

小学生の想像温度と暑熱不快・寒冷不快に関する研究 2012年夏・秋の札幌・東京・熊本を事例として

小学校 温熱感 想像温度
地域性 ロジスティック回帰分析

正会員 ○ 斉藤 雅也*1) 同 辻原 万規彦*2)
同 緒方 理子*3) 同 酒田 健*4)

表1 調査地域・対象者・期間

札幌	6年2学級 (47人)	夏: 2012/8/29~9/5 (うち4日間)
		秋: 2012/9/18~9/24 (うち5日間)
東京	5,6年2学級 (58人)	夏: 2012/9/10~9/14 (5日間)
		秋: 2012/10/2~10/9 (うち5日間)
熊本	5年1学級 (28人)	夏: 2012/9/3~9/7 (5日間)
		秋: 2012/9/24~9/28 (5日間)

1. はじめに

筆者らは、建築環境とヒトの温熱感の関係を解明する方法の一つとして「想像温度(いま何℃と感じるか?)」の概念を提案している^{1),2)}。想像温度は、外気温や室温との相関が比較的高く、そのときの温熱的快・不快の尺度、環境調整行動をとるか否かを判断する材料として今後、活用できる可能性がある。

以上の経緯から筆者らは、2009年より異なる地域の小学生の想像温度と教室の温熱環境に着目した調査を行っている^{3)~5)}。既報では、2009年から2011年夏の札幌と熊本³⁾、2013年冬の札幌・東京・熊本⁵⁾の実測結果によるロジスティック回帰分析から、任意の外気温・実際室温・想像温度における温熱的不快(暑くて不快・寒くて不快)が発生する確率をそれぞれ求めた。本研究では、2012年夏から秋にかけての実測結果を使って同様の解析を行ない、既報³⁾の結果と比較した。また、今回は温熱的不快を暑熱不快と寒冷不快に分けて、外気温や室温との関係に加えてグローブ温度との関係も整理した。

2. 研究方法

今回の解析に使った、札幌・東京・熊本での対象者と調査期間を表1に示す。教室の温熱環境の測定、想像温度・温熱的不快の申告方法、および解析方法は既報^{4),5)}に示した。特に、想像温度の申告時(毎昼12:30前後)に教室が「暑くて不快(以下、暑熱不快)」のときは赤シールを、「寒くて不快(以下、寒冷不快)」は青シールを、「不快ではない」の場合は黄シールを各児童の温度手帳に貼ってもらった。なお、東京には教室にエアコン(冷房)があるが、札幌・熊本にはない。

3. 結果と考察

図1と図2は、札幌と熊本の外気温・教室の実際室温・グローブ温度・児童の想像温度に対する暑熱不快の申告率(実測値:プロット)と、ロジスティック回帰分析で得られた暑熱不快の発生率(推定値:曲線)をそれぞれ示したものである。

札幌で暑熱不快の発生率が80%になる外気温・実際室温・グローブ温度はそれぞれ30℃、32.5℃、34℃で、想像温度は27.5℃である。一方、熊本ではそれぞれ35.5℃、38.5℃、37.5℃で、想像温度は30.5℃である。このことから、熊本の児童は、札幌の児童よりも暑熱不快に達する閾値温度が3~5℃程度高いと言える。この結果は既報³⁾で得られた結果とほぼ同じであった。以上の札幌と熊本の児童の閾値温度の違いは、普遍的な地域差と言える。

一方、札幌の暑熱不快の発生率は、ロジスティック曲線の形状から外気温や室温が22~26℃の時に徐々に大きく

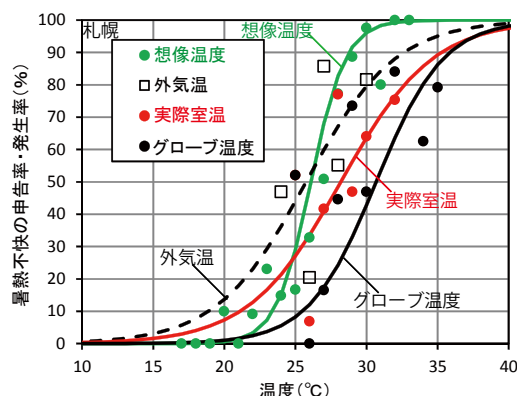


図1 札幌の暑熱不快の申告率と発生率(全9日間)

