

同期併用DWIの撮像技術

(財)長野市保健医療公社 長野市民病院 小林 正人



第46回放射線撮影分科会 2006年4月7日(金) テーマC:「拡散強調を科学する」
ワークショップ ―よりよい撮影技術をもとめて(その81)― 「拡散強調画像を臨床に生かす撮影技術」

より良い拡散強調画像を得るための工夫 ー横隔膜近傍の画質改善ー

臨床講座64-7

拡散強調画像の上手な使い方 ー設定編ー

第41回岐阜県MR技術研究会 2009年6月20日(土) 高山赤十字病院 3F大会議室

拡散強調画像の設定方法

2011年2月19日(土) 大阪・南近畿合同UM

大阪大学中ノ島センター 7F セミナー室

最適な拡散強調画像を取得するために

このあたりの資料を抜粋して

Single shot SE-EPI diffusion 位相方向の歪みに関しては

長野県MR研究会 II H.P.

www.nagano-mri.com

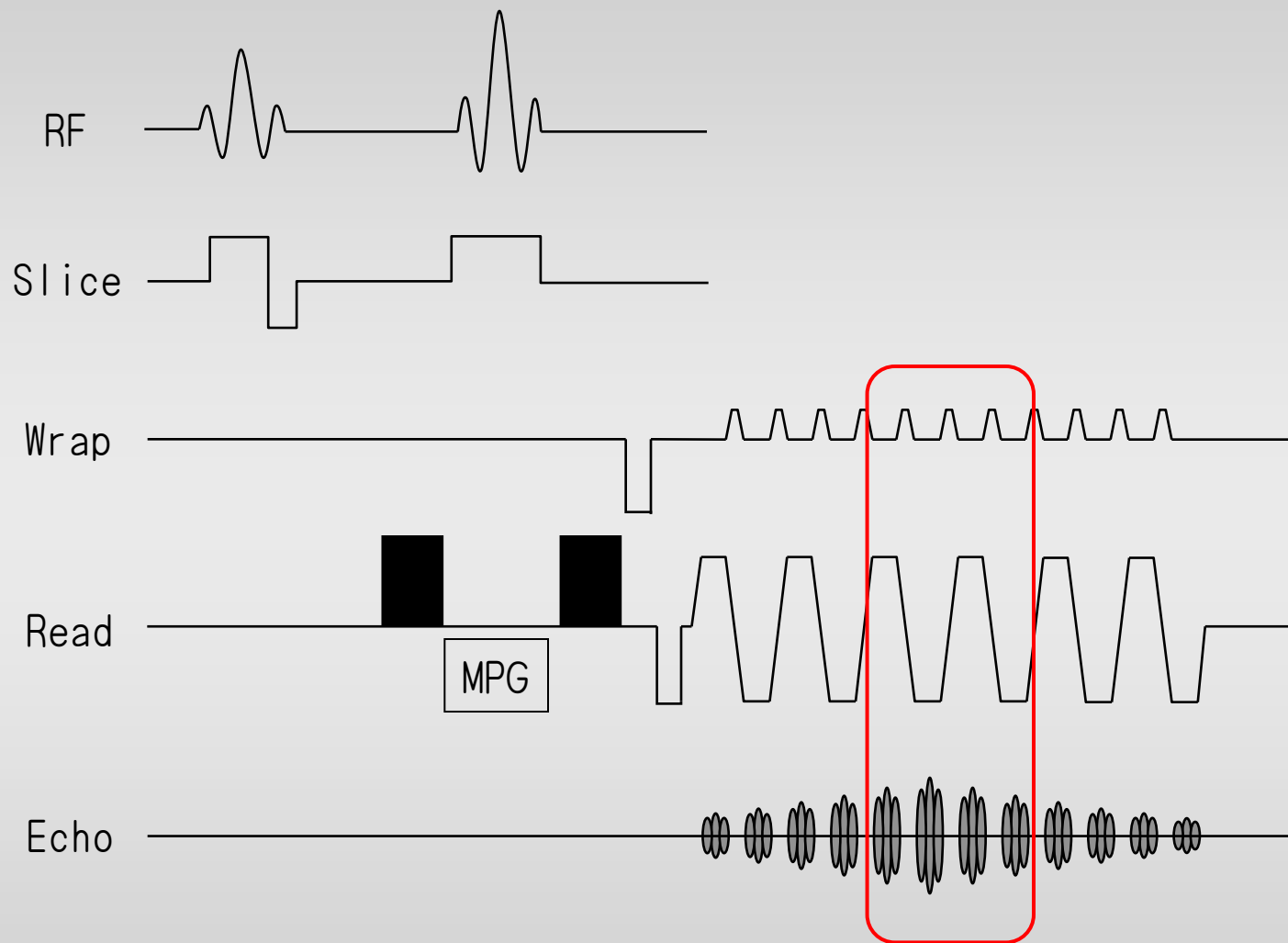
過去の研究会報告

第36回秋季大会モーニングセミナー

- ・ 国外 3 社のDWI設定についての資料あります。

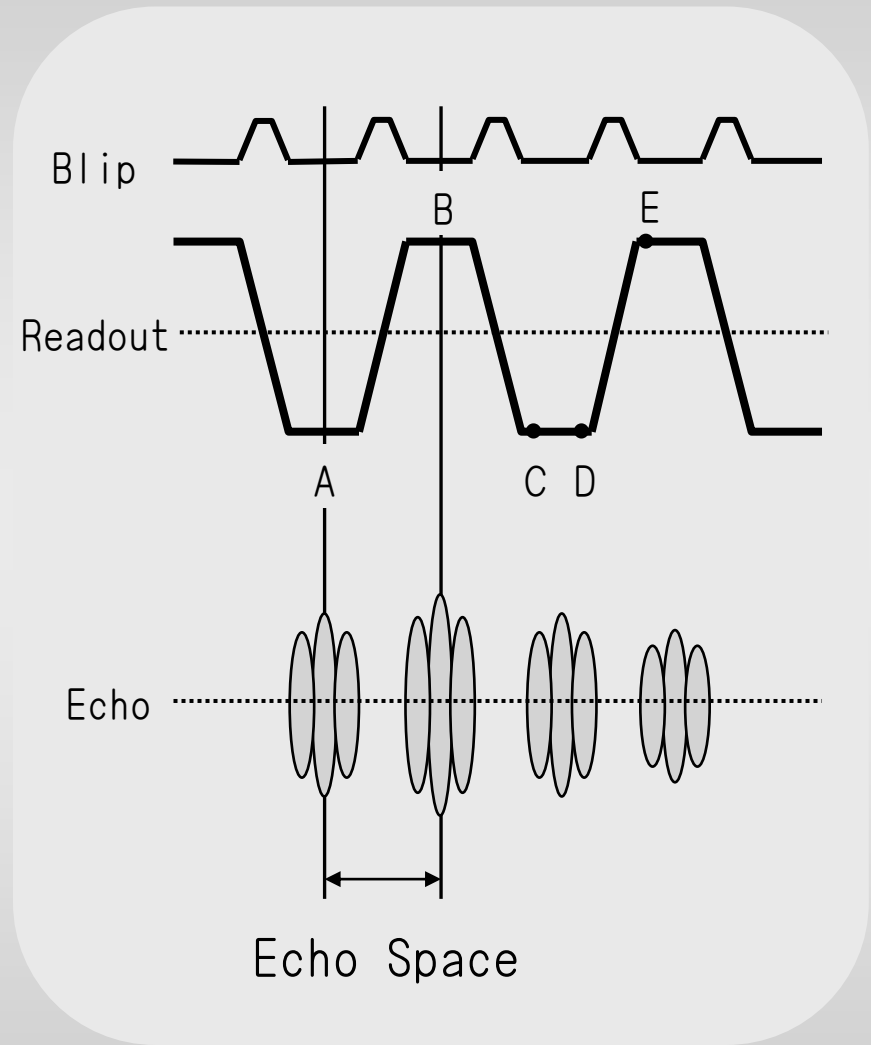
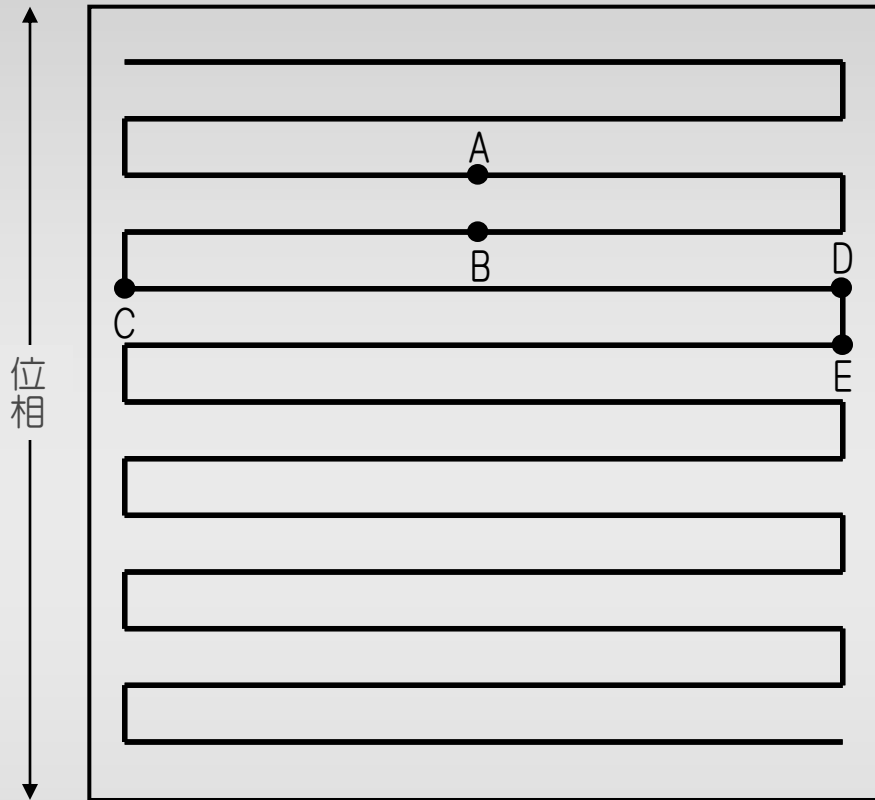
- ・ 歪みを抑えるには、Echo Spaceの短い設定
- ・ 分解能を確保したい場合は可能であれば位相方向で

Single Shot SE-EPI Diffusion



Single shot SE-EPI diffusion のシーケンスチャート

k-space trajectory



$$\text{Pixel Distortion} = \text{dFB(Hz)} \times \text{FOV} \times \text{ESP} \times \frac{\text{rFOV}}{\text{Rf} \times \text{nShot}}$$

dFB: difference in frequency band (周波数帯域の差)

ESP: Echo Space

Rf: Reduction factor (Parallel imaging)

位相方向

nShot: number of Shot (EPIのshot数)

rFOV: rectangular FOV (phase FOV)

$$\text{FOV} \times \text{ESP} \times \left(\frac{\text{rFOV}}{\text{Rf} \times \text{nShot}} \right) \quad \text{歪み係数}$$

EPI distortion Reduction factor

SIEMENSのSegmented DWIもこの式でOK

周波数方向のshot数では歪み補正に限界がある。詳細はまた次回

GE MEDICAL SYSTEMS
 SIGNA HDx MR03MR03
 Ex: 50298
 Se: 3
 Im: 10
 T2 Ax S 0.6
 DFOV 26.0cm

A 141

NAGANO MUNICIPAL HOSPITAL
 Distortion 3.0T

geservice
 Dec 03 2007
 01:55:20 AM
 Mag = 1.00
 FL:
 ROT:

GE MEDICAL SYSTEMS
 SIGNA HDx MR02MR02
 Ex: 50219

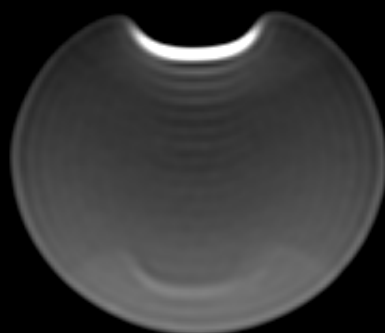
Se: 3
 Im: 10
 T2 Ax 12.3
 DFOV 26.0cm

A 140

NAGANO MUNICIPAL HOSPITAL
 Distortion 1.5T

geservice
 Dec 03 2007
 01:25:12 AM
 Mag = 1.00
 FL:
 ROT:

