

令和 4 年 6 月 20 日現在

機関番号：22303
研究種目：基盤研究(C) (一般)
研究期間：2019～2021
課題番号：19K12123
研究課題名(和文)ブレインクラウドに基づいた脳卒中リハビリテーション補助システム

研究課題名(英文)Brain-Cloud Based Stroke Rehabilitation Assistance System

研究代表者
鍾寧(Zhong, Ning)
前橋工科大学・工学部・教授

研究者番号：70284263
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではインテリジェントサービスロボットシステムに基づくニューロリハビリテーションソリューションを提案し、脳神経の回復を目的としたリハビリテーションを支援するためのクラウドプラットフォーム「ブレインクラウド」を開発した。本システムは、データマイニングや知識管理とロボット技術を融合したもので、脳卒中リハビリに向けた多様な生理・認知データを分析し、回復期リハビリの程度や機能回復の経過を定量化評価するための個人モデルを構築し、生理・認知機能回復プログラムにより障害の起きた脳機能回復と運動機能トレーニングを組み合わせたリハビリテーションを補助する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人工知能時代における客観的・精確な脳卒中リハビリ補助の基盤を構築し、身体疾患と精神疾患のための知能化リハビリ補助システムのプロトタイプを開発した。本研究では階層化された「知識-情報-データ」アーキテクチャに基づいて、思考空間としての閉ループを構築し、人間のように機能するネバーエンド学習を行い、革新的な脳ビッグデータコンピューティング方法を提供し、AIの新たな可能性を示した。これにより、脳卒中の介護コストの削減だけでなく、リハビリテーションの大規模展開や効率的なリハビリテーションの提供が可能となる。

研究成果の概要(英文)：In this research, we proposed a neurorehabilitation solution based on an intelligent service robot system, and constructed a cloud platform, namely "Brain-Cloud", to support rehabilitation for the purpose of recovery of cranial nerves. This system is a fusion of data mining, knowledge management and robot technologies. It automatically collects and analyzes various physiological and cognitive data for stroke rehabilitation, and provides a personalized service model by quantitatively evaluating the degree of recovery period rehabilitation and the progress of functional recovery. The physiological and cognitive function recovery program assists in rehabilitation that combines impaired brain function recovery and motor function training.

研究分野：知能情報学

キーワード：脳情報学 ブレインクラウド データブレイン サービスとしてのロボット ネバーエンド学習 リハビリテーション

1. 研究開始当初の背景

脳卒中は、脳の血管に障害が起こる病気であり、脳の神経細胞の壊死を引き起こす。これまで「一度壊死した脳神経細胞は二度と再生しない」とされていたが、脳科学の発達とともに、脳神経細胞が再生することがわかってきた。そのため、単純に身体機能を回復させるだけではなく、脳神経を再生させるリハビリテーションが重要である。

脳卒中のリハビリテーションには、リハビリ期間が長い、介護コストが高い等の問題が存在する。現在の脳卒中における機能回復訓練は、ロボット技術を合わせた上下肢の動きを支援する上肢機能補助、歩行支援、歩行訓練などがほとんどである。しかし、ロボットによる支援訓練は設備が大きくなりがちで、コストが高く、操作方法も煩雑になり、一般家庭での実施が困難である。また、機能回復訓練は専門性が高く、リハビリテーションを行う医師や理学療法士も技術の習熟が必要であり、さらに、患者の回復の程度を主観的に判断し、個別に指導をする必要がある。そのため、現状では社会や家庭にいる患者向けのリハビリテーションの大規模展開や、患者のみならず、リハビリテーションに携わる医師や理学療法士の負担軽減、安定したサービスの提供は望めない。

そこで、これらの問題を解決するために人工知能による自動化や知能化による補助を取り入れる。人工知能による補助を取り入れたシステムは、脳卒中の介護コストを下げるだけではなく、リハビリテーションの大規模展開や効率的なリハビリテーションを提供できる。

一方で、質の高いリハビリテーションを提供するためには、臨床での脳卒中患者の経過を客観的に評価することが大切である。臨床において、既存の脳卒中リハビリテーション評価法の信頼性や妥当性が検証済みであっても、主観的な評価法では評価者によって異なる結果を示すこともある。そのため、定量的な検査データから機能回復を示す指標を抽出し、定量的評価モデルを構築し、客観的に評価する。同時に、これらのデータを常時収集することで、脳卒中のリハビリテーションの経過に関するビッグデータが構築され、人工知能による自己学習により定量的評価モデルをより正確なモデルへと進化させることに役立てられる。

