

難波 静治
S.Namba

佐々木 章
A.Sasaki

細糸 強志
T.Hosoito

日常使われている家電機器は、さまざまな音を発している。特に、機能音(信号音)には多種のものがあるが、情報伝達が十分でなく、ユーザが機器を使用する際に混乱をきたしていることが多い。

この研究では、それらの音を分類、分析し、人間にとって快適であると同時に、機器と機能にとってふさわしい音を探り、その要件設定による理想音の作製を日ざした。また、家電機器への具体化に向け電子レンジについて、圧電ブザー音の設計を行い試行した。

Home electrical appliances that are in everyday use fill our lives with various type of sounds. In particular, they emit a variety of functional sounds (signal sounds) which are intended to communicate information to the user. Too often, they do not accomplish this task because of the user's inability to use the appliances properly.

In this study, we endeavored to develop ideal sounds for specific requirements; that is, sounds that are communicative yet user-friendly. By classifying and analyzing the various functional sounds, we determined the optimal sound for individual devices and communication tasks.

Moreover, in a practical application of the study, we designed a piezoelectric buzzer sound for a microwave oven and tested it.

1 まえがき

近年、家電機器は、機能の複雑化に伴い、機器の作動状態を知らせたり、操作キーのフィードバックなどなんらかの情報伝達機能をもった信号音を付加し、操作性の向上が図られているものが増加している。

しかし、ほとんどの機器が圧電ブザーなどにより同じような音を発しており、機器のユーザから「どの機器がなんのために鳴っているのかわからない」といった声も多い。

一方、操作の複雑化に対応し音声合成による言葉での情報伝達方法も導入されたことがあるが、「命令されているようだ」という不満の意見も多く、さらなる研究が必要である。

この研究では、「人間(ユーザ)にとって快適に感じる物理的要因を基本に、心理的要因を取り入れることで、感覚的に音による情報伝達が自然に行えるのでは」という視点に立ち、家電機器における理想の機能音(信号音)作製を日ざした。

2 家電機器から発せられる音の現状

2.1 当社家電機器の現状調査

まず、現状把握を目的に機器から発するすべての音を対象とし考察した。また、機能音(信号音)については、音の3属

性^①、大きさ(音圧)、高さ(周波数)、音色に、長さ(鳴動と休止の全体時間)、パターン(鳴動のリズム)などの観点を加え物理的要因を主体に、家電機器 23 商品を対象に実態調査と分析を行った。

その結果、家電機器の発する音について以下に分類と定義を行い要件の仮説設定を行った。

2.1.1 機器から発せられる音の分類と定義

- (1) 使用音 機器を使用するにあたって機器の操作、または、作動させるために必要な状態にする際に発する音(例、電子レンジの扉開閉音)。
- (2) 作動音 機器の作動状態において機能を発揮する際、機器が自然に発する音(例、冷蔵庫のコンプレッサ回転音)。
- (3) 機能音 機器の稼働内容、状態を知らせるために発する音(例、電子レンジで調理終了時などに発する信号音)。

以上が機器から発せられているすべての音と考えられるが、機器の使用において混乱の要因と考えられる(3)の機能音についてさらに以下の3音に分類し定義を行い目的の確認を行った。

2.1.2 機能音の分類と定義

- (1) 操作音 機器に入力した際、入力受けを知らせる

ために発する音。

(目的)・入力を確認させる

(2) 報知音 設定した条件が満たされたときに発する音。

(目的)・作業の終了を知らせる

- ・次の行動を喚起する
- ・作業の段階を知らせる

(3) 警報音 機器の異常を知らせるときに発する音。

(目的)・機器の異常発生を知らせる

- ・誤操作について注意を喚起する

2.1.3 物理的要因分析結果による要件の仮説設定

周波数は、2 kHz から 4 kHz の間にあって操作音、報知音、警報音とも、4 kHz 付近に集中していた。

長さ(鳴動と休止の全体時間)について操作音は 0.05s ~ 0.5s の 1 回だけ、報知音は短く 1.5s ~ 5s、警報音は長く 30s 程度か、連続であった。また、パターン(鳴動のリズム)について報知音は鳴動/休止時間が 0.5s 以上の長い調子、警報音は鳴動/休止時間が 0.2s 以下の短い調子であった。この結果から各機能音について操作音は確実感、報知音は落着き感、警報音は緊迫感などの心理的要因があることを推定し、仮説設定を行った。

