

熊本と札幌における小学児童の夏の温熱的不快・想像温度
小学児童の想像温度に基づく地域住育プログラムの開発研究(1)

正会員○斉藤 雅也*1 準会員 谷川 愛美*2
正会員 辻原 万規彦*3

4. 環境工学-11. パッシブデザイン 環境工学

想像温度 地域住育 地域差 男女差 ロジスティック解析

1. はじめに

「住育」は、国民が生涯にわたって健全な心身を培い、豊かな人間性を育むことができるようにする重要な課題である。筆者らは、小学校での住育の充実が必要と考え、これまで札幌・東京・熊本の小学児童を対象に、夏・冬に教室で「授業に集中できない」温熱的不快が発生する時の温熱環境や児童の想像温度を調査してきた^{1)~4)}。

札幌・熊本での夏の温熱的不快感の発生率と室温・想像温度の関係から、札幌では29.5℃で8割の児童が不快なのに対して、熊本では34℃でも不快な児童は半分程度とこれまでに確認されている。つまり、室温や想像温度が上昇すると不快申告者は増えるが、その増し方や閾値温度(ほとんどが授業に集中できない温度)は地域によって異なるので、地域の気候特性を反映した住育プログラムの開発や整備が必要と考えられる。

したがって、本研究では、小学児童が教室の温熱環境の変化に対して不快に達しない閾値温度や環境調整行動を引き続き明らかにするとともに、想像温度に基づく「地域住育プログラム」開発を目指している。

2. 研究方法

本研究は以下の手順で進めている。1) 夏季の札幌と熊本での教室の温熱環境、児童の想像温度と温熱的不快感、環境調整行動を調査し、温熱的不快に達する閾値温度と、地域別の環境調整行動の実態を明らかにする。2) 児童の想像温度と実際室温とが同じ程度か否か、その経日変化はあるかなど、温熱環境に対する認識力が身に付くか否かを明らかにする。3) 暑熱時に選択される環境調整行動について、どの程度の基礎知識があるか、それを教授すること(授業)による効果を通じて、児童の温熱環境の調整力を解明する。4)

表1 地域住育プログラムの環境調整行動のイメージ

環境調整行動	最優先	支援1	支援2	支援3
札幌	夏 日射遮へい・遮光	窓・扉の開放	不要な電灯OFF	
	冬 着衣の調整	日射の採りこみ	暖房設定を下げる	
東京	夏 日射遮へい・遮光	窓・扉の開放	着衣の調整 不要な電灯OFF	冷房の運転
	冬 着衣の調整	日射の採りこみ	朝食をとる	暖房の運転
熊本	夏 日射遮へい・遮光	窓・扉の開放	扇風機の運転	着衣の調整 不要な電灯OFF
	冬 着衣の調整 適度な運動	日射の採りこみ	朝食をとる	

以上で得られた環境調整行動の種類と複合効果、優先順位を明らかにする。それらは地域によって異なると予想され、地域住育プログラムとして纏める。地域住育プログラムの基盤となる環境調整行動のイメージを表1に示す。各地域で「最優先」すべき行動と、それを「支援」する行動を示し、児童に優先順位を体得させることを目指す。5) 開発した地域住育プログラムを小学校で実践し、その効果を、学校や家庭での児童の環境調整行動の選択、想像温度と温熱的不快感の発生率の関係により検証する。

本報では、手順1)の、熊本と札幌における小学児童を対象にした夏の調査から、温熱的不快・想像温度の地域差、男女差をロジスティック解析によって明らかにした。次報(2)では、手順2)、3)の、児童の温熱環境に対する認識力と調整力を明らかにした。手順4)、5)は、今後、着手する予定である。

3. 今年度の調査概要

図1に調査全体の流れ、表2に調査の概要を示す。既報と同様に、夏休み後の連続した2週間で実施した。

教室の温熱環境は、窓側と廊下側で小型温湿度計と自作の黒色グローブ温度計をそれぞれ設置し、外気温とともに5分間隔で自動計測・記録した。なお、教室では設置した温湿度計の表示を児童が確認できないように(想像温度の記入のため)テープで目隠しをした。

