

令和元年5月14日現在

機関番号：32666

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K18160

研究課題名（和文）k-t PCA法を組み合わせた高速・高画質な脳4D Flow MRI撮像法の開発

研究課題名（英文）The development of accelerated brain 4D Flow MRI with k-t PCA technique

研究代表者

関根 鉄朗 (sekine, tetsuro)

日本医科大学・医学部・講師

研究者番号：00747826

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）：脳血管ファントムを用い、4D Flow MRIにおけるk-t PCA高速撮像法の検討を行った。次にvolunteer撮像を行い、8倍速程度の高速撮像法を確立した。実臨床データに高速撮像法を用い、定量精度に変化が無い事を確認した。高速撮像法を応用して、VENC情報を複数変更しながらの撮像手法を開発し、乱流推定手法を開発した。この乱流推定手法を閉塞性肥大型心筋症に応用し、臨床的有用性を証明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

4D Flow MRIは非侵襲的にヒト血流を可視化できる。これにより、血管閉塞、動脈瘤、血管奇形といった疾病の病態を血流の観点から明らかにする事が可能である。臨床検査として4D Flow MRIを施行するには、患者負担を考え、短時間での撮像が必須である。本研究では、MRIデータのundersampling(間引いた情報収集)と主成分分析を組み合わせる事で、高速撮像でありながら、高画質なデータを取得可能な撮像法を開発した。本研究の副産物として、血流の乱流度を定量化する手法を開発した。高速・高画質な血流・乱流評価は様々な疾病の臨床評価に応用可能と期待出来る。

研究成果の概要（英文）：First, we modified k-t PCA acceleration parameters with 4D Flow MRI by using MRI-compatible vessel phantom. Second, we developed an 8-fold k-t PCA acceleration technique by performing volunteer studies. Third, we validated the k-t PCA acceleration technique in patients examination. Fourth, we developed the technique of turbulent kinetic estimation by combining multi-VENC scan with k-t PCA acceleration. Fifth, we revealed the clinical usefulness of turbulent kinetic estimation in the patients with obstructive hypertrophic cardiomyopathy.

研究分野：MRI

キーワード：4D Flow MRI 血流解析 Turbulent Kinetic Energy Energy loss CFD 脳動脈 閉塞性肥大型心筋症 乱流

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

脳血管障害に対し血流動態を評価する手法として、近年、**4D Flow MRI** が新規に登場し注目を浴びている。本手法は血流の流速を磁気共鳴スピンの位相差情報として収集する事で、**MRI** 撮像可能空間の任意の **voxel** 内の血流の流速を時間軸を持った情報として取得可能である。これにより、生体内のリアルな血流動態を可視化可能となり、侵襲的手技である血管造影を置換し、また、流体力学的な解析を加える事で動脈瘤や血管奇形病変等の脳血管病変について、詳細な病態解析が可能となる事が期待されている(**Markl M. Clin Radiol. 2016**)。申請者グループはこの **4D Flow MRI** を用いて脳血管バイパス術前後の血流評価 (**Sekine T. Neuroradiology. 2016, Sekine T. J Nippon Med Sch, 2013**)、脳動静脈瘻の血流評価(**Murai Y, Sekine T. Can J Neurol Sci 2014**)の報告をし、また、内頸動脈閉塞患者における側副血行路評価(現在論文投稿中、口演発表は **ISMRM travel award 2014** を受賞)を現在行っている。

上記の如く、注目を浴びている **4D Flow MRI** だが、細い血管の描出能が十分でなく、流速が遅い血流に対する定量性が不十分である、といった欠点が存在するため、臨床で広く使われるには至っていない。これらを解決するため、**4D Flow MRI** の空間分解能と **Signal Noise Ratio (SNR)** の両者の改善が必要と考えられている。(**van Ooij P. MRM 2013**)。長時間撮像を行う事が一つの解決策となるが、**4D Flow MRI** は現行でも **10** 分近い撮像時間がかかっており、これ以上の長時間撮像は患者負担やワークフローの面から困難である。

