

# 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

2

■特集

人間生活工学とユニバーサルデザイン Volume 1



特集	<b>人間生活工学とユニバーサルデザイン</b>	
	ユニバーサルデザインはサイエンス……………	1
	(社)人間生活工学研究センター 専務理事 鈴木一重	
	ユニバーサルデザインの考え方とプロセス……………	2
	千葉大学工学部デザイン工学科 教授 堀田明裕	
	ユニバーサルデザインにおけるヒトの特性の理解と活かし方……………	4
	大阪市立大学大学院生活科学研究科 助教授 岡田 明	
	ユニバーサルデザインの方法について……………	8
	和歌山大学システム工学部デザイン情報学科 教授 山岡俊樹	
	ユニバーサルデザインとユーザ対話型開発……………	12
	トヨタ自動車(株)第2開発センター製品企画チーフエンジニア 北川尚人 トヨタ自動車(株)第2開発センター第2車両実験部第23実験室人間工学 Gr 野中博之	
	情報のユニバーサルデザイン～高齢社会のITの在り方～……………	15
	(株)ユーディット(情報のユニバーサルデザイン研究所) 関根千佳	
	ユニバーサルデザインの研究と開発事例……………	18
	松下電器産業(株)R&D企画室技術法規・CSグループユーザビリティ推進チームリーダー 松岡政治	
随想	虫めがね、遠めがね、色めがね②……………	20
	マツダ(株)商品企画ビジネス戦略本部先行商品企画室(横浜) 主幹 岸田能和	
企業訪問	ヤマハ発動機(株)「すべての人に感動を！」……………	22
随想	生活者と商品開発……………	25
	兵庫県立生活科学研究所 参与 宮本豊子	
プロジェクト紹介	人体計測データベースについて……………	26
	(社)人間生活工学研究センター 研究開発部 津熊貴子	
投稿論文	身体的負担の小さいクリーナの開発……………	30
	三菱電機(株)住環境研究開発センター 藤江京子/山崎正博 三菱電機(株)先端技術総合研究所 大須賀美恵子 三菱電機ホーム機器(株)電化事業部 丸山敏行 工業技術院生命工学工業技術研究所人間環境システム部 増田 正/木塚朝博	
講座	人間生活工学における心理生理計測(2)……………	38
	関西学院大学文学部心理学科 教授 八木昭宏	
	Information……………	40
	「人間生活工学」投稿規定……………	表紙3



## ユニバーサルデザインはサイエンス

(社)人間生活工学研究センター  
専務理事 鈴木一重(すずき かずしげ)

通商産業省の「ユニバーサルデザイン懇談会」が今年の3月に「第1次とりまとめ」を行った。この中で、ユニバーサルデザインの将来像、問題点、対応策を次のようにまとめている。

- ①共用品市場は今後10%の伸びが期待され、2025年の市場規模は16兆円の見込み。
- ②しかしながら、産業などの取組みは十分とは言えない。その理由として、「ユニバーサルデザインの考え方をどのように適用してよいか分からない」、「人間特性データベースなどの技術基盤がない」などを挙げている。
- ③これからの対応の重要なものとして、ユニバーサルデザイン製品の設計・評価のための6つの基本的配慮事項を示し、「識別・判別」、「理解・判断」、「操作など」、「安全性」、「汎用性」、「楽しさなど」について、どのように配慮すべきかを「配慮イメージ」として掲げている。例えば「見やすさ」という項では、  
見やすさ
  - ・視覚情報は見やすい位置・配置にあるか?
  - ・視覚情報を見るのに明るさは十分か?
  - ・視覚情報は見やすい大きさか?
  - ・視覚情報は見やすい地と図、色彩、明暗の関係か?

本特集では、こうした社会動向と政策の流れの中で、人間生活工学の役割を考えることにしたい。

当センターの「ユーザビリティ・サポート・チーム」では様々なモノづくりの相談を受けているが、最近、ユニバーサルデザインや福祉技術に関するものが増えてきている。ユニバーサルデザインの評価の方法を教えて欲しい、という相談もある。

これまでの経験と実感から言えば、人間生活工学の立場から余り感心しないデザインは分かりやすいが、優れたデザインは良さが見えにくい。また、ユニバーサルデザインの定義「年齢や能力に関わりなく、すべての生活者に対して適合するデザイン」がいみじくも言っているように、デザインの過程の中で「年齢や能力」をどのように科学的に織り込むかをしっかり考えなければ、ユニバーサルデザインの名に値しないのではないか。その意味で、ユニバーサルデザインの評価は、製品を実現するまでのプロセスの評価が不可欠である。

ユニバーサルデザインの「配慮イメージ」という形でガイドが示されたとすれば、あとはそれを具体的にどのようにデザインに織り込むかである。上記「ユニバーサルデザイン懇談会」の報告でも問題点として指摘されているように、そこがもっとも厄介なところであるが、それに応えるのがISOの「人間中心設計」の考え方である。

考え方自体は極めてシンプルで、次の4つのプロセスを追いなさい、というものである。

- ①使用状況の理解(context of use)
- ②ユーザの要求仕様(user requirement)
- ③設計解(design solution)
- ④評価(evaluation)

ここでは、早い時期からユーザが設計にかかわるべきこと、個々の製品そのものよりも、それを生み出すプロセスそしてそれを回すマネジメントが「人間中心」であるかどうか重視される。

人間中心設計、ひいてはユニバーサルデザインの設計では特に①、②が大切であり、逆にそれが十分に考えられていないために、「理念は分かったがどう実現したらいいか分からない」という声が聞こえるのではないか。

最後に、優れたユニバーサルデザイン製品を開発した設計者の声である「きっちりとした手順を取り入れれば、必ず良いものができます」。



# ユニバーサルデザインの考え方とプロセス

## 1. ユニバーサルデザインとは

今、わが国では高齢社会の進展に伴い、年齢、能力にかかわらずできる限り多くの人々が使用できる生活環境のデザインとしてユニバーサルデザインという概念が、行政のデザインガイドラインや企業の製品づくりに導入されつつある。このユニバーサルデザインという語はアメリカ・ノースカロライナ州立大学ユニバーサルデザインセンターの故ロン・メイス氏によって名付けられたと言われている。

この背景には、1960年代初期に始まったアメリカの公民権運動と、これに発する公共空間や建築における身体障害者などの行動を確保するための運動や法律制定などの動きの歴史がある。成人健常者を使用対象者としてデザインされた既存環境の修正をバリアフリーデザインとすれば、ユニバーサルデザインはすべての多様な特性・行動要求を持った人たちが当初から配慮するデザインと言える。

ユニバーサルデザインは、すべての市民の生活行動上の公平性の確保や普通の生活をすべての人ができる社会（ノーマライゼーション）の実現という理念の確立、あるいは、できる限り多くの人々に、より長く自立した生活を継続させることによって社会的な支援負担を低減させること、また、新たな生活環境の視点による新商品の開発というマーケティング上のコンセプトの可能性など様々な方向で検討され始めている。これに伴い、多くの事例報告やユニ

バーサルデザインの原則などが提案されているが、現時点ではこれを達成する具体的な方法が確立されているわけではない。

一般的には、デザインが多様な要求や問題を解決するための創造的思考作業とすれば、デザイナーによって様々な作業方法が存在すると言える。また、デザインプロセスにおける構想段階と具体的な設計段階によっても方法の枠組みは異なるであろう。前者はデザインの方向づけや解決技術の選択などのコンセプトデザイン（概念設計）を構築する段階で、デザイナーの生活文化に関する教養、経験、知識などの能力が大きく影響する。後者はプロトタイプデザイン（原型設計）の段階で、デザイナーの具体的な人間要因に関する知識、要求解決のための材料や技術に関する知識、また、造形力が影響する。このようにデザインの方法はデザイナーの個人的な能力に大きく依存するという基本的な問題が存在するが、これを前提にユニバーサルデザインの枠組みとプロセスを考えてみたい。

## 2. ユニバーサルデザインの枠組み

(1) 生活行為における基本行動とその身体的ハンディキャップ：

どのような身体特性の人も、移動行動、動作・操作行動、情報行動（情報の受容、理解、判断、発信などの行動）という3つの基本行動によって生活行動を行っているとして設定する。環境との関係で、すべての人の基本行動に生じる身体的ハンディキャップの発見と解消を、ユニバーサルデザインの基本枠組みとする。

(2) ユニバーサルデザインの対象環境：

ユニバーサルデザインの対象は、すべての生活環境とそれを構成する製品・空間、それらを管理・維持・運営するシステム、ルールである。これらを使用特性によって分類すると、公共用、家族用、個人用に分けられる。

(3) ユニバーサルデザインの対象ユーザ：

ユニバーサルデザインは従来のデザインと同様、使用と生産という枠組みの中でデザインは進められるが、従来と異なるのは、使用場面で対象とするユーザの特性が成人健常者だけではないということである。すなわち、身体障害者、高齢者、妊産婦、子供、左利き者、外国人など従来デザインでは主たる対象とされなかった人たち、すなわち、現状の生活環境の中で生活を行うとき、身体的ハンディキャップが生じる可能性のある人たちも対象とされる。以上を整理したものが表1である。



千葉大学工学部  
デザイン工学科 教授  
堀田明裕(ほった あきひろ)

### プロフィール

1965年3月 東京藝術大学美術学部工  
藝科インダストリアルデザイン専攻卒業。  
1965年4月 通商産業省工業技術院産  
業工学試験所入所。  
1988年7月 通商産業省工業技術院製  
品科学研究所応用人間工学部システム  
設計課長。  
1993年1月 通商産業省工業技術院生  
命工学工業技術研究所人間環境シス  
テム部システム設計室長。  
1993年4月 宝塚造形芸術大学造形学  
部産業デザイン学科教授。  
1997年11月 千葉大学工学部工業意匠  
学科(現デザイン工学科)教授。  
所属学会：日本デザイン学会、日本建  
築学会、日本人間工学会、人類福祉学  
会、人間・環境学会、福祉のまちづく  
り研究会。



表1 ユニバーサルデザインの枠組み

基本行動	対象環境	使用の形式	ユニバーサルデザインの方向	ユニバーサルデザインの事例
移動行動	公共空間・公共移動機器	不特定多数の人で共用	○すべての人が移動可能な空間・設備機器 ●移動障害者用の空間・機器を併設	○段差のない移動空間 ○移動空間寸法の確保 ○手すりの設置 ○自動ドア・動く歩道の設置 ○スロープ・エスカレータ・エレベータの設置 ●バスなどの車いす昇降装置
	居住空間・住宅内移動機器	家族で共用	○家族全員が移動可能な空間・機器 ●移動障害者家族用の空間・機器を併設	○段差のない床仕上げ ○移動空間寸法の確保 ○手すりの設置 ●階段昇降装置、住宅用エレベータ、段差解消装置
	個人用移動機器・補助具	個人の専用	○形式は同一で個別対応できる機器・補助具 ●移動障害者家族に合わせた特別専用品	○杖、車いす、歩行補助具 ●義足など個人専用移動補装具
動作・操作行動	公共用設備機器	不特定多数の人で共用	○すべての人が動作・操作可能な設備機器・道具 ●動作・操作障害者用設備機器の併設	○内法寸法を最大寸法の人に合わせた設備機器 (EX. 電話ボックスのドア、プッシュボタン) ○最小寸法の人に合わせた操作具の寸法、設置位置 (EX. 回転ノブ、コンセントの位置) ○高さ調節できる設備機器 ○センサーで出水する水道蛇口 ●高さの異なる公衆電話、水飲み場の併設 ●車いす者用公衆トイレの併設
	居住用設備機器	家族で共用	○家族全員が共用できる設備機器 ●動作・操作障害者家族に合わせた特別専用品の併設	○動作・操作障害を持つ家族に合わせた設備機器 (EX. レバー式の操作具、オープナー) ○家族の身体寸法に合わせて自動寸法調整できる設備機器 (EX. 便座、調理台、いす) ●車いす者用シャワー室の併設 ●身障者用洗面台
	個人用品 (機器、什器、衣類等)	個人の専用	○形式は同一で個別対応できる機器・補助具 ●個別の動作・操作障害に合わせた特別専用品	○形態・サイズバリエーションが用意された製品 (EX. 衣服、靴) ●左利き手者用製品 ●各種補助具 ●義手などの個人専用補装具
情報行動	公共空間における情報とその取得・発信用機器	不特定多数の人で共用	○すべての人が理解できて、取得・発信可能な情報とそのシステム ●情報障害者用システムの併設	○視覚機能の低い人に合わせた明るさ・大きさ表示 ○誰でも理解できる表示 ●文字・点字・点字ブロック・音声による複合案内表示 ●主要外国語および絵文字入りの案内表示 ●視覚表示公衆電話機
	居住空間における情報とその取得・発信用機器	家族で共用	○家族全員が共用できる情報システム ●情報障害者家族に合わせた特別専用品・システムの併用	○拡大表示・点字表示の付いた家電製品 ●点字プリンタ ●音、光、パイプレータなどによる情報受信表示装置
	個人情報とその取得・発信用機器、補助具	個人の専用	○形式は同一で個別対応できる情報機器・システム ●個別の情報障害に合わせた特別専用品・システム	○切り欠きテレホンカード ●眼鏡、補聴器

注) ●: 特別対応が必要な場合

[堀田明裕: 高齢社会とユニバーサルデザイン、デザイン学研究特集号、4巻4号、4、1997] から作成

### 3. ユニバーサルデザインのプロセス

ユニバーサルデザインの目標を生活行動の自立とし、生活行為の流れの中で使用される製品、空間の使用可能性という視点で以下のプロセスを設定する。

(1) 身体特性別に対象生活行為を構成している各基本行動と、現状の生活環境との関係で生じる身体的ハンディキャップの整理を行う。例えば、移動行動では杖歩行の人は駅階段の昇降移動は困難、車いす使用者は駅階段の昇降移動は不可能など。

(2) すべての人の基本行動に身体的ハンディキャップが生じないデザインの方向づけ、コンセプトデザインを行う。コンセプトデザインは、生活環境の使用特性によっても解決技術などの選択が異なる。例えば、公共空間での杖歩行者の昇降移動を確保するためには、階段に手すりを設置する、スロープを設置する、上下エスカレータかエレベータの設置、居住空間では必要空間をすべて1階の配置 (ワンフロア形式) にする、階段に手すり、あるいは住宅用エレベータ、階段用昇降機を設置するなどが基本方向となる。

(3) 設定したコンセプトデザインの枠組みの中で、具体的な身体的ハンディキャップ解消のためのプロトタイプデザインを行う。例えば、上記のコンセプトデザインに対応して、階段手すり形状、材料、位置、寸法などのデザイン、エレベータのスペース、ドアの形式、ボタンの表示、形状、位置、寸法のデザインなどを行う。

(4) 一連の身体的ハンディキャップ解消のためのプロトタイプデザインの総合化を行う。対象生活行為全体を円滑に自立させるために、個別の製品、空

間のプロトタイプデザインを総合し、さらにほかの要求、例えば、形態上の美的な要求や経済性、生産や管理・維持・運営の合理性も考慮した質の高いデザインに進める。

以上は、ユニバーサルデザインのプロセスの概要であるが、個々のデザイナーによってこのプロセスは異なるであろう。また、現実にはすべての人に生じるハンディキャップを一つのデザインで解決できない場合も多い。このような場合、幾つかの共通のハンディキャップに注目し、これを解決する共通のデザインを併用するなどユニバーサルデザインの方向と考えられる (表1)。

### 4. ユニバーサルデザインの今後の方向

生活環境はその社会の人間行動や価値観など生活文化に大きな影響を与える。このような視点でユニバーサルデザインの目標を、社会のノーマライゼーションとその生活環境の実現とするならば、デザインは新たな社会的意味と出発点を持つことになる。ユニバーサルデザインを今後さらに確かなものにしていくには、ユニバーサルデザインの理念に基盤を置いたデザイン教育や環境デザインの推進、それに必要な種々の身体特性の人たちの生活環境に対する要求や身体機能データの蓄積、ユニバーサルデザインの評価方法の確立、表示やスイッチの方式、方向、あるいは人間の基本行動に対応させた寸法など生活環境における共通部分の標準化、種々の身体特性の人たちにとって、ユニバーサルな製品・空間デザインの情報システムの構築など、様々な検討が必要と考えられる。



# ユニバーサルデザインにおける ヒトの特性の理解と活かし方

## 1. まず考えるべきこと

ユニバーサルデザインとは何か、はすでに分かった。その必要性や重要性も理解した。では、それをどう具体化していけばよいのか。これが一番難しく、モノづくりにたずさわる人々が一番知りたいところではないだろうか。心身機能や経験、好みの異なるすべてのヒトが使いやすく満足の得られる製品を提供することは多くの場合不可能に近い。どこまで共有化するのか、設計値をどの辺のユーザ層に設定するのかなどの問題が生じるからである。例えば、次のようなたぐいのデザインをどのように実現すればよいだろうか。

①小柄な女性から大柄な男性までが使いやすい調理台。この場合、全ユーザの平均身長に合わせた調理台高さに設定してしまうと、小柄な女性も大柄な男性も使い勝手が悪く、多くのユーザに大きな身体負担を与えてしまう。調節機能を付けるか体格による差別化を考えることになるのかもしれない。

②高齢女性も操作できる消火器のグリップ。これは、可能な限り弱い操作力の設定か別の方式を考えなければならないだろう。

③健常者だけでなく視覚障害者にも使いやすい携帯電話。視覚だけでなく、触覚、聴覚、運動覚など



大阪市立大学大学院生活科学研究科 助教授・医学博士  
岡田 明(おかだ あきら)

### プロフィール

1980年 千葉大学大学院工学研究科修士課程修了。日本大学医学部、千葉大学工学部を経て現職。  
専門は人間工学。主として機器操作時の身体的精神的ストレスやエルゴデザイン等の研究に従事。  
日本人間工学会、日本生理人類学会、日本デザイン学会等の各評議員、ISO(国際標準化機構)/TC159(人間工学)/SC3(人体計測と生体力学)委員および国内分科会WG主査。

複数の感覚利用が可能な方式を採用することになる。

そして、これらの方式を定めた上で上記課題をクリアするためには、例えば①については、男女年齢による身長や肘の高さなどの分布データを考慮しなければならず、②については高齢者層の操作力範囲を明らかにする必要がある、③については視覚障害者の触覚機能や操作特性をおさえなければならない。

つまり、設計者は自分以外のヒトの特性を知らなければならず、自分の機能を中心にデザインしてはいけないことになる。特にユニバーサルデザインのように、できるだけ多くのユーザ、考えられ得るあらゆるケースに対応させるためには、設計値に落とし込むためのヒトのデータの重要性がより増してくる。ただあいにく、あらゆる設計に利用できるようなデータがそろっているわけではない。こうすればヒトの特性に合致したユニバーサルデザインのモノづくりができる、といったノウハウがまだ確立されているわけでもない。しかし、その進め方や考え方は存在する。本稿ではそのうち、ユニバーサルデザインに必要となるヒトの主として身体特性の理解と、それを設計値に落とし込むための基本原則を紹介する。

## 2. ヒトの身体特性を知る

まず、モノを扱うヒトの身体特性について概観してみよう。ただし、それを羅列することが本稿の目的ではなく、考慮すべきキーワードを示してみたい。**〈大きな個人差〉**

ユニバーサルデザインのためにまず挙げられるキーワードは、大きな個人差であろう。図1下に日本人青年と高齢者の身長データをまとめた。特に現在は、ここ数十年の日本人の体格向上が顕著であったことを大きく反映し、両群の差が歴然としている。先述した調理台の高さを決めるような場合、小柄な体格の代表として高齢女性の5パーセンタイル値<sup>注)</sup>、大柄な体格の代表として青年男性の95パーセンタイル値を仮に採用するとしたら(図1上)、この双方を満足させるためには、その差約43cmの身長差に対応させていかなければならないことになる。

注)「例えば100人の身長が正規分布と仮定できるならば、背の低い順に100人並べたときに、前から5番目の身長がほぼ5パーセンタイル値、後ろから5番目の身長が95パーセンタイル値にほぼ該当する。それぞれ小柄な体格・大柄な体格の代表値として用いられることが多い指標である」



