

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：12601

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2019～2023

課題番号：19H05729

研究課題名（和文）認知・情動に着目した超適応現象のシステム論的理解と実現

研究課題名（英文）Systematic understanding and realization of hyper-adaptive phenomena focusing on cognition and emotion

研究代表者

浅間 一（Asama, Hajime）

東京大学・大学院工学系研究科（工学部）・教授

研究者番号：50184156

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 115,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題はリハビリ現場での脳卒中片麻痺患者の運動計測に基づき、情動および身体認知における行動遂行則の再編成の数理モデル化を行い、数理モデルに基づく効果的なリハビリ介入手法を開発する。これまでに、リハビリにおける情動・身体認知のモデルの確立と身体認知変容を介するリハビリ手法の提案、A03今水との連携による、情動・身体認知の脳デコーディング技術の開発、リハビリテーションによる機能回復機能機構を計算論的にかつ神経生理学的に解明するための実験動物（げっ歯類）用のロボティック介入脳神経科学プラットフォームの開発を行ってきた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究項目では身体認知・情動が超適応の獲得過程に与える影響を解明し、身体制御の変化を定量的に予測可能な数理モデルを構築し、検証してきた。さらに、数理モデルに基づいて身体認知・情動を介して、超適応機能を促すモデルベースドリハビリテーション手法の提案と検証を行ってきた。本研究から得られた成果は、脳卒中などの疾患による身体運動障害から回復させるため、身体認知・情動に着目したリハビリテーション手法の提案に、重要な知見を提供した。また、身体意識を中心とした超適応現象のモデル化は、身体運動プログラムの再構築と回復をモデルベースで予測、介入することに繋がる。

研究成果の概要（英文）：This research project involves developing a mathematical model for the reorganization of behavioral execution rules in emotional and bodily cognition, based on motor measurements of stroke hemiplegia patients in a rehabilitation setting. The goal is to develop effective rehabilitation intervention methods based on this mathematical model. So far, the project has achieved the following: (1) Establishment of models for emotion and bodily cognition in rehabilitation and proposal of rehabilitation methods through bodily cognition transformation; (2) Development of brain decoding technology for emotion and bodily cognition in collaboration with A03 Imamizu's group, and (3) Development of a robotic intervention neuroscience platform for experimental animals (rodents) to computationally and neurophysiologically elucidate the mechanisms of functional recovery through rehabilitation.

研究分野：ロボティクス

キーワード：身体意識 認知 情動 数理モデル リハビリテーション 超適応 脳損傷 運動学習

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

高齢社会の日本において、脳卒中の発症者数は年間 29 万人に達し(滋賀医科大学の調査)、有効なリハビリ手法の開発が急務である。従来のリハビリでは、筋力の回復など、発病前、すなわち健常時の運動制御空間内で運動パラメータの調整を行うのが主流であり、失われた運動機能の完全回復は難しかった。進化や発達過程で使われなくなった潜在的な脳機能を活性化し、健常時とは異なる新たな運動制御空間の探索と動員(すなわち超適応)により行動遂行則を再編成することができれば、運動機能を飛躍的に再建できる可能性がある。A01 や A03 メンバーの脳科学の知見から、情動や身体認知が運動機能の再獲得や学習に強く影響することがわかっている。そこで本研究では、情動と身体認知が運動機能を促進する効果を明らかにし、この過程でみられる行動遂行則の再編成メカニズムの数理モデル化を行う。また、これらから得られる知見を応用し、脳の潜在的適応力(超適応)を効果的に引き出す新たなリハビリ介入手法の開発を目指す。

