

光・視環境を考慮した最適建築ファサード研究調査委員会
報告書

平成16年 3 月

はじめに

太陽からの自然光を室内に有効に導入し、人工照明によって消費されるエネルギーを削減しなければならない。社会からのこのような要請は日増しに強くなっている。新しく建設される建物はこぞって、自然光を室内に導き入れようとさまざまな工夫をするようになった。

しかしながら、自然光を導入することはそれほど簡単ではない。

まず、自然光はその量と質が人工照明とは全く異なる。人工照明が、必要な部分に、安定して、適量の光を供給できるという利点を持つのに対して、自然光は、必要がないところにも、季節や時刻、天候によって変動する光を、場合によっては極端に大量に供給してしまう。その上、自然光を構成する二つの光、太陽からの直射光と天空光は、その量も質も大きく異なっている。このような、じゃじゃ馬のような光を扱うには、光の特性を十分に理解した上での綿密な検討が必要となる。

次に、自然光は光と共に熱をもたらす。自然光によって導入された熱量は、エネルギー消費が問題となる夏季に大きな冷房負荷をもたらす。自然光導入が省エネルギー効果を発揮できるかどうかは、この熱をどう処理するかにかかっている。

おそらく全ての建築設計者は、自然光導入にかかわるこれらの問題に深く悩んでいるはずである。もちろん、このような問題を解き、調整できる技術者は多い。しかしながら、そのような技術者に実際に検討依頼が来るのは、意匠設計がある程度固められた段階なのである。確かに、具体的な検討は細かい条件が固まった段階でしかできないものだが、自然光をどのように処理するかは、本来、基本コンセプトの段階で検討されるべき問題であり、建築物の形態に大きくかかわっている。自然光導入を本気で考えるならば、光環境技術者が設計の基本コンセプト作りの段階でかかわるか、意匠設計者が光環境の問題を正確に理解するか、この二つの方策のどちらかが必要となる。

このような問題意識の下、光環境研究専門部会は、建築物形態の決定にかかわる意匠設計者が手軽に参照できる資料を提供しようと考え、平成12年に本研究調査委員会を提案した。委員会では、意匠設計者が使いやすいパンフレットのような報告書を目指し、試行錯誤を続け、2年の予定期間を過ぎてようやくまとまったのが本報告書である。本報告書がいつも建築意匠設計者の手元にあることを願っている。

平成16年3月

社団法人 照明学会

光・視環境を考慮した最適建築ファサード研究調査委員会

委員長 中村芳樹

本委員会の構成と開催について

1. 委員会の構成

本委員会は、次に示す委員長、幹事、委員の合計 15 名で構成された。

委員長	中村芳樹	東京工業大学大学院総合理工学研究科
幹事	登石久美子	清水建設株式会社 技術研究所建築研究開発部
	本間睦朗	株式会社日建設計 設備設計室
	望月菜穂子	株式会社竹中工務店 技術研究所
委員	岩田利枝	東海大学 第二工学部建設工学科
	上谷芳明	福山大学 工学部建築学科
	小林真登	東芝ライテック株式会社 施設 HID 技術部
	宿谷昌則	武蔵工業大学 環境情報学部 大学院建築学専攻
	関根武男	株式会社大林組 設計本部設計技術部
	戸倉三和子	独立行政法人 建築研究所
	中村 肇	松下電工株式会社 電材分社 電機エンジニアリング 総合部
	伴 和夫	三菱電機株式会社 開発部

2. 委員会の開催

本研究は、平成 12 年度の照明学会の研究調査委員会・新設委員会として企画・実施されたもので、同年の 10 月に第 1 回委員会を開催し、以下に示す活動をおこなった後、平成 15 年に報告書をまとめた。

第 1 回委員会	平成 12 年 10 月 17 日 (火)	照明学会第一会議室
第 2 回委員会	平成 13 年 3 月 22 日 (木)	照明学会第一会議室
第 3 回委員会	平成 13 年 6 月 5 日 (火)	照明学会第一会議室
第 4 回委員会	平成 13 年 11 月 20 日 (火)	照明学会第一会議室
第 5 回委員会	平成 14 年 3 月 5 日 (火)	照明学会第一会議室
第 6 回委員会	平成 14 年 6 月 20 日 (木)	照明学会第一会議室
第 7 回委員会	平成 14 年 10 月 15 日 (金)	照明学会第一会議室
第 8 回委員会	平成 14 年 12 月 9 日 (月)	照明学会第一会議室

目次

1.	光と熱のシミュレーション-----	1
1.1	概要-----	1
1.2	シミュレーション方法の概要-----	2
1.3	シミュレーション結果の読み方-----	8
1.4	考察-----	9
2.	昼光導入計画における問題点-----	13
2.1	昼光利用の考え方-----	13
2.2	窓からの熱の流入-----	20
3.	昼光利用技術の原状-----	25
3.1	窓の仕様-----	25
3.2	制御方法の種類-----	29
3.3	システムの運用方法-----	33

資料編 シミュレーション結果

1. 光と熱のシミュレーション

1.1 概要

建築設計の基本コンセプトの段階で意匠設計者が自然光利用を考慮するためには、窓開口の位置や大きさ、窓回りの設定によって室内に導かれる光や熱がどのように変化するかを、一目で直感的に理解できる必要がある。本章で紹介するシミュレーションは、そのような視点から条件の設定を検討し、見開きで一目で効果が分かるように提示することとした。そのため、窓回りの細かい設定の違いによって効果が変わる様子を表現するのではなく、窓の違いによって生ずる大まかな効果の違いをビジュアルに提示することに主眼を置いている。

設定条件の詳細は後述するが、非常にシンプルな部屋を考え、その部屋の光の状態と流入する熱量が、窓形状や日除けタイプによってどのように変化するかを視覚的に表現するものとなっている。建物は東京に建設されるとし、窓面の方位は、南、西、北、東の四つの条件を設定した。

室内の光環境は、季節や時刻、天候によって大きく変化する。そこでシミュレーション条件として、季節の変化を3条件（春秋分、夏至、冬至）、時刻を3条件（朝（9:00）、昼（12:00）、夕方（15:00））、天候も3条件（晴れ、曇り、中間）とした。

窓の違いによって光環境が変化する様子を理解してもらうために、まず基本データとして、机上水平面の平均、最大、最小照度を提示することとし、さらに、室内において光が分布している状況を理解してもらうために、各方位1条件（中間天空の12:00）における机上面照度分布（各方位1条件）を図示することにした。また、オフィスでしばしば問題となる、窓面を背景にした人の顔が暗く見える現象（シルエット現象）の発生状況を理解してもらうために、窓際1メートルと部屋中央位置で、窓面方向の鉛直面照度と室奥方向の鉛直面照度との比を提示することにした。本来、光環境の変化の様子を本当に理解してもらうためには輝度分布を提示することが適当であると考えられるが、計算精度が十分ではなく、またその解釈方法が十分確立しているとは言えない現状より、今回は見送ることとした。

一方、窓から流入する熱量を検討する際は、年間のトータルの流入熱量と各月の流入熱量が重要であり、細かい時間変化は検討する必要がない。そこでここでは、各窓面方位に対して、各月毎の一ヶ月間の平均値流入熱量を計算することにした。熱量計算の基礎データは、拡張アメダスデータ（（社）建築学会編、2000年）を用いることとし、記載された法線面直達日射量、太陽高度角、太陽方位角より、日射による流入熱量を計算した。

イ・トレーシング(光線追跡)計算を基本とし、光の反射計算にモンテカルロ法を採用した照明解析ソフトである。昼光光源は本ソフトに備えられている CIE 標準天空の式に沿った光源を利用した。本ソフトで与えられる天空光源の分布は、CIE 標準天空の式のうち晴天空、曇天空、中間天空の 3 つを基本に、曇量の割合によって計算で求められる。天空光は平行光線として与えられ、天空の分割数は、天空輝度分布および計算精度により、15 から 900 の間で決定される(標準では 50 分割程度)。直射光は、水平面照度 Edh が以下の式より決定され、平行光線として与えられる。

$$Edh(c) = Ext \cdot \sin(\alpha) \cdot e^{\frac{-0.2-0.4c}{(1.0001-c)\sin(\alpha)}} \quad [lx]$$

ただし

α : 太陽高度 [rad]

c : 天空モデルの曇量パラメーター[-]

Ext : 大気圏外における直射光法線面照度 [lx]

$$Ext = 128000 \cdot \left(1 + 0.034 \cdot \cos \frac{2\pi(J-2)}{365} \right)$$

ただし

J : ジュリアン暦による日付 (1~365) [-]

また、各部材の可視光域における反射率・透過率は、表 1.2-3 のように設定した。

照度計算面を図 1.2-2 に示す。机上水平面照度は部屋中央 1 スパン分の“a. 机上水平面”で計算し、この面内における照度分布、平均照度、最大照度および最小照度を求めた。鉛直面照度計算のためには、同様に部屋中央 1 スパン分の“b. 鉛直面(窓際 1m)”および“c. 鉛直面(部屋中央)”の 2 平面を設定した。これらの中央点における内外各 2 方向の照度 (b_0 、 b_1 、 c_0 、 c_1) を計算、図 1.2-2 下の式より鉛直面照度比を求めた。

表 1.2-2 昼光条件

昼光条件 (地域: 東京)	
日付	3月20日 (春秋分) / 6月20日 (夏至) / 12月20日 (冬至)
時刻	9:00 / 12:00 / 15:00
天空状態	晴天空 / 中間天空 / 曇天空
窓面方位	南 / 西 / 北 / 東

表 1.2-3 部材の反射率・透過率

部材	反射率		透過率		備考
	鏡面	拡散	直接	拡散	
天井	-	0.70	-	-	
壁（内外共）・柱 ・バルコニー（内外共）	-	0.50	-	-	
床	-	0.10	-	-	
地面	-	0.20	-	-	窓面側の床スラブレベル延長に 22m×100mの平面を設定
透明ガラス	0.16	-	0.76	-	透明フロント8mm、入射角60° 相当(※)
拡散ガラス	0.06	0.10	0.31	0.47	乳白膜合わせガラス4+4mm、 入射角60°相当(※)
外付ルーバー	-	0.74	-	-	
庇・外付ライトシェルフ ・内付ライトシェルフ	-	0.55	-	-	
内付ブラインド	-	0.74	-	-	

※計算ソフトのアルゴリズム上、指向特性の設定は不可能であり、入射角60°時の数値を入力した。従って、どの角度から入射した光に対しても、この特性を示す計算となっている。

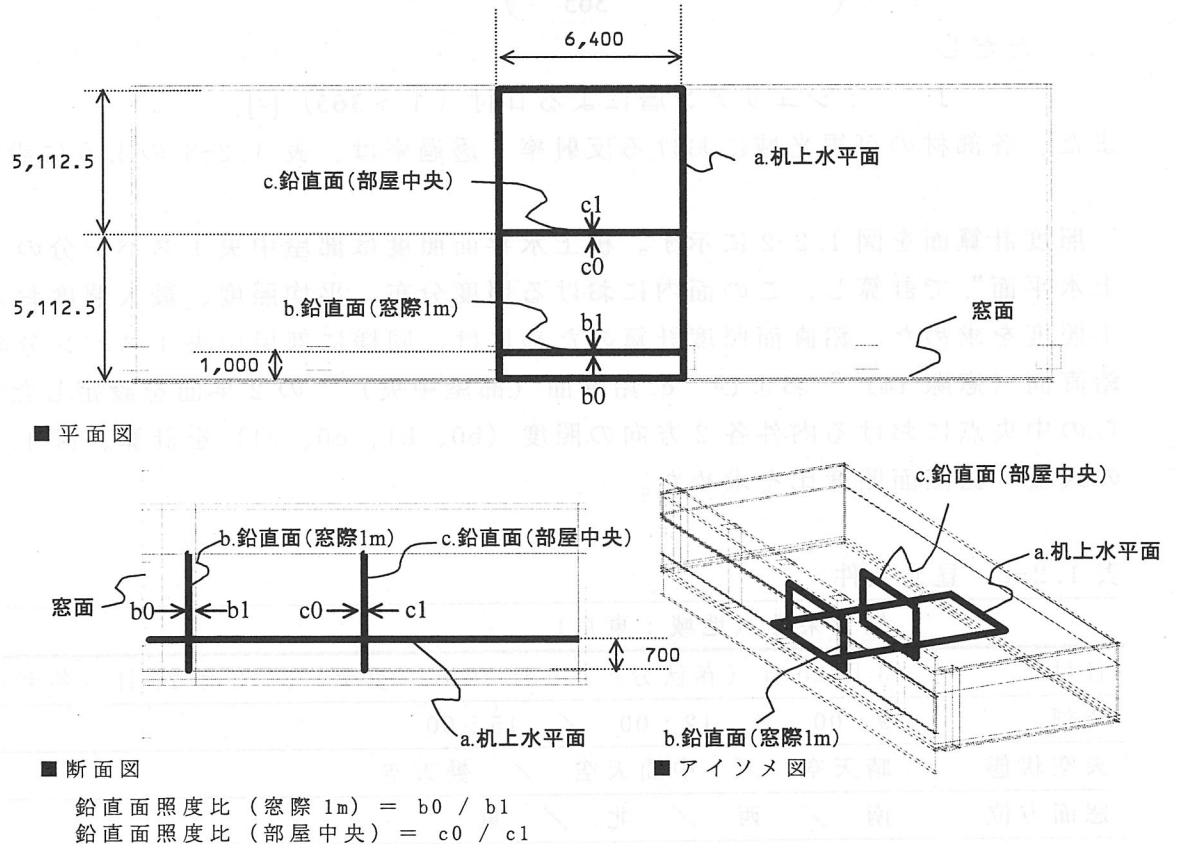


図 1.2-2 照度計算面の設定

参考文献

1.2-1 <http://www.integra.co.jp/eng/products/inspirer/index.htm>

1.2.3 熱のシミュレーションについて

窓から流入する日射には、窓ガラスを透過する日射と、一度窓ガラスに吸収され室内に放射される日射とがある。流入日射量の算出では、壁面に入射する全ての日射量のうち、窓に入射する日射量の割合を算出し、窓ガラスを透過する日射量と、窓ガラスで吸収・放射される日射量を算出し、合計している。

壁面に入射する日射を a) 直達日射、b) 天空日射、c) 地表面反射日射に分け、それぞれが窓から室内に入射する割合から、透過日射量を算出した。a) 直達日射と b) 天空日射は、1) 直接室内に入射する割合、2) 屋外に設置された窓システムの上面で反射した後、室内に入射する割合、3) 一度室内へ入射し、室内の窓システムの上面で反射した後、再度屋外へ放出する割合をそれぞれ算出した。反射は a) 直達日射、b) 天空日射の1回目だけを考慮することとした。したがって c) 地表面反射日射の底下面での反射などは考慮していない。

図 1.2-3 に透過日射量算出の概要を示す。左端および右端の楕円で示した項目が計算に必要な設定項目（入力）で、右から二列目の四角で示した項目が計算される結果（出力）となる。窓からの透過日射量は、破線で囲んだ内側窓システムからの反射・放出日射量を負とし、この部分の合計となる。計算途中では左か

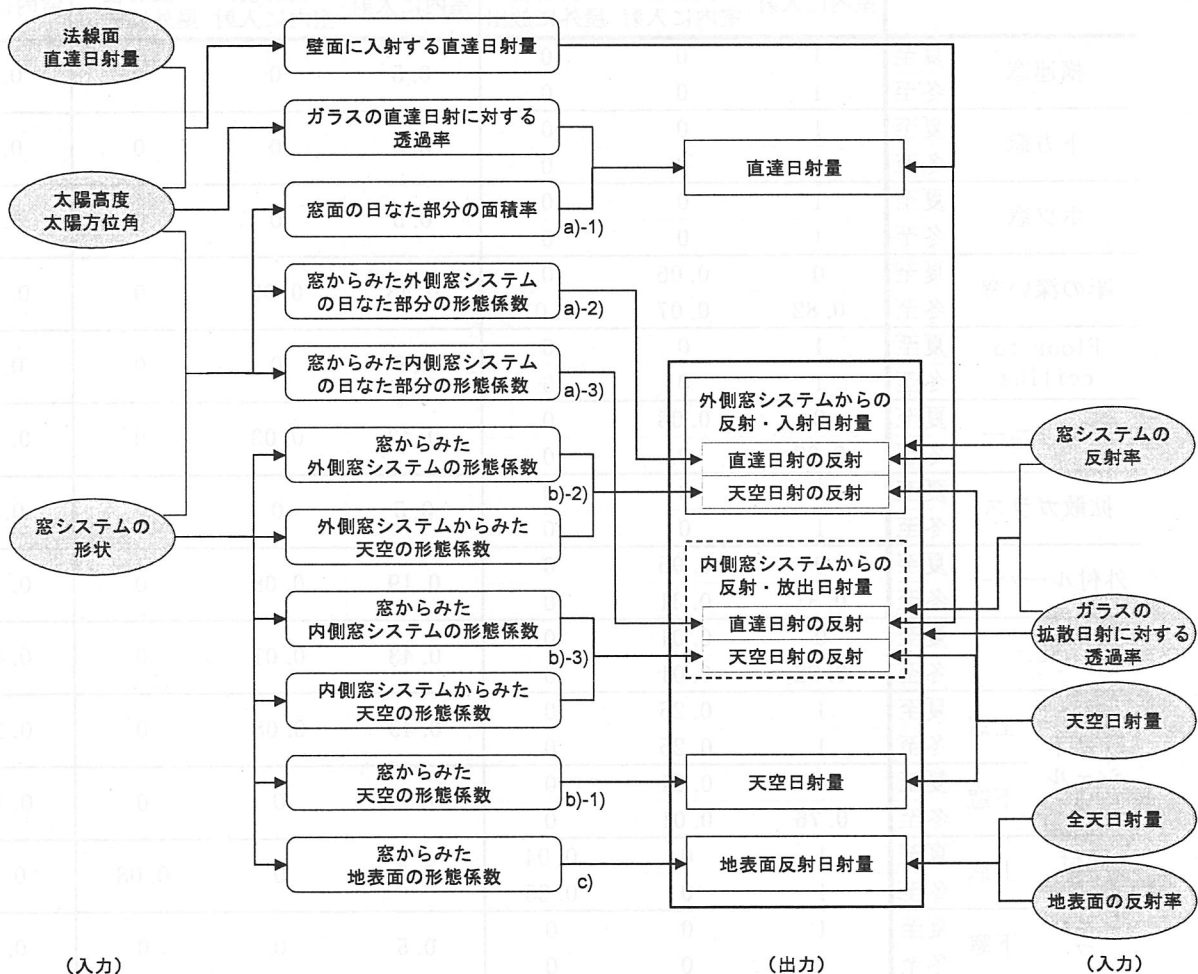


図 1.2-3 窓面を透過する日射量の算出の概要

ら二列目に丸四角で示した項目を計算しており、これらの項目が各窓システムの形態の違いによる日射遮蔽性能の違いを表す部分である。

表 1.2-4 に図 1.2-3 の左から二列目の上から三番目以下に示した項目を示す。図中の a)-1) などの記号と表中の a)、1) などの記号が対応している。a) 直達日射は夏至（6月21日）の正午と冬至（12月22日）の正午における、南面での値である。見かけの太陽高度は夏至で 77.9 度、冬至で 31.1 度である。形態係数はすべて窓中央（または庇などの窓システム中央）からみた値を用いている。

窓を透過する日射量は表 1-2-1 に示す値に、窓システムや地表面の反射率、各日射量およびガラスの透過率、を乗じて算出される。また、窓で吸収される日射量は窓システム等の反射率、各日射量、ガラスの吸収率を乗じて算出される。その吸収日射量のうち室内に流入する日射による熱 I_c は、室内外の温度差がないものとする、①式で表される。

表 1.2-4 各窓システムの日射入射割合

		a) 直達日射			b) 天空日射			c) 地表面反射日射
		1) 直接室内に入射	2) 屋外で反射後室内に入射	3) 室内で反射後屋外に放出	1) 直接室内に入射	2) 屋外で反射後室内に入射	3) 室内で反射後屋外に放出	直接室内に入射
横連窓	夏至	1	0	0	0.5	0	0	0.5
	冬至	1	0	0				
下方窓	夏至	1	0	0	0.5	0	0	0.5
	冬至	1	0	0				
ポツ窓	夏至	1	0	0	0.5	0	0	0.5
	冬至	1	0	0				
彫の深い窓	夏至	0	0.06	0	0.43	0.03	0	0.43
	冬至	0.82	0.07	0.01				
Floor to ceiling	夏至	1	0	0	0.5	0	0	0.5
	冬至	1	0	0				
バルコニー	夏至	0	0.08	0	0.43	0.03	0	0.13
	冬至	0.97	0	0				
拡散ガラス	夏至	1	0	0	0.5	0	0	0.5
	冬至	1	0	0				
外付ルーバー	夏至	0	0.06	0	0.19	0.08	0	0.19
	冬至	0.31	0.31	0				
庇	夏至	0	0.01	0	0.43	0.01	0	0.49
	冬至	0.82	0.01	0				
外付ライトシェルフ	上窓 夏至	1	0.25	0	0.49	0.08	0	0.25
	上窓 冬至	1	0.25	0				
下窓	夏至	0	0.01	0	0.39	0	0	0.49
	冬至	0.76	0.01	0				
内付ライトシェルフ	上窓 夏至	1	0	0.04	0.5	0	0.08	0.5
	上窓 冬至	1	0	0.25				
下窓	夏至	1	0	0	0.5	0	0	0.5
	冬至	1	0	0				
内付ブラインド	夏至	1	0	0.25	0.5	0	0.41	0.5
	冬至	1	0	0.71				

$$I_c = \alpha_i / (\alpha_i + \alpha_o) \quad \dots \textcircled{1}$$

ただし α_i は室内側総合熱伝達率、 α_o は屋外側総合熱伝達率であり、今回の計算では $\alpha_i = 9$ 、 $\alpha_o = 23$ として計算した。

各窓システムは完全拡散反射としている（反射率は 1.2.1 の表を参照）。ガラスの透過率 τ は入射角によって異なり、12mm フロートガラスは②式、拡散ガラスは③式で示す近似式で算出した。拡散日射に対する透過率は 12mm フロートガラスでは 0.6374、拡散ガラスでは 0.5866 を用いた。

