

PH-31

MRI QA Phantom

Instruction
Manual

Contents

- Before beginning
 - Product contents and warning P.1
 - How to use the phantom P.2-P.3
- Preparation
 - Handling the phantom P.4
 - About MRI contrast solution
 - How to fill with MRI solution P.5-P.6
 - How to fill with MRI solution - Warning P.7
- Resources P.8-P.9



Product contents

Before your first use, ensure that your product includes all components listed below.



a	Phantom unit A	1	e	MRI contrast solution	5
b	Phantom unit B	1		*5 levels of concentration, 50mL per bottle	
c	MRI contrast solution (10mM 10L)	1	f	Petroleum jelly	1
d	Spout for MRI contrast solution	1	g	Screwdriver	1
			h	Extra screws	4
				Instruction manual	

Warning

- Please handle with care. The phantom is made of hard resinous material; the phantom can be damaged if dropped or hit by a hard object.

- Please clean the phantom with water or pH neutral detergent. Please do not use organic detergent such as thinner.

- Please do not store in high temperatures, high humidity or in direct sunlight. It may lead to deformation or damages.

- Please do not write with a pen. Writing directly on the phantom with felt-tip pen or permanent marker will not wash off.

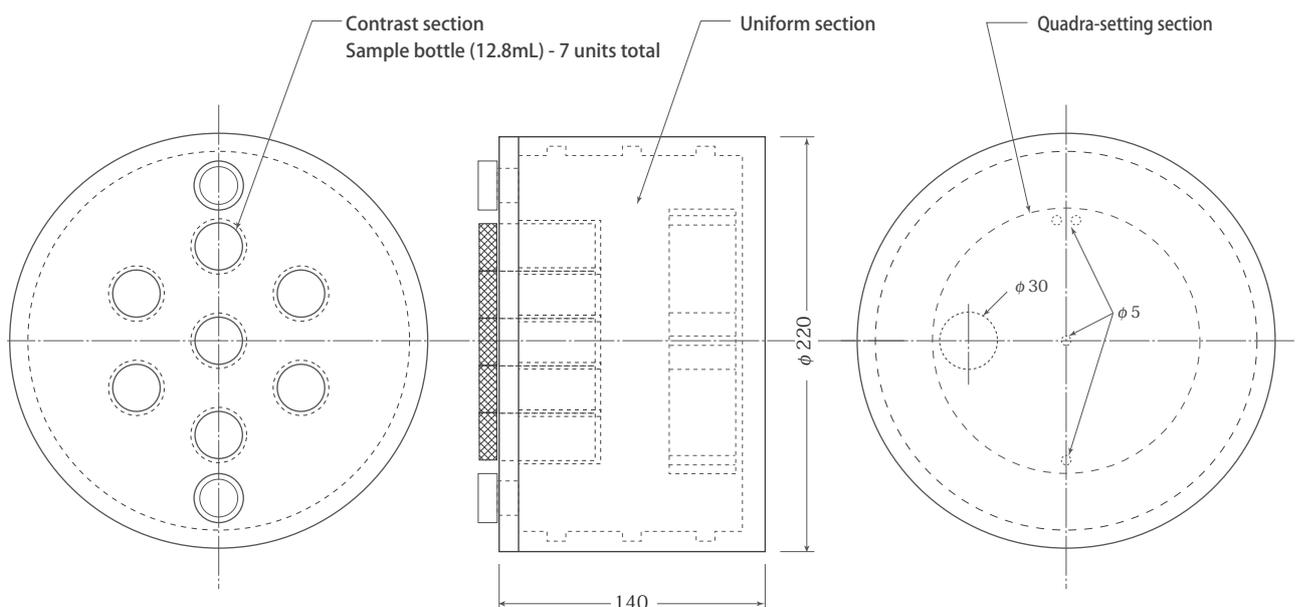
How to use the phantom

Phantom unit A

Liquid capacity 3180mL Acrylic materials, Outer diameter 220mm



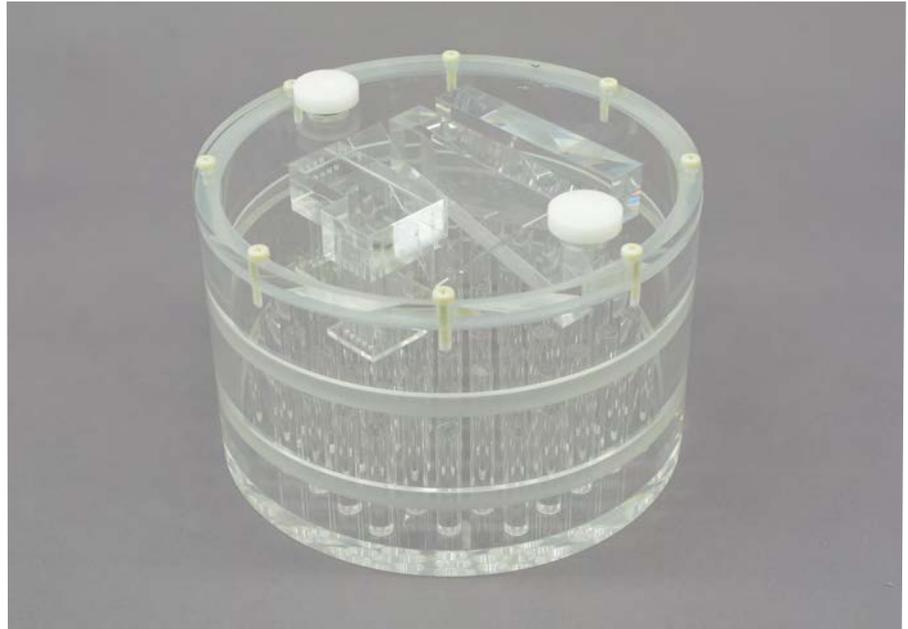
Structural design



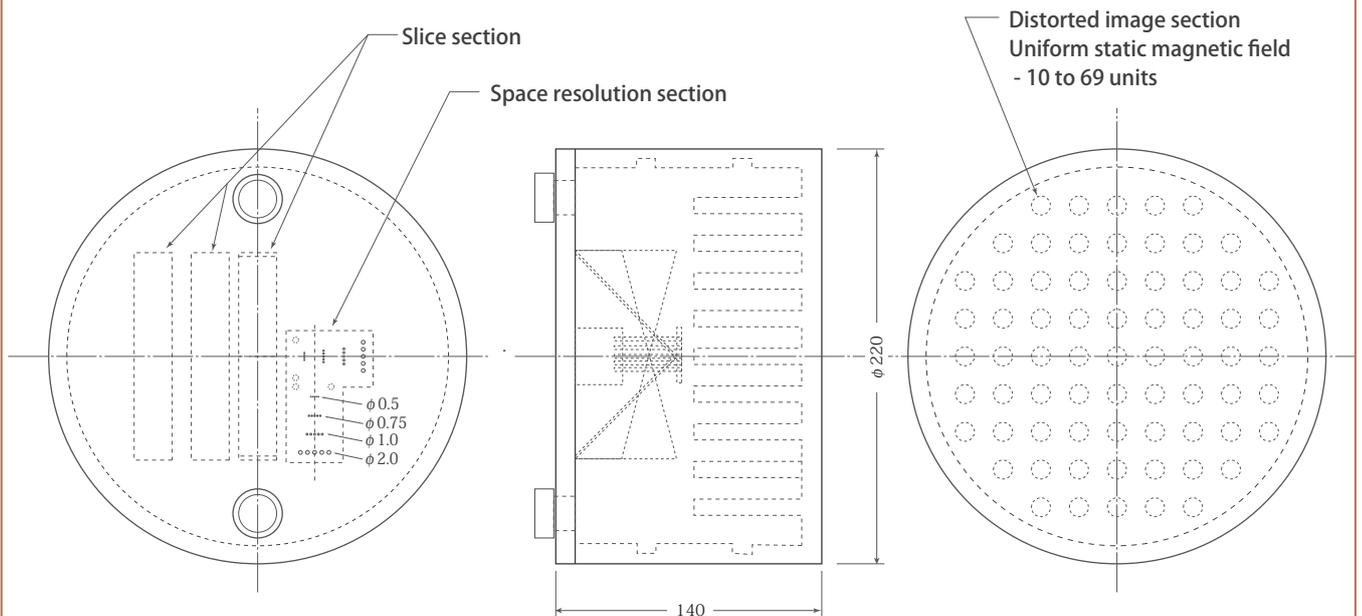
How to use the phantom

Phantom unit B

Liquid capacity 3300mL Acrylic materials, Outer diameter 220mm



Structural design



1 Handling the phantom

