

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

1

Volume 5

■特集

地域ニーズに根ざした 福祉技術



特集

地域ニーズに根ざした福祉技術

巻頭言 1

(独)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長 横井 孝志

身体機能に基づいた雪道用移動機器と福祉用調理台の開発 2

北海道立工業試験場 製品技術部 人間情報応用科長 吉成 哲

高齢者の歩行に配慮した歩行支援装置の開発 5

秋田県工業技術センター 情報システムグループ 主任研究員 宮脇 和人

傾斜路面走行を支援する車いす用ハンドリング補助装置の開発 ... 8

長野県情報技術試験場 デザイン部 研究員 長瀬 浩明

姿勢適合性を高めたいす制作技術の開発 11

三重県科学技術振興センター 工業研究部 医薬品研究センター 主任研究員 新木 隆史

高齢者・障害者にも配慮した情報端末システムの開発 14

島根県産業技術センター 情報デザイン科 主任研究員 泉 賢二

独居高齢者を対象とした生活状況モニタリングシステムの開発 ... 17

山口県産業技術センター 戦略プロジェクト部 福祉医療チーム 専門研究員 松本 佳昭

訪問

大阪ガス(株) エネルギー技術研究所(西島地区) 20

三菱自動車工業(株) 名古屋製作所技術センター(岡崎地区) ... 23

講演録

生活工学会講演録⑥

「人間の行動・心理・生活と住環境との係わり

—高齢者居住施設での人間・環境システムの形成— 26

実践女子大学 助教授 橋 弘志

投稿論文

「一対比較を使ったユーザビリティ評価手法の開発」 32

日本ビクター(株) CS本部 CS推進室 主任技師 横山 芳成

事業報告

(社)人間生活工学研究センターにおける15年度の事業 39

講座

人間生活工学に役立つ統計の基礎知識、統計論全般(3)

「仮説の統計的検証」 44

千葉大学 文学部 行動科学科 認知情報科学講座 教授 工学博士 宮埜 寿夫

Information 48

地域ニーズに根ざした福祉技術

巻 頭 言

(独)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長
横井孝志

すでにご承知のように、世界一の長寿国であるわが国は、数年前に高齢社会を迎え、しかも他国に類を見ないスピードで今なお高齢化が進みつつあります。このような状況の中で高齢者、障害者を含む生活者が健康で自立・充実した生活を実現することは、わが国の最重要目標の1つです。加えて、この目標を達成できれば、それを達成する過程で蓄積された技術や知見が、日本に続いて高齢社会、超高齢社会を迎える他の国々の施策や技術開発にも大きく貢献します。

高齢者や障害者が健康で自立・充実した生活を実現するには、老化等による心身機能低下を予防・回復・補完すること、心身機能が低下しても自立を確保できるように生活製品・生活環境を適正化することが必要です。このような取り組みは既に数年前から進められてきており、最近では地域中小企業も公設試験研究機関の技術開発や研究成果を基盤として、加齢に対応した製品あるいは高齢者、障害者の生活を支援する機器の開発やサービスの提供を進めています。

本特集「地域ニーズに根ざした福祉技術」では、中小企業技術開発産学官連携促進事業「身体適合性評価に基づく高齢者対応製品開発技術に関する研究(平成13年～平成14年)」の中で1道5県(北海道、秋田県、長野県、三重県、島根県、山口県)の公設試験研究機関と地域中小企業とが協力して取り組んできた製品開発をご紹介します。この事業は人間生活工学の技術や知見をもとに全国レベルで公設試験研究機関が相互に連携し、かつ地域の中小企業と共同で行ったユニークな福祉機器開発事業でした。この事業をきっかけとして、新たな地域間の研究開発交流やコンソーシアム事業も生まれています。また、1道5県以外にも福祉機器あるいはユニバーサル製品の開発を積極的に進めている公設試験研究機関は数多くあります。このように公設試験研究機関を中心とした地域における福祉機器開発が活発に進められ始めたことを考慮すると、その開発の現状や、人間生活工学関連技術をどのように活用しながら地域

ニーズを実現したか等を紹介していただくことは、中小企業を中心とした今後の福祉機器開発にも非常に有益ではないかと考えます。

今回の特集で執筆をお願いした1道5県の公設試験研究機関は、人の状態を測り(生体情報計測・解析技術)、また測ることが難しければ模擬し(バーチャルヒューマン利用技術。バーチャルヒューマンとはコンピュータ上に仮想的に作った人間のこと。狭義にはコンピュータマネキンともいう。)、人の視点から良否を判断して(生体適合性評価技術)製品を設計・開発する技術を持っています。さらに、地域特有のニーズに沿って機器やシステムを開発するため、様々な創意工夫の元でこれらの技術を活用しています。

北海道立工業試験場、秋田県工業技術センターには、動作の計測やバーチャルヒューマンの技術を駆使して、雪上移動用車いすや車いす利用者用の流し調理台、あるいは高齢者用歩行補助車を開発した事例を紹介して頂きます。長野県情報試験場には、動作の計測と評価をもとに開発した車いす用ハンドリング補助装置を紹介して頂きます。三重県科学技術振興センターには椅子の座面や背もたれの形状を決める際の職人技を自動化する技術と、それを応用した高齢者、障害者用椅子の開発について紹介して頂きます。島根県産業技術センターには主に動作計測を用いて、高齢者だけでなく車いす利用者や子供にも使えるユニバーサルな情報端末装置を開発した事例を紹介して頂きます。最後に、上記の促進事業の幹事県であった山口県産業技術センターには、遠隔地から生体情報や活動状況を計測しモニタリングする技術を駆使して開発した独居高齢者向け生活状況モニタリングシステムを紹介して頂きます。

内容は多岐にわたりますが、公設試験研究機関の人間生活工学に対する意識の高さが窺えると思います。今回の特集から、公設試験研究機関と中小企業がうまく結びつくことによって、地域における福祉機器等の開発やその製品化が円滑に進むことを感じて頂ければ幸いです。

身体機能に基づいた雪道用移動機器と福祉用調理台の開発

吉成 哲（よしなり さとし）

北海道立工業試験場 製品技術部人間情報応用科長

北海道大学工学部卒業後、シチズン時計(株)へ入社、キヤノン(株)を経て現在に至る。博士（工学）。

日本機械学会、日本人間工学会、日本臨床バイオメカニクス学会、臨床歩行分析研究会等に所属。

1. はじめに

北海道における福祉社会への対応を考えた場合、積雪寒冷な気候や冬期間の長い在宅時間、さらに過疎化に伴う広域サービスなど特有の問題がある。たとえば、「通院」「買い物」などの日常生活行動ひとつをとっても、積雪時は夏季と違う方法を取らざるをえないなど、本州で進められている取り組みとは違う見地からとらえる必要がある。

そこで我々は、自立生活を支援する機器として北海道でニーズの高い雪道用移動機器と調理台を取り上げ開発を行った。その過程を以下に報告する。

2. 雪道用移動機器の開発

2.1 ユーザー調査及び製品コンセプト

足腰の弱った高齢者は雪道でバランスを崩し転倒する危険性がある。また車椅子は雪に前輪が埋もれてしまい、しばしば身動きが取れなくなったり、凍結路面では滑って思うように動けなくなる。このように、いつも危険と背中合わせのため、ちょっとした外出も1人ではままならない。

そこで、高齢者・障害者の冬期間外出行動の実態や、雪道の移動に関する不満、要望などを正確に把握するため、ヒアリング調査や行動観察等を実施し、具体的な移動支援ニーズを次のように整理した。

- 雪道移動時間の目安は片道20分程度。
- 買い物等、荷物を伴う移動も多い。
- 車いすの前輪上げができる人でも自走可能は平坦圧雪路のみ。
- 春先のザクザク路面の走行が最も困難。
- 目立たない簡易な機器が用具が望ましい。

2.2 プロトタイプの製作と検討

前記ニーズに基づき、雪道用移動機器の具体的な開発目標を「自走式車いすに装着し補助動力を提供する電動式駆動ユニット」とした。

構成は図1に示すように駆動部と操作部に大別される。雪道で高い駆動力を得るには進行方向に長い接地面を持つことが有利であるため、駆動部にはゴムパターンによる無限軌道を採用した。また、操作部にはハンドルのねじりによる左右操舵に加え、ハンドルの前後により駆動部を揺動する機能を付加した。本機能の追加により、操舵抵抗が大きな非積雪路面等においても、接地面積を減少させることによる操舵力低減と、駆動部前縁を持ち上げることによる段差乗り越えの容易化が期待できた。なお、ハンドルは車いすへの移乗性を考慮して基部より脱着可能とし、ユニットの車いすへの装着は手が届きやすい足置付近のフレームに固定するようにした。

次に、機能試作機を製作しハンドルによる基本操作を確認した。その際、車いすの下には床反力計を置き、車いす後輪とユニットの荷重割合を計測する

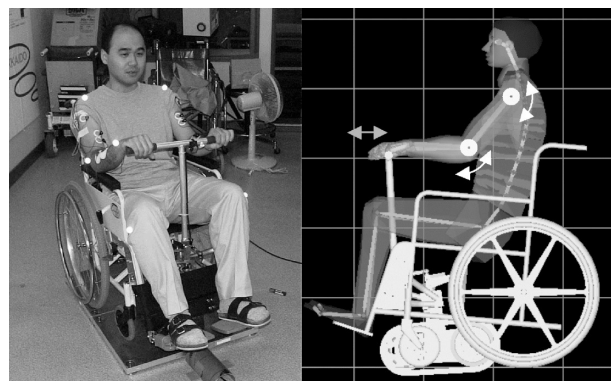


図1 試験装置と解析モデル



図2 砂浜及び積雪路走行



図3 さっぽろ雪まつり

健全者			
KA	KB	KC	KD
健全者(年少者)	健全者(中高年齢者)	健全高齢者	歩行不自由者(高齢)
年齢 ~14 想定される調理 作業時の姿勢	年齢 15~64 想定される調理 作業時の姿勢	年齢 65~ 想定される調理 作業時の姿勢	年齢 65~ 手すり 杖の利用 ・円背 想定される調理 作業時の姿勢
身体機能障害者			
SA	SB	SC	SD
慢性関節リウマチ	肢体不自由者	肢体不自由者	肢体不自由者
主に高齢者 女性 想定される調理 作業時の姿勢	対麻痺 主に 脊椎損傷 L1,2 想定される調理 作業時の姿勢	単麻痺 片麻痺 主に 脳性麻痺 想定される調理 作業時の姿勢	四肢麻痺 主に 脳性麻痺 想定される調理 作業時の姿勢

図4 想定される調理台ユーザ

と共に、筋電位と3次元動作を測定した。その結果、ハンドル操作時の姿勢や主に働く筋、操舵抵抗の大きさと筋電位の関係等が得られた。

また一方では、図1に示すバーチャルヒューマンによるコンピュータシミュレーションを行い、ハンドルを操作する際の肘関節や肩関節の負担が許容限度内に入るかの計算や、プロトタイプ設計のための寸法を確認した。

走破性および操作性能は、積雪路、砂浜、草地等の各種路面や段差、凸凹等の悪条件下にて検証した(図2)。走行試験から、ハンドル操作による駆動部前縁の持ち上げ動作を多用するとの結果が得られたため、脊椎損傷の場合でも体幹が安定するハンドル前倒し操作が上記動作となるよう機構を再構成した。本プロトタイプを第54回さっぽろ雪まつりに出展し体験試乗を通じて意見収集を行った結果、駆動力が高く安定しており小回りも利く、自分の意志で走行できるため介助下より安心等の肯定的意見の他、軽

量化や取付容易化などの要望も寄せられた(図3)。現在、これらの意見を踏まえ、製品化に向けて検討中である。

3. 調理台の開発

3.1 ユーザ調査及び製品コンセプト

自立生活を支援する機器のなかでも、「食」に直接関わる調理台に対する要望は多く、また通所福祉施設利用者を含む多くの高齢者や障害者は自ら調理を行っていることが、アンケート調査からも明らかになっている。

そこで、想定される調理台ユーザを主に身体機能面から8つのタイプに分類すると共に、ユーザタイプごとの調理行為に関する留意点を整理し、「調理作業状況の認識ができる、調理作業に必要な筋力のコントロールができる、調理作業が行える基礎体力がある」KB、KC、KD、SBを本開発製品の対象範囲とした(図4)。

現在の調理に関する問題点を調査したところ、「水を張った鍋等の重いものの移動が負担」が最も多く、以下立位作業では「調理時間が長いと負担」「突然の転倒や発作が不安」「収納に手が届かない」等が、車いす利用者では「調理台の高さが合わない」「作業スペースが不十分」「無理な作業姿勢が負担」が主な問題とされていた。また、対麻痺者の調理状況を把握するために行動観察等を実施した結果、上肢機能を生かし大体の調理行為は可能であることや、車いすの移動は若干の回転にとどめる傾向があることなどが分かった。

3.2 プロトタイプの製作と検討

上記結果に基づき「上下昇降機能による負担の少ない調理姿勢」「V型ワークトップによる移動の少ない調理動作」などの実現をねらいとした基本ユニットと、ユーザ個別の要望や設置空間に応じたバリエーション展開から成る調理台システム案を構築した。

システム案検証のため木製モックアップを製作し、3種類の姿勢（立位、スツール座位、車いす座位）で鍋の移動や洗い物、包丁作業等の調理行為を行い、動作や筋電位、重心動揺等を計測した。その結果、車いす座位で包丁を押しつけて切る作業時の僧帽筋筋電位が突出して高く、ワークトップが高すぎて使いにくいという調査結果を裏付けることとなった。また、プロトタイプ的设计に当たり、バーチャルヒューマンを用いて、調理姿勢の適正さや収納の可到達性の確認などを行った。体格や姿勢の変更が短時間でできることから、一連の調理行為を様々な条件で検討することが可能であった（図5）。

次に、上記検討を反映させたプロトタイプを製作した（図6）。着目した包丁作業については、ワークトップの高さが膝上近くの630mmまで下がることにより、僧坊筋の筋電位が下がると共に、作業姿勢や包丁持手の圧力分布にも変化が現れた（図7）。最も大きな問題である、鍋等の重いものの移動時においても、同様に筋電位が下がる効果が認められた。本調理台は基本ユニットのコンセプトを踏まえたバリエーションが製品化されている。

4. あとがき

本研究では、2種類の福祉製品の開発において、身体特性データを反映させる手段としてバーチャル

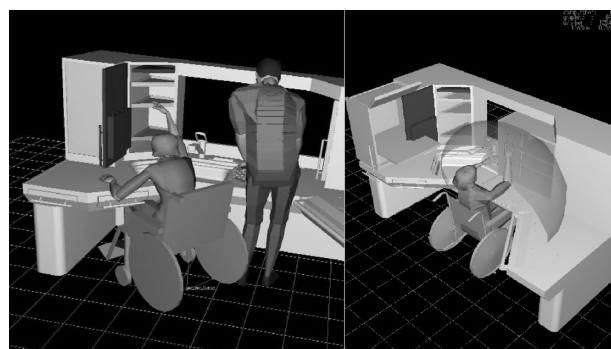


図5 バーチャルヒューマン



図6 調理台プロトタイプ

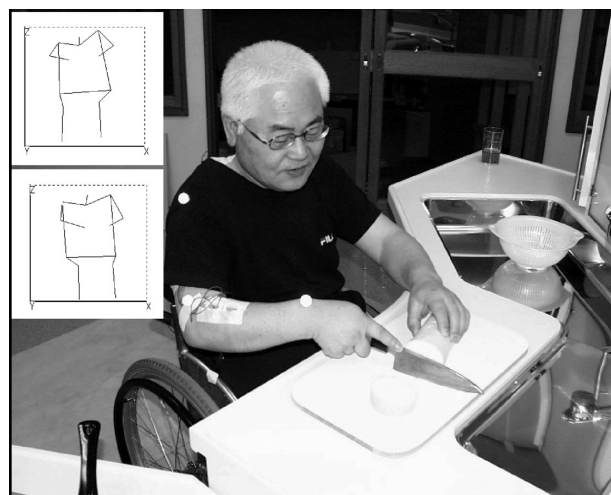


図7 包丁作業時の検証

（ワークトップ高さ 左上段：690mm 左下段：630mm）

ヒューマンを利用し、生体情報や実験データ、数値解析等と照らし合わせながら作業を進めた。現時点でのバーチャルヒューマンは全ての身体特性を表現できるものではないが、その機能や特性を把握して使用することより、被験者実験の一部を補完するなど、製品開発の効率化に寄与するものと思われる。また、個々の製品における設計指標や評価基準の明確化や、身体特性データベースの整備により、今後ますます有効活用できる場面が広がると考えられる。

高齢者の歩行に配慮した歩行支援装置の開発

宮脇 和人（みやわき かずと）
秋田県工業技術センター 情報システムグループ 主任研究員

2000年秋田大学大学院後期課程修了、2000年博士（工学）。
1985年ヤマザキマザック(株)入社、1994年秋田県工業技術センター入所現在に至る。
研究分野は福祉工学、生体計測。
日本機械学会、精密工学会、ライフサポート学会、日本人間工学会などに所属。

1. はじめに

超高齢化社会を迎えるに当たって、高齢者が自立して社会参加を可能とするためには、アシスティブテクノロジー（Assistive technology）を確立することと、高齢者・障害者における生活の質（Quality of life）の向上と自立を目的とした、福祉機器の開発が求められている^{1),2)}。特に、日常生活における、基本的な歩行を補助する機器開発は、重要な課題である。そのため、高齢者や障害者の移動をサポートする、移動支援機器の開発と、適切な歩行補助具の選択が望まれている³⁾。移動を支援する機器は、杖や車椅子があげられるが、杖と車いすを用いた移動の、中間レベルの自立機能を持った機器は少ない。そのため、距離センサを用いて、利用者の動きに適合する歩行支援装置の開発と、その評価方法を提案してきた⁴⁾。今回は屋外用と屋内用の、電動による歩行支援装置を試作し、歩行動作を評価したため、その歩行支援装置の構造と評価手法について紹介する。

2. 歩行支援装置の動作方法

健康な高齢者も、腰が曲がると、体のバランスが不安定となるため、歩行時には、しばしば杖や歩行器、シルバーカーが利用されている。この歩行器を坂道で利用する場合、上りでは歩行器が近づきすぎたり、下りでは歩行器が離れすぎたりすることがある。今回開発した2種類の歩行支援装置は、高齢者の歩行を適度にアシストするために、歩行者の歩行動作を計測し、その情報により歩行支援装置のモータを駆動する。この歩行支援装置の具体的な動作方法は、スイッチを押すと歩行支援装置が動作するモードと、図1に示すように、距離センサを用い、歩

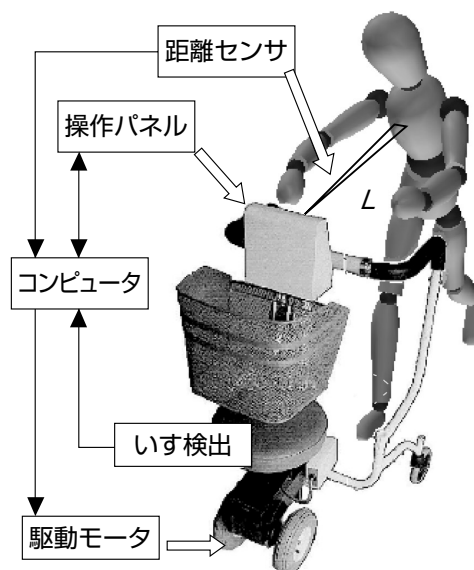


図1 歩行支援装置の動作方法

行支援装置から高齢者の腹部までの距離 L を測定し、その距離が、あらかじめ設定した距離となるように、動作するモードの、2種類が用意されている。高齢者は、この歩行支援装置を用いることにより、坂道でも歩行支援装置との距離が適度に保たれ、安定した歩行が可能になる。

3. 開発した歩行支援装置

歩行補助具としては、買い物や散歩に用いられるシルバーカーに代表される屋外用のタイプと、福祉施設等で歩行訓練などに用いられる4輪歩行器の屋内用タイプがある。そこで、この2タイプの電動による歩行支援装置を試作した。



(a) 歩行時 (b) 着席時

図2 屋外用歩行支援装置（アルック）

表1 歩行支援装置の仕様

	屋外用	屋内用
幅	420 mm	720 mm
奥行き	600 mm	780 mm
ハンドル高さ	780～880 mm	1,000～1,050 mm
重量	19 kg	30 kg
速度	前進 0～4 km/h 後退 0～4 km/h	前進 0～4 km/h 後退 0.5 km/h

3.1 屋外用（買い物・散歩用）の歩行支援装置

図2は、試作した屋外用の歩行支援装置である。表1に、この歩行支援装置の仕様を示す。本装置は、シルバーカーをベースとしている。前輪駆動で後輪の2輪が自由キャストのため、方向を定める操舵は使用者自身が行い、前進方向の駆動のみ、モータでアシストしている。ハンドル部の高さ方向は、780～880mmの間で調節が可能である。高齢者が、散歩や買い物の途中で疲れた場合は、座って休憩するために、装置の上部にイスが設けられている。但し、極端な段差には対応できていない。

図3に示すように、イスやハンドル高さの設計には、コンピュータ内で作った仮想的な人間（コンピュータマネキン）を用いて、福祉機器の使い勝手をシミュレーションする、新しい設計手法を取り入れた。これによって、様々な体型の高齢者にも、対応できるようになった。

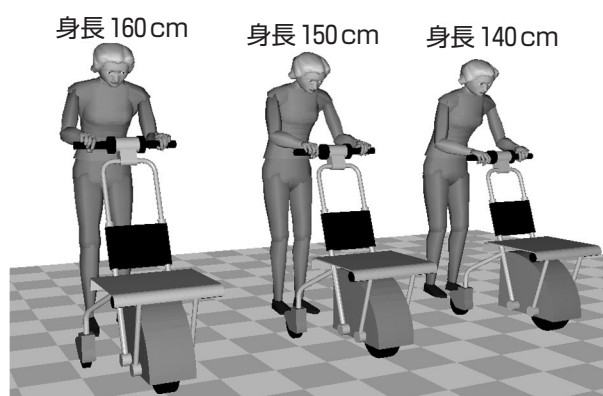


図3 ハンドル高さの検討



(a) 歩行時 (b) 着席時

図4 屋内用歩行支援装置（歩キュート）

3.2 屋内用（施設用）の歩行支援装置

図4は、福祉施設などで利用する、4輪タイプの歩行支援装置である。本装置はローレイターをベースとしているため、利用者は装置に囲まれており、屋外用と比べると、安定性は優れているが、操作性は劣る。前輪2輪（駆動輪）、後輪2輪（自由キャスト）の4輪タイプである。屋外用の歩行支援装置と同様に、前進駆動のみアシストしている。ハンドル部の高さ方向は、1,000～1,050mmの間で調節が可能で、高齢者が歩行訓練などの途中で疲れた場合は、休憩用として、回転式のイスが装着されている。

電気系は屋内用、屋外用ともに同様な構成になっており、着脱可能なバッテリーを用いているため、充電のメンテナンス性は優れている。歩行支援装置の動作は、コンピュータによりプログラムで制御している。

