

MRI 性能評価ファントム MHR 型

取扱説明書

目 次

- ご使用の前に
セット内容の確認とご注意・・・・・・・・・・P.1
ファントムの仕様・・・・・・・・・・P.2-P.5
- 準備・・・・・・・・・・P.6
- 撮影方法・・・・・・・・・・P.7-P.13
- 参考資料・・・・・・・・・・P.14-P.17



セット内容

ご使用の前に、構成品が全て揃っているかご確認ください。



a	ファントム本体 A	1点	e	ワセリン	1点
b	ファントム本体 B	1点	f	+ドライバー	1点
c	補充用測定物(3T対応)	1点	g	スポイト	1点
d	塩化ニッケル 水溶液	5点	h	ロート	1点
	※濃度5種類 各50mL (5,10,15,20,25ミリモル)		i	予備ネジ	4本
				取扱説明書(本書)	

⚠ 注意

● 取り扱いにご注意ください。

硬質樹脂を使用していますので、落下や強い衝撃を与えたり、溶剤の付着で破損や劣化の原因となります。

● 水又は中性洗剤で拭き取ってください。

ファントムの汚れは水又は中性洗剤で拭き取ってください。シンナーなどの有機溶剤は、絶対に使用しないでください。

● 高温多湿を避けて保管してください。

使用後は、高温多湿や直射日光のあたる場所での保管は避けてください。変形や故障の原因となります。

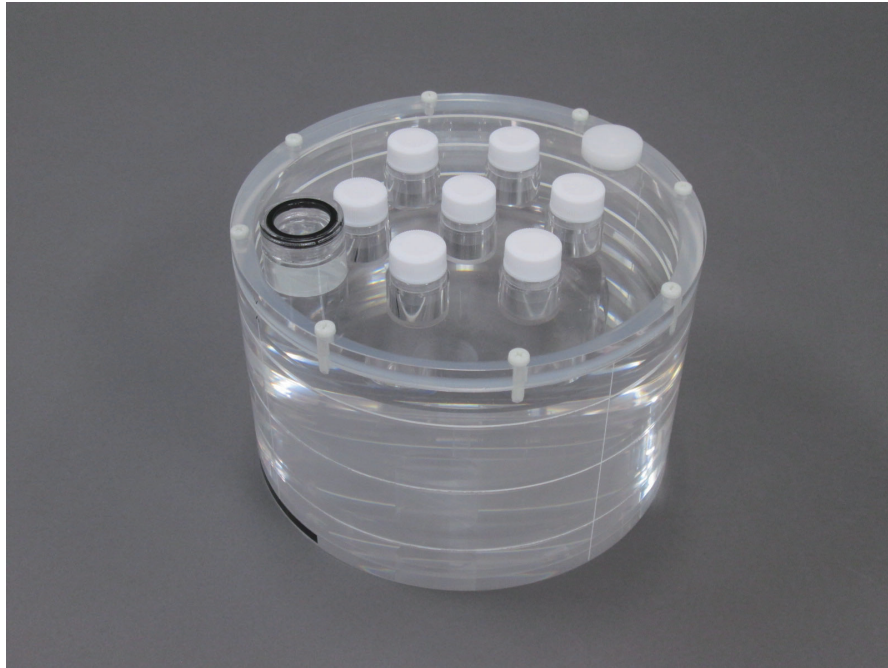
● サインペンなどで書き込まないでください。

サインペンなどでファントムに書き込むと、インクが消えなくなります。

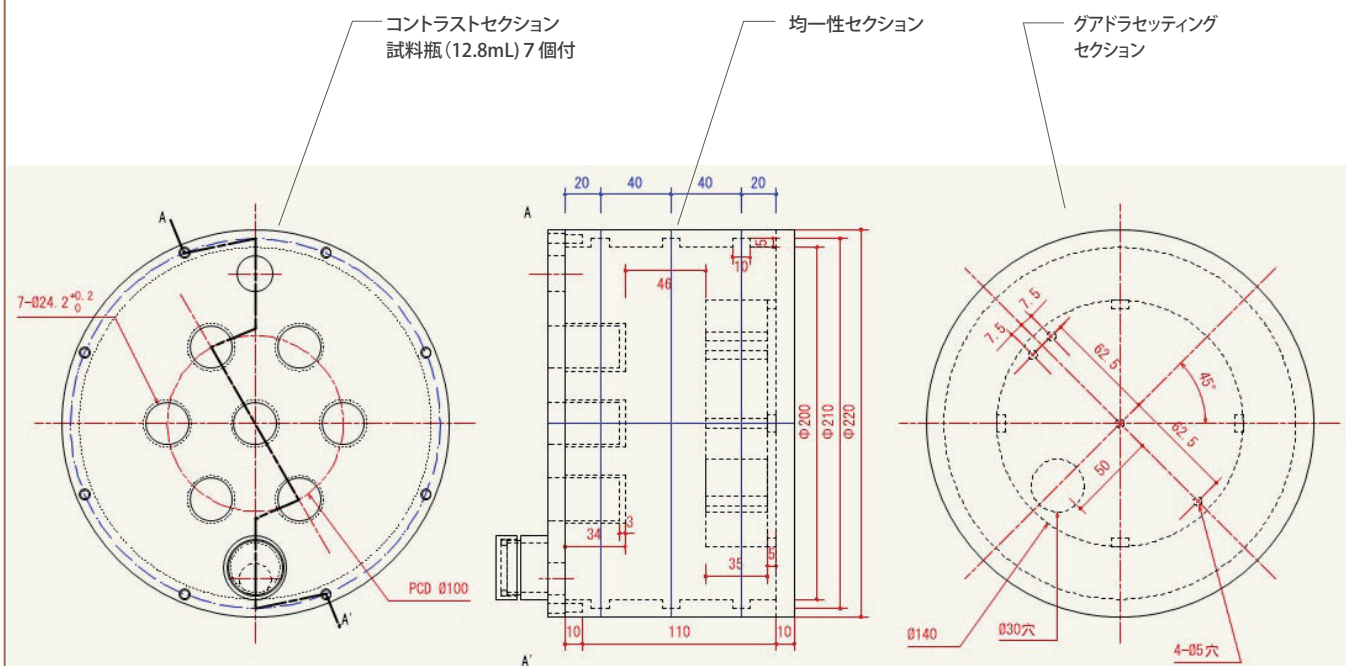
ファントムの仕様

ファントム本体(A)

