ISSN 1345-8051

人間生活工学

Journal of Human Life Engineering

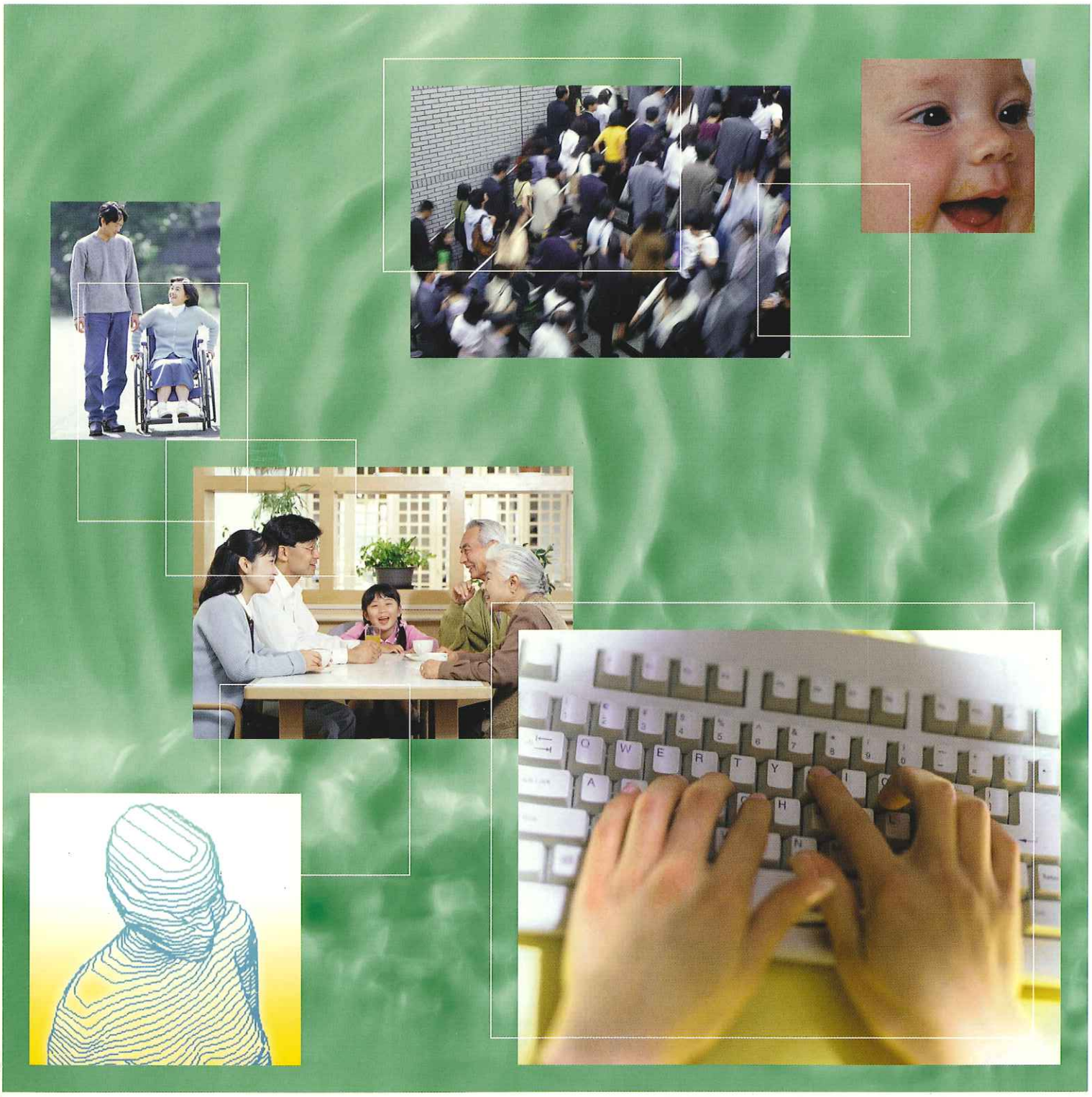
[編集]（社）人間生活工学研究センター

Number 4

Volume 2

■特集

空間における新時代のサイン



人間生活工学

Journal of Human Life Engineering

Vol.2 No.4 2001.10

CONTENTS

巻頭言 （社）人間生活工学研究センター 会長 奥井 功 …… 1

特集 **空間における新時代のサイン**

年齢と障害と生活文化の枠を越えたユニバーサルなサインの創出… 2

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 口ノ町康夫

警告信号音の役割とその音響特性 …… 4

大阪大学大学院 人間科学研究科 環境心理学研究室 教授 桑野園子

ユニバーサルな聴覚サイン
—音声情報案内システムトーキングサインについて— …… 8

三菱プレシジョン㈱ 新規事業開発室 商品化グループ 参事 伊藤啓二

年齢とともに変化する視覚特性のデータベース化を目指して … 12

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感覚知覚グループ グループ長 佐川 賢

高速道路における道路案内標識の課題
—人間工学からの提言— …… 16

神奈川大学 工学部 人間工学 教授 堀野定雄

グローバル化と公共サインのあり方 …… 20

摂南大学 工学部 建築学科 教授 田中直人

公共施設における総合的な視・聴・触サインの設計実例について… 25

アール・イー・アイ㈱ 取締役 萩野美有紀

随想 虫めがね、遠めがね、色めがね⑥ …… 28

コンセプト・デザイナー 岸田能和

プロジェクト紹介 発話思考法によるIT機器のユーザビリティ評価結果のデータベース化 …… 30

（社）人間生活工学研究センター 研究企画担当部長 石本明生

投稿論文 縦型手すりの最適位置とその生体力学的評価 …… 33

松下電工㈱ 解析技術研究所 川口亜紀

松下電工㈱ 解析技術研究所 山本松樹

大阪大学大学院 基礎工学研究科 田中正夫

研究所訪問 ㈱アシックス スポーツ工学研究所 …… 45

講座 人間生活工学における動作の解析（2） …… 48

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 …… 52

巻頭言

会長就任にあたって

(社)人間生活工学研究センター
会長　**奥井　功**

平素より当センターの運営に深いご理解とご協力を賜り、誠にありがとうございます。

このたび、大西前会長の後を引き継ぎ、会長に選任されました。住宅会社に身を置く者として、快適に生活できる住まいの実現を目指して「生涯住宅」をスローガンに掲げ、事業に取り組んでまいりました。そのような気持ちを当センターの活動にも活かして今後取り組んでいく所存です。宜しくお願い申し上げます。

さて、新世紀のスタートは私たちが10年前に思い描いていた21世紀とは随分とかけ離れたものとなりました。バブル崩壊後、日本型経営の見直しが進められる中で、リストラという名の人員削減が当然のように行われ、その波は日本型雇用を貫き続けてきた大手企業にも押し寄せました。世知辛い世の中は人々の心から『ゆとり』を奪い、老若男女を問わず強いストレスを感じずにはいられない社会へと変貌してしまいました。

また、本格的な高齢社会への突入が世界に類を見ない速度で進む我が国では、いかに安全で快適に質の高い豊かさを享受しながら暮らしていくことができるかが大きなテーマであります。

そのような時代の要請から、高度な人間特性を追究する「人間生活工学」は注目を集め、その重要度は日を追うごとに増しています。住宅にも様々なかたちで取り入れられており、従来標準とされてきた寸法がモニタリングを通して細かく検証され、より使いやすく、快適で、安全な製品に変更されるなど、住まいの発展に「人間生活工学」は大きな影響を与えています。その他、乗り物の座席、パソコンのキーボードなど使い手の論理を優先したこの実用的学問が浸透したおかげで、一昔前よりはるかに使い勝手が良くなった「モノ」が巷に溢れていると実体験として感じています。

現代のものづくりはユニバーサルデザインやサステナビリティがキーワードになっています。これまでに蓄積されたユーザビリティ評価などのセンターの技術、データベースをもとに、社会の要求にタイムリーに対応し、多くの方々に利用していただける事業を展開していく所存です。また、同時に米国やEUに遅れをとっている資格制度や教育にも注力し、日本の技術戦略のひとつとして明確に謳うことを主張していきたいと思います。併せて本誌「人間生活工学」が当センターの認知度を高め、広く一般の方々にもご購読いただける実践的、かつ有意義な学術誌となるよう、皆さんと一緒になって育てていきたいものです。

そしてその一方で、便利になる世の中で、その便利さゆえに失う代償が大きくならないように足はしっかりと地に付け、古き良き文化・慣習ともうまく折り合いをつけながら大事に活かしていく気持ちも常に持っていたいものと考えております。

関係各位のあたたかいご支援とご高配をお願い申し上げて、就任の挨拶と致します。

「空間における新時代のサイン」

～特集～

年齢と障害と生活文化の枠を越えたユニバーサルなサインの創出

「人間生活工学」編集委員
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
口ノ町康夫

歴史的にサインの寿命を考えると、比較的近年までは、人の寿命と同様に50年から100年程度は顕著な変化はなく、年少時から壮年期にかけて学習してきたサインが老年期においても恒常的な機能を維持していたように思われる。しかし、20世紀最後の10年間で、計算機科学、電子・通信工学を中心とした情報科学技術の顕著な進展により、生活文化も短期間に急激な変容を遂げた。

このような科学技術による大きな生活文化の変化は、身の回りに存在する様々なサインの理解に世代間の大きな違いをもたらしつつある。その原因として、製品寿命が短くなり、次々と新製品が出現したことがあるが、同時に、新製品は、家庭電化製品に見られるように、より多機能になることが多い。

そこで、限られた狭いスペースに多くの情報を詰め込み、効果的な情報伝達を行うために、種々の新サインが出現した。しかし、過去の文化に色濃く染まり、新文化を積極的に受け入れる動機付けが弱い高齢者層にとっては、デザイナーの意図した内容がサインとして伝わらないことが生じる。その結果、快適な生活に有効な家電製品等の使い勝手が低下したり、駅などの公共的空間で、新しい設備の前で当惑したりすることがしばしば見られる。

このようなサインにおける情報伝達の不具合は、その製品を使おうとするユーザの意欲を減退させ、どうしても製品を使う回数が減少してしまうことが多い。そのことが再び、新しいサインの学習の機会を阻害するという悪循環をもたらす。

さらに、高齢化の進行は、健康ではあるが感覚，認知機能が低下した高齢者や日常生活に支障をきたす障害者の数を増やしつつある。特に視覚機能や聴覚機能の低下した高齢者や障害者は、社会参加に必要な空間におけるサインを十分に認識することが難しい状態におかれている。

例えば、視力が低下した高齢者が、暗い照明の下で、小さな文字で書いてある時刻表を読み取ることは難しい。また、視覚機能をほとんど失った人が、駅や公園でどのようにしてトイレを発見できるのだろうか。高齢者に多い聴覚障害を持つ人が、道路上でどのようにしてパトカーや救急車の接近を知ることができるだろうか。さらに、公共空間におけるサインが、幼児や車いすの利用者など、目の位置の低い人が利用しやすい設計になっていないことも多い。

重要なサインは、初めての場所においても、特別な注意を払うことなく、容易に認知できることが必要である。特にこれからの高齢化社会では、すべての国民が自立して、自由かつ快適に社会参加することにより生活文化を平等に享受できる製品設計や環境設計が必要不可欠である。したがって、社会的・公共的空間では年齢や障害の枠を越えたユニバーサルなサインを使うことが必然的に求められることになる。

ところで、そもそも「サイン」とはどのようなものか？広義にとらえれば、何らかの意味を内包するものはすべてサインと言える。すなわち我々が使う言葉をはじめ、世に存在する諸々のものは、人間にとって、すべて何らかのサインとしての機能を持つ。

例えば、梅の花がほころびだす光景は春が近いことを知らせる昔ながらの視覚的なサインである。ウナギ屋の前を通りかかったとき、漂ってくる蒲焼きのニオイは、うつむいて歩いていても、ウナギ屋があることを示す嗅覚的なサインとなるし、同時にそれが「うまそうなニオイ」に感じるときは、食事どきであるとのサインでもあり、食欲を感じるかどうかで、自分の健康のバロメータにもなる。また、毎朝、新聞を配達する人の足音や12時のチャイムは、時間を知らせる聴覚的なサインとなる。

このような自然界におけるサインや日常生活の中で培われてきたサインは、生活経験の中で、無意識的に学習されてきたものであり、通常同一文化内で、同じような生活様式を持っている場合には、比較的普遍的な機能を持つ。すなわち、同じサインに対して類似の解釈がなされる結果、コミュニケーションが促進され、有効な情報となる。

しかし、近年のように、科学技術の飛躍的な進歩がある時代では必ずしもそうとは限らない。特に生活様式の世代間における相違が、国内的にもサインの理解に対する大きな格差をもたらしている。さらに、このサインにおける格差は，世代のみならず身体的障害を持つひとや、文化的基盤の異なる外国人との間では一層大きくなっている。

我々の多くが、外国に旅行した場合、空港，地下鉄，道路などにおける空間のサインに、しばし当惑したことがあるだろう。それと同じことを日本にきた外国人も経験しているはずだ。しかし、航空機、鉄道の進歩あるいはインターネットの飛躍的拡張が国々の間の距離を縮め、文化の違いをも克服し、世界をひとつにしつつある現在、国際的なサインの整合性も真剣に議論することが必要な時代になったと言える。

ここでは、21世紀という新世紀における時代の新しい展開、高齢化、バリアフリー化、グローバル化に焦点を絞って、視聴触覚を利用した、空間におけるサインのあり方について特集を企画した。この特集の底流にある共通の論点はユニバーサルデザインとしてのサインであり、年齢や国などの文化的な枠組みを超え、かつ、身体的な障害の差異を克服するユニバーサルなサインをいかに合理的に設計するかについて議論することにより、新時代の空間におけるサインのあり方について、読者への提言となることを期待している。

警告信号音の役割とその音響特性

1. はじめに

「今日もまた、洗濯が終わったことを知らせる信号音に気がつかなかった」ということが珍しくない。テレビを見ていたり、食器を洗っていたりすると気がつかないことがある。しかし、そのために困ることはない。緊急に対応する必要がないからである。一方、ガス漏れを知らせる音が聞こえなかったり、他の機器の音と間違っては大変である。

日常生活で耳にする多くの音の中で、警告信号音は操作の確認などを除いて予期していない時に用いられることが多い。視覚信号に比べて、音響信号は、信号に注意を向けていなくても伝達されるという特徴があり、予期しない情報を伝える信号として有用である。様々な情報を伝えるために、様々なところで多くの音響信号が用いられているが、聞き取りにくい、類似した音が多く、何の信号かわかりにくい、音が氾濫してうるさいなどの問題もある。どのような特性を持つ音が音響信号としてふさわしいかは、音響信号が用いられる目的と場所によって異なる。ここではそれぞれのケースについて、警告信号音として必要な条件とそのための音響特性について検討したい。

大阪大学大学院人間科学研究科
環境心理学研究室　教授
桑野　園子(くわの　そのこ)

プロフィール

大阪大学文学部心理学専攻卒、大阪大学助手、講師、助教授を経て現在教授。工学博士。前日本音響学会会長。日本騒音制御工学会監事。大阪府公害審査会委員、通産省産業技術審議会専門委員、中央環境審議会専門委員などを歴任。日本音響学会23回、第27回佐藤論文賞を受賞。騒音評価、音の情緒的印象に関する国際比較などの研究に従事。共著に「音の評価のための心理学的測定法」、「聴覚ハンドブック」、「騒音の評価法」など

2. 家庭内で使用される信号音

洗濯機、乾燥機、炊飯器、ポット、冷蔵庫など、信号音を付加した家庭電化製品が多い。

家電製品に具備されている信号音の目的をみると、下記のようなものが挙げられる。ガス漏れ報知器やアイロンが倒れたなど危険を知らせる信号音を除いて、必ずしもすぐに対応を求められるものではない。

(1) 人の動作のフィードバック（例：スイッチをオンした時の確認など）
(2) 機器の作業の終了（例：洗濯の終了など）
(3) 異常状態の報知（例：冷蔵庫のドアがしまっていないなど）

信号音に関するアンケート調査の結果の例を**図1、2**に示す[1)]。図1にみられるように、信号音は必要という声も少なくない。ただ、信号音が付いていない機器を使用している者は、信号音が付いている機器を使用している者に比べて、必要と回答した者の比率が低く、必ずしもなくてもかまわないという様子も伺える。また、図2に示すように，「うるさい」

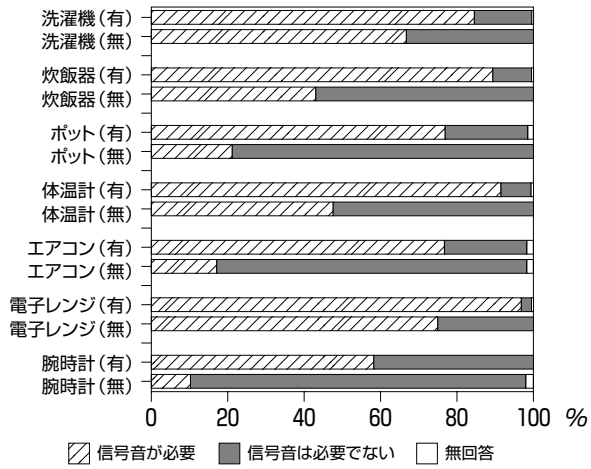


図1　使用している機器の信号音の有無によるクロス集計結果[1)]

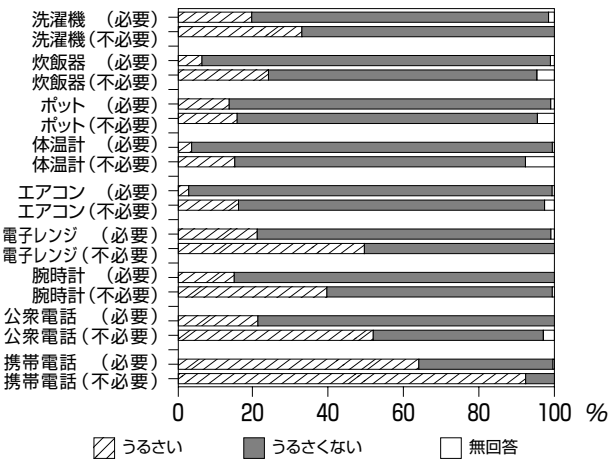


図2　信号音が必要と回答したグループと必要でないと回答したグループ間のクロス集計結果[1)]

という声もある。また、異なる機器の間で同じ印象の音が異なる状態を知らせるために使用されるなど、混乱もみられる。筆者らは現実に使用されている信号音を被験者に提示し、何の音かを尋ねた[1)]。その結果の例を**図 3** に示す。電話の着信音については正答率が高いが、家電製品などの音については必ずしも正答率は高くない。炊飯器でご飯ができた時の信号音に対する回答例を**図 4** に示す。実に様々な回答例が見られる。特に、炊飯器の信号音をガス漏れ報知器の音と間違えた例もあり、逆にガス漏れ報知器の音を炊飯器の音と間違えると非常に危険である。家庭内の音であっても、ガス漏れの警告音やアイロンが倒れた時の警告音などは、後述の危険信号としての観点から、その音響特性を考慮する必要があろう。

現在、携帯電話の着信音には実に多種多様な音やメロディが使用されている。識別のしやすさという観点から考えると、家庭の中で使用する機器の信号音についても、携帯電話の着信音のように、メーカが多くの選択肢を用意して、使用者は好きな信号音を選べるようにすることが望ましいと思われる。洗濯が終わったらベートーベン、お湯が沸いたらモーツアルトなどと選択するのも楽しいのではなかろうか。また、自分で選択した音なら聞き間違えることもない。なお、使用しない（信号音をオフにする）という選択や、レベルを調節できるようにすることも必要であろう。

また、初期設定として設定されている音がそのまま使用されるケースも多い。そのような信号音として、誰にでも聞き取りやすく、何の信号か識別しやすく、かつ快い音を用いることが望ましい。このような音を探るために、筆者らは一連の実験を行ってきた。SD法で実際の機器に付いている信号音の評価を求めた結果、美的因子の得点と信号音に含まれる周波数成分の数との間にある程度の対応が認められ、周波数成分を多く含む音の方が快く受けとめられる傾向が示唆された[2)]。また、一対比較法で求めた好ましさと基本周波数の関係をみると、実験で用

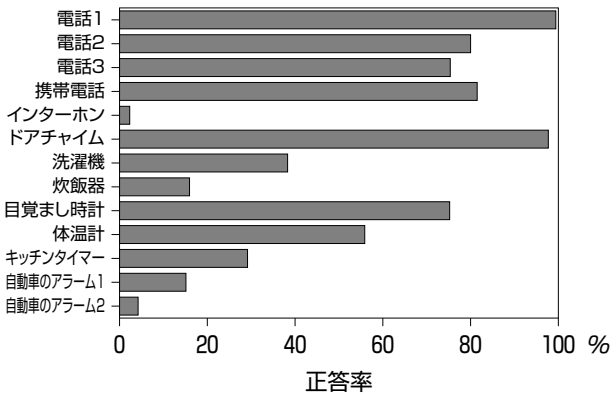


図3　各機器の信号音の識別の正答率[1)]

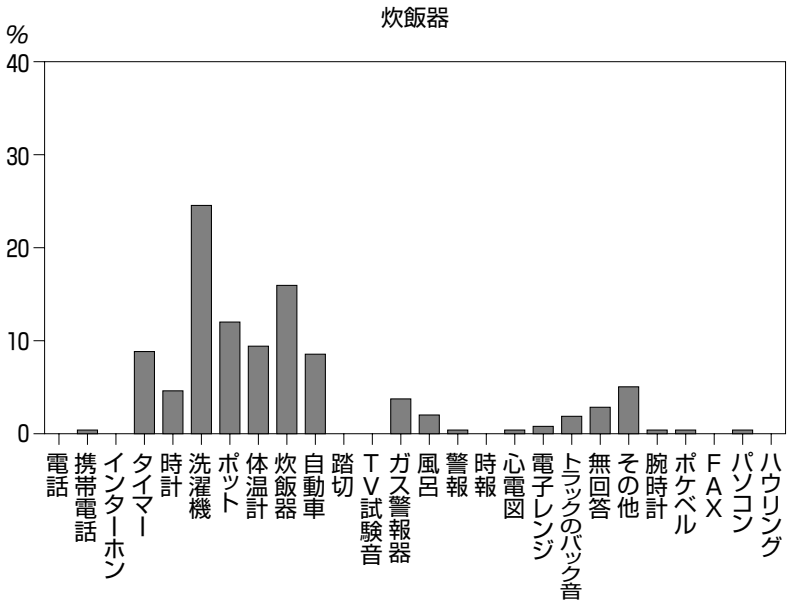


図4　炊飯器の信号音に対する回答結果[1)]

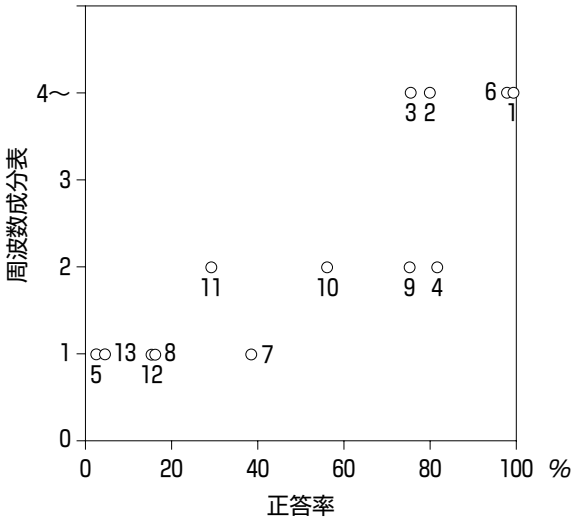


図5　周波数成分数と正しく機器名を識別できた比率の関係[1)]

いた440Hz〜3960Hzの範囲では1000Hz付近の音が最も好まれ、それより高すぎる音も低すぎる音も好まれないことが示唆された[3)]。さらに**図 5** に示すように、周波数成分の多い音の方がよく識別されるという傾向もみられた[1)]。これら一連の実験の結果、基本周波数が1000Hz付近で、多くの調波成分を含む複合音が、識別しやすく、また、不快ではないことが示唆された。このような音は広い年齢層を通じて聞き取りやすい音でもある。これらの条件を基本とし、オン、オフの時間や周波数成分について工夫することにより、検知・識別しやすく、快い信号音を作成できることと思われる。

3.　公共空間で使用される信号音

不特定多数の人が利用する公共空間で使用される信号音については、後述する危険を知らせる信号音を除き、本当に必要なのかどうか再度考えてみることも必要であろう。図 2 に示したアンケート調査結果で、公衆電話のカード排出音は、信号音が必要だと回答した者の内20数%が、必要ではないと回答した者の内60%近くが「うるさい」と回答している。携帯電話の着信音や話し声については、携帯電話を利用していない者は100%「うるさい」と回答し、利用者でも60%以上が「うるさい」と答えている。最近マナーモードが普及して、電車の中で携帯電話の着信音が聞こえる頻度が減少しているのは望ましいことである。公共空間では、必要最小限の信号音の使用にとどめ、使用する場合は、前項の家電製品の信号音の場合と同様、検知、識別しやすく、快いと受け止められる音響特性を持ち、さらに、信号音のレベルは必要とする空間に聞こえるだけの大きすぎないレベルとし、必要十分な最短の継続時間に設定するなどの配慮が欲しい。

4.　危険を知らせる信号音

緊急に対応が必要な危険事態が生じた時に、注意を促す信号として、暗闇でも、また、言葉のわからない外国人にも理解されうる音響信号は有用である。火事が発生した、地震による津波の可能性がある、ガスが漏れているなど、予期しない時に突発的に生じ、すぐに適切な行動を取ることが要求される。このような危険を知らせる信号音は必ず検知、および認知されることが重要な要件となろう。そのための条件として下記のようなことが挙げられる[4)]。

