

人間生活工学

Journal of Human Life Engineering

[編集] (社)人間生活工学研究センター

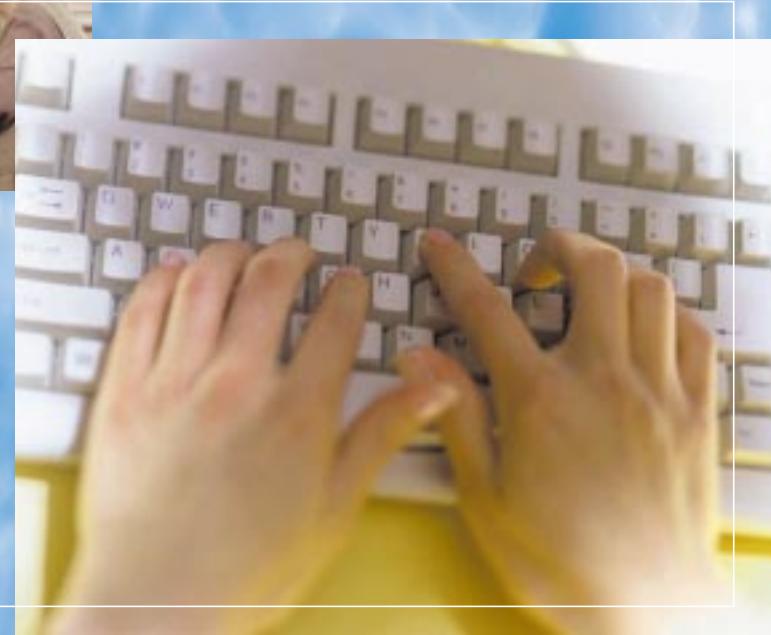
Number

3

Volume 2

■特集

空気の快適性



特集**空気の快適性**

- 空気の快適性に関する総論** 1

東海大学 教授 岩田利枝

- 温熱環境と快適性** 4

独立行政法人 産業技術総合研究所 主任研究官 都築和代

- 酸素の効果と高齢者向けリフレッシュ空間** 8

信州大学 教授 藤原孝之

三菱電機冷熱プラント(株) 福祉・ウエルネス事業担当取締役 前田満雄

- 自然な室内気候の実現への挑戦と放射冷暖房** 12

ピーエス(株) 代表取締役 平山武久

ピーエスジャーナル編集室 川崎惠敬

小林事務所 代表 小林哲夫

室内汚染とシックハウス症候群

- これからの住まいづくりはどうしたらよいか?—** 16

岩井木材(株) 代表取締役 岩井 清

- 快適なにおい環境** 20

日本香料協会 参与 川崎通昭

随想

- 虫めがね、遠めがね、色めがね⑤** 24

コンセプト・デザイナー 岸田能和

研究所紹介

- 独立行政法人化による人間生活工学研究の新たな出発** 26

—生命工学工業技術研究所から人間福祉医工学研究部門へ—

独立行政法人 産業技術総合研究所 人間福祉医工学研究部門 総括研究員 ロノ町康夫

- 産総研関西センターにおけるライフサイエンス研究** 30

独立行政法人 産業技術総合研究所 ヒューマンストレスシグナル研究センター 副センター長 松岡克典

投稿論文

- 快適な環境を作るルームエアコンの開発** 33

三菱電機(株) 住環境研究開発センター 菅原作雄

三菱電機(株) 静岡製作所 関 辰夫

ラピッドコミュニケーション

- 消費者行動と商品開発—専門家と消費者とのギャップについての一考察—** 41

経済産業省 貿易経済協力局 上席安全保障貿易審査官 五十嵐重雄

講座

- 人間生活工学における動作の解析（1）** 46

独立行政法人 産業技術総合研究所 主任研究員 横井孝志

- Information** 48

空気の快適性に関する総論

1. はじめに

「空気のような」という言葉には「意識することが少なく」かつ「重要な」ものであるという意味が含まれている。実際人間は空気に囲まれて生活しており、多大な影響を受けているはずであるが、何か不都合が生じない限り、問題にすることもない。「無限にあって、無料」と思っているので、有り難みが薄く感じられるのかもしれない。

環境の基礎的要件である「安全」や「健康」といった概念は、危険ではない、病気ではないという消極的な意味しかもたない。しかし、人間の生活に欠かすことはできず、文字通り「空気のようなもの」と言える。話が混乱するが、空気もまたこれらの空気のような要件（安全・健康）を満たさなければならぬ。さらに近年は「健康」という言葉にWHOの規約「健康とは肉体的、精神的及び社会的に良好な状態にあることで、単に疾病または虚弱でないということではない」が引用され、より積極的な「健康」が求められている。というよりもはや「快適性」の追求の段階にあると言う。さて、空気に「空気のような」基礎的要件以上の「快適性」を望むことができるのだろうか？



東海大学第二工学部
建設工学科 教授
岩田 利枝(いわた としえ)

プロフィール

1992年 早稲田大学理工学研究科建設工学専攻博士後期課程修了、博士（工学）
1994年 国立公衆衛生院建築衛生学部主任研究官
1996年 同建築物衛生室室長
2000年 東海大学第二工学部教授
現在に至る。室内視環境、空気環境の人間への影響に関する研究に従事。日本建築学会、空気調和・衛生工学会、照明学会などの会員

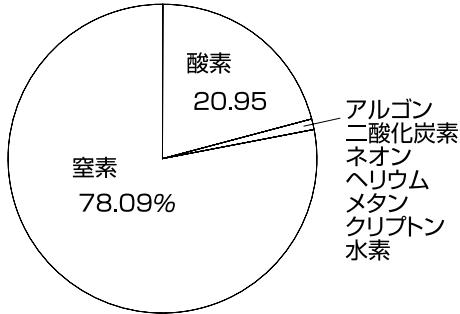


図1 空気の組成

2. 空気

2.1 空気の組成^{1),2)}

空気とは地球を取り巻く大気層の最下層部分の混合気体のことを指す。単一の物質ではなくその組成は図1に示すように表される。この組成は地球上どこへ行っても変わらず、高さ方向も高度40kmまで同じと考えてよい。図1は水蒸気を含まない「乾燥空気」を示している。通常空気は水蒸気を含み、水蒸気を含む空気を「湿り空気」と言う。

2.2 空気の重さ・気圧

地球上の各地の気圧は一定ではないが、室内においても多少の気圧差があり、気圧の高いところから低いところへ気流が起こっている。室内において人が気圧が異なる環境を経験するのは、飛行機内と東京ドームのような気圧を利用した膜構造建築物においてであろう。

2.3 空気と光・音

空気環境というと「空気質」と「熱環境」が連想されるが、空気は光環境や音環境の形成にもかかわっている。夕焼けの赤や空の青さも空気によって引き起こされるものである。光は380nm～780nmの波長の波であり、波長の短い方から紫、青、緑、黄緑、黄色、橙、赤色の光に分けることができる。太陽からの光は空気中の水蒸気やチリによって吸収されたり散乱したりするが、散乱状態が波長によって異なり、短い波長（青い光）が多く散乱されると青空が見られる。

音にとって空気はさらに重要である。空間において音波は空気が振動することによって伝わる。このため、気流や大気の温度勾配によって、音が到達したりしなかったりといった結果がもたらされる。



図2 人体からの熱放出

3. 人体と室内空気

人間はもっとも身近な環境である空気から様々な影響を受けているが、同時にいろいろな影響を与えていている。

3.1 热

「人間は約100Wの電球と同じ」と言われる。図2に示すように人間は常に熱を発しており、軽作業時にはちょうど100W程度になる。室温20°Cでこのうち30%程度が汗などの蒸発による放熱(潜熱)である。室温が高くなったり、運動量が増えると、潜熱の比率が高くなり、体温調節が図られる。

室内の温熱快適性を示すため指標の中には、このような人体の熱の出入りを基準に作られたものがある。その方法では、気温そのもので暑い寒いを評価するのではなく、人体の熱生産量と室内環境への熱放散の収支を計算し、その+/-によって温冷感を予測するようになっている。

3.2 空気質

図3に示すように人体は空気中の様々な物質に取

り囲まれている。

人間は呼吸により空気中の酸素を取り入れ生命を維持している。成人男子で1時間に17Lの酸素を消費していると言われている。しかし、呼吸により体内にとり入れられるのは酸素だけではなく、図3に示すような空气中に含まれる物質もとり込んでしまう。また、呼吸以外の経路によっても人体はこれらの物質の影響を受ける。

さらに人間は消費するだけでなく排出も行っている。かつて室内空気の主要な汚染源として挙げられていたのは人体だった。1時間に15Lの二酸化炭素を排出するだけでなく、体臭という室内空気のにおいの原因を発している。現代は衛生状態が向上し、清潔好きの人が多くなったと言われているが、ほこりをたて、衣服の繊維、フケや人体の表皮の断片を撒き散らしている。さらにゲップやおならといったガスを放出しているのである。おならは日本人の成人男子で400から2000ccと言われており、組成も日本人とアメリカ人で異なるらしい¹⁾。

実際「人間から発するにおい」が空気質を示す単位になった。1980年代終わり室内空気を評価する方法として図4に示すような「標準人間から発するにおいの不快感」を基にした単位olf(オルフ)が提案された³⁾。これを用いて異なる種類のにおいを1つの単位で示し、それまで在室者数で決められていた必要外気量を室内のにおい発生量で決めようとするものである。

4. 人類と空気

4.1 人間由来汚染

図3中にも示したように、最近は室内空気質の主要な原因として建物そのもの、建材があげられるよ

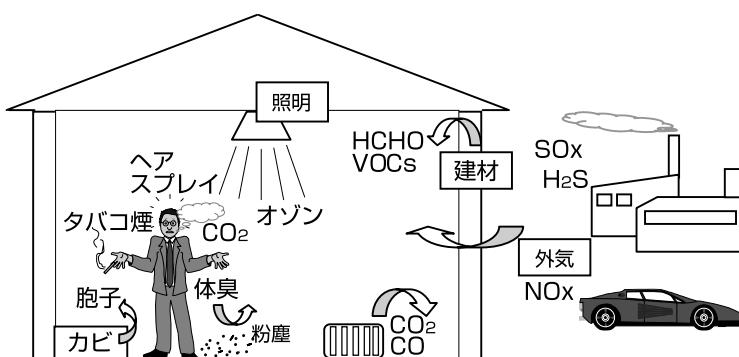


図3 人体と室内空気

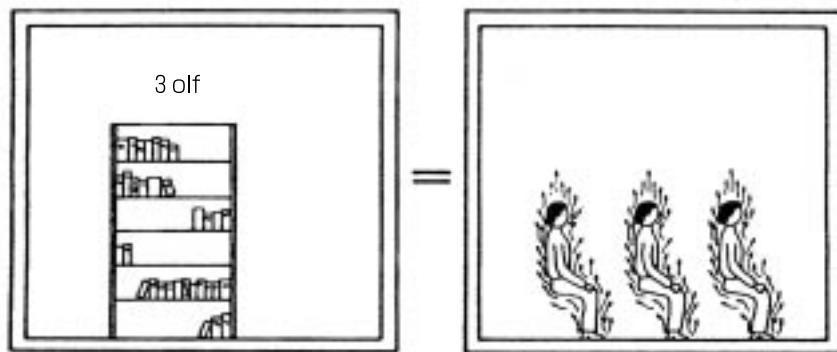


図4 汚染発生源の強度の単位³⁾

注) ある汚染発生源が、3人の標準的な成人からの汚染と等しい不快者率を生じる場合、その発生源の強度は3 olfである。

うになった。建築環境工学分野では、室内汚染を「生活行為由来」と「建物（建材）由来」に分けて論じることが多い。しかし、「人体」そのものが汚染発生源でない場合でも、実は、発生源は人間が作り出したものなのである。だから、広い意味でとらえれば、「建物由来」も人間の行為由来と言える。また、「外気由来」とされている窒素酸化物（NOx）なども自動車の排ガスから発生しているから、人間行為由来である。

4.2 大気の問題

人体が室内環境中に様々なものを排出するように、室内環境中からも様々なものが外気（地球環境）に排出されてきた。それらの増加が物質の循環のサイクルを超えたことにより環境問題が引き起こされてきた。空気にかかわる環境問題を以下にまとめる。

- ・ 地球の温暖化…大気中の二酸化炭素やメタンなどが地表面から宇宙空間に向けて放った波長の長い放射を吸収し地球に受けて再放射することによる。
- ・ オゾン層の破壊…フロン（クロロフルオロカーボン）がオゾン層を破壊する。それにより有害な紫外線が地表に到達する。
- ・ ダイオキシン…ゴミ焼却場からダイオキシン（ポリ塩化ジベンゾ・パラ・ジオキシン）という慢性毒性のあるガスが発生する。

これらはすべて、過剰な排出が原因で引き起こされている。

5. よい空気

積極的な意味でのよい空気とはどんなものだろうか。自由記述による「よい空気の」イメージのアン

ケート結果では⁴⁾、「××がない」という否定形で表現された言葉で多かったのは「におい」「害」「汚染」であったと報告されている。逆に「○○な」という肯定形で表現された言葉では、「森(森林、森林浴)」、「自然」、「山」であったと言う。「よい空気」は「香り」や「制御」のイメージではなく、原始的なところにあったのは興味深い。

6. おわりに

このように述べてくると、空気の問題はあたかも「浴槽につかったまま浴槽の湯を飲んでいる」のに似ていると感じる。自ら汚して、自ら摂取しているということである。浴槽は限りなく大きく自然浄化型であったはずが、汚し方の速度が急に速くなり、相対的に浴槽は小さくなり、浄化が間に合わなくなつたといった状態だろう。空気の快適性を扱うためには、他に犠牲を強いる（しわ寄せを生じる）狭義の快適ではなく、他の場所、他の時代の快適もかなえられるような快適を考えていくことが必要であろう。

● 参考文献

- 1) 松下精工編：「暮らしと環境と空気の話」、東洋経済新報社、1991年
- 2) 池田耕一：「室内空気汚染の原因と対策」、日刊工業新聞社、1998年
- 3) Fanger, P.O. (近藤肇訳) :「olf (オルフ) と dicipol (デシポル) —知覚性空気質に対する新単位」、空気調和・衛生工学、第63巻第1号、pp.67-70、1989年
- 4) 塩津弥生他：「自由記述による「よい空気」についての意識調査 (その2)」日本建築学会学術講演梗概集D-2、pp.807-808、2000年

温熱環境と快適性

1. はじめに

温熱環境は、皮膚を通しての刺激のみならず、視覚、聴覚などの刺激によっても、脳に伝わった情報が暑さ・寒さを感じさせるとともに、快・不快を引き起こす。例えば窓ガラス越しに見る強い日射しは直接当たっていなくても暖かさを想起させるし、風鈴の音は風の流れや強さを想像させ、涼しさや寒さの感覚を呼び起こす。それとは別に皮膚を通しての温熱環境からの刺激は、暖かさ、冷たさを感じると同時に、ヒトの体温調節に影響を与えていている。

2. 体温調節

体温調節の仕組みとしては、体温を一定に保つための機構が働いている。皮膚が温たまると、「血管の拡張による皮膚血流量の増加」「温熱性の発汗」によって体熱放散が促進される。皮膚が冷やされると「ふるえ産熱」によって熱産生が促進され、体温の低下を防ぐ体温調節反応が働く。これらの意識しないで引き起こされる反応を自律性体温調節と言い、熱放散量と熱産生量が調節される。

体内で產生された熱の核心部から皮膚表面への熱移動は主に皮膚血流によって調節されており、皮膚血流量は皮膚血管の収縮・拡張によって調節されて



プロフィール

1990年 奈良女子大学大学院博士課程
人間文化研究科修了。学術博士。同年～日本学術振興会特別研究員
1991年～ 科学技術特別研究員
1992年12月 製品科学研究所入所
1994年 主任研究官
現在に至る。人体の温熱感覚・体温調節、ならびに、住宅温熱環境の計測および評価技術研究に従事。最近のテーマは高齢者の温熱快適性と睡眠

産業技術総合研究所 人間福祉医工学研究部門 感覚知覚グループ 主任研究官

都築 和代 (つづき かずよ)

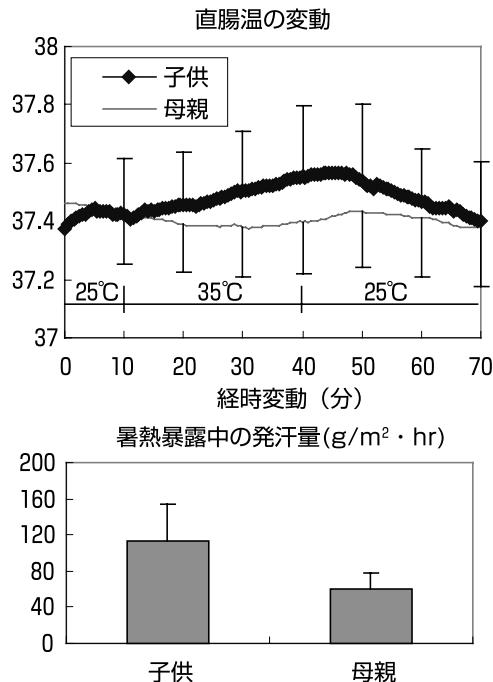


図1 2歳半の乳幼児と母親を35°C 70%の環境に暴露した時の直腸温の変動(上図)と全身発汗量(下図)

いる。体の皮膚表面から環境への熱の放散は、対流、放射、伝導(乾性放熱)および蒸発(湿性放熱)によって行われる。汗は水が1g蒸発すると580kcalの潜熱を奪うので、最も強力な熱放散の方法である。

図1に暑熱(35°C 70%RH)暴露時の2歳半の子供と母親の発汗量の違いと体内温への影響を示す¹⁾。2歳半の子供は自律性体温調節が未発達なので、この環境では熱負荷が大きいために体内温は上昇し、発汗量を増やしている。母親は大して汗もかかず、体内温は安定している。

一方、姿勢を変える、被服を選ぶ、暖房や冷房といった環境を変えるなどの行動を行動性体温調節と言う。ヒトの場合、自律性体温調節でカバーできる温度範囲は限られているので、それ以外の環境下では行動性体温調節に頼らざるをえない。2歳半前後の子供を持つ若い母親を対象に調査した結果を示す²⁾。図2は関東地域における住宅の室温調査の結果である。夏期と冬期で室温の分布範囲は異なる。また、行動性体温調節である冷暖房器具の使用率は時間帯によって異なる。子供の衣服を選んだり、冷暖房器具の使用を決定するのは、室温よりも母親自身の感覚を頼りにする割合が高くなっている。

3. 温熱快適性

皮膚や体内にある温度受容器への温度刺激により

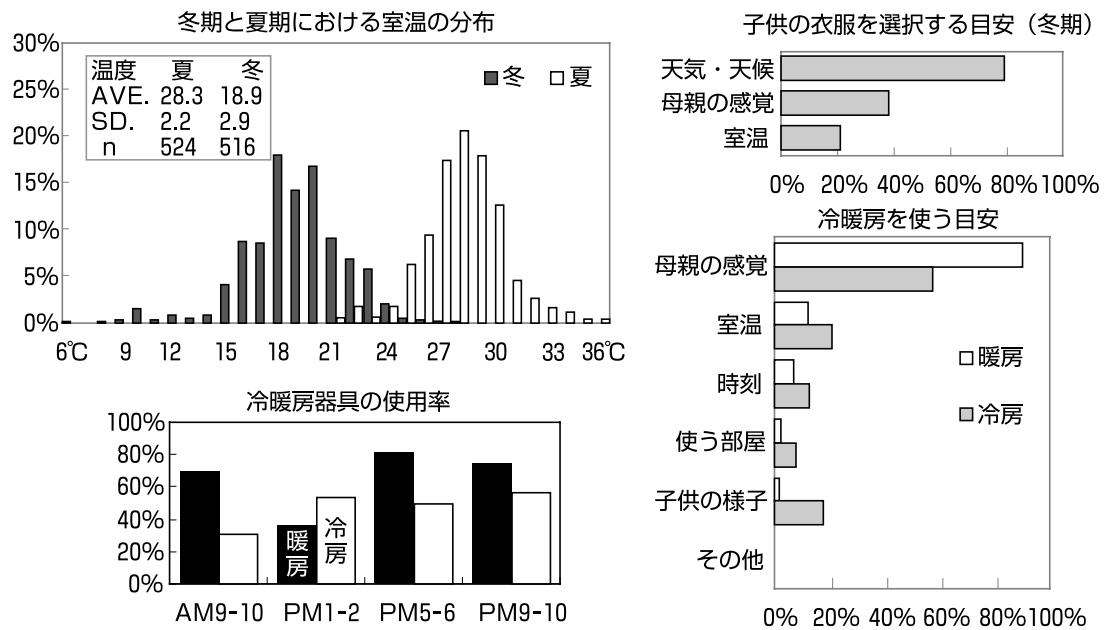


図2 乳幼児を持つ家庭の母親を対象とした住宅温熱環境実態調査の結果

“温かい”と“冷たい”との感覚を生じる。ヒトが感じる“暖かい”と“冷たい”といった皮膚などに加えられた刺激を識別する温・冷覚はこれまで温熱感覚や温熱的快・不快とは区別して考えられてきた。しかし、温熱感覚や温熱的快・不快には外部温熱環境のみならず、身体内部温熱環境も含めた全身の温熱状態が深く関与しており、また、行動性の体温調節反応を誘因する感覚として重要である。そのうえ、温度感覚だけでなく温熱感覚といった場合、発汗によるぬれ感覚や湿度の湿り感覚、あるいは放射温、気流温・気流速度など種々の温熱要素の影響を無視できない。

温熱環境の快適性を検討する場合、快適とは何かということが終始議論されている。“*Thermal comfort is defined as that state of mind which express satisfaction with thermal comfort.*”³⁾ 「温熱的快適性とは、温熱環境がもたらす快適性に満足を示すことができる心の状態であると定義される。」つまり、ここでは、暑くも寒くもないという感覚に代表される消極的な快適さと、心地よい、気持ち良いという感覚に代表される積極的な快適さと二分される快適さのうち、上記の英文は一般には消極的な快適性を指すと言われている。

日本においては、積極的な快適性を求める研究が主流であるが、空調環境において快適性を追い求めあまり、エネルギーの浪費に陥ったり、人体の健康を脅かしたりするなど種々の懸念が考えられる。

4. 温熱環境の評価

ヒトが感じる暑さ寒さにかかわる温熱環境を構成する環境側の基本要素は、①気温、②湿度、③気流、④放射であり、人間側の要素として着衣の熱的性能を表す⑤着衣量（着衣熱抵抗）と、ヒトの活動量に応じて体内で産生される熱量を表す⑥代謝量である。以上の6要素を温熱環境の基本要素と言い、この6要素がヒトの熱的快適性に影響を及ぼすと言われている。

また、以上の6要素から人体の熱収支に基づいて、人の温熱感（PMV）や集団の不満足率（PPD）を予測する式が提案されている⁴⁾。PMV(Predicted Mean Vote)は集団としての居住者が感じると予測される温冷感申告の平均値を示す。PPD(Percentage of Predicted Discomfort)は予測不満足率であり、人間がある環境下で暑いか寒いかを感じている状態のときに、何%の人がその環境に不満足かを予測しており、PMVの関数として算出される。ISO7730では $-0.5 < PMV < 0.5$ 、 $PPD < 10\%$ という推奨値を示している⁵⁾。PMVやPPDは暑くて不快や寒くて不快を全身について表現しているが、温熱的な不満足率は望まない身体局所の冷却や加熱によっても引き起こされる可能性がある。局所温熱不快感としては、ドラフト、垂直温度分布、暖かい、または冷たい床、不均一放射の4要因が挙げられる。しかし、積極的な快適さについては定義されていない。

表1 高齢者単独世帯の住宅と若年世帯と同居高齢者住宅における室温の違い

		高齢者の住宅	若年世帯と 同居高齢者住宅
場所	測定項目		
居間	気温 (高さ0.7m)	9.3°C	13.2°C*
	黒球温度 (高さ0.7m)	9.2°C	12.8°C*
	気温 (高さ0.1m)	8.5°C	12.8°C*
	気温 (高さ1.5m)	10.0°C	12.5°C
	相対湿度 (高さ0.7m)	52.50%	47.70%
	二酸化炭素濃度 (高さ1.7m)	947ppm	1890ppm
トイレ	気温	4.7°C	3.8°C
風呂	気温	6.5°C	7.0°C
脱衣室	気温	6.0°C	7.0°C
屋外	外気温	2.1°C	0.5°C*

* $p < 0.05$

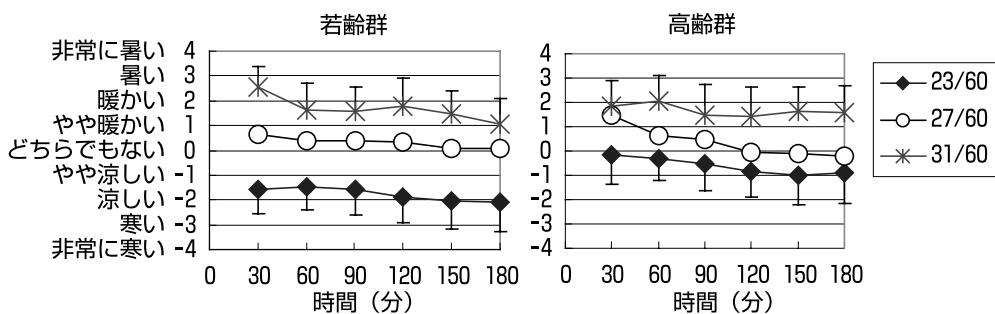


図3 高齢群と若齢群の全身温冷感申告の経時変動

5. 高齢者の体温調節と温熱快適性

高齢化社会の到来とともに住宅、施設や公共空間においての温熱環境や空調のあり方が問題となってきている。表1は北関東地域の農村において住宅の温熱環境実態を計測した結果である⁶⁾。若年世帯と高齢者が同居している住宅と高齢者単独世帯における室温などを比較したものである。その結果、夜間睡眠時については、高齢者の寝室、トイレ、浴室、脱衣室、廊下などには全く差は認められなかった。しかし、団らん時の居間の室温（高さ0.1mと0.7mの位置）グローブ温度は、若年者と同居している高齢世帯の方が約4°C有意に高くなかった。しかも、団らん時の外気温を比較したところ、同居世帯の方が有意に低かった。つまり、居住者が高齢者だけの温熱環境よりも若年家族と同居している世帯の方が高い室温に維持されていた。この理由は明らかになっていないが、同居している若年者の着衣量が少ないと、若年者の温熱環境に対する好み、灯油代など経済状態による影響、および、高齢者の長年による生活習慣などの影響が要因として考えられる。若年者との同居により、高い室温に保たれることによって脳卒中による死亡率の減少など健康面に関しても良

