



# アクセシブルデザインと国際標準化

佐川 賢<sup>\*1</sup> · 倉片 憲治<sup>\*2</sup> · 横井 孝志<sup>\*2</sup>

## Accessible Design and its International Standardization

Ken SAGAWA<sup>\*1</sup>, Kenji KURAKATA<sup>\*2</sup>, and Takashi YOKOI<sup>\*2</sup>

**Abstract**— “Accessible design” is an emerging design method of products, services and environments. It takes into account special requirements of older persons and persons with disabilities in the design process and, thereby, maximizes the number of their potential users. In the design process, ergonomic knowledge and human-ability/characteristic data of those target users play a crucial role. This paper reviews the development of accessible-design methods in a variety of fields such as user-interface design of consumer products and shows how ergonomic knowledge and data can be used effectively. It also focuses on relevant activities of international standardization in Technical Committee 159 “Ergonomics” of International Organization for Standardization.

**Keywords**— accessible design, international standardization, aging, people with disability, ergonomics

### 1. アクセシブルデザインとその背景

国連の2006年統計では、世界の60歳以上の高齢者は現在6億8800万人、2050年までには20億人まで増加する。この半数以上(54%)がアジア地区で占められ、中でも日本は世界一の長寿国として超高齢社会に突入している。

一方障害者に関しては、2006年、国連において障害者権利条約が採択され、障害者の基本的権利の尊重が全世界に向かって発信された[1]。日本は現在、批准に向けた法整備を行っているところである。

こうした社会的背景の下、ユニバーサルデザイン、アクセシブルデザイン、インクルーシブデザイン、デザインフォーオール、バリアフリー等々、様々な概念による高齢者や障害者のための製品・環境・サービス等の設計が急速に進められてきた。

アクセシブルデザインとは、製品や環境がより多くの人に“accessible”となるようにデザインすることを目的としている。“accessible”とは“近づける”“利用できる”と考える。私たちの身の周りには高齢者や障害者が利用

したくても利用できない製品は多い。それらを少しでも多くの人々が利用できるように設計するのが、アクセシブルデザインである。

たとえば、高齢になるとヒトは視力が衰え、家電製品や薬瓶に書かれた小さな注意書きなどは読みづらくなる。また、家電製品の報知音として用いられている周波数の高い音も高齢者には非常に聞こえづらくなる。場合によって、重要な警告音を聞き漏らすこともありうる。このような不便さを解消するために、高齢者でも読める文字サイズで設計したり、高齢者にも聞こえやすい報知音を設計したりする、これがアクセシブルデザインである。

もちろん特定の個人に対して眼鏡や補聴器でこれらの問題を解決することも可能であり、実際そうした技術も進んでいる。これに対し、アクセシブルデザインは、人間側ではなく製品側を工夫することで、多数の人がその製品や環境を利用できることをねらう。そのためには、高齢者・障害者を含めた利用者全体の特性に関する統計的知識や数値データが必要となる。人間の機能や特性は多い。視覚・聴覚等の感覚機能だけでなく、認知機能、動作機能等、人間の様々な機能が含まれる。

アクセシブルデザインは、決して高齢者や障害者を特別に扱ったり、あるいは排除したりすることはしない。**Fig. 1**に示すように、アクセシブルデザインの目指すところは、あくまで利用者層の拡大である。製品や環境の設計における簡単複雑を問わず様々な工夫を凝らすこと

\*1 日本女子大学家政学部 東京都文京区目白台 2-8-1

\*2 産業技術総合研究所ヒューマンライフテクノロジー研究部門 茨城県つくば市東 1-1-1

\*1 Japan Women's University, 2-8-1 Mejirodai, Bunkyo-ku, Tokyo

\*2 National Institute of Industrial Science and Technology (AIST), AIST Tsukuba Central 6, 1-1-1 Higashi, Tsukuba-shi, Ibaraki

