

令和 2 年 5 月 29 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K10402

研究課題名(和文) 脳Glia組織とGlymphatic systemの超高磁場MRIによる探求

研究課題名(英文) Exploring Glymphatic System by Ultra High field MRI

研究代表者

山本 憲 (Yamamoto, Akira)

京都大学・医学研究科・講師

研究者番号：60525567

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：高分解能脳MRI撮像により、Glymphatic system描出能について検討した。ガドリニウム造影剤投与後遅延造影MRI撮像において、脳脊髄液への造影剤移行が観察されると同時に、耳管軟骨部にも遅延造影効果が認められた。圧縮センシングを応用した超高速シネMRIシーケンスを用いて、耳管軟骨部の動態評価についても検討を試みた。

また、OGSE-DWIとPGSE-DWIを用いたDWI組織コントラスト評価においては、拡散時間を変化させたMRI撮像を行うことにより、腫瘍性病変の悪性度評価への従来法に追加する指標が得られることが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高空間分解能MRI撮像により、従来存在しないとされてきたGlymphatic system描出能について検討した。空間分解能向上およびガドリニウム造影剤投与後の生体組織内造影剤移行メカニズムの解明により、従来MRI撮像法では描出が困難であった耳管軟骨部を特異的に描出することが可能となった。また、圧縮センシング法を用いた超高速シネMRIイメージング法による頭頸部領域動態評価の可能性について、将来に繋がる研究結果が得られた。

研究成果の概要(英文)：We examined the ability of the glymphatic system to be described by high-resolution brain MRI imaging. In delayed contrast MRI imaging after administration of gadolinium contrast agent, migration of contrast agent into the cerebrospinal fluid and delayed contrast effect was observed in the Eustachian tube cartilage. We also investigated the dynamics of the Eustachian tube cartilage using ultrafast cine MRI sequences with compressed sensing. In DWI tissue contrast assessment using OGSE-DWI and PGSE-DWI, we found that MRI imaging with varying diffusion times provided an additional measure to the conventional method for evaluating the grade of neoplastic lesions.

研究分野：放射線医学

キーワード：Glymphatic system DWI MRI compressed sensing sparse modeling

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

脳にはこれまでリンパ系組織は存在しないとされてきた (Neurochem Res. 2015 Dec;40(12):2583-99.)。しかし、時として、脳内部への高分子物質沈着に遭遇し、脳内部に蓄積している筈の代謝産物が、経時的に洗い出されている現象に遭遇する。脳幹部であれば、これらはリンパ系組織の関与が考えられるが、脳での機構は長い間不明なままであった。例えば、ガドリニウムキレート製剤造影剤 (Gadolinium-Based Contrast Agents, GBCA) は臨床で一般的に広く用いられているが、静脈内に投与された GBCA は、非特異的に組織間質液に移行・分布する。脳においては、血液脳関門の存在により、静脈内投与後に撮像した造影 MRI 画像では、正常状態では脳組織には一部を除いて GBCA は分布しない。これと対照的に、脳腫瘍や炎症・脱髄疾患等により、血液脳関門が障害されている場合には、GBCA が分布することにより T1 緩和が短縮され造影効果を示し、病変組織が正常組織と比較して高信号となり、病変の診断に有用である。しかし近年、長縄らの報告によると (Magn Reson Med Sci. 2016 Jul 12.)、造影剤投与数時間後に撮像した、heavy T2W-FLAIR において、本来 GBCA が分布しない筈の、脳脊髄液腔 (血管周囲腔) に造影効果が認められたとする報告がある。また、それ以外に、視神経周囲の脳脊髄液腔にインディアインク注入により、網膜中心動脈・静脈周囲腔に染色効果が見られたとする報告がある。上記のような報告から、近年では、脳における血管以外のリンパ系組織と想定される器官を glia + lymphatic の造語として Glymphatic System と呼び、構成する組織構造として、次の3つが考えられている。(1) 動脈周囲の血管周囲腔 (2) 静脈周囲の血管周囲腔 (3) glia (astrocyte) の細胞膜アクアポリンである。この Glymphatic System (GS) は近年、様々な疾病との関連性が唱えられ、アルツハイマー病、加齢性黄斑変性症、また緑内障に GS 機能不全の関与が考えられている。これら以外にも、様々な疾患の発症機序及び治療機構において、従来考えられてきた経路以外の重要な寄与者として、GS の重要性が認識されつつある (Cell Mol Life Sci. 2016 Nov;73(22):4299-4301.)。

