

令和 3 年 5 月 9 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18H01098

研究課題名（和文）予測誤差と運動主体感をつなぐ神経機構の解明

研究課題名（英文）Investigation of neural correlates connecting prediction error with sense of agency

研究代表者

今水 寛 (Imamizu, Hiroshi)

東京大学・大学院人文社会系研究科（文学部）・教授

研究者番号：30395123

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,900,000 円

研究成果の概要（和文）：人間が適切に身体を動かしているときには「自身が運動している」という運動主体感を得られる。どれくらい主体感が得られるかは、運動時に得られる感覚の予測誤差によって決まるとされている。しかし、予測誤差が運動主体感に繋がるプロセスは未解明である。本研究は、心理実験、数理モデル、脳活動の介入・操作により、このプロセスを検証した。運動中の予測誤差が累積されて、運動主体感の最終的な判断に至る過程を心理実験で明らかにし、その過程をベイズ推定の枠組みでモデル化した。さらに、予測誤差と運動主体感を媒介すると考えられる右の頭頂葉の脳活動を増加させることで、運動主体感の識別力が向上する可能性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

運動主体感は、スマートフォンや自動車など、日常で使うさまざまな機器の操作感を高めるために必要である。リハビリテーションでも、運動主体感が得られるまで回復させることが理想である。精神疾患や加齢でも主体感に変容し、その回復が望まれている。本研究は、予測誤差という感覚運動情報から、どのような過程を経て運動主体感という主観的な体験が生まれるかについて、定量的な解析を行い、数理モデルを提案した。また、脳活動への介入による運動主体感の操作可能性を示した。これにより運動主体感の全容解明に貢献するとともに、主体感を回復させる方法の開発に糸口を見いだしたと言える。

研究成果の概要（英文）：When humans usually move their bodies, they get a sense of agency (the subjective awareness that one is excusing and controlling one's actions). Many studies have suggested that sensory prediction error affects a sense of agency during movements. However, little is known about how prediction error is processed to yield a sense of agency. Our research project probed this process with a psychological experiment, a mathematical model, and intervention of brain activity. We revealed that the accumulation of prediction error is critical for the judgment of a sense of agency. Our mathematical model based on Bayesian inference can account for this process. Furthermore, we found a possibility that an increase in the right parietal lobe activity leads to an increase in discriminability in the sense of agency.

研究分野：実験心理学

キーワード：運動主体感 感覚予測誤差 心理実験 数理モデル ベイズ推定 脳活動計測 側頭-頭頂接合部 ニューロフィードバック

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、研究者個人に帰属します。

### 1. 研究開始当初の背景

人間が身体を動かすとき「体を動かしているのは自分である」という感覚を得る。これは運動主体感と呼ばれる。運動主体感の研究は、コンピュータなど機械の操作感を高めるために必要である。リハビリテーションでも、動かなくなった手足を「まさに自分で動かしている」という主体感が得られるまで回復させることが理想である。精神疾患や加齢でも主体感に変容する。その回復は疾患当事者や高齢者の「生活の質」を高めるために重要である。このような社会的背景から、主体感は心理学・神経科学・工学における重要な研究テーマとなっている。

これまで「運動結果の予測」と「実際の運動結果」とのずれ(予測誤差)が、主体感を決めるといわれてきた。例えば、運動主体感の研究で良く知られているのは比較器モデル(図1左部分)である(文献1など)。人間は手足を動かすとき、動かした後で得られる感覚(視覚・触覚など)を予測する。この予測が、実際に得られた感覚(感覚フィードバック)と合えば「自分で動かした」という主体感を得られる。予測と感覚フィードバックとのずれは予測誤差と呼ばれ、主体感を決める重要な要素とされている。このモデルは、統合失調症の妄想・幻覚なども説明する仮説として注目されている。

