

児童のパーソナル環境制御に向けた温熱快適域に関する研究

1915058 村松 幸星

指導教員：石川 春乃

小学校 温熱環境 着衣量
代謝量 要求温度

1 背景、目的

近年、オフィス等では個人の快適性を重視する考え方が注目されている。しかし、現在の小学校教室の温熱環境評価では、同室内の児童を共通の特性を持つ集団として捉え、個人の環境は考慮していない。また、星田¹⁾は児童一人一人の着衣量と心理量を調査し、着衣量や温冷感に個人差があるとしている。本研究では、星田の先行研究に加え、代謝量、PMV、要求温度を調査し、児童の快適性について月別、時間別、教室別、性別の属性別に比較考察を行う。児童の温熱快適域を明らかにし、個々の児童が熱的に快適となるパーソナルな環境制御方法を検討することを目的とする。

2 調査概要

先行研究では、表1に示す静岡県駿東郡清水町のS小学校の児童を対象に、2021年9～12月に教室温熱・空気質、児童アンケート、着衣量調査を実施した。図1に平面図、表2に測定機器表を示す。児童アンケート調査は、月に1回朝8時に児童に温冷感、快適感、集中度、回答時の着衣について回答を得た。着衣量調査²⁾は、回答時の着衣量から定点カメラ撮影で着衣量変化を得た。本研究では、児童の教室内での活動と快適域を把握するため、代謝量、PMV、要求温度調査を行う。代謝量調査は定点カメラで10分毎測定した教室内の児童の活動をISO 7730を参照し着席(1.0met)、起立(1.4 met)、歩き回る(1.7 met)の3つに分けた。PMVは室温、放射温度、相対湿度、着衣量、代謝量を実測値とし、風速は0.1m/sとして、10分毎に算出した。要求温度は、鶴飼ら²⁾によって在室者個々が熱的中立を実現するために室内環境に要求する温度と定義されている。本研究では、PMVの算出プログラムに児童の着衣量と代謝量、相対湿度、平均放射温度の実測値を入力し、風速0.1[m/s]としたうえで、PMV=0となる空気温度を要求温度として算出した。

3 調査結果

3.1 着衣量調査

図2に性別着衣量を示す。11月以降、男女共に着衣量が急増し、ばらつきが大きくなる。9～12月の着衣量の平均値と標準偏差について、男子0.53clo±0.23に対し、女子0.68clo±0.32であり、女子の着衣量が多く、ばらつきも大きいことがわかる。また、12月の平均値は男子0.7clo、女子1.04cloと差が最も大きくなり、気温が下がるにつれて着衣量の男女差や個人差は大きくなる。

表1 調査概要 (2021年度)

クラス	3年2組	3年4組	5年4組
階数(階)	2	2	2
在室人数(人)(合計/男/女)	28/14/14	28/14/14	29/14/15
身長(cm)(男/女)	128.7/129.44	130.61/132.81	142.19/144.26
体重(kg)(男/女)	27.40/27.47	29.73/28.71	36.69/38.40
平面寸法(m)	9.0×7.0(63㎡)		
窓方位	南		
天井高(m)	3.0		
空調設備	パッケージ型AC 室内機2室外機1		
換気設備	第三種換気(壁扇)2台		
授業時間	8:30-15:30		

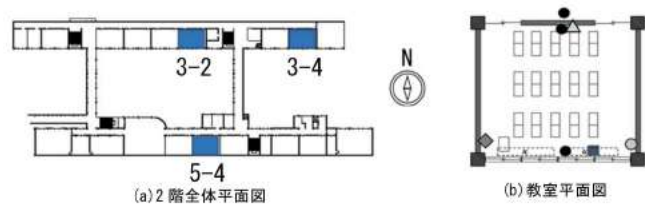


図1 対象教室平面図

表2 測定機器詳細

測定項目	凡例	測定点数	測定機器	測定間隔
温湿度	●	外気(給食室入口前) 1点	T&D社 RTR-503	10分 定時測定
	●	各教室(窓側・廊下側) 各2点		
	●	各階廊下 1点		
温度	■	各教室AC吹出し温度 各1点	T&D社 RTR-502	10分 定時測定
CO2濃度	◇	各教室 各1点	T&D社 RTR-576	10分 定時測定
グローブ温度	△	各教室(廊下側) 各1点	T&D社 RTR-502	10分 定時測定
着衣量・代謝量(定点カメラ)	○	教室後部(掃除ロッカー上) 1か所	Brinno TLC200Pro	10分 定時測定