内容量 3180mL アクリル製 外径 220 mm



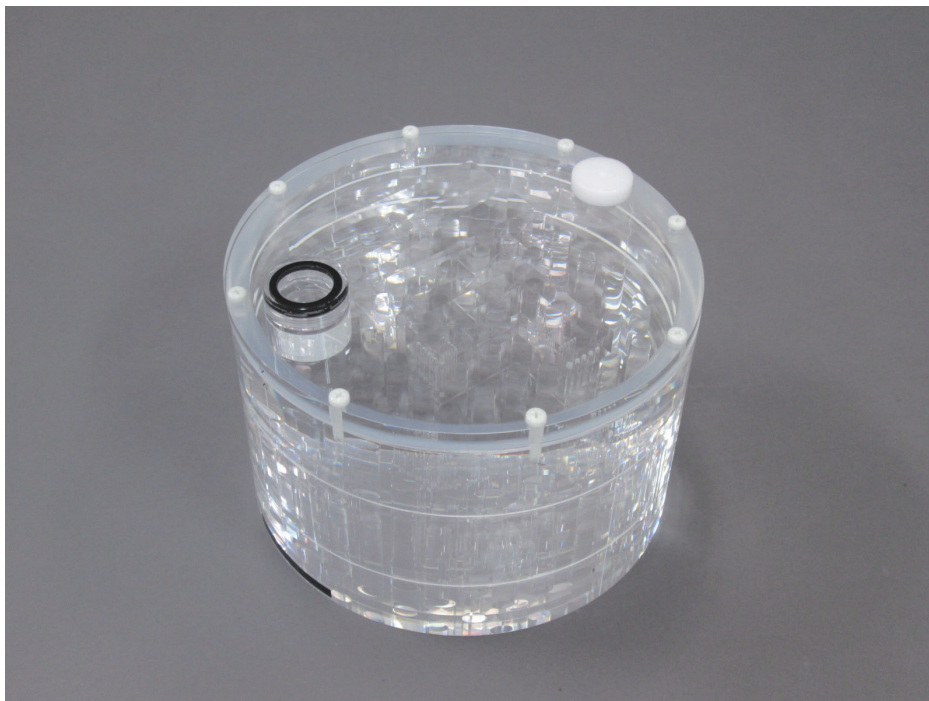
仕様図



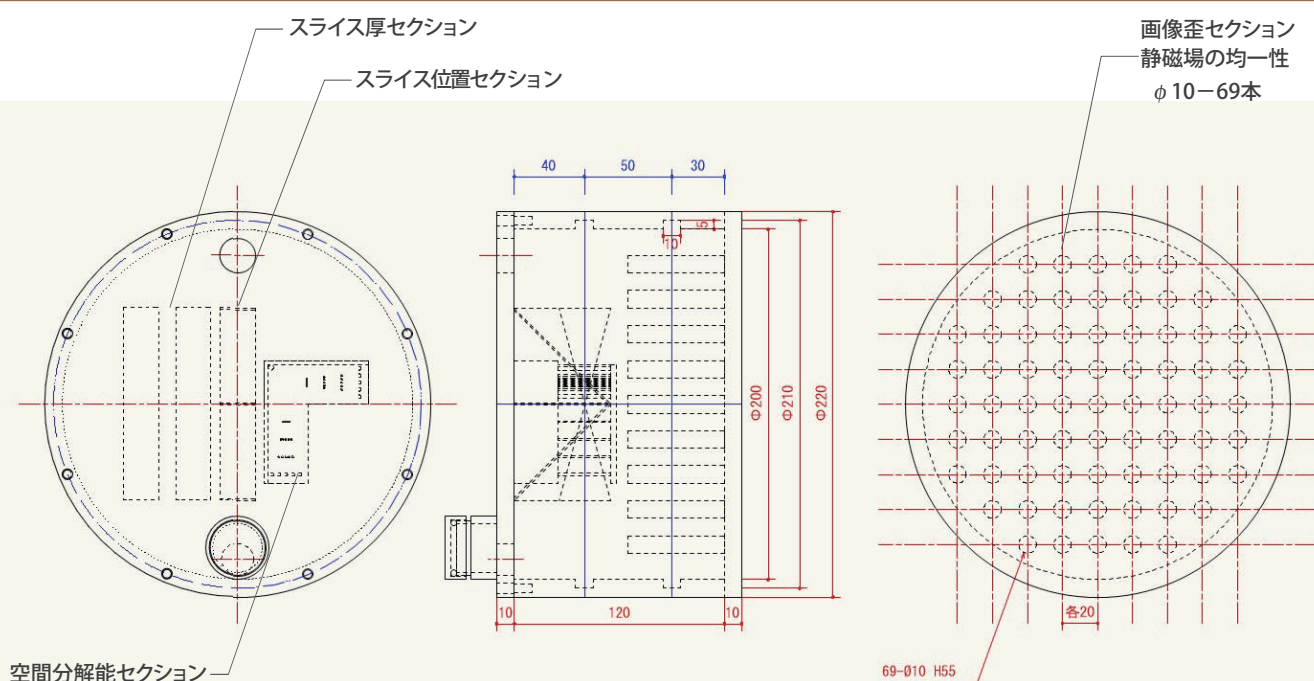
ファントムの仕様

ファントム本体(B)

