

令和 6 年 5 月 20 日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K07621

研究課題名（和文）圧縮センシングを応用した冠動脈MRA高速撮像法の開発

研究課題名（英文）Development of high-speed coronary MRA imaging method using compressed sensing

研究代表者

城戸 倫之（Kido, Tomoyuki）

愛媛大学・医学系研究科・准教授

研究者番号：20600810

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、心臓冠動脈MRAの撮像に最新の高速撮像技術であるCompressed Sensing (CS)を併用(CS coronary MRA)し、従来の冠動脈MRA撮像と時間短縮効果や画質を比較検討した。正常ボランティアの方に対して従来通りの冠動脈MRAとCS coronary MRAの両方を撮影した。撮像時間はCS coronary MRAで大幅に短縮することができ、従来法と比べて良好な画質を保つことが可能であった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

新たな高速撮像技術であるCompressed Sensing (CS)を併用した冠動脈MRA撮像法(CS coronary MRA)は、良好な画質を維持したまま、従来の冠動脈MRA撮像法と比較して大幅な撮像時間の大幅な短縮が可能であった。これは冠動脈MRA検査のスループットの向上だけでなく、検査を受ける患者負担の軽減という点でも大きなメリットになると思われる。

研究成果の概要（英文）：In this study, the latest high-speed imaging technique, Compressed Sensing (CS), was combined with cardiac coronary MRA imaging (CS coronary MRA) to compare the time-saving effect and image quality with conventional coronary MRA imaging. Both conventional coronary MRA and CS coronary MRA were performed on normal volunteers. The imaging time could be significantly reduced by CS coronary MRA, and the image quality was better than that of the conventional method.

研究分野：心臓MRI

キーワード：心臓MRI Compressed Sensing

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

### 1. 研究開始当初の背景

冠動脈 MRA は、血管造影や CT で問題となる放射線被ばくなく、非侵襲的に冠動脈を描出できる。一方で冠動脈 MRA は、そのデータ量の多さから撮像時間が長いという問題がある。近年、MRI の新たな高速撮像技術として Compressed Sensing (CS) が注目されている。CS とは、ランダムにサンプリングされたごく少数の画像データから、反復計算によって本来の画像を復元する数学的手法である。CS は、画質の劣化を抑えながら更なる高速撮像が可能という点で従来の高速撮像法と一線を画した技術であり、頭部をはじめ様々な領域の MRI 撮像に導入されてきている。しかし動的臓器である心臓領域への応用はまだ始まったばかりである。CS は、原理的には高速化しても画像の劣化は少ないとされているが、CS におけるデータ収集の際の高速率 (acceleration factor) が画質に与える影響に関しては十分に検証されていない。

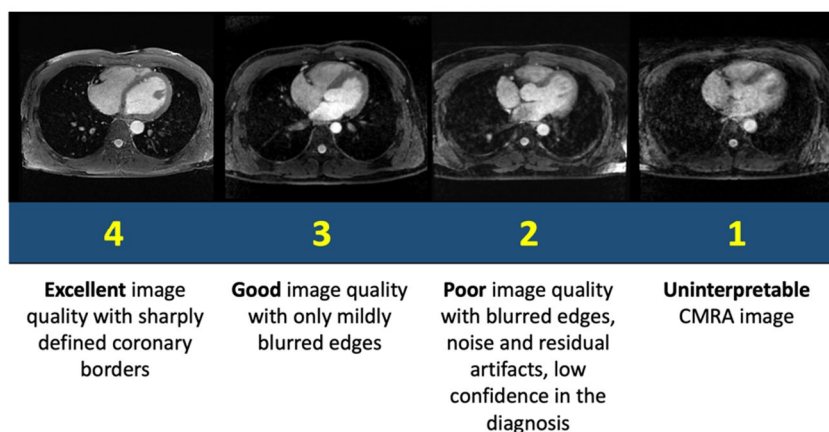
### 2. 研究の目的

CS を応用した冠動脈 MRA における最適な撮像パラメーターを明らかにし、撮像にかかる時間や画質を従来 MRA と比較検討する事である。画質を保ったまま従来 MRA よりも撮像時間の短縮が可能となれば、検査のスループットの向上や検査成功率の上昇にも寄与すると考えられ、更には検査を受ける患者負担の大きな軽減につながるものと期待される。

### 3. 研究の方法

対象は当院で同意を得られた正常ボランティア 20 例で、従来法による coronary MRA と 4 段階に変化させた CS 倍速 factor (2.6, 4.0, 5.8, 9.0) を用いた CS coronary MRA を撮影し、それぞれの撮像時間と 2 名の放射線科医により 4 段階の定性的画質評価 (図 1) 血液と心筋の信号・ノイズ比 (SNR) および血液と周囲脂肪とのコントラスト比 (CR) を用いた定量的評価を行った。またこの結果から得られた最適と思われる CS 倍速 factor を用いて CS coronary MRA を撮像し、従来法での冠動脈 MRA と撮像時間と画質の比較検討を行った。

