学校教室において庇長さや窓面の拡散性が年間熱負荷と机上面照度に与える影響

INFLUENCE OF EAVE LENGTH AND DIFFUSION ON WINDOW IN THE SCHOOL CLASSROOM ONTO AN ANNUAL HEAT LOAD AND A DAYLIGHT ILLUMINATION

樋口作夫 — * 1 羽山広文 — * 2
絵内正道 — * 3

Sakuo HIGUCHI — * 1 Hirofumi HAYAMA — * 2
Masamichi ENAI — * 3

キーワード：
教室、庇、窓面拡散、熱負荷、昼光、机上面照度

Keywords:
Classroom, Eave, Diffusion on the window, Annual heat load, Daylighting, Illumination on the desk

It is important to know how to balance the energy saving and the illumination environment in classroom for improving the condition of learning. This paper shows the influence of the eaves length and the diffusion of the window to heat load and the indoor illumination distribution in a school classroom. As results of numerical calculation, we show a possibility that illumination environment could be improved although the heat load slightly increased by establishing the eaves and addition of the diffusion instrument.

1. はじめに

二酸化炭素排出低減を目的として、建築分野においても様々な省エネルギー化の検討が行われている。学校建築は業務用施設面積のおよそ2割を占めており、稼働時間が短いことなどによりエネルギー消費原単位は事務所ビルの消費原単位(210.0[kWh/(m²・年)])の半分以下ではあるが、87.2[kWh/(m²・年)]となっている。また用途別では、照明・動力他の割合が学校では35[%]を占めている¹⁾。

筆者らは既報研究²⁾で、学校教室における省エネルギー手法に関する検討として品質工学の手法を用いて教室モデルの熱負荷計算を行い、窓の面積、使用されるガラス単体の断熱性能、日射遮蔽性能、空調条件としての暖房設定温度、冷房設定温度が、年間熱負荷に与える影響について考察し、1)年間熱負荷の低減に寄与する上位3つの制御因子は、札幌:暖房設定温度 > 熱貫流率 ≥ 日射熱取得率、盛岡:暖房設定温度 > 熱貫流率 ≥ 日射熱取得率、新潟:暖房設定温度 > 熱貫流率 ≒ 冷房設定温度、東京:暖房設定温度 > 冷房設定温度 ≥ 日射熱取得率、大阪:暖房設定温度 ≒ 冷房設定温度 > 熱貫流率、福岡:冷房設定温度 ≒ 暖房設定温度 > 熱貫流率、鹿児島:冷房設定温度 ≥ 暖房設定温度 > 日射熱取得率、であること、2)札幌、盛岡、新潟、大阪、福岡、鹿児島では、熱貫流率、日射熱取得率の順で窓ガラス性能を選定するのがよいこと、3)窓面積の大小が年間熱負荷に与える影響は小さいが、札幌、盛岡などの寒冷地では他の制御因子の適切な選択により窓面積の大きくすることで熱負荷を低減できる可能性があること、を示した。

学校教室の熱・光環境の改善に関する研究として、飯野ら³⁾は新旧校舎の教室内部における熱・光環境を実測し、幅3[m]のバルコニーを設けた場合に照度が旧教室に対して窓側で約1/3に、中央列で3/10に、廊下・OS側で3/5に低下すること、温熱環境では日射によ

り暖められたバルコニー床面からの再放射や照り返しなどの下からの熱放射の影響を大きく受けること、を、北谷ら⁴⁾は札幌市内の学校を中心にカーテンの使用、教室内光環境について調査し、カーテンの閉率が教室内部から見て太陽が正面近傍に存在する方向の窓部位で高いこと、窓が南向きの教室ではカーテンの閉率が極めて高く、窓の方位の影響が大きいこと、教室内の光環境、温熱環境の向上に向けて直射光の遮蔽が重要課題の一つであることを、を示した。

照明電力の低減には昼光利用が有効であるが、学校教室で昼光照明を行う場合に、①使用頻度の高い教室で南側に窓を設ける配置が多く、暑さや眩しさを防ぐためにカーテンが閉められ昼光入射量が少なくなる、②正方形に近いプランで片側採光であるために廊下側が暗くなり、部分点灯ができない場合に教室全体を点灯してしまう、などの課題が指摘されている。新設される学校ではこれらを解決する手段として、ライトシェルフ、光庭・トップライトの活用、廊下と教室の間の窓の工夫などが、事務所ビルでは光ダクトやアニドリックシステムなどの導入が試みられている⁵⁾。

