

学習者のメタ認知と指導者の評価を考慮したピアノ練習演奏の分析

加藤 徳啓^{†1} 峯 恭子^{†2} 中村 栄太^{†3} 土江田 織枝^{†1} 山田 昌尚^{†1}釧路工業高等専門学校^{†1} 大阪大谷大学^{†2} 京都大学^{†3}

1. はじめに

近年広がりを見せている身体知の研究は、人間理解や人工知能への応用など多くの分野への発展が見込まれている[1]。身体知研究のひとつとして、筆者らは多数のピアノ初心者者の練習演奏を長期的に記録したデータから演奏が上達していく過程の定量的な分析を進めており[2]、その結果から学習者および指導者に効果的と考えられる練習方法を提供することを目指している。一般に学習には自分の思考や行動そのものを対象化して認識するメタ認知が重要だと考えられており、これまで楽器練習支援研究においても演奏のメタ認知を扱ったものはあるが、個別の演奏の記録とその振り返りが中心であった。本研究では、より抽象的に自己の練習状況や演奏技能に対する認識をアンケート調査したものと演奏記録を照らし合わせる分析を実施した。また、教員の評価と演奏記録との分析も行っている。

2. 検討手法

対象としたデータは、2022年度前期に大阪大谷大学教育学部幼児教育専攻で実施されたピアノのグループ授業3クラス29人分の練習演奏である。この授業は受講学生の多くがピアノ経験のない状態から保育士あるいは幼稚園教諭を目指す初心者クラスで、バイエルや保育曲を練習する。授業では電子ピアノを使用しており、電子ピアノ付属のMIDIデータ記録機能を用いて、毎週90分の授業時間について原則的にすべての演奏を記録した。

記録されたMIDIデータには録音開始から終了までの演奏内容が連続しているため、無音区間を削除しセグメントに分割する。各演奏セグメントがどの曲を演奏したものかを検索するために、候補楽譜全体に対してHMMを用いてアラインメントを行って楽曲を最尤推定し[3]、演奏と楽譜の適合度合いを表すUniquenessとReliabilityと呼ぶ2つの指標を計算する。Uniquenessが100に近いときは検索候補がほぼ1曲に限られることを表し、Reliabilityが0に近い演奏ほど楽譜に合致している音符が多い。これらの指標を用いて推定した演奏曲をもとに、学習者のアンケート

や教員の評価と照らし合わせて特徴や演奏誤りについて分析する。学習者へのアンケートは2022年11月中旬に実施したもので、これまでのピアノ学習歴、週当たりの練習回数や練習時間、音高やリズムの読譜について調査した。教員による評価は2022年度前期末(7月末)の実施しており、A~Cの3段階でAが最も高い評価である。

演奏誤りはHMMによるアラインメントを行うことで見つけ出し、音高誤り、余分音符、不足音符の3種類に分類する。各楽譜音符に対応する演奏音符は1つまでとし、余分音符はどの楽譜音符にも対応しない演奏音符を示す。不足音符はどの演奏音符にも対応しない楽譜音符である。楽譜と演奏のアラインメントおよび演奏誤りの結果の例を図1に示す。また、リズムのばらつきについても分析を行った。余分音符が含まれない部分で、演奏の打鍵間隔(Inter-Onset Interval, 以下INI)をアラインメントされた楽譜のINIで割ることにより局所的に楽譜と比較し、楽譜の何倍のテンポで演奏されているかを計算した。この局所的なテンポのリストの中央値を当該演奏セグメントの基準テンポとし、局所的なテンポと基準テンポのずれを基準テンポで割った相対誤差の二乗平均平方根でリズムのばらつきを求めた。この方法によって楽譜通りのテンポで演奏し1.5倍のINIになった音符と、楽譜の2倍のテンポで演奏し3倍のINIになった音符が等価になり、演奏テンポによらずリズムのばらつきを比較できる。

3. 分析と考察

分析対象とした29人分のMIDIデータから3秒以上の無音区間を削除して分割し1秒以下のデータを除外すると20,976セグメントとなり、合計演奏時間は約244.2時間であった。推定楽曲候補は

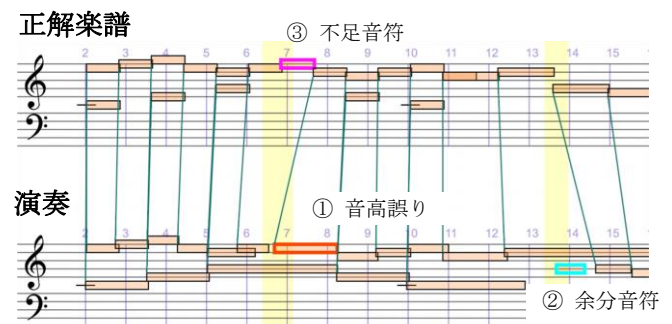


図1 楽譜と演奏のアラインメント結果

An Analysis of Piano Practice Performance Considering

Learners' Metacognition and Instructors' Evaluation

†1 National Institute of Technology, Kushiro College

†2 Osaka Ohtani University

†3 Kyoto University

授業教材のバイエル79曲と弾き歌い16曲の計95曲とした。分割されたセグメントには人間が聴取しても判別できないセグメントも含まれており、すべてのセグメントを分析の対象とすると約半数が正しく楽曲推定できないことがわかっている[2]。そこで、人間が聞いても演奏楽曲を特定できないセグメントを分析対象から除外するため、Uniquenessが100、Reliabilityが-3以上、音符数が20以上を条件として分析を行う。この3つの条件をデータ全体の20,976セグメントに適用すると10,242セグメントが条件に合致する。以降はこれを対象として学習者のアンケートおよび教員の評価と組み合わせて分析する。

