

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：34315

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K21492

研究課題名(和文) 生演奏場面における演奏者と鑑賞者の同調現象：心理，行動，生理指標の時系列分析

 研究課題名(英文) Synchrony between performer and audience in public music performance:
 Time-series analyses of psychological, behavioral, and physiological measures

研究代表者

正田 悠 (SHODA, Haruka)

立命館大学・総合科学技術研究機構・研究員

研究者番号：00724361

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：「音楽は感情の言語である」といわれるように、音楽には意図や感情を受け手に伝達するコミュニケーションとしての機能がある。本研究では、演奏者と鑑賞者が「共に会する」生演奏における、演奏者ならびに鑑賞者の時々刻々の反応を調べた。特筆すべき成果として、生演奏場面では、演奏者の不安が高い(「あがり」を経験している)と、演奏に伴う身体運動が抑制されること、心拍数および心拍のゆらぎが大きくなること、生理的複雑性が低下することが示された。また、鑑賞者の微細な身体運動、鑑賞時の時々刻々の印象の変化、および心拍数は、録音された演奏をスピーカーで聴取するときよりも生演奏鑑賞中に抑制される傾向にあることが示された。

研究成果の概要(英文)：As shown in the words of "music is the language of emotions," one of the functions of music is "communication" of intentions and/or emotions to the receiver (i.e., the audience). In the present study, we explored time-series reactions of performers and audiences in a public-performance situation, where both the agents share the same time and place. Performers' bodily movements become inhibited, their heart rate and heart-rate variability increase, and their physiological complexity decreases, when they experience stronger anxiety in the public performance. The audience's time-series reactions as for bodily movement, perceiving emotional content, and heart rate are inhibited in the public performance rather than the recorded performance via speakers.

研究分野：演奏科学，音楽心理学，認知科学，社会心理学

キーワード：音楽 生演奏 シンクロニー 感情 身体運動 心拍 複雑性 時系列分析

1. 研究開始当初の背景

一般的に、音楽は「作曲—演奏—鑑賞」と辿るコミュニケーションによって成立する (Kendall & Carterette, 1990)。作曲者の意図は楽譜に込められ、演奏者は楽譜をたんに読みとくことで、楽曲に込められた音楽構造や感情を解釈し、演奏を構築する (Juslin, 2005)。その結果、鑑賞者は演奏からときに強い感動を感じ (e.g., 安田・中村, 2008)、生理的反応 (e.g., 涙) を生じさせる (Sloboda, 1991)。

こうした一連のコミュニケーションについて、従来の研究では音を媒体とする音響的側面が中心に扱われてきた (梅本, 1966; Sloboda, 1985)。その一方で、演奏者の身体動作をはじめとする視覚情報には、演奏者が演奏に込めた思いをより強く聴き手に伝える役割がある (Davidson, 1993)。また、演奏者と鑑賞者が時間と場所を共有する生演奏場面では、鑑賞者がいるという状況そのものが情報として演奏者に伝わり、演奏に影響を与える (Yoshie et al., 2008)。現実のコンサート場面では、音響・視覚情報を介して演奏者が自身の意図を鑑賞者に伝達し、さらに演奏者自身も鑑賞者から情報を受け取るという、双方向の情報の授受が生じる。

また、ヒトの非言語コミュニケーションの研究から、二者が共時する (ともに同じ時間・場所を共有する) とき、その身体運動や (e.g., 新田・阪田・正田・鈴木, 2014)、心拍変動といった生理指標 (渡辺・大久保, 1998) でさえも同調することが明らかにされている (本研究における同調現象 (synchrony) とは 2 者の間で心理や行動、あるいは生理現象が類似する傾向を示す)。音楽の生演奏は、まさに演奏者と鑑賞者が共時する場面であるため、「演奏者の解釈と同様の印象や感情を鑑賞者が抱く」という心理的同調だけでなく、演奏者の音響・身体表現によって鑑賞者の身体運動 (行動) が誘発されたり、あるいは両者の心拍変動 (生理) が同調する可能性もある。

