New 今からでも大丈夫 !! シリーズ

脂肪抑制法の基礎

-CHESS法，SPIR法-

東海大学医学部付属病院　上薗博史

2021.2.21 第45回神奈川MRI技術研究会

本発表における開示すべきCOIはありません

はじめに

臨床のMRIにおいてT1,T2強調画像を基本としつつも「脂肪抑制」画像を撮像するケースがしばしばあり、脂肪組織の有無、脂肪周囲の病変の同定や動きのアーチファクト抑制を目的として診断に利用している。

掲載不可

T2WI

脂肪抑制T2WI
（STIR法）

脂肪抑制法はたくさんある

STIR法

CHESS法
SPIR法
SPAIR法

ProSET法

Dixon法

etc…

周波数選択的脂肪抑制法とも呼ばれる

本日の内容

1. 周波数選択的脂肪抑制とはなにか？

2. CHESS法

3. SPIR法

4. その他

本日の内容

1. 周波数選択的脂肪抑制とはなにか？

2. CHESS法

3. SPIR法

4. その他

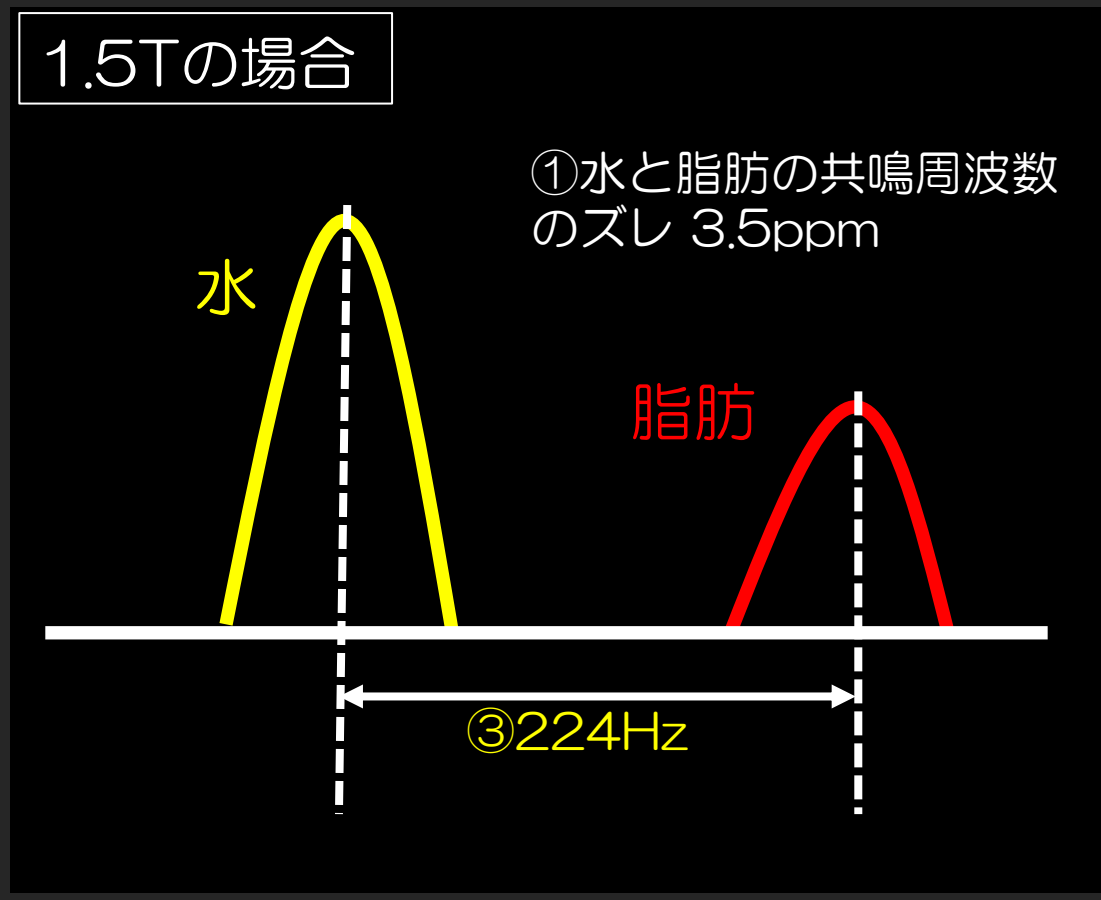
1. 周波数選択的脂肪抑制とはなにか？

予備知識として

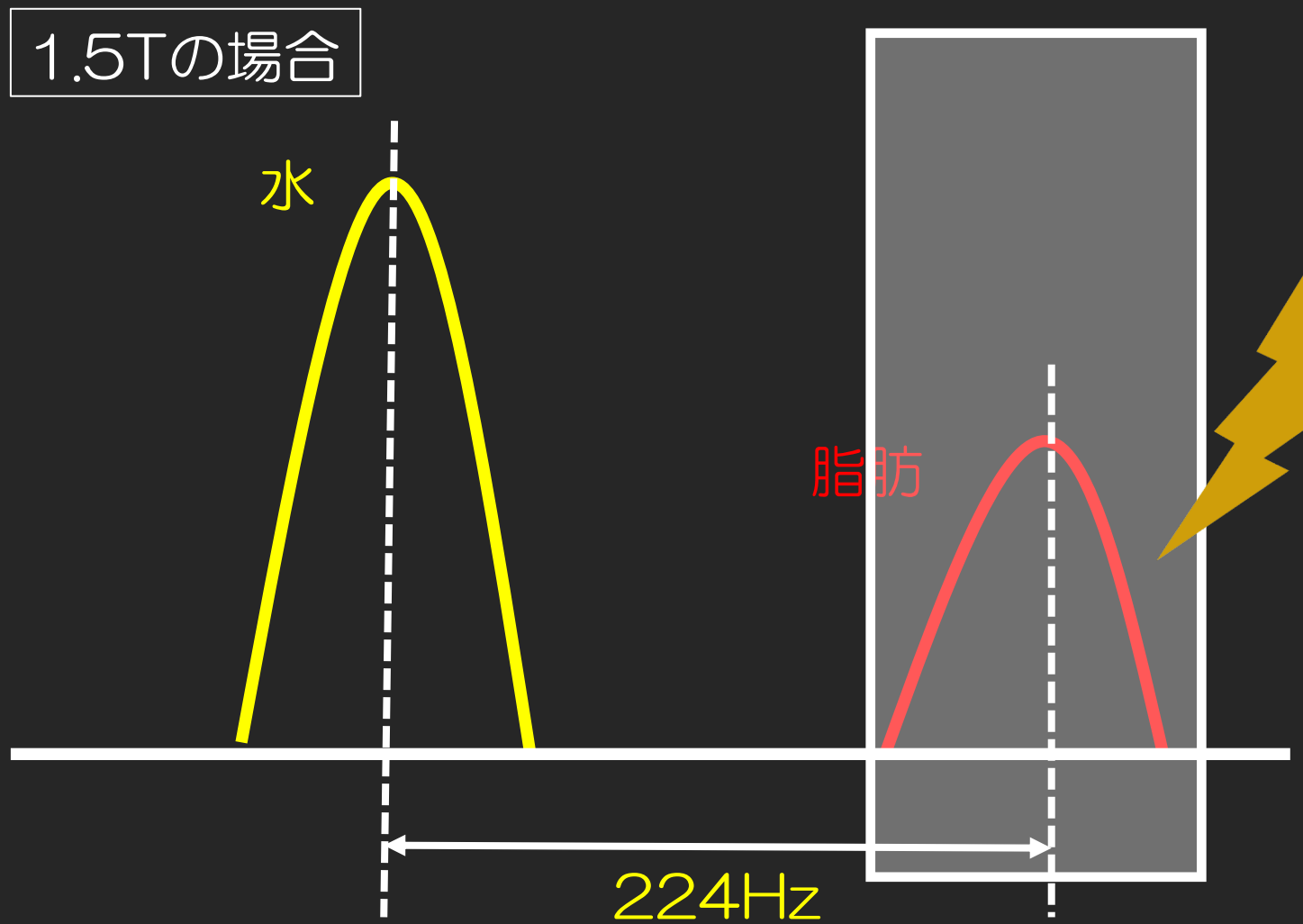
① 水と脂肪の共鳴周波数の差は3.5ppm
（磁場強度に依存しない）

②ppmとは100万分の1のこと
⇨3.5ppmは3.5/1000000

③1.5Tでは約64MHzの共鳴周波数
⇨64MHz×3.5ppm=224Hz



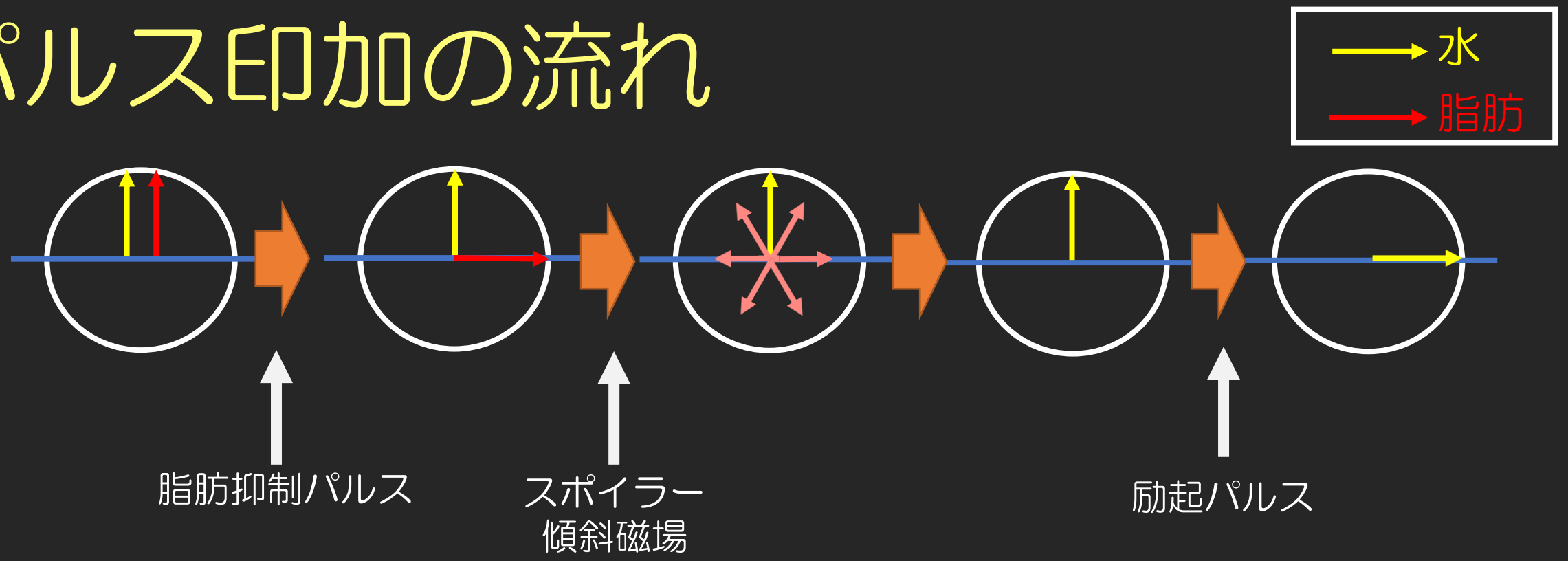
224Hzのズレを利用する

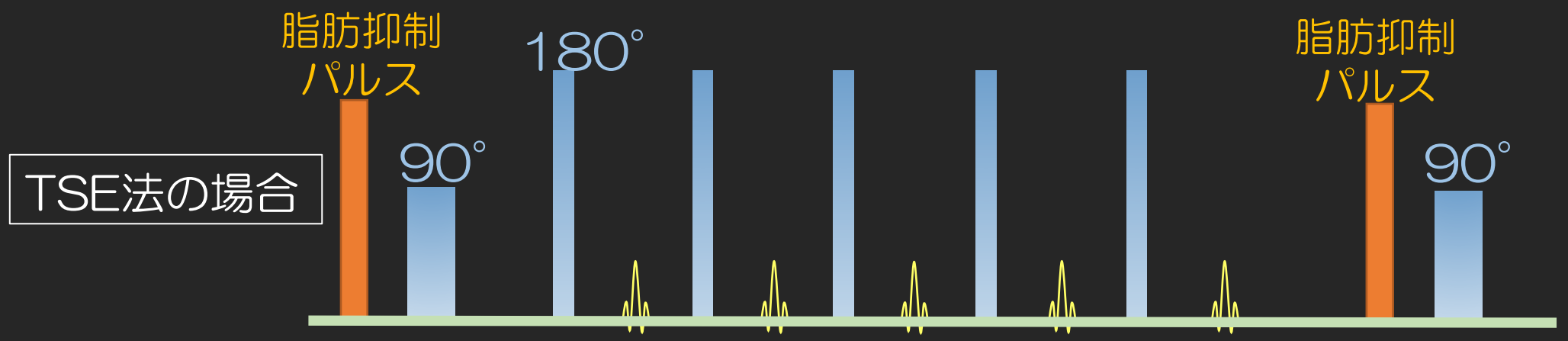


