

学校施設における教室環境と学習効率に関する調査検証

建築都市デザイン学科 2280100034-0 砂川 雅一
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

現在、日本では環境問題や東日本大震災等により、省エネルギー及び省 CO2 を進める取り組みが必要不可欠となっている。このため、公共施設やオフィス、住宅などの建築物で消費エネルギーを抑える取り組みがなされている。また、学校施設でも省エネルギー及び省 CO2 が求められているが、それによる環境の変化が学習の妨げになってはならない。そこで、学習の妨げにならない環境を調べるには学習効率と教室環境の関係性を知る必要がある。そのため、本論文では学校施設において実測を行い、学習効率と教室環境の関係性を確認することを目的とする。

2. 研究方法

学校施設において中学、高校それぞれ 3 クラスずつ選定し、夏期・中間期に分けて実測を行った。そして、実測期間中に週 2 回アンケートを、週 1 回テストを行った。そのアンケート及びテスト結果と実施した時の教室環境を比較して、学習効率と教室環境の関係性を確認する。

3. 調査概要

3.1 調査対象概要

K 市内にある R 中学校・高等学校において、中学 3 クラス (1-5、2-3、2-5) 86 名、高校 3 クラス (1-1、1-7、2-5) 115 名を対象に実測を行った。実測期間は夏期 2013 年 9 月 3(火)~9 月 14 日(土)、中間期 2013 年 10 月 21 日(月)~11 月 2 日(土)とした。

3.2 調査項目

表 1 に調査項目を、図 1 に対象教室の教室平面図及び測定機器設置場所を示す。但し、対象教室は全て北側廊下・南側窓面ではあるが中学のクラスで教室後方にロッカーがあり、中学 1-5 ではベランダが無い等少し異なる。例として高校 1-1 の教室平面図を載せている。

3.3 テスト及びアンケート調査

実測期間中の移動教室の少ない日を選んでテストとアンケートを行った。表 2 にそれぞれの実施日及び時間内容について示す。

4. 調査結果

4.1 アンケート結果

4.1.1 比較方法

アンケート結果とアンケート実施時の室内環境を比較し、そのまま散布図に示すと図 2 のようにばらつきが出る。そのため、評価項目 (縦軸) ごとに測定値を平均して重心を求める (図 2 の四角のプロット)。この重心で結果を求める。図 3~5 はそれぞれの評価項目ごとの重心のみを示し、平均したプロットの数を円の大きさとしてバブル図で示している。

4.1.2 温冷感

アンケート①の温冷感申告と授業中の平均温度を比較し、生徒が快適と感じる温度を調べた。温度は PMV 計で測定したものを使用した。図 3、4 に温度と快適性を比較した結果を示す。夏期と中間期では着衣量に違いがあり、着衣量によって温冷感が変わる為、夏期実測と中間期実測分けて示している。図 3、4 より、中立温度は夏期で 26℃付近、中間期で 24℃付近と分かる。夏期、中間期ともに中立温度と設計基準温度がほぼ一致しているため、重心をとるこの比較方法が正しいと言える。

表 1 調査項目

測定項目		測定高さ(床上)
温熱	● (赤)	上中下温度分布 0.2m/1.2m/2.8m
	● (青)	PMV 1.2m
明るさ	★ (黄)	机上面照度 机上面 0.7m
空気質	■ (緑)	CO2濃度 机上面 0.7m

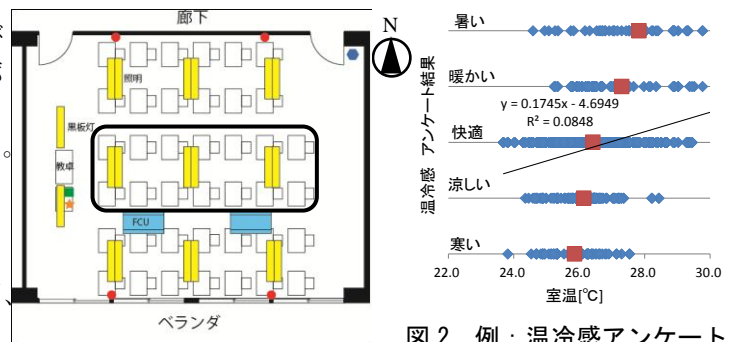


図 2 例：温冷感アンケート
夏期結果

表 2 テスト及びアンケート内容

	実施日	実施時間	内容
テスト	金曜日	最終授業終了後5分間	適性検査で行われている簡単な図形テスト。
アンケート①	火曜日、金曜日	各授業終了後	教室環境と授業への集中度を問う内容。
アンケート②		最終授業終了後	教室環境が授業の理解度にどのように影響したのか問う内容。

