

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 5 日現在

機関番号：63905

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16H03305

研究課題名（和文）7テスラMRIによる興奮及び抑制性脳ネットワークダイナミクスの計測技術開発

研究課題名（英文）Development of measurement technology for excitatory and inhibitory brain network dynamics using ultra high field 7T MRI.

研究代表者

福永 雅喜（Fukunaga, Masaki）

生理学研究所・システム脳科学研究領域・准教授

研究者番号：40330047

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題では、超高磁場7テスラMR装置の応用により、脳に内在する興奮性・抑制性神経伝達物質の非侵襲的計測法と、動的な脳ネットワーク構造を検出する構造的・機能的脳ネットワーク画像計測法の開発をした。従来装置では感度・精度的に困難であった神経代謝物質の単独観測、微細脳構造、機能的・構造的脳ネットワーク構造を、ヒト被験者に対して応用可能な時間内にて計測可能とした。これらの技術を用いて、短時間に起こる動的な脳活動様態変化が期待される系列運動学習課題実行時のヒト脳活動を観察し、興奮性および抑制性神経伝達物質の脳局所濃度と機能的脳ネットワーク動態の関連解析に応用が可能であった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題では、超高磁場7テスラMR装置の応用により、従来装置では感度・精度的に困難であった神経代謝物質の単独観測、微細脳構造、機能的・構造的脳ネットワーク構造を、ヒト被験者に対して応用可能な時間内にて計測可能とした。MRIによる脳ネットワーク解析は、その簡便さから、近年、精神疾患への臨床応用が注目されている。これら精神疾患の本態は明らかになっていないものも多く、その病態把握、補助診断への期待も大きい。本研究の成果は、脳機能イメージングによるネットワーク解析を、精神疾患の病態理解、補助診断応用に加速するものと思われる、臨床応用としても意義のあるものと確信している。

研究成果の概要（英文）：In this research project, we developed a non-invasive measurement method for excitatory and inhibitory neurotransmitters in the brain and a structural and functional brain network imaging method to detect dynamic brain network structures by applying an ultra-high magnetic field 7 tesla MRI. A single observation of neurometabolites, a fine brain structure, and a functional and structural brain network structure, which have been difficult with conventional equipment in terms of sensitivity and accuracy, can be measured within a time period applicable to human subjects. Using these techniques, we observed human brain activity during a sequential motor learning task in which dynamic changes in brain activity are expected to occur in a short period of time, and applied it to the analysis of the relationship between local brain concentrations of excitatory and inhibitory neurotransmitters and functional brain network dynamics.

研究分野：磁気共鳴医学

キーワード：MRI 7テスラ ネットワーク MRS

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我々の認知行動を支える脳のメカニズムは、脳の各領域に適切にオーガナイズされ局在する高度に分化した機能のみならず、緻密かつ巧妙に構成される構造的および機能的な脳回路網が、動的に変化することで創出される。一方、磁気共鳴画像法による脳イメージング技術の発展は、脳の詳細な構造の画像化に加え、与えられた課題に対して反応する脳活動の検出を可能にした (functional MRI: fMRI)。近年は、安静時の自律的脳活動を反映するとされる安静時 fMRI (resting state fMRI: rsfMRI) を応用した脳機能ネットワーク解析が考案され、基礎研究、精神神経疾患を含む臨床研究に対して積極的に応用が試みられている。研究代表者は、rsfMRI の考案当初より研究に着手し、安静時脳ネットワーク構造が睡眠、覚醒レベルの各状態において動的に変化するだけでなく、それらが被験者内、被験者間においても非常に再現性高く検出されることを見出した [Fukunaga et al., Magn. Reson. Img. 2006, Human Brain Mapp. 2008]。また、睡眠時の rsfMRI にみられる自律的な信号の振動が、単なる生理的ノイズに由来するのではなく、視覚刺激に対して一次視覚野で生じる刺激応答時の酸素代謝と同様の生理的背景をもつことを MRI 酸素代謝マッピングを用いて示した [Fukunaga et al., J. Cereb. Blood. Flow Metab. 2008]。これらの成果のもと、精神科臨床グループの協力を受け、細胞の代謝活動計測の観点からも高次精神活動の神経基盤探索への応用に有用と考えられる rsfMRI 法を、統合失調症患者に適用した結果、健常者群に比較して広範囲にわたる脳領域間機能的結合性の低下を検出した [福永ら、日本神経科学学会大会 2013]。統合失調症は、特有の精神症状と社会機能障害によって規定される症候群であり、大脳皮質や皮質下の脳構造の異常が多数報告されているが、その陽性・陰性症状、認知機能障害などの特徴的な症状は、脳構造の変化や脳領域間結合の障害が関与していると考えられている。近年のモデル動物による分子生物学的研究では、これらの構造的、機能的脳領域間結合の障害の裏には、シナプスの形成や消去の調節にも関与する興奮性神経伝達物質であるグルタミン酸と、抑制性神経伝達物質である アミノ酪酸 (GABA) のバランスの不和が関係している可能性を示唆している。このような背景のもと、超高磁場 MRI を用いた高精度脳計測系を応用することで、単一被験者によるダイナミックな脳ネットワークモデルの構築を可能にする、構造的、機能的脳領域間結合情報および生体脳に内在する興奮性および抑制性神経伝達物質の計測解析法を開発する本研究を着想した。

