

熊本と東京ならびに札幌における小学児童と教員の温熱的不快・想像温度

準会員○緒方 理子*1 正会員 斉藤 雅也*2 正会員 辻原万規彦*3
正会員 酒田 健*4 正会員 宿谷 昌則*5

4. 環境工学-11. パッシブデザイン 環境工学
小学校、温熱環境、温熱感、地域差、冷房

1. はじめに

小学児童を対象に 2009 年度から継続している温熱的不快と想像温度に関する一連の研究^{1)~5)}は、より良い教室の温熱環境の計画や運用を目標としている。本報では、昨年までの成果を踏まえ、熊本と札幌だけでなく夏季に冷房を用いる東京の小学校も対象に加えて、調査期間と方法を見直して実施した調査の結果を報告する。今回は新しく、児童だけでなく担当教員の想像温度にも焦点をあてて調査した。

2. 研究方法

表1に調査対象と期間を示す。昨年までは、連続した2週間としたが、今回は温熱環境の変動幅が大きくなるように、一定期間をあけて夏と初秋の1週間ずつを、2回に分けて実施した。基本的な調査方法は、昨年⁴⁾と同じである。以下には主に、変更点のみを記す。

児童と教員に「温度手帳」と呼ぶカードを配布して記入してもらった。児童の「温度手帳」の項目は「温熱的不快」、「想像温度」、「授業に集中できたか」、「汗をかいているか(発汗感)」、「風を感じるか(通風感)」、「楽しかった時限」、「着衣量」である。温熱的不快は、赤・青・黄のシールを貼って回答してもらった。冷房設備のない熊本と札幌では、「不快でない(青)」、「暑くて不快(赤)」の2択とし、冷房設備のある東京では、「不快でない(黄)」、「暑くて不快(赤)」、「寒くて不快(青)」の3択とした。ただし、熊本の2回目は調査の数日前から大幅に外気温が下がったため、「寒くて不快」の選択を追加した。「着衣量」は自分のその日の格好に最も近い着衣のイラストに○をつけてもらった。また、教員の「温度手帳」の項目は、「温熱的不快」、「想像温度」、「児童が集中できていたか」、「コメント欄」で、東京は「1~4限の冷房の稼働状況」を加えた。

温熱環境は、教室の窓側と廊下側の中央付近、廊下ならびに屋外(外気)の計6カ所に小型温湿度計を、

教室の窓側と廊下側の中央付近の計2カ所に自作の灰色グローブ温度計を設置して、5分間隔で自動計測した。ただし、札幌では2回目の9/20以降は欠測のため、9/19までの結果のみを用いた。

以下で用いる「実際室温」は、昨年までとは異なり、窓側に座席のある児童は窓側の空気温度と窓側のグローブ温度の記入時(正午)の平均、廊下側に座席のある児童は廊下側の空気温度と廊下側のグローブ温度の記入時(正午)の平均とした。

「温度手帳」での申告とは別に、児童の「集中度合い」(活性度)を測るために、1分間で簡単な文章を何文字書き写すことができるかの、「書き写しテスト」を行なった。これは1回目に2セットと2回目に2セットの計4セットを行なった。なお、児童が読めない文字や書いたことのない文字がないよう、文章は小学4年生レベルのものを選定した。

3. 結果と考察

3-1. 不快申告者数の割合

図1に熊本と東京ならびに札幌の、「不快」とした児童の割合と、各地の1週間の平均外気温(正午における外気温の調査期間(5日間)の平均)を示す。

1回目と2回目で、熊本は「暑くて不快」とした児童が24%から13%に、札幌は52%から42%に減少し、

表1 2012年の調査対象と調査期間

【対象】	熊本市東区 : 5年1学級29名
	東京都板橋区 : 6年1学級34名、5年2学級79名
	札幌市南区 : 6年2学級49名
	1学級につき1人の担当教員(計6名)
	※東京の3学級をクラスA~C、札幌の2学級をクラスD、Eとする
【期間】	熊本 : (1回目) 9/3~7 (2回目) 9/24~28
	東京 : (1回目) 9/10~14 (2回目) 10/2~5、9
	札幌 : (1回目) 8/29~31、9/4~5
	(2回目) 9/18~21、24
【温熱環境調整方法】	熊本 : 通風、扇風機
	東京 : 冷房、通風、扇風機
	札幌 : 通風