一方、既存の学校建築の改修を行う場合の手法として、庇や窓面への拡散性の付与は比較的容易な手法と考えられるが、庇の長さが熱負荷と同時に光環境に与える影響、庇と窓の拡散性が教室内の光環境に与える影響を検討した例は少ない。そこで本報では、学校教室で壁面からの庇先端までの水平距離(以下、庇長さ)と窓面における光の拡散性が室内の照度分布に与える影響をシミュレーション計算により予測し、庇長さ、換気回数、廊下配置が異なる場合の年間熱負荷を比較することにより、庇と外窓の拡散性の有無が省エネルギーに与える効果について検討した。尚、学校教室において重要な課題である黒板の輝度に関する問題、窓面における拡散の度合いや指向性⁶⁾が室内の照度分布に与える影響、バルコニーの反射や日射

¹⁾ AGC 旭硝子板ガラスカンパニー CSR 室
(〒100-8405 千代田区有楽町1-12-1 新有楽町ビル8F)

²⁾ 北海道大学大学院工学研究科 准教授・博士(工学)

³⁾ 北海道大学大学院工学研究科 教授・工学博士

⁴⁾ CSR Office, AGC Flat Glass Company Japan/Asia

⁵⁾ Assoc. Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.

⁶⁾ Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.

図1 計算対象教室モデル

図2 受照点の立体角放射率

表1 制御因子と計算ケース

	廊下配置 [—]	換気回数 [回/h]	庇長さ [m]
ケース1	片	1.5	0
ケース2	片	3.0	0
ケース3	片	5.5	0
ケース4	片	1.5	1
ケース5	片	3.0	1
ケース6	片	5.5	1
ケース7	片	1.5	2
ケース8	片	3.0	2
ケース9	片	5.5	2
ケース10	中	1.5	0
ケース11	中	3.0	0
ケース12	中	5.5	0
ケース13	中	1.5	1
ケース14	中	3.0	1
ケース15	中	5.5	1
ケース16	中	1.5	2
ケース17	中	3.0	2
ケース18	中	5.5	2

* 片：片廊下、中：中廊下を示す。

表2 窓以外の部位の断熱性能

	[K:W/m²K, Cp:Wh/m²K]
I地域 K	外壁 0.384 間仕切 2.441 床・天井 1.455
Cp-Out	15.487 3.023 1.918
Cp-In	3.267 3.023 4.965
II地域 K	0.484 2.441 1.455
Cp-Out	15.266 3.023 1.918
Cp-In	3.174 3.023 4.965
III地域 K	0.739 2.441 1.455
Cp-Out	15.266 3.023 1.918
Cp-In	3.174 3.023 4.965
IV地域 K	0.739 2.441 1.455
Cp-Out	15.266 3.023 1.918
Cp-In	3.174 3.023 4.965
V地域 K	0.739 2.441 1.455
Cp-Out	15.266 3.023 1.918
Cp-In	3.174 3.023 4.965
VI地域 K	0.739 2.441 1.455
Cp-Out	15.266 3.023 1.918
Cp-In	3.174 3.023 4.965

K：実質熱貫流率⁽²⁾

Cp-Out：室外側の有効熱容量⁽³⁾

Cp-In：室内側の有効熱容量

表3 共通の計算条件

熱的性能	熱貫流率	面積
教室・廊下の外窓	3.5 [W/m²・K]	7.0 [m²]
教室のドア	2.9 [W/m²・K]	7.2 [m²]
教室・廊下間の窓	5.9 [W/m²・K]	5.7 [m²]
廊下の境界の仮想窓	5.9 [W/m²・K]	
外窓の日射熱取得率	0.85 [—]	
可視光線・光学性能		
外窓の透過率	0.90 [—]	
外窓の反射率	0.10 [—]	
床面の反射率	0.20 [—]	
壁面の反射率	0.50 [—]	
天井面の反射率	0.70 [—]	
空調条件		
暖房設定温度	20 [°C]	
冷房設定温度	26 [°C]	
空調時間帯	7時から17時	
照明条件		
照明（蛍光灯）	832[W] = 32[W] × 26本	
点灯時間帯	7時から10時および15時から17時	