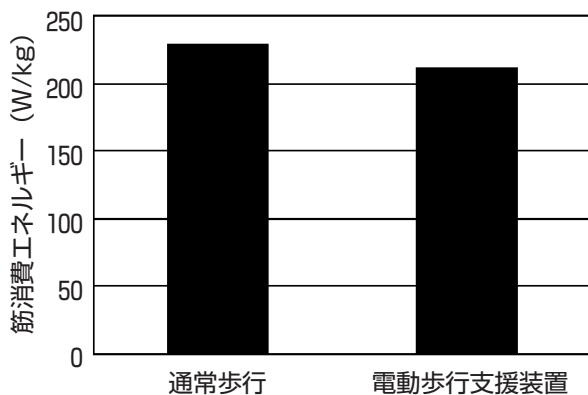


図5 下肢筋の消費エネルギー

4. 歩行支援装置の評価手法

高齢者にとって、歩行支援装置の補助の効果がどの程度あるかを評価するには、高齢者へのアンケート調査が考えられる。しかし、アンケート調査は主観が大きく左右するとともに、調査結果が定性的なため、歩行支援装置の補助の効果が分かりにくい。そこでリハビリテーション医学で用いられる、歩行時における下肢筋の消費エネルギーを推定し、これを用いて歩行支援装置を評価した。この評価手法は、高齢者が歩行支援装置を使用し、歩行する状態を、足部、下腿部、大腿部、胴体部、腕部にモデル化する。この単純化したモデルを利用し、高齢者の歩行実験により得られた、歩行データから筋力を推定し、高齢者の下肢筋の消費エネルギーを求める⁴⁾。

図5に、屋内用の歩行支援装置を用いて、男性高

齢者（72歳：身長167.5cm、体重80kg）が、通常歩行と歩行支援装置を用いた歩行の、下肢筋の消費エネルギーを示す。通常歩行に比べて歩行支援装置を用いた歩行は10%下肢筋の消費エネルギーが低減した。また、歩行支援装置を用いることにより、体の重心変動や、股関節にかかるモーメントも低減した。これらの結果より、本実験で用いた屋内用の歩行支援装置は、高齢者の歩行時における、下肢への負担軽減に効果があることが示された。

5. おわりに

歩行動作に適合する2種類の歩行支援装置を開発し、それを用いた評価手法を示した。

今後は高齢者の身体を支援するだけでなく、転倒などの歩行への不安解消や、精神的なサポートになるシステムの構築を目指したい。

● 参考文献

- 1) 山内繁：参加支援工学、BME、Vol.12、No.8、1-8、1998
- 2) 川村次郎：アシスティブテクノロジーの展望、BME、Vol.13、No.2、2-7、1999
- 3) 中島一樹 他：歩行補助具、老年医学、Vol.41、No.10、1503-1506
- 4) 宮脇 他：電動歩行機を用いた高齢者歩行の評価（第1報 平地歩行）日本機械学会論文集C編、Vol.65、No.640171-178、1999

傾斜路面走行を支援する 車いす用ハンドリング補助装置の開発

長瀬 浩明（ながせ ひろあき）
長野県情報技術試験場 デザイン部 研究員

日本大学芸術学部卒業、1992年東京都立工業技術センター（現東京都立産業技術研究所）を経て、1995年 長野県情報技術試験場に勤務、現在に至る。

工業デザインや人間工学（生体計測）などの専門技術を活かして長野県内企業の製品開発を支援している。

日本デザイン学会、日本人間工学会、日本感性工学会などに所属。

1. はじめに

身体障害者等の参画社会の形成が21世紀の重要な課題として位置付けられて久しい。各地で福祉の町づくりなどと称して、道路や公共施設のバリアフリー化が盛んに行われるようになった。一方、階段や歩道などの段差を解消するためにスロープを設置するなどの対応により、いたるところに傾斜路面が増える傾向にある。ところが、中には傾斜の角度が急であったり長すぎたりといった不適切な施工もあり、このことが車いす等の使用者にとって依然としてバリアとなっている実態がある¹⁾。

また、車いすや歩行補助車などを使用して歩道の切り下げ部分や建物のアプローチに設けられた勾配部分などを横断する際に、意に反して車体が傾斜の下方側に流れる特性が見られる。この現象は使用者にとって大きな負担であると同時に事故につながることもあり、その危険性が指摘されている。さらに、長い坂道の上り下りに際しても同様で、このような危険を伴う傾斜路面における安全対策が求められており、これまでも勾配が車いす操作に及ぼす影響などについての研究が散在している^{2),3)}。

筆者らは少子高齢化の進展に伴う「老老介護」の実態を考慮し、車いす等の使用者、とりわけ介助者の負担を軽減し、あらゆる傾斜路面を車いすで安全に通行できるようにするために、路面の傾斜を検知して車いすのハンドル操作を補助する装置の開発を行った。本稿ではこのハンドリング補助装置の製作と評価について概説する。

2. 傾斜路面における車いすの運動特性と対策

傾斜路面上の車いすには常に斜面下方向へ重力が

作用しているため、これに抗して直進を維持しようとするとき介助者は左右非対称の力を加え続ける必要がある。筆者らのこれまでの研究⁴⁾によると、横断勾配を通行する際、たとえば左に傾斜している路面であれば、介助者は右側（以降便宜的に山側）のハンドルを右腕で手前に引きつけながら手首の捻り操作を加えて舵取りをしていると考えられる。一方、傾斜の下方に位置する左側（同様に谷側）のハンドルには左腕をこわばらせて支えながら推進力を加えていると考えられる。つまり、無意識に山側の車輪にブレーキをかけながら前に進んでいくことになるが、この微妙な舵取り動作が介助者に身体的・心理的負担を与えていると思われる。

この片流れ現象を機械的にコントロールし介助者の舵取り動作負担を軽減する方策としては、前輪キャストの回旋角を制御する方法や、電動車いすのように車輪をモータで駆動させる方法などが挙げられるが、我々は制御のしやすさに加えコスト面や生産性の観点から、傾斜に応じて駆動輪にブレーキをかけることで重力の影響を相殺し、操作に必要な力を平地同様左右対称に近づけて舵取りの負担を軽減させる方法を試みた。

3. ハンドリング補助装置の製作

3.1 装置概要

傾斜角センサにより車いすの姿勢を検出し、電磁ブレーキにより駆動輪の回転を左右別々に調節して、横断勾配における片流れ現象を防止する装置を製作した。試作した本装置の外観を図1に示す。設計に際し重視した点は次のとおりである。

1) 可搬性や収納性を考慮して、本装置は着脱が



図1 装置説明図

容易にできること

- 2) 可能な限りあらゆる市販の車いすに簡単な加工で搭載できること
- 3) 装置全体の軽量化を図ること

ブレーキ部品としては、小型でブレーキ調節がしやすい図2の電磁ブレーキ〔小倉クラッチ社製 OPB5N、重量：400 g〕を利用した。この電磁ブレーキは、専用のコントローラ〔小倉クラッチ社製 CTA1200〕を用いて制御する。

姿勢の検出とブレーキの制御は以下の手順で行う。

- 1) 傾斜角センサで前後・左右の角度を検出
- 2) マイコンでブレーキ力の制御電圧を算出し出力
- 3) マイコンの出力信号を電磁ブレーキのコントローラへ入力

水平面上で電源を投入し、数秒間、傾斜角センサユニットの初期化を行う。初期化終了後、傾斜角センサユニットからの入力信号を元に、路面傾斜角、車輪に伝えるべきブレーキ力の順で演算を行い、結果を出力して各車輪の回転を制御する。

3.2 ブレーキ力と“利き具合”の判定

装置を製作後、ブレーキ力演算部のパラメータを決定するために介助者を想定したモニタ（男性4名、平均年齢34歳）による定性的な実験を行った。実験に用いた装置の制御回路は、外部からスイッチによりブレーキ力を設定することができる。この機能を使い、実際の傾斜路で人を乗せて車いすを押す場合に、モニタが「最も操作しやすい」と感じるブレーキ力の値を求めた。また同時に、ブレーキの利き具合を許容できる（重すぎず軽すぎない）範囲の上限値と下限値も探った。実験は2～7度の横断勾配で、傾斜の上方に位置する車輪のブレーキ力を調整しながら繰り返し走行させ、最適と感じる値を決定した。



図2 電磁ブレーキ部品

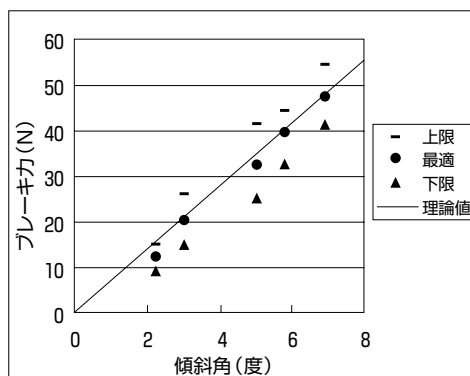


図3 最適ブレーキ力の実験値と理論値

図3にモニタが「最適」「上限」「下限」と感じた値と理論値を示す。ここでの理論値とは、車いすの寸法や重量と、人体モデル（体型データ⁵⁾と身体部分慣性係数⁶⁾によりモデル化)の計算値から求めた重心位置により算出した値である。適当と感じる値は角度に比例し、理論値ともきわめてよく一致した。このことから横断勾配に加え上り下り勾配の条件についても理論値を算出した式をそのまま用いることにし、演算部のプログラミングを行った。

4. ハンドリング補助装置の評価

4.1 評価方法の概要

前述のとおり、車いすを押して横断勾配を通行する際に、介助者は上肢に左右非対称の負担を感じていることが分かっている。そこで、今回製作したハンドリング補助装置の効果を検証するために、車いすを押す介助者の上肢の表面筋電図を計測し、筋活動量により同装置の評価を行った。つまり、上肢の筋活動の非対称性をどれだけ打ち消すことができるかにより評価しようとするものである。

実験室内に左に6度傾斜し長さが4.8 mある実験用歩行路を設置し、その上を体重が57 kgの人を乗せて補助装置を搭載した車いす（装置付き）と、搭載していない同型の車いす（装置なし）を被験者にそれぞれ押して歩いてもらった。そして、その時の上腕と前腕それぞれ左右一対の筋の表面筋電図を記

録し、筋活動パターンの特徴を分析した。なお、装置付き車いすについては、意図的に電源を切ってブレーキをかけない状態でも計測した。試行の条件は次のとおりになる。

- 1) 装置なし
- 2) 装置付き／ブレーキ・オフ
- 3) 装置付き／ブレーキ・オン

4.2 実験の結果と考察

4.2.1 条件ごとの筋活動パターンの比較

筋活動量を比較するために、平坦路面で装置付き車いすを押した時の筋活動量を1として各条件の筋活動量を正規化した。こうすることにより、各条件間のデータの比較が容易になる。

図4に条件ごとの筋活動のパターンを示す。補助装置の有無とブレーキのオン・オフによる活動パターンの違いをまとめると次のとおりである。

- 1) 装置なし
 - ・谷側については活動が比較的小さい。
 - ・山側は前腕伸筋のみ突出している。
- 2) 装置付き／ブレーキ・オフ
 - ・谷側は上腕・前腕とも活動量大きい。
 - ・山側は「装置なし」とよく一致している。
- 3) 装置付き／ブレーキ・オン
 - ・左右の上腕筋のみ活動が大きい。
 - ・前腕の4筋はほぼ平地と同じレベルで大きな活動は見られない。

4.2.2 横断勾配におけるブレーキの効果

図4に示すとおり、横断勾配時の筋活動の特徴として、谷側の上腕と、山側の前腕伸筋の強い活動が挙げられる。これは前述の「谷側ハンドルを押し、山側ハンドルをひねる操作」に相当するといえる。補助装置によりブレーキをかけた場合とかけない場

合を比較すると、筋の活動パターンの違いは明らかで、補助装置を使用すると両側とも前腕の活動が平地レベルに小さくなり、一方で上腕の活動が大きくなっている。このことから、補助装置によって操舵のために「前腕をひねる」操作が必要なくなり、一方で「両腕で押す」操作力が増している結果と考えられる。

補助装置の操作感は、「谷側に流れる不安がないが、全体的に重い」というもので、これは上記のような筋の使い方の違いを反映した感覚であるといえる。横断勾配での片流れに対する不安が解消される分、介助者は車いすを押すことや周囲の状況判断などに専念することができるようになる。

5. おわりに

車いす用ハンドリング補助装置の開発を通じて、我々は身体適合性の評価指標として表面筋電図を用い、その活動量やパターンの違いで使用者の身体的負担の度合いを評価した。また、本稿では紙面の都合により省略したが、開発の初期段階では光学式の3次元動作分析装置を用い、横断勾配通行時の車いすの挙動と使用者の動作姿勢などを分析した。さらに、機構解析システム[ADAMS]により車いすのモデル化を行い、傾斜路面における車いすと使用者の運動特性を解析した。

これらの分析手法は、プロトタイピングにおける初期（分析）段階での使用状況の把握に加え、中期以降のプロトタイプの適合性評価といった人間中心設計サイクルにおいて有効であることは申し上げるまでもない。

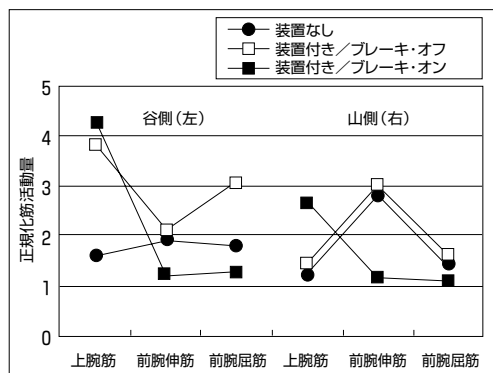


図4 条件ごとの筋活動量の比較

● 参考文献

- 1) E&C プロジェクト：車椅子使用者の日常生活の不便さに関する調査（1998）
- 2) 佐渡山亜兵、佐野吉雅、谷井克則、荒居宏、荒川徹夫、斎藤一郎：車椅子登坂に対する勾配の影響について、人間工学会誌、10-4（1974）、131-137
- 3) 米田郁夫、阪東美智子、杠典英、西岡基夫、田中大、多淵敏樹、山崎敏夫、坊岡正之、橋詰努、鎌田実：片流れ路面が車いす利用者に強いる負担増の定量的評価、第15回リハ工学カンファレンス講演論文集(2000)、589-592
- 4) 長瀬浩明、浜淳、北野哲彦、相澤淳平、吉田健二：長野県情報技術試験場研究報告、No.18（2002）6-10
- 5) 人間生活工学研究センター：日本人の人体計測データ（1997）
- 6) 金子公宥：スポーツ・バイオメカニクス入門（杏林書院、1999）、33

姿勢適合性を高めたいす制作技術の開発

新木 隆史（しんき たかし）
三重県科学技術振興センター 工業研究部
医薬品研究センター 主幹研究員

京都市立芸術大学美術学部 選考科 中退。三重県工業技術センター デザイン室を経て、三重県科学技術振興センター工業研究部医薬品研究センター福祉用具開発に携わり現在に至る。
研究分野 福祉用具研究 人間生活工学を活用した製品デザイン研究。

1. はじめに

在宅や施設で身体が不自由なために起きあがることができない人は布団やベッドだけで過ごしたり、いすでの生活を強いられる。そういう人は寝たきり状態や、それが引き金となる病気などになりやすい。そのために適切に座れて少しでも視野を広げることによって人とコミュニケーションしやすくして孤独にならないようにしたり、身体に馴染んで動作が容易いですが必要となる。以上のことから身体によく合わせられ、生活動作が容易な機能を持ついすの生産と普及が急がれる。

一方で、このような特別な座位保持機能を持ついす類は一般に医師の指示のもとに製作されるが、治療の方向に沿って求められるいすを作るなど、医療の知識といすの製作技術や加工技術の両方を理解できる必要がある。またこのようないすはほとんどが一人一人に合わせる個別製作となるため量産が難しく、産業に馴染まない一面を持っていたため量的な普及ができなかった。そのため、高齢による身体機能の衰えや障害により座れない人のためのいすであってなおかつ量産型であるようないすを作るための開発を行った。

2. 量産型で人に合わせやすいいすの開発をどのようにしたか

2.1 安定座位の指標の抽出

この開発では特にいすの設計などを検討する前に安定して座ることとはどういう事なのか、また安定して座っているかどうかを知るには、どこを調べたらよいのかを検討した。そしていすを作る専門家の間や治療、訓練のなどの専門家の人たちの間でよく

用いられる技術や方法、安定して座っているかどうかを調べる方法などを検討した。結果として病気の回復やトレーニングを目的にするリハビリテーションの場やいすの製作現場でみんなが共通に使っているような安定座位を確認する技術及び安定座位はどのように整えるかなどの技術の目安などを安定座位を表す指標として整理した。

2.2 抽出した安定座位の指標

適正な座姿勢を評価するための重要な指標として、以下が代表的例である。いすの寸法、座面と背もたれのなす角度、座面や補助シート類の形状、いすと人との接触状態などが人間工学分野では用いられてきた。その最も代表的な例として千葉大学の小原らが推奨する人間工学に基づいた座面と背もたれ面の推奨角度を表1に示す¹⁾。

いろいろな日常動作や生活活動に応じてほぼ必要な座面角度や背もたれ角度が推奨値として示されている。

また物理的な指標としていすと人の接触による状

表1 座面と背もたれの推奨角度

用 途	座面角度	背もたれ角度
作業用いす	0～5度	100度
軽作業用いす	5度	105度
軽休息用いす	5～10度	110度
休息用いす	10～15度	110～115度
枕付き休息用いす	15～23度	115～123度

態を体圧分布計測機などで計測して調べる。そのとき接触面積が多いほど偏った過重が少なく安定する。左右のバランスの偏りや非常に高い圧力が生じている部分などが無い方がよい。

特に座位保持いすの製作者たちの間では座姿勢の中でも腰（骨盤）が安定して座面に着地していることを重視するとともに、頭部と重心の位置関係、そして首や肩のアライメント（それぞれの角度関係）の安定を重視する²⁾。

安定座位の指標には、他にも多くのものが存在する。現在では様々な計測機器が用いられ、質問形式による官能検査も分析が高度化してきている。しかしトータルに統一したものとして検証されていない。とくに、自動車や新幹線のシート設計などに用いられてきた人間工学的評価と障害者や高齢者のための臨床医療的ないす設計技術とは融合されていなかった。

2.3 ハンドリング計測の重要性と応用

病院のリハビリテーションの場で行われる、いすの設計のための「ハンドリング計測」という方法がある。人を抱き留めながら体型を計ったり、設計するいすの構造を考えたりするもので、安定して座ることのできるいすを製作するためには最も重要な技術として考えられている。

常に動的に動いて姿勢を維持している人の身体をさらに、人の身体で支えることにより残された身体機能を確認したり、身体のバランスを維持する状態などを常に観察しながら計測する、優れた方法である（図1）。この研究ではこのハンドリング計測を分析して、いすの機能を高めるための要素技術を得た。そして量産型いすと座位姿勢評価装置の設計に取り入れた。



図1 ハンドリング計測の様子

3. 座姿勢安定のために用いたいすとしての3つの付加機能

3.1 連動型リクライニング機構

背もたれの角度調整の量と座面の角度調整の量とが別々に動くのではなく、常に人間工学的に合理的な角度で連動するもので、背もたれが後ろに倒れると前方に滑りがちな座面を後ろに傾けて滑りにくく常に安定した状態に保つ機構（図2）。

3.2 骨盤位置調整装置

臀部が座面と接する2つの骨の突起は座骨と呼ばれ、この2点が同じ圧力状態で着地していることは、多くの技術者が用いる安定座位の要素である。そのため座面の空間的な位置や角度を自由に変えられる装置を用いた。図3に実際の試作品のいすにより左右の座面傾斜量の調整を行ったところを示す。

3.3 背もたれ面の採形機能及び調整装置

人の背中の形を自動的に採形して、同時に圧力状態や被験者の姿勢状態などの評価を行う機械的な装置を用いた。背もたれ面のシートを高さ毎に5分割し、それぞれを動かすアクチュエータを備えた口ボツ

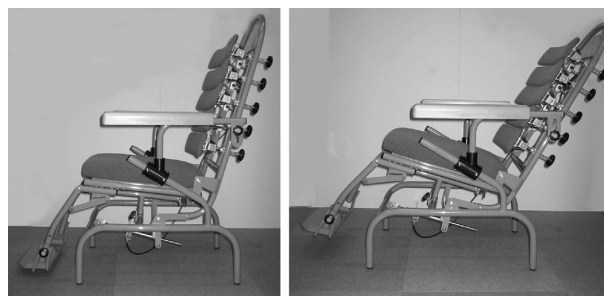


図2 試作いすにおける連動型リクライニング機構の稼動の様子



図3 座面左右傾斜量の調整結果

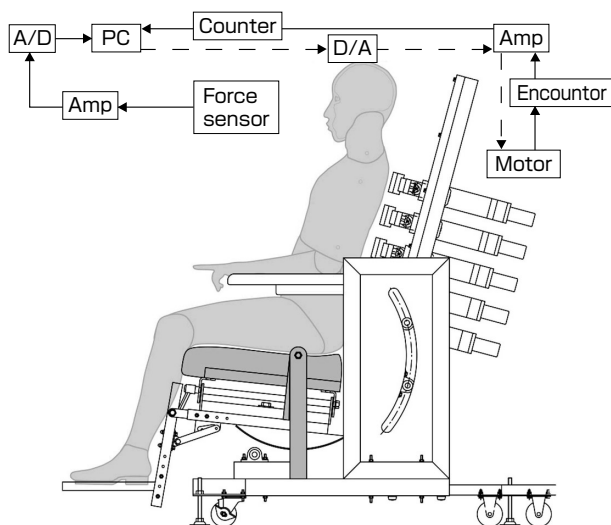


図4 装置の全体概要と制御のフロー

トアームで支えて調整する方法である。

これらの技術は三重大学の「人と協調動作を行うロボット制御の研究」の技術シーズが基礎になっている。開発した機構の全体概要を図4に示す。

5段の背もたれ面はそれぞれモータとボールねじによる能動機構により制御される仕組みである。分割された背もたれは人との圧力をセンサが感知して、前後に移動したり左右に傾斜させたりすることが可能になっていて、人の体型に沿って人を支える動作を行う。これによって人の姿勢状態やいすとの圧力状態を計測したり評価できる。背もたれ表面左右に2個の力センサが配置され、ここからの圧力の値をもとにパソコンからモータへ出力信号が出される仕組みである。

以上3つの機能を付加することによってより高い精度でいすに座った人の姿勢状態を計測し評価をするための基礎的技術とした。

3.4 評価装置と構造の互換性を持ついす、車いす製品の開発

座位保持機能を持ついすの量的普及の目的のために座位評価装置とほぼ完全な構造の互換性を持つ量産型のいす、車いすの開発を行った。

図5に試作製品の外観を示す。

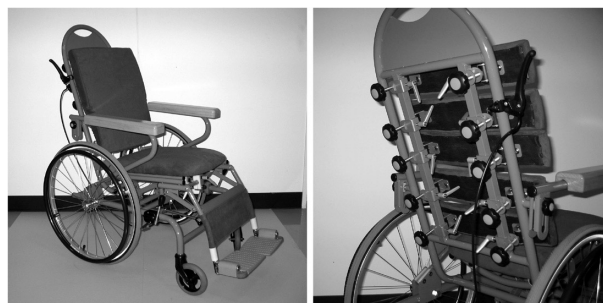


図5 試作品の外観と背もたれ調整装置

4. まとめ

普通のいすや座布団に座ってられない高齢者、障害者のための座位保持機能を備えたいす及び車いすの量産的生産を行い、広く普及させることを目的とした開発において、専門家などに流通していた安定座位を得る技術など、従来の座位評価の指標を分析して評価装置やいすに具体化する方法で検討した。また、座位評価装置といす類を同じ調整の機構を持つ互換構造にすることにより座位評価の結果が直に反映する方式を検討した。その結果量産的生産技術につながる方法の基礎が得られた。

