

# モータ駆動音の快音性デザインにおける価値構造モデルと個人差

浦山 純<sup>†</sup> 長田 典子<sup>†</sup> 山崎 陽一<sup>††</sup> 小林 勇斗<sup>†††</sup> 杉田 泰則<sup>†††</sup>  
保月 孝志<sup>††††</sup> 佐竹 彰<sup>††††</sup> 岩舘 寛康<sup>††††</sup>

<sup>†</sup>関西学院大学大学院理工学研究科 〒669-1330 兵庫県三田市学園上ヶ原 1  
<sup>††</sup>長崎県立大学情報システム学部 〒851-2195 長崎県西彼杵郡長与町まなび野 1-1-1  
<sup>†††</sup>長岡技術科学大学電気電子情報工学専攻 〒940-2137 新潟県長岡市上富岡町 1603-1  
<sup>††††</sup>三菱電機株式会社先端技術総合研究所 〒661-0001 兵庫県尼崎市塚口本町 8丁目 1-1  
E-mail: <sup>†</sup>{ibl08489, nagataoffice}@kwansei.ac.jp, <sup>††</sup>yamazaki@sun.ac.jp

**あらまし** 本研究では、モータ駆動音の快音性を予測する価値構造モデルを感性工学的アプローチに基づき構築する。また個人ごとのモデルを求め、個人の類型化を行い、快音性デザインに関わる要因について検討する。結果より、モデルでは3種類の価値に対して迫力因子と美的因子が影響を及ぼすことが確認され、個人の類型化では2種類のタイプが存在する可能性が示された。この結果は、モータ駆動音の快音性デザインにおける個人差考慮の必要性を示唆するものといえる。

**キーワード** 感性工学, モータ駆動音, 快音性デザイン, 階層構造モデル

## A Value Structure Model and Individual Differences for Designing Pleasant Motor Drive Sounds

Jun URAYAMA<sup>†</sup> Noriko NAGATA<sup>†</sup> Yoichi YAMAZAKI<sup>††</sup> Yuto KOBAYASHI<sup>†††</sup>  
Yasunori SUGITA<sup>†††</sup> Takashi HODUKI<sup>††††</sup> Akira SATAKE<sup>††††</sup> and Hiroyasu IWABUKI<sup>††††</sup>

<sup>†</sup>Faculty of Engineering, Kwansai Gakuin University 1 Gakuen Uegahara, Sanda-shi, Hyogo, 669-1330 Japan  
<sup>††</sup>Faculty of Information System, University of Nagasaki 1-1-1 Manabiya, Nagayocho, Nishisonogi-gun, Nagasaki, 851-2195 Japan  
<sup>†††</sup>Department of Electrical, Nagaoka University of Technology 1603-1 Kamitomiokamachi, Nagaoka-shi, Nigata, 940-2137 Japan  
<sup>††††</sup>Advanced Technology R&D Center, Mitsubishi Electric 8-1-1, Tsukaguchi Honmachi, Amagasaki-shi, Hyogo, 661-0001 Japan

**Abstract** We propose a value structure model to predict the pleasantness of motor-driven sounds based on a kansei engineering approach. In addition, we develop individual models, classify individuals into categories, and analyze the factors influencing pleasant sound design. The results indicate that the model confirms the influence of the power factor and the aesthetic factor on three types of values and implies the possibility of two distinct types of individual categorization. These results suggest the necessity of considering individual differences in designing motor-driven sounds for enhanced pleasantness.

