

令和元年6月14日現在

機関番号：94301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K13971

研究課題名（和文）自己と他者を分離・結合する計算論的脳モデルとその精神病理学的個人差

研究課題名（英文）Computational model for distinguishing and linking between self and others:  
Psychopathological individual differences

研究代表者

浅井 智久 (ASAI, Tomohisa)

株式会社国際電気通信基礎技術研究所・脳情報通信総合研究所・研究員

研究者番号：50712014

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,400,000円

研究成果の概要（和文）：近年の「自己意識の科学」の流れをベースに、身体と運動のインタラクションを実験心理学的に検討した。さらに、統合失調症の症状などの特殊な主観性を明らかにすることに応用した。その結果、自己感に関連する課題や質問紙尺度を開発し、各指標における妥当な精神病理学的な個人差を明らかにした。さらに非侵襲的な脳刺激法によって、健常者において精神病理学的な現象の再現を見据えた結果を明らかにすることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、自己意識を自己の身体・運動表象のメカニズムから検討したものである。実験心理学的な手法と脳機能計測を併用し、これらのメカニズムを脳の機能と結びつく形で検討したことで、私たちがどのように自己と他者を区別・結合しているのかの基礎的な知見を提出した。またその障害としての精神病理学的な個人差についての理解が深まったことで、社会的意義の高い成果につながったと考えることができる。

研究成果の概要（英文）：On the basis of the trends in “the science of self-consciousness”, the interaction between body and action and its relation to the schizophrenic altered conscious states have been investigated in terms of experimental psychology. As a result, the psychopathological individual differences have been identified by the developed empirical or subjective measures. In addition, non-invasive brain stimulation was applied to the healthy subjects so that their cognitive performance could be analogue to the clinical symptoms.

研究分野：実験心理学

キーワード：自己感 予測誤差 内部モデル

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

### 1. 研究開始当初の背景

近年、心理学関連領域において、「自己」という感覚はどのように生起しているのか、また「他者」との円滑な相互作用がどのように実現されているのか、という問いに注目が集まっている。申請者は、これら社会脳機能のメカニズム解明の基礎研究に加えて、その成果を精神病理や身体疾患の解決に役立てようとする応用研究を行ってきた。本研究課題では、その自己感の基盤となっている可能性のある「身体運動表象」に注目することで「自己と他者を分離しながらも結合する」ことを可能にしている社会脳機能の計算論的モデル化を行う。そのために、心理物理実験と脳機能計測を対応させ、「心」と「体」と「脳」の三位一体性の解明に貢献する。これはその関係性が障害されてしまっている精神疾患の解明にも大いに貢献する内容であり、基礎と応用の両面から自他表象のメカニズム解明を目的とする。

### 2. 研究の目的

本研究計画は、大きく研究計画 1(基礎研究)と研究計画 2(応用研究)で構成される。研究 1 では、身体感覚と運動感覚がどのように相互的に影響することで「自己表象」を成立させているのかについて、心理物理的実験と脳機能計測の対応を行うことで検討する。研究 2 では、上記で明らかになったメカニズムがどのように障害されることで統合失調症などの精神疾患が引き起こされてしまうのかについて検討する。このとき、研究 1 と研究 2 をつなぐのは計算論的視点であり、モデルベースの計算論的仮説をもとにすることで探索的になりがちな臨床研究を基礎研究からの応用として検討できる。

### 3. 研究の方法

まず研究計画 1 では、実験参加者の運動の映像を空間的に異なる位置にフィードバックする方法を利用する。これらの結果をもとに想定される運動ベースの自己表象メカニズムのモデル化を行う。さらに、この自己表象が「他者表象」とどのように分離・結合しているのかを検討する。マネキンの手などにおもりを載せた画像を呈示した場合に錯覚の重さを感じる現象や、マウス操作に対するカーソルの運動におけるフィードバック制御運動を利用する。fMRI 実験を併用することで自他の帰属を切替える大脳領域の特定と、その機能的ネットワークの働きを解明する。身体性の共感(例えば他者が転ぶのを見ると痛みが伝わる)と運動性の共感(例えば「あっち向いてホイ」でつられる)に分けた上で共感反応の起こり方が逆になることを示す。

研究計画 2 では、研究計画 1 の結果およびこれまでの成果を、統合失調症症状のメカニズム解明に応用する。幻覚や妄想などの陽性症状は、身体運動制御の計算論モデルの中でも、予測系の問題と想定される。そこでまず運動フィードバックの自他帰属課題を用いることで統合失調症患者および統合失調型パーソナリティ傾向の高い健常者では、自他帰属の弁別力が低いことを示す。さらに、運動フィードバックの自他帰属はそのままフィードバックコントロールに使われることを考えると、この弁別力の低さはそのまま運動制御パフォーマンスの悪さにつながると考えられ、運動制御課題において検討する。

