

平成4年度 緑と水
の森林基金助成事業

木造校舎の環境が及ぼす教育効果調査報告書

平成5年6月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

ま え が き

「学校施設の木材使用の促進について（昭和60年文部省施設部長通達）」がきっかけとなり、学校施設の木造化の動きが全国各地で見聞することができる。

建築素材としての木材は、「自然になじむ」「暖かみ・柔らかみがある」「目に優しい」など人をなごませる感覚的な側面を有している。また、科学的にも断熱性、吸湿性、吸音性等について高い評価が与えられている。

しかし、これら特性を有する木材で造られた教育施設の室内環境がどのようになっているかについてはあまり知られていない。

そこで、当センターでは、広く国民の皆様からご寄付をいただいて設立された「緑と水の森林基金」からの助成を得て、建築材料の相違が教室内環境に及ぼす影響について調査することとした。この調査が単に建築材料の相違による教室内環境の比較に止まらず、建築材料としての正しい使い方への提言等に結びつき、豊かな人間性の育成を図る教育の場として好ましい環境が実現できるよう望むところである。

本事業の実施にあたっては、下記の委員会を設置し調査を進めた。関係委員の献身的な努力に対し衷心より感謝申し上げますと共に、調査にご協力いただいた関係中小学校の皆様にお礼申し上げます。

最後に、本事業の重要性をご認識いただき森林基金事業の一環として採択のうえ、多大なる助成を賜りました（社）国土緑化推進機構に対し、厚くお礼申しあげる。

木造校舎の教育的効果調査委員会

委員長	橋田 紘洋	愛知教育大学教育学部	教授
委員	加藤忠太郎	山形大学教育学部	教授
〃	服部 芳明	鹿児島大学農学部	助教授
〃	小川 正光	愛知教育大学教育学部	助教授
〃	高橋 丈司	愛知教育大学教育学部	教授
〃	天野 敦子	愛知教育大学教育学部	教授
〃	奥山 剛	名古屋大学農学部	助教授

平成5年6月

（財）日本住宅・木材技術センター
理事長 下川 英雄

はじめに

子ども達にとって学習・共同生活の場として大きな比重を占める学校は、単に地震や火災などの災害に対する安全性の観点から検討されるだけでなく、健やかで情緒の豊かな人間性の育成を図ろうとする教育上の視点を持たなければいけない。

本研究では、木造校舎とコンクリート造校舎および内装木材コンクリート造校舎を比較しながら、建築材料によって生じる教室内教育環境の違いを明かにするとともに、教育上好ましい環境を形成する建築材料のあり方を提示することを目的としている。

研究は3年計画で行われ、本年度は2年目に入っている。2年次の研究の視点は二つある。一つには、内装木材コンクリート造校舎が木造校舎やコンクリート造校舎に対してどのような特徴を持つものであるのか、また木造校舎とコンクリート造校舎の典型的な相違の因子として明らかになった床の温熱的性質は、人の生理機構に影響を及ぼし得るものか否か、といった初年度の研究成果を踏まえてさらに具体的な課題追求をすることである。二つには、最近の各地に新築される校舎の特性を探り、校舎建築の地域性や効果的な校舎のあり様を探ることである。この新しい視点に対しては本年度は鹿児島地域、中部地域及び青森地域を対象として取り組んだ。

本年度の中心的な課題を整理すると以下の3点となる。

- a. 内装木材コンクリート造校舎の種々の特性を明らかにすること
- b. 床の温熱的特性が人の生理機構に及ぼす効果を探ること
- c. 各地にある新設校舎について温熱特性や構造特性を分類・整理すること

各課題は次年度においても継続して検討されるので最終的な整理は最終年度になるが、第2年度として一定の成果を納めることができたので、ここに報告する。

目 次

第1章 上の保小学校校舎壁面の温熱特性	1
1. はじめに	1
2. 実験方法	1
(1) 測定方法	1
(2) 対象教室及び時期	1
3. 結 果	1
3-1 冬期の校舎壁面温度	1
3-2 夏期の校舎壁面温度	3
4. まとめ	4
第2章 床環境の人体への影響	26
(1) 測定環境	26
(2) 測定項目	26
(3) 測定条件	28
(4) 測定装置	29
(5) 被験者	29
(6) 実験手順	29
2-1 皮膚温特性	32
1. 結 果	32
2. 被験者の環境体験後の感想	33
3. まとめ	38
2-2 皮膚温以外の生体情報の影響について	86
1. 実験方法	86
2. 結果の処理	86
3. 結果と考察	86
(1) 心拍数の経時変化	86
(2) 血圧の変化	87
(3) フリッカーについて	87
(4) 手作業に与える影響	88

4. まとめ	88
2-3 被験者の人工気候室の認知	94
第3章 夏期および冬期の校舎周壁面の温度特性	100
3-1 夏期における木造校舎の周壁面温度分布	100
1. はじめに	100
2. 方法	100
3. 測定結果	101
(1) 木造校舎内の天井面温度分布	101
(2) RC造校舎内の教室の天井面温度分布	102
(3) 壁面の温度分布	102
4. 考察	103
5. まとめ	104
3-2 冬期における木造校舎の周壁面温度分布	113
1. はじめに	113
2. 方法	113
3. 結果および考察	114
4. まとめ	115
第4章 校舎の構造特性	127
1. 目的と方法	127
2. 配置計画	127
3. オープンスペース	127
4. 形態、デザイン	128
5. 普通教室	128
6. 内装	128
第5章 校舎内ラドン濃度の測定結果(2)	152
1. 測定方法	152
2. 測定結果	152
第6章 教師からみた教室のイメージ	155
1. はじめに	155

2. 方 法	1 5 5
3. 結果および考察	1 5 6
3. 1 イメージプロフィール	1 5 6
3. 2 因子分析の結果	1 5 7
3. 3 平均因子得点の比較	1 5 8
3. 4 内装に木材を使用したR C造教室のイメージ	1 6 0
4. まとめ	1 6 1
総 括	1 9 0

第1章 上の保小学校校舎壁面の温熱特性

1 . はじめに

初年度（平成3年度）においては、校舎内の温熱環境のうち、教室内の床付近の温湿度特性と共に、校舎壁面の熱特性を調べた。その結果、冬期の鉄筋コンクリート造（RC造）校舎は教室を採暖しても床面や壁面は昇温しにくく低温状況が続くことが明らかになった¹⁾。そこで本年度はRC造校舎の教室の内装を木材で施した教室（内装木質造教室）を中心として教室内温熱環境を調べることにした。

2 . 実験方法

(1) 測定方法

壁面の温度の経時変化の測定に当たり、対象壁面にアルメルクロメル熱電対をビニルテープで固着した。また、教室内の気温の高度分布については、アルメルクロメル熱電対を空気中の任意の高さに設定した。いずれの温度も日本電気三栄株式会社製のロガーメイトDL-1200にて測定した。

(2) 対象教室及び時期

実験対象校は前年度と同じく岐阜県にある上之保村立上之保小学校とし、対象教室は下記の通りである。

*校舎の位置及び概要は初年度報告書に示されている¹⁾。

木造教室 : 1階（保険室）、2階（5年生教室）

RC造教室 : 1階（家庭科室）、2階（4年生教室）

内装木質造教室 : 1階（2年生教室）

測定時期

冬期 : 1993年2月13日～2月21日

夏期 : 1992年7月 21日～7月26日、9月2日～9月6日

なお、実際の授業状況における温熱環境を調べることを目的としているので、窓の開閉や採暖の仕方等は日常の通りに行われている。

3 . 結果

3-1 冬期の校舎壁面温度

図Ⅲ-1, 2, 3, 4は冬期における各教室の壁面温度の経時変化を示している。9日間の測定期間中7日間が零度以下になっており、特に2月15日の朝が最も冷え込んだ日となっている。2月17, 18日は曇天日であり、日中の温度は測定期間中で、最低を示していた。

いずれの教室も日中の外壁温度は高温になっている。RC造教室の内壁温度は1階、

2階ともに外壁温度がピークを示した時間から数時間遅れてピークに達しているが、内装木質教室では外壁温度のピーク時とほぼ同じ時間帯で内壁温度もピークに達している。気温のピーク時間もほぼ同時刻であるところから、内装木質造教室の木造壁面が空気温度に敏感に影響されているものと考えられる。

図Ⅲ-5, 6, 7, 8は冷え込みが最も厳しかった2月15日の就学時間帯(8時~16時)における各教室の壁面温度の経時変化を示している。この日は日中は快晴で比較的暖かかったので、各教室ともにストーブによる採暖は行っていない。各壁面温度について教室間の比較をすると、図Ⅲ-9, 10, 11に示す結果になった。すなわち床温度については図Ⅲ-9に示すように、2階の木造教室が最も低い値を示していた。このような現象は木造教室が揚げ床構造になっていることによるものと考えられる²⁾。内装木質造教室の床温度は比較した4教室の内では最も高い温度を示していた。またRC造教室は1階、2階ともにほとんど同じ値であった。2階RC造教室と内装木質造教室の床温度が14時頃から急上昇しているが、これは2月15日が土曜日で午後から教室が閉められるとともに測定点に直射日光が当たったものと思われる。内壁の温度については、内装木質造教室が他の教室より常に高い温度を示していた(図Ⅲ-10参照)。内壁温度の最も低い教室は1階のRC造教室であった。また図Ⅲ-9の床温度と比較すると、RC造教室は1, 2階ともに内壁温度が床温度より低い状況が午前中いっぱい続くことが明らかになった。外壁温度については図Ⅲ-11に示すように、木造校舎の外壁に用いられている10mm厚のセメント中空押し出し成形板はコンクリート壁面より高温になるとの結果を得た。

以上のような環境下における教室内の気温の高度分布を時間の経過に従って示すとⅢ-12, 13, 14, 15となる。未採暖状態では木造教室の床温度が低く床上30cm位までの温度は床温度と同じ程度であった。また1階のRC造教室では床上30cm位までの温度は床温度より低い値を示し続けた。

日中の気温が上がらず、ストーブによる採暖を行った場合の各教室壁面の温度の様子を図Ⅲ-16, 17, 18, 19に示した。床温度あるいは内壁温度が経時的に大きく変動するのはストーブによる採暖を休止したためである。各教室の室内気温は図Ⅲ-20, 21, 22, 23に示すような変動をしている。各教室の採暖状況を床上100cm高の気温の様子でうかがうと、1階のRC造教室以外の教室ではほぼ20℃付近の温度まで採暖している。しかし採暖の仕方については各教室ごとに異なっている。すなわち木造教室では朝から継続して採暖しており、2階のRC造教室では午前と午後の二回にわたって採暖している。また内装木質造教室では午前中に一気に採暖

している。このように採暖方法が異なっているので、壁面の温度の上昇傾向を比較するには少々困難があるが、各教室の床温度の変動を示すと図Ⅲ-24の結果となった。木造教室の床温度は採暖と共に上昇して行くが、RC造教室の床温度は昇温し難く午後の採暖時においてもさほど昇温していなかった。また、内装木質造教室の床温度は採暖初期の気温の上昇と共に昇温しており、その傾向は木造教室の床と類似していた。内壁温度は図Ⅲ-25に示すとうりであり、床温度の変動と類似していることが知れた。図Ⅲ-26は各教室の外壁温度を比較している。外壁温度は晴天時では外気温度より高温になるが(図Ⅲ-1参照)、曇天時では鉄筋コンクリート壁面は外気温度以下か、もしくはほとんど同じ値をとっていた。

2月20日はストーブによる採暖がほぼ1日中続いた。このような状況下での床及び内壁面の温度変動を示すと図Ⅲ-27, 28のようになる。木造教室の床温度については前日の冷え込みのために低い値となっているが、採暖と同時に昇温して行き、RC造教室の床温度より高くなっている。RC造教室の床温度は朝の早い内(未採暖時)は木造教室の床温度より高い値となっているが採暖による昇温効果は木造教室より少ない。内装木質造教室は未採暖時ではRC造教室の床温度と類似しているが、採暖と同時に床温度の上昇がみられる。採暖による壁面温度の回復は内壁についていっそう顕著に現れる。木造教室、内装木質造教室の内壁温度はRC造教室に比較して、採暖後速やかに上昇していることが知れる(図Ⅲ-28)。

学校環境衛生の基準によると、冬期の教室内温度は18~20℃が最適であると指摘されている³⁾。そこで、各教室の机の上の高さの気温が20℃になるように採暖した時の各教室内気温の変動の様子を調べた(図Ⅲ-29, 30, 31, 32)。教室内の標準気温を20℃にしようとする、最低温度と最高温度との差が生じるがRC造教室の方が木造教室や内装木質造教室より大きく開く傾向のあることが知れた。また内壁温度を比較すると、図Ⅲ-33に示すごとく、木造教室や内装木質造教室では採暖と共に速やかに壁面温度の上昇が認められたが、RC造教室の壁面温度の上昇は遅かった。

3-2 夏期の校舎壁面温度

前報において¹⁾、夏期の木造校舎は外気温の影響を受け安いことを明らかにしたが、本報においては内装木質造教室をも含めた夏期の教室壁面の温熱状況を明らかにしていく。

図Ⅲ-34, 35, 36は9月3日の気温が真夏日を示した日の教室壁面温度の経時変化曲線である。図中「外気温*」として示されている値はRC造校舎2階のベラ

ンダから測定した気温である。いずれの教室も外壁温度は40℃を越すほどに上昇している。RC造教室について、温度のピークに達する時刻を見ると、外壁と2階RCベランダ気温とが一致しており、また教室内1m高さの気温のピーク時刻もほぼ同時であるが、内壁温度は外壁のピーク時刻より2時間ほど遅れてピークに達している。木造教室では外壁、内壁及び教室内1m高さの気温のピーク時刻のいずれも同じ時刻になっている。また内壁温度と教室内1m高さの気温がほぼ同じ値をとっていることが知れる。「外気温*」のピーク時刻がずれておりまた気温が教室内1m高さの気温より高くなっているが、前述したようにこの値はRC造校舎2階のベランダから測定した気温であるためにRC造外壁からの輻射熱の影響も含まれている可能性がある。内装木質造教室については図Ⅲ-36に示されているが、外壁、内壁及び教室内1m高さの気温のいずれもが同じ時刻にピークに達している。さらに「外気温*」のピーク時刻とも一致していることは興味深い現象である。

教室内1m高さの気温変動について、内装木質造教室のある1階教室どうしを比較すると図Ⅲ-37のようになる。日中は内装木質造教室の温度が高いことが知れる。また1階の木造教室は比較した3教室の中では最も涼しいとの結果を示している。こどもの就学時間帯である8時~16時に着目すると、図Ⅲ-38のような傾向となる。1階、2階を合わせて、全集学時間帯にわたって1階木造教室が最も涼しいことが知れる。しかし、2階の木造教室は高温になり安い傾向を示していた。注目する内装木質造教室は1階であるにも関わらず、2階の木造教室と同様に高温を示していた。

4 まとめ

上之保小学校の各教室を対象として冬期及び夏期の校舎の温熱特性を調べた結果、冬期においては、RC造教室の内壁は他の教室より低温になっていた。一方木造教室の床の温度は気温に依存し安く、冷え込みの厳しい時期になると未採暖状態ではRC造教室の床より低温になっていた。採暖状態では木造教室の壁面はRC造教室壁面より速やかに温まることが明らかになった。RC造教室の内壁を木材で被った内装木質造教室については、RC造と木造の両者の長所が認められた。すなわち採暖時の温熱環境は木造教室に類似しており、保温性においてはRC造の土間床構造が活かされて床の冷えが少ないために木造教室より優れていることが明らかになった。夏期においては、教室内1m高さの気温の状況で教室間を比較すると、就学時間帯では1階木造教室が最も低い温度を保ち続けること、2階木造教室及び内装木質造教室は高温になり安いことが明らかにされた。

文 献

- 1) 橋田紘洋, 他 6 名: 木造校舎の教育的効果調査報告書, 日本住宅・木材技術センター (1992)
- 2) 服部芳明, 他 1 名: 隣接する木造校舎と鉄筋コンクリート造校舎内の温湿度環境の実態, 木材工業, 46, 220-225, (1991)
- 3) 文部省体育局通知: 「学校環境衛生の基準」改定, 文体学第 187 号 (1992)

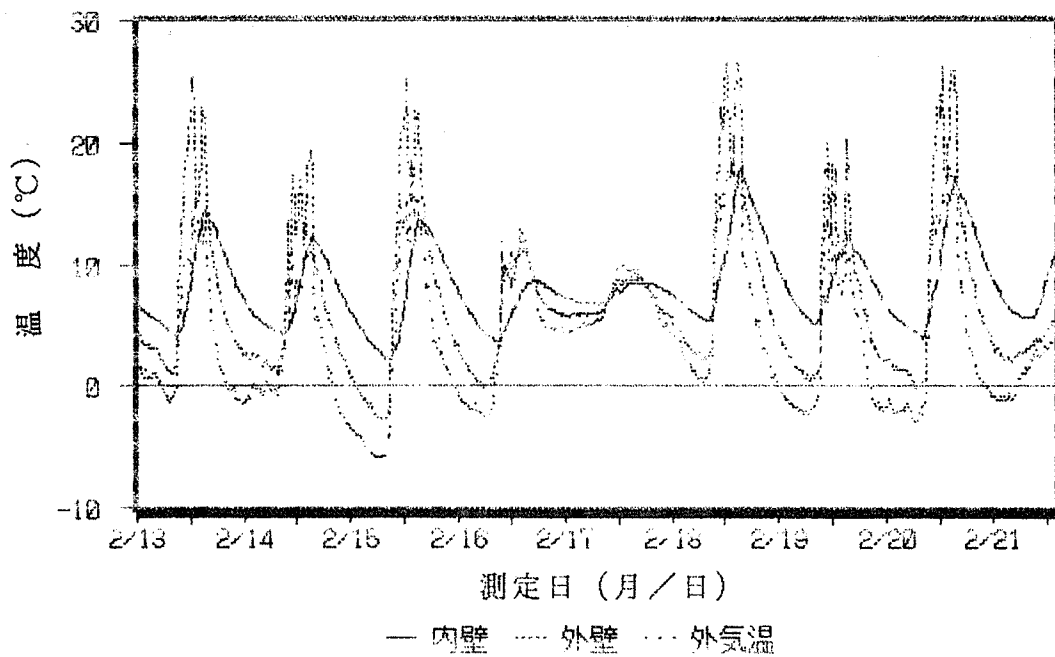


図 I - 1. 冬期における 1 階 RC 造教室の壁面温度の経時変化 (1993 年)

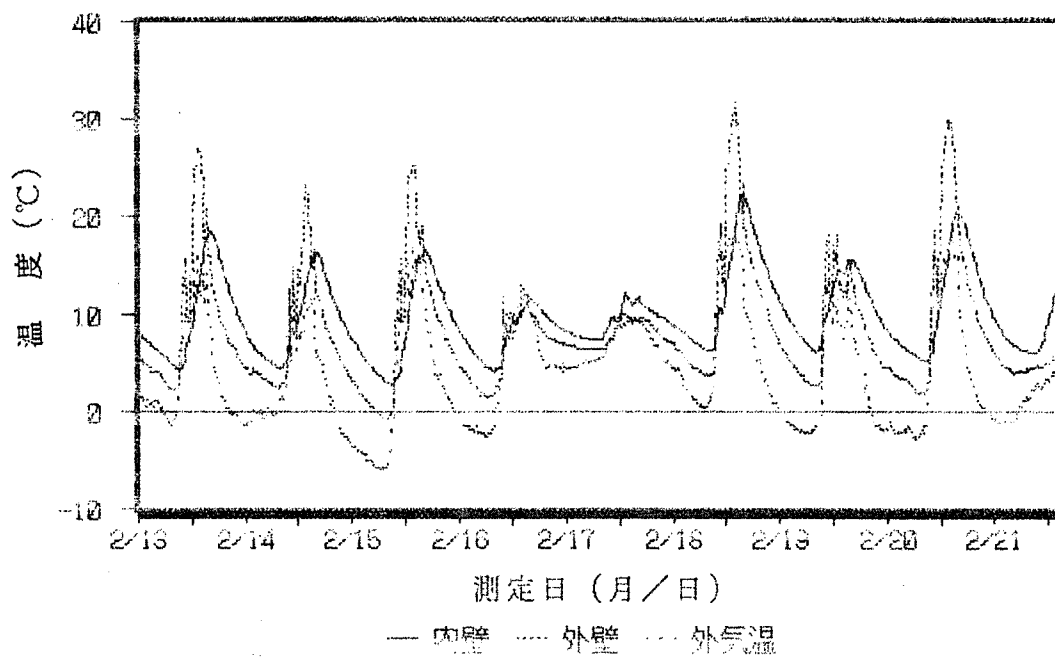


図 I - 2. 冬期における 2 階 RC 造教室の壁面温度の経時変化 (1993 年)

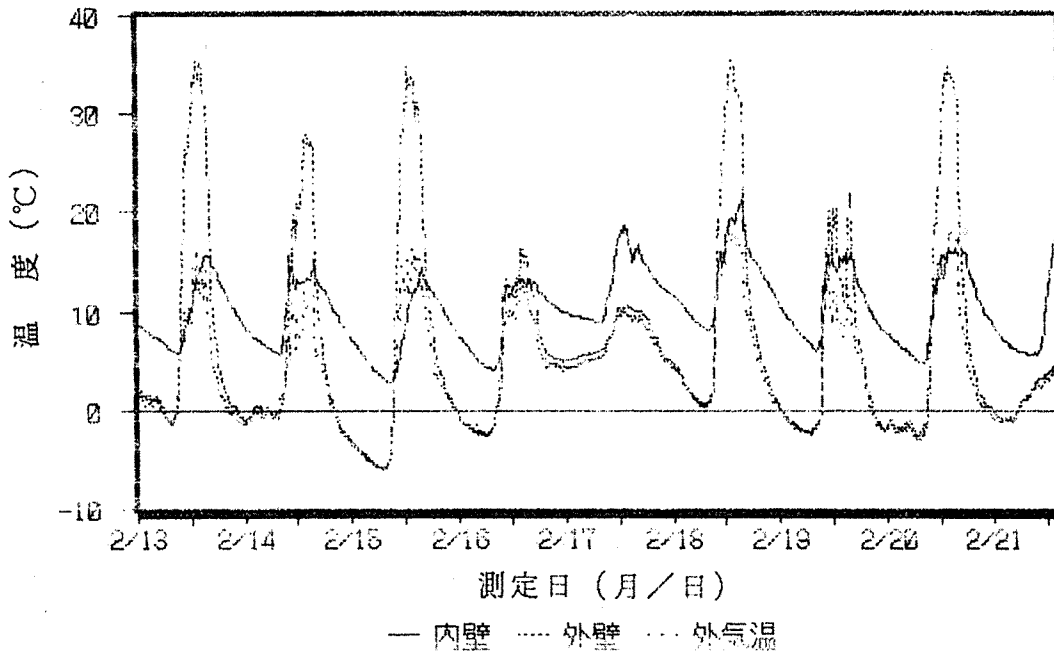


図 I - 3. 冬期における 2 階木造教室の壁面温度の経時変化 (1993 年)

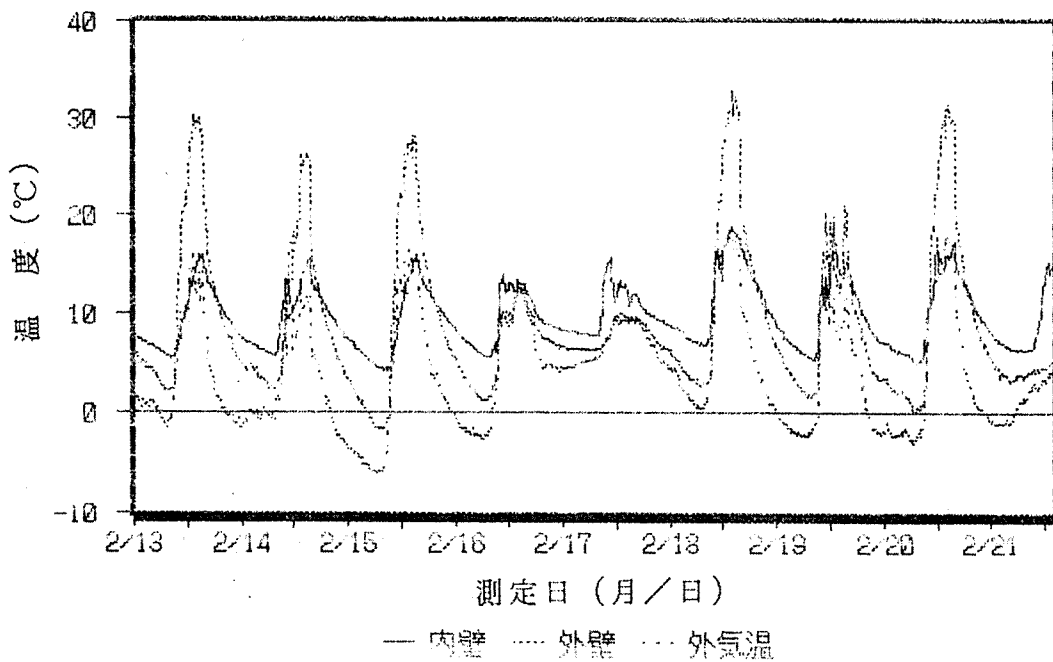


図 I - 4. 冬期における 1 階内装木質造教室の壁面温度の経時変化 (1993 年)

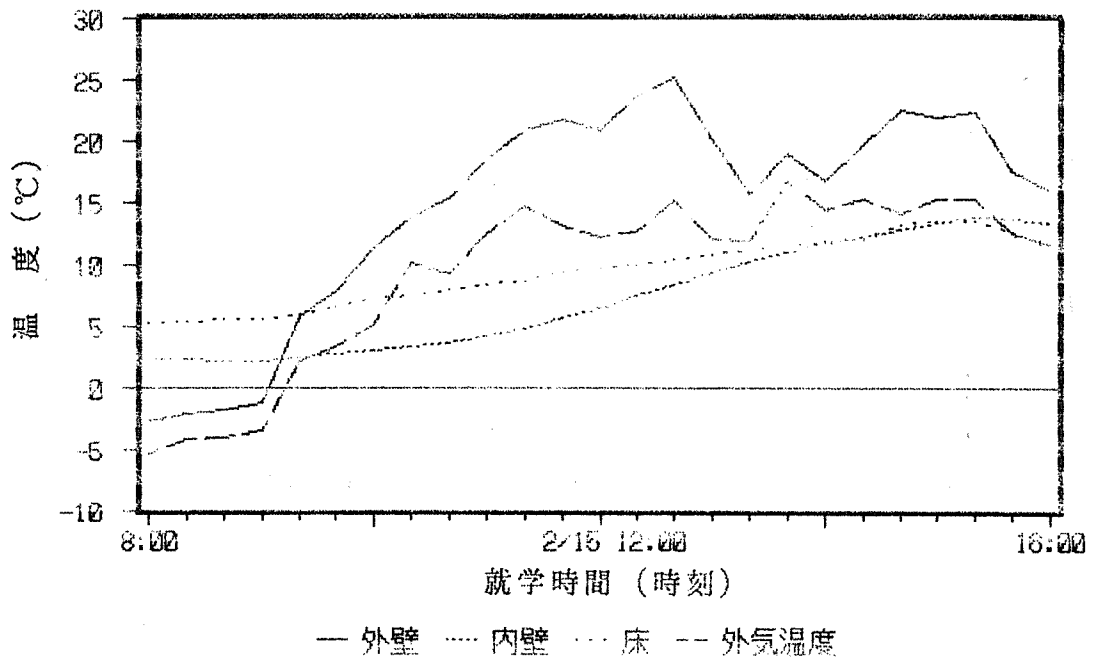


図 I - 5. 冬期就学時間帯における未採暖時の1階RC造教室の壁面温度の経時変化 (1993年)

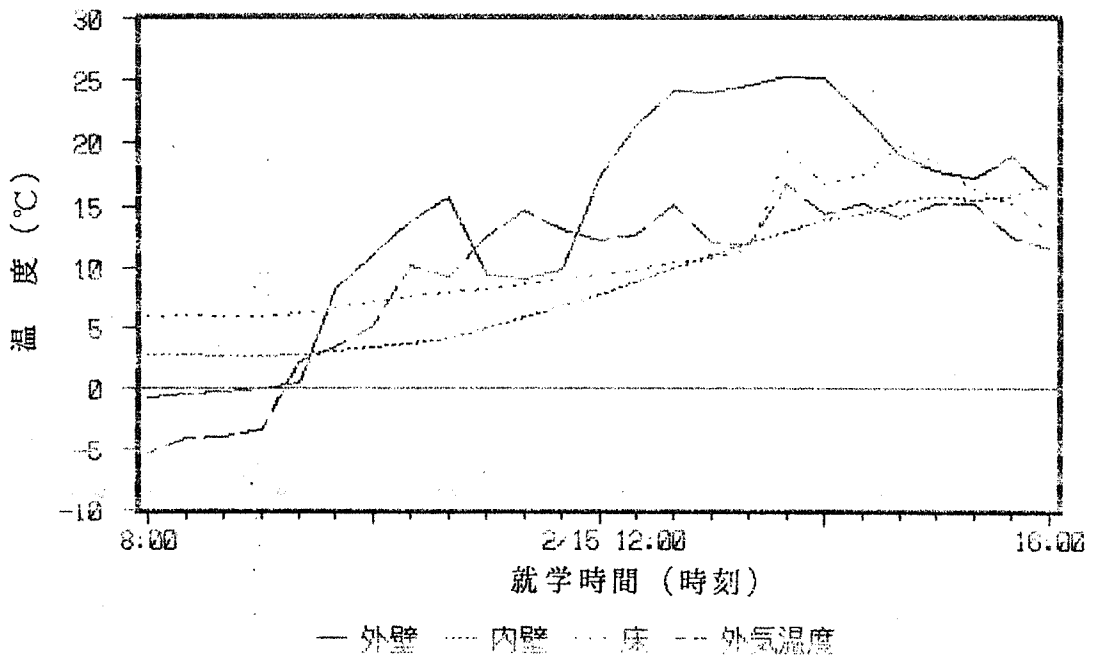


図 I - 6. 冬期就学時間帯における未採暖時の2階RC造教室の壁面温度の経時変化 (1993年)

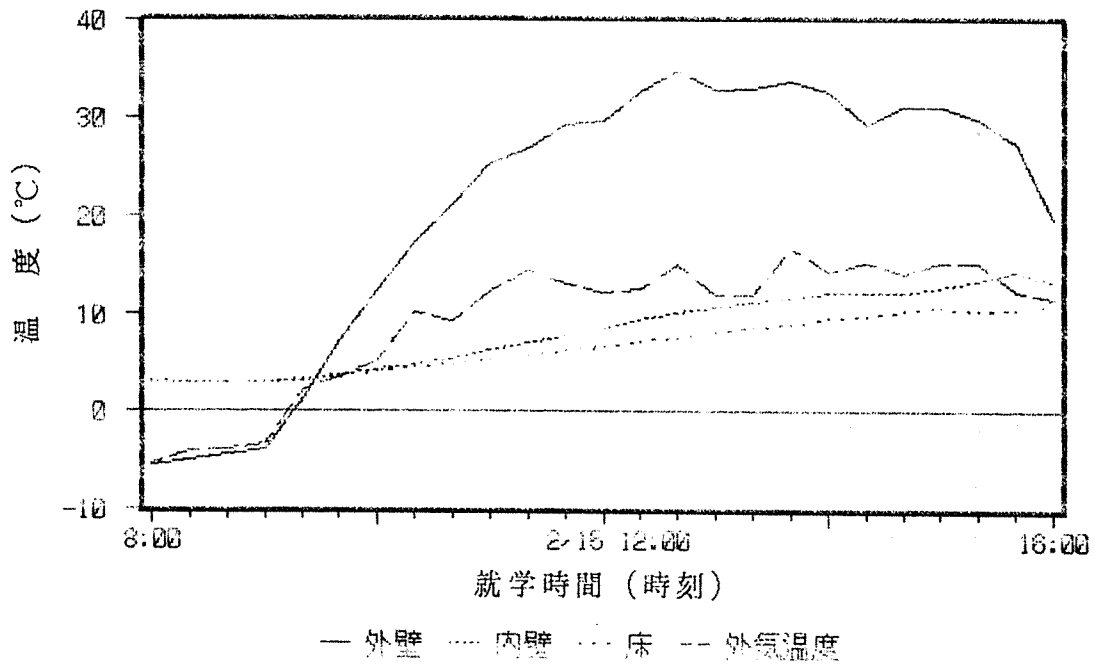


図 I - 7. 冬期就学時間帯における未採暖時の1階内装木質造教室の壁面温度の経時変化 (1993年)

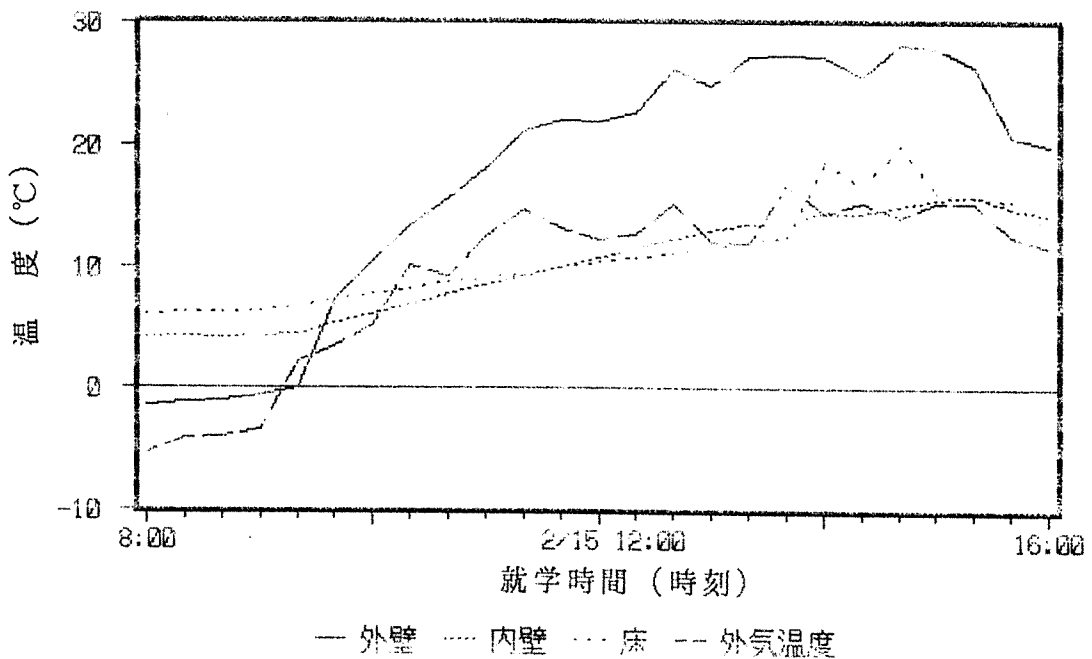


図 I - 8. 冬期就学時間帯における未採暖時の2階木造教室の壁面温度の経時変化 (1993年)

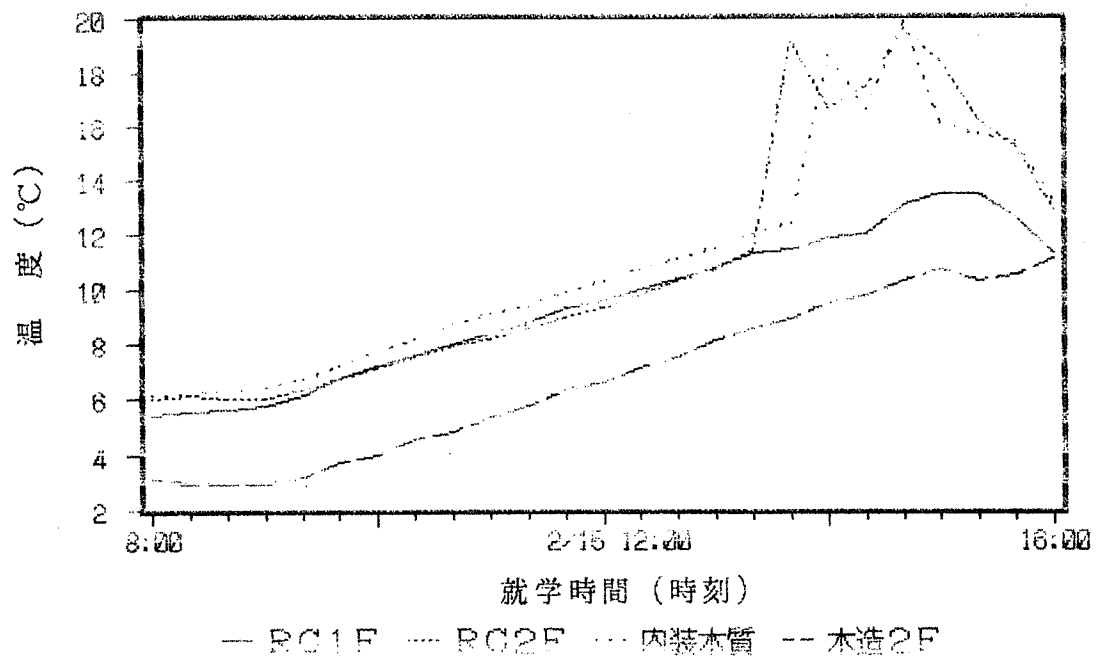


図 I - 9. 冬期就学時間帯における未採暖時の床温度の経時変化 (1993年)

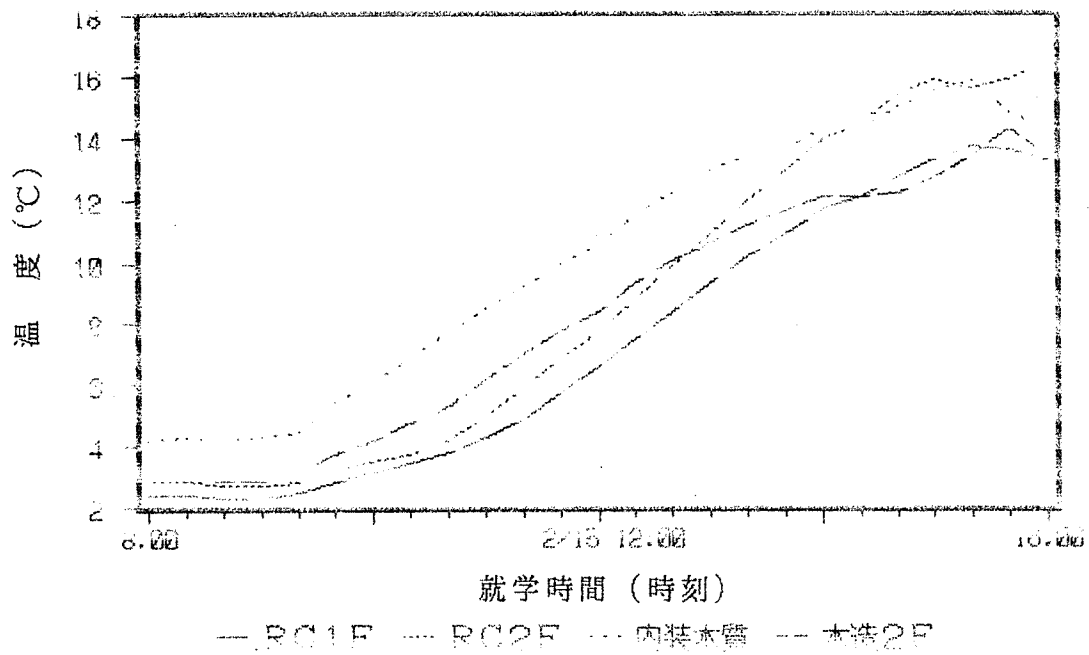


図 I - 10. 冬期就学時間帯における未採暖時の
内壁温度の経時変化 (1993年)

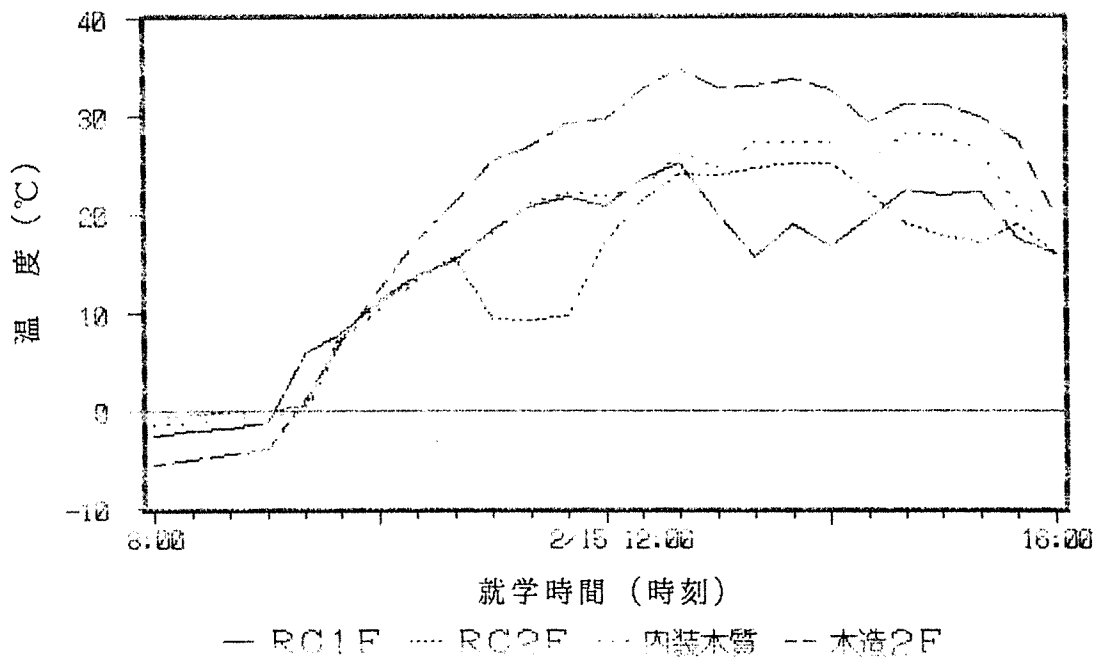


図 I - 1 1 . 冬期就学時間帯における未採暖時の
外壁温度の経時変化 (1993年)

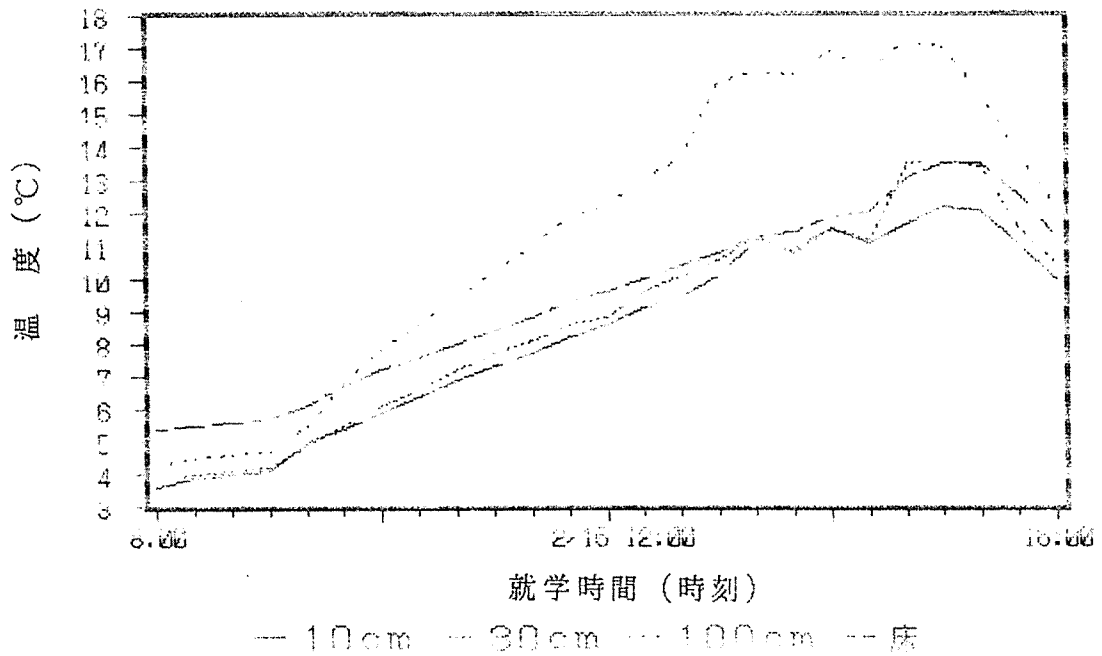


図 I - 1 2 . 冬期就学時間帯における未採暖時の
1階RC造教室室内気温の経時変化 (1993年)

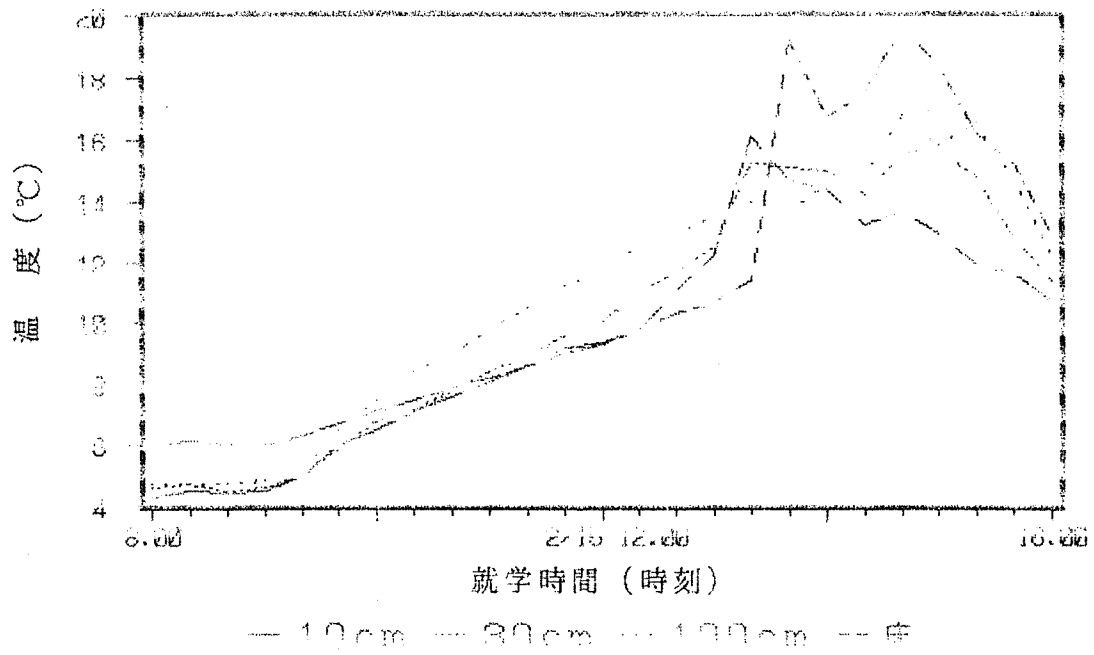


図 I - 13. 冬期就学時間帯における未採暖時の
2階RC造教室室内気温の経時変化 (1993年)

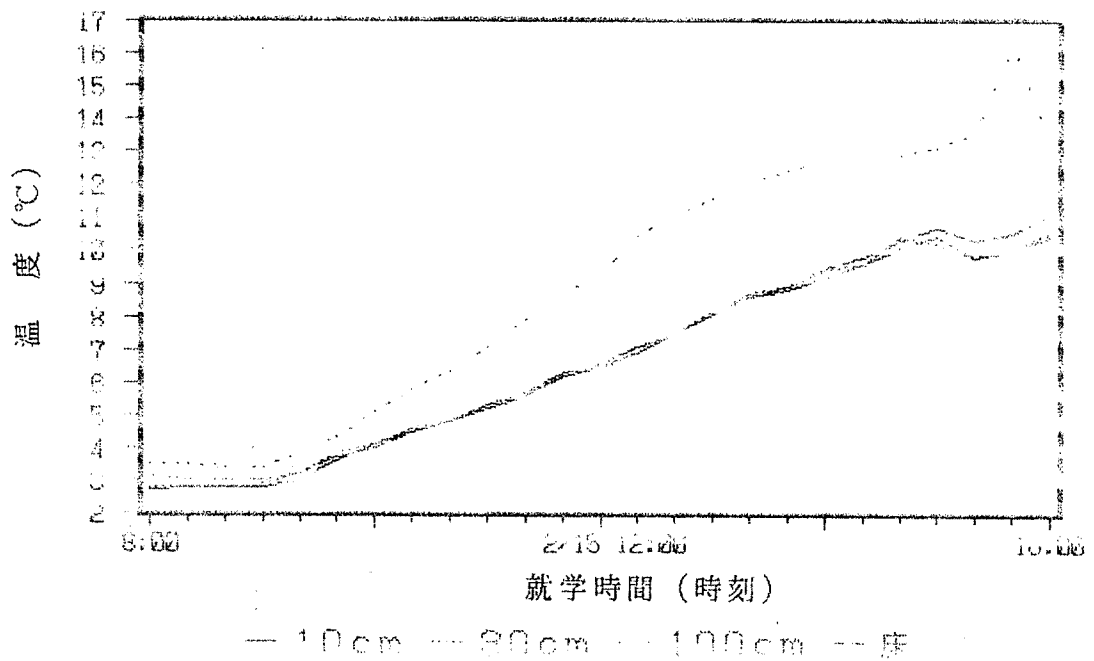


図 I - 14. 冬期就学時間帯における未採暖時の
2階木造教室室内気温の経時変化 (1993年)

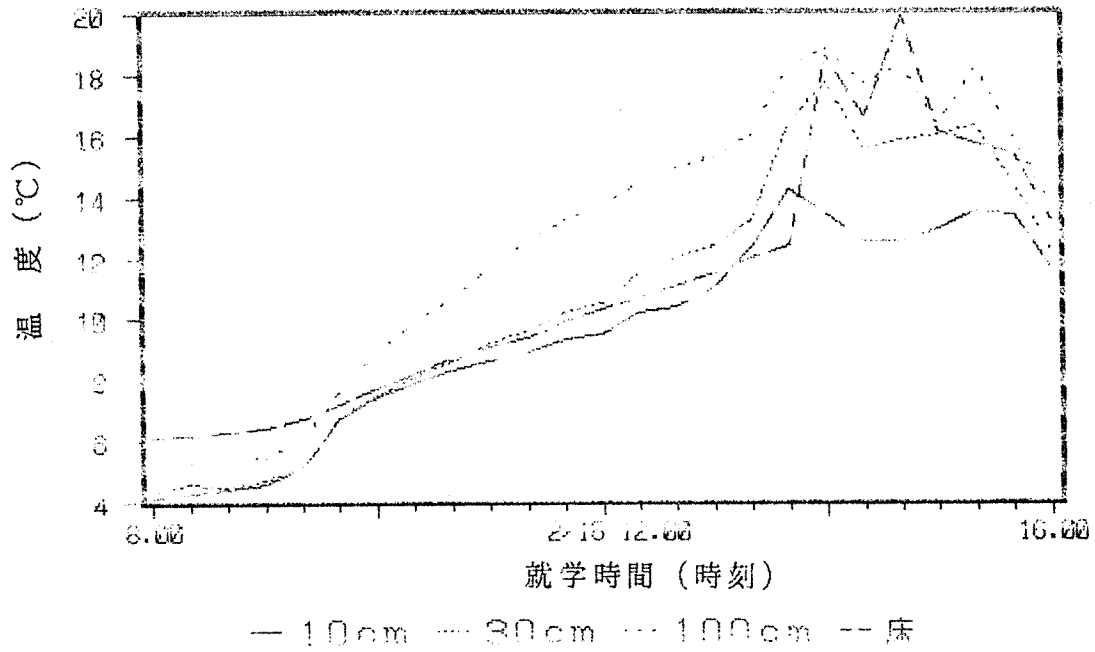


図 I - 15. 冬期就学時間帯における未採暖時の
内装木質造教室内気温の経時変化 (1993年)

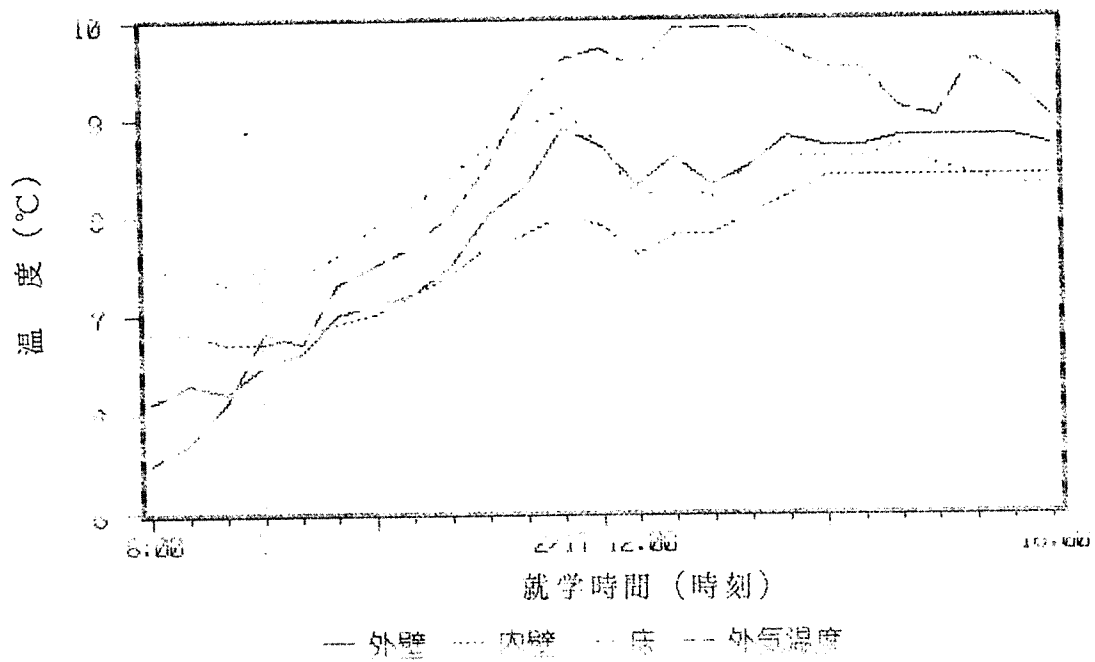


図 I - 16. 冬期就学時間帯における採暖時の1階RC造教室の
壁面温度の経時変化 (1993年)

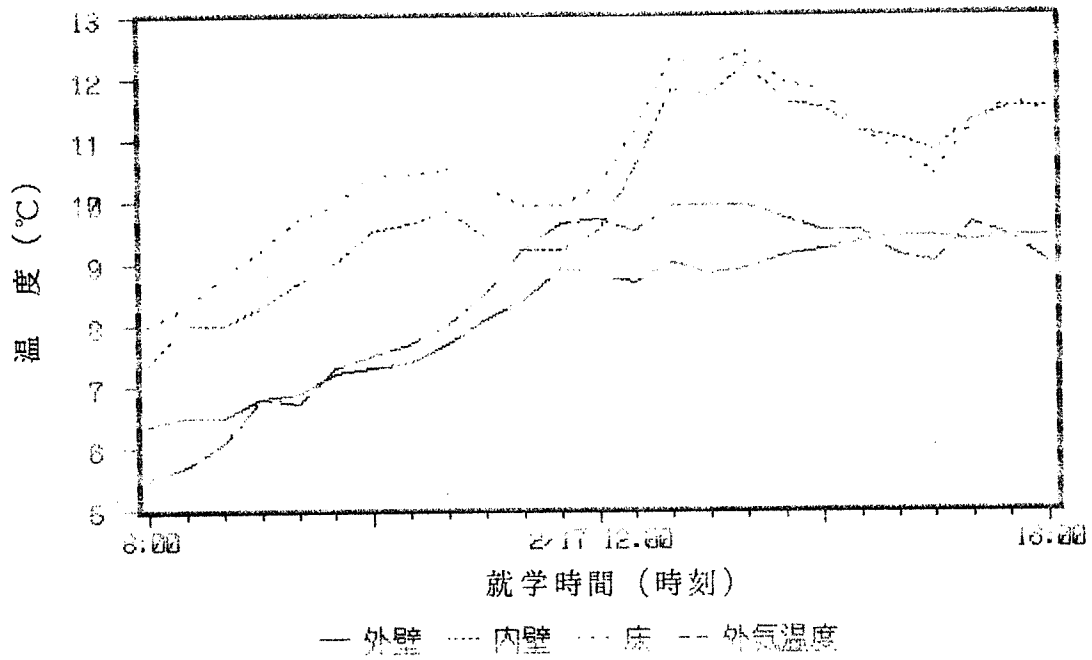


図 I - 17. 冬期就学時間帯における採暖時の2階RC造教室の壁面温度の経時変化 (1993年)

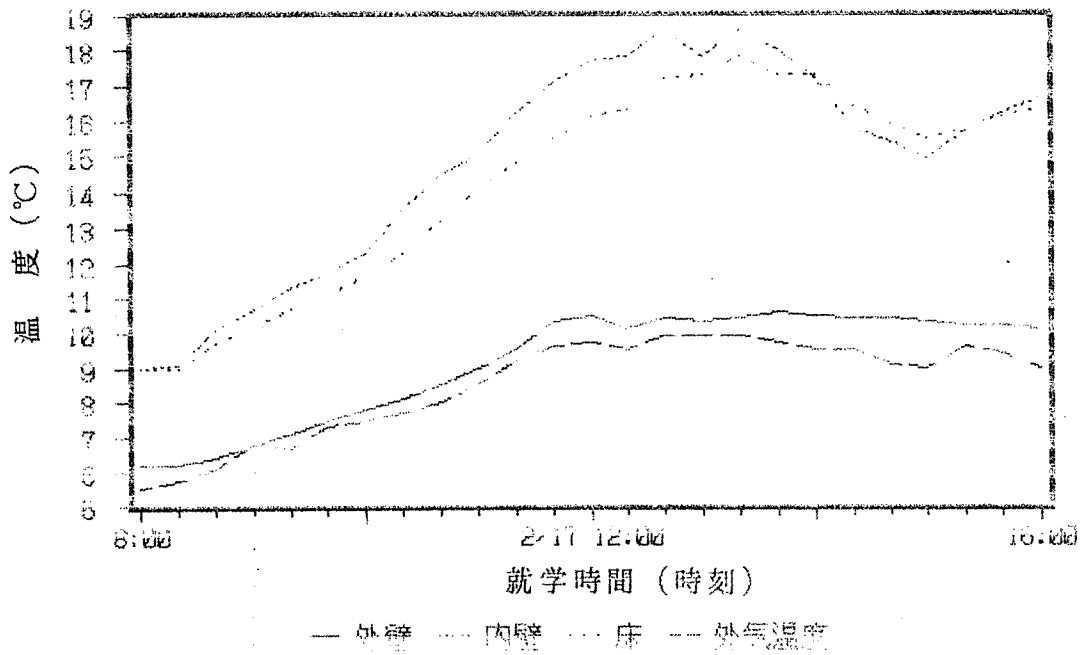


図 I - 18. 冬期就学時間帯における未採暖時の2階木造教室の壁面温度の経時変化 (1993年)

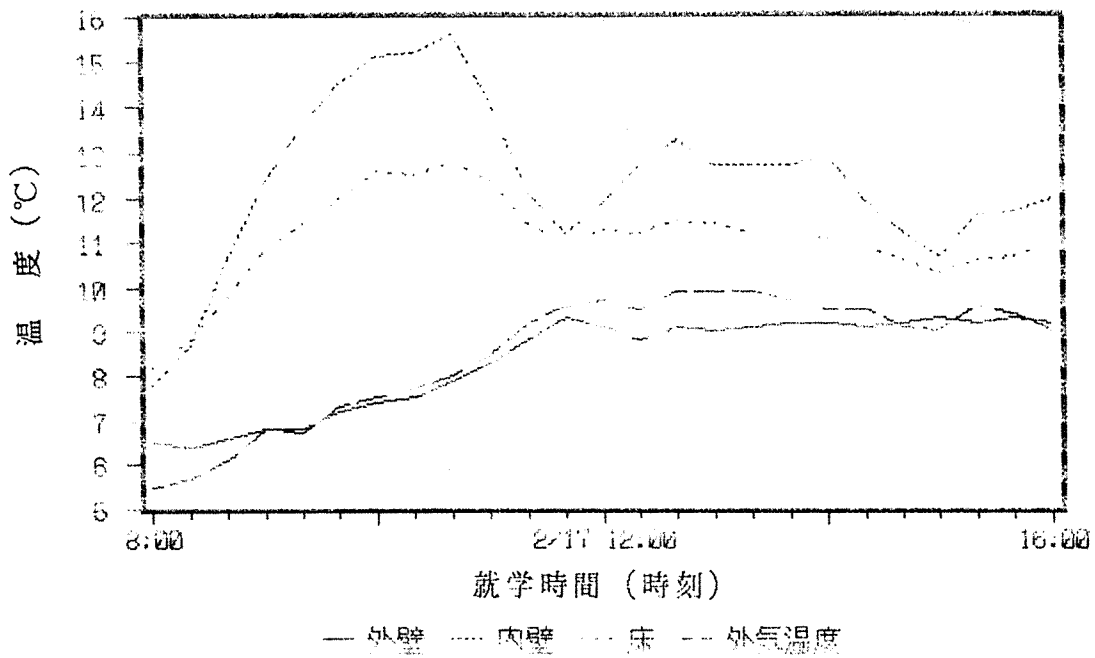


図 I - 19. 冬期就学時間帯における未採暖時の1階内装木質造教室の壁面温度の経時変化 (1993年)

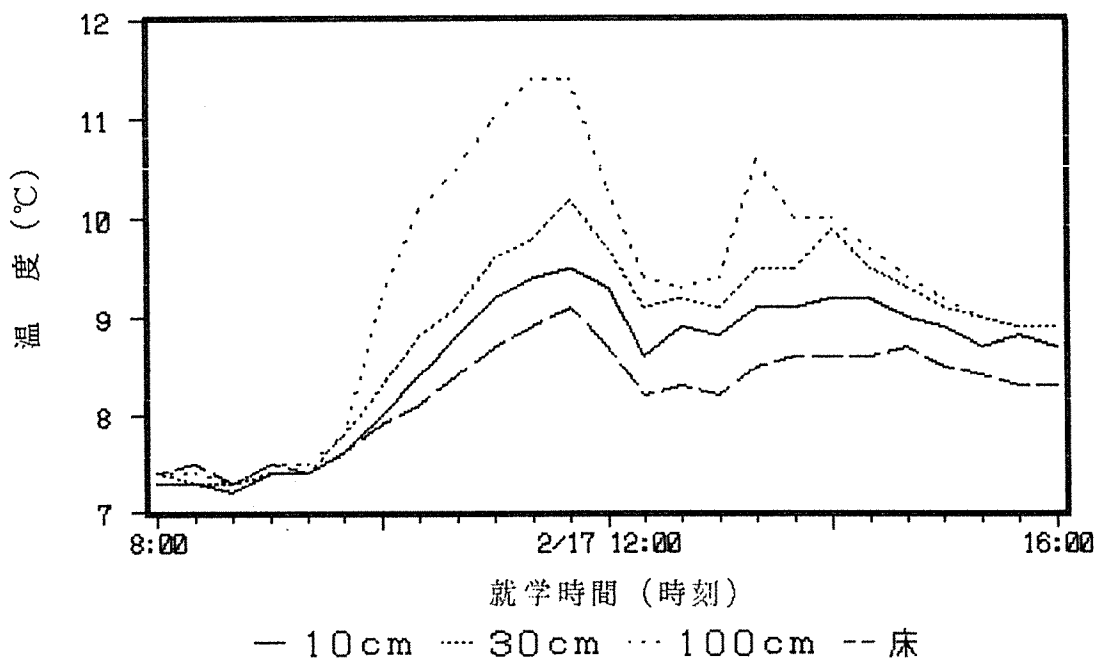


図 I - 20. 冬期就学時間帯における採暖時の1階RC造教室室内気温の経時変化 (1993年)

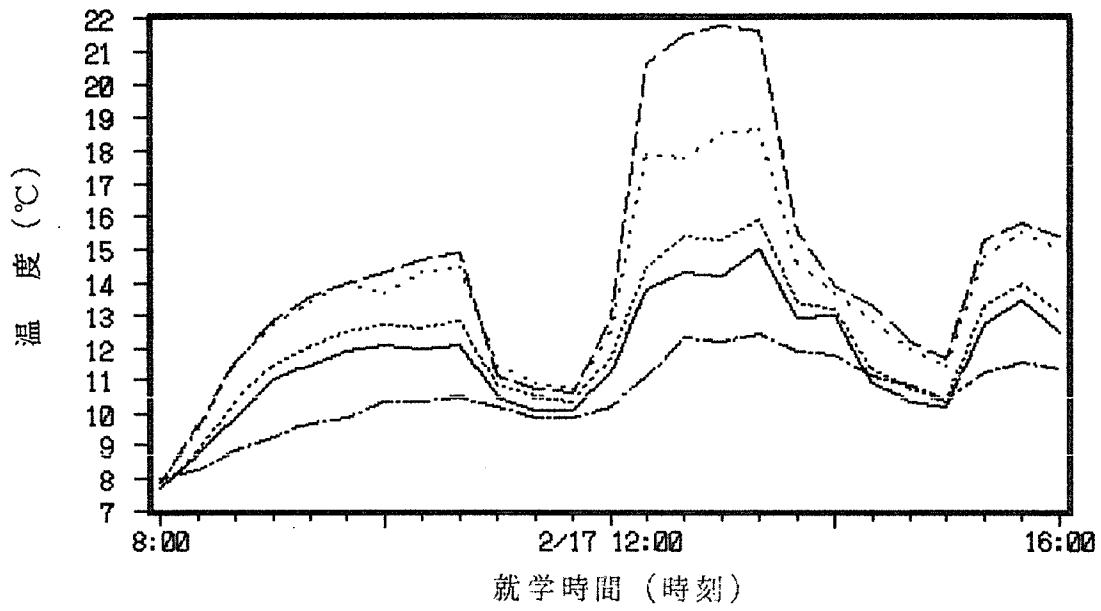


図 I - 2 1 . 冬期就学時間帯における採暖時の
2階RC造教室室内気温の経時変化 (1993年)

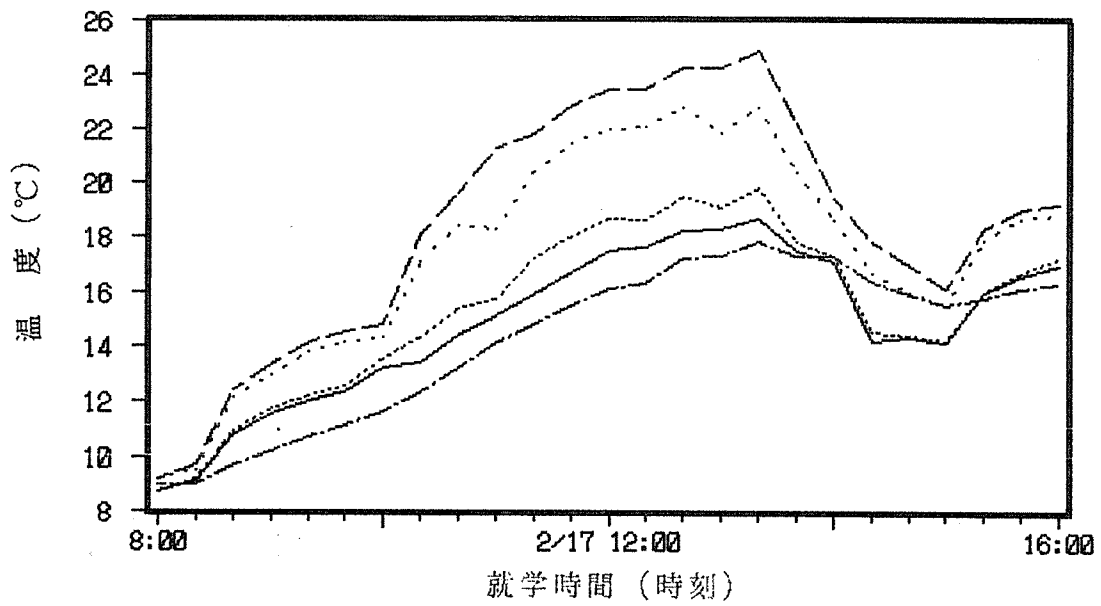


図 I - 2 2 . 冬期就学時間帯における採暖時の
2階木造教室室内気温の経時変化 (1993年)

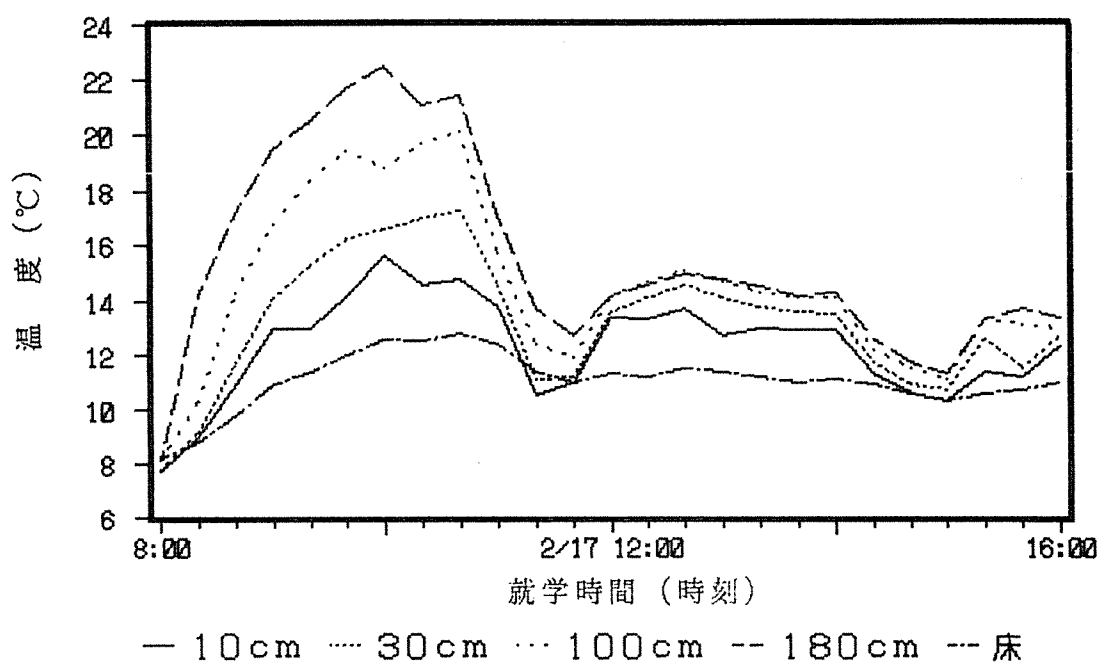


図 I - 23. 冬期就学時間帯における採暖時の
内装木質造教室内気温の経時変化 (1993年)

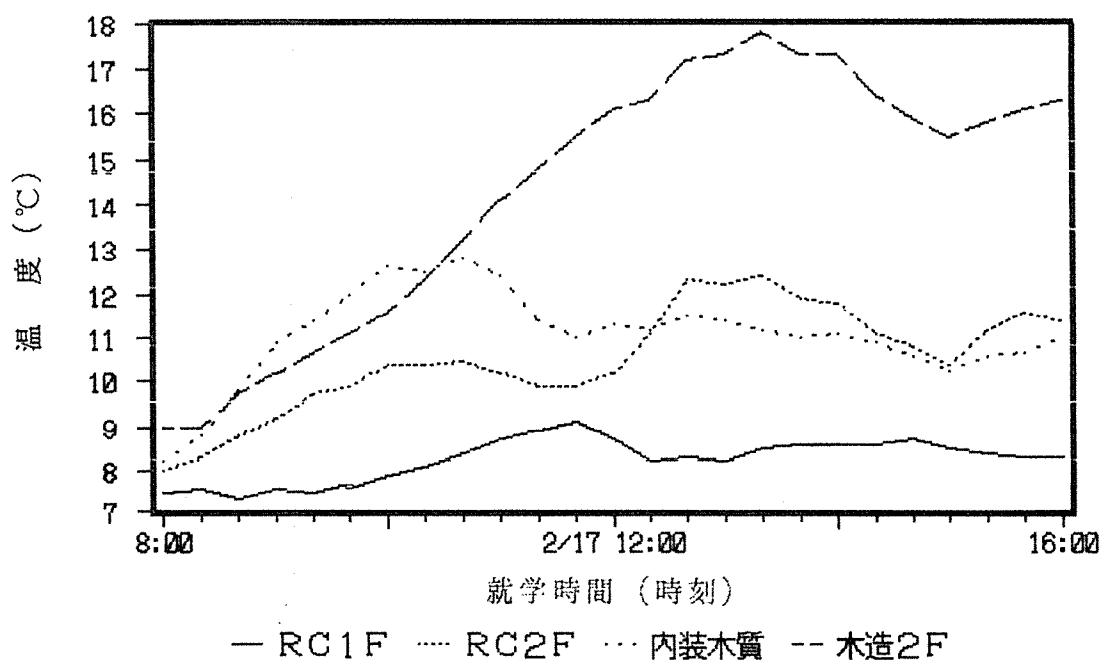


図 I - 24. 冬期就学時間帯における採暖時の床温度の経時変化 (1993年)

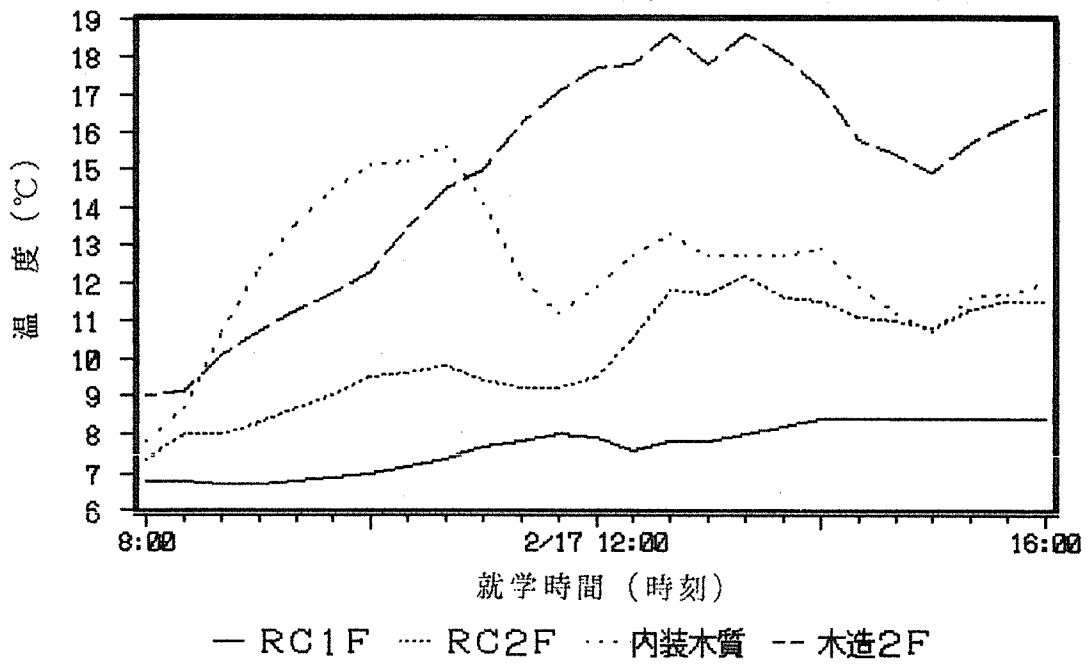


図 I - 25. 冬期就学時間帯における採暖時の内壁温度の経時変化 (1993年)

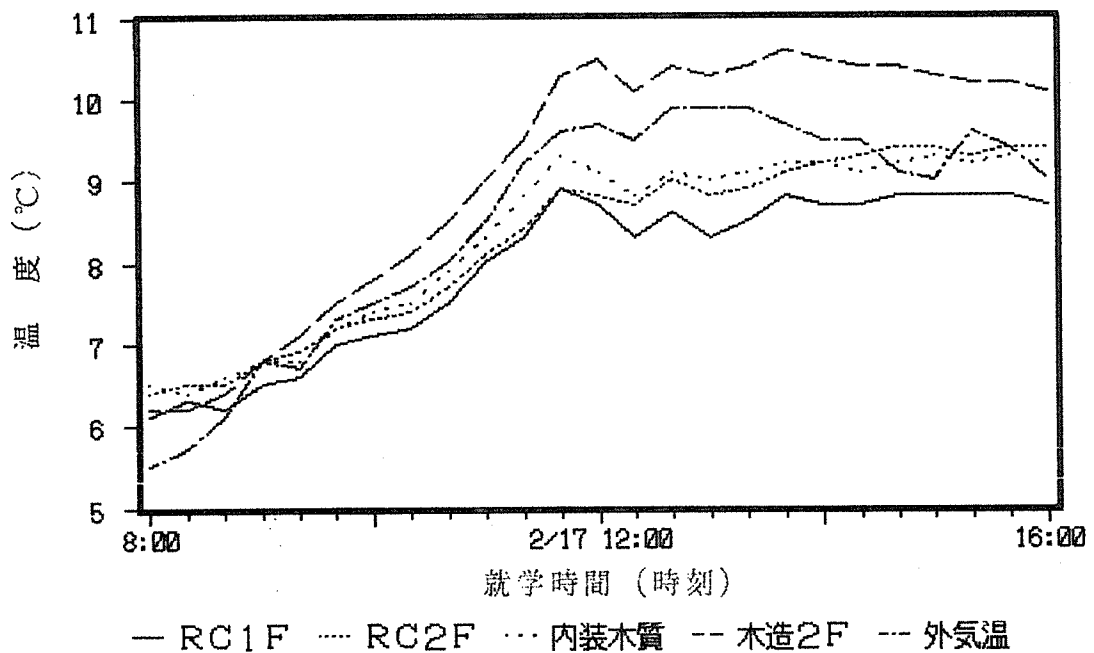


図 I - 26. 冬期就学時間帯における採暖時の外壁温度の経時変化 (1993年)

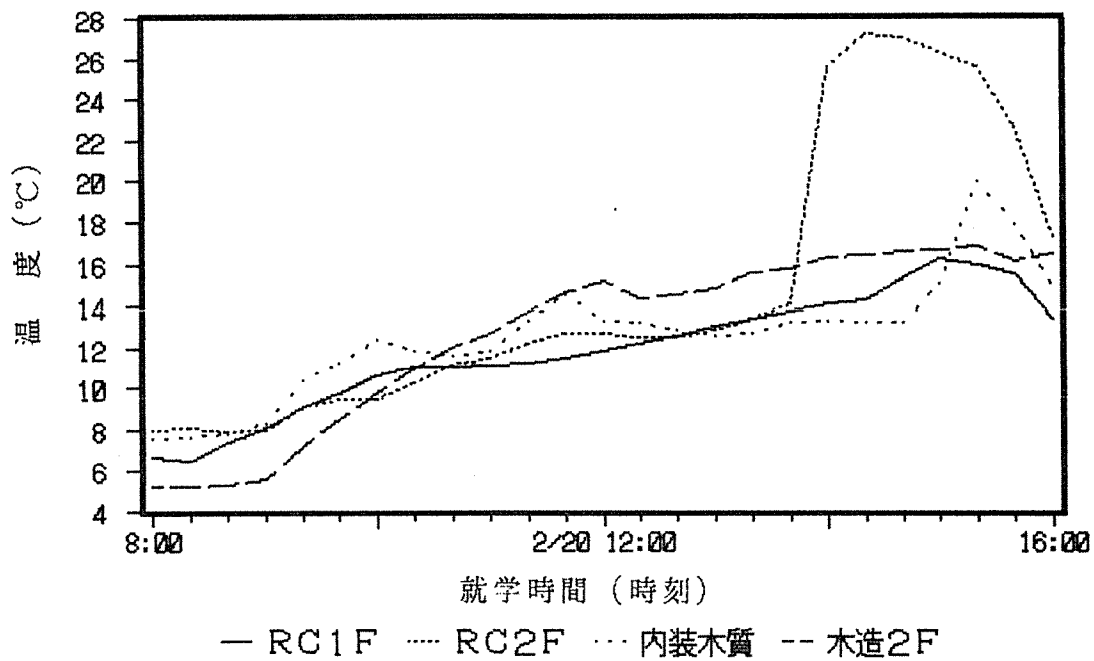


図 I - 27. 冬期就学時間帯における終日採暖時の
床温度の経時変化 (1993年)