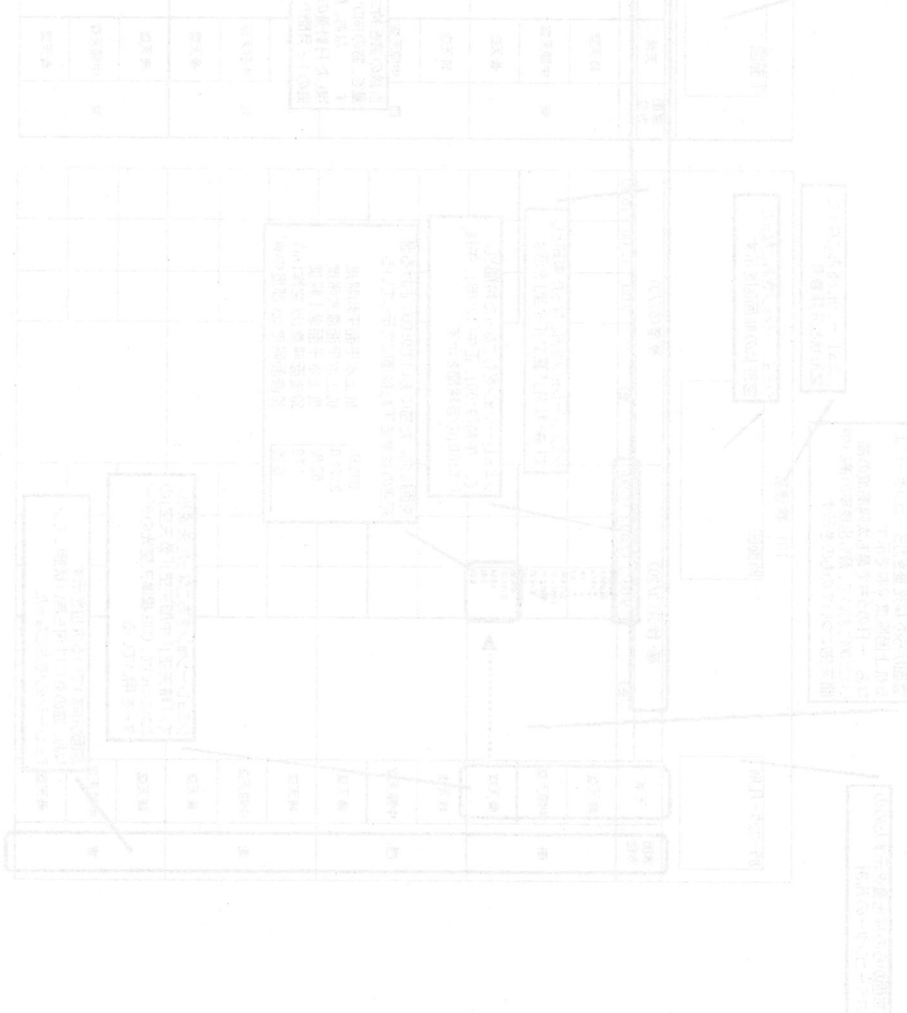
$$\tau(i) = -3.322 \cdot 10^{-8} i^4 + 2.901 \cdot 10^{-6} i^3 - 8.876 \cdot 10^{-5} i^2 + 7.429 \cdot 10^{-4} i + 0.7149 \quad \dots \textcircled{2}$$

$$\tau(i) = -3.057 \cdot 10^{-8} i^4 + 2.670 \cdot 10^{-6} i^3 - 8.168 \cdot 10^{-5} i^2 + 6.837 \cdot 10^{-4} i + 0.6579 \quad \dots \textcircled{3}$$

また、ガラスの吸収率 a も入射角によって異なり、12mm フロートガラスは④式、拡散ガラスは⑤式で示す近似式で算出した。拡散日射に対する吸収率は 12mm フロートガラスでは 0.2589、拡散ガラスでは 0.3159 を用いた。

$$i \leq 80 : a(i) = 8.451 \cdot 10^{-4} i + 0.2604, \quad i > 80 : a(i) = -0.02623 \cdot i + 2.3605 \quad \dots \textcircled{4}$$

$$i \leq 80 : a(i) = 6.926 \cdot 10^{-4} i + 0.2134, \quad i > 80 : a(i) = -0.03200 \cdot i + 2.8803 \quad \dots \textcircled{5}$$



事務室の果録くまぐーのりく 1-8-1 図

1.4 考察

1.4.1 光のシミュレーション結果考察

窓からの昼光だけで室内の明るさをどの程度確保できるかを、水平面照度（平均）の値で比較した。条件によって絶対値は異なるものの、同一の季節・時刻における窓システムの相対的な順位は比較的類似していた。南向き・中間天空・12時の場合の結果を、図 1.4-1 に示す。最も水平面照度（平均）が高いのは

「Floor to Ceiling」で、「横連窓」や「バルコニー」「拡散ガラス」なども相対的に高い。また、最も低いのは「内付ブラインド」で、「外付ルーバー」がそれに次いで低い値となった。これらの特徴は、他の方位・天候についても概ね共通の傾向であった。

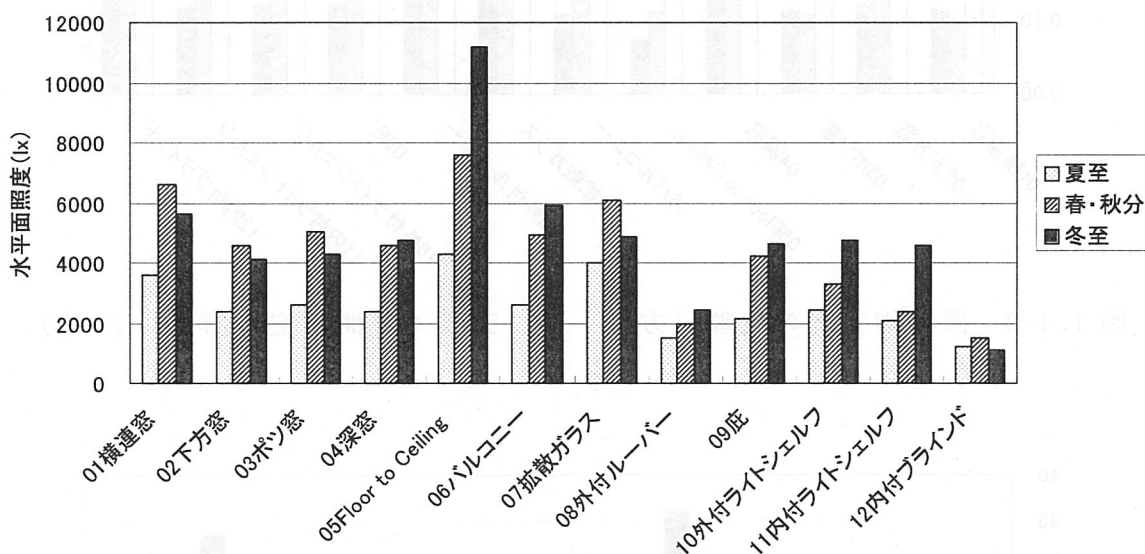


図 1.4-1 水平面照度の比較（方位：南、天候：中間天空、時刻：12 時）

オフィス空間では、ある程度均一な明るさの分布が求められる。その傾向を均斉度（最小照度と平均照度の比）の値で比較した。南向き・中間天空・12時の場合の値を図 1.4-2 に示す。年間を通して相対的に均斉度が高いのは「拡散ガラス」「外付ルーバー」「内付ブラインド」である。「外付け・内付けライトシェルフ」は春秋分と夏至の値が比較的高いものの、冬至の均斉度が低くなる傾向がある。「Floor to ceiling」「ポツ窓」「横連窓」などは年間を通して均斉度が低い。同じ窓システムの均斉度では、晴天空・中間天空の場合に東西面で時刻による変動が大きく、南北面では少ない傾向がみられた。

窓際の光の性状は、OA 画面への写りこみや人の顔が見難くなるシルエット現象など、まぶしさに起因する様々な問題を引き起こす。窓際 1m および室中央における鉛直面照度比（室の外向きと内向きの照度の比）で、各窓システムの特徴を比較した。南向き・中間天空の場合で、鉛直面照度比の高くなる窓システムが多

い冬至・9時の結果を図1.4-3に示す。室中央では窓システム間の差は小さいが、窓際1mの鉛直面照度比は「Floor to ceiling」「内付ライトシェルフ」で30を超える高い値となり、ついで「横連窓」「ポツ窓」「バルコニー」「庇」などが高い。「内付ブラインド」「外付ライトシェルフ」「外付ルーバー」「拡散ガラス」は、窓際と室中央の鉛直面照度比に差の少ない結果となった。

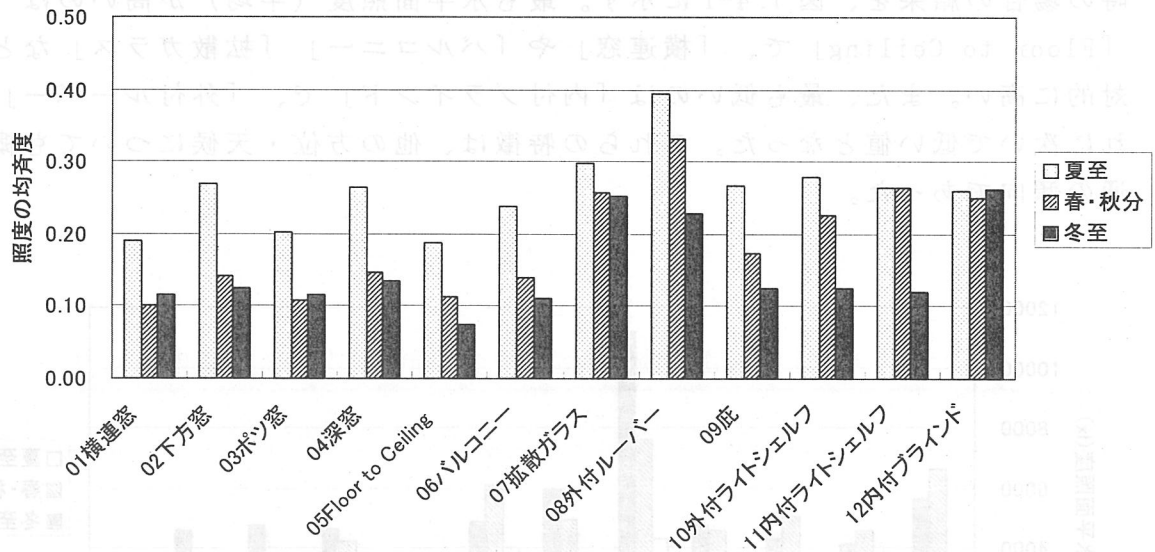


図1.4-2 照度均斉度の比較 (方位: 南、天候: 中間天空、時刻: 12時)

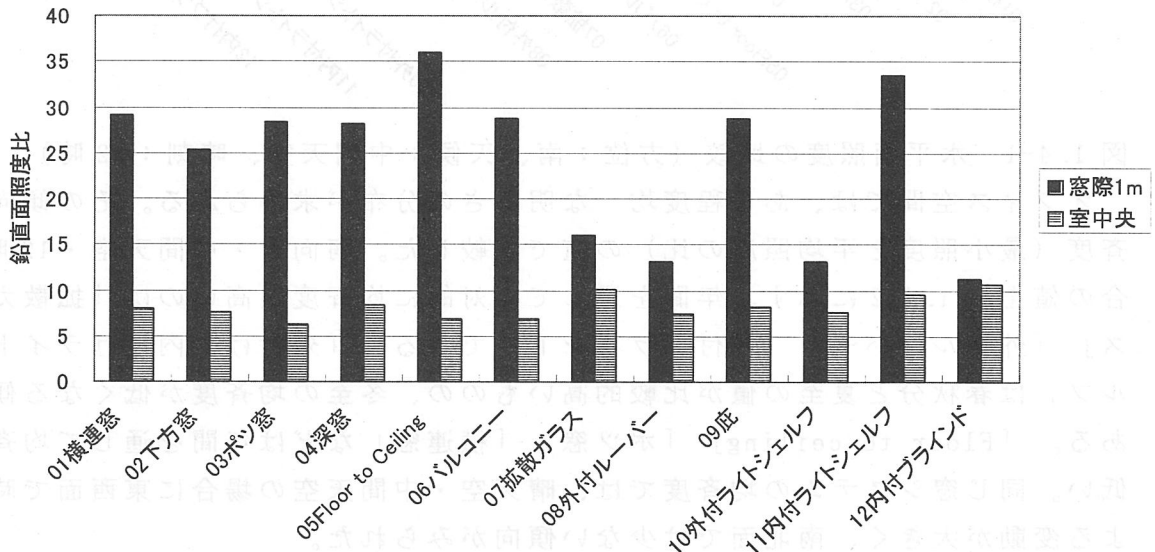


図1.4-3 窓際1mと室中央の鉛直面照度比 (方位: 南、天候: 中間天空、時刻: 冬至、時刻: 9時)

1.4.2 熱のシミュレーション結果考察

図 1.4-4 に南に面した窓システム 1 スパンから室内に 1 年間に流入する日射量を示す。1 月から 12 月までの各月の流入日射量を積み上げて示し、年間流入量の多いものから並べている。東、西、北面についても、若干の順番の違いはあるものの、ほぼ同様の傾向であった。「Floor to Ceiling」「バルコニー」は窓面積が大きいので流入日射量が多い。

図 1.4-5 に南および北に面した窓面 1m^2 あたりから流入する日射量を示す。「下方窓」「ポツ窓」「Floor to Ceiling」は「横連窓」に等しいので省略しており、参考に壁面に入射する日射量を併記した。外側で窓全体の日射を遮蔽できる「外付ルーバー」の流入量が特に少ない。「庇」「バルコニー」も外側で日射を遮蔽する。「外付ライトシェルフ」では日光と同時に日射も天井面に流入している。

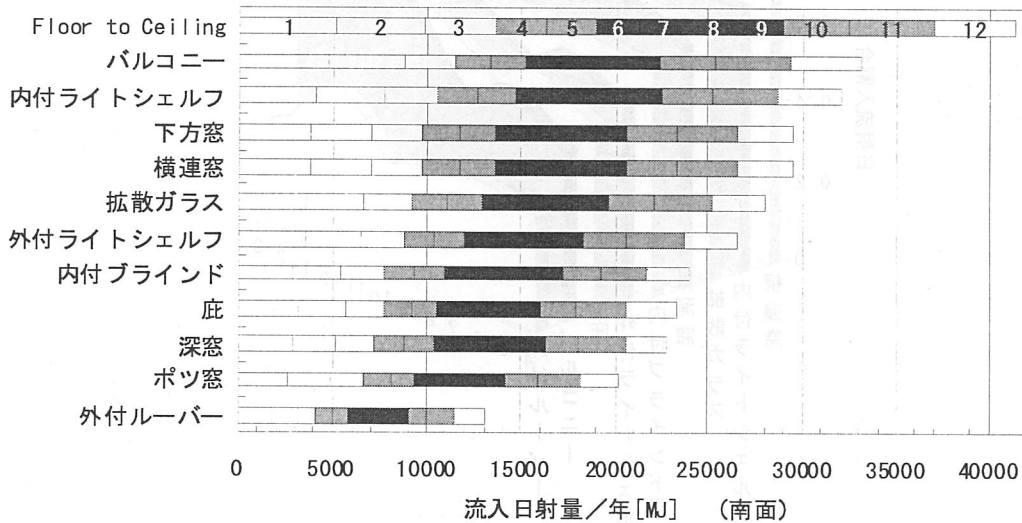


図 1.4-4 1 スパンの窓から室内に 1 年間に流入する日射量 (南面)

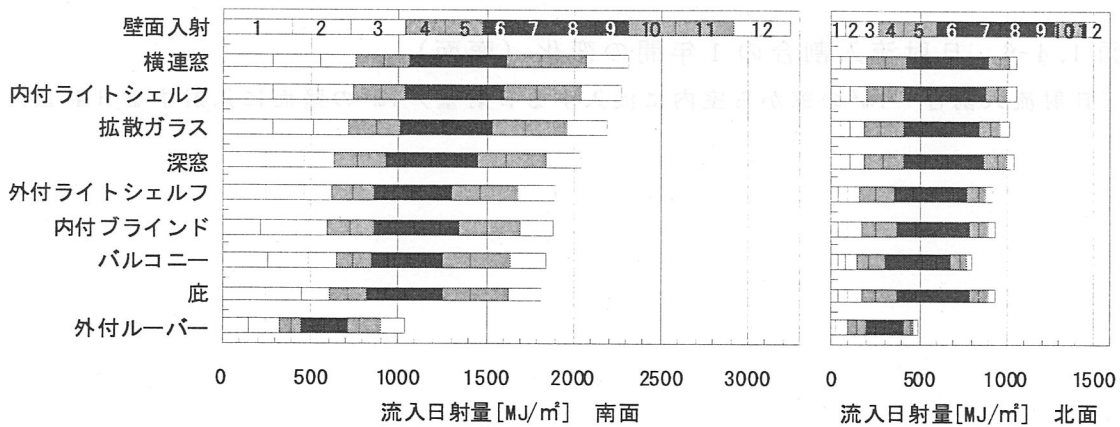


図 1.4-5 1m^2 の窓から室内に 1 年間に流入する日射量 (南面、北面)

日射の場合、冬季よりは夏季の流入を抑えることが重要であるので、図 1.4-6 に日射流入割合の 1 年間の変化を示す。ここで、日射流入割合 = 窓面 1m^2 あたりから流入する日射量 / 壁面 1m^2 あたりに入射する日射量とする。外側で日射遮蔽する「外付ルーバー」「バルコニー」「庇」「外付ライトシェルフ」は冬季より夏季に流入を抑えていることがわかる。「内付ブラインド」は 1 年を通じて流入割合に変化が少ないが、夏季の流入率が冬季の流入率に比べ若干大きく、必ずしも効果的に日射の流入を抑制するとはいえない。

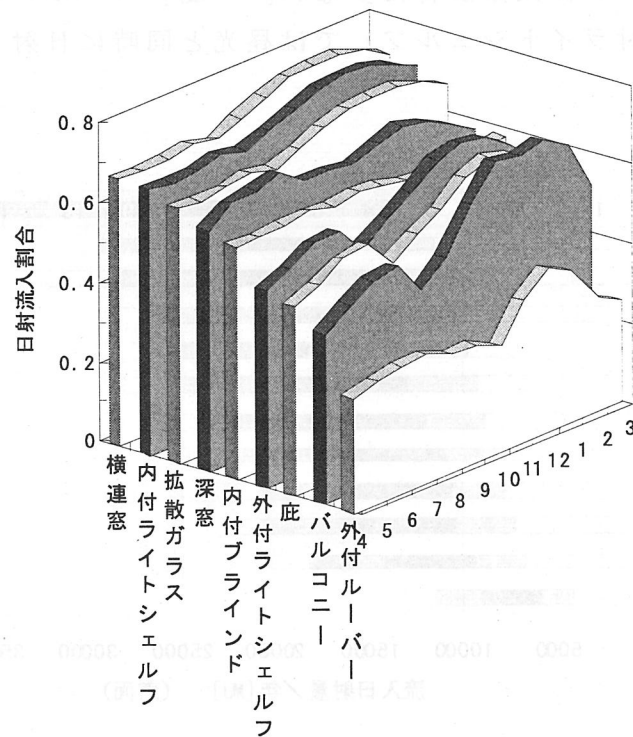


図 1.4-6 日射流入割合の 1 年間の変化 (南面)

(日射流入割合 = 1m^2 の窓から室内に流入する日射量 / 1m^2 の壁面に入射する日射量)

2. 昼光導入計画における問題点

2.1 昼光利用の考え方

私たちが生活を営む最も身近な環境にある光は、空間的に必ず分布があり、また、時間的に絶えず変動している。どのような分布や変動がもたらされるかは、光環境をどのように計画するかによって決まると言っても過言ではない。

「昼光利用」と言えば、“人工照明を補助すること”と見なされてきたが、本節では、人工照明を改めて分類・整理して「昼光照明」の位置づけを明確にし、昼光光源の発光効率や窓から得られる昼光がヒトの生理に果たす役割を述べ、光が熱へと変化する性質に着目して、窓の日除けはガラスの外側に設けるべきことを述べる。

2.1.1 昼光照明は人工照明の一方式である

19世紀後半に始まった電力の生産とその分配は画期的な技術開発だった。如何に画期的だったかは、今日に至るまで日常的に使われている“デンキを点ける”という表現がよく物語っている。電力がつくられ照明にまず使われたことは、当時の社会にとって大事件だったに違いない。人工照明と言えば、通常は、電灯照明を指す場合が多いのはそのためだろう。

しかし、窓をどのような大きさにして、どこに設けるか、そして窓面に入射した日射をどのように透過させ、どのように拡散させて照明に用いるか——それは、窓を含む建築外皮をどのように設計するかが決める。このことを改めて意識化したい。図 2.1-1 に示すように、昼光照明を人工照明の一つとして、少なくとも電灯照明と並列させることは、これからの建築照明計画として不可欠だろう。

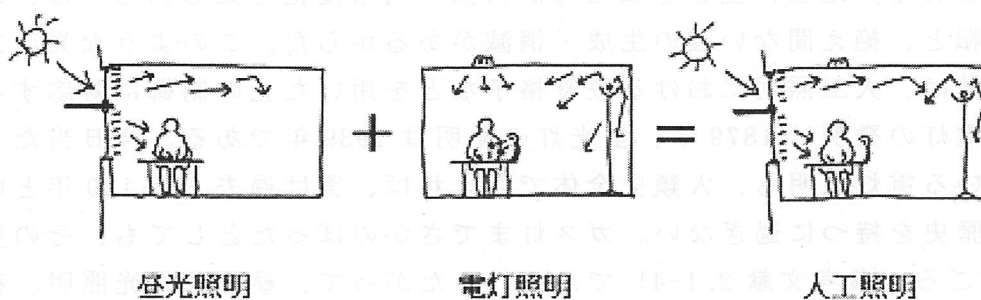


図 2.1-1 昼光照明は人工照明、電灯照明も人工照明。両者の性質を上手に組み合わせて光環境を計画する。

表 2.1-1 は、以上のような考え方に基づいて照明システムを分類してみたものである（参考文献 2.1-1, 2, 3）。この表では、人工照明に対置する照明として、人の手が加わりようのない屋外空間の昼光（自然光）による照明をあえて〈天然