い影響を及ぼすことが推察される。

高齢者と青年を同じ環境においていたときに、体温調節反応はどう異なるのであろうか？暑熱環境における放熱反応に関しての老化特性は、皮膚血流量の減少→単汗腺出力の低下→活動汗腺数の減少といった順に起こり、この放熱反応の老化が深部体温の上昇を促進し、熱負荷を増加させていることが示されている^{7,8)}。また、この一連の低下は、全身同等ではなく、下肢→背中→胸→額といった順で進行している可能性が示唆されている⁹⁾。寒冷環境においては、高齢者の深部体温の低下や血圧上昇が大きかった¹⁰⁾。皮膚温や熱産生反応は個人差が大きく、老化に伴つ

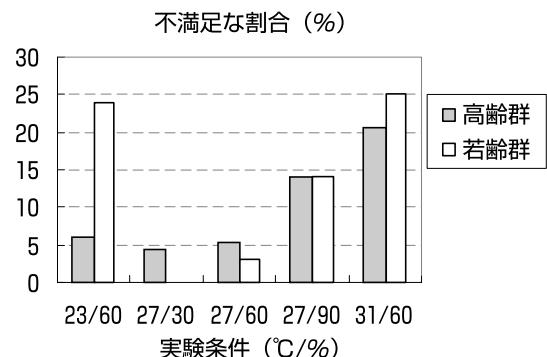


図4 各環境条件下における高齢群と若齢群の不満足率

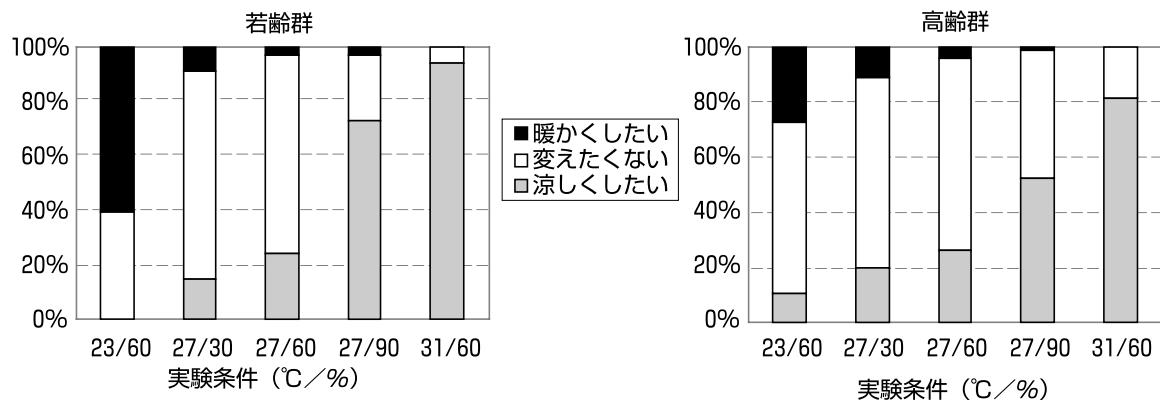


図5 各環境条件下における高齢群と若齢群の環境に対する好みの割合

て皮膚血管収縮能が低下し、その代償として熱産生量が亢進すると考えられた。

快適範囲においても同様に老化の影響が認められるかどうかを検討するために、中等度温熱環境において温熱感覚や体温調節などについて比較を行った。安静時の熱産生量は高齢群で少ない傾向であったが、発汗量には差がなかった。図3は23°C、27°C、31°C環境下での全身温冷感申告の時間変動を示している。27°Cと31°Cでは若齢群と高齢群でほとんど差を認めないが、23°Cの環境下では、若齢群の温冷感が「-1：やや涼しい」～「-2：涼しい」の範囲にあるのに対して、高齢群の温冷感は約1段階暖かい側で、「0：どちらともいえない」から「-1：やや涼しい」に変化した。図4は環境を許容できる、できないという選択結果から導かれた不満足率を示す。23°Cの環境で高齢群と若齢群で顕著な違いを示し、若齢群では20%以上が不満足を示したが、高齢群ではわずか5%であった。また、図5に環境をどうしたいか、という好みに関して尋ねたところ、23°Cの環境ですら高齢群は10%がもっと涼しくしたい、60%が変えたくない、と環境に対する評価が甘く、不適切である可能性を示していた。

6. おわりに

温熱環境と快適性について、乳幼児の自律性体温調節のデータと、行動性体温調節の特徴を乳幼児家庭と高齢者世帯の調査結果から示した。また、中等度環境における高齢群と若齢群の体温調節と快適性について、実験室データを使って概説した。

高齢者の体温調節や温熱感覚は衰えていることが中等度環境においてでさえ認められ、その上、環境に対する評価は寛大であるが、適切ではない可能性が示唆された。しかし、すべての高齢者がこれに当

てはまるわけではなく、体温調節や温熱感覚の老化的程度は非常に個人差が大きいということが考えられる。よって、個人の老化的程度を定量化する研究¹²⁾や体温調節の老化的遅延させる支援技術に関する研究¹³⁾の進展が待たれる。

● 参考文献

- 1) Kazuyo Tsuzuki-Hayakawa, Yutaka Tochihara, Tadakatsu Ohnaka : Thermoregulation during heat exposure of young children compared to their mothers, Eur J Appl Physiol 72, 12-17, 1995
- 2) 都築和代、飯塚幸子、光辻佐枝子、池田麻子、富田純子、柄原 裕、大中忠勝：関東地域の住宅における乳幼児の衣住温熱環境調査、日本家政学雑誌52(5), 429-438, 2001
- 3) ASHRAE, ASHRAE Hadbook, Fundamentals, 1972
- 4) Fanger P.O. : Thermal Comfort, Danish technical Press, 1970
- 5) ISO7730, Ergonomics of the Thermal Environment-Determination of the PMV and PPD Indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort
- 6) 都築和代、横山一也、横井孝志、小木 元、吉岡松太郎、中村和男：北関東農村地域における高齢者住宅の温熱空気環境、日本生気象学会雑誌、38, 2001
- 7) Inoue Y., Shibusaki M., Hirata K., Araki T. : Eur. J. Appl. Physiol, 79, 17(1998)
- 8) Inoue Y. Eur. J. Appl. Physiol. 74, 72 (1996)
- 9) 井上芳光、上田博之：デサントスポーツ科学, 20, 87 (1999).
- 10) Inoue Y., Nakao M., Araki T., Ueda H. : Eur. J. Appl. Physiol, 65, 492(1992)
- 11) Tsuzuki K., Mizuno K., Yoshikawa S., Iwata T. : Proceedings of Environmental Ergonomics IX, 285(2000)
- 12) 都築和代、水野一枝、吉岡松太郎、大城靖彦：高齢者と青年の局所温熱感受性に関する研究、日本生理人類学会誌, Vol6(1), 24-25, 2001
- 13) Inoue Y. : Age-related decrements in the heat and cold responses: An approach to developing clothing for the elderly, Proceedings of International workshop on gerontechnology, 111-114, 2001

酸素の効果と高齢者向け リフレッシュ空間

1. はじめに

地球上の酸素は光合成生物の進化によって20億年前大気に出現したとされている。以来、生態系及び人類社会の維持進化の環境として基盤的役割を果してきた。しかし、近年、車社会の成熟化に伴う運動不足による酸素摂取能力低下や社会の高度化に伴うストレスの進行が国民の健康維持にマイナス要因



プロフィール
1978年 Chung ang University, College of Medicine卒（最終学歴）
専門分野は健康科学、環境科学、応用生理学など。趣味は釣り、自然探索、寝覚

信州大学医療短期大学部教授（特定非営利活動法人）健康科学研究開発センター（NPO-R I H S E）理事長
Curtin University of Technology, Division of Health Science, Adjunct Professor

藤原 孝之（ふじわら たかゆき）



プロフィール
1966年 三菱電機（株）中央研究所入社、95年より同本社でウエルネス新事業推進を担当、99年 三菱電機冷熱プラント（株）設立時に転籍
趣味はスキー、囲碁、美術館探訪、修理した古カメラによる写真撮影、最近は天体観測勉強中
所属学会は日本末病システム学会、医療情報学会、電気化学協会、化学工学会ほか

三菱電機冷熱プラント（株）
福祉・ウエルネス事業担当取締役

前田 満雄（まえだ みつお）

となり、我が国成人の20%が未病（病気ではないが、健康ではない）と言われるまでに至っている。

加えて超高齢化社会の進行は、要介護者人口の増大化を生み、我が国ではその人口は2004年には320万人に達すると言われている。今後は介護側の高齢化の問題も抱え、要介護者をいかに作らないか、とりわけ痴呆高齢者の発生をいかに予防するかなどが大きな課題となりつつある。

筆者らはこれらの課題解決に酸素が果たしうる役割について検討してきた結果をも踏まえ、特に高齢者に適応した新概念のリフレッシュメントルームを提案する。

2. 生体における酸素環境の役割

酸素は生体反応系の最終過程で電子受容体の役割を果たし、生命活動に必要なエネルギーを供出している。

人間一環境系においては、海面高度における大気中の酸素濃度は容積比で約21%であり、この環境下で人の血中の酸素濃度95%以上を維持している。大気が肺に入ると酸素は血中に輸送される一方、血中から遊離された炭酸ガスを受け入れ肺胞気と混合し40mmHgの平衡分圧となる¹⁾。血中の酸素輸送量はPH、Pco2、ヘモグロビンの種類と濃度によって影響を受けるが、その制御にかかる酸素センサーを担っているのは血管内皮細胞である。このセンサーの働きにより、低酸素環境では血管拡張、十分な高酸素環境では血管収縮を行うなどして血液量を制御している^{2,3)}。

ところで、健常者の最大酸素摂取量は20代をピークとして加齢とともに低下し、70才代になると半減することが知られている。酸素摂取不足にかかる現象としては、1つには運動時に生理機能の活性化によってエネルギー要求量（ATP要求量）に供給（ATP合成量）が追いつかない状態があり、これは“機能性嫌気状態”と呼ばれ疲労を招く。一方、2つには基本的代謝に必要なエネルギーが供給されない“環境性嫌気状態”があり、これは生体内低酸素環境による“虚血”症状をもたらし、臓器障害を招くことにつながる²⁾。

酸素は特に脳活動に重要な環境物質である。脳は体重の2%程度の重さであるが、全酸素消費量の20%を占める。このため中枢神経系は酸素不足に最



図1 平圧高酸素ルーム実験風景

も敏感な組織と言え、動脈血中の酸素分圧の低下は注意力、記憶、意思決定など脳機能の変化をもたらす¹⁾。

酸素環境に着目したウエルネス（医療・保健・福祉）分野への応用も行われている。医療分野では在宅酸素療法や脳血管性障害治療に対する高圧酸素療法が知られている。一方で最近では、小型酸素供給装置を利用した疲労回復をうたった健康機器も市販されている。

3. 平圧高酸素濃度環境による高齢者脳の活性化

藤原らは高齢者の脳の活性化による痴呆予防や進行抑制の可能性に着目した研究に取り組んできた⁴⁾。

まず、人工気象室内で、低圧・高酸素環境下での運動時の筋電位、脳波、大脳誘発電位、筋力、筋持久力などの基礎データ収集を実施した。ついで中国チベット高地において同様の実験を行い両実験の比較検討の結果、以下のことが明らかになった⁵⁾。

- ① 健常人の低圧・低酸素環境での急速暴露では、動作反応時間の遅延、記憶力の低下、事象関連電位の遅延と扁平化、筋力、筋持久力の低下などが認められる。また、この状態で高酸素を供給すると、機能低下が急速に回復する。
- ② 脳波、大脳誘発電位などの解析結果から、高濃度酸素環境では健常人の覚醒レベルを高める。

これらの基礎データ収集を踏まえて、平圧高酸素ルームを開発し、心肺機能の低下した高齢者に対する日常生活体力維持や痴呆性老人に対する脳機能活性化の可能性評価を行った。被験者は平均約76.8歳の脳血管障害患者とし、あらかじめ担当医師の承諾のもと、インフォームドコンセントを得た上で実験

を実施した。

実験は平圧30%酸素濃度下で30分間暴露し、これを週5日、3週間実施した。このときの認知テストMMS Eと頭皮上から記録される誘発電位である事象関連電位（P300）との関連性評価を暴露前、暴露後、暴露終了1ヶ月後について行った（図1）。その結果、以下のことが明らかになった。

- ① 平圧高酸素濃度環境暴露により、背景脳波（2-30Hz；δ、θ、α、β）は高い周波数の成分が増加する。
- ② 背景脳波の周波数帯域別構成比は、平圧高酸素ルーム利用により、酸素マスク着用に比べて低い周波数要素（δ側）が有意に減少し、高い周波数要素（β側）が有意に増加した。
- ③ 平圧高酸素環境暴露により、α波の揺らぎ勾配が減少し、健常人の覚醒時勾配に近づく傾向が見られた。
- ④ 意思決定過程を反映するとされる事象関連電位（P300）の頂点潜時は、痴呆化に伴い延長することが知られているが、高酸素濃度環境暴露により有意に短縮された（図2）。

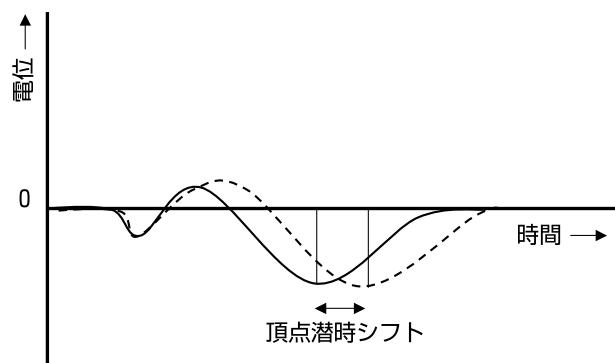


図2 平圧高酸素暴露前後における痴呆高齢者のP300の変化傾向
(点線：暴露前、実線：暴露後)

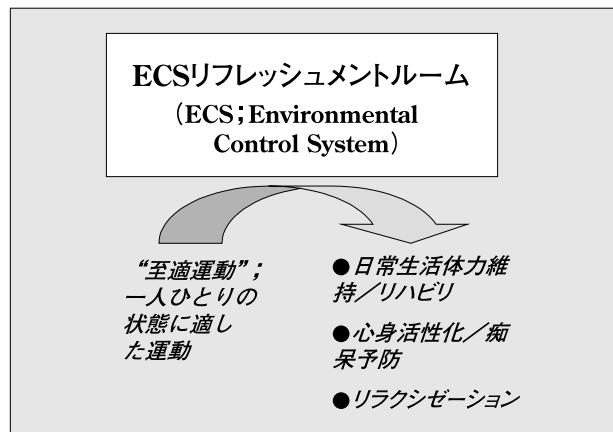


図3 ECSリフレッシュメントルームの概念

これらの効果は軽微な痴呆レベルの高齢者に特に有効である可能性が示唆された。

以上のことから、平圧高酸素リハビリテーションルームによる高酸素濃度環境暴露は、大脳皮質活動の活性化と覚醒水準の昂揚に関与していることがわかった⁶⁾。このことは、痴呆高齢者に対する環境科学的アプローチに応用できる可能性が示唆されたことを意味する。

4. パッケージ型心身ケアルーム

筆者らは高齢者の総合的な心身活性化を図るものとして、環境科学的および生理心理工学的アプローチに基づくパッケージ型心身ケアルームとして“ECSリフレッシュメントルーム”コンセプトを提案する。

これは制御された環境（ECS；Environmental Control System）の下で、利用者一人ひとりの体力・健康状態に適した運動（至適運動）を行える空間を提供するものである。これにより高齢者の日常生活体力維持やリハビリ、心身の活性化や痴呆予防、およびリラクシゼーションや疲労回復を図ることである（図3）。その基本構成は平圧高酸素環境システム、インタラクティブなVR（Virtual Reality）システム、質的に制御された空調、癒しの照明、及び部屋空間デザインを組み合わせたルーム設備システムである（図4）。以下に構成サブシステム概要について述べる。

（1）平圧高酸素環境システム

高齢者脳機能の活性化や疲労の回復につながることを狙いとし、平圧下で酸素濃度を通常より高くするもので、ここでは30%程度の高濃度に維持する。

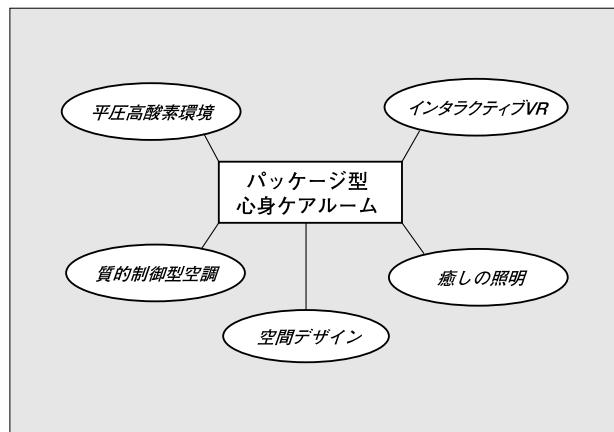


図4 パッケージ型心身ケアルーム構成要素

このための酸素富化空気発生方法としては膜分離方式や圧力スイング型吸着方式（PSA）が可能である。

（2）インタラクティブVRシステム

脳機能の活性化に五感刺激を加えながらリハビリやリラクシゼーションを支援する環境を提供する。その一端として利用者参加型のインタラクティブVRシステムを利用する。ここで映像表示デバイスとしては高画質のDLP（Digital Light Processing）、液晶、PDP（プラズマディスプレイ）などから選択し、没入感のある大型のものが望ましい。また映像は平面視方式、または立体視方式（偏向メガネの利用等による）を採用する。三菱電機では、立体視表示システムと、位置センシング機能と、振動・音によるフィードバック機能を持ったインタラクティブツールである“バーチャルマラカス”を使ったVR応用心身活性化システムの開発を行っている（大須賀ら、2000）⁷⁾。これは楽しさの中でリハビリや心身の活性化効果を図ることを狙いとしている。今後は生理心理学的知見に基づき心身ケアを支援する映像コンテンツの充実化が期待される。

（3）質的制御型空調

ここでは従来の温湿度制御に加えて、気流、マイナスイオン、香りなどを要求に応じて付加した癒しの空調環境を提供するものである。一般に“快適な温度”とは、外部と身体との熱交換に利用される代謝熱量が最小となる温度である。これは実感温度にして、24度Eよりやや上、身体作業時に20度Eとされている。実感温度は熱放散量の多少によって変わるために、気流があると皮膚表面の高温空気層が薄くなり、実感温度は低下する。

その気流効果について言えば、無風の場合は速やかな熱放散が行われないため、產生した熱が体内に蓄積し体温が上昇しやすくなる。このため体温調節中枢では放熱量を増大させるべく皮膚血管への血流量を増加させ、このことが心拍数の増加を生ずる。運動時には產生熱量の増加に伴い心拍や発汗量が増加するが、有風下では蓄熱増加の程度は低く抑えられる。気流効果の実験例として温度28°C、湿度80%で、気流を0および1.4m/秒に設定し、身体作業時の脈拍に有意な差を認めており、疲労回復への示唆を得ている⁸⁾。

ところで森林浴・滝・温泉などで爽快な気分になることはよく経験することであるが、これはマイナスイオン効果として理解されている。最近ではその生理機能が調べられるようになり、マイナスイオン環境下における α 波の増加、疲労度改善、最大運動量の改善、自律神経の緊張度緩和などが報告されている⁹⁾。

マイナスイオンの発生法としては、水を高速噴射するときに生ずるいわゆるレナード現象を利用する方法がある。これは水滴が分裂して微小水滴になるときに発生する荷電現象で滝の傍などで生ずる現象として知られている。別の方法としてはコロナ放電による発生法や電気石（トルマリン）による方法もある。

マイナスイオンの効用は爽快感や生理作用のほか、脱臭や制菌効果があり、それらの効用はイオン濃度に依存するとされているが、それらの定量的評価については未確立な部分も多い。

最後に香りについてはアロマセラピーとしてその効用が関心を集めている。森林浴の香りであるフィトンチッドやラベンダーなど花の香りなど各種多様である。

(4) 癒しの照明

生体リズムは $1/f$ ゆらぎを持っているが、これを照明に取り入れることによって、自然に近い光を実現し、快適性を感じさせる環境を実現する。これはハロゲンランプ、白熱灯、調光蛍光灯など連続調光可能な光源に「 $1/f$ 調光ユニット」を接続することで多彩なゆらぎ照明を演出する。

(5) 空間デザイン

空間の環境心理を変えるものとしてルームの壁面部のデザイン、色彩などの演出が考えられる。例え

ばアートな雰囲気やバイタルな雰囲気を演出し、心身活性化の心理効果の高揚を図る。米国こども病院などでは病棟の空間デザインに工夫を取り入れたものも知られている¹⁰⁾。

5. おわりに

平圧高酸素環境でかつ五感刺激型のリフレッシュ空間をパッケージ化設備としたリフレッシュルームを、特に高齢者にとっての快適性環境空間として提案した。今後の課題は実際の利用による健康科学的、環境科学的及び生理心理工学的評価の蓄積を図ることである。

● 参考文献

- 1) 科学技術庁、人間－環境系編集委員会：人間－環境系、925－926、931、人間と技術社（1973）
- 2) ヘルムート・アッカー：低酸素の分子生理学、14－15、251、シュプリンガー・フェアクラーク東京（1991）
- 3) H.Sies：活性酸素と疾患、169、学会出版センター（1993）
- 4) T.Fujiwara,A.Sakai,Y.Ynagidaira,etal.:Comparison of EEG Power Spectrum with Japanese and Tibetans at Qinghai Plateau, High-Altitude Medicine,250-254,Shinshu University Press(1992)
- 5) 藤原孝之：組立て式平圧・高酸素リハビリテーションルームの開発、平成7年度科学研究費補助金研究成果報告書（1996）
- 6) 藤原孝之、楊簪隆哉、大平雅美、木村卓治、池内正毅、小林陽一、鶴見信男：痴呆症患者における平圧高酸素暴露の事象関連電位と背景脳波への影響、第37回日本リハビリテーション医学会抄録集、297（2000）
- 7) 大須賀美恵子、羽島一夫、三輪祥太郎：心身の活性化を目的とした遊びリテーションシステム、日本バーチャリティ学会第5回大会論文集、487－488（2000）
- 8) 藤原孝之、早川大吾：身体に対する環境の影響、環境科学年報（信州大学）、11、98－104（1989）
- 9) 渡辺一郎、真野行生：マイナスイオン空気清浄機による快適環境の創造、臭気の研究、29（6）、432－439（1998）
- 10) オクラブ：米国癒しの環境調査報告、癒しの環境、vol.5,25－29（2000）

自然な室内気候の実現への挑戦と放射冷暖房

ピーエス(株) 代表取締役
平山 武久(ひらやま たけひさ)

ピーエスジャーナル編集室
川崎 恵敬(かわさき しげゆき)

小林事務所 代表
小林 哲夫(こばやし てつお)

1. 室内気候の提案

(1) 建物の内部にも天気がある

図1は、世界の都市と東京の温度と湿度の月別変化を比較したものである。6~8月の「湿度80%」という高い数値を見逃してはならない。日本には日本の室内気候、日本独特の梅雨の湿気対策が必須なのである。日本の「風通しのいい家」が生まれたのもこのためであろうが、しかし夏を旨とする家は、夏は快適でも、冬の寒さには無防備である。そこで高断熱、高気密住宅が造られ、室内の温度を強制的に制御する方法が生まれた。温度や湿度を数値化しデジタル制御するエア・コンディショニング・システムである。しかし、これで本当に私たちは冬の寒さを、夏の蒸し暑さを制御できたのだろうか。

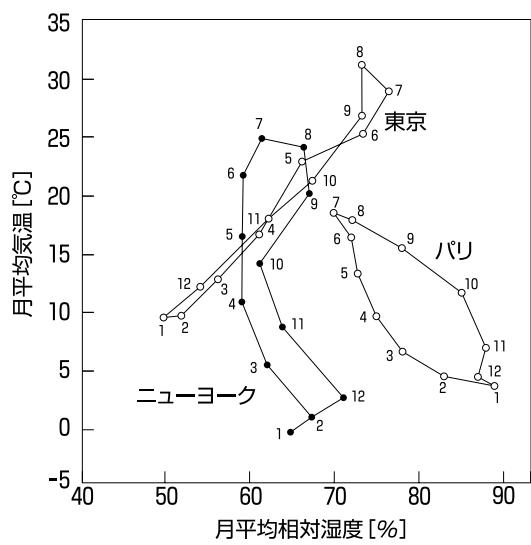


図1 東京と世界の都市の気候比較

冷暖房を考えるときには、四季ではなく「五季」、すなわち、春、梅雨、夏、秋、冬という5つのステージで、常に冷暖房を意識せず、自由に暮らせる室内気候を考えるべきではないだろうか。

(2) 第二の自然としての室内気候

現代人はその全人生の90%は室内で過ごすと言われる。住宅にしろビルにしろ、そもそも建築の最終目的は内部空間=室内の確保にある。すべての建物は、その中で何らかの活動をするために建てられるものだからだ。例えば住宅なら家族の生活、図書館なら読書、体育館なら運動、病院なら療養というように、それぞれの活動に応じて建てられる。だが、この「それぞれの活動に応じて」は、これまで「それぞれの設備を備えて」と理解され、主に“造り”に重点が置かれ、活動する人間のための室内環境づくりは、ないがしろにされがちであったとすら思える。

その反省に立ち当社は、『インドア・クライメート=室内気候』という発想を提唱している。建築技術を駆使して自然から切り取った人工的な空間である室内を「第2の自然」と考え、自然の気候と折り合いながら、より解放的で自由な室内環境作るという考え方である。

(3) 活動空間のためにあるべき室内気候

折々めぐってくる変化に富んだ自然は、私たち日本人にとって大いなる誇りだが、その反面、生活が気候に大きく左右されるのも現実である。

東京を例にとれば、例年、外気温が10°C前後になる11月から2~3月には暖房が、外気温が25°C前後になる6、7月には冷房が始まると。もちろん冬を暖かく、夏を涼しく過ごすためなのだが、ここで皮肉な現象も目撃される。夏に「寒さ」対策や、冬に「暑さ」対策が必要なことである。

原因は冷暖房の効き過ぎ。暖房の周りは極端に暑いのに少し離れると寒いとか、冷房機の側だけは極端に寒いのに、離れると少しも涼しくないという室内の温度差を生んでいるのである。この温度差が、健康に悪影響を及ぼしているのは明らかである。家中に寒い（暑い）ところがない春・秋のような活動的な空間を再現するはずの冷暖房が、冬の室内に夏を、夏の室内に冬を局所的に再現してしまっている。