**Keywords** kansei/affective engineering, motor-driven sounds, design of pleasant sounds, hierarchical structure model

### 1. はじめに

自動車の電気自動車 (EV) 化やデジタルトランスフォーメーション (DX) の推進に伴い、モータをアクチュエータとした製品がより身近になっており、モータの音は環境音を構成する主要な要素の一つになっている。先行研究では、モータ音など回転駆動系の騒音の評価に関して多くの評価指標が検討されているが[1]、音環境の快音化を目的としたモータ音の包括的な検討についての報告は少ない[2]。とくに快適さや好ましさ

といった音に対する感じ方は人それぞれで異なる、すなわち個人差があることが、和音や自動車走行音の嗜好の差[3,4]などで示されている。背景音の一要因となりうるモータ駆動音に対しても当てはまる可能性があるが、モータ駆動音を音源としてみた場合の嗜好の差異については検討されていない。

著者らはこれまでモータ駆動音の快音性デザインに関して、感性工学的手法に基づき検討を行ってきた[5]。感性工学は、物理要因と、それが喚起する感性的

反応を計測し、得られた感性量を真値 (grandtruth) として物理量との関係をモデル化する技術である。モデル化では、感性的評価の階層構造 (価値・感情-印象-物理量) を仮定した階層型モデルを構築することで、モデルの予測精度や説明可能性を向上できる。さらに中間層 (印象層) で、Osgood の 3 因子として知られる EPA 構造 (評価性(Evaluation)因子, 力量性(Potency)因子, 活動性(Activity)因子) に基づく解釈を採用することで、個人の多様な感じ方を表現できる[5]。

本研究では、モータ駆動音の快音性デザインを目的として、快音性を予測する価値構造モデルを感性工学的アプローチに基づき構築する。また個人ごとのモデルを求め、個人の類型化を行い、快音性デザインに関わる要因について検討する。

## 2. 快音性予測モデルの構築

### 2.1. 目的

山崎らはモータ音の快音性の価値構造モデル構築についての取り組みを報告した[5]。この報告では 65~75 [dBA]の提示音圧域でのモータ駆動音の快音性が検討されたが、一般的な生活環境で想定される音圧域(55~75[dBA])はより広く、快音性の個人差を検討する上で十分ではないと考えた。本研究では、快音性の分析に必要なデータ取得するため、生活環境で想定される音圧域でのモータ駆動音を対象に、[5]で示された評価手続きに基づいた主観評価実験を行う。さらにそのような音圧域における快音性に関する感性を可視化するための階層構造モデル構築も行う。

### 2.2. 主観評価実験

**参加者** 聴覚に問題がない健康な 21 歳から 25 歳までの大学生・大学院生 10 名 (平均年齢 22.5 歳, 男性 5 名, 女性 5 名) が参加した。

**実験刺激** 実験刺激には 16 種類のモータ駆動音を用いた。各音源は、回転数を 1 秒間で 30 回転となるように統制した上でインバータ制御のパラメータ (制御方式, 変調率, キャリア周波数) を変え、半無響室において録音した。全実験刺激はラウドネスが等しくなるように振幅を調整した。具体的には 16 種の音源について提示音圧が 5 [sone] (55 [dBA]相当), 11 [sone] (65 [dBA]相当)及び 20 [sone] (75 [dBA]相当)となるように調整し、全 48 種類のモータ駆動音を刺激に用いた。

**提示環境** 参加者は、インタビュー時にヘッドホンから実験刺激を聴取した。再生環境は、再生用端末、オーディオアンプ (iFi Audio nano iDSD), ヘッドホン (Sony MDR-CD900ST) により構成した。

**手順** 参加者は、最初に実験室内に設置された椅子に着座した後に、実験者から研究目的の説明を受け、自由意志において書面による研究の同意を得た。同意を

表 1 価値層の評価項目

価値層の評価項目		
うるさい	—	うるさくない
いらいらする	—	落ち着く
不安になる	—	安心する
不快	—	快
腹が立つ	—	気が和む
気が重くなる	—	気が楽になる
気になる	—	気にならない
嫌い	—	好き
まれにしか耳にしない	—	よく耳にする