2. 研究の目的

様々な精神活動の根源である高次脳機能は、個々の脳領域に局在する、高度に分化した機能のみならず、緻密かつ巧妙に構成される構造的および機能的な脳回路網が動的に変化することで創出される。しかし、脳ネットワークの動的状態は、興奮性および抑制性神経伝達物質の制御を受けて、大局的な表現型として表出しているにすぎない。本研究は、7 テスラ MR 装置の応用により、従来装置では感度・精度的に困難であった脳に内在する興奮性・抑制性神経伝達物質の非侵襲的定量計測を導入し、動的な脳ネットワーク構造を検出する、生理的基盤の根拠に基づく脳回路モデルの構築に応用可能な基盤技術の開発を目的とし、(1) 7 テスラ超高磁場 MR による興奮性および抑制性神経伝達物質計測法開発、(2) 7 テスラ超高磁場 MR による高精度構造的・機能的脳ネットワーク画像計測法開発、(3) 脳局所の神経伝達物質計測に基づく、興奮性および抑制性脳ネットワークモデル構築の基盤技術開発の 3 つの課題を設定した。

3. 研究の方法

磁気共鳴法において、観測に用いる磁場強度の上昇は、Signal-to-Noise Ratio (SNR) で表される感度の上昇のみならず、組織由来の磁気共鳴パラメーターである緩和時間の変化、例えば fMRI の撮像原理である T2* 緩和時間の短縮や組織コントラストの改善をもたらす。磁気共鳴スペクトル法 (MRS) では、代謝物質検出の分離能に関わるスペクトル分解能が上昇する。磁場上昇がもたらす、これらの観測信号の質的向上は、磁気共鳴の原理からは当然予想されるものであるが、7 テスラ超高磁場 MR 装置は、3 テスラ MR 装置までの一般的な臨床用装置とは異なり、研究用途に限定された特殊な装置であること、共鳴周波数の上昇、磁場不均一効果の上昇など 3 テスラ MR までの測定方法を単純に適用してもデータ品質の向上が得られないこと、そもそも世界的にも導入されている装置の台数が少ないことなどから、基本的な測定技術の改良が必要となる。これらの背景のもと、超高磁場 7 テスラ MRI 装置と 32 チャンネル頭部専用アレイコイルを用いて以下の研究を実施した。

(1) 興奮性および抑制性神経伝達物質計測法として MR スペクトロスコピー (MRS) 法の 7 テスラ MR 装置における最適化およびアーチファクト低減技術開発の為に、低磁場装置でも広く応用される spectral editing 手法である MEGA-PRESS、励起プロファイルがより厳密な semi-LASER、エコー時間の短縮により短い T2 緩和時間の性質を持つ神経代謝物質、神経伝達物質に感度の高い Stimulated Echo Acquisition Mode (STEAM) 法を、ファントムおよびヒト被験者を対象に最適化した。また、ケミカルシフトが増大する高磁場装置で問題となる Chemical Shift Displacement Error (CSDE) の低減のために 2 次元 MRS 計測技術である Chemical Shift Imaging (CSI) の 7 テスラ MRI への導入を進めた。

