

エネルギー消費とヒューマンファクター

—住宅における居住者の意識・住まい方—

Energy Consumption and Human Factors

—Residents' Style of Living and Consciousness of the Residential Houses—

松 原 齋 樹*

Naoki Matsubara

1. はじめに

住宅のエネルギー消費量に影響を与えるヒューマンファクターの一つに、居住者の意識や行動（生活の仕方）がある。筆者はエネルギー消費量の解析を主たる研究対象としているわけではないが、住宅内の温熱環境条件と居住者の住まい方・意識の調査研究を継続する中で、意識・住まい方あるいはライフスタイルというキーワードの重要性に着目してきた。ここでは暖冷房エネルギーの消費量に影響する居住者のライフスタイル、満足される室温・起居様式等を中心に論じたい。

高度成長期には生活水準とエネルギー消費量は比例するという楽観的な認識もあったが、近年の地球環境問題の深刻化はともかくもエネルギー消費抑制を切に要求している。このような動きの一つに住宅の断熱・気密性の向上を意図した省エネルギー基準がある。しかし、住宅の断熱・気密化は省エネルギー目的で推進されてきたが、熱的な快適性の向上にも注目を向けさせることになった。この側面だけを見ると、省エネルギーと生活水準の向上は矛盾しない、と考えられている。しかし、本当にそうなのだろうか。このことが事実であると主張するためには、エネルギー消費量と温熱環境、生活水準などの間の関係を実証的に調べる必要がある。少なくとも、断熱・気密性能が低い住宅で得られていた環境条件と同程度の快適さを得るためには、断熱・気密性能の高い住宅ではごくわずかなエネルギー消費量ですむであろうし、また同じエネルギー消費量ならば、かなりの暖かさ（涼しさ）を得られるであろう。しかし、問題なのは、居住者が断熱・気密性の著しく異なる住宅に移り住んだとき、実際にどの

ような生活の仕方を選ぶかであるが、そのようなデータは、かなり少ない。北海道で断熱・気密化を推進する過程で1室暖房から2室暖房へという変化が起こり、生活水準は大幅に向上したが省エネルギーにはならなかったという例がある。省エネルギーを目的とした断熱気密化の推進が、本州以南でもこのように大きな生活の変化をもたらすことは十分にあり得る。筆者はわが国の現状の温熱環境水準が十分であるとは思っていないし、今後さらにその水準を向上させようとする方向へ向かう可能性を予感している。いわゆるフローとして高性能な住宅建設を増大させることによって、温熱環境水準の向上とエネルギー消費抑制を両立させることはあり得るが、一方で古い住宅ストックを全面的に更新するようなことは、資源・エネルギーの大きな浪費になる危険性もある。

このような状況の中で、高断熱・高气密住宅がどの程度の比率を占めていくのか、居住者がどのような意識で住宅を選択し、どのように住み、どのようにエネルギーを消費していくのかという実態を知り、将来の変化を予測することは、困難ではあるが、避けて通れないテーマでもある。

筆者は、そのようなテーマのごく一部ではあるが、1981年の京都の町家の調査を皮切りに、かなり泥臭い方法で居住者の意識や住まい方を温熱環境やエネルギー消費量と関連づけて研究してきた¹⁾¹¹⁾。ここでは、ほぼ同一仕様の住宅居住者を対象として1994年に関西地方で行った調査結果をもとに、居住者の意識や住まい方、団らん時室温などがかなり多様であることを示すことにより、ヒューマンファクターの重要性を示したい。

