

高齢者に配慮したアクセシブルデザイン技術 の開発と標準化

— 聴覚特性と生活環境音の計測に基づく製品設計手法の提供 —

倉片 憲治*、佐川 賢

近年の少子高齢化に伴い、消費生活製品等の設計において、高齢者を含むより多くの人々のためのデザイン（アクセシブルデザイン）が求められるようになってきた。筆者らは、高齢者の聴覚および視覚機能に関わる日本工業規格（JIS）の作成をとおして、アクセシブルデザイン技術の開発とその普及に努めてきた。本論文では、報知音の音量設定方法に関するJIS S 0014を例にとり、アクセシブルデザイン技術の標準化に至るまでの研究過程を本格研究の観点から論じる。

1 はじめに

近年の少子高齢化、すなわち若齢者人口の減少と高齢者人口の増加に伴い、家電製品をはじめとする消費生活製品や情報通信機器、事務機器等の主要なユーザが、若齢者から高齢者に移りつつある。従来、それらの製品の設計にあたっては、暗黙のうちにユーザ層として若齢者を想定することが一般的であった。しかし、少子高齢社会では「アクセシブルデザイン」、すなわち高齢者を含む、より多くの人々のためのデザインが求められるようになっていく。

これはデザインに対する世代間の好みの違いといった表面的な問題にとどまらない。高齢ユーザが増えるにしたがい、正しい使用に必要な情報の見落としや聞き逃しによる製品の誤使用の増加が懸念される。そのため、製品の使用方法に関する情報を適切に表示し、より高い安全性を確保することが、これまで以上に求められる。また、高齢者自身にも、安全に製品を使用できない不安から、新しい製品の使用そのものを避けようとする傾向がある。そのため、買い換え需要が落ち込み、製品の市場規模全体が徐々に縮小していきかねない。一方、見方を変えれば、人口構造が大きく変化することは、新しい市場を開拓する好機でもある。これまで対象としなかった高齢者という新たなユーザ層を狙って、新しい製品を開発したり設計仕様を変更したりする動きが盛んになってきている。1990年頃より、消費生活製品や事務機器等のさまざまな製品分野で、高齢者特性を考慮したデザイン手法に対する関心が急速に高まっている。

このような社会情勢を受けて、筆者らは日本工業規格

（JIS）「高齢者・障害者配慮設計指針」のうち、聴覚及び視覚機能に関わる規格の原案作成及び制定に携わってきた^[1, 2]。本稿ではまず、アクセシブルデザイン技術の標準化の意義と必要性について説明する。次に、筆者らが制定に携わった規格の中から消費生活製品の報知音に関わるJIS S 0014^[3]を例にとり、アクセシブルデザイン技術の標準化に至るまでの研究過程を本格研究の観点から論じてみたい。

2 標準化の意義と必要性

筆者らは、アクセシブルデザイン技術の開発当初から、JIS等の制定を通じた標準化を目指してきた。その理由の一つには、高齢者配慮の製品が市場に出回るにしたがって、製造者又は製品の種類によって設計仕様が異なることによる混乱や、高齢者対応を謳いながら実際には適切な設計がなされていない製品が徐々に増えてきたという背景がある。一連のJIS「高齢者・障害者配慮設計指針」の制定は、現状の改善を望む行政及び産業界の強い要請を受けてのことであった。

しかし、そのような背景は別にしても、アクセシブルデザイン技術のような人間工学関連の技術開発には、開始当初から標準化を意識して行うことの利点が少なくない。まず、人間の特性は多面的であるため、一つの技術を開発するにあたって検討すべき要因が非常に多い。報知音の場合、聴覚の加齢特性が研究の対象となるが、聞き取りやすく分かりやすい音を設計するためには、周波数・音圧レベル・時間パターンの少なくとも3つの要因の影響を順次検討し

なければならない。学術的には、個々の要因ごとに実験条件を設定し、各条件での聴覚特性をいくらかでも細分化して研究することができよう。しかし、設計現場で必要とされるのは、そのような細切れの知識ではない。デザイン技術として完成させるためには、最終的にそれら個々の研究の成果を一つの手法に“統合”していく過程が必ず必要となる。

また、現場で有効に活用される技術の開発を目標とするならば、それは研究者の独善的な成果物であってはならない。人間特性に関する複雑なモデルを立て、込み入ったデザイン手法を用いれば、設計の精度はいくらでも向上させることができよう。しかし、精密なモデルほど、一般にその適用範囲は狭くなりがちである。それでは、われわれの多様な生活環境に対応可能な技術の開発にはつながらない。さらに、精度の良さと手法の使いやすさは、相反することが少なくない。たとえ優れたデザイン技術であっても、設計現場で広く活用されるものでなければ意味がない。

規格の原案作成段階では、学術的な正確性と技術的な有効性の両側面からの検討が行われる。そして、研究者だけでなく現場技術者らの意見も取り入れながら、一つの標準的手法としてまとめ上げる作業が行われる。そのようにして標準化された手法は、長い期間にわたり、広い分野の設計現場で使用されるツールになるものと期待される。

3 消費生活製品の報知音とその問題

本稿で扱う「報知音」とは、製品の動作状況をユーザに知らせるために、製品本体やリモコンから発せられる音である。これには、操作パネルのボタンを押したときにフィードバックとして鳴らされる音、製品の動作終了を知らせる音、誤操作や機器の異常を知らせるための音などが含まれる。これら報知音は適切に設計することにより、製品の使いやすさを向上させ、誤使用の発生率を低下させることができ

