

# 合奏研究がもたらす貢献と課題 —ヴァイオリン合奏におけるリード・フォロワー関係に着目して— Contributions and issues of studies on music ensemble: Focusing on leader–follower relationship of violin ensembles

板垣 寧々<sup>†,‡</sup>

Nene Itagaki

<sup>†</sup>早稲田大学, <sup>‡</sup>日本学術振興会

Waseda University, Japan Society for the Promotion of Science

nene64kt1214@akane.waseda.jp

## 概要

本稿では事前にリーダーが想定できない初対面同士（ほぼ共演経験がない場合も含む）の同パートのアマチュア奏者によるヴァイオリン合奏に着目し、合奏の成り立ちを奏者間の身体動作から抽出された LF 関係から探索的に検討した著者らの研究（板垣他, 2023）を概観する。上記をふまえ、合奏研究の展望を生態学的妥当性と個性の2点から述べることで、認知科学における合奏研究の貢献や課題の一端を示す。

キーワード：ヴァイオリン合奏, アマチュア奏者, リード・フォロワー関係, 生態学的妥当性, 個性

## 1. はじめに

人間は日常生活の中で多くの音楽にふれる。店内に流れる BGM など、無意識的に音楽にふれている機会も多い。一方で、意識的に音楽と向き合う例として演奏が挙げられる。とりわけ合奏は他者と共に演奏することによって、一つの曲を完成させるための社会性や創造性などを要する点において、認知科学においても着目できるテーマであると考えられる。

合奏において、音のタイミングや表現を揃えるためには身体動作の調整が非常に重要である。奏者間における身体動作の調整の中でも先導する奏者の存在に着目した研究では、弦楽四重奏において奏者の頭部とアンサンブルの中心におけるユークリッド距離の変位にグレンジャー因果性分析（Granger causality analysis, 以下, GCA）を適用すると、演奏において先行するリーダー、後行するフォロワーが存在し、特に主旋律となる奏者がリーダーになることや、楽譜が複雑な場面で LF 関係を密に構築することが明らかになっている[1]。上記の研究では、プロの奏者が対象となっているが、合奏は部活動や市民オーケストラなど様々な場面で多くのアマチュア奏者も取り組んでおり、プロ奏者と比較して人口も多く、またプロ奏者と比較して合奏上の多くの課題を抱えているアマチュア奏者を対象とすると、合奏の調整過程はどのように異なるのであろうか。

また、他パート同士による合奏は楽譜に規定された演奏上の役割（主旋律・伴奏など）が前提となるが、同パートの奏者同士による合奏など事前に役割の違いが想定できない合奏もある。本稿では事前にリーダーが想定できない初対面同士（ほぼ共演経験がない場合も含む）の同パートのアマチュア奏者によるヴァイオリン合奏に着目し、合奏の成り立ちを奏者間の LF 関係から探索的に検討した板垣他 (2023)[2]を概観し、合奏研究の展望を述べることで、認知科学における合奏研究の貢献や課題の一端を示す。

## 2. 方法

ヴァイオリン演奏経験のある大学生・大学院生 12 名を対象に演奏実験を行った（表 1）。参加者には、成人用ソーシャルスキル自己評定尺度の質問紙[3]に事前に回答させ（LF 関係とソーシャルスキルの関連を検証するために回答させたが、本稿の議論では用いない）、男女毎に 6 組のペアに分けた。初対面ペアが 4 組（ペア 2・3・4・5）、知り合い同士ではあるが相手と個人的に演奏を合わせたことがほぼなかったペアが 2 組（ペア 1・6）であった。なお、本研究は、所属機関における倫理審査で承認を得ており（承認番号:2019-010）、実験参加者には実験内容について事前に説明を行った上で、インフォームド・コンセントを得て、実験を行った。

表 1 実験参加者詳細

ペア番号	1		2		3		4		5		6	
参加者	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
性別	女性		女性		女性		男性		男性		女性	
年齢 (歳)	22	21	21	21	21	21	22	22	22	24	21	24
経験歴 (年)	17	12	16	14	2.5	5	15	16	20	14	16	9
首席奏者の経験	あり	なし	あり	あり	あり	あり	なし	あり	あり	あり	なし	あり

