



Title	学校教室の窓ガラス性能・面積・空調設定温度が年間熱負荷に与える影響
Author(s)	樋口, 作夫; 羽山, 広文; 絵内, 正道
Citation	大会学術講演梗概集. D-2, 環境工学II, 熱, 湿気, 温熱感, 自然エネルギー, 気流・換気・排煙, 数値流体, 空気清浄, 暖冷房・空調, 熱源設備, 設備応用, 2007, 5-6
Issue Date	2007-07-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/50685
Rights	日本建築学会. 本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである.
Type	journal article
File Information	GKKD-2_5-6.pdf



学校教室の窓ガラス性能・面積・空調設定温度が年間熱負荷に与える影響

教室 窓ガラス 熱貫流率
日射熱取得率 空調設定温度 タグチメソッド

正会員 ○樋口作夫*
同 羽山広文**
同 絵内正道***

1. はじめに

二酸化炭素排出低減のために、業務用施設面積全体のおよそ2割を占める学校の省エネルギーに寄与する方策を検討することには意味がある。

そこで本報では、品質工学（タグチメソッド）の手法を用いて、学校の教室モデルの熱負荷計算を行い、窓ガラスの面積、断熱性能、日射遮蔽性能、空調条件として暖房設定温度、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た。

2. 評価方法と計算条件

熱負荷計算は、SMASH (IBEC) を用いて行った。省エネ性と窓条件の関係を評価するための制御因子は、窓面積、断熱性能、日射熱取得性能、暖房設定温度、冷房設定温度の5つとし、各因子に3つの水準を設定した (Table 1)。制御因子と水準を直交表に割り付け、これに基準ケース（標準）を加えて計19ケースについて年間熱負荷を求めた (Table 2)。

熱負荷の計算対象とした教室モデルをFig.1に示す。教室は7 x 9 mの方形で、黒板に向かって左側に外気に面する窓、右側に廊下がある。廊下の幅は2m、教室および廊下の天井高さは3mとした。教室外壁、廊下の窓面積は7.02m²を標準とし、2倍、1/2倍の場合も検討した。廊下に面する窓面積は5.7m²、教室前後のドア面積は7.2m²である。

教室の窓の面する方位は、南向きとした。計算対象とした地域は、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

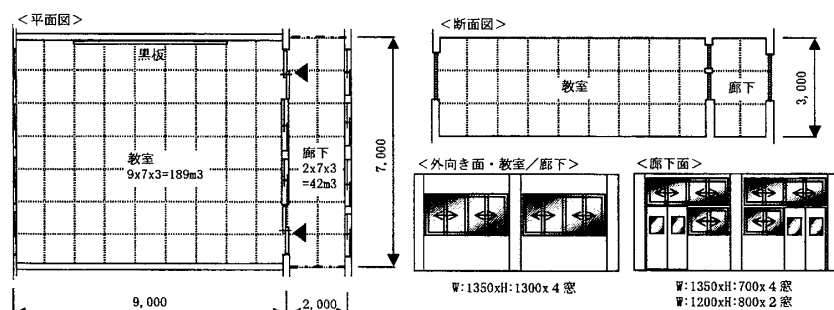


Fig.1 計算対象教室モデル

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た。計算対象室の換気回数は0.5回/h、冷房期の湿度は50%RH、廊下は成り行き温度とし、隣接する空間の条件は対象室と同温、階下は床下、階上は小屋裏設定とした。

空調時間帯は、学校利用の実態を考慮して平日の7時から17時までの昼間とした。尚、本報では主に窓ガラスが熱負荷に与える影響を検討するので潜熱負荷は対象とせず、顕熱負荷のみ求めた。

3. 計算結果と考察

年間熱負荷の計算結果から、各ケースの年間熱負荷の2乗 (Sr) を算出して、デシベル単位 ($\eta = 10 \log(1/Sr)$) に換算し、次に各制御因子の水準毎にデシベル値の和 (SN比) を求めた。