(2) 高精度機能的・構造的脳ネットワーク画像計測法として、エコープラナーイメージングの倍速技術であるマルチバンドシーケンスの導入と 7 テスラ MRI への最適化を行い、全脳レベルで 1 ミリメートル程度の分解能と実用的な感度を有する機能的磁気共鳴画像、拡散強調画像計測法

の最適化を実施し静磁場強度上昇とともに程度が大きくなる画像の幾何学的歪み対策としての補正後処理技術を確立した。また、微細な解剖学的脳構造描出のために、サブミリメートルスケールの分解能を持つ T2 強調画像計測法を確立した。

(3)上記 2 課題で確立した技術をもとに、ヒト被験者を対象とした計測を実施するとともに、脳局所の神経伝達物質計測に基づく、興奮性および抑制性脳ネットワークモデル構築への応用を試みた。

4. 研究成果

(1)シングルボクセル MRS (SVS)において Spectral editing に用いられる励起パルスの帯域では、ヒト実計測環境における最適化が困難であったため、7T 超高磁場計測においては MEGA preparation は採用しないこととした。米国ミネソタ大学の磁気共鳴研究センターの協力のもと、グルタミン酸および GABA の MRS 計測法として、ファントムを用いて semi-LASER 法と STAEM 法の最適化を実施し、前者では TE=60ms、後者では ultra short TE 拡張によるエコー時間の短縮化により TE=6ms にて感度が最大化し、ヒトボランティアにおいても再現された。計測直後の元データにおいても各種神経アミノ酸が目視で同定可能であり、スペクトルの重複が予想された物質には、spectrum model fitting (LCModel)技術を用いてスペクトル分解した。その結果、グルタミン酸、GABA の明瞭な同定が可能で、精度指標となる SD がおおむね 10% 以下に抑えられ、従来の 3 テスラ装置による計測から大きな精度改善が確認された。

またファントム計測では、1ppm のシフトあたり 22%の CSDE が生じることが確認された。SVS では、1x1x1 ~ 2x2x2cm 程度の領域を選択的し、励起プロファイルはそのボリュームサイズと同一であるが、CSI では全ボクセルを含む広い領域が励起対象となるため CSD の影響を受ける領域が相対的に小さくなる。スライス方向の CSDE は無視できないものの、平面方向には正確な位置エンコードが可能であった。一方、広範囲の MRS 計測は、背景磁場の不均一に強く影響を受ける。このため、シミングによる調整を 3rd order に拡張し対応した。これらにより、7 x 7 x 1.5cm の領域に対して、7.5x7.5x15mm³ の空間分解能を持つ良好な CSI 計測に成功した(図 1 A)。

得られたデータは、感度改善のために SVS 領域の相当サイズに加算後、LCModel を適用した。その結果、従来の 3 テスラ装置では直接観測が困難であった GABA やグルタチオンなどのピークに対して、十分な感度と信頼性を持つフィット結果が得られた。灰白質・白質境界域ボクセルの MRS において、SVS ではコンタミネーションが

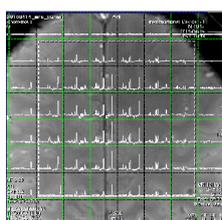


図 1 A

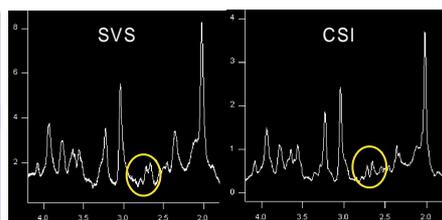


図 1 B

原因と考えられるノイズを含む NAA のピークが、シャープに独立して検出され CSDE 対策に有用であることが示された(図 1 B、梅田ら 第 47 回日本磁気共鳴医学会大会 2019)。