これらの結果は、感覚運動システムにおける確率分布を想定するとうまく説明することができる。時空間平面上において、実際の運動フィードバックと予測されたフィードバック確率分布を持つと理解した場合、健常者では、2 つの分布が重ならず弁別性がよい状態が実現できていると考えられる。しかしながら統合失調症では、分布に重なりができてしまうため、弁別性が悪くなっている状態としてモデル化できる可能性がある。この仮説を脳機能計測と心理物理的実験によって実証的に検討する。

このように、行動実験・脳機能計測・計算論モデリングを組み合わせることで身体運動感覚ベースの自己表象の成り立ちと、その障害としての統合失調症研究を、計算論的神経科学のアプローチで進めていく。

### 4. 研究成果

研究計画 1 をベースに、大きく以下 2 つの成果を達成した。

「自己運動の精度へのメタ認知」自己運動のモニタリング時には、その予測誤差の精度を何らかの形で計算可能であると考えた。そこで、自己運動の検出課題をペンタプレット上でを行い、その検出までの反応潜時と検出精度の関連を検討した。その結果、有意な正の相関関係が確認され、予測誤差へのメタアクセスの証拠と解釈された。また精神病理学的な個人差が同様に確認された。

「自己と他者の運動共鳴」他者の運動の観察に、自己運動が引き込まれることを検討するために、ペンタプレットを対面で 2 台設置し、2 名の参加者が同時に運動課題を行う実験を行った。このとき、相手の運動(カーソル)が自分の画面上に呈示された場合に、強くその他者運動の影響を受け、お互いに同期した運動位相に近づくことが分かった。

さらに、研究計画 2 をベースに、以下 2 つの成果を達成した。

「自己感の複数指標の個人差」: 今まで開発してきたペンタプレットを用いた運動課題や、主観的な自己感を評価する質問紙尺度を実施することで、その指標に影響しうる個人差を検討することが可能である。その結果、妥当な視覚フィードバック課題の開発や、尺度による脳損傷患者の回復過程の評価を行った。

「脳活動の非侵襲的な障害の効果」: で検討した個人差は、脳の特定の領域の機能不全であ

る可能性が高い。そのため、右の側頭-頭頂連合野をターゲットとした TMS および tDCS による機能障害を導入したところ、自他帰属のレーティングが不正確になるという結果が明らかとなった。

本研究は、自己意識を自己の身体・運動表象のメカニズムから検討したものである。実験心理学的な手法と脳機能計測を併用することで、これらのメカニズムを脳の機能と結びつく形で検討したことで、私たちがどのように自己と他者を区別・結合しているのかの基礎的な知見を提出した。またその障害としての精神病理学的な個人差についての理解が深まったことで、社会的意義の高い成果につながったと考えることができる。

## 5 . 主な発表論文等

### 〔雑誌論文〕(計 4 件)

Hiromitsu, K., Asai, T., Saito, S., Shigemune, Y., Hamamoto, K., Shinoura, N., Yamada, R., & Midorikawa, A. (2018). Measuring the Sense of Self in Brain-damaged Patients. *Medicine*, 97, e12156. 10.1097/MD.0000000000012156

Imaizumi, S., Asai, T., Hiromitsu, K., Imamizu, H. (2018). Voluntarily controlled but not merely observed visual feedback affects postural sway. *PeerJ*, 6, e4643. 10.7717/peerj.4643

Ujiie, Y., Asai, T. & Wakabayashi, A. (2018). Individual Differences and the Effect of Face Configuration Contexts in the McGurk Effect. *Experimental Brain Research*, 236, 973-984. 10.1007/s00221-018-5188-4

Imaizumi, S., Asai, T., & Koyama, S. (2017). Agency over phantom limb enhanced by short-term mirror therapy. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 483. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00483>

### 〔学会発表〕(計 4 件)

Asai, T.  
Beyond body-schema /-image dichotomy: the functional hierarchy for the unified self-representation  
International Symposium: Body Schema and Body Image(国際学会)  
2018 年

浅井智久  
脳科学とマインドフルネス:変性意識状態の脳回路  
仏教青年連盟シンポジウム(招待講演)  
2018 年

Asai, T., Imamizu, H.  
Normal aging in resting-state brain networks: Toward a connectivity-neurofeedback for the declined metacognition in elderly people  
rtFIN2017(国際学会)  
2017 年

浅井智久  
メカニズムに基づいた精神疾患の治療へ向けて: 身体・自己・脳  
第 12 回 臨床精神リハビリテーション研究会(招待講演)  
2017 年

### 〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕  
出願状況(計 0 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 0 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：  
ローマ字氏名：  
所属研究機関名：  
部局名：  
職名：  
研究者番号（8桁）：

### (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。