2. 住宅居住者の室温形成の模式図

暖冷房にともなうエネルギー消費に関係する重要な

* 京都府立大学生活科学部住居学科助教授
〒606 京都市左京区下鴨半木町1

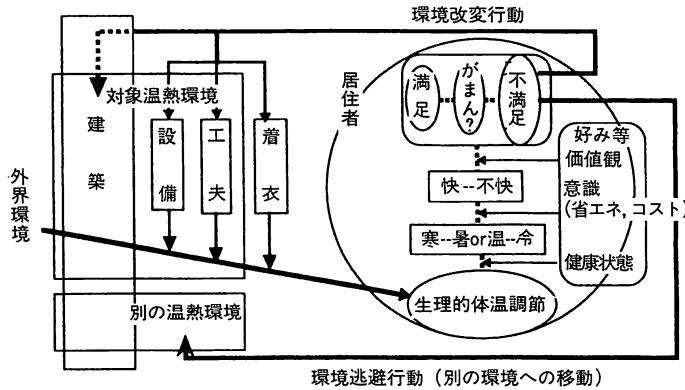


図-1 居住者による環境形成と評価のモデル⁹⁾

要因の一つは内外気温差であり、居住者が意識的・無意識的に関与して形成される室温がどのようなものになるかはとりわけ重要である。建築学・空調工学の分野では、空調が実用化されて以後、オフィス空間を中心として不特定多数を対象としてどのような温湿度条件を目標とすべきかを解明するために多大な努力を払ってきた。その過程で気温・湿度・気流・放射の環境側4要因に着衣・活動量の人体側2要因を加えた6要因で人間の温冷感、快適感が決定されるという基本的なパラダイムが形成されてきた。その結果、季節を問わず、空調の設定目標値（および実際の室温）はかなり狭い範囲に収まっている。このことがオフィスピルなどの年間空調負荷、消費エネルギー推定の精度をかなり高いものとしているといえる。同様の発想で住宅の暖冷房エネルギー消費量も単純な在室パターンと設定室温を仮定することによって、エネルギー消費量がシミュレーションによって推定されると考えられている。しかし、住宅の暖冷房エネルギー消費量の予測精度はあまり良くない。その最大の理由は、住宅居住者の生

活の仕方のばらつきはオフィスよりもはるかに大きいからである。住宅の快適温度が事務所と異なるという指摘は他にもなされている¹²⁾。

ここではこのばらつきがなぜ生じるかを、模式的に表現した図に基づいて解説する。図-1は、住宅の外部気候条件が建物のシェルター性能、設備器具の使用、日射受熱のコントロールなどの工夫、着衣量などによって緩和され、裸体人体が暴露される衣服下気候が形成される。この気候条件が決まれば、それで終わりと考えられがちであるが、さらに生理的な体温調節機構の発動による調節の結果、温冷感、快適感等が形成されるが、このプロセスでもさまざまな要因が影響する。そして、従来の温熱環境研究では温冷感と快適感が、一種のクライテリアとされてきたが、筆者はさらに上位のクライテリアとして「満足」の概念を置いている。すなわち、『むしろ多少寒いくらいの方が健康によい』とか『途上国のエネルギー事情を考えると快適であることに良心の呵責を覚える』というような価値観を持つ人にとっては、いわゆる「快適」ではあっても、

表1 対象住戸一覧

住戸名	所在地	家族構成	敷地 (m ²)	延床面積 (m ²)			LDK面積 (m ²)			
				全体	1F	2F	L	D	K	合計
HM	奈良県奈良市	夫(58) 妻(50)	189.4	113.6	71.5	42.1	16.7	10.1	9.3	*1 19.4
YT	大阪府高槻市	夫(45) 妻(44) 長男(21) 次男(19)	100.1	106.1	53.0	53.0	16.8		6.8	23.6
AD	滋賀県大津市	夫(54) 妻(56) 長男(26) 次男(24)	126.4	119.6	62.3	57.2	20.7		9.6	30.3
HR	兵庫県三木市	夫(45) 妻(43) 長男(14) 長女(13) 夫は単身赴任中	257.5	152.1	88.2	63.9	30.0		10.0	40.0
MD	兵庫県三木市	夫(40) 妻(34) 長女(4)	228.0	146.3	78.1	68.2	30.2		10.1	40.3
TB	奈良県奈良市	夫(47) 妻(42) 長女(15) 次女(14) 長男(9)	330.6	207.8	119.0	78.9	18.7	12.9	11.3	42.9
HD	和歌山県海南市	夫(31) 妻(30) 長男(11) 次男(8) 三男(5)	?	160.6	86.6	74.0		34.4	9.2	43.6
DB	兵庫県尼崎市	夫(44) 妻(41) 長女(15) 長男(13) 次男(9) [老夫婦]	330.0	213.8	106.5	107.3	17.6		9.3	26.9

*1: DKの合計

「満足」ではない場合がありうるのである。あるいは「快適」ではなくとも、自分が冷房を使用せずに暮らしていることに「満足」している人もいるのである。

この模式図ではそのような「満足」の概念を最上位に置き、特に環境を変化させたり（環境改変行動）、あるいはその環境から他の環境へ移動を余儀なくされる（環境逃避行動）場合は「不満足」、決して満足していないが、特にこれらの行動を起こさない場合を「がまん」と定義し、いずれでもない場合に、「満足」であると表現している。

