



わが国における永久磁石方式 MRI 装置の開発とその発展

黒田 正夫 (矢仲重信編)

1. 1980年代の状況

MRI 装置が X 線 CT 装置の次の世代を担う画像診断機器として、その重要性が大きく認知されたのは1982年の RSNA であった。

世界の総合医用機器メーカーの中には既に常電導形 MRI 装置の商用機を製品化していた会社もあったが、さらに次のステップとして超電導機 (0.3~1.5テスラ) の開発競争で鎬を削っていた。

一方、永久磁石方式 MRI 装置は磁場発生のための電力、冷却水、液化ヘリウムなどが一切不要なので運転経費も安く、漏洩磁場範囲も極めて狭く設置上の制限も少ないなど、普及機としての特長を有している。

1980年代になって米国を中心に6~7社が開発を進めたが最初の製品は FONAR 社の装置で、この装置ではフェライト磁石を用い、静磁場強度は0.05T、重さが100トンであった。本装置は国内1号機として中津川市民病院に設置されこの稼動は82年9月であった。

同じくフェライト磁石を使った装置として、米国のダイアソニックス社が0.06Tの装置を開発しており、この装置は東京大学において臨床評価が行なわれた。

一方、わが国においては住友特殊金属が開発した強力なネオジウム磁石 (Nd-Fe-B) を用いた0.15Tの円筒型磁気回路を持つ永久磁石方式 MRI 装置が1986年11月に三洋電機特機株式会社から発売された。この装置は北海道の中村記念脳神経外科病院に納入されたがその後広く普及するには至らなかった。

このような状況の中で、1987年2月、日立メディコは0.2Tの永久磁石方式 MRI 装置 (MRP-20) を完成し日立総合病院での臨床試験を経て、その年の12月に製品1号機を関東脳神経外科病院に納入したが、本装置は臨床実用機として極めて完成度が高く本装置の完成により、本格的な永久磁石方式 MRI の時代を迎えることになった。

本装置のデザインコンセプトは

- (1) 診断に十分な高画質を確保すると共にコストパフォーマンスの点から垂直磁場で0.2Tを採用したこと。垂直磁場方式では水平磁場方式に比べ1.4倍高感度化ができるので0.3Tの超伝導方式MRI装置と同レベルの画質が得られる。
- (2) 磁気回路は4本柱構造とし、患者への圧迫感の少ない広い開口、奥行の短い構造とする。この「患者に優しく」という思想は次世代オープンMRIへと発展した。
- (3) 優れた設置性として、磁石重量は7.0噸以下、これに操作卓とラックひとつとして最小設置面積は35平方メートル以下とする。
(磁石装置室20+操作室15)
- (4) 優れた操作性を図るため、実用機として撮像条件のプロトコール化、ファンクションキー方式の操作方式を採用した。
- (5) 運転費用の低減
- (6) 将来の新技术によるグレードアップへの対応

などである。

上記したデザインコンセプトに沿って完成されたMRP-20は、それまでMRI装置の設置が難しいと考えられていた、中、小病院へも導入が可能になり、高度医療の普遍化に大きく貢献することになった。

また、MRイメージングの様々な高機能化技術が進歩する中で高速撮像法、MRアンジオ撮像法など超伝導方式MRI装置でないと実現できないのではないかと指摘されたが、磁気回路の渦電流、残留磁場の低減や傾斜磁場の計測補正技術の開発により次々と可能にしていったことがその後の信頼につながり普及への原動力となった。これらの改良を加えた装置がMRP-20EXである。

その後同様な4本柱の磁気回路で0.3Tの磁場強度を持つMRP-7000を1992年2月に発売した。本装置は日本国内のみならず、米国、欧州にも出荷した。

2. オープン MRI への進化

2. 1 0. 3T オープン MRI

従来の4本柱の磁気回路より更に磁場空間を広く確保するために、非対称2本柱の磁気回路を採用した0. 3Tの装置「AIRIS」を1995年4月に製品化した。2本のヨークを後方にオフセット配置した独創的な構造は患者の横方向にも開放性を持たせたので「オープン MRI」と呼ぶことにした。この構造の完成は、磁場均一度向上の技術的進歩によるもので広い磁場空間は、患者に優しく、臨床適用範囲を広げ、更に術中MRIへの展開も可能とした。また0. 3Tの垂直磁場方式は画質的にも超伝導中磁場装置を凌駕し市場を席卷した。

2. 2 0. 4T 1本柱のオープン MRI

オープン MRI の最高機種として2002年、0. 4T 1本柱の構造をもつMRI装置（APERTO）を製品化した。本装置では漏洩磁場を出来る限り0. 3T装置と同じ範囲になるように、新しい漏洩磁場抑制技術を開発し、シミングコイルも装備することで高機能化にも対応し、軽量化を図った製品として完成した。

本装置は高速撮影法であるエコープレーナー技術も実現し、その他本来高磁場超伝導装置でしか不可能と思われていた撮像手法の実現にも成功しており、さらに高画質と、永久磁石方式の経済性の両立を実現した永久磁石方式オープンMRIの最高機種である。

以上の日立メディコの製品開発の推移を纏めると

- 1987年12月 ; 0. 2T 4本柱磁気回路 (MRP-20)
- 1992年2月 ; 0. 3T 4本柱磁気回路 (MRP-7000)
- 1995年4月 ; 0. 3T 2本柱磁気回路、オープンMRI (AIRIS)
- 2002年 ; 0. 4T 1本柱磁気回路、オープンMRI (APERTO)

なお 0. 2T~0. 4Tの永久磁石方式MRI装置の2009年3月までの全出荷台数は4672台（国内；2081台、海外；2591台）である