

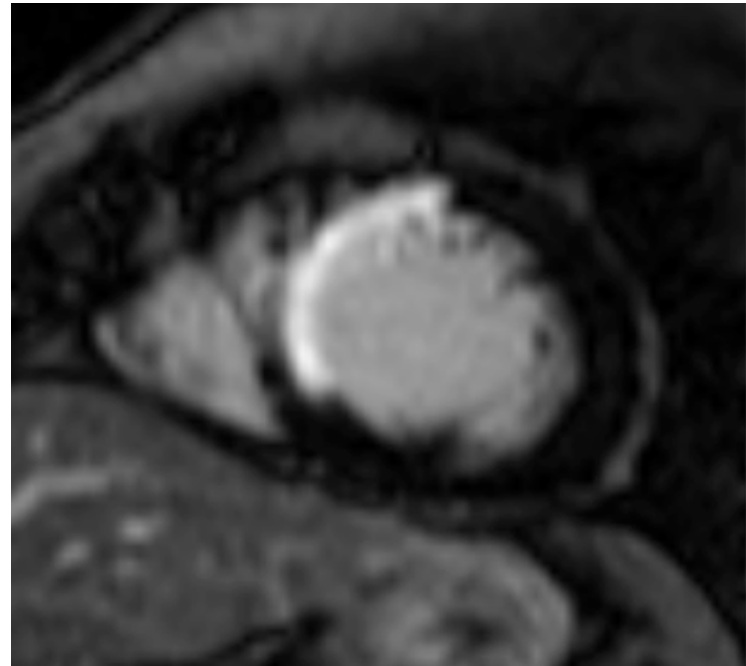
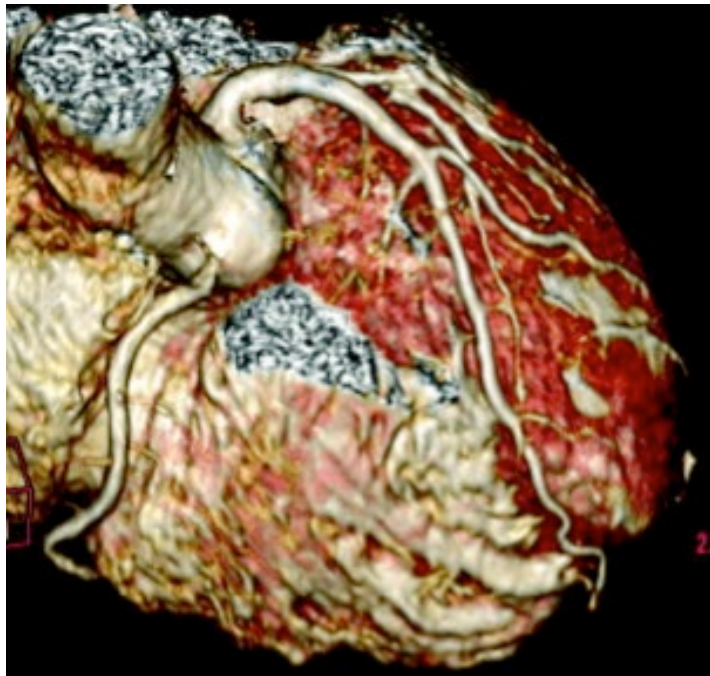
心臓MRIの見方

T1 mapping、MRIを撮像すべき疾患とは？

東京労災病院 循環器科 中村文紀

心臓MRI

- 心筋疾患の**形態**及び**心機能**評価や**心筋の性状**、**心筋生存能 (viability)** などの評価に用いられる。
- **被曝がなく、空間分解能が高く、再現性が高い**



心臓MRIの基本的な 3 つの撮像法

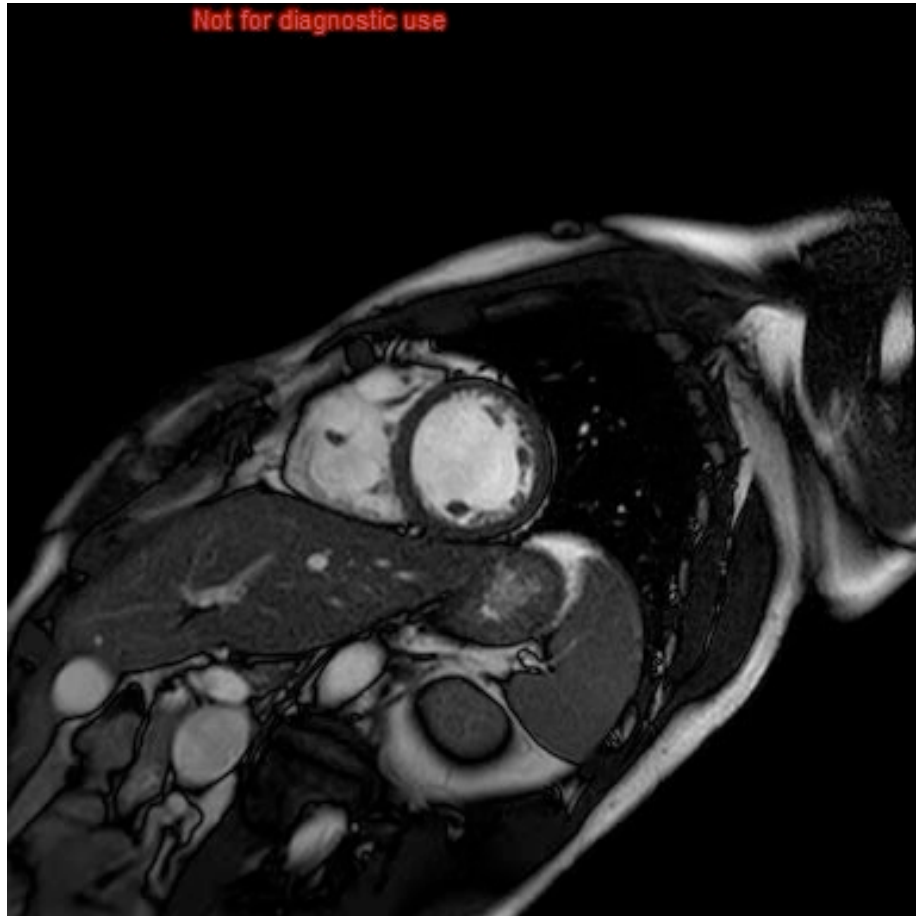
	推奨 クラス	エビデンス レベル	Minds 推奨 グレード	Minds エビデンス 分類	
MRI					
MRIによる心形態・心機能 評価 心エコー図検査による評価が 困難な症例、先天性心疾患、 右室の評価	I	C	A	IVb	シネMRI
遅延造影MRI 他の検査にて評価が困難な場 合の、虚血性心筋症と非虚血 性心筋症の鑑別	I	C	A	IVb	
遅延造影MRI 非虚血性心筋症における基礎 心疾患の同定	IIa	C	B	IVb	遅延造影
MRI T2強調画像 心筋の炎症の評価	IIa	C	B	V	T2強調black blood

シネMRI

T2強調black blood

遅延造影MRI

シネMRI



- 動画として心機能や心形態を評価できる
- 任意の断面で撮像可能



心エコーに似ている

シネMRIと心エコーの比較

シネMRI

- 正確性、再現性が高い
- 右室評価に優れる
- 検査・解析に時間がかかる
- 息止め可能な患者しか行えない

心エコー

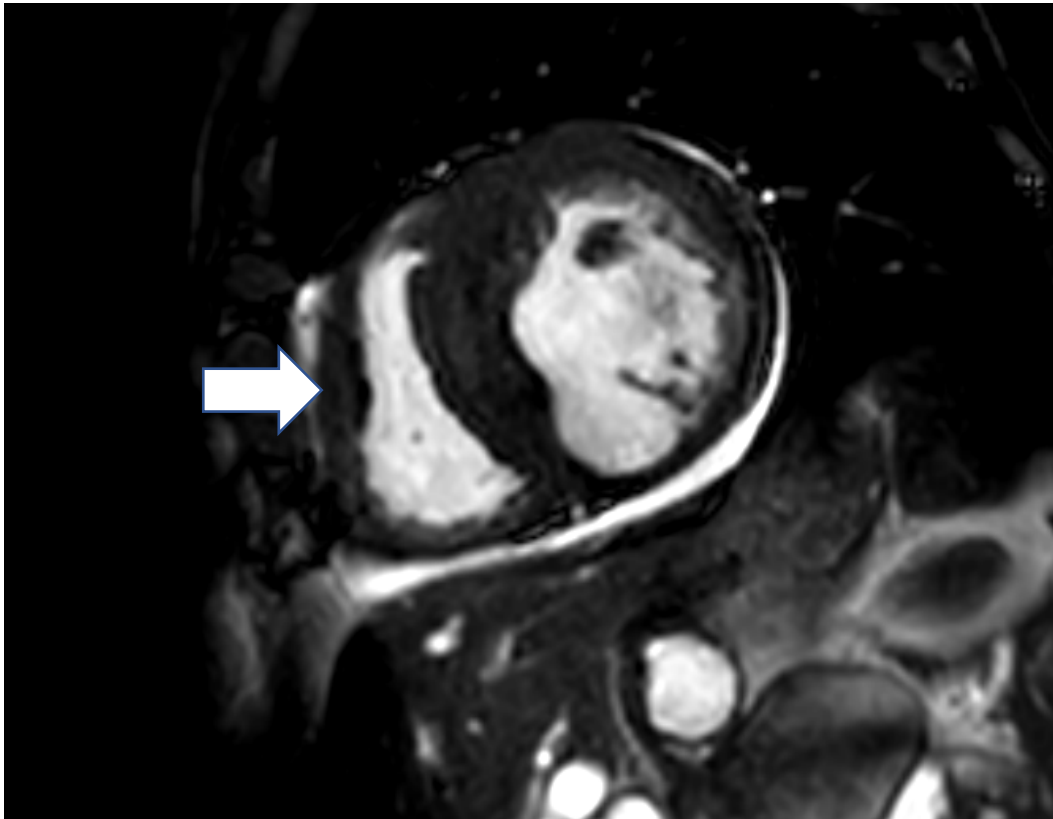
- 簡便
- 弁膜症などの定量評価に優れる
- 患者・検者の条件に依存する
- 施設間での定量評価のばらつき
- 右室評価に劣る

シネMRIの適応

	推奨 クラス	エビデンス レベル	Minds 推奨 グレード	Minds エビデンス 分類
MRI				
MRIによる心形態・心機能 評価 <u>心エコー図検査による評価が 困難な症例, 先天性心疾患, 右室の評価</u>	I	C	A	IVb