座位保持装置製作者らが行うハンドリング計測を代替して座位評価を高度化する方法を検討した。その結果、機械工学的な連動型リクライニング機構、背面プロフィール採形装置、骨盤位置調整装置を構築し座位評価の高度化を行った。

最後に、この研究は関連する医療やいす生産技術者、産業の協力もあるが、ユーザーの協力を得ることが不可欠であり、引き続き開発を行っていきたい。

● 参考文献

- 1) 小原二郎：インテリアデザイン2、pp.52～58（1976）、鹿島出版会
- 2) 飯島浩：姿勢保持研究－1997年SIG姿勢保持講習会テキスト、pp.1～9、No.10(1997)、日本リハビリテーション工学協会SIG姿勢保持編
- 3) 新木隆史、松岡敏生ら：三重県工業技術総合研究所研究報告、pp.1～9、Vol.24（2000）

高齢者・障害者にも配慮した情報端末システムの開発

泉 賢二 (いすみ けんじ)

島根県産業技術センター 情報デザイン科 主任研究員

1992 年より現職、日本デザイン学会会員、日本 VR 学会会員。

研究分野は情報デザイン、バーチャルリアリティ、ユニバーサルデザイン。ギガビットネットワーク共同研究等のプロジェクトに参加し、デジタルアーカイブシステム開発に携わる。

1. はじめに

従来までユニバーサルデザインのコンセプトが重要視されながらも、博物館や美術館等の公共施設に設置される情報端末は、そのコストや設置スペースの事情等により、一般的なパソコンや既製の縦型タイプの KIOSK 端末を利用したものが多かった。

また、黎明期を終えたバーチャルリアリティ（以下、VR）の世界も未だ同様の状況であり、HMD（ヘッドマウントディスプレイ）やグローブ等の特殊なデバイスを装着するタイプや、大掛かりな設備が必要なもの等、研究者主体のシステム中心で利用者にかかりの負荷をかけるものしか存在しなかったといえる。

本研究開発では、人間工学的な見地に立ち、公共施設に設置される情報端末の各利用者のユーザビリティを計測・検証し、特に博物館や美術館をターゲットとした製品訴求力の高い特殊な VR 情報端末装置を開発することを目的とした。

博物館・美術館での情報端末装置（PC も含む）の設置状況を調査すると、そのほとんどが成人健常者のみをその対象としている事が分かる。これらの端末は、ユニバーサルデザインコンセプトとは程遠く、多くの場合、高齢者や子供、車いす利用者（下肢障害者）、上肢障害者、視覚障害者、聴覚障害者等にとっては、利用しにくいものになっている。

また従来の VR システムは、特殊コンテンツを操作する上で、ズームや回転等で必要となるマウスの 3 つボタンの複雑な使い分けや、専用の特殊なデバイスの使いこなしが必要となり、操作者に負荷を与えるものばかりであった。

上記のような問題点を踏まえ、以下の 3 つの項目

を開発の大きな柱とした。

• ユニバーサルデザインに基づく筐体・GUI 開発

バーチャルマネキン・3次元動作解析・筋電位計測結果に基づいた設計で、多くの人々にとって効率的・直感的かつ快適に利用でき、身体にかかる負担が少ない情報端末であること。体格・姿勢・可動性（ユーザの運動能力）のいかに関わらず、接近・到達・操作・使用の際に適切な寸法体系・空間が確保されていること。

操作者に、その操作感が確実にフィードバックされるような 3D アニメーション表示と音声を用いた専用の GUI を持つこと。

• VR 等の特殊なコンテンツを、初心者にも直感的な操作で閲覧できること

加速度センサによる 3D モーションセンサおよび、赤外線による画像認識モーションプロセッサを開発し、専用の VR コンテンツが容易に操作できること。

• 高度操作インターフェイス

音声入力、ソフトウェアキーボード、読み上げ・自動運用機能や GUI のカスタマイズ機能により、従来情報端末より広範な機能を装備すること。

2. デザイン開発

筐体の設計に当たっては、人体寸法データベースの日本人の標準的な身体寸法を基本としつつ、さらに 75 歳程度の高齢者、小学 3 年生程度の子供（約身長 130cm）の 3 種類の人体データをモデリングし、これにより基本となる筐体寸法を割り出した。

また、これらのバーチャルマネキンは、各関節部位の自由変形が可能であるため、車いす利用時や、

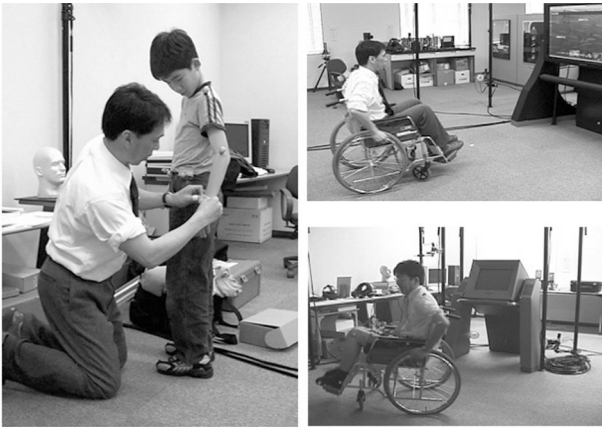


図1 3次元動作解析

立位、手の曲げ伸ばし等のおおまかなユーザビリティを検証し、本体第1次試作用の設計に役立てた。

過去に研究例のない赤外線センサを用いた PDP (Plasma Display Panel) による大画面タッチパネル用 GUI 設計および大型・標準型それぞれの筐体のユーザビリティ評価のために、VICON612-カメラ 11 台システムによる 3 次元動作解析を行った(図1)。

被験者は、子供(身長 120cm) および成人(身長 180cm)、高齢者(身長 160cm) のそれぞれの車いす利用および立位状態と左右両腕での端末操作、計 12 パターンのデータ計測を行った(図2)。

第1次試作の筐体を使った3次元動作解析の結果より、50 インチの大画面タッチディスプレイを利用した大型情報端末とモニタを傾斜配置し筐体下部に収納スペースを設け車いす利用が可能な小型情報端末のそれぞれにおいて、利用者個々の環境で共通して、負荷が少なく操作しやすい GUI ボタン配置エリアを割り出した。

この結果に基づき、試作する GUI のボタン配置エリアは、複数の試作サンプルコンテンツにおいて最も操作の軌跡(指先)が集結する箇所のそれぞれのユーザーの交わりの部分とした。

さらに、筋電位計測により、既存の縦型情報端末と今回試作した小型情報端末との比較を行った。

計測結果から、今回試作した情報端末の筋負担の方が圧倒的に少ないという顕著な差が見られた。

3. まとめ

最終的に大型情報端末は、「RealityStation」と名付け、筐体下部の奥行き 730mm、幅 1,400mm とし、PDP の高さを中心位置が地上高 1,250mm 程度になるように設定した。小型情報端末は

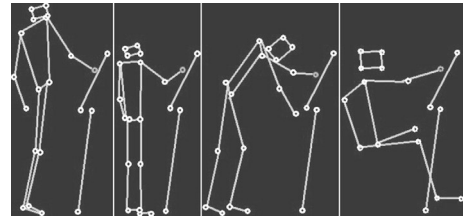


図2 動作解析結果



図3 情報端末 Reality Station

「RealityStation Mini」と名付け、全体の高さを 1,250mm と従来型よりもかなり低めに設定、さらにタッチディスプレイの画面を 60° 傾斜させることにより、幅広い層に共通したユーザビリティを実現した(図3)。

それぞれの情報端末画面の画角は、一般的な小学生の目線の高さである 1,000mm ~ 1,550mm、高齢者(70 歳台)の平均的な目線の高さ 1,350mm 程度、成人健常者の目線の高さ 1,500 ~ 1,700 mm すべてをカバーでき、高い視認性が確保できた。

一般的に成人用の車いすを使ってサービスカウンタやテーブルを利用する場合、下部には 600mm ~ 650mm 程度以上の空きが必要とされる。そこで今回の小型情報端末では、筐体を支える左右の脚部、制御用 PC を収納する後部脚で囲まれた奥行き 740mm、幅 830mm のゆったりとした空間を準備した。

従来まで、車いす利用者が体を左右に 90 度ひねらなければ利用できなかった公衆情報端末装置だが、今回の開発では、この大きな動作空間により画面正面位置での操作が可能となり、装置前面での車いすでの回転スペースも確保できた(図4)。

GUI は、VICON による動作解析の結果に基づき、車いす利用者や年少者、成人健常者にも共通して操作し易い画面エリアにボタンを集中配置した。

また、個々のパーツが可動し、利用者がその場で自由にカスタマイズ可能なメニューや、ひとつの目

的に対して、それぞれの利用状況に応じて選択可能な複数のボタンを設定した。これは最近、増加しつつある UD 対応の自動販売機の操作体系やコンセプトと類似するインターフェイスとなった。

RealityStation 用に特化して開発したコンテンツについても、美術館や博物館でのデジタルアーカイブコンテンツに要求される 3D オブジェクト・3D パノラマ・超高解像度ズーム等の特殊

な機能を持つものを数多く試作した。また、従来まで、一般には非常に敷居が高かったリアルタイム VR コンテンツについても、赤外線センサ用として、画面内に 3D ボタンを配置することで初心者にも直感的な操作で簡単に楽しめるエンタテインメントコンテンツができた。

これは、今回の研究で試作した 2 つの専用デバイス用にもチューニングを行い、従来の HMD やパワーグローブ等とは全く比較にならないほどの圧倒的なユーザビリティを得ることが出来た。

大型情報端末装置においては、利用者の左右の視野が、ほぼディスプレイの幅と一致するため、従来までのプロジェクタアレイ方式や 6 面体ディスプレイ等の高価な没入型 VR 環境を設置しなくとも全く劣らないほどの高い臨場感を安価な環境下とユニバーサルデザインコンセプトの環境下で得ることが可能になった。

また、本体前面に対人センサを設け、半径 2 m 程度の空間内に人が入るとスクリーンセーバが解除される機能、筐体内部の温度センサが一定温度以上になった場合に、自動で排気ファンが動作し温度調節する機能、設置場所の休館や開館予定設定に合わせ無人で電源オン・オフされるカレンダーによる自動運用機能等も搭載した。

4. おわりに

ユニバーサルデザインのコンセプトに基づき、人間工学計測結果からユーザの身体的負担軽減を考慮し、

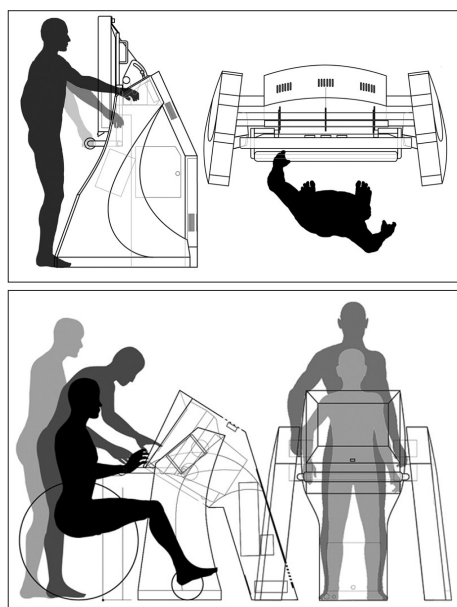


図 4 ユーザビリティの確保



図 5 製品化試作モデル

ユーザの身体的特徴や体格差に関わらず柔軟に利用ができる RealityStation は、デザイン的にも過去に類例のない斬新なものとなると同時に、多くの人々に共通した高いユーザビリティと VR の全く新しい操作感や可能性を提供することとなった。

今後の超高齢化社会の到来、ブロードバンド環境の普及等に従って、博物館や美術館等の公共施設には、ますます多くの人々に利用しやすい情報端末装置の必要性が増していくと思われる。開発した本システムについて、複数件の特許・意匠・商標を登録・出願中である。

本開発成果品は、島根県とのライセンス契約により、パイオニア株式会社よりユニバーサルデザイン対応型インタラクティブ端末「RealityStation」「UniversalStation」として情報バリアフリー化推進を実現する製品として事業化が始まった（図 5）。

今後、更なる開発・改良も予定されており、様々な用途で広く活用される情報端末として普及することを期待している。

● 参考文献

- 1) 設計のための人体寸法データ集、生命工学工業技術研究所、1996
- 2) 設計のための人体寸法マニュアル、生命工学工業技術研究所、1994
- 3) 山岡俊樹・岡田明：ユーザインターフェイスの実践、海文堂、1999
- 4) 菊地安行・山岡俊樹：GUI デザインガイドブック、海文堂、1995

独居高齢者を対象とした生活状況 モニタリングシステムの開発

松本 佳昭 (まつもと よしあき)

山口県産業技術センター 戦略プロジェクト部 福祉医療チーム 専門研究員

山口大学大学院工学研究科電子工学専攻修士課程修了、横浜ゴム(株)、山口県産業技術センター研究員を経て現在に至る。

博士(工学)。現在は医療福祉機器開発に従事、専門分野は計測自動制御、情報処理、画像処理など。電子情報通信学会、計測自動制御学会、システム制御情報学会、日本生活支援工学会に所属。

1. はじめに

わが国の高齢化率は、18%を越えて既に高齢社会に突入している。山口県においても、高齢化率が全国平均より10年早いペースで進んできている。このような背景から、独居高齢者宅に緊急通報端末を設置し、消防署やサービス会社などに通報する見守りサービスが山口県をはじめ全国各地で実施されている。これらは、いずれも緊急時に高齢者本人がボタンを押さなければならない。このため、高齢者の日々の生活状況を知る手段として、定期的な個別訪問や電話による安否確認が実施されているが、依然として孤独死が後を絶たないのが現状である。

このようなことから、独居高齢者の生活状況を自動的にモニタリングできるシステムが、いくつか提案されている^{1)~4)}。これらは高齢者の急変による緊急事態には対応できないものの、高齢者自身の手を煩わせることなく、離れて居住する家族などが、日常生活を自動的に見守ることができる。

たとえば、赤外線センサを室内に設置して、居室間の移動をモニタリングして生活状況を把握するシステムがある^{1),2)}。しかしながら、センサが人間以外のペットなどにも反応してしまう問題点がある。これとは別に、電気ポット内にセンサを組み込んで安否を確認するシステムも提案されている³⁾。これは、加入者がお茶などを飲む際のポットの使用状況を、家族などが電子メールやインターネットのWEBページで確認できるものである。しかしながら、監視対象が電気ポットに限定されており、高齢者の多様なライフスタイルに対応できない。

そこで本研究では、高齢者が日常利用する家電製品に着目し、それらの使用状況をモニタリングする

ことで安否を確認するシステムを提案する。具体的には、家電製品のAC電源線にセンサを単に挟み込むだけで、電源の入り切りの際に発生する微弱な磁界の変動を検知するものである。これを用いれば、照明器を含む電源を入り切りして利用する家電製品であれば何でもモニタリングできるため、高齢者の生活を何ら変えることなく見守りができる。また、間接的に検知する方式であるため、比較的安価な構成で実現でき、家電製品への影響も全くない。

なお、本提案システムと類似のものに、家電製品の通電状態を直接検知して、それらの利用状況をモニタリングするシステムが提案されている⁴⁾。この方式は、通電を直接検知するため電気用品安全法⁵⁾の規制製品となり、開発コストが高くなる。また、端末間の通信に電灯線LANを用いているため、家電機器との相互影響も懸念され⁶⁾、家屋の電気配線状況によっては配線の変更も必要となる(1世帯分設置費用は工事を含めて約40万円)。

2. システムの概要

本システムは、電源を入れて用いる家電製品(照明、テレビ、電子レンジ等)の使用状況から生活状況(安否)をモニタリングする。具体的には、図1に示すように、家電製品の通電状況を検知するセンサユニット、これから発信された通電情報を受信し監視センターのサーバへ送信する受信ユニット、高齢者の生活状況を管理するサーバから構成される。センサユニットは、高齢者が日常使用している家電製品2~3種類程度に設置する。電源の入り切りを検知すると、識別番号と電源の状態(ON/OFF)を家庭内に設置された受信ユニットへ無線で送信す

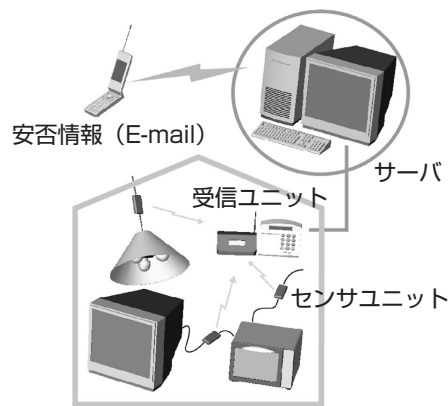


図1 システムの概要

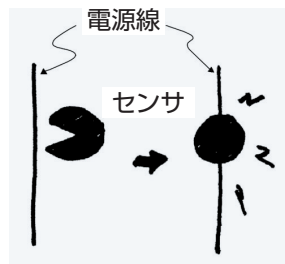


図2 センサの製品コンセプト

る。受信ユニットでは、通電情報をいったん蓄積し30分おきに、携帯パケット通信網を介して、監視センターのサーバへデータ送信する。監視センターのサーバでは、利用状況をオペレータが24時間監視をするか、独居高齢者の家電利用状況を利用者（この場合は親族や社会福祉協議会など）へ定期的にメール送信するサービスを行う。

3. 製品化モデルの検討

まず、製品の到達目標として、装着の手軽さを最も重要視し、家電製品のAC電源線に挟み込んでワンタッチで装着可能なセンサをイメージして、図2に示した製品コンセプトを仮定した。さらに、必要と思われる機能を含むセンサユニットの概念モデルを図3のように提示し、インターフェイスに関する検討を同時に行った。

当初、概念モデルには、センサ感度等を設定するための設定ダイヤルや無線通信の確認用ボタン等のインターフェイスを用意したが、これらは通常使用する必要がないこと、製品コンセプトである「ワンタッチで装着」に合わないことから、外部インターフェイスとしては省略することとした。

この結果、センサユニットの小型化、低コスト化を進めることができた。これらの検討を基に、樹脂

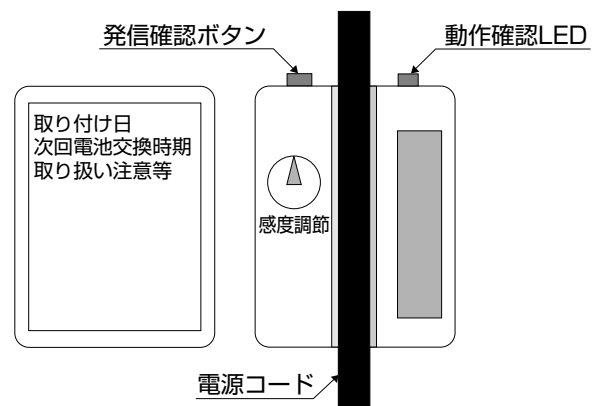


図3 センサユニット概念図

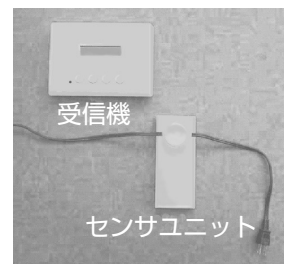


図4 試作したセンサと受信機

積層型造形装置による試作モデルを製作し、モニター実験に使用しながら、問題点の洗い出しや製品モデルへのフィードバックを行った。

4. モニタリングシステムのハードウェア

家電製品に装着するセンサユニットは、識別番号を持ち、最大8種類の家電製品を同時に監視できる。センサユニットは電池駆動で、寿命は1年以上である。電池の状態は常時監視しており、消耗したときは自動的にサービスセンターへ警報を通知する。

受信ユニットに蓄積されたデータは、30分毎に無線パケット通信網を介して、サービスセンターのデータベースサーバへ送信する。技術的な詳細事項は別紙を参照されたい^{7),8)}。なお、ここで用いる通信網は、NTT ドコモ社の専用線（Dopa 網）を採用しているため、外部からの不正アクセスはできない。

図4に試作したセンサユニットと受信機を示す。

5. サービスシステムの構成

サービスセンター内には、高齢者の生活状況を蓄積するデータベースサーバと、家族等に生活状況情報を個別に開示する情報開示サーバで構成される。情報開示サーバは、WWWサーバやメールサーバで構成されている。

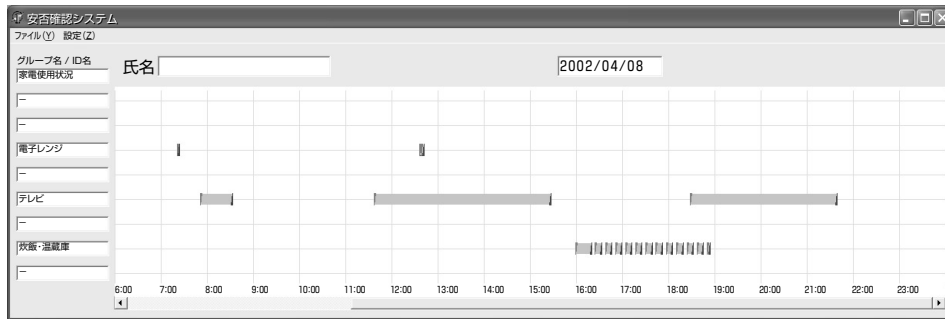


図5 閲覧データ例（上から 電子レンジ、テレビ、温蔵庫）

得られた家電利用データは、あらかじめ設定した時間以上（個別に設定できる）どの家電製品も使用されていない場合、オペレータもしくは利用者（親族など）に警報を発して注意を促す。

これとは別に定期的な報告として、高齢者の家電利用状況を親族や関係者に1日に1回～2回程度定期的にメールを送信する。詳細な利用状況を知りたい場合は、パソコンや携帯端末のブラウザを用いてデータを随時閲覧できる。

6. モニタリング例

開発したシステムは、山口県内の独居高齢者5名に対して約1年半のフィールド実験を実施し、その有効性および信頼性を確認してきている。

図5に閲覧データ例（76歳男性高齢者）を示す。この例では、テレビ、電子レンジ、宅配弁当の温蔵庫にセンサユニットを設置したものである。図中のバーグラフが各家電製品の利用状況で、電源を投入した時刻、切断した時刻、使用時間を表している。

この被検者では、食事の準備に電子レンジを使用しており、7時30分頃に朝食、12時40分頃昼食をとっている。また、夕食に宅配弁当サービスを受けていることから、配達されてから食事をするまでの間、温蔵庫で保温し、これを切った時刻（18:50頃）から夕食の時刻が分かる。その他に、毎日のテレビの使用状況から、朝のニュース番組や就寝前までテレビを見ていることが日常多いことも分かる。なお、温蔵庫は、サーモスタットでON/OFFを繰り返しているが、規則正しいON/OFFであるため、連続使用中と判断することは容易である。