運動主体感(身体認知)は身体認知の一種で、自分の身体を自分で動かしているという主観的な感覚である。運動主体感は、運動機能に異常があると大きく障害される。運動主体感は、生体にとって運動に伴う内的報酬と考えることもでき、運動意欲や運動遂行にも深く関連すると報告されている(Karsh & Eitam, 2015; Wen & Haggard, 2018)。研究代表者らは、運動制御空間の探索の際に、身体認知が促進され、生体が正の内的報酬を受けると、行動遂行則の再編成が促進されると考えている。すなわち、超適応を促すためには、身体認知の促進とこれによる正の情動の誘導・誘発が重要となる。従って、運動の超適応過程において、身体認知という高次の認知機能、および情動による意欲の喚起といった primary な機能の両方を定量的に把握し、行動遂行則の再編成に与える影響を評価することが必須である。そこで、本研究では、介入または長期的な運動学習において、生体の情動・身体認知、および行動遂行則の再編成過程の定量的推定に取り組む。そして予測可能な数理モデルを構築することでモデルベースの最適な介入手法を提案し、この効果を検討する。情動・身体認知を定量的に推定するため、温がこれまでに行った脳波を用いた運動主体感の推定の研究(Wen et al., *Frontiers in Human Neuroscience*, 2017; *Scientific Reports*, 2018; *NeuroImage*, 2018)を踏まえて、機能推定可能な脳情報デコーディング法を確立する。

### 2. 研究の目的

本研究では、主に超適応機構の行動遂行則の再編成の観点から設定した「意欲などの情動や運動主体感(自分が身体を動かしているという感覚)などの身体認知により超適応における行動発現を促進する」という仮説を超適応のメカニズムをシステム論的に明らかにするとともに、これに基づく新たなリハビリテーション(以下、リハビリと略す)手法を開発する。具体的には、研究代表者(浅間)と研究協力者(安)は、リハビリ現場で観察される超適応過程を定量的に計測し、これを数理モデル化する。これに基づき、超適応を促す効果的なリハビリ手法を開発し、その効果を検証する。研究分担者(温)は、機能推定可能な脳情報デコーディング法により、情動や身体認知が運動学習に与える影響を定量的に調査・分析・推定し、数理モデル化する。研究分担者(井澤)は、人や実験動物(サル、げっ歯類)を対象としたロボティック介入脳神経科学プラットフォームを開発し、これを用いて認知・情動が行動遂行則の再編成に与える影響を調べる。全体を通して運動主体感が意欲・情動に及ぼす影響の数理モデル化と有効なリハビリ手法の提案が可能となる。以上の研究は、A03、B04 との連携により遂行する。本研究項目の構成員は新学術領域「身体性システム」のメンバーであり、これまでの共同研究を通して、脳情報デコーディングやロボティック介入脳神経科学的手法などの技術と基礎的な実績を有しており、十分な意見交換と議論を通して本研究計画を綿密に計画してきた。研究代表者(浅間)は、これまで科研費(新学術、基盤 B)などの研究費により、身体性システムをはじめとして多くの成果を上げ、研究実績がある。

### 3. 研究の方法

リハビリ現場での脳卒中片麻痺患者の運動計測に基づき、情動および身体認知における行動遂行則の再編成の数理モデル化およびこれらの統合を行い、この数理モデルに基づく効果的なリハビリ介入手法を開発する。具体的には下記の 5 つの項目を実施する。

#### 【研究 1: リハビリにおける超適応過程の定量的計測および分析とその数理モデル化】

B04 四津と連携し、リハビリ現場で理学療法士の介入が、片麻痺患者の情動・身体認知・運動制御に与える影響を、生理学的・運動学的側面から定量的に計測し、これらの情報を統合する超適応の数理モデルを構築する。

#### 【研究 2: 情動に基づく超適応機構の計算論的理解と検証】

A03 筒井と連携して、実験動物(サル・げっ歯類)用のロボティック介入脳神経科学プラットフォームを開発、これを用いて情動と行動遂行則の再編成との関係を解明し、数理モデルを構築する。

### 【研究3：運動機能の再獲得における運動主体感の定量化・数理モデル化】

A03 今水と連携して、脳波を用いた意味推定可能な脳情報デコーディング技術を開発し、身体認知としての運動主体感を定量的に計測し、超適応における身体認知の数理モデルを構築する。