図 1 **Visual evaluation (4-point subjective scale)**



✓ Visual assessment by consultation 2 radiologists

### 4. 研究成果

CS 倍速 factor を上げるほど撮像時間は短縮し、SNR は低下、CR はあまり変化がみられなかった (図 2)。定性的画質評価では、CS factor が 5.8 まで増えると大きくスコアが低下したため、CS coronary MRA の最適な CS 倍速 factor は 4.0 と定義し、これを用いて従来法との比較検討を行った。撮像時間は従来法で平均 15 分 49 秒に対して CS coronary MRA では 4 分 6 秒と大幅に短縮した。定性的画質評価では従来法 (3.8 ± 0.4) に対して、CS coronary MRA (3.4 ± 0.6) と良好な画質が得られた (図 3)。SNR は従来法でやや高い傾向にあったが、CR には大きな違いは無かった (図 4)。

CS を用いた coronary MRA は従来法と比較して良好な画質を維持したまま、撮像時間の大幅な短縮が得られる可能性が示唆された。これは冠動脈 MRA 検査のスループットの向上だけでなく、検

査を受ける患者負担の軽減という点でも大きなメリットになると思われる。

図 2

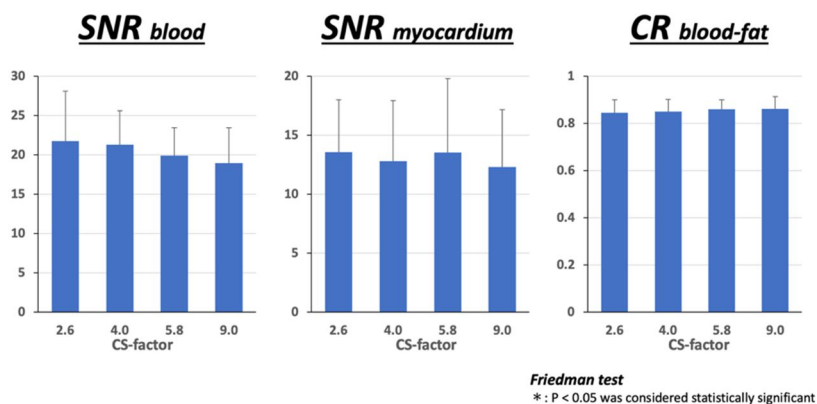


図 3

**Scan time**

Scan time	
Conventional	15:49 ± 2:51
CS CMRA - <i>iNav</i>	4:06 ± 1:20

\* ]

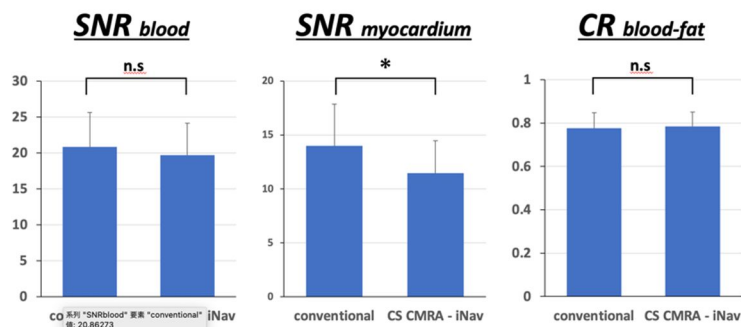
**Visual evaluation**

Image quality	
Conventional	3.84 ± 0.37
CS CMRA - <i>iNav</i>	3.42 ± 0.61

\* ]

**Wilcoxon's signed rank test**  
\*: P < 0.05 was considered statistically significant

図 4



**Wilcoxon's signed rank test**  
\*: P < 0.05 was considered statistically significant

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 末国宏、城戸倫之ら
2. 発表標題 圧縮センシングとImage-based Navigatorを併用した非造影Whole Heart Coronary MRAの可能性:従来法との比較
3. 学会等名 第79回日本放射線技術学会総会学術大会
4. 発表年 2023年～2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	城戸 輝仁  (Kido Teruhito)  (50403837)	愛媛大学・医学系研究科・教授    (16301)	
研究分担者	中村 壮志  (Nakamura Masashi)  (50794468)	愛媛大学・医学部附属病院・助教(病院教員)    (16301)	
研究分担者	田邊 裕貴  (Tanabe Yuuki)  (70836189)	愛媛大学・医学部附属病院・助教(病院教員)    (16301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------