脂肪のピークに飽和パルスや反転パルスを**周波数選択的に**照射して脂肪信号を抑制する

周波数選択的脂肪抑制と呼ばれている

パルス印加の流れ


水
脂肪
脂肪抑制パルス
スポイラー
傾斜磁場
励起パルス


TSE法の場合
脂肪抑制
パルス
90°
180°
脂肪抑制
パルス
90°

本日の内容

1. 周波数選択的脂肪抑制とはなにか？

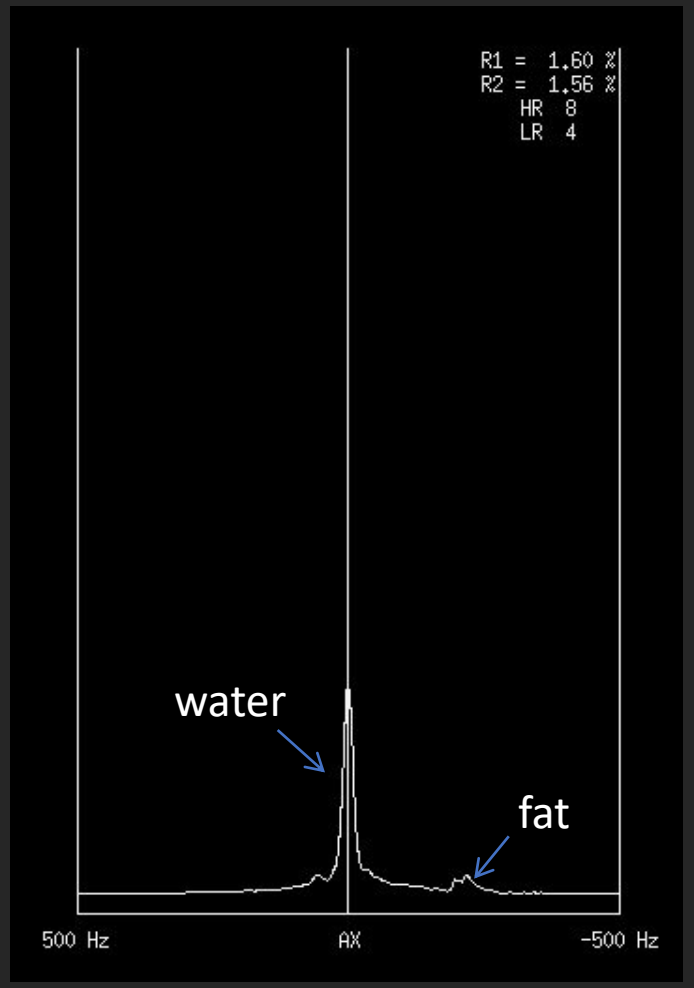
2. CHESS法

3. SPIR法

4. その他

2. CHESS法（chemical shift selective法）

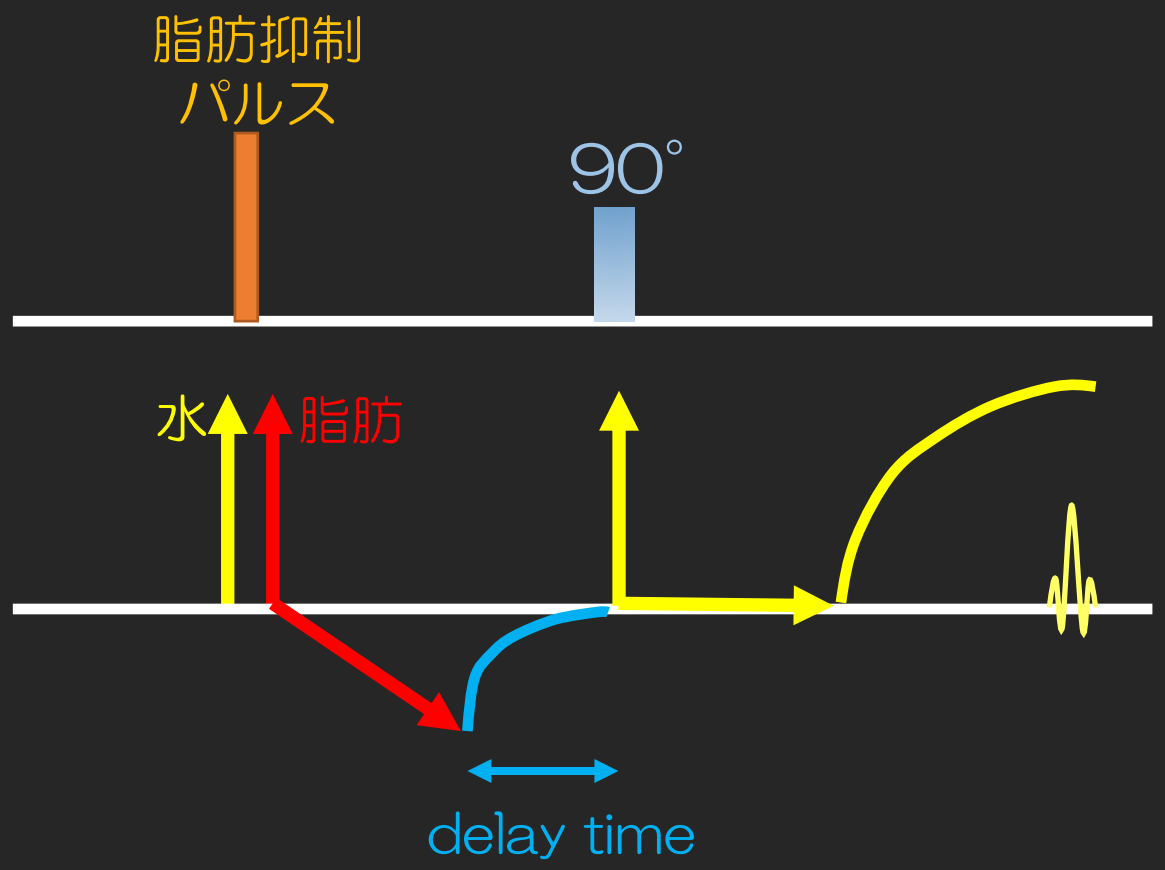
- 水と脂肪の共鳴周波数の差が3.5ppmであることを利用する。
- 脂肪の周波数に合わせた前飽和パルス（90°）を印加することで選択的に脂肪の信号を抑制する。
- Shimingで中心周波数の調整を行う必要がある。



Shimming波形

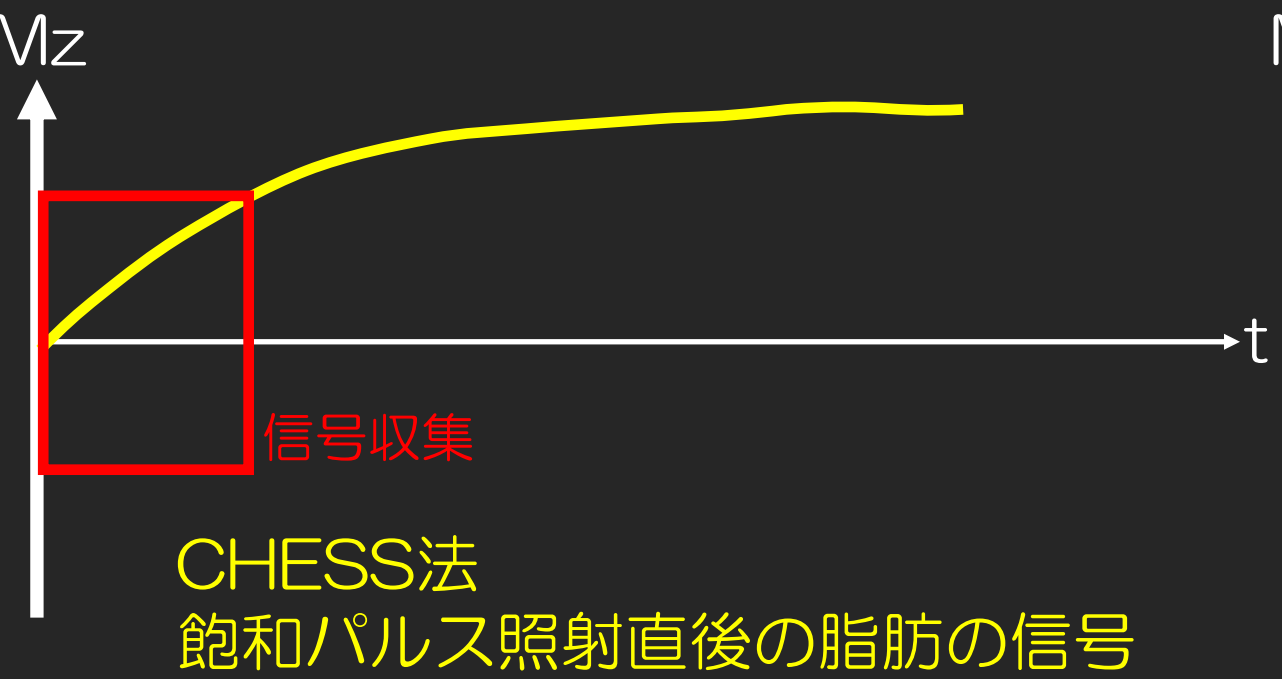
3. SPIR法（spectral IR法）

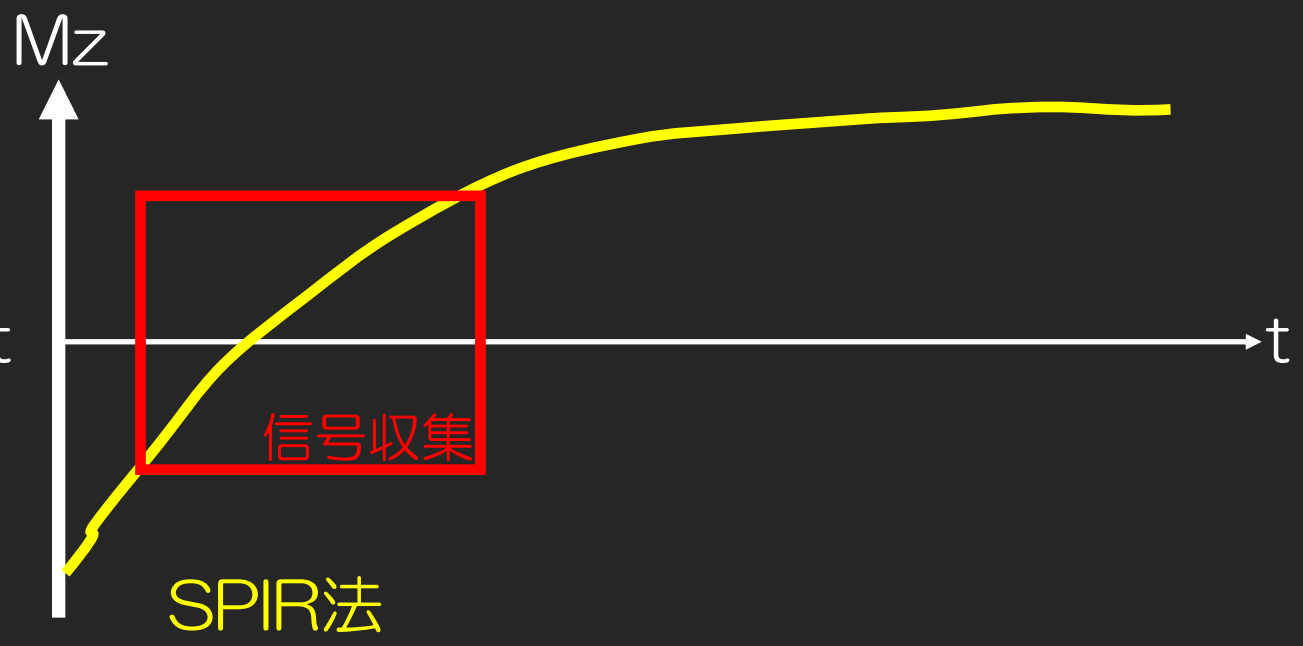
- CHESS法とIR法を組み合わせた脂肪抑制法
- 前飽和パルスとして90°よりも大きなFAを用いることが特徴
- 使用するFAにもよるがCHESSと比較して脂肪のnull pointまで待つ必要があるため、撮像時間の延長が生じる



SPIR法のメリット

- CHESS法では飽和パルス照射直後に脂肪抑制効果があるが、SPIR法では脂肪の縦磁化が反転してからnull pointの前後に脂肪抑制効果が期待できる
- 脂肪抑制効果が長いため、より多くの信号収集が可能となる