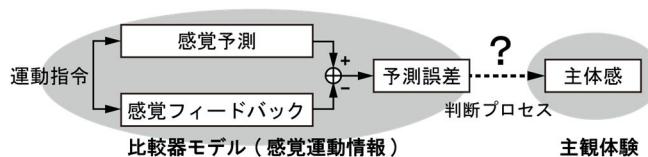


図1 予測誤差と運動主体感

比較器モデルの枠組みで多数の研究が行われて来た。しかし、比較器モデルは主体感のみを説明するものではなく、自己の運動によって生じた感覚情報をキャンセルするメカニズムを説明するモデルである(例えば「自分で自分をくすぐれない」理由)。つまり、比較器モデルが対象としているのは、予測誤差がどのように脳内で計算されるかという部分(図1左部分)のみである。予測誤差を検出してから主体感に至るプロセスがどうなっているのか(図1の破線)、そのメカニズムは未だ明らかにされていない。多くの研究は、予測誤差が何らかのプロセスを経て、運動主体感に繋がることを暗黙の前提としている。しかし、運動主体感の全容を把握するためには、そのプロセスの詳細を検証する必要があった。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、予測誤差から運動主体感に至るプロセスのモデルを構築し、その神経基盤を明らかにすることである。本研究では、主体感は視覚・聴覚のような一次的な感覚ではなく、感覚運動情報(予測誤差)を元にした判断プロセスの結果であると考えられる。従来の研究では、短時間で運動が終了する「ボタン押し」や「手伸ばし運動」を用いて、運動主体感を研究してきた。しかし、上記のような判断プロセスを詳細に調べるには、「自分が運動しているのか」「他人が運動しているのか」曖昧な状況で、比較的長い時間にわたって運動することで、どちらであるかが解るような心理実験課題を用いることが必要であると考えた。被験者がそのような課題を行っているときの行動と脳活動から、予測誤差が運動主体感に繋がるプロセスと、その神経基盤を明らかにする。さらに、その神経基盤に対して、実験的に介入・操作を行い、これによって運動主体感が変化するかを検討する。

### 3. 研究の方法

上記のような必要を満たす心理実験課題として、研究協力者である浅井智久が開発した課題を用いた(文献2,3)。具体的には、被験者はコンピュータ画面のカーソルを、ジョイスティックで操作する(図2)。画面にはサイン波形状の線が描かれている(ターゲット軌道)。それをなるべく正確に、決められた速度でなぞることが要求される。カーソルの位置は、参加者自身のジョイスティックの位置(x, y)に、他の実験参加者のジョイスティックの位置(x', y')を、一定の比率(0 ≤ α ≤ 1)で混ぜ合わせる。

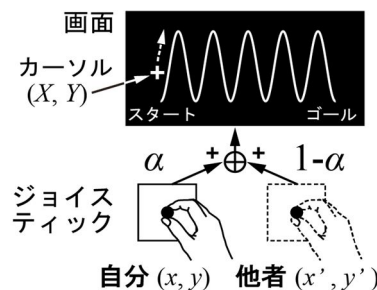


図2 実験課題

の値を調整することで、カーソルを操作しているのが「自分なのか他者なのか」曖昧な条件を作り出す。被験者は、サイン波をなぞりながら、カーソルが自分の動きらしいか、他者の動きらしいかを判断し、なぞり終えた後に「どれくらい自分の動きらしかったか」を9段階で評定した。

#### (1) 運動データと運動主体感の相関

上記のような行動課題を行っているときの、被験者の運動データを詳細に分析して、どのような運動指標が運動主体感の判断(9段階の評定値)と相関しているかを調べた。課題中に得られる運動指標としては、各時刻における、ジョイスティックとカーソルの距離、カーソルとターゲット軌道(サイン波の線)の距離、ジョイスティックとターゲット軌道の距離、である(図3)。以下のような理由から、が「予測誤差」に対応すると考えられる。実験開始前に、他者の動きを混入しない条件で、被験者はジョイスティック操作に習熟している。そのため、「手元のジョイスティックが、このくらいの位置にあれば、画面上のカーソルは、このくらいの位置にある」という予測を持っていると考えられる。しかし、実験中にはカーソルの位置に、他者のジョイスティックの位置が混入されているために、予測とは違った位置にカーソルが表示される(予測誤差)。が運動主体感に影響を与える予測誤差の近似値として妥当であるならば、運動主体感の評定値と高い相関が見られるはずである。そこで、他の2つの運動指標との比較において、有意な相関が見られるかを検証した。

