

音楽美評価システム“MAES”の構築とその評価

三浦 雅展*, 尾花 充+, 山田 真司++, 柳田 益造**

*同志社大学大学院 工学研究科 知識工学専攻, +宝塚造形芸術大学 映像造形学科,
++大阪芸術大学 芸術学部 音楽学科, **同志社大学 工学部 知識工学科

〒610-0321 京田辺市多々良都谷 1-3

* E-mail : eta1703@mail4.doshisha.ac.jp

ここでは、音大の学生を被験者とし、音楽的な美しさ評価について和声学のバス課題許容解群を用いて調査している。その結果、音大生の中でも作曲科の学生の回答が、専門家の回答と相関が高いことが確認された。また、専門家の評価基準を実装した「音楽美評価システム(MAES)」を構築し、MAES と音大の学生とどちらが専門家の答えに類似しているかを調査したところ、MAES は作曲科専攻などの優秀な学生とほぼ同じレベルで音楽的な美しさの評価することができることが確認された。

Constructing a Musical Aesthetics Evaluation System “MAES”

Masanobu MIURA*, Mitsuru OBANA⁺, Masashi YAMADA⁺⁺, and Masuzo YANAGIDA^{**}

* Dept. of Knowledge Engng., and Computer Sciences, Doshisha Univ., Kyoto, Japan.

+ Dept. of Visual Image Design, Takarazuka Univ. of Arts and Design, Hyogo, Japan.

+ Dept. of Musicology, Osaka Univ. of Arts, Hyogo, Japan.

** Dept. of Knowledge Engng and Computer Sciences, Doshisha Univ., Kyoto, Japan.

1-3 Tataru-Miyakodani, Kyo-Tanabe, Kyoto, Japan, 610-0321

* E-mail : eta1703@mail4.doshisha.ac.jp

Aesthetics evaluations by music college students are investigated using allowable answers for given bass tasks for the theory of harmony. The evaluation scores by students of composition course are found to be similar to the average scores by experts in music composition. A system that can evaluate musical aesthetics is realized by introducing weights obtained from regression analysis of aesthetics evaluations through enquetes to experts. The system is called “MAES(Musical Aesthetics Evaluation System)”. Comparing the outputs of MAES with the average scores by experts and students in several levels in music college, it is confirmed that MAES can evaluate musical aesthetics as the same level as excellent students.

1.はじめに

近年のコンピュータ技術の発展に伴い、音楽についても情報処理の観点から様々な研究が行われてきている。特に「音楽美」については、例えば「美しい演奏」を奏でる自動演奏システムや、「美しい楽曲」を自動生成することを目指した自動作曲システムなどという具体的な形で検

討・実現されてきた。また、心理学的な立場からでは、例えば音楽作品が何らかの感情的性格を持つと仮定し、さまざまな音楽作品についての印象評価から、感情価測定尺度を構築する研究例もある¹⁾。しかし、音楽が本来持つ「美しさ」そのものについて、その認知過程や、音楽作品がもつ特徴との関連などの観点からはあまり検

討されていない。それは、音楽美そのものがあまりに複雑で、単純なモデルで表現することが困難であり、現実問題として音楽美を科学的に究明することが不可能であったからであると言える。最も深刻な原因としては、現存する音楽作品は多種多様で、それらの音楽的な美しさを単純に比較・評価できないことや、あるいはたとえ比較・評価を行ったとしても、音楽作品間で何を根拠に比較・評価しているかが不明瞭で、音楽美の評価についての根拠を見つけることがほぼ不可能であったことなどが挙げられる。

今回我々は、音楽的な美しさのメカニズムを解明することを最終的な目的として、評価対象に和声学²⁾におけるバス課題許容解群を用いて、音楽美評価実験を行った。バス課題許容解群は、バスパートが共通で音数が同一で、どの解も「禁則」と呼ばれる和声学が成立した当時の模範的な音楽的な美しさを失わないための最低基準に違反しない、制約された音楽作品であると言える。被験者にバス課題許容解群という、いわば「素性の知れた音楽刺激」の音楽的な美しさを評価させることで、音楽的な美しさの要因を調査することができると思われる。三浦らは、与えられたバス課題について3和音に限定した範囲内での全許容解を列挙するシステム「BDS」を構築した³⁾⁴⁾。ここでは、BDSを用いて、バス課題の全許容解を列挙し、それら全ての音楽的な美しさを被験者に評価させ、その結果について述べる。なお、ここでは音楽美を「調性音楽における規範的な美しさ」に限定する。