(2)高精度構造的・機能的脳ネットワーク画像計測法として、エコープラナーイメージング(EPI)の倍速技術であるマルチバンドシーケンスの導入と 7 テスラ MRI への最適化を行い全脳レベルで 1-1.6 ミリメートル程度の分解能と実用的な感度を有する機能的磁気共鳴画像、拡散強調画像計測法を確立した。また、機能的磁気共鳴画像、拡散強調画像で常用される EPI の歪み対策として位相エンコード方向の反転によるフィールドマップ収集から deformation を行うことで、歪みの少ない解剖画像との正確にレジストレーションが可能となった(Yamamoto et al., in preparation)。微細な解剖学的脳構造描出のために、0.5mm の分解能を持つ T2 強調画像計測法を確立した。本法を、淡蒼球計測に応用することにより、3 テスラ装置では困難であった淡蒼球内節の内外側分離を、実用時間内の計測にて可能とした(Maruyama et al. Sci Rep 2019)。また、大脳白質のミエリンに由来する信号を選択的に抽出する Myelin Water Imaging の 7 テスラ MRI への改良を行った(Shin et al., Neuroimage 2018)。

(3)上記課題で開発した計測法を応用し、単一ボクセルを起点とする全脳ネットワーク解析法を確立した(図2、福永ら 第21回ヒト脳機能マッピング学会 2018)。7テスラMRIによるヒト計測への応用の結果、従来の脳アトラスで規定される脳領域においても、その機能的、構造的ネット

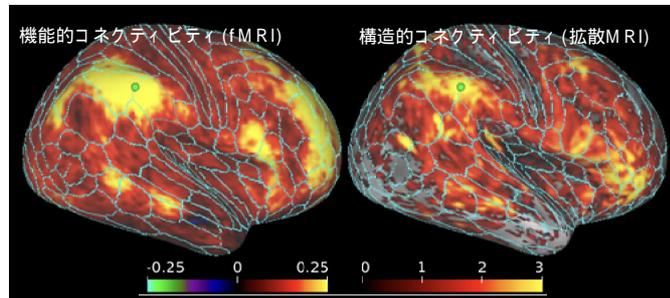


図2

ワークの投射は、さらに細分化される可能性が示唆され、特に連合領野においてはその傾向が強くみられた。本課題により検討を進めた7テスラMRIを用いたMRSによる神経伝達物質計測技術、機能的・構造的脳ネットワーク計測技術は、分単位で生じる脳の動的状態変化の観測に十分応用が可能と考えられたため、28名の健常成人を対象に、系列運動学習の成立過程におけるMRS、fMRI計測を実施した。その結果、一次運動野において、運動スキルの獲得程度に相関したGABA濃度の低下が観察され、一次運動野と側頭葉内側部間の機能的結合強度が、GABA濃度の変化量に相関することを見出した(Maruyama et al. in preparation)。一次運動野では、グルタミン酸の変化が検出されなかったことから、一連の運動学習の成立過程において抑制性制御が背景に存在することが考えられた。

