

## MR専門技術者認定試験対策講座 その1 S/N比測定, 均一性測定

北里大学医療衛生学部  
尾崎正則

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## MR専門技術者とは

(役割)

- (1) MR装置の精度管理ならびに被検者および立入りの安全管理ができること。
- (2) 解剖学的, 臨床医学的基礎知識を有すること。
- (3) 装置性能を最高度に発揮させ、目的を達成するための技術を有すること。
- (4) 地域活性化のために教育・指導ができること。

日本磁気共鳴専門技術者認定機構HPより抜粋

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## 申請資格

- (1) 日本放射線技術学会, 日本放射線技師会, 日本臨床衛生検査技師会, 日本磁気共鳴医学会, 日本医学放射線学会, 放射線専門医会・医会, 日本医用画像システム工業会のいずれかに在籍して2年以上を経過した者。
- (2) MR操作経験年数については不問
- (3) MRに関する学術研究発表を3回以上(日本学術会議に登録された他学会もしくは世界的に認められた学会での発表でも可)、もしくは日本学術会議に登録された学会または世界的に認められた関連学術団体への投稿論文1編以上を有すること。なお、その学術研究発表は、日本医学放射線医学会では地方会、日本放射線技術学会では部会学術大会、日本放射線技師会では地域放射線技師会学術大会、日本臨床衛生検査技師会では地方会または地区学会以上とする。
- (4) 装置の精度管理: 機構が提示した装置の精度管理に関する性能評価を行った測定データを添付すること。
- (5) 施設の安全管理: 被検者ならびにスタッフのために施設が備えている安全管理マニュアルを添付すること。
- (6) 安全管理講習会: 認定試験を受けようとする者は、本機構が主催する安全管理講習会を受講しなければならない。

日本磁気共鳴専門技術者認定機構HPより抜粋  
School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## 一装置性能評価試験の審査基準一

- (1) 測定法を理解しているか。
- (2) 正しい測定法が実施されているか。
- (3) 評価結果の根拠となるデータがもれなく記載されているか。
- (4) 結果を得るためのグラフが正しく書かれているか。
- (5) 評価を求めるための計算式が正しく記載されているか。
- (6) ファントムの形状ならびに測定結果は審査の対象になりません。
- (7) 評価試験に不備があった場合には、認定試験を受験することができません。

日本磁気共鳴専門技術者認定機構HPより抜粋  
School of Allied Health Sciences, Kitasato University

申請受託の可否に関しては一切責任は持てません。  
ご了承ください。

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## 本日のお話

- ①S/N比測定
- ②均一性測定
- ③スライス厚測定
- ④T1値, T2値測定

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## 均一ファントムによるS/N比測定試験

- 1) 標準的なNEMA法で測定する。
- 2) ファントム径：使用コイルに適合する大きさ、  
スライス厚：3~8mm、スライス枚数：1
- 3) 撮像条件（目安）
  - Spin echo法  
撮像パラメータ：TR：800ms、TE：14~20ms、matrix：256x256、
  - Gradient echo法  
撮像パラメータ：TR：150ms、TE：4~8ms、matrix：256x256、
  - \*Parallel imagingは使用しない！
- 4) 測定したROIの大きさと測定結果の基になった数値と計算式を記載する。  
また、その数値が何を表しているのかも示す。
- 5) 差分（subtraction）ができない装置は簡易法を用いても構わない。

日本磁気共鳴専門技術者認定機構HPより抜粋

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## 信号雑音比とは

- 信号雑音比(signal to noise ratio:SNR,S/N比,S/N)とは、信号成分と雑音の比率。

### SNRに関する因子

- ① 静磁場強度
- ② 撮像パラメータ
- ③ コイル調整
- ④ ゲイン
- ⑤ 画像処理法
- ⑥ キャリブレーション
- ⑦ などなど...