SN比が最大となる水準の組合せから、期待される最小年間熱負荷を式(1)~(4)により求めた⁽¹⁾。

$$\mu_{\text{最適}} = (A_{\text{max}} + B_{\text{max}} + C_{\text{max}} + D_{\text{max}} + E_{\text{max}}) / 6 - 4 \times T \dots (1)$$

$$\text{利得} = \mu_{\text{基準}} - \mu_{\text{最適}} \dots (2), Sr_{\text{最適}} / Sr_{\text{基準}} = 1 / 10^{(\text{利得}/10)} \dots (3)$$

$$\text{最小熱負荷} = \sqrt{Sr_{\text{最適}}} \dots (4)$$

Table 1 制御因子と水準

	第1水準	第2水準	第3水準
A: 面積基準比 (倍)	0.5	1	2
B: 熱貫流率 (W/m ² K)	1.0	3.5	6.0
C: 日射熱取得率 (-)	0.15	0.50	0.85
D: 暖房設定温度 (°C)	18	20	22
E: 冷房設定温度 (°C)	28	26	24

Table 2 直交表

	面積基準比 (-)	熱貫流率 (W/m ² K)	日射熱取得率 (-)	暖房設定温度 (°C)	冷房設定温度 (°C)
標準	1	6.0	0.85	20	26
ケース1	0.5	1.0	0.15	18	28
ケース2	0.5	3.5	0.50	20	26
ケース3	0.5	6.0	0.85	22	24
ケース4	0.5	1.0	0.85	22	26
ケース5	0.5	3.5	0.15	18	24
ケース6	0.5	6.0	0.50	20	28
ケース7	1	1.0	0.15	20	26
ケース8	1	3.5	0.50	22	24
ケース9	1	6.0	0.85	18	28
ケース10	1	1.0	0.50	22	28
ケース11	1	3.5	0.85	18	26
ケース12	1	6.0	0.15	20	24
ケース13	2	1.0	0.50	18	24
ケース14	2	3.5	0.85	20	28
ケース15	2	6.0	0.15	22	26
ケース16	2	1.0	0.85	20	24
ケース17	2	3.5	0.15	22	28
ケース18	2	6.0	0.50	18	26

Influence of the window-glass performance, area, and air-conditioning preset temperature of a school classroom onto the annual heat load

HIGUCHI Sakuo, HAYAMA Hirofumi, ENAI Masamichi

3.1 都市別の影響の大きい制御因子

SN比の算出例として札幌における補助表(SN比の算出表)をTable 3に、都市毎の制御因子とSN比の関係をFig.2に示す。図から、年間熱負荷の低減に寄与する(SN比の大きい)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 > 日射熱取得率

東京：暖房設定温度 > 日射熱取得率 ≥ 冷房設定温度

大阪：暖房設定温度 > 冷房設定温度 ≥ 熱貫流率

福岡：暖房設定温度 ≥ 冷房設定温度 > 熱貫流率

鹿児島：冷房設定温度 > 日射熱取得率 ≥ 暖房設定温度

那覇：冷房設定温度 > 窓面積比 ≥ 暖房設定温度

であり、福岡以北の地域で暖房負荷設定温度が第1因子となっている。北から南に向かうに従って冷房設定温度のSN比が増加し、年間熱負荷における冷房の影響が大きくなる傾向がわかる。

窓面積の大きさは、那覇以外の各都市では他の因子に比べて熱負荷に与える影響は小さい。

窓ガラスの日射熱取得率は、鹿児島以北で第3水準(0.85)のSN比がもっとも大きい。日射熱取得率の大きい方が省エネに効果があるのは、年間熱負荷に占める暖房負荷の割合が大きく、日射熱取得量の多さが暖房負荷軽減に寄与するためである。

3.2 最適条件から推定される熱負荷軽減効果

5つの制御因子の最適水準とそこから予測される最小年間熱負荷、透明単板ガラス(FL3)に対する熱負荷の軽減率をTable 4に示す(下線太字は影響の大きい因子)。

5制御因子すべての最適値から最小熱負荷を予測しているために、過剰に省エネ効果を算定しているといえるが、地域毎の最適な窓ガラス選定と空調設定温度の管理を実施することにより、単板ガラスに比べておよそ40%以上の省エネルギー効果が期待できる。窓ガラスの仕様変更という比較的簡易な方法により、学校の省エネルギー化が可能となることが示唆された。

4. まとめ

8都市の気象条件で年間熱負荷を計算し、タグチメソッドを用いて窓ガラスの①面積、②断熱性能(熱貫流率)、③日射遮蔽性能(日射熱取得率)、および室温制御の④暖房設定温度、⑤冷房設定温度が、学校の教室モデルの省エネルギー性に与える影響について考察した。