以上より、本研究課題で開発を進めた7テスラ超高磁場MR装置によるMRS計測法、機能的・構造的ネットワーク計測法が、単一被験者を対象とした動的な脳ネットワーク観察に応用可能であるとともに、脳領域間結合性における変化における興奮性または抑制性制御の関連について手掛かりを与えることが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 8件 / うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Kaiser Lana G., Hirokazu Kawaguchi, Fukunaga Masaki, B. Matson Gerald	4. 巻 76
2. 論文標題 Detection of glucose in the human brain with 1H MRS at 7 Tesla	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Magnetic Resonance in Medicine	6. 最初と最後の頁 1653 ~ 1660
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mrm.26456	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 Shin Hyeong-Geol, Oh Se-Hong, Fukunaga Masaki, Nam Yoonho, Lee Doohee, Jung Woojin, Jo Minju, Ji Sooyeon, Choi Joon Yul, Lee Jongho	4. 巻 188
2. 論文標題 Advances in gradient echo myelin water imaging at 3T and 7T	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 NeuroImage	6. 最初と最後の頁 835 ~ 844
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuroimage.2018.11.040	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 Maruyama Shuki, Fukunaga Masaki, Fautz Hans-Peter, Heidemann Robin, Sadato Norihiro	4. 巻 9
2. 論文標題 Comparison of 3T and 7T MRI for the visualization of globus pallidus sub-segments	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 18357
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-54880-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 該当する
1. 著者名 Tomiyasu Moyoko, Aida Noriko, Shibasaki Jun, Umeda Masahiro, Murata Katsutoshi, Heberlein Keith, Brown Mark A., Shimizu Eiji, Tsuji Hiroshi, Obata Takayuki	4. 巻 30
2. 論文標題 In vivo estimation of gamma-aminobutyric acid levels in the neonatal brain	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 NMR in Biomedicine	6. 最初と最後の頁 e3666 ~ e3666
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/nbm.3666	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 Okada N, Fukunaga M, Yamashita F, Koshiyama D, Yamamori H, Ohi K, Yasuda Y, Fujimoto M, Watanabe Y, Yahata N, Nemoto K, Hibar D P, van Erp T G M, Fujino H, Isobe M, Isomura S, Natsubori T, Narita H, Hashimoto N, Miyata J, Koike S, Takahashi T, Yamasue H, Matsuo K, Onitsuka T, Iidaka T, Kawasaki Y et al.	4. 巻 21
2. 論文標題 Abnormal asymmetries in subcortical brain volume in schizophrenia	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Molecular Psychiatry	6. 最初と最後の頁 1460 ~ 1466
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/mp.2015.209	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 Koshiyama Daisuke, Fukunaga Masaki, Okada Naohiro, Yamashita Fumio, Yamamori Hidenaga, Yasuda Yuka, Fujimoto Michiko, Ohi Kazutaka, Fujino Haruo, Watanabe Yoshiyuki, Kasai Kiyoto, Hashimoto Ryota	4. 巻 8
2. 論文標題 Role of subcortical structures on cognitive and social function in schizophrenia	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1183
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-017-18950-2	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 Koshiyama Daisuke, Fukunaga Masaki, Okada Naohiro, Yamashita Fumio, Yamamori Hidenaga, Yasuda Yuka, Fujimoto Michiko, Ohi Kazutaka, Fujino Haruo, Watanabe Yoshiyuki, Kasai Kiyoto, Hashimoto Ryota	4. 巻 8
2. 論文標題 Subcortical association with memory performance in schizophrenia: a structural magnetic resonance imaging study	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Translational Psychiatry	6. 最初と最後の頁 20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41398-017-0069-3	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 -

1. 著者名 Koshiyama Daisuke, Fukunaga Masaki, Okada Naohiro, Morita Kentaro, Nemoto Kiyotaka, Yamashita Fumio, Yamamori Hidenaga, Yasuda Yuka, Fujimoto Michiko, Kelly Sinead, Jahanshad Neda, Kudo Noriko, Azechi Hirotsugu, Watanabe Yoshiyuki, Donohoe Gary, Thompson Paul M., Kasai Kiyoto, Hashimoto Ryota	4. 巻 202