課題曲として、E. H. Grieg 作曲、「組曲『ホルベアの時代から』作品 40」[4]より第 5 楽章 1st ヴァイオリンを指定した。実験参加者には、事前に楽譜を配付し、

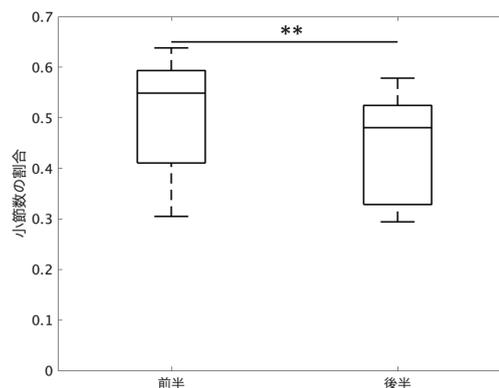
実験前に練習時間を30分（個人練習10分，ペア練習20分）設けた。演奏は電子ヴァイオリン（YAMAHA社製 YSV-104S）を用いて立奏で3試行実施し，参加者の全身・楽器・弓の3次元動作を計測した。計測には，光学式の動作計測装置（Natural Point社製 Optitrack）を用いて，標本周波数100Hzで計測した。なお，課題遂行中は，カムコーダ（Panasonic社製 HC-W585M）を用いて記録も行った。また，実験前後に質問紙を配付し，参加者に回答させた。本稿では，難しいと感じた部分，簡単であると感じた部分を楽譜上で囲ませ，理由を記述させた曲の難易度に関する回答を用いる。

奏者の身体動作によるLF関係の抽出には，GCAを用いた。また，GCAで得られたF値を用いてある奏者から他の奏者への影響量を示す指標である Musician Driving Force（以下，MDF）[1]を算出した。さらに，GCAにおいて得られた因果性が偶然に得られたものではないことを検証するために，サロゲートデータを作成してオリジナルデータとの比較を行った。その後，算出したMDFと動画の対応づけを行ってLF関係が抽出された小節数を算出した。さらに，奏者が評価した難易度に合わせて課題曲を前後半に分け，前後半でLF関係が抽出された小節数の割合に差があるか検定にかけた。また，各奏者の頭部同士・楽器同士・弓同士におけるLF関係が抽出された小節数の差を検定にかけ，各ペアにおける部位による動作の類似度の違いを検討した。ヴァイオリン奏者2名の間で演奏回数を重ねる毎にどのようにLF関係を構築しているのかについては，試行間・ペア間におけるLF関係が抽出された小節数の差を検定にかけた上で，リードしていた小節数の推移における定性的な検討を行い，ペア毎の差を明らかにした。なお，本稿においては課題曲の難易度による差，部位間における差，試行・ペアによる差の定性的な検討に絞って議論する。

### 3. 結果

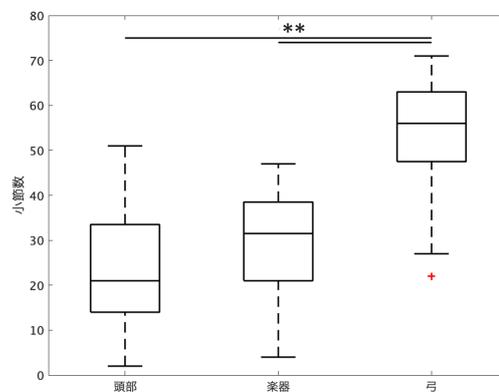
LF関係が抽出された小節数の割合は楽曲の前半と後半で差があるのか，Wilcoxon符号順位検定を適用したところ，有意差があった（ $z=2.94, p=.003$ ）。したがって，難しい部分の多い楽曲の前半は後半に比べ，LF関係が抽出される小節数の割合が多い（図1）。