周波数選択的脂肪抑制のメリット①

- STIRとは異なり、T1値の影響を受けないため造影剤を使用する前後に利用することができる。
- 脂肪組織の同定に利用できる。（脂肪腫など）

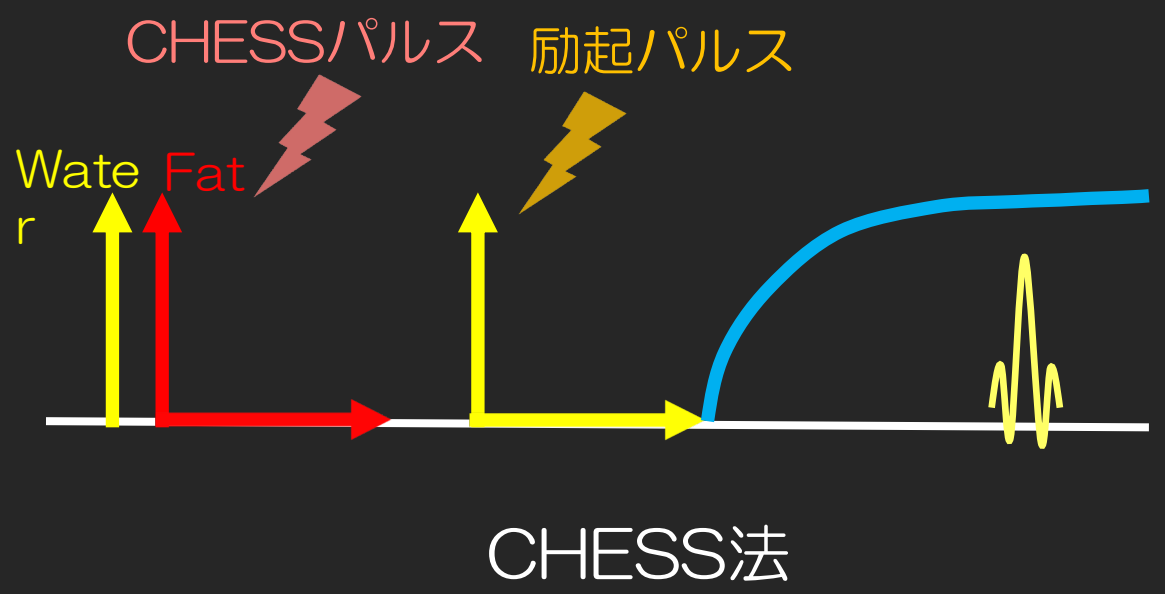
T2W AX

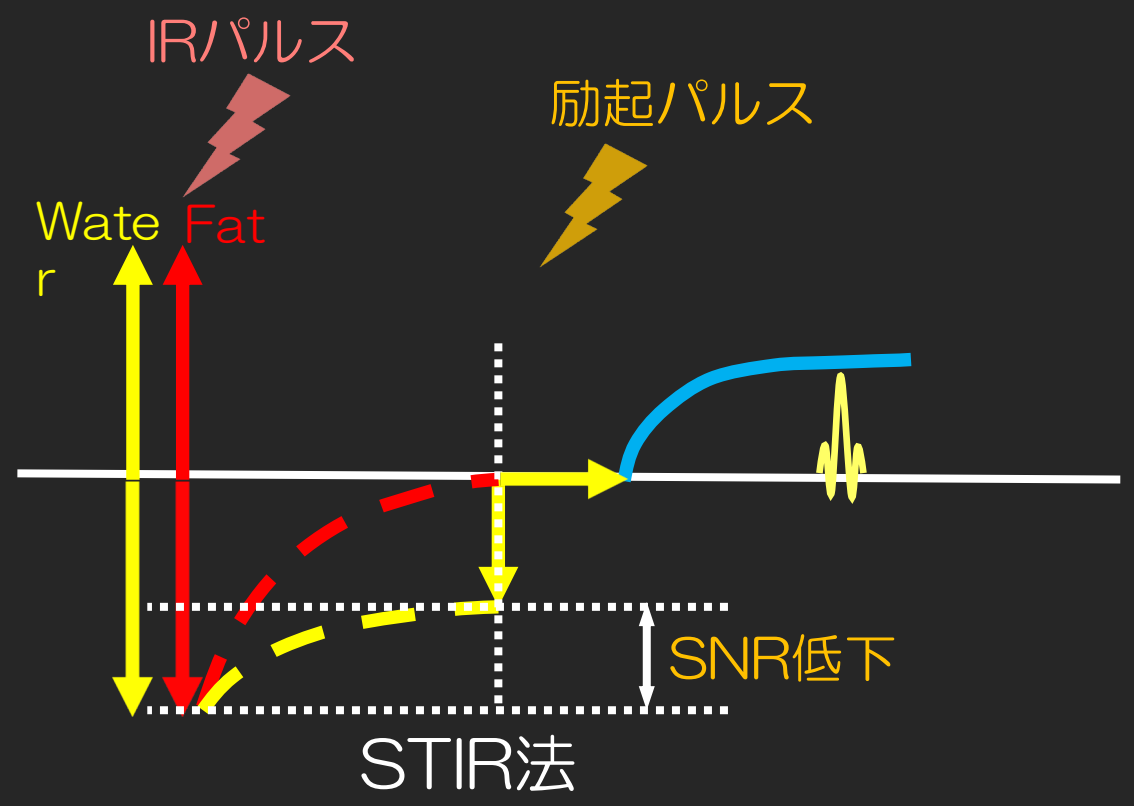
T1W AX

SPIR T1W AX

掲載不可

周波数選択的脂肪抑制のメリット②

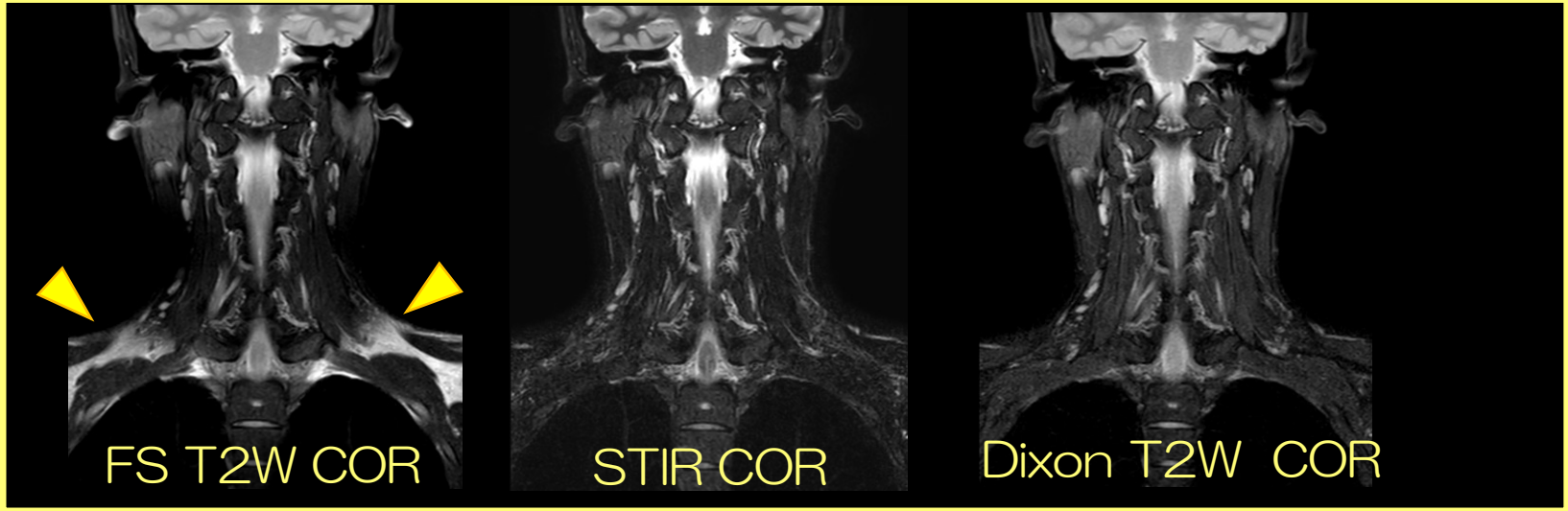


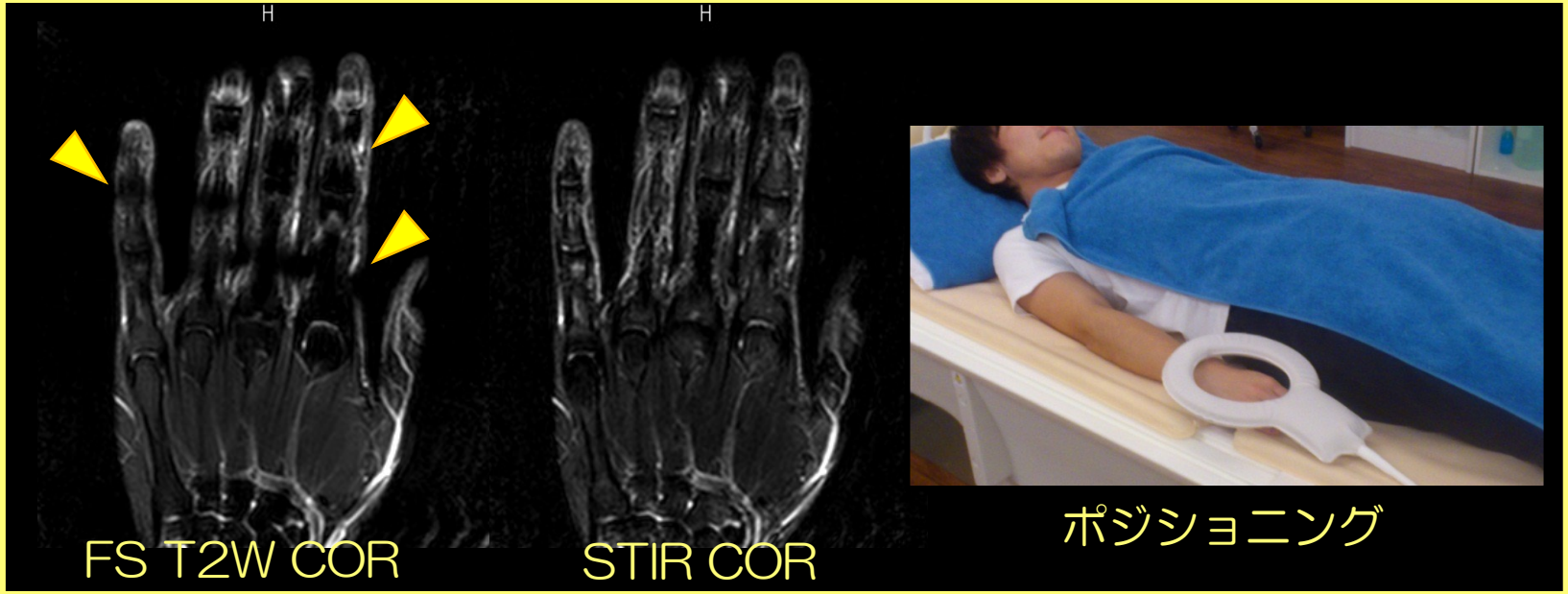


CHESS・SPIRと比較して
STIRでは水の縦磁化も小さくなってしまうため、
SNRの低い画像になりがち

周波数選択的脂肪抑制のデメリット

- B_0（静磁場）の不均一に弱く、脂肪抑制不良、ムラ（▲）が生じる。
- 手や肘などオフセンターの撮像や頸部など空気を含む部位ではSTIR法やDIXON法が使用されることが多い。
- 大きなFOVの撮像になると脂肪抑制ムラが出やすくなる。