SH:1



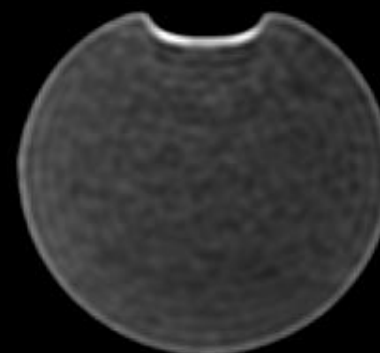
R
 1
 2
 6

SE/EPI
 TR:6000
 TE:55.0/FE
 EC:1 /1 250kHz

8HRBRAIN
 FOV:26x26/Z
 5.0thk/2.0sp
 133/00:54
 128x128/1.00 NEX
 AST/SPF

3.0T

SH:1



L R
 1 1
 3 3
 4 0

V>

SE/EPI
 TR:6000
 TE:53.7/FE
 EC:1 /1 250kHz

8HRBRAIN/FL:p+
 FOV:26x26/Z
 5.0thk/2.0sp
 133/00:54
 128x128/1.00 NEX
 AST/SPF

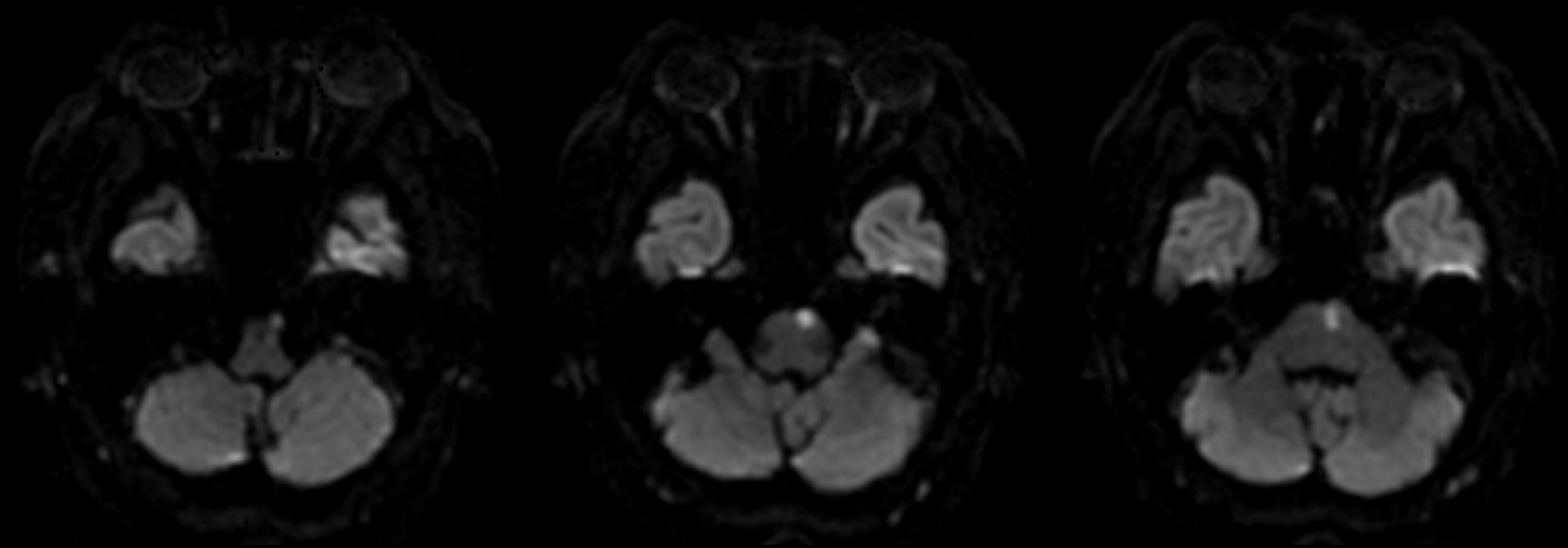
WW: 6311 WL: 6562

1.5T

WW: 1303 WL: 2153

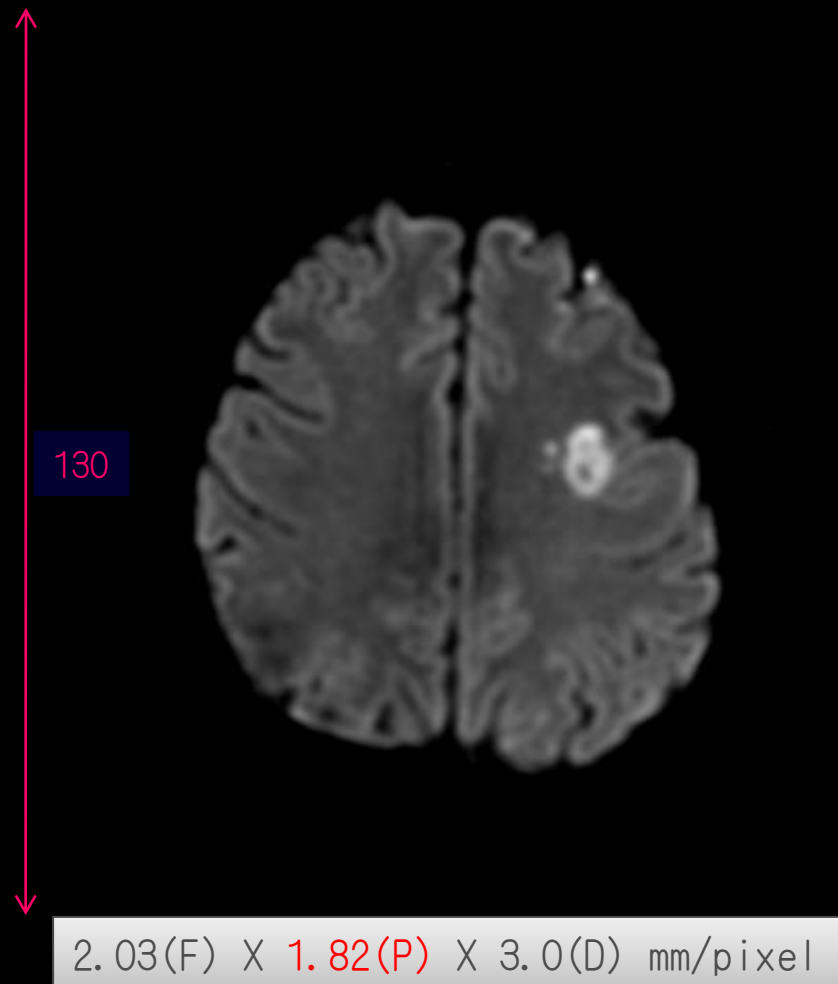
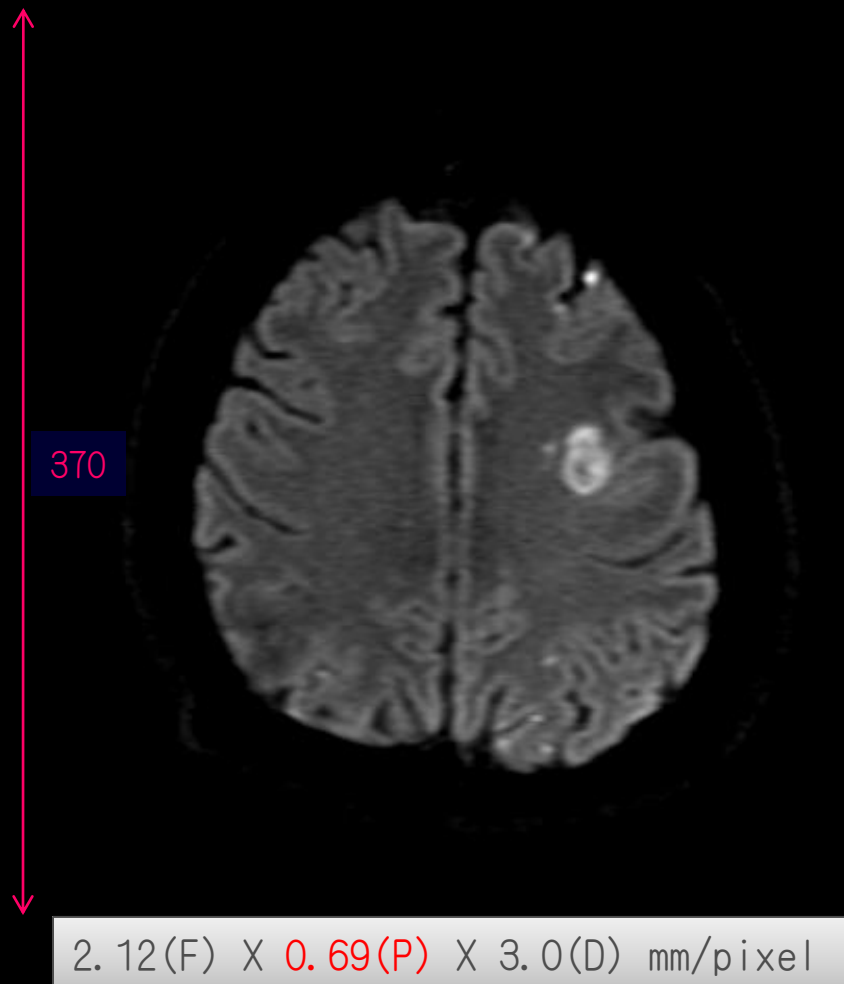
$$\frac{\text{dFB(Hz)} \times \text{FOV} \times \text{ESP} \times \frac{\text{rFOV}}{\text{Rf} \times \text{nShot}}}$$

拡散強調画像

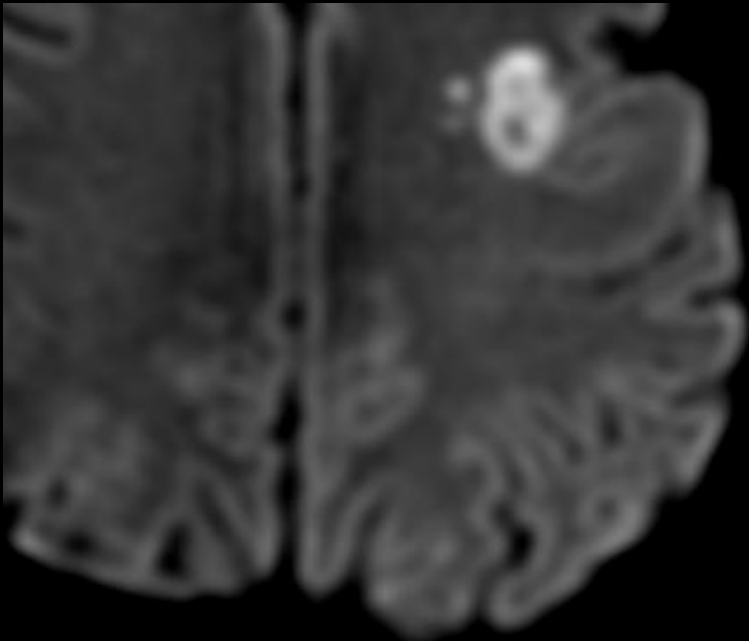
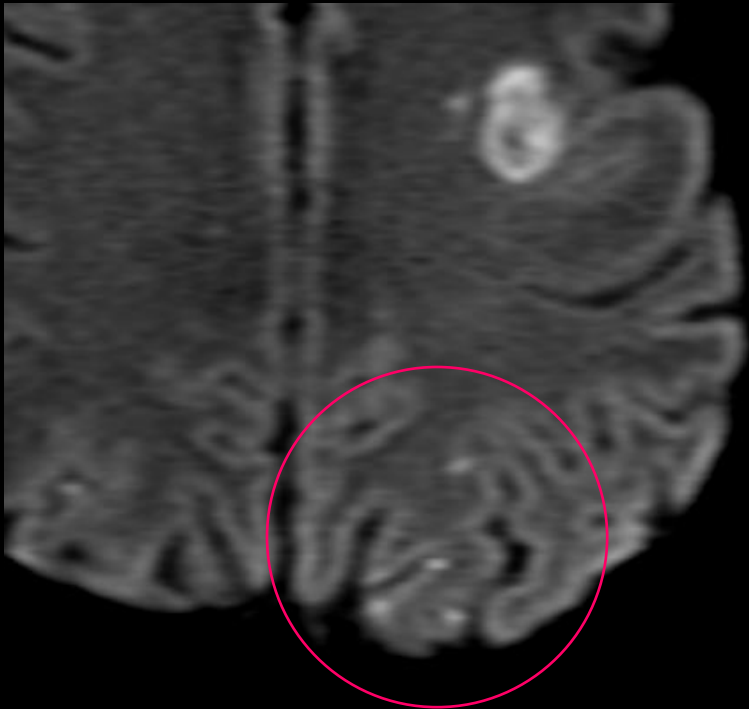