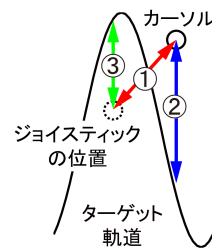


図3 3つの運動指標

## (2) 予測誤差が運動主体感に至る過程のモデル化

行動データの解析から、ジョイスティックとカーソルの距離が、予測誤差として運動主体感と相関することを確認できれば、次の段階では、予測誤差がどのようなプロセスを経て、運動主体感に至るかをモデル化する。運動中に得られる予測誤差の情報をもとに、各時刻において「カーソルを操作しているのが自分である」という尤度を求める。ベイズ推定の枠組みで、得られた尤度をもとに「自分が操作している」確率を、事後確率として次々に更新するという数理モデルを構築する。このモデルが、被験者の行動データから得た予測誤差と、運動主体感の評定値を説明できるかを検討した。

## (3) 運動主体感の介入・操作

別プロジェクトで進めていた、局所的な脳活動のパターンから運動主体感を予測する実験の結果は、右の縁上回(側頭-頭頂結合部)が、運動中の予測誤差の情報を統合し、運動主体感に反映する役割を果たすことを示唆していた(文献4)。この役割は、上記でモデル化していたプロセスに対応すると考えられる。しかし、あくまで脳活動パターンと行動の相関に基づく推測なので、右の側頭-頭頂部の活動を操作することで、実際に運動主体感が変化するかを調べる。脳活動の操作には、fMRI(機能的磁気共鳴画像)ニューロフィードバック訓練という方法を用いた。これは、fMRIで脳活動を計測し、特定の脳領域の活動状態を、被験者本人に(ほぼ)リアルタイムでフィードバックする方法である(図4)。被験者は、自らの意思で領域の活動を増加または減少させることを繰り返し学習する。

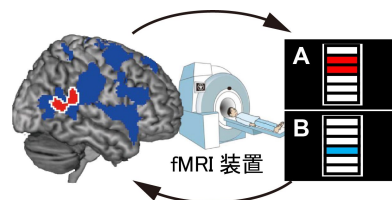


図4 ニューロフィードバックの概念図  
赤い脳領域が側頭-頭頂接合部。被験者が  
見ている画面の棒グラフで活動の高さを  
フィードバックする(A)目的の方向に  
変化しているとき(B)反対の方向に  
変化しているときのフィードバック  
画面。

## 4. 研究成果

### (1) 運動データと運動主体感の相関

3つの運動指標の中で、運動主体感の評定値と最も相関の絶対値が高かった指標は、ジョイスティックとカーソルの距離であった。例えば、典型的な被験者で、の値が50%(自己と他者の運動を半分ずつ混合)の場合について、は相関  $r = -0.41$  ( $P = 0.001$ )、は  $r = -0.04$  ( $P = 0.79$ )、は  $r = -0.14$  ( $P = 0.27$ )であり、のみに有意な相関が見られた(図5)。つまり、ジョイスティックとカーソルの距離が大きいほど、被験者は「他者が操作していた」と感じ、距離が小さいほど、「自分が操作していた」と感じていたことを示している。他の被験者でも同様の結果が得られた。このことから、を予測誤差の近似値と見なすことは妥当であると考えられた。

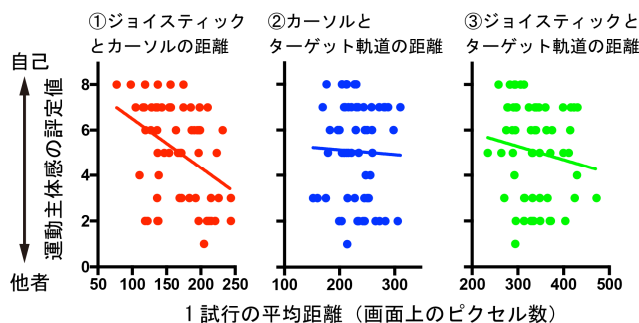


図5 3つの運動指標と運動主体感の評定値の相関。典型的な被験者で、自己と他者の割合が50%のときを示す。

さらに、被験者がサイン波のターゲット軌道をなぞっている最中で、どの時点の運動指標が主体感に影響を与えていたのかを調べた。具体的には、各時刻における運動指標と、最終的な運動主体感の評定値の関係を調べた。図6 Aは、横軸に課題開始からの運動時間、縦軸に各指標と主体感の評定値の相関を示している。と は、ほぼ相関値が0の付近から動かないが、 は運動時間が増加すると共に、相関値が0から負の方向に変化している様子が見られる。さらに、図6 Bは、それぞれの指標の相関値を、運動開始から累積した値を示す。時間とともに顕著に変化していたのは、であった。以上の結果から、運動中に累積される予測誤差が、運動主体感に重要であることが示された(文献4)。