照明>と呼んで区別して示してある。

表 2.1-1 照明システムの分類

システム	光の方向転換・拡散	光源	エクセルギー源(現象)
天然照明	地球(自転・公転)・雲	太陽・空	太陽(核融合)
人工照明	昼光照明	太陽・空	太陽・空(核融合)
	電灯照明	蛍光灯・白熱電灯など	火力・水力・原子力発電所(燃焼・落水・核分裂)
	伝統照明	ろうそくなど	植物油・動物油(燃焼)

照明とは読んで字のごとく「照らして明るくする」ことであるが、何を何で照らすかと言えば、私たちが見る対象物を光源から放たれた光で照らすわけである。光源を出た光が無雑作に照明の対象に当たっただけでは、私たちの周囲で光が作り出す美しさは得られない。光源のほかに、光の方向を変えたり拡散させたりする(しかけ)が必要になる。

表 2.1-1 の最右欄には、光源に対応するエクセルギー源が示してある。天然照明のためのエクセルギー源は太陽である。太陽では不断に核融合反応が生じており、その結果として放たれる光のエクセルギーが地表に到達し、天然照明のために消費される。地上に生きる私たちが天然の明暗変化を楽しめるのは、地球の自転・公転と、絶え間ない雲の生成・消滅があるからだ。このような光の方向転換・拡散は、人工照明における笠や格子などを用いた光の制御に対応する。

白熱電灯の発明は 1879 年、蛍光灯の発明は 1939 年である。今日当たり前と思われている電灯照明も、人類史全体で考えれば、実は過去 60~120 年という極めて短い歴史を持つに過ぎない。ガス灯までさかのぼったとしても、その発明は 1790 年ごろ(参考文献 2.1-4)である。したがって、昼間は昼光照明、夜間は松明やろうそくによる照明が人類にとっての(伝統)照明なわけである。松明やろうそくが光源となれるのは、植物の光合成で作られ出した炭水化物が、太陽から電磁波に乗ってやってくるエクセルギーの一部を蓄えているからに他ならない。

2.1.2 昼光の発光効率人工光より大きい

太陽や天空・蛍光灯・白熱電灯など、私たちの身近にある光源は、それぞれ固有のメカニズムで電磁波をその環境空間に放つ。しかし、いずれも私たちヒトの目が感じることのできる領域(可視域)の振動数を持った電磁波を出している。

だから、私たちは光源の存在を感覚・知覚し認知できる。

天然光源から環境空間へ電磁波によって絶えず放たれているエネルギー（放射エネルギー）の中に、可視光がどれほど含まれているかを比として表わした数値を「発光効率」という。発光効率は、放射の（可視光）部分と全体の関係を表わす一つの指標と考えたらよい。可視光の放出は、光束 1m（ルーメン）で表わし、放射エネルギーの強さはW（ワット）で表わす。人工光源であれば、光源に投入される電力に対する可視光の比のことを発光効率という。

表 2.1-2 は光源の発光効率のおよその値を示したものである。太陽から地表に直接到達する日射、すなわち直達日射は 60~120 lm/W、天空日射は 100~130 lm/W である。蛍光灯は 60~80 lm/W、白熱電灯は 10~20 lm/W である。ろうソクは 1~5 lm/W と考えられる。また、LED(Light Emitting Diode)ランプの発光効率は 80 lm/W で人工光源の発光効率としてはとても大きな値である（参考文献 2.1-5）。LED は電灯照明の変容をもたらすかもしれない。

天然光源の方が人工光源よりも発光効率の値が大きいことをよく認識しておきたい。

なお、ここに示した発光効率の分母は、エネルギーであって、エクセルギーではないが、エクセルギーを分母に持ってきて結論は変わらない。エネルギーに対するエクセルギーの比は、日射の場合に 0.85~0.95、電力の場合に 1.0、ろうソクの場合で 0.8~0.85 だからである。

表 2.1-2 光源の発光効率 (lm/W)

直達日射	60~120
天空日射	100~130
蛍光灯	60~80
白熱灯	10~20
ろうソク	1~5
有機エレクトロルミネッセンス (Light Emitting Diode)	80~

2.1.3 昼光の時変動性が概日リズムをつくる

概日リズム（概日律動）には陰陽二つあって、一つは周期が 25 時間弱、いま一つは周期が 24 時間である。前者（陰）は月と地球、後者（陽）は太陽と地球の間に働く引力に基づいている。ここでは、乳児の概日リズム形成について Kleitman(1953)が観察記録した図 2.1.2（参考文献 2.1-6, 7, 8）を参考にして考えてみよう。図 2.1.2 は、ある乳児が生後 11 日目から 182 日目に至るまでの間、一日のうちで目をいつ覚まし、いつ眠っているのかを示している。横軸は午前零時から翌日の午前零時までの一日 24 時間を表わし、縦軸は上方から下方にむか

って生後の経過週数を表わす。図中にある各横線は眠っている時間帯を、空いている部分は起きている時間帯を、その中にある点々は授乳時である。

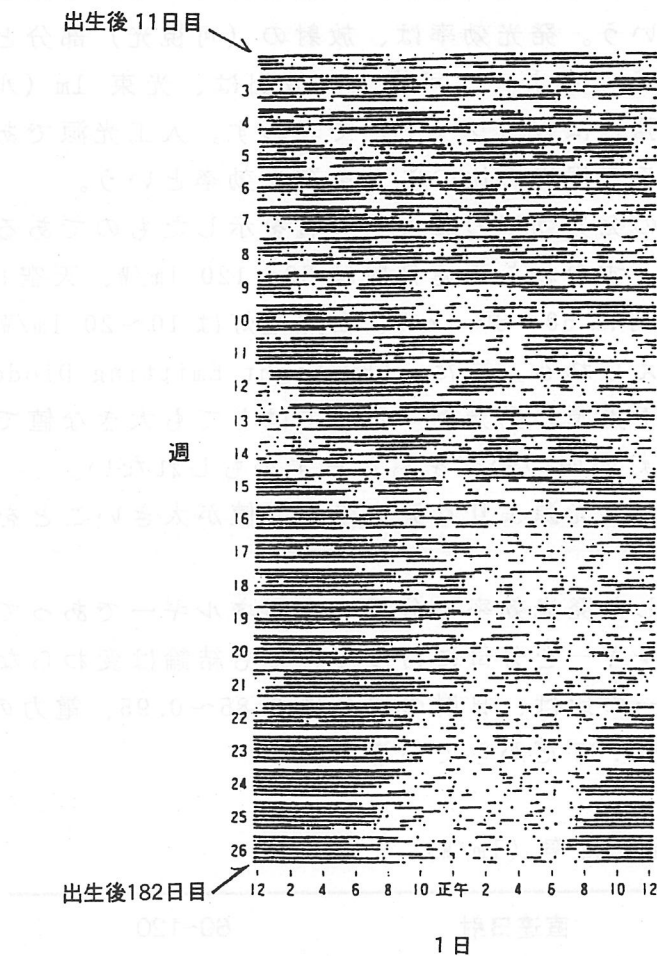


図 2.1-2 ある乳児の起きている時間帯と眠っている時間帯が生後 11 日目から 182 日目に至るまでの間にどう変化するかを記録した例 (Kleitman, 1953) (参考文献 2.1-1, 2)。はじめの 14 週は陰のサーカディアンリズムだけが見えるが、14 週を過ぎると、次第に陽のサーカディアンリズムが支配的になってくる。これは窓から得られる昼光のリズムによると考えられる。

図の全体に独特のパターンが見られる。3 週目から 15 週目ぐらいまでを見ると、右下斜めに下がっていく帯状のパターンがあり、16 週目以後は右下斜め方向のパターンが次第に消えていき、空いている部分、すなわち起きている時間帯が毎日朝 8 時頃から夜 8 時頃までというパターンになっている。パターンがこのような縦方向になるということは、16 週目以後は 24 時間周期のリズムで生活し始めたことを示している。それでは、3 週目から 15 週目は出鱈目だったかということ、図 2.1-2 に示されるとおりのパターンがあるのだから出鱈目というわけではない。

図 2.1-3 は東京湾における満潮・干潮時刻の 1 ヶ月間にわたる経日変化を、1993 年 7 月のデータ (参考文献 2.1-9) を使って描いたものである。一日に二回

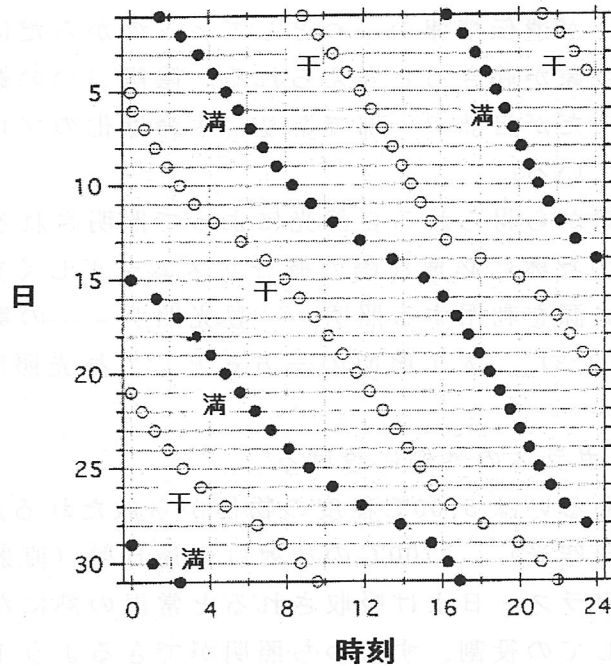


図 2.1-3 東京湾における満潮・干潮時刻の経日変化の一例（1993年7月）。満潮時刻・干潮時刻ともに一日に2回ずつ現れる。それらの時刻は毎日少しずつ遅れていく。

ずつ現れる満潮・干潮時刻が毎日少しずつ遅れていくことがわかる。この遅れがつくるパターンは、実のところ、図 2.1-2 の 14 週までの模様とほとんど同じである。図 2.1-3 の縦軸の長さは、図 2.1-2 の縦軸の 4 週分の長さに対応する。そこで、図 2.1-3 を縦方向だけを縮めたとして、図 2.1.2 の例えば 3~5 週のパターンと比べることを想像してみしてほしい。満潮時刻・干潮時刻の遅れのパターンは、図 2.1-2 の 14 週までのパターンとよく似ていることがわかるだろう。乳児は生後 14 週ごろまでは、潮の満ち干きと同じく約 25 時間周期の概日リズムを持っているわけである。

ヒトはみな、受精卵から始まって誕生に至るまでの 10 ヶ月間を光の届かない母胎という環境空間で生活する。この 10 ヶ月間は、海岸に見られる潮の干満と同様に、月の日周運動の影響を色濃く受けて、約 25 時間を周期とする一つの概日リズムをつくり上げる。しかし、乳児は、誕生とともに日光を浴び始めると、24 時間という太陽の日周運動に次第に同調するようになり、誕生から 16 週ほどで 25 時間周期の概日リズムは、見かけの上では消える。

大人が窓のない室で電灯だけにたよって光を得て、好きなときに起き、好きなときに眠るといった生活をすると、生活時間周期は、24 時間ではなく、多くの場合 25 時間になるという。これは、月の日周運動の影響が消えることなく、私たちのからだの奥深くに刻み込まれている証だろう。

地球上に現れた最初の生命は、太陽光の届かない地熱で高温な深海の底で発生したらしい（参考文献 2.1-10）。それ以来、多細胞生物が発生展開していよいよ陸に上がるようになるまでの間、生命は、月の日周運動の影響を色濃く受けたは

ずである。そのことが遺伝情報の一つとしてヒトのからだに記憶されているために、以上のような現象が起きると考えられる。陰陽二つの概日リズムは、いずれも私たちヒトのからだは自然の一部であり、生命進化のプロセスを記憶していることをよく物語っている。

私たちヒトは、窓から得られる自然光によって照明される建築環境空間で生活することで、自らの身体に必要な陽の概日リズムを正しく刻ませる。このことは、窓の、そして天然光源を利用する照明——昼光照明——の第一義的な意味である（参考文献 2.1-1, 2, 3）。人工照明の一方式として昼光照明が重要なわけである。

2.1.4 日除けは窓ガラスの外側に設ける

日射は、1300℃あるいは5700℃程度の物体から放たれる放射である。1300℃の放射は天空日射（天空光）、5700℃の放射は直達日射（直射日光）を指す。これらの日射は壁や窓ガラス・日よけ吸収されると常温の熱になる。しかし、そうなる前に、「光」としての役割、すなわち照明ができるよう工夫することが重要である。

昼光照明によって、昼間に不要な電灯照明を用いないようにすれば、照明用電力消費が減らせる。そうすると、夏季には冷房の必要性も小さくなる。冬季には暖房の必要性がむしろ大きくなってしまふと思えるかもしれないが、それは違う。冬の昼間に電灯照明を行なうことは、電熱ヒーターで暖房を行なっているに過ぎないからだ。

昼光照明の成否は、窓ガラスが持っている放射に対する特異な性質を上手に利用できるか否かで決まると言っても過言ではない。窓ガラスの特異な性質とは、図 2.1-4 にそのイメージを示すような「日射（昼光）」は透過しやすいが、「常温の放射」はほとんど透過できずに吸収されてしまう性質のことである。

放射は、電磁波と呼ばれる一種の波動現象であるとともに、光量子と呼ばれる粒子が飛来する現象でもある。電磁「波」として考えると、「日射（昼光）」では波動が一巡りする長さ（すなわち波長）が短く、「常温の放射」では波長が長い。光量子として見れば、「日射（昼光）」はゴルフボール、「常温の放射」はピンポン玉に例えてイメージするとよいかもしれない。

ゴルフボールはピンポン玉より重たい。ゴルフボールのような日射は、ガラスに当たると突き抜けてしまう。ピンポン玉のような常温の放射は突き抜けることができない。ゴルフボールに例えられる日射を床が吸収すると、その反動で床を構成する粒子群は激しく揺さぶられる。すなわち、光が熱になる。床からは、やがてピンポン玉に例えられる常温の放射が放出されるようになる。ゴルフボールに例えた「日射（昼光）」は、照明に利用してもしなくても、結局はピンポン玉のようになってしまふ。だから、そうなる前に、室内空間内で照明の用を為すよう上手に拡散させることが大切なわけである。

窓ガラスの外側に設けた日除けで、照明に必要な十分な量の日射（昼光）だけを天井方向に反射させたり、天井を艶消しの白色仕上げにして、光を室奥の方にまで

拡散させ導いたりするなどが重要である。日除けは窓ガラスの外側にあっても、また内側にあっても、同じように日射を吸収する。しかし、吸収後の熱の振る舞いは異なる。日除けが窓ガラスの外側にあれば、熱はあまり室内側に入っていない。窓ガラスは、上述のようにピンポン球状になった常温の放射を突き抜けさせないからだ。このことは、冷房のために電力を浪費させないことへとつながっていく。

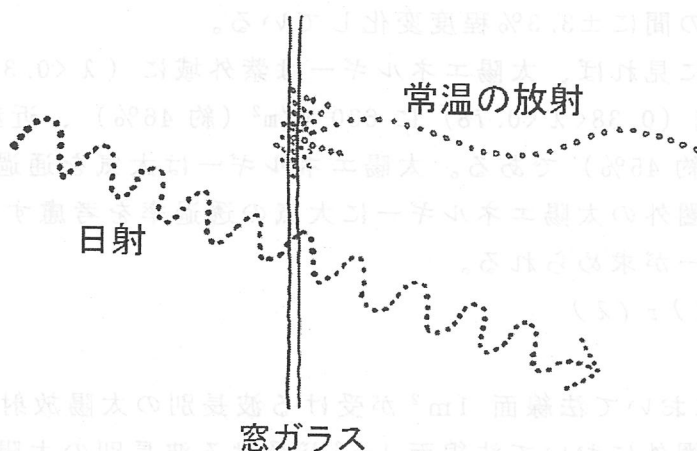


図 2.1-4 放射は電磁波であり光量子（光の粒子）である。高温の放射、すなわち日射は、勢いのとても強い粒子だから、窓ガラスを突き抜ける。常温の放射は、勢いがあまり強くない粒子だから、そのほとんどが窓ガラスに吸収されてしまう。

参考文献

- 2.1-1 宿谷昌則：自然共生建築を求めて、鹿島出版会、1999年
- 2.1-2 宿谷昌則：照明の成り立ちを考える、照明学会雑誌、2003年9月
- 2.1-3 宿谷昌則：自然エクセルギー利用と窓、太陽エネルギー、Vol.27 No.5、2001年、pp.21-27
- 2.1-4 Billington, N. S., Roberts, B. M., Building Services Engineering A Review of Its Development, Pergamon Press, 1982, pp.413-425.
- 2.1-5 城戸淳二：エレクトロルミネッセンス有機ELのすべて、日本実業出版社、2002年
- 2.1-6 三木成夫：内臓のはたらきと子どものころ、築地書館、1982年、p.194
- 2.1-7 千葉喜彦・高橋清久：時間生物学ハンドブック、1991年、朝倉書店
- 2.1-8 Kleitmann, N., and Engelman, T.G., Journal of Applied Physiology, No.6, 1963, pp.269-282.
- 2.1-9 国立天文台編：理科年表1997、丸善、1996年、pp.52-64
- 2.1-10 Dyson, F., Origin of Life, Revised Edition, Cambridge University Press, 1999, pp.32-35.

2.2 窓からの熱の流入

2.2.1 日射と光

(1) 太陽エネルギーの分光分布

地球に到達する太陽エネルギーは「光」と「熱」を含む。大気圏外に到達する太陽エネルギーの標準的分光分布についてはいくつかのモデルがあるが、Leckner のモデルをもとに各波長までの累積値を示すと図 2.3-1 のように示される(参考文献 2.2-1)。太陽エネルギーは波長 $0.2\sim 4\mu\text{m}$ に分布しており、全波長にわたる合計値は $1353\text{W}/\text{m}^2$ となる。ただし地球の公転軌道が楕円であるため、この値は 1 年の間に $\pm 3.3\%$ 程度変化している。

波長範囲別に見れば、太陽エネルギーは紫外域に ($\lambda < 0.38$) に $120\text{W}/\text{m}^2$ (約 9%)、可視域 ($0.38 < \lambda < 0.78$) に $630\text{W}/\text{m}^2$ (約 46%)、近赤外域 ($0.78 < \lambda$) に $600\text{W}/\text{m}^2$ (約 45%) である。太陽エネルギーは大気を通過して地表に到達するので、大気圏外の太陽エネルギーに大気の透過率を考慮すれば地表に到達する太陽エネルギーが求められる。

$$I(\lambda) = I_0(\lambda) \tau(\lambda)$$

λ : 波長 [μm]

$I(\lambda)$: 地表において法線面 1m^2 が受ける波長別の太陽放射エネルギー [$\text{W}/\text{m}^2\mu\text{m}$]

$I_0(\lambda)$: 大気圏外において法線面 1m^2 が受ける波長別の太陽放射エネルギー [$\text{W}/\text{m}^2\mu\text{m}$]

$\tau(\lambda)$: 波長別大気透過率 [$\text{W}/\text{m}^2\mu\text{m}$]

大気の状態により $\tau(\lambda)$ が変化するので、波長分布は大気の状態により若干変化することになるが、その変化は比較的小さく可視域と近赤外域がおおよそ 50% ずつと考えて差し支えない程度である。建物外皮が太陽エネルギーを受けるということは、昼光利用はそのまま熱の流入となるということである。本節では熱の流入の基礎について述べる。

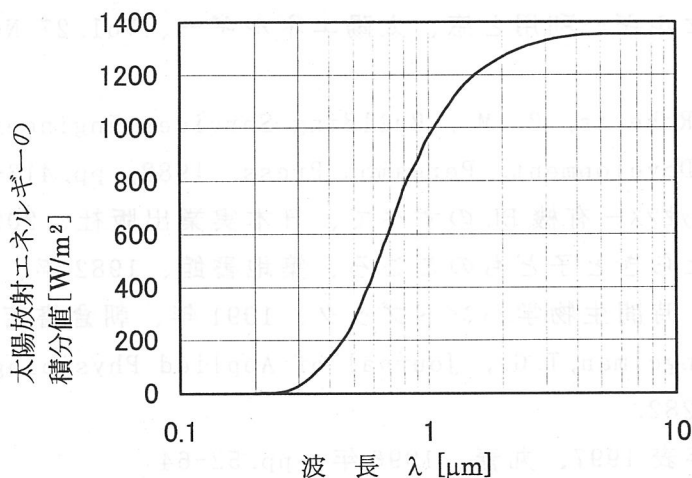


図 2.2-1 太陽放射エネルギーの積分値

(2) 日射の発光効率

地表面に到達する太陽エネルギーのうち 50% が可視域であるが、「光」としての量を示すためには、人の目の視感度を考慮しなければならない。単位放射エネルギーあたりの光束を発光効率と考えると、大気圏外の日射の発光効率は次式のように表される。

$$\eta_0 = \frac{Km \int V(\lambda) I_0(\lambda) d\lambda}{\int I_0(\lambda) d\lambda}$$

η_0 : 大気圏外の発光効率 [lm/W]

$I_0(\lambda)$: 大気圏外において法線面 1m^2 が受ける波長別の太陽放射エネルギー [$\text{W}/\text{m}^2\mu\text{m}$]

$V(\lambda)$: 波長別視感度 (明所視)

地表における日射の発光効率は大気状態の影響を受ける。天空光の発光効率は曇天時において $110\sim 115\text{lm}/\text{W}$ で、晴天時ではそれよりやや大きくなるといわれている。直射日光の発光効率はさらに太陽高度や大気状態の影響が大きい。宿谷らは天空光、直射日光それぞれの発光効率に関して以下のような式を提案している。

$$\eta_s = \eta_0 (3.375 \sin^3 h - 6.175 \sin^2 h + 3.4731 \sin h) + 0.7623$$

$$\eta_B = \eta_0 \{ (6.25 \sin^3 h - 10 \sin^2 h + 3.94 \sin h) I_{DN}/I_0 + 0.983 \sin h + 0.451 \}$$

h : 太陽高度

η_s, η_B : 天空光、直射日光の発光効率

I_0 : 大気圏外において法線面日射量 [W/m^2]

