

住宅空間における昼光環境の動的変動に関する研究

中村 洋

1. はじめに

昼間の建築空間の照明は、昼光によるのが本来の姿である。しかし、今日の建築空間は、その構成が極めて複雑になり、また、その用途やそこでの活動も多様化している。したがって、昼光だけで快適な光環境を構築することはほとんど不可能となり、人工光との併用が一般化している。空間構成やその中で活動が比較的単純な住宅においても同様で、人工光の助けを借りる場合が多くなってきている。

今日の建築空間、特に、居住空間ではその快適性が強く要求されている。光環境に関する快適性は、単に明るさだけを求めることではない。見やすさに関連する種々の問題、いわゆる、照明の質と呼ばれている、例えば、グレア(まぶしさ)、ベイリングリフレクション(紙面やガラス面での反射)、モデリング(適度な立体感)、シルエット現象など数多くの要因が複雑に錯綜する。しかも、これらに関する適切な解決方法は開発されていない。

構成の比較的単純な居住空間でも昼間に必要とする明るさを、昼光で常時十分に賄うことは不可能である。しかも、一般に昼光を建築空間に導入すれば、上記の照明の質を損なう。人工光の併用によって、不足する明るさを補い、昼光によって損なわれる照明の質をも改善しているのが現況のようである。

人工照明による人工光と異なり、昼光は天候や雲などの天空の状態によってその様相を著しく変える。直射日光は、季節や時刻などに依存する太陽高度、大気混濁の程度によって激しく変動する。したがって、これらを光源とする昼光照明の計画は単純ではない。しかも、現在、建築空間、特に、住宅空間の照明計画、中でも昼光照明に関する指導的な設計原理は示されていない。昼光照明に関して、設計者は自己の経験に基づいて、あるいは、最初から従来の慣行に従って計画しているのが現況である。

住宅空間であっても、近年の生活様式の変動と共に、その空間構成の変貌は著しい。したがって、上記のような経験や慣行だけで満足すべき空間を構築できるとは考えられない。

本研究は、最近建設されている住宅建築、戸建住宅と高層集合住宅を研究対象とし、その居住空間での昼光の

動態と併せて、人工光併用時の実態をも検討し、住宅計画における、よりの確な計画と設計の指導的指針確立を目指している。

2. 研究目的

本研究は、昼光が主体となることが比較的多い住宅空間における昼光照明環境の様態とその変動を、屋外空間の時刻、季節、あるいは、天候、天空状態などの物理的要因に基づき精査する。また、人工照明併用時における光環境をも同時に調査し、昼光照明環境における人工照明の果たす役割を検討する。さらに、これらが居住者に与える生理的、あるいは、心理的な影響の検討を試みる。

以上により、照明学的に快適な居住空間のあり方を模索し、次いで、その構成のための指導指針を提示し、合理的な住宅空間の計画と設計、構築の方法を提言し、併せて、住宅で消費するエネルギーの節減とその費用の低減に寄与することを目的とする。

3. 予備調査

3.1 予備調査概要

本研究の着手に先立ち、研究計画の立案、調査方法の検討と建築空間の昼光環境の動的変動の予備的検討のために、簡単な昼光環境の実態調査とその検討を行った。これによって昼光環境の動的変動のおおよその実態を把握した。また、視環境の快適性に関しモデリング評価法(キャトル等による)^{x1)}による若干の検討も試みた^{x2)}。

予備調査は、九州大学建築学科会議室で試みた。この室は南西面と東北面に全面ガラス戸を持つ両側採光である。広さは9m×6.7mで、天井高2.43mである。内装材の平均反射率は天井70%、壁50%、床20%程度である。

測定は、水平面照度、スカラー照度(近似値)、ベクトル照度、円筒面照度(近似値)を、昼光照明のみの場合、昼光照明と人工照明を併用した場合のそれぞれについて、六面照度計^{x3)}(2台)を用いて行った。

測定点は8点とし、その位置は、中央に設置した縦長の会議机の周りに8人の椅座を想定し、高さは顔面の高さにはほぼ近い床上1.5mとした。

測定時刻は午前10時から午後6時までの30分ごととした。

屋外の天候は終日雲のある晴であった。

3.2 分析方法

上述の測定値より、主として、昼光の終日の変動、計算によるベクトル／スカラー比の終日の変動について、昼光照明のみの場合と人工照明併用時との比較検討を試みた。

3.3 分析結果

分析の結果、下記の知見を得た。

- 1) 室内の測定位置によって昼光の状態がかなり異なる。
- 2) 水平面照度、ベクトル照度、スカラー照度、円筒面照度は、室中央付近（採光開口より4 m程度）まで昼光による影響を大きく受ける。
- 3) 太陽の移動による採光開口からの昼光の入射量の変動と共に、ベクトル照度の大きさとスカラー照度は変動する。
- 4) ベクトル／スカラー比は一日を通して、ベクトル照度の大きさやスカラー照度ほど変動しない。
- 5) 昼光照明だけの時は、昼光人工照明併用時に比して、一日を通して、ベクトル／スカラー比の値は大きく、変動も大きい。ベクトル照度の高度は低く、変動も小さい。したがって、モデリングの評価は低く、その変動も大きい。
- 6) 昼光人工照明併用時は、昼光照明時に比して、一日を通して、ベクトル／スカラー比の値は大きく、変動は小さい。ベクトル照度の高度は高く、変動は大きい。したがって、モデリングの評価は高く、その変動は小さい。

3.4 予備調査の結論

- 1) 昼光照明のみだとモデリングの評価は“too harsh（どぎつい）”になりやすい。人工光を点灯すると“preferred（好ましい）”に移行するが多い。
- 2) 同様なことが、グレア、ベイリングリフレクション、シレット現象にも予想される。
- 3) したがって、昼光照明だけでは快適な光環境を構成することは困難である。人工照明の併用が必須である。
- 4) 昼光を最大限に活用し、最小限の人工照明で快適な光環境を構成し保持することが必要である。住宅で消費するエネルギーを節減する意味からもこの手法の開発が急がれる。

4. 研究方法

従来の昼光照明環境に関する研究の多くは、照度などを断片的に、また、一面的に、瞬時的に取り扱った研究が多い。

しかし、建築空間、特に住宅空間では居室者の行動や

視線が固定されていない。視対象も平面的なものだけではなく、空間の立体的なものもある。このような空間の光環境の快適性は、水平面照度だけでなく鉛直面を含むあらゆる面の明るさや光の流れ方の影響を受ける。そこで本研究では、昼光照明環境の変動と室内の光環境の快適性の解明に最終的な目標をおいて研究を進める。