急性・慢性心不全診療ガイドライン（2017年改訂版）

右室肥大



通常は右室壁厚**3mm未満**

本症例(アミロイドーシス)では
7.6mm

HHD, HCMでは左室肥大はあっても
右室肥大を呈することは稀であり

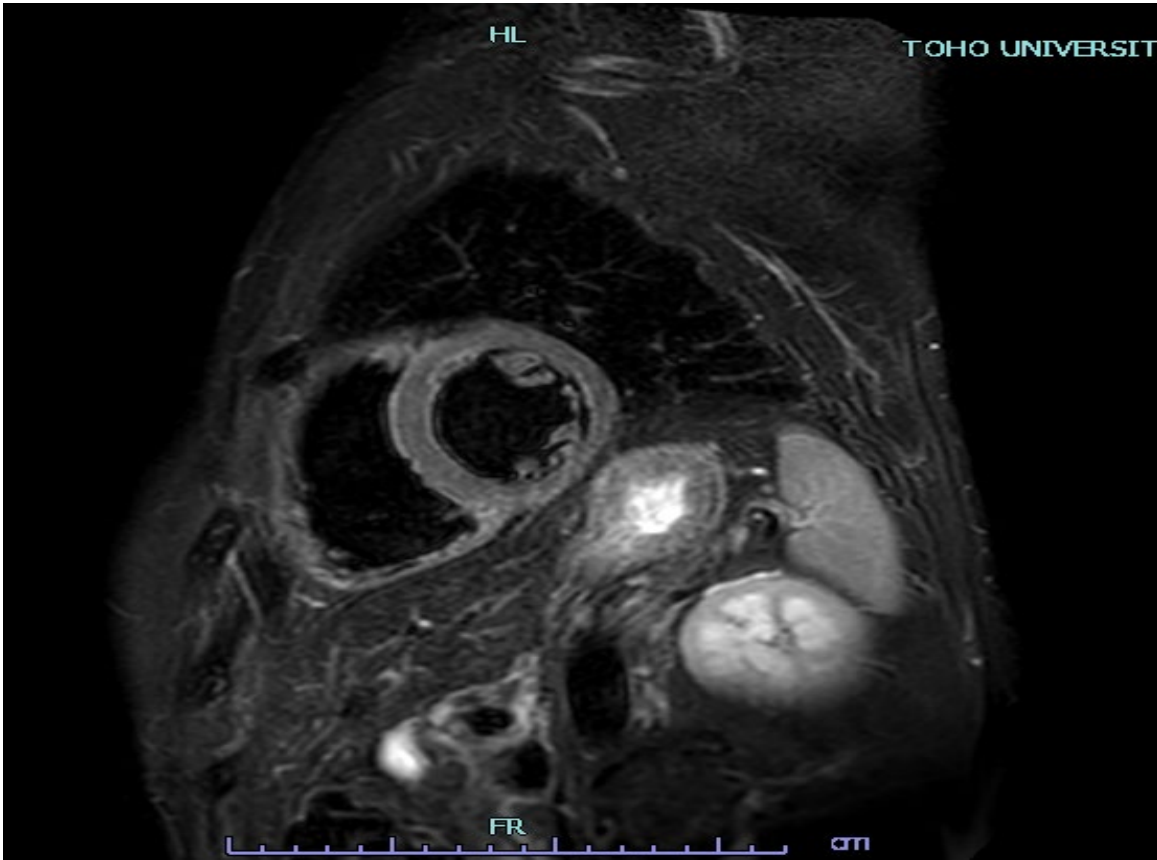
アミロイドーシス or Fabryを疑う

シネMRI

T2強調black blood

遅延造影MRI

T2強調black blood



- T2強調像 = 水が白
→ 炎症や浮腫が高信号
- black blood
→ 血液が黒く写るように処理

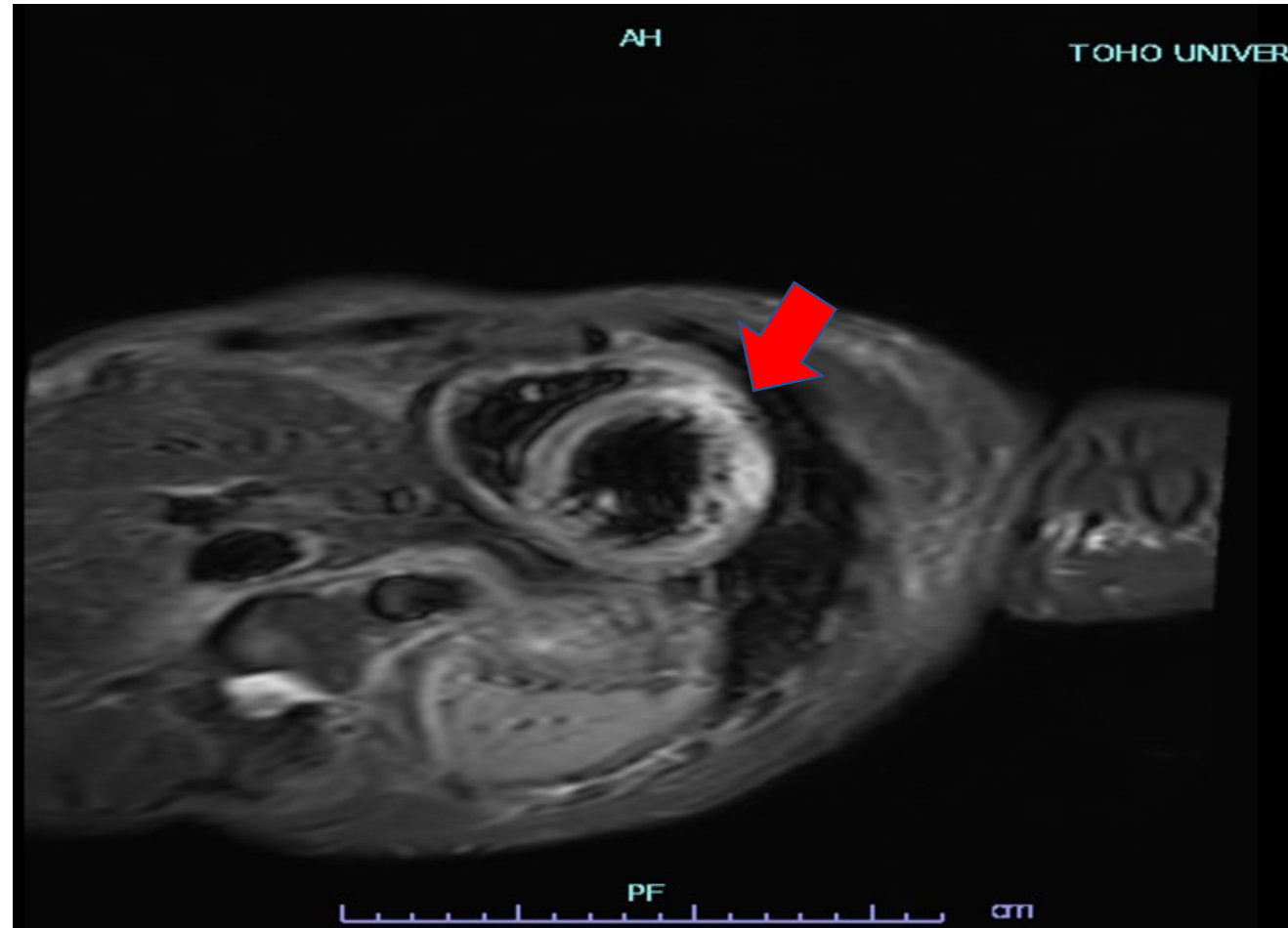
T2強調black bloodの適応

	推奨 クラス	エビデンス レベル	Minds 推奨 グレード	Minds エビデンス 分類
MRI				
MRI T2強調画像 <u>心筋の炎症の評価</u>	IIa	C	B	V

急性・慢性心不全診療ガイドライン（2017年改訂版）

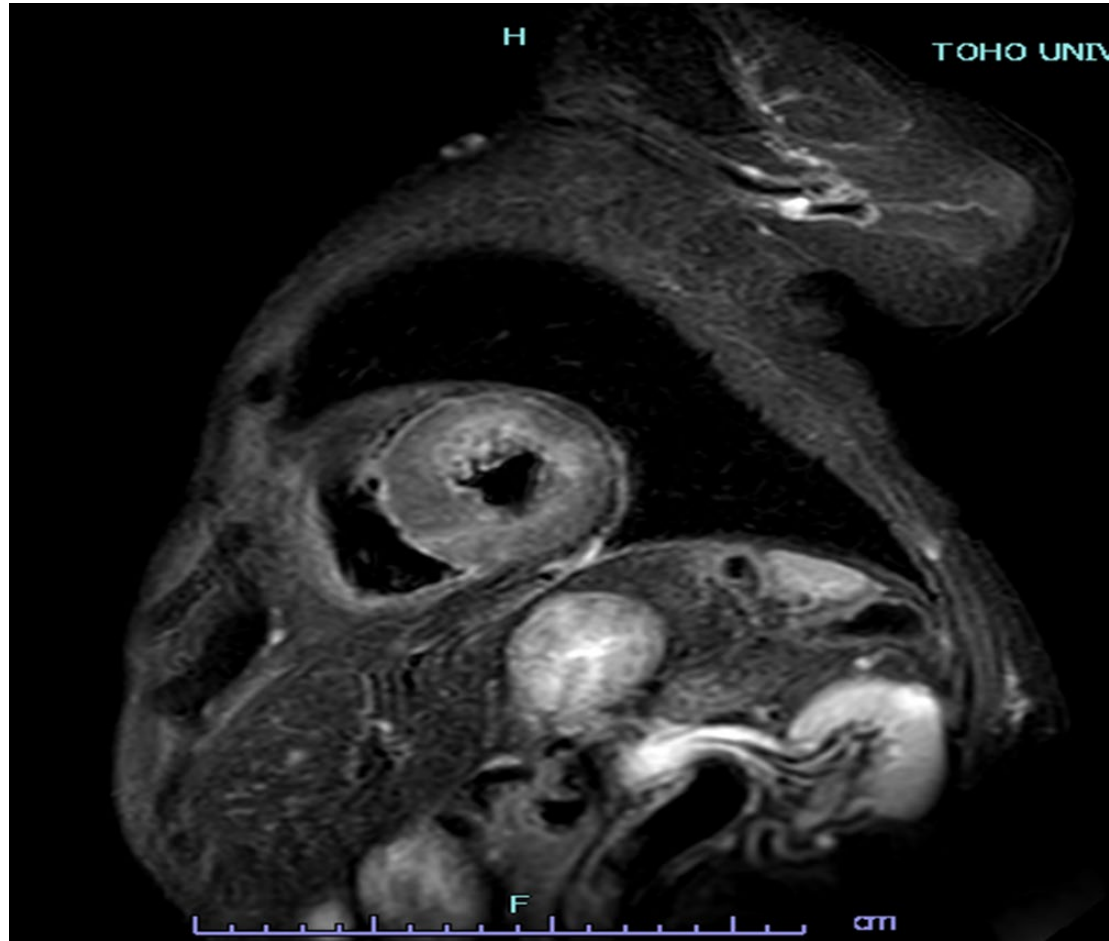
→心筋炎、心サルコイドーシスetc.