先のオフィスの例では、これらの行動や選択の幅がはるかに狭いのは説明するまでもなからう。

3. ライフスタイルの具体例の提示

前節の抽象的な説明を実態調査の事例に即して説明しよう。熱損失係数ではほぼ同一（約3.4）と考えられる鉄骨系プレハブ住宅を対象として実測調査を行った。表1に対象の概要を示す。調査方法は室温は居間の床表面温度、FL+50mm, FL+1100mm, CL-100mm, 天井表面温度、湿度、LDK以外の居室の室温（FL+1100）、外気温である。ヒアリング調査項目は各生活行為が行われる場所、暖冷房器具の種類、使用時間、暑さ・寒さに対する工夫、暖冷房に対する意識、生活時間などである。

3.1 各住戸の特徴

AD：家族全員が仕事を持っており、昼間は不在である。夏季は帰宅後エアコンをつけ、寝室として1F和室を使用するため、おやすみタイマーの使用も含めると翌朝まで使用することになる。冷房面積に対してエアコンの容量がやや不足で十分に冷えないと言う不満がある。冬季は石油ファンヒーターとホットカーベットの併用で、朝はさらにエアコンをつける。換気に特に意識しており、1日1時間程度は換気扇を稼働させる。団らん時の起居様式は夏はソファ、冬はホットカーベットで床座である。

HM：夫婦二人で昼間は隔日で夫が在宅している。妻は暑がり、夫は暑さはあまり苦にならないが、かなりの寒がりであり厚着の傾向がある。夏季は夕方からエアコンを使用する。冬季は茶の間の食事室とKが暖房空間であるが、石油ファンヒーターとこたつを併用することが中心で、朝など特に寒いときはさらにエアコンを併用する。団らん時の起居様式は夏冬ともフローリングの食事室にカーベットの敷き、こたつ（夏は座卓）で床座である。

HD：自宅付近に自営の工場があり、夫は早朝から仕事にでかけ、昼間は食後昼寝をする。冬季の暖房は食事の時はテーブルでファンヒーターを使用、団らん時はヒーターを消してホットカーベット+こたつで過ごす。団らん時の起居様式は夏季はソファでイス座、冬季は床座である。疲労の激しい仕事のように夏季・冬季ともできるだけくつろげるように温熱環境を調整しているように見受けられた。

HR：夏季は就寝時以外冷房はほとんど使用せず、通風のみで過ごしている。これは電気代や、冷房の健康への悪影響を考えてのことである。冬季は寒さが増すにつれ暖房器具の種類を変えて対応している。最も寒い時期は石油ファンヒーター、ホットカーベット+こたつ（布団は掛けるが電源はいれない）を使用する。団らん時の起居様式は夏季・冬季ともこたつあるいは座卓で床座である。

YT：冬季、団らん時はほとんどホットカーベットのみで過ごす。エアコンでは足元が暖かにならないためである。厚着による寒さへの対処は多い。夏季は、昼間は自然に汗をかき、その代わりに夜は涼しく過ごすという夫の考え方に従い、昼間は極力冷房は避け、夜20時頃からはできる限り冷房する。団らん時の起居様式は冬季はホットカーベットの上で床座、夏季はテーブルで椅子で過ごすことが多い。

TB：夏季は家事の済む10時頃から就寝時までエアコンを使用しており、もっとも涼しく過ごしている住戸である。冬季も暖房時間が長く、団らん時室温も高い方である。団らん時の起居様式は夏冬ともフローリングの食事室でテーブルでイス座である。

MD：夏季は家事を済ませた10時頃から就寝時までエアコンを使用しており、もっとも涼しく過ごしている住戸である。冬季の団らん時はホットカーベット+こたつを使用する。寒さが増すと石油ファンヒーターも使用するようになる。団らん時の起居様式は季節による変化はほとんどなく、床座である。夏季にはソファの上で寝ころぶことが多く、冬季は背もたれとして使われる。

DB：2世帯住宅で2階に居住する世帯のみを調査対象としている。ペアガラスの使用など他の住戸よりも断熱性能は高く設計されている。冬季は寒さが増すにつれ暖房器具の種類を変えて対応しており、最も寒い時期は石油ファンヒーター、ホットカーベット+こたつを使用する。こたつを使用するときはホットカーベットの電源はいれない。夏季は、LDでは昼間、風

通しが良いのでこの年から冷房はしなくなった。団らん時の起居様式は、冬季はこたつに集まる傾向があり床座が多いが、夏季はダイニングのテーブルとリビングの座卓を併用している。