表4 各都市の空調期間

	暖房期間		冷房期間	
	開始日	終了日	開始日	終了日
札幌	9月25日	6月9日	6月10日	9月24日
盛岡	9月29日	5月24日	5月25日	9月23日
新潟	10月19日	5月10日	5月11日	10月18日
東京	11月2日	4月22日	4月23日	11月1日
大阪	11月4日	4月17日	4月18日	11月3日
福岡	11月3日	4月20日	4月21日	11月2日
鹿児島	11月13日	4月8日	4月9日	11月12日
那覇	12月15日	2月23日	2月24日	12月14日

$$\eta_B = \eta_o \{ (6.25 \sin^3 h - 10 \sin^2 h + 3.94 \sinh) I_{DN} / I_o + 0.983 \sinh + 0.451 \} \quad \dots (1)$$

$$\eta_s = \eta_o \{ (3.375 \sin^3 h - 6.175 \sin^2 h + 3.4713 \sinh + 0.7623) \} \quad \dots (2)$$

η_B ：直達日射の発光効率[lm/W]、 η_s ：天空日射の発光効率[lm/W]、

η_o ：大気圏外の太陽放射エネルギーの発光効率(=93.9[lm/W])、

I_{DN} ：法線面直達日射量[W/m²]、 I_o ：大気圏外法線面日射量[W/m²]、

h ：太陽高度[rad]

$$f = (1/2\pi) \cdot (\tan^{-1}(x/z) - (z/\sqrt{y^2 + x^2}) \cdot \tan^{-1}(x/\sqrt{y^2 + x^2})) \quad \dots (3)$$

x ：受照点と窓面鉛直辺の水平距離[m]、 y ：受照点と窓面水平辺の鉛直距離[m]

z ：受照点から窓面までの水平距離[m]

$$E_{rf} = (\rho_{fe} \cdot F_r + F_c) \cdot \rho_{ce} / (A_F \cdot (1 - \rho_{ce} \cdot \rho_{fe})) \quad \dots (4)$$

$$\rho_{fe(ce)} = (A_F \cdot \rho_{fm(cm)}) / (A_{Lf(ce)} - (A_{Lf(ce)} - A_F) \cdot \rho_{fm(cm)}) \quad \dots (5)$$

E_{rf} ：作業面照度[lx]、 $\rho_{fe(ce)}$ ：切断面を仮想面とした等価反射率[—]、

F_{fe} ：光束[lm]、 A_F ：床面積[m²]、 $\rho_{fm(cm)}$ ：平均反射率、

$A_{Lf(ce)}$ ：仮想面より下(上)の内表面積[m²]、添え字： f ：床側、 c ：天井側

制御装置による熱的影響については今後の課題として検討していく計画である。

2. 計算条件と評価方法

2.1 計算対象教室

計算対象を図1に示す。教室は7×9[m]の方形で、正面の黒板に

向かって左側に南向きの外気に面する窓（以下、外窓）、右側に廊下がある。廊下の幅は2[m]、教室および廊下の天井高さは3[m]、教室外壁、廊下の外窓面積は7.0[m²]、廊下に面する窓面積は5.7[m²]、教室前後のドア面積は7.2[m²]である。廊下の配置は片廊下型と中廊下型について検討し、中廊下型の場合は廊下の中心線で対称とした。外窓の上部に天井と同じ高さで庇が設けられている。

2.2 照度分布の計算方法と計算条件

図1に示した25点において、窓面で拡散せずに透過する場合（以下、無拡散透過）と、完全拡散面とみなした場合（以下、拡散透過）の2条件で高さ75[cm]の机上面の照度を求めた。受照点の照度は直接日光と間接日光の合計とし、直接日光は直射日光と天空光に対して算出した。無拡散透過の場合の直射光による直接日光は、受照点へ入射する直達日射量に直達日射の発光効率（式(1)）、外窓の可視光線透過率を乗じて求め、拡散透過の場合は外窓に入射する直達日射量に直達日射の発光効率、外窓の可視光線透過率を乗じて室内への入射光量とし、これに各受照点から見込む庇の影を除いた外窓の

