

# 接触を伴う共同行為に見られる 動作協調のわずかなラグと一体感の促進

## A Slight Delayed Coordination and Promotion of Social Bonding in Joint Actions that involve Physical Contact

松岡（初田）響子<sup>†</sup>, 清水 大地<sup>†</sup>

Kyoko Matsuoka-Hatsuda, Daichi Shimizu

<sup>†</sup>神戸大学人間発達環境学研究科

Kobe University, Graduate School of Human Development and Environment

kyoko.htsd@gmail.com

### 概要

共同行為は、複数人が共通の目標を達成するために協調することであり、人間の多くの社会的活動を支えている。これまで、非言語的な動作協調については多く検討されてきたが、身体接触を伴う共同行為に関する知見は十分に蓄積されていない。本研究では、ラテンダンス熟達者の動きを対象に、ペア間の動作協調のメカニズムと、それによって喚起される一体感について検討した。結果、接触条件ではリーダーに対してフォロワーがわずかに遅れる協調、またはほぼ同時の協調が多く観察され、非接触条件ではこの傾向が崩れた。さらに、接触条件の方が非接触条件に比べ、一体感の主観評価が有意に高いことが示された。

キーワード: 共同行為, 身体接触, リーダー・フォロワー, 一体感, 社会的結合, 個人間協調, ラテンダンス

### 1. 序論

ヒトの社会活動の多くは他者との共同行為が基盤となっている。「共同行為」とは、複数の行為者がある目標を達成するために協調することを意味する (Sebanz et al., 2006)。この共同行為を成功させるためには、他者の行為および意図を理解し、個々の行為を適切に調整することが求められる。この他者との行動の調整は、言語によるコミュニケーションだけでなく、視覚や聴覚・触覚などのさまざまな感覚器官から得られる情報を駆使して行われる。

他者との身体接触を伴う共同行為 (joint action involving physical contact: 以降はJAPCと表記) においては、特に他者とのインタラクションが重要で、行為の達成に他者の物理的存在が不可欠であることが多い。その例として育児やリハビリ、ダンスのリフトなどが挙げられる。しかし、これまでの先行研究において検証されてきた非言語コミュニケーションによる共同行為の研究では、動作やジェスチャーによる視覚・聴覚的コミュニケーションに焦点を当てたものが多く (e.g., Wiltermuth & Heath, 2009; Tarr et al., 2015), JAPCに関して検討された例は少なく、知見が不足している。この行為は日常における重要性に加え、しばしば危険を伴うため、この行為を円滑に遂行するためのメカニズムを

理解することは重要である。

JAPCの多くは相補的な動作であり、リーダーとフォロワーという役割分担が生じることが多い。例えば、リハビリではセラピストが動作のリーダー、患者がフォロワーの役割となる。このとき、リーダーの動作に対してフォロワーの動作がわずかに遅れて生じることで、円滑な協調が遂行されると考えられる。なぜなら、もし二人が同時に動作してしまうと、リーダーの動作がフォロワーに伝わる前に行為が進行してしまい、身体接触を通じて伝達されるべき情報が利用されないまま動作が進んでしまうからである。

これまでの複数人の運動協調に関する研究では、時間遅れのない「同時の協調」を中心に議論されることが多かった。しかし、場合によっては、自然に発生するわずかな時間遅れが協調において重要な役割を果たしている可能性があり、この点についての議論はまだ十分ではない。D'Ausilio et al., (2012) は、時間差を伴う協調の重要性について議論しており、指揮者の合図とオーケストラ演奏との間に生じるわずかな時間遅れを報告した。このことから、JAPCにおいてもわずかな時間遅れが円滑な行為達成に寄与する可能性がある。

また、JAPCの結果が、共に行為を遂行する相手への印象や相手との関係性に影響を与える可能性がある。例えば、円滑なが、相手との一体感を喚起し、相手に対する信頼感や満足感を促進する可能性がある。反対に、共同行為がごちなく失敗した場合は、それらが低下しうだろう。また、心理学や神経科学の分野では、他者との身体接触が信頼等の形成に寄与するといわれている (e.g., Harlow, 1958; Uvnäs-Moberg, 1998)。

