

平成 30 年 6 月 25 日現在

機関番号：32707

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2017

課題番号：25350082

研究課題名(和文)人が多く集まる場所の温熱環境評価とその応用

研究課題名(英文)Evaluation and Its Application of the Thermal Environment at Places Where Many People Gather

研究代表者

榎本 ヒカル(ENOMOTO, Hikaru)

相模女子大学・栄養科学部・教授

研究者番号：00423517

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、オフィスや学校といった人が多く集まる場所の温熱環境を調査し、温熱環境評価について検討することを主な目的としている。2013年にはオフィス温熱環境を、2014年には学校温熱環境の調査を行い、その結果、調査対象オフィスの温熱環境は冬期は殆どのフロアはISO7730の快適範囲内であったが、夏期や中間期には室温が概ね27℃を超えると、PMV値は男女とも快適範囲を越え「暑い」環境となること、また学校温熱環境は夏期はエアコン使用により教室の温熱環境は高温高湿度になるのが抑制されているが、教員の皮膚温は比較的高温であったことなどを明らかにし、これまでに論文発表や学会等で報告を行った。

研究成果の概要(英文)：The main purpose of this research is to investigate and evaluate the thermal environment at places where many people gather, such as offices and schools. We surveyed office thermal environment in 2013, and school thermal environment in 2014. As a result, the thermal environment of the surveyed office was within the comfortable range of ISO 7730 on most floors in winter. But in the summer and intermediate period, when the room temperature roughly exceeds 27℃, the PMV value exceeded the comfortable range for both males and females, that was evaluated as "hot" environment. Also, in summer, the thermal environment of the school was suppressed not to be high temperature and high humidity in the classroom because of the use of the air conditioner. But the teacher's skin temperature in summer was relatively high. These results were published as an original thesis or presented at domestic and international conferences.

研究分野：住居学、建築環境衛生、環境人間工学、家庭科教育、生活科学、家政学

キーワード：温熱環境 オフィス 学校 実態調査 温冷感 PMV 勤務者 児童生徒

1. 研究開始当初の背景

室内温熱環境の評価指標として様々なものがこの100年の間に開発され、現在でもISOやJISに取り入れられ広く使用されている。そしてそのような指標から温熱環境の快適域が考案され、我が国や欧米をはじめとする諸外国の温熱環境基準値が設定され生活、労働、学校環境など様々な場面で現在用いられている。

しかし上記の設定値には根拠が明確でないものがある。例えば、我が国で現在オフィスの温熱環境基準値として幅広く認識されている「クールビズ/ウォームビズ」の基準値である28設定、20設定の根拠として1970年施行の建築物衛生法の管理基準や、1972年施行の事務所衛生基準規則がとりあげられるが、その基準の根拠は明らかにされておらず、さらにこれらが制定されてから既に40年近い歳月が経っており、当時の基準制定の社会的背景が現在のオフィス環境にもあてはまっているとは言いがたい。

また、学校の温熱環境基準としては学校保健安全法が2009年に改正されたが、その学校環境衛生基準の具体的な数値は「教室等(体育館も含む)の温度は10以上30以下が望ましい」となっており、多くの学校の教室に冷暖房設備が導入されつつある今日の状況をふまえて制定されているとは言いがたく、またこのような数値が教員や児童・生徒の身体的・精神的負担を増している可能性があると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では学校やオフィスなど、人が多く集まるが自分で環境を自由に調節できない場所の温熱環境の評価を行い、現基準の妥当性を検討することを目的とした。さらに、アウトリーチ活動として研究結果を一般の人向けに還元する活動を行った。

3. 研究の方法

(1) オフィス温熱環境に関する調査研究

2013年に夏期、中間期、冬期の東京都および岐阜県にある事務系オフィス9フロアの温熱環境の測定と、そこで働く人を対象としたアンケート調査を行った。

調査は2013年の7~8月、10月、12月に行い、調査対象オフィスは東京都区内と岐阜市にて6社9フロア、調査対象者数は3期合計で延べ男性507人、女性143人、計650人であった。各調査対象フロアにおいて室温と相対湿度、風速、平均放射温度をその室内中心付近の高さ約1mのポイントにて1分ごとに測定した。温熱環境測定結果とアンケート調査より得られたオフィス勤務者の着衣量より、PMV値を算出した。

(2) 学校温熱環境に関する調査研究

近年の夏場の暑熱気象に対応するため学校環境への冷房用エアコンの導入が急速に進んでいる。2014年度の調査では小中学校

普通教室のエアコン設置率は全国平均で32.8%、東京都では99.9%であり、夏期の教室温熱環境が改善していると推測される。本研究では東京都市部における現状の把握を目的として、教員と児童生徒の温熱環境の実態調査を行った。

調査は東京都の某区立小学校にて行われた。調査は南向きの校舎3階にある第6学年の学級で行い、教室とその学級の担任教諭(20代男性)、児童30名(男子16名、女子14名)を調査対象とした。測定項目は教室の温熱環境(温度、湿度、気流速度、黒球温度)、教諭の皮膚温(胸、上腕、下腿)、教諭及び児童の温冷感とした。調査は2014年9月上旬および10月下旬に行った。

