

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 05 月 06 日現在

機関番号：22604
 研究種目：若手研究(B)
 研究期間：2010～2012
 課題番号：22791211
 研究課題名（和文） 新しいMRエラストグラフィー用パルスシーケンスと加振器の開発
 研究課題名（英文） Development of the next generation MR Elastography actuator
 研究代表者
 沼野 智一（NUMANO TOMOKAZU）
 首都大学東京・人間健康科学研究科・准教授
 研究者番号：10399511

研究成果の概要（和文）：MR Elastography(MRE)で利用される加振動装置に voice coil(=スピーカ)が発生させる音圧を利用したものがあ。この方法は加振波の周波数,位相などを容易に制御することが可能であり,構造もシンプルであるため使いやすい。しかし,音圧による加振は周波数が高くなると加振波振幅が小さくなるため,周波数によっては十分な振動エネルギーが取れない場合がある。そこで我々は加振周波数上昇に対する振幅低下のない次世代型 MRI 対応加振動装置を開発し,装置の性能評価と共にアガロースゲルによる MRE ファントム実験を行った。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to develop a new technique for a powerful compact MR elastography (MRE)actuator based on a pneumatic ball-vibrator. This is a compact actuator that generates powerful centrifugal force vibrations via high speed revolutions of an internal ball using compressed air. This equipment is easy to handle due to its simple principles and structure. Vibration frequency and centrifugal force are freely adjustable via air pressure changes (air flow volume), and replacement of the internal ball. In order to achieve MRI compatibility, all parts were constructed from non-ferromagnetic materials. Vibration amplitudes (displacements) were measured optically by a laser displacement sensor. From a bench test of displacement, even though the vibration frequency increased, the amount of displacement did not decrease. An essential step in MRE is the generation of mechanical waves within tissue via an actuator, and MRE sequences are synchronized to several phase offsets of vibration. In this system, the phase offset was detected by a four-channel optical-fiber sensor, and it was used as an MRI trigger signal. In an agarose gel phantom experiment, this actuator was used to make an MR elastogram. This study shows that the use of a ball actuator for MRE is feasible.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	800,000	240,000	1,040,000
2011 年度	800,000	240,000	1,040,000
2012 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,100,000	630,000	2,730,000

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）

1. 研究開始当初の背景

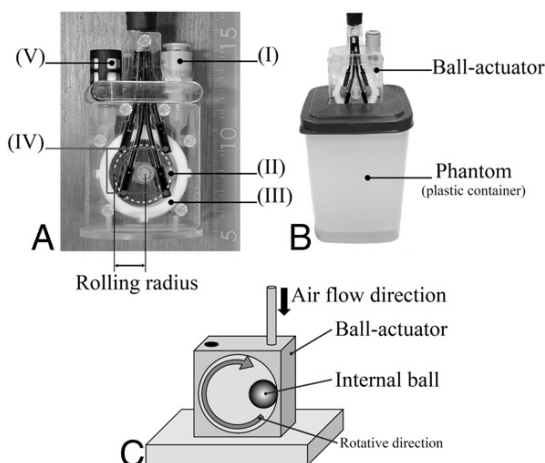
古くから組織の硬さは診断や疾患状態を把握するうえで重要な情報の一つとされている。この組織の硬さを知るために、触診や打診による診断が行われている。しかし、触診・打診による組織の硬さ評価は医師の主観に基づくものであり定量的な診断は困難である。体の深い部分(体表部でない部分)の触診はさらに困難となる。このような背景のもと、現在基礎研究段階にある MRE は、組織弾性の定量的な評価ができる可能性をもった画像診断法として注目を集めている。

2. 研究の目的

本研究の目的は MR エラストグラフィー(核磁気共鳴画像法を使用した組織弾性イメージング:MRE)で使用される新しい加振器の試作,およびその加振器に対応した MRE パルスシーケンスを開発することにある。MRE は通常の MRI(造影 MRI も含め)では不可能であった組織の硬さを画像化することにより新しい画像診断基準をもたらす可能性を秘めている。よって MRE の研究は将来性のある研究と言える。

3. 研究の方法

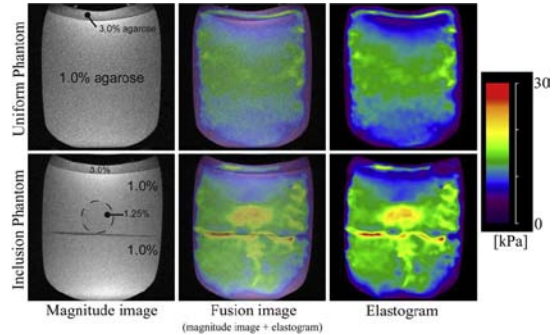
本装置は流入する圧縮空気によって、ケーシング内部のリングを摺動するボールの遠心力によって振動を発生させる。MRE は TR と振動周波数の同期,加振位相が異なる複数の画像を必要とする。この複数の画像を得るために光ファイバセンサをリング円周上に4箇所設置し、複数の加振位相(0, $\pi/2$, π , $3\pi/2$)での同期を可能にした。