Received: 3 February 2011, 12 February 2011

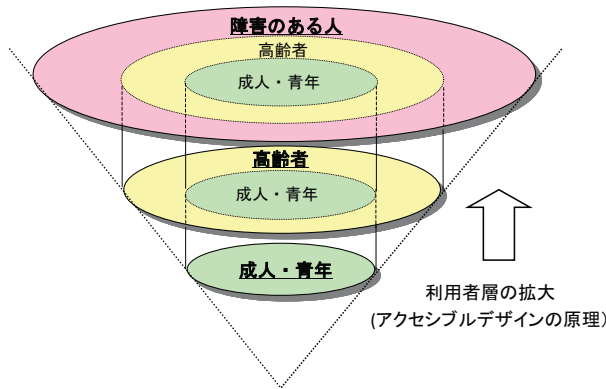


Fig. 1: アクセシブルデザインの概念 (利用者層の拡大)

によって、それを利用できるユーザ層の増加をねらう。

## 2. ISO におけるアクセシブルデザインの普及と人間工学

アクセシブルデザインの考えは、国際標準化機構 (ISO) や日本工業標準 (JIS) などの規格作成の分野で発展してきた。従来の規格は、主として若年・青年層を対象とした規格が中心であったが、前述の社会的背景の変化を受けて、規格化された製品を利用する高齢者・障害者の要望や不便さを考慮することになった。

2001年、ISOは高齢者・障害者に特有の不便さや要求事項を規格に反映させるために、規格作成の指針であるガイド「ISO/IEC Guide 71」を制定した [2]。このガイドは、アクセシブルデザインの重要性やその基本的概念を規格作成者に説いたものであり、これによって ISO が発行する規格に高齢者・障害者への配慮が浸透することとなった。

ガイド 71 は、発行後、多くの国や関係者から関心が寄せられ、欧州標準化委員会 (CEN) では地域内標準として、さらに日本を始めとする韓国、スペイン、イタリアなどの国々では国家規格として、幅広く取り入れられ、現在ではガイド 71 は ISO の発行するガイドの中で、最も知名度の高いものの一つとなっている。

デザインの視点から見ると、製品・環境・サービスを設計する際に配慮すべき点が具体的に記されているのが良い特徴である。規格作成者は、それぞれの規格作成においてこれらの点を配慮することにより、作られた製品や環境が高齢者・障害者を含む、より多くの使用者に適合することが期待できる。Fig. 2 は、その具体的な配慮項目を記したものである。

しかし、ガイド 71 はあくまで高齢者・障害者のニーズを考慮する必要性を説いたガイドであり、配慮項目に関する具体的な技術は紹介されていない。詳細な設計手

アクセシブルデザインにおける配慮項目

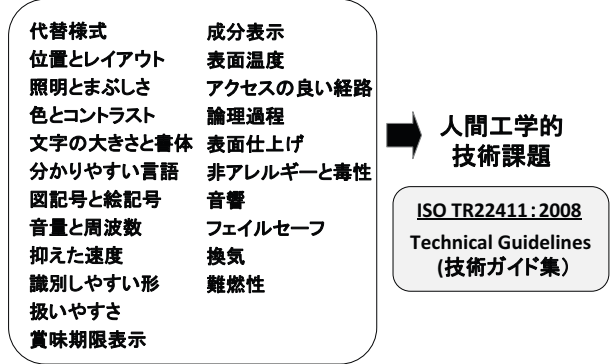


Fig. 2: ISO/IEC Guide 71 に挙げられたアクセシブルデザインの配慮項目と技術ガイド

法に関する技術的指針が必要であり、これを整えることによって、アクセシブルデザインの実践が加速的に進展すると期待される。

そこで次のステップとして、ガイド 71 を補完する技術報告書 (TR) や高齢者・障害者対応技術に関する個別規格の作成が必要である。ここで、最も必要とされるのは、人間工学に関する知識や技術である。Fig. 2 の配慮項目を見てもわかるように、この項目には数多くの人間工学的要素が関係する。配慮項目を実現させるためには、人間特性に基づくデータや知識の収集は欠かせない。

ISO の技術委員会の中で、TC159「人間工学」はこのような状況を踏まえ、技術報告書 ISO/TR 22411 の編纂にとりかかった。4年にわたる原案作成の議論と作業を経て、この報告書は 2008 年に発行されている [3]。現在ではより充実した第 2 版の編集作業も進められている。

