

温暖地域の小学校教室における日射受熱量差が温熱環境に及ぼす影響

1815056 松崎 彩里

指導教員：石川 春乃

学校施設 熱負荷計算 日射

1 背景、目的

小学校の普通教室窓面方位は南が多いが、校舎レイアウトによっては、同じ校舎でも日射量によって教室室温が大きく異なる。こうした普通教室の配置や階数の違いによる教室温熱環境の相違に着目した実態把握は少ない。そこで、同一校舎の普通教室における日射受熱量差に着目し、実態把握と教室ごとに学習環境の改善提案を行う。

2 対象校概要

表1に調査対象校の概要を、図1にA小学校の配置図と各階平面図を示す。北棟（普通教室棟）は、南棟（特別教室・管理棟）と渡り廊下の影響で、東側と西側の教室では日照時間に大きく違いがある。このA小の北棟の各階東側と西側の普通教室6室において調査を行った。全教室とも冷暖房設備と扇風機2台を担任教員の判断で行う。また、コロナウイルス対策として1階は72 m²に拡大されている。

3 実測調査

実測調査として機器実測とアンケート調査を行った。測定期間は夏期2021年8月24~30日、冬期2022年1月10~16日とし、機器測定項目は教室内・屋外温湿度、CO2濃度である。図2に夏期と冬期ごと6教室の児童在室時の温度平均と教室温冷感の満足度についての担任教員の回答を示す。バブルチャートの円の大きさは、期間中その温度の頻度が多かったことを表す。教室室温を見ると夏期・冬期ともに学校環境衛生基準の17℃から28℃を満たしていない。しかし、温冷感の満足度では「とても不満」と回答する担任教員はいなかった。そのため教室室温が学校環境衛生基準の範囲外であっても、児童にとって「不快」とはいえない。また、教室別にみると夏期では屋根からの日射熱の影響により3階室温が高い傾向にあるが、夏期・冬期ともに教室室温に顕著な差が見られないことから、学習環境の運用を担任教員の判断で行われていることでこのような結果になっていると考えられる。

4 熱負荷計算

4.1 熱負荷計算概要

一般に熱負荷計算は、アメダス気象拡張データを用い、空調設備の能力算定等に活用されるが、本研究では、長期実測での実測値を用いて実際の対象校ではどれくらい室負荷が生じているかを求めるために計算を行う。SHASEが提供している熱負荷計算プログラム HASPEE^{注1)}を用いて、長期実測より室内外の温湿度、日照計算より対象校で計算した日射量と日照率を反映できるように変更し、細

表1 調査対象校 学校・教室概要

主要構造	RC一部S造	所在地	静岡県袋井市浅羽2800
階数	地上3階	教室容積	1F 190.32m ³ (8.0m×7.93m×3.0m)
延床面積	4,512m ²	2,3F 262.32m ³ (8.0m×(7.93+3)m×3.0m)	
児童数	353人	空調設備	パッケージ型エアコン

