



Tokyo Tech

平成 31 年 2 月 19 日

報道機関各位

東京工業大学広報・社会連携本部長

佐藤 勲

共同作業は多人数ほどうまくいく —複数ロボットによる作業にも適用可能—

【要点】

- 共同で運動作業を行うとき、グループの人数が多いほど各メンバーの運動パフォーマンスが向上
- グループの目標を触覚で感知し、動きを合わせる事が判明
- 複数のロボットが共同作業を行う時のアルゴリズムを作り出すことも可能に

【概要】

東京工業大学 科学技術創成研究院 バイオインタフェース研究ユニットの高木敦士特任助教、インペリアル・カレッジ・ロンドンのエティエン・バーデット教授、東京大学大学院教育学研究科の野崎大地教授らの研究グループは、複数の人が共同で運動作業を行うとき、グループの人数が増えれば増えるほど、各メンバーの運動パフォーマンスが向上することを明らかにした。

この研究は大きなテーブルを多人数で動かすような共同作業の際、集団全体でどのように動きを調整しているのかを解明するのが目的。今回はコンピューター画面上をランダムに動き回るターゲットを、カーソルを動かして追いかける作業を 2~4 人で行って、人数が増えるほど効率が向上することを実証した。これまでに 2 人で同様の作業を行うと、1 人だけの場合よりも効率よくできることを確認していたが、今回は人数が増えるほど、さらに運動パフォーマンスが向上することが分かった。

研究成果は 2 月 12 日に生命科学分野の国際科学誌『*eLife*』（イーライフ）に掲載された。

●研究成果

高木特任助教らの研究グループは、被験者が2人の時に作業効率が向上することをすでに実証しているが、今回は2人だけでなく、3人、4人と被験者を増やした時にどうなるかを実験した。4人の場合、仕切りで分けられたブース（図1）にモニターを配置し、ランダムに動きまわる視覚ターゲットに手の動きを追従させる運動課題を一緒に行った。視覚ターゲットはどのブースでも同じ動きをする。

その際、ロボットインターフェース（用語1）と呼ばれる特殊な装置によって被験者の手に仮想的なバネを設定し、被験者の動きの間に力学的相互作用（用語2）が生じるようにした。これにより、手の触覚を介して他人の動きを互いに検知しあうことができる。これまでに2人ペアで同様の運動課題を練習すると、1人だけで練習するよりもうまく運動課題を実行できることはわかっていた。（参考文献：<https://www.imperial.ac.uk/news/177982/robots-help-people-improve-physical-tasks/>）

今回の研究により、共同作業を行う人数を3人、4人と増やしていくと、運動パフォーマンスがさらに向上することを確認した。これは被験者自身がターゲットの動きを予測するだけでなく、ロボットインターフェースを通じて得た別の被験者の力の情報を参考にすることができるからだ。つまり4人の場合、自分だけでなくほかの3人がターゲットの動きをどう予測しているかの情報を得て、瞬時に最適な予測を実行できるからである。

