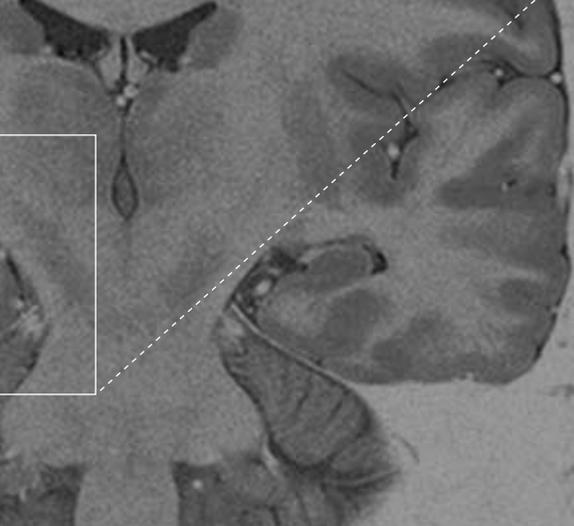




「ECHELON Vega」の膝画像



「ECHELON Vega」の手首画像



# MRI

「磁気共鳴撮像装置」

医療の先端をサポートする画像診断システム

【MRI】  
1976 ◎イギリスの・マンズフィールド社がMRI装置を開発

【X線CT】

1972 ◎イギリスのEMER社がX線CTを開発  
1975 国産初の頭部用CT「CT-H」開発  
1977 全身用CT「CT-W1」開発



CT-H

1980 全身用CT「CT-W3」  
X線放射線検出器  
1981 頭部用CT「CT-HSF」

1979 頭部用CT「CT-HF」

【超音波装置】

1969 Aモード用「EU-1A」  
「EUD-1」



EUB-10

1976 循環器用「EUB-10」  
リアルタイム画像表示装置（画内初）  
1978 リニア電子銃形「EUB-20Z」  
トランスミキヤン「リバーター（DS）」  
組込み（画内初）