以下にその報告書に基づくアクセシブルデザインの例をいくつか示し、人間工学や人間特性データがどのように用いられているかの具体的な事例を示したい。

## 3. アクセシブルデザインにおける人間工学

### 3.1 代替様式

アクセシブルデザインの基本的技術として代替様式 (alternative format) がある。この手法は、ある感覚やモダリティの情報を他の情報で置き換える手法であり、例えば視覚障害者には触覚を通して、同等の情報を伝えようとするものである。

一例を、Fig. 3 に示す。シャンプーとコンディショナーのボトルを区別するためにシャンプーボトルのみに触覚マークを入れて識別する工夫が普及している。また、牛乳パックでは、上部に切り欠きを入れて、他の同様な形の容器の飲料 (ジュースなど) と区別できるようにしている。これらは視覚情報を触覚情報で置き換える代替様



Fig. 3: 代替様式の例. シャンプーボトル側面の触覚マーク及び牛乳パックの切り欠き

式の例であり、触覚情報が視覚に代わる有効な情報提供手段であることを示す。この他にも、同形のプリペイドカードに形の異なる切り欠きを入れてカードの種類や差し込む方向を識別させたり、エレベータの押しボタンにある浮き上がり文字や記号を使用したりすることなども、この代替様式の活用例である。これらは、比較的簡単な技術であり、アイデア型のデザインと言えよう。

ただし、どの感覚の情報を他のどの感覚等で置き換えるのが有効かは、対象に応じて検討が必要である。例えば、時間的に変動する聴覚情報は、同様に時間的変動を伝えやすい触覚振動で置き換えることが合理的である。聴覚障害者用の触覚振動型目覚まし時計は、その一例と言えよう。

製品や環境の設計にあたっては、特に感覚障害のある使用者を念頭に置いて、代替様式による情報提供を積極的に行うことが望まれる。また、同じ視覚情報であっても色だけでしか識別できない場合は、色覚障害者にはそれらを区別できない。この場合は形などの違いを付加すると分かりやすい。この工夫は、文書の場合、白黒印刷に直した場合にも可読性を維持する上で効果的である。このように、同じ感覚に係わるデザインでも、情報の種類を替えることにより、代替様式の手法が有効となる。

### 3.2 視力特性と最小可読文字サイズ

文字は視覚情報の中でも特に重要なものである。高齢者やロービジョン（弱視）と呼ばれる視覚障害者にも、読みやすい文字を提供したい。彼らが読むことのできる最小の文字サイズが推定できれば、公共施設や一般の案内表示に関するアクセシビリティは大きく進展する。

人間工学的に考えると、文字の可読性を決定する主たる要因は視力である。視力が悪い場合は大きな文字が必要であり、視力が良い人には小さな文字が良い。問題は、視力が観察条件や観察者の特性（年齢等）により大