表 2 印象層の評価項目

印象層の評価項目	
1 澄んだ	14 落ち着いた
2 美しい	15 かん高い
3 汚い	16 はっきりした
4 不快な	17 鈍い
5 快い	18 鋭い
6 物足りない	19 高い
7 迫力のある	20 低い
8 力強い	21 自然な
9 弱々しい	22 安定した
10 小さい	23 どっしりした
11 騒々しい	24 激しい
12 金属性の	25 音の高さが適切な
13 深みのある	

得た後に参加者はオージオメータによる聴力検査を行った。その後、評価する全刺激の聴感的特徴を把握するため全刺激を聴取した。参加者は、各刺激を 2 秒間、1 秒の間隔を空けて聴取した。

参加者は各刺激を価値、印象の順番で評価した。評価では、安静状態で刺激を 10 秒間聴取し、その直後に参加者はどのように感じたのかを表 1 の評価語対について 5 段階の SD 法により回答した。次に、聴取したモータ駆動音の印象を表 2 の 25 評価項目に関して、どの程度当てはまっているかを 5 段階のリッカート尺度により回答した。なお、印象評価時に参加者は実験刺激の再聴取を任意で行えた。また実験刺激はランダムにされ、各刺激は 1 回評価された。

### 2.3. 特徴量抽出

**印象層** 主観評価により得られた印象評価データに対して因子分析を適用することで、感性の階層構造における印象層を構成する印象因子を抽出した。因子分析の因子抽出法は最尤法、回転法は Promax 回転、因子数は並行分析で決定した。その結果として、モータ駆動音の印象を構成する、FI1:迫力因子(P), FI2:美的因子(E), FI3:金属性因子(A)の 3 因子を抽出した。これはモ

ータ駆動音の印象に関する特徴を3次元の因子得点から構成される特徴量ベクトルとして表現できることを意味する。モデル化においては、全参加者の特徴量ベクトルの平均値を代表値として用いた。

**価値層** 価値層を構成する9項目について、印象層を構成する3因子との関係性から分類した。具体的には、価値の得点を目的変数、各印象因子の得点を説明変数とした重回帰分析を実施し、目的変数と説明変数の関係の類似性から分類した。その結果として、うるさくない（うるさくない、気にならない）、安心する（安心する、落ち着く）、好き（気が和む、快、好き、気が楽になる）、の3種類の構造に分類でき、先行研究[6]と同様に快音性における感性的価値は3つの側面を有する可能性が示唆された。以上の結果に基づき、価値層の特徴は「うるさくない」「安心する」「好き」の評価項目の平均値により表される3次元の特徴量ベクトルを用いた。

**物理層** モータ駆動音の快音性を説明する物理的要因として、聴感の特徴を表現した代表的な音質評価(Loudness, Sharpness, Roughness, Fluctuation Strength, Tonality)を採用した[7]。また、中心周波数、尖度、周波数の広がり、エントロピー、Majorコードの割合などの特徴量も採用した。これらの特徴量は、Matlab上で動作するAudio Toolbox, MIR Toolboxを用いて計算した。またTonalityとして国際規格IEC 61400-11:2012の純音性可聴度(TA: Tonal Audibility)[1]を採用した。なおモデル構築時には各刺激で抽出された全TA値の平均値を代表値として用いた。また、Majorコードの割合は、MIR Toolboxの周波数特性から和音の出現割合を算出する関数を用いて計算した。

#### 2.4. モデル構築と評価

**手続き** 感性的階層構造モデルでは、最上位を価値、最下位を物理層とした階層性が仮定される。本研究では、この感性的階層構造モデルの観点から、上位の層の要素は下位の層の要素の影響を受けるとして、上位の層の各要素を目的変数、下位の層の各要素を説明変数とした重回帰分析を上位層と中間層の全要素について実施した。重回帰分析は、AIC (Akaike's Information Criteria) を基準とした変数選択法（ステップワイズ法）を採用した。さらに共分散構造の観点からもモデル構築が妥当であるかを補足的に検討した。具体的には、重回帰分析により得られた階層構造モデルに対して共分散構造分析を適用し適合度の観点から妥当性を評価した。なお、重回帰分析には統計分析ソフトであるSPSSを、共分散構造分析には統計分析ソフトであるRで動作するlavaanパッケージを用いた。