3.2 起居様式の季節差

夏・冬とも団らん時の起居様式が変わらないのはTB邸、MD邸、HM邸、HR邸であり、TBのみイス座でそれ以外は床座である。夏冬で変化するのはAD邸、YT邸、HD邸、DB邸であり、いずれも夏はテーブルとイス、冬はこたつまたはホットカーペットで床座である。このような季節変化は、関西地方ではかなり一般的な現象のようである。無断熱住戸を中心とした別報での報告¹¹⁾よりは床上付近温度は高いが、それでも冬季にイス座で団らん時間を過ごすほどには暖かくないようである。

3.3 居間の団らん時の室温

各住戸の団らん時と考えられる時間帯をヒアリング調査から判断してその時間の室温の平均値とSDを冬と夏について示したのが図-2である。明らかに不在とみなせる日のデータは除いてある。測定期間は6日から15日程度のばらつきがあるので、SDに特別な意味があるわけではないがひとつの目安としてしめた。図形が右下にあるほど夏涼しく冬暖かく過ごしていることをしめている。団らん時の室温は居住者が『これでよしとする温度』、前節の表現では、「満足」している温度とみなすことができる。「快適」ではないかも知れないが、好みや光熱費などを総合的に考えて、形成された室温である。居住者が『これでよしとする

温度』には住戸間でかなり差があることがわかる。断熱気密性能が明らかに異なるDB邸を別にすれば、これらの差は基本的には居住者の住まい方や満足できる環境水準、意識などの違いを反映しているといえる。もちろん、DB邸も性能が異なるとは言え、これらの比較は可能であろう。最も重要なことは、ほとんどの住戸の団らん時室温は、オフィス空間での快適温度とはかなりはずれているという事実である。

冬季の室温はDB邸、HM邸が特に高く、YT邸、HR邸でやや低い。DB邸居間は2階にあることと断熱・気密性能が明らかに高いこと、またHM邸は夫が特に寒がりやや狭い空間（茶の間+K）のみを暖房することが原因である。HM邸の場合、夫は特に厚着でなおかつこたつを使用していることを考えると体感温度としては特に高く過ごしている住戸である。冬季の室温の低いYT邸はホットカーペット、HR邸はこたつを使用しているため、空気温としてはこの程度で満足できるものと考えられるが、こたつやホットカーペットから離れるとやや寒い環境であるといえよう。HR邸では調査時の前年には石油ファンヒーターはなく、来客が寒そうにするので購入したという。すなわちヒーター無しでも居住者はそれほど不満を感じていなかったわけである。

夏季の室温はTB邸、HD邸がもっとも低く、YT邸、DB邸、HR邸が高く、MD邸、AD邸、HM邸が中間的である。TB邸では冷房して生活することに肯定的で長時間冷房しており、あまり不満もない。ただエネルギーを多量に消費していることに対して『これでいいのだろうか』と若干の疑問を感じている。YT邸では夫が『昼間は汗を十分にかいて、夜は冷房して一滴も汗をかきたくない』という考えであるが、団らん時とみなした時間と夫の帰宅後の時間にはずれがあるので、団らん時平均の室温はあまり低くない。HD邸ではすでに述べたように夫は『暑いのが我慢できない』のでよく冷房するが、妻は一人の時は電気代が気になるのであまり使用しない。MD邸はTB邸と同じように冷房に対して肯定的で夫の不在時も含めかなり長時間冷房している。DB邸はこの年（史上最高の猛暑と言われた夏）から冷房をあまり使わなくなったという興味深い例である。

4. おわりに

エネルギー消費に影響を与えるヒューマンファクターとして住宅居住者の意識・住まい方を取り上げて、

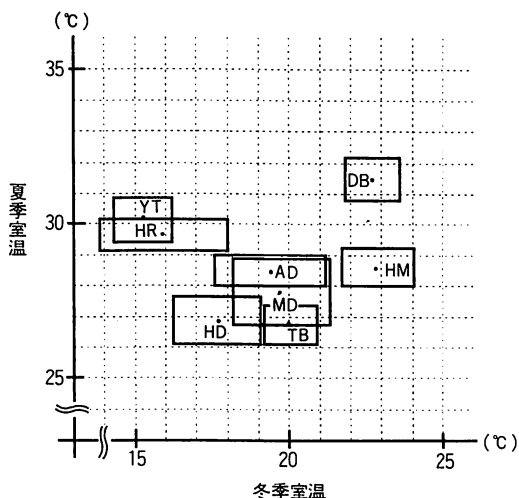


図-2 団らん時の平均室温（夏季・冬季）¹⁰⁾

概念モデルの解説, 実地調査結果に基づいて形成される室温のばらつき, 意識・住まい方の多様性をしめした。室温と意識・住まい方の関係は, ごく定性的に把握しているにすぎないが, 今後は定量的な分析も課題とする必要があろう。