上記の背景から、本研究は、JAPCを円滑に営むための動作メカニズムに関する示唆を得ることを目的として、熟達者のラテンダンスの動作協調メカニズムに迫るための実験を行った。同時に、動作によって喚起される一体感や相手との関係性に対する主観評価との関連を検討する。その題材として適している例の一つに、ペ

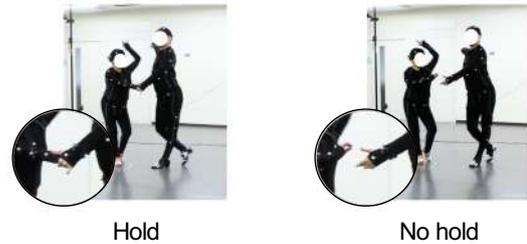
アダンスの一種であるラテンダンスが挙げられる。ラテンダンスは、リーダーとフォロワーの役割が明確であり、動作時の相手との接触部位を「手のみ」などに限定することが不自然ではなく、接触の有無を容易に操作できる。また、安全面についても、ラテンダンスは接触の有無のいずれも問題なく遂行できる。

## 2. 方法

**参加者:** ラテンダンス熟達ペア2組(計4名, 45.25±11.26歳, 経験 17.50±4.72年)が参加した。L1・L2がリーダー, F1・F2がフォロワーであり, L1&F1, L2&F2がペア(ペア歴 15.38±6.63年)であった。全ペアが日常的に踊り, 課題動作も高水準で遂行可能だった。参加者は実験説明書を熟読のうえ, 神戸大学大学院倫理委員会承認の同意書に署名した。本稿では熟達ダンサー2ペアの結果のみ報告するが, 今後データを追加予定である。  
**機材:** 光学式モーションキャプチャ (OptiTrack, Acuity社)を用い, 身体39か所のマーカー動作を記録(120Hz)した。映像記録にはビデオカメラ (HC-W870M, HC-W850M, HC-V700M, Panasonic社)を用いた。参加者は専用スーツとマーカー, 普段のダンスシューズを着用し, 鏡のない環境で実施した。すべての試行でリズムのみの楽曲(100BPM, “Rumba Rhythm [Rumba/ 25Bpm]” Ballroom Orchestra and Singers, 2012)を用いた。

**課題:** 4小節からなるダンスステップのシーケンス(予備歩, Open Hip Twist, Hockey Stick; 約10秒)を課題とした。Laird (2003), Marcoら (2004)のダンス教本をもとに, 片手ホールドを維持しながら踊ること可能なステップを, 熟達者複数名により選定した(図1)。要因はHold(接触あり)・No hold(接触なし)(図2)と, Original pair(普段のペア)・New pair(普段踊らないペア)の2つを設定した。No holdでは接触を避けつつ, Hold時と同様の動作を再現するよう指示した。各条件5試行ずつ実施し, 試行後に質問紙へ回答した。一体感の評価尺度は Inclusion of Other in the Self Scale (Aron et al. 1992; Zhou et al., 2023)を採用した。「今踊ったダンスで相手とどの程度一体感を感じたか」を7

図2 Hold および No hold 条件の写真



段階の図から選択した。相手との関係性評価は Choi (2017)を参考に, 本研究に合わせて修正を加え, 信頼(Trust), 関係性へのコミット(Relationship commitment), コミュニケーション(Communication), 協力(Cooperation), 協調(Coordination), パフォーマンス(Performance), 満足度(Satisfaction)の因子からなる13の質問項目を5段階リッカート尺度で評価した。以降, これらを協働関係尺度と表記する。質問紙は個別回答, 互いの回答内容は非開示とした。

**データ・統計処理:** MATLAB (R2021a)とR (2022.12.0+353)を使用した。分析に用いたのは第7頸椎(Neck), 背中(Back), 左右のhip, 左右のheelの6部位であった。行為の主要な動作に着目するため, 4次バターワースのローパスフィルター(カットオフ周波数10Hz)で平滑化した。欠損値はスプライン補間を行った。

**2者間の動作協調と一体感尺度との関連:** 2人のダンサー間の動作協調を評価するため, 対応するheel(リーダーのR-heelとフォロワーのL-heel, およびその逆)のy軸方向(上下方向)における位置変化の相互相関を算出した。heelはつま先に比べ, 上下方向に大きく動作し, 足の動作とカウントが対応づいているため, 2者の協調を評価する指標として適していた。図3に, heelのy軸方向の動きの時系列プロットの代表データを示した。2人のダンサーの対応するheelは, ほぼ同一周期で動い