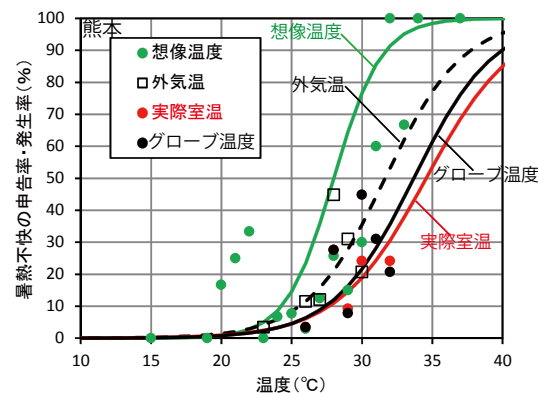


図2 熊本の暑熱不快の申告率と発生率(全10日間)

なり、想像温度が26℃以上になるとそれが暑熱不快の発生率の上昇に大きな影響を与えられよう。

熊本で、外気温や実際室温、グローブ温度の上昇が暑熱不快の発生に影響するのはそれらが30℃以上の条件と言える。特に、図2から、グローブ温度の上昇が暑熱不快の発生率上昇に与える影響は、実際室温の上昇による影響よりもやや大きい。熊本では、実際室温、グローブ温度ともに30℃前後になることがあり、この条件下では放射が暑熱不快の発生に影響を与えることを示唆している。一方、札幌では実際室温やグローブ温度が熊本に比べて30度以下が多いので顕著な影響が見られない。

Cognitive Temperature Scale and Thermal Discomfort of the Elementary Students

In the cases of Sapporo, Tokyo, and Kumamoto in 2012 summer and autumn

SAITO Masaya, TSUJIHARA Makihiko, OGATA Riko and SAKATA Takeru

図3と図4は、東京の冷房時(夏、秋の8日間)・通風時(秋の2日間)の暑熱不快の申告率・発生率を示したものである。なお、暑熱不快の発生率と外気温や実際室温、グローブ温度、想像温度の相関が低い場合は、近似曲線を描いていない。冷房時・通風時ともに想像温度と暑熱不快は正の相関が得られたが、冷房時の方が通風時よりも回帰曲線の勾配が若干緩やかである。これは、冷房稼働で想像温度の上昇に伴う暑熱不快の発生が少なくなる表れである。

一方、外気温と暑熱不快は負の相関である。これは外気温が30℃以上になるときは教室で冷房が運転されるので暑熱不快の発生は減少することを意味している(但し、外気温25℃以下では本質的な意味がないと考えられる)。それに対して、図4の通風時も外気温と暑熱不快の発生率は負の相関である。これは、通風時のデータサンプルが2日間のみで回帰曲線を描いていること、10月初旬で日によって外気温が10℃差以上あるなどの影響があると考えられ、現段階での考察は困難である。

図5と図6は、熊本・東京(冷房時)の寒冷不快の申告率と発生率をそれぞれ示したものである。熊本では9月後半に入り、外気温・実際室温・グローブ温度が25℃を下回ると寒冷不快が増加すると予想される。ただし、今回の条件下では、児童の想像温度と寒冷不快の相関がほとんどない。これは、想像温度が20℃以上で寒冷不快の発生率が10%程度であることが理由と考えられる。

図6は、冷房によって児童が「寒さ」を感じているケースである。図3の暑熱不快とは逆に、外気温が上昇すると冷房が運転されるので寒冷不快が引き起こされることがわかる。また、寒冷不快が30%のとき、実際室温やグローブ温度は26.5℃前後であるが、児童の想像温度は19℃前後である。これは、夏から秋にかけての教室での冷房に対して、児童が敏感に「寒さ」を感じ取っているものと考えられる。日射遮へいなどの工夫で過ごすことができる秋季の冷房の使用方法には改善の余地があると言える。

謝辞 本研究を実施するにあたり、札幌市立常盤小学校、東京都立高島第五小学校、熊本市立月出小学校の児童と教員の皆さまに調査協力をいただきました。記して謝意を表します。本研究は、平成23-25年度科学研究費補助金 基盤研究(C)「小学児童の夏・冬の閾値温度の地域比較研究(課題番号23601017)」による。

