

2.2 実験参加者

参加者は26名(20代：男性11名，女性7名，40代：男性2名，女性2名，50代：男性3名，60代：男性1名)である。

2.3 実験刺激

実験刺激として全部で72種類の操作反応音を用意した。内訳を以下に述べる。

2.3.1 サウンドデザイナーが作成した音

印象評価実験では，被験者に対して様々な音色の操作反応音を提示し，その音を聞いた印象を評価させる。印象評価実験で提示する操作反応音は3名のサウンドデザイナーに作成を依頼した。この時押下感を感じる音響的指針[2]として以下の3つを示し，これらを参考にしながら，できるだけ多彩な音色の操作反応音作成を依頼した(Fig.2)。

振幅エンベロープの，

- (1) 立ち上がり時間(Attack time)：0～20ms
- (2) 立ち下がり時間(Decay time)：50～100ms
- (3) 全体の時間(Total time)：60～110ms

これら3つは必要条件ではなく参考指針として示した。理由は，サウンドエフェクトなどを利用する音は，聴覚上感じる一音の長さよりも，波形としては長くなる場合があるからである。作成の必要条件としては，サウンドデザイナー自身が，操作反応音にふさわしい音だと判断できることを条件とした。

作成された音は全部で150種類であったが評価用にサウンドデザイナーごとに15音ずつランダムに選出した計45音を採用した。

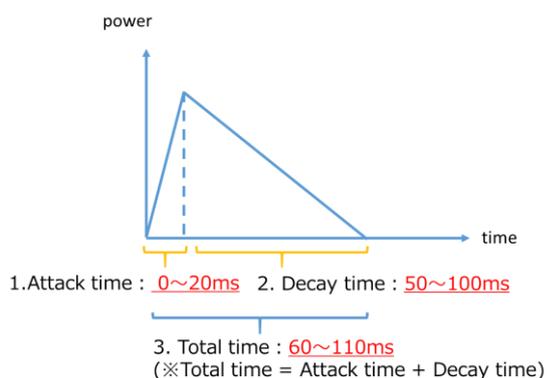


Fig. 2 Constraint of experiment stimuli

2.3.2 パラメトリックに作成した音

正弦波をベースに，3種類のパラメータを用いてパラメトリックに音を作成した。

- (1) 周波数：500 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz

(2) 倍音：

- ① 基音に対して2倍，1/2の強さ
- ② 基音に対して3倍，1/3の強さ
- ③ 基音に対して4倍，1/4の強さ

(3) 振幅エンベロープの立ち上がり時間(Attack time)，立ち下がり時間(Decay time)：

- ① Attack time：20ms，Decay time：50ms
- ② Attack time：5ms，Decay time：70ms
- ③ Attack time：0ms，Decay time：90ms

これらの各パラメータを組み合わせて，計27音を採用した。倍音に関しては，2倍音を基音の1/2倍，3倍音を1/3倍，4倍音を1/4倍の強さとし，ミキシングして作成した。振幅エンベロープに関しては，今井ら[2]の研究で，特に高評価であった上位3位のものを採用した。作成には，波形編集ソフト Sony 製 Sound forge 8 を用いた。

2.4 製品デザインに関する形容詞の選定

評価はSD法の7段階評価とした。評価に用いた形容詞は，製品デザインの評価に利用可能で且つ音の評価にも利用可能な評価語を選定した。選定の手順としては，まず西藤らの研究[7]を参考にした。これによれば，デザインに関する評価用語は，12のクラスタから構成されており，それらは「機能美」，「精密感」，「やさしさ・かわいらしさ」，「質感・ソフト感」，「色彩感」，「上品・エレガンス」，「力強さ，親しみ」・「伝統美」，「創造・満足感」，「現代性・新鮮美」，「高級感」，「目立ち」である。我々は，これらの各クラスタの内容を十分表現する評価語を少なくとも一つずつ選定した。

次に，製品の代表として車に注目し，車をイメージする評価語を列挙し，ここから製品デザインに利用できる評価語を選定した。

さらに，上記で選定した評価語の中で，音の評価にも利用可能な評価語をさらに絞って選定し，反意語を付加することで，評価語対を作成した。Table 1 に最終的に選定した評価語対を示す。

