

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 23 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500556

研究課題名(和文)MR内視鏡システムを用いた消化管癌に対する新たな治療支援技術の開発

研究課題名(英文)The development of a new treatment-support system combined endoscopy

研究代表者

森田 圭紀(Morita, Yoshinori)

神戸大学・医学部附属病院・講師

研究者番号：60420460

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、従来の診断modalityを超えるような新たな技術としてMRIと軟性内視鏡を融合させた「MR内視鏡システム」の開発を進め、それを治療支援技術として臨床応用することを目的とした。そのため、小型の管腔内コイルを作製し、ミニプタの切除臓器および生体を用いて撮像実験を行ったところ、消化管壁の層構造のみならず、血管分布も描出可能であった。また、ナビゲーションシステムによるMR画像上へのMR対応内視鏡の位置・姿勢表示などをリアルタイムに描出した。「MR内視鏡システム」は消化管病変の診断のみならず、新たな治療支援技術として有用であることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to develop a new treatment-support system combined endoscopy with magnetic resonance imaging (MRI). Endoluminal MR imaging using the radio-frequency (RF) surface coil closely placed to the gastrointestinal wall was able to visualize the differentiation of living porcine gastrointestinal wall layers and vascular structures. And the navigation system shows the scope's location and orientation in real time. "MR endoscopy system" would be useful not only for diagnosis of the gastrointestinal lesion but also for treatment-support technology.

研究分野：消化器内科学、消化器内視鏡、医用工学

科研費の分科・細目：人間医工学・医用システム

キーワード：消化管癌 MR内視鏡 管腔内コイル

1. 研究開始当初の背景

近年、食道・胃・大腸癌といった消化管癌は健診制度の普及、診断技術の向上等により、早期に発見・治療される機会が増えてきたが、内視鏡治療や腹腔鏡治療、さらには経管腔的内視鏡手術 (NOTES) のように可能な限り低侵襲に治療することが要求される時代となってきた。これらの治療を適切かつ安全確実に行うためには、正確な術前診断および治療支援技術が重要である。

2. 研究の目的

本研究では、従来の診断 modality を超えるような新たな技術として MRI と軟性内視鏡を融合させた「MR 内視鏡システム」の開発を進め、それを治療支援技術として臨床応用することを目的とした。

3. 研究の方法

軟性内視鏡に、計測量の多様性・空間領域の任意選択性・無被爆性などといった優れた特徴を持つ MRI を組み合わせ、Augmented Reality (AR) 技術による3次元画像の描出を目指した「MR 内視鏡システム」の開発を進めた。すなわち、MRI の特性として、信号受信のための RF コイルを撮像対象領域に近接させることで高 SN 比が得られるが、通常 RF コイルは体外に設置されるため、治療の対象となる消化管壁の断層像においては空間分解能と SN 比に限界がある。そこで小型の管腔内 RF (Radio frequency) コイルを作製し、治療対象領域の詳細な断層撮像を可能とし、さらに体外に設置した RF コイルにて広範囲の volume data を取得し、画像化できるシステムの開発を行った。実験には、GE 製 1.5T-MRI 装置 (Signa EXCITE Twin Speed)、MR 対応内視鏡 (XGIF-MR30C、オリンパス)、位置・姿勢検出のためのカテーテル型勾配磁場センサ (Endo SCOUT, Robin Medical Inc.)、及び開発した管腔内 RF コイルとナビゲーションソフトウェアを使用した (図1、図2)

このシステムを用いて、ミニブタの切除臓器および生体 (主に胃、食道、大腸) を用いて撮像実験を行った (図3、図4)。

すなわち、勾配磁場センサを内視鏡先端に固定し、胃内部に設置した腔内 RF コイル面の異なる3カ所に近づけ、各座標を検出した。次にこの3点の座標から RF コイルの重心座標を計算し、RF コイルで MR 撮像する座標に設定した。また、ナビゲーションソフトウェアにより TCP/IP 通信で勾配磁場センサデータを応答速度 63ms で取得し、3点座標を認識後に RF コイル重心座標を算出した。