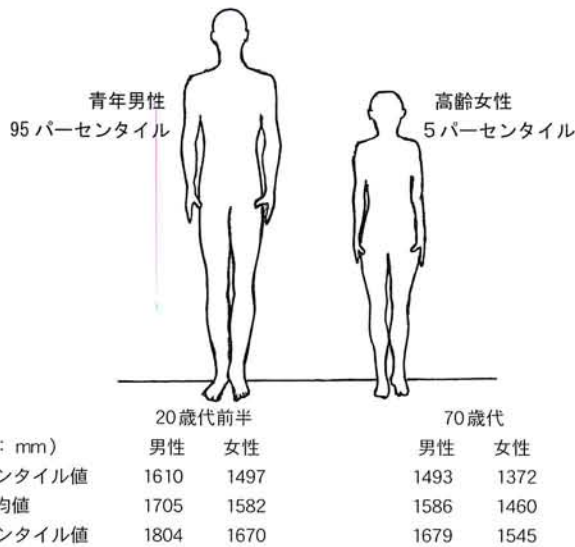


図1 青年と高齢者の身長<sup>1)</sup>

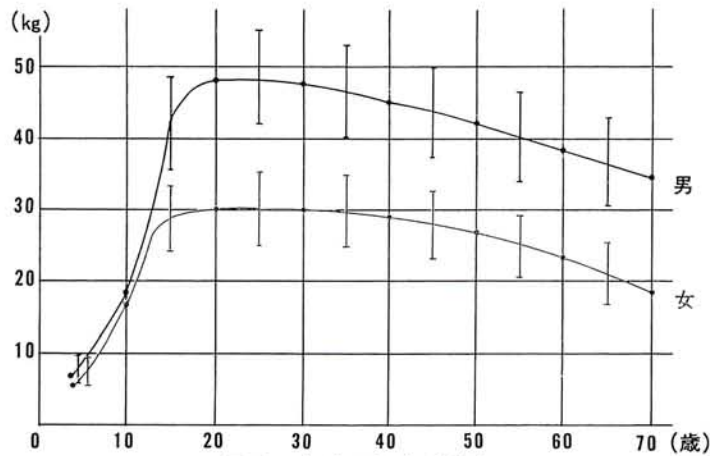


図2 握力の経年変化<sup>2)</sup>

別の例として、握力の経年変化を取り上げよう(図2)。握力に限らず筋力一般に言えることだが、これほど性差の大きい機能はないと言える。思春期以降のどの世代でも女性の筋力の平均値は男性のその約5~7割である。しかも加齢に伴う低下もあるため、やはり青年男性と高齢女性とではかなりの隔たりが生じる。先述した消火器グリップを高齢女性にも扱えるようにするためには、おそらく設計者が考える以上の弱い操作力にしなければならないだろう。

#### 〈状況で変わる特性データ〉

これも重要なキーワードとなる。図3は若年者と高齢者の視力を示したものである。縦軸は視力を表しており、高齢者になると平均視力が低下することが分かる。注目したいのは横軸である。これは照度を表している。視力は照度によって大きく変化し、

暗くなるほど視力は低下してしまうのである。つまり、視力に応じた表示文字の大きさを決める場合、それがどれくらいの明るさの環境で用いられるのかわかなければ意味をなさなくなる。このように、テ

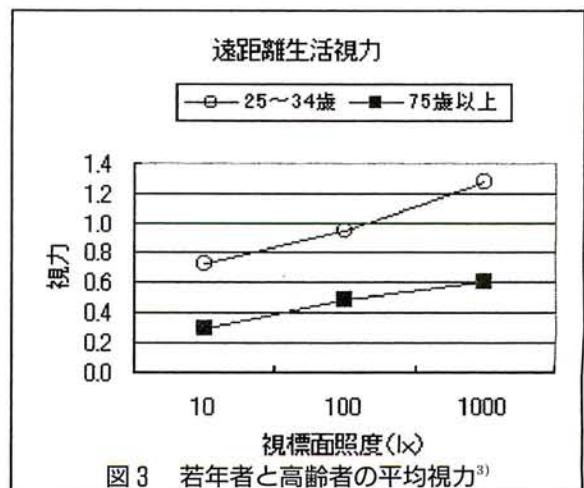


図3 若年者と高齢者の平均視力<sup>3)</sup>





図4 測定状況と使用状況は一致しない

データの測定条件の4 W 1 H (いつ、どこで、誰を、何を用いて、どのように測ったのか) と、作られるモノの使用環境の4 W 1 H (いつ、どこで、誰が、何を、どのように使うのか) をしっかりおさえてデータを解釈しないと、誤った適用をしてしまうおそれがある。

#### 〈データにはレベルがある〉

例えば、40cm離れたCRT画面に表示する文字の大きさは1.8mm以上にすべきという基準がある<sup>4)</sup>。これは最低限クリアすべき許容値であり、誰もが快適に使える適正值を示したものではない。このように、特性データには「最適値」「適正值」「許容値」「限界値」などいくつかのレベルがある。いわんや青年で測られた適正值が、高齢者や該当する障害を持ったヒトにも適正值である保障はないし、本来「許容値」のはずなのに、その値が一人歩きを始めていつの間にか「最適値」として扱われてしまうこともある。どのレベルのデータなのか解釈することを忘れてはならない。

### 3. ヒトのデータを設計値に翻訳する

上述したように、ヒトの特性データは様々な資料から引用することができる。しかし多くの場合、目的にドンピシャリのデータが存在するわけではない。また、引用したデータをそのままの形で設計値として採用することはできないだろう。例えば、先に述べた消火器グリップ操作力の許容限度を設定するために、既存の握力データをそのまま適用するのは誤りである。なぜならば、握力を測る際の握力計のグリップ形状や握り方と、消火器を扱う際のそれらとは同じではないからである。あるいは、デスクトップパソコンのディスプレイ高さを操作者の眼の高さを基準として決めたい場合、データとして座位眼高(図4)という統計値が存在する<sup>1)</sup>。しかし、その値を直接用いることはできないだろう。なぜならば、

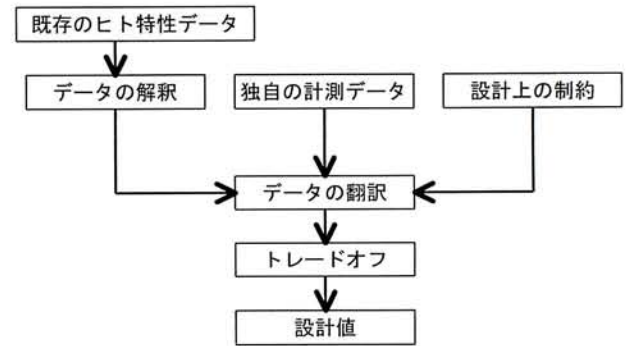


図5 ヒトのデータを設計値へ落とし込むためのステップ

座位眼高はいすに深く腰掛けて背すじをまっすぐ伸ばした姿勢で測られた座面から眼までの垂直距離であるが、実際にパソコンを扱うユーザは誰もそんな姿勢をとらないからである。

一般に、身体特性データを設計値へ落とし込むためには、図5に示すようなステップを経ることになる。まずデータの「解釈」については前章ですでに述べた。既存のヒトデータが設計に適用できそうだと解釈できれば、次に行うのがデータの「翻訳」である。今の例で言えば、握力データを消火器グリップ操作力の許容限界値に変換する、あるいは座位眼高の値をパソコン使用中のユーザの眼の高さ範囲に変換することに相当する。実はこの翻訳作業が最も難しく、その手法の整備は遅れている。場合によっては、設計上の種々の制約や、使用状況に近い環境での補足実験データも加えていかなければならない。

例えば、既存のデータベースの値(大量データ)と設計に合わせて独自に測ったデータ(普通は少数データになる)との結合も翻訳作業の一つである。消火器グリップの例であれば、握力(x)と消火器グリップ操作力(y)の両方を様々な被験者について測定し、仮に $y=ax+b$ などの関係が見いだされれば(ただし両者の相関が高ければ)、既存のデータベースにある握力データをもとに様々な属性の人々のグリップ操作力範囲をある程度推定することが可能になる。また、特性データは相対値の形の方がよい場合がある。例えば、ある操作ボタンの適正高さを知りたいために計測を行い、その結果、仮に「100cm」などの絶対値の形で求めるよりは、「肘の高さ」などの相対値で表しておいた方が翻訳しやすい。設計値に落とし込むので最終的に絶対値が必要になるが、相対値で表現されていれば応用範



囲は広くなる。すなわち、高齢女性あるいはアメリカ人男性に操作しやすい高さを求めるのに、それぞれの集団の肘の高さに関する既存の統計データを引用すればよいわけである。ここで述べたように、場合によっては改めて自前でヒトを測る必要性も出てくるが、そうした計測方法については他の参考文献(例えば<sup>5),6)</sup>)を参照されたい。

#### 4. 設計値へ落とし込む

さて、データの翻訳がうまくいったとしても、多くの場合まだそれを直ちに設計値として採用することはできないだろう。実際にメーカー等で製品開発にかかわった人々は痛感することだが、図5に示した「トレードオフ」のクリアが必要になるからである。例えば、高齢者でも見やすい文字の大きさの推奨データが得られたとしても、それをそのまま携帯電話のディスプレイに当てはめることはできないだろう。なぜならば、見やすい大きな文字は小さなディスプレイにたかだか数文字しか入らないからである。見やすい文字数、適正なディスプレイの大きさなど、他の特性データとの対応やバランスを考慮しなければならない。

このような特性データ間のトレードオフを第1のタイプとすれば、第2のタイプはコストやスタイリングなど、ほかのデザイン要素とのトレードオフである。しかし、これらトレードオフの解決に関しては一般解があるわけではない。そのメーカーのデザイン戦略にも関係してくる。あるメーカーでは、トレードオフに該当する要素に優先順位をつけて検討し、最終的な設計値へ落とし込んでいる。いずれにせよ、このステップを経て初めてヒトの特性データが設計値に落とし込まれる。そして確かなことは、ユニバーサルデザインの進展に伴い、ヒトのデータがトレードオフでの優先順位で高くなりつつあるということである。

#### 5. デザインの上流から考えないと失敗する

ヒトの特性データを設計値に落とし込むためには、以上のようにいくつかのステップが必要である。ただし、このようなヒトのデータを探し出し設計に盛り込もうとする行為は、何も設計の段階だけの問題ではない。製品が企画され販売されるまでのすべての段階で必要となってくる(図6)。よく、製品の

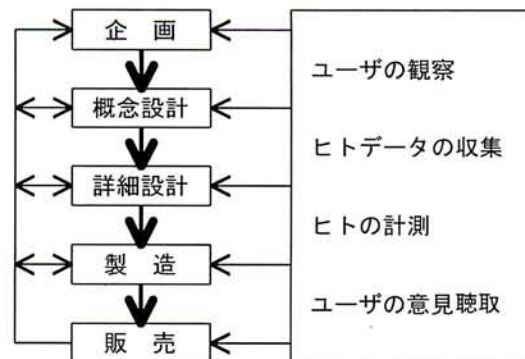


図6 デザインプロセスの流れとヒトのデータとのかわり

設計がある程度進んだ段階で初めて「さあヒトに使いやすいデザインを検討しよう」とするメーカーの話の聞いたり依頼を受けることがある。しかしその段階でスタートした場合、すでに開発期間やコストの問題が立ちはだかったり、せいぜいマイナーチェンジ程度で十分な対策がとれないなど、手遅れであることが多い。もっと、上流の企画段階から考えて準備していかなければなかなか成功しない。さらに言えば、一つの製品に対してではなく、一連の製品開発サイクルの中で、ユニバーサルデザインへのヒトのデータの適用を考える体制が望まれる。つまり、ユニバーサルデザインを考慮した一つの製品、すなわち次なる製品のための「実験」にもなるからだ。

以上、ユニバーサルデザインのためにヒトの特性データを設計に適用させるための考え方の一端を紹介してきた。しかし、ユニバーサルデザインのために「特化した」話をしてきたわけではさらさらでない。実は、ヒト中心のモノづくりに関する「一般的な」考え方を示してきたのである。逆に言えば、ヒト中心のモノづくりを追求していけば、それは必然的にユニバーサルデザインへと拡張していく。「ユニバーサルデザイン」とは、本来特別なことを考えることではない。

#### ● 参考文献

- 1) (社)人間生活工学研究センター：日本人の人体計測データ (1997)
- 2) 日丸哲也、ほか(編)：健康体力評価・基準値事典、ぎょうせい (1991)
- 3) (社)人間生活工学研究センター：高齢者身体機能データベース、<http://www.hql.or.jp/jpn/abd>
- 4) JIS Z8513 (1994)
- 5) 山岡俊樹、岡田 明：応用人間工学の視点に基づくユーザインタフェースデザインの実践、海文堂 (1999)
- 6) 日本生理人類学会計測研究部会(編)：人間科学計測ハンドブック、技報堂 (1996)



# ユニバーサルデザインの方法について

## 1. はじめに

ユニバーサルデザイン（以下UDと略す）の関心は近年ますます高まっている。しかし、その原則や概念に関する議論は耳にするが、その方法についてはあまり聞かない。本年3月、ニューヨークとロンドンにある著名なデザイン系の大学の先生とユニバーサルデザインについてディスカッションを行ったが、彼らの守備範囲はハードウェア関係のみで、方法は従来の直観、発想力や経験に基づく一種のヒューリスティクス（heuristics）のようであった。したがって、論理性やアルゴリズムを要求されるソフトウェア関係は手つかずのような印象を持った。

このような方法を改善すべく著者は、ヒューマンデザインテクノロジー（Human Design Technology：以下HDTと略す）を構築した。HDTの定義は、「人間に関する諸情報（生理、心理、認知、行動など）をデザイン要件（ヒューマン・リクアイアメント：Human Requirement）に変換し、製品の企画からデザイン、評価までのプロセスに反映させ、人間優先の魅力ある商品づくりに寄与する技術である」である。

本稿では、このHDTの枠組みの中でUDの方法について述べる。

## 2. HDTの枠組み

### 2.1 ヒューマンデザインテクノロジーのプロセス



和歌山大学システム工学部デザイン情報学科 教授(学術博士)  
山岡俊樹(やまおか としき)

#### プロフィール

1949年 横浜生まれ。  
1971年 千葉大学工学部工業意匠学科を卒業し、東京芝浦電気株式会社入社。デザイン部に配属され、製品デザイン、画面インタフェースデザインの実践と人間工学の研究および社内のコンサルティングを行う。  
1991年 千葉大学自然科学研究科修了により学術博士号を得る。  
1995年 東芝・本社・デザインセンター担当部長、(兼)情報・通信システム研究所、ヒューマンインタフェース技術研究センター研究主幹。  
1998年より現職。  
研究領域はユーザインタフェース設計、人間工学、工業デザイン、ユーザビリティ評価、デザインや製品開発の方法など多岐にわたる。

ヒューマンデザインテクノロジーのプロセスは、モノづくりの最上流に位置し、(1)ユーザニーズ収集ステップ、(2)状況把握ステップ、(3)商品コンセプト構築ステップ、(4)デザイン(総合化)ステップ、(5)デザイン評価ステップ、(6)ユーザ使用実態調査、の6段階から成り立っている。

### 2.2 ユーザニーズ収集ステップ

ユーザのニーズを抽出する最初の段階である。ここでは3P(ポイント)タスク分析、グループインタビュー、直接観察などの方法を使う。HDTではタスク分析や直接観察を重要視しており、これらはユーザの無意識の行動を分析することにより、潜在化したユーザニーズを得ることができるからである。

(1) 直接観察の方法(direct observation method)

直接観察の具体的な方法を下記に示す。これらにより問題点を探し、ユーザリクアイアメントに変換するのである。

- ①ヒューマン・マシン・インタフェースの5側面(身体的側面、頭脳的側面、時間的側面、環境的側面、運用的側面)から観察する。
- ②システムとユーザとの不都合があると痕跡となって現れるので、ユーザの行動した痕跡を見つける。
- ③操作、行動の手掛かり(cue)は何か考える。
- ④識別性を考える。
- ⑤システム側によるユーザの操作、行動に対する制約状況を調べる。

(2) 3P(ポイント)タスク分析の方法

調査対象商品の使用される代表的なシーンを考える。各シーンで行われるタスクを順番に書いてゆく。タスクがあるサブタスクから成り立っている場合、このサブタスクもタスク欄に記入する。ユーザの視点で「情報入手」→「理解・判断」→「操作」の情報処理プロセスにおける問題点、予測される問題点を記述する。図1の情報処理プロセスの各ステップに示されている手掛かりを活用して問題点を抽出する。

### 2.3 状況把握ステップ

現在市場に出ている商品が、ユーザにどのように知覚されているか確認するための段階である。レスポンス分析などによって行う。

### 2.4 商品コンセプト構築ステップ

ユーザニーズ収集ステップで得られたユーザニーズ(ユーザリクアイアメントとして定義する)をKJ法やラダーリング等によって構造化する(図1)。



■3Pタスク分析

シーン:	カメラをパーティで使う			
タスク (+サブタスク)	情報入手→理解・判断→操作の各ステップで、問題点や予測される問題点を抽出する			解決案 (リクアイアメント)
	情報入手	理解・判断	操作	
<タスク1>				
・ストロボを使う 1.SWを探す 2.SWを押す	切り替えSW有り 手掛かり無し	用途の意味不明 手順が分からない	SWが小さいので 押しづらい 誤操作の可能性	
・被写体に向ける 1.距離を考える 2.画角を考える	距離が近いので 光が強い、生な感じ	ファインダー内が 暗く表示が分から ない	グリップが大き くて女性は持ち にくい	近接距離になると ソフト仕様の光と なる

■UDデザイン5項目による解決

		ターゲットユーザ		
タスク	UD デザイン 項目	高齢者	車いす 使用者	盲人・ 弱視者
タスク1	調節			
	冗長度			
	機能・仕様			
	フィード バック			
	寛容			

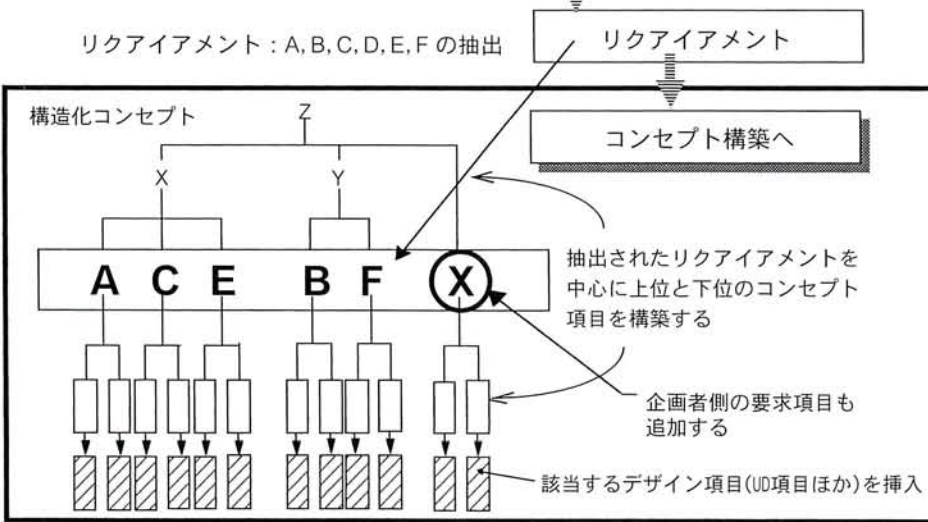


図1 3Pタスク分析、UD 解決案および構造化コンセプト

このようにして得られたコンセプトは、そのターゲットユーザのニーズに基づいているだけなので、これに企画者としての意思を表す項目や必要項目を付け加える。これらの体系図の最下位の項目に対し、該当するデザイン項目やサブデザイン項目を当てはめ、商品コンセプトの体系図を完成させる。このデザイン項目は下記の8項目である。

- ①ユーザインタフェースデザイン項目 (32のサブデザイン項目)
- ②ユニバーサルデザイン項目 (5つのサブデザイン項目: ①調節、②冗長度、③仕様、機能が見える、④フィードバック、⑤エラーに対して寛容)
- ③感性デザイン項目 (9つのサブデザイン項目)
- ④安全性(PL)項目
- ⑤ロバストデザイン (頑強性) 項目
- ⑥メンテナンス (保守性) 項目
- ⑦エコロジーデザイン項目
- ⑧その他 (HMI (Human Machine Inter-

face) の5側面項目)

この体系図の各項目のウエイト付けをAHP (Analytic Hierarchy Process, 階層化意思決定法) を使って行う。これらのウエイト値は製造のコスト比にもなるので、コストが合わない場合ウエイト値が低い項目をカットすることも可能である。

2.5 デザイン (総合化) ステップ

商品コンセプトの体系図の最下位に位置するデザイン項目を、商品コンセプトの上位項目と照らし合わせてデザイン案としてまとめる。

2.6 デザイン評価ステップ

デザイン案の妥当性 (verification: 仕様の確認という意味) を検討するため、AHPを用いてターゲットユーザに案を評価してもらう。また、有効性の確認 (validation) を行うため、製品のモック (製品を模した模型) などを用い実際と同じタスクを行い、問題点を抽出し分析する。