調査方法は、既報と同じで、各児童に「温度手帳」と呼ぶ、記入カードを配布した。温熱的不快か否かの判断は、赤・青のシールで、「暑くて不快（赤）」、「不快ではない（青）」の2択とし、そのとき「何℃と思うか」の想像温度を記入してもらった。手帳への記入は、熊本・札幌とも毎日給食前に行った。記入後、担任の先生に、温湿度計の表示部分に貼ってある目隠し用テープをはがして、実際室温を発表してもらった。

表2の下段に温度手帳の項目を示す。1週目は、「温度手帳」の項目を「温熱的不快」、「想像温度」、「就寝時間、起床時間（睡眠時間）」、「朝食を食べたか」、「肌着をきているか」、「汗をかいたか（発汗感）」、「汗をふいたか（汗をかいた人のみ回答）」、「授業に集中できたか」とした。また、2週目からは、「温熱的不快」、「想像温度」、「今日やった行動（環境調整行動）」とした。表3に環境調整行動の項目を示す。2週目に「今日やった行動」として、児童がとった環境調整行動の該当するもの全てに○を記入してもらった。

以上とは別に、調査前にアンケート①、調査後にアンケート②を実施した。アンケート①は、「教室で暑い時にとる行動」を訊き、当てはまるもの全てに○をつけてもらった。アンケート②は、「教室で暑い時にしたいと思うことに順位（1～3位）」をつけてもらった。アンケート①と②で、「何℃になると暑くて不快に思うか（想像不快温度）」を回答してもらった。

今回の調査で新たに試みたことは、児童の温熱環境に対する調整力（適切と思われる環境調整行動を選択する能力）を養うことを目的とした授業（1時限：45分）を小学校側の協力を得て調査者が行なったことである。授業の内容は、「教室で暑い時にやってみよう」というテーマで、表3に示した環境調整行動を紹介し、それらを教室で実際に実践し体感してもらった。札幌では、9月2日（2週目の初日）に、熊本では9月10日（1週目の中日）に実施し、いずれも同じ内容とし、授業の風景を録画・記録した。

4. 赤申告者割合と想像温度・実際室温

熊本・札幌の教室窓側と廊下側での記録データを使って、赤申告者割合の変化をロジスティック関数によって回帰した。図2と3は、熊本の廊下側と窓側の赤申告率の変化を、想像温度・外気温・実際室温・グローブ温でそれぞれ回帰した結果である。図4と5は札

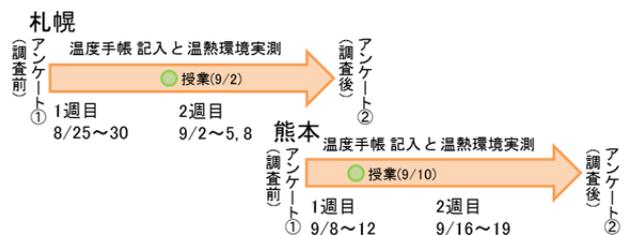


図1 調査全体の流れ

表2 調査の概要

【対象】	熊本市立A小学校：5年生1学級（37名） 札幌市立B小学校：6年生2学級（50名）
【期間】	熊本：（1週目）2014/9/8～12（2週目）9/16～19 札幌：（1週目）2014/8/25～30（2週目）9/2～5,8
【1週目】	温熱的不快（赤・青シール）、想像温度、就寝時間、起床時間、朝食の有無、肌着の有無、発汗感、汗をふいたかどうか、授業への集中度合い
【2週目】	温熱的不快、想像温度、環境調整行動（表3参照）

表3 環境調整行動の項目

【身体調整系】
蒸発調整：水やお茶を飲む、あおぐ、顔を洗う、ぬれたタオルを首に巻く、汗をふく
抵抗調整：上着を脱ぐ、腕まくりをする
【環境調整系】
窓を開ける、カーテンをひく、電気を消す