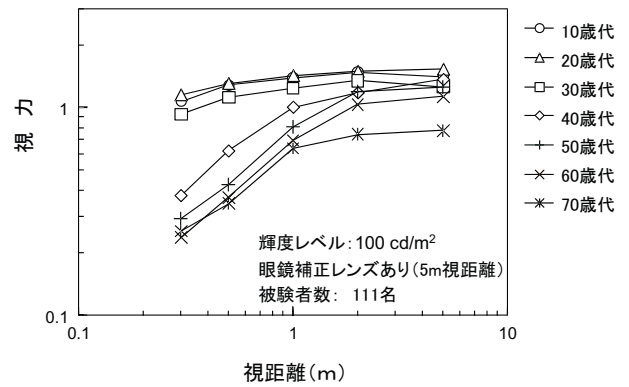


Fig. 4: 年齢別の視力データ（視距離の影響）

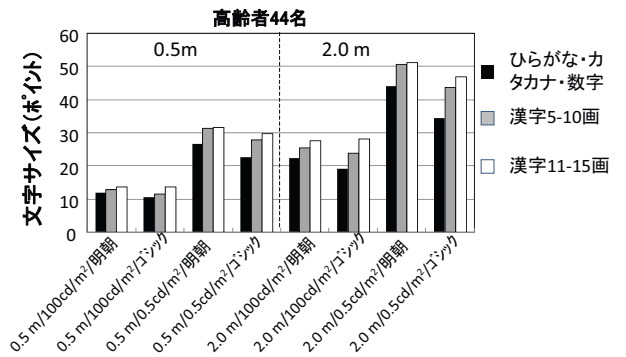


Fig. 5: 異なる観測条件における最小可読文字サイズデータ

きく変化することであり、この変化する視力をどのように把握し、どのように可読文字サイズの設計に結びつけていくかである。

Fig. 4 は、年齢の異なる 111 名の被験者に対して視力と視距離の関係を調べた結果である [4]。40 歳代を過ぎると近距離の視力が低下する様子が示されている。ここでは示していないが、視力と輝度レベルの関係も同様に調べており、暗くなると視力はどの年代でも一様に低下することが分かっている [4]。

Fig. 5 は同様な条件で、日本語を対象として読むことのできる最少の文字サイズを調べたものである。視距離、輝度レベル、文字種、フォントによって、最小可読文字サイズが様々に変化することがわかる。

Fig. 4 と Fig. 5 のデータから、視力と可読文字サイズを結びつけることができる。ここで、サイズ係数  $S$  [視距離 (単位: m) を視力値 (ランドルト視力値) で割った値,  $S = D/V$  ( $D$ : 視距離 [m],  $V$ : 視力)] という新たな変数を導入して分析すると、以下の式 (1) に示すように、簡単な一次式で最小可読文字サイズが近似できる。この式 (1) により、年齢、視距離、輝度レベルが変化した場合の最小可読文字サイズは、簡単に推定できる。

Table 1: 最小可読文字サイズを求める式 (1) の係数

文字種類		<i>a</i>	<i>b</i>
明朝体	ひらがな	8.2	2.6
	カタカナ		
	アラビア数字		
ゴシック体	漢字 5-10 画	9.6	2.8
	漢字 11-15 画	9.6	3.6
	漢字 5-10 画	8.1	3.4
ゴシック体	ひらがな	6.4	3.0
	カタカナ		
	アラビア数字		
明朝体	漢字 5-10 画	8.1	3.4
	漢字 11-15 画	8.6	4.1
	漢字 5-10 画	8.1	3.4

$$P = aS + b \tag{1}$$

ここで、*P*: 最小可読文字サイズ (ポイント)

*S*: サイズ係数 [視距離 (m)/視力]

*a*, *b*: パラメータ

なお、パラメータ *a* 及び *b* は、文字種とフォントタイプごとに、あらかじめ Table 1 のようにまとめておく [5].

例えば、70 歳の者が視距離 50 cm, 100 cd/m<sup>2</sup> の明るさの条件で、ゴシック体、漢字 5~10 画の文字を読む場合を想定してみると、まず視力データより、視距離 50 cm, 100 cd/m<sup>2</sup> での 70 歳の視力 (= 0.4) がわかり、そして、その視力からサイズ係数 *S* [距離 (m)/視力 = 0.5/0.4 = 1.25] を求め、さらに Table 1 中の対応するパラメータを選ぶと、以下の式 (2) の計算のように最小可読文字サイズ *P* を 13.5 と推定できる。

$$P = 8.1 \times 1.25 + 3.4 = 13.5 \tag{2}$$

ちなみに、明朝体で同じ計算を行うと 14.8 となり、明朝体ではゴシック体よりも大きい文字サイズが必要であることがわかる。すなわち、ゴシック体の方が明朝体よりも読みやすい。また、暗くなると視力は落ち、その結果、サイズ係数が大きくなるので最小可読文字サイズは大きくなる。

このように視力データとその人間工学的分析により、視環境の条件が変化しても、どの年齢の対象者にも適切な文字サイズを設計することができ、文字のアクセシブルデザインが可能となる。