まず、居住空間の昼光照明環境、及び、昼光人工光併用照明環境の実態とその変動を把握する実測をする。

次いでその結果を集成し、これを光環境の快適性と関連させて検討する。また、これらの環境要因とその動的変動をパターン化する。

最後に昼光照明環境や昼光人工光併用照明環境の動的変動が居住者に与える生理的心理的影響を検討する。これを昼光照明計画の指導指針となるようまとめる。また、実測時には、昼光照明環境と昼光人工光併用照明環境の変動の様相を視覚的に把握するために、これをビデオカメラで撮影する。これを編集し、できれば居住空間の昼間の光環境の様相を知らしめる啓蒙用、教育用ビデオテープに編集する。

5. 研究計画

昼光を導入する、あるいは、昼光と人工光を併用する建築空間では、空間の様式や特性などによって、昼光の様態、及び、その変動の様相が異なることが予想される。したがって、本研究では、検討対象とする住宅空間を和風建築空間と洋風建築空間の2種とした。

5.1 実測調査

特定の住宅空間を選定し、天候状態別（晴、部分的晴、部分的曇、曇などに実測後分類）に、また季節別（4月5月—春、8月—夏、10月—秋、1月—冬を予定）に、それぞれのケースについて昼光環境と昼光人工光併用環境の変動の終日実測調査を行う。

測定項目は、各室ごとに床面の水平面照度と空間照度の2種類に分ける。床面照度は床面における昼光の変動の影響を検討するために、室の状況によって測定点を定める。空間照度は、六面照度計で測定する。六面照度計は、水平面照度（上向きと下向き2方向）と4方向鉛直面照度を測定する。この測定値よりスカラー照度、ベクトル照度、円筒面照度を算出する。また、さらに、ベクトル／スカラー比を計算で求める。

測定点は、各室ごとの用途を考慮して決める。測定点の高さは居室者のおよその視線の高さとする。

さらに、7段階評定法によるアンケートを予定する。この資料は因子分析し検討資料とする。

測定と同時に、昼光環境と昼光人工光併用環境の終日の変動の状況を視覚的に把握するためのビデオ撮影を行う。

5.2 模型実験

典型的な住宅空間の模型を作成し、人工天空⁴⁾内における天空状態別、直射日光の有無、室と採光窓の方位などによる昼光照明環境と昼光人工光併用照明環境時の実験を行う。人工天空内では任意の状況の瞬時の状況を検討する実験と、任意の状況下での、また、その変動状況下での実験が可能である。

また、人工天空内では時間を短縮して終日の変動を再現する。実験と同時にモニター観察、あるいは、小型カメラで撮影したビデオによる情意実験を行う予定である。また、上記と同様な模型を窓際に置き実際の昼光条件の下で観察測定を行う。

5.3 結果の解析

以上の結果に基づき、居住空間の昼光環境とその変動を定性的定量的に解析する。予備実験時と同様、実測値から6面の照度(上下方向の水平面照度、4方向鉛直面照度)によって空間照度の要素(ベクトル照度、スカラー照度、円筒面照度)とベクトル/スカラー比を計算する。これによって各位置における昼光の変動様相について検討する。また、昼光の変動に伴う視環境の質の変動も快適性の側面から検討する。

6. 測定の概要

実測調査は、冬期(1993年1月18日~22日の5日間)と春期(1993年4月16日~5月17日のうち、8日間)の2回行った。冬期は、福岡市百道の6階建分譲マンションの6号棟の6階と1号棟の4階の住戸で、完成直後、分譲直前の未売却の物件である。春期は、福岡市赤坂の住宅展示場にあるプレハブの展示住宅で、2階建戸建住宅の1階部分である。共に和室とリビングキッチン을備えている。後者は食堂部分と居間部分に分けて測定した。

室内照度の測定点は、床面照度に加えて、室の平常の着座時の目の高さを想定し、和室は床上80cm、洋風の居間は床上105cm、食堂は床上120cmとし、測定位置はおよその分布がわかるように適宜定めた。

測定は、全天空照度と昼光照度の屋外照度と水平面照度、空間照度について試みた。測定時刻は午前9時から午後5時まで、屋外照度は5分間隔、室内照度は30分間隔である。なお、空間照度と称するのは、ベクトル照度、スカラー照度、円筒面照度のことである。

分譲マンションの床面照度は24点式照度計⁵⁾で同時測定した。床面照度、空間照度、床面照度の順で行い、この2回の測定の平均値とした。

展示住宅は、見学者のため、24点式照度計が使用できず、空間照度測定後、床面照度を手持ちの照度計で測定した。

空間照度は、測定点における水平面上向き照度、水平

面下向き照度、鉛直面4方位照度(1面を開口部に平行にする)を六面照度計で同時測定し、それぞれの照度を合成、あるいは、近似計算で求める。また、六面照度計は2台使用し、これらを順次移動して行った。

1回の測定時間は約15分から20分であり、厳密な意味での全測定位置の同時測定ではない。なお、測定の順序は終日同じにしたので、それぞれの測定位置については、ほぼ、同じ間隔で測定している。したがって、経時変動の検討には支障がない。

一つの測定位置の測定は、洋間では、点灯時、消灯時の順で、和室では、点灯障子開放、消灯障子開放、消灯障子閉鎖、点灯障子閉鎖の順で行った。

空間照度と床面照度の測定後、直ちにビデオカメラによって、室内の昼光状況を撮影した。

図1と図2に、測定建物の周辺の概要を示す。

図3に、百道の分譲マンションの測定した室の平面と

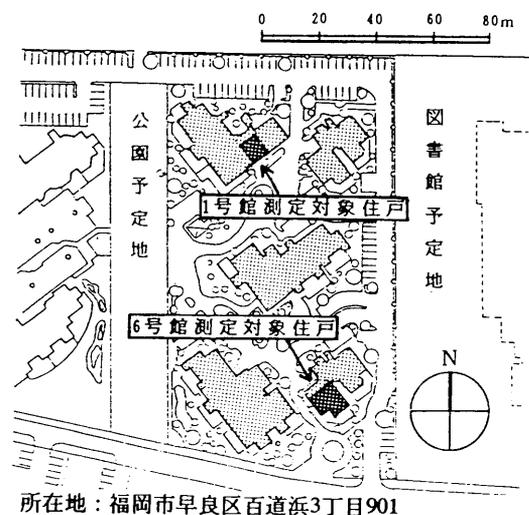


図1 測定建物の周辺状況
(シーサイド百道アクアコート)