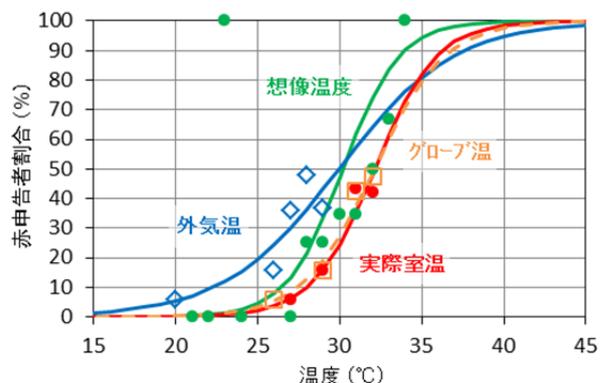


図2 熊本・廊下側の赤申告者割合の変化

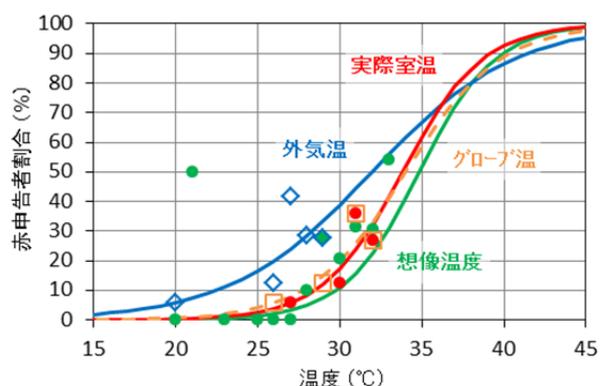


図3 熊本・窓側の赤申告者割合の変化

幌の廊下側、窓側の結果である。熊本では、廊下側・窓側を問わず、赤申告者割合は外気温、実際室温、グローブ温との相関が非常に高く、想像温度との相関は低かった。一方、札幌では、廊下側のみ想像温度、実際室温、グローブ温との相関が高く、窓側はいずれの温度とも相関が低かった。

熊本の廊下側では、実際室温、グローブ温ともに35°Cで赤申告者割合が80%である。一方、窓側では60%で、廊下側よりも「暑くて不快」になる児童が少ない傾向である。窓側は日射の影響があると考えられるが、窓側、廊下側を問わず、実際室温とグローブ温が同じ程度なので日射はカーテンで遮られていたと予想される。窓は開放されていたので、窓から入る風の対流の影響が窓側に座っている児童の不快感を取り除いていたのではないかと考えられる。一方、廊下側は窓側に比べて対流の影響が少なかったため、赤申告者割合が高くなったと考えられる。

札幌でも以上述べた内容と同様の傾向が廊下側、窓側で見られる。廊下側の赤申告者割合と、実際室温とグローブ温との相関はそれぞれ高く、熊本と比較すると、両者が28°C程度で赤申告者割合が80%となる。これは、熊本の同条件時より7°C低い。熊本と札幌の廊下側の児童の閾値温度はそれぞれ35°C、28°Cとなる。

札幌の窓側はグローブ温が40°Cを超えていても赤申告割合が上がらない。これはグローブ球には日射が当たっているが、カーテンで日射が遮られたことで、児童にとっての温熱環境を正確に計測できていなかったためと考えられる。また、札幌はすでに初秋を迎える時期で、外気温が熊本に比べて低かったため、赤申告者割合との相関が低くなったと考えられる。

5. 男女別の赤申告割合と肌着の有無

図6と7は、熊本の男子と女子について、同様に赤申告率割合の変化を想像温度・外気温・実際室温・グローブ温でそれぞれ回帰した結果である。

熊本男子は実際室温やグローブ温が25°C以上で赤申告者が現れるが、35°Cでは55%程度に留まる。一方、女子は28°C以上で赤申告者が現れ、35°Cになると95%に達する。これは、男女の身体など生理面の差に加えて、着衣量の差があり、それらの影響の表われと考えられる。なお、札幌でも解析を行なったが、熊本で見られる傾向が今回は見られなかった。