【X線装置】

1995 ◎ドイツのレントゲンがX線を発見

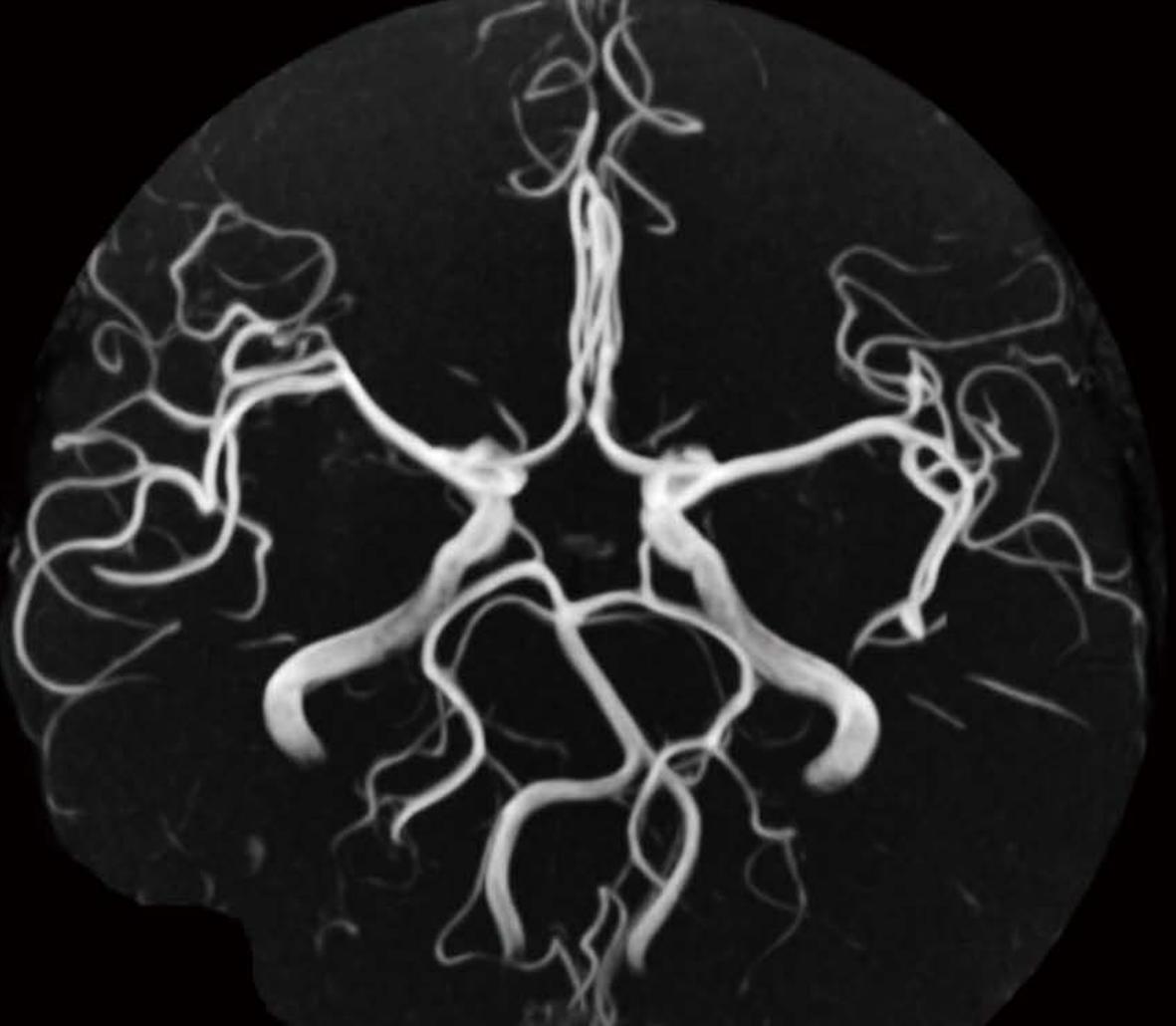


DR-10/2S

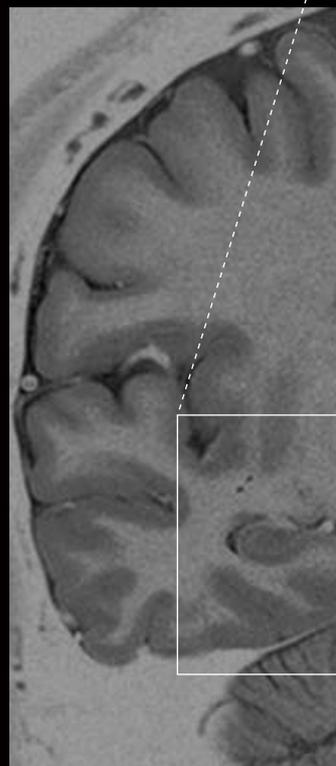
1952 X線装置の試作開始  
「DR-10/2S」第一号機を日立総合病院に納入  
1953 初の油圧式X線断層装置「DL-1」  
1959 診断用高級X線制御装置「PAH-10」  
透視撮影「TH-10」

1960 車載形間接X線装置「DL-10」  
1963 ヤマシオレントゲンX線「L-10」X-TV-O-1  
1964 ロンパチーX線装置  
1966 X線アレイ付き遠隔操作形透視撮影「TH-5001」  
1967 心血管造影撮影用X線装置「DC-1510」  
1968 循環器用立体透視撮影装置  
日刊工業新聞社大新製品発表

1970 遠隔操作形カセット式透視撮影機「TRU-VCI」  
1971 油圧式移動断層装置「L-10A」  
1972 カセテレス式透視撮影機「TRU-V100」  
1975 アーカイブ形カセットX線透視撮影機「TU-100」  
1976 コーパス移動型X線装置「DHC-121」  
1978 カセテレス式透視撮影機「TRU-SOMSA」  
日本初SPMT制御方式