(1) 種々の騒音下において検知されやすいこと

日常生活の中には様々な音がある。自動車の音や人々の話し声、種々の機械から発する音などが混在しており、かなりレベルが高いことも多い。このような背景騒音下でも危険を知らせる信号音は誰にも検知されなければならない。背景騒音のレベルと周波数成分を考慮に入れて、マスクされない信号音を用いる必要がある。

(2) 高齢者など広い年齢層を対象にしても検知されやすいこと

一般に加齢に伴って、高い周波数の音が聞こえにくくなるので、高齢者にも聞き取りやすい周波数成分を含む信号を用いるよう配慮する必要がある。

(3) 音が検知された場合、それが何らかの警報であることが容易に認知されること

音が検知された場合、迅速に適切な行動を取るためには、それが何を意味するのか、認知できる必要がある。幼児や外国人など、学習していなくても危険な事態が発生したことが感じられるような信号音の特性を検討する必要があろう。

(4) 音の認知は文化の相違を越えた普遍性があること

すなわち、警報としての機能がある特定の文化圏に限定されないこと。

国際交流が盛んな今日、文化を越えて警告音として理解されやすい性質を持っていることが望まれる。また、将来、国際的に共通に用いられる信号音の国際標準を設定することも望ましい。

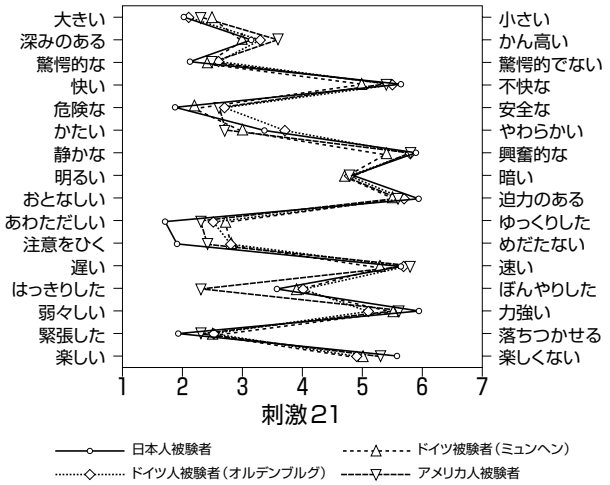


図6　日本・ドイツ・アメリカ人被験者が共通して危険と評価した音のプロファイル例[1)]

筆者らは,1980年代からドイツやアメリカの共同研究者の協力を得て、警告信号音の物理特性と情緒的印象の関係につき国際比較研究を進めてきた[4)～7)]。今までに行った実験の範囲内では、日本、ドイツ、アメリカを通じて、危険と感じさせる音は、周波数が変化する音（周波数変調音）であり、広帯域の周波数成分を含み、かつ、時間的に早い周期で変化する音であることが示唆された。**図 6** にこのような音の印象をSD法で求めた結果の例を示す[4)]。この音は，125～2kHzの周波数成分を含み，500msecの周期で周波数が低い方から高い方へ変化する音である。広帯域の周波数成分を含むことは，(1) の背景音によるマスキングや，(2) の加齢による聴力の低下を考慮した場合にも望ましい特性と言えよう。なお、鐘の音は、日本人には火事や踏切を連想させ、危険と受け止められるが、ドイツ人には教会の鐘を連想させ、安全な快い音と受け止められることがわかった[7)]。このような音は国際的に使用する危険信号としてはふさわしくない。

この他、警告信号音の必要性が予測される空間の音響特性や背景騒音の特性、避難誘導を考える場合には、音の空間定位なども考慮に入れて検討する必要があろう。また、筆者らが検討した範囲内では、危険と感じられる音は快い音ではなく、むしろ不快と感じられる音である。生命にもかかわる危険事態を知らせる信号音としては、少々不快であっても許されよう。

5. おわりに

音響信号は日常生活の様々なところで利用されており、大変便利なことも多い。しかし、一方では、屋内でも屋外でも音響信号が氾濫する傾向があり、その音がどこから聞こえて、何を意味するのかわからず、信号としての役割を果たせないことも起こる。危険を知らせる信号音については、どこでも誰にも確実に検知・識別できる音を設計する必要があろう。一方、機器の情報を与える音については、家庭では使用者の選択にゆだねることが望ましく、公共空間では、必要性についても検討した上で、識別しやすく、快適な音の設計が望まれる。

● 引用文献

1) S. Kuwano, S. Namba and T. Mizunami, "Desirable properties for identification of auditory warning signals", Acoustical Science and Technology, 22 311-314 (2001)
2) S. Namba, S. Kuwano and T. Mizunami: Subjective evaluation of synthesized signals, Proceedings of ASA/ASJ Joint Meeting, 451-454, 1996
3) 水浪田鶴、桑野園子、難波精一郎：警告信号音の望ましい特性について、電気関係学会関西支部連合大会、G387, 1998
4) S. Kuwano, S. Namba, A. Schick, H. Hoege, H. Fastl, Fillipou, M. Florentine and Moesch: The timbre and annoyance of auditory warning signals in different countries", Proceedings of the International Congress on Noise Control Engineering, 3201-3206, 2000
5) H. Hoege, A. Schick, S. Kuwano, S. Namba, M. Boch and H. Lazarus: Are there invariants of sound interpretation? - the case of danger signals -, Proceedings of the 5th International Congress on Noise as a Public Health Problem, 253-258, 1988
6) H. Hoege, A. Schick, S. Kuwano and S. Namba, "Limited invariants: A cross-cultural comparison of sound interpretation", Proceedings of the International Congress on Acoustics, H4-1 (1992)
7) S. Kuwano, S. Namba, H. Fastl and A. Schick : Evaluation of the impression of danger signals - comparison between Japanese and German subjects, in A. Schick and M. Klatte (Eds.) Contributions to Psychological Acoustics, (BIS, Oldenburg University, 1997), pp.115-128

ユニバーサルな聴覚サイン ―音声情報案内システム トーキングサインについて―

1. 新しい聴覚サイン

私たちが街の中を歩いていて気がつく聴覚サインとして代表的なものに、カッコーとかピヨピヨの鳥のさえずりや場所によっては「とおりゃんせ」など歩行者用信号が青であることを伝える音響信号機がある。視覚に障害を持つ人の移動におけるバリアフリー機器として、開発され設置されているが、残念ながらこの音響信号機の聴覚サインは、周囲の人にとって騒音となる場合があり、夜間は運用を中止しているところがある。

これは、音のサインとして、利用できる人が限られていることが原因であるし、また、すべての人に聞こえるような情報提供を行っていることも原因である。

利用者以外の人たちには影響を与えないような、すべての人に受け入れられやすいことをコンセプトとして、私たちは横浜市総合リハビリテーションセンターと共同で、視覚に障害を持つ方たちや文字・表示等を理解することが困難な外国人に場所・物の案内を方向とともに提供することを出発点としてユニバーサルな聴覚サイン「トーキングサイン」を開発した[1), 2), 3)]。

三菱プレシジョン(株)
新規事業開発室　商品化グループ　参事
伊藤　啓二(いとう　けいじ)

プロフィール

1956年　東京理科大学理工学部機械工学科卒
1984年　三菱プレシジョン株式会社入社
航空機搭載電子機器　設計業務を経て社内公募により新規事業開発室に移り、音声情報案内システムの開発に従事。生活支援工学会及びバイオメカニズム工学会　会員

2. トーキングサインの特徴

このシステムは、視覚障害を持つ人を対象にしたバリアフリーを基本とし、システムの特徴を活かして、発展的にユニバーサルデザインに作りあげていった。

システムの主なコンセプトは、以下のとおりである。

1番目は、視覚を含む残存能力を損なわないようにすること。例えば移動に関して、目的地を設定すれば自動的に経路も設定され、「この先ＸＸmを右に曲がる」などと経路誘導するタイプではなく、メンタルマップ上で不明瞭な位置や設備に関する支援情報を提供すること。これは、足元の安全確認は従来どおりの白杖などにより実施し、より多くの生活場面に対応できる能力を損なわないで、このシステムが利用できることを意図する。

2番目は、前述した音響信号機のように利用者以外の人になるべく不必要な影響を与えないように、利用者個人が気兼ねなく個人で情報を得られること。

3番目は、情報にはその方向も併せて提供すること。利用者が聴覚サインがどの方向にあるか明確にわかるように、サインの方向を提供する。

4番目は、機器の操作が容易であること。

5番目は、導入するための費用が比較的安いこと。機器の小型化及び大規模な設置工事を必要としないこと。

3. トーキングサインの説明

このシステムは、案内情報を含む赤外線信号を発信する電子ラベル（**図1**）と、信号を受けて音声で情報提供する携帯型レシーバ（**図2**）で構成している。

電子ラベルは、情報を提供する目的に応じて案内したい場所に設置して、音声情報で変調した赤外線信号として発信しておく。

レシーバは利用者が手に持ち、押しボタン型のスイッチを押すと、電子ラベルからの赤外線を受信して復調し、レシーバに内蔵されているスピーカから音声情報として出力する（**図3**）。

レシーバには赤外線の受光窓を設けており、窓を電子ラベルに向けたときに音声が聞こえる。

情報の方向を確認したいとき、利用者はレシーバ

図１　電子ラベル〈発光部〉設置状況

図２　レシーバ

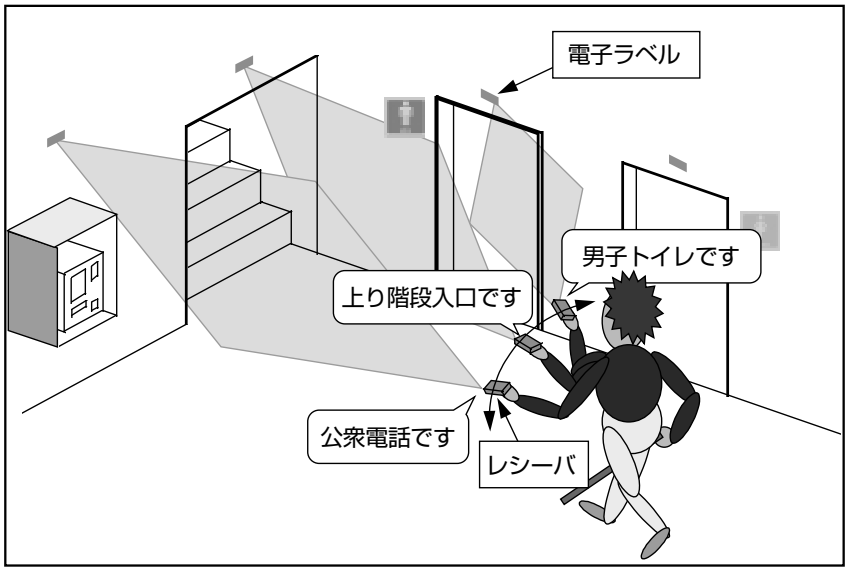


図３　運用イメージ

を左右／上下にゆっくり動かして、電子ラベルからの赤外線を受信できる方向を探索する。レシーバで受信する赤外線強度が低い場合は無音になり、一定の強度に達するとノイズに混じって、対象となる音声情報が聞こえてくる。

さらに、レシーバの受光窓を電子ラベルに正対させるに従って、ノイズはなくなり、音声情報が聞きやすくなる。

レシーバが電子ラベルに正対したとき、最も音声が明瞭になるので、電子ラベルの方向を明確に知ることができる。

レシーバを手に持つことにより、直感的に電子ラベルの方向を認識できるようにしている。また、親指でスイッチを押すという動作により音声が出るようにしている。これは、レシーバの電池の省電力にも繋がっている。

このように、情報とその方向を容易な操作で、しかも手元から音声で得ることが、トーキングサインの特色である。

電子ラベルは、人やモノによる赤外線の遮光を防止するため、及び、いたずらなど人為的影響を避けるため、人の手の届かないドアの上部など高さ約２ｍの位置に設置する。

レシーバによる情報探索の習熟度にもよるが、電子ラベルの設置高さを２ｍにした場合、水平面で電子ラベルの近く数十ｃｍまで接近できる。

4.　トーキングサインの利用対象者

視覚健常者は、様々な物体からの光の情報により、視覚の対象となるモノが何であるかを認識している。これに対して、新しい聴覚サインであるトーキングサインは、視覚の対象となるモノの情報（何である

か、どの方向にあるか）を光の情報ではなく、電子ラベルからの赤外光で提供する。

視覚障害者は、この赤外光を、視覚健常者が自分の認知対象を行動目的にそって探索するのと同様に、レシーバで探索し、目的に合致するか否かを判別する。

これは、視覚代行よりさらに一歩踏み込んだ認知まで代行をしていると考えられる。言い換えれば、利用者は、目の代わりにレシーバで周囲を見わたして情報を得ていく。

トーキングサインの利用対象者は、周囲が見えない、または、見えづらいことにより認識できない人のほかに、見えているが対象が何であるか認識できない人も含まれる。

前者は、全盲や部分視野などを含む視覚に障害のある人のほかに、高齢により見えづらい人が挙げられ、後者は、外国人が挙げられる。

5. トーキングサインの適用

● 視覚に障害のある人や高齢者

屋内では、経路の始点／終点である建物や部屋の入口／出口、上下経路の接続点であるエレベータ、階段などの昇降施設、トイレや水飲み場などの生活施設を案内する。

屋外では、建物の入口、経路変更点となる信号機の設置場所、また、赤／青の信号の状態情報を案内する。信号の状態情報を案内するときは、方向も併せてわかるため、横断する方向を事前に知ることができる。

交差点への適用は、社団法人新交通管理システム協会の一員として、警察庁、神奈川県警の協力を得て、平成10年12月、神奈川県で実施された全国身体障害者スポーツ大会に合わせて、視覚障害者用支援装置の実用化実験を実施し、参加した視覚障害者から好評を得た。

さらに、場所を移し、平成11年２月から１年間、横浜市磯子で実用化実験を実施した。

この実験結果をもとに改修を加え、現在、全国17都市で歩行者支援システムとして、交通信号機にトーキングサインが適用され、評価が行われている。

トーキングサインは、場所に関する情報のほかに、状態に関する情報も提供する。状態情報には、電車やバスなどの行き先表示及び扉の開閉情報、昇降機での階数情報などが挙げられる。

視覚に障害を持つ人が現在位置の確認のために、足元の素材の変化や風の変化など残存能力の何をキーにしていくかは、個人により様々であるが、なるべく多くの情報を提供位置に併設することで、情報位置を確定しやすく、また、情報自体の存在も記憶しやすくなると考える。

視覚に障害を持つ人や見えづらい人は、視覚情報を得られないことにより、行動に制限を受ける場合がある。

実際、経路中のキーポイントだけの情報をターゲットとしている場合が多い。言い換えれば、キーポイント以外の情報は取得されていない。例えば、ある建物の前を通過しても、その存在自体を知らなかったというケースもある。その建物に電子ラベルを設置することで、利用できる環境になり、選択の幅が広がることは歩く楽しみにも繋がる。

また、入手できる情報を増やすことにより行動する上で選択の幅も広がる。例として、移動する場合によく利用する電車を挙げると、次の列車が発車するまでに時間があるとわかれば、電話をかけるなどの時間に充てられるなどである。

トーキングサインの音声情報としてあらかじめ電車やバスなどの運行情報を設定しておき、タイマーや運行状況を参照することで、「次の下り電車は、ＸＸ時ＸＸ分、ＸＸ行き」と時刻に応じた案内を提供することも実用化している。

● 外国人

外国人に対しては、移動のときのキーワードとなる視覚サインに記述される文字を音声で知らせることが考えられる。

また、病院や役所などで、受付に行って申請したり、個別の窓口で書類を提出することなどの処理手順の説明、設備の利用手順の説明が挙げられる。海外では、教育環境事情により文字の読めない人に対して音声で案内することが挙げられる。

●見えているが対象が何であるか認識しにくい人には、当然のことながら、個人個人の特性にあった情報を提供することが必要となる。

美術館や博物館で、子供に展示物の説明を学術的な専門用語で行ってもわかりにくい。すなわち、展

示物に対する知識の深さにより説明する内容も異なるし、説明に使う言葉も年齢により異なる。

これに対応するため、トーキングサインに前述のような場所やモノに関する方向性を持たせた情報のほかに、利用者に適した情報を提供する解説機能を付加した製品も商品化している。解説機能は、音声情報を含む赤外線のほかに電子ラベルに固有の識別記号を、音声同様、赤外線で送信し、レシーバで受信したのち、その識別記号に対応する音声情報を内蔵する記憶手段から取りだして提供するものである。

記憶手段は、レシーバに着脱できるメモリーカードであり、あらかじめ様々な人の特性に適切な情報を記憶したメモリーカードを用意しておく。

認識しにくい人のほかに、視覚に障害を持つ人や見えにくい人も適切な表現内容が必要であるし、外国人にも母国語で説明する必要があり、このバージョンにより対応することが可能である。

6. 視覚障害を持つ人対応システムの問題点

視覚に障害を持つ人の情報案内装置は、本システム以外に既設のものを含め国内外に多数ある。

ペンダント型の装置を持ちボタンを押すことで壁などに取り付けたスピーカから音を出すもの、警告ブロックに磁気センサを埋め込み、白杖に付けた磁気シートに感応してスピーカから音を出すものなどである。

個別に使用方法が異なる場合、利用者は困惑するであろう。

個人個人の特性に合わせられ、利用者にとって、なるべく多くの生活場面で使用できる選択の幅の広い方式が採用されることを望む。

トーキングサインの通信方式は、米国で視覚障害分野の研究に優れた実績を有するSMITH & KETTLEWELL EYE RESEARCH INSUTITUTEで開発されたものを採用している。

我々は、世界共通を目指すとともに、既設の社会財産も有効に利用できるモノづくりに取り組んでいる。

一例として、信号機適用システムのレシーバには、青信号延長機能付交差点で、青信号の期間を延長する機能を有している。また、この機能は、既存の電波に呼応し環境側からスピーカで音情報を提供するシステムにも対応している。

7. おわりに

街を歩くと様々な光景が視覚情報として入ってくる。道路、交通規制サイン、広告など…。

これらの情報をトーキングサインの情報として流すと、楽しく歩くことに繋がらないだろうか。視覚に障害を持つ人が介助者とともに街を歩くにしても、一般の人が歩くにしても、もし、情報が増加することで楽しさを享受できれば、引きこもりがちな人も自宅から外にでる契機にならないだろうか。

静かにしゃべる建物、静かにしゃべる街を目指して改良・開発を重ねていきたい。

最後に、トーキングサインの実用化開発にあたり、平成９年に厚生省の指定法人である（財）テクノエイド協会殿から福祉用具研究開発の助成対象事業に選定され、平成10年度に実用化を完了したことを付記する。

● 引用文献

1）畠山卓郎、伊藤啓二、白鳥哲夫、城口光也、久良知國雄、春日正男：音声歩行案内システムの開発、第13回リハ工学カンファレンス講演論文集、pp349-354,1998
2）畠山卓郎、伊藤啓二、白鳥哲夫、城口光也、久良知國雄、春日正男：音声歩行案内システムの開発、第14回ヒューマン・インターフェース・シンポジウム前刷集、pp577-582,1998
3）畠山卓郎、伊藤啓二、萩原史朗、大久保紘彦、中村孝夫、春日正男：個人用音声情報案内システム、ヒューマン・インターフェース・シンポジウム'99論文集、pp255-260,1998

年齢とともに変化する視覚特性のデータベース化を目指して

1. はじめに

人間の視覚には多くの機能が備わっており、それらはほとんど年齢とともに変化する。明るさや色の知覚、細部を見分ける視力、動きの知覚、空間の位置を特定する視野機能、３次元立体の知覚、形や色を総合した物体の認識、複数の認識をコントロールする視覚的注意、さらに、記憶、等々、これらのすべての機能は年齢とともに変化していく。ただし、これらの機能がどの程度変化するかについては、あまりデータは整備されていないのが現状である。もちろん定性的な変化は周知である。しかし定量的に信頼できるデータは意外にも少ない。実際、高齢者向けの交通標識や住宅照明の設計などをする時は、この定量的変化のデータがないとどうにもならない場合がある。基礎となるデータがなければ、そもそも最適な設計などできないはずである。加齢変化のデータが重要であることは言うまでもない。

産業技術総合研究所（以下、産総研）人間福祉医工学研究部門の視覚グループは、こうした視点から高齢者特性のデータの整備に取り組んでいる。研究はすでに数年前からスタートしている。前述した多くの視覚機能は、例えば色覚ひとつとっても、その一つひとつが大きなテーマである。したがって、現段階ではまだすべてをカバーできてはいないし、産総研だけで完成できる仕事ではない。ここではこれまで産総研で行ってきた色覚の加齢変化の研究の一部、及び、現在遂行中の視力に関するデータを紹介するとともに、その活用について述べる。

2. 分光視感効率の変化

人間の視覚はおよそ400～700nmの波長を有する放射に反応する光検出器である。その分光特性を一般的に分光視感効率と呼び、視覚の基本関数として非常に重要である。観察条件でやや異なるものの、人間の視覚は一般的には550 nmの波長の黄緑の光が一番視覚系にとって効率が良い。すなわち明るく良く見える。これより短波長である青や紫の光や、長波長の橙や赤の光になると徐々に感度は悪くなる。可視域のスペクトルの短波長の端（紫）や長波長の端（赤）ではおよそ1／1000に効率は落ちる。波長の成分は色知覚に対応するので、どのような色をどのように使うかは、あらかじめこうした分光視感効率を知って、光源や視覚表示物の適切な設計をしなければならない。

さて、この分光視感効率は年齢とともに変化する。**図１**は産総研の当部門で収集された10歳代から70歳代までの分光視感効率91名のデータを10歳代ごとに

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　グループ長
佐川　賢(さがわ　けん)

プロフィール

1975年　東京工業大学大学院物理情報工学専攻修士課程卒
1982年　工学博士（東京工業大学）
1975年　工業技術院製品科学研究所入所
1995年　工業技術院生命工学工業技術研究所人間情報部感覚知覚研究室長
2001年　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長
現在に至る。
視覚特性の心理物理的計測、測光、測色、視環境評価
国際照明委員会理事（第１部会部会長）
国際照明委員会第1部会技術委員会TC1-37、TC1-54委員長
Journal of Gerontechnology, Editorial Board
日本照明委員会会長
日本照明委員会、照明学会、色彩学会、日本光学会

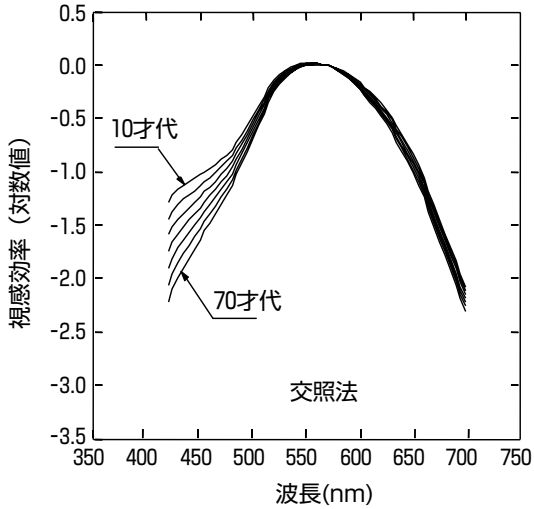


図1　交照法で計測された10歳代から70歳代までの分光視感効率

平均して表したデータである[1]。横軸は波長（nm）であり、縦軸は分光視感効率を対数値で表したものである。どの曲線も相対値であり、便宜的に570nmの黄色のところで感度1.0（対数軸で0.0）に規格化して感度曲線の形の変化を見ている。明らかに変化は500nm以下の単色光、青や紫の領域に見られる。年齢とともに、徐々に低下する感度曲線が見られる。この主たる理由は、眼球のレンズが加齢とともに黄変し、短波長の光（青色光）の眼球内の透過率が低下するからである。すなわち、高齢者にとってはそもそも青色の光は最初からカットされているようなものである。図１のデータの持つ重要な意味は、こうした青色の光が波長ごとにどのくらいカットされて感度低下を生じているかを定量的に知ることができることである。

分光視感効率は、一般的には光源や物体の明るさを表す輝度（luminance）の計算に用いられる。図２に示すように、背景が暗い黄色、指標が青で構成された標識の輝度コントラストを、図１のデータを基に、若年者と高齢者について計算してみよう。背景と指標の物理的な分光エネルギー分布、$L_{e,\lambda}(\lambda)$（単位：W/m²）、は図２のように与えられているとする。すると以下の（1）式に示すような輝度計算の式に基づいて、分光視感効率関数$V(\lambda)$を用いて人間が見たときの明るさに対応する輝度L（cd/m²）を計算することができる。

$$L=K_m\int L_{e,\lambda}(\lambda)V(\lambda)d\lambda \text{ or } \Sigma L_{e,\lambda}(\lambda)V(\lambda)\Delta\lambda \qquad (1)$$

ここでK_mは単位系に基づく定数（683ルーメン/ワット）である。図２に示すように、$V(\lambda)$に20歳代の平均データ、$V(\lambda)_{25}$、を用いると、指標と背景の輝度はそれぞれ169.2cd/m²、108.1cd/m²となり、それらの輝度コントラストを図に示すような定義に従って計算すると約22%となる。一般的に、22％のコントラスト値は見やすい。一方、高齢者の分光視感効率、$V(\lambda)_{65}$、を用いて計算すると、指標と背景はそれぞれ131.8cd/m²、111.2cd/m²となる。すなわち、背景の輝度はあまり変化しないが、指標の青の光に対する輝度値は低くなり、そのコントラストを計算すると約８％となる。すなわち、高齢者の方がこの指標の視覚的コントラストははるかに低く、８％のコントラスト値はかなり見づらいものであることを示す。このように高齢者と若年者の分光視感効率関数が与えられれば、それぞれの観測者が見た輝度コントラスト値をあらかじめ予測できる。また、見え方を改善する場合も当然このような計算をして、改善されたかどうかを知ることができる。こうした例は実際に多くあるものと思われる。この例のように正しく輝度計算を行うことによって、高齢者に配慮した見やすい標識の設計が可能となるであろう。

