

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 12 日現在

機関番号：14202  
 研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2010～2012  
 課題番号：22591328  
 研究課題名（和文） 高速核磁気共鳴画像を用いた腸管蠕動運動の定量解析および腸管機能診断への臨床応用  
 研究課題名（英文） Quantitative analysis of bowel contraction using ultra-fast MR imaging and the clinical application for functional assessment of the bowel  
 研究代表者  
 古川 顕（FURUKAWA AKIRA）  
 滋賀医科大学・医学部・非常勤講師  
 研究者番号：80199421

研究成果の概要（和文）：消化管の収縮運動、機能状態を観察、把握することは腸管病変の診断や評価に重要と考えられるが、その臨床的評価法は未だ確立されていない。本研究では、低侵襲の MRI を用いて、腸管収縮の動画像を撮像し、定量的機能評価法を開発した。MRI の高速撮像法を用いることにより腸管の収縮運動が明瞭に捉えられることが明らかとなり、手動計測法とコンピュータを用いた自動計測法でその定量評価が得られた。

研究成果の概要（英文）：Since bowel motility dysfunction causes various symptoms and functional disorders of the intestine, monitoring and quantitative assessment of its motility function in the clinical setting is desired. In this research, imaging and quantitative assessment of bowel contraction using cine-MRI with ultra-fast sequence was developed.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2012年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

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（MRI）、消化管運動、機能評価、定量評価

## 1. 研究開始当初の背景

小腸蠕動運動の機能障害は食欲不振、腹痛、慢性便秘、過敏性腸症候群、腸内細菌増殖症、イレウスなど、さまざまな症状や疾患を引き起こす原因の一つとしてあげられ、その正確な定量的測定・評価法の確立が求められる。しかし、小腸運動の制御は生理学的に複雑であり、解剖学的にもその長い管腔の収縮運動の全貌を観察することは困難であり、現時点では、臨床応用可能で簡便な小腸蠕動運動の機能評価法は確立に至っていない。

## 2. 研究の目的

本研究では、臨床機MRI（核磁気共鳴画像）を用いて小腸蠕動運動の画像化する撮像法を含む検査法の開発を目指した。また、得られたMR画像の定量評価法を開発し、臨床応用可能な小腸運動機能評価法を確立させることを研究目的とした。また、得られた手法を健常者、有疾患者に応用し、小腸蠕動運動に関する生態、病態情報の収集と解析、解明へ発展させることを目標とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 撮像法の検討

高速撮像法 (Balanced Steady-State Free Precession Sequence) を用いた撮像が消化管運動の記録観察に適切するか検討した。MRIは、呼吸停止下に20-30秒間、および、自由呼吸下に90秒のシネ画像の撮像を行った。検査に際しては、経口洗腸薬ニフレック (味の素ファルマ株式会社) を投与し、投与後、0分、15分、30分、45分、60分など経時的にMR撮像を行った。

さらに、経口薬を投与しない場合、経口糖負荷試験薬を投与した場合にも同様に撮像を行った。

#### (2) 消化管運動の定量評価

(ア) MR画像上で腸管径を計測することにより、消化管蠕動運動の振幅、周波数を算出する方法で消化管運動の定量評価を試みた。

(イ) 消化管の腸管径をコンピュータを用いて自動計測し、消化管蠕動運動の振幅、周波数を算出する方法で消化管運動の定量評価を試みた。

(ウ) 連続MR画像の各画像間の信号変化量を画像ピクセルごとに計測し、すべてのピクセルの信号変化量をスカラー和として算出する。さらに、一定時間内のスカラー和を算出して相当時間内の消化管運動量を表す指標として消化管運動の定量評価を試みた。

(エ) 我々が用いたMR画像では、消化管が経口投与された薬剤により、他の領域より高信号に描出されるため、適切な閾値を定めて二値化画像 (白と黒の二色で表示した画像) を作成し、腸管を白で、その他の領域を黒で表す方法を試みた。その二値化された連続画像を用い、白の領域 (腸管に相当する領域) の面積の経時変化をグラフ化して腸管蠕動の周波数を測定する手法を試みた。