東京は16%から27%に増加している。表2に東京の3クラス(クラスA~C)の1~4限での冷房稼動状況を示す。1回目では1~4限の92%の時間で冷房環境だったが、2回目は13%まで大幅に減少しており、「不快」とした児童の割合の変化は、児童の身体が、通風環境の教室における温熱環境に対応するのが困難な状態になっていることが原因であると考えられる。

また、1回目の「不快」とした児童の割合は、熊本で24%、東京で39%と、熊本の方が15%低い。冷房設備がなく通風と扇風機で温熱環境を調整している熊本の方が、多くの児童にとって不快でない教室の温熱環境づくりが行なえていると考えられる。

3-2. 発汗感と通風感

図2に発汗感と通風感の関係を地域別に示す。熊本と札幌の全体では「風を感じ、発汗感がある」の回答が2番目に多いが、東京では「風を感じず、発汗感がない」の回答が2番目に多い。東京の児童は、ほとんどの時間で冷房環境であるため、熊本と札幌の児童よりも発汗しにくい身体になっている可能性がある。

東京では、「不快」とした児童で「発汗感なし」と答えた割合が58%(=25+33)と、「発汗感あり」と答えた児童の42%(=28+14)より16%多い。熊本と札幌では「不快」とした児童は発汗感があり、東京では「不快」とした児童でも発汗感がない傾向にある。

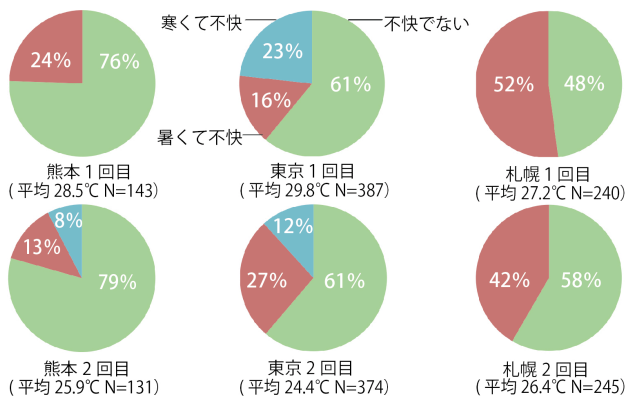


図1 「不快」とした児童の割合と平均外気温

表2 東京の冷房稼動状況(数字は授業の時限)

1回目	9/10	9/11	9/12	9/13	9/14
クラスA	1.2.3.4	2.3.4	1.2.3.4	1.2.3.4	1.2.3.4
クラスB	1.2.3.4	1.2.3.4	2.3.4	1.2.3.4	1.2.3.4
クラスC	1.2.3.4	3.4	1.2.3.4	1.3.4	1.2.3.4
稼動時間割合: 92%					
2回目	10/2	10/3	10/4	10/5	10/9
クラスA	4		4	3.4	
クラスB					
クラスC	3.4		4	4	
稼動時間割合: 13%					

3-3. 実際室温と想像温度

図3から図5に温熱的不快別の実際室温と想像室温の関係を示す。教員の実際室温は、教員の座席のある位置に基づいて、熊本は廊下側の実際室温、東京と札幌は窓側の実際室温とした。

熊本では、「不快でない」とした児童の想像温度の方が、「暑くて不快」とした児童の想像温度よりも低く、また実際室温より低い傾向にある。札幌でも、実際室温が30℃以下のとき、「不快でない」とした児童の方が、想像温度が低い傾向がある。実際室温が30℃以上のとき、札幌では「不快でない」とした児童が大幅に減少するが、熊本では「不快でない」とした児童も多い。厳しい暑さに慣れている熊本の児童と、慣れていない札幌の児童の地域差に加え、今年の札幌は猛暑であったこと、それに熊本は、例年よりも暑さが厳しくなかったことがこの差を生んだと考えられる。この地域差の結果は、昨年までの結果と同様である。

一方、東京では、温熱的不快の有無にかかわらず、想像温度にばらつきがある。東京の児童は、熊本と札幌の児童よりも多くの時間を冷房環境で過ごすために、実際室温と想像温度に差が出ていると考えられる。温熱環境に対する感度が低下しており、自分の周りの温熱環境をうまく想像できなくなっていると予想される。