る。

しかし、従来の報知音は必ずしも意図どおりの機能を果たしていないため、ユーザからの苦情の原因となる事態がしばしば発生していた。苦情の内容は、大きく2つに分けられる(図1)。(1) 報知音が聞こえない：「報知音が鳴ったようであるが、聞こえなかった。」(2) 報知音の内容が分からない：「報知音は聞こえるが、それが何を意味しているのか分からない。」

報知音の設計において、音響的には3つの次元での操作が可能である：(a) 周波数(音の高さ)、(b) 音圧レベル(音の大きさ)、(c) 時間パターン(音の時間変化)。各々の次元で報知音を適切に設計していれば、上記のような苦情は生じなかったはずである。

報知音が聞こえないのは、音の周波数と音圧レベルの選択が適切でなかったために起きた問題であった^[4]。われわれの聴力は加齢に伴って次第に低下していく。若齢者には聞き取りやすい音であっても、聴力の低下した高齢者には聞き取れないことがある。一方、報知音の内容が分からないのは、製品の種類及び製造メーカーによって異なる時間パターンで報知音が鳴らされていたことが原因であった^[5]。

そこで、2002年、(財)家電製品協会が中心となって、報知音の周波数と時間パターンを定めたJIS S 0013^[6]が制定された。その規格では、高齢者には聞き取りにくい高い周波数の報知音を使用しないこと、報知音ごとに特定の時間パターンの報知音を使用することなどが推奨された。これによって、報知音設計において検討すべき3つの要素のうち、周波数と時間パターンの2つが規格化されたことになる。

残されたのは、音圧レベルの問題であった。報知音の音量を上げれば、たとえ聴力の低下した高齢者であっても聞き逃しが少なくなるのは確実である。しかし、それでは逆に若いユーザにとって“うるさい”音になりかねない。また、製品が使用される周囲の生活環境音も問題であった。静かな場所であれば十分聞こえる報知音であっても、周囲に妨害する音があると聞き取れないことがある。しかも、聞き取りの程度には個人差があり、特に高齢者でその差が著しい。報知音の音量設定の問題はJIS S 0013の原案審議の際にも指摘され、消費者及び障害者団体の代表者から解決が強く求められていたものであった。しかし、さまざまな生活場面で高齢者にも若齢者にも聞き取りやすい音量を適切に設定するのは容易でなく、対応が見送られていた。

そこで筆者らは、この3つの要因、すなわち(i) 加齢に伴う聴力低下、(ii) 生活環境音による妨害、及び(iii) 個人差の存在を考慮して、高齢者にも若齢者にも実際の生

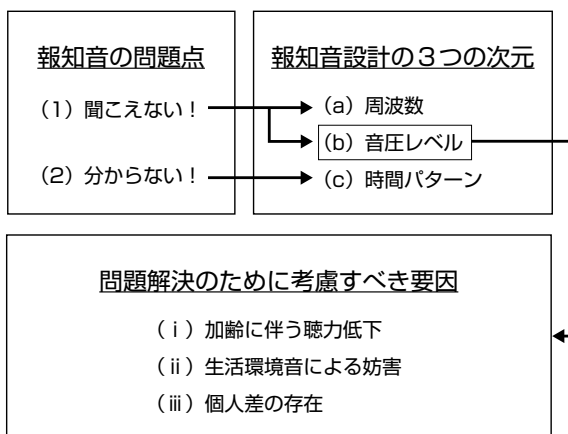


図1 報知音の問題点と解決すべき課題

活場面で聞き取りやすい報知音の音量設定手法の開発に着手した。その成果として提案し、制定されたのが JIS S 0014 である。

4 報知音の音量設定手法開発のための課題

前節で挙げた、報知音の音量設定手法開発において考慮すべき3つの要因には、それぞれ技術的に解決すべき課題がいくつか存在していた。以下に、個々の課題に対して筆者らがとった解決方法を、測定結果の一例を示しながら概説する。

4.1 加齢に伴う聴力低下への対応

開発する報知音の音量設定手法は、加齢に伴う聴力低下に適切に対応したものでなければならない。若齢者については、妨害音中の音の聞き取りに関する研究が古くから行われ、聞き取りの程度を予測するモデルも確立していた。すなわち、妨害音に対して目的の音のレベルがある一定以上大きいときに、その音が聴取可能となる。聴力の低下した高齢者であっても同様に、両者の音圧レベル差 (SN 比) に基づいて、目的の音が聞き取れるか否かが予測可能であると推測された。しかし、高齢者の場合に SN 比は少なくともいくらか必要か、その値は若齢者とどの程度異なるかを測定した有効なデータは、当時まったく存在しなかった。

そこで筆者らは、高齢者及び若齢者を対象に、妨害音中の音の聴取能力について測定を開始した。図2は、その結果の一例である。同じ妨害音の条件下であっても、高齢者は若齢者に比べて少なくとも 5 dB、聴力低下の大きい者まで含めると、周波数によっては約 10 dB 強い音でなければ目的の音が聞こえないことが分かる。本測定結果から、実環境における報知音の聴取の場合にも、同程度の年齢効果を見込む必要があると考えられた。