The recommended temperature for use of this phantom is 4 degrees above or below 22 degrees Celcius according to the NEMA and AAPM standards. For the phantom to be at the same temperature as the scan room, place the phantom in the room for 24 hours before scanning.

MRI signal materials are sensitive to temperature change. For every 1 degree Celcius of increase, T1 will increase by approximately 1% and T2 will decrease by approximately 1%.

Additionally, the phantom is composed of plastic material and is prone to damage from excessive force or reactive solvent.

2 About MRI contrast solution

The MRI is one of the most advanced medical imaging diagnosis method. However, standard uses and materials for precise product management and maintenance have not yet been defined.

The MRI contrast liquid included in this product has been developed with a focus in safety and has been featured in the Report of AAPM*. The primary ingredient is nickel dichloride (NiCl_2).

The table on page 15 displays the values of T1 and T2 of the magnetic resonance of the nickel dichloride. Figure 1 on page 16 is a graph of the data on page 15.

Kyoto Kagaku's phantom includes contrast solution of 5 different levels of concentration to compare with the 10mM solution as a standardization product.

*Quality assurance methods and phantoms for magnetic resonance imaging

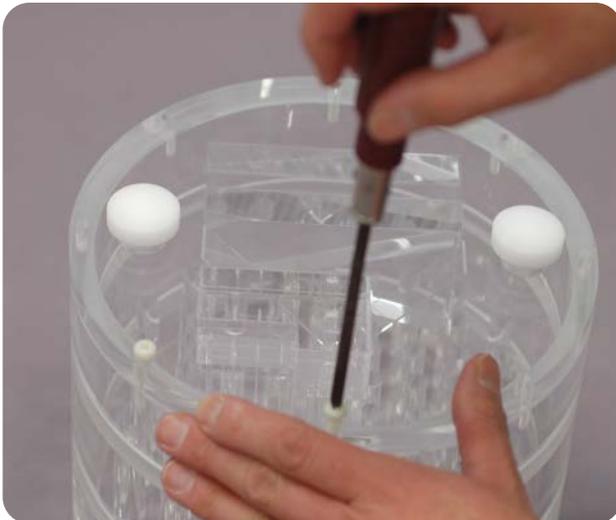
: Report of AAPM nuclear magnetic resonance Task Group No.1

3 How to fill with MRI solution



1. Remove the cap on the MRI contrast liquid container, and attach the spout on the opening. Prepare a container (ie. beaker). Open the spout and carefully tilt the box to pour the solution into the container.

