

MRIの“予想外?”な真実

1. このシリーズへのイントロダクション

巨瀬 勝美 筑波大学数理物質科学研究科教授

いきさつ

国内でMRIの臨床応用が初めて行われたのが1982年。それから約25年が経過した¹⁾。その間のMRIの発展を体験してきた者としてその歴史を振り返ると、たいへん感慨深いものがある。一方、最近のMRI技術の発展には目をみはるものがあり、臨床現場では、そのような暢気な昔話を聞いている暇はない、というのが素直な気持ちであろう。

さて、このような状況に対応して、MRI技術のスキルアップをめざした本が、国内外でいくつも出版されている。これらの本はさまざまな立場から書かれており、私自身もMRIに関する本を書いた立場から痛感するのだが²⁾、非常に残念に思うのは、著者の誤解などから明らかに間違った解説が少なくないことである。これは、MRIが多様化したため、やむを得ず専門外のことを書かざるを得ないという事情によるものであり、著者の責任だけに帰すべきものではない。限られたメンバーで書くかぎり、どうしてもそのような危険性は常につきまとっている。

そこで、このシリーズでは、医用機器メーカーにおける初期のMRIの開発経験と、大学における研究と教育に永年携わってきた経験から、MRIの教育における多くの誤解を正すとともに、これまで多くの教科書には取り上げられていなかった、1つか2つ上のレベルの話をしてみたいと思っている。すなわち、MRIに関しては一通りの知識があるが、もう一段階ステップアップしたいという方々を讀者として想定している。

自己紹介

さて、挑戦的な標題で執筆する者のマナーとして、まず私自身の簡単な紹介から始めたい。私は、大学と大学院(博士課程)では物理を専攻したので、物理はよくわかっているはずだと誤解されているかもしれないが、物理学そのものの理解レベルは、学部学生とあまり変わらないと思っている。これは謙遜ではなく、物理学の最先端の著名な研究者と話していても、「このような人でも物理はこの程度しかわかっていないのか」と、妙に安心したりすることもあるので間違いではない。要するに、当たり前のことだが、みんなが疑問に思っていてあやふやなことは、一流の学者でもよく知らないことが多いということである。実は、NMR/MRIは、そのひとつである。

話はそれだが、私がNMRと出会ったのは、大学3年生のゼミの時であり、そ

の時の話題に触発されて、NMRの名著であるSlichterの『磁気共鳴の原理』を購入した。この本は、その後何度も読んだが、いつも途中で投げ出している。大学院の時は、固体物理の実験系の研究室に所属しており、その中に「磁性体」のNMRのグループがあったが、私自身は、Mössbauer効果の研究が中心だったので、NMRのことは指をくわえて見ていた。ただし、真空管を用いた高周波回路など、非常に興味をそそる装置が並んでいたことは強く印象に残っている。

さて、NMRに本格的に取り組むようになったのは、大学院の博士課程を終え、当時、人体用MRIの開発をめざしていた東芝に入社してからである。入社直前の3月に、当時の共同研究先であった東京大学物性研究所にお邪魔すると、佐藤幸三先輩から早速、Mansfield, Hoult and Lauterbur, Ernstの論文など、MRIの代表的な論文を10編くらい