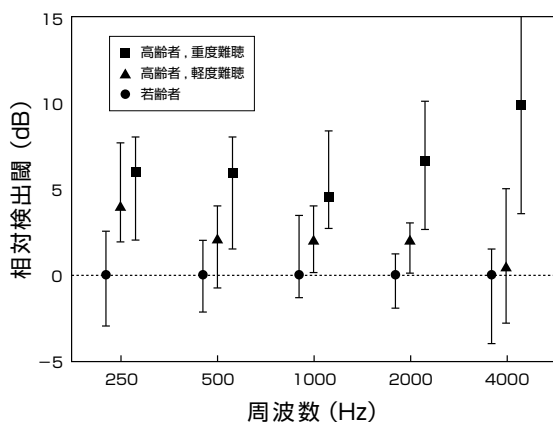


図2 妨害音中に提示された音の聴取に必要な音圧レベル (検出閾) 文献 [7] より改変。若齢者を基準 (縦軸, 0 dB) として、高齢者の検出閾の相対的な増加量を示す。

次に、以上の基礎的知見をもとに、現実の生活環境音がある場合に必要な報知音の音圧レベルを推定しなければならない。問題は、図2の実験に用いた妨害音は比較的単純な雑音であったが、生活環境音は時間的にも周波数的にも変動を伴うことであった。変動の種類や大きさによって、報知音の聞き取りやすさは異なってくる。しかし、あらゆる変動に対する聴感上の影響を実験的に検証することは現実的でない。音の検出プロセスに何らかの仮定をおいて単純化した、聴覚モデルを構築する必要がある。

筆者らが携わった雑音中の音の検出に関するこれまでの研究^[8, 9]や聴覚特性に関わる基礎研究^[10]を概観すると、音に含まれる細かな時間変動よりも平均的なエネルギー量の方が、多くの聴覚現象に対して大きく影響することが予想された。そこで、妨害音の種類や細かな音響的特徴にかかわらず、報知音と妨害音の平均的な音量の比 (SN 比) がある一定の値 (これを「下限値」とする) を超えると報知音が聞き取れると仮定した。

また、その値を超えてさらに報知音の音量を上げると、聴力の低下した高齢者であっても十分大きく聞こえるレベルに達するはずである。このことを実験的に調べると、ある一定のレベルに音が達したときに、高齢者も若齢者も同じように大きいと感じることが確認された^[11]。このときの音のレベルを「上限値」とし、下限値と上限値の間に収まるよう報知音の音圧レベルを設定することによって、変動を伴う妨害音中であっても適切な大きさに聞こえる報知音が設計できるとして、モデルの単純化を図った。

これらの仮説の妥当性並びに上限値及び下限値は、4.3節に記述する聴取実験によって検証され、測定されることになる。

4.2 生活環境音による妨害への対応

ユーザが製品を使用する場所はさまざまであり、環境条件はそれぞれ大きく異なっている。たとえ静かな実験室内で聞こえても実際の使用状況で聞き取れなければ、適切に

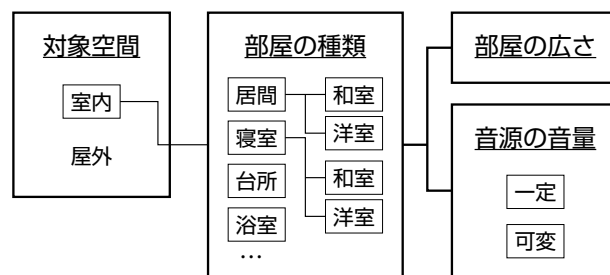


図3 生活環境音データベース TR S 0001^[12]で対象とした生活環境音の範囲と考慮した要因

設計された報知音とは言えない。妨害する騒音の大きさ、周波数成分の構成、時間変動といった音響特性によって、報知音に求められる最適な音量は異なってくる。しかし、製品のすべての使用状態を網羅し、発生しうるあらゆる騒音に応じた音量設定方法を定めるのは、実質的に不可能である。そのため、製品の使用環境で発生しうる生活環境音の音響特性をできるだけ単純化し、検証可能な程度にまでモデル化することが必要となってくる。

そこで、JIS S 0014 の提案に先立って、さまざまな生活場面を想定し、その場で発生する典型的な騒音の音響特性を記述した生活環境音データベース TR S 0001^[12] を作成した。測定の対象とした生活環境音の範囲と考慮した要因は図 3 のようにまとめられる。

まず、対象とする空間は室内に限定した。カメラのように室内外を問わず使用される製品もあるが、屋外環境までを含めると測定対象があまりに増えてしまう。多くの消費生活製品は室内で使用されることを考え、対象は室内で発生する音に限定した。しかし、対象を室内に限ってみても、一つの家屋には居間、台所などいくつもの部屋がある。さらに、和室か洋室かによる音響的な違いも無視できない。

部屋の容積もさまざまである。大きな部屋では室内の位置によって生活環境音のレベルも異なってくる。そこで、データベース作成に当たっては、室内の異なる位置で測定を繰り返し行い、その影響もあわせて記載した。また、台所の水音や居間のテレビの音など、使い方によって音量が大きく変わる音源もある。水音については水量を数段階に変えて測定し、テレビの音については高齢者の好む音量を、別途実験によって測定した^[13]。

このような測定の結果、本データベースには、16 種類の生活場面について 350 件以上の測定データが収録されるこ

とになった。TR S 0001 に収録された生活環境音の分析結果の一例を図 4 に示す。生活環境音の場合、測定家屋の違いによる音響特性のばらつきは無視できない。そこで本データベースでは、同図のとおり、測定値の分布も併せて表示している^[14]。このデータベースを活用することによって、生活場面ごとに騒音の特性はどの程度異なるか、家屋の違いによる特性のばらつきはどの程度か、といった検討が可能となる。

