

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20591454

研究課題名(和文) MRI-q-space 法開発によるシーケンス最適化と多面体多軸解析の研究

研究課題名(英文) Study of sequence optimization and polyhedron many axes analysis by MRI-q-space method development

研究代表者

八木 一夫 (YAGI KAZUO)

首都大学東京・人間健康科学研究科・教授

研究者番号：50101819

研究成果の概要(和文)：MRI-Diffusion Weighted Imaging (DWI)において新しい撮像シーケンスとしてq-space法を臨床装置用に開発し、実際の臨床患者に応用するためにファントムおよび実験ボランティアについて検証しq-spaceシーケンスの最適化を行った。q-spaceシーケンスの最適化にはノーマルボランティアでのq値(従来のhigh-b値)収集データを二成分別けし2次曲線などで近似する方法を用いた。標準化には、新たなノーマルボランティアでのq-space法によるq値データ収集を長時間にわたり実測した値と、短い間の短時間計測による信号減衰の度合を基本として、近似計算された信号値と比較することによって、標準化した値の信頼度を判定した。これを繰り返し標準化した値の信頼度を向上させた。以上を組み合わせソフト化しMRI臨床機に搭載した。MRI脳画像上に高b値拡散およびq-space法を用いた拡散解析によって得られた拡散プロファイル情報をcolor mapやFA map上での始点となるROIを設定し、描画表示した。

研究成果の概要(英文)：We developed q-space method for clinical devices as a new imaging sequence in MRI - Diffusion Weighted Imaging (DWI) and we inspected it about phantom and an experiment volunteer to apply it to the real clinical patient and optimized a q-space sequence. We used methods hermaphrodite differentiation deleted q value (conventional high-b value) collection data in normal volunteer and to be similar with second curves for optimization of a q-space sequence. For standardization, we judged reliability of the value that we standardized by what approximate calculation compared with a done signal value on the basis of the degree of signal attenuation by instrumentation for the value that it lasted for long time, and measured q value data acquisition by q-space method in new normal volante a and a short time of the interval that had a short it. We improved reliability of the value that standardized this repeatedly.

交付決定額

(金額単位：円)

|        | 直接経費     | 間接経費    | 合計        |
|--------|----------|---------|-----------|
| 2008年度 | 150,000  | 450,000 | 1,950,000 |
| 2009年度 | 800,000  | 240,000 | 1,040,000 |
| 2010年度 | 800,000  | 240,000 | 1,040,000 |
| 年度     |          |         |           |
| 年度     |          |         |           |
| 総計     | 3100,000 | 930,000 | 4,030,000 |

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：q-space, 拡散解析, シーケンス, 独自開発, MRI,

1. 研究開始当初の背景  
MRI 拡散強調画像撮像法の普及
2. 研究の目的

MRI 拡散強調画像撮像法の一つである q-space シーケンスを開発し、single shot DW-EPI および独自開発シーケンスである q-space シーケンスを用

い、健康人ボランティア及び各種脳疾患を有するボランティアにおいて施行した。

### 3. 研究の方法

使用装置は、1.5T MRI Signa HorizonLX ver.9.0 (GE-YMS)、受信コイルはバードゲージ型ヘッドコイルを用いて撮像した。拡散強調画像の撮像は、single shot DW-EPI および独自開発シーケンスである q-space シーケンスを用い、健康人ボランティア及び各種脳疾患を有するボランティアにおいて施行した。標準画像形成における磁場勾配はスルーレート 77 mT /m/ms で最大の強さは 22 mT/m を使用した。MRI データは鳥かご型頭部用コイルを使用。拡散強調画像形成とイメージ分析 DWI の獲得は、TE=98.6ms、獲得マトリックス 128x128、有効視野 24x24cm、single shot DW-EPI で画像形成を行った。スライス厚 5mm の連続的な繰り返しと、b value=1000mm<sup>2</sup>/s で 42 と 60 の noncollinear 指示で、脳全体をカバーし画像を得た。再構築された voxel の大きさは 1.88x1.88x4.00mm<sup>3</sup> である。61 枚のイメージの合計の DWI 獲得時間はおおよそ 30 分である。拡散解析及び fiber tracking は、IDL6.1 (Research Systems 社) により自家開発した DWI-Analyzer を用いた。歪み補正：自作ソフトを使用した。〈D〉及び FA を算出した後、FA の画像を表示し、これを正規化し、color-map、FA 画像を表示した。

