

木村絵里
堀江朋彦

- Body coilと比較して各コイルのもつ感度分布を測定するスキャン
- SENSE や均一補正のアルゴリズムに必要

Matrix, FOV, slice厚によって折り返しの補正精度は変化する

SENSEを使用する際、折り返し現象を補正しきれずに、アーチファクトとして残ってしまうことがある。これは患者本人や呼吸などの動きでのコイルのずれも考えられるが、動かないファントムの撮像でもこの現象はみられる。

そこで、ファントムを用い、reference scanの各パラメータを変化させたときの折り返しの補正精度について示す。

■方法

T2W-Axial(以下T2W AX)・SENSE factor 1で撮像した画像を基本画像とし、reference scanのパラメータを変化させて作成したSENSE画像(SENSE factor 2 T2W AX像)と比較して折り返し補正精度を求める。変化させたパラメータはreference scanのみであり、SENSE画像の条件はすべて一定にして撮像した。

SENSE画像の撮像条件を以下に示す。

T2WのAX imaging parameter

FOV 300mm	Scan mode MS**
RFOV 100%	technique TSE
Slice thickness 8mm	TR 3000msec
*Fold over direction RL	TE 120msec
SENSE factor 2	Flip angle 90 deg
	Turbo factor*** 16
	NSA 1

*phase方向のこと ** マルチスライスモード ***echo数(ETL)

Reference scan(coronal view)

phased array coil(4channel)を使用し図2のようにファントムを撮像した。reference scanの撮像条件は以下のとおりで、これを基準にmatrix・FOV・sliceを変化させた。このとき、S/Nを一定に保つようにNSA*を変化させた。

FOV 530mm	Scan mode 3D
RFOV 100%	technique FFE
Acq. Matrix 32	TR 4msec
Recon. Matrix 64	TE 0.59msec
Scan percentage 100%	Flip angle 7
Over contiguous slices	WFS** 0.06pixels
Slice 45	NSA 8
Slice thickness 9mm	

*NSA = NEXと同じ **Water Fat Shift(バンド幅の項参照)

図1 reference scanのシェーマ

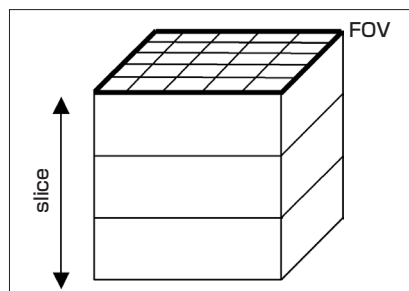
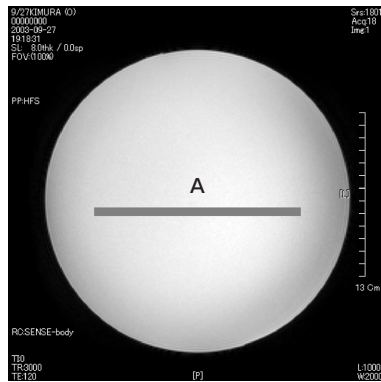


