

寒冷地の住宅における冷房化の実態と住まい手の温度感覚に関する一考察

Increase in Residential Cooling in Cold Regions and Its Associated Consideration of Human Temperature Sensitivity

齊藤 雅也

Masaya SAITO, Ph.D

札幌市立高等専門学校インダストリアルデザイン学科 専任講師・博士(工学)

〒005-0864 札幌市南区芸術の森1丁目 / E-mail: msaito@sapporo-sa.ac.jp

Assistant Professor, Dept of Industrial Design, Sapporo School of the Arts

寒冷地の住宅における冷房化の実態を政府統計資料や既往の調査研究の結果から明らかにした。家庭用ルームエアコンの普及率は全国平均で87%、特に仙台では沖縄・那覇と同じ80%近くに達している。寒冷地におけるエアコン普及率の上昇は、高断熱高気密住宅の増加に加えて、エアコンが設置された単身者用のワンルーム型賃貸集合住宅の増加によるものと考えられる。住宅の冷房化に関連があるとされる住まい手の“温度感覚”に関する考察を行なった。夏季の室内で実際の室温とヒトが想像する室温とは2~3の差があり、温度計を室内に設けることで、両者の差は徐々になくなる。住まい手の温冷感覚と温度感覚を一致させることで、積極的な防暑・採涼行動が誘発される可能性が示唆された。

Increase in residential cooling in cold regions is come out by the domestic PPI (Projections and Planning Information), some statistical data and their associated earlier studies. 80 percent of the penetration rate in Sendai is equivalent to Okinawa. Increases in super-insulated and airtight houses and rental apartments with air-conditioning system for single might have brought to grow the penetration rate in cold regions.

A consideration of *human temperature sensitivity* associated with residential cooling are described. There are 2-3 degrees difference in temperature between actual and imaginal in the room in summer. Positive human behaviours for passive cooling somehow might be exploited if their thermal sensation and their temperature sensitivity are overlapped by monitoring the thermometer in their rooms.

寒冷地、冷房、エアコン、温度感覚、温冷感覚

Cold Region, Cooling, Air-conditioning, Temperature Sensitivity, Thermal Sensation

1. はじめに バイオクライマティックデザインは、地域にある自然のポテンシャルを活かした建築や都市の計画設計を行ない、住まい手自身がより快適に過ごすために自らの環境を積極的に調整できるシステム全体の構築と筆者は考える。建物の冷房を例に挙げれば、その多くは建物内外の応答を遮断して、電力などの化石エネルギーの投入によって室内環境を調整する手法である。さらには住まい手自身が自らの環境に対して積極的に働きかける行為がほとんど生まれない(冷房装置のスイッチを入れる程度)と考えられるので、建物の冷房化は「非バイオクライマティックデザイン」である。

総務省の調査結果¹⁾によると、わが国の最新の家庭用ルームエアコンの世帯あたりの普及率は87%である。アジア諸国でもエアコン普及率は急上昇の傾向にあり、マレーシアの都市部で62%²⁾、シンガポールでは90%³⁾に達しているという報告もあり、アジア全体が冷房化・非バイオクライマティックな方向に傾き始めている⁴⁾。

建築や都市をバイオクライマティックな方法で計画するためには、エアコンとは別の、たとえば涼房⁵⁾・採冷・採涼⁶⁾のハード技術の開発とともに、社会全体で涼房・採涼・採冷にシフトするためのパラダイムを育くむ必要がある。アジア諸国に対してわが国からいくつかの計画プロジェクト^{7)、8)}も展開されているが、わが国を含めアジア全体としては一方向的な冷房化の流れを変えるまでには至っていない。

寒冷地(北海道)では、これまで冬の寒さを克服するために、建物の断熱化や気密化に関する研究開発とともに、BIS (Building Insulation Specialist) 断熱施工技術者の養成システム⁹⁾の立ち上げなど産官学挙げての様々な努力の結果、冬季における建物の熱的性能、室内における快適性は飛躍的に向上した。しかしながら、夏季の室内熱環境は、ごく短期間ではあるが、最近ではオーバーヒートしている事例も数多くみられ、寒冷地住宅の防暑・採涼技術の普及・改善が早急に必要だと筆者は考えている。