図1 前半・後半によるLF関係が抽出された小節数の割合の違い



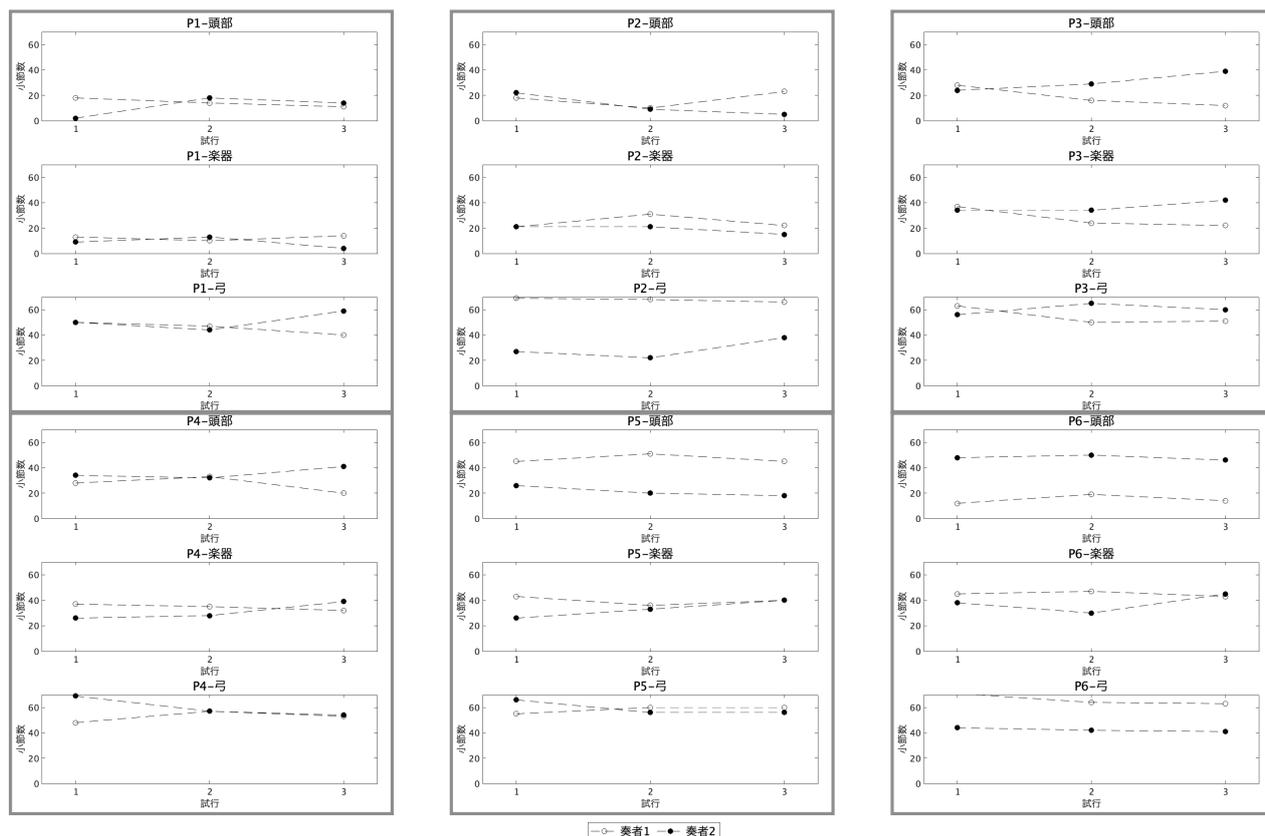
各奏者のLF関係が抽出された小節数は，部位（頭部・楽器・弓）によって差があるのか，Friedman検定を適用したところ，有意差があった（ $\chi^2(2) = 51.01, p < .001$ ）。そこで，下位検定として，Wilcoxon符号順位検定を適用したところ（ $p$ 値補正はBH法），頭部と弓・楽器と弓の間に有意差があった（弓 > 頭部， $p < .001$ ；弓 > 楽器， $p < .001$ ）。したがって，弓は頭部や楽器よりも，LF関係が抽出される小節数が多い（図2）。

図2 部位によるLF関係が抽出された小節数の違い



ペア別の各奏者・各部位によるリードが抽出された小節数の推移は，図3の通りである。ペア1は，奏者1の頭部によるリードが徐々に減少し，2試行目以降で奏者2の頭部によるリードが奏者1を上回っていた。また，楽器によるリードは，共演者と増減の傾向が対称になっている。さらに，奏者1の弓によるリードが徐々に減少し，奏者2の弓によるリードが2試行目から3試行目にかけて増加している。ペア2は，奏者2の頭部・楽器によるリードが減少していて，弓によるリードが一貫して少ないことから，概ね奏者1がリードしている小節数が多い。ペア3は，1試行目は奏者1がリードしている小節数が全部位で多いものの，2試

