

和音性印象構造モデルによる個人の感情評価特性の分析

☆西田智徳 (関西学院大), △片平建史 (早稲田大),
岡崎聡, △山崎陽一, △長田典子 (関西学院大)

1 はじめに

和音は音楽を形作る上で重要な要素であり、これまでさまざまな観点から研究が行われてきた。下藪[1]は、基本的な構造である3和音を対象に和音聴取が喚起する感情から和音の印象、そして音響特徴までの関係を階層的に表現するモデルを構築した。これにより、和音認知に関する構造が明らかにされた。

一方で、浅川[2]は調性的な構造を有するエンジン音に関してコアアフェクトの観点からエンジン音を聴取した際の情動反応が異なる実験参加者を見出した。これは和音に関しても情動反応の個人差が存在することを示唆するものである。しかしながら、そのような観点からの研究は報告されていない。

そこで本研究では、和音聴取における情動反応の個人差の有無を解明し、その背景に横たわる認知的な構造の違いを明らかにすることを目的とする。まず、実験1において和音聴取に対する情動反応を主観評価により観測し、クラスタ分析に基づき情動反応のタイプ分類を行い情動反応についての個人差の有無を明らかにする。次に、実験2によりモデル構築を目指した主観評価を行い、実験1において見出された情動反応タイプ毎の和音性印象構造モデルを構築し、タイプ間でのモデル構造の違いを比較・検討する。

2 実験1：感情評価実験

和音聴取時の情動反応の測定を目的とした、Affect Grid法[3]による感情評価実験を行った。

2.1 実験参加者

健全な聴力を有した学生20名(男性10名、女性10名、音楽経験者10名、音楽未経験者10名、平均年齢=21.9歳、SD=1.37)が参加した。音楽経験の有無について、谷口[4]は、平均音楽経験年数が8.4年の実験参加者は2純音の弁別閾が小さいと述べているため、和音

を意識して演奏する楽器、または合唱などの声楽を合計8年以上経験している者を音楽経験者とし、それ以外は音楽未経験者とした。

2.2 実験刺激

4種類の楽器(Piano, Violin, Trumpet (inB♭), Clarinet (inB♭)), 5種類の主要な三和音(Major, Minor, Dim, Aug, Sus4)の基本形を組み合わせた、計20種類に限定し、再生時間を4秒間として作成した(Fig. 1)。また、音高による影響を取り除くため、最低音をE♭4、最高音をE♭5に固定した。作曲ソフトMuscore3で作成を行い、サウンドフォントをArachno SoundFont Version 1.0.sf2にした。更に、音圧については、各刺激の音圧を一定にするために、Audacityを用いてそれぞれの刺激の波形の正規化を行った。

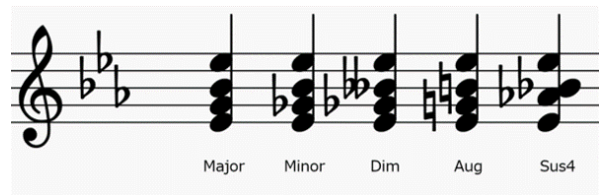


Fig. 1 Experimental stimuli

2.3 実験環境

防音室で部屋を暗くした状態で実験を行った。再生環境はアンプ(iFi nano iDSD)とヘッドホン(SONY MDR-CD900ST)及び、刺激提示用PCから構成される。実験刺激提示プログラムはNeurobehavioral Systems社のPresentationを用い構築した。実験刺激を評価するプログラムはMicrosoft Visual Studioで作成した。

2.4 実験手順

実験セッションでは、20種の実験刺激をランダムに4回提示し、1評価ごとに10秒間の休憩をとる。評価形式はAffect Grid法であり、刺激音聴取時の感情を「快—不快」と「覚醒—鎮静」の2次元空間上の位置により回答する。なお、快—不快「覚醒—鎮静」の軸はそ

* Individual Difference Analysis of Affective Traits for Chord Listening based on Impression Structure Model for ASJ 2022 Spring meeting, by Nishida Tomonori (Kwansei Gakuin Univ.), Katahira Kenji (Waseda Univ.), Okazaki Satoshi, Yamazaki Yoichi, Nagata Noriko (Kwansei Gakuin Univ.).