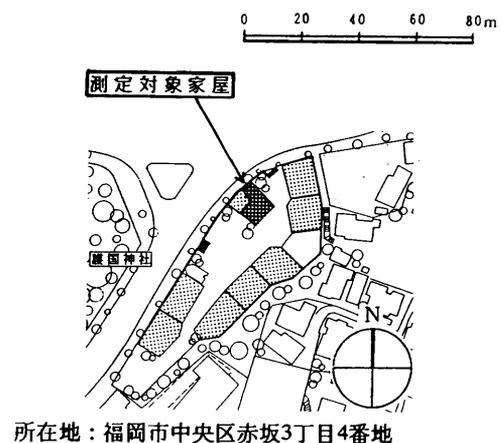


図2 測定建物の周辺状況
(赤坂、プレハブ展示住宅)

表1 測定の概要

実測	月日	時刻	天候	建築物			項目		照明条件
				種類	階・棟・号	測定室	測定	計算	
I	1月18日(月)	9:00AM~5:00PM	曇	高層 分館 マンション	6階/6階建 6号棟 601	和室(障子:開閉) 洋室(居間・食堂)	床面照度: 24点 空間照度: 18点	ベクトル照度 スカラー照度 円筒照度 ベクトル/スカラー比	昼光照明
	1月19日(火)	9:00AM~5:00PM	曇						
	1月20日(水)	9:00AM~5:00PM	曇						
	1月21日(木)	9:00AM~5:00PM	晴のち曇						
	1月22日(金)	9:00AM~5:00PM	曇のち晴のち曇		4階/6階建 1号棟 404		床面照度: 22点 空間照度: 16点		
II	4月16日(金)	9:00AM~5:00PM	曇のち晴のち曇	展示場 戸建住宅	1階/2階建	和室(障子:開閉)	床面照度: 9点 空間照度: 6点	ベクトル照度 スカラー照度 円筒照度 ベクトル/スカラー比	昼光照明 昼光人工光併用 照明
	4月19日(月)	9:00AM~5:00PM	快晴						
	4月22日(木)	9:00AM~5:00PM	曇のち晴						
	4月23日(金)	9:00AM~5:00PM	晴のち快晴のち晴		洋室(居間・食堂)	床面照度: 4点 空間照度: 8点			
	4月27日(火)	9:00AM~5:00PM	曇のち晴のち曇						
	5月7日(金)	9:00AM~5:00PM	曇						
	5月14日(金)	9:00AM~5:00PM	曇(終了前:晴)				和室(障子:開閉)		
5月17日(月)	9:00AM~5:00PM	曇	洋室(居間・食堂)	床面照度: 4点 空間照度: 8点					

表2 天空, 及び天候状況(本報告で検討する分のみ)

月日	調査建物	調査室	天候状況	備考
4月19日	展示場 戸建住宅	和室	終日快晴で、曇量0、グローバル照度と全天空照度も、終日緩やかに変動。	終日快晴
4月23日		洋風の居間	終日晴、測定開始は曇量0~1、11時頃から12時頃まで快晴で曇量0、12時頃から曇量増加、16時頃まで曇量1~4の間で変動するが、天候としては晴。以後測定終了時まで曇量1程度。	晴-快晴-晴
5月14日		和室	終日曇天、測定開始時から11時頃まで曇量10、以後16時頃まで曇量7~10、16時20分頃から終了時まで5~6。平均曇量は約9。 13時20分頃、薄い直射光がさし、16時40分頃から測定終了時まで、強い直射日光が現れた。 昼光は測定開始から11時20分頃まで振幅の小さい変動、以降は測定終了時まで比較的振幅の大きい変動を示す。	曇、終了前:晴
5月17日		洋風の居間	終日曇天、測定開始から11時頃まで曇量10、途中10時前後に小雨。以降13時頃まで曇量7~9の曇。13時10分頃から小雨、平均曇量8。	終日曇

測定位置を示す。

図4に、赤坂の展示住宅の測定した室の平面と測定位置を示す。

表1に、冬期と春期のすべての測定の概要を示す。

表2に、本報告に記す測定日の天空状況と天候状況を示す

表3に、本報告に記す検討建物の概要を示す。

7. 資料の整理

測定結果は、それぞれの検討項目に応じて、表やグラフにまとめた。それらの一部で、本報告に合わせて、編集した図を図5から図15に示す。

8. 検討の概要

本報告の検討に示す例は、測定日の天空状態や天候が比較的安定して、同じ測定建物という条件で選び、プレハブ展示住宅を対象とした測定に限った。

しかし、これら例外の測定の検討も、未完ながら進捗している。検討結果は、それをも加味している。

本研究は研究途次にある。したがって、現段階は、検討結果を集成して結論を求める時期ではない。以下に、現在までに得た知見の一部を列記する。

9. 検討結果

9.1 屋外照度とその変動

表2に、検討した日（4月19日、23日、5月14日、17日）の天空、及び、天空状態を示す。また、図5に、それらの日の屋外照度を図示する。4月19日は終日快晴で、グローバル照度と全天空照度は、共に終日安定した変動を示す。4月23日は、朝夕にやや雲が現われたが、日中は雲量0の快晴である。グローバル照度の変動はかなり安定しているが、全天空照度の変動は若干乱れている。5月14日は、終日ほとんど曇であるが、時々直射日光もあり、夕刻にやや晴れ間がのぞく、若干不安定な天候の日である。5月17日は、日中に小雨もあるが、わずかな青空もある天空状態の日である。両日の全天空照度は、共に、それ相応のやや不安定な変動を示している。

なお、1月19日の全天空照度の変動も併せて示す。この日は若干薄曇になることもあったが、全天空照度の変動はどちらかといえば典型的な曇天空の日のそれに近い

と考える。

9.2 室内の水平面照度と空間照度の変動

図6と図7に、室内の水平面照度と空間照度であるベクトル照度、スカラー照度、円筒面照度の終日の変動の例を示す。図6は、洋風の居間の場合で、図7は、和室の場合である。測定日は、ほぼ快晴の4月23日と終日曇の5月17日である。

