夏季における住まい手の熱環境調整の行動と温冷感に関する観察方法の研究

STUDY ON A METHOD TO OBSERVE THE BEHAVIORAL PATTERNS AND
THERMAL SENSATIONS OF OCCUPANTS PROVIDED WITH PASSIVE
AND ACTIVE COOLING STRATEGIES UNDER
ACTUAL LIVING CONDITIONS高橋 達*¹, 斉藤雅也*², 蟻川洋祐*³, 杉岡弘朗*⁴
松岡弘幸*⁵, 宿谷昌則*⁶Itaru TAKAHASHI, Masaya SAITO, Yousuke ARIKAWA,
Hiroaki SUGIOKA, Hiroyuki MATSUOKA and Masanori SHUKUYA

We made a series of subjective experiment for understanding the relationships between various cooling strategies such as cross ventilation, the use of small fans, the use of air conditioners, various behavioral patterns such as the choices of cooler paths approaching to the building in question, the change of clothes, and thermal sensations. The votes and behaviors of the subjects were recorded by video cameras so that the subjects were not forced to answer simplified single-scaled questionnaires and their behavioral patterns, which should be found in actual thermal environment, are not distorted. It was found that most of the subjects in a naturally-ventilated room were very sensitive to the fluctuation of the air current in the given thermal environment and at the same time very active in having coolness. It does not necessarily require lower temperature provided that the subjects reach the room walking in from the cooler outdoor environment. In the case of the set point temperature of 25°C, the subjects wearing ties felt cool and comfortable, though the subjects wearing no ties felt cold and uncomfortable. In other words, it is possible that wearing no ties enables the subjects to feel cool enough and comfortable with higher set-point temperature.

keywords : thermal sensation, behavior, observation, natural ventilation, air conditioning, outdoor thermal environment

温冷感、行動、観察、通風、冷房、屋外熱環境

1. はじめに

ここ数年、環境問題への関心の高まりに後押しされて、総数はまだ少ないながらも自然共生建築¹⁾の実施例^{注1)}が徐々に増えてきている。自然共生建築が計画され建設された後に、その機能が十分に働くには、個々のパッシブ手法の物理的作用に加えて、建築環境に対する住まい手の積極的な働きかけが必要であり、それらの相互作用によって環境保全と豊かな住生活の双方が実現されることになる。自然共生建築は、建築環境と住まい手を含んだ全体として機能し活動するものと筆者らは考える。例えば、住まい手自身が窓を開け通風を行なう場合に、空調機によって自動的に部屋が冷やされるのとは異なる快適感が得られるのは、以上のようなことによると考えられる。

建築環境の快適性とは、住まい手にとっての快適性のことであり、それは住まい手自身が建築環境を内発的に評価する、言い換えると愛着をもつことによって決定されるものである^{1) 2) 3)}。このことは、住まい手の能動的な行動や体感とパッシブ手法の物理的效果との関係を調査するには、普段の生活に近い状況をつくって住まい手の内発的な働きかけをできるだけ引き出せるようにしなければならないことを意味する。何故なら実験の条件を人工的にしていけばしていくほど、住まい手の自然な行動・感覚は把握し

にくくなるはずだからである。

岩村は深沢環境共生住宅を計画するにあたって、住まい手達との定期的な井戸端会議の場で、住まい手が認識してきた住環境について住まい手の話を引き出すことを試みている⁴⁾。そのことを参考にして、つくり手の一方的な押し付けではない、住まい手の内発性と地域の自然のポテンシャルを活かした家づくりを行なっている。また、延藤は、住民参加の住まいや環境づくりには、住まい手の住環境に対する愛着、内発性を育むプロセスが必要であることを指摘している⁵⁾。このようなプロセスを経て形成される自然共生建築の熱環境が住まい手にとってどのような空間として感じられるかを調査するには、その方法が住まい手の建築環境に対する内発的な評価、積極的な働きかけをできるだけ阻害しないものである必要がある。

これまで、人工気候室で被験者実験を行なう数々の研究によって、数多くの貴重な知見が得られている。しかしながら、現実の建築で普段の生活を行なっている場合と、人工気候室での実験とでは、在室者の行動や建築環境の評価に差が生じることが十分予想される。したがって、人工気候室での被験者実験による検討に加え、普段の生活に近い条件下での温冷感評価・行動についても新たに観察結果を呈示することは、つくり手側からの熱環境評価

