

令和 4 年 6 月 6 日現在

機関番号：17401

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K17239

研究課題名（和文）パーキンソン病の早期診断のための定量的黒質ドパミン神経イメージングの開発

研究課題名（英文）Quantitative nigrostriatal dopamine MR imaging for early diagnosis of Parkinson's disease

研究代表者

藤原 康博 (Fujiwara, Yasuhiro)

熊本大学・大学院生命科学研究部（保）・准教授

研究者番号：90422675

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：黒質の変性を早期に検出するための定量MRイメージング技術を開発した。パーキンソン病患者の黒質T1値は、腹側部で健常者よりも有意に低下したことから、T1値を指標としたパーキンソン病の診断の可能性を示した。また、黒質の脆弱性の高い領域を選択的に評価するための空間標準化したアトラスを開発し、領域ごとに緩和時間の定量評価を可能にした。各領域のプロトン密度、T1値、T2値のベースライン値や加齢に伴う変化が明らかとなり、標準空間上で緩和時間を指標とした変性評価が可能になった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

黒質の神経変性を早期に検出するための定量MRイメージング技術を開発した。パーキンソン病患者の黒質T1値は、腹側部で健常者よりも有意に低下したことから、黒質のT1値が早期のパーキンソン病診断となる可能性が示された。また、本研究で開発した黒質のアトラスは、脆弱性の高い領域を選択的に評価可能であり、得られたベースライン値を用いて各領域の緩和時間を詳細に変性評価が可能になった。今後、黒質に対する早期の変性評価への応用が期待できる。

研究成果の概要（英文）：A quantitative MR imaging technique was developed for the early detection of substantia nigra degeneration. The substantia nigra T1 values of patients with Parkinson's disease were significantly lower than those of normal subjects in the ventral region, suggesting its usefulness as an imaging biomarker for diagnosing Parkinson's disease. We also developed a spatially standardized atlas for selective assessment of vulnerable regions of substantia nigra, allowing quantitative assessment of relaxation time for each region. Baseline values of proton density, T1 and T2 values for each region, and age-related changes in relaxation times in each region were identified, allowing region-specific assessment of degeneration in a standardized space.

研究分野：放射線医学、放射線技術学

キーワード：パーキンソン病 神経変性 磁気共鳴画像 黒質 定量評価 緩和時間 ドパミン神経

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

パーキンソン病は、神経変性疾患の中で最も頻度が高く、高齢化社会において重要度の高い疾患である。パーキンソニズムの責任病巣は主に中脳の黒質緻密部にあり、主要な病態は同部のドパミン作動性神経細胞の脱落による線条体のドパミン欠乏である。パーキンソン病の診断はパーキンソニズムとドーパ投与の効果の判定によって行われており、早期診断の精度は十分とはいえない。一般的な脳 MRI 検査は、パーキンソン病に特異的な診断所見が乏しく、類縁疾患の除外目的に施行されている。MRI を用いた黒質変性の評価法として神経メラニン画像が開発されているが、信号がスキャナや撮像パラメタに依存するため、微小な変化を客観的に評価することが困難である。そのため、黒質を明瞭に描出可能し、撮像法に依存しない定量化技術が求められている。また、近年では定量的磁化率マッピング (QSM) や fractional anisotropy (FA) などが提案されているが、早期診断や疾患鑑別には、単一指標による評価には限界がある。黒質緻密部に沈着した神経メラニンは常磁性であることや変性に伴い神経メラニンが消失する特徴を有することから、黒質の T_1 値を変性評価の指標として利用できる可能性がある。また、神経メラニンには領域依存性があり、これが少ない腹外側部から変性が進行することから、領域ごとの評価が有用と考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は以下の 2 つである。

- (1) 黒質の T_1 値を短時間かつ高精度に測定する技術を開発し、 T_1 値が黒質変性評価の指標となり得るかどうかを明らかにすること。
- (2) 黒質の領域同定を容易にするために、空間的標準化された座標上に黒質アトラスを作成し、脆弱性の高い腹外側部の定量評価を可能にすること。また、黒質の領域ごとに健常者の T_1 値、 T_2 値、プロトン密度のベースライン値を明らかにすること。

