

令和 3 年 6 月 14 日現在

機関番号：82636

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K18141

研究課題名(和文) ヒト脳情報を統合した個性を有する人工知能システムの開発

研究課題名(英文) Developing a brain-integrated AI system with personality

研究代表者

西田 知史(Nishida, Satoshi)

国立研究開発法人情報通信研究機構・脳情報通信融合研究センター脳情報通信融合研究室・主任研究員

研究者番号：90751933

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、人間らしく振る舞う個性を有したAIの実現に向けて、脳計測実験で得た脳活動を基にモデル化した個人の脳情報を畳み込みニューラルネットワーク(CNN)へ融合するための技術開発を行った。実データを用いた技術検証において、脳情報が推定に有効な認識課題ほど、脳情報の融合によってCNNの推定性能を向上させることを確認した。また、脳情報を融合したCNNの推定結果が、知覚の個人間のばらつきを反映することも確認した。以上の結果は、AIの振る舞いを人間らしくするとともに、個性をAIに組み込む技術として本開発技術が有効であることを示唆している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発した技術は、特定の認識課題に特化した従来の脳情報融合技術と異なり、多様な認識問題へ適用可能な汎用的技術である点に独自性がある。また脳情報の個性を反映したAIシステムを構築した点も世界初であり、開発技術の学術的価値は極めて高い。人間とAIが調和する未来の情報社会を実現するために、人間らしい振る舞いを行う個性を有したAIの誕生が望まれる。本研究成果はそのようなAIを実現するための基盤技術として、情報社会の発展に大きな貢献をもたらす。

研究成果の概要(英文)：Toward the realization of the AI system that shows human-like behavior and personality, this study developed a technique that integrates personal brain information modeled from brain activity into a convolutional neural network (CNN). In the validation of the technique using real data, the technique more highly improves the estimation performance of CNNs in various pattern recognition tasks when brain information was more important for the estimation in the tasks. In addition, the estimation of the brain-integrated CNNs reflected the individual variability of human perception. These results suggest that the brain-integration technique we developed has the potential to make AI behavior more human-like and give personality to AI.

研究分野：認知神経科学

キーワード：人工知能 脳情報 個性 深層学習 畳み込みニューラルネットワーク 感性 fMRI 脳解読

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年の、深層学習を初めとする AI 技術の発展は目覚ましい。例えば犬や猫などの視覚カテゴリ判別において、深層学習は任意の視覚入力から、認知出力に相当するカテゴリラベルを出力し、人間のカテゴリ判別精度を凌駕する結果を示す [1]。しかし、そのような AI であっても、人間らしい個性を持った認知出力を示すとは言い難い。実社会における人間と AI の共存を見据えると、人間らしい振る舞いを行う個性を有した AI の開発が望まれる。

(2) AI の振る舞いを人間らしくする方法の一つとして、AI に脳情報を取り入れたシステムの開発が考えられる。近年、そのようなシステムが少数ながら提案されている [2-4]。ただし、自然言語から認知ラベルを推定する自然言語課題など、いずれのシステムも特定の課題に特化しており、任意の感覚入力に対応した汎用性の高い手法を考案できていない。また、脳情報の個人差を反映するような手法にはなっておらず、AI に個性を持たせることが可能だとは言い難い。

2. 研究の目的

脳計測実験で得た脳活動を基に個人の脳内情報変換のモデル化を行い、追加の脳計測無しに任意の感覚入力からモデルによる情報変換を介して人間らしい認知出力を行うシステムを実装する。さらに、個々人の脳活動を基に構築されたシステムの入出力が認知の個人差を反映することを確認する。

3. 研究の方法

(1) 個人の脳内情報変換のモデル化を行うにあたり、2 時間 20 分の映像を視聴中の被験者 69 名から、機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) を用いて脳活動の計測を行った。こちらの脳計測実験については、代表者の所属機関で承認を得ており、被験者には実験内容を事前説明の上、参加への同意を取得した。