これらのデータはJIS標準情報TR Z 0017：2000として公開されている[2]。高齢者の視覚表示物の設計に携わる人や、公共の視覚表示物の設計に関係する人の参考データになると思われる。

3. 色彩の類似性データと識別性（カテゴリカル色知覚データ）

視覚表示物に関するもうひとつの問題は色彩の利

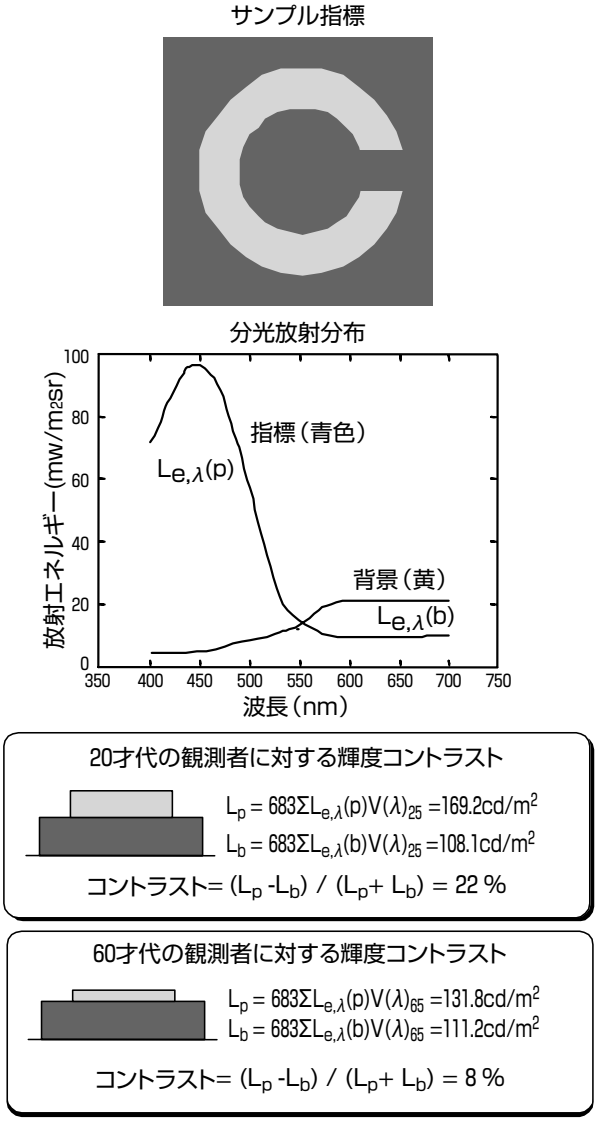


図2　20歳代と60歳代の分光視感効率を用いて計算したサンプル指標の輝度コントラスト

用である。特に、複数の色を用いる時はその色の組み合わせが問題となる。もちろん、色の見間違えや混同を避けることが重要であるが、そのため、実際にどの色とどの色が混同しやすいか、あるいはどの色とどの色が容易に識別可能か、を一般的に知りたい。産総研では、こうした配色の組み合わせに対してデータが収集されている。**図 3** は、サンプルとして選択した基本色に対して、色の見えが「類似している」と判断された領域をマンセル表色系に表したものである。実際には若年者（20歳代）、高齢者（60歳代）それぞれ50名の観測者に判断してもらい、それぞれのグループで30%以上の観測者が類似していると判断した領域である。赤、橙、黄、黄緑、緑、青緑、青、青紫、紫、赤紫、灰の11色に対してその類似色領域が定められている。重なりを避けるために 4 つの部分に分けて表している。実線は若年者、点線は高齢者である。高齢者の方が類似色の領域が狭いことがわかるが、領域の形状等の基本特性は年齢による差はあまり見られない[3)]。

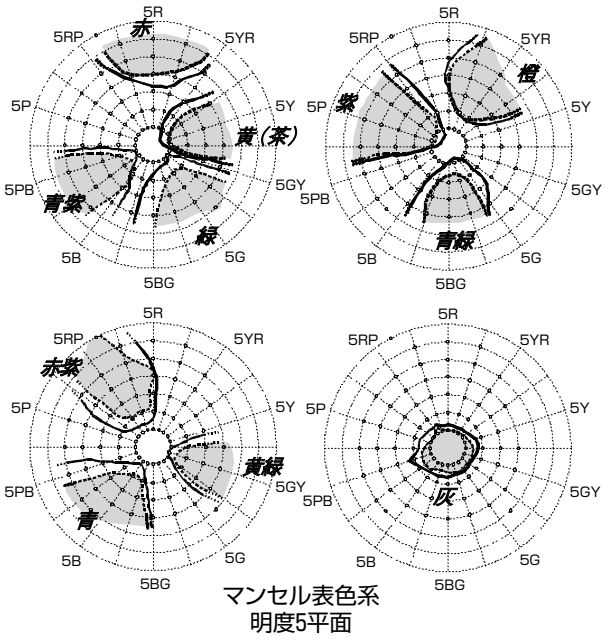


図3　マンセル表色系明度5平面に表した、若年者（実線）と高齢者（点線）に対する、基本色11色の類似色領域

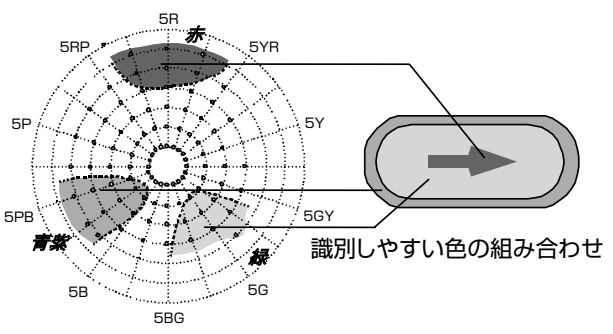


図 4　高齢者の類似色領域データに基づいた識別しやすい色の組み合わせの例

このデータの使い方の一例を**図 4** に示す。標識における背景や指標の色の選択である。データの利用の仕方は単純明快である。色の選択を、この図のように異なるグループから選択すればよい。グループが異なるので混同はなく、簡単に識別できる。また、こうした配色は選ぶ領域が幅広いので選びやすい。正確にどの色とどの色を指定するという煩雑さもない。色の選択にある程度自由度があり、その点で極めて使いやすいと言えよう。もちろん、グループ内の混同を避ける限り、見やすい色の設計がいくつでもできる。産総研のデータでは、図 3 に示したデータ以外に、夜間の暗い環境に適した条件（照度0.5ルックス）における同様な色の類似度データを収集している。こうした色のグループの概念はカテゴリー色知覚と呼ばれ、従来の色弁別域などに比べると高次な色知覚を反映するものと考えられている。色の類似性のデータは、こうした色知覚の基礎研究としても重要であるが、前例のように応用面からも非常に重要で使いやすい概念である。

なお、色の類似性と識別性に関するJIS標準情報は現在準備中であり、近い将来公開される予定である。高齢者を対象とした看板、標識、地図、等、広く視覚表示物の作成に利用できる。

4.　視力の加齢効果

年齢とともに新聞のような近くて細かな文字が読みづらくなることは、よく経験することである。眼球レンズの弾性が年齢とともに劣化するためにこの

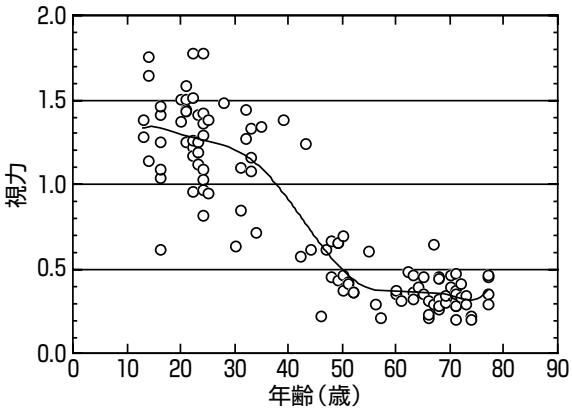


図 5　50cmの視距離におけるランドルト環視力の年齢変化。輝度100cd/m²

ようなことが起きる。産総研では、視力に関しても信頼できるデータを確立すべく、異なる年齢の観測者に対して視力と年齢に関するデータが収集されている。**図5**は50cmの視距離におけるランドルト環視力を111名の観測者について計測した結果で、観測者それぞれの視力値をその人の年齢を横軸にとってプロットしたものである。明るさは100cd/m²の明所視レベルである。観測者は、あらかじめオプトメータで計測して無限遠で最適となるような補正レンズを装着する。すなわち、ここで表された変化は年齢効果による近点付近の視力変化である。年齢とともに、50cmの点の視力が低下していることがわかる。視力低下はすでに30歳代から起きているが、もっとも変化するのは40から50歳代にかけてであることもこの結果からわかる。

視距離の影響をもう少し細かく見るために、10歳代から70歳代まで各年代ごとに、5 mから30cmまでの視距離における視力の変化を示したものが**図6**である。輝度は100cd/m²。横軸に視距離（対数）、縦軸に視力をとって表したものである。各実線は10代ごとの世代に対応する。5 mはいわゆる標準的な視力の計測条件である。ここでは10歳代から30歳代の観測者では、視力約1.5と良い。30歳代までは、近くのモノを見る場合でもほぼこの5 mでの視力が維持されるが、40歳を越えると視距離が短くなると急激に視力が低下する。30cmでは40歳代以下の視力は非常に悪い。すなわち、年齢とともに近くのモノがかなり見えづらくなることが示されている。

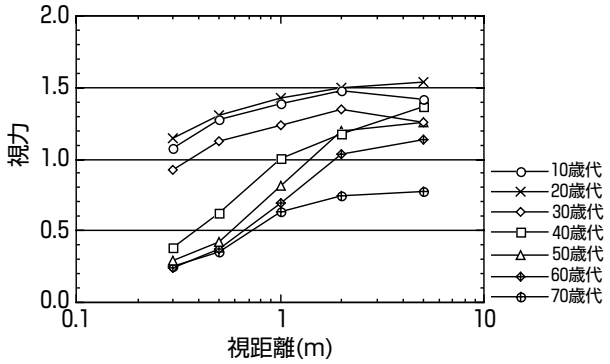


図6　年代別に見た視距離によるランドルト環視力の変化

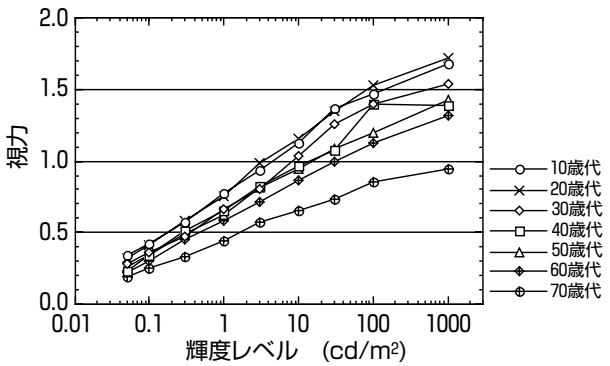


図7　年代別に見た輝度レベルによるランドルト環視力の変化

視力は明るさのレベルでも大きく変化する。**図7**は年齢別にみた明るさレベルの影響である。横軸は輝度（cd/m²）で縦軸は視力。輝度の影響はどの年代でも同様に現れ、輝度が低下して暗くなると視力はそれに伴って徐々に低下していく。例えば、20歳代では1000 cd/m²で1.5以上あった視力は、0.05 cd/m²では0.3まで低下する。70歳代の高齢者は1000 cd/m²ではそもそも1.0以下の視力しか得られないが、暗くなるとその視力もさらに低下する。見やすい視覚表示物を設計する際には、必ず考慮すべきファクターである。

産総研感覚知覚グループでは、ランドルト環視力だけではなく、さらに文字や文章の読みやすさを評価する一般的手法とその基礎となるデータを収集中である。近い将来、これらのデータを総合して、文字、文章やパタンの読みやすさ、見やすさ等を評価できる標準的手法を開発して、JIS規格にまとめる予定である。

5.　まとめ

視覚系の中で、色覚と視力を例にとって、加齢による変化のデータを示した。データは使ってこそ初めて意味を持つ。高齢者や年齢変化のデータを確立すると同時にその使い方、応用法を示すことが重要である。データの確立とともに、データを翻訳して活用に繋げる手法やアルゴリズムがこれから要求される。定量的に裏付けられた設計法や評価法は一般に理解されやすいし、信頼も得やすい。この意味でデータはすべての基盤と言えよう。視覚に限らず、高齢者の身体特性の信頼できるデータベースの確立が急がれる。

● 参考文献

1) Sagawa K., Takahashi Y.:Spectral luminous efficiency as a function of age, J. Opt. Soc. Am. A18 (2001) in press
2) JIS TR Z 0017:2000 年代別分光視感効率関数による輝度算出方法
3) Sagawa K., Takahashi Y.: Human Color vision and aging, Proceedings of the International Workshop on Gerontechnology, pp 59-62 (2001)

高速道路における道路案内標識の課題 ―人間工学からの提言―

1. 人間工学理論に合わない標識で無罪判決

手元に20年前の朝日新聞の小さな記事がある。「左折禁止違反に無罪判決、神奈川簡裁　正規の場所に標識ない」との見出し。簡裁は左折禁止道交法違反の被告に対し標識が正規の場所になかったのでこれに違反しても罰することはできないと無罪を言い渡した。被告はある朝、横浜市内T字路交差点を左折して警察の取り締まりを受けた。左折禁止に気づかなかったと反則金を拒否、正式裁判になった。

弁護側と検察側は左折禁止標識の設置位置の法的効力を巡り対立、弁護士の依頼で行った筆者鑑定が判決に採用された。筆者はタスク分析で被告と同じ経路を運転し視覚情報に焦点を絞って事実関係を整理した。交差点手前400mに案内標識があり、T字路交差点の左折をガイドしている。ガイド「情報」を見た運転手は左折しようと「判断」する。

朝の学童通学時間帯だけ2輪、バス、ハイヤー、タクシー以外の車両の左折を規制＝「ガイド情報をキャンセル」する標識は交差点を渡った側の信号機横にしか設置されていなかった。人間工学の考えでは左折禁止規制に従う適正な「行動」をとるためには前提として適正な「判断」が必要、適正な「判断」を行う前提として適正な「情報」を受容しなければならない。

大きな車体の後続では、交差点に入って初めて標識が見えることになる。これは左折行動中にキャンセル情報を受容する事を意味しタイミングがあまりにも遅すぎて人間工学理論上全く意味がない。筆者は左折行動以前すなわち、交差点手前の路側にキャンセル情報を出すべきだと改善提案した。

調べたら標識令細則に交差点前の正規の場所に同じ標識を設置すべしと規定されていた。標識運用現場に人間工学視点がない事を雄弁に示す事例である。

2. 文脈性のない道路標識は事故誘発

高速道の案内標識が具備すべき人間工学条件も上の一般道と本質的に同じで、表示タイミングの遅い標識は安全上有害である。具体例として、第三京浜保土ヶ谷インターでの迷走多発は人間工学原理を無視した案内標識が原因だった。

東京都世田谷区と横浜市内を結ぶ約16kmの3車線高速道路は、下り保土ヶ谷インターチェンジで分岐後直進すると首都高速神奈川線上り、横浜市内へ接続、左に分岐すると立体交差、右カーブ、結果的に直進方向の平塚、藤沢に行く横浜新道に接続する。

地理上の常識に反する分岐構造が混乱と危険の根本要因である。ハードウェア上の潜在危険をソフトウェア＝案内標識で補完できるのに現実は全く逆。立体交差を示す案内標識**(図1上)**を分岐点直上1カ所で表示。分岐行動の最中に運転者のメンタルモデルに反する情報を表示するので混乱と危険を誘発した。

分岐点ノーズ部分に設置したビデオカメラで運転者行動を連続記録、分析した結果2500台/時の交通量に対して30秒に1台の高率で急ハンドル、急ブレーキ、完全停止、バック、導流帯進入、迷走など不安全行動を観察した**(図2)**。土地不案内の利用者が土日に多く改善前は通過車両19800台中約5%の970台が不安全行動を示し、そのうち約70%の680台は発生時間間隔が30秒以内で、危険な不安全行動が頻発していた。

これを文脈性ある標識の再設計、すなわち予告標識の設置で解決した。道路管理者は筆者研究を紹介するNHKTV科学番組「サイエンスQ」放送1週間後に

神奈川大学工学部人間工学教授
堀野　定雄(ほりの　さだお)

プロフィール

1964　大阪府立大学工学部卒業
1969　早稲田大学大学院理工学研究科博士課程修了
1971　神奈川大学工学部経営工学科専任講師
1973　年神奈川大学工学部経営工学科助教授
現在に至る。お茶の水女子大学家政学部、千葉大学工学部、東京大学医学部、川崎市立看護短大などの非常勤講師を勤む。日本人間工学会理事、国際人間工学連盟(IEA)理事、ISO/TC159(人間工学)国内委員会(JENC)委員長など
1996　運輸省ASV検討会座員、同ヒューマンインタフェイス分科会主査
1998　運輸省運輸技術審議会委員
人間機械系における視覚情報表示の設計・評価を専門に研究、交通事故解析と再発防止、人間工学チェックリスト開発
現代人間工学概論(オーム社、1981)、自動車運転労働(労働科学研究所出版部，1980)、OA機器の健康対策(日本経営協会，1985)、労働と人間行動(泉文堂，1987)、工業デザイン全集第6巻人間工学(日本出版サービス，1986)　科学的交通事故調査(日本評論社、2001)他

図1　判読性、文脈性を備えた予告標識の提案
（第三京浜保土ヶ谷IC）

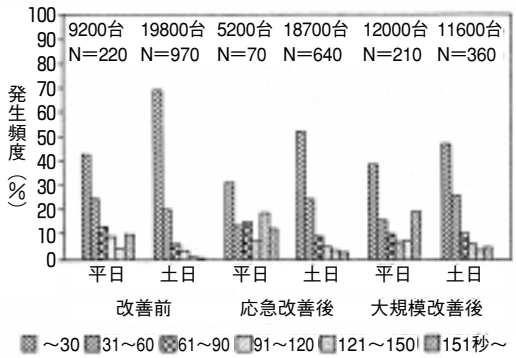


図2　不安全行動発生時間間隔分布
（第三京浜保土ヶ谷 IC）

図3　保土ヶ谷IC 予告標識（改善後）

短冊型標識13枚を新設（応急改善）、半年後更に門型標識を分岐点手前1.6kmから3枚新設した（大規模改善）。文脈性は一応改善されたが標識**(図3)**の判読性が悪くて効果は不完全である。これは図2にも示されており、大規模改善後土日の不安全行動発生時間間隔の分布は、30秒以内のピーク値が70%から40%台に下がり改善されたが分布形は改善前の平日に似ている。改善効果は顕著でなかった。因みに筆者は図形表示による予告標識（図1下）を分岐点2km手前から2回繰り返し表示し分岐点では現状標識を確認標識として活用するように提案したが採用されていない。

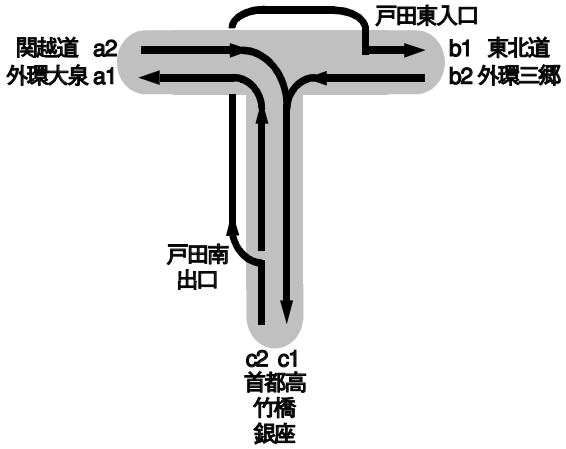


図4　旧美女木ＪＣＴ変則的交差

3.　多すぎる情報は見えなくする

以上見たように道路標識はタスク状況下で見えて初めて有効となる。見やすく、判断しやすくタイムリーな標識が有効である。首都高速5号線下り（大宮方面）と東京外環状線が交差する美女木JCTは平面交差し信号制御する珍しいインターチェンジである。この道路構造が主原因で次に構造面の不備を補うはずの道路標識が副次原因で不幸にも事故が多発した。

一部開通時危険回避のため交通管理者＝警察は下りの関越道方面左折を認め、東北道方面右折を禁止、東北道方面は「戸田南出口」から一般道へ降り「戸田東入口」から再び外環状線へ合流する変則運用で開通した**(図4)**。その結果、「戸田南出口」には降車が殺到（3万台/日）、本線まではみ出し渋滞が常態化した。安全のための交通規制が皮肉にも172件/年（1.5日/件）の追突事故を出口付近で集中多発させた。

道路管理者は事故のたびに再発防止を考え新標識を立てた。繰り返すうちに結果として出口手前1km区間に法定速度走行4分間に8種類、52枚の標識が林立する「標識銀座」となった。

そこで道路管理者と人間工学者が協力して抜本対策を立てることになりタスク分析を実施した。運転席から法定速度で走行し撮影したビデオで5号線下り全標識を記録し時間軸で整理したらユニークな標識頻度曲線が得られた**(図5)**。「戸田南出口」手前600m地点から「出口」までは極端に標識数が多い。20～30秒間で20数本の標識を通過する割合である。事故多発の主な理由として標識が多すぎて何がなんだかわからず結局見ることなく状況把握がないまま現場にさしかかり混乱したと解釈された。JCTを左折する車は右車線、右折する車は左車線と方向がねじれた規制も混乱要因であった。

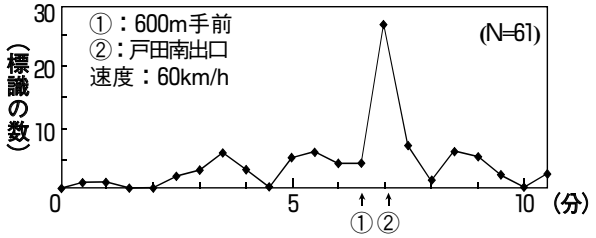


図5　標識頻度曲線（30秒毎標識数）

図6　首都高5号線戸田南分岐600m
予告標識（改善前）

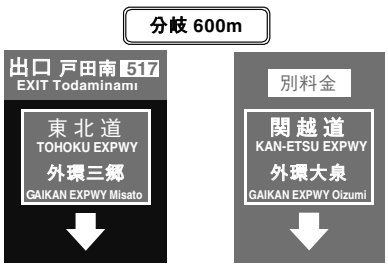


図7　首都高5号線戸田南分岐600m
予告標識（改善後）

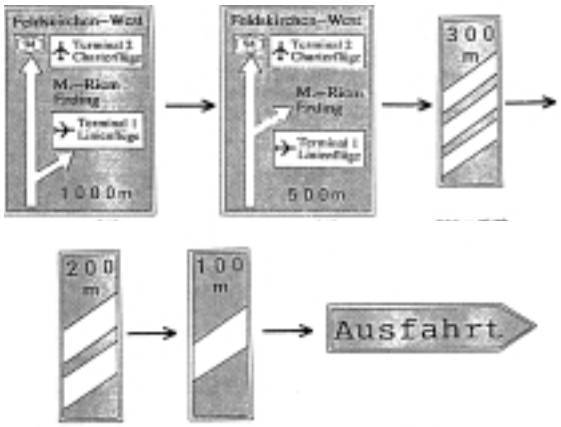
道路管理者は標識**(図6)**を改善した**(図7)**。改善ポイントは標識の種類、数を減らし車線指定方式に絞り運転者に車線ごとの行き先をガイドした点。設置済みの出口付近の渋滞表示電光掲示板と組み合わせて有効で事故は減少、外環状入路直前料金所で観察した誤進入数は96から64件へ減少、効果が認められた。構造変更もなく、渋滞自体が減ったわけではないのに出口900m手前から整理した情報を繰り返し表示すると合理的な状況判断と行動が取れ事故は減った。

この例から高速道路網での安全維持に案内標識の果たす重要性、状況が見える情報表示の重要さがわかる。人間工学からみた案内標識設計指針として普遍化すると次の4項目が導かれた：1）情報は適切な量の範囲に留める、2）情報は簡潔に階層化する、3）近未来行動を誘導できる表示を強調する、4）予告から行動直前期まで一貫して繰り返し表示する。

4.　文脈性あるアウトバーン、イギリスの標識

ドイツ人は標準化が得意である。ビールのグラス線や人間工学ISOの活躍精神はアウトバーンにも生きている。高速道路の出口や分岐点の案内標識は極めてわかりやすい。速度制限なしで時速200kmで安心して高速で走れる要因に標識が一役買っている。