2. バス課題システム「BDS」

和声学のバス課題およびソプラノ課題では、禁則に違反さえしなければ正解とされる。禁則には「こうしてはならない」「こうしなければならない」「こうするのがよい」など、禁止、推奨などの形式で記されているのが普通である。ここでは、これらをまとめて「規則群」と呼ぶことにする。

三浦らが構築した BDS では、対象とする和音を3和音の基本型、第一転回型、第二転回型に

限定し、対象とする規則群は、和声学の教科書として日本では事実上の標準となっている文献1)のp.67までである。和声学の教科書に書かれている各禁則には、明確ではないが、優先度が設定されていると考えられる。例えば、「禁ぜられる」「~させてはならない」と、程度の強いと考えられる規則もあれば、「~ことが多い」「~させるのがよい」などと、程度の強さがいまいな規則もある。Taube⁵⁾は、まず規則を独自に設定し、次にそれぞれの規則にその程度の強さを表すレベルを独自に4段階で設定している。BDSでは、上記の教科書のp.67までに書かれている規則群のみを対象とし、ヒューリスティックな規則は実装していない。また、どの禁則にも違反してはいけないとし、各禁則の程度の強さは設定していない。

BDSは与えられたバス課題について、許容される全和音進行と、その中の任意の和音進行について許容される全上3声を楽譜形式で表示することが可能である。また、任意の解答例についてMIDIで演奏可能であり、またSMF(Standard MIDI File)の形式で保存が可能である。BDSはインターネットのWWWホームページ上⁴⁾に公開されており、ダウンロードが可能である。BDSの表示画面例をFig.1に示す。

全ての許容解はどの禁則に違反していないという意味では正解であるが、それら許容解の中には音楽的な観点から見て、あまりよくない・美しくない許容解もあれば、逆に非常によい・美しい許容解も存在する。そこで、本研究では固定したバス課題に対してBDSが出力する種々の許容解を用いて、音楽的な美しさ評価実験を実施することとした。この実験によって、和声学では明確に規定されていない音楽美について、これまではなかった統制された検討が可能となり、禁則以外の「音楽美規則」の抽出が期待される。また音楽美に関するこのような実験は、バス課題について全ての正解を列挙することができてはじめて可能になるものであり、BDSの実現がなければなされなかったと考えられる。

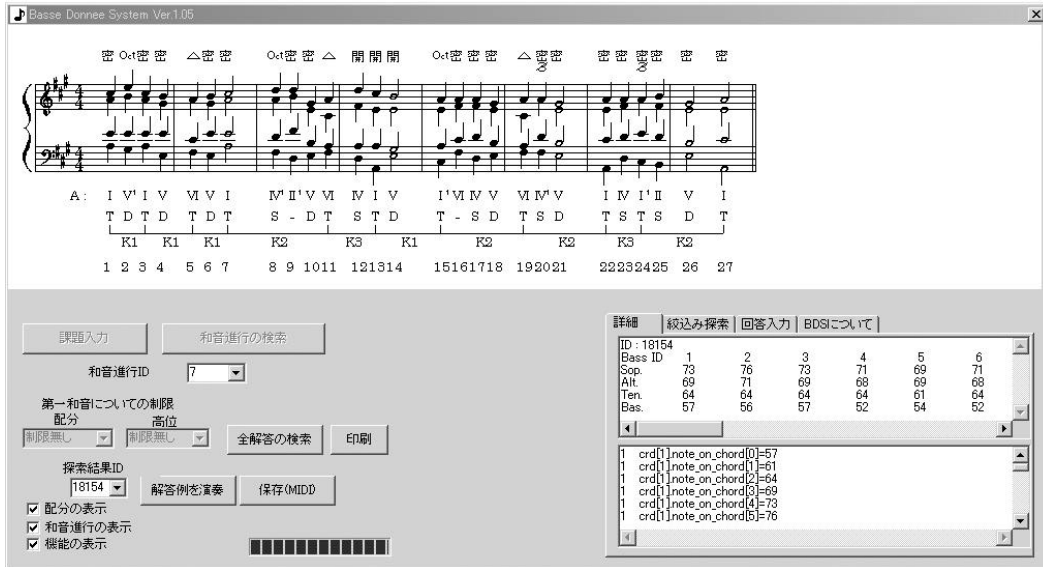
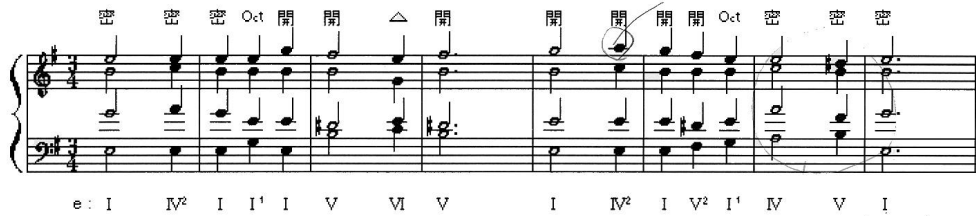