2. Loosen and remove the screws of the phantom lid with the screw driver. Do not remove the white plugs at this time. Please take care not to damage the screws when unscrewing.



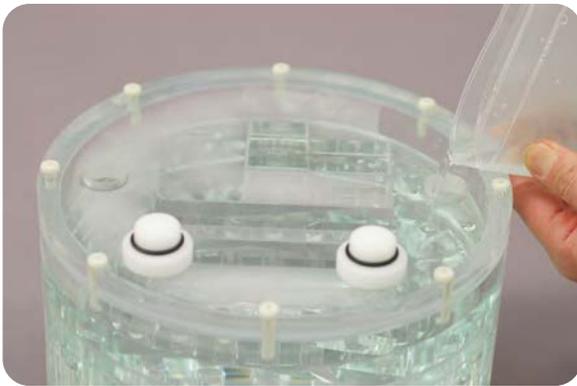
3 How to fill with MRI solution

3. Carefully pour the nickel chloride solution into the phantom, filling up to 50% to 80% of the body.



At this point, apply a small amount of jelly to the rubber portion between the lid and the main body of the phantom.

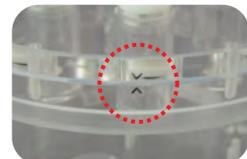
4. Once the lid is attached back on the main body of the phantom, tilt the phantom to remove any air bubbles in the solution.



Removed plug

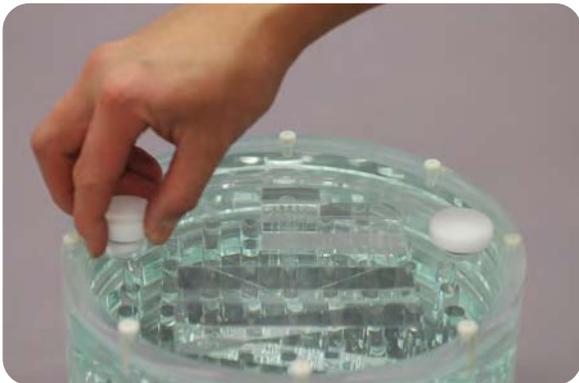
5. Remove the white plugs and pour in the contrast solution through the opening to completely fill the phantom.

Caution: Please use the "V" mark to align the lid and the main body of the phantom.



3 How to fill with MRI solution

6. Insert one plug. Tilt the phantom and remove any remaining air bubbles in the solution.



7. Insert the second plug. Be sure to not add any air bubbles.

4 Warning

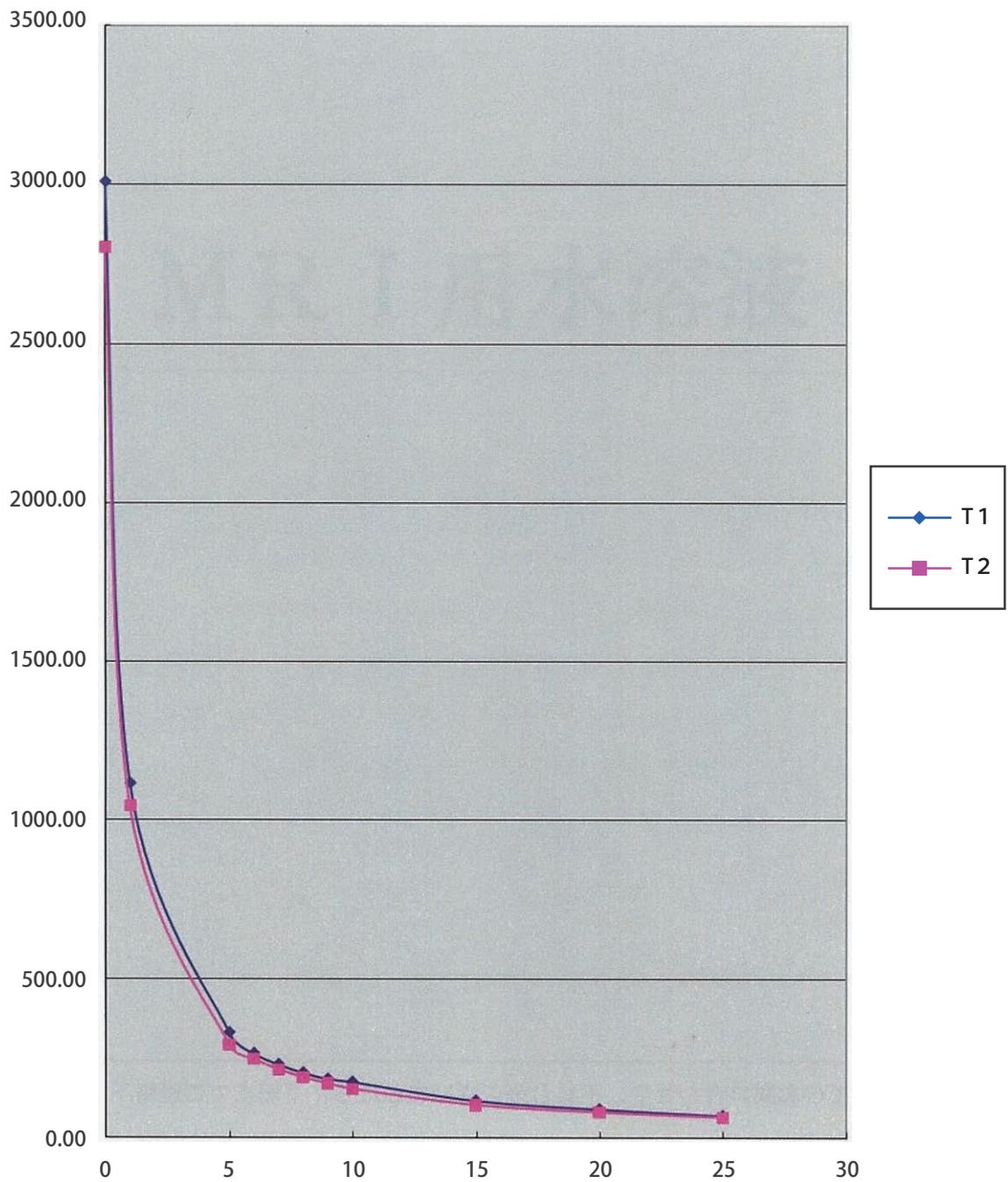
T1 and T2 values are heavily dependent on the temperature change; please take extreme care in maintaining a consistent temperature when the phantom is in use. Leave the phantom with the contrast solution in room temperature for over 24 hours to retain a consistent temperature for the product. Raw materials used to manufacture the provided nickel dichloride solution is manufactured in 23 degrees Celcius with relative humidity of 40%.