日照部分の立体角投射率を乗じて求めた。天空光による直接昼光は、天空日射量に天空日射の発光効率（式(2)）、底を考慮した天空の立体角投射率、可視光線透過率を乗じて室内への入射光量とし、これに各受照点における外窓の立体角投射率を乗じて求めた⁷⁾（図2）。本来、天空光による直接昼光は天空輝度分布を考慮して求めるべきであるが、計算の簡略化のために本報では一様天空で検討した。間接昼光は、作業面切断公式を用いた。平均反射率を求めるための各面の可視光線反射率は、床面：0.2、壁面：0.5、天井面：0.7、窓面：0.1とし、入射光束のうち8割を下向き、2割を上向きと設定した⁸⁾。鉛直窓の受照点に対する立体角投射率(f)の算出式を式(3)に、作業面切断公式を式(4)(5)に示す。

2.3 熱負荷の計算方法と計算条件

熱負荷計算は、SMASH (ver. 95.07、IBEC)⁹⁾を用い、制御因子として底長さ、換気回数、廊下配置を変えた計18ケースについて熱負荷を求めた（表1）。

外窓の面する方位は東西南北向き、計算対象地域はⅠ地域：札幌、Ⅱ地域：盛岡、Ⅲ地域：新潟、Ⅳ地域：東京、大阪、福岡、Ⅴ地域：鹿児島、Ⅵ地域：那覇の8都市である。窓以外の部位の断熱性能は、次世代省エネ基準に基づいて地域毎に設定し（表2）、窓の熱貫流率(U値)は3.5[W/m²K]、日射熱取得率(G値)は0.85、可視光線透過率(Tv)は0.90とした。暖房設定温度は20[°C]、冷房設定温度は26[°C]、教室のドアの熱貫流率^{注1)}を2.9[W/(m²・K)]、教室と廊下の間の窓の熱貫流率を5.9[W/(m²・K)]とし、教室と廊下の間の窓・ドアともに性能は固定した（内外ともに表面熱伝達率は9.3[W/(m²・K)]とした）（表3）。照明の点灯条件は、後述する机上面照度の検討結果に基づいて一律とし、採光の減少による照明負荷の増大は考慮していない。

空調時間帯は、学校利用を考慮して平日の7時から17時までとした。尚、本報では主に窓面からの日射取得の違いの比較検討を行うために、年間を通じて全館空調を想定し、顕熱負荷のみ求めた。都市毎の空調期間を表4に示す。廊下の気温は成り行き温度、隣接する教室・上下の教室は対象室と同温設定とした。図1に一点破線で示した廊下の境界は表面熱伝達率23.0[W/(m²・K)]の仮想壁（熱貫流率5.9[W/(m²・K)]）を設定した。照明、人体による内部発熱はSMASHの取り扱いに従って条件入力し、照明は32[W]蛍光灯26本(計832[W])を7時から10時および15時から17時の時間帯に点灯、在室人数は7時および16時と17時に18人、8時から15時の間に36人が在室するスケジュールとした。窓の開放は行っていない。

3. 計算結果と考察

3.1 底長さとお外窓面の拡散性が机上面照度に与える影響

文部科学省は、学校環境衛生の基準¹⁰⁾で、照度および照明環境として年2回の照度とまぶしさの検査を定めている。照度は、壁面から1[m]の線、中央線の交点9か所の机上で測定し、それらの最大照度、最小照度で示し、机上面照度が200～750[lx]以上であること、最大／最小照度の比が10：1を超えないこと、を求めている。

底を設けることにより直射日光が遮られ、窓際の照度分布が改善することは周知の事実であるが、ここでは拡散性の有無による室内の照度分布を比較し、その影響について考察した。拡散性の影響を比較するために、窓面の日射・可視光線の透過率は同じ（即ち、熱負荷が同じ）とした。

図3 東京の窓側からの列順毎の照度帯別時間比

図4 底長さとお各受照点の照度比の関係

(1) 照度別出現時間比の比較

照度の計算結果から、>0、>200、>750、>1500、>3000、>10,000[lx]の6段階で出現時間を集計し、25点の合計値を求めて総時間数に対する各照度帯の出現時間比率を算出した。東京における底長さとお窓側からの各列順の照度帯別出現時間比の関係を図3に示す。照度帯