内容量 3300mL アクリル製 外径 220 mm



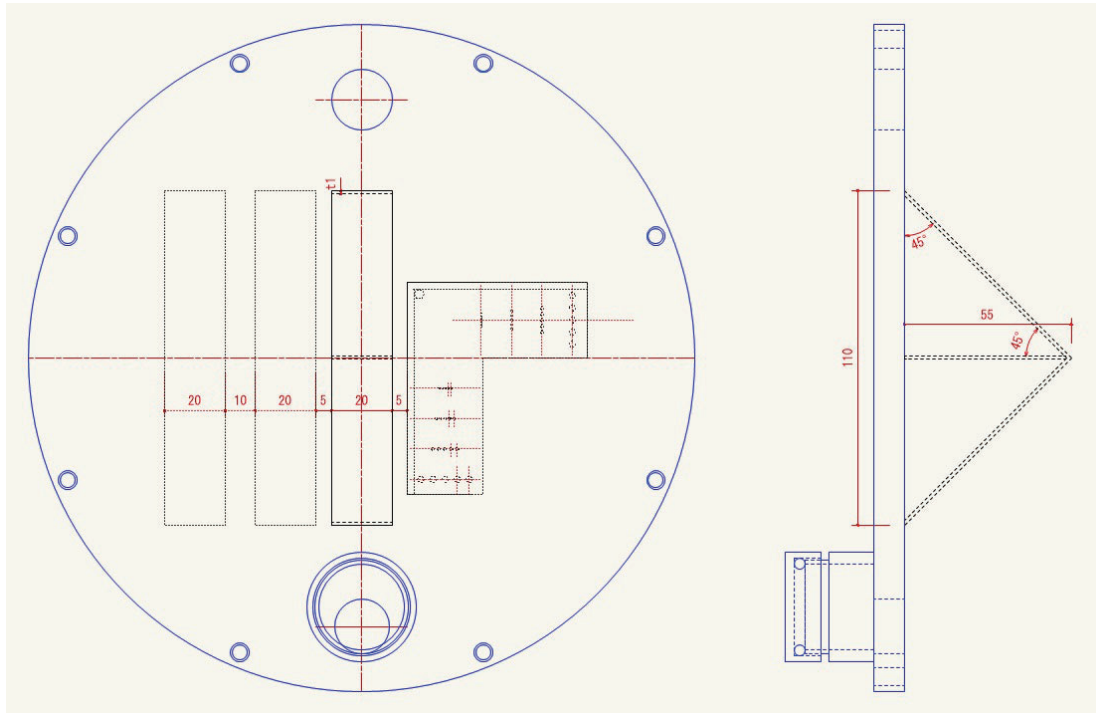
仕様図



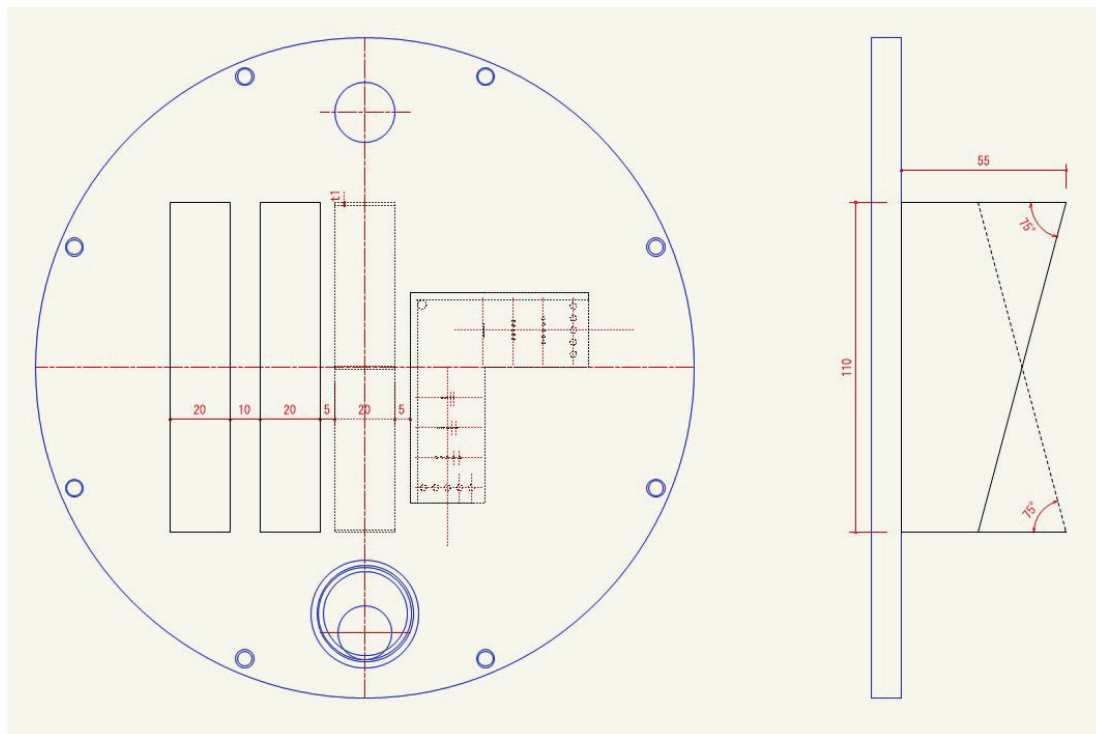
ファントムの仕様

ファントム本体(B)

詳細図



スライス厚セクション
(スライス位置・間隔)



