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—

倉片憲治**, 松下一馬***, 久場康良**, ロノ町康夫**

As a supplement to the previous report (Kurakata et al., The Japanese Journal of Ergonomics, Vol. 34, No. 4, 1998), the audio signals used in electric home appliances were investigated to identify suitable signals for the hearing ability of older adults. First, the audio signals in appliances made by eight manufacturers in Japan were recorded. Then their frequencies and sound pressure levels were analyzed. Next, based on the hearing levels of young adults and the elderly, thresholds of hearing were estimated as a function of frequency to show frequency-intensity regions audible for different age groups. The results of the measurements confirmed the conclusion of the previous report that many of the audio signals could not be heard by the elderly and lower-frequency tones should be used as signals. These results might well serve as basic data to design audio signals suitable for both young adults and senior citizens.

前報（倉片他，人間工学，Vol. 34，No. 4，1998）に引き続き，高齢者に聞き取りやすい家電製品の報知音の検討を行った。まず，前報と併せて8社の製品を対象に報知音の録音を行い，その周波数と音圧レベルを測定した。次に，若年者と高齢者の聴力レベルの測定データに基づいて周波数と音の強さの最小可聴値の関係を年齢群別に推定し，各群の使用者が聞き取れる周波数と音圧レベルの範囲を示した。その結果，高齢者に聞き取りにくい報知音が多数存在すること，より低い周波数の音を用いる必要があることが改めて確認された。これらの測定データは，今後，高齢者にも若年者にも聞き取りやすい報知音を設計する上での基礎資料となることが期待される。

（キーワード：家電製品，報知音，高齢者，聴覚，老人性難聴，生活環境音，ユニバーサルデザイン）

1. はじめに

近年，家電製品において，いわゆる「ユニバーサル化」を目指した製品の開発が盛んに行われるようになってきた。すなわち，年齢や身体の障害の有無等にかかわらず，より多くの人にとって使いやすい製品の設計手法に関心が寄せられているのである¹⁾。

そのような流れの中で，製品の発する報知音への関

心も高まりつつある。ここで「報知音」とは，使用者に何らかの情報を伝えるために製品本体から発せられる音を指す。これによって，使用者は自分の行った操作に対するフィードバックを得たり，離れた場所に居ても製品の動作状態を知ることができるようになる。この機能は，視覚障害者にとって不可欠であるばかりでなく，視力の低下のために視覚表示の読み取りが困難な高齢者や，その他の使用者にとっても機器の操作性を向上させる上で有効な情報提示手段の一つと考えられる^{2,3)}。

しかし，報知音のユニバーサル化に当たり，現在使用されている音にはいくつか問題のあることが指摘されている。その一つが，高齢者にとって，一般にそれらの音が聞き取りにくい^{4,5)}という点である。そこで前報⁶⁾では，日本国内の家電メーカー4社の協力のも

* 1998年12月15日受付

** 通商産業省 工業技術院生命工学工業技術研究所
National Institute of Bioscience and Human-Technology, AIST, MITI.

*** 通商産業省 製品評価技術センター
National Institute of Technology and Evaluation, MITI.

とに、製品に組み込まれた報知音について、周波数と音圧レベルの観点から分析を行った。そして、高齢者の聴力レベル曲線と比較しながら、聞き取りにくさの原因を探った。その結果、次の2点が明らかとなっている：(1) 4000 Hz 付近の音が報知音として多用されており、それらは加齢に伴う聴力低下の著しい周波数領域と重なっている。(2) 製品によっては、非常に小さな音が用いられている。

ただし、前報で調査した製品は16種類、計46機種であり、報知音の全体像を明らかにするには必ずしも十分な数ではなかった。そこで、その後さらに4社の協力を得て、計8社の製品の報知音を録音し、その分析を行った。本報告では、まず前報の4社分のデータも含めた計8社の製品について、報知音の周波数と音圧レベルを測定した結果を提示する。それによって、家電製品の報知音の現状をより明確に示すことを目的とする。

ところで、年齢に伴う聴力低下を考慮して、より低い周波数の報知音を用いる必要性は以前から指摘されているものの^{4,7)}、どの年齢の人に、どのような周波数の音を、どの程度の強さで発すれば聞き取れるのか、その客観的な基準は明らかにされていない。この基準は、今後、ユニバーサル化を意識した報知音を新たに設計する際には必要不可欠なものである。