また、私たちは、一瞬の快感と快適空間の違いを認識すべきである。これはそこに滞在するのか、通り過ぎるだけなのかといった「時間的ファクター」

が加味されていない空調システムの問題でもある。例えば、真冬。木枯らしの戸外から30℃近い部屋に入れば、暖かさにホッとする。真夏。猛暑炎天下から24℃の喫茶店に入ればスッと汗がひく。誰もが冷暖房のあることを有難く実感する「一瞬」だろう。だが、ここに落とし穴がある。このような急激な温度差は、身体によいことだろうか。さらに、先の30℃近い（あるいは24℃の）空間に長くいることを想定してみると、本当に快適だろうか。冬の部屋なら、5分もしないうちに暑くて暖房を切りたくなるだろうし、夏の喫茶店なら寒氣さえ感じて飛び出しだくなるだろう。これが『冷暖房の時間的ファクター』である。「一瞬の快感」と、「持続する快適」の違い、通り過ぎる場所と滞在する場所の違いである。

住宅、オフィス、ホテル、病室、レストラン、図書館などは、一瞬の冷気や暖気を求める空間ではない。少なくとも1時間以上、あるいは1日中滞在し、生活したり仕事をしたりする『活動空間』は、“穏やかな”室内気候でなくてはならないのではないだろうか。

2. 放射による自然な室内気候の実現

(1) 数値化できない人それぞれの暑さ寒さ

1枚のシャツを着たり脱いだりするとき、温度計や湿度計を見る人はいない。その人の感じる暑さ寒さ、快・不快は数値化しにくい、いや不可能とすら言える。

例えば、室内のデジタルの温度表示が15℃を指したとする。ここで数値的に制御された暖房システムなら、人の“感じ”とは無関係に暖房を開始するだろう。ところが、人は寒くもないのに15℃だからと

上着を羽織ったりしないだろう。人の暑さ寒さは、人それぞれの“感じ”であって、それは、季節やその日の天候によっても違ってくる。雨の日の15℃と晴れの日の15℃では、暑さ寒さ感は全く違ってくる。決して数値だけで割り切れるものではないのである。

では、こうした人それぞれの“感じ”に対応した、自然な室内気候は実現できないのだろうか。一瞬の快感ではなく、そこで暮らしたり仕事をしたり療養したりする人が、冷暖房の制約から開放されてノビノビと動き回れる『活動空間』を、どのように実現するかである。それにはまず、「冷暖房は温風や冷風を吹き付けて室温を上げ下げすること」という硬直した発想をしないことである。

(2) 体感温度を左右する放射(ふく射)熱

室内では、温度・湿度・気流、そして放射(ふく射)が人の暑さ寒さを決定する。この暑さ寒さを「温冷感」、温度・湿度・気流・放射を「温熱四要素」と呼ぶ(図2)。つまり、温度(室温)だけが、人にとっての暑さ寒さを決定するのではない。なかでも、暖冷感に大きな影響を与えるのは、放射である。例えば冬、同じ室温のもとでも外気で冷えた窓の近くに立つと、体感温度は室温よりも低く感じる。逆に日差しがサンサンと差し込む窓なら、体感温度は室温より高く感じる。これは、人が室温と太陽の放射(ふく射)熱を加味して体感しているためである。このことを考えると、「温度設定」だけに重きが置かれた従来の冷暖房とは異なり、「放射」と「自然ふく射」、そして梅雨には「水分の凝縮」という視点からの冷暖房を考えなくてはならないことが分かる。そのような冷暖房では、不快な温風も冷風もない。暑過ぎも寒過ぎもない。あるのは冷暖房をしているこ

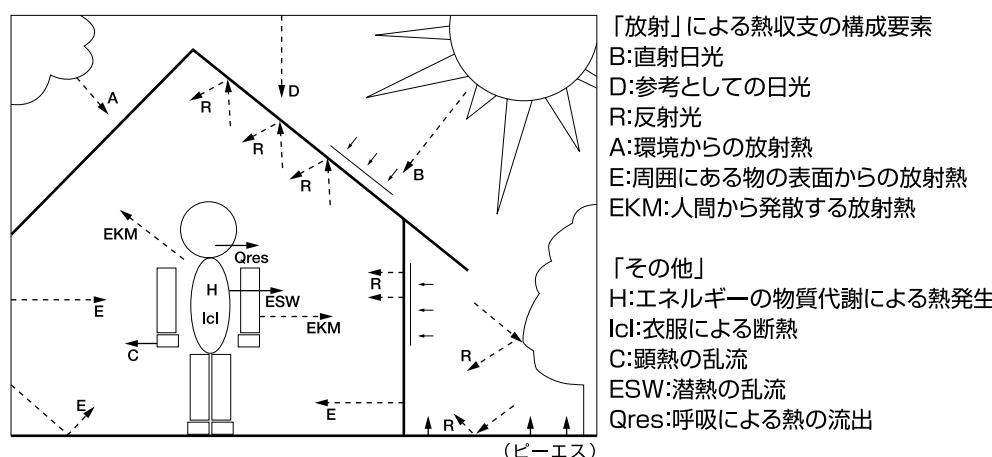


図2 室内の様々な熱的作用要因

とを忘れてしまうような、自然でやわらかな暖かさと涼しさ、そして心地よさとなるのではないだろうか。

この考えに立ち、当社では、放射型暖房・冷房・除湿システム（HR-C：Heating Radiator & Cooling）を提案している。これは暖冷風を吹き出して室内の空気を暖めたり、冷やすものではない。暖房時には、ラジエターの中に、中温（40°C以下）の温水をゆっくり循環させ、冷房除湿時には、同じシステム内を7°Cから18°Cの冷水を循環させる。室内の吸放熱はHR-Cの表面を通じて、除湿は露点温度よりも低くなったHR-Cの表面への結露により行われる。これにより、活動空間にいる人に、穏やかなふく射熱を与えることができる。また、HR-Cが暖気、冷気を放射するときには、穏やかな対流が生じる。人は全くの無風でも不快だが、強すぎても不快を感じる。しかし、対流の風は、人にやさしい自然な気流である。

（3）連続運転による穏やかな室温変化と小さなエネルギー負荷

一般に冷暖房システムは、活動時のみ間欠運転されることが多い。一見、省エネを考えた合理的な運転に見える。しかし、その結果、オフィスや学校では、月曜日に建物全体が温まり、あるいは冷えているため、冷暖房を強め室温が適温となっても、壁による吸放熱のために、いつまでも心地よさを感じることができず、その結果、ますます冷暖房を強く運転するという悪循環に陥りがちであった。

一方、HR-Cシステムは、間欠運転ではなく、連続運転することで、室内全体の壁面の蓄熱効果に

より、穏やかな快適感を保つことができる。例えば、図3は、HR-Cの設置された、あるコンクリート住宅（床面積約210m² 所在地：東京）での11月の温度変化である（暖房運転：循環水の温度約25°C）。外気温は大きく変動しているが、室温は、穏やかな変動をしており、そこに居住する人にとって、その日、その時刻の天候に応じた、無理のない自然な快適感を与えることができている。また連続運転により、壁面への蓄熱がなされるため、換気による熱損失も少なく、さらに、ガス使用量も間欠運転の場合より少なく、省エネにも寄与できることが明らかとなつた。

当社のこのような自然な冷暖房は、オフィスや一般住宅はもとより、オープンな環境が求められる学校や保育園、収蔵物や商品への影響も考える必要のある博物館や展示館、フラワーショップ、またより自然な室内環境が求められる病院、老人ホームにも導入され、患者さんに温熱負担を与えることのない、快適な療養空間つくりにも寄与している。

3. HR-Cで変わる冬の生活

実際に、HR-Cはどのような室内気候を作りだすのだろうか。HR-Cを住宅全体に設置した、東京のある住宅（床面積約200m²、鉄筋コンクリート造）のご家族のご意見を紹介する。彼らはこのお住まい3年半を過ごしている。

まずこのお宅には、玄関と居間、居間とダイニングやキッチンの間に扉はない。扉があるのは寝室と子供部屋。そしてトイレや浴室だけである。HR-Cで住まい全体に「室内気候」ができているので「廊

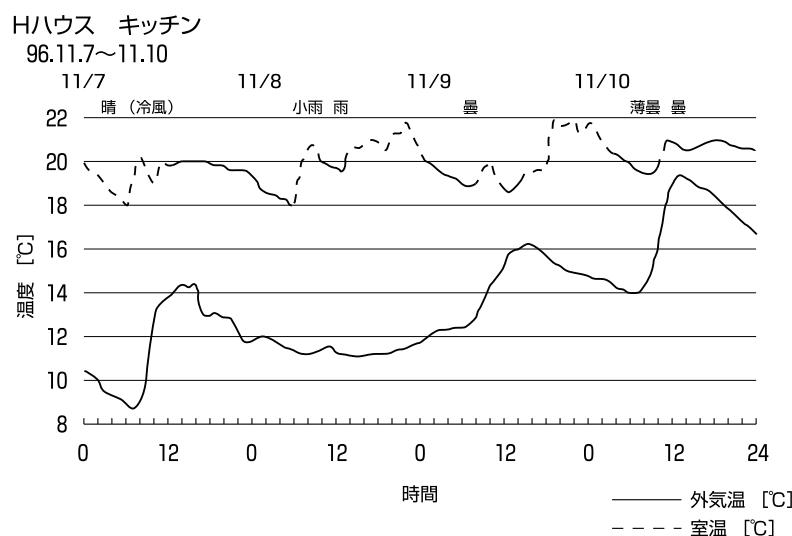


図3 外気温と室内温度変化

下が寒い」「玄関が冷える」ということがないから扉はいらない。オープンな間取りが可能となっている。冬に室内温度を測ってみると20℃になっていないところが多くある。しかし、決して寒い感じはしない。HR-Cに手を伸ばし触れてみると、もの足りないぐらいに「ぬるい」。多くの来客は、触ったときの、そのぬるさに驚かれるそうだが、しばらくするとHR-Cが作る「室内気候」に包まれていることに身体が気づく。理屈ではなく、「室内気候」を感じるという。また、HR-Cに近づくと、放射熱による暖かさを感じることができる。それは日溜まりに入った感じで、全く不快のない自然な感じである。

建築的にみれば、この住宅は、南面にガラスを多く使った開放的なデザインで、晴れの日は日射がふんだんに入り、室内をパッシブに暖める。逆に夜になると、このガラス面が冷えて冷たい放射熱を感じる。だが、これはブラインドなどで調節できるから問題ではないという。逆に、こうした居住者による微調整は、自分の生活環境に対する感性を磨くことになるという。

「すべてセンサーに任せ、力づくで室内環境を作るのはなく、屋外環境の変化に応じ、自然に従い、人間の感覚で室内環境を作っていくのが、健康にもよいのではないか。」この住宅で4回目の冬を越したご家族のご意見である。

4. おわりに

一般的に「気候」と言えば自然界のことでの、室内に気候があるなどと考えてもみない方が多い。私たちは、温暖化など地球規模の気候変異には関心を注いでも、室内気候の悪化には意外に無関心であったのではないだろうか。だが、それは時代とともに変わってきた。より健康的で活動的な温熱環境が問われる今、快適な居住空間づくりに「室内気候」という発想が生まれるのはごく自然なことであろう。

室内は建築技術を駆使して自然から切り取った人工的な空間であり、その室内気候もまた人工的なものである。だが、一方で私たちはその人工的な空間に快適さを求めるとき、自然であることを要求する。「自然な空気」「自然な光」「小春日和の暖かさ」「高原の涼しさ」などなど…。人工の空間に自然を求める



ピースの放射冷暖房HR-C

と言えば矛盾だらけの難題のようだが、力強くで実現するのではなく、自然に従って実現すること、これが当社の「室内気候」の命題でもある。

● 参考文献

- 1) ピース(株)、人の活動と室内気候 一ピースの五季一、2000.11
- 2) ピース(株)、Hハウス活動報告書 (社内資料)

ピース株式会社

本社：東京都渋谷区富ヶ谷1-1-1

TEL：03-3485-8189

企業概要

創立1960年10月

資本金 2 億8850万円 (グループ計)

従業員数170名 (グループ計)

事業内容

暖房、冷房、加湿、除湿などの機器及びシステム開発・
製造・販売・輸入業務

グループ各社

ピース株式会社／ピース工業株式会社／ピース
暖房機株式会社／東北ピース株式会社／長野ピーエス
株式会社／他計10社

室内汚染とシックハウス 症候群

—これからの住まいづくりはどうしたらよいか?—

岩井木材(株) 代表取締役
NPO(特定非営利活動法人)
生活環境協会 常任理事
みつ和総合環境研究会 関西
支部長
岩井 清(いわい きよし)

プロフィール

1951年 京都市生まれ
1964年 関西学院大学 経済学部卒業
同年 松下電工(株)入社
主に神戸住設建材営業所にて
住設建材担当の営業を担当
1967年 岩井木材(株)入社
金閣寺、銀閣寺、相国寺、大
徳寺等、京都の社寺文化財等
の木材を納入する仕事に従事

都市化の進展や住環境の高密度化に伴い、人々は住宅地に隣接する種々の事業所からの悪臭だけでなく、ゴミ焼却場から発生するダイオキシン、自動車排ガスからの二酸化窒素など、都市生活に起因する様々な悪臭にさらされており、人々を取り巻く空気環境が良好に維持されていないのが現状です。

なかでも、ここ数年「シックハウス」や「シックハウス症候群」という言葉がテレビや新聞など、マスコミの記事や話題としてたびたび取り上げられるようになり、建築業界だけでなく、一般の人々の中にもその名前を知る人が増えてきました。

1. シックハウスの名の由来

シックハウスはそのまま直訳すれば「病気の家(sick house)」ですが、家自体が病気の状態、すなわち古くなつて傾いたり壊れたり、雨漏りで腐ったり白アリ被害で傷んだ状態を言うのではなく、新築やリフォームした家(住まい)が原因で、室内の空気が汚染され、そこに住んでいる人に健康障害が出ている家のことを言います。それゆえ、シックハウス症候群は「新築病」と呼ばれることがあります。

シックハウスという言葉を私が聞いたのは1994、5年頃で、欧米の「sick building syndrome(シックビルディング症候群)=略してSBS」の「ビルディング」を「ハウス(家)」と、もじった和製英語と聞いています。SBSは、もともと1970年代のオイルショック

をきっかけに、欧米で建てられた高断熱高気密小換気の機械空調された省エネビルのオフィス等で働く人々の中に、体調不良を訴える人が多く出たことから盛んに研究されるようになりました。1979年にデンマークでP.O.ファンガーが発表した学説がその最初と言われています¹⁾。

2. シックハウス症候群の症状と原因

シックハウス症候群に特徴的な症状はありません。人によって症状は様々ですが、代表的なものとしては、新しい住まいに入居したり、家をリフォームしたときを境にして、目がチカチカしたり、鼻やのどがヒリヒリする、体の調子が何かおかしい、頭痛やめまい、吐き気、眠気、倦怠感に悩まされる、疲れやすいなどの症状が現れます。不眠やイライラすることが多くなったり、集中力がなくなつて、無気力になることもあります。また、ぜんそくやアレルギー性疾患、アトピー性皮膚炎の症状が悪化する、タバコの煙に敏感に反応してせき込む、などの症状もあります。こうした症状のために病院に行くと「慢性疲労」「自律神経失調症」「更年期障害」「うつ病」や「不定愁訴」などと診断されることもあるそうです。

室内環境が人体に悪影響を及ぼす症状には、「急性中毒」「アレルギー」「化学物質過敏症」などがあります。急性中毒は、非常に高い濃度の化学物質に接触したほとんどの人に症状が起こります。アレルギーは、ハウスダストやダニ・カビなどにアレルギー反応を起こしやすい人に、免疫系の反応を介して発症します。これらに対して、化学物質過敏症は、空気中の化学物質の影響が主に自律神経系に及ぶようです。

化学物質過敏症(Chemical Sensitivity)は別名「20世紀病」または「環境病」と呼ばれ、1951年米国で発見されました。エール大学のカレン内科教授は、化学物質過敏症を「かなり大量の化学物質に接触した後、または微量な化学物質に長期に接触した後で、非常に微量な化学物質に再接触した場合に出てくる不愉快な症状」と定義づけています。

化学物質過敏症については、東京の北里研究所病院臨床環境医学センターの石川哲先生と宮田幹夫先生が永年研究を積んでこられ、化学物質過敏症の70%以上の人人がアレルギー疾患にかかったことがあるということが分かりました。アレルギー体质の人は化学物質過敏症にかかりやすい傾向があり、化学物質過敏症はアレルギーと関係が深いことが、両先生の著書に詳しく解説されています。

化学物質過敏症の発症メカニズムについては、「蛇口付きのバケツ」の例がよく示されます。バケツは化学物質を受け入れることのできる身体的能力。蛇口

は化学物質を体外に排出する能力を表します。バケツも蛇口もその大きさは人によって異なります。上からどんどん水(実は化学物質)が入ってきてても、下の蛇口から出でていって溢れない間は大丈夫。ただ、蛇口の排水能力を超えて水が溜まつてしまい、遂にはバケツの上から水が溢れ出たときが「化学物質過敏症が発症した状態」と説明されます。

そういう満杯の状態になるとたった一滴の水が入っても水が溢れ、ごく微量の化学物質に反応してしまいます。お酒の強い人と弱い人がいることに似ています。コップ1杯で真っ赤になる人と1升飲んでもケロッとしている人がいるように、個人によって化学物質の排出能力が違うのです。また、化学物質過敏症は、最初は1種類の化学物質に反応していただけなのが、非常に多くの種類の化学物質にも反応するようになることがあります。これは多種類化学物質過敏症と言われます。

シックハウス症候群を引き起こす原因の多くは、住宅に使われている建材等から出る化学物質等による室内空気汚染であることが分かってきました。その代表的なものとして、合板や接着剤に含まれるホルムアルデヒド(HCHO)をはじめ、塗料や溶剤などに使われるトルエンやキシレン等の揮発性有機化合物(VOC)が注目されています。そこで、シックハウス症候群を改善するためには、このような原因となる化学物質を発生する発生源を特定して取り除くことが根本的な方法になります。しかし、発生源が分からぬ場合や建材などのように取り除くことが困難な場合は、換気を行う、空気清浄器などで空気中の原因物質を除去する、といった方法も考えられます。筆者らが経験した相談例のうち、代表的なものを3つほど挙げてみます。

[相談例1]

Iさんは、60歳の一流企業の重役です。住宅は見晴らしの良い高台の高級住宅地にあって、7年前に近所の宮大工によって建てられた広い庭付きの数寄屋風建築です。内装も一流メーカーの建材を使っていますが、入居直後から少年時代にかかっていた喘息が40年ぶりに再発。奥さん(55歳)は変化がないが、娘さん(20歳)はアトピー性皮膚炎がひどく、家を出て別居していました。

(対応)

現場調査に一級建築士と2名で行きました。1階から2階へ上がりきった所からツンと化学製品のにおいが感じられました。一番においが強かったのは寝室です。寝室には天井と壁に貼られた豪華なクロスや床のカーペット等の石油化学製品および接着剤からのホルムアルデヒド、VOCや可塑剤、また、

下地フェルトに使われている防虫剤、ダイアジノン、さらにクロスの下地として二重貼りされたラワン合板や床下地合板のコンパネからのホルムアルデヒド等が揮発して立ち込めていたのでしょう。さらにデザイン性のためか、窓が固定のはめ殺し窓になっており、エアコンはあるが換気扇が無く、寝室入り口のドアの一部からしか換気ができないことなどが重なって、室内にいろいろな化学物質が充満した状態になったためと判断されました。

このとき、現場で、使われる場所によっては、7年経っても合板から高濃度のホルムアルデヒドが揮発してくることを知りました。そこで対策は、「悪いものは取り去る」という物理的手法を取ることにし、内装のクロス、カーペットとラワン合板類を取り去り、下地の木材類も薬剤処理されていない木材に取り替えました。天井にはビニールクロスの代わりに杉の無垢板を、壁には石膏ボードの上にオーガニックコットンの自然クロスをノンホルマリンのでんぶん糊で貼り、床はチークの無垢フローリングに張り替えました。

娘さんの部屋はクローゼットの中の合板の上から、ホルムアルデヒドを吸着してくれる活性炭シートを貼り付けました。それ以来、彼女は時々実家に帰って泊まつても、顔がパンパンに腫れることがなくなったそうです。

チークの無垢フローリングはダニにも効果があるようです。改良工事以来、奥さんの話では、ご主人の喘息はなくなったということでした。

[相談例2]

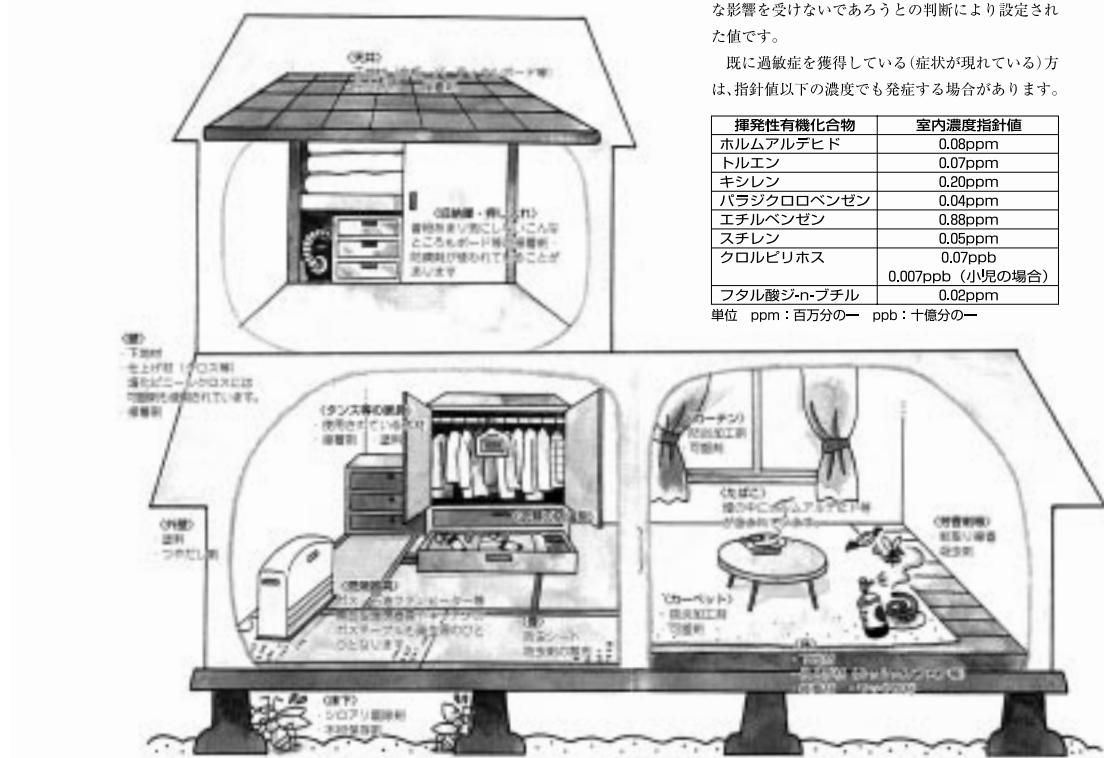
Kさんは29歳の農家の娘さん。19歳の時、友人とテニスをしている時、それたボールを探しに草むらへ入ったその日の夜から、風邪のような微熱、さらにその翌日から湿疹が出て、以来顔を中心にアトピー性皮膚炎が出るようになったそうです。

かかりつけの医師から「ダニが原因」と言われ、防ダニ布団を買って試したが余り効果がなく、今度は家のダニを減らそうと、寝室の畳をフローリングに、センイ壁(綿壁)を漆喰に替える工事の依頼に見えたのです。

(対応)

畠店、左官屋、大工、一級建築士と私の5名で現場へ行きました。家の周りには田植えが終わつばかりの田んぼに囲まれた、のどかな風景が広がっていました。玄関の柱の脚元が白アリの被害を受けていたので駆除について尋ねると、JAに“ハチクサン”で白アリ処理をしてもらったということでした。皮肉なことにお父さんは地域の農業委員会の役員で、いつ、どこに、どんな農薬をまくかを決める立場に

こんなところから揮発性有機化合物が……



京都市「化学物質による室内汚染」より

あるようでした。

娘さんとご両親には、お父さんの仕事、周辺の環境などから、ご希望の工事をしても症状は余り変わらないかもしれないことやアトピー性皮膚炎が長年改善しない原因としては、農薬も考えられる旨、率直に申し上げました。アトピー性皮膚炎の発症も、農薬（除草剤など）がまかれた草むらの中へ入った時に農薬と接触したのが原因の1つである可能性も否定できません。

お父さんが農薬を衣服につけたまま帰宅している可能性と、周りの田畠にまかれた農薬が風邪に運ばれて室内に入ってきている可能性などを説明した上で、最近、床下に散布された防蟻剤の成分や危険性について対処すること、農作業の後、衣服に付着した農薬等を家の中に持ち込まないよう、玄関の外で作業着を着替えることなどに注意するように話しました。さらに、お父さんのお立場もあろうが、できるだけ家の周りの田畠に農薬をまかない手段や方法がないかを検討してもらいました。

娘さん自身は以前から、農薬の影響を薄々感じていたものの、家族に遠慮して切り出せなかつたようです。しかし、これを機会に本人も家族の理解を得ることができました。場合によっては、農薬の心配の少ない所へ転地して養生してもらう必要があることも申し上げて、畳を無垢フローリングへ貼り替え

個別の揮発性有機化合物（VOC）の指針値

この指針値は、人がその化学物質の示された濃度以下の暴露を一生涯受けたとしても、健康への有害な影響を受けないであろうとの判断により設定された値です。

既に過敏症を獲得している（症状が現れている）方は、指針値以下の濃度でも発症する場合があります。

揮発性有機化合物	室内濃度指針値
ホルムアルデヒド	0.08ppm
トルエン	0.07ppm
キシレン	0.20ppm
パラジクロベンゼン	0.04ppm
エチルベンゼン	0.88ppm
スチレン	0.05ppm
クロルビリホス	0.07ppb (小児の場合)
フタル酸ジ-n-ブチル	0.02ppm

単位 ppm : 百万分の一 ppb : 十億分の一

る工事をしました。今後の変化を注意して見たいと思います。

[相談例 3]

