

200500105A

厚生労働科学研究費補助金

厚生労働科学特別研究事業

# 夏期における我が国のオフィス 温熱環境の特徴に関する調査研究

平成17年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 池田 耕一

平成18(2006)年 3 月

目 次

I. 総括研究報告

夏期における我が国のオフィス温熱環境の特徴に関する調査研究	――	3
		池田 耕一

II. 分担研究報告

1. 諸外国におけるオフィス温熱環境基準に関する調査研究	――	11
		池田 耕一、東 賢一

(資料) 調査資料のまとめ	――	19
---------------	----	----

2. 夏期におけるオフィス温熱環境の実態と その勤務者評価に関する調査研究	――	33
		栃原 裕、輿水 ヒカル

III. 研究成果の刊行に関する一覧	――	51
--------------------	----	----

厚生労働科学研究費補助金（厚生労働科学特別研究事業）

総括研究報告書

夏期における我が国のオフィス温熱環境の特徴に関する調査研究

主任研究者 池田 耕一 国立保健医療科学院建築衛生部部長

研究要旨

今日大きく変化しつつあるオフィスの温熱環境の特徴について、特に夏期における環境の現状把握と問題点の考察を目的に実際のオフィス温熱環境とそこで働く人々に対するアンケート調査を行い、また同様の基準に関する諸外国の動向についての調査研究を行った。その結果、実際のオフィス温熱環境は物理的には問題ない状態であったにもかかわらず、そこで働く人々の環境に対する評価は非常に差が大きかったこと、また諸外国の温熱環境基準と比較して、我が国の夏期の上限 $28^{\circ}\text{C}$ という基準は調査対象の中では高めであったこと、などが明らかとなった。これらの結果をふまえ、健康で快適なオフィス温熱環境条件を作り出すための対応策の提案を行う。

A. 研究目的

「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」（建築物衛生法）は、建築物の維持管理に関して環境衛生上必要な事項等を定めることにより建築物における衛生的な環境の確保を図り公衆衛生の向上及び増進に資することを目的として、昭和45年に制定された。この管理基準では、室内の温度は「おおむね $17^{\circ}\text{C}$ 以上 $28^{\circ}\text{C}$ 以下」とされている。これは当時の調査や実験等の知見に基づき管理基準が規定されたものである。

それから30年以上が経過し、オフィスの空調設備の変化、建物構造の気密化・高断熱化、備品の機械化などはその頃想定された状態とはかなり異なってきている。またそれらを取り巻く環境として、夏期における都市部のヒートアイランド現象や、オフィスで働く人女性の増加や年齢の多様化、さらには夏期における服装の簡略化などの動きもみられている。

昨今、京都議定書目標達成計画の一環で「クールビズ」と称する運動が盛んに行われ

ている。これはオフィス内の冷房温度設定を28℃に徹底し、服装もノージャケット・ノーネクタイと軽装化し、省エネルギーと健康や快適さの確保の両立を図ることを目的としているものである。特に、室内設定温度の上限である28℃の基準については、注目されており、「28℃では暑い」という議論や「28℃より更に高温側での室温設定の可能性」等の議論もなされている。一方、オフィス側の要因として、空調設備や建物の構造（気密化・高断熱化等）、備品等（パソコンやコピー機等、熱を発するもの等）の増加、また、オフィス内で働く人のニーズ、服装の変化等、温熱環境を取り巻く状況も大きく変化している。

このような現状を鑑みれば、制定以来30年以上が経過している「建築物衛生法」で定められている管理基準上の室温に関して、特に夏期におけるオフィス環境としての再検討を試みる必要があるといえる。そこで本研究では、現状の把握と問題点の検討を目的に、<1>温熱環境に関する諸外国の規制の状況に関する調査と、<2>実際の「クールビズ」導入オフィスにおける温熱環境とそこで働く人の人体側条件に関する実態調査、の2種類の調査研究を行ったのでここに報告する。

## B. 研究方法

上述の如く2種類の方法の調査を行った。<1>温熱環境に関する諸外国の規制の状況に関する調査

諸外国の温熱環境基準に関する報告書、

関連学会の資料、関連論文をインターネットおよび文献データベースで調査した。さらに、電子メール等で諸外国の関係組織に直接問い合わせることで最新の情報を入手した。欧州、北米、アジア、オセアニアを調査対象国とした。

### <2> 夏期のオフィスにおける温熱環境実態調査

調査は2005年9月中旬に行われた。調査対象は、東京都千代田区にあるオフィスビルであった。建物7階の執務室にて温熱環境条件の測定を行い、併せてそこで働く人を対象に着衣状況や主観的申告をアンケート形式で回答してもらった。回答が得られた人数はのべ84人で、内訳は男性71人、女性13人であった。

調査項目は、温熱環境条件として、調査対象執務室の温度、相対湿度、気流速度、黒球温度をポータブルPMV計にて計測した。人体側環境条件測定として、アンケート調査を行った。質問項目は主観的申告（温冷感、温熱的快適感）、着衣状況、身長、体重、体質、その他コメント等であった。

## C. 結果

### <1> 温熱環境に関する諸外国の規制の状況に関する調査

諸外国の規制の現状調査では、アメリカ合衆国、カナダ、イギリス、フィンランド、中国、香港特別行政区、シンガポール、オーストラリア、ニュージーランドの温熱環境基準に関する情報を得た。