道路地図の地名がそのまま高速道路の案内標識に



出口

図8　文脈性、判読性ある高速道路案内標識（ｱｳﾄﾊﾞｰﾝ）

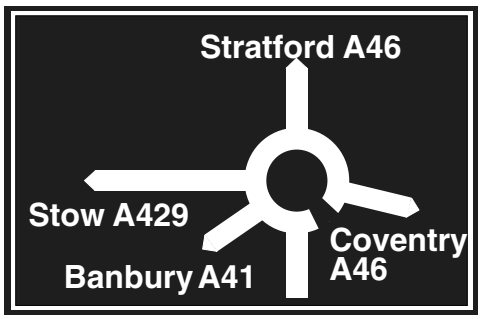


図9　エラー防止に有効な標識（イギリス ワーウィック）

出てくるなど地図と標識の整合性は抜群に良い。標識は運転者の心理･行動特性をよく反映したデザインで全国的に標準化されており、文脈性の良さは経験すればすぐわかる**(図8)**。一度どこかで経験すれば学習効果が発揮できる。東西が政治的に統一される前既にアウトバーンの標識は統一されていた。同じデザインの図形案内標識が分岐点1km手前と500m手前に繰り返し表示される。分岐点300m手前からは距離を表す左斜めの線3本で表す。200m手前で2本、100m手前で1本となる。分岐点手前50mで確認標識が表示されて、分岐点では地名標識はなく単純に「出口」と表示するだけでわかりやすい。

高速道路の分岐点では分かれた後の車線数が矢印の数でわかるように表示されている。運転者は安心して高速で分岐走行できる。日本では矢印の数は分岐後車線数と全く関係ないので運転者の心理負担と戸惑いは想像を超える。カウントダウン標識や矢印車線数表示は日本でも導入を検討したいものである。

イギリスで広く見られるラウンダバウト（round about）の案内標識も優れた視覚表示である**(図9)**。現実の道路は円を描いているが、標識表示はわざと現実と違えて、円の一部をカットし、安全な通行方向指示を担保している。カットしたことによりロータリーに

来た運転者は左の方へ自然と誘導される。もし、忠実に丸い円形デザインをしていれば、Coventoryに行きたい運転者の何人かはあわてて近道と勘違いして右に進路を取り間違え、正面衝突という危険に遭遇するであろう。運転者の心理特性を巧みに反映したエラー防止の良い情報表示例である。

5. 標識の人間工学4原則とチェックリスト評価

以上の例でわかるように道路標識がわかりやすいか否かは運転者の視点で確かめるのがポイントである。現状の案内標識は、情報量が一般に多い、繰返し表示が一貫していない、車線表示が確立していない、出口表示など近未来行動の表示法に統一性がない、例外的表示が多すぎるなど運転者の苦情がいろいろと指摘されている。一連の標識が運転者の交通認知行動特性に整合しているかどうか的確に評価でき、広範なユーザ参加保証、動的な交通場面を反映した現場に密着した普遍性の高い再設計志向の包括的評価方式として人間工学アクションチェックリストがある。

ビデオ模擬走行と併用すればこれまで定量化困難と考えられていた高速道路案内標識のわかりやすさの客観評価、体系的改善に役立つことが明らかになった。1)高速道路案内標識の人間工学的評価軸として因子分析の結果、文脈性、知足性、判読性、視認性が重要、2)この評価軸をもとに30項目のチェックリスト**(表1)**を案内標識のゾーン別評価に応用できる、3)現行の案内標識をこの方式で評価すると文脈性の重要性が特に示され、具体的な改善提案に結びつけることができる。設計者が満たすべき案内標識の人間工学4原則は次のとおりである。

(1)文脈性:コンテクスト、情報の時空間的連続性。表示順序、タイミングなどシナリオ性。
(2)知足性:コンテンツ、情報の過不足がない事。情報の質・量の的確性、密度の過不足。
(3)判読性:レジビリティ、情報内容の理解しやすさ。
(4)視認性:ビジビリティ、情報の大きさ、形状、大きさ、文字、色などの見やすさ。

具体的成功例として合流と出口が重なる首都高速神奈川線石川町JCTではエラー防止優先の標識改善で事故削減効果を上げた。首都高速湾岸線とJH東京アクアラインが3方海底トンネルで交差する浮島JCT案内標識は設計の最初から人間工学を導入、図形標識、同じ標識を2回繰り返し表示する方式を採用、開業以来標識が原因の事故は発生していない。

表1 高速道案内標識人間工学設計原則とアクションチェックリスト(抜粋)

Ⅰ.文 脈 性 [9項目:1-9]
1.重要度の高い情報を強調する 2.予告案内を増やす 3.設置位置をもっと手前にする
Ⅱ.知 足 性 [9項目:10-18]
10.標識の数を減らす 11.1枚の標識を目的別に分ける 12.表示板当たりの情報量を減らす
Ⅲ.判 読 性 [6項目:19-24]
19.旧標識を新標識に変える(様式統一) 20.出口案内を強調する 21.標示板のサイズを大きくする
Ⅳ.視 認 性 [6項目:25-30]
25.読みやすい文字デザインをする 26.色分けをもっと使う 27.見やすいシンボルマークを使う

以上のように運転者のメンタルモデルに整合した案内標識がわかりやすい条件であることがわかった。現状の標識は人間工学アクションチェックリストで評価し、再設計する方向で問題解決を図る。同じ場面では標準化されたモードの標識が有効である。東京都心部、例えば箱崎JCTのように分合流が短区間に複雑に現れる場合は1カ所の表示情報量を簡潔に限定しタイムシェアリングで繰り返し表示することで目的を達成できることが視線分析でわかっている。

ユーザ・メンタルモデルに整合させる道路視環境設計の発想は高齢者、外国人ドライバーなどユーザ属性を幅広く考えるユニバーサルデザインにも整合する。快適・安全な高速走行に必要不可欠な要件である高速道路案内標識人間工学4原則、設計指針の中で、表示は文字よりアイコンを優先、大きな文字サイズを採用、したがって情報量を制限するなど視認、認知に関する領域は一層の研究が必要である。高速道路性能の重要な一部である案内標識は土木工学、認知人間工学の学際的取組みがますます重要である。

● 引用文献

1) 堀野定雄、森みどり:「高速道路の案内標識と交通安全 特集ニアアクシデント対策」、労働の科学、50巻5号(1995)
2) (社)交通工学研究会編:「案内標識の人間工学的研究」、平成7、8年度報告書、(1996、97)
3) 堀野定雄「なぜ見える、なぜ見えない」特集交通と安全、照明学会誌Vol.82, No.3、p185-201, 1998
4) 堀野定雄、森 みどり他 ドライバー視線分析から見た高速道路標識表示のあり方 日本人間工学会関東支部29回大会, 1999
5) 堀野定雄、森 みどり他 大都市高速道路網案内標識の人間工学的問題点 日本人間工学会 第39回大会 人間工学 Vol.34, Supplement, 1998

グローバル化と公共サインのあり方

1. はじめに

サインの移動環境における役割については、その環境からそれらのサインがまったく消えてしまったことを想像すれば明らかである。サインによらずとも複雑多岐にわたる空間構成そのものをもっと人にわかりやすく単純化し、整理することが求められる。しかし、実際上は困難であるのでどうしても必要なサインを設置せざるを得ない。それらのサインは不特定多数の人を対象に公共的な目標を達成するために設置されることが多いが、どこまでが公共的なものとして設置されるべきかサインの扱う情報の質と量が問題になる。

そこで、サインを取り巻く背景として少なくとも、ユニバーサルデザインと国際化という視点を挙げておきたい。すなわち、これまでの特定の高齢者や障害者対策ではなく、より多くの人たちを考慮し、すべての人に快適で安全な環境を実現するという考え方とわが国だけにとどまらず、広く国際的に通用する環境を作ろうとする考え方である。これらをまとめてグローバル化とでも呼ぶことにして、本稿ではこのグローバル化の視点から公共サインのあり方について考察するものである。

摂南大学
工学部建築学科　教授
田中　直人(たなか　なおと)

プロフィール

1948年　神戸市生まれ
大阪大学工学部建築工学科卒業
東京大学大学院工学系研究科建築学科建築学専門課程修了
神戸市にて建築・都市地域の計画やデザインを担当後、神戸芸術工科大学環境デザイン学科教授を経て、摂南大学工学部建築学科教授、兵庫県立福祉のまちづくり工学研究所主任研究員を兼任
一級建築士事務所都市環境デザインネットワークを主宰
工学博士、一級建築士
著書『サイン環境のユニバーサルデザイン　計画・設計のための108の視点』（共著、学芸出版社）他

2. ユニバーサルデザインとサイン

これまでバリアフリーデザインとして、車いす使用者に対するサインの高さやシンボルマークの設置、視覚障害者に対するサインとしての点字表示や床面の点字ブロックの設置などが進められてきたが、他の障害者に対する配慮やサインとして体系的な配慮については残念ながら不十分であると言わざるを得ない。これら障害者に対する配慮としてのサインのみならず、ターミナル施設や地下街、大型複合ビルなど複雑・高度化された都市環境にあって、一般の市民に対するサインについてもまだまだ配慮すべき事項が多いのが現状である。もとより、サイン環境を成立させている主体はそれぞれの目的に応じて個々ばらばらに設置している。公共性の高いサインのみならず、商業的目的から設置されたものも多い。これらは人目を引くことはあっても、高齢者や障害者をはじめ人によっては理解しがたい場合もある。またサインは大きさや色、材料、設置方法など、それぞれの仕様で独自に設置されることが多い。違う場所へ行けば、異なったデザインのサインが存在することが普通である。どこでも誰でもが共通に理解しやすいサインはまだまだ少ない。ユニバーサルデザインとしての環境整備の中で今後、サインの果たす役割も大きいと思われる。

3. 国際化とサイン

近年、言葉の障壁を越え、外国人や子供でもわかるようにということで、ピクトグラム（絵文字）がよく用いられる。本来の目的からすれば、説明の文字を併用したり、色分けしなくても内容が伝わるはずであるが、単に表示面の装飾的効果を担ったり、用い方が不統一であったりしている。これらのピクトグラムの考え方はひとつのユニバーサルデザインであると言える。また、点字ブロックや視覚障害者用交通信号機などは特定の利用者に対する配慮であると言えるが、一方で視覚障害者でない他の利用者にとっても、音声が役に立つということも指摘される。国や地域が違って、まったく別のサインになることは地域性の違いを楽しんでいるレベルでは問題ない。しかし共通のルールとして標準化し、どのような人に対してもわかりやすく、親しみやすいサイン環境の実現も大切である。現在、国際的に主要な施設については、ピクトグラムによる表現が普及し

世界難聴者連盟

世界ろう連盟

聴覚障害者の利用を配慮したマーク　直接、耳を元にしたものだが、耳に斜めの線が表現されており耳を否定したようなマイナスのイメージが強い

増幅装置付電話機

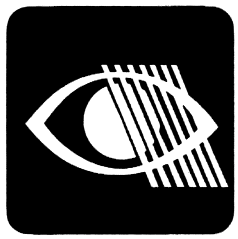
手話通訳あり

聴覚障害者に関する設備や対応を示すマーク　これらのマークは配慮された設備や対応サービスがあることなど、個別の内容を示すものである（出典：兵庫県社会福祉事業団他編『アシテック通信』第7号、1995年）

シンボルマーク　耳の形ではなく、聴覚障害者のコミュニケーション手段である手話の手をモチーフとしている（デザイン：デフマークデザイン研究会（田中直人・見寺貞子・坂田岳彦））

世界盲人連合会が定めたシンボルマーク

盲導犬の同伴を許す施設であるか否かを示すマーク



空港施設で用いられた視覚障害者のマーク

図1　いろいろなシンボルマーク

ている。とりわけ多くの情報と人やモノの行き交う国際空港ターミナルにおいてはそれぞれの言語だけでは表現できないので、ピクトグラムが有効に利用されている。サイン環境についてはまだまだ各国で整備状況が異なり、ユニバーサルデザインとしての事例も少ない。今後、国際的な視点に立ったデザイン開発が期待される。

4.　シンボルマークとサイン

国際シンボルマークは「障害者が利用できる施設であること」を示している。このマークは車いすの形を示しているが、必ずしも車いす使用者を対象にしたマークではない。しかし実際には障害者への配慮と言っても、車いす使用者が中心である。車いす使用者を表現した国際シンボルマークは必ずしも車いす使用者を対象にしていないが、他の障害者からは意見が出やすい。そこで視覚障害者や聴覚障害者の団体は別個にシンボルマークを定めて使用しているのが現状である。いずれにしてもこのようなマークは配慮された場所が少なかった時代には有効であったかも知れないが、どこにでも配慮されてくると必要がないものである。したがって、特に区別しなくともどこでもが安全快適に使用できるようになり、このようなマークが最終的には必要でなくなることが理想である**（図1）**。

現在、各自治体において進められている福祉のまちづくりでは、必要な配慮が実施された施設や場所においてはこの国際シンボルマークによるほか独自のマークが考案され使用されている。トイレなどの施設では車いす使用者専用ではないという考え方で、ベビーシートやおむつ替え台などを設け、「どなたさまもお使い下さい」という主旨のサインが設置されている。

5.　公共空間におけるサインの検証

(1) 地下街のサイン

大阪梅田の地下街、通称“ディアモール大阪”で通行人に地下街空間についてアンケート調査を行った。「地上との位置関係」、「近隣施設との位置関係」がわかりにくく、迷った時の行動として「案内サインをさがす」56%、「人に尋ねる」28%といった回答が多かった**（図2、図3[1]）**。地下街のような位置関係の把握しにくい場所でのサインの役割が大きいことが伺える。

外国のサイン事例と比較してみてもわかるように我が国のサインはともかく小さい。サインの公共性があまりにも軽んじられていて、見た目の色使いや美しさばかりが重要視されているようである。

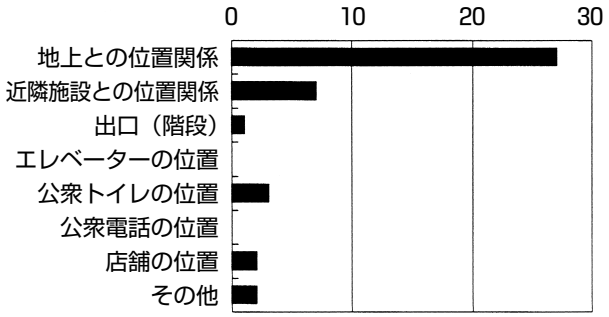


図 2　地下街でわかりにくいこと
ディアモール大阪の地下街で通行人に聞いたアンケート調査では、「地下との位置関係」がわかりにくいといった回答が最も多かった

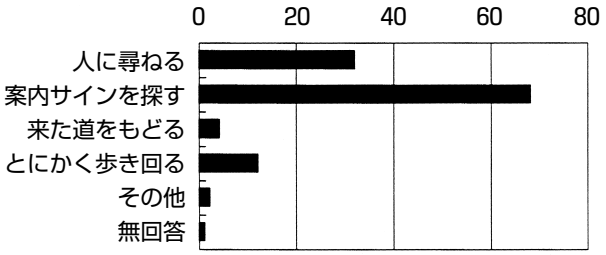


図 3　地下街で迷った時どうするか
地下街で迷った時には「案内サインを探す」という回答が最も多かった

(2) 空港ターミナル施設のサイン

関西国際空港において、これらのサインの設置状況を調査した[2)]。この時、車いすに乗って、アイカメラを装着した被験者の注視ポイントを分析した。結果としていずれのサインも位置が高く、また、表示面が小さいために注視される割合が小さくなっていることがわかった。もっと低い位置に大きく、視認しやすいサインを設置すべきであることを関係者に報告したが、その後、当該の施設ではサインの改善工事が行われ、以前に比してわかりやすくなったと聞いている**（図 4 ）**。

航空機を利用して国内外へ旅立とうとするとき、空港に到着の後、チェックイン、通関、ゲートへと大空間の中を短時間に移動しなければならない。国際空港では特に外国人も多く、それらの人にとってもわかりやすいサインの表示が求められる。その国の言葉を理解できない外国人に対しては、よりわかりやすい絵文字とともに英語での表記も必要である。空港内のトイレ、公衆電話、リムジンバス乗り場、レストランなどのサービス施設のサインには近年、標準化されたピクトグラムが使用されて、外国人にも、高齢者や子供にも馴染やすいものになっている。

(3) 視覚障害者を考慮したサイン

外部の情報の大部分は視覚により入手されている。私たちの環境におけるサインも視覚を利用して、理解させるものが多い。このような状況で視覚障害者の方が実際にどのようなものを手がかりとしているのか、日常生活の中で役に立っているものや点字ブロック（視覚障害者誘導用ブロック）をはじめとする事物についての調査を行った[3)]。

地図とともに点字を用いる点字案内地図・触知図は触覚を利用した知覚機能に期待する視覚障害者に対する代表的サインである。近年よく設置されているが、調査結果からはあまり有効ではないことがわかった。これからの点字案内地図や触知図では必要な人的対応サービスと連動した音声案内など、きめこまかいサインとして整備していく必要がある。

近年、点字ブロックは海外でも見られるが、部分

図 4　関西国際空港のサイン

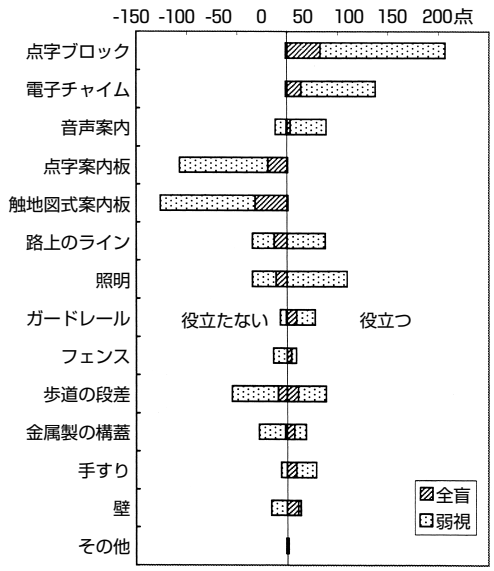


図5　視覚障害者を考慮した事物への視覚障害者の評価
（出典：田中直人・岩田三千子「視覚障害者誘導ブロックに関する敷設者と利用者の意識からみた現状と課題―福祉のまちづくりにおける高齢者および障害者を考慮したサインデザインに関する研究」『日本建築学会計画系論文集』第502号、1997年12月）

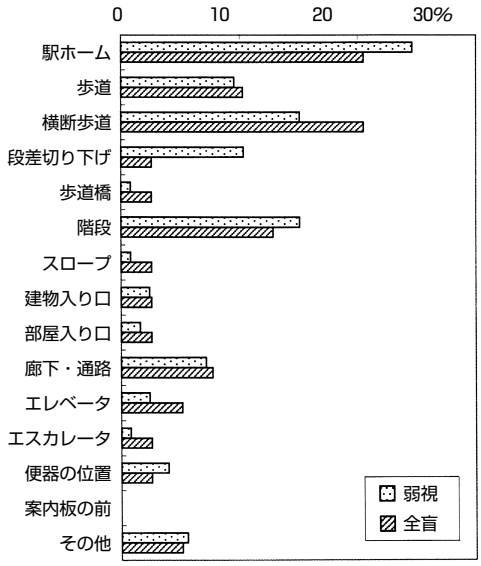


図6　点字ブロックの役立っている場所
（出典：田中直人・岩田三千子「視覚障害者誘導ブロックに関する敷設者と利用者の意識からみた現状と課題―福祉のまちづくりにおける高齢者および障害者を考慮したサインデザインに関する研究」『日本建築学会計画系論文集』第502号、1997年12月）

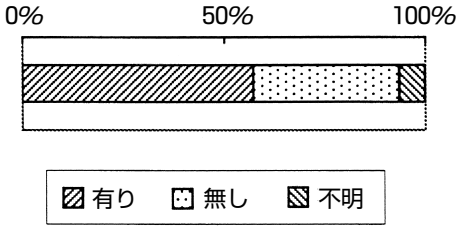


図7　点字ブロックの問題の有無
敷設者自身の六割近くが点字ブロックの問題を指摘している（出典：図1に同じ）

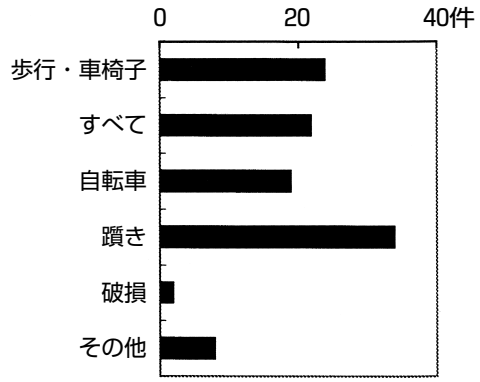


図8　点字ブロックの問題点
視覚障害者に役立つ点字ブロックも他の歩行者や車いす使用者、自転車利用者にとっては問題が多い（出典：図1に同じ）

的であり我が国のようには敷設されていない。この点字ブロックの黄色い色が都市景観を損ねているという意見がある。オシャレに床舗装をデザインした立場からはできるだけ目立って欲しくないし、弱視の人たちからすればできるだけ目立って欲しいという相反する要求がある。しかし調査結果にあるように点字ブロックの色は必ずしも黄色でなければならないということはない。ところで、この点字ブロックはどれぐらい役に立っているのだろうか。視覚障害者の人に点字ブロックについて尋ねた結果、役に立っているという人が大半であった**（図5）**。しかし実際に町の中で点字ブロックを使用している人の姿を見掛けることがあるが、その使い方はいろいろである。またその点字ブロックの貼り方は実にバラエティに富んでいる。電柱やマンホールを避けるカーブ状のものや駅のプラットホームでは柱を回避するために直角に柱ごとに曲がっている例もある。目の見える人が頭で考えたものだとつくづく思う。最近、白杖に電磁テープを装着するなどして感知した場所で情報を提供するシステムが開発されているが、実用段階を経て、もっと改良される余地が大きい。駅のホームでは視覚障害者の転落事故があり、その対策として点字ブロックが設置されているが、ホームドア方式のようなもっと安全な施設を目指すべきであろう**（図6、図7、図8）**。

6.　これからの公共サインに求められる要件

公共サインは少なからずとも都市景観に影響を及ぼす。我が国では屋上や建物外壁に多くの広告看板が取り付けられている。公共サインは限られた情報を単純に伝えるサインではなく、環境全体の質を来

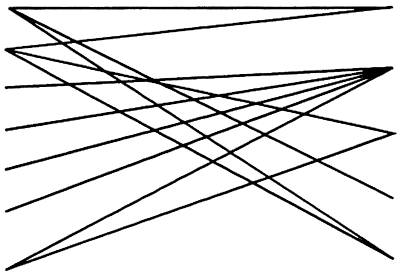


図 9　ユニバーサルデザインの原則とサイン計画への視点
ユニバーサルデザインの原則と本論におけるサイン計画の視点の関係を概略で示した。「親しみやすい」「美しいこと」などがさらにこれからのサイン計画として充実されることを提案したい

街者や生活者に体感させる重要な役目を担うことになる。それは美しくもありシンボリックなものでもある。原則として公共サインはメンテナンスフリーであるべきであるが、よきメンテナンスがあって初めて時間を超えて利用されるサインとなる。夜間や雨天時、緊急時等の配慮も考慮しておかなければならない。また、どんなによくできたサインであっても、いろんな利用者がいるわけであるから、予期せぬとんでもないことも起こりうる。そこで偶然や意図でない行動による危惧や逆の結果を最小限にすることが必要になる。サインはよく目立ってわかりやすいことが重要であるが、目立ちすぎるとかえって他の環境へ悪影響を及ぼすだけでなく、サインそのものが通常の生活行為に対して障害を及ぼす危険性もある。前者の視覚的な問題発生は都市景観や街並みへの阻害問題と言え、また後者の障害は歩行者などに対するバリアー（障壁）として存在する。

個々の私益性と設置されたサインの公共性の調和をどこに見出すかという視点が重要である。生活の中には様々な心の安寧を求める空間が存在する。市民の心の空間として長く親しまれ、愛されているものも多い。生活の中で安心を得たり、魔除けとしてよく利用される安心のサインがある。沖縄の街角には（注1）「石敢當」のサインがある。各住宅の魔除けとしていつの時代からかそこかしこに街のサインとして働いている。同じく（注2）「シーサー」はその家の魔除け・守りのサインとして設置されているが、これ自体が沖縄という地域のアイデンティティを表出するサインでもある。街の中に存在をはじめたサインはいつしかその街の表情を作り、環境を演出する。うまくいけばその地域の人たちに親しまれ、その地域のアイデンティティの担い手として機能するような公共サインが期待される。これからの公共サインのあり方としては、これまでの種々の調査などから、より多くの人の特性を考慮しながら、環境に調和していくことが求められる。これらの要件をユニバーサルデザインの７つの原則との関係で示してみたのが**図 9** である[4)]。

注１）「石敢當」
「いしがんとう」または「せきかんとう」と読む。T字路の突き当たりの屋敷囲いや住宅の壁に取り付けられた、「石敢當」の３字を刻してある石碑。魔よけの呪符である。時代は変わっても、悪霊に対する破邪の思いはどこでも変わらないらしい。

注２）「シーサー」
沖縄で獅子のことをシーサーと呼ぶ。中国伝来の民俗で元々権威の象徴であったシーサーは、長い年月の中、沖縄の風土、習慣、民族性などと混わり、今日では権威の象徴の他、家の守り神、魔よけの神として、また除災招福を導くものとして、屋根の上や玄関、装飾用、土産用の置物など、皆から愛されている。

● 引用文献

1) 田中直人・岩田三千子・老田智美「地下街のサインのわかりやすさに関する研究―大阪ダイヤモンド地下街における歩行者に対するアンケート調査」日本建築学会大会学術講演梗概集、1998年
2) 田中直人・岩田三千子「車いす使用時と非使用時の案内表示の位置に関する研究―関西国際空港におけるアイマークカメラを用いた調査実験」日本建築学会近畿支部研究報告集、1998年
3) 田中直人・岩田三千子「視覚障害者誘導ブロックに関する敷設者と利用者の意識からみた現状と課題-福祉のまちづくりにおける高齢者および障害者を考慮したサインデザインに関する研究」日本建築学会計画系論文集第502号、1997年、
4) 田中直人・岩田三千子「サイン環境のユニバーサルデザイン」学芸出版社