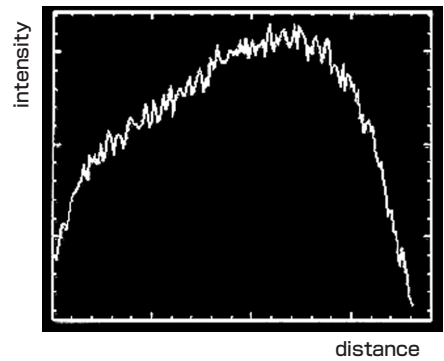
図2 コイルとファントムの配置



図3 基本の画像



a SENSE factor 1

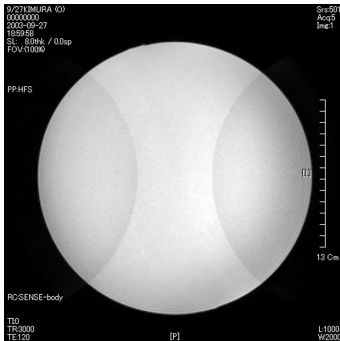


b line Aのintensity

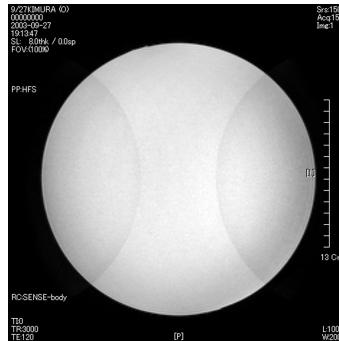
図3aはファントムのT2W AX像で、SENSE factorは1である。これを基本の画像とし、reference scanを変化させて撮像したSENSE factor2の画像と比較した。各画像との比較はline A部分(ファントム中心部分)のintensityを測定し(図3b)補正精度を求めた。

● reference scanのmatrix数を変えた場合

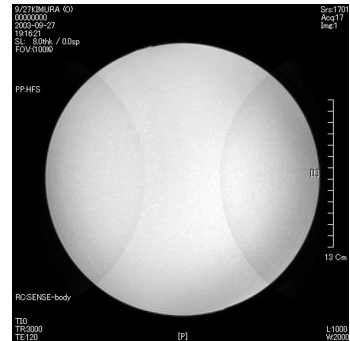
図4 matrixを変化させたときの画像とintensity



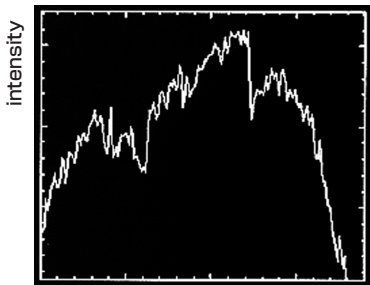
a matrix 32



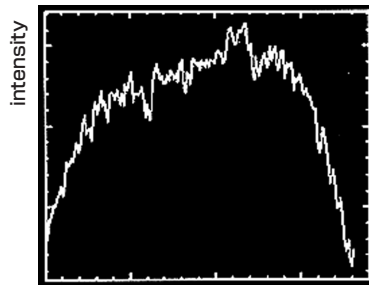
b matrix 48



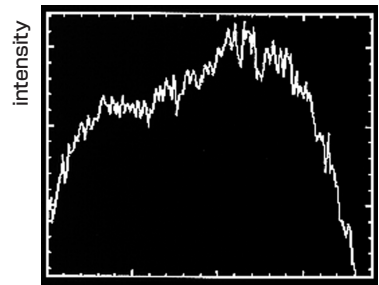
c matrix 64



distance



distance



distance

図4はreference scanのmatrixを32から48, 64と変化させたときの画像である。matrix数が少ないほど、折り返しを補正できなかった部分のintensityが下がっていること(補正不良)がわかる。また、matrix数が大きくなるほどintensityのグラフも基本の画像のものに近いことから、折り返しの補正精度が高くなる。このとき変化したpixel sizeは16.56mm → 7.34mmである。