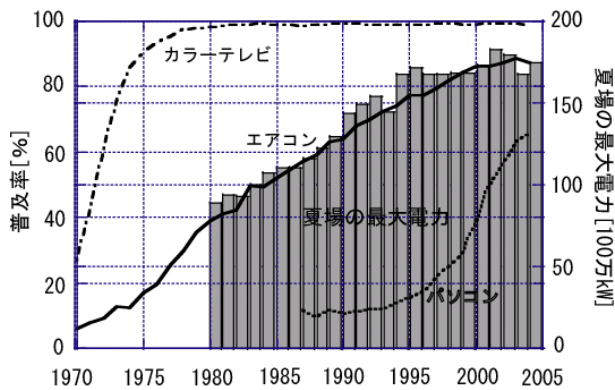


図1 主要家電の普及率と夏場の最大電力
(1980年以前の最大電力のデータはなし)

寒冷地は冷涼な気候であるがゆえに、防暑の概念があまり浸透しておらず、本州で見られる建築の防暑技術が発達していない背景がある。そのような寒冷地における冷房化の実態を把握することは、寒冷地のみならず、蒸暑・温暖地を含めた今後の冷房や暖房のあり方を再考する上で重要と考えられる。

本稿では、寒冷地の住宅における冷房化の実態を文献調査によって明らかにするとともに、住宅の冷房化に強く関連があるとされる、住まい手の「温度感覚」に着目して、今後、寒冷地において極端な冷房化に歯止めをかけるために重要と考えられることを考察した。

2. 寒冷地の住宅における冷房化の実態

図1は主要家電の世帯当たりの普及率の推移である¹⁰⁾。エアコンは70年代から直線的に上昇してきたが、夏場の最大電力需要と比例関係にある。右の縦軸は、夏のピーク時には100万kW級発電所170～180基分相当が日本全体に必要なことを意味している。

図2に統計資料^{11)・11)・14)}と既往の全国調査研究の結果¹⁵⁾を引用して、札幌市・仙台市・長野県・東京23区・沖縄県における家庭用ルームエアコンの世帯当たり普及率の推移を示す^{註1)}。東京は1992年から横ばいで94.4%である。図に示していないが、大阪や名古屋、福岡などの大都市もほぼ同じ値である。一方、寒冷地の札幌・仙台・長野は上昇している。特に、仙台は1992年の35%から2004年には76.5%に急激に増えている。これは沖縄県の80.8%にほぼ近い。

気象庁の各地にある測候所で観測している1990～2006年の気象データ¹⁴⁾を引用して、エアコン普及率との関係をみた。図3は各都市の夏季(7・8月)の平均外気温と、全国コメ作況

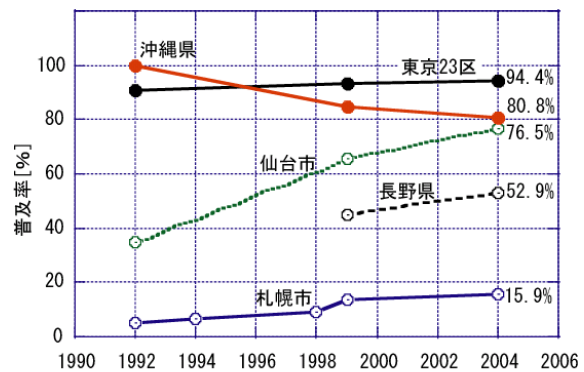


図2 各都市における家庭用ルームエアコンの普及率の推移
(世帯あたりの普及率)

