

異なる応答特性をもつ電子ピアノによる スケール演奏時のタッチ制御の解析

島日向子[†] 饗庭絵里子[‡]

電気通信大学情報理工学域[†] 電気通信大学情報理工学研究科[‡]

1. はじめに

ピアニストは、自分の楽器を持ち運ぶことができないため、演奏会やコンクール等の重要な場面で、演奏会場にあるピアノを演奏する必要性に迫られる。しかしながら、ピアノはその個体によって特性が異なり、例えば低音部が出づらにもかかわらず高音部が出やすく感じられるなど、弾きなれたピアノとは異なる打鍵圧と出力音量の関係（応答特性）を持つ楽器を演奏しなければならない場面に遭遇することも多い。そこで、熟達したピアニストは、演奏するピアノの応答特性に応じて、打鍵圧やタイミングなどを細かく制御、いわゆる精密なタッチ制御を行って、音量バランスを整え、美しい演奏を維持しているとされている。つまり、どのようなピアノ個体であっても美しい演奏を維持するためには、ピアノから出力される音を聴き、タッチの強弱を制御する能力が求められるのである。特に柔軟なタッチ制御によって「音の粒が揃った演奏」をすることは、ピアノ演奏スキルの基本的技術として重要視されている。

そこで本研究においては、デジタル的に応答特性を様々に調整したハイブリッドピアノをピアニストに演奏してもらい、「音の粒が揃った演奏」を課題とすることでタッチ制御がどのような精度で行われているのかを観察することとした。

2. 方法

2.1. 実験参加者

プロピアニスト8名（うち男性1名、平均±標準偏差＝年齢34.4±7.6歳、ピアノ訓練期間30.3±7.1年）に参加してもらった。

2.2. 実験機材

オーディオインターフェイス（UA-1010, Roland）を介してPCとピアノを繋ぐ。ハイブリッドピアノ（AvantGrand N2, YAMAHA）のベロシティに変化を加えるためにメディア向けビジュアルプログラミング言語（Max 8, Cycling '74）とMIDIデータ・音波形データの計測にデジタル

オーディオワークステーションソフト（cakewalk, BandLab）を使用した。

2.3. 実験条件

ピアノの応答特性を変化させるため、ベロシティを6段階（±2, ±4, ±6, ±8, ±10, ±12）でプラス（+）あるいはマイナス（-）に変化させた。また、ベロシティ変化を施す音域は、演奏課題で使用するC3音からC7音の中心11鍵分であるE4音からA5音の間の連続する4音についてランダムに変化させた。各実験参加者は3種類の音域で実験を行ったため、一人当たりの実験条件は計36条件となった。

2.4. 実験手順

実験参加者らにはまずベロシティ変化0の状態での演奏を行ってもらった。その後、上記全36条件にて同様に実験を行った。また、実験全体を通して音の粒を揃えるように伝えた。

また、実験参加者が実験全体に渡るベロシティの変化を意識してしまわないよう変化の内容は知らせなかった。そのため演奏順は、条件のベロシティの絶対値が小さいものから順に行い、同絶対値となる各6条件はランダムに並び替えて実験を行った。

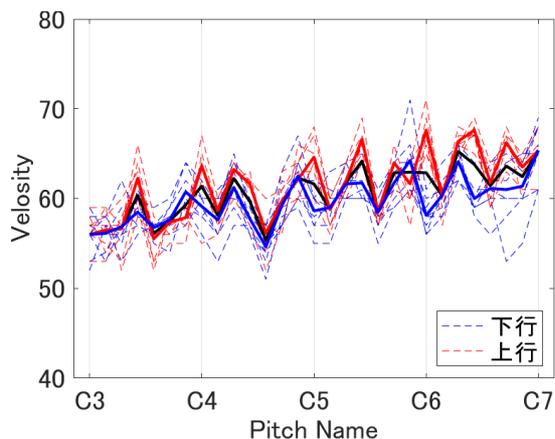
各条件にて音の粒が揃うまで繰り返しスケールを演奏してもらい、自身が納得できたところで演奏を中断してもらった。なお、1条件におけるスケール回数を目安は5回から10回とした。

加えて、条件終了ごとに、アンケートにて音の粒を揃えた演奏についての自己評価を5段階（1. 満足していない～5. 大いに満足）で回答してもらい、満足していない場合は、その理由について自由記述で回答してもらった。