巨細胞心筋炎



前壁～前側壁に高信号

好酸球性心内膜炎



心内膜側は全周性に高信号

シネMRI

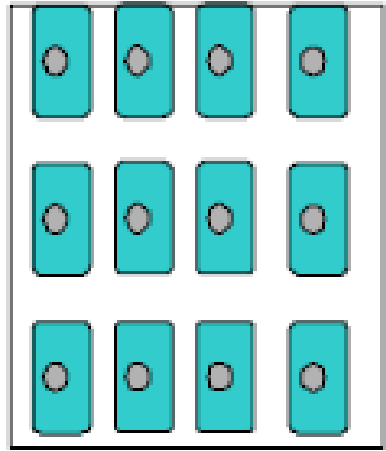
T2強調black blood

遅延造影MRI

遅延造影MRI

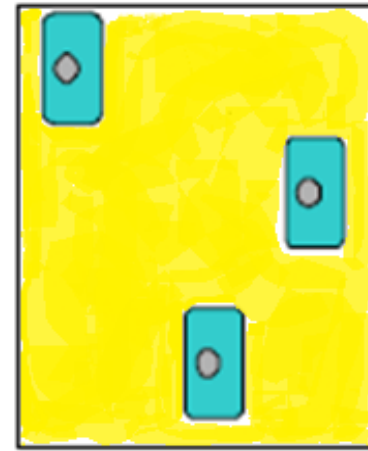
(LGE:Late Gadolinium Enhancement)

正常心筋
(normal myocardium)



細胞外液
(ECV)25%

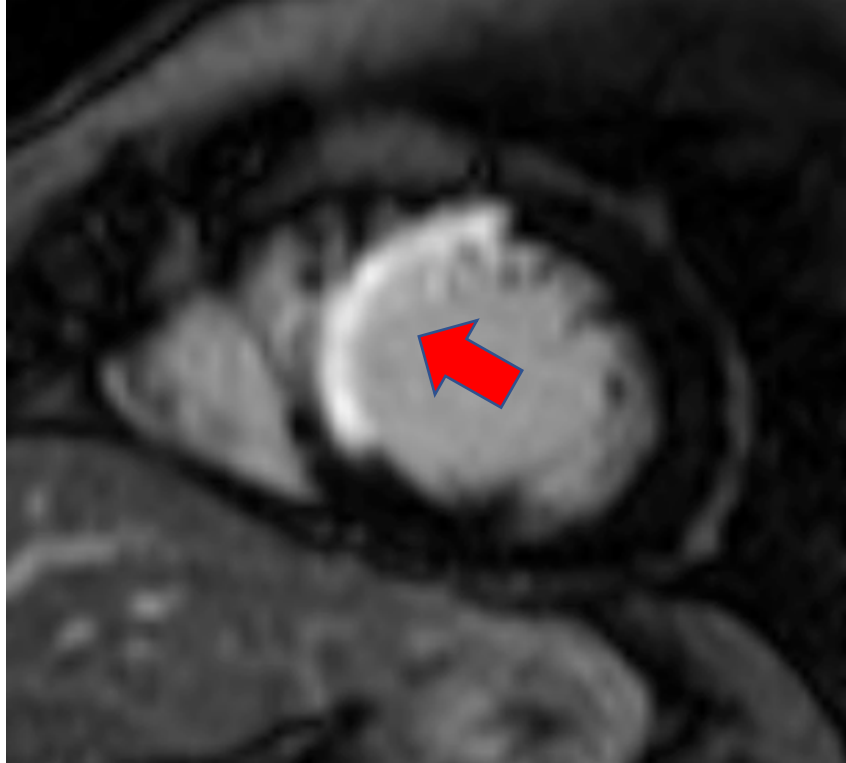
梗塞心筋
(OMI)



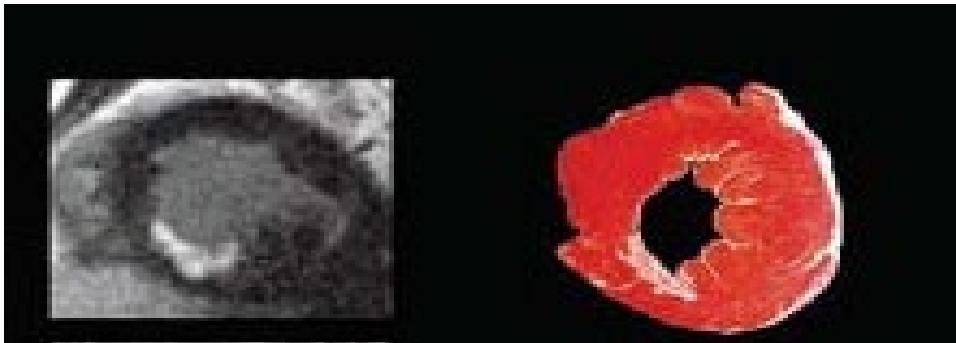
①線維化により細胞外液↑↑

②造影剤 washout 低下

遅延造影



- **浮腫**や**繊維化**などで細胞間質が増加した部分が**高信号**で描出される
- **正常心筋**が**低信号**になるタイミングで撮影



MRIと病理組織の比較（犬の心筋梗塞モデル）

遅延造影の適応

	推奨 クラス	エビデンス レベル	Minds 推奨 グレード	Minds エビデンス 分類
MRI				
遅延造影MRI 他の検査にて評価が困難な場合の、 <u>虚血性心筋症と非虚血性心筋症の鑑別</u>	I	C	A	IVb
遅延造影MRI <u>非虚血性心筋症における基礎心疾患の同定</u>	IIa	C	B	IVb

心臓MRI遅延造影パターン

HYPERENHANCEMENT PATTERNS

Ischemic

A. Subendocardial Infarct

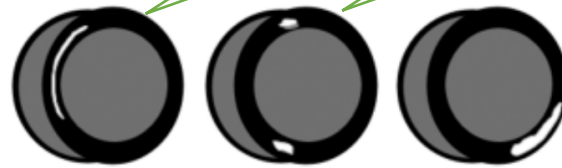


B. Transmural Infarct



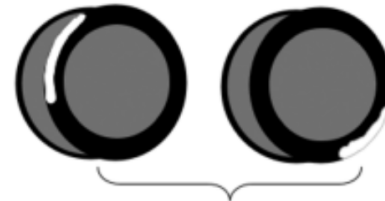
Nonischemic

A. Mid-wall HE



- Idiopathic Dilated Cardiomyopathy
- Myocarditis
- Hypertrophic Cardiomyopathy
- Right ventricular pressure overload (e.g. congenital heart disease, pulmonary HTN)
- Sarcoidosis
- Myocarditis
- Anderson-Fabry
- Chagas Disease

B. Epicardial HE



- Sarcoidosis, Myocarditis, Anderson-Fabry, Chagas Disease

C. Global Endocardial HE



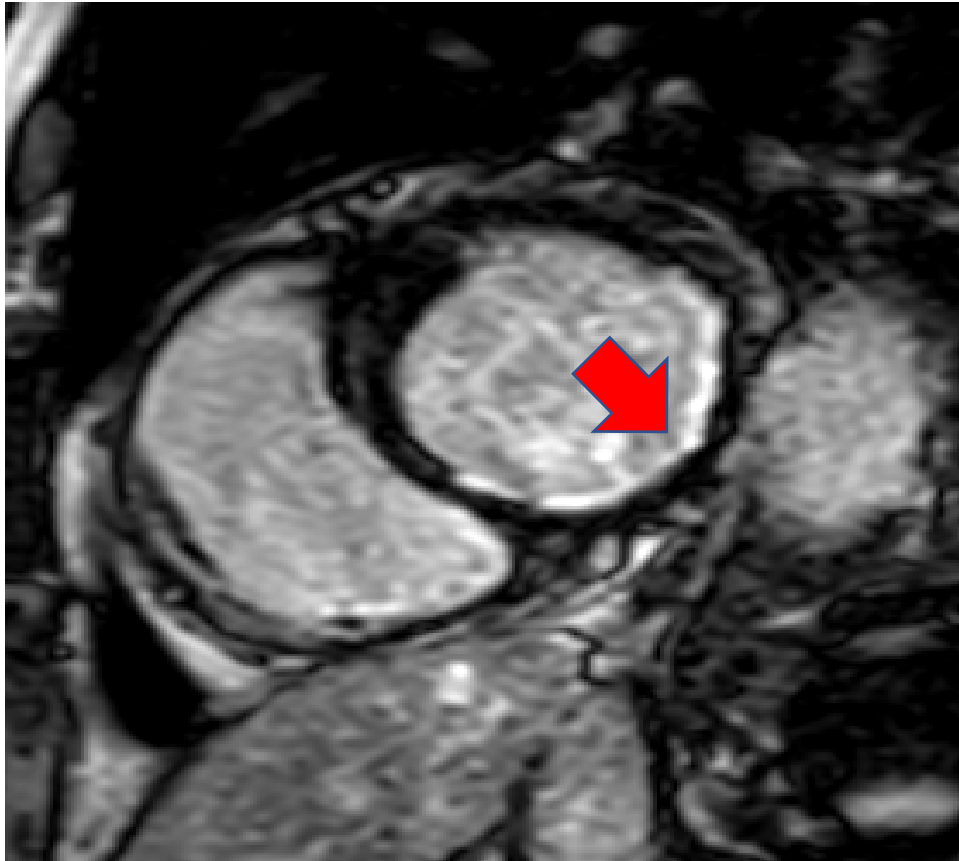
アミロイドーシス

- Amyloidosis, Systemic Sclerosis, Post cardiac transplantation

サルコイドーシス
Fabry病

心筋炎

心内膜下梗塞(RCA OMI)