#### 1. アメリカ合衆国

アメリカ暖房冷凍空調学会による ASHRAE Standard 55-2004: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy では 80% の居住者が許容可能な作用温度範囲として夏季は約 23～27°C、冬季は約 20～24°C が定められている。また保健省 (DHHS) による温熱環境基準では、就業時間中に維持すべき夏季の冷房温度は 21.1°C～26.7°C (70°F～80°F) の間であり、冷房装置の調節温度は 25.6°C～26.7°C (78°F～80°F) の間に設定すべきとされている。また、同様に冬季の暖房温度は 18.3°C～20.0°C (65°F～68°F) に維持すべきであり、非就業時間中は 12.8°C (55°F) 未満に設定すべきとされている。さらに労働省 労働安全衛生局が OSHA Technical Manual において、オフィスにおける温湿度のガイドラインを勧告している。このマニュアルによると、湿度の制御範囲は 20%～60%、温度の制御範囲は 20°C～24.4°C (68°F～76°F) を勧告している。ただし、この数値は規制値ではない。

## 2. カナダ

カナダ労働安全衛生センターが労働環境における温熱快適性に関するガイドラインとして、一般的には 21～23°C (69～73°F) の範囲内に維持することを推奨している。夏季に外気温度がこの範囲よりも高い時は、屋外と外気との温度差を最小限にするために、少しばかり高い温度に空調することが望ましい、としている。またカナダ規格協会の CSA Z412-00「オフィス人間工学」において、カナダのオフィス環境において要

求される温度と湿度が示されている。これらの値は、ASHRAE Standard 55 - 2004 に基づいて作成されている。

## 3. イギリス

健康安全局による職場の温熱快適性に関する指針 (1999 年) では、イギリスの大半の国民が許容可能な温熱快適性の範囲は、13°C (活動量の多い職場)～30°C (デスクワーク中心の職場) とされている。

## 4. フィンランド

環境省住宅建築局が管轄している建築基準法の温熱環境基準では、夏季の室温が 23°C、冬季の室温が 21°C とされている。また、フィンランド室内空気質気候学会 (FiSIAQ) が作成した室内気候分類では、夏の室温の目標値は、S1 で 23～24°C、S2 で 23～26°C、S3 で 22～27°C となっている。S3 は National Building Codes (建築基準法) で設定された要求水準を満たすレベルであるが、ときおり息苦しく感じる可能性があるとして定義されている。

## 5. 中国

国家環境保護総局、衛生部、国家品質監督検査検疫総局の 3 つの行政機関が共同で室内空気質基準 (GB/T18883-2002) によると、夏の室温の基準は、22～28°C である。

## 6. 香港特別行政区

香港政府が設置した省庁間室内空気質管理グループが公表した室内空気質管理の指針では、室温の Excellent class は 20～25.5°C、Good class は 25.5°C 未満である。

## 7. シンガポール

シンガポール環境省による、室内空気質

ガイドラインに関する報告書によると、夏の室温のガイドラインは22.5～25.5℃である。

## 8. オーストラリア

オーストラリア連邦 Comcare による公共サービスオフィスの空調と温熱快適性に関するブックレットでは、一般的なオフィス環境の人々にとって、23℃近辺が快適な温度であり、空調システムは20℃～26℃の範囲内に調整するよう勧告している。夏の服装に応じた温度基準は23～26℃である、とされている。

## 9. ニュージーランド

労働省が規定した温熱環境基準では、夏の服装に応じた温度基準は、デスクワーク中心の職場が19～24℃、活動量の多い職場が16～21℃とされている。

### < 2 > 夏期のオフィスにおける温熱環境実態調査

環境側条件の測定結果については、実測期間中の外気温は日中は25℃から27℃程度で夏期としては比較的涼しい環境であり、調査対象執務室における温度および相対湿度は、およそ25～27℃、45%程度で、「クールビズ」の28℃設定基準値を下回っていた。室内で測定された平均放射温度や風速はほぼニュートラルな値であり、温熱的快適性に大きな影響を与えるレベルではなかった。

執務室における勤務者アンケートの回答者は、20歳代から50歳代の男性と、20歳代を中心とした女性で、男性の回答者

は年齢だけでなく体型や体質にも分布の幅がみられ、多種多様な人が含まれていた。アンケート回答者の着衣量 (clo 値) の平均値は男性で0.55clo、女性は0.44cloで、女性の方が薄着であった。男女合わせた平均値は0.53cloとなった。なお男性の着衣状況は、全員ノージャケットで、Yシャツもしくはポロシャツを着用し、一番多くみられたパターンは半袖Yシャツ着用で全体の半分近くを占め、次いで多かったのは長袖Yシャツ着用者で全体の3分の1みられた。ポロシャツ着用者は1割未満で、ネクタイ着用者は12%ほどで、1名以外は全員長袖Yシャツ着用であった。

アンケート回答者の温熱環境に対する主観的申告として、アンケート回答時の温冷感を9段階（-4：非常に寒い～+3非常に暑い）で回答してもらった結果、男性の申告は「-2：涼しい」から「+4：非常に暑い」まで広範囲に分布し、個人差が大きく過半数の男性が「暑い」側の申告をしていた。女性の申告は男性に比べるとばらつきが小さいもののある程度の個人差はみられ、「涼しい」側の申告が3割、「どちらともいえない」が4割、「暑い」側の申告が3割であった。温熱的快適感については、男性の場合は「不快」側の申告が4割、「快適」側の申告は3割強で、女性の申告は「不快」側の申告が2割弱、「快適」側の申告が5割強で、同じ環境に対する評価にはばらつきがみられた。

アンケート調査より得られた回答者各々の着衣量、活動量と、その時点での室温、相

対湿度、気流速度、平均放射温度よりPMV値を算出した。男性ではPMV値が0以下はおらず、半数が0～0.4で、3割が0.4～0.8、2割程度が0.8以上であった。最小値が0.02、最大値が1.33で、男性だけの平均値は0.54であった。女性は、PMV値が0以下になった人が1割程度おり、0.8以上だった人はいなかった。女性の最小値は-0.19、最大値は0.76で平均値は0.33となり、男性よりやや「涼しい」側の値となった。なお、男女合わせた平均値は0.50で「やや暖かい」と「どちらともいえない」の中間の値であった。