2. 研究の目的

本研究では、脳卒中患者のリハビリテーションを支援できるように「ブレインクラウド」に基づいた脳神経からのリハビリテーション補助システムを構築する。ブレインクラウドは多様な生理、認知データ（歩行、筋電、脳波、fMRI、機能回復訓練の記録など）を収集するとともに、管理からデータ分析等を一貫的に提供するビッグデータクラウドプラットフォームである。この上に脳機能リハビリの程度を定量評価するための個人モデルを構築し、脳卒中患者にサービスを提供する。補助システムは多様なウェアラブルデバイスや商業化ロボット（Pepper）、協力開発した下肢全方向移動補助ロボットをサービス端末として構築する。

以上のように、データマイニングや知的サービス技術とロボット技術を融合し、多様な生理・認知データを分析し、脳機能リハビリの程度を定量化評価するための個人モデルを構築し、生理・認知機能回復プログラムにより障害の起きた脳機能を訓練し、壊死した脳神経の再生を促進させ、脳卒中障害のリハビリテーションを補助する。

3. 研究の方法

- (1) 脳神経のリハビリに向けて、本研究は「サービスとしてのロボット」(RaaS, Robot as a Service)というヒューマンコンピュータインタラクションのモードを設計する。既存のウェアラブルデバイスと移動補助ロボットによる機能回復支援、商業化ロボット（Pepper ロボット）ではAndroid 技術を利用して、生理・認知機能回復訓練を提供する。また、ロボットをサービス端末として、ブレインクラウドから機能回復のためのフィードバックを提供することにより、ロボットを単なる機能訓練のツールとして使うだけでなく、サービスを提供するシステムとして活用する。
- (2) モデルの自己学習と進化の過程を総合的に分析する。データマイニングや知的サービス技術、ロボット技術を利用し、ブレインクラウド内で収集したデータを分析し、機能回復を客観的に示す指標を抽出し、リハビリの程度を定量的に評価するモデルを構築する。ブレインクラウドは、データの収集、管理、モデリング、分析といった基本的なデータ処理のプロセスを体系的かつ一貫的に支援する「データブレイン」を基にしており、データと客観的な分析結果を検索し患者のリハビリテーションの過程を総合的に分析する。また、データブレインの分析プランの自動生成と実行の機能を利用し、データ分析方法におけるパラメータを自動調整し、新たな分析結果を発見しモデルの自己学習と進化を促進する。