そこで、本報告の第2の目的として、若年者から高齢者までの年齢群別に、製品の使用時に近い状態における音の強さの最小可聴値（聞き取ることのできる最も小さい音の強さ）の推定を試みる。これは、製品から発せられた報知音が使用者に聞こえるためには、少なくともどれだけの音圧が必要であるか、そのレベルを各年齢群別に周波数の関数として示すものである。これによって、報知音として適切な周波数と音圧レベルの範囲を明らかにすることを目指す。

2. 家電製品の報知音の測定と年齢群別に見た最小可聴値の推定

本節では、まず家電製品の報知音の録音方法と、その周波数と音圧レベルの測定方法を説明する。次に、音の強さの最小可聴値を年齢群別に推定する方法を記述する。最後に、両者の結果を比較しながら、報知音として適切な周波数と音圧レベルの範囲の検討を行う。

2-1. 方法

(1) 家電製品の報知音の測定

測定に用いた家電製品の種類や数、ならびにその報

知音の指示内容等を表1に示す。これらの製品は、いずれも1995～98年に製造され、日本国内において販売されたものである。ここで対象とした音は主として圧電素子を用いて鳴らされるものであり、電磁式ブザー、ベル、合成音声、サンプリング音は除外した。また、圧電素子を用いたものであっても、メロディとして鳴らされるものは集計から外した。以下、報知音の測定ならびに分析の方法は前報⁹⁾と全く同じであるので、ここではその要点のみを記述することとする。

測定は、各家電メーカーの商品検査施設内にある防音室にて行った。まず、家電製品のうち小型のものは、丈夫な台の上に水平に設置した。台との間には、厚さ4 cmのウレタンフォームを挟んだ。台に乗せることのできない大型の製品は床にじかに置き、またエアコンは専用の取り付け台に設置した。

マイクロホン（Rion, UC-52）は、(1)発音体の組み込まれているパネル操作面から垂直に距離10 cmの位置、ならびに(2)本体の操作パネル部に向かって手前45°上方（エアコンのみ下方）、距離50 cmの位置に設置した。前者の録音は、室内の暗騒音等の影響を極力避けるためのものであり、後述の周波数の計測に使用する。また後者は、使用者が手を伸ばして実際に製品を操作している時の耳軸の中間位置（以下、頭部中心と略記）にほぼ相当し、音圧レベルの測定に用いる。

対象とする報知音には、各製品が発する音の中からできるだけ多くの種類を選んだ。各報知音は数回繰り返し鳴らし、DATレコーダ（SONY, TCD-D10）にて録音した。録音された報知音は、デジタルI/Oカード（Digidesign, AUDIOMEDIA II, III）を通してコンピュータ（アップルコンピュータ、Macintosh IIfx, Power Macintosh 7600/200）に取り込み（16 bit, 48 kHz サンプリング）、信号解析ソフトウェア（InfoSignal, Signalyze）等によって周波数と音圧レベルを計測した。

(2) 年齢群別に見た最小可聴値の推定

次に、音の強さの最小可聴値を年齢群別に推定した。ここで最小可聴値とは、被験者が聞き取ることのできる最も小さい音の音圧レベルを、その被験者の頭部中心に相当する位置で測定した値である。また、音源の位置の設定に当たっては、後述のように製品の設定パネルを操作している使用者が、その製品から発せられる報知音を聴く場面を想定した。

この最小可聴値は被験者ごとに聴取実験を行って測定するのが最も直接的ではあるが、この種の測定を幅広い年齢にわたる多数の被験者に対して行うのは必ずしも容易ではない。一方、気導受話器を用いて閾値

表1 測定に用いた家電製品と報知音の指示内容

Tab. 1 Electric home appliances using audio signals and purposes of the signals.