3. 研究の方法

(1) T_1 値を指標とした黒質変性の評価

健常者 17 名 (平均年齢 61.4 歳) とパーキンソン病患者 32 人のパーキンソン病患者 (平均年齢 76.5 歳、Hoehn & Yahr stage -) を対象にフィリップス社製の 3.0T MRI 装置 (Ingenia) を用いて行った。2D 高速スピンエコー法を用いて神経メラニン画像を撮像した。次に 3D Phase-sensitive inversion recovery (PSIR) を用いて PSIR 画像と Reference 画像を取得した。3D PSIR で取得した画像を用いてボクセルごとに T_1 値を計算し、 T_1 値画像を作成した。3D PSIR で得られた Magnitude 画像を参考にして、 T_1 値画像上に黒質の背側部と腹側部に関心領域 (ROI) を配置し、黒質の T_1 値を測定した。また、神経メラニン画像上に示された黒質の高信号領域の面積を測定した。これらの測定値に対して健常者群とパーキンソン病群で比較を行った。さらに、パーキンソン病群では、Hoehn & Yahr stage と黒質の T_1 値の相関を調査した。

(2) 黒質のアトラス作成とベースライン値の評価

健常者 27 名 (平均年齢 36.3 歳) を対象に GE Healthcare 社製の 3.0T MRI 装置 (Discovery MR 750) を使用して実施した。まず、3D スポイルドグラジエントエコー法と 2D 高速スピンエコー法による撮像を行い、全脳の T_1 強調画像と神経メラニン画像をそれぞれ取得した。次に 2D マルチダイナミックマルチエコーシーケンス (MAGiC) を用いて撮像を行い、中脳の T_1 値、 T_2 値、プ

ロトン密度(プロトン密度)画像をそれぞれ取得した。得られた神経メラニン画像とプロトン密度、 T_1 値、 T_2 値画像を MNI 空間テンプレートに正規化した。空間的標準化後の神経メラニン画像を用いて黒質緻密部の確率密度画像を作成し、解剖学的アトラスを作成した。このアトラスを3つの領域(腹側部、背側部、腹外側部)に手動で分割し、領域ごとのアトラスを作成した。すべての被検者を対象に分割アトラスを用いて内側部、背側部、腹外側部のプロトン密度、 T_1 値、 T_2 値を測定した。一元配置分散分析および Tukey の検定を用いて黒質緻密部の領域ごとの緩和時間の差をそれぞれ評価した。さらに、年齢とプロトン密度、 T_1 値、 T_2 値との相関を評価した。

4. 研究成果

(1) T_1 値を指標とした黒質変性の評価

黒質の T_1 値は、健常者群では腹側よりも背側で延長する傾向を示した。背側部は腹側と比較して神経メラニンが少ないため、この結果は T_1 値が局所の神経メラニンの量と関連している可能性を示唆している。健常者とパーキンソン病患者の代表的な T_1 値画像を示す(図1)。

