

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 22 日現在

機関番号：14202
 研究種目：挑戦的萌芽研究
 研究期間：2011～2012
 課題番号：23659584
 研究課題名（和文） 高磁場装置と高性能傾斜磁場コイルを用いた超高速高感度MR代謝画像法の研究
 研究課題名（英文） Study for ultra-fast and highly-sensitive MR spectroscopic imaging using a high-field magnet and a high-performance gradient coil.
 研究代表者
 森川 茂廣（Morikawa Shigehiro）
 滋賀医科大学・医学部・教授
 研究者番号：60220042

研究成果の概要（和文）：7テスラの高磁場MR装置に内径60mm、最大磁場勾配100G/cmの高性能傾斜磁場コイルを導入した。マウス脳を対象とする多量子遷移を利用したHMQCによる高感度の¹H検出¹³C-NMRスペクトロスコピックイメージングを実現するために、外径60mmの送信用容積コイル、直径15mmの受信用表面コイルとT/R制御装置を組み合わせた¹H用RFコイルを導入し、更にこれに自作の¹³C表面コイルを組み合わせ、二重同調検出コイルを製作した。ソフト面では、超高速撮像法であるエコープラナーイメージングを応用したEPSIを試みたが、マウスの脳という小さな対象物と7Tという高磁場によって観測スペクトル帯域が広がるため、期待した高速化は達成できなかった。HMQCを利用したケミカルシフトイメージング（CSI）では、8x8=64ステップの位相エンコーディングのk-スペースの4隅を省略し、撮像時間を2/3程度に短縮しつつ同程度の分解能を得ることができた。この方法を利用して、マウスに投与した¹³C-グルコースから脳内で生成するグルタミン酸・グルタミンの画像の変化を約20分の時間分解能で観察することに成功した。

研究成果の概要（英文）：A high-performance gradient system, with maximal gradient strength of 100 G/cm and inner diameter of 60 mm, was installed to a 7T high-field MR scanner. To realize highly-sensitive ¹H-detected ¹³C spectroscopic imaging of mouse brain using hetero-nuclear multiple-quantum coherence (HMQC), a ¹H RF coil system, consisting of a volume coil of 60 mm in diameter for transmission (Tx), a surface coil of 15 mm in diameter for receiving (Rx) and T/R controller, was introduced and a home-built ¹³C surface coil was combined. A pulse program of EPSI, which utilizes a high-speed echo planar imaging technique, was prepared, but expected increase in time-resolution was not obtained because of the small-sized mouse brain and the wide spectral band width due to the high magnetic field strength of 7T. In chemical shift imaging (CSI) with HMQC, the data acquisitions at 4 corners of k-space with 8 x 8 = 64 phase encoding steps were skipped and similar spatial resolution data could be obtained in an approx. 2/3 acquisition time. Using these techniques, sequential changes in metabolite images of ¹³C-glutamate and glutamine generated from infused ¹³C-glucose were successfully observed in mouse brain with a time resolution of 20 minutes.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・放射線科学

キーワード：核磁気共鳴画像（MR I）

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

(1) 生体内のグルコースの代謝を非侵襲的に追跡する方法としては PET が一般に認知され、悪性疾患の診断などに利用されている。しかし、トレーサーとして用いられる FDG は代謝を受けず、蓄積した部位の放射活性を検出するのみで、代謝の過程を追跡するものではない。これに対して ^{13}C 化合物をトレーサーとして利用する ^{13}C -MR スペクトロスコピー (MRS) 法がある。 ^{13}C は天然存在比が 1% の安定同位元素で、放射線被ばくの危険もなく、これでラベルされた ^{13}C グルコースは、トレーサーとして投与されると通常のグルコースと同様の代謝を受け、しかも MRS を用いると代謝産物を区別して検出できるという大きな利点を有している。しかしその検出感度は PET に比べて桁違いに低いことが欠点である。感度の向上は MRS に課せられた命題であり、このために様々な取組が行われている。

(2) われわれの施設に 7T の高磁場 MR 装置が設置され、パラレルイメージングのために導入したマルチコイルの利用を思いつき、21-22 年度挑戦的萌芽研究「パラレルイメージング技術を応用した高感度生体炭素- ^{13}C MR 代謝画像法の開発」の補助を受け、ラット脳 ^1H イメージ用の 4 チャンネルのアレーコイルに手製の ^{13}C 表面コイルを組み合わせて、多量子遷移を利用する高感度の HMQC を実現し、パラレルイメージングのデータ処理への取り組みを行った。その研究成果は 22 年度の第 38 回日本磁気共鳴医学会で大会長賞を受けるなど高い評価を得た。しかし、このような技術を組み合わせても、ラット脳内の ^{13}C 化合物の画像化には至らず、更なる高感度検出が必要であった。

