

令和元年9月12日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K19992

研究課題名(和文)身体性を越えた運動記憶と共感の獲得に関する脳内基盤の解明：超身体性脳科学の萌芽

研究課題名(英文)The neural basis of memory and sympathy that transfer across bodily spaces.

研究代表者

井澤 淳(Izawa, Jun)

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号：20582349

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,700,000円

研究成果の概要(和文)：グループでチームリーダーを発揮するような卓越したコミュニケーション能力を獲得するためには、相手の視点から自己を想像するだけでなく、自己・他者視点を自由に切り替えることが可能な“メタ視点”の獲得が重要である。本研究では、バーチャルリアリティ空間上に構築したアバターの身体運動を学習を通じて学習することで、ヒトが視点を切り替え、アバターの視点を獲得することが可能か調べた。アバター操作を経験した被験者は、アバターの操作を学習していない被験者に比べて、高い視点獲得スコアを示した。このことより、他者身体性の獲得がコミュニケーション能力の基礎となる視点獲得を促す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

個人が孤立化する傾向にある現代社会において、社会性の涵養は重要なトピックである。本研究はこのような社会性に対して身体性脳科学から迫る新規性の高い研究である。本研究では身体イメージと共感に着目することで、VRを利用したパーソナリティ変容技術に関する設計論の構築を目指す。これにより、引きこもりの解消や大人の発達障害に対するリハビリテーション、ビジネス現場における卓越コミュニケーションの訓練などの波及効果が期待出来る。

研究成果の概要(英文)：We hypothesized that “meta-perspective taking” that enables us to switch perspective via detaching it from self and attaching it to another and imagining self from other’s perspective is a crucial ability for excellent communication ability. Here, we had human participants to learn body movement of an avatar in a virtual reality setting and to perform a cognitive task which requested an ability to take an avatar’s perspective. Significantly, participants experienced a motor learning task shows a higher score in perspective taking task than people who did not experience it.

研究分野：計算論的神経科学 運動制御 認知科学

キーワード：バーチャルリアリティ 視点取得

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

研究代表者は身体運動学習の計算理論を明らかにし、ヒトを対象とした実験によって理論の検証を行ってきた。科研費若手(B)や基盤(B)では脳機能障害に着目した。特に、コミュニケーション障害を示す自閉症の運動記憶を詳細に調べ、その身体運動イメージの形成が内部空間に過剰に依存していることを示し、内部空間への依存傾向とコミュニケーション障害スコアとの高い相関関係を示した(Haswell, Izawa .., Nature Neuroscie. 2009, Izawa, Autism Res. 2012)。この研究を手がかりに『コミュニケーション障害の本質が内部空間への過剰な依存であれば、逆に、身体運動イメージを外部空間で表現するメタ視点を獲得させることにより卓越したコミュニケーションを醸成できないか?』という着想に至った。これを実現するためには、既存の研究領域を横断する新しい学術領域の必要性があると認識した。

従来研究の成果によって、社会性にとって必要不可欠な共感や感情移入に対して、身体イメージや視点変換が重要であることが明らかになっている。本研究では、この身体イメージと共感に着目することで、VRを利用したパーソナリティ変容技術に関する設計論の構築を目指す。これにより、引きこもりの解消や大人の発達障害に対するリハビリテーション、ビジネス現場における卓越コミュニケーションの訓練などの波及効果が期待出来る。

身体意識(もしくは身体的自己意識)とは、すなわち、本来は別々の情報として脳に入力される視覚・感覚情報をついにまとめあげ、空間的・時間的に統一されている身体イメージを介して「自己の身体に関連する意味のある情報」として意識する脳の機能のことである。従来研究においては、身体意識が“意識”の根源であると議論されている。

例えば、認知科学者のBlanke等(Science,2007)はVRを用いて身体意識の変容を導き、身体意識がバーチャル身体へ遷移することを明らかにした。さらに、心理物理実験により、視覚刺激と体性感覚刺激の一致性が身体意識変容の必要条件であることを示した。このような「多感覚統一の原理」がVR経験全般の本質である(図2左)。