「ECHELON Vega」の頭部MRA像



「ECHELON Vega」の高精細頭部像

- 1982 常電導MRIの開発に着手
- 1984 常電導MRI (G-10)
- 1985 永久磁石方式MRIの開発に着手
- 1986 超電導MRI (G-50)
- 1987 永久磁石MRI (MRP-20)
- 1987 O.G.T. (オージェン) コンバット全身対応
- 1988 超電導MRI (MRH-500)
- 1988 O.G.T. 3.0MHz、キオ機能装備
- 1989 永久磁石MRI (MRP-12)
- 1989 O.G.T. フェライト磁石システム
- モハイルMRI (MRP-20) シリーズ開発



MRP-20

- 1990 永久磁石MRI (MRP-5000)
- 1990 O.G.T. 高機能MRI
- 1991 永久磁石MRI (MRP-7000)
- 1991 O.G.T. 強化版永久磁石MRI
- 1995 オートンMRI (AIRIS)
- 1995 O.G.T. 非対称磁石のデザイン採用
- 1996 超電導MRI (STRATIS-II)
- 1996 1.5T、コートンネル採用
- 1998 オートンMRI (AIRIS-II)
- 1998 O.G.T. ワークステーション搭載
- 1999 オートンMRI (AIRIS metal)
- 1999 O.G.T. サイネーブルに4チャンネル設計
- 治療対応オートンMRI (AIRIS-II-WR model)
- インルームモニター装備



AIRIS

- 2000 オートンMRI (AIRIS-II comfort)
- 0.3T、アンリケーシモンを強化したスタンダードタイプ
- 超電導オートンMRI (Altara) 米国ヒタルO.G.T. 垂直磁場方式
- 2002 オートンMRI (APERTO)
- 0.4T、シンタルユー (本柱) により360度オープンを実現
- 2005 高機能オートンMRI (APERTO Inspire)
- 0.4T、術中MRIに最適な機能性、操作性
- 2006 超電導MRI (ECHELON Vega)
- 1.5T、優れた磁場均一度を実現した高磁場MRI
- オートンMRI (AIRIS Elite)
- 0.3T、被検者の安心に使用できるを追米
- 2008 超電導オートンMRI (OASIS)
- 米国に納入
- 1.2T、超電導オートンベは
- 世界最高磁場



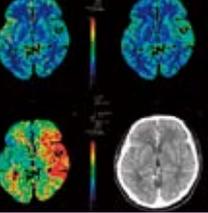
OASIS

- 1986 全身用CT
- 1987 全身用CT
- 1987 「CT-W1000」
- ホリゾンタルリニアック演算搭載

- 1990 全身用CT
- 「CT-W2000」
- スリッパリング電源供給で連続螺旋スキャン
- 1993 循環器のCT診断を飛躍的に向上
- 全身用CT
- 「CT-W3000」
- 回転検出器搭載
- 1996 全身用CT
- 「RADIX」
- 実用性の高画質を実現
- 1999 全身用CT (Carinol)
- 操作画面にWindowsSOSを採用



ECLOS

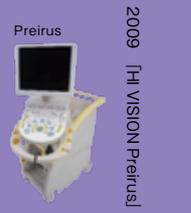


- 1983 「EUB-40」
- 「レックス探触子」を採用化 (世界初)
- 1984 「EUB-200」
- デュアルボーター (世界初)

- 1998 ノルデジタル装置
- 「EUB-8000」



ECHOPAL



Preirus



- 1982 「デジタル血管撮影装置」
- 「DFA-1」
- 1983 断層撮影機能付
- カセットレックス式透視撮影 (「TU-210」)
- 1985 フロタラム撮影機能付
- 6相CT (「U」) 形X線高電圧装置 (DH-158) HM)
- 1986 「F」インサーチ移動型X線装置 (SIRUS 80N)
- 「インバーター」式高電圧装置 (DH-1510)