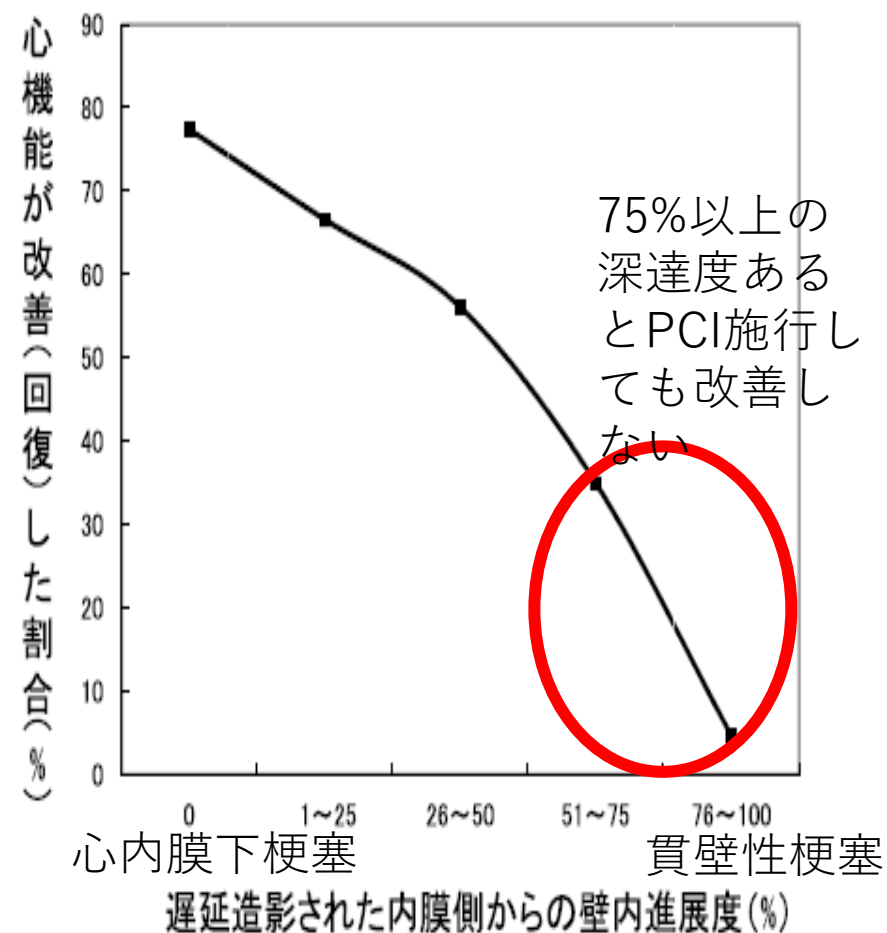
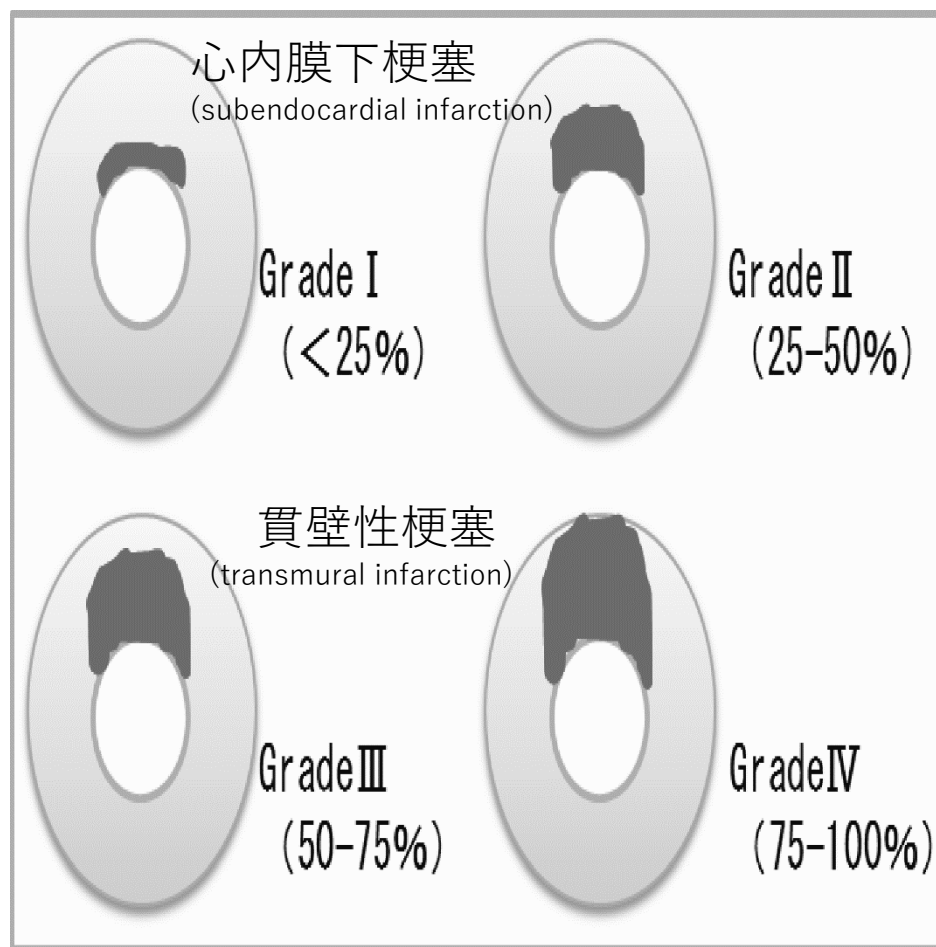
下壁心内膜下にLGE

貫壁性梗塞(LAD OMI)



**中隔は全層性,
前壁は心内膜～中間層にLGE**

心筋梗塞 (MI) における壁内深達度と壁運動改善(viability)予測

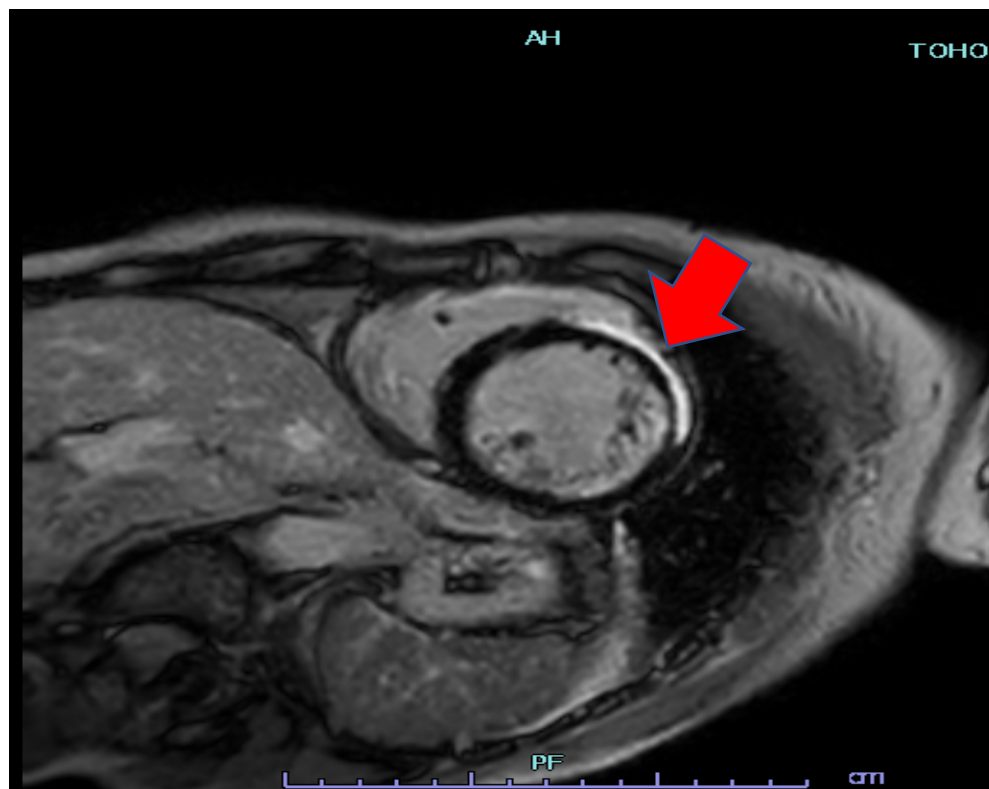


Kelly M. Choi et al, Circulation 2001 ; 104 : 1101—1107

Grade III, IVはECGでabnormal Q wave出現

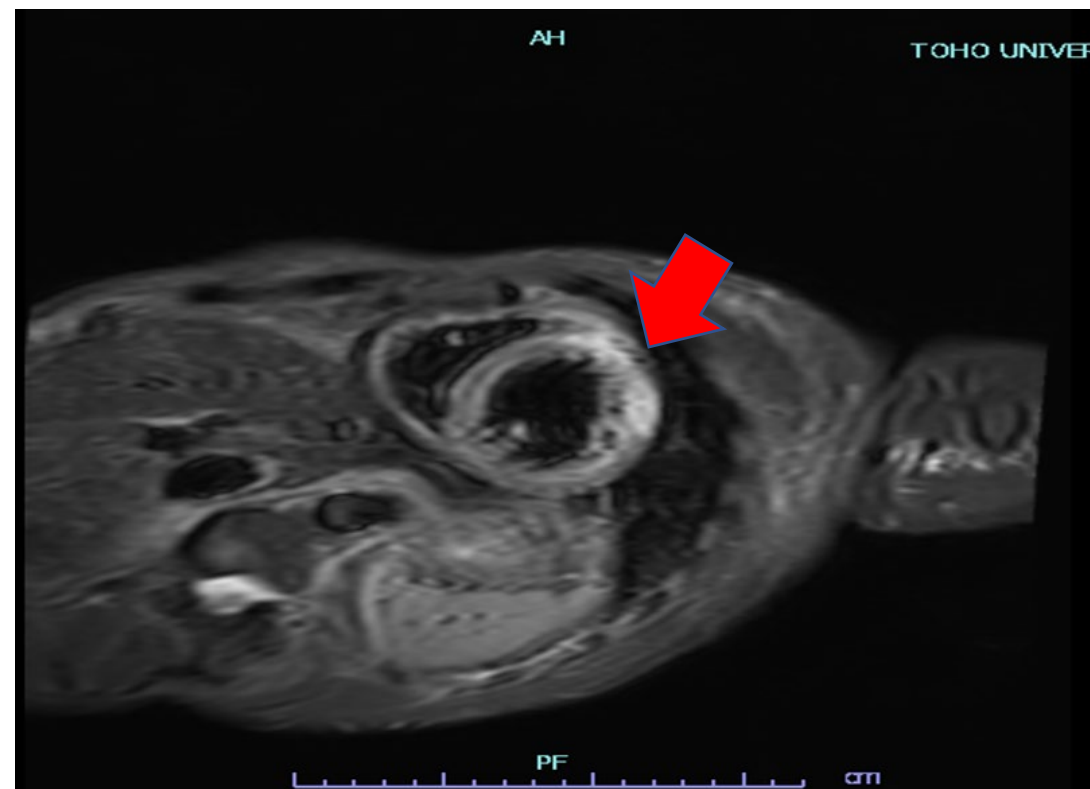
巨細胞心筋炎

遅延造影画像



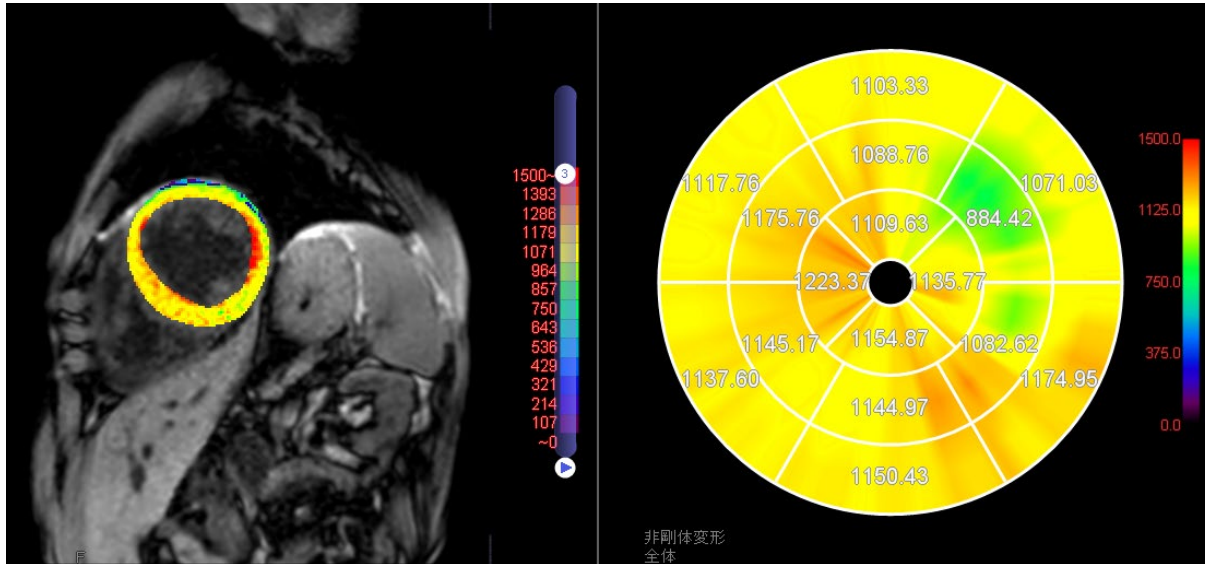
心外膜側にLGE(+)