脳内リンパ組織として働く GS を MRI で捉える方法としては、長縄らの報告にあるように、GBCA 投与後に造影効果が認められる大脳基底核や視床領域の髄質血管周囲腔を観察する方法がある。この髄質血管には磁化率強調画像 (Susceptibility weighted imaging, SWI) により描出される髄質静脈と、Time of Flight 効果による信号増強を利用した TOF-MRA 法により描出される髄質動脈があるが、最新の 3-T MRI 装置と最新の 64 チャンネル頭頸部用受信コイルを用いても、髄質動脈の描出は径 1mm 以下の細動脈では困難がある。これに対し、SWI では、位相情報の積算により、ボクセルサイズ以下の細い髄質静脈の描出も可能である (Magn Reson Med. 2004 Sep;52(3):612-8.)。同様に、水分子の拡散現象を可視化する拡散強調画像 (diffusion weighted imaging, DWI) も、急性期脳梗塞診断に臨床現場で無くてはならない撮像方法の一つであるが、DWI において可視化している水分子の拡散現象は、データ収集ボクセルサイズが最小で 1mm³ 程度であるのに対して、マイクロメートル単位の微小な動きであり、適切な動き検出傾斜磁場の印可が拡散現象コントラストを可能にしている (Radiology. 1986 Nov;161(2):401-7.)。

SWI は 3-T MRI 装置で従来は見えなかった髄質静脈を可視化した手法であるが、最新の超高磁場ヒト用 MRI である、7-T MRI 装置を用いれば、SWI 法を用いずとも、内在する高い磁化率コントラストと高空間分解能の恩恵により、さらに微小な髄質静脈描出が可能であることが知られている (Eur Radiol. 2016 Oct;26(10):3412-8.)。また、磁場強度増強の直接の影響としての T1 値延長効果の一つの応用分野としての TOF-MRA 髄質動脈描出改善が挙げられる。既に大脳基底核視床領域の髄質動脈が 7-T MRI 装置による TOF-MRA によって、1mm 以下の細い髄質動脈についても可視化可能であることが報告されている (Stroke. 2010 Dec;41(12):2812-6.)。7-T MRI 装置を用いることで、Glymphatic System のうち、髄質血管周囲腔評価の改善が期待される。

拡散強調画像 DWI には、神経線維走行方向を可視化する、拡散テンソル画像法 (Diffusion tensor imaging, DTI) (Magn Reson Med. 1999 Dec;42(6):1123-7.) や Diffusion kurtosis imaging (DKI) (Magn Reson Med Sci. 2012;11(4):221-33.) などの高度解析手法があるが、拡散現象よりも大きなサイズの動き、例えば毛細血管の流れ等の成分を構造的に解析する手法が intravoxel incoherent motion (IVIM) 法である (Radiology. 2016 Jan;278(1):13-32.)。IVIM 指標は単なる灌流指標だけにとどまらず、組織構築を直接評価しており、脳 glioma 診断での有用性も報告されている (Clin Neuroradiol. 2016 Apr 26.)。近年では、この IVIM にも 2 種類の成分が存在することが提唱されており (Radiology. 2016 Aug;280(2):446-54.)、特に遅い成分と Glymphatic System の関連性が想定される。また、DWI 撮像方法では、ヒト生体用 MRI 装置性能の制限により、観測における水分子拡散時間設定が理想的観測より長すぎるという問題があった。近年、ヒト生体用 MRI 装置においても、動き検出傾斜磁場を振動させて撮影する OGSE-DWI (Oscillating gradient diffusion MRI) が導入された (Magn Reson Med. 2016 Jul;76(1):237-47.)。OGSE-DWI 法により、拡散現象分解能の向上が得られることが期待され、特に IVIM 解析を OGSE-DWI で得られる拡散時間の短い拡散強調画像で実施し、上述 IVIM 成分のうち、速い IVIM と遅い IVIM 成分に分離し、Glymphatic System との関連性が考えられる遅い IVIM に注目して解析を行う。