このような現状を解決するための一つの考え方として高速撮像法の開発がある。一般的に撮影時間を短縮すると、得られた元データ量が少なくなるため画質が低下する。しかし、重要度の低いデータの取得を省き、画像を再構成する際に数学的工夫を行う事で、画質を損なう事無く、**MRI** 画像を高速に取得可能である。撮像時間を短縮する事が可能となった場合、この高速撮像法を用いて従来と同じ時間をかけて画像収集を行えば、実質的には撮像時間を延長したのと同等の効果を生む事が出来、これにより **SNR** の向上や空間分解能の向上も達成出来る。

このようなコンセプトの元、申請者は空間-時間軸の **2** 次元平面における生体の動きの情報が均一に分布していない事に着目し、情報が疎な部位に付いて **MRI** 収集を省く事で高速撮像が可能なる **k-t SENSE** 法に付いての研究を過去に行った (**Sekine T. MRMS. 2014**)。しかし、数学的な計算手法に限界があり、**k-t SENSE** は **3** 倍速程度の高速化においても **temporal blurring**(時間軸方向の画質劣化)が生じる不十分な結果であった。更なる高速撮像法の開発が必要と考えられた。

## 2. 研究の目的

本検討の目標は、**k-t PCA** 法を用いた脳血管の **4D Flow MRI** における適切な撮像条件を明らかにし、臨床症例に対し運用可能な事を実証する事である。**8** 倍速を超える革新的な高速化撮像技術を開発する事で、下記の様な波及効果が見込まれ、脳血流解析の飛躍的な進歩が期待される。

[1] **4D Flow MRI** の撮像時間が短縮し、研究・臨床現場での運用が容易になる

[2] **SNR** の向上により、血流定量性が向上し、より精度の高い流体解析が可能になる

[3] 空間分解能の向上により細血管の評価が可能となり、研究・臨床の対象分野が広がる

## 3. 研究の方法

[1] Volunttter study (予備試験): 5名程度の対象者に対し、**k-t PCA** のパラメーターを探索的に設定し、最適な撮像条件・再構成条件を検討した。検討する撮像条件を4種類に絞り込みを行った。

[2] Volunteer study (本試験): 10名程度の対象者に対し、上記で絞り込んだ4種と従来法の5種の撮像を行った。撮像結果を定性・定量的に評価し、最適な撮像法を1つに絞り込んだ。

[3] Patient study: 10名程度の脳血管障害の患者を対象に、従来法の**4D Flow MRI** と上記で1つに絞り込んだ最適な撮像法の2つを施行し、実患者における撮像画質の精度検証を行った。

## 4. 研究成果

**2017年度研究** Gyrotools社より**k-t PCA**を組み合わせた**4D Flow MRI** シークエンスの提供を受け、撮像を開始した。現行で、**8** 倍速程度の高速化を実現し、従来より**2** 倍程度の撮像時間短縮を可能とした。**k-t PCA** アルゴリズムに含まれるデノイズングにより画質も改善した。問題点として、現行の**k-t PCA** シークエンスはprospective収集のみである事から、RR間隔の前後の一部を収集しておらず、従来法と比較して若干の定量エラーが不可避である事が分かった。

上記の様に基礎検討レベルでは十分な成果が得られたが、既に臨床検討を複数走らせている頭部血管領域において撮像シークエンスを途中で変更する事は、エビデンスレベルの高い報告を行う上で不向きであるとの結論に至った。

**2018年度研究** 上述の如く、2カ年計画の1年目で、当初の研究計画の殆どを終了させた。2年目は1年目研究で得られた知見を元に、発展的研究を行った。具体的には高速・高画質な**4D Flow MRI** 撮像を活用した臨床研究を継続・発展させた。脳血管バイパス術後患者・片側内頸動脈狭窄患者において、病態を推定可能な新規の流体定量値の提案を行った。これらの成果は国内・国外の発表を行い、北米放射線学会や国際磁気共鳴学会での複数の受賞を得た。また、これらの成果は査読付き英文誌として、脳神経外科領域のtop journalであるneurosurgery誌へ掲載された。