2. 研究の目的

(1) 生体での脳代謝の基本である ^{13}C グルコースを用いる MR 代謝画像の高速検出を目指して、7T 動物実験用 MR 装置に新たに導入する内径 60mm の高性能傾斜磁場コイルを利用する。そこで、ソフト・ハード両面からこれまでに開発してきた持てる技術を総動員して、検出感度の低い炭素- ^{13}C MR 代謝画像の高速高感度検出を実現することを目的とする。口径の関係で対象はマウスの脳となるが、マウスでは、アルツハイマー病など様々な疾患モデルが確立されているので脳内のグルコース代謝を非侵襲的に計測できる手段として確立できれば、脳の病態を解析する方法として活用されることが期待される。

3. 研究の方法

(1) MR 装置

Agilent 社 7T MR 装置 (図 1) は、内径 220mm と内径 120mm の 2 種の傾斜磁場コイルを選択して使用していたが、今回、最大磁場勾配 100 G/cm、内径 60mm の高性能傾斜磁場コイル (図 1 手前) を導入した。その結果マグネットのボア内には 3 つの傾斜磁場コイルが挿入され (図 1 右上)、対象と RF コイルのサイズにより 3 つの傾斜磁場コイルを選択することが可能となった。



図 1 7T MR 装置と傾斜磁場コイル。3 種類の内径の傾斜磁場コイルを選択できる (右上)

(2) 信号検出用二重同調 RF コイル

多量子遷移 (HMQC) による高感度 ^1H 検出 ^{13}C -MR スペクトロスコピックイメージングを 7T の MR 装置で実現するには、 ^1H の周波数 (300MHz) の送受信、 ^{13}C の周波数 (75MHz) の送信システムが必要である。これまで感度良好な外径 60mm の ^1H 、 ^{13}C 二重同調容積コイルを自作した実績はあったが、HMQC を実現するためには、均一な RF パルスの送信と厳密な静磁場の均一性が要求され、そのためには、T/R 制御された大きめの送信用 ^1H 容積コイルと小さめで対象にフィットした小径の ^1H 表面コイルの組み合わせが望まれる。そこで初年度 (平成 23 年度) には T/R 制御装置のみを購入し、ダイオードによるアクティブデカップリング回路を有するコイルの製作を試みた。しかし外径 60mm 以内に収める小型のコイルの製作は極めて困難で初年度には完成に至らなかった。

そこで最終の 2 年目 (平成 24 年度) には、研究期間内に研究目的を達成するため、T/R 制御可能なマウス脳に特化した特注の外径 60mm の送信用容積コイル、直径 15mm の受信表面コイルを高島製作所から導入し、前年度導入済の T/R 制御装置、更にこれに自作の ^{13}C 表面コイルを組み合わせ、二重同調検出コイル (図 2) を製作して、実験を行った。



図2 HMQCのための ^1H - ^{13}C 二重同調検出コイル。T/R制御可能な ^1H 用外径60mmの送信用容積コイル(図下)、直径15mmの受信用表面コイル(図左上)を導入し、これに自作の ^{13}C 表面コイル(図右上)を組み合わせて、マウス脳用RFコイルを製作した。

(3) 撮像プログラム・データ処理プログラム
HMQCをベースとして、超高速イメージングであるエコープラナーイメージングの手法を応用したエコープラナースペクトロスコーピックイメージング(HMQC-EPSI)のパルスプログラム、HMQCを用いるケミカルシフトイメージング(HMQC-CSI)でのパルスプログラムを作製した。データ処理プログラムはMatlabを用いて外部PC上に作成した。CSIは $8 \times 8 = 64$ の位相エンコードのk-spaceの4隅を省略した44ステップとし、EPSIはread方向16pt、位相エンコードを8stepとし、最終的に 32×32 マトリックスの代謝画像を構築した。

