

令和 3 年 5 月 13 日現在

機関番号：17701

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K18459

研究課題名（和文）他者とのつながりが高齢者を元気にする事ができるか？：共同行為中の脳活性に着眼して

研究課題名（英文）Can connection with others make the elderly energetic?

研究代表者

塗木 淳夫（Nuruki, Atsuo）

鹿児島大学・総合科学域総合教育学系・准教授

研究者番号：50336319

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、ネットワークを介した共同作業が脳の活性化に効果がある事を神経生理学的に解明することを目的として実施した。具体的には、今後飛躍的に発展する可能性のあるヒューマンインターフェイスの一つである触力覚提示装置を用い、ネットワークを介した遠隔地同士での環境を模擬した共同作業の実験を行った。複数人での運動調整の方において、より運動調整精度が高まることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高齢者にとって人とのつながりを多く持つことは、活力を得るだけでなく認知症の予防や健康寿命を延ばすためにとても重要である。近年、「社会とのつながり」や「家族との関わり」において多様な方法がインターネットや仮想・拡張現実などの技術の発展により可能となってきた。仮想・拡張現実などの技術が認知症予防に有効であることが明らかになれば、元気で働くことのできる高齢者が増加し、支える社会負担の減少により活力ある社会の創出実現へとつながることが期待される。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to clarify neurophysiologically that joint action through networks is effective in activating the brain. Specifically, we conducted a joint action experiment simulating the environment between remote locations via a network using a haptic device, which is one of the human interfaces that may develop dramatically in the future. It was clarified that the exercise adjustment accuracy was higher in joint action.

研究分野：生体工学

キーワード：他者とのつながり 共同行為 力の調節

1. 研究開始当初の背景

現在、わが国は国民の4人に1人が65歳以上という超高齢社会を迎えており、2035年には3人に1人が65歳以上になることが推計されている。現在、65歳以上の高齢者のうち、4人に1人が認知症と軽度認知障害であると計算されている。今後の対応すべき社会的課題の1つは、近い将来3千万人になるとも言われるまだ認知症を発症していない高齢者の認知機能を早期に評価・把握し、効率的な予防サービスを構築することである。この研究を進めるうえで、認知症の早期診断も非常に重要であるが、もう一段階突き詰めると認知症にならないための予防も重要であると考え、本研究構想に至った。現代社会において普及されつつある高速インターネットや仮想・拡張現実などの技術が認知症予防に有効であることを(新技術の活用が他者とのつながりを強くする)示すことが重要である。

2. 研究の目的

本研究は、ネットワークを介した共同作業が脳の活性化に効果がある事を神経生理学的に解明することを目的とする。具体的には、今後飛躍的に発展する可能性のあるヒューマンインターフェイスの一つである触力覚提示装置を用い、ネットワークを介した遠隔地同士での環境を模擬した共同作業の実験を行う。この時の脳活動活性の状態を、運動野の活動状態(経頭蓋磁気刺激法)によって評価し、新技術活用が他者とのつながりを強くすることを明らかにする。本研究で高速インターネットや仮想・拡張現実などの技術が認知症予防に有効であることが明らかになれば、元気で働くことのできる高齢者が増加し、支える社会負担の減少により活力ある社会の創出実現へとつながることが期待される。

3. 研究の方法

本研究の目的を達成するために、以下の3つの研究計画を柱とする。

(1) 触力覚、視覚、聴覚を提示可能な触力覚・3Dシステムを利用し、マルチモーダルな情報処理特性を調べる事の出来る、3名で実施可能な共同行為課題システムを開発する。

(2) 同一作業空間における共同行為課題とテレコミュニケーション(異なる作業場所)における共同行為課題の違いを明らかにすることによって、“阿吽の呼吸”の重要性とテレコミュニケーション技術を用いた共同作業行為に必要な情報を獲得する。

