

令和 3 年 6 月 24 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K15588

研究課題名（和文）乳癌個別化治療に直結する新たな拡散強調MRI画像診断法の確立

研究課題名（英文）Establishment of a New Diffusion-Weighted MRI Imaging Method Directly Related to Personalized Breast Cancer Treatment

研究代表者

飯間 麻美（Iima, Mami）

京都大学・医学研究科・助教

研究者番号：60748797

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：複数の種類の担癌マウスにおいて拡散時間やTE等の撮影条件の変更による拡散強調MRI定量値への影響について検討した。拡散時間による見かけの拡散係数の変化率と細胞増殖能を反映する乳癌のKi-67などから得られる組織学的バイオマーカーとの間に有意な相関関係を見出し、磁気共鳴医学会に演題発表を行い、論文作成中である。臨床例においては、異なる拡散時間等による拡散強調MRI定量値への影響につき検討を行った。主に見かけの拡散係数やその変化率への影響を中心に検討し、乳腺腫瘍の良悪性鑑別や、乳癌におけるホルモン受容体発現の有無などの鑑別につき、国際磁気共鳴医学会、北米放射線学会で発表、論文発表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

今まで主に定性的評価に留まっていた腫瘍内部の新たな定量評価が可能となり、乳癌のホルモン受容体発現の有無との関連も見いだされた。特に造影剤アレルギーなど、造影剤の使用困難な症例において、拡散強調像を用いた新たな診断法が有用となる可能性がある。

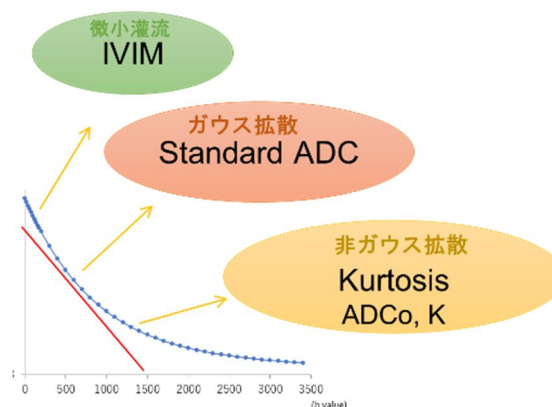
研究成果の概要（英文）：We investigated the effects of different acquisition parameters such as diffusion time and TE on the quantitative values of diffusion-weighted MRI in several types of xenograft models. We found a significant correlation between the rate of change in apparent diffusion coefficient (ADC) with diffusion time and histological biomarkers such as Ki-67 in breast cancer, reflecting cell proliferation. In clinical cases, we investigated the effect of different diffusion times on ADC values. In clinical cases, the effects of different diffusion times and other factors on the quantitative values of diffusion-weighted MRI were investigated, focusing mainly on the effects on the ADC and ADC change, and their diagnostic usefulness in differentiating between benign and malignant breast tumors and the presence or absence of hormone receptor expression in malignant tumors was presented at the international meetings, and a paper was published.

研究分野：画像診断

キーワード：MRI 拡散 非ガウス拡散 乳腺腫瘍 乳癌

1. 研究開始当初の背景

乳房造影 MRI はマンモグラフィや超音波検査などと比較し最も感度の高い検査であるものの、偽陽性等診断困難な症例も多く経験される。さらに、腎不全患者での重篤な合併症を起こす可能性や頻回投与における造影剤体内沈着などの新たな造影剤の問題点が近年指摘されてきた。拡散強調 MRI は生体組織中の水分子の拡散運動を画像化する技術であり、造影剤を使用せずとも細胞レベルでの微細構造や微小灌流等の情報につき定量評価が可能である。拡散強調 MRI を用いて、得られる見かけの拡散係数 (ADC : Apparent Diffusion Coefficient) は病変の検出や良悪性の鑑別、および乳癌の術前化学療法における治療効果判定や予後予測評価における有用性につき多数の報告がある。他にも灌流を評価できる IVIM (Intra-Voxel Incoherent Motion) や、組織の微小構造を新たに評価可能な非ガウス拡散 MRI などの新たな拡散強調 MRI 定量値 (下図) を算出可能であるものの、高い精度で定量値を算出する解析方法につき十分に定まっていない。また、拡散強調の度合いを表す b 値の他にも、拡散時間など、拡散強調 MRI 定量値に影響を及ぼす撮影パラメーターの重要性が認識されてきた[1]が、我々の知る範囲においては、乳腺腫瘍などでは十分に検討されていない。



