

令和 5 年 6 月 7 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18H03304

研究課題名（和文）浅層ニューラルネットによる状況適応型学習技術の確立と個人支援システム等への応用

研究課題名（英文）Establishment of Situation-Adaptive Learning Technology Using Shallow Neural Networks and Its Application to Personal Assistance Systems.

研究代表者

森田 昌彦（Morita, Masahiko）

筑波大学・システム情報系・教授

研究者番号：00222349

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,400,000円

研究成果の概要（和文）：透明性が高く学習データが少なくても適用できる浅層ニューラルネットの利点を生かして、個人差の大きな脳波や人間の運動および行動を解析する手法を開発した。また、これと実験的手法を組み合わせ、うつ病の早期発見、発達障害の診断、運動リハビリテーションといった課題に応用し、それぞれ有益な成果を得た。特に、これまで全く知られていなかった、日々変動するうつ気分を反映した脳波活動を発見したことは、非常に大きな成果である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

得られた成果はすべて有意義なものであるが、特にうつ気分を反映する脳波活動の発見は、学術的にも社会的にも大きな意義がある。まず、未知の脳メカニズムの存在を示唆する脳科学における新しい知見であるとともに、脳波解析の手法としても新しくかつ有効である。深層学習では発見できなかった点も重要である。また、これによって安価な脳波計で1分間計測するだけでうつ度が推定可能となり、うつ病の早期発見や治療効果の確認などの応用上も非常に有益である。

研究成果の概要（英文）：Shallow neural networks are more transparent and require less training data than deep neural networks. Using this advantage, we have developed a method for analyzing brain waves, human movement and behavior, which vary greatly from person to person. Combining this method with experimental techniques, we have applied it to the early detection of depression, the diagnosis of developmental disorders and physical rehabilitation, and have obtained useful results in each case. In particular, the discovery of EEG activity reflecting daily fluctuations in depressive mood, which had previously been completely unknown, is a very significant achievement.

研究分野：脳型情報処理，認知脳科学

キーワード：浅層学習 脳情報処理 うつバイオマーカー

1. 研究開始当初の背景

近年の AI 技術の中心である深層学習には、(1)大量のサンプル・データが必要、(2)計算量が非常に多い、(3)パラメータが複雑で設定が難しい、といった大きな問題点がある。そのため、状況によって変化する、個人差が大きくサンプル採取に時間がかかる、現場で非専門家がノート PC 程度で解く、といった課題への適用は、ニーズは大きいが困難である。また、(4)判断過程がブラックボックスである、という問題点もよく指摘される。

一方で、人間は、少ないサンプル(経験)に基づいて、状況に合わせて概ね適切に課題を解くことができるし、なぜそうしたか後から説明することもできる。深層学習は、視覚系など長時間かけて形成される部分について脳と類似した仕組みを実現している一方で、前頭連合野や海馬などでは、現在の機械学習技術とは別の原理が用いられていると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、分散符号化と「選択的不感化」という情報統合手法によって学習能力を高めた、学習層が 1 層のみの浅層ニューラルネット(浅層 NN)を用いることによって上記課題を解消し、状況に応じてその場で学習する技術を確立するとともに、それを個人支援システム等に活用することを目的とする。

3. 研究の方法

下記の研究項目を並行して実施した。

- (1) 浅層 NN による特徴選択および判断根拠の説明方法の研究
計算機実験と公開データセットを用いて、研究代表者が行った。
- (2) 脳波解析手法の開発とうつ病早期発見への応用
過去の研究データを用いて新しい解析手法を開発するとともに、新たに実験を行って有効性を検証した。研究代表者が研究分担者・川崎と共同で実施した。
- (3) 運動リハビリテーションシステムへの応用
計算論的な方法と検証実験を組合せて、研究分担者・井澤が行った。
- (4) 精神疾患・発達障害者の脳波と行動特性の解析
主に脳波計測および行動実験によって、研究分担者・川崎が行った。
- (5) 浅層 NN ライブラリの整備
研究分担者・堀江が担当して実施した。