(3) 共同行為課題時の脳活動の状態を明らかにするために、運動誘発電位(運動野の興奮性が評価できる項目)によって定量的に明らかにする。

4. 研究成果

共同行為課題システムの開発

我々の社会において、個人間で共通の目標を達成するために、自分と他者の活動を協調させ行う行為を共同行為と呼ぶ。Sebanzらが共同行為を「2名以上の人間が環境の変化を引き起こすために、時空間的に動作を協調させる社会的相互作用」と定義している(1)。分かりやすい共同行為を場面として例をあげれば、ダンス、歌のハーモニー、スポーツにおいてであり、日常生活においても、物の受け渡しや数人によるテーブルの移動など考えられる。我々は、幼児の頃から徐々に共同行為の能力を発達させている。例えば、笑うと笑い返すなどといった「身体の動きと情動の共有」、相手が何を行いたいかを理解する「相手の目標と知覚の共有」、相手がどのようにしているリアルタイムで相手の意図を理解して「協調活動」をするといった事ができるようになる。共同作業の研究はニューロサイエンスの分野において、共同作業の注意の役割の研究(2)や共同作業の運動イメージの研究(3)、音楽を用いた自分と他者を区別する研究(4)など興味深い研究が発表されてきている。一方、PCを用いたシステムティックな実験が始められてきているが、マウス操作やボタン押し作業など簡単なシステムを用いた研究が多い。そこで本研究は、触力覚装置や仮想・拡張現実の技術を応用した実験システムは、ヒトの多感覚をより活性化させ、中枢-末梢系を含めた認知機能、運動機能を活動的にする(パフォーマンスの向上)可能性があると仮定し、本システムを開発した。

共同行為課題システムの概要

構築した実験システムは、視覚情報、力覚情報を研究協力者に提示できる。力覚情報のフィードバックにはSensAble Technologies社製のPHANTOM Omni(触力覚装置)を用いた。Phantom Omniは、3自由度の小型ロボットアームであり(三次元空間内で自由に動かすことのできるスタイラス(ポインティングデバイスの一種))、ペン先の3次元座標を取得しコンピュータに記録できると同時に、反力を提示することが出来る装置である。触力覚装置は、3次元オブジェクトと作業者の動的なインタラクションにおいて、視覚情報だけでなく力覚情報を加えることにより、物体に触れたときに手に伝わる反力をリアルに再現することが出来る。例えば、外科手術リハサルシステム、リハビリテーション、トレーニングシステム、視覚障害者のためのアプリケーションに使用され始めている。遠隔制御も可能であるため、次世代のヒューマンインターフェイスの一つとして注目されている。構築したシステムでは、3名までの研究協力者の運動情報をPC

側で記録することが出来、発揮した力(自分又は他者の力情報)を視覚情報や反力によって研究協力者にフィードバックすることが出来る。本システムは、遠隔地同士での作業を模擬しているため、他者の作業状況を見ることは出来ない。PHANTOM Omni の位置分解能は0.055mm、反力は最大3.3N 提示することが出来る。

健常成人3名で行った場合の実験結果の代表例を紹介したい。研究協力者は、PHANTOM Omni のスタイラスを握り、1~3Nの力発揮を1Hzの周期で繰り返す運動を60秒間行った。実験前のトレーニングによって、1~3Nの力覚と1Hzの周期を学習している。共同作業課題は以下の3条件とした。他者の運動情報のフィードバック無し、合成された他者2名の運動情報(力の強さ、周期)、自分を含めた3名の合成された運動情報(力の強さ、周期)。各研究協力者は、それぞれの条件で3名の力が1Hzの周期で3~9Nになるように努力した。

図1の左図は下からFB無し、FB(2名)、FB(3名)の条件での各研究協力者(A,B,C)の個々の発揮力の時間変化を示す。図1の右図は下からFB無し、FB(2名)、FB(3名)の条件での3名の合成力の変化を示す。図1の右図は合成力を%で表しており、1Hz周期で33%から100%のラインに近づいている程、課題がより正確に行われていることを示している。図1の左図は個々の発揮力でFB無し、FB(2名)の条件では、発揮力に同期性が見られず、FB(3名)は同期性が高まっているように思われる。共同作業課題時の個々の発揮力の関係性を視覚的に分かりやすくするために、3D 散布図を作成した(図2)。各プロットは、3名の発揮力合成値の最大と最小値が得られるときの各研究協力者の個々の発揮力から求められる。下からFB無し、FB(2名)、FB(3名)の条件での結果を示す。95%の信頼楕円体を作成し、体積を求めた。図からも明らかのように、信頼楕円体の体積は、フィードバックがない場合に対してある場合の方が非常に小さくなった。さらに、合成された運動情報が2名よりも3名において小さくなることが明らかとなった。これは、共同作業を行う場合、相手との共同作業の情報から各自の運動を上手く調整できていることを示している。