T2強調画像



T1 mapping

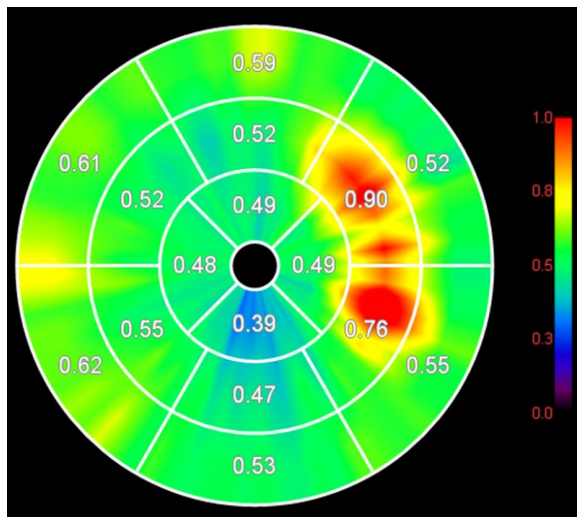
T1 mapping



- ピクセル毎の**T1値**を数値として表示

→**T1 mapping**

- **T1値(造影前後)**と**Ht**を用いて**細胞外容積分布(ECV)**を測定できる



T1 mappingの有用性

- これまで心臓MRIでは心筋性状の**定量評価は困難**だった
- Native T1(造影前)やECVによって**数値化**することで**客観性が増し、診断精度の向上**が期待できる
- 米国心臓血管MR学会 (SCMR)では標準プロトコルに組み込むことを推奨されている

J Cardiovasc Magn Reson 19:75, 2017

Native T1

- 非造影・造影前のT1値を**Native T1**と呼ぶ.
- 造影剤が使用できない腎不全症例でも撮像可能。

Native T1値が上昇する病態

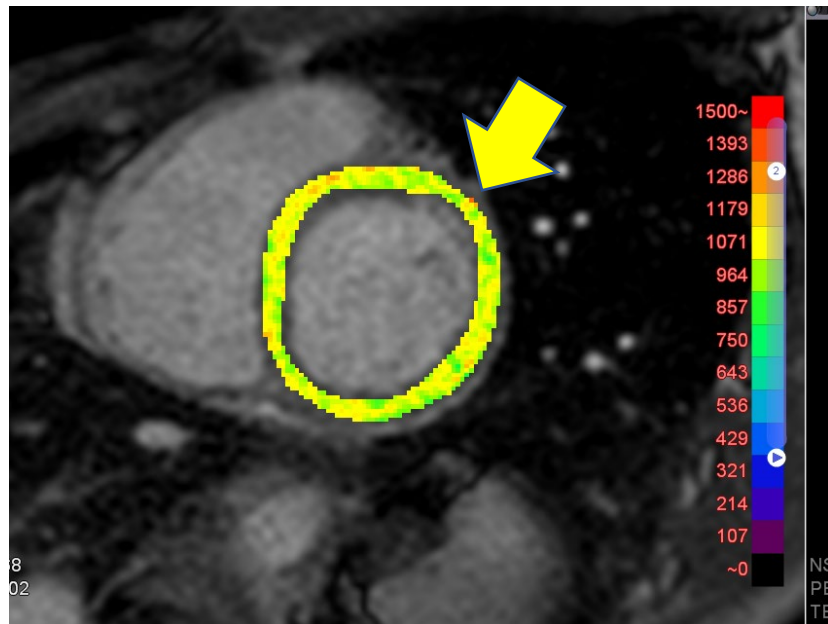
- ✓ 心筋や間質の浮腫など**水分が増加**した状態
- ✓ 局所的もしくはびまん性の**線維化**
- ✓ 心筋内あるいは間質内への**アミロイド沈着**

Native T1値が低下する病態

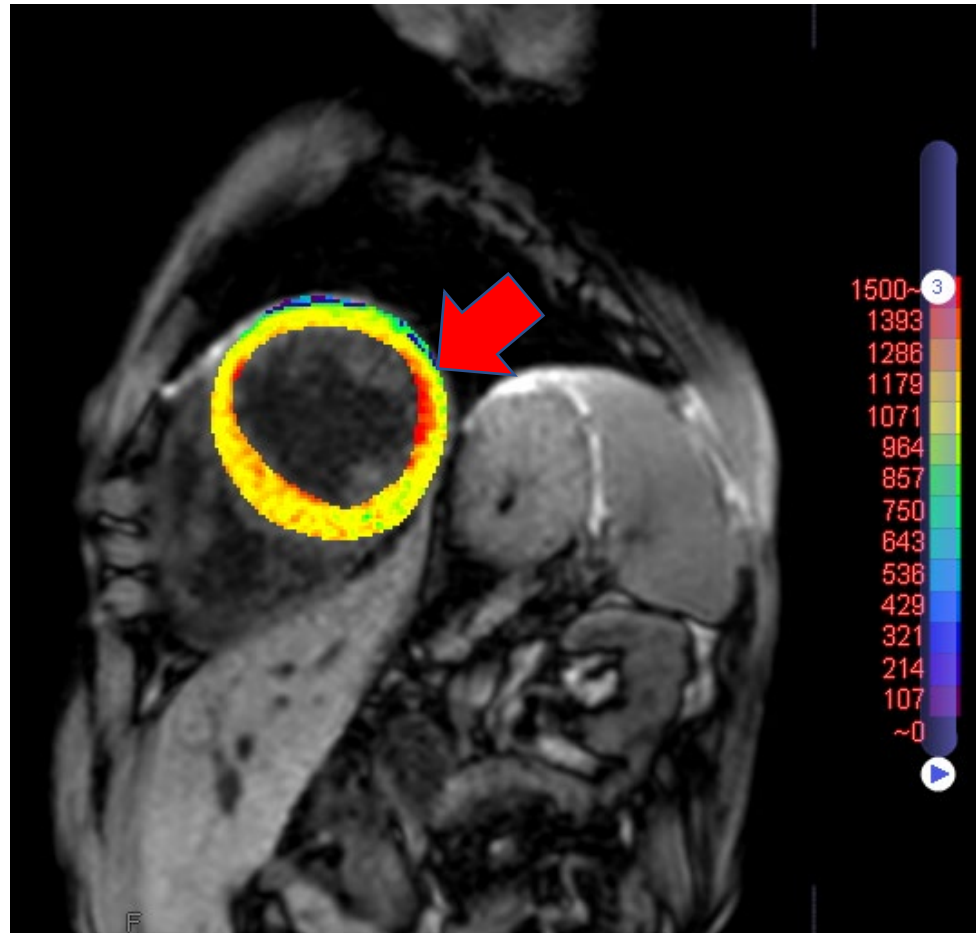
脂肪や**鉄**の存在 ⇨**Fabry病**では高度のT1値低下

アミロイドーシス

(正常例)



正常1000前後



心内膜側でT1高値(1200)