*1 武蔵工業大学大学院工学研究科建築学専攻
客員研究員・博士(工学)

*2 武蔵工業大学大学院工学研究科建築学専攻
客員研究員・博士(工学)

*3 高砂熱学工業㈱
職員(当時武蔵工業大学建築学科 大学生)

*4 ダイダン㈱ 職員(当時武蔵工業大学建築学科 大学生)

*5 都市基盤公社 職員・修士(工学)
(当時武蔵工業大学 大学院生)

*6 武蔵工業大学大学院工学研究科建築学専攻 教授・工博

Visiting Scientist, Graduate School, Musashi Institute of Technology, Dr. Eng.

Visiting Scientist, Graduate School, Musashi Institute of Technology, Dr. Eng.

Takasago Thermal Engineering Co. Ltd.

Dai-dan Co. Ltd.

Urban Development Co., M. Eng.

Prof., Graduate School, Musashi Institute of Technology, Dr. Eng.

だけではなく、住まいに近い立場からの評価結果を得ることになると考える。

夏期に暑さへ対処するためのパッシブな方法には、通風や日射遮へいのような建築的工夫だけでなく、薄着になること、より涼しい入室経路を選ぶことといった熱環境調整のための行動も含まれると考える。これらの暑さへの対処法と在室者の温冷感との関係について論じた既往の研究は少なからずある。通風に関しては、例えば、梶原・石井・片山らの研究⁶⁾、芥川・荒谷らの研究⁷⁾、Buschの研究⁸⁾があり、入室に至るまでの屋外環境の影響については、石野・佐々木らの研究⁹⁾、Jitkhajornwanichらの研究¹⁰⁾、長谷部・林・堀川・田辺・木村らの研究¹¹⁾、斉藤らの研究¹²⁾がある。着衣の重要性については、例えば田辺が実験的検討を行っている¹³⁾。しかし、住まい手の能動的な働きかけが十分に行われるような、普段の生活とあまり変わらない条件下での温冷感と行動の関係については、筆者らの知る限りでは研究例がない。したがって、新たに検討を行なう必要があると考える。

本研究では、以上のことから自然共生建築にふさわしい住まい方・熱環境とは何かを明らかにするために、暑さへのさまざまな対処法に対応した温冷感と行動の特性を把握する方法を見出すことを目的とした。本研究で取り上げた方法は、被験者の温冷感申告や行動をできるだけ自然に近い状態で把握するためにビデオ撮影を用いるものである。申告用紙に一元化した尺度の申告を記入する方法では、記入行為そのものが被験者の行動になんらかの制約を与える可能性があるという問題や、用意した項目以外の行動や温冷感を記録できないという問題があるが、ビデオ撮影ではこれらのことを回避できると考えたからである。観察結果を整理するにあたり統計処理はあえて行わず、被験者の行動や温冷感の微妙な違いを考慮するようにした。

2. 被験者実験の概要

実験には、横浜市都筑区にある武蔵工業大学・環境情報学部の講義研究棟4階南側の二つの研究室（S研究室・Y研究室）を使用した。図1に研究室の平面を示す。この建物の外壁には厚さ20mmの断熱材が室内側に取り付けられている。研究室には、外壁に開閉可能な複層ガラス窓と、廊下に面したドアの上部に換気窓があり、通風経路が確保されている。なお、ガラス窓の開口寸法は0.75m×1.25m、廊下側ドアの開口寸法は0.85m×2.5mである。窓の上部には、軒の出が80cmの庇が取り付けられている。

計測項目のうち、空気温度・グローブ温度・吹き出し空気温度・表面温度（壁・床・天井・窓）・相対湿度は1分間隔で、風速は1秒間隔で計測した。なお講義研究棟屋上では外気温湿度・日射量・風向・風速を1分間隔で計測した。また、被験者の皮膚温の変化を把握するために入室直後・入室30分後・入室60分後（退室直前）において、二つの実験室で被験者の熱画像を赤外線放射カメラにより撮影した。皮膚温を熱電対ではなく赤外線放射カメラで計測したのは、熱電対を皮膚に貼付けると、被験者の自然な行動や感覚が阻害される可能性があると考えたためである。