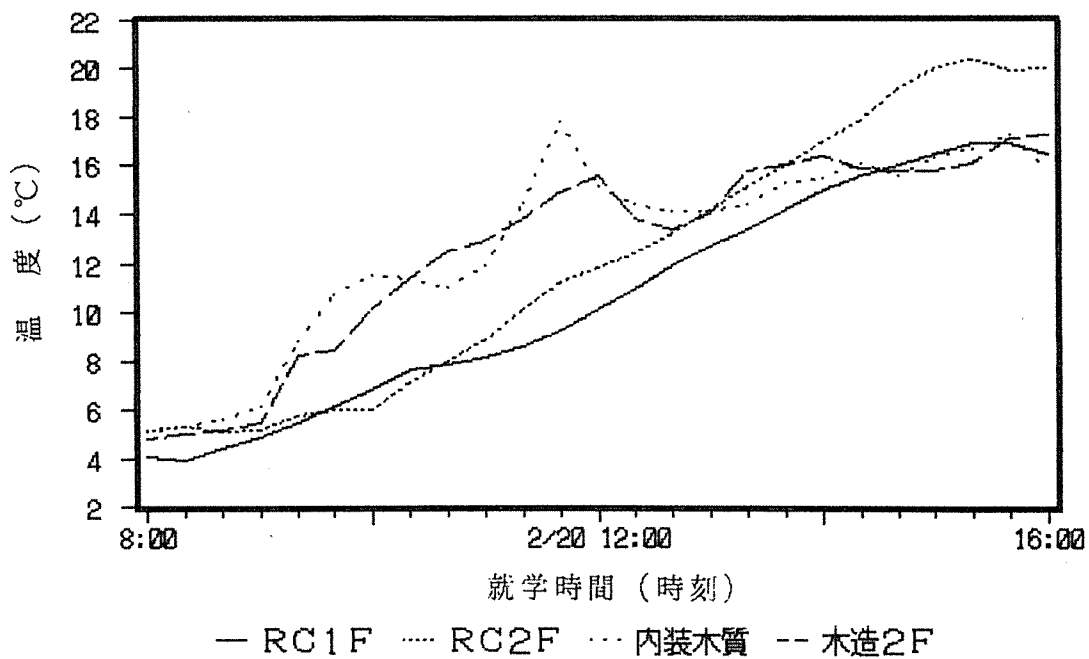


図 I - 28. 冬期就学時間帯における終日採暖時の
内壁温度の経時変化 (1993年)

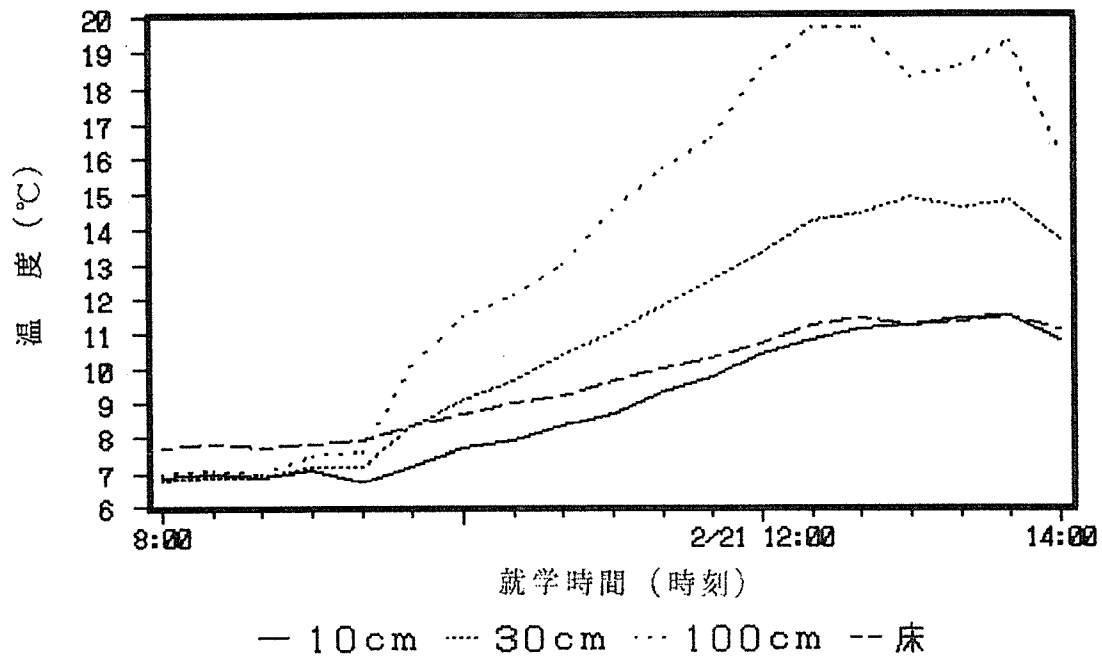


図 I - 29. 教室内気温を 20°C に設定したときの
1 階 RC 造教室の高度別気温の経時変化

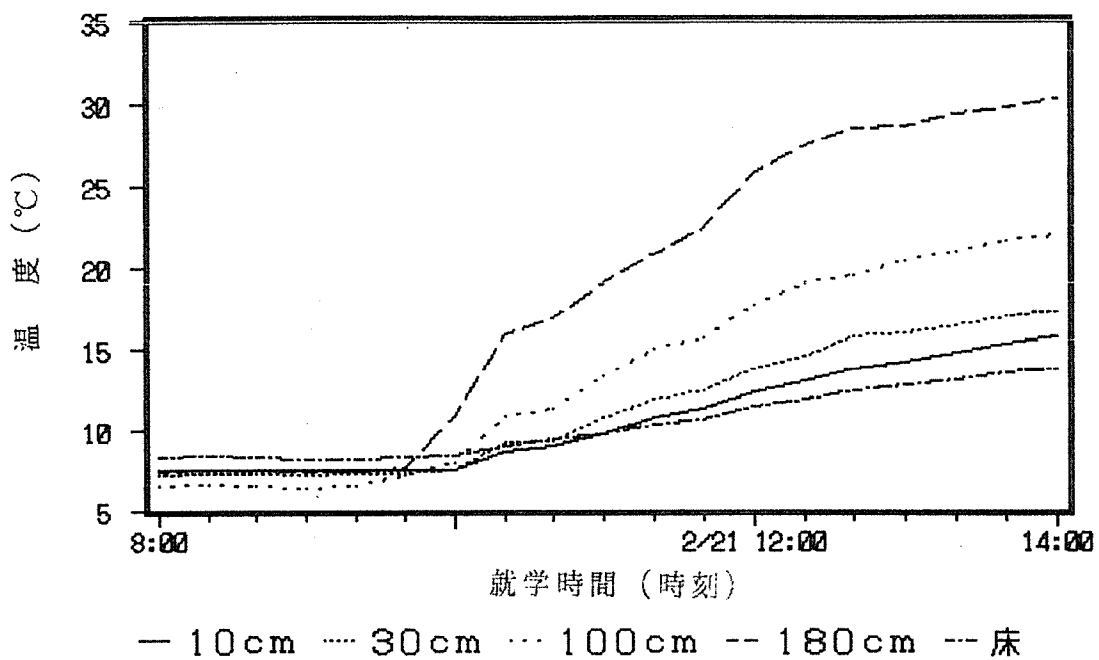


図 I - 30. 教室内気温を 20°C に設定したときの
2 階 RC 造教室の高度別気温の経時変化

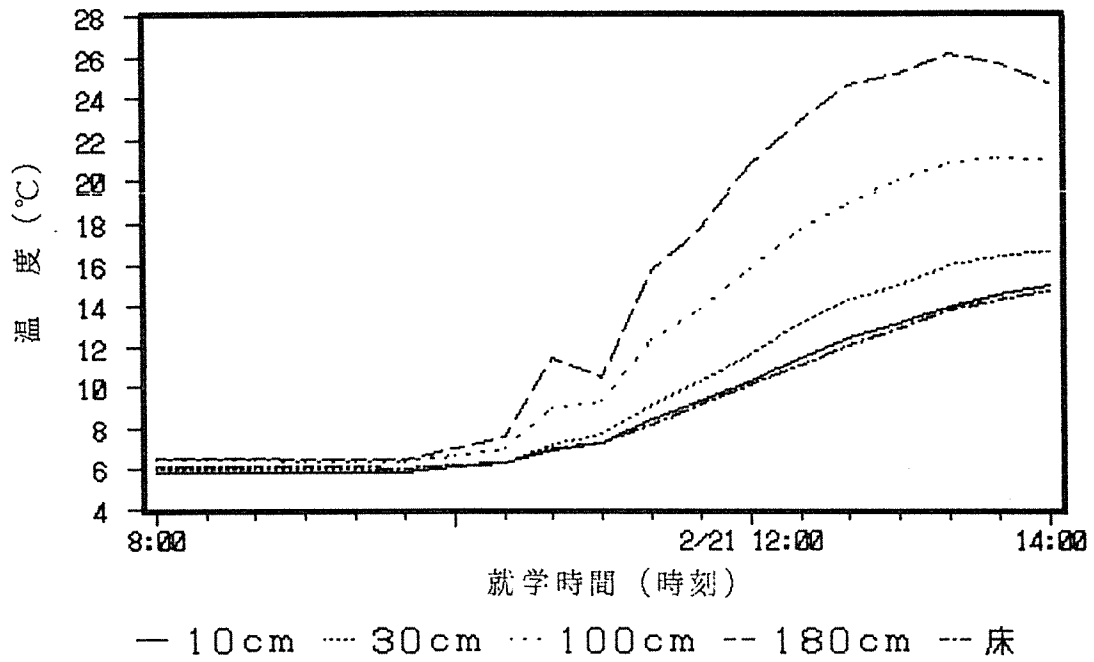


図 I - 3 1. 教室内気温を 20°C に設定したときの
2 階木造教室の高度別気温の経時変化

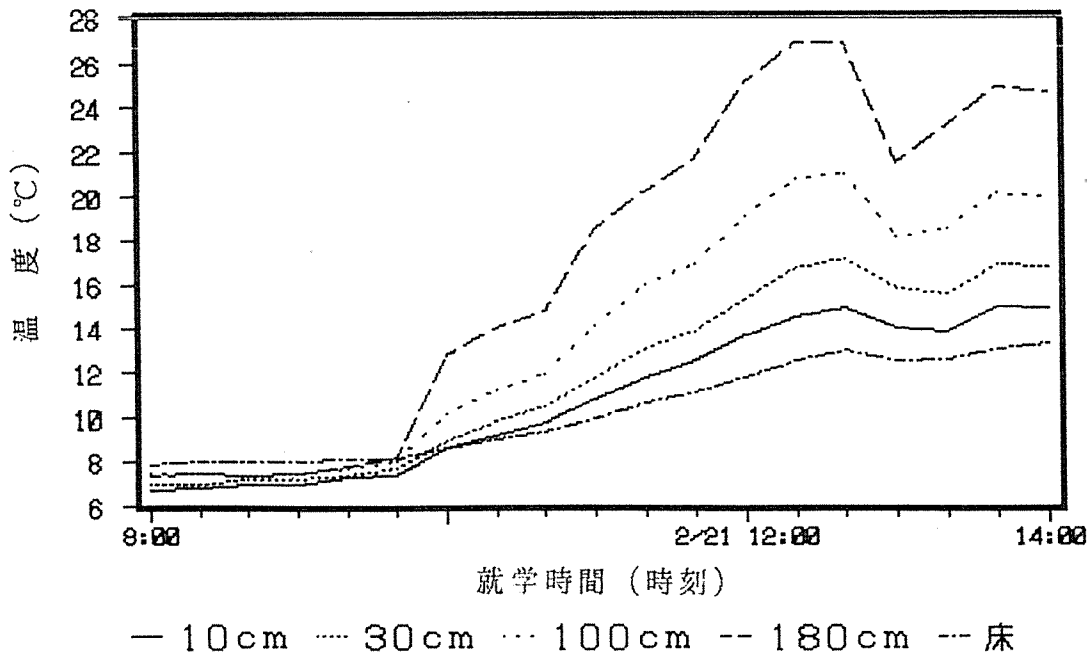


図 I - 3 2. 教室内気温を 20°C に設定したときの
内装木質造教室の高度別気温の経時変化

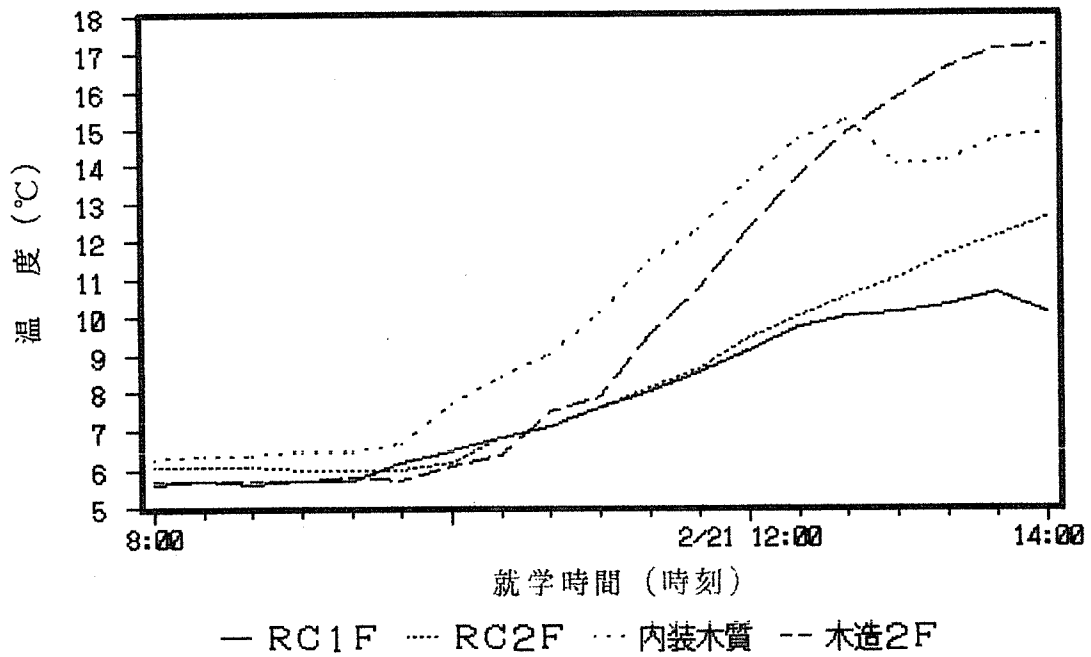


図 I - 3 3 . 教室内気温を 2 0 °C に設定したときの内壁温度の経時変化

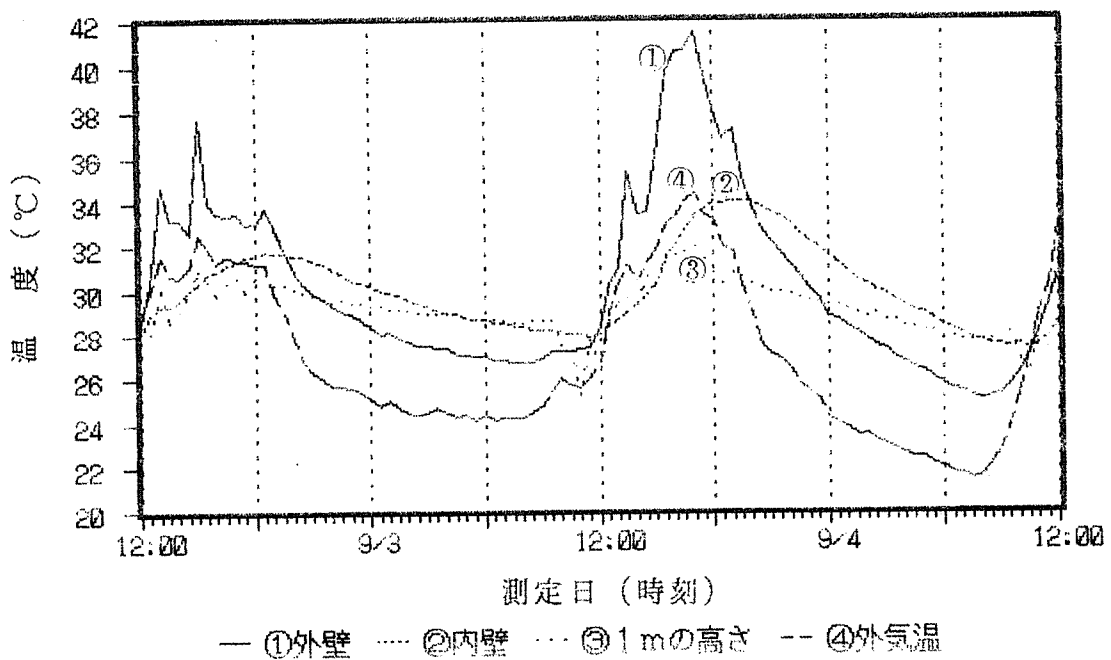


図 I - 3 4 . 夏期における 2 階 RC 造教室の壁面温度の経時変化 (1 9 9 2 年)

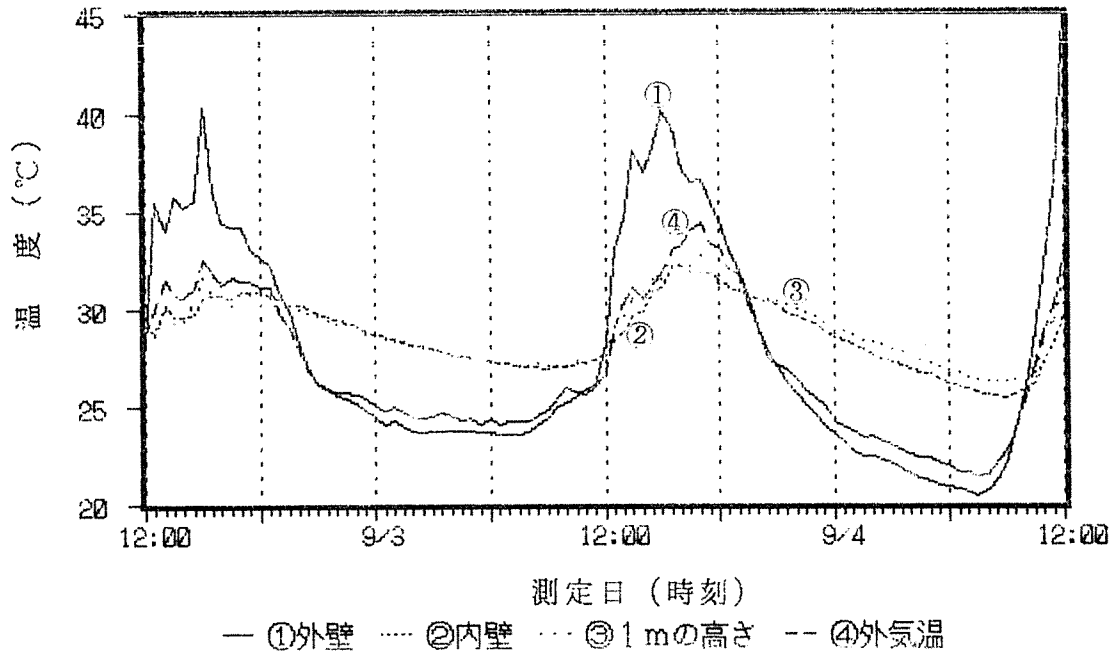


図 I - 3 5 . 夏期における 2 階木造教室の壁面温度の経時変化 (1 9 9 2 年)

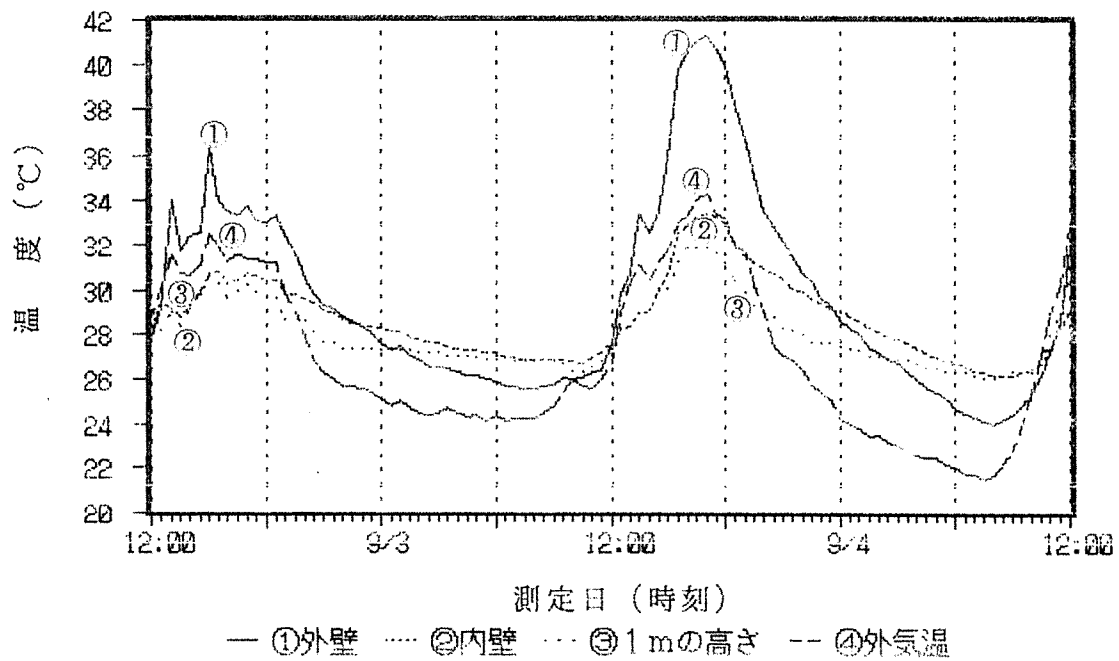


図 I - 3 6 . 夏期における内装木質造教室の壁面温度の経時変化 (1 9 9 2 年)

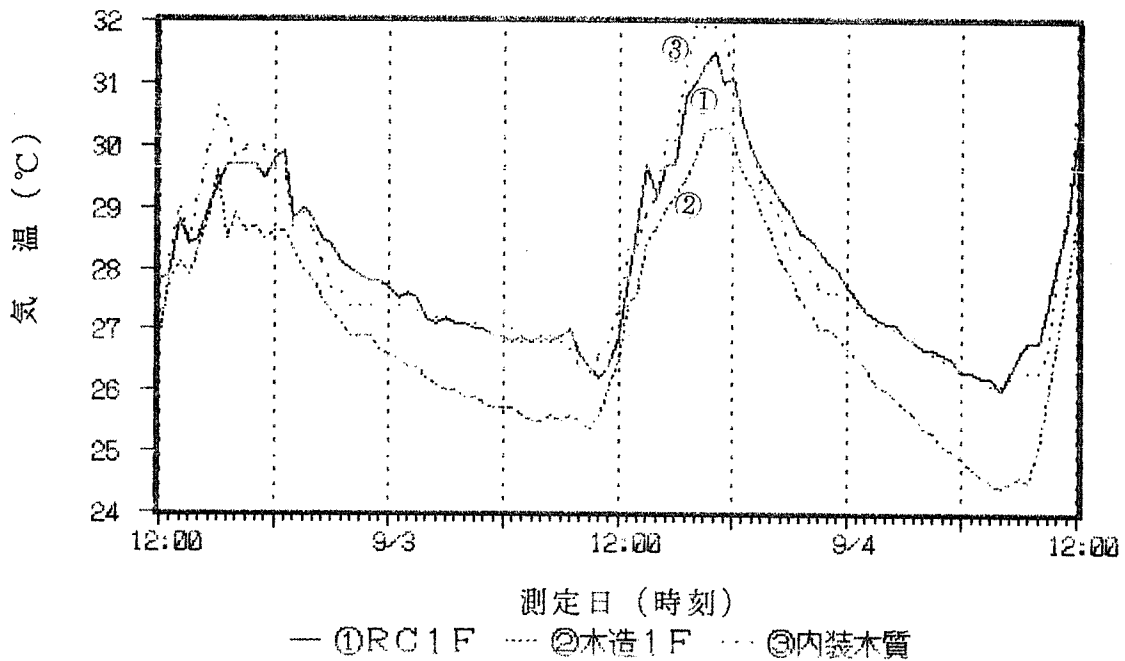


図 I - 37. 夏期における 1 階教室内 1 m 高の気温の経時変化 (1992 年)

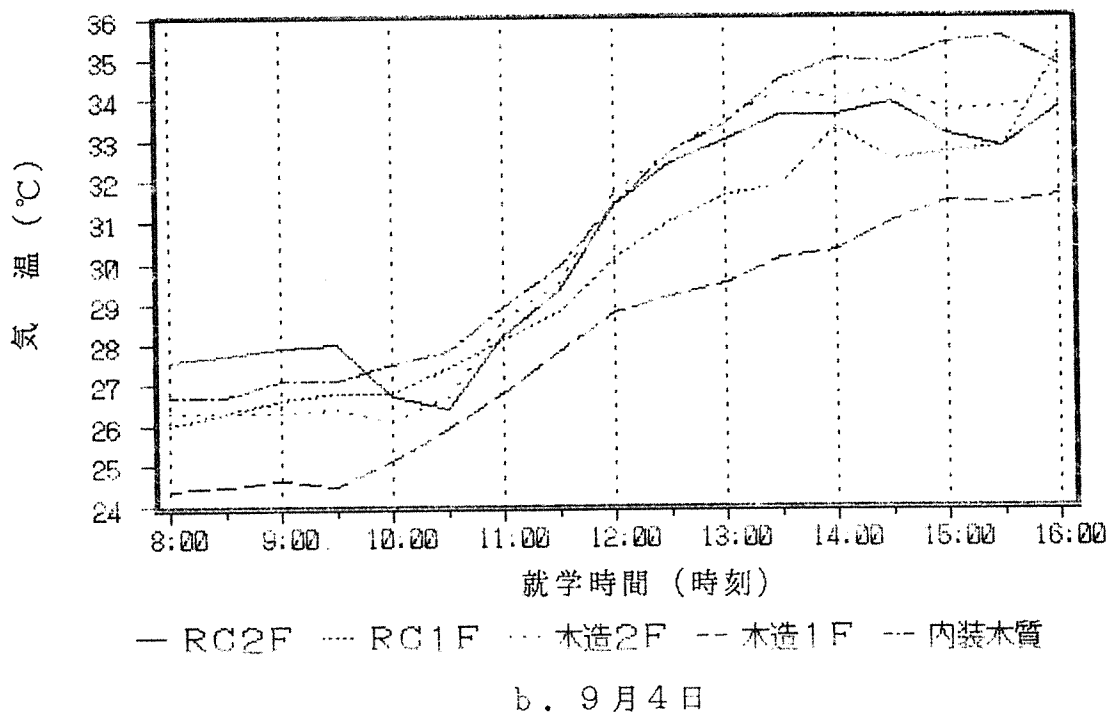
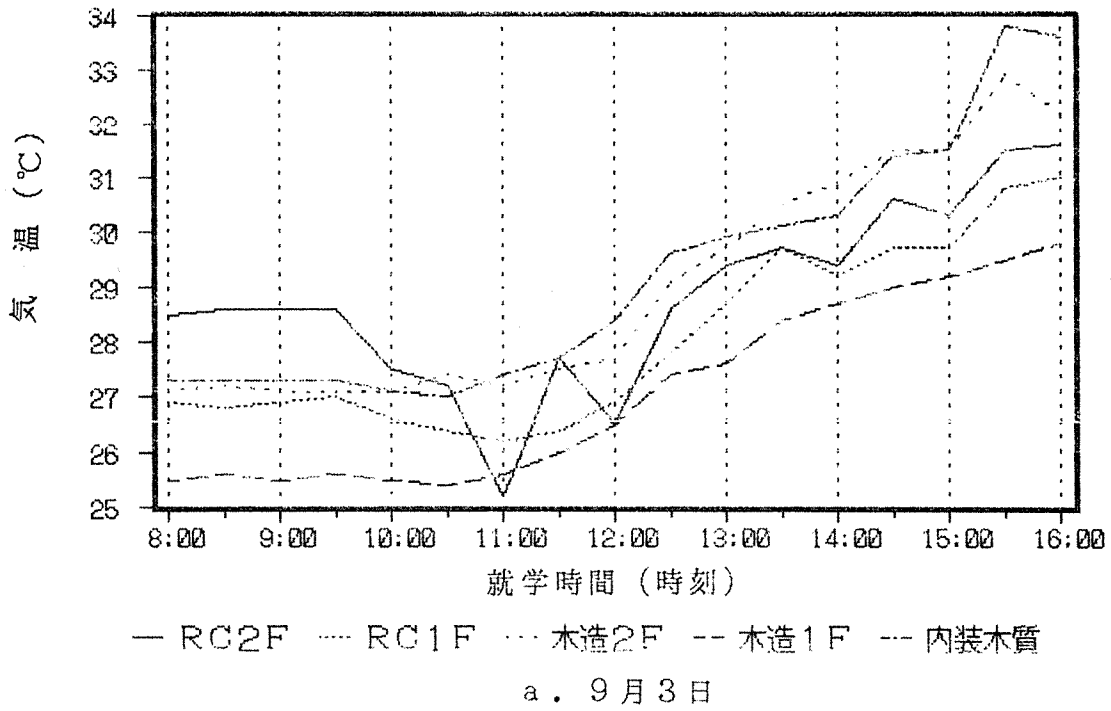


図 I - 38. 夏期就学時間帯における教室内 1 m 高の気温の経時変化 (1992年)

第2章 床環境の人体への影響

床の温熱環境は居住性に大きく影響を与えるものであるが、さらに人の生理機構に対しても影響を与えている^{1, 2)}。前報において、教室の床付近の温度は10℃以下になる状況が起こり、その頻度はRC造教室に比較的多いことが指摘された³⁾。学校環境衛生の基準によると⁴⁾、冬期の教室内の気温（机の高さ）は10℃以上、夏期の気温は30℃以下が望ましいとしている。従って、室内気温が10℃以下になることはすでに環境衛生上問題となるので、基準に示される限界温度（最低10℃，最高30℃）におかれた時の人の生理機能や身体機能が周辺にある材料から受ける影響について検討することとした。測定事項は、設定環境下における皮膚温度の変動と皮膚温度以外の生体情報、及び設定環境経験前後における心理反応としたが、本報告には皮膚温と生体情報について記す。

三種類の実験は同時に行われたので、実験方法をまとめて示す。

(1) 測定環境

人工気候室内に下記の2種類の環境を設定した（写真Ⅱ-1参照）。

木床環境：床面は5cmの角材上に12mm厚のラワン合板を敷くことによって形成し、周囲の壁面も側壁面と後方壁面を同材料で覆った。

コンクリート床環境：床面は40mm厚のコンクリート板を敷き詰めた。周囲の壁面は人工気候室の壁（表面カラーアルミ仕上げ硬質ポリウレタン）を利用した。

(2) 測定項目

皮膚温：皮膚温の測定は庄司らの「人体皮膚温分布測定点」にほぼ準拠して⁵⁾、下記の部位を測定対象とした。別にサーモレーサによって皮膚温の分布を測定した。

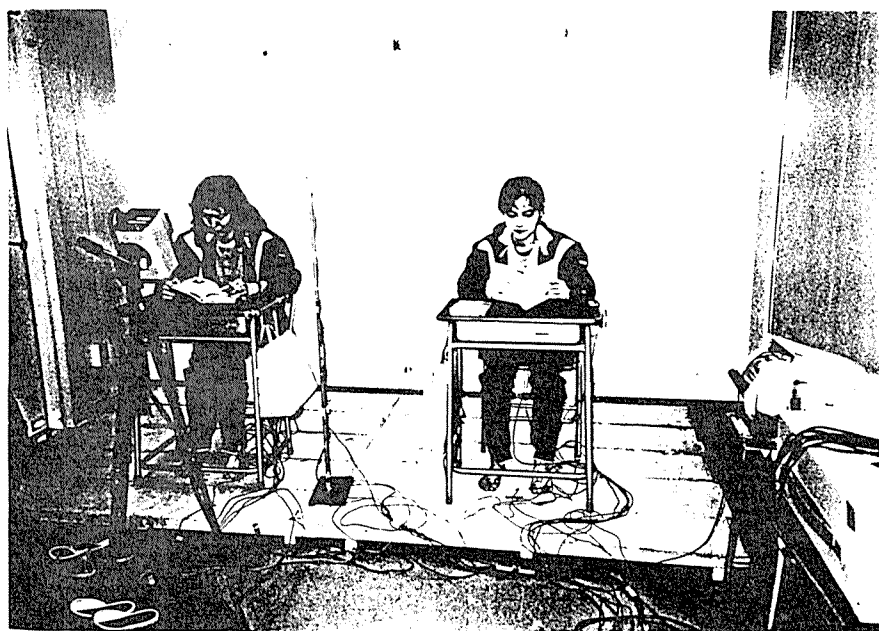
皮下体温：前額中央部，足背中央線中心

皮膚温 耳たぶ

胸	：胸骨上縁から約2cm下
背中	：第7頸椎の15cm下
右上腕	：中央外側
右手甲	：手背中央線2分の1
右膝	：膝蓋骨下脂肪体上
右足すね	：下腿前面中央1/2
右足背	：足背中央線中心横
右足指	：右足中指



a. 木床環境



b. コンクリート床環境

写真Ⅱ-1. 床環境の測定風景

生体情報：心拍数，GSR，血圧，フリッカー値

心拍数－右鎖骨下中線上、左乳頭下、右乳頭下（アース）

GSR－左手中指および環指の手掌側の基節部

心理情報：職業適性検査（指先器用検査と手作業検査），クレペリン検査，

教室環境のイメージ調査

(3) 測定条件

測定温度：10℃，30℃ *湿度は70%に統一

測定に際し、人工気候室内を所定の温度で24時間調整した。その結果、室内の床、周壁面の温度も設定した室内気温と同一の値となった。

測定時間：所定の環境下では入室直後から1時間経過時点までとしたが、素足－コンクリート床環境のみは被験者の健康を考慮して40分経過までとした。

測定状態：被験者は1時間椅子に座って読書をするが、その間足は床に着けること、手は机には着けないこととした。

測定時着衣：着衣は表Ⅱ－1に示す服装に統一した。表から知れるように、「靴下」の場合はビニール製のスリッパをも履いた状態で床に上がるが、「素足」の場合は直に床の上に足を置くことになる。

表Ⅱ－1. 測定時の着衣

条件	着衣	clo値	条件	着衣	clo値
10℃ 靴下	Tシャツ 短パン カッターシャツ ジャージ上下 靴下 スリッパ	約1.1clo	30℃ 素足	Tシャツ 短パン ジャージ下 スリッパ	約0.48clo
10℃ 素足	Tシャツ 短パン ジャージ上下 カッターシャツ	約1.0clo	*着衣は統一するために、 総て支給した。		

(4) 測定装置

皮膚温測定：

日本電気三栄製 LOGGER MATE DL1200

電極—アルメルクロメル熱電対

日本電気三栄製 サーモトレーサーTH1100

生体情報測定：

VINE製携帯用深部体温計

MEMORY MAC 1チャンネル

VINE製携帯用心拍数測定装置

MEMORY MAC 1チャンネル

VINE製携帯用GSR測定装置

MEMORY MAC 1チャンネル

フリッカー値測定器FV-M ヤガミ

心理情報測定：

職業適性検査

手作業検査板（M部検査）ペグボード

指先器用検査板（O部検査）エフデーボード

(5) 被験者：健康な大学生（年齢21～23才）とし、男女各4名ずつ計8名を対象とした。被験者の身体的特徴は表Ⅱ-2の通りである。

測定当日の被験者は、下記の条件を満たすこととした。

- ・午前8：00ごろ起床
- ・午前8：30までに朝食を済ませる。
朝食内容；パン1ヶ（バナナ），牛乳 200cc
- ・朝起きてからの、激しい運動はひかえる。
- ・朝、風呂に入らない。
- ・喫煙は、実験当日はしない。
- ・前日は十分な睡眠をとる。

(6) 実験手順

1日に2名ずつ実験を行った。被験者は午前9時30分までに人工気候室準備室に入室することとし、下記の順序で実験が行われた。

- ①. 起床してからの行動記録を書く。
- ②. 椅子に座って安静20分後、床環境測定前の職業適性検査実施

- ③. 午前10時、血圧、フリッカー値の測定
 - ④. 床環境測定前の皮膚温度分布測定
 - ⑤. 人工気候室入室－床環境測定開始、被験者は椅子に座り、読書
皮膚温、深部体温、心拍数の測定、
GSRの測定（GSRは安静時の30分間のみ測定）
 - ⑥. 所定時間経過後血圧、フリッカー値の測定、職業適性検査、
SD法によるアンケート調査、クレペリン検査
 - ⑦. 床環境測定後の皮膚温分布測定
- 表Ⅱ－3に測定計画を示した。

表Ⅱ－2. 被験者の身体的特性および特筆事項

被験者	性別	身長	体重	BMI	喫煙	飲酒	被験者の特筆事項
A	男子	163.2cm	65.0kg	24.4	あり	時々	
B	男子	173.3cm	63.5kg	21.1	なし	時々	慢性的に睡眠不足
C	男子	169.5cm	70.6kg	24.6	あり	時々	
D	男子	167.4cm	70.8kg	25.3	あり	時々	朝食は和食のみ
E	女子	171.0cm	57.0kg	19.5	なし	なし	冷え症の自覚あり
F	女子	159.6cm	47.7kg	18.7	なし	なし	冷え症の自覚あり
G	女子	151.9cm	50.3kg	21.8	なし	なし	冷え症の自覚あり
H	女子	162.0cm	54.0kg	20.6	なし	なし	冷え症の自覚あり

表 II - 3. 測定日別人工気候室の設定条件及び準備室の温度・湿度

月 日	天候	被験者	性別	人工気候室の 設定温・湿度		床材料	靴下	準備室の 温度・湿度	
				℃	%			℃	%
10/28	晴	A, B	男子	30	70	コンクリート	素足	24.0	75.0
10/30	曇	A, B	男子	10	70	コンクリート	装着	21.0	60.0
10/31	晴	A, B	男子	30	70	木材	素足	23.5	71.0
11/ 1	晴	A, B	男子	10	70	木材	装着	20.0	43.0
11/11	晴	A, B	男子	10	70	木材	素足	19.5	46.0
11/14	晴	C, D	男子	10	70	木材	装着	19.0	48.0
11/15	曇	C, D	男子	10	70	木材	素足	19.0	49.5
11/29	晴	A, B	男子	10	70	コンクリート	素足	16.5	49.0
12/ 5	晴	C, D	男子	10	70	コンクリート	装着	17.5	42.0
12/ 6	曇	C, D	男子	10	70	コンクリート	素足	17.0	48.0
2/ 5	晴	E, F	女子	10	70	木造	素足	13.0	44.0
2/ 8	晴	G, H	女子	10	70	木造	素足	14.0	43.0
2/ 9	曇	E, G	女子	10	70	コンクリート	素足	15.0	45.0
2/11	晴	F, H	女子	10	70	コンクリート	素足	13.0	36.0

2-1 皮膚温特性

1 結果

本節では床材質が皮膚温に及ぼす効果について検討する。

写真Ⅱ・1-1～3は室内気温30℃条件下における測定前後の皮膚温分布を示している。各画面のカラーグレイドが異なるので、画面横に示されているカラースケールを見比べなければならないが、測定前の皮膚温度は30℃～35℃の範囲に分布している。しかし、30℃のそれぞれの環境下で1時間経過した後（測定後）皮膚温はいずれも測定前より高温になっていることが知れた。手腕部についてみると、木床環境、コンクリート床環境に関わらずいずれも測定前より4℃前後の高い値を示していた（写真Ⅱ・1-2）。また足については温度の上昇がさらに顕著に認められており、6℃前後にも達していた（写真Ⅱ・1-3）。しかし、床環境の相違が皮膚温に及ぼす明確な差は認められなかった。

写真Ⅱ・1-4は10℃・素足条件下における測定前後の皮膚温分布を示している。各画面のカラーグレイドが異なるので、画面横に示されているカラースケールを見ながら比較すると、いずれの環境下においても測定後の皮膚温が著しく低下していることが知れる。部位別に比較すると（写真Ⅱ・1-5～10）、各部位ごとに皮膚温の低下の様子が異なっているようであり、さらに皮膚温の低下の度合いはコンクリート床環境のほうが木床環境より顕著のようである。そこで男子被験者B、Cと女子被験者E、F、G、Hについて各部位別に皮膚温の経時変化を見ると、図Ⅱ・1-1～8となった。被験者によって、また部位によって皮膚温の低下の傾向が異なるが、共通した傾向としては胸および上腕の温度は変動しにくいこと、一方手の指や足指は著しく低下し易いことが知れた。皮膚温は各部位ごとに異なるので減少傾向を比較するために各部位の計測温度を測定前温度に対する比率に換算し「減少率」（適切な表現ではないが）としてその経時変化を調べた。女子についてみると図Ⅱ・1-9～12に示す結果となった。比較した5部位のうちでは、手指が最も環境に反応し安く、入室後短時間の内に急速に低下していき、温度減少率も最も著しいことが4人に共通して認められる。次いで、足指あるいは手の甲の温度減少率が目立っていた。足背部とすねについては測定期間にわたって漸減する傾向が見られた。

床環境及び着衣の違いに対する皮膚温の反応の様子を男子について経時的に比較すると図Ⅱ・1-13～22に示す結果となった。皮膚温の環境に対する反応の仕方は、人の個体差や部位によって複雑な様相を示していることが知れるが、温度減少率の大きかった手指と足指に着目すると、環境の違いによる反応の仕方に一定の傾向が認め

られる。すなわち、図Ⅱ・1-18・1~4に示される手指温度の経時変化を見ると、コンクリート床環境に素足で居た場合は環境入室と共に皮膚温が減少していく傾向を示した。一方その他の環境条件下では、環境入室後しばらくの間皮膚温を維持しようとする傾向が見られた。しかしこのような手指温度のホメオステイシスも一定時間経過後は崩れて行った。手指温度のホメオステイシスが崩れる時間は個人差が見られるものの、環境条件に影響されているように見受けられる。特に被験者Cに顕著に見られており、最もホメオステイシスの継続時間が長かった環境条件は木床環境に靴下着用の上スリッパで居た時である。

環境の違いによる反応の仕方に最も顕著な差を現した部位は足指である（図Ⅱ・1-22・1~4参照）。足指は床に直接触れている部位であり、いわば環境を最も敏感に感じている部位といえる。図によると若干の個人差はあるが、最も皮膚温の低下の著しい環境条件はコンクリート床環境に素足で居たときであり、次いで木床環境下での素足となっている。靴下着用の上スリッパ履きになると素足より皮膚温の低下は防げるが、床環境の相違による差は相変わらず認められており、コンクリート床環境より木床環境の方が足指温度の低下を防いでいることが知れた。

以上、身体各部位の皮膚温についてその経時変化特性を調べた結果、身体各部位の皮膚温の経時変化は個人差があること、また環境に大きく影響される部位とそうでない部位のあることが明らかになった。そこで環境入室後40分経過時点における皮膚温を比較することによって、木床環境とコンクリート床環境の相違を検討した。図Ⅱ・1-23~30に結果を示した。図は木床環境とコンクリート床環境での環境入室後40分経過時の皮膚温を着衣条件をパラメータとしてプロットしてある。従って、木床環境とコンクリート床環境との間に差の無いときは図中の斜線部を中心として分布することとなる。図に従うと、耳朶、上腕部、胸部及びすね部は床環境の違いにあまり影響されないことが知れる。一方、背、手指、膝、足背及び足指温度は木床環境下の方がコンクリート床環境より高い値を示している。このことは木床環境の方が身体各部位の皮膚温の低下を防ぐ効果のあることを示唆している。

2 被験者の環境体験後の感想

本項では被験者の環境体験後の感想を整理した。いずれの感想からも床温度10℃（室温も同温度）のコンクリート床環境に素足で居る状態が非常に厳しいものであることがうかがえる。興味深い点としては、靴下を着用した場合、感覚的には床環境の違いは無いようであるが、皮膚温低下の物理量としては床環境によって相違のあることを示している点である。この程度の物理量の差は人の生活環境では無視されるもの

であるのか、あるいは急激な病的症状としては発現しなくとも何らかの負の刺激を与え得るものであるのか、さらに注意深く検討していく必要がある。その際、男子被験者Dのように障害を持つ者にとっては環境からの影響が顕著に現れる可能性のあることも考慮していく必要がある。女子の場合は、木床環境に対してはそれほどの違和感を持たないようであるが、コンクリート床環境は見ただけで拒否反応が起きており、環境に対する反応の男女差がうかがえる。

・男子学生A

気温10℃条件

素足，コンクリート床環境：木床より非常に冷たい。

測定20分経過頃になると、足先や足首がジンジンとしてきた。この時同時に足にふるえが起きた。

*「ジンジン」とは「冷たい」感覚より強く、痛みを伴っている。

素足，木床環境環境：ジンジンとするようなことは無かった。

床にふれた直後は冷たさを感じるが、次第に馴れて冷たさを感じなくなる。

測定終了頃は再び冷たさを覚える。

靴下着用時：木床とコンクリート床との差は判断し難い。

「冷たい」という感じより「寒い」感じが優先していた。

気温30℃条件

木材床環境では暑さを感じない。

コンクリート床環境ではムンムンした感じを受けた。

・男子学生B

気温10℃条件

素足，コンクリート床環境：

木床より非常に冷たい。

身体が硬直して、息がしにくい感じを受けた。

試験開始後時間の経過につれて、冷たい感じが足首の方に広がっていった。

試験終了後も足の随に冷たさが残り、快復が遅かった。

素足，木床環境環境：

時間の経過につれて、冷たい感じが足首の方に広がっていったが、コンクリート床環境より穏やかであった。

試験終了後の快復は早かった。

靴下着用時：

木床とコンクリート床との差は判断し難い。

床面からの直接の冷えは感じないが、足首の冷えを感じた。

気温 30℃条件

コンクリート床環境では足の裏に冷たさを感じて、気持ち良い。

・男子学生 C

気温 10℃条件

素足，コンクリート床環境：

時間の経過とともに冷たい感じが増し、骨の髄まで冷えて痛さを感じるようになった。

足の冷たさが気になって読書に集中できない。

考えるのがいやになり、やる気が失せた。

試験終了後は、足を地面につけたくない感じだった。

素足，木床環境：

冷えを感じていてもダメージを受けた感じにはならない。

我慢し得る。

かえって集中力が増す感じがした。

靴下着用時：

木床とコンクリート床との差は無い。

床面からの直接の冷えは感じないが、寒さを感じた。

気温 30℃条件

コンクリート床環境と木床環境との差はそれほど感じない。

・男子学生 (D)

気温 10℃条件

素足，コンクリート床環境：

氷の上に立った感じがした。

試験開始早々から、足首の古傷（靭体損傷）が痛みだした。

試験開始 30分経過頃から、足の冷たさが気になって本が読めなかった。

身体の寒さより、足の冷たさの方に気が行ってしまった。

試験終了後は身体が芯から冷えていた。

素足、木床環境：

始めジンワリした冷たさを感じるが、次第に馴れていく感じがした。

試験終了頃になって、わずかではあるが足首の古傷（靱体損傷）に痛みを感じた。

コンクリート床環境とは違って、身体の寒さが気になった。

靴下着用時：

コンクリート床環境では冷たさを感じたが、我慢はできた。足の古傷は痛んだ。

木床環境では寒さを感じたが過ごせた。

気温 30℃条件

コンクリート床環境と木床環境との差は感じない。

・女子学生（E）

気温 10℃条件

素足、コンクリート床環境：

最初の段階から一気に冷え始め、10分経過時点で痛さを感じるようになった。

足指の感覚は無くなった。足の裏は始めから冷たさを感じていたが、身体が硬直するようなことはなかった。

測定終了段階で手指はかじかんでいたが、その後の器用さの検査では作業が進んだ感じがした。

コンクリート床環境は殺伐とした感じを受けたので、実験中構えてしまった。

素足、木床環境：

徐々に冷たさを感じて行った。

20分経過頃から寒さを感じだした。寒さは始めは腰部に感じ、次第に足の裏から大腿部に進行して行った。

木床環境は見た感じが穏やかであり、そのため実験中も心をリラックスさせていられた。

・女子学生（F）

気温 10℃条件

素足、コンクリート床環境：

最初の段階から足の裏に冷たさを感じ、20分経過時点でピリピリとした痛さを感じるようになった。

気力が萎えてしまい、測定終了時は足を動かす気になれなかった。

床から体温を奪われて行くような感じがし、身体が硬直してしまった。

寒い感じは最初足の裏から始まり、次第に膝に進み、最後は腰部まで広がった。

測定終了段階での器用さの検査では、木床環境と同程度に作業が進んだ感じを受けた。

実験中の読書は集中できた。

素足、木床環境：

床から体温を奪われて行くような感じはない。

寒さを感じるが、膝から下の箇所であり、腰部まで感じることはなかった。

木床環境は穏やかさがあり、実験中もリラックスできた。

・女子学生（G）

気温10℃条件

素足、コンクリート床環境：

靴下を脱いだ段階から冷え始めたが、冷たい感じは徐々に無くなり、暖かいような感覚が最後まで続いた。

読書は最後まで続けられた。

素足、木床環境：コンクリート床環境と同様な感じであり、大きな差は感じられない。むしろ、木床環境では寒くて背中がゾクゾクした感じを受けたが、コンクリート床環境ではそのようなことは無かった。

・女子学生（H）

気温10℃条件

素足、コンクリート床環境：

最初は冷たさが増して行くが、次第に感じなくなった。しかし、30分経過時点で身体が冷えきってしまい、終了頃には限界に達していた。

床から体温を奪われて行くような感じがした。

肩が冷えた。

全身が冷たいので、指先だけ特に感じるようなことはなかった。

測定終了段階でのクレペリン検査は寒すぎて集中できなかった。

実験中の読書はできた。

コンクリート床環境では床の色を見ただけで足を置く気になれなかった。

素足、木床環境：

床に足を置いたときにほんのり暖かみを感じた。その感覚が最後まで続いたように思う。

足の裏は暖かな感じがあったのだが、足背部は寒さを感じていた。

木床環境は明るい感じを受けた。

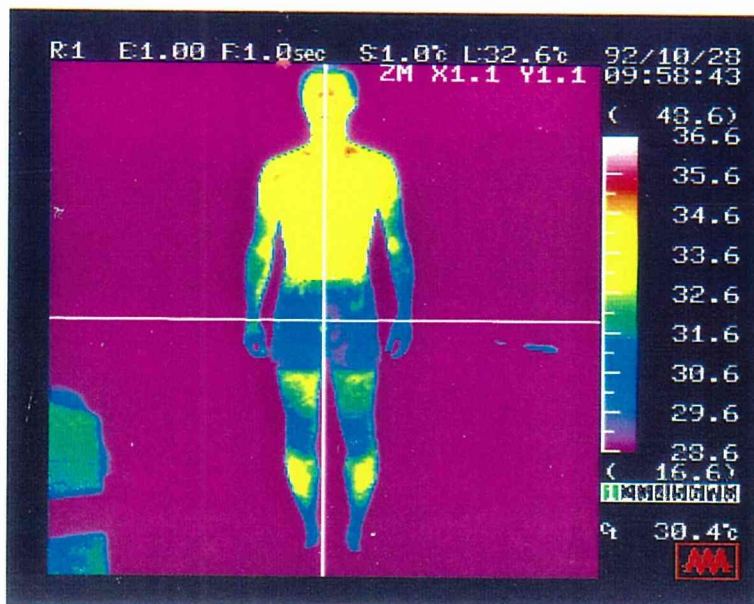
3 まとめ

床環境の相違が人の身体各部位の皮膚温に及ぼす効果を調べた結果、身体各部位の皮膚温は個人差があること、また環境に大きく影響される部位とそうでない部位のあることが明らかになった。環境に影響される部位としては背、手指、膝、足背及び足指であり、いずれも木床環境下よりもコンクリート床環境下の方で低温になることがうかがえた。設定した条件の中ではコンクリート床環境に素足で居ることが最も厳しい状況となることが明らかになった。また、靴下着用の上スリッパ履きにおいても環境の違いによる影響が現れていることが知れた。総じて、気温及び周壁面が10℃の状況ではコンクリート床環境より木床環境の方が過ごし安いことが示唆された。

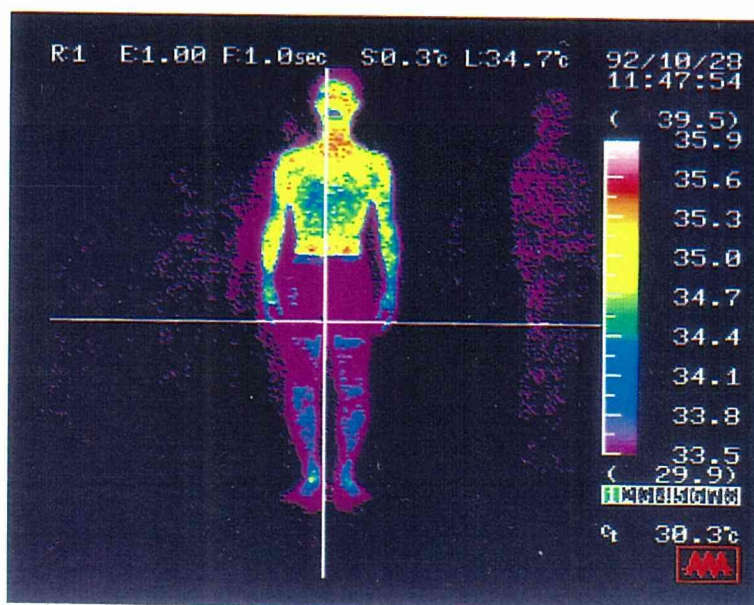
なお、気温30℃の条件下では床環境による顕著な差は認められなかった。

文 献

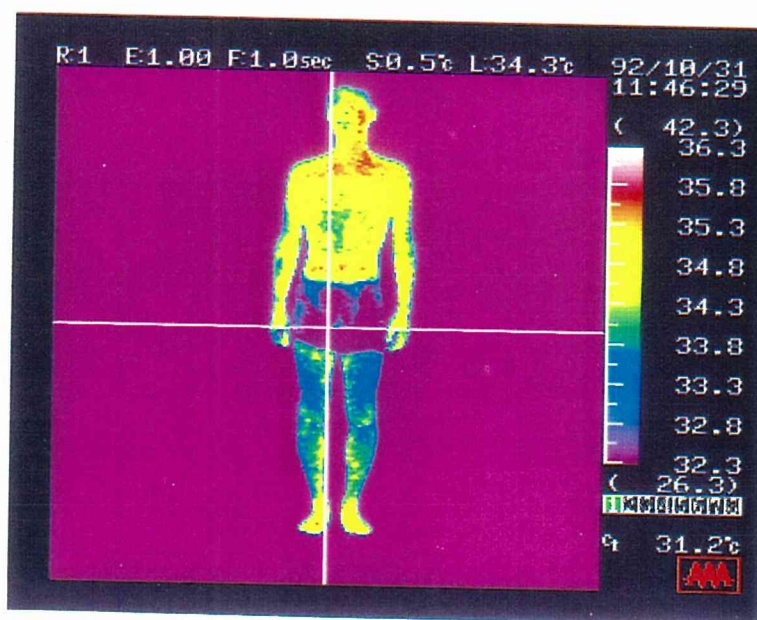
- 1) 長田泰公：ヒトの耐寒性の測定法に関する実験的研究，公衆衛生院研報，Vol18，41 (1969)
- 2) 鈴木昭弘：生活環境と眼精疲労，臨床眼科，Vol20，573-581 (1966)
- 3) 橋田紘洋，他6名：木造校舎の教育的効果調査報告書，日本住宅・木材技術センター (1992)
- 4) 文部省体育局：「学校環境衛生の基準」改定，通知文体学第187号 (1992)
- 5) 中山昭雄編：温熱生理学，理工学社，543 (1981)



a. 測定前

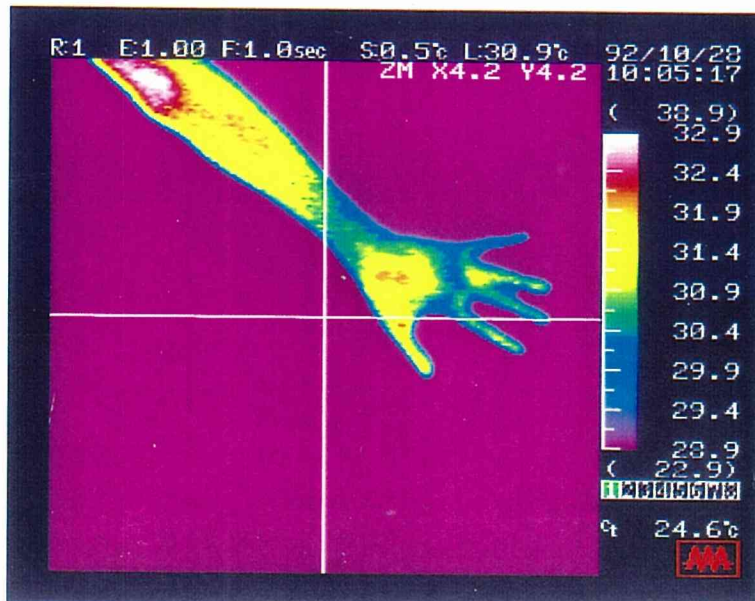


b. 測定後
コンクリート床環境

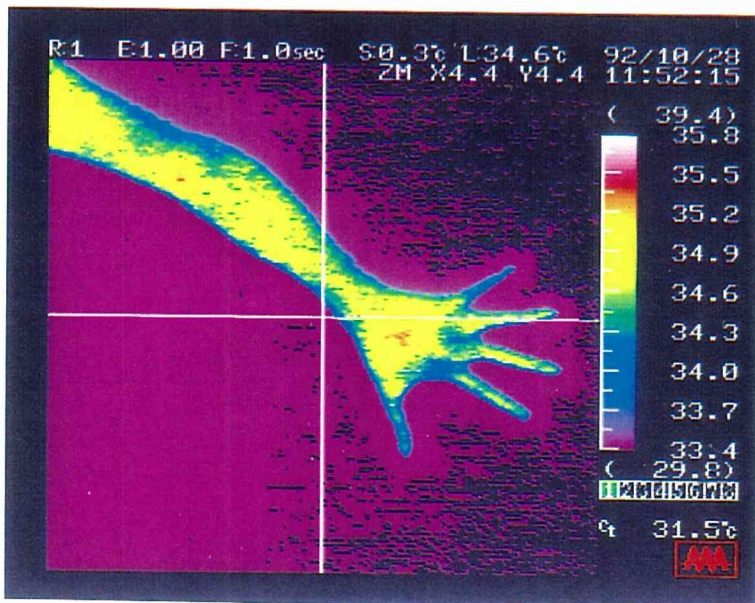


c. 測定後
木床環境

写真Ⅱ・1-1. 30℃環境下における全身皮膚温の分布 (被験者B)

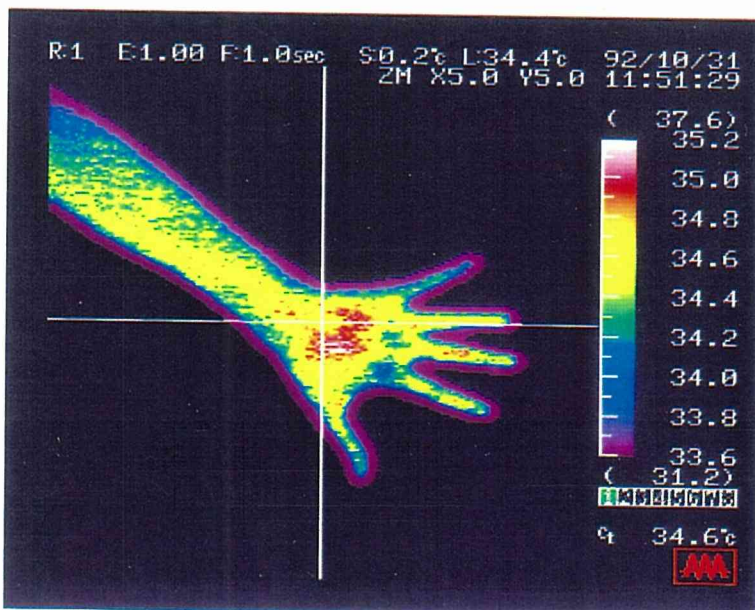


a. 測定前



b. 測定後

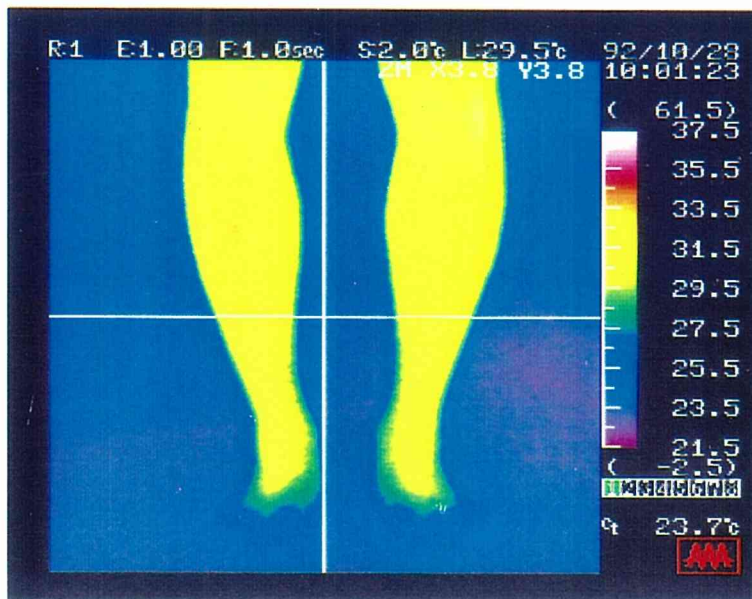
コンクリート床環境



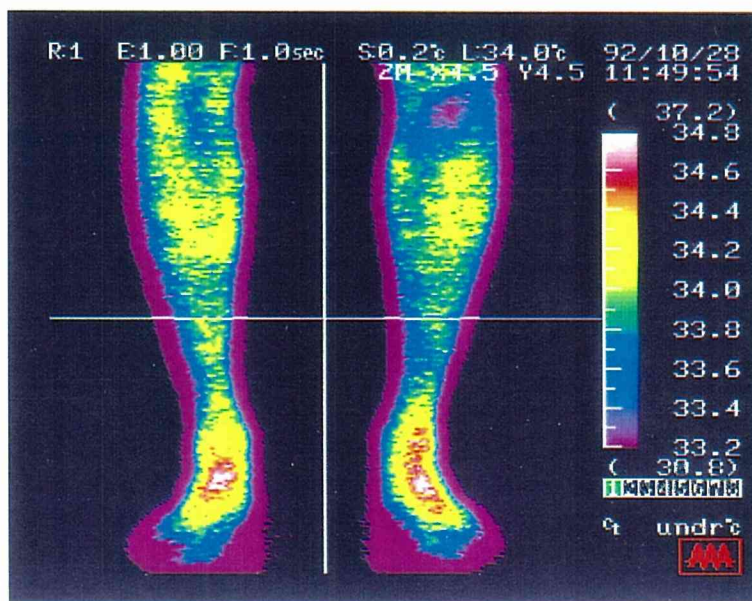
c. 測定後

木床環境

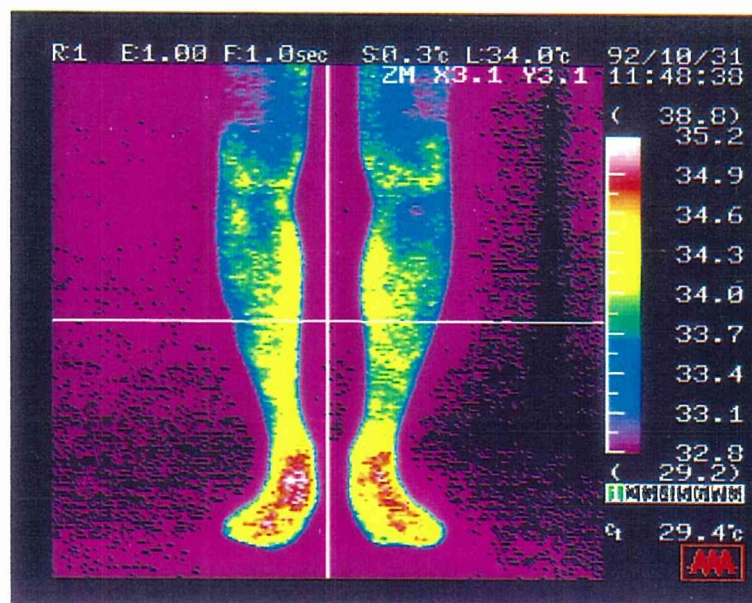
写真Ⅱ・1-2. 30℃環境下における手腕部皮膚温の分布 (被験者B)



a. 測定前

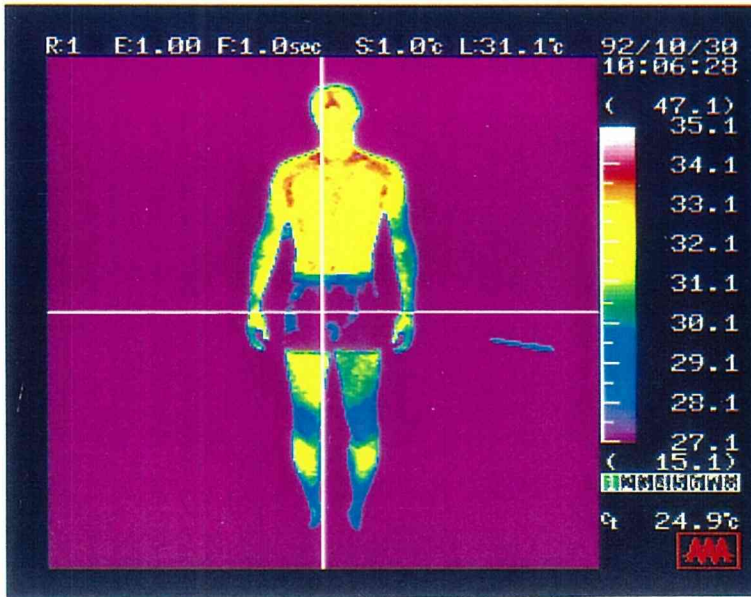


b. 測定後
 コンクリート床環境

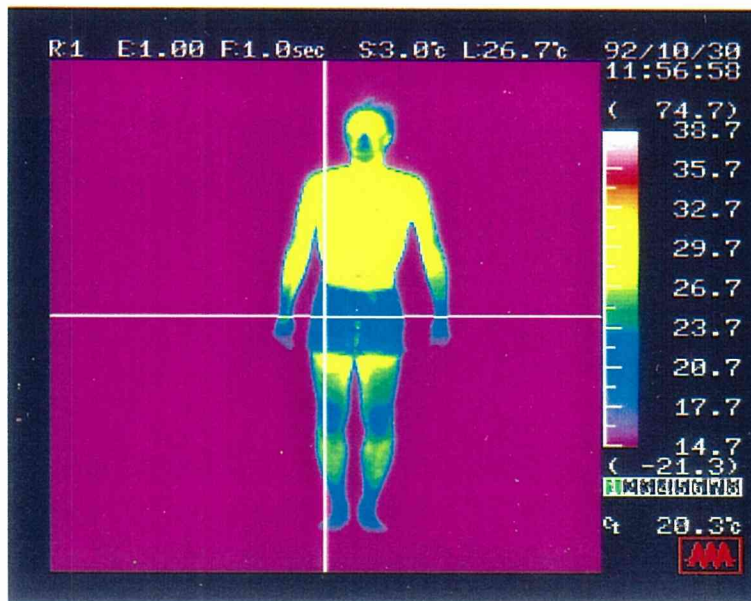


c. 測定後
 木床環境

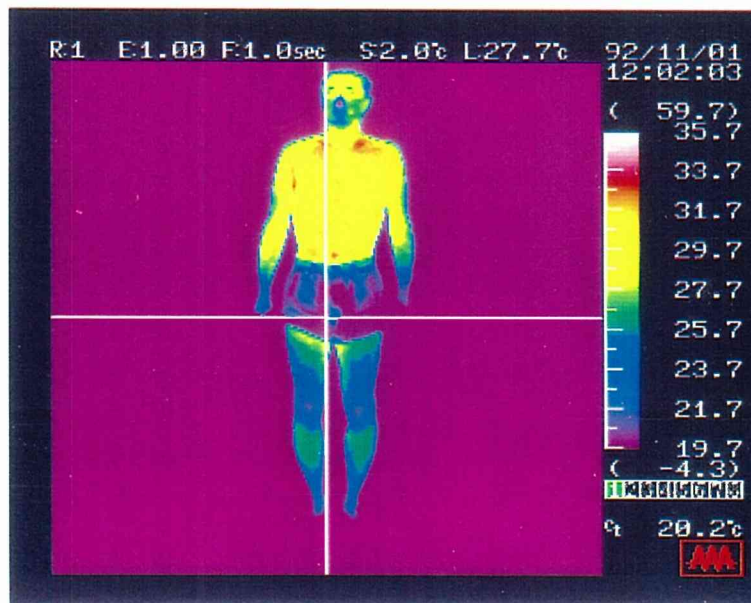
写真Ⅱ・1-3。30℃環境下における脚部皮膚温の分布（被験者B）



a. 測定前

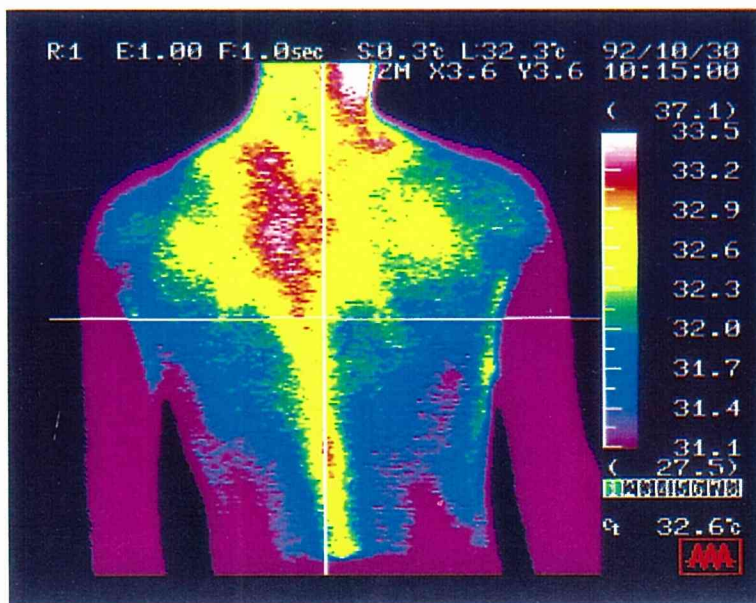


b. 測定後
コンクリート床環境

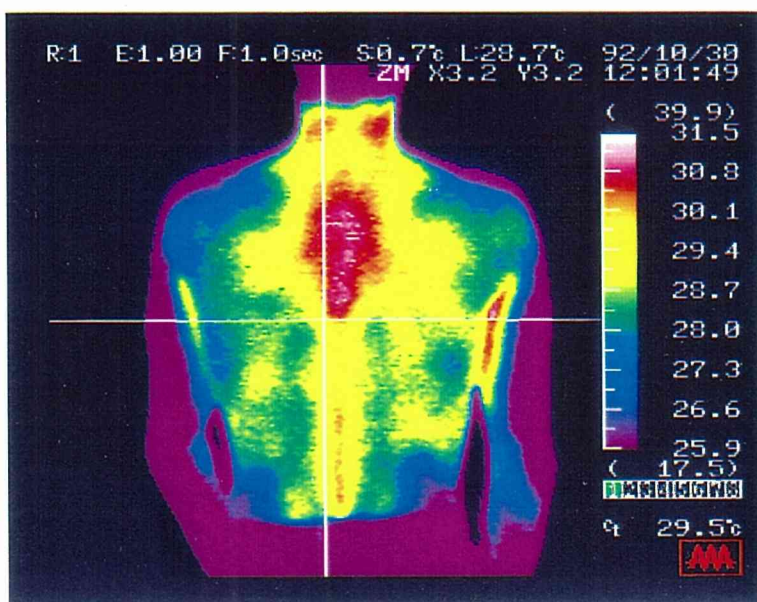


c. 測定後
木床環境

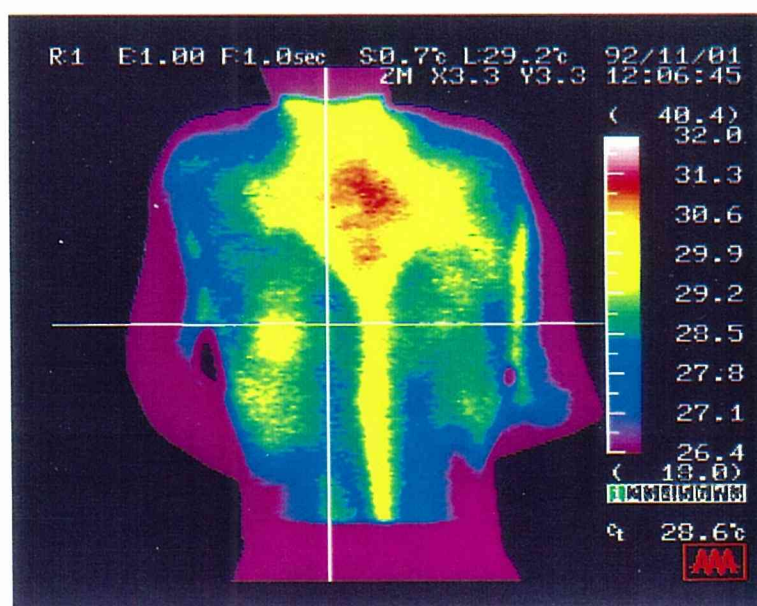
写真Ⅱ・1-4. 10℃靴下装着条件下における全身皮膚温の分布 (被験者B)



a. 測定前

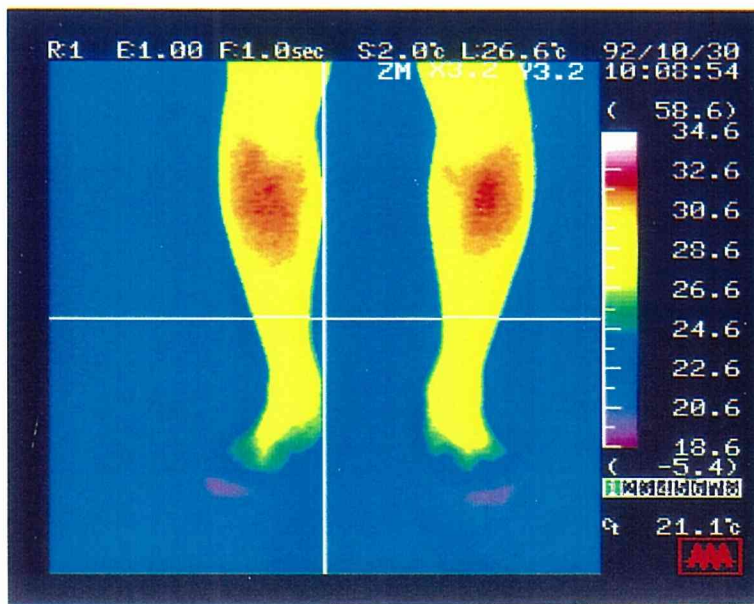


b. 測定後
コンクリート床環境

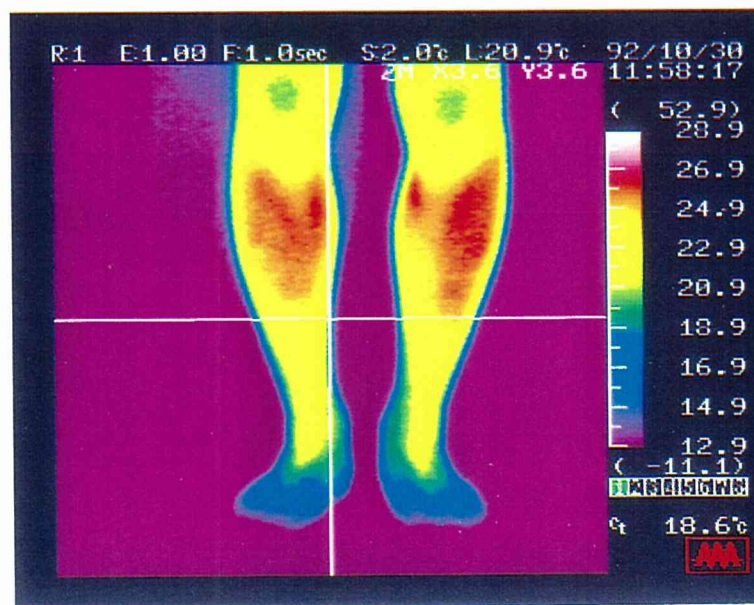


c. 測定後
木床環境

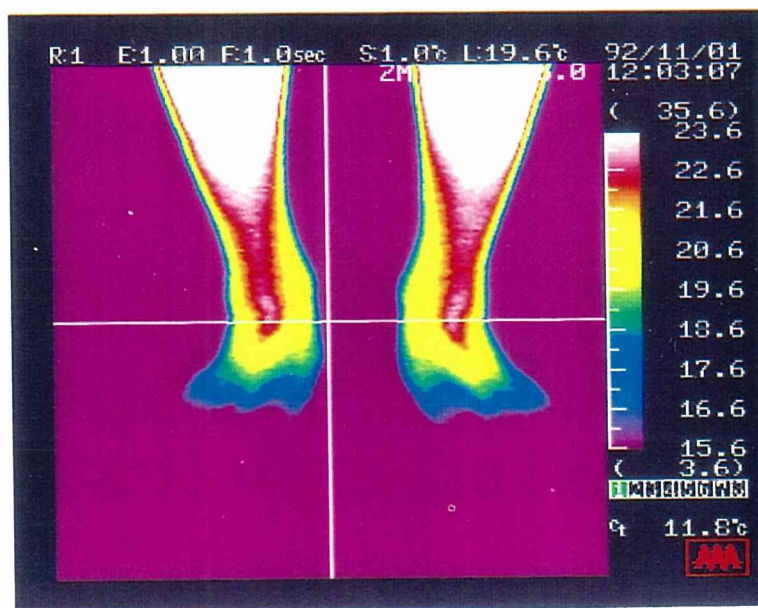
写真Ⅱ・1-5. 10℃靴下装着条件下における全身皮膚温の分布 (被験者B)



a. 測定前

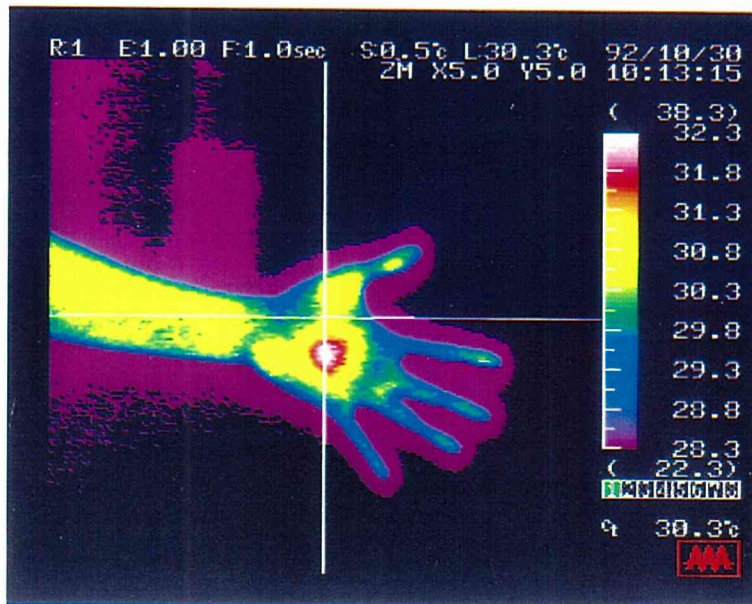


b. 測定後
 コンクリート床環境

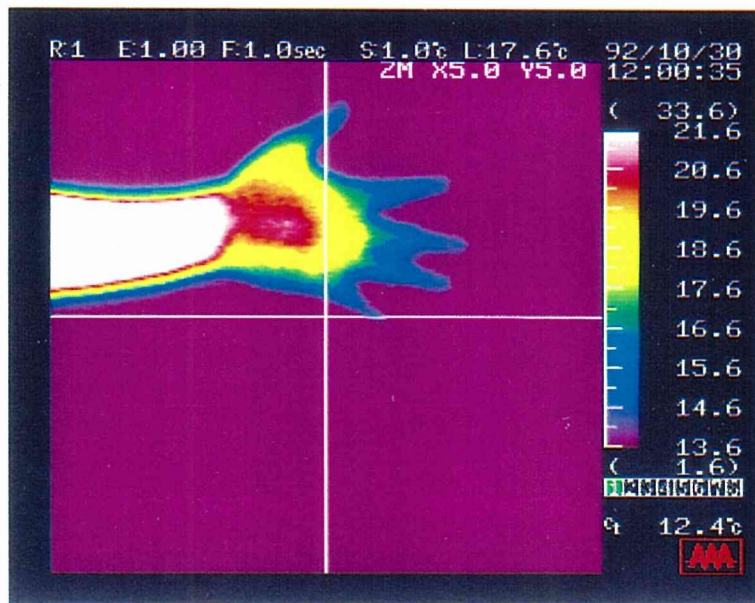


c. 測定後
 木床環境

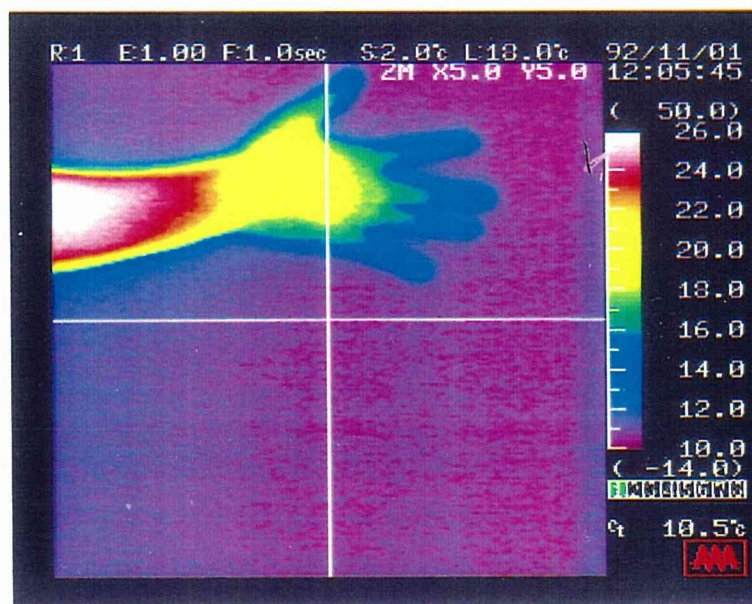
写真Ⅱ・1-6。10℃靴下装着条件下における全身皮膚温の分布（被験者B）



a. 測定前

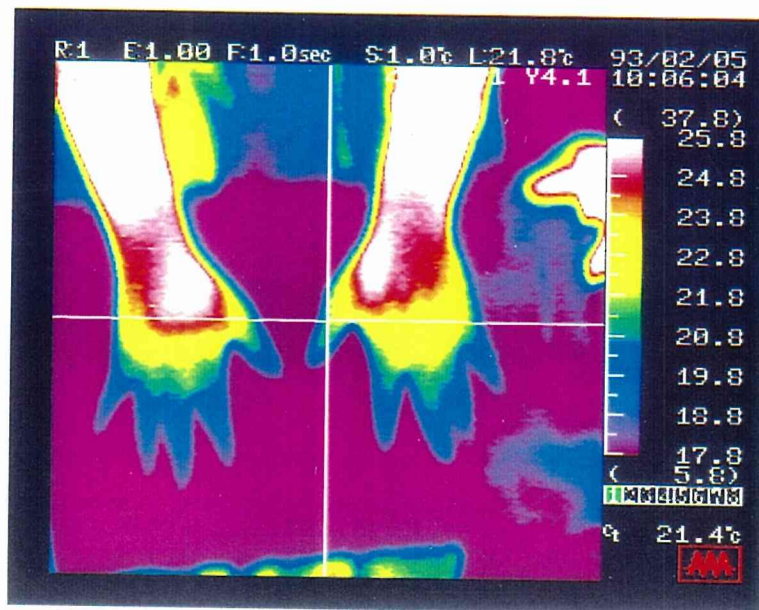


b. 測定後
コンクリート床環境

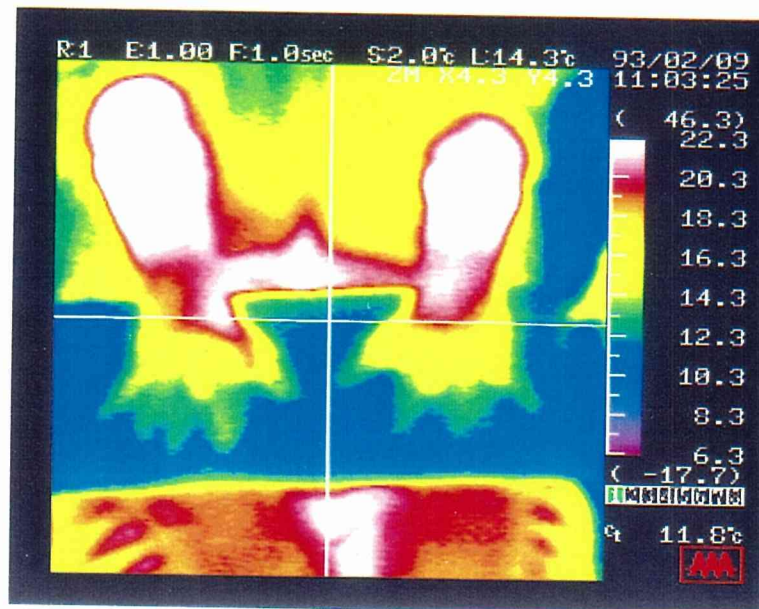


c. 測定後
木床環境

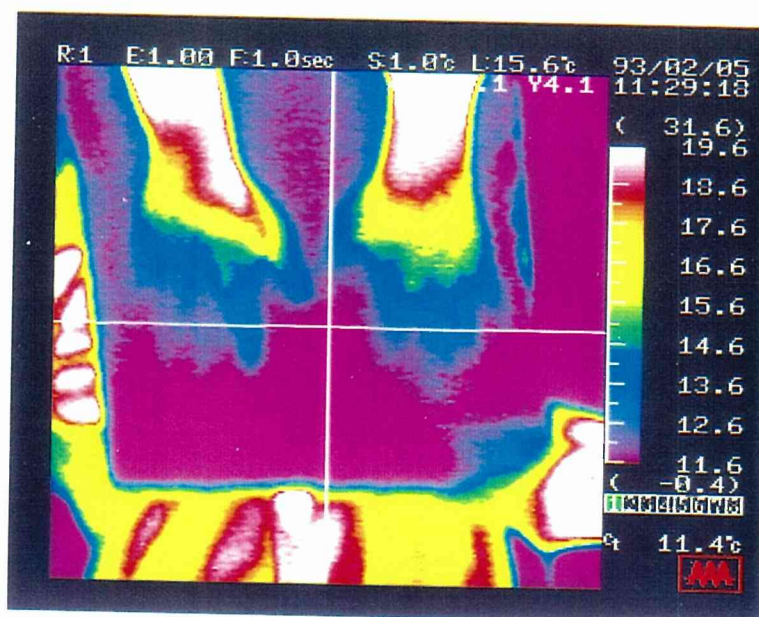
写真Ⅱ・1-7. 10℃靴下装着条件下における全身皮膚温の分布 (被験者B)