4. 研究成果

(1) 平成23年度

初年度はマウス脳に適應できるT/R制御のコイルが使用できないため、内径120mmの傾斜磁場コイル用のTR制御4チャンネルアレーコイルと23年度に製作した外径60mmの ^1H - ^{13}C 二重同調容積コイル(T/R制御なし)を用いてパルスプログラムとデータ処理プログラムの開発と検討を行った。ファントムを用いた検討では、4チャンネルアレーコイルでは、 8×8 stepのHMQC-CSIにおいてHMQC-EPSIに比較して良好なS/Nが得られ、この結果は、24年度の第16回NMRマイクロイメージング研究会において発表した。しかしながらラットやマウスを用いる生体レベルで評価可能な脳の ^{13}C 代謝画像の観察には至らなかった。

(2) 平成24年度

高島製作所からT/R制御可能な ^1H 用外径60mmの送信用容積コイル、直径15mmの受信用表面コイルを導入し、これに自作の ^{13}C 表面コイルを組み合わせて、HMQCを実現するマウス脳用RFコイルを製作し(図2)、このコイルと内径60mm高性能傾斜磁場コイルを用いてHMQC-CSIとHMQC-EPSI

についての検討を行った。CSIでは、k-spaceの4隅を省略した44ステップの位相エンコードで64ステップとほぼ同様の空間分解能の画像が得られた。EPSIはマウスを対象とするとFOVがさらに小さくなったためパラメータの最適化が必要であった。乳酸ファントムを用いる検討では、EPSIでもS/Nの改善が見られたが、それでも測定時間を同じに設定すると、CSIの方がEPSIに比べてやや良好なS/Nの画像を得ることができた。マウスに ^{13}C グルコースを投与した実験では、CSIでは約20分の時間分解能で脳内での ^{13}C -Glu/Gln画像を得ることができた(図3)。この成果は、平成25年度日本磁気共鳴学会第41回大会で発表予定である。しかし、現在のところEPSIでは画像を得るには至っていない。動物を用いた場合には、高い磁場均一性が要求されるEPSIでは不利となるためと考えられた。

今回の研究では小口径高性能傾斜磁場コイル、TR制御 ^1H -RFコイルと ^{13}C 表面コイルを組み合わせ、7Tの高磁場装置で ^{13}C グルコースからマウス脳内で生成されるGlu/Gln画像を約20分の時間分解能で観察することができた。今後さまざまな疾患モデルマウスにこのモデルを適用し、病態解析に役立たせたいと考えている。

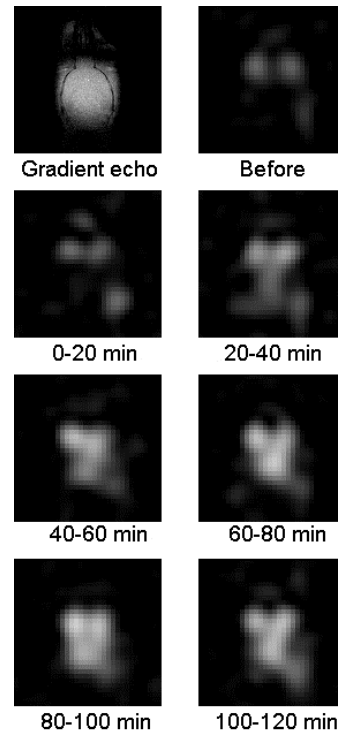


図3 HMQC-CSIによる ^{13}C -glucoseを腹腔内投与して得られたマウス脳内 ^{13}C -Glu/Gln代謝画像。投与前には、眼窩、耳介の脂肪部分に ^{13}C の信号を認めるが、 ^{13}C -glucose投与後脳内に ^{13}C -Glu/Glnが次第に蓄積する様子が観察できる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 16 件)