Fig.1 A display example of BDS (Japanese version). BDS shows one (#18154 in this case) of all the allowable solutions (22034 solutions, in this case), under chord progression #7 (among 9 chord progressions, in this case).



(a) Result of evaluation by one of ET(Expert teachers group).



(b) Results of evaluation by SC(Student majoring in music composition).



(c) Results of evaluation by SC(Students majoring in music composition).

Fig.2 Examples of subjective evaluation for allowable solutions. Subjects are asked to note comments related to aesthetic evaluation on the answer sheet. In (a), a subject belonging to ET puts comments that two note sequence repetition more than twice sounds tedious or persistent. In (b), a subject belonging to SC praises appearance the highest note appears only once as the climax. In (c), another subject belonging to SC claims repetition of the same notes in the soprano line but praises the contrary motion of outer voices.

3. 音楽美評価実験

三浦らによる BDS を用いて、和声学の教科書²⁾に載っているバス課題について全許容解群を列挙した。一般にバス課題の正解は多数存在するため、それらすべてを評価対象とすることはできない。そこでここでは、全許容解の中から開始和音の高位音・配分に制限を設け、和音進行を固定することで、全許容解を実験可能な規模へと縮小し、それらすべてについて音楽的な美しさを主観的に評価させた。評価基準としては、「音楽的に最も美しい」を 100 点、「音楽的にギリギリ合格である」を 60 点、「音楽的に全くダメ・許せない」を 0 点とした。被験者に呈示した許容解群は、課題を固定してあるので、許容解間で和音進行、調、曲の長さ、バスパートが共通であり、被験者は上 3 声の違いにより評価せざるを得ない。また、どの許容解も禁則には違反していないので、被験者は自分自身の「音楽的な美しさ」評価基準を用いて許容解の音楽的な美しさを評価せざるを得ない。用いた被験者は、和声学の専門家(以後、E 群)が 10 名、音楽大学大学部生および卒業生群(以後、S 群)が 40 名である。内訳は、E 群については、作曲の専門家(以後、EC 群)が 2 名、演奏の専門家(EP 群)が 1 名、音大で和声学を教えている専門家(ET 群)が 7 名である。S 群については、作曲科専攻(以後、SC 群)が 11 名、ピアノ専攻(以後、SP 群)が 10 名、音楽文化専攻(以後、SMC 群)が 10 名、ピアノ以外の楽器専攻(以後、S 群)が 9 名で、全被験者の合計は 50 名である。用いたバス課題は Dur(長調)、moll(短調)それぞれ 3 課題づつで、合計 6 課題である。和声学の教科書に掲載されているバス課題の中から、全正解数が比較的少ないものを選択し、さらに、第 1 和音について、高位音、配分などの制限を設けるこ

とで、実験可能な規模になるように設定した。実験に用いた許容解数は 1 課題あたり約 20 である。呈示は楽譜のみとしたが、被験者はピアノなどで呈示楽譜を演奏することが許された。回答に時間制限は設定していない。被験者の回答例を Fig.2 に示す。