図3 ペア別の各奏者・各部位によるリードが抽出された小節数の推移



行目以降は奏者 2 がリードしている小節数が全部位で多い。ペア 4 は、弓の 3 試行目は該当しないものの、奏者 1 がリードしている小節数が減少すると、奏者 2 のリードしている小節数が増加するといった、増減傾向が逆転している。ペア 5 は、頭部・弓において、2・3 試行目における二者の変動が小さい。楽器については、奏者 1 のリードしている小節数が 1 試行目から 2 試行目にかけて減少していて、3 試行目で増加したものの 1 試行目の小節数には至らなかった。一方で、奏者 2 の楽器は一貫して増加傾向であった。ペア 6 は、頭部・弓において、一貫して片方の奏者がリードしている小節数が多い。ただし、頭部では奏者 2、弓では奏者 1 がリードしている。楽器は、リードしている小節数の増減傾向が逆転している。

#### 4. 考察

先行研究では、楽譜の複雑さ・感情的な表現の有無に応じて、奏者間のコミュニケーション量が増える可能性を示している[1][5]。以上をふまえ、難しい課題曲前半では、より相手と示し合わせながら演奏を成立させ、簡単な課題曲後半では、LF 関係をフレーズの区切りなどの必要な箇所でのみ構築して演奏を成り立

たせていたと考えられる。

また、弦楽合奏はボウイングを合わせることが多いため、弓は他の部位より動作の類似度が高くなる。一方で、頭部・楽器は各奏者の体格差・個性などに応じて類似しない場合もある。GCA は線形的な予測の概念に基づき LF 関係を抽出する[6]。有り体に言えば、比較する動作の波形が類似し、かつ位相がずれている場合に LF 関係が抽出されることから、動作が類似している部位ほど LF 関係が抽出されている可能性がある。

さらに、リーダー/フォロワーが演奏中に交代する可能性[7]に基づき、各奏者・部位における LF 関係が抽出された小節数の変化を試行毎に検討したところ、身体動作が調整されていく過程で、よりリードしている奏者が変わる、相手の傾向と類似するなどの LF 関係構築過程にも変化が見られた。上記より、演奏回数を重ねるうちに、各奏者が共演者との関わり合いの中で、安定した合奏ができる協応状態を構築するために、個人内・個人間で調整を行っていた可能性がある。個人間で身体動作のタイミングを揃える場合、より安定してタイミングを揃えられる動作に不随意的に移行することが報告されている[8]。合奏も同様に、楽曲の特徴・身体的特性・各奏者の共演者との合わせ方といった様々な構成要素に基づいたずれを内包しつつ、その合

奏にとって安定して合奏を継続できる LF 関係に収束していき、奏者のミスや聴き手の反応といった突発的に対応が必要となる状況が生じた場合に適宜調整が行われていくと考えられる。上記の点から、合奏においても、共演者との関わり合いの中で二者がより安定して合奏できる身体の協応状態を構築していたと言える。

## 5. まとめと展望

本研究は、同パートの二者によるヴァイオリン合奏の成り立ちを奏者間の LF 関係から探索的に検討した。その結果、課題曲の中でも奏者が難しいと感じた部分が多い課題曲前半に LF 関係をより密に構築していた。また、動作の類似度が高い弓が他の部位より LF 関係を構築していた。さらに、ヴァイオリン奏者 2 名の間で演奏回数を重ねる過程で、LF 関係の役割交代など、二者がより安定して合奏できる身体の協応状態を構築していた。以上より、同パートの合奏においても LF 関係は構築され、楽曲の難易度や部位に合わせた調整といった、合わせ方に共通する傾向がある一方で、合奏毎の個性がその役割調整の中にも生じていると言える。