### 4. 研究成果

MRI-Diffusion Weighted Imaging (DWI) において新しい撮像シーケンスとして q-space 法を臨床装置用に開発し、実際の臨床患者に応用するためにファントムおよび実験ボランティアについて検証し q-space シーケンスの最適化を行った。研究開発した MRI-q-space イメージング法のシーケンスと解析ソフトを利用して山梨大学医学部放射線医学教室との共同研究を開始して、病院受診の患者様を対象に臨床応用を試みている。研究成果は英語論文 3 件、和文論文 6 件、学会発表 2 2 件 (内英語 5 件) 等にて発表した。

### 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 9 件)

- ① Kazuo YAGI, Keigo HIKISHIMA, Toshiyuki ONODERA, Ryo TAKAKI, Junichi HATA, The analysis of q-space displacement images by development MR q-space sequences FMIA2011(International Forum on Medical Imaging in Asia), 査読有, pp 130-131, 2011
- ② Yagi, Tsutomu Araki, q-space imaging(QSI) of the Brain: Comparison of Displacement parameters by QSI and DWI, Magn Reson Med Sci, 査読有, Vol. 9, No. 3, pp109-110, 2010

③ Zareen Fatima, Utaroh Motosugi, Masaaki Hori, Keiichi Ishigame, Hiroshi Kumagai, Satoshi Ikenaga, Toshiyuki Onodera, Kazuo Tsutomu Araki, q-space imaging (QSI) of the Brain: Comparison of Displacement parameters by QSI and DWI, Magn Reson Med Sci, 査読有, Vol. 9, No. 3, pp109-110, 2010

④ 八木一夫, 畑 純一, 長田晴行, 山岸史明, 骨格筋線維走行の筋力負荷時での羽状角度計測 -MR tractography と超音波画像による筋線維走行の計測, 第 14 回 NMR マイクロイメージング研究会講演要旨集, 査読有, CD-RAM, pp. 71-74, 2010

⑤ 疋島啓吾, 藤吉兼浩, 山田雅之, 百島祐貴, 八木一夫, 玉置憲一, 戸山芳昭, 中村雅也, 岡野栄之, 拡散 MRI による脊髄損傷の解析, 第 14 回 NMR マイクロイメージング研究会講演要旨集, 査読有, CD-RAM, pp. 17- 20, 2010

⑥ 藤吉兼浩, 疋島啓吾, 山田雅之, 辻収彦, 小牧裕司, 百島祐貴, 八木一夫, 岡野栄之, 戸山芳昭, 中村雅也, q-space imaging を用いた脊髄再生メカニズムの解明～再生医療への応用～, 日本磁気共鳴医学会雑誌, 査読有, 30 巻, p39, 2010

⑦ 疋島啓吾, 藤吉兼浩, 山田雅之, 小牧裕司, 百島祐貴, 八木一夫, 玉置憲一, 戸山芳昭, 中村雅也, 岡野栄之, q-space imaging を用いた myelin の可視化～脱髄疾患モデルによる検証～, 日本磁気共鳴医学会雑誌, 査読有, 30 巻, p31, 2010

⑧ 高木 亮, 八木一夫, 疋島啓吾, 畑純一, 小野寺聡之, MRI q-space 解析法による変位画像と光学顕微鏡像との相関, 第 28 回日本医用画像工学会大会, 査読有, CD-RAM, OP5-07, pp. 1-6, 2009

⑨ 藤吉兼浩, 疋島啓吾, 山田雅之, 百島祐貴, 北村和也, 辻収彦, 八木一夫, 松本守雄, 千葉一祐, 岡野栄之, 戸山芳昭, 中村雅也, 制限拡散を利用した脊髄損傷の経時的解析～DTT および q-space imaging を用いて～, 日本磁気共鳴医学会 (JSMRM), 査読有, vol. 28, p379, 2008.