(2) 脳内情報変換のモデル化には符号化・復号化モデリング手法 [5] を用いた。この手法では、感覚・認知情報を表現する特徴空間と、計測脳活動から得られる脳活動空間の間の写像をモデル化して、脳内情報変換を定量化する。特徴空間から脳活動空間への情報変換を符号化モデル、その逆変換を復号化モデルで記述する。よって、符号化モデルは任意の感覚入力からの脳活動の予測、復号化モデルは任意の脳活動からの認知出力の推定に利用できる。

(3) 図 1 に提案システムの概要図を示す。符号化モデルの特徴空間として視覚信号を扱う畳み込みニューラルネット (CNN) である VGG16 [6] と聴覚信号を扱う CNN である SoundNet [7] を用いた。符号化モデルの訓練では、映像を入力したときの VGG16 および SoundNet の中間層活性化パターンから、同映像に対する fMRI 信号を予測する線形回帰モデルを構築した (図 1A)。一旦モデルが訓練できれば、任意の映像から誘発される fMRI 信号を、脳計測なしに予測することが可能になる。続いて復号化モデルの訓練では、映像入力から予測される fMRI 信号を使って、同映像と結びついた認知ラベルを推定する線形回帰モデルを構築した (図 1B)。復号化モデルの訓練には初めから脳計測が不要であり、一旦モデルが訓練できれば、任意の映像から予測脳活動を介して認知ラベルを推定するシステムが構築される。

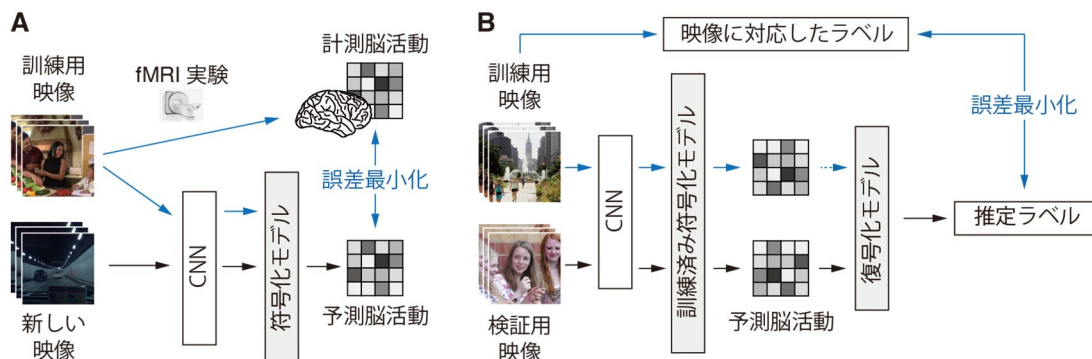


図 1 CNN に脳内情報変換モデルを組み込んだ提案システムの概要

(4) こうして構築されたシステムの検証を行うため、映像から 5 種類の認知ラベルを推定する認識課題にシステムを適用し、性能の評価を行った。認知ラベルには 映像に対する文章記述 (単語に分解後 word2vec [8] を用いてベクター表現に変換し意味内容を定量化)、映像に対する印象評定 (「美しさ」「高級感」など 30 の評価項目に対する評定)、Web 広告映像に対するクリック率 (表示された広告をクリックして広告元のサイトへジャンプしたユーザの割合)、Web

広告映像に対する再生完了率(広告をスキップせずに最後まで視聴したユーザの割合)、TV 広告映像に対する好感度調査の結果を用いた。、については作業委託および心理実験により人手で収集し、、については企業より提供を受けた。認知ラベルの推定精度の評価には、推定結果の時系列と正解データの時系列のピアソン相関を用いた。

(5) 脳情報を介することで、AI の認識が人間らしくなることを確認するために、他に 2 種類のシステムを構築し、提案システム (CNN+脳情報システム) との推定性能の比較を行った。1 つは CNN (VGG16 および SoundNet) から fMRI 信号予測を介さず、認知ラベルを直接推定するシステム (CNN 単独システム) である。もう 1 つは計測脳活動から認知ラベルを解読して推定するシステム (脳情報単独システム) である。もし AI の認識が脳情報を介することで人間らしくなるのであれば、人間らしさが要求されるような認知ラベル推定であるほど、脳情報単独システムの推定性能が高くなると同時に、CNN 単独システムに比べ CNN+脳情報システムの推定性能が高くなるという傾向が確認できるはずである。