2.5 実験手続き

実験では，実験者が提示する刺激音を受動的に聴取し評価してもらった(操作反応音ではあるが参加者はタッチパネル操作などを行っていない)。音はランダムに提示した。1つ

Table 1 Evaluative word

評価語対			
装飾的な	機能的な	簡素	豪華
おおざっぱな	精密な	目立たない	目立つ
つめたい	やさしい	嫌い	好き
大胆な	繊細な	飽きの来る	飽きの来ない
光沢のない	光沢のある	大人っぽい	子供っぽい
ワイルドな	上品な	落ち着いた	躍動感のある
重々しい	軽やか	フォーマルな	カジュアルな
古典的な	先進的な	男性的	女性的
自然な	創作的な	高級感のない	高級感のある
複雑な	単純な	操作反応音としてふさわしくない	操作反応音としてふさわしい

の刺激音に対する回答時間は1分間で、その間刺激音を20回提示した。実験参加者は、この1分間の間に20組全ての評価語対に対し、7段階評価を行い、これを72種類全ての刺激音に対して試行した。評価の結果はパソコンでエクセルファイルに入力してもらった。また、評価方法に慣れてもらうために、本実験の前に練習を行った。なお、10実験音ごとに、適宜休憩を入れた。実験は全体で約90分であった。

3 結果

得られたデータに対して、因子分析を行った。なお、因子分析を行う際、“操作反応音としてふさわしい—操作反応音としてふさわしくない”、“飽きの来ない—飽きの来る”、“好き—嫌い”の3項目を除外した上で、分析を行った。因子分析の分析方法として、最尤法を用い、バリマックス回転を用いた。その結果、スクリー基準により4因子が抽出された。算出された因子負荷量をTable 2に示す。その結果、評価語の「上品な、精密な、光沢のある、女性的、先進的、高級感のある、目立つ、創作的な、機能的な」が第1因子、「子供っぽい、躍動感のある、カジュアルな」が第2因子、「豪華、複雑、重々しい」が第3因子、「やさしい、やわらかい」が第4因子となった。

これらの結果から、第1因子を“人工的因子”、第2因子を“躍動感因子”、第3因子を“豪華さ因子”、第4因子を“やさしさ因子”と解釈できる。

Table 2 Factor loadings

因子	評価語	因子負荷量			
		因子1	因子2	因子3	因子4
人工的	上品な	.765	-.161	-.077	.222
	精密な	.723	-.133	.008	-.102
	光沢のある	.701	.049	.136	-.012
	女性的	.680	.033	-.129	.161
	先進的	.650	.156	.426	-.102
	高級感のある	.611	-.334	.206	.123
	目立つ	.607	.263	.186	-.080
	創作的な	.550	.156	.467	-.129
躍動感	機能的な	.550	.156	.467	-.139
	子供っぽい	-.057	.728	-.096	.058
	躍動感のある	.091	.685	.160	-.119
豪華さ	カジュアルな	-.421	.552	-.039	-.017
	豪華	.392	.039	.624	.116
やさしさ	複雑	-.066	-.012	.569	.081
	重々しい	-.292	-.313	.407	-.219
	やさしい	-.105	-.046	-.017	.749
	やわらかい	.083	-.005	.097	.746

評価語選定の際に利用した文献[7]では、デザインに関する評価語は、最終的に「機能美」、「精密感」、「やさしさ」の3クラスに集約できると述べられていたことから、ほぼ同様の解釈が可能である。今回は、これに動的要素を表現する「躍動感」が追加されたと考えられる。

4 操作反応音イメージスケールの作成

実験結果から、操作反応音イメージスケールの作成を行った。因子分析により因子数は4となったため、軸の組み合わせが6通りであるが、解釈のし易さを考慮して、2種類のイメージスケールを作成した。1つが、因子分析により算出された第1因子(人工的因子)、第2因子(躍動感因子)の因子得点を操作反応音の座標として、因子負荷量を評価語の座標としてマッピングした(Fig.5)。横軸となる第1因子の人工的因子は、“自然—人工”軸、縦軸となる第2因子の躍動感因子は、“躍動感—落ち着いた”軸とした。もう一方のイメージスケールも同様に、第3因子(豪華さ因子)、第4因子(やさしさ因子)の因子得点を操作反応音の座標として、因子負荷量を評価語の座標としてマッピングした(Fig.6)。横軸となる第3因子の豪華さ因子は“簡素—豪華”軸、縦軸となるやさしさ因子は“やさしい—つめたい”軸とした。