### 3.3 聴覚特性と報知音の設計

製品の音のアクセシブルデザインにおいても、人間工学の知識とデータを有効に活用することができる。ここでは、家電製品の報知音を例に取り上げる。「報知音」

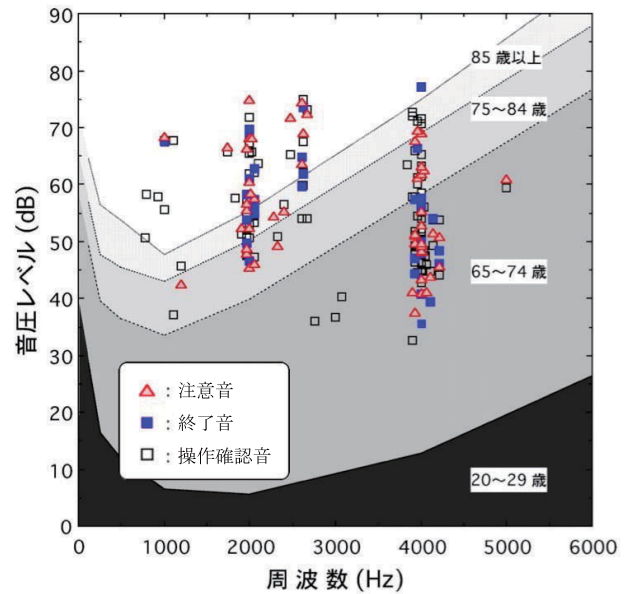


Fig. 6: 家電製品の報知音の周波数-音圧分布と年齢別聴覚閾値レベル曲線。[6] より改変

とは、製品の動作状況を知らせるために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や、機器の動作完了を知らせる音、誤操作や機器の異常を知らせる音などを指す。報知音を聞くことによって、視覚ディスプレイを見なくても、あるいは離れた場所においても製品の動作状況を把握することができる。

しかし、今から 10 年ほど前、それら報知音が聞こえないとの苦情が、高齢ユーザから多く寄せられた時期があった。Fig. 6 に示すとおり、当時の報知音には周波数 4000 Hz 付近の高い音が多用されていた。しかし、それらの報知音の多くは、65 歳以上の聴覚閾値レベル曲線の下にある。すなわち、聴力の低下した高齢ユーザにとって、それらの音は小さすぎて聞こえない。

この問題を解決するには、2つの手段を取ることができる。一つめは、報知音の音圧レベルを上げることである。高齢ユーザの閾値レベルを上回るように報知音の音量を設定する、あるいは音量を調節可能とすればよい。Fig. 6 を参照することで、報知音の周波数に応じて、どの程度の音量が必要であるかを推定することができる。

しかし、高齢者向けに報知音の音量を設定すると、若齢ユーザには“うるさい”音となりかねない。そこで、二つめの方法として、若齢者との聞こえの差が小さい周波数の音を選択することが考えられる。2000 Hz 付近は加齢による閾値の上昇量が比較的少ない。実際、Fig. 6 のとおり、その周波数の報知音の多くは、高齢ユーザの閾値レベルを上回っている。このようなデータによる検討に基づいて、報知音の仕様に関する JIS S 0013[7] では、「報知音の周波数は 2.5 kHz を超えないことが望ましい」と規定された。

Fig. 6 に示した報知音はすべて、20 歳代の曲線を十分に上回っている。製品の（おそらく、その多くは若い）設計者にとって、自分にはよく聞こえる報知音が、高齢ユーザにはこれ程まで聞こえないとは予想できなかったに違いない。ここで示した問題と解決方法の発見は、高齢者の聴覚特性データを適用して初めて可能となるものであり、人間工学データを製品のデザインに活かすことの必要性と重要性を端的に示す例である。

### 3.4 動作機能特性

人体寸法、筋・持久力、動作の速さ、柔軟性・関節可動域、平衡機能・巧緻性等の動作機能は、人体寸法を除くといずれも加齢による変化が大きい（人体寸法は世代差、人種差、性差の影響を大きく受ける）。

個々の筋が発揮する力は筋の太さや筋活動を支配している運動神経の性能によって決まる。筋の太さは 50 歳を過ぎると急速に減少し、同時に運動神経も徐々に劣化する。すなわち高齢になるほど大きな力を発揮できず、しかも力を入れにくく、抜きにくくなる。結果的に、大きな力を爆発的に出すこと、素速い動きを反復的に行うことが難しくなる。