4. 実験結果と検討

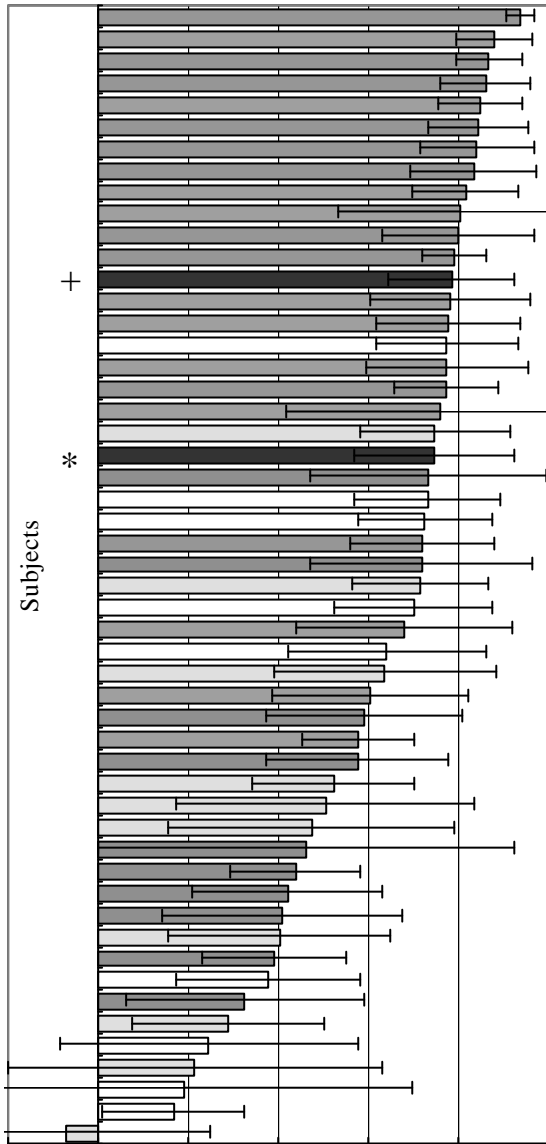
各被験者がどの程度音楽的な美しさをうまく評価できているかを調査するため、E 群の平均スコアとの相関を調べた。E 群のどの被験者も実際に音大などで指導経験があり、和声学に精通している被験者であると言える。ただし、E 群の被験者間にもある程度のばらつきがあるため、音楽的な美しさをうまく評価しているスコアを得るために、E 群の平均スコアを用いた。

E 群の平均スコアと各被験者との評価結果の相関係数を Fig.3 に示す。また、Fig.3 を被験者の専攻ごとに集約した結果を Fig.4 に示す(Fig.3,4 中の MAES については 5. で説明する)。Fig.4 について、6 課題全ての評価結果についての平均値の差に関する検定結果を Table 2 に示す。これより、SC 群は他の被験者群と比べて、E 群の平均スコアに近い、すなわち高いレベルで音楽的な評価ができていることが確認できる。また、SC 群は被験者間でのばらつきが小さいが、SP、SI、SMC 群については、被験者間でばらつきが大きい(危険率 5%)ことも確認された。

5. 評価要因の抽出と実装

～ MAES の構築～

被験者の内観報告から、音楽美評価基準の抽出を試みた。被験者には、音楽美評価の要因となることを、なるべく多く詳しく記述するように求めている。内観報告より得られた評価基準を Table 2 に示す。これら評価基準と、その重要度を表す相対重みとをシステムに実装す



-0.2 0 0.2 0.4 0.6 0.8 1
Correlation coefficients to the average score of experts

Fig. 3 Correlation between aesthetic scores of the subjects and the average score of experts. Rods represent averages of correlation coefficients of the subjects to the average score of ten experts for six bass tasks, and horizontal ticks represent standard deviations. Abscissa: Correlation coefficient to the average score of experts. Ordinate represents subjects.

■: expert group, ■: student group majoring in composition, ■: student group majoring in piano, □: student group majoring in instruments other than piano, □: student group majoring in music culture.

■: + outputs of MAES. * represents output of MAES without input comparative weights of evaluation factors.

ることにより、音楽的な美しさを評価することのできる音楽美評価システム「Musical Aesthetics Evaluation System(MAES)」を提案する。ユーザが MAES に相対重みを実装することにより、MAES がバス課題許容解に対して音楽的な美しさを評価をできるものとする。具体的には、 $s = \mathbf{w}^T \mathbf{h}$, where $\mathbf{w} = [w_1, \dots, w_n]^T$, $\mathbf{h} = [h_1, \dots, h_n]^T$ (1) で表される。ここで s は評価スコア、 w は相対重み、 h は各許容解における各評価基準の出現頻度を表す。