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## MRIにおけるSN比測定法

- 同一関心領域法
- 差分法
- 空中雑音法
- 空中信号法

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## 差分法

- ファントムを2回撮像し、どちらか一方のファントム内の関心領域内の各ピクセルの平均値 $S_p$ と2回の画像の差分画像での同一の関心領域内の各ピクセルの標準偏差 $N_s$ から測定する方法



$$SNR = S_p / (N_s / \sqrt{2})$$

この方法が一般的に推奨されている。差分することによって感度分布やシェーディングによる信号ムラが排除され基本的に白色ノイズが測定可能になる。

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

- 使用ファントム:20cm径の円筒形ファントム  
(ファントム内容物:  
 $0.01\text{mM CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  or  $0.014\text{mol/l NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )  
注:T1値、T2値はかならず測定して記載  
注:T1値、T2値は温度で変化するので室温は必ず記載  
注:ガントリー内にファントムを移動後、10分程度時間を置いてから撮像すること
- 使用コイル:QD Head Coil, or Body Coil  
注:phased array coilは使用しない
- 評価方法は差分法を用いる。

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## 使用するファントムについて

- 大きさについて
  - 頭部用コイルの場合、10cm径の円が仕様上の面積85%のうち大きい方
  - 腹部用コイルの場合、20cm径の円が仕様上の面積85%のうち大きい方
- 内容物について
  - T1 < 1200ms, T2 > 50ms, スピン密度=水の密度の±20%の物質
- ファントム温度について
  - ファントム温度および室温は $22 \pm 4^\circ\text{C}$ にする

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## 実験条件（参考）



- ・コイルの中心付近に配置する。
- ・直径20cm～25cm
- ・撮像開始まで10分以上放置
- ・撮像FOVはファントム直径の115%以内

パルスシーケンス：Spin echo法。  
TR:800ms, TE:15ms, matrix size:256×256,  
加算回数：1, FOV：24cm, 受信バンド幅±15.6kHz,  
撮像断面：横断面, スライス枚数：1, スライス厚：8mm

パルスシーケンス：Gradient echo法  
TR:150ms, TE:5ms, FA: (ernst角を使用??), matrix size:256×256,  
加算回数：1, FOV：24cm, 受信バンド幅±15.6kHz, 撮像断面：横断面,  
スライス枚数：1, スライス厚：8mm

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## 本日のお話

- ①S/N比測定
- ②均一性測定
- ③スライス厚測定
- ④T1値, T2値測定

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## 均一性試験

- 1) 標準的なNEMA法で測定する。
- 2) 頭部を想定した場合と腹部を想定した場合で、2種類の大きさのファントムを使う。
- 3) 測定方法を図示し、評価結果を求めるための数値を図中に直接書き込む。
- 4) 測定結果を求める計算式を添えて、評価結果を表示する。

日本磁気共鳴専門技術者認定機構HPより抜粋

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## 均一性

- ・画像の均一性は、均一なMR特性を持つ物質を撮像した場合、撮像領域全体にわたる同一信号応答が得られるMRシステムの能力を示す。

均一性に関する因子

- ①RFや静磁場の均一性
- ②RFコイルのジオメトリーやペネトレーション
- ③渦電流補正
- ④画像処理法
- ⑤など...

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## NEMA基準

- ・関心領域は画像中心に信号領域の約75%を占める範囲で、関心領域内のピクセル値に対して最大値( $S_{max}$ )と最小値( $S_{min}$ )を測定。スパン $\Delta$ と、信号平均値 $S_{ave}$ 全均一性UZは次式で求める。

$$\Delta = (S_{max} - S_{min}) / 2$$

$$S_{ave} = (S_{max} + S_{min}) / 2$$

$$UZ = (\Delta / S_{ave}) * 100\%$$



School of Allied Health Sciences, Kitasato University

- ・使用ファントム:頭部および腹部を想定した球形ファントム  
(ファントム内容物:  
0.01mM  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  or 0.014mol/L  $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ )  
注:T1値、T2値はかならず測定して記載  
注:T1値、T2値は温度で変化するので室温は必ず記載  
注:ガントリー内にファントムを移動後、10分程度時間を置いてから撮像すること

- ・使用コイル:QD Head Coil, and Body Coil  
注:phased array coilは使用しない
- ・ワークステーションがImageJ等のフリーソフト