### 【研究4：身体認知と情動への統合的介入による超適応の促進】

情動と身体認知が相互に与える影響を、ベイズ統合理論に基づきモデル化する。仮想現実(VR)システムを用いて身体認知変容を実現し、情動に対する影響を明らかにするとともに、経頭蓋磁気刺激を用いて、情動と身体認知変容の因果関係を実証する。さらに、情動と身体認知との相乗効果を確率微分方程式に基づいてモデル化し、そのダイナミクスを明らかにする。

### 【研究5：モデルベースの介入手法の提案・検証】

これまで開発してきた大型ロボットマニピュランダムを拡張し、経頭蓋磁気刺激装置、磁気刺激ナビゲーションシステムを統合し、このヒト用プラットフォームを用いて、身体認知の機能を明らかにするとともに、機能回復に関わる脳の数理モデルから効果的なりハビリ介入手法を導出する。

## 4. 研究成果

本研究課題はリハビリ現場での脳卒中片麻痺患者の運動計測に基づき、情動および身体認知における行動遂行則の再編成の数理モデル化を行い、数理モデルに基づく効果的なりハビリ介入手法を開発する。中間評価までに リハビリにおける情動・身体認知のモデルの確立と身体認知変容を介するリハビリ手法の提案、 A03 今水との連携による、情動・身体認知の脳デコーディング技術の開発、 リハビリテーションによる機能回復機能機構を計算論的にかつ神経生理学的に解明するための実験動物(げっ歯類)用のロボティック介入脳神経科学プラットフォームの開発を目標としていた。各研究で以下のような成果を挙げた。

浅間、温は A03 今水と共同で、脳卒中患者における上肢運動リハビリのための VR を用いた運動リハビリ課題を開発した。課題遂行者が手の運動を行う際に、手の位置について気付かれない程度にポジティブな視覚的フィードバックを VR 上で行った(Sci Rep, 2021)。開発した VR 課題により、運動主体感が向上し課題遂行のモチベーションの向上が確認された。運動学習中の脳波パワースペクトルの特徴に基づき、ニューロモジュレーション介入の検証を試みた。健常者を対象とし、手の運動学習中に、前頭、外側頭頂領域に対して  $\gamma$  帯の経頭蓋交流電気刺激を与え、学習過程への修飾作用を確認した(Front. Neurosci., 2023)。脊髄小脳変性症患者に認められる運動制御システムの障害を大脳でどのように代償されているのかを明らかにするために、脳構造画像解析により大脳容積を算出し、可塑的な変化が生じている領域の同定を行った。パーキンソン病患者の運動主体感の変容と小字症の関係性の検証を試みた。45 名のパーキンソン病患者を対象とし、書字の特徴から、漸減的小字症群 (PM 群; progressive micrographia) と一貫性小字症群 (CM 群; consistence micrographia) 小字症なし群に分け、運動主体感の生起に寄与する運動制御における規則性の判断課題の成績を比較し、小字症の背景に運動主体感の変容の存在を確認した。

井澤は 力場に対する適応タスクにおいて、運動適応の結果を誤差として与えることで、適応能力の適応が生じる現象を発見した(Front Hum Neurosci, 2021)。ロボティック介入神経科学を動物に対して進めるためにげっ歯類用ミニチュアロボットマニピュランダムを開発した(Adv Robot, 2021)。新奇身体構造に対する学習の計算論的モデルを開発した(Neural Netw., 2022)。運動学習のメタ学習に関する計算モデルを最適化原理から導き出した(Nat. Commun., 2023)