(5) 提案システムの出力が、脳活動を取り込む元となった被験者の知覚の個人差を反映する可能性を検証するために、システムの出力結果の個人間のばらつきと、複数人から得られたラベルのばらつきの間の関係について、先行研究 [9] と同じ方法を用いて分析した。ラベルとしては、映像に対する文章記述を用いた。このラベルは各映像シーンに対する意味的な知覚を反映している。ラベルは各映像シーンについて 5 名から得られているため、知覚の個人間のばらつきをラベルのペアワイズ相関距離によって評価した。一方、システムの出力結果についても同様に、ペアワイズ相関距離によって個人間のばらつきを評価した。そして、それらの間に共変関係があることを確認するために、相関分析を実施した。提案システムの出力が知覚の個人によるばらつきを反映しているのであれば、有意な相関が確認できるはずである。

4. 研究成果

(1) 図 2 に 5 種類の認識課題における、提案システム (CNN+脳情報システム)、CNN 単独システム、脳情報単独システムの推定性能の比較を示す。映像に対する文章記述と映像に対する印象評定の推定においては、CNN+脳情報システムは CNN 単独システムをわずかながら上回った (図 2A-B、 $P < 0.0001$)。Web 広告映像に対するクリック率の推定においては、CNN+脳情報システムと CNN 単独システムに差はなかった (図 2C)。しかし、同課題において脳情報単独システムの推定性能は前述の 2 つに比べて低く、これらの課題は脳情報が重要でないといえる。一方、Web 広告に対する再生完了率と TV 広告映像に対する好感度調査結果の推定においては、CNN+脳情報システムは CNN 単独システムを大きく上回った (図 2D-E)。このとき脳情報単独システムの推定性能も高く、これらの課題は脳情報が重要であるといえる。以上の結果から、脳情報が重要となる認識課題ほど、CNN+脳情報システムは CNN 単独システムと比べて高い推定性能を示すことが確認できた。この結果は、本提案システムが CNN の判断を人間らしく変化させ、CNN の本来の認識性能を向上させることを示唆している。また同時に、脳情報が有効でない認識課題においても、CNN+脳情報システムが CNN 単独システムと同等あるいは少し高い推定性能を示したことから、本提案システムは CNN と脳情報の良いとこ取りをする可能性が示された。

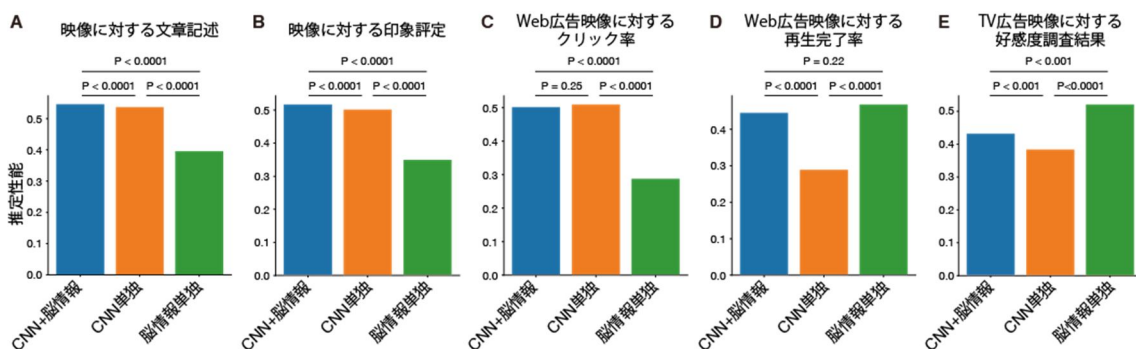


図 2 5 種類の認識課題における 3 つのシステムの推定性能比較

(2) 続いて、提案システムの出力が映像に対する文章記述の推定において、映像シーン知覚の個人によるばらつきを反映するかについて検証した。結果として、提案システムの出力の個人間のばらつきは、文章記述ラベルの個人間のばらつきと有意な相関関係を示した (図 3、 $P < 0.0001$)。この結果は、知覚の個人差が大きくなるシーンほど、提案システムの出力の個人差も大きくなることを示している。したがって、提案システムが知覚の個人差すなわち個性を反映しうることが示された。