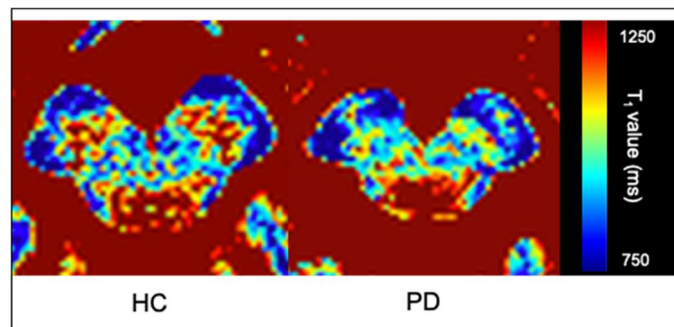


図1 健常者(HC)とパーキンソン病患者(PD)の T_1 値マップの例

パーキンソン病群の背側部の黒質 T_1

値は、健常者群と比較して有意に短かった($p = 0.0045$)(図2)。また、神経メラニン画像においてパーキンソン病群の高信号の面積は、健常者軍と比較して有意に小さかった($p < 0.001$)(図3)。Hoehn&Yahr stage と黒質の T_1 値には、腹側部と背側のどちらも有意な相関は認められなかった。黒質は腹外側部で脆弱性が高く、変性が最も早期に進行する。本研究において、パーキンソン病では黒質の腹側の T_1 値が有意に低下したことから、腹側部の T_1 値が早期変性を評価する画像バイオマーカーとなる可能性が示された。ただし、黒質変性に伴う T_1 短縮のメカニズムは未だ不明である。鉄代謝の異常による過剰な鉄沈着が黒質の T_1 値を短縮させる可能性があり、今後の検討が必要である。

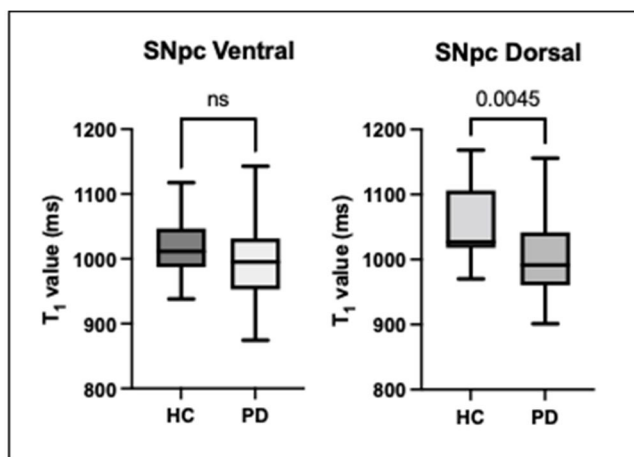


図2 黒質の腹側部と背側部における健常者群(HC)とパーキンソン病患者群(PD)の T_1 値

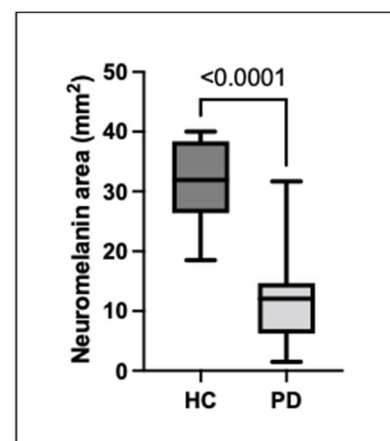


図3 神経メラニン画像から測定した健常者群(HC)とパーキンソン病患者群(PD)の高信号の面積

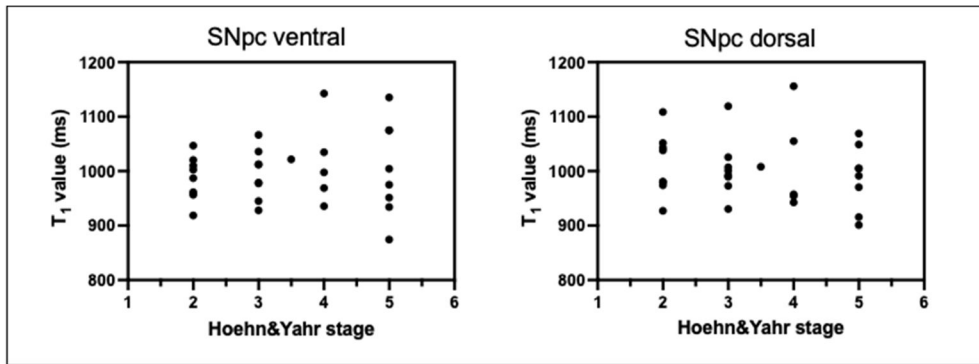


図4 黒質の腹側部および背側部のT1値とホーンヤール重症度分類との関係

(2) 黒質アトラス作成とベースライン値の評価

黒質緻密部の脆弱性は領域依存性があるが、各領域の緩和時間の正常範囲は不明である。本研究では、標準空間における黒質緻密部のサブ領域のアトラスを作成し、領域ごとにプロトン密度、 T_1 値、 T_2 値を評価した。MNI 空間上に示されたアトラスは、図5に示すように視覚的には黒質緻密部に相当する領域をカバーしており、体積が文献値と近いことからその妥当性が示された。