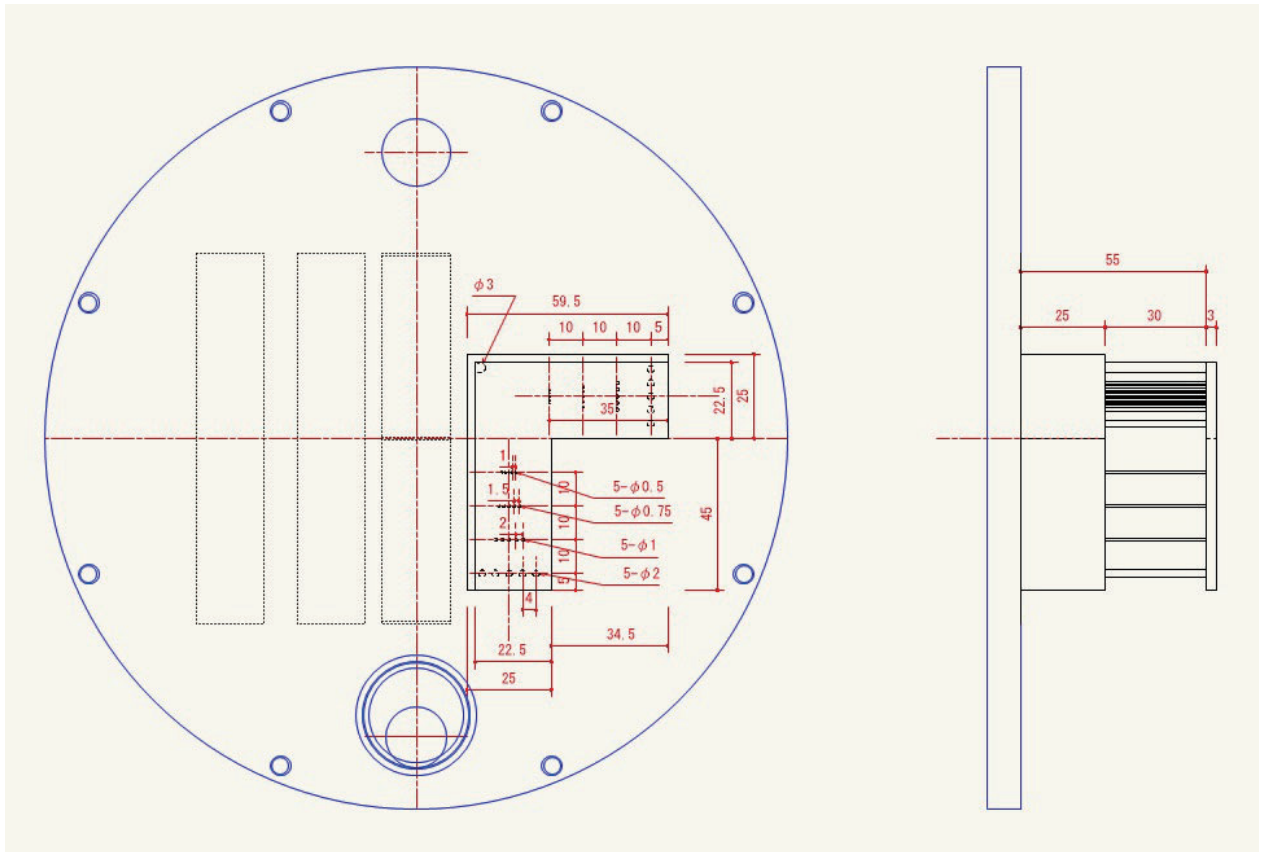
スライス厚セクション

ファントムの仕様

ファントム本体(B)

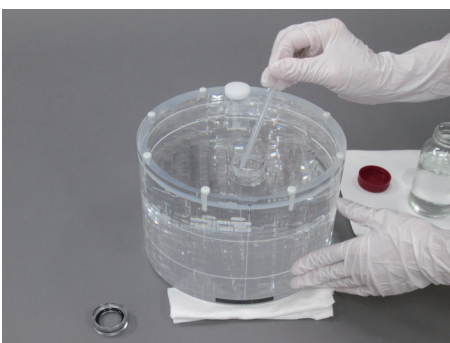
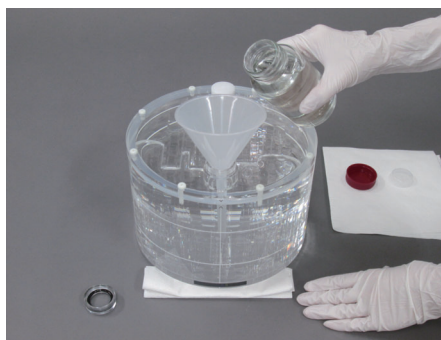
詳細図

空間分解能セクション



1 MRI 測定液の充填方法

1. 温度変化による測定液の漏出を防ぐため、不足気味に充填しています。片方の樹脂栓を外してください。漏斗を静置し容器を少し傾け、補充用瓶（C）から容器内に充填します。



2. 最後はスポイトを使用して、気泡を逃がしながらゆっくり充填してください。ネジ栓を取付けてご使用ください。

※ご使用後は、温度変化による測定液の漏出を防ぐため、補充瓶(C)に液を戻すようにしてください。

2 使用上の注意点

T 1 値、T 2 値は温度変化に依存しますので、水溶液の温度管理には十分にご留意いただき、常に同じ温度条件でご使用ください。

一定温度の室温に水溶液の入ったファントムを 24 時間放置しておきますと、水溶液の温度はその室温と同一温度となります。

なお、弊社ファントムに付属の塩化ニッケル (II) 水溶液は、原材料を室温 23℃、相対湿度 40% の環境に 24 時間保管した後、製作を行っています。

1 セット方法

- ・コイルの中心にファントムの側線を上にして置いてください。そして撮影したい面と垂直な軸に平行になるようにセットしてください。
- ・高速スキャナーで撮影したい面と垂直な面を撮影します。目印となる側凹みに撮影位置を合わせます。

2 コントラストセクション

試料ビンがセットできるホルダーが7個設置されています。

濃度の異なる5種類の塩化ニッケル水溶液(5,10,15,20,25mM)を付属させていますので、これを試料ビンに詰め替えて、コントラストの検討を行ってください。また、ホルダーに任意サンプルを追加すれば、臨床応用等に際した検討も可能になります。

パルスパラメータとイメージシーケンスを変化させて、最も相応しい方法を決定してください。



7本の試料ビン



試料ビン

3 均一セクション

シグナルノイズレシオ (S/N) の測定、画像の均一性、RF 均一性の測定に用います。

○シグナルノイズレシオ (S/N)

スライス厚を 10mm 以下にして、スピンエコー法を用い、 $3T_1 \leq TR \leq 5T_1$ の条件で撮影します。

まず、1 回撮影を行います。ファントムの中心に ROI を設定します。…………… (R1)

次にただちにもう一度スキャンを行い同様にを行います。…………… (R2)