Tさんは30歳の自営業の男性。長男の誕生を機にお父さんの家のでの同居生活をやめて、A社のプレハブ新築賃貸住宅に奥さん（26歳）と赤ちゃん（生後3ヶ月）と一緒に入居。入居3日目に赤ちゃんが突然鼻血を出したので、病院へ連れて行ったが原因は分からず。知人の自然食レストランのシェフに、シックハウスが原因ではないかと言われたとのことで、保健所の紹介で調査依頼がありました。

(対応)

測定器を持ち、2名でホルムアルデヒド調査（居間、寝室、屋外）を行いました。室内濃度は厚生省（現厚生労働省）の指針値（0.08ppm）を若干超えていました。ホルムアルデヒド以外のVOCについても調査するため空気を採取しました。

新築完成から入居するまでの養生期間中、窓もドアも閉められたままで十分な換気がなされなかったため、室内の建材や塗料からのホルムアルデヒドやVOCが高濃度を示したようです。また、レンジフード、トイレ、ユニットバス以外には換気扇が付いておらず、窓サッシ框に極小さなスライド式の換気穴があいているが、寒いときには閉められていて機

能せず、換気不足を招いたようです。

居間、寝室等に24時間換気扇を付けるか、当分の間、窓を開けて換気に努める、あるいは効果のある空気清浄機を数台設置する等の対策を提案しました。

住宅メーカー側も調査に来ましたが、隣室の家族もシックハウスの経験をしたことが分かったので、Tさん一家は対策を講じることなく、話し合いの上解約して、すぐに別の中古住宅を探して転居しました。住宅の工事中はもちろん、完成してから入居までの養生期間中の換気に努めることが大切です。

[相談例 4]

Yさんは32歳の女性宅建主任者です。お母さん（60歳）とお祖母さん（85歳）の女性3人暮らしだす。Yさんの留守中、「床下の無料健康診断」にB社の社員が来て診てもらったところ、白アリ被害があつたそうで、すぐに薬剤で白アリ駆除と土壤と木部に防蟻防腐処理をしてもらつたそうです。ところが、床下散布の影響がすぐに隣家に及び、隣家から苦情が来ました。隣家の主人が大工だったので、防蟻剤の危険性についても知っていたため、隣家は一家挙げて別の場所へ緊急避難しました。安全であることが確認、証明（？）されるまで帰つて来ないそうです。

それ以来、お祖母さんも入院中。お母さんも入院していたが、今は通院しています。表面の土を取つてもらって、木炭を5～6本置いているが、安全であるか調べて欲しいとの依頼でした。

(対応)

現場調査に一級建築士と空気サンプル採取者と私の3名で行きました。Yさん宅は築後90年以上の古い連棟式の町屋で、床下は隣家とつながっている構造であったため隣家への大きな影響が出たのでした。防蟻業者のB社からMSDS（製品安全データシート）^{注1)}をもらって成分組成を調べ、LD50値位^{注2)}を見ることはできますが、安全であるかどうかの判断はできません、と申し上げました。基本的には防蟻剤はできるだけ使うべきではないと考えています。特に有機リン系やピレスロイド系には要注意です。これらは薬品の毒性以外に溶剤のにおいでも問題を起こします。どうしても使う場合は、「白アリのいるポイントだけに最小限に」徹して欲しいと思います。

しかし、この場合すでにまいてしまっているのでやっかいです。業者のB社にも床下の空気の採取をしてもらって、私たちのサンプルデータとB社の研究所で比較検討し、対処案をいくつか出してもらい検討するしかありません。

対処1．処理された土壤への対処は、表面から15cmの深さの土壤をすべて取り、全面に活性炭を10cm

の厚みに敷き吸着させます。それから活性炭をすべて取り去り、床下の防蟻剤の残留濃度を調べます。満足のいく数値であれば新しい木炭を敷き詰め、防湿フィルムを隙間なく確実に貼り、その上に防湿コンクリートを厚さ6cm以上打つという案はいかがでしょうか。費用を誰が負担するのかという問題は残りますが。

対処2．より簡単な方法としては、床下換気口を新たにあけるか、床下換気扇を取り付け、回す方法もあります。確かに床下の薬剤の濃度は下がると思われますが、周辺への影響と一部が室内に再侵入することにも留意ください。YさんはB社と折衝中ですが、B社は安全であるとの一点張りのようです。従来の薬剤での防蟻防腐薬剤散布工事は、人体への安全性を考えると新築でもすべきではないと考えます。ましてや人が中に住みながら行うリフォーム工事では、建築的工夫と人による定期点検がより安全だと思います。

最近、製品や環境を開発するときの考え方として、「人間中心のものづくり」が関心を呼んでいます。これは、生活者が使う日用品や家電製品などが高機能化することで、間違った使われ方で事故が起らなりよう、使いやすいものを作ることが大切だということですが、住まいもまた同じだと思います。人の住むところ、住宅に限らず、ビル、地下街、事務所、学校などいくら外観が良くても機能化しても、空気環境の悪いところはたくさんあります。空気環境を良好に保ち、住みやすさを追求することも、これからのお住まいづくりに携わるもののが使命であると考えています。

注1) MSDS (Material Safety Data Sheetの略) 製品安全データシート：化学物質管理促進法（平成13年1月施行）に基づき、指定化学物質及びこれらを含む製品を譲渡または提供する場合には、その相手方に対して当該化学物質の性状及び取扱いに関する情報をデータシートによって提供することが義務づけられている。データシートへの記載内容は、JIS Z 7250によって標準化されている。

注2) LD50値位 (Lethal Dose fifty) 半数致死量：実験動物の半数が死ぬ薬量。通常体重1kg当たりのmg数で表す。

● 参考文献

- 1) 鳥居新平：シックハウス症候群、p.39、(株)徳間書店、1997

快適なにおい環境

1. はじめに

人間が周囲から情報を得るのに使う感覚は、視覚に頼る比重が最も高いであろうし、目に見えない空気についても濁っているとか、透明でないなど、視覚に頼ろうとする傾向がある。我々の住む空間の環境、すなわち、日々呼吸しなければならない空気環境の良否などについては、嗅覚系を動員する方が直接的であるはずであるが、どうも人間は視覚に置き換えてみると安心できない動物であるらしい。したがって、以下の記載もできる限り視覚的表現を選ぶよう心掛けたい。

さて、我々の生存している空間には多くのにおい物質が存在しており、常に何かのにおいがあり、無臭・無香の空間は人工的に造らない限り存在しないと言っても過言ではないであろう。その空間に存在するにおいは自然の草木皮や花などのにおいでったり、土のにおいでったりする。また海辺では磯の香りや海のにおいも強い。さらに人間の生活も多くのにおいを放出している。家の中では建材のにおい、畳のにおい、下駄箱のにおい、果物の香り、生ゴミの臭気、調理のにおい等々種々雑多である。家の外ではゴミ集積所からの臭気、工場からの各種臭気、自動車の排気ガスのにおいなど様々である。そしてヒトの排泄物も強い臭気発生源であるとともに



プロフィール

1961年 東北大学農学部農芸化学科卒業後、高砂香料工業(株)総合研究所 勤務 開発室長、学術部長、研究管理部長(理事)、役員待遇(学術担当)を経て、1999年退社 現在に至る
主な役職: 日本香粧品科学会監事、日本味と匂学会運営委員、日本香料協会編集委員、臭気対策研究協会理事、日本食品衛生学会理事 等を歴任
近著: 嗅覚とにおい物質(臭気対策研究協会、1998) 共著、化学総説ー味とにおいの分子認識(日本化学会、1999) 共著、最新香料の辞典(朝倉書店、2000) 共編共著

日本香料協会 参与

川崎 通昭 (かわさき みちあき)

に、人体もにおい発生源である。

一方、においに対する人の感じ方も多様である。においの感じ方は、その人の生活習慣や経験の違いによって、においの好みも異なってくるし、時間帯や場所、行動によっても嗜好は変わってくる。

良いにおい環境を作り、我々の生活をより快適にするためには、まず不快なにおいを低減し、そのうえで快適なにおいを楽しめる環境の保全と創造が必要であろう。そのための快適なにおい環境を作る一連の動きについて、以下にその大要を紹介することしたい。その前に、このようなにおい環境を論じる場合に必要な人間の嗅覚の性質の主なものをピックアップして記してみたい。

2. においと嗅覚の性質

嗅覚にはいろいろ多くの特性があるが、それらすべてについて記すことは紙面の都合上もできないし、また本稿の意でもないので、ここでは、におい環境を議論する場合に必要な事項について簡単に紹介するに止めたい。

2.1 におい物質の濃度と感じる強さ

刺激量の対数が感覚量に比例する、というウェーバー・フェヒナー (Weber-Fechner) の法則は嗅覚の場合にも成立する(もちろん、閾値以下の低濃度の場合や高濃度領域の場合は別である)。この法則は、

$$Y \text{ (感覚強度)} = a \log X \text{ (刺激量)} + b$$

で表され、aとbは刺激固有の定数を表す。

すなわち、におい物質の濃度を2倍にしても、鼻で感じる強度はほんの少ししか強くなっていくなく、10倍位にしてはじめて2倍位強くなったと感じる現象である。もちろんにおい物質の種類によって程度は多少異なるが、このことは、逆に考えると、ある空間の悪臭を半分位の強さにしたい場合は、悪臭物質の濃度を90%位除去しなければならないことを表している。悪臭物質の分野では、この関係がよく調べられており、多くの悪臭物質の濃度と臭気強度との関係式が明らかにされている¹⁾。ただこの関係式もあくまで一物質単位についてであって、実際に存在する複合臭についてはこのように明確でないことは当然である。悪臭物質の代表的なものについて表1に示した。

表1 臭気強度と物質濃度の関係例

物質名 (関係式) X;ppm	臭気強度				
	1 検知閾値	2 認知閾値	3 楽に感知	4 強い	5 強烈
硫化水素 $Y=0.950\log X+4.14$	5×10^{-4}	5.6×10^{-3}	6.3×10^{-2}	7.2×10^{-1}	8.1
メチルメルカプタン $Y=1.25\log X+5.99$	1.2×10^{-4}	6.5×10^{-4}	4.1×10^{-3}	2.6×10^{-2}	1.6×10^{-1}
アンモニア $Y=1.67\log X+2.38$	1.5×10^{-1}	5.9×10^{-1}	2.3	9.2	37
トリメチルアミン $Y=0.90\log X+4.56$	1.1×10^{-4}	1.4×10^{-3}	1.9×10^{-2}	2.4×10^{-1}	3.0
n-酪酸 $Y=1.29\log X+6.37$	6.8×10^{-5}	4.1×10^{-4}	2.4×10^{-3}	1.5×10^{-2}	8.7×10^{-2}
アセトアルデヒド $Y=1.01\log X+3.85$	1.5×10^{-3}	1.5×10^{-2}	1.4×10^{-1}	1.4	14
トルエン $Y=1.40\log X+1.05$	9.2×10^{-1}	4.8	25	130	660
o-キシレン $Y=1.66\log X+2.24$	1.8×10^{-1}	7.2×10^{-1}	2.9	11	46

2.2 においの順応

あるにおいを長く嗅いでいると、次第においの感じ方が弱くなってしまうことは日常でもよく経験することであるが、この現象を順応と呼んでいる。この順応現象はすべてのにおいに対して起こる現象であるが、清浄な空気を吸うとすぐに回復もする。この現象は長い間嗅いでいるそのにおいに対してのみ起こっているが、他のにおいに対しては感度の減少は起こっていないのも特徴である。したがって、四六時中嗅いでいる自分の周囲の環境のにおいや、自分の体臭・口臭については、本人はあまり気にならないが、他からきた人にはすぐ分かるということになってしまう。においを扱う場合のやっかいな現象である。

2.3 においの変動と感覚の性質

悪臭などが間欠的ににおう場合、人は被害感を覚え、苦情を訴えやすくなるが、道路周辺などのように定常的ににおいが漂っている場合には、においがするというより空気がまずいという印象を受けることが多くなる。このように、においの変動はピーク型とバックグラウンド型に分かれ、ヒトは異なった感じ方をすることに留意することが必要である。

2.4 においの好き嫌い

結論的にいふと、人間のにおいの好き／嫌いは本能的なものは少なく、どうも生まれた時以来の生活習慣や経験によって決まってくるようである。そし

て初めて嗅いだにおいには、まず拒否する方向に働くようである。そして嫌いなにおいであっても、その後の経験により好きに変わったり、この反対のことともよくみられる現象である。したがって、においの嗜好はその人の経験（学習効果）によって決まるに留意しなければならない。さらに、自分の好きな人の好きなものは好きになる、というような社会的な学習や外部情報も加味されて嗜好は決まってくるようである。

2.5 におい物質の濃度とにおいの感じ方

におい物質の中には、ほのかに漂っているときは芳香と感じるが、濃いと不快な感じを受けるものがある。例えば、硫黄化合物である硫化水素や硫化メチル、二硫化メチルは特定悪臭物質に指定されており、少し濃いとたまらない悪臭と感じるが、やっと感じができる程度の薄い状態では温泉を想起させ、決して不快には感じない状態となる。

また、食事時には強い香水のにおいはじゃまになるなど、時や状況によってにおいの感じ方が変わってくることも、においを論じるときは留意しなければならない。

3. 悪臭苦情の状況

図1は環境庁（現、環境省）が集計した悪臭苦情件数の推移である²⁾。悪臭に対する苦情は悪臭防止法施行直後の昭和47年をピークにして減少してきて

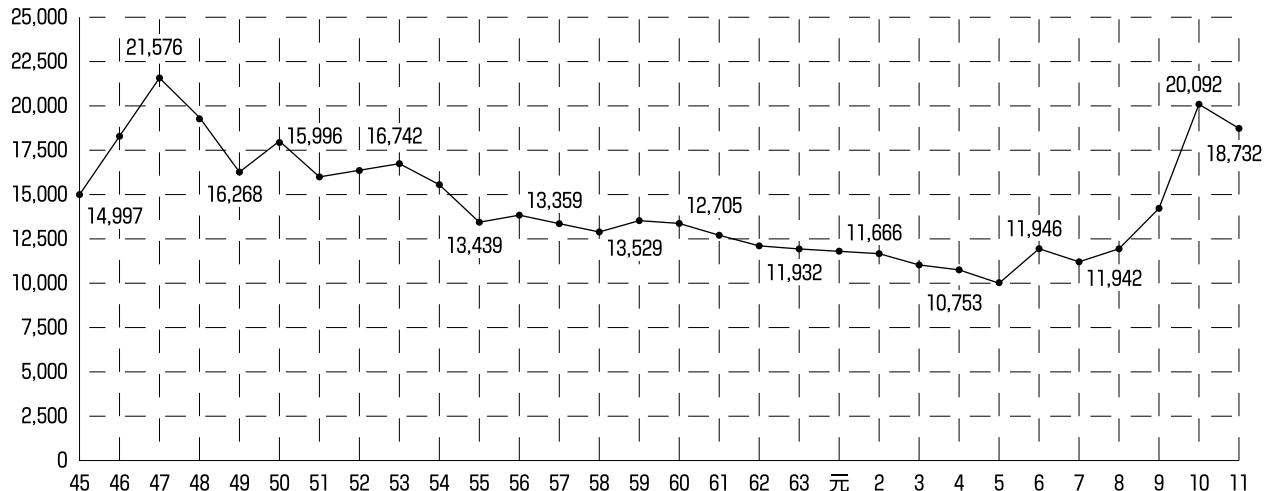


図1 悪臭苦情件数の推移

いるが、平成6年からはまた上昇に転じ、平成10年には2万件を超えており、平成11年は少し減ったが、数年前に比べると依然として多い。

また、苦情のうち悪臭発生源別に見てみると、昭和45年以降しばらくは製造業や農畜産からの臭気、いわゆる産業型とも言えるもののが多かったが、平成に入ってからはサービス業などの都市型悪臭の苦情が増加し、産業型は大幅に減っているのが特徴である。平成10年度の急激な苦情増加の一因は野焼きや野外焼却にかかわるものが大幅に増えたことによっている。平成11年度も他の苦情は減っているのに、焼却臭への苦情は増加している。これはダイオキシンへの関心の高まりと連動していると思われる。前記の社会的学習効果のなせることと言えよう。

4. におい環境指針^{3),4),5)}

環境庁（現、環境省）は身近な生活環境における臭気の低減に取り組み、快適な香り環境を積極的に守り育てる行動を喚起するために、におい環境指針の策定に取り組んできている。このにおい環境指針は、一般環境の臭気の低減に取り組むための臭気環境目標と、快適な香り環境を維持・創造するための香り環境目標の2つを含んでいる（図2）。

今までのところは、基本的な方向を示しているにすぎず、具体的な事項は今後を待たなければならぬが、これまでに示している方向・方針について、以下にその大要を紹介したい。

4.1 臭気環境目標

におい環境指針として、臭気の目標は定量的な設

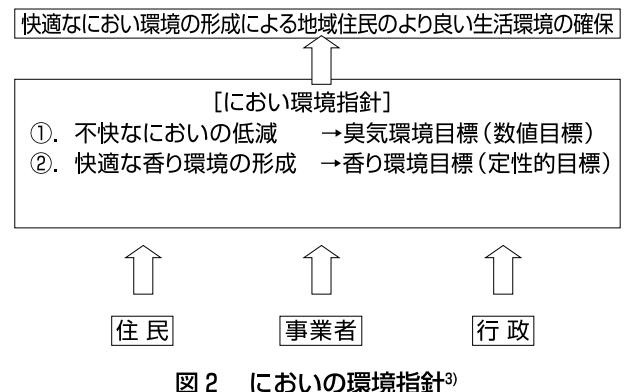


図2 においの環境指針³⁾

定が望ましく、また可能とも思われる所以、数値目標を設定することを目指している。そのためには臭気の量と臭気を受ける人間の感覚に対応する人間の反応との関係、すなわち量反応関係を明らかにし、量反応関係を基本として数値目標を定める考え方を示している。この場合、臭気の種類によって各々その数値は異なってくるであろうし、また現在では量反応関係についての明確な関係の知見は不十分であるので、これから調査が重要となる。

前記のバックグラウンド型臭気についてはある程度の量反応関係の知見があるようであるが、ピーク型臭気については知見が見当たらないのも事実である。

このように臭気についての指針の方向は、数値目標の設定が可能であろうと考え、方針を示しており、今後に期待したい。そのためには、今後様々な地域・条件において臭気指数や臭気強度のような量の指標を人間の感覚・反応とともに測定し、定量値を定めることが必要となる。その前に測定手法の検討、場合によっては測定手法の新たな開発も必要と

なってくると思われる。

4.2 香り環境目標

無臭が快適なにおい環境の1つであることは当然であるが、無臭環境を作り出すことは、前記したように一般の生活空間や自然条件の中では不可能に近い。そのために、このにおい環境指針の中の香り環境目標での方向は、不快な臭気の出ない状況で、自然の香りや地域の文化・歴史などにかかわるにおいに接し、快適感を得ることができるような環境を保全・創造することを目標とし、その推進、普及を図ることとしている。これは臭気の方は数値目標であるが、香りの方は定性的な目標としているのが特徴である。

したがって、香り環境の保全・創造に当たっては、全国一律に定めるのではなく、地域住民の感覚・感性で香りを評価するという視点に立っている。そして、この目標のもとに以下のステップによって快適香り環境づくりを進めることを提唱している。

(1) 地域の香りの再発見ー(気づく)

- ・身の回りのにおいや香りに気づくこと、香り感覚を復活させること。
- ・そのためには住民の意識調査や香り発掘調査（現地調査やアンケート調査等）により、香り環境の現状を把握すること。
- ・その結果を住民にPRし、情報を提供することにより人々のにおいや香りへの関心を高める。このことが身の回りのにおいに配慮することとなり、臭気の低減にもつながることを目指す。

(2) 香り風景(アロマスケープ)づくりー(整備する)

- ・良い景色や静けさといった環境条件が整えば、それが相乗効果となって空気の良さや香りの良さが実感できるようになる。
- ・香りは自然のものや、地域の歴史・文化、慣習や産業ともかかわっているので、これらを視野に入れて、香り風景の一部としてとらえ、「香り風景（アロマスケープ）づくり」という総合的な観点から香り環境づくりを進める。

・これは、殺風景な都市空間などでは、香り植物などによる緑化推進などにより、新たな香り風景の創造ともなっていくと思われる。

(3) 地域主体の香りのまちづくり（行動する）

- ・香りの感性は地域の自然や文化、歴史、慣習などを反映している。そこで、地域にふさわしく、住民の共有できる環境づくりに取り組むことが望まれる。

以上がにおい環境指針の今までの大要であり、これは環境庁（現、環境省）から「快適なにおい環境づくりに向けて」というタイトルの小冊子などで公にされている。しかし、ここまで基本を示したもので、具体的な事項はいまだ多く残っており、これからが本番であろう。

5. おわりに

におい環境指針に筆者は若干かかわってきたので、その概要を前記の如く紹介してみたものの、問題はいまだ多く残っていることも事実である。しかし、規制ばかりだった環境行政が推進にも目を向けてくれたことは大いに歓迎したいし、また今後を期待したい。そして空気の快適性の最も敏感で確かな感覚は嗅覚であろうし、空気中の物質の大半はにおいを持つ物質であろうから、におい物質と人間との関係を見いだしておくことが重要なことである。しかし、においの人間への影響の研究もいまだ歴史が浅く、多くは今後を待たなければならない。

● 参考文献

- 1) 悪臭法令研究会編：三訂ハンドブック悪臭防止法、ぎょうせい（1999）、p.464
- 2) 環境庁大気保全局大気生活環境室：臭気の研究、32(1)、49(2001)
- 3) 高橋達男：Aroma Research、1(2)、2(2000)
- 4) 環境庁大気保全局大気生活環境室編：快適なにおい環境づくりに向けて（2000年6月）
- 5) 環境庁大気保全局大気生活環境室編：かおり環境普及推進マニュアル（2000年6月）



日用雑貨、ハンバーガー、衣料、家電、旅行、クルマ、住宅などあらゆる業界で、すさまじい価格の引き下げ競争が繰り広げられている。もちろん、同じものなら安く手に入るにこしたことはない。しかし、カラクリなしで値段が下がるわけはない。今どきは品質を下げるわけにはいかないから、労働コストの安い国で、同じものを大量に作って売るというのが、手っ取り早いやり方だ。そんな大量生産、大量販売の中で作り手、ユーザーが大切なことを忘れてはいないのだろうか？今回は、そんなことを考えながら書いたエッセイを紹介しよう。



岸田 能和 (きしだ よしかず)
コンセプト・デザイナー

●プロフィール

- 1977年 多摩美術大学（立体デザイン専攻）卒業。
1982年 カメラメーカー、住宅メーカーのデザイン部門を経て東洋工業（現・マツダ株）へ入社。主にクルマのインテリアデザイン実務を担当。
1984年 同社デザイン部門の長期戦略を担当。主に日米欧R&D拠点設置プロジェクト等の企画・推進。
1994年 同社営業統括部（現・マーケティング部）で特装車、福祉車両の商品企画・販売促進を担当。
1997年 同社先行商品企画室（横浜）で戦略的な役割を持つ商品の先行企画を担当。
2001年 マツダ株退社。
所属学会：ファッション環境学会

12. 100円ショップはゲームセンター

たいていのゲームセンターの店先には「UFOキャッチャー」というゲーム機が置かれている。このゲームは金属製の爪をボタン操作で左右、前後に動かして、ぬいぐるみ、アクセサリーなどをつかみ取るという単純なものだ。そんなゲーム機が、ゲームセンターの前を通りがかった私を時々、つかみ上げる。なにしろ、今どきのゲームに必要な熟練やリズム感も要らない。そのため、妻には内緒なのだが、このUFOキャッチャーに結構な額を注ぎ込んでいる。あと少しのところでつかみ取ることができず、「あと1回だけ」と、だんだんと熱くなってしまうからだ。

ただ、問題はうまく取り上げることができたときだ。ぬいぐるみなどは特に欲しくもなく、処分に困るからだ。家に持ち帰っても、「何でこんなものを」と言わになってしまう。それなら、最初からやらなければよいのだが、情けないことに、爪でつかめそうな景品が見えると、「100円でこんな景品が取れるなら」と思ってしまうのだ。つまり、モノが欲しいのではなく、ゲームがやりたいだけなのだ。ならば、普通のゲームを楽しめばよいと言われそうだが、うまくすると景品が手に入り、「儲かった気分になる」というのが大切なのだ。

こうした景品がもらえるゲームとよく似ているのが、100円ショップでの買い物だ。もちろん、お目当ての商品を買に行くこともあるが、そのついでに、ついつい別のものも買っていくことは多い。あるいは、特に欲しいものがなくても、ふらっとお店に入ることも少なくない。そこには、珍しいもの、おもしろいものを偶然に発見する楽しさがあり、しかも、それらはたった100円を支払えば、持ち帰ることもできる。つまり、100円ショップは一種のゲームセンターなのかも知れない。

しかし、「まあ、あっても困らない」「100円なのだから、こんなものだ」などと考えて手に入れたものに人が愛着をもって長く付き合うだろうか？おそらく、UFOキャッチャーで取ったぬいぐるみと同じような扱いしかしないはずだが、そんな、人とモノとの関係はつまらないし、何か大切なものを失っているような気がしてならない。デスクの横にあるぬいぐるみのくまちゃん（これもUFOキャッチャーで買ったもの）に、そんなことを話しかけてみたが、何も答えてはくれなかった。



13. チャリ消失事件

レンタルビデオ店に入った、ほんの少しの間に娘の自転車（娘は『チャリ』と呼ぶ）が忽然と消失してしまった。当然、最初は盗まれたと考えたのだが、あまりにも短時間であったために、誰かが間違って乗っていたのではないかと考え始めた。というのも、その自転車は近所のスーパーで安売りをしている機種で、近所の駅、商店街、病院、銀行など自転車の駐輪場があるところには必ず並んでいる。娘のチャリが消えた日も、そのレンタルビデオ店の駐輪場には同じタイプのものが何台も置かれていた。

娘も自分のチャリがなくなる数日前にスーパーで買い物を済ませ、自転車のロックを外し、しばらく走ってみて、サドルの高さが少し違っていることに気が付いた。よくよく見てみると、他人の自転車のロックを外して乗ってしまったようで、あわてて駐輪場に返しに行った。どうやら、安売り用に大量生産された機種であったために、標準で取り付けられている自転車のロックには、さほどの種類がなかったようだ。娘は私の血を引いて探求心が旺盛なので、試しに駐輪場にあった自転車のロックに片っ端から、自分のキーを差し込んでいった。その結果、かなりの確率でロックを外すことができたとのことだ。そこまで実験したのだから、その時点で別売りのロックを買いに走ればよかったのだが、探求心はあっても、これまた、私の血を引いて面倒くさがりの娘であったために、ついついそのままにしておいた。そのために、数日後のチャリ消失事件が起きましたのだ。