2.2 機器の使用環境と使われかたによる機能音の考察

機器から多種の機能音が発せられユーザが機器の使用において混乱をきたしている。この点に関する要因考察は、使用環境と機器の使われかたの関連が重要な視点となる。そこで、使用環境を住居での生活空間としてとらえ、キッチン・ダイニング空間、リビング空間、サニタリー空間に分類した。また、ユーザが使用時に機器を放置状態か、機器の近くにいるかの要因で各機能音のありかたについて考察した。その結果、機器間における標準化と差別化すべき次の内容を得た。

- (1) 標準化すべき音は操作音と警報音 ユーザが機器間で聴き分ける必要はなく、むしろその機能音の目的が明確に伝わるのが肝要である。操作音は、手元操作の際に発するため、機器間で聴き分ける必要はない。また、警報音は、危機感を感じさせ、まず機器の作動を停止させるか、操作を中止させれば、目的が達成される。
- (2) 差別化すべき音は報知音 キッチン・ダイニング、リビング、サニタリーの各空間において複数の機器が同時に使用されることが多く、どの機器が音を発しているのか離れた場所から識別できる必要がある。

2.3 各社家電機器機能音のサンプリングによる調査

市場での傾向を把握する目的で各社家電機器の機能音サンプリングによる考察を行った(表 1)。結果は以下のとおり、周波数は 4 kHz 付近が多い。操作音の鳴動時間は、0.1s 前後が多く、回数は 1 回である。報知音の鳴動/休止時間は 0.5 / 0.5 s が多く、警報音は鳴動/休止時間が等しいものが多い。各社による顕著な特徴はなく、類似したものが多い。

表 1. 各社家電機器の機能音

Functional sounds used in appliances from various manufacturers

商品名	メーカー	周波数 (kHz)	機能音のパターン(s)		
			操作音	報知音	警報音
スチームアイロン	当社	4.00	0.06	1.45	(サンプリングせず)
	A社	4.175	0.1	0.5	0.5
石油ファンヒーター	当社	3.925	0.08	0.08 0.8 0.8	0.1 0.1
	B社	3.625	0.05	(サンプリングせず)	0.05 0.05
電子レンジ	当社	2.05	0.15	0.5 0.5	0.15 0.15
	C社	3.925	0.05	0.5 0.5	(サンプリングせず)
全自動洗濯機	当社	2.65	0.1	0.5 0.5	0.25 0.25
	A社	2.60	0.06	0.42 0.83	連続

3 人間の潜在的感覚にかかわると考えられる世の中の音の分析

人間が潜在的にもっている感覚を機能音に反映することで、自然に情報伝達が行えるのではないかという視点に立ち、人間の潜在的感覚に大きく影響していると考えられる“世の中の音”について分析した。まず、分類については図 1 に示す。また、分類に基づき各機能音に関連すると考えられる世の中の音 22 音をサンプリングし、分析考察した。代表的な音について図 2 に示す。その結果、“世の中の音”の物理的要因として次の要素が多いことがわかった。

- (1) 時間経過に伴う減衰による“余韻”。
- (2) 音圧による強弱、周波数による高低などの“ゆらぎ”。
- (3) 共鳴、エコーなど。

また、心理的要因では人間の聴覚は音の変化に敏感に反応し、逆に定常的な音には鈍くなる。この前者の特性を利用したのがパトカーのサイレンや鉄道の警報機の音である。風鈴の音は長い余韻とはっきりしたピッチ(音の高さ)の音色をもっており特定のピッチに反応し、興奮した聴覚細胞が余韻部で興奮が徐々に減って“落着き”を取り戻す過程が心地よさにつながっていると考えられる。教会の鐘はゆっくりとし