4. 研究成果

各項目についてそれぞれ研究成果が得られたが、項目ごとに成果の大きさは異なる。ここでは、特に重要な成果について詳しく(それ以外は簡潔に)述べる。

(1) 浅層 NN による特徴選択および判断根拠の説明方法の研究

研究代表者らが開発している浅層 NN である選択的不感化ニューラルネット(SDNN)では、学習後の結合荷重の分散の大きさが入力特徴および 2 つの特徴の組合せ(特徴対)の重要性を反映していることを明らかにし、それを調べることによって有効な特徴量の選択や、グローバルな判断根拠(全体としてどのような特徴に基づいて判断を行っているか)の分析が可能であることを示した。

また、ローカルな(個々のサンプルについての)判断根拠についても、特徴や特徴対ごとの判断への寄与率を求め、人間に分かりやすい形で根拠提示する手法を考案した。

(2) 脳波解析手法の開発とうつ病早期発見への応用

脳波にはさまざまな解析手法があるが、脳内の情報の流れを捉える脳波情報流解析には大きな可能性があると考えられる。我々は、ある電極の数 10ms 先の脳波信号を SDNN によって他の電極から予測したときの予測精度から、情報の流れを分析する手法を開発した。この手法は、従来の移動エントロピーを用いた手法よりも少ないデータで解析可能であり、これまで困難であった個人単位、さらには試行単位での解析を可能にする。本研究では、この手法を用いて、脳波からうつ病を早期発見することを目指した。

うつ病の診断は主に専門家による問診と観察に基づいており、生理指標(バイオマーカー)はまだ確立されていない。脳波(EEG)によるうつバイオマーカーの研究も 20 年以上行われており、最近の深層学習モデルはうつ病患者と健常者を高精度に分類することはできるが、恐らくはうつ病によって生じた認知機能の低下を反映する脳波を基に判別しており、うつ病の早期発見には成功していない。うつ病の早期発見のためには、そのときのうつ気分を反映する活動を捉えることが必要と考えられる。

我々は、SDNN を用いた脳波解析手法を、うつ傾向のある健常者から取得した脳波に適用し、うつ状態を反映している可能性のある情報流をいくつか発見した。さらに、浅層 NN の透明性

を生かして詳しく解析を行った結果、うつ気分の強さと関係する可能性があるいくつかの特徴量を得ることができた。

そこで、新たに **10** 人の実験参加者について検証実験を行った。実験参加者は、**2~3** 週間の間、可能な限り毎日、安静状態で目を閉じて **1** 分間、ポータブル脳波計を用いて **EEG** を記録するとともに、気分プロフィール (**POMS**) を記入するよう要請された。**POMS** はその時の気分や感情の状態を数値化するための質問紙であり、本研究では **Depression-Dejection (DD)** スコアのみを解析に用いた。得られた脳波信号から、ウェーブレット変換によって周波数ごとに振幅および位相の時系列信号を得て、そこから正規化した振幅の時間平均値 (**MNA**)、相対位相速度の時間平均値 (**MRAS**)、および **1** 周期あたりの位相リセット回数である位相リセット率 (**PRR**) を計算した。そして、参加者ごとに、これらの特徴量と **DD** スコアとの相関を計算した。

実験参加者 **A~E** についての解析結果の一部を図 **1** に示す (その他の実験参加者についてもほぼ同様)。 **a** は **3** つの特徴量と **DD** スコアとの相関係数 (**CC**) を周波数に対してプロットしたグラフである。例えば、参加者 **A** では、**PRR** の **CC** は **5.5Hz** の **5.4** から **7.3Hz** で **0.87** まで減少し、**8.9Hz** で **0.76** まで増加して **13.5Hz** で **-0.74** まで再び減少している。全体として、**PRR** は **DD** と最も強い相関を示し、次いで **MRAS**、**MNA** の順であった。また、**b** は **CC** が正および負のピークとなる周波数における **PRR** および両者の差分の **DD** スコアに対する散布図である。