3. 0T

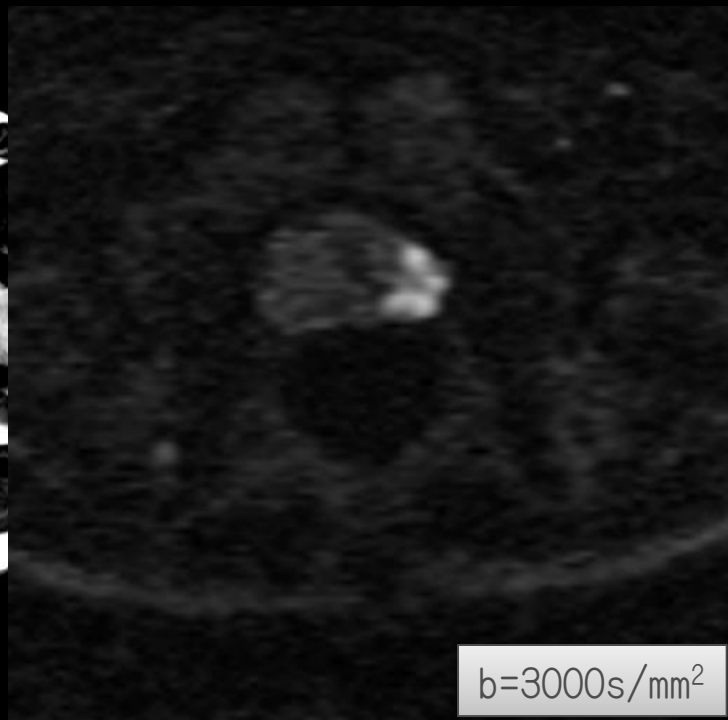
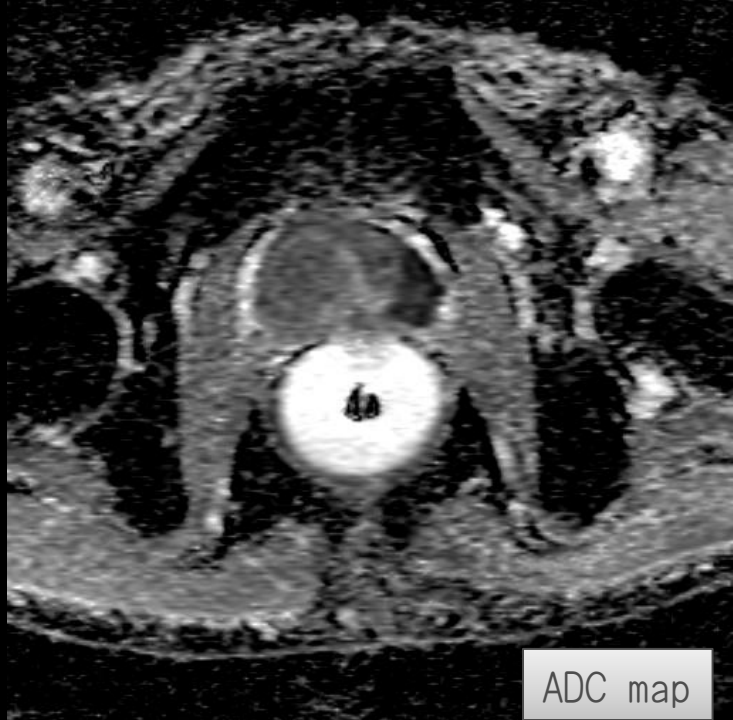
多発性脳梗塞(発症7日後)



3. OT

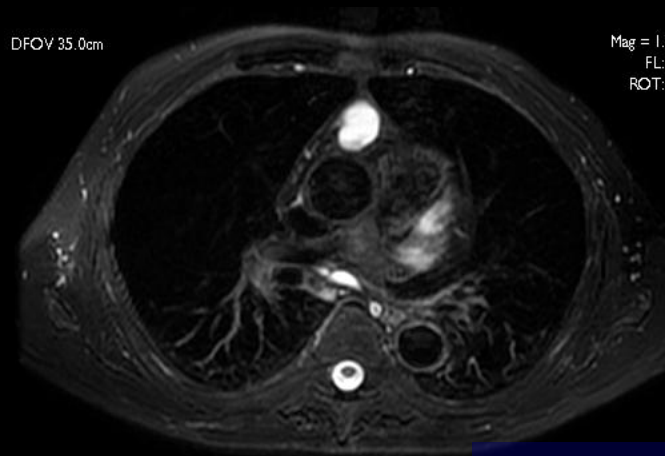


3. 0T

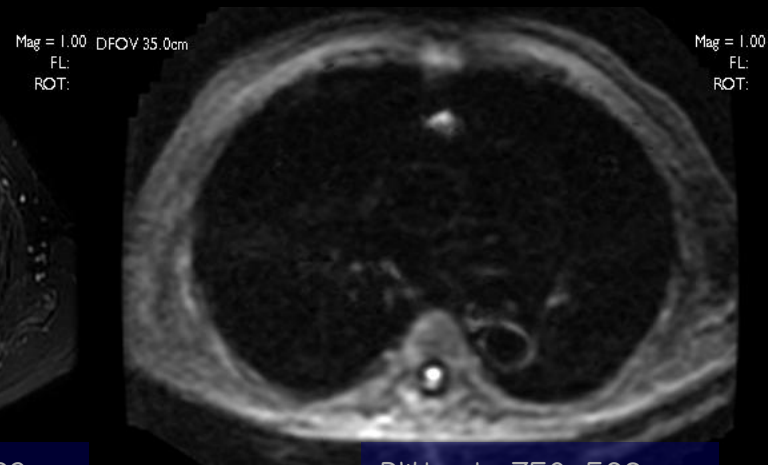


前列腺癌

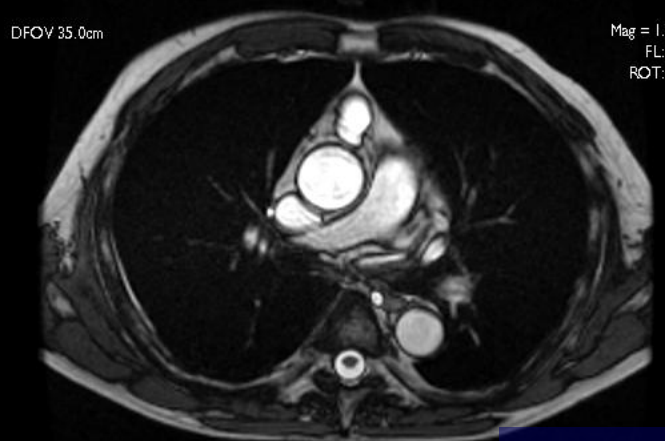
胸部領域での設定 -心電図同期兼用法-



T2WI_CS



DWI, b=750 ECG

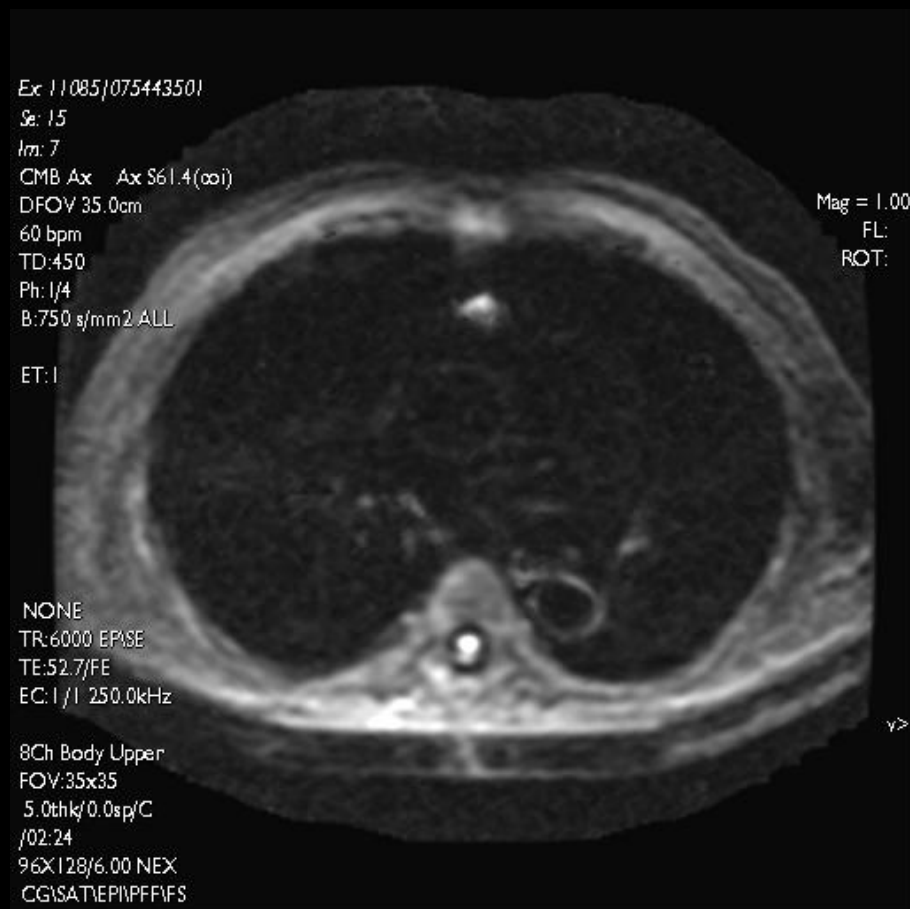
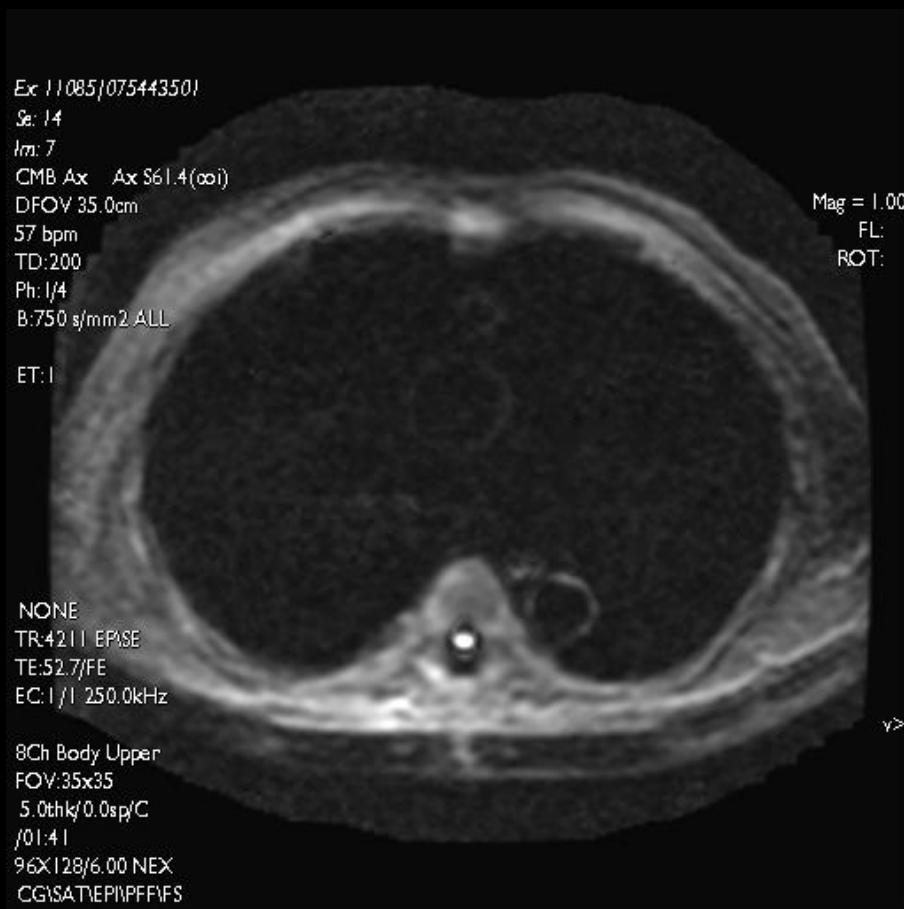