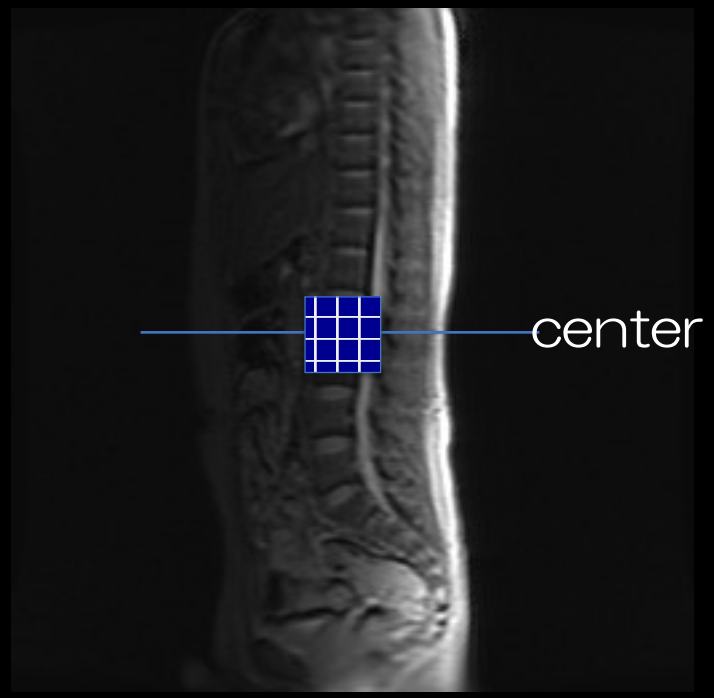


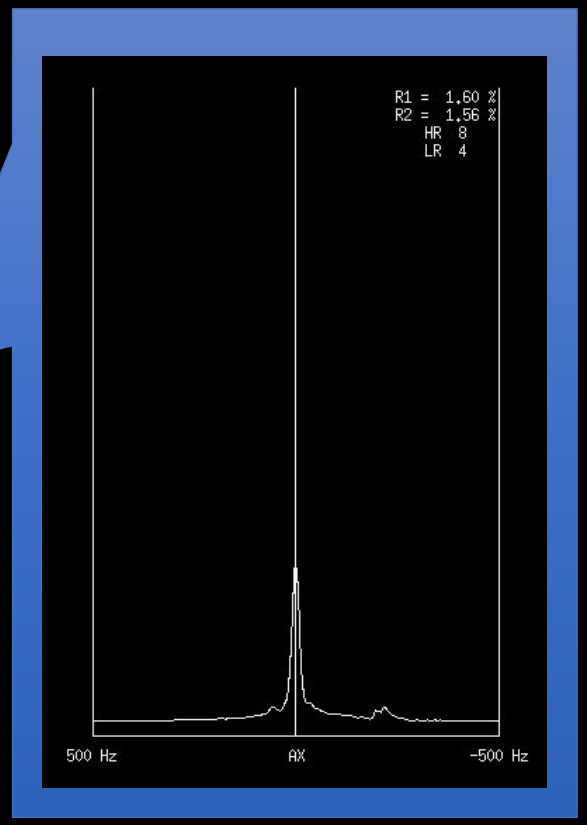


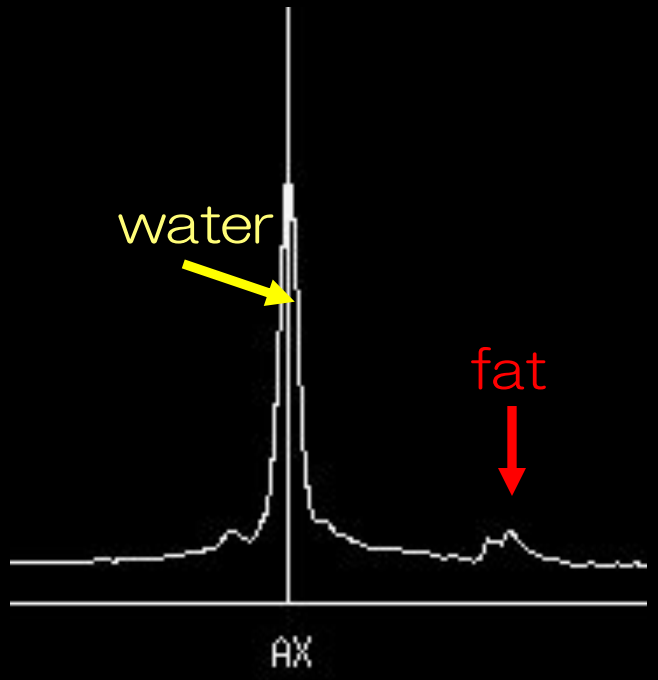
ポジショニング

大きなFOVどれくらい？

①10×10 cmのShim VolumeをCenterに置き、水と脂肪のピークを確認。
②水のピークに中心周波数を設定。

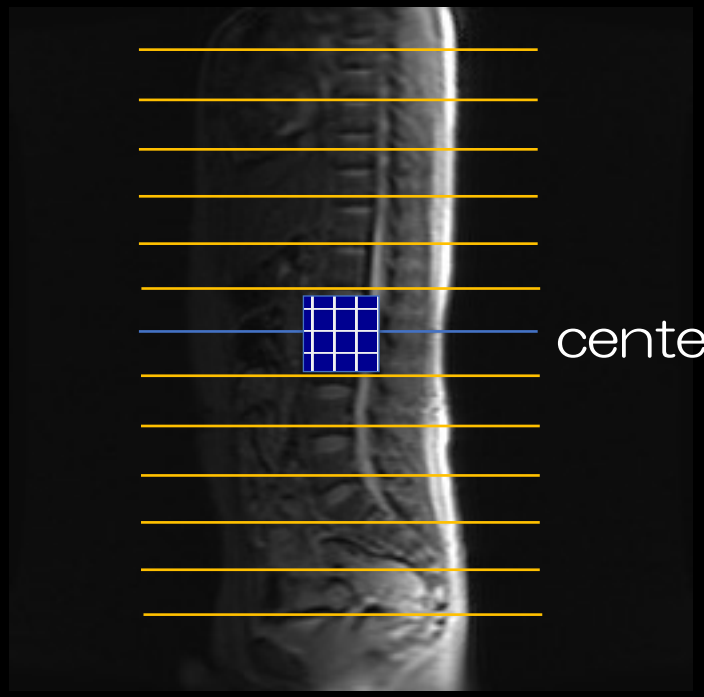


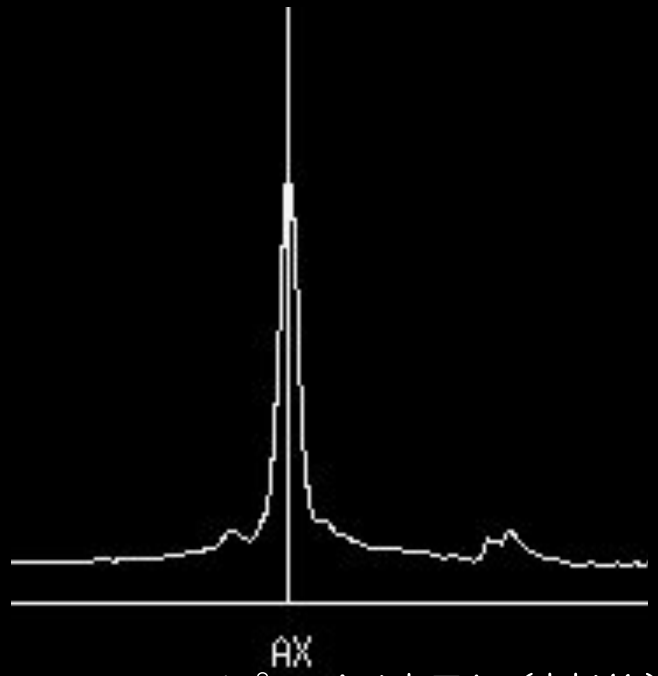




大きなFOVどれくらい？

③ Shim Volumeの位置をCenterからFH方向へ3cmごとにずらしてピークを確認

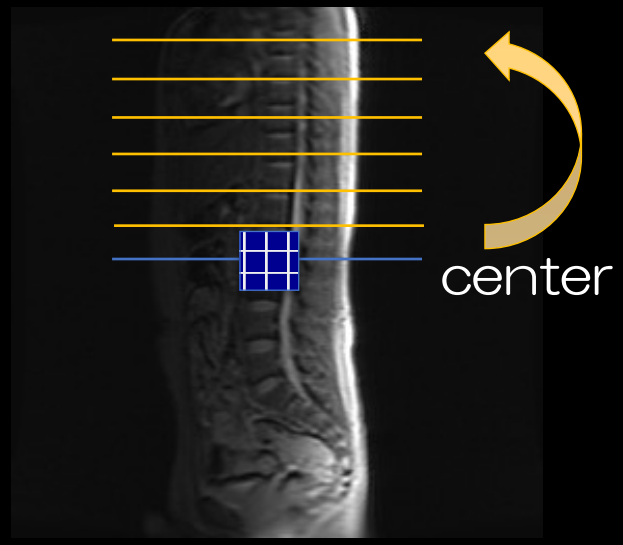


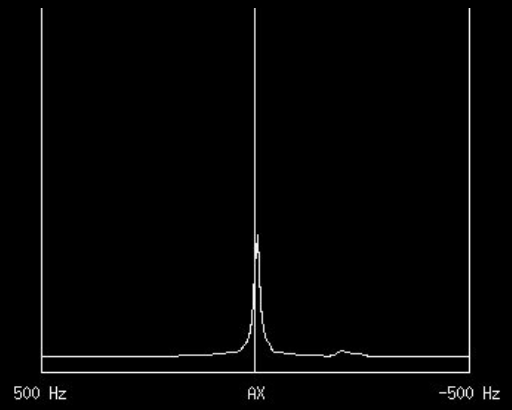


Centerのピーク波形（基準）

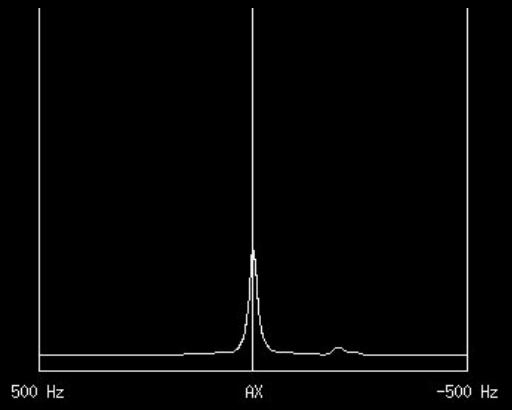
各位置
の波形

大きなFOVどれくらい？ ～結果～

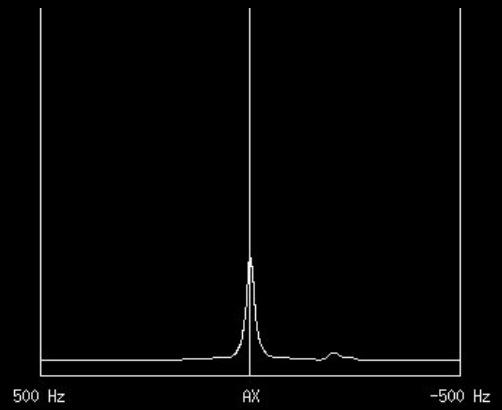




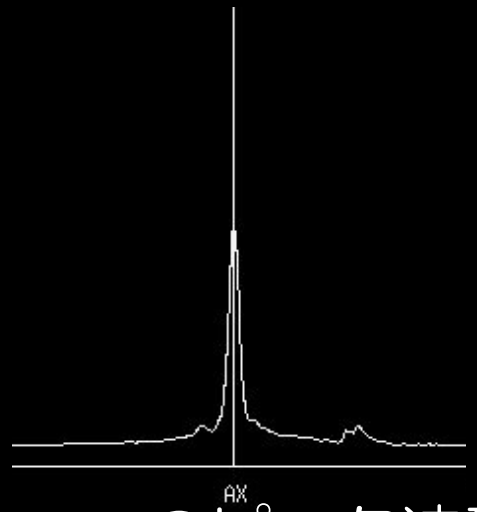
3cm



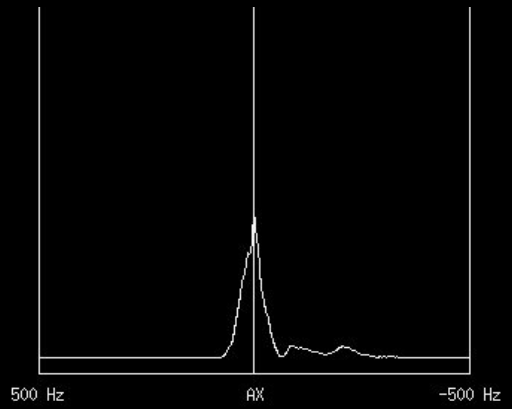
6cm



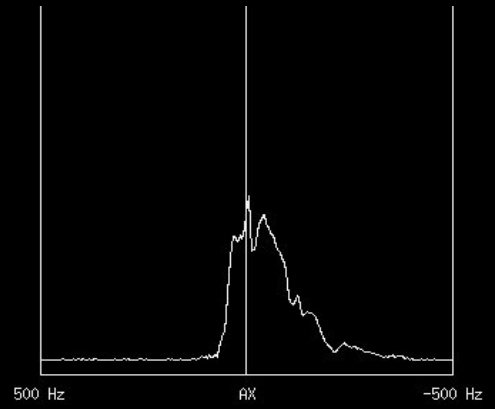
9cm



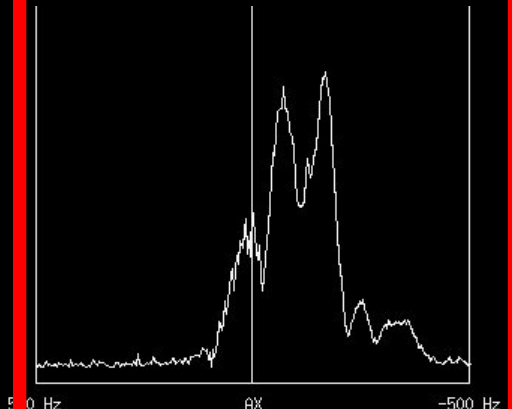
Centerのピーク波形



