

令和 3 年 6 月 7 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H04255

研究課題名(和文)放射線認知障害：Advanced MR による発症機構解明と動物モデルによる検証

研究課題名(英文) Radiation cognitive impairment: Elucidation of onset mechanism by Advanced MR and verification by animal model

研究代表者

麦倉 俊司 (Mugikura, Shunji)

東北大学・東北メディカル・メガバンク機構・教授

研究者番号：20375017

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 19,230,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、小児がん長期生存者を対象に、Advanced MRIを用いて放射線認知障害の発症機構を解明し、照射後認知障害マウスで検証する。

小児がん長期生存者において、T2スターを含むAdvanced MRを用いて微細構造変化および脳活動変化を定量化した。また、同被験者に対して認知機能検査である成人機能検査および機能検査を実施し、検査結果を数値化と解析を行った。同時に、同被験者に対して質問紙を用いてQOL評価を実施した。上記認知機能検査とQOL評価に併せて、患者の基本情報を含むデータ整理を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

小児がん長期生存者の約50%に放射線認知障害が生じる。放射線認知障害のリスク診断、認知障害を回避した新しいがん治療法(発症予防)、認知障害の遺伝子治療の開発を目指すには、その発症機構の解明が急務である。一方長期生存者からの病理組織採取は難しい。現在Advanced MRIにより、脳微細構造変化に相当するパラメーターや(微小血管障害、脱髄、神経細胞密度、血管密度)行動の際の脳活動が非侵襲的評価できるようになっている。本研究の目的は、小児がん長期生存者を対象に、Advanced MRIを用いて放射線認知障害の発症機構を解明することである。

研究成果の概要(英文)：In this study, we will elucidate the onset mechanism of radiation cognitive impairment using Advanced MRI in long-term survivors of childhood cancer and verify it in post-irradiation cognitive impairment mice. In childhood cancer long-term survivors, microstructural changes and brain activity changes were quantified using Advanced MR including T2 star. In addition, the same subject was subjected to an adult function test and a function test, which are cognitive function tests, and the test results were quantified and analyzed. At the same time, a QOL evaluation was performed on the same subject using a questionnaire. In addition to the above cognitive function test and QOL evaluation, data including basic patient information was organized.

研究分野：腫瘍画像診断・放射線治療

キーワード：MRI 放射線治療 脳腫瘍 小児がん 認知機能障害

1. 研究開始当初の背景

(1)放射線誘発認知障害

近年の医療レベルの進歩に伴い小児がん患者の長期予後は著明に改善しているが、頭蓋内照射後の小児がん生存者の約 50% に遅発性認知機能障害が生じる [Junie et

図 1 . Advanced MR (5 パラメーター)	評価項目
1 . 磁化率強調 (T2 スター)	微小血管障害
2 . 神経突起画像 (拡散テンソル) 脱髄	
3 . MR Spectroscopy	神経細胞密度低下
4 . 非造影灌流画像	血管密度低下
5 . functional MRI	脳活動 (海馬)

al, PLoS one 2012]。患者の多くは小児がんが征圧されたにもかかわらず、教育・職業上の障害に直面している [Sugiyama ら、Prog Neurol Surg 2009]。我々は、放射線認知障害のリスク診断、認知障害の回避を考慮した新しいがん治療法 (発症予防) 認知障害の遺伝子治療の開発へとつなげるためには、その発症機構の解明が急務であると考えた。

(2)放射線誘発認知障害の発症機構解明: Advanced MR (微細構造・functional MRI) の可能性 MRI 技術の急速な進歩に伴い、非侵襲的に脳微細構造変化や、脳活動の評価が可能である (図 1 . 5 つのパラメーター)。微細構造をとらえる MRI (微細構造 MRI) として、(1) 微小血管損傷を検出できる磁化率強調画像 (orT2 スター) や (2) 神経突起の密度や散乱の程度が評価できる神経突起画像 [Zhang H . Neurol Image 2012]、(3) 神経細胞の密度と相関するパラメーターを測定できる MR スペクトロスコピー (MRS)、(4) 脳局所血流動態の評価ができる非造影脳灌流画像があり、(5) functional MRI (fMRI) では実際の行動に対応する脳の活動が描出できる。我々はこれらの Advanced MRI により、認知機能障害に関連した脳の微細構造変化、機能的障害を鋭敏に検出すると予測している。 実際、我々は小児がん頭蓋内照射後の長期生存者 (照射後 10 年以上) に、進行性の認知機能障害を生じていること [園田、金森、麦倉、脳外科雑誌 2011]、 T2 スターを用いて (以下 T2 スター論文、微小血管障害が認知機能障害の原因の一つである可能性を指摘した。この成果は放射線治療のトップジャーナル [Li L, Mugikura S (連絡筆者. Raditherapy and Oncology 2015) に掲載され、数多く受賞している (日医放総会シルバメダル 2015、東北医学会奨学賞 2015 年)。