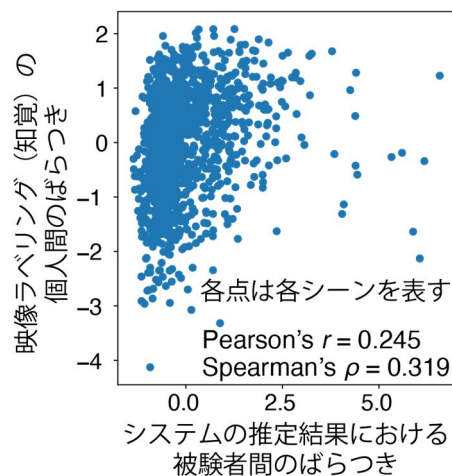


図3 映像シーン知覚の個人によるばらつきの反映

(3) 本研究では、CNN に脳内情報変換のモデルを組み込むことで、個性を反映しつつ CNN の認識結果を人間らしく変化させるシステムの提案に成功した。提案システムは、一旦モデルの構築が完了すると、追加の脳計測を必要とせず人間らしい認識を行う AI システムとして利用できるため、人間らしい認識を必要とするような様々な実社会の問題に適用可能である。実際、本提案システムの実社会応用として、視聴覚コンテンツの感性評価を行う商用サービスを開始することに成功した (<https://nttdata-neuroai.com/>)。個性を有した人間らしい認識を行う AI は、未来社会において人間と AI の調和をもたらすうえで非常に重要であり、本提案システムがそのような未来社会を実現するための基盤技術をもたらさうと期待できる。

< 引用文献 >

- [1] He K, Zhang X, Ren S, Sun J (2016) Deep residual learning for image recognition. In: 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 770–778.
- [2] Fyshe A, Talukdar PP, Murphy B, Mitchell TM (2014) Interpretable semantic vectors from a joint model of brain- and text-based meaning. In: ACL, 489–499.
- [3] Ruan Y-P, Ling Z-H, Hu Y (2016) Exploring semantic representation in brain activity using word embeddings. In: Proceedings of the 2016 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, 669–679.
- [4] Fong RC, Scheirer WJ, Cox DD (2018) Using human brain activity to guide machine learning. Scientific Reports 8:5397.
- [5] Naselaris T, Kay KN, Nishimoto S, Gallant JL (2011) Encoding and decoding in fMRI. Neuroimage 56:400–410.
- [6] Simonyan K, Zisserman A. (2014) Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. arXiv 1409.1556.
- [7] Aytar Y, Vondrick C, Torralba A (2016) Soundnet: Learning sound representations from unlabeled video. In: Advances in Neural Information Processing Systems, 892–900.
- [8] Mikolov T, Chen K, Corrado G, Dean J (2013) Distributed representations of words and phrases and their compositionality. In: Advances in Neural Information Processing Systems, 3111–3119.
- [9] Nishida S, Nishimoto S (2018) Decoding naturalistic experiences from human brain activity via distributed representations of words. Neuroimage 180, 232–242.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Satoshi Nishida, Antoine Blanc, Naoya Maeda, Masataka Kado, Shinji Nishimoto	4. 巻 -
2. 論文標題 Behavioral correlates of cortical semantic representations modeled by word vectors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLOS Computational Biology	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） なし	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 Ryoichi Shinkuma, Satoshi Nishida, Naoya Maeda, Masataka Kado, Shinji Nishimoto	4. 巻 -
2. 論文標題 Reduction of information collection cost for inferring brain model relations from profile	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics: Systems	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） なし	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 Ikutani Yoshiharu, Kubo Takatomi, Nishida Satoshi, Hata Hideaki, Matsumoto Kenichi, Ikeda Kazushi, Nishimoto Shinji	4. 巻 8
2. 論文標題 Expert Programmers Have Fine-Tuned Cortical Representations of Source Code	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 eneuro	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） 10.1523/ENEURO.0405-20.2020	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 Shinkuma Ryoichi, Nishida Satoshi, Kado Masataka, Maeda Naoya, Nishimoto Shinji	4. 巻 7
2. 論文標題 Relational Network of People Constructed on the Basis of Similarity of Brain Activities	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 110258 ~ 110266
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/ACCESS.2019.2933990	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 Nishida Satoshi, Nakano Yusuke, Blanc Antoine, Maeda Naoya, Kado Masataka, Nishimoto Shinji	4. 巻 34
2. 論文標題 Brain-Mediated Transfer Learning of Convolutional Neural Networks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 5281 ~ 5288
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1609/aaai.v34i04.5974	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 Matsuo Eri, Kobayashi Ichiro, Nishimoto Shinji, Nishida Satoshi, Asoh Hideki	4. 巻 -
2. 論文標題 Describing Semantic Representations of Brain Activity Evoked by Visual Stimuli	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of 2018 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)	6. 最初と最後の頁 576 ~ 583
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/SMC.2018.00107	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 Nishida Satoshi, Nishimoto Shinji	4. 巻 180
2. 論文標題 Decoding naturalistic experiences from human brain activity via distributed representations of words	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 NeuroImage	6. 最初と最後の頁 232 ~ 242
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuroimage.2017.08.017	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

