

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

小学児童 想像温度 温熱的不快
暑熱環境 地域性 ロジスティック回帰分析

正会員 ○ 齊藤 雅也 *1)
同 秋成 妹 *2)
同 辻原万規彦 *3)
同 町口 賢宏 *4)

1. はじめに 幼少期や少年期に過ごす空間の温熱環境は、成人後の温熱感や温熱に関わる意識形成に影響を与える¹⁾。本研究では、児童が多く時間を過ごす学校教室の温熱環境を対象に、温熱的に不快ではない温度域が地域性や小学児童の生活習慣によって如何に異なるかを明らかにすることで、より高度な快適性を創出する教室の温熱環境条件や住まい方の提案を目指している。

筆者は、温熱感研究において「想像温度^{2),3)}」の概念を提案し、熊本と札幌の小学児童を対象に2009年より夏と冬の実測調査を行なっている^{4),5)}。本報その1では、既報の結果と、2011年夏に実施した調査結果を併せて、外気温、実際室温および児童の想像温度と温熱的不快の発生率の関係をロジスティック回帰分析^{6),7)}によって明らかにした。その2では温熱的不快感と児童の想像温度・授業への集中度の関係を明らかにした。

2. 調査概要 2011年の調査は、熊本市のA小学校5年1学級38人(2011年9月5日～16日の10日間)と札幌市のB小学校6年2学級63人(2011年8月30日～9月9日の9日間)を対象にした。2009、2010年の調査については、既報を参照されたい(各年で対象とした児童とその人数は異なる)。

本研究の調査・測定項目を図1に示す。この図は、本研究で調査範囲とした「温熱環境」、「温熱感覚・知覚・認識」から「温熱行動」に至る流れを示している。既報と同様に、各児童に「温度手帳」と呼ぶカードを配布し、カードには図中の●項目についての回答欄を設けた。

温度手帳への回答は、熊本・札幌とも毎日の給食前に行かない、教室が「暑くて不快」の場合(2009、2010年:「暑くて授業に集中できない」)は温熱的不快を表す赤シール(以下、「赤申告者」)を、「暑くて不快ではない」の場合(2009、2010年:「普段通り授業を受けられる」)は青シール(以下、「青申告者」)を貼ってもらった。その際、「想像温度(いま何℃と思うか)」、「発汗感」、「通風感」のほか、「授業への集中度合い」、「面白かった時限数」はその日の午前の授業について回答してもらった。

「百マス計算」は、教室の温熱環境と各児童の得点比の相関を見るために、熊本、札幌とも調査期間中の空き時間に3回実施した。計算の「慣れ」の影響を除くため、1セット1分間の計算を3セット行ない、3セット目のみの結果を解析に用いた。なお、「温熱環境」の測定は、熊本、札幌ともに既報⁵⁾と同様とした。

3. 実際室温と想像温度 図2から図4に、2009、2010、2011年の実際室温と想像温度の関係を赤、青の申告別に示す。3年間を通して、熊本の実際室温は概ね27～34℃、