7. まとめと製品化

本稿では、従来の緊急通報では困難であった日々の安否（生活）情報を自動的に確認できるシステム

を提案した。具体的には、高齢者が日常使用している家電製品のAC電源線にセンサを単に挟み込むだけで、それらの使用状況をモニタリングする。

これを用いれば、高齢者のライフスタイル合わせたきめ細かな見守りが手軽にでき、遠隔に居住する親族や関係者は、定期的に配信されてくるメールで容易に安否が確認できる。さらに、インターネットを通じて、いつでも安否や日々の生活状況を確認できるため、遠隔に居住する親族にとっては大きな安心が得られる。

本システムは、平成16年度の春に、周南マリコム株式会社（連絡先 0834-21-0367、<http://www1.ocn.ne.jp/~maricom/pages/anpi.html>）から「かでもん（kademon）」という商品名でサービスを開始する予定である。

● 参考文献

- 1) 松下電工(株)：みまもりネット、<http://www.mew.co.jp/mimamori/index.html>
- 2) 立山科学工業(株)：TATEYAMA24時間緊急通報サービス、<http://www.tateyama.or.jp/tateyama/>
- 3) 象印マホービン(株)：みまもりほっとライン、<http://www.mimamori.net/index.html>
- 4) 菅原 康博：介護支援情報システム、計測と制御、Vol.40 No.5、p.379-383 (2001)
<http://www.kaigoshien.com/system/index.html>
- 5) 経済産業省編集：電気用品安全法（平成12年度一部改正）（2000）
- 6) 総務省総合通信基盤局：電力線搬送通信設備に関する研究会報告書（2002）
- 7) 松本、吉木、中西、見山、江：独居高齢者向け生活状況モニタリングシステムの開発、地域福祉技術研究成果発表会発表資料、p.14-19 (2003)
- 8) 吉木、松本、中西、見山、江：独居高齢者向け生活状況モニタリングシステムの開発（第1報）、山口県産業技術センター研究報告、No.15、p.7-11 (2003)

大阪ガス株式会社 エネルギー技術研究所(西島地区)

大阪の北港エリアに位置し、大阪環状線からユニバーサルスタジオジャパンのあるゆめ咲線へと向かう途中の安治川駅が最寄りとなる、大阪ガスエネルギー技術研究所(西島地区)へ伺いました。

【センター】大阪ガスのエネルギー技術研究所について教えてくださいませんか。

【大阪ガス】 エネルギー技術研究所は、昨年春にもともと開発研究部の中にあった材料部門とエネルギー部門が再編され、後者がエネルギー技術研究所となりました。エネルギー技術研究所では次のような5つの部門に分かれて研究しています。

- ① エネルギー変換・貯蔵・輸送技術
省エネルギーやエネルギーの高度利用に貢献する、革新的な熱、電力の変換・輸送・貯蔵技術
- ② 環境技術
環境負荷の低減や次世代クリーンエネルギーの開発に貢献する、触媒、バイオ技術
- ③ 燃焼・流体技術
機器やコージェネの高効率化、低公害化に貢献する、燃焼制御技術、流体解析技術
- ④ 設備機器・診断・評価技術
ガス・電力の生産供給設備や機器のコストダウンに貢献する、材料評価技術、設備診断技術
- ⑤ エネルギー情報技術
経営の意志決定や営業ソリューションに貢献する、マネジメントサイエンス技術、シミュレーション技術、人間工学技術
それぞれ「創ビジネスの推進」、「エネルギーソリューションの提供」、「エネルギー事業基盤のサポート」といったことを目標に掲げています。

【センター】人間に関する研究を実施されているエネルギー情報技術について、お話をいただけますか。

【大阪ガス】 本部門においては2つの調査研究分野があります。第1は、経営の意志決定のための材料と

して、エネルギー需要分析や市場リスク分析、事業リスク分析などを提供している「マネジメントサイエンス」分野で、第2は、「サイエンスソリューション」分野です。「サイエンスソリューション」分野では、コージェネやガスヒートポンプの導入時における排気や騒音などの周辺環境への影響を評価する「流体解析」や業務用ビルなどのエネルギー消費シミュレーション、エネルギー診断などのコンサルテーションをする「エネルギー解析」があります。そして認知性や操作性などの人間工学的知見を活用して、使いやすい家庭用ガス機器のリモコンや操作パネルなど、ユーザビリティに関する評価設計技術を開発しています。また、プラントでのヒューマンエラーを低減するための行動解析など、人間の行動について研究をしている「行動解析」があります。

行動解析

【センター】行動解析の研究者によって開発されたリモコンについて、具体的にお話いただけますか。

【大阪ガス】 リモコンのユーザビリティ評価の研究は、ガス機器の価値を増大させたり、高齢化社会へのさらなる対応として、社内で位置づけられ、インターフェース推奨案の策定と設計チェックリストをガス機器ごとに作成することを目標に実施されたものです。今回、紹介するのは、昨年度、実施しました床暖房リモコンの開発についてです。

研究の背景として、従来のガス機器やリモコンは、お風呂、浴室暖房乾燥機、床暖房とそれぞれリモコン設計に一貫性がないものもありました。

アプローチの方法ですが、まず、既存の床暖房リモコンで、被験者に操作手順や達成レベルを観察す

るユーザビリティテストとメンタルモデル調査をしました。そして、被験者の操作行動からエラーを解析し、エラーの要因となる設計要素を特定するとともに、操作エラーを生じさせるデザイン要素の整理をしました。また、エラー頻度による項目の重み付けを行い、設計ガイドラインを構築しました。そして、その設計ガイドラインをもとにインターフェース推奨案を作成しました。その後、推奨案のリモコンを操作する実証実験も行いました。

もう少し詳しくお話ししますと以下のようなことを行っています。

まずユーザビリティテストでは、主婦や高齢者、学生を被験者とし、既存の異なる9機種について、運転・停止といった基本操作と、タイマー予約や現在時刻合わせといった応用操作を課題作業として与えます。

この実験では、取扱説明書を見たり、手順を事前に説明したりということは全くせず、前述の課題作業をしてもらいましたので、被験者にとっては厳しい条件になっているといえます。実験結果は、運転、停止といった基本操作はできる人が多かったのですが、予約運転はできる人が少ない、という結果になりました。その操作エラーをビデオで丹念に解析したところ、「開始予約」する際に、開始時刻は合わせられているが、最後に予約を実行させるボタンを押せていなかったり、午前・午後の設定が間違っていたり、運転する場所を選べていなかったりという様々なエラーが見られました。こういったことをまとめ、どういう間違いをしているのか、操作を誤る原因は何か、時間はどれくらいかかっているのかなど分析し、リモコンのインターフェースデザイン要素の問題を特定していきました。これらから、設計チェックリストを開発し、評価項目を約17項目つくり、重み付けを点数方式（100点）にして評価できるようにしました。この開発したチェックリストでリモコンを採点してみると、従来機種は10点程度、新しく開発した製品はほぼ80点を得ました。

【センター】 この成果は現場でどのように活用されていますか。

【大阪ガス】 まずリモコン設計ガイドラインについては、ガス機器メーカー向けに実施している仕様説明会でも開示しています。特にチェック項目で重要度の

高い内容については、開発に先立ち、メーカー側に開示し、対応をお願いしています。この新しく開発されたリモコンは昨年より、発売されています。リモコンが使いやすくなったことで、ガス機器の販売につながったり、メンテナンスコストも削減できるといった効果も期待できます。また、床暖房が暖まるまで時間がかかるために、ファンヒーターなどを代替品として使っていた家庭でも、開始時刻の予約操作がスムーズにできるようになるなど、利便性が向上すると考えています。簡単に操作できると、今まで以上に使っていただけるという効用もあります。

【センター】 今回のリモコンの研究開発は、事業部からの依頼とのことですが、このほかにも事業部とどのような連携で研究をされていますか。

【大阪ガス】 今回開発したリモコンの場合（図1）は、リモコンで操作させる基本機能が事業部から提案されていたことと、またリモコンの金型からもボタン数が制限されていたため、その両者のマッチングをとりながら、使いやすいリモコンを開発することができました。そのほかにも、床暖房が導入された当時、リビング事業部からの依頼で、床暖房の快適性について評価してほしいというものがありました。その際に、経済産業省産業技術総合研究所（当時、通商産業省工業技術院）からの受託事業として、産業科学研究開発プロジェクト「人間感覚計測応用技術の研究開発」（1991～1999年）で開発した「人体熱モデル」を使って温熱効果を評価したり、工場用床暖房の有無により、どのような効果が得られるのかを被験者実験で検証したりしました。ボルトにナ



図1 開発された床暖房のリモコン

予約設定が分かりやすいように、縦一列にボタンを配し、色でグルーピングして、操作の一連の流れを明示している。

ットを締める手作業では、床暖房による暖房効果で、明らかに効率が向上する結果となりました。また、営業部門からは、床暖房とエアコンなどの暖房器具使用時における温冷感の違いなどについて評価してほしいという依頼があり、床暖房の方が設定室温が4℃低くても、同程度の温冷感を得られるとのことから、床暖房の方がエアコンよりもランニングコストを抑えられるといったデータを提供することができました。さらに、浴室暖房乾燥機も発売当初に、入浴時の生理モデルの検証として血圧変動について評価し、浴室内を予め暖めておくことで負荷を軽減することができるということも提案してきました。

【センター】国のプロジェクトで開発された「人体熱モデル」が活用されているのを聞いて、大変嬉しいと思います。また、現在進行中のNEDOからの受託事業である「人間行動適合型生活環境創出システム技術」プロジェクトについても、こちらのチームで担当されているそうですが、どのような研究でしょうか。

【大阪ガス】このプロジェクトでは、住宅内行動のシミュレーション技術についての研究開発を担当しています。これは、生活者に合った住空間を設計支援するために、設計した住空間の中での生活者の動作をシミュレーションして、動作時間・姿勢・心臓負担等を予測する技術です。この技術は、未だ実在しない住空間での生活行動に伴う生活者負担度を理解するための技術として有効であると考えています。生活動作をシミュレーションするために、コンピュータマネキンに生活行動を生成させるための行動生成モジュールと生活動作に伴う心臓応答を予測する心臓負担予測モジュールを開発し、既存のコンピュータマネキン（JACK：米国UGS PLM Solutions）に組み込みました。

このコンピュータマネキンでは、生活行動の基本となる9つの動作（Reach、Put、Graspなど）がコマンド化されており、コマンドの時系列的組み合わせで希望する生活行動が生成できます。また、人間モデルの寸法、空間のレイアウトの違いに応じて、それぞれのコマンド動作を自動生成する仕組みを開発し、従来の1/10以下の時間で簡単に希望する行動や姿勢を生成することができました。

生理機能としての、心臓負担予測モジュールでは、

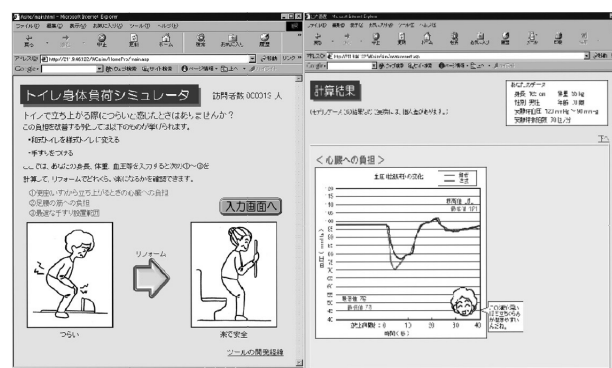


図2 「人間行動適合型生活環境創出システム技術」プロジェクト 成果活用例

生活行動に現れる運動を3種類（等張性収縮運動、等尺性収縮運動、立ち上がり動作）に分類し、それぞれの運動レベルに応じた心臓循環器系の応答をシミュレートし、行動に伴う血圧・心拍を予測することを可能にし、ここでは個人の年齢、性別、体重、安静時血圧および安静時心拍数を入力することにより、個人特性に応じた予測を可能にしています。

【センター】今後、この開発されたモデルをどのように活用されるのですか。

【大阪ガス】現在、検討しているのは、リフォーム事業において、高齢者を含む家族が家のリフォームをする際のコンサルテーションの一部として、このシミュレーション技術が利用できるのではないかと考えています。特に、立ち座り動作を必要とする排泄行為について、和式トイレから洋式トイレへリフォームする際、利用する人の身長、体重、血圧などの情報を入力すると、血圧の変動や足腰への負担の程度が表示され、リフォームによって、どの程度、負担が軽減されるかを目で見えて、確かめることができます（図2）。

【センター】これから一層、高齢化が進むにつれ、住環境のリフォームもますます増えることから、こういったシミュレーション技術が利用者の判断に必要な情報をもたらす好事例ですね。さらに多くの生活シーンに活用されることを期待しています。

本日は、ありがとうございました。

大阪ガス株式会社 エネルギー技術研究所

〒554-0051 大阪市此花区西島6丁目19番9号

TEL：06-6462-3231（代表）

三菱自動車工業株式会社 名古屋製作所技術センター（岡崎地区）

愛知県のJR三河安城駅から岡崎へと車を走らせると、のどかな郊外に、三菱自動車工業株式会社名古屋製作所技術センター（岡崎地区）の真新しいゲートが目に入ります。小春日和の日に、こちらの車両実験部女性評価チームのリーダ、熊倉佐恵さんにお話を伺いました。

【センター】 三菱自動車工業について教えていただけるでしょうか。

【三菱自動車工業】 当社は、1970年に、母体である三菱重工業株式会社から独立した、自動車産業の中では比較的新しい企業です。2000年にダイムラー社と戦略的提携を行い、真のグローバルプレーヤーを目指し、急速な成長を続けております。

当社では「次世代を切り拓くコンセプトと走る歓び」「磨き続けてきた日本の物づくりの精神」「自然と共存する技術」、そして「その進化とともに、新しいカーライフの扉は、私達が開きます」というビジョンを掲げ、お客さまに最高レベルの品質と信頼性をお届けする新しい品質マネジメントシステム「クオリティーゲート」を採用しています。これは、ダイムラー社の手法を取り入れたもので、クルマの構想・設計から製造・完成までに「ゲート」を設けて厳格な審査を実行するものです。私たちは、お客さまに満足いただけることを第一に考えた「開発品質」、お客さまにお届けするすべてのクルマが間違いなく作られていく「製造品質」、お客さまへよりよいサービスを提供する「サービス品質」の3つを考え、これら全てが揃うことがクルマの品質であると考えております。

【センター】 こちらの岡崎地区の役割について、具体的に教えていただけるでしょうか。

【三菱自動車工業】 岡崎の開発本部では、デザイン、設計、実験部門が主に新車開発に携わっております。

設計部門では、コンピュータを活用し、レイアウト検討、構造解析、設計製図が行われます。実験部門では市販前の最終確認のため、試作車による耐久

性、走行性、快適性、安全性などに関する試験が繰り返し行われます。また、ITS (Intelligent transport system) など、乗用車の基礎研究から商品開発、生産までのすべてがここにあります。私の所属しております車両実験部実験総括は28名のメンバーで構成されており、私のグループでは、HQLで計測頂いた人体寸法データなども活用して、車内居住性、乗降性の評価など、車における人間工学（エルゴノミクス）を担当しています。私はと申しますと、感性工学、特に最近では五感、中でも聴覚、音響心理について研究しています。

【センター】 御社では女性評価チームを結成し、コンパクトカー「コルト」を手始めに、最近ではミニバン「グランディス」に評価チームの声を反映されたそうですね。女性評価チームが結成された経緯について、お話を伺えますか。

【三菱自動車工業】 従来、当社の商品は、オフロードのパジェロやワンボックスのデリカのように男性が好むものが多く、裏を返せば、女性のお客様が非常に少ない状況でした。2001年にロルフ・エクロートが社長として就任した際に、この状況を打破し、お客さまの声をクルマ作りに反映させることを強化すべく、女性の視点からのクルマづくりを目標に、私達「女性評価チーム」が結成されました。

女性評価チームによる活動

【センター】 女性評価チームについて、もう少し詳しく教えてくださいませんか。

【三菱自動車工業】 結成された時には40名の女性で、ちょうど30年ぶりに復活するコンパクトカー「コ

ルト」の試作車評価を行いました。現在は、この岡崎地区に勤める女性社員の約半数である80名が評価チームとして活動しており、ミニバン「グランディス」では、開発の初期段階から評価、提案をしています。

【センター】女性評価チームによる改善、商品企画の例を教えてくださいませんか。

【三菱自動車工業】「コルト」は、若い女性をターゲットとしていたのですが、試作車を評価してみると、例えば、カーゴルームは、ベビーカーが横置きできない形状でした。しかし、通常、ベビーカーをトランクに収納するときには、折りたたんで、横に倒してそのまま持ち上げたいものです。そこでこの動作でも無理なくベビーカーが収納できるよう、トランクスペースの改善を提案しました。シートの色も白っぽいベージュでしたが、小さな子どもがいると車内を汚してしまうことも多く、その汚れが目立ってしまうということで、濃い落ち着いたベージュに変更されることになりました。またクルマの第一印象を決めるフロント部の形についても、試作車では、



ベビーカーも楽に収納できるコルトのトランク部



荷物などの収納に便利なユースフルシート

フロントグリルの穴（エンジン部を冷やすために設けられた穴）が、非常に大きく、またその形も複雑な感じで、とても女性に乗ってみたいと思うようなデザインでなかったのです。そこで、穴の形状や個数を減らし、やさしい印象となるよう変更をお願いしました。他には、助手席下に「ユースフルシート」と名付けた収納スペースを確保しました。これは、助手席シートを前側に跳ね上げると500mlのペットボトルが5本収まるスペースが出現するもので、ここに小物類を収納することができます。このユースフルシートは座面を跳ね上げた状態で固定することができ、シート座面の裏に装備されたフックに買い物袋を吊り下げれば、荷物が転がる心配もないようになっています。

【センター】女性評価チームができていかがですか。

【三菱自動車工業】評価チームが発足する前までは、開発に携わる女性社員の数が少なかったこともあり、意見を出しても開発の中で採り上げられることが少なかったのですが、このような女性評価チームとして独立した形で活動することになり、意見が取り上げられる機会が格段に増えました。私たちも意欲がかきたてられる反面、その責任の重さを痛感しています。女性の視点からの意見の中には「女性ならではの感性」、つまり定量化しがたいものも多く、これを開発の人達に理解してもらい、開発スケジュールやコストとの折り合いを見ながら、具体的な形に仕上げていかなくてはなりません。女性の評価として譲れない点と開発との関係から譲らなければならない点とのバランス感覚が求められています。

【センター】女性評価チームのリーダーとして苦労なされたことはありますか。

【三菱自動車工業】今回、発売したミニバン「グランディス」に限らず、現在開発中の車にも、企画当初より女性評価チームが参画しています。週1回、女性評価チームリーダーとして開発会議に参加し、評価チームの意向を伝えるのですが、その意見を取りまとめるのが大変でした。評価チームの女性は、年齢や業務も多様で、感性もさまざま。また企画段階には、前述の「コルト」のように具体的な形がありませんから、触ったり、乗ったりといったことができず、それぞれが頭の中で想像を働かせます。それを

提案として言葉に取りまとめていくのに頭を悩ませました。

その手順として、まずその車のチャームポイント、特徴を決めます。そして、ターゲットユーザを確認し、そのユーザ属性を考えながら、クルマのどこにそれを訴えていくのか決めるわけです。例えば、オーディオ、インパネ、車体色のラインナップなど、「ここは」という特徴点を絞り込みます。そしてその部分について、具体的に特徴を形にしていく作業に移ります。例えば、「時計」に特徴をもたせたいと決めた場合、評価チームのメンバーに、雑誌の切り抜きやデジタルカメラで自分の好きな時計の写真を集めてもらい、どこが魅力なのか議論します。そして、どのような時計がいいか、形や文字の大きさ、字体などを絞り込んでいきます。ここで大切なのは、「自動車の中で、機能を満たし、さらに好みにあっている」という要望をデザイナーに伝えることです。時として、デザイナー自身が想像した好みの時計を描いてくるわけですから、ターゲットユーザやコンセプトに照らし合わせると、不自然となることがあります。そこで、デザイナーにも女性チームの作業に入ってもらうことで、私達がどういうことを言わんとしているのか、そしてデザイナーの主張がどう私達と違うのか、理解してもらうことが重要なのです。

また、企画案や試作車について評価チームのメンバーに、どういった点が好きか、嫌いかといったことをアンケート形式で行いますが、そのアンケート結果の解釈にも注意が必要です。改まって、アンケート用紙を前にすると、本心とは違う意見を書いたり、「かわいい」といった簡単な言葉で片づけてしまうことがあるからです。そういう場合は、自分なりにその意見を読みとり、グループ面談をし

ながら、例えば、「かわいい」といった言葉の裏に隠れた本当の意味を別の言葉を聞き出すようにしています。これらの結果を踏まえて、開発チームとの会議に臨むわけです。

【センター】 そのほかに、どのような苦勞がありますか。

【三菱自動車工業】 先にも述べましたが、「女性」の視点を、いかに定量的に表現していくかということと、評価チームメンバーからいかに潜在的な感覚を引き出し、まとめ上げていくかということでしょうか。「女性のクルマ」というと、「かわいい」という言葉で片づけられがちですが、車に乗る「女性」をいかに「美しく」「スマート」に見せられるか、それを実現させるために、女性らしい視点をくみ取っていく作業をしているとでもいえるでしょうか。また、評価チームから出す要望が、信頼あるものにするため、例えば、大型スーパーの駐車場に半日ほど滞在し、どんな人（家族構成）が、どのくらいの（数や大きさ）もの（買い物やカバン、ベビーカー）を、どこに（どの座席や足下）、どのように（立てる、横にする）おいているのかを調査し、データとして蓄積する、といった活動もしています。

【センター】 今後の活動展開はいかがでしょうか。

【三菱自動車工業】 女性評価チームによる商品企画について、お客様がどのように思っているのか知りたいと思います。特に「使い勝手」に関する提案などは、お客様にとっては当たり前の行為をサポートしたことになるので、それが良かった点としてなかなか上がってこないというのが悩みでしょうか。また女性評価チームも結成されて3年が経ちます。今までの活動に加えて、何か新たな方向性を見出す時期に来ているようにも思っています。

【センター】 興味深いお話を大変ありがとうございました。ユーザの視点が生かされた車がこれからもどんどん生み出されてくることを、とても楽しみにしております。

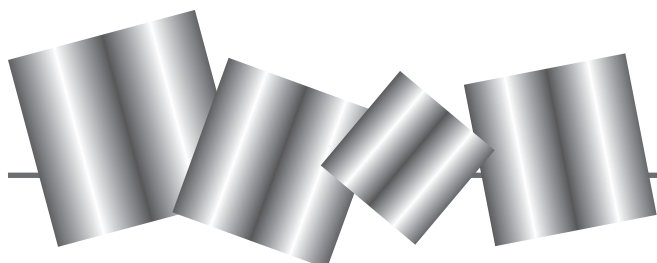


女性らしいキュートなコルトのメータ系

三菱自動車工業株式会社名古屋製作所技術センター（岡崎地区）

〒444-0908 愛知県岡崎市橋目町字中新切1番地
TEL：0564-31-2116（代表）

人間の行動・心理・生活と住環境との係わり — 高齢者居住施設での人間・環境システムの形成 —



実践女子大学 生活環境学科空間デザイン研究室
助教授

橘 弘志氏

(2002年12月13日、(社)人間生活工学研究センター
生活工学会における講演から)