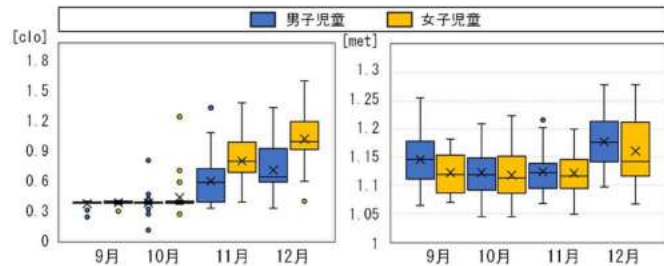


図2 性別着衣量

図3 性別代謝量

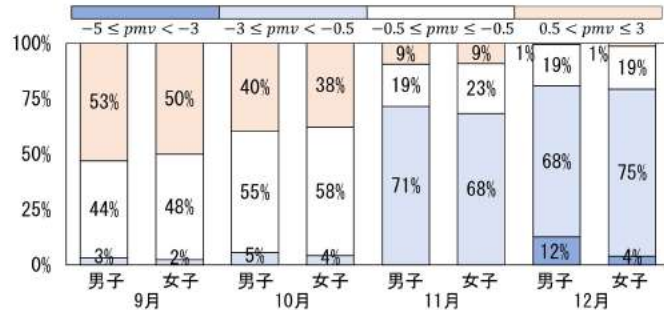


図4 PMVの月別頻度割合

3.2 代謝量調査

図3に性別代謝量を示す。代謝量の平均値は、全月で男子が女子に比して僅かに高く、全体の平均値の差は0.009metと殆どなかった。児童は教室内では基本的に同じ行動をしていることが多く、男女差や個人差は見られなかった。

3.3 PMV

図4にPMVの月別頻度割合を示す。ISOの推奨域PMV±0.5の割合が9、10月は40%以上あるのに対し、11、12月は約20%と半減している。12月においては、男子12%、女子4%がPMV-3以下となり、快適域を著しく逸脱する。男子は女子に比して9、10月はPMV0.5以上が多く、11、12月は-0.5以下が多い傾向にある。男子は女子に比して、9、10月は代謝量が高く、11、12月は着衣量が低いためと考える。表3に快適域を著しく逸脱する児童の着衣量を示す。暑い側6人、寒い側25人と寒い側の児童が多いが、着衣量は暑い側の平均値は0.47clo、寒い側0.5cloと差は0.03cloと小さい。

3.4 要求温度

図5に性別に要求温度の分布を示す。全体で、それぞれの要求温度は学校環境衛生基準(18℃~28℃)に概ね該当していた。要求温度の平均値の男女差が9~12月を通して±0.6℃と男女差があまり見られない。女子児童は男子児童に比して着衣量が高いが、温熱環境に合わせて着衣量を調節していることが示唆される。図6に12月の要求温度の時間推移を示す。データは3年2組と5年4組の児童一人一人の要求温度を示している。多数の児童が授業時は要求温度が高く、休み時間に急激に低くなる。授業時は座学が多く、休み時間は歩き回る児童が多いため、授業時に室温との差が大きくなる。また、5年4組は3年2組に比して要求温度の個人差が小さい。アンケート時の着衣量に教室差はないが、5年4組は他教室より個々の児童が温熱環境に合わせて着衣量を調節しているためと考える。図7に温冷感と要求温度幅を示す。月毎に暑い側と寒い側の申告数は異なるが、要求温度の平均値とばらつきに大きな差はない。このように心理量が物理量に影響しない児童もいるため、個々の児童の温熱環境は物理量で検討する必要がある。