Resources

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

T1 and T2 values of the magnetic resonance of varying nickel dichloride densities
*Data from room temperature 24 degree Celcius and magnetic field strength of 1.5 Tesla

Resources



T1 and T2 values of varying nickel dichloride densities



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

Worldwide Inquiries & Ordering

Kyotokagaku Head Office and Factories:

15 Kitanechoya-cho, Fushimi-ku, Kyoto, 612-8388, JAPAN
Tel: +81-75-605-2510 Fax: +81-75-605-2519

Kyotokagaku USA Office: USA and Canada sales and services

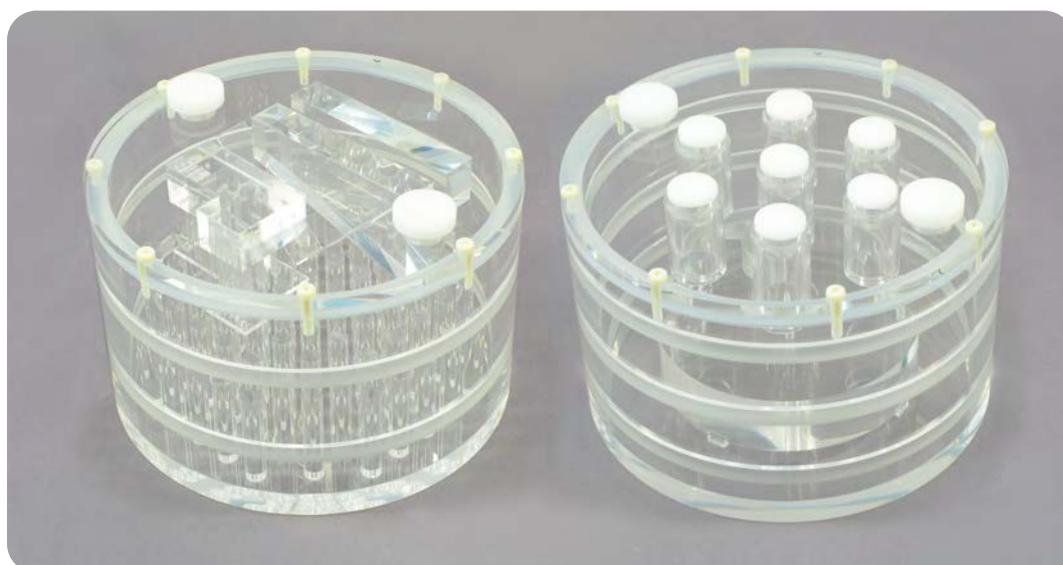
3109 Lomita Boulevard, Torrance, CA 90505-5108, USA
Tel: 1-310-325-8860 Fax: 1-310-325-8867

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.3
- 準備
 - ファントムの取扱いについて・・・・・・・・ P.4
 - MRI 水溶液について
 - MRI 水溶液の充填方法・・・・・・・・ P.5-P.6
 - MRI 水溶液の充填方法、使用上の注意点・・・・ P.7
- 撮影方法
 - セット方法、コントラストセクション・・・・ P.8
 - 均一セクション・・・・・・・・・・ P.9
 - クアドラチャーセッティングセクション・・・・ P.10
 - スライス厚セクション・・・・・・・・ P.11-P.12
 - 空間分解能セクション・・・・・・・・ P.13
 - 画像歪み、静磁場の均一性セクション・・・・ P.14
- 参考資料・・・・・・・・・・ P.15-P.16



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	MRI 水溶液	5点
b	ファントム本体 B	1点		※濃度5種類 各50mL	
c	MRI 水溶液 (10mM 10L)	1点	f	ワセリン	1点
d	水溶液充填用コック	1点	g	+ドライバー	1点
			h	予備ネジ	4本
				取扱説明書	

⚠ 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とってください。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。