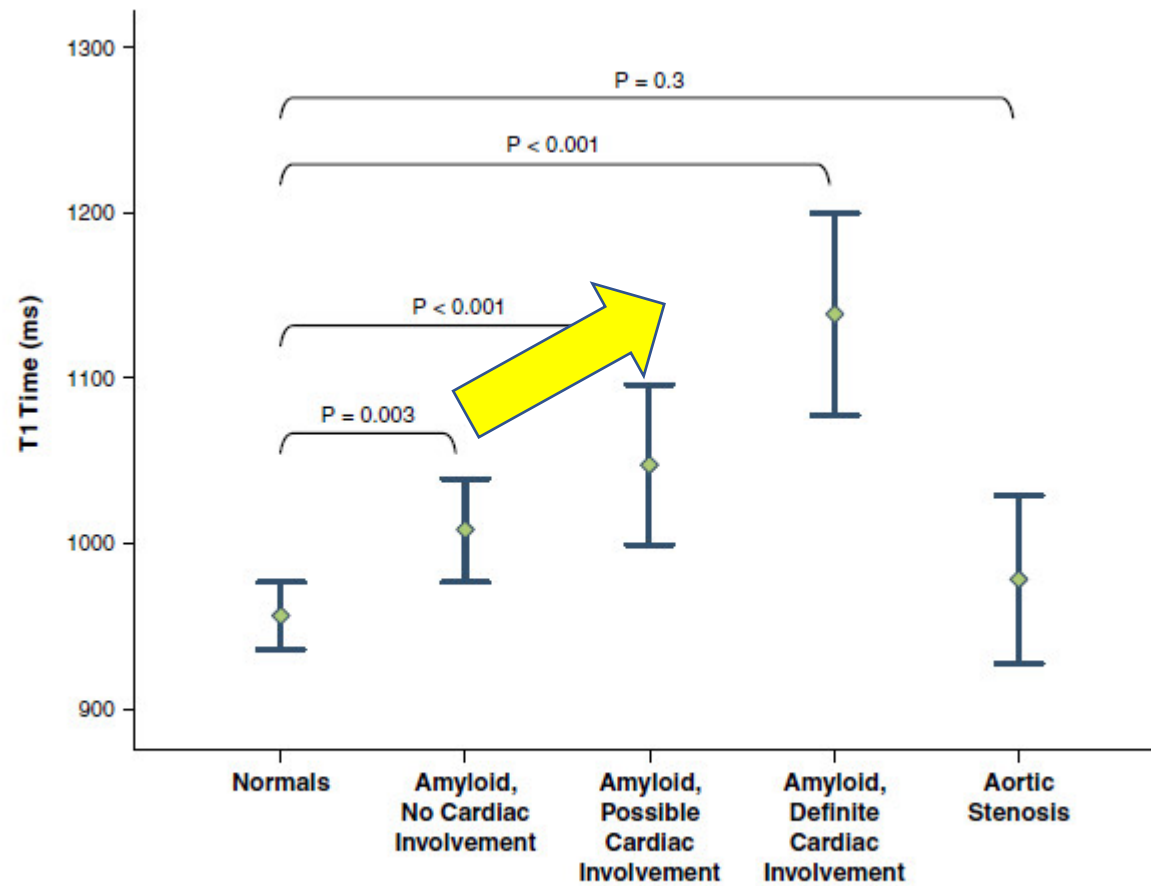


Figure 1. Myocardial T1 in Normal, Amyloid, and Aortic Stenosis

Native T1値は**アミロイドーシス患者**で**有意に上昇**し、
その値は**重症度**に**相関**する

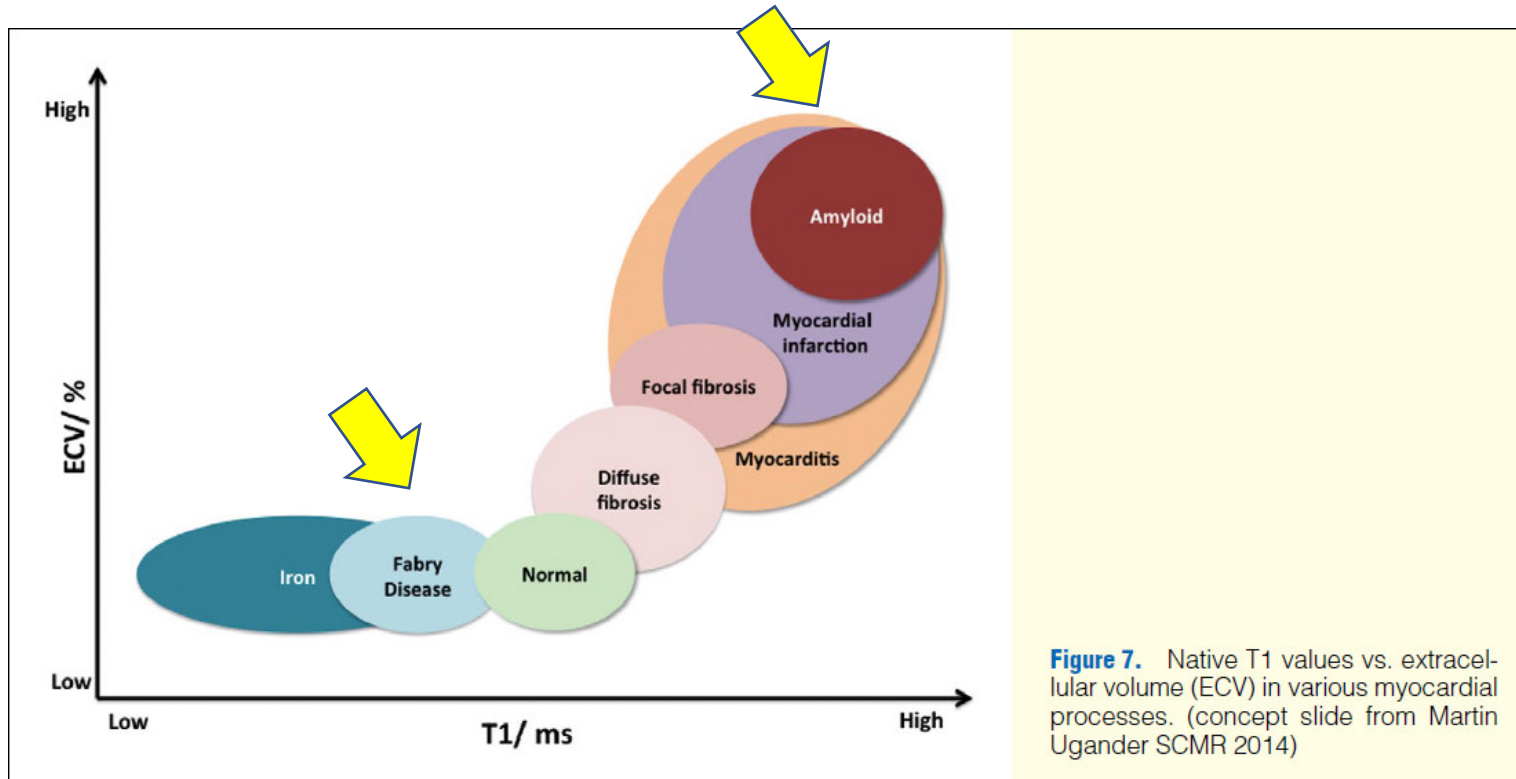
JACC Cardiovasc Imaging. 2013 Apr;6(4):488-97.

ECV(ExtraCellular Volume 細胞外容積)

- **造影前後のT1値**を用いて、**Ht値で補正**し算出。
- **細胞外容積**を反映しており、**梗塞や線維化の割合**を反映するとされる。
- **正常者**のECVは **$25.4 \pm 2.5\%$** と報告されている。

J Cardiovasc Magn Reson. 2012 Sep 11;14:64

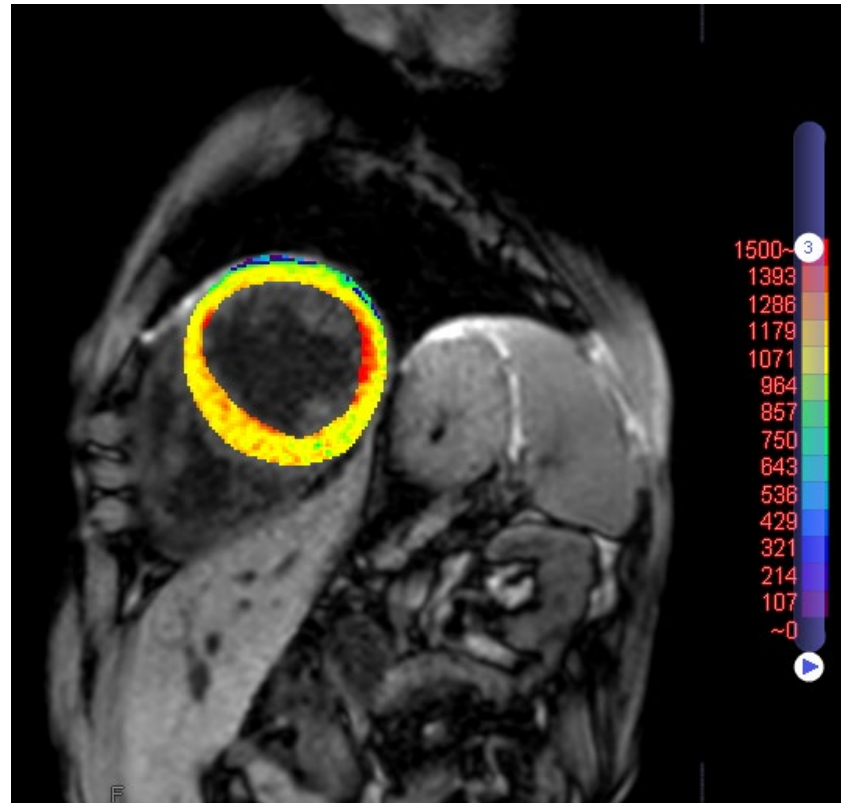
心筋疾患のT1map/ECV map



- **NativeT1とECVの組み合わせ**はLGE同様精度の高い心筋評価を可能にする。
- **鑑別診断、重症度評価、予後予測**で重要な役割を果たす。

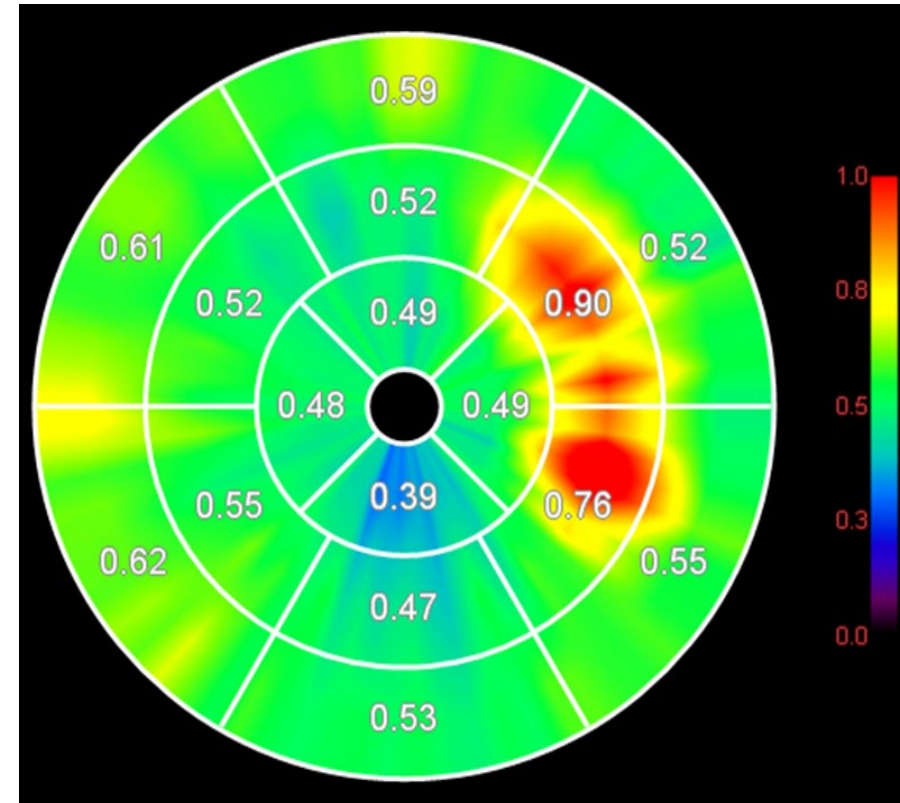
アミロイドーシス

Native T1



T1 1200と高値
(正常1000)