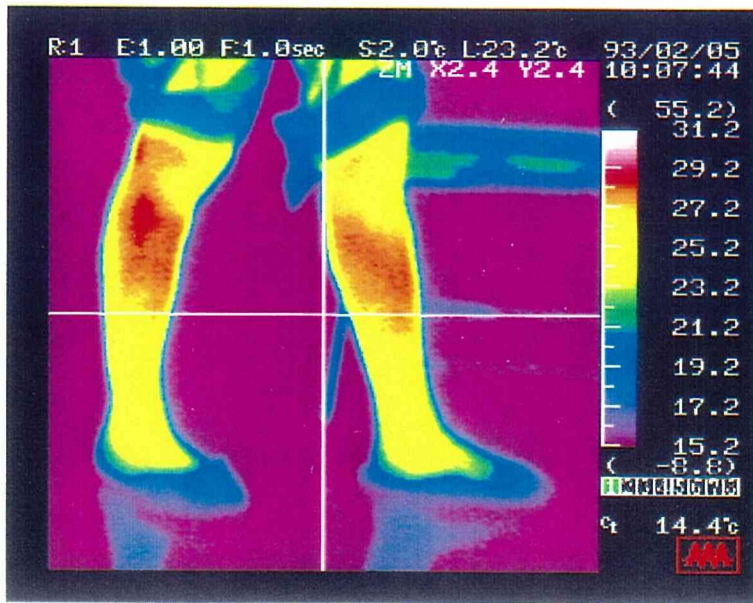
a. 測定前



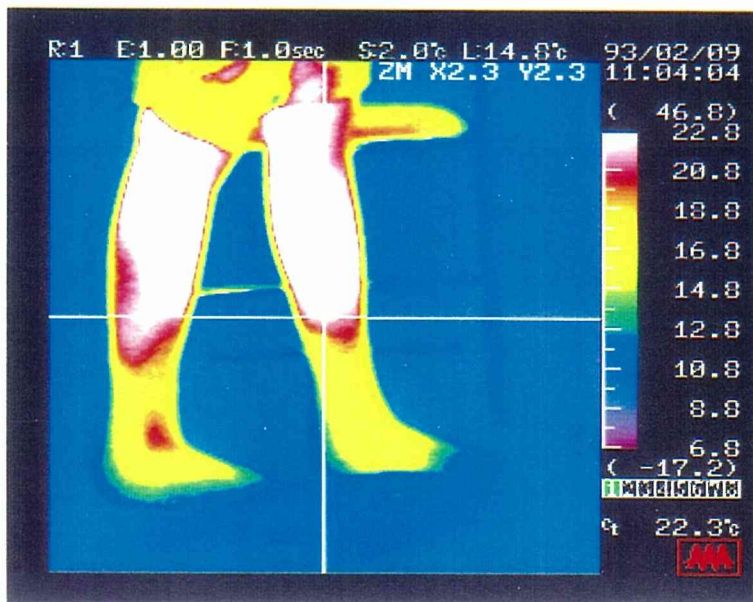
b. 測定後
コンクリート床環境



c. 測定後
木床環境

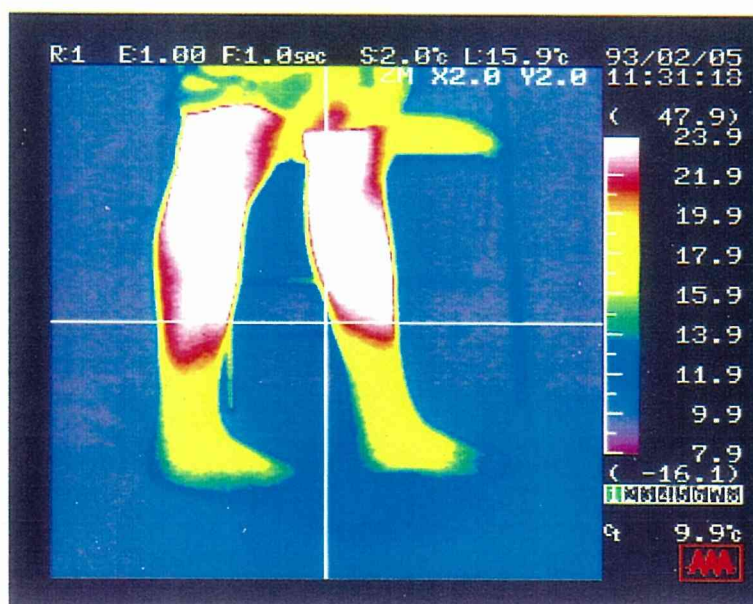


a. 測定前



b. 測定後

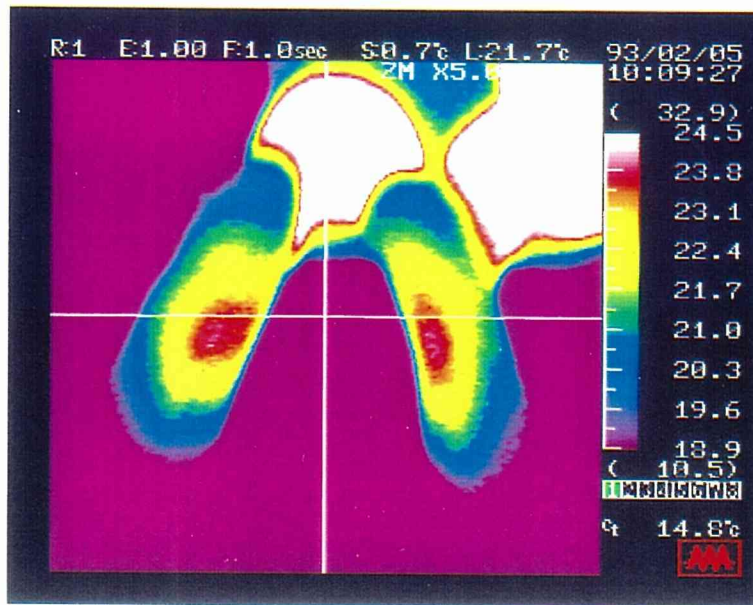
コンクリート床環境



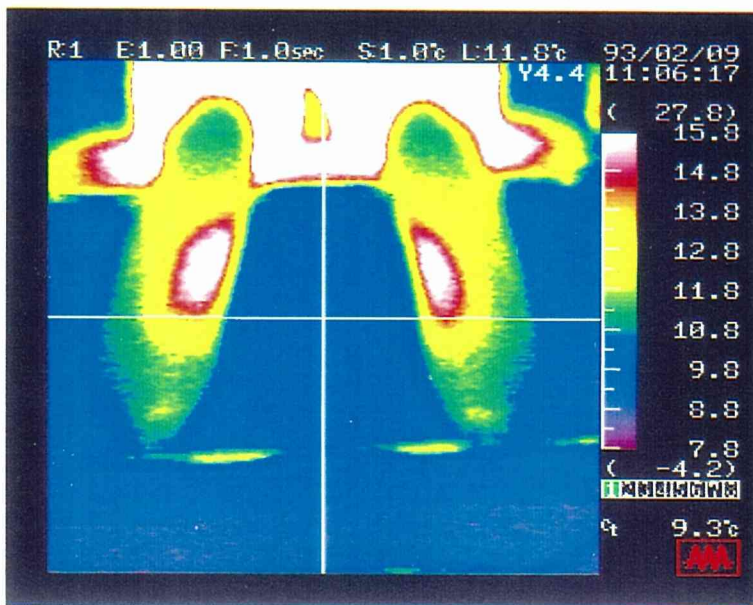
c. 測定後

木床環境

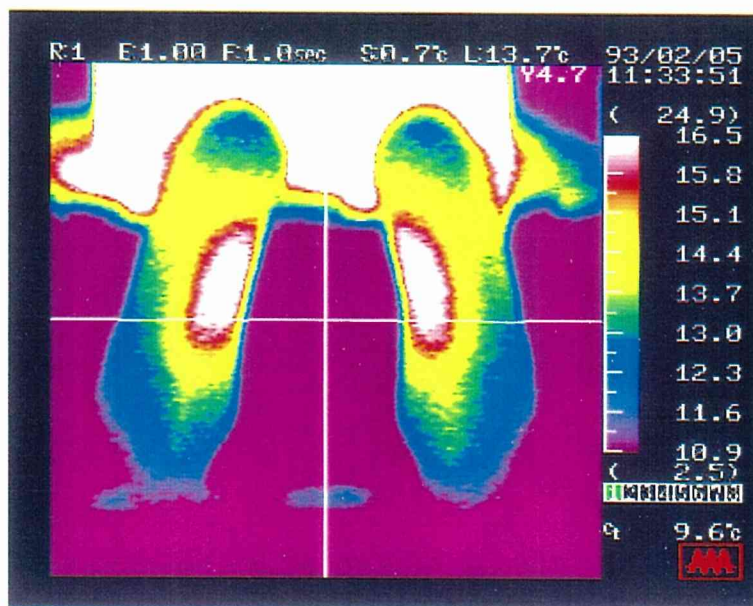
写真Ⅱ・1-9. 10℃素足条件下における手先の皮膚温の分布 (被験者E)



a. 測定前

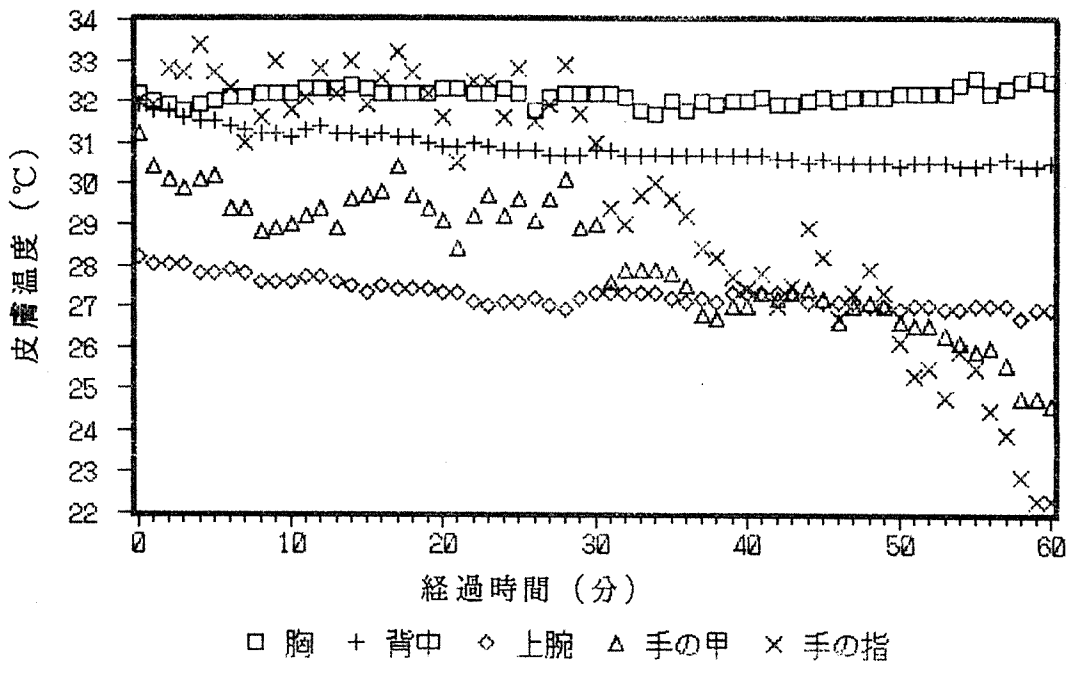


b. 測定後
コンクリート床環境

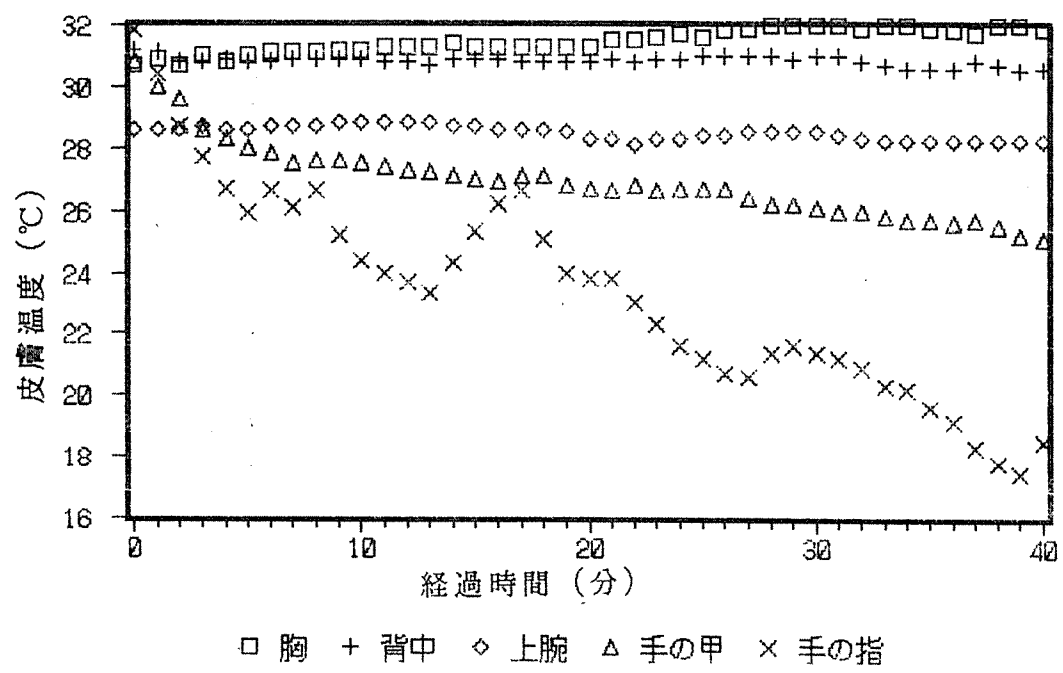


c. 測定後
木床環境

写真Ⅱ・1-10. 10℃素足条件下における手先の皮膚温の分布 (被験者E)

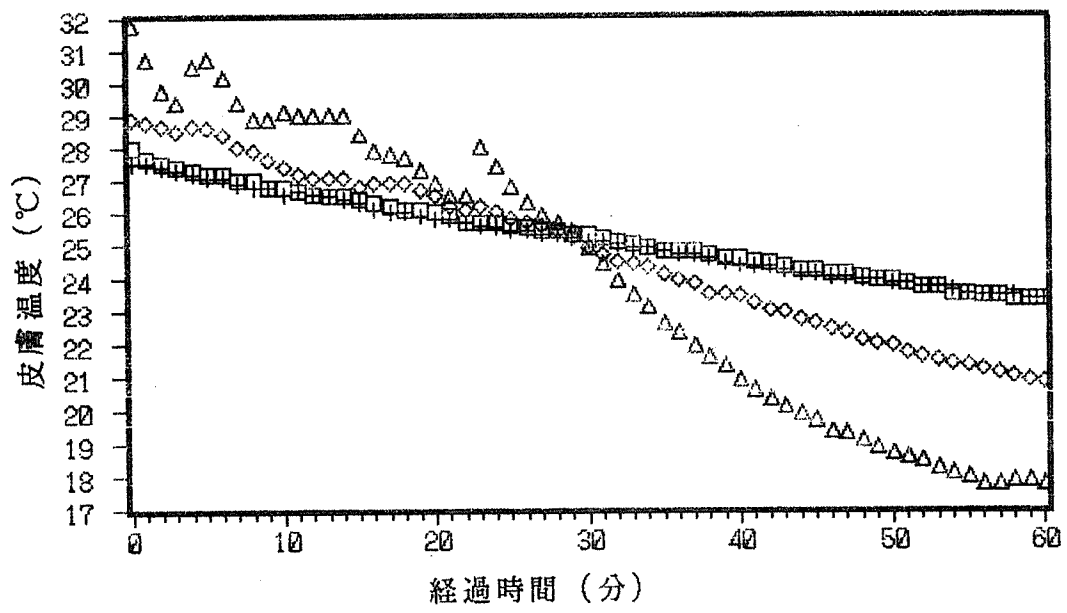


a. 木床環境



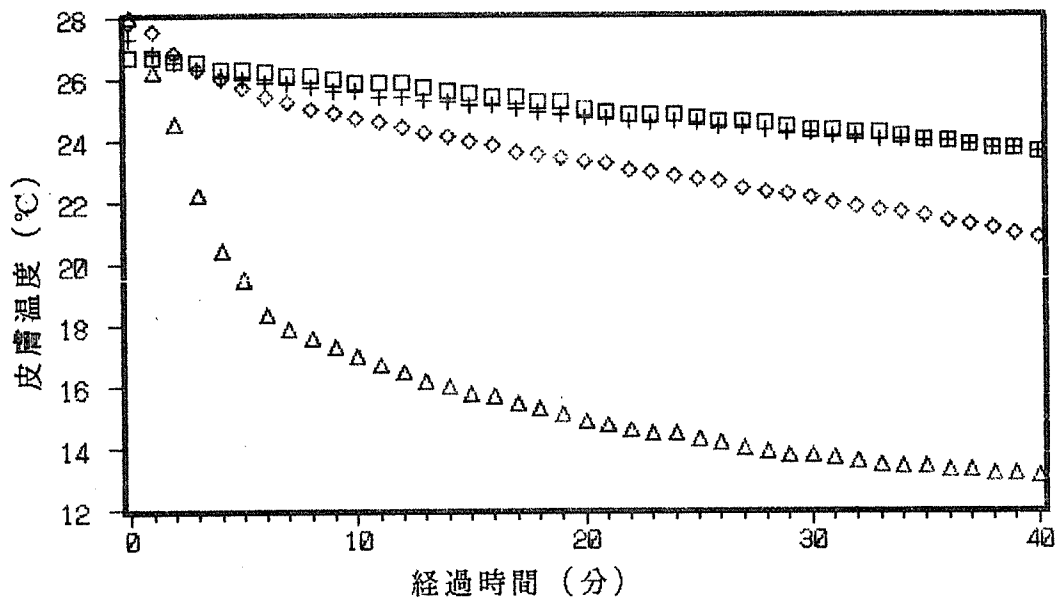
b. コンクリート床環境

図 II・1-1. 10°C素足条件下における上半身皮膚温度の経時変化 (被験者B)



□ ひざ + すね ◇ 足背 △ 足指

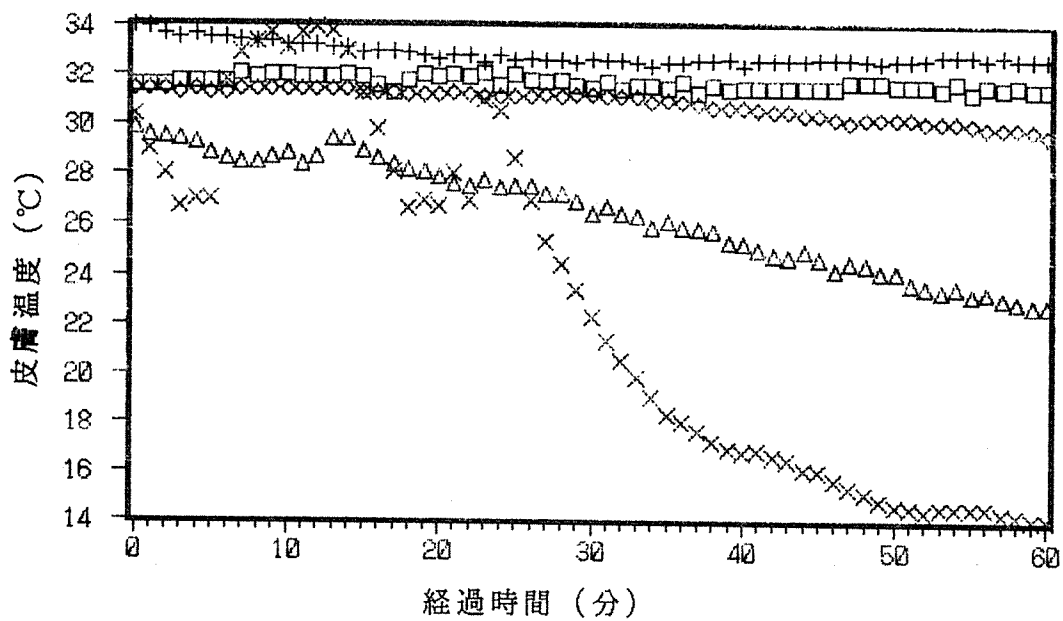
a. 木床環境



□ ひざ + すね ◇ 足背 △ 足指

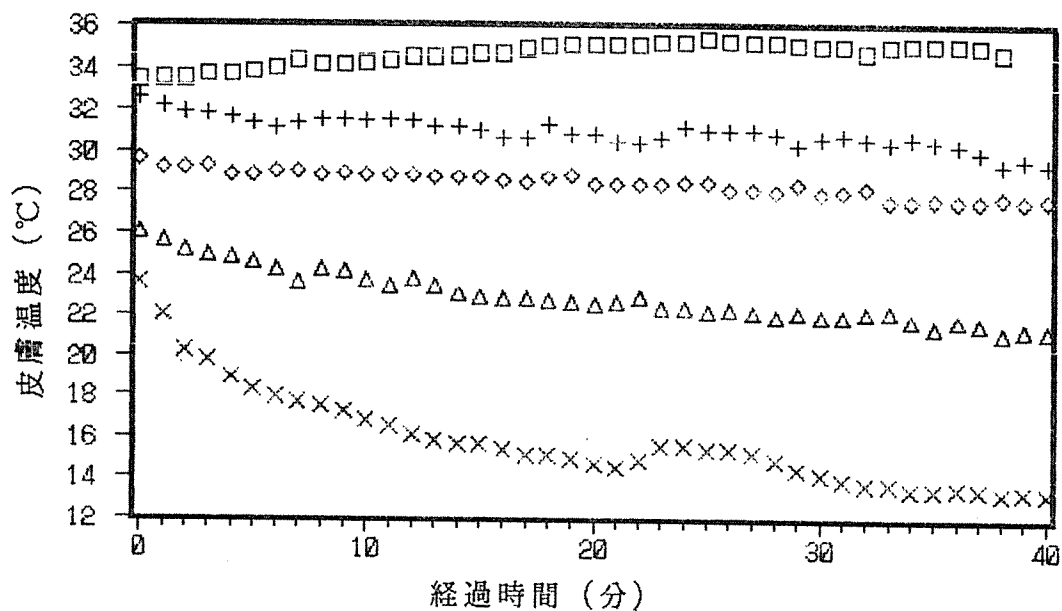
b. コンクリート床環境

図Ⅱ・1-2. 10℃素足条件下における下半身皮膚温度の経時変化 (被験者B)



□ 胸 + 背中 ◇ 上腕 △ 手の甲 × 手の指

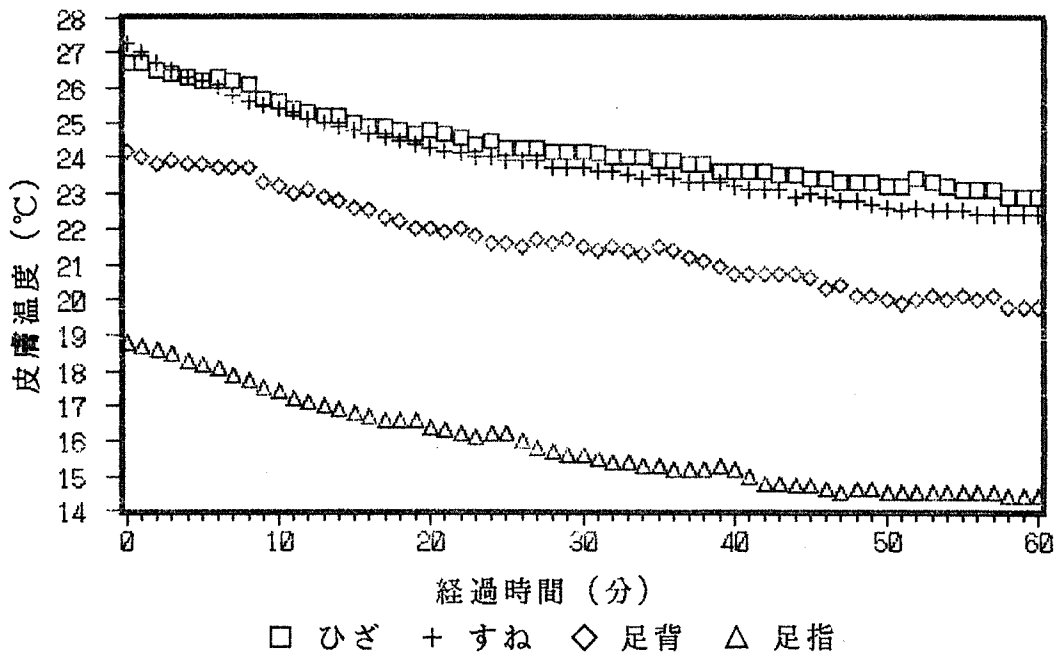
a. 木床環境



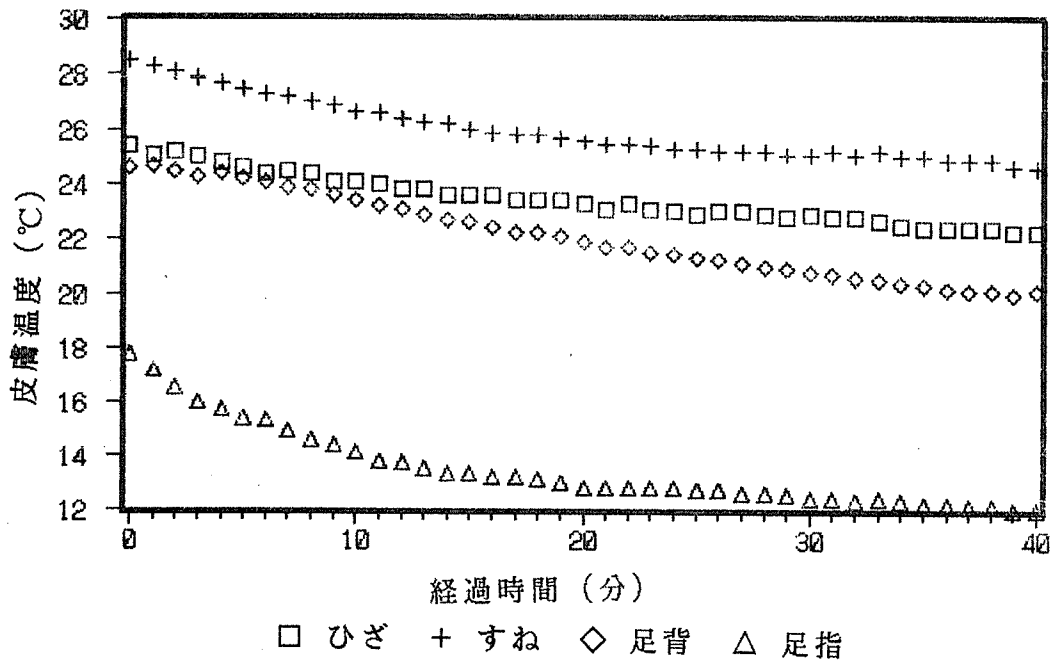
□ 胸 + 背中 ◇ 上腕 △ 手の甲 × 手の指

b. コンクリート床環境

図 II・1-3. 10℃素足条件下における上半身皮膚温度の経時変化 (被験者C)

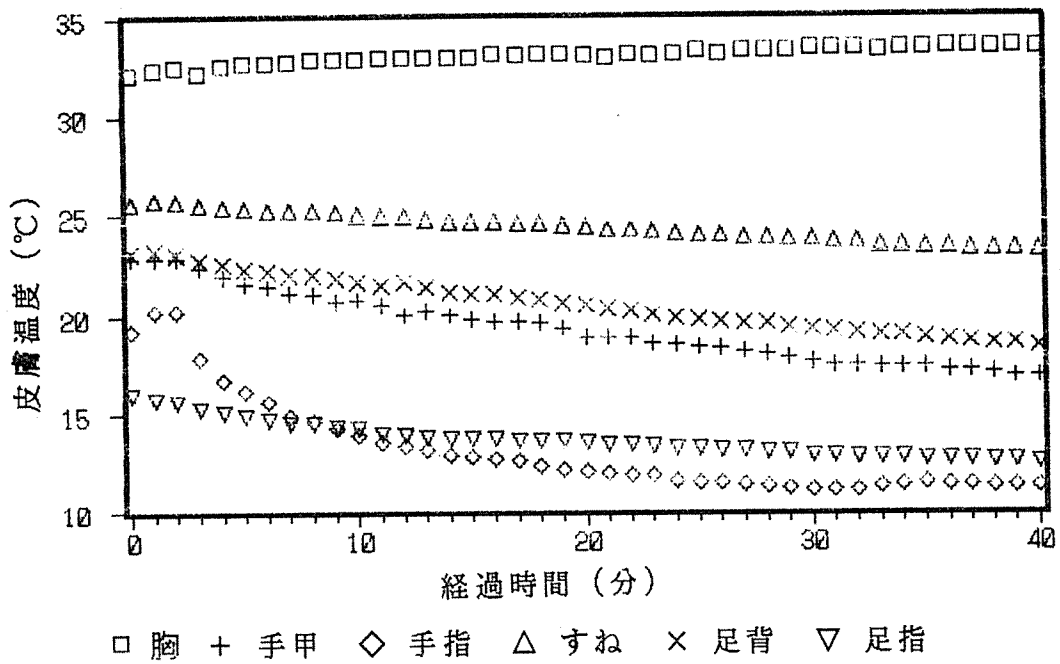


a. 木床環境

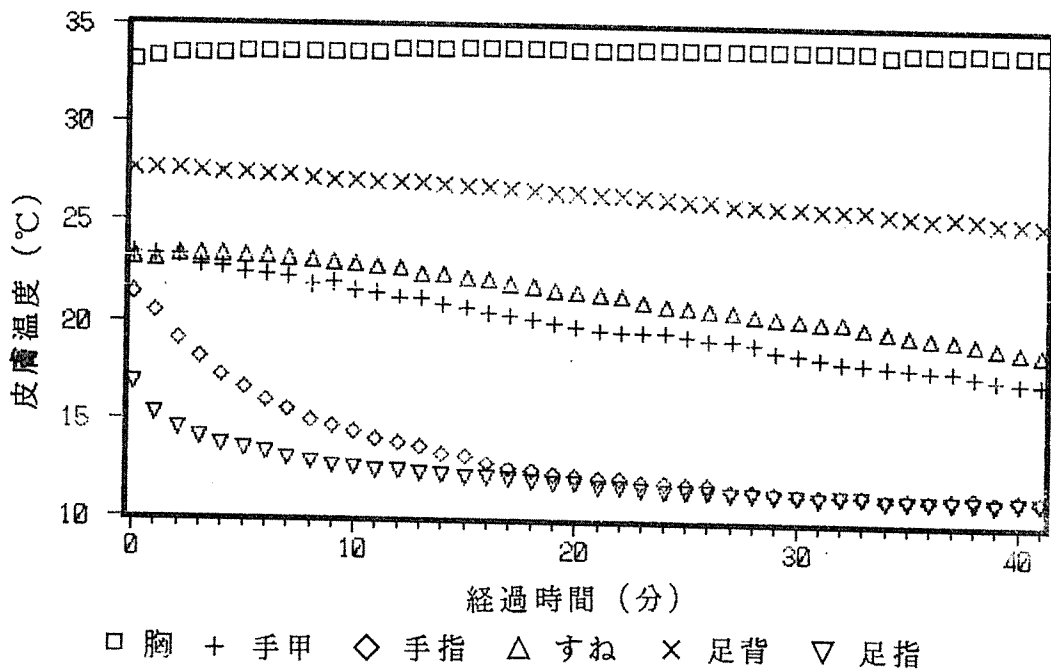


b. コンクリート床環境

図 II・1-4. 10°C素足条件下における下半身皮膚温度の経時変化 (被験者C)



a. 木床環境



b. コンクリート床環境

図 II・1-5. 10℃素足条件下における皮膚温度の経時変化 (被験者E)

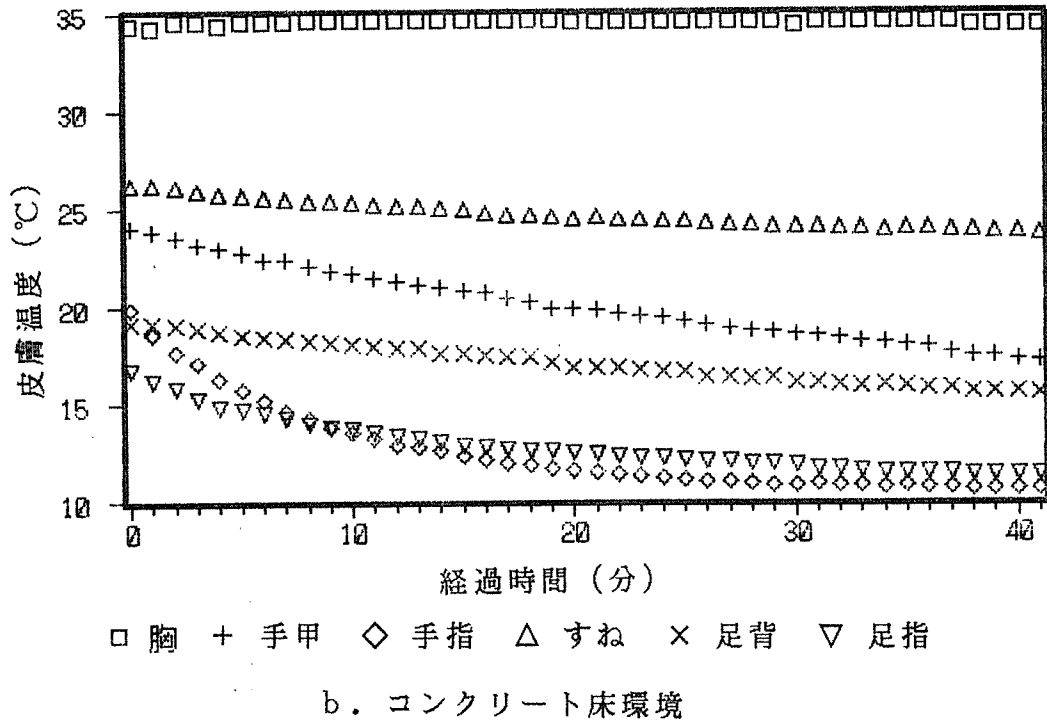
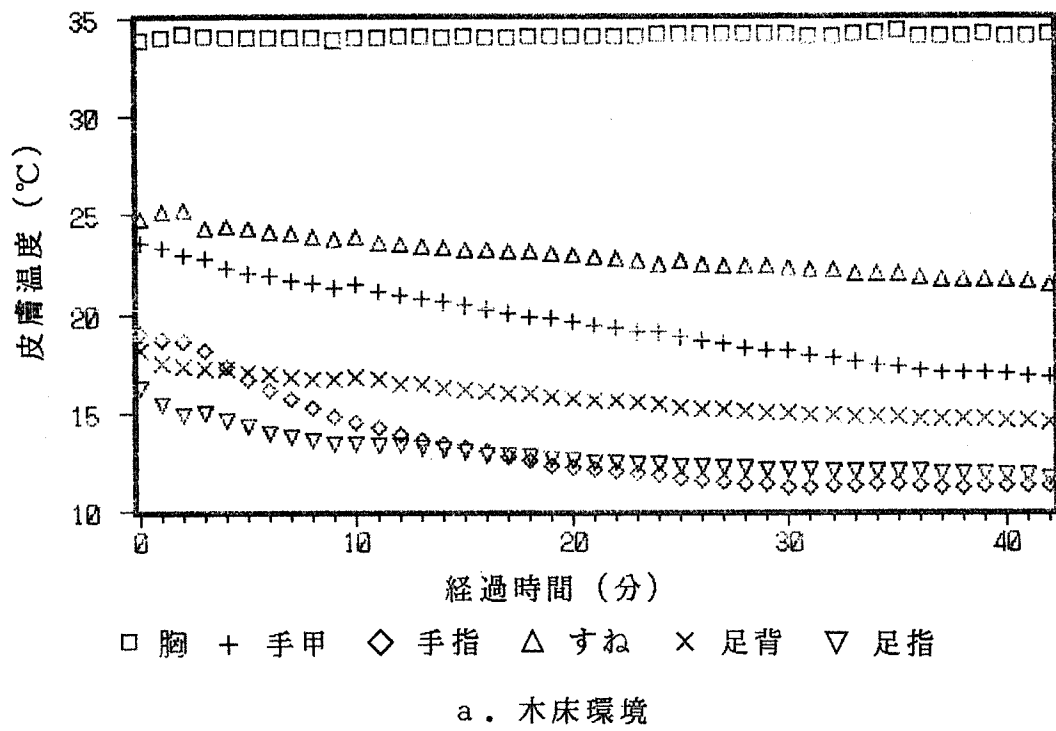
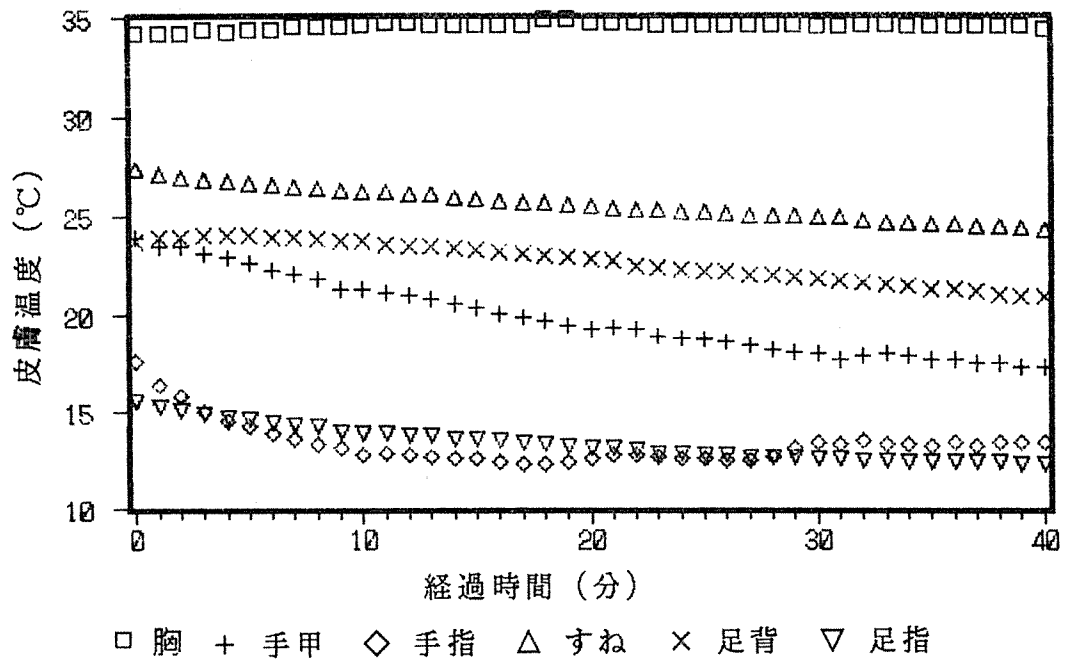
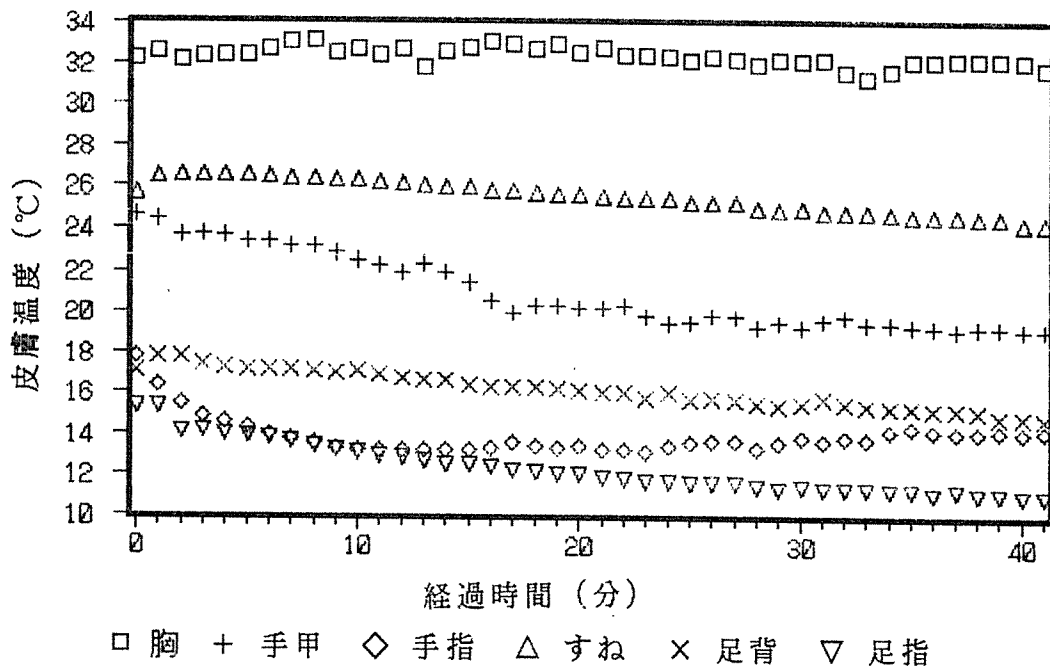


図 II · 1 - 6. 10°C素足条件下における皮膚温度の経時変化 (被験者F)

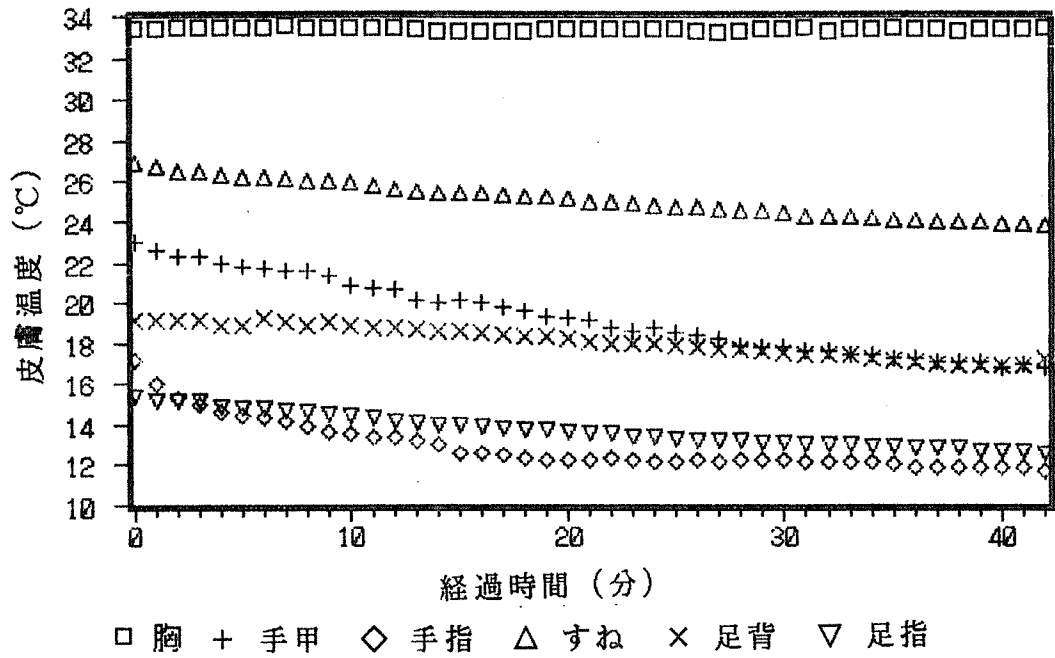


a. 木床環境

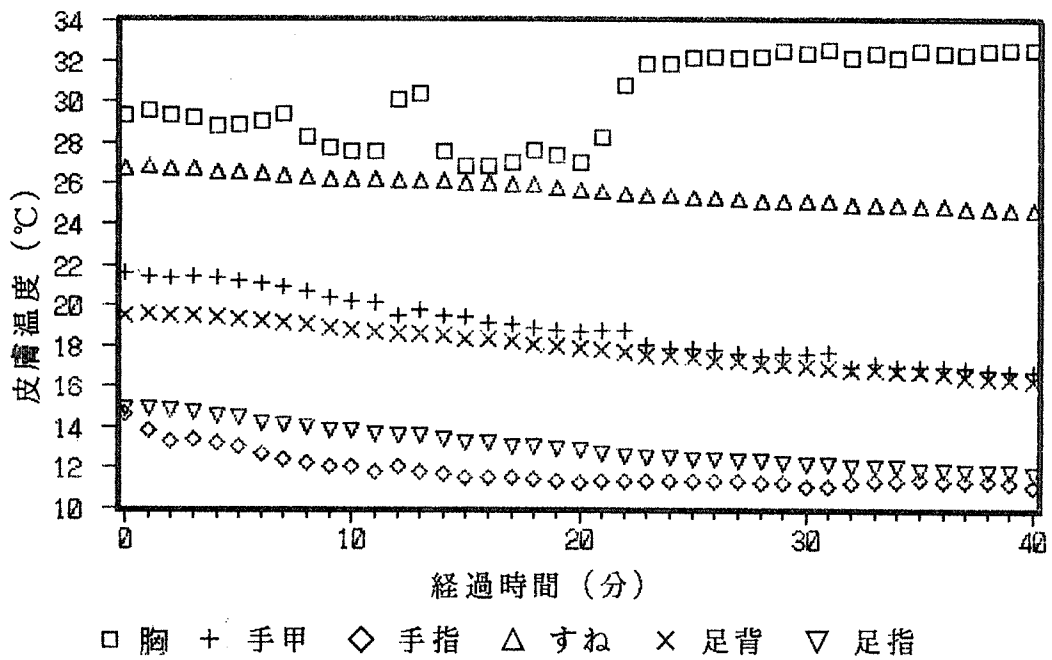


b. コンクリート床環境

図Ⅱ・1-7. 10°C素足条件下における皮膚温度の経時変化 (被験者G)

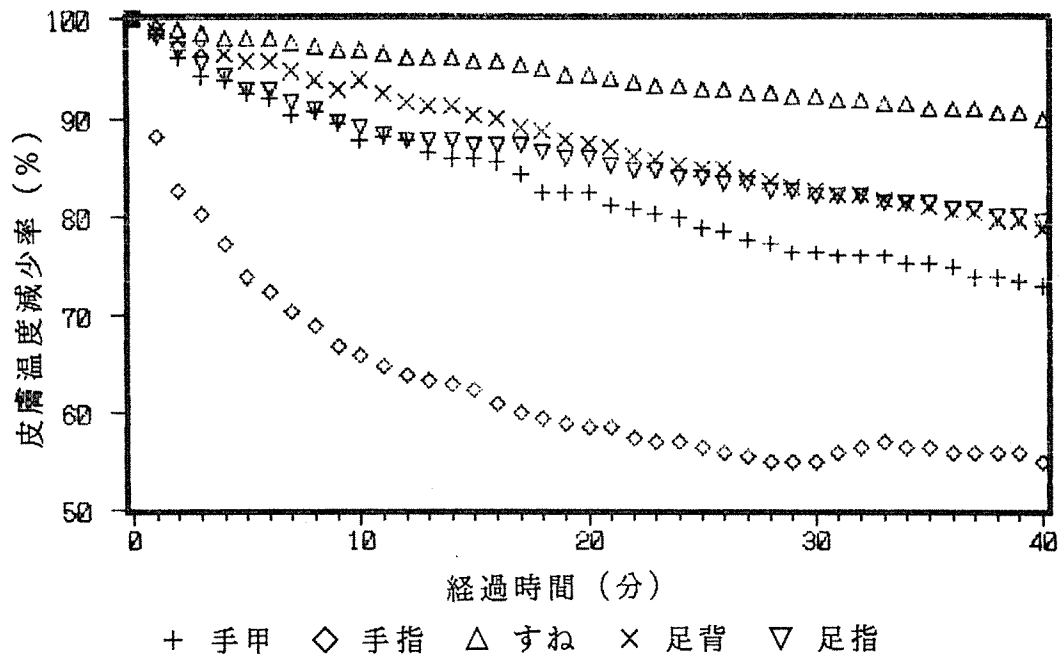


a. 木床環境

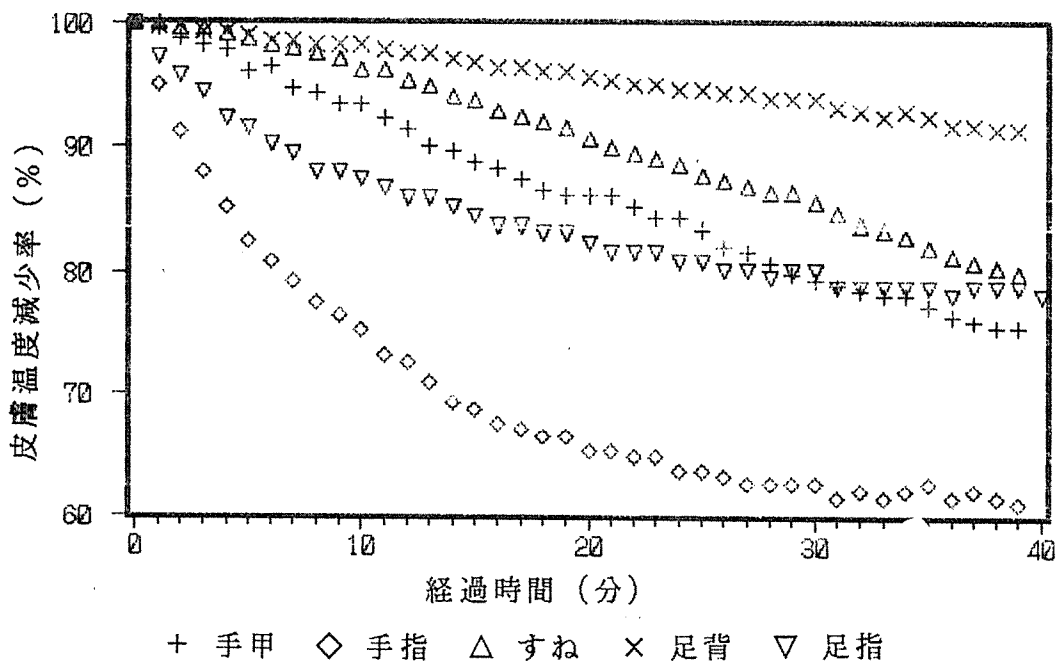


b. コンクリート床環境

図Ⅱ・1-8. 10℃素足条件下における皮膚温度の経時変化 (被験者H)

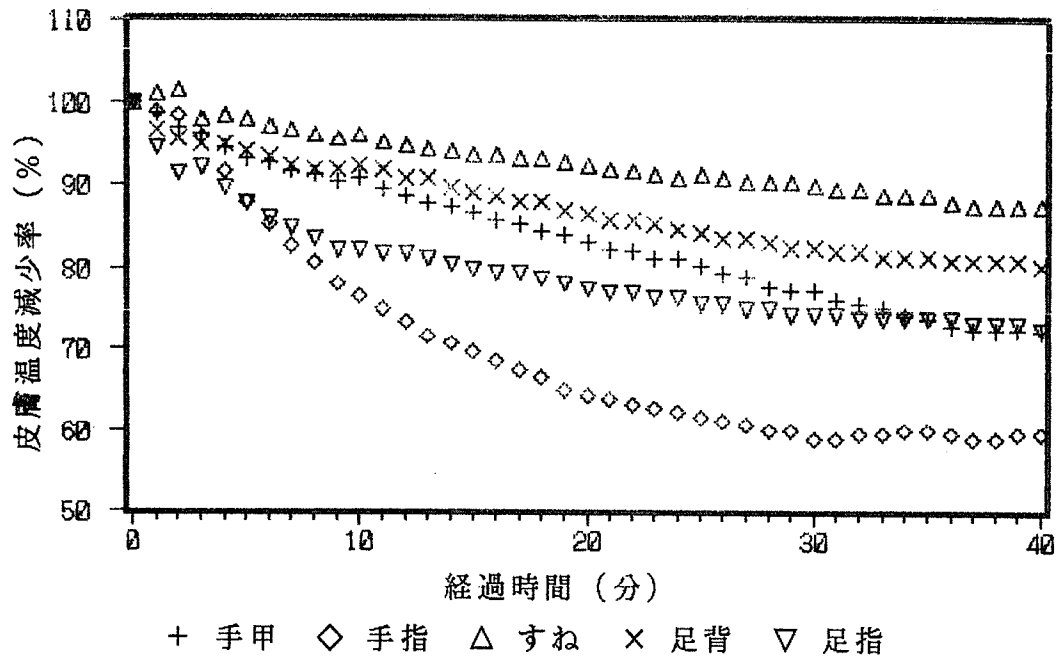


a. 木床環境

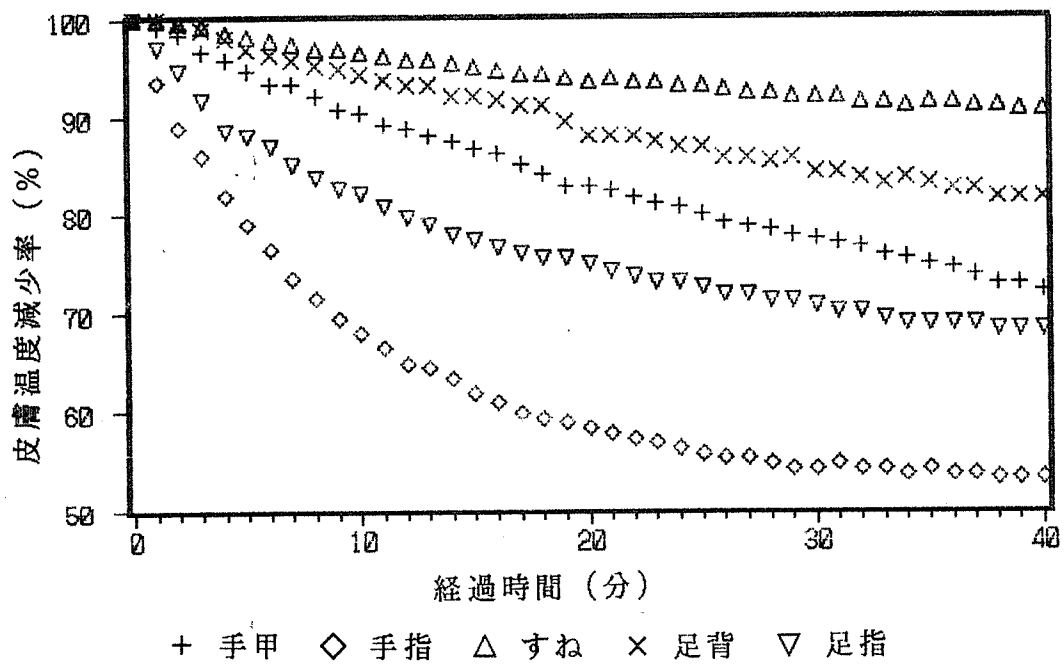


b. コンクリート床環境

図 II・1-9. 10℃素足条件下における皮膚温度の減少率変動 (被験者E)



a. 木床環境



b. コンクリート床環境

図 II・1-10. 10℃素足条件下における皮膚温度の減少率変動 (被験者 F)

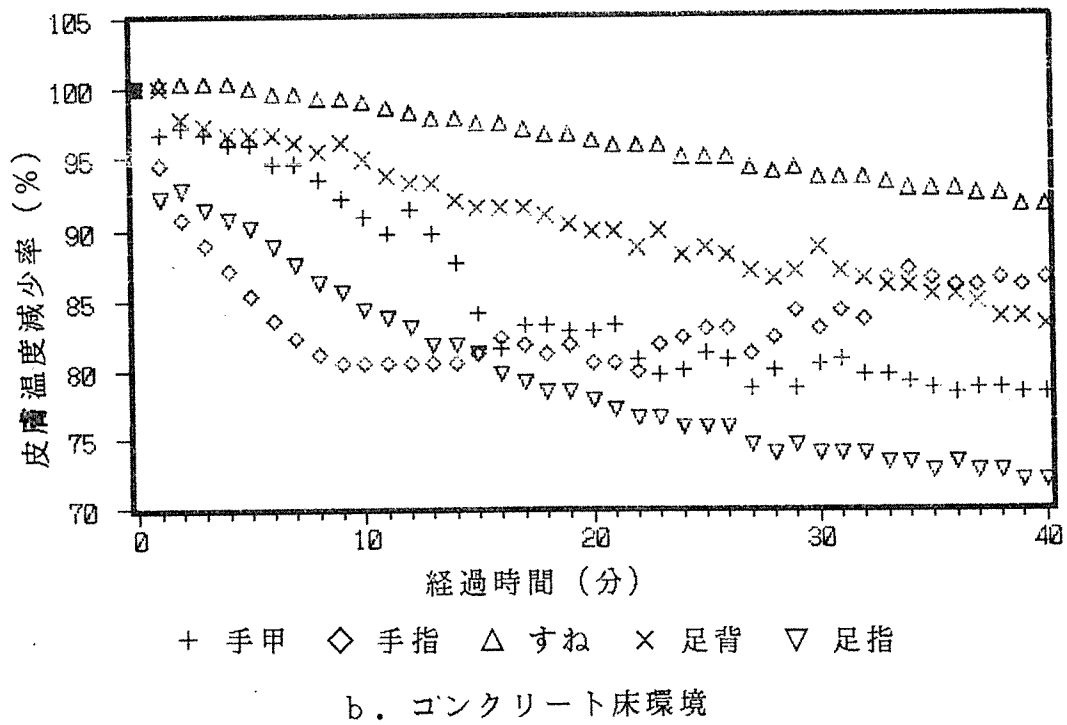
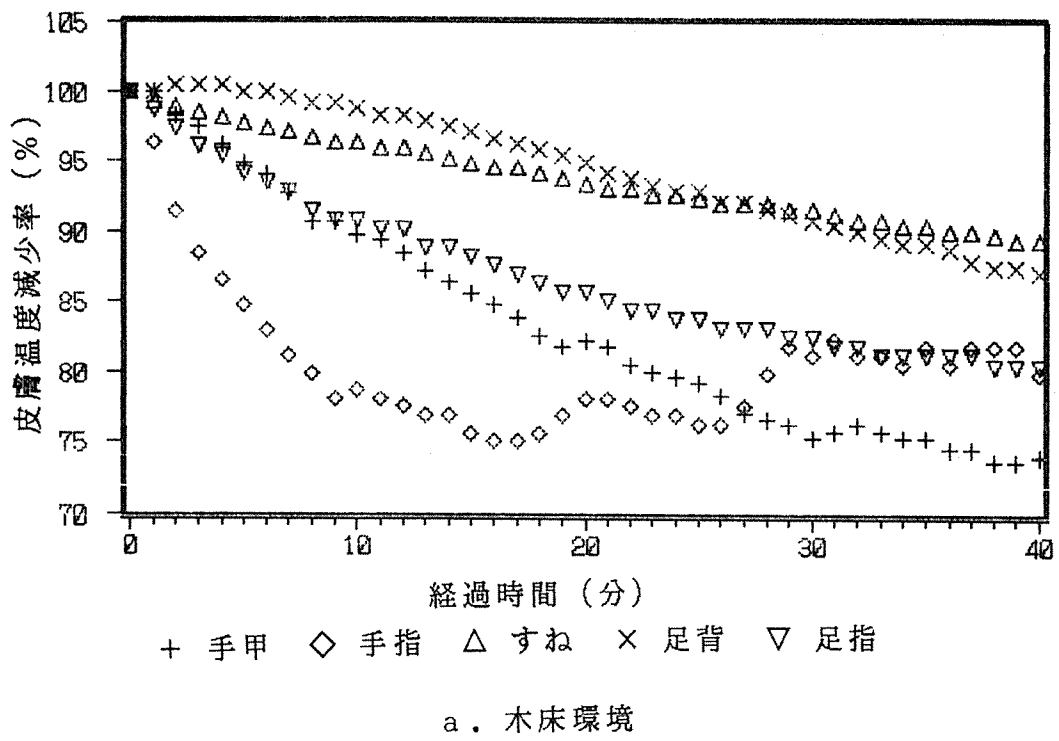
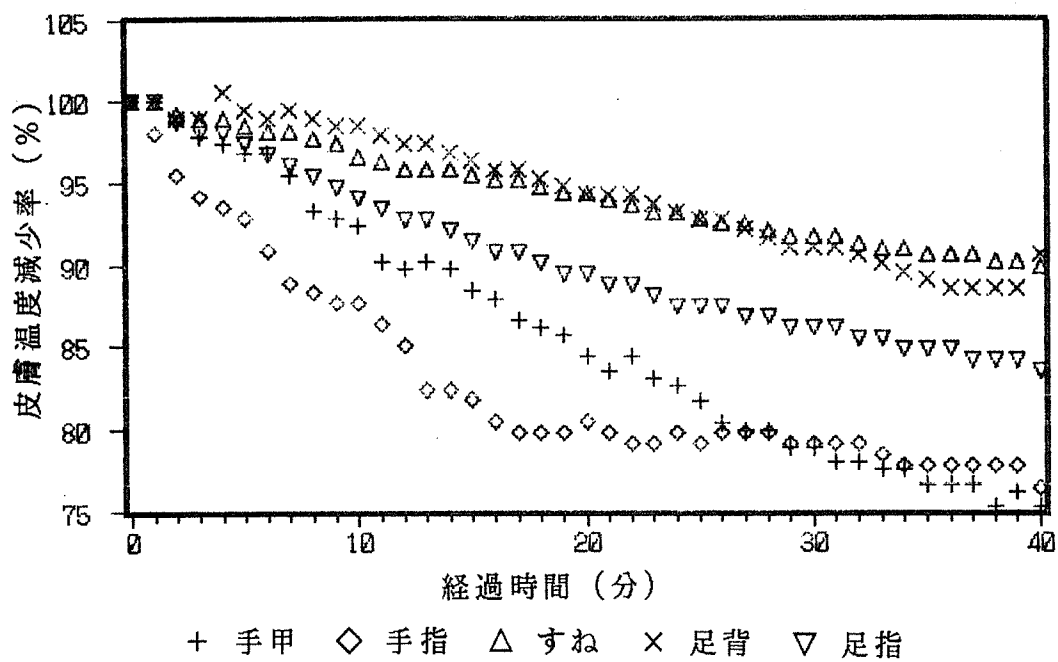
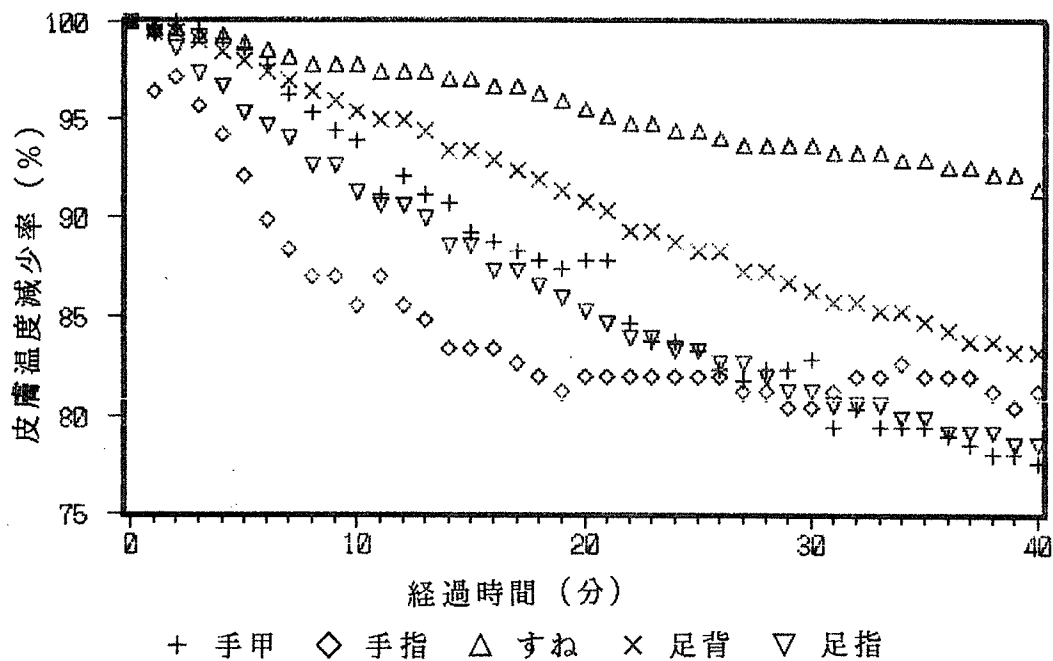


図 II・1-11. 10℃素足条件下における皮膚温度の減少率変動 (被験者 G)



a. 木床環境



b. コンクリート床環境

図 II・1-12. 10℃素足条件下における皮膚温度の減少率変動 (被験者H)

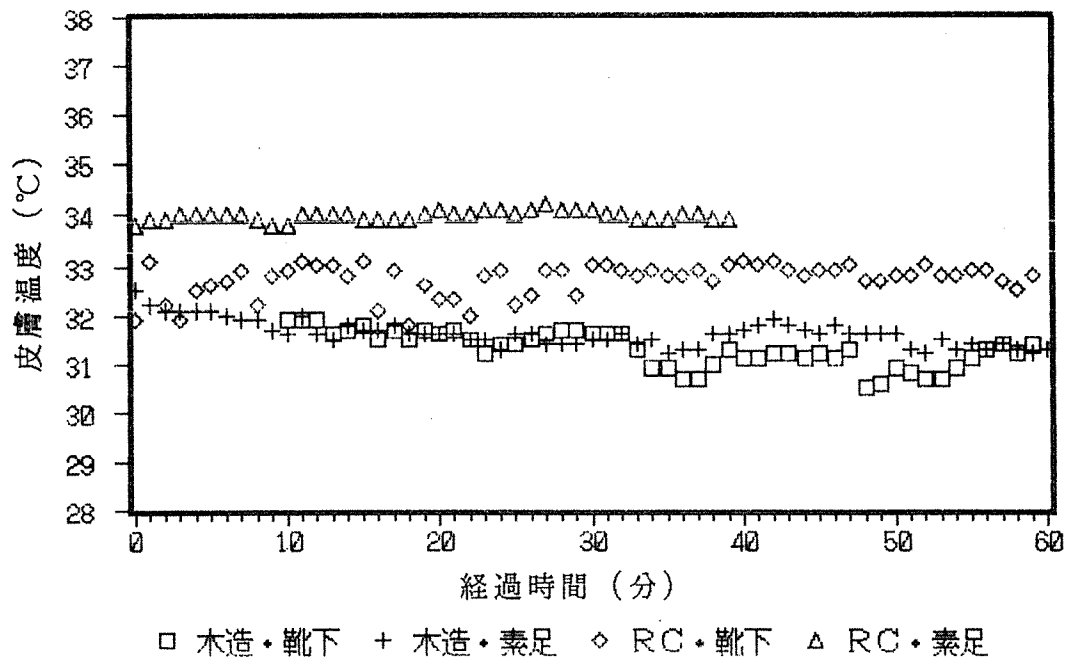


図 II・1-13・1. 10°C条件下における胸温度の経時変化 (被験者A)

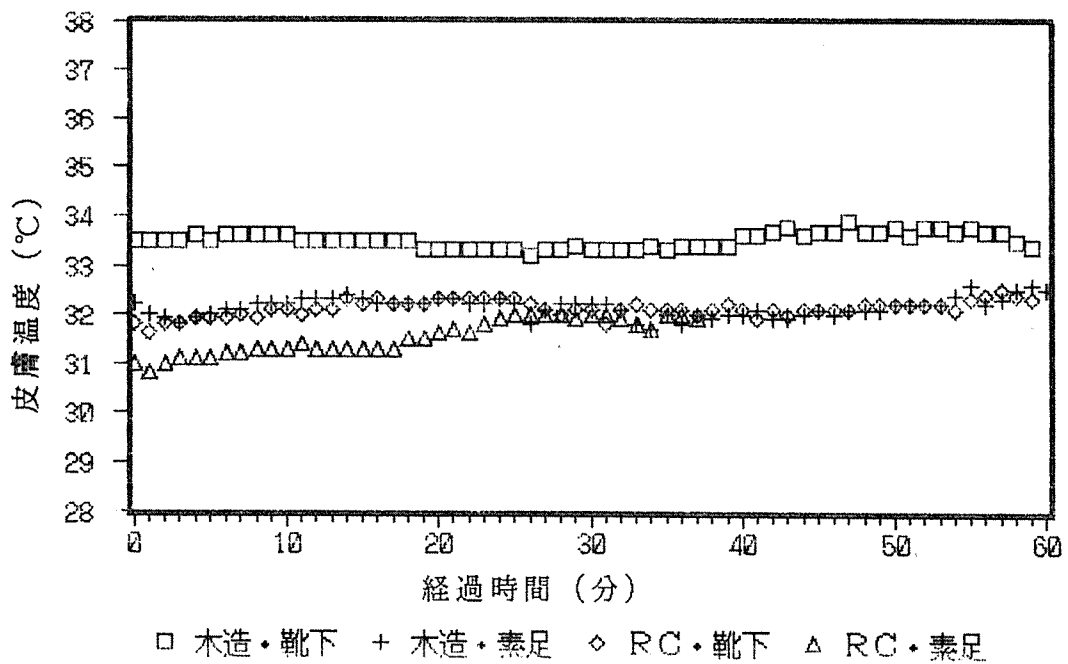


図 II・1-13・2. 10°C条件下における胸温度の経時変化 (被験者B)

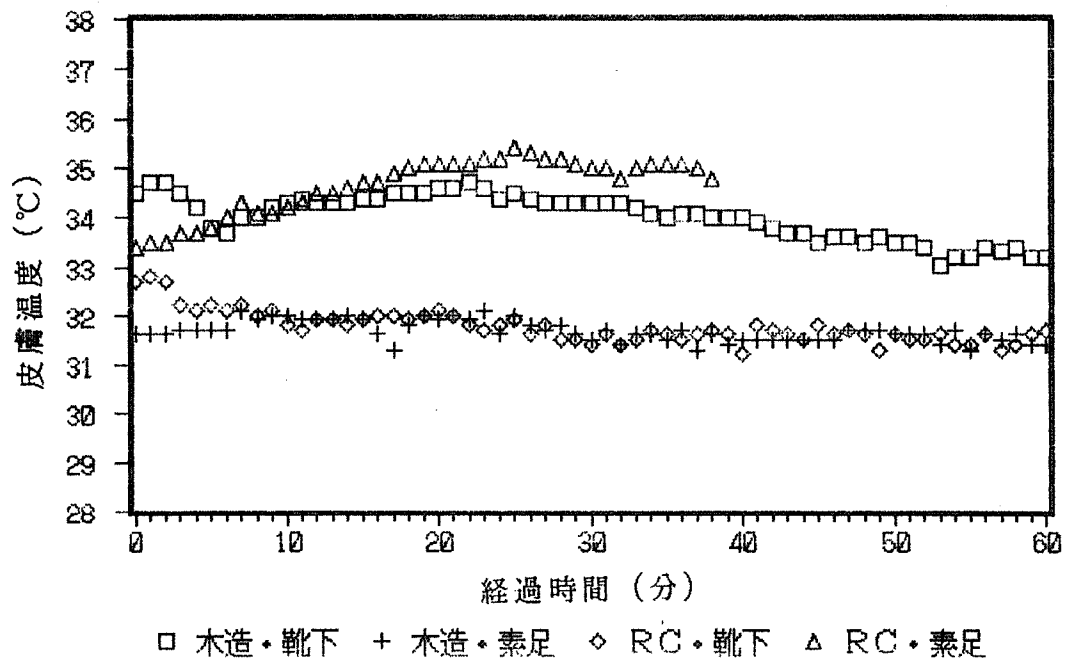


図 II・1-13・3. 10℃条件下における胸温度の経時変化 (被験者C)

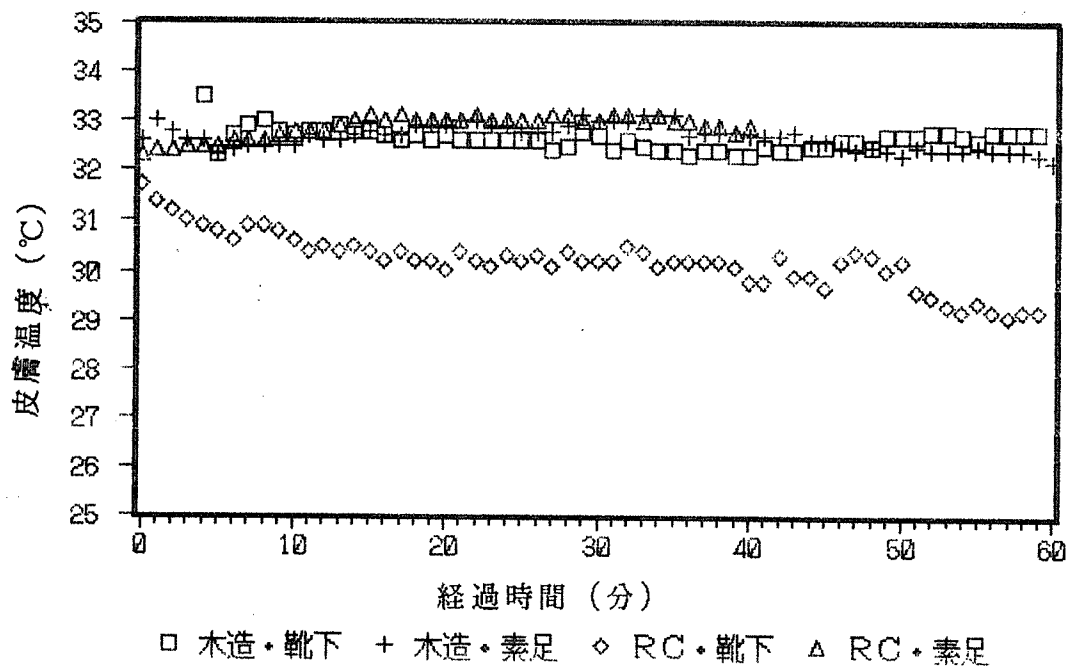


図 II・1-13・4. 10℃条件下における胸温度の経時変化 (被験者D)