I_{DN} : 法線面日射量 [W/m^2]

直射日光の発光効率は天空光よりやや小さく、太陽高度 20 度～60 度でおよそ $100\text{lm}/\text{W}$ となる。

2.2.2 窓面からの熱の評価

窓の熱性能は熱貫流率 (断熱性) と日射熱取得率 (日射遮蔽性) で評価される。

(1) 日射熱取得の基本

窓の熱性能のうち熱と光に共通するものは日射遮蔽性であるが、それについても熱と光ではやや異なっている。例えば単板ガラスの場合、光では透過分を計算すればよいのに対し、熱では図 2.2-2 のようにガラスに吸収された熱が熱伝達によってガラスから室内側と室外側に流れるのでその分を考慮しなければならない。基本的には直達日射、天空日射そ

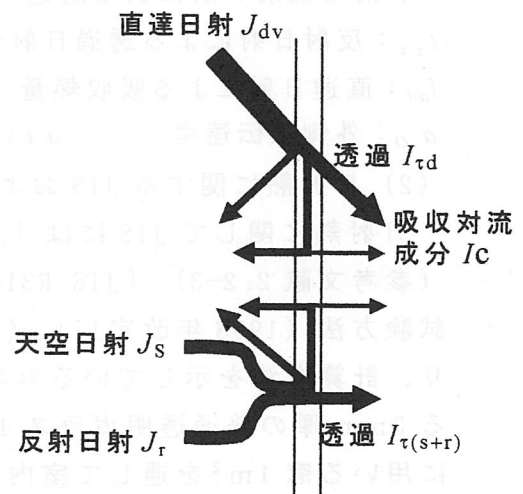


図 2.2-2 ガラス面からの日射の流入

れぞれについて透過日射量、吸収日射量を算出し、さらに吸収日射量から室内側に流れる熱量を算出すればよい。

①透過日射量 I_{τ} の算出

①-1 直達日射による透過日射量 $I_{\tau d}$ の算出

$$I_{\tau d} = \tau(i) \times J_{dv}$$

①-2 天空日射と反射日射による透過日射量 $I_{\tau(s+r)}$ の算出

窓に入射する天空日射量 J_s は

$$J_s = \phi_s \times J_{sh} \quad \text{ここで } \phi_s = 1/2$$

窓に入射する反射日射量 J_r は

$$J_r = \phi_g \times (J_{dh} + J_{sh}) \times \rho_g \quad \text{ここで } \phi_g = 1/2$$

よって天空日射と反射日射による透過日射量 $I_{\tau(s+r)}$ は

$$I_{\tau(s+r)} = \tau(60) \times (J_s + J_r)$$

①-3 透過日射量 $I_{\tau} = I_{\tau d} + I_{\tau(s+r)}$

②吸収日射流入量 I_c の算出

②-1 直達日射による吸収日射量 I_{ad} の算出

$$I_{ad} = a(i) \times J_{dv}$$

②-2 天空日射と反射日射による吸収日射量 $I_{a(s+r)}$ の算出

$$I_{a(s+r)} = a(60) \times (J_s + J_r)$$

吸収日射量 $I_a = I_{ad} + I_{a(s+r)}$

②-3 流入熱 $I_c = \alpha_o i / (\alpha_o + \alpha_i) \times I_a$

③ 日射熱取得 $I = I_{\tau} + I_c$

J : 全天日射量 J_{dn} : 法線面直達日射量 J_{dv} : 鉛直面直達日射量

J_{dh} : 水平面直達日射量 J_{sh} : 水平面天空日射量 J_r : 地表面反射日射量

h : 太陽高度角 A : 太陽方位角 A : 窓面方位角 i : 入射角

$\tau(i)$: ガラスの透過率 $a(i)$: ガラスの吸収率 ρ_g : 地面のアルベード

ϕ_s : 天空部分の形態係数 ϕ_g : 地表面部分の形態係数

I : 流入日射量 I_{τ} : 透過日射量 $I_{\tau d}$: 直達日射による透過日射 $I_{\tau(s+r)}$: 天

空日射と反射日射による透過日射 = $I_{\tau s}$: 天空日射による透過日射量

$I_{\tau r}$: 反射日射による透過日射量 I_c : 吸収日射流入量 I_a : ガラスの総吸収熱量

I_{ad} : 直達日射による吸収熱量 $I_{a(s+r)}$: 天空日射と反射日射による吸収熱量

α_o : 外側熱伝達率 α_i : 室内側熱伝達率

(2) 日射熱に関する JIS および ASHRAE HANDBOOK の SHGC (参考文献 2.2-2)

日射熱に関して JIS には「JIS A1422 日よけの日射遮蔽 (1996 年改定)」

(参考文献 2.2-3) 「JIS R3106 板ガラス類の透過率・反射率・日射熱取得率の試験方法 (1998 年改定)」 (参考文献 2.2-4) があるが、いずれも試験方法であり、計算方法を示しているものではない。JIS A1422 は日射遮蔽係数 (標準とする 3mm 厚の普通透明ガラス 1m² を通して室内に流入する日射熱量に対する実際に用いる窓 1m² を通して室内に流入する日射熱量の比) を使った負荷計算の便宜性を生かしている。しかし近年新しいガラス材や窓構成が開発されてきたため、

遮蔽係数の有効性に限界が見えてきている。

近年市販されるようになったスペクトルと入射角に対して選択性のあるガラスには遮蔽係数のような大雑把な方法ではなく、入射角別とスペクトル別をベースにした方法が必要である。そこでそれに代わる方法として SHGC 法 (Solar Heat Gain Coefficient 法) 開発された。

ASHRAE HANDBOOK の窓周りの負荷計算法 (参考文献 2.2-2) では、

$$q = U_0 (t_{out} - t_{in}) + SHGC E_t$$

q : 瞬時熱流 [W/m^2] U_0 : 総合熱通過率 [$W/(m^2K)$]

t_{in} : 室内温度 [$^{\circ}C$] t_{out} : 室外温度 [$^{\circ}C$] E_t : 全日射量 [W/m^2]

$SHGC$: 日射熱取得率 (Solar Heat Gain Coefficient) [-]

この式では第 2 項が日射熱取得あたり、

$$SHGC = \tau_s + Ni \alpha_s$$

τ_s : ガラスの日射透過率 [-] Ni : 吸収された放射熱のうち室内に流入する比率 [-] α_s : ガラスの日射吸収率 [-]

$SHGC$ を計算するとき、ガラスの光学特性が入射光の波長により変化することを考慮して τ_s 、 α_s を波長 λ の関数にし、入射日射の標準スペクトルで波長別重みづけするようになっている。式で示すと以下のようなになる。

$$SHGC = \frac{\int W(\lambda) \tau_s(\lambda) + Ni W(\lambda) \alpha_s(\lambda) d\lambda}{\int W(\lambda) d\lambda}$$

$\tau_s(\lambda)$: ガラスの波長別日射透過率 [-] $\alpha_s(\lambda)$: ガラスの波長別日射吸収率 [-]

$W(\lambda)$: 入射日射の波長別の重み [-]

(3) 断熱性

本節は熱と光に共通する日射熱取得が主題であるので、断熱性については簡単に触れるにとどめる。

JIS としては、断熱性に関して「JIS A4710 建具の断熱性試験方法 (1996 年改定)」(参考文献 2.2-5) と「JIS R3107 板ガラス類の熱抵抗および建築における熱貫流率の算定方法 (1998 年改定)」(参考文献 2.2-6) がある。熱貫流率は日射の影響のない状態での内外温度差に対する性能を表しており、JIS の方法はいずれも日射の影響を考慮していない。JIS A 4710 は $0.6m^2$ 以上の、ガラス、かまち、枠、隙間を含む試験体に対して 1 つの熱貫流率抵抗 $R[m^2K/W]$ を算出する方法を定めている。また JIS R 3107 は複層ガラス中央部の熱抵抗を各層の抵抗を単純に加算して求める方法である。日射熱の吸収は考えていないのでガラスの表面温度が等しいと仮定している。現在検討中の ISO/FDIS 15099 (2003 年 9 月現在 ISO 規格にはなっていない) では日射熱吸収を組み込んだ伝熱モデルを用いており (参考文献 2.2-7)、JIS 法と計算結果を比較すると水平熱流では差が見られな
いが、傾斜や上向き熱流では空気層厚によっては差が生じる (参考文献 2.2-8)。

2.2.3 評価の問題

本節では日射熱取得の基本について概要を述べた。現在、Low-E ガラス、TT (Thermotropic) ガラス等の新しいガラス材やエアフローウィンドウのようなさまざまな窓装置が開発、実用化され、熱負荷計算も現行の方法では対応しきれない部分が多い。

参考文献

- 2.2-1 「光と熱の建築環境学」宿谷昌則、丸善、1993年
- 2.2-2 日本建築学会環境工学委員会建築設備小委員会シンポジウム「ガラス建築の意匠と設備/技術」2001年3月
- 2.2-3 JIS A1422 日よけの日射遮蔽 (1996年改定)
- 2.2-4 JIS R3106 板ガラス類の透過率・反射率・日射熱取得率の試験方法 (1998年改定)
- 2.2-5 JIS A4710 建具の断熱性試験方法 (1996年改定)
- 2.2-6 JIS R3107 板ガラス類の熱抵抗および建築における熱貫流率の算定方法 (1998年改定)
- 2.2-7 ISO/FDIS 15099: Thermal performance of windows, doors and shading devices Detailed calculations
- 2.2-8 空気調和衛生工学会空気調和設備委員会・窓システムと空調小委員会、空気調和衛生工学会シンポジウム「窓と空調の新展開」、2002年5月

3. 昼光利用技術の原状

3.1 窓の仕様

3.1.1 窓周りの構成要素

眺望に加えて、光と熱の出入口として重要な窓周りには、これらのエネルギーを遮蔽または取込む調整機能を果たす種々の部材があり、建築・設備・内装にわたっている。この構成要素の主なものを図 3.1-1、図 3.1-2 に示す。

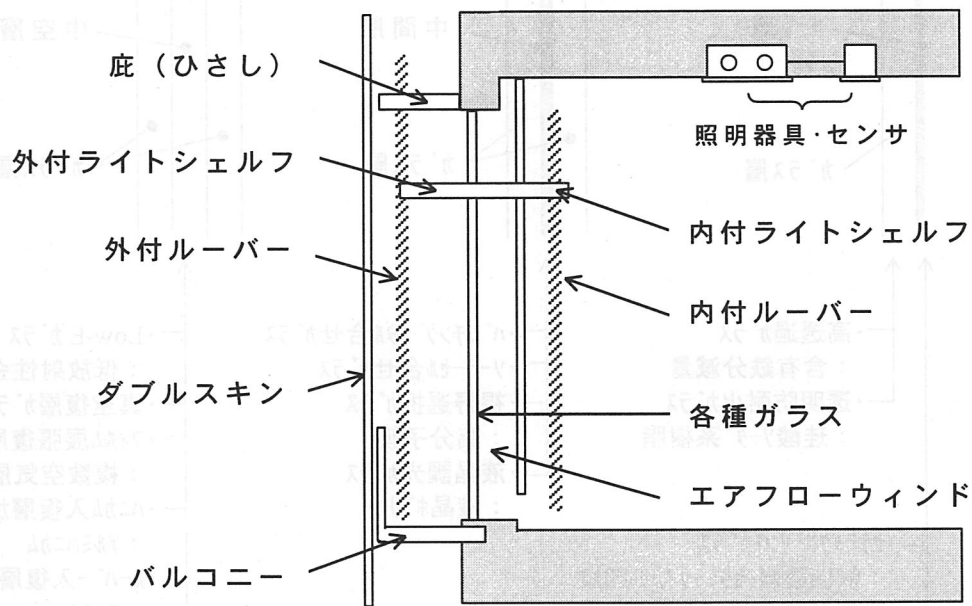


図 3.1-1 窓周りの構成要素

また機能や形態からは、以下の様にも整理して見ることができる。

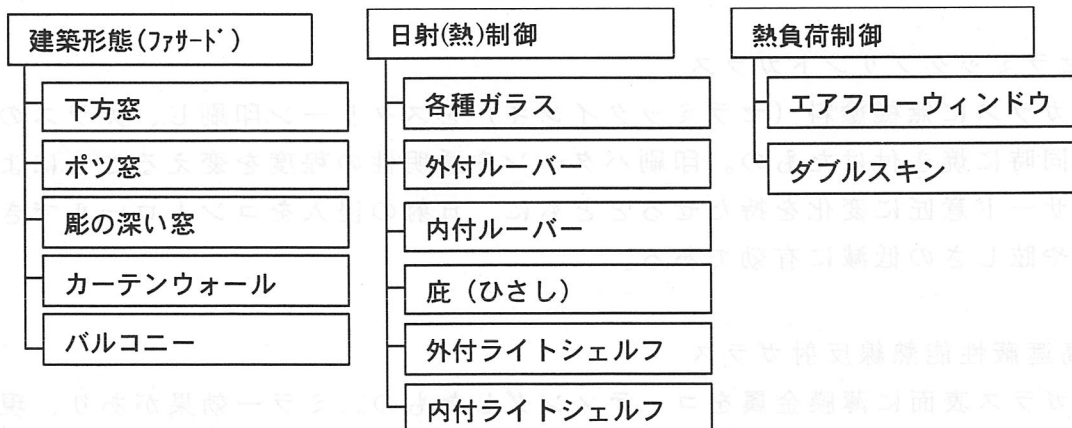


図 3.1-2 窓周りの構成要素の形態と機能

これらの中で窓構成や庇などの建築構造を主としたものは1章でも取上げ、シミュレーション検討を加えている。本節では、共通に使用される基本建材の中から、特に光に係わりの大きなものを取上げることにする。

3.1.2 窓ガラスの仕様

ガラスの断面構成と機能材料の所在を示し、多品種の開発が進む建築用ガラスを整理して図 3.1-3 に示す。

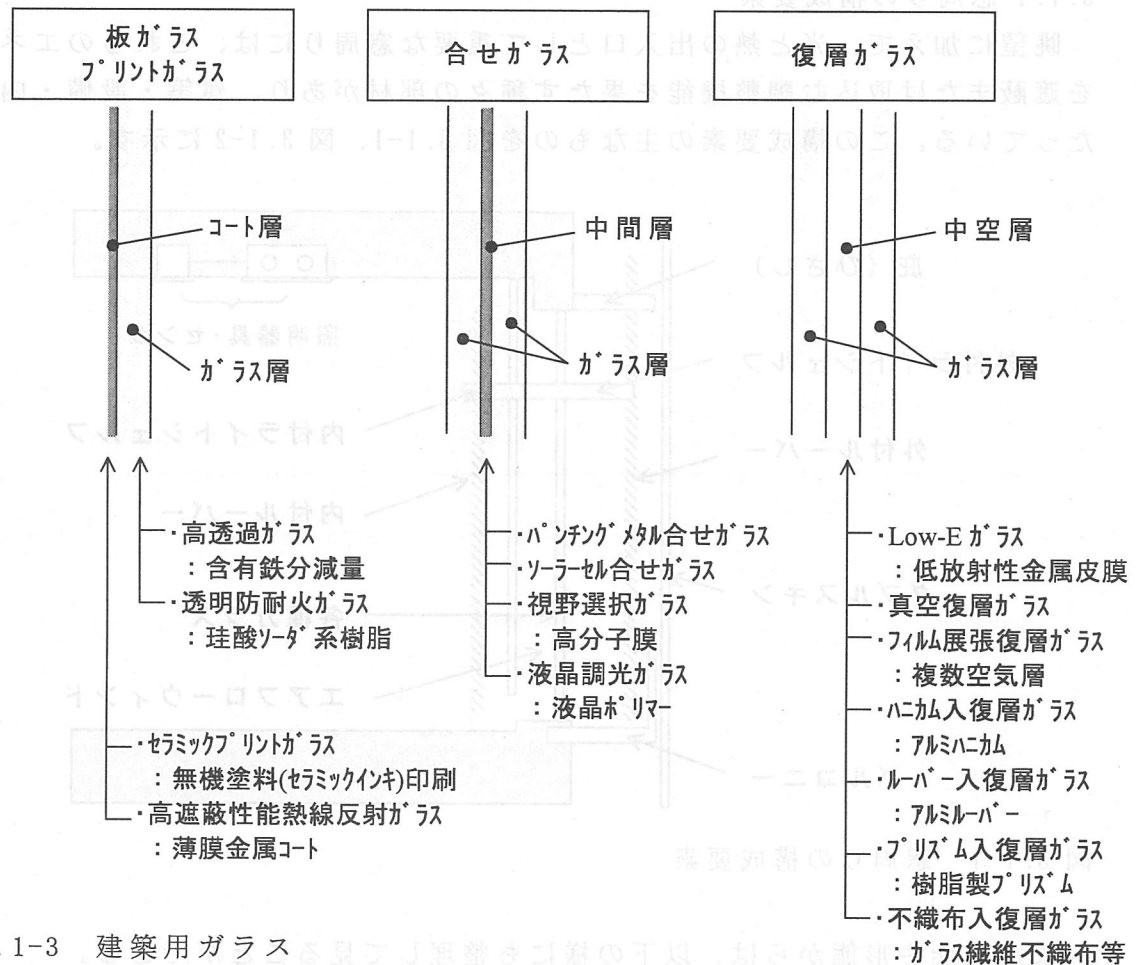


図 3.1-3 建築用ガラス

(1) セラミックプリントガラス

板ガラスに無機塗料（セラミックインキ）をスクリーン印刷し、ガラスの熱処理と同時に焼き付けたもの。印刷パターンや透明性の程度を変えることにより、ファサード意匠に変化を持たせるとともに、日射の侵入をコントロールでき、熱負荷や眩しさの低減に有効である。

(2) 高遮蔽性能熱線反射ガラス

板ガラス表面に薄膜金属をコーティングしたもの。ミラー効果があり、現在も広く利用されている。薄膜金属の種類、組合せ、膜厚により、色、透過率（可視光透過率 9.5%～39.7%）などを様々に設定できる。

(3) パンチングメタル合せガラス

パンチングメタルを挟み込んだ合せガラス。パンチングメタルの径は、Φ6mm

(開口率 51%) と $\Phi 3\text{mm}$ (開口率 33%) があり、光や日射の侵入量を目的に合わせて選定する。

(4) Low-E 複層ガラス

複層ガラスの中空層に面するガラス面に低放射性の金属薄膜 (Low-E コート) を施したもの。屋外側ガラス面にコートしたものを「遮熱型」、屋内側のガラス面にコートしたものを「断熱型」と呼び、コート面の位置によって日射取得性能が異なる。

従来から日射熱取得を低減するガラスとして熱線反射ガラスがあったが、こちらは日射と同時に可視光透過率も低下していたが、Low-E ガラスでは可視光透過率と透明性が高いことが特徴である。

さらに中空層にアルゴンやクリプトンなどの断熱性の高い期待を封入して、光学性能を損なわずに、さらに断熱性を高めたものも出始めている。

(5) 真空複層ガラス

中空層を真空にしたもの。通常の複層ガラスでは、空気層が薄いと伝導が多くなり、また空気層が厚すぎると対流が生じるため、断熱性能は空気層 2cm 以上でほぼ一定となっていた。真空複層ガラスでは、こうした伝導や対流の問題が生じないため、中空層の厚さを 0.2mm まで薄くしている。

3.1.3 ブラインド (ルーバー) の仕様

ビル設備としての電動ブラインドは、既にビル設備システムネットワークのサブシステムの一つとして位置する様になり、オープンネットワーク対応も含めて、他の機器との連動も考慮され始めているが、ここでは個々のブラインドのいくつかを紹介するにとどめるものとする。

(1) クライマー式ブラインド (図 3.1-4)

庇のある建築において眺望の確保と直射日光を遮りつつ最大限に明るさを室内に導入するため、上方を開方部として残すことのできる「下から上へ」上がる動作のブラインドが開発されている。直射日光の遮蔽分担を、上部は庇、下部はブラインドとでき、上面からの採光で大きな昼光利用効果が期待できる。

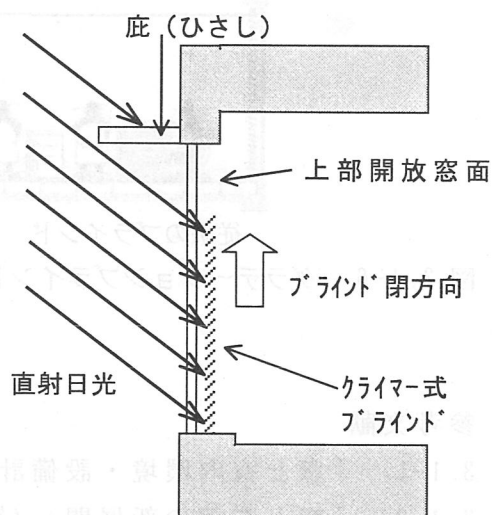


図 3.1-4 クライマー式ブラインド

(2) 二重サッシ内蔵ブラインド (図 3.1-5)

二重サッシに内蔵された電動ブラインドであり、エアフローウィンドウとした場合には、日射遮蔽部材であるブラインドスラットが吸収した熱がエアフローで排出され、熱負荷軽減効果が大きくなる。

また従来のブラインドであった、汚れや破損の問題も軽減される。

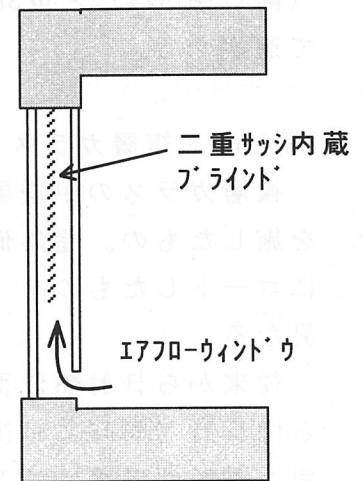


図 3.1-5 二重サッシ内蔵ブラインド

(3) 外付ブラインド

外付ブラインドは、ブラインドが吸収した熱が、そのまま外部に放出されるため、特に夏の冷房負荷となる日射熱に対して、大きな遮熱効果を発揮する。ブラインド設置位置での遮熱効果の大きさは、以下の順序となる。