(社)人間生活工学研究センターの生活工学会では、製品の使いやすさには、“身体寸法に適合している”“使って疲れない”などの人間工学的な側面だけでなく、“便利である”“生活に馴染む”など、使う人の生活への配慮も極めて重要であるとの考えから「生活の分析方法」について検討を行っています。昨年度、この研究会では、“生活”に係わる様々な分野の先生方をお招きし、ゲスト講演をお願いしました。講演概要をシリーズでご紹介いたします。

はじめに

私は、もともと建築計画学を専門としていました。建築計画は建築の前提条件を考える学問分野ですが、恩師の「建築計画に当たっては、人間の心理との関係が重要である」という考え方にひかれ、最近は環境心理学の世界で仕事をしております。今日は、環境心理学の立場から、高齢者居住施設を例に、人間の人工的環境への適応についてお話したいと思います。

人間・環境システムとは

環境心理学では、人間と環境とは不可分であると考え「人間・環境システム」というとらえ方をしています。ここでの人間と環境との係わり合い方には通常3つの考え方があります。

「環境決定論」：人間の行動や人間の感覚は、環境によって決まるという考え。

「人間決定論」：人間が自分の意志で環境を作り替え、自分の思うままに生活をするという考え。

「相互作用論」：人間と環境はどちらかが一方的に影響を及ぼすというよりも、人間と環境は相互に影響し合うという考え。

しかし、ここにもう1つ「相互浸透論」という考え方を採り入れたいと思います。これは両者が時間の経過に伴い、互いに影響しあいながら変容していき、相互に分かちがたい密接な関係になっていくと考え方です。私は「相互浸透論」が、現実には一番ナチュラルな姿だと思います。時間経過とともに、人間の側には、環境に「なじむ」といった変容がありますし、反対に環境を自分流に合わせて作り変えることもあります。この両者によって、人間と環境とがしっかりと関係となってくるのだと思います。これは1つの発達の姿だと思います。このことを前提に、ある特別養護老人ホーム（特養）のお話をさせていただこうと思います。

特養とは、要介護度の高い方が入居する高齢者施設で、寝たきりに近い状態の方も1、2割いらっしゃいます。

高齢者施設に見る人間・環境システム

【講師プロフィール】

1965年生まれ、東京大学大学院博士課程中途退学。研究分野は、建築学、建築計画学、高齢者居住環境論。主な著書として、老人ホームの公私空間計画『講座 超高齢化社会の福祉工学（上）—高齢者福祉環境の評価と計画』、「間主観性の人間科学 他者・行為・物・環境の言説再構にむけて」（共著、言叢社）他。

ー環境移行ー

特養は高齢者の生活の場であるとともに、必要な介護を提供する場でもあることから、施設の多くは、旅館やホテルをベースにしているのではなく、病院をベースに作られてきました。そのため施設に入居する方は、短時間に急激な変化にさらされることとなります。高齢者の場合、自宅での生活が30～50年と長い人が多く、自宅には自分で作りだした環境があります。自分の慣れ親しんだ家具があり、自分の子どもを育てた思い出の空間がある。目を瞑ってもトイレに行かれるような密接な関係が作られています。それが一気になくなってしまうのですから、そのストレスは想像に難くないでしょう。

このような自宅と施設のギャップの大きさによって、入居者に様々な影響が出ることは、いろいろと報告されているところです。鬱状態になってしまったり、ひどい場合には、痴呆が進んでしまう、あるいは亡くなってしまう人もいます。このように人間・環境システムの崩壊は、非常に危機的な影響を与えますが、私はむしろ新しい環境の中で、その人が自分の生活をどのように立て直していくのか、どのように人間・環境システムを作り直していくかといった、適応プロセスに注目しました。

時間が経てば自然と新しい環境に適応するとは限りません。どうしても馴染めない「不適応」という場合もあります。その環境を断固拒否する、ということです。逆に環境に「馴染まされる」場合もあります。馴染まされる状態になると、すっかり自分を無くし、ただいわれるままの生活をおくるようになります。馴染まされた方に「居心地はどうですか」と聞くと、「施設に入れてもらっているだけで幸せです。他には何もいりません。」といいます。もう自分はどうでもよくて、とにかくここで死ぬまでいるしかないといった感じです。果たしてこれは望ましい状態でしょうか。施設でも、その人なりのこれまでの生活の連続性を継続しつつ、新しい環境の中に馴染んで行くこと、つまり、人間・環境システムを再構築していくことが重要なのではないのでしょうか。

ー特別養護老人ホームー

一般的な特養の部屋の様子を図1に示します。ベットが4つあり、1人のパーソナルなスペースはベ



図1 典型的な特別養護老人ホームの写真

ットとその回りだけです。すぐ隣には、偶然同室となった全然知らない人が寝ています。寝たきりの人も、痴呆の人もいます。部屋の中には、ポータブルトイレが置かれていて、プライバシーはほとんどありません。「なぜ4人部屋なのですか」と施設を設計した方に質問しますと、必ず出てくる答えの1つに「お年寄りは寂しがりやなので、1人部屋だと寂しくて仕方がない。4人部屋にすれば、同室の人といつでもコミュニケーションできるので一番良い」ということがあります。ところが、こういう状態が長く続くと、お互いに関心を持たなくなる場合がほとんどです。他の人のことは目に入っても意識しないことで、自分自身のアイデンティティを保とうとするのだと思います。その結果、多くの部屋では、朝夕の挨拶以外には会話をしなくなってしまいます。

図2は典型的な老人ホームの平面図です。真っ直ぐな廊下に、先ほどのような4人部屋がずらりと並び、フロアを中心に大食堂があります。食事は全員が食

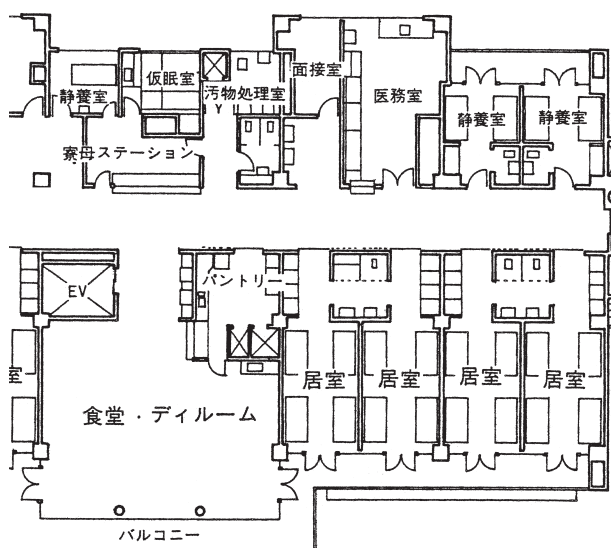


図2 典型的な老人ホームの平面図

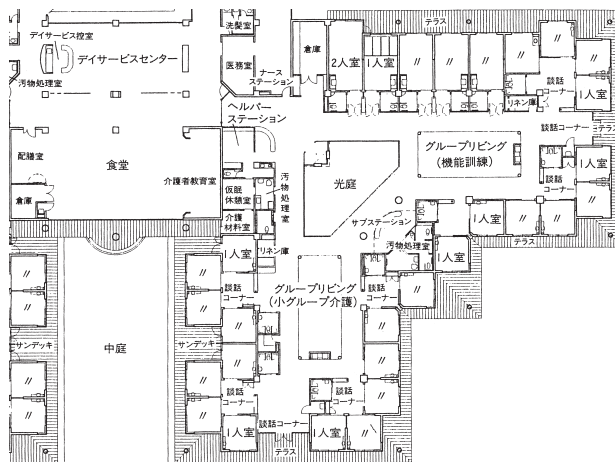


図3 個室型特別養護老人ホームの平面図

堂に集まり一斉に食べます。特養は、以前は入居者数が50人以上という規定がありましたので、80人、100人、あるいはもっと大規模な場合もあります。このような施設では、一人ひとりの入居者の顔は見えてきません。

ところで、もっと入居者一人ひとりを大切にしよう、日本初の、全室個室の老人ホームが1994年に富山県に開所しました。図3を見てください。それぞれの個室が小さい空間を囲む形で作られています。4つの個室が1つのユニットになり、このユニットをいくつか集めて、もう少し大きな共有空間を作り、さらにまた大きなユニットをいくつか集めて、より広い食堂のような空間を囲むようになっています。先ほどの一般的な施設と比べると、個室であるところが一番大きな違いですが、共有空間が様々なスケールをもって段階的に作られているところにも特徴があります。

私は、縁あって、この老人ホームの設計や評価に参画させていただきましたが、今から2つの視点で、入所者のこの施設環境への適応プロセスについてお話ししたいと思います。1つは個室にどのようなモノが持ち込まれているかを見たもの、もう1つは各空間での滞在時間がどう変わっていくかについて見たものです。

一個室に持ち込まれたモノー

個室になりますと、数は限られますが、入所の際にそれまで自宅で慣れ親しんできたものを持ち込むことができます。また、さらにあとから自宅から持

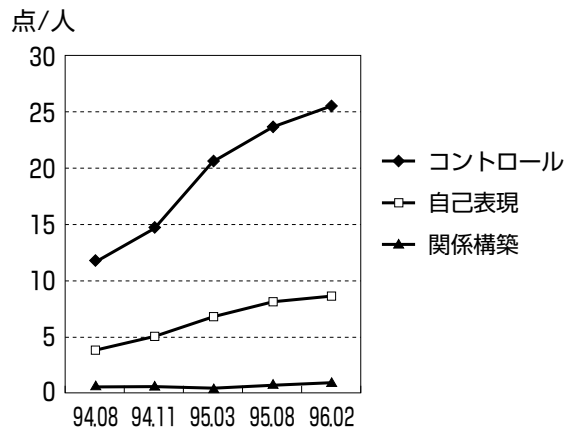


図4 物の種類別1人当たり持ち込み点数

ち込んだり、買い足していくこともできます。特養に入る人は、「もう弱ってしまっていて、部屋を自分で作ることにはできないのではないかと」思われるかもしれませんが、実際に観察すると、それぞれの部屋にその人なりのモノが持ち込まれ、その人なりの環境が作られていることが分かりました。

この施設が94年に開設されてから96年まで、全員の部屋に定期的に伺い、1人当たり何点のモノが持ち込まれているか、また、どのようなモノがあるかをチェックしました。最初は私も要介護の高齢者の個室では、モノが増えることはないのではないかと思いましたが、時間とともにどんどん増えて行きました。1人当たり平均の持ち物数の推移を見てみると、入居者が持ち込んだ私物は、最初は12点くらいだったものが、1年半くらいの間に倍以上に増えています。1人当たり平均なので、実際には非常に増えた方とそうでない方がいます。次にその持ち込まれたモノを“コントロール”“自己表現”“関係構築”という視点で分析しました(図4)。

まず“コントロール”ですが、これは自分の居居を自分でコントロールするためのモノのことです。例えば「ほうき」があると自分で自分の部屋を掃除するので、自分の部屋を“コントロール”することになります。新しくタンスを買うと、洋服を自分で片づけるようになるので、これも自分の環境を“コントロール”することになります。冷蔵庫があって食べ物が入っていると、自分で食べたいと思った時に食べる事ができますし、新聞や雑誌もそうです。施設では食事、入浴、散歩などの生活スケジュールが決まっているので、往々にして流された生活にな

りがちです。そういう中でも、居室に持ち込まれたモノを見ると、自分なりの生活を自分でコントロールしようとしていることが分かります。また、自分の居室への他者の進入をコントロールするということもあります。外に出る時は鍵をかける、扉の小さなぞき窓に目隠しをするなど、随所に他者が勝手に自分の領域に入ってくるのを防ぐ工夫が見られました。こうしたコントロールするモノは、かなり痴呆が重くなった方でも、持っていることが分かりました。「個室は施設の人ではなく、自分がコントロールする所」という感覚ができてくるようです。

次に“自己表現”を見てみます。自分らしいことをしたり、自分らしい環境を作り出すためのモノのことで、これもいろいろありました。趣味の俳句の歌集を持ち込む方。本の好きなお婆ちゃんは、自宅から本を持ってきて、一生懸命読んでいます。ある人は編み物、また、ある人は囲碁・将棋。また、自分の過去の経験や社会的結びつきを表すものもあります。子どもから貰ったモノや昔の友達から貰ったモノ、自分が昔から使い続けてきたタンスや鏡台、あるいは仏壇。そういう過去の経験や自分を取り巻く社会文化的な結びつきを表すモノによって、他の人とは違う自分だけの空間がそこに作り上げられます。これらは、“コントロール”に比べると、大分少なくなりますが、それでも最初1人当たり4点ほどだったのが、倍ぐらいになっています。

もう1つ、平均すると1～2点ほどですが、もっと積極的な意味で環境を作り出すためのモノもあります。これが“関係構築”で、例えば、訪問者をもてなすためのお茶道具や、みかんや食べ物などです。

人は環境が与えられた時、そこにいろいろなモノを持ち込むことによって、環境をパーソナライズします。そして、その中に身を置くことによって、そういう環境を作り出した自分を確認するのです。そこは、まさにその人らしさを実感できる空間になります。アイデンティティ、日本語にすると自我同一性、つまり、自分が自分であることを自分で確認するという意味ですが、先の4人部屋の例では、自分のアイデンティティを失う事によって、施設に馴染んでいるといえます。そうすると、その人らしさはなくなり、流されるままに生活することになります。一見、馴染んでいるように見えますが、これはアイデンティティではありません。一方、個室の場合に

は、自分が使うモノを居室に置くことで、主体的な自分を見いだすことができるようになります。また、これまでの人生や社会とのつながりを伝えてくれるモノを持ち込むことで、モノが人に働きかけ、アイデンティティが確立されていくこともあるでしょう。

さらに、“関係構築”に見られるように、人がモノを媒介として、居室環境を越えた施設環境と結びつきを作っていきます。モノは単に、用途としてどう使われるのか、使いやすいのか、ということを越えて、外に広がる環境との関係を作り出す役割も果たしているのです。今までのアイデンティティとは違っても、新しい施設という環境の中で自分のアイデンティティを作り出すこと、それを支援することが重要ではないかと思います。

ー各空間の滞在時間ー

ところでこの施設にはいくつかの共用スペースがあります。図5を見てください。①がプライベートゾーンで、プライバシーの守られる居室に当たります。その外側の②はセミプライベートゾーンです。共用の机やソファが置いてあり自由に過ごせる空間です。③がセミパブリックゾーンです。食事やイベントにはここが使われます。施設全体の人で共用します。

これらの空間の使われ方に変化があるかどうかを調べるため、開設当時の94～96年まで、入居者が

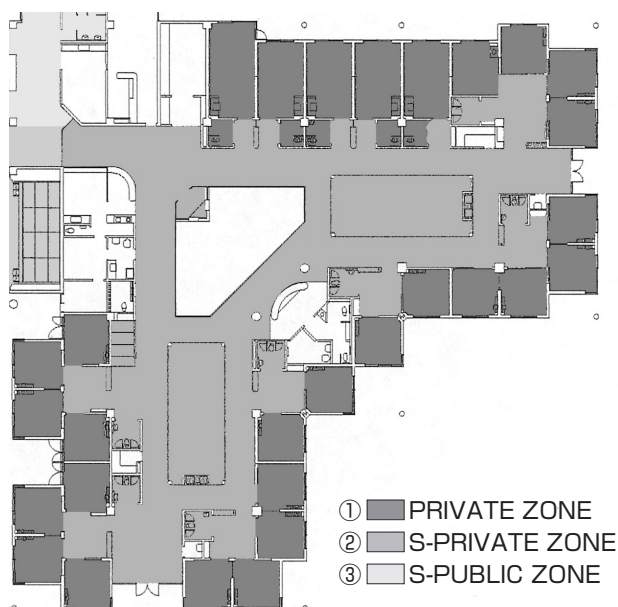


図5 ゾーン別平面図

各ゾーンにどのくらい滞在していたかを調査しました。当初、皆が自分の居室に閉じこもっているのではないかと思われましたが、実際はそうではありませんでした。図6のデータは、朝の9時から夜7時までの10時間に、1人の人が平均何時間、その空間に滞在していたかを示しています。居室を見ると、最初は平均50%以上、つまり、朝9時から夜7時までの10時間のうち5時間以上の滞在でしたが、それがしだいに4時間を切るくらいまで減り、安定しました。時々仲の良い人が遊びにきて30分位話をすることもありますので、居室で1人で過ごすのはデイトムの半分にも満たないということです。

次にセミプライベートゾーンを見ると、滞在時間はだんだんと増えています。ここは、各人の主体性によって利用されている空間です。1人で煙草を吸う、仲の良い人同士で話をする、おしぼりをたたむお手伝いをするなど、目的があってこのゾーンに出

てくるだけではなく、なんとなく集まっている場面が徐々が増えてきたことが注目されます。ある人たちはおしゃべりをしているが、ある人はそれを見ているだけだったり、新聞を読む人もいれば、テレビを見ている人もいます。1つの場所に集まってもそれぞれが違うことをしているシーンが増えていきました。一方で、滞在時間が減っているのはセミパブリックゾーンです。ここでは、食事のみならず、レクリエーションやリハビリテーションなどのプログラムや、各種行事が行われます。ここでの滞在時間は最も多い時には、3時間を超えていましたが、次第に減り最後には1時間程度になりました。最初の頃は食事に集まったあと、そのまま長居をする人が多かったのですが、だんだん食事が終わるとセミプライベートへ移動するようになりました。またプログラム参加時間が減っています。プログラムへの参加は、最初は物珍しくて出かけていくが、だんだん好まなくなる人もいようようで、それが滞在時間の減少という形に表れたのだと思います。

こうした各空間の滞在時間の変化は何を意味するのでしょうか。セミプライベートゾーンは、自分が行きたいときだけ行き、行きたくない時は行かなければよいわけです。このように自発的に利用する空間の滞在時間が増えているということは、施設という1つの社会の中に自主的に出ていき、自分の世界を居室から少しづつ外に広げていっていることを表しているのではないかと思います。

また、入居者は自分でいろいろな集まりの場面に参加しながら、だんだんいろいろな人との社会的関係を広げているようです。例えば、セミプライベートゾーンの「何となくそこに居る」という場面は、入所して間もない人でも違和感がなく、自分から話に参加しなくとも、そこにいれば、いろいろな人たちの話が何となく聞こえてきて、「この施設はこういう所があるんだ」「この人はこんな趣味があるんだ」と分かってきます。そのうち興味のある話題に参加し、コミュニケーションを持つようになっていきます。この自然発生的な場面は、自分の世界を広げるのに、とても役立っていると思います。

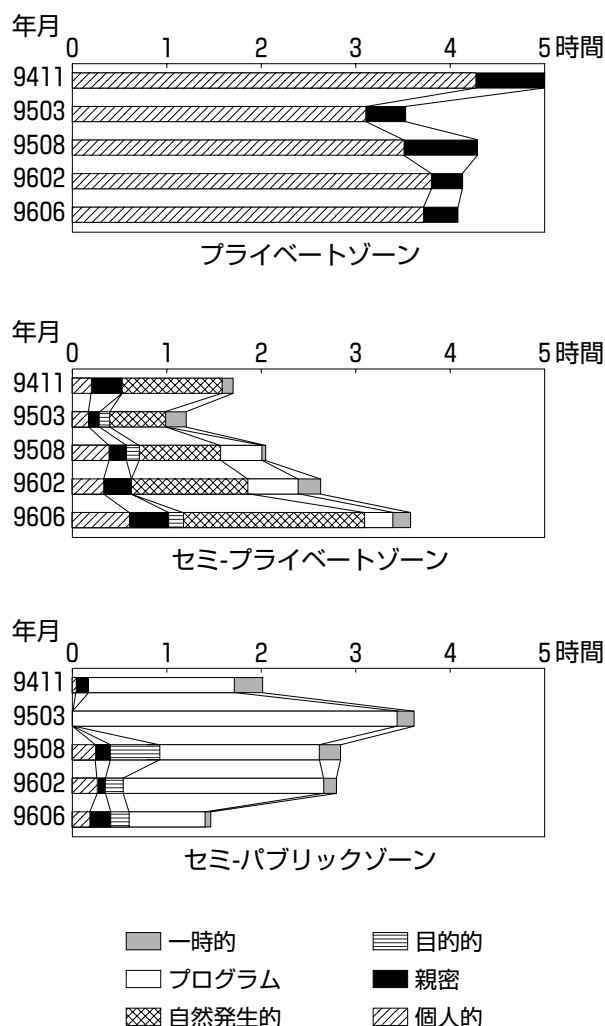


図6 各領域における平均滞在時間と展開される場
出典：間主観性の人間科学（言叢社）

適応プロセスの意味

特養を例に入居者と環境との係わりについてお話

しました。居室における環境構築も、共用空間の社会的な環境の意味づけも、どちらも人間と環境が相互に影響を及ぼしながら、時間をかけて次第に作られていき、両者が安定した関係、すなわち人間・環境システムが形成されていくプロセスといえると思います。

このプロセスの重要性を発達心理学のエリクソンのアイデンティティ論をもとに考えてみたいと思います。エリクソンは、人生を段階的に発達する過程ととらえています。人間は人生のそれぞれの段階において、「一貫性と変化」という、常に対立する2つのアイデンティティの間で揺れ動く存在で、両者に折り合いをつけて乗り越えることこそが、次の段階へのステップであり、人間の発達であるといえます。人間の発達とは、今まで自分の持っていた「過去からの一貫性」を保ちながら、未来に向かう変化との統合を繰り返すことなのです。彼は「一貫性と変化」という二面性に支えられてこそ、人間は、発達を続ける存在として、いつまでも生き生きと暮らして行けるといいます。新しい施設の中で、例えば、様子を見ながら居室の環境に手を入れていくプロセスや、共用空間の集まりに加わることを通して他の入居者との係わりを広げていくプロセスは、人間が環境に適応していくプロセスそのものであり、これまでの一貫性を保ちながら未来に向けて関係を変化させていく統合の1つです。こうした統合が、個人の中で行われていくことで、人間は自分を見失わずに生活続けることができます。

また、新しい環境の中でどのように自分の世界を広げていくかについては、心理学者佐伯胖の提唱する「学びのドーナツ論」がヒントを与えてくれます。佐伯は、私（I）というものは外界（THEY）に対して直接対峙するのではなく、二人称世界（YOU）との係わりを通すことが重要であるといっています。二人称世界とは、信頼感のある親しい間柄で、お互いに影響を与え合い、相手の中に自分が映し出される関係をいいます。大切なのはその関係だけでなく、IがYOUを通してTHEY世界を見ること、これによりTHEY世界の中での自分の位置づけを知り、YOUによって係わり方を学び、次第にTHEY世界に向けて関係を広げていくことができるというものです。新しく入居した人が、施設との関係を構築していくプロセスに当てはめて見てみる

と、例えば、居室の中にモノを持ち込むことは、そのモノが必要だから持ち込むということだけで完結するのではなく、モノはその人と外界との接点になっていると考えられます。また共用空間の自然な集まりに参加することも、施設という大きな環境との間にクッションとして働き、次第に施設という環境を取り込むことを可能にしていきます。こうして新たに係わりを持ったモノや世界は、自分にとって身近なモノになったとき、それはさらに外の世界との媒介として働くことになります。人間は1つの環境の中に閉じこもってしまうのではなく、媒介を使ってどんどん外側に自分の世界を広げていくことができます。人間・環境システムとは、このような小さな場面の積み重ねによって形成されていくと考えることができるでしょう。

まとめ

環境は人間に提供されて終わるのではなく、提供された瞬間から、環境も人間も変容していきます。最初は、環境は1つの圧力として人間に迫りますが、人間はその中で変容して適応する、あるいは発達する。また一方で、人間は環境に対して、様々な働きかけをします。私は、こうした人間の環境に対する働きかけのしやすさは、環境の「許容性」として考えられるのではないかと思います。適応プロセスでは、人間の環境に対する自由な働きかけが、とても重要な要素となります。許容性のある環境では、人間からの働きかけがどんどん生み出され、それによって環境も変容し、人間も変わっていきます。環境の持つ質としては、機能性だけではなく、いかに人間を受け入れ、いかに人間の働きかけを引き出すかも考えることが大切だと思います。これがまさに、人間・環境システムの「環境の質」ということです。

今日お集まりの皆さんは、製品開発に携わっていらっしゃる方々と伺っていますが、モノや環境は、現在のその人にとっての良し悪しだけで評価されるものではないように思います。その人が新たにそのモノや環境と出会い、学習し、発達していくこと。そうした未来にわたる視点も、是非お考えいただきたいと思います。

一対比較を使ったユーザビリティ評価手法の開発

Development of the usability evaluation technique using one-pair comparison

横山 芳成*

Yoshinari Yokoyama

ユーザー本位の商品をつくるためには、人間中心設計プロセスを製品開発のプロセスに組み込む必要がある。人間中心設計プロセスの中で、ユーザビリティ評価は非常に重要な位置づけにある。

実際の製品開発の中で、ユーザビリティ評価結果を効果的に製品開発に取り入れるためには、問題点の抽出だけでなく、定量的な結果として示すことがより必要になってきている。ユーザビリティは、「有効さ」「効率」「満足度」の度合いで決まるといわれている。そこで、従来のプロトコル分析に加えて、一対比較を使った手法（AHP：階層分析法）を使って、人の気持ちを最も表す「満足度」について定量化する手法の開発を行った。この評価手法によって、評価対象物のユーザビリティレベルや評価項目の重要度を定量的に把握することができるとともに、プロトコル分析で得られる定性的な情報と併せて総合的な評価することができるようになる。

In order to create products for a user, it is necessary to implement a human center design process in the process of product development. In a human centred design process, the usability evaluation has a great importance.