● reference scanのFOVを変えた場合

図5 FOVを変化させたときの画像とintensity

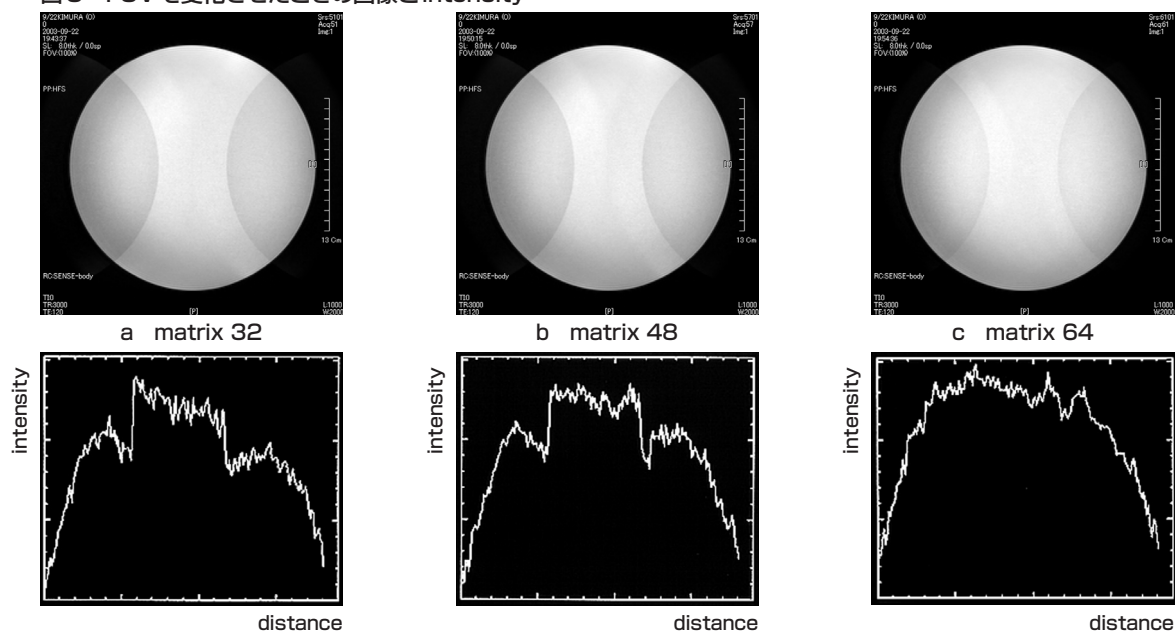


図5はFOVを530mmから400mm, 300mmへと変化させたときの画像である。このときのpixel sizeの変化は8.28mm → 4.69mmであり, FOVが小さくなるほど折り返しの補正精度が高い。