- (1) Tagawa K, Tanaka HT, Kurumi Y, Komori M, Morikawa S. Laparoscopic surgery simulator using first person view and guidance force. *Stud Health Technol Inform*. 2013;184:431-5. DOI:10.3233/978-1-61499-209-7-431 (査読有)
- (2) 二宮早苗, 森川茂廣, 遠藤善裕, 正木紀代子, 斉藤祥乃, 土川祥, 森みどり, 岡山久代: 骨盤内臓器の位置評価における体位の影響の検討. *滋賀医科大学雑誌*, 26(1), 17-22, 2013. (査読有)
- (3) 二宮早苗, 坂本晶子, 小山真, 正木紀代子, 森川茂廣, 遠藤善裕, 岡山久代: 女性の尿失禁への対処行動と治療に対するニーズのインターネット調査. *滋賀医科大学看護学ジャーナル*, 11(1), 18-22, 2013. (査読有)
- (4) 田川和義, 来見良誠, 小森優, 森川茂廣, 田中弘美 臓器異型バリエーションの構成的多重解像度モデリング 電気情報通信学会論文誌 D J96-D: 1365-1373, 2013. (査読有)
- (5) Morikawa S, Murayama H, Fujimoto S, Shiino A, Inubushi T. A simple way to acquire T₁-weighted MR images of rat liver with respiratory triggering. *Magn Reson Imaging* 30: 453-458, 2012. doi: 10.1016/j.mri.2011.10.005 (査読有)
- (6) Shiino A, Watanabe T, Shirakashi Y, Kotani E, Yoshimura M, Morikawa S, Inubushi T, Akiguchi I. The profile of hippocampal metabolites differs between Alzheimer's disease and subcortical ischaemic vascular dementia, as measured by proton magnetic resonance spectroscopy. *J Cereb Blood Flow Metab* 32, 805-815, 2012. doi: 10.1038/jcbfm.2012.9 (査読有)
- (7) Shiino A, Yamauchi H, Morikawa S, Inubushi T. Mapping of cerebral metabolic rate using DSC and BOLD MR imaging: a preliminary study. *Magn Reson Med* 11: 109-115, 2012. (査読有)
- (8) Wang Z, Wang L, Ho VA, Morikawa S, Hirai S. A 3D Non-Homogeneous FE Model of Human Fingertip Based on MRI Measurements. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement (TIM)* 61: 3147-3157, 2012. DOI: 10.1109/TIM.2012.2205102 (査読有)
- (9) Morikawa S, Naka S, Shiomi H, Murayama H, Murakami K, Tani T, Kurumi Y, Haque A H, Inubushi T. Development of instruments to assist accurate puncture of liver tumors for MRI-guided microwave ablation -From a simple spacer to a motorized robot- *J Microwave Surg* 30:183-190, 2012. (査読有)
- (10) Zhao L, Chano T, Morikawa S, Saito Y, Shiino A, Shimizu S, Maeda T, Irie T, Aonuma S, Okabe H, Kimura T, Inubushi T, Komatsu N. Hyperbranched Polyglycerol-Grafted Superparamagnetic Iron Oxide Nanoparticles: Synthesis, Characterization, Functionalization, Size Separation, Magnetic Properties, and Biological Applications. *Adv Funct Mater* 22(24): 5107-5117, 2012. DOI: 10.1002/adfm.201201060 (査読有)
- (11) 二宮早苗, 齋藤いずみ, 遠藤善裕, 森川茂廣, 荒木勇雄, 正木紀代子, 斉藤祥乃, 岡山久代: 縦型オープン MR を用いた膀胱頸部位置の評価に影響を与える要因の検討. *日本女性骨盤底医学会誌*, 9 (1), 60-63, 2012. (査読有)
- (12) 二宮早苗, 齋藤いずみ, 遠藤善裕, 森川茂廣, 荒木勇雄, 正木紀代子, 斉藤祥乃, 岡山久代: 縦型オープン MR を用いた膀胱頸部位置の評価に影響を与える要因の検討. *日本女性骨盤底医学会誌*, 9 (1), 60-63, 2012. (査読有)
- (13) 田川和義, 田中弘美, 小森優, 来見良誠, 森川茂廣 一人称視点映像と誘導力提示による腹腔鏡下手術手技の VR 訓練システム *日本VR医学会論文誌* 10:11-18, 2012. (査読有)
- (14) Fujimoto S, Morikawa S, Inubushi T. An MR Comparison Study of Cardiogenic and Noncardiogenic Pulmonary Edema in Animal Models. *J Magn Reson Imaging* 34: 1092-1098, 2011. doi: 10.1002/jmri.22730 (査読有)
- (15) Yamaguchi S, Satake K, Morikawa S, Shirai Y., Tanaka HT. Needle insertion simulation by arbitrary Lagrangian-Eulerian method. *Studies in Health Technology & Informatics*. 163:710-2, 2011. (査読有)
- (16) 森川茂廣, 来見良誠, 仲成幸, 塩見尚礼, 村山浩之, 村上耕一郎, Hasnine A Haque, 犬伏俊郎, 谷徹 マイクロ波と磁気共鳴画像のめぐり合い *J Microwave Surg* 29: 33-38, 2011. (査読有)

[学会発表] (計 53 件)

- (1) 渡邊功, 岩本正実, 中川稔章, 森川茂廣 縦型オープン MRI を用いた腹部外形状および腹腔内臓器配置の計測(第1報: 被験者1名による姿勢変化の影響調査) 日本自動車技術会 2013年春季大会 2013年5月22日