実験は 2.0T 動物実験装置 (BRUKER 社) を使用し、振動周波数を 160Hz とした。実験対象にはアガロースゲルを使用し、重量濃度を変化させることで局所的に弾性率を変化させた。

4. 研究成果

本装置はマグネット内の撮像対象物への直接加振が可能であり、MR 画像上にノイズを発生させなかった。4 箇所を設置した光ファイバセンサによって複数の加振位相での同期が可能であった。本装置は MRE 加振器として使用可能である。



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 3 件)

① Numano T, Kawabata Y, Mizuhara K, Washio T, Nitta N, Homma K: Magnetic Resonance Elastography using an air ball-actuator. Magnetic Resonance Imaging 2013; accepted

② Li BN, Chui CK, Ong SH, Numano T, Washio T, Homma K, Chang S, Venkatesh S, Kobayashi E: Modeling shear modulus distribution in magnetic resonance elastography with piecewise constant level sets. Magnetic Resonance Imaging 2012;30:390-401

③ 畑純一, 沼野智一, 水原和行, 鷺尾利克, 高本孝一, 西条寿夫, 本間一弘, 八木一夫: MR Elastographyを用いた筋収縮による硬度変化の計測. 日本磁気共鳴医学会雑誌. 2012;32 / 1:21-24

[学会発表] (計 23 件)

1. March 1-5, 2012 Vienna, Austria
EPOS of the European Congress of Radiology (ECR 2012), C-1901

Measurement of Thigh Muscle Stiffness by Using Simple Method of Magnetic Resonance Elastography

T. Numano1,2), J. Hata1), K. Mizuhara3), K. Takamoto4), H. Katagiri5), T. Washio2), H. Nishijyou4), K. Yagi1), K. Homma2)

1) Dept. of Radiological Sciences, Tokyo Metropolitan University

2) National Inst. of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

- 3) Tokyo Denki University
- 4) Toyama University
- 5) Chuouiryougakuenn

2. May 7-13, 2011 Montreal Canada
International Society for Magnetic Resonance in Medicine ISMRM 19th Annual Meeting & Exhibition, 1484
Magnetic Resonance Elastography with an Air Ball-Vibrator

T. Numano1), Y. Kawabata2), T. Washio3), K. Mizuhara4), N. Nitta3), K. Homma3)

- 1) Dept. of Radiological Science, Tokyo Metropolitan University
- 2) Takashima Seisakusho Co., Ltd.
- 3) National Institute of Advanced Industrial Science & Technology (AIST)
- 4) TOKYO DENKIUNIVERSITY, Tokyo, Japan

3. Oct. 30- Nov. 6, 2010 Knoxville USA
2010 IEEE Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference, and Room Temperature Semiconductor X- and Gamma-Ray Detectors Workshop, M18-149
Three-Dimensional Diffusion Weighted Imaging of the Acute Cerebral Ischemia Rat Using 3D MP-RAGE MRI

T. Numano1, 2), A. Marushima3), K. Hyodo2), K. Homma2), K. Suzuki3), A. Matsumura3)

- 1) Dept. of Radiological Sciences, Tokyo Metropolitan University
- 2) National Inst. of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)
- 3) Neurosurgery, Tsukuba University

4. 2012年9月22日 東京 第11回 コ・メディカル形態機能学会学術集会

「臨床用 MRI 装置による簡易的 MR Elastography の生体応用」

沼野智一1, 2), 畑純一 3), 水原和行 4), 高本幸一 5), 西条寿夫 5), 加藤洋 1), 本間一弘 2)

- 1) 首都大学東京大学院 2) 産業技術総合研究所 3) 東京大学医学部付属病院 4) 東京電機大学 5) 富山大学医学薬学研究部

5. 2012年9月6-8日 京都 第40回日本磁気共鳴医学会大会

「マルチエコーシーケンスによる MR Elastography」

沼野智一1, 2), 畑純一 3), 水原和行 4), 高本幸一 5), 鷺尾利克 2), 西条寿夫 5), 八木一夫 1), 本間一弘 2)

- 1) 首都大学東京大学院 2) 産業技術総合研究所 3) 東京大学医学部付属病院 4) 東京電機大学 5) 富山大学医学薬学研究部

6. 2012年9月6-8日 京都 第40回日本磁気共鳴医学会大会

「MR Elastography による筋組織異方構造の解析」

畑純一 1), 沼野智一2, 3), 水原和行 4), 高本孝一 5), 鷺尾利克 3), 西条寿夫 5), 本間一弘 3), 八木一夫 2), 矢野敬一 1)