解剖学的構造描出手法としては、対象には通常のヒト生体の他に、ホルマリン固定胎児標本も撮影対象に用いる。また、データ解析対象には、所属施設が有するアジア圏最大容量の 1 ペタバイ

トに及び画像データを big data 解析手法により、後見的に解析する方法も検討する。研究代表者は、新学術領域研究スパースモデリングにおいて MRI 画像の圧縮センシング法再構成による MRI 高速撮像方法の開発を行っている。このスパースモデリング手法は、圧縮・再構成技術として用いられるのと同時に、特徴量抽出手法としても用いることが可能である。そこで、今回の新規申請研究においては、既に過去に撮影された 3-T MRI 画像データの、血管周囲腔描出に注目し、その特徴量抽出をスパースモデリングアルゴリズムを用いて解析する。

そして、研究の最終段階として、実際の臨床撮像に使える、専用の Glymphatic System 描出のためのシーケンスの検討を行う。現時点では、heavy T2W-FLAIR を用いるが、信号雑音比が低くなりやすい。現在並行して行っている、スパースモデリング研究で得ている圧縮センシング高速撮像技術を応用して、限られた臨床撮像時間内に実施可能な、高い信号雑音比の Glymphatic System 描出シーケンス開発に挑む。

2. 研究の目的

従来存在しないとされてきた、脳リンパ系組織としての Glymphatic System をホルマリン固定胎児標本 0.1mm 等方性 3-D MRI 画像によりその発生過程を可視化すること、及び Glymphatic System 構成要素である髄質動脈周囲腔・髄質静脈周囲腔と脳 glia 細胞の水チャンネル(アクアポリン)の解剖学的及び機能的特徴を、最新の 3-T MRI + 64 チャンネルコイル・超高磁場ヒト用 7-T MRI と OGSE-DWI-IVIM 解析を用いて可視化し、その機能特徴を明らかにすること及び、スパースモデリング手法を用いて 1 ペタバイト容量の画像データを big data 解析することにより、Glymphatic System としての血管周囲腔の特徴量抽出及び解析を行う。そして、Glymphatic System 可視化に適した MRI 撮像シーケンスの開発に挑む。

3-T MRI+64 チャンネルコイルを用いた OGSE-DWI-IVIM 解析により、脳 glia 組織構築、特にアクアポリン分布に関連する膜密度・細胞サイズ計測を行う。

大量 MRI 画像の big data 解析により、血管周囲腔構造の特徴量抽出を行う。

胎児標本高分解能撮影により、Glymphatic System 発生機構を解明する。

7-T MRI 画像による髄質血管周囲腔可視化を行う。

実際に臨床現場で使用出来る時間設定の Glymphatic System 描出専用パルスシーケンスを開発する。

3. 研究の方法

研究計画・方法(概要) 研究目的を達成するための研究計画・方法について、簡潔にまとめて記述してください。

OGSE-DWI (Oscillating gradient spin-echo (OGSE) diffusion) を用いた IVIM (Intravoxel incoherent motion) 解析により、脳 glia 組織構築を Glymphatic system の観点から再検討する。所属施設が保有する大量の画像データをスパースモデリング手法を用いた big data 解析を行い、Glymphatic system を形成する血管周囲腔の特徴量抽出・解析を行う。高空間分解能画像：胎児標本 0.1mm 等方性三次元撮像による胎児期血管周囲腔発生の解析を行い、胎児期 Glymphatic system 形成を可視化する。ヒト用 7-T MRI を用いた、超高磁場 MRI 画像による髄質動脈と血管周囲腔解析を行い、血管周囲 Glymphatic system をヒト生体で可視化する。臨床患者・ボランティアを対象とした、Glymphatic system 描出の為に MRI 撮影シーケンスの開発を目指す