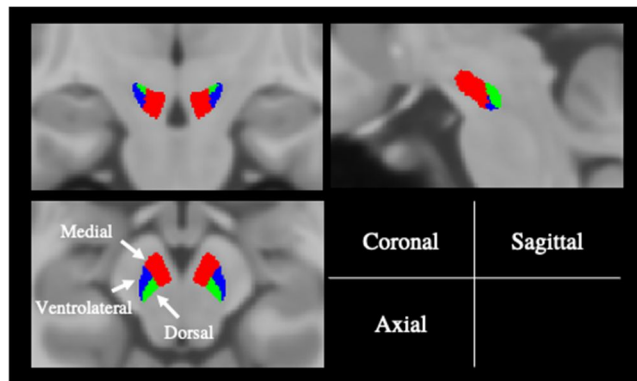


図5 黒質アトラス

神経メラニン常磁性体であるため、黒質内の緩和時間は、その濃度依存的に変化する可能性がある。本研究で作成したアトラスを用いて領域ごと緩和時間を調査した結果、背側部の T_1 値は、内側部や腹外側部に比べ有意に延長していた。黒質緻密部の神経メラニン濃度は腹外側部、傍核部、内側部、背側部の順に高い。このため背側部の T_1 値延長は神経メラニン濃度が最も低いことと関連している可能性があり、変性を領域に分けて評価することの重要性が明らかとなった。また、背側部のプロトン密度は他の部位に比べ有意に高い値を示した。プロトン密度は可動性プロトンに起因する水分量の指標であり、 T_1 値はプロトン密度と相関を示すことから背側部の自由水が他の領域より高い可能性がある。

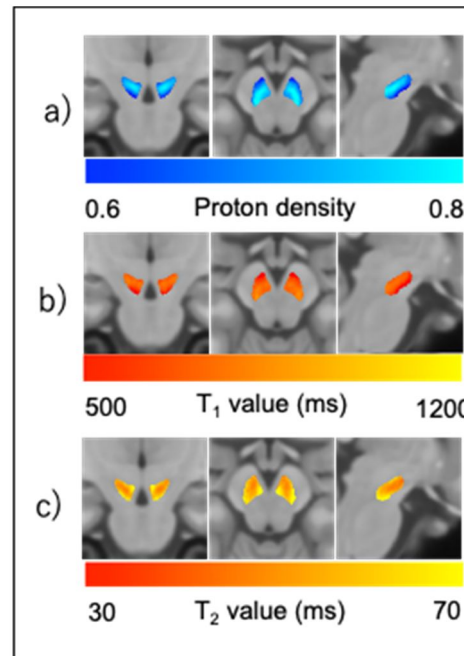


図6 プロトン密度 (a)、 T_1 値 (b)、 T_2 値 (c) の平均値マップ

一方、内側部の T_2 値は、他の領域と比較して有意に短縮していたが、これは各領域における鉄沈着量の違いが T_2 値の差を引き起こした可能性がある。これまでに金属結合した神経メラニン高分子が黒質緻密部の T_2^* 値を低下させることを報告されていることからこの短縮が神経メラニンを含む神経細胞の変性を反映している可能性がある。内側部のプロトン密度および T_1 値は加齢と有意な負の相関を示した。これらの変化は加齢に伴う自由水の減少に関連している可能

