

小型NMR/MRIの最近の動向

拝師智之、株式会社エム・アール・テクノロジー（つくば市）

Ongoing directions for compact NMR/MRIs with permanent magnets

Tomoyuki HAISHI, Ph.D., MRTechnology Inc. Tsukuba, JAPAN

はじめに; 溶液 NMR と全身用 MRI の限られた応用と市場

御承知のように NMR/MRI はその発明以来の歴史において、NMR は縦型超電導磁石を用いて溶液の高分解能測定に、MRI は横型超電導もしくは大型永久磁石を用いて人体の脳と体幹の診断を中心に用いられている。現在では当該分野での NMR/MRI の活躍は目覚ましいものがあるが世界の装置のみの市場規模で言えば、高分解能溶液 NMR は約 500 億円/年、全身用 MRI では約 3500 億円/年とされている。研究開発者と装置メーカーの努力として、静磁場強度の上昇による検出感度の向上、コイルの並列化と並列イメージング手法の組み合わせによる計測時間の短出、送受信機のデジタル化による装置の再現性と安定性の向上、パルスシーケンスの絶え間ない提案と改善、超偏極技術を用いた数千倍の感度向上への挑戦、などの研究開発があつてのことである。今後も発展を続けてゆくであろうが、測定対象は上述に限定されている。つまり、食品用、産業用、バイオ研究等の他分野の計測機器としては、いつでも一般化の第一歩を踏み出す過程にあるといっても異論は少ないであろう。

発明以来の装置の本質的な構成は変わらず計測対象も同じ

NMR 原理の発見以来のこの 60 余年を振り返ってみて、大型の静磁場用磁石の中心に均一な静磁場空間を発生させ、その均一領域を囲む形で G コイルおよびシムコイルを設置して、その中心に LC 共振回路による RF コイルとサンプルの電磁誘導のカップリングを用いた信号検出を用いることは、現在でも最も用いられており現状のアプリケーション範囲では他に有力な代替はない。つまり、静磁場磁石+コイルをプローブヘッドとするなら大きさと構成は、NMR では試験管内水溶液の計測、MRI では人体頭部と体幹の ^1H プロトン計測に最適化されている。これでは他の計測対象に大規模に適応することが難しい。いっぽうで、他分野の応用として新たに NMR や MRI で計測をしてみようと思いついた場合、永久磁石によるプローブヘッドの専用設計は新たな可能性を保持しているように見える。

これまでの小型 NMR/MRI は新しい市場を切り開いたか？

それでは、全く新しいアプリケーションは現実的に可能なものであろうか、また、ある応用において今後のスタンダードとなるような NMR/MRI 装置の展開はどうすれば良いのであろうか？その一つの方法として、NMR を小型化する試みがこれまでに世界中でなされた。とにかく NMR を、NMR 専門の研究室から外に持ち出そうという努力である。ブルカー社のミニスペック、ステラー社の PC-NMR、マグリテック社の諸製品、その他が挙げられるが、計測装置として社会インフラに用いられるだけのインパクトを与えたものは著者が知る限りでは公開され著名になったものはない。また MRI にしても小型化の方向は進められているが、医療用 MRI においては単に撮像部位を四肢に限定することとなつてしまい、ONI 社の OrthOne や MagniVu 社のリウマチ用 MRI も全身用 MRI の性能向上に太刀打ちできず、苦戦を強いられているように見える。MRI 用デジタル送受信機に限れば、広く採用されている小型なスタンダード(英国 MR Slution 社)は存在しているので注目されたい。

小型 NMR/MRI の新しい展開の例

いっぽうで、NMR/MRI に一工夫を施してビジネス展開を試みているグループは複数あるので、下記に紹介する。

米国 Philadelphia 市に MicroMRI 社(設立 2003 年)がある。彼らは F. Wehrli 教授(Pen 大学)らのシーズを基に起業された会社であり、骨粗鬆症を対象とした Virtual Bone Biopsy(略称 VBB)をキーワードに、MRI で取得された骨梁微細構造を画像解析することにより、骨密度を超えた骨粗鬆症の診断手法のスタンダード確立を試みている。骨梁イメージング形態情報のソフトウェアによるデータ解析が骨粗鬆症診断や薬効判定に使えるという画期的なアイデアを商用化するために起業された会社である。骨粗鬆症治療薬の市場は 2014 年までに 147 億ドルに達するといわれており、競合装置は、X 線を用いた DXA(二重 X 線エネルギー吸収測定法)と XtreamCT(スイス国 Scanco 社)である。

米国 Boston 市に T2Biosystems 社(設立 2006 年、SeriesA : 5.5 百万ドル、社員現在 13 人前後)がある。人間の血液や唾液などを計測対象として取得し医学診断に用いることを目的としている。小型の検査機器市場は年間 350 億ドルで毎年 10 億ドル成長しているという。磁性体ナノパーティクル (NanoDx 粒子™) による T2 系緩和試薬が特定の細胞、Virus もしくはタンパク質等にターゲットできる手法と NMR 計測するためのデスクトップサイズ(8×11 インチ)の小型 NMR 装置(T2Dx 装置™)の組み合わせが、彼らのコア技術とのことであるが、2008 年 2 月の段階の新聞発表では小型 NMR 装置はまだ完成していないとの記述あり。彼らが計測対象とする特定の対象疾患の細菌や Virus などは公表されていない。小型で可搬型ということから永久磁石の使用を考えているようであるが、NMR の水溶液全体での T2 値は、1.0Tesla 以下の低磁場領域では変化が小さい弱点があり、また小型ということからスループットの課題もあり、どのような一工夫を施すのかが興味のあるところである。

また、他にも小型 NMR/MRI に関しては多くの取り組みがなされているので、研究会にて報告する。

まとめ;新しい市場開拓を試みる場合の3つの要点

装置が小型化することによって、NMR/MRI のプロ研究者に独占されてきた計測手法が、ラボの外側に飛び出すことができる時期になってきたと同時に、NMR/MRI の研究者も広い応用を求めて門戸を大きく広げつつある。装置側の課題点は、応用先の新しい市場がそのコストを吸収できるかどうかという部分に存在し、その他に大きな技術的ハードルがあるようには思えない。このような状況で新たな市場の開拓を試みる場合、結論として、NMR/MRI をまったく御存じでない他分野の研究者とのアプリケーション共同開発(あ)、量産時に低コストの緩和試薬、多核 NMR、もしくは緩和時間変化を用いた測定対象への一工夫(い)、社会への広報の努力を惜しまないこと(う)、の 3 つの点が必要であると考えられる。また、計測スループットとして 1 秒/個程度の実現も逃れられない課題である。

いっぽうで、NMR/MRI が、他分野へ躍り出ようとするその瞬間から、既存の分野のスタンダード装置が既に大きな壁として存在する。つまり NMR/MRI が特異な装置であることと正面から向かい合う必要がある。その状況で、装置全体がコストに見合うようにアプリケーションを含めたシステム全体を提案して改善していくことは NMR/MRI 屋に課せられた務めであると考え、ここに結語とする。

参考文献

コンパクト MRI (共立出版)、<http://www.mrsolutions.co.uk/>、<http://t2biosystems.com/>、<http://www.micromri.com/>