12cm

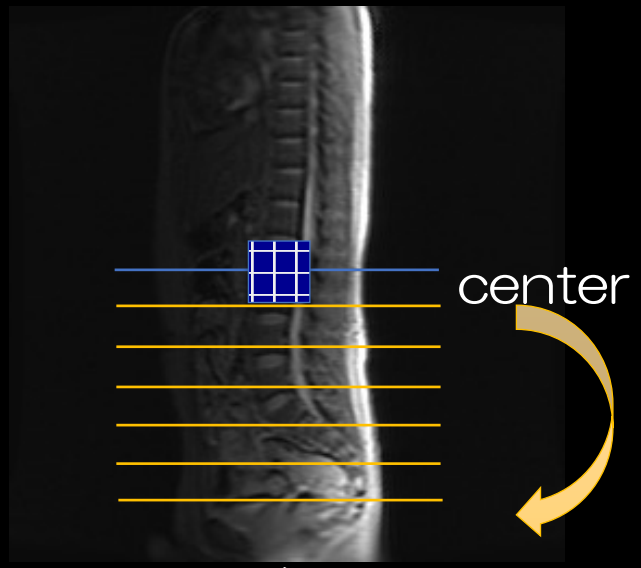


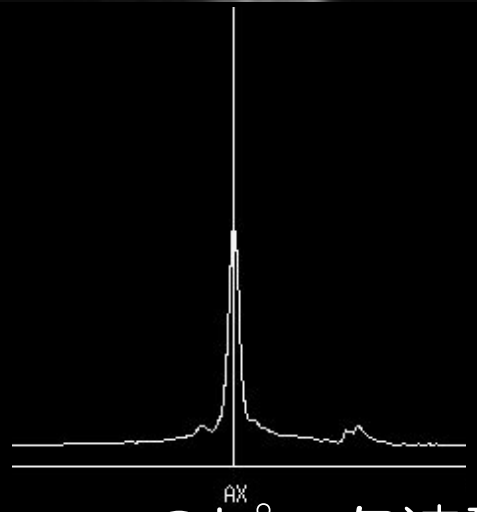
15cm



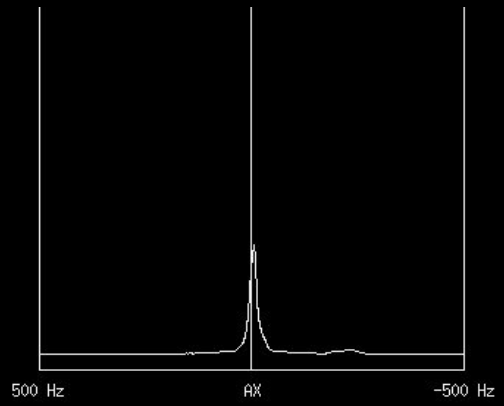
18cm

大きなFOVどれくらい？ ～結果～

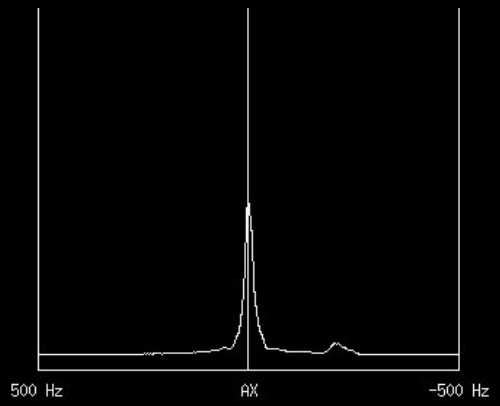




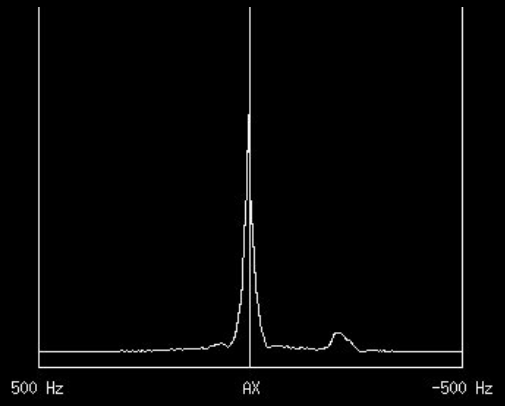
Centerのピーク波形



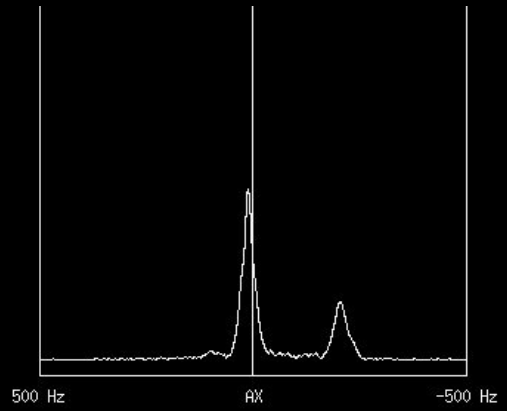
3cm



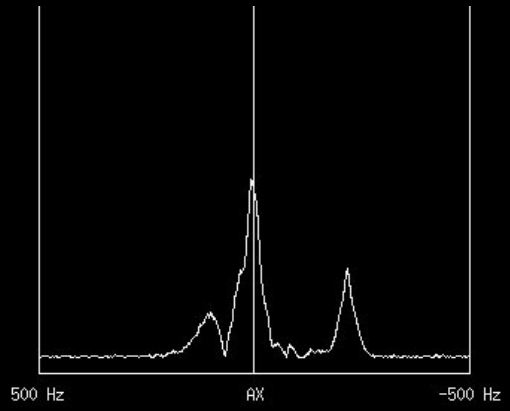
6cm



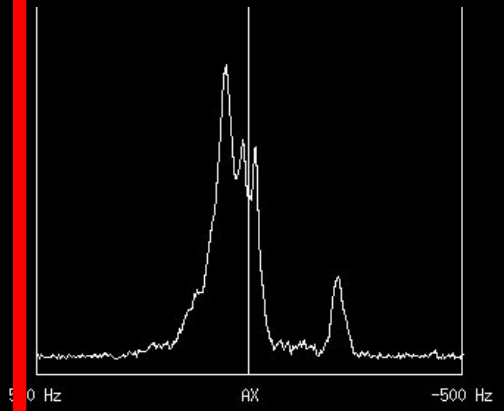
9cm



12cm



15cm

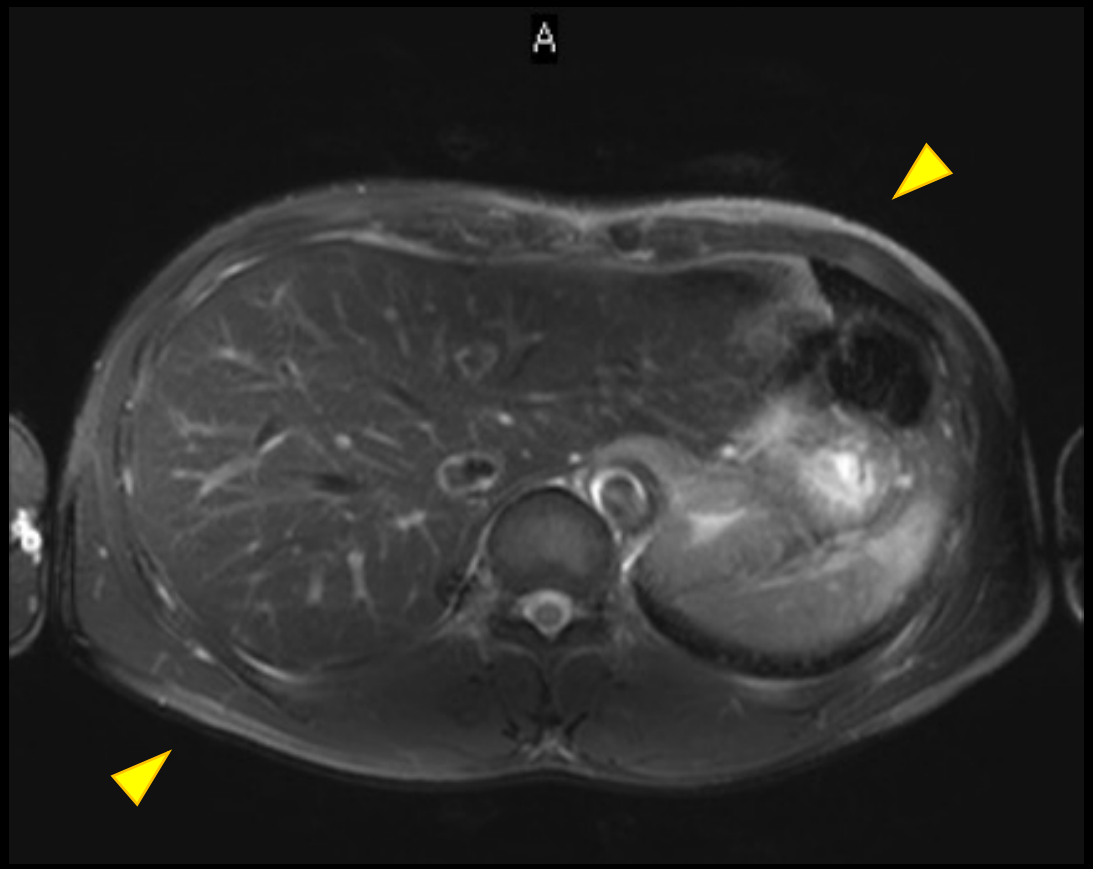


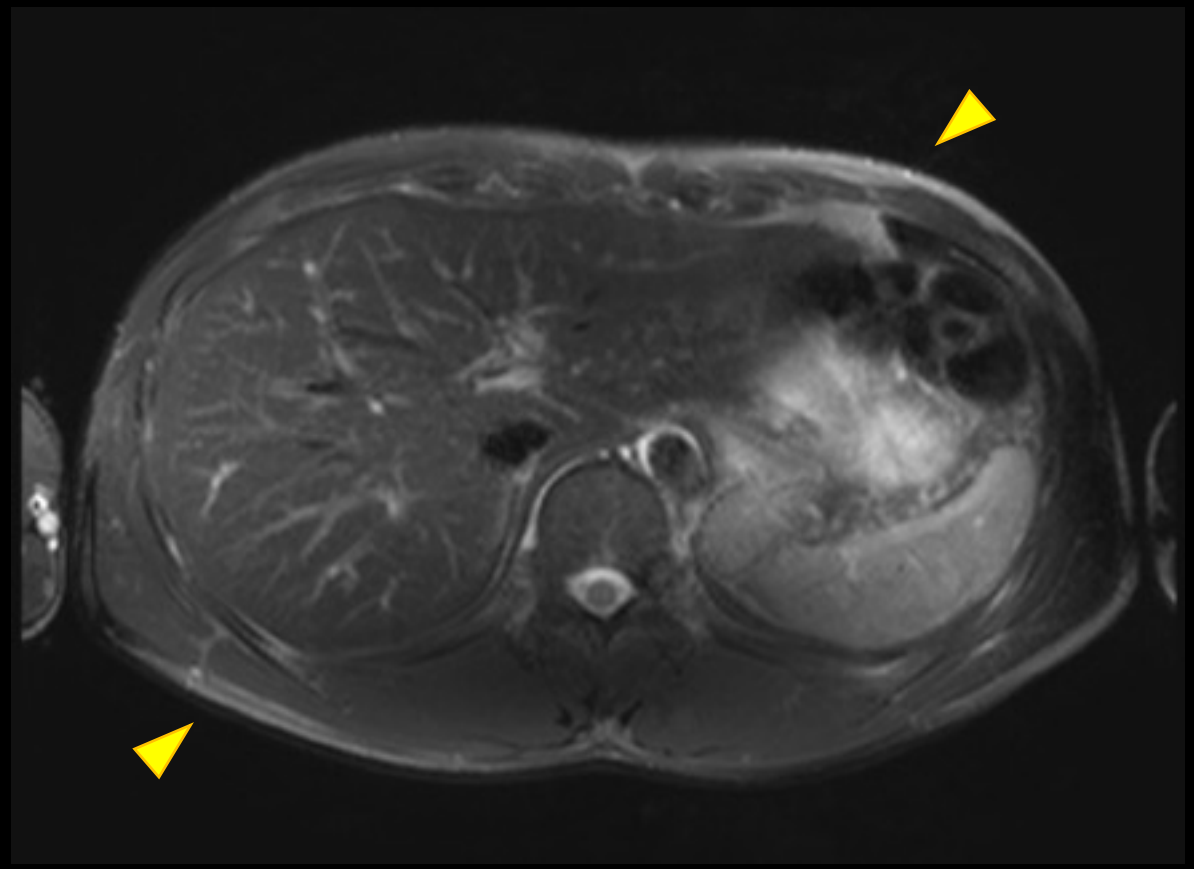
18cm

<ex> 背椎MRI（FOVの違い）

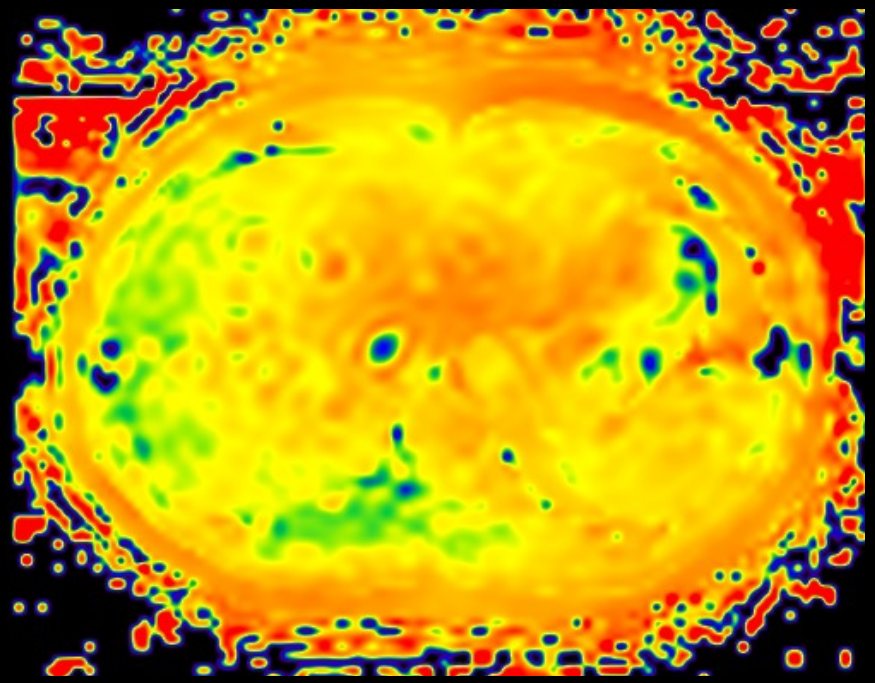
脂肪抑制ムラ？？

肝臓 SPIR T2W AX （3Tで撮影）





均一にRFパルスが照射されていないことが原因



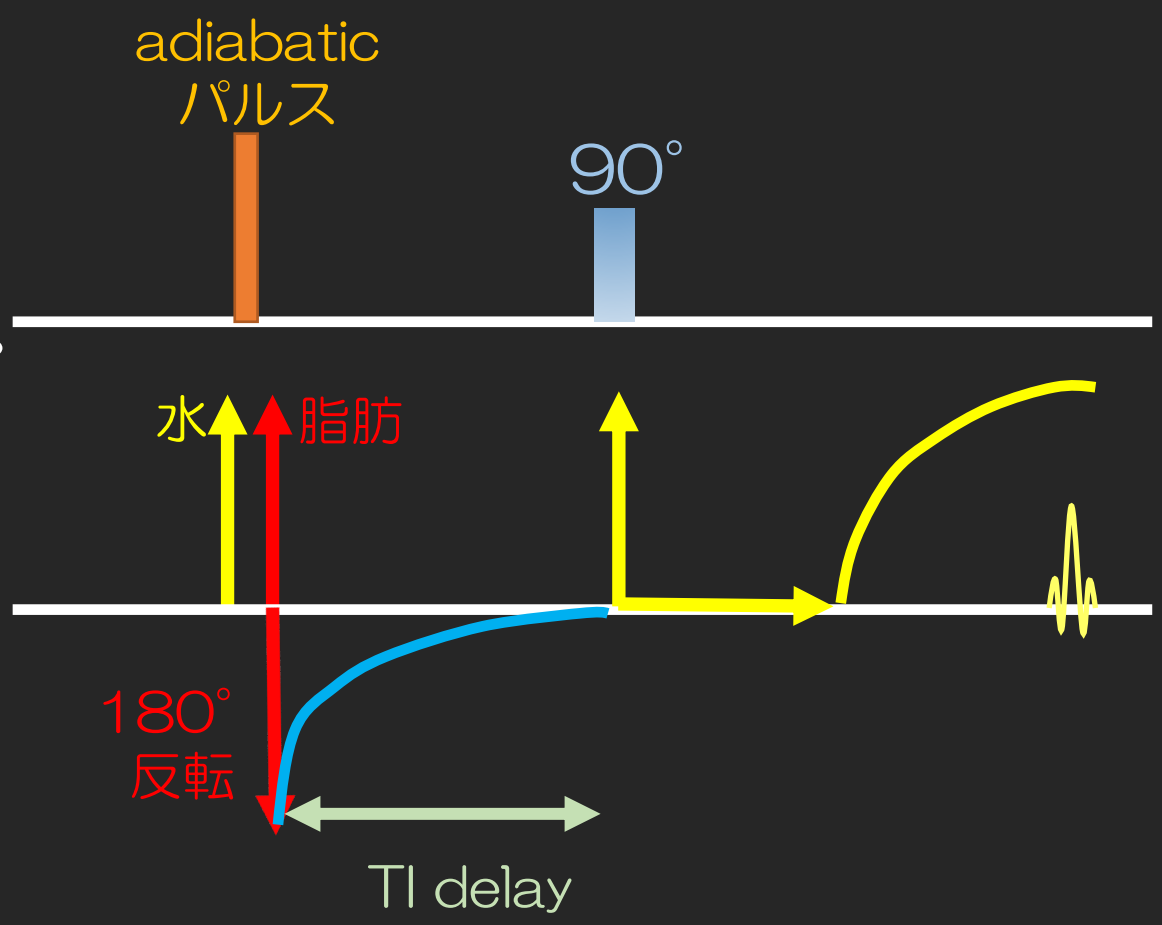
肝臓レベルのB_1map

- 特に3Tでは顕著に出現するRF送信ムラ
- 体内の病状（腹水）などによってB_1ムラの出現は個体差がある

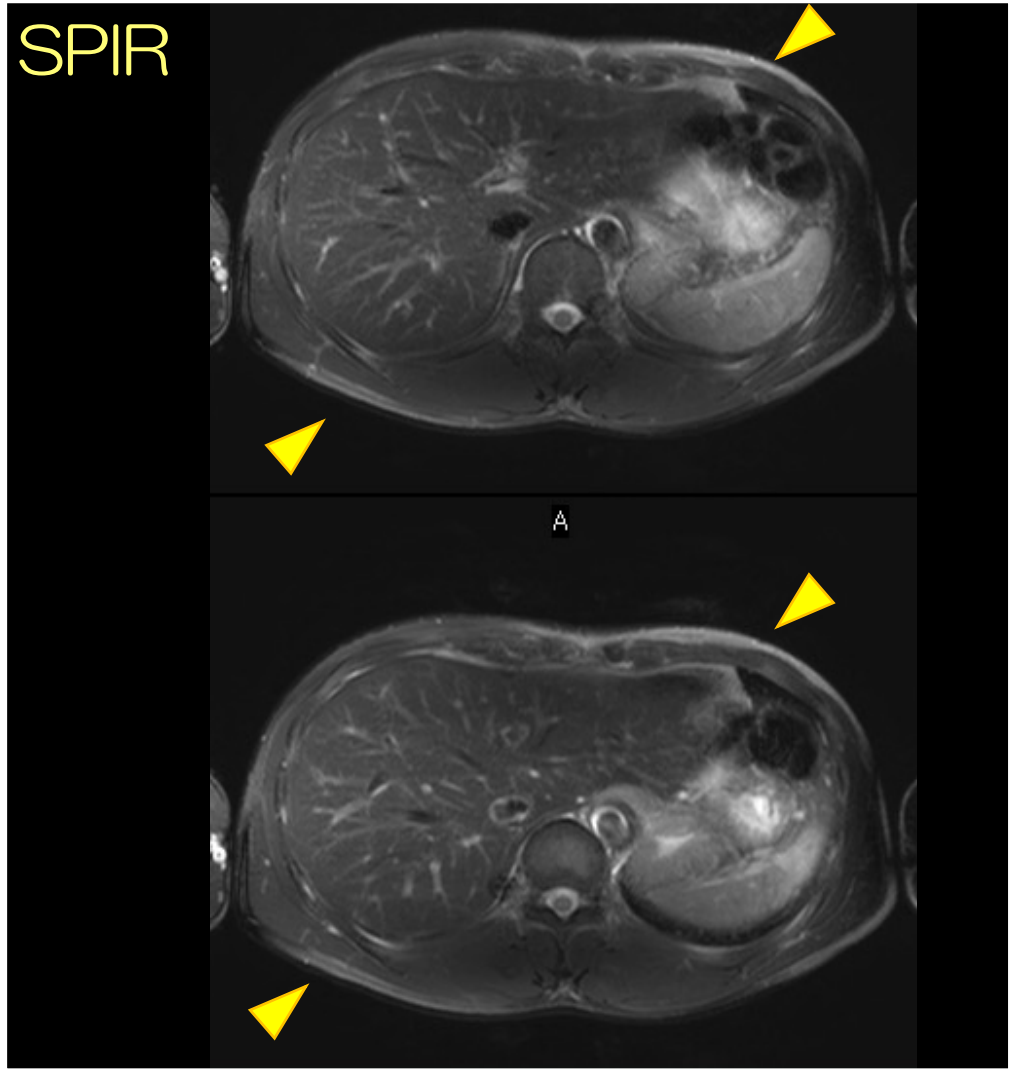