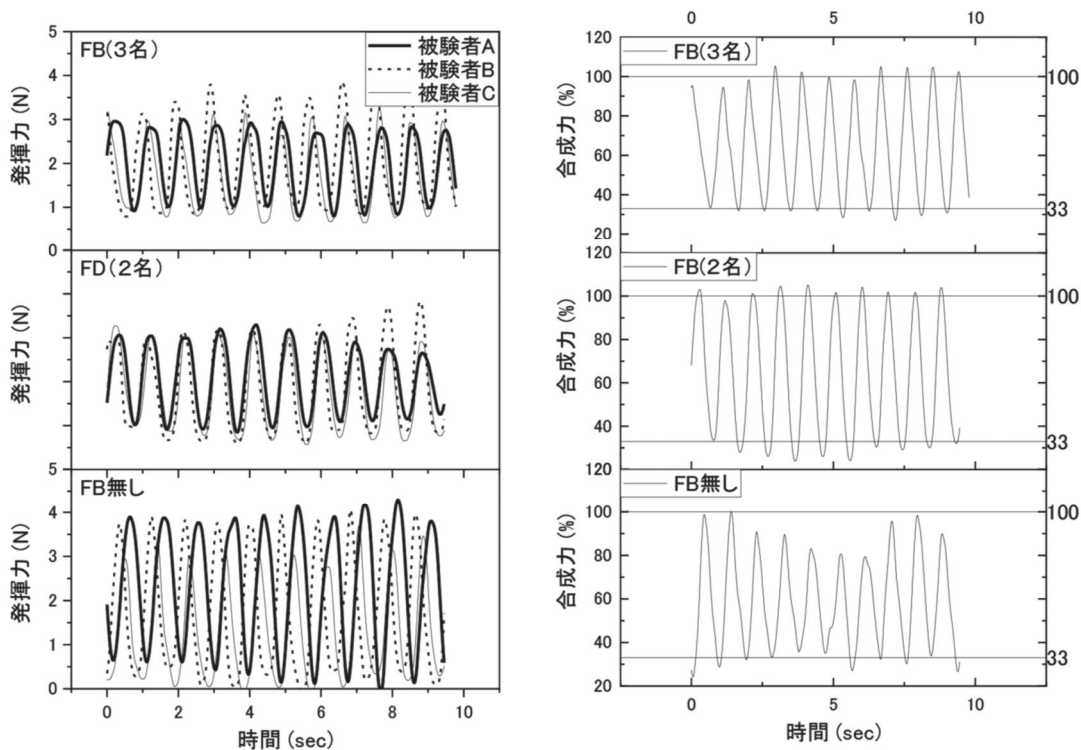


図1 . 共同作業課題中の各研究協力者の発揮力と3人の合成力

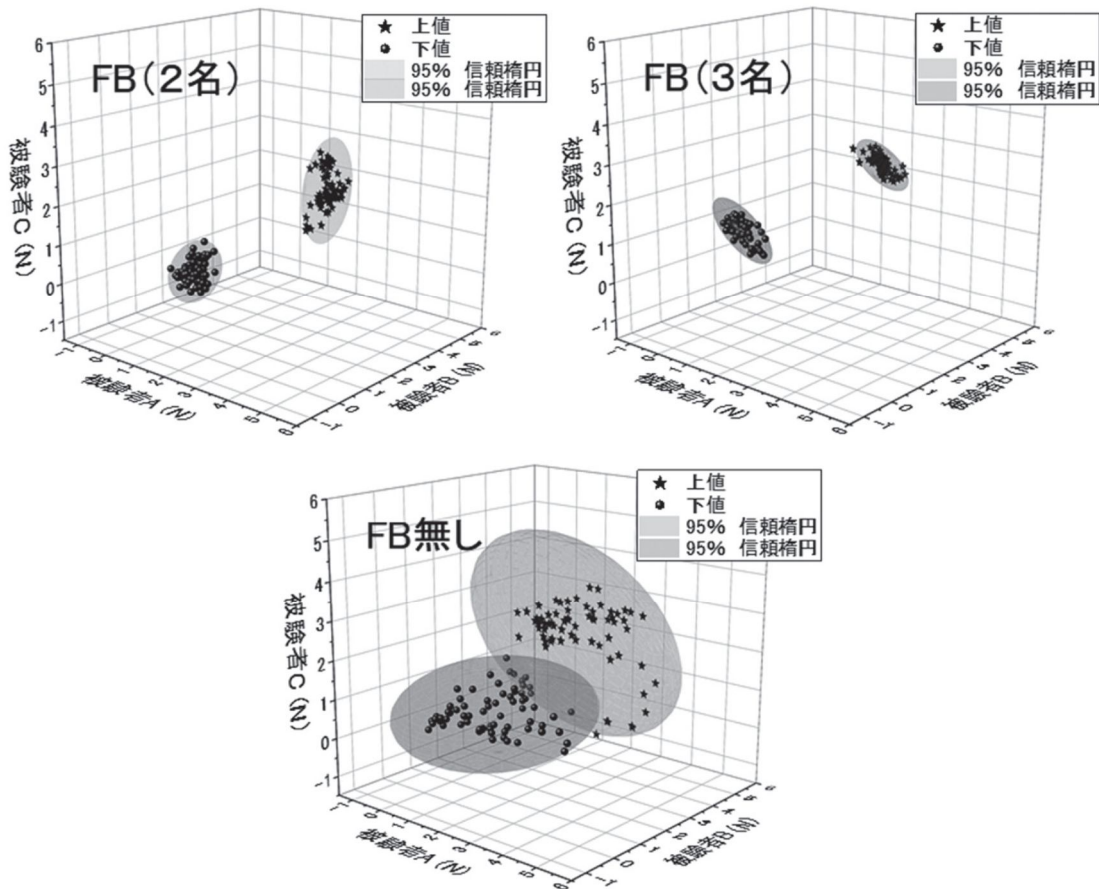


図2. 合成力の最大値と最小値が見られた時の各研究協力者の発揮力の散布図

本研究は遠隔地同士でのコミュニケーションの重要性和他者との共同行為が作業能力の向上（訓練）に有用であることを明らかにするために、共同行為課題システムを作成し、他者との共同作業が運動の調整力などを向上させるか調査した。共同行為は1対1に限らず、3名以上の複数人で多く行うことも多いが、実験的に3名以上の共同行為運動パフォーマンスを定量的に実証した研究は少ない。調査の結果、共同作業を行う場合、相手との共同作業の情報から各自の運動を上手く調整できていることを定量的に明らかにすることが出来た。また、2名よりも3名での調整の方がパフォーマンス向上を示していたことは興味深く、今後実験的に明らかにしたい。今回の調査では、健常成人で行ったが、他者との共同行為に難を示すと考えられる軽度認知障害や自閉症スペクトラム障害を対象とした実験を行うことで、共同行為のメカニズムや重要性について理解が深まると考えられる。

聴覚や視覚（ビデオ電話やゲーム）を用いた遠隔地同士でのコミュニケーションは、現在でも多く行われているが、触覚装置なども新たなインターフェイスや高速インターネットの普及によって、さらに多様な社会とのつながりを可能とすると思われる。新たなコミュニケーション手段の普及によって、遠隔リハビリテーションや遠隔コミュニティが構築され、結果的に元気で働くことのできる高齢者が増すことで活力ある社会の創出へつながると期待したい。

参考文献

- (1) Sebanz N, Bekkering H, Knoblich G. Joint action: bodies and minds moving together. *Trends Cogn Sci.* 2006;10(2):70-76.
- (2) Doneva SP, Cole GG. The role of attention in a joint-action effect. *PLoS One.* 2014;9(3):e91336.
- (3) Vesper C, Knoblich G, Sebanz N. Our actions in my mind: motor imagery of joint action. *Neuropsychologia.* 2014;55:115-121.
- (4) Novembre G, Ticini LF, Schutz-Bosbach S, et al. Distinguishing self and other in joint action. Evidence from a musical paradigm. *Cereb Cortex.* 2012;22(12):2894-2903.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Atsuo Nuruki, Yuichiro Obata, Takuya Mori	4. 巻 -