幸い、娘の自転車は防犯登録のおかげで手許に戻ってきたが、ロックは無傷であったことからすれば、盗まれたのか、誰かが間違って行ったのかは分からぬが、少なくとも、キーを使って乗っていたことだけは確かだった。

長く続く消費不況の中で、作る人、売る人、買う人のいずれもが、価格の安さへの関心が高い。そのため、メーカーは価格を安くするために様々な工夫をしているが、それはそれほど難しいことではない。同じモノを、短期間に、できるだけたくさん売るという経済の原則を実行すればよいだけだし、他には妙案はない。しかし、他のモノより安くするためには、買い物は他の人と全く同じモノを持つつまならさや危険などがあることを十分に理解した上でモノ選びをすべきだろう。

14. 日陰の身

空港の待合ロビーで、モバイルパソコンに携帯電話を接続し、軽快にキーボードをたたいている姿は、いかにも仕事ができそうに見え、カッコ良い。そんなカッコ良さに憧れて、買い換えた自宅用のパソコンはB5サイズのコンパクトなモバイルタイプだ。価格も割高で、老眼も始まり小さなディスプレイは少しつらいものがあったが、根がミーハーなので、つや消しのシルバーのボディに惹かれ、衝動買いしたものだ。もちろん、実際に買っても、モバイルパソコンを持ち歩かなくてはいけない仕事をしていないので、自宅の書斎（家族は「クローゼット」とか「物置」と呼ぶ）に鎮座している。

当然のことながら、こうしたノートパソコンはバッテリーで動くようになっている。そのため、自宅で使うときはACアダプターに接続しなくてはならない。しかも、CD-ROMドライブも別付けタイプだが、これもACアダプターが必要だ。家の中を見渡して見ると、ACアダプターは他にも、パソコン用スピーカー、インターネットを接続しているCATV用のモデム、携帯用CDプレーヤー、携帯電話や髭剃りの充電器などと、結構な数になる。

しかし、それほどたくさんのACアダプターが作られ、使われていながら買うときの決め手にはなりにくい付属品であるためか、配慮不足のモノが多い。まして、本体の価格がべらぼうに下がっている中で付属品の改良などにはお金をかけられないのか、まるで「日陰の身」の扱いだ。例えば、カタチや色だ。接続される機器には魅力あるデザインが施されているにもかかわらず、ACアダプターはゴロンとした、黒い塊のものが多い。また、ACアダプター本体を直接、コンセントに差し込むタイプは、壁にあるコンセントに差し込まれているときに何かが当たると、本体の重みで外れやすい。コンセントにACアダプターを差し込むと別のコンセントが差し込めなくなるものもある。他にも、たまにしか使用しないとか、持ち運ぶことの多いACアダプターのコードがまとめにくくイライラするものも多い。

私たちが商品を買うときにACアダプターなど付属品まで見ることは少ない。そうやって機器本体ばかりを見ているものだから、「日陰の身」の付属品たちは我が身をうらみ、あげくに使う人をつまずかせたり、困らせたり、イライラさせてしまうのだ。

独立行政法人化による 人間生活工学研究の新たな出発

— 生命工学工業技術研究所から人間福祉医工学研究部門へ —

独立行政法人 産業技術総合研究所 人間福祉医工学研究部門 総括研究員
ロノ町 康夫 (くのまち やすお)

1. 人間科学技術産業創出に関わる研究分野： 人間生活工学

21世紀における産業分野における重要な課題の1つとして、人間適合性を取り入れた製品や環境の設計をいかに行うかが挙げられる。従来から、生活製品の多様化、個人化が進んでおり、それへの対応をどうするかが問われてきた。21世紀では、高齢化の更なる進行が予想されるため、この問題の重要性は一段と大きくなっている。すなわち、人口の4分の1以上にも達すると予測されている高齢者に不適合であることが多い社会の環境システムや製品設計を合理的かつ迅速に変革していくための基盤技術の確立が待ち望まれている。

この実現のためには、新規な人間特性計測手法の開発に始まり、人間特性の解明とモデル化、人間特性データベースの構築、及び人間特性を反映した設計支援システムの開発などの人間科学技術の充実が急務と言える。旧生命工学工業技術研究所（以下、生命研と略記）では、今まで、産業科学技術研究開発制度「人間感覚計測応用技術」等の研究において産官学の連携の中心となって、一般成人を対象とした身体寸法のデータベースの確立や感覚特性の計測、指標化技術についての研究を行ってきた。

他方、特別研究、標準基盤研究、科振費総合研究を通じて、高齢者・障害者の視覚、聴覚、嗅覚、触覚等の感覚特性についての研究を蓄積してきた。また、現在進行中のプロジェクト「人間行動適合型生活環境創出システム技術」等において、今まで十分に把握されていなかったヒトの行動パターンや認知特性に関連した計測法の開発及びデータ集積を行っている。

今後更に、これらの研究を統合し、計算機上で設定された種々な環境において人間らしい行動をするバーチャルヒューマンのモデル化を目指すことにより、若者から高齢者、障害者に至る幅広いユーザに

適合する製品や環境の設計・評価支援システムの基盤技術を確立することが急務であると考えている。

このような、製品設計において人間特性に配慮するという動向は国際的にも活発で、ISOにおいても人間工学的配慮を含む規格づくりが急ピッチに進められている。したがって、わが国からの人間生活工学関連データの発信を積極的にすることが、21世紀の産業のグローバル化のためにも必要不可欠と言える。

今回の独立行政法人化（以下、独法化と略記）による機構改革では、生命研内で上記の研究を担当してきた人間情報部及び人間環境システム部を中心とする研究グループが、同じ工業技術院下の機械技術研究所における医療福祉関連研究グループと統合し、新たに人間福祉医工学研究部門を構成することにより、より積極的かつ総合的に上記の課題に取り組む体制づくりを目指している。次にまず独法化の概要について紹介する。

2. 独法化による改革：産総研における新しい仕組み

旧通産省工業技術院傘下には、つくば地区に8研究所、その他の地区に7研究所、総計15の国立研究所があり、約2500人の研究者が在籍していた。これらの研究所群は平成13年4月に独法化された。この工業技術院における独法化は、他省のものと異なり、非常に大胆かつ根底的な機構改革である。工業技術院では、独法化に対し、個々の研究機関単位での改革によって対応するのではなく、今まで独立的であった15研究所を1つの研究機関、産業技術総合研究所（以下、産総研と略記）としてまとめあげ、多様な研究領域が、比較的小さな単位で、研究群を形成し、有機的に連携した研究を効果的に行えるシステムづくりを目指した。

2500人の研究員と700名の支援部門の総計約3200

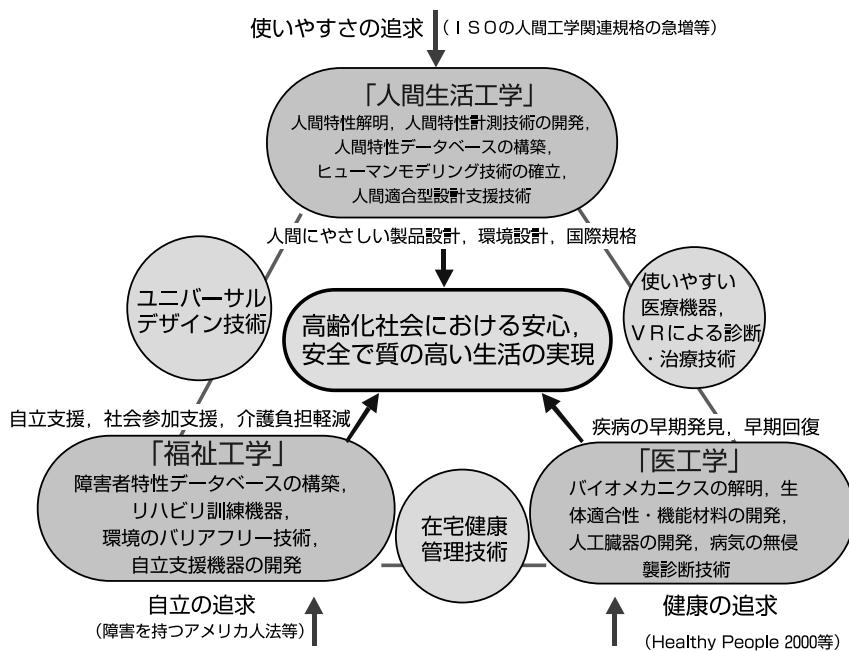


図1 人間福祉医工学研究部門のミッションと課題

人から成る大所帯を有効に切り回す方法として、従来の数百人から成る中規模の大きさの研究所の代わりに考えられたのが、比較的小規模の人数による、明確な研究目標を掲げた、機動力のある研究単位である。そのため研究の指揮系統の強力化、単純化が図られている。人数に関して言えば、従来のつくばにおける研究所では、200名から500名の研究員を有していたが、新しい組織では、研究部門は50名から100名、研究センターは数10名を目安としている。いずれも、それらの機関の長が機関内の研究に対して直接的なリーダーシップを取ることが可能な人数として設定されている。また、迅速な対応を可能にするため、指揮系統の単純化が中間管理職を減らし、部門長（またはセンター長）、グループ長、研究員の3段階としている。グループ長は4、5名から成るグループの研究の年次計画に責任を持ち、部門長は部門全体の年次計画に責任を持つことになる。特に、部門長には研究部門内の人事及び予算配分に占有的な権限を持たせており、研究員に対して強い指導ができる体制となっている。

また、産総研では、各部門や研究センターにおいて、4年間に達成する具体的な分かりやすい中期目標の設定を行い、研究内容を社会公表するとともに、その後の研究活動やその評価についても情報公開する予定である。これにより、一般市民が、各機関が社会的にどのような有効な役割を果たしているかに

ついて判断することが可能となる。

これらの研究部門の改革に加え、特徴的な変化としては、研究支援部門の強化である。これを実現するため、従来は研究所の中に存在していた部門を、研究部門とは別組織として独立させた。その一例が、産学官連携部門及び国際部門の設置で、この狙いは研究のグローバル化、迅速化、応用化であり、このことにより、研究の質の向上を図り、国際的にも高い水準を目指すとともに、研究遂行の迅速化を目指している。また成果の実用化については非常な力点が置かれており、技術移転を促進するためのテクノロジー・ライセンス・オーガニゼイション（TLO）として、産総研イノベーションズが関連機関として新たに設置されている。

3. 人間生活工学系の新しい研究組織：人間福祉医工学研究部門

旧工業技術院の組織の中では、人間生活工学系の研究は、つくば拠点では生命工学工業技術研究所における人間情報部及び人間環境システム部の両部を中心として、機械技術研究所、電子技術総合研究所等で行われていた。また、関西拠点でも大阪工業技術研究所や大阪ライフエレクトロニクスセンターで行われていた。これらの内、つくば拠点の人間系研究組織は、独立化により、一部は「脳神経研究部門」、他の一部は「デジタル・ヒューマンラボラトリ」に

分かれたが、ほとんどが「人間福祉医工学研究部門」としてまとまり、再出発することとなった。

この部門は60名強の研究者から成り、その研究対象分野は、部門名が示すように大きく3つに分かれます。人間生活工学分野、福祉工学分野、医工学分野である。これらの研究分野は図1に示すように、互いに関連が深く、インタラクティブで、1つの目標に対し、連携して研究を展開することで、より有効な成果の発信が期待される。この部門では、国家産業技術戦略（平成12年）の1つである「高齢社会における安心かつ安全で質の高い生活の実現」を大目標としている。

このため、広く人間適合性の向上に資する技術開発や工学と医学等との連携のもとに行う高齢者等の機能支援機器の開発などを行うことにより、高齢社会における快適な生活環境・使いやすい製品（ユニバーサルデザイン）、高齢者の変容した身体機能の支援機器、患者にとって負担の少ない医療機器技術の開発を目指している。産総研の中では、最も国民生活に関連性の深い部門であり、社会ニーズに合致した研究の視点が求められる。

この部門は全部で11の研究グループから成るが、それらの中期目標における統合的な5つの重要研究課題の内容を以下に紹介する。

＜人間福祉医工学研究部門の重要な研究課題＞

(1) 感覚・知覚における知的基盤の構築と高齢社会における環境評価技術の開発

視環境、音環境、温熱環境において、安全性、機能性、快適性を向上させるために、高齢を中心とした人間感覚特性の計測手法の開発、データ収集とデータベース化、環境設計への応用、さらに環境評価のための測定機器等の開発を行う。

(2) 認知・行動モデルの構築に関する研究

だれにあっても安全で安心な情報・製品環境を実現することを目的に、新規情報・新規製品に対するヒトの適合度の事前評価が可能で、またその環境における人間の認知行動プロセスの予測が可能な認知行動モデルの構築を行う。

(3) 情報・メカトロニクス技術に基づく福祉機器技術と人体適合性評価技術の開発

生体情報やメカトロニクス技術に基づく福祉用具の開発、及びそれら用具の人体適合性の評価技術の開発を行う。特に現場との連携を重視し、実用性の高い機器開発、評価技術の構築を目指す。

(4) 長期生体適合性を有する体内埋込み人工臓器・生体材料技術の開発

体内埋込み型の人工心臓、人工肺、人工神経など、品質管理に有利な人工物・新機構による、生体機能代替システムの開発に関する研究を行う。無侵襲診断技術および低侵襲手術支援技術の開発、医用画像の高感度化／高空間分解能化／画像の多様化（構造、機能、4次元化）、オープンMRI手術支援システムの開発、内視鏡手術用インターフェイスシステムの設計と安全性評価など、低侵襲・無侵襲医用技術の開発にかかる研究を推進する。

4. 産業界、公設研究機関、大学等との連携について

上述した人間福祉医工学研究部門の研究内容が、今後、社会において、具体的に有効利用されるためには、産業界、公設研究機関、大学、医療機関等と密な連携を推進することが必要不可欠となる。以下に、これらの連携の現状と今後の方向性について述べる。

4.1 産業界との連携

産業界からは、人間特性データベースの構築や人間工学的設計支援技術の確立に関する要望と、個々の企業に固有の要望の2種類が当研究部門に寄せられている。前者については、特に当部門の中心的な課題として、（社）人間生活工学研究センター（HQ-L）と協力しつつ、産業界との連携強化を目指している。特に、高齢社会に向けて、高齢者特性データベースの構築が急がれており、集中的に取り組んでいる。

また、中小の企業では、人間特性データベースを使いこなすだけの人間工学的な基盤技術を所有していないことが多いため、仲介役としての公設研究機関等と連携し、技術移転を図っている。さらに、個々の企業に固有の要望に対しては、企業固有の技術力を生かすケースでは、共同研究を実施することにより、企業の技術力の向上だけではなく、当領域の技術力の拡大を図っている。

他方、当部門からの全面的な技術提供であるときには受託研究の実施や特許実施契約により、部門で開発された技術の効果的な社会移転を心がけている。その他、関連業界のガイドラインや規格策定のための委員会への参画や個別の技術相談などにも応じている。

4.2 公設研究機関との連携

当部門では毎年、多くの研修生を公設研究機関から受け入れ、人間特性の測定技術の技術指導を行うとともに、共同研究を実施してきた。今後は、産業

技術連携推進会議の中の当部門が主管する「福祉技術部会」を核として、より一層の連携を強めたい。福祉技術部会は部会長を「人間福祉医工学研究部門」の部門長とし（筆者は副部会長を務めている）、国立研、公設研だけではなく、大学や企業も参加できる外に開かれた部会で、現在約700名の会員を擁する。ホームページ（<http://www.aist.go.jp/renraku-kaigi/fukushi/>）、会員用マーリングリスト等で福祉関連の活発な情報交換がなされていると同時に、中小企業庁の中小企業技術開発産官連携促進事業の福祉技術等にかかわる事業の推薦母体にもなれる。その一例として、現在、山口県産業技術センターを幹事公設研とし、長野、島根、三重、北海道、秋田の6県共同による「身体適合性評価に基づく高齢者対応製品開発技術に関する研究」事業が実施されている。また、年に一度公開でシンポジウム等を開催し、公設研、関連企業、国立研等の研究内容を紹介している。今後さらに多くの企業、病院、リハビリテーションセンター、老人ホーム等からの福祉技術関係者の参加を期待している。

4.3 大学や医療機関との連携

人間福祉医工学研究部門の研究分野は幅広く、各大学における個性的な研究との共同研究に期待するところが大きい。特に、当部門にない特徴を持った大学や医療機関と連携することにより、医療・福祉機器等の開発に必要な統合的な技術力、知見、あるいは人的資源を補充することは、福祉工学や医工学分野では不可欠であり、共同研究を意欲的に推進している。以下に、人間生活工学分野における連携の代表例を2例紹介する。

人間の運動系に関する研究の連携として、「人間の歩行運動の計算機シミュレーション技術の臨床応用における連携」がある。当部門では、計算機により人間特性のシミュレーションを行うデジタル・ヒューマン技術に取り組んでいる。このようなシミュレーション技術の最大の効用は、患者に負担をかけることなく、短時間内にリハビリテーション処方等の効果が予測できることで、それにより、臨床系に適切な診療指針を提供できることが期待されている。

ここで紹介するのは、コンピュータ内で人間を模擬した身体運動を発生させる技術開発に関する研究である。この歩行モデルは14の体節モデル、60の筋モデル、32の神経振動子モデルから構成されており、現在も進化中である。この研究は、大学における

機能的電気刺激（FES）による歩行動作再建を目指した研究と連携し、その研究の推進のために、歩行再建に必要な電気刺激パターンの同定、クローズドループ制御のために必要なセンサーの選定、ならびに体重支持を容易化する補装具の設計パラメータの推定を円滑に行うための歩行シミュレータの開発を行っている。

他方、人間の認知系の研究の連携として、「人間の認知機能の科学的研究成果の臨牀応用における連携」がある。当部門で行ってきた人間の高次認知機能、特に注意機能に関する認知科学的研究の成果を、高次認知障害を簡易に評価する手法の開発に応用することで、臨床医学的な頭部外傷者のリハビリテーションに生かそうとするものである。この種の連携は効果的に行われると、次には、臨床医学的な成果から、脳における高次認知機能の解明にかかる貴重なフィードバックが予想され、研究の新たな展開が期待される。

5. 21世紀における人間生活工学の展開

21世紀の社会の大きな特徴は、高齢社会と情報社会の急速な進行にあると言える。この両者はいずれもこれからの人間生活工学の展開に大きく影響する社会的な課題を提示している。一方では、人口の高齢化は、従来、製品や環境設計において十分に配慮されてこなかった高齢者特性に目を向けることを余儀なくさせる。他方、情報化の急激な進行は、大量の情報をいかに効果的かつ確実に生活者のもとに届けるかという課題をもたらす。

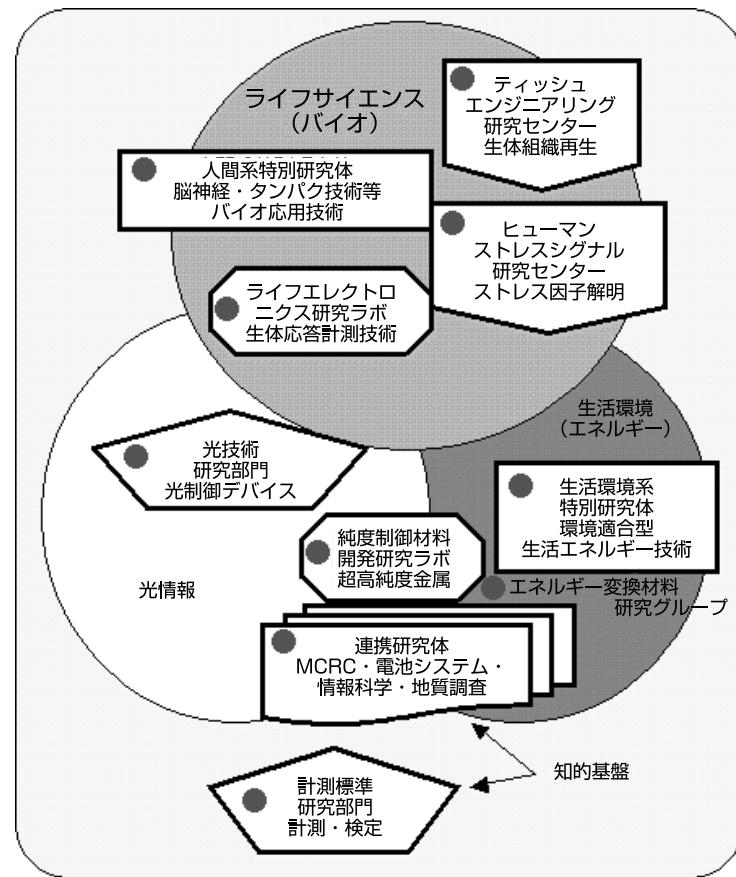
中でも特に、計算機などの情報機器にほとんど不慣れな高齢者が、これから高度情報社会にいかに適応していくかは大きな社会的問題であり、迅速な解が要求される課題と言える。当部門における人間生活工学系は、今まで、人間の動作、感覚、認知、行動特性に関する解明、計測法の開発、関連データ・ベースの構築等の基盤的研究に加え、それらのデータを使用した人間特性のモデリングの研究を行ってきた。今後、当部門では、これらの研究をさらに強化するとともに、蓄積してきた知見を応用して、高齢者の認知や情動特性を解明し、高齢社会においてだれもが「使いやすく」かつ「使いたくなる」情報機器のあり方など社会ニーズ対応型の研究を産官学の連携を強化しつつ、幅広く展開していくことを望んでいる。

産総研関西センターにおける ライフサイエンス研究

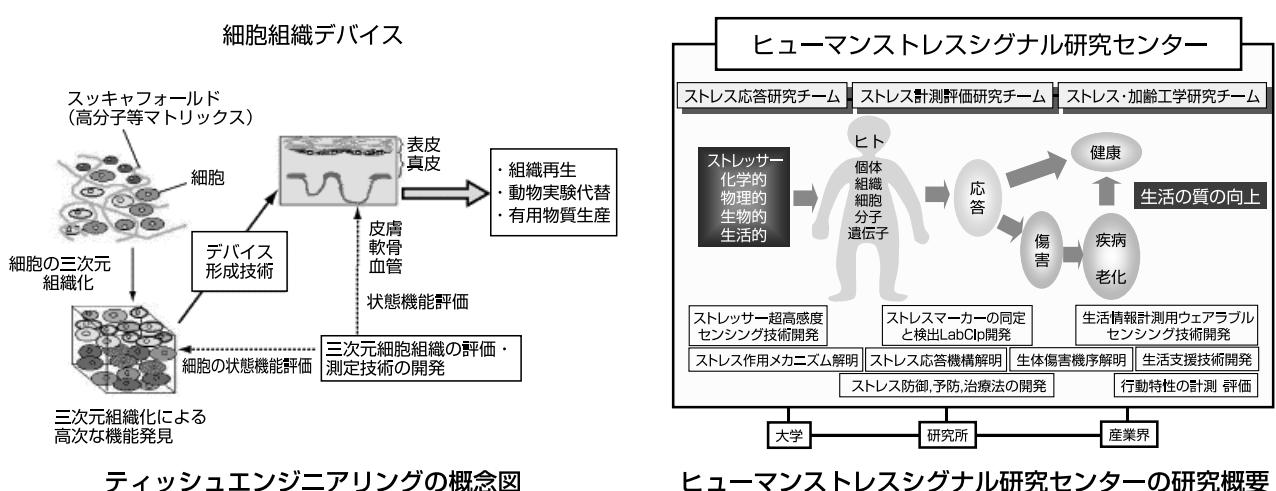
独立行政法人 産業技術総合研究所 ヒューマンストレスシグナル研究センター 副センター長
松岡 克典 (まつおか かつのり)

独立行政法人「産業技術総合研究所」（略称：産総研）が本年4月に発足しました。産総研は、旧工業技術院の16研究機関を統合して、多岐にわたる分野の研究者集団の融合と創造性の發揮による研究活動を通じて、新たな技術シーズの創出、産業技術力の向上や新規産業の創出など、我が国の経済的発展に貢献していくことを目的に設立されました。各分野での期待に応えるため、個別ミッションを持った研究ユニット（23研究センター、22研究部門、2研究系、7研究ラボ）が設置されています。

その中で関西センターは、旧大阪工業技術研究所、旧電子技術総合研究所大阪ライフエレクトロニクス研究センター、旧計量研究所大阪計測システムセンター、旧地質調査所大阪地域地質センターの4所を母体とし、総員約650名（常勤職員約240名）の西日本最大規模の公的研究機関として出発しました。関西センターでは、人間と暮らしに密着したエンジニアリングを指向して、ライフサイエンス（バイオ）関連研究、生活環境関連研究、光情報関連研究、知的基盤にかかわる研究開発を柱としています。ライ



関西センターでの研究領域と各研究ユニット



フサイエンス研究分野に関連する研究ユニットは、次に紹介する4つの研究ユニットがあります。これらのライフサイエンス関連ユニットでは、関西に集積されている大学・産業界をはじめとする产学研官の連携の下に、ライフサイエンスの国際的研究拠点となることを目指して研究開発を進めております。

●ティッシュエンジニアリング研究センター

細胞を3次元的に培養してヒトの組織・臓器を人工的に形成する技術を確立し、絶対的に不足している移植用組織の供給技術の確立や医薬品検査などへの応用を目指しています。心臓病など難病治療の解決法として期待されている臓器移植も、深刻なドナー不足問題を抱えています。また、臓器移植に伴う拒絶反応、ウイルス感染の危険性も否定できません。この問題の解決として、ヒト細胞を用いて人工的に臓器を形成することが緊急の課題となっています。そこで本センターでは、細胞培養技術を基礎に、材料工学、医用工学などの諸技術を総合し、代替組織・臓器として機能しうる医療用デバイスの開発を目指しています。

我が国の国民医療費は年間約28兆円で、毎年6%前後増加、国民所得の約7%を占めて経済を圧迫しつつありますが、人工的に臓器を作る技術ができると、この費用を軽減するとともに、新規産業分野に発展すると期待されています。

●ヒューマンストレスシグナル研究センター

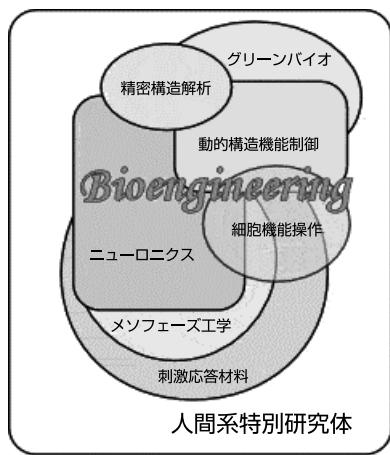
多様なストレスが生体や生活に及ぼす影響を、基

礎科学から人間工学までの横断的・総合的な研究から調べ、生体のストレスに対する応答、反応メカニズムの解明、ストレス度の計測・評価技術及び高い生活の質(QOL)を実現する技術の研究開発を進めています。このような研究開発により、新しい「ストレスバイオサイエンス」の開拓を目指しています。