4. 研究成果

- (1) ウェアラブル端末による小型化歩行データの収集。SOC チップセンサー技術を利用し、ウェアラブル端末による小型化歩行データを収集するシステムを開発した。また、BLE や Android 技術に基づき、歩行・筋電・脳波データのアップロードとデータを記憶するモジュールを完成させた。例えば、両足や腰に装着したウェアラブル端末を用いて歩行のデータをリアルタイムで収集できる。一つの端末の重さは 200g 以下であり、サンプリング間隔は 1ms 以内である。また、一度満充電すれば 5 時間以上使用可能である。
- (2) 全方向移動歩行補助ロボット。一般的なゴムホイールを使用した全方向移動技術を通じて、アドミッタンス制御技術を借り、ロボットのコントローラーをユーザーが操作する力の方向と大きさによって、ロボットの移動方向とスピードがデバイスで操作可能な歩行補助機と電動車椅子を合わせた製品を実現した。具体的には、ロボットの移動スピードは 0–6km/h (健康な成人の歩行スピードは 4–6km/h)、ロボットの移動方向は 360 度自由に移動でき、回転半径は 0m (その場で回転可能) である。また、パラメータを変えることで自由に推進力を調整できる。電動ではない場合、人が車椅子に座っている時、自分で車椅子を推進する開始動力は 70–80N になり、等速状態でも 50–60N が必要である。省力化するように開発された歩行補助ロボットは開始動力が 10N 程度で制御でき、等速状態での推進力は 7–8N である。さらに、車椅子を停止させる時は逆張力を加える必要はなく、車椅子のコントローラーから手を離すと 1 秒後に自動で停止する。また、上り坂と下り坂でのユーザーに必要な推進力の差は 0–5N である。
- (3) 階層化された知識(K)-情報(I)-データ(D) ビッグデータセンター、すなわち KID アーキテクチャ。知識層 K: 脳機能、実験タスク、データ管理及び分析方法の視点から体系的な脳機能研究プロセスを表現するための複数のナレッジグラフ。情報層 I: セマンティックベクトルの形式でリソースの多面的な情報を記録するマルチ情報ウェアハウス。データ層 D: マルチ課題の脳機能画像ビッグデータを中心として、マルチモーダル・マルチスケールのビッグデータの体系的な管理。ビッグデータセンターから解析が必要なデータ・情報・知識を取得し、KID ループにおけるマルチ脳画像を多面的に解析しながら、複数の証拠に基づいた不確実性推論や融合的計算を通じて、複雑な脳機能の解明、心理状態の解釈、神経難病や精神病態の診断を支援する。
- (4) 脳神経のリハビリに向けた「サービスとしてのロボット」という新たなヒューマンコンピュータインタラクション。ブレインクラウドとしてウェブ・インテリジェンス (WI) テクノロジーと組み合わせたデータブレインモデルには、データ-情報-知識-ウィズダム階層とさまざまな状況でのインテリジェントエージェントを備えた、サービスとしてのデータ (DaaS)、サービスとしての情報 (IaaS)、サービスとしての知識 (KaaS)、サービスとしての思考 (TaaS) というサービスディメンションの上に、サービスとしてのロボット (RaaS) を実現した。
- (5) データブレインドリブン汎化知能モデルとするネバーエンド学習 NEL エージェント。本研究では「人-モノ-データ-情報-知識-知恵-サービス-人」という閉ループ型データ循環と知恵生成チェーンをシステム開発の技術路線にし、知能化脳卒中リハビリ補助システムのプロトタイプを開発した。階層化された知識-情報-データ、すなわち KID アーキテクチャに基づいて、思考空間としての閉ループを構築し、人間のように機能するネバーエンド学習 (NEL: Never-Ending Learning) でブレインコンピューティングを実行できる。ネバーエンド学習 NEL エージェントは、人間のように、何年にもわたる多様で主に自己監督の経験から、以前に学んだ知識を使用してその後の学習を改善し、プラトーを回避するための十分な内省を備え、多くの種類の知識を学習しながらパフォーマンスが向上する。ネバーエンド学習 NEL を伴うこのようなデータブレインモデルを実現するために、思考空間とする K→I→D スキームと D→I→K スキームを利用した KID ループとしてサイクルに接続され、患者の脳機能回復の経過を客観的に評価する個人モデルの構築・自己学習と進化プロセスを実現した。
- (6) 脳機能回復と運動機能トレーニングを組み合わせたリハビリテーションのための個別化モデルの構築。このモデルにより、異常な脳部位の正確なローカリゼーションと機能評価する一方で、リハビリロボットが患者の身体の動きの状態をリアルタイムで監視し、客観的・正確なリハビリの評価法を研究した。ブレインクラウドプラットフォーム上で、ニューロイメージングビッグデータと身体行動ビッグデータが関連して分析することにより、運動神経刺激と運動機能トレーニングを組み合わせた個別化リハビリプログラムを生成し、ニューロリハビリテーションと運動機能回復訓練を合わせた精密的・個別化サービスを提供できる。また脳情報学を基に、ビッグデータ活用の視点で脳認知活動を理解し、運動機能、認知機能、言語機能、高次脳機能障害などの機能回復補助のサービスを統合的に提供する方法論を確立した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 17件／うち国際共著 11件／うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Kuai Hongzhi, Zhong Ning, Chen Jianhui, Yang Yang, Zhang Xiaofei, Liang Peipeng, Imamura Kazuyuki, Ma Lianfang, Wang Haiyuan	4. 巻 75
2. 論文標題 Multi-source brain computing with systematic fusion for smart health	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Information Fusion	6. 最初と最後の頁 150 ~ 167
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.inffus.2021.03.009	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 Kuai Hongzhi, Tao Xiaohui, Zhong Ning	4. 巻 25
2. 論文標題 Web Intelligence meets Brain Informatics: Towards the future of artificial intelligence in the connected world	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 World Wide Web	6. 最初と最後の頁 1223 ~ 1241
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11280-022-01030-5	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 Body Thomas, Tao Xiaohui, Li Yuefeng, Li Lin, Zhong Ning	4. 巻 178
2. 論文標題 Using back-and-forth translation to create artificial augmented textual data for sentiment analysis models	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Expert Systems with Applications	6. 最初と最後の頁 115033 ~ 115033
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/J.ESWA.2021.115033	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 Li Yan, Zhong Ning, Taniar David, Zhang Haolan	4. 巻 9
2. 論文標題 MCGNet+: an improved motor imagery classification based on cosine similarity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Brain Informatics	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) 10.1186/s40708-021-00151-3	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 Kuai Hongzhi, Zhong Ning	4. 巻 46