4 まとめ

本研究では、小学校教室における児童の着衣量、代謝量、PMV、要求温度の調査を行った。気温が低下すると要求温度はばらつきが大きくなり、快適域を著しく逸脱する児童が多かった。心理量は多様だが温熱快適域に影響しない児童もいる。着衣量を調節することにより、同室内でも要求温度のばらつきは小さくなる。これらから、今後児童のパーソナルな環境制御を検討するうえでは、物理量で評価する必要があり、個人差が大きくなる冬期や、要求温度が高くなる授業時に、個人の着衣量の調節により個人の快適性が維持できると考えられる。

表3 児童の着衣量 (PMV<-3)

温冷感	-3	-2	-1	1	2	3
児童数(人)	1	8	16	5	0	1
着衣量平均(clo)	0.62	0.48	0.50	0.61	0	0.34
標準偏差	0	0.125	0.126	0.130	0	0
n数	10	53	115	20	0	22

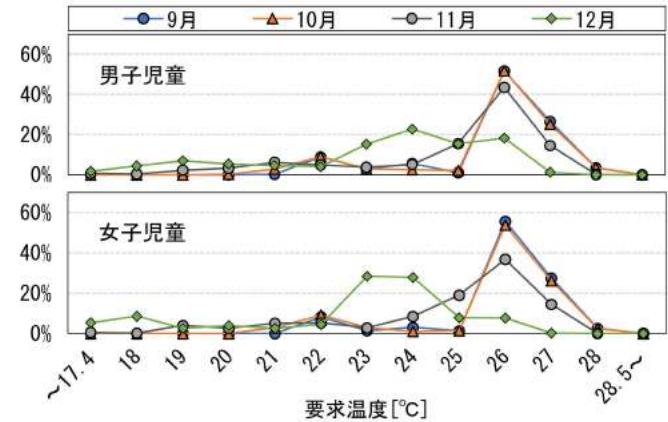


図5 性別月別の要求温度分布

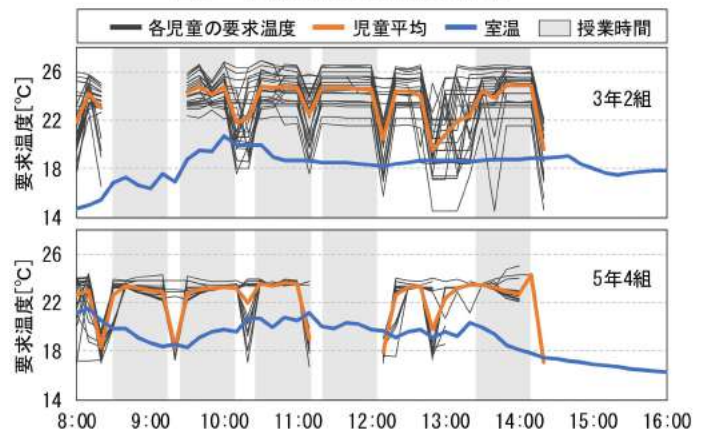


図6 要求温度の時間推移(12月)

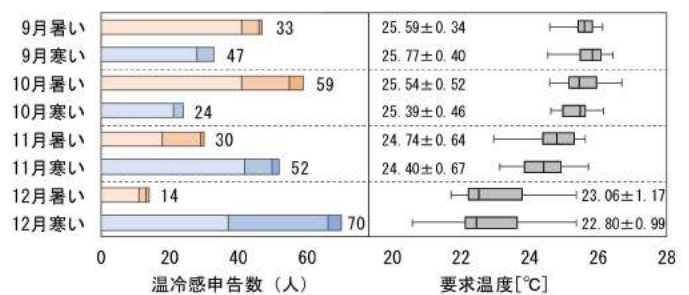


図7 温冷感と要求温度幅

【謝辞】

PMV及び要求温度を算出するPythonプログラムの作成に多大なご協力をいただきました静岡理科大学佐藤健司教授、鍋島研究室に深く謝意を表します。

【注釈】

注1) 着衣量はの算出は、体の各部位に対応する衣服の単品clo値の合算値から推定した。

【参考文献】

- 1) 星田実咲, 小学生が着衣で行う環境調整行動の実態調査, 2021
- 2) 鶴飼ら, 着衣量と代謝量に基づく執務者の要求温度分布に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 321-322, 2016. 08.