

[研究助成 (C)]

対人間運動協調における「相性」を決定する運動学的変数の解明

Clarification of the kinematics variables that determine “compatibility” in interpersonal motor coordination

2187011



研究代表者

早稲田大学 理工学術院

助教

向井香瑛

(助成受領時：東京大学大学院 博士課程)

[研究の目的]

申請者は、これまでの研究によって二者間の運動協調課題において社会性の異なる二者が高いパフォーマンス（早く課題を終了した）を示すことを明らかにした¹⁾。ここでは片手の左右方向の周期的運動を用いて二人で周期的運動を1/4周期ずれを作り出す対人運動協調課題を用いた。この実験課題は、ペア内で先導する者（リーダー）と追従する者（フォロワー）が存在することにより成立する。人間は相手の運動に対して同位相および逆位相で引き込まれてしまうことが報告されており、この引き込みから逸脱することは容易ではない。リーダーは相手を先導しながら引き込みに抗い、フォロワーは追従しながら引き込みに抗う必要がある。したがってペアの「相性」の良し悪しは、リーダー/フォロワーそれぞれが引き込みに抗う能力（リード能力・フォロー能力）によって説明できる可能性がある。

そこで、これらの能力を1/4周期の位相ずれを維持する課題のパフォーマンスから定量化し、「相性」の良し悪しを決定する運動学的変数とする。

[研究の内容, 成果]

1. 実験課題

実験課題は周期的に動く視覚刺激に対し腕の

周期的な運動を用いて、様々な位相ずれを作り出す個人内運動協調課題を用いた（図1）。協調条件は以下の4条件を設定した。1) リード能力を測定するため、周期的刺激に対し先導して1/4周期（90度）の位相ずれを作り出すリード条件、2) フォロワー能力を測定するため、周期的刺激を追従して1/4周期（270度）

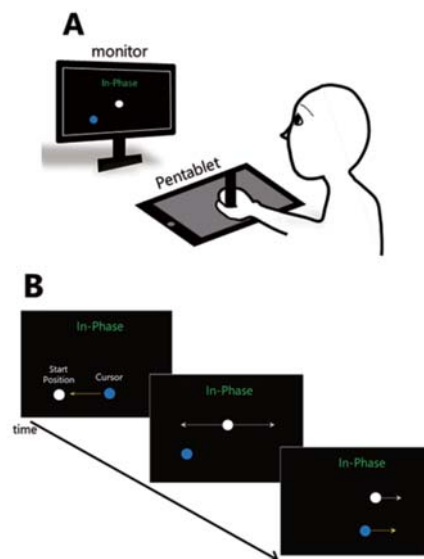


図1 実験のセットアップ図。(A) 実験参加者はモニターが置かれた机と対面して座り、ペンタブレット上でデジタルペンを利き手で握り動かす。モニターのディスプレイの上部に協調条件が、中部に視覚刺激（白色の丸）が、下部にペンタブレットを通して取得された実験参加者の手の動き（青色の丸）が表示される。(B) 課題中のモニター表示の一例（同位相条件）。実験参加者は青色のカーソルを動かし、白色のカーソル上に重ねると実験が開始される（左上）。次に、白色の視覚刺激が、画面中央で左右方向に周期的に動き始める（中央）。実験参加者は視覚刺激の動きに応じて、利き手を左右方向に動かし、視覚刺激と協調する（右下）。

の位相ずれを作り出すフォロワー条件, 3) 協調能力の生得的な協調能力を調査するため, 周期的刺激に対して位相ずれなし (0 度) の同相条件, 4) 1/2 周期 (180 度) の位相ずれを作り出す逆相条件。

視覚刺激の運動速度については, 3 つの条件 (1.5 Hz, 2.0 Hz, 2.5 Hz) が設定された。1 試行は 12 秒とした。実験参加者は, 12 試行 (協調 4 条件×速度 3 条件) を 1 セットとし, 5 セット (計 60 試行) 行った。

2. データ解析

各協調条件での協調パフォーマンスを定量化するため, 参加者の手の動きと視覚刺激の連続相対位相を試行ごとに計算した。正確な相対位相の範囲を目標の相対位相 ± 30 度の程度と定義し, 各試行において正確な相対位相の範囲内の連続相対位相を特定 (以降, 成功割合とする) し, 割合を算出した。解析対象のデータ長は, 全データ長 (12 秒間) のうち, はじめ 2 秒を除いた 10 秒間とした。

3. 結果および考察

図 2 は, それぞれの協調条件における協調パフォーマンス (成功割合) を示している。二要因分散分析の結果, 協調条件の主効果と速度条件の主効果がともに有意であった。協調条件の主効果の結果から, 同位相条件で最も成功相対

位相割合が高く, 次いで逆位相条件で成功相対位相割合が高いことが明らかとなった。また, 速度条件の主効果の結果から, 全協調条件で共通した速度が上がるほど成功相対位相割合が低くなることが明らかとなった。さらに, 協調条件と速度条件の交互作用も有意であった。全速度条件で, 同位相条件での成功割合が, 他の全条件よりも高かった。1.5 Hz 条件に関して, 逆位相条件での成功した相対位相割合は, リード, フォロワー条件よりも高かった。2.0 Hz 条件に関して, 逆位相条件での成功した相対位相割合は, リード条件よりも高かった。2.0 Hz 条件に関して, フォロワー条件での成功した相対位相割合は, リード条件よりも高かった。