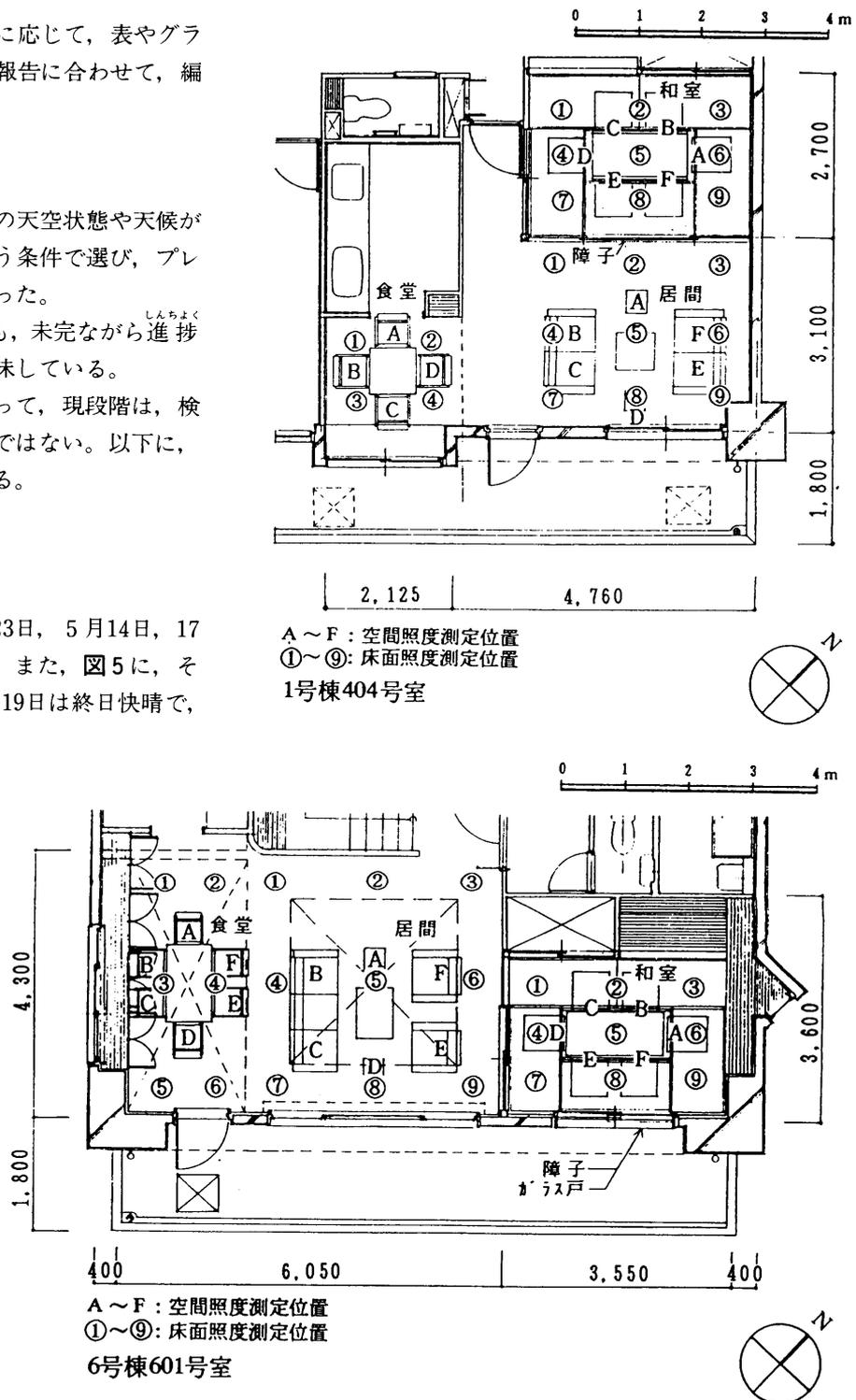
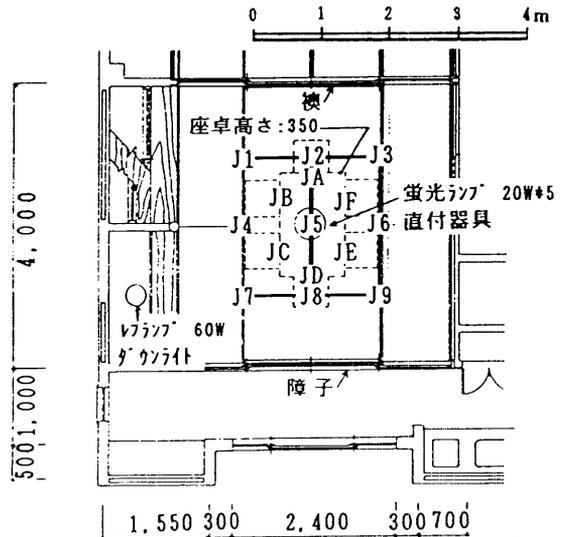
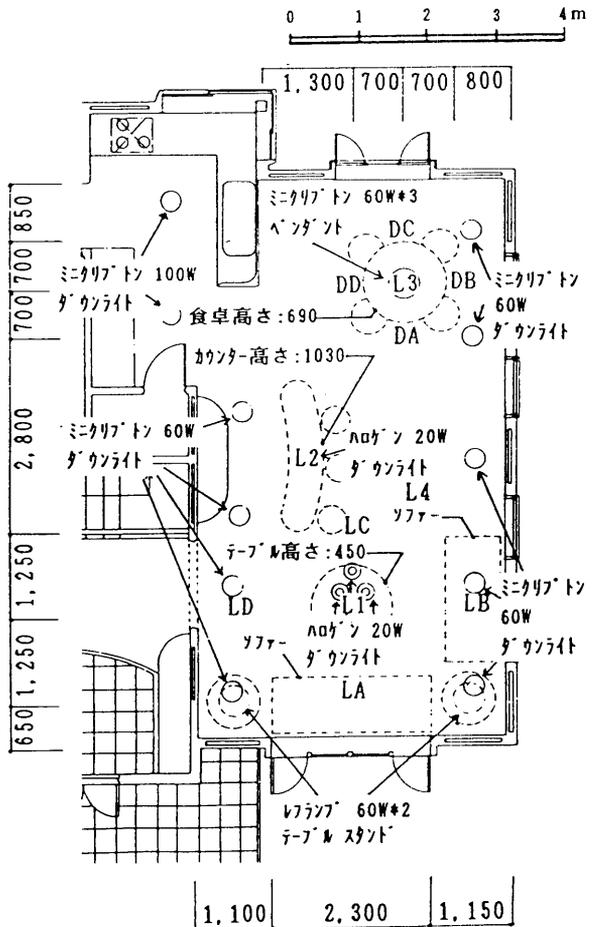