製品名	メーカー数 (社)	製品数 (機種)	報知音の指示内容		
			機器の異常・誤操作の警告	動作完了の報知	パネル操作時の フィードバック
電気炊飯器	7	9	空炊き, タイマー設定の間違いなど	炊飯終了	あり
電子レンジ	7	9	空焼き, 分量の不適, 取り出し忘れなど	予熱完了, 調理終了	あり
電磁調理器・光調理器	5	7	空焼き, 取り出し忘れ, プラグ抜けなど	設定温度到達	あり
電気製パン器	1	1	—	パン焼き終了	あり
食器洗い乾燥器	2	2	ふた開き	洗浄終了	あり
電気ポット	5	7	空炊き, プラグ抜け	沸騰終了	あり
家庭用浄水器	1	1	—	浄水終了	あり
冷蔵庫	2	2	ドアの解放	—	—
湯沸器	1	1	—	—	あり
電気洗濯機	6	8	排水不良, 脱水時のふた開き, 洗濯物の片寄りなど	洗濯終了	あり
電気衣類乾燥機	2	2	ふた開き	乾燥終了	あり
アイロン	3	3	適温到達前の取り上げ, 電源の切り忘れなど	設定温度到達	あり
エアコン	2	2	—	—	あり
石油ファンヒーター・電気ストーブ	4	8	スチーム水切れ, 石油切れ	運転終了	あり
扇風機	2	2	—	—	あり
加湿器	3	3	水切れ, プラグ抜け	—	あり
除湿器	1	1	満水	—	あり
空気清浄機	3	3	—	—	あり
ビデオデッキ	3	3	ビデオテープの入れ忘れ	—	あり
ファクシミリ	3	3	パネル操作の間違い, 通信異常, 紙切れなど	受信完了	あり
総計		77			

(聴力レベル) を測定する聴力検査はこれまでに数多く行われており, 日本人を対象とした年齢群別の大規模な測定データ⁸⁾ も最近になっていくつか公表されている。

そこで本報告では, これら年齢群別の聴力レベルをもとに, 最小可聴値の推定を試みることとする。この推定値は, 次の過程によって得られる。まず, オーディオメータの聴力レベルで示された各周波数における年齢群別の聴力測定値を, それぞれ音圧レベルに変換する。次に, オーディオメータの気導受話器からの出力音圧を, スピーカ呈示による頭部中心での音圧レベルに変換する⁹⁾。

したがって, この最小可聴値の推定値 $\hat{L}_{\min,i}(f, age)$, $\hat{L}_{\min,r}(f, age)$ (単位, dB SPL) は, 次式(1), (2)によって算出されることになる。

$$\hat{L}_{\min,i}(f, age) = L_{\text{aud},i}(f, 0) + L_{h,i}(f, age) - [L_{\text{ear},i}(f) - L_{0,i}(f)] \quad (1)$$

$$\hat{L}_{\min,r}(f, age) = L_{\text{aud},r}(f, 0) + L_{h,r}(f, age) - [L_{\text{ear},r}(f) - L_{0,r}(f)] \quad (2)$$

ここで, $L_{\text{aud},i}(f, 0)$, $L_{\text{aud},r}(f, 0)$ はオーディオメータから出力される周波数 f (Hz), 聴力レベル $h=0$ (dB

HL) の検査音に対する, 左右耳の鼓膜位置での音圧レベル, $L_{h,i}(f, age)$, $L_{h,r}(f, age)$ は年齢 age (歳) の被験者群における周波数 f (Hz) での平均聴力レベルである。また, $L_{\text{ear},i}(f)$, $L_{\text{ear},r}(f)$ は報知音の音源位置から発した周波数 f (Hz) の音に対する, 左右耳の鼓膜位置での音圧レベル, $L_{0,i}(f)$, $L_{0,r}(f)$ は同じく頭部中心での音圧レベルである。なお, i, r の添字は, それぞれ左耳, 右耳での値を意味する。

実際の測定手順は, 以下の通りである。まず, 年齢群別の平均聴力レベル $L_{h,i}(f, age)$, $L_{h,r}(f, age)$ として, 20 歳代は倉片ら¹⁰⁾, 65 歳以上は八木ら⁸⁾ による測定値を使用した。いずれの被験者も, 聴力に及ぼす耳疾患の無いことが確認されている。各年齢群における平均聴力レベルは, 表 2 に示す通りである。

オーディオメータ (Rion, AA-73) の出力音圧レベル $L_{\text{aud},i}(f, 0)$, $L_{\text{aud},r}(f, 0)$ は, 以下のように測定した。まず, 実耳の代わりとしてヘッドトルソシミュレータ (B & K, Type 4128) を無響室内に設置し, オーディオメータに付属の気導受話器を, 聴力測定の場合と同様の状態でシミュレータの両耳に載せた。オーディオメータからは, 聴力測定に用いられた 7 つの周波数

表2 最小可聴値の推定に用いた年齢群別の平均聴力レベルと被験者数

Tab.2 Average hearing levels and number of subjects in four age groups used to estimate thresholds of hearing.