図3 2者間の対応するheelの高さの時系列プロット

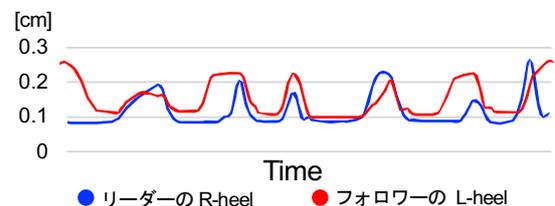
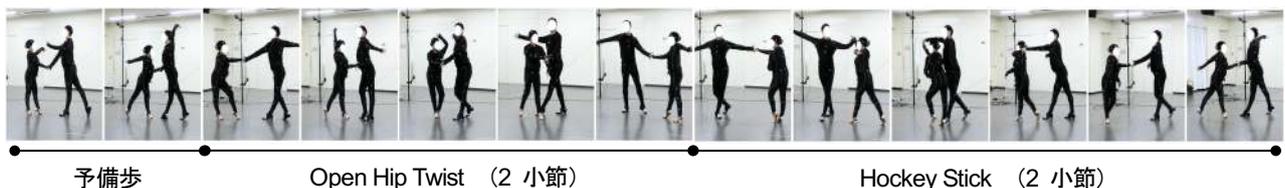


図1 課題の連続写真



ていることが確認できる。試行ごとにそれらの最大相互相関係数およびそのラグを算出した。ここで、Ccr\_LR\_FL はリーダーの R-heel とフォロワーの L-heel の最大相互相関係数を、Lag\_LR\_FL はそのときのラグの値を示す。同様に、Ccr\_LL\_FR および Lag\_LL\_FR は、リーダーの L-heel とフォロワーの R-heel についての値である。これらの指標は、後述する線形混合モデルの固定効果に用いた。

2 者間の動作協調と質問紙の回答結果との関係性を検討するため、線形混合モデルを適用した。目的変数は、一体感および協働関係尺度の因子得点、固定効果は、Hold/No hold, Original pair/New pair, リーダー/フォロワー, Ccr\_LR\_FL, Lag\_LR\_FL, Ccr\_LL\_FR, Lag\_LL\_FR, ランダム効果は参加者と試行とした (参加者 4 名, 80 観測値)。サンプルサイズの制約から  $p=.10$  までを有意傾向とした。

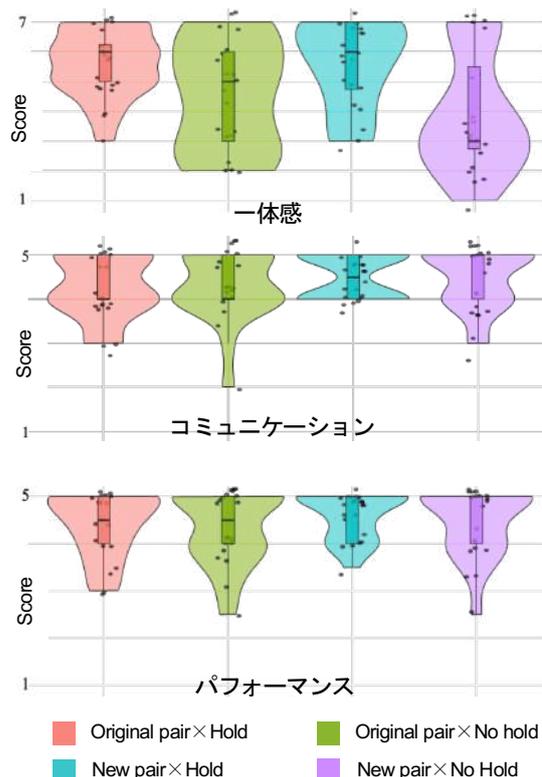
**同一方向への運動時の個人間・個人内協調:** 空間的な動作協調を検討するため、2 人のダンサーが同一方向に移動する部分 (予備歩から Open Hip Twist 前半; 図 1 の 1~5 フレーム) を対象とし、x 軸 (左右)・z 軸 (前後) の動きを単一軸に変換して相互相関を算出し、ネットワーク図 (c.f. Bashan et al., 2012; Hatsuda & Shimizu, 2024) を作成した。相関係数が 0.7 以上の身体部位間を実線で描画し、0.2 秒以上のラグを伴う個人内協調は灰色矢印、個人間協調は色付き矢印で可視化した (図 5)。