2.7 ユーザ使用実態調査

ユーザが実際に作業をするところをビデオカメラ



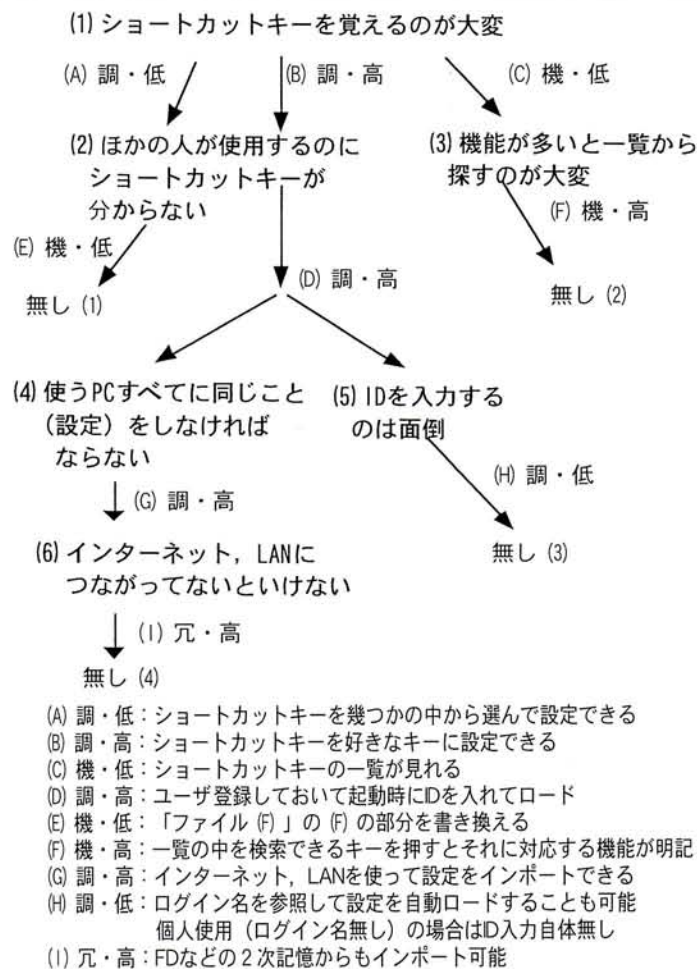


図2 ユニバーサルデザインの解決案の階層化

などで記録する。調査者は各作業に関する意見をユーザの作業中得るようにし、作業終了後、新商品のマクロ的な印象を聞いてもよい。ここで得られたユーザの意見は次期商品企画に反映させることが可能となる。

### 3. 3Pタスク分析を用いたUDの方法

UDを行う場合、HDTと同じプロセスを踏めばよい。特にUD面で注力する商品の場合には、3Pタスク分析により詳細に詰めることができる。

3Pタスク分析のとき、UDの観点から予測される問題点を抽出し、ユーザに対し負荷を与えないための①調節、②冗長度、③仕様、機能が見える、④フィードバック、⑤エラーに対して寛容、の5側面から解決案を作る(図1)。

これらの5側面のうち、その機能の程度が高い方を「高」、低い方を「低」と定義する。例えば、調整では、水飲み場の水を飲む台がユーザに対応して自由に上下する場合は「高」であり、固定式の2段階の高さになっている場合は「並」である。以下、5側面の内容について記す。

#### ①調節

高：自由(無段階)に調節できる

例：無段階に調節できるいす

低：限定された数だけ調節できる

例：数段しか調節できないいす

#### ②冗長度

高：3つ以上の代替案がある

例：HD、FD、MO、CDのどれからでも読める

低：2つの代替案がある

例：ATMに対するカードと通帳

#### ③機能・仕様が見える

高：透明性を高める手段が2つ以上ある

例：サイズと色の濃淡で音量調節を表示

低：透明性を高める手段が1つある

例：ポットの中身(水量)が見える窓

注：透明性を高める手段：アフォーダンス、ステレオタイプ、メタファほか

#### ④フィードバック

高：2つ以上のフィードバックがある

例：光と音のフィードバックのあるボタン



低：1つのフィードバックがある

例：音のフィードバックのあるボタン

#### ⑤エラーに対して寛容

高：ユーザが失敗してもシステム側で対応してくれる

例：自動改札機の切符の方向

低：ユーザが誤るとシステム側が現状復帰または警告をする

例：間違うとアナウンスがある ATM

通常、この5側面の検討で解決案を漏れなく検討することができる。しかし、ソフトウェアの場合、特に、ある解決案を考えついてもその解決案を更に良い方向に持って行くための案を芋づる式、木構造的に検討しなくてはならないことが多い(図2)。図2では最終的に4通りの解決案を構築することができる。どれを選ぶかはコスト、機能などの諸項目により最終決定すればよい。通常、木構造の経路が短いコースをとるか、5側面の『高』の手段のみ選択して経路を決めることも可能である。

## 4. 想定シナリオに基づくUD方法

ユーザにどのように使ってもらいたいのかをシナリオにまとめ、このシナリオに従ってUD用のチェックリストによりUD対応を検討するという方法がある。これは前述の3Pタスク分析と併用してもよい。

チェックするとき、「情報入手」→「理解・判断」→「操作」の人間の情報処理過程と「情報の連続性」に着目し、シナリオ上の各タスクに対しこの情報処理の観点から、タスク上のUDの問題点を抽出し、解決案を考えてゆく方法である。ここではヒューマン・マシン・インタフェースの5側面に視覚、聴覚、触覚を加えてチェック項目が考えられている。

### (1) 情報の入手

基本的には手掛かりと識別性を媒介に、視覚だけでなく、聴覚、触覚を含めたマルチモーダル観点からチェックする。例えば、視覚障害者には手掛かりとして、操作ポイントとなる個所に凸点を付けるとか操作量が分かるコントロール類(スライドスイッチや回転つまみなど)を採用するとよい。

a.視覚：見やすい(大きな文字にし、高コントラストにする。急な視線移動を避ける)

b.聴覚：聞きやすい、聞こえる

c.触覚：手掛かりを触る

d.身体的側面：楽な姿勢

e.環境的側面：最適の照度、グレアレス、空調など

(2) 情報の理解・判断(ここでは一般的な分かりやすくするための方策を提示)

a.情報は逐次提示し、1画面には1つのタスクのみ提示する

b.アイコンなどの図記号を手掛かりにする

c.メタファやアナロジーを用いて、記憶の負担を軽くする

d.再生(ルールなどの暗記)でなく再認(メニューなどによる選択)による選択

(3) 操作

a.楽な姿勢：無理な姿勢をさせない

b.フィット性：道具などの操作具となじみがよいこと

・触覚面：滑らない

c.操作力：軽い力で操作できること

d.操作方法

・2つの動作を同時にしたり、微妙な操作をするのでなく、ワンアクションで簡単に操作できること

・片手で操作できること

・慣れている方法を採用する

e.環境的側面：最適の照度、グレアレス、空調など

(4) 情報や操作の連続性

a.情報や操作の流れが途切れないこと

(「情報入手→理解・判断→操作」と各ステップでのスムーズな流れ)

## 5. まとめ

HDTの枠組みの中で、構造化コンセプトの中にUD項目を当てはめてユニバーサルデザインを行うことができる。しかし、更に詳細にわたって詰めたという場合には、3Pタスク分析のほかにユニバーサルデザイン項目(5項目)を使って細部にわたって検討するか、想定シナリオに沿ってチェック項目を使って検討する方法がある。

### ● 参考文献

- 1) 山岡俊樹、岡田 明：ユーザインタフェースデザインの実践、海文堂出版、1999
- 2) 山岡俊樹：ヒューマンデザインテクノロジー(HDT)、16章、デザイン情報学入門、日本規格協会、2000
- 3) 山岡俊樹：ユーザー優先のデザイン・設計、共立出版、2000



## ユニバーサルデザインと ユーザ対話型開発

トヨタ自動車は、「人へのやさしさ」についても、「環境へのやさしさ」と並び最重要課題と捉えています。高齢化社会、情報化社会、個性化社会が進む中、いかに人間に融合させていくかが大きなポイントです。

その中で「ラウム」は、日常生活での車の使いやすさを徹底的に追求することにより、若年層から高齢者まであらゆる世代に質の高いモビリティライフを提供することを掲げてスタートしました。



トヨタ自動車(株) 第2開発センター 製品企画 チーフエンジニア

北川尚人(きたがわ なおと)

### プロフィール

1976年入社。ボデー設計部、技術企画部、技術管理部を経て、96年に第2開発センター製品企画へ異動。主査としてラウム、ファンカーゴの開発のための補佐を担当。98年からbBを含めた開発責任者を努める。ユーザー対話型開発、ハードとソフトの融合型開発の手法を実践し開発を推進してきた。趣味はテニス、タウンウォッチング、読書。愛車はラウム、ルシーダ。



トヨタ自動車(株) 第2開発センター 第2車両実験部 第23実験室 人間工学 Gr

野中博之(のなか ひろゆき)

### プロフィール

1985年入社。ボデー設計部を経て、現在の人間工学へ異動。ヴィッツ、プラッツ、ファンカーゴ、bB、ラウムを担当。趣味はジグソーパズル。愛車はタウンエースノア、ミラ。

“ヤングからシニアまで、すべての人に使いやすく”トヨタ「ラウム」はそんなコンセプトのもとに誕生しました。平成9年には通産省グッド・デザイン特別賞の「ユニバーサル・デザイン賞」を受賞し、現在でも多くのユーザーの皆様から絶大な支持をいただいております。今回、「ラウム」の開発の一部だけですが紹介させていただきます。

「ラウム」の開発の出発点は、将来のエネルギー事情を考慮し、コンパクト車でありながら、室内は高級車並みの広さを確保できること、また、将来の高齢化社会の進展をにらみ、乗降性や使い勝手には最大限配慮すること、それらを満足する乗用車つまりセダン型の新しいあるべき姿を追求しようという考え方でした。

当時は、ステーションワゴン・ミニバンなどのRVが、乗用車のよいところ、例えばパワステ、豪華な内装などを取り入れて、大きく勢力を伸ばしていました。私たちはこれをヒントとし、「ラウム」は逆にRVの特長、スライドドア、ウォークスルーなどを取り込むことで、新しいコンセプトの車を創出できるのではないかと考えました(図1)。開発キーワードを、コンパクトでかつ使いやすい車、すなわち、人にやさしいということで、「ヒューマンフレンドリーコンパクト」とし、いよいよ開発がスタートしたわけです。

「ラウム」には、数多くの人にやさしいアイテムを採用しました。まずは、シートの高さ。92才の高齢者の方にも評価いただきながら、最も乗り降りしやすい、地上からの高さ600mmに設定しました(図2)。

また、室内のウォークスルーを可能にするために、コラムシフト、足踏みパーキングブレーキ、フラットフロアを採用しました(図3)。

ドアは、使い勝手に最もこだわりを持ち、リヤに両側スライドドア、後ろには横開きバックドアを採用しました(図4)。

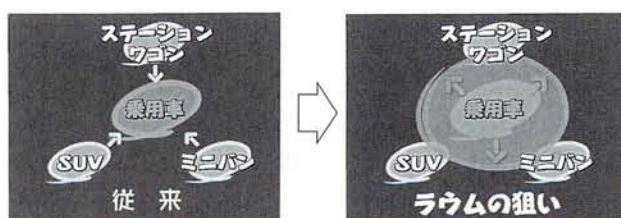


図1 「ラウム」の狙い



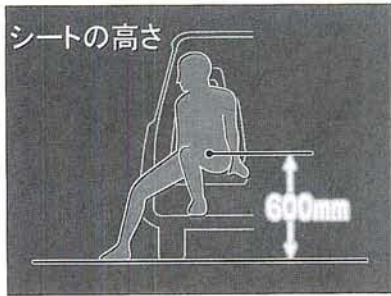


図2 シートの高さ

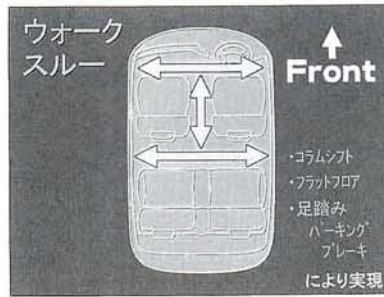


図3 ウォークスルー



図4 両側スライドドア  
横開きバックドア

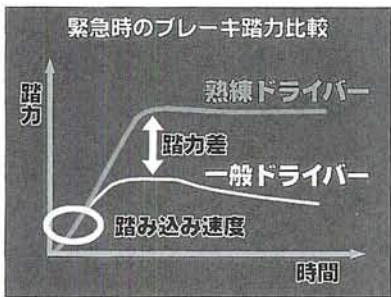


図5 外からのアクセス



図6 踏力比較

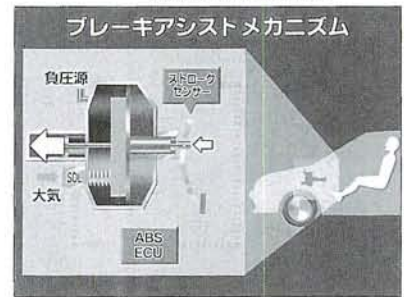


図7 ブレーキアシストメカニズム

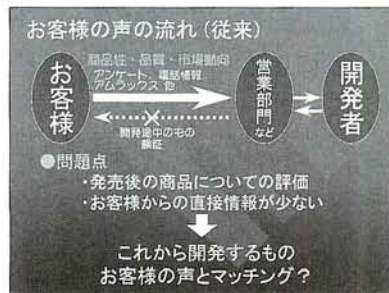


図8 お客様の声の流れ(従来)

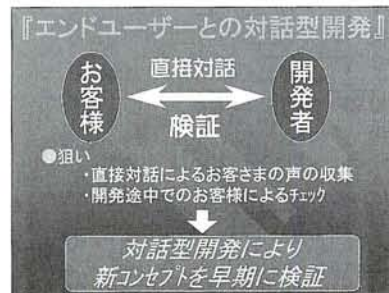


図9 エンドユーザーとの対話型  
開発

スライドドアにより、外からの前席・後席へのアクセスも容易になりました(図5)。

安全面では、トヨタ初となるブレーキアシストを採用しました。図6には横軸に時間、縦軸にブレーキ踏力を示しています。

緊急の場合、このように一般ドライバーは、ブレーキをしっかり踏むことができません。ただし、踏み始めの○印の付いた部分は同じ傾きの立ち上がりを示すことにヒントを得て、ブレーキアシストシステムを開発しました。

このブレーキアシストは、緊急時にブレーキを踏むと、その踏み込み速度と踏み込み量から「これは緊急！」とシステムが検知し、ブレーキの踏み込みをアシストするものです。踏み込み力の弱い女性やお年寄りの方でも、危険回避の大切なポイントで、最大限の制動力を得ることができます(図7)。

さて、前述したアイテムの開発手法についても、「ラウム」は新しい試みを実施しました。

現在、私たち開発者はお客様から、アンケートや電話情報など様々な情報を、営業部門などを經由して入手しています。車両開発においては、そのようなデータをもとに様々な使用シーンを描き、開発するアイテムがお客様に受け入れられるように考えて進めています。

しかし、データが発売後の商品に対する評価結果であること、開発者への直接の情報でないことなど、開発途中のものが本当にお客様の声とマッチングしたのものとなっているか一抹の不安を感じていました(図8)。

そこで、直接対話により開発者自らがお客様の声を収集し、また開発途中でお客様のチェックを受ける、すなわち「エンドユーザーとの対話型開発」により、新しいコンセプトを早期に検証することが必要であると考えました(図9)。

では、具体的な事例について、紹介します。まず、乗降性については、発売の15カ月前に開発初期の車





図10 乗降性の評価



図11 スライドドア操作性評価



図12 バックドア操作性評価



図13 雑誌・新聞掲載

両モデルを使い、福祉施設に出向き、入所者の方々の日常の乗降動作を見せて頂くことや社員ご家族の高齢者の方々にご協力いただき、実施しました。セダンやワンボックスと比較して、明らかに楽な姿勢で乗り降りができることが確認できました(図10)。

次は使い勝手の検証です。

発売の10ヵ月前に試作車を使い、社員のご家族、お子様から体の不自由な方まで、参加いただきました。スライドドア、横開きバックドア、ウォークスルーの使いやすさが確認できました。

特にスライドドアは、「引き戸感覚」をキーワードに開発を進め、お子様に操作していただき、操作のしやすさを徹底的に検証しました(図11、12)。

また、ドア全開時に安全性(坂道でドアが勝手に閉まらない)にも配慮し、オープンフックを採用しております。

最後に、パニックブレーキの解析です。

発売の9ヵ月前に、このシステム開発とは全く関係のない社外の方々や新入社員に協力していただき、実施しました。突然障害物が飛び出てきた場合に、急ブレーキをうまく掛けられない方が多く存在することが分かりました。

この解析は、前述のブレーキアシストの開発に大

いに役立てることができました。

以上、「ラウム」で実施した「エンドユーザとの対話型開発」の一部を簡単に紹介させていただきました。当時、この手法が、このようにマスコミにも数多く取り上げられました(図13)。

お客様からの反響を一部ご紹介します。

#### ①乗降性について

- ・コラムシフト採用によりサイドウォークスルーができるので、幅の狭い駐車場に所有車2台一緒に止めても反対側から乗り降りできるので便利。
- ・ウォークスルー+スライドドアにより、狭い駐車場での乗り降りもリヤドアからできるのは便利。
- ・天井が高いため助手席回転シートの人も乗り込みやすい。

#### ②横開きバックドアについて

- ・非常に便利。狭いところでも開けられる。
- ・必要な分だけドアを開けることができ、買い物の荷物を積み込むときにとても便利。

#### ③室内の広さについて

- ・前後ウォークスルーがあるとその空間が前後の距離を近づける。旅行のときには皆でわいわいできるのがよい。
- ・リヤシートの居住性はとても良く、体の悪い母親だけでなく乗る者全員が快適。
- ・コンパクトボディの割に室内空間がしっかりと確保されているからよい。家族4人が乗っても圧迫感のない居住性が満足。
- ・シート周りがゆったりしており、足が不自由だが動きやすい。

などといったうれしい声をたくさんいただきました。

従来、機密保持上難しかった、試作車を使用してのユーザ検証を実施したことにより、本当にお客様に喜ばれる商品に結びついたと考えております。



## 情報のユニバーサルデザイン ～高齢社会のITの在り方～

まもなくヨーロッパ諸国を抜いて、わが国は世界一の高齢国になろうとしている。100年かかって高齢国家となった諸外国に比べると、産業界の意識はその人口構成比に追いついていないと言いはない。

特に、若者文化の中心のように言われる情報通信(IT)産業においては、都会の20代30代のユーザだけに焦点を絞った製品企画が行われ、高齢者の多い地方ではパソコンやインターネットの普及は進まず、まだ個々の家庭にまでITが根付いているとは言えない。

使いこなせればこれほど便利なものはないのだが、数の多いキーボードや画面の分かりにくさが、主婦や高齢者をITから遠ざけてしまっている。これは猛烈な勢いで進歩するIT環境に、日本の国民の大半がついていけない状況を生み出すものである。

まもなく50代以上が成人人口の50%を占める日本において、ITを広く市民のものとするために、高齢者・障害者・子供・妊産婦など、多くの人のニーズを最初から考えて設計する、「ユニバーサルデザイン」の考え方が貢献できるものは何か、その例などについて述べる。



株ユーディット(情報のユニバーサルデザイン研究所)  
代表取締役社長  
関根 千佳(せきね ちか)

### プロフィール

1981年3月 九州大学法学部法律学科卒。同年、日本IBMにSEとして入社。1988年より2年間米国ロサンゼルスに滞在。市民大学での聴講や老人ホームでのボランティアを体験し、日本における福祉と情報の融合の必要性を痛感する。  
1993年 IBM SNS(スペシャルニーズシステム)センターを開設。以来、高齢者・障害者の技術利用について、年間数千件の相談に応じたり、新製品の企画/販売支援を行う。  
1994年 障害者とエンジニアをつなぐPC通信、People福祉工作クラブを開設・運営中。1995年障害者支援技術のWeb上のDB、こころWebを開設し、業界内の情報化を推進。  
1998年 日本IBMから独立し、株式会社ユーディットを設立。以来、通産省、郵政省の委員会、研究会などに参加している。  
2000年 政府系委員会の他に、ユニバーサルデザインフォーラム プロフェッショナルコミティメンバー。美作女子大学、九州大学、金沢大学非常勤講師。

## 1. 音声認識

キーボードでは入力が難しい、でもなんとかパソコンを使いたいという方にとって、自分の声だけで入力ができるという「音声認識」はなかなか魅力的な技術である。

IBMの音声認識ソフトは、もともとは頸髄損傷者のワープロとして研究が着手されたものであった。その後、市場価値が高いとして一般製品化されたのである。障害者のニーズが技術革新をもたらしたケースであると言える。

米国の市場では、IBMのViaVoiceと、Dragon社のDragon Dictateが人気を二分しているが、頸髄損傷者にはDragon社の製品の方が使いやすいようである。しかし日本語版は、ViaVoiceの方が一般に出ている。

音声認識は、キーボードやマウスを使うことが困難な人だけでなく、たまたま手がふさがっている人、何かを書きながらパソコンで情報検索をしたい人など、実に様々なユーザのニーズに応えるものである。

キーボードを覚えるのが困難な高齢の視覚障害者にとっては入力支援になる。相手の会話を画面で見たい聴覚障害者にとっては、会話の支援として期待されている。声紋を本人認証に使ったり、自然言語の認識率が向上すれば、ドアホンに声をかけるだけであなたの名前を呼んで扉が開く「開けゴマ」モードも可能になるだろう。