アンケート回答者の個人の体質については、男性は7割近い人が「暑がりである」と回答し、また冷房に対しても3割以上が「強い」と回答しているが、女性は「暑がりである」申告は3割にとどまり、また「冷房に弱い」と回答した人が5割を超えている。クーラー、扇風機に対する好みについては、男性の6割が「クーラーが好き」と回答しているのに対して女性で「クーラーが好き」と回答する割合は2割にとどまり、「クーラーが嫌い」との回答が男性の1割強に比べ女性では3割程度みられる。扇風機については男性の場合は評価がばらつき、「好き」との回答が3割強、「嫌い」の回答が2割みられたが、女性の場合は「好き」が2割強みられるが「嫌い」の回答が5割強を占めていた。このように、男女には体質や冷房器具に対する嗜好に違いがみられ、男性は「暑がり、クーラーが好き」であるのに対し女性は「暑がりではなく、冷房

に弱く、扇風機が嫌い」である人が多く占めた。

#### D. 考察

諸外国における夏場の温度の上限値は、イギリス健康安全局は30℃、中国と日本は28℃、ASHRAEとアメリカ保健省は27℃、カナダ・香港特別行政区・シンガポール・オーストラリアは26℃、その他は一般的なオフィスに関しては23、4℃に設定されていた。諸外国と比べ日本の基準値は高めであるといえる。また日本の建築物衛生法では、季節を問わず室温基準値として17～28℃と大きく範囲を設定している。しかしながら今回の調査で明らかになった諸外国における温熱快適性に関わる項目のうち、9カ国と香港特別行政区における12機関のうち8機関において夏と冬の基準を別々に設定していた。温熱快適性は着衣量に大きく影響を受け、着衣量によって快適な温度範囲が異なり、季節や着衣に応じた快適な温度範囲があるといえる。日本の建築物衛生法における温度基準にもこのような実情を考慮に入れた検討がされるべきと考えられる。さらに今回の調査のうち3基準では、人の感受性や要求水準、或いは活動量に応じて温熱環境基準を複数に分類していた。このような概念も、今後の温熱環境基準を検討する上で考慮すべき要素であろう。特に夏場の温熱環境は、着衣量、活動量、外気温等の他の因子によっては快適範囲がかわってくると考えられる。そのため、職場における着衣や活動量等の

実態に応じた温度基準が検討されてもいいのではないだろうか。

今回のオフィスビルにおける実態調査では、昼間の室温は建築物衛生法基準値の28℃の範囲内にあり、また外気温も28℃を超えることは殆どなく、比較的悪くはない温熱環境であった。また、そこで働く人々の服装はおおむね薄着で、特に男性は全員がノージャケットであり、ネクタイ着用率も1割強で、「クールビズ」推進オフィスであった。しかしながら、そこで働く人達による環境評価は非常にバラエティに富み、同じ環境に対すして男性では「快適」との評価が4割みられるものの「不快」側の評価も4割以上みられた。これら環境に対する評価の違いは各々の着衣量や代謝量の違い、個人の温熱環境に対する体質の違いに起因しているものと推察される。オフィスとは一日のうちで多くの時間を過ごす場所であるが、そこに滞在する人々の体質が様々であり、空調に対する好みがちまちまであることは留意すべき事柄であるといえる。「クールビズ」推進オフィスで「暑すぎて不快」という人達のために何らかの積極的な方策が考えられてもよいのではないだろうか。具体的には着衣のさらなる軽装化・自由化、空調の吹き出し口の個別設定、オフィス家具やその配置の工夫、通風の利用、などが考えられる。28℃という気温でISO 7730 標準であるPMV値0.5以内の環境にするには、着衣量を減少させたり、気流速度の増加、相対湿度を低下させることで達成可能である。逆に、室温が28℃以下で

もPMV値が0.5以上に上昇し、不快な環境となる可能性もあり得る。労働環境による熱中症の症例として、平成17年度中央労働災害防止協会研究部による熱中症の発生防止に関する報告書によると、気温28℃以下の環境でもその他の温熱条件（放射熱、高湿度）の影響によっては熱射病が発生することが報告されている。これらの症例の殆どは屋外作業で建設業などの肉体労働中であり、一定に空調され日射の影響も殆どないオフィスビル内の環境とは一概に比較できないと考えられる。また、環境省平成15年度ヒートアイランド現象による環境影響に関する報告書によると、熱中症の発生には性差や年齢差があるとされており、最高気温が28℃以下でも熱中症が発生していること、最高気温だけでなく不快指数や体感気温、さらにはそれらの指標値が高い状態で続くことで熱中症発生が多くなる傾向がある、とされている。環境の状態はもちろんのこと、年齢や性別、個別の体調やその他様々な要因によって熱中症の危険性は変化すると考えられるので、その点についてはたとえオフィス内でもある程度留意されるべきといえよう。

これからのオフィス環境においては、高齢人口の増加や女性の就労率の上昇、外国人労働者の増加などが考えられ、個人差というものはますます大きくなると推察される。省エネルギーと生産性を保ちながらもより快適に、安全に、健康に過ごすことのできる環境条件が個別に創造できることが望まれる。



## E. 結論

我が国の夏期におけるオフィス温熱環境の特徴に関して、現状の把握と問題点の検討を目的に、<1>温熱環境に関する諸外国の規制の状況に関する調査と、<2>実際の「クールビズ」導入オフィスにおける温熱環境とそこで働く人の人体側条件に関する実態調査、の2種類の調査研究を行った結果、以下の結論を得た。