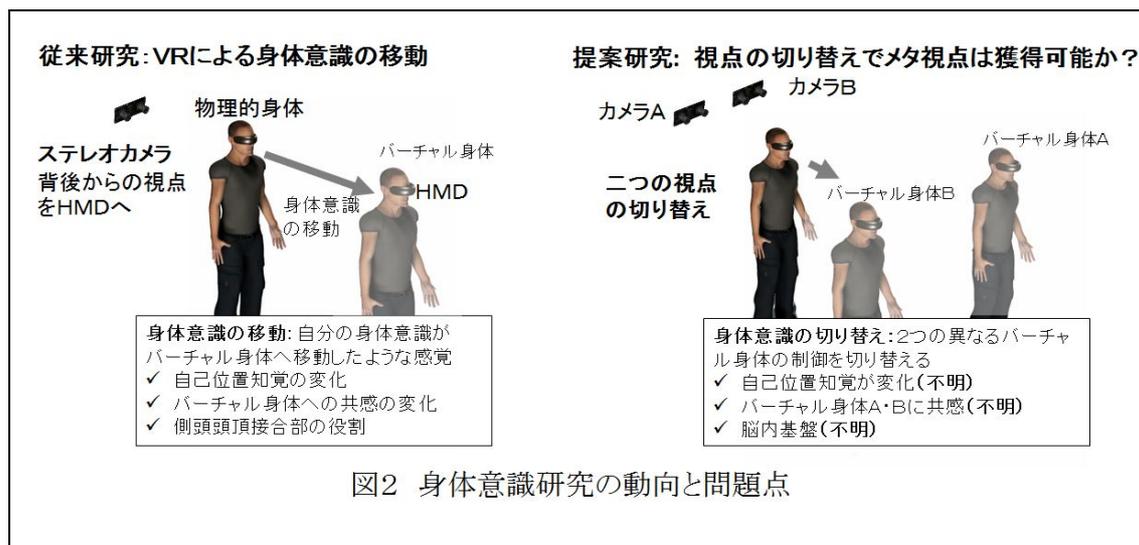


図2 身体意識研究の動向と問題点

しかし、身体イメージ変容に関する研究では、脳が「多感覚情報(視覚・体性感覚)を統合することで自己の身体に関する統一されたイメージを獲得」する特性(仮に「多感覚統一の原理」と呼ぶ)しか利用してこなかった。計算論に基づけば、この原理だけでは、本研究が目指す「二つの身体を自由に切り替えるようなメタ視点獲得」の理解にはつながらない。そこで、計算論に基づいて、脳が「運動意図と多感覚フィードバックの因果律を推定」(仮に「因果律推定の原理」と呼ぶ)する特性を上手に利用することで、複数の身体運動イメージとその切り替えの獲得を実現し、その特性を理解する。このように、我々が元来有する身体運動イメージが本質的に変化し

た状態を引き起こし、この経験が引き起こす感覚や認知の変化とその脳内基盤を迫及する新学術分野を「**超身体性脳科学**」と呼ぶこととする(図1)。

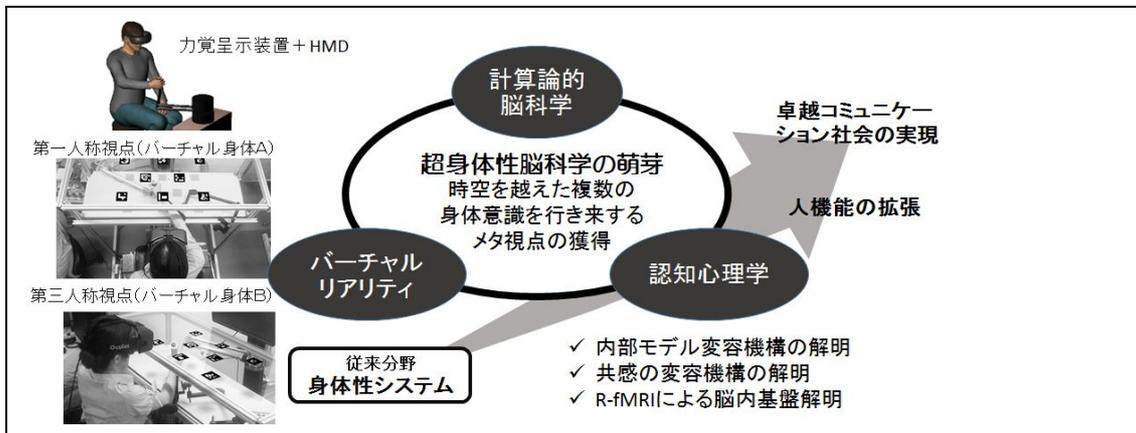


図1 開拓研究分野 「超身体性脳科学」

従来型の身体性システム・身体性認知研究と異なる**新しい原理**に基づき、VR 研究者・計算論研究者・心理学研究者から成る研究チームを立ち上げ、物理的身体による拘束を超えた**人機能の拡張**と卓越したコミュニケーション能力獲得を目指す。