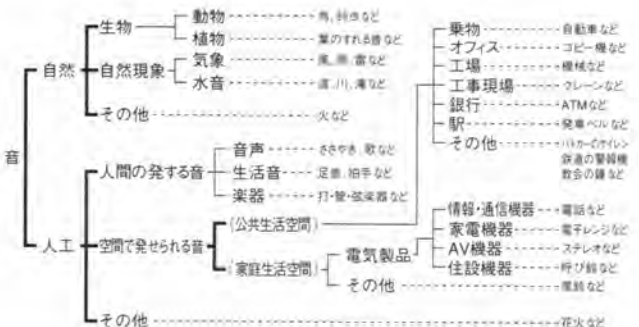


図 1. 環境からとらえた世の中の音の分類 人間の潜在的感覚に影響していると考えられる世の中の音を分析した。

Classification of everyday sounds according to environment

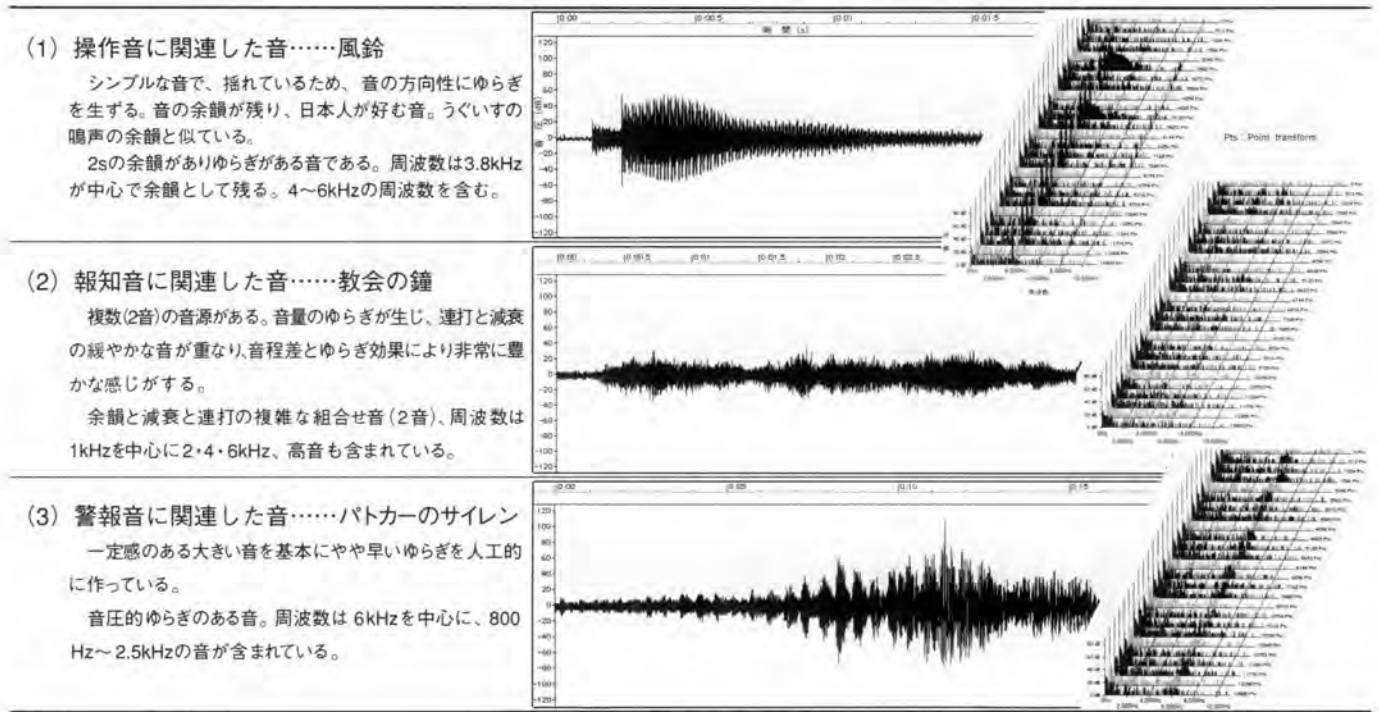


図2. 機能音に関連する世の中の音の分析 Analysis of ambient functional sounds この分析により、世の中の音の人間に与える潜在的な物理的要因および心理的要因を考察できる。