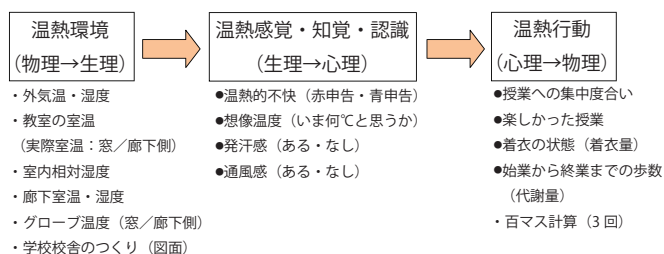


図1 本研究の調査・測定項目

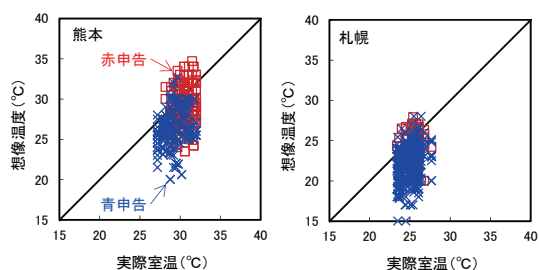


図2 2009年の実際室温と想像温度

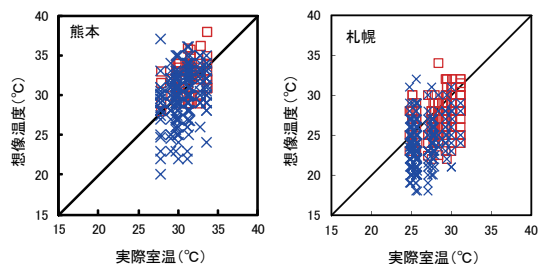


図3 2010年の実際室温と想像温度

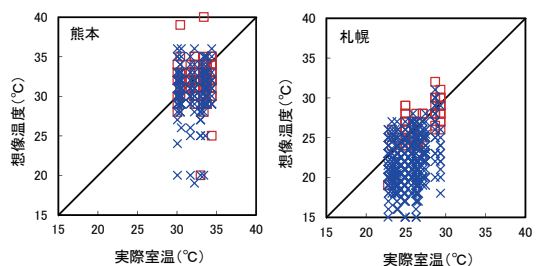


図4 2011年の実際室温と想像温度

札幌は概ね23～31℃で、熊本と札幌の外気温の違いが実際室温の違いに影響している。

熊本では、児童の想像温度が実際室温を上回る場合が札幌よりも幾分か多い。赤、青申告の分布は、2009年は顕著な差が見られるが、2010、2011年は両者の差はあまりない。また、この2年間については、実際室温が同じとき、赤申告よりも青申告の想像温度の幅が大きい。

札幌では、3年間を通して児童の想像温度が実際室温を下回る場合が過半数を占める。ただし、赤申告の児童の想像温度は、青申告の児童よりも高い。また、札幌でも実際室温が同じとき、青申告の児童が想像する温度幅は赤申告の児童よりも大きい。また、想像温度と実際室温が同じとき、青申告と赤申告の分布に重なる領域がある。つまり、夏季の通風環境下で児童が許容できる（青申告になる）温熱環境と、許容できない（赤申告になる）温熱環境は一部で重複している。これは、その時の温熱環境条件や過ごし方の工夫次第で、児童が許容できる（青申告になる）ポテンシャルがあることを示唆している。

4. 温熱的不快となる外気温・実際室温・想像温度

2009～2011年の3年間に熊本、札幌の調査で得られた全児童の赤、青申告に対する赤申告率を、外気温、実際室温、想像温度の1℃区切りで算出した結果を図5と図6に示す。さらに、温熱的不快の発生率 P （理論値）を、ロジスティック回帰モデルを使って曲線回帰した結果を併せて示す。式（1）と（2）はそのモデルである^{6),7)}。なお、熊本の調査日数は、3年間すべて10日間だったが、札幌は2009年10日間、2010年8日間、2011年10日間で異なるが、その差が全体に与える影響は少ないと判断した。

熊本、札幌ともに、外気温、実際室温、想像温度の上昇に伴い、温熱的不快の発生率 P は増す。特に、熊本では発生率 P は徐々に増すのに対して、札幌では急増する。実際室温で見ると、札幌では、実際室温35℃で、すべての児童が温熱的不快を得る。熊本では35℃、札幌では29℃で全児童の60%が温熱的不快を得ると予想される。同じ発生率60%の条件で、想像温度を見ると、熊本では36℃、札幌では28℃となる。札幌の方が熊本より5～6℃ほど低い温度帯で温熱的不快が発生すると考えられる。

外気温、実際室温、想像温度の回帰曲線の勾配に着目すると、熊本では想像温度の勾配が外気温、実際室温より全体的に緩い。勾配は、各温度の上昇に伴う温熱的不快の発生率 P の上昇を意味するので、熊本では温熱的不快の発生率の上昇には、想像温度よりも外気温や実際室温の上昇が寄与すると考えられる。一方、札幌では、20～26℃では想像温度の勾配が実際室温よりも急で、26～32℃では実際室温の勾配が想像温度よりも急である。これは、温熱的不快の発生率の上昇要因が温度帯によって異なることを意味する。札幌の26℃以下では、実際室温より想像温度の上昇が、26℃以上では想像温度より実際室温の上昇が温熱的不快の発生率 P の上昇に寄与すると考えられる。なお、本解析では、説明変数 T に代入する外気温や実際室温を移動平均とする等の工夫が今後の検討課題である。