In order to take the usability evaluation results effectively in to the actual product development, not only extraction of a problem but the quantitative result itself is more required. It is said that the usability is decided by the degree of “effectiveness”, “efficiency”, and “satisfaction.”

Then, in addition to the conventional protocol analysis, we developed a technique to quantify the “satisfaction” which best expresses people’s feeling by using the technique of one-pair comparison (AHP: Analytic Hierarchy Process). This evaluation technique enables us to clarify the usability level of the evaluation subjects and the importance of evaluation criteria with quantitative results in accordance with the qualitative information acquired by protocol analysis.

1. はじめに

ユーザー本位の商品をつくるためのひとつの取り組みとして、人間中心設計プロセスを実際のものづくりのプロセスに落とし込んでいくことが求められている。その中でも重要なポイントは、ユーザビリティ評価を効果的に実施し、ものづくりに反映していくことである。当社においても、ユーザビリティの向上は、商品価値を高める上で、商品開発のひとつの重要な要素であることは、認識されつつある。しかし、納期、コストとのトレードオフが常に行われている現状の中で、しくみとして定着させるためには、裏付けとなるデータがないとユーザビリティの改善につながりにくい。また、せっかくのユーザビリティの改善が、どのくらいの効果があつたのか

ということも評価しにくいのが現状である。

ユーザビリティは、誰でもわかる問題であるが、すべての人が納得できるデータはなかなか示すことができない。そこでユーザビリティの向上が、いかにユーザの満足度を向上させ、商品価値の向上にも貢献しているかを定量的に示すことができるような手法の開発を目的に検討を行った。さらに、製品の個々のユーザビリティの課題を同時に抽出し、効率の良い評価法を目指した。

2. ユーザビリティの定量的な評価手法

ISO9241-11の「ユーザビリティ」の定義は、「ある製品が、指定されたユーザーによって、指定された利用の状況下で、指定された目標を達成するため

* 日本ビクター株式会社 CS本部 CS推進室

表1 有効さや効率の定量化

有効さ	測定部分	
	・課題達成率 ・エラー回数（率） ・ヘルプ回数 ・確信度	
効率	測定部分	特徴
	・生理データ（脳波、体温、筋電など） ・課題達成時間（NEM）法	・測定器、専門知識が必要 ・ばらつき、発話時間、学習効果を考慮する必要がある

に用いられる際の『有効さ』『効率』『ユーザーの満足度』の度合いとされている。それぞれの度合いを定量化しようとしたとき、有効さは、課題の達成率やエラー率などで表され、効率は課題達成までの時間など、ユーザーの満足度は、主観的な記述や質問紙などを使って表すことができると考えられる。

(1) 有効さや効率

有効さや効率は、表1のような物理量の測定による定量化が可能である。

(2) ユーザーの満足度

満足度を測るためには、主観的な評価を定量化しなければならないが、その方法としてSD法（評点尺度法）や一対比較法などのアンケートがある。

しかし、絶対的評価は、テスト環境や被験者の心理状態などでかなりぶれることが予想される。これに対して、一対比較法は、2つの比較対象ごとに比較を繰り返すので、単純化され、精度が高まると考えられる。

3. AHP分析とプロトコル分析(発話思考法)

3.1 AHP分析 (Analytic Hierarchy Process)

AHP法は、米ピッツバーグ大学のサーティ教授が提唱した一対比較を使った意思決定法で、階層分析法といわれている。「課題と評価基準と代替案（評価対象）」の階層構造を作成し、それぞれの階層の評価基準を一対比較と代替案の一対比較でどれが好ましいかを定める意思決定の手法でもある。

3.2 プロトコル分析（発話思考法）

被験者に製品のある操作をさせ、操作中に自分の

思っていることをすべて発話してもらう（発話思考法）。そして、その発話と行動（プロトコル・データ）を分析して、ユーザーが間違った箇所や混乱した箇所、その原因を究明し、整理する方法で最も一般的に行われているユーザビリティ評価である。

4. 一対比較ユーザビリティ評価の概要

今回、ユーザビリティを決める3要素の中の「満足度」の度合いに焦点を当てることとした。満足度は主観的評価で定量化するが、その手法としてAHPを用い、同時に、定性情報（ユーザビリティに関する具体的問題点）も収集し、相互に補完して評価する方式をとった。

この方式は、その製品全体評価や評価項目ごとの重み付けを把握することが可能である。さらに、他モデルとの比較テストというテストにすれば、ベンチマーキング的な効果もある。

評価手順は、基本的に、プロトコル分析（発話思考法）の要領で評価を行う。この評価の前後に、被験者にアンケート形式で一対比較してもらう点が従来と違う点である。

4.1 事前準備

①代替案を選定する。

代替案とは、比較対象（製品、試作品など）のことである。代替案の数は、後述の階層図での評価項目数とも関連するが最終的なアンケートの設問数を考慮する必要がある。あまり設問数が多いと被験者は混乱し、回答の精度が落ちてしまう。代替案の数は3つまでが限界とみている。他社比較、先行機比較をする上でも、3つが最適である。

②テーマを設定する

例えば「使いやすいビデオカメラ」といったテーマを決める。

③階層図を作成する

テーマに沿って、身体的側面、認知的側面、感情

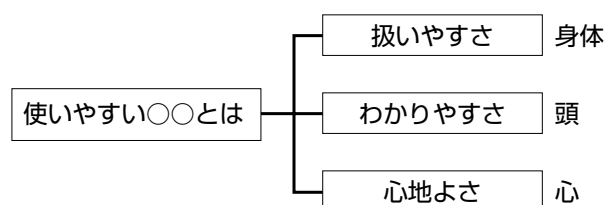


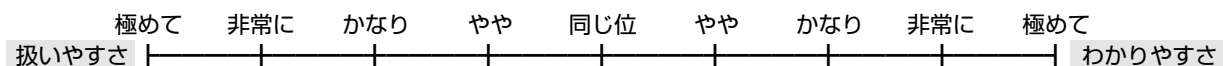
図1 基本階層図

◆評価項目の一对比較アンケート例

「扱いやすさ」と「わかりやすさ」では、どちらを重要視しますか

※「扱いやすさ」とは、操作の仕方はわかったうえで、扱いがしやすいかどうかということです。

※「わかりやすさ」とは、操作の仕方が理解しやすいかどうかということです。



◆評価項目ごとの代替案の一对比較アンケート例

「表示の見やすさ」

※「表示の見やすさ」とは、本体に表示される液晶ディスプレイ・ランプやテレビ画面の表示の見やすさのことです。

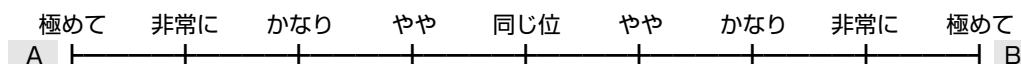


図2 アンケートの例

的側面で、一般ユーザーにわかりやすい言葉で階層図を作成する。通常、図1のような基本階層図から、製品の特性、重点評価ポイントによって、評価項目を選定し、階層図を作る。

また、使い勝手の評価項目以外に、デザインやブランドなどに評価項目を拡大することも可能である。この際は、評価グリッド法などを使って、事前に別途インタビューを行い、主要因を抽出しておくといよい。AHPは、階層図の作り方によって、製品全体的な捉え方もできるし、部分的な捉え方もできる。

- ④代替案に共通した基本機能の中から、操作タスクを作成する。操作タスクは、代替案のユーザビリティが網羅的に評価できるように複数作成する。
- ⑤階層図を基に、2種類のアンケートの作成する。評価項目の一对比較(図2の上)と評価項目ごとの代替案の一对比較(図2の下)を作成する。
- ⑥被験者の手配、テスト会場の準備をする。

4.2 テスト方法

プロトコル分析の手順でユーザテストを行う。テストルームに3つの代替案を順番に操作できるようにセットする。被験者1名ずつテストを行う。テスト風景は、ビデオで被験者の言動を記録する。

- ①事前インタビューと説明を行う。
- ②アンケート用紙(図2の上)で、評価項目の重要度について一对比較をしてもらう。
- ③あらかじめ決めておいた代替案の操作順番に従って、タスクを実行してもらう。この際、観察者は、

前もって、作成しておいた記録用紙に被験者の発言、行動を記録する。

- ④2つ代替案の操作が終わったら、アンケート用紙(図2の下)を使って、評価項目ごとに2つの代替案の一对比較をしてもらう。
- ⑤終了後、全体的な評価として、どれが最も良かったか順位付けしてもらう。
- ⑥操作後のインタビューを行う。

4.3 評価分析

- ①アンケートは、1被験者が終わるごとにデータをパソコンに入力し、結果を確認する。同時に、観察者同士で、被験者の行動、発言についても、問題点を共有する。

②AHP分析

AHP分析ソフトで一对比較のデータについて被験者全体で、分析を行う。代替案の順位付け、評価項目のウエイト付け、ばらつきの評価、被験者の属性による層別分析などを行う。AHP分析処理は、日科技研「AHPによる意思決定支援システム ねまわしくん for Windows Version3.0」で行った。

- ③発言、行動ログを書き起こして、整理する。ヒューリスティック的な観点で分類し、問題点、原因と改善案を検討する。

必要に応じて、被験者の行動遷移図を作成する。

- ④AHP分析とプロトコル分析を鑑み、対象モデルと比較モデルについて、強みと弱みを整理し、最も改善すべきポイントを見いだす。

5. 評価事例

ここでビデオカメラの評価事例を紹介する。

- (1) 「使いやすいビデオカメラ」を構成する評価項目の階層図を作成した（図 3-1）。ビデオカメラを使用する際の基本操作をベースに評価項目を設定した。
- (2) 被験者に各ビデオカメラに共通のタスクを実行してもらう（図 3-2）。ユーザーターゲットの年代の初心者男女 8 名で、テストを行った。
- (3) 一対比較アンケートのデータを AHP ソフトで分析する。

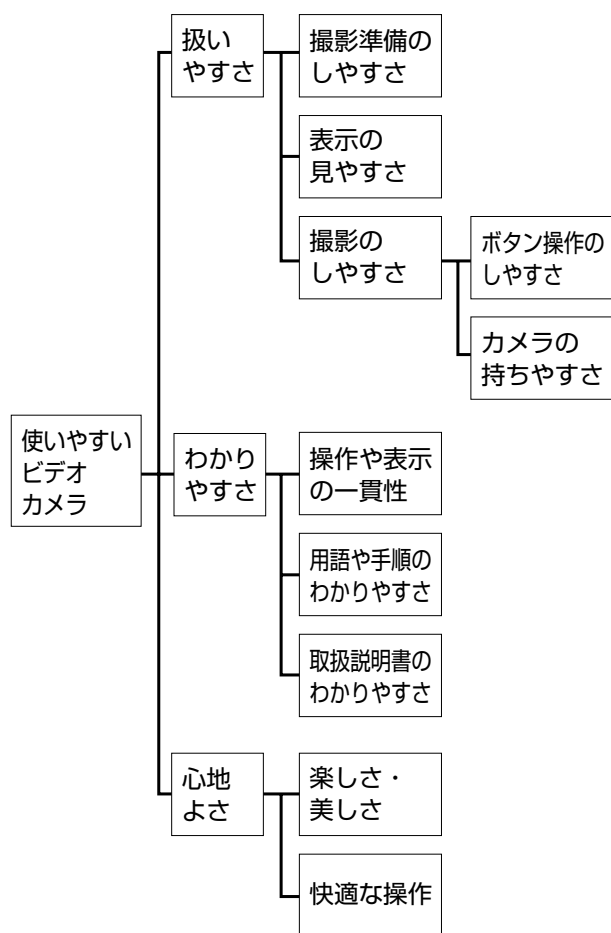


図 3-1 階層図



図 3-2 テスト風景

代替案の総合重要度（図 3-3、3-4）から、総合的に見て、モデル C が最もよい評価であることがわかる。また、全般的にモデル C の評価が高いが、取扱説明書については、モデル A の評価が高いことがわかる。

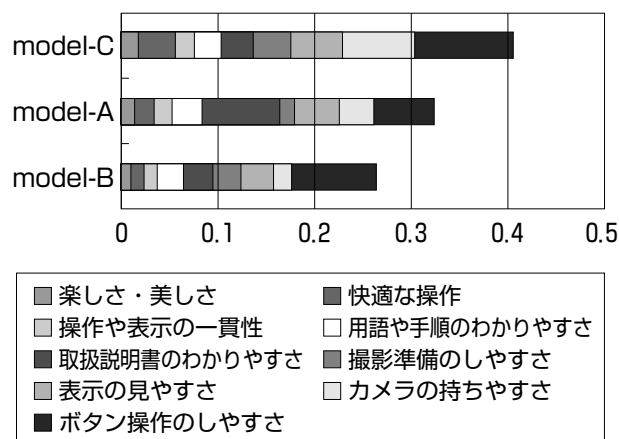


図 3-3 代替案の総合重要度（総合順位）

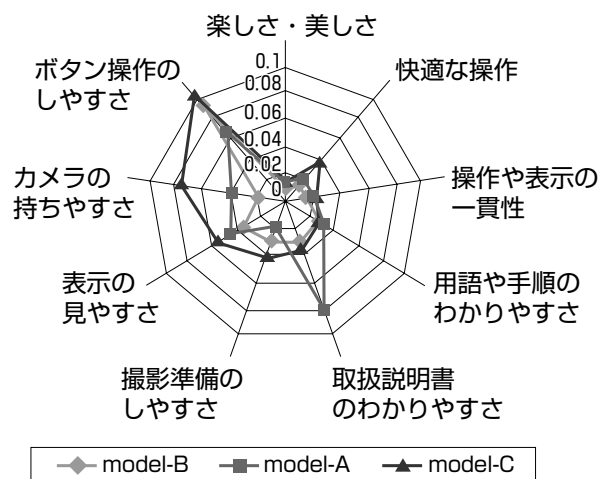


図 3-4 代替案の総合重要度（レーダーチャート）

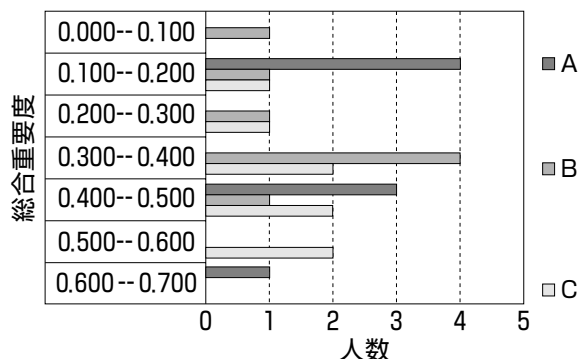


図 3-5 被験者のばらつき評価

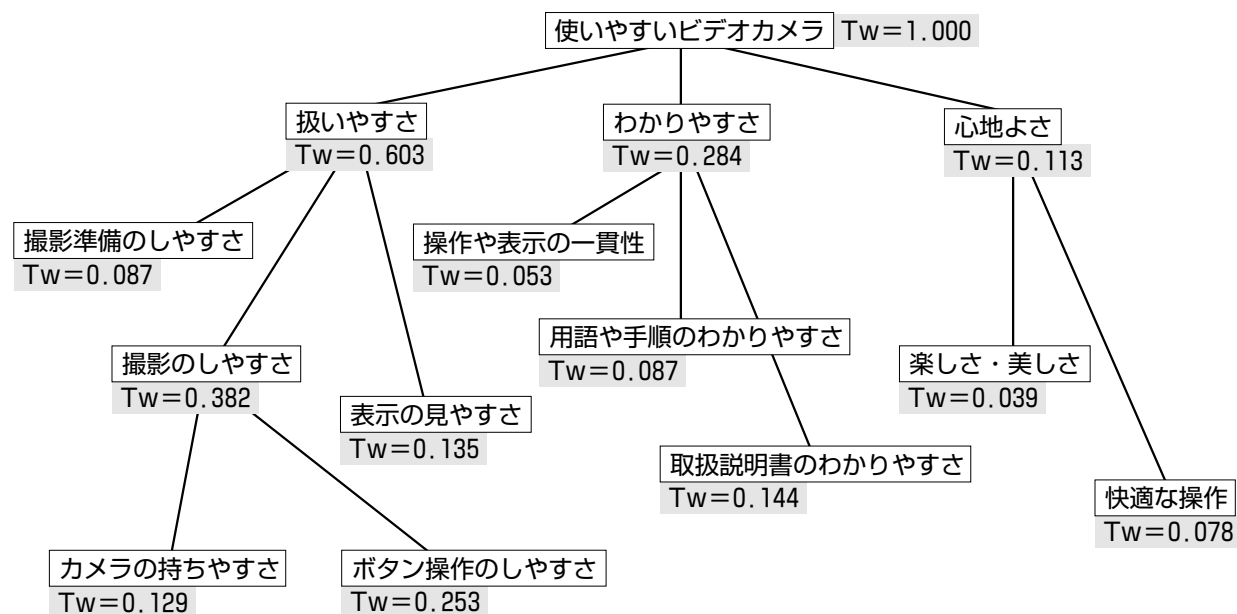


図 3-6 評価項目の重要度配分

ビデオカメラ ユーザテストの結果詳細（コメント、行動分析）

	操作手順	チェックポイント	テストのコメント、行動	問題点
タスク1	<静止画を撮る、見る> ①バッテリーを取り付ける ②電源ダイヤルを撮影側に にする ③撮影モードスイッチを XGA/VGAにする ④画角を決めて、シャッ ターを押す ⑤テレビに接続する ⑥電源ダイヤルを再生に する ⑦メモリー再生ボタンを 押す ⑧インデックスボタンを 押す ⑨メニューレバーで選択 決定する	・電源の入れ方 ・静止画モードへ の切り替え ・静止画ボタンの 位置 ・インデックスメ ニューの操作	>P ・「ダイヤルが回せない」「かたい」 ・「VFも引かなきゃいけないんだ」 ：電源が入らない ・撮影モードスイッチを探す ・「次のを撮影するまでに時間がかかる んですね」 ・「どこにあるのかわからない」 ：メニュー決定レバーを探す >A ・「撮ったのに撮れていない」 ：ビデオモードのまま ・「硬いですね」：電源ダイヤル ・「これか」：撮影モードレバーと間違っ ちゃう >B ・「UXGAがふつうか」 ・「次のを撮るのに時間かかるね」 ・「どこに書いてあるんだろう」 ：テレビの接続 ・「画像ナンバーを選ぶ？」 ・「画像選択のしかたとあったほうがわ かりやすい」	・電源ダイヤルがまわしにくい ・メニュー／決定レバーが操作しにくい ・液晶パネルが邪魔 ・UXGA、XGA/VGAの区別がわから ない ・インデックスを使う目的が書かれていない ・インデックスボタンと選択するメニューレ バーが離れている ・液晶とVFが両方出ないことがわからない ・撮影枚数の表示場所の説明が見つけられな い

図 3-7 発話、行動記録と分析

被験者の評価のばらつき（図 3-5）を見るとモデル A は、評価がばらついていることがわかる。

被験者が考える評価項目自体の重要度配分（図 3-6）を見ると、「扱いやすさ」の重要度が高く、その中でも「撮影のしやすさ」「ボタン操作のしやすさ」のウエイトが高いことがわかる。ビデオカメラのユーザビリティ向上のポイントと考えることができる。（4）観察者のメモやビデオ記録より、発話、行動記録の作成を行った（図 3-7）。

（5）評価対象が他の代替案に対して、学ぶべき点をリストアップし、AHPの結果とともに報告書をまとめる。

6. 考 察

6.1 総合重要度（順位）の検証

テスト後に被験者が直感的に感じる総合順位と AHP で分析した結果の相関を検証した。2 者の評価順位について、いくつかの事例で順位相関係数を求

めると、0.7～0.8で、相関が高いことがわかった。また、実際の被験者に対するインタビューのコメントからも信頼性が高いと考えられる。

6.2 評価の順番による影響（学習効果）

複数の代替案を操作してもらうため、学習効果が予想される。被験者ごとに順番を変えて、テストを行った。実際に、被験者自身も、2番目3番目の代替案の方が、スムーズにできたという感想を述べる人は多い。そこで、順番による評価結果の違いについて調べてみた。

ビデオデッキの例では、2番目に評価した代替案が最も高い評価である。必ずしも、3番目が良くなるとはいえないようである。

このビデオデッキの代替案A、B、Cについて、もう少し詳しく見てみると、Cは、他の2つの代替案と操作パターンが異なるため、2番目に評価すると前に評価した代替案からの学習がかえって、阻害要因になっていると推測される（図4）。