- 1) 東京大学医学部付属病院 2) 首都大学東京大学院 3) 産業技術総合研究所 4) 東京電機大学 5) 富山大学医学薬学研究部

7. 2012年4月12-15日 横浜 第68回日本放射線技術学会総会学術大会

「強制加振部固定方法が MR Elastography に与える影響」

沼野智一1, 2), 畑純一 1), 水原和行 3), 高本孝一 4), 片桐秀樹 5), 鷺尾利克 2), 本間一弘 2)

- 1) 首都大学東京大学院 2) 産業技術総合研究所 3) 東京電機大学 4) 富山大学医学薬学研究部 5) 中央医療学園専門学校

8. 2012年4月12-15日 横浜 第68回日本放射線技術学会総会学術大会

「拡散強調スパイラルシーケンスの開発」

沼野智一1), 兵藤行志 2), 新田尚隆 2), 岩崎 信明 3), 本間一弘 2)

- 1) 首都大学東京大学院 2) 産業技術総合研究所 3) 茨城県立医療大学付属病院小児科

9. 2012年3月10日 東京 第24回臨床 MR 脳機能研究会

「拡散強調スパイラルシーケンスの開発と生体応用」

沼野智一1), 兵藤行志 2), 新田尚隆 2), 岩崎 信明 3), 本間一弘 2)

- 1) 首都大学東京大学院 2) 産業技術総合研究所 3) 茨城県立医療大学付属病院小児科

10. 2011年9月29日-10月1日 小倉 第39回日本磁気共鳴医学会大会

「加振動装置固定の適否が MR Elastography に与える影響」

沼野智一1), 畑純一 1), 鷺尾利克 2), 水原和行 3), 高本孝一 4), 片桐秀樹 5), 西条寿夫 4),

八木一夫 1), 本間一弘 2)

- 1) 首都大学東京大学院 2) 産業技術総合研究所 3) 東京電機大学 4) 富山大学医学薬学研究部 5) 中央医療学園専門学校

11. 2011年9月29日-10月1日 小倉 第39回日本磁気共鳴医学会大会

「拡散強調スパイラルシーケンスの開発と性能評価」

沼野智一1), 兵藤行志 2), 新田尚隆 2), 本間一弘 2)

1) 首都大学東京大学院 2) 産業技術総合研究所

12. 2011年9月29日-10月1日 小倉 第39回日本磁気共鳴医学会大会

「MR Elastography を用いた筋収縮による硬度変化の計測」

畑純一 1, 2), 沼野智一 1), 水原和行 3), 鷺尾利克 4), 高本孝一 5), 片桐秀樹 6), 西条寿夫 5),

本間一弘 4), 八木一夫 1), 矢野敬一 2)

1) 首都大学東京大学院 2) 東京大学医学部附属病院放射線部 3) 東京電機大学

4) 産業技術総合研究所 5) 富山大学医学薬学研究部 6) 中央医療学園専門学校附属整骨治療院

13. 2011年9月29日-10月1日 小倉 第39回日本磁気共鳴医学会大会

「生体臓器を対象とした外部加振法の提案」

鷺尾利克 1), 水原和行 1, 2), 沼野智一 1, 3), 本間一弘 1)

1) 産業技術総合研究所 2) 東京電機大学 3) 首都大学東京

14. 2011年4月7-10日 横浜 第67回日本放射線技術学会総会学術大会

「次世代型 MRI 対応加振動装置の開発と性能評価」

沼野智一 1), 川畑義彦 2)

1) 首都大学東京 2) 高島製作所株式会社

15. 2011年4月7-10日 横浜 第67回日本放射線技術学会総会学術大会

「次世代型 MRI 対応加振動装置による MR Elastography」

沼野智一 1, 2), 川畑義彦 3), 鷺尾利克 2), 水原和行 4), 新田尚隆 2), 本間一弘 2)

1) 首都大学東京 2) 産業技術総合研究所 3) 高島製作所株式会社 4) 東京電機大学

16. 2011年4月7-10日 横浜 第67回日本放射線技術学会総会学術大会

「簡易的 MR Elastography パルスシーケンスによる弾性率画像表示」

沼野智一 1, 2), 畑純一 1), 鷺尾利克 2), 水原和行 3), 高本孝一 4), 八木一夫 1), 西条寿夫 4)

1) 首都大学東京 2) 産業技術総合研究所 3) 東京電機大学 4) 富山大学大学院

17. 2010年9月30日-10月2日 つくば 第38回日本磁気共鳴医学会大会

「新しい MRI 対応加振動装置の開発と性能評価」

沼野智一 1), 川畑義彦 2)