(R1) より (R2) を引き、差分画像を求め (R1) と同じ場所に ROI を設定します。…………… (R3)

$$(R3) = (R1) - (R2)$$

(R1) の ROI から信号強度 S を測定し、(R3) の ROI から標準偏差 SD を測定して、

$$S/N = \sqrt{2} \times S/SD \text{ を計算します。}$$

(ROI の大きさについては、NEMA 基準案では、ファントム断面積の 75% 以上を、AAPM 基準案では、ファントム断面積の 10% 以上をカバーすることになっています。)

・画像の均一性

スライス厚を大きくするか、加算回数を増やすか、適当なフィルターを使用する等、S/N が 80 以上になるよう調整します。

ファントムの中心部 75 ~ 80% のエリア内の全ピクセルの信号強度を調べます。

その最大値を S_{MAX} 、最小値を S_{MIN} とします。

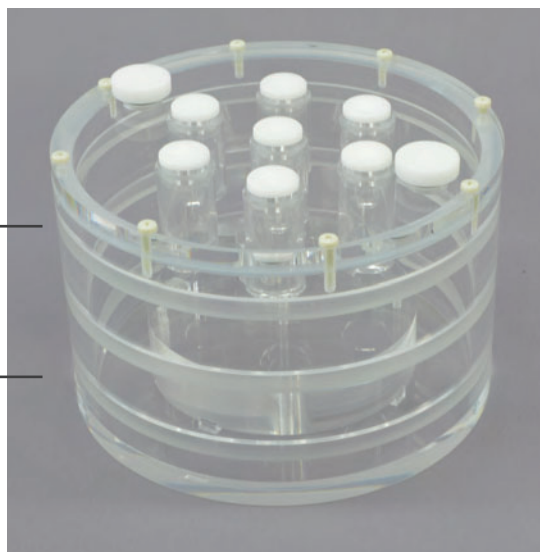
均一性の算出は、

$$\text{均一性 (\%)} = \left(1 - \frac{S_{MAX} - S_{MIN}}{S_{MAX} + S_{MIN}} \right) \times 100 \quad \text{で算出します。}$$

・RF 均一性

勾配磁場用コイルをすべて OFF にした状態で、ファントムを主磁石の中心に置いて、最大の信号が得られるよう RF 周波数を調整します。
(詳しい内容と手順については、装置メーカーにご相談ください。)

均一用セクション



4 クアドラチャーセッティングセクション

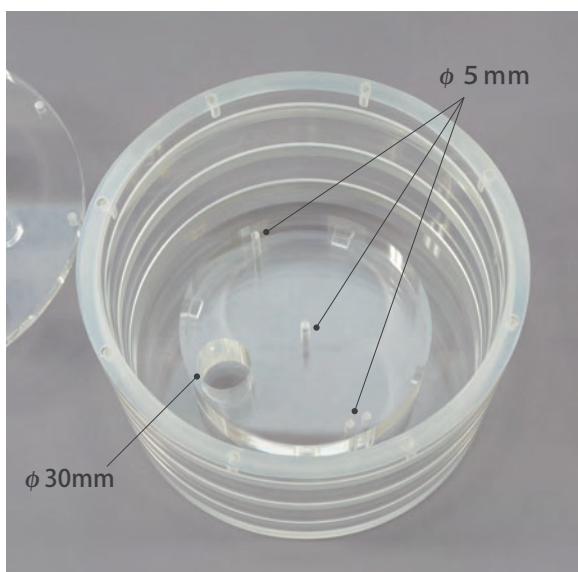
クアドラチャーセッティングの狂いを検出するために用います。

φ30mmの穴と、その穴と円盤の中心を結ぶ線に直交する方向にマーカのφ5mmの小穴が4個設けてあります。X-Y面を撮影する場合、マーカを結ぶ線がX軸（Y軸）と45度をなすようファントムをセットします。

そしてマトリックス数を最大にして、スライス厚を10mm位でマトリックス法で2枚以上撮影します。イメージシーケンスとパルスパラメーターは、通常臨床時でよく使用する条件に設定してください。

得られた画像を目視で判読してください。クアドラチャーセッティングに何等かの狂いが生じている場合には、マーカを結ぶ線に対して対称になる位置にφ30mmの穴影像がゴーストとなって現れます。

クアドラチャーセッティングセクション



撮影方法

スライス厚セクション

5 スライス厚セクション

10mm以下のスライス厚を測定するために用います。15度の傾斜角をもつ厚さ20mmの楔状板が2枚配列されています。

測定マトリックス数を最大にして、TRがT1の3倍以上になる条件で撮影してください。

マルチスライス法によって撮影した中央の画像を測定の対象とします。

画像中に黒く写った2つの傾斜板の一方を第1傾斜板とし、他方を第2傾斜板とします。

第1傾斜板の板に沿って中心にROIを設定し、各ピクセルの信号強度 I_n をすべて求めます。

この値を順次、

$$D_n = I_n - I_{n-1} \quad n: \text{ピクセル番号}$$

I_n : n番目のピクセルの信号強度

の式に代入し、得られた値 D_n ピクセルの分布方向にプロットしていけばスライスプロファイルが得られます。

得られたスライスプロファイルのFWHM(半値幅)を求め、その値を $L1$ とします。この場合半値幅は D_n が最大変化値の1/2となる2点を結んだ線の長さをさします。

再度、同じ方法で $L2$ を求めます。

$L1=L2$ であれば、スライス厚 T は、 $T=L1 \cdot \tan 15^\circ$ として算出できますが、普通 $L1$ と $L2$ は、ファントムの設置やスライス面設定の際に発生するX軸、Y軸、Z軸回りの回転による誤差のため等しくなりません。従って以下の補正が必要となります。