生体内の拡散強調 MRI 信号減衰を用いて
拡散強調 MRI 定量値を算出可能

2. 研究の目的

拡散強調 MRI 画像から得られる新たな定量値の開発を進め、拡散強調 MRI 画像から得られる各定量値と乳癌のサブタイプや臨床情報とを関連付け、最も関連する拡散強調 MRI 画像定量値を含めた新たなイメージングバイオマーカーを開発し、また新たなイメージングバイオマーカーの乳癌の転移や再発などの予測因子や治療効果因子として成立するかにつき検証を進める。乳癌個別化治療に向けて拡散強調 MRI を用いた新たな診断法を確立することを最終目標とする。



動物 MRI 撮影装置

3. 研究の方法

(1) ヒト乳腺腫瘍 (MDA-MB-231, MCF-7) の cell line を用いて、複数の種類の xenograft 担癌マウスを作成した。拡散時間などの拡散強調 MRI 撮影に必要な項目を変更してマウス腫瘍モデルを 7TMTI 装置にて撮影する事により、拡散強調 MRI から得られる新たなコントラストを追求した。

(2) 拡散強調 MRI から得られる複数の定量値において最も高い診断能を有する複数の閾値を用いたカテゴリー化や、悪性度等の確からしさの算出及び組み合わせなど複数の手法を開発し統合させることにより、良悪腫瘍や乳癌のサブタイプとの鑑別につき初期検討を報告した[2]が、本方法と関連して、乳腺腫瘍や頭頸部腫瘍の臨床例において異なる拡散時間を用いるなどして得られる複数の拡散強調 MRI 定量値において、乳癌の病理学的情報、サブタイプと始めとする分子学的情報や遺伝子プロファイル等の複数の臨床情報との関連性につき検討し、これらの臨床情報と最も関連性の高いバイオマーカーを導き出せるか探索を行った。また、乳癌の進展や再発、転移や予後を予測する MRI 画像の表現型となるようなバイオマーカーとして成立するか検証を行った。

4 . 研究成果

複数の種類の担癌マウスにおいて拡散時間や TE 等の撮影条件の変更による拡散強調 MRI 定量値への影響について検討した。どのタイプの腫瘍においても算出可能な、最も定量値の変動の少ない最適な撮影条件を設定した上で、拡散強調 MRI のロバストな解析法につき検討を行った。拡散時間による見かけの拡散係数の変化率と細胞増殖能を反映する乳癌の Ki-67 などから得られる組織学的バイオマーカーとの間に有意な相関関係を見出し、磁気共鳴医学会に演題発表を行い、論文作成中である。

臨床例においては、当初は多数の b 値における拡散強調 MRI データを取得し複数の拡散強調 MRI 値を算出する予定であったが、撮影時間の制限により撮影が困難となり、異なる拡散時間による拡散強調 MRI 定量値への影響につき、良悪性や腫瘍のサブタイプ等の鑑別に有用なバイオマーカーとなるかどうか検討を行った。主に見かけの拡散係数(Apparent Diffusion Coefficient: ADC)値やその変化率への影響を中心に検討し、乳腺腫瘍内の良悪性鑑別や、悪性腫瘍におけるホルモン受容体などの予後予測因子の鑑別の有用性につき、国際磁気共鳴医学会、北米放射線学会で発表し、論文出版した[3]。

拡散時間による ADC 値変化率による良悪性腫瘍の鑑別の有用性につき、頭頸部腫瘍症例において検討し、良性腫瘍と比較し悪性腫瘍において拡散時間依存性 ADC 値の変化が大きいことを国際磁気共鳴医学会 (ISMRM) に発表、論文出版した[4]。

最終年度は新型コロナウイルスによる影響もあり、臨床例における比較的長時間の MRI 撮影が困難となった。可能な限り短時間でも効率良く拡散強調 MRI 定量値を計算できるような方法につき、引き続き検討を重ねる予定である。