2. 論文標題 Sensory Attenuation Characteristics for Periodic Force Variation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the SICE Annual Conference 2019	6. 最初と最後の頁 927-932
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Nuruki Atsuo, Fujiwara Yasushi, Harada Takuya	4. 巻 1
2. 論文標題 Relationship between Weight Perception Illusion and Excitability of the Primary Motor Cortex	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 2018 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics	6. 最初と最後の頁 3886-3888
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 原田 拓弥、高橋 恭平、塗木 淳夫
2. 発表標題 先行映像による把持運動と第一次運動野の興奮性の関係
3. 学会等名 九州体育学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松下拓矢, 塗木淳夫
2. 発表標題 把持運動課題における視覚情報の遮断が重さ知覚と運動に与える影響の調査
3. 学会等名 電気・情報関係学会九州支部連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takuya Harada, Atsuo Nuruki
2. 発表標題 Advancing output video signals relating to movements affect weight perception
3. 学会等名 電子情報通信会九州支部 学生会講演会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

鹿児島大学工学部生体計測工学研究室 研究内容 http://www.ibe.kagoshima-u.ac.jp/~nurulab/research.html

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	濱田 雅 (Hamada Masashi) (40708054)	東京大学・医学部附属病院・講師 (12601)	
研究分担者	衛藤 誠二 (Eto Seiji) (70295244)	鹿児島大学・医歯学域医学系・准教授 (17701)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------