今、 $L1 < L2$ とし、それがY軸回りに発生した角度 α の回転によって発生したと仮定すれば、第1傾斜板とスライス面とがなす角度は、

$$15^\circ + \alpha$$

第2傾斜板とスライス面とがなす角度は、

$$15^\circ - \alpha$$

求めたいスライス厚 T は、測定で得られた $L1$ 、 $L2$ と上記回転誤差 α を用いて、

$$L1 = T / \tan(15^\circ + \alpha) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$L2 = T / \tan(15^\circ - \alpha) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\begin{aligned} \frac{L1-L2}{L1+L2} &= \frac{\tan(15^\circ + \alpha) - \tan(15^\circ - \alpha)}{\tan(15^\circ + \alpha) + \tan(15^\circ - \alpha)} = \frac{\sin \{ (15^\circ + \alpha) - (15^\circ - \alpha) \}}{\sin \{ (15^\circ + \alpha) + (15^\circ - \alpha) \}} \\ &= \frac{\sin 2\alpha}{\sin 30^\circ} \quad \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

(3) 式によって求めた α を(1)式または、(2)式に代入することによって真のスライス厚 T を求められます。

5 スライス厚セクション

10mm以上のスライス厚を測定するために用います。厚さ 1mm、幅 20mmの板が直角に配されています。測定マトリックス数を最大にして、TR が T1 の 3 倍以上になる条件で撮影してください。

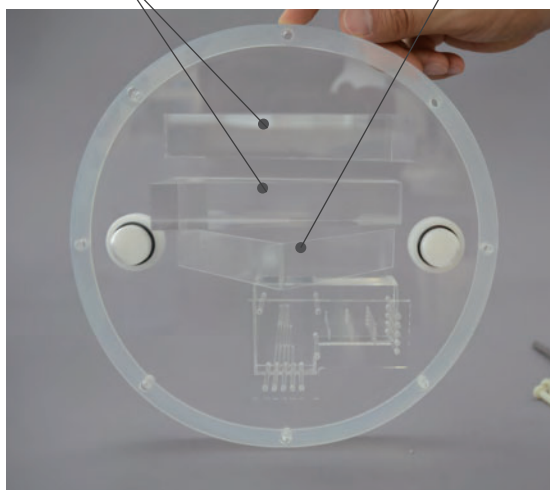
得られた 2 つの灰色画像の中心を結ぶ方向に ROI を設定し、信号強度曲線を求めます。そして得られた曲線上で強度が落ち込む 2 つの部分に注目し、この部分の FWHM(半値幅) を求め、各々 L1,L2 とします。この場合半値幅は、落ち込み量が最小値の 1 / 2 となる 2 点の線の長さで、求めるスライス厚 T は

$$T = (L1 \cdot L2)^{1/2} \quad \text{で求められます。}$$

スライス厚セクション

10mm以下のスライス厚測定用

10mm以上のスライス厚測定用



スライス厚セクション

10mm以下のスライス厚測定用

10mm以上のスライス厚測定用



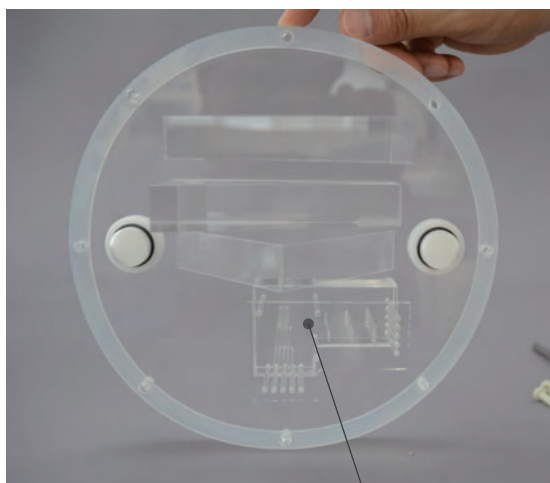
5 空間分解能セクション

空間分解能を測定するために用います。 $\phi 0.50$ 、 $\phi 0.75$ 、 $\phi 1.00$ 、 $\phi 2.00$ mmのピンを各 5 本ずつ、各々のピン径と等間隔に並べたブロックが 2 個、直角に配列されています。

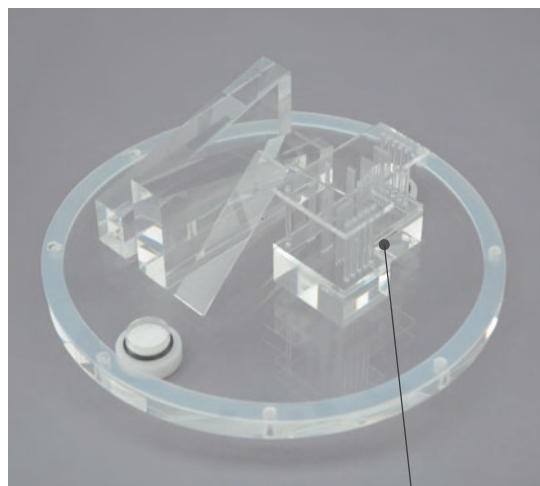
イメージシーケンスとパルスパラメータに制限はありません。マトリックス数を最大にして、スライス厚は 5 ～ 10mm 程度で、マルチスライス法で 2 枚以上撮影してください。そして得られた画像を目視で判読します。

空間分解能の判定は、各径のすべてのピン (5 本) の判読が可能か否かで判定します。ファントムのピンと収集マトリックスが一致する場合と一致しない場合がある事により、空間分解能がかなり変化することがあります。

位相エンコード方向の空間分解能と周波数エンコード方向の空間分解能が異なる場合がありますので、両者の比較も行ってください。



空間分解能セクション



空間分解能セクション

6 画像歪み、静磁場の均一性セクション

画像歪みと静磁場の均一性を測定するために用います。φ 10mmの棒を 10mm 間隔で 69 本、格子状に並べてあります。

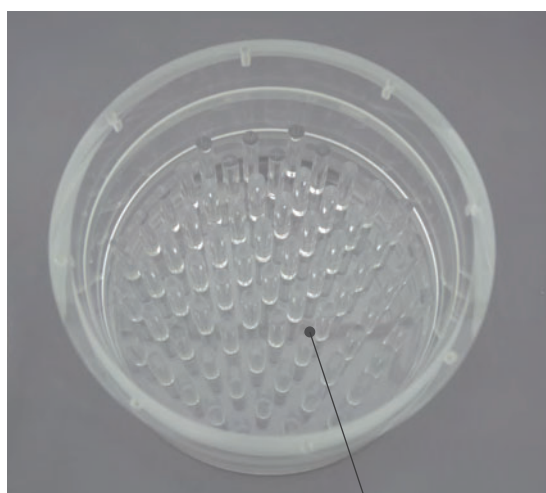
スライス厚 10mm 以下で、マトリックス数を最大にして撮影してください。イメージシーケンスとパラメータに制限はありません。