1. Iima, M., et al., *Effects of diffusion time on non-Gaussian diffusion and intravoxel incoherent motion (IVIM) MRI parameters in breast cancer and hepatocellular carcinoma xenograft models*. Acta Radiologica Open, 2018. **7**(1): p. 1-8.
2. Iima, M., et al., *Intravoxel Incoherent Motion and Quantitative Non-Gaussian Diffusion MR Imaging: Evaluation of the Diagnostic and Prognostic Value of Several Markers of Malignant and Benign Breast Lesions*. Radiology, 2018. **287**(2): p. 432-441.
3. Iima, M., et al., *The Rate of Apparent Diffusion Coefficient Change With Diffusion Time on Breast Diffusion-Weighted Imaging Depends on Breast Tumor Types and Molecular Prognostic Biomarker Expression*. Investigative radiology. Epub ahead of print.
4. Iima, M., et al., *Time dependent diffusion MRI to distinguish malignant from benign head and neck tumors*. J Magn Reson Imaging, 2019. **50**(1): p. 88-95.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 4件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Mami Iima, Masako Kataoka, Maya Honda, Akane Ohashi, Ayami Ohno Kishimoto, Rie Ota, Ryuji Uozumi, Yuta Urushibata, Thorsten Feiweier, Masakazu Toi, Yuji Nakamoto	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 The Rate of Apparent Diffusion Coefficient Change With Diffusion Time on Breast Diffusion-Weighted Imaging Depends on Breast Tumor Types and Molecular Prognostic Biomarker Expression	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Investigative radiology	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1097/RLI.0000000000000766	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 Iima Mami, Kataoka Masako, Honda Maya, Ohashi Akane, Ohno Kishimoto Ayami, Ota Rie, Uozumi Ryuji, Urushibata Yuta, Feiweier Thorsten, Toi Masakazu, Nakamoto Yuji	4. 巻 Publish Ahead of Print
2. 論文標題 The Rate of Apparent Diffusion Coefficient Change With Diffusion Time on Breast Diffusion-Weighted Imaging Depends on Breast Tumor Types and Molecular Prognostic Biomarker Expression	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Investigative Radiology	6. 最初と最後の頁 00-00
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1097/rli.0000000000000766	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 Iima M, Honda M, Sigmund EE, Ohno Kishimoto A, Kataoka M, Togashi K	4. 巻 52
2. 論文標題 Diffusion MRI of the breast: Current status and future directions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Magn Reson Imaging.	6. 最初と最後の頁 70-90
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/jmri.26908.	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 Iima Mami, Yamamoto Akira, Kataoka Masako, Yamada Yosuke, Omori Koichi, Feiweier Thorsten, Togashi Kaori	4. 巻 50
2. 論文標題 Time-dependent diffusion MRI to distinguish malignant from benign head and neck tumors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Magnetic Resonance Imaging	6. 最初と最後の頁 88-95
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 該当する

1. 著者名 Iima Mami	4. 巻 2018
2. 論文標題 Investigation of new cancer diagnosis using non-Gaussian diffusion MRI and IVIM	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Impact	6. 最初と最後の頁 41 ~ 43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21820/23987073.2018.12.41	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 該当する