CHESS法を使用したとしても90°パルスが照射されていない部位がある

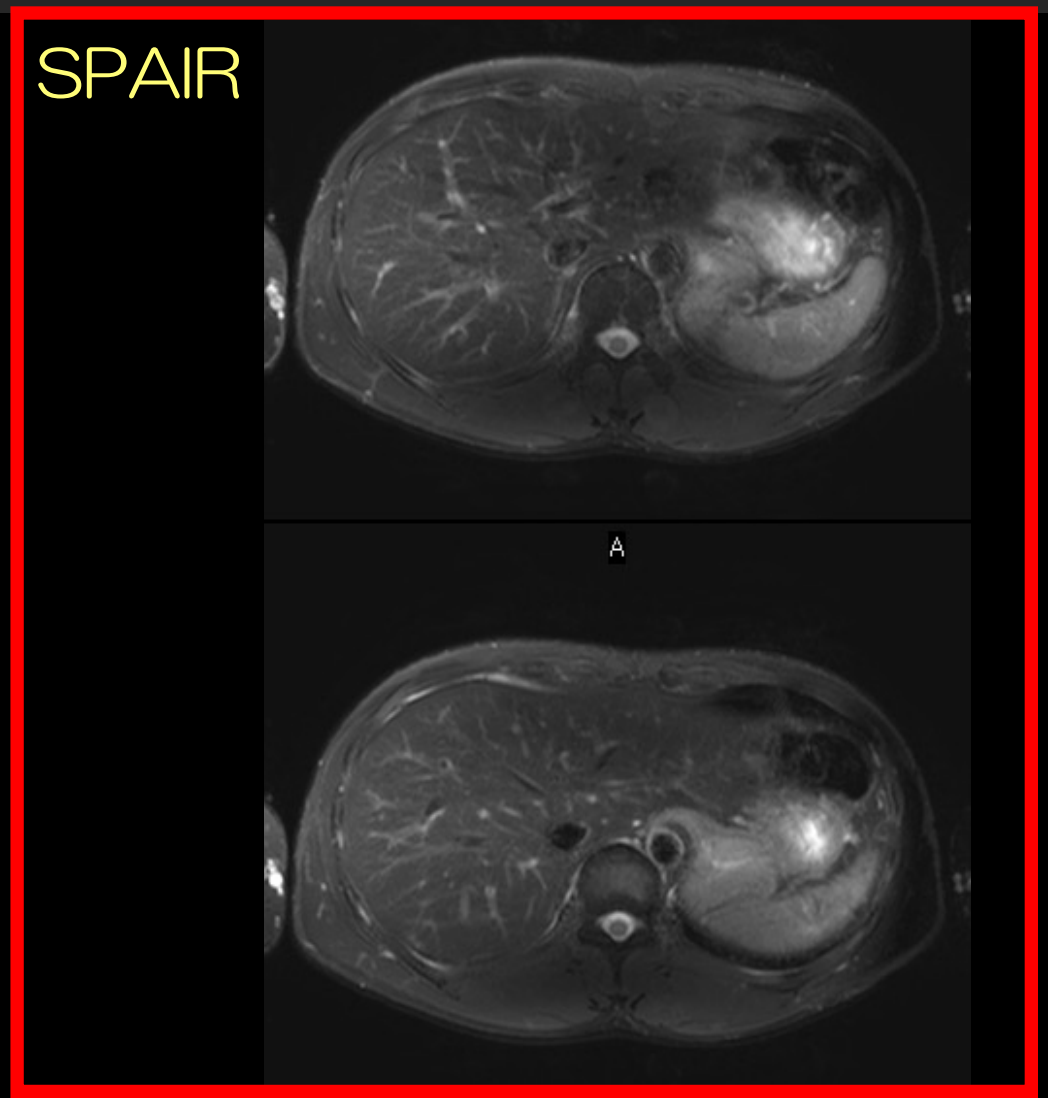
SPAIR法（Spectral Adiabatic Inversion Recovery）

- 周波数選択的脂肪抑制の一つであり，最大の特徴はadiabaticパルス(断熱パルス)を使用していることである．
- SPAIRパルスのFAは180°である．
- SPAIRに利用するAdiabaticパルスは周波数と振幅を変調している．最大の利点はB_1(RF磁場)の不均一に強いパルスであり，B_1不均一の起こりやすい3.0Tで特に有用と言われている．

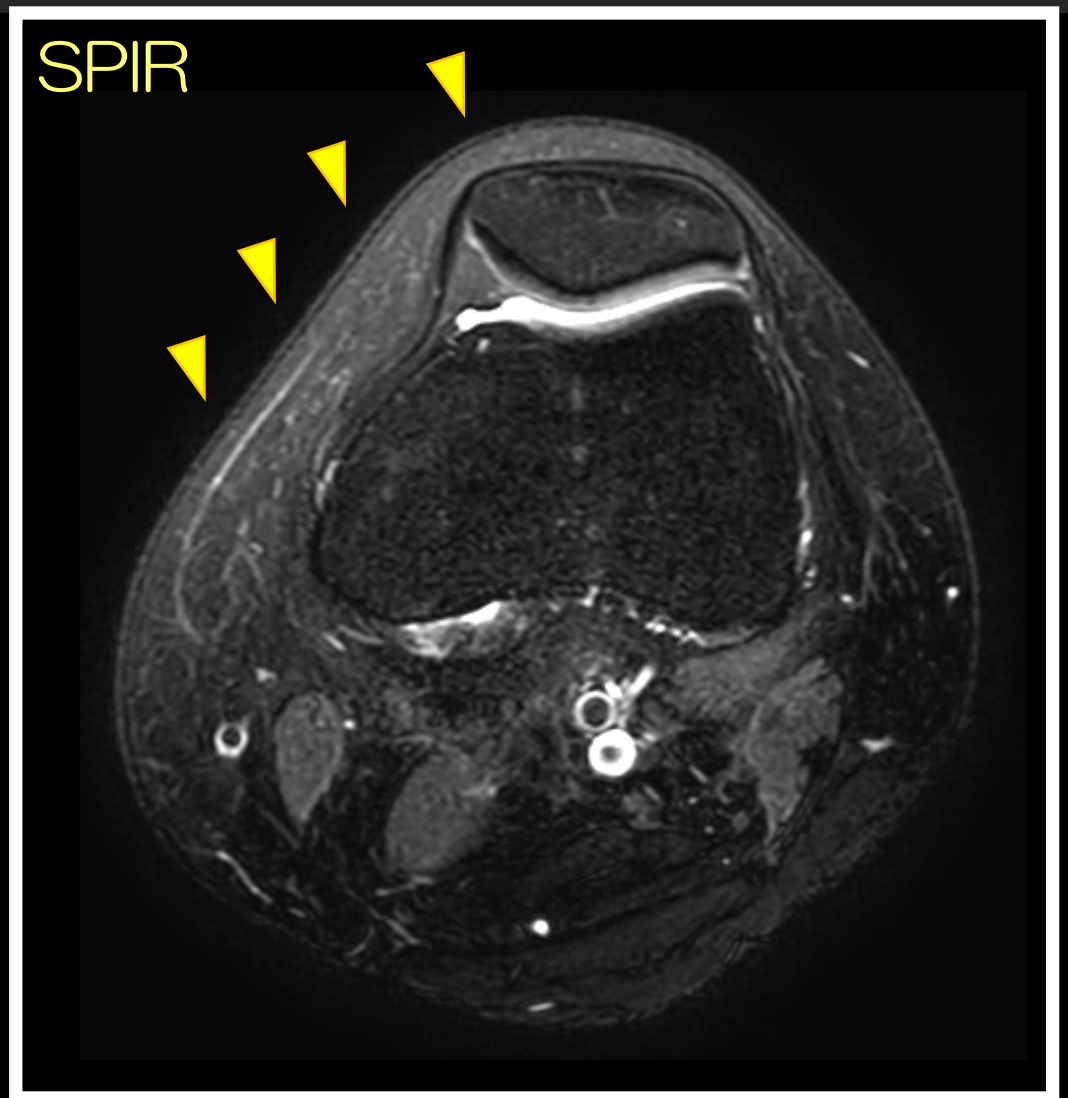


肝臓 SPIR T2W & SPAIR T2W（3.0T）





膝関節 SPIR T2W & SPAIR T2W（1.5T）



まとめ①

★周波数選択的脂肪抑制について

✓化学シフト（3.5ppmのずれ）を利用した脂肪抑制法
✓励起パルスの直前に照射される

✓脂肪の同定や造影撮像に利用できる
✓STIR法と比較するとSNRの点で有利

✓B_0不均一や大きなFOV（30cm以上）の設定により、脂肪抑制不良、ムラが出現

まとめ①

- ✓CHESS法は脂肪の共鳴周波数に90°の飽和パルスを照射する脂肪抑制法
- ✓SPIR法はCHESS法とSTIR法を組み合わせた脂肪抑制法．90°以上のFAを利用し、高い脂肪抑制効果が得られる．
- ✓SPAIR法は180°のadiabaticパルスを使用することでB_1不均一に強い脂肪抑制法。STIR法同様にdelay timeの設定が必要なため、CHESS法やSPIR法よりも撮像時間の延長を招く