本研究の今後の展望を 2 つの観点から示す。1 点目は、生態学的妥当性である。本研究では、合奏全体の中でも譜面台を共有する同パートの二者（合奏ではブルトと呼ぶ）を想定し、合奏における LF 関係を探索的に検討した。しかし、実際の弦楽合奏においては 1 パートを担当する奏者も多くなり、さらに他パートの奏者との関わりもある中で、合奏における奏者間の関係性はより複雑になる。今後は、より実際の大規模合奏に近い形式で、奏者間の関係性を検討することで、合奏の熟達に貢献できるであろう。より実情に近い合奏場面を対象とするためには、先行研究をふまえた学術的な検討に、奏者が現場で得た経験や課題を取り込んでいく必要がある。熟練者の主観という着眼点の重要性は既に示されているが[9]、合奏はアマチュア奏者も多く、職業的に音楽に関わっているわけではないものの技術が非常に高い奏者や、アマチュアであるが故に熟達に課題を抱えている場合も多く、科学的な知見と現場の知識の融合は芸術の探究に非常に重要である。2 点目は、芸術において重要な要素である個性の追求である。本研究において、課題曲の難易度に応じた調整や部位毎に調整される LF 関係など共通する傾向がある一方で、ペアによって調整過程が異なることが示された。音楽演奏に関わらず、芸術においては作品や作

成者毎の個性は非常に重要な要素である一方で、実験的な統制を行う過程でそれらの共通性に焦点が当てられる傾向にある。芸術において個性に着目した検討を行うことで、より作成過程に隠された熟達プロセスや、鑑賞者の認知プロセスの細部を明らかにすることができるであろう。特に、本研究が対象としたクラシックの合奏は、ある程度の共通した解釈に基づき、奏者間の個性を調整していく過程も内包されている。合奏研究をさらに発展させることで、芸術が作成者・鑑賞者双方にもたらす豊かさや、より良い作品を生み出すための集団の調整プロセスを明らかにすることに貢献すると考えられる。

## 6. 謝辞

本研究は、早稲田大学人間総合研究センター研究プロジェクト (D プロ) による助成を受けました。最後に、本研究にご参加いただいたヴァイオリン奏者の皆様に記して感謝申し上げます。

## 文献

- [1] Badino, L., D'Ausilio, A., Glowinski, D., Camurri, A., & Fadiga, L. (2014). Sensorimotor communication in professional quartets. *Neuropsychologia*, 55, 98–104. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.11.012>
- [2] 板垣 寧々・谷貝 祐介・三浦 哲都・三嶋 博之・古山 宣洋 (2023). ヴァイオリン合奏中の動作に現れるリード・フォロー関係 認知科学, 30 (3), 285-302. <https://doi.org/10.11225/cs.2023.030>
- [3] 相川 充・藤田 正美 (2005). 成人用ソーシャルスキル自己評定尺度の構成 東京学芸大学紀要第 1 部門教育科学, 56, 87-93.
- [4] Grieg, E. H. (1886). Aus Holberg's zeit op.40 [Study score]. C.F. Peters. [https://imslp.org/wiki/Holberg\\_Suite,\\_Op.40\\_\(Grieg,\\_Edvard\)](https://imslp.org/wiki/Holberg_Suite,_Op.40_(Grieg,_Edvard))
- [5] Chang, A., Kragness, H. E., Livingstone, S. R., Bosnyak, D. J., & Trainor, L. J. (2019). Body sway reflects joint emotional expression in music ensemble performance, *Scientific Reports*, 9 (1), 205. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36358-4>
- [6] D'Ausilio, A., Badino, L., Li, Y., Tokay, S., Craighero, L., Canto, R., Aloimonos, Y., & Fadiga, L. (2012). Leadership in orchestra emerges from the causal relationships of movement kinematics. *Plos One*, 7 (5), e35757. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035757>
- [7] 板垣 寧々・谷貝 祐介・古山 宣洋 (2020, September 17-19). ヴァイオリン合奏における奏者間のリード関係とその要因 日本認知科学会第 37 回大会 オンライン
- [8] Schmidt, R. C., Carello, C., & Turvey, M. T. (1990). Phase transitions and critical fluctuations in the visual coordination of rhythmic movements between people. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16 (2), 227–247. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.16.2.227>
- [9] 三浦 哲都・恵谷 隆英・三嶋 博之・古山 宣洋 (2022). 「リズム感」と表現する身体 認知科学, 29 (4), 606-629. <https://doi.org/10.11225/cs.2022.053>