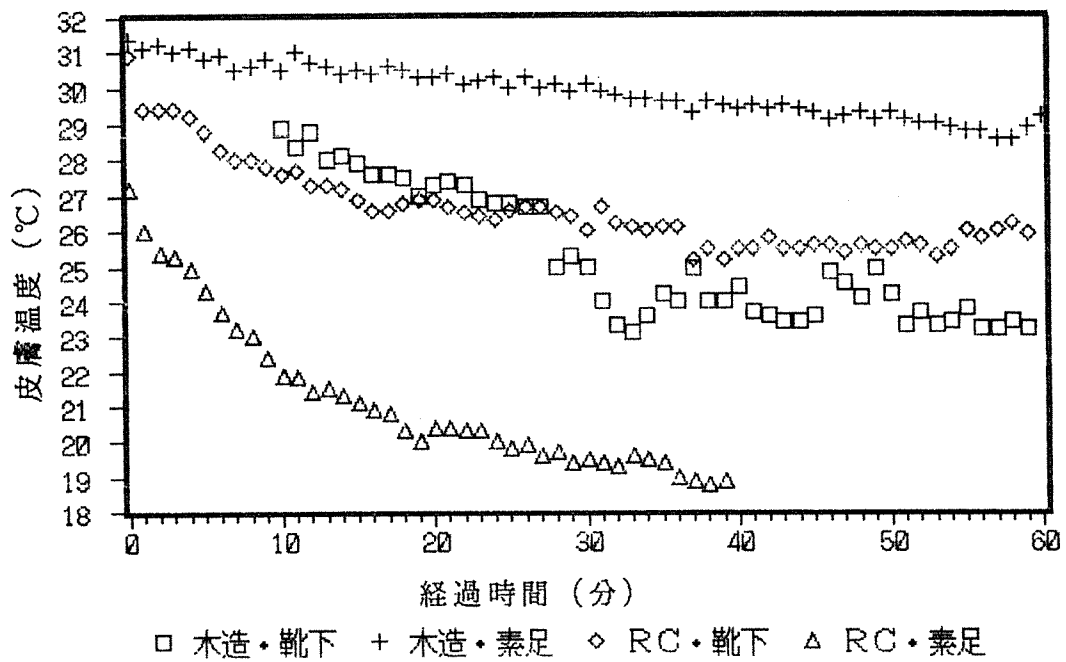


図 II・1-14・1. 10°C条件下における耳たぶ温度の経時変化 (被験者A)

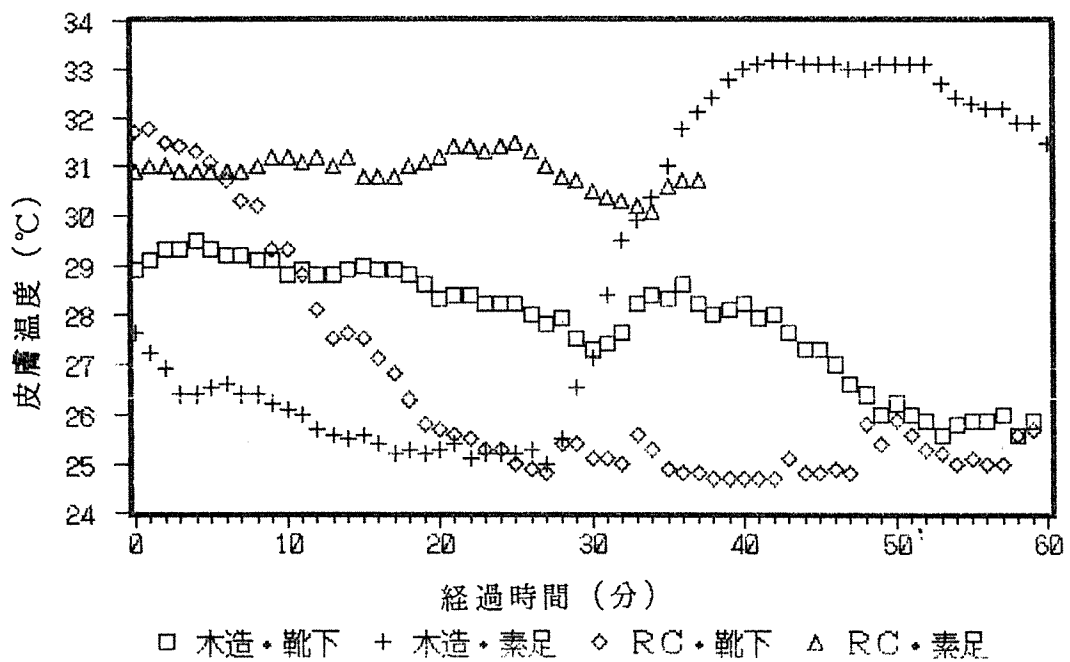


図 II・1-14・2. 10°C条件下における耳たぶ温度の経時変化 (被験者B)

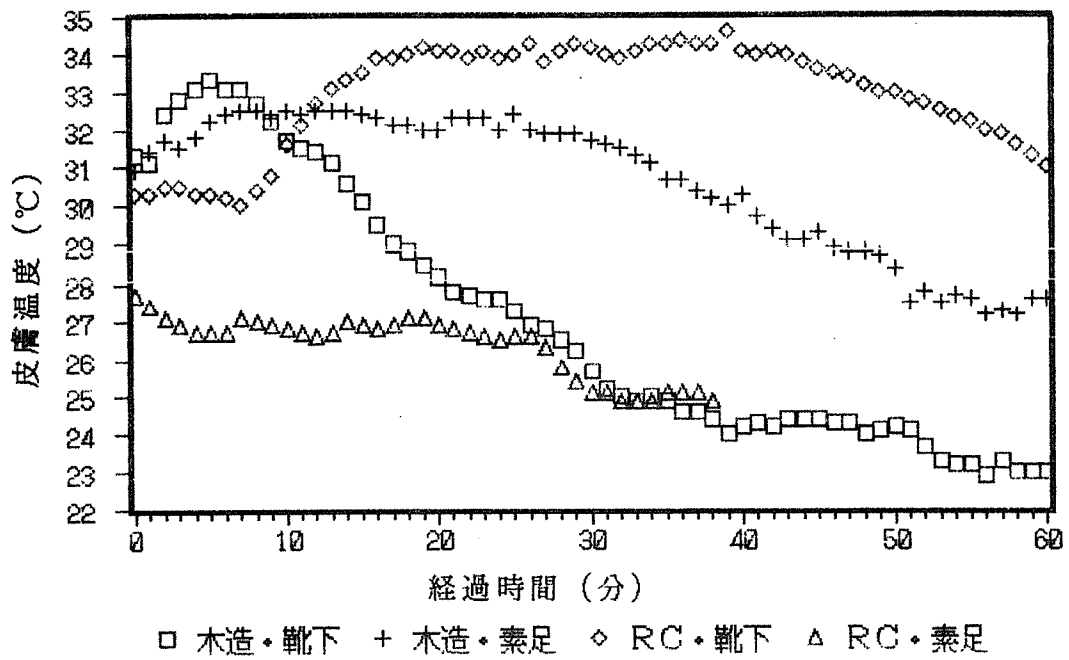


図 II・1-14・3. 10°C条件下における耳たぶ温度の経時変化 (被験者C)

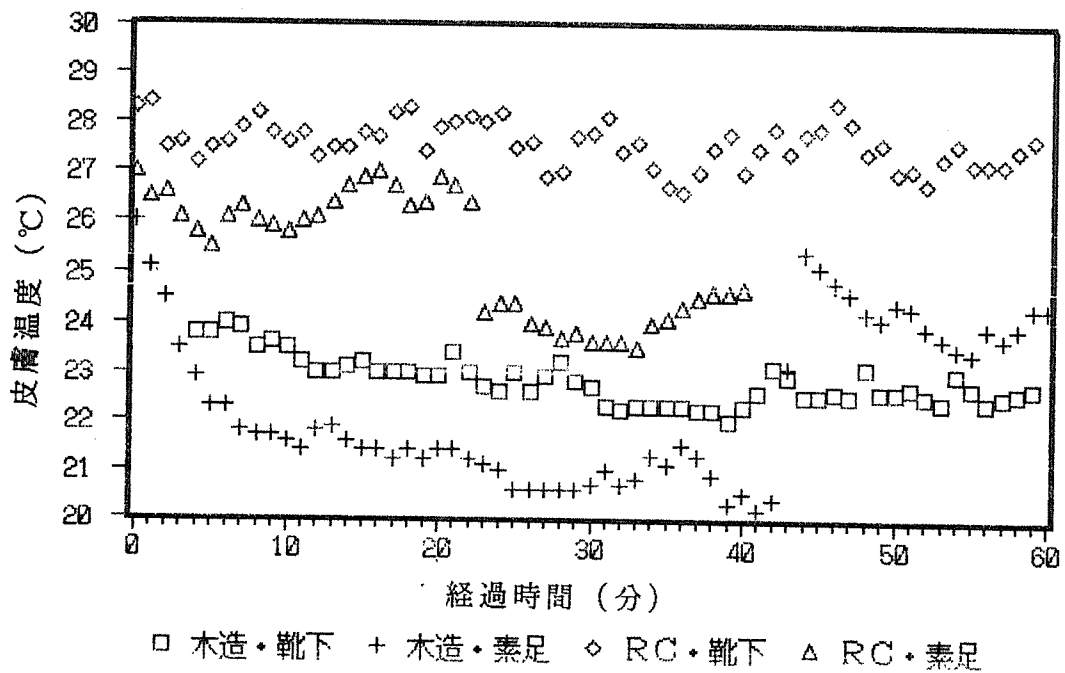


図 II・1-14・4. 10°C条件下における耳たぶ温度の経時変化 (被験者D)

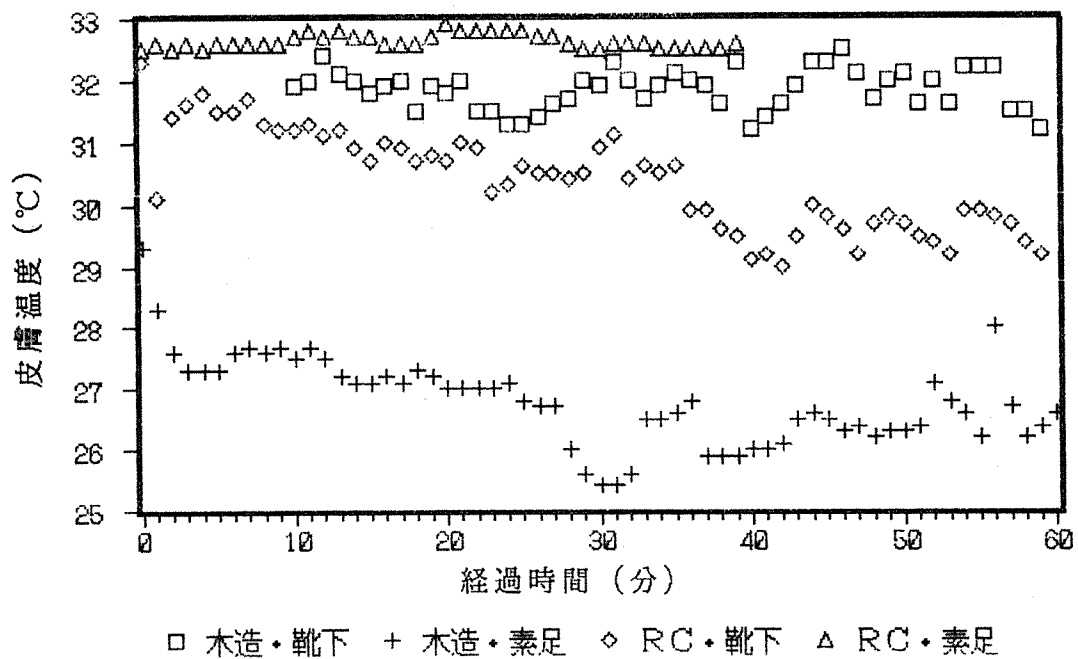


図 II・1-15・1. 10°C条件下における背中温度の経時変化 (被験者A)

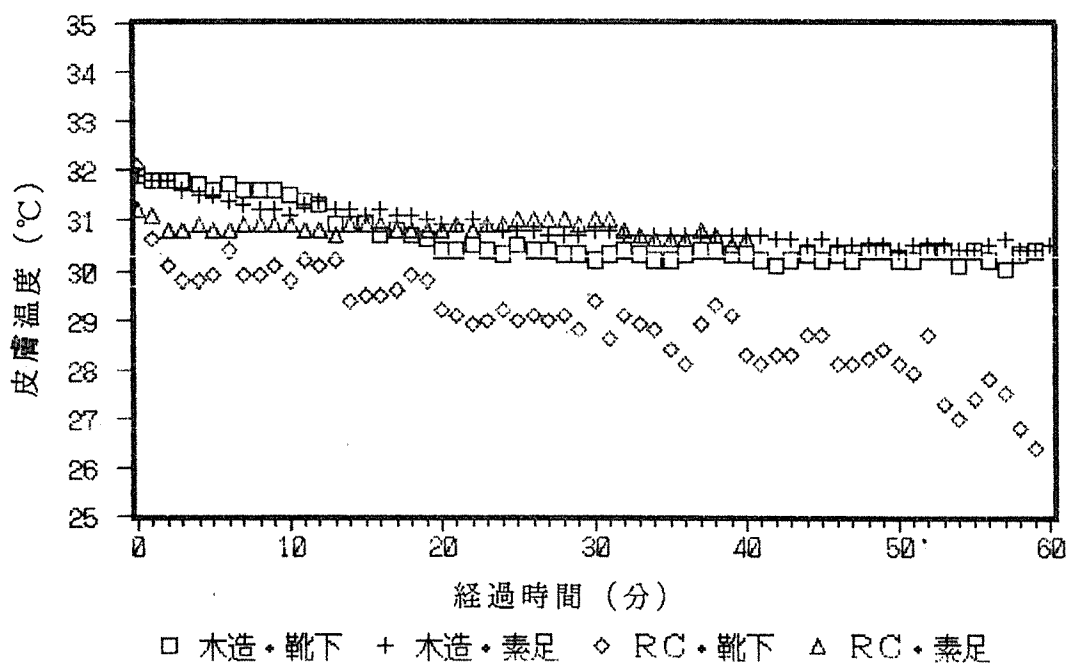


図 II・1-15・2. 10°C条件下における背中温度の経時変化 (被験者B)

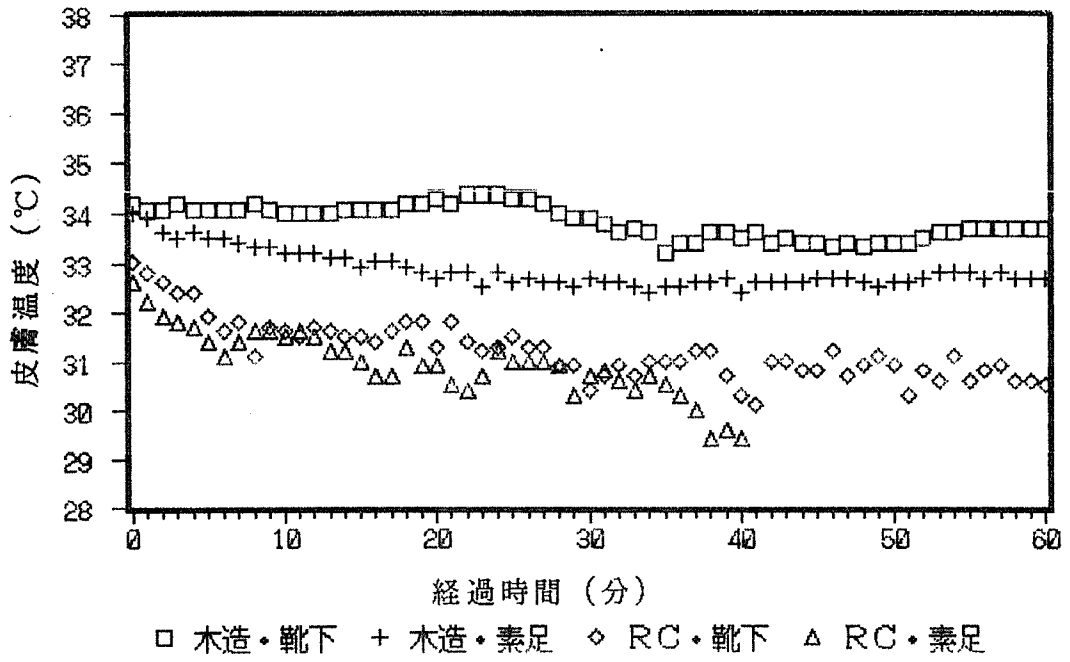


図 II・1-15・3. 10°C条件下における背中の中の温度の経時変化 (被験者 C)

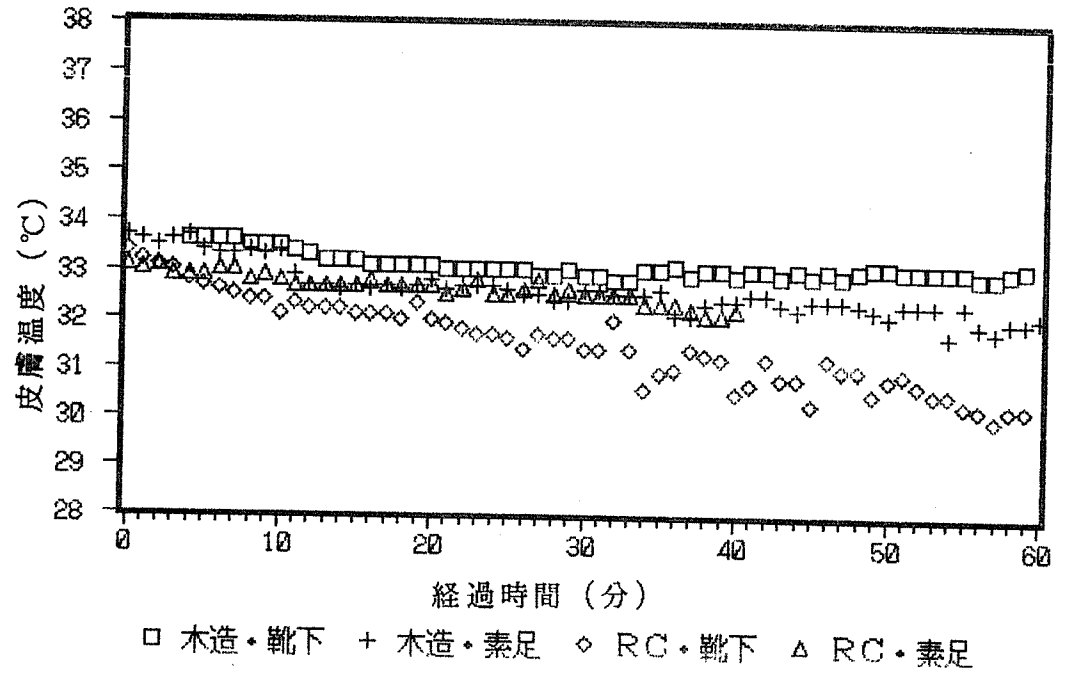


図 II・1-15・4. 10°C条件下における背中の中の温度の経時変化 (被験者 D)

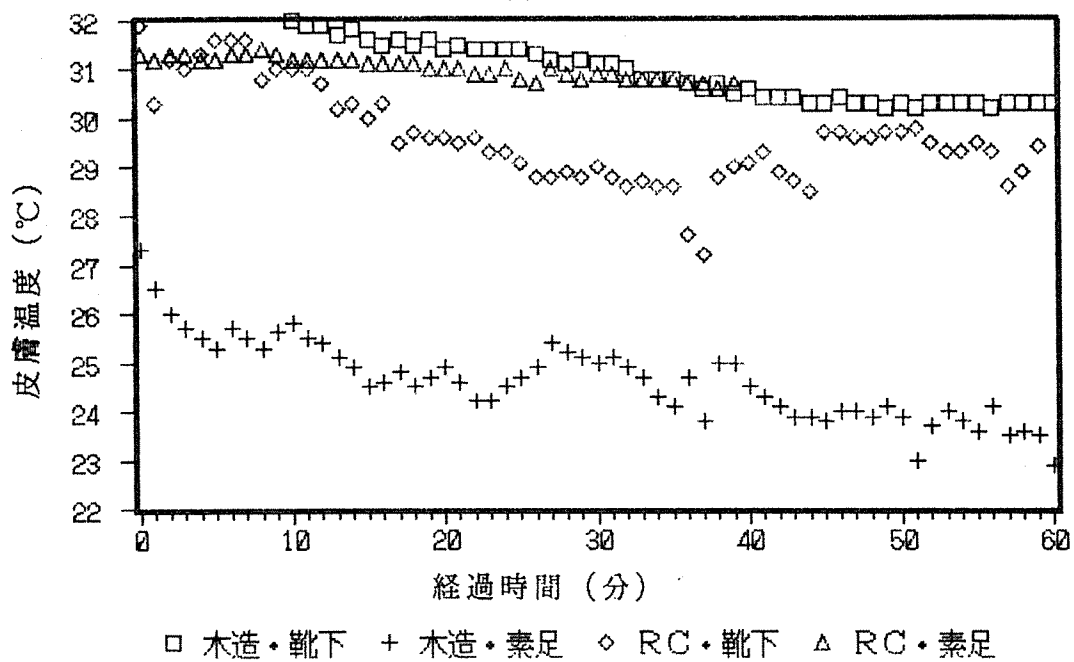


図 II・1-16・1. 10°C条件下における上腕温度の経時変化 (被験者A)

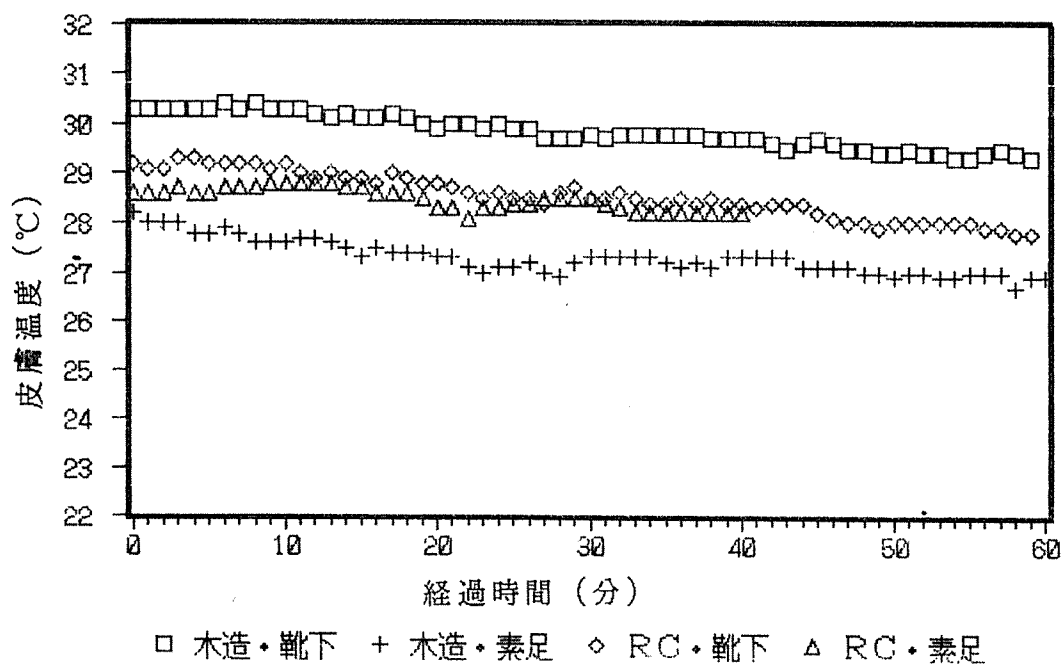
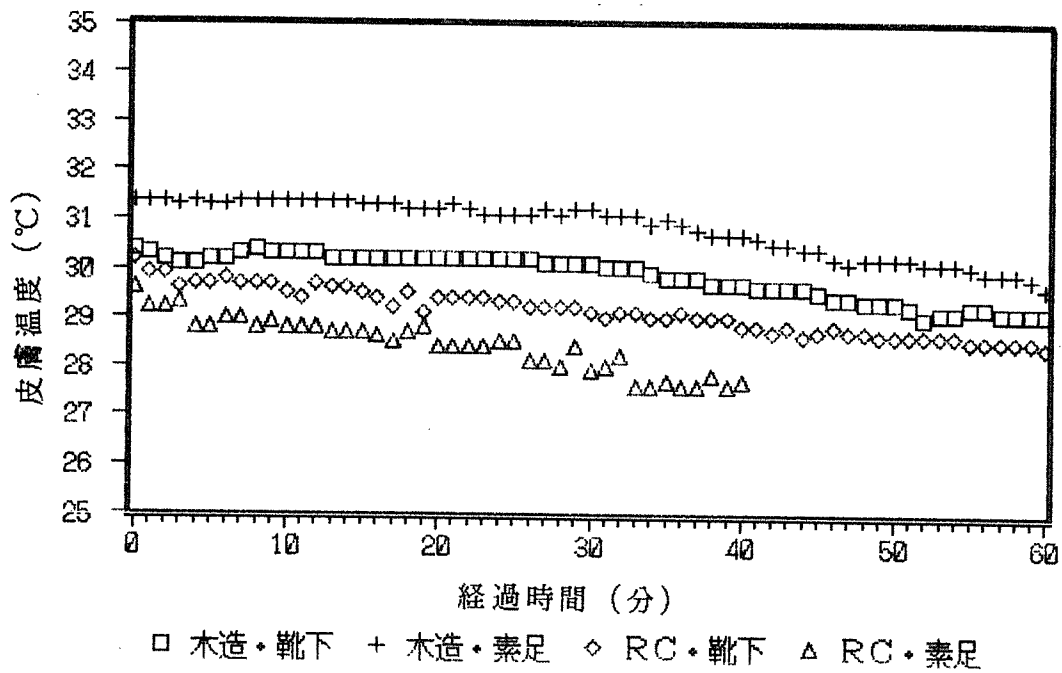
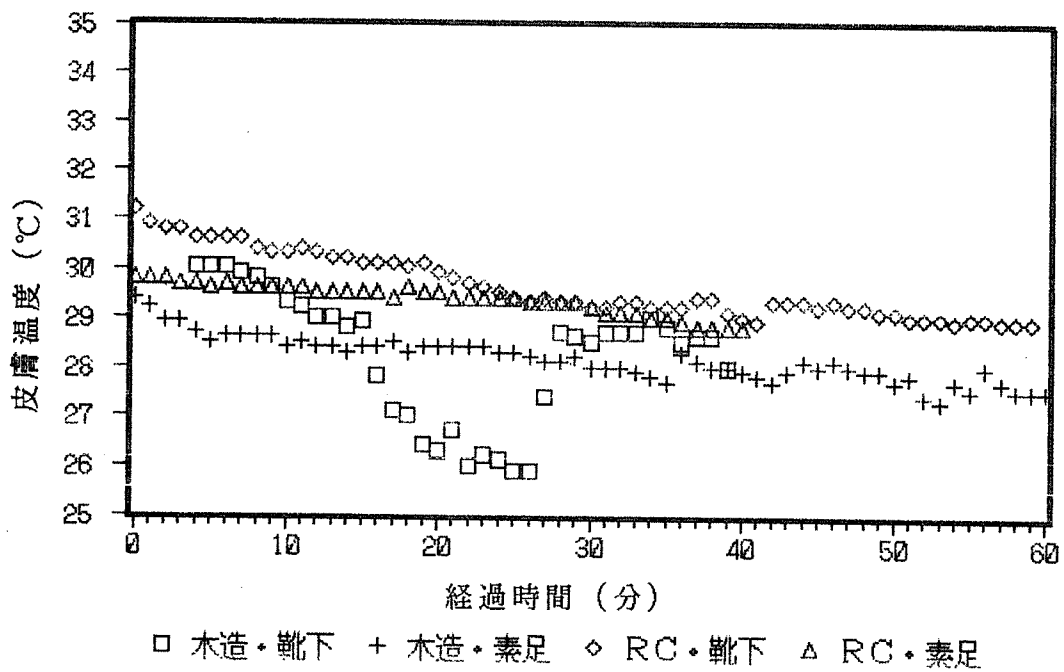


図 II・1-16・2. 10°C条件下における上腕温度の経時変化 (被験者B)



図Ⅱ・1-16・3. 10℃条件下における上腕温度の経時変化 (被験者C)



図Ⅱ・1-16・4. 10℃条件下における上腕温度の経時変化 (被験者D)

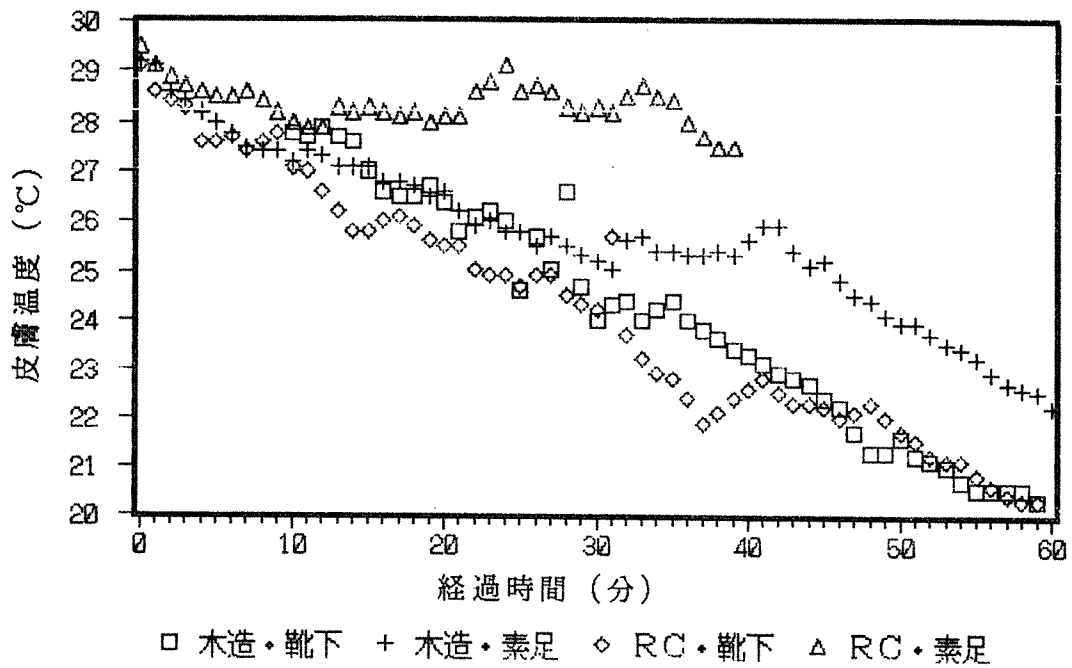


図 II・1-17・1. 10°C条件下における手甲温度の経時変化 (被験者A)

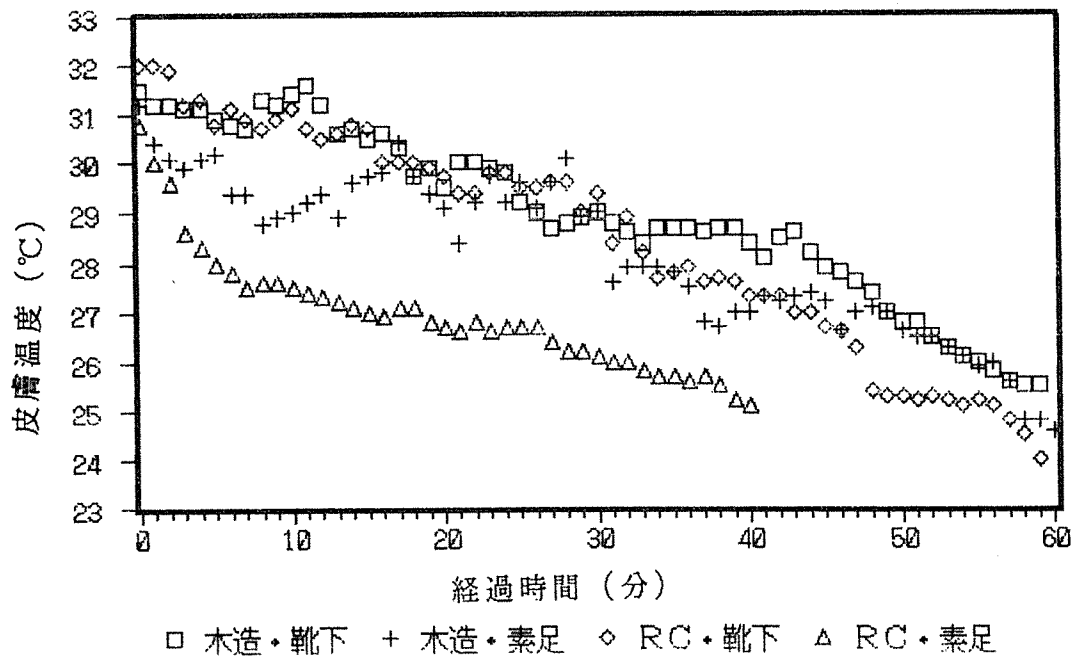


図 II・1-17・2. 10°C条件下における手甲温度の経時変化 (被験者B)

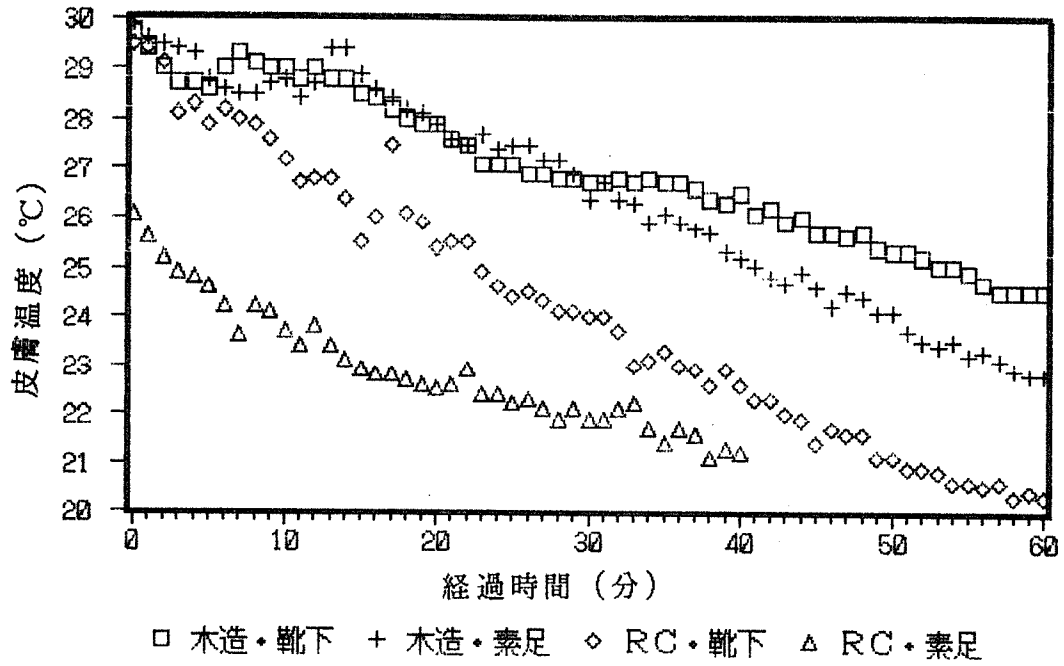


図 II・1-17・3. 10°C条件下における手甲温度の経時変化 (被験者C)

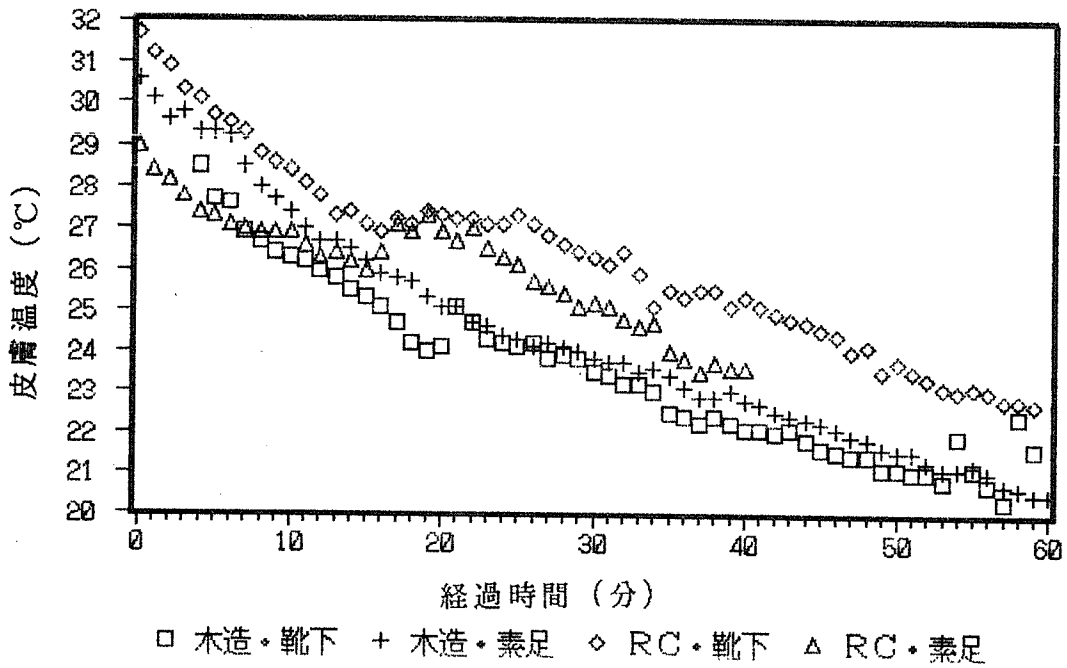


図 II・1-17・4. 10°C条件下における手甲温度の経時変化 (被験者D)

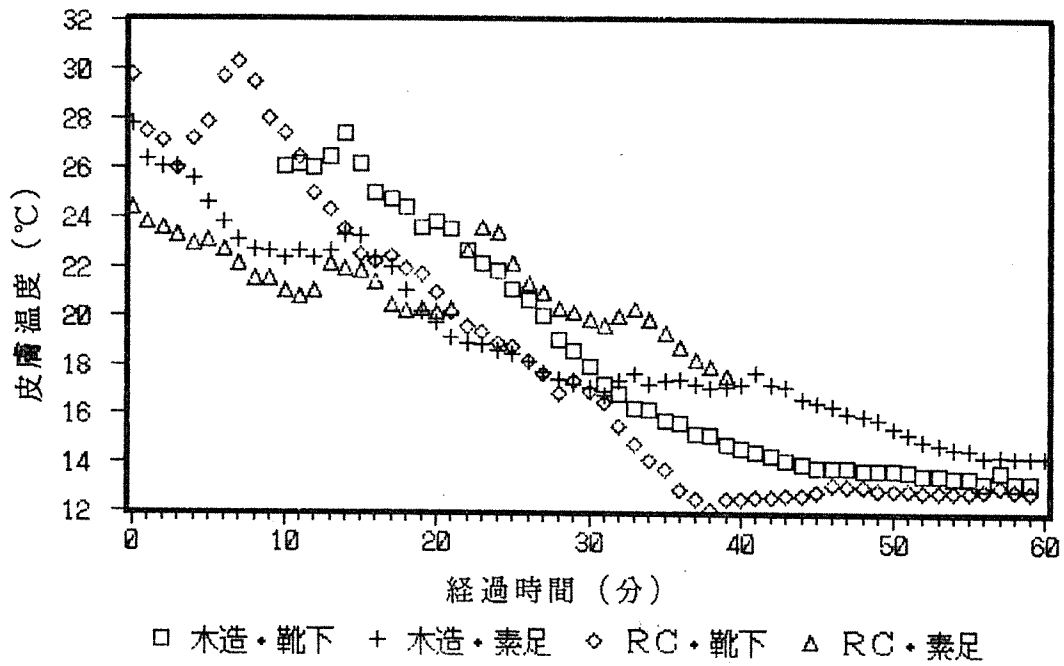


図 II・1-18・1. 10℃条件下における手指温度の経時変化 (被験者A)

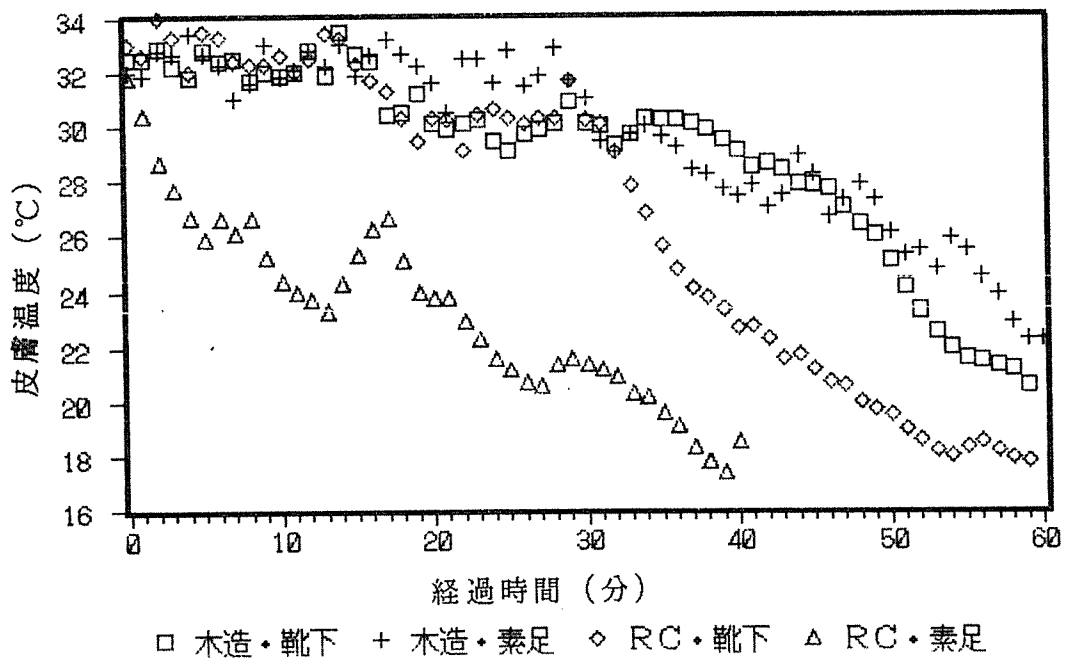


図 II・1-18・2. 10℃条件下における手指温度の経時変化 (被験者B)

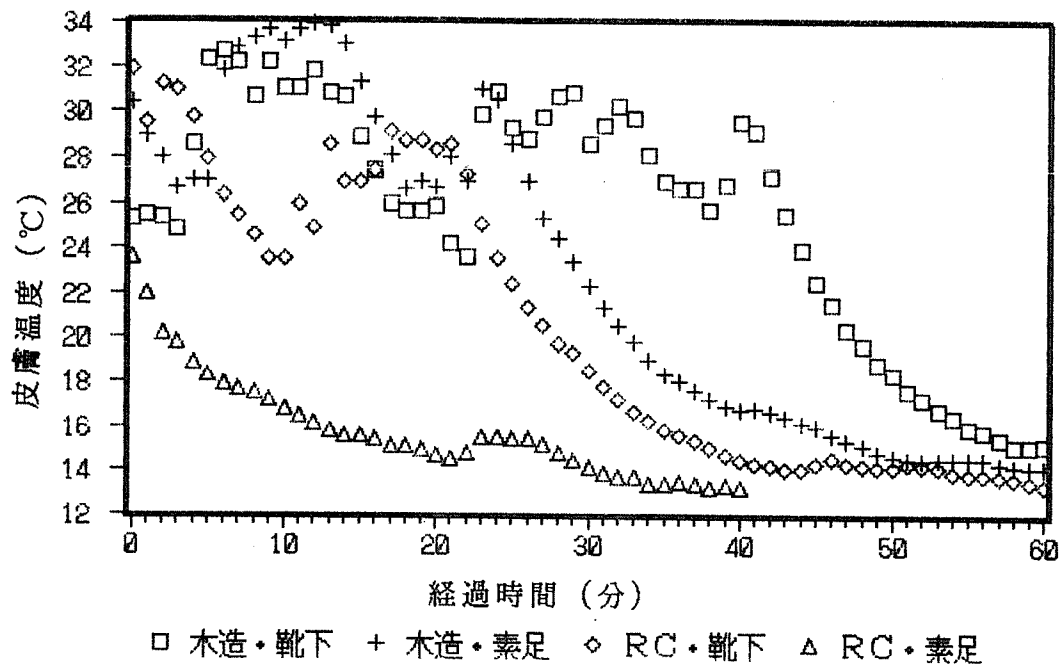


図 II・1-18・3. 10°C条件下における手指温度の経時変化 (被験者C)

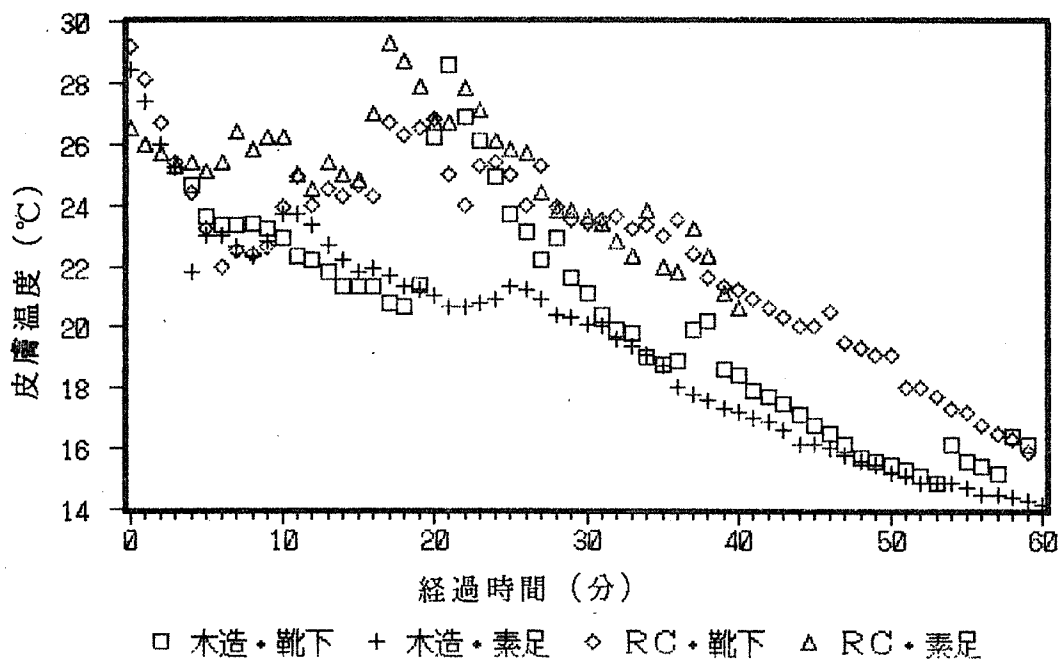
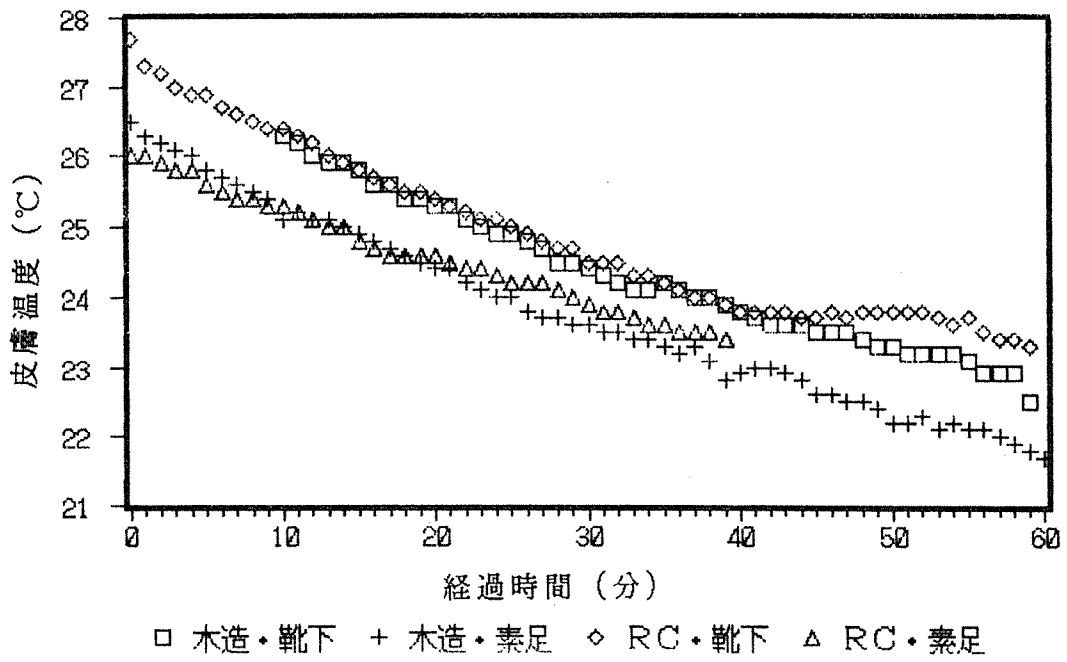
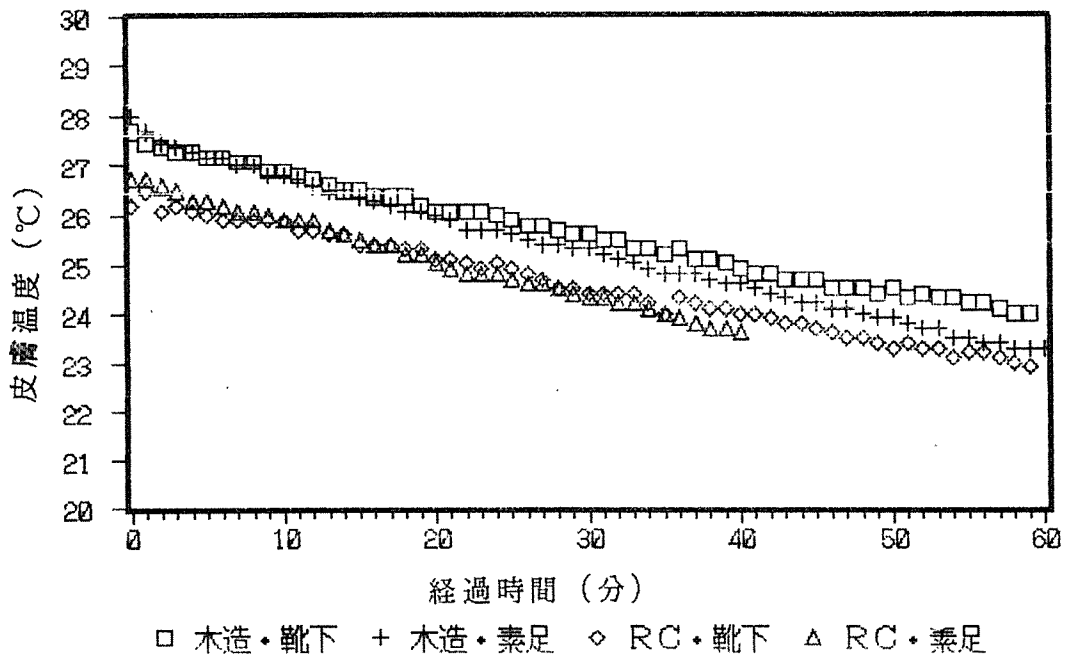


図 II・1-18・4. 10°C条件下における手指温度の経時変化 (被験者D)



図Ⅱ・1-19・1. 10℃条件下における膝温度の経時変化 (被験者A)



図Ⅱ・1-19・2. 10℃条件下における膝温度の経時変化 (被験者B)

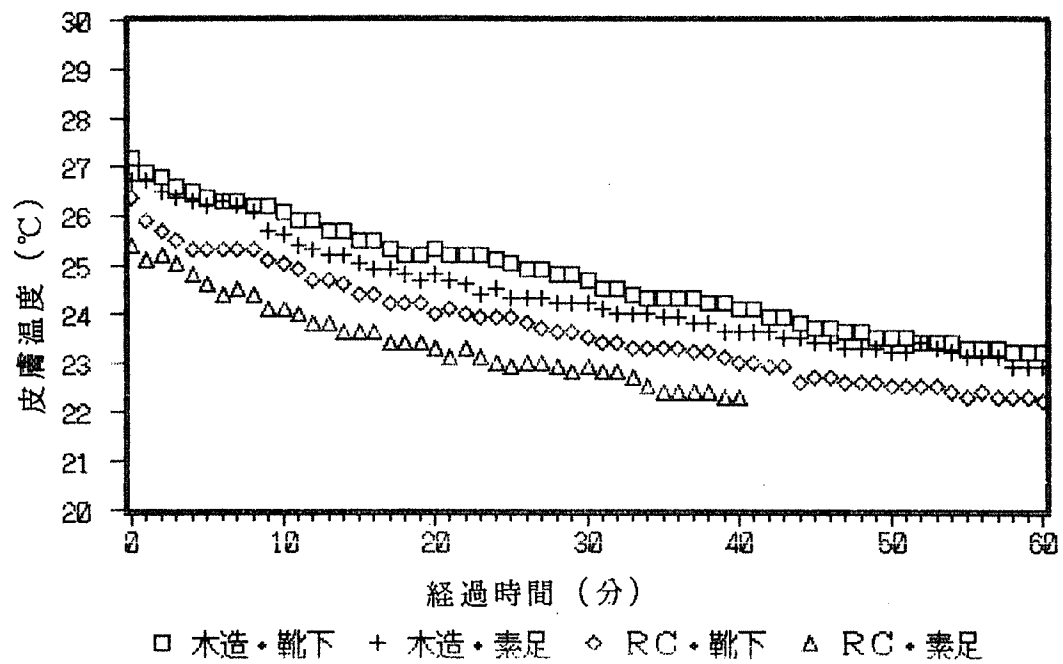


図 II・1-19・3. 10°C条件下における膝温度の経時変化 (被験者C)

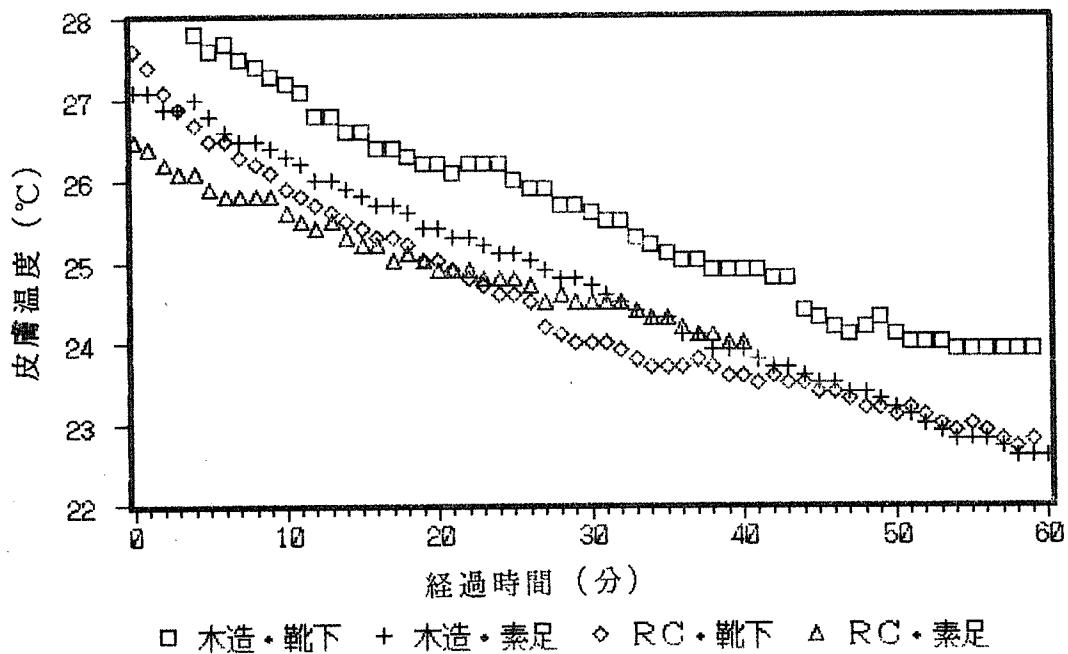


図 II・1-19・4. 10°C条件下における膝温度の経時変化 (被験者D)

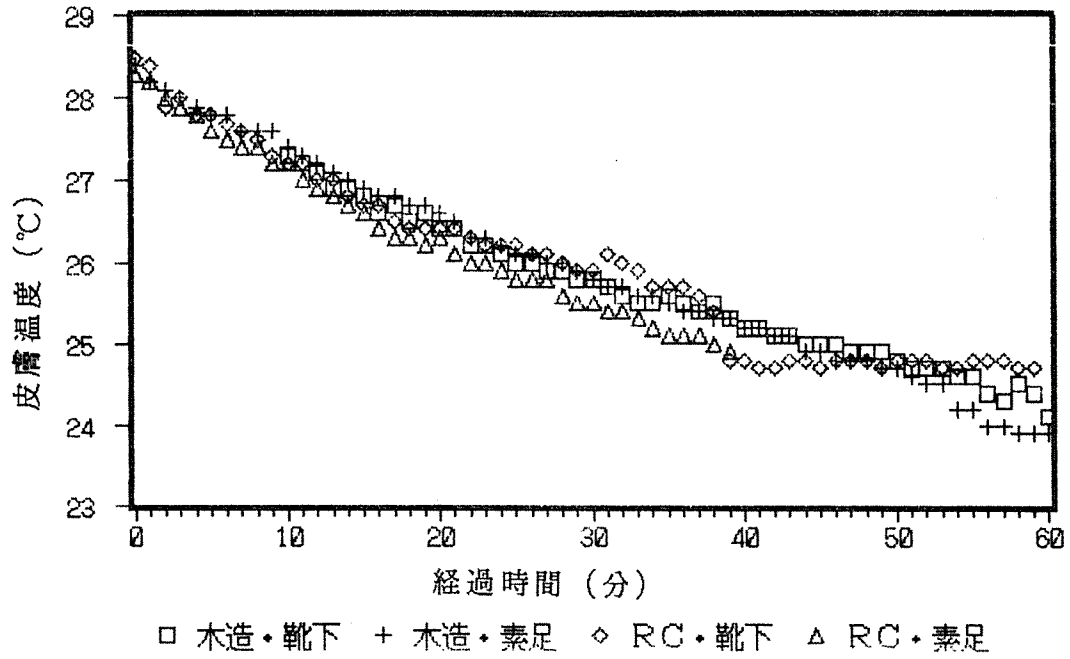


図 II・1-20・1. 10℃条件下におけるすね温度の経時変化 (被験者A)

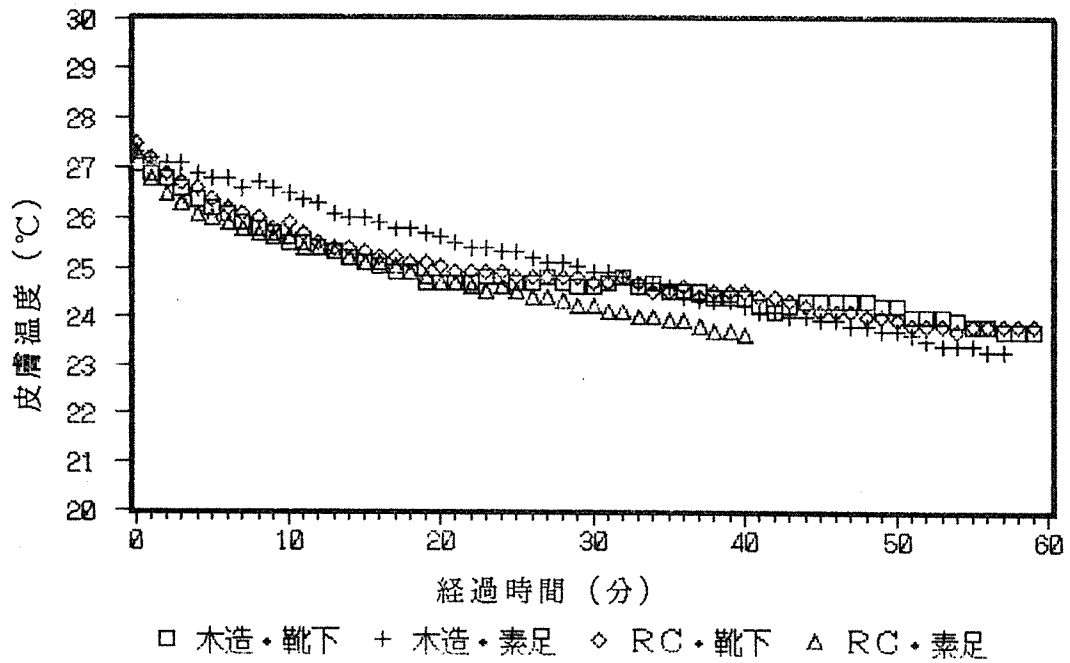


図 II・1-20・2. 10℃条件下におけるすね温度の経時変化 (被験者B)

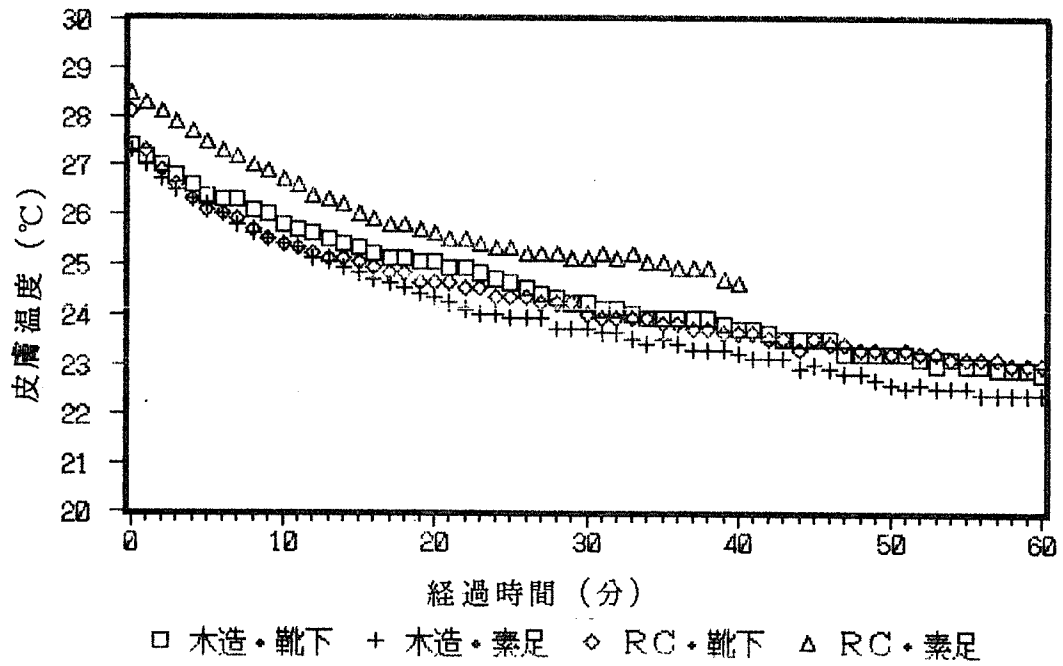


図 II・1-20・3. 10°C条件下におけるすね温度の経時変化 (被験者C)

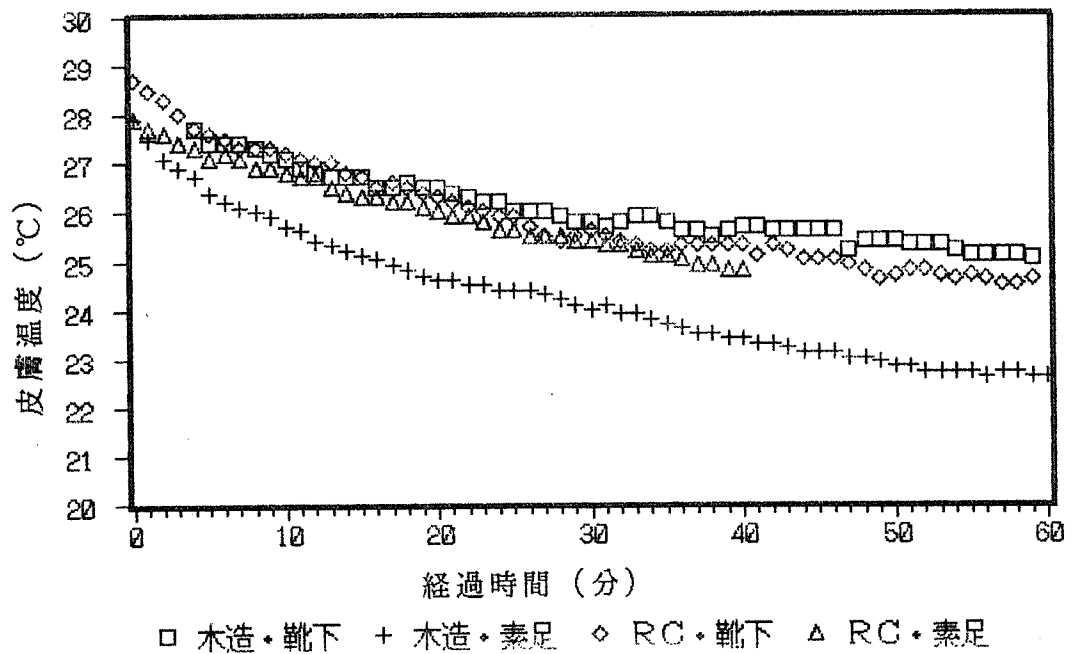
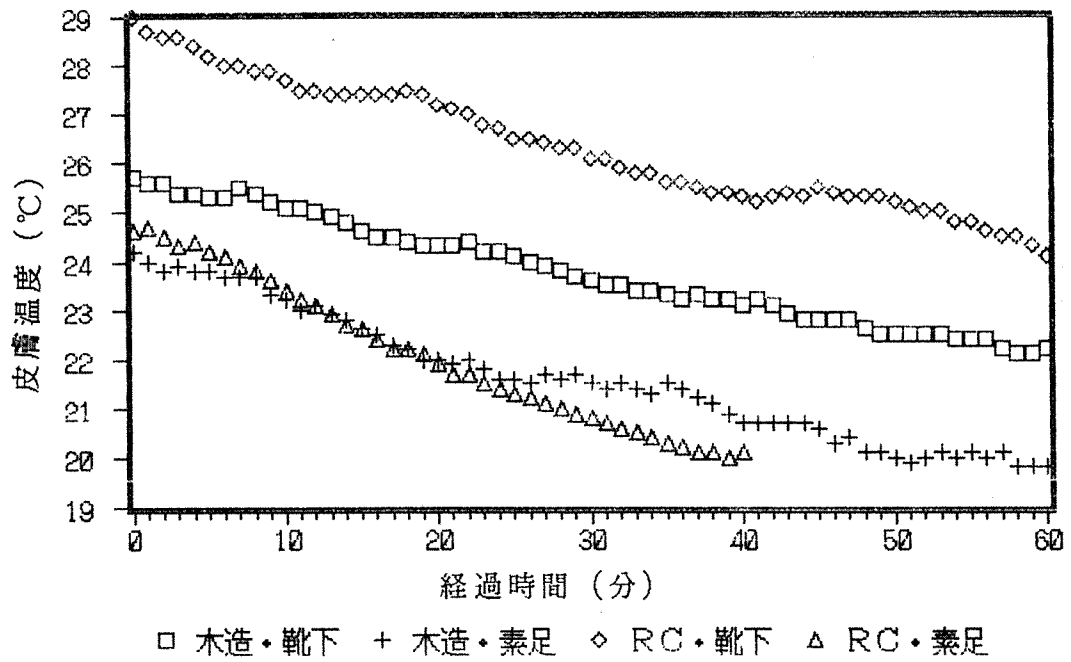
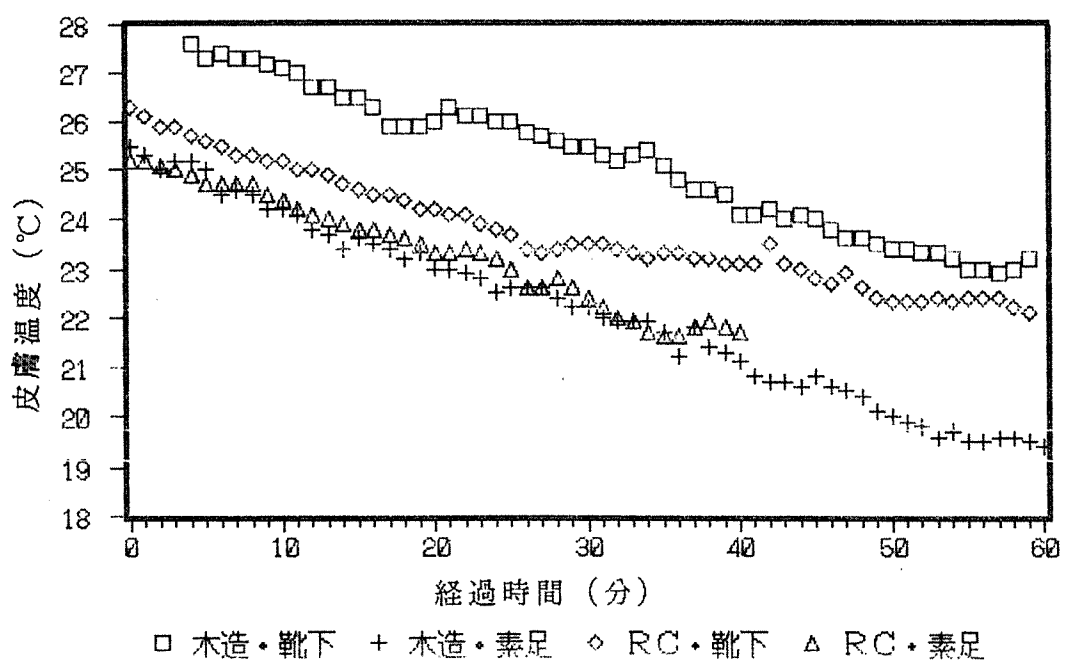


図 II・1-20・4. 10°C条件下におけるすね温度の経時変化 (被験者D)



図Ⅱ・1-21・3. 10°C条件下における足背温度の経時変化 (被験者C)



図Ⅱ・1-21・4. 10°C条件下における足背温度の経時変化 (被験者D)

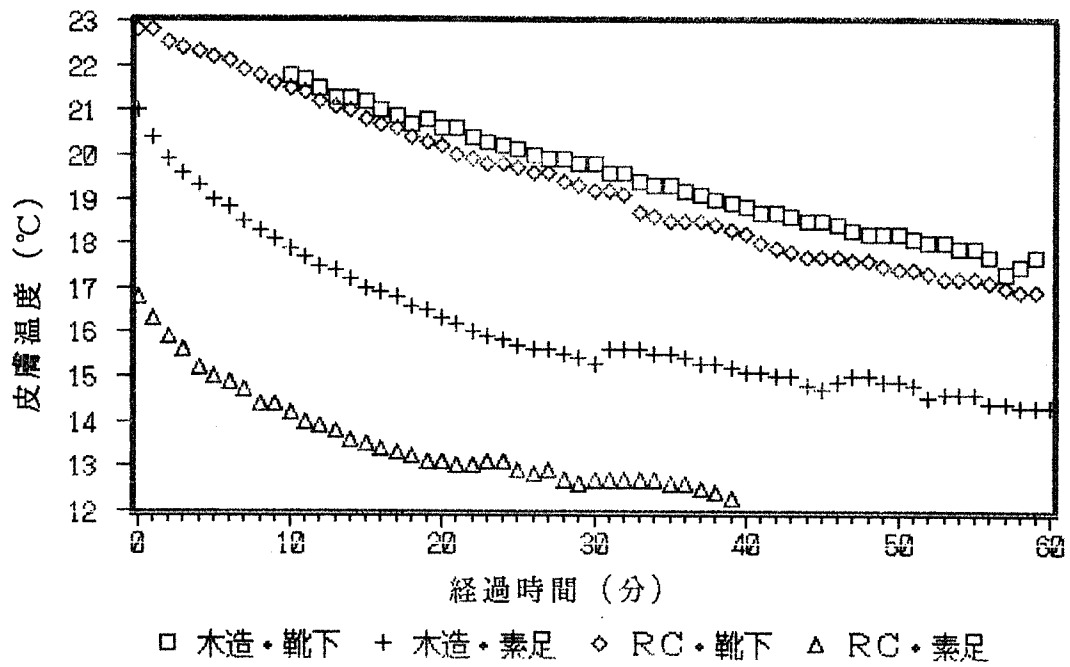


図 II・1-21・1. 10℃条件下における足背温度の経時変化 (被験者A)

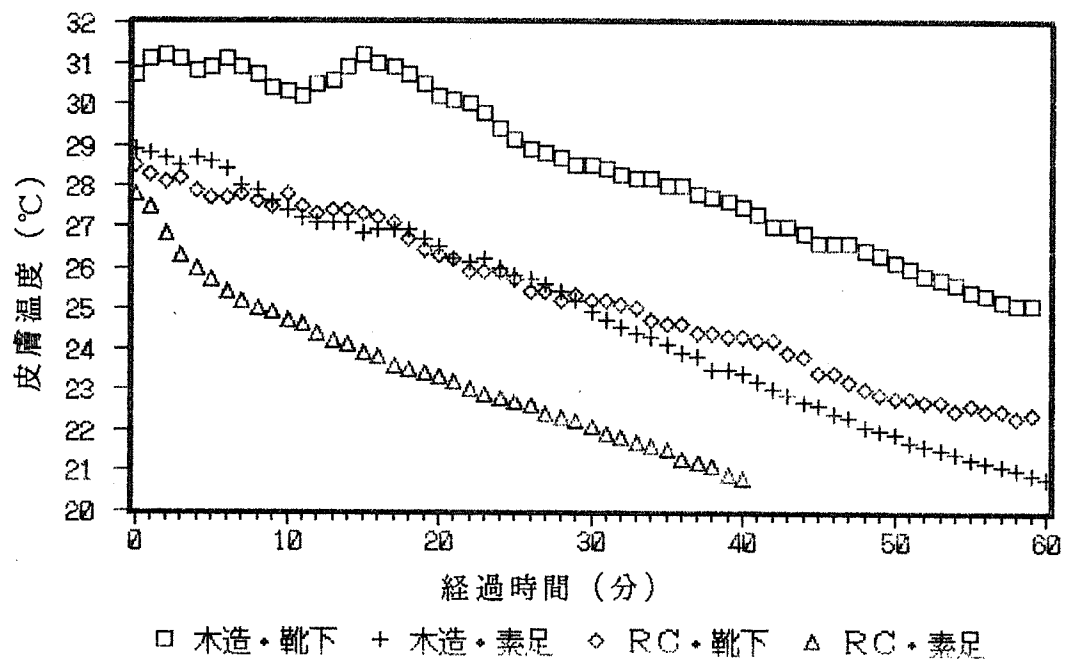


図 II・1-21・2. 10℃条件下における足背温度の経時変化 (被験者B)

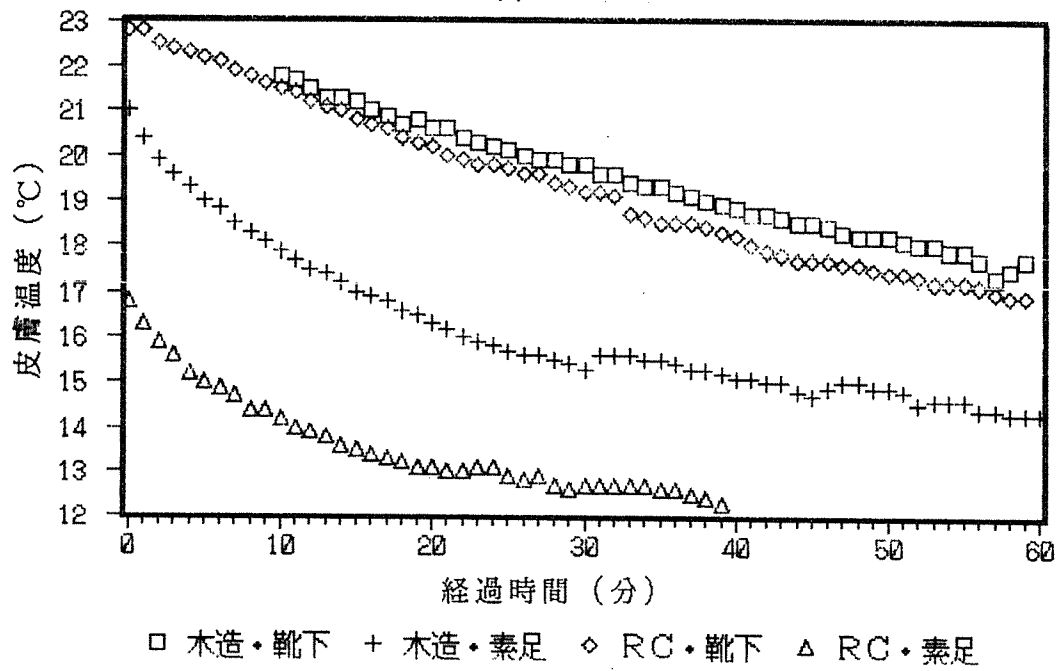


図 II・1-22・1. 10°C条件下における足指温度の経時変化 (被験者A)

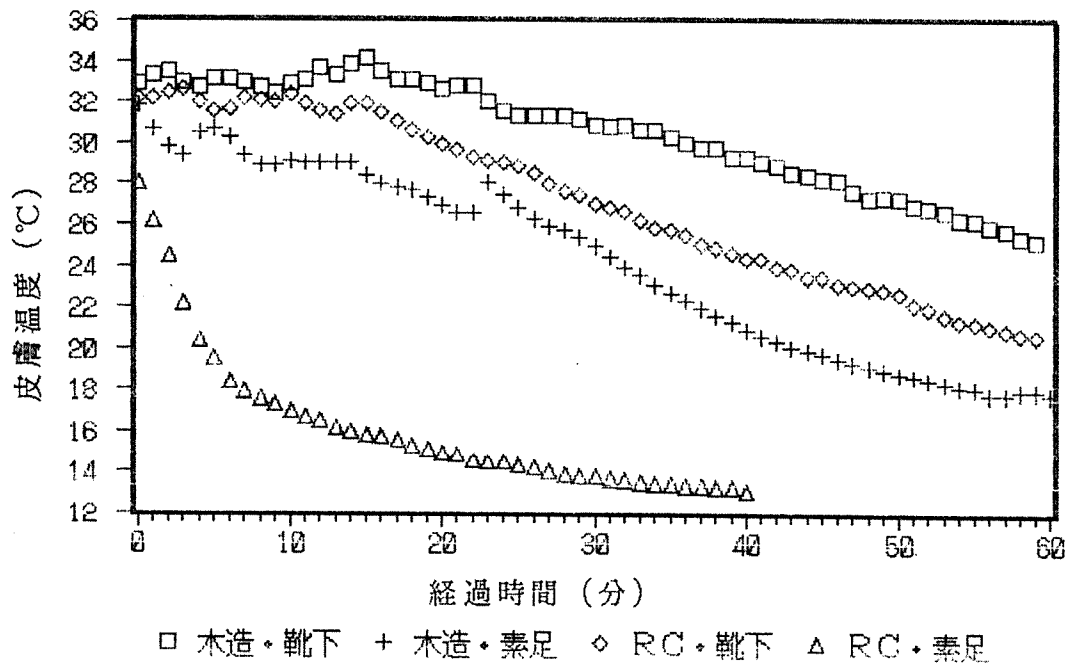


図 II・1-22・2. 10°C条件下における足指温度の経時変化 (被験者B)

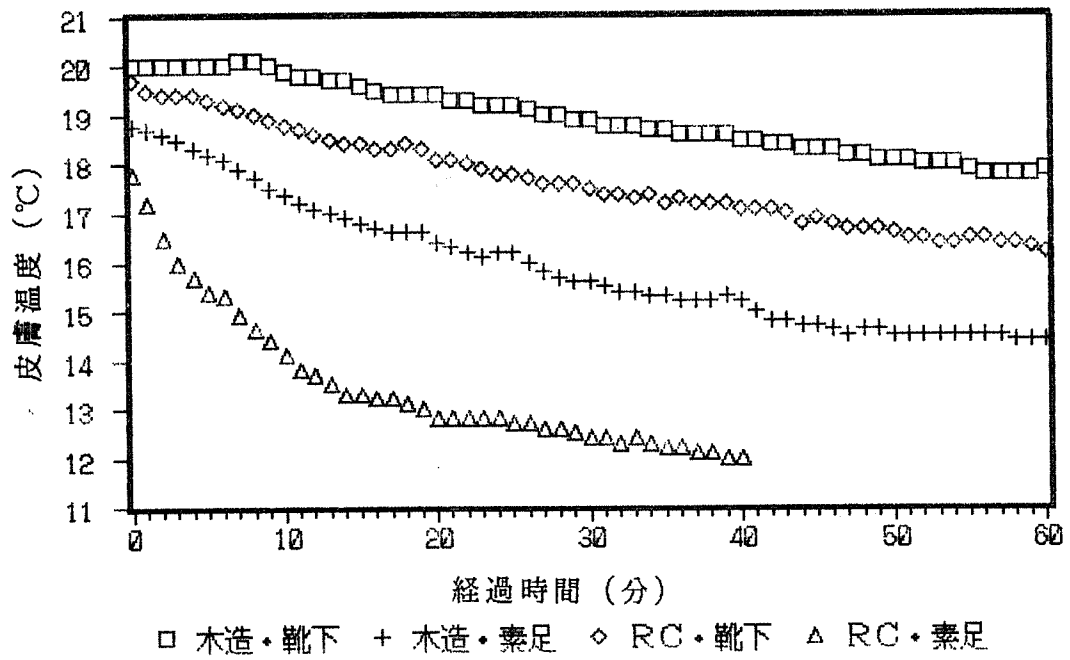


図 II・1-22・3. 10℃条件下における足指温度の経時変化 (被験者C)

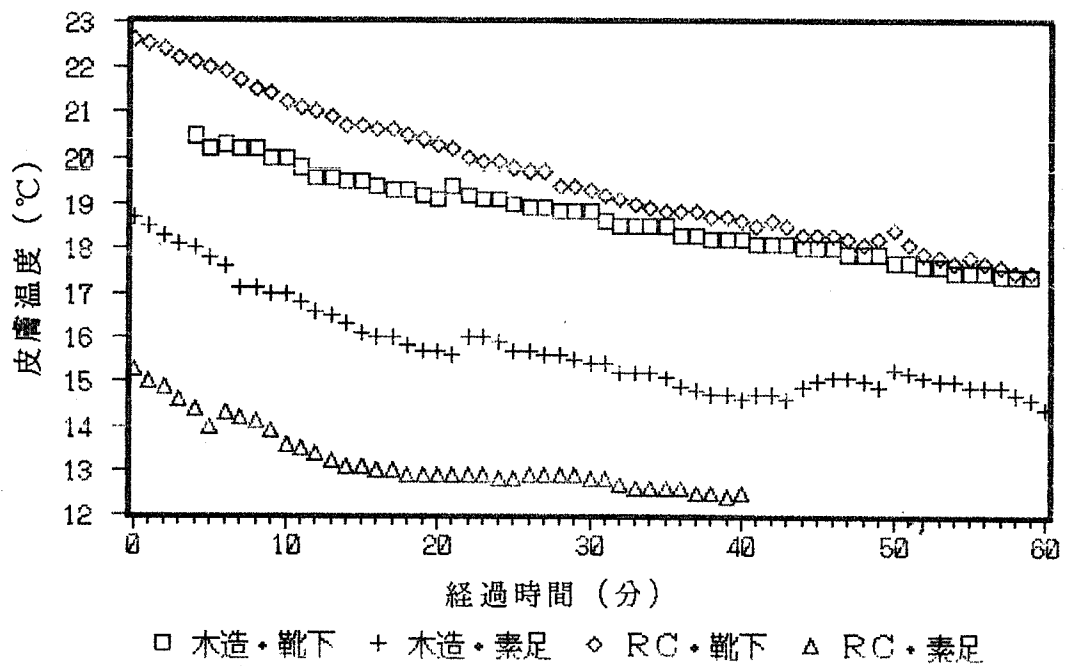
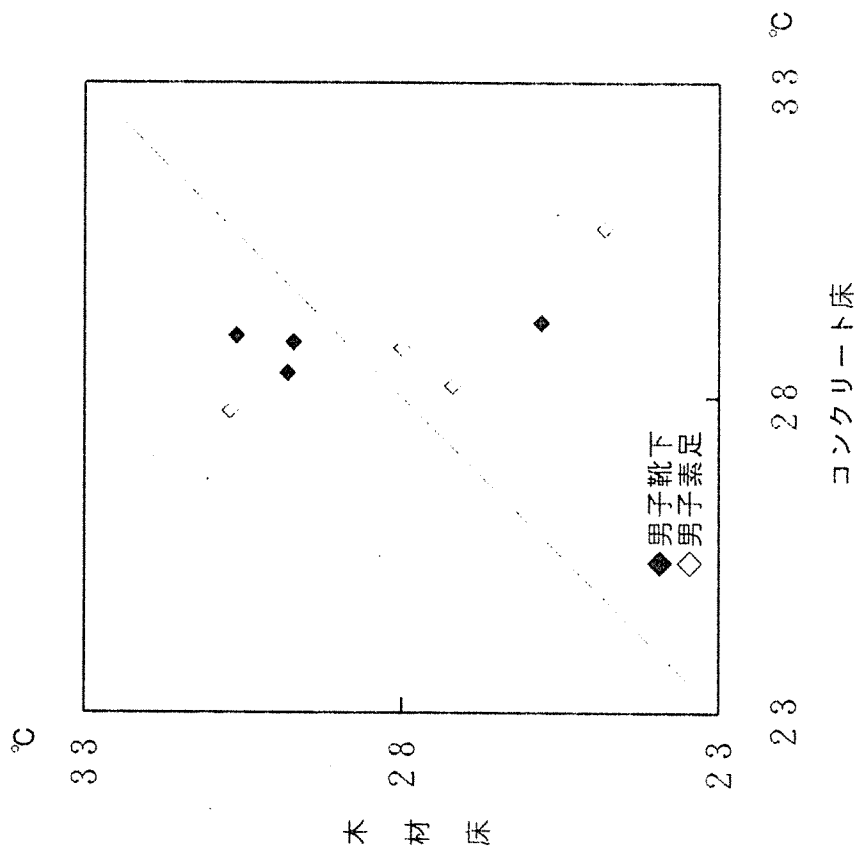
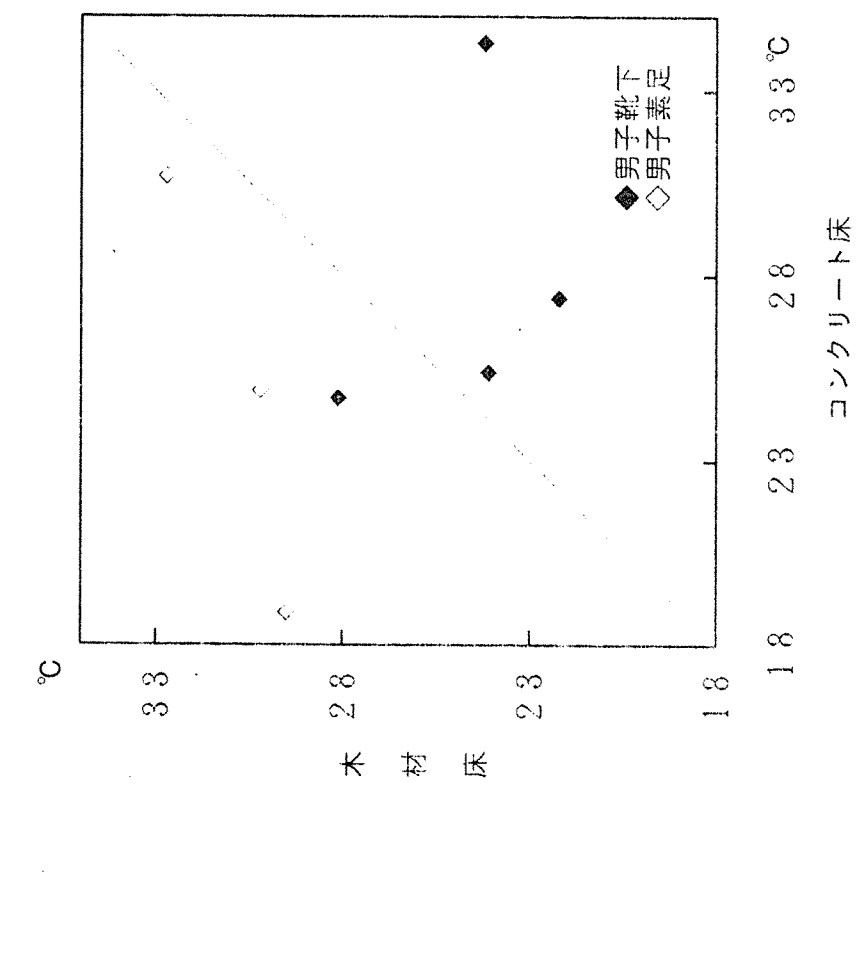


図 II・1-22・4. 10℃条件下における足指温度の経時変化 (被験者D)



図II・1-23.
10℃室温下における耳朵温度の環境比較



図II・1-24.
10℃室温下における上腕部温度の環境比較

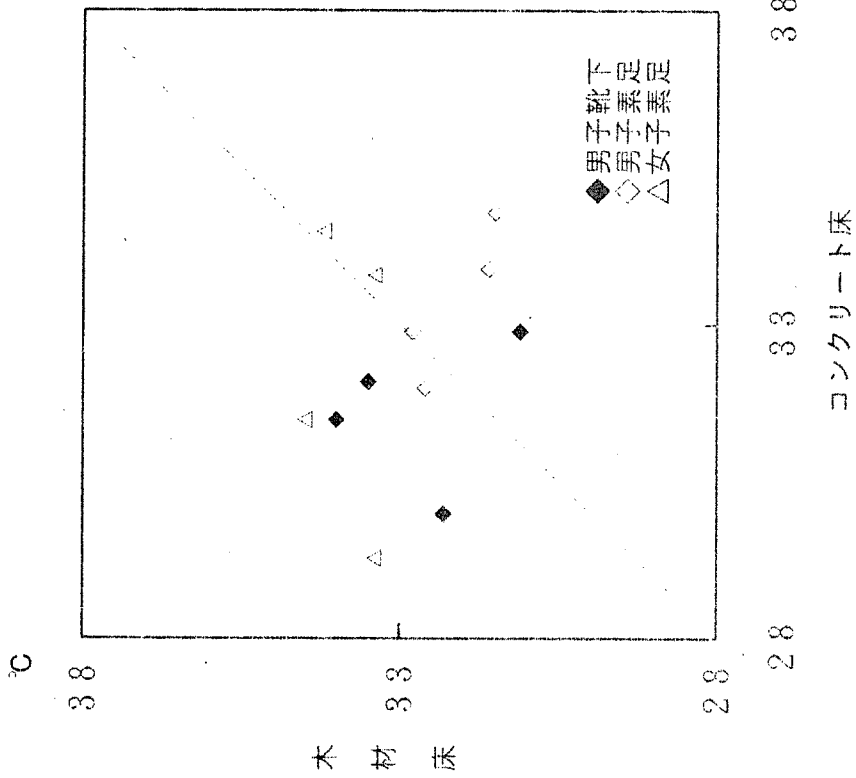


図 II・1-25.