FIESTA



Black Blood T1WI

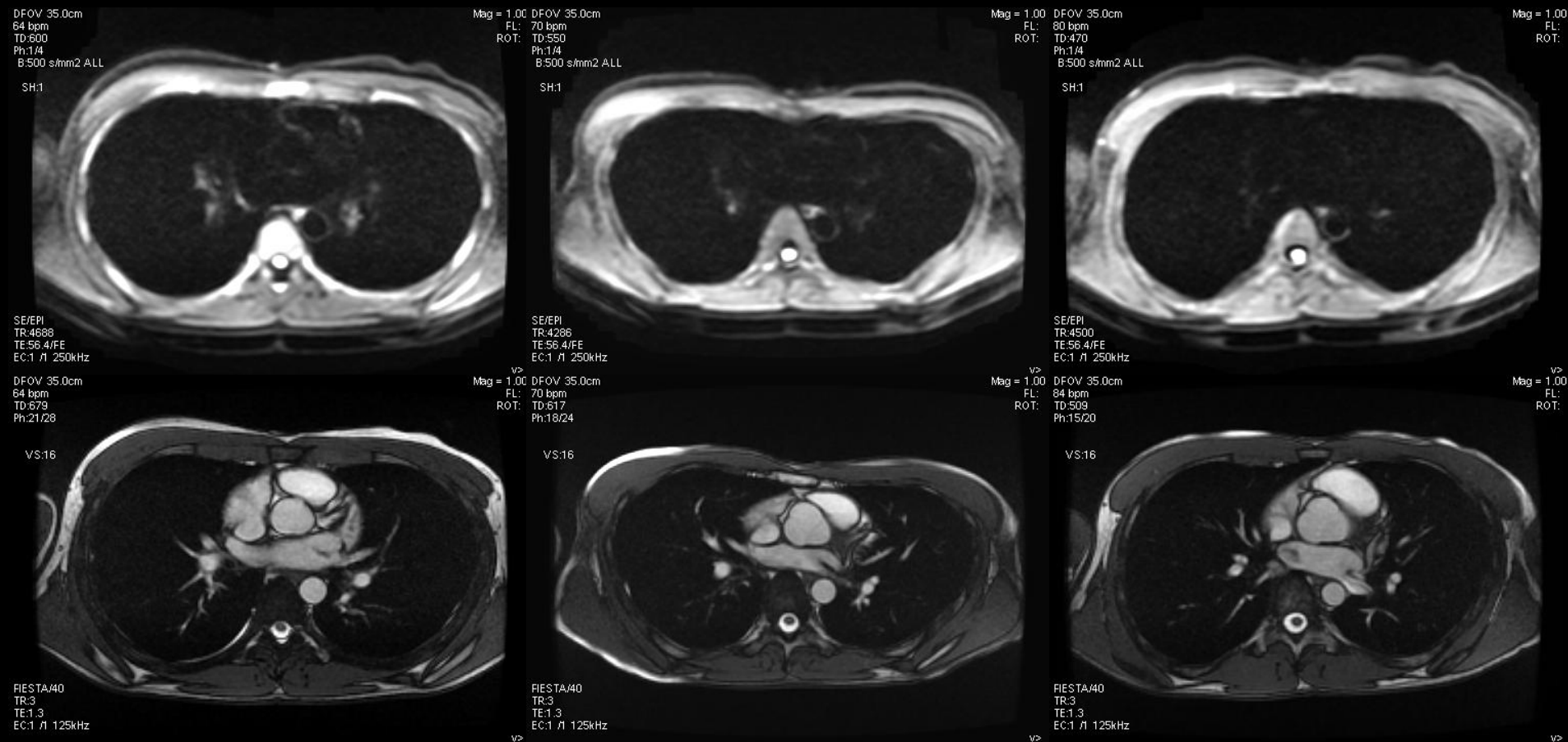
適切な遅延時間



現在、心筋のDWIはECG Gate兼用でB値500s/mm²程度が限界ではないかと言われている

2009年の話

BPMの違いにおける描出能

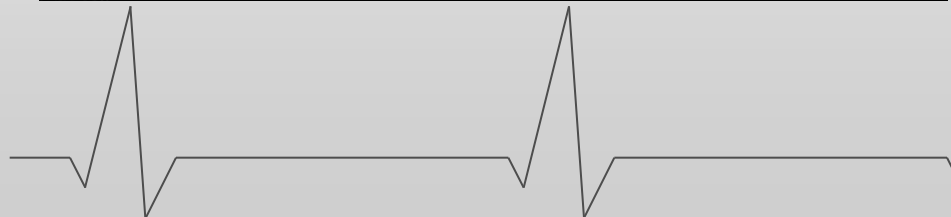
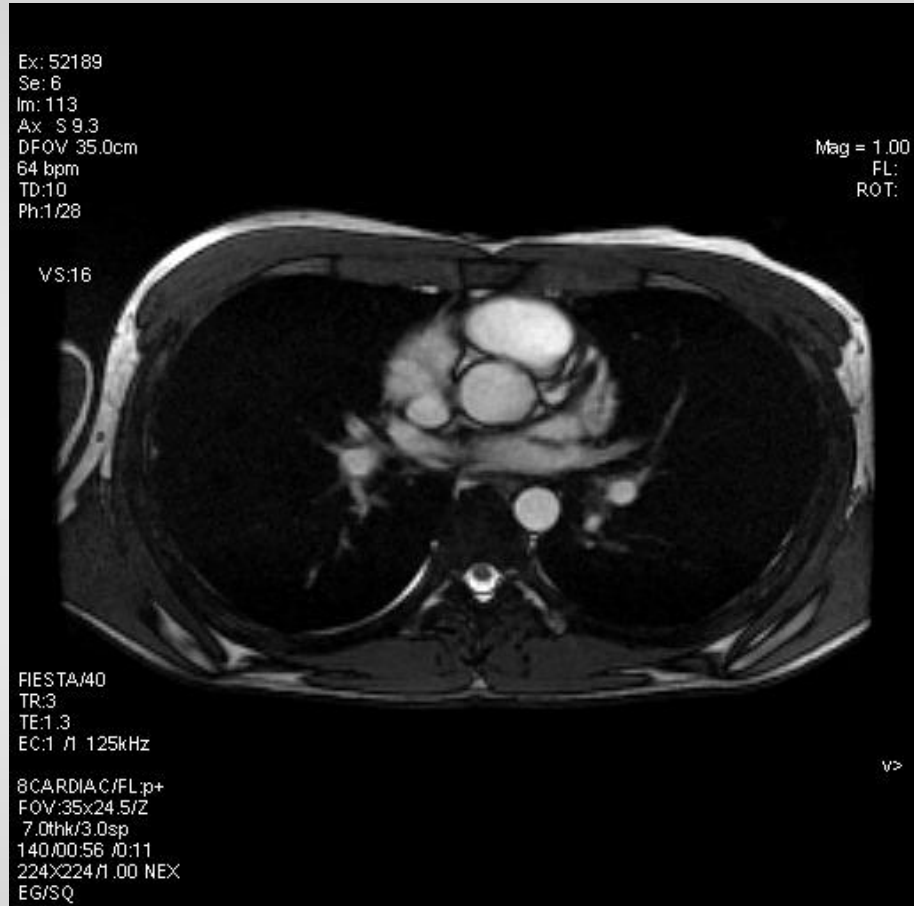


64

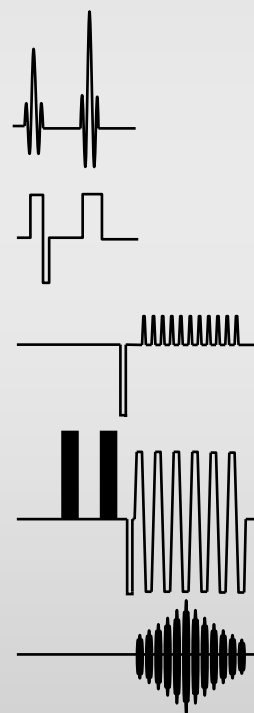
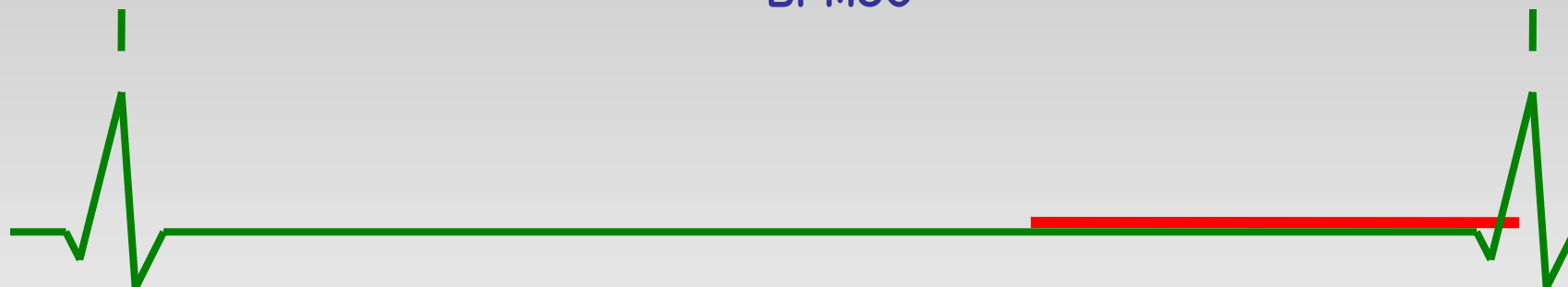
70

80

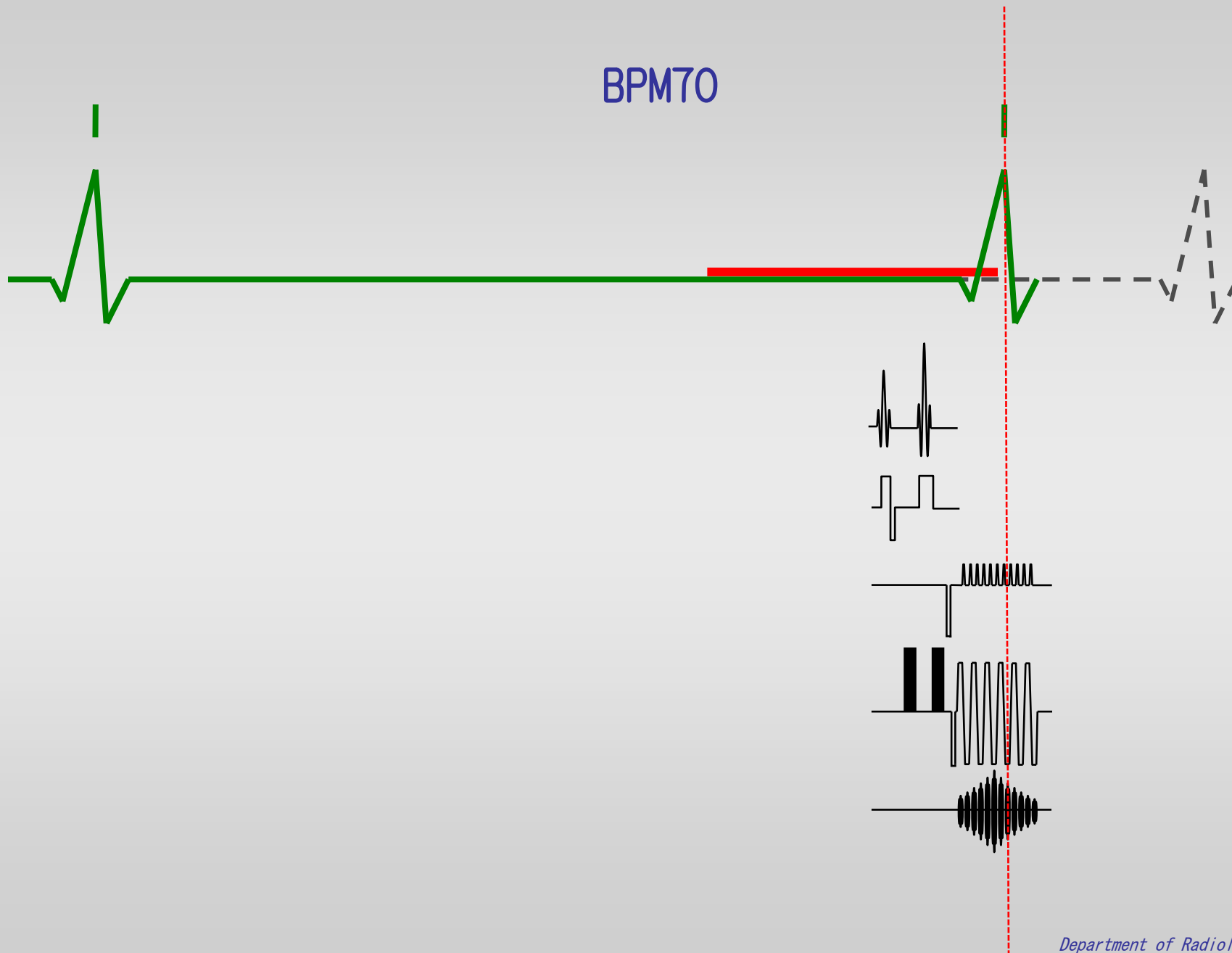
b value 500s/mm²



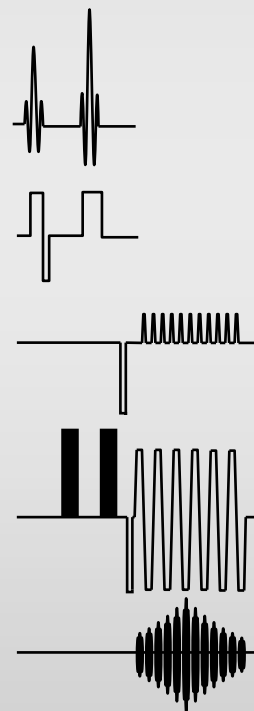
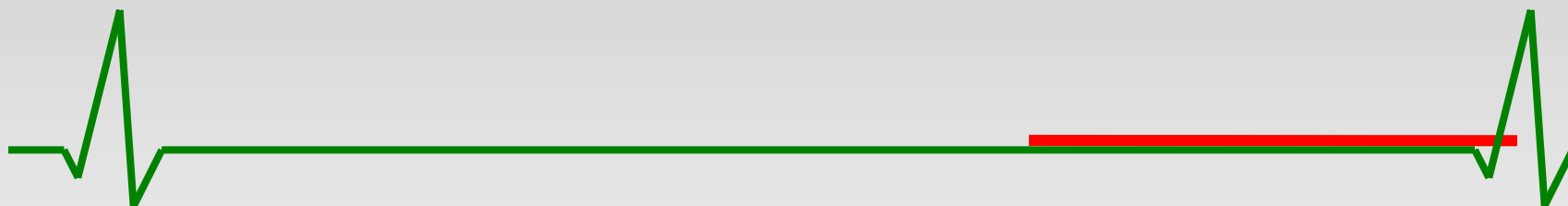
BPM60