### 4. 研究成果

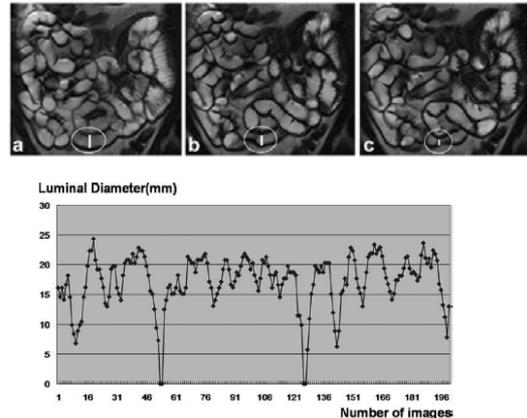
#### (1) 撮像法の検討について

我々が用いたMR撮像法を用いることにより、毎秒2枚の画像が撮像可能で、腸管の収縮運動を定量評価可能な画質で撮像可能であることが明らかになった。経口投与薬を投与しない場合は、腸管は虚脱状態にあり、腸管径の計測は困難であった。また、手動で腸管径を計測することは、自由呼吸下の画像でも可能であったが、コンピュータを用いた自動評価では、呼吸停止下の撮像が必要であることが明らかになった。

#### (2) 消化管運動の定量評価について

(ア) 連続画像上で腸管径を計測し、グラフを作成することにより、腸管収縮の振幅、周波数が計測可能で、腸管運動の定量評価の指標となりうる可能性が示された。

### 腸管のMRシネ画像と腸管収縮評価



本法の評価から、小腸の収縮周波数は毎分6回程度、振幅は10mm程度であることが明らかになった。また、腸管は内容物が移動し虚脱傾向になると収縮回数が減少することが観察された。

Quantitative Assessment of Bowel Motility: Frequency and Amplitude of Bowel Contractions

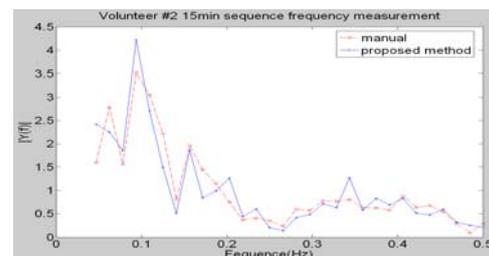
	Frequency(/minute)	Amplitude(mm)
All	6.04 ± 2.98	10.4 ± 4.53
LUQ	5.13 ± 3.38	9.59 ± 5.57
RLQ	6.94 ± 2.22	11.2 ± 3.06

LUQ: left upper quadrant, RUQ: right upper quadrant.

(Wakamiya M, Furukawa A, Kanasaki S, Murata K.

Assessment of small bowel motility function with cine-MRI using balanced steady-state free precession sequence. Journal of Magnetic Resonance Imaging 33:1235-1240, 2011)

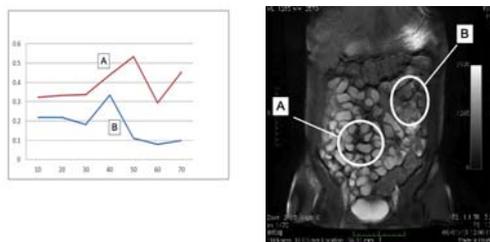
(イ) 腸管径をコンピュータを用いて自動計測する手法を試み、概ね良好な結果を得たが、腸管壁の認識に誤りが見られる場合があり、計測結果が手動のものと異なる場合が認められた。



(Xing Wu, Yen-Wei Chen, Qi Xi, Shensheng Zhang, Akira Furukawa, Shuzo Kanasaki, Makoto Wakamiya and Kiyoshi Murata, "A Semi-automated Detection for Motility of Small Bowel with MRI Sequence," IEICE Tech. Report, Vol.109, No.63, pp.101-105, 2009)

(ウ) 連続MR画像の各画像間の信号変化量を用いた腸管蠕動の定量評価は、手動の蠕動周波数による評価と極めて高い相関を示し、大きな期待が持てるコンピュータ評価法で

あることが明らかになった。しかし、現在の計算法では腸管内の信号強度が評価指標に影響を与えることが問題であり、今後改良を必要とする。



(評価指標から、A領域の腸管がB領域に比較して収縮頻度が高いことが示される)