公共施設における総合的な視・聴・触サインの設計実例について

1. はじめに

サイン計画は完成後の施設ではなく、建物の設計段階で行うことが多い。どんな人が何を目的としてやってくるのか、どのような案内をすれば迷う事なく目的地へ到達できるか、周囲の環境にどのように馴染ませるか、素材は何を使うのか、変更時の対応をどうするか、等多様な切り口で検討を行い、形に作り上げることが必要となる。

近年、駅や役所などで、触地図や音声案内を見かけることが多くなった。しかし、サイン計画の中でこれらを取り込むことは珍しく、その多くは「福祉設備」として、サインとは別案件として計画されている場合が多い。

1996年に東京臨海副都心（レインボータウン）シンボルプロムナードという全長4 kmにおよぶ遊歩道のサイン計画を手掛けた。その際台場地区では視覚障害者対応の案内を行うという都の方針を受けて、プロムナード全体の4箇所に触地図を設置した。設置後、知人の視覚障害者に現地を訪れてもらい、感想を聞いた。

「どこにあるかが、わからない……」

サイン計画の極意は「案内が欲しくなるところに、サインを設置する」ことである。

触地図の計画はプロムナード全体計画の最後に行われ、植栽や照明等の着工後であったために「空いている場所」に設置するという状態であった。点字ブロックで誘導してあるが、その先に何があるか点字ブロックは示してくれない。また台場地区には音声案内装置が設置されているが、サイン計画と別々に計画されたため、音声案内の内容に「触地図があります」という周知メッセージを盛り込むのがせいいっぱいであった。

この経験を通じて、3つのことを痛感した。

(1) 情報障害である視覚障害者に対して、情報の存在自体や情報の中身をことさらわかりやすくする必要がある。そのためには早い時期から計画を進め、他の設備との細心な調整と連係が大切である。

(2) 視覚障害者の歩行を理解しなくては、「案内が欲しくなる」場所はわからない。

(3) 意見はなるべく広く聞く。多様な考え方が存在するのは当然であるし、ひとつの統一見解など存在しない。

2. 音声や触知を盛り込んだサイン計画

この2年後、ホール・レストラン・会議室・カルチュア室等からなる、JR岐阜駅に隣接する公共施設「ぱるるプラザGIFU」**（写真1）**のサイン計画を担当した。延べ床面積が約10,000㎡と比較的小規模であることや、定期または不定期で何度もやってくる来館者も多いことが予想され、係員による案内はあまり行わないとの運営サイドの方針を受け、ユニバーサルデザインの考え方で音声や触知を盛り込んだサイン計画を提案し、受け入れられた。

アール・イー・アイ(株)
取締役
萩野美有紀(はぎの　みゆき)

プロフィール

1982年　千葉大学工学部工業意匠学科卒
1991年　アール・イー・アイ株式会社入社
2000年　アール・イー・アイ株式会社取締役
消費生活アドバイザー　アクセシビリティガイド実行委員会事務局長

写真1　ぱるるプラザGIFUの外観（岐阜郵便貯金文化活動支援施設）

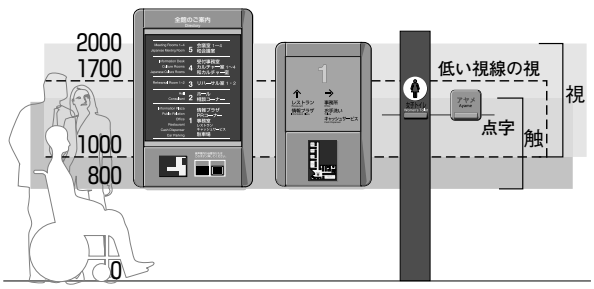


図１　見ると触るの関係

次の３項目をサイン計画の要点とした。

その１：高さ

背中が丸くなったり、車いすに乗っている場合のような低い視線と立位の視線の両方を意識する**（図１）**。

その２：音声案内

専用機器を必要としない音声装置で全体案内をし、専用機器で室名称等の案内をする。

その３：触覚の活用

足裏の触覚でエントランスから最初に利用する全館案内のサインまでたどれるようにする。

各階のエレベータ前には、フロア案内の触図を設置する。各室名は、床から1400mmの高さに墨字のほか点字と浮出し文字で表記する。

こうして設計図書を完成させた。

この頃には視覚障害がある友人と一緒に外出する機会も増え、周りの様子をどのように知って歩くのか実感できるようになった。また視覚障害者や関係者が数多く参加しているメーリングリストに疑問をなげかけ、多くの方々からご意見を頂戴した。そのひとつが浮出し文字である。

視覚障害者の点字利用が10数%でしかないことや、そのころ訪問したアメリカでは、サインとして浮出し文字（RAISED LETTER）が使われていることを見聞し、日本語表記でもカタカナであれば、触知で判読することができるのではないかと思った。そこでメーリングリストを通じて浮出し文字にニーズはあるか尋ねるとともに、これまでどのような研究がなされているか調査を行い、盲学校でも墨字の形を教えている事もあわせ、浮出し文字の有効性に実感を得た。そして設計図書に盛り込んだのである。

その後、浮出し文字に関しては、個人会員として参加している共用品推進機構東京会議の班活動として、99年４月から検討を始めた。途中からアドビシステムズ社においてフォント設計をしているデザイナーもメンバーに加わり、また東京女子大学において触覚で認識しやすい文字の研究をしている心理学の先生とのコンタクトを得ることができ、触っても見ても判読しやすく美しい文字のプロトタイプができ上がった。

3.　計画から実施へ

通常、建物の実際の運営が決まるのはオープン直前である。そして施工時は変更がつきものである。３年前の計画を当時の狙い通りに完成させ、さらにサイン単体が及第点をとっても、「どこにあるかわからない」とならないように周辺の事柄を整えたいと思い、クライアントにユニバーサルデザインコンサルタントという立場で工事に関われるように働きかけた。このような業務委託の前例はなく道のりは困難ではあったが、どうにかそのポジションを得ることができた。担当官から、工事関係者にユニバーサルデザインコンサルタントとして我々が参加すること、ついては横断的に各部署は連係して対応して欲しい旨が伝えられた。

いくつかの項目を紹介する。

表示　文字サイズを大きくし、地色と高いコントラストをつけ近付いて読める表示高さにしている**（写真2）**。

触図　見ても触ってもわかることを目指した。陶板製で３段の高さになっており利用者が行かれる範囲は一番高い面とし余計な場所を感知しないで済むよ

写真２　表示（全館案内）

写真3　触図（フロア案内）

写真4　形状（室名表示）

写真5　トイレ男女の記号化
（室名表示）

うにした。釉薬を塗り分けて廊下は滑面、室内はザラ面と区分しエリアを認知できるようにしている。ただし、点字の判読に影響したり、非歩行エリアと誤解しない程度のザラザラである。釉薬と点字や壁の表現に使用している紫外線硬化樹脂の手触りの違いを利用し、識別のしやすさを狙った**（写真3）**。

形状　大きな丸みをおびた形とマットな仕上げで触り心地を良くした。点字と浮出し文字の表示は斜めの凸部に設け、表示を見つけやすくした。床から斜めの凸部までの高さは全館統一している**（写真4）**。

トイレ男女の記号化　男子は三角、女子は丸、多目的トイレは四角の形で案内図・誘導表示・室名表示各所で表すことを統一した。トイレの前では大きな色板を用い、強く表現した**（写真5）**。

音声案内　施設案内のメッセージの他に触図やインターホン、チャイム音の場所、点字と浮出し文字の表示がある斜めの凸部やトイレ男女の記号のルール等も説明している。装置はメーカーが異なる2種があるが、同じアナウンサーを採用し表現や言葉使いも統一した。これは岐阜市が道路に設置する音声案内とも揃えている。また音量調整が容易にできるようになっている。

このほか地元の視覚障害者と意見交換する場を岐阜市福祉課を通じて設けた。実はその前から岐阜の視覚障害者の要となっている施設の歩行訓練士に、件名は明らかにできないけれどと断りながら、相談にのってもらっていた。交換会は当事者に意見を聞くことを公にする事、そしてオープン後に活用していただくことも目的であった。頂戴したご意見は可能な限り反映し、できない場合も理由とともに伝えた。

4.　今後について

形がないものを説明することにも苦慮し工夫しながら、視覚障害の方をはじめ日本ライトハウスや日本点字図書館などの方から貴重な助言を頂いた。サイン計画の考え方の中でどのように取り込み具体化していくか、「目あきの思い込み」とならないように心がけたつもりである。

ユニバーサルデザインを意識したモノづくりには、手間ひまがかかる。これを理解する事業者が増えてくるよう切に願う。

オープンは12月。多くの評価を受けたいと思っている。できれば何度か利用して頂いて、使い始めと慣れた時との比較のご意見も頂きたい。それらを活かし、より良きモノづくりへと進んでいくための糧としたい。

虫めがね 遠めがね 色めがね……6

商品開発の仕事は、今までの商品にはなかったカタチ、機能、性能、価格などで魅力を持つものを作り出さないと誉めてはもらえない。そのため関係者たちは、「これなら、ライバル達が思いつかないだろう」と知恵を絞る。そうした苦労は半端ではないが、いざふたを開けてみると、ライバルと似たり寄ったりの商品が並ぶことは、珍しいことではない。口では「ゼロベースで開発した」というが、ライバル達と同じような情報を頼りにし、同じような発想で開発をし、結果が似通ってしまうことは多い。特に、厳しい市場競争の中で、予算やスケジュールなどの効率ばかりが重視されると、アタマをやわらかくするのが難しくなる。今回は、そんな事を考えながら書いた文章を紹介しよう。

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㈱）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㈱退社。 所属学会：ファッション環境学会

12.　社長メモの解読

知人の女性が社長から指示を受けるメモで困り果てていた。そのメモは手書きなのだが、初めて受け取る人には、模様か良くても古代文字くらいにしか見えない。それでも社長メモを毎日受け取っていた彼女は、だんだんと解読できるようになっていった。それは、その社長が書く文字がいくら悪筆とは言え、同じ文字なら同じパターンで書かれているからだ。彼女はそうした独特のクセを憶え、今では社内のあちこちから解読依頼が舞い込むほどの能力を身につけるようになった。

字に限らず、人は多くのクセを持っている。例えば、カーデザイナーがクルマを真横から見た絵を描くとき、多くのデザイナーはフロント部を左に向けることが多い。そのため、毎日、山のようにスケッチを描いているデザイナーの腕は定規がなくても左から右に向けて流れるようなラインを描くことができるようになる。しかし、たまにフロント部を右に向けた絵を描こうとすると、とたんに腕の動きがぎくしゃくする。

噂話だが、ある自動車メーカーのデザイン部門が、そうしたデザイナーのクセに注目していると聞いた。それは、いつもフロント部を左に向けて描くデザイナーには右側に向けるように指示したり、コンピューター上でデザインをしているデザイナーに手描きのスケッチを指示したり、ペンではなく、習字用の毛筆と墨でスケッチをするようにといった指示をしているというのだ。こうした指示は、いつもと同じような描き方、画材などを使っていると、本人のクセが出てワンパターンのアイデアしか出なくなることを問題だと考えたようだ。いつもと違うやり方だと、どうしても引っかかってしまい効率は悪いが、その分、今までの発想を疑うことで新しい発想を産み出す起爆材にしようとするものだ。

こうしたことはデザイナーだけの話ではない。いつもと同じメンバーで議論していると、最初から結論がわかるような話の流れになってしまうことはないだろうか？目をつむっていても資料がどこにあるかがわかるいつもと同じ席で仕事をしても同じ結果しか出せないのではないだろうか？

たまには、不便だろうが、時間がかかろうが、環境を変えて仕事をすると、今まで見えていなかったことが浮かび上がってくるはずだ。

13. ものごとの表と裏

一昔前に、いわゆる「高級車」のデザイン開発で予算を担当していた時のことだ。若いデザイナーたちが高級ホテルのスイートルームに長期滞在し、たまにはフルコースのディナーを食べながら高級車のデザインアイデアを練りたいという計画を持ち込んできた。

彼らは普段、ガヤガヤとうるさく、ゴチャゴチャした職場でデザインをし、コンビニ弁当かカップ麺で食事をすませ、住んでいるのもワンルームマンションのようなところだ。そんな環境では高級車に乗る人たちのキモチなど分からないという説明だった。オモシロイやり方だと思ったのだが、デザイナーたちに注文をつけた。それは「もてなしを受ける側」の体験だけでなく、「もてなす側」も体験すべきだというものだ。

つまり、高級ホテルを利用する人たちに満足してもらうために、もてなす側にいるホテルマンたちがどこに、どれほど気を遣っているかを知り、それらをベースに高級車を発想して欲しいと考えたのだ。例えば、部屋に案内する係はお客様がビジネスなのか、観光なのか、冠婚葬祭、それとも人目を忍んで来ているのかなどを服装、荷物、ちょっとした会話などから判断し、声のかけ方を変えている。また、浴室を髪の毛一本残らないようにキレイにするのは当然だが、水滴などが残っていることがないように乾燥する時間の余裕を持って清掃するという。

そんな気配りの仕方には高級車に乗る人たちに満足してもらえるたくさんのヒントがあるはずだ。そこで、必要ならば、私が知っているホテルのマネージャーに話をつければ、新人研修という形で体験はできそうだと言った。しかし、そんなやりとりをしているうちに若いデザイナーたちは面倒なハナシになってしまったと思ったらしく退散してしまった。

言うまでもなく、人やものごとには表ばかりだけでなく、裏もある。そうした両面を見ないと大事なことは見えてこない。機能や性能だけで勝負する商品ならともかく、「高級」がつくような商品を作るには、オイシイ話、楽しい話、ラクチンな話ばかりはないはずだ。汗をかく、恥をかく、頭をかく。たまにはそんな覚悟が必要だ。

14. 理屈じゃないから、オモシロイ

新商品を市場に出しても、散々な結果になると、「俺は、少ししか関わっていない」とか「私は反対したんだ」という人ばかりで、社内に担当者が見つからないことは珍しくない。反対にヒット商品が出ると、「あれは俺がやった」という人や「マスコミでちやほやされているあいつではなく、本当はボクだ」などと、担当者がぞろぞろと出現する。そんな担当者たちに水を向けると「ヒットの秘密」をとうとうと説明してくれる。例えば、新技術を他社に先駆けて採用した、ユーザー調査の分析手法を変えた、といったものだ。しかし、同じような工夫はヒットしなかった商品でも取り入れている。いや、むしろヒット商品以上にさまざまな工夫を取り入れていることさえある。

そんなことを関係者と一杯飲みながら話していると、酔いが回った頃に「最後はやってみないとわからないよね」と本音を話し出すことは多い。

つまり、商品がヒットするか、しないかはメーカーの狙いや思いも重要だが、競合商品の動向、流行、時代の雰囲気など「偶然」が重なったとしか説明できないものも多い。カンタンに言えば、商品開発は「ばくち」のようなものだ。

ならば、商品開発は「ばくち」だと理解して、運に任せるしかないのだろうか？莫大な投資をするのだから、そうもいかない。そんな話を麻雀に強い友人に話してみた。すると、「運」というのはあるが、運に任せるようなことはしていないと教えてくれた。確かに麻雀の対戦相手は理屈では予測のつかない「人」だし、めくる牌も自分の思いどおりにはならない偶然だらけだ。しかし、それを運だとあきらめるのではなく、とことん追いかけるというのだ。つまり、対戦相手のクセ、調子、顔色、発言、雰囲気などの変化を自分自身の身体でつかみとり、それらを一瞬のうちに分析し、自分の打ち手を刻々と変えるからこそ勝負に勝てるのだ。

商品開発の現場にいると、なんとか理屈や理論に頼ろうとする。しかし、世の中はそんなもので説明できるほど単純でもカンタンでもない。むしろ偶然だらけだ。そんな偶然の動きを開発者の自身の身体でつかみ、打ち手を刻々と変えていく感性と柔軟性こそが商品をヒットさせるかどうかのキーになるはずだし、そこが商品開発のオモシロイところだ。

発話思考法によるIT機器のユーザビリティ評価結果のデータベース化

（社）人間生活工学研究センター
研究企画担当部長　**石本　明生**

1. 背景と目的

我が国は、西暦2020年には、４人に１人が高齢者であるという、いわゆる超高齢社会を迎えることが予想されている。一方、情報技術の進展とともに、IT機器が社会生活全般にわたり広まりつつあり、好むと好まざるとにかかわらず、高齢者においてもそれらを使わざるを得ない状況になりつつある。このため、高齢者においても無理なく使いこなせるIT機器を世の中に提供することが急務となっている。

本事業では、その第一歩として、高齢者がIT機器を使おうとしたとき、具体的にどのような場面で、何を考えどのように操作したか、それは若年成人とどのように異なるのかを特にトラブル場面を中心に、つぶさに観察・検証することとした。そして、その結果得られたデータについては、可能な限り広く、とりわけIT機器の企画・設計・開発等に従事している方々に活用して頂くため、データベース化し提供することとする。

ここでは、平成13年８月上旬に実施した実験の内容及び今後の予定について述べたい。

2. 実験方法

１）発話思考法を用いたユーザビリティテストについて

実験は、まず、高齢者を含む実験参加者に実験室に来て頂き、あらかじめ選定したIT機器を使用して、あらかじめ設定した数種類の課題を順次実行して頂く。その過程を操作･行動が分かる手元と、操作画面の状況、及びそれらの合成画面の３つをビデオテープにおさめた。なお、そのテープには、被験者の思考内容を表す発話及びその背景を引き出そうとする実験者によるインタビューも録音されている。本実験では、「高齢者とIT機器との対話」状況を観察する手法として発話思考法を採用した。以下その概要と特徴について述べる。

(1) 概要

発話思考法は、ユーザビリティ評価の代表的な手法で、被験者が製品を使用しながら課題を遂行する際に、常に頭に浮かんだこと（事実、発見、計画、予期、信念、疑問、評価など）を発話し、これにより被験者がどのように対象商品を見て、問題解決を行っているかの過程を、ユーザの視点から理解するための方法である。同時に参加者の操作の状況もビデオ録画し、発話・行動を分析する「プロトコル分析」を行う。そこから、参加者による課題達成過程において、間違ったり、混乱したりした状況を明らかにし、その原因を究明する。従来のユーザビリティ評価では、その分析を通して、プロトタイプや製品の持つ問題の発見と診断･デザイン改善を行うが、今回の実験では製品個々の評価もさることながら、同一製品について３つの年代の参加者の課題達成過程を比較することにより、各機器に共通する高齢者にとっての問題一般を整理することが可能になると考えられる。

(2) 特徴

①メリット

・事後に回顧して発話するのに比較して、被験者の心理状態を歪みなく捉えることができる。
・被験者がインタフェース要素をどのように解釈しているかがわかり、被験者の誤解を発見し、問題解決過程を方向付けているメンタルモデルを明らかにしやすい。
・少ない被験者から豊かなデータが得られる。

②デメリット

・慣れない被験者にとって、発話思考法は不自然で難しく、実験者の熟練が要求される。
・発話を求めることにより操作速度が落ちるため，反応時間計測と同時には行えない。
・モノの好嫌や行為の説明などでなく、思考過程の発話を捉えるためには教示の徹底が必要。
・得られたプロトコルデータの分析には、一定の熟練と認知過程に関する知識が必要。

2）被験者

被験者は、若年（20～29歳）、中高年（50～59歳）、高齢者（65歳以上）の3つの年代層から、それぞれ男女同数ずつを選定した。**表1**に被験者の年代、選定層及びその数を示す。

表1　被験者の年代と選定層

年代層	年齢	選定層	被験者数
高齢者	65以上	シルバー人材センター及びA社OBとその家族	28(男女同数)
中高齢者	50～59	シルバー人材センター及びA社OBとその家族	24(男女同数)
若年者	20～29	大学の学生	24(男女同数)

3）対象機器

対象機器として、ATM、Lモード電話機、ゲーム機及び液晶表示付きIH炊飯器を取り上げた。機器選定理由については、**表2**に記載する。

表2　採用したIT機器とその選定理由

IT機器	選定理由
ATM	公共の場で良く使われ、入手可能な機器
Lモード電話機	情報通信機器の代表として多機能な機器
ゲーム機	コンピュータ系、アミューズメント分野の代表機器
液晶表示付き炊飯器	家電機器の代表で男女の使用に比較的差がない機器

4）課題

表3に各機器の課題を示す。

表3　各機器の課題

課題NO	ATM	Lモード電話機	ゲーム機	炊飯器
1	現金引き出し	電話をかける	接続･ゲーム開始まで	電源投入･デフォルト炊飯
2	残高照会	メール受信	ゲームの設定･開始	炊飯設定
3	預け入れ	メール送信	ゲームの中止･変更	おかゆ炊飯
4	振り込み(易)	データ検索(易)	ゲームの終了･片付け	予約
5	振り込み(難)と入力変更	データ検索(難)		蒸し機能

5）実験室と実験システム

(1) 実験室

図1に実験室、対象機器及びと計測機器のレイアウト、実験者及び被験者を示す。

基本的に、被験者1名を実験者1名が担当し、最初に担当した実験者がその被験者の2機種の実験を行った。つまり、機器が替わっても被験者と実験者の組合せは変わらない。

(2) 実験システム

図2に、本実験で用いた計測システムを示す。

基本的には、各部屋にビデオカメラ2台（内1台はピンマイク付き）、録音用テープレコーダ1台（ピンマイク付き）を設置した。2台のビデオカメラで撮った音声・映像はモニター室の編集機で合成される。

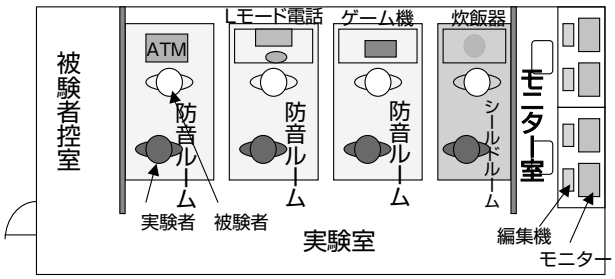


図1　実験室、対象機器及びと計測機器レイアウト

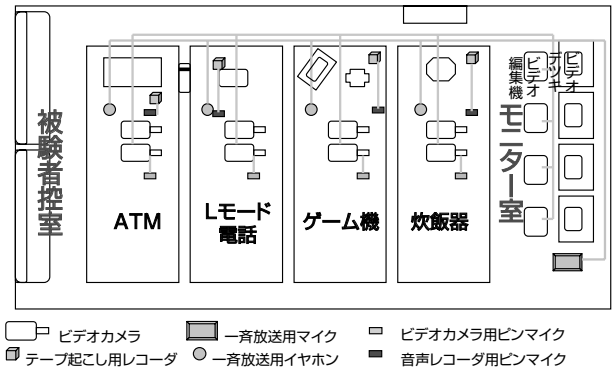


図2　発話思考法による実験のための計測機器システム

6）実験のシナリオ

下記の手順に従って実験を行った。

実験前	実験中	実験後
1.あいさつ	1.発話思考法の説明・練習	1．感想・インタビュー
2.簡単な説明	2.実験の流れの説明	2．事後アンケートの記入
3.承諾	3.課題の実施	3．お礼
4.マイクの設定		
5.事前アンケート記入		

3．今後の予定

1） データベース化

データベースのイメージは以下のとおりである。データは1被験者、1機器、1課題を1単位として扱い、年代、機器、課題を自由に組み合わせて条件を設定することで、個別データを検索できるようにする予定である。

2） データ解析及びデータの提供

(1) データの解析

上記のデータ整備の後、下記のような解析を行う予定である。

①若年者、中高年者及び高齢者の同一機器、課題

における作業時間やエラー数の比較により、IT機器に対する、おおざっぱな操作能力の相違を検討する。

②各年代の同一機器、課題におけるエラーの質的比較により、IT機器に対する高齢者の認知特性に関する特徴を明らかにする。

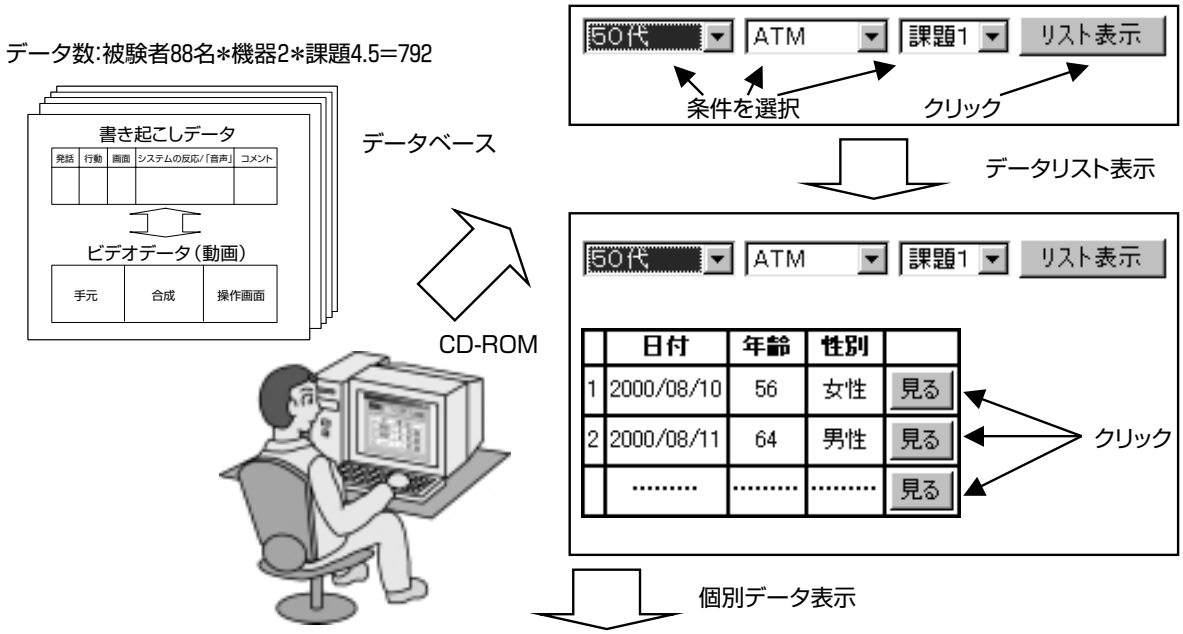
③各年代の同一機器、課題におけるエラーの質的解析より、 3 群に共通するエラーの存在からの設計上の問題点を抽出する