**結果** 図1は、本研究で構築された価値構造モデルである。共分散構造分析時の適合度は GFI=0.997、

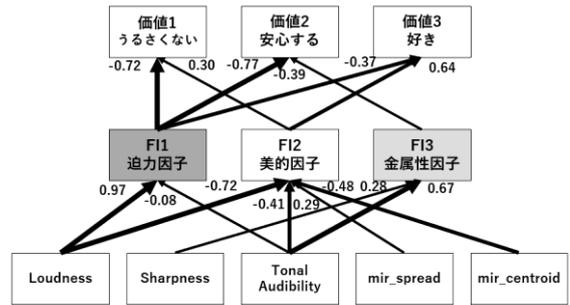


図1 モータ駆動音の快音性に関する階層構造モデル

AGFI=0.992 と良好な値を示しており観測データによく適合していると評価された。

次に、音響特徴量から価値・印象層の各要素の予測精度を決定係数の観点から評価した。また、予測精度について決定係数の観点から評価した。印象層のF11: 迫力因子(P), F12:美的因子(E), F13:金属性因子(A)は音響特徴量から調整済み決定係数で0.95, 0.85, 0.74の精度で予測できることが分かった。価値層の3要素については「うるさくない」は0.96, 「安心する」は0.91, 「好き」は0.92と、印象と同様に高い精度での予測できることが分かる。以上から、一般的な生活環境における音圧域においても、客観的に観測可能な音響特徴量からモータ駆動音の快音性を良い精度で予測しうることを示すことができた。

また、モデル構造に着目すると、印象を構成するF11: 迫力因子, F12:美的因子, F13:金属性因子は、Osgoodの3因子を構成する力量性(Potency), 評価性(Evaluation), 活動性(Activity)とそれぞれ対応すると考えられる。片平らは抽象的な形状を対象として、その良さの捉え方の個人差をEPA構造の観点から分類できることを示した[6]。モータ駆動音の快音性についてもEPA構造が見出されており、その捉え方に個人差があるのであれば同様の枠組みで個人差の有無を評価できると考えられる。次節では、EPA構造の観点から、参加者毎のモータ駆動音の快音性の捉え方を分析することで、個人差とその特性について検討する。

### 3. モータ駆動音の快音性の個人差

#### 3.1. 目的

モータ駆動音の快音性の捉え方に関する個人差の特性を明らかにするため、参加者毎の快音性に関する階層構造モデルを構築し、モデル構築に基づいたユーザタイプ分類と分析を行う。

#### 3.2. 方法

感性的階層構造モデルは価値・印象・物理量の3層を仮定しており、この各層の関係性において個人差が存在する可能性がある。本研究では、大枠として(1)主

表 3 「V1:うるさくない」に関する重回帰分析結果

	V1:うるさくない	id1	id2	id3	id4	id5	id6	id7	id8	id9	id10
価値-印象	F1:迫力因子(P)	-0.555	-0.853		-0.494	-0.810	-0.724	-0.542	-0.641	-0.364	-0.538
	F2:美的因子(E)	0.431	0.621	1.001	0.469	0.213	0.355	0.295	0.259	0.378	0.448
	F3:金属性因子(A)			0.323		-0.202			-0.192		
	ユーザタイプ(EPA構造)	EP	EP	EA	EP	EPA	EP	EP	EPA	EP	EP
価値-物理量	V1:うるさくない	id1	id2	id3	id4	id5	id6	id7	id8	id9	id10
	Loudness (sone)	-0.744	-0.661	-0.596	-0.699	-0.817	-0.794	-0.653	-0.807	-0.641	-0.773
	Sharpness (acum)										
	Roughness (asper)										
	Fluctuation Strength (vacil)										
	Tonal Audibility (dB)	-0.529	-0.317	-0.331	-0.217				-0.19		-0.272
	mir_centroid (Hz)										
	mir_kurtosis										
	mir_spread (Hz)										
	mir_entropy	-0.302									
	mir_rate_maj										
	mir_rate_min			-0.215							
ユーザタイプ(音響特徴量)	LT	LT	LT	LT	L	L	L	LT	L	LT	