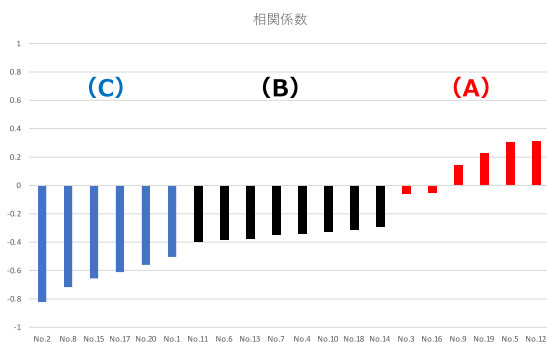


Fig. 2 Distribution of Correlation Coefficients

それぞれ9段階のいずれかで評価した。

2.5 実験結果

参加者毎に各刺激について4回の評価の平均値を計算しこれを代表値とした。次に、加者毎に「快—不快」と「覚醒—鎮静」の間の相関係数を計算し、これを参加者の情動反応傾向を表す特徴量とした。

この特徴量を基準として階層型クラスタ分析 (Ward) 法により参加者の情動反応傾向を分類した。その結果、弱い正の相関を示す A 群 (6名)、弱い負の相関を示す B 群 (8名)、強い負の相関を示す C 群 (6名) の3つの情動反応タイプが認められた (Fig. 2)。なお、相関の有無の基準は「有意確率が5%未満」として分類を行った。

各タイプにおける音楽経験者の割合は、A 群における音楽経験者が6人中5人となり、特異的に音楽経験者がA群に属していた。また、平均音楽経験年数を算出すると、12.7年と他の群に比べて高い結果となった (B 群: 3.8年, C 群: 6.8年)。このことから、音楽経験が情動反応の形成に影響すると示唆された。

3 実験2: 主観評価実験

実験1で見いだされた情動反応タイプ毎の和音性印象構造モデルを構築するため、実験1に参加した20名の参加者を対象に、同様の実験刺激・環境下において和音聴取に対し喚起された感情と、和音に対する印象を測定するための主観評価を実施した。さらに因子分析により情動反応タイプ毎の和音評価に関する感情・印象層毎の因子構造を抽出した。

3.1 実験手順

下菌[1]の研究で用いられていた61語の評価語で行った (Table. 1)。ここで感情層は25語、印象層36語 (高次の印象は24語、低次

Table. 1 Used evaluative words

| 低次印象層 | 高次印象層 | 感情層 |
|----------|----------|--------|
| 鈍い | 温かな | 安らぐ |
| よどんだ | 美しい | 安定な |
| 複雑な | 豊かな | 温かな |
| 溶け合わない | なごやかな | 穏やかな |
| 重厚な | エレガントな | なごやかな |
| 低音にのびのある | 深い | 優しい |
| 柔らかい | 幸せな | 楽しい |
| 溶け合う | 嬉しい | 広がる |
| 澄んだ | 明るい | 元気な |
| 浮かんだ | 陽気な | 無感動な |
| ものたりない | ゆったりした | うっとりしい |
| 弱々しい | 生き生きした | 不自然な |
| | 刺激的な | 生気のない |
| | 不思議な | 陰気な |
| | センチメンタルな | 気持ち悪い |
| | つまらない | すっきりした |
| | 暗い | 綺麗な |
| | 寒い | 優雅な |
| | 淡白な | 生き生きした |
| | せかせかした | 軽快な |
| | ドライな | すがすがしい |
| | 不安な | 快な |
| | 憂鬱な | 不快な |
| | 寂しい | 好きな |
| | | 嫌いな |

の印象語は12語)である。評価は、実験1で用いたものと同じ和音刺激を対象として、7段階のリッカート尺度により評価した。なお1刺激につき1評価を行った。

3.2 因子構造の抽出結果

情動反応タイプ毎に感情層、高次印象層、低次印象層、それぞれの層について因子分析を行い各層の因子構造を抽出した。因子分析には、因子分析の専用プログラムであるHAD17.10を用いた。抽出法としては最尤法、回転法はPromax回転を採用した。また因子数は平行分析を基準に決定した。因子分析の結果を、Table. 2に示した。

結果として、低次印象層では「重さ」「弱さ」と他に因子構成の違いが少なかった。高次印象層では、評価性に関する因子である「モダリティ」「美的」「淡白」が全ての群において共通して抽出された一方で、B群では「深さ」、C群では「金属性」とタイプ独自の因子も抽出された。感情層では、「快」「軽快」がA群にのみ存在しない点や、A群では「優雅」、C群では「華やか」「穏やか」とタイプ独自の因子も見られた。