〔学会発表〕 計34件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 Someya Y, Iima M, Imai H, Yoshizawa A, Nakamoto Y, Kataoka M, Isoda H, Togashi K.
2. 発表標題 Investigation of breast cancer microstructure and microvasculature from time-dependent DWI and CEST in correlation with histology.
3. 学会等名 ISMRM & SMRT Virtual Conference & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Iima M, Kataoka M, Honda M, Kishimoto A0, Ota R, Ohashi A, Y.Urushibata Y, Feiweier T Toi M, Togashi K.
2. 発表標題 Clinical Diffusion Time Dependency of Breast Tumors and Associations with Prognostic Factors.
3. 学会等名 ISMRM & SMRT Virtual Conference & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Iima M
2. 発表標題 DWI of the Breast
3. 学会等名 ISMRM & SMRT Virtual Conference & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuko Someya, Mami Iima ² , Hirohiko Imai, Akihiko Yoshizawa, Hiroyoshi Isoda, Kaori Togashi
2. 発表標題 Noninvasive Quantification of Breast Cancer Microstructure Using CEST and Diffusion MRI
3. 学会等名 第79回日本医学放射線学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯間 麻美, 片岡 正子, 本田 菜也, 大野 文美, 太田 理恵, 大橋 茜, 三宅 可奈江, 戸井 雅和, 富樫 かおり
2. 発表標題 Apparent diffusion distance as a means of revealing breast tumor micro-structure in vivo
3. 学会等名 日本乳癌学会学術総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mami Iima, Masako Kataoka, Maya Honda, Ayami Ohno Kishimoto, Rie Ota, Akane Ohashi, Yuta Urushibata, Masakazu Toi, Yuji Nakamoto
2. 発表標題 Feasibility of time-dependent ADC values of breast cancer in the clinics
3. 学会等名 日本磁気共鳴医学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mizue Suzuki, Mami Iima, Masako Kataoka, Maya Honda, Ayami Ohno, Akane Ohashi, Rie Ota, Kanae Miyake, Yuta Urushibata, Masakazu Toi, Souichi Kubo, Yuji Nakamoto
2. 発表標題 Investigation of optimal b value in breast DWI for assessment of breast mass morphology
3. 学会等名 日本磁気共鳴医学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mami Iima, Yuko Someya, Hirohiko Imai, Sho Koyasu, Masako Kataoka, Yuji Nakamoto
2. 発表標題 Comparison of IVIM and non-Gaussian DWI parameters obtained in vivo and ex vivo in mouse xenograft models.
3. 学会等名 日本磁気共鳴医学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuko Someya, Mami Iima, Hirohiko Imai, Akihiko Yoshizawa, Hiroyoshi Isoda, Masako Kataoka, Yuji Nakamoto
2. 発表標題 Time-dependent ADC values in association with histological biomarkers in breast cancer xenograft models
3. 学会等名 日本磁気共鳴医学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯間麻美
2. 発表標題 乳腺の拡散強調画像: ADCとその先に
3. 学会等名 日本磁気共鳴医学会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuko Someya, Mami Iima, Hirohiko Imai, Hiroyoshi Isoda, Masako Kataoka, Denis Le Bihan, Yuji Nakamoto
2. 発表標題 Time Dependent IVIM and non-Gaussian DW parameters in Breast Xenograft models
3. 学会等名 ISMRM Japanese Chapter
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Iima M, Kataoka M, Honda M, Kishimoto AO, Ota R, Ohashi A, Y.Urushibata Y, Feiweier T Toi M, Togashi K.
2. 発表標題 Clinical Diffusion Time Dependency of Breast Tumors and Associations with Prognostic Factors.
3. 学会等名 ISMRM & SMRT Virtual Conference & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Someya Y, Iima M, Imai H, Yoshizawa A, Nakamoto Y, Kataoka M, Isoda H. Togashi K.
2. 発表標題 Investigation of breast cancer microstructure and microvasculature from time-dependent DWI and CEST in correlation with histology.
3. 学会等名 ISMRM & SMRT Virtual Conference & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Iima M
2. 発表標題 DWI of the Breast
3. 学会等名 ISMRM & SMRT Virtual Conference & Exhibition (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuko Someya, Mami Iima, Hirohiko Imai, Akihiko Yoshizawa, Hiroyoshi Isoda, Kaori Togashi
2. 発表標題 Noninvasive Quantification of Breast Cancer Microstructure Using CEST and Diffusion MRI
3. 学会等名 第79回日本医学放射線学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯間 麻美、片岡 正子、本田 茉也、大野 文美、太田 理恵、大橋 茜、三宅 可奈江、戸井 雅和、富樫 かおり
2. 発表標題 Apparent diffusion distance as a means of revealing breast tumor micro-structure in vivo
3. 学会等名 第28回日本乳癌学会学術総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mami Iima, Masako Kataoka, Maya Honda, Ayami Ohno Kishimoto, Rie Ota, Akane Ohashi, Yuta Urushibata, Masakazu Toi, Yuji Nakamoto
2. 発表標題 Feasibility of time-dependent ADC values of breast cancer in the clinics
3. 学会等名 第48回日本磁気共鳴医学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuko Someya, Mami Iima, Hirohiko Imai, Akihiko Yoshizawa, Hiroyoshi Isoda, Masako Kataoka, Yuji Nakamoto