最初は障害者のための技術が、様々なニーズに対応していき、来世紀にはより洗練されてわれわれの声を場合にに応じて聞き分ける、賢いユーザインタフェースが成立していることを望むものである。

## 2. 音声合成

視覚障害者にとって、パソコンの画面を「読む」ことは難しくても、文字を合成音声で読み上げてくれるソフトがあれば、「聞く」ことは可能である。視覚障害者にとっては、かつての文字ベースのCUIパソコン(CUI: Character User Interface: 画面が基本的に文字で構成されているもので昔のワープロなどはこのイメージ)の方が、使いやすいものであった。日本でもVDMなどのソフトが広く普及している。

これに対し、MacやWindowsなどの画面は、GUI(Graphical User Interface: 画面はア



アイコンなどの絵や文字で構成され、マウスなどで指し示す)と呼ばれ、晴眼者には使いやすいが視覚障害者にとってはアクセスできないものであった。

この原因は、GUIが発売された当初、その画面を読み上げるソフトの開発が追いつかなかったためである。

米国ではこれが原因で失職する視覚障害者が続出し、遂にマサチューセッツ州でMicrosoftがADA (Americans with Disability Act of 1990) 違反で訴えられるに及んで、GUI画面を読み上げるソフト開発やそれに対するプログラムインタフェース公開が普及した。

最初から障害者の利用に対し配慮することを怠った代償を、ここでMicrosoftは理解したのである。

日本においては、Windowsの画面を読み上げる製品として開発された98Readerが一般的である。日本語の読み上げエンジンは英語圏と違うため、海外と同じ製品をそのまま持っては来にくいという難点がある。

また、ホームページを読むのに特化した製品として、ホームページリーダーやボイスサーフィン、眼の助(がんのすけ)といった製品が出ている。

これらの読上げソフトは、かつては外付けであった音声合成装置や読上げ機能が、「最初から内蔵された」ものが一般的になっていった段階で、より、ユニバーサルなものへと変化した。単にソフトだけを導入すれば、そのパソコンは、全く雰囲気を変えないままで視覚障害者が家族と一緒に使えるものになるのである。

これは、結果として、文字が読みにくい高齢者、まだ難しい漢字が読めない子供、海外からの留学生などにも、情報を分かりやすくする。

障害者向けという、特殊なパソコンしかイメージできない時代は終わった。ごく一般の製品に、自分の必要な機能だけを傍目にはそれと分からないように追加して、家族みんなで使える、そんなユニバーサルな環境が整いはじめている。

### 3. 放送のユニバーサルデザイン

日本では字幕が付いている番組を探すのが難しいが、米国ではゴールデンタイムに字幕のない番組を探すのは不可能に近い。最初から、CC(クローズ

ドキャプション)を付けて流すのが、ごく一般的になっており、付いているのが当たり前になっている。

米国のホテルでは、一般の部屋でもテレビのリモコンにCCというボタンが付いていることが多く、これを押すと画面に当たり前のように字幕が出る。米国では、13インチ以上のテレビには、字幕のためのデコーダチップを内蔵するのが決まりなのだ。

これはもちろん、最初は聴覚障害者のために作られたものであったが、あらゆる番組とあらゆるテレビに字幕のための機能が付くようになって、状況は劇的に変化した。

まず、使う人間が、聴覚障害者だけではなくなった。学齢期の子供、高齢者、外国からの旅行者、英語を母国語としない人、騒がしいスポーツバーなどで、字幕は当たり前に使われている。メロドラマのクライマックスで、突然の電話に出なくてはならない、でもドラマの筋も追いたい、という切迫した？状況で、米国の主婦はためらわず、CCのボタンを押すそうである。

もちろん、電話で会話しながら、眼はテレビの字幕を追うためだ。

次に、デコーダチップの価格が安くなった。かつては外付けのデコーダは100ドル以上もしたが、内蔵されたチップは数セントである。すべてのテレビに付くことで、コストは激減した。障害者向けの特殊なテレビでしか見えないわけでもない。誰でも情報を共有できるのだ。

もちろん、字幕を追加するためのコストや労力は小さくはない。でも、最初にわずかなコストを掛けるだけで、受け取る側のコストは限りなく少なくなる。これも、ユニバーサルデザインのもたらすメリットである。

できるだけ多くの人に情報を伝えることが使命と信じたメディアの人々と、テレビ局に「字幕をありがとう」という手紙を送りつづけた当事者と、より効果的でコストの掛からない方法を探求しつづけた技術者の、三者が30年掛かってたどりついた成果であると思っている。

### 4. 情報のユニバーサルデザイン

以上、いくつかITのユニバーサルデザインの例を見てきたが、いずれも製品や情報の「上流工程」においていかに当事者のニーズを把握し、配慮を埋



め込むかの努力の結果である。

私の研究テーマであるインターネットのユニバーサルデザインも、ホームページの中の情報を、様々な人のニーズに合うように、どうすれば最初からデザインできるかという問題である。

インターネットの標準であるW3CのWAI (Web Accessibility Initiative)というガイドラインに沿ってWebをデザインすれば、視覚障害をはじめとする様々なニーズの方にも分かりやすいサイトになるのだが、日本ではまだこの存在を知る人さえ少ない。最初からほんの少しの配慮をすることで、多くの人の使いやすさを向上させることが可能なのだが。

今後は、日本の省庁や自治体、主要企業のホームページが、アクセシブルに情報を提供するお手本となることを願うものである。

今後、高齢者が増え、多くの軽度重複障害者が増えてくれば、健康な成人男子を中心に設計し、それ以外は後付けで、というこれまでのバリアフリーの

アプローチではモノづくりが難しくなっていく。

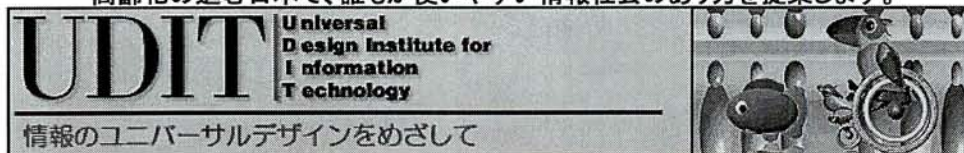
情報を作る場合も同様である。後から小手先でバリアを取ろうとするのではなく、上流工程からできるだけ多様なニーズ、意見を入れてデザインする手法が確立されるべきである。

ISO13407のヒューマンセンタードデザインや、ISO/COPOLCO (消費者政策委員会)に代表されるような技術からではなく、ニーズからモノづくりを行う姿勢へと企業や行政が変わる必要がある。

弊社は、正社員5名、登録社員80数名だが、仕事はすべてネット上という、バーチャルカンパニーである。18歳から75歳まで、在宅の重度障害者や要介護者を抱える主婦などが全国から集まっている。ネットの中で、使いやすさや分かりやすさについて、様々なユーザの声を届けたいと願う人々である。

ユニバーサルデザインのモノづくり、情報づくりに、インターネットの中でユーザの声を集める弊社のような手法が貢献できることは多いと思われる。サイレントマジョリティの意見が、静かに社会を動かす日本であってほしいと願っている。

高齢化の進む日本で、誰もが使いやすい情報社会のあり方を提案します。



Last update: 2000/09/10

<日本語版 / 英語版(UD Report)>



- 9月15日～18日 科学技術館で行われる「エネルギーおもしろ広場」で成果発表をします。アンケートにも答えてネ。
- ユニバーサルデザイン・ネットワーク・ジャパン(UDNJ)がオープンしました。

当社のガイドラインに基づき、アクセシビリティの高いページ作りを行なっています。

ご意見・ご感想は [mail@udit-jp.com](mailto:mail@udit-jp.com) まで。

株式会社ユーディット  
<(C) UDIT 1998,1999>

「株ユーディットホームページ <http://www.udit-jp.com/>」



# ユニバーサルデザインの研究と開発事例

## 1. はじめに

当社が、使いやすさに着目して全社的に取り組んだのは1980年代の後半からである。特に、マイコンが搭載された商品が増え、多機能化と高齢化の進展が背景にあると分析し、生活（者）の視点から商品の在り方を見直す全社活動「人にやさしい商品づくり＝ヒューマン・フレンドリー」へと展開した。

当時の推進関係者でバリアフリーとかユニバーサルデザインという言葉を知っていたものは、私を含め存在しなかったと記憶しているが、以降、商品づくり、使いやすさ研究と基準化、ノウハウ・データ・ツールの収集、研究・開発を継続しつつ、社内有志によるバリアフリープロジェクト、フォーラムなどの活動を通じて、課題提起や事例交流など普及啓発活動にも取り組んできた。その後、約10年が経過して、関係者の協力や努力で、研究によるデータ・基準・標準化も少しずつ蓄積・整備され、商品づくりへ反映されてきているが、今一度、振り返ってみる時期に来ている。

このような取り組みは、良い商品が必ずしも売れる



松下電器産業(株)R&D企画室  
技術法規・CSグループ ユー  
ザビリティ推進チーム リーダー  
松岡政治(まつおか まさはる)

### プロフィール

1969年 松下電器産業株式会社。入社と同時に商品検査所に配属され、製品審査、商品テストに従事。  
1987年 生活研究部門の設立当初から担当。生活者モニター制度の発足・運用、生活研究手法の開発・導入、社内交流活動などを行う。  
1990年 全社フレンドリープロジェクトの推進事務局担当。「人にやさしい商品づくり」活動の定着化に取り組む。  
1994年 社内バリアフリー交流会を有志でスタートして事務局を担当。以降、「松下バリアフリー21プロジェクト」として交流会やフォーラムなどを主催。  
1996年 技術助成センター、技術・品質センター、ものづくり支援センター、R&D企画室で一貫して生活者視点でのモノづくり活動の社内推進を担当し、現在に至る。

商品にならない場合もあり、事業経営活動上、また、商品が進化する中で、息の長い活動として定着させるためにも、新たな局面を迎えているようにも感じられる。ユニバーサルデザインは、そのひとつのキーではないだろうか？

## 2. 商品開発とサポート・推進体制

当社は、事業場責任者のもとに商品開発から販売まで一貫して経営する事業部制をとっている。したがって、本社組織に属する各職能の役割は、主に事業場経営のサポートが中心になるわけで、人にやさしい商品づくりについても同じ考え方で取り組んできた。

特に、重点を置いて取り組んできたのは、

- ①生活者からみての不満・要望・ニーズを正しく把握する
- ②その要因を人の特性からみて正しく分析する
- ③求められる内容とレベルを調査・研究し、間違いのないものかどうか検証する
- ④商品に共通する内容・項目は、社内基準やガイドラインで統一し、標準化する

今までの取組みの抜けや欠けを反省し、当たり前の手続きをきっちり踏まえることで、言わば当たり前のことを、当たり前に行うことに実行していくことと考えた。

## 3. 具体的に取り組んだこと

### 3.1 商品づくり

- ①商品別の不満・要望ニーズを徹底分析する
- ②上位3項目に絞り、人と生活から商品の目標設定値を見直す
- ③目標設定値の実現に向けた商品化計画を立てる
- ④3カ年計画とし、1年ごとに目標を定めての段階的な計画とする

当時の掃除機を例にとると、

- ①不満・要望ニーズは、「本体が重い」「ホースやノズルが重く、掃除で疲れる」「もっとゴミを吸い取って欲しい」が上位3項目。
- ②本体の重さについては、いろいろな重さのサンプルを作り、20才代から60才代の主婦を対象としてモニター検証しながら、本体の重さの「限界領域」「許容範囲」「理想領域」を把握し、設計目標値として設定
- ③ホースやノズルの引回し力や押付け力も同様に



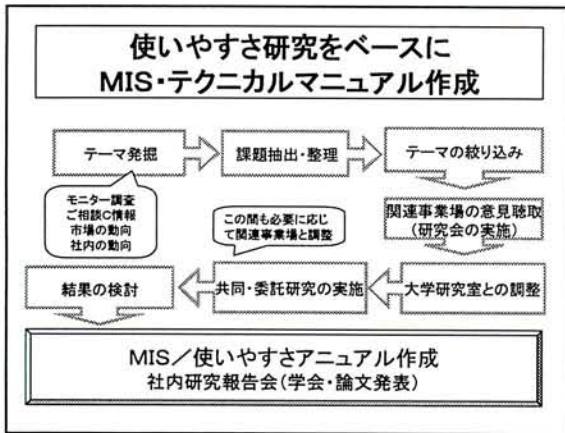


図1 使いやすさ研究とマニュアルづくり

独自の測定方法で計測し、目標値を設定

④商品化計画は、モータや各部分を小型軽量化しながら吸込み力をアップさせるという相矛盾する目標値に対して研究開発や新規技術で具現化そして、小型で軽量のハイパワーモータで、吸込み力が強く大きな車輪で小回りが利き、ノズルやホース操作も軽い掃除機が生まれてきた。このように、それぞれの事業場や商品の特性に応じて、商品づくりに取り組んでいる。

### 3.2 基準づくり

使いやすさに関する基準は、人や使用環境からみて間違いないかどうかを第一に置き、「間違っているものは正す」「現在ないものは新しく作る」ということを基本に作ってきた。そのために、以下のような視点で、取り組んできた。

- ①使いやすさの要素にはどんなものがあるかを人と商品の両面から見直すこと
- ②徹底したユーザレビューをすること
- ③大学や専門機関の協力を得て、共同研究や委託研究をすること
- ④使いやすさや人間に関するデータを収集すること（特に高齢者の衰えなど）
- ⑤使いやすさ社内基準の検討

図1に示すように、使いやすさ研究をベースにした基準・マニュアルづくりを進めてきた。

## 4. 取組み結果

### 4.1 商品づくり

フレンドリー・バリアフリー・ユニバーサルデザインの取組みを通じて、「座・シャワー（図2）」や「エンハンススピーカ（図3）」のように通産省グッ



図2 座・シャワー（手軽に座って体に負担なく誰もが温水入浴・シャワーができる）



図3 エンハンススピーカ（スピーカを向けた方向にテレビの「はっきりした音声」を届ける）

ドデザイン賞を受賞した新規開発商品をはじめ、既存の商品にも見やすく、分かりやすく、使いやすい要素を盛り込んだ商品が増えてきた。

社内調査によると102商品387機種となり、社内基準や使いやすさ要素項目が年々反映されている（2000年9月現在）。

### 4.2 基準・ガイドライン・マニュアル

使いやすさ研究をベースに、高齢者や障害者にも使いやすくするための7つの社内規格や商品に共通の設計マニュアルができた。最近では、加齢化対応設計の基準を発行し運用しつつある。

### 4.3 ノウハウ・ツール・データ

高齢者疑似体験ツールとしての白内障ゴーグルや商品の使いやすさ評価法など、商品企画や設計・デザイン段階での検証に活用できつつある。

## 5. 今後の課題

これからは、IT関連商品やネットワーク関連の使いやすさの重要性が増していく。特に、ユニバーサルデザインをベースにアメリカで法律化された連邦通信法FCC255条（アクセシビリティ対応）への商品化対応やISO13407/ユーザビリティの仕組み体制づくり（特に、企画・設計・デザイン段階）が求められる。

さらに、ユニバーサルデザイン視点での商品づくりに向けて、人間生活工学的な視点と産官学での共同取組み体制が必要となろう。



# 虫めがね 遠めがね 色めがね……………②

前号でご紹介したように、このエッセイ集は身近なコトやモノを、いろいろなめがねをかけて見ることによって「人の生活」を捉え直すヒントを見つけようと、書き始めたものである。

今回はユーザとのかかわり方について3つのエッセイを紹介したい。「3. 今日も元気だ、たばこがウマイ」は、ユーザの本音を聞くことの難しさについて、「4. ネクタイを頭に巻いた酔っ払い」は、ユーザに対する「思い込み」の怖さ、「5. ユーザは一人ではない」は、モノには様々なかたちでかわるユーザがいることをまとめたものである。



岸田 能和 (きしだ よしかず)

マツダ株商品企画ビジネス戦略本部  
先行商品企画室(横浜)主幹

## ●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。主として日米欧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)へ異動。特装車、福祉車両の商品企画・販促担当。
- 1997年 現職場に異動。先行商品の企画を担当。  
所属学会: ファッション環境学会、日本商品学会。

### 3. 今日も元気だ、たばこがウマイ

しばらく前に、地下鉄の駅の片隅にある喫煙コーナーで女子大生らしい人が紫煙をくゆらしている姿を見た。彼女はいわゆるリクルートスーツを着て、プラスチックの書類ケースを持っていたことや、時期からしても会社訪問をしている合間のひとときだろうと容易に想像がついた。おそらく、就職氷河期と言われる状況の中で各社を訪問し、それほど楽しくはない移動の途中での一服だったのだろう。

たばこに火をつけ、目をつむりながらたばこを吸い、しばらくして煙をフーッと吐き出す姿は、たばこを吸わない私から見ても、うらやましく思えるほど実においしそうだった。

こんなとき、私のような見ず知らずのオジサンではダメだろうが、多少でも顔見知りの方が、一緒にたばこを吸いながら「たいへんだね。どう、もう一本?」とたばこを勧めながら話しかけたとしたら、彼女はどうか答えるだろうか?

おそらく、そんなときであれば緊張が解けて「そうなんです、聞いて下さい!あの会社は若い女性向けの商品を作っているのにセンスの悪そうなオジサンばかりでどうしようもないんです。だから、私達から見ればダサい商品しか出せてないんです。でも、そんなことをハッキリ言うと試験には落っこちちゃうし…」と、日頃から考えている「本音」を抑えきれなくなって、堰を切ったように話しはじめるのではないだろうか?

少なくとも、会社訪問では厳しい緊張を強いられながら、その会社の担当者に対してリクルートスーツという鎧を着て、「建て前」を話していた彼女とは全く別の表情や話しぶりになるはずだ。

商品企画やデザインをする場合、アンケートやインタビューなどによってユーザからいろいろな意見を聞くことは多い。しかし、ほとんどの場合、ユーザは「建て前」しか話してくれない。それは、聞く側の都合だけでアンケート用紙が配られ、電話インタビューや訪問インタビューが行われるからである。そのため、ユーザ達はどうしても緊張や警戒をするか、報酬を目当てに聞く側の期待に応じた適当な回答をすることが多くなってしまっているからである。

ユーザの「本音」を聞き出したいのなら、聞く人がいなくても、どうしても話さずにはいられないと知っているようなときや、日頃の何気ない会話などから注意深く探し出すべきだろう。例えば、商品に対する不満が爆発してメーカーにクレームの電話をかけてきたときや、親しい友人に新しく手に入れた商品の自慢話をしているときだ。

開発者にそうしたユーザのキモチに対する感受性がなければ、「本音」を聞き出すことは難しいだろう。





#### 4. ネクタイを頭に巻いた酔っ払い?

何かというと幹事を仰せつかることが多い私が、職場のお花見を企画したことがある。勤務時間中に上司の目を気にしながら、こそこそと案内のチラシを作ったのだが、日時だけの案内では寂しいのでマンガを添えた。それは、口ヒゲを生やしたオヤジが片手に一升瓶、もう一方の手には桜の枝を持ち、頭にはネクタイを巻いてフラフラとしている姿だった。仲間からは、お花見らしいマンガだと大好評だった。

しかし、あとになってよくよく考えてみると、あちこちで飲んでいる私の経験では、現実の世界でネクタイを頭に巻いた酔っ払いには一度もお目にかかったことはない(注: 私が酔っ払っていて憶えてないだけかも知れないが)。にもかかわらず、マンガやテレビドラマでは「酔っ払ったサラリーマン」の典型的な姿として、そんなネクタイを頭に巻いた酔っ払いが登場することは多い。

こうしたことは、外国で日本を紹介するときにもまだに「ゲイシャガール」や「ニンジャ」をステレオタイプとして登場させるのと共通している。ちなみに、このステレオタイプという言葉とは「決まりきった形式、紋切り型、決まり文句、因襲」(旺文社: 英和中辞典) などとあり、見習うべき「典型」ではない。

しかし、私たち自身は、そんなステレオタイプを他人事だと言って笑うことができるだろうか? 例えば、若い女性が使う携帯電話だからといって、いつも甘い色使いで、かわいらしいキャラクターが画面に現れ、小さくて、軽ければよいと思込んではないだろうか? 若い男の子向けのレストランのメニューなら、味は濃くし、量が多めの方がよいと思込んではないだろうか? 高齢者向けのラジオならダイヤルやスイッチを大きくし、複雑な機能は省けばよいと思込んではないだろうか? 今時は減ったが、外国で日本メーカーらしさを訴えるには漆、金箔、西陣織など伝統工芸を使えばよいと思込んではないだろうか?