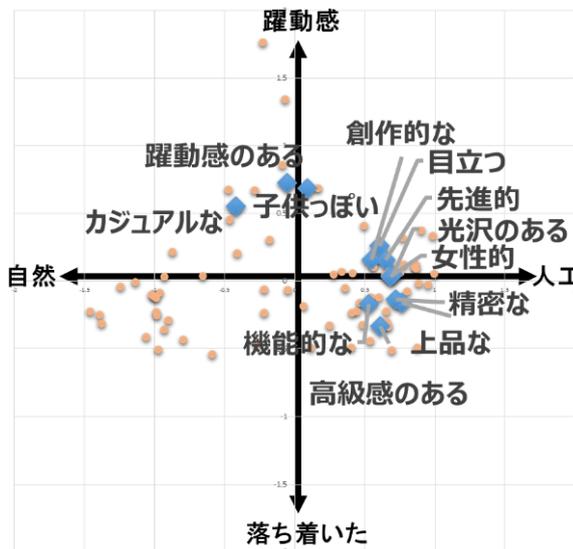


Fig. 4 Operation sound image scale (a)

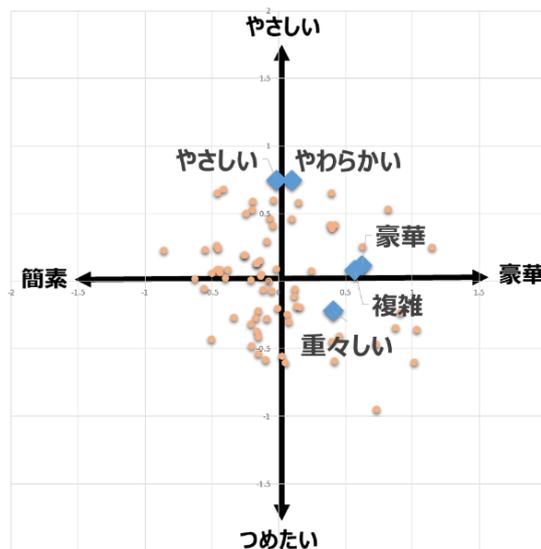


Fig. 5 Operation sound image scale (b)

デザイナーが作成した音は、Fig 4, Fig 5 の両スケール共に全体的に広い範囲にマッピングされていた。しかし、パラメトリックに作成した音は、Fig.4 に関してはスケールの右側に位置する、人工要素に近い部分に集中してマッピングされており、Fig. 5 に関しては、原点周りに集中してマッピングされていた。

また、操作反応音としてふさわしい—操作反応音としてふさわしくない”、“飽きの来ない—飽きの来る”、“好き—嫌い”の項目に対する回答の平均値を、操作反応音ごとに算出し、上位 10 位音がどの位置にマッピングされるか確認したところ、3 項目ともほぼ同じであった。Fig. 4 のスケールでは、人工的で落ち着いた音がある音がマッピングされている、第 4 象限に、Fig. 5 では、やさしくて簡素な音がマッピングされている第 1 象限に上位 10 位の音が集中していた。

5 まとめ

デザイナーが製品開発者とイメージの共有を図り、製品デザインに合致した操作反応音を作成するための支援となる、イメージスケールを構築した。72 音についての印象評価実験と因子分析の結果、人工、躍動感、やさしさ、豪華さの 4 因子が抽出され、操作反応音イメージスケールを構築することができた。

参考文献

- [1] 今井将太, “タッチパネルにおける操作反応音の有効性の検証”, 平成 26 年度 日本人間工学会 中国・四国支部, 関西支部合同大会講演論文集, K503, 148-149
- [2] 今井将太, “タッチパネルにおける押下感を付与する操作反応音の条件”, 日本音響学会 2015 年秋季研究発表会 講演論文集, 2015
- [3] 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, 日本規格学会, 2002.
- [4] 小林重順: “カラーイメージスケール”, 講談社, 2001, 11 高橋, 鈴木, 音講論 (春), 123-124, 2005.
- [5] Sangenya, T., "Creation of a Sound-Image Scale", IEEE SMC 2008, 1905-1909
- [6] 佐田寛明, “サイン音の心理的分析と音色イメージスケールの作成”, 日本音響学会講演論文集, 967-970, 2011
- [7] 西藤栄子, “「デザイン・構成美」評価語用語の選定と実物サンプル評価によるその有効性”, Japanese Journal of Sensory Evaluation, Vol. 3, No. 2, pp. 105-114, 1999