別の出現時間比率は、他の都市もほぼ同傾向であったので略した。

図3の(a)と(b)を比較すると、拡散透過の場合に比べて無拡散透過の場合は、庇長さによる窓際から3列目以降の出現時間比がほぼ同様であり、庇長さの影響も小さい。また、 $>10,000$ [lx]の出現時間比が大きく、逆に $>3,000$ [lx]の割合が小さい。 $>10,000$ [lx]の出現時間比は、無拡散透過の場合には庇なしでは3列目まで、庇ありでは1列目で減少するが2列目、3列目の出現時間比があまり改善されていない。拡散透過で窓際から1列目の庇0[m]で $>10,000$ [lx]の時間があるが庇を設けることにより消滅している。庇だけでは軽減されない2,3列目の眩しさが拡散性を付与することにより改善されるが、1列目の $>3,000$ [lx]の時間が増加するので、指向性を付与して光を上方に向けるなどの工夫が必要となる。

文部科学省の推奨する最低照度である200 [lx]以下の割合は、庇の長さ、拡散性の有無による差が見られない。このことから、熱負荷計算において最低照度を保つ条件で検討する場合には、庇の長さ、窓の拡散の有無の違いによらず照明点灯の条件を同一と設定して差し支えないといえる。

(2) 最大／最小照度比の比較

各都市の最大／最小照度の比、照度比が10倍より大きい出現時間

比率を図4に示す。

無拡散透過の最大／最小照度比は庇0[m]の場合に139～178倍であるが、庇1[m]では41～44倍に、2[m]では32～34倍に低下する。拡散透過の場合の最大／最小照度の比は、各都市において庇長さによらず8.5倍であり基準を満足する。文部科学省の定める基準である室内の照度比10倍を上回る時間帯は、拡散透過では庇長さによらず0[%]であり、無拡散透過では庇がない場合に27～41[%]であるが、1[m]で10～22[%]、2[m]で3～16[%]まで低下する。庇長さ1[m]と2[m]の比較では、最大／最小照度比、照度比 >10 倍の出現時間比率の両者で2[m]に伸ばすことの改善効果がみられるが、基準値を満足するまでには至っておらず、直射日光を窓面で拡散させる手法の併用が必要であることが分かる。

(3) 無拡散透過の場合の平均照度分布

無拡散透過時の各受照点の年間平均照度を図5に示す。図からわかるように、庇のない場合には窓側から1列目の年間平均照度が最も高いが、庇を設けると2列目が1列目よりも高い値を示す。図3(a)において、庇を設けても10,000 [lx]より大きい照度の出現時間比率が0[%]にならないのは、太陽高度の低い、庇の効果が得られない場合に、窓際から2列目で照度の高い時間帯が生じるためである。

図5 無拡散透過の場合の各受照点の平均照度

庇長さ 2[m]では、2 列目の照度も緩和され、室内の照度分布が均斉化されていることがわかる。

3.2 庇長さの熱負荷に与える影響

熱負荷の計算結果から、片廊下／中廊下の各 9 ケースの平均値、最大値、最小値を、換気回数、庇長さの同じ各 6 ケースの熱負荷の平均値、最大値、最小値を算出した。片廊下／中廊下、換気回数、庇長さ年間熱負荷の関係のうち、札幌、新潟、東京、大阪、鹿児島、那覇の南向きの結果を図 6 に示す。盛岡は札幌と、福岡は大阪と同じ傾向を示し、東西北の方位は、南向きと同様の傾向を示したので略した。年間熱負荷の計算結果を表 5 に示す。

いずれの地域でも換気回数の傾きが最も大きく、廊下配置、庇長さよりも熱負荷に与える影響が大きいことがわかる。

片廊下型と中廊下型では、片廊下型の方が熱負荷は大きく、平均値の比較で中廊下型に対する比率は札幌、盛岡、新潟、大阪、福岡で 1.02～1.03、東京、鹿児島で 1.08、那覇で 1.22 である。鹿児島、那覇で片廊下型の年間熱負荷が中廊下型に比べてより大きくなるのは、年間熱負荷に占める冷房負荷の割合が大きく、片廊下型の場合に廊下側からの流入熱の影響が大きいと考えられる。