まず、授業時間外の練習量と教員評価の関係について確認した。学習者のアンケートに記載された週あたりの練習回数と1回あたりの練習時間から算出した週あたりの練習時間と教員の評価との関係を図2に示す。授業時間外の練習時間が長いほど良い評価になるという傾向にあり、Spearmanの順位相関係数（以下単に相関係数と記す）は0.49であった。

次に学習者のアンケートで音高の譜読みに関する自己認識と練習演奏での音高誤りの関係を確認した結果を図3に示す。アンケート項目は図中に記載しており、選択肢3と回答した学生はいなかった。演奏は前期最後の3日分（3週分）を使用している。アンケート回答結果と音高誤りの相関係数は0.17となり相関はみられなかった。同様にリズムについても相関係数は0.03となり相関はみられなかった。

教員による試験の評価と練習演奏における演奏誤りの割合との関連について確認した結果を図4に示す。これは練習演奏の音高誤りの割合とリズムのばらつきを、教員の評価によってプロットの種類を変えて示したものである。最も評価の低いC評価の学生は他の評価に比べ音高誤りの割合が若干大きい傾向にあるが、教員評価と音高誤り割合あるいは教員評価とリズムのばらつきの間に相関はみられなかった。このような結果になった要因として、練習演奏では自分ができない部分を集中的に繰り返すため試験の評価が高い学生でも音高誤り等の割合が多くなったことや、ある程度弾ける学生がリズムをアレンジして演奏していることなどが記録された演奏の聴取から確認できた。一方で、図4から音高誤りの割合とリズムのばらつきには相関係数は0.39の関連がみられた。

4. まとめ

ピアノ初心者も多く含む長期間の練習演奏記録における音高誤りやリズムのばらつきについて、学習者のアンケートと教員の評価を照らし合わせて分析・可視化した。このような形で学習者のメタ認知や教員の評価を実際の演奏記録と対応させて分析・可視化することはこれまで行われておらず、身体知研究のうえで意義があるものと考えられる。分析結果からは、授業時間

外の練習時間と教員の評価に一定の相関があること、音高誤りやリズムのばらつきと教員の評価には相関がないことなどが確認できた。今後はさらに分析を進めて、上達の早い演奏者が実践している練習の特徴などを抽出できれば、データにもとづいた効果的な練習方法を学習者や指導者に提案できると考えられる。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 21K02846, 21K12187, 22H03661 の助成を受けています。

参考文献

- [1] 諏訪正樹. "身体知という研究領域." 人工知能学会誌 Vol.32, No.2, pp.215-217, 2017.
- [2] 加藤徳啓, 中村栄太, 峯恭子, 土江田織江, 山田昌尚, "隠れマルコフモデルを用いたピアノ練習演奏の弾き間違い分析," 第21回情報科学技術フォーラム (FIT2022), 2022.
- [3] Eita Nakamura, Kazuyoshi Yoshii, Haruhiro Katayose, "Performance Error Detection and Post-Processing for Fast and Accurate Symbolic Music Alignment", Proc. ISMIR, pp. 347-353, 2017.

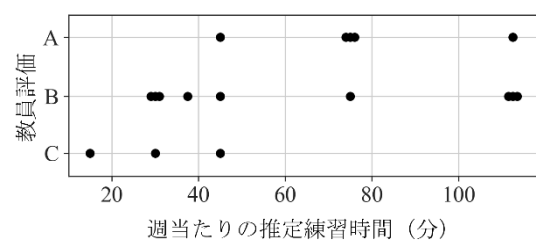


図2 教員評価と授業時間外の練習時間

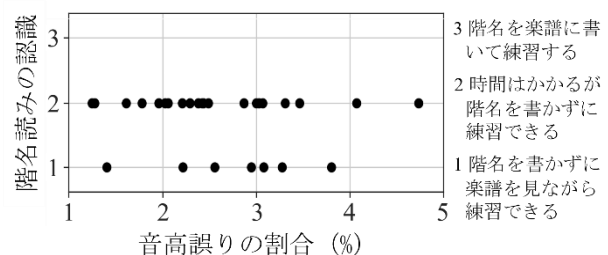


図3 音高誤りの割合と音高に関する自己認識

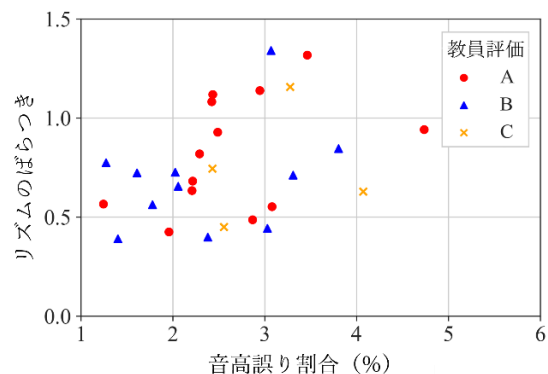


図4 音高誤り割合とリズムのばらつきの分布