

聴感による演奏表情の評価特性の分析

柴崎 正浩^{†1} 鈴木 泰山^{†2} 徳永 幸生^{†1} 杉山 精^{†3}

芝浦工業大学^{†1} 株式会社ピコラボ^{†2} 東京工芸大学^{†3}

1. はじめに

近年、コンピュータによる情緒や抑揚のある人間らしい演奏の自動生成システムが数多く提案されている。これらのシステムで生成した演奏がどの程度人間らしい演奏であるかの評価は、人間の聴感による定性評価が一般的である^[1]。そこで、人間の聴感の特性を明らかにし、その知見を演奏生成システムに取り入れることで、より人間らしい演奏の生成が可能になると考えられる。

本稿では、試聴実験結果により明らかとなった聴感の特性について報告する。具体的には、演奏表情の主要な因子である「テンポ」「強弱」「発音長」（以下「3要素」と表記する）の依存関係を明らかにする。

2. 試聴実験手法

人間が演奏した見本演奏と、見本演奏の3要素を加工した評価演奏の類似性を評価する^[2]ことで、3要素がどう変化したと感じたかを評価する。

2.1. 評価手法

テンポ、強弱、発音長、総合（演奏の印象）の4項目の類似性を一対比較法で評価する。

被験者は図1に示す評価軸上でその類似度を記入して回答する。見本演奏を評価軸の中央の位置（縦線）とし、中央と回答の距離を評価値とする。従って、評価演奏が見本演奏と同一である場合の評価値は0となる。回答の記入位置が中央より左右どちらであるかを区別するため、回答が中央より左側にある場合は評価値の符号を負とし、右側にある場合は正とする。評価値の最小値は-6、最大値は+6とする。ただし、総合の評価は見本演奏を左端とし、評価値の最小値は0とする。正の評価値では値が大きいほど見本演奏よりテンポは速く、強弱は強く、発音長は長く、総合は類似していないとする。負の評価値では値が小さいほど、見本演奏よりテンポは遅く、強弱は弱く、発音長は短いとする。

Analysis of Estimation Characteristics of Musical Expression by Listening

^{†1} Masahiro SHIBASAKI (108062@shibaura-it.ac.jp)

^{†2} Taizan SUZUKI (taizan@picolab.jp)

^{†1} Yukio TOKUNAGA (tokunaga@shibaura-it.ac.jp)

^{†3} Kiyoshi SUGIYAMA

^{†1} Shibaura Institute of Technology

^{†2} PicoLab Co., Ltd.

^{†3} Tokyo Polytechnic University



図1 回答で用いる評価軸

2.2. 被験者

被験者は音楽経験が3年から20年の音楽経験者12名と未経験者12名の計24名とした。

2.3. 試聴演奏データ

試聴で用いるピアノ曲は F.Chopin Etude Op.10 No.3の冒頭4小節とした。

評価演奏は見本演奏のテンポ（1/2.0倍、1.0倍、2.0倍、3.0倍）、強弱（1/1.5倍、1.0倍、1.5倍、2.0倍）、発音長（1/2.0倍、1/1.5倍、1.0倍、1.5倍）に加工したデータ（計64種類）を用いる。64種類が均等に評価されるよう考慮し、被験者1名に対し10種類のデータを評価演奏とした。

また、評価軸の最端の評価となる演奏をサンプル演奏として用意した。サンプル演奏はテンポ3.50倍と1/3.50倍、強弱2.25倍と1/2.25倍、発音長2.25倍と1/2.25倍の6種類とした。

2.4. 試聴手法

試聴はヘッドホンを用いて行う。試聴する演奏の試聴順序や回数は任意とし、一度評価した評価演奏の再試聴と再評価は可能とした。

3. 実験結果

以下では4項目ごとに、見本演奏の加工内容に対して被験者がどう感じたかを分析する。

3.1. テンポの評価

テンポの評価値における分散分析の結果を表1に示す。F値4.53（自由度3,158）1%水準で有意差が認められたため、発音長がテンポの評価に影響していることが示された。また、発音長1.5倍のテンポが遅く評価される傾向が確認された。これは、発音長が長いと音の発音時間が長くなるためであると考えられる。

表1 テンポの評価値の分散分析表

要因	平方和	自由度	平均平方和	F値
T	2086.17	3	695.39	1039.10 **
V	0.34	3	0.11	0.17
D	9.10	3	3.03	4.53 **
T*V	10.09	9	1.12	1.67
V*D	6.47	9	0.72	1.07
T*D	2.28	9	0.25	0.38
T*V*D	12.61	27	0.47	0.70
誤差	105.73	158	0.67	

T:テンポ V:強弱 D:発音長 **:1%水準で有意

3.2. 強弱の評価

強弱の評価値における分散分析の結果を表 2 に示す。F 値 3.99 (自由度 3,158) 1%水準で有意差が認められたため、テンポが強弱の評価に影響していることが示された。また、テンポ 3.0 倍の強弱が強く評価される傾向が確認された。これは、テンポが速いと短時間に多くの音が発音されるためであると考えられる。また、ピアノは打鍵から時間が経過するとともに強弱が衰退する特性を持ち、テンポが速いと衰退する前に次の音が発音されるためであると考えられる。