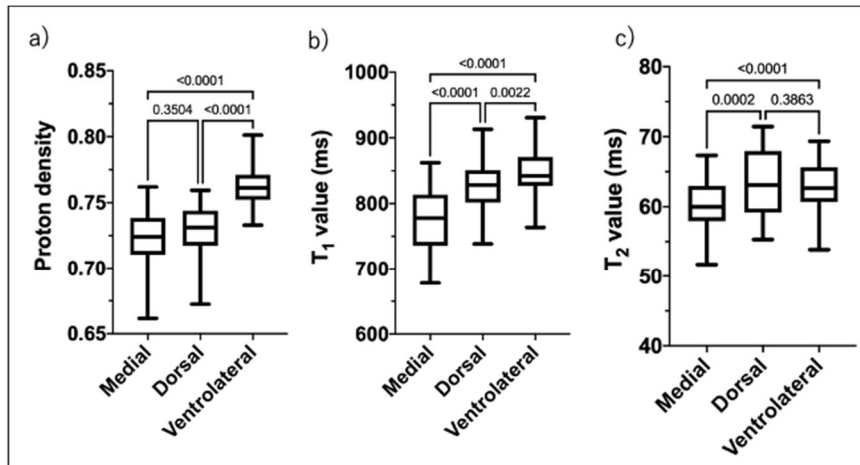


図7 黒質の内側部、背側部、腹外側部のプロトン密度 (a), T₁ 値 (b), T₂ 値 (c)

性が示唆された。Zecca らは、神経メラニンの濃度が加齢とともに増加し、生涯を通じて増加し続けることを報告しており、内側部の T₁ 値の変化が加齢に伴う神経メラニン濃度の上昇と関連する可能性がある。したがって、特に内側部の変性を評価する際には、加齢によるバイアスを考慮する必要性が示された。対照的に黒質の T₂ 値は全ての領域で年齢と相関がなかった。T₂ 値は鉄濃度の上昇に伴い低下するが、黒質緻密部の鉄濃度は 20 歳から 80 歳の間で変化しない。本研究の対象者は 21 歳から 59 歳の年齢層であったため、本研究の結果は先行研究の結果と一致するものであった。