研究代表者がピアニストを対象に行った研究では以下の同調の様相が観察されている。

- (1) 演奏者→鑑賞者：鑑賞者は演奏者が込めた感情を演奏音だけで十分に受け取ることができるが、生演奏では、その感情をより強く知覚することができる。
- (2) 鑑賞者→演奏者：ピアニストは、鑑賞者に楽曲の特徴をよく伝達するため、生演奏では、テンポや強弱、身体動作によりメリハリをつけて演奏する。

本研究課題では、これをさらに進め、演奏者の生理 (心拍) および鑑賞者の行動 (身体運動) のデータも収集し、心理、行動、生理の各指標を用いて同調現象の全体像を明らかにする。

2. 研究の目的

生演奏を模したフィールド実験を行い、演奏者と鑑賞者の相互作用に見られる同調現象の様相とその成立基盤を明らかにすることを目的とする。具体的には、「演奏者の一人演奏 (鑑賞者なし条件)」、「鑑賞者の音のみ聴取 (演奏者なし条件)」、「両者の共時場面 (生演奏条件)」の 3 条件の比較から、「生演奏条件」における、感情、身体動作、心拍の時系列の変化を定量的に明らかにする。

音楽演奏のコミュニケーションにおける同調を扱う本研究では、音楽という時間芸術に特有の「時系列的な性質」に注目する必要がある。そのため本研究では、生理指標および行動指標に加え、「感情の判断」(心理指標) も時系列的に扱う。近年の音楽知覚研究 (e.g., Schubert, 1999) では、時系列的な感情判断に Affect Grid (Russel, 1989, 図 1) を使用し、x 軸方向の「快—不快」、y 軸方向の「鎮静—覚醒」を演奏を時々刻々と聞きながら評定してもらう課題を使用している。本研究では、鑑賞者にタブレット端末上で自身が感じた印象をこの Affect Grid 上で連続的に判断するよう求める。

従来、人間の同調傾向は、言語の影響を受ける会話場面や、無言でのタッピング課題等を中心に調べられてきたが、本研究は音楽という時々刻々と変化する素材を使うことで「心理」「行動」「生理」といった複数指標の同調現象を統制された条件下で調べることができる。また、演奏と鑑賞という音楽芸術のプロセスを最新の時系列分析を用いて明らかにするだけでなく、「他者と同調する」というヒト本来が持つミラーシステム (e.g., 緑川, 2013) について新たな知見を得ることができる。音楽心理学の分野では演奏者から鑑賞者への意図の伝達に関する研究はますます増加しているが (Juslin, 2005)、本研究はこの「心理的側面」のメカニズムを「生理」と「行動」の両指標から明らかにし、音楽的コミュニケーションの時系列的性質を明らかにしようとしている。

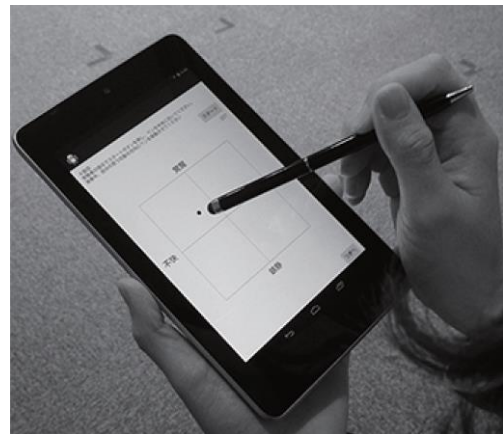


図 1. タブレット端末による Affect Grid 上での評価

3. 研究の方法

ピアノおよびヴァイオリンの専門家計 23 人および鑑賞者役の大学生・大学院生合計 321 人に実験に参加してもらった。「生演奏（演奏および鑑賞実験）」「鑑賞者なし（演奏実験）」「演奏者なし（鑑賞実験）」の 3 条件で、演奏者の音響・身体表現および心拍変動、さらに鑑賞者の演奏に対する印象評定、身体動作および心拍変動を測定した。その後、演奏音の「拍」の単位ですべての変数を扱うために、得られた音響データから 1 拍ずつの音の長さを測定し、得られたすべての時系列データを「拍」の関数として換算しなおした。その後、心理、行動、生理の各指標の時系列的变化を分析した。