21世紀を迎えた現代はストレス時代と言われています。ダイオキシン、ホルムアルデヒド、環境ホルモンなどの有害化学物質の摂取、細菌、ウイルス、大気汚染、紫外線の増加、あるいは騒音、不安などの社会生活環境の変化など、多種多様なストレスの原因があふれ、私たちの健康や快適な生活がおびやかされています。実際、これらストレスがアレルギー、種々の疾病、さらには発ガンや加齢にも深くかかわることが明らかにされつつあります。このようなストレスの増加、さらに高齢化が進む今、生活の質(QOL)を高く維持することが急務となっています。そのため、1) ストレス応答のメカニズム解明、2) ストレスの計測・評価技術、3) 生活行動からのストレス評価と質の高い生活のための支援技術の開発を重点課題として研究を進めています。

●人間系特別研究体

たんぱく質や細胞の機能を制御する新しい技術を開発し、神経回路修復等の実現に結実させるとともに、先進的機能材料との融合を図り生体機能を代行・補助する技術開発にも努め、「バイオエンジニアリング」の研究中心となることを目指して研究を進めています。

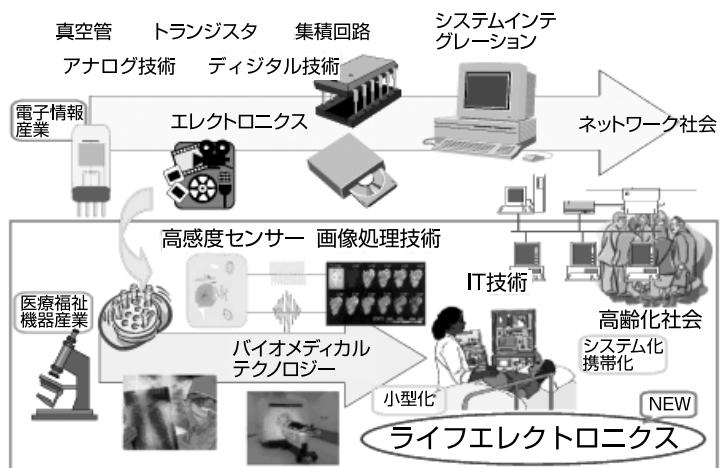


人間系特別研究体の研究内容

少子・高齢化社会を迎える我が国において、個々人が自立した生活を安心して送ることを支援するとともに、経済活動を支える人間を確保し、21世紀の新しい姿の我が国経済を根本から支えることを目指しています。分野間の融合的研究を推進するため、この系には様々な分野（たんぱく質工学、遺伝子工学、生化学、生物物理学、脳神経工学、有機合成化学、高分子科学など）の研究者が結集しています。人間系は異分野の融合により、21世紀の新しい産業を生み出します。

● ライフェレクトロニクス研究ラボ

細胞・器官や生体系からの信号や応答を物理的に詳細観察・分析する先進的技術を、高感度センサーやマイクロエレクトロニクスの利用により体系的に開発し、高齢化社会での高精度医療診断、再生医療の細胞機能制御、バイオ産業の遺伝子機能解析の高感度、高スループット化及び機能イメージングができる機器・技術の開発を進めています。



ライフェレクトロニクス研究ラボの研究概要

ライフェレクトロニクスは、生命活動をエレクトロニクス技術を用いた計測、画像化等により多角的に理解し、応用を可能とする技術分野です。本研究ユニットでは重点研究課題として、1) 生体計測基盤技術、2) 細胞・分子機能評価技術、の2本柱の課題を中心とし、さらに新規展開として、3) ライフイメージング技術、を加えた3本柱の重点課題を掲げてライフェレクトロニクス技術の確立とその革新的応用を図ることを目指しています。

関西センターのライフサイエンス関連研究ユニットでは、関西に集積している大学・産業界をはじめとする産学官の連携の下に、近畿経済産業局や（社）人間生活工学研究センターと協力して、これからのかの高齢社会や高度福祉社会に向けた人間中心技術の確立を目指した研究開発を進めていきたいと考えております。人間生活工学関連の皆様とも、今まで以上の研究協力や連携を進め、人間生活工学の発展に貢献して参りたいと思っております。今後ともよろしくお願いします。

産総研関西センター ライフサイエンス関連研究ユニット連絡先

産業技術総合研究所 関西センター	http://www.aist.go.jp/kansai/index.html	
ティッシュエンジニアリング研究センター	TEL:0727-51-9952	FAX:0727-51-9962
ヒューマンストレスシグナル研究センター	TEL:0727-51-9534	FAX:0727-51-9961
人間系特別研究体	TEL:0727-51-9520	FAX:0727-51-9628
ライフェレクトロニクス研究ラボ	TEL:0727-51-9365	FAX:0727-51-8416
関西産学官連携センター	TEL:0727-51-9688	FAX:0727-51-9621

研究連携などにかかわるお問合せは、関西産学官連携センターにお願いします。

快適な環境を作るルームエアコンの開発

Development of room air-conditioning which makes comfortable environment

菅原 作雄*、関 辰夫**

Sakuo SUGAWARA, Tatsuo SEKI

ルームエアコンは、冷やす・暖めるから、より省エネルギーに・より快適にと機能が進化している。ルームエアコンの課題は睡眠時の寝室冷房と空気質の制御であり、これを解決するための様々な制御方法や新しい方法が、生活を研究するという視点で研究・開発され製品に導入されている。カテキンを利用した消臭機能は、ハイブリッド化技術により製品寿命と同等の寿命を持つようになった。冷房時の異臭は、カビの生育を抑制し内部をクリーンに保つ機能を開発・搭載することにより抑制することができた。

Room air conditioner evolves from the one just for cooling and heating the room to the one that places emphasis on energy-saving and comfortableness. The problem of room air conditioner is the control of cooling operation during sleeping and the control of air quality. To solve these problems, various new functions are researched, developed and adopted to products from the viewpoint of life research. The new function of deodorization with hybrid Catechin can keep its effect for same period as the life of products. To restrain the odor generated at the cooling operation, the function that restrains the growth of mold and keeps the inside of room air conditioner clean is developed and adopted to products.

1. はじめに

ルームエアコンは、650～700万台以上の大規模な国内市場を有する家電品の代表格である。近年、中国、東南アジア、南ヨーロッパなどの冷房ユースにおいて、大幅に市場が拡大しており、国内市場を上回る状況にある。日本の一般家庭におけるルームエアコンの導入は、リビング、寝室、子供部屋という順番で進み、新築住宅では、2台から3台の需要があると言われている。ルームエアコンの課題は、夏の特に睡眠時の寝室冷房と空気質の制御であり、様々な制御方法や新しい方法が開発され、導入されている。ここでは、生活研究という視点で開発され、製品に搭載されている快適な環境を作るルームエアコンの機能について述べる。

2. 冷房環境の課題

夏期は環境温度が高く、快適に暮らすには、冷房機能は必需機能である。特に睡眠時の人体は行動的体温調節が少くなり、生理的体温調節がその大半となり、覚醒時の体温調節に比較して、体温調節能力は低下している。確かな睡眠を提供するには、覚醒時以上の精密な室内環境制御が要求されている。

2.1 日本の寝室環境

図1は、名古屋市の集合住宅中間階における睡眠時の環境実測データの一例である。設置されていたエアコン（従来機）はインバータレス機種である。圧縮機オンオフにより室温が制御され、吹出温度は最も低い場合10～15degであることが分かった。また、室温が設定温度より約3～5deg低いこともあり、圧縮機オンオフによる制御では十分な寝室環境が得られないことが分かる。

*三菱電機株式会社 住環境研究開発センター戦略G 業務T

**三菱電機株式会社 静岡製作所 ルームエアコン製造部 技術課

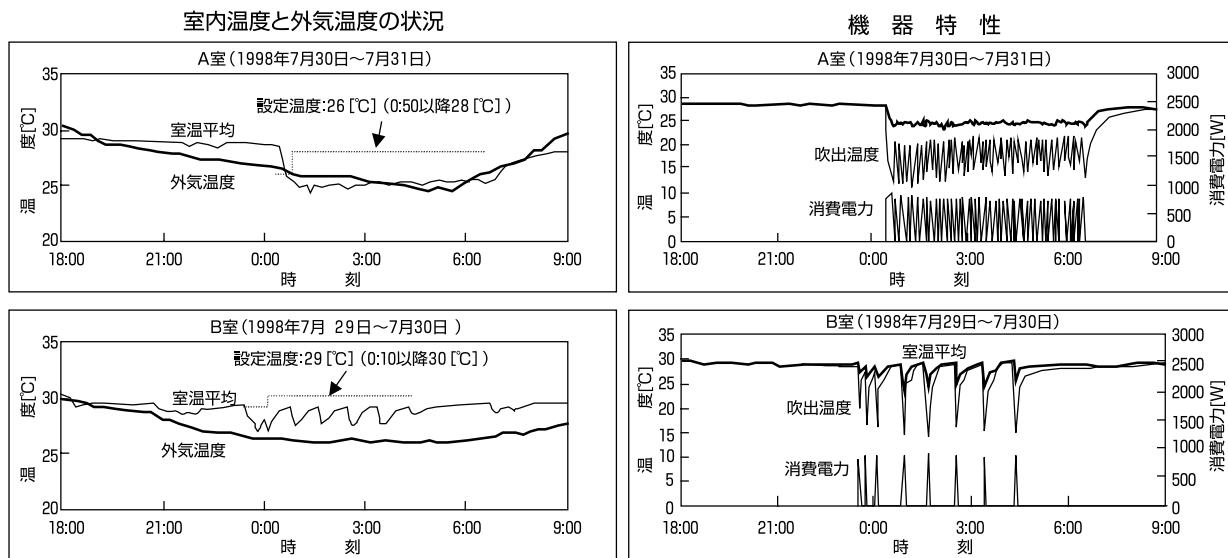


図1 寝室環境の実際（名古屋・集合住宅・インバータレスエアコン）

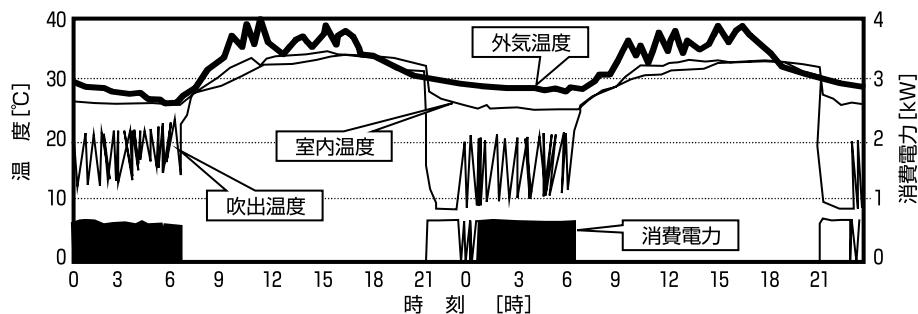


図2 バンコクにおける寝室環境例

2.2 タイの寝室環境

図2は、タイ・バンコクにおける寝室環境を示す実測例である。用いたルームエアコンは、定格冷房能力2.5kW、インバータ式である。運転時の室温は、圧縮機オンオフによりほぼ一定に制御されていることが分かる。また、40°Cに迫る外気温度となる昼間は使用せず、ルームエアコンの使用は夜間のみとなっている。このデータは寝室であるが、リビングでも同じように夜間のみの使用であることが、ヒアリングで確認されている。タイでは、昼間は通風により涼を取り、夜間は、防犯のため、窓等を閉め、エアコンにより涼をとると考えられる。また、タイは熱帯式気候であり、特に昼間の外気環境が厳しく、昼間の活動のために、夜の睡眠による体力回復を図る必要があり、確実な睡眠を確保するため、エアコンを用いて、睡眠環境の制御を実施していると考えることができる。

2.3 冷房環境の課題

図3は、宮沢⁵⁾がまとめた夏期のエアコンの利用

形態を示す調査結果である。調査は1993年に近畿地方の女子学生を対象に実施したもので、有効回答数は136人である。寝室のエアコンの使用は、就寝後1～2時間でエアコンを切るタイマー使用であることが分かる。また、田辺他⁶⁾より、寝室におけるエアコンの使用により、体調を崩す、寒い、冷えるという意見が多いことが報告されている。しかし、冷房しなければ睡眠途中で寝苦しくなり、暑さで目が覚めてしまう、といったことを経験する人も多く、寝室の冷房は必須でありながら環境改善に対して十分

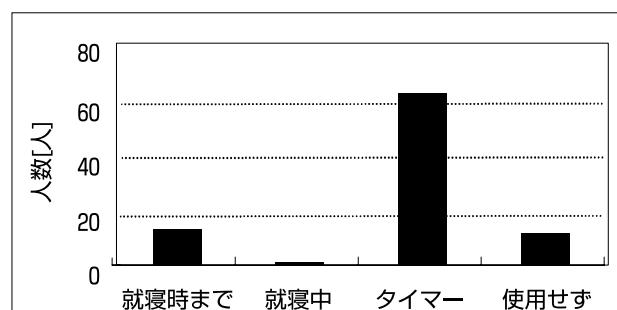


図3 夏期のエアコンの利用形態

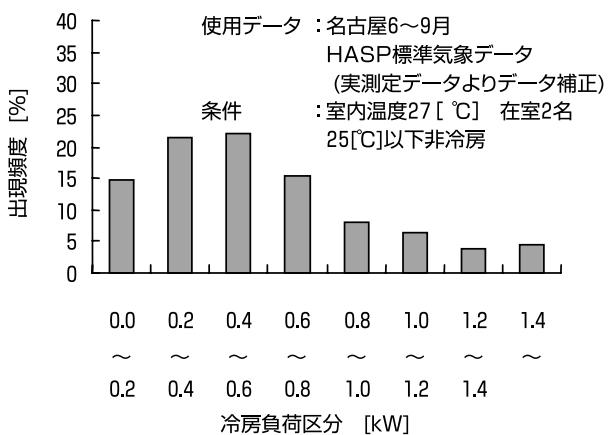


図4 冷房負荷と冷房能力との整合性

に検討されていないのが現状である。

夏期の寝室における睡眠の阻害要因は、冷やしすぎ、吹出温度が低い、気流を感じる等であり、睡眠時の環境制御の課題は、睡眠時の外気温度は昼間に比べて低く、冷房負荷が小さい状況で、室内環境を精密に維持する点にある。

図4は、夏期の空調負荷の出現頻度を示したものである。従来の一般的なエアコンの最小冷房能力はおよそ0.8kW程度であり、この能力で適応可能である0.8kW以上の冷房負荷の範囲は全体の出現頻度に対しおよそ22%にすぎないことが分かる。定常状態の従来のエアコンにおいては、およそ80%程度が圧縮機のON/OFF運転にて設定温度を維持している。このため室温変動、吹出温度の変動があり、不快な刺激を使用者へ与えていると考えられる。また、運転率が低下するため除湿能力も低下し、条件によっては高湿で不快な環境になる可能性が高い。

3. 新機能空調機の試作と評価

3.1 試作機の試作と運転状況

前述の検討結果を踏まえ、表1に示すように冷房負荷が小さい時の環境改善を目標に、試作を実施した。図5と図6は、当社静岡製作所体感ラボで行った実験データで、HASP気象データから名古屋市の最も外気温度が高い日をシミュレートしたものであり、従来機と試作機について示している。

従来機の圧縮機オンオフ時の吹出温度は約20°C以下、変動幅は約6degであり、室内温度とほぼ同等な空調機の吸込温度の平均値は設定温度27°Cより約1.5deg低い状態にある。

試作機では、運転後約3時間は圧縮機運転が連續

表1 試作機改良仕様

	従来機	試作機
冷房能力[kW]	2.8	2.8
圧縮機周波数[Hz]	15~79	8~50
室内熱交換器	2列16段	2列8段
風量[m³/min]		5.5

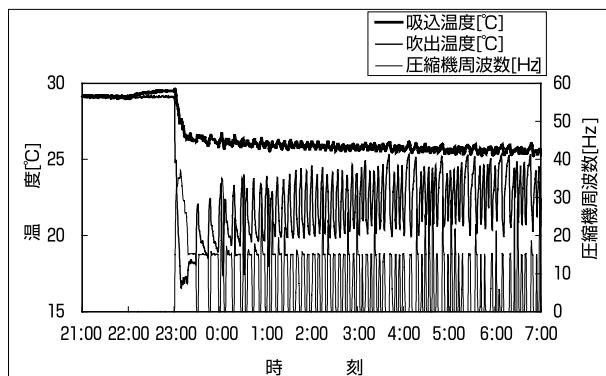


図5 従来機の運転状況（体感ラボ実験）

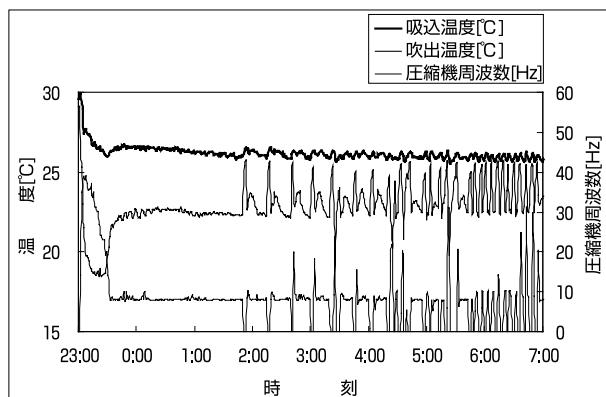


図6 試作機の運転状況（体感ラボ実験）

し、それ以降は外気温度の低下に伴って圧縮機オンオフが多くなる。このときの吹出温度は圧縮機運転時で約23°C、変動幅は約3.5deg、吸込温度の平均値は設定温度27°Cより約1.0deg低い状態にある。

従来機に比べ試作機では、圧縮機オンオフ回数は約6割に、圧縮機オンオフの吹出空気温度の変動幅は約6割に、室内空気温度平均値の変動幅は約7割に低減している。したがって、試作機を用いることで圧縮機オンオフにおいても不快な変動の少ない室内環境が形成されていると考えられる。除湿量は、従来機に比べ試作機では約1.4倍増加し、小能力時の除湿量確保が可能である。最も高い吹出温度の領域は、従来機では20~21°Cで24%、試作機では22~23°Cで59%であり、吹出空気温度の高温化を確認した。

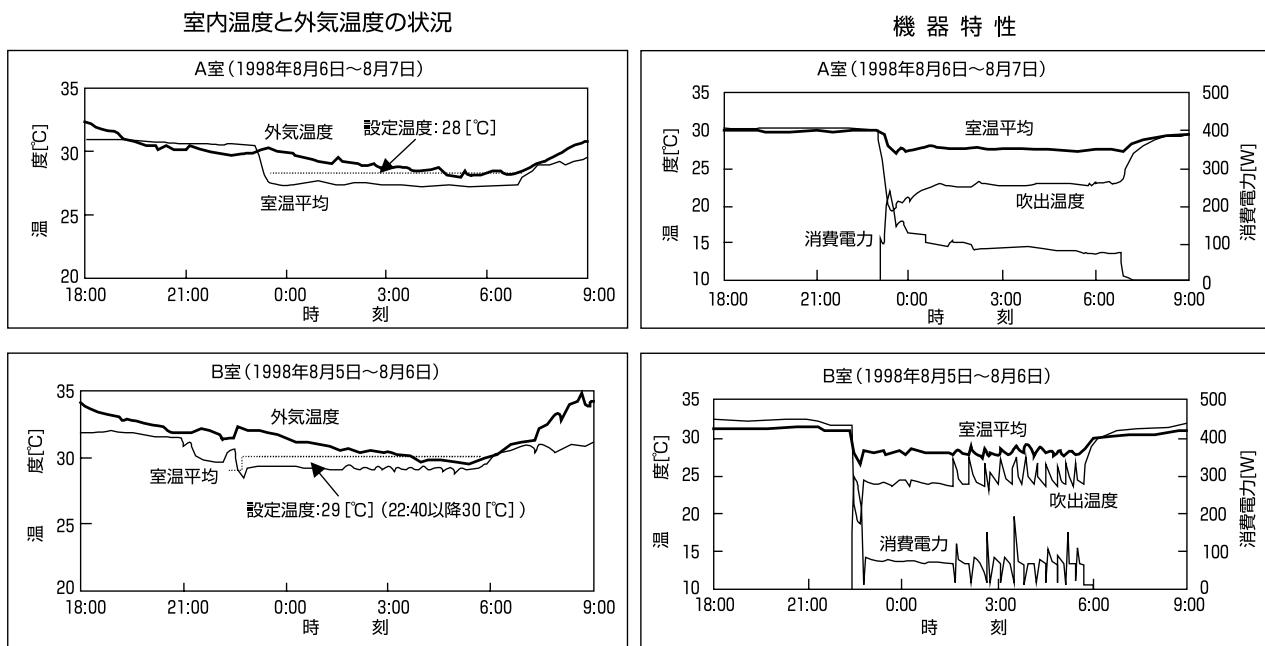


図 7 試作機の運転状況

3.2 実住宅における評価

図 7 は、名古屋の実験住宅で実施した試作機の代用における実験結果を示すものである。機器特性側の図を見ると、消費電力の変動から圧縮機運転が連続の場合と、就寝後しばらくの間は圧縮機運転が連続し、外気温度が低下すると圧縮機運転／停止が始まる場合とがあることが分かる。圧縮機運転時の吹出温度は、最も低い場合、約23°Cになる。吹出温度の変動幅は、圧縮機連続運転時は約0~0.5deg、圧縮機オンオフ時は約2~4degである。室温と設定温度の差は、1~1.5degである。従来機に比べ、圧縮機連続運転時の冷房負荷と冷房能力の整合性は向上していることが確認できる。

同時に実施した睡眠時の感覚調査によると、寒い側の差は少なかったものの、暑い側において、試作機が涼しい側の申告があり、試作機は、室温が高くなっても、快適な環境が形成されていることが分かる。実住宅の寝室において、試作機によって睡眠障害要因を低減し寝室環境を改善できることが確認された。

3.3 実験室における環境評価

実験は、前述の当社静岡製作所体感ラボで、従来型エアコンと試作エアコンを2室それぞれに設置し、20歳代～40歳代の健康な男女12名（男性6名、女性6名）により実施した。両エアコンの定格冷房能力はいずれも2.8kWであり、インバータ機種である。従来機の最小冷房能力はおよそ0.8kW程度であり、

試作機は、熱交換器面積の縮小、圧縮機最低運転周波数の引き下げ、さらに室内機の風路内へ数百Wのヒーターを搭載する等の改造が施され、その最小冷房能力はおよそ0.3kW程度である。

被験者は、工場夏期制服で裸足（着衣量はおよそ0.6clo）とし、2室全12席の各席において16分間体温感し、7段階の温冷感、快適感、湿潤感などの申告を受けた。

図 8 は実験時の室内環境を示し、横軸に各席ごとの室内温度（床上高さ1200mmまでの平均）、縦軸に各席ごとの相対湿度を取っており、実験中の全データを各席ごとに平均してプロットした。従来機データには、吹出気流が被験者席に流れ込んでいるために若干高温の傾向を示すものがあるが、全温度領域にわたり試作機は従来機に比べ20%RH程度低湿な

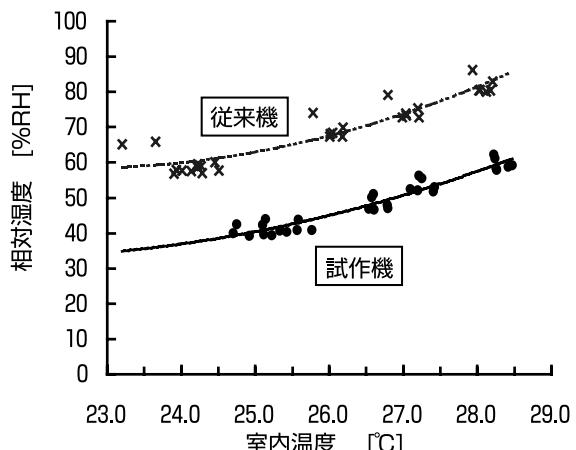


図 8 到達室内温湿度

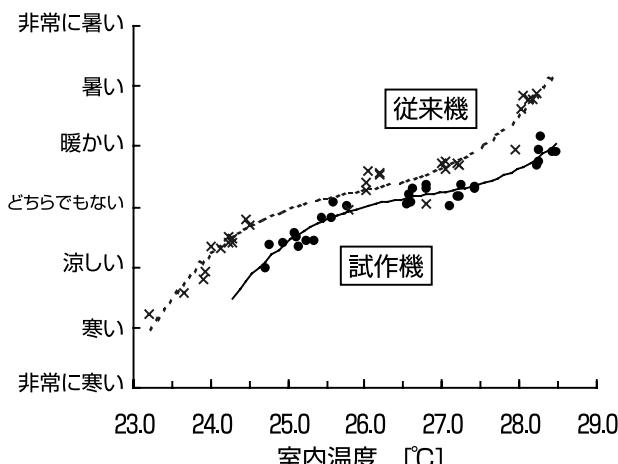


図9 申告結果 温冷感

環境となっている。

図9は温冷感の申告結果を示したものである。試作機は従来機よりも傾きが小さく、「どちらでもない」の範囲がやや広い。また高温側においても、試作機の感覚変化の傾きが小さく、従来機の「暑い」申告に比して、試作機では「暖かい」以下であり、試作機が形成する低湿環境が暑さ感を低減する方向に作用していることが分かる。

全実験領域において、試作機は寒い側に位置する傾向にあるが、これは、従来機に比べ20%RH程度低い低湿環境によるものと考えられる。したがって、同じ感覚を得るために、設定温度を1°C程度上げてもよいことが分かり、省エネルギー効果があると言える。

4. 空気質環境の制御 I

4.1 ルームエアコンの機能

空調機は、快適で健康的な活動ができる環境を目的に使用されている。さらに、このような環境を作るためのエネルギーが少ないことが要求されている。空調機の機能を整理すると、温度制御性、湿度制御性、空気清浄性、気流制御性、コンパクト性、省エネルギー性、利便性である。