実験は、1998年8月18日～20日の3日間、各日ともに12:30～13:30と14:00～15:00の1日2回行なった。表1に被験者

表1 実験パターン

日時	8/18		8/19		8/20	
	12:30 13:30	14:00 15:00	12:30 13:30	14:00 15:00	12:30 13:30	14:00 15:00
S研究室	通風 ⊗	冷房 (27℃) ⊗	通風 ⊗	冷房 (25℃) ⊗	冷房 (27℃) ⊗	冷房 (27℃) ⊗
Y研究室	冷房 (25℃)	冷房 (25℃)	通風 ⊗	冷房 (25℃) ⊗	冷房 (25℃) ⊗	冷房 (25℃) ⊗

* () は設定温度、⊗ は扇風機。

写真1 被験者実験の様子（屋外移動中。左から2番目の短パン姿の記録者がビデオカメラで被験者たちの行動・発言を記録している。）

写真2 被験者実験の様子（冷房（25℃）室内。左の壁際にはビデオカメラ、机の上には申告札のささったペットボトルや雑誌がある。後ろの被験者は談笑している。）

実験のパターンを示す。実験パターンは、18日では通風・冷房の影響、19日では入室に至るまでの屋外環境の影響、20日では着衣の影響について検討するように計画した。なお、普段の生活に近い

い状態を再現するために、冷房は設定温度を例えば 25℃、あるいは 27℃にして行ない、実現される室温は成り行きに任せた。

被験者は二つの研究室にそれぞれ 5 人ずつ入室した。実験に参加した被験者の延べ人数 60 人のうち 14 人は女性であり、残りが男性であった。延べ 60 人の参加者のうち 12 人は、3 日間のうち 2 日間参加した。なお、連続した単調な実験の繰り返しにより被験者の内発性が損なわれないように、3 日間連続の参加は依頼せず、2 日連続で参加した被験者には日毎に異なる室に入室してもらった。

被験者は武蔵工業大学の学生で年齢は 18～23 歳である。服装は男女ともに大学での普段着と思われる半袖シャツと長ズボンに統一した。着衣量は 0.6 clo 程度である。ただし、20 日の 1 回目 Y 研究室では 5 人のうち 2 人の男性、2 回目 S 研究室では 3 人の男性にネクタイを着用してもらった。なお、入室に至るまでの 30 分間は、19 日の S 研究室を除き、比較的暑いと思われる人工舗装面のある写真 1 のような屋外環境を必ず歩くようにした。19 日に S 研究室に入る被験者だけは、比較的涼しいと思われる、キャンパス内にある雑木林沿いの遊歩道を歩いてもらった。入室前 30 分間の平均代謝量は、どの実験パターンでも 2 met 程度である。

なお、通風の実験を行なっているときは、研究室のガラス窓・換気窓・ドアと、4 階廊下の窓¹⁴⁾をすべて開放した。また、すべての実験パターンにおいて電灯照明は消してある。

写真 2 に被験者実験の様子を示す。二つの研究室には、被験者の他に記録者が 1 人ずつ在室し、気付いたことをノートに記録したり、被験者がビデオを意識して緊張しないように気軽に話しかけたりした。

被験者には「暑い」「涼しい」「寒い」「汗が出ている」「汗でべたつく」「不快」と書かれた六つの札を渡し、室内の熱環境が札に書かれた温冷感に近いと感じた時に、いつでもいくつでも札を挙げてもらい、その様子をビデオによって記録した。温冷感が六つの札のどれにも該当しないときは、札をまったく挙げないようにしてもらった。また上記六つ以外の温冷感を感じた時には、その感覚を自由に発言してもらうことにした。被験者は食事をするのと席を離れること以外は自由に振舞ってもらったので、実験中はお喋りをしていたり、読書をしていた。水分は自由に摂ってもらうことにした。なお、被験者の行動と発言は、移動中も含めて実験をしている時間のすべてにわたってビデオ撮影により記録した。

3. 通風・冷房が温冷感に与える影響

図 2 に、18 日 1 回目において、通風を行なっている室（以下、通風室）と、設定温度 25℃で冷房を行なっている室（以下、冷房（25℃）室と表記）の空気温・周壁平均温度の経時変化を示す。通風室の空気温は 28～29.5℃である。冷房（25℃）室のそれは 22～26.5℃の間で大きく変動している。これらの空気温はともに室中央部での計測値である。冷房（25℃）室における空気温の変動は、空調機の ON—OFF 制御によって生じている。通風室の周壁平均温度は約 29℃、冷房（25℃）室のそれは約 27℃である。周壁平均温度（以下、MRT）は壁 4 面・床・天井・窓の計 7 ヶ所計測した表面温度の面積加重平均である。相対湿度は通風室で約