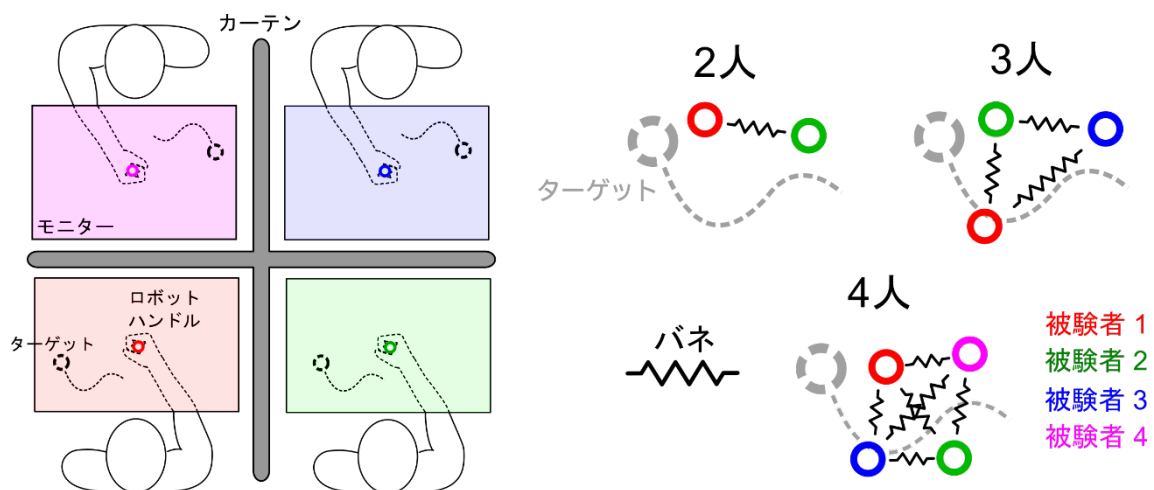


図1: ロボットインターフェースを通じて2、3、4人の集団でランダムに動くターゲットを追従させ、各被験者の追従パフォーマンスの変化を評価する。

高木特任助教は「グループのメンバーが触覚情報を活用して、共同動作を素早く調整できることに非常に驚いた。混雑した結婚式会場でテーブルを移動させ

ようとしている状況を考えてみてください。口頭でのコミュニケーションによって、テーブルが何にもぶつからないように動作を調整することはグループの人数が増えれば増えるほど困難になるはずですが、触覚を介して互いの動作情報をやり取りすれば、人数が増えてもほんの数秒で動作を調整することができるのです」という。

エティエン・バーデット教授は「お互いの動きが影響し合うよう連結したとき、グループの人数が増えれば、ランダムな力の影響がノイズのように働きパフォーマンスが低下するのではないかと予測していた。ところが、実際には、ノイズ量が減少するように、個々人のパフォーマンスが向上した」と評価している。

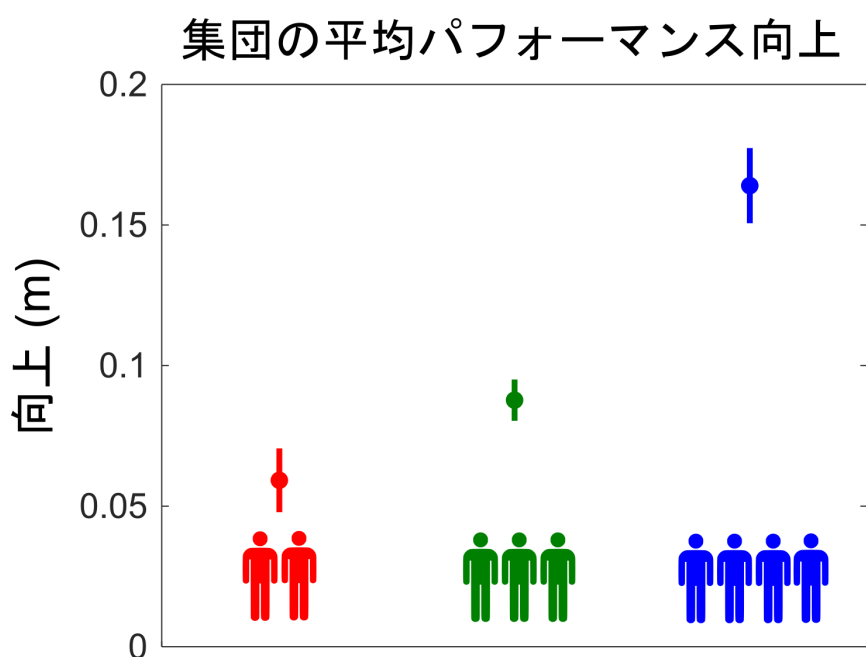


図 2: 集団の平均パフォーマンスはグループの人数が増えるほど向上した。

●今後の展開

高木特任助教は「このような動作調整が可能なのは、触覚情報を通じてメンバーが互いの動作目標を推定できるためではないか」と推測する。同研究チームの先行研究では、同様な機序（メカニズム）を実装し、人間と共同で動作を行うことのできる「人間のような」ロボットパートナーを設計していたからだ。

今回の研究ではコンピュータシミュレーションを用いてグループのメンバー間の情報のやり取りを詳しく検討し、上記の仮説を支持する結果を得た。高木特任助教は「このような動作調整機序への理解が深まれば、複数のロボットが共同で作業を行うときのアルゴリズムを作り出すことも可能であると考えています」と今後の展開を示した。

【用語説明】

- (1) ロボットインターフェース：電子モーターにより人の手に力を与える装置。
手の位置、速度、力なども測る。
- (2) 力学的相互作用：相手の力を受けながら共同作業をこなすこと。

【論文情報】

掲載誌：*eLife*

論文タイトル：Individuals physically interacting in a group rapidly coordinate their movement by estimating the collective goal

著者：Atsushi Takagi^{1,2}, Masaya Hirashima³, Daichi Nozaki³, Etienne Burdet²

1. Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology.

2. Department of Bioengineering, Imperial College London.

3. Graduate School of Education, University of Tokyo.

DOI：10.7554/eLife.41328

【問い合わせ先】

東京工業大学 科学技術創成研究院 特任助教

高木 敦士（たかぎ あつし）

Email: takagi.a.ae@m.titech.ac.jp

TEL: 045-924-5054 FAX: 045-924-5066

【取材申し込み先】

東京工業大学 広報・社会連携本部 広報・地域連携部門

Email: media@jim.titech.ac.jp

TEL: 03-5734-2975 FAX: 03-5734-3661