● reference scanのslice厚を変えた場合

図6 slice厚を変化させたときの画像とintensity

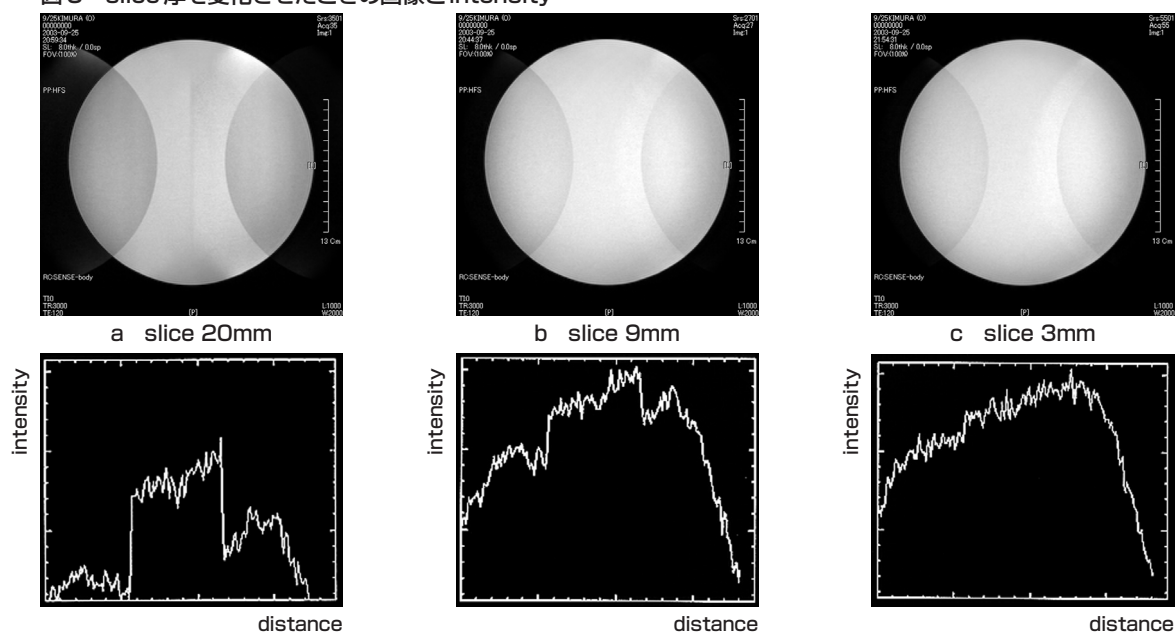


図6はslice厚を20mmから3mmに変化させたときの画像である。これによるslice方向のpixel sizeの変化量は17mmであり, matrixおよびFOVを変化させたときの变化量9.22mm, 3.6mmよりも大きく, 補正精度の変化も明らかに大きい。折り返しの補正精度はslice厚が薄いほうが高い。

● reference scan の撮像方向を変えた場合

今度は今まで変化させてきたFOV, slice, matrixは次のように一定にして、撮像方向(reference scan)を変えて撮像(AX像)する。ここで、reference scanの voxel sizeは8.28/8.28/3.00mmでありslice厚に関する方向が最も小さいということになる。理解しにくいと思うので補足説明を図8に示す。

FOV 530mm
slice 3mm
matrix 32

図7 reference scan の撮像方向を変化させたときの画像とintensity

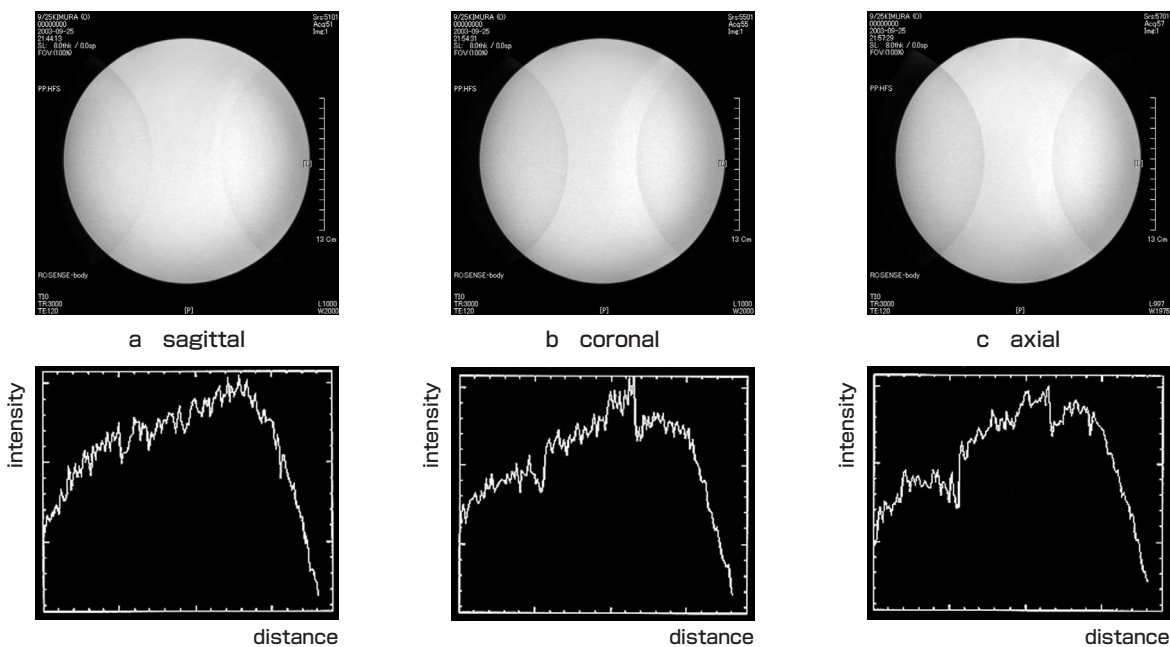
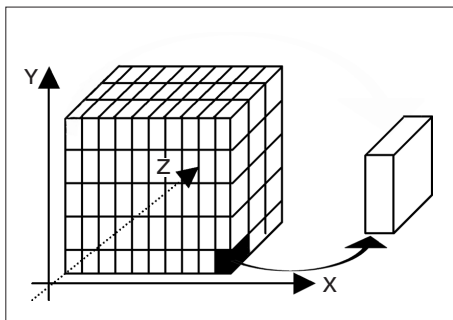