ユーザや商品に対する典型的なイメージを持つことは必要なことだ。しかし、それらは注意していないと本来は異質なものを十把ひとからげにしたものであったり、どこかで作り上げられた誤解や思込みであることが多い。これは、そういったイメージは分かりやすかったり、オモシロイからだ。

誤ったイメージに惑わされやすいというのが最近の商品開発者のステレオタイプだと言われるようなことだけは、なんとしても避けたいものだ。

#### 5. ユーザは一人ではない

数年前に商用車のマーケティング部門にいた頃、ユーザ調査の話が持ち上がった。開発部門から異動したばかりの私は、商用車のユーザと言えば、クルマを一日中運転しているドライバーのことを思い浮かべた。しかし、商用車に長くかかわってきた先輩から「商用車では意見を聞くべきユーザはドライバーだけではない」と聞かされた。もちろん、仕事でそのクルマを使う「ドライバー」は最初に意見を聞くべき貴重なユーザだ。しかし、企業に勤めるドライバーは車両価格や経済性や実現性については関心が薄くなりがちだ。つまり、極端な場合、乗り心地や作業性が良くなるのなら車両価格が極端に高くなってもよいと考えてしまうのだ。

しかし、企業の経営者となるとそうはいかない。もちろんドライバーの満足度も気にはするが、経済性についてはよりシビアであり、時にはドライバーとは対極の視点を持つことがある。つまり、2人目のユーザは「経営者」である。そして3人目のユーザは「車両管理者」である。

彼らは経営者とドライバーの間に立ち、運転がしやすく、経済的なクルマを購入し、維持管理する役割があり、バランスのとれた現実的な意見を聞く上では貴重だ。ユーザはドライバー一人ではないと言われ、この3人目まではなんとか想像がついたのだが、「もう一人いる」と言われ、頭を抱えた。

そこで、先輩が教えてくれた最後のユーザは「商用車が仕事をする先でのお客様」だった。つまり、いくら運転がしやすく、経済的で、耐久性があっても、黒い煙をもうもうと吐きながら走っていたり、いかついデザインのクルマで閑静な住宅地に荷物を配達すると、それだけで運送会社などにはクレームが来て、そのクルマは拒否されるのだ。したがって、「商用車が走り回る先の人たち」も4人目の重要なユーザなのだ。

もちろん、個人経営の仕事で使われている商用車もドライバー、経営者、車両管理者が一人で三役を兼ねているが、4人のユーザがいることは変わらない。重要なのは同じクルマであっても、立場が違えば全く視点が変わってしまうことだ。

これは、何も商用車に限ったことでなく、乗用車であろうと、家電製品であろうと、同じ構図があるはずだ。例えば洗濯機なら、お金を出す人、洗濯機を操作する人、調子が悪いときなどに様子を見る人、洗濯した衣服を着る人などだ。(ほかにもあるかも知れないが) そんなふうに分けて考えて見ると、同じモノでもずいぶん違って見えてくるし、いろいろなヒントがありそうだ。



## ヤマハ発動機（株） 「すべての人に感動を！」

9月7日、磐田市のヤマハ発動機をお訪ねした。今年は9月になっても暑さが衰えず、残暑どころではなくまだ夏の続きのような暑さの中、次の方々が私たちを迎えてくださった。取締役 技術 SG 担当（兼）研究開発センター長（兼）新事業推進部長 宮尾博保氏、研究開発センター 基盤技術研究室長（兼）企画室長 主任技師 前田哲司氏、同センター 基盤技術研究室ヒューマノニクス研究グループリーダー 杉崎昌盛氏、新事業推進部 車椅子事業室 技師 福井巧氏の各氏である。

【センター】 まず、貴社の製品構成をお聞かせください。

【前田氏】 当社は、1955年二輪車メーカーとして創立以来、積極的に事業を展開してきていますが、現在ではモーターサイクルを中心とした二輪車部門が約50%、ボート・船外機などマリネ部門が約20%、バギー・雪上車・ゴルフカーなどの特機部門が約15%、自動車用エンジン・産業用ロボット・電動ハイブリッド自転車（PAS）・電動車いすなどその他の製品が約10%といったところです。

【センター】 貴社では基盤研究室の中のヒューマノニクス研究グループが、人間生活工学関係を担当しておられるとのことですが、このようなグループを作られた経緯をお聞かせ下さい。

【杉崎氏】 グループの発足は1991年7月です。当社では、人間と機械は1対1でかわるものとの考えから、一方で車輛やエンジンが進歩すれば、他方で使う人間の特性を考慮し感性を大事にしなければならない、というように両者の関係については、重要な課題として常に意識してきました。

1991年に、21世紀に向けて当社はどこへ進むべき



取締役技術 SG 担当 宮尾博保氏

かをビジョンとして掲げた「感動創造企業」という理念に基づき、すでに持っていたエンジン中心の機械技術、それを制御するための電子技術、さらに人間の持っている特性、感性や乗り心地などの人間に関する技術を確認し、「機械（メカニクス）+電子（エレクトロニクス）+人（ヒューマノニクス）」＝「トリニクス」として、人にやさしく、高付加価値な複合技術を目指して、ヒューマノニクス研究グループが発足しました。現在スタッフは8名です。

【センター】 すると人間生活工学研究センター設立が同じ年の1月ですから、ほとんど一緒にスタートしたのですね。

それで思い出したのですが、私どもの人体計測データベースの計測が終わった1995年頃、皆さんに使っていただくため、データ提供についての説明に各社を回ったのですが、貴社からは「このデータは安い」と言われました。当時は珍しい反応ですので、事情をお聞きしたところ、以前に自社単独でデータ収集をしたが大変コストが掛かった、と伺いました。大変早い時期から「人間」に取り組んでこられたように思いますが、貴社の人間中心設計に関する考え方についてお聞かせください。

【前田氏】 当社の製品はレジャー・遊びの場面で使われるパーソナルユースのものが多いため、人と機械が1対1の乗り物として、機械に人間の特性、感性・感覚を知らず知らずのうちに取り入れてきていたといつてよいでしょう。

このような人と機械との関係づけをもっときちんと技術開発に組み入れていきたいと思っています。従来の開発は、性能・機能優先でしたが、現在は、安全を確保した上で、乗り味や魅力を引き出すための技術（魅力技術）開発を行っています。日常の設計だけでなく、技術開発でもヒューマノニクスの提



案が重視されるようになっていきます。

**【センター】** 二輪車と人の関係で重要課題は何ですか。

**【杉崎氏】** 結局は、乗る人、使う人の感覚・感性をつきつめることが重要になります。どうしても開発者中心のモノづくりをしがちですが、作り手の感覚・感性だけではなく、使う側のことも知ることが必要になってきます。このような課題は、なかなか奥深くて難しいものです。手法もケースバイケースで使い分けているので、まだ方法論としては定まっていないのが正直なところですよ。

ケースバイケースで、そのときに最善と考える手法を駆使しているとしか言いようがありません。

**【センター】** 貴社の「人間中心設計」に関する方針についてお聞かせ下さい。

**【宮尾氏】** すでに話が出たと思いますが、基本は、人と機械のコミュニケーションの追求です。従来の開発はメカ中心で、使う人がこれに合わせてきましたが、今後は、人の思いをメカが察してくれる方向に変わっていくべきです。ですから、人間生活工学は、将来の当社の重要基盤と考えています。

当社の技術的方向づけを明確にするために打ち出した「トリニクス」ですが、高いゴールに向かって道半ばというところでしょう。まだ全方位というわけにはいきませんが、ある事業領域についてはいいところまでできていると思っています。具体的にヒューマノニクスが商品として具現化しているものとして、PAS、車いす、無人ヘリコプター、快適シートなどを挙げることができます。

**【センター】** この技術は手間・コストが掛かり、なかなかその壁を乗り越えられないような企業もありますが、貴社ではどうでしょうか。人間中心設計への理解は得られていますか。

**【宮尾氏】** 職種により違いますが、商品そのものが人間抜きでは考えられないので、開発・技術・企画部門では理解度が深いです。最初の取っ掛かりが、使いやすい、売りやすい、PRしやすいものを目指すことでしたので、よく浸透していると思います。

**【センター】** ところで車いす用電動補助ユニットのJWシリーズが好評と伺いましたが、これについてお聞かせ下さい。

**【福井氏】** 感動創造企業として、「障害者の方にも



電動ハイブリッド介助用車いす「タウニィパス」

感動を」、という発想から始まりました。JW-IIは、自転車のPASのパワーアシスト機能の応用で、使用者の押す力を判断し、それに合わせてパワーアシストするようにしています。失った機能を補うと同時に、機能が衰えないよう保持できるようになっています。開発スタートから発売まで5、6年掛かりましたが、「今まで行けなかったところに行けるようになった」「出かけるのに気後れしなくなった」と好評です。

**【センター】** 「人にやさしい」ことが過ぎると、高齢者などではむしろ機能を衰えさせてしまう、と言われますが。

**【福井氏】** そこで、開発時にはターゲットユーザーの機能・症状を計測・分析し、3タイプの仕様になりました。使う方が自分の身体や能力を生かして活動できるので、精神的効果も大きいようです。国内では数百台の販売実績ですが、昨年からは北欧を中心とした欧州に輸出を始め、海外では2、3千台の実績です。既存の車いすにアシスト機能を後で付加できるので、海外への展開が容易です。今後は全世界に展開したいと思っています。

**【センター】** 2001年3月に新商品の電動ハイブリッド介助用車いす「タウニィパス」が発売予定ですが、人間生活工学的に工夫されているところはどこですか。

**【福井氏】** ハンドルの形状を片手でも押しやすいようにループハンドルにしたこと、後ろから押す人の体の大きさに合わせてハンドルの高さを調節できるようにしたことです。



他にも、このように表に現れない工夫もあります。例えば、車いすに乗った人が車輪をこぐ力に対して、どのようにパワーアシストをすると、スムーズで、不快や恐怖感を与えない走行をすることができるか、をあらかじめ計測・分析してあり、これがノウハウになってコンピュータとして組み込まれています。これがヒューマノニクスとエレクトロニクスの複合です。これからも、さりげなく人が介護する暖かさを残しながら、介護が楽になるものを作っていきたいと思います。

**【センター】** 維持費はどのくらい掛かりますか。

**【福井氏】** 1回の充電に10円掛かりません。小型バッテリー1回の充電で8km、大型バッテリーで16km走行可能です。

**【センター】** 話が変わりますが、人間生活工学の人材育成についてお考えをお聞かせ下さい。

**【宮尾氏】** ヒューマノニクスの研究に向きそうな人、好奇心のある人、現象を物理的に考察することのできる人を採用し、月並みですが、OJTで育てていくしかない。仕事の性質から自主性・自立性を重んじ、チャンスと場を与えるようにしています。

**【杉崎氏】** 最終的には人間に興味のある人が向いていると思います。

**【センター】** これからの「感動創造」の方向についてどのように考えておられますか。

**【前田氏】** 人がどう感じるか、という人間からの視点を付加価値として重視していきたい。例えば、オートバイのシートでは、1日走っていてもおしりが痛くならないものを開発しました。これは基本です。次にハンドルのスイッチの配置などの設計、これはユーザビリティですね。さらには、ドライブのフィーリング、デザインの好みなど、より客観的に解明したいと思います。

**【センター】** ユーザビリティについても、関心を持っておられるようですが。

**【杉崎氏】** 先ほどの話のようにJW-II、IIIは、中身はコンピュータだらけで、人と機械のマッチングをコンピュータにさせています。こうしたマッチングがうまくいかないと「使っていて怖い」「動作が鈍い」などのクレームとして返ってきます。ISO13407のインタラクティブ製品のみならず、もっと広い範囲でユーザビリティを考えています。

**【センター】** 私どももISO13407の人間中心設計に関しては、あの考え方を取り入れながら幅広く柔軟にとらえて運用してよいのではないかと考えています。これに関して、貴社ではマニュアル、ガイドラインなどは整備されていますか。

**【前田氏】** 研究開発段階の技術も多いのですが、今後標準化、体系化していかなければならないと考えています。

**【センター】** そのほかトピックスなどお聞かせ願えば幸いです。

**【福井氏】** 1998年、長野パラリンピック「チェアスキー」で、日本は金メダルを2個取りました。ウィンタースポーツの勝負は、道具の優劣によることも大きく、雪面からの衝撃吸収など、オフロードバイクの要素が活用できることから、当社が開発に参画しました。長野で成果が出たので、現在も2002年ソルトレイク・パラリンピックに向けて開発中です。

**【センター】** 最後に、今後の抱負をお聞かせ下さい。

**【前田氏】** 人が「こうあって欲しい」と思うことを、機械が巧みにくみ取り反応し、それが人の心に跳ね返り「快適」とか「安心」とか「おもしろさ」をもたらす。このことを人が機械を意識しない中で、なされている。そんなモノづくりができれば素晴らしいと思います。当社の電動ハイブリッド自転車(PAS)・車いすなどは、そんな狙いの中で開発されているものと言えます。さらに未来に向け、人と機械のより進化した関係のなかで実現されていくモノ、そしてそれが使っていただく人の心に感動を生んでいく。そのため、われわれ研究開発者は、もっと「人」について深く知ることが必要だと考えています。

**【センター】** どうもありがとうございました。

#### ヤマハ発動機株式会社

〒438-8501 静岡県磐田市新貝2500

企業概要

創立1955年

資本金231億9,700万円(1999年3月末現在)

従業員10,588人(1999年3月末現在)

事業内容

二輪車事業、マリンスポーツ事業、特機事業、自動車エンジン事業、産業用ロボット事業、スカイ事業、バス事業など



# 「生活者と商品開発」

兵庫県立生活科学研究所の参与で、ジャーナリストとしてもご活躍の宮本豊子氏に、生活者の視点からご寄稿いただきました。



兵庫県立生活科学研究所 参与  
宮本豊子(みやもと とよこ)

## ●プロフィール

1937年 神戸市生まれ

1960年 ベターホームプロダクツ(株) 勤務  
(現武田薬品工業(株) 食品事業部)

1965年 兵庫県立生活科学センター 勤務

1996年 兵庫県立生活科学研究所 所長

1998年 同 参与 現在に至る

現在、通商産業省工業技術院日本工業技術標準調査会委員、(財)ひょうご環境創造協会環境アドバイザー、国立神戸大学経営学部講師、兵庫県立姫路工業大学環境人間学部講師、「欠陥商品」「女性からの商品学」「人にやさしい生活小物」その他著書、論文、エッセイ多数

過日、九州で列車に乗った。特急のグリーン車であったが乗って驚いた。車内は色とりどり、座席のデザインも賑々賑々しく、じゅうたんも、何色もの原色をあしらった鮮やかな配色。まるでおとぎの国のような感じが、大人の私には不似合いであった。そのとき、ふと思い出したのがフランスで乗り合わせた列車のこと。じゅうたん、カーテン、座席の色の素敵だったこと。落ち着いた調和のとれた色合いはさすがファッションの国、フランスだなと当時、思ったものだ。

便所にも趣向がこらされていた。一見したところでは、扉の位置も分かりにくかった。子供にコンセプトを合わせているのか、いろんな場面で戸惑い、気分が休まらなかったのは事実。高齢の人なら一層使いづらいだろうなと、勝手な想像をした。

一方、神戸から西に向かう新幹線には、ある時間帯グリーン車がないのが多い。ところが、普通車であってもグリーン車を思わせるほど、座席間隔も広く、席数も少なく、さらにコップ置き場までよく配慮された設計になっており、私の満足度も高かった。

ところで、最近、列車内で最も変わったと言っているのが水道の蛇口。覚えておられる方も多いだろう。私たちの若いころは、列車で便所に立つのが億劫だった。というのも洗面所の水道蛇口の使いづらさを思うと行きたくなくなってしまう。片手で丸い蛇口の金具を上から力強く押しながら、もう片方の手を洗う。片手ずつ洗うのである。きれいに洗えた気分になれず、むしろ不快感が残る。洗えないよりましといった感じ。当時はそれでも仕方がなかったのだろう。

それが今は多くが自動栓。手を蛇口に差し出せばセン

サーが感知して湯や水が自動的に出る仕組み。蛇口の横には温度調節器具も用意されている。技術の進歩で気持ちのいい手洗いができるようになったのはありがたい。百貨店、病院など人の多勢集まる建物の便所も、この自動栓が望ましい。身体の不自由な人にも使いやすいのではないだろうか。

便所と言えば、神戸の観光地には、使用した便器周辺をすぐに水洗いしてくれる公衆便所があり、観光地の名所にもなっている。これとは逆に、便所そのものではないが、便所内の鏡で今日もって使いづらいものもある。ある大学の女性トイレの鏡の位置が腰のあたりの高さ。水道の蛇口の位置も低い。鏡を見ようとしたらしゃがまなくてはならない。国立で予算がとれないのか、今どきの学生も我慢して使っているのが現状だ。

しつこく便所にこだわってきたが、マンションの窓のない密室風呂の不満度も相変わらず高い。これもなかなか解消されない。しかし、日本人は実に器用で、今になれば、換気、乾燥、暖房、涼風の機能の備わった三冠王とも四冠王とも言われる製品を世に送っている。

住宅も含め商品がらみのリクエストは数々あるが、厄介なのは、これにさらに人間心理面的なことが加わってくるのだ。商品の「使いやすさ」を追求していけば、「使い慣れ」というのが、その延長線上にあることが分かってくる。さらに進めば、これが人間の体にしみ入るように「習慣化」してしまう。例えば、以前にも触れたかもしれないが、高齢者に照明のON、OFFに壁スイッチを勧めても、使い慣れているからと器具にぶらさがっている紐スイッチに向かう。

この人間のありとあらゆる気質、性質、心理などを、商品企画・設計に当たる人は、消費者という人間に商品という形であてがうずっと前に、これらを予測し、想定して商品に組み入れなければならないのだ。一方、この大仕事を仮に成し遂げて、消費者は必ずしも満足するとは限らない。時には的はずれだったり、全く想定と現実が違っていたり、商品づくりは至難のわざであることはいまさら言うまでもないこと。しかも、企画・設計者は、常によりよい商品、より使いやすい商品づくりに努めなければならない使命、責務がある。

さて、目下の日本社会は口を開けば「IT革命」。そのような中、ある民間企業の研究所所長がラジオで、「IT革命における“エンジニアリング”とは、アメリカではソフト分野の開発を意味する。いかにソフトを発展させ企業や社会の繁栄をもたらすかに力点が置かれている。それではじめてエンジニアリングも意義のあるものとなる。日本はそう考えている人が少なく、むしろハードな技術と思い違いをしているのではないかと、ちょっぴり苦言を呈しておられるようだった。

21世紀を眼前に、商品の使いやすさも、使いこなしも生活の場面でのエンジニアリング。これによって生活に幅も深みも増し、ゆとりや豊かさが自ずと生まれてくる。結果、社会の繁栄、発展にもつながっていくものと信じている。



# 人体計測データベースについて

(社)人間生活工学研究センター  
研究開発部 津熊 貴子

## 生活に関するあれこれ

もし今、あなたがオフィスの席でこれを読んでいるとします。現在使っている机といすはあなたにとって使いやすいものですか？ それはあなたの体型

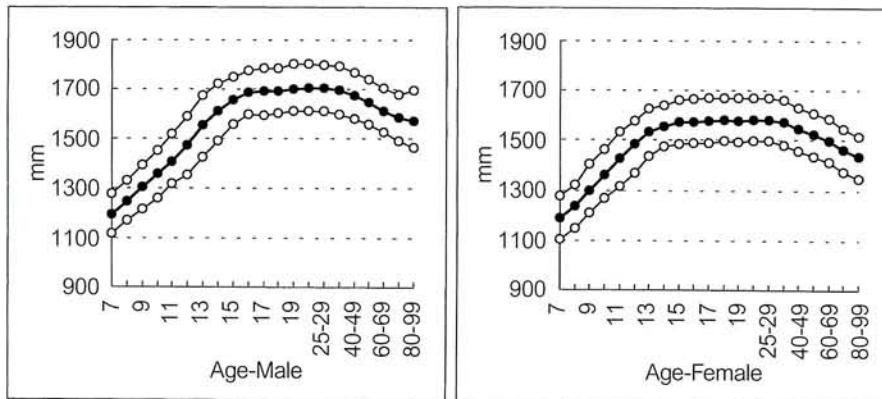
に合っているのでしょうか？ もし何の問題もなくピッタリだったらそれはとてもラッキーなことです。でもそうでなかったら…？

私たち人間の体型は個人によっていろいろです。例えば身長や座面高だけでもこんなに違うのです。次のグラフを見て下さい。

身長の平均値とパーセンタイル値

男性

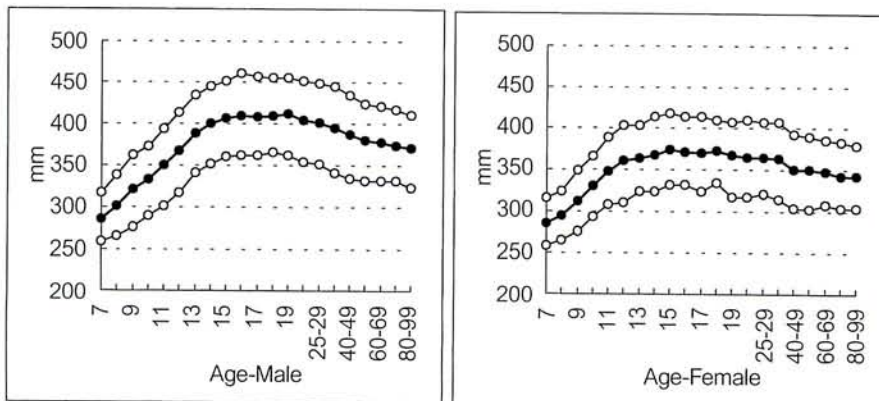
女性



座面高の平均値とパーセンタイル値

男性

女性



備考 図中の黒丸太線は、平均値を示す。平均値の上下の白丸細線は、5%と95%のパーセンタイル値を示す。全体の90%の人がこの2つの白丸細線の範囲内に含まれる。

出所 人間生活工学研究センター「人体計測データベース」



例えば、皆同じ机といすを使っているとすると、それは人が製品に合わせていることであり、非常に無理を強いられていることとなります。さらに、役職が上がるにつれて大きな机といすが与えられがちですが、これは製品の人間への適合性に反したことだと思いませんか？