図 2 通風室と冷房（25℃）室における空気温・MRT（18 日 1 回目）

図 3 通風室と冷房（25℃）室における風速（19 日）

図 4 通風室と冷房（25℃）室での温冷感申告

65%、冷房（25℃）室で約 58%であり、ほぼ一定であった。18 日は、風速のデータが欠測したので、参考のため図 3 に 19 日 1 回目における通風室の風速と、19 日 2 回目における冷房（25℃）室の風速を示す。通風室の風速は 0.1～2.5 m/s、冷房（25℃）室のそれは 0.2～2 m/s である。通風室の風速が 1 m/s 以上になっている

図5 通風室と冷房(25℃)室での行動の変化

のは、外部からの風に加えて扇風機からの風が風速計に当たっているためである。風速の変動は通風室の方が冷房(25℃)室より大きい。なお19日においても入室10分後から扇風機を使用している。通風室では、入室10分後から扇風機を首振りの状態で使用した。窓から入る風は風速0.5 m/s以下であり、扇風機正面における最大風速は約2.5 m/sであった。扇風機は首振りの状態で使用しており、廊下側の机の中央に対して座っている被験者には9.5秒周期、それ以外の被験者4人には19秒周期で0.1~2.5 m/sの範囲で変動する気流が当たっていた。

各室における5人の申告は、1人、2人、2人のおおむね三つのパターンに分かれたので、これらのパターンをそれぞれ代表する被験者3人の申告結果を示すことにした。図4は、通風室と冷房(25℃)室の温冷感申告である。通風室では、○と◇の2人が、扇風機の風が当たり始めた直後(12:40)から「涼しい」を申告している。1時間を通してみると、最初から最後まで「涼しい」を申告している人(◇)もいれば、「汗でべたつく」と感じている人や、札を挙げずに「涼しくもなければ暑くもない」と発言する人もいた。このように通風室では、温冷感の個人差が大きく、温冷感の経時変化がみられる。一方、冷房(25℃)室では、ほぼ全員が入室直後から退室するまで「涼しい」を申告しており、変化がほとんどない。冷房(25℃)室の温冷感は、通風室のそれに比べて、個人差や経時変化が小さいことがその特徴である。

図5は、通風室と冷房(25℃)室における被験者の行動の変化である。なお、例えば図4と図5の通風(または冷房)のグラフ中で同一のシンボルは同一被験者であることを示している。以下の図でも同様である。通風室ではさまざまな行動がとられており、入室直後から退室10分前(13:20)までの間、「汗をふく」「服をいじる」「あおぐ」といった行動がとられている。これに対して冷房(25℃)室での行動は、入室直後に2人の被験者による「汗をふく」行動がみられるのと、退室直前に一人の被験者が寒くて「腕をさする」行動が1回みられるのみである。写真3は入室30分後に撮影した両室における被験者の熱画像である。通風室の被験者

写真3 18日1回目 入室30分後における通風室(上)と冷房(25℃)室(下)内部の熱画像

図6 冷房(25℃)室と、冷房(27℃)+扇風機併用室での温冷感申告

の皮膚温が31~32℃になっているのに対して、冷房室では30℃であり通風室より低くなっている。

両室における特徴的な発言を抽出すると、冷房(25℃)室では「涼しい最高」「涼しい以外他にない」などの発言が目立ち、通風室では「風が来ると涼しい」「汗が残っている」などの発言が多かった。通風室、冷房(25℃)室ともに入室直後に汗に関する申告があるが、通風室では「寒い」が申告されていないのに対して、冷房(25℃)室では「寒い」が申告されている。

図6に冷房(25℃)室と、冷房(27℃)+扇風機併用室での温冷感申告を示す。どちらの室においても被験者が1人ずつ、入室直後に汗に関する申告をした後、「寒い」を申告し、入室10分後以降に「涼しい」と「寒い」を申告している。札による温冷感の申告や被験者の行動と発言において、二つの室に際立った大きな違いはない。以上のことから両室の在室者の温冷感にあまり差がないと考える。