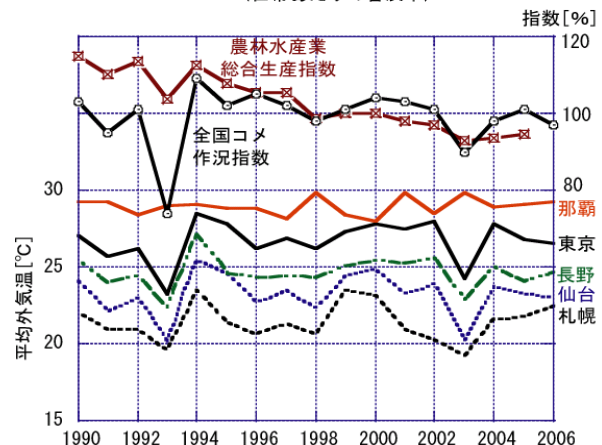


図3 夏季(7月・8月)の平均外気温とコメ作況指数の推移

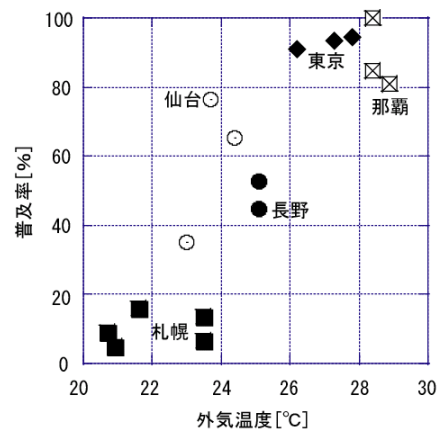


図4 夏季(7,8月)外気温とエアコン普及率

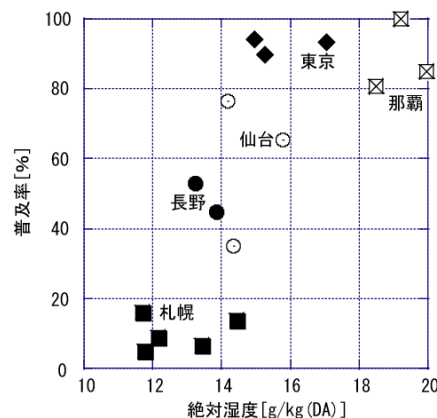


図5 夏季(7,8月)外気絶対湿度とエアコン普及率

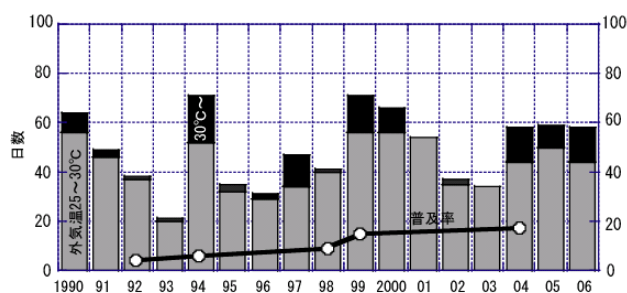


図6 札幌における夏日と家庭用エアコン普及率の経年変化

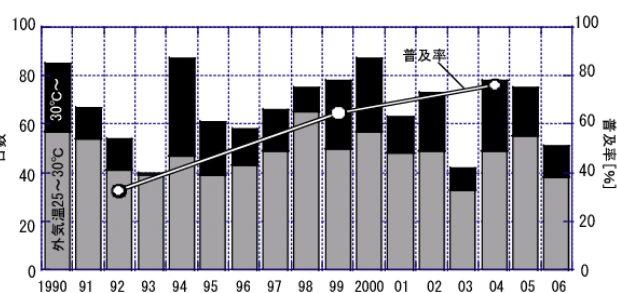


図7 仙台における夏日と家庭用エアコン普及率の経年変化

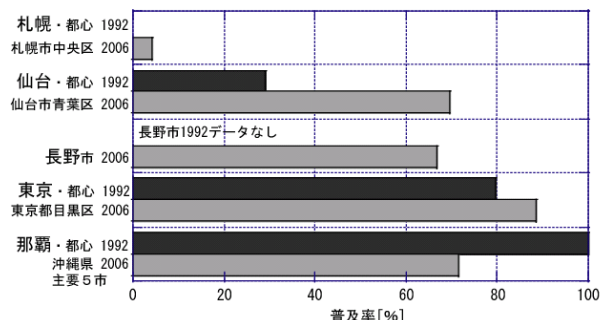


図8 各都市都心部の賃貸集合住宅におけるエアコン普及率の変化

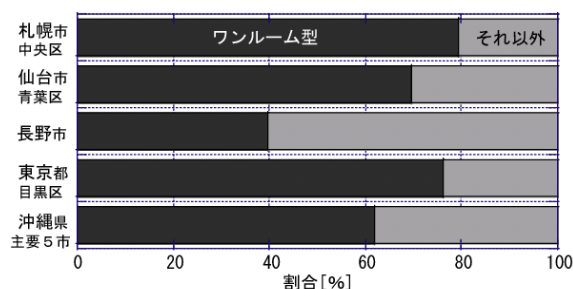


図9 賃貸集合住宅エアコン設置物件に占めるワンルーム型住戸の割合 (2006年10月現在)