<1> 諸外国の温熱環境基準値については、夏と冬の基準を別々に設定している関係諸機関が多くみられた。日本の建築物衛生法は、季節を問わず17℃～28℃と大きく範囲を設定しており、また上限値の28℃は其中では比較的高めであった。温熱快適性は、着衣量によってその温度範囲が異なるため、季節に応じた快適な温度範囲がある。今後、このような点を考慮に入れた検討が必要であると考えられる。また国や基準によっては人の感受性や要求水準、活動量に応じて温熱環境基準を複数に分類していた。このような概念も、今後の温熱環境基準を検討する上で考慮すべき重要な要素であると考えられる。また、夏場の温度の上限は、諸外国の関係諸機関や対象となる職場によっては21℃～30℃と大きく異なっていた。夏場の上限温度は、着衣量、活動量、外気温等の他の因子によって快適範囲が異なってくると考えられる。日本の職場の実態に応じた温度基準が検討されるべきであると考えられる。

<2> 今回測定されたオフィスにおける室

温は28℃以下で、湿度や平均放射温度等その他の温熱環境条件も比較的問題ない状態であった。オフィス労働者による温熱環境の評価は、男女別にみると女性はおおむね満足度が高く、男性は「快適」な人から「暑くて不快」な人まで個人差が大きくみられた。これらは、着衣量の（特に男女による）違いや、代謝量、また冷房や暑さに対する体質の違いに起因していると考えられる。このようなオフィス環境での快適性向上のための手段としては、着衣の軽装化による調整や、空調吹き出し口の工夫、扇風機や通気性を利用したオフィス家具の導入、などが考えられる。

## F. 健康危険情報

なし

## G. 研究発表（予定）

「クールビズ」実施オフィスおよびその勤務者に関する温熱環境実測調査、興水ヒカル、栃原裕、池田耕一、東賢一、日本生理人類学会第55回大会、2006年6月

Observation of the thermal conditions and thermal responses of the office workers in "cool biz" implemented office in summer in Japan, Hikaru Koshimizu, Yutaka Tochiyama, Koichi Ikeda, Kenichi Azuma, The 8th International Congress of Physiological Anthropology. October, 2006.

#### 別添 4

厚生労働科学研究費補助金（厚生労働科学特別研究事業）

分担研究報告書

#### 諸外国におけるオフィス温熱環境基準に関する調査研究

分担研究者 池田耕一 国立保健医療科学院 建築衛生部 部長

研究協力者 東 賢一 国立保健医療科学院 建築衛生部 協力研究員

##### 研究要旨

諸外国における温熱環境基準の現状について、関連する報告書、関連学会の資料、関連論文をインターネットおよび文献データベースで調査した。さらに、電子メール等で諸外国の関係組織に直接問い合わせる最新の情報を入手した。アメリカ合衆国、カナダ、イギリス、フィンランド、中国、香港特別行政区、シンガポール、オーストラリア、ニュージーランドの合計9ヶ国および1行政区における12の関係諸機関からの情報を得た。夏と冬の基準を別々に設定している関係諸機関が多くみられた。日本の建築物衛生法は、季節を問わず17～28℃と大きく範囲を設定している。温熱快適性は、着衣量によってその温度範囲が異なるため、季節に応じた快適な温度範囲がある。今後、このような点を考慮に入れた検討が必要であると考えられる。フィンランドと香港特別行政区は、人の感受性や要求水準に応じて温熱環境基準を複数に分類していた。また、ニュージーランドでは、活動量に応じて温熱環境基準を2つに分類していた。このような概念も、今後の温熱環境基準を検討する上で考慮すべき重要な要素であると考えられる。夏場の温度の上限は、諸外国の関係諸機関によって21～30℃と大きく異なっていた。夏場の上限温度は、着衣量、活動量、外気温等の他の因子によって快適範囲が異なると考えられる。

##### A. 研究目的

昭和45年に制定された「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」（建築物衛

生法）では、建築物の維持管理に関して、環境衛生上必要な事項等を規定している。その中で維持管理基準として規定されている

値は、数十年前の実験や調査から推測されたものである。

しかしながら、それから30年以上が経過し、オフィスの空調設備の変化、建物の気密化・高断熱化、備品の機械化など、その頃想定された状態とはかなり異なってきている。また、それらを取り巻く環境として、夏期における都市部のヒートアイランド現象や、オフィスで働く人の性別・年齢の多様化、さらには夏期における服装の簡略化などの動きが生じている。

このような現状を鑑みれば、制定以来30年以上が経過している「建築物衛生法」で定められている管理基準上の室温に関して、特に夏期におけるオフィス環境としての再検討を試みる必要がある。そこで本研究では、温熱環境に関する諸外国の規制の状況に関する調査を行い、それぞれの現状を把握する。

## B. 研究方法

諸外国の温熱環境基準に関する報告書、関連学会の資料、関連論文をインターネットおよび文献データベースで調査した。さらに、電子メール等で諸外国の関係組織に直接問い合わせて最新の情報を入手した。欧州、北米、アジア、オセアニアを調査対象国とした。

## C. 研究結果

本研究の調査では、アメリカ合衆国、カナダ、イギリス、フィンランド、中国、香港特別行政区、シンガポール、オーストラ

リア、ニュージーランドの温熱環境基準に関する情報を得た。表1および表2に本調査で得た基準値を一覧にした。以下、これらの基準について概説する。これらの調査結果の詳細は、後述する「調査資料のまとめ」に明記した。