10℃室温下における胸部温度の環境比較

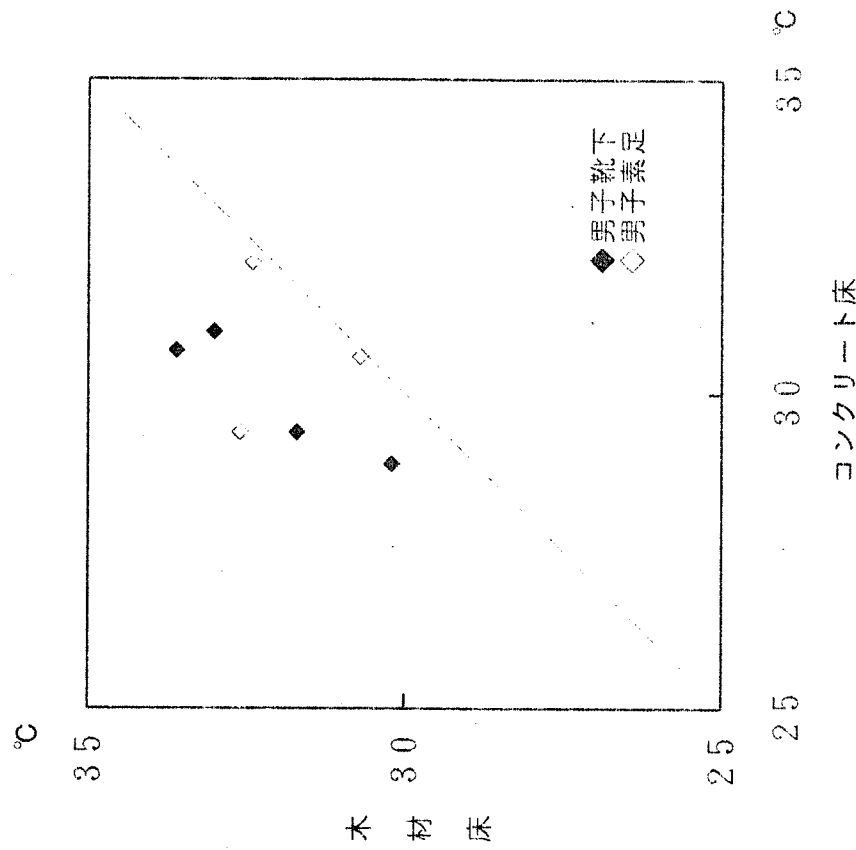
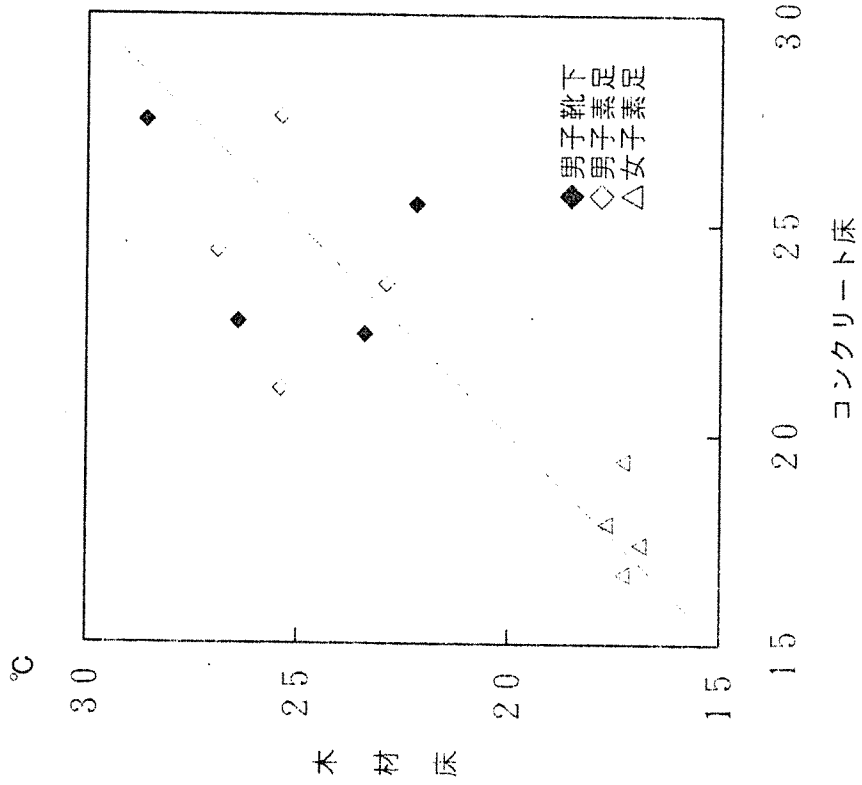


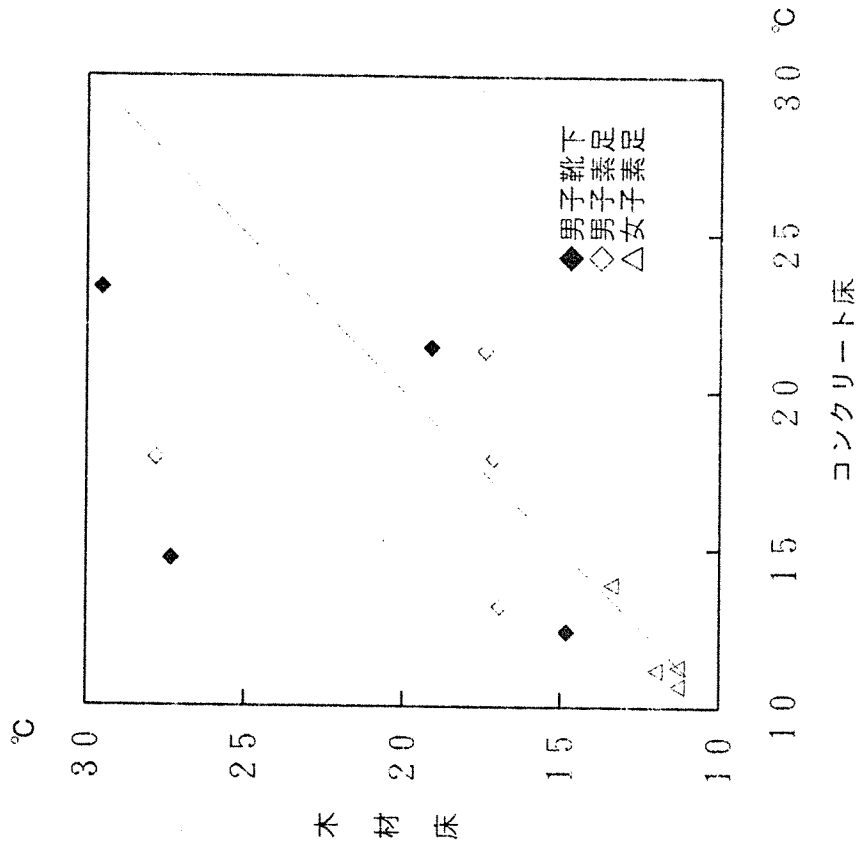
図 II・1-26.

10℃室温下における背部温度の環境比較



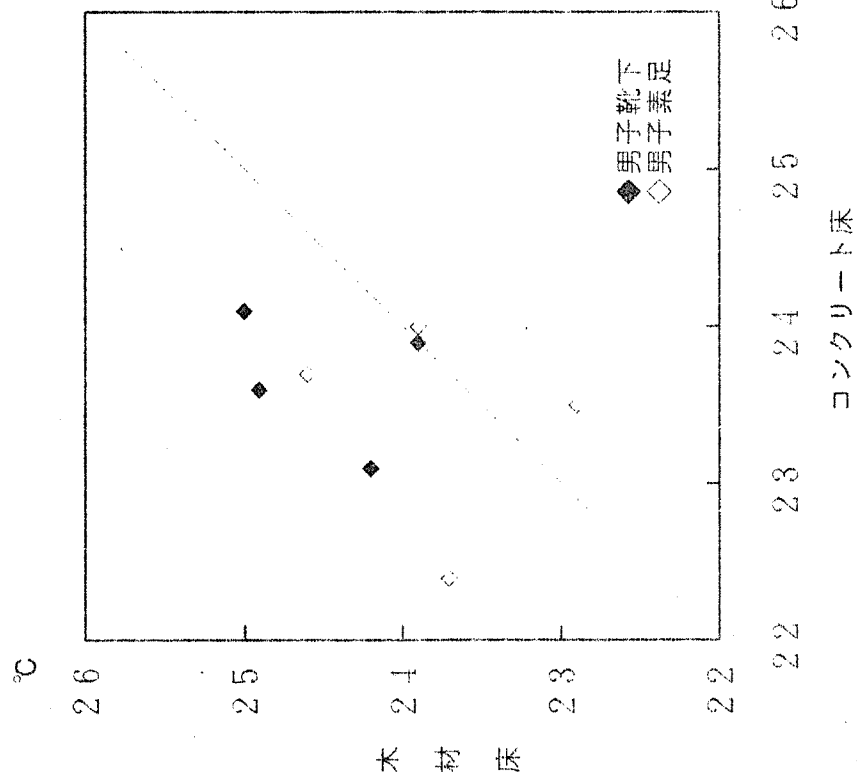
図II・1-27.

10℃室温下における手背温度の環境比較



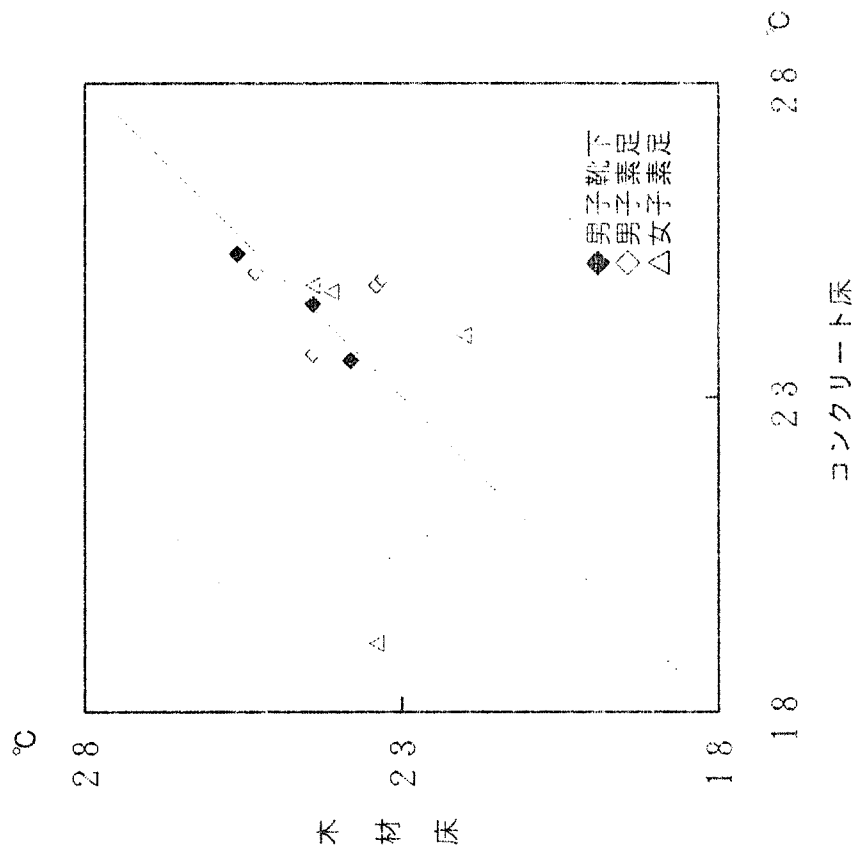
図II・1-28.

10℃室温下における手指温度の環境比較



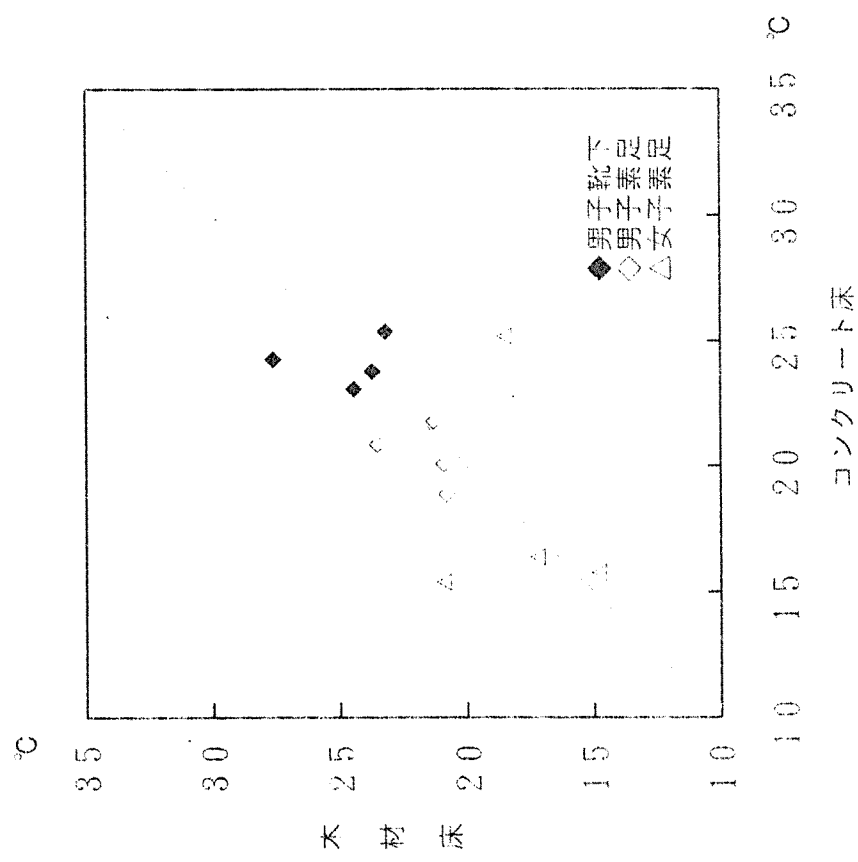
図II・1-29.

10°C室温下における膝温度の環境比較



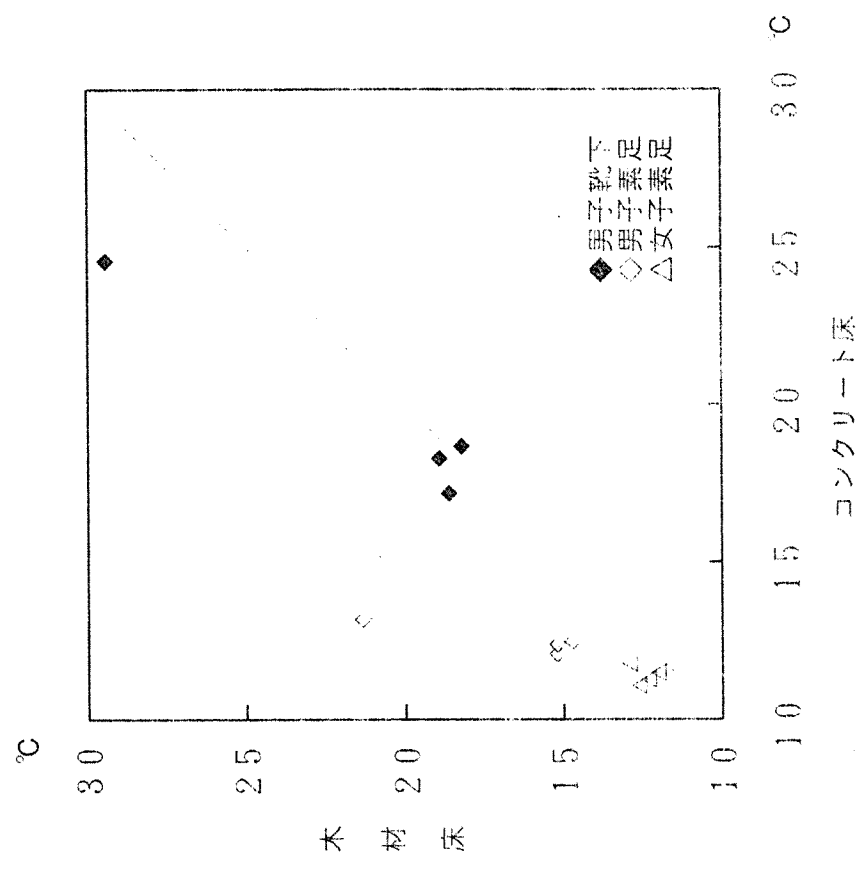
図II・1-30.

10°C室温下におけるふくらはぎ部温度の環境比較



図Ⅱ・1-31.

10℃室温下における足背部温度の環境比較



図Ⅱ・1-32.

10℃室温下における足指温度の環境比較

2-2 皮膚温以外の生体情報の影響について

本節では皮膚温以外の生体情報の生理的反応として、血圧、心拍、フリッカー等を測定することによって、床材質の違いが人体に及ぼす影響を明らかにしたい。さらに、鈴木等¹⁾の床材質に由来する室内気候の変動により眼調節機能に異常が生じ、その影響は視作業を負荷した場合により顕著となり、調節動揺より著明であるという報告を参考にフリッカー値も測定することにした。また、床に直接触れていなくても末梢部位である手指には影響がでるのではないかと考え、手指の動きをみるために職業適性検査を加えた。なお、ここでは10℃人工気候室における測定結果について述べる。

1. 実験方法

被験者および実験方法は前節の皮膚温の測定と同様であるが、本節の測定に用いた器具は下記の通りである。

1) 心拍

VINE製携帯用心拍数測定装置 MEMORY MAC 1チャンネル

2) フリッカー

デジタルフリッカー (FLICKER TEST APPARATUS)

フリッカー値測定器FV-Mヤガミ

3) 職業適性検査器

手作業検査板 (M部検査) ペグボード

指先器用検査板 (O部検査) エフデーボード

2. 結果の処理

心拍数、血圧、フリッカー値、職業適性検査の統計処理は、全てt検定で行った。

3. 結果と考察

(1) 心拍数の経時変化

1時間椅座位で安静状態であったため、経時変化には大きな変動はみられなかったが、一時的な上昇や下降をおさえて、心拍数の増減をみることができるので、前半20分間の測定値の平均と後半20分間の測定値の平均を求め表II-2-1に示した。

10℃の環境では、全体の平均でみると木材床では素足の場合も、靴下を穿いている場合も、いずれも前半の値と後半の値はほぼ同じであった。しかし、コンタリート床

では素足の場合も靴下を穿いている場合もいずれも後半の平均値の方が低下しており、素足の場合には危険率5%で意差がみられた。

今回の実験は1時間の読書で安静にしていたため、行動面からみる限り心拍数は安定しているはずである。しかし、安静心拍数と温度との関係を見ると、温度が上昇すると皮膚血管や末梢部の血管が拡張し血流量が増大することで心拍数も多くなり²⁾、逆に温度が低下すると血管が収縮し血流量が減少することで心拍数は減少する³⁾。従って、10℃の低温環境における後半20分間の平均値は、前半の20分間の平均値より心拍数の減少がみられると考えられる。素足の時の方が、靴下を穿いている時よりも体温の低下に伴う心拍数の減少がより多くの被験者に現れたと思われる。

床材質のみの影響とはいえないが、前節でコンクリート床の時の素足の場合に足趾の皮膚温低下が大きいという結果が得られていることを考慮すれば、体温低下が心拍数の減少により影響を与えているのではないかと考えられる。同じ室温でも木材床とコンクリート床では心拍数に違いがみられたことは興味深い。

(2) 血圧の変化

表Ⅱ-2-2は10℃人工気候室入室前と40分後の退室時に測定した血圧値の被験者別の結果を示したものである。血圧値は、退室時に下降するもの、上昇するものと一定の傾向はみられず、木材床・コンクリート床とも被験者によって、上昇、下降に散らばりがあったが、コンクリート床の素足の場合には被験者Hを除きすべて下降していた。血圧は、体温の低下に伴って低下傾向が著しい³⁾こと、また1時間読書をしてもらい安静であると、血圧は安定するとのことから、10℃の環境では血圧は低下すると思われた。しかし、血圧は寒冷暴露の初期には戦慄や血管収縮により一時的に高くなるが、その後しだいに低下するといわれている³⁾。その変化があらわれるのに個人差がでて、上昇・下降がみられたのではないかとと思われる。また血圧においても、被験者のその日の体調により変動することも考えられるので、床材質の環境によって変化するかどうか云々することは難しい。

(3) フリッカーについて

フリッカー値は、数値が下降することで眼性疲労の大きさを表すとされている。表Ⅱ-2-3は10℃人工気候室入室前と40分後の退出時のフリッカー値を被験者別に示したものである。床材質の違いというよりは靴下の装着の有無で違いがみられ、木造・コンクリート床とも、靴下を穿いている場合には、素足の時よりもフリッカー値

が下降する傾向がみられた。疲労の発現には、労作、季節の順に強い関連性を示した⁴⁾という報告や、床材料の変化による皮膚温度の変化は、自律神経系を介して2次的に、または直接的に調節機能に影響することが考えられ、眼精疲労の発現にも関係することが十分考えられるという鈴木ら⁵⁾の研究もある。しかし、今回のフリッカー値の測定結果からは、床材質の影響を示すような結果は得られなかった。これには測定方法の問題も残されているように思われる。

(4) 手作業に与える影響

職業適性検査(差し替え作業・組み合わせ作業)の得点は作業量を示すものであるとされている。表Ⅱ-2-4は10℃人工気候室入室前と40分経過後の手作業の作業量を示したものである。

差し替え作業においてはいずれの平均得点においても退室時の方が低く、有意差はみられないものの、素足の場合も靴下を穿いている場合もコンクリート床のほうがより低下していた。

組み合わせ作業においては平均得点では木材床は同じかむしろ高くなっていたが、コンクリート床では差し替え作業ほどではなかったがやはり低下していた。寒冷時の手機能は、それらの動作に直接的に関係する手指の冷えばかりでなく、全身の温熱状態も関係し、局所の手指の冷えに、全身の冷えが加わった場合にはより大きく手指の機能の低下がみられるといわれている⁶⁾。しかし、データ数が少ないので床材質の違いによる影響かどうかは確定できなかった。

4. まとめ

人体に影響を与える環境には様々なものがあるが、その中でも床材料は、直接人体に触れるという点で影響力があると考えられる。そこで、床材料として木とコンクリートを取り上げ、床材料の違いが人体に与える影響を調べるために、成人男女各4名を対象に、1992年10月から2月にかけて10℃の環境下における実験を試みた。その結果、10℃という冬季の気候状態を設定した場合の人工気候質においては、環境温度は同一でも木材床とコンクリート床では皮膚温以外の生体情報に微妙に異なった影響を与えることの示唆が得られた。

〔参考文献〕

- 1) 鈴木明弘他：生活環境と眼精疲労、臨床眼科、P 573、1966

- 2) 山地啓司：心拍の科学、P 2 2 3, 1 9 8 1
- 3) 吉田敬二・田中正敏：人間の寒さへの適応、技報堂出版、P 2 5, 1 9 8 6
- 4) 中永征太郎：生活条件に対する疲労感とフリッカー値の相関性について、日本公衆衛生雑誌、31-10、P 7 1 8、1 9 8 4
- 5) 前掲論文1) P 1 2 4、1 2 5、1 9 6 6
- 6) 吉田敬二・田中正敏：人間の寒さへの適応、技報堂出版、P 1 2 9, 1 9 8 6

表Ⅱ-2-1. 10℃人工気候室内における心拍数の変化
 平均值 (標準偏差)

被験者	木 材 床		コンクリート床		
	前半20分	後半20分	前半20分	後半20分	
素 足	A	73.0(2.0)	69.6(3.0)	89.2(2.8)	83.7(3.5)
	B	64.3(3.2)	63.8(4.7)	62.3(2.7)	61.7(3.9)
	C	87.9(5.8)	83.4(4.9)	86.5(4.9)	82.5(5.4)
	D	84.8(3.5)	86.9(3.1)	81.1(3.0)	79.3(2.3)
	E	73.0(2.4)	74.5(1.7)	73.5(1.8)	73.4(1.7)
	F	74.9(4.4)	79.6(2.2)	—	—
	G	79.9(2.4)	78.5(2.7)	—	—
	H	68.7(2.5)	68.9(1.5)	72.3(2.9)	71.6(1.9)
平均	75.8	75.7	77.5	75.4	
靴 下	A	71.5(2.6)	72.4(5.4)	86.6(4.9)	72.8(4.8)
	B	61.0(3.5)	62.0(5.6)	64.8(3.4)	65.0(4.8)
	C	84.6(5.8)	79.6(3.5)	86.6(6.5)	78.8(5.0)
	D	77.6(3.7)	79.3(2.3)	78.7(3.6)	78.5(3.0)
	平均	73.7	73.3	79.2	73.8

*:P<0.05

表Ⅱ-2-2. 10℃人工気候室における血圧値

被験者	素足				靴下			
	木材床		コンクリート床		木材床		コンクリート床	
	入室前	退室時	入室前	退室時	入室前	退室時	入室前	退室時
A	104/76 (28)	110/87 (23)	130/68 (62)	108/72 (36)	110/70 (40)	112/90 (22)	122/80 (42)	102/78 (24)
B	118/70 (48)	128/80 (48)	120/68 (52)	116/80 (36)	122/70 (52)	122/74 (46)	118/68 (50)	120/72 (48)
C	116/70 (46)	114/68 (46)	118/76 (42)	114/66 (48)	130/68 (62)	118/67 (51)	110/68 (42)	96/64 (32)
D	122/80 (42)	120/79 (41)	112/80 (32)	106/80 (26)	126/79 (47)	124/82 (42)	118/81 (37)	126/70 (56)
E	88/66 (22)	120/84 (36)	112/60 (52)	104/73 (31)	-	-	-	-
F	108/64 (44)	112/68 (44)	110/60 (50)	104/66 (38)	-	-	-	-
G	130/68 (62)	110/62 (48)	126/64 (62)	116/70 (46)	-	-	-	-
H	126/66 (60)	122/64 (58)	104/76 (28)	118/76 (42)	-	-	-	-

注) () の中は、脈圧である。

表Ⅱ-2-3. 10℃人工気候室におけるフリッカー値

被験者	素足				靴下			
	木材床		コンクリート床		木材床		コンクリート床	
	入室前	退室時	入室前	退室時	入室前	退室時	入室前	退室時
A	35.0	33.3	35.3	35.7	35.7	33.3	36.0	33.0
B	37.0	35.7	38.0	36.3	38.7	37.3	36.7	35.3
C	46.0	49.0	44.7	42.0	55.0	43.7	50.7	44.3
D	44.0	44.7	46.3	53.7	38.0	44.3	57.3	63.3
E	35.3	37.0	35.3	39.7	—	—	—	—
F	38.3	39.0	43.7	44.3	—	—	—	—
G	35.7	36.3	37.0	37.0	—	—	—	—
H	39.0	45.0	39.0	49.0	—	—	—	—
平均	38.8	40.0	39.9	42.2	41.9	39.7	45.2	44.0

表Ⅱ-2-4. 10℃人工気候室における職業適性検査の得点

被験者	素足				靴下				
	木材床		コンクリート床		木材床		コンクリート床		
	入室前	退室時	入室前	退室時	入室前	退室時	入室前	退室時	
差し替え作業	A	27	28	29	24	35	30	30	24
	B	37	30	36	32	34	29	35	27
	C	31	32	31	29	29	33	35	32
	D	20	19	18	15	14	19	15	16
	E	25	21	27	23	-	-	-	-
	F	26	25	28	26	-	-	-	-
	G	23	22	28	24	-	-	-	-
	H	29	26	30	28	-	-	-	-
	平均	27.3	25.4	28.3	25.1	28.0	27.8	28.8	24.8
組み合わせ作業	A	27	25	28	24	32	27	22	20
	B	29	31	31	31	28	29	31	23
	C	27	28	29	30	24	27	29	31
	D	16	18	19	18	14	15	20	19
	E	20	23	26	27	-	-	-	-
	F	23	23	25	26	-	-	-	-
	G	19	20	23	24	-	-	-	-
	H	25	24	28	27	-	-	-	-
	平均	23.2	24.0	26.1	25.9	24.5	24.5	25.5	23.3

2-3 被験者の人工気候室の認知

我々は、先に（高橋、1991）、岐阜県の山村の木造校舎と鉄筋コンクリート造校舎で、それぞれ、学校生活を送っている小学校5、6年生男女から、自分たちの校舎について、どのように感じているかを、SD法によって測定した。また、鉄筋コンクリート校舎の内装木質化を施工した教室について、教師から内装木質化の前と後のイメージをSD法によって報告してもらった（高橋、1992）。

人工気候室の本実験において、被験者は、床が木材の場合とコンクリートの場合、それぞれどんな感じを持ったかを、上記のSD法によって測定し、実際の木造校舎とコンクリート校舎の感じを、本研究の人工気候室は被験者に与えることができたかどうかを検討した。

実験条件は、温度が10° C と30° C、足の着衣が靴下着用と素足とあったが、これらの条件を込みにして、木造床とコンクリート床のイメージをあらわしている。

結果は、表Ⅲ・3・1の通りである。調査表の形容詞対（例「やわらかいーかたい」）に対し、左側から「やわらかいと非常に思う」に5、「やわらかいとやや思う」に4、「どちらでもない」に3、「かたいとやや思う」に2、「かたいと非常に思う」に1を与え、木造床、コンクリート床別に各形容詞対の平均と標準偏差を算出し、床の材質が異なることのイメージ差をt検定した。なお、形容詞対は、表にするとき筆者の1991年の生徒を対象にした校舎イメージの研究をもとに、類似の形容詞対が近くにくるように、調査票の形容詞対を並び換えた。結果は、人工気候室の木造床とコンクリート床は、実在の木造校舎の床及び鉄筋コンクリート校舎の床にほぼ近い感じを与えていることが分かった。主な結果は次の通りである。

①コンクリート床の環境は、角ばった感じであり、都会的、近代的と被験者である大学生は、捉えている。一方、木造床の環境は、丸い感じであり、やや田舎的、古風と捉えている。

②木造床の環境は、人間的であり、自然的で、やわらかい感じを与えている。一方、コンクリート床は、機械的であり、人工的で、かたい感じを与えている。

③また、快適性の項目（「安心させる」以下の項目）でも、多くの有意差が見られ、木造床の方が上であることを示している。しかし、「楽しいー苦しい」では、木造床は、2.93であり、やや苦しい方に位置している（コンクリート床は、2.00であり、もっと苦しい方向にある）。10° C、30° C という苛酷な条件での実験を反映していると考えられる。

一方、人工気候室と実際の校舎との間には、やはり、感じ方に違いも見られた。

①人工気候室の床の感じは、実際の校舎よりも、ほとんどの形容詞において、「どちらでもない」に近い傾向にある。即ち、実在の校舎に近い感じの方向にあるが、実在の校舎の感じまでには到っていないことをあらわしている。

②「強い」「丈夫な」「あたたかい」については、人工気候室の床では、有意差が出なかったが、実在の校舎では明確に（0.1%レベルで）有意差が出た。これは、床をコンクリートにしても、壁や天井が木造床の場合と同じであるので、「強い」、「丈夫な」感じがはっきり出なかったのであろう。それと同じように、木造床において「あたたかい」感じが有意差をもって得られなかった。

表Ⅱ・3・1に女子のイメージを示してある。男子とほぼ同じ結果である。

文献

高橋丈司(1991) 木造校舎と鉄筋校舎に対する子どもの認知及び思いやり行動の比較
— 教育効果に及ぼす学校・校舎内環境に関する研究Ⅲ — 愛知教育大学研究報告
第40輯（教育科学）105—119.

高橋丈司(1992) 鉄筋コンクリート造校舎の内装木質化教室に対する教師の認知
橘田紘洋編 木造校舎の教育的効果調査報告書 （財）日本住宅・木材技術センタ
— 36—45.

表Ⅱ・3・1 木造床とコンクリート床に対するイメージ 男子

番号 項目	木造床		コンクリート床		有意差 t検定
	N = 14		N = 14		
	M	SD	M	SD	
3 強い (R)	3.86	1.03	3.79	0.80	
18 丈夫な	3.21	1.31	3.64	0.74	
6 都会的な(R)	2.43	1.23	4.36	0.74	***
7 角ばった(R)	2.64	1.39	4.57	0.76	***
10 高い(R)	2.57	0.65	2.64	0.84	
11 近代的	2.64	1.15	4.07	0.73	***
1 やわらかい	3.36	1.01	1.50	0.65	***
16 自然的な	3.86	1.51	1.36	0.63	***
15 人間的な	4.00	1.30	1.71	0.73	***
2 あたたかい(R)	3.14	1.66	2.00	1.17	
13 安心させる(R)	3.71	1.38	2.43	1.02	**
19 のびのびした(R)	3.14	0.95	2.36	0.63	*
12 楽しい	2.93	1.44	2.00	0.88	*
21 よい	3.57	1.45	1.50	0.65	***
17 やさしい(R)	3.50	1.45	1.64	0.74	***
14 のんびり	3.64	1.28	2.21	0.80	**
5 安全な(R)	3.43	1.28	1.79	1.05	***
20 かおりのよい	3.86	0.95	1.57	0.76	***
9 広い(R)	2.79	0.80	2.43	0.85	
4 明るい	3.43	1.50	2.64	0.74	
8 受け入れてくれて いるような	3.36	1.28	2.29	0.91	*

注1) (R)は、調査票の形容詞対を左右入れ換えて、示してある項目である。

注2) *** p < .001 ** p < .01 * p < .05

表Ⅱ・3・2 木造床とコンクリート床に対するイメージ 女子

番号 項目	木造床		コンクリート床		有意差 t 検定
	N = 6		N = 5		
	M	SD	M	SD	
3 強い (R)	2.83	0.41	4.20	0.84	**
18 丈夫な	2.50	0.55	4.20	0.84	**
6 都会的な(R)	1.83	0.41	4.40	0.55	***
7 角ばった(R)	2.67	1.03	4.60	0.55	**
10 高い(R)	3.17	0.41	3.40	0.55	
11 近代的	1.67	0.52	4.40	0.55	***
1 やわらかい	3.67	1.03	1.40	0.89	**
16 自然的な	4.17	1.17	1.20	0.45	***
15 人間的な	4.00	0.63	1.40	0.55	***
2 あたたかい(R)	3.33	1.63	1.40	0.55	*
13 安心させる(R)	4.50	0.55	2.60	0.55	***
19 のびのびした(R)	3.50	1.05	2.80	0.45	
12 楽しい	3.33	0.52	2.60	0.89	
21 よい	4.33	0.52	2.60	0.55	***
17 やさしい(R)	4.17	0.75	2.00	0.00	***
14 のんびり	4.17	0.41	2.40	0.55	***
5 安全な(R)	4.17	0.41	2.60	1.14	*
20 かおりのよい	3.67	1.03	1.60	0.89	**
9 広い(R)	2.83	1.17	3.00	0.00	
4 明るい	4.00	0.00	2.80	1.10	
8 受け入れてくれて いるような	4.00	0.00	2.60	0.55	*

注1) (R)は、調査票の形容詞対を左右入れ換えて、示してある項目である。

注2) *** p < .001 ** p < .01 * p < .05

Ⅱ・4 心理反応ークレペリン作業検査の結果一

勉強への集中力は、木造床の方がすぐれるだろうという仮説のもとに、田研式クレペリン作業検査を10分間実施して、作業量と誤謬量から実施した。

表Ⅱ・4・1は男子、表Ⅱ・4・2は女子である。作業量とは、10分間作業を行った結果の平均1分間作業量である。誤謬量は、10分間の作業における計算間違いの合計数である。

男子においては、比較は、木造床とコンクリート床の間で、

- ① a 10° C 靴下着用条件
- b 10° C 素足 条件
- c 30° C 靴下着用条件
- ② 10° C の靴下着用条件と素足条件を合併した場合
- ③ 10° C 2条件と30° C 1条件を合併した場合

の5点から、行った。差があるかどうかの検定は、t検定によった。

結果は、いずれの条件においても、有意差はみられなかった。しかし、②の条件である10° C 条件においては、木造床の方が作業量は多く、誤謬量は少ない。けれども被験者が少ないため、有意差検定では、5%レベルで有意とはならなかった。

10° C という寒い悪環境における床環境の違いは、男子よりも女子の方がはっきり出るだろうと考え、男子の実験より3か月後の1993年2月に、実施された、女子を対にした実験においても、統計的には有意差は見られなかったが、数値的には、木造床環境の方が、作業量は多く、誤謬量は少ない、という木造床の方がややすぐれている方向にあった。男子も女子もばらつきがやや大きいので、被験者を多くしての今後の研究が必要である。

表Ⅱ・４・１ クレペリン作業検査結果 男子

床	木 造						
温度	10° C				30° C		
着衣	a 靴下		b 素足		c 靴下		
	作業量	誤謬量	作業量	誤謬量	作業量	誤謬量	
①	M	67.18	1.50	64.72	1.25	77.52	3.50
	SD	17.95	1.52	20.66	1.26	13.83	3.79
	N	6		4		4	
②	M	66.20	1.40				
	SD	17.97	1.35				
	N	10					
③	M	69.44	2.00				
	SD	17.97	1.35				
	N	14					
床	コンクリート						
温度	10° C				30° C		
着衣	a 靴下		b 素足		c 靴下		
	作業量	誤謬量	作業量	誤謬量	作業量	誤謬量	
①	M	64.25	1.33	65.30	3.25	66.90	1.75
	SD	17.75	1.51	16.55	2.63	11.80	2.22
	N	6		4		4	
②	M	64.67	2.10				
	SD	16.33	2.13				
	N	10					
③	M	65.31	2.00				
	SD	17.20	2.08				
	N	14					

表Ⅱ・４・２ クレペリン作業検査結果 女子

床	木 造		コンクリート		
温度	10° C		10° C		
着衣	素足		素足		
	作業量	誤謬量	作業量	誤謬量	
①	M	56.22	2.83	54.50	3.60
	SD	14.26	1.94	17.59	1.82
	N	6		5	

第3章 夏期および冬期の校舎周壁面の温度特性

3-1 夏期における木造校舎の周壁面温度分布

1. はじめに

これまでの筆者らの調査結果によると、夏期における教室の温熱環境に関しては、天井の表面温度が高くなることが木造校舎の弱点になる場合があることを指摘した¹⁾。ただし、これは断熱処理の実施によってある程度の改善ができると思われることから木造校舎の本質的な問題ではない。鉄筋コンクリート造校舎の場合でも日射による最上階の焼け込みの影響が大きい場合もある。しかしながらその実態は明かではなく、現状の木造校舎の調査例は極めて少ない。本報告では夏期における木造校舎普通教室の室内側の天井や壁などの表面温度に着目し、主として天井面の温度分布についてその実態を明らかにするために実施した。調査結果から判断すると、夏期における温熱環境の改善のための積極的な工夫が望まれる。

2. 方法

対象は鹿児島県内の木造校舎2校と鹿児島市内の鉄筋コンクリート（RC）造校舎1校である。

測定は表面温度分布を赤外線放射カメラ（サーモトレーサ）によって温度分布を測定すると同時に、教室中央床上70cmの気温、関係湿度、風速を測定した。あわせて熱電対によって床、壁、天井、南側外壁の各面の温度を15分間隔で測定した。

測定実施日はRC造校舎については1992年8月26日、木造校舎2校については1992年8月27、28日である。天候はいずれの日も快晴であった。

なお、サーモグラムはカラースケールによって温度分布が示されるが、本報告では等高線によって各温度域を区分して示した。

3. 測定結果

(1) 木造校舎内の天井面温度分布

天井表面温度を経時的に測定した結果を述べる。

図Ⅲ・1・1に対象とした木造S小学校の天井面の写真を、図Ⅲ・1・2～4にはその表面温度を示す。図Ⅲ・1・2は1992年8月27日14時44分の時点の温度である。表面温度は34～35℃に達していた。教室内の気温、湿度、風速はそれぞれ31℃、68%、0.16m/sであった。図Ⅲ・1・3は翌日の11時2分の温度分布である。天井面の温度は約31℃であった。教室内の気温、湿度、風速は30℃、67%、0.35m/sであった。図Ⅲ・1・4は同日の14時37分の温度分布である。天井表面温度は約37℃に達していた。気温、湿度、風速は32℃、59%、0.03m/sであった。教室内の気温よりも天井表面温度は約5℃も高くなっていた。

図Ⅲ・1・5～9にはS小学校に近い場所に立地している別の木造校舎（S中学校）について、2階普通教室の天井面表面温度の測定結果を示す。測定日は1992年8月28日である。図Ⅲ・1・5には対象とした木造S中学校の天井面の写真を示した。

図Ⅲ・1・6は9時14分の温度分布を示している。表面温度は約29℃であった。気温、湿度、風速はそれぞれ28.2℃、71%、0.24m/sであった。図Ⅲ・1・7は12時10分の時点であり、約31℃であった。気温、湿度、風速はそれぞれ29.9℃、65%、0.20m/sであった。図Ⅲ・1・8は13時50分の時点の温度で約33℃に上昇していた。気温、湿度、風速はそれぞれ30.7℃、66%、0.04m/sであった。図Ⅲ・1・9は15時55分の時点であり、約33℃であった。2時間前の14時頃からの温度上昇量はわずかである。気温、湿度、風速はそれぞれ30.9℃、66%、0.15m/sであった。

図Ⅲ・1・10～13には、同じくS中学校を対象に1階図書室の天井表面温度の測定結果を示す。図Ⅲ・1・10は対象天井の写真である。この部屋の上には普通教室があるため、日射による屋根から天井への焼け込みの影響がない場合の天井表面温度と見なせる。図Ⅲ・1・11～13に1992年8月28日のそれぞれ10時3分、12時31分、14時12分における天井表面温度分布を示した。10時3分では29～30℃、12時31分では30～32℃、14時12分では31～32℃に上昇

した。地面からの照り返しによって33～34℃に達した部分が一部にあった。

校舎の南面外壁の表面温度を熱電対を用いて測定した結果によると最高温度40.4℃を13時10分に記録した。

(2) RC造校舎内の教室の天井面温度分布

RC造3階建て校舎の最上階(3階)の天井面を1992年8月26日に測定した結果を図Ⅲ・1・14～18に示す。図Ⅲ・1・14は対象とした天井面の写真である。

図Ⅲ・1・15は10時12分の表面温度分布であり、30～31℃の温度であった。気温、湿度、風速はそれぞれ30.9℃、66%、0.07m/sであった。

図Ⅲ・1・16は12時41分の表面温度分布である。全体的に約31℃であり、南窓に近い部分では約32℃であった。気温、湿度、風速はそれぞれ30.9℃、64%、0.42m/sであった。

図Ⅲ・1・17は14時21分の表面温度分布である。温度は31～32℃であり、南窓に近いほど温度は高いが、その温度差は小さく約1℃であった。気温、湿度、風速はそれぞれ31.3℃、61%、0.62m/sであった。

図Ⅲ・1・18は16時00分の温度分布である。温度は31～32℃であった。正午頃から天井の表面温度はほとんど変化していなかった。気温、湿度、風速はそれぞれ30.6℃、68%、0.60m/sであった。

校舎の南面外壁の表面温度を熱電対を用いて測定した結果によると最高温度39.2℃を15時9分に記録した。

(3) 壁面の温度分布

図Ⅲ・1・19と20は中学校2階普通教室の壁面の写真(図Ⅲ・1・19)とその温度分布(図Ⅲ・1・20)を示す。測定日時は1992年8月27日15時53分である。

この壁面は西に面しており、午後には強い日射にさらされる。図Ⅲ・1・20からわかるように、大壁の内部に間柱と筋かい等のある部分の表面温度は約31℃であったが、他の部分は34～35℃に達していた。天井面は断熱施工してあるようで表面温度が33℃であり、気温よりも約2℃高い程度にとどまっていたが、西側壁面の表面

温度は気温よりも3～4℃高くなっていた。

図Ⅲ・1・21～24に校舎外側の西面（図Ⅲ・1・21）ならびに南面（図Ⅲ・1・23）の写真とそれに対応した場所の温度分布（図Ⅲ・1・22, 24）を示す。温度測定時刻は13時40～48分である。

図Ⅲ・1・22からわかるように、1階屋根の表面は60℃程度に達していた。壁面の部分では45℃になっているところがある。図Ⅲ・1・24に示した南面では、2階屋根で約46℃、壁面では約50℃に達していた。

4. 考察

夏期における木造校舎とRC造校舎の最上階の天井表面温度分布を中心に測定し、比較した。

RC造校舎の教室の天井表面温度は、気温+1℃程度におさまっている。木造校舎ではRC造校舎と同様に天井表面温度が気温+1℃程度である校舎もあるが、教室の気温より天井表面温度が約5℃高い温度が記録された校舎もあった。

夏は窓や扉を開放して風通しを促すため、教室の気温は外気温に依存する。しかし、天井の形態係数は大きく、その表面温度が高いことは夏の快適性確保にとってきわめて不利である。天井面温度が5℃程度も高くなっていると天井からの熱放射による不快感は無視できないであろう。RC造集合住宅などで最上階が焼け込みで非常に暑いという実態が紹介されたことがある。これとは少し意味が異なるが、似た実態が木造校舎の一部でとらえられたことになる。

天井表面温度を少なくともRC造校舎程度に低く維持するための何らかの対策が必要な校舎が見受けられた。なお、地面からの照り返しの影響については、1階図書室の窓に近い部分と窓から離れた部分の天井温度の差が小さいことから、その影響が少ないことが想像される（図Ⅲ・1・13）。

西日の遮断が必要な校舎が見受けられた。図Ⅲ・1・21の写真の西に面している1階の部屋は校長室と保健室であるが、この部屋の西面は時刻を追うにつれて西日をまともに受けるようになる。そうすると図Ⅲ・1・20に示したことと同じように部屋側の壁面の温度が上昇することが考えられる。この部屋の日常的な使用者からは極めて暑いという感想が聞かれた。西側の壁面からの熱放射がどの程度であるのか、その実態を調査する必要がある。また、対策の一つとしてデザイン的にマッチしたすだ

れやよしず張りを設置すること、植栽による日射遮断などが考えられる。ただし、すだれやよしず張りはある程度の強風に耐え、しかも、台風接近に備えて設置と取り外しなどの扱いが簡易である必要がある。また、その収納場所の確保が必要となる。ただし、夏期における壁の暑さは、冬期においては暖かいことを意味する。冬期における実態を把握した上で対策を検討すべきである。また、採光との関係から教室の前に樹木を配置する例は少なく、川崎市で調査された例では全体の1.6%であることが報告されている²⁾。採光とのかねあいを慎重に検討する必要がある。

5. まとめ

木造校舎とRC造校舎の夏期における天井表面温度を実測した。校舎によっては天井の表面温度が37℃に達することが知れた。夏期における快適性を向上させるためにはなんらかの対策を講じる必要があると思われる。その際のチェックポイントとして考えられることを掲げてまとめにする。

1) 屋根および天井の断熱がどうなっているか。

日射の強い地域であるため、屋根と天井の両方を断熱することが望ましいと考えられる。

2) 小屋裏換気のための対策はあるか。

小屋裏の換気は日射熱防止に有効である。天井表面の温度が37℃に達していることから小屋裏は熱気のみたまり場になっているものと想像される。効果的な小屋裏換気口が必要である。

3) 屋根表面を白色に近くすることによって日射の防止をするか。

校舎を防暑性に重きをおくのか、防寒性に重きをおくのか、どちらを優先にするのかによって対策は異なってくる。当校舎では冬は日射によって温かい天井を実現しているという見方もできるのである。

4) 西日の遮断が重要な問題である。

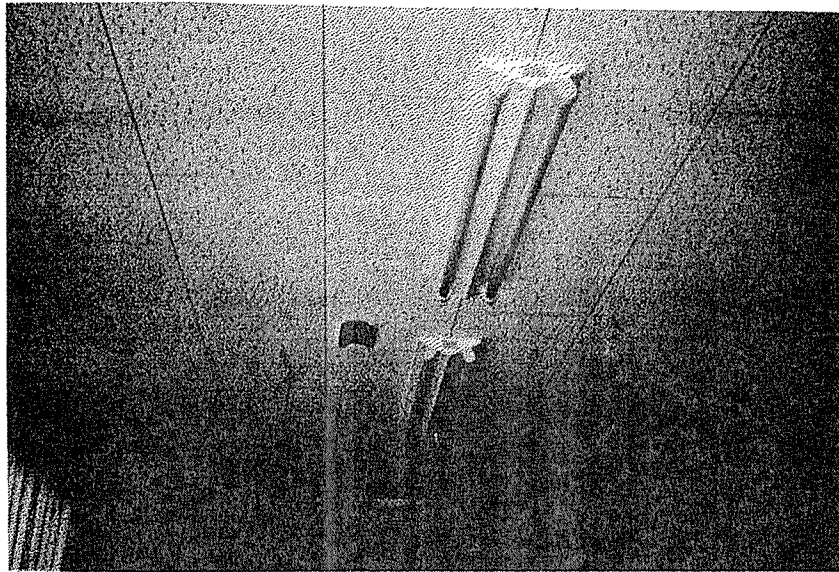
南や西の壁面については、植栽の活用、すだれやよしず張りの活用などの設置を考えるべきである。ただし、デザイン的に校舎にマッチしたものが望ましい。また、台風対策や夏期以外での取り外し方法や設置方法、その保管方法等を十分に検討すべきである。

今回の調査は夏期に限っているため、温熱環境として夏期と冬期とのバランスをどうとるべきかについては今後の課題として残されているが、いずれにしても夏期の温

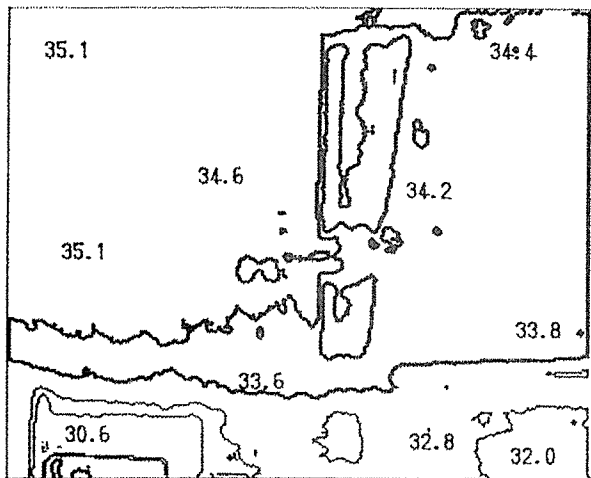
熱環境の改善のための積極的な工夫が望まれる。

参考文献

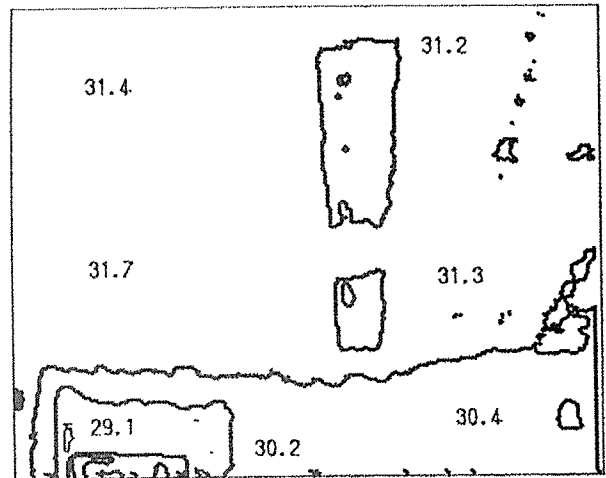
- 1)橋田紘洋ら：「木造校舎の教育的効果調査報告書」，（財）日本住宅・木材技術センター，3-14（1992）
- 2)伊藤直明ら：「学校建築における開口部の熱・光・風環境調整手法に関する総合的研究」，平成元年度科学研究費補助金総合研究（A）研究成果報告書，1990年



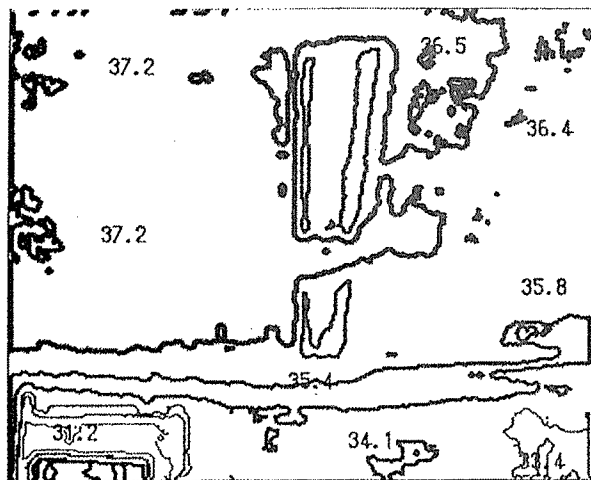
図Ⅲ・1・1 温度分布測定対象の天井（木造S小学校1階）



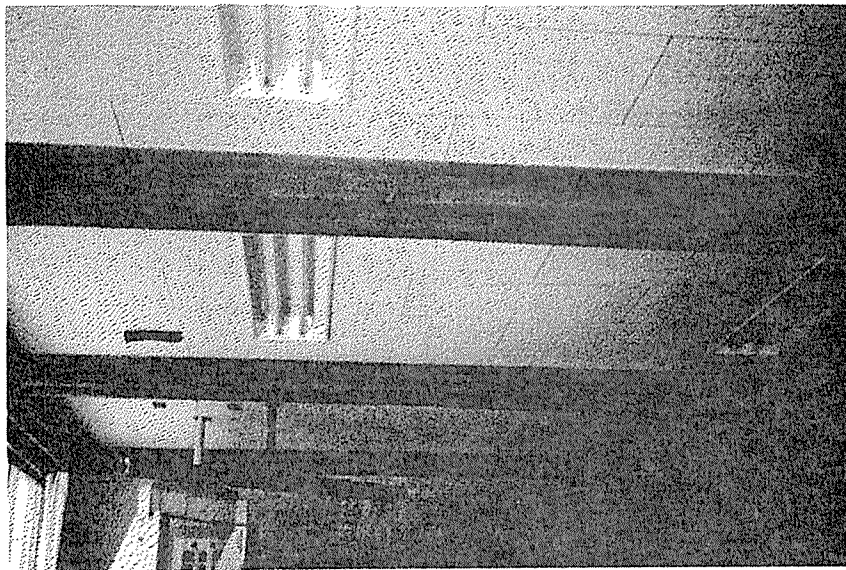
図Ⅲ・1・2 天井表面温度分布
1992年8月27日14時44分



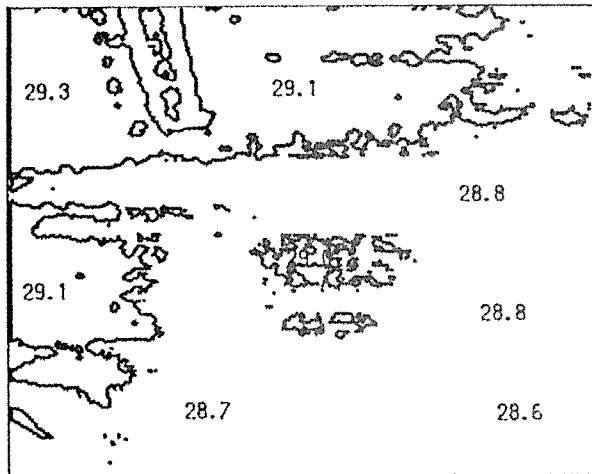
図Ⅲ・1・3 天井表面温度分布
1992年8月28日11時2分



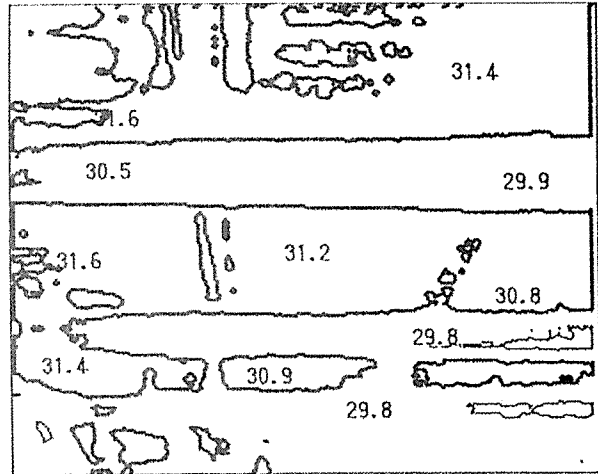
図Ⅲ・1・4 天井表面温度分布
1992年8月28日14時37分



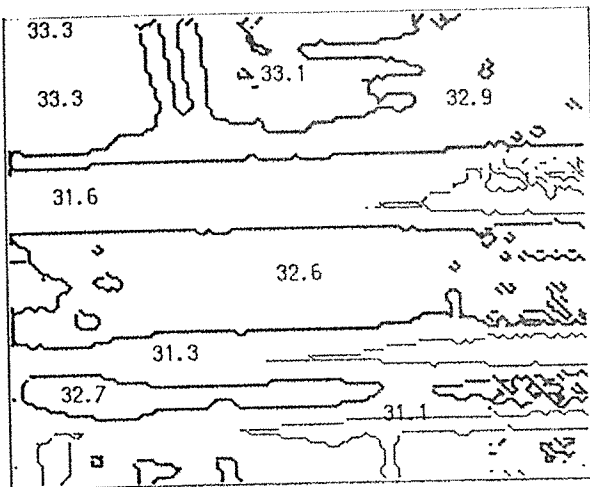
図Ⅲ・1・5 温度分布測定対象の天井（木造S中学校2階）
1992年8月28日



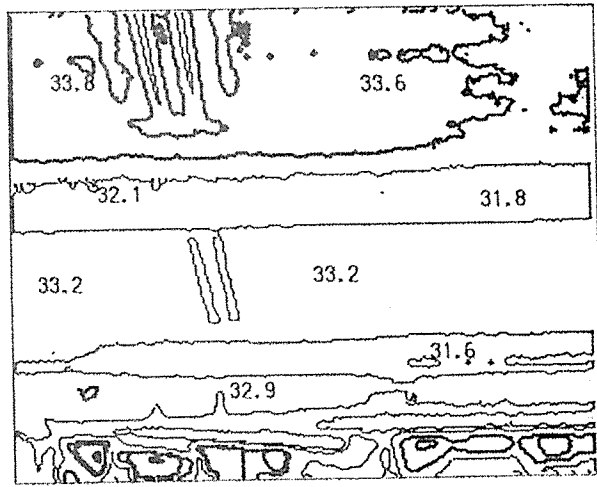
図Ⅲ・1・6 9時14分



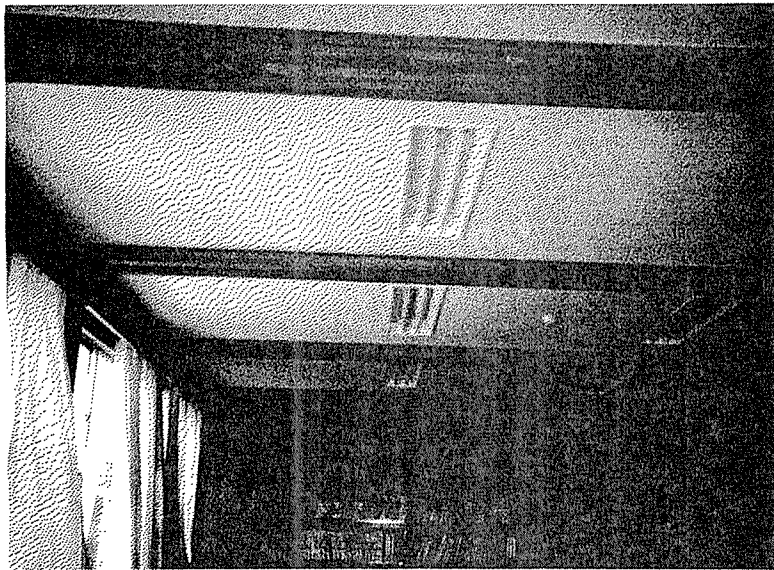
図Ⅲ・1・7 12時10分



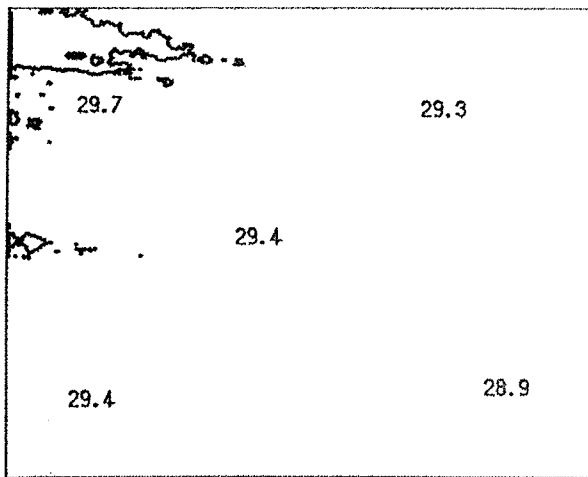
図Ⅲ・1・8 13時50分



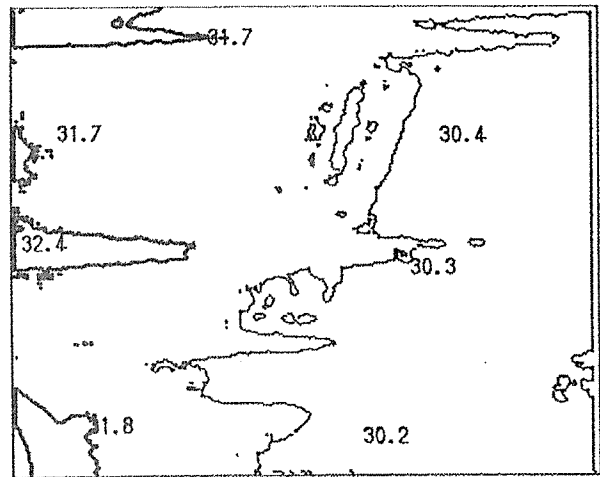
図Ⅲ・1・9 15時55分



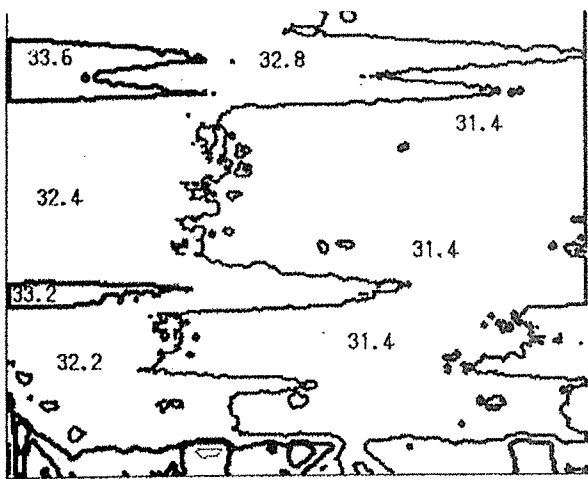
図Ⅲ・1・10 対象の1階図書室天井（木造S中学校）
1992年8月28日



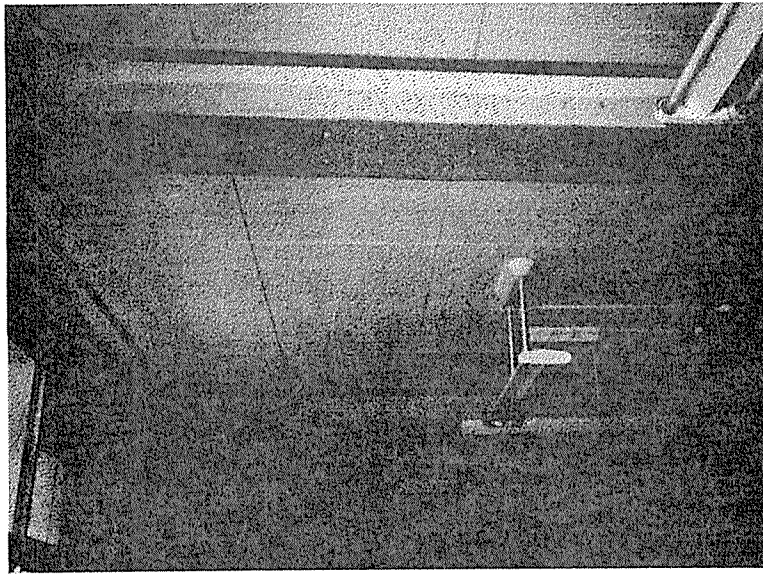
図Ⅲ・1・11 10時3分



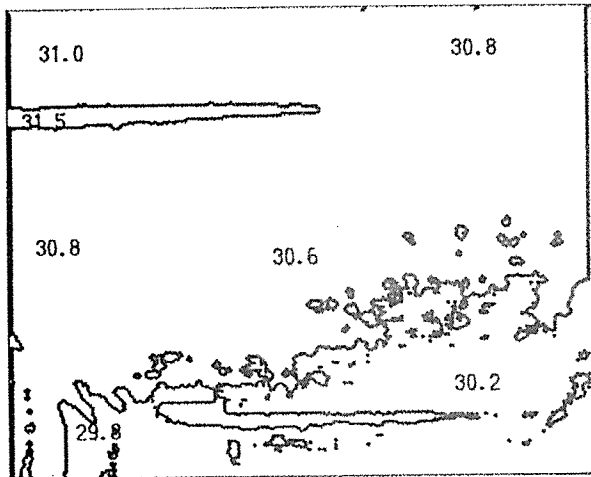
図Ⅲ・1・12 12時31分



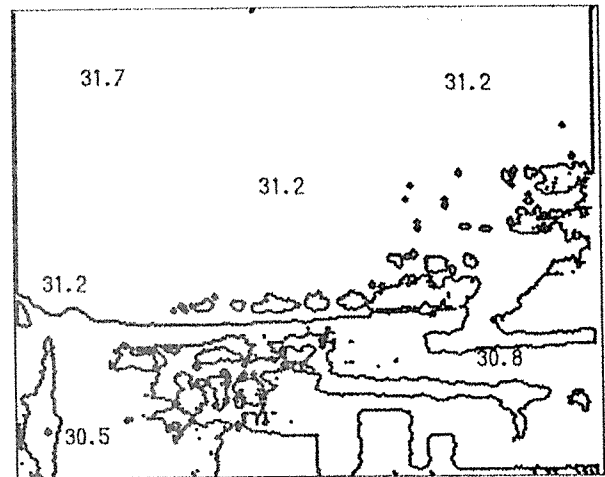
図Ⅲ・1・13 14時12分



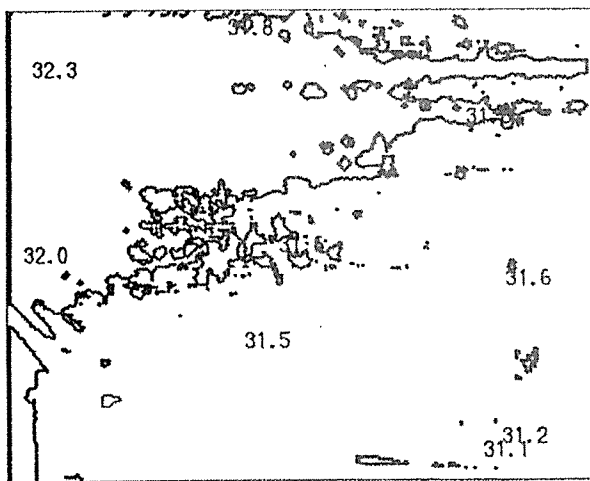
図Ⅲ・1・14 対象とした天井（RC造小学校最上階）
1992年8月28日



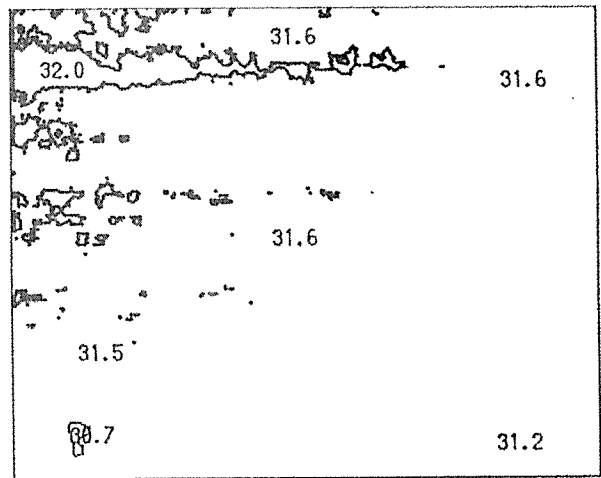
図Ⅲ・1・15 10時12分



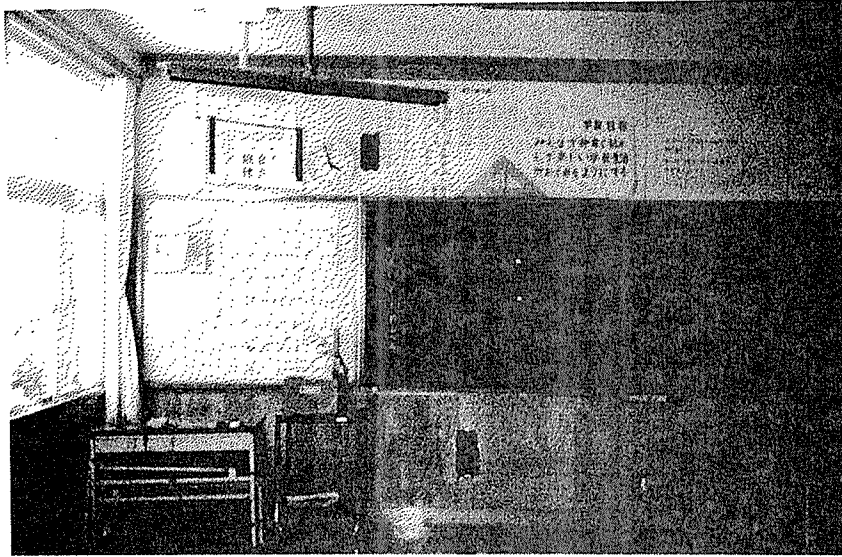
図Ⅲ・1・16 12時41分



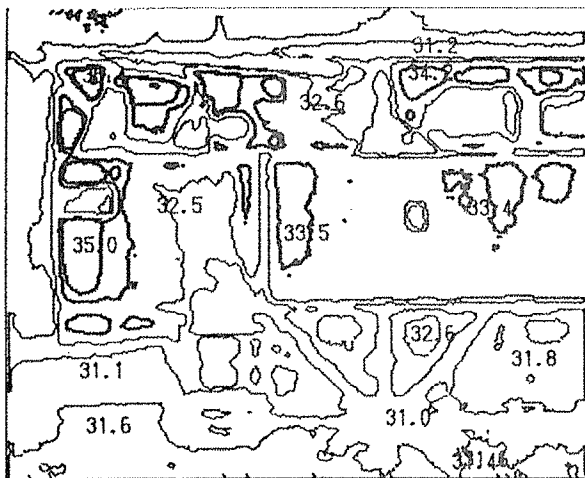
図Ⅲ・1・17 14時21分



図Ⅲ・1・18 16時00分

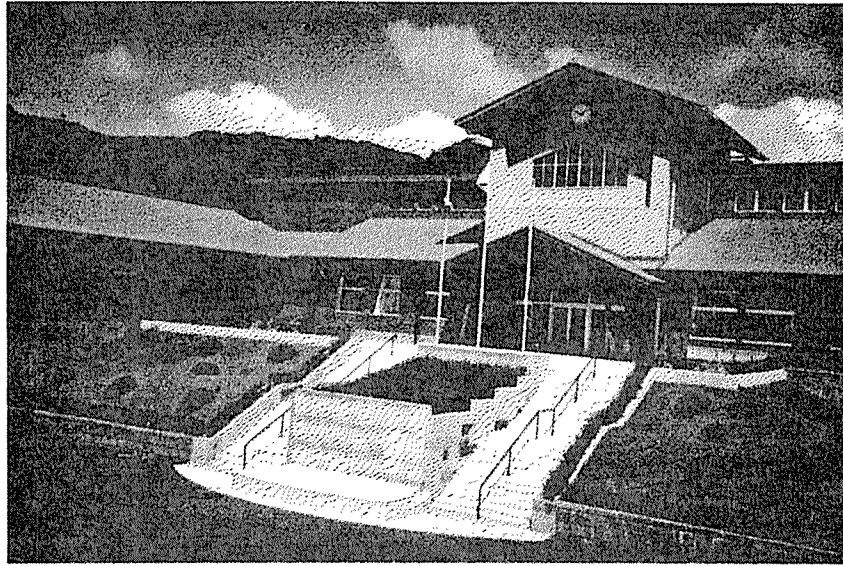


図Ⅲ・1・19 対象とした壁面（木造S中学校2階）

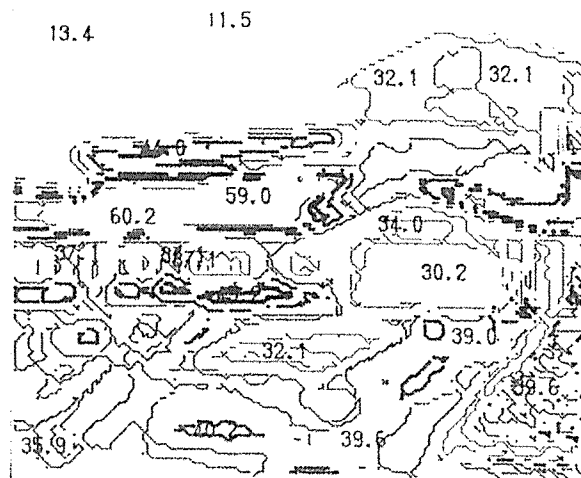


図Ⅲ・1・20 壁面温度分布

1992年8月27日15時53分

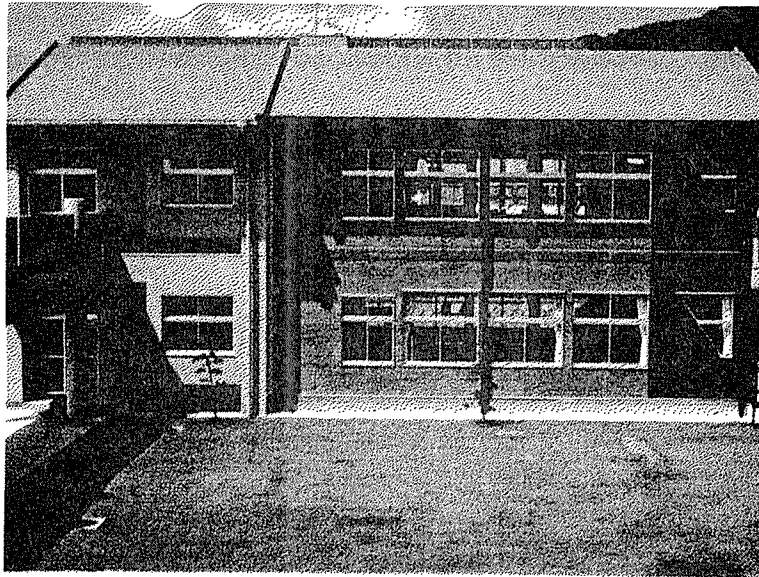


図Ⅲ・1・2 1 対象とした外壁西面（木造S中学校）

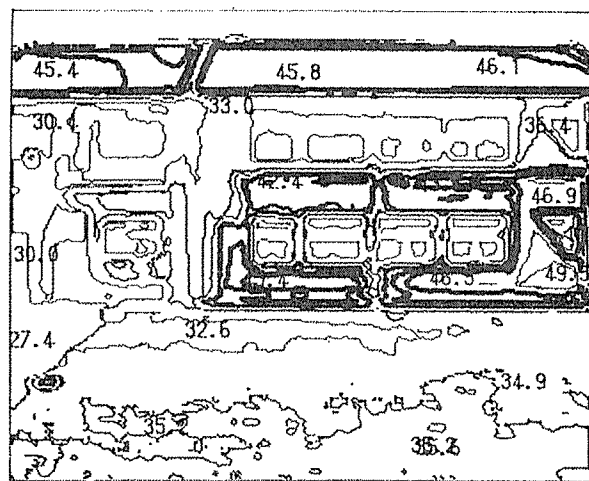


図Ⅲ・1・2 2 外壁面温度分布

1992年8月28日13時48分



図Ⅲ・1・23 対象とした校舎外壁南面（木造S中学校）



図Ⅲ・1・24 壁面温度分布

1992年8月28日15時40分

3-2 冬期における木造校舎の周壁面温度分布

1. はじめに

木材はそれが高い温度でも低い温度でも触ったときの感覚は金属やプラスチックの場合に較べて不快感は少ない。これは、熱容量と熱伝導率が小さく、さらに、吸湿性を有するためである。木材に対して「温かみ」を感じるのは、接触感を通しての実際の個人個人の経験によるところが大きいと思われる。しかし、建築材料として使用した場合には、木材や木質材料は熱容量の小ささのために、建物全体が「熱し易く冷め易い」状態になる。すなわち、蓄熱されにくいのである。これまでの調査によって、揚げ床構造の木造校舎1階の冬季床面の表面温度は床下の冷たい外気によって低温になりやすく、土間床構造の鉄筋コンクリート（RC）造の校舎よりも「足寒頭熱」の好ましくない温度分布になりやすい場合があることを指摘してきた¹⁾²⁾。しかし、これは断熱構造化によって解決できる。ただし、断熱化する際に施工を誤ると期待した効果は望めない。断熱材は壁内部に隠れ、施工後は外観からは断熱施工の良否の判断は極めて困難である。部分的に断熱化が不十分な場合には、そこで結露を誘引したり、さらには部分的に耐久性を損ねて建物の寿命を縮めることにもつながりかねない。