4. 研究成果

(1) オフィス温熱調査結果について

調査を行った7棟のビルは、築40年以上の2棟、築10年以内の2棟を含み、中層建築1棟、高層4棟、超高層2棟であった。窓や開口部の開閉状態はオフィスによって異なり、中間期に窓や開口部の開け閉めを積極的に行っていたフロアは2カ所あり、どちらも比較的女性が多いフロアであった。夏期はすべてのフロアで空調機の設定温度は28とされており、服装を含めクールビズが徹底されており、クールビズ期間は1社のみ9月末まで、他は10月末までであった。それに対しウォームビズの実施は期間も決めて行っていたのは1社のみ、空調機の設定温度については20以下としていたフロアは2カ所のみであった。

オフィスにおける温湿度は概ね建築物衛生法の基準範囲にあった。夏期および中間期は概ね範囲内であるが、冬期は湿度が低いため範囲外となったフロアが多くみられた。

男性勤務者の着衣量は、夏期はフロア毎の平均値は0.50~0.60cloで、中間期はもっとも着衣量が少ないフロアが0.53cloで夏期とほぼ同様に対し、最も着衣量が多いフロアでは0.77cloで冬期とほぼ同様の値であった。冬期は1フロアのみ着衣量が0.70cloを下回っていたが5フロアでは0.80clo以上であった。夏期はオフィスフロアによる差はみられなかったが、中間期および冬期には有意差が認められた。

女性の着衣量は、夏期のフロア毎の平均値は0.42~0.61clo、中間期は0.43~0.75clo、冬期は0.59~0.85cloであり、全体として女性は男性より着衣量は少ないがばらつきは大きかった。3期ともフロアによる有意な差は認められなかった。

勤務者の着衣量は、夏期<中間期<冬期の順に多くなっていたものの、中間期ではオフィスによる大きな差が認められた。これは測定日の外気温による影響が示唆され、室内の着衣量であっても外気温が低い日には多く、高い日には少なくなる傾向が認められた。

勤務者のアンケート回答時刻における個

個人 PMV 値を算出した。個人 PMV 値の算出にはアンケート調査より得られた回答者個々の着衣量と、アンケート回答時点での室温、相対湿度、平均放射温度、気流速度を用い、代謝量は 1.1met として計算した。図 1 に算出された個人 PMV 値の平均値と標準偏差を示す。個人 PMV 値の平均値は夏期の男性が 0.41、女性が 0.12、中間期の男性が 0.57、女性が 0.22、冬期の男性が 0.14、女性が 0.01 であった。分散分析の結果、平均値の性差、季節差、両者の交互作用全てにおいて有意差が認められた。個人 PMV 値の大部分は ISO7730 における快適範囲である -0.5 ~ 0.5 の間に入っているものの中間期の男性は平均値が 0.5 を超える結果となった。理由として中間期の男性の着衣量が室温に比較して多かったことが推察される。

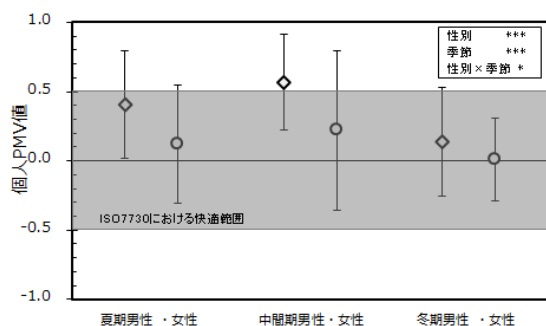


図 1 個人 PMV 値(平均値 ± SD)

オフィスフロア別の室温と PMV 値の平均値の関係から、冬期においては室温が 25 以下でも PMV 値は低くならず、これは着衣量の調節によって PMV 値が 0 に近い値になっていたためと考えられる。逆に中間期には、室温が 25 以下では男性に比べ女性の PMV 値は低い場合がみられる。同じ環境で働いているにもかかわらず男女差が認められることはオフィスの設定温度を万人が快適なものにする難しさを意味しているといえよう。本調査では 1 社以外は 10 月末までクールビズが導入されており、また女性の制服を導入している会社は 2 社のみ、うち女子社員全員が制服着用だったのが 1 社のみであった。これらの現状や 2011 年からのスーパークールビズ導入をはじめとして、勤務中の着衣量選択の自由度は近年広まっていると考えられるが、特に中間期のような外気温と室内温の差が大きい場合には、室内で適切な着衣量に保つことは実際には難しいことが予想される。

また、室温が概ね 26.5 近くかそれ以上の状況では PMV 値は男女とも 0.5 を越えるフロアが多くみられる。冬期に室温が低い場合には着衣によって PMV 値を 0 に近い「暑くも寒くもない状態」に調節できていたのに対し、夏期や中間期にはオフィスにおいてはこれ以上着衣量で温熱環境を調節するのは困難であるとも考えられる。著者らは男女とも季節に応じて着衣量を有意に変化させていたにもかかわらず、男性の着衣量は夏期や中