(3)本研究: 臨床 Advanced MRI による発症機構解明と動物モデルによる検証

小児がん長期生存者、放射線誘発認知障害の患者の病理組織を得ることは困難である。本研究では、小児がん長期生存者において Advanced MR により微細構造変化、脳活動変化を検出し、認知機能障害の有無や程度との関連性を検討し、放射線認知障害の発症機構を解明する。そして放射線認知障害マウスから得た病理組織と対比、検証する。

2. 研究の目的

小児がん長期生存者の約 50% に放射線認知障害が生じる。放射線認知障害のリスク診断、認知障害を回避した放射線治療法の開発 (発症予防) 認知障害の遺伝子治療の開発をめざすには、その発症機構の解明が急務である。一方長期生存者からの病理組織採取は難しい。現在 Advanced MRI により、脳微細構造変化に相当するパラメーターや (微小血管障害、脱髄、神経細胞密度、血管密度) 行動の際の脳活動が非侵襲的に評価できるようになっている。実際、我々は、T2 スターで描出される微小血管障害が放射線認知障害の発症機構の一つである可能性を示した。本研究は、小児がん長期生存者を対象に、Advanced MRI を用いて放射線認知障害の発症機構を解明し、照射後認知障害マウスから得られた病理組織で検証するという独創的なものである。

3. 研究の方法

研究期間の計画の概要は以下図 2 である

図 2 .	29 年	30 年	31 年	32 年
(1): 臨床研究				
認知機能検査 (心理、精神、QOL)	←	→		
Advanced MRI (5 パラメーター)	←	→		
(2): 照射マウス実験				
認知機能テスト (照射 前, 後 3, 6 月)		←	→	
病理標本採取、評価 (5 病理所見)		←	→	
(3): 発症機構 (1) のマウス病理 (2) による検証と考察/総括			←	→

平成 29 年度の研究方法

(1)臨床研究(代表者 麦倉、金森、飯塚、森、大学院 武田一也)

対象: 当院にて治療を受け、現在まで当院外来にてフォロー中の頭蓋内胚細胞性腫瘍患者約60人。各患者年1回の外来受診にあわせスケジュールされスタートとなる。

認知機能評価: 神経心理検査、精神検査、Quality of life (QOL)検査で評価(飯塚、森、言語聴覚士、心理士)

神経心理検査: 成人知能検査WAIS-III(3つのIQ、4つの群指数)、記憶検査(WMS-R)を中心に評価する(Mugikura S, Mori E 2014 AJNRに準拠)。

精神検査: 睡眠、疼痛、抑うつ・不安・心的外傷後ストレス障害[PTSD]スクリーニング

QOL 検査: 認定 NPO 法人 健康医療評価研究機構の基準を用いて定量的に評価を行う。

Advanced MRI 評価: (麦倉、武田一也)

微細構造 MR の評価 (4つのパラメーター) 1. 磁化率強調画像、2. 神経突起画像(図3) 3. MRS、4. 非造影灌流画像を施行

神経突起画像は、次世代テンソル解析 Neurite

Orientation Dispersion and Density Imaging (NODDI) モデル[Zhang H. NeuroImage 2012]により**神経突起密度(図3)**、**神経突起方向散乱の程度(散らばり)**が画像、定量化される。照射による白質の脱髄、変性、再構築が定量的に評価されることが予想される。解析に伴う技術的指導は Araya brain imaging (代表取締役 CEO 金井 良太)に依頼する。