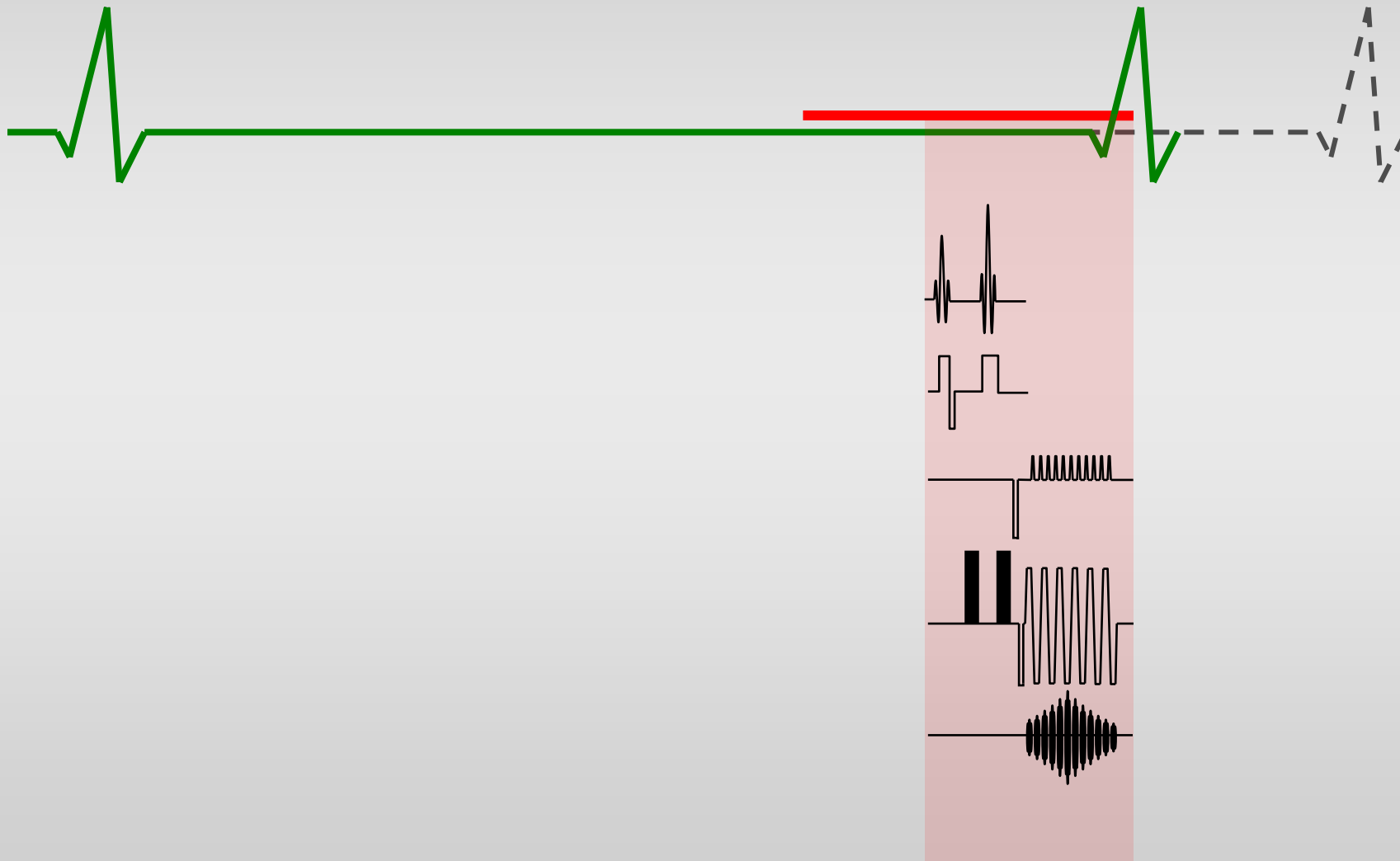
BPM70



心拍一定であれば理想的

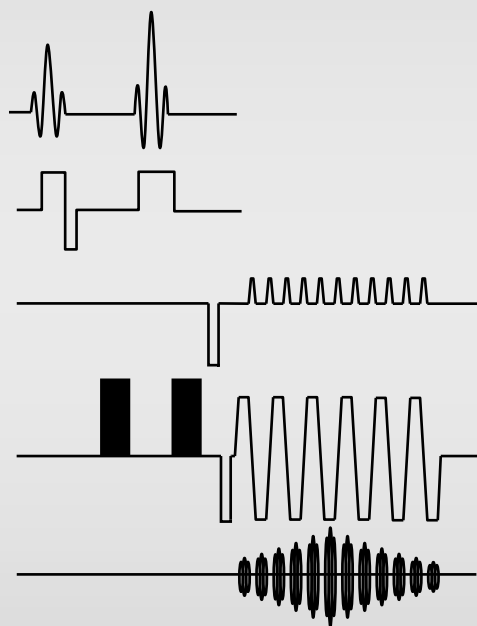


最適な設定は



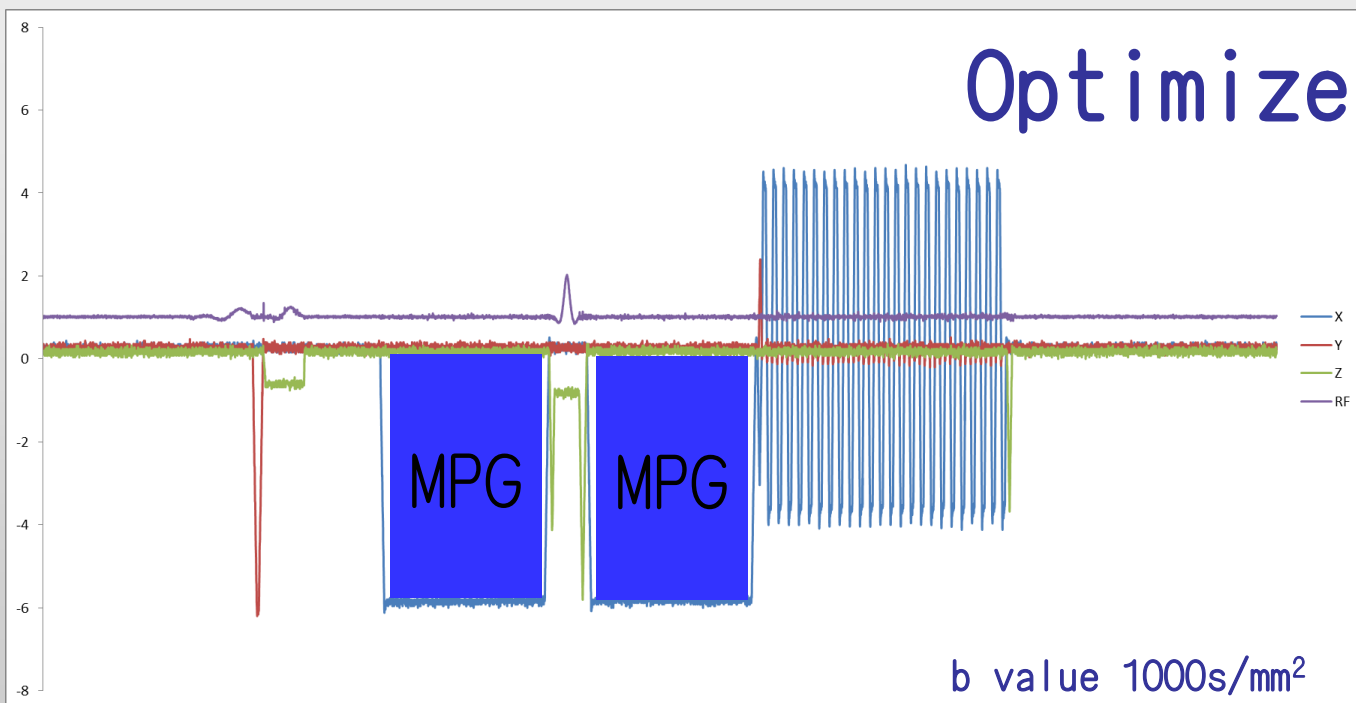
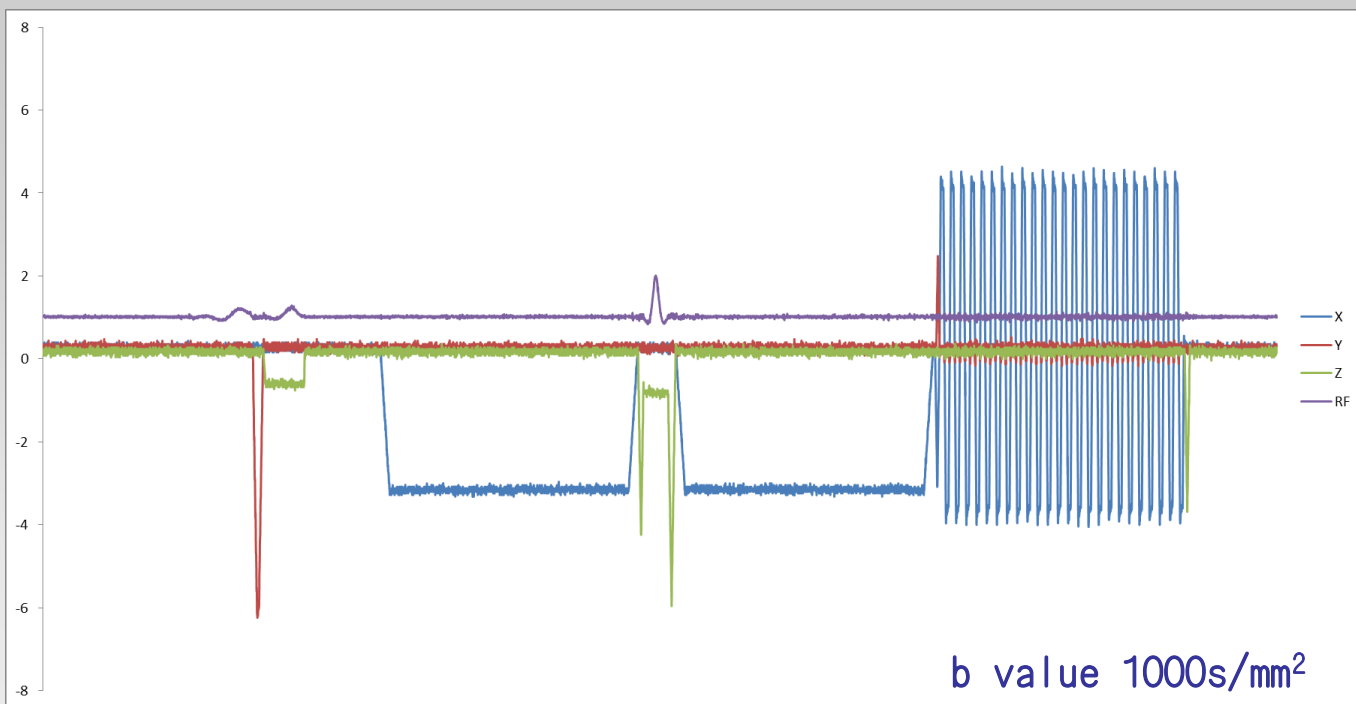
データ収集時間 = TE + α