(エ) 二値化画像からの評価の試みは、腸管内の信号のばらつきから正確な腸管の分離が困難で、現時点では良好な結果が得られるに至っていない。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計4件)

①Vo Nguyen TRUNG, Yamamoto H, Furukawa A, Yamaguchi T, Murata S, Yoshimura M, Murakami Y, Sato S, Otani H, Ugi S, Morino K, Maegawa H, Tani T. Enhanced intestinal motility during oral glucose tolerance test after laparoscopic sleeve gastrectomy: Preliminary results using cine magnetic resonance imaging, PLOS ONE. in press. 査読あり

② Wakamiya M, Furukawa A, Kanasaki S, Murata K. Assessment of small bowel motility function with cine-MRI using balanced steady-state free precession sequence. Journal of Magnetic Resonance Imaging 33:1235-1240, 2011 査読あり

③Xing Wu, Akira Furukawa, Shuzo Kanasaki, Makoto Wakamiya, Kiyoshi Murata, Shensheng Zhang and Yen-Wei Chen, "Detection of the Small Bowel Motility with Cine-MRI Sequence," 信学技報(医用画像研究会論文集) Vol.109, No.407, pp.373-377, 2010 査読あり

④Xing Wu, Yen-Wei Chen, Qi Xi, Shensheng Zhang, Akira Furukawa, Shuzo Kanasaki, Makoto Wakamiya and Kiyoshi Murata, "A Semi-automated Detection for Motility of Small Bowel with MRI Sequence," IEICE Tech. Report, Vol.109, No.63, pp.101-105, 2009 査読あり

〔学会発表〕(計7件)

①谷口絢子、古川 颯、健山智子、武星、佐藤滋高、金崎周造、陳 延偉: フレーム間差分法による小腸収縮運動の自動解析、電子情報通信学会医用画像研究会、2013年05月24日～2013年05月25日、愛知工業大学

②谷口絢子、健山智子、古川颯、佐藤滋高、金崎周造、陳延偉: 時間変化を考慮に入れた3次元正規化相関による小腸MRI画像の自動解析、平成24年電気関係学会関西連合大会、2012年12月08日～2012年12月09日、関西大学

③ Akira Furukawa: MR Imaging in Gastrointestinal Tracts: Static and Dynamic Assessment. The 3rd International Workshop on Computational Intelligence for Bio-Medical Science and Engineering. 2012年10月23日～2012年10月25日, Santos Hotel in Taipei, 台湾

④古川 颯: MR enterography. 第2回Advanced CT・MR研究会、2012年06月16日～2012年06月17日、軽井沢

⑤Furukawa A, Wakamiya M, Chen Y-W, Kanasaki S, Wu X, Murata K, Yoshimura M, Kono N, Tanaka T, Yamasaki M. Quantitative Assessment of Small Bowel Motility Function Using Cine-MR Imaging: Discussion of Various Techniques in Imaging and in Assessment with Demonstrating Variety of Images of Illustrative Cases. 95th Annual Meeting of the Radiological Society of North America, 2009. Chicago.

⑥Wakamiya M, Furukawa A, Kanasaki S. Assessment of Motility Function of the Small Bowel with Cine-MR Imaging Using Balanced Steady-State Free Precession Imaging: Preliminary Study in Healthy Volunteers. 2009 Annual meeting of ARRS, 2009. Boston

⑦若宮誠、古川颯、金崎周造、河野直明、田中豊彦、村田喜代史、前田清澄、佐々木智恵、坂本力、陳延偉. FIESTA法を用いたCine-MRIによる小腸運動の評価. 第68回日本医学放射線学会 2009. 横浜

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

古川 颯 (FURUKAWA AKIRA)  
滋賀医科大学・医学部・非常勤講師  
研究者番号：80199421

### (2) 研究分担者

陳 延偉 (Chen Yen-Wei)  
立命館大学・情報理工学部・教授  
研究者番号：60236841

安藤 朗 (ANDOH AKIRA)  
滋賀医科大学・医学(系)研究科(研究院)  
教授  
研究者番号：90252395

金崎 周造 (KANASAKI SYUZOU)  
滋賀医科大学・医学部・非常勤講師  
研究者番号：90464180

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：