安は、脳卒中回復期におけるリハビリテーションの過程において、起立動作中の筋シナジーがどのように変化したかを調査し、運動障害の度合いを筋シナジーにおける特徴量から判定することができる識別器を機械学習の手法より構築した(Adv Robot, 2021)。特に筋骨格モデルを用いた筋シナジーの振幅の推定法を開発したところ、活動タイミングだけではなく、活動量の評価が行えるようになった(ICNR2020, Best Paper Award)。ヒトの起立動作において、視覚や前庭感覚などの感覚情報に加えて、身体認知がヒトの起立動作、特に筋シナジーに与える影響を新たに調査し、装具の装着が筋シナジーの活動に与える影響を解明した(J. Robot. Mechatron., 2022)。デイケアに通う高齢者を対象に福祉用具に取り付けた力センサの情報から、使用者の筋力とバランス能力を推定するシステムを構築し、それぞれ精度よく推定できることを確認した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計27件（うち査読付論文 26件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 16件）

1. 著者名 Sugiyama Taisei、Schweighofer Nicolas、Izawa Jun	4. 巻 14
2. 論文標題 Reinforcement learning establishes a minimal metacognitive process to monitor and control motor learning performance	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 3988
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41467-023-39536-9	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 該当する
1. 著者名 Hamada Hiroyuki、Wen Wen、Kawasaki Tsubasa、Yamashita Atsushi、Asama Hajime	4. 巻 17
2. 論文標題 Characteristics of EEG power spectra involved in the proficiency of motor learning	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Frontiers in Neuroscience	6. 最初と最後の頁 1094658
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fnins.2023.1094658	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、Charles Lucie、Haggard Patrick	4. 巻 241
2. 論文標題 Metacognition and sense of agency	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Cognition	6. 最初と最後の頁 105622
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.cognition.2023.105622	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 Nobusako Satoshi、Wen Wen、Osumi Michihiro、Nakai Akio、Morioka Shu	4. 巻 2023
2. 論文標題 Action-outcome Regularity Perceptual Sensitivity in Children with Developmental Coordination Disorder	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Autism and Developmental Disorders	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10803-023-06144-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 Wen Wen、Chang Acer Yu-Chan、Imamizu Hiroshi	4. 巻 28
2. 論文標題 The sensitivity and criterion of sense of agency	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Trends in Cognitive Sciences	6. 最初と最後の頁 397-399
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tics.2024.03.002	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 Dal' Bello Lucas Rebelo、Izawa Jun	4. 巻 153
2. 論文標題 Computational role of exploration noise in error-based de novo motor learning	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Neural Networks	6. 最初と最後の頁 349 ~ 372
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neunet.2022.06.011	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 Sugiyama Taisei、Nakae Keita、Izawa Jun	4. 巻 33
2. 論文標題 Transcranial magnetic stimulation on the dorsal premotor cortex facilitates human visuomotor adaptation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 NeuroReport	6. 最初と最後の頁 723-727
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/WNR.0000000000001838	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 Izawa Jun、Higo Noriyuki、Murata Yumi	4. 巻 3
2. 論文標題 Accounting for the valley of recovery during post-stroke rehabilitation training via a model-based analysis of macaque manual dexterity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Rehabilitation Sciences	6. 最初と最後の頁 1042912
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fresc.2022.1042912	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 Yoshida Kazunori, An Qi, Hamada Hiroyuki, Yamakawa Hiroshi, Tamura Yusuke, Yamashita Atsushi, Asama Hajime, The University of Tokyo 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656, Japan, Tohoku University 6-6-01 Aramaki Aza Aoba, Aoba-ku, Sendai 980-8579, Japan	4. 巻 34