また、発揮した筋力や動きを体の外に伝えるための骨格系については、加齢とともに靭帯などの関節周囲組織や腱が硬くなるため、大部分の関節の可動域や柔軟性は高齢になるほど低下する。さらに、加齢ともなって筋や関節の感覚センサーが鈍くなり、脳血流が低下するため、平衡機能や巧緻性も加齢によって低下する。

これらの動作機能の加齢による低下が複合的に現れる典型例の 1 つが歩行動作である。高齢者は若年者に比べてうつむき加減で背中が曲がり、すり足で歩幅を狭くしてゆっくりと歩くようになる。

このような動作機能の加齢変化に配慮したデザインは、特に製品や空間の寸法、重量、配置、時間の設計において重要となる。関節可動域が狭くなることは手が届く範囲に影響し、平衡機能や筋力の低下は躓きやバランスの悪い不自然な姿勢の回避、あるいは操作に必要な力の軽減にも関係する。素早い反復動作ができず速く動けないことは作業内容や作業の速さに影響する。しかし、個々の動作機能を別々に精密に計測しても、その機能が複合的に現れた目的的动作に適したデザイン要素（例えばモノや空間の寸法、配置、重量、操作等で設定すべき荷重や時間等）を提供することは難しい。従って、現状では、低い動作機能の人々に十分配慮した空間・製品設計のための人間工学データについては、比較的低い動作機能を有する被験者が、設計対象を実際に利用・操作する状態に近い状態でおこなった動作・操作を計測して得ることが必要不可欠であろう。コンピュータマネキン等を利用する方法もあろうが、現状のマネキンは高齢者、

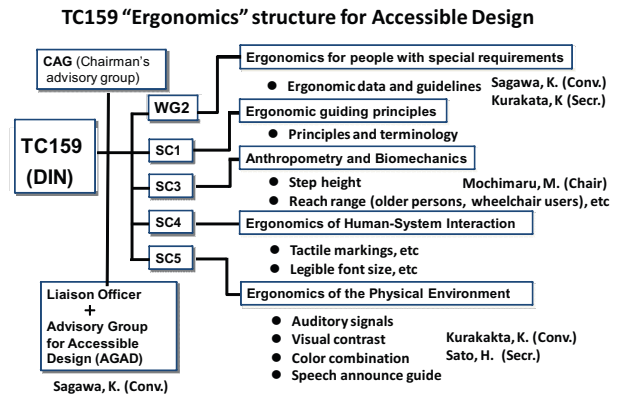


Fig. 7: ISO/TC159 人間工学の構成とアクセシブルデザイン関連の活動と想定される規格の課題

障害者を十分模擬できるものではないため、結果の妥当性を保証できない。これらのことが、動作機能の計測によって得られたデータを汎用的に使い難い理由であり、JIS や ISO の標準に盛り込んだとしても参考情報以上に活用されることが少ない理由の 1 つでもある。

今後、動作機能データをアクセシビリティに配慮した種々の製品の設計に汎用的に役立てていくには、1 つ 1 つの事例について地道にデータを計測し、データベース等のかたちで数多くの事例を長期にわたって蓄え続けることが必要であろう。このようなデータベースは、コンピュータマネキンによる動作シミュレーションを高精度化する際にも役立つ。

### 4. 標準化活動の現状

ここで紹介した人間工学に基づくデザイン手法は、前述した ISO/IEC Guide71 を実践するための技術として、ISO/TR 22411 に取り入れられている。さらにその一部は、アクセシブルデザインの基盤技術として国際標準化が進められている。すでに聴覚関係 2 件、視覚関係 1 件、触覚関係 1 件が、2010 年末に国際規格として発行された [8-11]。また、国内でもアクセシブルデザイン関連の JIS がすでに 30 件以上発行されており、その多くが人間工学的なデザイン手法や人間特性データに基づいている。

標準化の委員会活動も重要である。ISO において、アクセシブルデザインの規格化を担当する技術委員会の一つは、TC159「人間工学」である。Fig. 7 に、その構成図を示す。この中で、現在、WG2, SC4, SC5 において、アクセシブルデザインの標準化活動が活発に行われている。それらの多くは、日本のリーダーシップの下に展開されている。今後、SC3 においても、アクセシブルデザインの標準化が活発に行われるものと思われ、TC159 におけるアクセシブルデザインの寄与は大きい。