### 3. 結果

#### 2 者間の動作協調と一体感尺度との関連

図 4 に質問紙の得点を因子別に示した。紙面の都合上、ほとんどが 5 点付近に分布が集中した因子のグラフは割愛した。いずれの因子も Hold 条件の方が No hold より高い得点に分布する傾向がみられ、Original pair は New pair に比べ得点が広く分布する傾向を示した。線形混合モデルの結果、一体感について Hold/No hold に有意な効果が認められた ( $\beta = 0.37, SE = 0.08, t = 4.46, p < .001$ )。信頼ではどの固定効果においても有意な効果は見られなかった。関係性へのコミットでは、Hold/No hold ( $\beta = 0.38, SE = 0.11, t = 3.28, p = .002$ ) と ccr\_LR\_FL ( $\beta = 0.26, SE = 0.12, t = 2.16, p = .03$ ) について有意、ccr\_LL\_FR について有意傾向 ( $\beta = 0.21, SE = 0.11, t = 1.83, p = .07$ ) を示した。コミュニケーションでは Hold/No hold で有意傾向 ( $\beta = 0.21, SE = 0.12, t = 1.86, p = .07$ ) が認められた。協力では、lag\_LR\_FL が有意 ( $\beta = 0.22, SE = 0.10,$

図 4 各因子に対する質問紙の回答結果



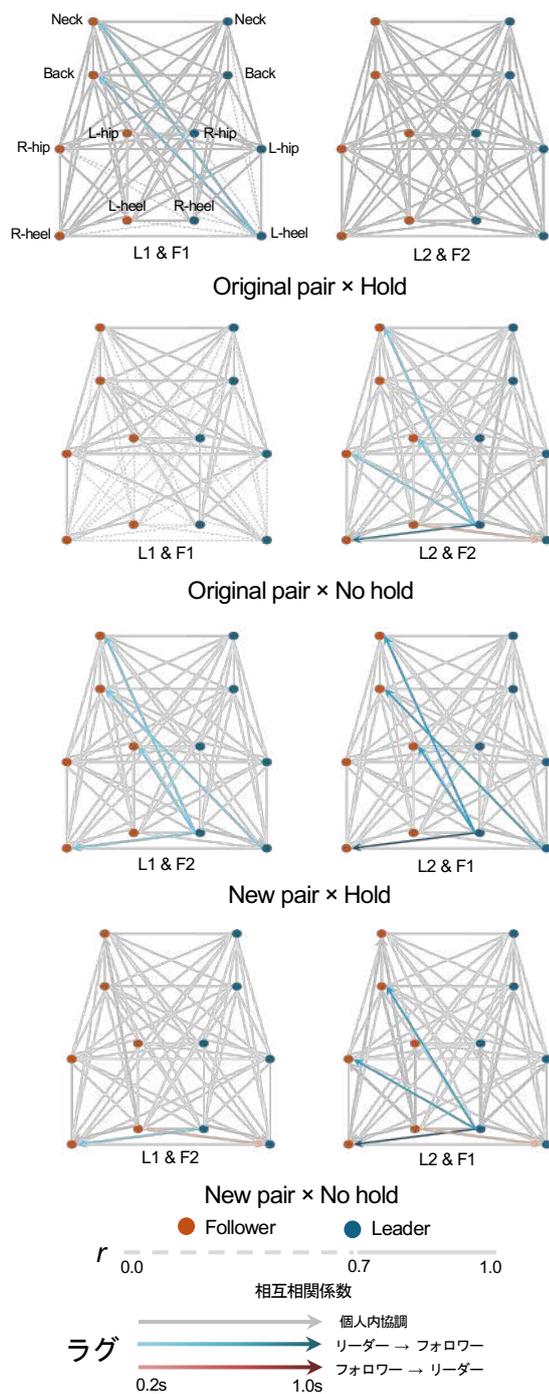
$t = 2.12, p = .04$ ), Ccr\_LR\_FL が有意傾向 ( $\beta = 0.20, SE = 0.11, t = 1.85, p = .07$ ) を示した。パフォーマンスについては Original pair/New pair に有意な係数 ( $\beta = -0.15, SE = 0.07, t = -2.01, p = .05$ ) がみられた。満足度では、ccr\_LR\_FL ( $\beta = 0.14, SE = 0.08, t = 1.76, p = .08$ ) が有意傾向を示した。他の固定効果は有意でなかった。