本研究を更に発展させ、高速・高画質な**4D Flow MRI** 撮像を活用した心血管領域**4D Flow MRI** 撮像を開始した。高速撮像法を行う事で、臨床検査時間枠内でのbi-polar gradient 負荷セット数を爆発的に増やし、それぞれのbi-polar gradientの強度に比例したmagnitude imagingのdephaseの程度からTurbulent kinetic energyを画像化する事に成功した。これにより、**MRI** を含む従来のいかなるImaging modalityでも描出不能であった乱流エネルギーの可視化に成功した。本手法はvoxel sizeに対してrobustであり、現行で国内・海外の研究者が提唱している流体力学的手法から導かれるviscous energy loss算出と比較して、正確性が高い事が推定される。本手法を応用し、閉塞性肥大型心筋症に対して、初期臨床検討を開始した。この結果を国内・国外で発表し、日本医学放射線学会を始め、複数の受賞も経験した。

上記の研究成果を、複数の依頼講演/教育講演や依頼原稿執筆の形で発信した。また、解析software社であるPmod社、GT Flow社、Fujifilm社などとの共同研究を加速させ、研究解析のworkflowの改善や新規の血流流体定量値の開発を行った。これらの成果により、国内・外の他の研究者の、同分野における研究が加速する事を期待している。

## 5. 主な発表論文等

(雑誌論文)

1. Sakamoto Y, Okubo S, **Sekine T**, Nito C, Suda S, Matsumoto N, Nishiyama Y, Aoki J, Shimoyama T, Kanamaru T, Suzuki K, Mishina M, Kimura K. Prior Direct Oral Anticoagulant Therapy is Related to Small Infarct Volume and No Major Artery Occlusion in Patients With Stroke

- and Non-Valvular Atrial Fibrillation. J Am Heart Assoc 2018;7:e009507.
2. Delso G, Kemp B, Kaushik S, Wiesinger F, **Sekine T**. Improving PET/MR brain quantitation with template-enhanced ZTE. Neuroimage 2018;181:403-413. **(Last Author)**
  3. Orita E, Murai Y, **Sekine T**, Takagi R, Amano Y, Ando T, Iwata K, Obara M, Kumita S. Four-Dimensional Flow MRI Analysis of Cerebral Blood Flow Before and After High-Flow Extracranial-Intracranial Bypass Surgery With Internal Carotid Artery Ligation. Neurosurgery 2018. **(Corresponding Author)**
  4. Sah BR, Ghafoor S, Burger IA, Ter Voert E, **Sekine T**, Delso G, Hueßner M, Dedes K, Boss A, Veit-Haibach P. Feasibility of (18)F-FDG Dose Reductions in Breast Cancer PET/MRI. J Nucl Med 2018.
  5. **Sekine T**, Zeimpekis KG, Delso G, Barbosa FG, Ter Voert EE, Hueßner MW, Veit-Haibach P. Reduction of (18)F-FDG Dose in Clinical PET/MR Imaging by Using Silicon Photomultiplier Detectors. Radiology 2018;286:249-259.
  6. **Sekine T**, Barbosa FG, Delso G, Burger IA, Stolzmann P, Ter Voert EE, Huber GF, Kollias SS, von Schulthess GK, Veit-Haibach P, Hueßner MW. Local resectability assessment of head and neck cancer: Positron emission tomography/MRI versus positron emission tomography/CT. Head Neck 2017;39:1550-1558.
  7. **Sekine T**, Takagi R, Amano Y, Murai Y, Orita E, Fukushima Y, Matsumura Y, Kumita SI. 4D Flow MR Imaging of Ophthalmic Artery Flow in Patients with Internal Carotid Artery Stenosis. Magn Reson Med Sci 2018;17:13-20.
  8. Yamane A, **Sekine T**, Machida T, Omori I, Onda M, Kumita SI. Imaging findings of solitary uterine granulocytic sarcoma. Acta Radiol Open 2017;6:2058460117701515. **(Case report)**
  9. **Sekine T**, de Galiza Barbosa F, Kuhn FP, Burger IA, Stolzmann P, Huber GF, Kollias SS, von Schulthess GK, Veit-Haibach P, Hueßner MW. PET+MR versus PET/CT in the initial staging of head and neck cancer, using a trimodality PET/CT+MR system. Clin Imaging 2017;42:232-239.
  10. **Sekine T**, Barbosa FG, Sah BR, Mader CE, Delso G, Burger IA, Stolzmann P, Ter Voert EE, von Schulthess GK, Veit-Haibach P, Hueßner MW. PET/MR Outperforms PET/CT in Suspected Occult Tumors. Clin Nucl Med 2017;42:e88-e95.
  11. Meerwein CM, **Sekine T**, Veit-Haibach P, Bredell MG, Huber GF, Hueßner MW. Multi-slice SPECT/CT vs. Lymphoscintigraphy and intraoperative gamma ray probe for sentinel node mapping in HNSCC. Eur Arch Otorhinolaryngol 2017;274:1633-1642.
  12. Delso G, Khalighi M, Ter Voert E, Barbosa F, **Sekine T**, Hueßner M, Veit-Haibach P. Effect of Time-of-Flight Information on PET/MR Reconstruction Artifacts: Comparison of Free-breathing versus Breath-hold MR-based Attenuation Correction. Radiology 2017;282:229-235.