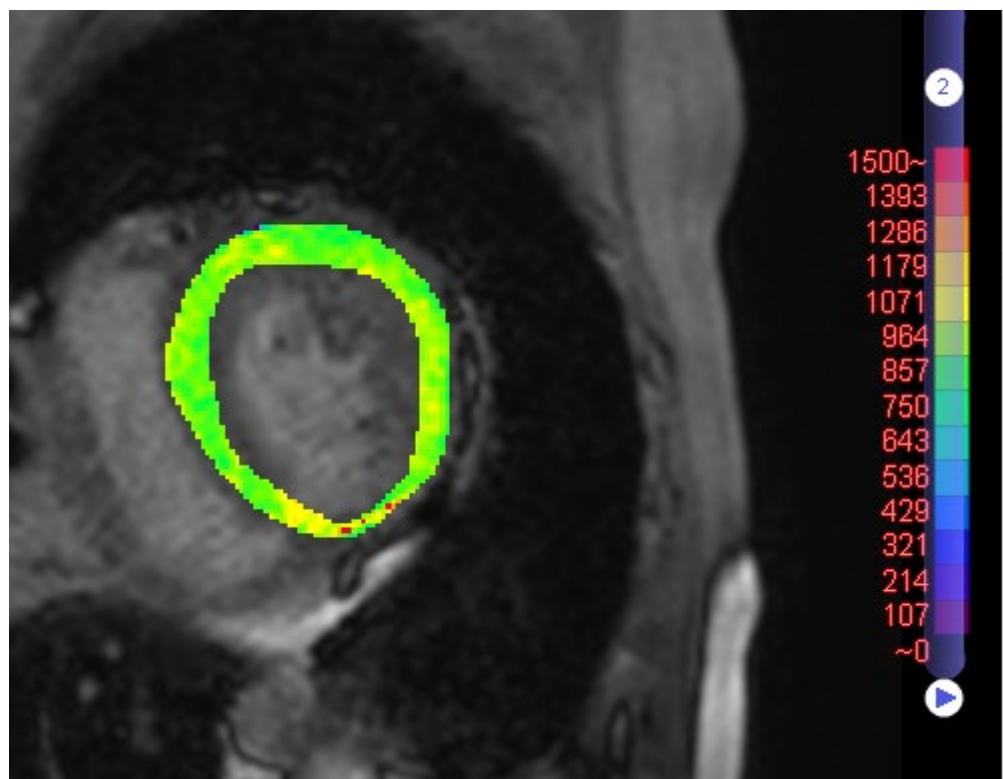
ECV



ECV 39-90%と著明な上昇
(正常20-30%)

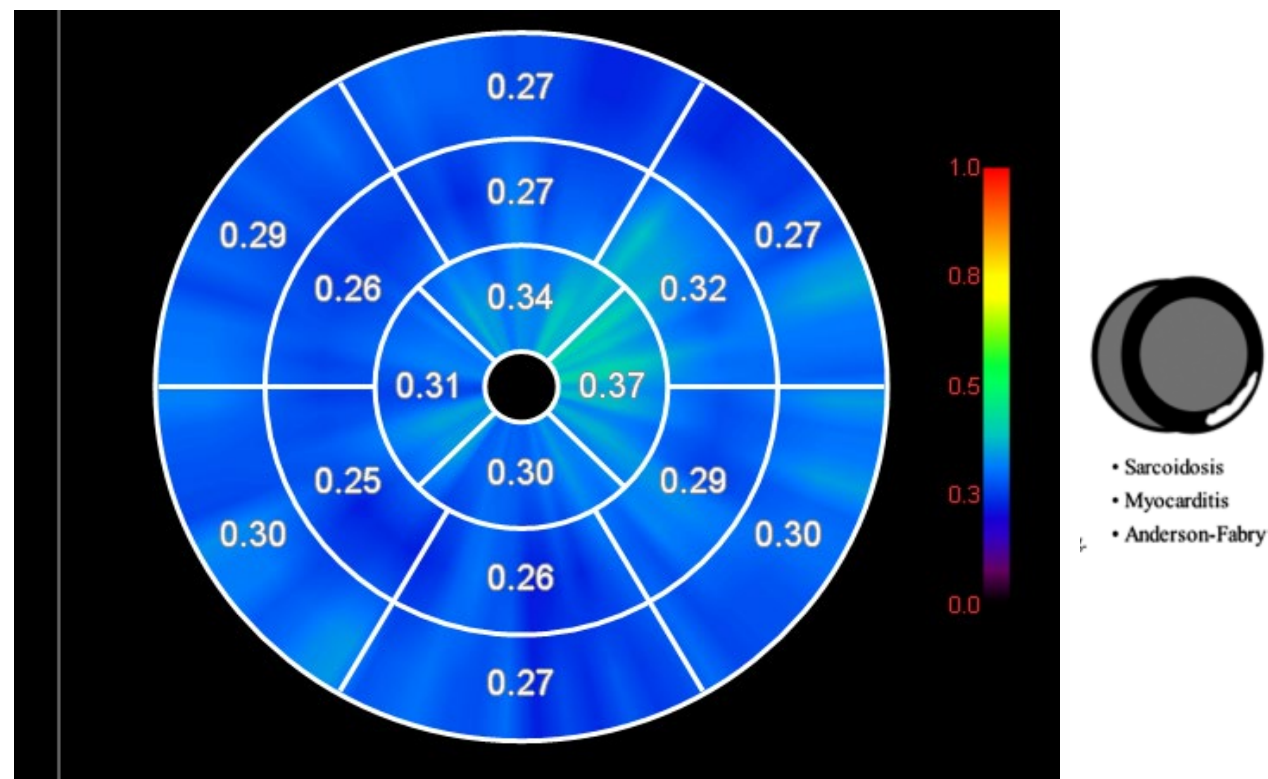
Fabry病

Native T1



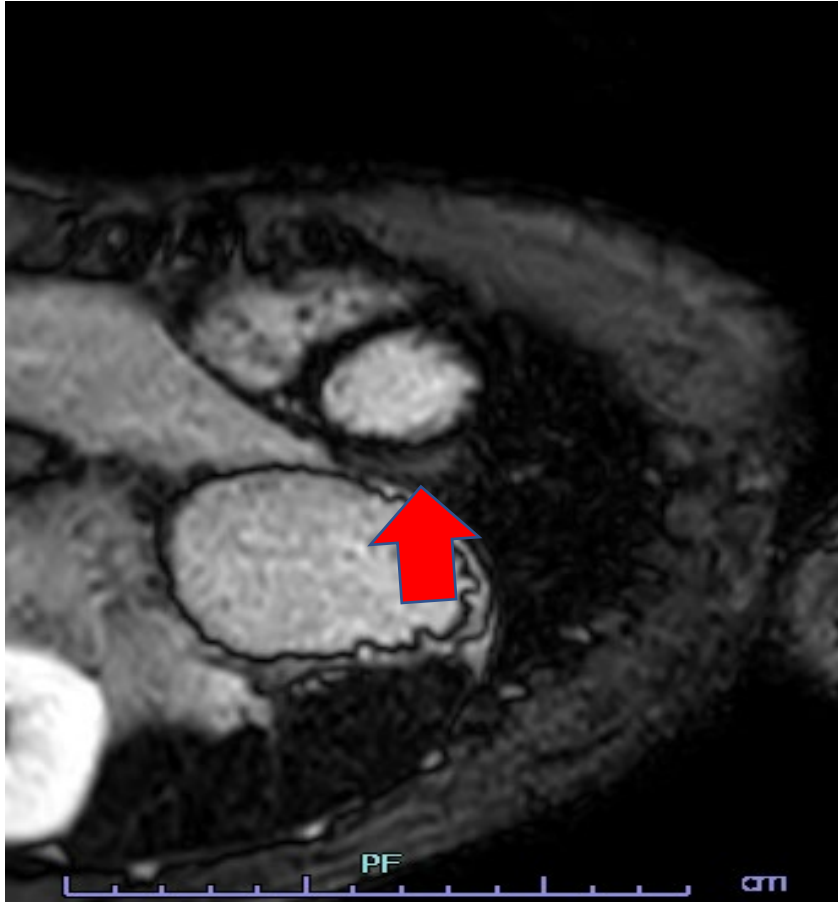
びまん性にT1低値
(800-900)