(2) IT機器のユーザビリティ向上のための提案

上記解析結果に基づき、特に高齢者を中心に、誰にでも無理なく使いこなせるIT機器を具現化するための提案を行う予定である。

(3) データの提供

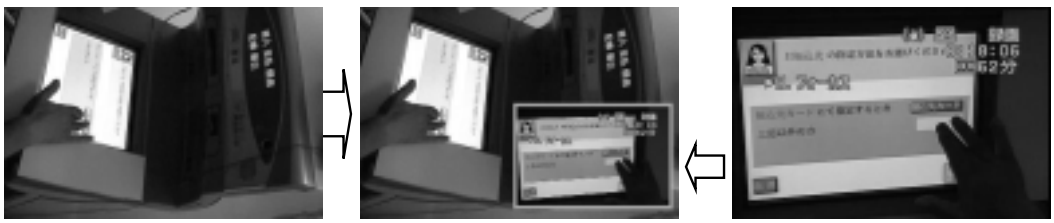
上記整備された生データ及び解析結果については順次提供して行く予定である。



書き起こしデータ

発話	行動	画面	システムの反応「音声」	コメント
(課題1)あれ	カードを引き出す	初期	カード出入り口点滅	
ど、引き出し	「お引き出し」押す	カード挿入	カード出入り口／点滅「画面切り替え」と同時にいらっしゃい	
どれ、入れてください	カードを入れる	暗唱番号入力	カード出入り口点滅消え、通帳出入り口点滅	
暗証番号、押してください	「1」「2」「3」「4」押す	金額入力	通帳出入り口点滅消える	
はい				
お引き出し	画面なぞる			エラー:画面の理解に手間取る。「お引き出し用紙」という画面

ビデオデータ(1課題の動画)



手元　合成　操作画面

図3　データベースイメージ図

■投稿論文（受付：2001年8月6日）■

縦型手すりの最適位置とその生体力学的評価

Optimal vertical handrail position and its biomechanical evaluation

川口　亜紀*1、山本　松樹*1、田中　正夫*2
Aki KAWAGUCHI, Matsuki YAMAMOTO, Masao TANAKA

立ち上がり動作補助用の手すり設置位置に関する基準が建設省 (現 国土交通省) から提示されているが、この基準はユーザの体格に関わらず単一の値となっており、その力学的な根拠は必ずしも明確ではない。本稿では、手すり位置に関する官能評価および生体力学解析を行い、手すりを用いた立ち上がり動作には腕の力を利用する動作と、身体の反動を利用する動作の２パターンがあることを明らかにした。これに基づき、各々の動作パターンについてユーザの身体的特徴をパラメータとして手すり位置を決定できるような適切な手すり位置導出式を作成し、ユーザの体格差を考慮して手すりの設置ができるようにした。また生体力学解析により使いやすい手すり位置の条件を明確にした。

A standard position for handrail assisting standing-up motion has been suggested by the Ministry of Construction (currently Ministry of Land, Infrastructure and Transport). It, however, does not accompany any suggestion on physical difference among individuals or clear biomechanical background. In this study, sensory evaluation and biomechanical analysis were conducted in order to understand the vertical handrail usability. As the results, two patterns were distinguished clearly for standing-up motion: one utilizes arm power and the other does body inertia. A formula was proposed for the optimal handrail position in terms of individual physical dimensions for two different standing-up motion patterns. The optimal handrail position was also investigated based on link model analysis and its biomechanical meaning was clarified.

1.　はじめに

高齢社会の到来とともに、住宅のバリアフリー化のためのリフォーム市場が拡大しつつある。なかでもトイレ、階段、浴室などへの手すりの設置は比較的手軽に行うことができるバリアフリー化のひとつである。しかしながらどのような位置に手すりを設置すれば使いやすいか等の情報は少なく、手すりを取り付ける壁面の状態などから設置位置を決定している場合もあり、ユーザにとって適切な位置に手すりが設置されているかどうかは不明である。

*1松下電工㈱　解析技術研究所　Analytical Technology Research Laboratory, Matsushita Electric Works, Ltd.
*2大阪大学大学院　基礎工学研究科
Graduate School of Engineering Science, Osaka University.

本稿では手すり設置の現状と問題点について整理し、高齢者を対象とした手すり位置の評価実験を行う。これに基づき、立ち上がりに用いる縦型手すりに関して、ユーザの体型を考慮した設置位置の提案を行う。また、使いやすい手すり位置とそうでない手すり位置において立ち上がり動作の比較を行い、手すりの使いやすさに関する生体力学的根拠を明らかにすることを目的とする。

2.　手すり設置の現状

2.1　用途からみた手すりの分類

住宅や施設内で用いられる手すりは、姿勢安定手すり、動作補助手すりの２つに分けられる[1,2]。姿勢安定手すりは身体のバランスを保つために用いられ、

いすの肘掛や便座着座時の横型手すり、浴槽に設置されている横型手すり等がある。また廊下、階段、スロープなどに進行方向と平行に連続して取り付けられた手すりも身体の保持や誘導の役割を果たすことから姿勢安定手すりと分類できる。一方、動作補助手すりは手すりを利用することで動作にきっかけを与えてやることを目的としている。例えば廊下や階段のコーナー部に取り付けた縦型手すりを把持し、手すりを中心として身体を円運動させることにより方向変換をスムーズに行うことができる。また玄関などの段差の昇り降りやまたぎ動作時に用いる縦型手すりは、手すりを把持することで安定感が増し片脚を上げることができるという姿勢安定の機能と、手すりに力を加えることで身体を持ち上げることができるという動作補助の機能を有しており、手すりの役割を分類することが困難な場合もある。

2.2 トイレ用手すりの問題点

日常生活に不可欠な行動のひとつに排泄行為がある。われわれはトイレ室内で方向変換，着衣の脱着、立ち座りの動作を行っているが、高齢者や障害者にとって比較的複雑かつ困難な動作であると言える[1)]。このような動作を補助するためのトイレ用L型手すりは、着座前の方向転換(縦部)、着座動作(縦部)、座位の保持(横部)、起立動作(縦部)に用いることを想定して取り付けられている。

このL型手すりに関しては建設省(現 国土交通省)の示した寸法基準[3)]に基づき、各都道府県の福祉のまちづくり施設整備マニュアルやメーカーカタログに独自の基準が定められている（**表1**）。しかし手すり位置については記載されていないものが多く、記載されていても単一の値あるいは非常に広い範囲設定となっている[4)]。これらの設置基準は、最適位置が不明なため十分広い範囲を設定すれば最適位置が含まれるであろうことや、個人差の影響も広く設定範囲を設定することにより吸収されるであろうことを考慮して定められたと考えられる。しかしながら、このような必要以上に広い設定範囲はユーザへの設置指針として不十分であり、個々のユーザの体型との対応づけ等のユーザに合わせた設置位置の絞り込みが必要である。またどのように手すりが使われるのかを生体力学的に明らかにすることも重要であり、このようなアプローチから手すり設置基準を導出することができるのではないかというのが本研究の動機である。

表 1　手すり設置位置基準

	手すり位置	手すり高さ
(旧)建設省	150	250
A社 （片麻痺者　）	100～400	手の位置 床から　700～1250
B社	150～200	300

単位　(mm)
各社カタログより抜粋

2.3 手すりに関する生体力学的アプローチ

立ち上がり動作補助用手すりの生体力学的評価については、エイジレス・エンバイロメント・テクノロジーに関する研究として、L型手すり、棚板型手すり、斜め手すりを用いた立ち上がり動作を対象にした最適手すり把持位置について、手すり反力、床反力、動作姿勢の観察と主観評価に基づく報告がある[5)～16)]。そのなかでは、L型手すりに関しては設計意図と異なり立ち上がり時に手すりの横部を用いる被験者が約半数いたこと、反力の大きさだけでは手すりの使いやすさを評価しきれないこと等が報告されている。このことからL型手すりを用いた立ち上がり動作には、縦部を用いる引上げ型と横部を用いる押上げ型(棚板型手すり、肘掛型手すりもこちらに属する)の2通りがあることがわかる。また、手すりの使いやすさに関して反力と動作姿勢を考慮した関節モーメントやエネルギーによる評価の必要性を指摘している。

関節モーメントによる評価を行っている例としては、押上げ型手すりに関して森谷ら[17)]、勝平ら[18)]による、引上げ型手すりに関しては國井らによる一連の研究[19)～22)]による報告がある。しかしながらこれらは青年を被験者としており、実際に手すりを必要とする高齢者についての報告はなされていないことが問題となる。

以下ではL型手すりの設計意図に沿い、立ち上がりに縦部を用いる引上げ型の使いやすい手すり位置の検討を行い、高齢者個人の体格に合わせた望ましい手すり位置について考察する。

3. 実験方法

健常高齢者男性14名、女性14名（68歳～85歳、平均年齢73.4歳）を被験者とし、立ち上がり動作時の手すり反力、床反力および動作姿勢を計測した。装置は**図 1** に示すような構成になっており、手すり上下端に取り付けた 3 軸ロードセル（共和電業LSM-B-500 NSA1）にて手すり反力を、足元に設置した床反力計（自作、ロードセルは共和電業 LM-50 KA を 4 個使用）から鉛直方向床反力を計測する。なお、手すり（木製 ϕ34 mm）は任意の前後方向位置に変更できるようになっている。側壁に設置した手すりから便座中心までの横方向距離は、一般的な住宅におけるトイレ空間の幅（半間）の中央に便座を設置した場合を考え 400 mm に固定した。座面高さ SH は洋式トイレ（便器：TOTO製C770、便座：INAX製CW-1040）の高さ 400 mmと玄関かまちを想定した高さ 200 mmの 2 通りを設定した。前後方向の手すり位置 D は、何回か手すり位置を変更した試行の後、被験者の自己申告により最も使いやすい手すり位置（最適位置A）、遠くて使いにくいと感じる位置（遠い位置F）、近くて使いにくいと感じる位置（近い位置N）の 3 位置とした。これらの位置に設置した手すりを被験者が自然に把持した高さHと、手すりを利用した立ち上がり動作時の姿勢変化および反力を計測した**（図 2）**。

動作姿勢の計測として被験者の左右の耳珠、肩峰、肘関節点、手関節点、股関節点（大転子）、膝関節点、足関節点、かかと、つま先と、第 7 頚椎、仙骨点の計20点に反射マーカを貼付した。 3 台のデジタルビデオカメラにより動作を撮影し、DLT法[23] により3次元空間内におけるマーカ座標値を算出した。

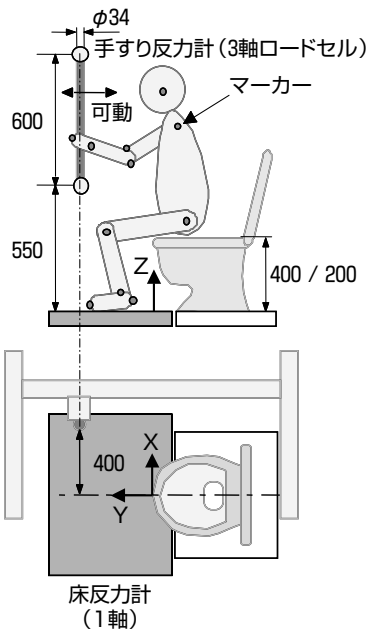


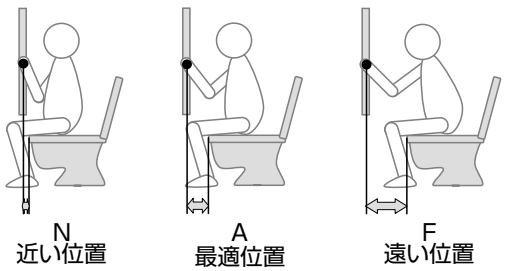
図 1　実験装置

4. 動作分析

座面高さ 400 mmからの立ち上がり動作における手すり反力、床反力を**図 3** に示す。ここでは、床反力が第 1 ピークとなる時刻をゼロとし、動作の開始から終了までを含む時間 t=-0.5 ～ 1.0 sec の 1.5 秒間について調べた（以下、この時間軸を使用する）。ここで反力は被験者の体重差を取り除くため、体重で正規化した値を示している。立ち上がり動作には、図 3 の (a), (b) に示すように床反力第 1 ピーク値（t=0における値）が体重（1.0）よりも小さいパターン Ⅰ（n=13）と、床反力第 1 ピーク値が体重（1.0）よりも大きいパターンⅡ（n=15）の 2 つのパターンがあることがわかった。

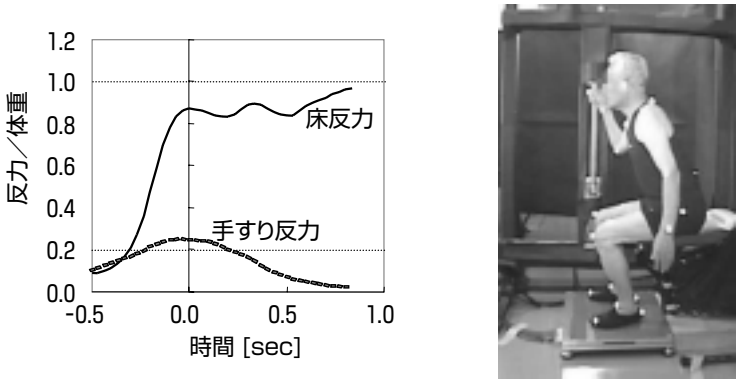
座面高さ 200 mmの場合についても同様に 2 つのパターンが見られるが、同じ被験者でも座面高さによって異なるパターンの立ち上がりを行っている例もあった。座面高さが異なっていても、各パターンでの立ち上がり動作の特徴は一致していたため、以下では座面高さ 400 mmからの立ち上がり動作について説明する。

(a) 手すり位置計測部位

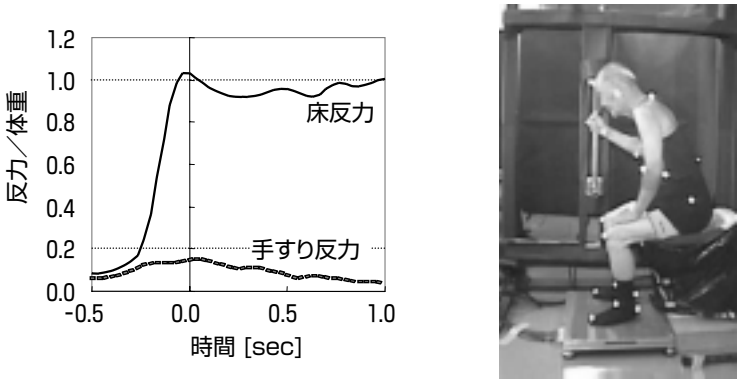


(b) 動作計測を行った手すり位置

図 2　計測部位、条件の定義



(a) 腕の力を使った立ち上がり



(b) 身体の反動を使った立ち上がり

図 3　反力パターンと立ち上がり動作

4.1　腕の力を使った立ち上がり

パターンⅠの場合は、手すり反力の鉛直方向成分が体重の20%程度とパターンⅡに比べ大きく、腕の力を使って体幹を引き上げていることがわかる。このパターンの動作を行った被験者について、手すり位置 A、F、N に設置した手すりを用いた立ち上がり動作を比較した。ここで体幹角度を、矢状面内において肩峰と大転子を結んだラインと水平線とのなす角度により定義する。**図 4** (a)に時刻 t=0 における体幹角度を黒丸で、動作中の体幹角度の変化量をボックスで示す。最適位置Aでは他の手すり位置と比べて体幹角度変化量は小さく、t=0 における体幹角度は 3 位置の中で最も大きいことがわかる。また図 4 (b)に手すり反力の最大値を示すが、手すり反力は最適位置で他の位置よりも小さくなっていた。この結果はパターンⅠの典型的な被験者の例であり、腕の力を利用した立ち上がりを行う場合には、体幹部の姿勢の変化を抑えた動作をすることができ、腕の力を効率よく運動に変換できるような位置に手すりを設置することが望ましいと言える。

4.2　身体の反動を使った立ち上がり

パターンⅡの場合は、t=0 における床反力が体重以上の値となっていることから、身体に動的な運動、すなわち反動をつけて立ち上がっていると考えられる。このパターンの動作を行っている被験者について、手すり位置A、F、N に設置した手すりを使ったときの立ち上がり動作を比較した。パターンⅡの典型的な被験者についての体幹角度と手すり反力を**図 5** に示す。最適位置Aでは体幹角度変化量は他の位置よりも大きく、t=0 での体幹角度は最も小さい。3 位置での手すり反力は、パターンⅠと比較すると全体的に小さく、位置による差もあまりない。これらのことから、身体の反動を使った立ち上がりを行う場合には、体幹を前方に動かして十分に反動をつけることのできるような位置に手すりを設置することが望ましいと言える。

以上の結果から、立ち上がりパターンⅠとⅡでは手すりの使いやすさの指標が異なっていると推測できる。これら 2 つの立ち上がりパターンと、身長、体重、腕の長さ、握力などの身体的特徴量との関連

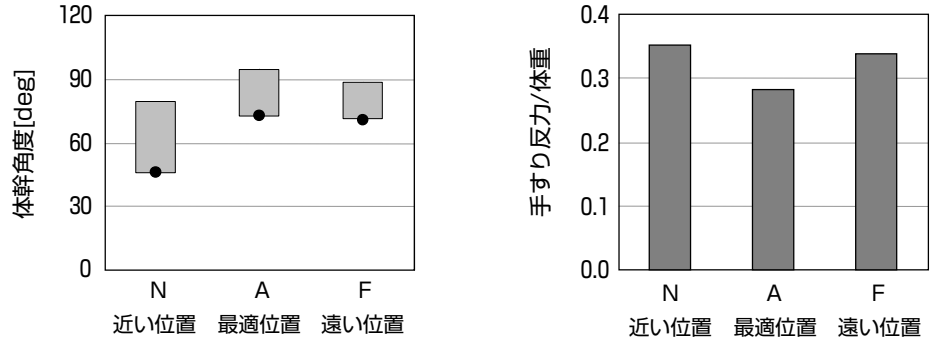


図 4　体幹角度と手すり反力（パターンⅠ）

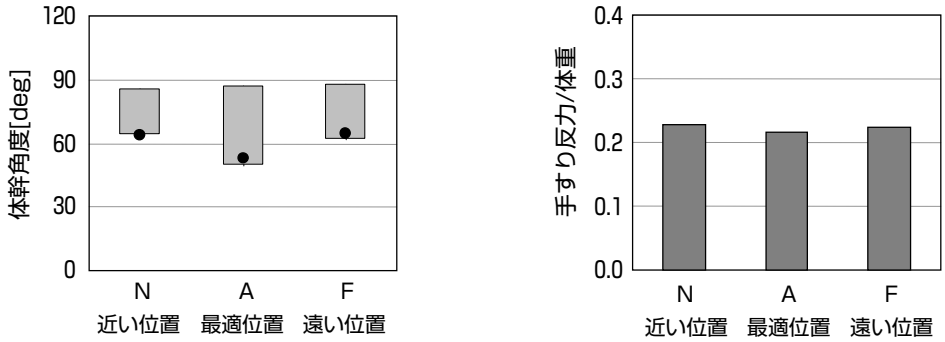
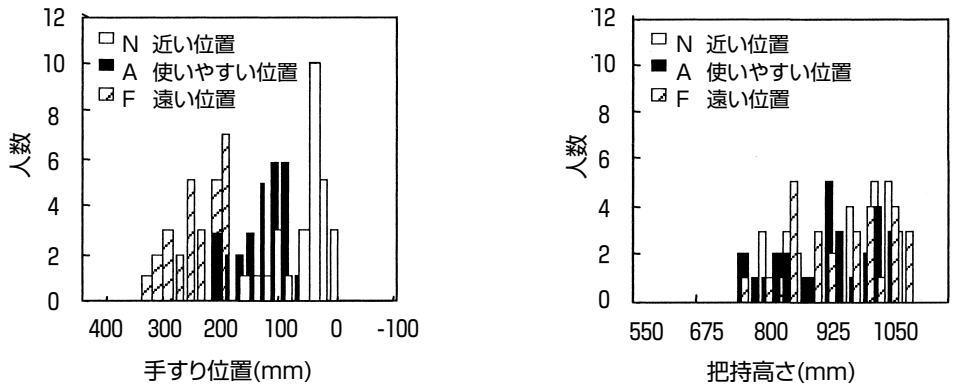
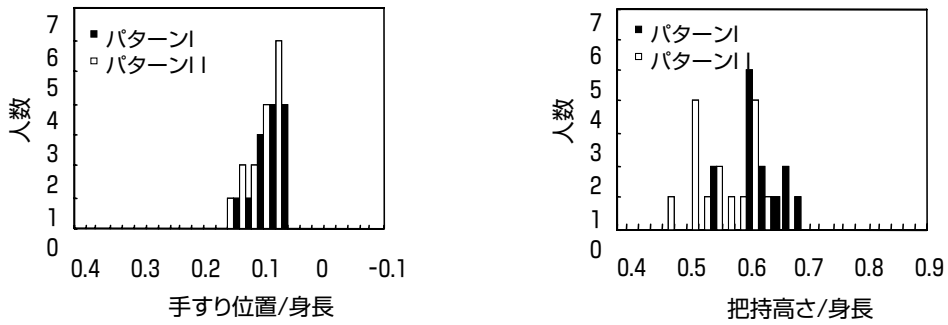


図 5　体幹角度と手すり反力（パターンⅡ）



(a) 正規化前の分布



(b) 正規化後の分布（最適位置）

図 6　最適手すり位置の分布

を調べてみたが、関連が深いと思われる項目は認められなかった。このことから、立ち上がりパターンの違いは個人的な習慣あるいは、下肢筋群の筋パワーによるものであると考えられる。

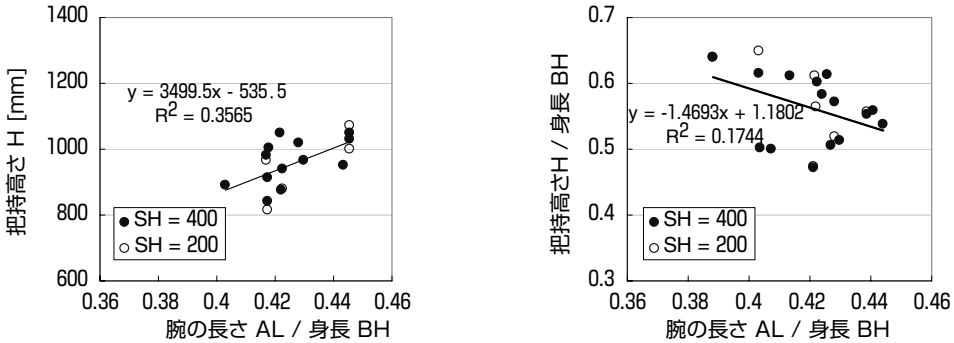
5. 最適手すり位置

5.1 最適位置の推定

最適手すり位置を推定するための指標を決定するため、被験者が最適であると判断した手すり位置Aとその手すりを使用したときの把持位置について分析した。座面高さ 400 mmの場合の手すり位置と把持高さ（図 2 参照）について度数分布を**図 6** に示す。手すり位置Aは便座先端から60～200 mmの範囲に分布しており、建設省の推奨値150mm等の表 1 に示した位置よりも近い位置が使いやすいという結果であった。手すり位置を身長で正規化してみると、立ち上がりパターン Ⅰ、Ⅱ にかかわらず、便座先端から身長の 6 ～14 % 前方に最適位置が分布していた。

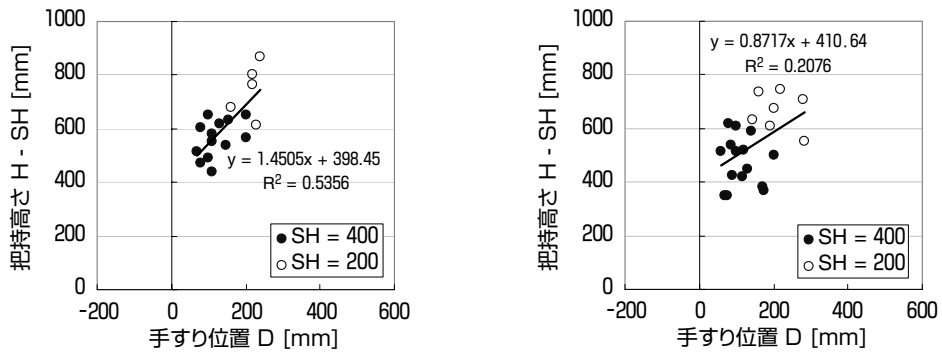
把持高さに関しては、最適位置とそうでない位置の差は認められない。身長で正規化した値を調べてみると、パターンⅠでは身長の 60～70%、パターンⅡ では身長の 50～65 % の高さを把持していることがわかった。パターンⅠの動作では腕の力を利用して身体を引き上げるが、比較的高い位置を把持する方が力を入れやすいのではないかと推測できる。一方、パターンⅡの場合は高い位置を把持すると動作の自由度が制限され、身体を前後に動かして反動をつけることが困難となることが考えられる。また座面高さ 200 mmの場合についてみると、把持高さHは、パターンⅠ、Ⅱともに座面高さ 400 mmの場合と同程度の身長の60%程度であった。このことから、被験者はあらかじめ立ち上がった後の姿勢を予測して手すりを使用しているものと推察される。