家屋が異なれば生活環境音の特性も大きく変動するはずであると想像するのが、おそらく一般的であろう。しかし実際には、図 4 に示されるとおり、1つの測定場面に特定して見れば、測定家屋によるばらつきは、たかだか 10 dB 程度に過ぎない（図 4 中、5 パーセントイル曲線と 95 パーセントイル曲線との間隔を参照）。むしろ、ある測定場面の音と他の測定場面の音（たとえば、流し台の水音と居間のテレビの音声）の特性差の方が大きい。そこで、個々の生活場面の音は 50 パーセントイル値の周波数特性（図 4 参照）で代表させ、典型的な生活場面を多数選択することで、家庭内で発生する生活環境音をほぼ網羅できると考えられた。そのようにして選択した種々の生活環境音を用いて、次節で述べる聴取実験のとおり、聞き取りやすい報知音のレベルを検証した。

4.3 個人差への対応

4.1 節及び 4.2 節の検討結果をもとに、妨害音中での聴取に必要な報知音の音圧レベルの上限値及び下限値を求めることで、報知音の適切な音量設定方法を確立することができる。ここで最後に残った問題は「個人差」であった。人間の感覚特性には個人差がある。さらに、その個人差は一般に加齢とともに増大していく。したがって、測定データの平均値だけを眺めていたのでは、高齢者の多くに対応

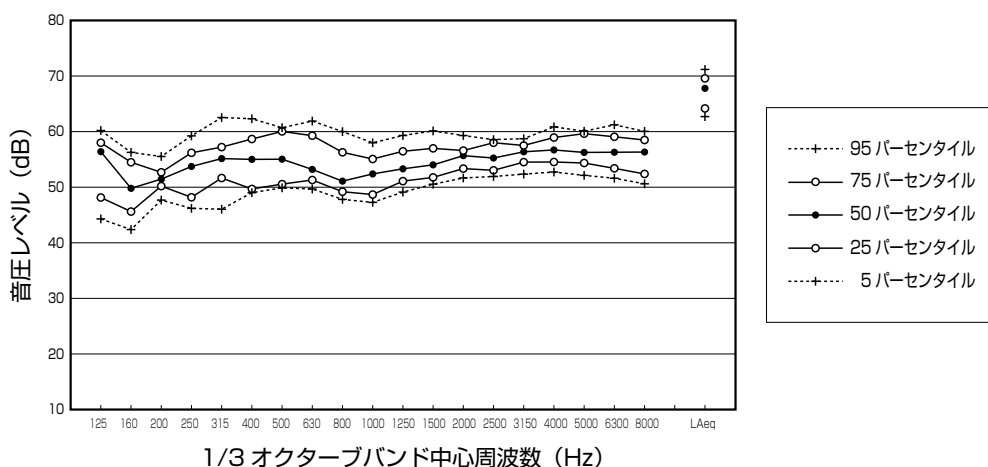


図 4 生活環境音データベース TR S 0001^[12] の分析図の一例（流し台で皿を洗う音）
複数件の家屋における測定値の分布を示す。

可能な基準値を見いだすことはできない。提案する音量設定手法は、十分な割合の高齢者の特性を満足すると保証されない限り、標準的方法として受け入れられない。そこで、個人差の統計的分布までを推定できるよう多数の測定値を精度良く求め、提案手法の一般化可能性を実験的に確認する必要があった。

本研究では、報知音をどの程度の音量に設定すれば何割の人が聞き取れるかを、種々の典型的な生活環境音（4.2節参照）を用いた聴取実験によって測定した。測定には、高齢者だけでなく若齢者も参加し、両者の聴覚特性の違いを比較検討した。そして、両被験者群で得られた測定値の統計的分布に基づいて、十分な割合（たとえば95%）の人が聞き取れる報知音のレベル（下限値）、および「よく聞こえる」と判断されるレベル（上限値）をそれぞれ推定した。一例として、上限値の推定に用いた測定結果の一部（1,000 Hz 報知音の場合）を図5に示す。

この測定では、高齢者群及び若齢者群が、報知音の聞き取りやすさを5段階で評定した。図中の各印は、各群の上位から95パーセンタイルにあたる評定値を示す。たとえば、図中矢印をつけた条件では、ある生活環境音を用いた測定条件において、各群の95%の者が「4:よく聞こえる」または「5:非常によく聞こえる」と回答したことを意味する。言い換えれば、「3:どちらでもない」以下の回答は5%未満であった。

この図によると、「4:よく聞こえる」との評定値（図中、横破線上の各点）は、報知音の音圧レベル75 dB（同、縦破線）より上の範囲に分布している。すなわち、どちらの被験者群でも、報知音のレベルが75 dBを下回ると、「報知音がよく聞こえる」と答える者の割合がすべての測定条件で95%を切ってしまう。逆に、このレベルを超えれば報知音を聞き逃す者の割合はさらに減少するであろうが、

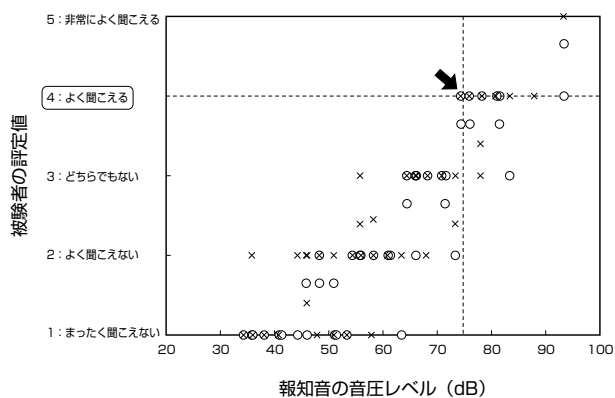


図5 報知音の上限値を求めるための評定結果の一例（1,000 Hz 報知音の場合）
○印：高齢者群、×印：若齢者群。

一方で“うるさい”と感じる者が増加するため、日常的に用いる製品の報知音の大きさとしては望ましくない。そこで、75 dBを報知音の上限値と定めることとした。なお、下限値についても、聴取実験の結果に基づいて、さまざまな周波数の報知音に対して同様に推定を行った。