以上のように本研究で提案する定量的黒質ドパミン神経イメージング技術が実現すれば、静磁場強度に関係なく、MRI を用いて黒質変性の程度を定量的に評価することが可能になる。この技術を脳スクリーニングとして MRI 検査の中に組み入れることで、パーキンソン病の早期診断や類縁疾患との鑑別に有用なイメージングバイオマーカーとしての利用が期待できる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Fujiwara Yasuhiro, Ishida Shota, Matta Yuki, Kanamoto Masayuki, Kimura Hirohiko	4. 巻 -
2. 論文標題 Atlas-based relaxometry and subsegment analysis of the substantia nigra pars compacta using quantitative MRI: a healthy volunteer study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The British Journal of Radiology	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) 10.1259/bjr.20210572	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 Ishida Shota, Kimura Hirohiko, Takei Naoyuki, Fujiwara Yasuhiro, Matsuda Tsuyoshi, Kanamoto Masayuki, Matta Yuki, Kosaka Nobuyuki, Kidoya Eiji	4. 巻 87
2. 論文標題 Separating spin compartments in arterial spin labeling using delays alternating with nutation for tailored excitation (DANTE) pulse: A validation study using T2 relaxometry and application to arterial cerebral blood volume imaging	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Magnetic Resonance in Medicine	6. 最初と最後の頁 1329 ~ 1345
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mrm.29052	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 Ohno Takeshi, Kubota Takahiro, Yano Masayuki, Fujiwara Yasuhiro, Araki Fujio	4. 巻 86
2. 論文標題 Monte Carlo study of dosimetric impact of gadolinium contrast medium in transverse field MR-Linac system	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physica Medica	6. 最初と最後の頁 19 ~ 30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ejmp.2021.05.020	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 Fujiwara Yasuhiro, Mio Motohira	4. 巻 14
2. 論文標題 Improvement in the contrast-to-noise ratio and quantitative measurement of T1 and T2* values for carotid atherosclerotic plaque using multi-echo phase-sensitive inversion recovery	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Radiological Physics and Technology	6. 最初と最後の頁 186 ~ 192
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12194-021-00619-1	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 Mio Motohira, Fujiwara Yasuhiro, Tani Kazuki, Toyofuku Tatsuo, Maeda Toshihiro, Inoue Toshiro	4. 巻 8
2. 論文標題 Quantitative evaluation of focal liver lesions with T1 mapping using a phase-sensitive inversion recovery sequence on gadoteric acid-enhanced MRI	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 European Journal of Radiology Open	6. 最初と最後の頁 100312 ~ 100312
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ejro.2020.100312	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 Fujiwara Yasuhiro	4. 巻 40
2. 論文標題 Review on Information Search Systems for the MR Safety of Implantable Medical Devices	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Magnetic Resonance in Medicine	6. 最初と最後の頁 169 ~ 177
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2463/jjmrm.2020-1713	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 Fujiwara Yasuhiro, Ishida Shota, Kimura Hirohiko	4. 巻 40
2. 論文標題 Perfusion Imaging using Arterial Spin Labeling (ASL)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Magnetic Resonance in Medicine	6. 最初と最後の頁 149 ~ 168
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2463/jjmrm.2020-1719	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 Ishida Shota, Kimura Hirohiko, Isozaki Makoto, Takei Naoyuki, Fujiwara Yasuhiro, Kanamoto Masayuki, Kosaka Nobuyuki, Matsuda Tsuyoshi, Kidoya Eiji	4. 巻 33
2. 論文標題 Robust arterial transit time and cerebral blood flow estimation using combined acquisition of Hadamard encoded multi delay and long labeled long delay pseudo continuous arterial spin labeling: a simulation and in vivo study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 NMR in Biomedicine	6. 最初と最後の頁 1 ~ 12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/nbm.4319	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 Fujiwara Yasuhiro, Hirai Tetsuyoshi, Ueda Tomohiro, Kumazoe Hiroyuki, Ito Shigeki	4. 巻 62
2. 論文標題 Quantitative T1 mapping of the substantia nigra using phase-sensitive inversion recovery sequence at 3.0-T: a healthy volunteer study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Acta Radiologica	6. 最初と最後の頁 243 ~ 250
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/0284185120920806	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 Doi Tomohisa, Fujiwara Yasuhiro, Maruyama Hirotoishi	4. 巻 76
2. 論文標題 Method for Quantitative Evaluation of the Substantia Nigra Using Phase-sensitive Inversion Recovery in 1.5 T Magnetic Resonance Imaging	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Radiological Technology	6. 最初と最後の頁 563 ~ 571
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.6009/jjrt.2020_JSRT_76.6.563	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 Fujiwara Y, Kimura H, Ishida S, Kanamoto M, Takei N, Matsuda T, Kosaka N, Adachi T	4. 巻 -
2. 論文標題 Intravascular signal suppression and microvascular signal mapping using delays alternating with nutation for tailored excitation (DANTE) pulse for arterial spin labeling perfusion imaging.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Magnetic Resonance Materials in Physics, Biology and Medicine	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/s10334-019-00785-9	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 Fujiwara Y, Fujioka H, Sekiguchi M, Tanaka H, Watanabe T	4. 巻 18
2. 論文標題 Development of a Searchable System to Confirm MR Imaging Safety Information for Implantable Medical Devices	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Magnetic Resonance in Medical Sciences	6. 最初と最後の頁 286 ~ 292
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2463/mrms.tn.2018-0100	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 Fujiwara Y, Inoue Y, Kanamoto M, Ishida S, Adachi T, Kimura H	4. 巻 12
2. 論文標題 The use of combined T2-weighted and FLAIR synthetic magnetic resonance images to improve white matter region contrast: a feasibility study.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Radiological Physics and Technology	6. 最初と最後の頁 118-125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12194-019-00498-7	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 Maruyama H, Fujiwara Y, Sakemoto T	4. 巻 75
2. 論文標題 Optimization of Fat Suppression Technique and Imaging Parameters for MR Neurography Using 3D Turbo Spin Echo with Variable Refocusing Flip Angle at 3.0 T: Visualization of Brachial Plexus	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Radiological Technology	6. 最初と最後の頁 143 ~ 150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.6009/jjrt.2019_JSRT_75.2.143	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25件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 Y. Fujiwara, S. Ishida, M. Yuki, M. Kanamoto, H. Kimura
2. 発表標題 Relaxometry of the Substantia Nigra Pars Compacta and Subsegment Analysis: A Healthy Volunteer Study
3. 学会等名 ISMRM 31th annual meeting & exhibition (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 A. Yokota, Y. Fujiwara, T. Hirai, N.Sakae, N. Sasagasako, T. Izumi, K. Ohi, H Kumazoe
2. 発表標題 Quantitative Evaluation of Substantia Nigra Degeneration in Parkinson's Disease using T1 mapping
3. 学会等名 ISMRM 31th annual meeting & exhibition (国際学会)
4. 発表年 2022年