新しい機軸は、空気清浄性であり、HEPAフィルタ、電気集塵などの除塵、プラズマ脱臭、カテキン、活性炭などの消臭の機能も搭載されている。我々は、これまで緑茶カテキンを用いた消臭機能を空調機に搭載してきた。これは、空気質に対する人の感覚は、温熱環境に比べ非常に鈍感であり、分かりにくうことから、消臭機能と集塵機能が重要な機能であるとの視点で開発を実施したものである。

4.2 カテキンの導入

カテキンを導入する方法として、坦持型、表面反応型、及び包含型がある。包含型は、カテキンの有効利用率が低く、坦持型は、材料とカテキンの固定強度に課題がある。表面反応型は、材料とカテキンが配位結合したもので、強度的に優れた方法であり、カテキンの有効利用率も高い。これまで、表面反応型で十分な効果持続性を有するウレタンにカテキン染めを施したウレタンフィルタ、さらにフィルタの面積を拡大するため、プレフィルタをカテキンで染めたワイドカテキンフィルタを製品化してきた。

ここでは、空調機使用時間と同等以上の効果を有す寿命があるハイブリッドカテキンと、このハイブリッドカテキンを芯鞘の二重構造フィラメントの鞘部に導入した複合モノフィラメントについて述べる。

4.3 ハイブリッドカテキンと複合モノフィラメント

ハイブリッドカテキンは、カテキンとセラミックスを結合し、カテキンの徐放性を確保したものである。セラミックスの中からカテキンと親和性のあるセラミックスを選定し、ハイブリッド化することにより、カテキンとセラミックスは、坦持、包含、配位などで結合し、これにより、カテキンの徐放性が確保される。

ハイブリッドカテキンフィルタは、ハイブリッドカテキンをポリプロピレンからなる芯鞘構造の複合モノフィラメントの鞘部に練り込んだもので、カテ

図10-1 ハイブリッド
カテキン
フィラメント
(断面)

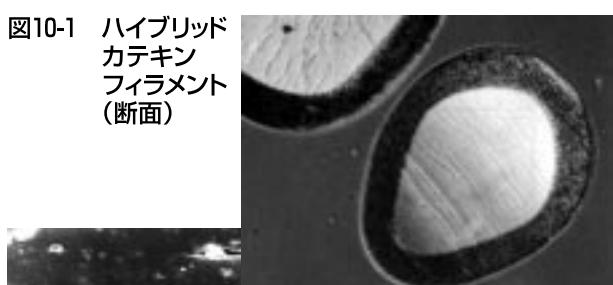


図10-2 ハイブリッド
カテキン
フィラメント
(表面)

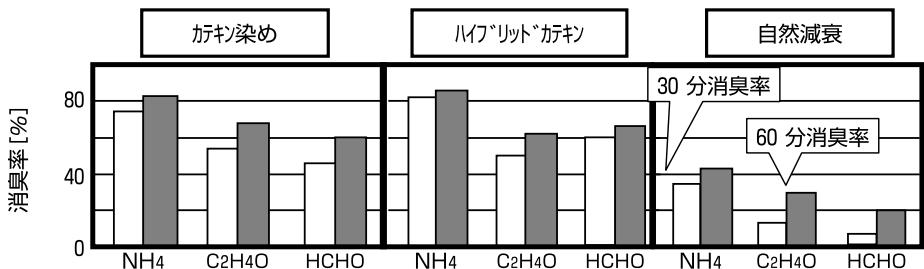


図11 カテキンを導入したフィルタの消臭性能

キンの導入としては包含型に相当するものである。図10は、ハイブリッドカテキンを導入した複合モノフィラメントの断面写真とその表面の電子顕微鏡写真である。ハイブリッドカテキンは、鞘部に導入され、フィラメントの表面に導入されていることが分かる。

4.4 ハイブリッドカテキンの性能

空気汚染源を、家庭で問題となり、多くの化学物質から成るたばこ煙とし、消臭性能を測定した。アクリル板で密閉された1m³の空間に、消臭性能を測定するフィルタを取り付けた空調機を取り付け、この空間にたばこ煙発生装置を置き発煙し、空間内の環境を計測する。

図11は、消臭性能の測定結果を示すものである。実験は、5本（マイルドセブン）のたばこから煙を発生させ、着火時からの経過時間による各臭気成分を検知管で計測した。消臭率は、初期濃度を基準とした濃度比である。ハイブリッドカテキンフィルタは、アセトアルデヒドがカテキン染めフィルタより低い消臭率を示すものの、アンモニア、ホルムアルデヒドについては、高い消臭率を示していることが分かる。

たばこによるフィルタの汚染と清掃を繰り返し、消臭性能の耐久性について測定した。汚染は5本のたばこの燃焼を行い、汚染と性能測定を行い、清掃は0.5%の家庭用中性洗剤を入れた40℃の水に10分間浸泡置きし、その後スポンジタワシで軽くこすり洗いし、陰干しとした。図12は、消臭性能の耐久性を示すもので、ハイブリッドカテキンは、消臭率の低下速度が速いものの、カテキン染めフィルタより高い消臭率を示していることが分かる。タバコ5本を1日として想定し、初期消臭性能の50%までを耐久年数とすると、16年以上の耐久性能があることが分かる。これは、社内のマーケティングデータより得たルー

ムエアコンの平均的使用年数（8～12年）以上である。

5. 空気質環境の制御 II

5.1 ルームエアコンの室内機の現状

図13は冷房運転時のエアコン内部の環境を示したものである。冷房運転中のエアコン内部の湿度は98～100%RHであり、運転停止後も100%RHの高湿度環境が長時間保持されていることが分かる。また、実際に使用されたエアコンを解体し、吹出口、ドレンパンなどから、クラドスポリウム（くろカビ）、ペニシリウム（あおカビ）、アスペルギルス（こうじカ

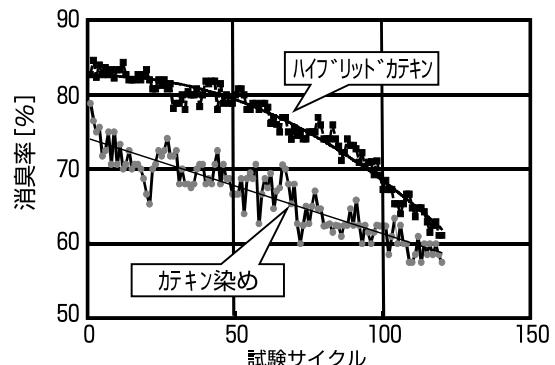


図12 カテキン導入フィルタの耐久性

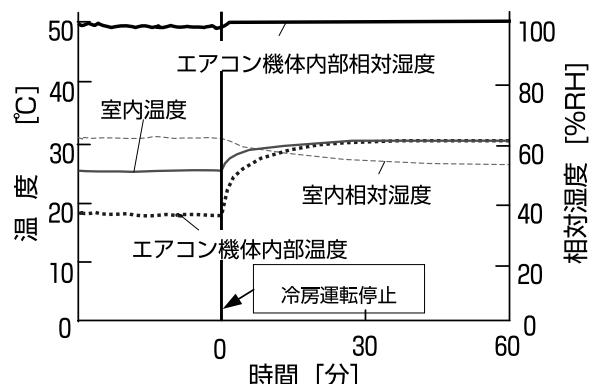


図13 冷房運転停止後の状況

ビ)などのカビの種類が確認され、クラドスボリウムがその大多数を占めた。特に、ドレンパン（ドレン水受け皿）、送風ファン、吹出口等に特に多く確認された。

このように、冷房運転中の空調機内部は、カビの生育条件である高湿状態が長時間保持されており、空調機内部は、カビ等により汚染されることが少なくない。空調機がカビ等で汚染されると、空調機の性能が低下することや、臭気発生や、カビ胞子、ダニ等により不快になることがある。

5.2 カビセンサーによる評価

環境がカビの生育に適しているか否かを定量的に把握するため、評価には阿部のカビセンサー⁸⁾を用いた。これは基準気候（25°C / 93.6%RH）におけるカビの成長度を基準に、その環境がカビの生育に適した環境であるかをカビの胞子を用いて定量的に評価するバイオセンサーである。図14にカビセンサーの構成を示す。カビの胞子と栄養源を透湿膜で覆った構造と成っており、カビの胞子が周囲環境の影響を受け成長し、評価結果はカビ指数値として表され、値が大きいほど調査環境がカビの生育に適していることを表す。

5.3 カビ生育抑制制御

図15にカビ生育抑制制御の概要を示す。エアコンの冷房運転が終了した後に、ドレンパンや熱交換器等に付着した結露水を室外へ排出するための水切り運転を行う。水切り運転後、エアコンの機体内部を加熱乾燥するため加熱乾燥運転を行う。加熱乾燥運転は、室内温度の上昇を防止するため低能力の暖房運転とし、さらに温風の吹出方向を注意した。また、カビの生育を抑制するために可能な限りエアコン機体内部の湿度を低く抑えることを目標に、各運転時

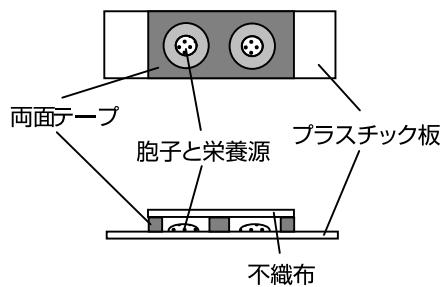


図14 カビセンサー

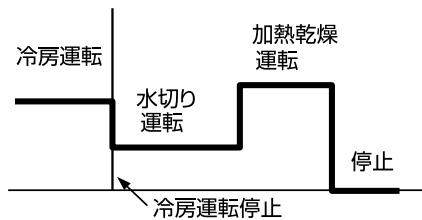


図15 カビ生育抑制制御の概要

間、暖房能力、風量、風向等を検討した。

5.4 生活パターンによるカビ生育抑制制御の長期評価

予備実験により決定した内容により、カビセンサーをエアコン機体内部の各所に設置して、気象データに基づき外気環境を制御し、さらに、模擬日射負荷を投入し、連続5日間の生活パターン評価を実施した。なお、冷房運転は設定温度25°Cとし、1日に2回7:00～10:00と17:00～22:00に冷房運転を行った。

図16は、カビ生育抑制制御時の実験データである。冷房運転中は機体内の湿度は90%RH以上であるが、停止後に行うカビ生育抑制制御により30%RH程度にまで低下し、エアコン内部の水分や温度下降により、80%RH程度まで上昇している。表2にカビセンサーによる評価結果を示す。カビ生育抑制制御がない従来の場合、エアコン内部でカビ指数が大きくなり、熱交換器、ドレンパン、送風ファンでカビ指

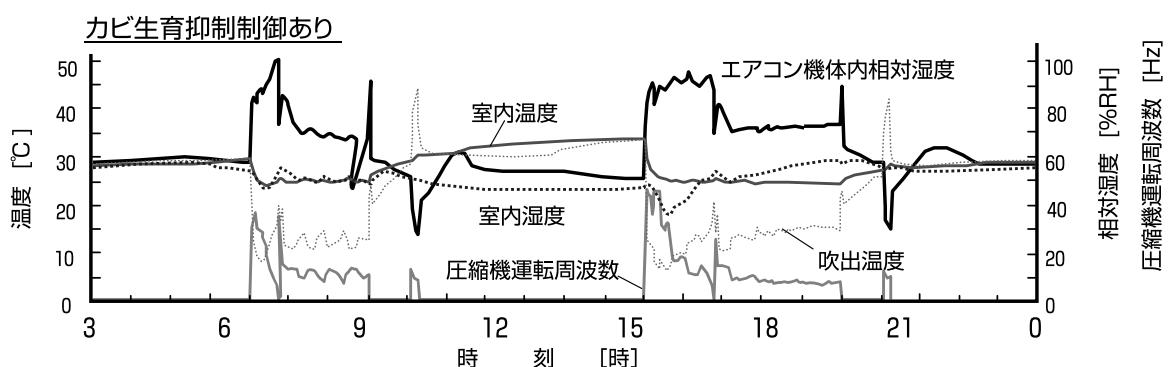


図16 エアコンと室内環境の推移

表2 5日間計測後のカビ指指数値

調査箇所	設定条件	
	カビ生育抑制制御なし	カビ生育抑制制御あり
ドレンパン(底面)	65以上□	—
ドレンパン(インスレーション部)	65以上□	36 □
熱交換器(フィン間)	65以上□	20 □
送風ファン	49 □	8 □
吹出口(エアコン機体内部側)	22 ○	—
室内中央	—	—

—：曝露期間7日間で発芽が認められず、カビ指指数7未満

□：カビ指指数は*Alternaria sp.*で計測

*Eurotium sp.*よりも*Alternaria sp.*の生長の方が早い

○：カビ指指数は*Eurotium sp.*で計測

*Alternaria sp.*よりも*Eurotium sp.*の生長の方が早い

数80以上の計測上限を示した。

カビ生育抑制制御を実施した場合、ドレンパンのプラスチック部、フィルタ等でカビ指指数が検出限界以下で検出されず、また、検出された個所においても10~20のカビ指指数値であり、エアコン内部は従来のエアコンに比較して、カビの生育を著しく抑制する環境になっていることが確認された。

6. まとめ

日本において、家庭用のルームエアコンが発売されて30年以上経過する。この中で、冷房専用から冷暖房機と、また、省エネルギー化が進んでいる。冷やす、暖めるから、より快適にと変化している。このような中で開発された制御方法は、生活研究の中から見いだされたものであり、特に、評価技術の進展が大きいと考えられる。

冷房の低能力時の環境改善は、従来あまり議論のされない領域であり、睡眠時の環境改善研究から始まつたもので、本論文では示していないが、新冷媒制御素子の開発で製品化されたものである。

カテキンは古くからその効用が認められているものの、ハイブリッド化することにより、製品と同等

の寿命を確保することができ、また、本来の機能を阻害することなく、消臭という新機能を搭載することができた。

冷房時の異臭は、従来から大きな課題であるが、環境のカビ生育と環境の適合を評価する研究開発により、新しい機能として、製品搭載されている。ルームエアコンなど家庭用電化製品の多くは、技術的に成熟化しているように思われるものの、生活工学視点からの生活研究により、さらに新しい技術開発が行われ、快適な電化品の誕生に繋がることを確信している。

● 参考文献

- 菅原、中野、稻垣、祝：一般住宅における冷房環境の課題抽出と改善に対する実験的研究(1)および(2)、空気調和・衛生工学会講演論文集、1999
- 祝、家燕他：寝室における温熱環境とエアコンのあり方について、日本建築学会講演論文集、1999
- 菅原、関：環境評価プレゼンテーション設備“体感ラボ”、三菱電機技報 vol.70 No.6,70/75,1996
- 菅原作雄他：実住宅の寝室冷房に関する実験的研究、第14回睡眠環境シンポジウム、1999
- 宮沢モリエ：寝室の温湿度・光の条件、第12回 睡眠環境シンポジウム、1997、pp.65-68
- 田辺新一他：寝室・寝床内環境の快適性に関するアンケート調査、空気調和・衛生工学会講演論文集、1995
- 菅原作雄、宮松宏樹他 カテキン染め空調機用消臭フィルタの開発、第14回茶学術研究会講演会論文集、p.21-24, 1999.3.20
- 阿部恵子：好乾性カビをバイオセンサーとする室内環境評価法、防菌防黴学会誌、Vol.21, No.10,57565 (1993)
- 関、菅原：低冷房負荷時の室内環境改善に関する実験的研究、第23回人間－生活環境系シンポジウム講演論文集、1999

連絡先

三菱電機株式会社 住環境研究開発センター

戦略G 業務T

〒247-8501 神奈川県鎌倉市大船5-1-1

TEL : 0467(41)2211 FAX : 0467(41)2219

三菱電機株式会社 静岡製作所

ルームエアコン製造部 技術課

〒422-8528 静岡県静岡市小鹿3-18-1

TEL : 054(287)3095 FAX : 054(287)3137

消費者行動と商品開発

—専門家と消費者とのギャップについての一考察—

Consumer Behavior and Product Development

– The Gap between Design Ideas by the professional and Consumers' requirements on Consumer goods –

五十嵐 重雄*

Shigeo IGARASHI

1. はじめに（専門家と消費者とのギャップの存在）

先日、仕事で池袋へ行ったときの帰りのことである。JR池袋駅の方へ歩いていこうとし、地下道でJR池袋駅方面の案内板（図1）が見つかった。私は、「まっすぐ行って、途中から左に曲がり、更に戻る」と考え、迷わずに案内板が示す方向へ歩いていった。しかし、歩けども何か様子が変である。どうも逆方向へ歩いているのではないか。実際、JR池袋駅は全くの逆方向であった。

我々が街中を歩くとき、特に地理に不案内などところを歩く場合、案内板・表示が頼りとなるが、その案内板・表示が分かりにくく、誤解を招く場合がある。“案内・表示の内容がすぐに理解できない”“案内板・表示の掲示場所が不適当（及び掲示場所の不連続性がある）”などのケースを経験した方は多いものと思う。

歩行者を正しく誘導するための街中の案内板・標識に、なぜ分かりにくいものがあるのか。中には設計者、設置者の明らかな誤りのケースもあるかもしれないが、多くの場合は、D.A.Norman¹⁾の指摘す

るよう、設計者の意図とユーザの意図との間にギャップがあるためと思われる。問題は、設計者（専門家）とユーザとの間で認識のギャップが生じる要因は何か、である。

（専門家による設計）

例えば、案内板は、そこ地理や施設構造に関する情報に一番詳しい人間によって、かつ、専門的技法により設計されるべきである。つまり専門家は、その案内板に係る近隣の地理や構造をすべて頭の中に整理し、合理的な考え方の上で、その案内板及び設置場所を設計することになる。この意味で、この設計は一見完璧なように思える。

（ユーザの行動）

一方、案内板に係るユーザは、基本的には周辺地理が分かっていない人である。さらに分かっていないレベルも、漠然と周辺地理は分かっている人間もいれば、全く分かっていない人間もあり、また、過去のこの種の表示案内の利用経験も多様である。したがってその案内板に関して、思い込みなど、必ずしも合理性のみでは説明できない要素が入る余地も多分にある。

結局、専門家は得てして、ユーザを自分同様、地理が頭の中にあり、合理的な行動をするという前提でユーザを見てしまいがちであるが、一方で実際のユーザは地理が頭に入っている人はおらず、全くの土地勘のない人間なのである。これが、設計者とユーザの意図のギャップの根底にあるものと思える。別の言い方をすると、専門家は、ユーザからの質問に対しては分かりやすく答えることはできるが、その反面、ユーザが、今何が分からないのか、どんな心理状態にあるか、どのようなことで迷いやさしいかということを想像することは意外とむずかしいものと思える。その結果、しばしば、“ユーザがまさかこのような考え方を持っていたとは” “こんな思考状態

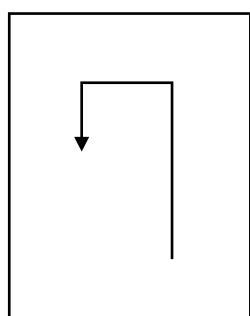


図1 案内板

* 経済産業省貿易経済協力局 安全保障貿易審査課 上席安全保障貿易審査官

にあったとは”、と嘆きが聞かれることになる。

このような専門家と消費者との認識のギャップには、この他にも一般消費財（使いづらい、使用方法が分かりにくいなど）をはじめ、製品の取扱説明書（取り扱い説明が難解など）、消費者アンケート調査（設問に答えにくいなど）にも存在しよう。

一般製品や公共用品において、こうしたギャップは、ユーザが設計者に歩み寄ることで埋めることは期待できない以上、設計者がユーザに歩み寄り、また設計者の設計物をユーザの視点から検証することで埋める必要がある。例えば、案内板の表示内容や表示場所であれば、専門家がユーザの意見を聞いたり、自分自身がユーザになったつもりで要求を明らかにしたり、あるいは、考案したものに基づきその地理に不案内な人の意見を聞きながら検証する必要がある。このことはISO13407などに示される“人間中心設計過程（Human-Centered Design Process）で示されていることである。

这样的ことは、製品開発だけではなく、消費者行動でも同じではないかと思う。例えば、商品企画者、マーケッタは、“専門家”になりすぎるかゆえに、一般消費者の購買動機をつかめない場合が多いのではないかと思われる。特にモノあまりの時代においては、作れば売れる、ということは期待できず、消費者自身も漠然としか意識できていないような購買動機を消費者の視点で分析し、その動機において商品開発を進めていくことが必要と思う。従来の消費者研究や商品開発では、価格面、商品機能面など消費者の意向をくみ取りつつも、生産者側の商品付加価値面が一義的に優先されてきたきらいが否めなく、筆者が指摘するこうした視点が不足していた気がする。

そこで、本稿では、いくつかの成功商品の事例分析などを通じながら、消費者中心の商品開発の視点について考察することとした。

2. 消費者要求分析の基本

消費者の要求を真摯に分析する場合、どのような商品開発者であっても、まずは自分個人の生活を振り返って、自分個人の視点、尺度で見ることが基本であろう。消費者要求把握を企業側の視点のみで見ると、声なき声と言われる消費者要求は、顕在化しないからである。例えば使いにくい、という問題は、それが事故など重大問題につながらない限り、なかなか浮上しない。その結果、多くのユーザが不満に思っていても、企業のメッシュに引っかからず、企

業は消費者の要求に気づかないままでいることになる。そして、言い古されていることではあるが、消費者の消費実態をよく見ることも重要なことであろう。机上で消費者はこうしているはずだ、などとの想像や思い込みでは実態は見えてこないものである。

今までの筆者の個人的な経験に照らし合わせても、この種の問題例は枚挙に暇がない。

（携帯電話機での消費者要求分析事例）

携帯電話機は一般加入電話機より多機能なものが当初、開発された。そのため、その従来製品の使用的呪縛にとらわれ、いつの間にか根拠なしに、消費者は単機能より多機能型商品を好んでいる、また、受け入れられているに違ないと生産者側は思い込んでいる節が見られる。確かに中には電話帳機能など、便利な機能もある。しかし、多少なりとも便利だろう、と思われる機能まで盛りだくさんに搭載した結果、多機能すぎて、肝心の目的機能を使用する場合に、その機能がすぐに引き出すことができずにいらっしゃることにも陥る。

多機能化を商品の付加価値化や差別化の手段と考えることは、企業として当然のことであろうが、消費者がこれを好んでいる（または否定していない）と考えるのは生産者側の視点から出てくる発想であり、多機能化による操作性問題で消費者がいろいろしている姿は、生産者の立場や机上だけではなかなか想像しにくいのではないかと思える。

このような使いにくさ問題は、消費者が企業に問題提起するケースは少ない。その結果、先述したように、企業のメッシュにかられない。また、このような使いにくさ問題を消費者が企業に提起した場合でも、企業側はどう対応したらよいか困惑することも実際のところ多々あろう。クレーム情報は企業にとって宝の山と言われて久しいが、使いにくさ、分かりにくさなど具体的な瑕疵までにいたらない課題は、具体的な瑕疵以上に消費者の意向・生活実態を反映する貴重な情報であると言える。近時、メーカー等では消費者志向を真摯に受け止め、これを企業活動や商品に反映していくとする動き²⁾が漸次見られるが、現段階では、現在の企業、また消費者も、この種の要求を商品開発や設計に反映させようという意思、システムは体系的に確立しているとは言えない状況である。そうである以上、商品企画者や設計者が、自分がこの製品を初めて使う消費者、時々使う消費者などになったつもりで、製品を自分の視点で評価することが必要になる。

(スーパー、デパートでの買い物袋の持ち方の消費者要求分析事例)

スーパー、デパート、地元商店街などで買い物をすると、ビニールの買い物袋に入ってくれるが、買ったものが野菜などの重量物だと、手に下げる部分が手に食い込み、手のひらや指が痛くなることがある。買った客からすれば買った商品を自宅まで運ぶのは自分である。しかし売場から見れば、商品を買った段階でそれで終わりとなり、お客様が自宅まで商品を運ぶ姿が想像しにくい。翻って売り場の人が購買者になったときには、同じ経験をしているはずなのにである。

ここに着目したある企業の商品企画担当者がいる³⁾。自分の経験をきっかけに、買った商品を何とか大袈裟でなく楽に自宅まで手で持って運べないものか、問題意識を持った。さらに、自分以外の人たちの実態を知るべく、スーパー・デパートの出入口で買い物したお客様の様子をつぶさに観察した。ある客は、時々反対の手で持ち替える、ある客は買い物袋の手で持つ部分を二重に巻いて痛みを和らげる、ある客はハンカチを巻いて痛みを和らげる。このような消費者実態をつぶさに観察した結果、洋傘の取っ手部分のような形をしたヘルパー・ハンドルの商品企画が行われ、ヒット商品となった。自分自身の問題意識と、買い物現場を見なければ、このような商品企画は行われなかつたと思える。

3. 消費者の意識と一般行動

(1) 意識行動と無意識行動

人間は、日常生活では何かを強く意識して生活することは、意外にも少ないと見える。様々なことをいちいち意識して生活していくは、疲れ果ててしまう。そこで、普通は、その人の生活パターンに流されて生活しているものであろう。その結果、先週は何をしたか、その前の週は何をしたか、ほとんどの場合、明確に覚えていない。自分の行動をその都度明確に意識して、計画的に行動していないからであろう。しかし、表彰された、栄転になった、日頃欲しかった幻の商品が手に入ったなどは、本人の記憶に残る。

商品購入意識も同様に、日頃から欲しいもの、人から強く勧められ感動したものの購買はその人の要求の実現として明確であるが、あれば便利程度のもの、なければないなりに済むもの、いつものものの購買はそれほど強く意識して購買されるのではなく、その人の要求意識は曖昧であるのが通常である。

そこで、消費者に“何が欲しいですか？”“何か問題がありますか？”と聞いても、当然のことながら、その人が意識していることであれば直ぐ明確な答えが得られるが、意識していないことについては出てこないものである。だからと言って、意識されないものについて、要求がないわけではなく、その人の価値観を揺さぶるものであれば、意識することになる。この意識されない要求に応えた製品開発について、考えてみたい。

(2) 消費者の購買行動に係る背景

消費者の購買動機と購買行動は、購買意志の強さの度合いの視点と、その動機の顯在性により理解できる。

(1) 積極的に買う

その人の明確な意志のもとで購買行動。買いたいので買う。必然で意識下の購買

(例)

- ・就職活動をするので、リクルート・ルックスーツを買う。
 - ・本屋で好きな作家○○の単行本△△を買う。
- 積極的行動による購買は、必然によるものであり、購買場所や購買時期が違っても同一の種類の商品を買うことが多い。

(2) 消極的に買う

明確な意志要求を持たない場合の購買行動

(例)