本研究においては、～ については、3 年間の研究期間内に、全てを並行して行う計画である。以下に、年度ごとの、各項目計画について記載する。

【平成 29 年度計画】

OGSE-DWI を用いた IVIM (Intravoxel incoherent motion) 解析により、脳 glia 組織構築を Glymphatic system の観点から再検討する為に、まず OGSE-DWI 撮像方法の最適化を行う。対象には、拡散現象校正用ファントムを用い、設定した拡散時間による拡散コントラスト変化が理論通りに得られているか及び、生体 glia 細胞サイズを計測する為に必要な拡散時間設定が可能かどうか検討する。

所属機関が保有する大量の画像データをスパースモデリング手法を用いた big data 解析を行い、Glymphatic system を形成する血管周囲腔の特徴量抽出・解析を行う為に、まず膨大な MRI 画像データから、脳を撮像したものを抽出し、その中から、FLAIR 及び T2 強調画像、ガドリニウム造影 T1 強調画像を含む検査を抽出する。得られた画像データを、スパースモデリング手法による全数探索法を用いて特徴量抽出するためのアルゴリズムの検討を行う。及び、画像診断専門家としての画像視覚評価も並行して行う。

高空間分解能画像：胎児標本 0.1mm 等方性三次元 MRI 撮像による胎児期血管周囲腔発生の解析を行い、胎児期 Glymphatic system 形成を可視化する為に、3-T MRI と 64 チャンネルコイルを用いた撮像方法を確立し、空間分解能を犠牲にしない範囲で高速撮像化の検討も行う。

ヒト用 7-T MRI を用いた、超高磁場 MRI 画像による髄質動脈と血管周囲腔解析を行い、血管周囲 Glymphatic system をヒト生体で可視化する為に、7-T MRI での T2*強調画像と FLAIR 画像の撮像パラメータ検討と、得られた画像の剛体位置合わせ後の融合画像作成方法を検討する。

臨床患者・ボランティアを対象とした、Glymphatic system 描出の為に MRI 撮影シーケンスの

開発を目指為に、既に報告されている heavy-T2 強調 FLAIR 画像による血管周囲腔描出を検討し、画像改善点の検討及び新しいシーケンスに必要な要件設定を行う。

【平成 30 年度計画】

決定された OGSE-DWI-IVIM 撮像設定を用いて、健常者ボランティア及び研究参加承諾が得られた患者での OGSE-DWI-IVIM 撮像を行い、データを解析する。平成 31 年度も継続する。

決定したアルゴリズムを用いて、実際の FLAIR・T2 強調画像・造影 T1 強調画像の特徴量抽出を行う。スパースモデリング計算処理には大量の計算機資源と計算時間が必要となる為、平成 31 年度にも継続する。

胎児標本 0.1mm 等方性三次元 MRI 撮像を行い、得られる画像評価及び Glymphatic System の発生段階での同定を行う。平成 31 年度も継続する。

7-T MRI 装置で健常者ボランティアの脳 T2* 強調画像と FLAIR 画像、TOF-MRA 画像を撮影し、得られる融合画像を検討することにより、健常者での髄質血管周囲腔可視化の検討を行う。

MRI 装置メーカーであるシーメンス社ともシーケンス開発を協議相談し、Glymphatic System 描出に適した撮像シーケンスの調査及びその導入試験と撮像パラメータ設定を検討する。