2. 論文標題 Role of frontal white matter and corpus callosum on social function in schizophrenia	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Schizophrenia Research	6. 最初と最後の頁 180 ~ 187
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.schres.2018.07.009	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 van Erp Theo G.M., Walton Esther, Hibar Derrek P., Schmaal Lianne, Jiang Wenhao, Glahn David C., Pearlson Godfrey D., Yao Nailin, Fukunaga Masaki, Hashimoto Ryota, Okada Naohiro et al.	4. 巻 84
2. 論文標題 Cortical Brain Abnormalities in 4474 Individuals With Schizophrenia and 5098 Control Subjects via the Enhancing Neuro Imaging Genetics Through Meta Analysis (ENIGMA) Consortium	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biological Psychiatry	6. 最初と最後の頁 644 ~ 654
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.biopsych.2018.04.023	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 Nemoto Kiyotaka, Shimokawa Tetsuya, Fukunaga Masaki, Yamashita Fumio, Tamura Masashi, Yamamori Hidenaga, Yasuda Yuka, Azechi Hirotsugu, Kudo Noriko, Watanabe Yoshiyuki, Kido Mikio, Takahashi Tsutomu, Koike Shinsuke, Okada Naohiro, Hirano Yoji, Onitsuka Toshiaki, Yamasue Hidenori et al.	4. 巻 74
2. 論文標題 Differentiation of schizophrenia using structural MRI with consideration of scanner differences: A real world multisite study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Psychiatry and Clinical Neurosciences	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) 10.1111/pcn.12934	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 Koshiyama Daisuke, Fukunaga Masaki, Okada Naohiro, Morita Kentaro, Nemoto Kiyotaka, Usui Kaori, Yamamori Hidenaga, Yasuda Yuka, Fujimoto Michiko, Kudo Noriko, Azechi Hirotsugu, Watanabe Yoshiyuki, Hashimoto Naoki, Narita Hisashi, Kusumi Ichiro, Ohi Kazutaka, Shimada Takamitsu, Kataoka Yuzuru et al.	4. 巻 25
2. 論文標題 White matter microstructural alterations across four major psychiatric disorders: mega-analysis study in 2937 individuals	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Molecular Psychiatry	6. 最初と最後の頁 883 ~ 895
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41380-019-0553-7	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 Yasuda Yuka, Okada Naohiro, Nemoto Kiyotaka, Fukunaga Masaki, Yamamori Hidenaga, Ohi Kazutaka, Koshiyama Daisuke, Kudo Noriko, Shiino Tomoko, Morita Susumu, Morita Kentaro, Azechi Hirotsugu, Fujimoto Michiko, Miura Kenichiro, Watanabe Yoshiyuki, Kasai Kiyoto, Hashimoto Ryota	4. 巻 74
2. 論文標題 Brain morphological and functional features in cognitive subgroups of schizophrenia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Psychiatry and Clinical Neurosciences	6. 最初と最後の頁 191 ~ 203
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1111/pcn.12963	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 Koshiyama Daisuke, Fukunaga Masaki, Okada Naohiro, Morita Kentaro, Nemoto Kiyotaka, Usui Kaori, Yamamori Hidenaga, Yasuda Yuka, Fujimoto Michiko, Kudo Noriko, Azechi Hirotsugu, Watanabe Yoshiyuki, Hashimoto Naoki, Narita Hisashi, Kusumi Ichiro, Ohi Kazutaka, Shimada Takamitsu, Kataoka Yuzuru, Yamamoto Maeri et al.	4. 巻 25
2. 論文標題 Differences in fractional anisotropy between the patients with schizophrenia and healthy comparison subjects	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Molecular Psychiatry	6. 最初と最後の頁 697 ~ 698
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41380-020-0700-1	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