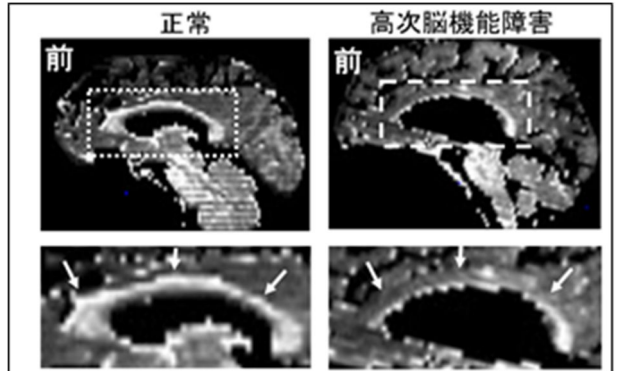


図3. 右: 長期生存例 36代男性。脳梁の軸索密度が低下している(), 照射による白質の障害が示唆される。左: 正常では 脳梁は軸索密度の高い、高信号領域として同定されている。

fMRIを用いた人とのコミュニケーションにおける海馬機能(記憶)評価 (麦倉、武田一也)

長期生存患者で、**コミュニケーションに関する記憶を fMRI で評価し、海馬の機能評価を行うという独創的なものである**(情報源記憶課題、伝達先記憶課題)。

長期生存者は、**人とのコミュニケーションがうまくとることができない**と報告されている[Askins MA. J Child Neurol 2008]。我々は fMRI を用いて、人とコミュニケーションをうまくとるのに必要な、情報源や伝達先の記憶に海馬が重要な働きをしていることを示した(下図)。この研究結果を踏まえ、**全脳照射を受けた患者では、海馬の機能障害を生じ、コミュニケーションがうまく取れなくなっているのではないかと**の仮説を検証する。

- 1. 情報源記憶: 海馬の活動
- 2. 伝達先記憶: 海馬傍回の活動

誰に伝えたか、誰から聞いたか。コミュニケーションで 重要

冠状断

Mugikura S et al Exp.Brain Research. 2016

冠状断

Mugikura S et al Neuropsychologia. 2010

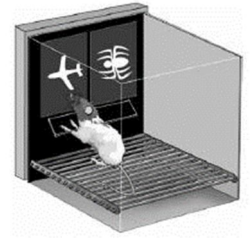
Advanced MRI(微細構造 MR、fMRI)と認知機能障害の程度との関連性の検討: 処理速度低下(WAIS-III 群指数)は、照射後認知機能障害に特徴的とされ [Mabbott et al, Cancer, 2011]、今回、この傾向が明らかになると予想。したがって、**処理速度低下の低下と関連する MR 画像パラメーターを見つけることが発症機構解明につながると考える。**

平成 30 年度以降

(1)マウス実験による照射脳の病理評価(神宮、金森、大学院生 武田一也)

(平成 29 年後半期には B.動物実験の必要な装置などの購入をおえる。)

放射線全脳照射マウスモデルの作製：人間の8~10歳に相当する5~6週齢のオスのマウス B6C3F1 (CLEA Japan, Inc.)を用いる。10Gyの頭蓋内照射を受ける照射群：18-20匹、照射を受けない対照群：8-10匹を設ける。本施設のガンマ線発生装置（医学系研究科 共通実験室）を使用し、マウス全脳を照射する**。実験プロトコルに関する助言は、バイエルリサーチコラボレーションプログラムにうける（協力:バイエル動物実験施設 Dr Hubertus Pietsch Bayer Pharma AG, Germany）。**



照射後マウス認知機能テスト：照射群、非照射群の比較

マウスの脳認知機能テストは3回行う（照射直前、照射後3カ月、6カ月の安楽死直前）。Campden Instruments **マウス用タッチスクリーン認識学習装置（購入予定）**、タッチスクリーンを用いた認知機能テストをおこなう機材とソフトである。定量性、再現性がいくつもの論文で確認され、これらを重視し、購入を検討。

Campden Instruments マウス用タッチスクリーン認識学習装置

マウス認知機能テスト：1. 対連合学習(目的：海馬、コリン系)、2. ロケーション弁別学習(海馬)他 計4課題。検査の選択は、照射後認知機能障害モデル報告例で用いられているものを中心に選択。（参考：J of visualized experiments, Quantifying cognitive decrements caused by cranial radiotherapy, 2011）。