外付 > 二重サッシ内 > 内付

(4) グラデーションブラインド (図 3.1-6)

ブラインドを構成する羽の角度を (勾配) を一枚ずつ微妙に変化させることにより自然光を天上面により広く反射させるとともに、反射光が屋内の人の目に入らないようにしている。ブラインド下部は窓際の天井にあて、ブラインド上部は室内の奥の方まで自然光を取り入れる。

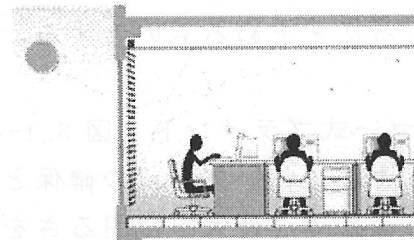
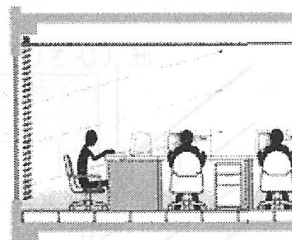


図 3.1-6 グラデーションブラインド

参考文献

- 3.1-1 「窓と室内環境・設備計画」柳井崇、空気調和・衛生工学、2001年10月
- 3.1-2 「窓と空調の新展開」(社)空気調和・衛生工学会、2002年5月
- 3.1-3 「清水建設ホームページ」<http://www.shimlab.com/top/skkt.html>

3.2 制御方法の種類

昼光のみでは作業に必要な照度が不足するため、人工照明と昼光の併用により照度を確保する。昼光利用の割合が高ければ人工照明のエネルギーは小さくなる（図 3.2-1）。人工照明は今まで照明器具の出力を一定とした非調光式が一般的であったが、省エネルギーの意識の高まりから、連続調光式インバータと照度センサーによる照度制御を採用するビルが増えている。

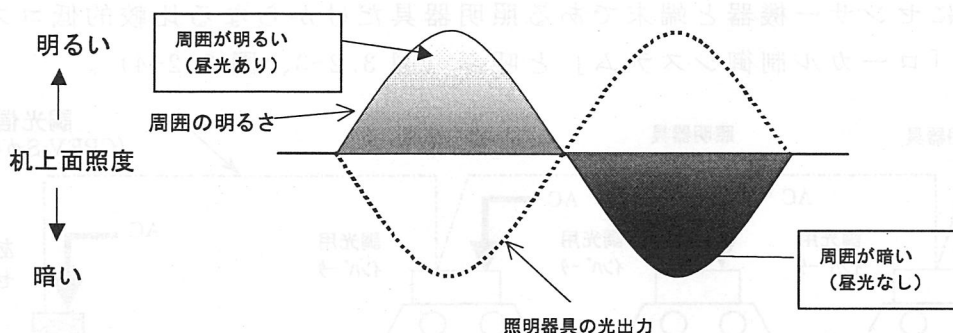


図 3.2-1 昼光利用の照明制御システム

現在の照明ランプは時間が経つにつれて光束が落ちてくる。設計照度は照明器具の汚れと光束減少による照度減を見込んでいる。このため初期照度は設計照度の 1.4~1.5 倍程度の明るさがある。照度センサーによる照明器具の出力制御を行うことにより、昼光利用と合わせて初期照度補正図ることが出来る（図 3.2-2）。

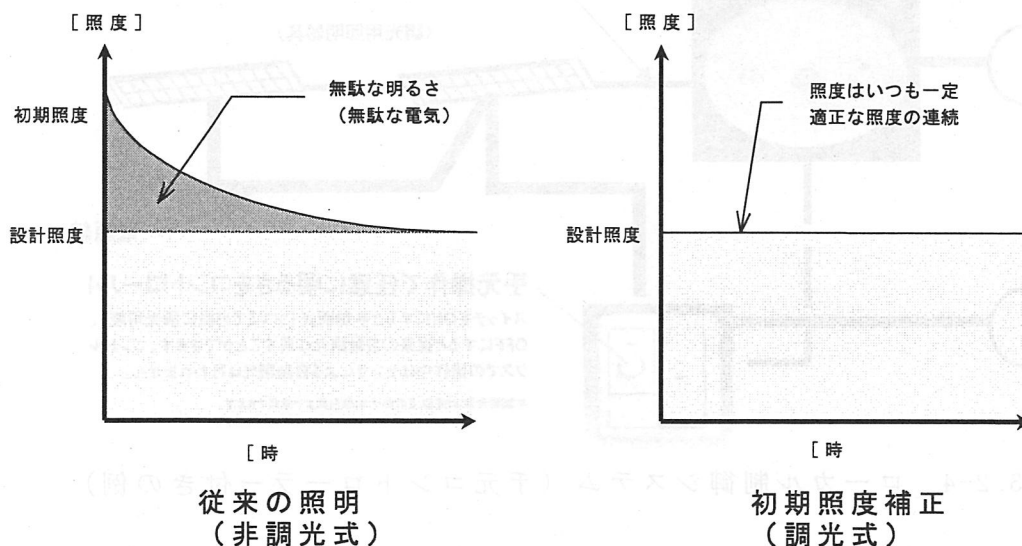


図 3.2-2 初期照度補正

3.2.1 ローカル制御システム

1990年代初頭に登場した高周波点灯専用(Hf)蛍光灯ランプは、公官庁仕様やグリーン購入法指定機器となって久しく、40W以上施設用蛍光灯器具に占めるHf化率は02年出荷台数ベースで66%と普及が加速している。目下のところ最高の効率を得る照明システムである。さらに連続調光インバータが開発され、照度センサーなどとの併用によって、さらなる省エネルギーが得られる。この組み合わせは本年3月までエネ革税制対象となり、特に事務所ビルを中心に普及してきた。このようにセンサー機器と端末である照明器具だけからなる比較的lowコストなシステムを「ローカル制御システム」と呼ぶ(図3.2-3、図3.2-4)。

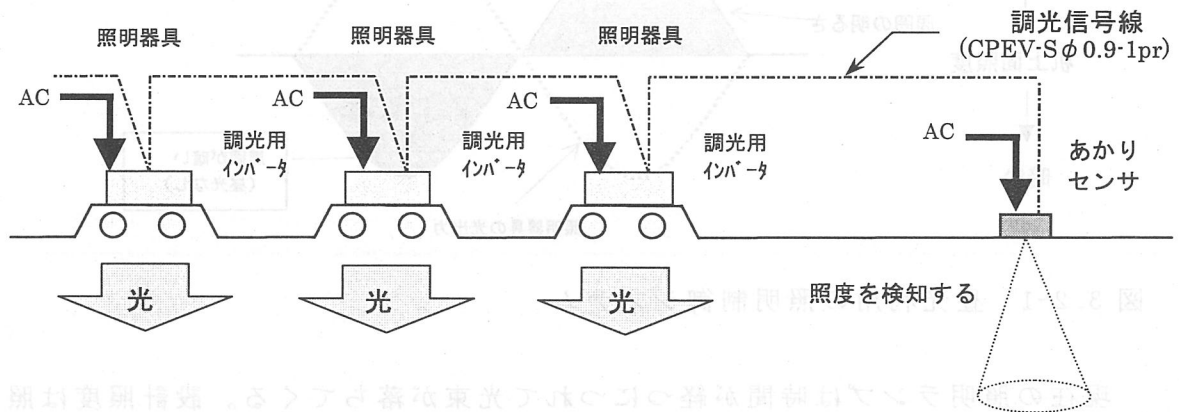


図 3.2-3 ローカル制御システムの構成

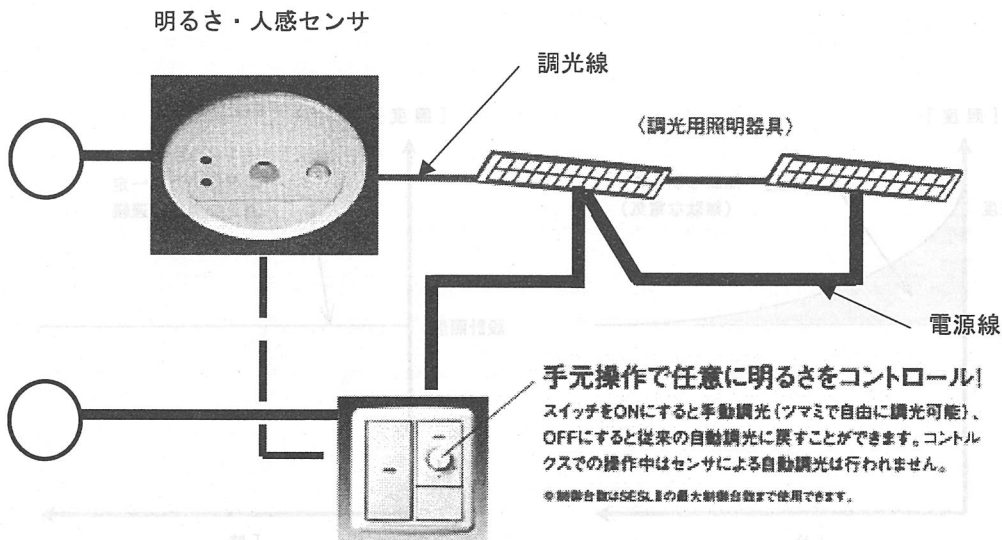


図 3.2-4 ローカル制御システム (手元コントローラー付きの例)

3.2.2 2線伝送式照明システム

タイムスケジュール制御・電源管理・グループ制御・パターン制御・諸設備との連動などは中央集中型制御システムによって実現される。メーカー独自の2線式多重伝送方式で、伝送上のスイッチ部分から設定器を用い、敷設後も点滅区分や

点滅グループの再割り当てなどが可能で、テナント変更の多い事務所ビルに広く採用されている。

前述のローカル制御は比較的安価で、省エネが期待できる。またここで記した伝送式制御では、前述のとおり利便性の点で有効である。つまり、照明器具の点滅制御は伝送、調光制御はローカルという両者の組合せシステムが最も普及している照明制御システムといえる（図 3.2-5）。

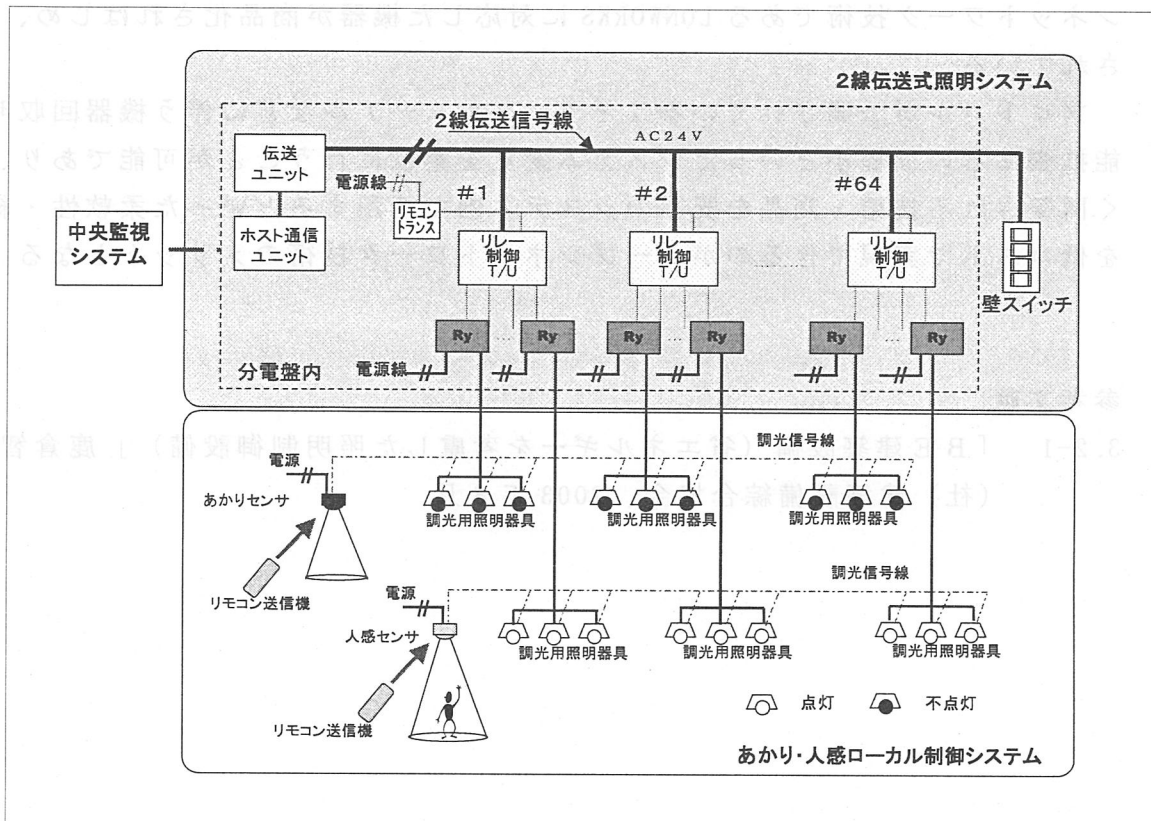


図2 伝送制御・ローカル制御組合せにおけるシステム構成図の例

図 3.2-5 伝送制御・ローカル制御の組合せ

しかしながら、省エネルギーに対する認識がより確実なものになりつつあり、実際の省エネルギーを計測する要求が非常に高まっている。ところで電灯回路は、コンセント回路と同一分電盤で設備されるケースも多く、幹線での照明の電力計測は難しいことから、末端近くでの計測を余儀なくされ多くの電力計測機器を敷設する必要性からコスト・システムの煩雑さといった点で問題が残る。

ところで、2線伝送タイプの明るさセンサー制御機器が開発されている。この機器は、動作上ローカル制御のように、これにつながる照明器具に対し初期照度補正や昼光利用制御などの調光制御をしながら、上位である主操作盤側にその調光レベルの情報を伝送する。上位機器ではこの調光レベルを演算により消費電力に換算し、電力モニターを行う制御が、大規模システムで採用され始めた。比較的安価にきめ細かく電力計測が可能となる。

勿論この逆の、ローカル側へ主操作盤側より制御信号を送信することも可能であり、スケジュール上でセンサー制御機器につながる照明器具の下限調光レベルを

変更することなどが可能となる。

3.2.3 ローカル分散制御システム

異なる電気設備、すなわち空調、セキュリティー、ブラインドなどの他設備との連動を、共通の公開された通信プロトコルに則って制御するローカル分散制御システムも開発されている。この分散制御部分だけをパッケージ化されたオープンネットワーク技術である LONWORKS に対応した機器が商品化されはじめ、注目されている。

プロトコルが公開されていることで、リニューアルなどに伴う機器回収時や機能拡張あるいは縮小といったシステム変更を柔軟に行うことが可能であり、新しく開発される技術・商品を既存のシステム内で活用するといった柔軟性・継続性を低コストで実現できるのがオープンネットワーク技術のメリットとなる。

参考文献

- 3.2-1 「BE 建築設備（省エネルギーを考慮した照明制御設備）」鹿倉智明、
(社) 建築設備総合協会、2003 年 8 月

3.3 システムの運用方法

3.3.1 省エネ手法の考え方

つねに人のいるオフィスの執務室などでは、昼光利用照明制御システムを使用することによって昼光の明るさを察知し、外から入る光にあわせて、屋内の人工照明の光量を自動制御することができる。これによりつねに快適な明るさを保ちながら、省エネを図ることができる。ランプ交換当初の余分な明るさをカットして省エネを図る初期照度補正の機能もこのシステムには併設されている。

3.3.2 動作

昼光利用照明制御システムの場合、屋内の設定された明るさを維持するため、照明器具の明るさを調整する。照明器具の明るさ調整は、設定した明るさの約±5%の範囲で行われる。設定された明るさとはセンサ検知範囲から反射した、天井面に設置されたセンサへ入射する光量である（センサは入射した光量を電圧値として出力する）。したがって、外光入射時等は什器により陰影ができ設定面の照度が設定時と異なる場合がある。制御動作の詳細を図 3.3-1 に示す。明るさの調整は、照明器具光出力約 1%づつ行なわれ、設定値と一致すれば測定に戻る。

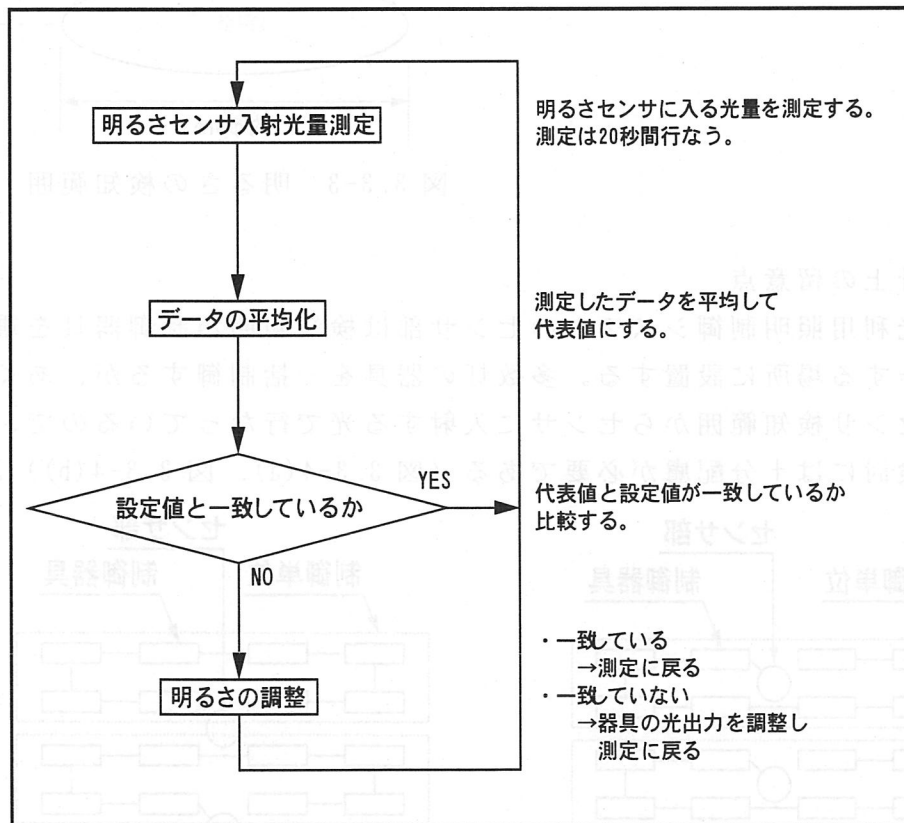


図 3.3-1 制御動作の詳細

明るさの設定は専用の設定リモコンにて設定する。設定したい明るさになるように、照明器具を調光させリモコンで記憶させると瞬時にセンサへの入射光量を

電圧値として記憶する。設定者が検知範囲内に入り込むと頭部、衣類の反射の影響を受け、設定後の明るさが変化する場合がある。したがって明るさ設定時は、極力検知範囲に入り込まない様注意が必要である（図 3.3-2）。



図 3.3-2 明るさの設定

3.3.3 明るさセンサのセンサ検知範囲
高さ 2.5m で約 $\phi 4m$ を重点的に検知している（図 3.3-3）。

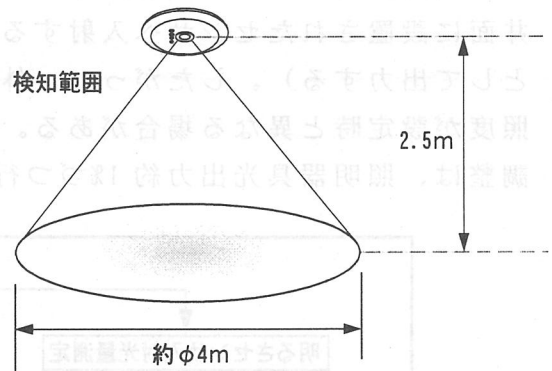


図 3.3-3 明るさの検知範囲

3.3.4 設計上の留意点

- (1) 昼光利用照明制御システムのセンサ部は検知範囲が制御器具を重点的にカバーする場所に設置する。多数灯の器具を一括制御するが、あくまで制御はセンサ検知範囲からセンサに入射する光で行なっているので、制御単位の検討には十分配慮が必要である（図 3.3-4(a), 図 3.3-4(b)）。

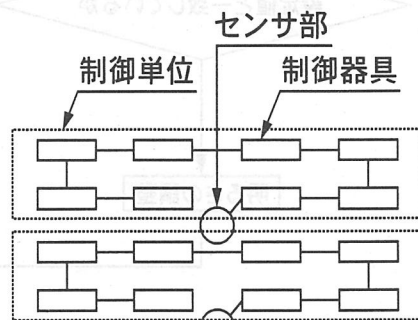
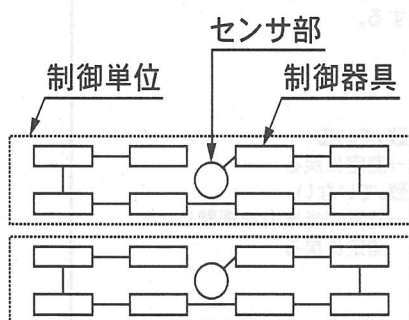


図 3.3-4(a) センサ部の好ましい位置 図 3.3-4(b) センサ部の好ましくない位置

- (2) センサ部を窓際に設置する場合は、窓からの距離は（天井高さ÷1.3）m以上離す。センサ部を窓に近づけて設置すると、センサが昼光を直接検知してしまい照明器具の出力を抑え過ぎてしまう原因となる（図 3.3-5）。

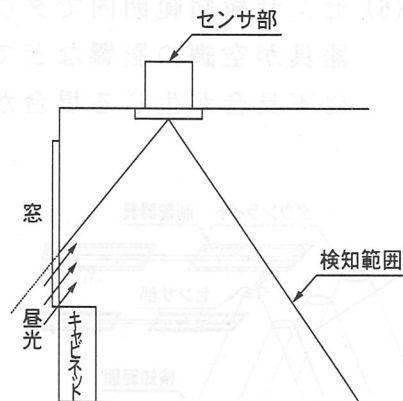


図 3.3-5 昼光の影響

- (3) センサ部の直下に、ロッカーなどの高い什器が配置された場合、制御したい場所の明るさを適正に検知できず、動作に不具合が生じる場合がある（図 3-3.6）。