〔学会発表〕 計43件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 18件)

1. 発表者名 Hyeong-Geol Shin, Se-Hong Oh, Masaki Fukunaga, Doohee Lee, Yoonho Nam, Sooyeon Ji, Woojin Jung, Jongho Lee
2. 発表標題 A Sequence for High Quality Gradient Echo Myelin Water Imaging (GRE-MWI) at 3T and 7T
3. 学会等名 Joint Annual Meeting ISMRM-ESMRMB 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jingu Lee, Taehyun Hwang, Yoonho Nam, Jinhee Jang, Woojun Kim, Se-Hong Oh, Masaki Fukunaga, Jongho Lee
2. 発表標題 Applications of magnetic susceptibility source separation: multiple sclerosis lesions and line of Gennari.
3. 学会等名 Joint Annual Meeting ISMRM-ESMRMB 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tie-Qiang Li, Yanlu Wang, Masaki Fukunaga
2. 発表標題 Detection of BOLD Response in the Limbic System to Non-invasive Stimulation of Autonomic Nervous System with SMS at 7T
3. 学会等名 Joint Annual Meeting ISMRM-ESMRMB 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sho Sugawara, Masaki Fukunaga, Tetsuya Yamamoto, Yuki Hamano, Mathew Glasser, Norihiro Sadato
2. 発表標題 The relationship between digit areas and myelin distribution in human primary somatosensory cortex
3. 学会等名 OHBM 2018 Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sho K. Sugawara, Masaki Fukunaga, Matthew F. Glasser, Tetsuya Yamamoto, Yuki H. Hamano, Norihiro Sadato
2. 発表標題 Myelin distribution reflects digit representations in human S1: a 7T-MRI study
3. 学会等名 Brain Connects 2018. (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 恵飛須 俊彦、福永 雅喜、村瀬 智一、梅田 雅宏
2. 発表標題 安静時fMRIを用いた脳卒中回復期の functional connectivity(第2報)
3. 学会等名 第55回日本リハビリテーション医学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sho K. Sugawara, Masaki Fukunaga, Yuki H. Hamano, Takaaki Yoshimoto, Norihiro Sadato
2. 発表標題 Motor engram is encoded in dormant neuronal network
3. 学会等名 FENS 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 富山 峰道、福永 雅喜、山口 玲欧奈、山本 哲也、定藤 規弘、伊佐 正
2. 発表標題 麻酔下サル安静時fMRIの再現性検討
3. 学会等名 第41回日本神経科学学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菅原 翔、福永雅喜、Matthew F. Glasser、山本哲也、濱野友希、定藤規弘
2. 発表標題 感覚運動野における手指領域とミエリン密度分布の関連性
3. 学会等名 第12回 Motor Control 研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 丸山修紀、菅原翔、福永雅喜、定藤規弘
2. 発表標題 超高磁場7テスラMRI装置を用いた個人脳計測における皮質下微細構造の同定
3. 学会等名 第12回 Motor Control 研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本哲也、三浦健一郎、福永雅喜、定藤規弘
2. 発表標題 ヒトの追跡眼球運動に関わる脳領域と高髄鞘化領域の各個人における相同性
3. 学会等名 第46回日本磁気共鳴医学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sugawara SK, Fukunaga M, Hamano YH, Yoshimoto T, Sadato N
2. 発表標題 Motor engram is encoded in dormant neuronal network
3. 学会等名 第2回ヒト脳イメージング研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Miyata K, Yamamoto T, Koike T, Sugawara SK, Fukunaga M, Sadato N
2. 発表標題 Neural correlates with temporal prediction during auditory-motor synchronization
3. 学会等名 第2回ヒト脳イメージング研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masaki Fukunaga, Takamichi Tohyama, Reona Yamaguchi, Tetsuya Yamamoto, Masatoshi Yoshida, Tadashi Isa, Norihiro Sadato
2. 発表標題 Resting State fMRI Analysis of Anesthetized Monkey Brain
3. 学会等名 CIN-NIPS Symposium 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大西隆、根本清貴、山下典生、山森英長、安田由華、藤本美智子、工藤紀子、畦地裕統、渡邊嘉之、福永雅喜、橋本亮太
2. 発表標題 統合失調症におけるネットワーク障害: グラフ理論による解析
3. 学会等名 28回日本臨床精神神経薬理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大西隆、根本清貴、山下典生、山森英長、安田由華、藤本美智子、工藤紀子、畦地裕統、渡邊嘉之、福永雅喜、橋本亮太
2. 発表標題 統合失調症における白質繊維障害:新しい解析手法local connectometryの応用
3. 学会等名 28回日本臨床精神神経薬理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福永雅喜、定藤規弘
2. 発表標題 MRI による意図共有に関わる神経機構の探索
3. 学会等名 第21回日本ヒト脳機能マッピング学会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Lana Kaiser
2. 発表標題 Glucose Tolerance Test in the Human Brain: 1H MRS study at 7 Tesla
3. 学会等名 ISMRM 25th Annual Meeting & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 福永雅喜
2. 発表標題 超高磁場MRIによる脳機能理解
3. 学会等名 第1回ヒト脳イメージング研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 福永雅喜
2. 発表標題 The basics of functional MRI fMRIの基礎 -撮像から解析まで-
3. 学会等名 第45回日本磁気共鳴医学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山本哲也
2. 発表標題 HCPパイプラインの7TfMRIにおける有用性の検討
3. 学会等名 第45回日本磁気共鳴医学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 菅原翔
2. 発表標題 個人の体性感覚野における指表象の描出：7T-fMRI研究
3. 学会等名 第45回日本磁気共鳴医学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masaki Fukunaga