[学会発表] (計 2 2 件)

① Kazuo YAGI, Keigo HIKISHIMA, Toshiyuki ONODERA, Ryo TAKAKI, Junichi HATA, The analysis of q-space displacement images by development MR q-space sequences, FMIA2011(International Forum on Medical Imaging in Asia), pp130-131, January 18-19, 2011, Naha, Japan

② M. Hori, U. Motosugi, F. Zareen, K. Ishigame, H. Kumagai, T. Onodera, K. Yagi, S. Aoki, and T. Araki, Mean displacement map of spine and spinal cord disorders using high b-value q-space imaging: Feasibility study, ISMRM2010

③ Zareen Fatima, Utaroh Motosugi, Masaaki Hori, Keiichi Ishigame, Hiroshi Kumagai, Satoshi Ikenaga, Toshiyuki Onodera, Kazuo

Yagi, Tsutomu Araki; q-space imaging (QSI) of the Brain: Comparison of Displacement parameters by QSI and DWI, Magn Reson Med Sci, Vol. 9, No. 3, pp109-110, 2010

④ M. Hori, U. Motosugi, F. Zareen, H. Kumagai, K. Ishigame, S. Aoki, T. Onodera, K. Yagi, T. Araki; Displacement mapping for stroke patients using high b-value q-space diffusion-weighted MRI, European Society of Radiology, March 4 to 8, 2010, in Vienna, Austria

⑤ 楠野敬太, 八木一夫, 小野寺聡之: 脳組織内灌流の b 値依存性を利用した灌流強調画像の算出; 第 21 回バイオフロンティア講演会, 金沢, P11-12, 2010. 11

⑥ 高平義之, 八木一夫, 小野寺聡之, 楠野敬太, 荒木洋平, 堀 正明, 本杉 宇太郎, 熊谷 博司, 石亀慶一, 疋島啓吾, 荒木 力: q-space imagingにおける平均変位画像の標準化の試み; 第 38 回日本磁気共鳴医学会大会, p343, 2010. 9, つくば

⑦ 畑 純一, 八木一夫, 疋島啓吾, 小野寺聡之, 荒川裕貴, 飯田恭人, 矢野敬一, 大友邦: QSI法による骨格筋機能計測法の提案; 日本磁気共鳴医学会 (JSMRM), vol. 30, p263, 2010. 9, つくば

⑧ Fatima Zareen, 本杉 宇太郎, 堀 正明, 石亀慶一, 池永 聡, 熊谷 博司, 小野寺聡之, 八木一夫, 荒木 力: Assessment of aging changes of the white matter using high b value q-space imaging, 第 38 回日本磁気共鳴医学会大会 (JSMRM), vol. 30, p188, 2010, 9, つくば

⑨ 疋島啓吾, 藤吉兼浩, 山田雅之, 百島祐貴, 八木一夫, 玉置憲一, 戸山芳昭, 中村雅也, 岡野栄之: 拡散MRIによる脊髄損傷の解析, 第 14 回NMRマイクロイメージング研究会, PP. 17-20, 2010. 8, 東京

⑩ 藤吉兼浩, 疋島啓吾, 山田雅之, 辻収彦, 小牧裕司, 百島祐貴, 八木一夫, 岡野栄之, 戸山芳昭, 中村雅也: q-space imagingを用いた脊髄再生メカニズムの解明~再生医療への応用~: 第 37 回日本磁気共鳴医学会大会 (JSMRM), vol. 29, p350, 2009. 10. 横浜