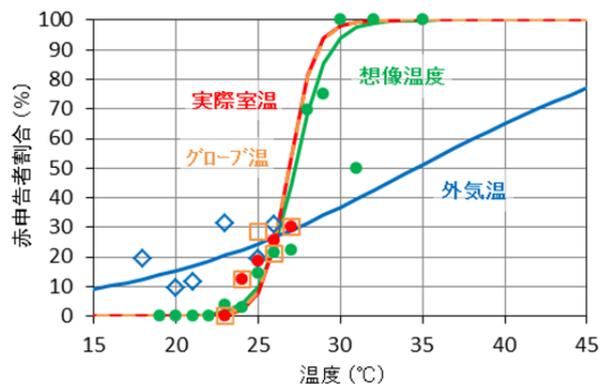


図4 札幌・廊下側の赤申告者割合の変化

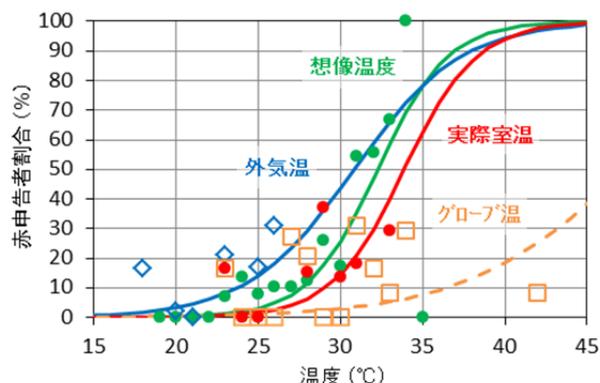


図5 札幌・窓側の赤申告者割合の変化

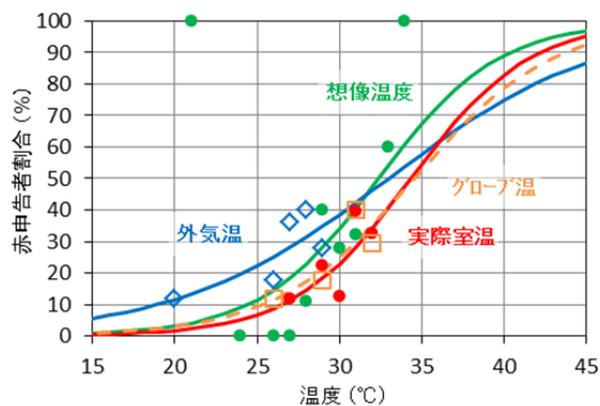


図6 熊本男子の赤申告者割合の変化

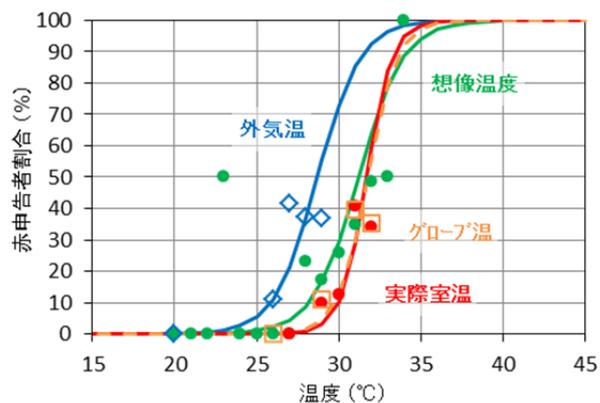


図7 熊本女子の赤申告者割合の変化

図8は、熊本・札幌の男女別の肌着の有無と赤申告者割合の関係である。肌着を着ている児童は、熊本男子37%、熊本女子96%、札幌男子57%、札幌女子98%である。熊本・札幌とも女子のほとんどが肌着を身に着け、男子は女子よりも身に着けていない。つまり、女子の着衣量が男子より（肌着の分）大きい。

図9は、熊本・札幌の全体・男女別の発汗感と肌着の有無の関係である。熊本男子は肌着を着ていて発汗なしが45%、熊本女子は肌着を着ていて発汗ありが70%と一番多い。図6と7で述べた熊本の男女の違いは、肌着の有無の影響と考えられる。以上を考察すると、図7で熊本女子の赤申告者が室温28℃で出現するのは、それ以下では発汗しても肌着が汗を吸収できるが、35℃に達すると逆に肌着の抵抗によって不快感が増すと予想される。

札幌男子は、肌着を着ている児童より、着ていない児童の赤申告者割合が大きく、内48%が発汗感を得ている。札幌は、外気温や室温が30℃以下なので、札幌男子は肌着がないことで発汗による不快感を強めたのではないかと考えられる。一方、札幌女子は、ほとんどが熊本女子と同様に肌着を身に着けていて、適度な発汗があっても肌着が効率よく吸収し、不快感をもたらさなかったのではないかと考えられる。

謝辞

熊本市立月出小学校と札幌市立常磐小学校の児童・教員の皆様のご協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。なお、本研究は、JSPS 科研費 26560419 の助成を受けた。