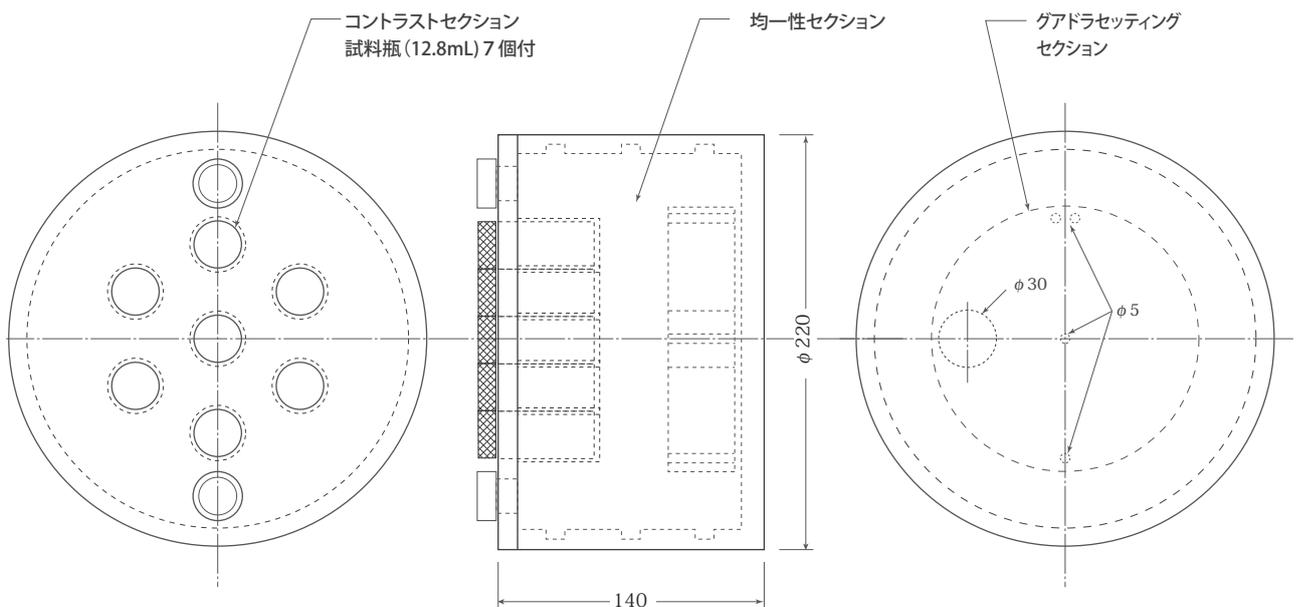
ファントムの仕様

ファントム本体(A)