-24 日、横浜市

(2) 仲成幸、谷徹、村上耕一郎、村山浩之、谷総一郎、東口貴之、赤堀浩也、塩見尚礼、来見良誠、森川茂廣 MR 画像誘導による Simulation/Navigation Surgery 第 113 回日本外科学会定期学術集会 2013 年 4 月 11-13 日 福岡市

(3) Okayama H, Ninomiya S, Masaki K, Nakanishi K, Mori M, Saito Y, Tsuchikawa S, Endo Y, Morikawa S. Relevance of pelvic-viscera position using MRI and pelvic floor muscle contraction using PFM trainer in female. 15th World Congress on Human Reproduction. 3/13-16, 2013, Venezia, Italy

(4) 田川和義、田中弘美、来見良誠、小森優、森川茂廣 腹腔鏡下胆嚢摘出術の VR 訓練システムの構築 第 21 回日本コンピュータ外科学会大会 2012.11.2-4. 徳島

(5) 仲成幸、森川茂廣、東口貴之、谷総一郎、村山浩之、村上耕一郎、塩見尚礼、Hasnine Haque、来見良誠、谷徹 MR 画像誘導下 NOTES の開発 第 21 回日本コンピュータ外科学会大会 2012.11.2-4. 徳島

(6) 谷徹、仲成幸、塩見尚礼、来見良誠、村山浩之、森川茂廣 マイクロ波手術支援デバイス開発 第 21 回日本コンピュータ外科学会大会 2012.11.2-4. 徳島

(7) Ohmi N, Tagawa K, Tanaka HT, Kurumi Y, Komori M, Morikawa S. Constructive Multi-Resolution Kodelling for Expressing Cysthepatic Duct Anomaly in a Laparoscopic Surgery Simulator. The 8th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics (MPR2012) 2012. 10. 16-17. Fukuoka.

(8) Masaki K, Ninomiya S, Sakamoto A, Endo Y, Morikawa S, Saito Y, Tsuchikawa S, Okayama H. Investigation of the current state regarding Japanese women with urinary incontinence symptoms and self-care activity. FIGO (International Federation of Gynecology and Obstetrics) World Congress, 2012. 10. 7-12, Rome, Italy.

(9) Ninomiya S, Saito I, Okayama H, Masaki K, Tsuchikawa S, Saito Y, Endo Y, Morikawa S. Relationship between childbirth and pelvic relaxation: evaluation of the bladder neck position by using magnetic resonance images in a sitting position. FIGO (International Federation of Gynecology and Obstetrics) World Congress, 2012. 10. 7-12, Rome, Italy.

(10) Morikawa S, Haque AH, Vinh NQ, Murayama H, Naka S, Tani T. Seamless MR image navigation system using a

motorized manipulator with optical and electromagnetic sensors for a closed bore scanner. 9th Interventional MRI Symposium, 2012. 9. 22-23. Boston.

(11) Haque HA, Morikawa S, Naka S, Murayama H, Tani T. Technical Development of Endoscopic Surgery with Near Real-time MRI Guidance. 9th Interventional MRI Symposium, 2012. 9. 22-23. Boston.

(12) Naka S, Murayama H, Murakami K, Haque HA, Kurumi Y, Morikawa S, Tani T. MR-Image Guided Endoscopic surgery - Initial Animal Study -. 9th Interventional MRI Symposium, 2012. 9. 22-23. Boston.

(13) 加藤十磨、田川和義、田中弘美、小森優、来見良誠、森川茂廣 重畳映像力提示を用いる腹腔鏡下手術手技訓練システムの提案とその学習効果 第 17 回日本 VR 学会 2012. 9. 12-14. 横浜市

(14) 犬伏俊郎、加藤智子、藤本栄、王欣、中谷仁、堤香代子、椎野顯彦、森川茂廣. C-13 標識グルコースを用いた多量子コヒーレンス MR 法による癌の代謝解析 第 40 回日本磁気共鳴医学会大会 2012.9.6-8. 京都市

(15) 椎野顯彦、小谷恵美、野崎和彦、渡辺俊之、遠山育夫、犬伏俊郎、森川茂廣. 記憶課題における脳機能関連領域：特に語頭音想起とカテゴリー想起の違いについて 第 40 回日本磁気共鳴医学会大会 2012.9.6-8. 京都市