以上の分析結果全体を通して見ると、どの報知音の周波数および生活環境音を用いた測定条件でも、上限値及び下限値をある特定の値に定めることが可能であった。これによって、4.1節で立てた聴覚モデルの妥当性が確認されたことになる。測定に使用した妨害音は生活環境音の特徴をほぼ網羅したものであるため（4.2節）、本測定の結果は実際の生活場面にも精度良く当てはまるはずである。

なお、個人差を考慮して測定データを統計的に分析するために、実験は必然的に大がかりなものとなる。実際、図5は高齢者・若齢者あわせて80名が70種類の条件で音の聞き取りを行った計5,600個のデータに基づいている。このような大規模計測の結果が、報知音の音量の下限値および上限値を規定する際の根拠となっている^[15, 16]。

5 JIS S 0014 による報知音の音量設定手法

以上の検討結果に基づいて、JIS S 0014に示す報知音の音量設定手法がまとめ上げられた。その手順は図6のとおりである。

まず、試作した報知音と、その報知音が組み込まれる製品の使用場面で発生する生活環境音（たとえば、台所で使用する製品であれば流し台の水音）の音圧レベルを測定する（図6①）。次に、両者の音圧レベルを比較し（同図②）、報知音が聞き取りやすい音量であるかを判断する（同図③）。生活環境音と報知音のレベル差（SN比）が下限値と上限値の間であれば、聞き取りやすい音量であると判断される。それ以外の場合は、報知音の音量を調整する（同図④）。下限値を下回れば生活環境音にかき消されて聞こえないと予想されるので、報知音の設定音量を上げる。逆に、上限値を上回るようであれば不必要に大きな音であるので、設定音量を下げる。以上の手続きを経ることによって、目的どおりの音量に設定された報知音を作成することができる（同図⑤）。

6 従来型の人間特性研究と比較したアクセシブルデザイン技術開発研究の特徴

以上、JIS S 0014 報知音の音量設定手法を例に、アクセシブルデザイン技術開発の過程を述べてきた。ここで、その特徴を明確にするために、本格研究の観点から従来型の人間特性研究と大きく異なる点を2つ指摘する（図7）。

まず一つめは、多数の被験者を対象として特性データを

収集する点である。ヒトの感覚機能のメカニズムを解明したり、そのモデルを検証したりする従来型の研究（第1種基礎研究）では、数名程度の被験者の測定データをもとに議論がなされることが多い（図7、矢印①）。そこでは、感覚の基本メカニズムはすべての人に共通であると考え、“平均的な”人間像が想定される。そして、個人差は一種の“誤差”として無視されるのが普通である。

一方、アクセシブルデザイン技術の標準化研究では、加齢変化を含め、感覚特性の個人差そのものが扱うべき研究対象である（矢印②）。そのため、数十名から、場合によっては100名を超える被験者のデータを収集する。個々の測定の方法や項目は、第1種基礎研究で用いられるものと大差ない。しかし、個人差の統計的性質を分析し、開発する技術の一般化を図ること（第2種基礎研究）によって、従来、実験室内に閉ざされていた人間特性研究を現場で役立つデザイン手法へと拡張する。

その目的のために、感覚特性データを収集する実験条件も、実験室的な限定された条件だけでなく、より実生活に近い条件を設定しなければならない。そこで、どのような条件を設定すべきか、果たしてそれが実際の生活環境を代表する設定になっているかの検討が必要となる。報知音の場合、製品が用いられる実際の生活場面で発生する騒音を収集し、その音響的な特徴を抽出する作業が必要であった（第2種基礎研究）。生活環境音の分析自体は研究の目的でないが、報知音の音量設定手法の妥当性を検証するために欠かせない過程であった。

二つめの特徴は、手法の単純化に重点が置かれる点で

ある。アクセシブルデザイン技術は、あくまで製品設計の現場において適用可能な手法でなければならない。人間の感覚機能に関する複雑なモデルを立て、込み入ったデザイン手法を用いれば、設計の精度は向上する（矢印③）。しかし、あまりに複雑な設計手法では、コスト削減や迅速さが求められる実際のデザイン現場では使えない（また、デザイナーは必ずしも聴覚や視覚の専門家ではない）。複雑なモデルや手法は、概してその適用範囲が狭くなりがちである。アクセシブルデザイン普及のためには、製品分野の垣根を超えてさまざまな製品に適用できなければならない。適用範囲を制限せず、かつ設計精度を維持しつつ手法をどこまで単純化できるか、それがアクセシブルデザイン技術の標準化における最も挑戦的な課題である（矢印④）。

モデルの単純化は試行錯誤的にも行えるが、人間特性に関する基礎的知見（第1種基礎研究の成果）を援用することが欠かせない。報知音の場合、騒音中の報知音の聞き取りに関する聴覚モデルを単純化する必要があった（4.1節）。しかし、あらゆる変動音に対する聴感上の影響を検証することは不可能である。聴覚特性に関わるさまざまな基礎研究の知見を統合的に検討して、騒音と報知音の音量比（SN比）が聞き取りやすさを決定するとモデルを単純化し、それを実験的に検証した（第2種基礎研究）。