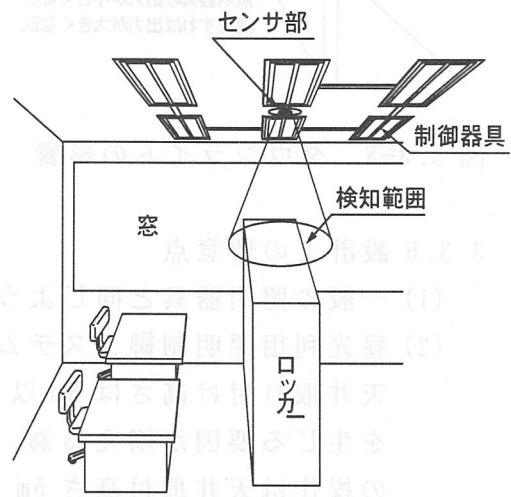


図 3.3-6 什器の影響

- (4) センサ部が壁面やパーティション近傍などに設置された場合、壁面の影響を受け制御に不具合が生じる場合がある（図 3.3-7）。

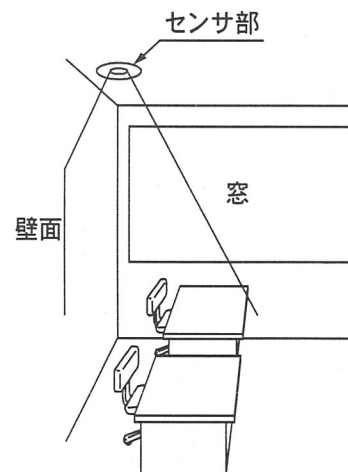


図 3.3-7 壁面の影響

- (5) センサ検知範囲内の反射率が大幅に変化すると（レイアウト変更や人が密集した場合など）照明器具の出力が変化する場合がある。この場合、設定し直す。

- (6) センサ検知範囲内でダウンライト等による光が入切されたり、近傍の照明器具が空調の影響などで明るさが変化したりするとその影響を受け、制御に不具合が生じる場合がある（図 3.3-8、図 3.3-9）。

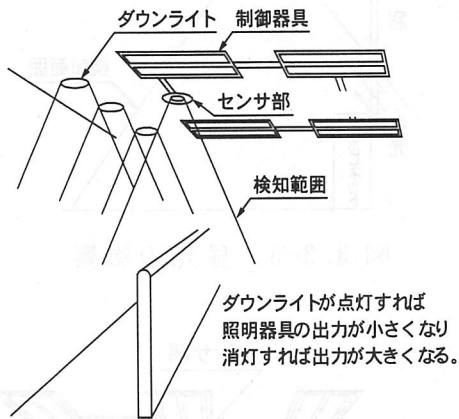


図 3.3-8 ダウンライトの影響

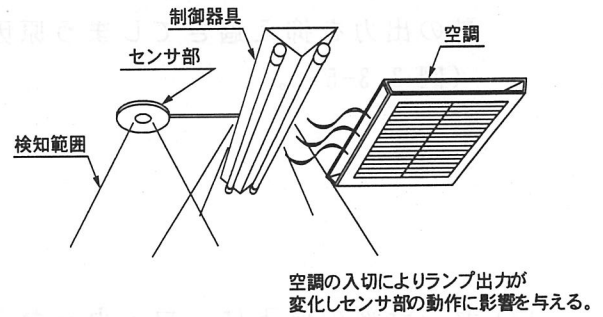


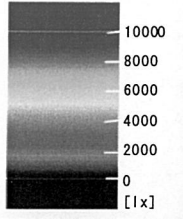
図 3.3-9 空調の影響

3.3.5 設計上の留意点

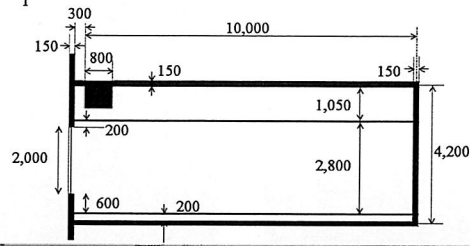
- (1) 一般の照明器具と同じように照明器具の台数配置を設定する。
- (2) 昼光利用照明制御システムのセンサ部の配置を設定する場合、センサ部の天井取り付け高さは 5m 以下とする。取付高さが高くなると制御に不都合を生じる要因が増える為、事前に設定環境の確認が必要である。リモコンの操作は天井取付高さ 5m まで可能である。

T01 "横連窓"

カラーコンター凡例



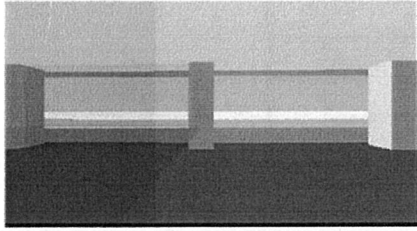
断面図 1



①水平面照度(平均)[lx] ②水平面照度(最大)[lx] ③水平面照度(最小)[lx] ④鉛直面照度比(窓際1m) ⑤鉛直面照度比(部屋中央)

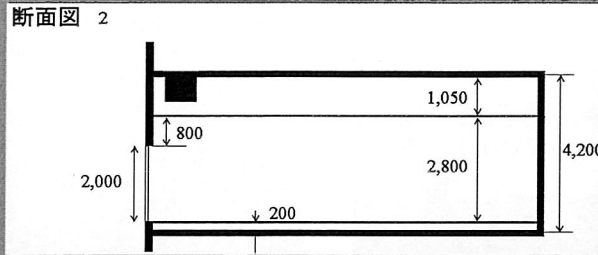
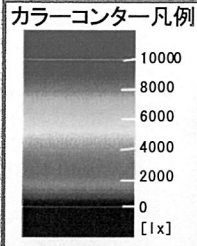
窓面方位	天候	春・秋分(3/20)					夏至(6/20)				
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00	照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00		
南	晴天空			6133 50935 547 9 8	9237 70877 688 7 8	5330 44701 499 8 9		1451 5430 441 11 7	2896 82273 526 10 7	1243 4871 380 12 8	
	中間天空			3896 26371 509 13 9	6598 44971 666 11 8	3273 22058 444 15 9		2269 10545 526 17 8	3609 55997 685 17 9	2052 9940 461 18 9	
	曇天空			677 3647 110 20 7	856 5050 120 19 8	577 3261 89 18 9		902 4713 136 18 8	1092 5893 167 19 8	814 4563 130 20 9	
西	晴天空			608 2108 226 17 9	1438 5583 429 11 8	10098 45615 703 30 8		783 2704 307 16 7	1651 6207 473 11 8	10435 60507 705 31 8	
	中間天空			985 4678 234 17 8	2313 11644 497 21 2	5184 23380 573 26 7		1381 6710 343 16 8	2846 13574 609 15 8	6923 37793 619 26 8	
	曇天空			669 3684 104 18 7	922 4926 159 19 7	603 3232 92 19 8		883 5094 163 21 7	1056 5880 167 18 9	792 4415 142 20 9	
北	晴天空			691 2459 255 15 6	776 2808 271 14 8	692 2768 255 14 7		1203 4407 393 12 2	1213 4241 435 10 7	1153 4490 352 12 8	
	中間天空			1252 6282 287 19 9	1416 6531 366 17 8	1085 5139 254 18 9		1999 9824 451 16 9	2125 9442 473 17 9	1835 9222 368 18 8	
	曇天空			664 3689 101 19 7	919 5065 150 18 7	625 3559 108 19 8		858 4976 139 18 8	1087 5982 139 19 8	804 4281 115 19 8	
東	晴天空			9376 51112 687 30 7	1242 4715 406 11 7	574 2177 207 18 7		8900 68055 653 7 9	1351 5348 436 11 8	641 2235 246 16 8	
	中間天空			5364 27683 677 27 9	2084 10057 430 17 7	901 4613 227 19 8		6473 43243 718 12 9	2450 11842 549 15 6	1178 6082 303 18 7	
	曇天空			676 3804 116 16 7	919 4966 147 17 8	605 3208 98 24 7		1152 6066 158 19 8	1067 5749 154 18 7	794 4025 118 20 7	

CG(眺望)



窓面方位	天候	冬至(12/20)				流入熱量
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00	
南	晴天空 		7906	12269	1266	
			26624	42664	5013	
			710	756	396	
	中間天空 		2728	5645	1985	
			10111	21386	9561	
			443	658	418	
	曇天空 		397	576	280	
			2121	3221	1508	
			63	102	45	
			18	17	19	
			6	8	8	
西	晴天空 		484	1263	10346	
			1888	38992	60061	
			153	318	693	
	中間天空 		636	1499	6804	
			2860	17362	37246	
			146	337	662	
	曇天空 		378	574	273	
			2023	3144	1565	
			56	88	44	
			19	17	19	
			8	7	8	
北	晴天空 		476	521	1169	
			1808	1969	4824	
			155	181	368	
	中間天空 		585	772	1931	
			2865	3705	9294	
			136	201	455	
	曇天空 		377	557	260	
			1934	3060	1401	
			65	86	44	
			17	17	17	
			8	6	7	
東	晴天空 		6173	891	656	
			27283	3482	2248	
			583	288	258	
	中間天空 		2258	1282	1146	
			9858	6427	5476	
			350	299	288	
	曇天空 		381	569	279	
			2096	3249	1533	
			59	90	49	
			18	19	23	
			7	8	8	

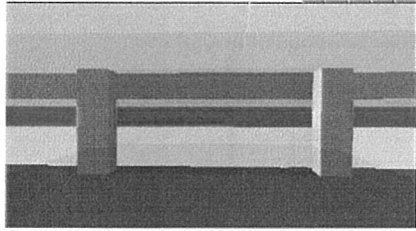
T02 "下方窓"



①水平面照度(平均)[lx] ②水平面照度(最大)[lx] ③水平面照度(最小)[lx] ④鉛直面照度比(窓際1m) ⑤鉛直面照度比(部屋中央)

窓面方位	天候	春・秋分(3/20)					夏至(6/20)				
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00	照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00		
南	晴天空		4294 49657 527 10 7	6171 70026 686 9 8	3765 42810 510 9 8		1173 4600 470 18 8	1609 80787 561 11 8	1084 4165 422 13 7		
	中間天空		2740 24514 438 12 8	4578 43069 649 12 8	3727 21760 494 12 7		1698 9025 483 13 7	2359 52427 637 13 9	1498 8239 448 14 9		
	曇天空		476 3048 94 15 7	667 4344 132 14 7	437 2952 85 14 6		604 3925 120 17 10	781 5258 165 18 8	579 3824 124 14 2		
西	晴天空		471 1821 213 19 7	1180 4217 500 12 7	7115 44995 648 6 8		545 1633 294 18 7	1332 4647 491 13 7	7072 60294 646 7 7		
	中間天空		693 3414 233 21 9	1777 9778 505 14 8	3727 21760 494 12 7		945 5537 292 15 8	2051 10478 566 14 7	4671 34675 650 10 7		
	曇天空		491 3010 121 17 8	637 4149 124 15 6	418 2608 86 17 7		120 4380 135 19 8	789 5188 144 17 10	591 3799 110 17 10		
北	晴天空		528 2357 235 16 8	566 2198 300 16 8	511 2051 225 18 7		1028 3912 434 10 8	996 3401 478 12 7	988 3716 399 11 8		
	中間天空		916 4915 245 16 7	965 4273 333 16 7	806 4489 226 16 6		1493 8028 434 14 10	1915 8181 483 15 7	1486 8345 418 15 8		
	曇天空		476 3304 92 17 9	679 4247 152 15 8	456 2890 95 13 7		660 4132 139 15 8	781 4726 166 15 7	580 3677 127 16 8		
東	晴天空		6637 50340 658 7 7	1080 3867 502 11 8	434 1787 189 16 7		6069 66620 635 9 7	1193 4096 494 10 7	482 2027 255 18 8		
	中間天空		3827 25967 517 11 8	1622 8276 486 14 7	625 3804 188 18 9		4483 40957 651 11 8	1915 9994 499 14 8	806 3736 254 20 7		
	曇天空		474 3034 101 17 7	669 4049 160 17 9	427 2822 99 18 8		616 3811 129 14 8	823 5257 156 14 7	575 3497 125 20 7		

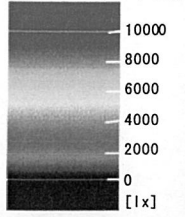
CG(眺望)



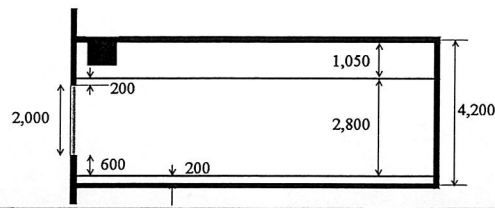
窓面方位	天候	冬至(12/20)				流入熱量
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00	
南	晴天空 		5728 27139 599 37 8	8569 42471 700 13 8	4043 16320 500 40 7	
	中間天空 		1983 9690 321 25 8	4134 20616 517 11 9	1099 5362 206 25 9	
	曇天空 		282 1823 54 14 8	401 2574 69 19 8	198 1261 47 19 7	
西	晴天空 		383 1709 137 17 8	898 3570 373 13 8	4284 16760 496 43 5	
	中間天空 		464 2508 133 20 10	517 6339 314 14 7	1135 5204 214 25 7	
	曇天空 		278 1776 56 17 8	418 2611 86 19 8	285 1788 58 16 7	
北	晴天空 		359 1608 134 18 8	405 1755 168 23 9	325 1563 114 17 8	
	中間天空 		418 2225 127 23 8	553 2850 177 21 9	324 1803 99 18 7	
	曇天空 		284 1796 54 17 9	433 2707 89 15 7	198 1255 36 15 8	
東	晴天空 		4517 25581 476 35 8	762 3001 315 20 8	328 1549 116 18 9	
	中間天空 		1694 9160 281 13 8	971 5405 270 16 9	323 1917 83 18 7	
	曇天空 		285 1788 58 18 8	430 2613 90 18 8	204 1329 41 14 8	

T03 "ポツ窓"

カラーコンター凡例



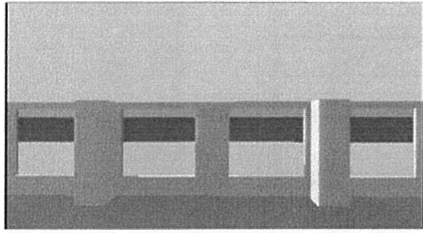
断面図 3



①水平面照度(平均)[lx] ②水平面照度(最大)[lx] ③水平面照度(最小)[lx] ④鉛直面照度比(窓際1m) ⑤鉛直面照度比(部屋中央)

窓面方位	天候	春・秋分(3/20)			夏至(6/20)				
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00	照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00
南	晴天		4058 50095 417 8 3	7078 68879 450 14 8	3328 43374 371 8 8		1044 4538 291 10 8	2142 81109 384 9 7	893 3686 269 11 7
	中間天空		2644 24932 363 12 8	5058 42304 546 11 7	2161 19730 336 12 8		1708 9579 293 15 8	2610 52196 525 14 8	1429 7447 318 14 7
	曇天空		497 3018 69 19 7	637 3855 99 15 9	436 2572 71 18 6		606 4054 107 17 11	752 5000 113 15 8	577 3183 87 15 7
西	晴天		433 1734 164 15 7	1040 4690 342 10 7	7342 44357 551 43 7		567 2115 215 13 7	1208 4826 353 10 7	8000 57981 518 10 7
	中間天空		725 3714 178 21 9	1664 8830 340 14 7	3786 21647 507 33 8		1027 5279 291 16 8	2013 10642 456 15 8	5164 34497 554 10 7
	曇天空		489 2702 88 20 9	682 3967 101 15 7	421 2549 72 19 7		657 4062 93 15 10	778 4727 123 18 8	600 3532 101 17 6
北	晴天		507 2064 192 15 7	569 2146 227 14 8	484 1997 179 14 8		848 3594 281 10 6	871 3248 303 10 6	823 3250 298 11 7
	中間天空		801 4317 198 19 6	1027 5496 238 16 6	776 4059 180 16 7		1453 8047 330 13 7	1623 8625 389 13 8	1343 7423 303 15 7
	曇天空		501 3187 84 16 7	652 3832 95 18 7	453 2800 74 17 8		639 3632 99 20 8	779 4735 115 15 9	579 3625 91 15 9
東	晴天		6751 49713 515 40 8	895 3399 282 11 8	418 1677 154 18 8		6601 65559 436 6 8	991 3998 326 10 7	467 1781 192 14 8
	中間天空		3856 25989 433 29 8	1560 8539 350 15 7	672 3556 183 13 7		4895 41163 560 11 7	1750 8916 460 15 7	777 4643 206 13 7
	曇天空		473 2800 72 17 4	624 3629 110 19 7	440 2498 80 17 8		620 4080 92 13 6	775 4606 134 16 7	551 3450 104 16 7

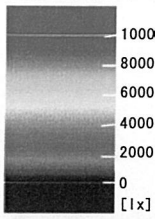
CG(眺望)



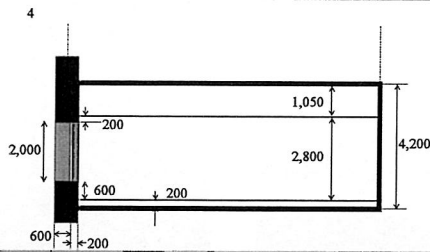
窓面方位	天候	冬至(12/20)			流入熱量
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	
南	晴天空 		5589 25745 536 46 6	9498 40318 597 5 7	
	中間天空 		1959 9569 255 28 6	4308 19179 498 10 8	
	曇天空 		269 1453 47 18 7	404 2367 58 16 6	
西	晴天空 		432 1989 110 19 7	877 37612 273 17 7	
	中間天空 		432 1989 110 19 7	1084 15354 235 17 8	
	曇天空 		194 1206 28 18 8	425 2488 72 17 8	
北	晴天空 		419 2349 99 20 8	387 1518 139 15 8	
	中間天空 		419 2349 99 20 8	542 3001 139 17 8	
	曇天空 		275 1564 49 32 8	400 2433 66 15 8	
東	晴天空 		3893 24595 282 15 7	638 2681 208 12 7	
	中間天空 		1625 9064 282 30 7	908 4514 216 17 9	
	曇天空 		273 1625 43 14 6	400 2419 68 17 9	

T04 "深窓"

カラーコンター凡例



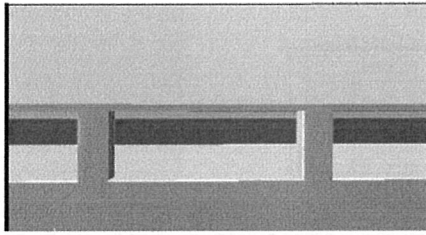
断面図



①水平面照度(平均)[lx] ②水平面照度(最大)[lx] ③水平面照度(最小)[lx] ④鉛直面照度比(窓際1m) ⑤鉛直面照度比(部屋中央)

窓面方位	天候	春・秋分(3/20)				夏至(6/20)			
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00	照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00
南	晴天空 		3543 49096 566 10 7	5834 70425 651 9 8	2984 43333 516 11 8		1751 4059 398 11 8	1580 5293 499 11 8	958 3420 367 11 8
	中間天空 		2517 23865 489 14 8	4569 41757 675 12 6	2139 19554 470 14 7		1692 7810 448 14 8	2391 10726 634 14 7	1477 5860 419 17 9
	曇天空 		486 2759 101 16 7	641 3219 134 16 7	425 2176 103 16 8		609 3032 132 17 9	720 3634 164 15 8	566 3013 135 17 9
西	晴天空 		506 1446 222 16 9	1135 3860 390 12 8	7721 44030 717 31 8		658 1971 298 9 8	1256 4330 426 10 8	7530 59153 733 7 7
	中間天空 		715 2812 236 14 10	1677 7575 415 13 7	4070 21509 553 26 7		967 3419 335 14 9	2031 9343 523 14 9	4993 33463 662 11 9
	曇天空 		462 2361 97 15 7	621 2941 144 17 8	438 2284 93 17 8		647 3265 148 16 6	754 3545 176 16 8	552 2790 133 16 8
北	晴天空 		556 1839 229 13 7	624 1722 288 14 7	560 1853 250 13 7		460 526 42 11 8	992 3309 361 10 8	913 3214 311 12 6
	中間天空 		804 3181 272 14 8	1055 3931 368 14 7	765 3014 260 16 9		1467 6156 487 15 6	1642 7433 503 12 8	1419 6384 405 17 8
	曇天空 		481 2502 96 16 7	637 3475 149 16 8	411 2053 90 15 8		602 3060 137 14 7	765 3842 162 19 9	526 2686 124 14 9
東	晴天空 		6631 49813 683 7 8	1018 3434 381 12 8	459 1278 204 18 9		5584 66692 603 10 8	1086 3741 402 12 2	582 1895 282 13 8
	中間天空 		3942 25795 574 11 7	1492 6608 413 14 8	612 2422 212 16 7		4385 41422 712 12 9	1782 7762 499 13 7	819 2875 285 14 8
	曇天空 		451 2567 100 15 7	606 3239 118 15 8	443 2232 96 17 8		652 3402 139 15 7	774 3926 181 16 8	583 2949 113 15 7

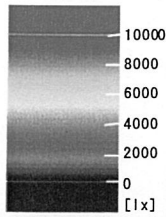
CG(眺望)



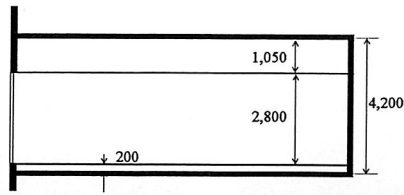
窓面方位	天候	冬至(12/20)				流入熱量
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00	
南	晴天空 		6507 25138 671 42 8	10223 41753 784 34 7	4673 15144 573 45 5	
	中間天空 		2182 8788 339 28 8	4775 19775 638 30 8	1200 4610 260 26 8	
	曇天空 		261 1254 59 17 10	405 2078 85 15 7	190 1005 41 15 8	
西	晴天空 		378 1140 153 17 8	925 3437 342 12 8	5065 15297 614 45 5	
	中間天空 		446 1857 134 19 8	1087 4935 289 14 8	1244 4800 271 23 7	
	曇天空 		257 1271 61 18 8	393 2003 83 14 7	190 877 46 16 7	
北	晴天空 		369 1363 124 16 7	418 1192 172 16 8	330 1259 127 19 8	
	中間天空 		401 1486 123 16 8	578 2052 189 17 7	322 1260 103 16 6	
	曇天空 		276 1458 61 14 8	398 1943 85 17 8	194 920 41 15 8	
東	晴天空 		4742 24991 535 37 9	682 2473 248 13 7	333 1220 125 17 9	
	中間天空 		1779 8645 314 26 7	935 4023 247 16 9	318 1287 88 18 9	
	曇天空 		279 1397 57 17 7	403 1985 89 16 8	190 902 41 16 7	