年齢(歳) 被験者数(人)		平均聴力レベル (dB HL)							
		周波数(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000
20~29	22		8.5	6.4	4.8	4.5	4.0	3.3	7.0
65~74	730		29.1	29.7	29.3	31.6	38.2	48.9	61.9
75~84	411		36.7	37.7	38.4	41.1	48.5	59.5	73.6
85~	51		44.5	46.6	46.6	45.8	53.6	65.5	84.5

(125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz) の純音を 70 dB HL で出力し, その時のイヤシミュレータ (B & K, Type 4158, 4159) からの出力音圧レベルを測定した. 音圧レベル (当該周波数を中心とする 1/3 オクターブバンドレベル) は, 1/1, 1/3 リアルタイムオクターブ分析ソフト (ONO SOKKI, DS-0923) により行った. そして, その音圧レベル $L_{\text{aud},l}(f, 70)$, $L_{\text{aud},r}(f, 70)$ から 70 dB 減じた値を $L_{\text{aud},l}(f, 0)$, $L_{\text{aud},r}(f, 0)$ とした. なお, 受話器の当て方による耳道への入力音圧のばらつきを考慮して, 測定は受話器を掛け替えながら数回繰り返す, その平均を求めた.

次に, 同じヘッドトルソシミュレータを用いて, $L_{\text{ear},l}(f)$, $L_{\text{ear},r}(f)$ の測定を行った. 装置の配置図を図1に示す. シミュレータの頭部は前方に 17° 傾け, また胴体部には専用の吸音カバーを被せた. これらは, 家電製品の実際の使用状態になるべく近づけるためである. スピーカ (BOSE, 101 MM) は, シミュレータの頭部中心から 45° 下方, 距離 50 cm の正中面上に, 基準軸をシミュレータの頭部中心に向けて設置した. そして, スピーカから白色雑音を出力し, その時のイヤシミュレータからの出力音圧レベル (1/3 オクターブバンドレベル) をリアルタイムオクターブ分析ソフトにて測定した.

また, ヘッドトルソシミュレータを移動させた後, イヤシミュレータをその頭部中心に相当する位置に設置し, その時の出力レベルを同様の手続きで測定したものを $L_{0,l}(f)$, $L_{0,r}(f)$ とした.

なお, 結果的に $\hat{L}_{\text{min},l}(f, \text{age})$, $\hat{L}_{\text{min},r}(f, \text{age})$ はほぼ同じ値が得られる. また, 両耳の聴力が等しい場合, 両耳入力の加算によって閾値が約 3 dB 低下することが知られている¹¹⁾. そこでこれらを考慮して, 次式(3)の $\hat{L}_{\text{min}}(f, \text{age})$ を, 以下, 年齢群別の最小可聴値とする.

$$\hat{L}_{\text{min}}(f, \text{age}) = \frac{1}{2} [\hat{L}_{\text{min},l}(f, \text{age}) + \hat{L}_{\text{min},r}(f, \text{age})] - 3 \quad (3)$$

図1 最小可聴値推定のためのヘッドトルソシミュレータとスピーカの配置図

Fig.1 Arrangement of head and torso simulator and speaker to estimate thresholds of hearing.

2-2. 結果と考察

(1) 報知音の周波数

図2は, 家電製品 20 種類, 計 77 機種に組み込まれている報知音の基本周波数の分布と音圧レベルの散布図に, 年齢群別の最小可聴値曲線 $\hat{L}_{\text{min}}(f, \text{age})$ を重ねたものである. ここでの報知音の音圧レベルは, 使用者の頭部中心に相当する位置 [マイクロホン位置(2)] での測定値であり, 上記の手続きで求めた最小可聴値曲線と直接の比較が可能である. 図中の■印は機器の動作完了を知らせる終了音, △は機器の異常や誤操作を知らせる警告音である. また□印は, パネル操作時のフィードバック音など, その他一般の報知音を示す.