被験者の身体的特徴量として、身長 BH、体重 BW、腕の長さ AL、掌幅、握力、目の高さ、座位での肩の位置や高さを取り上げ、最適手すり位置D、把持高さ H との相関を調べた。パターンⅠでは腕の長さを身長で正規化した値 AL/BH と H との相関が高く（**図 7** (a)、有意水準 5 %)、パターンⅡではAL/BH と H/BH との相関が高かった（図 7 (b)、有意水準 5 %)。このことから、パターンⅠ、Ⅱに関わらず AL/BH が把持高さHを決定するポイントであることがわかった。また**図 8** に示すようにパターンⅠ、Ⅱともに手すり位置 D と把持高さ H の相関が



(a) パターンⅠ の場合　　(b) パターンⅡ の場合

図 7　相関分析（ 腕の長さ/身長と把持高さ ）



(a) パターンⅠ の場合　　(b) パターンⅡ の場合

図 8　相関分析（ 手すり位置と把持高さ ）

高い（有意水準 5 %）ことから、高さ SH の座面から立ち上がるための使いやすい手すりの把持高さ H と手すり位置 D は以下のように推定することができる。

パターン I（腕の力を利用して立ち上がる場合）

$$H_I = 3500\ AL/BH - 535.5 \quad (1)$$

$$D_I = (H_I - SH - 400) / 1.45 \quad (2)$$

パターン II（身体の反動を利用して立ち上がる場合）

$$H_{II} = (-1.47\ AL/BH + 1.18)\ BH \quad (3)$$

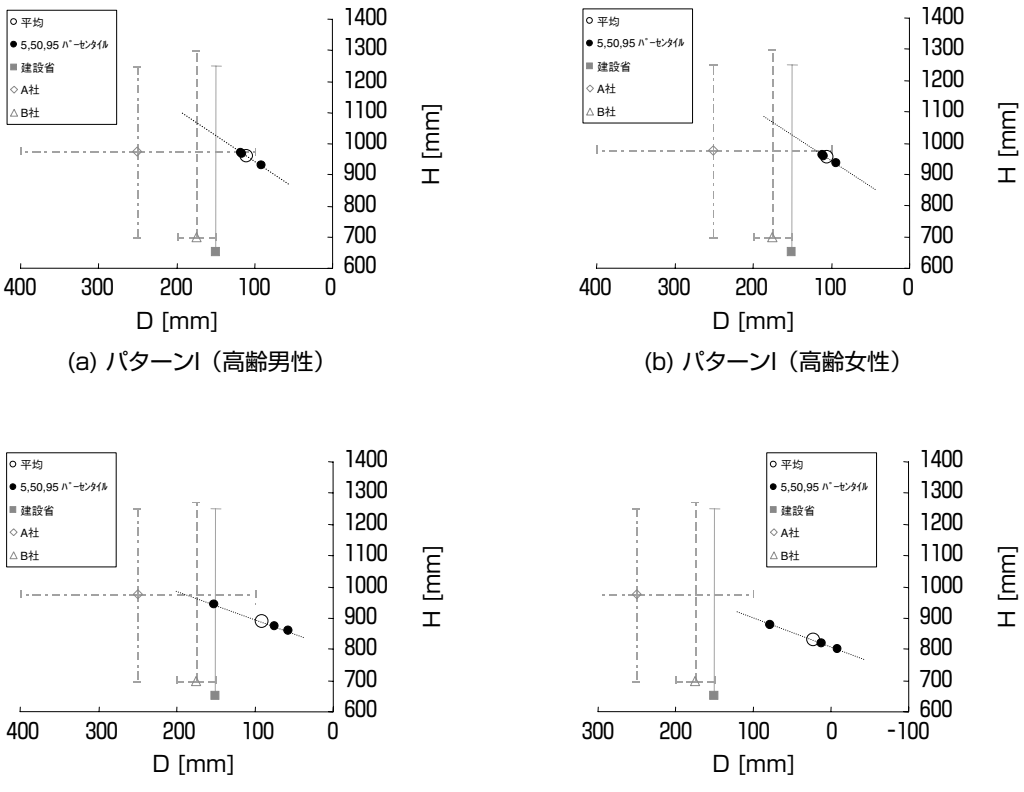
$$D_{II} = (H_{II} - SH - 410) / 0.87 \quad (4)$$

なお、長さの単位はmmとし、添字 I,II は立ち上がりパターンを示す。このときの被験者一人ひとりについて推定手すり位置と自己申告値を比較すると、その差は平均で 96 mm、最大でも 221 mmであり、比較的よく推定できていると言える。

5.2 既存の推奨値との比較検討

手すり位置推定式 (1) ～ (4) を用いて標準的な体格の場合の手すり位置を推定した。**図 9** に表 1 に示した手すり設置基準位置と、今回求めた推定式に高齢男性、高齢女性の BH, AL の平均値を当てはめたものを白丸で、5, 50, 95 パーセンタイル値を当てはめたものを黒丸にて示す。平均値およびパーセンタイル値については人体寸法データベース[24] の値を用いた。建設省とB社の基準値については、手すり下端が定められているため、標準的な手すり長（ 600 mm ）を H の範囲として表している。これをみると、パターン I の場合では男女ともに D = 110 mm、H = 950 mm 前後の比較的狭い範囲に推定値が分布しているのに対して、パターン II の場合では男性は D = 50～150 mm、女性は D = －10～80 mm と広い範囲に分布していることがわかる。建設省、A社、B社の基準値と比較すると、推定値のうち H は各基準の範囲内に含まれている。しかしながら D についてみると、基準値ではA社の下限値 D = 100 mm が最も小さい値であるが、これと同程度かより小さい D が望ましいという結果であった。

今回の実験では、便座中心から手すりまでの横方向距離を 400 mm と設定したが、この値は文献[1] では明らかにされておらず、文献[5)～16)]では 385 mm、文献[19)～22)]では 342 mmであった。この 60 mm程度の差による影響は少ないと考えられ、ほぼ同じ条件で実験が行われていると言える。また、立ち上がり



(a) パターンI（高齢男性）　(b) パターンI（高齢女性）

(c) パターンII（高齢男性）　(d) パターンII（高齢女性）

図 9 推定手すり位置と推奨値

動作には足位置が重要であるが、どの文献でも足位置についてはほとんど触れられていない。今回は標準的な便器、便座を使用し、下肢は自然な姿勢としたため、被験者の動作は実際にトイレ内で行われる動作と一致している。さらに手すり位置を被験者に任意の位置を選ばせるという方法をとっているため、既存の設置基準の影響を受けず最も使いやすい位置を選定できていると考えられる。以上のことから、本結果では自然な立ち上がり動作を行うのに最適な手すり位置を示しているということができる。

この結果を用いて公共の施設等に手すりを設置する場合を考えてみる。パターンⅠの立ち上がりを行うユーザについては図 9 (a),(b)から平均的な位置 D=110 mm程度に設置すればよい。パターンⅡでは図 9 (c), (d)から D が約 200 mmの範囲をもって分布しており、平均的な高齢男性の場合はパターンⅠの場合と同じ D=110 mm程度が推定値に近いが、女性の場合は平均的な体型で D=30 mm程度とパターンⅠよりも 80 mmほど小さい値が適切となっている。このことからユーザの約半数を占めるパターンⅠに適した位置に手すりを設置すると、パターンⅡの動作をする小柄なユーザにとっては使いにくい位置となることがわかる。家庭内等の使用者が限定される場所に手すりを設置する場合は、やはり使用者の立ち上がりパターンと体格に合わせて手すり位置を決定することが望ましいと言える。

6. 力学解析による最適手すり位置の特徴づけ

6.1. 解析方法

これまで述べた 2 つの立ち上がり動作パターンそれぞれについて、最適位置の条件を明確にするために力学解析を行った。パターンⅠ、Ⅱの特徴的な被験者 3 名 (男性 2 名、女性 1 名) について、座面高さ 400 mm から手すりを用いて立ち上がる動作を対象とした。手すり位置が極端に遠い場合や近い場合には体幹部のねじれが生じるが、自然に動作を行える手すり位置では立ち上がり動作は矢状面内運動と仮定することができる。このため身体リンクモデ

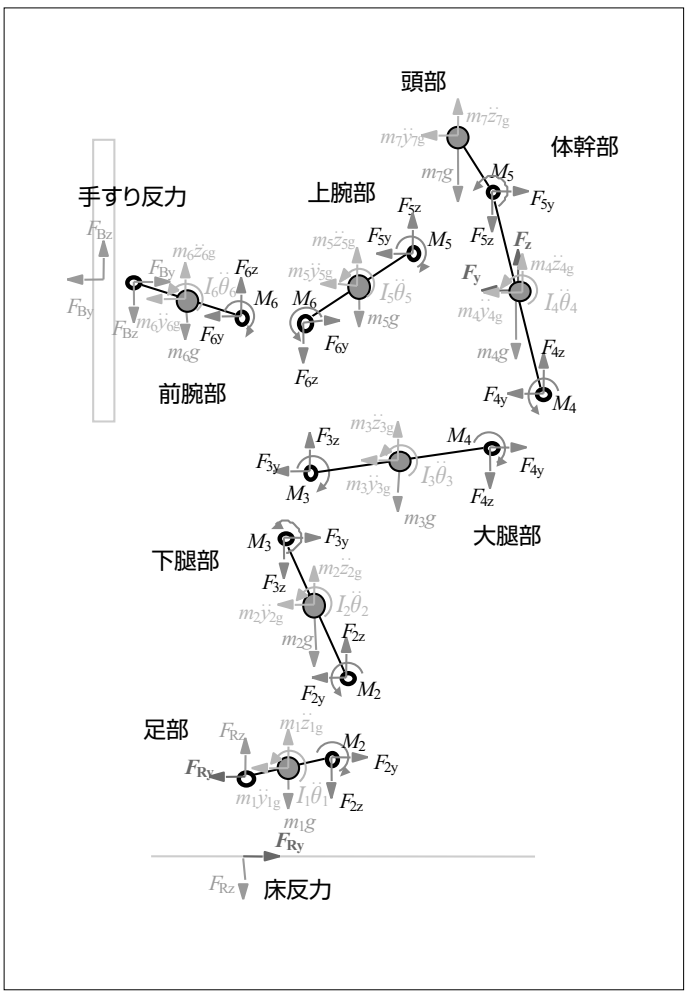


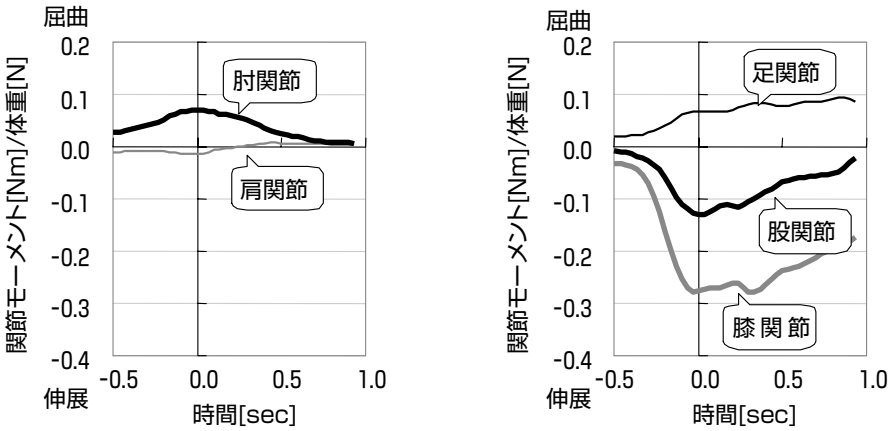
図10　身体リンクモデル

ルとして、**図10**に示すような前腕部、上腕部、頭部、体幹部、大腿部、下腿部、足部の7リンクからなる矢状面内2次元モデルを考えた。これらのリンクの質量および慣性モーメントについては文献[25]の値を参照した。このようなリンクモデルによる動作分析は歩行などを対象としてよく行われている手法である。しかしながら歩行分析では、境界条件としてリンクモデルに加える外力は床反力のみであるのに対して、今回は床反力に加えて手すり反力も外力として作用しているため、境界条件がひとつ多く、過拘束な問題となっている。このため、体幹リンクの中央部に未知数として仮想外力が働いていると仮定し、釣合式から各関節の反力とモーメントを算出した。この結果、反力や姿勢の計測誤差と解析時に用いたモデル誤差が仮想外力として現れてくる。計算結果では、起立時に働く仮想外力は床反力の約5％だったことからこの解析における力の誤差は5％程度と言える。

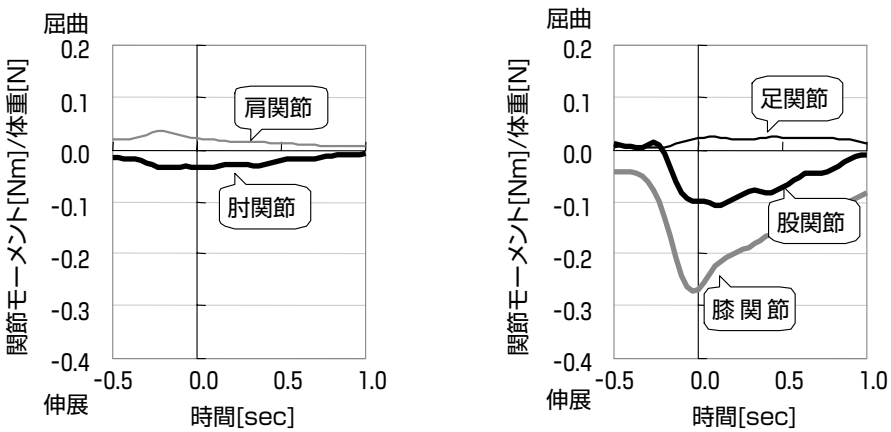
6.2. 関節モーメントによる評価

体重で正規化した関節モーメントの時間変化を**図11**に示す。なお、すべての関節において屈曲は正、伸展は負である。これによると、パターンⅠでは時刻t=0において膝関節、股関節の伸展モーメントと肘関節の屈曲モーメントが同時にピークを示しており、上肢と下肢を同時に使って身体を引き上げる力を発揮していることがわかる。一方、パターンⅡでは肘関節の屈曲モーメントは見られず、膝関節、股関節の伸展モーメントの持続時間も少ない。このことからパターンⅡでは力を入れた瞬間に生じた慣性力によって立ち上がるため、動作に必要な関節モーメントは少なくてすむと考えられ、パターンⅠよりも効率的に運動が行われていると言える。

また、使いやすい手すり位置とそうでない手すり位置について関節モーメントの比較を行った。ただし、今回は、力学解析を行ったデータ数が少ないため統計的検定は行っておらず、代表的な被験者にお

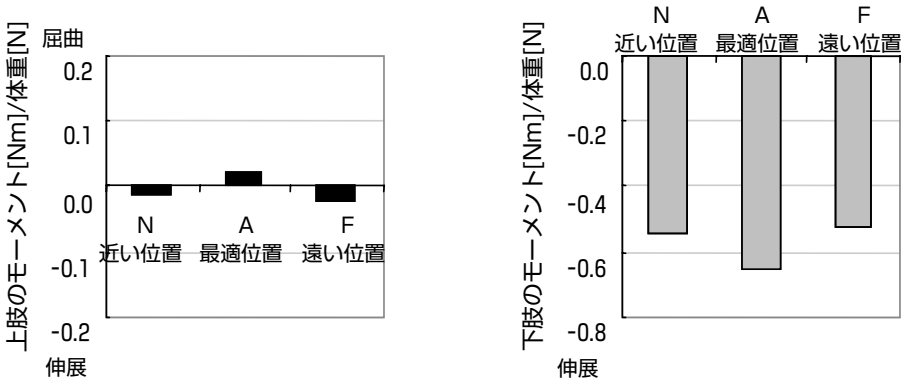


(a) パターンI の場合

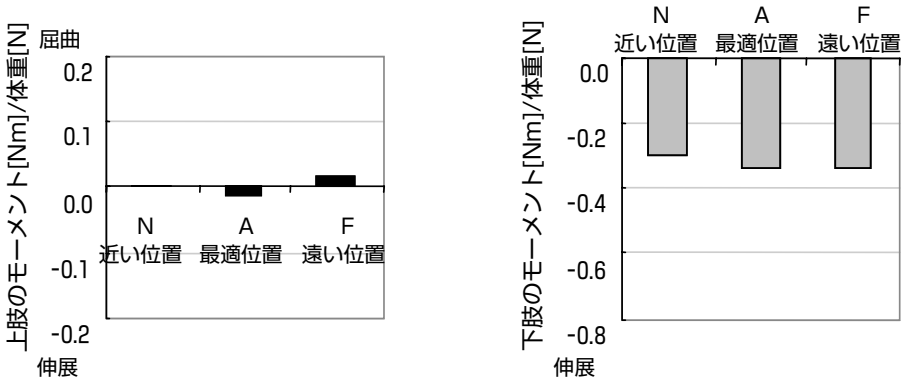


(b) パターンII の場合

図11　関節モーメント波形（座面高さ 400 mm）



(a) パターンI の場合



(b) パターンII の場合

図12　関節モーメント最大値（位置による比較）

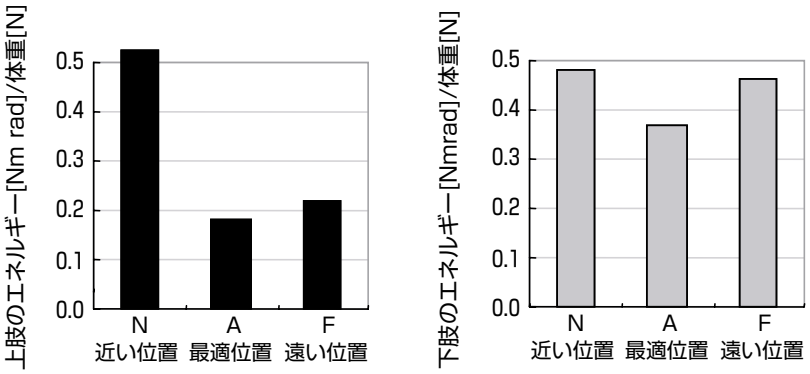
ける比較である。下肢のモーメントとして足関節、膝関節、股関節の和を、上肢のモーメントとして肘関節、肩関節の和を用いて評価した[26]。このような指標を用いることにより下肢または上肢全体として発揮しているモーメントを評価することができる。**図12**にパターンI、II それぞれについて、3 つの手すり位置での立ち上がり動作時のモーメントの最大値を示す。パターン I では最適位置Aで下肢の伸展モーメントが最大に、かつ上肢の屈曲モーメントが最大になっていることがわかる。このことから、立ち上がるためのモーメントを最もよく発揮できる手すり位置が使いやすい手すり位置であることがわかる。

一方、パターン II では、パターン I と比べて差は小さいが、最適位置で下肢の伸展モーメントが最大になっている。上肢のモーメントはパターン I と異なり、最適位置Aで屈曲モーメントが発揮されていない。このことから、パターン II では腕の力で身体を引き上げるような動作は行われておらず、力の入れやすさという力学的条件とは異なる要因、例えば腕の動かしやすさなどの空間的要因が重要であると考えられる。

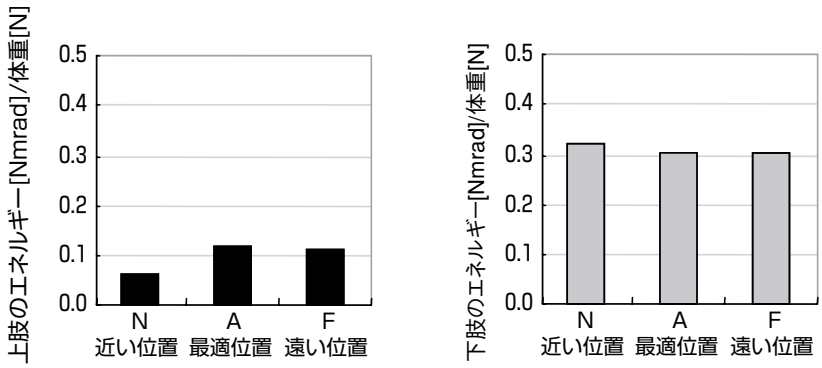
6.3　エネルギーによる評価

各々の立ち上がりパターンについて、立ち上がり動作に要したエネルギーについて調べた。関節の消費するエネルギーは、ある時刻におけるモーメントと角度変化の積の積分値で表すものとし、動作の開始と終了を含む 1.5 秒間（t=−0.5〜1.5 sec）について積分した。関節モーメントと同様に下肢、上肢それぞれの和について、手すり位置 A, F, N の比較を行った。**図 13** に手すり位置によるエネルギーの比較を示す。

パターン I では上肢下肢ともに最適位置Aでエネルギーが最小になっていた。一方パターン II では、パターン I に比べエネルギーの大きさが上肢下肢共に小さく、手すり位置による差もパターン I ほど明確ではない。モーメントの最大値の比較と合わせて考えると、パターン I では上肢、下肢両方のモーメントを発揮して動作するため、これらのモーメント



(a) パターンI の場合



(b) パターンII の場合

図13　エネルギー（ 位置による比較 ）

を効率よく発揮できることが手すりの使いやすさのポイントであると言える。一方、パターン II では、パターン I ほど明確な差が現れていないことから、モーメントやエネルギーといった力学的因子で手すりの使いやすさを評価することは困難であることがわかった。

8.　まとめ

立ち上がり動作補助のための縦型手すりについて、使いやすい手すり位置とそうでない手すり位置での立ち上がり動作を計測した。この結果、手すりを用いた立ち上がり動作には、I）腕の力を利用する、II）身体の反動を利用するの 2 つのパターンがあることが確認された。また官能評価、相関分析を行い、使いやすい手すり位置の指標として腕の長さを身長で正規化した値が有効であることを確認し、これを用いて手すりの推奨設置位置の導出式を求めた。これにより使用者の身体的特徴を考慮して適した位置に手すりを設置することができるようになった。また、それぞれのパターンの立ち上がり動作について力学解析を行うことにより、パターン I の場合には使いやすい手すり位置では動作が効率よく行われていることを確認し、使いやすい手すり位置の根拠を力学的な面から明らかにすることができた。パターン II については、力学評価からはパターン I ほど明確な差が見られなかったため、使いやすい手すり位置決定には他の要因があると考えられる。今後、腕の動かしやすさ、身体の反動のつけやすさなどの観点から評価を行うことにより、パターン II についても使いやすさの根拠を明らかにすることが重要であると言える。また、今回はユーザがパターン I、II のどちらの動作を行うかの予測までは至らなかったため、手すり設置の現場における設置位置基準としては不十分なものにとどまっている。更にデータの蓄積、詳細な分析を行うことで、パターン判別が可能となり、ユーザにとって適した手すり形状、手すり位置を提案できると考えている。

謝辞

モニター実験にご協力いただいた被験者の方々に感謝する。また実験の実施に際して多大なご協力をいただいた松下電工㈱解析技術研究所 松村 吉浩氏、松下電工㈱品質R&Dセンター岩川幹夫氏に感謝する。

● 参考文献

1) TOTO：楽＆楽計画アドバイザー/生活支援のための福祉用具講座、http://www.toto-raku2plan.com/advice/2001_06/body_02.html, 2001.
2) 松下電工：介護知恵モール 住宅改修の知恵大全第3回、http://www.net-kaigo.com/reform/vol3/vol3_1.html, 2001.
3) 建設省住宅局住宅整備課：長寿社会対応住宅設計指針マニュアル、1995.
4) 加藤正男ほか：福祉のまちづくり整備マニュアルと市場製品カタログにみるL型手すりの取付位置に関する基礎的調査、日本建築学会大会学術講演梗概集E-1、371-372、2000.
5) 庄野隆ほか：操作性・筋力等総合評価体験装置の開発、日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1、747-748、1998.
6) 田中信二ほか：L型手摺の使われ方に関する実験、日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1、749-750、1998.
7) 木村岳史ほか：設置位置の変化による握り位置及び手摺にかかる荷重への影響、日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1、751-752、1998.
8) 後藤義明ほか：適正設置位置に関する実験、日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1、753-754、1998.
9) 中島康生ほか：設置位置、手摺幅の変化による手摺にかかる荷重及び姿勢への影響、日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1、755-756、1998.
10) 古瀬敏ほか：立ち座りを補助する手摺に関する研究 その1. L型手摺の使われ方、人間工学、Vol. 35 特別号2、308-309、1998.
11) 中島康生ほか：立ち座りを補助する手摺に関する研究 その2. 棚型手摺の使われ方、人間工学、Vol. 35 特別号2、310-311、1998.
12) 古瀬敏ほか：L型手摺の使われ方に関する研究、福祉のまちづくり研究会第1回全国大会概要集、63-66、1998.
13) 布田健ほか：手摺の有り無しによる立ち座り動作の基礎的実験、日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1、743-744、1999.
14) 中島康生ほか：斜め手摺の有効性に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1、745-746、1999.
15) 田中真二ほか：傾き角度の違いによる握り位置、手摺にかかる荷重等への影響、日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1、747-748、1999.
16) 加藤正男ほか：棚板形状手摺の使われ方に関する実験、日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1、749-750、1999.
17) 森谷正道、小川鑛一：手すりの効果に関する研究、人間工学、Vol. 35 特別号2、306-307、1998.
18) 勝平純司ほか：手すりを使用した立ちあがり動作の分析、第21回バイオメカニズム学術講演会予稿集、251-254、2000.
19) 國井清照ほか：立ち上がり動作実験装置の製作および動作の基礎的研究、日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1、725-726、1999.
20) 高橋英如ほか：立ち上がり動作実験装置の製作および動作の基礎的研究、日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1、727-728、1999.
21) 國井清照ほか：立ち上がり動作を補助する手すりの基礎的研究(その1)、日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1、1037-1038、2000.
22) 八藤後猛ほか：立ち上がり動作を補助する手すりの基礎的研究(その2)、日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1、1039-1040、2000.
23) 池上、桜井、矢部：DLT 法、Jpn. J. Sports. Sci., 10(3), 191-195, 1991.
24) 通商産業省・工業技術院：人体寸法データベース 1997-98、2000.
25) 岡田英孝ほか：日本人高齢者の身体部分慣性特性、バイオメカニズム13、東京大学出版、125-139、1996.
26) 金承革：セミナー『歩行支援機器・ロボットの開発と展望』テキスト、ISS 産業科学システムズ、2000.