2. 発表標題 Time-dependent ADC values in association with histological biomarkers in breast cancer xenograft models
3. 学会等名 第48回日本磁気共鳴医学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯間 麻美
2. 発表標題 乳腺の拡散強調画像: ADCとその先に
3. 学会等名 第48回日本磁気共鳴医学会大会(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuko Someya , Mami Iima, Hirohiko Imai, Hiroyoshi Isoda, Masako Kataoka, Denis Le Bihan, Yuji Nakamoto
2. 発表標題 Time Dependent IVIM and non-Gaussian DW parameters in Breast Xenograft models
3. 学会等名 The 5th ISMRM-Japanese Chapter Annual Scientific Meeting
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mami Iima , Masako Kataoka , Maya Honda , Ayami Kishimoto Ohno , Rie Ota , Akane Ohashi , Yuta Urushibata , Thorsten Feiweier , Masakazu Toi , and Kaori Togashi
2. 発表標題 Time-Varying Diffusion Patterns in Breast Cancer Linked to Prognostic Factors
3. 学会等名 ISMRM 27th Annual Meeting & Exhibition, Montreal, Canada (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 飯間麻美, 片岡正子, 本田茉也, 大野文美, 太田理恵, 大橋茜, 三宅可奈江, 戸井雅和, 富樫かおり
2. 発表標題 乳腺腫瘍良悪性鑑別における異なる拡散時間を用いたADC値の有用性
3. 学会等名 第27回日本乳癌学会学術総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 羽賀すみれ, 飯間麻美, 片岡正子, 本田茉也, 大野文美, 太田理恵, 大橋茜, 三宅可奈江, 漆畑勇太, Thorsten Feiweier, 戸井雅和, 富樫かおり
2. 発表標題 時間依存拡散MRIは乳癌の微細構造への臨床的アプローチを可能とする
3. 学会等名 第47回 磁気共鳴医学会学術総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mami Iima, Masako Kataoka, Maya Honda, Akane Ohashi, Ayami Ohno Kishimoto, Rie Ota, Yuta Urushibata, Thorsten Feiweier, Masakazu Toi, and Kaori Togashi
2. 発表標題 Power of Time-dependent Diffusion MRI as a Prognostic Biomarker in the Breast
3. 学会等名 Radiological Society of North America (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mami Iima, Masako Kataoka, Maya Honda, Akane Ohashi, Ayami Ohno Kishimoto, Rie Ota, Kanae Miyake Kawai, Katsutoshi Murata, Thorsten Feiweier, Masakazu Toi, and Kaori Togashi
2. 発表標題 Diffusion Time Dependence of ADC Values for the Differentiation of Malignant & Benign Breast Tumors
3. 学会等名 ISMRM Workshop on Breast MRI. Las Vegas, NV, USA (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Kawakami, M. Iima, A. Yamamoto, M. Kataoka, Y. Yamada, K. Omori, T. Feiweier, K. Togashi.
2. 発表標題 Time-dependent diffusion MRI to distinguish malignant from benign head and neck tumours.
3. 学会等名 European Congress of Radiology (ECR), Vienna, Austria. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mami Iima
2. 発表標題 IVIM and non-Gaussian diffusion MRI of the breast.
3. 学会等名 International Congress on Magnetic Resonance Imaging (ICMRI), Seoul, Korea. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 飯間麻美
2. 発表標題 乳癌のIVIM/非ガウス拡散MRIイメージング
3. 学会等名 磁気共鳴医学会大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 飯間麻美
2. 発表標題 水分子の拡散を通じてがんの特徴を捉える～新たな拡散強調MRI腫瘍診断法の開発～
3. 学会等名 バイオインダストリー協会 "未来へのバイオ技術" 勉強会「京大発：非侵襲、低侵襲で新薬開発・診断・計測に貢献する3つのツール」 （招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 飯間麻美
2. 発表標題 拡散時間：非ガウス拡散とIVIM MRIを用いた新たな癌診断法の開発
3. 学会等名 第2回創薬医学シンポジウム 「オープンイノベーションから創薬へ」 京都大学（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M.lima, M.Kataoka, M.Honda, A. O. Kishimoto, K. K. Miyake, Y.Urushibata, T.Feiweier, M.Toi, and K.Togashi
2. 発表標題 Comparison of ADC values obtainedwith OGSE and PGSE sequences for differentiation of human benign breast tumors
3. 学会等名 磁気共鳴医学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M.lima, A.Yamamoto, I.Tateya, M.Kitamura, T.Feiweier, K.Omori, and K.Togashi
2. 発表標題 Comparison of ADC values obtained with OGSE and PGSE sequences for differentiation of human head and neck lymphoma and squamous cell carcinoma
3. 学会等名 磁気共鳴医学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K.Kobashi, M.lima, M.Kataoka, S.Kanao, M.Honda, A.Ohno, R.Ota, A.Ohashi, K.Miyake, M.Toi, K.Togashi
2. 発表標題 Investigation of IVIM and non-Gaussian diffusion MR parameters in benign breast tumors.
3. 学会等名 磁気共鳴医学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木 瑞恵、飯間 麻美、片岡 正子、三宅 可奈江、阪口 怜奈、大野 文美、本田 茉也、戸井 雅和、富樫 かおり
2. 発表標題 非ガウス拡散MRIを用いた浸潤性乳管癌と非浸潤性乳管癌の鑑別の有用性の検討
3. 学会等名 第25回日本乳癌学会学術総会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Denis Le Bihan, Mami lima, Christian Federau, Eric E. Sigmund	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Pan Stanford	5. 総ページ数 562
3. 書名 Intravoxel Incoherent Motion (IVIM) MRI: Principles and Applications 1st Edition	

〔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
研究協力者	片岡 正子 (Kataoka Masako)	京都大学・医学部附属病院 放射線部・講師 (14301)	

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