図 1 教室平面図及び測定機器設置場所

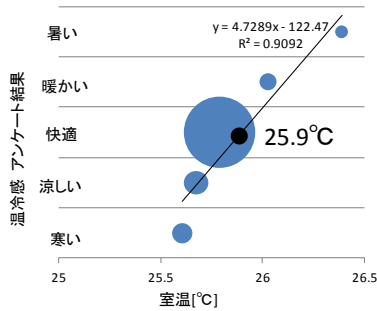


図3 温冷感アンケート
夏期結果

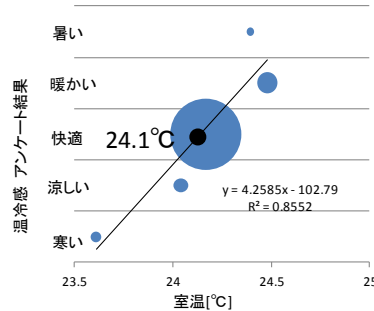


図4 温冷感アンケート
中間期結果

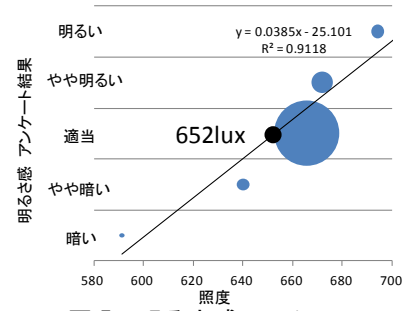


図5 明るさ感アンケート
夏期結果+中間期結果

4.1.3 照度

図5に温冷感と同様にアンケート①の明るさ感を問う内容と授業中の平均照度を比較した。明るさ感は温冷感と違い夏期と中間期で違いがないため、夏期と中間期の結果を合わせて示す。なお、照度は教室内で大きな差がみられるため、照度を測定している場所とほぼ同じ照度になる教室の真ん中2列(図1枠内)の生徒のアンケート結果のみを使用している。図5より生徒は約650lux付近が適切な照度だと感じている。

4.2 テスト結果

4.2.1 比較方法

テスト結果^{注1)}もアンケートと同様にそのまま測定値と比較するとばらつきが出る。そのため、テスト結果は全ての結果の正解率を $0 \leq X < 10$ 、 $10 \leq X < 20$ 、……、 $90 \leq X \leq 100$ と範囲分けを行い、その範囲内で正解率、測定値を平均して重心を出した。そして、平均したプロットの数を円の大きさとしてバブル図に示した。

4.2.2 温冷感

温冷感は夏期と中間期で着衣量が違うため、夏期と中間期を分けて図6、7に示す。夏期は26.3°C付近、中間期は23.7°C付近で正解率が高くなる。また、PMVを使い夏期と中間期を合わせた結果を図8に示す着衣量は実測期間中の生徒の来ていた衣服のclo値を調べ、夏期のclo値0.52、中間期のclo値0.80として補正した。図8の近似線よりPMVが0.1付近の時すなわち少し暖かい環境の時に点数が良くなるのが分かる。

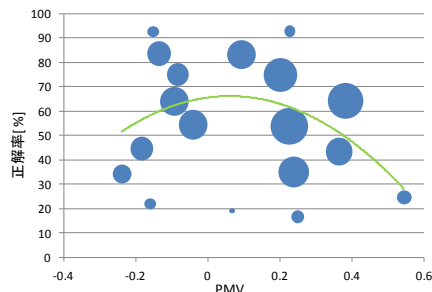


図8 テスト結果・PMV比較
夏期結果+中間期結果

4.2.3 CO2濃度

図9にテスト結果とCO2濃度を比較したものを示す。図9では近似線が右下がりになっており、CO2濃度が高くなるにつれて正解率が下がっている。

4.2.4 照度

図10にテスト結果と照度を比較したものを示す。図10では近似線が右上がりになっており、照度が高くなると正解率が高くなっている。

5. まとめ

アンケート結果で中立温度は夏期では26°C付近、中間期では24°C付近だとわかった。この温度をテスト結果に当てはめると、夏期は中立温度よりも少し高い温度で、中間期は中立温度付近で正解率が高くなっている。テスト結果とPMVの比較でも少し暖かい環境で正解率が高くなる結果が出ている。そのため、快適～暖かいと感じる温熱環境において学習効率を高めることができる。また、換気を行いCO2濃度を下げ、室内を明るくすることで更に学習効率を高めることができる。

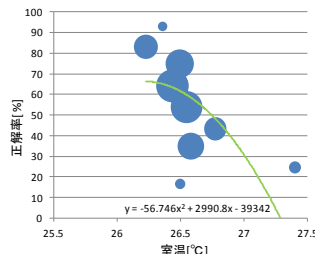


図6 テスト結果・温度比較
夏期結果

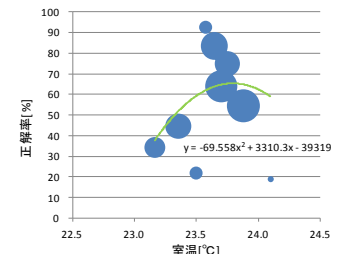


図7 テスト結果・温度比較
中間期結果

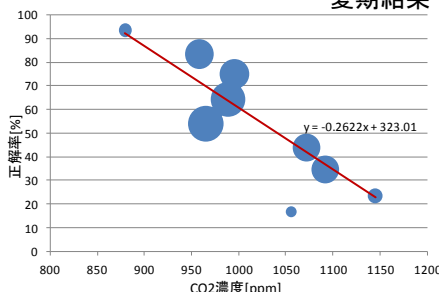


図9 テスト結果・CO2濃度比較
夏期結果+中間期結果

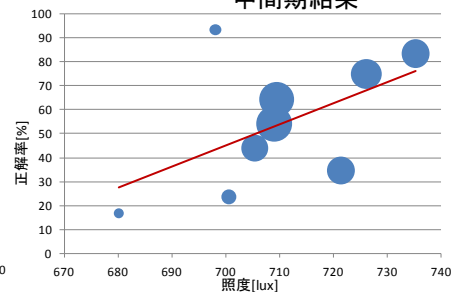


図10 テスト結果・照度比較
夏期結果+中間期結果

注釈 注1) テスト時間は5分。解けきれない問題量にしたため、正規分布から外れている全問回答した人の結果を排除した。

注2) 近似線は、平均した際のプロットの数に重きを置いた近似線にするために、最小二乗法で近似線を作図した。