#### 同一方向への移動時の個人間・個人内協調

図 5 の結果から、Hold では、ほぼすべての身体部位が同時に協調して動いており、特に heel 以外の部位では高い協調が観察された。また、L1&F1 では、リーダーの heel からフォロワーの体幹部 (Back, Neck) にかけて 0.2~0.5 秒の遅延を伴う協調が観察され、リーダーの先行動作に応じてフォロワーの動きがやや遅れて生じるという、明確なリーダー・フォロワーの関係性が現れていた。一方、L2 および F2 の条件では、個人内および個人間の遅延を伴う協調は観察されなかった。

Hold と No hold の比較では、以下の 2 つの特徴的なパターンが認められた。No hold 条件では、①協調する部位の数が Hold 条件に比べて大幅に減少する、あるいは、②全体的な協調は維持されるものの、リード&フォローの関係が崩れる傾向が見られた。後者はリーダー先行型とフォロワー先行型の両パターンが観察され、特にフォロワー先行型では、ラグを伴う個人内協調の数も増加した。New pair x Hold では、両ペアともにリ

図5 個人内・個人間ネットワーク図



リーダーの heel からフォロワーの全身へ 0.2~0.5 秒のラグを伴った協調が観察され、ここでもリーダー・フォロワー関係で行為が遂行されていることが示唆された。

#### 4. 考察

##### JAPC におけるラグを伴う動作協調

ネットワーク分析の結果、Hold 条件において、リーダー先行のラグを伴う協調パターンが多く観察された。特に Original pair より New pair で頻繁にみられ、役割

分担を明確化し、円滑な JAPC に効果的である可能性が示唆された。この協調は No hold 条件ではみられず、JAPC においてわずかな遅れを伴う協調が重要なメカニズムである可能性がある。なお、Hold 条件の L2&F2 ではこの協調が確認されなかった。これは、長年の訓練により動作調整が高度に習得されていた、あるいはリズム刺激と接触による同期性の向上が要因と考えられる。本研究では一定のリズムが与えられた状況下での実演であり、熟達ダンサーはリズム刺激と体性感覚情報を統合し、高い同期を実現していた可能性がある (Sofianidis et al., 2012; Chauvigné et al., 2018)。今後、リズム刺激のないデータも併せて検討することで、純粋な協調メカニズムの解明が期待される。さらに、New pair×Hold 条件でも同様の遅れを伴う協調がみられ、JAPC においてわずかな時間差が動作協調の最適化に寄与する可能性が示された。

##### 一体感・協働関係尺度と動作協調との関係

結果より、JAPC が一体感および協働関係尺度の複数因子に影響する可能性が示唆された。特に 2 者間 heel の協調と関係性へのコミット、協力、満足度に正の関連がみられた。因果関係の特定には至らないが、動作協調と相手への関係性に関連がある可能性が考えられる。Choi (2017) は関係性へのコミットが協調を媒介し、満足度に影響すると示しており、本研究でも媒介分析を行うことで、類似モデルの適用が可能と考えられる。今後、一体感と heel の協調をモデル化することで、より深い JAPC 理解が期待される。

##### 謝辞

本研究は、JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム JPMJSP2148 の支援を受けたものです。また、本研究を遂行するにあたり、貴重なお時間とご協力を賜りましたダンサーの皆様 (河内正人ダンススタジオの先生方、koto dance lab の先生方、DANZA A MORE+の瀨瀬菜月さん、藤田亮さん、他) に深く感謝いたします。

##### 主要参考文献

- Sebanz, N., Bekkering, H., & Knoblich, G. (2006). Joint action: bodies and minds moving together. *TRENDS in Cognitive Sciences*, 10(2)
- Zhou, Z., Christensen, J., Cummings, J. A., & Loehr, J. D. (2023). Not just in sync: Relations between partners' actions influence the sense of joint agency during joint action. *Consciousness and cognition*, 111, 103521.