### 1. アメリカ合衆国

関係省庁や関係団体等が温熱環境基準を定めている。代表的なものは、1) アメリカ暖房冷凍空調学会 (ASHRAE)、2) 保健省 (DHHS)、3) 労働安全衛生局 (OSHA) である。以下、それぞれの基準やガイドラインについて概説する。

#### 1-1. アメリカ暖房冷凍空調学会 (ASHRAE)

##### 1) ASHRAE Standard 62-2001: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality

居住者の健康影響を最小限にするための換気回数と室内空気質に関する仕様を定めている。この基準は全ての室内および密閉空間に適用される。台所、浴室、ロッカールーム、遊泳用プールにおける湿気もこの基準の対象となっている。この基準は、室内空気質に影響する化学的、物理的、生物的因子を対象としている。基本的に、温熱快適性はこの基準の対象ではないが、湿度に関する推奨値を勧告している。Standard 62によると、高湿度は、ある種の真菌やチリダニなどの病原体やアレルゲンの成長を促進する。そのため、居住空間の相対湿度の推奨値を30%~60%としている。下限値は、

冬季の低湿度気候が想定されている。

## 2) ASHRAE Standard 55-2004: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy

温度、熱放射、湿度、気流速度に関する温熱環境因子の基準を定めている。また、活動や着衣量などの個人因子に関する基準も定めている。

80%の居住者が許容可能な作用温度 (operative temperature: OT) の範囲が定められている。夏季は約23～27°C、冬季は約20～24°Cである。大半のオフィス空間がその範囲に入る。作用温度とは、空気温度、気流速度、平均放射温度及び有効体表面積などで決定される生理的温度指標である。周壁温度と室内乾球温度との差が比較的大きい放射暖房などの温熱指標として用いられる。室内気流が0.2 m/s未満のとき、作用温度は空気温度と平均放射温度の平均値とみなされる。

### 1-2. 保健省 (DHHS)

保健省は、公衆衛生サービス施設 (PHS facilities) に関する温熱環境基準をマニュアルとして定めている。このマニュアルによると、就業時間中に維持すべき夏季の冷房温度は21.1°C～26.7°C (70°F～80°F) の間であり、冷房装置の調節温度は25.6°C～26.7°C (78°F～80°F) の間に設定すべきとされている。また、同様に冬季の暖房温度は18.3°C～20.0°C (65°F～68

°F) に維持すべきであり、非就業時間中は12.8°C (55°F) 未満に設定すべきとされている。

### 1-3. 労働安全衛生局 (OSHA)

労働省の労働安全衛生局が、OSHA Technical Manual において、オフィスにおける温湿度のガイドラインを勧告している。このマニュアルによると、湿度の制御範囲は20%～60%、温度の制御範囲は20°C～24.4°C (68°F～76°F) を勧告している。ただし、この数値は規制値ではない。

## 2. カナダ

カナダには温熱環境規準に関する法律はないが、カナダ労働安全衛生センター (Canadian Centre for Occupational Health and Safety: CCOHS) が労働環境における温熱快適性に関して以下のガイドラインを示している。

- (1) 一般的には21～23°C (69～73°F) の範囲内に維持することが推奨される。夏季に外気温度がこの範囲よりも高い時は、屋外と外気との温度差を最小限にするために、少しばかり高い温度に空調することが望ましい。
- (2) 相対湿度が約50%に維持されると、オフィス内の労働者は呼吸器系への影響をほとんど受けず一般に快適である。しかし、湿度がさらに高くなると空気がこもり、息苦しさを感ずる。そしてさらに重要なことは、特に気密性の高い

建物内では細菌やかびの成長を助長することである。

- (3) 相対湿度が50%をさらに下回ると、粘膜の乾燥や皮膚の発疹を助長して不快となる。乾燥状態ではオフィス機器やその使用者に帯電が生じやすくなる。
- (4) 0.25m/s以下の気流速度では、長期間の集中力が要求される仕事であっても、深刻な注意力の低下を引き起こさない。
- (5) カナダ規格協会(CSA)のCSA Z412-00「オフィス人間工学」において、カナダのオフィス環境において要求される温度と湿度が示されている。これらの値は、ASHRAE Standard 55 - 2004に基づいて作成されている。およそ80%の人々が快適感を示す温度範囲とされている。

### 3. イギリス

健康安全局(Health and Safety Executive: HSE)が、職場の温熱快適性に関する指針(Thermal comfort in the workplace - Guidance for employers-)を1999年に公表している。この指針の対象は、店舗、オフィス、工場、実験場などの一般的な室内環境である。加熱や冷却が強制的に行われている鋳造所、ガラス工場、冷蔵室など、製紙工場やクリーニング工場などの高湿度の職場、作業上特殊な保護衣を着用しなければならない職場は対象外である。この指針によると、イギリスの大半の国民が許容可能な温熱快適性の範囲は、13°C(活動量の多い職場)～30°C(デスクワーク中心の職場)である。その他、1992

Regulation (Workplace health, safety and welfare. Workplace (Health, Safety and Welfare) Regulations 1992. Approved Code of Practice)において、「職場の温度は通常16°C以上にすべきである。ただし、過酷な労働を行う場合は13°Cを下限とすることができる。ただし、これらの温度は、気流速度や相対湿度などの他の因子に依存するため必ずしも快適性を保証するものではない。」と勧告している。

## 4. フィンランド

### 4-1. 環境省 (Ministry of the Environment)

住宅建築局(Housing and Building Department)が管轄している建築基準法(National building code)のpart D2に温熱環境基準が規定されている。夏季の室温が23°C、冬季の室温が21°C、いずれの季節に限らず21°C時の相対湿度が45%RHである。この法律は建物(Buildings)を対象とした法律である。