図7において補正精度がもっとも高いのは図7aのsagittalのときである。このときのreference scanのvoxelは図8に示すとおりであり、X軸方向のpixel sizeが最も小さい。

図8 reference scan (sagittal)のvoxel

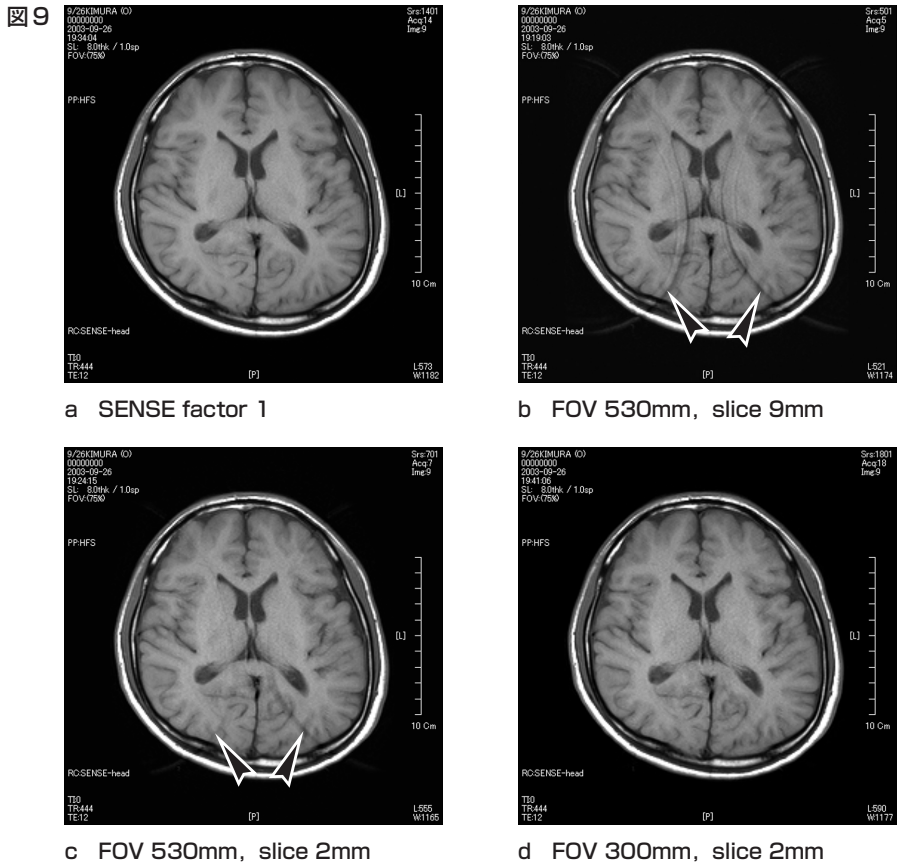


●まとめ

折り返しの補正効果は

- matrix 数 → 大
- FOV → 小
- slice 厚 → 小

重要なことはreference scanのvoxel sizeを小さくして、細かい感度マップを作成することであり、そのなかで最も影響するのが折り返しを補正する方向(位相方向)のpixel sizeである。以上を基にreference scanの撮像方向をsagittalにし、FOV, slice厚を変えた場合の画像を以下に示す。



このようにreference scanを最適化することによってSENSEによるアーチファクトを低減することができる。それによって、S/Nに問題がなければSENSE factorを増やし、撮像時間を短縮することが可能である。