7 アクセシブルデザイン技術標準化の今後の展開

7.1 新たな報知音や音声ガイドへの対応

JIS S 0013 及び 0014 の制定によって、消費生活製品の報知音の基本的仕様に関する規格化はほぼ終了したといえ

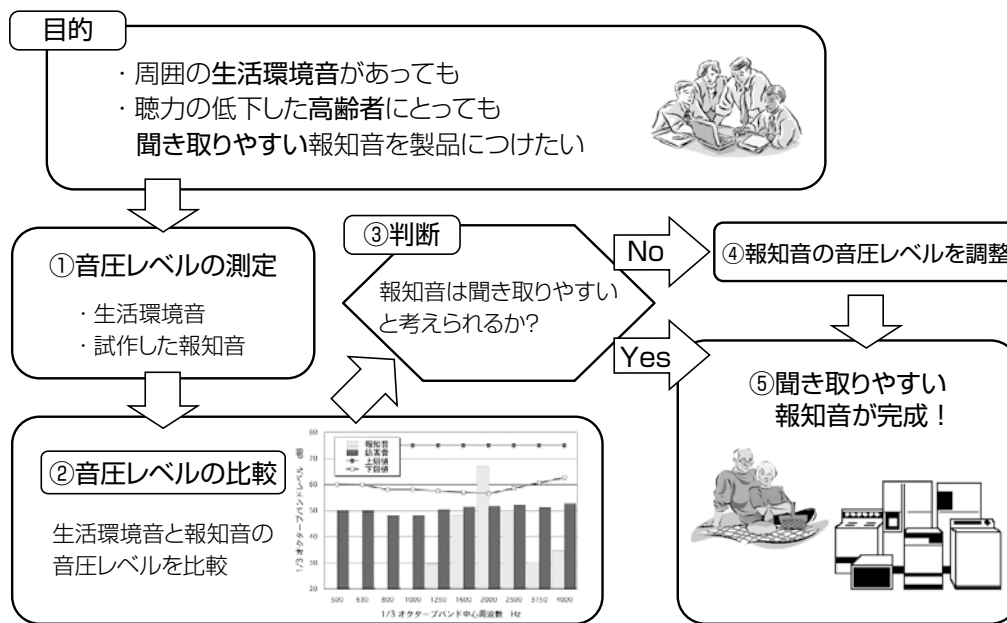


図6 JIS S 0014 に規定された報知音の音量設定方法の概略図（文献[17]より改変）

る。しかし、報知音が普及するに伴って、新たな標準化の要望が産業界から寄せられている。

一つめは、より複雑な音響的構造をもつ報知音に関するものである。現在のJISでは、音の高さと音量が一定の比較的単純な音を規定の対象としている。しかしその後、携帯電話の着信メロディに代表される新しい技術の進歩と普及によって、より音楽的で複雑な音を報知音に使用する動きが出てきた。二つめは、音声の使用に関するものである。製品の操作説明など、より多くの情報をユーザーに伝えるために、単純な報知音だけでなく音声ガイドを使用した製品が今後増えていくことが見込まれている。

JIS S 0014では、聴覚や音響の専門家でない現場のデザイナーでも使用できるよう、設計手法をできるだけ単純化してある。しかしそれでも、「難しい」という声が筆者らに寄せられることがある。手続きの煩雑さを増すことなく、音響的により複雑な報知音や音声ガイドに対応した手法へと現行のJISを発展させることが、今後の大きな課題である。

7.2 国際標準化への展開

JIS「高齢者・障害者配慮設計指針」は、幸いにもアクセシブルデザインを志向する多くの製品の設計において使用されるに至っている。JIS S 0014を含め、そのうちのいくつかについては、国内での標準化の段階として、ISO規格化の作業が現在進行中である^[17]。本稿で取り上げた報知音の音量設定方法のように、人間の基本的な感覚特性に基づく設計手法は、原理的にどの国の製品にも適用可能なはずである。少子高齢化が進む日本以外の国々においても、このアクセシブルデザイン技術は有効に使われるものと期待している。

また、国際標準化作業にあわせて、筆者らはそれら規格を他の製品規格において引用するよう規格作成者らに働

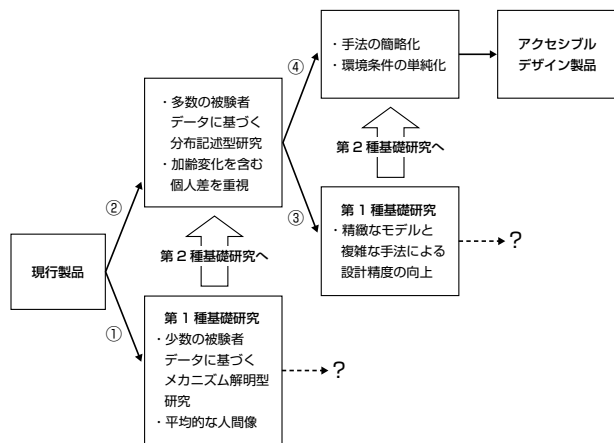


図7 従来型の人間特性研究との比較で表したアクセシブルデザイン技術開発の段階

きかけ、アクセシブルデザイン技術を広く普及させる取り組みも始めている。アクセシブルデザイン技術は、製品の種類や生産国を問わず共通化されることが望ましい。たとえ高齢者にとって使いやすい良いデザインであっても、互いに相容れないデザインが混在している場合は、ユーザーにとってはかえって不便だからである。

使用者の特性やニーズに合わせたきめ細かなもの作りは、もともと日本企業が得意とするところである。アクセシブルデザイン製品の分野においても、日本の産業界が世界市場をリードしていくことができれば、本研究開発も成功であったと言えよう。