本日の内容

1. 周波数選択的脂肪抑制とはなにか？

2. CHESS法

3. SPIR法

4. その他

脂肪抑制における新人技師の失敗例

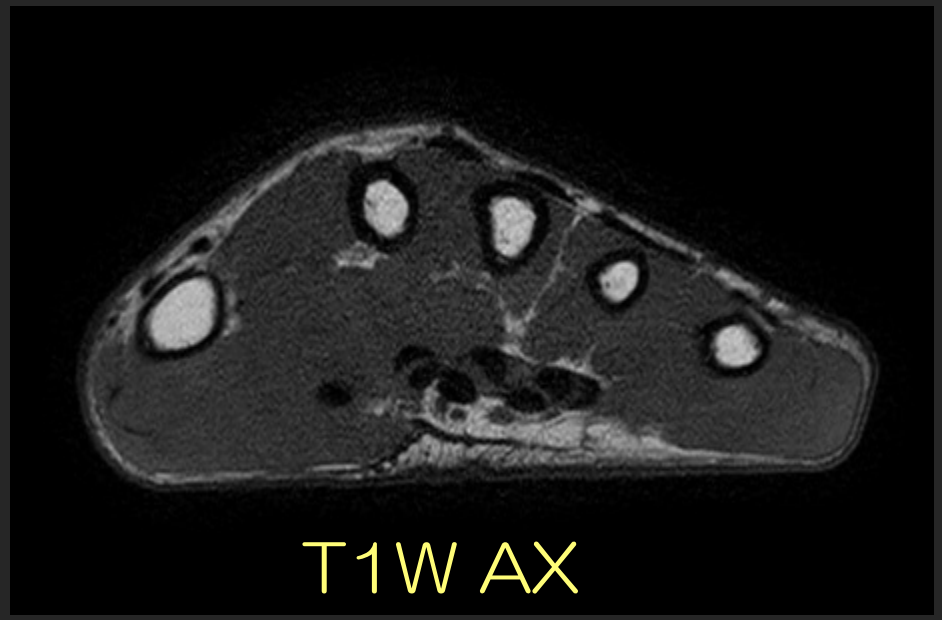
MRI室において…

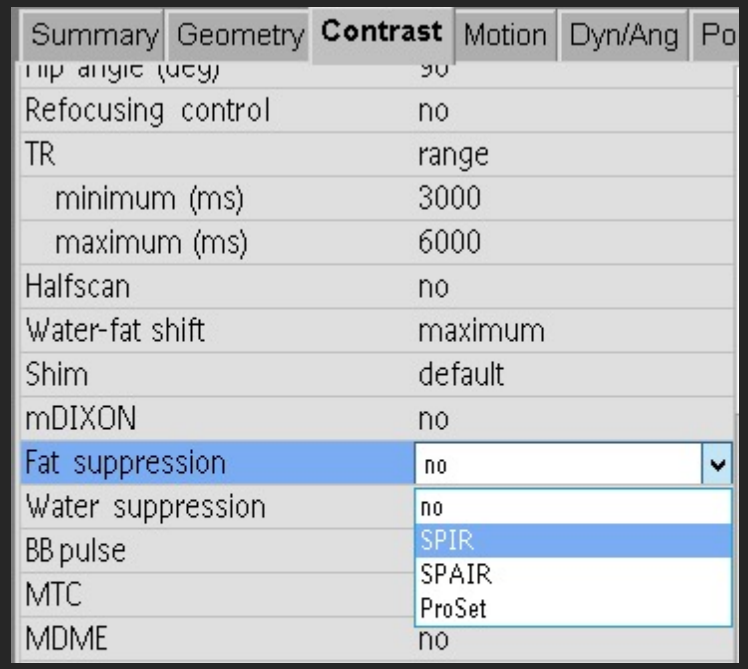
検査担当技師（経験浅）

先輩、T1WとT2Wを撮ったのですがこれで終わっていいですかー？

先輩技師（ベテラン）

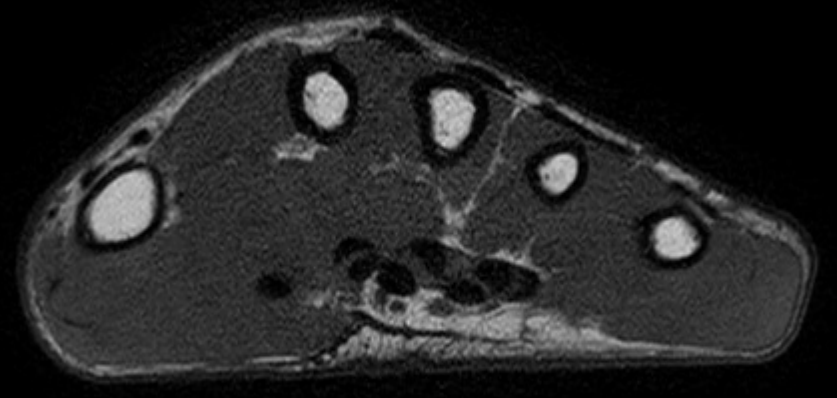
脂肪抑制T1Wも追加で撮っておいてー



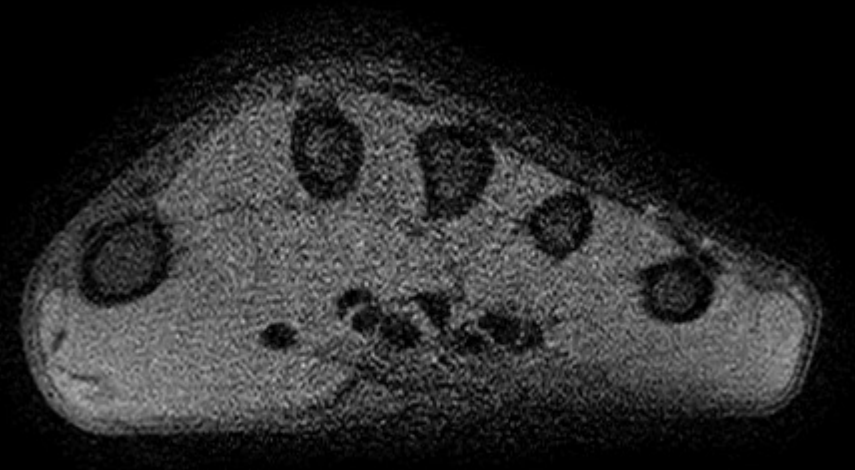


MRI室において…

四肢末梢MRI検査



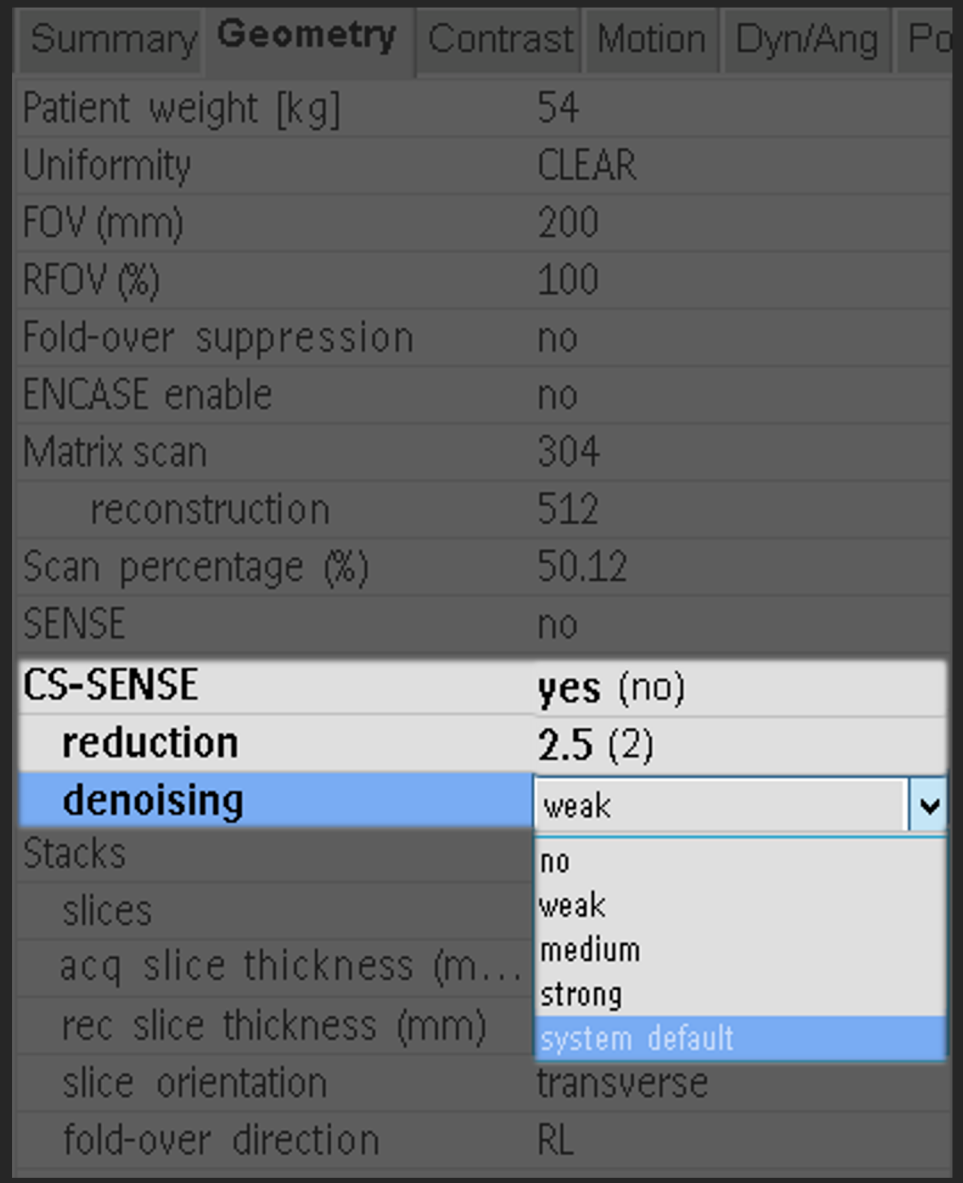
T1W AX



脂肪抑制T1W AX

- 脂肪抑制をon/offするだけではSNRが低下した画像になりがち
- SNRが向上するようなパラメータ設定（NSAを増やす、マトリックス数を下げるなど）が必要

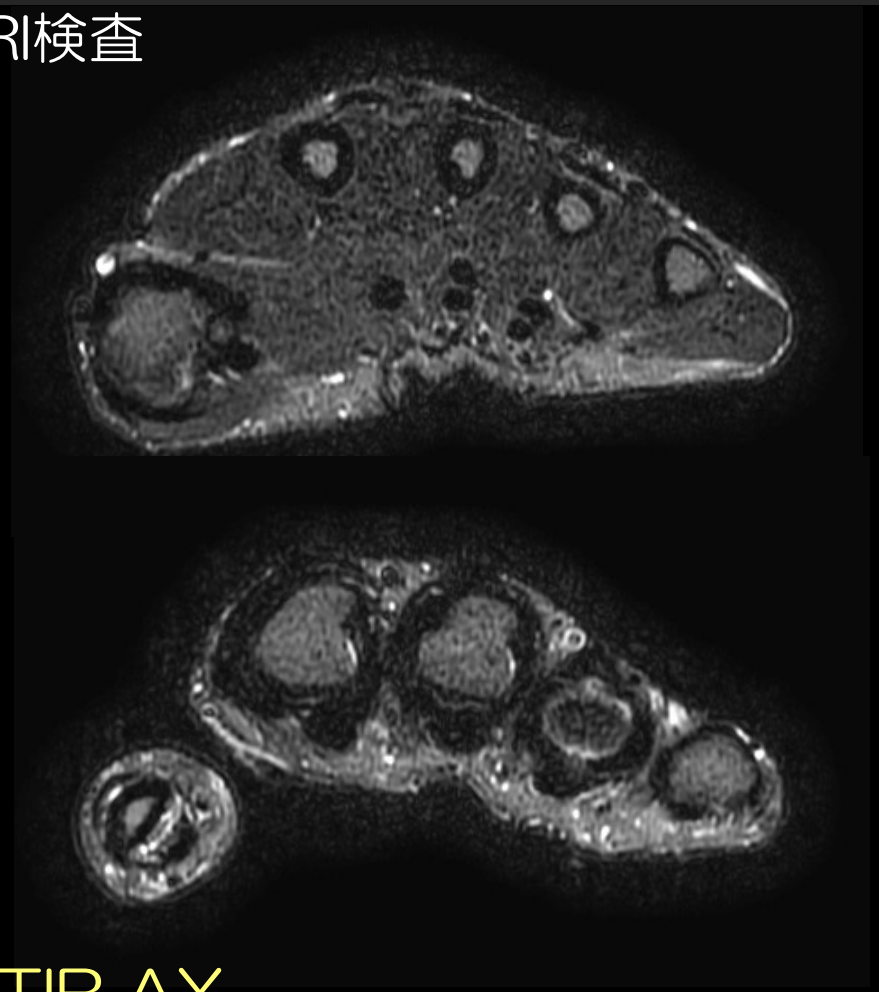
Compressed SENSE併用によるノイズ低減



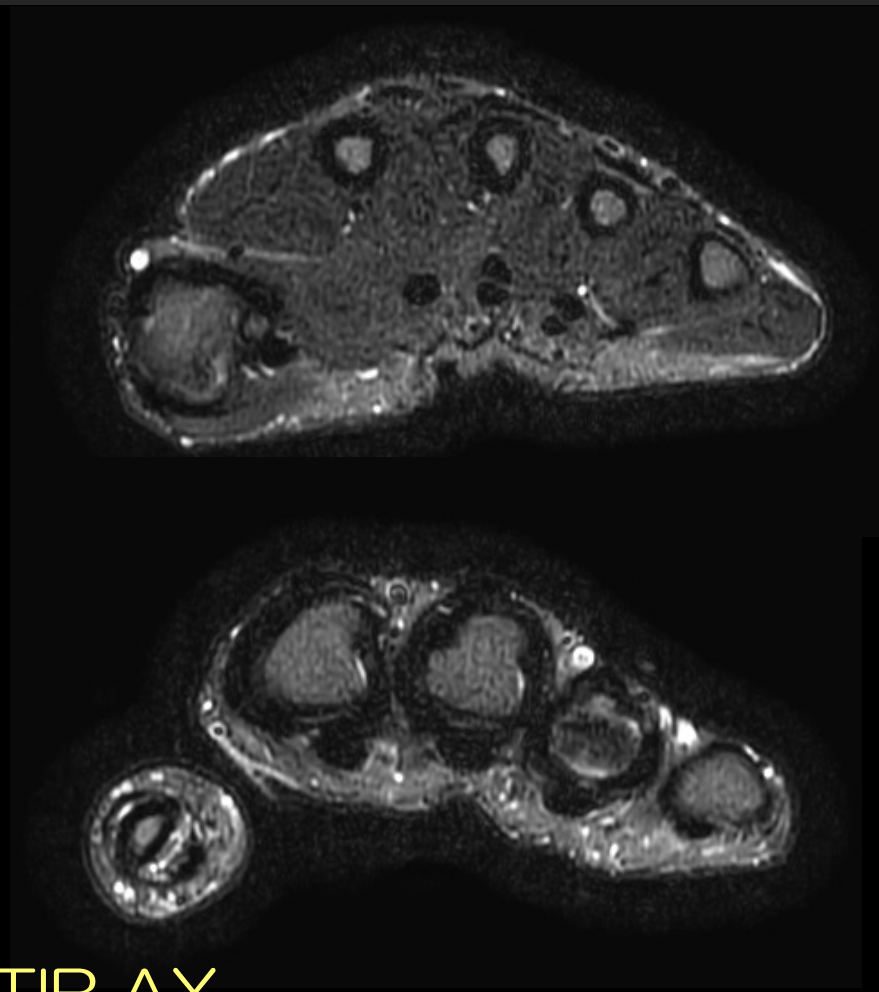
- ✓PHILIPS MRIでは CS-SENSEと表記
- ✓reduction factor 1～32
- ✓3Dだけでなく2Dでも併用可
- ✓denoising no～strong