たテンポで余韻をもった音が鳴り続け定期的に聴覚細胞を興奮させ、音の存在(情報の伝達)を人間に意識させている。

- (2) 報知音は周波数 1~2 kHz, 鳴動/休止時間は 0.3/0.5s, 0.5/0.5s, 0.5/0.8s の 3 音がもっとも望ましい。
- (3) 警報音は周波数 1~2 kHz, 鳴動時間は 0.3 ~ 0.8s, 休止時間は 0.05~0.1s がよい。

4 音の物理的要因を主体としたモニタによる評価

家電機器の現状分析から仮説として求められた機能音の要件を基に評価サンプル音を作成し、モニタでの検証を行った。内容は以下のとおりである。

4.1 評価方法

- (1) モニタ 一般者(30~50 歳代)女性 32名, 高齢者(65~70 歳代)男性・女性 6名。
- (2) 評価項目 操作音, 報知音, 警報音についてそれぞれ“周波数”, “鳴動/休止”時間の要因を変化させたときの各機能音に適している度合。音圧は, 一般者, 高齢者の適正值を別途調査し, 40 dB~70 dB のなかで両者の聴きやすい 60 dB に設定した。
- (3) 評価サンプル 操作音, 報知音, 警報音の 95 音。

4.2 評価結果および考察

一般者, 高齢者ともに共通して評価が高かった内容は次のとおりである。加齢に伴う聴力損失については過去の調査²⁾より一般的に 1 kHz~2 kHz を境に高いほうの聴力損失が大きくなる傾向にあるが, 0.5~2 kHz の周波数帯は比較的感度がよいと考えられる。

- (1) 操作音は周波数 1~2 kHz, 鳴動時間は 0.1 および 0.2s で 1 回が望ましい。

5 人間の潜在的感覚を反映した機能音の作製手法

情報の伝達方法として人間の潜在的感覚に訴える具体的な音作製方法として以下のような方法を仮説として考案した。

5.1 “ことば”による擬音イメージからのアプローチ

世の中の音として人工の音, 自然の音など多種あるが, これらの人間の行為, 自然現象を擬音としての“ことば”に表現し, このイメージを基にパソコンで音のデータに変換した。さらに, 各機能音の目的に対応した音として咀嚼(そしゃく)し作製することで, 潜在的な心理の移行を試みた。例えば, 人間の行為として, “食べる”/バクバク, “飲む”/ゴクゴク, 自然の現象として, “燃える”/パチパチ, “水の流れ”/サラサラ, “風が吹く”/ビュービュー, そよそよなどである。

5.2 家電機器への具体化に向け電子レンジで展開

報知音について機器間での差別化を図るため 5.1 節の手法を応用し, 電子レンジらしい音について次のような擬音イメージを設定して, サンプル音作りへ反映させた。例えば, 機能イメージとして“レンジ・あたため”/グツグツ・グラグラ, 料理のできあがりイメージとして“やわらかさ”/

ふっくら，“レンジ・焼く”/アツアツなどである。これらを参考にサンプル22音を作製し，電子レンジの報知音として“ふさわしさ”，“好まれた”などについてモニタによる評価を行った。その結果，サンプル音から報知音としての機能（調理の終了を知らせる，経過を知らせるなど）に潜在的な心理を反映した音の抽出はできたが，電子レンジらしさを反映した音についてはさらに改善と検証が必要である。

6 電子レンジにおける機能音の作製

6.1 電子レンジの機能音作製のための要件

電子レンジの機能分析および心理的要因である擬音イメージの検討，モニタ評価考察などにより次の内容を得た。

(1) 電子レンジの音イメージ “調理をする”という行為に対する印象，調理完了の喜びなど使用者の感情を表現できる音が基本である。

(2) 報知音の要件と作製手法 調理を繰り返し行うことが多いという使用上の特徴から“短い音”であること。また，“終了を知らせる音”は，“不安定から安定感へ移行する音”で，作製手法として時間的変化で最後の音を大きく高く“ビ・ビ・ビーン”などが考えられる。また“経過を知らせる音”は“リズムを変化させる音”で，“ビー・ビー・ビ・ビ・ビ”などが考えられる。