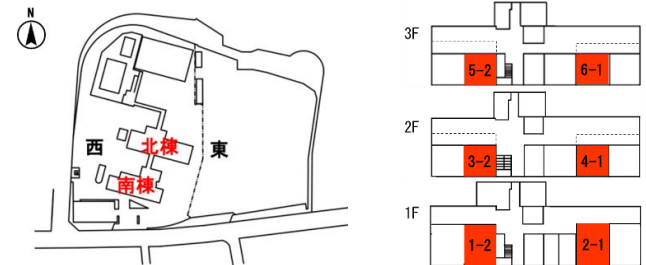


図1 A小学校 配置図、平面図

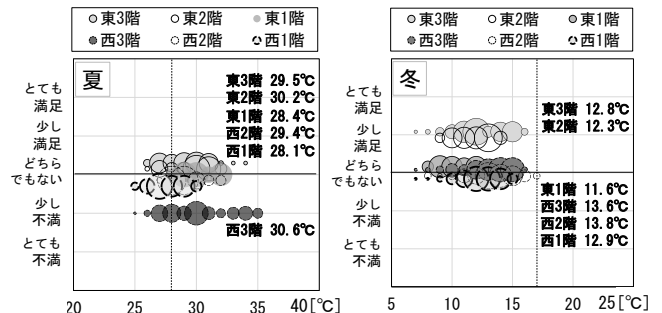


図2 夏期・冬の温冷感と室温平均

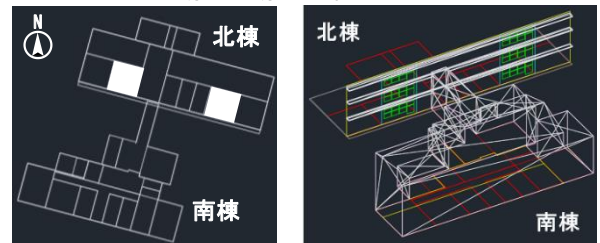


図3 対象校の平面図と3DCAD図

表2 プログラム入力概要

緯度	34.720963	日影を生じる構造体	南棟と渡り廊下、北棟庇
1/1からの起算日	8月30日 242 / 1月14日 14	日影を受ける外表面	北棟南壁面
算出時間	0:00~24:00(10分ごと)	日影を受ける窓壁面	各教室南窓・南壁

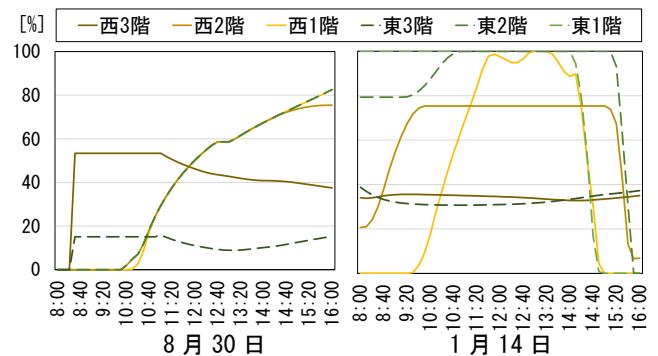


図4 夏至・冬至日照率経時変化

かく室負荷の動きを追えるようにした。この計算を 6 教室ごとに行い、教室ごとに違う日射受熱量を考慮した室負荷の違いを夏期・冬期別に見る。学校が通常授業で晴天日でもある最も気温が高い日と低い日で計算を実行したいため、対象日は夏期 2021 年 8 月 30 日、冬期 2022 年 1 月 14 日とする。

4.2 日照率の算出 はじめに、対象校の平面図と 3DCAD 図を作成する(図 3)。次に、敷地の緯度、1 月 1 日からの起算日、算出時間、日影を生じる構造体、日影を受ける窓壁面などを入れることで、AutoCAD 上で日影図を作成するプログラムを組み、影になる面積を算出する。表 2 に今回入力した概要を示す。これを(1)の式で求めたものを日照率とする。

$$\text{日照率} = \frac{\text{開口部面積} - \text{影面積 (窓日射面積)}}{\text{開口部面積}} \dots (1)$$

図 4 に対象日の児童在室時の日照率経時変化を示す。教室によって日照率に大きく差があることが分かる。特に冬期では差が顕著で、西 1 階では午前 9 時 40 分頃まで日射が当たらないことが分かる。

4.3 教室ごとの室負荷の算出 図 5 に夏期の室負荷経時変化と一日の累計値を示す。屋根からの日射熱の影響により 3 階の室負荷が他教室に比べ、1.5 から 2.5 倍大きい結果となった。また、東西では大きな差は見られなかった。図 6 に各日射遮蔽物を使用することでどれくらい日射熱負荷を抑えられるか比較したものを示す。明色カーテンなら 1/3 程度、乳白色ロールスクリーンならほぼ半分日射熱負荷を抑えられる結果となった。室負荷全体からすると最大で 9%抑えられることになる。図 7 に冬期の室負荷経時変化と一日の累計値を示す。冬期の場合、窓ガラスからの日射熱取得は負荷にならないため加味せず熱負荷計算が行われるが、今回日射受熱量差による温熱環境の相違を見るために、日射熱取得を考慮するものとする。ただし、この日射熱取得と内部負荷は負荷ではないため、負の値として算出した。児童がいない時間帯は階ごとに推移しているが、児童在室時になると 6 教室ごと変化があることが分かる。負荷の項目は 3 階が他教室の 2 から 4 倍大きいのに対し、取得の項目は 3 階が他教室の 1.2 から 4 倍小さい結果となった。図 8 に児童在室時の窓日射熱取得を 1 時間ごとと比較したものを示す。8 時から 10 時の間で西 1 階がとて小さく、教室温熱環境に影響していると考えられる。西 1 階を除く 5 教室平均と比べてみると、8 時から 10 時の間で 41W/m²小さいことが分かる。そのため、2 時間の間で 41W/m²分の熱量をつくり補う必要がある。