内容量 3180mL アクリル製 外径 220 mm



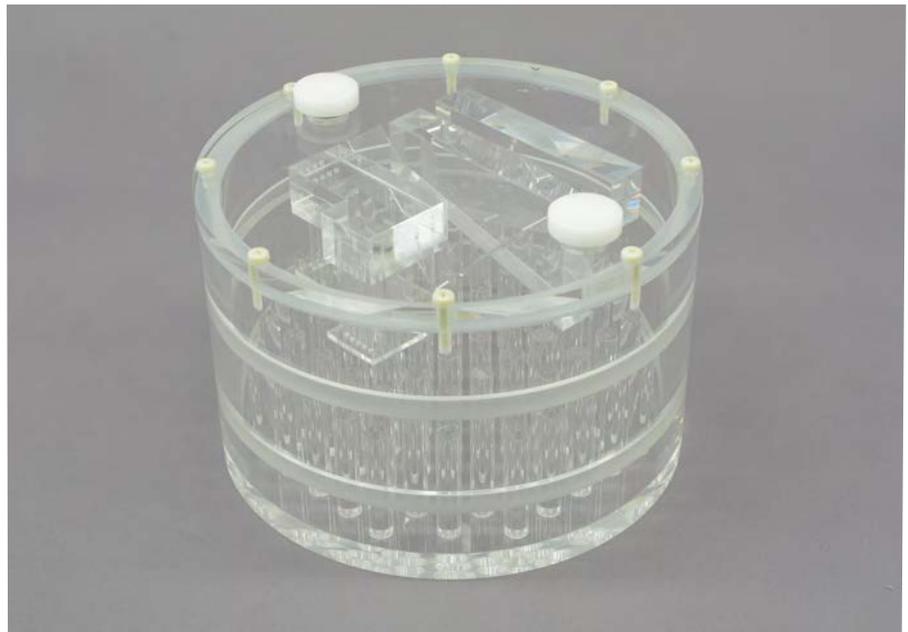
仕様図



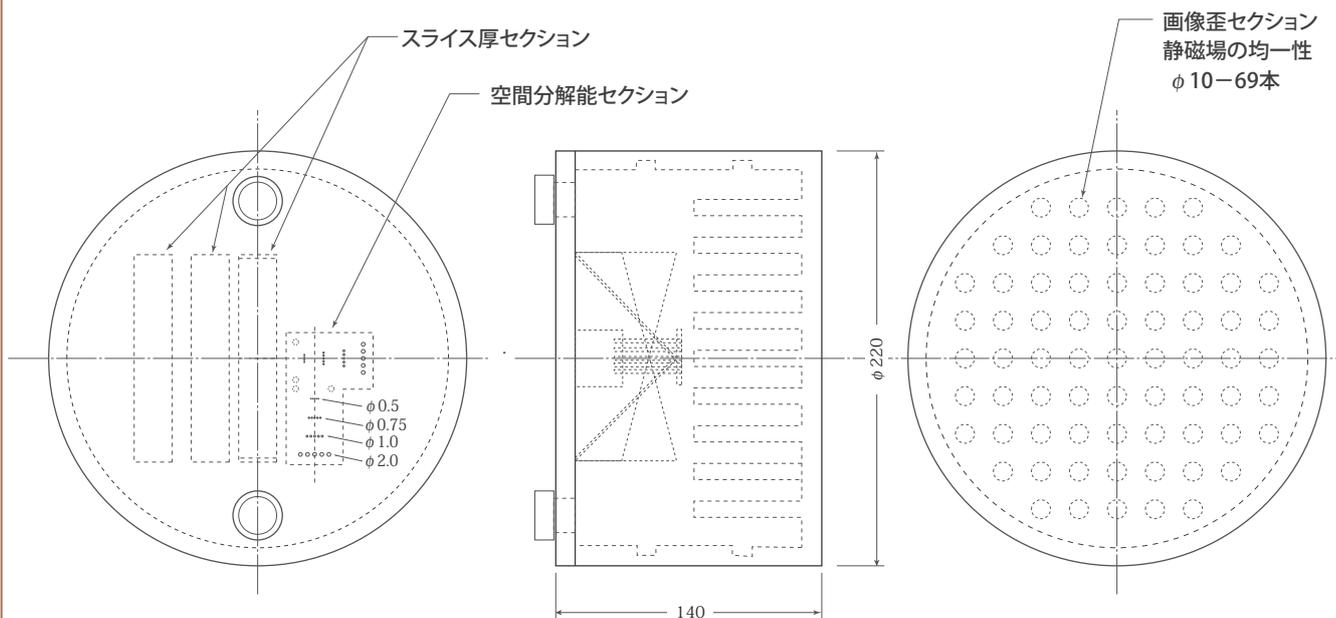
ファントムの仕様

ファントム本体(B)

内容量 3300mL アクリル製 外径 220 mm



仕様図



1 ファントムの取扱いについて

NEMA 基準案、AAPM 基準案では、ファントムの温度管理を 22 ± 4 度Cを推奨しています。従って、常に同じ温度で使用するために、ファントムを一定温度の部屋で、24 時間以上置いていただければ、ほぼ室温と同じになります。

MRI 信号発生物質すべてが、T1、T2の温度変化に敏感な現象で、1度Cの温度上昇につき、T1が約1%増大、T2が1%減少します。

また、ファントム本体もプラスチック製のため、強度の衝撃や、溶剤の付着による劣化によって損傷しますので取扱いにはご注意ください。

2 MRI 水溶液について

MRI は最も進んだ医療用イメージング診断の装置です。しかし一方では、装置の精度管理および維持に用いる基準物質や規格が、未だ統一されていません。

その中で、弊社 MRI 用ファントムに使用する水溶液は、安全性も考慮し、ファントムとして科学論文 Report of AAPM* に記載されている物質の1つである、塩化ニッケル(II)水溶液(NiCl_2)を採用しています。

P15の表1に塩化ニッケル(II)水溶液の磁気共鳴におけるT1値、T2値を示しております。(P16の図1は、表1のデータをグラフ化したものとなります。)

弊社ファントムには標準品として、10mMの水溶液と濃度の異なる5種類の水溶液を付属させております。

*Quality assurance methods and phantoms for magnetic resonance imaging

: Report of AAPM nuclear magnetic resonance Task Group No.1

3 MRI 水溶液の充填方法



1. 付属の MRI 水溶液の容器の蓋をはずし、水溶液充填用コックを取り付けます。予めビーカー等の容器を用意し、コックを開きの状態にして、段ボール箱ごと容器を抱えて別の容器に水溶液を入れます。