〔学会発表〕 計27件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 黒田 慧莉, 西本 伸志, 西田 知史, 小林 一郎
2. 発表標題 予測符号化を模倣する深層生成学習モデル構築に向けた基礎的検討
3. 学会等名 情報処理学会 第83回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 黒田 慧莉, 西本 伸志, 西田 知史, 小林 一郎
2. 発表標題 予測符号化を模倣する深層生成学習モデル構築に向けた取り組み
3. 学会等名 第23回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2020)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nishida S
2. 発表標題 Brain-mediated Transfer Learning of Convolutional Neural Networks
3. 学会等名 第2回脳科学サロン「脳とAI」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nishida S, Matsumoto Y, Yoshikawa N, Son S, Murakami A, Hayashi R, Takahashi H, Nishimoto S
2. 発表標題 Disorganized representational structures of semantic information in schizophrenia brains
3. 学会等名 The 12th FENS Forum of Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西田知史, 中野裕介, Blanc Antoine, 前田直哉, 角将高, 西本伸志
2. 発表標題 脳情報を組み込んだ単語分散表現による文章からの印象・好感度推定
3. 学会等名 第34回人工知能学会全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nishida S, Nakano Y, Blanc, A, Maeda N, Kado M, Nishimoto S
2. 発表標題 Brain-mediated Transfer Learning of Convolutional Neural Networks
3. 学会等名 Thirty-Fourth AAAI Conference on Artificial Intelligence (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西田知史
2. 発表標題 DX時代の最先端技術 消費者感性を予測する脳解読基盤「NeuroAI」: 脳情報とAIの融合
3. 学会等名 NTT DATA Innovation Conference 2020 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松本有紀子, 西田知史, 孫樹洛, 村上晶郎, 吉川長伸, 林隆介, 西本伸志, 高橋英彦
2. 発表標題 統合失調症における脳内意味ネットワーク異常:エンコーディングモデルとグラフ理論解析を用いて
3. 学会等名 脳と心のメカニズム第20回冬のワークショップ
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ikutani Y, Kubo T, Nishida S, Hata H, Matsumoto K, Ikeda K, Nishimoto S
2. 発表標題 Toward Identifying the Neural Basis of Programming Expertise: an fMRI Study with Expert Programmers
3. 学会等名 脳と心のメカニズム第20回冬のワークショップ
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nishida S, Nakano Y, Blanc A, Maeda N, Kado M, Nishimoto S
2. 発表標題 Deep transfer learning mediated by human brain information
3. 学会等名 脳と心のメカニズム第20回冬のワークショップ
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nishida S
2. 発表標題 Towards the decoding of human natural perception for real-world applications
3. 学会等名 Applying Neuroscience to Business (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fujiyama C, Nishimoto S, Nishida S, Asoh H, Kobayashi I
2. 発表標題 A Study on a Correlation between a Predictive Model of Motion Pictures Imitating the Predictive Coding of the Cerebral Cortex and Brain Activity
3. 学会等名 2019 Conference on Cognitive Computational Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ozaki K, Nishida S, Nishimoto S, Asoh H, Kobayashi I
2. 発表標題 Analysis of Correspondence Relationship between Brain Activity and Semantic Representation
3. 学会等名 2019 Conference on Cognitive Computational Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ikutani Y, Kubo T, Nishida S, Hata H, Matsumoto K, Ikeda K, Nishimoto S
2. 発表標題 Toward Identifying the Neural Basis of Programming Expertise: an fMRI Study with Expert Programmers
3. 学会等名 APSIPA BioSiPS Workshop 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Matsumoto Y, Nishida S, Son S, Murakami A, Yoshikawa N, Hayashi R, Nishimoto S, Takahashi H