- 1991 「デジタルシネグラフィ」装置 (DR-2000H)
- 1993 回転立位撮影装置 (SF-VA100)
- 1995 フォトリソリアルマスクドレジストシステム (MEDIX 900DR)
- 1999 「デジタルシネグラフィ」装置 (DR-2000X) : Clavis)
- 4チャンネルカラーX線装置



MEDIX 900DR



CUREVISTA



©は一般事項、他は日立関連事項

2000

1990

## トンネル型の閉塞感を一新した オープンMRI

「どうですか、以前に見られたことがあるMRI装置とは、ずいぶんイメージが違いますでしょう」

そう言うのは、株式会社日立メデイコの柏事業場で製造開発を担当する吉野仁志MRIシステム本部長だ。

そのとおり、正直、驚いた。

日立メデイコが製造販売する医療機器のなかでも柱といえるのが、MRI（磁気共鳴撮像装置）。

どのような原理に基づくのかは知らなくとも、今では、ほとんどの人がその名を聞いたことがあるに違いない。

実は筆者も、以前、緊急入院した際、脳の障害が疑われたことからこの装置のお世話になったことがある。もちろん、これと並行して、人の体を輪切りにしたように表示できるX線CT（コンピューター断層撮像）や、放射性物質を投与して体内組織の病変を調べるR

I（ラジオアイソトープ装置も使用されたのだが、なかでもMRIの記憶は鮮明だ。

なにしろ、超強力な磁場で体内の様子を探るといふことで、検査室そのものが分厚い壁で囲まれている。しかも、強力な磁力で金属の塊も吸い付き、携帯電話は確実に壊れ、磁場の影響を受けにくい最新のSDカードのデータが壊れてしまうと聞かされていたのだ。女性なら、ファンデーションなどに含まれる金属成分で計測データが乱れてしまうので、お化粧品もご法度というのだから、それだけで脅えてしまいそうだ。

そのうえに、実際の検査にかかると、ベッドに横たわったまま、横倒しにした茶筒のような空間に送り込まれ、長い時間、じっとしていなければならない。

幸い、これらの検査によっても、脳には病変が見つからず、2週間弱の入院ですんだのだが、以来、MRIという機器については、なんだかとても怖いものという印象が残っていた。

今回、日立メデイコ柏事業場取材するにあたって、下調べの不足もあって、その



吉野仁志  
MRIシステム本部長

イメージは変わることはなかった。

しかし、見学させていただいた製造ラインと、展示場に置かれた製品を見るに及んで、MRIに対する印象はひっくり返った。

「ご覧のように、現在、柏事業場で製造しているAIRIS、APERTOといった製品シリーズは、旧来のトンネル型と呼ばれる方式と違って、全身をすっぽり覆う壁がありません。

検査の対象となる体の部分が収まる空間は、横方向については、磁石を支えるための1本か2本の支柱を除いて、ほぼ完全に開放されています。しかも、磁場を発生させる装置もその他の制御装置も、旧来のものに比べれば小さく、検査室まで含めたシステム全体もきわめてコンパクトなものになっています」

日立メデイコが誇るオープンタイプのMRI。その鍵となったのは二つの技術だと吉野は語る。

「一つは垂直に磁場をかけることです。これにより、磁場発生装置の円筒の中に患者さんを閉じ込める必要がなくなりました。もう一つは、電磁石ではなく、80年代に発明された強力な永久磁石を用いることです」

以前、筆者が体験したトンネル型の装置は、おそらく超電導磁石を用いたものに間違いはないという。

「この超電導方式は大きな磁場強度を得られるという利点がありますが、極低温の液体ヘリウムを使うために、冷却装置だけでも



究極のオープンデザインを追求したAPERTO Inspire



組み立て中のAPERTO Inspire



久芳 明  
マーケティング統括本部  
営業技術本部長

大型になり、また運用コストもかかります。

それが永久磁石を用いることにより、イニシャルコストも運用コストもきわめて安くできるようになりました。また、超電導や常電導といった巨大な電磁石に比べると、永久磁石では周辺に漏洩する磁場を非常に少なくできるのです(吉野)