謝辞

筆者らが原案を作成したJIS「高齢者・障害者配慮設計指針」の多くは、独立行政法人製品評価技術基盤機構と共同で実施した標準基盤研究の成果に基づいている。特に、高齢者の感覚特性に関する大規模計測の実施には、同機構の協力が不可欠であった。記して、関係各位に謝意を表す。

キーワード

高齢者、聴覚、視覚、報知音、標準化、日本工業規格

参考文献

- [1] 人間福祉医工学研究部門, 成果普及部門工業標準部: 妨害音及び高齢者の聴力低下を考慮した報知音に関する標準化研究, *産総研 Today*, 4(3), 33 (2004).
- [2] 人間福祉医工学研究部門, 成果普及部門工業標準部: 年代別相対輝度及び光の評価方法に関する標準化研究, *産総研 Today*, 4(5), 23 (2004).
- [3] 日本工業規格: JIS S 0014 高齢者・障害者配慮設計指針-消費生活製品の報知音-妨害音及び聴覚の加齢変化を考慮した音圧レベル, 日本規格協会 (2003).
- [4] 倉片憲治, 松下一馬, 久場康良, 口ノ町康夫: 家電製品の報知音の計測-高齢者の聴覚特性に基づく検討-第2報-, *人間工学*, 35, 277-285 (1999).
- [5] 倉片憲治, 松下一馬, 久場康良, 口ノ町康夫: 家電製品の報知音の計測-第3報-発音パターンの分析-, *人間工学*, 36, 147-153 (2000).
- [6] 日本工業規格: JIS S 0013 高齢者・障害者配慮設計指針-消費生活製品の報知音, 日本規格協会 (2002).
- [7] K.Kurakata, K.Matsushita, A.Shibasaki-K and Y.Kuchinomachi: Detection threshold for pure tones presented against a broadband noise - A comparison of young and elderly listeners -, *Proc. 17th International Congress on Acoustics*, 4, 3A.15.02 (2001).
- [8] S.Namba, S.Kuwano, K.Kinoshita and K.Kurakata: Loudness and timbre of broad-band noise mixed with frequency-modulated sounds, *J. Acoust. Soc. Jpn (E)*, 13, 49-58 (1992).
- [9] S.Kuwano, S.Namba, K.Kurakata and Y.Kikuchi: Evaluation of broad-band noise mixed with amplitude-modulated sounds, *J. Acoust. Soc. Jpn (E)*, 15, 131-142 (1994).

- [10] 難波精一郎, 桑野園子: 種々の変動音の評価法としての Leq の妥当性並びにその適用範囲の検討, *日本音響学会誌*, 32, 774-785(1982).
- [11] K.Kurakata, A.Shibasaki-K. and Y.Kuchinomachi: Loudness functions of elderly adults for pure tones and low-pass filtered noises, *Proc. 7th Western Pacific Regional Acoustics Conference*, 191-194 (2000).
- [12] 日本工業規格: TR S 0001 消費生活製品の報知音等の設計指針-生活環境音データベース, 日本規格協会 (2002).
- [13] 倉片憲治, 久場康良, 木塚朝博, 口ノ町康夫: 高齢者の聴力レベルとテレビの聴取音量の関係, *人間工学*, 35, 169-176 (1999).
- [14] K.Kurakata, K.Matsushita and Y.Kuchinomachi: Database of domestic sounds for evaluation of auditory-signal audibility: JIS/TR S 0001, *Acoust. Sci. & Technol.* 24, 23-26 (2003).
- [15] 倉片憲治, 水浪田鶴, 松下一馬: 生活環境音中に呈示された純音信号の聞き取りやすさ評価-若年者と高齢者の比較-, *日本音響学会秋季研究発表会講演論文集*, 459-460 (2002).
- [16] K.Kurakata and K.Matsushita: Japanese Industrial Standards on designing auditory signals of consumer products for the elderly and for use in noisy conditions, *Proc. XVth Triennial Congress of International Ergonomics Association*, No.713 (2003).
- [17] アクセシブルデザイン製品の普及にむけて-聴覚・視覚に関わる標準化研究の成果を ISO 規格化提案, *産総研 Today*, 7(7), 19 (2007).

(受付日 2007.9.18, 改訂受理日 2007.11.26)

執筆者履歴

倉片 憲治 (くらかた けんじ)

1996 年、工業技術院生命工学工業技術研究所入所。現在、人間福祉医工学研究部門アクセシブルデザイン研究グループ、グループ長。高齢者の聴覚特性の研究を行うとともに、聴覚・音響分野の JIS 原案作成及び国際標準化活動に従事。ISO/TC 159 (人間工学) /SC 5/WG 5 コンビナー(議長)、ISO/TC 43(音響) /WG 1 エキスパート(専門委員) 等を務める。高齢者・障害者に使いやすい製品、生活しやすい環境を作ることが、すべての人に住みよい社会を創ることにつながると考え、アクセシブルデザイン技術の普及を目指している。

佐川 賢 (さがわ けん)

1975 年、工業技術院製品科学研究所入所。現在、人間福祉医工学研究部門、上席研究員。視覚の心理物理学的計測をとおして、測光や視環境評価の研究に従事。これまでに薄視測光システムの開発、色彩環境の快適性の定量化、高齢者・障害者の視覚特性計測等を行い、それらの研究成果を JIS や ISO などの標準化をとおして普及に努めている。現在、国際照明委員会 (CIE) 幹事、ISO/TC 159(人間工学) /WG 2 コンビナー(議長) 等、国際標準化活動に従事。