マウス認知機能テスト：1. 対連合学習(目的：海馬、コリン系)、2. ロケーション弁別学習(海馬)他 計4課題。検査の選択は、照射後認知機能障害モデル報告例で用いられているものを中心に選択。（参考：J of visualized experiments, Quantifying cognitive decrements caused by cranial radiotherapy, 2011）。

マウス脳の病理変化：(神宮、金森、大学院生 武田一也)

照射後6か月経過したマウス（人間の20歳に相当）は、認知機能テスト施行した後サクリファイスして全脳を摘出し、HE染色、免疫組織化学染色法をおこなう。病理標本の作製は株式会社 バイオ病理研究所に依頼する。検討項目（5項目）：1. **微小血管障害**、2. **神経細胞密度低下**、3. **脱髄変性**、4. **血管密度低下**、5. **海馬の障害を評価**する。評価は脳外科医 金森を中心に、標本の定量解析はフリーソフト Image J を用いる(Kanamori M ら。Cancer Res 2004)。診断は本院 共通機器室実験動物病理 コンサルテーション担当 病理医 澤井高志に指導、助言を受ける。

(3)臨床研究から得られた認知機能障害の機構(1)をマウス実験から得られた病理の結果(2)で検証、一致性の評価により検証する。(麦倉、神宮、金森)

研究が計画通り進まないときの対応

臨床研究：fMRIを用いた海馬機能(記憶、コミュニケーション)評価では、認知機能が大幅に低下し、先行研究で用いた課題が難しすぎる可能性がある。それを避けるためI.認知機能検査を先行させ、現在の認知機能を把握し、必要なら新たな課題を作成する。C.：**照射後認知機能障害マウスの病理組織による検証**で相違が大きい場合は、マウス心理テスト結果と得られた病理所見との関連性から詳細に検討、考察する。

各分野の豊富なバックアップ体制による問題解決：画像解析：Araya Brain Imaging、動物実験プロトコル：バイエルリサーチコラボレーション、病理評価：本院 共通機器室実験動物病理 コンサルテーション担当医。これらのバックアップ体制により問題解決をはかる。

学術的観点からの研究組織の必要性・妥当性及び研究目的との関連性

我々は**放射線診断医、放射線治療医、脳外科医、行動神経医**のチームである。代表者はAdvanced MRIの画像解析を行い、**考察、総括と中心的な役割**をになう。**マウス照射実験の経験が豊富な治療医**は、実験の中心的役割を果たし、**障害回避を考慮した新しい治療法の開発に向けた考察**を行う。**神経外科医**は、アジアに多い本腫瘍の治療とフォローアップを行う立場にあり、**臨床的な問題点を熟知**している。**行動神経医**は、放射線誘発認知機能障害を直視する立場にあり、**本研究に欠かすことができない神経心理、精神評価をおこなう**。加えて、MR画像解析専門家、動物実験はバイエルリサーチコラボレーションのサポートを得て、万全の態勢で本研究に臨む。

研究体制図(代表1、分担4名、協力2)

<p>東北大准教授.画像解析、考察、研究総括を担当。認知機能に関する機能的MRIを用いた多数の研究報告。T2*論文連絡筆者</p>	<p>麦倉俊司 代表 放射線診断</p>	<p>東北大講師.頭蓋内胚細胞性腫瘍に関する多数の論文、他施設共同研究施行。代表者と共著。臨床データ解析、QOL評価、マウス病理考察</p>		
<p>東北大教授.認知機能評価 認知機能論文多数。 代表者と共著多数</p>	<p>森悦朗 分担 行動神経</p>	<p>金森政之 分担 神経外科</p>	<p>神宮啓一 分担 放射線治療</p>	<p>東北大教授. 照射動物実験の経験 豊富。マウス実験担 当、データ収集</p>
<p>東北大助教.外来で現在 担当医。認知機能評 価。 認知機能論文多数</p>	<p>飯塚統 分担 行動神経</p>	<p>研究協力者.Araya Brain Imaging Advanced MR 画像解 析の技術協力</p>	<p>研究協力者.Dr Pietsch バイエル(独)動物実験センタ、マウス実験の技術協力、アドバイス</p>	