参考文献

- 1) 緒方理子・斉藤雅也・辻原万規彦・酒田健・宿谷昌則：熊本と東京ならびに札幌における小学児童と温熱的不快・想像温度、日本建築学会九州支部研究報告、第52号、pp. 333-336、2013. 3。
- 2) 斉藤雅也・秋成妹・辻原万規彦・町口賢宏：熊本と札幌における小学児童の温熱的不快・想像温度・授業への集中度合い—その1. 温熱的不快と想像温度—、日本建築学会九州支部研究報告、第51号、pp. 121-124、2012. 3。
- 3) 秋成妹・斉藤雅也・辻原万規彦：熊本と札幌における小学児童の温熱的不快・想像温度・授業への集中度合い—その2. 授業への集中度合いと想像温度—、日本建築学会九州支部研究報告、第51号、pp. 125-128、2012. 3。
- 4) 町口賢宏・斉藤雅也・辻原万規彦・鈴木信恵・宿谷昌則・羽山広文：ヒトの温度感覚と環境調整行動に関する研究 その6. 札幌と熊本の小学児童の温熱的不快と想像温度、日本建築学会大会学術講演梗概集D-2、pp. 41-42、2011. 8。

6. まとめ

- 1) 窓側の児童の閾値温度は廊下側よりも低い。日射遮へいに加えて、気流の影響と考えられる。
- 2) 女子児童のほとんどが肌着を着用していたが、それが暑熱な熊本では赤申告者割合が高く、涼やかな札幌では低い結果をもたらしたと考えられる。

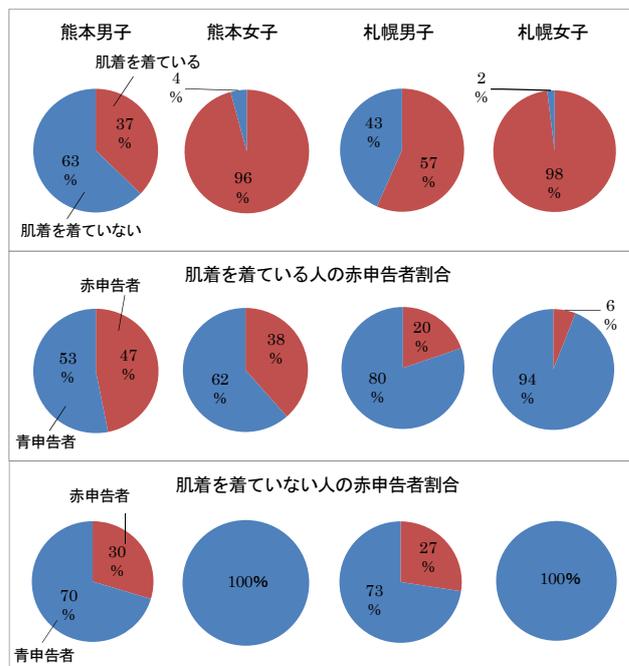


図8 熊本・札幌の肌着の有無と赤申告者割合

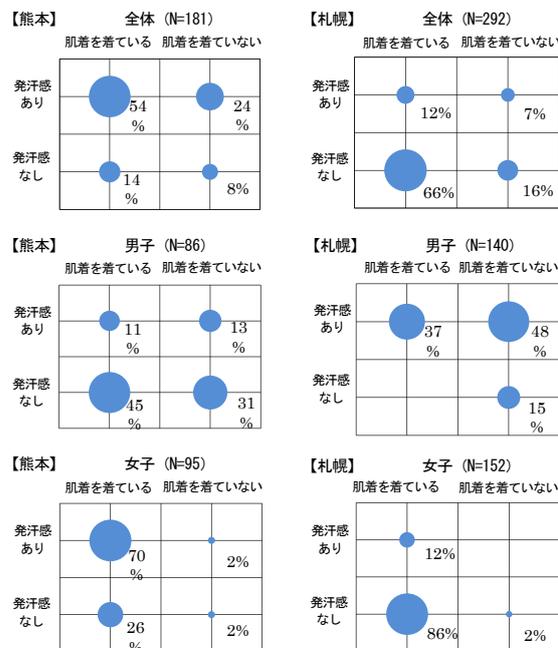


図9 熊本・札幌の児童の発汗感と肌着の有無

*1: 札幌市立大学デザイン学部 准教授・博士 (工学)
 *2: 熊本県立大学環境共生学部 学部生
 *3: 熊本県立大学環境共生学部 准教授・博士 (工学)

Assoc. Prof., Sapporo City University, Dr. Eng.
 Undergraduate Student, Prefectural University of Kumamoto
 Assoc. Prof., Prefectural University of Kumamoto, Dr. Eng.