さらに、これらの規格化の連携や調整を図るために、TC159 にはアクセシブルデザインに係る諮問委員会 (AGAD) が設置された。そこでは、今後のアクセシブルデザインの標準化戦略の立案と、直接の対象者である障害者団体との連携を取る作業が検討されている。

一方、アクセシブルデザインの標準化活動は TC159 以外にも急速に展開されている。2010 年には、ISO/TC173 「福祉用具」の中に、アクセシブルデザインを扱う新しい分科会 (SC7) が設立された。ここでは、障害者向けのアクセシブルデザインの具体的な製品やその使用に関する多くの規格が制定を予定されている。今後の活動が期待される。

## 5. おわりに

以上のように、アクセシブルデザインを通して人間工学の果たす役割や意義について述べた。人間工学の知見やデータに基礎を置いた製品・環境等のデザインは、多くの学術分野にわたる知識と技術を統合的に活用することが求められる。高齢者・障害者にも住みやすい社会を構築していくためには、それら多方面の専門家の関心と協力が欠かせない。

人間工学の普及における標準化の役割も大きい。人間工学は産業界ではまだ十分実践されているとは言い難い。時間と労力のかかる分野であることが一つの欠点と思われる。標準化がこの点を補い、規格化された技術が確立されれば産業界に普及しやすくなるであろう。アクセシブルデザインの国内外の標準化活動はそのことを示す良い事例と言える。

**謝辞:** 人間工学分野におけるアクセシブルデザインを推進するにあたり、多くの方々のご協力をいただいた。とりわけ、行政関係として経済産業省基準認証ユニット環境生活標準化推進室、及び障害者団体や産業界との連携に関して財団法人共用品推進機構の両機関の関係者には多大なご協力をいただいた。深く感謝の意を表したい。

## 参考文献

- [1] United Nations: “Convention on the rights of persons with disabilities,” 2006.
- [2] International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission: ISO/IEC Guide 71, “Guidelines for standards developers to address the needs of older persons and persons with disabilities,” 2001.
- [3] International Organization for Standardization: ISO/TR 22411, “Ergonomics data and guidelines for the application of ISO/IEC Guide 71 to products and services to address the needs of older persons and persons with disabilities,” 2008.
- [4] K. Sagawa, H. Ujike, and T. Sasaki: “Legibility of Japanese characters and sentences as a function of age,” Proceedings of the IEA 2003, Vol.7, pp. 496-499, 2003.
- [5] 日本工業標準調査会: JIS S 0032 高齢者障害者配慮設計指針—視覚表示物—日本語文字の最小可読文字サイズ推定方法, 2003.
- [6] 倉片憲治他: 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, Vol.35, pp. 277-285, 1999.
- [7] 日本工業標準調査会: 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, 2002.
- [8] International Organization for Standardization: ISO 24500, “Ergonomics – Accessible design – Auditory signals for consumer products,” 2010.
- [9] International Organization for Standardization: ISO 24501, “Ergonomics – Accessible design – Sound pressure levels of auditory signals for consumer products,” 2010.
- [10] International Organization for Standardization: ISO 24502, “Ergonomics – Accessible design – Specification of age-related luminance contrast for coloured light,” 2010.
- [11] International Organization for Standardization: ISO 24503, “Ergonomics – Accessible design – Tactile dots and bars on consumer products,” 2011.

佐川 賢



東京工業大学大学院物理情報工学専攻修士課程卒業。産業技術総合研究所を経て、現在日本女子大学家政学部教授。視覚工学、測光、測色、視環境評価に関する研究に従事。色彩環境の快適性評価、高齢者の視環境評価、アクセシブルデザイン技術などに関する開発研究を行う。

倉片 憲治



1994 年大阪大学大学院人間科学研究科博士課程修了。博士 (人間科学)。現在、独立行政法人産業技術総合研究所ヒューマンライフテクノロジー研究部門アクセシブルデザイン研究グループ長。高齢者の聴覚特性及び音を用いたユーザ・インタフェースの研究、聴覚・音響分野の国内及び国際標準化活動に従事。

横井 孝志



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