1 . 発表者名 S. Eitoku, Y. Fujiwara, M. Mio
2 . 発表標題 Quantitative Evaluation of Liver Function using Normalized Gadoteric Acid Concentration in Hepatobiliary Phase
3 . 学会等名 ISMRM 31th annual meeting & exhibition (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 S. Ishida, H. Kimura, N. Takei, Y. Fujiwara, T. Matsuda, N. Kosaka
2 . 発表標題 Effects of vascular territories on the efficiency of DANTE preparation pulse for ASL
3 . 学会等名 ISMRM 31th annual meeting & exhibition (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Ishida Shota, Kimura Hirohiko, Takei Naoyuki, Fujiwara Yasuhiro, Matsuda Tsuyoshi, Matta Yuki, Kanamoto Masayuki, Kosaka Nobuyuki, Kidoya Eiji
2 . 発表標題 Verifying the effect of DANTE preparation pulse for separating spin-compartments in arterial spin labeling using T2-measurement
3 . 学会等名 ISMRM 30th annual meeting & exhibition (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 黒木陽平、藤原康博
2 . 発表標題 Multi-post Labeling Delay pCASLにおけるArterial Component Modelを用いたrCBFの評価
3 . 学会等名 第49回日本放射線技術学会秋季学術大会
4 . 発表年 2021年