2. 発表標題 Abnormal semantic network in the schizophrenia brain: an encoding modeling and graph theoretic approach
3. 学会等名 第42回日本神経科学大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toyoda S, Nishida S, Honda C, Watanabe M, Ollikainen M, Vuoksima E, Kaprio J, Osaka Twin Research Group, Nishimoto S
2. 発表標題 Genetic contribution to inter-individual differences in human natural audio-visual experiences
3. 学会等名 The 2019 Behavior Genetics Association Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yamaguchi H, Nishida S, Nakai T, Nishimoto S
2. 発表標題 Functional subdivisions around FEF revealed by multi-modal modeling of movie-evoked activity
3. 学会等名 2019 Organization for Human Brain Mapping Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nishida S, Matsumoto Y, Yoshikawa N, Son S, Murakami A, Hayashi R, Takahashi H, Nishimoto S
2. 発表標題 Schizophrenia reduces intra- and inter-individual diversity of semantic representations in the brain
3. 学会等名 2019 Organization for Human Brain Mapping Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西田知史, 西本伸志
2. 発表標題 脳内情報表現の融合による深層学習ネットワークの認識能力向上
3. 学会等名 第33回人工知能学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 張嘉瑩, 西田知史, 西本伸志, 小林 一郎
2. 発表標題 深層学習を用いた動画刺激時の脳活動データからの文生成
3. 学会等名 第33回人工知能学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西田知史
2. 発表標題 自然な知覚状況下におけるヒト脳内情報の可視化とその応用
3. 学会等名 本田技術研究所 講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nishida S
2. 発表標題 Brain decoding of human natural perception using statistical language modeling
3. 学会等名 The 5th CiNet Conference: Computation and representation in brains and machines (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西田知史
2. 発表標題 脳情報の可視化とその応用
3. 学会等名 神戸大学計算科学教育センター遠隔講義 計算生命科学の基礎V 計算科学・データサイエンスと生命科学の融合 基礎から医療・創薬への応用まで (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nishida S, Matsumoto Y, Yoshikawa N, Son S, Murakami A, Hayashi R, Takahashi H, Nishimoto S
2. 発表標題 fMRI evidence for the disorganization of semantic representation in the schizophrenia brain
3. 学会等名 脳と心のメカニズム第19回冬のワークショップ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Atsushi Wada, Satoshi Nishida, Hiroshi Ando, Shinji Nishimoto
2. 発表標題 Modeling human visual responses with a U-shaped deep neural network for motion flow-field estimation
3. 学会等名 2018 Conference on Cognitive Computational Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 和田充史, 西田知史, 安藤広志, 西本伸志
2. 発表標題 U字型深層ニューラルネットワークを用いたヒト視覚応答のモデル化
3. 学会等名 日本視覚学会2018年夏季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shunsuke Toyoda, Satoshi Nishida, Chika Honda, Mikio Watanabe, Osaka Twin Research Group, Shinji Nishimoto
2. 発表標題 Genetic contributions to individuality of natural audio-visual experiences
3. 学会等名 Toward Understanding “ INDIVIDUALITY “ (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 情報処理装置、情報処理システム、脳活動予測方法、及びプログラム	発明者 新熊亮一、西田知史、前田直哉、角将高、高山文博、相本	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-110600	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

西田 知史 (Satoshi Nishida) https://sites.google.com/site/satnishida/
--

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

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