2. 論文標題 The extensible Data-Brain model: Architecture, applications and directions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Computational Science	6. 最初と最後の頁 101103 ~ 101103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jocs.2020.101103	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 Chen Jianhui, Wang Ningning, Deng Yue, Zhong Han, Han Jian, Li Youjun, Wan Zhijiang, Kotake Taihei, Wang Dongsheng, Zhong Ning	4. 巻 8
2. 論文標題 Wisdom as a Service for Mental Health Care	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Cloud Computing	6. 最初と最後の頁 539 ~ 552
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TCC.2015.2464820	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 Z. Wan, J. Huang, H. Zhang, H. Zhou, J. Yang, Ning Zhong	4. 巻 8
2. 論文標題 HybridEEGNet: A Convolutional Neural Network for EEG Feature Learning and Depression Discrimination	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 30332 ~ 30342
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2020.2971656	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 H. Kuai, X. Zhang, Y. Yang, J. Chen, B. Shi, Ning Zhong	4. 巻 8
2. 論文標題 THINKING-LOOP: The Semantic Vector Driven Closed-Loop Model for Brain Computing	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 4273 ~ 4288
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2019.2963070	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 Z. Wan, H. Zhang, J. Huang, H. Zhou, J. Yang, Ning Zhong	4. 巻 18
2. 論文標題 Single-Channel EEG-Based Machine Learning Method for Prescreening Major Depressive Disorder	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Information Technology & Decision Making	6. 最初と最後の頁 1579 ~ 1603
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0219622019500342	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 J. Yang, X. Mao, N. Liu, Ning Zhong	4. 巻 9
2. 論文標題 High-Order Functional Connectivity Network for Differential Diagnosis of Depression	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Medical Imaging and Health Informatics	6. 最初と最後の頁 1095 ~ 1102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1166/jmih.2019.2699	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 J. Yan, H. Kuai, J. Chen, Ning Zhong	4. 巻 18
2. 論文標題 Analyzing Emotional Oscillatory Brain Network for Valence and Arousal-Based Emotion Recognition Using EEG Data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Information Technology & Decision Making	6. 最初と最後の頁 1359 ~ 1378
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0219622019500238	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 Y. Wang, Q. Li, L. Liu, Z. Zhou, Y. Wang, L. Kong, Ning Zhong, R. Chai, X. Luo, Y. Guo, M. Hawrylycz, Q. Luo, Z. Gu, W. Xie, H. Zeng, H. Peng	4. 巻 10
2. 論文標題 TeraVR Empowers Precise Reconstruction of Complete 3-D Neuronal Morphology in the Whole Brain	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1 ~ 35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1101/621011	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 Liang Hongbo, Yu Yingxin, Mochida Mika, Liu Chang, Ueda Naoya, Li Peirang, Zhu Chi	4. 巻 12
2. 論文標題 EEG-Based EMG Estimation of Shoulder Joint for the Power Augmentation System of Upper Limbs	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Symmetry	6. 最初と最後の頁 1851 ~ 1851
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12111851	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 Liang Hongbo, Maedono Shota, Yu Yingxin, Liu Chang, Ueda Naoya, Li Peirang, Zhu Chi	4. 巻 23
2. 論文標題 Exploring Neurofeedback Training for BMI Power Augmentation of Upper Limbs: A Pilot Study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Entropy	6. 最初と最後の頁 443 ~ 443
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/e23040443	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 LI Peirang, ZHU Chi	4. 巻 55
2. 論文標題 Development of Power Add-on Unit with Sensorless Force Estimation and Slope-assistance System	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Transactions of the Society of Instrument and Control Engineers	6. 最初と最後の頁 726 ~ 732
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.9746/sicetr.55.726	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 Li Peirang, Liu Chang, Matsuzawa Ryuichi, Liang Hongbo, Ueda Naoya, Watanabe Taiki, Zhu Chi	4. 巻 140
2. 論文標題 Power Assistance for an Electric Wheelchair on a Steep Slope and the Automatic Adjustment of its Assistive Ratio	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Industry Applications	6. 最初と最後の頁 364 ~ 371