本報告では冬期の木造校舎の床表面温度分布について調査した結果を述べる。

2. 方法

対象は青森県内の木造1校である。比較のために近隣にあるRC造校舎を対象にした。

測定は赤外線放射カメラ（サーモレーサ）によって表面温度分布を測定すると同時に、温度、湿度、風速の垂直分布を床から10、40、100、150、200cmの高さにおいて測定した。床表面温度は別途に箔状の熱電対によって部屋の中央部において測定した。なお、サーモグラフは温度等高線によって表示した。

調査は冬期休業中に実施したため、児童が活動している日常的な状態とは異なる。

3. 結果および考察

1階普通教室の中央での床面温度は約10℃（採暖中、13:50熱電対による測定）であった。図Ⅲ・2・1に示した壁面の温度分布を図Ⅲ・2・2に示す。図Ⅲ・2・3には教室中央での温度、湿度の垂直分布を示す。

1階教室では床上100cmの位置において、気温が16.6℃のときに湿度は34%であった。この時は採暖中であり、暖房器具の吹き出し口の温度が約31℃になっていることから、約31℃の暖められた空気が送り出されているのがわかる。壁面の木材表面の温度は、図Ⅲ・2・2に示したように、15~16℃であり、空気の温度との差は小さかった。カーテンの布地の温度は空気温とほぼ等しく17.6℃であった。天井の表面温度は13~14℃であった。採暖時の垂直方向の分布は小さく、床上10cmと100cmにおける空気温の差は1℃前後であった。

2階の普通教室（図Ⅲ・2・4）の温度分布を図Ⅲ・2・5に示す。熱電対による教室中央部の床表面温度は14.7度（14:50測定）、16.7（15:10測定）であった。採暖による温度上昇中であったため、床面温度は20分間で2℃上昇した。

図Ⅲ・2・6と図Ⅲ・2・7に温度、湿度の垂直分布を示す。暖房を入れて間もない時であったため、気温と湿度に垂直方向の分布が生じており、床上10cmの気温と200cmの気温には約9℃の差が生じていた（図Ⅲ・2・6）。20分後には床面温度が約17℃になり、気温と湿度の垂直方向の分布も小さくなり、高さ10cmと200cmとの温度差は約3℃に小さくなった（図Ⅲ・2・7）。床面の温度分布を詳しくみると（図Ⅲ・2・5）、温度分布のあることがわかる。すなわち、教室の中央に近い部分では約17℃、教室の前部のロッカーの前あたりでは11.4℃であり、約6℃の違いがあった。測定時は教室に隣接する多目的スペースでは採暖していなかったため、多目的スペースから侵入してきた冷風による影響と思われる。

図Ⅲ・2・8に示した1階オープンスペースの温度分布を図Ⅲ・2・9に示す。温湿度の垂直分布を図Ⅲ・2・10に示す。また、2階のオープンスペース（図Ⅲ・2・11）の温度分布を図Ⅲ・2・12に、温湿度の垂直分布を図Ⅲ・2・13に示す。

1階、2階ともにオープンスペースは採暖しておらず、表面温度は4度前後と低く、気温の垂直分布もほぼ一定値を示していた。

1階教室内のオープンスペース側床面（図Ⅲ・2・14）の温度分布を見ると、図Ⅲ・2・15に示したように特異的に低い部分が認められた。その部分の温度は約5

℃であり、他の部分の床表面温度は約11℃であったのに対して、このスポットでは約6～7℃低くなっていた。この低い温度は採暖していないオープンスペースの床温度に近い。土間床形式のRC造1階の床面では採暖中にこのような部分的に低温になることはまずない。断熱施工上の問題があるように思われる。結露発生につながる可能性があり、腐朽促進につながりかねない。また、省エネルギーや居住性の面からも断熱状態を点検をする必要がある。この低温部分には断熱材が部分的に欠如しているか、あるいは断熱材があってもそれが垂れ下がって床板との間に隙間が生じて冷気が流入している可能性がある。このような低温部が日常的に現れるのかどうかを確認する必要がある。ちなみにこの教室の雰囲気における露点温度を算出すると0.5℃であった。

学校環境衛生の基準では、教室内の温度は冬期では10℃以上であることが望ましく、湿度は30%以下でないことが望ましいとされている。適温として18～20℃が推奨されている。

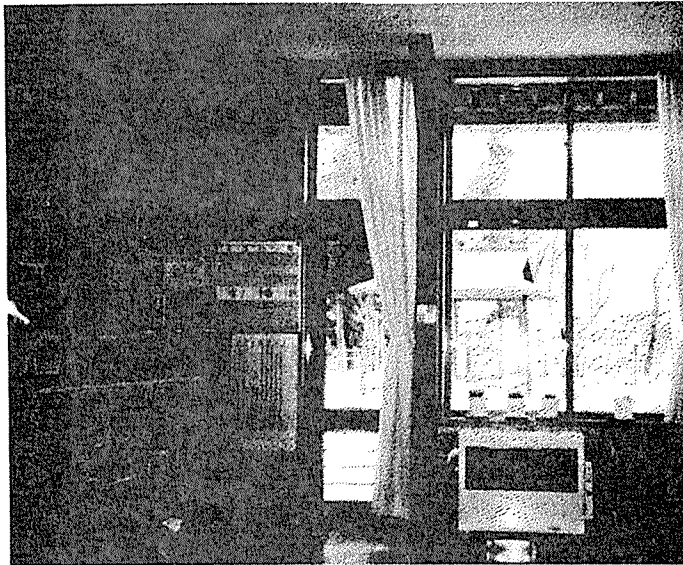
1階教室の温度と湿度は床上100cmにおいて16.6℃、33.7%であり、環境衛生の基準にはおさまっている。しかし、もし気温を20℃に上昇させたら関係湿度は27%になると計算され、湿度が低すぎる状態となる。湿度を適値に近づけるために加湿するとすれば、水蒸気圧が上昇するため露点温度はさらに高くなる。そうすると図Ⅲ・2・15に認められた低温部での結露の危険性はますます増加することになる。この測定時に認められた低温部が日常的に生じているのかを再度確認する必要がある。もし、生じるので有れば断熱材の施工状態を点検して、必要な対策を施す必要がある。

4. まとめ

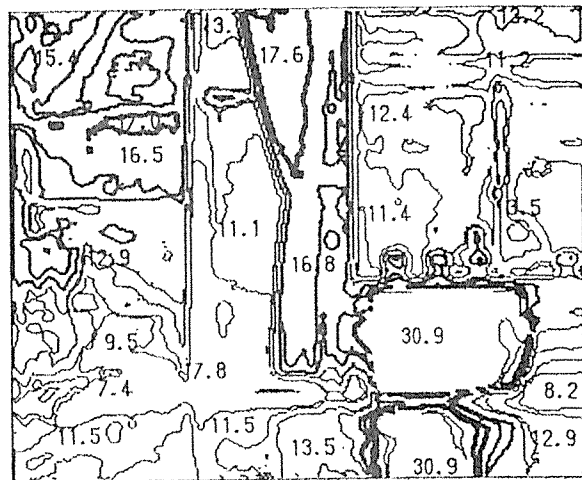
冬期における木造校舎の周壁面温度分布を調査した。調査時期は冬期休業中であったため、温熱環境は児童が日常的に活動している状態とは異なるが、木造校舎の周壁面の温度特性を知ることはできた。調査結果から一部に問題点のあることが指摘された。すなわち、面積的には小さいが1階普通教室の床に低温の状態になっている部分が認められた。断熱施工上の問題であると考えられ、居住性、建物の耐久性、省エネルギーの観点からチェックする必要性がある。

参考文献

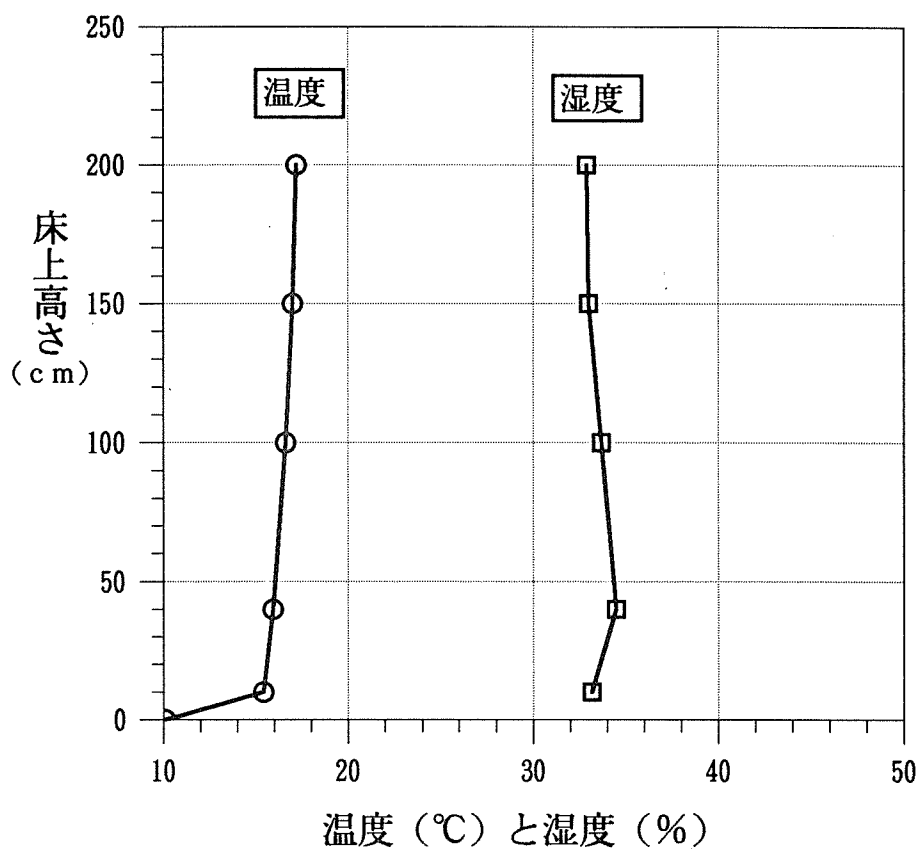
- 1) 服部芳明、橋田紘洋：「木造校舎とR C造校舎内の温湿度環境について」、住宅部材安全性能向上事業報告書 住環境に関する総合調査、1990年、pp145-275
- 2) 服部芳明、橋田紘洋：「隣接する木造校舎と鉄筋コンクリート校舎内の温湿度環境の実態」、木材工業、pp220-225 (1991)



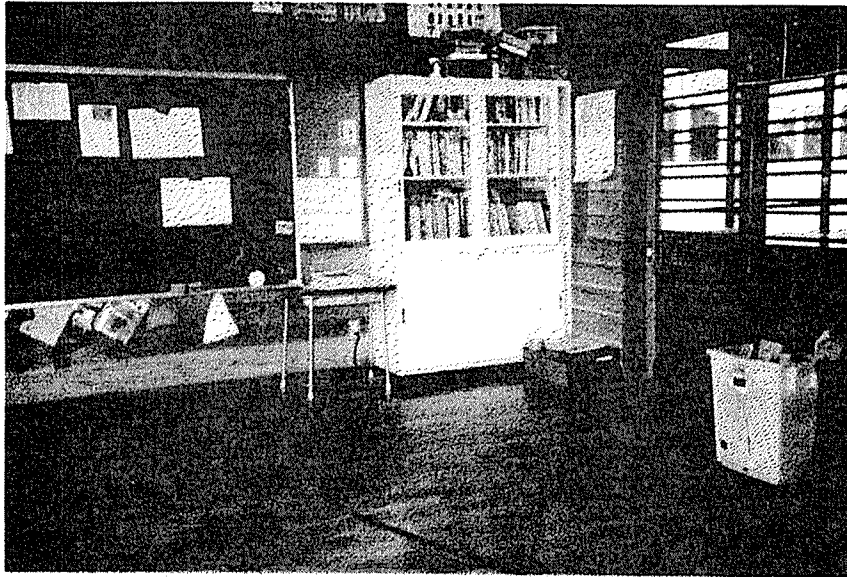
図Ⅲ・2・1 壁面温度分布の測定対象（木造1階）



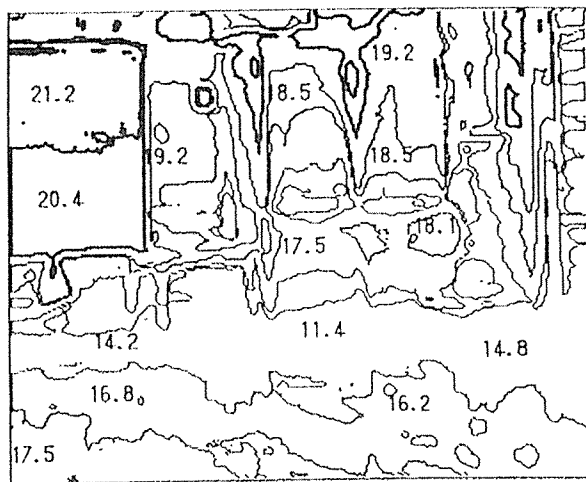
図Ⅲ・2・2 木造1階普通教室の壁面温度分布
（図Ⅲ・2・1に対応）



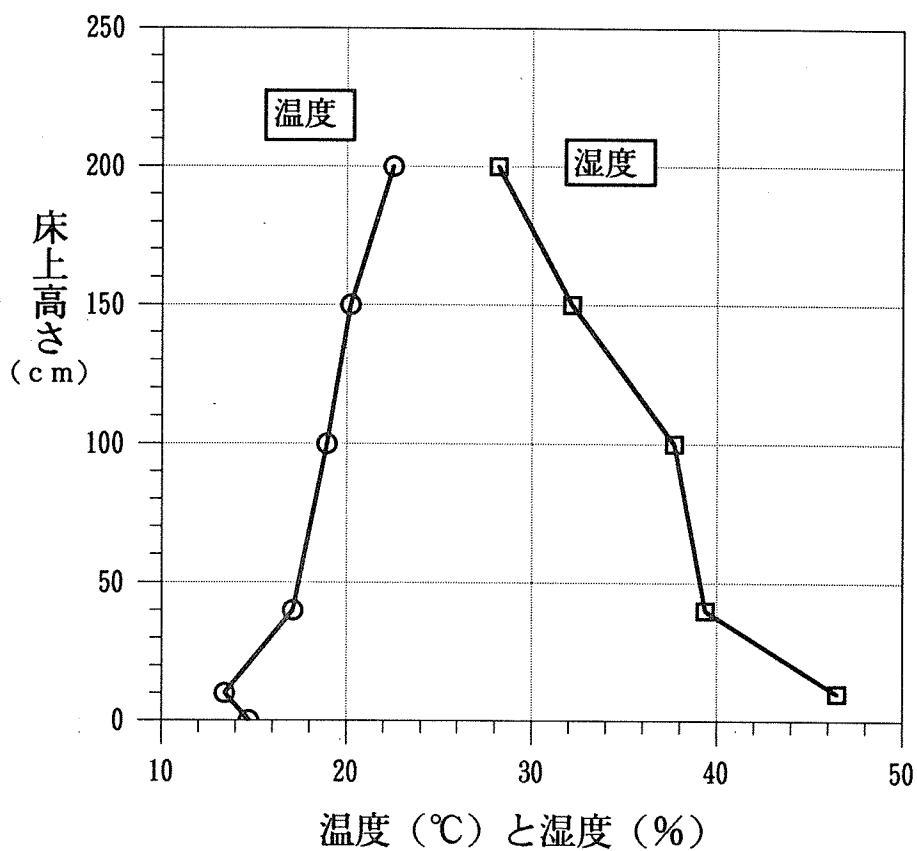
図Ⅲ・2・3 木造校舎1階教室の温湿度の垂直分布
 測定日時：1993年1月11日13時50分



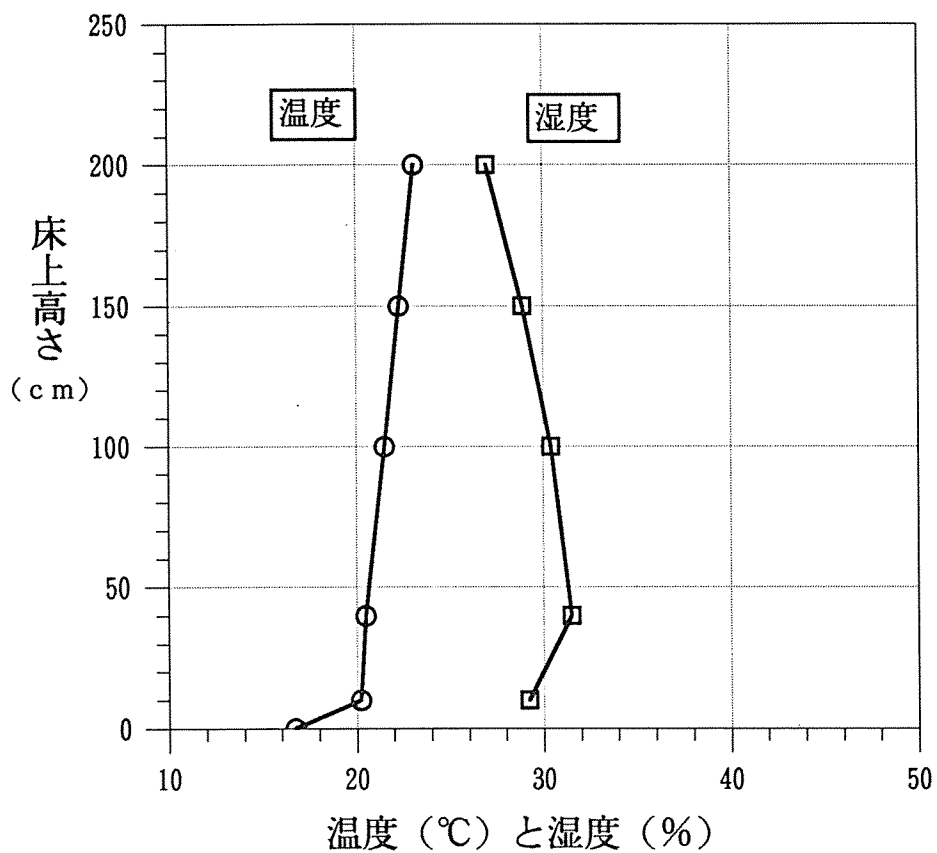
図Ⅲ・2・4 壁面温度分布の測定対象（木造2階）



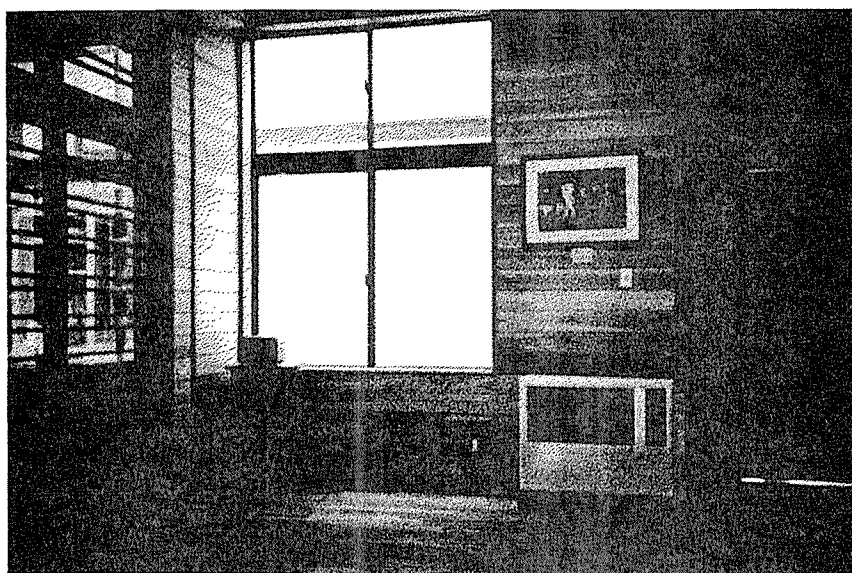
図Ⅲ・2・5 木造2階普通教室の壁面温度分布
（図Ⅲ・2・4に対応、木造2階）



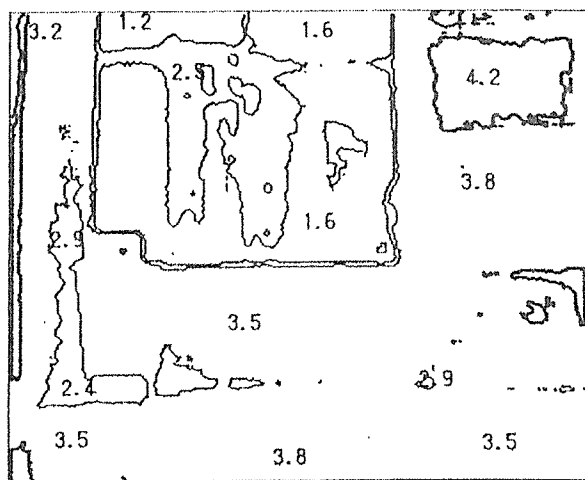
図Ⅲ・2・6 木造校舎2階教室の温湿度の垂直分布
 測定日時：1993年1月11日14時50分



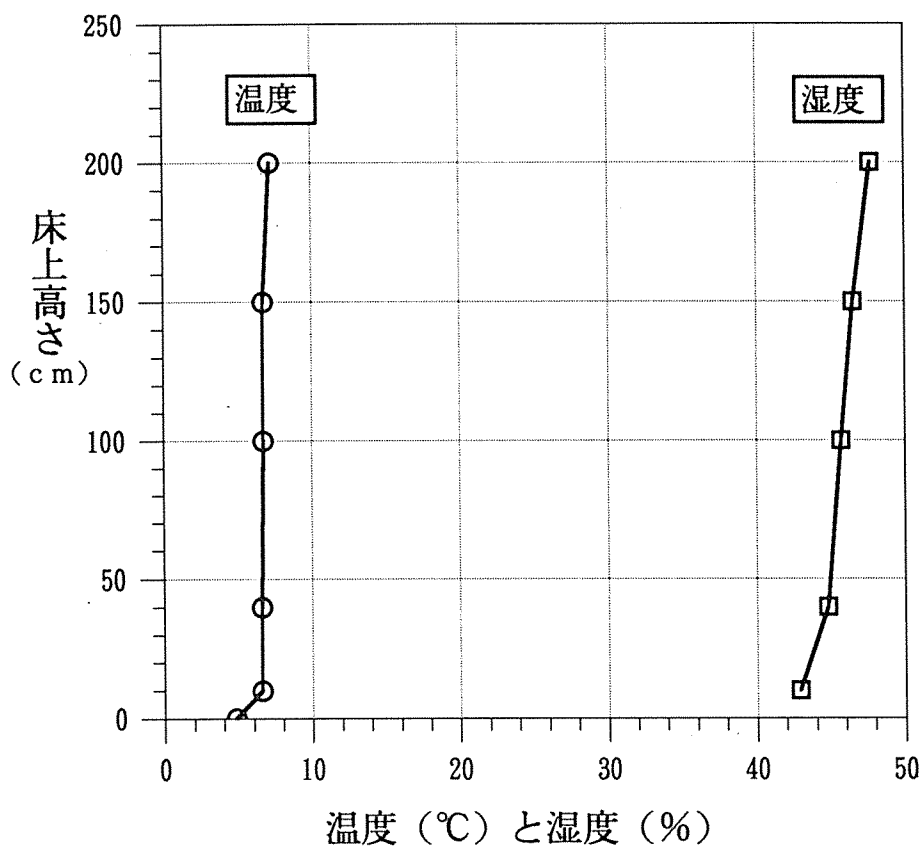
図Ⅲ・2・7 木造校舎2階教室の温湿度の垂直分布
 測定日時：1993年1月11日15時10分



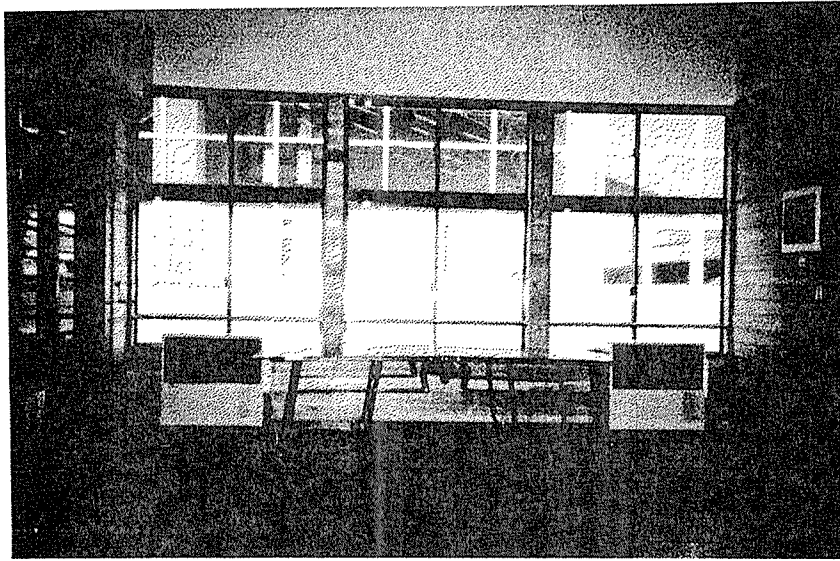
図Ⅲ・2・8 1階オープンスペース



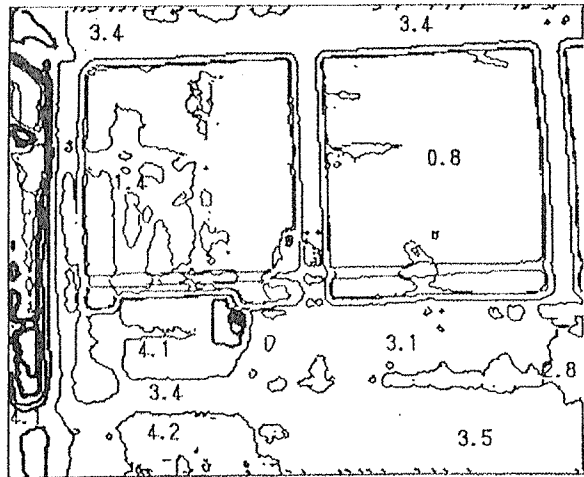
図Ⅲ・2・9 1階オープンスペースの温度分布
(図Ⅲ・2・8に対応)



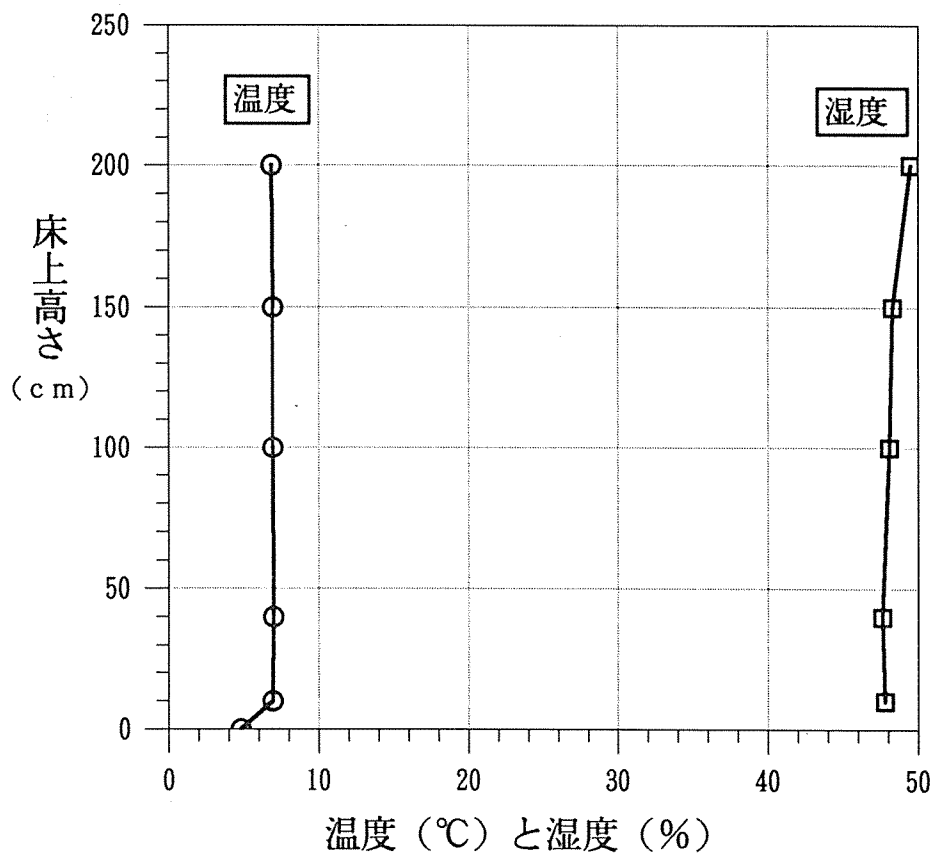
図Ⅲ・2・10 木造校舎1階オープンスペースの
 温湿度の垂直分布
 測定日時：1993年1月11日14時30分



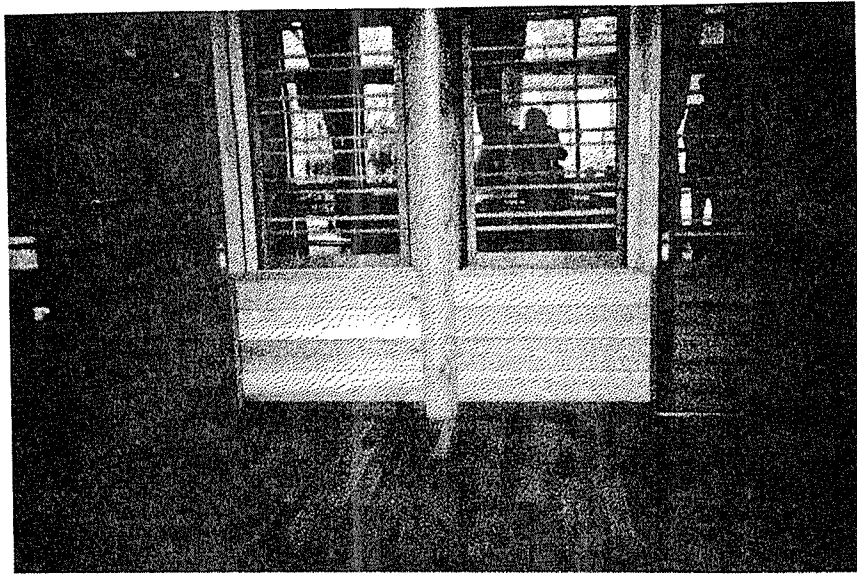
図Ⅲ・2・11 2階オープンスペース



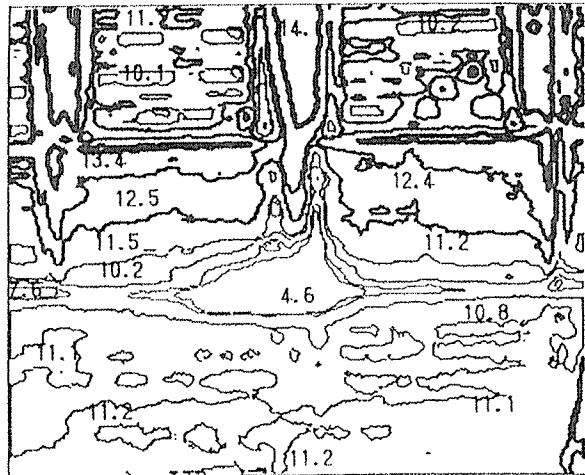
図Ⅲ・2・12 2階多目的スペースの温度分布
(図Ⅲ・2・11に対応)



図Ⅲ・2・13 木造校舎2階オープンスペースの
 温湿度の垂直分布
 測定日時：1993年1月12日14時40分



図Ⅲ・2・14 木造校舎1階教室の床面



図Ⅲ・2・15 木造校舎1階教室の床面温度分布
(図Ⅲ・2・14に対応)

第4章 校舎の構造特性

1. 目的と方法

校舎を構成する材料の種別間の比較では、木造の方がRC造より、多くの点で優位な教育的環境を形成していることが、今までの研究において把握されてきた。しかし、木造校舎は相対的に優位であっても、床の振動が大きいことや、直射日光を受ける屋根裏に暑い空気溜りが発生することなどの問題も指摘されている。

今後の研究の展開としては、校舎の材料間の比較に留まらず、より良い校舎のあり方を創造的に提案することにあると考えられる。具体的な課題としては、①それぞれの構造材料の種類別に、現在建設されている校舎の状況を収集することからはじめ、②現地における測定・観察・アンケート調査結果と対応させることによって、各計画の評価を行い、さらに、③良い評価を得た計画の内容を総合化することによって、今後の改善の方向を提案することである。

本章では、教室内環境の測定や使用状況の調査を行った学校の校舎を中心に、校舎の計画内容を収集・整理することから始めた。しかし、現地踏査によって収集することには限界があるため、①中部地域、②東北地域、③九州南部地域、に限定した。本年度は、中部地域と東北地域において収集した事例を報告する。

2. 配置計画

南側に運動場を配置して、その北側に東西軸に一列に校舎を並べるのが一般的である。校舎は、普通教室、特別教室、管理部分、食堂、体育館の5つのブロックに、大きく区分される。この区分は、木造の場合に明確である。RC造の場合には、積層することが多いため、寸法の統一を行うので、特別教室や食堂などの居室の個性が出しにくくなっている。学校での生活は多様な内容を含んでいるため、様々に異なった居室が形成される方が望ましい。

3. オープンスペース

多様な生活を行うため、普通教室の延長としてオープンスペースを設けることが多くなってきている。特に、冬季に雪が多い東北地域では、屋内に広いスペースを設けておくことが有効である。屋内にオープンスペースを設けている事例は、木造でみられた。また、RC造内装木質校舎でも、広い屋内空間を確保し、有効に活用されてい

ることがみられた。

4. 形態、デザイン

RC造では箱型のものが多く、木造で様々な形態の工夫がみられた。木造の場合には、全体の規模が小さいため変化を出しやすいのである。傾斜を持たせた屋根、トップ・ライトの活用があったが、後者は、木造校舎は暗くなりがちのため有効である。傾斜屋根も、周辺の住宅と似た景観が形成されるために望ましいものである。

5. 普通教室

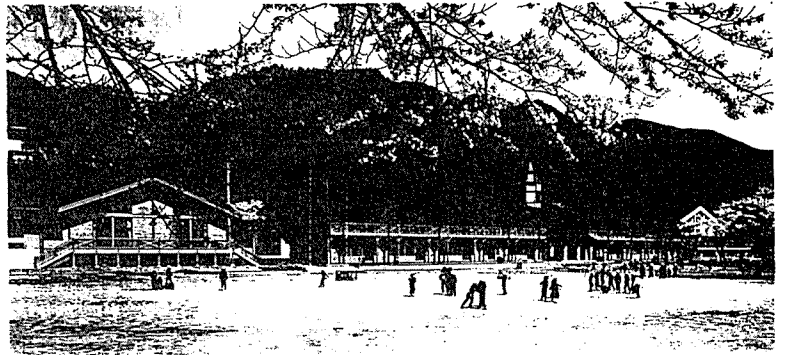
普通教室の規模・形態では、大きな差異はみられなかった。しかし、同一の東北地域にありながら、木造校舎ではバルコニーを設け、内外の連続性を確保していた。

6. 内装

木造では、木材を使用する比率が圧倒的に高い。内装木質RC造がこれに次ぎ、RC造における木材の使用は壁に限られていた。床材は、木材を使用する傾向になりつつあるが、古いRC造校舎ではPタイルを使用していた。RC造校舎では、内装は最小限度に限られており、このことが、環境が低く、子どもたちが親しみを持っていない原因になっているとも考えられる。木造校舎の建設費の方がRC造より高くなっているが、RC造校舎も適切な内装を行ったとしたら、費用的には大きく変わらなくなるのではないだろうか。

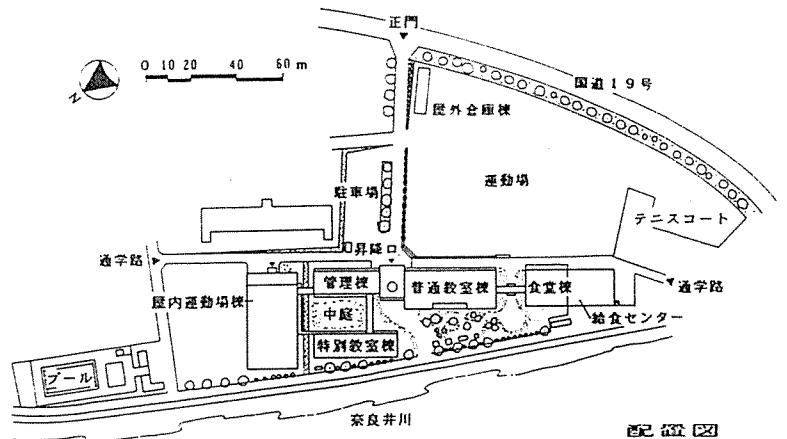
榎川村立榎川小学校

所在地	長野県木曾郡榎川村大字平沢 1451番地138
発注者	榎川村
設計者	(株)筑摩工房
施工者	建築:松本剛信・東信土建設 電気: 給排衛:
施工期間	1990.8~1992.3
総工費	1,071,199,000円

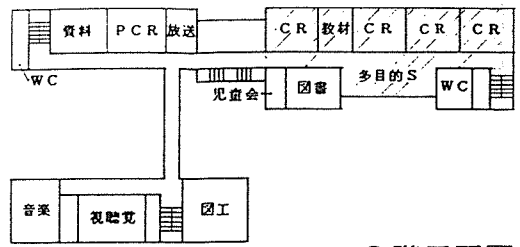


運動場からの全景

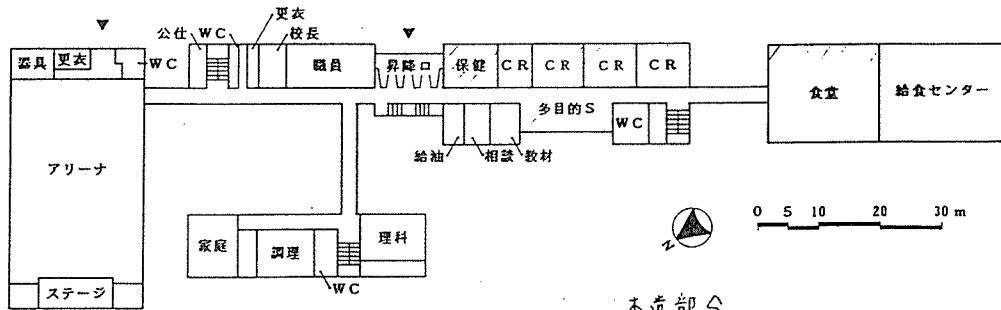
建築概要	敷地面積	27,200m ²
	建築面積	校舎: 1,899m ² 体育館: 946m ²
	延床面積	校舎: 3,293m ² 体育館: 946m ²
	構造・階数	桧2階建+RC造2階建
施設概要	児童・生徒数	201人(1992年)
	学級数	8
	職員数	14人
設備	暖房方式	ストーブ
	熱源	灯油
外部仕上げ	屋根	フッソ鋼板
	外壁	桧横張り
	建具	アルミサッシ
	外構	桧、ヒバ
内部仕上げ	天井	桧単板
	壁	桧単板
	床	ナラフローリング
使用木材	構造材	桧
	仕上げ	桧(天井、壁) ナラ(床)
備考		



- 木曾特産の桧を多用し、湿もりと潤いのある親しみのある小学校らしさを演出するとともに、郷土に対する誇りと愛着を感じられるものとした。
- オープンスペースを確保したり、使い易さを追求した。
- 木材の架構を生かした食堂や時計塔などのシンボル性を追求している。



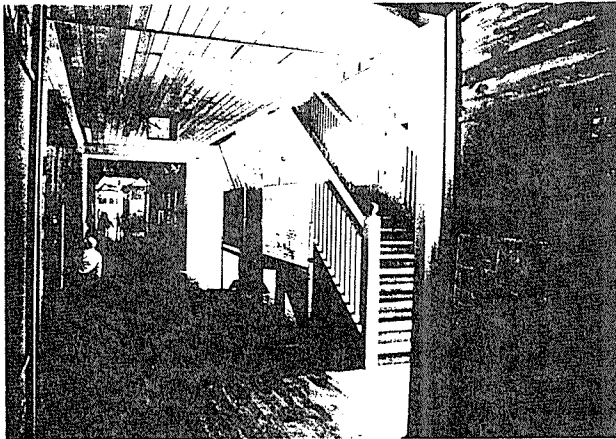
2階平面図



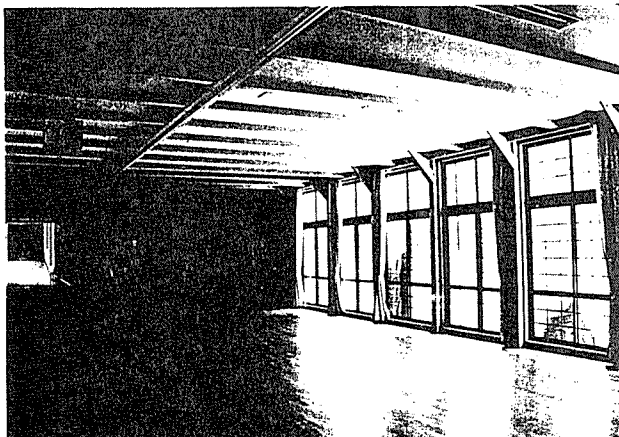
0 5 10 20 30 m

木造部分

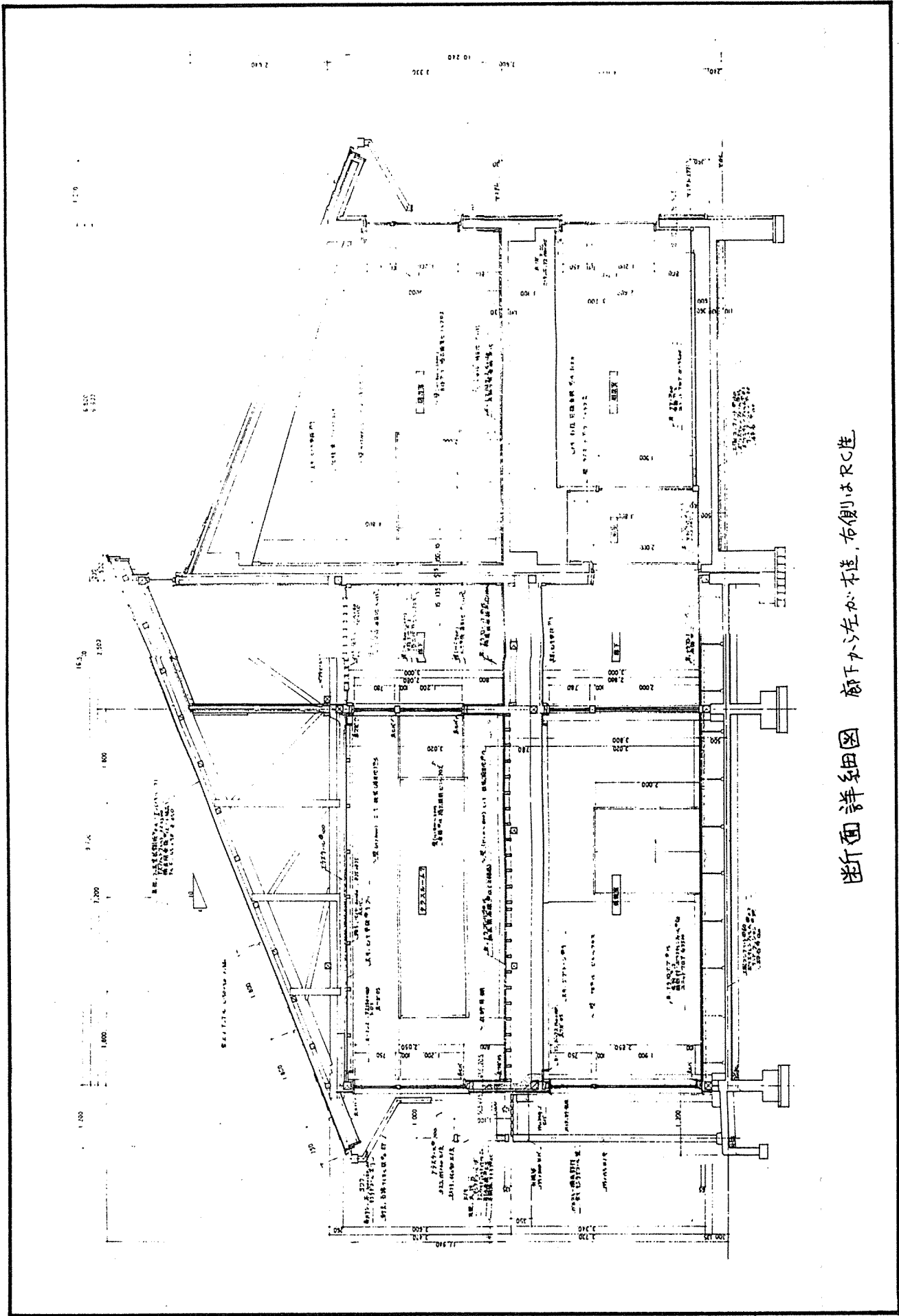
1階平面図



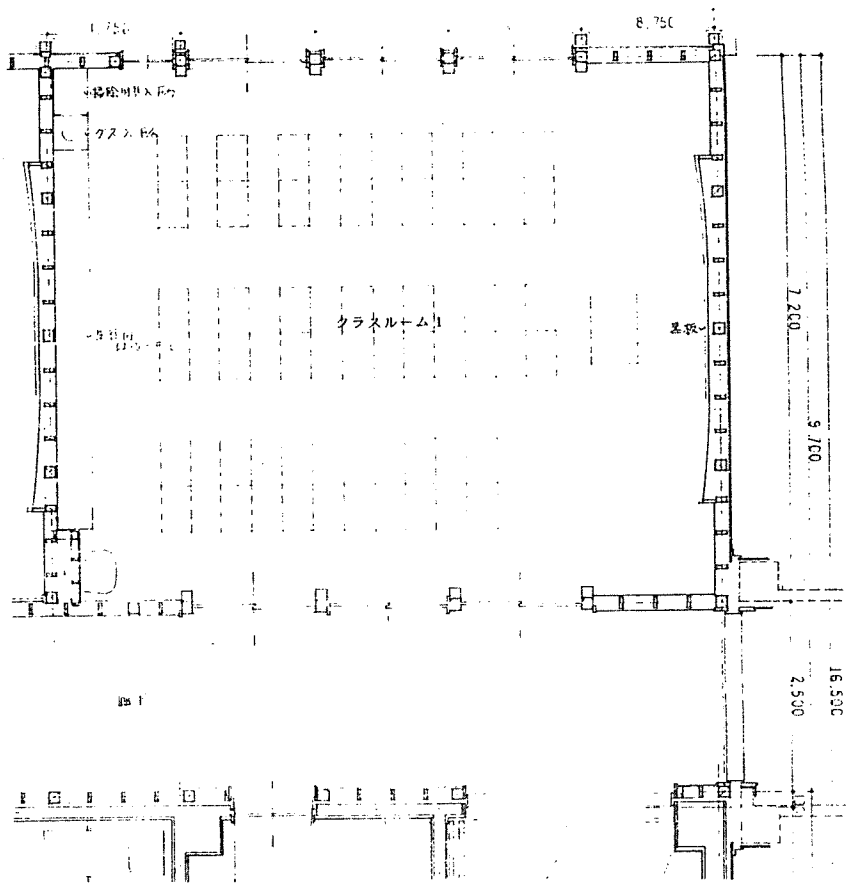
1階入口ホール



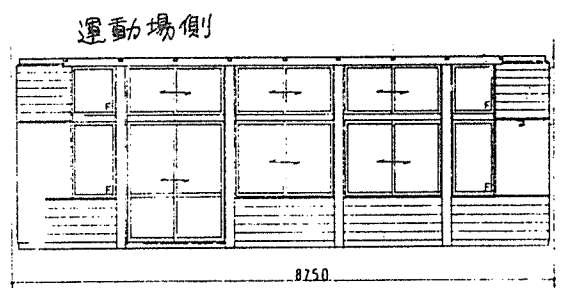
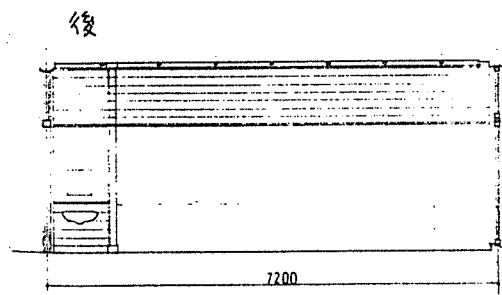
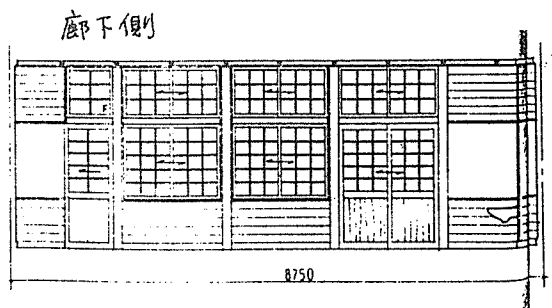
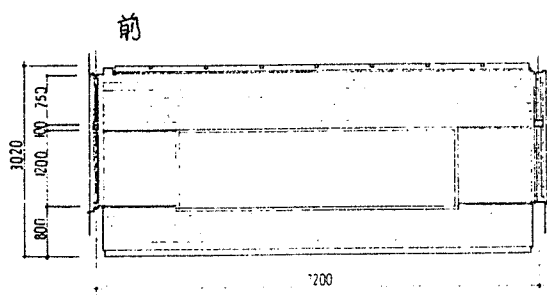
多目的スペース



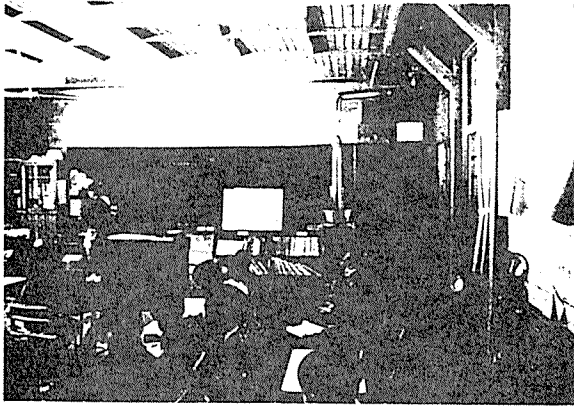
断面詳細図 廊下から左が本道、右側はRC造



普通教室 平面図



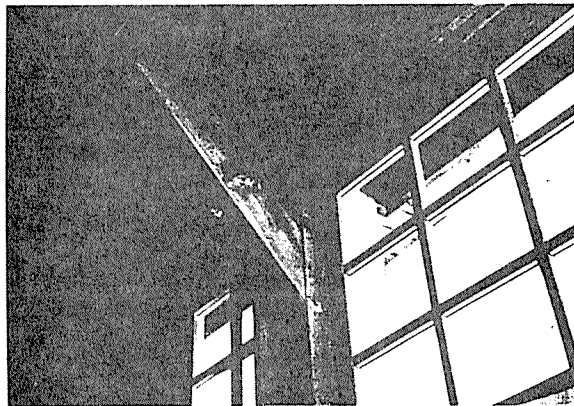
普通教室 展開図



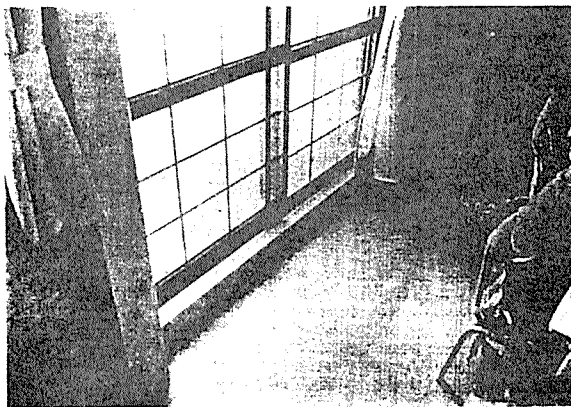
普通教室



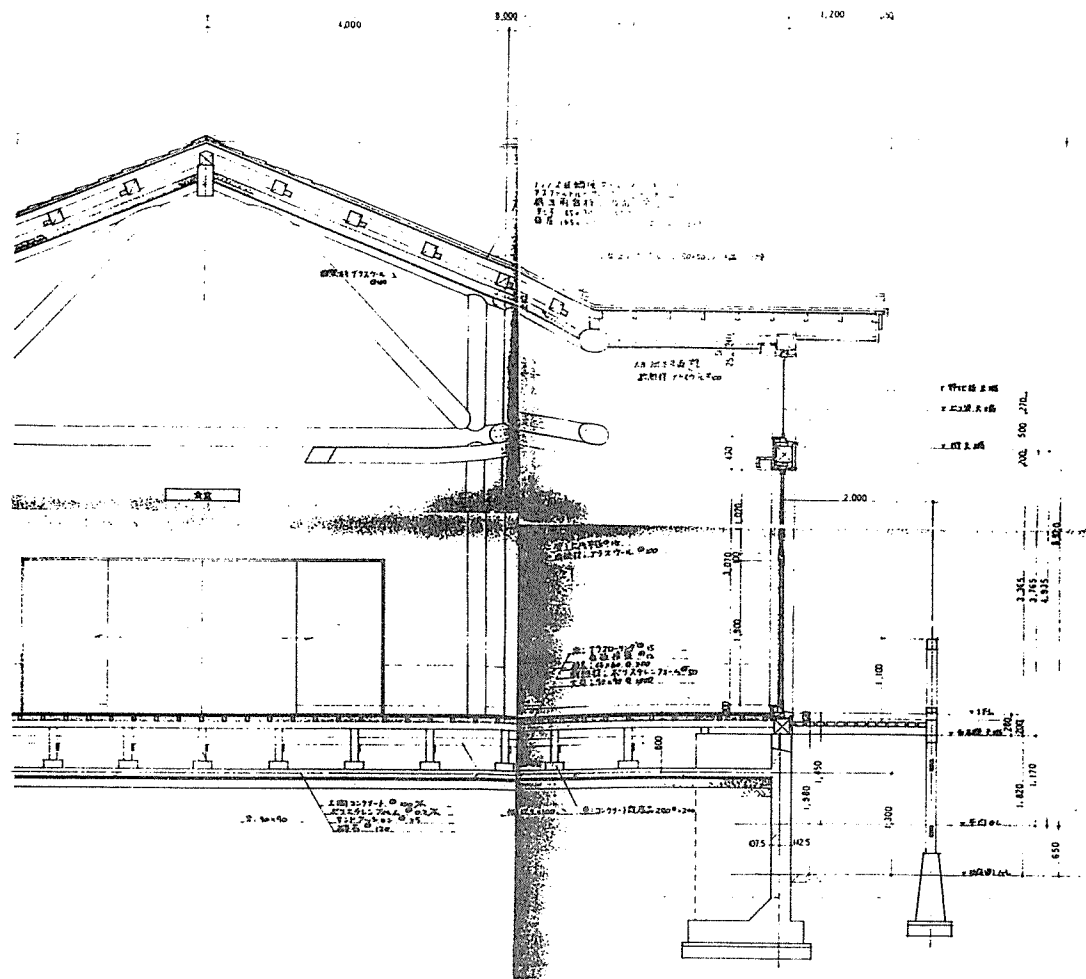
普通教室



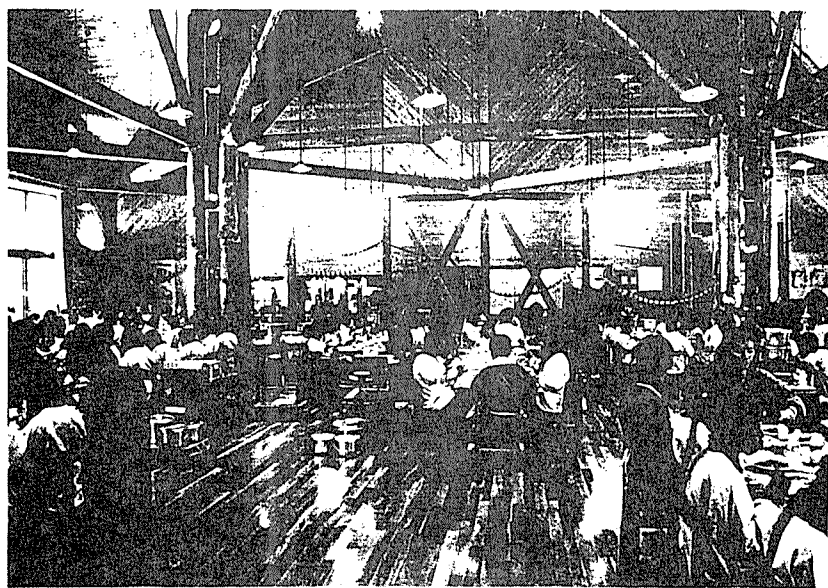
廊下天井部分の方杖 柱は複数の柱を合せている。



運動場側建具 一段高くなっているのは危険。



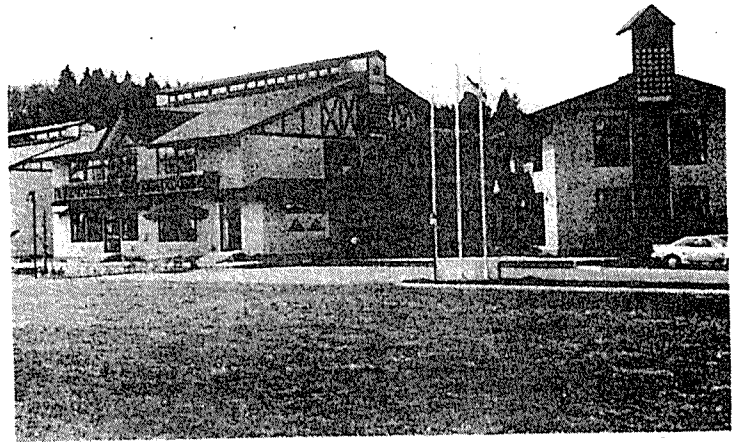
食堂 断面詳細図



食堂 クリスマス会の昼食

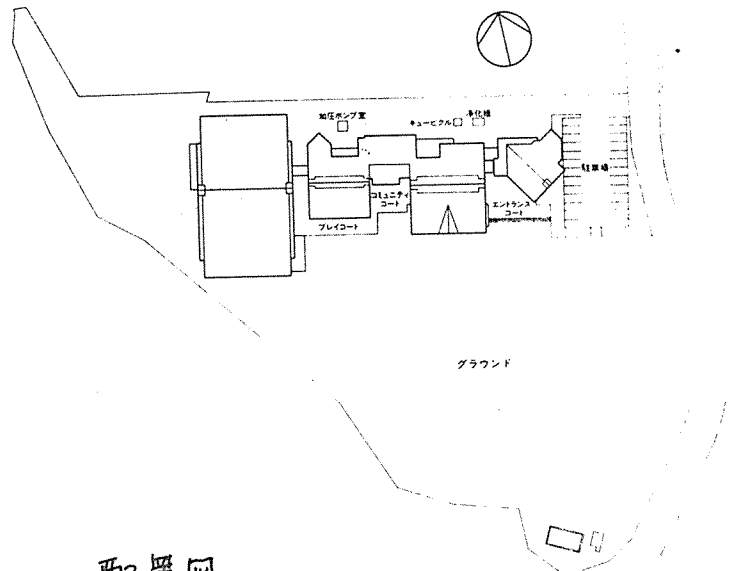
田子町立清水頭小学校

所在地	青森県三戸郡田子町大字 田子字清水頭18番地
発注者	田子町
設計者	(株)佐藤総合計画
施工者	建築: 穂積建設工業(株) 電気: 溝口電気 給排水: 三和設備
施工期間	1988.7 ~ 1989.10
総工費	校舎: 270,304,000円 体育館: 171,446,000円



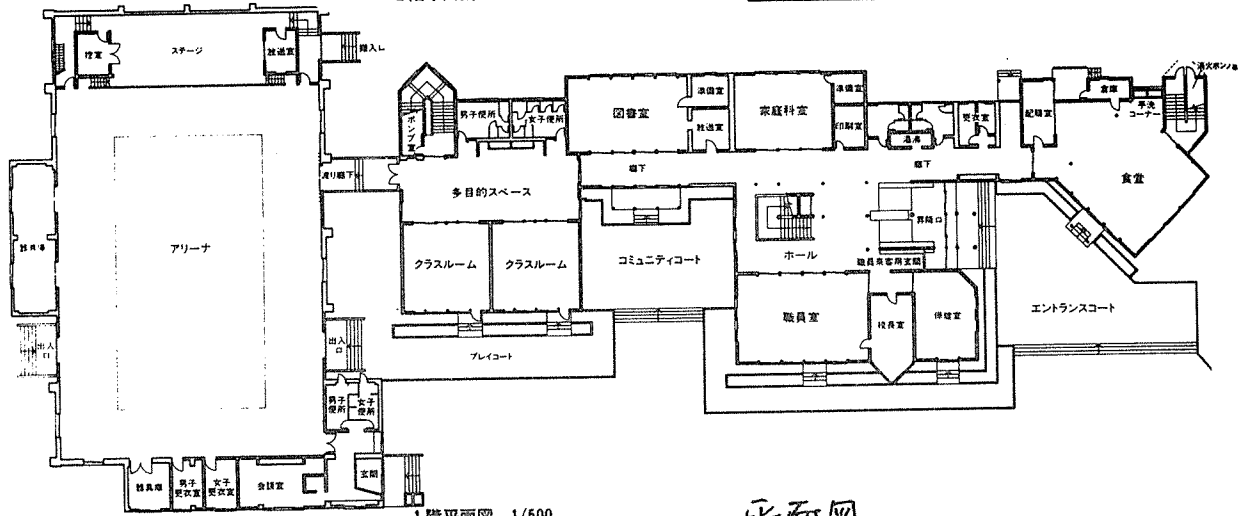
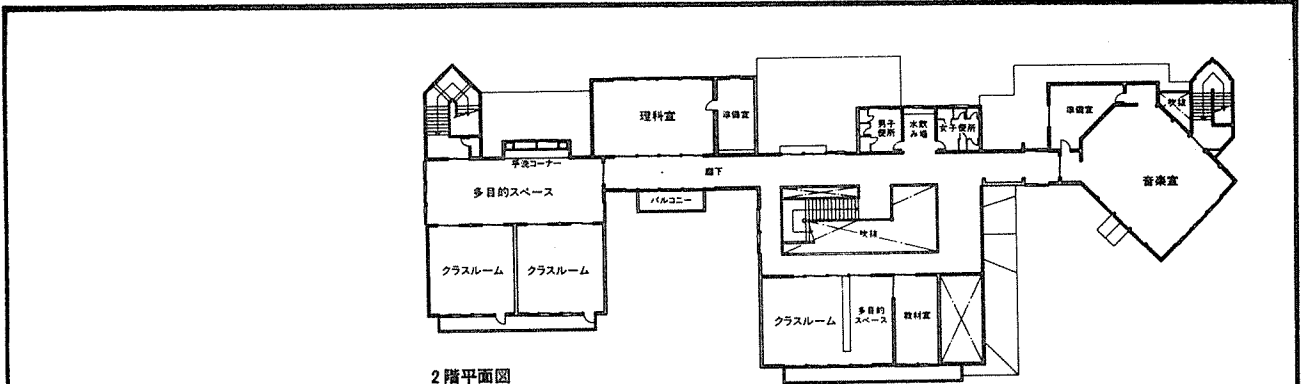
全景

建築概要	敷地面積	14,758㎡
	建築面積	校舎: 968㎡ 体育館: 948㎡
	延床面積	校舎: 1,749㎡ 体育館: 948㎡
	構造・階数	校舎: 木造2階建 体育館: 鉄骨造
施設概要	児童・生徒数	50人(1992年)
	学級数	5
	職員数	10人
設備	暖房方式	フリンヒーター
	熱源	灯油
外部仕上げ	屋根	カラー鉄板
	外壁	ラムタサイディング・吹付タイル
	建具	アルミサッシ
	外構	木製(米松)
内部仕上げ	天井	石膏ボード
	壁	杉
	床	いたや材フローリング
使用木材	構造材	ヒノ(土台), 杉(柱・梁) 米松(小屋組等)
	仕上げ	杉(横羽目板), いたや(板・床) ナラ(木口板)
備考		

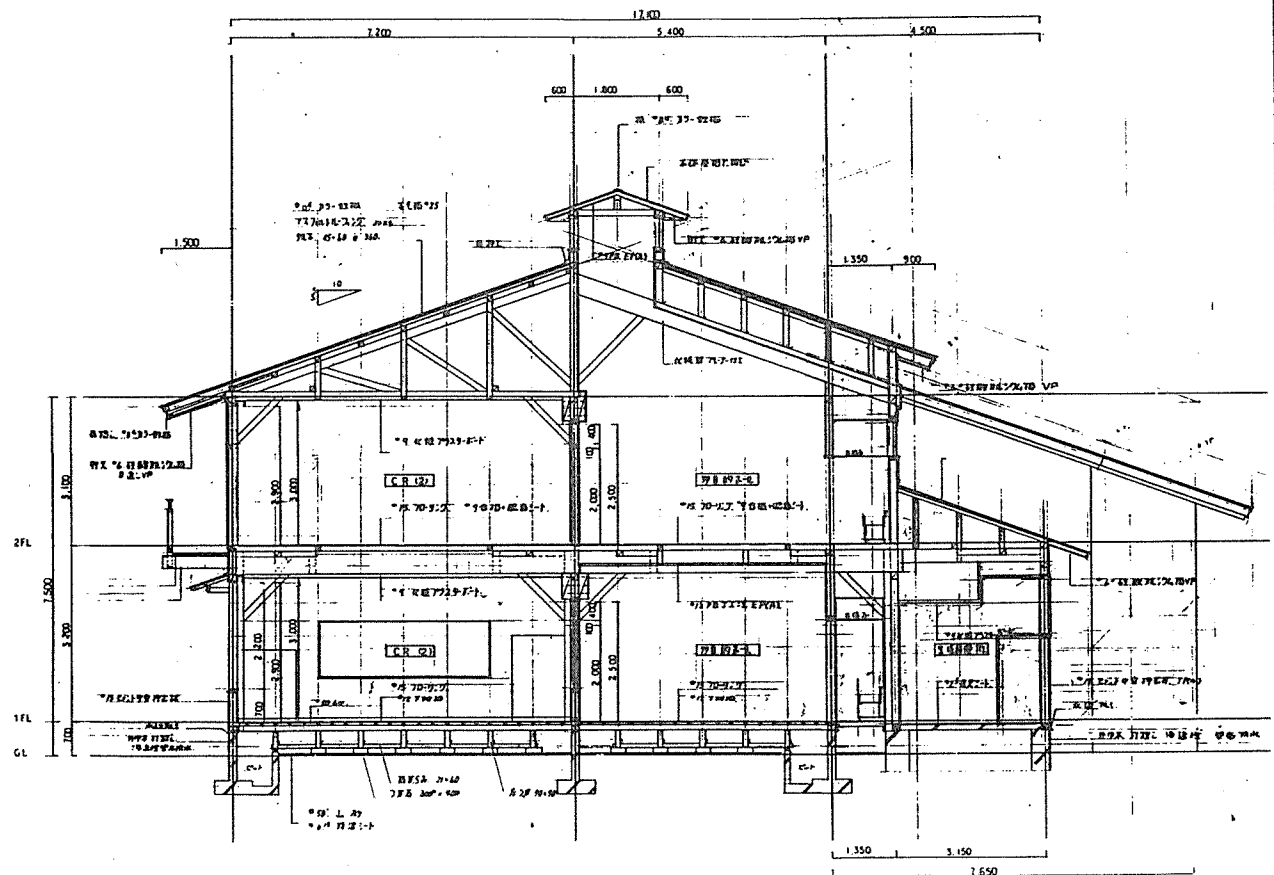


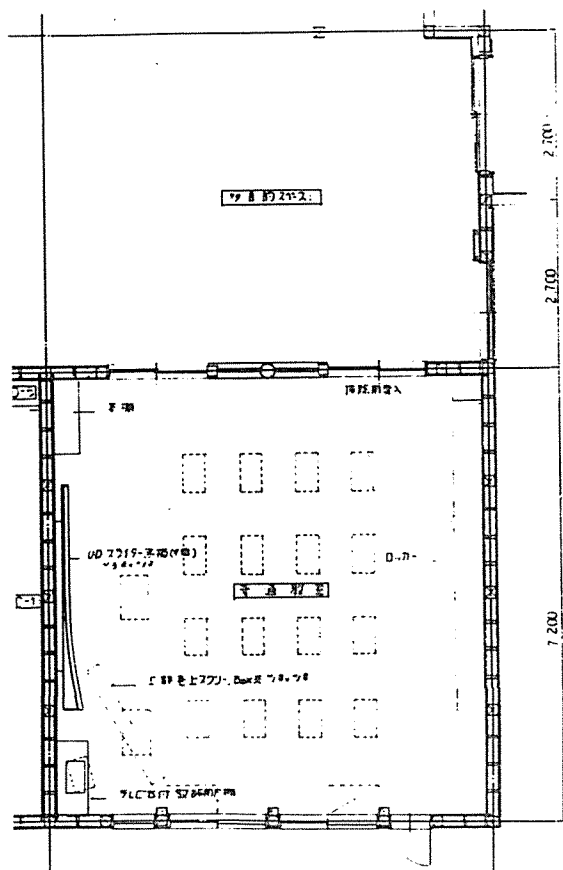
配置図

- 地元産の木材を活用する。
- 木の持つ柔らかさや暖みをインテリマヒ、光と影の織りなすリズム感あふれる変化にとんだデザインとした。
- 校舎の各エリア間に広い板張りのライトコートを設け、採光に配慮している。
- 普通教室と多目的スペースの間を透明ガラスとし、開放的にしている。
- 外壁にも木材の使用を検討したが、維持費がかかるので、断念し、木材をイメージさせる材料とした。