α : Echo Space $\times$ TE後の位相エンコード数

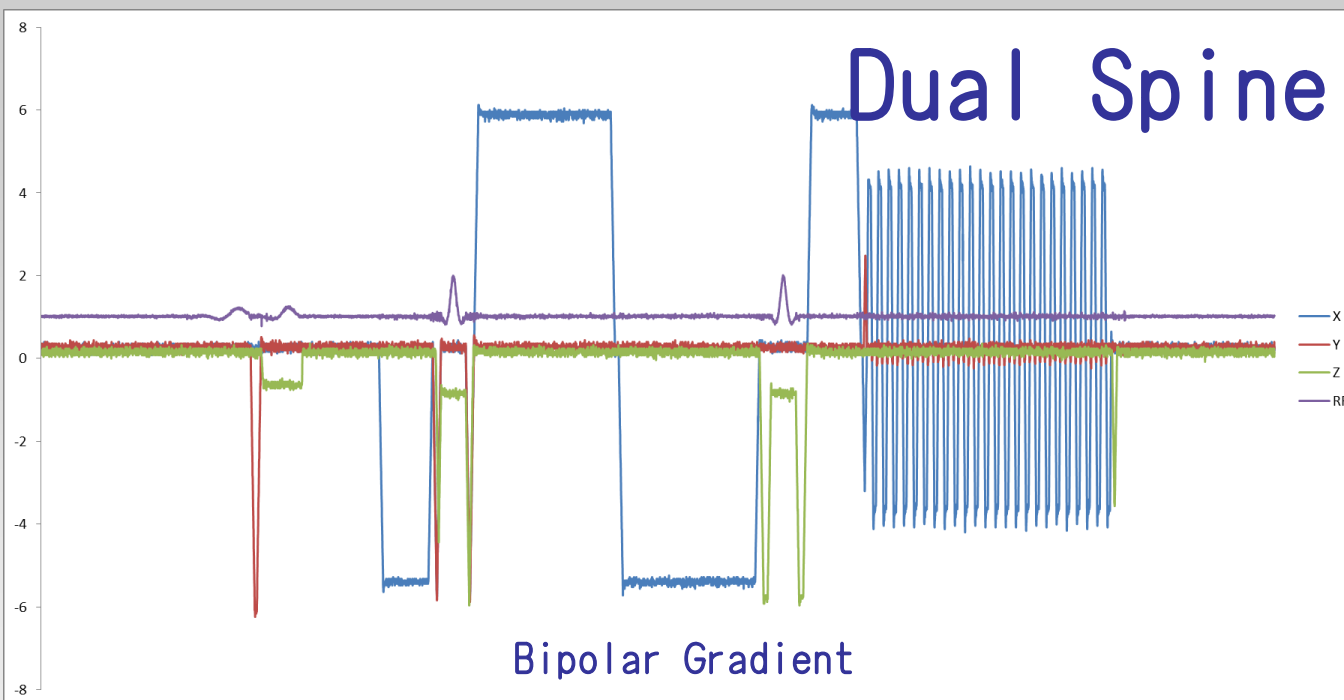


b value 600s/mm²時のデータ収集時間

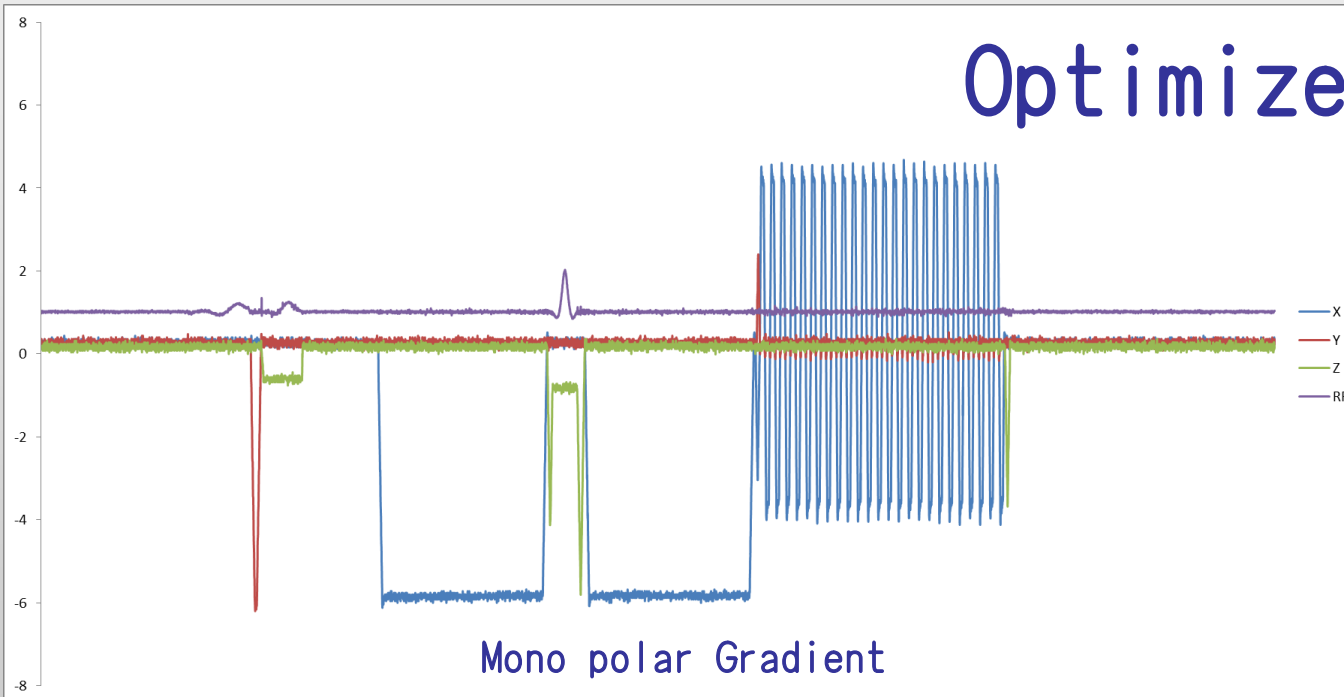
$$50.8\text{ms (TE)} + 496\text{ }\mu\text{s} \times 32 (1/2\text{ETL}) \doteq 66.67\text{ms}$$



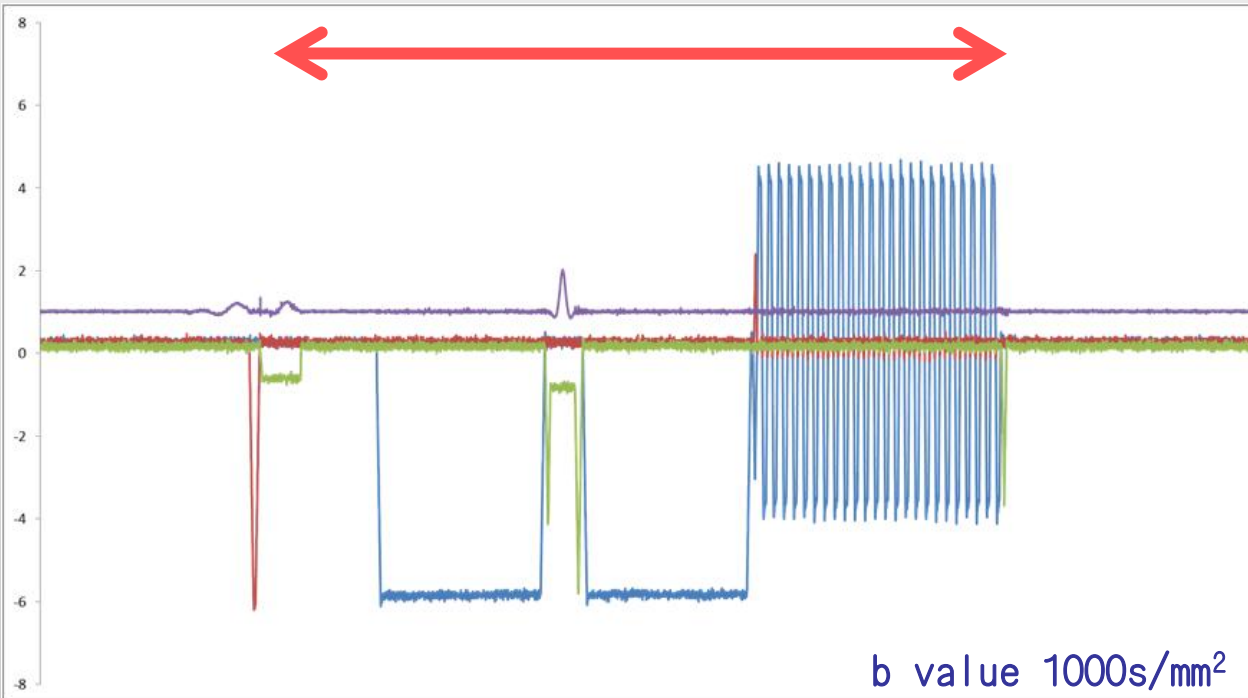
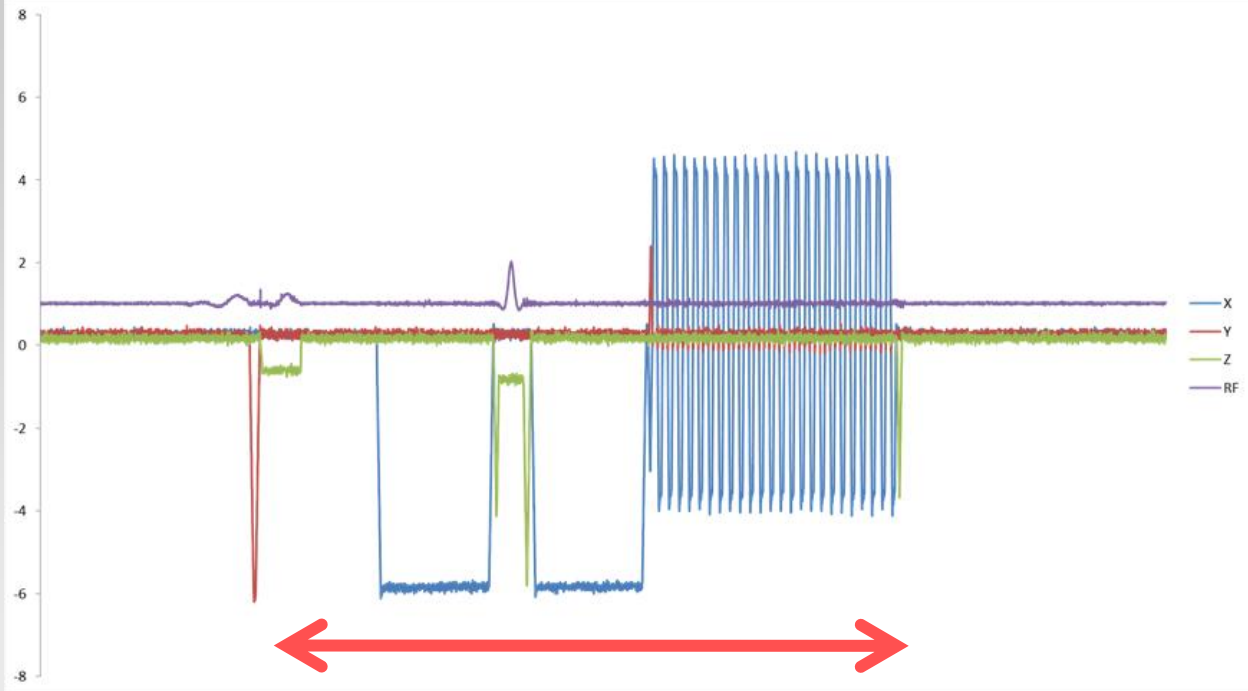
Dual Spine Echo



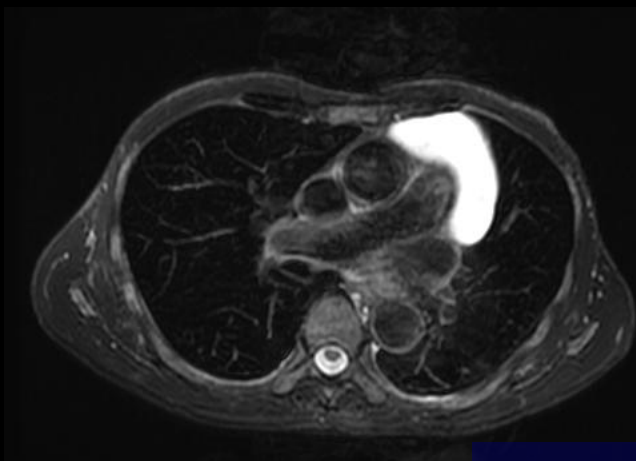
Optimize TE



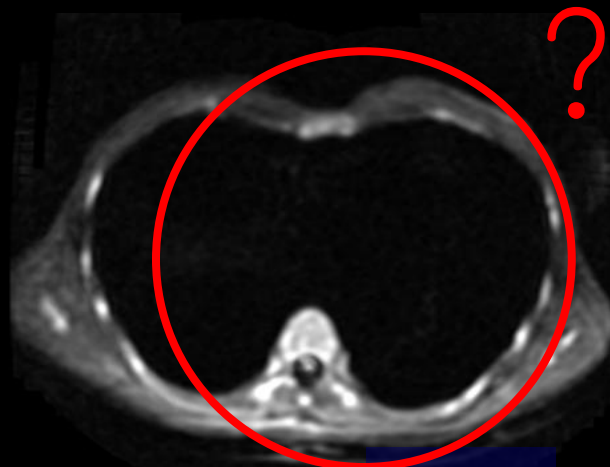
b value



不整脈患者

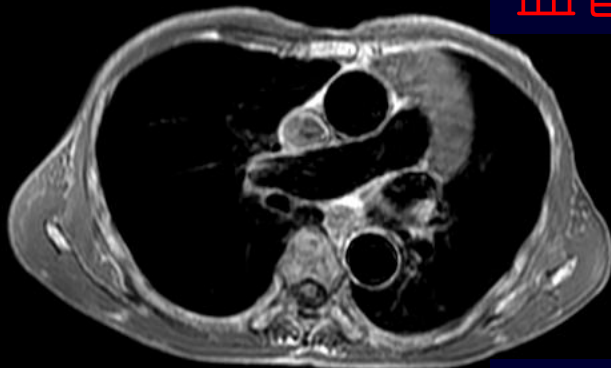


T2WI_CS

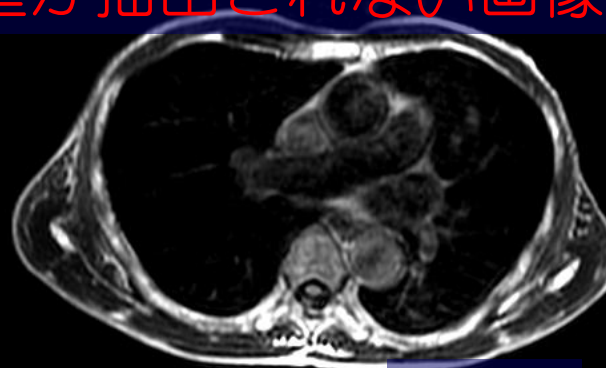


DWI, ECG

血管壁が描出されない画像ではダメ



T1WI



T2FLAIR

胸部心電同期兼用法のまとめ

データ収集時間を短く設定

- Echo Space ↓
- TE ↓ (b valueは大きくしたいが、最短TEは延長)
- Phase encode ↓
- MPGE印加方法 (多軸同時印加等)