2. 発表標題 Brain Microstructure and Function Using Ultra High Field MRI
3. 学会等名 ABiS International Symposium: MRI and Cohort Studies: Development of Imaging Science in Human Biology (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 福永雅喜
2. 発表標題 7テスラ超高磁場MRIによるブレインイメージング
3. 学会等名 名古屋大学脳とこころの研究センター 第2回拡大ワークショップ
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Sho K. Sugawara
2. 発表標題 Digit representations in individual primary somatosensory cortex: 7T-fMRI study
3. 学会等名 2017 Minnesota Workshop on High and Ultra-High Field Imaging and Training Courses (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Sho K. Sugawara
2. 発表標題 Individual digit representations in primary somatosensory cortex: 7T-fMRI study
3. 学会等名 The 7th NIPS/CIN Joint Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Maruyama S, Fukunaga M, Sadato N
2. 発表標題 Visualization of Subdivision of Globus Pallidus Segments Using 7T MRI: Comparison with 3T
3. 学会等名 ISMRM Workshop on Ultrahigh Field Magnetic Resonance: Technological Advances, Translational Research Promises & Clinical Applications (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Le Bihan D, Yamamoto T, Fukunaga M, Okada T, Sadato N
2. 発表標題 A model free, sparse acquisition approach Sindex to investigate brain tissue microstructure from diffusion MRI data in the human brain.
3. 学会等名 ISMRM 27th Annual Meeting & Exhibition. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 福永雅喜
2. 発表標題 7テスラMRIが切り拓く脳可視化研究最前線
3. 学会等名 第60回日本神経学会学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakayama Y, Sugawara S, Fukunaga M, Hamano Y, Sadato N, Nishimura Y
2. 発表標題 Involvement of the Dorsal Premotor Cortex in Goal-directed Motor Behavior
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 Sugawara S, Nakayama Y, Fukunaga M, Yamamoto T, Sadato N, Nishimura Y
2. 発表標題 VTA-M1 pathway contributes to human motivated motor outputs
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 Fukunaga M
2. 発表標題 Brain microstructure and function using ultra high field MRI
3. 学会等名 Neuro2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Hamano, Sho K. Sugawara, Masaki Fukunaga, Norihiro Sadato
2. 発表標題 M1 integrates the distinct motor engrams for motor sequence learning
3. 学会等名 第3回ヒト脳イメージング研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 福永雅喜
2. 発表標題 超高磁場MRIによる脳機能画像研究
3. 学会等名 第47回日本磁気共鳴医学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梅田雅宏、福永雅喜、定藤規弘、渡辺康晴、河合裕子、村瀬智一、樋口敏宏
2. 発表標題 7T-MR装置を用いたCSIによる脳の代謝物計測
3. 学会等名 第47回日本磁気共鳴医学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 丸山修紀、福永雅喜、定藤規弘
2. 発表標題 7T MRIを用いたヒト淡蒼球内部構造の描出: 3T MRIとの比較
3. 学会等名 第47回日本磁気共鳴医学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masaki Fukunaga, Jeff Duyn
2. 発表標題 Origins of phase contrast in white matter
3. 学会等名 5th INTERNATIONAL WORKSHOP ON MRI PHASE CONTRAST & QUANTITATIVE SUSCEPTIBILITY MAPPING (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hyeong-Geol Shin, Se-Hong Oh, Masaki Fukunaga, Yoonho Nam, Jongho Lee
2. 発表標題 A Sequence for High Quality Gradient Echo Myelin Water Imaging (GRE-MWI) at 3T and 7T
3. 学会等名 5th INTERNATIONAL WORKSHOP ON MRI PHASE CONTRAST & QUANTITATIVE SUSCEPTIBILITY MAPPING (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hyeong-Geol Shin, Jingu Lee, Masaki Fukunaga, Yoonho Nam, Se-Hong Oh, Jongho Lee
2. 発表標題 Separating positive and negative susceptibility sources in QSM
3. 学会等名 5th INTERNATIONAL WORKSHOP ON MRI PHASE CONTRAST & QUANTITATIVE SUSCEPTIBILITY MAPPING (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. H. HAMANO, S. K. SUGAWARA, M. FUKUNAGA, N. SADATO
2. 発表標題 The integrative role of the M1 for the motor sequence learning
3. 学会等名 Neuroscience 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. EBISU, M. FUKUNAGA, T. MURASE, M. UMEDA
2. 発表標題 Functional connectivity measured with resting state functional magnetic resonance imaging as a biomarker of spatial neglect during recovery rehabilitation period of stroke
3. 学会等名 Neuroscience 2019
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔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	梅田 雅宏 (Umeda Masahiro) (60223608)	明治国際医療大学・医学教育研究センター・教授 (34318)	
研究 分担者	下川 哲也 (Shimokawa Tetsuya) (30335385)	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工学研究室・主任研究員 (82636)	
連携 研究者	定藤 規弘 (Sadato Norihiro) (00273003)	生理学研究所・システム脳科学研究領域・教授 (63905)	