図7 18日・20日における外気温と日射量

3. 入室に至るまでの屋外熱環境が温冷感に与える影響

2. に述べたように、異なる屋外熱環境を経て室に入る実験を19日に行なった。しかし、予想に反して被験者が曝露された屋外熱環境は、二つの経路ともに日射量が 200 W/m^2 、気温が $25 \sim 27^\circ\text{C}$ で両者にほとんど差がなかった。そこで、たまたま屋外環境条件の異なった18日2回目と20日2回目の結果を比べることにした。図7、図8はそれぞれ、18日と20日に被験者が屋外を移動している時間帯において講義研究棟屋上で計測した外気温と日射量・風速である。18日、20日はともに同じ経路を通して入室している。外気温は18日に平均で約 28.5°C 、20日で約 33°C であり、18日の方が 4.5°C 低い。日射量は平均すると20日の方が18日よりやや大きい。風速は18日で $1.5 \sim 5 \text{ m/s}$ 、20日では $1 \sim 5.5 \text{ m/s}$ であり、両日においてあまり差がない。これらのことから20日の方が18日より暑さを感じられる屋外環境から建物に入ったと考えることができる。

図9は、冷房 (25°C) 室で実現された空気温・MRT・風速を、18日2回目と20日2回目とで比較したものである。空気温・MRT・風速のいずれも、両室においてほぼ同様の値である。相対湿度は18日で約62%、20日で約64%であった。以上のことから両日の室内はほぼ同様の熱環境と考える。

図10は、18日と20日における冷房 (25°C) 室の温冷感申告である。18日は、空調機から冷風が吹き出したことによって空気温が2回低下したときに、2回ともに「寒い」の申告がある。一方、20日も、空気温が2回低下しているが、1回目の室温低下では「寒い」が申告されず、2回目にはじめて「寒い」が申告されている。入室直後から14:10までの間は、18日の室温の方が20日より高いにも関わらず、18日の方で入室から15分ほど経過した時点で「寒い」が申告されている。空気温が1回目に低下したときに、18日では「寒い」が申告され、20日では申告されなかったことは、両日の室内熱環境の差よりも、20日の屋外熱環境が18日のそれより暑かったことが影響した可能性があると考えられる。写真4は18日と20日における入室直後と60分後の被験者の熱画像である。18日では、皮膚温が 30°C から 29°C に下がっているのに対して、20日では逆に 31°C から 32°C に上昇している。20日において被験者の皮膚温が高くなったのは、暑い屋外熱環境に曝露されたためと考えられる。両日ともに14:30以降では「寒い」の申告があるので、この時間帯では屋外環境によって生じたほてりの影響がなくなってきていると考えられる。18日、20日のい

図8 18日・20日における屋上での風速

図9 18日・20日の冷房 (25°C) 室の空気温・MRT・風速 図10 18日・20日の冷房 (25°C) 室における温冷感申告

写真4 18日・20日における入室直後と60分後の熱画像

ずれにおいても入室直後に被験者全員が汗に関して申告しているけれども、空気温度が下がり始める入室10分後(14:10)頃にはそれらはなくなっている。

以上のことから、入室経路を考慮して、木陰などのできるだけ暑さの厳しくない屋外環境を経て入室すれば、入室直後の冷房設定温度を過度に低くせずに、不快でない室内環境をつくりうることが予想される。

5. ネクタイ着用の有無が温冷感に与える影響

図11は、20日1回目における冷房(25℃)室における空気温・MRT・風速である。空気温は平均約24.5℃である。MRTは1時間で27.4℃から26.4℃に低下している。なお風速は0.5~2.6 m/s、相対湿度は平均約60%、吹出し空気温は17~19℃であった。

図12は、ネクタイ非着用者とネクタイ着用者の温冷感申告である。ネクタイ非着用者(男1名、女2名)3名は廊下側に、ネクタイ着用者2名は窓側に座っている。入室直後は、ネクタイ着用の有無に関らず、全員が「涼しい」を申告している。ネクタイ非着用者の◇と◇は、入室13分後から「寒い」を申告し始めている。ただし、「涼しい」と「寒い」の双方を申告している。しかし、入室後30分(13:00)を過ぎると「寒い」のみの申告となり、終了10分前(13:20)には「不快」を申告している。○も終了17分前(13:13)から「寒い」を申告している。一方、ネクタイ着用者は、空調機のドラフトによって空気温がやや低くなっている窓側にいるにもかかわらず、1時間を通してほぼ「涼しい」を申告している。汗の申告をみると、ネクタイ非着用者は、開始4分ほどで申告が消えるけれども、ネクタイ着用者は、申告が消えるのに約10分ほどかかっている。