4. 研究成果

(1) 研究の主な成果

①鑑賞者および②演奏者のそれぞれについて、得られた成果をまとめる。

① 鑑賞者

心理反応（雑誌論文②）

演奏者と鑑賞者が「共に会する」生演奏場面における鑑賞者の心理的体験について調べるため、ヴァイオリンの生演奏あるいは録音された同一の演奏について、連続評定（鑑賞中）と全体評定（鑑賞後）を行ってもらった。その結果、曲想の異なる 2 曲に共通して、生演奏では録音よりも「よかった」、「感動した」と評価され、楽曲の感情的ニュアンスがより明確に受け取られることが示された。連続評定について関数データ分析を行ったところ、生演奏の方が全体的に抑えられた評価になることが示された。

行動反応（身体運動）（雑誌論文⑦）

生演奏と録音聴取で鑑賞者の行動がいかに異なるのかを調べるために、パガニーニ作曲「カプリース Op. 1-24」およびゴセック作曲「ガボット」のソロ・ヴァイオリン演奏を鑑賞しているときの鑑賞者の身体運動を調べた。その結果、2 曲に共通して、生演奏の方が録音聴取よりも鑑賞者の身体運動が抑制されたものになることが示された。鑑賞者の身体運動の時系列的複雑性をサンプルエントロピーにより評価したところ、ガボットでは生演奏と録音聴取の差は有意ではなかったが、パガニーニでは生演奏の方がより複雑な変動を示すことが明らかとなった。このことは、パガニーニのような複雑な構造的特徴を持つ楽曲では、鑑賞者の認知的負荷が大きく、生演奏では周期性・規則性が低下し、複雑な様相を見せることを示唆している。

生理反応（心拍変動）（雑誌論文⑨）

ピアノ生演奏における鑑賞者の生理的反応が、聴取文脈（生演奏 vs 録音演奏）によってどのように異なるのかを調べた。37 人の鑑賞者がピアニストの生演奏 6 曲（バッハ、

シューマン、ドビュッシーのテンポの速い曲と遅い曲）を聴取し、その約 10 週間後に同じ演奏を録音したものをスピーカーから聴取した。両条件における鑑賞者の心電図（ECG）を記録し、その心拍数と心拍変動スペクトルの特徴量を比較した。その結果、生演奏条件でのみ、遅い曲に比べて速い曲において鑑賞者の心拍数が速くなったことが示された（図 2）。また、録音演奏条件に比べ、生演奏条件における鑑賞者の交感神経-迷走神経バランス（LF/HF）が低く、迷走神経活動（HF/TF）が上昇したことが示された。このことは、ピアニストと鑑賞者が共に会することによって、鑑賞者の生理的ストレスが減少したことを示している。

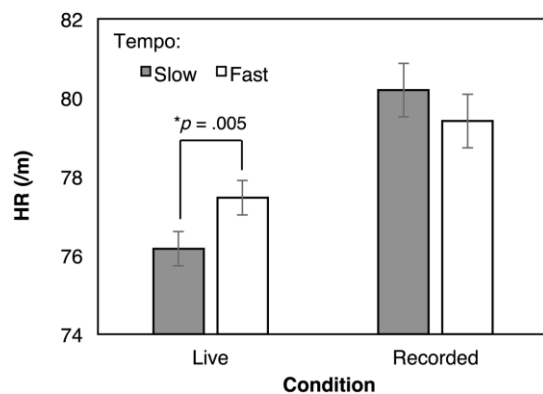


図 2. 鑑賞条件（生演奏 vs 録音）およびテンポ（速 vs 遅）が鑑賞者の心拍に及ぼす影響

② 演奏者

心理・行動反応（身体運動）（学会発表⑦）

音楽演奏者がコンサートやコンクールで鑑賞者を前にして演奏するとき、緊張や“あがり”を経験すると、一人で演奏するときには生じないような筋活動の増大が起こり、同時にストレス関連の生理反応が生じる。ここでは、演奏者の心理的不安と演奏動作の対応関係に関する基礎的な知見として、ヴァイオリニストにとって極めて挑戦的な楽曲である、パガニーニ作曲カプリース Op.1-24 を演奏する際の、演奏者の身体動作の特徴を抽出した。また、その特徴が鑑賞者の有無でいかに異なるのかを調べた。さらに、生演奏直前の演奏者の心理的不安の程度がこうした演奏者の身体動作におよぼす影響を調べた。