参考文献 1) 小林徳雄：老若男女の温熱生理学、人間と生活環境、1996。2) 斉藤雅也：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。3) 斉藤雅也：想像温度による温熱快適性の評価に関する考察、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 37-38、2011.8。4) 町口賢宏・斉藤雅也・辻原万規彦：ヒトが快適・不快に感じる温度の地域性に関する研究（夏季の札幌・熊本の小学児童を対象にして）、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 35-36、2010.9。5) 町口賢宏・斉藤雅也・辻原万規彦・鈴木信

*1) 札幌市立大学デザイン学部 准教授・博士（工学）
 *2) 株式会社ケセラセラ（当時、熊本県立大学 学部生）
 *3) 熊本県立大学環境共生学部 准教授・博士（工学）
 *4) 清水建設株式会社・修士（工学）（当時、北海道大学 大学院生）

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta \cdot T)}} \quad \dots(1)$$

$$\log \frac{P}{1-P} = \alpha + \beta \cdot T \quad \dots(2)$$

表1 式（1）、（2）の説明変数 T の母数 n 、 α 、 β 、 R^2

	T	n	α	β	R^2
熊本	外気温	1065	-11.31	0.35	0.84
	実際室温	1065	-9.47	0.28	0.55
	想像温度	1041	-5.14	0.15	0.57
札幌	外気温	1512	-8.01	0.26	0.47
	実際室温	1512	-19.23	0.68	0.98
	想像温度	1477	-14.87	0.54	0.95

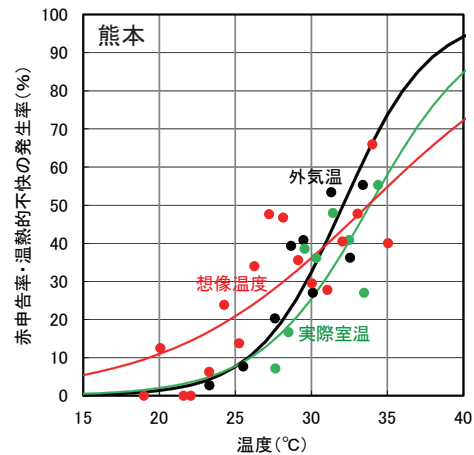


図5 熊本の外気温・実際室温・想像温度に対する赤申告率（実測値）と温熱的不快の発生率 P （理論値）

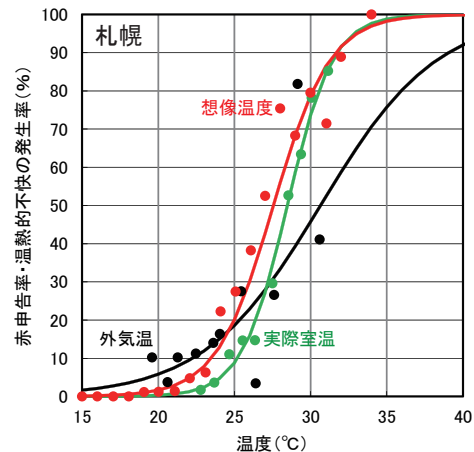


図6 札幌の外気温・実際室温・想像温度に対する赤申告率（実測値）と温熱的不快の発生率 P （理論値）

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、pp. 41-42、2011.8。6) 丹後俊朗・山岡和枝・高木晴良：ロジスティック回帰分析、朝倉書店、1996。7) Marcel Schweiker and Masanori Shukuya: Investigation on the Relationship between Occupants' Individual Difference and Air-Conditioning Usage During Nighttime in Summer, 日本建築学会環境系論文集 73(633), pp. 1275-1282, 2008. 11。

*1) Assoc. Prof., Sapporo City University, Dr. Eng.
 *2) Queserser Co., Ltd. (former, Prefectural Univ. of Kumamoto)
 *3) Assoc. Prof., Prefectural University of Kumamoto, Dr. Eng.
 *4) Shimizu Corporation (former, Hokkaido University), M. Eng.