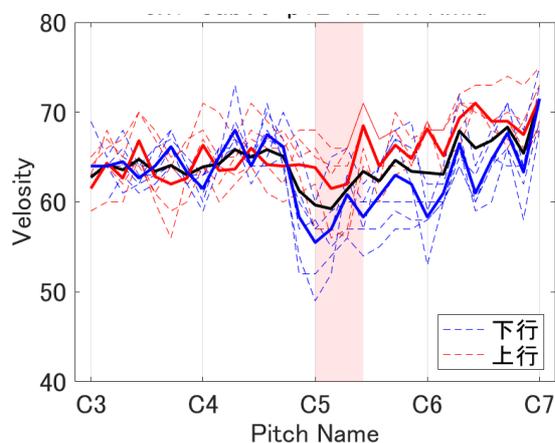
3. 結果

図1に演奏されたスケールにおける各鍵打鍵時のベロシティを示す。縦軸が打鍵ベロシティ、横軸が音名である。破線の赤色は上行、青色は下行におけるデータを示し、実線はそれぞれの平均値、黒実線は1条件内全体の平均値を示した。ベロシティを変化させた範囲は背景を赤色で示し

た.



a. ベロシティ変化なし



b. C5 から F5 までベロシティ+12

図 1. 各鍵盤の打鍵ベロシティ

3.1. ベロシティ変化なし (図 1a 参照)

全ての実験参加者において、音高が高くなるにつれ打鍵ベロシティも高くなる傾向が示された。また、上行と下行による違いについても、全体的な傾向は特に見られなかった。ただし、全体的に上行の打鍵ベロシティが高い人、上行下行の打鍵ベロシティが同程度の高さであった人等、ある程度の個人差は観察された。

また、ほとんどの実験参加者において、特定の音高で打鍵ベロシティが高くなり、ギザギザとした多数の揺らぎが示された。

3.2. ベロシティ変化あり

ベロシティ変化 $\pm 2, 4, 6$ 条件ではベロシティ変化なし条件での演奏とほぼ変わらなかった。ベロシティ変化 $\pm 10, 12$ では、変化させるベロシティが大きくなるほどその箇所を調整しようとする傾向が見られる。図 1b に+12 条件での結果を示す。

また、一部の音が出にくくなる (−) 条件に比べて、出やすくなる (+) 条件において調整量

が多い傾向が観察された。

加えて、ほとんどの実験参加者に共通して、各条件においてベロシティ変化を施した音域以外ではベロシティ変化なし鍵盤で見られたギザギザとした揺らぎが示された。

3.3. アンケート

実験参加者がベロシティ変化に気付くまでの段階として①気付かない、②違和感がある、③気付く、の3つがあることが読み取れた。

出力ベロシティとアンケートの回答を照らし合わせた結果、どの実験参加者もベロシティが 8 以上変化すると違和感を覚えているようであったが必ずしも打鍵ベロシティを調整しているわけではなかった。しかしながら、10 以上変化すると変化に明確に気づき、変化の大きさに応じて打鍵ベロシティを調整していた。ただし、その場合の満足度は決して高いわけではなく、調整に苦慮している可能性が示された。

4. 考察

「音の粒が揃った演奏」を課題とすることでタッチ制御がどのような精度で行われているのかを観察した結果、熟達したピアニストはベロシティの変化に対応して、打鍵ベロシティを調整していたことがわかった。

ほとんどの実験参加者のデータにおいて、ベロシティ変化の有無にかかわらずギザギザとした多数の揺らぎが示されたが、この揺らぎは実験参加者間に共通した規則的なものではなかった。一方で、個人間では共通していることが多く、例えば親指で打鍵する際に必ずベロシティが他より高くなるなど、実験参加者内では共通していることから、個人の癖があらわれていると考えられる。

また、ベロシティ変化あり条件での出力ベロシティが、ベロシティ変化なしの出力ベロシティと同じような概形になった点については、ピアノの応答特性が異なる鍵があっても、その他の箇所では通常と同じように演奏を行っていた可能性が示された。この点については、MIDI のベロシティデータだけではなく、同時に収録した音波形から音圧レベルがどれだけ維持されているかを計算することによって、より明確に考察できると考えている。今後は音圧レベルなど他の音響特徴量とタッチとの関係についても観察する。

Analysis of Touch Control in Scale Performance using Pianos with Different Response Characteristics

†Hinako Shima, The University of Electro-Communications

‡Eriko Aiba, Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications