

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 7 日現在

機関番号：34504

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K21622

研究課題名（和文）ピアニストが演奏表現にこめた感動のデザインの定量的分析

研究課題名（英文）Quantitative Analysis of Expression Design in Piano Performance

研究代表者

片寄 晴弘（Haruhiro, Katayose）

関西学院大学・工学部・教授

研究者番号：70294303

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：プロのピアニスト3氏の協力を得て、解釈による演奏表現の変容が明確な課題曲3曲について、フレーズ構造解釈、モチーフ優先とするか和声優先とするか、さらに、これらのいずれかでテンポを変えるという3条件で演奏収録を実施した。収集した演奏データには、音源、MIDIによる演奏制御データ、タッチに相当するデータが含まれる。

対面での聴取実験が困難になったことに対応し、聴取者がフレーズをどのように捉えるかを測定するwebシステムを開発した。演奏者が意図したフレーズ構造は、テンポや音量の制御として一貫した表現ルールに従って表現されること、一方、タッチの表現については、別の演奏解釈要因が存在することがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

感動のデザインに関する演奏表現の研究は、音楽学や美学の視点からの検討が主流である。近年、深層学習の応用により、プロの演奏家に匹敵する演奏生成が可能となってきたが、その内部処理はブラックボックスであり、解明は今後の課題である。

本研究では、フレーズ解釈を中心とした演奏解釈に関する定量的情報と、タッチを含む演奏制御データを取得し、初期的な分析を実施した。コロナ禍に対応するため、研究計画の見直しを行い、webベースのフレーズ聴取システムという新たな方向性で成果を得た。他に類を見ない演奏解釈に関するデータを取得したものの、まだ分析できていない部分がある。今後の研究課題としてその分析に取り組んでいきたい。

研究成果の概要（英文）：With the cooperation of three professional pianists, we conducted performance recordings of three pieces for which the transformation of performance expression by interpretation is clear, under three conditions: phrase structure interpretation, motif priority or harmony priority, and tempo change for either of these. The performance data collected included sound sources, MIDI performance control data, and data equivalent to touch. We developed a web system to measure how listeners perceive phrases, in response to the difficulty of conducting face-to-face listening experiments. We found that the phrase structure intended by the performer is expressed according to consistent expression rules as tempo and volume control, while there is a different performance interpretation factor for the expression of touch.

研究分野：エンタテインメントコンピューティング

キーワード：演奏表現 感動 デザイン ピアノ ポリフォニー

1. 研究開始当初の背景

感動のデザインに関する演奏表現の研究は、多くが音楽学や美学の視点からの検討に基づいており、データ分析による研究例はさほど多くない。1980年代にMIDIの制定とパーソナルコンピュータが普及したことに伴い、データ分析を用いた先駆的な研究が行われた。その代表例として、Johan Sundbergの研究[1]では、個々の音楽家や楽曲の特徴が演奏ルールの観点から分析され、Manfred Clynesの研究[2]では、「パルス」(Pulse)という音楽表現の基本要素を用いてジャンルや演奏家ごとの特徴的なパターンの分析が実施された。その後、表現豊かな音楽演奏を生成するためのコンピュータシステムに関する研究は進展[3]し、最近の潮流としては、深層学習を応用した音楽演奏生成システムの研究が行われるようになってきている[4]。

深層学習を応用した音楽演奏生成システムによる生成演奏のレベルは大幅に向上しており、プロの演奏家の演奏と比較しても遜色のないレベルに達しつつある。しかしながら、その内部処理は、外部から見ればブラックボックスであり、演奏家の解釈の特徴や、それが演奏制御情報として具体的にどのように展開されているかに関しては、十分に解明されているとは言えない。

2. 研究の目的

本研究では、複数のプロピアニストの協力を得て、演奏と音楽解釈に関する情報の収集と、その分析を実施する。異なる演奏プランニングに基づいて弾き分けられた演奏データの比較によって、演奏における感動のデザインに関する知見を得ることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 研究概略と演奏収録

コンテストで受賞歴のあるコンテストでの受賞歴のあるプロのピアニスト三氏の協力を得て、ポリフォニーであり、解釈による演奏表現の変容が明確な課題曲3曲(F. Chopin: Prelude No.1, J.S. Bach: The Well-Tempered Clavier Book II No.1 in C major, BWV870, J.S. Bach: Partita in B-flat major, BWV 825)について、演奏プランニングの条件を変えて演奏の収録を行った。

演奏プランニングは、ピアニスト2名には自身の通常解釈の演奏に対応するフレーズ構造、加えてそれ以外の考え得るフレーズ構造、もう1名には自身の通常解釈の演奏に対応にフレーズ構造をモチーフ優先とするか和声優先とするかで弾き分けを行うよう依頼した。さらに、各ピアニストには自身の通常解釈に基づいた演奏で、テンポを速めるか遅くするかを選択し演奏してもらった。

収集する演奏データとしては、音源(音響情報)MIDIによる演奏制御データ、タッチに相当する88鍵盤それぞれの2msの時間分解能のキーストローク情報とする。これらのデータは同一演奏から同時に取得するのが理想的であるが、それを可能とするピアノは存在しない。そのため、タッチデータについては専用のピアノ[5]を用いて計測し、それ以外のデータについてはYAMAHAグランドピアノ「CIX-DKV 2014年モデル」を用いて計測・収集した¹。

(2) 演奏プランニングとフレーズ構造情報の収集

演奏プランニングに関連する情報として、フレーズ構造については演奏収録に先立って収集する。フレーズ構造はGTTM[6]のグループ構造に準拠した木構造とし、さらに、保科理論[7]に基づいてフレーズ中の頂点音を記述するようにした(図1)。



図1 フレーズ構造情報

演奏収録後、収録した演奏を参照しつつ、どのような考えに基づいて、フレーズや演奏プランを具体的な演奏の表現として展開したかについて、半構造化インタビューによって聞き取りを実施した。その際、演奏者がフレーズ構造の書き方について、自身の意図と相違のないよう確認し、相違があった場合は適宜、修正作業を実施した。

4. 研究成果

¹ 今回協力をお願いしたピアニストは十分な演奏スキルを持ち合わせている。演奏収録については、当該のフレーズ構造を参照の上、同様の演奏表現を行うよう依頼した。

(1) フレーズ構造意図の伝達の様相

新型コロナウイルスの感染拡大により、対面でのデータ収集や聴取実験が実施できなくなり、実験計画を根本的に見直す必要性が生じた。フレーズ構造情報の伝達様相の聴取実験については、オンライン環境での実施が進められるよう、Web ベースのシステムを開発した。このシステムを利用して、伝達性の高い演奏と低い演奏を識別する手法の提案と分析を実施し[8, 9]、この研究に対して Best New Direction 賞 (国内研究会) を受賞した。

(2) フレーズ構造と演奏制御との関係

タッチに関して、キーストロークのアタックおよびリリースは、通常、単調に増加 (または減少) するとされる。ところが、一部の演奏において、図 2 に示す通り、「戻り (戻し)」がある状況を確認した。この発生状況と、MIDI データから得られるテンポと音量を目的変数とし、演奏記号と演奏に対応する階層的フレーズ構造を説明変数としてフィッティングを実施した[10]。

この結果、各演奏のテンポと音量は、当該の演奏に対応するフレーズ構造を説明変数とした場合に最もフィットすることが確認された。このことはフレーズ構造とテンポ、音量の表現について一貫した制御ルールが存在していることを示唆している。これに対して、キーストロークの「戻り (戻し)」については、今回用意した説明変数ではフィッティングが不十分であり、他の演奏解釈要因の探求が必要であることがわかった。

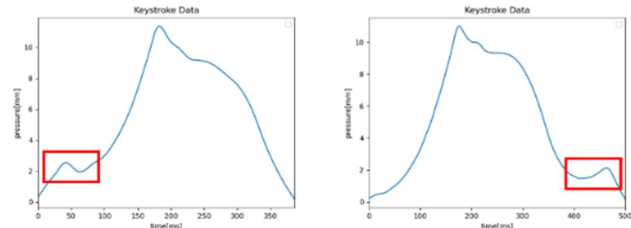


図 2 タッチ情報 (キーストロークの時間変移)