## 2. 研究の目的

脳が持つ身体のイメージは運動制御にとって重要であるだけでなくコミュニケーション能力に代表される高次認知機能にも影響を与える。例えば、グループでリーダーシップを発揮するような卓越したコミュニケーション能力を獲得するためには、相手の視点から自己を想像するだけでなく、自己・他者の視点を自由に切り替えることが可能な“メタ視点”の獲得が重要である。本研究では二つの視点から見る身体イメージを自由に切り替えることが可能なメタ視点の獲得を導く。このとき獲得される運動記憶の性質や他者への共感の切り替え能力を調べメタ視点獲得に関する脳内基盤を明らかにする。

## 3. 研究の方法

当初の研究計画ではステレオカメラを使用する予定であったが、より柔軟な刺激提示をおこなうためにUnityを用いてVR空間上にアバターを構築した。そして、TCP/IPを通じて、ロボットマニピュラダムで計測した被験者の腕運動の位置情報を実時間でUnityへ送り、被験者が時間遅れ無くアバターの運動を学習可能なように実験環境を構築した。被験者はヘッドマウントディスプレイを通じて、アバターの動きを観測しながら、アバターを操作する。この操作を行う際に、様々な視点からアバターを観察することによって、他者視点から見た自己運動という錯覚を導く(図2)。

ロボットマニピュラダムはパラレルリンクで構成されており、DDモータによって手先に任意の力を与えることが出来る、大型のハプティックインターフェイスである。これによって、例えばアバターの身体図式やアバターの身体ダイナミクスをマニピュラダムを通じて被験者が体験することが可能である。

## 4. 研究成果

本実験では、バーチャルリアリティ空間上に構築したアバターの身体運動を学習を通じて獲得することで、ヒトが視点を切り替え、アバターの視点を獲得することが可能か調べた。まず、開発したメタ視点獲得訓練システムの評価を行うために、被験者にVR空間上のアバターの腕到達

運動課題を行わせた。第3人称視点からアバターを観測し、その手先位置を操作しながら提示されたターゲット位置へ向けた到達運動を行う。その結果、訓練数に応じて、運動軌道誤差が減少することが明らかになった(図3)これは、被験者が、部分的ではあるが、アバターの身体図式を獲得したことを示している。また、第1人称視点からの身体運動に比べて、誤差が著しく大きいことも明らかになった。これは、第3人称視点の学習では、自己の身体運動の学習が難しいことを意味している。