Table. 2 Factor names for each type and stratum

| | | |
|---|-------|--------------------------------|
| A | 感情層 | 不快, 優雅, 活動的, 安定 |
| | 高次印象層 | モダリティ (-), 美的, 淡白, 刺激性 |
| | 低次印象層 | 重さ, 協和, 弱さ |
| B | 感情層 | 快, 不快, 軽快, 活動的 (-) |
| | 高次印象層 | 美的, モダリティ (-), 刺激性 (-), 淡白, 深さ |
| | 低次印象層 | 協和 (-), 重厚, 弱さ |
| C | 感情層 | 快, 華やか, 穏やか, 活動的, 軽快 |
| | 高次印象層 | モダリティ, 美的, 金属性, 刺激性, 淡白 |
| | 低次印象層 | 重さ, 弱さ, 協和 |

4 和音性印象構造モデルの構築と分析

4.1 音響特徴量抽出

算出区間を, 刺激時間全体, Attack 区間, DSR 区間とし, 55 次元の音響特徴量抽出を行った. その後, 主成分分析で 5 次元の特徴量 (シャープネス, 粗さ, 調性 Major, 安定性, 豊かさ) として抽出した. 抽出には MATLAB (MIR Toolbox, MA Toolbox) を用いた.

4.2 共分散構造分析によるモデル構築

各情動反応タイプを対象として, 感情層・高次印象層・低次印象層・音響特徴量のそれぞれの関係性を記述した多層のモデルを共分散構造分析のパス解析により構築した.

モデル構築では感情層を最上位として, 高次印象層, 低次印象層, そして音響特徴量と階層性を設定し, 上位の層は下位の層からの影響を受けるといった前提のもとでのモデル構築を行った. なお, 各因子得点は標準化した上で, 変数選択法による重回帰分析による有効なパスを選定した上で共分散構造分析の適合度評価を行った.

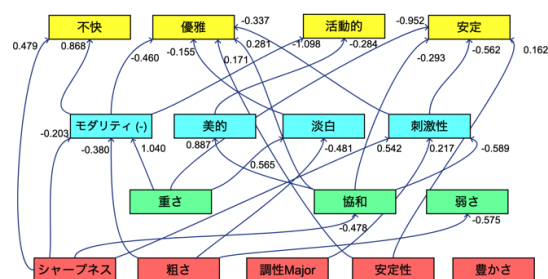
モデル構築の結果を Fig. 3 に示した. 全情動反応タイプについて良好な適合度を示す和音性印象構造モデルの構築に成功した. モデルを比較すると, モデル構造の複雑さは演奏経験者を多く有する A 群で単純であるのに対して, 非音楽経験者が多い他の群ではより複雑な構造を有することがわかる. これは音楽経験の獲得に従って, 和音の感情評価傾向が確立されるのだと考えられる.

また, 情動反応の傾向として, 快の構成については, A, C 群では「モダリティ」の向上

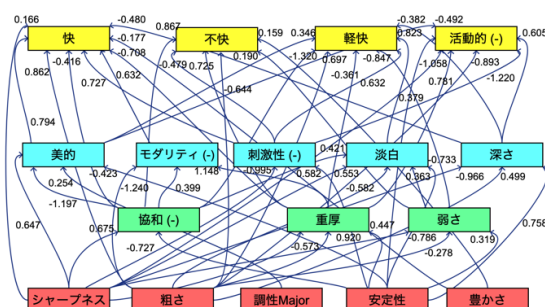
と「シャープネス」の減少に従って快感情が喚起される構造であるのに対し, B 群ではそれらに加えて「美的」「協和 (-)」「重厚」などの因子が関与する複雑な構造にある. 他には, 「豊かさ」の音響特徴においては B, C 群では他の因子に影響を与えていたことに対し, A 群では他の因子に影響を与えていないといった違いがあることを見出した.

5 実験 3 : 聴覚機能の調査

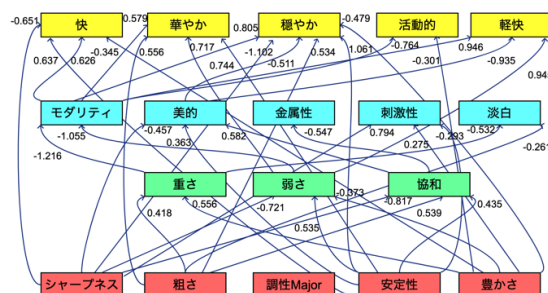
実験 1 の感情評価実験の結果から, 音楽経験と情動反応傾向の関係が認められた. この差異が生じた原因として, 音楽経験に伴う評価基準の変容が考えられる. その一方で, 音楽経験が長くなるに従い, 聴覚機能が低下す