もちろん、日立メデイクでも高機能、高画質化を狙い、超電導方式のOASISを発売しているが、こちらにもオープン方式が採用され、患者にやさしい——ペイシエント・フレンドリーなものとなっている。

いずれにしても、実際に製品とその製造現場を見たことによって痛感したのは、筆者がMRIに対して抱いていたイメージはもはや偏見にすぎないということだ。

## X線装置、X線CT、 そしてMRIという系譜

日立メデイクは2009(平成21)年で創業60周年を迎える。もともとは繊維関係のマシンの販売会社として出発したが、日立で開発したX線装置の販売を担当するにあたって、1954(昭和29)年に日立レントゲンと名称を変え、翌55年には日立レントゲン販売とさらに名称を変更する。

「技術開発、製品開発においては、日立亀戸工場で大型の医療機器を手がけていた部門がルーツになっています。もう一つ別の大阪レントゲン製作所という会社があつて、こちらはコンデンサー式のX線装置などコンパクトな機器を得意としていた。これらが合併して69年に日立レントゲン株式会社となり、それが現在の体制の原点となっています(マーケティング統括本部営業技術本部長 久芳明)

そして、社名を日立メデイクと改めた73(昭和48)年とほぼ同じころ、人体の内部を覗き、病変を発見するX線装置の世界に革命がも

たらされる。X線CT装置が発明されたのだ。CTとはコンピュータッド・トモグラフィの略。患者の体全体やその検診箇所を360度方向からX線でスキャン、その情報をコンピュータ処理し、まるで人の体を輪切りにしたように何枚もの映像で検分することができる。

「医療用撮像装置の歴史はX線CT装置から始まりましたが、同じことは、別の原理の医療用撮像装置にもできるはず。70年代後半に本格的応用が始まったMRI、さらに放射性同位元素を使ったRIシステムや、そのなかでも陽電子放出作用を利用したPET(ポジトロン断層撮像装置)なども、コンピュータ処理により画像化を行うという点ではCTのバリエーションということが出来ます。では、なぜX線以外のこれらの装置が使われているかというと、一言で言えば、見えるものが違うからなのです(吉野)

MRI、つまり、磁気共鳴撮像装置は原子物理学の世界から生まれた。電磁的に原子核が共鳴する現象を利用するため、最初はNMR(核磁気共鳴と呼ばれたが、放射性物

質とも、それが発生する放射線とも無縁なため、現在ではMR、磁気共鳴という呼び方が用いられている。では、その原理とは一体どのようなものなのだろうか。

## 磁気と水素原子が伝える情報

「単純に言えば、磁場中にある人体に高周波磁場を当てると、体内にある水素原子が高周波磁場に共鳴して微弱な電波を発生します。その電波を受信して画像を作成し、体内の状態を知ることができます(吉野)

すべての原子は原子核とそのまわりを回る電子からなる。

原子核のまわりを電子が公転すると、電流のコイルと同じ働きをして、N極とS極からなる磁場を生む。外から電流を与える電磁石と同じ働きが、原子がそこにあるだけで生まれるのだ。つまり、原子というのは一粒単位だとすべて、小さな小さな磁石なのだ。ただし、通常の状態では、たくさんの小さい磁石の向きはバラバラ。この小さな磁石の向きがそろったままの状態をずっと保たせるのが磁場発生装置の役目である。

「MRI計測には、水素という最も単純な原子、一粒の陽子が原子核となり、そのまわりを一粒の電子が回っている元素が使われます。水素原子は水をはじめ多くの分子、ほとんどの有機物に含まれているので、水素原子の状態を知ることにより、その分子がど