2. ファントム容器蓋の固定ネジをドライバーでゆるめて、蓋を取り外します。この際に、白い樹脂栓は取り外さないでください。また、ネジの破損にご留意ください。



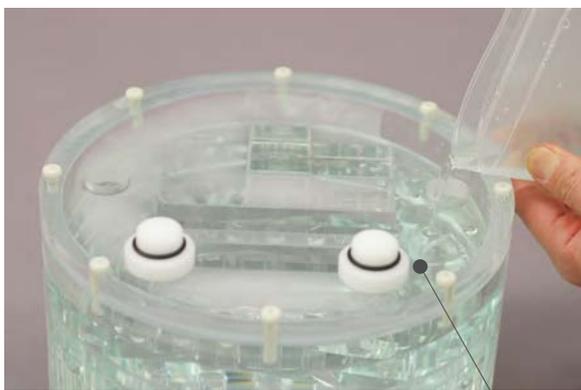
3 MRI 水溶液の充填方法

3. 蓋のはずれたファントム容器に約半分から8分目まで塩化ニッケル水溶液を注ぎ入れてください。



この時点で、必要に応じて、蓋と本体の間に入るゴムパッキン部分にワセリンを薄く塗りつけてください。

4. 蓋を取りつけた後、容器を傾けながら溶液の気泡を抜いてください。



取り外した栓

5. 白い樹脂栓を両方とも取り外し、栓のネジ穴部分から水溶液を容器一杯までゆっくりと注ぎ入れてください。

注意 蓋の取付時は、蓋と本体のVマークを合わせてください。



3 MRI 水溶液の充填方法

6. 片方の樹脂栓を取り付けてください。容器を少し傾け、容器内に残っている気泡を栓穴から抜き出します。



7. 最後に樹脂栓を気泡が入らないように取り付けます。

4 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。

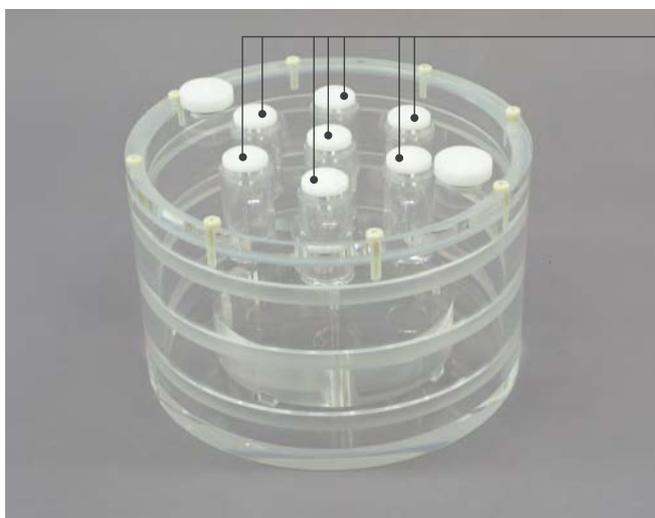
1 セット方法

- 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。ファントム本体用に AAPM の処方より弊社では NiCl_2 水溶液 10mM を付属させています。また試料ビン用に濃度の異なる 5 種類の水溶液 (1,5,15,20,25mM) 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、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

10mMのNiCl₂水溶液のセクションであり、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、スピネコー法を用い、 $3T_1 \leq TR \leq 5T_1$ 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いきます。…………… (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、

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

(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、

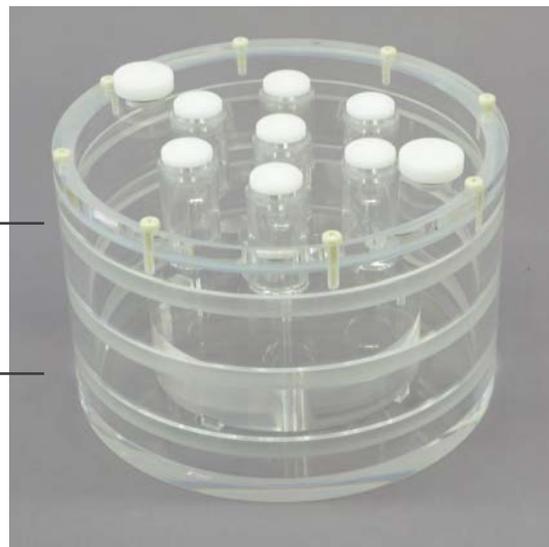
$$\text{均一性 (\%)} = \left(1 - \frac{S_{MAX} - S_{MIN}}{S_{MAX} + S_{MIN}} \right) \times 100 \quad \text{で算出します。}$$

・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

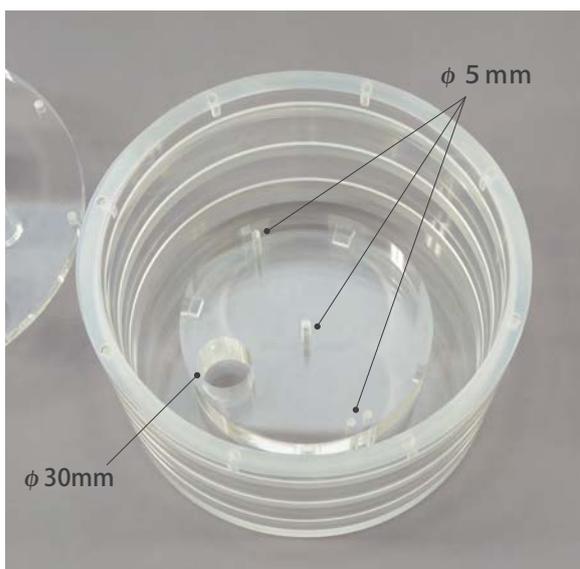
クアドラチャーセッティングの狂いを検出するために用います。

$\phi 30\text{mm}$ 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 $\phi 5\text{mm}$ 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。

そしてマトリクス数を最大にして、スライス厚を10mm位でマトリクス法で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 $\phi 30\text{mm}$ の穴が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



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、

$$D_n = I_n - I_{n-1} \quad \begin{array}{l} n: \text{ピクセル番号} \\ I_n: n \text{番目のピクセルの信号強度} \end{array}$$

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。

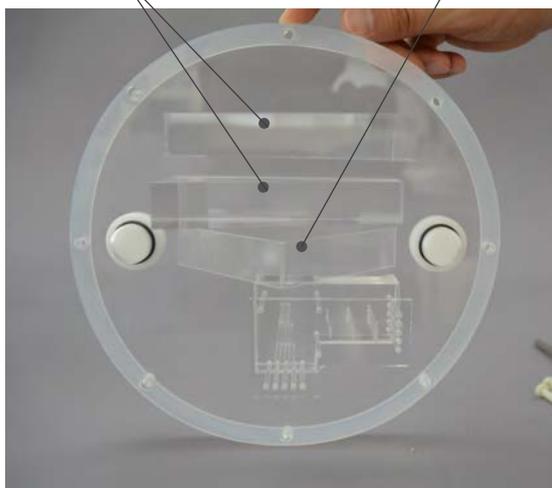
得られた 2 つの灰色画像の中心を結ぶ方向に ROI を設定し、信号強度曲線を求めます。そして得られた曲線上で強度が落ち込む 2 つの部分に注目し、この部分の FWHM(半値幅)を求め、各々 L1, L2 とします。この場合半値幅は、落ち込み量が最小値の 1/2 となる 2 点の線の長さで、求めるスライス厚 T は