5. 結論

- ・教室室温が学校環境衛生基準の範囲外であっても、児童にとって「不快」とはいえない。
- ・実績値では教室室温の顕著な差が見られなかった。担任教員の判断で学習環境の運用を行っているためと考えられる。
- ・理論値では夏期に 3 階教室の室負荷が他教室の 1.5 から 2.5

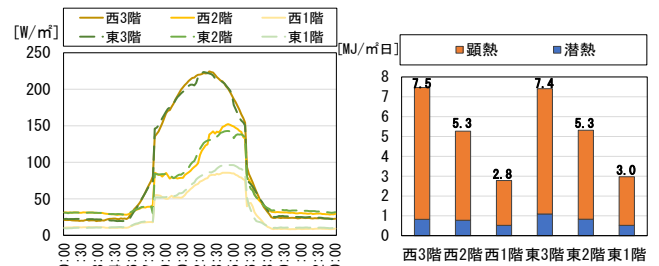


図 5 夏期の室負荷経時変化と一日の累計値

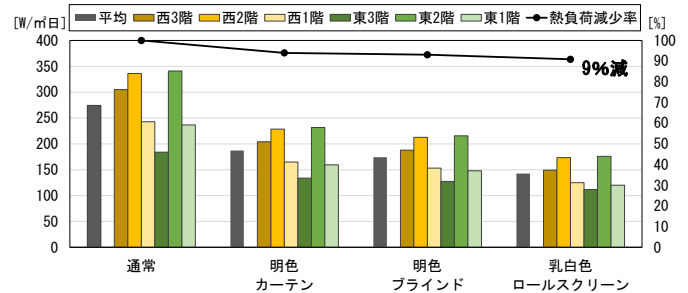


図 6 夏期各日射遮蔽物ごとの日射熱負荷比較

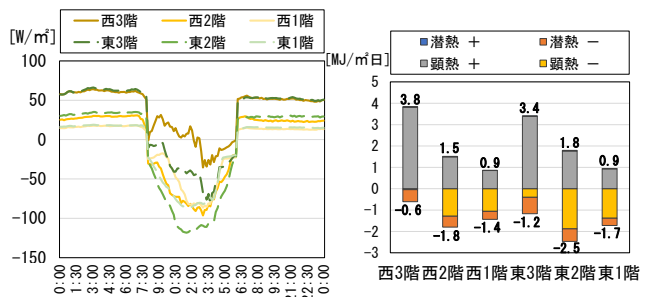


図 7 冬期の室負荷経時変化と一日の累計値

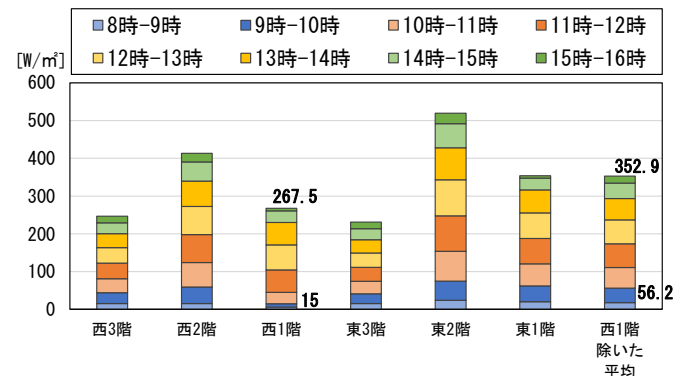


図 8 冬期児童在室時の窓日射熱取得比較

倍大きい、東西で大きな変化は見られない。

- ・冬期では、負荷の項目は 3 階が他教室の 2 倍から 4 倍大きく、取得の項目は 3 階が他教室の 1.2 から 4 倍小さい。
- ・普通教室の配置や階数の違いにより、2 時間程度日射が当たるのが遅れる教室がある。冬では特に温熱環境に影響するため 41W/m²分の熱量をつくり補う必要がある。

注 1) 試して学ぶ熱負荷 HASPEE~新最大熱負荷計算法~ (<http://www.shasej.org/tosho/haspee/index.html>)
【謝辞】日照率算出の Python プログラムに多くの助言を頂きました静岡理科大学佐藤教授に深謝の意を表します。