表 4 重回帰分析結果に基づく参加者の分類結果

	参加者id	id1	id2	id3	id4	id5	id6	id7	id8	id9	id10
価値-印象	V1:うるさくない	EP	EP	EA	EP	EPA	EP	EP	EPA	EP	EP
	V2:安心する	E	EP	EA	EP	EP	EP	EP	EP	EP	E
	V3:好き	EPA	E	EP	E	EP	E	EP	EP	EP	EP
	ユーザタイプ(EPA構造)	EPA	E	EA	E	EP	E	EP	EP	EP	E
価値-物理量	V1:うるさくない	LT	LT	LT	LT	L	L	L	LT	L	LT
	V2:安心する	S	L	LT	LT	L	LT	L	L	L	LT
	V3:好き	LT	T	LT	L	L	T	L	LT	LT	LT
	ユーザタイプ(音響特徴量)	LT	LT	LT	LT	L	LT	L	LT	L	LT
ユーザタイプ(総合)		EPA-LT	E-LT	EA-LT	E-LT	EP-L	E-LT	EP-L	EP-LT	EP-L	E-LT

観的要素間の関係として価値-印象, (2)主観的要素と客観的要素の間関係として価値-物理量, 以上の2つの側面についてモデル構造から参加者を分類する. なお, 以上の2つの関係は, 参加者毎に3.4の手続きに基づいた重回帰モデルとして表現した.

### 3.3. 結果

#### 3.3.1. 価値-印象におけるユーザタイプ

表3は, 快音性の1側面である「V1:うるさくない」について参加者毎の, 価値-印象及び価値-物理量それぞれの重回帰モデルの構造及び参加者の分類結果を示したものである. ここで, 表内の数値は標準偏回帰係数であり, 対応する要素の価値形成における影響の強さを表している.

価値-印象の関係, すなわち EPA 構造からの価値形成の構造に基づき参加者を分類した. 全体の傾向として, 評価性(Evaluation)及び力量性(Potency)と対応するF12:迫力因子とF11:美的因子が「V1:うるさくない」の形成に寄与することが分かる. この傾向からの参加者毎の差異に基づき参加者を分類した. 具体的には, ユーザタイプ名は価値に形成する EPA 構造の要素の種類に着目したもので, 表3の上段のユーザタイプに示したように, EPタイプ(評価性及び力量性が価値形成

に寄与), EPAタイプ(評価性, 力量性, 活動性のすべての要素が価値形成に寄与), EAタイプ(評価性, 活動性が価値形成に寄与)の3タイプが存在することが示唆された. なお, 各タイプの名称は価値形成に寄与する要素の頭文字と対応するように決定した.

この分類を「安心する」「好き」についても実施し, そのすべての分類結果を表4の上段に示した. なお, 「うるさくない」で確認できなかったユーザタイプとして評価性のみが価値形成に寄与するEタイプ確認された. ここで3つの価値の側面を統合することで, EPA構造の観点に基づく価値の捉え方に関するユーザタイプの分類を行った. 前述したように価値-印象については評価性と力量性を軸として価値が形成される傾向にある. 本研究では, この傾向からの差異に基づき参加者を分類する. その結果として, 評価性と力量性に着目するEPタイプ, 相対的に評価性を重視するEタイプ, そして活動性を重視するEAタイプ, また全要素を網羅的に重視するEPAタイプである. ここでid5とid8は「うるさくない」についてEPAタイプであるが, 相対的に活動性の要素(FI3:金属性因子)の価値への影響は小さく, この分類は傾向を捉えることを目的としていることからEPタイプとして分類した.