間期には必ずしも温熱環境に合っていないことを報告した。環境問題への意識の高まりもありクールビズやスーパークールビズなどの取組みが盛んになされているが、室温が 27 近くかそれを越えると着衣量だけで「暑くも寒くもない状態」に調節することは限界があると考えられる。

冬期の場合、今回の調査対象オフィスの室温は 23 ~ 26 程度であった。冬期は室温が 25 以下では PMV 値が 0 に近い値であり、冬期にはウォームビズをより積極的に導入し着衣を個人で調節できるようにすれば空調温度をもう少し低くできると考えられる。さらに、室温が下がれば相対湿度は上昇するので、女性の冬期の乾燥感愁訴が軽減される可能性が示唆された。

(2) 学校温熱環境調査結果について

教室の温熱環境は 9 月上旬は 25 ~ 29 の範囲内にあり、これは温熱環境は学校環境衛生基準の定める範囲内であった。エアコンにより高温高湿度になることが抑えられていると考えられる。また 10 月下旬には外気温は 20 以下であったが、教室は 24 ~ 28 であり夏とあまり変わらない状態であった。

教員の皮膚温は 9 月、10 月とも 34 程度であり、比較的暑い環境で働いていることが観察された。また、児童の温冷感個人差が大きく、平均値に男女差はみられなかった。児童と比べ教員の方が温冷感で高い値を示していた。

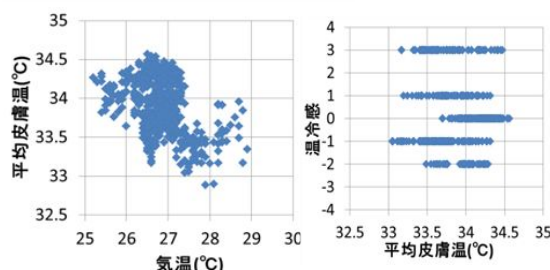


図 2 教員の平均皮膚温と温冷感申告(9月)

以上を総合すると、本調査対象学級の温熱環境は、児童にとって快適な環境であっても、教員にとっては若干暑い環境だと考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

榎本ヒカル、池田耕一、高尾野仁、井奈波良一、節電要請期のオフィス内温熱環境と勤務者の快適性評価に関する調査、人間と生活環境、査読有、23(2)p39-47、2016. DOI: 10.24538/jhesj.23.2_39

〔学会発表〕(計 10 件)

榎本ヒカル(招待講演) 実測調査からみたオフィス温熱環境評価について、日本建築学会第 47 回熱シンポジウム、2017.11. 榎本ヒカル、池田耕一、井奈波良一、節電

要請期間中のオフィス内温熱環境に関する検討その2：着衣状況を中心としたフロア間比較、日本生理人類学会第75回大会要旨集、p33、2017.6.

榎本ヒカル、事務所温熱環境と勤務者の着衣状況について、日本家政学会第69回大会研究発表要旨集、p134、2017.5.

榎本ヒカル、池田耕一、井奈波良一、節電要請期におけるオフィス内温熱環境に関する検討、日本生理人類学会第73回大会要旨集、p33、2016.6

Koichi Ikeda, Hikaru Enomoto, and Hitoshi Takaono, A Survey on Evaluation of Workers and Their Thermal Environment in Offices (査読有). Proceedings Healthy Buildings 2015 America, pp320-323. July 2015.

榎本ヒカル、ある東京都内の小学校における温熱環境調査、日本家政学会第67回大会研究発表要旨集、p90、2015.5.

Koichi Ikeda, Hikaru Enomoto, and Hitoshi Takaono, An Investigation Concerning Thermal Environment in Office and Workers' Evaluations Part 1. Responses to thermal environment and warm and cold sensations(査読有), The 6th International Conference on Energy and Environment of Residential Buildings in Zhengzhou, China. November 2014.

榎本ヒカル(招待講演) オフィス温熱環境の最新動向、日本生理人類学会オフィス研究部会、2014年度日本生理人類学会夏期セミナー、2014.9.

榎本ヒカル、高尾野仁、池田耕一、オフィスにおける温熱環境と勤務者の評価に関する調査その1 温熱環境および温冷感申告について、2014年度日本建築学会大会(近畿) 学術講演梗概集、環境工学 II、477-478、2014.9.

高尾野仁、榎本ヒカル、池田耕一、オフィスにおける温熱環境と勤務者の評価に関する調査その2 アンケート調査結果および温熱環境との相関、2014年度日本建築学会大会(近畿) 学術講演梗概集、環境工学 II、479-480、2014.9.

〔その他〕

アウトリーチ活動

榎本ヒカル「温熱環境評価と WBGT について」相模女子大学教員免許更新講習、2018年8月24日(予定)

榎本ヒカル「熱中症予防を目的とした温熱環境評価について」東京福祉大学教員免許更新講習、2014年8月7日

6. 研究組織

(1)研究代表者

榎本 ヒカル (ENOMOTO, Hikaru)
相模女子大学・栄養科学部・教授

研究者番号：00423517

(2)研究分担者

池田 耕一 (IKEDA, Koichi)

日本大学・理工学部・教授(当時)

研究者番号：90100057