

【目的】 MRI とは、物理分野において開発された核磁気共鳴法 (NMR) と呼ばれる「根幹技術」によって得られた「応答信号」(この信号には空間依存性はない) に対して、「画像化処理」(上層技術) を施すものである。つまり「MRI=NMR (根幹技術) +画像化技術 (上層技術)」である。我々は、これまで「根幹技術」である NMR 装置を自作し、様々な物理現象を解明してきた。特にこの 20 年ほどは、「量子コンピュータ」(既存のコンピュータとは全く異なる原理で作動するコンピュータ) を NMR で実現するための基礎研究に従事してきた。その過程で、本課題の“肝”となる「量子パルス」を「固体」に適応することで、先駆的な報告をしてきた。4 年ほど前に、この技術を「固体」ではなく、「食塩水」や「尿」などの「液体」中の「Na」元素に適用したところ、応答信号は「固体」の場合と著しく異なり、時間的に顕著に「振動」する「現象」を見出した (図)。この現象から、「振動による著しい強度比を画像化すれば、これまでに無い革新的な MRI が実現できるのでは」との着想を得た (図上は Na-NMR 信号の振動、図下は simulation)。本研究課題では、この「量子パルス」による「振動」現象の再現性を明らかにし、可能な限りその「学理」に迫ること、そして医学・医療への展開の観点から、NMR で見出された現象を「画像化」することで、これまで弁別不能であった臓器や体液に対し、所望部位を可視化する MRI を実現する可能性を明らかにする。

【方法】 まず、「再現性」が担保される条件を明らかにすることを試みた。その後、「振動現象」の本質を解明すべく、様々な対象物質からの「量子パルス」の応答を系統的に調べた。さらに、NMR における「振動現象」の「画像化」を試みた。

【結果】 「再現性」の必要十分条件を明確に決定した。「学理」については、一般に広く採用されている「量子パルス」では全く効果がなく、我々が独自に採用してきた APCP が最も有効であることを見出した。また、「振動現象」の「本質」は、「量子パルス」の種類だけではなく、対象となる物質の「粘性」と正の相関があることを明らかにした。

量子パルス照射による NMR 信号の振動現象とそれに基づく MRI 画像のシミュレーション