#### **Honors and Awards**

- 2019 Grant Program for Technology Exchanges, Nakatani Foundation (中谷財団)
- 2019 Clinical Stipend Award, International society of magnetic resonance in medicine (国際磁気共鳴学会)
- 2018 Certificate of Appreciation, ISMRM JPC (国際磁気共鳴学会 日本支部)
- 2018 Silver Medal, Autumn Assembly of the Japan Radiological Society (日本医学放射線学会秋期大会) (岩田琴美/関根鉄朗)
- 2018 WFNMB travel grant, Japanese Society of Nuclear Medicine (日本核医学会)
- 2018 Clinical Stipend Award, International society of magnetic resonance in medicine (国際磁気共鳴学会)
- 2018 Educational Stipend Award, ISMRM (国際磁気共鳴学会) (織田絵里香/関根鉄朗)
- 2018 Magna cum Laude, International society of magnetic resonance in medicine (織田絵里香/関根鉄朗)
- 2018 ISMRM travel award, Japanese society of magnetic resonance in medicine (日本磁気共鳴学会) (織田絵里香/関根鉄朗)
- 2018 Young Investigators Award, Research committee on blood flow and cardiovascular system (血流会)
- 2018 Gold Medal, Japan Radiological Society (日本医学放射線学会)
- 2017 Certificate of Merit Award, Radiological Society of North America (北米放射線学会)
- 2017 Trainee research award, Radiological Society of North America (北米放射線学会) (織田絵里香/関根鉄朗)
- 2017 Returnee award, Japanese society of nuclear medicine (日本核医学会)
- 2017 Bronze Medal, Japan Radiological Society (日本医学放射線学会)