6. MAES vs. 専門家・音大生 ～音楽美評価コンテスト～

MAES と専門家・音大生のどちらが音楽的な美しさをうまく評価できているかを調査した。用いたバス課題は、音楽美評価実験で用いた 6 つの課題である。MAES には、任意の 1 課題を除いた 5 課題の評価スコアを入力し、5 課題のスコアにより相対重みを求め、求めた重みで残りの 1 課題の予測スコアを出力し、E 群の平均スコアとの相関を調べた。その結果を Fig.3 および Fig.4 に書き加えた。Fig.3,4 より、MAES は優秀な学生と比べてほぼ同じレベルで音楽的な美しさを評価できていることが確認できた。また、評価基準の相対重みを与えないで評価を行った例を Fig.3 に示す。これより、これらの評価基準がある程度有効であることも確認できた。

7. まとめ

今回我々は、バス課題許容解群の音楽的な美しさ評価について検討を行った。その結果、作曲科専攻の被験者群の評価結果が他の被験者群と比べて専門家の平均スコアに近いことが確認でき、「作曲科の学生は他の専攻と比べて和声学が得意である」というこれまでの一般的な所見と一致する結果となった。また、音楽美評価の評価基準を抽出し、各評価項目の相対重みを最小二乗法で求め、システムに実装した。そして音楽美評価スコアのオープンテ

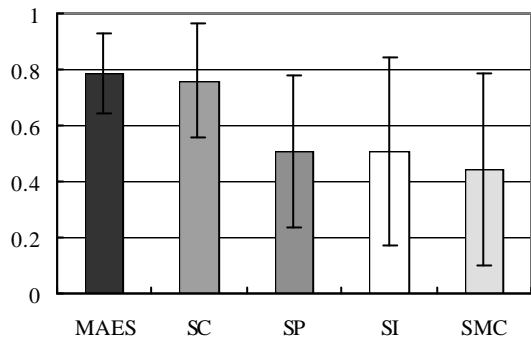


Fig. 4 Correlation between average aesthetic scores of subject groups and the average scores of experts. Rods represent average correlation coefficient for 6 bass tasks. Vertical ticks represent standard deviations. Ordinate: average correlation coefficients to the average score of experts.

■ : student group majoring in composition, ■ : student group majoring in piano, □ : student group majoring instruments except for piano, □ : student group majoring in musical culture.

■ : outputs of MAES.

Table 1 Results of the significant test among subject groups' average scores. *: Significant for $p < 0.01$.

	MAES	SC	SP	SI	SMC
MAES	—				
SC	0.6704	—			
SP	0.0025*	0.0000*	—		
SI	0.0022*	0.0000*	0.9948	—	
SMC	0.0004*	0.0000*	0.2698	0.3311	—

Table 2 Twelve objective factors for aesthetics evaluation. All factors except factor 10 are those concerning the soprano part.

ID	Factors for Aesthetic Evaluation
1	Same notes repetition more than 3 times.
2	2 note sequence repetition more than 2 times.
3	The highest note appears only once.
4	The highest note appears more than 2 times.
5	Only 2 different notes appear in successive 4 notes.
6	Only 3 different notes appear in successive 6 notes.
7	Conjunct down motion after disjunct upper motion.
8	Conjunct upper motion after disjunct down motion.
9	Disjunct motion to the highest note.
10	Contrary motion with any other voice.
11	Ending with the finalis lead by the lead note.
12	Ending with the finalis lead by a note except lead note.

ストしたところ、優秀な学生とほぼ同じレベルであることが確認できた。今後、評価項目の追加 改修についてさらに検討する予定である。

謝辞

本研究の被験者となっただき、また本研究で使用した BDS について非常に高い評価をして頂いた、作曲家の辻井英世氏に感謝します。また、被験者となっただき同志社女子大諸氏、京都芸術大諸氏、大阪音楽大学諸氏、大阪芸術大学諸氏に感謝します。

本研究の一部は文部科学省科研費 ((C)(2)10680395)および同志社大学フロンティア事業「知能情報科学とその応用」の援助を受けた。

参考文献

- 1) 谷口高士「音楽と感情」北大路書房、1998。
- 2) 池内友次郎、島岡譲他、「和声 理論と実習」別巻、音楽之友社、1964。
- 3) 三浦雅展、下石坂徹、斉木由美、柳田益造、「和声学におけるバス課題についての回答確認システムの構築とその評価」、電子情報通信学会論文誌、Vol.84、D-II、6、pp.936-945 (2001)。
- 4) <http://miguel.doshisha.ac.jp/~miura/BDS.html>
- 5) H.Taube, "Automatic Tonal Analysis: Toward the Implementation of a Music Theory Workbench", Computer Music Journal, Vol.23, 4, pp.18-32 (1999)。