さらに, 図2のデータについて, 報知音の周波数を製品別に分類したものを表3に, 音圧レベルを製品別・報知音の指示内容別に分類したものを表4(a)~(c)に示す. ここで, 一つの製品に複数の異なる周波数や

図2 報知音の基本周波数—音圧レベル分布と年齢群別に見た最小可聴値曲線

Fig. 2 Distribution of fundamental frequencies and sound pressure levels of audio signals used in electric home appliances and thresholds of hearing in four age groups as a function of frequency.

音圧レベルの音が用いられている場合は、それぞれ別の測定値として表記してある。

まず、図2および表3を見ると、前報の結果と同様、4000 Hz 付近の音が多用されていることが分かる。製品別に見ると、炊飯器や電磁調理器の一部、ならびに電気ポット、アイロン、エアコン、石油ファンヒーター、扇風機、加湿器などがそれに該当する(表3)。

これら 4000 Hz 付近の報知音の音圧レベルは、約 30~80 dB の広い範囲にわたっている(図2)。最小可聴値曲線によると、これらの音は 20 歳代の若年者には十分に聞こえる領域にある。しかし、年齢が上昇するにしたがって、レベルの低い音は次第に閾値より下の領域に入ってくる。特に 85 歳以上の使用者ではそのほとんどが閾値下にあり、たとえこれらの音が手元で鳴っていても聞き取れないことが予想される。

一方、3000 Hz 以下になると、比較的多くの報知音が高齢者にも聞き取れる範囲に入ってくる。したがって、高齢者にも報知音を聞き取りやすくするためには、その周波数を下げるのが一つの方法であろう^{4,7)}。特に、1000 Hz 付近の音は、採用している製品

例はあまり多くないが、どの年齢群でも閾値が低く、聞き取りやすさの上では好ましい音と言える。

(2) 報知音の音圧レベル

周波数とならんで、音の強さも聞き取りやすさを大きく左右する要因の一つである。報知内容の重要性に応じてその強さを変えることは、製品の安全性や使いやすさを向上させる一つの手段となろう。例えば、機器の異常や誤操作を知らせる警告音(△印)や終了音(■印)は、パネル操作音(□印)に比べて強い音を使用するのが好ましいと考えられる。なぜならば、警告音の場合、それを聞き逃すことによって何らかの事故につながる危険性が考えられ、また終了音の場合、実際の使用状況では一般に使用者は機器から離れた場所に居ることが多いからである。

しかし、報知音の目的別に示した表4(a)~(c)の分布は互いによく似通っており、重要な音をより強くするといった、細かな配慮がなされている製品はあまり多くないことが分かる。実際、測定した 77 機種の製品のうち複数の報知音を組み込んだものは 59 機種あるが、その中で警告音もしくは終了音が操作音よりも強く設計された製品(振幅比 2 倍、もしくは 6 dB 以

表 3 製品別に見た報知音の周波数分布

Tab. 3 Fundamental frequencies of audio signals used in electric home appliances.

表 4 製品別に見た報知音の音圧レベル分布。(a)機器の異常や誤操作を知らせる警告音, (b)機器の動作完了を知らせる終了音, (c)パネル操作音など, その他一般の報知音

Tab. 4 Sound pressure levels of audio signals used in electric home appliances. (a) Alarm sounds for mishandling or malfunction, (b) sounds to notify completion, (c) other signals such as feedback sounds when pushing a button.