この結果から、**PRR** がそのときのうつ気分の強さを反映していることがわかる。ポータブル脳波計による **1** 分間の脳波計測でうつ度が推定できることから、うつ病の早期発見やうつ病治療の効果確認などに利用可能であり、実用性も高い。うつ病のバイオマーカーとして利用するためにはまだ多くの実験やデータ解析が必要であるが、非常に有望だと考えられる。

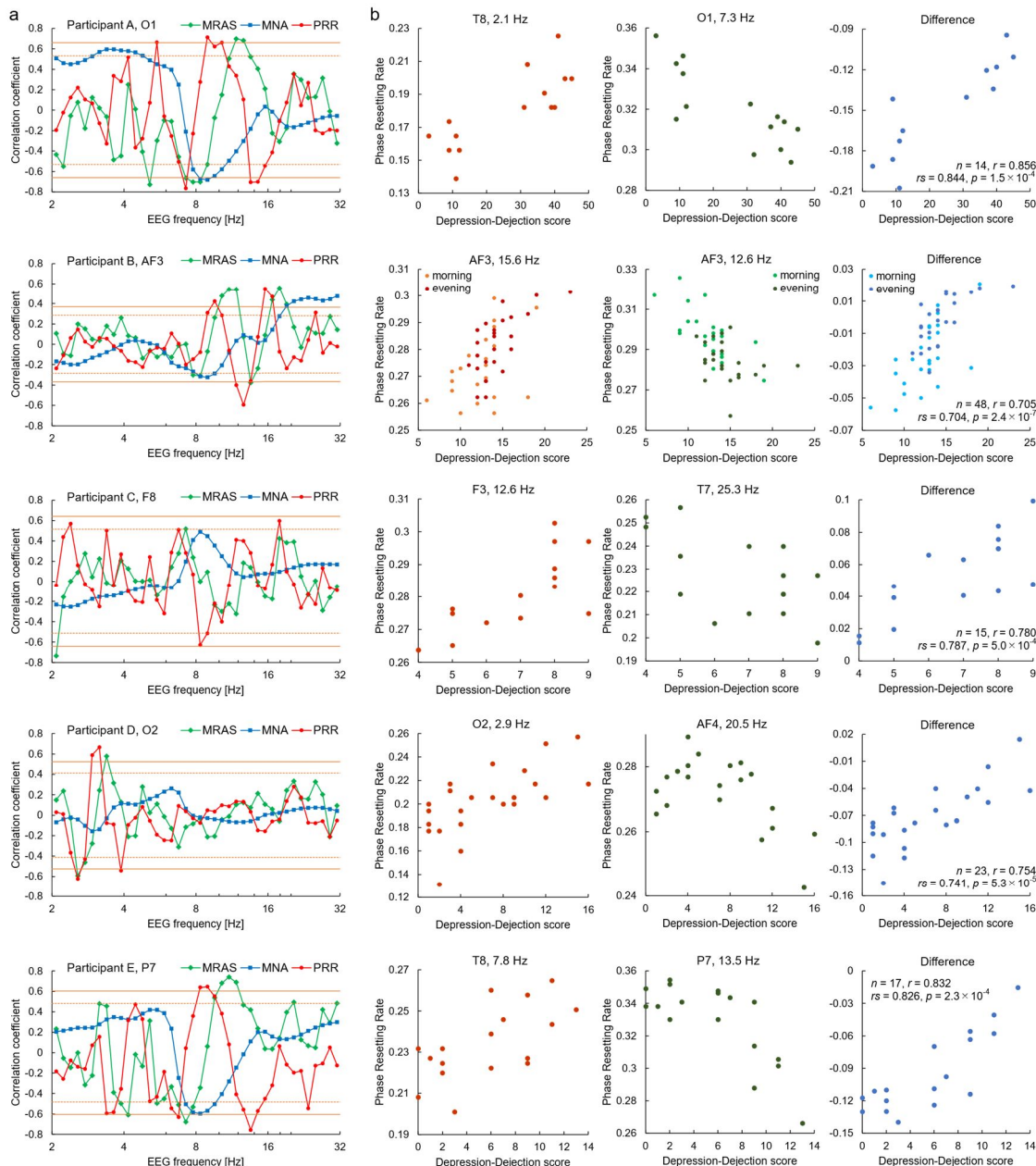


図 1 脳波解析の結果

(3) 運動リハビリテーションシステムへの応用

リハビリテーションの促進を目的として運動学習における報酬情報(タスクパフォーマンス)の効果を調べ、視覚運動課題においては、パフォーマンス誤差に駆動される運動記憶と感覚予測誤差に駆動される運動記憶が独立に形成されており、感覚予測に関わる内部モデルの学習は主に感覚予測誤差のみによって駆動されることを明らかにした。

また、学習効率を高めたりリハビリテーション訓練の設計法を探索する目的で、ヒトを対象とした運動学習実験を実施した。運動学習中に与える誤差の質を変化させることにより、ヒトの学習効率を操作可能であることを発見した。この結果は、浅層学習などの機械学習を用いた効率的な誤差情報の提示方法開発によるリハビリテーションの効率化の可能性を示唆している。

さらに、身体運動学習における冗長性と意識の問題を計算論的に明らかにするために、日常では経験しないような冗長性を含む学習課題をヒトに対して実施し、探索運動を制御することが学習にとって重要であることを明らかにした。また、脳計算機能の階層性の観点から、運動学習と機能回復の計算論を中心に、人の行動生成と感覚認知に関するモデルを提案し、それぞれに対する検証実験をヒトを対象とした心理物理実験によって行った。このような階層的なネットワークの構築が人と同様な柔軟性を持つ機械学習にとって重要であることを示唆した。

(4) 精神疾患・発達障害者の脳波と行動特性の解析

精神疾患の脳波指標として、脳磁気刺激に対する脳波の反応や脳部位間の情報伝搬、および視覚刺激に対する脳波の反応や脳部位間の情報伝搬やダイポールの推移が有用である可能性を示した。

また、発達障害の一つである注意欠如多動性障害者の特徴として、リズムを一定に維持することの困難さを行動データから定量的に示し、この困難さに関係する脳波リズムを特定することができた。本成果は注意欠如多動性障害の診断だけでなく、どのように介入するかの方法論の構築に貢献する。