代表的な発言を抽出すると、ネクタイの非着用者は、「寒い」、「肌寒い感じがする」等の発言が多く、ネクタイ着用者は、「快適で眠って来ました」「ちょうど良いです」などの快適であるという内容の発言が多かった。

図13に、ネクタイ非着用者とネクタイ着用者の行動の変化を示す。ネクタイ非着用者は、入室後10分間に、「汗をふく」の行動を数回とり、12:40を過ぎると行動の回数が減り、12:50にはそれはなくなっている。一方、ネクタイ着用者では、「服をいじる」「汗をふく」「あおぐ」という行動が1時間中絶えずあり、特に始めの10分間にその回数が多い。両者の申告・言動の違いから、20

図11 冷房(25℃)室の空気温・MRT・風速(20日1回目)

図12 ネクタイ着用者と非着用者の冷房(25℃)室における温冷感申告

図13 ネクタイ着用者と非着用者の冷房(25℃)室における行動の変化

写真5 20日における入室30分後の熱画像(前の一人がネクタイ着用、後ろの二人は非着用)

日における冷房(25℃)室は、ネクタイ着用者にとっては涼しい環境であっても、ネクタイ非着用者にとっては寒くて不快である。写真5に入室30分後における被験者の熱画像を示す。写真中央の被験者はネクタイを着用しており、皮膚温が約32℃になっている。一方、中央の被験者の両肩に写っている被験者の顔の皮膚温はネクタイを着用している被験者より若干低くなっている。ただし、赤外線放射カメラに対する両者の形態係数が大きく異なり、またカメラの分解能に限界があることからその差は明確とは言えない。

6. おわりに

自然共生建築における行動をも含んだ暑さの対処法が温冷感に与える影響を把握することを目的として、被験者の申告と行動をビデオ撮影により観察した結果、以下のことが明らかになった。

- 1) 制約条件の少ない被験者実験を行ない、ビデオで被験者の行動・温冷感を記録することにより、普段の生活により近い状態での行動・温冷感を把握することができた。このことから、自然共生建築における熱環境調整のための行動と温冷感の観察方法の一つが確認できたと考える。
- 2) 通風を行なっている室では、風速の変動によって温冷感申告の個人差と経時変化が大きい。また、「汗をふく」などのさまざまな行動が入室時から退室10分前まで頻繁にとられていた。通風室における温冷感の特徴は多様で変動的なことである。
- 3) 設定温度25℃の冷房室では、空気温の変動が大きいにもかかわらず、温冷感申告の経時変化がほとんどなく、個人差も小さい。「汗をふく」などの行動はほとんどとられていない。冷房室における温冷感の特徴は定常的で画一的なことである。
- 4) はほぼ同等の温熱環境の冷房室に、暑い屋外熱環境から入室する場合と、涼しい屋外熱環境から入室する場合とについて温冷感を比較すると、涼しい屋外環境から入室する場合では「寒い」が申告されたのに対し、暑い屋外環境から入室する場合では「寒い」が申告されなかった。このことから、木陰などの涼しい入室経路を経て室内に入ると、冷房設定温度を過度に低くしなくても涼しさをもたらすことが可能になると考える。
- 5) 設定温度25℃の冷房室はネクタイ着用者にとっては涼しい環境であっても、ネクタイ非着用者にとっては寒くて不快であった。今後、このような研究を重ねることで、住まい手が住まい手にとって望ましい住まい方を選ぶための判断材料が蓄積され、自然共生建築の住まい方とは何かが明らかになっていくものと考えている。