その結果、ヴァイオリン演奏者の身体動作が大局的には全身の身体動作と運弓に伴う動きの二主成分に抽出可能であること、生演奏場面ではそのうち運弓に伴う動きが大きくなること、演奏直前の不安が高いと演奏動作が抑制されることが示された。ヴァイオリン演奏の要となる運弓に伴う動きが生演奏で大きくなることは、目の前にいる鑑賞者に向けて演奏をわかりやすく示そうとする心理的な効果によるものであると考えられる。そうした傾向が、鑑賞者の前で演奏すること

による心理的不安によって抑制されることはピアノコンクール場面において、演奏者の上腕と前腕の拮抗筋共収縮レベルが増加し、演奏者の運動が阻害されるという知見と一致するものである。

生理反応（雑誌論文⑬）

Shoda and Adachi (2015) は、音楽の演奏者が自身にとって十分に学習された曲を演奏した場合、人前で演奏（ライブ）では一人での演奏（リハーサル）よりもパフォーマンスが向上することを報告している。本研究ではこのメカニズムを生理的な側面から明らかにするため、10人のヴァイオリニストに「聴衆あり」条件と「聴衆なし」条件で演奏してもらい、そのときの心拍を測定した。得られた心拍時系列から、心拍変動分析および複雑性分析（マルチスケール・エントロピー分析）を行った。その結果、演奏者にとって挑戦的な楽曲を人前で演奏するときには、一人で演奏するときよりも心拍数および心拍ゆらぎ（CVRR）は増加するが、複雑性が低下することが示された。

(2) 得られた成果の国内外における位置づけとインパクト

音楽演奏において、演奏者と鑑賞者が共に会する生演奏場面を取り扱ったことが、本研究の独創的な点である。特に、従来、線形分析として扱われてきた心拍変動の分析に対して、非線形分析であるマルチスケール・エントロピーを導入することで、音楽演奏における演奏者・鑑賞者の反応をより精度高く記述したことの学術的価値は高いといえる。本研究の成果のうち、複数の論文（雑誌論文⑧、⑨等）は、国際誌論文からすでに引用を受けており、国際的な波及効果が認められる。また、本研究課題に関わって複数の受賞があることから、本研究の学術的意義が評価されているといえる。さらに、音楽研究を広めるWebサイトYAMAHA ON-KEN SCOPEに掲載された記事はソーシャルネットサービスでの反応数が800件を超え、社会的にも成果が波及しつつある。

(3) 今後の展望

本研究課題で得られた多次元的・時系列的指標は、ビッグデータの時代を迎えた近年の機械学習・深層学習にまさに適用可能なものである。今後、音楽芸術に含まれる時系列性を失うことなく、データの本質を確保した状態でさらなる分析を進める予定である。これにより、指標間の時系列相互分析を進め、学術誌への掲載を目指す。

<引用文献>

Davidson, J. W. (1993). Visual perception of performance manner in the movements of solo musicians.

Psychology of Music, 21(2), 103-113.
Kendall, R. A., & Carterette, E. C. (1990). The communication of musical expression. *Music Perception*, 8(2), 129-163.

緑川晶 (2013). *音楽の神経心理学*. 医学書院.

新田晴, 阪田真己子, 正田悠, 鈴木紀子 (2014). 並んで歩く身体：発話が「足並み」へ及ぼす影響. *日本認知科学会第31回大会発表論文集*, 752-755.

Russel, J. A., Weiss, A., & Mendelsohn, G. A. (1989). Affect grid: A single-item scale of pleasure and arousal. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57(3), 493-502.

Schubert, E. (1999). Measuring emotion continuously: Validity and reliability of the two-dimensional emotion-space. *Australian Journal of Psychology*, 51(3), 154-165.

Sloboda, J. A. (1985). *The musical mind: The cognitive psychology of music*. Oxford University Press, New York.