4. 研究成果

小児がん長期生存者において、T2 スターを含む Advanced MR を用いて微細構造変化および脳活動変化を定量化した。また、同被験者に対して認知機能検査である成人機能検査および機能検査を実施し、検査結果を数値化と解析を行った。同時に、同被験者に対して質問紙を用いて QOL 評価を実施した。上記認知機能検査と QOL 評価に併せて、患者の基本情報を含むデータ整理を行った。

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 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Mori Naoko, Pineda Federico D., Tsuchiya Keiko, Mugikura Shunji, Takahashi Shoki, Karczmar Gregory S., Abe Hiroyuki	4. 巻 211
2. 論文標題 Fast Temporal Resolution Dynamic Contrast-Enhanced MRI: Histogram Analysis Versus Visual Analysis for Differentiating Benign and Malignant Breast Lesions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 American Journal of Roentgenology	6. 最初と最後の頁 933 ~ 939
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2214/AJR.17.19225	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 Mugikura Shunji, Fujimura Miki, Takahashi Shoki, Takase Kei	4. 巻 113
2. 論文標題 Relationship Between Perforator Infarction and Patient Outcomes After Surgical Treatment of Ruptured Anterior Communicating Artery Aneurysms	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 World Neurosurgery	6. 最初と最後の頁 390 ~ 391
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.wneu.2018.01.161	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 Tashiro Ryosuke, Fujimura Miki, Mugikura Shunji, Niizuma Kuniyasu, Endo Hidenori, Endo Toshiki, Tominaga Teiji	4. 巻 27
2. 論文標題 Paradoxical Association of Symptomatic Local Vasogenic Edema with Global Cerebral Hypoperfusion after Direct Revascularization Surgery for Adult Moyamoya Disease	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases	6. 最初と最後の頁 e172 ~ e176
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.03.002	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 Mata-Mbamba Daddy, Mugikura Shunji, Nakagawa Atsuhiko, Murata Takaki, Ishii Kiyoshi, Kushimoto Shigeki, Tominaga Teiji, Takahashi Shoki, Takase Kei	4. 巻 129
2. 論文標題 Traumatic midline subarachnoid hemorrhage on initial computed tomography as a marker of severe diffuse axonal injury	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Neurosurgery	6. 最初と最後の頁 1317 ~ 1324
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3171/2017.6.JNS17466	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 Tashiro R, Fujimura M, Mugikura S, Niizuma K, Endo H, Endo T, Tominaga T	4. 巻 18
2. 論文標題 Paradoxical Association of Symptomatic Local Vasogenic Edema with Global Cerebral Hypoperfusion after Direct Revascularization Surgery for Adult Moyamoya Disease.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J Stroke Cerebrovasc Dis	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) 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.03.002	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 Mugikura S, Takahashi S, Takase K	4. 巻 -
2. 論文標題 Relationship between Ischemic Injury and Patient Outcomes after Surgical or Endovascular Treatment of Ruptured Anterior Communicating Artery Aneurysms.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 AJNR Am J Neuroradiol	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) 10.3174/ajnr.A5564	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 Mata-Mbemba D, Mugikura S, Nakagawa A, Murata T, Ishii K, Kushimoto S, Tominaga T, Takahashi S, Takase K	4. 巻 -
2. 論文標題 Traumatic midline subarachnoid hemorrhage on initial computed tomography as a marker of severe diffuse axonal injury.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J Neurosurg	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) 10.3171/2017.6.JNS17466	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 Mugikura S, Takahashi S	4. 巻 -
2. 論文標題 Letter by Mugikura and Takahashi Regarding Article, "Ischemic Amnesia: Causes and Outcome".	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Stroke	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) 10.1161/STROKEAHA.117.019366	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 Mugikura S, Kikuchi H, Fujimura M, Mori E, Takahashi S, Takase K	4. 巻 -
2. 論文標題 Subcallosal and Heubner artery infarcts following surgical repair of an anterior communicating artery aneurysm: a causal relationship with postoperative amnesia and long-term outcome.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Jpn J Radiol	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/s11604-017-0703-2	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 Kano M, Muratsubaki T, Van Oudenhove L, Morishita J, Yoshizawa M, Kohno K, Yagihashi M, Tanaka Y, Mugikura S, Dupont P, Ly HG, Takase K, Kanazawa M, Fukudo S	4. 巻 -
2. 論文標題 Altered brain and gut responses to corticotropin-releasing hormone (CRH) in patients with irritable bowel syndrome.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sci Rep	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/s41598-017-09635-x	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 Mugikura S, Takase K	4. 巻 -
2. 論文標題 Fear of linear gadolinium-based contrast agents and the Japanese radiologist's choice.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Jpn J Radiol	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/s11604-017-0682-3	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 Mugikura S, Fujimori K, Takase K	4. 巻 -
2. 論文標題 For Whom Should We Write a Radiology Report, an Attending Physician or a Patient?	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 AJR Am J Roentgenol	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) 10.2214/AJR.17.18150	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 Akashi T, Takahashi S, Mugikura S, Sato S, Murata T, Umetsu A, Takase K	4. 巻 -
2. 論文標題 Ischemic White Matter Lesions Associated With Medullary Arteries: Classification of MRI Findings Based on the Anatomic Arterial Distributions.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 AJR Am J Roentgenol	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) 10.2214/AJR.16.17231	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 Mugikura S, Fujimura M, Takahashi S, Takase K	4. 巻 -
2. 論文標題 Further Implications of Off-Label Use of Acetazolamide in the Management of Moyamoya Disease in Japan.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 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) 10.1148/radiol.2017170252	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 Kano M, Muratsubaki T, Morishita J, Kono K, Mugikura S, Takase K, Ly HG, Dupont P, Van Oudenhove L, Fukudo S	4. 巻 -
2. 論文標題 Influence of Uncertain Anticipation on Brain Responses to Aversive Rectal Distension in Patients With Irritable Bowel Syndrome.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Psychosom Med	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) 10.1097/PSY.0000000000000484	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 Akaishi T, Nakashima I, Mugikura S, Aoki M, Fujihara K	4. 巻 -
2. 論文標題 Whole brain and grey matter volume of Japanese patients with multiple sclerosis.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J Neuroimmunol	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) 10.1016/j.jneuroim.2017.03.009	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 -