このようなありふれた生活実態をしめすことは従来の工学のパラダイムとは疎遠な研究と受けとめられるかも知れない。しかし, 民生用エネルギー消費の問題を真正面から受けとめるためには, 不可避の課題でもある。筆者の研究はその課題のごく一部を切り出しているにすぎないが, 今後ますます活発に研究すべき課題の方向性を示していると確信している。

文 献

- 1) 松原斎樹・松田彰: 京都市の通り庭型町家における温熱環境実測例について…夏期…, 第5回人間-熱環境シンポジウム報告集(1981), 54~57.
- 2) 松田彰・翁長博・松原斎樹: 京都における低層密住市街地住宅の熱環境に関する研究, 日本建築学会近畿支部研究報告集(計画系), 22号(1982), 53~56.
- 3) Matsubara, S. and Matsubara, N.: Characteristics of the direction of remodelling or reconstruction of the traditional urban house in Japan and the climatic environment. *Energy and Buildings*, Vol.15/16 (1990/1), 851~860.
- 4) 松原斎樹・澤島智明: 冬季の住宅居間の熱環境と居住者の意識・住まい方 その3. 居住者による熱環境形成と評価のモデル, 日本建築学会大会学術講演梗概集(D)(1992), 449~450.
- 5) 松原斎樹・澤島智明: 伝統住宅と環境調節の工夫, 日本生気象学会雑誌, Vol.29, No. 2 (1992), 77~82.
- 6) Matsubara, N. and Sawashima, T.: The actual conditions of practising traditional methods of environmental control and utilization of air conditioners by the residents of detached houses in Kyoto during summer, *J. Thermal Biology*, Vol. 18 (5/6) (1993), 577~582.
- 7) 荒井麻里・松原斎樹・蔵澄美仁・西森文佳・松原小夜子: 戸建て住宅における居住者の生活行動・温熱環境に関する調査研究~環境調節行為と住宅計画との関連~, 第19回人間-生活環境系シンポジウム報告集(1995), 112~115.
- 8) 鈴木憲三・松原斎樹・森田大・澤地孝男・坊垣和明: 札幌, 京都, 那覇の公営集合住宅における暖冷房環境の比較分析 暖冷房使用に関する意識と住まい方の地域特性と省エネルギー対策の研究 その1, 日本建築学会計画系論文集, 475号(1995).
- 9) 松原斎樹: 快適性評価の意義と限界, 日本建築学会環境工学委員会 第25回熱シンポジウム「エネルギーと快適性」(1995), 27~32.
- 10) 松原斎樹・蔵澄美仁・荒井麻里: プレハブ住宅における夏季・冬季の居間の温熱環境と住まい方, ハウスクリマ研究ノート, 21号(1995), 1~8.
- 11) 松原斎樹・澤島智明: 京都市近辺地域における冬季住宅居間の熱環境と居住者の住まい方に関する事例研究~暖房機器使用の特徴と団らん時の起居様式~, 日本建築学会計画系論文集, 488号(1996), 印刷中.
- 12) 中村泰人: 地球環境への負荷軽減と人の健康を考慮した熱環境設計法, 日本建築学会近畿支部研究報告集(計画系), 35号(1995), 77~80.

他団体ニュース

「トヨタ先端科学技術研究助成プログラム」課題募集

1. 対象

国内の大学・研究機関において「環境, エネルギー, 安全」に関する分野で, 独創的, 先進的な萌芽段階の研究に従事している研究者および研究グループ。(なお, 社会・人文科学にまたがる領域も可)

2. 助成金額・件数

総額3,000万円程度(10件程度, 最高300万円)

3. 助成時期

平成9年3月

4. 募集締切

11月20日(水)なお, 英文での申請も可。

■ 応募用紙請求・問合せ先

〒471-71 愛知県豊田市トヨタ町1

トヨタ自動車株式会社 技術管理部 研究助成プログラム事務局

TEL 0565-23-6302 FAX 0565-23-5744

Email. suganuma @ mother.ee. toyota. co. jp.