指数¹⁷⁾・農林水産業総合生産指数¹⁸⁾の推移を併せて示したものである。那覇を除く各都市で、暑夏と冷夏を繰り返している。全国的に冷夏だった1993年と2003年はコメや農林水産にかかる生産量が急激に落ちている^{註2)}。一方、暑夏だった1994年と1999年を見ると、エアコンの普及率が年毎の値でないのでははっきり言えないが、暑夏の影響で、札幌は僅かに増加、仙台は大きく増加したのではないかと予想される。

図4に、各都市の7・8月の外気温とエアコン普及率の関係を示す。長野は仙台よりも外気温が1～2度高いが、エアコン普及率は30%ほど小さい。図5は外気絶対湿度と普及率の関係であるが、長野の絶対湿度は仙台より1～2g/kg(DA)小さい。長野の普及率が仙台より小さいのは、湿度の影響がいくらかはあると考えられる。

図6と図7は、札幌と仙台の毎年7・8月における夏日(外気温25℃以上の日)の数とエアコン普及率の経年変化である。1992～99年の夏の年平均日数は、札幌44日/年、仙台65日/年で、エアコン普及率の年平均は札幌1.1%増、仙台3.8%増だった。夏日10日間あたりのエアコン普及率の増加は、札幌で0.3%増、仙台で0.6%増となる。2000～04年では札幌0.1%増、仙台0.3%増である。これは、仙台が札幌より2～3倍の速さでエアコンが普及していることを意味する。

図8は、各都市の都心部にある賃貸集合住宅におけるエアコン普及率を1992年と2006年で比較したものである。1992年の値は、文献15)表2の

「賃貸・都心」から引用し、2006年の値は、全国展開の不動産会社がインターネット上で公開している賃貸住宅検索システム¹⁹⁾を用いて、各都市の賃貸住宅検索で「エアコン」に印をしてヒットした総数を総物件数で除したものである^{註3)}。なお、データ数が膨大なため、札幌は札幌市中央区、仙台は仙台市青葉区、東京は東京都目黒区、沖縄県は主要5市(那覇市・糸満市・浦添市・沖縄市・石垣市)とした。

文献15)によると、1992年時の住宅類型別のエアコン普及率¹⁵⁾は、札幌・仙台・新潟では戸建・分譲が多く、賃貸は少ない。これは世帯収入とも相関がある^{2)、12)}。しかしながら、14年後の2006年になると、エアコンが設置されている賃貸物件数は沖縄以外では確実に増えている。特に仙台は70%まで増えている。仙台のエアコンの普及率が大きく増加したのは、賃貸物件の影響があると推察される。札幌もエアコン普及率こそ仙台ほどではないが、エアコン設置型の賃貸住宅が徐々に増えていて、今後もエアコン普及率の上昇が予想される都市の一つである。

図9は、エアコン設置型の賃貸集合住宅の物件中に単身者用のワンルーム型物件の有する割合を都市別に示したものである。札幌・仙台・東京では全体の7～8割が占めている。長野は、ワンルーム型住戸の需要が他の大都市に比べて少ないので40%と低い。また長野では、高断熱住宅が増えた影響から、暖冷房の双方をエアコンで行なう賃貸物件が徐々に増えていることが確認できた。