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejias.140.364	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 TAJIMA Riki, LI Peirang, ZHU Chi	4. 巻 87
2. 論文標題 Development of 3-degree-of-freedom HMI for omnidirectional wheelchair typed mobile assistive robot using simple force detection mechanism	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Transactions of the JSME (in Japanese)	6. 最初と最後の頁 20-00372 ~ 386
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/transjsme.20-00372	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11件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 Ning Zhong
2. 発表標題 Web Intelligence meets Brain Informatics
3. 学会等名 ISAIMS 2021 - 2nd International Symposium on Artificial Intelligence for Medicine Sciences (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hongzhi Kuai, Jianhui Chen, Xiaohui Tao, Kazuyuki Imamura, Peipeng Liang, Ning Zhong
2. 発表標題 Exploring the Brain Information Processing Mechanisms from Functional Connectivity to Translational Applications
3. 学会等名 The 14th International Conference on Brain Informatics (BI 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Lianfang Ma, Jianhui Chen, Ning Zhong
2. 発表標題 An Image-Enhanced Topic Modeling Method for Neuroimaging Literature
3. 学会等名 The 14th International Conference on Brain Informatics (BI 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Lianfang Ma, Jianhui Chen, Ning Zhong
2. 発表標題 Analyzing Neural Correlations Between Numerical Induction and Letter Induction Based on Data-Brain Driven Integration Evidence
3. 学会等名 WI-IAT 2021 : The 20th IEEE/WIC/ACM International Joint Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Zhong Ning
2. 発表標題 Brain Informatics meets Web Intelligence
3. 学会等名 2020 International Conference on Trends in Computational and Cognitive Engineering (TCCE 2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鍾 寧
2. 発表標題 「WIC知能健康技術による知能健康産業の開拓」 知能社会の健康・医療・福祉のモデルを目指して
3. 学会等名 前橋工科大学令和2年度 公開講座・専門講座
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Zhong Ning
2. 発表標題 Study on the Integration of Network Intelligence and Brain Informatics
3. 学会等名 Brain Science and Artificial Intelligence Forum at The Global Artificial Intelligence Technology Conference 2020 (GAITC 2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ning Zhong, X. Tao
2. 発表標題 W2T Supports the Four Ps Medicine in the Connected World
3. 学会等名 International Workshop on Brain Health Big Data and Brain-Machine Intelligence in the Four Ps Medicine of 5G Era (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ning Zhong, J. Liu
2. 発表標題 Web Intelligence (WI) = Artificial Intelligence (AI) in the Connected World
3. 学会等名 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ning Zhong
2. 発表標題 Connecting Network and Brain with Big Data
3. 学会等名 Forum on the Development of Brain Science and Artificial Intelligence (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鍾 寧
2. 発表標題 ヘルスビッグデータ産業イノベーション
3. 学会等名 第15回群馬産学官金連携推進会議 パネルディスカッション 「ビッグデータを用いた課題解決」(招待講演)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 Mufti Mahmud, M. Shamim Kaiser, Stefano Vassanelli, Qionghai Dai, Ning Zhong	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 567
3. 書名 Brain Informatics - 14th International Conference	

1. 著者名 Mufti Mahmud, M. Shamim Kaiser, Nikola K. Kasabov, Khan Iftexharuddin, Ning Zhong	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 402
3. 書名 Applied Intelligence and Informatics - First International Conference	

1. 著者名 Mahmud Mufti, Vassanelli Stefano, Kaiser M. Shamim, Zhong Ning	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer Nature	5. 総ページ数 378
3. 書名 Brain Informatics - 13th International Conference, BI 2020, Padua, Italy, September 19, 2020, Proceedings	

1. 著者名 Tsytsarev Vassiliy, Yamamoto Vicky, Zhong Ning	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer Nature	5. 総ページ数 201
3. 書名 Functional Brain Mapping: Methods and Aims	

〔産業財産権〕

〔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	朱 赤 (Zhu Chi) (20345482)	前橋工科大学・工学部・教授 (22303)	
研究分担者	今村 一之 (Imamura Kazuyuki) (30203326)	前橋工科大学・工学部・学長 (22303)	
研究分担者	大島 宗哲 (Ohshima Muneaki) (80554162)	育英短期大学・その他部局等・准教授(移行) (42307)	

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