横軸は時間、縦軸は変位である。キーストロークに「戻り (戻し)」が含まれることがわかる。

(3) 残された課題

本研究の期間中、新型コロナウイルスの感染拡大の影響を受け、研究の起点とも言える演奏収録について度重なる延期を余儀なくされた。演奏データおよびインタビューに関するデータ収集は完了したものの、分析については、web ベースのフレーズ構造聴取システムの追加開発をはじめとして、当初計画を大幅に変更しての実施となった。

音楽 (時系列メディア) における理解とは「次の」進行を予測できるかどうかという問題に置き換えることができる。今後、深層学習によるテンポ予測モデル[11]を基盤とした演奏制御の説明変数の分析を行い、さらに、「聞こえ」、「局所的なハーモニー」、そしてインタビューの内容との照合によってタッチの制御についての分析を進める予定である。これらにより、当初計画として挙げていた部分の知見の確保を目指したい。

参考文献

- [1] Sundberg, J.: Computer synthesis of music performance. In J. A. Sloboda (Ed.), Generative Processes in Music: The Psychology of Performance, Improvisation, and Composition, Clarendon Press, pp. 52-69 (1988).
- [2] Clynes, M.: Expressive microstructure in music, linked to living qualities. In J. Sundberg (Ed.), Studies of Music Performance, Royal Swedish Academy of Music, pp. 76-181 (1983).
- [3] Kirke, A., Miranda, E. R.: A survey of computer systems for expressive music performance. ACM Computing Surveys, 42(1), Article 3 (2009).
- [4] Maezawa, A., Yamamoto, K., Fujishima, T.: Rendering Music Performance With Interpretation Variations Using Conditional Variational RNN, Proc. Internal Conference on Music Information Retrieval, pp. 855-861 (2019).
- [5] Oku, T., Furuya, S.: Noncontact and High-Precision Sensing System for Piano Keys Identified Fingerprints of Virtuosity, Sensors 22(13) 4891 (2022).
- [6] Lerdahl, F., Jackendoff, R.: A Generative Theory of Tonal Music, MIT Press (2004).
- [7] 保科洋: 生きた音楽表現へのアプローチ — エネルギー思考に基づく演奏解釈法, 音楽の友社 (1998).
- [8] 野田純之介, 片寄晴弘: 演奏に対する聴取者の解釈を収集するための入力支援システム, 研究報告音楽情報科学 (MUS), 2022-MUS-133(3), pp.1-4 (2022).
- [9] Noda, J., Hashida, M., Katayose, H.: Data Collection and Analysis of Phrase Structure Conveyed to Audiences through Performance, Proc. ISPS (2023)
- [10] 吉井悠馬, 橋田光代, 片寄晴弘: ピアニストの楽曲構造解釈と演奏制御の関係の解析に向けての予備検討, 研究報告音楽情報科学 (MUS), 2023-MUS-136(7), pp.1-6 (2023).
- [11] Maezawa, A.: Deep Linear Autoregressive Model for Interpretable Prediction of Expressive Tempo, Proc. Sound and Music Computing Conference, pp. 364-371 (2019).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 野田 純之介, 片寄 晴弘
2. 発表標題 演奏に対する聴取者の解釈を収集するための入力支援システム
3. 学会等名 情報処理学会, 2022-MUS-133
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mitsuyo Hashida, Haruhiro Katayose
2. 発表標題 A study of phrase structure perception of listening with audio and visual viewpoint
3. 学会等名 International symposium on Performance Science (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤坂 亜南, 橋田 光代, 片寄 晴弘
2. 発表標題 演奏者の意図は聴取者にどう伝わるのか：フレーズ表現における視覚情報の影響分析
3. 学会等名 情報処理学会, 研究報告エンタテインメントコンピューティング (EC)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	橋田 光代 (Hashida Mitsuyo) (20421282)	相愛大学・音楽学部・准教授 (34421)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	小川 容子 (Yoko Ogawa) (20283963)	岡山大学・教育学研究科・教授 (15301)	
研究分担者	古屋 晋一 (Furuya Shinichi) (20509690)	上智大学・上智大学・准教授 (32621)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関