

2025 年度 実践セミナー

『ファントムセミナー 自作ファントムでも研究はできる～MRI 編』

公益社団法人 日本放射線技術学会 近畿支部
学術委員会

「研究や臨床に役立つファントム実験」

兵庫県立がんセンター 重永 裕

MRI におけるファントム実験は臨床・研究を問わず欠かせない重要な手法である。生体撮像では様々なバイアスが混在するが、ファントムを用いることでそれらを排除し、再現性と客観性に優れた信頼性の高いデータを得ることができる。特に新技術導入時の検証や定量値の精度確認には必須となる。本講演では①評価項目（コントラスト・鮮鋭度・信号ノイズ比・均一性・歪み・アーチファクト等）に応じたファントムの選択、②評価法（視覚評価・定量評価）の選択、③バイアスの排除、④知っておきたい統計の基礎について、実際の経験を交えて紹介する。

「T1・T2 値ファントム作成に必要な基礎知識」

神戸大学医学部附属病院 塚本 一真

MRI におけるファントム作成および T1・T2 値の測定には、物理的・理論的・実践的な多くの知識が求められる。本講演では、縦緩和 (T1) および横緩和 (T2) の物理的メカニズムをはじめ、反転回復法やスピンエコー法に基づく T1・T2 値測定の理論について解説する。さらに、ファントム作成に用いる材料の選定や希釈濃度の考え方、安定性を保つための工夫、作成手順といった実践的な知識についても紹介し、T1 値・T2 値ファントム作成に必要な基礎的理解を深めることを目的とする。

「T1 値、T2 値ファントム作成と測定実習」

神戸大学医学部附属病院 塚本 一真

本実習では、人体組織の T1 値・T2 値を模擬するために、ガドリニウム造影剤を希釈したファントムを作成する。作成したファントムは、神戸大学医学部附属病院の MRI 装置を用いて、装置の簡易法により T1 値・T2 値を測定する。さらに、反転回復法およびスピンエコー法による計測についても、撮影プロトコールの作成や撮影時の留意点を含めて学ぶ。加えて、事前に用意した画像を用いて、両手法による T1 値・T2 値の測定方法を実習形式で学習する。本実習を通じて、研究や装置管理、MRI 専門技術者試験でも活用できる実践的な知識、技術の習得を目指す。

「あなたもできる！ファントムスタディのちょっといいはなし」

藤田医科大学 高津 安男

医療技術に携わり、診療サイドに有益な画像情報を提供する立場として、事前調査は重要である。医療現場において、根拠なく、やみくもに撮像してもよい結果が得られるとは限らず、被検者にとっても負担となる。ボランティアスタディなどで、人体を使用して撮像の確認を行う場合は倫理審査での承認が必要となるが、その際においても事前調査は必要である。事前調査とは、目的とする評価において、どんなアプローチが効果的かを熟考することで、定量評価を行いやすいファントムの使用が望まれる。評価によってはファントムを自分でデザインする必要も生じる。ファントムは定量評価だけでなく再現性も重要となる。位置依存性・形状依存性やその他の影響を受けやすい状態などの再現が必要である。診療のために有益な情報を提供したいと考え、日ごろ切磋琢磨されている方々に、少しでも役に立つ情報をお伝えできれば幸いである。

「ひとりでできるもん ～自作の MR ファントム作成～」

徳島文理大学 山村 憲一郎

MRI 検査におけるシーケンスの変更や条件設定において、人体を使った試験は倫理的に問題がある。また、性能評価では MRI 検査の信頼性を担保するためにもファントムが必要である。多くの企業が作成する専用の既存ファントムを用いることもできるが、価格が高く、個人で購入することは非常に難しい。そこで今回の「ひとりでできるもん ～自作の MR ファントム作成～」では人体等価ファントムの作成において、T1 値、T2 値を合わせるための材料や注意点をお話する。また、作成には材料を測る秤（はかり）や計量器などが必要となる。これらを安く手に入れる方法や代替品の提案などを中心にお話する。

「マルチコンポーネント緩和時間解析のためのファントム入門」

川崎医療福祉大学 杉本 昂平

MRI 用ファントムには造影剤や市販の食品を蒸留水などで希釈したものが多く使用されてきた。これらは単一の緩和時間を持つため、撮像パラメータの最適化や定量解析の妥当性の検証に有用である。しかし、実際の生体組織は複数の構造から構成されており、各ボクセルの信号は複数成分からの信号が混在して形成されるため、複数の緩和時間を有する。たとえば細胞内外の水分子は異なる緩和時間を持つことが知られており、単一の緩和時間を持つ希釈ファントムでは十分に模擬できない。近年、ボクセル内の複数の T1・T2 値を推定するマルチコンポーネント解析が注目されており、脱髄性疾患の診断や前立腺がんの検出などへの応用が報告されている。そこで本発表では複数の緩和時間を模擬するための希釈ファントムの工夫に加え、生体同様に組織構造を有する野菜・果物をファントムとして用いて多成分 T2 緩和時間測定の評価を試みた研究について報告する。

「流体ファントムを用いた非造影 MR angiography の動態描出能評価」

川崎医療福祉大学 小野 敦

既製品の流体ファントムを購入するハードルは高く、ポンプ、流量計、模擬血管の全体を組み上げると数百万円に達するが、身近にあるものを上手に活用することで流体ファントムは比較的安価に自作可能である。MR 検査用造影剤インジェクターと血液ポンプおよびカプセルトイ（ガチャ）容器を利用した自作流体ファントムを製作し、TOF 法、PC 法および Time-SLIP 法による flow imaging の描出能を比較した。造影剤インジェクターを利用した定常流ファントムは、各テクニックの検出限界流量を定量評価可能であった。また、血液ポンプとガチャ容器で製作した Sphere phantom は内部で乱流を発生し、水溶性インクによる可視化に成功した。Sphere phantom の流量を変化させることにより、各テクニックにおける乱流の描出能を比較可能であった。本講演では各ファントムの設計・作成方法、その必要性や工夫点も概説する。