分類の結果として, EPタイプは4名, Eタイプは4

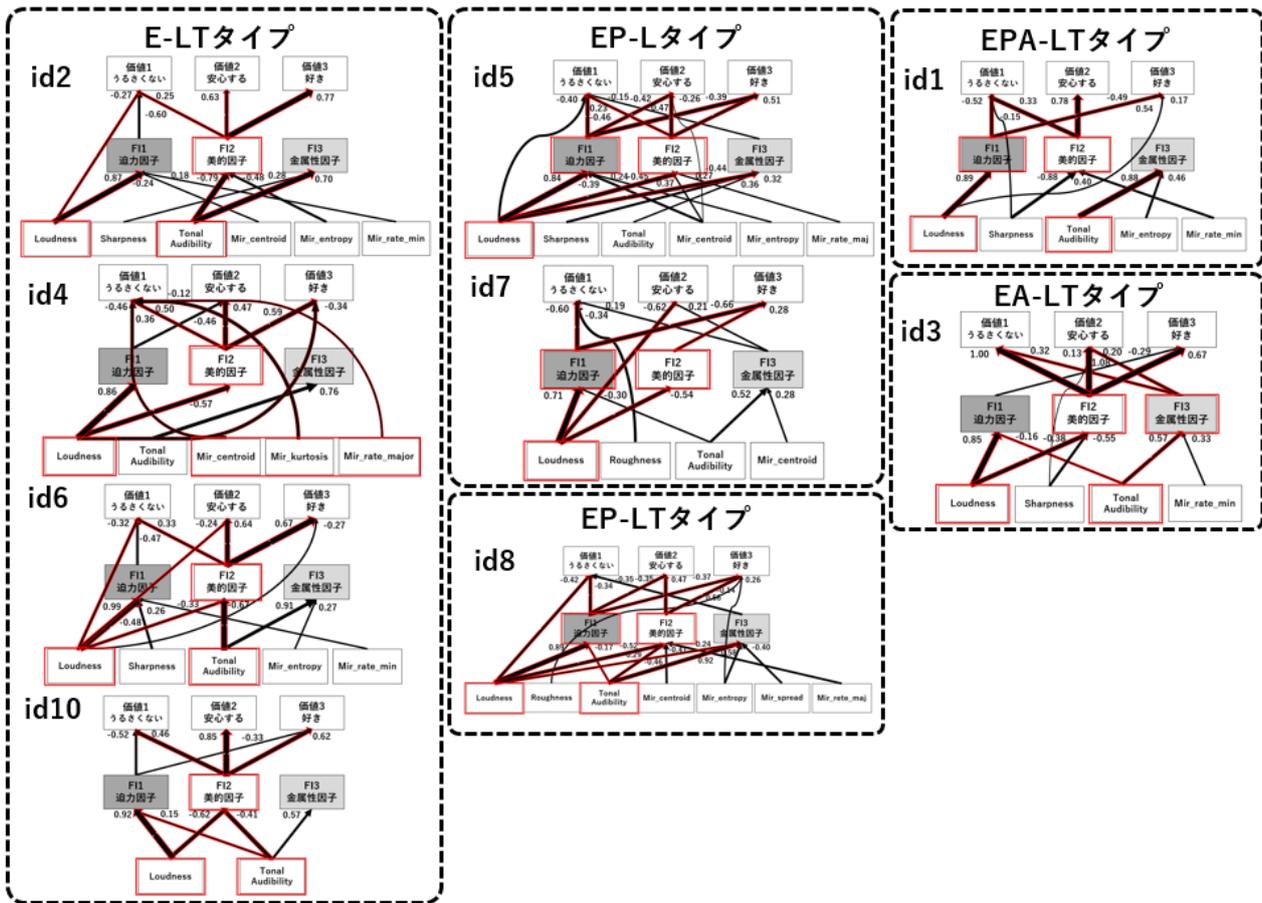


図 2 共分散分析に基づく参加者別の快音性に関する階層構造モデル

名、他タイプは 2 名であり、価値-印象の関係において評価性(FI2:美的因子)を軸として力量性(FI1:迫力因子)を重視するタイプとしないタイプが存在することが示唆された。