2. 論文標題 Analysis of Muscle Activity in the Sit-to-Stand Motion When Knee Movability is Disturbed	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Robotics and Mechatronics	6. 最初と最後の頁 767-776
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20965/jrm.2022.p0767	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 Wen Wen, Imamizu Hiroshi	4. 巻 1
2. 論文標題 The sense of agency in perception, behaviour and human-machine interactions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Reviews Psychology	6. 最初と最後の頁 211-222
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s44159-022-00030-6	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 Wen Wen, Okon Yuta, Yamashita Atsushi, Asama Hajime	4. 巻 12
2. 論文標題 The over-estimation of distance for self-voice versus other-voice	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 420
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-04437-8	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 Ishikawa Ryota, Ayabe-Kanamura Saho, Izawa Jun	4. 巻 24
2. 論文標題 The role of motor memory dynamics in structuring bodily self-consciousness	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 iScience	6. 最初と最後の頁 103511-103511
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isci.2021.103511	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 Dal' Bello Lucas Rebelo, Izawa Jun	4. 巻 142
2. 論文標題 Task-relevant and task-irrelevant variability causally shape error-based motor learning	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neural Networks	6. 最初と最後の頁 583-596
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neunet.2021.07.015	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 Kogami Hiroki, An Qi, Yang Ningjia, Wang Ruoxi, Yoshida Kazunori, Hamada Hiroyuki, Yamakawa Hiroshi, Tamura Yusuke, Shimoda Shingo, Yamasaki Hiroshi, Yokoyama Moeka, Alnajjar Fady, Hattori Noriaki, Takahashi Kouji, Fujii Takanori, Otomune Hironori, Miyai Ichiro, Yamashita Atsushi, Asama Hajime	4. 巻 35
2. 論文標題 Analysis of muscle synergy and kinematics in sit-to-stand motion of hemiplegic patients in subacute period	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Robotics	6. 最初と最後の頁 867 ~ 877
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01691864.2021.1928547	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 Wang Ruoxi, An Qi, Yang Ningjia, Kogami Hiroki, Yoshida Kazunori, Yamakawa Hiroshi, Hamada Hiroyuki, Shimoda Shingo, Yamasaki Hiroshi R., Yokoyama Moeka, Alnajjar Fady, Hattori Noriaki, Takahashi Kouji, Fujii Takanori, Otomune Hironori, Miyai Ichiro, Yamashita Atsushi, Asama Hajime	4. 巻 16
2. 論文標題 Clarify Sit-to-Stand Muscle Synergy and Tension Changes in Subacute Stroke Rehabilitation by Musculoskeletal Modeling	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Systems Neuroscience	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnsys.2022.785143	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 An Qi, Yang Ningjia, Yamakawa Hiroshi, Kogami Hiroki, Yoshida Kazunori, Wang Ruoxi, Yamashita Atsushi, Asama Hajime, Ishiguro Shu, Shimoda Shingo, Yamasaki Hiroshi, Yokoyama Moeka, Alnajjar Fady, Hattori Noriaki, Takahashi Kouji, Fujii Takanori, Otomune Hironori, Miyai Ichiro, Kurazume Ryo	4. 巻 29
2. 論文標題 Classification of Motor Impairments of Post-Stroke Patients Based on Force Applied to a Handrail	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering	6. 最初と最後の頁 2399-2406
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNSRE.2021.3127504	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 Eberle Harry, Hayashi Yoshikatsu, Kurazume Ryo, Takei Tomohiko, An Qi	4. 巻 35
2. 論文標題 Modeling of hyper-adaptability: from motor coordination to rehabilitation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Robotics	6. 最初と最後の頁 802-817
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01691864.2021.1943710	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 Yoshida Kazunori, An Qi, Hamada Hiroyuki, Yamakawa Hiroshi, Tamura Yusuke, Yamashita Atsushi, Asama Hajime	4. 巻 35