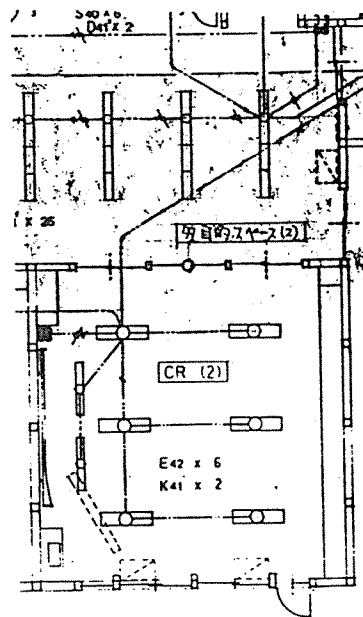


平面図

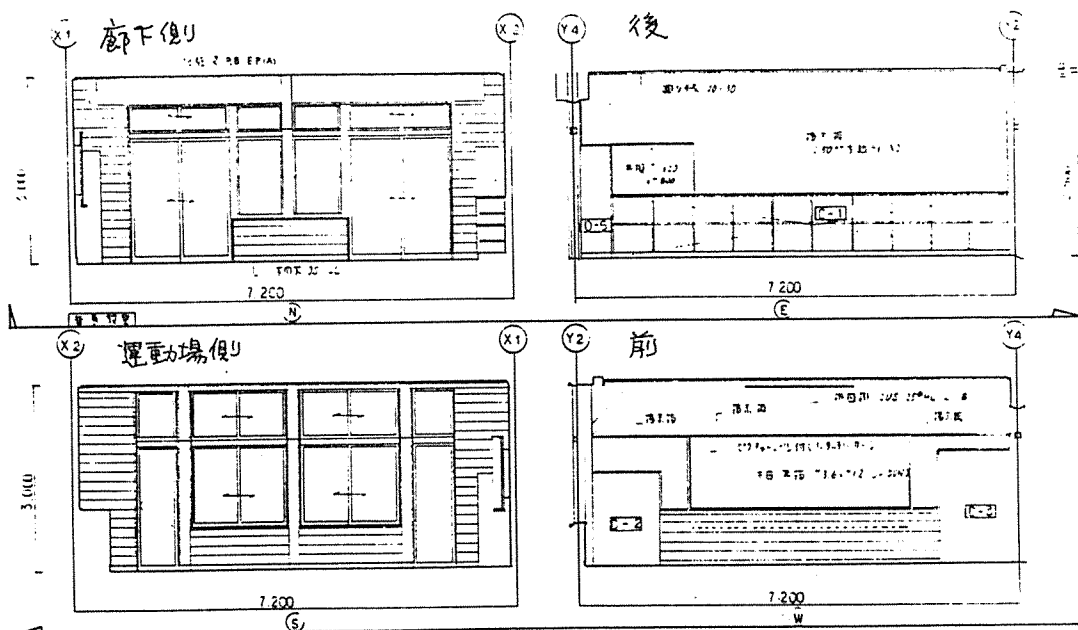




普通教室 平面図



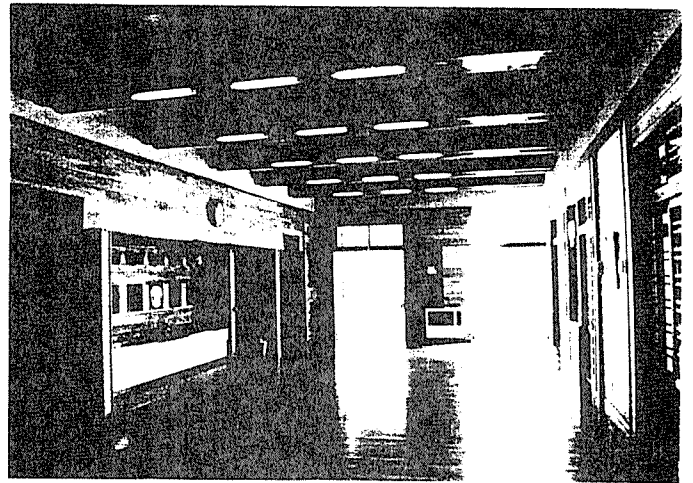
普通教室 天井照明



普通教室 展開図

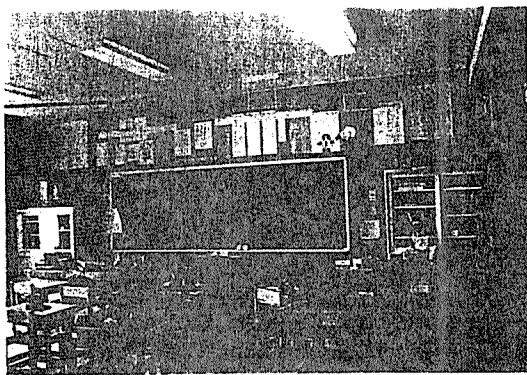


入口ホール

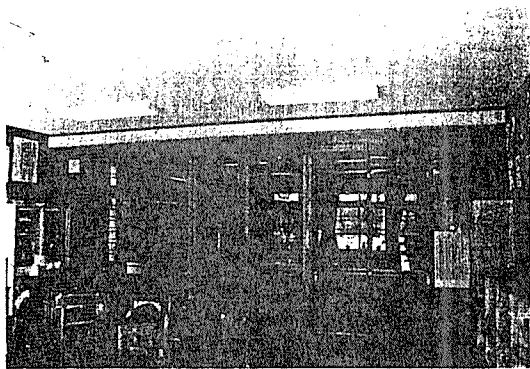


多目的スペース

前

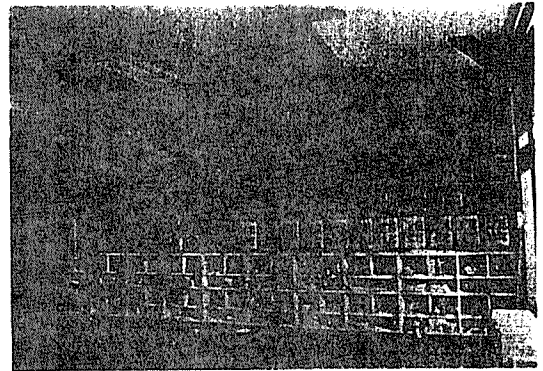


廊下側

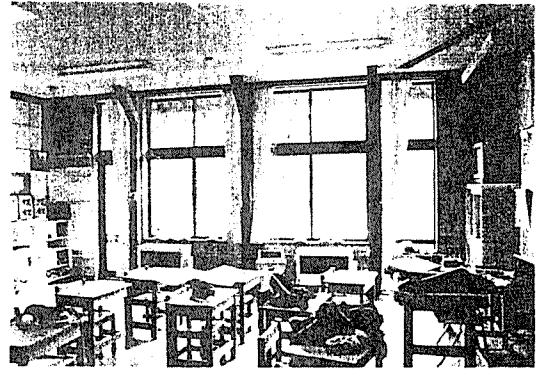


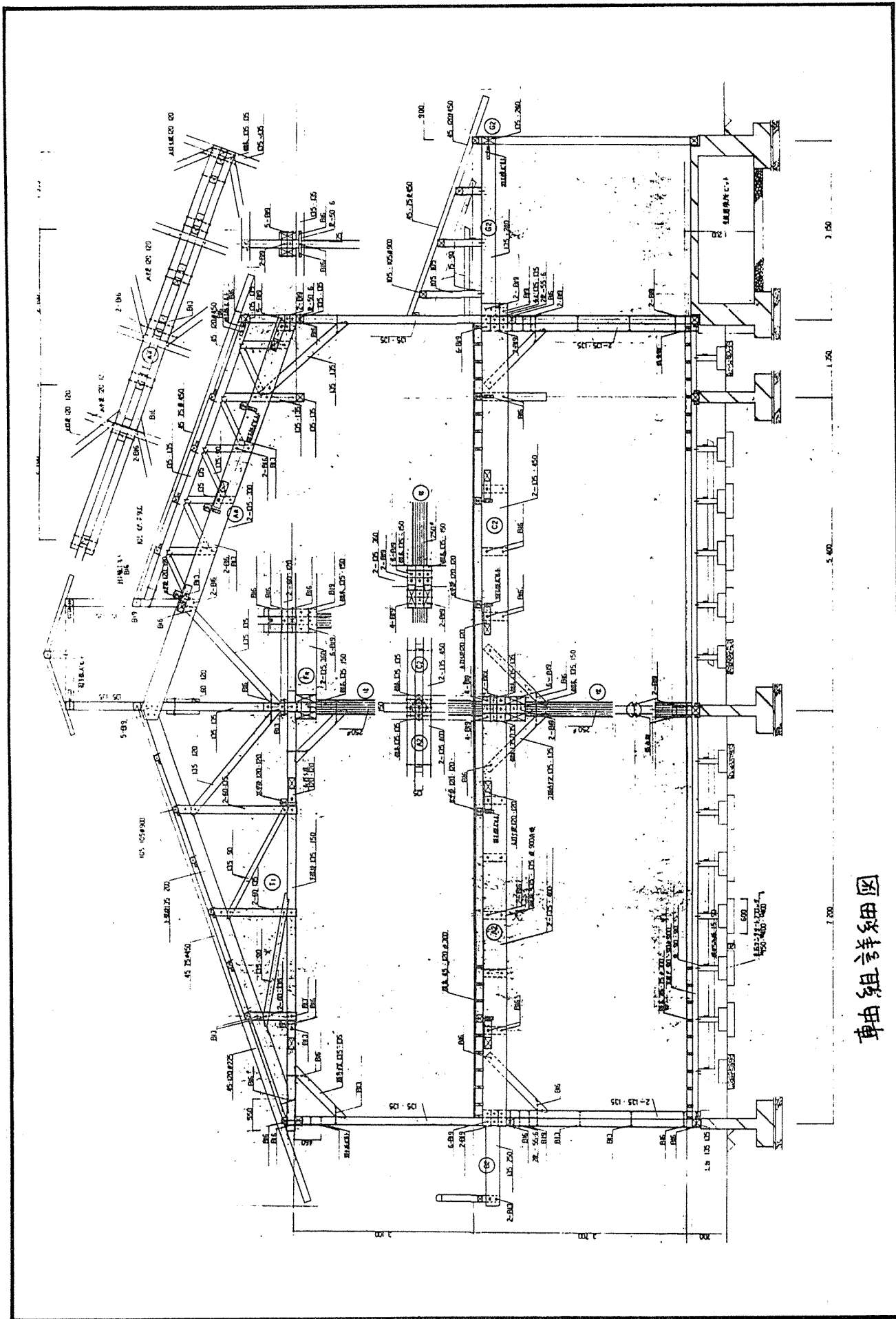
普通教室

後



運動場側

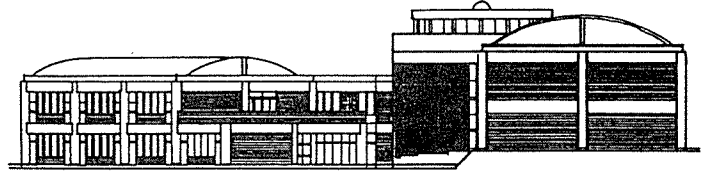




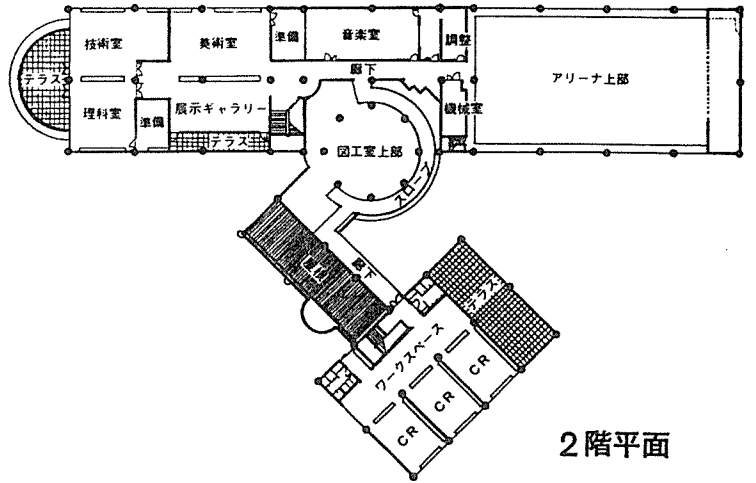
車組詳細図

三戸町立杉沢小・中学校

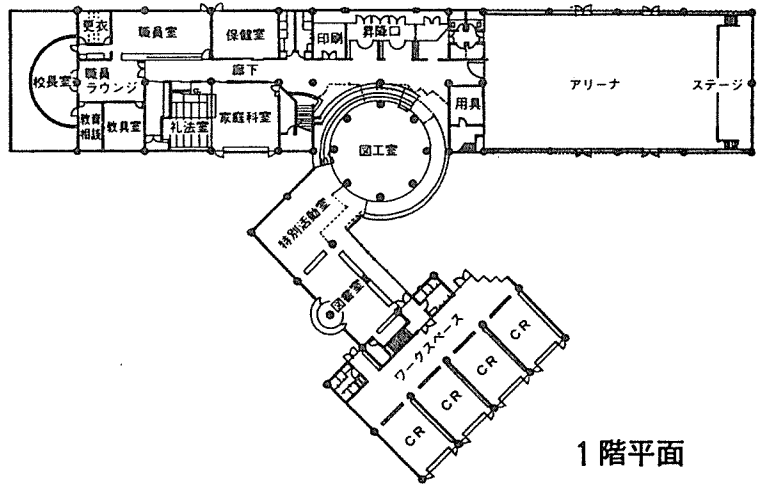
所在地	青森県三戸郡三戸町大字見守 字杉沢向平50番地
発注者	三戸町
設計者	(株)石本建築事務所
施工者	建築:穂積建設工業(株) 電気: 給排衛:
施工期間	1987.9~1988.10
総工費	校舎: 402,944,000円 体育館: 156,560,000円



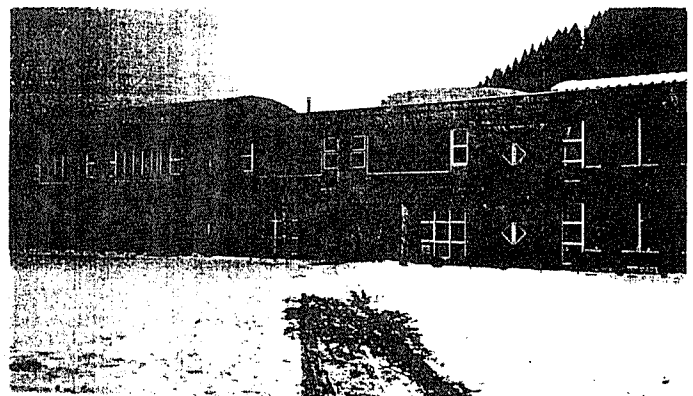
東側立面



2階平面

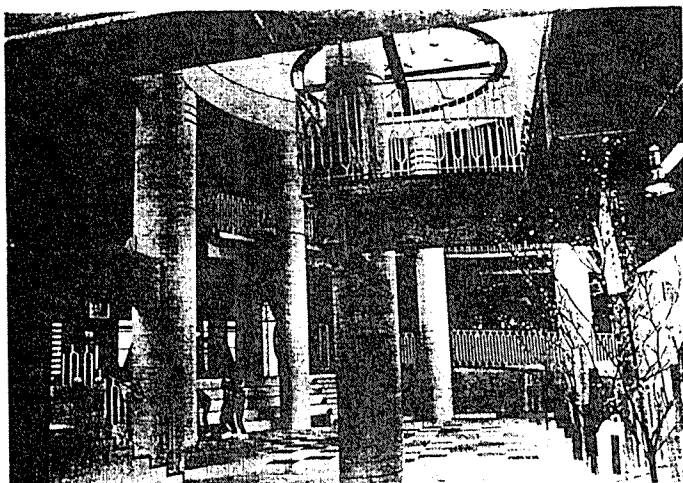


1階平面

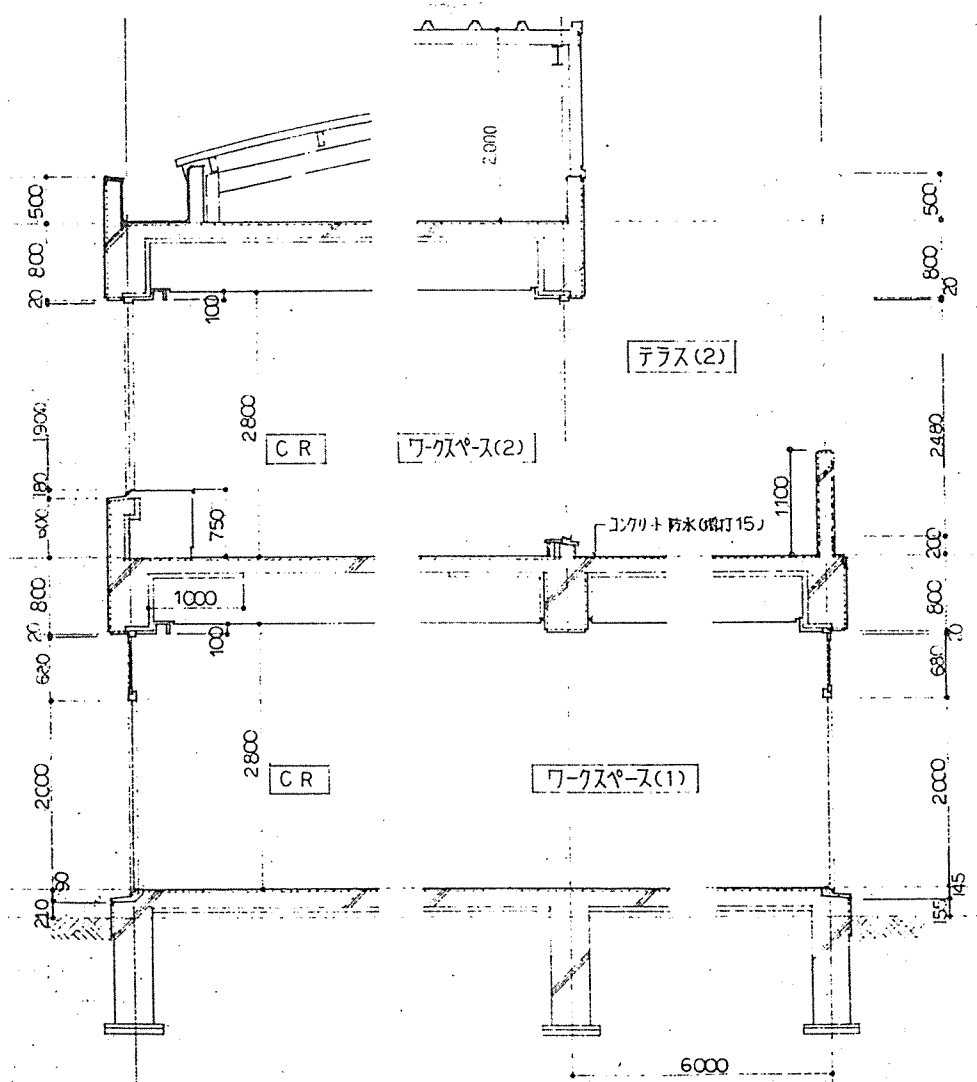


入口

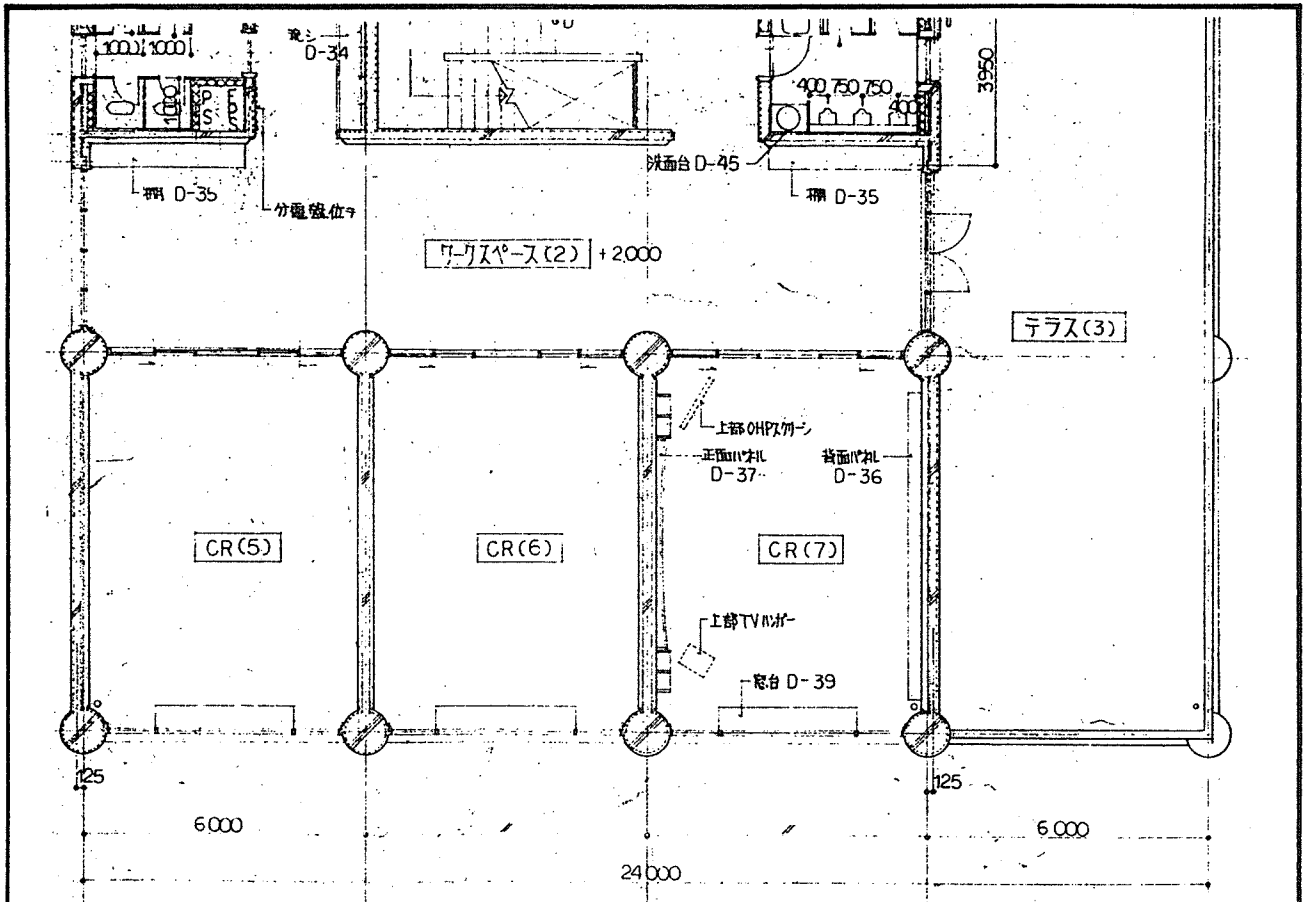
建築概要	敷地面積	19,757m ²
	建築面積	校舎: 1323m ² 体育館: 660m ²
	延床面積	校舎: 2361m ² 体育館: 660m ²
	構造・階数	校舎: RC造内蔵不燃2階 体育館: RC造 鉄骨造
施設概要	児童・生徒数	小: 31人 (1992年) 中: 50人
	学級数	小: 3 中: 3
	職員数	小: 8 (内校長1名) 中: 10 (兼任)
設備	暖房方式	蓄熱暖房
	熱源	電気
外部仕上げ	屋根	長尺塩ビ鋼板
	外壁	打放しコンクリート
	建具	アルミサッシ
	外構	-
内部仕上げ	天井	石膏ボード
	壁	シナベニヤ合板
	床	長尺シート貼
使用木材	構造材	-
	仕上げ	シナベニヤ合板(壁)
備考		



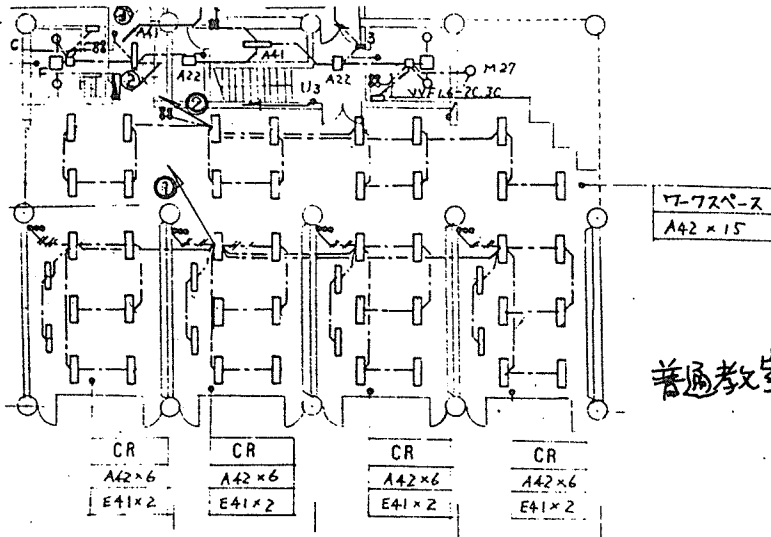
図工室 中央広場形成



断面詳細図



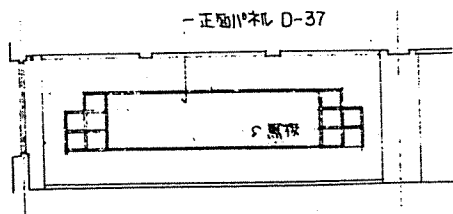
普通教室 平面図



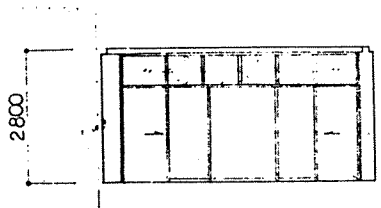
普通教室 天井電灯



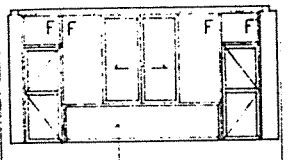
7-7スペース



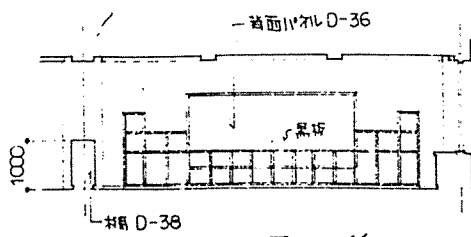
D面 前



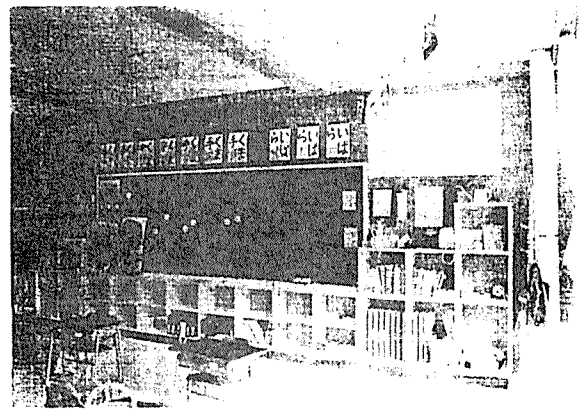
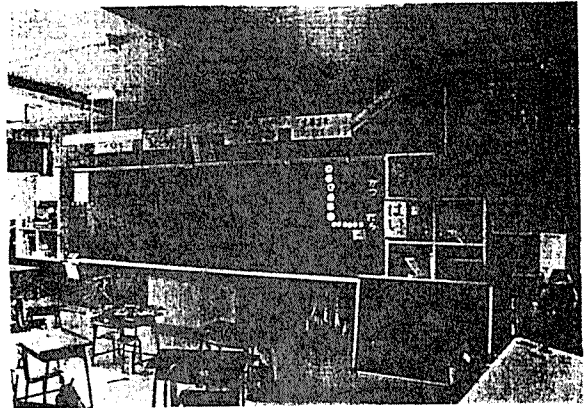
A面 廊下側



1F 窓振り C面 D-39



B面 後

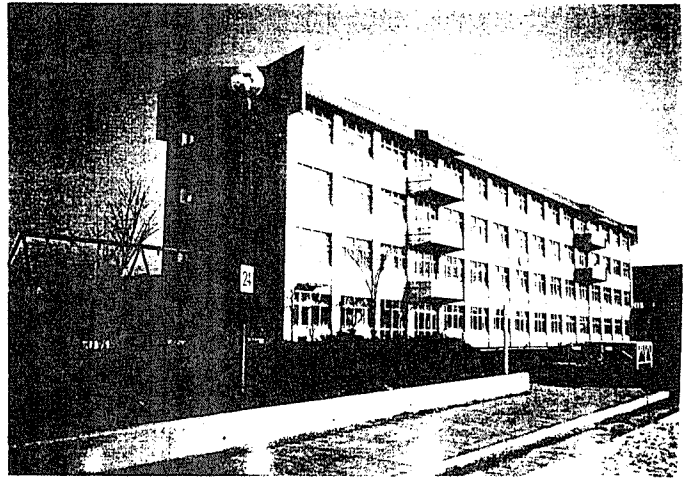


普通教室 展開図

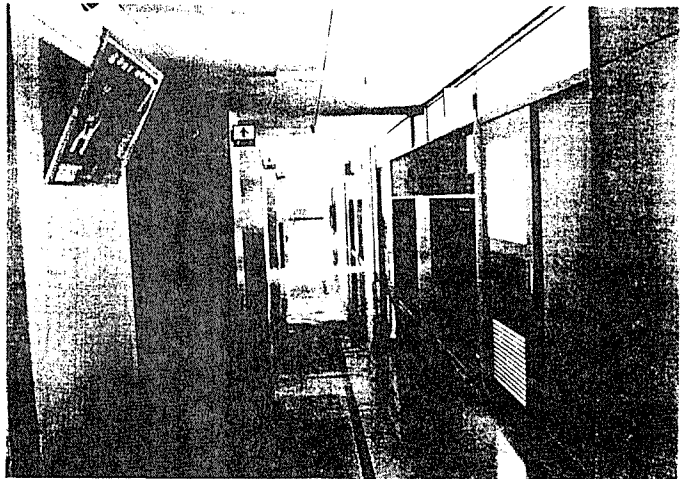
- 普通教室は、1階小学校、2階中学校である。
- 学習空間のオープン化を図り、個別学習が可能なように配慮している。多目的スペースをもちあせている。
- 登校から下校までの行動の流れが無理なく、学習活動が活発に進められるよう計画されている。
- 体育館、特別教室棟は、一般住民、地域との交流の場としても利用可能なように考慮している。

八戸市立西園小学校

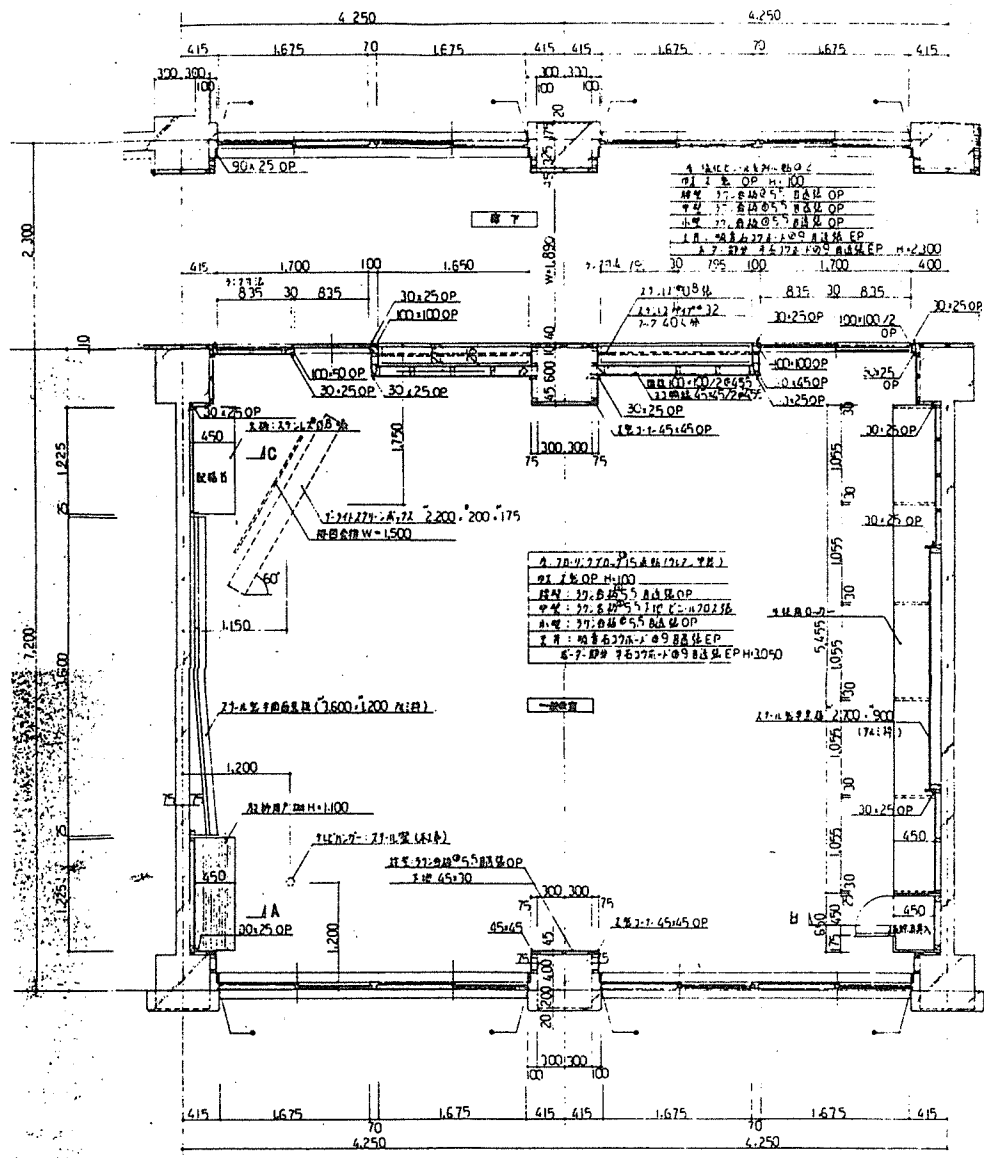
所在地		
発注者	八戸市	
設計者	株式会社山下設計	
施工者	建築: 穂積建設工業(株) 電気: 北東電気 給排水: 村上施設	
施工期間	1984.8 ~ 1986.2	
総工費	577,685,000円(本棟のみ)	
建築概要	敷地面積	
	建築面積	校舎: 339m ² 体育館:
	延床面積	校舎: 1,387m ² 体育館:
	構造・階数	RC造4階建
施設概要	児童・生徒数	
	学級数	
	職員数	
設備	暖房方式	集中方式
	熱源	灯油
外部仕上げ	屋根	長尺塩ビ鋼板
	外壁	アクリル系リシン吹付
	建具	アルミサッシ
	外構	—
内部仕上げ	天井	吸音石こうボード
	壁	ラワン合板
	床	フローリングフロック
使用木材	構造材	—
	仕上げ	ラワン合板(壁)
備考		



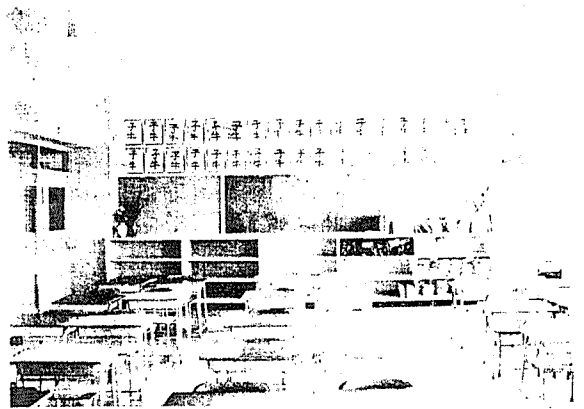
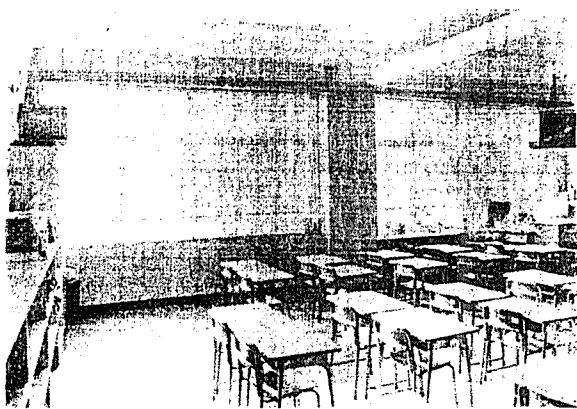
全景



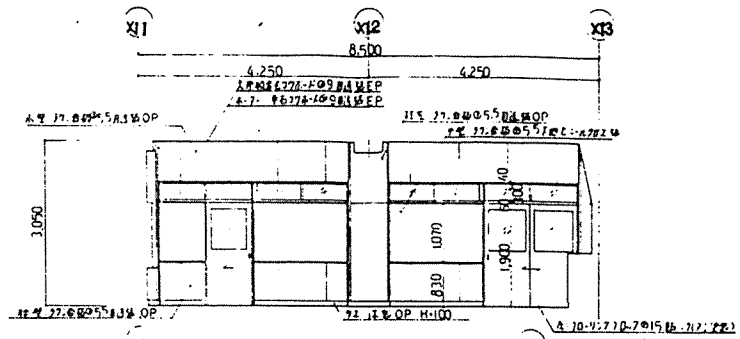
廊下



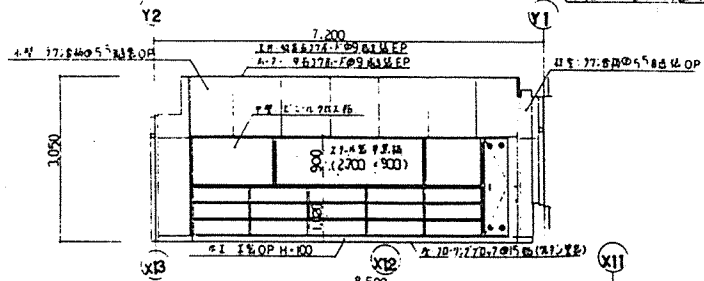
普通教室 平面图



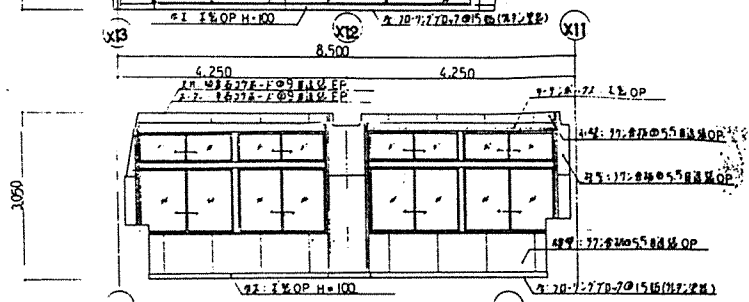
廊下側



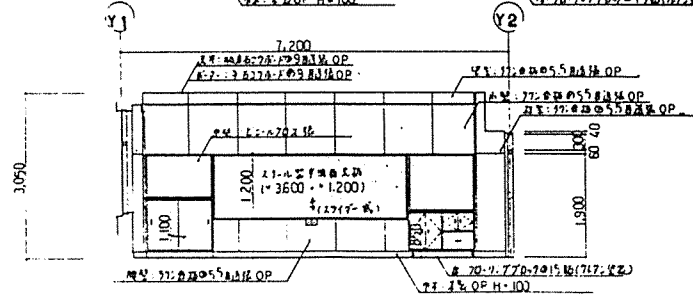
後



運動場側



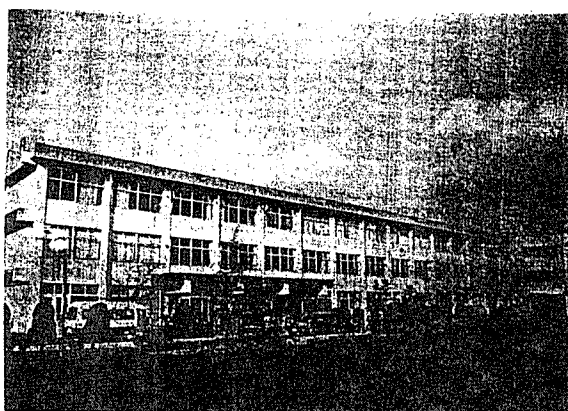
前



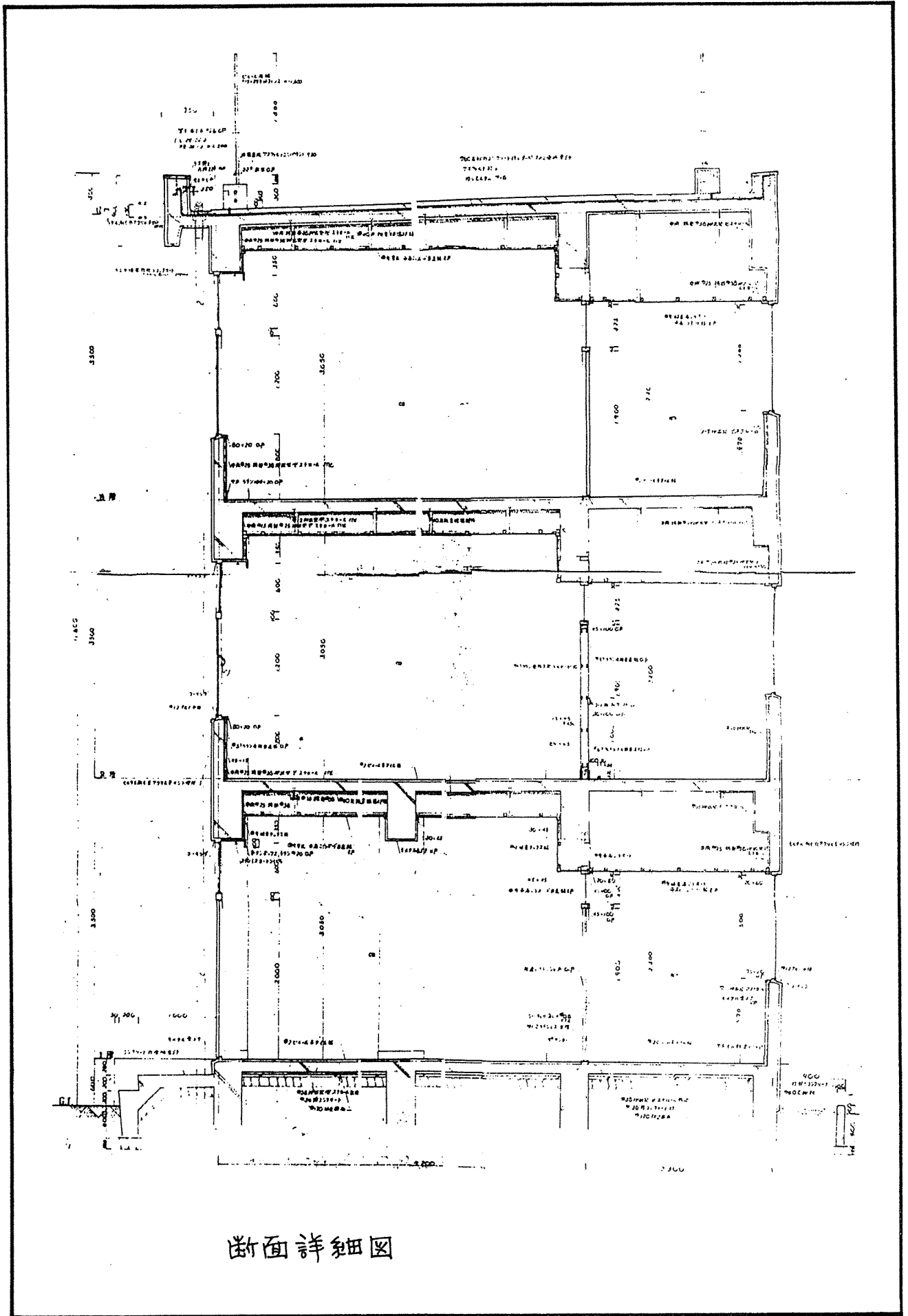
普通教室 展開図

八戸市立三条中学校

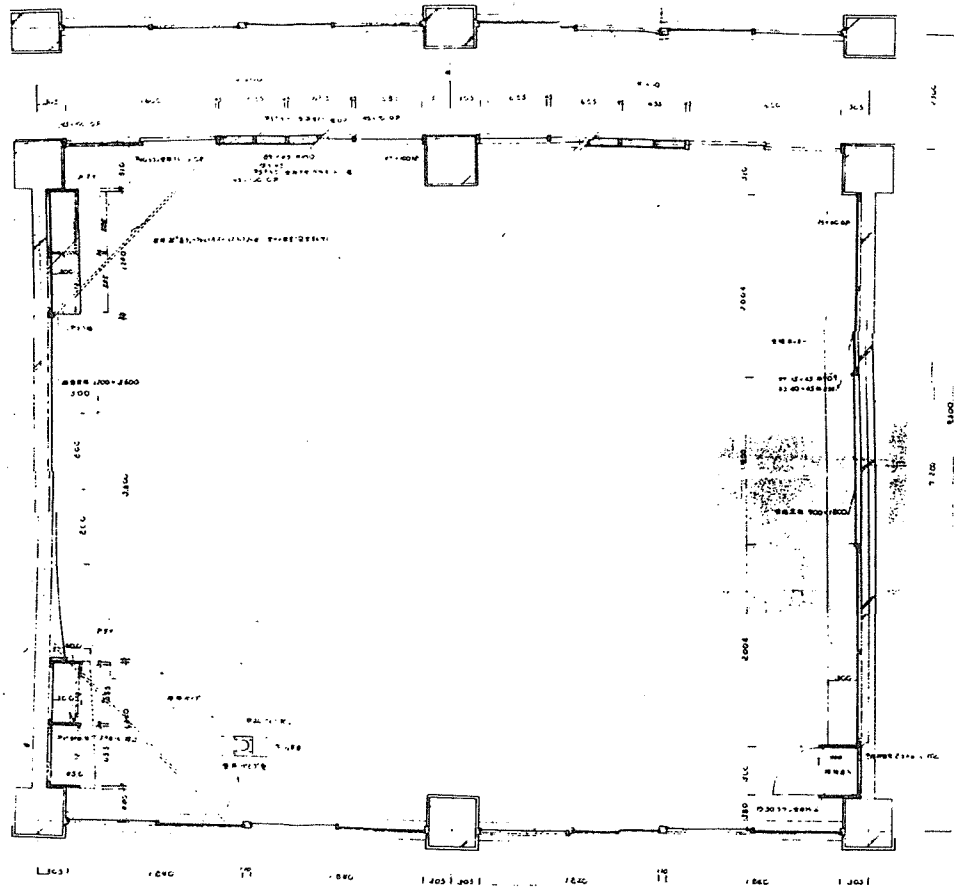
所在地	青森県八戸市大字及内町 字中根町2番地	
発注者	八戸市	
設計者	(株)楠山建築設計事務所	
施工者	建築： 電気： 給排衛：	
施工期間	1973.9～1974.5(第1期) 1974.8～1975.3(第2期)	
総工費		
建築概要	敷地面積	20,631m ²
	建築面積	校舎：1,463m ² 体育館：881m ²
	延床面積	校舎：4,388m ² 体育館：881m ²
	構造・階数	RC造3階建
施設概要	児童・生徒数	481人(1992年)
	学級数	15
	職員数	31人
設備	暖房方式	集中方式
	熱源	灯油
外部仕上げ	屋根	砂利コンクリート
	外壁	アクリル系リシン吹付
	建具	アルミサッシ
	外構	—
内部仕上げ	天井	石膏ボード
	壁	ラワン合板
	床	ビニル系タイル
使用木材	構造材	—
	仕上げ	ラワン合板(壁)
備考		



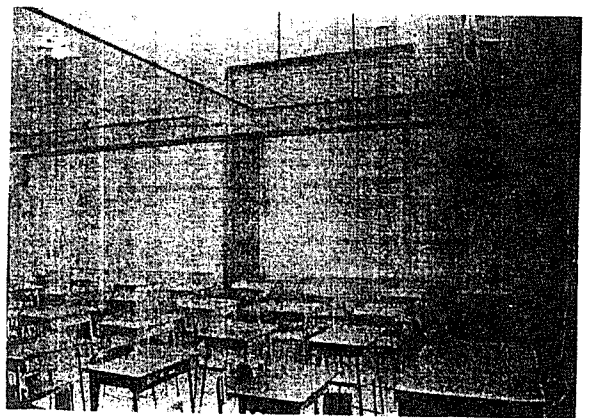
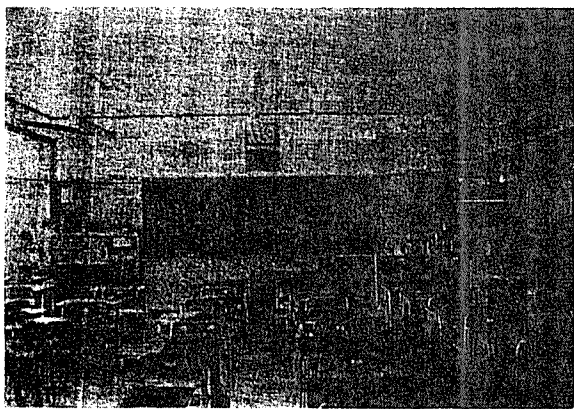
全景



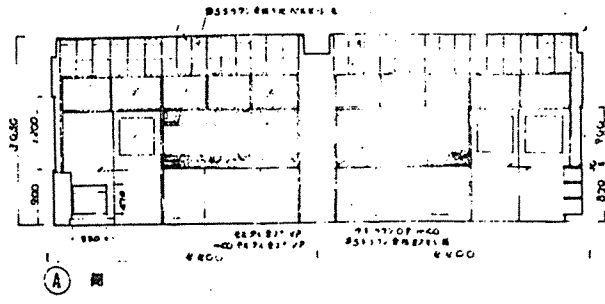
断面詳細図



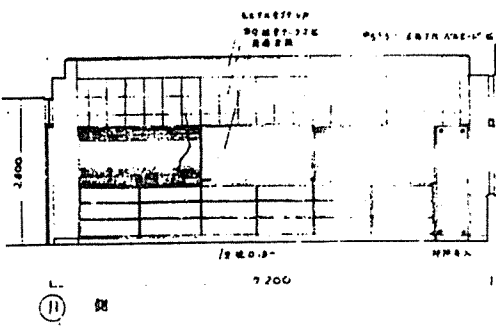
普通教室 平面图



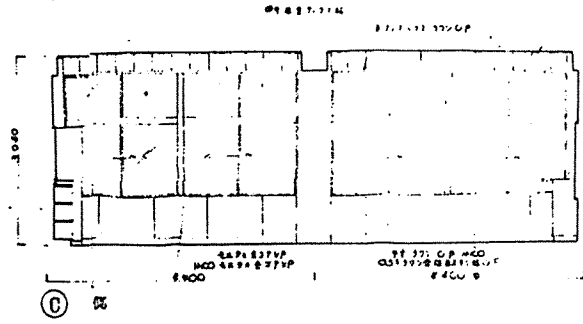
廊下側



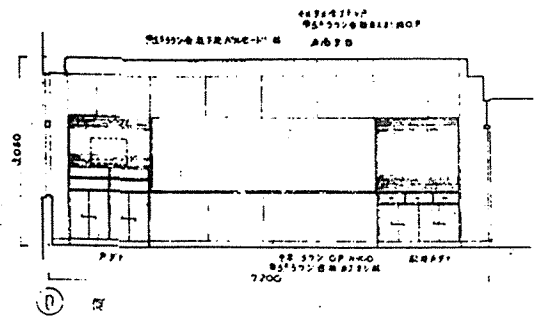
後



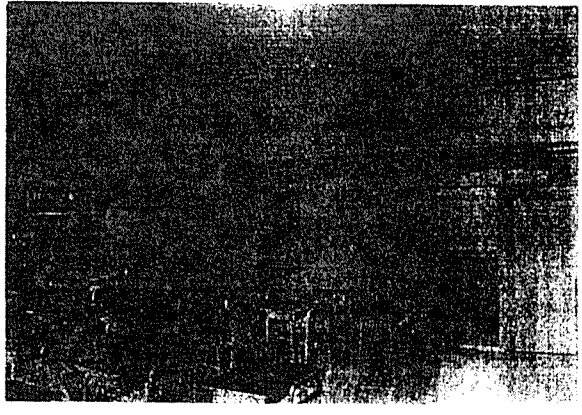
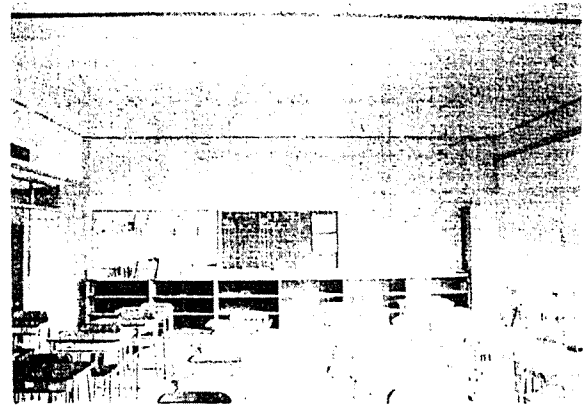
運動場側



前



普通教室展開図



第5章 校舎内ラドン濃度の測定結果(2)

一木質材料によって内装されたRC造校舎のラドン濃度

昨年度は、岐阜県武儀郡上之保小学校校舎において、RC造と木造の教室のラドン濃度を比較した結果、両者に有意な差が認められた。すなわち、RC造校舎の教室は 45 Bq/m^3 から 110 Bq/m^3 の濃度を示し、木造校舎では 6.5 Bq/m^3 から 40 Bq/m^3 の値で外気とほぼ同じレベルであった。このように、RC造校舎は木造校舎よりかなり高い値を示し、木造のその3～7倍の濃度を示した。その原因として、RC造校舎では、使用無機建材からのラドン散逸が大きいことと、鉄製サッシの使用による換気の制限などが考えられた。

そこで、今年度は、従来RC造であった教室を木質内装に変更した教室のラドン濃度を測定した。内装のみを木質にした場合に、ラドン濃度に差が出るが否かを検証する目的である。

ラドンは平均半減期約40分で、放射能をもたない ^{204}Pb に変化する。したがって、無機建材から散逸した気体状態であるラドンが、木質建材のなかを拡散していく間に半減期をむかえ放射能を失う。その結果、木質材料で内装された室内のラドン濃度が低下することが期待できるのである。

1. 測定方法：測定方法は従来の測定法と全く同一で、ステンレス半球を用いたカップ法とした。すなわち、ラドンが崩壊するときに発生する α 線に感光するCNフィルムをセットしたカップを測定場所にそれぞれ置き、約2カ月おきにフィルムを交換した。交換したフィルムは所定の手順で現像し、フィルム上に α 線によってつくられたエッチピットをカウントしたあとラドン濃度に換算した。

この方法によって、下限値 4 Bq/m^3 程度まで測定可能である。

2. 測定結果：図は上之保小学校の校舎における測定結果である。白ぬきのプロットで表わした測定値は、RC造の教室での測定結果である。それは、45から 110 Bq/m^3 の範囲の濃度を示し、だいたい冬場に高く、夏場に低い周期的な変動を示す。これは、無機建材や地面から散逸したラドンが、冬にしめきった室内に滞留した結果であると考えられる。

一方、黒丸、黒四角で表わしたプロットは、1992年6月から12月まで、RC造教室内を木質材料で内装した二教室の測定データである。図からわかるように、木質材料で内装された場合の値と従来のRC造校舎での値に大きな差はみられない。純木造の教室では、昨年度の結果のとおり、 6.5 Bq/m^3 から 40 Bq/m^3 の値で外気と同じレベルであったのに比べ、木質内装のRC造教室では木質内装を施さないRC造教室と差がみられなかった。

これは、初期の予想に反した結果といえる。

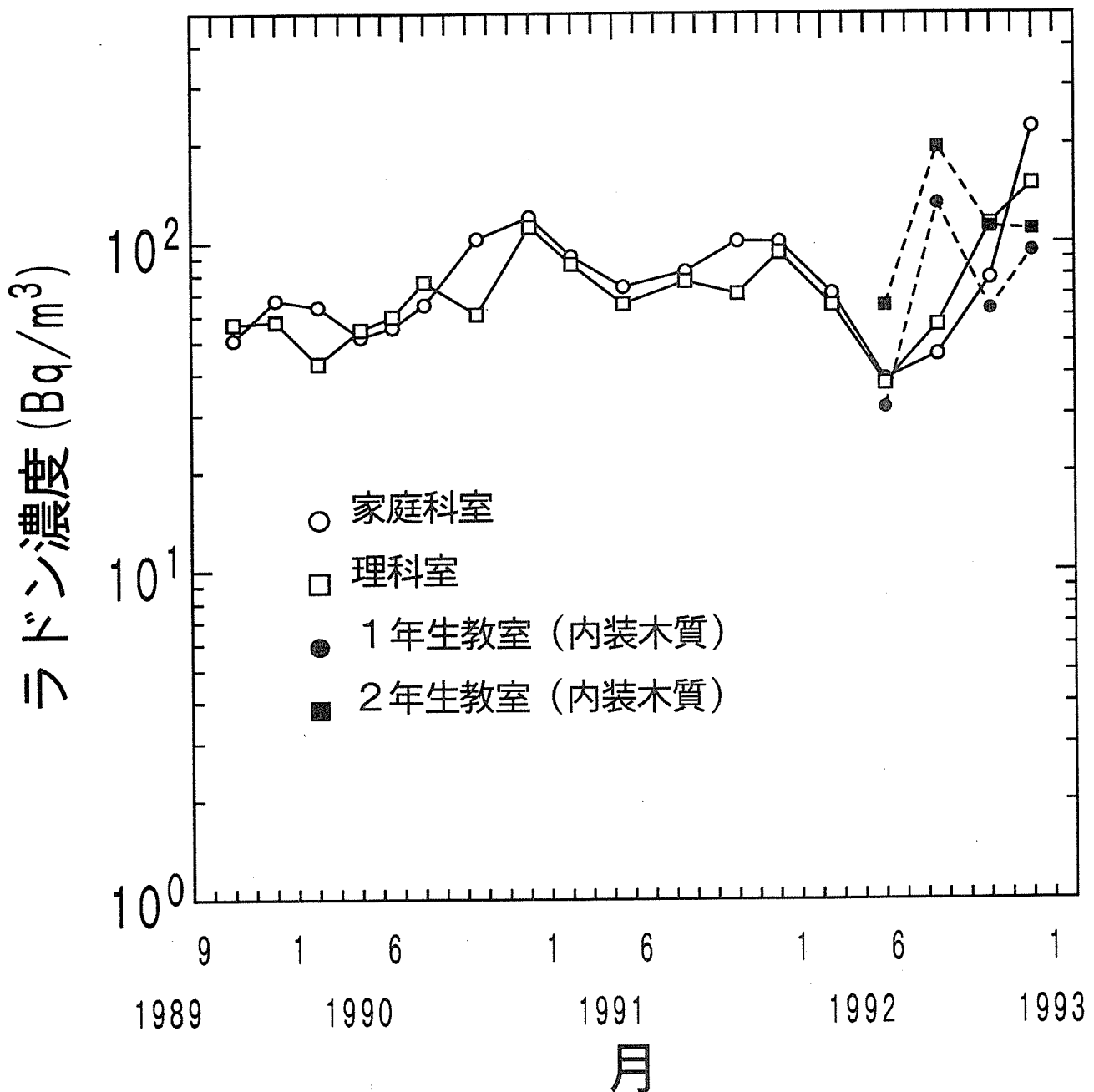
その理由として、①、今回測定した木質材料で内装したRC造教室は、従来から測定に供してきたRC造教室とは違った教室であるため、単純に比較できない。②、木質内装といっても、基本的にはRC造の教室であり、室内空気の換気が、純木造校舎の場合より少ないことによると考えられる。

コンクリートからのラドンの散逸は、内装木質材料によって押さえられていることは、他の基礎実験から明らかであり¹⁾、木質内装の効果を実際の使用条件下で確認するためには今後、木材換気条件を同一にした教室で比較する必要がある。

引用文献

- 1) 渡辺 拓、奥山 剛：建材及び住環境中のラドン濃度、第43回日本木材学会大会研究発表要旨集、65p、1993。

岐阜県武儀郡 上之保小学校 RC造校舎



第6章 教師からみた教室のイメージ

－木造，鉄筋コンクリート造，内装木材仕上げ鉄筋コンクリート造教室の比較－

1. はじめに

近年木造校舎の見直しの風潮が生まれ，全国各地で木造校舎が建築されている。また，鉄筋コンクリート（RC）造校舎の内装仕上げに木材を用いた建築事例も増加している。本研究の目的は，普通教室の雰囲気や使いごちの改善をめざし，木材あるいは木質材料の教室への効果的利用法を探ることにある。そのために使い手である教師によって教室がどのように評価されているかを調べ，教室の使いごちに関わる要因を明らかにし，その中で内装材料としての木材や木質材料のはたす役割を考察しようとした。まず，典型的な木造校舎，RC造校舎，内装仕上げに木材や木質材料を使用したRC造校舎の3種類の普通教室を対象に教師の教室に対するイメージ（印象）をひきだし，どのような印象を持たれているのか，使い手の側から探った。

一口に木材や木質材料を内装仕上げに使用しているといえども，その内装から受ける印象は千差万別であると予想される。開口部を中心としてRC造校舎を総合的に研究した例はあるものの¹⁾，内装仕上げ材料に焦点をあてた研究例はみあたらない。鉄筋コンクリート校舎内の教室において内装仕上げに木材を使用した時のイメージが，木造や鉄筋コンクリート造の教室とどのように異なるのか，その位置づけを中心に検討した。なお，教室に対するイメージ（印象）を質問したが，教室の印象は校舎の構造や外観，さらには空間デザイン等にも関連して形成されているものと思われる。

本研究では教室環境として「どのような環境が望ましいか」という目標の策定に対して支援できる知見を得ることをめざしている。普遍的傾向を把握することが目的ではないため対象とした学校数は少ないが，若干の知見を得たので報告する。

2. 方法

調査にはSD（セマテック・ディファレンシャル）法を用いた。付表VI・1に示す調査用紙を用い，30の形容詞対の因子分析を行った。形容詞対は文献²⁾を参考にした。

対象は小中学校の10校である。地域は青森，山形，長野，山梨の4県にまたがっ

ている。調査用紙への記入の依頼は各校の代表者に直接会って行い、後日、回答済みの用紙を郵便で返送してもらった。回答者総数は147名であり、回収率は100%であった。

表VI・1に対象校の本論文で用いる呼称(略称)、種別、竣工年、所在県名、回答者数を示す。木造については最近建築された新しい木造校舎2校(新木造-A, -B)および30~40年前に建てられた木造校舎3校(旧木造-A, -B, -C)を対象にした。RC造校舎については、典型的なRC造校舎として1975年と1982年に竣工した2校舎(RC-A, -B)を対象にした。内装仕上げに木材や木質材料を多く使用した校舎については2校(内装木RC-A, -B)を対象にした。さらに、木造と内装仕上げに木材を使用したRC造の両構造を有する校舎1校(木RC混)である。

教室のイメージ(印象)を表現した場合に、たとえば、「良い」という評価を得たとき、その「良い」という印象は様々な要因に影響されて形成されていると思われる。また、個人によってスマートさに重きを置く人もあろうし、温かさや落ち着きに重きを置く人もあろう。あるいは、広くて使いやすいということの評価して「良い」と表現する人もあろう。因子分析によって「良い」という評価と同様な傾向の評価をした複数の項目をグループ分けすることができ、それらの背後にある共通な要因(因子)を想定することができる。また、多くの項目についての結果をあるグループに要約して単純化でき、考察のてがかりが得られる。さらに、これらを尺度にして各々の教室の印象を位置づけることができる。このように因子分析法は把握しにくいヒトの内面的な意識構造を明らかにする上での合理的な方法である。

3. 結果および考察

3. 1. イメージプロフィール

図VI・1~10に各教室についてのイメージプロフィールを示す。各設問について1から7までの7段階の得点を与えた。すなわち、「非常にわるい」を1、「非常によい」を7とし、各設問について平均値を求め、●印を用いて図示し、全体の平均値を○印で示した。また、「よい・わるい」の評価は、総合的に評価された結果に近い傾向にあると考え、この結果を最下段にプロットし、他の設問項目については大きい順に並べ替えてプロットした。

「よい」という設問の平均値の大きさは、新しい木造校舎の2教室が上位を占めた。次に内装に木材・木質を使用した教室が続き、内装に木材を使用した内装木RC-B教室が、対象10教室の平均値にほぼ相当した。

1953年竣工の旧木造-B教室と典型的なRC造校舎であるRC-A教室とは「よい」という項目の平均値においてほぼ同値であり、かつ、平均値はこの2教室が最も小さい値であった。ただし、プロフィールを比較すると、この両者ではプロフィールの形は異なる。RC-A教室では各設問ともに平均値はほぼ4に集中しているが、一方、旧木造-B教室の平均値は約3から5.5という比較的広い範囲に分布している。すなわち、典型的なRC造校舎の教室では全ての設問について「どちらでもない」と評価されているのに対して、古い木造校舎では評価の高い項目と低い項目との差が大きく、「やや保守的(値は約3)」から「かなり温かい(値は約5.5)」まで約3段階の隔たりのあることが特徴である。この結果から、典型的なRC造校舎の教室に対しては教師の関心が低いか、あるいは、教室にはこれといった特徴がはっきりしていないように見受けられる。

3. 2. 因子分析の結果

30設問について因子分析をした結果、ガットマン・カイザーの基準では4因子が抽出されたが、各因子の解釈のしやすさの観点からは、5因子を抽出したほうが各因子の解釈がしやすかった。この理由から5因子を抽出し、各々の因子を解釈することにした。

図VI・11に第1因子から第5因子までのイメージの関連図を示す。各々の形容詞は因子負荷量が0.3以上のものを掲げた。棒の太さは因子負荷量に応じて変えてあり、因子負荷量0.5以上の場合には太線、0.5未満0.4以上の場合には中太、0.4未満で0.3以上の場合には細線とした。

各因子を解釈すると、センスがよいか(第1因子)、接触感がよくて快適であるか(第2因子)、効率感が高いか(第3因子)、子どもに配慮しやすいか(第4因子)、自由な雰囲気があるか(第5因子)となり、このような5つの見方がなされていることがわかる。ただし、このような見方は付表VI・1に示した30の質問を用いた場合に限られ、一般化することは現段階ではむづかしい。

より詳しくみると、センス(第1因子)では「整然とした」・「目が疲れない」・「スマート」・「安定した」・「落ち着いた」・「近代的」の因子負荷量が0.5以

上であった。「良い」は0.49, 「親しみやすい」は0.47であったが, 「好き」の因子負荷量は0.26であり, 小さかった。一方, 効率感(第3因子)では, 「好き」が0.52, 「良い」が0.55, と大きかったが, 「親しみやすい」は0.04と小さかった。接触感(第2因子)では「良い」・「好き」・「親しみやすい」の因子負荷量はそれぞれ0.28, 0.27, 0.37と小さく, 接触感と教室のよしあしや好みによる評価との相関は小さい。また, 「好き」という言葉を用いて, 広くて自由に使いやすいという空間の使いやすさを評価していることがわかる。

3. 3. 平均因子得点の比較

各因子の因子得点の大きさを教室別に比較することによって, その使用者である教師によって各々の教室がこれら5つの評価軸によってどのように評価されているかが推察できる。

図VI・12～21に教室および廊下の写真とならべて5つの因子の因子得点を示す。新しい木造校舎(図VI・12, VI・13)では, センス(第1), 快適性(第2), 効率感(第3)の得点が大きく, 教師による評価は高いと言える。

建築されてから年数がたっている木造校舎(図VI・16, VI・18, VI・21)では, センス(第1)と効率感(第3)の得点は小さいが, 快適性(第2)の得点が高いという特徴がある。

内装仕上げに木材を使用したRC造校舎の教室についてみると, 壁面, 天井, 床面の全てを木材によって覆いかくした内装木RC-B教室(図VI・17)の因子得点は, 0に近い。すなわち, 10教室の平均的なところに位置している。一方, 床面や天井, 柱以外を木質材料によって内装仕上げた内装木RC-A教室(図VI・14)では, 快適性(第2)の得点が低いが, センスと効率感の得点は高い。

RC造校舎の教室(図VI・19, VI・20)の特徴は, センス(第1)と快適性(第2)の得点が低いことであり, 特に快適性(第2)の得点が著しく小さい。効率感(第3)についてははっきりした特徴は見いだせなかった。

第4因子(子供に対する配慮のしやすさ), 第5因子(自由感)については, 校舎種別による差異が小さいため, これらの評価は校舎種別ではなく他の要因に依存しているであろう。

以上のように, 10教室については主として第1から第3までの3つの因子軸によって特徴付けられる。

次に、各因子軸に対して各々の教室の平均因子得点をプロットして図VI・22～24に示す。

各々の教室の因子得点を比較すると、センス（第1因子，図VI・22）では内装仕上げに木材を使用したRC造校舎の内装木RC-A教室の因子得点がもっとも高く、次いで新しい木造校舎の教室の得点が大きかった。一方，典型的なRC造校舎のRC-A，-B教室の得点は負の値であった。古い木造校舎である旧木造-A，-B，-C教室はRC造校舎よりもさらに小さい値であった。2つのRC造校舎の竣工年はそれぞれ1975，1982年であり，内装仕上げに木材を使用したRC造校舎の竣工年とは10年程度の違いがあるが，竣工年の違いが教室の評価に大きな影響力を持っているとは思えない。

快適性（第2因子，図VI・22）については，新旧いかんにかかわらず木造教室の得点が高かった。それに次いで，内装仕上げに木材を豊富に使用した内装木RC-B教室の快適性の因子得点が高かった。しかし，壁面だけに木材を仕上げに用いた内装木RC-A教室の快適性は，典型的なRC造校舎のRC-A，-B教室の快適性に近かった。内装に木質を使用してモダンな雰囲気をかもし出しているが，接触感に代表される快適性の改善効果は少ないようである。

効率感（第3因子，図VI・23）については，片廊下方式の古い木造校舎の教室の因子得点は小さく，負の値であった。また，おなじく片廊下方式の典型的なRC造校舎では，校舎によって差が大きく，古い木造校舎と同じ得点のものと，逆に得点の大きかった教室があった。一方，新しい木造教室の得点はいずれも高かった。内装仕上げに木材を豊富に使用したRC造校舎の教室では，得点が0に近かった。効率感からの評価については，全体として新しい木造の得点が大きく，次いで典型的なRC造と内装に木材を使用したRC造の得点が大きく，古い木造の得点が最も小さかった。

新しい木造校舎ならびに内装仕上げに木材や木質材料を使用したRC造校舎は，いずれもオープンプラン（ワークスペース，多目的ホール）を採用しているが，典型的なRC造校舎と古い木造校舎ではオープンプランを採用していない。

配慮のしやすさ（第4因子，図VI・23）については，構造や内装仕上げによる明確な違いは認められなかった。また，自由感（第5因子，図VI・24）についても明確な傾向は認められず，同じ種別（木造やRC造の区別）における得点のバラツキは種別間の違いよりも大きかった。これらの第4，第5因子軸は教室の種別とは関連の少ない何らかの事項を反映している因子であろう。現時点では何を反映しているのか

は不明である。

3. 4. 内装に木材を使用したRC造教室のイメージ

対象とした内装に木材を使用したRC造校舎は、内装木RC-Aと-Bの2校である。次に内装仕上げの詳細について述べる。内装木RC-Aの校舎は、延面積2千7百m²であり、普通教室の壁面には針葉樹合板が用いられている。床には木質を使用せずプラスチック系のシートを用いており、柱や梁はコンクリート面を露出させている。多目的ホールの天井や特別教室の天井など各所にスギ材を用いて仕上げている。当校舎の空間的な特徴は廊下に相当する空間を広くしてワークスペースとして活用できるところにある。

内装木RC-Bの校舎は、内装に木材（カラマツ材）を使用した延面積約4千m²のRC造3階建校舎である。普通教室の天井、腰壁、廊下側の壁が木材で仕上げられ、廊下側の窓枠は木製である。コンクリート製の柱や梁は全て木材で覆われている。

木・RC混合教室の建築延面積は約6千m²、2階建である。RC造の部分は約5千m²であり、木造は約1千m²である。木造部分の面積としての比率は小さいが、クラスルームとして使用している普通教室の12教室が木造、8教室が内装木材仕上げのRC造である。多目的スペースや特別教室、職員室等は内装木仕上げのRC造であるが、普通教室に限ると教室の印象の形成には大ざっぱにいて両者の構造が半々に影響していると考えてよからう。

内装木RC-A、-Bならびに木・RC混合教室の3校舎についてはすでに図VI・17～VI・19に5つの因子軸について平均因子得点を示した。内装木RC-A教室の特徴は、第1因子のセンス（整然として落ち着きがあり、スマート等）の因子得点が高いことである。しかし、内装を木材で仕上げた内装木RC-B教室や木・RC混合教室と比較すると第2因子の接触感などの快適性においては、むしろ典型的なRC造教室に近い。今回調査を実施した10校のなかでは特徴的な存在である。

高橋は内装仕上げを木質化する前後のRC造教室について教師のイメージの変化をSD法によって調査している³⁾。その結果、木造校舎とほぼ同じ雰囲気、イメージが、内装仕上げの木質化によってもたらされている事例を報告している。対象とした教室は、天井、壁面、床面ともに木材（ヒノキ、サワラ等）によって覆いかくされており、本調査において対象とした内装木RC-B教室に近い内装である。本調査においても内装木RC-B教室は、センス、接触感ともに新しい木造教室に近かったことから、

R C構造でも内装仕上げに木材を使用することによって新しい木造校舎とほぼ同じ雰囲気、イメージをもたらすことが確認された。

以上の結果は、教師によってそれほど好ましく受け取られていないR C造校舎の教室であろうとも、内装に木材あるいは木質材料を使用することによって、教室の雰囲気を一変することができ、接触感やセンスを向上させることが可能であることを示唆している。

蛇足になるが竣工してから約40年経過した木造校舎について、最近の木造校舎と典型的なR C造校舎とを比較すると、第1因子のセンスについては、新しい木造や内装に木質を使用したR C造校舎に比べてむしろ典型的なR C造校舎に近い。また、第2因子の接触感などの快適性については、新しい木造校舎や内装に木材を多く使用したR C造校舎に近い。第3因子の広さや使いやすさなどの効率感では因子得点が3校ともマイナスの値となった。一方、典型的なR C造教室では校舎によって評価の差が大きいが、因子得点が古い木造校舎と同程度に小さく、マイナスとなった教室もあった。このように、築後40年程度を経過した木造校舎においても、接触感などの快適性においては、典型的なR C造校舎の教室よりも優れているようである。

4. まとめ

教師を対象に木造とR C造校舎の教室の印象をS D法によって分析した。質問項目は付表1に示したとおり30の形容詞対を用いた。各項目について7段階評価させた。得られた結果を要約すると以下のようなものである。

(1) イメージプロフィールを校舎構造の異なる教室を対象にしてそれぞれを比較した。新しい木造校舎ではいずれの項目においても対象校全体の平均値以上の得点であった。内装仕上げに木材をふんだんに使用したR C造の教室では全体の平均値に近かった。典型的なR C造の教室では、全ての項目において「どちらでもない(得点4)」に近かった。竣工後30~40年経過した古い木造の教室では、得点が3(「やや…でない」)から5.5(「かなり…である」)の範囲に分布しており、質問項目(形容詞対)によって評価が分かれた。典型的なR C造の教室では全ての項目において得点4(「どちらでもない」)に近かったことにくらべて、古い木造の教室では高い評価を受けている項目から低く評価されている項目に分布していることが特徴であった。

(2) 付表VI・1に示した30の形容詞対を用いて因子分析を実施した結果、センスが

よく落ち着いているか（第1因子）、接触感がよく快適であるか（第2因子）、広くて効率感が高いか（第3因子）という3つの因子が教室イメージの評価因子として存在することが考えられた。

(3) 竣工後3～4年経過した木造校舎の教室では、センス（第1因子）、接触感（第2因子）、効率感（第3因子）のそれぞれにおいて因子得点が大きく、他種別（構造）のどの校舎の教室よりも好ましく受け取られていた。

内装に木材をふんだんに使用したRC造校舎の教室ではセンス（第1因子）と接触感（第2因子）において因子得点が大きかった。ただし、内装に木質材料を使用しているがコンクリートの質感を生かした内装に仕上げている校舎では、センス（第1因子）の因子得点が他の教室にくらべて最も大きかった。しかし、接触感などの快適性（第2因子）ではむしろRC造校舎の教室に近かった。この結果は内装仕上げに木材を効果的に使用することによって教室のセンスを向上させ得ることを示唆している。ただし、センスと快適性を両立させるために木材とコンクリートという素材をどう表現していくかについてはこれからの検討課題である。

典型的なRC造校舎の教室では、センス（第1因子）と接触感などの快適性（第2因子）の両者の因子得点がともに小さかった。効率感（第3因子）については明確な傾向は認められなかった。かつてはRC造校舎が近代的な建築物の象徴であると見られていたが、現在においては教室の使用者である教師からはそれほど好ましいイメージとしては受け取られていなかった。

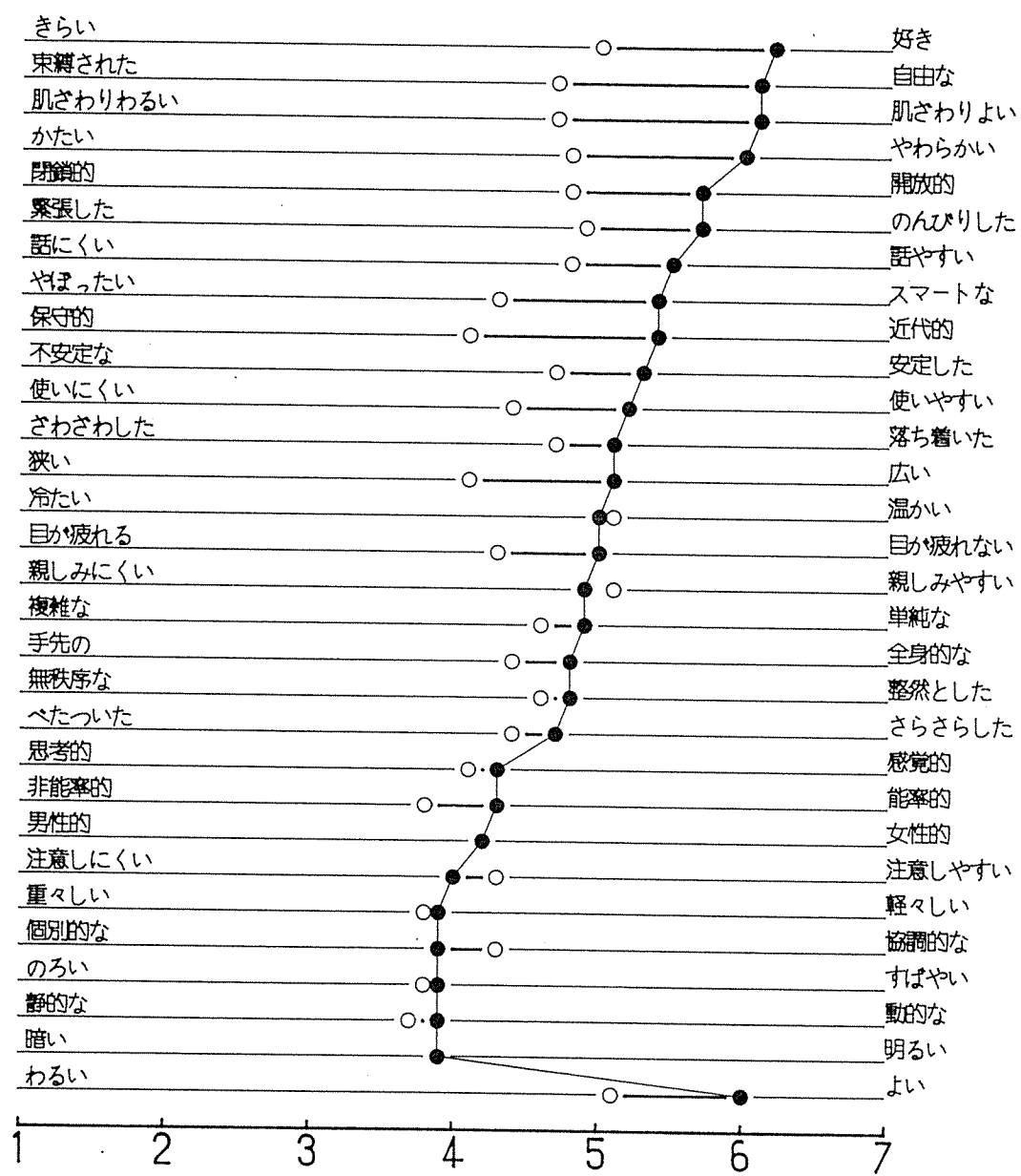
竣工後30～40年経過した古い木造校舎の教室では接触感などの快適性の因子得点は大きかった。さらに、接触感についての評価は竣工後3～4年の新しい木造校舎の教室にほぼ匹敵した。ただし、効率感（第3因子）の因子得点は小さかった。教室（校舎）のセンスが改善されれば、快適性を備えた教室の実現が可能であると考えられ、典型的なRC造校舎の教室よりも好ましい教室環境の創生が期待できる。また、典型的なRC造校舎の教室に木材や木質材料を効果的に用いればより快適な教室環境を実現できる可能性が確認された。

参考文献

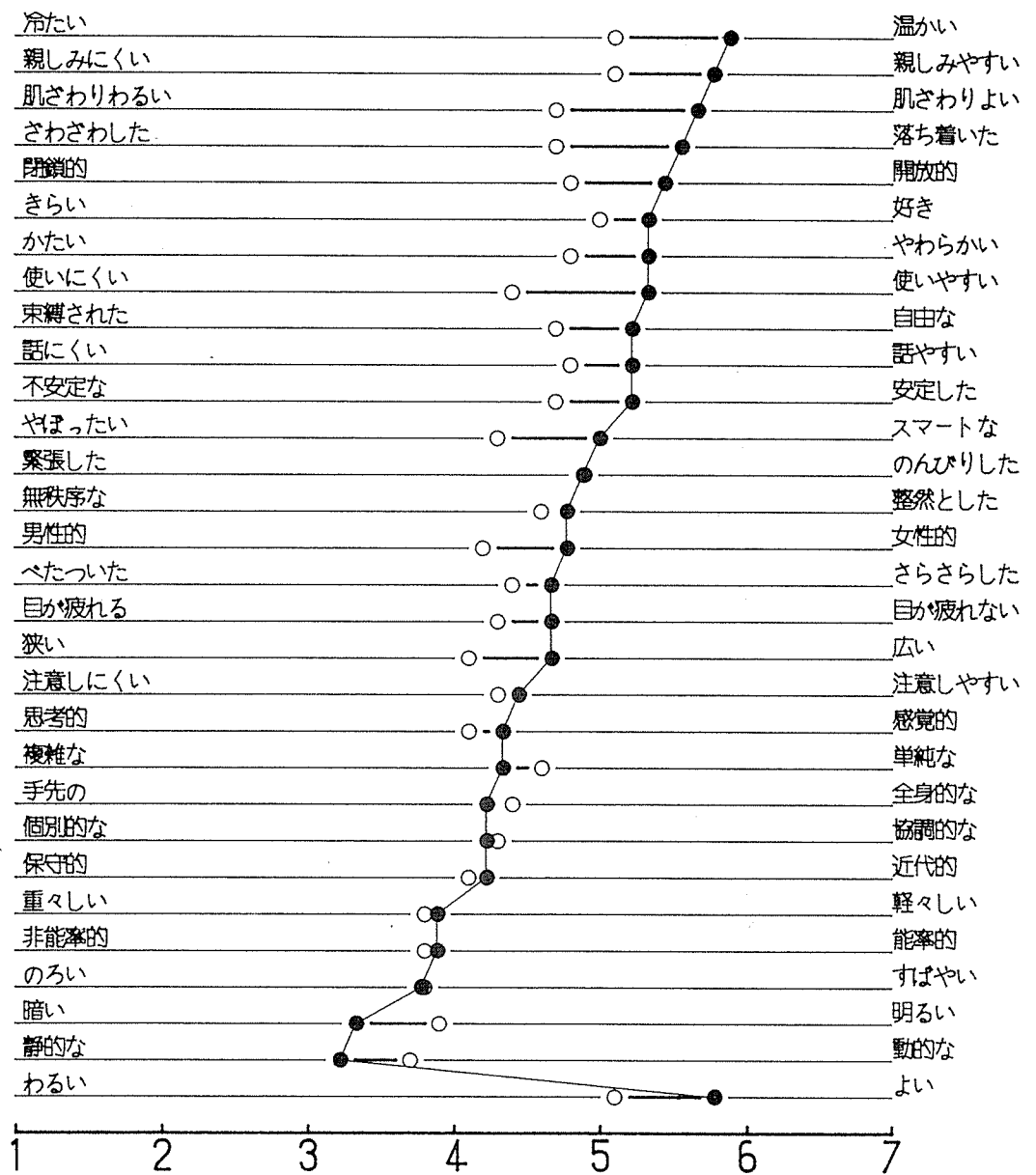
- 1)伊藤直明：「学校建築における開口部の熱・光・風環境調整手法に関する総合的研究」，平成元年度科学研究費補助金総合研究（A）研究成果報告書，1990年
- 2)小林重順：「建築デザイン心理学」，彰国社，1990年，139-173
- 3)高橋丈司：「木造校舎の教育的効果調査報告書」，橘田紘洋編，（財）日本住宅・木材技術センター，36-44（1992）