6.3 製品による評価項目の重要度の違い

この手法をいくつかの製品ジャンルで適用してみ

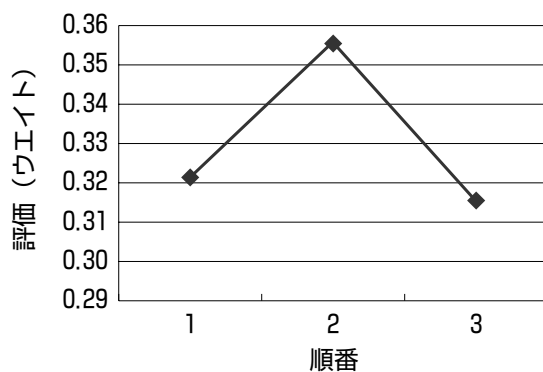


図4 操作順による評価結果の違い

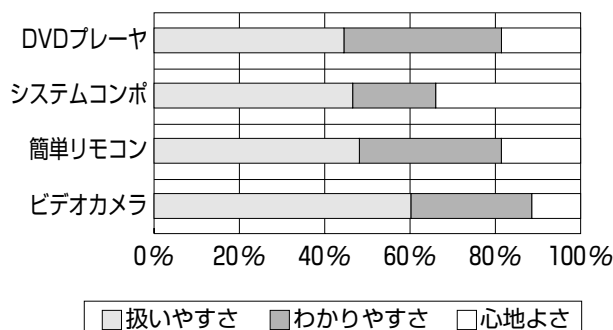


図5 製品による重要度の違い

ると、同じ評価項目で評価しても、製品ジャンルによって、評価のウェイト付けが異なることがわかった。日常的に、感覚として理解できることであるが、それを数値で表すことができることは興味深い。ビデオカメラ、簡単リモコン、システムコンポとDVDプレーヤの例で、「扱いやすさ」「わかりやすさ」「心地よさ」の重要度の比較をしてみた。どれも「扱いやすさ」を最も重要視しているが、ビデオカメラが最もそのウェイトが高い。実用性が重視されていることがわかる。システムコンポは、「心地よさ」のウェイトが高く、フィーリングの良さが求められている。DVDプレーヤは、「わかりやすさ」のウェイトが高く、操作方法を理解することが重要と考えられる。このことから、製品によって、同じ土俵で評価してはいけないことを物語っている（図5）。

ただし、この重要度も時代の流れにより変化すると考えられるので、継続的に見ていく必要があると考える。

6.4 分析手法のメリット

(1) 総合的な判断材料

AHPによる定量的な分析とプロトコル分析による定性的な評価をミックスすることにより、全体的な傾向判断と具体的改善につながる問題点の検出が可能である。ユーザーが考える評価項目の重要度が把握できることも非常に有益である。また、ベンチマーキングの観点で、他社や先行機に対して劣っている部分が明確になるため、改善の動機付けがしやすくなる。今回開発した手法は、製品自体がめまぐるしく変化する中では、その時点で、製品のユーザビリティレベルを相対的であっても明確に把握できることが、最大の利点であると考え（図6）。

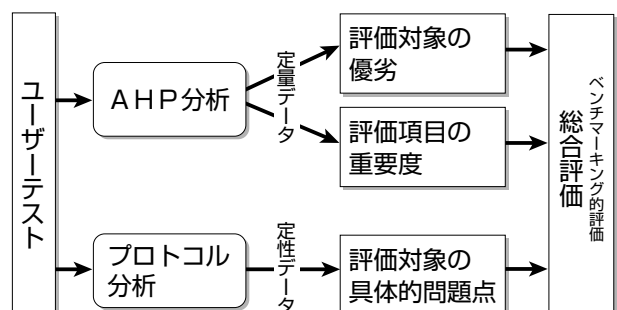


図6 一対比較を使ったユーザビリティ評価の流れ

(2) 効率的な評価

AHP分析では、データを入力すれば、すぐに結果が出せる。プロトコル分析で記録したデータとともに比較的速く、結論が導き出せるため、効率的な評価ができる。短い開発期間の中でも対応が可能である。必要に応じて、主成分分析などを行えば、潜在ニーズを見いだすことも可能である。

(3) 応用範囲が広い

物理的な測定事項がないので、測定のための準備やテスト中の物理データの収集が必要ない。したがって、通常のユーザテストの延長線上で、比較的簡単に応用することができる。

(4) 被験者に対する負担

通常のプロトコル分析に比べて、若干、被験者負担は増えるが、何回か同様のテストを行った実績から、特に問題は出ていない。

7. おわりに

今回の方法は、プロトコル分析の延長線上の評価方法で、実施しやすい。定量データと定性データの両方を得られ、総合的な判断材料を得ることができるので、商品企画、構想設計の段階で、活用すると効果があると思われる。

今後の課題としては、ユーザビリティの3要素である有効さ、効率、満足度の度合いを総合して扱える指標の開発を検討したい。

8. 謝辞

ユーザテスト評価に協力頂いた玉川大学の学生諸君に感謝いたします。

● 参考文献

- 1) ISO 9241-11 (1998) Ergonomic requirement for office work with visual display terminals, Part 11: Guidance on Usability
- 2) 黒須 正明、伊東 昌子、時津 倫子：「ユーザー工学入門」、123-149、2000
- 3) 刀根 薫：「ゲーム感覚意思決定法」、1989
- 4) 神田 範明：「商品企画7つ道具 よくわかる編」、43-55 2002
- 5) 黒須 正明編：「ユーザビリティテスト」、75-83、2003
- 6) 社団法人 人間生活工学研究センター ユーザインタフェース設計委員会：「構造化ユーザインタフェース設計・評価方法」、7-15、1999
- 7) 木下栄蔵（編）：AHPの理論と実際、日科技連、2000
- 8) 大阪府立産業デザインセンター：人間重視のモノづくり ヒューマンデザインテクノロジー活用マニュアル、p.8、2001
- 9) <http://www.irii.go.jp/theme/2000/21.htm>
- 10) 木下栄蔵・中西昌武：AHPにおける新しい視点の提案、土木学会論文集、No.569/IV-36、pp.1~8、1997
- 11) 鈴木聡士：AHPにおける意味論的評価法の提案、土木計画学研究・論文集、No.16、pp.147-154、土木学会、1999

連絡先

日本ビクター株式会社
CS本部 CS推進室
〒242-8514 神奈川県大和市下鶴間1644
TEL：046-278-1904

(社) 人間生活工学研究センターにおける 平成 15 年度の事業

当センターでは、人間と生活の特性を科学的に把握し、データをものづくりに反映させるための諸活動を行っています。主なものとして、次のような事業を実施しています。

1. **研究開発及び技術調査**：製品開発に利用できる人間特性計測法、人間の寸法、形状、動態、視聴覚、感覚といった人間特性データ解析・評価法、生活環境の質的向上技術などにかかわる技術開発及び調査を行っています。
2. **データベース構築と提供**：人間特性データを収集し、データベースとして企業や研究機関に提供しています。
3. **普及と展開**：製品開発にかかわる技術指導（コンサルティング）、人間生活工学に関する人材育成（講座・研究会の実施、講師派遣等）、出版・情報提供などを行っています。人間工学分野の ISO（国際標準化機構）活動への支援も行っています。

ここでは、今年度、当センターで実施している主な事業に関しての進捗や成果について、紹介します。

【研究開発及び技術調査】

研究開発事業及び技術調査研究としては、以下の 6 つの事業を実施しています。

①「人間行動適合型生活環境創出システム技術」

この事業は平成 11 年度から研究を開始し、平成 16 年 3 月で終了します。

「より安全で、より快適な環境」を実現するために、人間の自然な行動を科学的に把握することを視点の中心に据えて、人間と製品・環境の適合性を客観的に解析・評価するとともに、個々の人間の行動特性に製品や作業環境を適合させるための支援技術を開発しています。ここでは、主な成果として 4 つ紹介します（新エネルギー・産業技術総合開発機構から受託）。

- 実路運転行動データベース（図 1）
運転中のヒヤリ、ハット時の行動特性や速度

と車間距離をどの程度保って運転しているのか等、実際の道路を走行した際に得られた多種多様な情報を予め付けられたタグにより検索し、該当場面を抽出して、状況を詳しく分析することができます。

● 手指作業高度化支援システム

熟練した技能を必要とする作業について、初心者が技能（コツ）を習得するための支援システムです。対象となる工程及び手本とする基準データを選択すると、最も注意すべきポイント、初心者と熟練者との違いがある動作と部位、改善方法などの情報を提供することができます。

● 生活リズム異常検知モジュール（図 2）

生活リズムを理解することによって健康を管理、支援する技術として、特に、睡眠時の状態や日中の活動量などを計測するモジュールを開発し、得られたデータを評価する技術とともに、それらのデータから睡眠・覚醒リズムや日中の休息・活動リズム、運動量のレベルなどを把握し、生活習慣をアドバイスすることができます。

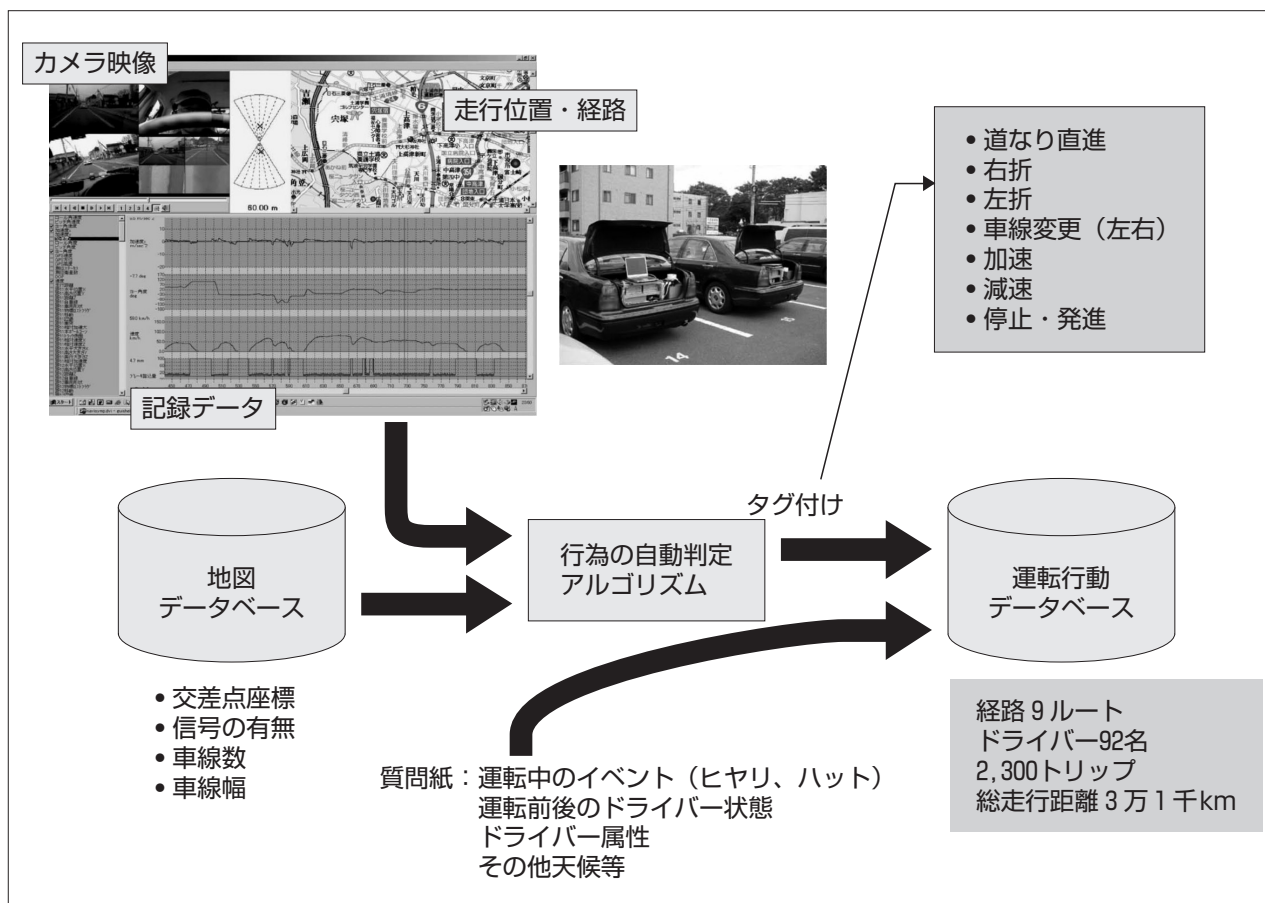


図1 実路運転行動データベース

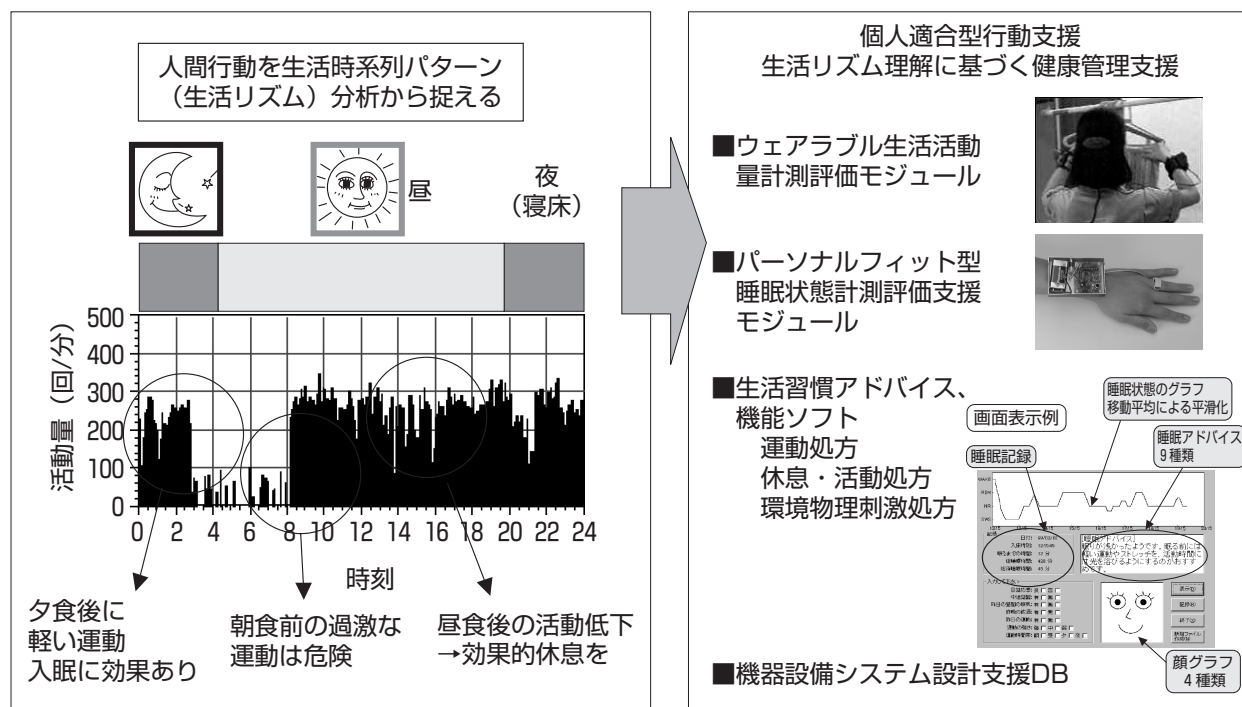


図2 生活リズム異常検知モジュール

- 作業工程適正化シミュレーション技術

石油精製プラントのメンテナンス作業は大規模なため、計画を立てるのが難しくムリな作業量や無駄な作業員配置など発生していましたが、開発した作業工程をシミュレーションする技術により適正な作業員配置やムリな作業を省き、生産性を高めることができるようになります。

②「高度人体デジタル計測システム技術の開発」

人間特性データとりわけ、寸法・形態に関して幅広い年齢層にわたるマスタデータを整備する際に、被験者一人当たりの計測時間を短くするとともに、正確なデータを計測することが必要となっています。そのため、非接触3次元形状画像から人体のランドマークを自動的に検出したり、各部寸法を形状データから自動的に計算できるようにするなど、更なる技術の高度化を推進する必要があります。これらの解決に向け、この事業では高品質三次元形状計測データをもとに、ランドマーク等の座標値をマーカ（標点）なしで自動抽出する高効率手法の開発をはじめ、人体の平均形状の算出や形状の差違を定量的に比較するために、身体各部位の正規化モデル生成技術の開発などを実施しています（経済産業省から受託）。

③「デジタルハンド技術に関する調査」

「デジタルハンド技術」とは、コンピュータ上に創り出す多様な仮想ユーザの手が、コンピュータ上に記述された機械システムに対して操作をシミュレーションすることにより、設計段階で機械システムの持つ潜在的な問題箇所を洗い出すための新しい技術です。携帯電話、カーナビ、リモコン、内視鏡等、機械システムの多くは、ユーザーインタフェースとして、手で操作するインタフェースを備えています。これらの機器操作において、手の大きさが合わずに使いにくい、指が届かない、グリップ感が悪い等、さまざまな問題が生じています。「デジタルハンド技術」が確立されると、被験者実験を削減できたり、さまざまな手の機能評価が短期間に行え、設計工程の短縮が図ることができるなどのメリットがあります。このため、「デジタルハンド技術」に関し、手の機能計測技術、触感覚を仮想的にコンピュータ上にモデル化する技術等の研究開発動向をはじめとして、技術的課題、実現の可能性、デジタルハンド

技術を利用するときの産業界のニーズ、市場規模等の調査を行っています（（財）機械システム振興協会から受託）。

④「ストレス計測技術の安全対策への適用可能性に関する調査研究」

ストレスは、労働者への健康影響による労働災害の増加、作業ミスの増加による労働生産性の低下など社会経済的な影響だけでなく、交通事故の増加等にも大きな影響を与えており、ストレスが起因となる安全性向上に対する社会的ニーズは極めて高いといえます。本事業における「ストレス計測技術」とは、生活者（労働者）の生理反応や様々な行動によるストレス状態を計測し、「安全対策システム」とは、ストレス状態に応じて警報を発したり、ストレス緩和や労務管理を支援するシステムをいいます。このストレス計測技術の安全対策システムへの適用に関する、技術的課題、実現可能性、市場規模等の調査を行っています（（財）機械システム振興協会から受託）。

⑤「人間生活工学による高齢者にやさしい機能性食器の開発」

この事業では、人間生活工学による高齢者の「つかいやすさ」に関係する認知・動作・負荷特性等の特定・計測および分析を行い、その評価結果をデザインプロセスに効率的に生かすことにより、従来にはない「高齢者にやさしい機能性食器製品」の開発を行っています。平成15年度は、14年度に引き続き、作製したデザインモデルについて、さらにユーザビリティテストを通して、その作製モデルについて問題点の抽出を行い、高齢者にやさしい「配食保温トレイ」の最終製品モデルを作製します（（財）奈良県中小企業支援センターから受託）。

⑥「機械製品の安全及びユーザビリティに関する調査研究」

高齢者の特性、特に知覚・認知を中心に、高齢者が機械製品を用いる際の問題を抽出・整理し、機械を用いる様々な分野・場面に活用することにより、安全を確保しつつ、かつ無理なく使いこなせる機械製品に係る設計指針を構築することを目的としています。この設計指針は、高齢者をはじめ年齢や性別

等の特性の影響を受けない機械製品づくり、さらには日本が得意とする安全分野やユーザビリティ（使い勝手）分野の基盤づくりにつながり、日本企業が国際競争力を維持・推進する上での標準化に資するものです（（社）日本機械工業連合会から受託）。

【データベースの構築・提供】

当センターでは、人体寸法や高齢者身体機能等、間特性に係るデータの蓄積と提供を行ってきておりますが、本年度はこれらに加え、新たに「人間行動適合型生活環境創出システム技術」の中で構築されたデータベースを構築しています。

①「人体寸法データの提供」

’92から’94年にかけて計測した人体寸法データをデータブックなどの書籍を含め、今年度は合計66件の提供を行いました。また、本データについては、平成16年3月（予定）より、3万4千人、178項目の全計測データの一括提供を開始致します。

②「実路運転行動データベース」（「人間行動適合型生活環境創出システム技術」にて開発）

21歳から71歳までの計92名の運転者が、実際の道路を各種計測器を搭載した実路運転行動計測用車両を用いて運転した際の運転行動に関するデータベースです。このデータベースから、一般道路上での運転の個人差、及び個人内変動、道路構造の影響、運転文脈性、ヒヤリ・ハット・イライラといった状況を解析することができます。実路での運転行動を定量的に知るためのデータ提供をします。

③「生活行動実態データベース」（「人間行動適合型生活環境創出システム技術」にて開発）

「住宅内行動のデータベース化に係わる調査」により取得したアンケートデータ（質問数389項目、276世帯、757名）の結果をデータベース化したものです。性別、家族構成、生活習慣、生活時間などの個人属性、住宅の種類、間取りなどの環境属性、入浴、トイレ、洗面、調理、家事といった生活行動が検索により抽出され、住生活関連企業の商品開発担当者、建築会社などが、顧客の住生活に適した商品の開発や空間の設計の際に利用できるようになっています。

なお、「実路運転行動データベース」「生活行動実態データベース」については、プロジェクト終了後、有償での提供を行う予定です。

【普及と展開】

「人間生活工学」分野の普及と展開を目的とした事業活動について報告します。

①「ユーザビリティ・サポート・チームの活動」

ユーザビリティ・サポート・チームでは会員企業等の依頼を受け、人間生活工学に基づいたものづくり支援を行っています。今年度は、27社、32件の技術指導（コンサルティング）を実施しています。

②「人間工学人材育成カリキュラムの開発」

「人にやさしいものづくり」の重要性は認識されつつありますが、これを実践するためには、生活者視点、ユーザ視点といった人間生活工学の知識・技術が必要です。そこで、本事業では、企業の「人にやさしいものづくり」の現状や、そのために求められる教育ニーズを把握するための、調査を実施し、その結果を踏まえて、「人にやさしいものづくり」を企業内で実践できる人材を育成するための標準的な教育カリキュラムの開発を進めています（（株）三菱総合研究所から受託）。

③「標準化の推進」

・「人間の動作計測手法の標準化に関する調査研究」
近年、高付加価値製品の開発に、人間の動作を三次元的に計測する装置が活用されてきており、人間生活工学をはじめとして、医療・福祉、スポーツ科学、アミューズメントなど、様々な分野で利用されています。一方で、様々な分野で動作計測が活用されるにもかかわらず、計測方法や人の動作について統一的な考え方が確立されていないため、計測方法が異なり比較や検討ができなかったり、計測精度の確保や計測データの活用の観点から、標準化が求められています。これらの状況を踏まえ、技術の現状、利用者のニーズ、標準化のための問題点等を調査し、国際標準提案に向けた方向性を検討しています（（財）日本規格協会から受託）。