図6に、東京でクラスによって冷房の稼動状況に差があった10/2、4、5における、クラスBの児童の実際

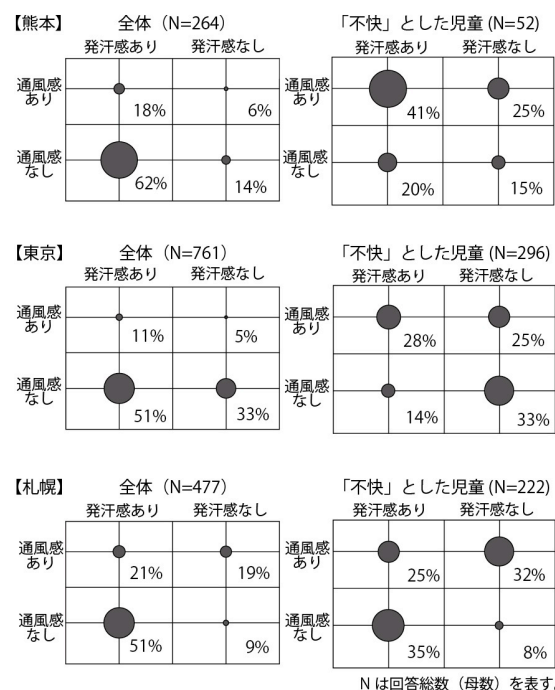


図2 発汗感と通風感の割合(全体・不快とした児童)

室温と想像温度の差の割合を示す。比較のため、この3日間の東京の温熱環境（外気温：25～27℃、実際室温：27～29℃）に類似した温熱環境であった日の、熊本の結果も示す。なお、「 $0 < n \leq 1$ が12%」とは、「実際室温と想像温度の差が0℃より大きく1℃以下だった児童の数が、全体の12%である」ことを意味する。教室に冷房設備のない熊本では、実際室温と想像温度の差が5℃より大きくなった児童の割合は13%だが、冷房から通風に温熱環境の調整方法が移行中の東京では48%である。表2と図3から図5を踏まえると、冷房環境に慣れた東京の児童は通風環境になると、温熱環境の変化に生理・心理感のいずれも、対応することができていないと考えられる。

3-4. 児童と教員の想像温度

図3から図5より、児童の実際室温と想像温度の差は大小ばらつきがあるが、教員の実際室温と想像温度の差は概ね5℃以内である。これは普段から教室の温熱環境を把握し、児童の様子を見ながら、児童にとってより良い環境を創り出す立場として、教室の温熱環境に対する感覚-温熱環境調整行動のプロセスが働いているからだと考えられる。特に、東京では、各クラスの担当教員に冷房を入れるか、入れないかを決定する権限があり、教員の温熱感が教室の温熱環境に大きな影響を与えていると推測される。

図7に東京の1、2回目全ての冷房稼働時における3クラスの実際室温と想像温度の差を示す。3クラスの中でも、教員の実際室温と想像温度の差が大きいクラスA（6.3℃）では、5℃より差のある申告をした児童が、最も多い。この結果は、教員が実際の温熱環境を十分に把握していないでいると、児童もその影響を大きく受けることを示唆している。

3-5. 書き写しテストと温熱環境

昨年の調査では、児童の集中度合い（活性度）を測るために、百マス計算を行なったが、計算への慣れの影響が出て、大きな相関は把握できなかった。今回は、慣れの影響が出ないように、書き写した文字数を得点とする、文章の書き写しテストに変更した。さらに個人の能力の差が結果に影響しないように、得点比（＝「 n セット目の得点」/「4セットの平均得点」）を用いる。得点比が高いほど、普段より多くの文字を書き写すことができている、つまり、集中度が高いと考えら