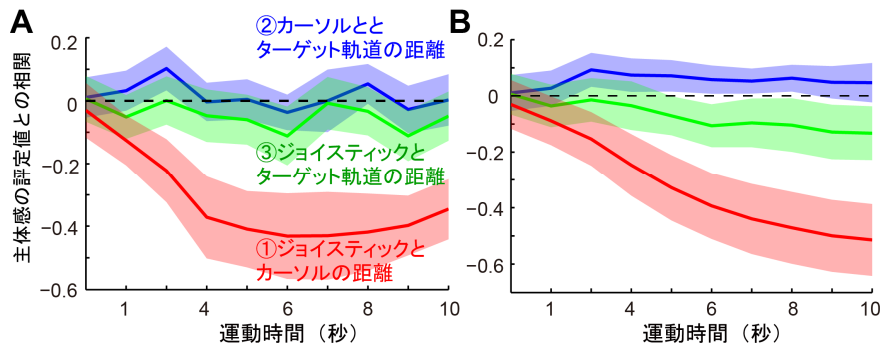


図6 運動指標と評定値の相関が運動時間によって変化する様子(N = 11). Aは各時刻の運動指標との相関, Bは指標の累積値との相関を示す。

### (2) 予測誤差が運動主体感に至る過程のモデル化

以上の結果と考察から、ジョイスティックとカーソルの距離が、予測誤差の近似値と見なせること、その累積が、運動主体感を決める上で重要な役割を果たしていることが解った。そこで、運動中に得られる予測誤差と、運動主体感の関係をモデル化することを試みた。

心理実験課題はほぼ同様であるが、カーソルの位置をより正確に記録するため、ジョイスティックではなく、ペンタブレット・デバイスを用いた。ペンの位置とカーソルの位置の距離を「予測誤差」の近似値とした。ベイズ推定の枠組みで、各時刻の予測誤差をもとに「カーソルを操作しているのが自己である確率」を順次更新する、というモデルを構築した。具体的には、自己が操作している場合と、他者が操作している場合のそれぞれについて、予測誤差の生成モデルを設定した。生成モデルは0を分布の中心とする正規分布( $N(0, \sigma)$ )の正の部分を取った(図7)。自己の場合は分散( $\sigma$ )を小さく、他者の場合は分散を大きくした。これにより、予測誤差が大きいときには、他者の尤度が高くなる。一方、予測誤差が小さいときには自己の尤度が高くなる。各時刻(t)における予測誤差から、自己の尤度と他者の尤度を求める。求めた尤度からベイズ則に従って、一時刻前(t-1)に「自分がカーソルを操作していた」確率を事後確率として更新する。これを全運動時間について繰り返し、最終的な事後確率を、運動主体感の判断と見なした。

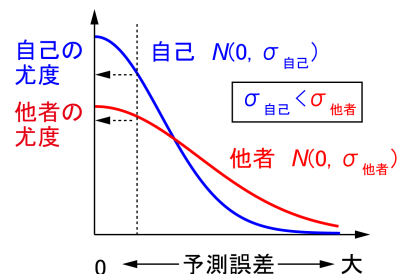


図7 予測誤差と自己の尤度, 他者の尤度の関係

10人の被験者ごとに、半分のデータで、それぞれの生成モデルの分散( $\sigma$ )を推定し、残りのデータで、被験者の運動主体感の評定値を予測できるかを検討した。その結果、モデルで計算した最終的な自己の事後確率と、実際の評定値の間に高い相関が見られた(平均の  $r = 0.77$ , 標準偏差: 0.087)。これにより、運動中の予測誤差をもとに、運動主体感(直前の運動が自己の運動である主観的な確率)を、ベイズ則で更新しているというモデルが妥当であることが示された(文献5)。