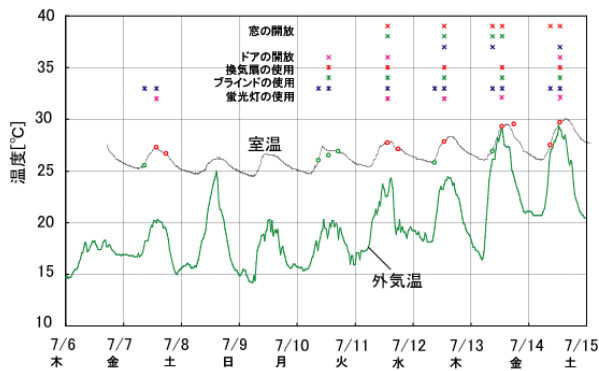


図10 B7研究室における室温と行動の経日変化

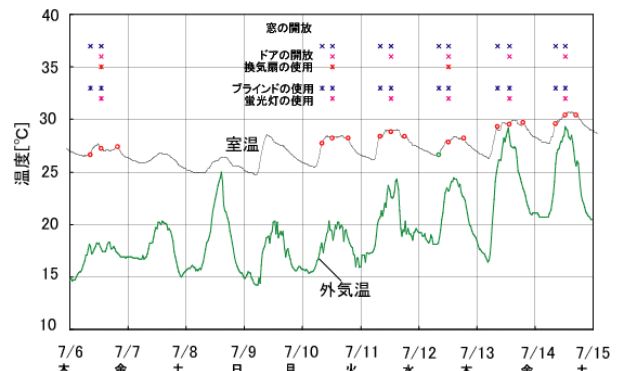


図11 A8研究室における室温と行動の経日変化

実際に首都圏などでは、借り手がエアコンの有無を契約条件として優先する傾向があり、物件のオーナー（大家）もあらかじめエアコンを設置しないと借り手が見つからずに空室率が大きくなるので、それを回避するためにエアコンを設置する背景がある。仙台でも首都圏と同様の傾向が出始めていると言える。賃貸住宅といえども、エアコンの設置と同じくらいか、むしろそれ以上に、窓や外壁に簾などの日よけを簡単に取り付けられる仕掛けをあらかじめ用意するなどのハード面での対応が必要である。

また、北海道や東北地方では高断熱高気密住宅が徐々に増えてきていることが普及率上昇の第二要因として挙げられる。また日射熱取得の高い住宅も増えている。建物の高断熱化は、冬季の熱環境を考えれば積極的に推し進める必要があるが、一度室内に入った熱は外に逃げにくい仕組みなので、夏季の日射遮へい性能を向上させることが、高断熱高気密住宅であるほど求められると言える。多くの寒冷地住宅では日射遮へい性能が十分ではないので、本州で一般的な日射遮へいなどの建築環境を調整するハード技術が、寒冷地の気候特性にも対応した形で普及することが早急に望まれる。

3. 冷房と住まい手の温度感覚

住宅の冷房化に強い関わりがあるとされる住まい手の「温度感覚」について考察を行なった。

2006年7月7日～14日に、札幌市立高等専門学校と札幌市立大学デザイン学部^{註4)}に所属する教員15名（全員男性、年齢は34～63歳）に協力してもらい、同じ間取りの研究室（床面積20m²程度、高さ4.5m、窓面方位は東、すべてエアコンは無し）の室温測定と温熱環境に関するアンケート調査を実施した。

室温測定は、デジタル表示される温度計（T &

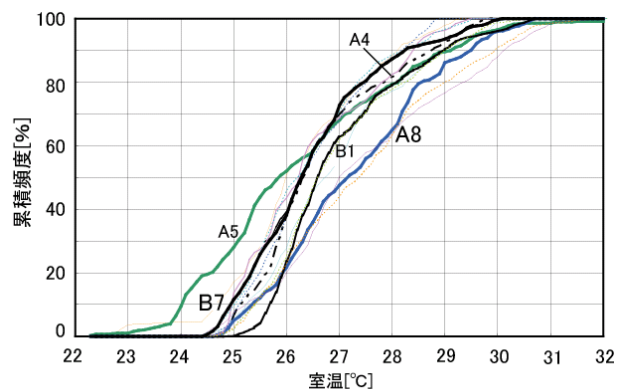


図12 各研究室における室温の累積頻度

表1 各研究室における環境調整行動

室	夜・窓	昼・窓	換気扇	ドア	ブラインド	蛍光灯
A4	×	△→○	◎	○	あり	○
A5	◎	○	◎	○	あり/なし	×
A8	×	×	△(昼・給気のみ)	○	あり	○
B1	×	△→◎	◎	○	あり	○
B7	×→◎	○→◎	◎	○	あり	○