音色は，鐘の音・鈴虫の音・鉄琴など音の“余韻”，“ゆらぎ”の要素を含んだ“心地よい音”である。

6.2 音作製の手法と機器への組み込み

6.2.1 音データの作製 擬音イメージを基にパソコンで音データを作製した。使用する圧電ブザーが自励式で，2kHzのため，2kHz 方形波を基本に音圧を変化させる方法で，“余韻”や“ゆらぎ”を表現した。また，ブロック的に音を発生させて短い休止期間を設け，鈴虫が鳴いているようなイメージの音を発生させる手法も使用した。

6.2.2 電子レンジ本体への音データ組み込み パソコンで得られた音データ（波形データ）を基に5msごとの音圧の平均値に変換した。別に調査した圧電ブザーの印加電圧と音圧の関係を基にそのデータを再変換しマイコンとデジタル/アナログコンバータ，昇圧回路，圧電ブザーなどにより音を再生した。試作品で実際に操作を行って各機能音の効果を確認することができた。図3にその概要を示す。

機能音	波形(概念図)	イメージ
操作音		* 確実感のあるイメージ。 * 鳴動1回。
報知音	終了音	* 落ちつきのあるイメージ。 * 最終音を長く安定させる。鳴動3回。
	経過音	* 落ちつきの中に変化を感じるイメージ。 * 3音目からリズムを変える。鳴動5回。
警報音	誤使用音	* 緊迫したイメージ。 * 鳴動7回。
	不備音	* 緊迫したインパクトの強いイメージ。 * 連続(鳴り続ける)。

図3. 試行した電子レンジの機能音 試作品で操作を行って各機能音の効果を確認した。

Functional sounds of tested microwave oven

いては，さらに研究が必要である。また，基礎研究として音の記号化⁽³⁾による体系的な音作りも考えなければならぬ。今回，電子レンジの試行にあたっては，現在搭載されている圧電ブザーをそのまま使用するという条件で機能音を作製したため，イメージ表現に限界があったが，機能音における差別化の効果を確認することができた。今後は，家電機器における機能音の標準化に向けての検討も必要である。

謝 辞

この研究にあたって，ご協力をいただいた(株)日本カラーデザイン研究所，東芝ライテック(株)，(株)テック，(株)トブコン，東芝機器(株)の関係各位に対し深く感謝する。

文 献

- (1) 電気・電子工学大百科辞典：“音質と属性” 聯電書院，p.70(1983)
- (2) A. Spoor, Leiden, Netherlands: Presbycusis values in relation to noise induced hearing loss. *International Audiology*, 6, 1, pp.48-57(1967)
- (3) M.M. Blattner, et al: Earcons and Icons: Their Structure and Common Design Principles, *Human-Computer Interaction*, 4, 1, pp. 11-44 (1989)



難波 静治 Seiji Namba

1971年入社。デザインに関する基礎研究，開発に従事。現在，デザインセンター デザイン戦略担当デザインディレクター。
Design Center



佐々木 章 Akira Sasaki

1981年入社。オーディオ・ビジュアル機器の開発設計に従事。現在，映像事業部テレビ企画部主任。
Visual Products Div.



細糸 強志 Tsuyoshi Hosoito

1984年東芝 AVE(株)入社。調理家電製品の開発設計に従事。現在，名古屋事業所制御設計担当シニアエンジニア。
Toshiba AVE Co., Ltd.

7 あとがき

家電機器の機能音による情報伝達において，特に機器ごとに区別された音として，機器のイメージ，機能のイメージを人間にとって快適で，心理的に自然に識別できる方法について研究してきた。音の機能イメージについては種々の要件が求められたが，機器イメージの音への反映，音作製手法につ