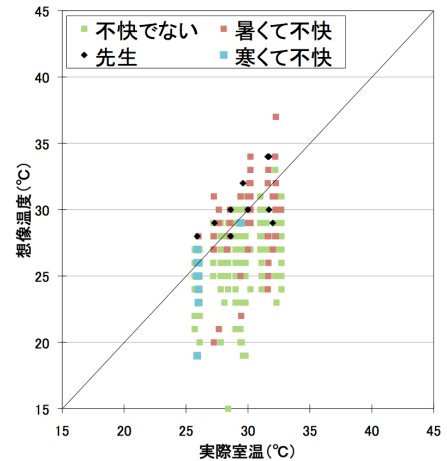


図3 熊本の実際室温に対する不快申告と想像温度

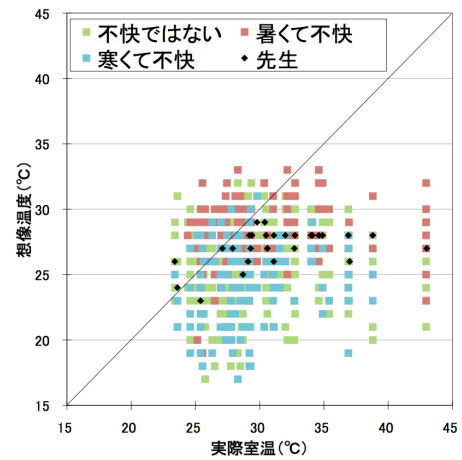


図4 東京の実際室温に対する不快申告と想像温度

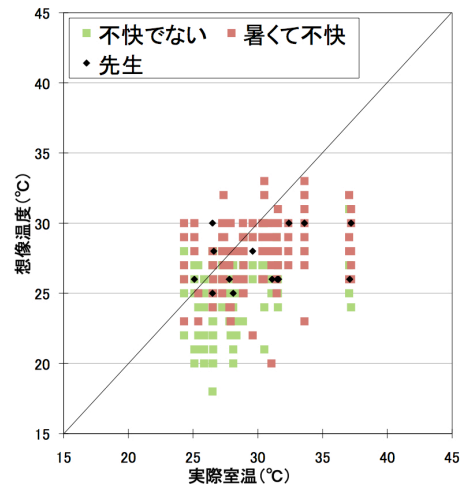


図5 札幌の実際室温に対する不快申告と想像温度

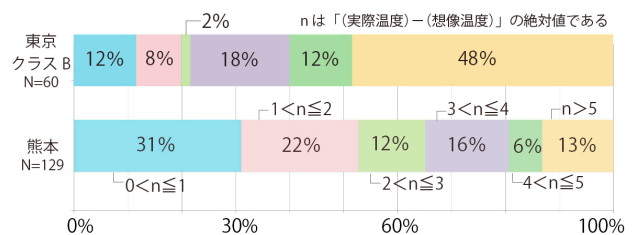


図6 冷房の移行期における実際室温と想像温度の差

れる。なお、ここでの実際室温は教室窓側の温度を採用している。その結果を図8から図10に示す。

書き写しテストでは、必ずしも回を重ねる毎に得点が上がっておらず、慣れの影響は小さいと考えられる。また、全児童の平均得点比が最高の日と最低の日を比較すると、熊本で1.1と0.9、札幌で1.1と0.8、東京で1.2と0.8とあまり差がない。このことから、1分間という短時間であれば、温熱環境に関わらず、一定の集中力を発揮することができると考えられる。