### 3.3.2. 価値-物理量におけるユーザタイプ

価値と音響特徴量の関係については、価値-印象の場合と同様の形式で表 3 の下段に示した。全体の傾向として聴感的な音の大きさを表す Loudness, トーンの突出度合いを反映する Tonal Audibility が「うるさくない」の形成に寄与することが分かる。この形成に関する構造の差異から、価値-印象の場合と同様に参加者を分類した結果を表 3 のユーザタイプ(音響特徴量)に示した。傾向として、Loudness の要素のみが「うるさくない」の形成に寄与する L タイプと、Loudness と Tonal Audibility の両方の要素がその形成に寄与する LT タイプに分類されることが分かる。なお、各タイプの名称は価値形成に寄与する特徴量の頭文字を列挙することで表現した。

この分類を「安心する」「好き」についても実施し、そのすべての分類結果を表 4 の下段に示した。その結果として「うるさくない」では確認できなかった Sharpness 及び Tonal Audibility それぞれの要素のみが

価値の形成に寄与する S タイプ及び T タイプが存在することを確認した。価値-印象の場合と同様に、価値-音響特徴量の全体の傾向に基づきユーザタイプの分類を行い、その結果を表 4 のユーザタイプ(音響特徴量)に示した。その結果として、価値の形成において Loudness と Tonal Audibility の両方が寄与する LT タイプと、Loudness のみが寄与する L タイプが存在することを示した。なお、LT タイプは 7 名、L タイプは 3 名であった。従来の騒音研究では騒音性は聴感的大きさに着目されてきたが、今回対象とした生活環境の音圧域においてはそのようなユーザは少数であり、実態として複数の聴感的要素から音の捉えられる傾向にあるのは快音性を考える上で重要な知見を提供するものだといえる。

### 3.3.3. 感性の階層性に基づくユーザタイプ

感性の階層構造モデルの観点から、価値-印象、価値-物理量の 2 つの側面の組み合わせとして個人差が表現されると考えた。本研究では表 4 の分類結果を統合することでモータ駆動音の快音性に関する感性の包括的な様相と対応したユーザタイプを抽出した。具体的には、価値-印象、価値-物理量のユーザタイプの組み合わせにより参加者を表 4 のユーザタイプ(総合)のように分類した。

分類の結果として、E-LT タイプ、EP-L タイプの 2 タイプが大きく存在することが示唆された。E-LT タイプは、評価性に関する印象が快音性の形成に寄与し、価値・印象は Loudness と Tonal Audibility かの音響特徴から捉えているユーザタイプである。また、EP-L タイプは、評価性と力量性の両方が価値の形成に寄与する共通した EPA 構造を有しており、価値・印象の形成には Loudness のみが寄与する。なお、E-LT タイプは 4 名、EP-L タイプは 3 名であった。また、EP-LT タイプ、EPA-LT タイプと EA-LT タイプはそれぞれ 1 名のみであり、これらがユーザタイプとして存在するかはさらなる検証が必要である。

### 3.3.4. ユーザタイプ別の感性の階層構造

前節において快音性の捉え方に関する 2 つのユーザタイプ (E-LT タイプ、EP-L タイプ) の存在が示唆された。各ユーザタイプは感性の階層性の観点から異なる特徴を持つと考えられる。ここでは、3.4 に示した重回帰分析と共分散構造分析による手続きにより参加者毎の快音性に関する階層構造モデルを構築することでユーザタイプ毎の感性の差異の可視化した。参加者毎に構築した階層構造モデルの一覧を図 2 に示した。なお、id9 は適合度の高いモデルを得ることができなかった。