NEMA 基準案では、スピネコー法が推奨されています。

測定で得られた画像の径を測定することにより、全体の縦横比を知ることができ、棒径や棒間隔を測定することにより、視野内各部における画像の歪みの程度を知ることができます。

画像の歪みは、CRT の調整不良によって発生することがありますので、予め十分にチェックを行ったあと、次式によって歪みを評価してください。

$$D = \frac{\text{真の寸法} - \text{測定寸法}}{\text{真の寸法}} \times 100\%$$



画像歪み、静磁場の均一性セクション

NiCl ₂ 濃度 (mM)	1	5	6	7	8
T1 値 (msec)	1117	329	264	229	203
標準偏差	23.53	5.54	10.11	4.5	3.02
T2 値 (msec)	1044	291	246	213	189
標準偏差	6.96	0.83	0.56	0.61	0.66
NiCl ₂ 濃度 (mM)	9	10	15	20	25
T1 値 (msec)	184	174	116	89	69
標準偏差	4.28	2.11	1.27	1.03	0.71
T2 値 (msec)	169	152	102	79	64
標準偏差	0.51	0.65	0.5	0.11	0.4

表1 塩化ニッケル（II）水溶液各濃度の磁気共鳴における T1 値、T2 値

※ 各データは室温 24℃、磁場強度 1.5 テスラでの値となります。

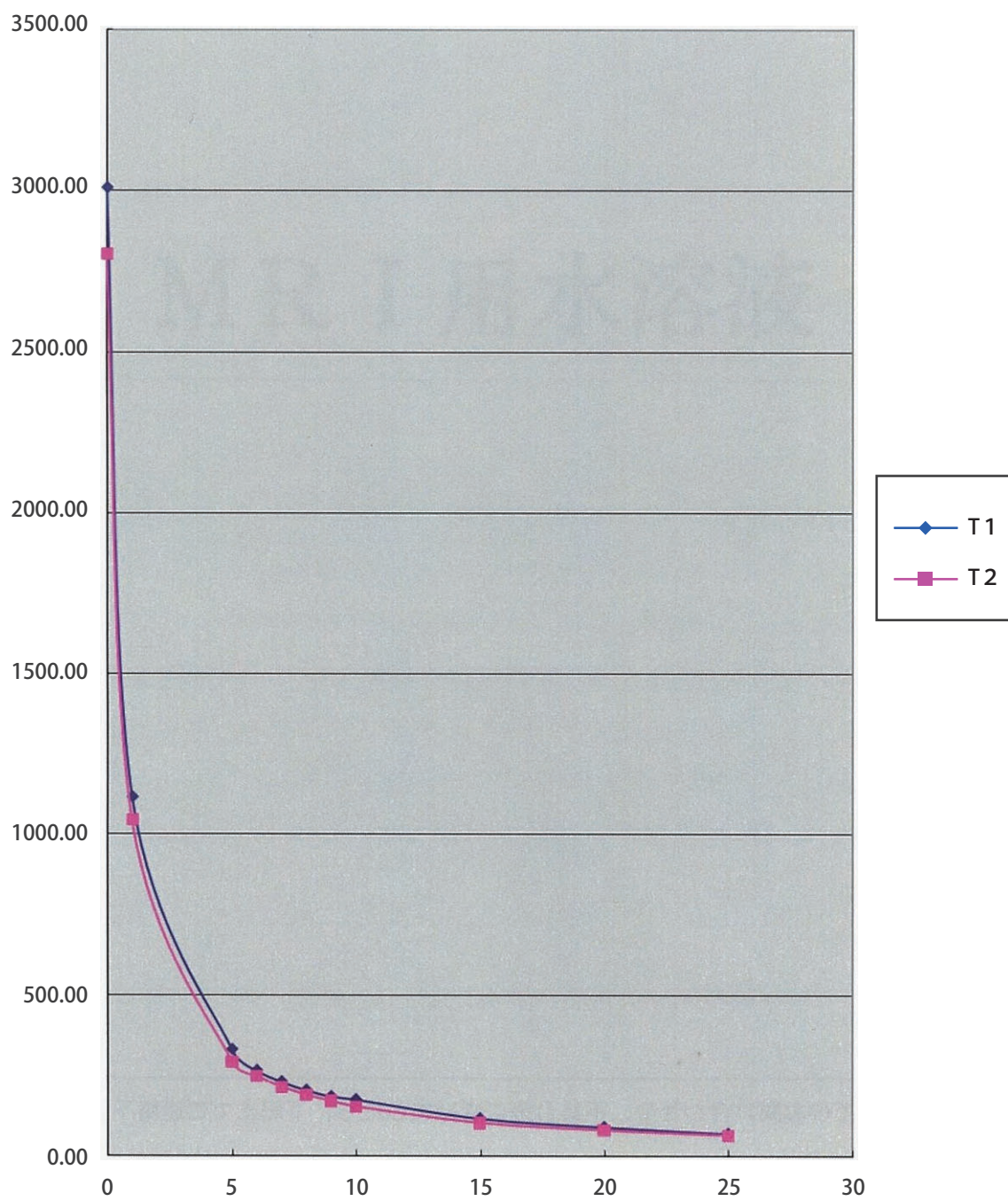


図1 塩化ニッケル (II) 水溶液各濃度における T1、T2 値

T1値 T2値

測定法：T1値 インバージョンリカバリ法 T2値 マルチエコー法

1.5テスラ	NiCl ₂ 溶液	流動パラフィン溶液
T1値	161	206
T2値	145	105

※1.5テスラ、室温23℃ 単位：[msec]