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

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



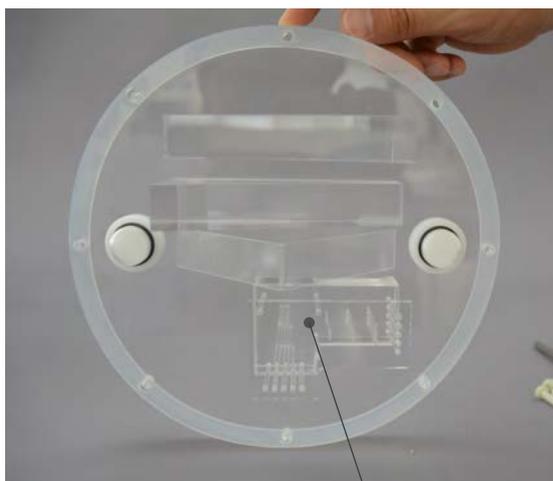
5 空間分解能セクション

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。φ10mm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。

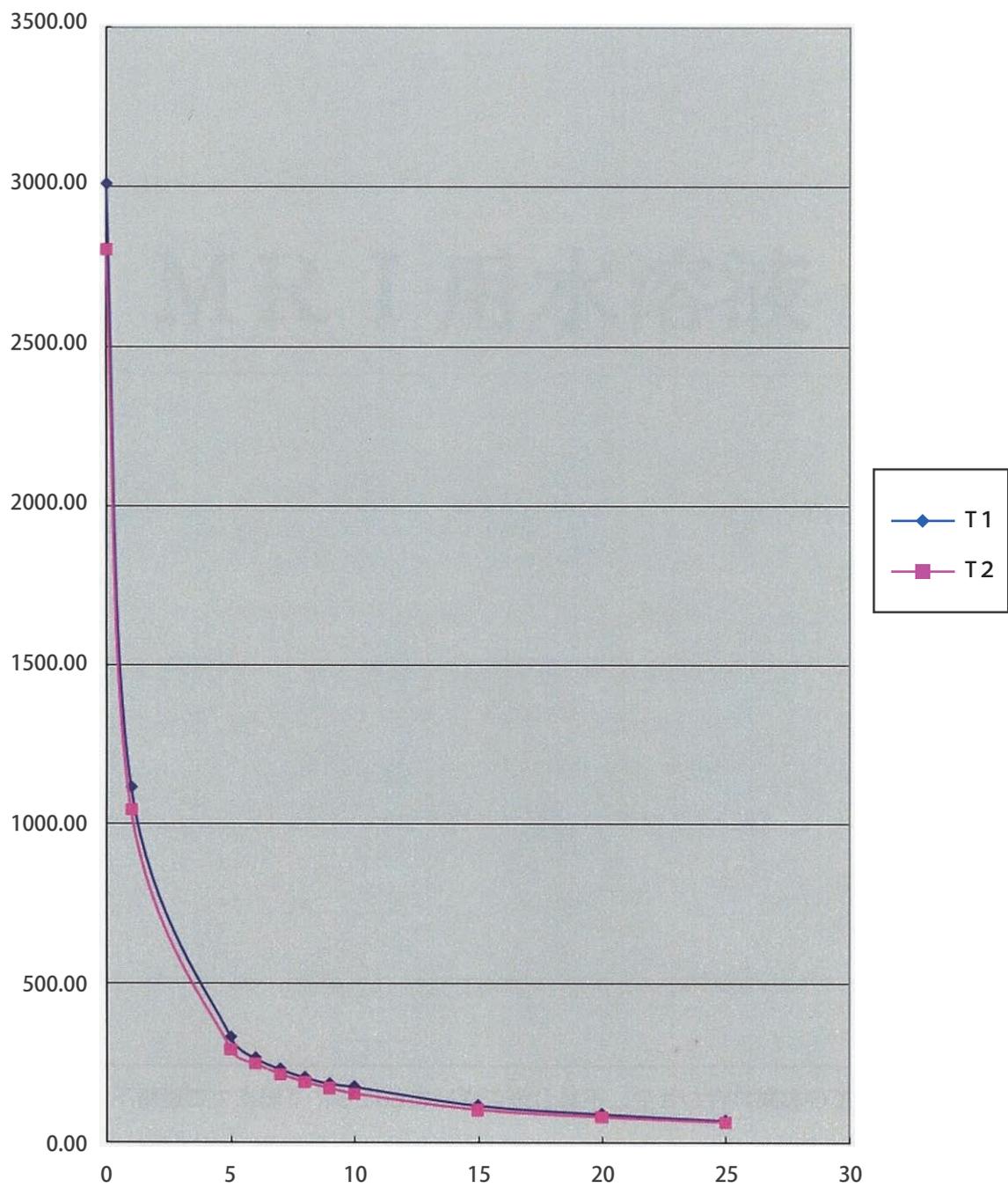


図1 塩化ニッケル (II) 水溶液各濃度における T1、T2 値

・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。