## 人体計測データベース

私たちが朝起きてから夜眠るまで、生活をしていく上での身の回りのものは、ある基準に基づいてできています。

テーブル、いす、ベッドなどの家具や電化製品、キッチン、トイレ、洗面所、そして部屋を仕切る襖や扉、廊下、階段、玄関などの住居そのもの、食器や歯ブラシ、掃除用具の生活雑貨など小物をはじめとし、また外出すると駅や百貨店、病院などの公共施設の中で、人ともとの様々なかかわりが出てきます。

特にこれからは高齢化が進む中で、バリアフリーやユニバーサルデザインがますます盛んになり、いずれそれが当たり前になるでしょう。

人間生活工学研究センター（HQL）では、1992年から1994年にかけて全国の男女約3万4,000人を対象に人体計測を実施し、一人につき178項目の数値データと3次元人体形状に関する人体計測データベースを構築しました。

このような大がかりな計測をしたのは、若者を中心として日本人のサイズと体型が大きく変わっているとの予測があったからで、そうであればモノづくりの基本が変わってしまうからです。

ここでは、建築などの基本的資料である建築設計資料集成と新たに計測したHQLのデータを比較してみましょう。

### 建築資料集成とHQLデータの比較

#### 身長

[単位：mm]

		60代			70代		
		建築	HQL	差	建築	HQL	差
男性	+2σ	1701	1728	27	1701	1700	-1
	平均値	1553	1612	59	1543	1586	43
	-2σ	1405	1496	91	1385	1472	87
女性	+2σ	1544	1605	61	1511	1570	59
	平均値	1438	1497	59	1401	1460	59
	-2σ	1332	1389	57	1291	1350	59

### 座高

[単位：mm]

		60代			70代		
		建築	HQL	差	建築	HQL	差
男性	+2σ	907	942	35	914	926	12
	平均値	827	870	43	820	852	32
	-2σ	747	798	51	726	778	52
女性	+2σ	845	875	30	818	858	40
	平均値	777	810	33	744	785	41
	-2σ	709	746	37	670	712	42

備考 σ：標準偏差

この表は身長と座高に関して比較したのですが、±2σの値の間に全体の約95%の人がカバーされます。ご覧のように、両者には10cm近くの差があるものもあり、基準となる数値にズレがあるため、出来上がった製品は使いやすいとはいいがたいものになるおそれがあります。

次に、肩幅と肘までの高さ、そして指尖高（自然立位のときの指先までの床からの高さ）に関する平均値の比較を行ってみました。

### 建築資料集成とHQLデータの平均値の比較

[単位：mm]

		60代			70代		
		建築	HQL	差	建築	HQL	差
肩幅	男性	409	427	18	386	417	31
	女性	375	402	27	356	390	34
肘までの高さ	男性	936	1012	76	928	993	65
	女性	855	933	78	833	905	72
指尖高	男性	580	621	41	567	606	39
	女性	537	571	34	519	549	30

ここでも大きな差が見られますが、例えば手すりの高さを設定するときは、現在では床から800mm程度の高さに、そして2段手すりの場合は床から650mmと850mmに設定されることが多いようですが、これらの表を見てみると、高さをもう少し高めに見直すだけでより多くの人が使いやすくなることでしょう。

## 9号サイズって何？

「私の服のサイズは9号なの」「私は7号よ」なんてことを話題にしたり、耳にしたりということはありませんか？ 9号神話とも言われているようですが、この9号の中身は一体何なのでしょう？

JIS L 4005で制定されている成人女子用衣料のサイズでは、衣料に対する数種類の表示とそのサイズ内容が決められています。その中の体型区分表示と呼ばれている表示方法で、女性の9号とはほとんどの場合9ARのことであり、9号はバスト83cm±1.5cm、Aはヒップ91cm±1cm、そしてRは身

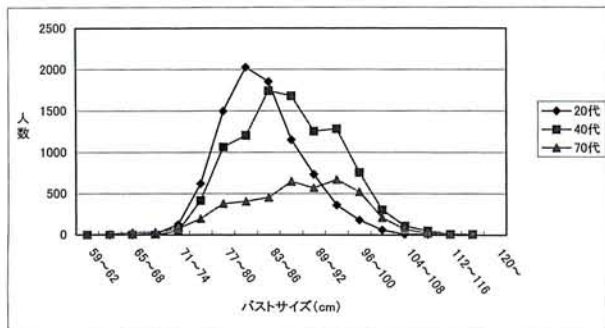


長158cm±4cmを示しています。このような規格はHQLのデータベースを活用して改訂されたものです。

しかし、サイズは個人によってかなりのバラツキがあり、特にバストやウエストなどの周囲長は高齢になるに従って、そのバラツキが大きくなっています。

また、同じ年代同士でも過去のデータと比べると、現在の方がバラツキがより大きくなっていることが分かります。

年代別バストサイズの頻度分布



過去の計測値との比較 (女性)

		平均値 (標準偏差) [単位: cm]			
		身長	バスト	ウエスト	ヒップ
20~29歳	1978-81	155.7(4.9)	81.4(5.4)	62.7(4.8)	87.8(4.6)
	1992-94	158.2(5.3)	82.1(5.6)	63.8(5.1)	90.3(4.9)
40~49歳	1978-81	152.2(4.8)	85.7(6.4)	68.7(6.6)	90.6(5.1)
	1992-94	154.5(5.3)	86.0(7.1)	70.5(7.3)	92.9(5.7)

備考 標準偏差値が大きくなると、バラツキが大きくなることを表す。

ところで、メーカーやブランドによっては同じサイズ表示でも、こちらはダメでもこちらはO.K.なんて経験はありませんか? 表示されている衣料サイズは、あくまでも身体寸法であって、その服自体の大きさではありません。

ここに表示されている身体寸法を持つ人が着ることのできる服であるという意味で、服自体のサイズには企業のサイズに関する考え方が加味されているのです。

## 男性の服は?

次に男性の場合はどうでしょう。新しいJISの、チェスト上部胸囲とウエストの差のドロップによる表示方法であるA体型やY体型などの体型区分と呼ばれる表示方法では、新たにドロップが20cmのJ体型と18cmのJY体型、そして6cmのBB体型が追加されました。

体型	ドロップ	備考
J 体型	20cm	新規追加
JY 体型	18cm	新規追加
Y 体型	16cm	
YA 体型	14cm	
A 体型	12cm	
AB 体型	10cm	
B 体型	8 cm	
BB 体型	6 cm	新規追加
BE 体型	4 cm	
E 体型	0 cm	

J体型やJY体型は20代を中心とした若年層への配慮であり、いわゆる逆三角形型の体型が増えたことにあります。またBB体型は、40代から50代を中心とした年代への配慮であり、この年代では過去のデータと比較するとお腹が出てきている傾向にあります。

しかし実は、ウエストサイズが大きくなってきているのは40代から50代だけではありません。過去とのデータの比較によると、20代でもウエストの平均値は大きくなってきていることが分かります。

また、女性で過去のデータと比べると、現在の方がバラツキがより大きくなっていることが分かります。

過去の計測値との比較 (男性)

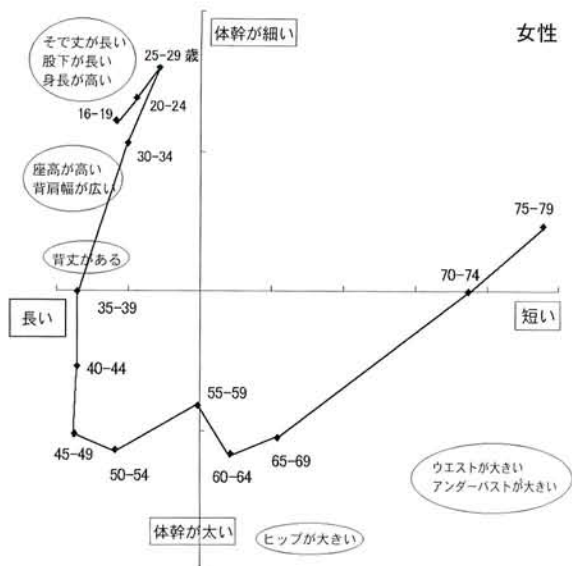
		平均値 (標準偏差) [単位: cm]			
		身長	チェスト	ウエスト	ヒップ
20~29歳	1978-81	168.4(5.2)	90.2(4.7)	74.5(6.0)	89.5(4.6)
	1992-94	170.6(5.8)	93.0(6.0)	75.7(7.4)	94.7(5.5)
40~49歳	1978-81	164.2(5.4)	91.8(4.9)	80.1(7.0)	90.8(4.7)
	1992-94	167.3(5.6)	94.3(5.3)	82.0(7.4)	95.0(5.1)

## 今の体型?これからの体型??

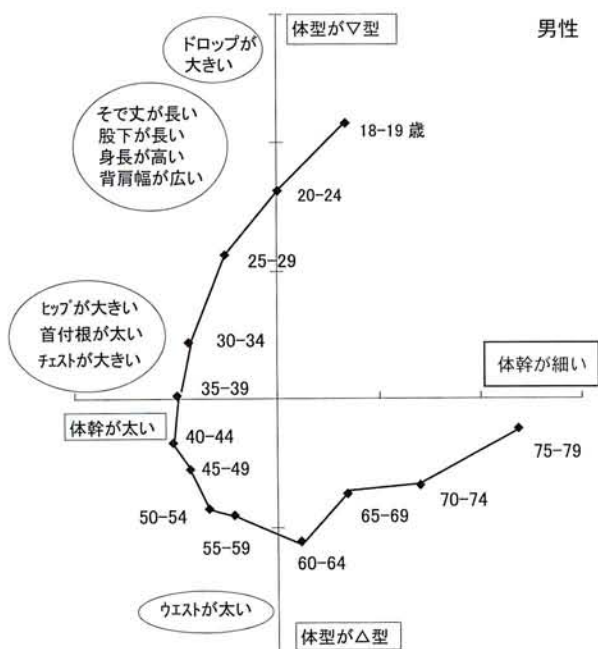
年齢に伴う体型の変化って、なんとなく分かってはいるものの具体的にはどのようになっているのでしょうか? そこで性別ごとに因子分析を行ってみました。

最初に女性を見てみましょう。女性の場合は、身長や股下高、そで丈などの長さに関する要素、そして体幹などの太さ細さ、との大きな2つの要素が浮かび上がってきました。10代から20代後半にかけての頃までは全体に細くなり、そして年齢とともに太くなり、高齢者になると細く小さくなる傾向にあります。





一方男性の場合では、体幹などの太さや細さの要素、そして△型と▽型などの体型との2つ要素が現れました。



男女を比較してみますと、男性はゆるやかに体型の変化が現れるのに対し、女性は年齢によって極端なターニングポイントがあることが分かります。図中の丸の中の言葉はそのエリアの体型特徴を表現し

たものですが、男女ともに年代によって体型の特徴が大きく変化するため、その人にあった使いやすい製品も当然違ってくるわけです。

## 人にやさしい製品設計を…

人を中心にしたモノづくりを考えると、まず人に関する情報（人間特性）を知ることが重要です。それらには様々な段階があります。そしてこれらすべての基礎となるのが、人体の寸法や形状などの人体計測データベースなのです。

ユニバーサルデザインに関し、興味深いデータがあります。日本人で一番背の高いのは10～20歳代の男性で、設計上使うデータとしては大体185cmです。一方、一番背の低い世代は60～70歳代の女性で、同じく大体140cmです。このような40cm以上の身長差という客観的データをどのようにデザインに盛り込むかが重要です。

このように、様々な身体寸法を持つ人たちを平均値などで取り扱う伝統的な方法では、良い設計はできません。

そこでわれわれが提案するのは、製品設計を行うときには性別・年齢やライフスタイルなどによってユーザのターゲットを絞り込み、そしてその対象者の人間特性をよく知ることが重要なのです。その一助として、当センターのデータベースを有効に活用頂ければと節に願っています。

### ● 参考文献

- 1) 日本人の体格調査報告書、財団法人日本規格協会、1984
- 2) 建築設計資料集成、社団法人日本建築学会、1996
- 3) 成人男子の人体計測データ、社団法人人間生活工学研究センター、1996
- 4) 成人女子の人体計測データ、社団法人人間生活工学研究センター、1997
- 5) 日本人の人体計測データ、社団法人人間生活工学研究センター、1997



# 身体的負担の小さいクリーナの開発

Development of a vacuum cleaner with small physical strain

藤江 京子<sup>\*1</sup>、大須賀 美恵子<sup>\*2</sup>、丸山 敏行<sup>\*3</sup>、山崎 正博<sup>\*1</sup>、  
増田 正<sup>\*4</sup>、木塚 朝博<sup>\*4</sup>

Kyoko FUJIE, Mieko OHSUGA, Toshiyuki MARUYAMA,  
Masahiro YAMAZAKI, Tadashi MASUDA, Tomohiro KIZUKA

掃除作業の身体的負担の小さいクリーナ（電気掃除機）を開発した。従来のクリーナは、両手で操作されることが多かったが、片手で操れるものを目指した。開発の初期段階ではモニター実験、完成品に近い試作の段階ではモニター実験や生理量評価実験を実施した。後者のモニター実験では、多くの被験者が片手操作に移行するなど、動作や姿勢に変化が認められ、主観評価でも高く評価された。生理量評価では、複数の床と姿勢の条件で、筋電位（上腕二頭筋、三角筋前・後部、僧帽筋中・上部、脊柱起立筋左・右の7部位）と心拍を測定した。筋電位では、多くの条件で試作機使用時の筋電位の方が小さい傾向が見られ、このうち、有意水準1%でクリーナ間の差が見られたのは、片手で掃除をした場合の滑らかな床条件（上腕二頭筋、僧帽筋上）と7mmカット絨毯条件（僧帽筋上、脊柱起立筋右）であった。心拍では、有意な差が見られなかった。

A new type of vacuum cleaner with smaller physical strain was developed. The main targets were to realize an easy one-handed operation and to prevent the forward-bent postures. Usability testing was conducted, at the early stage of the development. At the last stage, the semi-final prototype was assessed compared to a current model. Most of the subjects showed changes in postures and transitions from both-handed to one-handed without any instructions during the operation of the prototype. The subjective preferences of the prototype were also reported. At this stage, an additional experiment with physiological assessment was also carried out. Ten healthy female subjects were participated and three conditions of floor were introduced. Electromyograms (EMGs) and heart rate (HR) were measured. The tested muscles were biceps brachii muscle, deltoid muscle (anterior, posterior), trapezius muscle (middle, upper), erector spinae muscles (left, right). In most conditions, the mean EMG amplitude caused was smaller during using the prototype than the current model. Significant differences were observed in several conditions. EMG results confirmed that the physical strain was reduced in the developed cleaner. HR showed no significant result.

## 1. はじめに

クリーナ（電気掃除機）のユーザ調査では、ゴミをよく吸うという基本性能に次ぎ、ブラシやパイプが動かしにくい、持ち運びが重いなどの、掃除作業における身体的負担の低減に関する改善要求が高い。身体的負担低減のニーズは特に高齢者に強く現れている<sup>1),2)</sup>。このことから、身体的負担の小さいクリーナの開発を目指した。掃除作業の大部分を占める

のは、クリーナのヘッドを動かし、ゴミを吸い取る作業であり、今回の開発では、特にこの作業に注目した。

まず、従来機の使用状況の観察・分析から、身体的負担の低減に関する改善目標を抽出し、これを実現する方式を検討した。次に、部分的な試作と従来機を組み合わせた試作機を用いてモニター実験を行い、ユーザの動作の観察と主観評価により、仕様の改善を試みた。最後に、完成品に近い試作機を用いたモニター実験と、生理量評価実験による評価を実施した。

身体的負担の生理量評価では、総体的な負担（仕

<sup>\*1</sup> 三菱電機㈱ 住環境研究開発センター

<sup>\*2</sup> 三菱電機㈱ 先端技術総合研究所

<sup>\*3</sup> 三菱電機ホーム機器㈱ 電化事業部

<sup>\*4</sup> 生命工学工業技術研究所 人間環境システム部





(a)多くのユーザの姿勢



(b)設計者が意図していた姿勢

図1 クリーナの基本動作

事量)の評価には、酸素消費量、酸素需要量、エネルギー効率などが用いられる。計測が簡便な簡易指標としては、心拍や呼吸数が挙げられるが、精神的負担による変化もあり注意が必要である。一方、動作や姿勢保持による身体各部位の筋負担の評価については、筋電位が用いられ、ビデオカメラの保持の筋負担評価<sup>3)</sup>、調理動作における鍋運搬の負担<sup>4)</sup>、キー入力作業における腕の保持と肘掛けの効果の評価<sup>5)</sup>など、多方面で実用的な報告がなされている。また、関節角度計を用いた姿勢計測や、モーションキャプチャによる動作解析などの方法も考えられる。

本稿では、掃除動作の大部分を占めるクリーナのヘッドを動かし、ゴミを吸い取る作業を対象とし、総合的な身体的負担の評価に心拍を、動作に伴う腕や肩の筋負担、および姿勢保持のための筋負担を筋電位を用いて評価する。

## 2. 試作機の開発段階における評価

### 2.1 現状分析と改善課題

開発に先立ち、現状の問題点を把握するため、クリーナの使用状況を観察、分析した。実施方法は、実験室内に作り込んだ模擬家庭環境内を掃除してもらい、様子を観察するというモニター実験で、被験者は男性2名(71歳、75歳)、女性3名(71~74歳)を用いた。被験者が掃除をしている様子はビデオ撮影した。

その結果、多くのユーザが掃除中にとる姿勢は、図1(a)に示したような、利き手でグリップ部分を握り、もう一方の手でパイプの途中を保持するという、両手を用いた前かがみ姿勢であることが分か

った。一方、設計者は、利き手でグリップを握り片手操作で掃除を行うという直立に近い姿勢(図1(b))を意図していた。

多くのユーザが、設計者が意図する姿勢をとらない理由としては、ヘッドやパイプの操縦に力が必要のため片手で操れない、片手で保持するにはパイプやホースが重くて手首が疲れる、両手操作が習慣化している、の3点が多かった。ヘッドは畳やフローリングでは比較的楽に動くものの、絨毯の掃除ではかなりの力が必要であり、走行の制御もしにくいことが見受けられた。そのため、両手を使った掃除作業となり、両手を通じてパイプに体重を掛けて動かしたり、パイプの途中をつかんだ手でヘッドの舵取りを補助していると考えられた。いずれにせよ、両手操作は前かがみが強くなるため、どの被験者も腰に疲れを感じていた。また、膝に障害があり柔軟に屈伸のできない人では、極端に腰に負担が掛かっているようであった。そこで、クリーナヘッドやパイプを動かすときに必要な力の軽減、パイプやホースを手元で保持するための力の軽減の2点を具体的な課題とし、片手で楽に操れ、自然な歩くような姿勢で掃除ができるクリーナを目指すことにした。

### 2.2 課題の実現方法

2.1で示した課題のうち「クリーナヘッドやパイプを動かすときに必要な力の軽減」の実現には、クリーナヘッドの走行性の向上(軽さ、滑らかさ)が必要である。クリーナでは、吸引度(真空度)が所定値以上になると、床への吸付きが強くなりすぎ、使い勝手が悪化する一方で、ゴミの吸込み能力はそれ以上向上しない。そこで、従来以上にゴミを吸い



取るが、床面には吸い付きすぎず、滑らかな操作感を実現するようクリーナヘッドの構造と制御方法を検討した。

ここで、その特徴を簡単に説明する。新しいヘッドでは、吸込み口の機構や、吸込み口から吸気パイプまでの内部風路（風の通り道）を改善し、従来の1/2の風量で、従来より高い吸塵力を実現した。このため、ゴミを従来以上に吸い取るにもかかわらず、床面に吸い付きすぎず、滑らかな操作感が実現できる。またヘッド自体の小型軽量化も図った。

制御方法については、ゴミを最もよく吸い、床への吸い付きすぎによる使い勝手低下を起こさない適切な吸引度（真空度）が常に得られる方法を考えた。吸引度（真空度）は床の種類や状況により常に変化するため、従来の技術では、十分な吸込み性能と、床へ吸い付きすぎを起こさせないことを両立させる制御は困難であった。そこで、今回は床ブラシの真空度を検出するセンサを搭載し、常に適切な真空度を維持するようにモータを制御することで、これを解決することにした。