同様に、自閉スペクトラム症と行動リズムの変動性との関係性についても明らかにした。

(5) 浅層 NN ライブラリの整備

我々が開発した浅層 NN である **SDNN** はパラメータ設定が容易で適用範囲が広いいため使いやす一方で、一般的でない操作を含んでおり、実装がやや難しい。この難点を解消し、普及を図るためにライブラリ **LIBSDNN** を開発・整備し、**GitHub** 上で正式に公開した。また、機能を拡張した **ver.2** の開発を進め、テスト版を作成した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 19件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 Wu Yihao, Morita Masahiko, Izawa Jun	4. 巻 154
2. 論文標題 Reward prediction errors, not sensory prediction errors, play a major role in model selection in human reinforcement learning	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Neural Networks	6. 最初と最後の頁 109 ~ 121
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neunet.2022.07.002	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 -
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 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 -
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 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 Miyachi Eri, Kawasaki Masahiro	4. 巻 11
2. 論文標題 Behavioural effects of task-relevant neuromodulation by rTMS on giving-up	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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) 10.1038/s41598-021-01645-0	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 Inoue Takahisa, Terada Shin, Matsuzaki Masanori, Izawa Jun	4. 巻 35
2. 論文標題 A small-scale robotic manipulandum for motor control study with rodents	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Robotics	6. 最初と最後の頁 898 ~ 906
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01691864.2021.1912637	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 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 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 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 ~ 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 Kinumaki Shoko, Miyauchi Eri, Kawasaki Masahiro	4. 巻 6
2. 論文標題 Behavioral rhythm and EEG rhythm to determine timing deficits in attention deficit hyperactivity disorder symptoms	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Heliyon	6. 最初と最後の頁 e04546 ~ e04546
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.heliyon.2020.e04546	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 Ichiba Tomoki, Horie Kazumasa, Someno Shoichi, Aki Tomohiro, Morita Masahiko	4. 巻 23
2. 論文標題 Application of a Selective Desensitization Neural Network to Concept Drift Problems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Signal Processing	6. 最初と最後の頁 145 ~ 149
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2299/jsp.23.145	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 Takamizawa Kenji, Kawasaki Masahiro	4. 巻 9
2. 論文標題 Transfer entropy for synchronized behavior estimation of interpersonal relationships in human communication: identifying leaders or followers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 10960 ~ 10960
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-47525-6	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 Aiba Kunihiro, Miyauchi Eri, Kawasaki Masahiro	4. 巻 5
2. 論文標題 Synchronous brain networks for passive auditory perception in depressive states: A pilot study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Heliyon	6. 最初と最後の頁 e02092 ~ e02092
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.heliyon.2019.e02092	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	4. 巻 57
2. 論文標題 Computational Neurorehabilitation: Robotic Rehabilitation Aided by Computational Neuroscience	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine	6. 最初と最後の頁 56 ~ 63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2490/jjrmc.57.56	査読の有無 無
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 染野 翔一、堀江 和正、森田 昌彦	4. 巻 J102-D
2. 論文標題 選択的不感化ニューラルネットによる特徴量の有効性の分析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌D 情報・システム	6. 最初と最後の頁 567 ~ 574
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transinfj.2018JDP7075	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 Furutate Mizuki, Fujii Yumiko, Morita Hiromi, Morita Masahiko	4. 巻 13
2. 論文標題 Visual Feature Integration of Three Attributes in Stimulus-Response Mapping Is Distinct From That of Two	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in 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/fnins.2019.00035	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 Lee Kangwoo, Oh Youngmin, Izawa Jun, Schweighofer Nicolas	4. 巻 8
2. 論文標題 Sensory prediction errors, not performance errors, update memories in visuomotor adaptation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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) 10.1038/s41598-018-34598-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 Kita Kahori, Osu Rieko, Hosoda Chihiro, Honda Manabu, Hanakawa Takashi, Izawa Jun	4. 巻 13
2. 論文標題 Neuroanatomical Basis of Individuality in Muscle Tuning Function: Neural Correlates of Muscle Tuning	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Behavioral 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/fnbeh.2019.00028	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 Miyachi Eri, Ide Masayuki, Tachikawa Hirokazu, Nemoto Kiyotaka, Arai Tetsuaki, Kawasaki Masahiro	4. 巻 9