1. 発表者名 横田彩加、藤原康博、平井徹良、栄信孝、笹ヶ迫直一、泉登久、大井邦治、熊副洋幸
2. 発表標題 パーキンソン病におけるT1値を指標とした黒質変性の定量評価
3. 学会等名 第49回日本放射線技術学会秋季学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福永晃太、藤原康博、圓崎将大、小味昌憲、平井俊範
2. 発表標題 3.0T MRIにおける3D QALASを用いた緩和時間の測定精度の評価
3. 学会等名 第49回日本放射線技術学会秋季学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永徳翔真、藤原康博、三尾素平
2. 発表標題 肝細胞相における正規化したGd-E0B-DTPA濃度を用いた肝機能の定量評価
3. 学会等名 第49回日本放射線技術学会秋季学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yasuhiro Fujiwara, Tetsuyoshi Hirai, Tomohiro Ueda, Hiroyuki Kumazoe, Shigeki Ito
2. 発表標題 Quantitative T1 mapping of the substantia nigra using phase-sensitive inversion recovery: a healthy volunteer study at 3.0 T
3. 学会等名 ISMRM 28th annual meeting & exhibition (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yasuhiro Fujiwara, Motohira Mio
2. 発表標題 Quantitative T1 and T2* mapping for atherosclerotic carotid plaque using multi-echo phase-sensitive inversion recovery sequence
3. 学会等名 ISMRM 28th annual meeting & exhibition (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomohisa Doi, Yasuhiro Fujiwara, Hirotohi Maruyama
2. 発表標題 Method for quantitative evaluation of the substantia nigra using phase-sensitive inversion recovery in 1.5-T magnetic resonance imaging
3. 学会等名 ISMRM 28th annual meeting & exhibition (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hirotohi Maruyama, Yasuhiro Fujiwara, Akira Takahashi
2. 発表標題 Quantitative Approach by the Simultaneous Acquisition of ADC and T2 Values Using Echo-Planar Imaging Sequence for Prostate Cancer Detection
3. 学会等名 ISMRM 28th annual meeting & exhibition (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 横田彩加、藤原康博、土井知尚、平井徹良、栄信孝、笹ヶ迫直一、上田智弘、泉登久、大井邦治、熊副洋幸
2. 発表標題 パーキンソン病におけるPhase-sensitive inversion recovery (PSIR)を用いた黒質の定量評価
3. 学会等名 第15回九州放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福永晃太、藤原康博、土井知尚、石田翔太、松田祐貴、金本雅行、木村浩彦
2. 発表標題 Synthetic MRIを用いた黒質の緩和時間の評価
3. 学会等名 第15回九州放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kimura H, Higashino Y, Ishida S, Takei N, Fujiwara Y, Kanamoto M, Kosaka N, Kabasawa H
2. 発表標題 ASL signal model for simultaneously measuring CBF and CBV based on ASL imaging for characterizing hemodynamic perfusion state in normal subjects and patients with moyamoya disease.
3. 学会等名 27th Annual Meetings ISMRM (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ishida S, Kimura H, Takei N, Fujiwara Y, Matsuda T, Kanamoto M, Kosaka N, R Lebel, Adachi T
2. 発表標題 Robust arterial transit time estimation using combined acquisition of Hadamard-encoded pCASL and long-labeled long-delay pCASL: a simulation and in vivo study
3. 学会等名 27th Annual Meetings ISMRM (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mio M, Fujiwara Y, Toyofuku T, Tani K, Kato S, Masumoto T, Maeda T, Inoue T
2. 発表標題 Clinical usefulness of T1 mapping for focal liver lesions using Phase-Sensitive Inversion Recovery sequence
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 Kuroki Y, Fujiwara Y, Uetani H, Imai H, Nishiono A, Murakami N, Sugahara T
2. 発表標題 Comparison of the rCBF values between single and multiple post-label delay time using pCASL
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 Ishida S, Kimura H, Takei N, Kanamoto M, Fujiwara Y, Kosaka N, Kidoya E
2. 発表標題 Robust ATT and CBF estimation using combined acquisition of Hadamard-encoded multidelay and long-labeled long-delay pCASL
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 Fujiwara Y, Mio M
2. 発表標題 Quantitative T1 and T2* mapping for atherosclerotic carotid plaque using phase-sensitive inversion recovery
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 國丸義貴, 土井知尚, 藤原康博, 金本雅行, 石田翔太, 木村浩彦
2. 発表標題 黒質の定量評価のためのプロトン密度に基づく解剖学的テンプレートの作成
3. 学会等名 第14回九州放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 土井知尚、藤原康博、丸山裕稔
2. 発表標題 1.5T MRIにおけるPhase-Sensitive Inversion Recoveryを用いた黒質の定量評価法の検討
3. 学会等名 第14回九州放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 臼杵祐都、土井知尚、藤原康博
2. 発表標題 0.3T MRIにおける高速スピノエコー法のT2値測定の精度向上
3. 学会等名 第14回九州放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大塚未稀、土井知尚、藤原康博
2. 発表標題 0.3T MRIにおけるDriven Equilibrium Single Pulse Observation of T1 and T2 (DESPOT) の緩和時間の測定精度の評価
3. 学会等名 第14回九州放射線医療技術学術大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 日本磁気共鳴医学会 安全性評価委員会	4. 発行年 2021年
2. 出版社 学研メディカル秀潤社	5. 総ページ数 328
3. 書名 MRI安全性の考え方 第3版	

1. 著者名 藤原康博ほか	4. 発行年 2021年
2. 出版社 メジカルビュー社	5. 総ページ数 128
3. 書名 臨床画像 2021年3月号 Vol.37 No.3 特集2: MRI室のヒヤリ・ハットをつぶせ!	

1. 著者名 藤原康博ほか	4. 発行年 2021年
2. 出版社 インナービジョン社	5. 総ページ数 120
3. 書名 インナービジョン2021年3月号Vol.36, No.3 特集2:最新版 MRIのリスクマネジメント	

1. 著者名 高原 太郎、堀 正明、本杉 宇太郎、ほか多数	4. 発行年 2021年
2. 出版社 メジカルビュー社	5. 総ページ数 532
3. 書名 MRI応用自在 血管イメージング 5. pCASLの臨床応用	

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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