**商業誌 (査読なし。first ないし second のみ)**

1. **関根 鉄朗**. 2) キーワードで読み解く心大血管の4D Flow MRI. インナービジョン 2018;:33(9):52-55
2. 押尾晃一/黒田 輝/五島 聡/**関根鉄朗**/萩原彰文/尾藤良孝 司会:本杉宇太郎/堀 正明. エキスパートが語るさまざまなMRI最先端トピックス 知識がアイデアを生み、アイデアが知識を生む~Glymphatic systemをはじめ、ISMRM2018における注目の発表. 映像情報 2018;14. **(総説)**
3. 田中 泉, **関根 鉄朗**. 実践!画像診断Q&A このサインを見落とすな (Case1)[救急画像編] アルコール依存症の30歳代女性. レジデントノート 2018;19:2711-2712. **(症例報告)**
4. 織田 絵, **関根 鉄朗**. 【救急放射線診断へのアプローチ】脳神経・脊髄/外傷 脊髄損傷. 臨床画像 2018;34:74-75. **(総説)**
5. 織田 絵, **関根 鉄朗**. 【救急放射線診断へのアプローチ】脳神経・脊髄/外傷 脊髄硬膜外血腫. 臨床画像 2018;34:78-79. **(総説)**
6. 山根 彩, **関根 鉄朗**. 実践!画像診断Q&A-このサインを見落とすな 救急画像編 下腹部痛・右下肢痛を主訴に受診した40歳代女性. レジデントノート 2018;19:3147-3148. **(症例報告)**
7. **関根 鉄朗**. 【救急放射線診断へのアプローチ】脳神経・脊髄/外傷 脳(皮質)挫傷・外傷性くも膜下出血・大脳半球腫脹. 臨床画像 2018;34:55-57. **(総説)**
8. 安藤 嵩, **関根 鉄朗**. 【救急放射線診断へのアプローチ】脳神経・脊髄/外傷 外傷性軸索損傷 びまん性軸索損傷. 臨床画像 2018;34:62-63. **(総説)**
9. 安藤 嵩, **関根 鉄朗**. 【救急放射線診断へのアプローチ】脳神経・脊髄/外傷 外傷性軸索損傷 深部灰白質損傷. 臨床画像 2018;34:64-65. **(総説)**
10. 安藤 嵩, **関根 鉄朗**. 【救急放射線診断へのアプローチ】脳神経・脊髄/外傷 外傷性軸索損傷 脳幹損傷. 臨床画像 2018;34:66-67. **(総説)**
11. 安藤 嵩, **関根 鉄朗**. 【救急放射線診断へのアプローチ】脳神経・脊髄/外傷 脊髄引き抜き損傷. 臨床画像 2018;34:76-77. **(総説)**
12. **関根 鉄朗**. 【Step up MRI 2018 MRI新技術 基礎から臨床への橋渡し】MRIの新技術 臨床編 心血管領域におけるMRIの新技術と臨床応用 キーワードで読み解く心大血管の4D Flow MRI. INNERVISION 2018;33:52-55. **(総説)**
13. **関根 鉄朗**. 4D Flow MRI: Scan Parameters, Analysis Parameters and Target Diseases4D Flow MRI,撮像パラメータ・解析法・対象疾患. RadFan 2018;16(2): **(総説)**