図3 分譲マンションの測定室の平面と測定位置 (百道)



JA~JF: 空間照度測定位置
 J1~J9: 床面照度測定位置
 和室



LA~LD: 空間照度測定位置 (居間)
 DA~DD: 空間照度測定位置 (食堂)
 L1~L4: 床面照度測定位置
 居間・食堂

図4 プレハブ展示住宅の測定室の平面と測定位置 (赤坂)

表3 測定建物の内外の概要 (本報告で検討する分のみ)

実験 II	住宅展示場 (プレハブモデルハウス)	戸建住宅 2階建の1階
室内の状況		室外、周辺状況
洋風の居間		
室寸法: 平面 4,500mm x 5,100mm 天井高 2,560mm 開口部: 前面窓 (東南面) 2,300mm x 1,550mm 側面窓 (東北面) 800mm x 1,100mm 家具: ソファ、テーブルなど -平面図参照- 照明器具: 天井-ミニクリプトン、ハロゲンランプ ソファの横-レフランプ 内部仕上げの平均反射率: 天井 (ビニールクロス) 60.7% 壁 (ビニールクロス) 60.7% 床 (フローリング) 12.9% 昼光照明の状況: 前面の窓 (東南面) からの昼光の入射が最も多い。食堂と玄関ホール側面からの昼光の影響もある。		室は東から30°程度南に向いている。周辺には他社のモデルハウスと樹木があり天空の相当部分を遮る。
洋風の食堂		
室寸法: 平面 3,500mm x 2,900mm 天井高 2,560mm 開口部: 前面窓 (北西面) 1,300mm x 1,300mm 側面窓 (東北面) 800mm x 1,100mm 家具: 食卓など -平面図参照- 照明器具: 天井-ミニクリプトン、ハロゲンランプ 食卓上-ミニクリプトンランプ 内部仕上げの平均反射率: 天井 (ビニールクロス) 60.7% 壁 (ビニールクロス) 60.7% 床 (フローリング) 12.9% 昼光照明の状況: 主な昼光の入射は北西面の前面窓と台所の北西面 (建物の裏側) の窓から入る。時間が経つにつれ北西面の前面窓からの昼光の影響が大きくなる。		室は東から30°程度南に向いている。前面窓 (北西面) 越しは道路に面している。
和室		
室寸法: 平面 4,000mm x 4,000mm 天井高 2,560mm 開口部: 前面障子 3,800mm x 1,900mm 前面開口部 2,340mm x 1,950mm 家具: 室中央に座卓 照明器具: 天井-蛍光灯 (20w x 5) 床の間天井部-レフランプ (60w) 内部仕上げの平均反射率: 天井 (杉紙化粧石膏ボード) 25.6% 壁 (ビニールクロス) 36.7% 床 (畳) 36.1% 襖 57.7% 障子 50.1% 縁側 22.3% 昼光照明の状況: 昼光は主として前面開口部を通して入射する。 その他: 前面開口部の反対側に襖がある。		室は東から30°程度南に向いている。周辺には他社のモデルハウスと樹木があり天空の相当部分を遮る。

洋風の居間、和室共に、晴天の日の水平面照度と空間照度は、朝が高く、時刻の経過と共に低下する。これは室の開口部が東南に向いているためと考える。曇天の日は、両照度とも不規則な変動をする。しかし、この変動は、図5の測定日の全天空照度の変動と比較すると、その間に類似性が認められ、全天空照度の影響はかなり大であると考えられる。

洋風の居間の場合、あるいは、和室の場合、また、天候が晴れていても曇っていても、水平面照度、スカラー照度、円筒面照度の測定値はほとんど同一である。もちろん、これらの終日の変動もほぼ同じパターンである。この測定例のように、住宅の居室程度の規模で、^{ひさし}庇やベランダを備えた空間内の同一測定点のスカラー照度や円筒面照度が水平面照度に類似することが確認できれば、今後の実測調査を簡易化する可能性がある。

ベクトル照度の値は、水平面照度や他の空間照度よりも高い。しかし、これらの終日の変動の様相は全く同じである。すなわち、縦軸が対数表示であるから、ベクトル照度の値と水平面照度や他の空間照度の値の比は、終日ほぼ一定であると考えられる。

9.3 床面照度の終日変動に与える位置の影響

図8に、和室を例に、室を奥行き方向に4等分し、開口部側の障子の下框に近い位置、中央部の位置、室の奥部の位置の床面照度の終日の変動を示す。なお、晴天の日（4月19日、快晴）、曇天の日（5月14日、ほぼ曇）のそれぞれについて、障子は開いたときの測定例である。

当然のことであるが、両日とも開口部に近いところの照度が他の2点の照度より高い。図示はしていないが、この規模の室の、開口部より室奥に向かう水平面照度の一般的傾向は、開口部に近い位置が最も高く、室奥に向かうに従って急激に減少する。室中央部から室奥にかけては照度の変化は小さい。室奥の壁の反射率に従って、壁際で照度が上昇する。本測定例もこの傾向を示している。

同じ測定点の終日の変動は、両日とも図7で示した水平面照度と同じ傾向を示す。また、時刻による照度の低減の割合は、位置によってあまり相違がない。開口部に近い位置が若干大きい程度である。すなわち、終日の照度は室の奥の方がやや安定している。