<参考文献>(1) 品質工学講座[1] 開発・設計段階の品質工学/田口玄一/(財)日本規格協会/1988.8.25

* AGC 板ガラスカンパニー 技術開発室

** 北海道大学大学院工学研究科 准教授・博士(工学)

*** 北海道大学大学院工学研究科 教授・工学博士

Table 3 札幌の各水準のSN比

○補助表 (SN比: ηの合計)	総平均 T (=計/18):			-81.469	
	第1水準計	第2水準計	第3水準計	計	max.
A: 窓面積比	-489.99	-489.05	-487.42	-1466.45	-487.42
B: 熱貫流率	-482.22	-488.81	-495.43	-1466.45	-482.22
C: 日射熱取得率	-494.59	-488.55	-483.30	-1466.45	-483.30
D: 暖房設定温度	-478.64	-487.24	-500.57	-1466.45	-478.64
E: 冷房設定温度	-488.76	-491.17	-486.51	-1466.45	-486.51

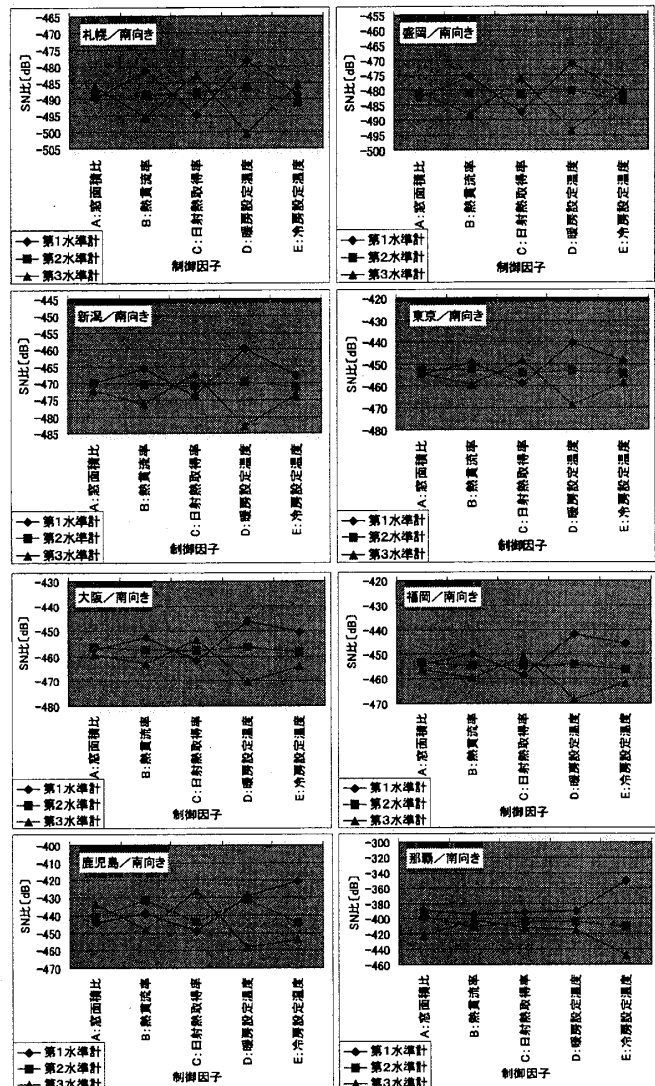


Fig.2 都市毎の制御因子とSN比

Table 4 最適水準とFL3に対する熱負荷軽減率

	最適水準 A-B-C-D-E	最小熱負荷 [kWh/年]	FL3熱負荷 [kWh/年]	軽減率
札幌	3-1-3-1-3	7,191	12,335	42%
盛岡	3-1-3-1-3	6,450	10,882	41%
新潟	2-1-3-1-1	5,317	8,870	40%
東京	2-1-3-1-1	3,378	6,216	46%
大阪	2-1-3-1-1	3,664	6,923	47%
福岡	2-1-3-1-1	3,321	6,511	49%
鹿児島	3-2-3-1-1	1,547	5,192	70%
那覇	1-1-1-1-1	353	3,330	89%

* Tech. & Dev. Office, AGC Flat Glass Japan/Asia

** Assoc. Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.

*** Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.