2D CS-SENSE併用によるノイズ低減

四肢末梢MRI検査



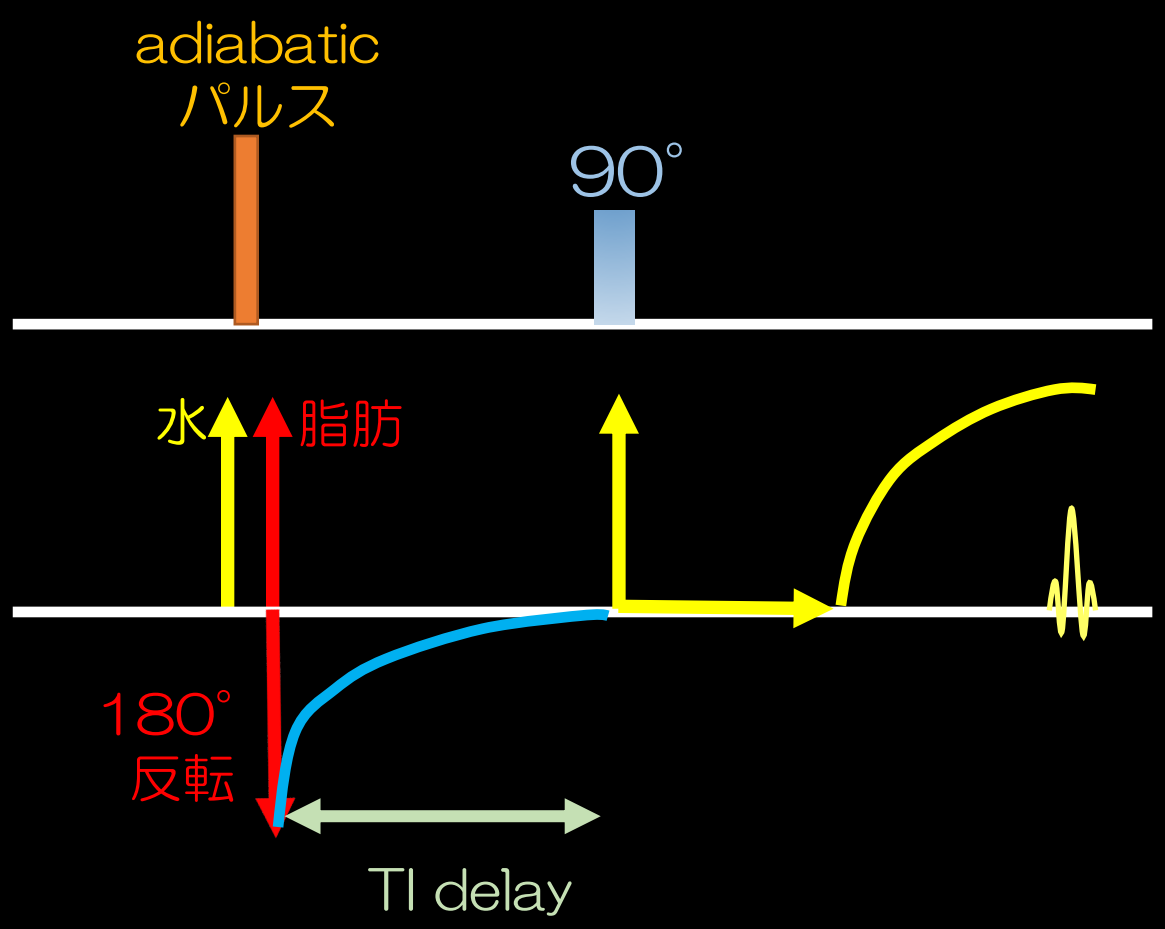
STIR AX
SENSE：no, CS-SENSE：no
Scan time：1min 31sec



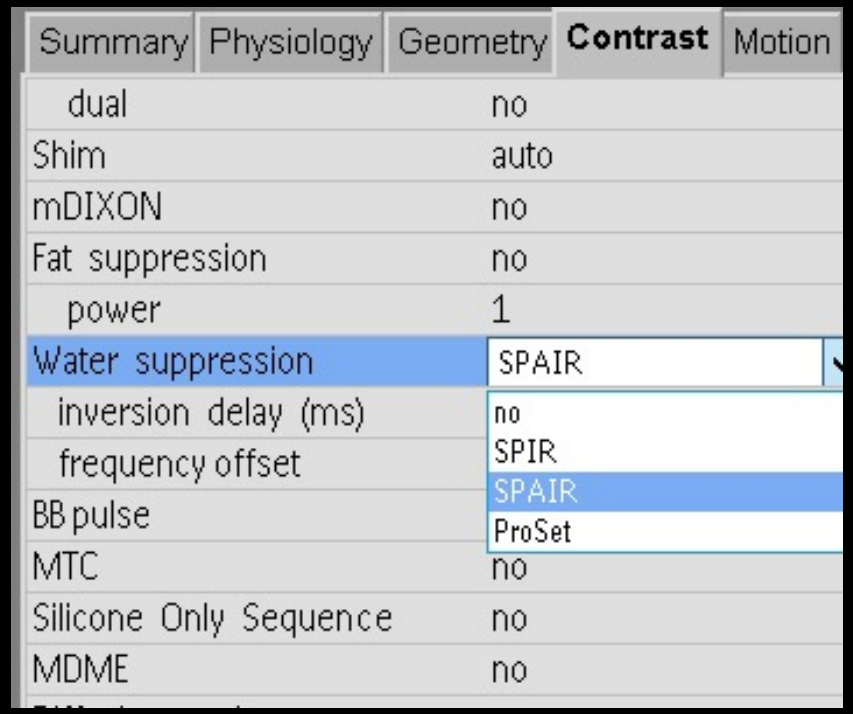
STIR AX
CS-SENSE：1.0, denoising：medium
Scan time：1min 31sec

脂肪抑制パルスの意外な使い道

SPAIR法は周波数選択的な180°パルス

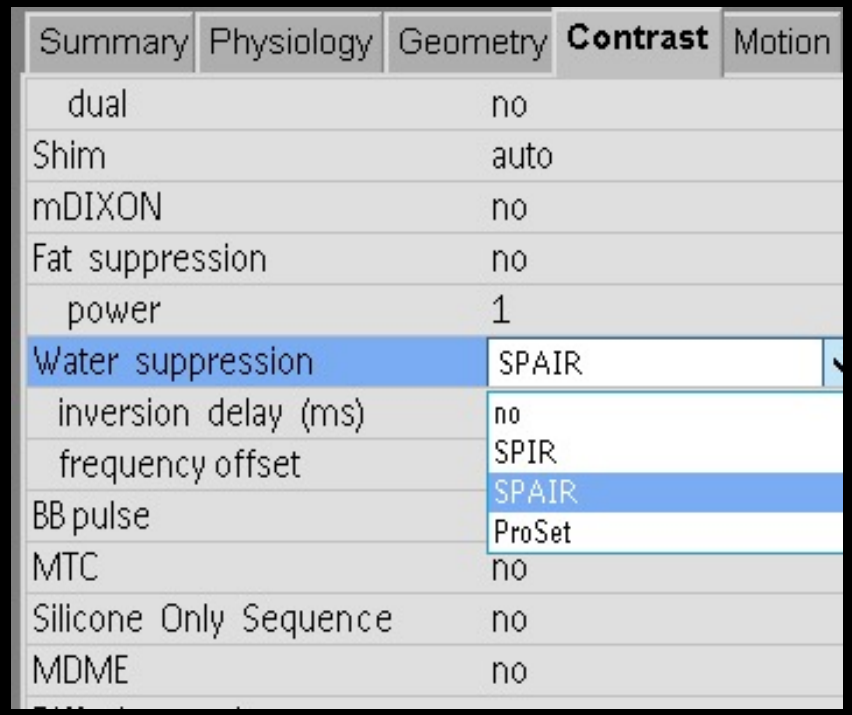


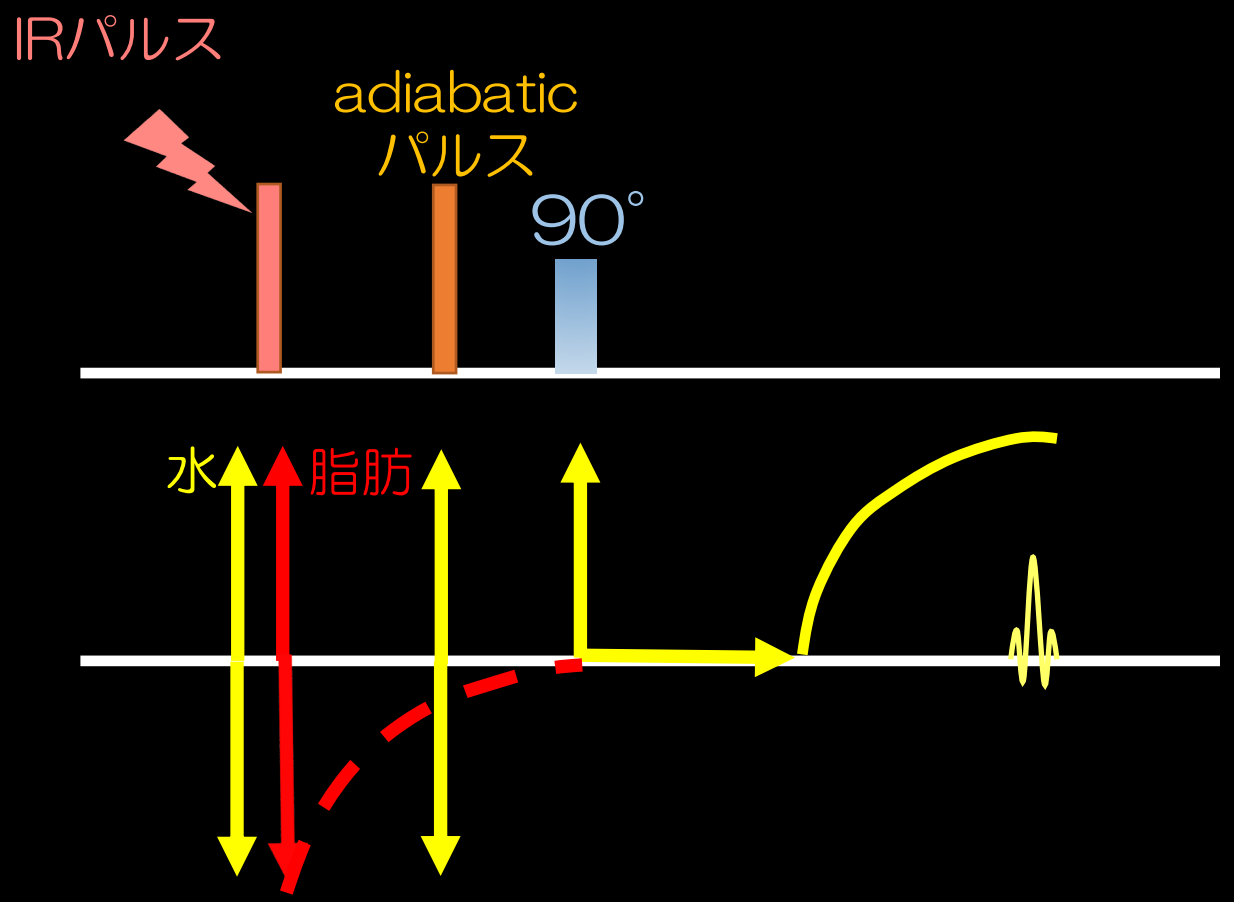
SPAIR法



- ✓ STIRパルスを使用して背景抑制
- ✓ Fat suppressionではなくWater suppressionでSPAIRを使用する

SPAIR法は周波数選択的な180°パルス





- ✓ STIRパルスを使用して背景抑制
- ✓ Fat suppressionではなくWater suppressionでSPAIRを使用する

SPAIR法とSTIR法の合わせ技

TR/TE/TI：1714/200/200msec
TSE Factor：120
FOV：320mm
Matrix：352×352（p）
Water suppression：SPAIR
Acceleration：CS-SENSE 4
Slices：100
Slice Thickness：3.0mm
NSA：1
Scan Time：04:33

まとめ②

- ✓選択的脂肪抑制法はSTIR法と比較するとSNRの低下は顕著ではないが、脂肪抑制なしの画像と比較すると明らかにSNRの低下が見られるので臨床で使用する時は注意すること

- ✓脂肪抑制パルスを照射するFAや共鳴周波数を変化させることで意外な効果を発揮することも可能

ご静聴ありがとうございました