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## 使用するファントムについて

- 大きさについて
  - 頭部および腹部を想定した2種類のファントムを使用
- 内容物について
  - RF浸透効果を防止するために導電率の小さい物質を充填. T1 < 1200ms, T2 > 50ms, スピン密度=水の密度の±20%の物質
- ファントム温度について
  - ファントム温度および室温は22±4°Cにする

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## ImageJ

Image Processing and Analysis in Java

- ImageJはJavaで書かれたフリーソフトの画像処理プログラムで、<http://rsb.info.nih.gov/ij/> で配布されています。
- ImageJのJavaを用いることでプラグインを書くことが可能。
- DICOM画像を処理することが可能。

Installは解凍するだけ！

注：ImageJの使用手法など詳しくはwebなどを参考にしてください。

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## 実験条件（参考）

パルスシーケンス：Spin echo法,  
TR:800ms, TE:15ms, matrix size:256×256,  
加算回数：1, 受信バンド幅±15.6kHz,  
撮像断面：横断面, 矢状断面, 冠状断面,  
スライス枚数：1, スライス厚：8mm,  
FOV:20cm(頭部想定), 30cm(腹部想定)

ファントムはTLTファントムを使用（装置に付属）

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## 実験方法

(1)ファントムの配置

頭部想定：QD Head coil中心に16cm径ファントムを配置

腹部想定：ガントリー中心に27cm径ファントムを配置

(2)上記撮像条件にて、同一中心の3直交断面を撮像。

(3)測定ROIは画像中心に信号領域の約80%を占める範囲で、ROI内のピクセル値に対して最大値(Smax)と最小値(Smin)を測定。この際にROI内のエッジアーチファクトを含まないようにすること。スパンΔと、信号平均値Save全均一性UIΣは次式で求める。

$$\Delta = (Smax - Smin) / 2 \quad (Z-1)$$

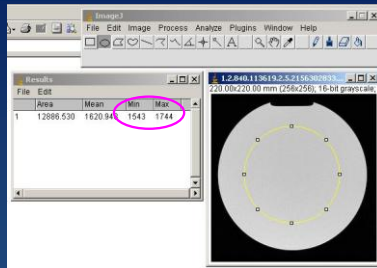
$$Save = (Smax + Smin) / 2 \quad (Z-2)$$

$$UI\Sigma = (\Delta / Save) * 100\% \quad (Z-3)$$

QD Head Coilの場合、特にファントムの置く位置により均一性が変化するので、コイルの中心に置くことを心がける。

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## ROI内の最小値・最大値の測定



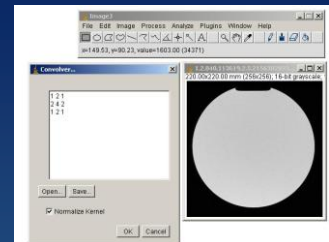
ImageJではROIを表示してから[Analyze]→[Measure]で表示ウィンドウが開きます。

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## S/N比が低い場合には...

補足：9点ローパスフィルタ

ImageJにて  
[Process]→[Filters]  
→[Convolve]で表示  
されるConvolverウ  
ィンドウに図のよう  
に数値を入力して  
[OK]



ほかしフィルタが画像全体にかかり、ノイズの影響を低減できる。その後ROIを表示し最小値・最大値を取得する。

School of Allied Health Sciences, Kitasato University

## 3.0Tの注意点

- 3.0TではB1不均一が顕著

従来使用されてきた硫酸銅水溶液や塩化ニッケル水溶液ではB1不均一によりRFによる信号ムラが顕著になる。

3.0Tで最適なファントムに関することは聞いたことがない...

もし、B1不均一により実験結果が思わしくない場合は考察で述べておいたほうが無難？

*School of Allied Health Sciences, Kitasato University*

## 参考文献

1)松本満臣, 土井 司 編: 考えるMRI撮像技術, 東京: 文光社, 2007.

2)日本放射線技術学会 編: 臨床放射線技術実験ハンドブック(上), 東京: 通商産業研究社, 1996.

3)日本放射線技術学会 監修: 放射線技術学シリーズ MR撮像技術学(改訂2版), 東京: オーム社, 2008.

*School of Allied Health Sciences, Kitasato University*