【平成 31 年度計画】

OGSE-DWI-IVIM 解析で得られる脳 glia 組織構築アトラス

スパースモデリングアルゴリズムを用いて得られた脳血管周囲腔の特徴量解析結果

胎児標本 0.1mm 等方性三次元 MRI 撮像データから得られる Glymphatic System 発生解析

7-T MRI 画像から得られる髄質静脈周囲腔可視化による静脈周囲 Glymphatic System アトラス
上記 ~ から得られるデータを統合し、最終的に、脳 Glymphatic System アトラスを glia・動脈周囲・静脈周囲の 3 つのレイヤーで作成し、統合する。そしてその得られたアトラスデータを用いて、 で作成した、新しい Glymphatic System 可視化シーケンスによる描出能を検討する

4. 研究成果

OGSE-DWI を用いた IVIM (Intravoxel incoherent motion) 解析により、頭頸部悪性腫瘍における、腫瘍病変本体及びリンパ節転移について、3-TMRI 装置を用いて撮影を行った。同時に、PGSE-DWI も撮影を行い、OGSE-DWI とのパラメータの差異について検討を行った。拡散時間を OGSE-DWI を用いて短くすることにより、PGSE-DWI での従来拡散時間での拡散パラメータと OGSE-DWI で得られる拡散パラメータの差異について検討を行った。OGSE-DWI 単体では PGSE-DWI と比較して悪性腫瘍の診断能は同等であったが、OGSE-DWI パラメータを PGSE-DWI パラメータに追加することにより、従来法よりも高い悪性腫瘍診断能が得られることが判明した。

また、成人脳を臨床用 3-T 装置で撮影された T2 強調高分解能画像の視覚評価を行い、皮質下白質に分布する血管周囲腔と思われる高信号領域が、脳のどの領域にどの程度分布するか、検討をおこなった。同時に、脳拡散強調画像 ADC マップで、白質領域の ADC 値分布について関心領域設定を行い、計測を実施した。血管周囲腔拡張が見られる症例では、ADC 上昇を側頭葉先端部白質領域に認めることが多く、ADC マップを用いることで、T2 強調画像では捉えきれない微細な水分子の動きについて、側頭葉先端領域白質での評価が可能となる可能性がある。

及び、臨床用 3-TMRI 装置を用いて胎児ホルマリン固定標本 0.2mm 等方性三次元 MRI 画像の視覚評価を行い。胎児脳発生段階における、血管周囲腔構造の評価を行った。0.1mm 等方性 MRI 撮像についても、撮像を実施し、画質評価を行った。T1 強調画像及び T2 強調画像では、撮影時間は T1 強調画像が短時間であり優れるが、組織内部コントラストでは T2 強調画像で特に大脳皮質形成過程が非常に明瞭なコントラストで見られることから、T2 強調画像の有用性が示唆された。及び、臨床用 3-TMRI 装置を用いて胎児ホルマリン固定標本 0.2mm 等方性三次元 MRI 画像の撮像および視覚評価を行い。胎児脳発生段階における、脳グリア構造及び特に鼓室及び聴覚器の発生評価を行った。0.1mm 等方性 MRI 撮像についても撮像を実施し、画質評価を行った。T1 強調画像では、加算回数を多くすることにより、一層高い信号雑音比を得ることが可能であり、特に 0.1mm 等方性撮像では加算回数を多く設定することが有効であることが判明した。

ヒト用 7-TMRI 装置を用いて、健常者ボランティア撮像を行い、7-TMRI 装置での血管周囲腔の見え方について、T2 強調高分解能画像で評価を行った。

また、眩暈症診断目的臨床検査として実施した、ガドリニウム造影剤投与後 4 時間後の遅延相での Heavy T2-weighted FLAIR 撮像での内リンパ水腫所見を確認した。また同時に撮影した Black blood T1WI にて、耳管軟骨に遅延相でのみ造影効果が見られることが判明した。