ECV

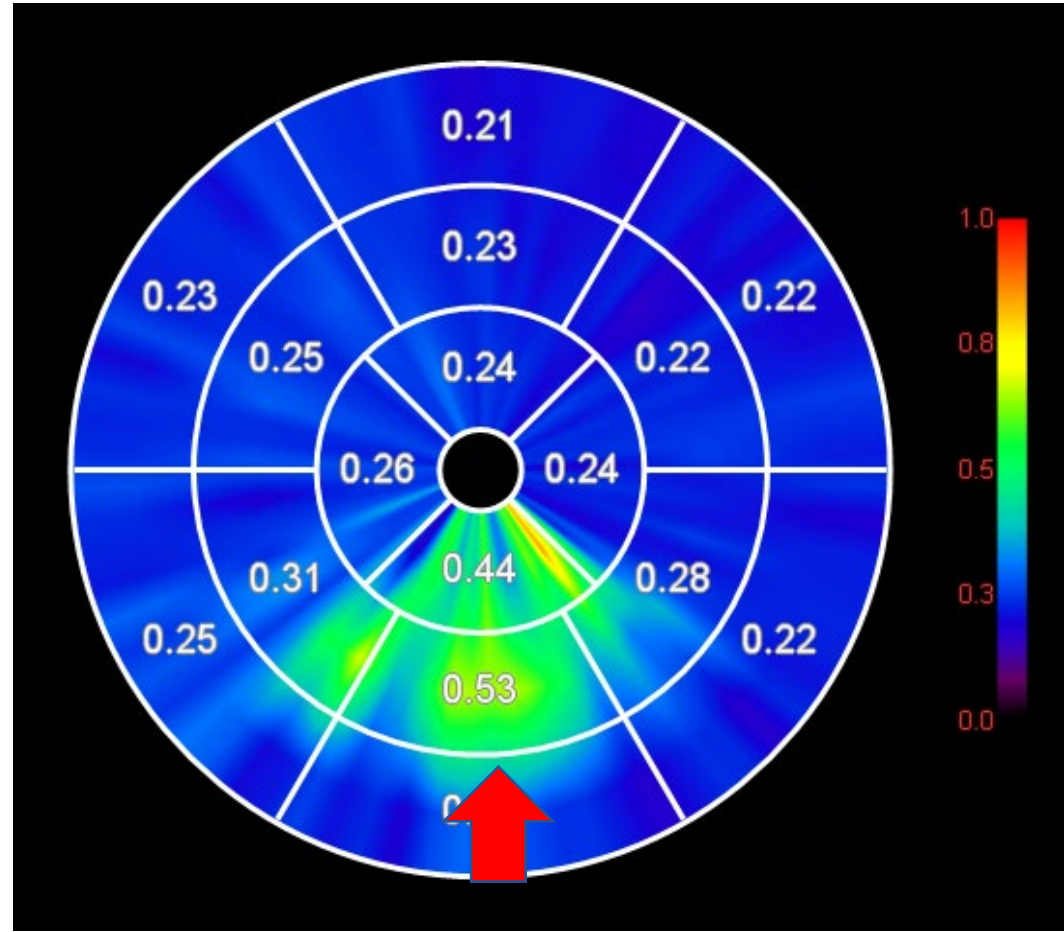


心尖部側壁37%と高値

ワクチン後心筋炎



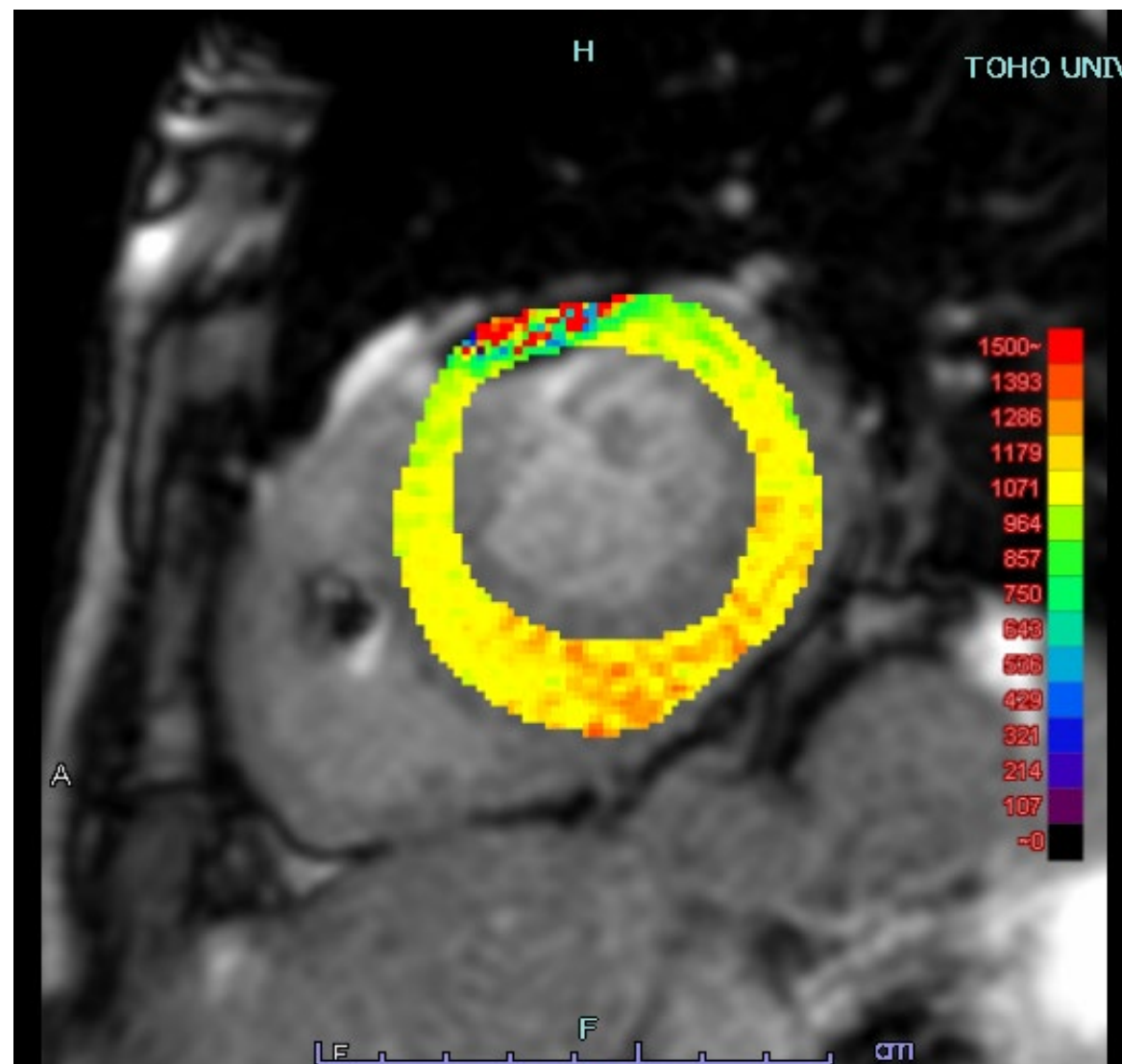
LGE下壁に有りそうだが
評価困難。。



同部位で**ECV**著明高値(44-53%)
その他の正常部位は20-25%

MRIで評価困難な例

PM留置例



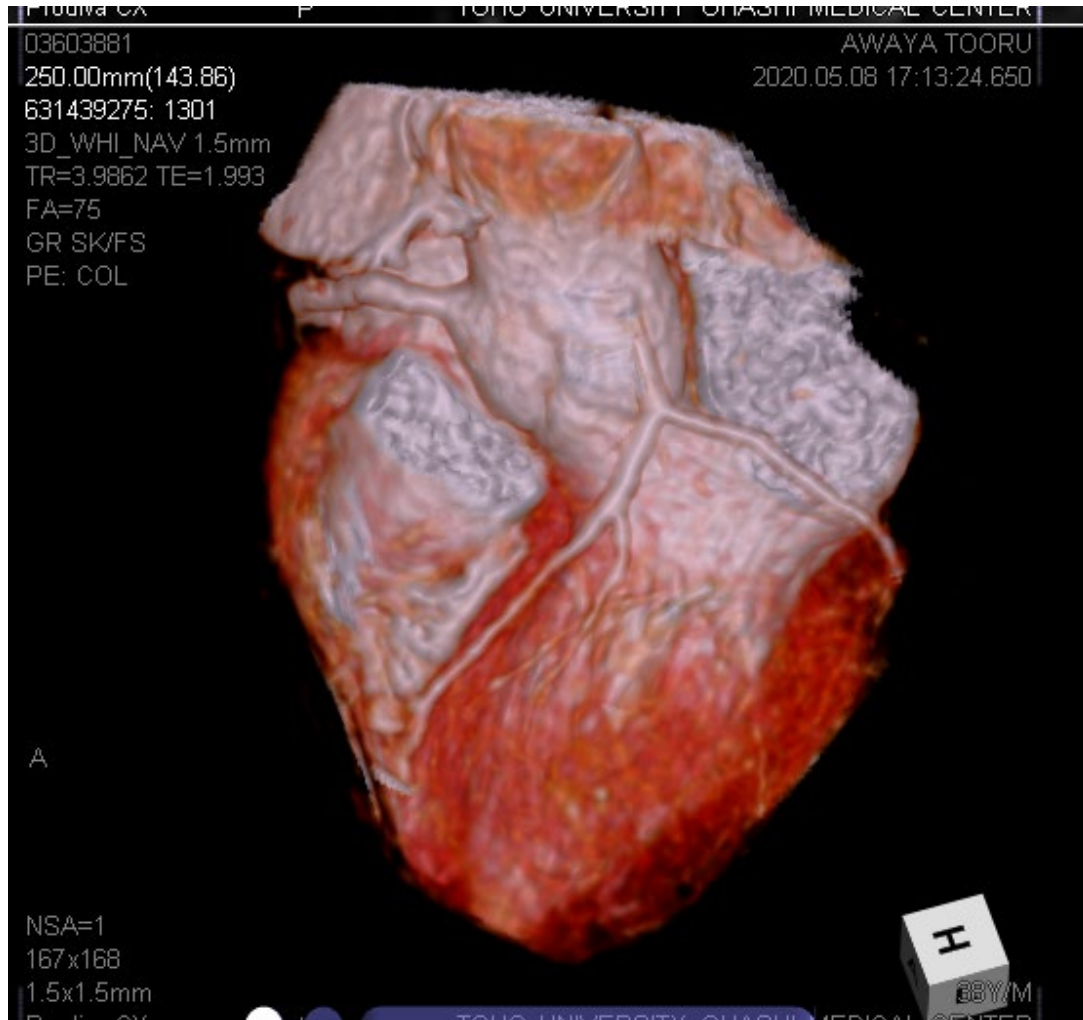
息止め困難例

息止め可能な患者さんを選ぶ

**「前日しっかり寝てきましょう」と
伝える**

その他の撮像法

冠動脈MRA

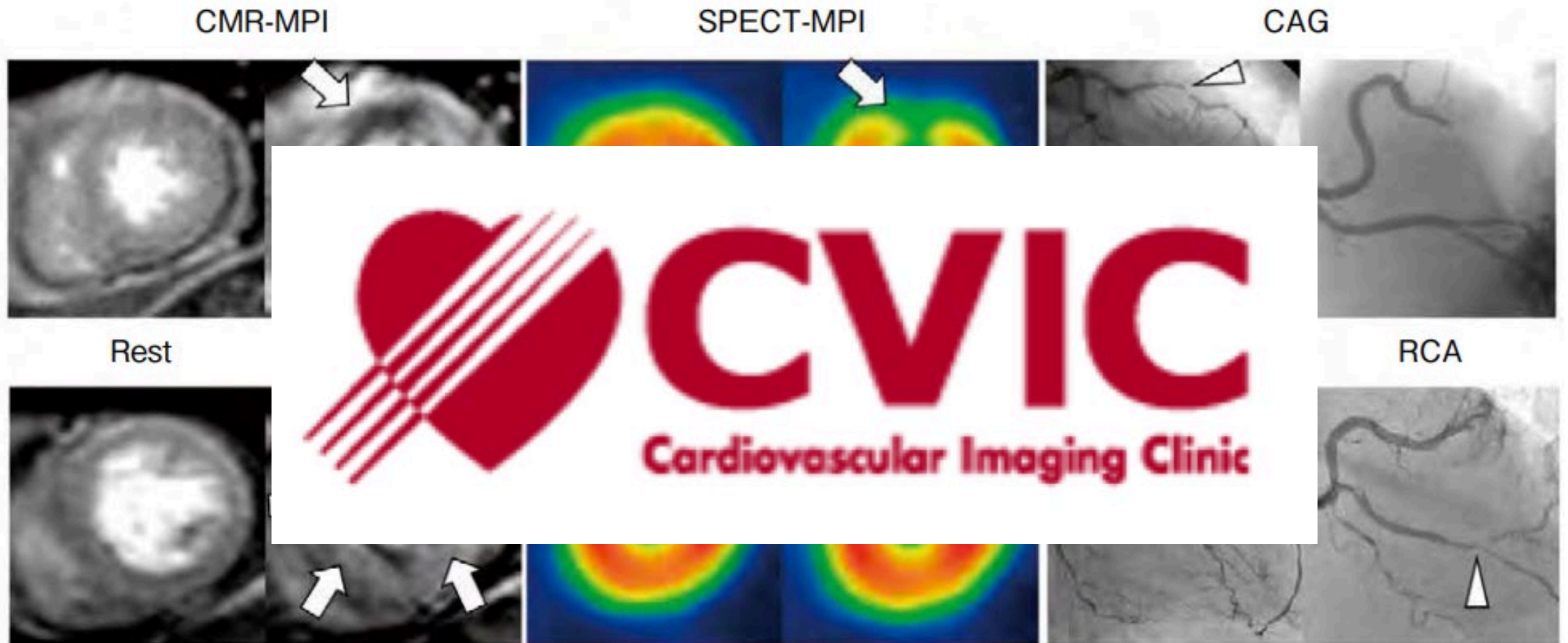


- 造影剤が不要

- 被ばく無し

→小児、CKD、造影剤アレルギー

負荷perfusion MRI



時間がかかり過ぎる . . .

結語

- 心臓MRIは他のモダリティでは鑑別困難な**二次性心筋症**の診断などに特に有用
- 近年は**非虚血性心疾患**にも**有効な治療法**が見つかり、**正確な診断**が重要になる
- T1 mappingなどの登場によって今後さらに活用の幅が広がると思われる