表VI・1 対象校舎（教室）の呼称、種別、竣工年、所在県名、回答者数、オープンプランの有無

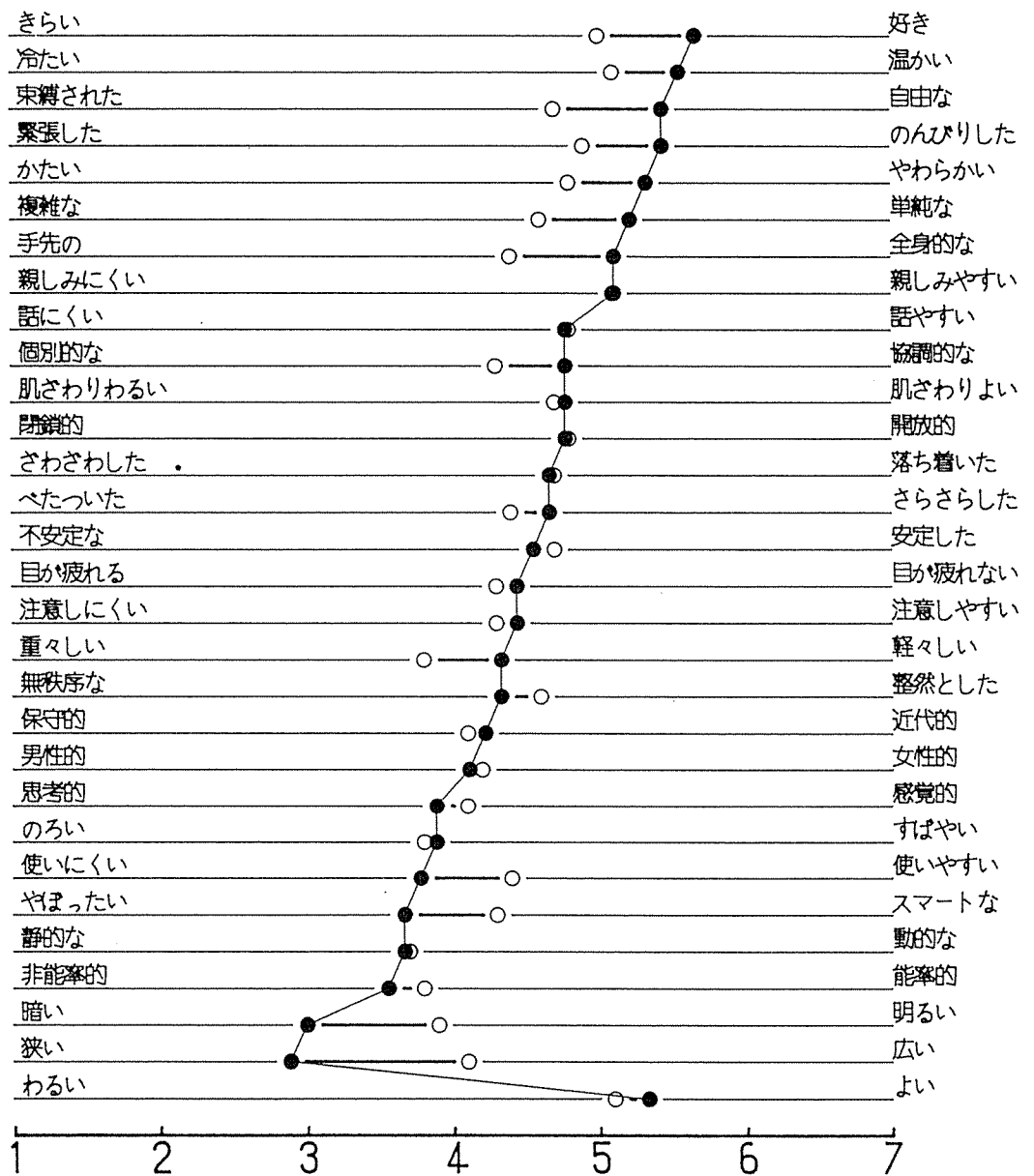
呼 称	種 別	竣工年	県名	回答者数	オープンプランの採用
新木造－A	木造2階建	1989	青森	10	有
新木造－B	木造2階建	1988	山形	9	有
旧木造－A	木造1階建	1959	山梨	9	無
旧木造－B	木造2階建	1953	山梨	13	無
旧木造－C	木造2階建	1951	山形	16	無
内装木RC－A	RC造2階建内装木仕上げ	1988	青森	15	有
内装木RC－B	RC造3階建内装木仕上げ	1988	長野	21	有
木・RC混合	RC造と木造混合2階建	1987	長野	24	有
RC造－A	RC造3階建	1975	青森	22	無
RC造－B	RC造3階建	1982	山形	8	無



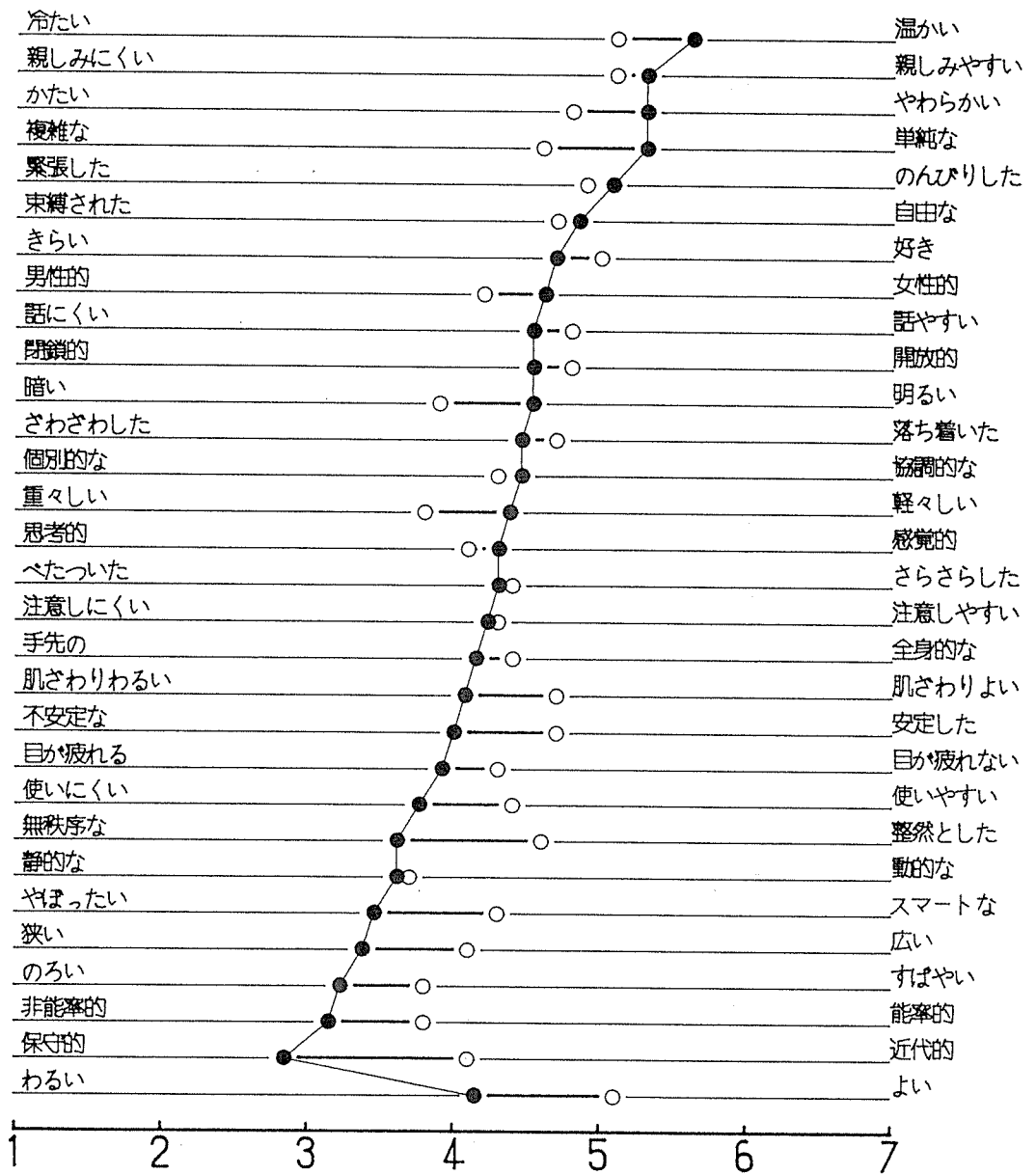
図VI・1 新木造-A (●印) 教室と全対象校の平均値 (○印) のイメージプロフィール



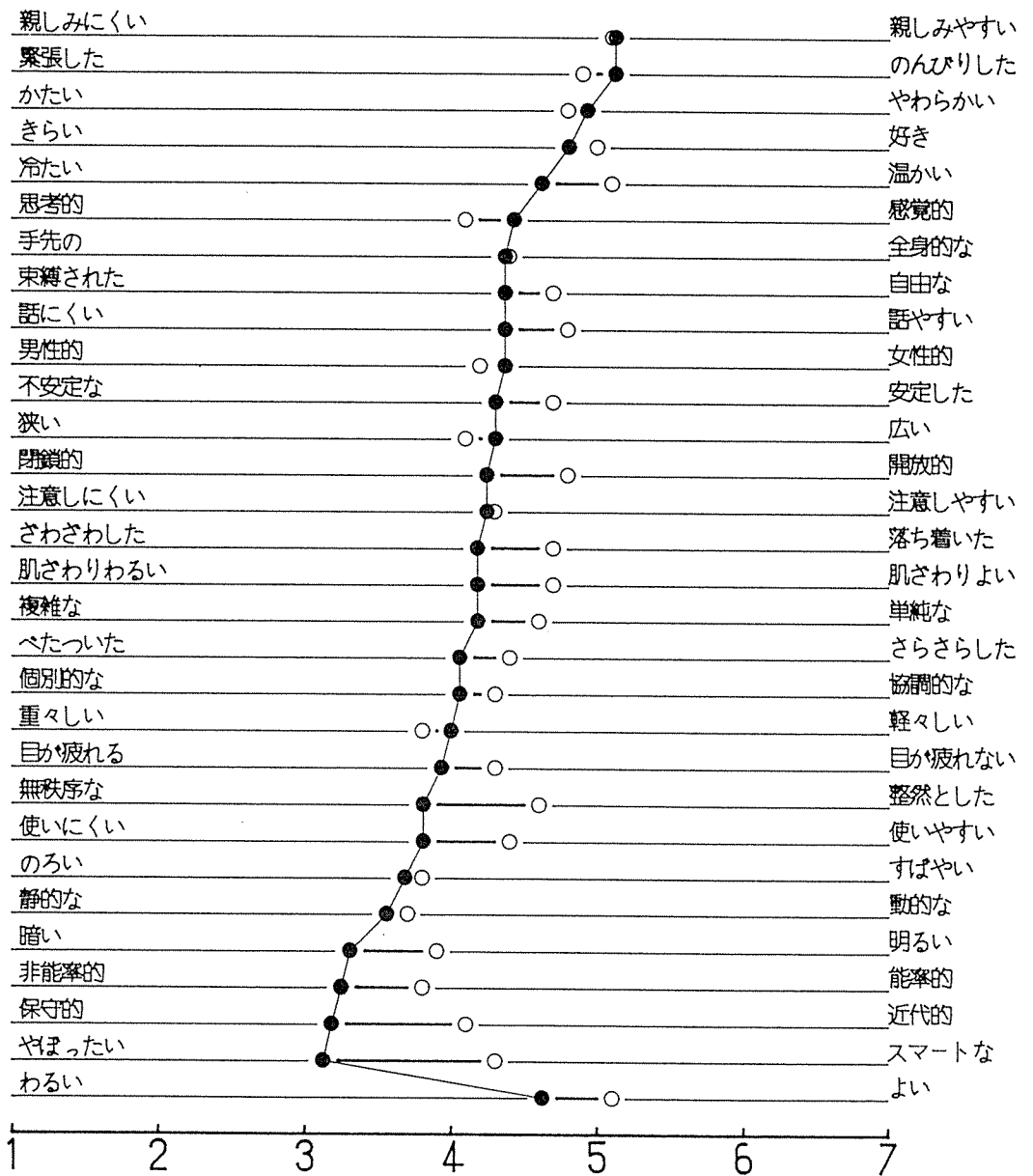
図VI・2 新木造-B (●印) 教室と全対象校の平均値 (○印) のイメージプロフィール



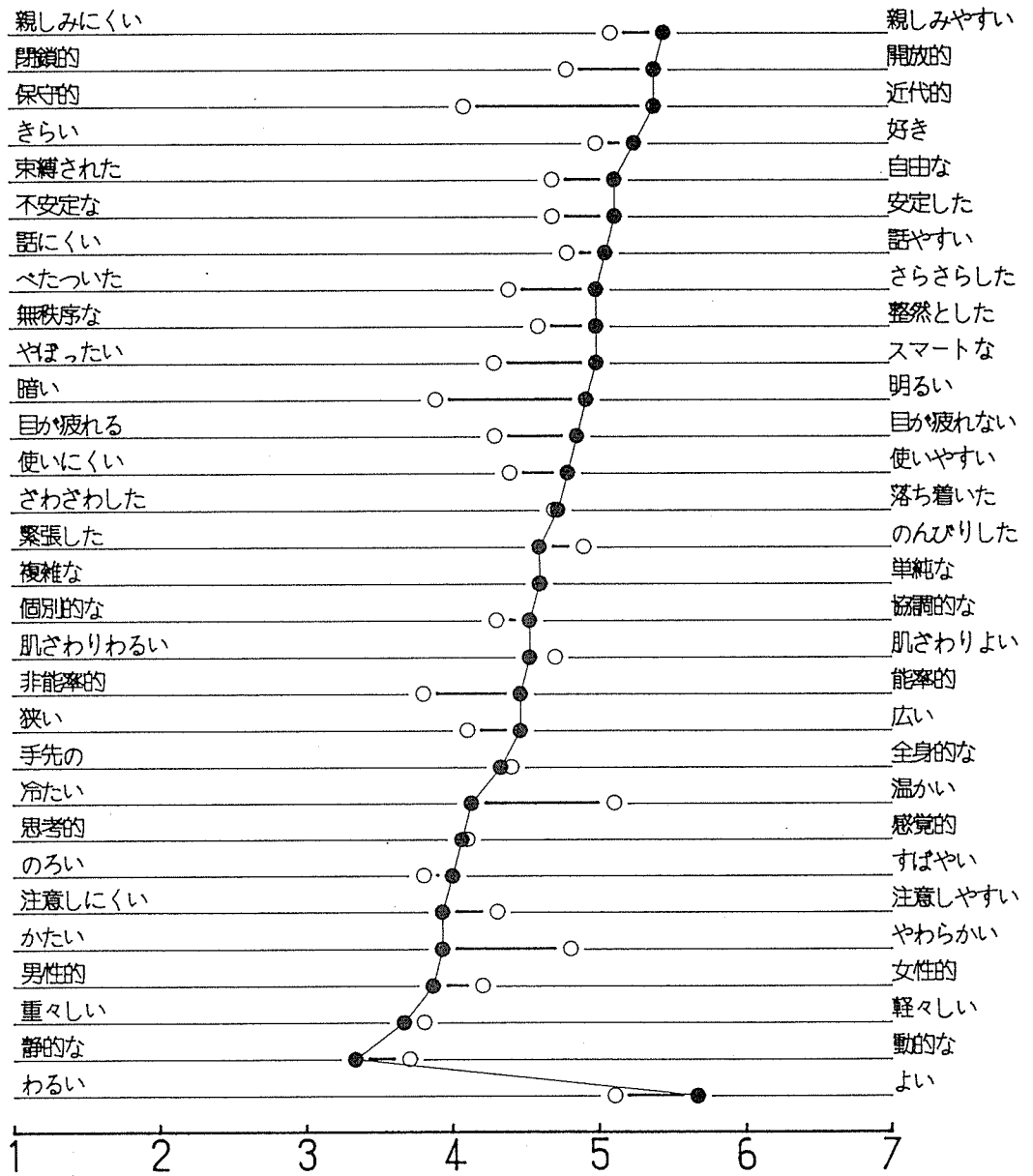
図VI・3 旧木造-A (●印) 教室と全対象校の平均値 (○印) のイメージプロフィール



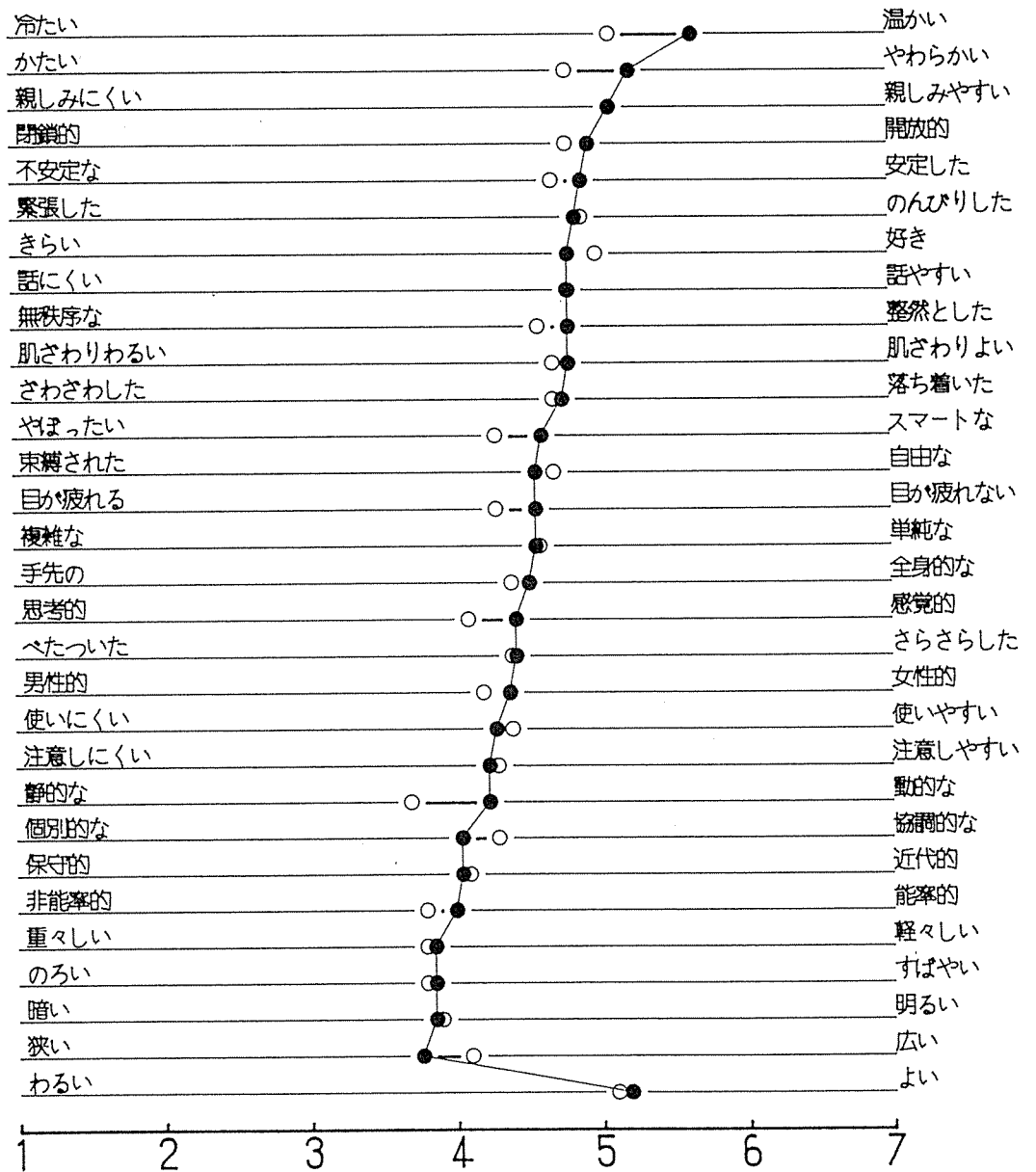
図VI・4 旧木造-B (●印) 教室と全対象校の平均値 (○印) のイメージプロフィール



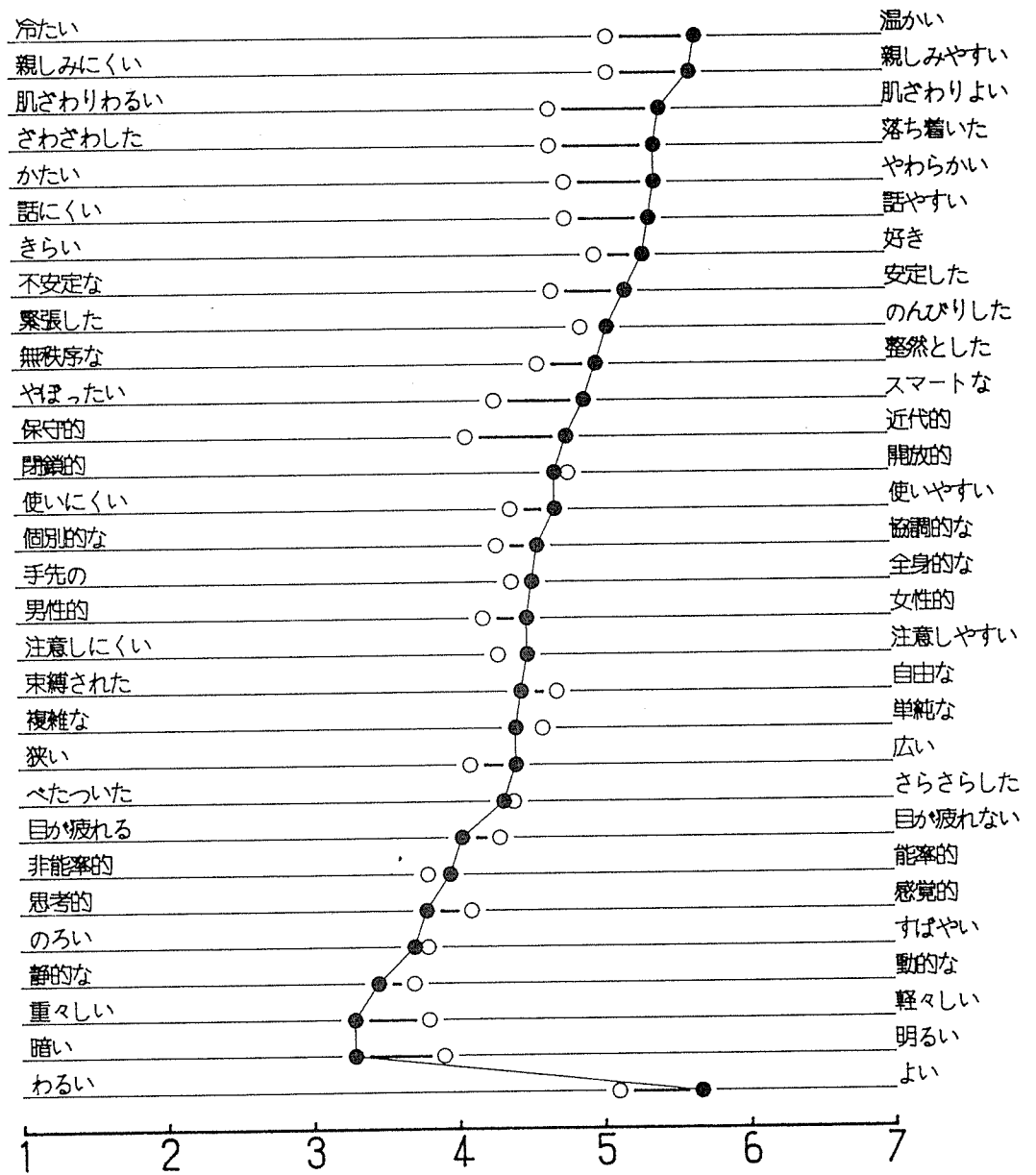
図VI・5 旧木造-C (●印) 教室と全対象校の平均値 (○印) のイメージプロフィール



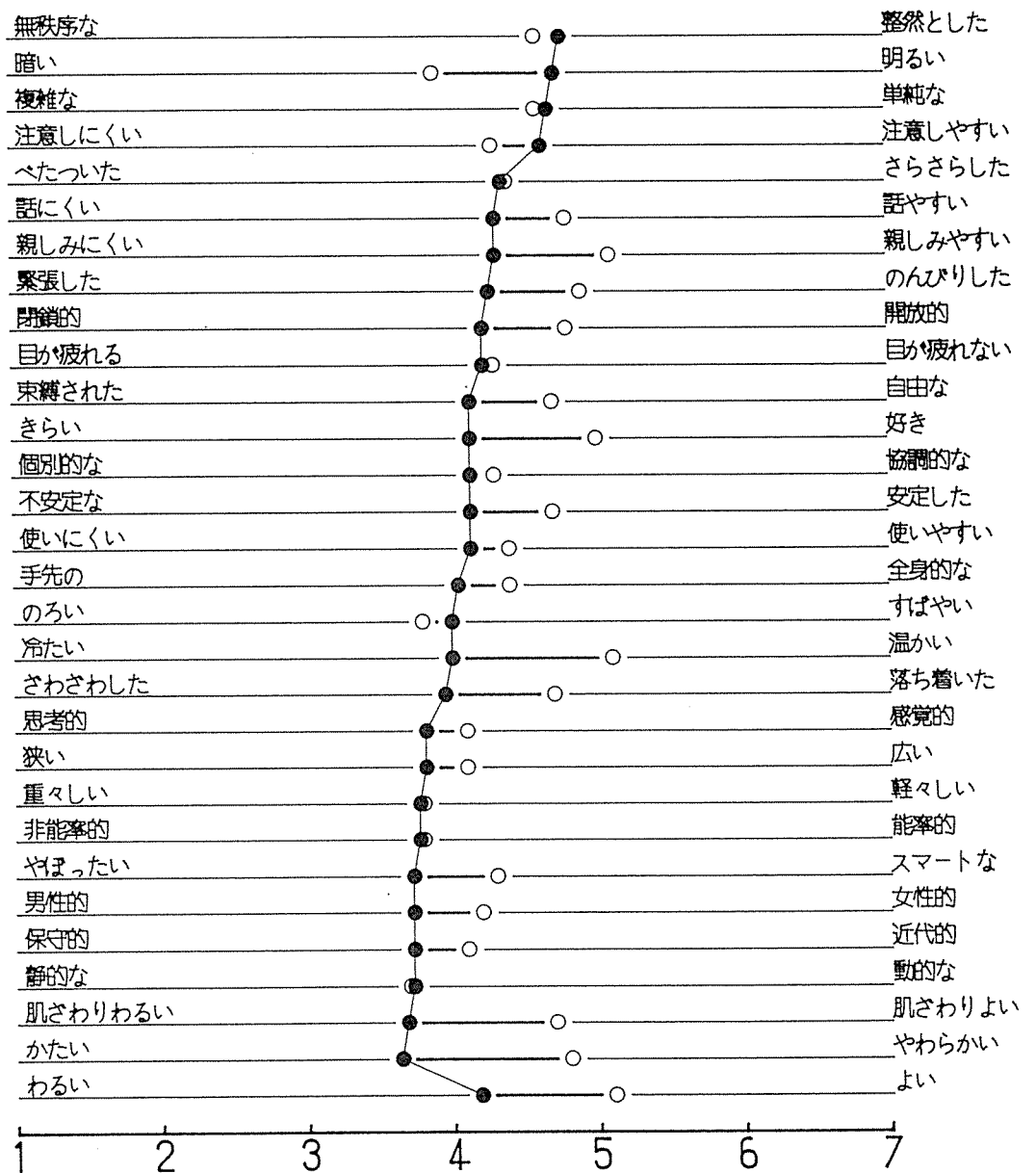
図VI・6 内装木RC-A (●印) 教室と全対象校の平均値 (○印) のイメージプロフィール



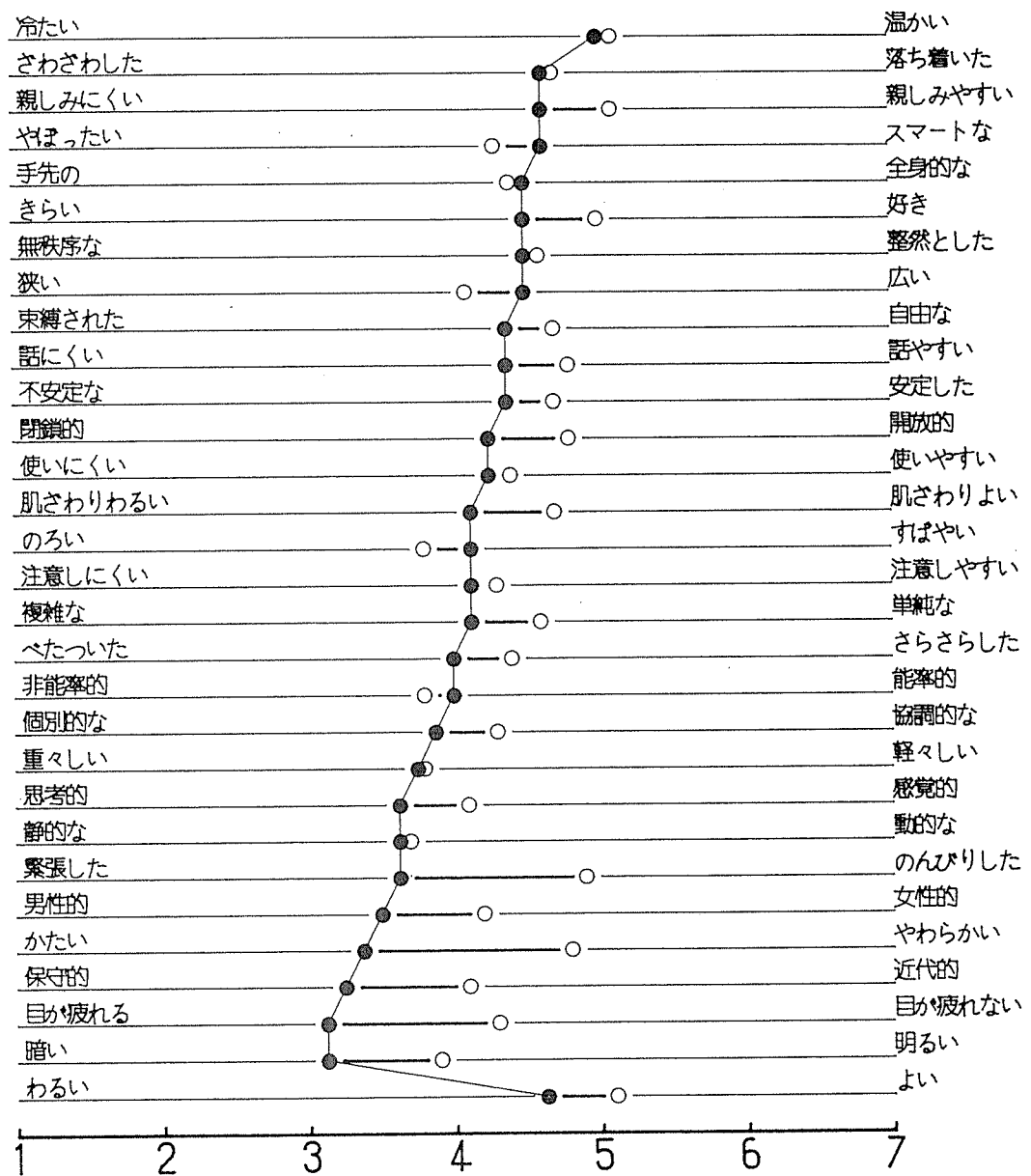
図VI・7 内装木RC-B (●印) 教室と全対象校の平均値 (○印) のイメージプロフィール



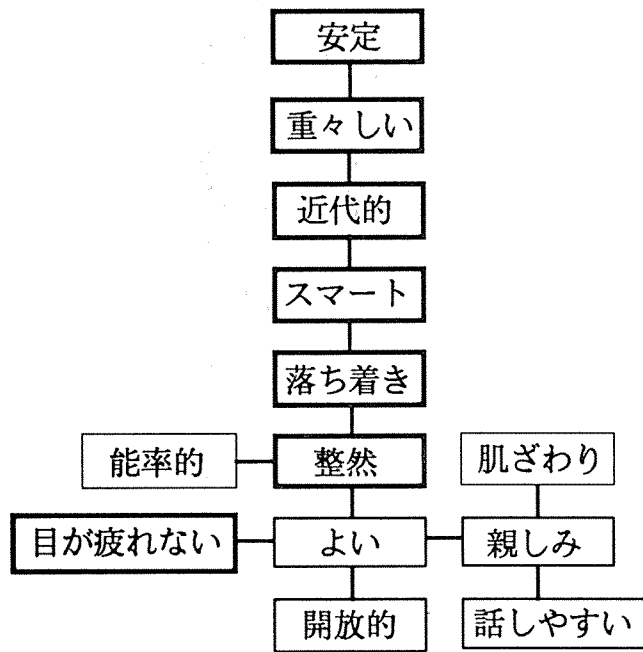
図VI・8 木・RC混合(●印)教室と全対象校の平均値(○印)のイメージプロフィール



図VI・9 RC-A (●印) 教室と全対象校の平均値 (○印) のイメージプロフィール

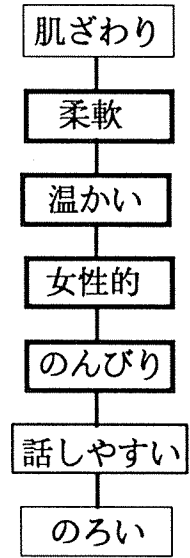


図VI・10 RC-B (●印) 教室と全対象校の平均値 (○印) のイメージプロフィール



第1因子 センス

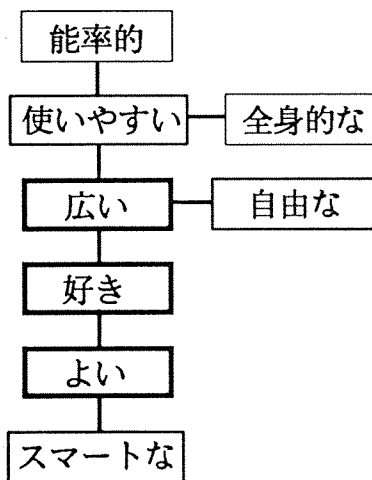
(寄与率：13.3%)



第2因子

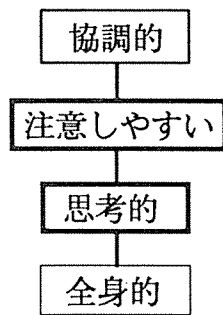
快適性 (接触感)

(寄与率：9.3%)



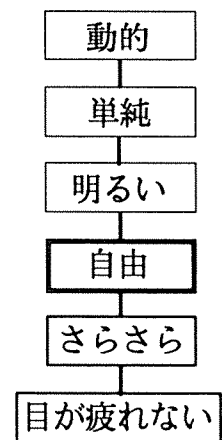
第3因子 効率感

(寄与率：8.6%)



第4因子 配慮

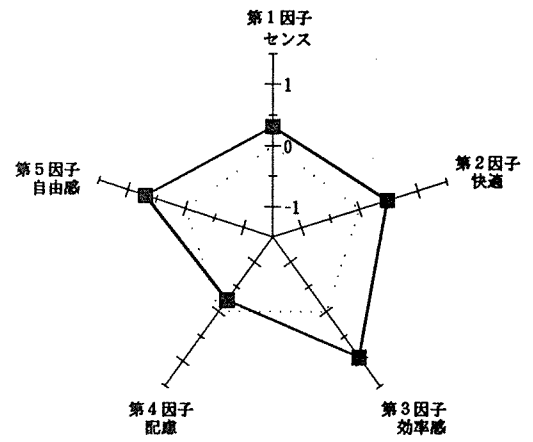
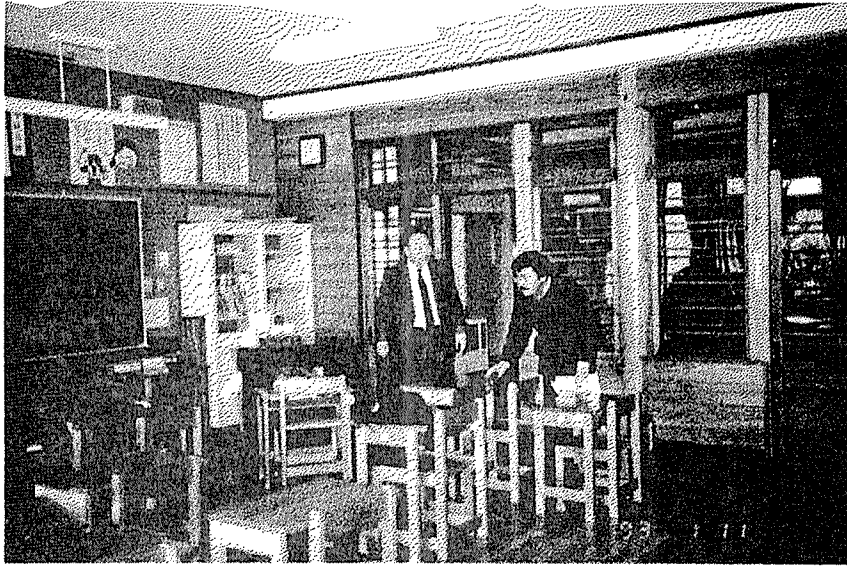
(寄与率：6.2%)



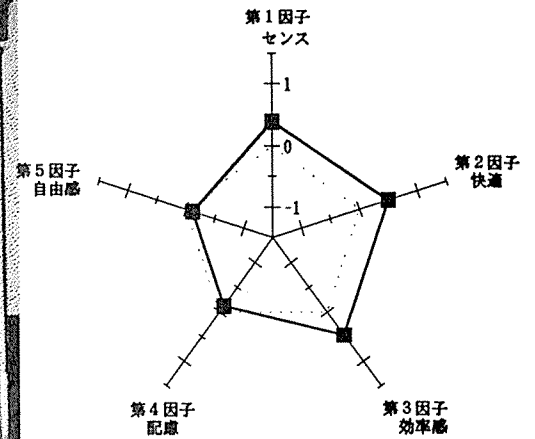
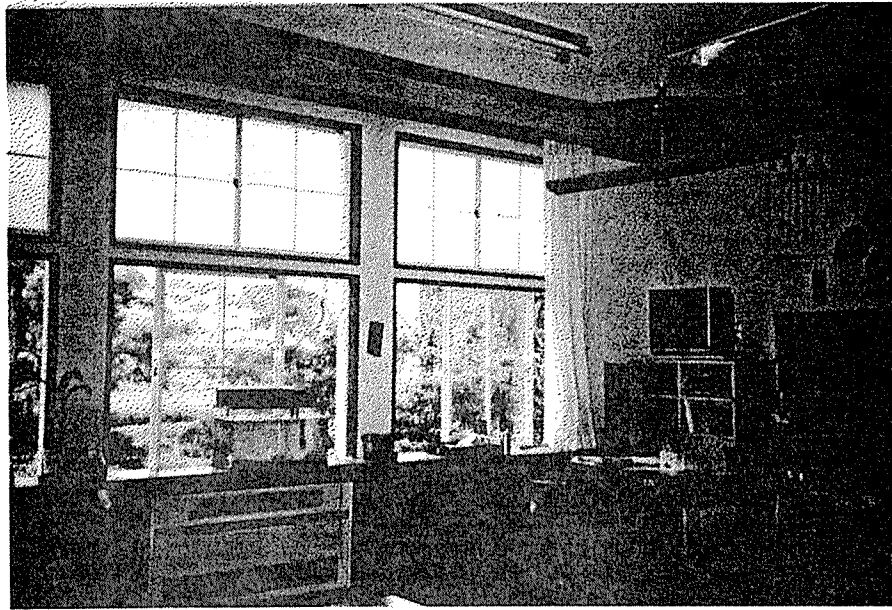
第5因子 自由感

(寄与率：5.1%)

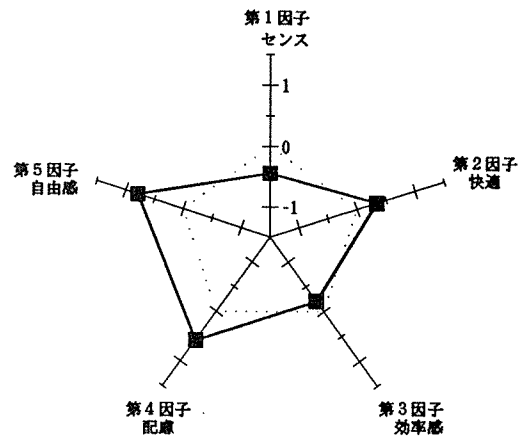
図VI・11 イメージ関連図



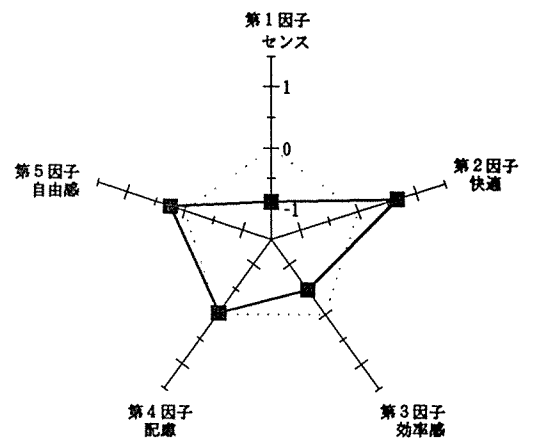
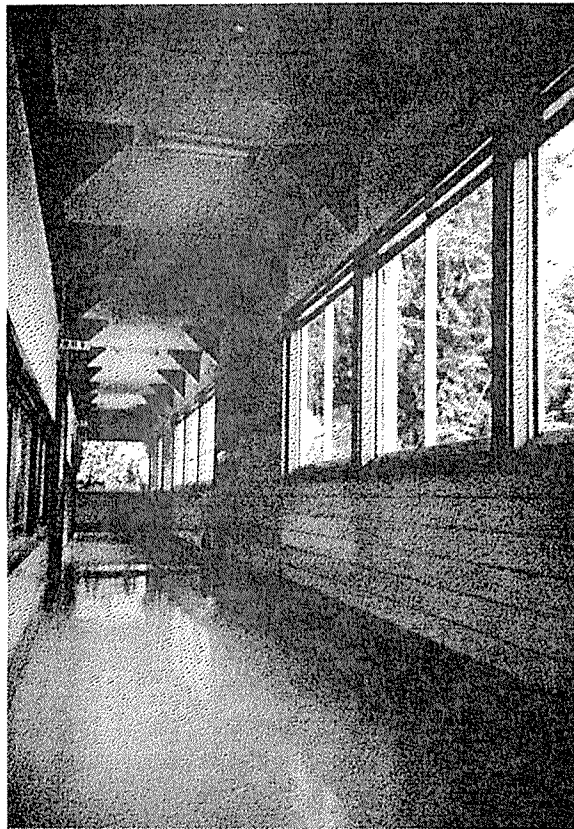
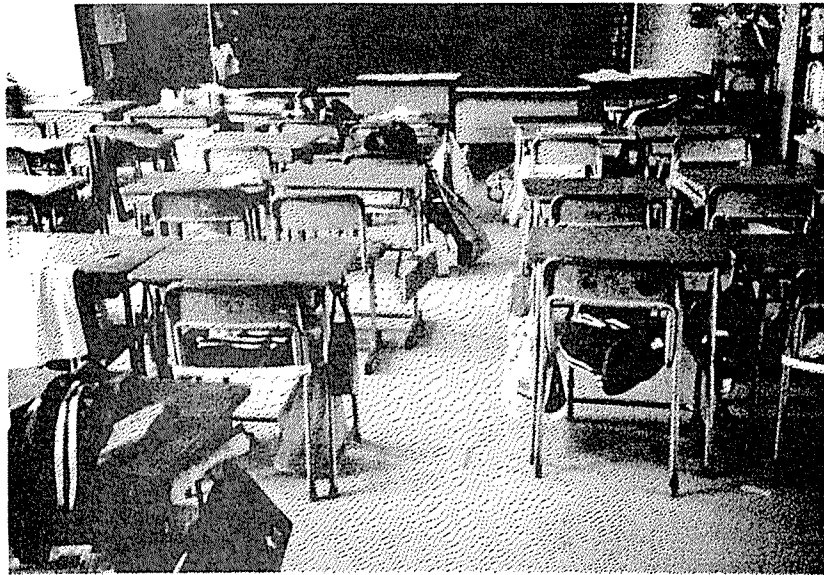
図VI・12 新木造-Aの教室、廊下ならびに平均因子得点



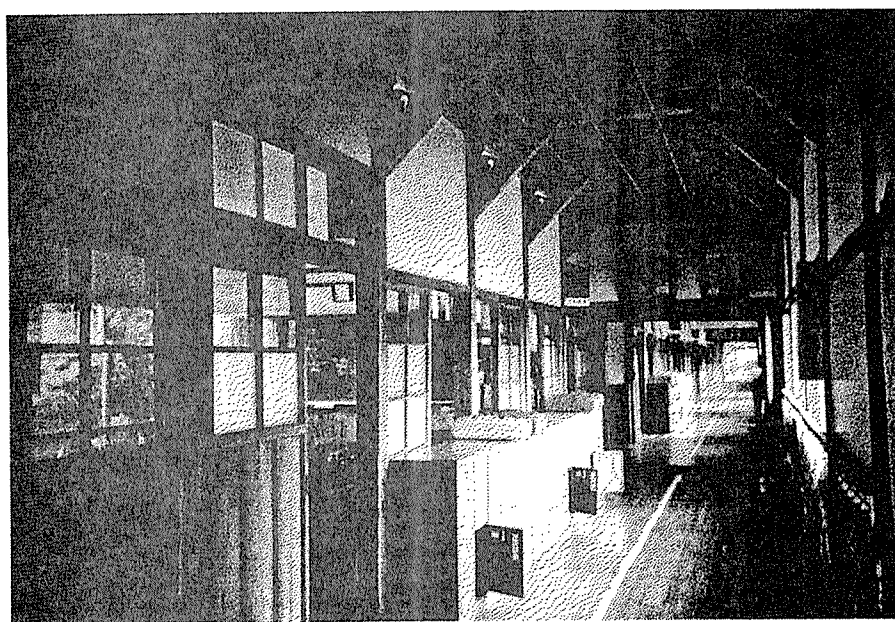
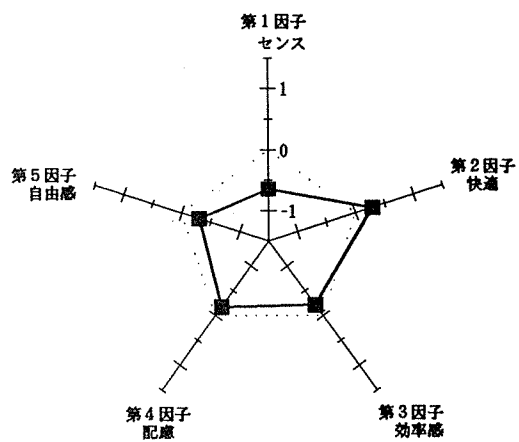
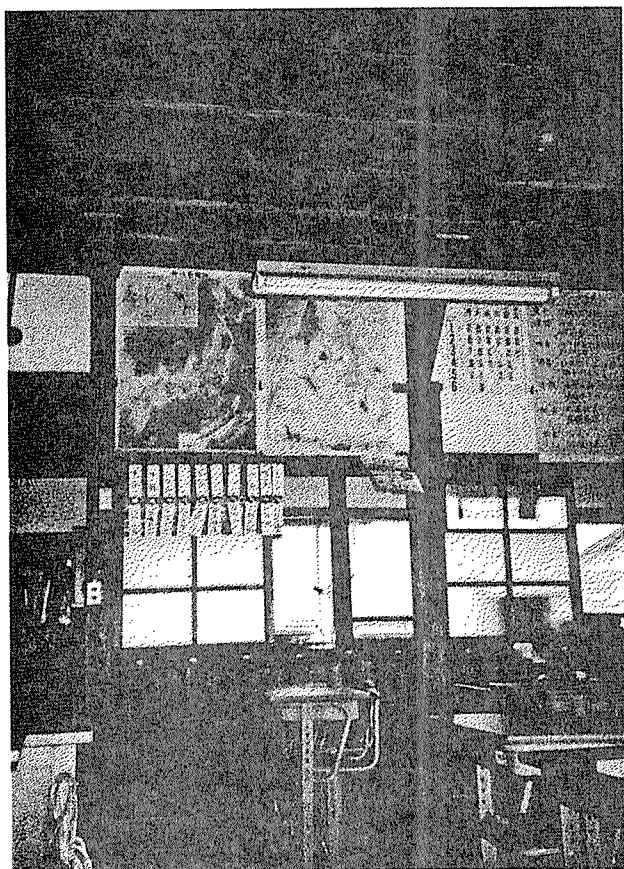
図VI・13 新木造-Bの教室、廊下ならびに平均因子得点



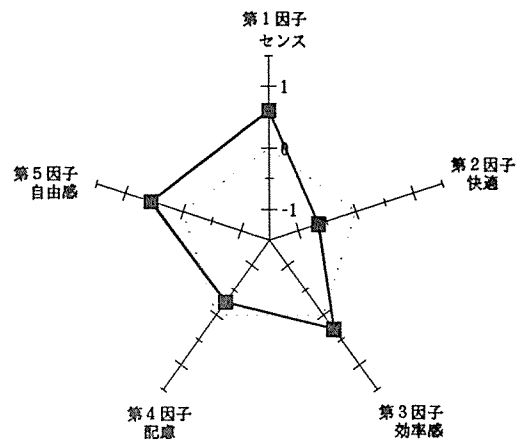
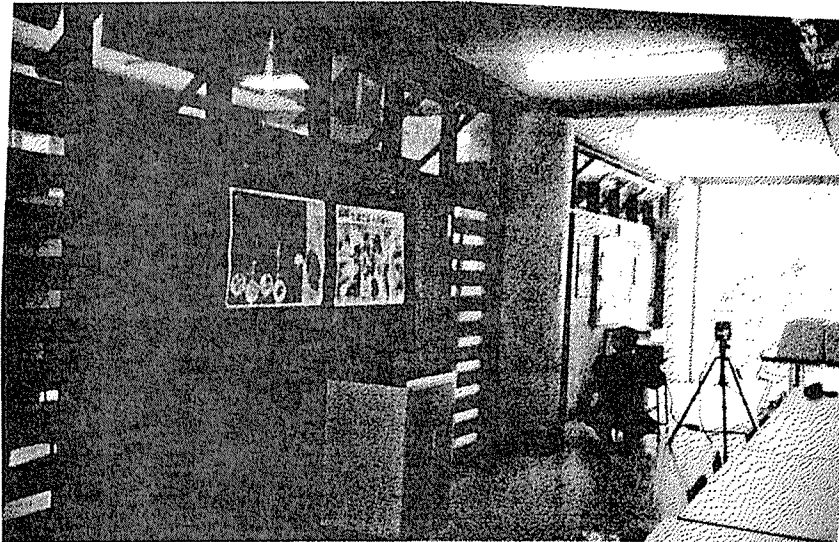
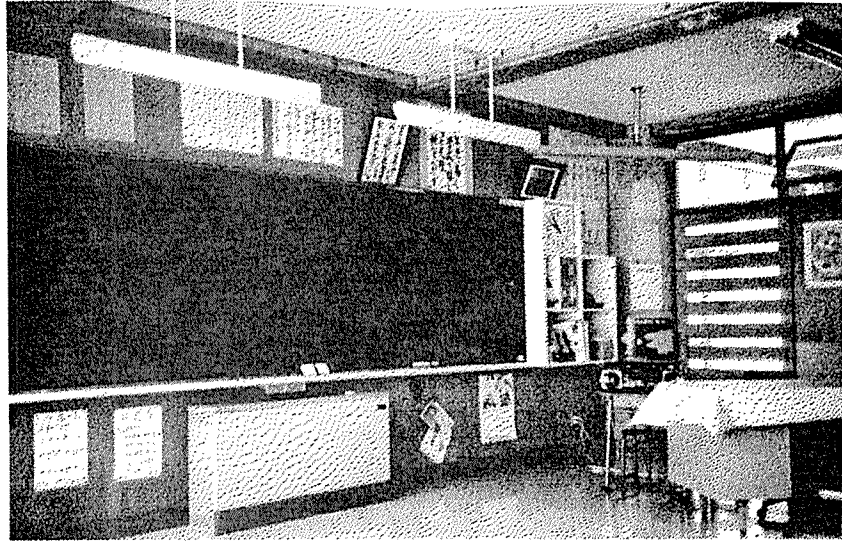
図VI・14 旧木造-Aの教室、廊下ならびに平均因子得点



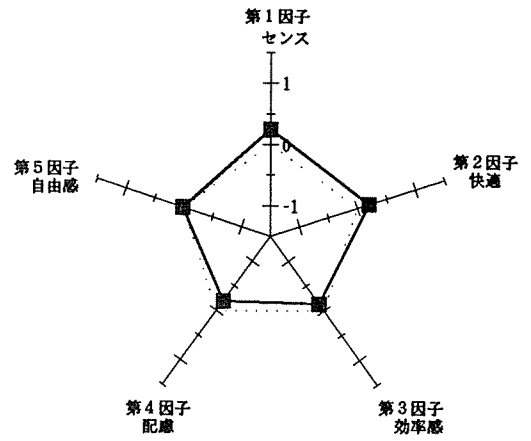
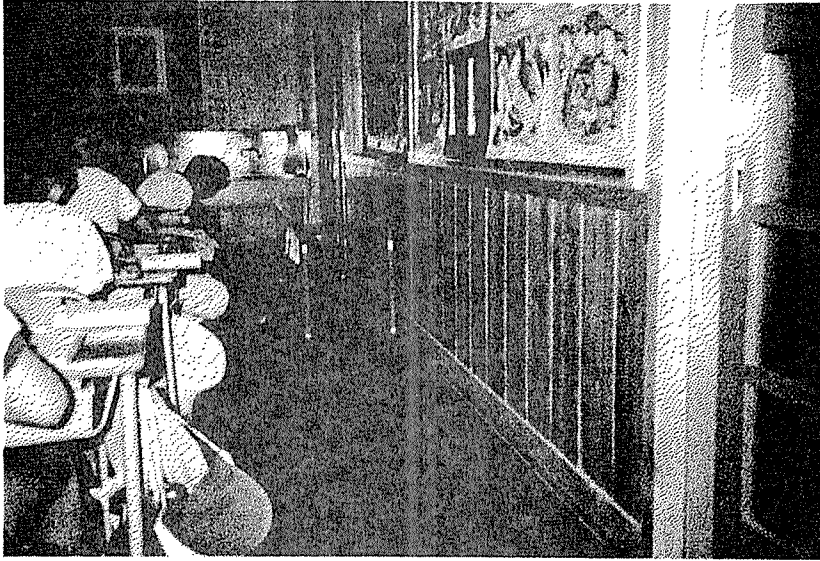
図VI・15 旧木造-Bの教室、廊下ならびに平均因子得点



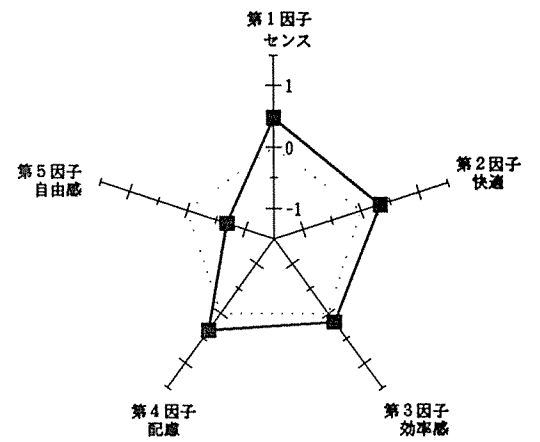
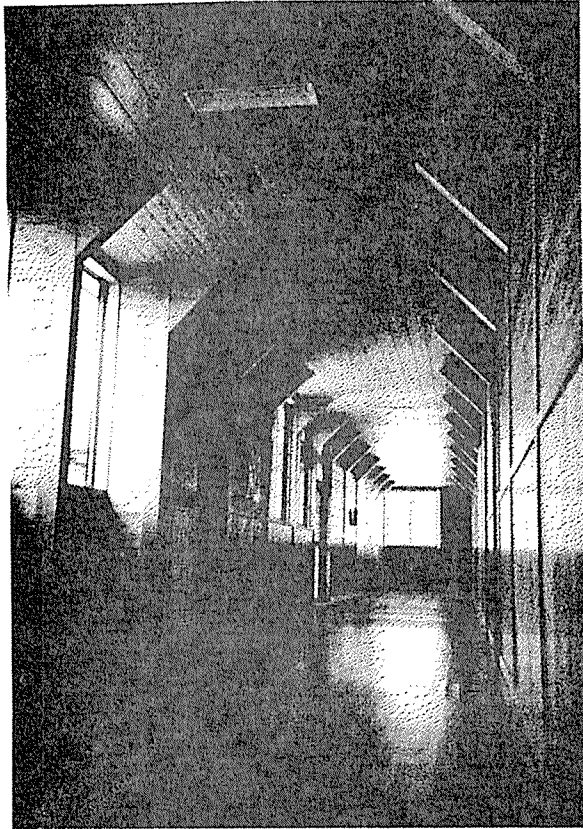
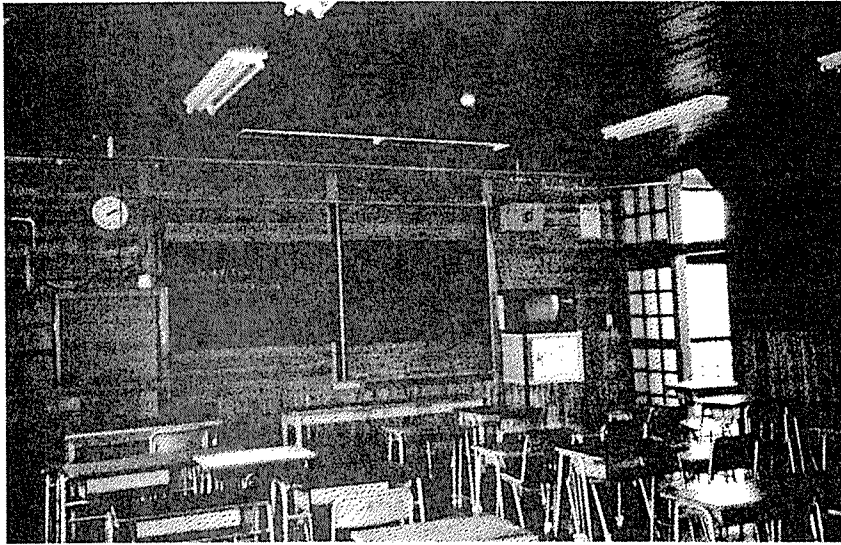
図VI・16 旧木造-Cの教室、廊下ならびに平均因子得点



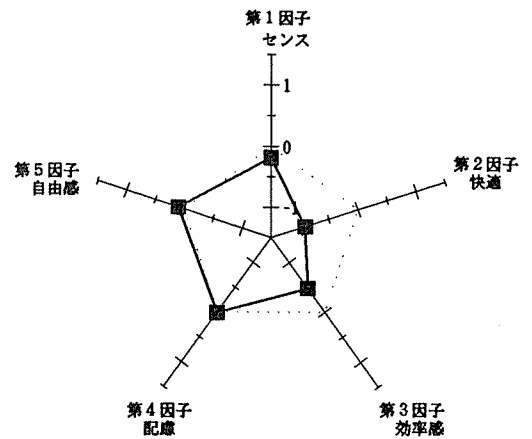
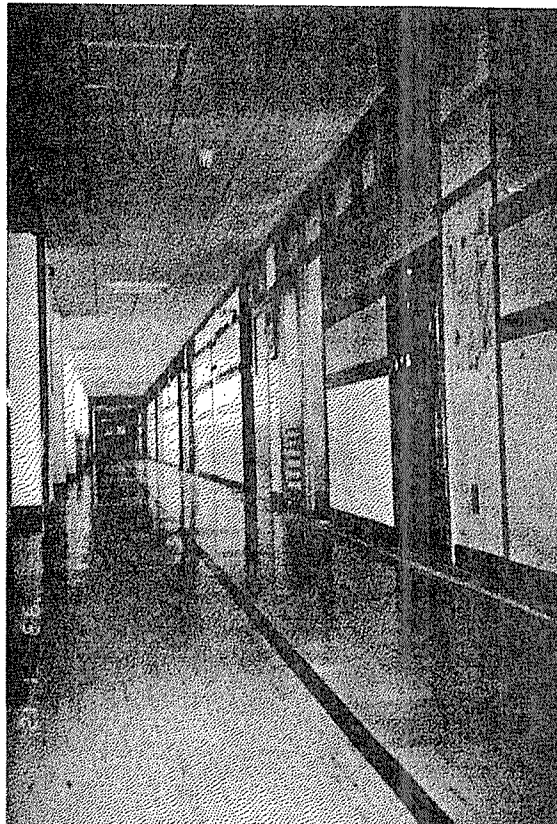
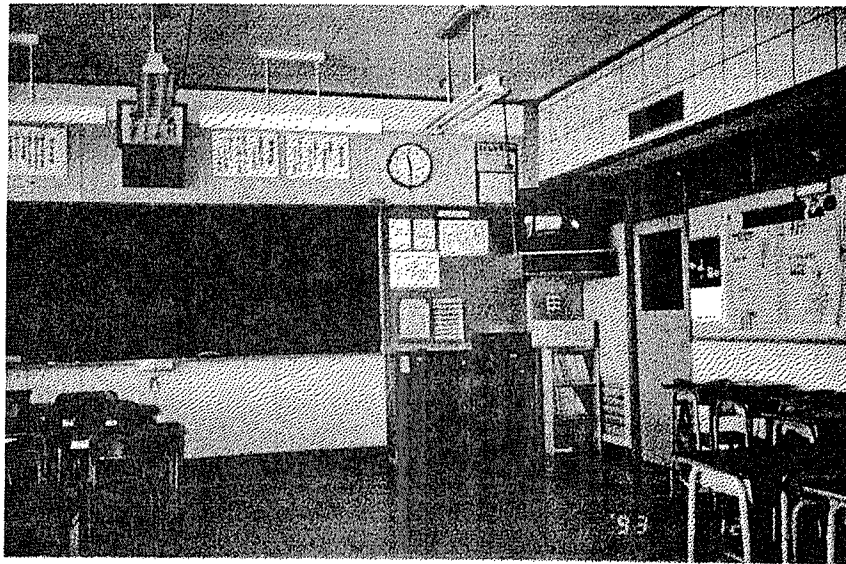
図VI・17 内装木RC-Aの教室、廊下ならびに平均因子得点



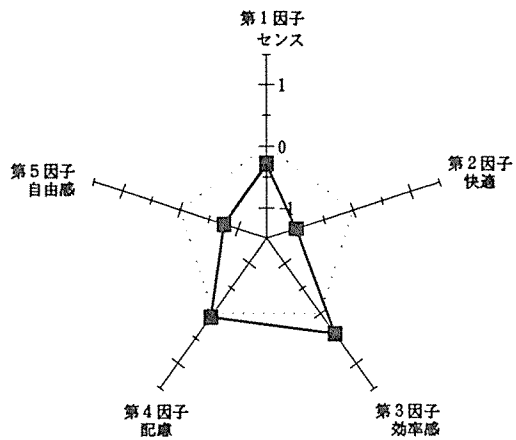
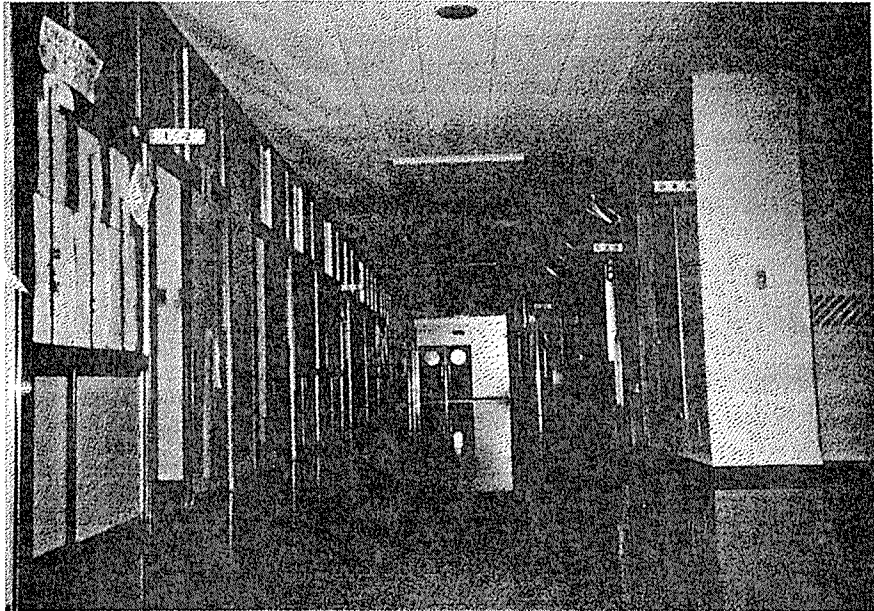
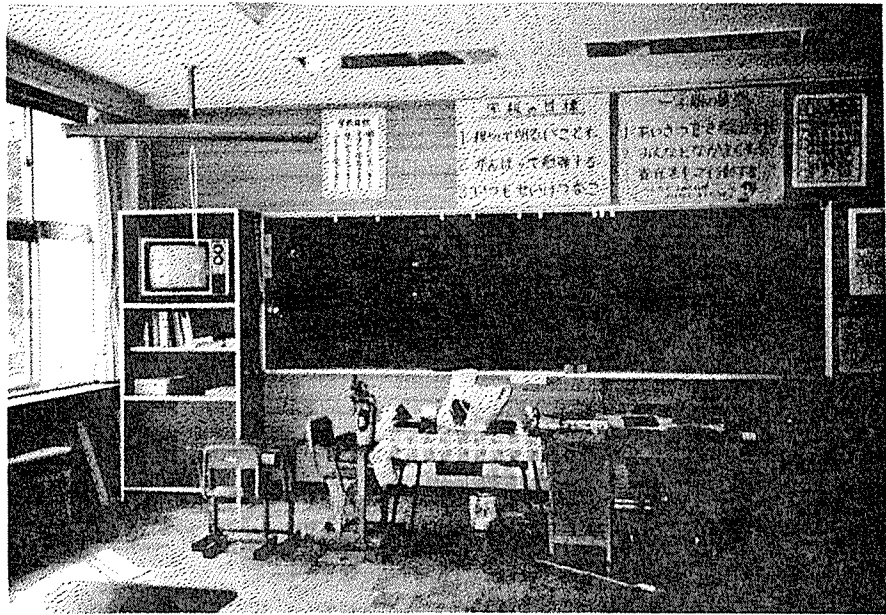
図VI・18 内装木RC-Bの教室、廊下ならびに平均因子得点



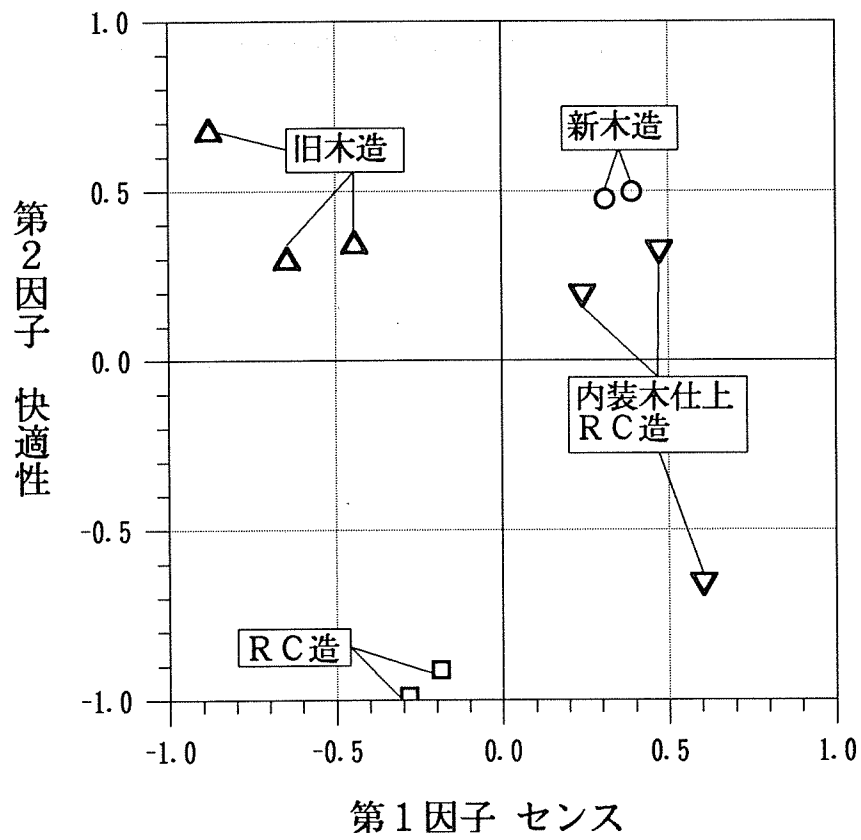
図VI・19 木・RC混合の教室、廊下ならびに平均因子得点



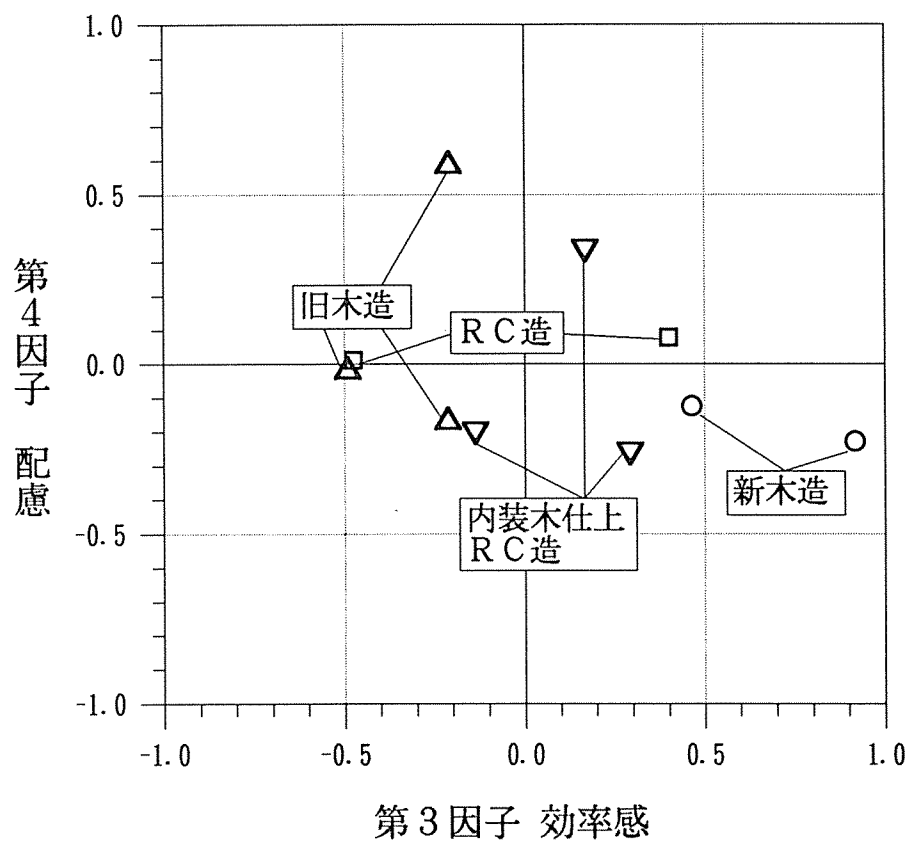
図VI・20 RC造-Aの教室、廊下ならびに平均因子得点



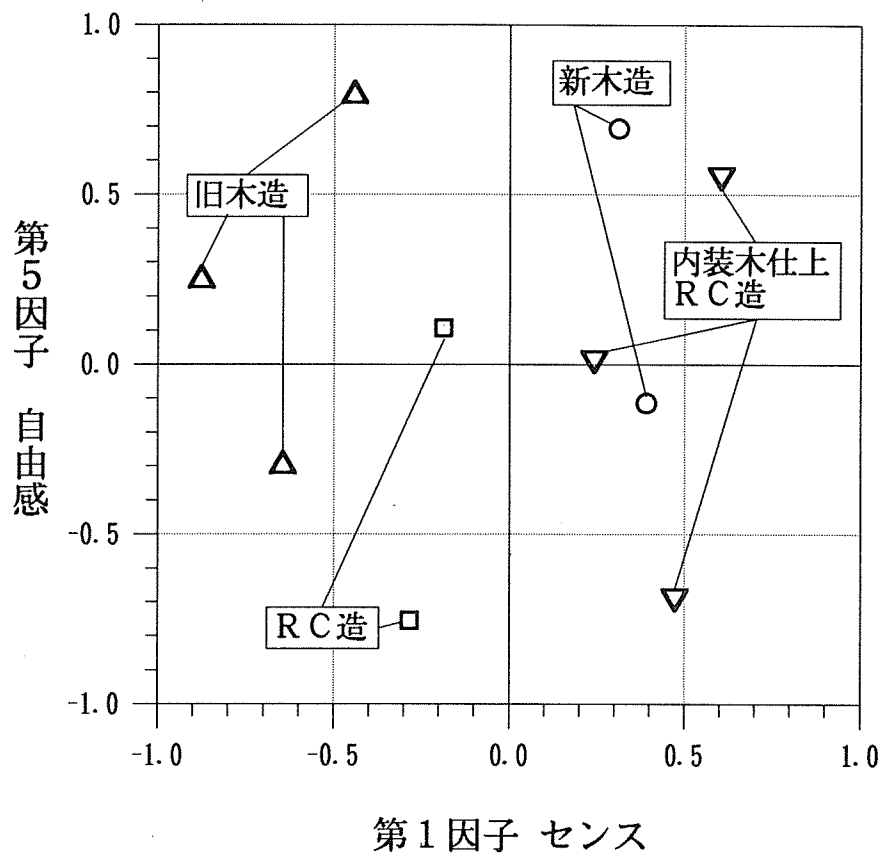
図VI・21 RC造-Bの教室、廊下ならびに平均因子得点



図VI・22 平均因子得点 (第1、第2因子)



図VI・23 平均因子得点 (第3、第4因子)



図VI・24 平均因子得点 (第1、第5因子)

付表VI・1 調査表

愛知教育大学、鹿児島大学 教室環境研究グループ

ご面倒ですが、次のアンケートにお答え下されば幸いです。

- ◎ 性別：[.....]、年齢：[.....歳]、今日の日付：[1992年 月.....日]
- ◎ 学校名：[.....]、◎ 校舎の建築年：[西暦.....年]
- ◎ 当校に赴任してからの経過期間：[.....年]
- ◎ 日常使っている教室の環境について、どんなイメージ（印象）を持っていますか。
次のチェックリストに従って、深く考えずに素直な感じを教えてください。

例「非常にふるい場合」ふるい $+3$ $+2$ $+1$ 0 -1 -2 -3 あたらしい

	非常に	かなり	やや	でもない どちら	やや	かなり	非常に	
1. 広い								狭い
2. 暗い								明るい
3. 使いにくい								使いやすい
4. 複雑な								単純な
5. かたい								やわらかい
6. 緊張した								のんびりした
7. 静的な								動的な
8. 注意しやすい								注意しにくい
9. 保守的								近代的
10. 目が疲れる								目が疲れにくい
11. 温かい								冷たい
12. のろい								すばやい
13. 女性的								男性的
14. スマートな								やぼったい
15. 開放的								閉鎖的
16. 肌ざわりわるい								肌ざわりよい
17. 能率的								非能率的
18. 無秩序な								整然とした
19. 安定した								不安定な
20. 個別的な								協調的な
21. 親しみやすい								親しみにくい
22. 話しやすい								話しにくい
23. べたついた								さらさらした
24. 感覚的								思考的
25. 重々しい								軽々しい
26. きらい								好き
27. 束縛された								自由な
28. 手先の								全身的な
29. ざわざわした								落ち着いた
30. よい								わるい

疑問点がありましたら、下記にお問い合わせ願います。 ご協力ありがとうございました。

〒890 鹿児島市郡元1丁目21番24号 鹿児島大学 農学部 生物環境学科
TEL(0992)54-7141 Ext.5192、FAX(0992)55-4076 担当：服部芳明 宛

総括

本研究は校舎建築材料の教育環境に及ぼす効果を明らかにすることを目的として行われているが、本年度は初年度の成果を踏まえて次の3課題を中心に調査検討し、一定の成果を納めた。各課題についての概要を以下に記す。

1. 内装木材コンクリート造校舎の特性について

①上之保小学校の内装木質化した鉄筋コンクリート（RC）造校舎の周壁面の温熱環境効果及び環境形成効果

- a. 冬期ストーブ採暖時における教室床及び内壁の温度は、RC造教室ではなかなか上昇していかないが、内装木質教室では木造教室と同様に採暖とほぼ同時に温度の上昇が見られ、その傾向は木造教室に類似していた。また、教室内の床から30cmの高さまでの気温分布は木造教室やRC造教室より高い値を示していた。
 - b. 夏期においては、教室外壁は鉄筋コンクリート造と同様な熱特性を示したが、教室内壁は木造教室と類似な熱特性を持つことが知れた。すなわち、空気温度に順応し安いことが明らかになった。
 - c. 内装改装後、教室内ラドン濃度は増えたような結果を得たが、関連資料に基づく、内装木質化によって教室内ラドン濃度は減少することが一般である。
- ②. 内装木質化教室の環境形成効果について教師の反応を調べた結果、木材や木質材料の使用方法によって「センス」に優れた教室や「接触感」に優れた教室になることが知れた。

2. 床の温熱的特性が人の生理機構に及ぼす効果について

学校環境衛生の基準に基づく限界温度（冬期10℃，夏期30℃）において、床材料の違いが人の皮膚温や各種の生理機構に及ぼす効果を調べた結果、次の結果を得た。

- a. 気温10℃（床を含む周壁温度も10℃）素足の条件下においては、床材料の違いによる皮膚温反応の差異が顕著に認められた。すなわち、コンクリート床では足指、足背、膝、手指、手背温度の低下が著しいことが知れた。
- b. 同上温度下で、靴下着用の上、さらにスリッパを履いた状態においては足先の温度の低下は素足よりかなり緩和されるものの、相変わらず床環境の影響が現れており、コンクリート床環境の方が木床環境より厳しいことが知れた。
- c. 被験者の感想においても木床環境とコンクリート床環境の相違が明確に現れており、コンクリート床環境では読書への集中力が失せ、意欲の減退を訴える傾向が強かった。一方木床環境では実験中リラックスしていられたとの回答が目立つ

た。

d. 10℃低温のコンクリート床環境下では心拍数が減少する傾向が認められた。

e. 30℃の条件下では異なる床環境の間に目立った差異は認められなかった。

3. 新設校舎の特性について

①. 校舎壁面の温熱特性

a. 寒冷地域と温暖地域を対象として、校舎の特徴を調べた結果、地域による施工上の差異が認められた。特に、寒冷地域では断熱施工が徹底しており、木造校舎も鉄筋コンクリート造校舎もともに許容温度範囲に入ることが知れた。

b. 温暖地域における夏期の木造校舎は天井部が高温になる傾向が認められ、断熱施工の必要性が指摘された。

②. 校舎の構造特性

中部地域と東北地域にある校舎を調べた結果、鉄筋コンクリート造校舎は箱型のものが多かったが、木造校舎は形態上の工夫がみられた。オープンスペースについては木造校舎、鉄筋コンクリート造校舎ともに見られた。

以上の結果、鉄筋コンクリート造校舎の周壁面を木質材料で内装することによって、教室環境が木造校舎に類似してくることが示唆された。また、コンクリート床環境は木床環境より人の生理機構に対して好ましくない影響を与えることが明らかになった。手指の機能やクレペリン検査による作業能力等についても木床環境はコンクリート床環境より優れていることを示唆する傾向が見られたが、検査数が少なかったため今後も継続して検討することとした。

教育環境は校舎建築材料によって種々の点で異なった効果が現れることが明らかにされたが、本研究はさらに次年度に継続され、最終的な結論を得るものである。

本研究を進めるに当たり青森地域、中部地域及び鹿児島地域の学校に協力をいただいた。末筆ながら謝意を表します。

執 筆 分 担

はじめに	橋田紘洋
第1章 上の保小学校校舎壁面の温熱特性	橋田紘洋, 服部芳明, 加藤忠太郎
第2章 床環境の人体への影響	
2.1 皮膚温特性	橋田紘洋, 天野敦子
2.2 皮膚温以外の生体情報	天野敦子
2.3 被験者の人工気候室の認知	高橋丈司
第3章 夏期及び冬期の校舎周壁面の温熱特性	服部芳明, 橋田紘洋, 天野敦子
第4章 校舎の構造特性	小川正光
第5章 校舎内ラドン濃度の測定結果(2)	奥山 剛
第6章 教師から見た教室のイメージ	服部芳昭
総 括	橋田紘洋