図1: MR 内視鏡システムの概要

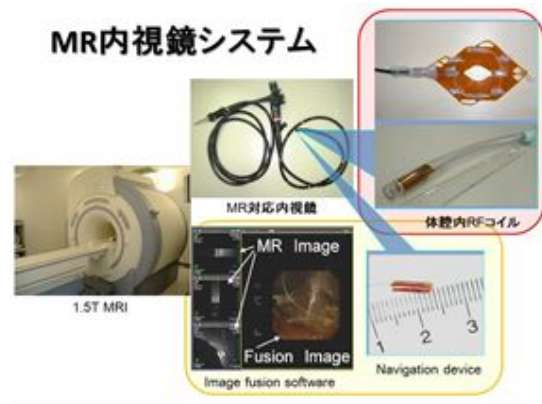


図2: MR 対応内視鏡先端

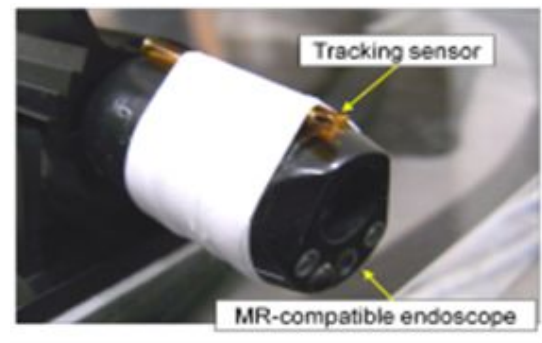


図3: ミニブタ生体食道の MR 画像

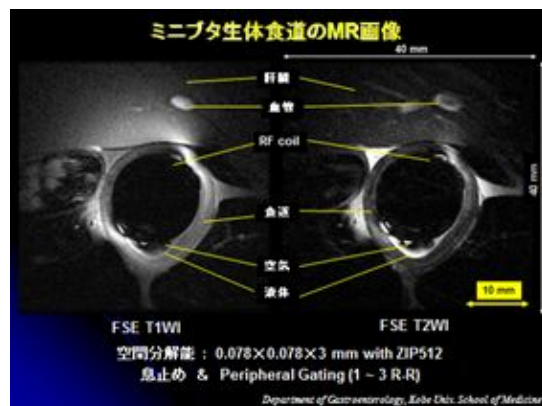
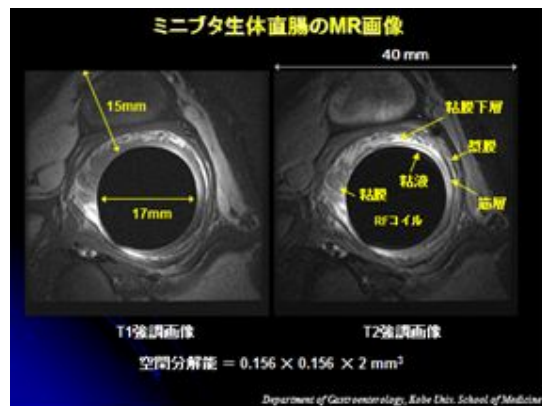


図4: ミニブタ生体直腸の MR 画像



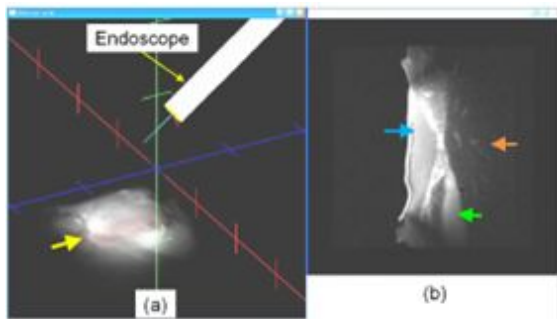
4. 研究成果

プロトタイプ of MR 対応内視鏡により、胃

内観察を行った後、胃腔内 RF コイルにより胃壁の詳細情報を描出可能とした。また、ナビゲーションによる胃の 3 次元 MR 画像上への MR 対応内視鏡の位置・姿勢表示、内視鏡先端から任意の位置における直行 2 断面の表示などをリアルタイムに実現した(図 5)。しかしながら、時間経過に伴い、送気したガスの影響や蠕動運動による臓器形態の変化が起こりうるため、MR 撮像時間の短縮という課題が残されている。また、より鮮明な情報を得るためには、ナビゲーションソフトウェアの改良や、管腔内 RF コイルの遠隔調整幅の拡大も重要であると考えられた。

図 5 : MR 内視鏡システムによる(a)鳥瞰図および(b)

(a)における赤い線でのスライス像が(b)である。青矢印はミニブタ生体の胃壁、緑矢印は胆嚢、オレンジ矢印は肝臓を示す。



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 2 件)

- 1) Matsuoka Y, Takahashi A, Kumamoto E, Morita Y, Kutsumi H, Azuma T, Kuroda K. High-resolution MR imaging of gastrointestinal tissue by intracavitary RF coil with remote tuning and matching technique for integrated MR-endoscope system. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2013; 5706-10. 査読有
- 2) Kumamoto E, Takahashi A, Matsuoka Y, Morita Y, Kutsumi H, Azuma T, Kuroda K. Navigation technique for MR-endoscope system using a wireless accelerometer-based remote control device. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2013; 5698-701. 査読有

〔学会発表〕(計 5 件)

- 1) 松岡雄一郎、高橋明大、熊本悦子、森田圭紀. MR 内視鏡システムにおける撮像設定迅速化のためのナビゲーション, 第 40 回日本磁気共鳴医学会大会, 2012 年 9 月

6 日, 京都

- 2) 平井隆行、松岡雄一郎、熊本悦子、吉中勇人、森田圭紀. MR 内視鏡システムにおける画像重畳ソフトウェアの開発, 第 40 回日本磁気共鳴医学会大会, 2012 年 9 月 6 日, 京都
- 3) Yuichiro Matsuoka, Akihiro Takahashi, Etsuko Kumamoto, Yoshinori Morita, Mamoru Takenaka, Aya Sakai, Hiromu Kutsumi, Takeshi Azuma, Kagayaki Kuroda, Navigation for adequate MR scan with integrated MR-endoscope system using intraluminal RF coil, Proc. 9th Interventional MRI Symposium, Boston, USA, p.143, Poster 93, September 22-23, 2012
- 4) Yuichiro Matsuoka, Etsuko Kumamoto, Akihiro Takahashi, Yoshinori Morita, Hiromu Kutsumi, Takeshi Azuma, Kagayaki Kuroda, Navigation of quick MR scanning setup with intraluminal RF coil for integrated MR-Endoscope system, Proc. ISMRM 20th Annual Meeting & Exhibition, Melbourne Convention & Exhibition Centre, Melbourne, Australia, p.1590, (Poster, presented on May 8), May 7-11, 2012
- 5) 森田圭紀, 久津見弘、東健. MR 内視鏡システムによる新たな内視鏡治療支援技術の開発, 第 98 回日本消化器病学会総会, 2012 年 4 月 20 日, 東京.

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
出願年月日 :
国内外の別 :

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森田 圭紀 (MORITA YOSHINORI)

神戸大学医学部附属病院 講師

研究者番号：60420460

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：