(A) Weak positive correlation
(GFI=0.985, AGFI=0.971)



(B) Weak negative correlation
(GFI=1.000, AGFI=1.000)



(C) Strong negative correlation
(GFI=0.999, AGFI=0.997)

Fig. 3 Chordal impression structure models

Table. 3 Questionnaire from Suzuki[5]

| | |
|----|--|
| 1 | 静かな所で、家族や友人と1対1で向かい合って会話する時、聞き取れる [a] |
| 2 | 家の外のあまりうるさくないところで会話する時、聞き取れる [a] |
| 3 | 買い物やレストランで店の人と話す時、聞き取れる [a] |
| 4 | 後から近づいてくる車の音が、聞こえる [b] |
| 5 | 電子レンジの「チン」という音など、小さな電子音が聞こえる [b] |
| 6 | うしろから呼びかけられた時、聞こえる [b] |
| 7 | 人ごみの中での会話が聞き取れる [a] |
| 8 | 4, 5 人の集まりで、話が聞き取れる [a] |
| 9 | 小声で話された時、聞き取れる [a] |
| 10 | テレビのドラマを、周りの人々にちょうどよい大きさに聞いているとき、聞き取れる [a] |

ることが知られている。これは知覚特性の差異が、情動反応傾向に影響する可能性を示すものである。そこで本研究では、聴覚機能と情動反応傾向の関連を調査するため、実験 1 及び実験 2 の参加者を対象に聴覚機能の調査を実施した。

5.1 実験手順

鈴木[5]の研究で用いられた「きこえについての質問紙」の 1~10 番を質問項目とした (Table. 3)。回答形式は先行研究と同様に 5 段階の評定尺度法 ([a]の場合はいつも聞き取れる~いつも聞き取れない, [b]の場合はいつも聞こえる~いつも聞こえない) で実施し、質問の事態を経験しない被験者のための選択肢として最右に「経験がない」の項目を設けた。

5.2 実験結果

全ての評価において「経験がない」の選択肢は選ばれなかった。[a]の回答項目での点数化は、「いつも聞き取れる」~「いつも聞き取れない」の評価を 1~5 の数値に変換する方法をとった。[b]の場合も同様のことを行った。評価データを A, B, C のタイプごとに分け、一元配置の分散分析を行った。その結果、「2. 家の外のあまりうるさくないところで会話する時、聞き取れる」の質問項目で、5%の有意差 ($p=0.043^*$) が見られた。

また、A-B, A-C, B-C の組み合わせでそれぞれ片側 t 検定を行うと、A-B の組み合わせで有意傾向が見られた (A-B : $p=0.068$, A-C : $p=0.175$, B-C : $p=0.366$)。更に、各タイプの平均スコアが 1.5 より大きいか t 検定を行ったところ A 群に概ね有意な差が見られた (A : $p=0.059$, B : $p=0.248$, C : $p=0.249$)。

感情評価傾向は音楽経験だけでなく聴覚機能とも関連することが実験結果からわかった。

6 まとめ

実験 1 では、3 タイプの感情評価傾向を見出し、和音聴取における情動反応の個人差が存在し、音楽経験との関係があることを示した。実験 2 では、タイプ毎に各層における因子構造を抽出し、それらの因子構造をもとにモデル構築した。構築したモデルを比較することで、和音聴取時の情動反応の個人差の背景にある認知的構造の差異を示した。また、聴覚機能に関するアンケートから、情動反応の個人差には聴覚機能も関与していることも示された。今後は、より精密なモデル構造の抽出と分析を行うために、より多くの実験参加者を対象とした実験の実施や聴覚機能に関するより詳細な調査を実施する。

参考文献

- [1] 下菌大樹 他, 和音印象と音響特徴量との対応解明のための多層的表現. 日本音響学会 2016 年春季研究発表会講演論文集, 96, 2016.
- [2] 浅川香 他, 車室内エンジン音加速・定速走行音に対する感情評価. 日本音響学会 2019 年秋季研究発表会講演論文集, 96, 2019.
- [3] J. A. Russell et al., "Affect grid: A single-item scale of pleasure and arousal," *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 57, no. 3, pp. 493–502, 1989.
- [4] 谷口高士 他, 2 純音による同時的音程の弁別に対する楽器経験の影響, *The Japanese Journal of Psychology*, vol. 60, no. 3, pp. 148–155, 1989.
- [5] 鈴木恵子 他, 難聴者による聴覚障害の自己評価. *Audiology Japan* 45, 704~715, 2002.