T05 "Floor to Ceiling"

カラーコンター凡例



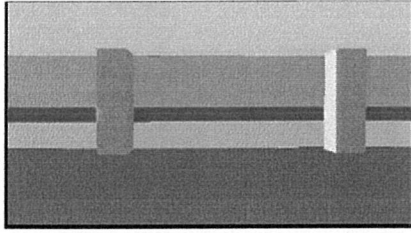
断面図 5



①水平面照度(平均)[lx] ②水平面照度(最大)[lx] ③水平面照度(最小)[lx] ④鉛直面照度比(窓際1m) ⑤鉛直面照度比(部屋中央)

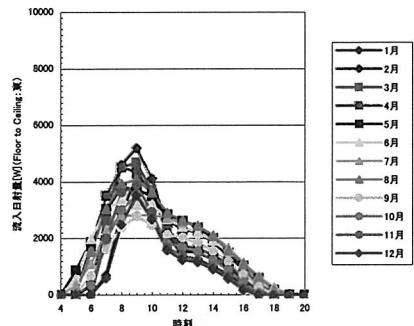
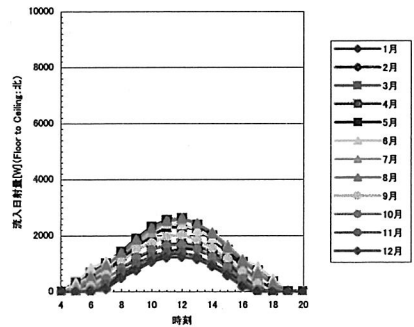
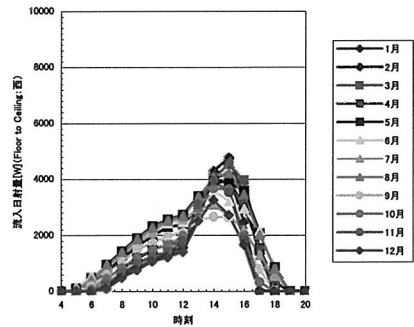
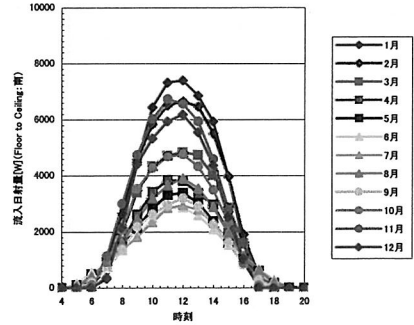
窓面方位	天候	春・秋分(3/20)					夏至(6/20)				
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00	照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00		
南	晴天空		6848 51223 678 10 7	10498 71690 836 13 9	5953 45404 669 8 8		1636 5947 538 11 7	3550 82617 704 12 7	1447 5163 484 11 8		
	中間天空		4359 27155 625 14 7	7568 45645 851 12 7	5697 39883 588 17 7		2580 10878 553 17 8	4268 56569 796 14 7	2258 10554 546 15 8		
	曇天空		832 4313 143 22 7	1145 6149 191 18 8	751 3888 127 20 9		1040 5175 183 18 7	1359 7157 196 18 8	994 4757 140 21 8		
西	晴天空		727 2593 278 15 7	1672 5846 567 12 7	11276 46166 890 27 7		903 3059 393 13 8	1881 6828 692 11 7	11727 60887 802 26 8		
	中間天空		1175 5165 293 16 7	2595 12128 627 16 7	10203 43754 762 38 7		1592 7098 391 19 8	3093 13801 785 14 8	7681 37724 828 23 8		
	曇天空		845 4504 136 18 7	1148 5613 195 19 7	761 3828 114 21 9		1011 5180 187 19 7	1348 7236 232 18 8	945 4994 158 17 7		
北	晴天空		824 2916 315 14 1	1497 5336 492 11 8	798 2788 330 14 7		1455 4959 523 12 9	1456 5124 551 12 7	1467 5008 531 13 7		
	中間天空		1326 5601 342 17 7	1629 7627 414 14 7	1331 6095 333 18 7		2364 11033 535 16 7	2558 11483 681 14 7	2151 10451 493 16 8		
	曇天空		841 4255 156 16 8	1152 6159 212 18 8	725 3810 123 20 9		983 4987 162 19 8	1346 6801 227 19 7	985 4985 167 17 8		
東	晴天空		10481 51967 832 26 7	1497 5336 492 11 7	658 2432 236 15 8		10124 68459 783 7 7	1696 5893 585 11 7	781 2359 314 16 7		
	中間天空		6029 28359 698 23 7	2320 10854 583 14 7	1111 4917 307 18 9		7350 44123 838 12 8	2781 12035 717 15 8	1383 6358 355 17 8		
	曇天空		851 4129 173 18 8	1139 5971 214 17 7	776 3882 138 21 8		1021 5239 180 20 7	1376 7042 240 20 7	1004 4973 168 19 9		

CG(眺望)



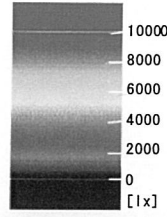
窓面方位	天候	冬至(12/20)			
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00
南	晴天空 		8841 27944 859 32 6	13782 42753 959 30 7	6194 17032 712 34 5
	中間天空 		4831 16041 536 36 7	11209 39425 823 46 7	2280 7950 379 33 8
	曇天空 		487 2624 87 18 7	716 3457 130 18 7	360 1923 58 17 7
西	晴天空 		565 2243 189 15 7	1530 39462 434 13 8	6585 39836 738 34 4
	中間天空 		774 3515 183 19 7	1775 18138 418 16 7	1720 5839 355 33 7
	曇天空 		485 2464 74 19 7	715 3939 122 19 8	353 1850 69 21 8
北	晴天空 		547 2028 196 19 7	633 2041 244 19 8	486 1814 168 17 7
	中間天空 		749 3411 181 18 9	1016 4324 279 19 7	573 2854 138 18 8
	曇天空 		478 2390 82 17 7	702 3503 131 17 4	351 1856 51 16 7
東	晴天空 		6858 26782 705 28 7	1048 3741 359 14 7	464 1790 147 21 8
	中間天空 		3921 15979 443 32 7	1631 7523 432 18 8	540 2407 126 17 6
	曇天空 		465 2319 83 17 8	697 3688 136 18 7	343 1777 56 17 8

流入熱量

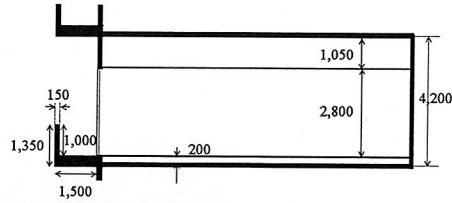


T06 "バルコニー"

カラーカウンター凡例



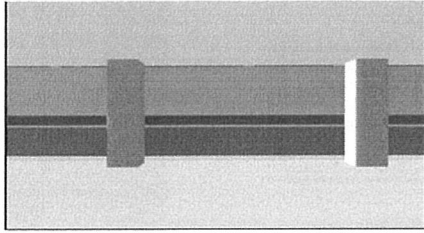
断面図 6



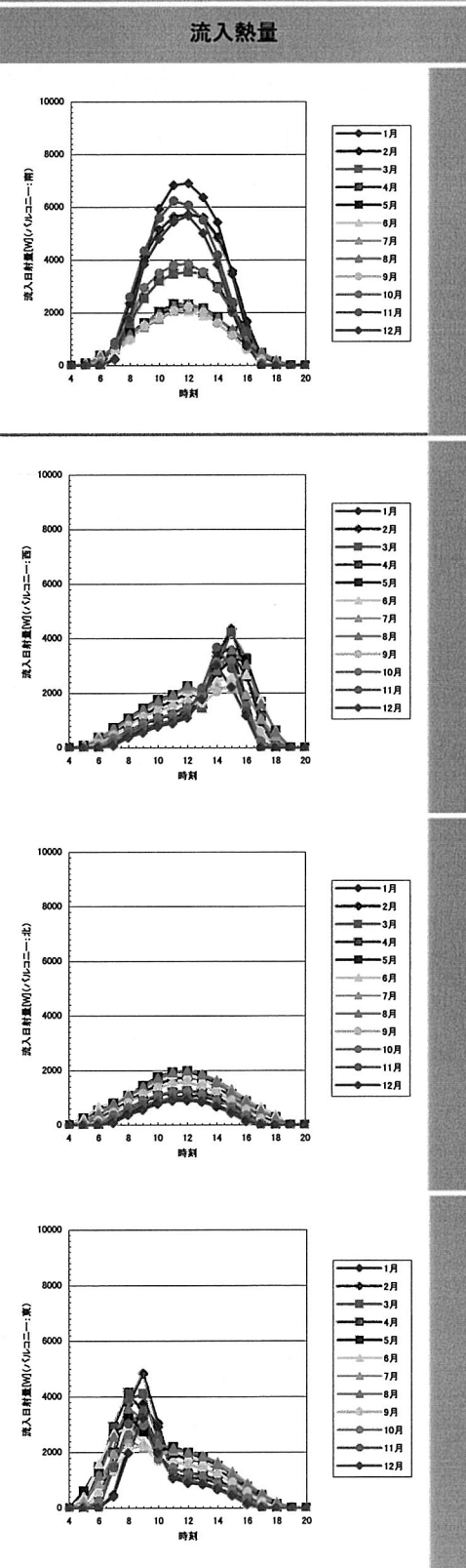
①水平面照度(平均)[lx] ②水平面照度(最大)[lx] ③水平面照度(最小)[lx] ④鉛直面照度比(窓際1m) ⑤鉛直面照度比(部屋中央)

窓面方位	天候	春・秋分(3/20)				夏至(6/20)			
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00	照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00
南	晴天空 		4377 48796 524 10 8	6121 70086 666 10 8	3766 42472 487 10 8		1152 4110 362 14 7	13587 47910 862 29 8	904 3514 245 13 8
	中間天空 		3050 23678 448 15 7	4917 42220 686 13 7	2628 19455 470 9 8		1968 7759 514 18 7	2620 10584 623 19 8	1698 6964 376 19 8
	曇天空 		574 2355 107 20 9	986 3451 247 17 9	747 2256 156 17 9		760 3418 135 18 8	914 4201 176 15 7	662 2715 132 19 6
西	晴天空 		555 1703 204 17 8	1044 3801 340 14 9	10968 45727 798 28 8		643 2025 218 12 7	838 3100 269 14 8	9490 59968 667 6 8
	中間天空 		873 2709 219 21 8	1798 6825 382 17 8	5395 21303 604 25 8		1133 4232 322 19 8	2174 8931 479 16 6	6184 34125 667 12 7
	曇天空 		745 2348 224 16 9	1112 3327 251 18 8	686 2256 177 19 8		8503 18778 255 21 9	924 3967 175 19 7	650 2745 126 19 7
北	晴天空 		616 2078 211 17 8	656 2053 255 12 7	581 2138 201 17 7		838 3305 230 14 7	513 1640 175 17 7	868 3439 272 13 8
	中間天空 		916 4092 239 17 8	1173 3950 311 18 9	923 3876 231 16 8		1649 6738 415 17 7	1723 7611 421 16 7	1589 6651 333 17 8
	曇天空 		536 2529 90 18 8	966 3357 278 17 10	799 2250 182 17 10		742 3414 146 19 7	936 4037 201 20 10	660 2922 116 24 7
東	晴天空 		9336 51010 738 29 8	898 3469 259 12 7	498 1646 182 14 7		6130 67694 694 10 7	760 2700 226 15 7	595 1918 209 15 7
	中間天空 		5136 25082 621 25 9	1640 6600 357 18 8	700 2343 186 16 7		4903 40296 753 14 8	1898 8177 438 16 7	966 3301 272 18 7
	曇天空 		555 2640 110 22 11	937 3454 259 17 7	615 1995 144 15 9		740 3141 132 23 8	917 4391 157 19 7	658 2875 108 20 7

CG(眺望)

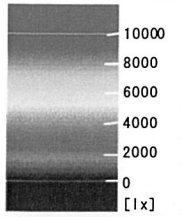


窓面方位	天候	冬至(12/20)			
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00
南	晴天		8657 26572 756 35 6	13501 42437 812 30 8	5980 16677 650 35 4
	中間天空		2758 8961 394 29 7	5916 19755 655 26 8	1454 4716 261 25 7
	曇天		327 1411 52 21 9	491 2072 89 20 8	235 1074 43 20 8
	晴天		444 1478 147 18 8	953 3336 288 12 7	6385 16795 675 41 4
	中間天空		519 1712 136 22 8	1270 4776 302 17 8	1487 4715 264 30 7
	曇天		312 1348 60 20 8	475 1979 102 18 7	222 1043 47 19 8
西	晴天		424 1446 130 17 7	491 1656 182 17 8	384 1379 125 20 8
	中間天空		487 1733 128 19 9	637 2236 168 22 8	370 1551 112 21 7
	曇天		311 1431 63 15 8	493 2287 80 19 7	234 1081 41 18 8
	晴天		6631 26267 637 15 8	685 2278 221 14 8	373 1210 106 18 8
	中間天空		2212 8340 320 22 7	1061 3957 225 2 9	357 1216 97 21 7
	曇天		325 1347 63 20 8	471 2007 81 16 6	238 1032 42 17 8
北	晴天		6631 26267 637 15 8	685 2278 221 14 8	373 1210 106 18 8
	中間天空		2212 8340 320 22 7	1061 3957 225 2 9	357 1216 97 21 7
	曇天		325 1347 63 20 8	471 2007 81 16 6	238 1032 42 17 8
	晴天		6631 26267 637 15 8	685 2278 221 14 8	373 1210 106 18 8
	中間天空		2212 8340 320 22 7	1061 3957 225 2 9	357 1216 97 21 7
	曇天		325 1347 63 20 8	471 2007 81 16 6	238 1032 42 17 8
東	晴天		6631 26267 637 15 8	685 2278 221 14 8	373 1210 106 18 8
	中間天空		2212 8340 320 22 7	1061 3957 225 2 9	357 1216 97 21 7
	曇天		325 1347 63 20 8	471 2007 81 16 6	238 1032 42 17 8

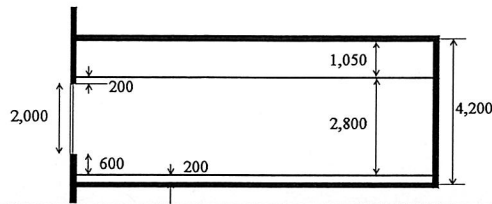


T07 "拡散ガラス"

カラーカウンター凡例



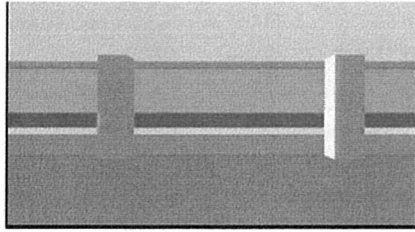
断面図 7



①水平面照度(平均)[lx] ②水平面照度(最大)[lx] ③水平面照度(最小)[lx] ④鉛直面照度比(窓際1m) ⑤鉛直面照度比(部屋中央)

窓面方位	天候	春・秋分(3/20)					夏至(6/20)				
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00	照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00		
南	晴天空		5802 32954 1243 12 8	8166 46327 1576 11 8	5101 29170 1070 11 9		1741 6605 551 12 8	3475 41331 886 10 9	1339 4245 408 13 6		
	中間天空		3661 17061 905 16 10	6091 30268 1565 13 8	3021 13980 821 10 7		2524 8946 949 26 3	4016 30612 1195 13 9	2128 6784 692 12 9		
	曇天空		630 1945 228 10 5	830 2474 341 12 5	559 2031 192 17 5		918 2904 339 16 7	1154 3652 388 13 5	813 2593 305 14 6		
西	晴天空		654 1928 239 12 6	1751 6012 577 13 7	8783 36487 1577 18 8		819 2557 328 16 7	1950 6150 705 13 7	9171 44230 1759 18 10		
	中間天空		966 2847 397 18 7	2489 8213 767 14 8	4835 17606 1118 18 8		1530 4599 634 11 5	2962 10927 996 13 7	5947 24472 1598 21 11		
	曇天空		658 2048 224 17 5	894 2874 340 12 6	539 2166 189 12 8		843 2587 375 13 6	1061 3194 430 16 6	742 2368 302 16 6		
北	晴天空		750 2081 318 13 7	875 2542 406 17 10	716 1916 308 15 9		1332 4302 443 15 10	1272 4102 500 14 10	1294 4322 419 14 9		
	中間天空		1126 3461 413 15 6	1599 4662 719 17 8	1102 3484 420 13 6		1967 6475 633 12 10	2151 8590 773 14 6	2037 6098 711 12 5		
	曇天空		597 2121 271 11 5	842 2882 302 15 6	587 2076 201 16 5		874 2826 333 13 6	1111 3419 358 15 5	731 2236 268 14 5		
東	晴天空		8333 38050 1730 20 7	1391 4055 536 14 8	585 1701 239 20 11		7982 44221 1612 11 8	1463 5516 480 11 8	743 2068 322 10 9		
	中間天空		4908 19047 1312 17 10	2109 6572 741 17 5	880 2809 330 11 4		5642 26334 1447 15 8	2397 9495 825 13 5	1147 3017 476 12 5		
	曇天空		615 1950 218 18 9	852 2648 364 16 6	556 2255 195 18 5		919 2906 317 14 5	1047 4062 307 13 5	774 2684 274 13 5		

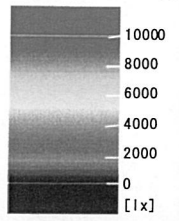
CG(眺望)



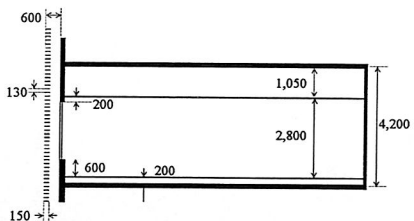
窓面方位	天候	冬至(12/20)				流入熱量
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00	
南	晴天空 		6951	10370	5209	
			26297	38121	18276	
			1436	1835	1150	
	中間天空 		2480	4879	1475	
			9319	16684	4860	
			623	1229	459	
	曇天空 		377	548	1475	
			1372	1738	4860	
			120	202	459	
西	晴天空 		529	1523	5417	
			1761	19030	17996	
			228	418	1134	
	中間天空 		671	1615	1532	
			1998	10157	5344	
			264	601	430	
	曇天空 		346	629	1532	
			984	1912	5344	
			113	219	430	
北	晴天空 		450	552	427	
			1427	1565	1076	
			173	259	190	
	中間天空 		606	753	466	
			1639	1986	1332	
			259	382	149	
	曇天空 		384	526	466	
			1243	1687	1332	
			132	204	149	
東	晴天空 		5741	954	478	
			24225	2704	1185	
			1230	330	250	
	中間天空 		2138	1311	429	
			7479	4711	1501	
			575	443	175	
	曇天空 		391	587	429	
			1357	1753	1501	
			150	217	175	

T08 "外付ルーバー"

カラーコンター凡例



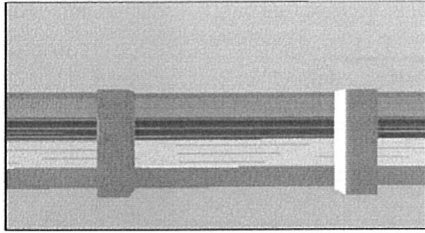
断面図 8



①水平面照度(平均)[lx] ②水平面照度(最大)[lx] ③水平面照度(最小)[lx] ④鉛直面照度比(窓際1m) ⑤鉛直面照度比(部屋中央)

窓面方位	天候	春・秋分(3/20)				夏至(6/20)			
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00	照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00
南	晴天空 		1543	2105	973		813	1152	718
	5471		7455	3233	2169		3655	1992	
	467		588	341	349		441	290	
中間天空 		1310	1987	1705		990	1495	903	
3496		6577	4787	2876		3716	2439		
480		659	655	402		591	389		
曇天空 		309	396	268		354	438	322	
685		945	654	938		1069	769		
140		171	120	150		178	121		
17	14	12	15	10	14	14			
10	6	6	8	8	8	6			
西	晴天空 		336	790	2536		399	890	2374
	908		2483	9813	1005		2468	8538	
	166		329	653	221		374	626	
中間天空 		561	1074	1989		623	1233	2027	
1248		3465	17842	1766		3659	6634		
299		405	530	299		459	665		
曇天空 		322	408	286		356	440	337	
801		1024	859	871		1117	967		
142		177	100	149		174	142		
15	17	16	19	14	12	12			
6	11	7	5	5	7	7			
北	晴天空 		372	418	471		774	674	691
	1013		1135	1108	2241		1764	2103	
	194		223	251	364		287	263	
中間天空 		738	641	486		933	1034	889	
1931		1647	1258	2597		2829	2550		
353		298	199	384		442	361		
曇天空 		301	380	275		342	408	289	
733		946	724	804		1058	688		
135		189	77	128		147	119		
13	13	14	16	17	15	15			
7	9	9	8	8	9	9			
東	晴天空 		2283	836	327		2068	997	361
	8453		2853	782	7332		2869	799	
	642		335	163	608		346	198	
中間天空 		1957	1037	400		1963	6166	2686	
5617		3314	1068	5752		7785	3281		
675		373	165	656		470	200		
曇天空 		331	377	280		346	422	296	
788		947	685	899		1308	710		
143		140	125	127		159	135		
16	17	14	13	12	18	18			
9	7	8	9	7	7	7			

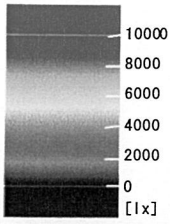
CG(眺望)