参考文献

- 1) 宿谷昌則：自然共生建築を求めて、鹿島出版会、1999年2月。
- 2) 荒谷 登：風土論、日本建築学会編 新建築学体系8 自然環境、彰国社、pp.298-328、1984年。
- 3) 荒谷 登：環境・省エネルギーと教育、IBEC、No.114、pp.6-9、1999年。
- 4) 岩村和夫：環境共生とエコハウジング、小谷部育子・岩村和夫・卯月盛夫・延藤安弘 著 共に生きるかたち、建築資料研究社、pp.104-116、1997年。
- 5) 延藤安弘：スマートな個人主義と豊かな共同性、小谷部育子・岩村和夫・卯月盛夫・延藤安弘 著 共に生きるかたち、建築資料研究社、pp.161-200、1997年。
- 6) 榎原典子・石井昭夫・片山忠久・西田 勝・堤 純一郎：通風環境における気流知覚に関する実験的研究、日本建築学会計画系論文集、No.385、pp.1-8、1988年3月。
- 7) 芥川郁雄・佐々木隆・林 基哉・橋本直樹・荒谷 登・赤木一郎：夏の町家にみられる変動気流下でのPMVの実測調査—開放系住居の体感指標に関する研究—その1—、日本建築学会北海道支部研究報告集、No.60、pp.13-16、1987年3月。
- 8) J. F. Busch (1992), *A Tale of Two Population: Thermal Comfort in Air-Conditioned and Naturally Ventilated Offices in Thailand*, Energy and Buildings, Vol.18, pp.235-249.
- 9) 石野久彌・佐々木元康・有田恒之・石田秀一：空間移動における温熱感の非定常応答、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、pp.1171-1184、1990年10月。
- 10) K. Jitkhajornwanich and A. C. Pitts (1998), *Thermal Comfort in Indoor and Outdoor Transitional Spaces of Buildings in Bangkok*, Proceedings of The Fifteenth International PLEA Conference, pp.357-360.
- 11) 長谷部礼子・林 立也・堀川 晋・田辺新一・木村建一：屋外から屋内に連続する空間における温熱感の研究—その1. 移動計測カートを用いた空港旅客ターミナルでの実測—、日本建築学会大会(近畿)学術講演会梗概集 D-2 環境工学 II、pp.351-352、1996年9月。
- 12) 齊藤雅也・篠原利光・宿谷昌則：パッシブ手法を用いた事務所建築における温熱環境の実測—その1. 冷房設定温度と温冷感—、日本建築学会大会(関東)学術講演会梗概集 D-2 環境工学 II、pp.485-486、1997年9月。
- 13) S. Tanabe (1997), *Importance of Clothing For Passive Cooling Effect*, Proceedings of The Fourteenth International PLEA Conference, Vol.3, pp.9-14.
- 14) 樺野麻衣子・神林加代子・高橋 達・宿谷昌則：換気手法の違いが室内の温熱環境に与える影響に関する実測—その1. 換気手法別の室温の比較—、日本建築学会大会(九州)学術講演会梗概集 D-2 環境工学 II、pp.485-486、1998年9月。
- 15) 蟻川洋祐・杉岡弘朗・松岡弘幸・高橋 達・齊藤雅也・宿谷昌則：暑さへの対処方法が個人の温冷感覚と行動に与える影響に関する研究—その1. 実験方法の概要と通風・冷房の影響—、日本建築学会大会(中国)学術講演会梗概集 D-2 環境工学 II、pp.455-456、1999年9月。
- 16) 杉岡弘朗・蟻川洋祐・松岡弘幸・高橋 達・齊藤雅也・宿谷昌則：暑さへの対処方法が個人の温冷感覚と行動に与える影響に関する研究—その2. 入室に至るまでの屋外熱環境と着衣の影響—、日本建築学会大会(中国)学術講演会梗概集 D-2 環境工学 II、pp.457-458、1999年9月。

注1) 本論文では、パッシブ建築、環境共生建築、エコロジー建築と通常呼ばれる建築をすべて自然共生建築と呼ぶことにする。具体的事例としては、世田谷区深沢環境共生住宅、東京ガス港北NTビル、武蔵工業大学横浜キャンパス(環境情報学部)などが挙げられる。

注2) 本論文は既に発表した文献15) 16) をまとめて加筆修正したものである。

謝辞

本研究を進めるにあたり、武蔵工業大学 横浜事務所の佐々木暢俊氏をはじめ同大学の教職員・学生の方々、宿谷研究室の大学院生 湯沢映子氏に多大なご支援をいただきました。ここに記して感謝いたします。

(1999年4月26日原稿受理、1999年12月9日採用決定)