参考文献 1) 齊藤雅也: ヒトの想像温度と環境調整行動に関する研究 夏季の札幌における大学研究室を事例として、日本建築学会環境系論文集 第74巻 第646号、pp.1299-1306、2009.12。2) 齊藤雅也: 想像温度による温熱快適性の評価に関する考察、日本建築学会大会(関東) 学術講演梗概集、pp.37-38、2011.8。3) 齊藤雅也・秋成妹・辻原万規彦・町口賢宏: 熊本と札幌における夏季の小学児童の想像温度・温熱的不快・授業への集中度 その1. 温熱的不快となる外気温・実際室温・想像温度、日本建築学会大会(東海) 学術講演梗概集、pp.247-248、2012.9。4) 齊藤雅也・辻原万規彦・緒方理子・酒田健・宿谷昌則: 真冬の教室における小学児童の想像温度と温熱的不快の関係 札幌・東京・熊本の比較、日本建築学会大会(北海道) 学術講演梗概集、pp.317-318、2013.8。5) 緒方理子・齊藤雅也・辻原万規彦・酒田健・宿谷昌則: 熊本と東京および札幌における小学児童と教員の温熱的不快・想像温度、日本建築学会大会(北海道) 学術講演梗概集、pp.319-320、2013.8。

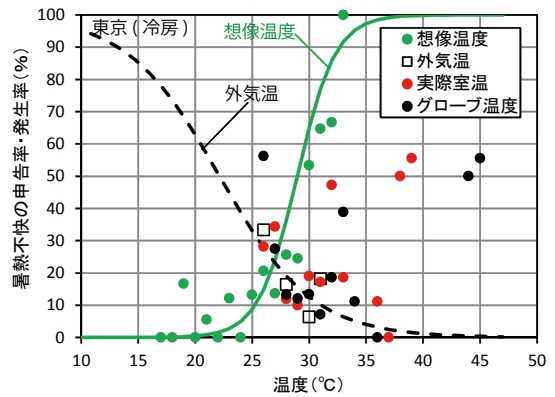


図3 東京(冷房時)の暑熱不快の申告率と発生率(夏・秋8日間)

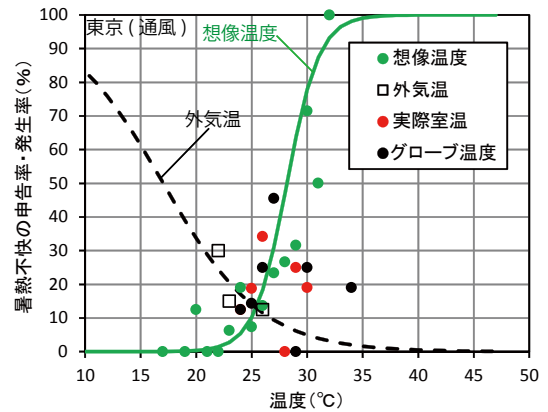


図4 東京(通風時)の暑熱不快の申告率と発生率(秋2日間)

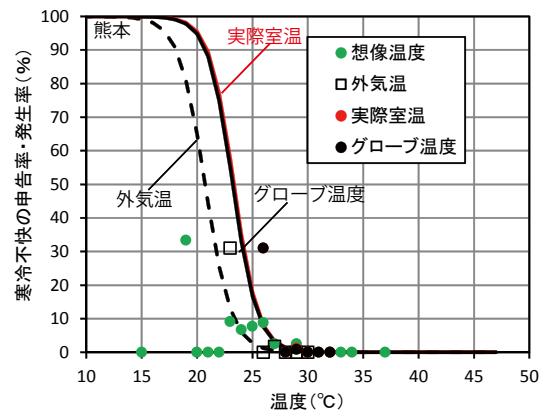


図5 熊本の寒冷不快の申告率と発生率(秋2日間)

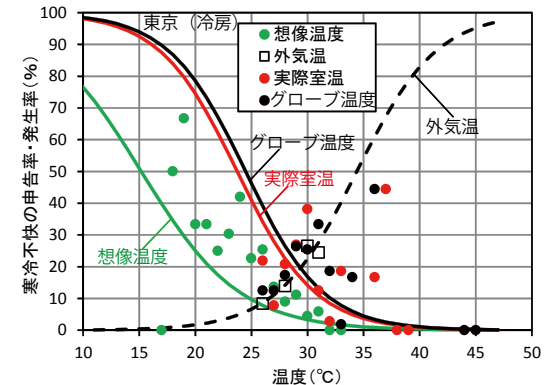


図6 東京(冷房時)の寒冷不快の申告率と発生率(夏・秋8日間)

*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 准教授・博士(工学)
 *3) 横浜国立大学 環境情報学府 大学院生
 *4) 株式会社 建築設備設計研究所 修士(デザイン学)
 (研究当時、札幌市立大学 大学院デザイン研究科 大学院生)

*1) Assoc. Professor, Sapporo City University, Dr. Eng.
 *2) Assoc. Professor, Prefectural University of Kumamoto, Dr. Eng.
 *3) Graduate Student, Yokohama National University
 *4) Kenchiku Setsubi Sekkei Kenkyusho, M. Design
 (Former Graduate Student, Sapporo City University)