那覇を除く各都市で、庇が長くなるとやや熱負荷が増加し、庇長さ 0[m]に対する比率は、1[m]で 1.04～1.07、2[m]で 1.07～1.10 である。庇が長くなると熱負荷が増えるのは、庇による日射熱取得の減少が暖房負荷を増加させるためであり、年間熱負荷に占める暖房負荷の割合が大きい都市ではその傾向が強く表れる。

4. まとめ

学校教室における学習環境の向上策を検討するために、8 都市の気象条件で、庇長さ、窓面の拡散性が異なる場合の机上面照度を計算して、机上面の照度帯出現時間比と照度分布に与える影響を考察し、庇長さ、換気回数、廊下配置を変えた場合の熱負荷を求め、庇の長さ、換気回数、廊下配置の違いによる年間熱負荷を比較した。

その結果、

- 1) >10,000[lx]の出現時間に関する考察から、外窓の光拡散のみ、庇の設置のみでは眩しさを改善に限度があるが、両者を併用することによって窓際の眩しさを改善できる可能性が高い。
- 2) 無拡散透過における庇長さ 1[m]と 2[m]の比較から、最大／最小照度比、照度比 10 倍より大きい出現時間比率の両者で 2[m]に伸ばすことの改善効果がみられるが、基準値を満足するまで

図 6 都市毎の制御因子と南向きの年間熱負荷の関係

には至っておらず、窓面の拡散手法の併用が必要である。

- 3) 文部科学省の推奨する最低照度である 200[lx]に満たない時間の割合は、庇の長さ、拡散性の有無で差が見られないことから、熱負荷計算において最低照度を保つ条件で検討する場合には、庇の長さ、窓の拡散の有無の違いによらず照明点灯の条件を同一と設定して差し支えない。
- 4) 年間熱負荷の比較では、いずれの地域でも片廊下型あるいは中廊下型の廊下配置、0～2[m]の庇長さよりも換気回数 (1.5～5.5[回/h]) の熱負荷に与える影響が大きい。
- 5) 那覇以外のいずれの都市でも庇が長くなると熱負荷が増加し、庇長さ 0[m]に対する比率は、1[m]で 1.04～1.07、2[m]で 1.07～1.10 である。

ことを明らかにし、庇の設置と外窓への拡散性の付与の併用により年間熱負荷は増加を最小限に抑えつつ、照度分布を均斉化できる可能性のあることを示した。

注

注 1) SMASH では、熱貫流率と表面熱伝達率を個々に入力する。記載した熱貫流率は、屋外側表面熱伝達率 23[W/(m²・K)]、室内側表面熱伝達率 9.3[W/(m²・K)]における値である。

注 2) SMASH では、熱貫流率から表面熱伝達率を除いた値を実質熱貫流率と呼称している。

注 3) SMASH では、壁体各部位の伝熱特性値を 2 つの有効熱容量と 1 つの

表5 年間熱負荷計算結果 [MJ/年]