2. 論文標題 A novel approach for assessing neuromodulation using phase-locked information measured with TMS-EEG	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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) 10.1038/s41598-018-36317-z	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 Sonoda Sho, Nakamura Keita, Kaneda Yuki, Hino Hideitsu, Akaho Shotaro, Murata Noboru, Miyachi Eri, Kawasaki Masahiro	4. 巻 108
2. 論文標題 EEG dipole source localization with information criteria for multiple particle filters	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Neural Networks	6. 最初と最後の頁 68 ~ 82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neunet.2018.08.008	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 Kawasaki Masahiro, Kitajo Keiichi, Yamaguchi Yoko	4. 巻 119
2. 論文標題 Sensory-motor synchronization in the brain corresponds to behavioral synchronization between individuals	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Neuropsychologia	6. 最初と最後の頁 59~67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuropsychologia.2018.07.026	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19件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 Eri Miyauchi, Masahiro Kawasaki
2. 発表標題 Behavioral characteristics of ADHD tendencies in boredom experience
3. 学会等名 22nd conference of the European Society for Cognitive Psychology (ESCOP) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Eri Miyauchi, Masahiro Kawasaki
2. 発表標題 The frequency-dependent stimulation effects of rTMS on the performance of problem-solving tasks and ongoing oscillations
3. 学会等名 European conference on cognitive affective neuroscience (ESCAN) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Eri Miyauchi, Yoshiki Henmi, and Masahiro Kawasaki
2. 発表標題 Transcranial electrical stimulation facilitates visual-motor responses by increasing beta-phase synchronization between visual and motor areas
3. 学会等名 Brain informatics 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Eri Miyauchi, Shoko Kinumaki, Masahiro Kawasaki
2. 発表標題 The neural and behavioral characteristics of timing functions in attention-deficit/hyperactivity disorder
3. 学会等名 European Society for Cognitive and Affective Neuroscience (ESCAN) 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川崎真弘
2. 発表標題 ワーキングメモリに関する脳ネットワーク
3. 学会等名 2021年度日本認知科学会P&P研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤和佳奈, 川崎真弘, 森田昌彦
2. 発表標題 選択的不感化ニューラルネットを用いた脳波解析による脳内ネットワークの情報流分析
3. 学会等名 2021年度日本認知科学会P&P研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安藝友宏, 森田昌彦
2. 発表標題 選択的不感化ニューラルネットを用いた特徴選択手法の相互情報量解析との比較
3. 学会等名 第22回情報論的学習理論ワークショップ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武 亦豪, 森田 昌彦, 井澤 淳
2. 発表標題 ヒトの行動学習におけるモデル選択機構
3. 学会等名 第32回自律分散システム・シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 衣巻 頌子, 宮内英里, 川崎真弘
2. 発表標題 注意欠如多動性障害のタイミング障害に関係する行動リズムと脳波リズム
3. 学会等名 電子情報通信学会HCGシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Kawasaki, Kunihiro Aiba, Eri Miyauchi
2. 発表標題 Information flow among brain networks in depressive states by using transfer entropy and phase synchronization with human EEG
3. 学会等名 Society for Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Kawasaki, Kunihiro Aiba, Eri Miyauchi
2. 発表標題 Transfer entropy and phase locking information with human EEG evaluates causal relationships between brain areas
3. 学会等名 2019 BACI meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Eri Miyauchi, Masahiro Kawasaki
2 . 発表標題 Propagation of TMS-induced EEG phase-locked information for assessment of major depression
3 . 学会等名 2019 meeting of International neuromodulation society (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Ichiba, T., Horie, K., Someno, S., Aki, T and Morita, M.
2 . 発表標題 Application of the selective desensitization neural network to concept drift problems
3 . 学会等名 2019 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Someno, S., Horie, K., Ichiba, T., Aki, T and Morita, M.
2 . 発表標題 Improving time series prediction by the selective desensitization neural network based on synaptic weight analysis
3 . 学会等名 2019 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 T. SUGIYAMA, N. SCHWEIGHOFER, J. IZAWA
2 . 発表標題 The effects of subjective value for meta-learning in visuomotor transformation
3 . 学会等名 2018 Neuroscience Meeting Planner (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 Masahiro Kawasaki, Yoshiki Henmi, Eri Miyauchi
2. 発表標題 Facilitation of visual-motor responses by increasing beta-phase synchronisation between visual and motor areas with transcranial electrical stimulation
3. 学会等名 European conference on cognitive affective neuroscience (ESCAN) Satellite on Cognitive Enhancement (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 相場邦宏、宮内英里、川崎真弘
2. 発表標題 うつ状態における受動的聴覚知覚中の脳波ネットワーク
3. 学会等名 2019年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川崎真弘、邊見佳輝、宮内英里
2. 発表標題 経頭蓋脳電気刺激による脳波リズムの誘発と反応時間の促進
3. 学会等名 第16回日本認知心理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川崎真弘、米田英嗣、船曳康子
2. 発表標題 運動模倣における自閉スペクトラム症患者の自己視点戦略
3. 学会等名 第35回認知科学学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 うつ度推定装置、うつ度推定モデル生成装置、うつ度測定計、うつ度推定システム、うつ度推定方法、うつ度推定モデル生成方法及びプログラム	発明者 森田昌彦、川崎真弘、大津龍生、宮内英里	権利者 国立大学法人筑波大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2023-013167	出願年 2023年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

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	川崎 真弘 (Kawasaki Masahiro) (40513370)	筑波大学・システム情報系・准教授 (12102)	
研究分担者	堀江 和正 (Horie Kazumasa) (60817112)	筑波大学・計算科学研究センター・助教 (12102)	

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