(16) 仲成幸、村山浩之、村上耕一郎、塩見尚礼、森川茂廣、来見良誠、谷徹 MR 画像誘導下手術システムによる肝癌治療 日本消化器病学会近畿支部 第 97 回例会 2012 年 9 月 1 日 京都市

(17) 田川和義、田中弘美、小森優、来見良誠、森川茂廣 臓器異型に対応した腹腔鏡手術シミュレータの構築 日本 VR 医学会大会 2012.8.25 千葉

(18) 森川茂廣、加藤智子、中谷仁、椎野顯彦、犬伏俊郎 ^1H -MR イメージング用アレイコイルを利用した ^1H 検出 ^{13}C -MR エコープランナースペクトロスコーピックイメージングの試み 第 16 回 NMR マイクロイメージング研究会 2012.8.2-3 大津市

(19) 犬伏俊郎、加藤智子、藤本栄、王欣、中谷仁、堤香代子、椎野顯彦、森川茂廣 C-13 標識グルコースを用いた多量子コヒーレンス MR 法による癌の代謝解析 第 16 回 NMR マイクロイメージング研究会 2012.8.2-3 大津市

(20) 二宮早苗、斎藤祥乃、岡山久代、遠藤善裕、森川茂廣. 座位 MRI を用いた TOT 手術による膀胱頸部・尿道軸の形態的変化に関する検討. 第 14 回日本女性骨盤底学会, 7/28-29, 2012. 大阪

(21) 仲成幸、村山浩之、村上耕一郎、赤堀浩也、塩見尚礼、来見良誠、森川茂廣、Hasnine Haque、谷徹 MR 画像誘導下内視鏡手術システムによる肝臓治療 第 48 回日本肝臓研究会 2012 年 7 月 20 日-21 日 金沢市

(22) 仲成幸、村山浩之、村上耕一郎、塩見尚礼、来見良誠、Hasnine Haque、森川茂廣、谷徹 NOTES における新しい誘導システムの開発 第 67 回日本消化器外科学会総会 2012 年 7 月 18 日-20 日 富山市

(23) 仲成幸、村山浩之、村上耕一郎、赤堀浩也、塩見尚礼、来見良誠、森川茂廣、Hasnine Haque、谷徹 MR 画像誘導下における Gd-EOB-DTPA 造影 MRI の有用性 第 67 回日本消化器外科学会総会 2012 年 7 月 18 日-20 日 富山市

(24) K. Tagawa, H. Tanaka, K. Yoshimasa, M. Komori, S. Morikawa. Expression of cystohepatic duct anomaly using modular structured organ model in a laparoscopic surgery simulator. The 26th International Congress and Exhibition of Computer Assisted Radiology and Surgery (CARS 2012), Pisa, Italy, 6. 27-30. 2012.

(25) S. Naka, T. Tani, H. Murayama, S. Morikawa, Y. Kurumi, H. Haque. MR-image guided surgical system for endoscopic surgery. The 26th International Congress and Exhibition of Computer Assisted Radiology and Surgery (CARS 2012), Pisa, Italy, 6. 27-30. 2012.

(26) 柳沢大治郎、森川茂廣、田口弘康、犬伏俊郎、遠山育夫 高磁場 MRI を用いた脳内アミロイドベータ検出法の開発 第 7 回日本分子イメージング学会 2012 年 5 月 24-25 日 浜松市

(27) 岡山久代、二宮早苗、正木紀代子、齊藤祥乃、土川祥、森みどり、遠藤善裕、森川茂廣 女性の骨盤底の評価方法の比較—解剖学的評価と機能的評価— 第 51 回日本生体医工学会大会 2012 年 5 月 10-12 日

(28) Haque HA, Morikawa S, Naka S, Murayama H. Tani T, Tsukamoto T. Intraoperative MR Image Guided Endoscopic Surgery on a Closed Bore MR Scanner. ISMRM 20th Annual Meeting & Exhibition. 5-11, May 2012, Melbourne, Australia.