札幌	南／年間熱負荷			北／年間熱負荷			東／年間熱負荷			西／年間熱負荷		
	暖房	冷房	暖冷房	暖房	冷房	暖冷房	暖房	冷房	暖冷房	暖房	冷房	暖冷房
ケース1	31779	0	31779	35517	0	35517	34164	252	34416	34586	275	34861
ケース2	49172	330	49502	53175	48	53223	51547	714	52261	52011	556	52567
ケース3	74705	939	75643	78902	670	79573	77109	1305	78413	77595	1133	78728
ケース4	34792	0	34792	35568	0	35568	35548	0	35548	35714	0	35714
ケース5	52207	47	52254	53219	48	53267	53016	304	53320	53194	315	53509
ケース6	77696	614	78310	78938	669	79607	78565	983	79548	78763	855	79618
ケース7	35689	0	35689	35577	0	35577	35939	0	35939	36032	0	36032
ケース8	53111	47	53158	53226	48	53274	53412	259	53671	53517	225	53742
ケース9	78578	614	79192	78943	669	79612	78952	788	79740	79080	818	79899
ケース10	30025	0	30025	35841	0	35841	33058	0	33058	33637	0	33637
ケース11	47822	122	47944	53652	0	53652	50814	125	50939	51422	251	51673
ケース12	73733	829	74561	79454	400	79854	76670	1049	77719	77278	771	78049
ケース13	33047	0	33047	35936	0	35936	34527	0	34527	34838	0	34838
ケース14	50868	0	50868	53725	0	53725	52329	0	52329	52640	0	52640
ケース15	76731	470	77201	79508	399	79907	78147	610	78757	78468	594	79062
ケース16	33951	0	33951	35958	0	35958	34938	0	34938	35172	0	35172
ケース17	51777	0	51777	53739	0	53739	52734	0	52734	52974	0	52974
ケース18	77616	470	78086	79517	399	79716	78539	537	79076	78792	494	79287
盛岡												
盛岡	南／年間熱負荷			北／年間熱負荷			東／年間熱負荷			西／年間熱負荷		
	暖房	冷房	暖冷房	暖房	冷房	暖冷房	暖房	冷房	暖冷房	暖房	冷房	暖冷房
ケース1	26993	546	27539	30443	85	30528	29543	805	30348	30009	864	30873
ケース2	42014	1523	43537	45648	1056	46704	44563	1904	46467	45049	1769	46818
ケース3	64021	3109	67130	67793	2652	70445	66531	3334	69865	67058	3227	70285
ケース4	29699	43	29742	30466	85	30551	30715	379	31094	30879	414	31293
ケース5	44712	814	45526	45666	1019	46685	45735	1336	47071	45923	1336	47259
ケース6	66657	2525	69182	67806	2651	70457	67693	2871	70564	67908	2850	70758
ケース7	30591	43	30634	30472	85	30557	31033	237	31270	31136	235	31371
ケース8	45586	814	46400	45671	1019	46689	46052	1247	47299	46175	1271	47447
ケース9	67505	2525	70030	67809	2651	70459	68005	2798	70804	68154	2798	70952
ケース10	25582	0	25582	30875	0	30875	28627	0	28627	29275	111	29386
ケース11	40727	918	41844	46180	232	46112	43927	884	44811	44584	1008	45592
ケース12	63240	2932	65972	68369	2096	70465	66137	2842	68979	66815	2704	69519
ケース13	28290	0	28290	30931	0	30931	29827	0	29827	30178	0	30178
ケース14	43634	337	43972	46219	231	46391	45120	423	45542	45478	518	45996
ケース15	65882	2145	68027	68397	2093	70490	67316	2381	69698	67677	2321	69998
ケース16	29189	0	29189	30947	0	30947	30153	0	30153	30443	0	30443
ケース17	44512	337	44849	46231	231	46462	45442	371	45814	45737	438	46175
ケース18	66734	2145	68878	68405	2093	70495	67632	2231	69863	67927	2183	70110
新潟												
新潟	南／年間熱負荷			北／年間熱負荷			東／年間熱負荷			西／年間熱負荷		
	暖房	冷房	暖冷房	暖房	冷房	暖冷房	暖房	冷房	暖冷房	暖房	冷房	暖冷房
ケース1	21179	2409	23588	22870	1531	24401	22316	2969	25285	22489	3572	26061
ケース2	32346	5171	37517	34174	4294	38468	33537	5542	39079	33699	6236	39935
ケース3	48928	9361	58489	50585	8468	59326	50140	9981	60121	50317	10529	60846
ケース4	22638	1159	23777	22884	507	23391	22962	2181	25162	23037	2329	25366
ケース5	33814	3981	37795	34183	4274	38457	34197	4813	39010	34258	4870	39128
ケース6	50377	8189	58567	50865	8463	59328	50792	9174	59966	50865	9375	60239
ケース7	23119	1123	24242	22888	1494	24381	23160	1967	25126	23191	2036	25227