◎:積極的に開放(ON)、○:開放、△:ときどき開放、×:閉切(OFF)を意味する。
なお、A4・B1・B7は、測定の半ばから窓の開閉パターンが変わる。

D社製 TR-72S もしくはTR-51A)1台を、各室の中央の、常に表示が確認できるような場所に1つずつ配置し自動計測した。各教員には、一日3回(出勤時・昼の任意の自由時間・退勤時)、室内の温冷感覚(暑さ感や涼しさ感)を回答してもらった。室内での行動は特に制限を設けず、自由に過ごしてもらったが、窓やドアの開閉、水平ブラインド・換気扇(給排気)・蛍光灯の使用(環境調整行動)については記録してもらった。

図10と図11に、全ての研究室の中で特徴があったB7室とA8室の室温と環境調整行動を示す。二室の内部発熱はほぼ同じである。B7室では、測定開始期の7/7～10の環境調整行動はブラインドの使用だけだが、外気温の上昇に伴い室温が上がり始めた測定後半の7/11～14には、窓・ドアの開放が積極的に行なわれている。一方、A8室では実測期間を通して一度も窓は開放されることが

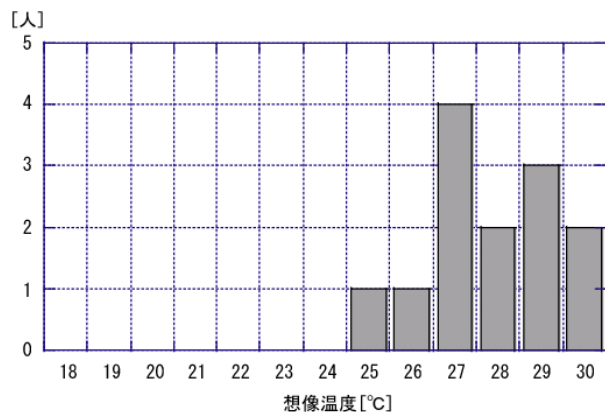


図 13 夏季の室内で「問題なく過ごせる」と想像する温度

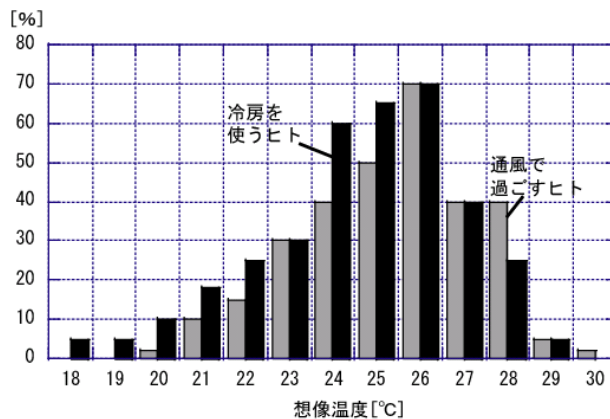


図 14 夏季に快適と想像する温度（首都圏での調査²¹⁾）

なかった。両者には顕著な行動の差がある。そのため、両者の室温差は測定後半で 1 ～ 2 になっている。

図 12 は全研究室の室温の累積頻度を示したものである。外気温が 14 ～ 32 に分布していたのに対して、室温は 23 ～ 32 の範囲で変化しているが、それぞれの室温には顕著な差がある。B7 と A8 室に加えて、二室と内部発熱や蔵書数などがほぼ同じ A4・A5・B1 室の累積頻度を太線で示した。表 1 には、その 5 室の測定期間を通しての環境調整行動を示す。

A5 室は、夜間換気を積極的に行なうのと同時に昼間もかなりの時間で通風をしていた。ブラインドによって午前中、入射する日射を抑えて、蛍光灯もほとんどの時間で消灯していた。そのため室温が 27 以下になる時間が全体の 7 割を占めた。A4・B1 の二室は、B7 室のように測定後半になって、窓の開放パターンを変更するなどの環境調整行動に変化が見られた。その結果、三室とも 28 以下の時間帯が全体の 8 割を占めた。一方、前述のとおり、A8 室は環境調整行動にまったく変化が見られず、28 以下の時間帯は全体の 6 割に留まる。

すべての室温測定・調査が終わった後の 9 月初旬に追跡調査を実施した。図 13 は、「あなたにとって、今夏、研究室で問題なく過ごすことができた室温は何 ぐらいか」の質問に対する回答である。全体の 7 割に相当する 11 人が、27 ～ 30 で十分問題なく過ごせると回答した。

