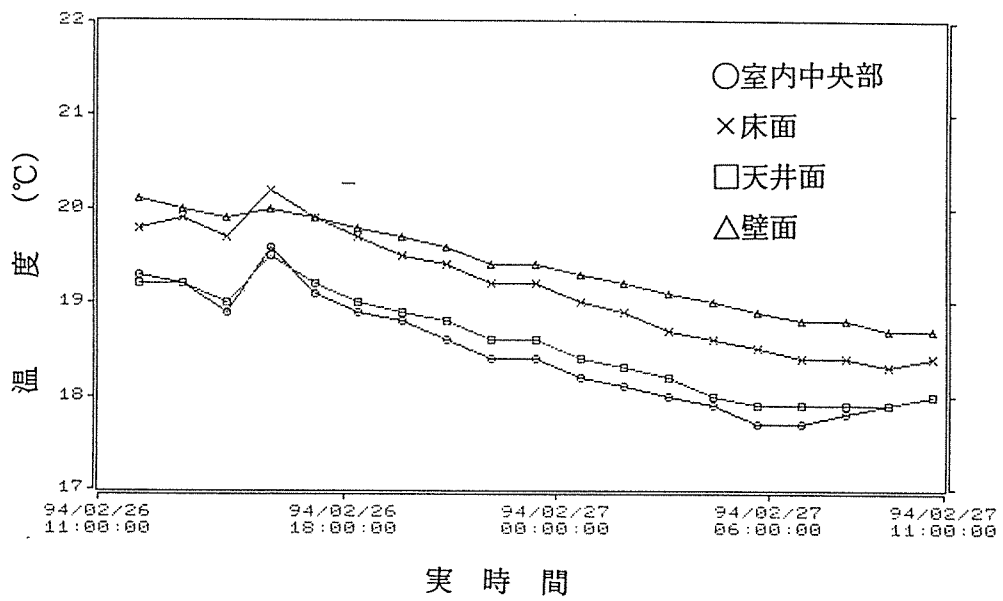


図2-10 木質内装化前（非木質）の各部温度変化

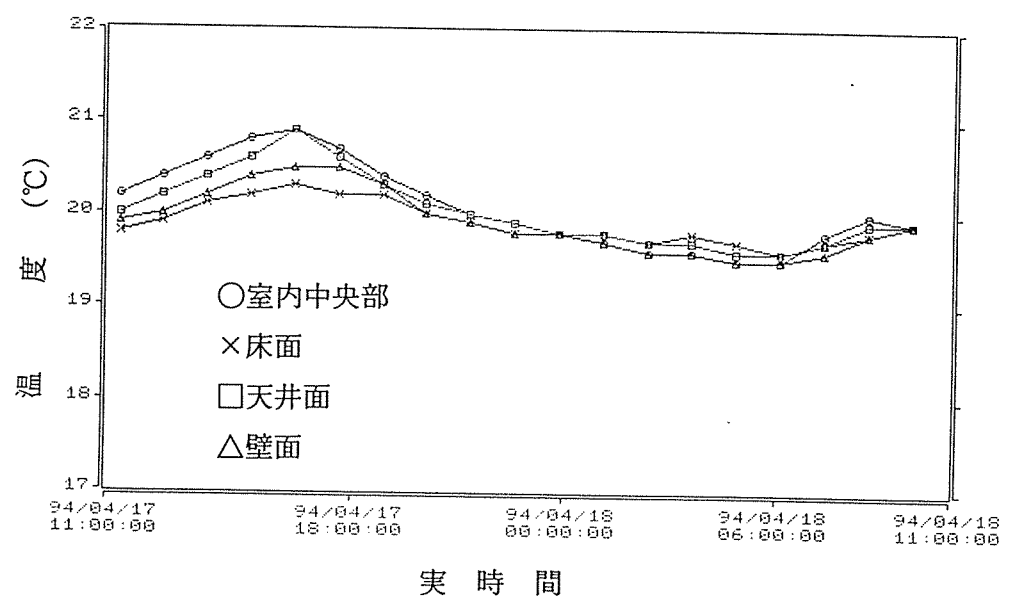


図2-11 木質内装化後（木質）の各部温度変化

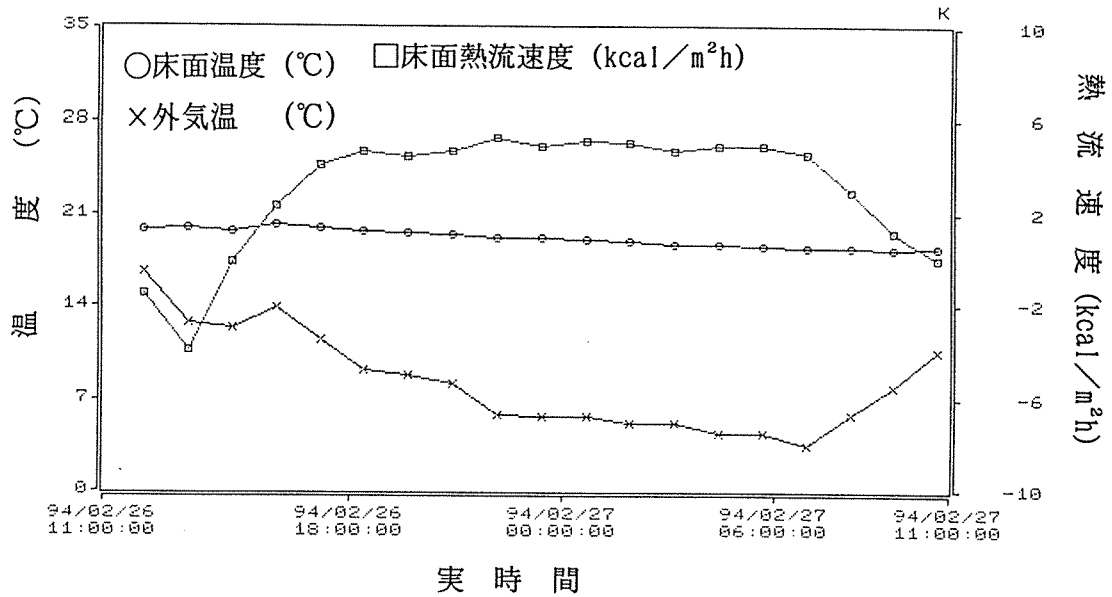


図2-12 木質内装化前（非木質）の床面温度および熱流速度変化

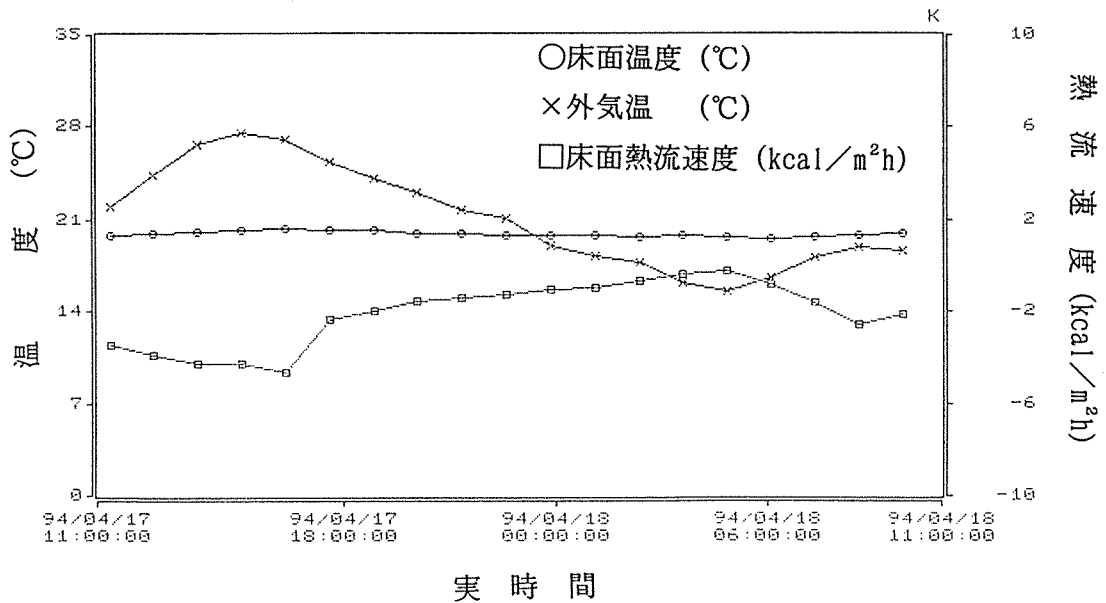


図2-13 木質内装化後（木質）の床面温度および熱流速度変化

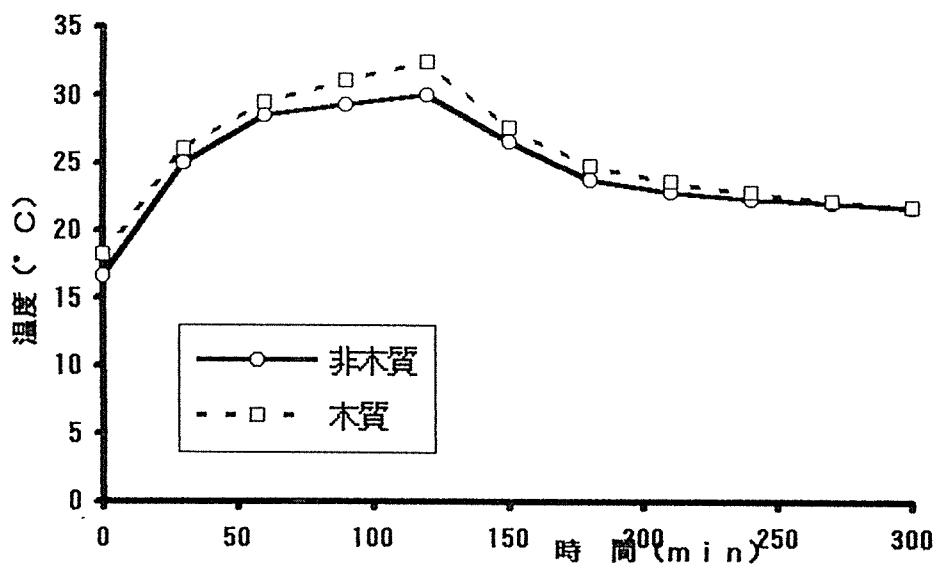