Sloboda, J. A. (1991). Music structure and emotional response: Some empirical findings. *Psychology of Music*, 19(2), 110-120.

梅本堯夫 (1966). *音楽心理学*. 誠信書房.

渡辺富夫, 大久保雅史. (1998). コミュニケーションにおける引き込み現象の生理的側面からの分析評価. *情報処理学会論文誌*, 39(5), 1225-1231.

安田晶子, & 中村敏枝. (2008). 音楽聴取による感動の心理学的研究：身体反応の主観的計測に基づいて. *認知心理学研究*, 6(1), 11-19.

Yoshie, M., Kudo, K., & Ohtsuki, T. (2008). Effects of performance evaluation on state anxiety, electromyographic activity, and performance quality in pianists. *Medical Problems of Performing Artists*, 23, 120-132.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 14 件)

① 正田悠・土金諒・下實賢人・伊坂忠夫 (2017). 生演奏における鑑賞者の心拍変動および複雑性：J-POP ライブにおけるフィールド実験. *日本音楽知覚認知学会資料*, JSMPC2017(2), 9-14. [査読なし]

② 正田悠・阪田真己子・Williamon, A. (2017). 生演奏による聴取がヴァイオリン演奏の評価に及ぼす影響：全体評定と連続評定. *音楽知覚認知研究*, 23(1), 35-55. [査読あり]

<https://ci.nii.ac.jp/naid/4002138256>

- ③ 正田悠・新田晴・鈴木紀子・岸本和香・阪田真己子 (2016). 二次元情動空間による顔と声のクロスモーダル知覚の探究. ヒューマンインタフェース学会論文誌, 18(4), 339-352. [査読あり]
<https://ci.nii.ac.jp/naid/40021066339>
- ④ Shoda, H., Nishimoto, K., Suzuki, N., Sakata, M., & Ito, N. (2016). Creativity comes from interaction: Multi-modal analyses of three-creator communication in constructing a Lego castle. *Lecture Notes in Computer Science*, 9735, 336-345. [査読あり]
 DOI: 10.1007/978-3-319-40397-7_32
- ⑤ Suzuki, N., Shoda, H., Sakata, M., & Inada, K. (2016). Essential tips for successful collaboration: A case study of the "marshmallow challenge". *Lecture Notes in Computer Science*, 9735, 81-89. [査読あり]
 DOI: 10.1007/978-3-319-40397-7_9
- ⑥ Yamaguchi, R., Shoda, H., Suzuki, N., & Sakata, M. (2016). Exploring dance teaching anxiety in Japanese schoolteachers. *Lecture Notes in Computer Science*, 9735, 511-517. [査読あり]
 DOI: 10.1007/978-3-319-40397-7_49
- ⑦ 正田悠・阪田真己子・Williamon, A. (2016). 演奏を聴く身体：生演奏と録音聴取における鑑賞者の身体運動の比較. 日本音響学会音楽音響研究会資料, MA2016(17), 19-24. [査読なし]
<https://ci.nii.ac.jp/naid/40020972438/>
- ⑧ Shoda, H., & Adachi, M. (2016). Expressivity, affective nuance, and presentation modality in a performer-to-audience communication. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, 26(2), 167-178. [査読あり]
 DOI: 10.1037/pmu0000141
- ⑨ Shoda, H., Adachi, M., & Umeda, T. (2016). How live performance moves the human heart. *PLoS ONE*, 11(4), e0154322. [査読あり]
 DOI: 10.1371/journal.pone.0154322
- ⑩ Sakata, M., Suzuki, N., Shirai, K., Shoda, H., Yamamoto, M., & Sugio, T. (2015). How do Japanese people return a greeting with a bow? *Lecture Notes in Computer Science*, 9171, 503-513. [査読あり]
 DOI: 10.1007/978-3-319-21006-3_48
- ⑪ Shoda, H., Yao, T., Suzuki, N., & Sakata, M. (2015). Exploring how people collaborate with a stranger: Analyses of verbal and nonverbal behaviors in abstract art reproduction. *Lecture Notes in Computer Science*, 9184, 379-388. [査読あり]
 DOI: 10.1007/978-3-319-21073-5_38
- ⑫ Suzuki, N., Oshima, Y., Shoda, H., Sakata, M., & Ito, N. (2015). Verbal and nonverbal skills in open communication: Comparing experienced and inexperienced radio duos. *Lecture Notes in Computer Science*, 9185, 490-499. [査読あり]
 DOI: 10.1007/978-3-319-21070-4_50
- ⑬ 正田悠, 阪田真己子, Williamon, A. (2015). 音楽演奏における観客効果：演奏者の心拍, 不安および第三者評価の分析. 日本認知科学会第 32 回大会発表論文集, 101-107. [査読なし]
- ⑭ 正田悠, 阪田真己子, Williamon, A. (2015). 聴取文脈が音楽演奏の評価に及ぼす影響：生演奏場面と音のみ聴取場面の比較. 日本音楽知覚認知学会資料, JSMPC2015(1), 27-32. [査読なし]
- [学会発表] (計 10 件)
- ① 正田悠・土金諒・下寶賢人・伊坂忠夫 (2017). 生演奏における鑑賞者の心拍変動および複雑性：J-POP ライブにおけるフィールド実験. 日本音楽知覚認知学会平成 29 年度秋季研究発表会.
- ② Shoda, H., & Adachi, M. (2017). How pianists manipulate performance parameters across Bach, Schumann, and Debussy: Evidence for performance practice. *International Symposium on Performance Science 2017*.
- ③ 正田悠・阪田真己子・Aaron Williamon・伊坂忠夫 (2016). 生演奏におけるヴァイオリン演奏者の身体動作：“あがり”との関連. 日本バイオメカニクス学会第 24 回大会.
- ④ 正田悠・阪田真己子・Aaron Williamon (2016). 演奏を聴く身体：生演奏と録音聴取における鑑賞者の身体運動の比較. 日本音響学会音楽音響研究会 2016 年度 8 月例会.