「パイプやホースを手元で保持するための力の軽減」のためには、パイプ、ホース、ヘッドの軽量化とグリップ形状の改良を行った。これらを合わせた重量は、従来機では1,680gあったが、500gの軽量化を実現し、1,180gにした。

### 2.3 試作したクリーナヘッドの評価と改良

開発の早期の段階で、ヘッド部分のモニター実験を実施した。今までと全く異なる機構を開発したため、早い段階でのユーザメリットの確認や課題の把握をするためである。評価に用いた試作機は、ヘッドの部分以外は従来機などを組み合わせて製作したものである。モニター実験は、まず家庭へ持ち込んで行い、試作機の問題点や効果的な使い方などを抽出し、その後、それらを実験室で検証するという2段階で実施した。

家庭内のモニター実験で確認されたのは以下の点である。

- (1) ゴミの吸込み性能は優れていた。
- (2) 軽い力で動かせた。
- (3) 隅のゴミがよく取れた。
- (4) ヘッドがグラグラして操縦しにくかった。
- (5) 毛足の極めて長い絨毯では、操縦しにくかった。

上記の結果を踏まえ、実験室でのモニター実験の実験条件を決定した。実験室内に再現した床の種類は、フローリング、畳、毛足やパイル形状の異なる絨毯3種類、毛足が12mm程度の小型絨毯である。また家具のすきまなどの掃除箇所など家庭内に存在する主要な条件を再現した。評価対象は試作機と、操作感が優れているとされる他社品の合計2機種である。被験者は30代～70代の男女、合計8名である。

被験者には、評価対象の掃除機を1台ずつ順に使って掃除作業をさせ、その間の動作の観察と発話の記録を行った。また使用後に使いやすさ、身体の疲れ具合、性能（ゴミを吸っている実感）などのアンケートを行った。クリーナの使用順序は、順序効果を考え、カウンタバランスした。なお、実験の様子は常時ビデオで撮影し、結果分析ではこの映像を利用した。

この実験の結果から得られた試作機の特徴は、下記のとおりである。

- (1) ゴミの吸込み性能は優れており、従来機よりよく吸うという実感も得られた。
  - (2) フローリング、畳、絨毯（3種）でのヘッドの走行性はとても軽く、高齢者でも楽に動かせるレベルであった。
  - (3) 壁際や、家具のすきまなどのゴミを取ることができた。
  - (4) フローリングや畳ではヘッドの走行が軽すぎるため、不安定で、操りにくかった。
  - (5) 毛足が12mm程度の小型絨毯では、毛が吸込み口に挟まるため、操縦が困難であった。
- (4)の問題点は、試作上の問題もあったが、ヘッドを軽く動かすことの実現に注目した設計を行ったために、床との抵抗が小さくなり、安定感が失われてしまったことが原因である。クリーナヘッドでは、扱いが軽いだけでなく、床面を確実にグリップし、使用者が意図した方向に自由に操れるようにすることが重要であることを改めて確認した。この問題は、ヘッドに装着したタイヤの材質や構造、ヘッドとパイプをつなぐ関節部分の構造の改善により解決した。(5)の問題は、吸込み口の形状の改善により解決した。

## 3. 試作機の評価実験

### 3.1 モニター実験（動作の観察と主観評価）





図2 モニター実験に用いた試作機

### (1) 目的

すべての要件を盛り込んだ製品に近い試作機を用いて、実際に掃除作業を行った場合の使いやすさを評価することを目的とした。

### (2) 実験方法

#### 1) 被験者

被験者は全員女性で、20～30歳代、40～50歳代、65～69歳の各群から2名ずつの合計6名とした。

#### 2) 評価対象クリーナ

今回の試作機と従来機（三菱電機、TC-RA96F）である。試作機の外観を図2に示す。この試作機は、新型ヘッドや新制御の搭載だけでなく、パイプやホース、キャニスタの軽量化を図ったものである。

#### 3) 評価条件

評価環境は、2.3の場合と同様に、実験室内に模擬家庭環境を作り込んだ。床の条件は、フローリング、畳、ループパイルの絨毯（パイル長4.8mm、パイル密度1/8G）、カットパイルの絨毯A（パイル長7mm、パイル密度1/10G）カットパイルの絨毯B（パイル長14mm、パイル密度1/8G）毛足が12mm程度の小型絨毯である。

被験者には、評価対象の掃除機（試作機と従来機）を1機種ずつ順に用いて実験室内（模擬家庭環境）の掃除をさせ、その動作の観察と発話の記録を行った。また、使用後には使いやすさなどに関するアンケートを行った。クリーナの使用順序は順番効果を考えてカウンタバランスした。なお、実験の様



図3 モニター実験で観察された試作機の片手操作

子は常時ビデオで撮影し、結果分析にはこの映像を利用した。

### (3) 結果

#### 1) 動作の観察

試作機の場合：ヘッド・パイプは利き手のみの片手で動かしていた。姿勢は直立に近く、手だけでスムーズに操っている動きが見られた（図3）。

従来機の場合：両手操作が増え、また絨毯など抵抗の多い床面では、さらに両手の幅、両足の幅が広がり、前かがみ姿勢が強くなる。また、身体全体の前後動が増す。また、押しはじめ、引きはじめのときに、腕や肩にググッと力が入っている様子が観察された。

なお、試作機では、6名中5名の被験者が（高齢者群を含む）、使いはじめは両手操作であったにもかかわらず、自然に片手操作へ移行していった。ただし、家具のすきまなど細かい舵取りをする場合は、両手を使っていた。なお、これらの被験者は従来機の掃除では、両手を使った前かがみ姿勢が観察された。以上のように、動作・姿勢において、2種のクリーナに明らかに違いが認められた。

全身的な負担でも、試作機と従来機では異なることが観察され、従来機を使った後は、息が乱れる人もあったが、試作機ではここまでの人はいなかった。

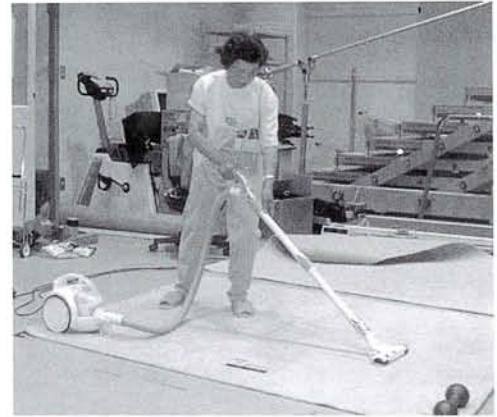
#### 2) アンケート

日頃の掃除や従来機では、身体のどこの部分が疲れるかとの質問に対し、ほとんどの回答が腰であった。その理由としては、前かがみ姿勢および、パイプを押すのに力があるからとのことであり、今回の開発の目標設定の正しさを確認した。掃除作業中に被験者から自発的に出る発話やインタビューでも、





(a)片手



(b)両手

図4 生理量評価実験で規定した動作

この腰への負担が試作機では軽減されているという報告が多く見られた。

また、試作機では、絨毯の掃除においても、畳やフローリング同様の操作感が得られるとの自由意見が得られ、ヘッドの走行性の良さが検証された。

### 3.2 生理量評価実験

#### (1) 目的

この結果を、生理量を用いて客観的・定量的に検証する実験を行った。

試作機の掃除作業の身体的負担が、どの程度軽減されたか、身体の部位による違いはないかを、筋電位を用いて調べ、全身的な負担が心拍の違いに現れるかどうかを調べることにした。

#### (2) 実験方法

##### 1) 被験者

被験者は、健康な成人女性10名で、26～33歳の若年群5名と、65～69歳の高齢者群5名とした。被験者の選定に当たり、(社)人間生活工学研究センターのデータベースより、各年代の日本人女性の身長・体重のパーセンタイル値を入手し、身長・体重ともに25～75%タイル内であること、右手利きであることを条件とした。被験者には、実験内容を説明した後、文書によって実験参加への同意を得た。

##### 2) 評価対象クリーナ

対象としたクリーナは2種類で、今回の試作機と従来機(三菱電機、TC-RA96F)である。

##### 3) 実験条件

床抵抗の異なる3条件で実施した。抵抗の少ない方から、実験室の滑らかな床、3.1のモニター実験で使用したループパイルの絨毯、カットパイルの絨毯Aである。予備実験の結果、カットパイルBや

パイル長が12mmの小型絨毯は、従来機を用いた場合片手操作が困難であったため、実験には用いなかった。絨毯条件では、2m四方の絨毯を床に敷き、端に重石を置いて固定した。

初めに3通りの床条件で、被験者の自由な持ち方とストロークで30秒間掃除作業を行わせた。この実験の目的は、被験者に掃除機に慣れてもらうことと、その人の普段の掃除のスタイルを把握することであった。

次に、動作を規定した実験を行った。両手・片手の2種の持ち方を規定し(図4)、足の位置を変えずに、2秒間に1回の前後の往復動作を繰り返す掃除作業をさせた。動作タイミングはメトロノームで与えた。ストロークは70cmとし、床および絨毯上にマークして規定した。計測は、開始前15秒、掃除動作30回分(60秒相当)、終了後15秒のデータを収集した。

実験順序は、床条件については、抵抗の小さい条件から順に、滑らかな床条件では片手のみ、絨毯の2条件では片手→両手の順、さらに、手の各条件の中で2種のクリーナ条件を実施した。クリーナの使用順序のみ、順序効果を考えてカウンタバランスした。また、すべてのクリーナの使用後に、身体の疲れ具合などに関するアンケートを行った。

##### 4) 計測

筋電位評価において、対象とした筋は、上腕二頭筋、三角筋前部、三角筋後部、僧帽筋上部、僧帽筋中部、脊柱起立筋左側、同右側の7部位である。予備実験を行い、ストローク動作および姿勢維持により筋電位が発生、変化する部位を選定した。皮膚のアルコール拭き後、各筋腹に20mm離してディスプレイ電



極 (Medicotest, Blue Sensor, M-00-S) を装着した。アース電極は第7頸椎 (C7) 上に張り付けた。筋電位はテレメータ (日本光電、WEB-5000) を用い、ゲイン1000倍、周波数帯域5.3~250Hzにて計測した。

心電図は三点胸部誘導を用い、胸骨上縁部、胸骨剣状突起上、胸部右側に電極を装着して計測した。ゲインは個人ごとに500~5000倍、周波数帯域は1.6~250Hzとした。

以上に加え、姿勢の定量的評価の目的でビデオ記録を行ったが、本報には触れない。

#### 5) データ解析

テレメータからの信号を、サンプル周波数1kHz、精度12ビットで、A/D変換 (System Design Service Corp., DASmini-1216) してパソコン (Apple Computer, PowerMacintosh7600) に取り込んだ。実験終了後に取り込んだデータをパソコン上で解析した (National Instruments, LabView5.1、MathWorks, MATLAB5.2)。

筋電位に対しては、まず体動の影響を除くために5Hz以下の低周波数成分と、電源ノイズ除去のために45~55Hzの成分を除去した。これには、10次のバターワースフィルタを用い、位相ずれを防ぐために順方向・逆方向に2回掛けた。次に、それぞれの時刻における平均放電量を計算するために、振幅値を二乗し、前後合わせて201点、すなわち、201ms分のデータの平均を計算し、その平方根を計算し二乗和平均 (RMS: Root Mean Square) とした。

動作を規定した実験のデータに対して、1回の往復動作における平均的な放電パターンを調べるために、まず実際の動作周期を求めた。60秒の掃除動作から、開始直後、終了直後の2秒ずつを除いた54秒分を用いて、RMS波形の自己相関関数を計算した。7部位の自己相関関数の平均を求め、そのピーク位置より、動作周期を算出した。このようにして得た動作周期を基に、RMS波形を5秒間ずつ20周期切り出して重ね合わせた波形と、加算平均波形を求めた。加算平均波形に対して、1周期における平均放電量とピーク時点での最大放電量を求めた。

心電図は、2次バターワースフィルタを往復掛けて、基線変動、電源ノイズおよび筋電混入を除去し

た。遮断周波数およびフィルタリングの回数は、被験者ごとに適宜変更した。2次差分を用いたR波強調フィルタ<sup>6)</sup>を用いて、R波のピークタイミングを検出しRR間隔列を求めた。検出タイミングを視察によりチェックし、誤検出および不整脈の拍をアーティファクト指定し、以降の解析から省いた。RR間隔より一拍ごとの瞬時心拍値を算出し、掃除作業開始後5~15秒の区間 (区間1) と50~60秒の区間 (区間2) の瞬時心拍を平均して平均心拍を求めた。掃除動作開始前、直後のデータを用いなかったのは、精神緊張や作業開始に伴う呼吸変化の影響などを考慮したためである。

#### 6) 統計解析

規定動作の実験においては、10名の被験者に対して、3種類の床条件、片手/両手の2条件 (滑らかな床の床条件は片手のみ) の5条件、各2種類のクリーナ条件で計10条件、7部位の筋電位の総放電量と最大振幅が得られた。筋電位振幅の絶対値は、皮下脂肪の厚さなどの要因によって個人間で大きく異なるため、個人間での比較はできない。そのことと、2種類のクリーナの違いを見るのが目的であることから、床・手条件が同一の2種のクリーナ条件間の振幅の比 (試作機条件/従来機条件) を求め、ノンパラメトリック法のWilcoxon符号順位検定 (Wilcoxon Signed-Rank Test) を用いて比較した。グラフの視察により、年齢群の間の差は見受けられなかったため、10名をまとめて解析した。心拍については、2区間の間の変化率 ((区間2 - 区間1) / 区間1) を求め、対応のあるt検定を用いて、掃除作業による心拍変化の2種のクリーナ条件間の比較を行った。

#### (3) 結果

##### 1) 筋電位

図5に、筋電位の平均放電量の従来機と試作機の比を、部位ごとに、各床・手条件の結果をまとめたものを示す。図5より、10名の平均でみると、上腕二頭筋、三角筋前部ではほとんどの条件で、僧帽筋上部、僧帽筋中部ではいくつかの条件で、脊柱起立筋では一部の条件で、試作機使用時の筋電位が従来機使用時と比較して小さい (値が1.0より小さい) 傾向が見られた。個人のデータとしては、条件によって、逆に、試作機使用時の筋電位の方が大きい場合もあるが、10名の平均で見るとそういう条件はな



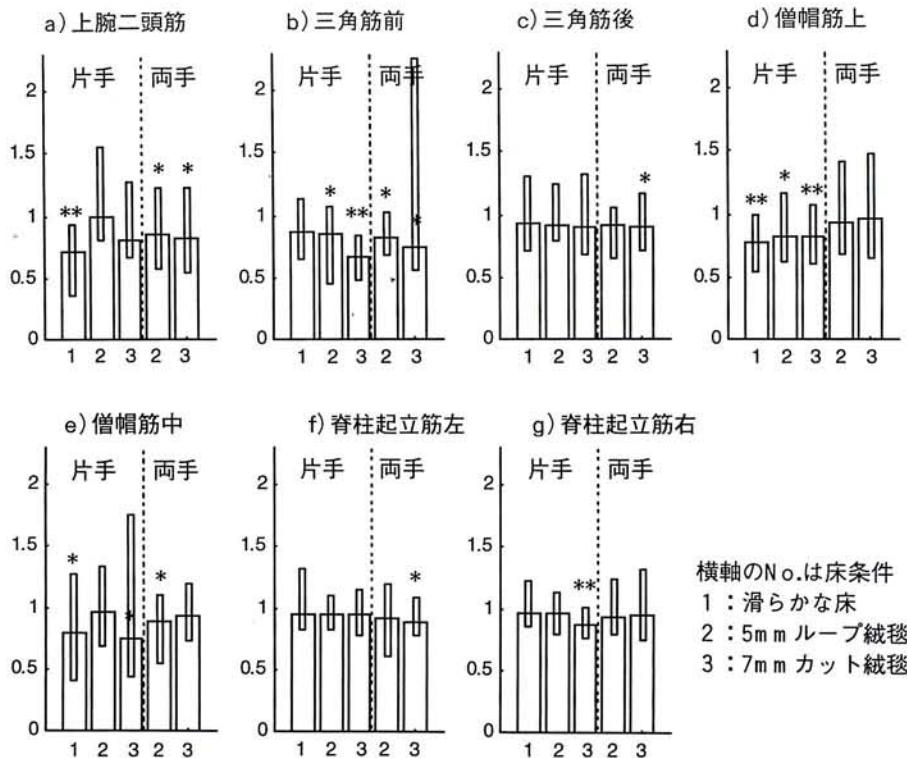


図5 2種のクリーナを用いた掃除作業時の筋電位の平均放電量（従来機と試作機の比）  
 (10名の平均値と値の範囲を示す。\*は有意差のある条件；\*\*： $p < 0.01$ 、\*： $p < 0.05$ )

い。このうち、有意水準1%でクリーナ間の差が見られたのは、片手で掃除をした場合の滑らかな床条件（上腕二頭筋、僧帽筋上部）と7mmカット絨毯条件（僧帽筋上部、脊柱起立筋右）であった。最大放電量による検討も行ったがほぼ同様の結果となった。

## 2) 心拍

掃除作業による心拍の変化は、最も大きい被験者・条件においても、4拍未満であり、全身運動としての負荷は全条件を通して小さかったと言える。図6に、掃除作業による心拍の変化率の10名の平均値と標準偏差を、条件ごとに示す。統計的に有意な差がある条件は見いだされなかった。10名中2名において、全条件で、従来機に比べて試作機の心拍上昇が小さい傾向が見られたが、他の被験者では一貫した傾向はなかった。

## 3) アンケート

使用後のアンケートでは、絨毯（ループ、カット）における片手操作で、被験者全員が試作機の方が楽であると回答するなど、試作機の方が良い評価を得た。

## (4) 考察

筋電位振幅と筋の収縮力は完全に比例するわけではないが、筋電位振幅が大きいほど掃除によるその

筋に掛かる負担が大きいと言える。今回の実験結果では、試作機使用時の筋負担が従来機よりも小さいことが伺える結果となった。

上腕二頭筋は主に押す動作の初期場面で、三角筋前部は主に押す動作の初期以降の場面で用いられる。また、三角筋後部は主に引く動作の初期場面で、僧帽筋中部は主に引く動作の初期以降の場面で用いられる。今回の実験では、ともに従来機の方が筋電位振幅が大きいという結果になっている。僧帽筋上部は、腕や肩を引き上げる動作場面に用いられる。従来機では、押すために力を入れる、あるいはその勢いを付けるために、一度腕全体を引き上げるような動作をすることによって、振幅が大きくなっているのではないかと考えられる。脊柱起立筋は上体の姿勢を支えるもので、従来機で振幅が大きくなるのは、前傾姿勢になることと対応している。

特に、片手条件では、被験者数が少ないながら、筋電位で統計的にも有意な差が認められた条件があり、主観評価でも差異が報告され、片手で楽に掃除をするという設計思想を実現したと言える。今後、例数を増やした検証が必要である。心拍では、有意な結果が得られなかったが、いずれの条件もさほど大きな運動負荷が生じなかったことと、特殊な環境



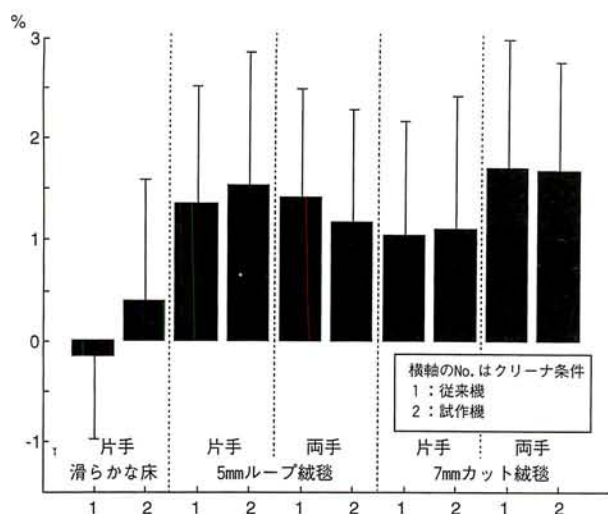


図6 2種のクリーナを用いた掃除作業時の心拍変化率；(掃除終了間際 掃除開始時)／掃除開始時 (10名の平均と標準偏差)

で電極を装着しての掃除作業であり、精神的緊張も高く、運動負荷の影響の分離が難しかったことが原因と考えられる。

#### 4. まとめ

クリーナによる掃除の基本操作であるパイプやホースを前後させる動作に注目し、この動作が片手で楽に行える製品を開発した。製品となった掃除機を図7に示す。

今回の開発では、開発の初期段階からユーザを用いた評価を導入し、仕様にフィードバックすることを試みた。

まず改善課題を把握するため、従来機の使用状況を観察・分析したところ、両手でパイプを保持し、前かがみの強い姿勢をとり、腰の疲れを訴えるユーザが散見された。そこで、片手でも楽に操れるクリーナの開発を目指した。実現手段として、クリーナヘッドと制御の新方式を開発したが、クリーナヘッドを試作した時点で、モニター実験を実施し、クリーナヘッドの部分的な問題はこの時点で把握し、改善を行った。