- 「ISO 幹事国業務」

当センターでは、ISO（国際標準化機構）の幹事国業務を1996年より実施しています。ISO/TC 159（人間工学）/SC 3（人体測定と生体力学）については国際幹事を、SC 3/WG1（基本人体測定項目）、SC 3/WG5（人体測定と生体力学分野の規格の人間工学的応用）及びTC159/SC1（人間工学の指導原理）/WG4（日用製品のユーザビリティ）については国際幹事事務局を担当しています。1999年から2003年までに当該分野で計8件の国際規格の発行に寄与してきました。2004年には、1件の技術仕様書（TS20646 作業中局所筋負担軽減のための人間工学基本方針）の発行と現行のISO 7250（技術的設計のための基本人体測定項目）をマルチパート規格に拡張し、ISO 20532-1（基本人体測定項目と特徴点）、NWIP 20532-2（国別統計データ）、NWIP 20532-3（ISO規格のための世界的及び地域別設計値）として新規業務項目提案を行う見込です。さらに、TS20646を現場で活用するための事例集の提案も計画しています（(財)日本規格協会からの補助事業）。

④「人にやさしい事業活動普及支援事業」

「人にやさしいものづくり」として、「ユニバーサルデザイン」の考え方もますます注目されています。ユニバーサルデザイン（年齢や能力に関わりなく全ての生活者に対して適合する製品等のデザイン）による製品・システム・サービス等を供給することの重要性が高まっていますが、企業がどのように取り組むべきか、また、コストに見合った効果が得られるのか等の意見も多く、前向きな取組みが進んでいない面もあります。このため、ユニバーサルデザインの現状やユニバーサルデザインに配慮した企業活

動の事例を紹介するためのパンフレットを企画・制作し配布することにより、様々な人々へのニーズに対応した製品づくりを啓発していきます（中小企業庁からの受託事業）。

⑤「アジア産業基盤等強化事業」

人間生活工学分野についての普及や展開として、国内のみにとどまらず、今後はアジアにおける連携も必要となってきます。昨年度のタイ国実態調査に引き続き、アジア地域、特に中国とベトナムにおいて、人間の寸法・動態等の人間計測データの整備・利用状況や人間生活工学系並びに労働安全衛生関連の国際規格及び国内規格・法律の制定状況といった人間生活工学系技術の現状を調査し、把握した上で両国における人間生活工学系技術の普及展開策を検討し、提案していくことを目的に、貿易・投資円滑化支援調査、人間生活工学系技術のアジア地域における実態調査を実施しています（経済産業省から受託）。

⑥「講座・研究会」

人間生活工学の基礎から実践まで身につけたい方々のための講座を開催しています。

また、新たな人間生活工学分野の展開として、子どもと障害者をテーマとする研究会を行っています。「障害者の寸法計測研究会」では、障害者の寸法計測を行う場合に問題となる障害の分類や計測項目、計測方法などについて検討しています。また「子どもの人間生活工学研究会」では、専門家の講演やメンバー間の意見交換を通して子どもの動作特性、発達等を踏まえた製品・環境開発のために考慮すべき事項、整備すべき情報等について、検討しています。

人間生活工学に役立つ統計の基礎知識、統計論全般(3)

仮説の統計的検証

宮埜 寿夫 (みやの ひさお)

千葉大学文学部 行動科学科 認知情報科学講座 教授。工学博士。

計量心理学、特に多次元尺度構成法、三相主成分分析法およびクラスター分析法の研究に従事。

メールアドレス: miyano@cogsci.L.chiba-u.ac.jp

1. はじめに

私たちが実験や調査などによってデータを集めるのは、何らかの仮説を検証したいためである。仮説を明確に持っていない場合もあるけれど、仮説を明確に持っていた方が実験や調査の具体的な計画・立案に有利である。今回は、この仮説を統計的に検証する方法について述べる。

仮説の検証を統計的に行う方法は、対象となる仮説の記述様式、検証に用いる論理において、私たちが日常考えるものとは大いに異なっている。このことから、しばしば統計的な検証結果の解釈を誤るので、どのような仮説をどのような論理で検証しているのかを適切に把握することが重要である。

2.1 統計的仮説と検証の論理

科学において対象とする仮説は、「AならばBである」という形式で記述可能であり、かつ利用可能な測定手段によってその真偽が答えられるような問いである。例えば、「お化けは壁を通り抜けることができる」は、明らかに科学の対象にはならない。

統計的な検証の対象となる仮説（統計的仮説）は、対象とする仮説（研究仮説）を検証可能な形式で表したものであり、母集団の母数（母平均、母分散など）あるいは母集団分布の特徴を記述したものである。例えば、研究仮説「京都の人は、東京の人より温泉好きである」に対応する仮説として、統計的仮説「一年間に京都の人が温泉に入る平均回数は、東京の人のそれより多い」を考えることができる。この例からも分かるように、統計的仮説は研究仮説の検証可能な形式への書き換えであるから、その書き換えの妥当性には十分な注

意が必要である。実験や調査の成否は、この書き換えプロセスの妥当性に掛かっているとも言える。

さて、統計的仮説の検証は統計的仮説検定と呼ばれるが、それは対象となる統計的仮説（作業仮説という）を直接的に検証するのではなく、むしろ間接的とも言える方法により行われる。すなわち、統計的検定は、作業仮説の否定形である帰無仮説と呼ばれる仮説を作り、その仮説の真偽を検証するという方法により行われる。このような論証方式を採用する理由は、「AならばBである」という形式の仮説の論証を考えると分かりやすい。この形式の論証においては、人は「Bであるならば、Aである」と判断しやすい。しかし、「J.Kさんなら丸投げだ」ということから、「ある人が丸投げしているなら、その人はJ.Kさんだ」とは必ずしも言えないことから分かるように、このような論証は間違っている。「AならばBである」という形式の論理で言えることは、「Bでなければ、Aではない」ということである。統計的仮説検定においては、「帰無仮説が真であるならば、これこれのデータが得られる」という形式を考える。そして、もしそのようなデータが得られなければ帰無仮説は偽であり、結局その否定である作業仮説は真であると判断される。

2.2 仮説検定の手順

簡単な仮想的な例を使って仮説検定の手順を説明しよう。いま、高速道路においては、乗用車の速度違反は一般的であるという作業仮説を立て、その仮説の検証を考えたとする。まず、そのためには検定の対象となる帰無仮説を記述しなければな

らないが、帰無仮説 H_0 は法定速度を 100 km/h、 μ を走行速度の母平均とすると、 $H_0: \mu = 100$ により表される。このときの作業仮説 H_1 は、速度違反をしているであるから $H_1: \mu > 100$ であり、帰無仮説は上のように等号を用いて表される仮説である。なお、帰無仮説 $H_0: \mu = 100$ に対応する作業仮説としては、一般に $H_1: \mu \neq 100$ を考えるのが普通である。 $H_1: \mu > 100$ あるいは $H_1: \mu < 100$ を作業仮説とする検定は片側検定、 $H_1: \mu \neq 100$ を作業仮説とする検定は両側検定と呼ばれる。

帰無仮説 $H_0: \mu = 100$ を検定するために、いま 25 台の乗用車の速度を測定したところ、平均 104 km/h、標準偏差 8 km/h であったとしよう。この測定結果は法定速度より 4 km/h 速いということになるが、測定された車がたまたま平均的に速度超過をしていたという意味であり、車全体の平均、すなわち母平均が 100 km/h を超えていることを意味する訳ではない。母平均が 100 km/h を超えているか否かを判断するためには、母平均についての何らかの推測が必要とされる。そこで統計的検定においては、帰無仮説は真であるとしたときに、25 台の平均速度が法定速度と 4 km/h 以上も

異なる確率（有意確率あるいは有意水準という）を求め、その確率の大きさによって帰無仮説の真偽を判定する。すなわち、母集団分布は正規分布に従うとするならば、帰無仮説が真であるとき、標本サイズ 25 の標本平均 $\bar{x}$ に対応する t 統計量

$$t = \sqrt{25}(\bar{x} - 100)/8$$

は、自由度 24 の t 分布に従うことを利用して、その確率を計算することができる。ここでの例においては $t = 2.5$ であるから、片側検定、両側検定の場合の確率はそれぞれおよそ 0.01、0.02 になる（図 3.1 参照）。いずれの場合も帰無仮説が正しいときには、このように大きな標本平均は確率的に得られそうにない値であることを意味している。したがって、帰無仮説は真でない、すなわち作業仮説は真であると判断される。

統計的検定は、さまざまな帰無仮説について開発されている。表 3.1 は代表的な検定方法をまとめたものであるが、いずれの検定においても上に述べたような手順で行われる。例えば、ある製品の使いやすさを改良し、新たな製品を作ったとき、実際に使いやすさが改善されたかを判断する問題を考えてみよう。さて、旧製品、新製品の使いやすさをそれぞれ 100 人に判断してもらったところ、使いやすいと答えた人の割合は 62%、68% であったとする。この結果から改善されたと判断してよいであろうか。この場合の帰無仮説は、「ふたつの製品の使いやすさは同じ」であるから、表 3.1 より $z = 10 \times (0.68 - 0.62) / \sqrt{0.62 \times 0.38 + 0.68 \times 0.32}$ を計算すると $z = 0.89$ であり、片側検定の場合の有意確率は 0.19 程度になる。したがって、使いやすさが改善されたとは言えないであろう。

ところで有意確率がどの程度であつたら、帰無仮説は偽である判断してよいであろうか。この問題については理論的な答えはない。しかし、有意確率が 0.05 以下のときに偽とすることが一般的に採用されている。

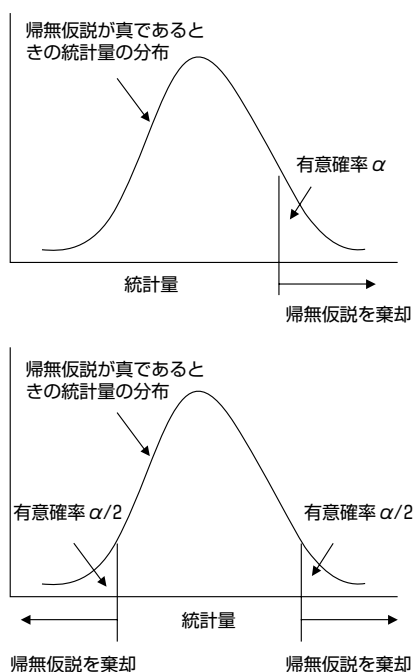


図 3.1 片側検定(上段)と両側検定(下段)

2.3 第1種の過誤と検出力

統計的検定においては、帰無仮説の真偽は有意

表 3.1 いくつかの代表的な検定方法

	仮定	検定統計量	帰無仮説とその棄却条件
平均	正規 σ^2 既知	$z = \sqrt{n}(\bar{x} - \mu)/\sigma$	$H_0: \mu = \mu_0 \quad z \geq z_{\alpha/2}$
	正規 σ^2 未知	$t = \sqrt{n}(\bar{x} - \mu)/s$	$H_0: \mu = \mu_0 \quad t \geq t_{\alpha/2, n-1}$
分散	正規	$\chi^2 = (n-1)s^2/\sigma^2$	$H_0: \sigma^2 = \sigma_0^2 \quad \chi^2 \geq \chi_{\alpha/2, n-1}^2$ または $\chi^2 \leq \chi_{1-\alpha/2, n-1}^2$
分散比	正規 独立 2 標本	$F = s_1^2/s_2^2 \quad \text{ただし } s_1^2 \geq s_2^2$	$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \quad F \geq F_{\alpha/2, n_1-1, n_2-1}$
平均の差	正規 独立 2 標本 等分散	$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2 - \mu_1 + \mu_2}{s\sqrt{1/n_1 + 1/n_2}}$	$H_0: \mu_1 = \mu_2 \quad t \geq t_{\alpha/2, \nu}$ ただし、 $\nu = n_1 + n_2 - 2$
比率	二項分布	$z = (p - \pi)/\sqrt{\pi(1-\pi)/n}$	$H_0: \pi = \pi_0 \quad z \geq z_{\alpha/2}$
比率の差	二項分布 独立 2 標本	$z = \frac{p_1 - p_2 - \pi_1 + \pi_2}{\sqrt{p_1(1-p_1)/n_1 + p_2(1-p_2)/n_2}}$	$H_0: \pi_1 = \pi_2 \quad z \geq z_{\alpha/2}$
相関係数	2 変量正規	$t = r\sqrt{n-2}/\sqrt{1-r^2}$	$H_0: \rho = 0 \quad t \geq t_{\alpha/2, n-2}$

注) 両側検定を仮定。 α は有意水準

表 3.2 平成 12 年度から 14 年度に発見された偽造紙幣の枚数

	12 年度	13 年度	14 年度	合計
1 万円札	2394 (1467.3)	3207 (2945.9)	6815 (7822.8)	12416
5000 円札	1671 (490.8)	1274 (877.6)	754 (2330.6)	3699
1000 円札	190 (2116.9)	3128 (3785.5)	12637 (10052.6)	15955
合計	4255	7609	20206	32072

注) カッコ内は独立であるときに期待される数

(警察庁統計)

確率の大きさによって判断されるのであるが、このことはその判断が誤る可能性のあることを意味している。すなわち、有意確率が 0.05 であるから偽とする判断は、5% の確率で誤っている可能性がある。このような誤り、すなわち帰無仮説が真であるのに偽としてしまう判断の誤りは、第 1 種の過誤と呼ばれる。これとは逆に、帰無仮説が偽であるのに真であるとする判断の誤りは、第 2 種の過誤と呼ばれる。この第 2 種の過誤ももちろん犯さない方が望ましい訳であるが、その犯さない確率を検出力という。検定方法としては、もちろんより検出力の高い方法が望ましいことになる。

2.4 ノンパラメトリックな検定方法

以上に述べてきた統計的検定は、母集団分布は帰無仮説が真ならば正規分布であるなど、帰無仮

説が真であるときの母集団分布を仮定し、その分布から見て得られているデータがどの程度起こりやすいかを調べる方法と言える。これに対して、母集団分布を具体的に仮定しない検定方法が作られており、それらはノンパラメトリックな方法と呼ばれている。ノンパラメトリックな方法は、分布の仮定が困難な頻度データ、順位データなどを扱うときによく利用される。

ノンパラメトリック検定法には、順位相関検定、 U 検定、符号検定、 H 検定、適合度検定、独立性検定など多くの方法がある。適合度検定および独立性検定では、近似的な検定の統計量として χ^2 統計を用いるが、その他の検定ではそれぞれ独自の統計量を用いるという違いがある。その違いを示すために、独立性検定と U 検定について簡単に説明しよう。

独立性検定は、2つのカテゴリー変数間に何らかの関係があるか否かを判定するための検定方法であり、例えば「ビールの種類の好みに性差はあるか」、「子供との接し方について性差はあるか」といった問題に答えることができる。表3.2は、平成12年度から14年度にかけて発見された偽造紙幣を年度ごとにまとめたものである（警察庁統計）。その傾向は明らかではあるけれども、年度と紙幣について独立性検定を行ってみよう。

独立性の検定は、帰無仮説「2つの変数は独立である」に対して行われる。もし2つの変数が独立であるならば、各年度における各種偽造紙幣の枚数は、各年度の偽造総数と種類ごとの総数から計算できる。例えば、独立であるとした場合に期待される平成12年度の1万円の枚数は、 $4255 \times 12416 / 32072 = 1647.3$ 枚になる。この値は実際の値2394枚と異なっているが、大雑把にはこの違いが大きいほど独立性を疑ってよいことになる。そこで、独立性検定においては、各セルについて $\{(\text{実際の数}) - (\text{期待される数})\}^2 / (\text{期待される数})$ を計算し、その総計を求める。このようにして求められた総計は、理論的に χ^2 分布に近似的に従うことが知られており、独立性検定はこの事実を利用している。ただし、分布の自由度は、各変数のカテゴリー数 - 1 の積であり、例の場合の自由度は、2つの変数のカテゴリー数はともに3であるから9になる。

偽造紙幣の場合の総計、すなわち χ^2 値は7107.72になる。このような大きな値は偽造紙幣の種類と年度が独立とするならば得られることのない値であり、両者には一定の関係があると判断される。期待される枚数の変化から見ると、全体に偽造枚数は増加しているのに対して5,000円札の偽造の減少していることが、独立性を失わせている原因とも言える。

マン・ウィットニーの U 検定とも呼ばれる U 検定は、パラメトリック検定における母平均の差の検定に相当する検定とも言われるが、厳密には2つの独立標本が同じ母集団から得られたものであ

るか否かを判定するためのノンパラメトリックな検定方法と言える。この検定では、例えば「2つの集団におけるあるテストの成績の分布は同一である」といった帰無仮説を検証する。この帰無仮説を例にして、 U 検定の方法を説明しよう。いま、集団1、集団2から無作為に選ばれたそれぞれ $n_1 + n_2$ 人に対してテストを行い、その成績に従って順位をつけたとする。このとき、順位は1番から $n_1 + n_2$ 番までであることになるが、その順位を集団ごとに合計する。そして、 $U_1 = n_1 n_2 + n_1 (n_1 + 1) / 2 - R_1$ および $U_2 = n_1 n_2 + n_2 (n_2 + 1) / 2 - R_2$ を求め (R_1 、 R_2 は集団ごとの順位の合計)、その小さい方の値を求める。帰無仮説の真偽は、このようにして求められた値、すなわちマン・ウィットニーの U の大きさから判断される。 U は、 $R_1 + R_2 = n_1 n_2 + n_1 (n_1 + 1) / 2 + n_2 (n_2 + 1) / 2$ であることから、もし同じ分布に従うならば $U = n_1 n_2 / 2$ になることが期待され、もしそうでなければこれよりもずっと小さい値になるであろう。これが U 検定の方法の根拠である。

3. おわりに

統計的仮説検定法は、「もし A ならば B である」という特別な形式の仮説を対象とし、その仮説に対応する帰無仮説が偽であるならば元の仮説は真であるという論理を利用する。したがって、帰無仮説が偽である判断できなければ、元の仮説についての真偽について議論できないことになる。帰無仮説が偽と判断できないときには、帰無仮説は真であると言いたくなるが、それは間違いである。しばしば見受けられる間違いなので注意してほしい。

今回は、前回の反省（数式を少し使いすぎた）から、ほとんど数式を使わずに説明した。厳密さには欠けるかもしれないが、仮説検定の考え方、統計的な決定について理解するには十分な説明であると思っている。

次回は、実験計画と分散分析について述べたい。

■第45回通常理事会を開催

去る平成15年11月28日（金）大阪にて、第45回理事会を開催いたしました。理事会では、理事の選任、会員の異動、事務局長の選任（同意）について、議決されました。また平成15年度の事業の進捗報告、並びに予算の執行状況についても、報告が行われました。閉会後にも、それぞれの事業について、詳細な内容が説明され、当センターの事業にご理解をいただく機会をもちました。

■第4回 人間行動適合型生活創出システム技術シンポジウム開催のご案内

（社）人間生活工学研究センターが（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構から受託している「人間行動適合型生活環境創出システム技術」プロジェクト（平成11～15年度）において、人間の行動を計測・理解・蓄積し、人間の行動特性に製品や作業環境を適合させるための支援技術を開発してきました。最終年度として開発した成果を展示・発表します。プログラムなどの詳細は
<http://www.hql.jp/gpd/jpn/www/grp/kodo/index.htm>をご覧ください。

日時：平成16年3月9日（火）13:00～17:45
10日（水）10:00～15:30

会場：JAホール、国際会議室
（東京都千代田区大手町1-8-3 JAビル）

主催：（社）人間生活工学研究センター
（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構
後援：経済産業省、（独）産業技術総合研究所

■第10回製品安全セミナー

（財）家電製品協会が第10回製品安全セミナーを開催します。当センターからも講師を派遣し、「人間生活工学の製品安全への展開」という講演をします。ご興味のある方は、ご参加ください。

日時：平成16年2月10日（火）13:00～17:00

会場：大阪産業創造館 4階 イベントホール
大阪市中央区本町1-4-5

お問い合わせは、（財）家電製品協会 技術部（TEL：03-3578-1158）までお願いいたします。

■人にやさしいモノづくりお手伝いします。

人間生活工学研究センターは、人間生活工学に関する商品開発、商品評価、データ提供など、あらゆるご相談をお受けしています。スポット的なコンサルティングや共同研究などご要望に応じて様々な形でお手伝いします。

- ・商品の使いやすさ評価をお手伝いします。
- ・“人にやさしい”商品アイデアを一緒に創り出します。
- ・商品設計に必要な人間特性データをデータベースから提供します。
- ・人間生活工学に関する講演、社内普及のための講義などをお引き受け致します。

ご相談は、下記までお気軽にどうぞ。

企画普及部 ユーザビリティ・サポート・チーム
E-mail: support@hql.jp
<http://www.hql.jp>

■予告

「人間生活工学」第5巻 第2号 通巻第16号（2004年4月15日発行）の特集は、「エイジングを支える技術：ジェロンテクノロジー」です。

■募集

本誌では、皆様からの投稿（論文、ラビッドコミュニケーション）を募集しております。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（TEL 06-6221-1658）までお問い合わせください。

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.hql.jp>です。

人間生活工学 第5巻 第1号 通巻第15号
2004年1月15日発行
発行所 社団法人 人間生活工学研究センター
発行者 野村明雄
〒541-0047 大阪市中央区淡路町3-3-7
興和淡心ビル3F
電話 06-6221-1660 FAX 06-6221-1705
製作協力 （株）日刊工業出版プロダクション
定価 700円（本体667円）
（本誌掲載記事の無断転載を禁じます）

日本人3万4千人・178項目の計測値のデータ集がリニューアルしました

CD-R版「日本人の人体計測データ」

Japanese body size data 1992-1994

(社)人間生活工学研究センターでは、1997年に発行した日本人の人体計測データブックを、情報化時代に対応した電子ブックとして、リニューアル発売することとなりました。日本全国3万4千人の人体計測調査を実施し、世界でも他に類を見ない膨大な人体計測データをもとに178の計測項目全データの平均値・最小値・最大値・標準偏差・パーセンタイル値をわかりやすく記載しています。また、計測部位の項目・図と計測データをリンクさせたり、加工時に便利なcsv形式のデータともリンクされており、皆様が活用しやすいように工夫されています。

掲載内容

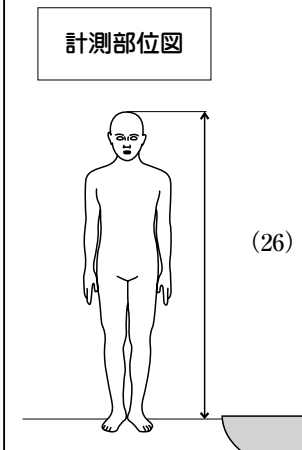
人体計測データベースの構築/計測部位と計測方法/計測データとその見方/178項目の数表

記載例

3.1 178箇所の計測部位と定義

No	項目名	定 義	図番号	数表
26	身長	床面から頭頂点までの垂直距離	図 5	データ
27	眼高	床面から瞳孔までの垂直距離	図 5	データ

計測部位図



(26)

No.26 身長 Height

CSV format

単位 mm

男性 Male											
年齢	人数	平均値	標準偏差	最小値	最大値	パーセンタイル値 Percentile					
Age	N	Mean	S.D.	Min.	Max.	5%	25%	5%	5%	5%	
7	190	1193	48	1091	1341	1117	1159	1194	1222	1280	
8	366	1246	51	1115	1418	1169	1210	1244	1279	1332	

定価 38,000円(税別)
(送料及び振込み手数料はご負担いただきます。)

人間生活工学

Number
1

Volume 5

2004年1月15日発行(年4回発行) 第5巻第1号 通巻第15号 定価七〇〇円(本体六六七円)

〔発行〕(社)人間生活工学研究センター

Journal of Human Life Engineering