1. 著者名 Tu XK, Fujimura M, Rashad S, Mugikura S, Sakata H, Niizuma K, Tominaga T	4. 巻 -
2. 論文標題 Uneven cerebral hemodynamic change as a cause of neurological deterioration in the acute stage after direct revascularization for moyamoya disease: cerebral hyperperfusion and remote ischemia caused by the 'watershed shift'.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Neurosurg Rev	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/s10143-017-0845-9	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 -

〔学会発表〕 計17件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Naoko Mori, Hiroyuki Abe, Mugikura Shunji, Takase Kei
2. 発表標題 Ultrafast Dynamic Contrast-Enhanced MRI for Detection of Invasive Components in Cases of Breast Ductal Carcinoma in Situ by Biopsy
3. 学会等名 第104回北米放射線学会 (RSNA2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Junko Ochi, Naoko Mori, Yu Mori, Shunji Mugikura, Shin Hitachi, Kei Takase
2. 発表標題 Empirical Mathematical Model for Dynamic Contrast-Enhanced MRI in Patients with Rheumatoid Arthritis: A Novel Technique to Monitor the Clinical Disease Activity
3. 学会等名 第104回北米放射線学会 (RSNA2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naoko Mori, Chihiro Inoue, Shunji Mugikura, Kei Takase
2. 発表標題 Histological Whole-Slide Imaging for Invasive Breast Cancer: A Novel Technique to Obtain Quantitative Parameters Correlating with the Apparent Diffusion Coefficient
3. 学会等名 第104回北米放射線学会 (RSNA2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森下 陽平、麦倉 俊司、佐藤 志帆、明石 敏昭、高瀬 圭
2. 発表標題 側頭葉てんかんにおける乳頭体萎縮の意義
3. 学会等名 第47回(2018年) 日本神経放射線学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 明石 敏昭、高橋 昭喜、麦倉 俊司、佐藤 志帆、森下 陽平、村田 隆紀、梅津 篤司、高瀬 圭
2. 発表標題 髄質動脈に関連する虚血性大脳白質病変：動脈解剖に基づいたMRI所見の分類
3. 学会等名 第47回(2018年) 日本神経放射線学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 麦倉 俊司
2. 発表標題 前大脳動脈領域の動静脈と脳の解剖
3. 学会等名 第47回日本神経放射線学会教育セミナー(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤村 幹、麦倉 俊司、遠藤 英徳、新妻 邦泰、藤原 悟、富永 悌二
2. 発表標題 SPECTを用いた術後急性期病態の解明
3. 学会等名 第60回日本脳循環代謝学会学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 麦倉 俊司
2. 発表標題 臨床 functional MRI & おさえておきたいマニアックな脳血管障害
3. 学会等名 第53回日本医学放射線学会 秋季臨床大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森 菜緒子、阿部 裕之、麦倉 俊司、高橋 昭喜、Federico Pineda、Gregory S. Karczmar、高瀬 圭
2. 発表標題 Infarction in the Subcallosal Artery and Recurrent Artery of Heubner Following Surgical Repair of the Anterior Communicating Artery Aneurysm: A Causal Relationship with Postoperative Amnesia and Neuropsychological Findings