査読者との議論

議論 1 研究プロセスと論文構成

質問 (赤松 幹之)

アクセシブルデザインにとって「なぜ、標準化がベストチョイスか」という研究者としての考えが分かるような全体構成にすることが望まれます。アクセシブルデザインにおける標準化の有効性、そのための標準/規格の要件、それに基づくデータ収集、のように、ニーズを具体化して、それにシーズを提供していくというプロセスが明確に書かれていると、標準という方法をとることが得策なのか、標準という方法をとる場

合には、どのような標準がよく、そのために何をすべきなのか、といったことが書かれていると、読者に大いなる参考になると思います。

質問 (一條 久夫)

研究の流れは詳述されていますが、要素技術と、その選択・統合プロセスが若干分りにくいように思います。

回答 (倉片 憲治)

下記の修正を施したことにより、ご指摘のような全体構成になり、標準化研究の意義と利点が明確になったのではないかと考えます。

- ・標準化の意義と重要性に関する 2 章の追加
- ・報知音の設計上の問題を整理した 3 章の記述の整理
- ・規格の実際の活用に関する 5 章の記述の修正

議論 2 研究の課題について

質問 (赤松 幹之)

大枠の課題設定だけでなく、細かい課題についても触れられると良いと思います。例えば、現実の生活環境では、機器とユーザとの距離も様々ですし、機器とユーザとの間に家具などがある場合もあるでしょう。生活環境についても、反響の強い部屋もあればデッドな部屋もあり、それによる違いもあるかもしれません。どこまで課題として検討して、そのうちから研究対象とした範囲に選んだ理由などが明確になっていると良いと思います。

回答 (倉片 憲治)

ご指摘の生活環境音に関する細かな課題について、「4.2 生活環境音による妨害への対応」に記述を加えました。高齢者の聴覚特性に関しても、「4.1 加齢に伴う聴力低下への対応」にて技術的課題を詳述いたしました。これらの追加により、筆者らがたどった思考過程をより明確にお読みいただけるようになったものと考えます。

議論 3 研究成果の評価について

質問 (赤松 幹之)

当初設定した研究目標にどの程度達したのかを示し、自己評価してもらいたいと思います。著者から見て結果としての JIS が十分に満足に足るものであるのか、まだ不十分と考えていることがないのか、などの記載を期待します。

回答 (倉片 憲治)

JIS として制定した技術によって、当初設定した研究目標はほぼ達成されたと考えております。しかし、その後の技術的進展によって、当該 JIS では対応できない報知音の使用等、新たな課題が発生してきました。その点を、「7.1 新たな報知音や音声ガイドへの対応」に今後の展開として記述することで、現状の自己評価といたしました。併せて、JIS の普及策について、同節及び「7.2 国際標準化への展開」でより詳しく記述しました。

議論 4 モデルの単純化に対する考え方について

質問 (一條 久夫)

平均的エネルギー量が聴覚現象に大きく影響すること、この単純化がモデルの本質をついたものであると考えるに至ったプロセスについて記述されると良いと思います。

回答 (倉片 憲治)

このプロセスは、以前私自身が携わった研究の延長で考えに至ったものですので、その文献 [9, 10] を引用いたしました。また、「4.1 加齢に伴う聴力低下への対応」での記述を詳しくすることによって、筆者らがたどった思考過程がより明確になるようにいたしました。

議論 5 本研究と第 1 種基礎研究との相互関係

質問 (小野 晃)

図 7 で従来型の研究と今回の研究とを対比しており、②と④を第 2

種基礎研究に位置づけ、①と③を第1種基礎研究として位置づけています。著者らは本研究で意図的に第2種基礎研究の手法を取ることで、目標としたアクセシブルデザインの標準化に成功したことは高く評価されます。しかしながら一方で、第1種基礎研究と位置づけられている①と③の研究成果が、何らかの形で本研究に対して意味を持つ場合もあるのではないかと気がします。

たとえば、③の研究は精緻なモデルを提示できるがゆえに、簡略化・単純化された④の研究結果の妥当性を、その一部ではあっても、検証するものとして使えることはないでしょうか。

また①の研究は、人間の平均的な像を提示するものと思いますが、人間のばらつきや多様性を記述する②の研究を根幹の部分で支えていることにならないでしょうか。著者の見解をお聞かせ下さい。

なお査読者は、第2種基礎研究が、関連する第1種基礎研究の成果をベースとして、その上に展開されるというイメージを持っているために、本研究の場合にどのような相互関係になっているかという興味から、このような質問をさせていただきました。

回答（倉片 憲治）

的確なご指摘をいただいたと思います。ご質問のとおり、筆者らが手がけてきたアクセシブルデザイン技術の標準化研究も、「第2種基礎研究が、関連する第1種基礎研究の成果をベースとして、その上に展開される」という枠組みに当てはまると考えられます。すなわち、本研究の特徴は、人間特性に関する第1種基礎研究の成果を、環境条件の考察などの第2種基礎研究を通して、現実場面に適用可能なデザイン手法に“昇華”させた点にあると考えます。

また、図7では、本研究と従来型研究との対比が二者択一的に描かれていた点も不適切であったようです。第1種基礎研究の必要性・重要性は踏まえつつも、それが成熟しかかったある時点で第2種基礎研究と組み合わせ、本格研究への転換を図ったことが、アクセシブルデザイン製品の実現に有効であったことを図示すべきでした。

最終稿では、これらを考慮して、第1種・第2種基礎研究の関係をより明確にした図に差し替えました。