14. **関根 鉄朗**. Education Exhibit Awards Winners. インナービジョン 2018;33(2). **(総説)**
15. 濱名 輝, **関根 鉄朗**. 実践!画像診断Q&A-このサインを見落とすな 救急画像編 割り箸を持ちながら転倒した小児. レジデントノート 2018;19:2575-2576. **(症例報告)**
16. 齊藤 英, **関根 鉄朗**. 実践!画像診断Q&A このサインを見落とすな [救急画像編] 腹痛と嘔気と救急外来を受診した50歳代男性. レジデントノート 2017;19:2213-2214. **(症例報告)**
17. 今井 祥, **関根 鉄朗**. 実践!画像診断Q&A このサインを見落とすな (Case 1) 救急画像編 "ある物"を誤飲したとして来院した80歳代女性. レジデントノート 2017;19:1547-1548. **(症例報告)**
18. 岩田 琴, **関根 鉄朗**. 実践!画像診断Q&A このサインを見落とすな (Case1)救急画像編 突然の意識障害、左不全麻痺を発症した70歳代男性. レジデントノート 2017;19:1703-1704. **(症例報告)**
19. **関根 鉄朗**, 小林 靖, 木村 克, 汲田 伸. PET/MR機におけるMRを用いた吸収補正法の進歩. 臨床核医学 2017;50:56-61. **(総説)**
20. **関根 鉄朗**. 実践!画像診断Q&A-このサインを見落とすな 救急画像編 交通外傷をきっかけに1週間前より頭痛をきたした40歳代男性. レジデントノート 2017;19:1135-1136. **(症例報告)**
21. **関根 鉄朗**. 【腎泌尿器疾患の画像診断の進歩】腎疾患のMRI. 腎臓内科・泌尿器科 2017;6:8-16. **(総説)**
22. **関根 鉄朗**. 4D Flow MRIを用いた脳血管バイパス術前・術後の血流動態評価. 日本医科大学医学会雑誌 2017;13:237-238. **(総説)**
23. 安藤 嵩, **関根 鉄朗**. 実践!画像診断Q&A このサインを見落とすな 救急画像編 発熱、会陰部痛で来院した90歳代男性. レジデントノート 2017;19:2065-2066. **(症例報告)**
24. **関根 鉄朗**, 小林 靖宏, 木村 克美, 汲田 伸一郎. PET/MR機におけるMRを用いた吸収補正法の進歩. 臨床核医学 50(4) 56-61 2017年7月. **(総説)**
25. **関根 鉄朗**. 会心の症例・痛恨の症例から学ぶ画像診断のコツ 脳神経疾患. 臨床画像 2017;33(7):748-761. **(総説)**
26. 安藤嵩浩, **関根鉄朗**. 実践!画像診断Q&A このサインを見落とすな Case1[救急画像編]急性膀胱炎をくり返し、右上腹部痛を主訴に来院した30歳代男性. レジデントノート 2017;19(6):983 984. **(症例報告)**
27. **関根 鉄朗**. 実践!画像診断Q&A このサインを見落とすな 救急画像編 首の痛みと一過性健忘を認めた70歳代男性. レジデントノート