以下のような申告結果も多く得られた。『自分が快適と感じたとき、温度計の表示は 27 ～ 28 で、想像していた室温より 2 ～ 3 高かった。逆に「暑さ」を感じるときに想像した室温はだいたい 30 以上なのだが、温度計の表示はそれより低い 28 ～ 29 程度で意外だった』との申告である。さらに、自分が想像する室温と実際の室温と

は、2 ～ 3 の差が最初あったが、最終的に両者の差はほとんど無くなったと申告した人は 15 人中 9 人いた。室内に温度計を設置することで、ほぼ毎日、温度計の表示を観察することになるが、自分が想像する温度と実際の温度とが、日にちが経つに連れて一致したと考えられる。以上のことは、西川竜二先生（秋田大学）が文献 20)において、冬季を例に、室内に温度計を置いて適切な温度感覚を養う重要性を指摘されているが、夏季も同様のことが言える。

1999 年の夏に筆者らが、首都圏で行なった調査結果²¹⁾によると、ほとんどのヒトが夏季のエアコンの設定温度を 25 ～ 26 としている。一方、図 14 は、夏季に快適と想像する温度を、ふだん「冷房を使うヒト」と「通風で過ごすヒト」に分けて示したものである²¹⁾。「冷房を使うヒト」・「通風で過ごすヒト」のどちらも快適と想像する温度のピークは 26 である。全体の分布を見ると「冷房を使うヒト」が快適と想像する温度は、「通風で過ごすヒト」に比べて 2 ～ 3 低い。冷房派か通風派かで、快適と想像する温度に違いが見られるのだが、ほとんどのヒトは、エアコンの設定温度を決めるときに、リモコン等の数値表示をみて決める機会が多い。エアコンの設定温度と実際の室温が必ずしも同じになるわけではないのに関わらず、リモコンの表示温度 25 ～ 26 を夏季の快適な温度と認識していると推察される。

以上の結果を総合すると、一般にヒトは夏季に快適と想像する温度（エアコンの設定温度）が 25 ～ 26 で、暑さを感じる温度は 30 以上という認識をもっている。25 と 30 の 5 差はエアコンの強い冷却力を日常的に体験しているから認識できていると考えられる。札幌の調査では、27 ～ 30 でも「問題なく過ごせる」と申告するヒトが多かったが、その理由は、室内にある温度計を日々観察することで、25 ～ 30 間の僅かな温度差

を体感認識できたからと考えられる。これは、ほとんどのヒトが、最初は実際の室温と想像した室温との間に2～3の差があったが、毎日の温度計の観察によって、身体そのものが5刻みの精度の粗い温度計から、0.5～1刻みの精度の良い温度計に変身できた、すなわち適切な温度感覚が身に付いたと言える。

室温が27～30でも、住まい手が僅かな温度の違い・変化を感じる力を持つことで、「このくらいの暑さなら、工夫次第で何とかなるな」という意識が働き、図10で示した住まい手のように、積極的な防暑・採涼行動が誘発される可能性があることがわかった。エアコン無しの暮らしの例²⁾も紹介されているが、それらの住まい手も適切な温度感覚を有していると考えられる。建築のハードに関わる防暑技術の普及とともに、住まい手の温度感覚を養うことが、極端な冷房化を抑止する一つの鍵になり得ると考える。

註1) 1992年とそれ以外の年は、出典が異なるが、参考資料として同じ図に載せた。沖縄県の92年は那覇市内のみ、それ以外の年は沖縄県全域。沖縄県のエアコン普及率の下降は、調査対象の違いによる。

註2) コメ作況指数は2005年を、農林水産業生産指数は2000年を100としている。

註3) 政府統計資料等とは性格が異なるデータであるが、賃貸集合住宅におけるエアコン普及に関する参考資料を得ることを目的として実施した。なお、データの利用は、当該組織より許可を受けた。