以上の傾向は、障子を閉めたときも、ほぼ同様のようである。すなわち、障子はその透過率分だけ水平面照度の値を低くするが、その動的変動には影響を与えないようである。

9.4 水平面照度の終日変動に与える高さの影響

図9に、近接する床面照度と床上80cm（和室、ほぼ、着座時の目の高さ）、103cm（居間、カウンター上、ほぼ、

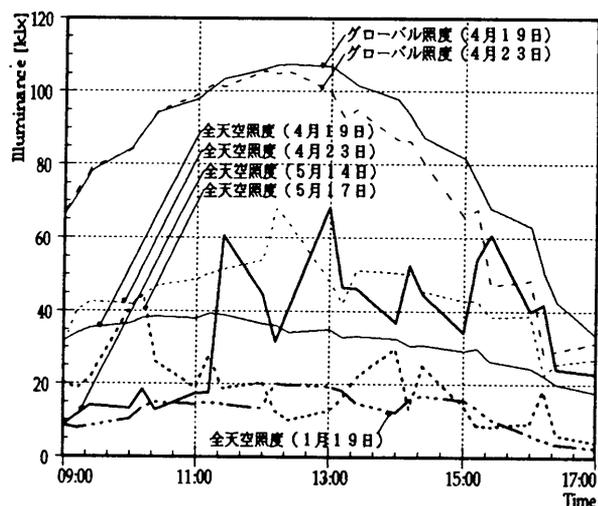


図5 屋外照度とその変動

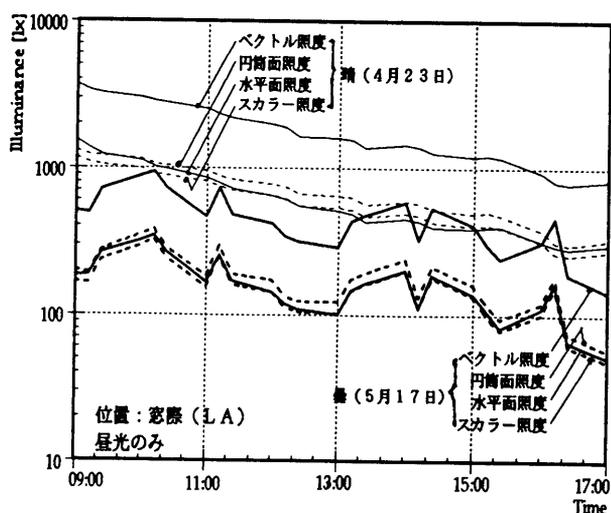


図6 居間における水平面照度と空間照度の変動

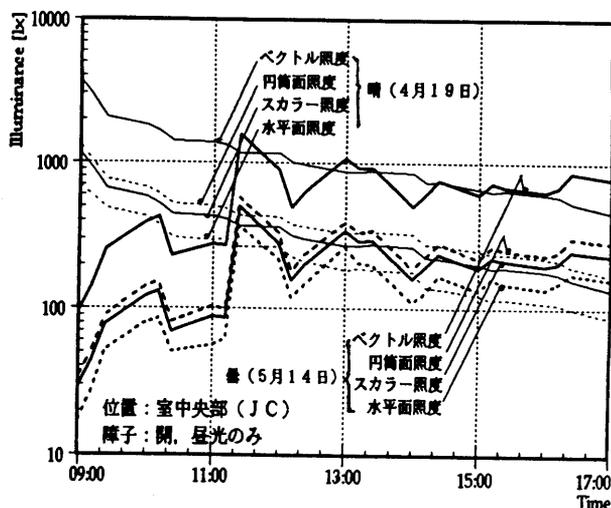


図7 和室における水平面照度と空間照度の変動

椅座時の目の高さ)の水平面照度の晴天の日(和室, 4月19日, 快晴; 居間, 4月23日, ほぼ快晴), 曇天の日(和室, 5月14日, ほぼ曇; 居間, 5月17日, 曇)の水平面照度の終日変動を示す。

晴天の日の和室を除いて, 床面照度の終日の変動に比して, 高さのある位置の水平面照度の動的変動は相当に小さい。すなわち, 床面照度より, 照度水準は低いが, 照度は安定している。したがって, 従来の昼光環境調査が床面照度を主としてきたが, これは, 実際の視作業を行う高さの位置の照度の変動と異なる可能性が高い。

また, 図6, 図7に示すように空間照度の変動は水平面照度の変動にほぼ連動する。したがって, これらも床面照度よりは安定していると考ええる。

高さのある位置での水平面照度や空間照度が安定するのは, 庇やバルコニーなどが有効に働いて, 変動の大きい直射日光や天空の高高度部分を遮り, あるいは, 相互反射によって照度値を低下させ, 同時に, 比較的安定した天空の低高度部分の輝度が働くことによると考える。

晴天の日の和室の例は, 室の向きが東南であり, たまたま快晴の日の朝の低い太陽高度からの直射日光や, その周辺の高輝度の天空部分の影響を大きく受けているためと考える。

9.5 ベクトル照度の高度と方位の終日変動

図10に, ベクトル照度の高度の, 図11に, 方位の終日変動をそれぞれ示す。和室は, 4月19日(快晴)と5月14日(ほぼ曇), 居間は, 4月23日(ほぼ快晴)と5月17日(曇)の例である。

定常的な光を供給する人工照明は天井にある。一方, 採光開口は側方にある。したがって, 当然のことながら, ベクトル照度の高度は点灯時の方が消灯時よりも高い。一般に, 洋風である居間の方が, 和風の室よりもベクトル照度が高い。これは居間の天井と壁の反射率が床面よりかなり高く, 他方, 和室の各面の反射率があまり高くなく, また, ほぼ等しいことによると考える。この反射率の構成は洋風と和風のそれぞれの伝統的な手法である。