### 4-2. 室内空気質気候学会 (FiSIAQ)

フィンランド室内空気質気候学会(FiSIAQ)が室内気候分類を作成している。この分類は、フィンランド環境省の支援を受けており、新築または改築時の室内空気質に関する自主的な分類である。オフィスビル、公共施設、学校、保育園、住宅などの室内空気を対象としている。室内空気質と気候の目標値(S1, S2, S3)において、夏と冬の室温、室温の範囲から一時的に外れても良い温度、垂直方向の温度差、床温度、夏と冬の気流の目標値が示されている。夏の室温は、S1で23～24°C、S2で23～26°C、

S3で22～27°Cとなっている。最も低い目標値であるS1は、高齢者、アレルギーや呼吸器系疾患等を有する居住者の目標を満たす水準と定義している。これまで公共建設の施主の多くは、中間のS2分類を採用してきた。S3分類は、National Building Codes (建築基準法) で設定された要求水準を満たすレベルであるが、ときおり息苦しく感じる可能性がある」と定義されている。

## 5. 中国

2002年11月19日、国家環境保護総局 (State Environmental Protection Administration: SEPA)、衛生部 (Ministry of Health)、国家品質監督検査検疫総局 (General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine)の3つの行政機関が共同で室内空気質基準 (GB / T18883-2002) を公布した。この基準は2003年3月1日に施行された。住宅とオフィスの室内空気質に対する評価に適用され、室内空気質基準、室内空気試料採取、モニタリング方法が規定されている。この基準の中に、夏と冬の室温、同相対湿度、同気流、風量に関する基準が規定されている。夏の室温の基準は、22～28°Cである。

## 6. 香港特別行政区

香港政府が設置した省庁間室内空気質管理グループ (inter-department Indoor Air Quality Management Group: IAQMG)が、2003年9月にオフィスと公共の場を対象とした室内空気質管理の指針 (Guidance Notes for the Management of Indoor Air Quality in Offices and

Public Places) を公表した。この指針は、機械換気や空調設備を有する建物や閉鎖空間に適用される。しかし、住居用建物、医療施設、産業施設には適用されない。この指針では、温熱環境や室内空気汚染物質の最大濃度として室内空気質目標 (IAQ Objectives) が作成されている。

室内空気質目標は、労働衛生基準が対象としている労働者の健康だけでなく、労働者の快適性も対象としている。また、子供や高齢者、化学物質過敏症や免疫機能に障害を有する人などの高感受性集団も対象としている。温熱環境の目標値としては、室温、相対湿度、気流に関して、それぞれ Excellent class と Good class の2つの目標値が作成されている。Excellent class は、快適な建物が有するべき最良質な室内空気質、Good class は、子どもから高齢者の健康を保護する良質な室内空気質と定義されている。室温の Excellent class は 20～25.5°C、Good class は 25.5°C未満である。

## 7. シンガポール

シンガポールは熱帯性気候で高層ビルが密集している。劣悪な室内空気質は、職場の労働生産性を低下させる。ビル産業は、省エネルギーに対する要求と、許容可能な室内空気質を維持するための要求の2つに対応しなければならない。そこでシンガポール環境省は、室内空気質ガイドラインに関する報告書を1996年に公表している。この報告書で公表されたガイドラインは、

ビル関連疾患(BRI)やシックビルディング症候群(SBS)が考慮されている。そして、空調設備を有するオフィスビルが対象施設となっている。温熱環境因子としては、室温、相対湿度、気流に関するガイドラインが作成されている。夏の室温のガイドラインは22.5～25.5℃である。

## 8. オーストラリア

オーストラリア連邦(Commonwealth of Australia)のコムケア(Comcare)が公共サービスオフィスの空調と温熱快適性に関するブックレットを作成している。コムケアは、雇用・職場関係省(Department of Employment and Workplace Relations)の外局であり、連邦政府及び首都特別区の職員を対象とする労災保険等を所掌している。このブックレットによると、人間にとって科学的に最適な温度は存在しないため、オフィス内で働く大多数の人たちが快適である温度を基準として勧告している。その温度は、個人の好み、服装、作業状態、湿度などの他の環境因子などに依存している。一般的なオフィス環境の人々にとって、23℃近辺が快適な温度であり、空調システムは20℃～26℃の範囲内に調整するよう勧告している。夏の服装に応じた温度基準は23～26℃である。

## 9. ニュージーランド

オフィスの温熱快適性に関しては、労働省(Department of Labour)がHealth and Safety in Employment Regulations 1995で規定している。温熱環境基準に関しては、デスクワーク中

心の職場と活動量の多い職場のそれぞれに対して、夏と冬の室温、相対湿度、気流速の基準値が規定されている。夏の服装に応じた温度基準は、デスクワーク中心の職場が19～24℃、と活動量の多い職場が16～21℃である。

## D. 考察

諸外国における温熱快適性に関わる項目のうち、室温に関しては、9ヶ国と香港特別行政区における12機関のうち8機関において、夏と冬の基準を別々に設定していた。日本の建築物衛生法は、季節を問わず17～28℃と大きく範囲を設定している。温熱快適性は、着衣量によってその温度範囲が異なるため、季節に応じた快適な温度範囲がある。日本の建築物衛生法における温度基準は、このような点を考慮に入れた検討が必要であると考えられる。

フィンランドと香港特別行政区は、人の感受性や要求水準に応じて温熱環境基準を複数に分類していた。また、ニュージーランドでは、活動量に応じて温熱環境基準を2つに分類していた。このような概念も、今後の温熱環境基準を検討する上で考慮すべき要素であろう。