その結果、ユーザタイプ毎にその傾向が異なることが分かる。E-LT タイプである id2, id4, id6, id10 は、美的因子がすべての快音性の側面に寄与し、それが Loudness 及び Tonal Audibility から形成される構造が共通していることが分かる。また、EP-L タイプの id5 と id7 のモデルは、Loudness が価値・印象の形成に強く影響し、FI1:迫力因子(P)と FI2:美的因子(E)の 2 つが価値の形成に寄与する構造であることが分かる。また、1 名ではあるが EP-LT タイプに着目すると EP-L と比較して、相対的に Tonal Audibility の影響が強いことが分かる。このことから価値-印象の関係が EP の場合、サブタイプとして LT と L の 2 種類のユーザタイプが存在する可能性がある。

以上の本研究の取り組みから、感性の階層構造の観点からモータ駆動音の快音性を分析することで、快音性の捉え方に一定の傾向は認められるが、その捉え方に 2 つのタイプ (E-LT タイプと EP-L タイプ) が存在することが示唆された。

## 4. 結論

本研究では、モータ駆動音の快音性デザインをめざし、一般的な生活環境における音圧域におけるモータ駆動音を対象として、感性工学的的方法に基づく主観評価実験を行った。主観評価により得られたデータから快音性の階層構造モデルを構築した結果、音の聞こ

えの大きさだけではなく、美的要因も重視していることが分かった。構築したモデルは、快音性を形成する心理的・音響的要素の関係性を包括的に説明し、また高い精度で音響特徴量から快音性を形成する心理反応を予測することができることを確認した。

また個人の類型化により快音性デザインに関わる要因について検討した。感性の階層性に基づき価値-印象、価値-物理量の 2 つの関係性から参加者を分類し、2 つのユーザタイプ (E-LT タイプ、EP-L タイプ) が存在する可能性を示した。さらに参加者毎の快音性の階層構造モデルを構築し比較することで各タイプはそれぞれ異なる快音性の捉え方をしていることを示した。

今回は、比較的に情緒的側面の影響の少ないモータ駆動音を対象とした検討であったが、それでもその捉え方に個人差があることが明らかになった。この結果は、音の快音性デザインにおける個人差考慮の必要性を示唆するものであると同時に、感性の階層性を考慮することの重要性を示すものであるといえる。

## 謝 辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP22H03681 の支援を受けたものです。

## 文 献

- [1] 坂本慎一, “環境騒音における純音性成分を含む騒音の評価,” 日本音響学会誌, vol.77, no.12, 798-805, 2021.
- [2] 星野博之, 戸井武司, “音源のシャープネス値と感情極性値に基づく快適覚醒音刺激に関する考察,” ヒューマンインタフェース学会論文誌, vol.19, no3, pp.231-242, 2017.
- [3] 浅川香, 矢野敦仁, 木村勝, 片平建史, 山崎陽一, 長田典子, “車室内エンジン加速音及び定速走行音の聴取時における感情評価の個人特性,” 日本音響学会誌, vol.77, no.11, pp.694-697, 2021.
- [4] J.H. McDermott, A.J. Lehr, A.J. Oxenham, “Individual differences reveal the basis of consonance,” *Current Biology*, vol.20, no.11, pp.1035-1041, June 2010.
- [5] 山崎陽一, 長田典子, 保月孝志, 樋渡天次郎, 佐竹彰, “快音性デザインのための感性工学的手法に基づくモータ騒音の価値構造モデル,” 日本音響学会第 151 回(2024 年春季)研究発表会, 1-9-20, 2024.
- [6] 片平建史, 武藤和仁, 橋本翔, 飛谷謙介, 長田典子, “SD 法を用いた感性の測定における評価の階層性,” 日本感性工学会論文誌, vol.17, no.4, pp.453-463, 2018.
- [7] 高田正幸, “音質評価指標の計算法と適用事例,” 日本音響学会, vol.75, no.10, pp.582-589, 2019.