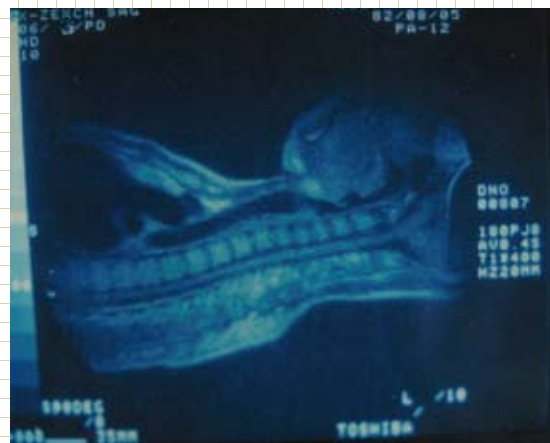


図1 1982年8月に撮像した上半身の正中断面像



図2 1987年7月に撮像した中指の断層像

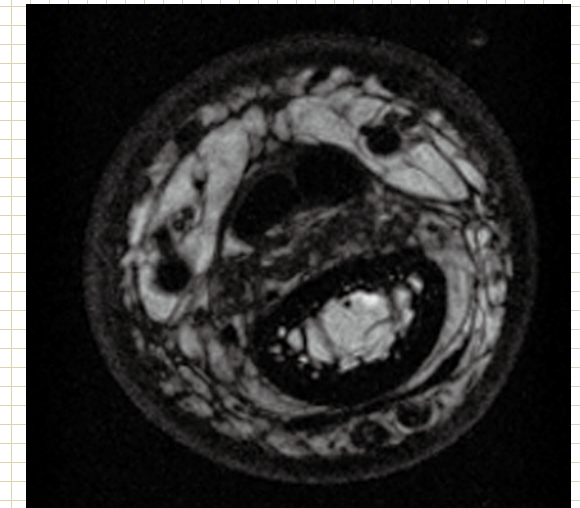


図3 2007年8月に撮像した中指の断層像

渡され、一緒に勉強していきましょう。と励まされた記憶がある。当時は、10編程度の原著論文を読めば研究をスタートできるという幸せな時代であった。日本に全身用MRIが出現する前夜の1981年のことである。

その後、小動物用小型MRI(1400 Gauss, 鶏卵やハムスターを撮像)の開発を経て、1982年には、医用機器事業部(那須工場)・総合研究所との共同プロジェクトの中で東芝中央病院にて、国産初の臨床試験を行うことになる全身用MRIの開発に携わった。その頃に撮像した画像が、図1に示す私自身の上半身の正中sagittal像である。この画像は、自作の楕円形のbodyコイルで撮像したもので、当時では、世界的なレベルであった。私はその後、全身用MRIの開発から外れたが、これを超える画像を撮るのがかなり難しかったらしく、1982年のRSNAにおける東芝の企業展示や、83年発売の国産第1号機のパンフレットにも使用された。

1986年1月に東芝から筑波大学に転職し、それ以来、実験室で小型MRIの開発と、それを用いた研究や教育に従事している。図2に示すのは、転職後1年半で、まったくのゼロから開発した小型MRIで撮像した私の中指の画像である。スライス厚4mm, 面内画素サイズ200 μm^2 , TR = 400ms, 4NEXで約

3.5分(シングルスライス)で撮像したものである。磁石は、退職された先生が残した、ギャップ66mmのJEOL製ENDOR(電子核子二重共鳴)用の鉄芯電磁石(重さ約2.5t)であり、静磁場強度は1Tであった。詳細に見るとわかるように、モノクロ画像ディスプレイ(フレームメモリは自作)の走査線がはっきり見えている。

それから約20年、研究室で構築したMRIは約20台ほどになる³⁾。その中の1台である指用MRIを用いて⁴⁾、2007年8月に撮像した私の中指の画像が、図3に示すものである。スライス厚0.8mm, 面内画素サイズ80 μm^2 , TR = 200ms, 2NEXで約28分(3D-SE)で撮像したものである。静磁場強度は20年前と同じく1Tであるが、磁石は25cm角程度の永久磁石(重量は約85kg(!):磁石重量は20年前に使用していた電磁石の1/30)で、画素体積(空間分解能)も約1/30となっており、この20年間の技術の進歩を表す良い例だと思う。

今後の予定

やはりシリーズの最初は、MRIの基礎となるNMRに必要なNMR信号発生メカニズムから始めようと思っている。これに関しては、多くの通俗本や、メーカーのパンフレットなどに間違っ

明がなされているので、まずその事情に関して説明したいと思っている。その後は、RFパルスの多面性に関する話、スライス法の紹介、MRIにおける空間分解能など、専門家でもうっかりすると間違いに陥りやすいトピックスや、従来の教科書には決して書いていない話などに関して、できるだけ原著論文や定評のある教科書を参照しながら、解説していきたいと思っている。なお、私自身にも間違いがあることは覚悟しているので、その際は、読者の方々より、忌憚のないご批判をいただくことを希望している。

●参考文献

- 1) 荒木 力・他: 第2回NMR医学研究会. 東京, 1982.
- 2) 巨瀬勝美: NMRイメージング. 東京, 共立出版, 2004.
- 3) 巨瀬勝美: コンパクトMRI. 東京, 共立出版, 2004.
- 4) Iita, N., Handa, S., Tomiha, S., et al.: Development of a compact MRI for measurement of trabecular bone microstructure of the finger. *Magn. Res. Med.*, **57**, 272 ~ 277, 2007.