2017;19(4):605-606. (症例報告)

28. **関根 鉄朗**. 画像診断の基本 2.CT. レジデントノート 2017;19(5):774-779. (総説)
29. **関根 鉄朗**. PET/MRの基礎と臨床応用. 日本医科大学医学会雑誌 2017;12(4):159-160. (総説)

#### 著書

1. **関根鉄朗**. Chapter 5-1. 脳梗塞. 画像所見から絞り込む! 頭部画像診断 (編者: 山田恵). 株式会社 羊土社; 262-267, **2018**.
2. **関根鉄朗**, 汲田伸一郎. C.2.B b. 脳MRI. 分子標的治療・テクノロジー新時代のあたらしい肺癌現場診断学 (弦間 昭彦 編集). 株式会社南江堂; **2018**
3. 汲田伸一郎, 桐山智成, **関根鉄朗**. 4節 CT、MRI、PETにこれから求められる画像の視認性. 最先端医療機器の病院への普及展望と今後の製品開発. 技術情報協会; **2018**

#### Presentations in International Scientific Meeting (Only first or second author; =, oral)

1. **Sekine T**, Takahashi K, Kurita J, Sakamoto S, Morota T, Kumita S, Nitta T. Multi-VENC 4D Flow MRI evaluation of the aortic dissection. ASCI 2019. Taipei, Taiwan **2019.03**.
2. **Sekine T**, Felipe B, Gaspar D, Edwin V, Patrick V, Martin H. Utility of PET/MR in head and neck cancer. 104<sup>th</sup> annual meeting of RSNA, Chicago, U.S.A. **2018.12**.
3. Orita E, **Sekine T**, Murai Y, Tkagi R, Amano Y, Ando T, Iwata K, Obara M, Kumita S. 4D Flow MRI analysis of intracranial blood flow After Extracranial-Intracranial Bypass Surgery for Atherosclerotic Disease. 103<sup>th</sup> annual meeting of RSNA, Chicago, U.S.A. **2018.12**.
4. **Sekine T**, Bradley K, Sandeep K, Florian W, Delso G. Template-enhanced ZTE attenuation correction for brain FDG-PET/MR imaging. 104<sup>th</sup> annual meeting of RSNA, Chicago, U.S.A. **2018.12**.
5. **Sekine T**, Buck A, Delso G, ter Voert E, Huelner M, Veit-Haibach P, Warnock G. The estimation of diagnostic accuracy of FDG-PET/MR imaging for Alzheimer's disease—simulation study using ADNI-data. 26<sup>th</sup> annual meeting of ISMRM, Paris, France. **2018.6**.
6. Ando T, **Sekine T**, Murai Y, Takagi R, Amano Y, Orita E, Iwata K, Obara M, Matsumura Y, Kumita S. 4D Flow assessment of arterial pulsation in the patients with internal carotid artery stenotic disease. 26<sup>th</sup> annual meeting of ISMRM, Paris, France. **2018.6**.
7. Iwata K, **Sekine T**, Tachi M, Imori Y, Takeda M, Amano Y, Obara M, Matsumura Y, Kumita S. 4D Flow MRI assessment of hypertrophic cardiomyopathy - the comparison with pressure gradient measured by Doppler ultrasound-. 26<sup>th</sup> annual meeting of ISMRM, Paris, France. **2018.06**.
8. Orita E, **Sekine T**, Murai Y, Takagi R, Amano Y, Ando T, Iwata K, Obara M, Matsumura Y, Kumita S. 4D Flow MRI analysis of cerebral blood flow before and after high-flow EC-IC bypass surgery for ICA aneurysm. 26<sup>th</sup> annual meeting of ISMRM, Paris, France **2018. 6**.
9. **Sekine T**, Buck A, Delso G, ter Voert E, Huelner M, Veit-Haibach P, Warnock G. Diagnostic accuracy of FDG-PET/MR for dementia— Impact of atlas-based MR attenuation correction. 103<sup>th</sup> annual meeting of RSNA, Chicago, U.S.A. **2017.12**.
10. Orita E, **Sekine T**, Murai Y, Tkagi R, Amano Y, Ando T, Iwata K, Obara M, Matsumura Y, Kumita S. 4D Flow MRI analysis of intracranial blood flow before and after RAG bypass surgery for treatment of ICA aneurysm. 103<sup>th</sup> annual meeting of RSNA, Chicago, U.S.A. **2017.12**.
11. **Sekine T**, Ando T, Takagi R, Orita E, Iwata K, Kumita S. Brain 4D Flow MRI -Scan parameters, Analysis parameters and Target diseases-. 103<sup>th</sup> annual meeting of RSNA, Chicago, U.S.A. **2017.12**.
12. **Sekine T**, Barbosa F, Delso G, ter Voert E, Veit-Haibach P, Huelner M. Utility of PET/MR in head and neck. 2017<sup>th</sup> annual meeting of ESMRMB, Barcelona, Spain. **2017.10**.
13. **Sekine T**, Buck A, Delso G, ter Voert E, Huelner M, Veit-Haibach P, Warnock G. Diagnostic accuracy of FDG-PET/MR for dementia— Estimation of the impact of commercial atlas-based MR attenuation correction. 2017<sup>th</sup> annual meeting of EANMMI, Vienna, Austria. **2017.10**.
14. Orita E, **Sekine T**, Takagi R, Amano Y, Murai Y, Obara M, Anodh T, Matsumura Y, Kumita S. 4D Flow MRI analysis of cerebral blood flow before and after EC-IC bypass surgery. 25<sup>th</sup> annual meeting of ISMRM, Honolulu, U.S.A. **2017. 05**.
15. **Sekine T**, Takagi R, Amano Y, Murai Y, Fukushima Y, Orita E, Anodh T, Matsumura Y, Kumita S. 4D Flow assessment of ophthalmic artery

flow in patients with atherosclerotic internal carotid artery stenotic disease. 25<sup>th</sup> annual meeting of ISMRM, Honolulu, U.S.A. **2017.05.**