図2-14 暖房試験による非木質および木質の温度変化

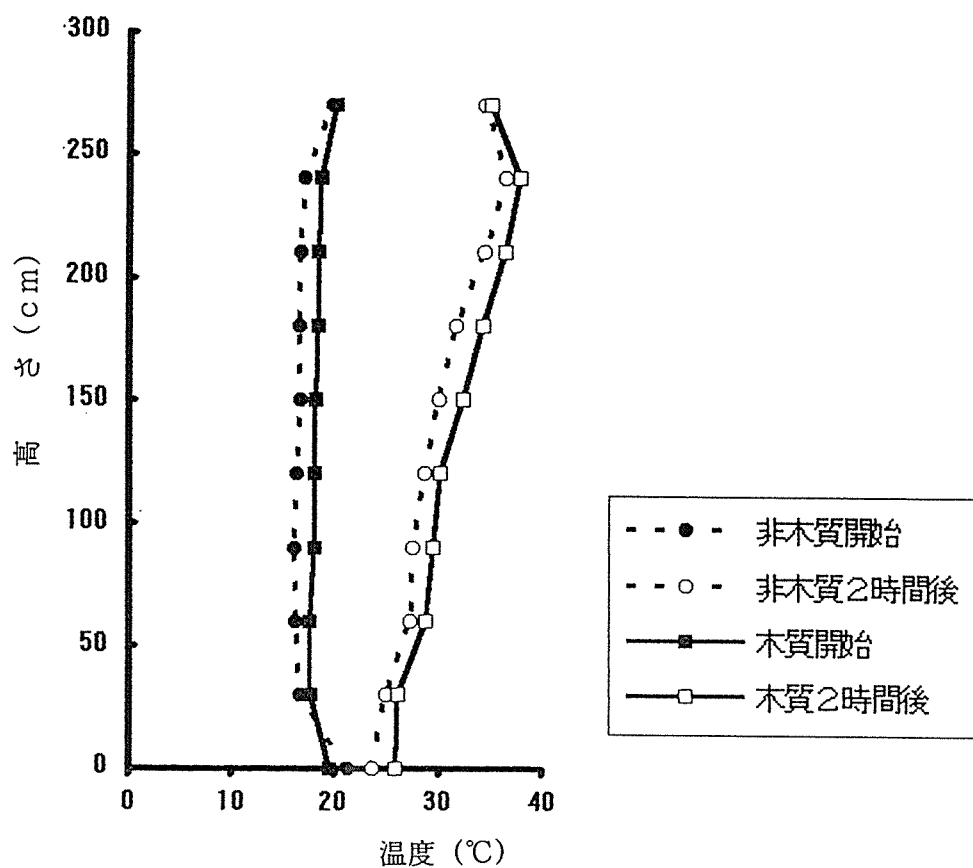


図2-15 暖房試験による垂直方向温度分布

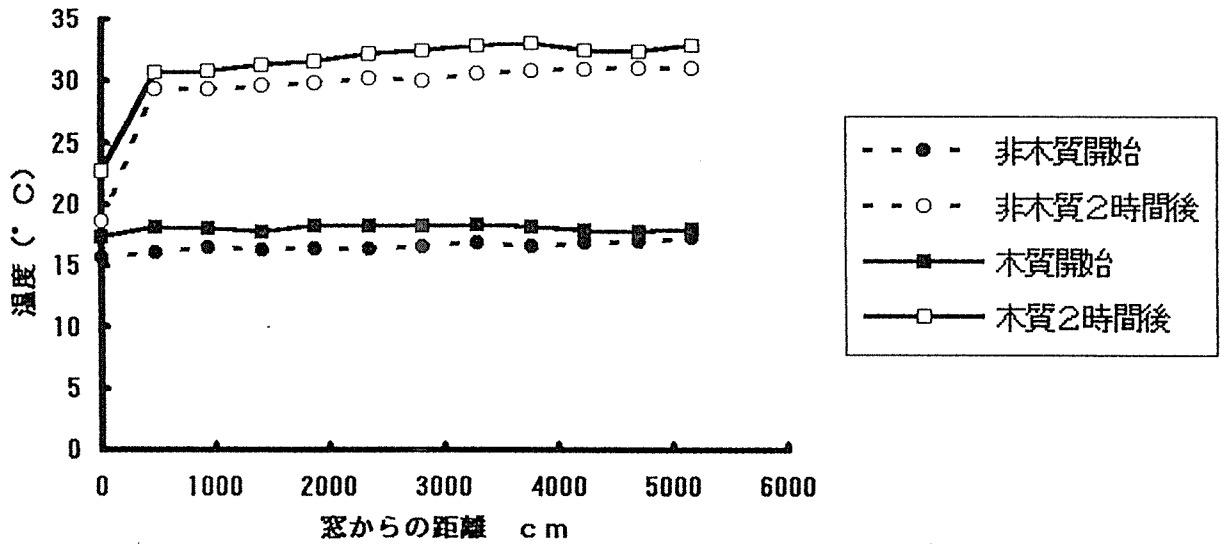


図2-16 暖房試験による水平方向温度分布

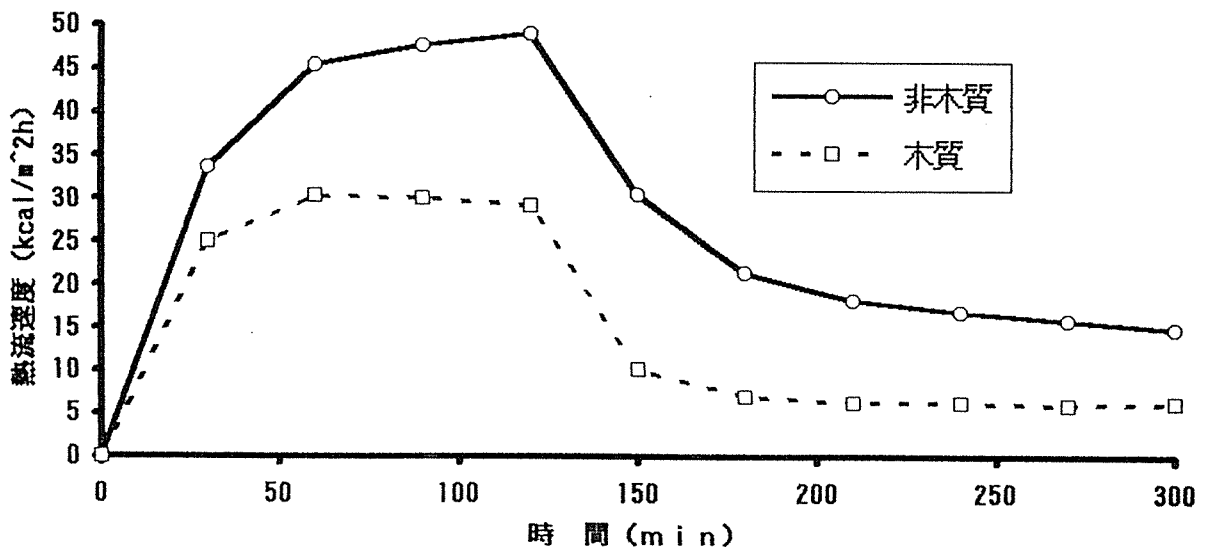


図2-17 暖房試験時の床/室内界面における熱流速度

められる。また、暖房時および非暖房時において床面に失われる熱流が少ないことは、暖房効率が高く、底冷えしないことにつながり、鉄筋コンクリート造の木質フロア化により温熱居住環境は大幅に改善されると考えられる。