3. 学会等名 北米放射線学会 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森下陽平、麦倉俊司、佐藤志帆、明石敏昭、高瀬 圭
2. 発表標題 側頭葉てんかんにおける乳頭体萎縮の意義
3. 学会等名 第137回日本医学放射線学会 北日本地方会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 麦倉俊司、高瀬 圭、藤盛 啓成
2. 発表標題 主治医が読影レポートを直接患者に手渡すことの是非：東北大病院での対応
3. 学会等名 第137回日本医学放射線学会 北日本地方会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小池 大吾、森 菜緒子、張昌模、田村 元、麦倉俊司、高橋昭喜、高瀬 圭、井上 千裕
2. 発表標題 乳癌における拡散強調画像ADC値と病理学的なパラメータの対比
3. 学会等名 第137回日本医学放射線学会 北日本地方会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 村田隆紀、梅津篤司、麦倉俊司、北見昌広、明石敏昭、菅野麻里那、佐藤志帆、田村元、高橋昭喜、高瀬圭
2. 発表標題 頭蓋内Growing teratoma syndromeの1例
3. 学会等名 第136回日本医学放射線学会北日本地方会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 N. Mori, F. Pineda, S. Mugikura, H. Tamura, S. Takahashi, G. Karczmar, H. Abe, K. Takase
2. 発表標題 Fast Dynamic Contrast-enhanced MRI: a novel technique to obtain histopathological information of microvessel density in invasive breast cancer
3. 学会等名 European Congress of Radiology2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 麦倉 俊司
2. 発表標題 MR Imaging of Subcallosal Artery Infarct Causing Amnesia after Surgery for Anterior Communicating Artery Aneurysm
3. 学会等名 Chinese Society of Neuroradiology(CSNR) 「STAR Program」(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hajime Tamura, Tatsuo Nagasaka, Shunji Mugikura
2. 発表標題 Estimation of fast (pseudo) -diffusion coefficient (D*) in IVIM imaging of the brain using a capillary-blood-vessel model
3. 学会等名 第45回日本磁気共鳴医学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 麦倉 俊司
2. 発表標題 Medial temporal lobe activity associated with the successful retrieval of destination memory
3. 学会等名 Bio-magnetic Sendai 2017 Organized Session2 Functional magnetic resonance imaging
4. 発表年 2017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	神宮 啓一 (JINGU KEIICHI) (00451592)	東北大学・医学系研究科・教授 (11301)	
研究分担者	森 悦朗 (MORI ETSURO) (30368477)	東北大学・医学系研究科・名誉教授 (11301)	
研究分担者	高瀬 圭 (TAKASE KEI) (60361094)	東北大学・医学系研究科・教授 (11301)	

6. 研究組織（つづき）

	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	金森 政之 (KANAMORI MASAYUKI) (60420022)	東北大学・医学系研究科・准教授 (11301)	
研究分担者	高橋 昭喜 (TAKAHASHI SHOKI) (80148874)	東北大学・医学系研究科・名誉教授 (11301)	
研究分担者	森 菜緒子 (MORI NAOKO) (90535064)	東北大学・大学病院・助教 (11301)	
研究分担者	飯塚 統 (IIZUKA TORU) (50334660)	東北大学・大学病院・助教 (11301)	削除：2019年1月10日

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