- ・今日の夕食の食材を買う。今日の夕食は特段これが食べたいという要求はないが、例えば、単身者であればスーパーで何となくカップ麺に手が届く。どのメーカーのカップ麺にするか、塩味、しょうゆ味、味噌味にするかは、そのときの雰囲気で何となく決める。
- ・トイレットペーパーを買う。銘柄にこだわりがなければ、目の前に並ぶトイレットペーパーに手が届く。
- ・帰りの電車の中が手持ち無沙汰なので、駅の売店で何となく週刊誌を買う。どの週刊誌にするかは、そのときの雑誌の表紙の見出しや気分で何となく決める。

消極的な行動による購買は、必然性の度合いか薄く、場所、時期、状況などが違うと、異なる商品、異なる銘柄を購買することや、購買されないこともある。ただし、いくら消極的行動による購買であっても、購買対象はあくまでその人の価値観の中のものであり、その人の価値観外の商品購買はないと思

える。例えば、クラシック音楽に興味なければ、有名演奏家によるベートーベンのCDが超高い価格であっても、食指は伸びないだろう。問題は消極的な購買の方が、購買力としては大きいことである。この消極的な購買をいかに引き出すかが課題となる。ところで、積極的購買と消極的購買は、要求が具体的な顕在的か、潜在的かという視点で分けることができよう。

(1) 顕在的 requirement

差し迫った要求、日頃考えている要求など、その人の明確な意識のもとでの要求。クリスマスケーキを買う、受験勉強のためにゼミに通う、などがある。学生であれば、期末試験のための参考書を買う、卒論完成のための参考文献を入手する、授業教科書を購入する、など。このような、明確な意識のもとでの要求内容は具体的であり、積極的購買につながる。

(2) 潜在的 requirement

今は急いで必要ないもの、あれば便利かもしれない程度のもの、などはたとえその人の価値観に沿うものでも要求は潜在化しやすい。潜在化された要求は、何かのきっかけや刺激で顕在要求に転じ、購買に直結する。この場合の購買は、消極的購買もあるし、積極的購買もありえる。例えば、英会話を勉強してみたいと日頃何となく思っていたが、海外留学のパンフレットを見てその気になった、携帯電話はあれば便利だろうな、と思っていたが、仲間内から携帯持つてないの?と言われ買おうと決めた、など。これまでのヒット商品と言われるものの中には、ヒット要因の必然(顕在要求への直接的対応)もあるが、潜在要求を顕在要求に転換させたケースも少なくない。

(例)

- ・ テレフォンカード：ヒット要因は、小銭が不要のプリペイドカード機能だけでなく、カード表面への芸能人の写真印刷などプレミアム化による、コレクション欲求という潜在的 requirement を顕在要求に転化させたことが挙げられる⁴⁾。
- ・ 話す人形：ヒット要因は単にマスコット面だけでなく、対話したいという人間の潜在欲求に応えたものと言える。
- ・ 500mlペットボトル清涼飲料水：ヒット要因は、手頃な大きさだけでなく、最近の若年層を中心とした、いつでもどこでも飲食したい、容器からのラップ飲みはかっこいいというイメージの潜在的 requirement に応えたものと言える。

このような潜在的 requirement は、今までのような顕在要

求直結型のヒット商品企画開発の方法論では、消費者側に聞いても明確に出てこない場合が多く、商品が出て初めて、“そうそうこれなのよ、こういうのが欲しかったの”と消費者は答えるものと思える。つまり、潜在的 requirement は、その人の価値観として漠然と頭の中にしまわれており、何かのきっかけが現実要求として表面化するので、消費者に何か要望ありますかと聞いてもなかなかこれが欲しいと答えられない。潜在的 requirement はその時代の世情、関心事、生活者の生活行動実態、などを明らかにすることによってこういうことが潜在的 requirement としてあるのではないかという洞察が必要であり、この場合も、商品企画開発者が、自分の価値観をもとに潜在的 requirement を顕在化した形に表し、消費者側に提案することが重要であろう。

(3) 購買判断基準の形成要因

消費者が商品を買う場合の判断基準(価値観)は、例えば次のような要因が挙げられよう^{5),6)}。

- (1) その商品を買って所有したい、使いたいという
 基本的欲求
- (2) 価格
- (3) 維持経費・維持手間暇
- (4) 耐久性
- (5) デザイン
- (6) 性能・機能
- (7) 安全性
- (8) アフターサービス
- (9) 使い勝手
- (10) 使用上の快感・満足感・楽しさなど

これらの判断基準は人間に共通するものと固有のものに分けられると思える。すなわち、「価格」「維持経費・維持手間暇」「耐久性」「安全性」「アフターサービス」などは、安いほどよい、手間がかからないほどよいなど、どのような人にも共通する判断基準が存在するが、「その商品を買って所有したい、使いたいという基本的欲求」「デザイン」「性能・機能・使い勝手」「使用上の快感・満足感・楽しさなど」は、購買動機としてのその項目は共通していても、人により判断基準は異なる場合が多い。

これまでのヒット商品について見ると、共通判断基準を満足していることは当然のことながら、人により異なる判断基準のくみ取りに成功しているものと思える。

(例)

- ・ ライターは100円の使い捨てライターが安く軽いこ

とから全盛であるが、愛煙家の中にはガソリンライターに執着しているユーザも多い。使い勝手も悪く、ガソリンの臭いがする、重いなど一見ハンデがあるように思えるが、このようなユーザは、自分だけの持ち物、自尊心をくすぐるデザイン、使用上の快感・楽しさなどに価値観を置いている。
・携帯電話機全盛の時代だが、人によってはあえて携帯電話機を持たない方も少なくない。このような人々はその人間の生活価値観の中で携帯電話をする生活パターンをそもそも欲していないのである。

一方、これら判断基準をすべて満たす製品はほとんど不可能であり、現実問題としてはどれを優先するかである。つまり、これが個人の価値観ということになる。人により、価格優先、デザイン優先、機能優先、オリジナリティ優先など多様である。この優先の考え方（価値観）は、一般には、その人間の個性、感性、社会観、人生観、習慣、常識、社会規範、個人固有の経験、個人を取り巻く個別環境、回りの動向などによって形成されるであろう。

ところで、近年価値観が多様化し、平均的消費者像を描けなくなってきたと言われるが、それでも、一人ひとりが全くバラバラということではなく、若年層を中心に、周囲の人間へ合わせる、引きずられるという価値観形成も相変わらず多い。例えば携帯電話、インターネット（ホームページ）などのような便利なものへの集中指向だけでなく、ルーズソックス、厚底靴、プリクラ、などのような流行指向的なものへの集中指向もある。このような周りの他人への模倣指向は、最近の情報化の進展も深く関係していると考えられるが、周りの動向が変化するとそれに連れられその人の要求も変化しやすいものである。そこで、潜在的 requirement を顕在化し、それをアピールすることで、ヒット商品化する、という消費行動形成も可能と思われる。

4. 社会性消費意識の高揚

生活者=生活する者であるが、リサイクル、高齢化、省エネルギー、地球環境、ユニバーサルデザイン、少子化など最近の社会的課題に関心を示し、商品購入に当たってもこれを考慮する生活者が最近増加している。博報堂調査⁷⁾は、自動車、家電、パソコン、食品飲料、トイレタリー、住宅の6分野を通して特に高い意識を示した人達（約3割弱）をソーシャルコンシューマと命名した。

一方、（財）機械振興協会経済研究所⁸⁾によれば、

「生活者」を「モノを享受するだけの消費者の位置にとどまらず、生活を自ら選択できる判断力や評価能力を持った、意識の高い主体者」と定義付け、ソーシャルコンシューマに近い概念付けをしている。このような民間シンクタンク調査結果から、今後、個人消費において、省エネ、環境などの社会的課題に深い関心を示し、購買活動に反映する消費者が増えるものと予想される。この意味で、今後、使いやすさが真摯に社会的課題としてとらえられる可能性が高いと考えられる。

5. まとめ

本稿では、(1)専門家による商品企画開発と消費者の商品に対する意向にギャップが存在していること、(2)消費者の要求は本人の価値観内の事柄でも急がないものなどは潜在化しやすいこと、(3)「ソーシャルコンシューマ」、「生活者」という言葉に代表されるように、最近、社会性等を意識した購買行動を取る消費者が増えつつあること、などを述べた。

消費者の潜在的 requirement は、顕在化された要求よりもはるかに大きなものがあり、生産者がこのような潜在的 requirement を積極的にとらえ、また、真摯に応えることで、今後新規産業創出ともいべき大きな市場創出（新たな需要者や商品を開拓する市場開拓）が大いに期待されよう。生産者には、是非ともこのような消費者指向を真摯に受け止め、また、ビジネスチャンスとしてチャレンジすることを期待したい。

● 参考文献

- 1) D.A.Norman、野口久雄訳：誰のためのデザイン？ 新曜社、1990
- 2) 消費者志向優良企業等表彰制度 ((財)日本産業協会)
<http://www.nissankyo.or.jp/yur/yu300.html>
- 3) 平成12年11月16日付け、日刊工業新聞科学技術欄（製品開発に変革迫るユニバーサルデザイン19）
- 4) 今岡和彦：ヒット商品「発想の現場」、講談社 1986
- 5) (社)人間生活工学研究センター、人間生活工学商品開発ガイドブック、1999
- 6) 通商産業省、ユニバーサルデザインに関する生活者調査結果（1999年12月）
- 7) 博報堂、社会性消費意識と行動はここまで広がってきた—ソーシャルコンシューマの誕生—（平成11年10月、平成12年1月）
- 8) (財)機械振興協会経済研究所調査研究報告書「生活密着型機器調査研究 平成8～11年度」

連絡先

100-8901 東京都千代田区霞ヶ関1-3-1
経済産業省貿易経済協力局 安全保障貿易審査課
電話：03-3501-2801

人間生活工学における動作の解析（1）

人間生活工学と動作解析



横井 孝志

(よこい たかし)
産業技術総合研究所
人間福祉医工学研究
部門高齢者動作支援
工学グループ 主任
研究員

●プロフィール

1988年筑波大学体育科学研究科終了（教育学博士）。日本学術振興会特別研究員、ペンシルバニア州立大学・南カリフォルニア大学客員研究員、株応用計測研究所主任研究員、工業技術院製品科学研究所・生命工学工業技術研究所主任研究官を経て現在に至る。主な研究テーマは動作解析技術の人間生活工学分野への応用。日本人間工学会、日本建築学会、国際バイオメカニクス学会等の会員

1. はじめに

我々の普段の生活では寝る、座る、歩く、モノを運ぶ等の様々な姿勢・動作が現れる。生活製品・設備機器や環境の良否が、これらの姿勢・動作の行いやすさや負担に大きく影響することは周知の事実であろう。このことは、姿勢・動作の行いやすさや負担を調べれば、生活の中で使用する製品・設備機器や環境の良否を評価できることを示している。この点が、姿勢や動作の解析をモノづくりの場面で重視する理由である。

本講座では、生活製品や環境の生活者への適合性を評価する観点から、動作解析の方法や応用について、我々の研究も交えながら4回にわたり紹介する。

2. 人間生活工学と動作解析

人間生活工学の概念について十分整理されているとは言えないが、その狙いは、個々の人間の心身特性から集団としての人間の生活特性にまで、なるべく幅広く配慮しながら、生活者に適した生活製品・設備機器・環境を創出するための方法や知見を提供することにある。特に、世界に類を見ないスピードで高齢化が進む我が国においては、老化等による心身機能低下の予防や低下した機能の回復・補完に資する方法の提供、高齢者を含む様々な生活者が共生

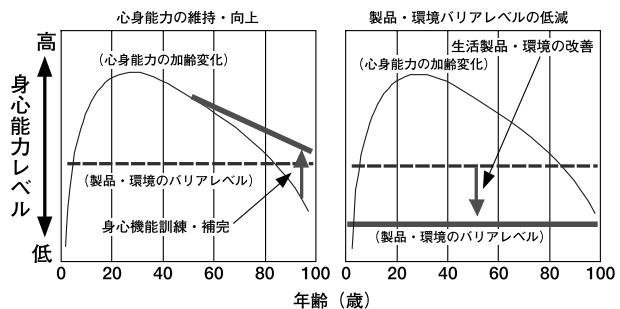


図1 高齢者の自立を支援するための手段

し、自立して生活できるように生活製品・設備機器、生活環境等を適正化する方法の提供が不可欠であるため、人間生活工学の方法に基づいたモノづくりがますます重要なものとなりつつある（小木ほか、1998；横井ほか、1999）。

図1は高齢社会において生活者の自立を支援する手段を示したものである（横井、2000）。図中の心身能力の加齢変化は生活者が身に付けている心身能力の年齢による変化を、製品・生活環境のパリアレベルは生活製品・設備機器等を使用する際に要求される能力レベルを示している。このとき、生活者の心身能力がこのパリアレベルより上にあるならば、我々生活者は生活製品や設備機器を使用することができると言える。

この前提に立てば、心身機能が徐々に低下した高齢者においても、その能力がパリアレベルを上回ることによって生活の自立を確保することが可能である。このための方策として、左図ではパリアレベルはそのまま機能低下予防、機能回復等による心身能力の補完・向上を目指す考え方、右図は逆に生活製品・環境を改良・修正等することによって、これらに内在するパリアレベルを下げる考え方を示している。

前者は機能回復訓練や福祉機器による補完、後者は生活製品・環境等のバリアフリー化、ユニバーサル化に相当する。いずれの場合にも、生活者の心身能力の加齢変化状態や、製品使用や生活環境への適応に要求される身体能力レベルを究明し、さらに身体機能に基づいて製品や環境の適合性を評価する手法を構築しておくことが必要となる。動作解析はこのような生活製品・環境への適応に要求される心身能力レベルの明確化、身体機能に基づいた生活製品・生活環境の適合性評価等において用いられる手法の一つとして位置づけられる。

身に付けている心身能力が日々の生活の中で具体化され

たものが姿勢・動作であり、生活行動である。これらは、様々な場面で製品や設備機器あるいは作業内容の影響を受ける。例えば通路が狭い、天井高が低い等の理由で自然な歩行ができない、荷物が重すぎて持ち上げられない等の人体寸法や筋力に関係した影響から、操作パネルが複雑すぎて動きを止める、表示が見にくくて立ち止まるといった知覚・認知に関係した影響まで、様々である。

人間生活工学における動作解析では、製品・設備機器を使用する際に生じる姿勢・動作を対象として、主に、運動学的・力学的評価パラメータを算出する。このパラメータをもとに、人間の人体寸法や解剖学的、生理学的な特徴も踏まえながら、製品・設備機器を評価し、その良否や問題点を明らかにする。

3. 動作解析の全体像

図2は、動作解析を適用して人間生活工学的観点から製品を評価する際の流れを示したものである。人間の姿勢・動作の特徴に基づいて対象製品を事前評価する際には、まず対象製品使用時の姿勢や動作を何らかの方法でとらえる必要がある(図2左)。この方法には、実験室で模擬的に再現した動作の計測やバーチャル・ヒューマンを用いた動作シミュレーション等がある。動作の計測は、製品・設備機器使用時の姿勢や動作を被験者に行わせ、例えば画像計測、反力計測、筋電計測から構成される動作計測システムを用いて、この姿勢・動作を時系列データとして計測するものである。動作シミュレーションは、人間が製品を使用しているときの動作や姿勢を、計算機上で仮想的に模擬・生成するものである。動作計測には、実験に手間がかかり被験者の負担も大きいという問題がある。一方シミュレーションには、再現できる動作が限られている、再現した動作と現実のそれとの違いが大きい等の問題がある。バーチャル・ヒューマン等のシミュレーションツールも徐々に普及し始めたことを考えると、現状では、動作計測とシミュレーションとを併用して、相互に欠点を補いながら製品評価を進めることが望ましいと考えられる(浅尾ほか、2001)。

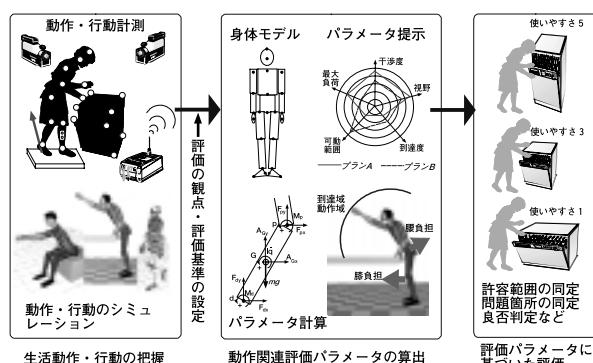


図2 動作解析に基づいた人間生活工学的製品評価の流れ(例)

表1 動作に基づいた人間工学的評価における視点と評価基準(例)

視点	評価基準
動線	滑らかなほどよい 短いほどよい 複数の動線が交差しないほどよい
安定性	滑りにくいほどよい 少しは滑る方がよい 姿勢が安定しているほどよい 動きが安定しているほどよい
力発揮	大きな力を出しやすいほどよい 必要な力が少ないほどよい 力を調整しやすいほどよい
身体負担	負担が少ないほどよい 負担部位が集中しないほどよい
効率	楽なほどよい パフォーマンスが高いほどよい
動きやすさ	関節可動限界に達しないほどよい 楽に届くほどよい モノやヒトとぶつからないほどよい 姿勢を変えやすいほどよい

こうして得られた姿勢や動作の時系列データに様々な身体モデルを適用して、評価に用いる動作関連パラメータを算出する(図2中)。例えば製品使用時に手が届く範囲(到達域)、立ち上がる、座る等の動作中に占有する空間の大きさ(動作占有域)、姿勢保持あるいは動作遂行中の関節負担や筋負担(腰部椎間板圧力、関節トルク、筋活動量)等である。このとき算出すべきパラメータは、あらかじめ設定した評価の観点や評価基準等に応じて選定される。

次に、これらのパラメータと製品・設備機器の寸法や配置、重量等を対比させながら、設計プランにおける問題箇所の同定、許容範囲の同定、良否判定等が行われる(図2右)。評価の観点や評価の基準は様々あるが、表1にいくつかの例を示した。この結果をもとに、設計プランの決定、修正、変更等が行われる。

● 参考文献

- 1) 浅尾幸子ほか：人体モデルを併用した車椅子対応洗面台の開発、人間生活工学、2-2:36-42 (2001)
- 2) 横井孝志：高齢者の動作計測と製品評価への応用、産業科学システムズセミナー「人間工学にもとづいたジエロンテクノロジー」資料 (2000)
- 3) 小木 元ほか(1998)：高齢社会における製品生活環境等のユニバーサル化に関する研究(平成9年度調査報告書), pp.①1-①11
- 4) 横井孝志ほか：人間工学における日常生活動作計測、日本バイオメカニクス学会(編), バイオメカニクス研究概論、山梨大学出版会, pp.84-89 (1999)

Information

新刊図書「ものづくりのヒント」 —商品開発のネタが身近にこんなにもある！—

このほど、本誌連載中の隨想「虫めがね、遠めがね、色めがね」の著者、岸田能和氏のエッセイ集が出版されました。

ものの向こうにいるのは、個性たっぷりの「生身の人間」。商品デザイン、商品企画などに20年以上も携わってきた著者の経験を通して見ると、誰もが思い当たるような身近な事柄の中から、さまざまな「ものづくりのヒント」が浮かび上がってきます。

商品開発は、使う人の置かれた状況に思いをはせ、「気づく」ことから始まります。本書には、そんな発想のポイントが詰まっています。

四六判 224頁 定価1,400円（税別）

ISBN 4-7612-5940-X

岸田能和／著 立花尚之介／イラスト

かんき出版発行

東京都千代田区麹町4-1-4 西脇ビル5F

電話：03-3262-8011

素敵な暮らしのリファインセミナー

6月16日（土）、水沢市文化会館（岩手県水沢市）にて、リファイン水沢主催による第8回素敵な暮らしのリファインセミナーが開催されました。（社）人間生活工学研究センター、ユーザビリティ・サポート・チーム係長畠中順子が講師を務め、「使いやすさが暮らしを変える」をテーマに、使いやすさの重要性や、人と暮らしを見つめる物選びなどについて講演しました。約200名が参加しました。

ホームページをご覧下さい！

本誌「人間生活工学」と人間生活工学研究センターの活動をもっと詳しくお知りになりたい方はセンターのホームページをご覧下さい。詳しい事業の内容、日常の活動、海外情報などを発信しております。また、この分野の関係機関とのリンクもしております。アクセスすることもできます。

アドレスは、<http://www.hql.or.jp>です。

シンポジウム

「新規産業創出型産業科学技術研究開発制度」のもと、平成11年度より5年計画で実施している「人間行動適合型生活環境創出システム技術」プロジェクトでは、2001年10月10日（水）、11日（木）の2日間、茨城県つくば市の産業技術総合研究所にて、第2回シンポジウムを開催いたします。

プログラムは以下のとおりです。

・10月10日（水）第1日目

招待講演、プロジェクトの開発目標と総括報告、グループ別総括報告など

・10月11日（木）第2日目

ポスターセッション（27テーマ）、パネルディスカッション（テーマ：パーソナルフィット）、研究成果の報告

詳しくは、（社）人間生活工学研究センター 人間行動シンポジウム担当までお問い合わせください。
(電話：06-6346-0234)

第11回通常総会の開催等

去る5月25日に第11回通常総会が開催され、平成12年度事業報告、平成13年度事業計画、同決算・予算案、任期満了に伴う役員の選任等について審議され了承されました。（社）人間生活工学研究センター設立以来、約10年間にわたり、会長を務めてこられた大西正文氏がご退任され、新会長に、奥井功氏（積水ハウス（株）代表取締役会長）が第37回理事会において選任されました（就任日は平成13年5月29日）。

その後、設立10周年記念パーティを兼ねた交流会が関係官庁、学会、団体からのご来賓を交えて盛大に執り行われ、親睦を深めあいました。

「人間生活工学」では、皆様からの投稿（論文、ラピッドコミュニケーション、談話室）を募集しています。投稿方法など詳しくは、（社）人間生活工学研究センター編集事務局（電話06-6346-0234）までお問い合わせください。ホームページでもご覧いただけます。

本誌の購入を希望される方は、（株）日刊工業出版プロダクション（電話03-3222-7101 FAX03-3222-7247）までお申し込みください。

人間生活工学 第2巻 第3号 通巻第5号

2001年7月15日発行

編集 社団法人 人間生活工学研究センター

発行所 （株）日刊工業出版プロダクション

発行人 宮坂尚利

〒102-8181 東京都千代田区九段北1-8-10

日刊工業新聞社内

電話03-3222-7101 FAX03-3222-7247

定価700円（本体667円）

（本誌掲載記事の無断転載を禁じます）

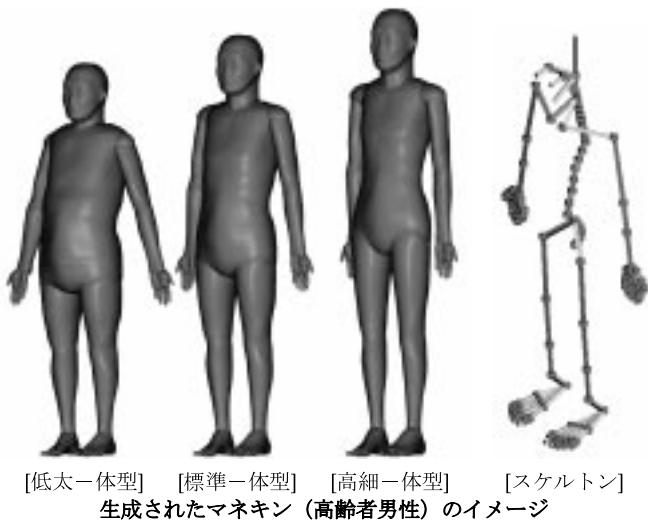
quête

人間中心設計支援システム

近年、消費者の製品に対するニーズは、従来からの“高機能・多機能を追求した製品”に加えて、“人にやさしい製品設計”が行われていることも重要視されています。
quête は、3次元 CAD 上に仮想的にマネキン（コンピュータ・マネキン）を生成できるため、迅速に製品の設計・評価・修正が行える画期的なシステムです。

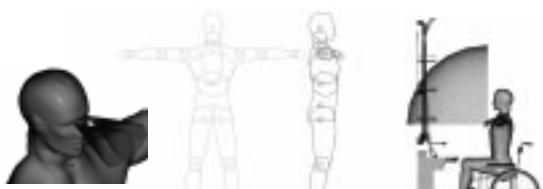
任意のマネキンを生成

- ★ (社)人間生活工学研究センターの各種の人間特性データを利用しているため、より日本人の実態に近いマネキンが生成されます
- ★ 日本人の標準的な体型はボタン1つで生成できます
- ★ マネキン形状は、成人・高齢者(各男女)のベースモデルを利用し、リアルなマネキンを再現します
- ★ 寸法入力・寸法修正がおこなえるので、適切な体型のマネキンを即座に生成できます
- ★ 人間工学的に算定した関節点により、リアルな人体モデルを生成します
- ★ インバースキネマティクス機能により簡単に姿勢変更が行えます
- ★ 関節可動範囲を考慮した姿勢変更が行えます



豊富な評価・出力機能

- ★ マネキンの干渉部を表示させることができます
(マネキン自身の干渉、マネキン同士の干渉)
- ★ 製品との衝突部を表示させることができます
- ★ 到達域(リーチ)を表示させることができます
- ★ マネキンの力学的な各種情報の推定が可能です
(重心・質量・負荷・関節トルク・バランス)
- ★ マネキンから見た視野を表示することや、視野コーンを表示させることができます
- ★ マネキンを他システムで利用するために役立つ、各種出力機能をサポートしています
(2Dテンプレート出力・ソリッド化機能)



[視野コーン表示] [2Dテンプレート出力] [リーチ表示]
評価イメージ

動作環境

パソコン	PC-AT互換機 CPU : Pentium III 600MHz 以上 メモリ : 256Mバイト以上 (推奨 512Mバイト以上) HDD : 50Mバイト以上の空き容量 ディスプレイ : 解像度 1024×768 以上 64000 色以上
OS	Microsoft Windows 2000 Microsoft Windows NT4(SP5 以上) Microsoft Windows 98SE (※全て日本語版)
ソフトウェア	AutoCAD(R) 2000 あるいは 2000i 又は、 Mechanical Desktop(R) Release 4 あるいは 5

※ 本システムは、社団法人 人間生活工学研究センターと
株式会社オージス総研が共同で開発したシステムです

開発・販売元 :

**株式会社 オージス総研**
アドバンストプロダクツ事業部

〒560-0083 大阪府豊中市新千里西町 1-2-1
TEL (06)6871-8069 FAX (06)6833-6973
E-Mail : apinfo@ogis-ri.co.jp
URL : <http://www.ogis-ri.co.jp/mannequin>

Journal of Human Life Engineering