⑪ 疋島啓吾, 藤吉兼浩, 山田雅之, 小牧裕司, 百島祐貴, 八木一夫, 玉置憲一, 戸山芳昭, 中村雅也, 岡野栄之: q-space imagingを用いたmyelinの可視化~脱髄疾患モデルによる検証~: 第 37 回日本磁気共鳴医学会大会 (JSMRM), vol. 29, p349, 2009. 10. 横浜

⑫ 小野寺聡之, 八木一夫, 楠野敬太, 高木亮, 畑純一: q-space 補間処理の検討: 第 37 回日本磁気共鳴医学会大会 (JSMRM), vol. 29, p401, 2009. 10. 横浜

⑬ Fatima Zareen, U. Motosugi, M. Hori, K. Ishigame, S. Ikenaga, H. Kumagai, T.

Araki, T. Onodera, K. Yagi: q-space imaging (QSI) of the brain: Comparison of displacement parameters by QSI and DWI, 第 37 回日本磁気共鳴医学会大会 (JSMRM), vol. 29, p242, 2009. 10. 横浜

⑭ 堀 正明, 本杉宇太郎, Fatima Zareen, 石亀慶一, 池永 聡, 熊谷博司, 荒木 力, 小野寺聡之, 八木一夫: QSIによる脳梗塞の評価; ADCとの比較, 第 37 回日本磁気共鳴医学会大会 (JSMRM), vol. 29, p237, 2009. 10. 横浜

⑮ 熊谷博司, 堀 正明, 本杉宇太郎, Fatima Zareen, 石亀慶一, 池永 聡, 荒木 力, 小野寺聡之, 八木一夫: 非制限拡散及び制限拡散条件におけるQSIの基礎的検討, 第 37 回日本磁気共鳴医学会大会 (JSMRM), vol. 29, p213, 2009. 10. 横浜

⑯ 高木 亮, 八木一夫, 疋島啓吾, 畑純一, 小野寺聡之: MRI q-space解析法による変位画像と光学顕微鏡像との相関. 第 28 回日本医用画像工学会大会. OP5-07, 2009. 8. 名古屋

⑰ 小野寺聡之, 八木一夫, 高木亮, 小牧裕司: q-space imaging法を基とした Diffusion-Perfusion Imagingの基礎的検討; 日本放射線技術学会総会学術大会, vol. 64, p178, 2009. 4 横浜

⑱ 八木一夫, 疋島啓吾, 高木亮, 小野寺聡之: MRI q-space-imaging のシーケンス開発; バイオエンジニアリング講演会 (BED/JSME), vol. 21, p25, 2009. 1, 札幌

⑲ 高木亮, 八木一夫, 小野寺聡之: q-space imaging法による植物細胞構造の描出; バイオエンジニアリング講演会 (BED/JSME), vol. 21, p377, 2009. 1, 札幌

⑳ 藤吉兼浩, 疋島啓吾, 山田雅之, 百島祐貴, 北村和也, 辻収彦, 八木一夫, 松本守雄, 千葉一祐, 岡野栄之, 戸山芳昭, 中村雅也: 制限拡散を利用した脊髄損傷の経時的解析~DTTおよびq-space imagingを用いて~; 日本磁気共鳴医学会 (JSMRM), vol. 28, p379, 2008. 9, 旭川

㉑ 小野寺聡之, 八木一夫, 高木亮, 畑純一, 小牧裕司, 疋島啓吾: q-space imagingにおける最大b-valueと微細構造解析値; 日本磁気共鳴医学会 (JSMRM), vol. 28, p341, 2008. 9, 旭川

㉒ 小野寺聡之, 八木一夫, 高木亮, 畑純一, 疋島啓吾: q-space imagingにおける撮像条件の最適化; 日本放射線技術学会 (JSRT), p163, 2008. 4 横浜

〔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

八木一夫 (YAGI KAZUO)  
首都大学東京・大学院人間科学研究科・教授  
研究者番号：50101819

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：