心拍数に対応した設定

上腹部 -呼吸同期兼用法-

腹部拡散強調画像の問題点



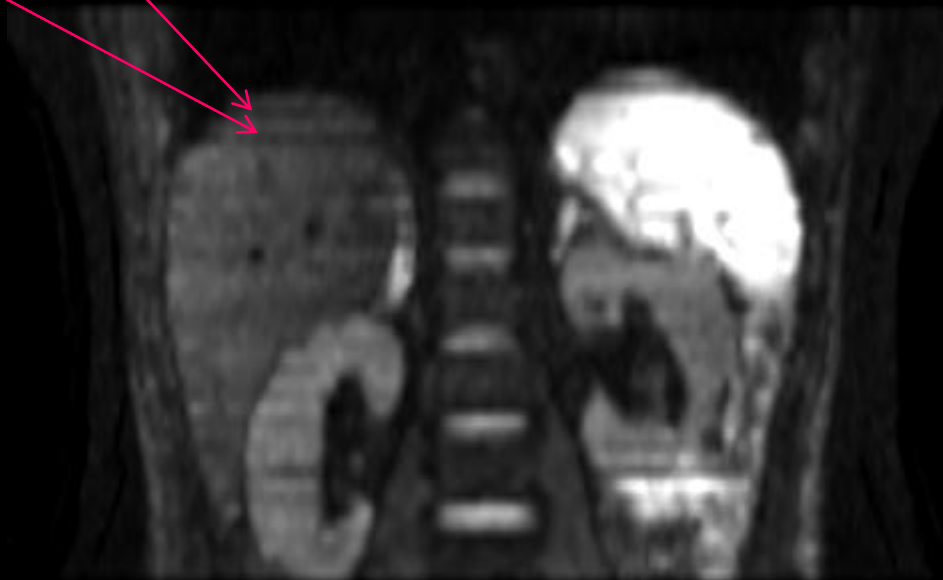
不適切な脂肪抑制法

クロストーク

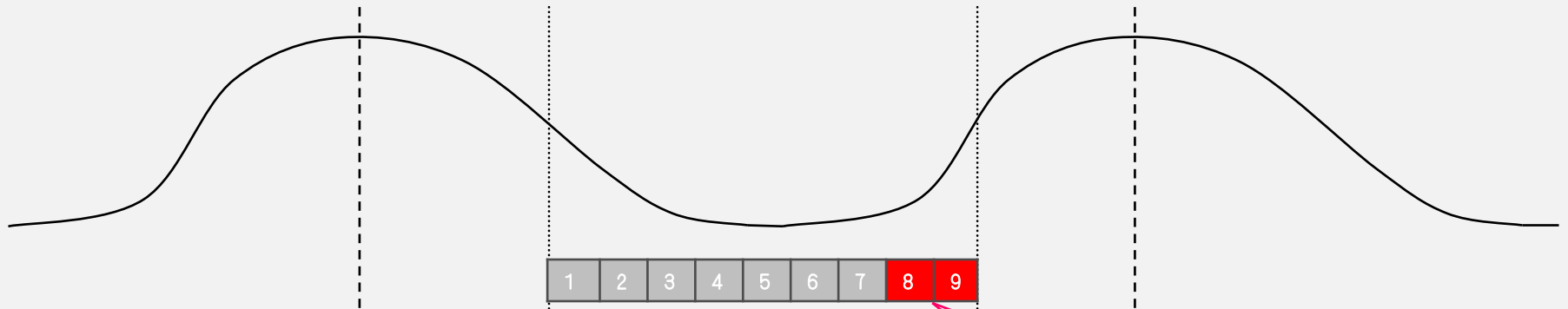
ゴムバンドの圧迫による磁場不均一

自由呼吸下連続撮像 (1.5T)

Cross talk



Gradient Duty Cycle



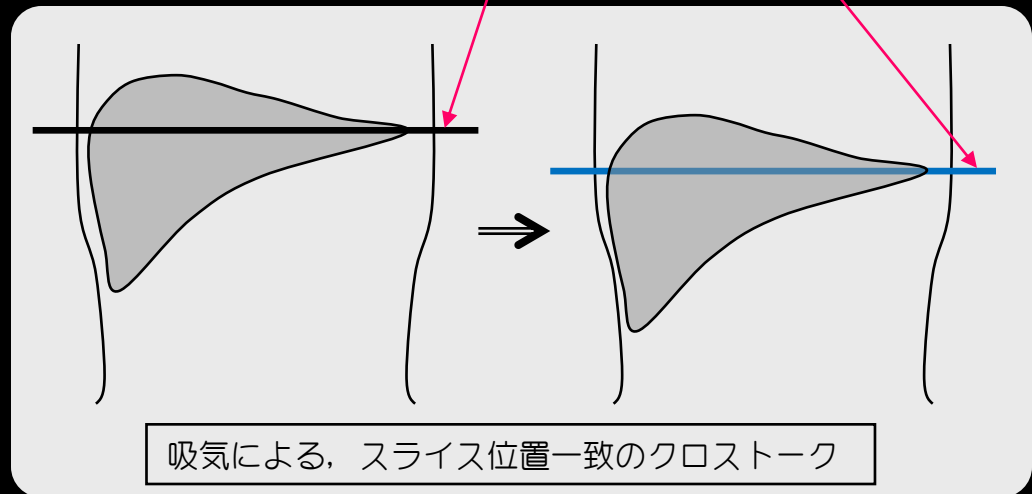
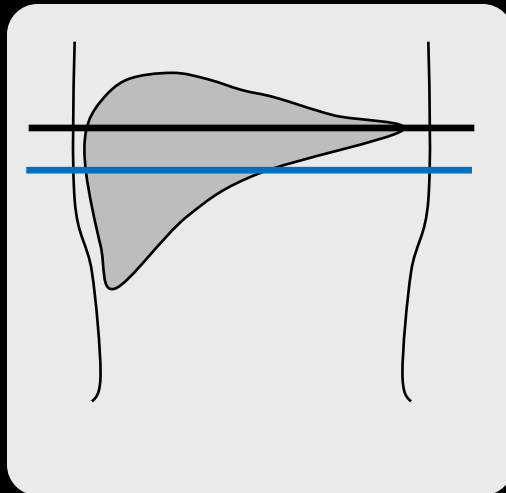
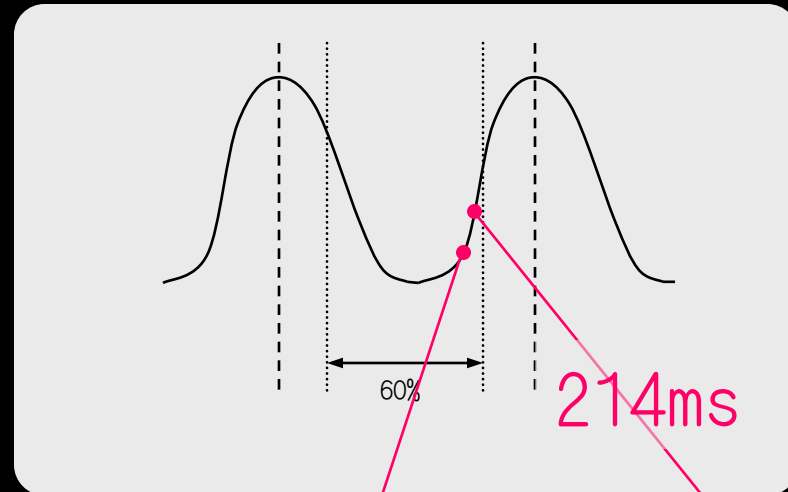
214(ms)

90° pulseからデータ収集終了までは

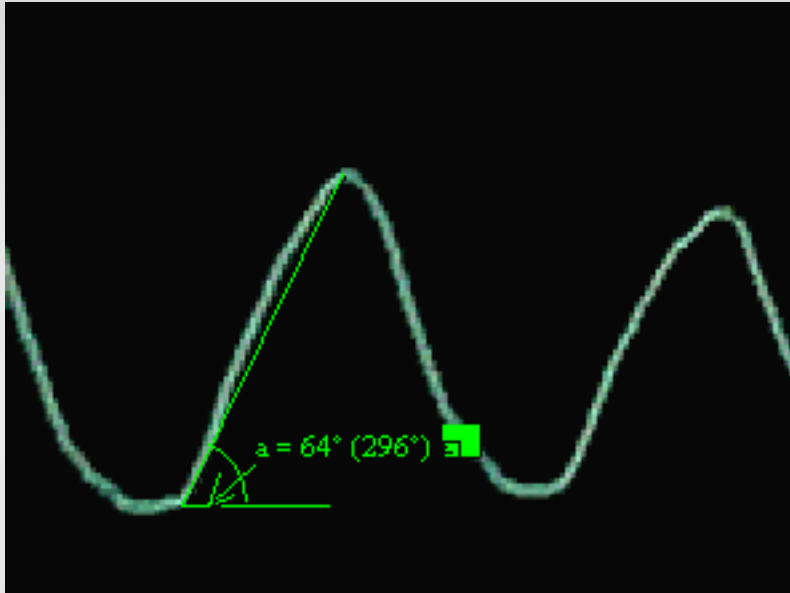
$58.5\text{ms (TE)} + 484\mu\text{s (ESP)} \times 32 (1/2\text{ETL}) \div 74\text{ms}$

であるが、読み取り勾配とMPGの印加に伴い、アンプの待ち時間が生じ、
duty cycleは延長

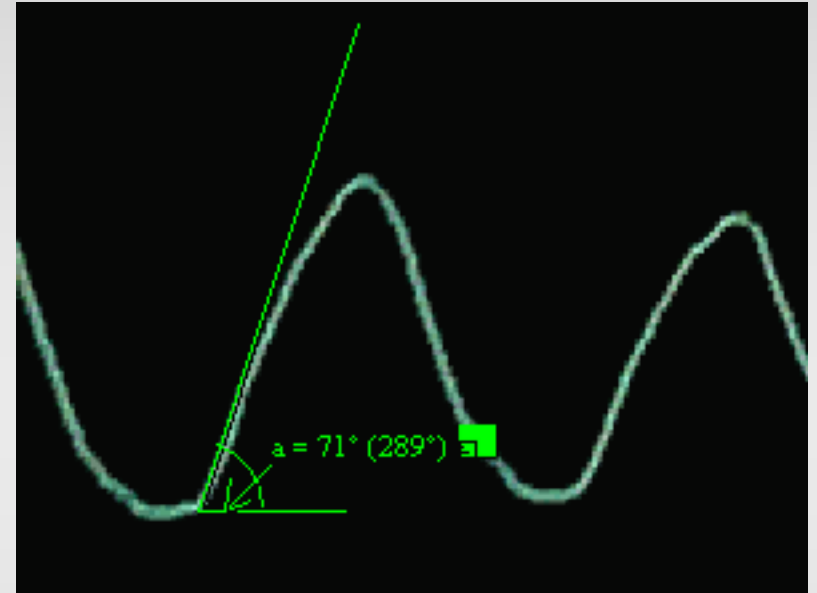
$$\begin{aligned}\text{Minimum Duty Cycle} &= \text{TR} \div \text{最大撮像枚数 (1Acq.)} \\ &= 6000(\text{ms}) \div 28(\text{枚}) \\ &\div \underline{214(\text{ms})}\end{aligned}$$



吸気速度(8人の平均データ)

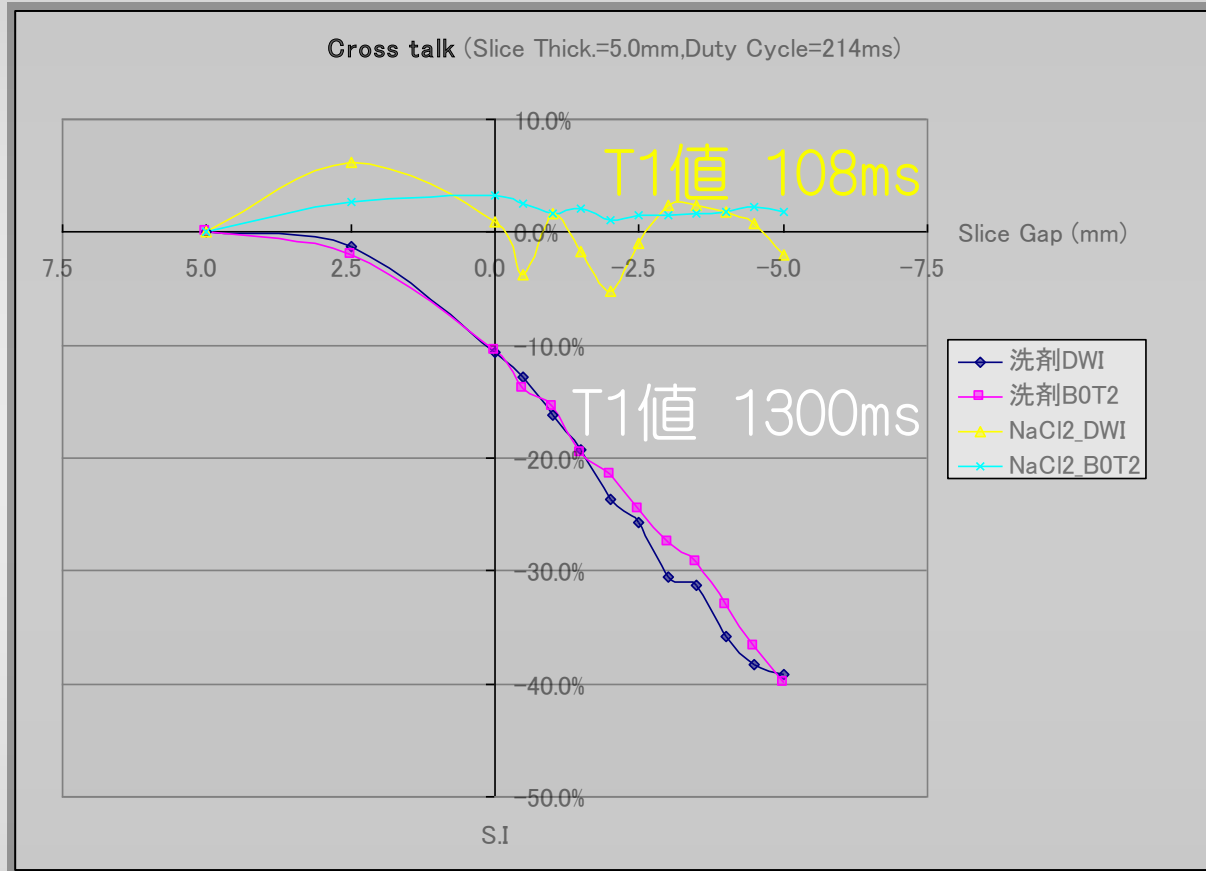


平均速度17.3mm/s



最高速度22.1mm/s

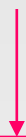
Cross talk (Duty Cycle=214ms)