連絡先

松下電工㈱　解析技術研究所
〒571-8686 大阪府門真市大字門真 1048
TEL：06-6903-0969　FAX：06-6906-1851

研究所訪問

㈱アシックス
― スポーツ工学研究所 ―

8月7日、夏の厳しい日差しの中、神戸市西神中央に(株)アシックススポーツ工学研究所をお尋ねした。社名のアシックス(ASICS)は、古代ローマの詩人ユベリナスの言葉「Anima Sana in Corpore Sano」(もし、神に祈るならば、健全な身体に健全な精神あれかし、と祈るべきだ)のラテン語の頭文字に由来していて、この言葉は会社の企業理念にもなっているそうです。

当日は、中川盛雄所長、松本直子主査が、私たちを迎えてくださいました。

[センター] ここは周囲にトラックがあって、大変ユニークな構造ですね。まず、この建物、設備についてお聞かせください。

[中川氏] スポーツ工学研究所は、1990年にここへ移転しました。敷地面積は全体で約16,450㎡です。建物は「コの字」型に配置されていて、内側には体育館があります。外周を一周350mの全天候トラックで囲まれています。

周囲を巡るトラックは、一部が実験室内を通過するように作られていて、トラックを周回中の競技者や被験者の足の動きや衝撃など、様々なデータが収集できるようになっています。

[センター] 貴社では、スポーツ関連用品について、シューズ、ウエア、用具など、幅広く扱っておられますが。

[中川氏] 国内の売上高では、シューズとその他(ウエアなど)が半分ずつくらいの割合ですが、海外も含めると、シューズが80%を超えるのではないでしょうか。やはり、当社の主力商品はシューズだと思います。オリンピック種目でシューズが関係するものについてはすべて手がけていますし、中でも特にランニングシューズ、マラソンシューズに力を入れています。

[センター] 研究スタッフ、研究体制についてお聞かせください。

[中川氏] 研究所の職員は現在32名です。私たちが対象とする「スポーツ工学」という分野は学際的な学問で、医学、整形工学、生理学、バイオメカニクスなどを総合したものと考えていますので、職員の専攻分野は様々です。

研究開発には、研究所が独自に行うものと、事業部から委託されたものがあります。また、テーマによっては社外の研究機関との共同研究なども行っています。

[センター] それでは、貴研究所が独自に行っているシューズの研究開発についてご紹介ください。

[中川氏] シューズの開発には、まず足の形態研究が欠かせません。そこで、1990年に足の形態を3次元で計測できる計測装置を開発しました。その結果、形状を3次元パターンで記録することができるよう

写真　左から松本直子主査、中川盛雄所長

になりましたが、計測した形状データの統計解析となるとなかなか難しい問題も多くてこれからの課題です。

また、身体機構のモデリングに関する研究も行っています。足をモデル化することで、荷重によって足のどの部分にどのような影響が出るかをシミュレーションしたいと考えています。足の故障の予防や治療、競技成績の向上などを目的とした、これからの高機能商品の開発に利用したいと思っています。

その他、シューズの柔軟性、衝撃緩衝性、靴底の滑り、蒸れ、保温性などを計測する製品評価方法の開発や、CAD（Computer Aided Design）、CAE（Computer Aided Engineering）など、製品設計支援技術の開発も行っています。

［センター］個々の商品に関わる研究開発についてもご紹介ください。

［中川氏］具体的な商品を対象とする研究開発は、事業部からの委託に基づいて行いますので、基本的には商品企画部門、販売部門と一緒に研究開発を進めていきます。

当社では5年前から、商品化のキーワードとして、「子ども」「高齢者」「健康」「環境」の4つを挙げています。商品ごとの具体的なコンセプトは、これらに基づいて、事業部がマーケットリサーチを行い、固めていきます。

例えば、子ども用では、3年ほど前に“土の上の裸足”をコンセプトとしたシューズを商品化しました。子どもの成長を阻害しない、運動不足を防ぐ、脱ぎ履きしやすいなどに配慮した健康な子どものためのシューズです。

中学生・高校生用についても、昨年、新しい商品を出したところです。中学生・高校生の足型が最近細くなってきていることがわかりましたので、この点に配慮した商品を作りました。足長と足幅の成長の割合が、以前とは違ってきているようです。

高齢者を対象とした商品はまだ研究途上ですが、高齢になってもなるべく自分の足で歩くことができるようにするためには、シューズはどうあるべきか、どうサポートできるのかといったことを考えています。私たちの役割は、様々な知見や実験データから、それぞれのユーザにとって良いシューズの基本となるようなものを導きだし、それを商品化していくことだと思っています。これからは、フィット性の高いものを、どこまで低コストで提供できるかといったことも課題です。

［センター］シューズは、ユーザー人ひとりの使う目的と、足の形にフィットしていることが大切なのですね。

［中川氏］そうですね。そういう意味では、販売部門の役割も大変重要です。靴自体がどんなに歩きやすいものでも、足に合っていなければ本来の機能を発揮することができません。当社では、直営の「歩人館」という販売店に3次元足型計測機を設置して、お客様の足を計測しています。店頭で片足あたり約15秒で計測できますし、計測されたデータはすぐに3次元で表示されますので、その場で一人ひとりの足の特徴に合ったシューズや中敷きを選ぶことができます。店頭販売にも、だんだんとこのようなコンサルティング的な要素が出てきています。研究所では、小売店を対象としたセミナーを開催し、実際にシューズの開発を担当したスタッフが商品の特徴について説明する機会を設けています。

［センター］自分の足に合ったシューズ選びは難しいので、こうしたサービスはありがたいです。話は変わりますが、貴社ではオリンピック選手のような特定の選手のためのシューズもいろいろ手がけていらっしゃいますね。

［中川氏］選手用の場合は選手の足の障害を予防しながら、しかもより良い記録を出すことが目標になります。当社では、アトランタオリンピックで活躍した伊東浩司選手の陸上競技用スパイクシューズや、シドニーオリンピックで金メダルを獲得した高橋尚子選手のマラソンシューズ、イチロー選手の野球用スパイクシューズなど、特定のトップアスリートのためのシューズ開発も行っています。

特定の選手のための製品開発にあたっては、床反力、動作分析などスポーツ工学の手法を駆使したデータ解析を行うとともに、選手自身と情報交換を繰り返し行います。科学的な分析結果と本人の感覚的

イチロー選手に提供する野球用スパイクシューズ

伊東選手に提供する最新スパイク“サイバーゼロ”

な要望や使用後の疲労などを合わせて総合的に勘案し、試作を重ねて作り上げていきます。こうした研究開発は、私ども研究所にとっては、技術力の向上といった効果があると思います。

［センター］これからの課題についてお聞かせください。

［中川氏］「快適である、気持ちがよい」などの評価については、現在、官能評価を使っていますが、裏付けデータとしては不十分だと思います。快適性を定量的に評価する方法の開発が課題です。スポーツの場合、汗をかいたから不快かというと、そういうわけでもありませんので、難しいところです。

もう１つは、人間が健康に年を重ねるためには、シューズはどうあるべきかといった問題です。シューズの機能も、より鍛える、よりいたわる、などいろいろと考えられます。何が望ましいかは、個人の生活観や価値観の問題になるので一概には言えないのでしょうが、モノをいかに使うかといった研究も必要なのかもしれません。

ここ数年、日本でもスポーツがようやく文化として根づいてきたように感じています。人とスポーツの関わり方も、学校体育中心から地域を核としたスポーツ活動やクラブチーム、レジャーなど広がりを見せています。当社もこうしたスポーツ文化の広がりを支えるような商品開発に取り組んでいきたいと考えています。

［センター］最後に私どもの事業に対する要望などをお聞かせください。

［中川氏］センターの人体計測データベースは、足に関する計測項目が少なくて残念に思っています。当社でも３次元計測機を使った足の計測を行っていますが大規模な計測はなかなかできません。特に子どもや高齢者の計測の場合は、いろいろな制約があって一企業では困難な面が多いので、今後、是非ご検討いただきたいと思います。

ホームページ上で公開されている高齢者身体機能データベースも見ています。シューズ開発には直接結びつかなくとも、高齢者の特性について大まかな傾向がわかるので、大変参考になります。

［センター］センターでは皆様のご意見、ご要望を伺いながら、事業活動を進めていきたいと思っています。今後ともよろしくお願いいたします。

本日は、どうもありがとうございました。

株式会社　アシックス

〒650-8555　神戸市中央区港島中町7丁目1番1
企業概要
創業　1949年
資本金　239億7,200万円（2001年3月末現在）
従業員　1,275人（2001年3月末現在）
事業内容
各種スポーツ用品・レジャー用品の製造及び販売
関係会社　国内17社、海外13社

人間生活工学における動作の解析（2）

動作計測の方法

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修了（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、㈱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

身体運動を定量的に記述する方法のひとつとしての動作計測の方法は、生活場面での動作やスポーツ運動を対象に、全身の姿勢や身体各部の動き、外力（身体が体の外に加えた力），筋活動の時系列的変化を定量的にとらえるものである（**図1**）。連載第2回目では、このような動作計測の方法について概説する。

2.　姿勢や動きの計測

全身の姿勢や身体各部の動きを定量的に把握するには、姿勢保持中あるいは運動中の身体上の特徴点（標点）位置の計測や角度の計測が必要である。身体は大腿，下腿，足部，上腕，前腕等の比較的変形の少ないかたまり（セグメント）が関節でつながって構成されている。個々のセグメントをひとつの剛体，全身を剛体のリンク系とみなし、対象とする身体上の標点位置や関節角度が計測される。

この計測には大きく3種類の方法を用いることができる。第1の方法はビデオ画像等光学方式による動作計測である（**図2**）。この計測には、赤外反射光や色の検出を自動的に行い、標点の座標値を取得する方法、ビデオテープやメモリに記録した画像上の標点位置を手作業で読み取る方法等がある。最近では、10台以上のカメラを用いた計測が容易に行えるようになったため、自動計測においても標点の隠れをかなり低減することができる。

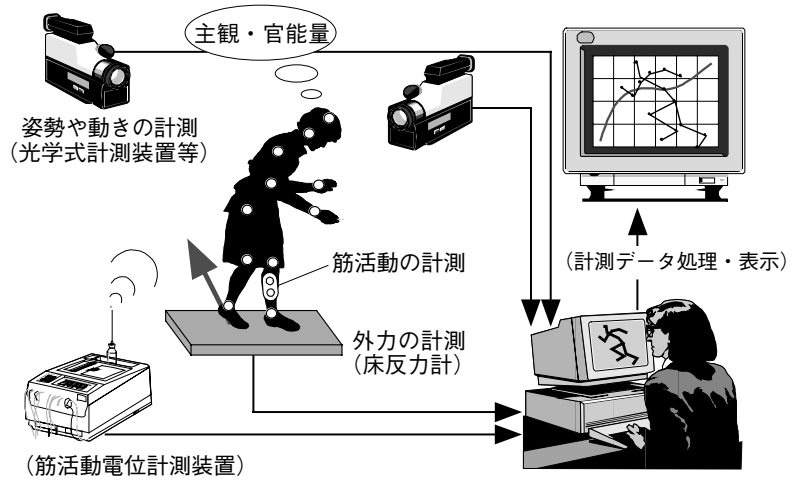
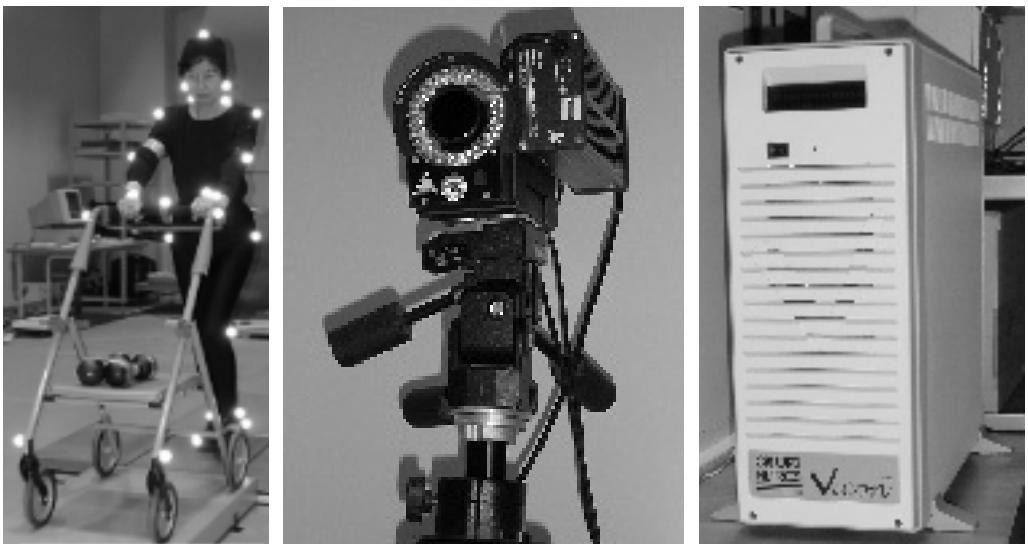


図1　動作計測全体像の一例



計測の様子　　カメラ　　装置本体

図 2　光学式動作計測装置本体およびカメラの例と動作計測の様子

また、20〜30 分程度の計測においても標点位置座標をほぼリアルタイムで取得でき、実験終了時にはディスク上に位置座標時系列データが保存された状態にすることも可能である。残念ながら、赤外方式等の自動計測，リアルタイム計測の方法は、光環境を十分に整えておく必要があるため、屋外での計測にはほとんど利用できない。

第 2 の方法は、磁気センサによる計測である。これは計測空間内で発生させた磁場をセンサによって検出し、センサの位置や姿勢を求める計測方法である。計測空間内に金属等があることによって磁場が歪められ、姿勢や位置の計測精度は低下するが、光学方式とは異なり、センサが見えなくても位置座標の取得が可能である。

第 3 の方法は電気的な角度計（ゴニオメータ）による関節角度の計測である。装置の装着がやや煩雑で、装着による動作への影響も比較的大きいが、光学方式，磁気方式の計測が困難な場合にも、この方法を用いることができる。最近では、全身の主要関節の角度を一括して計測できる、いわゆる「ゴニオスーツ」的な計測システムも販売され始めた。

これらの計測方法には、それぞれ利点，欠点が存在するため、実験や計測の目的に応じて装置を使い分けるか、計測環境等の工夫を施すことが肝要である。

3.　外力の計測

立ち上がる，歩く，押す等の動作を行うことによって、床や壁に力が加わる。このような力の計測が外力の計測である。外力の計測には、内部に複数の加重センサを埋め込んだ反力計（床反力計）や、加重センサ単体が用いられる。人間生活工学関連の動作計測実験では、外力の計測にしばしば反力計を用いる**（図 3）**。例えば、立ち座り動作時に座面，立位支持面に加えられた力，歩行時に床に加わる力等が反力計によって計測される。計測した外力は動きや姿勢の良否，設備機器寸法の良否等を判定したり、関節トルク等の力学量を算出する際に用いられる。

一般に反力計における加重検出センサの力検出方向は、プレート面と垂直な方向，および面と平

行な直交する 2 方向である。動作遂行中にこの床反力計の個々の加重検出センサに加えられた力を電圧変化等のかたちで検出し、この電圧がアンプ等を介して再び力に変換されたものが床反力として計測される。プレート面と垂直な方向，平行な方向（互いに直行する 2 軸）の力だけでなく、プレート面上における時々刻々の力の中心（反力作用点）位置をも知ることができる。

床反力計を用いてデータ計測を行う際には、大きな衝撃力も計測できるようにボルト等で床反力計を床面に固定することが望ましい。反力計荷重センサの種類によっては計測中の基線のドリフトに注意しなければならない。また、定期的に床反力計の校正を行うことも必要である。

4.　筋活動の計測

運動中の対象部位の筋の活動状態を知るには、筋活動電位を計測する。筋が収縮する際には、運動神経を経由して電気信号が筋の運動終板に到達する。さらにこの信号は、運動終板を経て筋線維上を伝搬し、伝搬した部分の筋線維が収縮し張力を発揮する。この筋線維上を伝搬している電気信号を筋活動電位として計測する。

筋活動電位の計測には、表面電極を用いる方法と針電極を用いる方法とがある。針電極法は、電極を筋線維内に直接挿入する必要があり、これは痛みや衛生上の問題等が発生するため、人間生活工学分野の筋活動計測では主に表面電極法が用いられる。また、運動中の筋活動の計測では、動作遂行の容易さからテレメータ方式の計測装置がしばしば用いられる**（図 4 ）**。

計測対象とする筋の選定方法には様々あろうが、最もよく活動する筋を選ぶのであれば、計測しようとする動作を繰り返し行わせ、その結果被験者

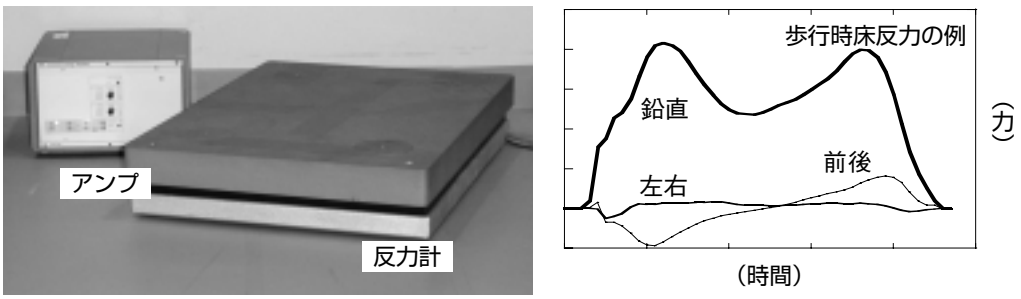


図 3　反力計測装置例と床反力パターンの例

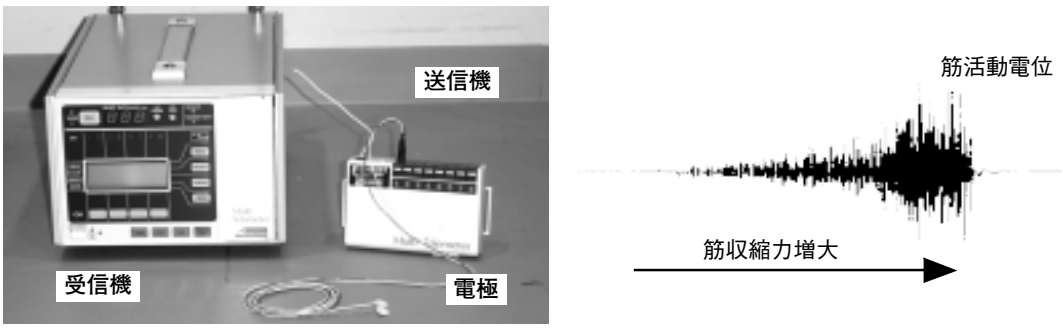


図 4　テレメータ方式筋活動計測装置と良好に計測された筋活動電位の例

が疲労を感じる部位の筋を選べばよい。同じ大きさの力を発揮しても、様々な要因によって、個人間で活動電位の大きさは異なる。このため、筋活動の大きさを定量化し、個人間で比較しようとする場合には、基準となる動作あるいは基準重量保持の際の筋活動電位を計測し、この電位に対する比や変化量を比較する必要がある。一方、電極をいったん剥し再度同じ部位に電極を貼り付けて活動電位を計測すると、同じ力を発揮しても、電極を剥がす前の電位と異なった大きさの活動電位が得られる。このため、同一被験者でも電極を貼り変えるごとに、基準となる動作あるいは基準重量保持の際の筋活動電位を計測しておかなければならない。また、等尺性筋収縮やゆっくりとした短縮性収縮では収縮力と活動電位の大きさとの間に直線的な比例関係が見られるが、伸張性収縮や激しい動きを伴う運動中の筋活動電位の大きさは筋収縮力と必ずしも比例しない点にも注意を要する。

5. 総合計測

人間生活工学分野の動作計測実験では、姿勢や動きの計測，筋活動の計測，外力の計測，さらには主観・官能量の計測も含めて総合的に計測を行うことがしばしばある。このような計測では、トリガ信号等によって計測装置間の計測開始の時刻をそろえることが不可欠である。また、解析の内容によっては、反力計上の反力作用点位置座標系と画像動作計測における座標系との対応をとっておくことが必要である。可能ならばサンプリング周波数についても、例えば画像計測装置のサンプリング周波数が 60 Hz であれば、床反力計測装置では 120 Hz，180 Hz 等に設定しておくと、後のデータ処理が容易になる。

これまで述べてきた動作計測方法の詳細や具体例については、例えば臨床歩行分析懇談会（1989），臨床歩行分析研究会（1997），人間生活工学研究センター（2001）等を参照されたい。また、表面筋電の計測・解析に関しては木竜，木塚，増田（2000，2001）による連載記事に詳しく解説されている。

● 参考文献

1）木竜　徹，木塚朝博，増田　正（2000，2001）：口伝表面筋電図．バイオメカニズム学会誌，24-4:225-227，25-1:43-47，25-2:88-92，25-3:137-141
2）人間生活工学研究センター（2001）：製品設計のための動作計測マニュアル（知的基盤人間特性計測評価技術の調査研究報告書別冊）
3）臨床歩行分析研究会編（1997）：関節モーメントによる歩行分析．医歯薬出版株式会社
4）臨床歩行分析懇談会編（1989）：臨床歩行分析入門．医歯薬出版株式会社

Information

ユニバーサルデザイン･ビジネス･フォーラム

12月4日（火）～6日（木）の3日間、大阪府主催によるユニバーサルデザイン・ビジネス・フォーラムが開催されます。このフォーラムでは、ユニバーサルデザインの考え方を取り入れた商品・サービスの展示や、デザイナー、技術者等からのプロポーザル（提案）の展示、ビジネス交流会やセミナーなどが予定されています。

（社）人間生活工学研究センターも、コンピュータ・マネキンや人体寸法ダミーなどを展示し、ご紹介する予定です。是非ご来場ください。

開催日：平成13年12月4日、5日、6日
会　場：マイドームおおさか展示場（大阪市中央区）
お問い合わせ先：
大阪府産業デザインセンター
TEL：06-6949-4791　FAX：06-6949-4792
E-mail：oidc@mbox.mydome.or.jp

本誌の編集ならびに論文審査は、下記の方々にお願いいたしております。

■2001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　専任
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　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
土屋和夫　日本アイ・ビー・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

■2001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　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感覚知覚グループ　グループ長
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　独立行政法人産業技術総合研究所　デジタルヒューマン研究ラボ　副研究ラボ長
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　広島国際大学　人間環境学部　感性情報学科　教授

＊＊

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。

「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4号　通巻第6号
2001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的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もあります。

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、本文中には引用個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

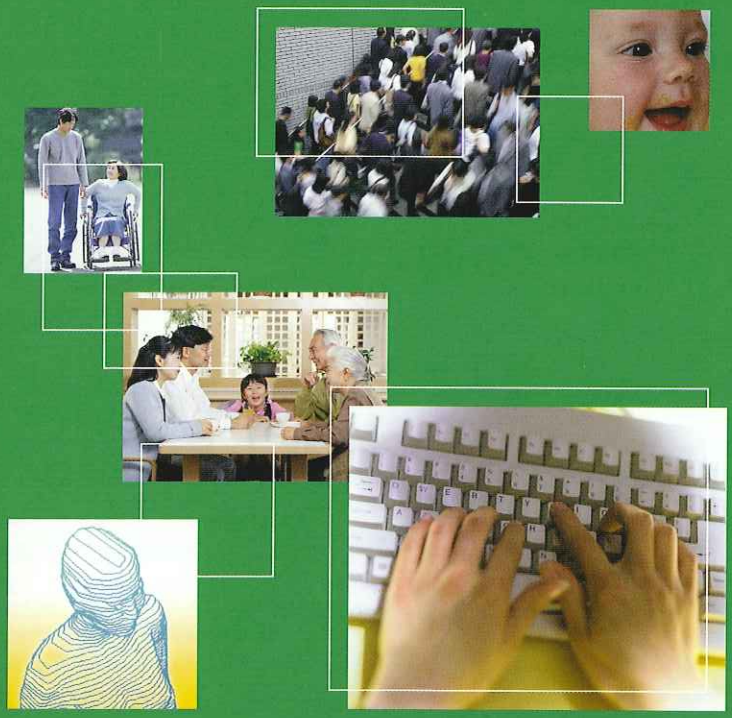
・採否は、決定次第、編集事務局より投稿者に対して通知する。
・校正は原則として初校は著者が行い、再校以降は編集委員会に一任する。なお、編集の都合により、原稿の修正を行うことがある。
・著者の権利保護のために、掲載された原稿の版権は、社団法人　人間生活工学研究センターに帰属するものとする。掲載された原稿を他誌に転載する場合には、編集委員会に申し出ること。

人間生活工学

Number 4
Volume 2

2001年10月15日発行（年4回発行）第2巻第4号 通巻第6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