2.0 Hz の速度条件では, フォロワー条件の協調パフォーマンスの方が, リード条件の協調パフォーマンスよりも高かった。この非対称性は他の速度条件では観察されなかった。すなわち, リード能力とフォロワー能力の違いは, 速度によって決まる。1.5 Hz でこの差が生じなかったのは, 協調課題として簡単であったことが原因であると考えられる。1.0 Hz で行った予備実験に関しても, 両条件の協調能力に有意差は生じなかった。このことから, 協調して運動する際の運動速度が遅い場合には協調ダイナミクスの非対称性は生じない可能性がある。一方で, 速度が速い場合 (2.5 Hz) にも, リード能力とフォロワー能力の差は生じなかった。協調して運動する際の運動速度が速すぎる場合は, 同位相条件の協調パフォーマンスは他の条件よりも高かったものの, 逆位相条件の協調パフォーマンスとリード条件およびフォロワー条件の協調パフォーマンスに有意差はみられなかった。逆位相条件においても, 2.5 Hz の速度は協調すること自体が困難であったために, リード条件とフォロワー条件の協調パフォーマンスに差が現れなかった可能性が考えられる。

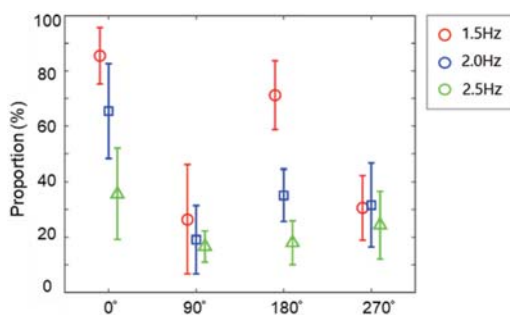


図 2 条件別の成功した相対位相割合。左から同位相条件, リード条件, 逆位相条件, フォロワー条件である。1.5 Hz 条件 (赤色) では, 同位相条件の方が逆位相条件よりも, 逆位相条件の方がリード/フォロワー条件よりも成功した相対位相割合が高いことが示された。

[今後の研究の方向, 課題]

対人間運動協調パターン（本研究における先導・追従）の非対称性は社会的認知機能が一要因であるとの報告もある^{2,3)}。Fitzpatrick ら（2016）は自閉症スペクトラムと診断された人が健常者と逆位相で振り子を振ったとき、相手をリードして動く傾向にあることを報告している。一方、統合失調症と診断された人は健常者と同位相で振り子を振ったとき、相手より遅れて動く傾向にあることを報告している（Varlet et al., 2012）。このように、対人間運動協調中には社会的認知機能に応じて特異的な対人協調運動が表出する可能性が報告されている。本研究では、視覚運動協調課題において、実験参加者は視覚刺激をリードする条件よりもフォローする条件の方が得意であったことが明らかとなった。しかし、本研究の実験参加者の中には、フォロー条件の方がリード条件よりも得意な実験参加者も存在した。このような協調能力差がなぜ生じるのかについて、社会的認知機能との関係から明らかにできる可能性も考えられるため、今後検証を行う必要がある。

本研究は、当初、「相性」の良し悪しを、リード能力およびフォロー能力によって説明することを目的として計画し、はじめに個人内の協調能力を定量化する知覚運動協調課題を行った。その結果、多くの実験参加者がフォロー条件の方がリード条件よりも得意であった。しかし前述の通り、リード条件の方が得意な実験参加者は少数ではあるが存在した。本研究によって、他者との運動協調に関わると考えられる個人の協調能力を定量化することができたと考え

られる。今後は、これらの能力（リード・フォロー能力）を組み合わせてペアを作り、ペアを組んだ二者に対して対人間運動協調課題を実施する。その際の協調パフォーマンスを調査することによって、リード・フォロー能力が二者の「相性」にどのように関わるのかについて明らかにすることができる。

[参考文献]

- 1) Mukai, K., Miura, A., Kudo, K., Tsutsui, S. The effect of pairing individuals with different social skills on interpersonal motor coordination. *Frontiers in Psychology*, 9(1708), 2018.
- 2) Fitzpatrick, P., Frazier, J. A., Cochran, D. M., Mitchell, T., Coleman, C., & Schmidt, R. C. (2016). Impairments of social motor synchrony evident in autism spectrum disorder. *Frontiers in Psychology*, 7(1323).
- 3) Varlet, M., Marin, L., Raffard, S., Schmidt, R. C., Capdevielle, D., Boulenger, J. P., Del-Monte, J., & Bardy, B. G., (2012). Impairments of social motor coordination in schizophrenia. *PLOS ONE*, 7 (1), e29772.

[成果の発表, 論文等]

1. 向井香瑛. 運動科学×マッチング～新たな相性研究手法の提案～, *academist PRIZE Vol. 4*, 東京, 9月, 2019年.
2. 向井香瑛. 運動科学×マッチング～新たな相性研究手法の提案～. 第15回 *academist Bar*, 東京, 10月, 2019年. (招待講演)
3. *academist PRIZE Vol. 4*, オーディエンス賞受賞 (向井香瑛, 発表題目: 運動科学×マッチング～新たな相性研究手法の提案～), 2019年.
4. *academist PRIZE Vol. 4*, 渋谷賞受賞 (向井香瑛, 発表題目: 運動科学×マッチング～新たな相性研究手法の提案～), 2019年