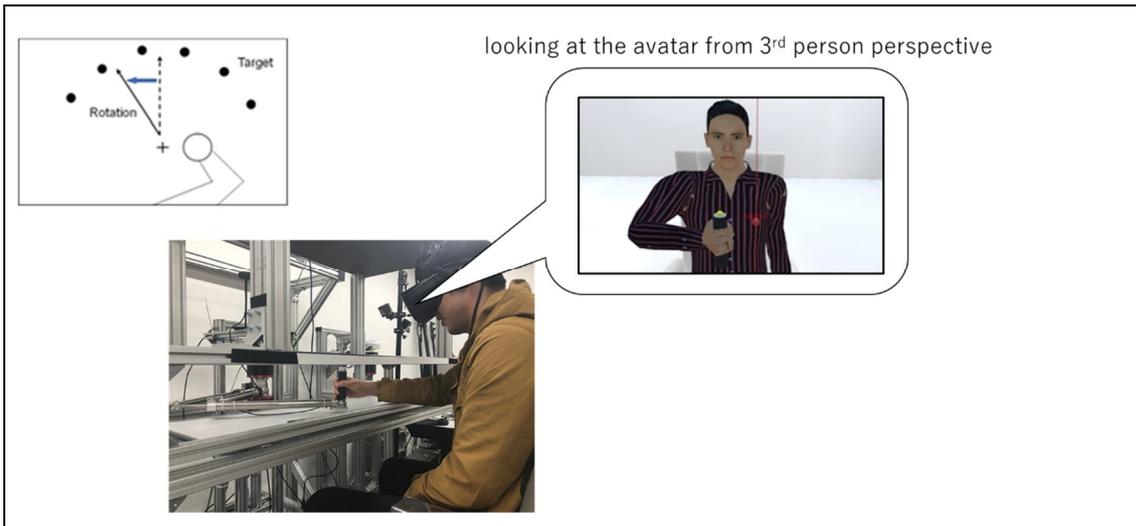


図2 メタ視点訓練システムの概要

被験者は他者視点からアバターを操作することが出来る。

次に、被験者に対して視点獲得課題を実施した。視点獲得課題では、他者の視点の獲得の程度に応じて反応時間が短縮される。その結果、アバター操作を経験した被験者は、アバターの操作を学習していない被験者に比べて、高い視点獲得スコアを示した(図4)。

以上の結果より、VR空間上におけるアバターの身体運動訓練を通じたメタ視点獲得訓練システムによる介入を通じて、被験者の視点獲得能力を高めることが可能であることを示した。

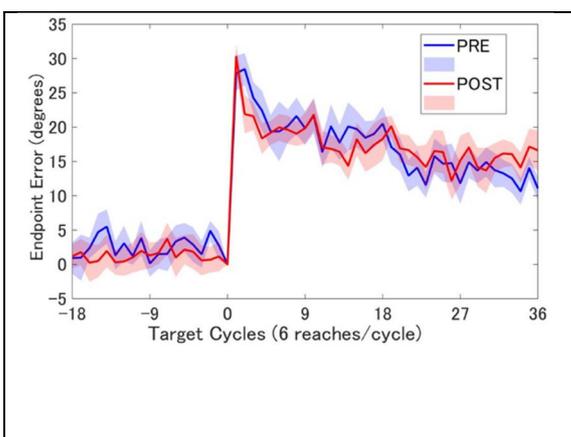


図3 身体性獲得指標の推移

横軸は練習回数、縦軸は運動誤差を示す。

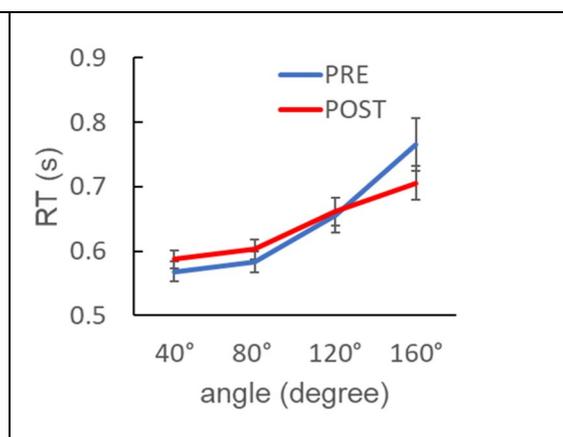


図4 視点獲得スコア

横軸は視点(角度)、縦軸は視点獲得能力を示す指標(反応速度)を示す。PREはメタ視点訓練システムによる介入を受けなかったグループを示す。POSTはメタ視点訓練システムによる介入を受けたグループを示す。

## 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

( 1 ) Kita K, Osu R, Hosoda C, Honda M, Hanakawa T, Izawa J. Neuroanatomical Basis of Individuality in Muscle Tuning Function: Neural Correlates of Muscle Tuning. *Frontiers in behavioral neuroscience.* 2019;13.

〔学会発表〕(計 1 件)

( 1 ) Ishikawa R, Sasaki K, Ayabe S, Izawa J. Learning to control the other 's body facilitates the embodied perspective taking, *CogSci2019*, 2019

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

取得状況 (計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

## 6 . 研究組織

### (1)研究分担者

研究分担者氏名：葛岡英明

ローマ字氏名：(KUZUOKA, hideaki)

所属研究機関名：筑波大学

部局名：システム情報系

職名：教授

研究者番号 ( 8 桁 ): 10241796

研究分担者氏名：今水 寛

ローマ字氏名：(IMAMIZU, hiroshi)

所属研究機関名：東京大学

部局名：大学院人文社会系研究科(文学部)

職名：教授

研究者番号(8桁)：30395123

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。