のようなのかがわかる。水か他の分子か、液体か固体か、密度はどうか、解析方法を変えることにより、MRIでは、人体のさまざまな様相をとらえることができるのです」(吉野)

水素を含む分子からなる人体を、強力な磁場(静磁場)のもとに置き、ラジオなどに使われるのと似た波長の高周波磁場を投入する。

すると、水素原子の小さな磁石の向きが変わり、回転の止まりかけたコマのような「歳差運動」を行う。高周波磁場の投入が止まっても、この歳差運動は続き、小さな磁石の向きがまたそろそろまでに時間がかかる。この「緩和時間」とその緩和パターンが、それぞれの水素原子がどのような状態にあるかを教えてくれるのである。

もちろん、これは個々の原子レベルの話。このままでは、全身(検査部分)すべての情報がごちゃごちゃになっている。そこで、それらの小さな磁石の挙動の位置情報を検知するため、静磁場に加えて傾斜磁場という別の磁場を付加してやり、場所によって原子が同じ状態でも歳差運動の回転速度がなだらかに変わるようにする。これによって無数の原子によって生じたミクロな磁場の変動を、フリー交換という数学手法でコンピューター解



川崎真司  
MRIシステム本部  
アプリケーション開発部長

析、位置情報を参照して再編成し、画像化するのだ。このときの解析方法を変えることにより、MRIではX線によってはとらえられないさまざまな種類の情報を画像として取り出せるのである。

「こうした画像化とは別に、最新のMRスペクトロスコピーという機能では、たとえばクレアチニンといった医療診断に重要な特定の化学物質の存在を検知することで、体を傷つけずに腫瘍の良悪性判別をする手段にも用いられています。また、脳機能を解析するfMRIも現在では重要な機能になっています」(MRIシステム本部 アプリケーション開発部長 川崎真司)

### オープンMRIを支える 永久磁石と垂直磁場

さまざまなアプリケーションの開発も含め、新技術の話はつきない日立メディコのMRI。だが、その創造性の原点にあるのは、やはりオープンMRIだといっている。しかし、その開発にはちょっとした偶然も作用してい

たという。

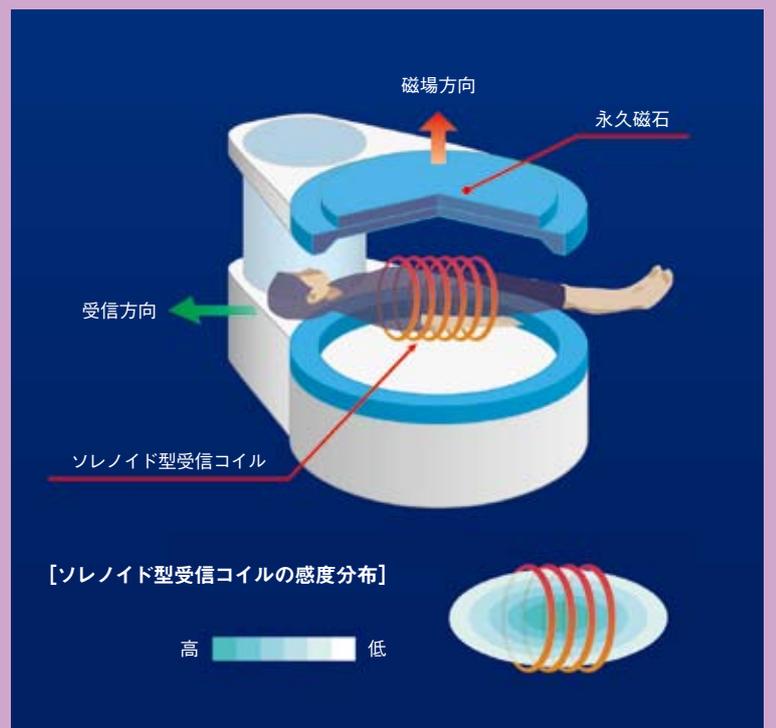
「日立メディコにおけるMRIの開発は他社に遅れ、'85年にスタートしました。そのときに目標としたのが永久磁石方式のもので可能になるオープンデザインだったのです。