3.4. まとめ

熱に対する木材の性質をひと言でいうと、断熱性に優れる（熱伝導率が小さい）が蓄熱性（熱容量が小さい）は劣る。一方、コンクリートはその逆で、断熱性に劣るが蓄熱性は優れる。本工法のように、コンクリート躯体を木材で被覆した場合、両方の材料の特性が活かされ、温熱居住環境が改善されることが確認できた。

学校環境づくりは、学校施設・設備の防災上、安全上の観点から不燃堅牢化がすすみ、コンクリート、ガラス等の無機材料が主体を占めてきた。しかし、このような学校施設の目標は、現在転換期にきていると言って良いであろう。人間が生活する環境の中で、天然有機材料は、情緒的、生理的な面で優位な材料であることがようやく証明されてきている。こうした中で、木質環境が好ましい教育環境づくりに一役かえれば幸いであると考えている。

む す び

今回の調査研究事業は、従来の木質内装施工に対してパネル化と言った新たな手法について調査検討の緒についたばかりであり未完成なものがある。

今後、さらなる検討を試みる事で、国内産森林資源の有効活用を前提にした川上から川下までの産業活性化と、豊かな教育環境づくりに貢献出来ればと考える次第である。

今後さらなる課題検討事項としては以下の事項が考えられるので申し添える。

検 討 事 項

- ・ 既存教室の実測データ値の集積により共通パネル化の検討
- ・ 据付け部品（黒板、掲示板、ロッカー等）の位置寸法の妥当性検討と製作提案
- ・ 今後インテリジェント化に対応した設備関係の位置寸法と数量の検討
- ・ 建物全体の設計図書の検討
- ・ リホーム化による教室の広さの変化を最小に試みる為の強度を持ったパネル化の検討
- ・ 施工時の人工数も含みパネル製作と施工のコストダウンの追求
- ・ 強度・重さ・製作歩留まりを含みパネルの大きさの検討
- ・ 物性試験による豊かさの実証研究
- ・ 安全性・耐用性等の実証研究

最後にこの調査研究に当たり、関係行政をはじめ委員各位の多大なご支援を頂いた事について心から御礼を申し上げ調査報告の結びととたい。