### (3) 運動主体感の介入・操作

右の側頭-頭頂接合部の活動を、ニューロフィードバックで増加させたときに、運動主体感が増加するかどうかを調べた。これにより、右の頭頂葉が予測誤差と運動主体感を媒介する役割を果たしているかを検証した。実験では、ニューロフィードバック訓練前に被験者(6人)に、運動主体感を判断する上記のような心理実験課題を行ってもらった(プレテスト)。次に、2日間かけて、側頭-頭頂接合部の活動を増加または減少させる訓練を行った。具体的には、右の頭頂葉の活動レベルを、リアルタイムで変化する縦の棒グラフで示して、被験者本人にフィードバックした。増加群の被験者は4人、減少群の被験者は2人であった。どちらの群でも、目的の方向に変化する

れば、棒グラフが上の方向に伸びるフィードバックを与え、なるべく長く伸ばすことが被験者の課題であった。6人の被験者のうち4人で、訓練中に活動が目指す方向に変化する傾向が見られた。ただし、右の側頭-頭頂接合部だけでなく、様々な領域で活動の変化が見られていた(図8A, 8B: 増加群被験者の例)。訓練後に、訓練前と同じ心理実験課題を行い(ポストテスト)、運動主体感に関する判断の変化を調べた。その結果、増加群の一部の被験者では、ポストテストにおいて、の値(自己の割合)の増加に対する評定値の増加量が大きくなる傾向が見られた(図8Cの点線の傾き: 青 = 訓練前 赤 = 訓練後)。これは、自己の割合に対して、評定値を大きく変化させるようになったことを示している。つまり、側頭-頭頂接合部の活動を増加させることで、運動主体感の識別能力が高くなる可能性があることを示唆していた。しかし、この結果に関しては、被験者数も少なく、側頭-頭頂接合部の活動の変化と、行動の変化の間で一貫した傾向が見えにくいことから、今後も研究を継続する必要がある。

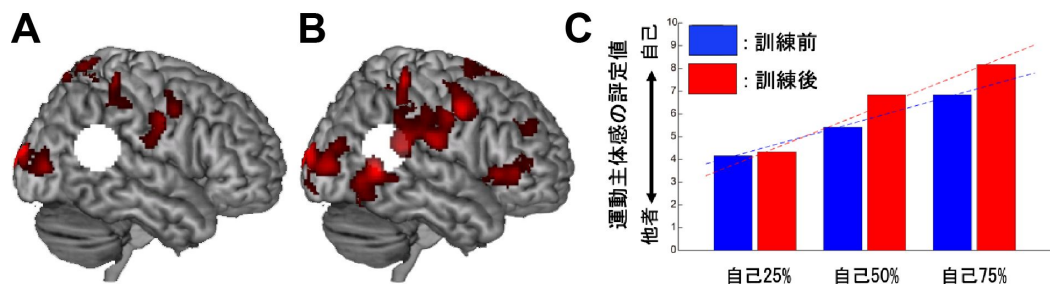


図8 ニューロフィードバック訓練の前後の比較。増加群の典型的な被験者の結果を示す。訓練前(A)と訓練後(B)の脳活動。白丸は被験者ごとに決めた側頭-頭頂接合部の領域。この被験者は白丸の領域の活動を増加させる訓練を行った。自己の割合と評定値の関係(点線)の変化。

#### <引用文献>

1. Blakemore, S.-J., Wolpert, D. M. & Frith, C. D. Abnormalities in the awareness of action. *Trends in Cognitive Sciences* **6**, 237-242 (2002).
2. Asai, T. Self is “other”, other is “self”: poor self-other discriminability explains schizotypal twisted agency judgment. *Psychiatry Research* **246**, 1-0 (2016).
3. Asai, T. Feedback control of one’s own action: Self-other sensory attribution in motor control. *Consciousness and Cognition* **38**, 118-129 (2015).
4. Ohata, R. *et al.* Sense of Agency Beyond Sensorimotor Process: Decoding Self-Other Action Attribution in the Human Brain. *Cereb Cortex* **30**, 4076-4091 (2020).
5. 田中 大, 浅井智久, 大畑 龍, 田中宏和, 今水 寛, 予測誤差から運動主体感に至るメカニズムのモデル化, 第7回身体性システム領域全体会議, (2019)