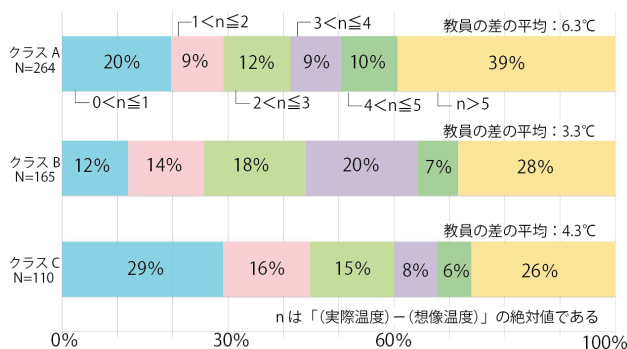


図7 東京3クラスの実際室温と想像温度の差

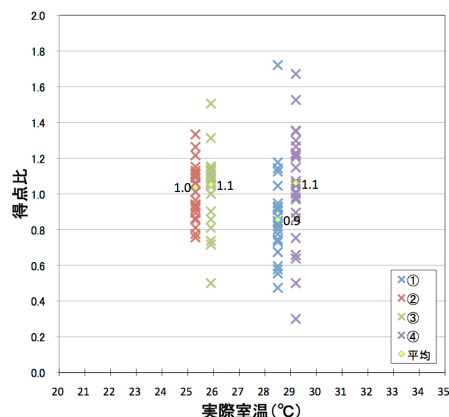


図8 熊本の書き写しテストの得点比と実際室温

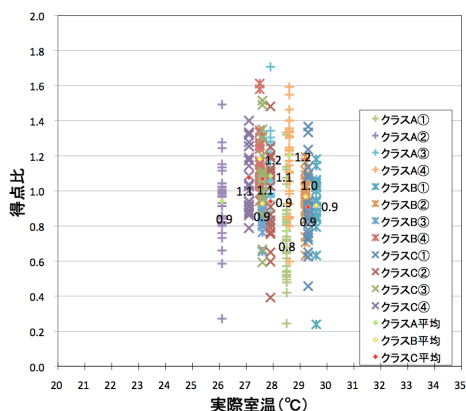


図9 東京の書き写しテストの得点比と実際室温

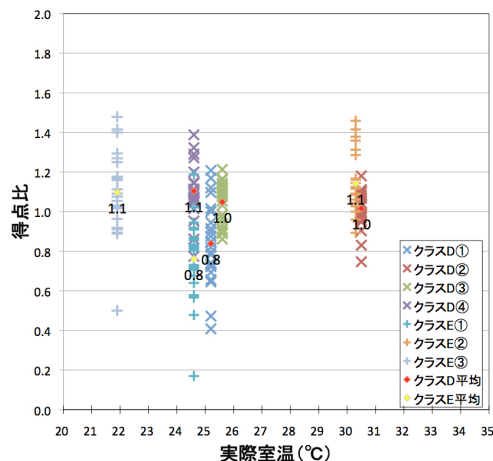


図10 札幌の書き写しテストの得点比と実際室温

4. まとめ

熊本と東京ならびに札幌の児童と教員を対象に、温熱的不快と実際室温、想像温度に関する調査を行ない、以下の事が分かった。

- 1) 熊本と札幌では昨年までと同様、「不快」とした児童の想像温度は実際室温よりも高い傾向があり、冷房環境である東京の児童の想像温度は、温熱的不快の有無によらず、実際室温と差があった。
- 2) 冷房環境から通風環境への移行期の東京では、実際室温と想像温度に差が大きい児童が多かった。
- 3) 東京の、実際室温と想像温度の差が大きい教員が担当するクラスでは、児童の実際室温と想像温度の差も大きかった。
- 4) 児童は、1分間の書き写しテスト程度の作業であれば、温熱環境に影響されずに、それぞれの児童のもつ集中力を発揮できる可能性が高い。

謝辞

熊本市立月出小学校、札幌市立常磐小学校ならびに板橋区立高島第五小学校の児童・教員の皆様のご協力を頂きました。北海道大学大学院・教授 羽山広文先生に助言を頂きました。記して謝意を表します。本研究は、平成23-24年度科研費（基盤研究（C）, 課題番号23601017）によった。

参考文献

- 1) 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。
- 2) 町口賢宏・斉藤雅也・辻原万規彦・鈴木信恵・羽山広文：温熱的快・不快の地域性に関する研究-札幌と熊本の小学児童を対象にして-、第69回日本公衆衛生学会抄録集（0707-67）2010. 10。
- 3) 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、pp. 41-42、2011. 8。
- 4) 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。
- 5) 秋成妹・斉藤雅也・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2、日本建築学会九州支部研究報告、第51号、pp. 125-128、2012. 3。

*1 熊本県立大学環境共生学部
 *2 札幌市立大学デザイン学部 准教授・博士（工学）
 *3 熊本県立大学環境共生学部 准教授・博士（工学）
 *4 札幌市立大学大学院デザイン研究科 博士前期課程・大学院生
 *5 東京都市大学環境情報学部 教授・工博

Student Prefectural University of Kumamoto
 Assoc. Prof., Sapporo City University, Dr. Eng.
 Assoc. Prof., Prefectural University of Kumamoto, Dr. Eng.
 Graduate student, Graduate School of Sapporo City University
 Prof., Tokyo City University, Dr. Eng.