この耳管軟骨部の遅延造影効果の機構について検討をおこなった。また、耳管機能には個人差があることから、耳管を通過する物質の通過性に差異が存在する仮説を立て、超高速リアルタイムシネ MRI 法による耳管通過部評価を試みた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Iima Mami, Nobashi Tomomi, Imai Hirohiko, Koyasu Sho, Saga Tsuneo, Nakamoto Yuji, Kataoka Masako, Yamamoto Akira, Matsuda Tetsuya, Togashi Kaori	4. 巻 7
2. 論文標題 Effects of diffusion time on non-Gaussian diffusion and intravoxel incoherent motion (IVIM) MRI parameters in breast cancer and hepatocellular carcinoma xenograft models	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Acta Radiologica Open	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) 10.1177/2058460117751565	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 Iima Mami, Yamamoto Akira, Kataoka Masako, Yamada Yosuke, Omori Koichi, Feiweier Thorsten, Togashi Kaori	4. 巻 -
2. 論文標題 Time-dependent diffusion MRI to distinguish malignant from benign head and neck tumors	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Magnetic Resonance Imaging	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) 10.1002/jmri.26578	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 Katsube Motoki, Yamada Shigehito, Yamaguchi Yutaka, Takakuwa Tetsuya, Yamamoto Akira, Imai Hirohiko, Saito Atsushi, Shimizu Akinobu, Suzuki Shigehiko	4. 巻 -
2. 論文標題 Critical Growth Processes for the Midfacial Morphogenesis in the Early Prenatal Period	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Cleft Palate-Craniofacial Journal	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) 10.1177/1055665619827189	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 Yamaguchi Yutaka, Miyazaki Reina, Kamatani Mikako, Uwabe Chigako, Makishima Haruyuki, Nagai Momoko, Katsube Motoki, Yamamoto Akira, Imai Hirohiko, Kose Katsumi, Togashi Kaori, Yamada Shigehito	4. 巻 58
2. 論文標題 Three-dimensional models of the segmented human fetal brain generated by magnetic resonance imaging	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Congenit Anom (Kyoto)	6. 最初と最後の頁 48 ~ 55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/cga.12229	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 山本 憲	4. 巻 38
2. 論文標題 圧縮センシングの臨床MRI応用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Medical Imaging Technology	6. 最初と最後の頁 57~66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11409/mit.38.57	査読の有無 無
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 飯間 麻美、富樫 かおり、飯塚 裕介、松尾 幸憲、高山 賢二、中本 裕士、山本 憲、片岡 正子、石守 崇好、溝脇 尚志	4. 巻 40
2. 論文標題 機能と解剖を繋ぐMRI 放射線治療への新たな展開	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 医学物理	6. 最初と最後の頁 3~7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11323/jjmp.40.1_3	査読の有無 無
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19件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Akira Yamamoto , Tsutomu Okada , Yasutaka Fushimi , Tomohisa Okada , and Kaori Togashi
2. 発表標題 STUDY OF SKIN ENHANCEMENT BY AGE IN WOMEN
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 Akira Yamamoto
2. 発表標題 Clinical Application of Compressed Sensing