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Ohata Ryu, Asai Tomohisa, Kadota Hiroshi, Shigemasu Hiroaki, Ogawa Kenji, Imamizu Hiroshi	4. 巻 30
2. 論文標題 Sense of Agency Beyond Sensorimotor Process: Decoding Self-Other Action Attribution in the Human Brain	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cerebral Cortex	6. 最初と最後の頁 4076 ~ 4091
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/cercor/bhaa028	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Wen Wen, Shibata Hiroshi, Ohata Ryu, Yamashita Atsushi, Asama Hajime, Imamizu Hiroshi	4. 巻 23
2. 論文標題 The Active Sensing of Control Difference	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 iScience	6. 最初と最後の頁 e101112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isci.2020.101112	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Yano Shiro, Hayashi Yoshikatsu, Murata Yuki, Imamizu Hiroshi, Maeda Takaki, Kondo Toshiyuki	4. 巻 11
2. 論文標題 Statistical Learning Model of the Sense of Agency	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Psychology	6. 最初と最後の頁 e539957
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpsyg.2020.539957	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Wen Wen, Shimazaki Naoto, Ohata Ryu, Yamashita Atsushi, Asama Hajime, Imamizu Hiroshi	4. 巻 7
2. 論文標題 Categorical Perception of Control	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 eNeuro	6. 最初と最後の頁 0258-20.2020
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1523/ENEURO.0258-20.2020	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Chiyohara Shinya, Furukawa Jun-ichiro, Noda Tomoyuki, Morimoto Jun, Imamizu Hiroshi	4. 巻 10
2. 論文標題 Passive training with upper extremity exoskeleton robot affects proprioceptive acuity and performance of motor learning	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 e11820
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-68711-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yang Huixiang, Hu Zhengfei, Imai Fumihito, Yang Yuxiang, Ogawa Kenji	4. 巻 746
2. 論文標題 Effects of neurofeedback on the activities of motor-related areas by using motor execution and imagery	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neuroscience Letters	6. 最初と最後の頁 e135653
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neulet.2021.135653	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 -

1. 著者名 今泉 修, 浅井 智久, 高橋 英彦, 今水 寛	4. 巻 61
2. 論文標題 主体感の認知神経機構	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 精神医学「特集 精神医学における主観と主体」	6. 最初と最後の頁 541 ~ 549
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11477/mf.1405205831	査読の有無 無
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 -

1. 著者名 Ogawa Kenji, Mitsui Kaoru, Imai Fumihito, Nishida Shuhei	4. 巻 202
2. 論文標題 Long-term training-dependent representation of individual finger movements in the primary motor cortex	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 NeuroImage	6. 最初と最後の頁 e116051
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuroimage.2019.116051	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 -

1. 著者名 Imaizumi Shu, Asai Tomohisa, Hiromitsu Kentaro, Imamizu Hiroshi	4. 巻 6
2. 論文標題 Voluntarily controlled but not merely observed visual feedback affects postural sway	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PeerJ	6. 最初と最後の頁 e4643 ~ e4643
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7717/peerj.4643	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計20件(うち招待講演 8件/うち国際学会 7件)