(29) 仲成幸、谷徹、村山浩之、村上耕一郎、塩見尚礼、来見良誠、森川茂廣、ハスナインハック MR 画像誘導下手術システムの開発—汎用化を目指した取り組み— 第 112 回日本外科学会定期学術集会 2012.4.12-14 千葉

(30) 森厚郎、平井慎一、森川茂廣 MRI ガイド手術のための穿刺軌道の計測 計測自動制御学会システムインテグレーション部

門学術講演会 2011.12.24 京都

(31) 仲成幸、村山浩之、塩見尚礼、Hasnine A Haque、来見良誠、森川茂廣、谷徹 NOTES における画像誘導の有用性—NOTES の適応拡大を目指した取り組み— 第 24 回 日本内視鏡外科学会総会 2011 年 12 月 7 日-9 日 大阪

(32) Hasnine A Haque、森川茂廣、仲成幸、村山浩之、谷徹 Development of cyber MR operating room for intraoperative MRI guided surgery. 第 20 回日本コンピュータ外科学会大会 2011 年 11 月 22 日-24 日 横浜市

(33) 谷徹、仲成幸、村山浩之、村上耕一郎、塩見尚礼、ハック・ハスナイン、森川茂廣、来見良誠 新規エネルギー手術デバイスと画像誘導技術による次世代手術手技の開発 低侵襲と治療成績の向上を目指して 第 73 回日本臨床外科学会総会 2011 年 11 月 17-19 日 東京都

(34) 仲成幸、村山浩之、村上耕一郎、塩見尚礼、ハック・ハスナイン、森川茂廣、来見良誠、谷徹 ここまで出来る NOTES MR 画像誘導による NOTES の可能性 第 73 回日本臨床外科学会総会 2011 年 11 月 17-19 日 東京都

(35) 正木紀代子、岡山久代、二宮早苗、齋藤祥乃、土川祥、坂本晶子、遠藤善裕、森川茂廣 尿失禁を有する初老期女性におけるサポート下着長期着用の効果—縦型オープン MR による膀胱頸部の位置評価— 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会 2011 2011 年 11 月 3 日-5 日 東京都

(36) Wang Z, Abe Y, Hirai S, Morikawa S. A 3D FE Dynamic Model of Human Fingertip Based on MRI Data, 2011 IEEE Int. Symp. on Haptic Audio-Visual Environments and Games (HAVE 2011), pp.8-12, Yanshan Univ., Qinhuangdao, Hebei, China, Oct. 15-16, 2011.

(37) Tagawa K, Nakagawa S, Tanaka HT, Kurumi Y, Morikawa S, Komori M. An efficient detachment simulation method using online re-mesh and rectangular tetrahedral volume mesh. Machine Perception and Robotics. 2011.10.13-14, 北京.

(38) Shimizu T, Endo Y, Mekata E, Murata S, Yamamoto H, Morikawa S, Kurumi Y, Tani T. Real-time magnetic resonance-guided microwave coagulation therapy for pelvic recurrence of rectal cancer. International Surgical Week 2011. 2011.8.28-9.1, Yokohama.

(39) Shimizu T, Abe H, Umeda T, Mori T, Cho H, Morikawa S, Kurumi Y, Tani T. Real-time magnetic resonance-guided

microwave coagulation therapy for breast cancer: preclinical study using a 0.5T open MR system. International Surgical Week 2011. 2011.8.28-9.1, Yokohama.

(40) 小森優、田川和義、田中弘美、森川茂廣、来見良誠 腹腔鏡手術シミュレータのための臓器異型モデル構築 第11回日本VR医学会学術大会 生駒市 2011年8月27日

(41) 遠藤善裕、二宮早苗、正木紀代子、岡山久代、森川茂廣、片山育子、多川晴美、藤野みつ子、樽本祥子、古川 颯、荒木勇雄、谷徹 縦型MRI (シンポジウム「女性骨盤底と画像診断」) 第13回日本女性骨盤底医学会学術集会 2011年7月9日-10日

(42) 斉藤祥乃、三浦克之、岡山久代、正木紀代子、遠藤善裕、土川祥、森川茂廣、二宮早苗 分娩後2か月間の骨盤内臓器の解剖学的変化 -縦型オープンMRを用いての検証- 第13回日本女性骨盤底医学会学術集会 2011年7月9日-10日

(43) 二宮早苗、齋藤いずみ、岡山久代、正木紀代子、土川祥、斉藤祥乃、森川茂廣、遠藤善裕 女性の骨盤底弛緩に対する矯正下着開発の試み-座位MR画像による評価方法を用いて- 第26回生体・生理工学シンポジウム 2011年7月9日-10日 草津市

(44) Naka S, Kurumi Y, Murayama H, Murakami K, Shiomi H, Haque H, Morikawa S, Tani T. Image guided liver surgery using robot manipulator. 第26回生体・生理工学シンポジウム 2011年7月9日-10日 草津市

(45) Ninomiya S, Saito I, Okayama H, Masaki K, Saito Y, Morikawa S, Endo Y. Efficacy of the support underwear in parous females with stress urinary incontinence. 36th Annural Meeting of International Urogynecological Association. 2011.6.28-7.2 Lisbon, Spain.