16. **Sekine T**, Buck A, Gaspar D, Edwin V, Martin H, Patrick V, Warnock G. Evaluation of clinical single atlas-based attenuation correction for integrated PET/MR in human brain. 2017th American Roentgen Ray Society meeting, New Orleans, U.S.A. **2017.4.** (Invited poster)

#### 国内会議における発表（依頼講演のみ）

1. **Sekine T**. Clinical utility of hemodynamic assessment by 3D phase-contrast MRI – From velocity measurement to turbulence estimation. 理化学研究所 iTHEMS-東北大学 AIMR 連携ワークショップ. 仙台 2019.3. (30分、依頼講演)
2. **Sekine T**. 4D Flow MRI を用いた脳神経領域における流体解析. 第42回日本脳神経CI学会総会. 東京. 2019.3. (15分、日本語、キーノートレクチャー)
3. **Sekine T**. 4D flow MRI の基礎技術と臨床応用. 第11回血学会. 東京 **2019.01.** (40分、日本語、ランチョン)
4. **Sekine T**. Emerging applications of 4D Flow MRI. 3<sup>rd</sup> annual meeting of ISMRM Japanese Chapter. 名古屋 2018.12. (15分、英語、シンポジスト)
5. **関根 鉄朗**. Neurovascular 4D Flow MRI -Emerging scan technique and clinical application-. 46<sup>th</sup> annual meeting of JSMRM. 金沢 **2018.09.** (依頼講演, シンポジウム, 10分)
6. **関根 鉄朗**. 4D Flow MRI の撮像法・解析法・臨床応用. FUJIFILM MEDICAL SEMINAR 2018 in 東京, 東京 **2018.8.** (依頼講演, 30分)
7. **関根 鉄朗**. PET/CT の最近の知見と PET/MR. 日本頭頸部癌学会, 東京 **2018.8.** (依頼講演, シンポジウム, 25分)
8. **関根 鉄朗**. 4D Flow MRI と PET/MR と留学のお話. 第20回放射線研究セミナー, 名古屋. **2018.04.** (招待講演, 日本語, 45分)
9. **関根 鉄朗**. 4D flow MRI を用いた閉塞性肥大型心筋症における上行大動脈渦流 の評価. 第9回血学会, 千葉. **2018.02.** (査読有り, 日本語, 口演 10分)
10. **関根 鉄朗**. 直腸癌と肝転移の画像診断. 日本医科大学 EOB-MRI 診断勉強会, 東京. **2017.11.** (依頼講演, 日本語, 30分)
11. **関根 鉄朗**. PET/MR との1年半とそれからの1年半とこれから. 57<sup>th</sup> annual meeting of JSNM. **2017.11.** (受賞記念講演, 15分)
12. **関根 鉄朗**. 4D Flow MRI を用いた脳血管バイパス術前・術後の血流動態評価. 日本医科大学医学会, 東京. **2017.9.** (査読なし, 日本語, 口演, 12分)
13. **Sekine T**, Buck A, Gaspar D, Edwin V, Martin H, Patrick V, Warnock G. PET/MR における FDG-PET の認知症診断能 -atlas-based MR 吸収補正法による影響の推定-. PET サマーセミナー 2017. **2017.08.** (査読あり, 日本語, 口演 10分)
14. **関根 鉄朗**. 画像検査が有用であった意識障害症例のケースレビュー第6回 Cerebral and Cardiac Disease Seminar, 東京. 2017.9. (査読無し, 教育講演, 日本語, 口演 30分)
15. **関根 鉄朗**. 急性期脳梗塞診療における MRI の役割. 救急放射線セミナープレミアム, 東京. **2017.06.** (査読なし, 教育講演, 日本語, 口演 20分)

〔その他〕

特になし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

研究代表者氏名： 関根鉄朗

ローマ字氏名： **Sekine Tetsuro**

所属研究機関名： 日本医科大学

部局名： 医学部

職名： 講師

研究者番号 (8桁): 00747826