表1 塩化ニッケル(Ⅱ)水溶液と流動パラフィン溶液の核磁気共鳴におけるT1値、T2値

3テスラ	NiCl ₂ 溶液	流動パラフィン溶液
T1値	173	241
T2値	121	89

※3テスラ、室温23℃単位：[msec]

表2 塩化ニッケル(Ⅱ)水溶液と流動パラフィン溶液の核磁気共鳴におけるT1値、T2値

※使用装置・撮像条件

1.5テスラ Siemens社製 MAGETOM Avanto 3テスラ Philips社製 Achiva dstream

T1値(FSE-IR法) Temperature=23℃ TI=50～2500ms TR=3000ms TE=10ms NEX=1 FA=170° ScanTime=1:50

FOV=25×25cm Matrix size=256×192 BW=180Hz/px Slice thickness=5.0mm Coil=Whole Body Coil

T2値(SE Multi Echo) Temperature=23° TR=3000ms NEX=1 FA=180° ScanTime=9:41 TE=22～352ms

FOV=25×25cm Matrix size=256×192 BW=130Hz/px Slice thickness=6.0mm Coil=Whole Body Coil

均一性

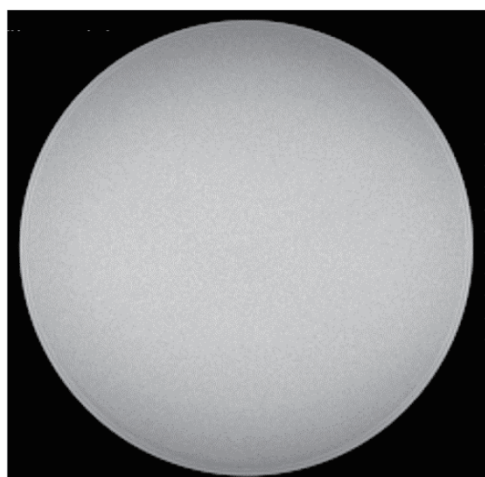
測定法: T1値 インバージョンリカバリ法 T2値 マルチエコー法

	NiCl ₂ 溶液	流動パラフィン溶液
1.5テスラ	17.7	8.2
3テスラ	49.6	7.4

※室温23℃ 単位:[%]

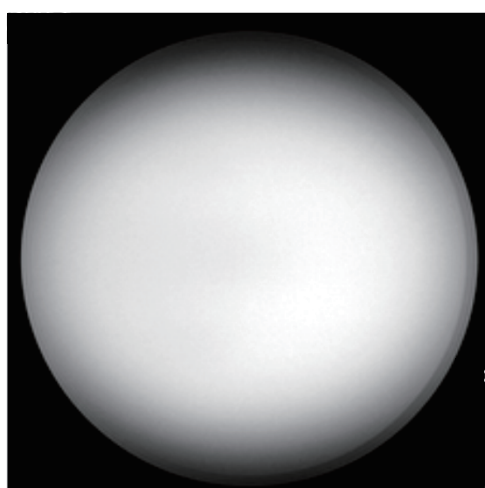
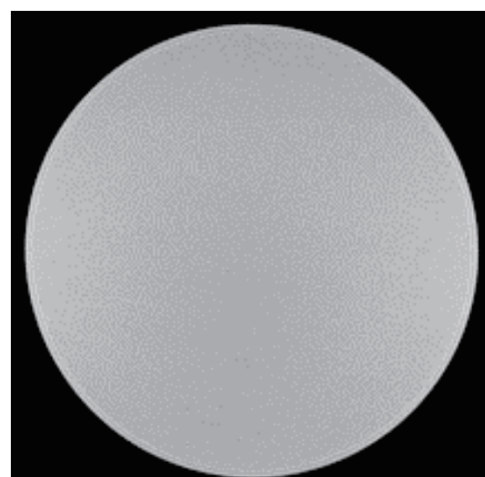
表3 塩化ニッケル(Ⅱ)水溶液と流動パラフィン溶液の核磁気共鳴における均一性

NiCl₂溶液

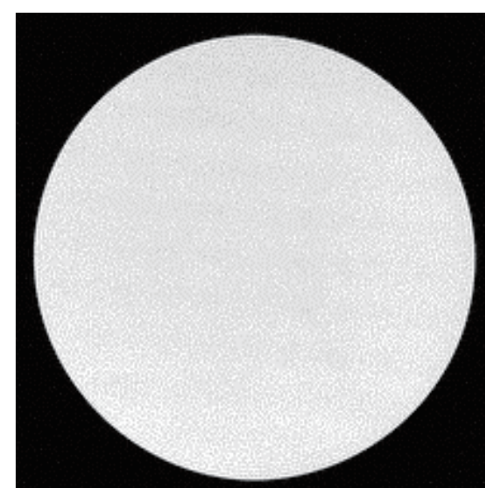


1.5テスラ

流動パラフィン溶液



3テスラ



※使用装置・撮像条件

1.5テスラ Siemens社製 MAGETOM Avanto 3テスラ Philips社製 Achiva dstream

Spin Echo Temperature=23℃ TR=1500ms TE=14ms NEX=1 FA=75° ScanTime=6:26 FOV=25 × 25cm
Matrix size=256 × 256 BW=130Hz/px Slice thickness=6.0mm Coil=Whole Body Coil

・ご不明な点は、お買い上げの販売店、もしくは下記（株）京都科学まで御連絡ください。



株式
会社

京都科学

URL ● <http://www.kyotokagaku.com>
e-mail ● rw-kyoto@kyotokagaku.co.jp



■本社・工場

〒612-8388 京都市伏見区北寝小屋町15番地
TEL:075-605-2510(直通) FAX:075-605-2519

■東京支店

〒113-0033 東京都文京区本郷三丁目26番6号 NREG本郷三丁目ビル2階
TEL:03-3817-8071(直通) FAX:03-3817-8075

本書の内容は、予告なしに変更することがあります。本書の内容の一部もしくは全部を当社に無断で複写・転載することを禁じます。
本書の内容に、万一不審な点や誤りなど、お気づきの点がございましたら、当社もしくは販売店にご連絡ください。