3. 学会等名 Joint Annual Meeting ISMRM-ESMRMB 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本憲
2. 発表標題 教育講演1「脳神経1」よくわかる圧縮センシング
3. 学会等名 第46回日本磁気共鳴医学会大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本憲、岡田知久、伏見育崇、岡田務、山田重人、山口豊、富樫かおり
2. 発表標題 無脳症胎児標本の0.2mm等方性3-D MRIによる検討：CT画像との対比も含めて
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 山本憲
2. 発表標題 教育講演「医療安全・放射線防護1」MRIの安全性：ヒヤリ・ハット事例紹介と対策
3. 学会等名 第54回日本医学放射線学会秋季臨床大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本憲、伏見育崇、中島諭、坂本亮、大久保豪祐、岡田知久、富樫かおり
2. 発表標題 影剤投与4時間後遅延造影MRIでの造影効果の評価：HT2W-FLAIRとBlack Blood T1WI
3. 学会等名 第48回日本神経放射線学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本憲
2. 発表標題 10分でわかる圧縮センシング
3. 学会等名 第3回Advanced Medical Imaging研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本憲
2. 発表標題 「診断学とAI –医師の働き方・これからの若手の行方を踏まえて」
3. 学会等名 シンポジウム「AI時代に向けた人材育成」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口豊、勝部元紀、上部千賀子、巻島美幸、山本憲、今井宏彦、富樫かおり、山田重人
2. 発表標題 幾何学的形態測定学法を用いたヒト胎児脳の成長過程の解析
3. 学会等名 第124回日本解剖学会総会全国学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 勝部 元紀、山田 重人、山口 豊、高桑 徹也、山本 憲、斉藤 篤、清水 昭伸、今井 宏彦、鈴木 茂彦
2. 発表標題 ヒト胎児の顔面骨格形成とそれに必要な因子について
3. 学会等名 第124回日本解剖学会総会全国学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口豊、勝部元紀、上部千賀子、巻島美幸、山本憲、今井宏彦、高桑徹也、富樫かおり、山田重人
2. 発表標題 幾何学的形態学測定法を用いたヒト胎児脳の成長過程の解析
3. 学会等名 第72回日本人類学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木裕子、山田重人、米山明男、武田徹、今井宏彦、山本憲、青山朋樹、高桑徹也
2. 発表標題 ヒト胎児期初期における大腿骨の形態形成の解析
3. 学会等名 第58回日本先天異常学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口豊、宮崎玲奈、上部千賀子、巻島美幸、勝部元紀、山本憲、今井宏彦、米山明男、巨瀬勝美、富樫かおり、山田重人
2. 発表標題 ヒト胎子・胎児中枢神経系の半自動セグメンテーションと成長に伴う形態変化の解析
3. 学会等名 第123回日本解剖学会総会全国学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本憲、岡田務、伏見育崇、岡田知久、富樫かおり
2. 発表標題 女性の年齢による、頭部皮膚造影効果の検討
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 Akira YAMAMOTO, Tsutomu OKADA, Yasutaka FUSHIMI, Tomohisa OKADA, and Kaori TOGASHI
2. 発表標題 SKIN ENHANCEMENT WITH GADOLINIUM BASED CONTRAST AGENTS
3. 学会等名 ISMRM 25th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Akira Yamamoto , Koji Fujimoto , Yasutaka Fushimi , Tomohisa Okada , Kei Sano , Toshiyuki Tanaka , and Kaori Togashi
2. 発表標題 IMPROVEMENT OF TOF-MRA IMAGE RECONSTRUCTION FROM UNDERSAMPLED DATA BY HEURISTIC MODIFICATION
3. 学会等名 ISMRM 25th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山本憲、岡田務、伏見育崇、岡田知久、富樫かおり
2. 発表標題 皮膚ガドリニウム造影効果：造影FLAIRによる評価
3. 学会等名 第47回日本神経放射線学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yang Wang, Yuki Takiya, Mami Iima, Akira Yamamoto, Tomohisa Okada, Yasutaka Fushimi, Tsutomu Okada, Hiroshi Yamazaki, Takayuki Okano, Norio Yamamoto, Kaori Togashi, Koichi Omori
2. 発表標題 THE DIAGNOSIS OF CHOLESTEATOMA BY DWI WITH READOUT-SEGMENTED EPI
3. 学会等名 XXI Symposium Neuroradiologicum
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本憲
2. 発表標題 圧縮センシング法を用いた超高速シネMRIによる咽頭喉頭筋群動態評価
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

〔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	飯間 麻美 (Iima Mami) (60748797)	京都大学・医学研究科・助教 (14301)	
研究分担者	山田 重人 (Yamada Shigehito) (80432384)	京都大学・医学研究科・教授 (14301)	