上)は、わずか8機種に過ぎない。

特に、警告音の中には、図2に示されるように高齢者が聞き取れないものが数多く含まれている。製品別に見ると、電気ポットの空炊き、アイロンの転倒放置、加湿器の水切れなどが含まれる(表4(a))。本来、

このような危険は製品本体の安全機構によって回避すべき問題であるが、同時に報知音によって使用者に異常を知らせるのであれば、高齢者にも十分聞こえる強さに設定する配慮が必要とされよう。

ところで、図2の測定値は、すべて使用者の頭部中

心での音圧レベルである。したがって、距離による減衰や部屋の壁などによる遮蔽の影響を考えると、使用者の位置における終了音のレベルは、図2に示される値よりもさらに低くなる場合が多い。この点から見ると、炊飯器や洗濯機などで60 dB以上の比較的レベルの高い音が用いられているのは、適切な配慮と言える（表4(b)）。音圧レベルの低下の程度は、機器と使用者の距離や、機器が使用される部屋の構造や内装等によって大きく左右される。そのため、終了音として適切な音の強さは一概には判断できないが、終了音の設計に当たっては、想定される製品の使用状況に応じたレベル設定が特に必要であろう。

逆に、洗濯機や衣類乾燥機などでは、パネル操作音として70 dB前後の音を用いた製品が多く見られるが（図2、表4(c)）、必ずしもそのような強い音を使用する必要はない。最小可聴値曲線から判断すると、報知音の周波数を低くした場合には、同時に音圧レベルを下げる事が可能である。すなわち、低い周波数領域（特に1000 Hz付近）では高齢者であっても閾値が相対的に低いため、レベルの低い音でも聞き取りやすくなるのである。また、必要最小限の強さに抑えることにより、高齢者だけではなく若年者にとっても、うるささや違和感の少ない報知音の設計が可能となるはずである。

3. 全体的考察

以上のように、製品の使用時を想定した純音の最小可聴値を参照することにより、若年者にも高齢者にも聞き取りやすい、適切な周波数と音圧レベルの範囲を推定することが可能である。ただし、この結果を実際の報知音の設計に利用する場合、さらに考慮すべき点がいくつか残されていることを、ここで補足しておく。

まず、報知音のその他の音響特性について考えると、今回の周波数分析では報知音の基本波のみを扱ったが、報知音の中にはその他の高調波成分を含むものも少なくない。通常、それらのパワーは基本波に比べて相対的に低いため、閾値付近の聞き取りにおいてそれらの成分が寄与する割合は無視し得ると考えられる。しかし、閾上で知覚、特に報知音の大きさそのものを扱う場合には、それらの成分も含めて検討する必要が出てくる場合もある。

また、終了音や警告音には数百 ms の音が数回断続して鳴るものが多い。そのような断続音では、連続音に比べて閾値が相対的に低くなる事が知られている^{12,13)}。したがって、その場合の閾値は、図2に示す

推定値よりもやや低くなる可能性がある。もしこの点まで考慮するのであれば、聴取実験によって聞き取りの可否を実際に確認する必要がある。

ところで、これまでの考察では、他に妨害する音の無い状態での報知音の聞き取りを対象としてきた。しかし、実際の家電製品の使用状況を考えると、さまざまな生活環境音（掃除機や洗濯機などが発する動作音や、調理や手洗いの水音など生活者の行動に伴って発生する音）による影響を無視することはできない⁶⁾。すなわち、それらの音の存在によって、報知音が聞き取りにくく（あるいは、全く聞こえなく）なる場面が多いのである。

生活環境音の特性を記述した断片的な資料はこれまでにいくつか公表されているが¹⁴⁻¹⁶⁾、それらは必ずしも報知音の評価を目的としたものではなく、対象とした音の数や種類も十分ではない。したがって、現在のところ、報知音の聞き取りやすさの予測に直接使用できる資料は存在しないのが現状である。今後、より現実場面に即した報知音の評価を目的とする、生活環境音のデータベースの構築が望まれるところである¹⁷⁾。

以上の問題を総合的に考慮することによって、さまざまな使用場面における報知音の聞き取りやすさをよりの確に予測することができ、若年者にとっても高齢者にとっても聞き取りやすい報知音の設計が可能になるものと期待される。また、これまで音響的に比較的単純な報知音のみを検討の対象としてきたが、同様の設計手法は、メロディーやサンプリング音等を用いたより複雑な報知音や、今後ますます増えるであろう音声ガイドの設計などにも応用可能であると考えられる。

4. まとめ

以上の家電製品の報知音の分析、ならびに年齢群別の最小可聴値の推定により、以下の点が明らかとなった：

(1) 多くの製品で、4000 Hz 付近の周波数の比較的高い報知音が用いられている。最小可聴値曲線を参照すると、高齢の使用者にとって、これらの報知音の多くは聞き取れないと予想される。