製品全体の試作を行った時点で、再度モニター実験を行った。そこでは多くの被験者が、使い慣れるに従い、片手操作に移行するという動作の変化が見られた。このことは、65歳以上の高齢者にも見られた。また、試作機の操作の軽さは主観評価でも高く評価された。

さらに、生理量評価において、心拍では有意な差が得られなかったが、筋電位では、上腕二頭筋、三



図7 開発したクリーナ

角筋前、僧帽筋上部、僧帽筋中部、脊柱起立筋において、従来機よりも筋電位が小さいという結果が得られた。

#### 謝辞

モニター実験、生理評価実験に協力いただいた被験者の方々に感謝する。また、生理評価実験は生命工学工業技術研究所 人間環境システム部にて実施した。実験の実施にご協力いただいた生命工学工業技術研究所 遠藤 恵さん、被験者募集に協力いただいた三菱電機(株) 筑波事務所 原 正規氏に感謝する。

#### ● 参考文献

- 1) 高齢者・視覚障害者対象家電製品使用実態基礎調査 報告書、242-243、(財)家電製品協会、1997
- 2) 高齢者の家庭内での不便さ調査報告書—家庭内の危険、事故をなくすために—、37-39、(財)共用品推進機構、1999
- 3) 勝浦哲夫：ビデオカメラの人間工学、人間工学、26 (6)、303-306、1990
- 4) 堀尾強、河村洋二郎：調理動作の人間工学的研究—運搬動作の解析—、人間工学、32(1)、51-56、1996
- 5) 長谷川徹也、神代雅晴：キー入力作業における椅子の肘掛けの効果、人間工学、32(3)、115-121、1996
- 6) 大須賀美恵子：健常者の心理的状態評価への応用を目的とした心電図 QRS の検出方法について、医用電子と生体工学、30(2)、27-35、1992

#### 〈連絡先〉

三菱電機株 住環境研究開発センター  
 Mitsubishi Electric Corporation  
 Living Environment System Laboratory  
 〒247-8501 神奈川県鎌倉市大船5-1-1  
 TEL:0467-41-2245 FAX:0467-41-2286



# 「人間生活工学における心理生理計測」(2)

## 情緒と末梢における生理反応



**八木 昭宏**  
(やぎ あきひろ)  
関西学院大学  
文学部 心理学科  
教授

### ●プロフィール

1969年関西学院大学大学院博士課程心理学専攻中退、カリフォルニア大学サンフランシスコ校留学。文学博士。通商産業省工業技術院製品科学研究所人間工学部主任研究官を経て現在、関西学院大学文学部心理学科教授、情報メディア教育センター長。

研究テーマは注意等の認知と感性等の心理生理学的研究と心理学の工学への応用を目指す心理工学。日本心理学会、生理心理学会、人間工学会、その他学会・協会、理事、評議員、編集委員多数兼任。

### 1. はじめに

怒り、悲しみ、恐れ、喜びなどは感情、情動、情緒と呼ばれている。一般的には、「うれしさ感」など主観的に感じる心理内容を「感情」、攻撃など外に現れる行動を「情動」と呼んでいるが、ここでは両者をまとめて情緒と呼ぶことにする。情緒に伴って生じる生理反応には、脳内の変化と末梢の変化があるが、人間の情緒に関しては末梢反応を中心に研究されている。

後で述べるが、怒り、恐れ、喜びなどを実験的に引き起こすことは難しい。人間生活工学に関連した情緒としては現在のところ、快-不快、ストレス、ヒヤリハットなどが対象となっており、それらの情緒を引き起こす環境状況や製品特性と、生理反応との研究がなされている。

### 2. 情緒に伴う末梢反応

情緒の変化に関連した身体の末梢反応としては、自律反応と随意反応がある。自律反応は、さらに交感神経系と副交感神経系の反応に分けられる。緊張しているときには交感神経が活動し、心臓の拍動と血圧の増加、発汗、瞳孔散大、末梢毛細血管の収縮などが生じる。また皮膚温が下

り手足の指先が冷たくなる。一方、落ち着いているときには副交感神経が活動し、心拍数は減少、末梢血管の拡張が生じる。

随意反応としては、身体を動かすための骨格筋と、表情に関連した顔面筋などの筋活動がある。また、瞬きや眼球運動も随意反応である。しかし、ストレスを感じたときに、肩や首が異常に緊張することからも分かるように、意識しないのに筋が収縮することがある。通常は、顔の表情も随意的に変えられるが、感情が高ぶると、意に反して表情は変化する。

### 3. 情緒に伴う末梢反応の計測

生体は微弱な電位を発生しているのので、その電位を増幅して計測する(図1)。例えばECG(心電図)は心臓の活動に応じて生じる電気的変動を記録したものである。生体に電極を装着し、電極間の電位差を取り出して心電計などのアンプで増幅する。またEEG(脳波あるいは脳電図)、EMG(筋電図)、EOG(眼電位図)等、Eで始まる用語は、生体の電位(electro)の計測手段を表している。その他、血圧、皮膚温、呼吸、インピーダンスなど生理反応における物理的变化は、トランスデューサー(変換器)によって電気信号に変換されて記録・解析が行われる。

### 4. 心拍率

心臓は交感と副交感、両方の神経支配を受けている。心電図のR-R波間隔から1分間当たりの拍数(bpm)すなわち、心拍率(heart rate; HR)に変換して表現される。高速道路の運転などの緊張状態や、恐怖を感じる状態では心拍率は増加するので、一過性のストレスの評価によく用いられる。また、不快刺激や暗算中など、外部からの入力を拒否するときには心拍率は増加する。しかし、新奇

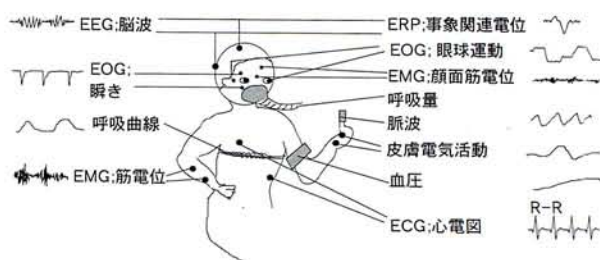


図1 心理生理学で計測の多い生理反応

反応波形は典型的なモデル(時間軸、振幅は反応ごとに異なる)



な音や、視覚刺激に注意して情報を取り込もうとするときには、心拍率は減少する。図2に示すように、音が弱いと心拍率は下がるが、強くて不快になると心拍率は増加する。また、心拍そのものは時々刻々変動（心拍変動；HRV）しているが、何かの作業に集中すると変動率は安定してくる。精神的負荷の研究では、HRVを測定することが多い。

## 5. 皮膚の電気活動

緊張すると手に汗を握るが、これは精神性発汗と呼ばれる。汗が出なくても皮膚の電気的变化から、微かな汗腺の活動を調べることができる。「嘘発見」で用いられるので、知る人も多い。覚醒水準を反映するゆっくりとした変化と、刺激や情緒的な活動に伴う一過性的変化に分けられる。

## 6. 筋電位

筋肉の細胞が活動すると電位変化が生じる。皮膚の表面に電極を装着すると、その下にある筋肉の筋電位（EMG）を記録することができる。その電位の振幅は、筋の活動の強さに応じて変化するので、運動中の腕や足などの筋肉の活動を記録するのに使われることが多い。

情緒に伴う表情の変化は、顔面の表情筋に現れる。不快な臭いに対して、額の愁眉筋の活動が増加する。その他、ストレスや悲しみを感じたときには、表情として外に現れる前から、愁眉筋に変化が見られる。喜びは眼輪筋と大頰骨筋の活動として現れる。情緒と表情筋の間には関連があり、その表情がまだ外に現れないか、またポーカークフェイスをしていても、筋電位を用いれば、表情筋のわずかな変化をとらえることができる。

## 7. その他の生理反応

その他、情緒の研究で用いられる生理反応としては、瞳孔、瞬目、呼吸、脈波など多様である。瞬目は、眼球運動と同様EOGにより計測する。興味あるものを見ていると瞳孔は散大し、瞬目の頻度が低下する。また精神的緊張があると瞬目は増える。皮膚温は、末梢の循環器の作用を受けており、ストレスによって交感神経が興奮するとその血管が収縮し皮膚温が低下する。

脳波の $\alpha$ 波が快適性と関連づけて話題になることが多いが、脳波などの中枢反応と情緒との関係については、まだ未確定なことが多い。しかし、 $\alpha$ 波は人が目を閉じて安静にしていると後頭部を中心によく現れてくる。前回も述べたように、快適性と一言で言っても、「活動的な快」と、リラックスしたときの「静的な快」とは別の現象である。不快な刺激が無くて落ち着いた状態（コンフォート）では、 $\alpha$ 波は出やすくなるが、爽快で「活動的な快」の場合は、 $\alpha$ 波が出るとは限らない。 $\alpha$ 波が快の指標と言われることがあるが、快感を反映しているわけではない。

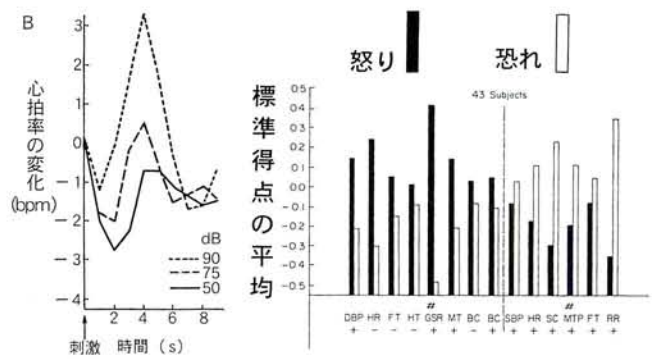


図2 音の強さの違いによる心拍率の変化

(Graham, 1979)

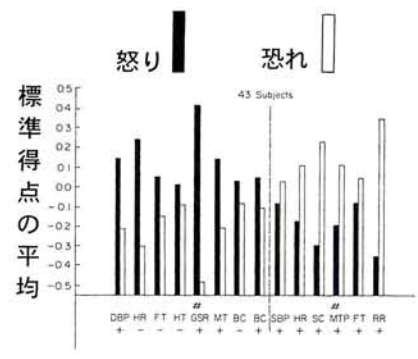


図3 ポリグラフによる反応パターン(Ax, 1953)

怒りは黒棒、恐れは白棒、正(+)は増加、負(-)は減少を示す。DBP; 拡張期血圧, HR; 心拍率, FT; 顔面皮膚温度, HT; 手の温度, GSR; 皮膚電気反応頻度, MT; 筋緊張, BC; 心拍容量, SBP; 収縮期血圧, SC; 皮膚伝導率, MTP; 筋電位ピークの頻度, RR; 呼吸率

## 8. ポリグラフ

これまで、情緒に関連した個別の反応の変化を見てきた。しかし、ある情緒が生じたとき、単一の反応だけが生じることはなく、情緒の変化に応じて複雑な変化のパターンが生じる。そこで複数の反応を取り出し、相互の変化パターンと情緒との対応を調べる研究がある。複数の生理的变化を同時記録する装置をポリグラフと呼ぶ。ポリグラフで有名なものがAxの「怒り」と「恐れ」の研究である。

「怒り」条件では、助手がわざと被験者を手荒く扱ったり侮辱したりして怒らせ、その際の生理的变化を測定した。一方、「恐れ」条件では、被験者に弱い電気ショックを与え、その後被験者のすぐ側で、わざと電気の火花を飛ばし、「危ない！」と大声で叫んで被験者を恐怖に陥れた。図3は、怒りと恐れの状態での生理反応の違いを表している。その結果、怒りでは、拡張期血圧、筋緊張、皮膚電気反応頻度の増加、心拍率減少があった。一方、恐れでは、皮膚伝導率、呼吸率、筋電位のピーク頻度の増加があり、両者間で生理反応の変化パターンに違いがみられた。

このように情緒の実験を行う際は、怒りや喜びなどの条件設定が難しく、倫理的な問題が絡むことがある。しかし、人間生活工学の場面では、単一の反応ではなく、ポリグラフによる反応のプロフィールを見ることによって、快-不快などの情緒を、より細かく分析できるようになる。それとともに、情緒の計測の際には、被験者がどのように感じていたか主観的な感情評価も同時に測定しておくことが重要である。最近のデータに関しては、(社)人間生活工学研究センターのデータベースを参照してほしい<sup>1)</sup>。

### ● 参考資料

- 1) (社)人間生活工学研究センター、職場環境診断のための人間感覚データベース、CD-ROM, 2000



## 産学官技術移転フェア2000

今年も中小企業総合事業団、大阪府、大阪商工会議所の主催による産学官技術移転フェアが開催されます。このフェアは、関西を中心とする大学・公的研究機関が保有する優れた技術を、中堅・中小企業の新事業・新製品開発に活用していただく機会を提供するもので、環境・情報通信・人間生活工学・新素材の4分野に関連する多数の技術シーズが紹介されます。

(社)人間生活工学研究センターも、下半身衣料品の圧バランス適合性評価システム、製品とユーザーの適合性評価ソフト「コンピュータ・マネキン」の

2つを中心に、さまざまな技術・データベースを紹介いたします。ぜひ会場に足をお運び下さい。

なお、平成12年度近畿特許流通フェアも同時開催の予定です。

開催日：平成12年11月28日(火)・29日(水)の2日間

会場：マイドームおおさか(大阪市中央区)

後援：近畿通商産業局

お問い合わせ先：

大阪商工会議所産業部

TEL.06-6944-6300 FAX.06-6944-6249

<http://www.osaka.cci.or.jp>

本誌の編集と論文審査は、下記の方々をお願いしています。

### ■2000年度 編集委員 (五十音順)

飯田健夫 立命館大学 理工学部ロボティクス学科 教授 (委員長)

小松原明哲 金沢工業大学 人間系生活環境デザインコア 教授 (副委員長)

大須賀美恵子 三菱電機(株) 先端技術総合研究所ヒューマンライフ部 チームリーダー

岡田 明 大阪市立大学 大学院生活科学研究科 助教授

口ノ町康夫 生命工学工業技術研究所 人間環境システム部 部長

土屋和夫 日本アイ・ピー・エム(株) 開発製造スタッフオペレーション技術推進・人間工学担当 次長

### ■2000年度 投稿論文審査委員 (五十音順)

彼末一之 大阪大学 医学部保健学科 教授

佐川 賢 生命工学工業技術研究所 人間情報部感覚知覚研究室 室長

多屋淑子 日本女子大学 家政学部被服学科 助教授

徳田哲男 埼玉県立大学 保健医療福祉学部社会福祉学科 教授

堀田明裕 千葉大学 工学部デザイン工学科 教授

持丸正明 生命工学工業技術研究所 人間環境システム部形態機能研究室 主任研究官

八木昭宏 関西学院大学 文学部心理学科 教授

山岡俊樹 和歌山大学 システム工学部デザイン情報学科 教授

吉岡松太郎 (社)人間生活工学研究センター 研究開発部 部長

吉田倫幸 生命工学工業技術研究所 人間情報部生理情報研究室 室長

\*\*\*\*\*

## ホームページをご覧ください！

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ください。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アクセスすることもできます。

アドレスは、<http://www.hqi.or.jp> です。

「人間生活工学」では、皆様からの投稿(論文、ラッ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)までお申し込みください。

人間生活工学 第1巻 第2号 通巻第2号  
2000年10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)



# 「人間生活工学」投稿規定

社団法人 人間生活工学研究センター

## 1. 目的

人間生活工学に関する実践専門的な情報を提供する専門情報誌として、読者に参考となる有益な情報を提供するため、本誌掲載を希望する研究、調査、開発などの投稿ならびに人間生活工学に関する意見、所感を広く募集する。

## 2. 投稿の種類

投稿原稿は下記の3種類とする。いずれの原稿も未発表のものに限る(二重投稿の禁止)。なお、学会・研究会等の発表、製品カタログ、技術資料、特許等を本誌のために新たにまとめ直した場合には、この限りではない。

投稿料および掲載料は無料とする。ただし、別刷りを希望する場合は希望冊数に応じた実費を投稿者が負担する。また、特殊図版の作成、原色刷りなどを希望する場合には、別途実費を負担いただくことがあります。

### ① 論文

- ・人間生活工学における実務設計手法、方法論、技法の開発
  - ・製品開発事例研究
  - ・製品開発のための技法、データベースの開発
- などの人間生活工学の応用に係わる実務の有益性の高い論文を希望する。

論文の採否は2名以上の審査委員による審査の上、決定する。審査の結果は、「掲載可」「投稿者による修正の上再審査」「却下」とし、原稿の修正を要請された場合には、返却後2カ月以内に再提出すること。これを超えた場合には、原則として新規投稿として取り扱う。

### ② ラピッドコミュニケーション

- ・人間生活工学に関する研究、開発で、論文としてまとめて発表する段階ではないが、研究着想、製品開発構想、人間生活工学の原理などで速報的に発表を希望するもの。後日、研究開発成果とともに、論文として投稿することができる。

原稿の採否は編集委員会で審査の上、決定する。審査の結果は、「掲載可」「投稿者による修正の上再審査」「却下」とし、原稿の修正を要請された場合には、返却後2カ月以内に再提出すること。これを超えた場合には、原則として新規投稿として取り扱う。

### ③ 談話室

- ・人間生活工学に関する意見、所感など。

原稿の採否は編集委員会で決定する。その際、原稿の修正をお願いする場合があります。

## 3. 投稿規則

### ① 論文

- ・分量：図表、参考文献を含めて、原則として刷り上がりA4判6ページ以内。
  - ・投稿様式：原稿は原則としてワードプロセッサなどによる機械仕上げとする。
- 1) 表紙に投稿の種類、論文題目(和文および英文)、執筆者氏名(全員。ローマ字表記を付ける)、所属機関・部署(和文および英文)、連絡先を明記し、400字以内の和文要約、200ワード以内の英文要約を付ける。
  - 2) 本文は2段組で1ページ1800字程度とする。
  - 3) 図表は、図1、図2、表1、表2のように掲載順に通し番号をふり、それぞれの図表に題名を付ける。図表の番号、題名は、図は該当図の下に、表は該当表の上にそれぞれ表示する。引用した場合は必ず出典を明記する。写真は手札判以上の鮮明なものとし、図として取り扱う(デジタル画像も可、300dpi以上)。

- 4) 参考文献は、本文中には引用箇所の右肩に文献の番号を記入し、本文末尾に出現順にまとめて記載する。形式は以下のとおりとする。

#### ・雑誌

番号) 著者名：標題、雑誌名、巻(号)、ページ～ページ、発行年(西暦)

#### ・書籍(単著または共著)

番号) 著者名：書名、ページ～ページ、発行所、出版地、発行年(西暦)

#### ・書籍(分担執筆)

番号) 著者名：題名、編者名、書名、ページ～ページ、発行所、出版地、発行年(西暦)

- 5) 本文中にたびたび使用される用語は略語を用いてもよいが、最初は必ず正式な用語を用い、(以下……と略す)と記載する。

### ② ラピッドコミュニケーション

- ・分量：図表、参考文献を含めて、原則として刷り上がりA4判2ページ以内。
- ・投稿様式：論文に準じる(ただし和文、英文要約は不要)。

### ③ 談話室

- ・分量：刷り上がりA4判1ページ以内。
- ・投稿様式：論文に準じる(ただし、英文題目および和文、英文要約は不要)。

## 4. 投稿方法

### ① 論文およびラピッドコミュニケーション

- ・表紙(要約)および本文原稿、図表、写真(原本1部にコピー3部)
  - ・原稿のテキストデータ(FDまたは電子メール)
- 以上を(社)人間生活工学研究センター「人間生活工学」編集事務局宛に送付する。掲載された原稿は返却いたしません。

### ② 談話室

- ・表紙および本文原稿、図表、写真(原本1部にコピー2部)
  - ・原稿のテキストデータ(FDまたは電子メール)
- 以上を(社)人間生活工学研究センター「人間生活工学」編集事務局宛に送付する。掲載された原稿は返却いたしません。

## 5. 送付先

〒530-0003 大阪市北区堂島1-2-5 堂北ダイビル3階  
(社)人間生活工学研究センター「人間生活工学」編集事務局  
TEL:06-6346-0234 FAX:06-6346-0456  
E-mail: journal@hql.or.jp

## 6. その他

- ・採否は、決定次第、編集事務局より投稿者に対して通知する。
- ・校正は原則として初校は著者が行い、再校以降は編集委員会に一任する。なお、編集の都合により、原稿の修正を行うことがある。
- ・著者の権利保護のために、掲載された原稿の著作権は、社団法人人間生活工学研究センターに帰属するものとする。掲載された原稿を他誌に転載する場合には、編集委員会に申し出ること。



人間生活工学

Number

2

Volume 1

2000年10月15日発行(年4回発行) 第1巻第2号 通巻第2号 定価七〇〇円(本体六六七円)

「発行」日刊工業出版プロダクション

# Journal of Human Life Engineering