2. 論文標題 Artificial neural network that modifies muscle activity in sit-to-stand motion using sensory input	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Robotics	6. 最初と最後の頁 858-866
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01691864.2021.1917452	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 Aoyagi Kei, Wen Wen, An Qi, Hamasaki Shunsuke, Yamakawa Hiroshi, Tamura Yusuke, Yamashita Atsushi, Asama Hajime	4. 巻 11
2. 論文標題 Modified sensory feedback enhances the sense of agency during continuous body movements in virtual reality	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 2553
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-82154-y	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 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 101112
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 Yang Ningjia、An Qi、Kogami Hiroki、Yoshida Kazunori、Yamakawa Hiroshi、Tamura Yusuke、Shimoda Shingo、Yamasaki Hiroshi、Sonoo Moeka、Itkonen Matti、Shibata-Alnajjar Fady、Hattori Noriaki、Kinomoto Makoto、Takahashi Kouji、Fujii Takanori、Otomune Hironori、Miyai Ichiro、Yamashita Atsushi、Asama Hajime	4. 巻 5
2. 論文標題 Temporal Muscle Synergy Features Estimate Effects of Short-Term Rehabilitation in Sit-to-Stand of Post-Stroke Patients	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Robotics and Automation Letters	6. 最初と最後の頁 1796-1802
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LRA.2020.2969942	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 Tanamachi Kenya、Izawa Jun、Yamamoto Satoshi、Ishii Daisuke、Yozu Arito、Kohno Yutaka	4. 巻 15
2. 論文標題 Experience of After-Effect of Memory Update Reduces Sensitivity to Errors During Sensory-Motor Adaptation Task	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Human Neuroscience	6. 最初と最後の頁 602405
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnhum.2021.602405	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、Haggard Patrick	4. 巻 195
2. 論文標題 Prediction error and regularity detection underlie two dissociable mechanisms for computing the sense of agency	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cognition	6. 最初と最後の頁 104074
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cognition.2019.104074	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 Yang Ningjia, Shibata-Alnajjar Fady, Shimoda Shingo, Hattori Noriaki, Fujii Takanori, Otomune Hironori, Miyai Ichiro, Yamashita Atsushi, Asama Hajime, An Qi, Kogami Hiroki, Yamakawa Hiroshi, Tamura Yusuke, Takahashi Kouji, Kinomoto Makoto, Yamasaki Hiroshi, Itkonen Matti	4. 巻 27
2. 論文標題 Temporal Features of Muscle Synergies in Sit-to-Stand Motion Reflect the Motor Impairment of Post-Stroke Patients	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering	6. 最初と最後の頁 2118-2127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNSRE.2019.2939193	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 Wen Wen	4. 巻 73
2. 論文標題 Does delay in feedback diminish sense of agency? A review	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Consciousness and Cognition	6. 最初と最後の頁 102759
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.concog.2019.05.007	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 Yang Ningjia, Shibata-Alnajjar Fady, Shimoda Shingo, Hattori Noriaki, Fujii Takanori, Otomune Hironori, Miyai Ichiro, Yamashita Atsushi, Asama Hajime, An Qi, Kogami Hiroki, Yamakawa Hiroshi, Tamura Yusuke, Takahashi Kouji, Kinomoto Makoto, Yamasaki Hiroshi, Itkonen Matti	4. 巻 27
2. 論文標題 Temporal Features of Muscle Synergies in Sit-to-Stand Motion Reflect the Motor Impairment of Post-Stroke Patients	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering	6. 最初と最後の頁 2118-2127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TNSRE.2019.2939193	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 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Hamada, H., Wen, W., Kawasaki, T., Yamashita, A. & Asama, H.