- ⑤ 正田悠・阪田真己子 (2015). 演奏する身体：ヴァイオリニストの身体動作の定量的分析. 第 28 回音楽の科学研究会.
- ⑥ 正田悠・阪田真己子・Williamon, A. (2015). 音楽演奏における観客効果：演奏者の心拍，不安および第三者評価の分析. 日本認知科学会第 32 回大会.
- ⑦ 正田悠 (2015). 生演奏中の心拍を測る. 日本心理学会第 79 回大会公募シンポジウム話題提供.
- ⑧ Shoda, H., Sakata, M., & Williamon, A. (2015). Heart-rate variability and complexity in live violin performance. International Symposium on Performance Science 2015.
- ⑨ 正田悠 (2015). 音楽の生演奏を科学する. 社会・技術の変容とアートの役割研究会.
- ⑩ 正田悠・阪田真己子・Williamon, A. (2015). 聴取文脈が音楽演奏の評価に及ぼす影響：生演奏場面と音のみ聴取場面の比較. 日本音楽知覚認知学会 2015 年度春季研究発表会.

[その他]

受賞

- ① 正田悠・土金諒・下寶賢人・伊坂忠夫 (2017). 日本音楽知覚認知学会 ポスター発表選奨.
- ② 正田悠・阪田真己子・Aaron Williamon (2015). 日本音楽知覚認知学会 研究選奨.
- ③ 正田悠・阪田真己子・Aaron Williamon (2015). 電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーショングループ ヒューマンコミュニケーション賞.

アウトリーチ

- ④ 正田悠 (2016). 研究のツールは「演奏科学」—音楽する人の心を可視化する. YAMAHA ON-KEN SCOPE
http://www.yamaha-mf.or.jp/onkenscope/shodaharuka1_chapter1/
- ⑤ 正田悠 (2017). 音楽は感情のコミュニケーション. りつめい第 271 号
https://alumni.ritsumei.jp/wp/wp-content/themes/alumni/img/ritsumei/ritsu_271/271.pdf

6. 研究組織

(1) 研究代表者

正田 悠 (SHODA, Haruka)

立命館大学・総合科学技術研究機構・研究員

研究者番号：00724361