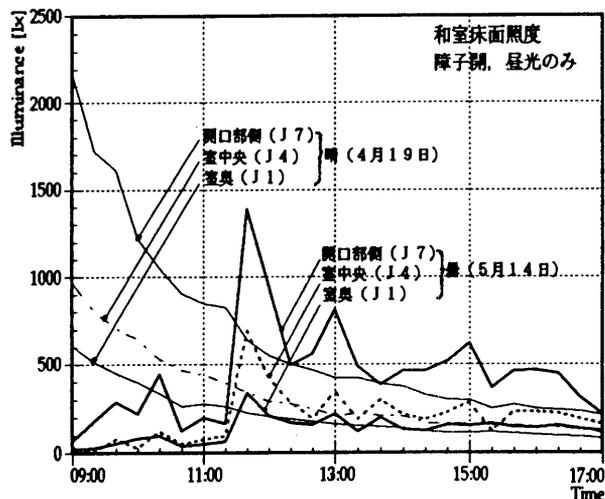


図8 床面照度の終日変動に与える位置の影響

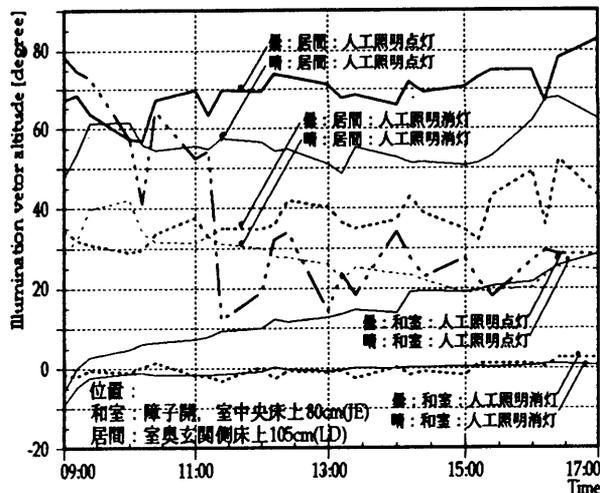


図10 ベクトル照度の高度の終日変動

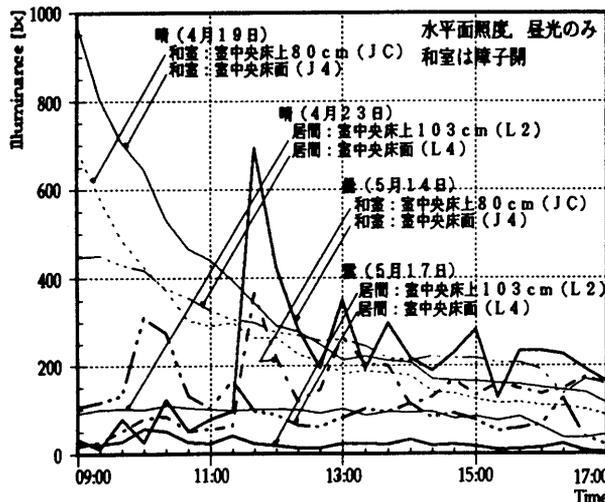


図9 水平面照度の終日変動に与える高さの影響

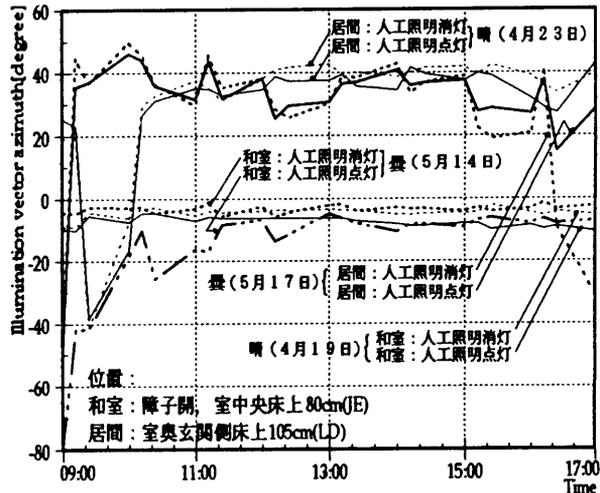


図11 ベクトル照度の方位の終日変動

また、和室では時折、ベクトル照度の高度が負になることがある。これは以前の測定でも確認されている。すなわち、下方よりの光が卓越していることを示す。

消灯時の和室のベクトル照度の高度は、屋外の天空状況にかかわらず、極めて安定している。これも反射率が低いこと、廊下を経て採光していることによると考える。曇天の日の点灯時の和室のベクトル照度の高度は、変動が大きい。これは、安定した人工光が変動する昼光に比べて大きく作用することがあることを示す。晴天の日の点灯時の和室では、安定して変動する。これは、人工光が定常的で昼光の変動も安定していることを示す。

居間の点灯時と消灯時、晴天と曇天の日でも、和室ほどではないが、ほぼ同様の特性を示す。

和室のベクトル照度の方位は、曇天の日の消灯時を除いて、点灯、消灯、晴天、曇天などに関係なく、ほとんど変動しない。居間も同様に朝夕に大きく変動するが、日中は安定している。これは採光開口と検討位置の幾何学的関係もあるので、早急に結論できない。

一般にベクトル照度の高度と方向は、点灯時の方が不安定であるといえる。

9.6 ベクトル/スカラー比の終日変動

図12に、居間(4月23日, ほぼ晴; 5月17日, 曇), 図13に和室(4月19日, 快晴; 5月14日, ほぼ曇)のベクトル/スカラー比の終日の変動を例示する。また、検討位置は異なるが、図14に食堂(4月23日, ほぼ晴), 図15に和室(4月19日, 快晴)の終日のモデリング評価図を示す。

上記の検討位置以外でもベクトル/スカラー比の値は一般に大きい。“too soft (平板的)”の評価になることはほとんどないようである。和室の方が洋室(居間, 食堂)よりベクトル/スカラー比の値が一般に大きい。これは室内の仕上面の反射率の構成の違いによると考える。消灯時の方が、点灯時よりも値が大きい。終日の変動は一般に小さい。