夏場の温度の上限は、イギリス健康安全局が30℃、中国と日本が28℃、ASHRAEとアメリカ保健省が27℃、カナダ・香港特別行政区・シンガポール・オーストラリアが26℃、その他は21～23℃の範囲で設定されていた。夏場の上限温度は、着衣量、活動量、外気温等の他の因子によって快適範囲

が異なると考えられる。我が国においてもこれらの要因を考慮した、実情に応じた規準が検討されるべきと考えられる。

#### E. 結論

諸外国における温熱環境基準の現状について、関連する報告書、関連学会の資料、関連論文の調査、および諸外国の関係組織に直接問い合わせた最新の情報を入手した。その結果、以下の結論を得た。

- 1) 夏と冬の基準を別々に設定している関係諸機関が多くみられた。日本の建築物衛生法は、季節を問わず17～28℃と大きく範囲を設定している。温熱快適性は、着衣量によってその温度範囲が異なるため、季節に応じた快適な温度範囲がある。今後、このような点を考慮に入れた検討が必要であると考えられる。
- 2) フィンランドと香港特別行政区は、人の感受性や要求水準に応じて温熱環境基準を複数に分類していた。また、ニュージーランドでは、活動量に応じ

て温熱環境基準を2つに分類していた。このような概念も、今後の温熱環境基準を検討する上で考慮すべき重要な要素であると考えられる。

- 3) 夏場の温度の上限は、諸外国の関係諸機関によって21～30℃と大きく異なっていた。夏場の上限温度は、着衣量、活動量、外気温等の他の因子によって快適範囲が異なると考えられる。そのため、日本の着衣量に対する基本政策や職場の実態に応じた温度基準を設定すべきと考えられる。

#### F. 健康危険情報

なし

#### G. 研究発表

未定

#### H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

なし



表1 諸外国の温熱環境基準

温熱環境因子		単位	アメリカ			カナダ	イギリス	フィンランド			
			ASHRAE	保健省	労働安全衛生局	規格協会	健康安全局	環境省	室内空気質気候学会		
			Standard 55	PHS facilities Manual	Technical Manual	CSA Z412-00	Guidance	National Building Code	Finish Classification of Indoor Climate		
								S1	S2	S3	
室温	夏季	°C	約23~27 <sup>1)</sup>	21.1~26.7	20~24.4	23~26	13~30	23 <sup>2)</sup>	23~24	23~26	22~27
	冬季		約20~24 <sup>1)</sup>	18.3~20.0		20~23.5		21 <sup>2)</sup>	21~22	20~22	20~23
相対湿度	夏季	% RH	表1-1参照	—	20~60	—	—	45 (21°C)	25~45	—	—
	冬季		—	—		—					
気流速度	夏季	m/s	作用温度の計算に含まれる	—	—	—	—	—	0.20	0.25	0.30
	冬季			—		—			—	0.13 (20°C) 0.14 (21°C)	0.16 (20°C) 0.17 (21°C)
風量		m <sup>3</sup> /(h・人)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
参照基準						ASHRAE 55					
備考											

1) 作用温度 (operative temperature)

2) 通常の居室の温度は25°Cを越えないこと、外気温が最大5時間平均で20°C以上の場合、この基準値を最大5°C超過可能

表2 諸外国の温熱環境基準 — 続き —

温熱環境因子		単位	中国	香港特別行政区	シンガポール	オーストラリア	ニュージーランド		日本	
			環境保護総局	IAQMG	環境省	雇用・職場関係省	労働省		厚生労働省	
			GB/T18883-2002	Guidance Notes for the Management		Guidelines	Guidelines	Health and Safety in Employment Regulations 1995		建築物衛生法
	Excellent Class	Good Class	デスクワーク中心の職場	活動量の多い職場						
室温	夏季	°C	22~28	20~25.5	< 25.5	22.5~25.5	23~26	19~24	16~21	17~28
	冬季		16~24				20~24	18~22	16~19	
相対湿度	夏季	% RH	40~80	40~70	< 70	≦ 70	—	40~70	40~70	40~70
	冬季		30~60							
気流速度	夏季	m/s	0.3	< 0.2	< 0.3	≦ 0.25	≦ 0.25	0.1~0.2	0.2	0.5
	冬季		0.2							
風量		m <sup>3</sup> /(h・人)	30	—	—	—	—	—	—	—
参照基準										
備考										

## 諸外国におけるオフィス温熱環境基準に関する調査研究

### － 調査資料のまとめ －

Investigation on thermal comfort standards for office environment in foreign countries

#### 1. アメリカ合衆国

##### 1-1. アメリカ暖房冷凍空調学会 (ASHRAE) <http://www.ashrae.org/>

アメリカ暖房冷凍空調学会 (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. :ASHRAE) は、暖房、換気、空調、冷凍の分野に関するアメリカの学術団体である。学術的基準 (アカデミックスタンダード) として、これらの分野に関する多くの基準やガイドラインを定めている。ASHRAE の基準の多くは、アメリカ規格協会 (ANSI) の認証を受けて国の規格となっている。

ASHRAE は、1989年2月に室内空気質に関する「Position Statement and Paper」を公表した。そして、室内空気質、省エネおよび公衆衛生問題の重要性を指摘している。その後、ASHRAE (2001a) の理事会は、室内空気質による健康影響等に関する科学的知見の増加を踏まえ、2001年6月28日に新たに「Indoor Air Quality: Position Document」を公表した。このドキュメントの勧告を以下に示す。