1) 首都大学東京 2) 高島製作所株式会社

18. 2010年9月30日-10月2日 つくば 第38回日本磁気共鳴医学会大会

「新しい MRI 対応加振動装置による MR Elastography」

沼野智一 1, 2), 川畑義彦 3), 鷺尾利克 2), 水原和行 4), 新田尚隆 2), 本間一弘 2)

1) 首都大学東京 2) 産業技術総合研究所 3) 高島製作所株式会社 4) 東京電機大学

19. 2010年9月30日-10月2日 つくば 第38回日本磁気共鳴医学会大会

「Motion Sensitizing Gradient を用いない高速 MRE パルスシーケンスによる弾性率画像表示」

沼野智一 1, 2), 畑純一 1), 鷺尾利克 2), 水原和行 3), 高本孝一 4), 新津守 1), 岩崎信明 5), 八木一夫 1), 本間一弘 2)

1) 首都大学東京 2) 産業技術総合研究所 3) 東京電機大学 4) 富山大学大学院 5) 茨城県立医療大学附属病院

20. 2010年9月30日-10月2日 つくば 第38回日本磁気共鳴医学会大会

「加振周波数とノイズが Elastogram に与える影響」

畑純一 1, 2), 沼野智一 1), 鷺尾利克 3), 水原和行 4), 高本孝一 5), 本間一弘 3), 八木一夫 1)

1) 首都大学東京 2) 東京大学医学部附属病院 3) 産業技術総合研究所 4) 東京電機大学 5) 富山大学大学院

21. 2010年9月30日-10月2日 つくば 第38回日本磁気共鳴医学会大会

「外部加振による位相変位量と周期性に関する一考察」

鷺尾利克 1), 水原和行 2), 沼野智一 3), 本間一弘 1)

1) 産業技術総合研究所 2) 東京電機大学 3) 首都大学東京

22. 2010年9月30日-10月2日 つくば 第38回日本磁気共鳴医学会大会

「超音波周波数帯の振動による MRE 技術の開発」

本間一弘 1), 新田尚隆 1), 小倉卓哉 1), 白澤江身子 1), 鷺尾利克 1), 沼野智一 2), 水原和行 3)

1) 産業技術総合研究所 2) 首都大学東京 3) 東京電機大学

23. 2010年4月8-11日 横浜 第66回日本放射線技術学会総会学術大会

「臨床用 MRI 装置による簡易的 MR エラストグラフィ」

沼野智一 1, 2), 畑純一 1), 鷺尾利克 3), 水

原和行 3), 新津守 1), 八木一夫 1), 本間一弘 2)
1) 首都大学東京 2) 産業技術総合研究所 3) 東京電機大学

〔図書〕 (計 3 件)

① 「医用放射線辞典-第 5 版-」 [共著] 共立出版. ISBN 978-4-320-06175-0 (2013)

② MR エラストグラフィがもたらす情報 -筋の硬さ評価を中心に. II 骨格筋の画像評価最前線 INNERVISION 2012 NARCH:24-27 インナービジョン. ISBN 0913-8919 (2012)

③ 「新・医用放射線技術実験 臨床編 第 2 版」 [共著] 1.6.7 T1 値の測定, 1.6.8 T2 値の測定 共立出版. ISBN 978-4-320-06169-9 (2010)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 2 件)

①名称 : METHOD FOR PRODUCING A MAGNETIC RESONANCE ELASTOGRAM (MRE), DEVICE FOR PRODUCING THE SAME, AND BALL VIBRATOR FOR PRODUCING THE SAME

発明者 : Tomokazu NUMANO, Yoshihiko KAWABATA

権利者 : Tokyo Metropolitan University

種類 :

番号 : U.S. Patent Application No. 13/133, 527

出願年月日 : 2010/06/17

国内外の別 : 国際(米国)

②名称 : METHOD FOR PRODUCING A MAGNETIC RESONANCE ELASTOGRAM (MRE), DEVICE FOR PRODUCING THE SAME, AND BALL VIBRATOR FOR PRODUCING THE SAME

発明者 : Tomokazu NUMANO, Yoshihiko KAWABATA

権利者 : Tokyo Metropolitan University

種類 :

番号 : Europe Patent Application 10828032. 2

出願年月日 : 2010/06/17

国内外の別 : 国際(ヨーロッパ)

○取得状況 (計 0 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

<http://researchmap.jp/read0202954/>

<http://www.tmu.ac.jp/stafflist/data/na/694.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

沼野 智一 (NUMANO TOMOKAZU)

首都大学東京・人間健康科学研究科・准教授

研究者番号 : 10399511

(2) 研究分担者

()

研究者番号 :

(3) 連携研究者

()

研究者番号 :