Duty Cycle 214msにおける横隔膜の移動距離

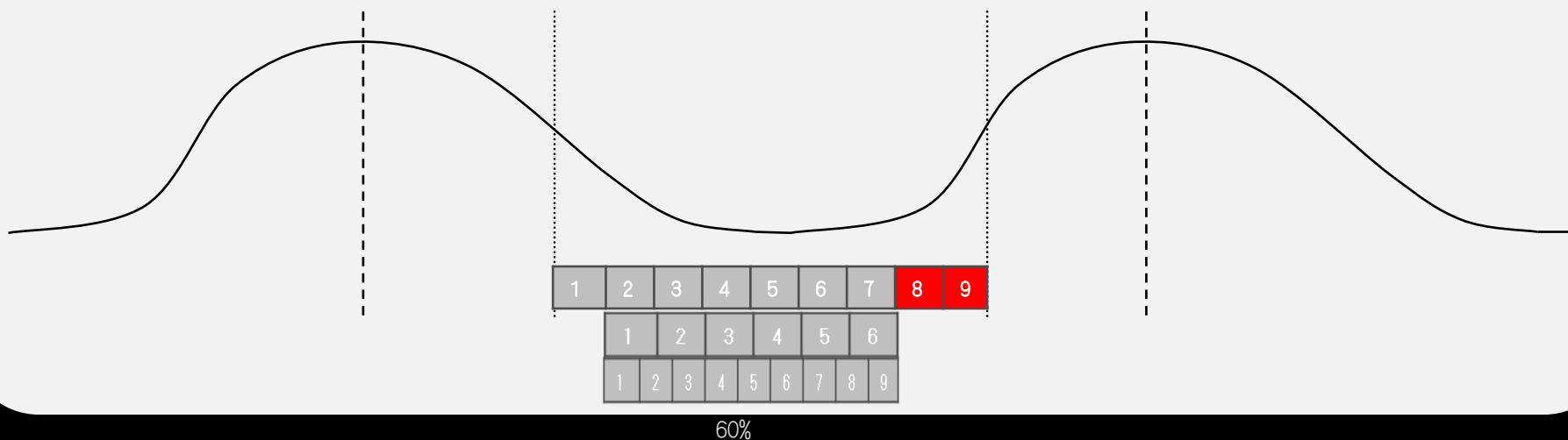
平均移動距離は4.7mm

最高移動距離は8.7mm



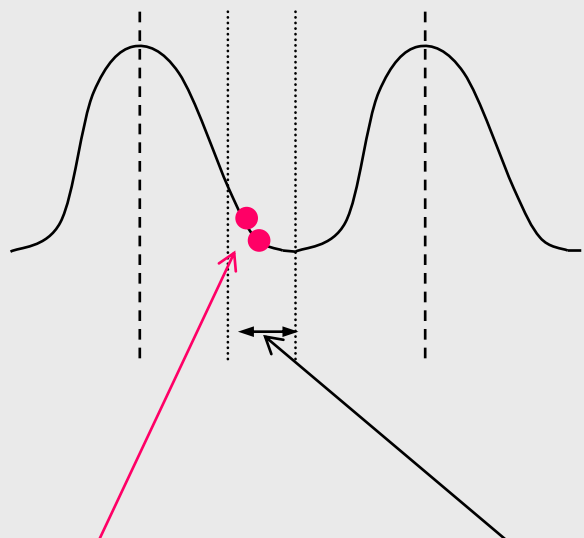
5.0mmのGapを空けても3.7mmのオーバーラップ

Gradient Duty Cycle



撮像枚数をへらすか

Gradient Duty Cycleを短くするか



Duty Cycle

113ms

(出来る限り短く)

Window

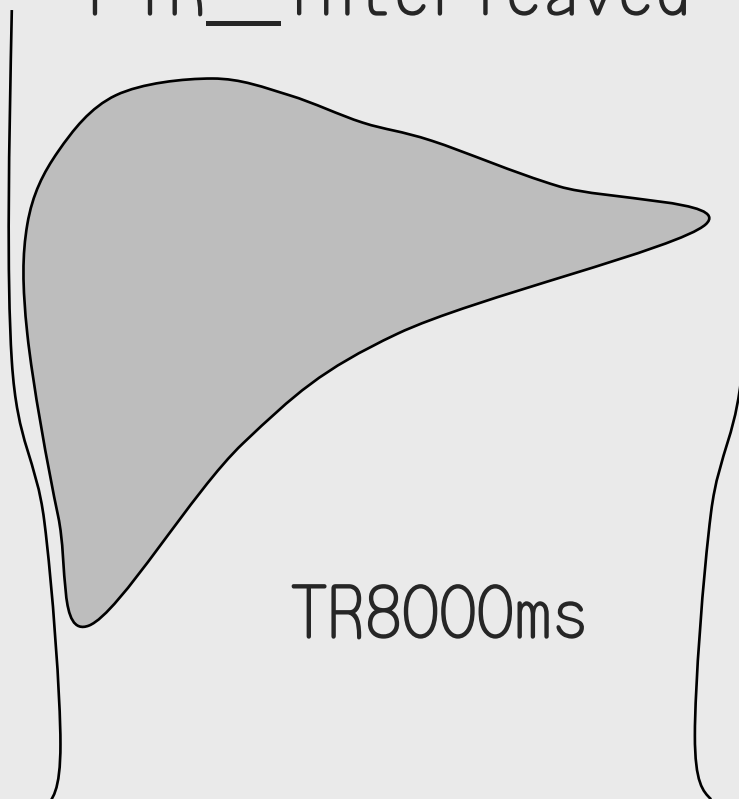
20~25%



頭側からの励起なので、Windowが吸気にかからない設定

1
11
2
12
3
13
4
14
5
15
6
16
7
17
8
18
9
19
10
20

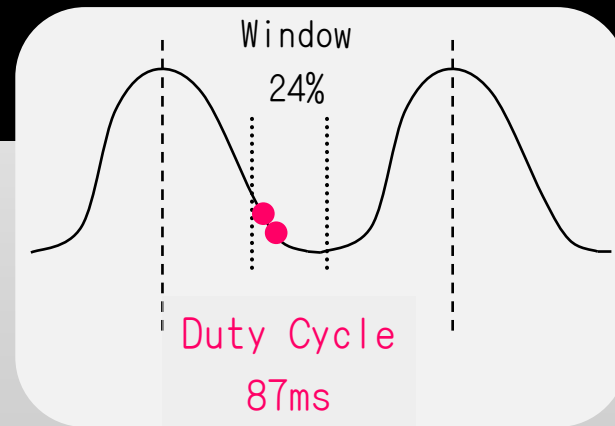
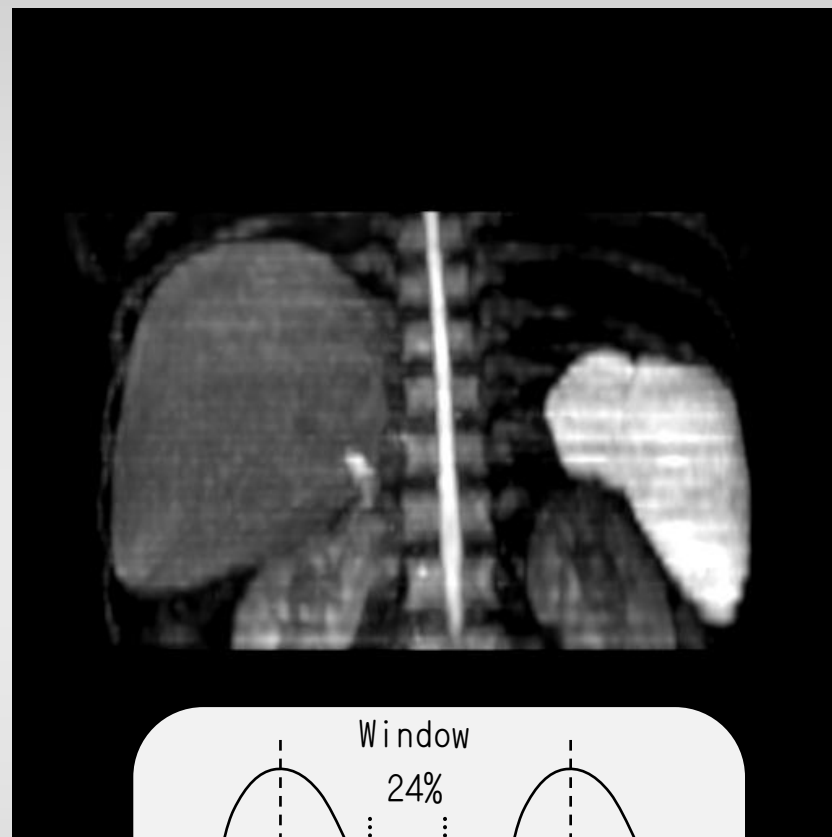
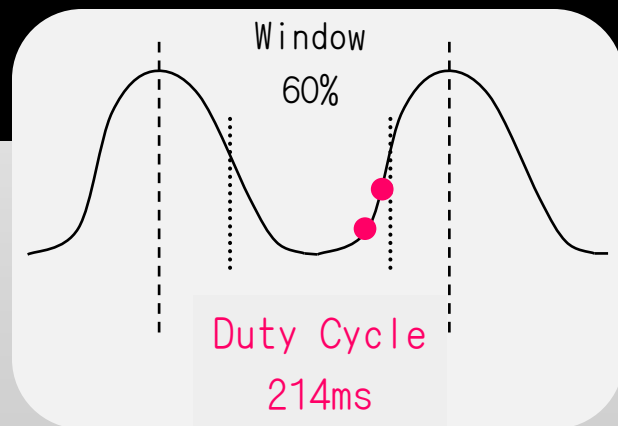
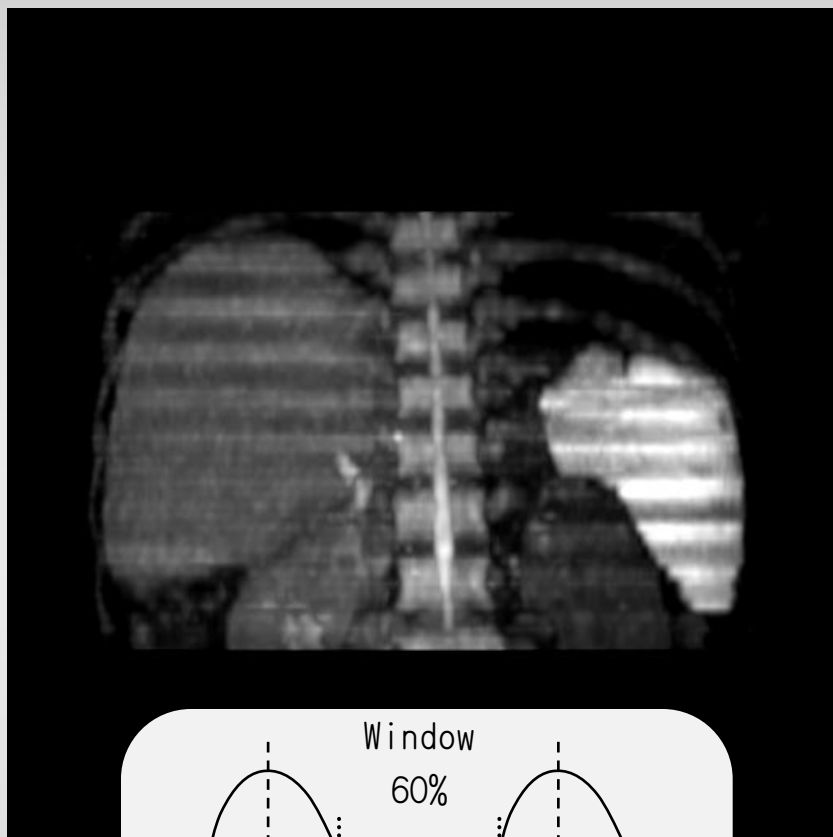
1 TR__Interleaved



TR8000ms

TR4000ms





自由呼吸下の場合

1
11
2
12
3
13
4
14
5
15
6
16
7
17
8
18
9
19
10
20



1 Acquisition, Interleaved

1
11
6
16
2
12
7
17
3
13
8
18
4
14
9
19
5
15
10
20



2 Acquisition, Interleaved

上腹部呼吸同期兼用法のまとめ

脂肪抑制方法はCHESS法を使用

Gradient Duty Cycleを短く設定

- Phase encode ↓
- MPGE印加方法

Interleavedで隣接スライスのTRを長く設定

励起順が頭尾方向なら、データ取得範囲を吸気にかからない（尾頭方向なら呼気時にかからない）
設定

装置の性能を把握し、シーケンスに対応する
アクセサリを駆使しつつ最適な設定が組める
よう『今何をやっていて、どの様にデータ収集
しているのか?』いつも考えて撮像していかな
ければならない。

今後の内容

脂肪抑制方法

IR, CHESS, SSRF

撮像部位に適した脂肪抑制法を選択

渦電流による歪み

MPGE印加

軸合成による位置ずれ DSE, Tensor

周波数分割による歪み

Segmented DWIの歪み低減の限界

Gradientの立ち上がり時間 ESP



8CH. Body coil (3' 48" × 2)



FOV:

Body coil (2' 24" × 7)

Mag = 300
RL:
ROT:



Open Breast coil (2' 16")



Body coil (2' 24" × 3)