#### ASHRAE 理事会の勧告

1. ASHRAE Standards 62 および 55 は、室内の温度および空気質管理に関するアメリカの主要な2つのガイドラインである。
2. ASHRAE は、室内空気質問題の原因、健康影響、経済の重要性、解決方法に関する研究の継続が重要であると認識している。そのため、室内空気質とその影響に関する研究をさらに支持する。
3. ASHRAE は、室内空気質に関する知識、技術、訓練を広範囲に実行することが、室内環境、快適性、公衆衛生の改善に重要であることを認識している。そのため、アメリカ政府による室内空気質関連の教育やプログラムの実行の支援を継続する。
4. 建物のエネルギー効率と室内空気質に関する研究を継続する。それらは相互に関係し、調和しないことはない。

上記の勧告にあるように、ASHRAE Standards 62 および 55 がアメリカの主要な室内温度および空気質管理に関するガイドラインである。いずれもアメリカ規格協会 (ANSI) の認

証を受けている。これらの基準は、換気や温熱環境等に関する基準である。以下、ASHRAE Standards 62 および 55 の概要を以下に示す。

### **1) ASHRAE Standard 62-2001: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality (ASHRAE, 2001b)**

居住者の健康影響を最小限にするための換気回数と室内空気質に関する仕様を定めている。この基準は全ての室内および密閉空間に適用される。台所、浴室、ロッカールーム、遊泳用プールにおける湿気もこの基準の対象となっている。この基準は、室内空気質に影響する化学的、物理的、生物的因子を対象としている。基本的に、温熱快適性はこの基準の対象ではないが、湿度に関する推奨値を勧告している。Standard 62 によると、高湿度は、ある種の真菌やチリダニなどの病原体やアレルゲンの成長を促進する。そのため、居住空間の相対湿度の推奨値を 30%～60% としている。下限値は、冬季の低湿度気候が想定されている。

### **2) ASHRAE Standard 62.2-2004: Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Low-Rise Residential Buildings (ASHRAE, 2004a)**

低層住居用建物における、機械式あるいは自然換気システムおよび建物の外面に関する要求基準を定めている。この基準は、3階建て以下の住宅に適用される。しかし、ホテル、モーテル、療養施設、寮、拘置所など、短期滞在利用の施設には適用されない。

### **3) ASHRAE Standard 55-2004: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy (ASHRAE 2004b)**

温度、熱放射、湿度、気流速度に関する温熱環境因子の基準を定めている。また、活動や着衣量などの個人因子に関する基準も定めている。

80%の居住者が許容可能な作用温度 (operative temperature: OT) の範囲として、図 1-1 が示されている。大半のオフィス空間がこの範囲に入る。作用温度とは、空気温度、気流速度、平均放射温度及び有効体表面積などで決定される生理的温度指標である。周壁温度と室内乾球温度との差が比較的大きい放射暖房などの温熱指標として用いられる。室内気流が 0.2 m/s 未満のとき、作用温度は空気温度と平均放射温度の平均値とみなされる。

冬季：約 20°C ～ 24°C（着衣量 1.0clo）、夏期：約 23°C ～ 27°C（着衣量 0.5clo）  
 （「clo」 とは熱抵抗値を表す指標で 1clo = 0.155 m<sup>2</sup>・°C/W）

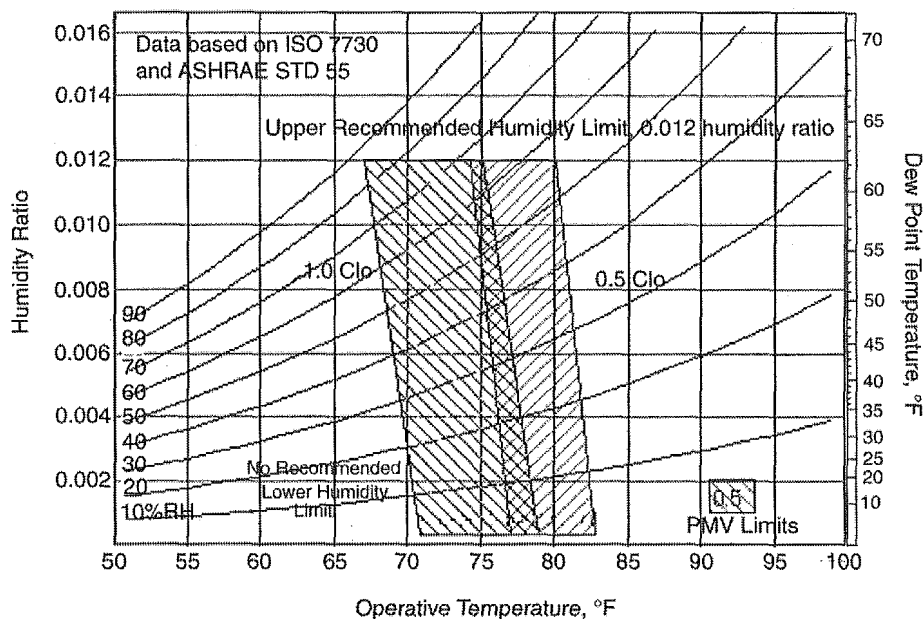


表 1 - 1 作用温度および湿度とその快適範囲 (ASHRAE 2004b)

$$t_{op} = A t_a + (1 - A) t_r$$

$t_{op}$  = operative temperature,

$t_a$  = 空気温度 air temperature,

$t_r$  = 平均放射温度 mean radiant temperature

A : 相対気流速度  $v_r$  の値に応じて下表により決定される。

$v_r$	< 0.2 m/s	0.2 ~ 0.6 m/s	0.6 ~ 1.0 m/s
A	0.5	0.6	0.7

## 1 - 2. 環境保護庁 (Environmental Protection Agency)

アメリカ環境保護庁の温熱環境基準に関する情報について、アメリカ環境保護庁 Region 4, indoor air program の Slack (2005) 氏に問い合わせた。Slack 氏によると、アメリカで温熱環境基準を提供している主要な組織は ASHRAE であるとの回答であった。