曇天の日は、晴天の日よりもベクトル/カラー比が高

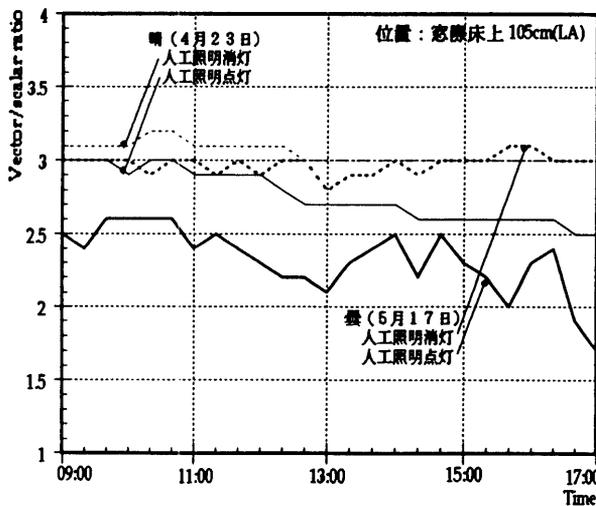


図12 居間におけるベクトル/スカラー比の終日変動

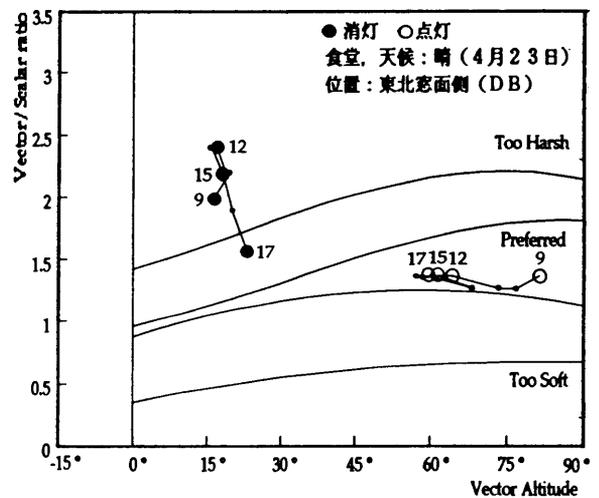


図14 食堂におけるモデリング評価

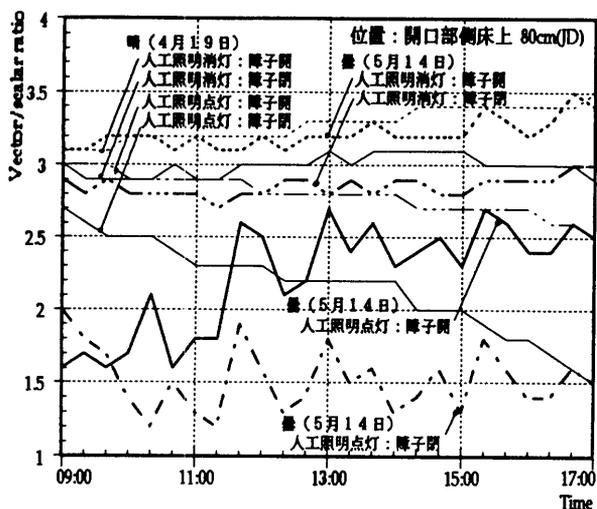


図13 和室におけるベクトル/スカラー比の終日変動

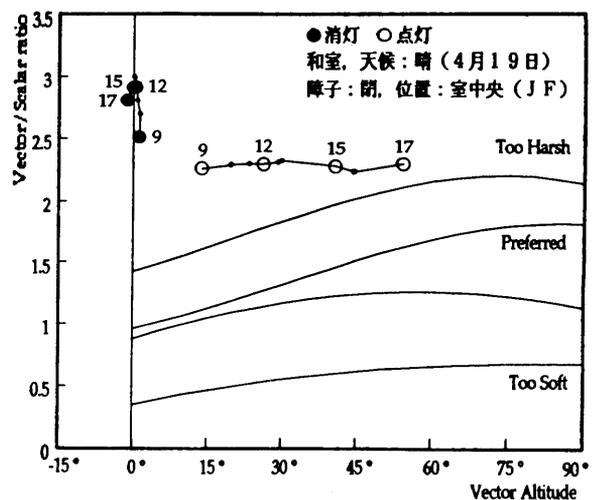


図15 和室におけるモデリング評価

い。しかし、終日変動はかなり小さい。

人工照明を点灯すると、ベクトル／スカラー比の値が小さくなるだけでなく、ベクトル照度の高度が高くなる。高度の高いときは、ベクトル／スカラー比の“preferred”の範囲が広いので、この両者によって、モデリングの評価は高くなる。洋室では、点灯時の評価が“preferred”の範囲に含まれることがかなりある。

一般に、和室の方が、洋室よりも人工照明の影響を大きく受け、点灯時と消灯時のベクトル／スカラー比の値の差が大きいようである。

消灯時の障子の開閉は、ベクトル／スカラー比に大きな影響を与えない。天空状態にかかわらず、開放時の方が値がやや大きいだけで終日安定している。障子を開放した点灯時は、値は変わるものの変動は滑らかである。昼光の影響がかなり強いと考える。これに対し、障子を閉じたときは、終日の変動が大きい。これは昼光と人工光の相互作用によると考える。

10. 結語

本研究は、現在までに、3種の住居の昼光環境の動的不変動の実測を試み、これによって膨大な資料を得た。これらは目下解析中である。本報告は、このうち、プレハブ展示住宅で取得したデータを中心に試みた検討の一部である。

実際の建築物を借用するので、実測可能な日が限定されること、実測予定日を決めても、当日の終日の天候状態は、実測が終了してからしか判定できないことなど、本研究はデータを取得してから判断する要素が多分にある。したがって、結果的に、同じようなケースの実測が重複し、必要なケースを得るために測定を繰り返すという無駄な手間を必要とする。

本報告では、主として、晴天の日と曇天の日を対比して試みた解析について述べた。しかし、終日晴天、あるいは、曇天であることは、むしろ少ない。天候の変動する日が多い。また、薄曇や部分的に曇る日も多い。このような日のデータを結果的に非常に数多く取得している。これらの解析は、終日晴天や曇天の日よりも困難であり、まだ完結の目処は立っていない。

視環境の快適性の評価方法として、モデリングの評価を試みた。この評価方法は、すでに幾度か用いた経験がある。ある程度妥当だとは考えているが、それ以上の検証は試みていない。適当な手法が現存しないので採用している。

本報告で述べた範囲でも、昼光環境の動的不変動に関し、かなり有用な示唆を多く得ている。それらには、従来から漠然と考えられていることもあるが、注目されなかったこともある。たとえば、住居程度の空間では水平面照度と空間照度が連動すると予想されることである。

昼光環境の実測時には、その動的解析に資するため、また、将来、昼光環境の動的不変動に関する啓蒙のため、ビデオ撮影を行った。この解析や編集は未完である。

人工天空内での実験も予定しているが、まだ着手に至っていない。

本研究に着手して、この課題が非常に奥深いことを痛感した。また、その成就が大変であることも予想している。現在、冬期と春期に取得したデータの解析と並行して、秋期の実測調査の計画を進めている。近々、開始の予定である。

<参考文献>

- 1) C. Cuttle et al.: Beyond the Working Plane, CIE Washington, Volume B, pp. 471-482, June 1967
- 2) 中村洋ほか: 室内昼光環境の動的不変動に関する研究—時間の経過に伴うモデリング評価の変化—, 日本建築学会中国九州支部研究報告, 第9号—2, pp. 25-28, 1993年3月
- 3) 中村洋ほか: 新しく試作した六面照度計について, 日本建築学会東海支部研究報告, 第25号, pp. 181-184, 1987年2月
- 4) 中村洋ほか: 新しい直接照射型人工天空について, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D, pp. 53-54, 1991年9月
- 5) Nakamura, H et al.: Portable Multi-Channel Daylight Data Recording System for Field Measurement Works, 4th Int. Symp. on the Use of Computers for Environmental Engineering Related Buildings, Tokyo, pp. 571-576 1983

<研究組織>

主査	中村	洋	九州大学工学部建築学科教授
委員	古賀	靖子	九州大学工学部建築学科助手
〃	松澤	朋子	九州共立大学工学部建築学科講師
〃	慎	仁重	九州大学大学院工学研究科建築学専攻博士後期過程2年