表 2 強弱の評価値の分散分析表

要因	平方和	自由度	平均平方和	F値
T	13.62	3	4.54	3.99 **
V	1793.76	3	597.92	526.20 **
D	1.62	3	0.54	0.48
T*V	3.38	9	0.38	0.33
V*D	4.19	9	0.47	0.41
T*D	5.17	9	0.57	0.51
T*V*D	36.27	27	1.34	1.18
誤差	179.54	158	1.14	

T:テンポ V:強弱 D:発音長 **:1%水準で有意

3.3. 発音長の評価

発音長の評価値における分散分析の結果を表 3 に示す。F 値 23.74 (自由度 3,158) 1%水準で有意差が認められたため、テンポが発音長の評価に影響していることが示された。また、F 値 1.78 (自由度 9,158) 10%水準で有意差が認められたため、テンポと発音長の交互作用効果が発音長の評価に影響していることが示された。また、テンポが速い場合は、見本演奏と同一であると評価される傾向と、発音長が短く評価される傾向の 2 種類が確認された。前者は、テンポが速いと 1 つ 1 つの音を聴き取ることができず、発音長の類似性を評価することが困難になるためであると考えられる。後者は、テンポが速いと音の発音時間が短くなるためであると考えられる。そのため、テンポが遅い場合では発音長が長く評価される傾向が確認された。

表 3 発音長の評価値の分散分析表

要因	平方和	自由度	平均平方和	F値
T	295.62	3	98.54	23.74 **
V	22.71	3	7.57	1.82
D	803.48	3	267.83	64.52 **
T*V	57.33	9	6.37	1.53
V*D	30.50	9	3.39	0.82
T*D	66.31	9	7.37	1.78 +
T*V*D	110.84	27	4.11	0.99
誤差	655.83	158	4.15	

T:テンポ V:強弱 D:発音長 **:1%水準で有意 +:10%水準で有意

3.4. 総合の評価

総合の評価値における分散分析の結果を表 4 に示す。テンポ、強弱、発音長のそれぞれが総合の評価に影響していることが示された。特にテンポは F 値 40.24 (自由度 3,158) と高い値で

あり、総合の評価に大きく影響していることが示された。また、F 値 1.79 (自由度 9,158) 10%水準で有意差が認められたため、テンポと発音長の交互作用効果が総合の評価に影響していることが示された。これは、発音長の評価にテンポと発音長の交互作用効果が影響しているためであると考えられる。

表 4 総合の評価値の分散分析表

要因	平方和	自由度	平均平方和	F値
T	157.30	3	52.43	40.24 **
V	39.08	3	13.03	10.00 **
D	30.30	3	10.10	7.75 **
T*V	6.49	9	0.72	0.55
V*D	5.49	9	0.61	0.47
T*D	20.94	9	2.33	1.79 +
T*V*D	28.58	27	1.06	0.81
誤差	205.88	158	1.30	

T:テンポ V:強弱 D:発音長 **:1%水準で有意 +:10%水準で有意

3.5. 音楽経験による評価の違い

今回の実験では、音楽経験者と未経験者との間に、4 項目の評価値で有意差が認められなかった。これは、評価特性は音楽経験に無関係であることを示している。

4. 考察

今回の実験で、テンポの評価は発音長に、強弱の評価はテンポに、発音長の評価は発音長とテンポの相互作用効果とテンポに影響されることが明らかとなった。特に、発音長の評価はテンポに大きく影響していることが示された。これは、テンポによって音の発音時間が異なるため、発音長の評価は発音時間に影響されたと考えられる。また、総合の評価は、テンポ、強弱、発音長の順に影響される傾向があるため、演奏全体の印象はテンポに大きく影響されることが明らかとなった。

以上から、テンポは他の要素の評価に影響し、演奏の印象にも影響することから、人間の聴感による演奏の評価は、テンポが大きく影響すると言える。

5. おわりに

本稿では、試聴実験により 3 要素と演奏表情の類似性について検討した。その結果、テンポ、強弱、発音長だけを変化させた場合に、他の要素も変化したように感じることがある。

今後、この実験から得られた結果を活用して、演奏表情生成システムが、より意図に近い聴感の演奏表情を生成することが課題となる。

参考文献

- [1] 平賀瑠美, 平田圭二, 片寄晴弘: 蓮根, めざせ世界一のピアニスト, 情報処理学会研究報告 Vol. 2002-MUS-43, No. 2(2002).
- [2] 金子雄介, 鈴木泰山, 徳永幸生: 事例に基づく演奏表情生成システムにおける演奏類似性と試聴評価, 情報処理学会研究報告, Vol. 2005-MUS-59, No. 14(2005).