2. 発表標題 EEG Power Spectra Changes with the Proficiency of Motor Learning
3. 学会等名 NEURO2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 濱田 裕幸, 菊地 豊, 温 文, 山下 淳, 浅間 一
2. 発表標題 脳構造画像解析に基づく脊髄小脳変性症患者の脳による制御メカニズムの理解
3. 学会等名 第40回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 濱田 裕幸, 菊地 豊, 温 文, 安 琪, 山下 淳, 浅間 一
2. 発表標題 脳構造画像解析に基づく脊髄小脳変性症患者の脳の制御システムの理解
3. 学会等名 第35回自律分散システム・シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Chang, A. Y-C., Oi, H., Maeda, T. and Wen, W.
2. 発表標題 The sense of agency as active causal inference at an abstract action plan level
3. 学会等名 第35回自律分散システム・シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 濱田 裕幸, 温 文, 川崎 翼, 山下 淳, 浅間 一
2. 発表標題 運動学習の習熟に關与する脳波パワースペクトルの特徴
3. 学会等名 第34回自律分散システム・シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 温 文, 青柳 恵, 瀧田 裕幸, 山下 淳, 浅間 一
2. 発表標題 運動補助課題におけるパフォーマンスと運動主体感が自己効力感に与える影響
3. 学会等名 第22回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ruoxi Wang, Qi An, Ningjia Yang, Hiroki Kogami, Kazunori Yoshida, Hiroyuki Hamada, Shingo Shimoda, Hiroshi Yamasaki, Moeka Sonoo, Fady Alnajjar, Noriaki Hattori, Kouji Takahashi, Takanori Fujii, Hironori Otomune, Ichiro Miyai, Atsushi Yamashita, and Hajime Asama
2. 発表標題 Muscle tension analysis in stroke patient sit-to-stand motion by joint torque-based normalization
3. 学会等名 The 5th International Conference on NeuroRehabilitation (ICNR2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 W. Wen, R. Ohata, M. Tanaka, A. Yamashita, H. Asama, and H. Imamizu
2. 発表標題 Two dissociable processes for detecting gaining and losing control in human brain
3. 学会等名 The 23rd Annual Meeting of Association for the Scientific Study of Consciousness (ASSC23) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Aoyagi, K., Wen, W., An, Q., Hamasaki, S., Yamakawa, H., Tamura, Y., Yamashita, A., & Asama, H.
2. 発表標題 Improvement of sense of agency during upper-limb movement for motor rehabilitation using virtual reality
3. 学会等名 The 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroki Kogami, Qi An, Hiroshi Yamakawa, Ningjia Yang, Shingo Shimoda, Makoto Kinomoto, Noriaki Hattori, Kouji Takahashi, Takanori Fujii, Hironori Otomune, Ichiro Miyai, Shu Ishiguro, Takashi Saigusa, Yoshikazu Nozaki, Haruhisa Maruyama, Atsushi Yamashita, and Hajime Asama
2. 発表標題 Assistive Chair to Support Hip Rising of Elderly People Improves Body Movement of Sit-to-Stand Motion
3. 学会等名 The 1st Workshop on Robot Control (WROCO2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fady Alnajjar, Qi An, Mohit Saravanan, Khaled Khalil, and Shingo Shimoda
2. 発表標題 The Effect of Visual, Auditory, Tactile and Cognitive Feedback in Motor Skill Training: A Pilot Study based on VR Gaming
3. 学会等名 The 1st Workshop on Robot Control (WROCO2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Qi An, 山川博司, 楊濤嘉, 湖上碩樹, 吉田和憲, 山下淳, 石黒周, 下田真吾, 山崎弘嗣, 園尾萌香, Fady S. Alnajjar, 木野本誠, 服部 憲明, 高橋幸治, 藤井崇典, 乙宗宏範, 宮井一郎, 淺間一
2. 発表標題 片麻痺患者の起立動作における縦手すりにかかる力の解析
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会2019 (SSI2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Qi An, 山川博司, 楊濤嘉, 湖上碩樹, 吉田和憲, 山下淳, 石黒周, 下田真吾, 山崎弘嗣, 園尾萌香, Fady S. Alnajjar, 木野本誠, 服部 憲明, 高橋幸治, 藤井崇典, 乙宗宏範, 宮井一郎, 淺間一
2. 発表標題 片麻痺患者の起立動作における手すりにかかる力を用いた筋シナジーの推定
3. 学会等名 第37回日本ロボット学会・学術講演会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

超適応：身体 - 脳の機能不全を克服する潜在的適応力のシステム論的理解  
<https://www.hyper-adapt.org/>

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	井澤 淳 (Izawa Jun) (20582349)	筑波大学・システム情報系・准教授  (12102)	
研究分担者	温 文 (Wen Wen) (50646601)	立教大学・現代心理学部・准教授  (32686)	
研究分担者	安 ち (An Qi) (70747873)	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授  (12601)	

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