(46) Okayama Y, Saito Y, Tsuchikawa S, Ninomiya S, Masaki K, Kita N, Endo Y, Morikawa S. Evaluation of pelvic floor of parous women at 8th week after delivery by using open MR system. 36th Annural Meeting of International Urogynecological Association. 2011.6.28-7.2 Lisbon, Spain.

(47) Naka S, Murayama H, Murakami K, Sato K, Shiomi H, Haque H, Kurumi Y, Morikawa S, Tani T. MR image guided NOTES (Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery) system. The 25th International Congress and Exhibition of Computer Assisted Radiology and Surgery (CARS 2011), Berlin, Germany 2011. 6. 22-25.

(48) Murayama H, Naka S, Murakami K, Sato K, Shiomi H, Haque H, Kurumi Y,

Morikawa S, Tani T. Development of MR tracking system for the MR image guided endoscopic surgery. The 25th International Congress and Exhibition of Computer Assisted Radiology and Surgery (CARS 2011), Berlin, Germany 2011. 6. 22-25.

(49) Nakagawa S, Tagawa K, Tanaka HT, Kurumi Y, Morikawa S, Komori M. Efficient detachment simulation using online re-mesh models of rectangular tetrahedral volume mesh. The 25th International Congress and Exhibition of Computer Assisted Radiology and Surgery (CARS 2011), Berlin, Germany 2011. 6. 22-25.

(50) 清水智治, 遠藤善裕, 目片英治, 山本寛, 村田聡, 塩見尚礼, 仲成幸, 森川茂廣, 来見良誠, 谷徹 ナビゲーションサージェリーの有用性と今後の展望 MRI navigation surgery システムによる直腸癌骨盤内再発に対する局所治療 第36回日本外科系連合学会学術集会 2011年6月16日-17日 浦安市

(51) 仲成幸, 村山浩之, 村上耕一郎, 塩見尚礼, 来見良誠, 森川茂廣, 谷徹 MR Image ガイド下肝腫瘍凝固療法におけるGd-EOB-DTPAの有用性 第23回日本肝胆膵外科学会学術集会 2011年6月8-10日 東京

(52) 森川茂廣 MR 画像誘導下低侵襲治療の開発と臨床経験 (ワークショップ「先進治療機器の臨床経験と課題」招待) 第86回日本医療機器学会大会 2011年6月2日-4日 横浜市

(53) 加藤智子、藤本栄、椎野颯彦、森川茂廣、遠山育夫、犬伏俊郎 Cy5.5 標識抗MT1-MMP 抗体による腫瘍の in vivo 近赤外イメージング 第6回日本分子イメージング学会総会・学術集会 2011年5月26-27日、神戸市

〔図書〕 (計4件)

(1) Morikawa S, Naka S, Murayama H, kurumi Y, Tani T, Haque HA. MRI-Guided Microwave Ablation. In: Interventional Magnetic Resonance Imaging Kahn T, Busse H.(Eds.) Springer Berlin Heiderberg 2012, pp. 389-402.

(2) Hasnine AH, Morikawa S, Naka S, Kurumi Y, Murayama H, Tani T, Tsukamoto T. Simultaneous Endoscopy and MRI Acquisition. In: Interventional Magnetic Resonance Imaging Kahn T, Busse H.(Eds.) Springer Berlin Heiderberg 2012, pp. 471-479.

(3) 森川茂廣 肝臓・心臓の実験 MRS 「磁気共鳴スペクトルの医学応用-MRS の基礎

から臨床まで」(成瀬昭二、監著)
pp121-128 インナービジョン社(東京)
2012

(4) 森川茂廣 核磁気共鳴と磁気共鳴画像
「医系物理学基礎」(吉田不空雄、編著) pp.
152-162. 三恵社(名古屋) 2012年3月30
日発行

[その他]

ホームページ等

<http://www.shiga-med.ac.jp/~hqkeitai/index.html>

<http://www.shiga-med.ac.jp/~hqbioph/bmsc/index.htm>

6. 研究組織

(1)研究代表者

森川 茂廣(MORIKAWA SHIGEHIRO)

滋賀医科大学・医学部・教授

研究者番号：60220042

(2)研究分担者

犬伏 俊郎 (INUBUSHI TOSHIRO)

滋賀医科大学・MR 医学総合研究センター・
教授

研究者番号：20213142

(3)連携研究者

なし