1. 発表者名 今水 寛
2. 発表標題 人工物と脳：人工物への適応と脳活動の変化
3. 学会等名 第3回「サスティナブルな日本のものづくり」研究会(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中 大, 井澤 淳, 今水 寛
2. 発表標題 運動結果の自他帰属が運動学習に与える影響
3. 学会等名 第2回超適応領域全体会議
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大畑 龍, 浅井智久, 今泉 修, 今水 寛
2. 発表標題 自分の音声により高められる発話時の運動主体感
3. 学会等名 第2回超適応領域全体会議
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 今水 寛
2. 発表標題 運動主体感の神経基盤～新学術領域・身体性システムの成果から
3. 学会等名 第13回Motor Control研究会 シンポジウム5
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中 大, 井澤 淳, 今水 寛
2. 発表標題 誤差の原因帰属の主観的判断が運動学習に与える影響
3. 学会等名 第13回Motor Control研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Imamizu, H.
2. 発表標題 Response to gaining and losing control in human brain
3. 学会等名 日本心理学会第83回大会 公募シンポジウム38 「The role of sense of agency in explorative and exploitative actions」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 今水 寛
2. 発表標題 運動主体感の成立に関わる脳のネットワーク
3. 学会等名 日本心理学会第83回大会 公募シンポジウム63 「融合社会脳研究 自己の主体性を考える」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 今水 寛
2. 発表標題 操作感の脳科学
3. 学会等名 東京大学オープンイノベーションフォーラム「ロボティクスの新展開」(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 今水 寛
2. 発表標題 感覚-運動学習のメカニズム
3. 学会等名 日本ボークス研究会 関東甲信越神ブロック成人部門合同症例発表会 特別講演(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ogawa, K.
2. 発表標題 Principles of fMRI multivariate analysis and its applications in cognitive neuroscience
3. 学会等名 The Conference of Data Science, Statistics & Visualisation(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ogawa, K., Yang, H., Imai, F., Imamizu, H.
2. 発表標題 Awake reactivation in the primary sensorimotor cortex after visuomotor learning in humans
3. 学会等名 26th annual meeting of the Cognitive Neuroscience Society(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yang, H., Yang, Y., Ogawa, K.
2. 発表標題 Effects of neurofeedback on the activities of the motor-related areas using execution and imagery
3. 学会等名 25th annual meeting of The Organization for Human Brain Mapping (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Imamizu H
2. 発表標題 Brain networks building up sense of agency
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Embodied-Brain Systems Science (EmBoss 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ohata R, Wen W, Yamashita A, Asama H, Imamizu H
2. 発表標題 Dissociative processes for detecting change in control
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Embodied-Brain Systems Science (EmBoss 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tanaka M, Asai T, Imamizu H, Ohata R
2. 発表標題 Biased Sense of Agency Changes Feedback Control
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Embodied-Brain Systems Science (EmBoss 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 今水 寛
2. 発表標題 身体運動と脳の学習・適応メカニズム 運動行動を支える脳のネットワーク
3. 学会等名 日本交通医学工学研究会 第27回学術総会「身体能力維持向上に貢献するモビリティ」特別講演 2018年9月17日（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 今水 寛
2. 発表標題 fMRIから知る機能的脳結合と認知機能
3. 学会等名 日本行動計量学会第46回大会・特別セッション「脳科学とデータサイエンス」（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 横山 了, 大畑 龍, 今水 寛
2. 発表標題 回答運動の不随意的な変化によって自信判断は妨害されるか
3. 学会等名 第12回 Motor Control研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ohata R, Asai T, Kadota H, Shigemasu H, Ogawa K, Imamizu H
2. 発表標題 Decoding self-other action attribution in the sensorimotor and the parietal cortices
3. 学会等名 11th Federation of European Neuroscience Societies (FENS) Forum of Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2018年

## 〔図書〕 計4件

1. 著者名 今水 寛, 大木紫, 前田貴記, 村田 哲	4. 発行年 2020年
2. 出版社 日本学術協力財団	5. 総ページ数 203
3. 書名 社会脳から見た自己と身体意識, 『社会脳から心を探る 自己と他者をつなぐ社会適応の脳内メカニズム』第6章	

1. 著者名 日本基礎心理学会	4. 発行年 2018年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 608
3. 書名 基礎心理学実験法ハンドブック(分担執筆, 担当範囲:第5部 学習と行動 5.5.2 知覚-運動学習)	

1. 著者名 近藤 敏之、今水 寛、森岡 周	4. 発行年 2018年
2. 出版社 東京大学出版会	5. 総ページ数 276
3. 書名 身体性システムとリハビリテーションの科学2 身体認知(分担執筆, 担当範囲:第6章「社会脳から見た自己と身体意識」)	

1. 著者名 今水 寛	4. 発行年 2019年
2. 出版社 遠見書房	5. 総ページ数 234
3. 書名 公認心理師の基礎と実践 第6巻 心理学実験	

## 〔産業財産権〕

〔その他〕

東京大学 大学院人文社会系研究科 今水学習機構研究室  
<http://www.l.u-tokyo.ac.jp/~imamizu/>

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	小川 健二  (Kenji Ogawa)  (50586021)	北海道大学・文学研究院・准教授    (10101)	

	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
研究協力者	大畑 龍  (Ohata Ryu)	東京大学・大学院人文社会系研究科・特任研究員   (12601)	
研究協力者	田中 大  (Tanaka Masaru)	東京大学・大学院人文社会系研究科・博士課程   (12601)	
研究協力者	浅井 智久  (Asai Tomohisa)  (50712014)	株式会社国際電気通信基礎技術研究所・認知機構研究所・主任研究員   (94301)	

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
---------	---------