註4) 札幌市立高等専門学校の後を受けて、2006年4月に札幌市立大学が開学した。札幌市立高等専門学校が閉校する2011年3月まで施設を共有する予定である。

【謝辞】本稿を執筆するにあたり、以下の皆さまから資料の提供ならびに貴重なアドバイスをいただいたので謝意を表します。岩松俊哉さま(武蔵工業大学博士課程1年・宿谷研究室)、小室大輔さま(ケルン工科大学研究員)、三浦美穂子さま(札幌市立大学デザイン学部 教務補助員)。

【参考文献】

- 1) 総務省統計局：平成16年全国消費実態調査、主要耐久消費財編、第17表地域別1,000世帯当たり主要耐久消費財の所有数量及び普及率、2006年3月。
- 2) 久保田徹・スピアン アーマッド：ジョホールバル市のテラスハウス住宅地における冷房の使用状況と窓の開閉状況に関する実態調査、日本建築学会環境系論文集 第608号、pp.81-87、2006年10月。
- 3) 峰野義博：シンガポール・エアコン事情、JCCIシンガポール日本商工会議所月報、2006年7月。
- 4) 小玉祐一郎・鉾井修一・糸永浩司・加藤信介・小嶋一浩：アジアの環境エンジニアリング、アジアの中の日本の環境、建築雑誌 Vol.118, No.1500、日本建築学会、pp.32-37、2003年2月。

- 5) 宿谷昌則：涼房について、日本住宅協会雑誌、pp.68-71、1982年。
- 6) 宿谷昌則：自然共生建築における環境調整手法の分類、日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸)D-2分冊、pp.633-634、2002年9月。
- 7) 例えば、小嶋一浩：スペースブロック、JA2006、No.61 Spring、新建築社、2006年3月。
- 8) 宇野朋子・鉾井修一・Sri Nastiti・布野修司：インドネシア・スラバヤにおける住宅の室内温熱環境に関する実態調査、日本建築学会計画系論文集 第564号、pp.9-16、2003年12月。
- 9) 長谷川寿夫・石田秀樹・伊庭千恵美・今井正晴・斉藤雅也・高倉政寛・鈴木大隆・福島明・濱田靖弘ほか：北方型住宅の熱環境計画、BIS断熱施工技術者養成講座テキスト、社団法人北海道住宅リフォームセンター、2005年1月。
- 10) (財)経済広報センター：家電機器の普及率の推移、製造：電気・電子機器(2)家電(元：日本電機工業会：日本の電機産業、電気事業連合会資料)
http://sangyo.kkc.or.jp/kkc_id/1.html
- 11) 前掲1)：平成11年全国消費実態調査、2000年7月。
- 12) 札幌市：平成16年「全国消費実態調査」結果の概要、さっぽろ統計情報、2006年2月。
<http://www.city.sapporo.jp/toukei/tokusyu/tokusyu.html>
- 13) 仙台市：統計時報 No.215、平成11年全国消費実態調査結果1000世帯当たり主要耐久消費財の所有数量及び普及率、2001年11月。
- 14) 北海道電力株式会社：北海道における電気機器の普及率について。
<http://www.hepco.co.jp/press/h12/0227.html>
- 15) 坊垣和明・澤地孝男・吉野博・鈴木憲三・赤林伸一・井上隆・大野秀夫・松原斎樹・林徹夫・森田大：全国的調査に基づく住宅の暖冷房時間および暖冷房期間に関する研究、日本建築学会計画系論文集 第509号、pp.41-47、1998年7月。
- 16) 気象庁：気象統計情報・電子閲覧室、2006年10月。
<http://www.data.kishou.go.jp/index.htm>
- 17) 東北農政局山形統計・情報センター、全国都道府県別水稲作況指数、2005年4月。
- 18) 農林水産省大臣官房統計本部：平成17年農林水産業生産指数(概算)、2006年9月。
- 19) アットホーム株式会社：不動産総合情報サイト at home Web、<http://www.athome.co.jp/>
- 20) 西川竜二：東北地方の住宅における冬期の室温と住まい手の室温調整に関する調査研究、日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)D-2、pp.35-36、2006年9月。
- 21) 松岡弘幸・斉藤雅也・宿谷昌則：夏季の住まい方が住まい手の心理と生理に与える影響に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)D-2、pp.497-500、2000年9月。
- 22) 甲斐徹郎：自分のためのエコロジー、ちくまプロマー新書、2006年8月。