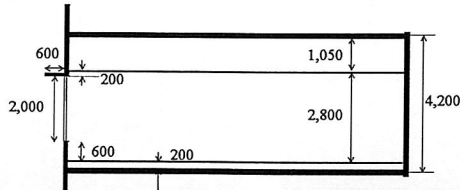
窓面方位	天候	冬至(12/20)				流入熱量
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00	
南	晴天空 		4215	5025	3423	
			25332	43511	15215	
			636	779	551	
	中間天空 		1362	2427	779	
			6069	15836	2675	
			352	555	230	
	曇天空 		231	204	100	
			533	560	309	
			59	72	34	
西	晴天空 		264	644	3818	
			629	1816	15819	
			141	269	569	
	中間天空 		284	686	806	
			729	2233	2639	
			128	259	234	
	曇天空 		16	17	25	
			9	8	7	
			207	221	106	
北	晴天空 		262	297	222	
			640	693	533	
			138	147	110	
	中間天空 		271	345	202	
			717	981	594	
			119	154	81	
	曇天空 		17	16	13	
			8	8	7	
			276	223	106	
東	晴天空 		2768	462	228	
			24900	1274	498	
			496	206	122	
	中間天空 		1033	606	198	
			5814	1603	540	
			305	230	72	
	曇天空 		16	16	15	
			7	7	8	
			1033	221	101	

T09 "底"

カラーコンター凡例



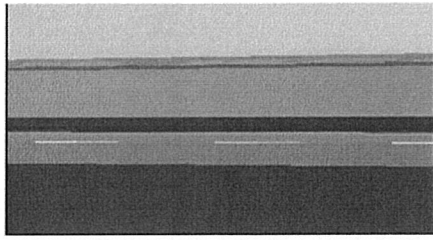
断面図⁹



①水平面照度(平均)[lx] ②水平面照度(最大)[lx] ③水平面照度(最小)[lx] ④鉛直面照度比(窓際1m) ⑤鉛直面照度比(部屋中央)

窓面方位	天候	春・秋分(3/20)				夏至(6/20)			
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00	照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00
南	晴天空		3675 48076 472 10 8	5201 63486 583 10 8	3217 41499 441 11 9		1160 4462 395 11 7	1409 5144 447 11 7	1089 3651 405 13 9
	中間天空		2645 22167 550 18 8	4241 41420 735 11 7	2166 17427 444 15 7		1727 7094 473 15 8	2148 10176 572 13 7	1475 6412 390 16 8
	曇天空		457 1978 117 18 8	620 2502 184 23 7	384 1918 88 21 10		626 3202 146 15 7	743 3626 160 16 8	546 2803 90 19 6
西	晴天空		527 1496 243 15 7	1319 4845 461 11 9	8517 43742 639 5 9		670 2041 328 13 8	1448 4787 514 9 2	7076 59391 638 7 9
	中間天空		803 2734 308 15 9	1802 6524 482 14 8	4349 20821 572 11 9		1076 3737 393 15 7	2237 9122 667 13 9	4891 33482 608 13 8
	曇天空		498 2099 116 18 7	672 2645 159 18 8	423 2047 98 15 7		622 3361 137 16 10	820 3992 179 16 6	590 2813 126 19 9
北	晴天空		624 1695 275 14 8	676 1880 318 13 8	601 1745 287 15 9		1085 3557 393 11 8	1184 3578 411 10 8	1096 3642 375 11 9
	中間天空		860 3117 263 15 8	1124 3851 399 12 9	827 3213 293 19 8		1653 6728 454 14 7	1748 7693 538 13 7	1567 6613 432 16 8
	曇天空		460 1752 147 18 6	643 2764 153 18 10	436 2089 95 17 8		196 2169 78 19 7	813 4308 158 15 8	604 2846 129 14 9
東	晴天空		6818 48974 591 6 8	1176 3324 469 10 7	477 1378 220 20 7		5113 66474 585 9 7	1317 4388 499 9 7	595 1459 264 13 9
	中間天空		4027 24665 569 12 8	1558 5229 503 15 7	692 2358 249 17 8		4167 39096 660 13 8	2031 7771 532 13 8	888 2974 297 14 8
	曇天空		478 1950 132 15 7	619 2820 186 16 7	450 2103 98 15 9		635 3519 135 15 8	767 3797 162 15 6	581 2929 126 16 7

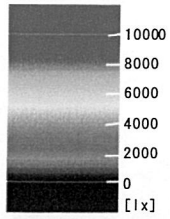
CG(眺望)



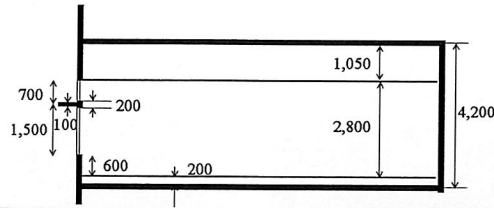
窗面方位	天候	冬至(12/20)				流入熱量
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00	
南	晴天空 		6833 26615 669 38 8	9999 42330 738 34 7	4912 16332 568 45 6	
	中間天空 		2299 9230 346 29 8	4625 19209 574 27 8	1215 4568 244 22 8	
	曇天空 		259 1271 48 16 7	379 2062 87 17 8	190 935 38 18 8	
西	晴天空 		403 1382 158 18 10	961 3399 310 12 9	6459 16733 654 41 5	
	中間天空 		513 2258 131 16 7	1194 4099 377 14 8	1434 4588 257 26 9	
	曇天空 		286 1366 62 18 7	427 2022 103 15 7	212 1078 48 15 6	
北	晴天空 		409 1422 168 17 9	436 1187 191 17 7	354 1179 129 18 8	
	中間天空 		441 1682 133 19 9	616 2261 207 18 9	365 1643 97 18 10	
	曇天空 		279 1290 53 18 8	440 2076 89 16 7	210 1009 38 15 6	
東	晴天空 		4988 24014 523 38 8	801 2591 294 13 8	361 1377 125 17 9	
	中間天空 		1854 8596 298 30 9	1022 4297 281 16 8	340 1243 111 16 8	
	曇天空 		292 1397 58 18 8	409 1957 77 18 6	212 1049 44 18 7	

T10 "外付ライトシェルフ"

カラーカウンター凡例



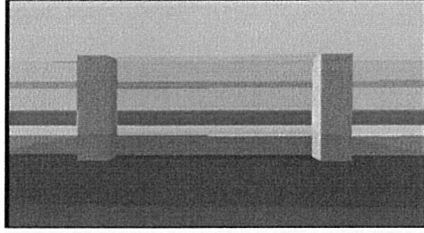
断面図 10



①水平面照度(平均)[lx] ②水平面照度(最大)[lx] ③水平面照度(最小)[lx] ④鉛直面照度比(窓際1m) ⑤鉛直面照度比(部屋中央)

窓面方位	天候	春・秋分(3/20)					夏至(6/20)				
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00	照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00		
南	晴天空		1930 58719 394 12 7	2904 77160 572 10 8	1468 48231 374 13 8		1323 4725 400 11 8	1718 6308 513 11 7	1213 4333 381 15 7		
	中間天空		2191 30200 554 14 6	3282 44928 741 15 9	1582 21752 435 18 7		1776 6533 520 15 6	2430 8744 675 20 9	1522 5474 433 14 7		
	曇天空		607 2359 155 17 8	674 2477 184 18 11	506 1851 136 19 7		625 2127 166 18 10	734 2625 187 19 10	558 2288 150 17 8		
西	晴天空		541 1534 242 21 7	1439 5254 468 10 7	8057 52043 713 7 7		605 1655 267 15 9	1525 4932 465 10 8	7049 59167 720 40 8		
	中間天空		871 2875 349 17 8	2117 7400 574 15 8	4879 26365 735 11 7		1013 3333 393 21 11	2127 7118 592 18 8	5028 34095 779 33 8		
	曇天空		559 2012 147 17 7	773 3081 178 20 10	489 1901 104 29 17		641 2310 173 28 7	728 2841 164 20 9	594 2185 135 18 8		
北	晴天空		578 1678 283 16 8	800 2011 380 16 8	700 2007 319 13 7		1033 3001 382 12 8	1013 2459 404 13 8	1053 3057 370 13 8		
	中間天空		1167 3979 355 19 7	1357 5152 476 20 6	1046 3578 318 18 17		1544 5696 494 14 7	1590 5093 568 14 7	1487 5335 446 13 8		
	曇天空		581 2129 194 24 7	709 2736 151 22 8	457 1759 127 19 9		599 2193 176 16 9	787 3041 197 23 7	552 2050 134 21 6		
東	晴天空		5799 61285 606 37 8	1127 3128 403 11 7	463 1205 229 18 8		4983 66612 679 9 9	1245 3561 435 12 7	515 1244 262 18 8		
	中間天空		4223 34000 661 32 8	1749 5365 511 14 7	787 2338 296 18 8		4074 37772 729 12 9	1865 6118 577 15 9	831 2975 299 17 8		
	曇天空		597 2404 159 19 7	696 2709 191 20 8	458 1666 114 19 7		639 2418 170 16 11	725 2778 183 11 6	559 1947 148 20 6		

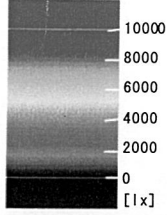
CG(眺望)



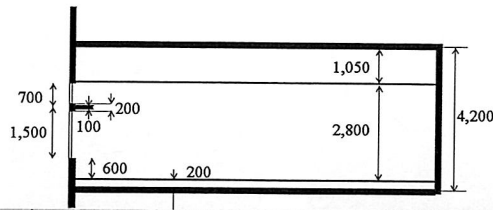
窓面方位	天候	冬至(12/20)			流入熱量	
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00		15:00
南	晴天空 		6939	10118	4982	
	25846		43912	16338		
	696		826	585		
中間天空 		2332	4757	1238		
		8464	19512	4026		
		426	596	273		
曇天空 		257	393	196		
		999	1616	741		
		72	103	46		
			21	19	20	
			6	8	8	
西	晴天空 		409	978	5358	
	1262		3045	16111		
	190		272	658		
中間天空 		509	1113	1305		
		1630	3895	3962		
		177	331	287		
曇天空 		257	379	199		
		980	1455	847		
		66	96	55		
			20	18	17	
			9	18	6	
北	晴天空 		385	429	331	
	1173		1194	966		
	171		213	152		
中間天空 		458	548	339		
		1436	1723	1187		
		152	220	127		
曇天空 		285	376	202		
		1069	1438	690		
		67	95	59		
			20	17	19	
			7	6	6	
東	晴天空 		5213	728	330	
	25398		2036	1010		
	596		297	140		
中間天空 		1877	955	336		
		9084	3373	1029		
		346	327	121		
曇天空 		263	378	178		
		909	1538	667		
		73	104	46		
			19	15	22	
			7	9	8	

T11 "内付ライトシェルフ"

カラーコンター凡例



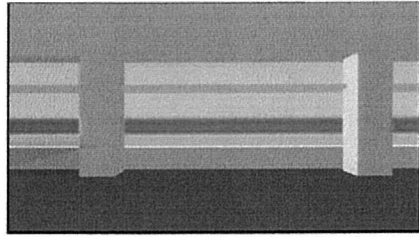
断面図 11



①水平面照度(平均)[lx] ②水平面照度(最大)[lx] ③水平面照度(最小)[lx] ④鉛直面照度比(窓際1m) ⑤鉛直面照度比(部屋中央)

窓面方位	天候	春・秋分(3/20)				夏至(6/20)						
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00	照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00			
南	晴天空 		1272 4905 323 15 8	1751 76454 412 16 9	1038 4224 285 15 9		1055 4163 370 16 7	1319 5095 419 16 9	844 3573 316 16 8			
		中間天空 		1773 8518 488 17 8	2385 47234 630 18 9	1339 5895 395 20 8		1568 6887 441 21 8	2067 8846 549 18 8	1305 6008 456 20 8		
			曇天空 		538 2638 136 21 9	680 3396 159 18 8	459 2188 94 23 8		538 3333 140 20 10	685 3462 155 21 11	506 2636 141 24 10	
	西			晴天空 		462 1618 204 17 7	1117 4426 342 19 8	7934 53039 504 7 8		513 1538 263 17 7	1140 4538 388 15 7	6810 60597 500 8 8
		中間天空 				834 3323 306 28 7	1721 8459 485 17 9	4650 27556 607 10 6		921 4041 344 20 10	1831 8034 571 22 6	4687 34000 609 14 9
			曇天空 			521 2486 136 20 13	625 2772 179 21 8	442 2306 120 23 11		587 2799 141 22 12	696 3545 170 20 7	545 2700 134 20 8
				北	晴天空 		624 2420 255 17 7	662 1942 334 24 9	588 1971 256 19 8		799 2935 287 18 8	754 2603 293 15 8
		中間天空 					1097 4554 394 22 7	1176 5988 384 21 8	979 4157 290 24 7		1293 5655 422 21 7	1449 6149 448 18 9
			曇天空 				492 2859 116 18 8	658 3432 176 26 12	445 2306 130 20 10		612 3174 142 27 10	717 3558 156 21 10
東					晴天空 		5702 62895 541 8 10	821 2815 325 16 10	442 1373 225 18 8		4715 67103 512 10 9	879 2957 322 17 8
		中間天空 					3828 24774 539 14 8	1492 6089 569 20 10	662 2546 249 21 7		3981 40354 626 14 8	1633 7150 468 19 10
			曇天空 				498 2665 107 28 10	640 3561 119 17 9	457 2182 113 21 9		588 2677 148 21 12	716 3692 206 21 8

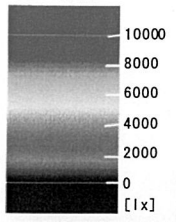
CG(眺望)



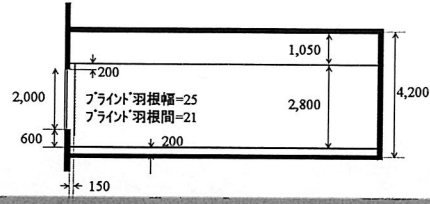
窓面方位	天候	冬至(12/20)				流入熱量
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00	
南	晴天空 		6700 25873 550 48 6	9821 42939 608 6 8	4827 16605 518 38 6	
	中間天空 		2201 8630 314 33 10	4592 19952 551 12 9	1186 4623 235 27 8	
	曇天空 		253 1204 65 24 8	356 1783 95 17 9	177 951 44 17 10	
西	晴天空 		336 1229 130 20 8	786 3020 245 16 9	5128 16029 513 45 5	
	中間天空 		410 1777 139 31 11	1030 5408 286 25 7	1209 4641 266 28 7	
	曇天空 		237 1225 57 19 7	372 1847 93 22 7	179 899 45 21 7	
北	晴天空 		344 1227 134 22 9	363 1259 157 21 10	288 1063 122 20 8	
	中間天空 		419 1792 133 18 9	547 2403 218 25 15	296 1244 107 20 8	
	曇天空 		249 1264 58 20 8	371 1997 90 22 9	173 866 39 26 11	
東	晴天空 		5018 25354 415 7 8	609 2021 224 17 9	295 1046 128 19 8	
	中間天空 		1760 8254 305 15 11	866 3908 259 20 9	305 1312 106 22 10	
	曇天空 		266 1380 56 23 8	354 1740 92 22 8	171 859 50 19 10	

T12 "内付ブラインド"

カラーコンター凡例

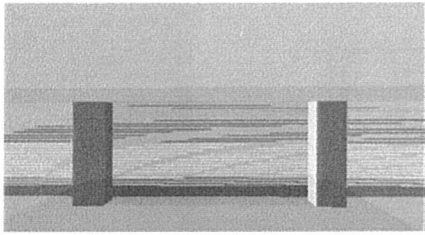


断面図 12

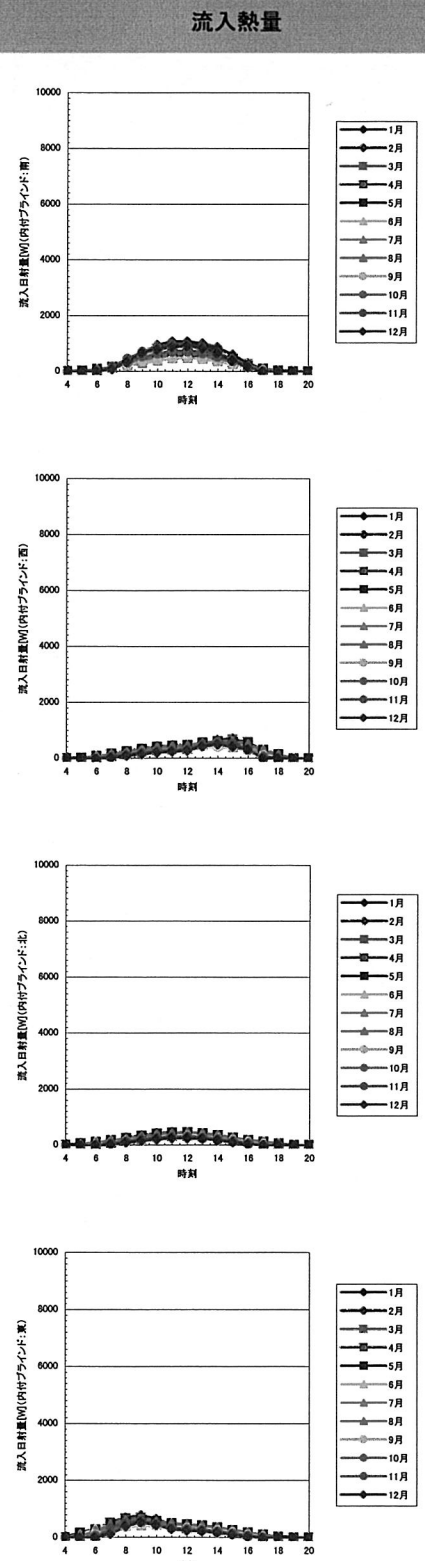


①水平面照度(平均)[lx] ②水平面照度(最大)[lx] ③水平面照度(最小)[lx] ④鉛直面照度比(窓際1m) ⑤鉛直面照度比(部屋中央)

窓面方位	天候	春・秋分(3/20)					夏至(6/20)				
		照度分布(12:00、中間天空)		9:00	12:00	15:00	照度分布(12:00、中間天空)		9:00	12:00	15:00
南	晴天空	[照度分布]		1255 46898 319 9 9	1759 68121 445 9 8	1120 40658 322 10 8	[照度分布]		713 3504 206 9 8	1231 79014 270 14 8	571 2989 170 8 8
	中間天空	[照度分布]		965 20630 284 11 8	1519 37232 382 10 8	799 16401 229 9 7	[照度分布]		755 5557 252 9 7	1224 45540 317 9 9	659 4302 203 10 8
	曇天空	[照度分布]		225 1532 74 8 4	262 1996 73 8 5	185 1399 63 11 5	[照度分布]		279 2145 78 8 6	322 2823 93 8 4	238 1717 59 10 5
西	晴天空	[照度分布]		212 1824 85 10 8	707 3794 211 8 8	1729 42914 501 10 8	[照度分布]		279 2408 119 9 7	827 4190 235 8 8	1769 57366 517 16 3
	中間天空	[照度分布]		318 2808 107 9 8	792 5671 228 9 7	1077 17733 319 11 9	[照度分布]		460 3495 179 10 8	1026 6396 296 10 8	1446 28967 380 11 8
	曇天空	[照度分布]		201 1412 60 8 8	276 2087 81 12 5	177 1553 54 9 8	[照度分布]		258 1959 77 11 5	324 2762 100 9 5	227 1650 83 9 8
北	晴天空	[照度分布]		249 1817 96 10 7	304 2462 125 9 7	232 1754 86 11 8	[照度分布]		532 3528 163 8 8	547 3204 167 9 8	539 2970 149 8 8
	中間天空	[照度分布]		384 3052 140 12 8	469 4307 166 11 8	348 2829 115 11 9	[照度分布]		657 4707 209 10 8	770 5757 270 11 9	675 4316 198 8 8
	曇天空	[照度分布]		203 1865 66 11 6	276 2297 88 11 6	164 1479 47 9 4	[照度分布]		243 2118 79 9 3	325 2783 90 10 5	234 1968 74 10 7
東	晴天空	[照度分布]		1638 48040 446 10 8	592 3612 137 7 7	193 1514 70 10 7	[照度分布]		1695 65162 490 9 8	652 3920 213 7 8	217 1963 91 11 7
	中間天空	[照度分布]		1152 21566 336 10 8	752 5077 213 9 7	271 2277 108 11 9	[照度分布]		1495 35187 418 10 9	882 6076 255 9 8	373 3416 140 3 3
	曇天空	[照度分布]		189 1385 61 8 6	273 2039 85 9 4	178 1292 61 8 5	[照度分布]		265 1736 88 11 8	347 2737 107 10 4	243 1930 93 12 9



窓面方位	天候	冬至(12/20)			
		照度分布(12:00、中間天空)	9:00	12:00	15:00
南	晴天空 		1375 24392 382 10 8	1903 41423 549 10 8	1018 14812 326 11 9
	中間天空 		606 6459 199 11 11	1101 16020 288 12 9	387 3158 126 11 7
	曇天空 		130 973 39 10 8	175 1327 55 9 4	90 688 31 9 5
西	晴天空 		151 1021 61 12 9	624 36685 152 9 10	1088 14877 382 12 8
	中間天空 		189 1683 67 9 7	520 13044 161 10 8	375 2941 116 11 9
	曇天空 		118 903 37 8 7	172 1319 52 9 6	89 625 26 8 9
北	晴天空 		140 1164 54 12 8	172 1215 83 11 8	124 866 44 11 7
	中間天空 		189 1610 62 11 8	256 2152 95 9 7	139 1264 46 9 6
	曇天空 		119 754 33 9 8	191 1374 50 9 8	88 700 26 11 5
東	晴天空 		1131 23311 346 11 9	359 1952 118 9 8	120 992 49 12 9
	中間天空 		542 6495 163 10 7	406 2821 114 11 7	138 1015 45 10 7
	曇天空 		118 898 37 12 11	160 1279 52 9 4	78 734 31 11 9



研究調査委員会報告書の著作権について

本報告書の著作権は（社）照明学会に帰属します。

複写をされる方に

本報告書に掲載された著作物は、政令が指定した図書館で行うコピーサービスや、教育機関で教授者が講義に利用する複写をする場合等、著作権法で認められた例外を除き、著作権者に無断で複写すると違法になります。