(2) より低い周波数、特に1000 Hz 付近の音に対してはどの年齢群でも閾値が低く、聞き取りやすさの点ではこの周波数領域の音を用いることが好ましい。

(3) 警告音には、設定パネルの操作音などよりも大きな音を用いる必要があるが、そのような配慮をした製品は少ない。

(4) 終了音には比較的強い音を用いた製品があり、使用者が離れた位置で聴くことが多い点を考慮すると、望ましい設定と言える。

(5) 設定パネルの操作音として比較的強い音を用いた製品があるが、必ずしもその必要はない。最小可聴値曲線を参照して、必要十分な音圧レベルに設定することが望まれる。

その他、より適切な報知音の音響特性の設定に当たっては、周波数成分の構成、時間パターン、生活環境音によるマスキングの影響等についても同時に考慮することが重要である。

謝辞

本研究を行うに当たり、報知音の録音にご協力下さいました家電メーカー各社、ならびに音響計測にご協力下さいました生命工学工業技術研究所 関喜一 主任研究官に感謝いたします。また、本論文の査読に当たり、有益なご意見を下さいました審査員の方々に感謝いたします。

参考文献

- 1) 例えば, Building Research Institute, Ministry of Construction & Japan International Science and Technology Exchange Center (eds.): Proceedings of International Workshop on Universal Design, 1998.
- 2) G. Kramer: An introduction to auditory display. In G. Kramer (ed.), Auditory Display: Sonification, Audification, and Auditory Interfaces, 1~77, Addison-Wesley, Reading MA, 1994.
- 3) 倉片憲治, 松下一馬, 久場康良, 口ノ町康夫: ユニバーサル製品における報知音: 第5回人間工学・福祉技術シンポジウム資料集, 33~36, 1998.
- 4) 通商産業省工業技術院標準部電気規格課 (監修), 家電製品協会(編): 家電製品操作性向上のガイドライン—もっとやさしく, もっと使いやすく—, 通産政策広報社, 東京, 1994.
- 5) 日本規格協会技術部標準課(編): 平成7年度通商産業省工業技術院委託調査研究, 福祉関連機器の標準化に関する調査研究報告書, 日本規格協会, 東京, 1996.
- 6) 倉片憲治, 久場康良, 口ノ町康夫, 松下一馬: 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—, 人間工学, 34(4), 215~222, 1998.
- 7) 日本工業規格, 家電製品の操作性に関する設計指針 (JIS C 9102-1996), 日本規格協会, 東京, 1996.
- 8) 八木昌人, 川端五十鈴, 佐藤恒正, 鳥山 稔, 山下公一, 牧嶋和見, 村井和夫, 原田勇彦, 岡本牧人: 高齢者の聴力の実態について, 日本耳鼻咽喉科学会会報, 99, 869~874, 1996.
- 9) 鈴木陽一: ヘッドホンによる聴取レベル測定法の規格化と規制の動き, 日本音響学会平成10年度春季研究発表会講演論文集, 699~702, 1998.
- 10) 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(3), 169~176, 1999.
- 11) I. Hirsh: Binaural summation—A century of investigation, Psychological Bulletin, 45, 193~206, 1948.
- 12) Namba S., Kuwano S., Kinoshita K., and Kurakata K.: Loudness and timbre of broadband noise mixed with frequency-modulated sounds, Journal of the Acoustical Society of Japan (E), 13(1), 49~58, 1992.
- 13) B. C. J. ムーア (著), 大串健吾 (監訳): 聴覚心理学概論, 116, 誠信書房, 東京, 1994.
- 14) 日本音響材料協会(編): 建築音響工学ハンドブック, 508~510, 技報堂, 東京, 1963.
- 15) 日本音響材料協会(編): 騒音対策ハンドブック, 169~171, 技報堂, 東京, 1966.
- 16) 日本建築学会(編): 実務的騒音対策指針 (第二版), 119~120, 技報堂出版, 東京, 1994.
- 17) 倉片憲治, 松下一馬, 久場康良, 口ノ町康夫: 報知音等の評価のための生活環境音データベースの構築, 人間工学, 35 (Suppl. 1), 90, 1999.