ケース8	34298	3975	38273	34186	4273	38459	34375	4665	39040	34411	4656	39067
ケース9	50855	8145	58996	50866	8463	59329	50967	8988	59184	51013	8915	59927
ケース10	20266	548	20814	23009	130	23139	21756	615	22371	21973	1221	23194
ケース11	31647	3718	35365	34405	2314	36720	33157	3745	36902	33367	4255	37622
ケース12	48427	8454	56881	51144	7035	58179	49913	8391	58304	50135	9281	59416
ケース13	21727	131	21859	23042	88	23130	22439	222	22661	22544	443	22986
ケース14	33120	2446	35566	34427	2278	36706	33828	2855	36683	33939	3194	37133
ケース15	49879	7197	57077	51158	7029	58188	50570	7507	58077	50690	7834	58524
ケース16	22211	131	22342	23052	88	23140	22622	190	22812	22702	233	22935
ケース17	33605	2427	36032	34434	2278	36712	34009	2645	36653	34096	2929	37025
ケース18	50354	7163	57517	51163	7029	58191	50746	7315	58061	50840	7591	58431
東京												
東京	南／年間熱負荷			北／年間熱負荷			東／年間熱負荷			西／年間熱負荷		
	暖房	冷房	暖冷房	暖房	冷房	暖冷房	暖房	冷房	暖冷房	暖房	冷房	暖冷房
ケース1	13124	2636	15760	15729	2028	17758	15241	2406	18648	15557	3265	18823
ケース2	20975	5654	26629	23784	4965	28749	23138	6454	29592	23464	6183	29646
ケース3	32723	10867	43590	35666	10185	45851	34858	11495	46353	35205	11269	46474
ケース4	15130	1811	16941	15746	2005	17751	16064	2631	18695	16176	2642	18818
ケース5	23033	4811	27845	23795	4960	28755	23964	5514	29478	24092	5489	29581
ケース6	34742	10037	44779	35653	10180	45833	35672	10728	46400	35817	10628	46445
ケース7	15918	1810	17729	15752	2004	17756	16292	2457	18748	16354	2412	18766
ケース8	23803	4774	28576	23799	4944	28743	24190	5355	29545	24268	5329	29597
ケース9	35486	10013	45499	35655	10180	45835	35892	10536	46428	35989	10454	46442
ケース10	12590	1200	13791	16597	293	16889	15041	1485	16526	15473	1382	16855
ケース11	20549	4153	24702	24599	3244	27843	23029	4576	27605	23466	4300	27766
ケース12	32414	9634	42048	36374	8654	45028	34824	10137	44961	35267	9830	45096
ケース13	14585	393	14978	16640	249	16889	15879	752	16631	16114	838	16952
ケース14	22613	3300	25913	24627	3238	27866	23869	3831	27701	24106	3963	27759
ケース15	34436	8764	43200	36391	8601	44993	35644	9352	44997	35886	9126	45011
ケース16	15374	393	15767	16655	249	16905	16112	554	16666	16297	676	16972
ケース17	23383	3290	26673	24638	3238	27876	24098	3574	27672	24285	3433	27717
ケース18	35180	8751	43931	36398	8601	44999	35866	9066	44932	36059	8860	44919
大阪												
大阪	南／年間熱負荷			北／年間熱負荷			東／年間熱負荷			西／年間熱負荷		
	暖房	冷房	暖冷房	暖房	冷房	暖冷房	暖房	冷房	暖冷房	暖房	冷房	暖冷房
ケース1	13775	4593	18367	15922	3947	19870	15723	5685	21408	15718	5563	21281
ケース2	21504	9705	31209	23767	9369	33136	23457	10539	33996	23451	10550	34002
ケース3	32923	17240	50163	35261	16913	52174	34841	18173	53015	34842	18294	53136
ケース4	15456	3590	19046	15935	3919	19854	16309	4633	20942	16309	4662	20971
ケース5	23176	8981	32157	23776	9332	33108	24031	9851	33882	24029	9839	33868
ケース6	34547	16712	51260	35267	16906	52173	35399	17519	52918	35403	17644	53046
ケース7	16143	3587	19730	15940	3919	19859	16478	4348	20826	16471	4349	20820
ケース8	23845	8977	32822	23779	9332	33111	24196	9668	33864	24188	9664	33853
ケース9	35191	16708	51899	35269	16906	52174	35560	17303	52862	35555	17273	52828
ケース10	13147	2631	15778	16483	1488	17971	15432	3032	18464	15409	2941	18350
ケース11	21014	8067	29080	24310	7231	31541	23269	8701	31969	23250	8669	31919
ケース12	32565	16201	48767	35762	15588	51351	34737	16914	51651	34736	16861	51