MRI機器事業を本格化するに当たってプロジェクトチームが組織されたのですが、開発メンバーは皆、X線CT装置開発などの経験があり、医療の現場で患者さんたちの生の声を聞いていた。患者さんのMRIに対する不満のなかでも、いちばん大きかったのが閉塞感だったのです。他社に比べて本格的な開発が多少遅れたことが、かえって幸いし

たともいえます」(吉野)

技術的なタイミングもよかった。従来のフェライト磁石を用いた他社のMRIが100tもの重量だったが、実用レベルの永久磁石型MRIを可能にする新発明、ネオジム永久磁石が、'84年には販売開始されていたからだ。もう一つ、鍵となったのが、垂直磁場の採用だった。

「MRIの基本となる静磁場は、それまでは、発生させるためのコイルの配置の関係もあって、水平方向、患者の体軸方向を向いていました。磁場の均一な領域を利用するために、コイルの中空部分にすっぽりと体を閉



永久磁石による垂直磁場方式の概念

永瀬唯(ながせ・ただし)

1952年生まれ。東京都立大学理学部卒業。理工学系出版社の編集を経て、科学技術ライターとなる。1987年、サイバーバンクムーブメントを契機として、技術文化史、SF思想史を中心とした評論活動を開始。明治大学理工学部講師。著書『宇宙世紀科学読本 スペース・コロニーとガンダムのできるまで』(角川書店)、『腕時計の誕生』(廣済堂出版)、『京極夏彦の世界』(青弓社)、『欲望の未来 機械じかけの夢の文化誌』(水声社)ほか。

## インテリジェントオペ、 高磁場オープン「OASIS」 —— 拡張するMRIワールド

オープンタイプの永久磁石方式というイ

「それが、'87年に発売されたMRP-20だった。まだ4本の柱が必要だったが、'95(平成7)年に発売されたAIRISでは、柱から円盤状の計測区画が張り出した非対称2本柱方式が実現、さらに、この進化の流れは02年に販売が始まった1本柱方式高機能型のAPE RTOシリーズでさらなるオープン化を実現した。

じ込めなければならなかったのです。ところが、永久磁石を使えば、横たわった患者の上下に永久磁石を配置できます。つまり垂直に磁場を置くことができる。上下の磁石をつなぐ柱が必要でしたが、トンネル型のものに比べれば、患者さんの心理的な負担はきわめて少なく、そのうえに、磁場の遮蔽も容易なことから、コンパクトで開放的な装置が実現できたのです」(吉野)

「肉眼では判別が難しい腫瘍の手術において、従来では手術前に撮影した3次元データを利用して腫瘍の位置を確認していたのですが、手術によって患部の位置も時々変化し、腫瘍残存の確認は手術後のMRI撮影を待つしかありませんでした。残存を確認しても、再手術はさらに患者さんに負担がかかります。この難問を解決するため、インテリジェントオペでは、同じ手術室内に、MRI装置を設置し、手術の進行に応じ、適宜患者をMRI撮影し、肉眼では見えない半リアルタイム情報を3次元的に表示、手術の進行に追従し、1mm単位の微細な施術が行えるようにしたのです」(川崎)

「このインテリジェントオペ、磁場漏洩の少ない永久磁石方式の特性を活用したもので、患者や医師の負担が少なく、通常の手術用具がそのまま使えるというメリットもある。



宮元嘉之  
MRIシステム本部  
システム設計部 担当部長

いち早く脳腫瘍の手術に導入した病院では、重要な脳機能を損なうことなく、腫瘍の摘出率を、従来に比べて飛躍的に高める成果を得ているという。

「MRI計測にある程度の時間がかかるため、手術時間が長時間に及ぶこともあるが、精度の高い手術を支援するため、より広範な手術に適用できるようにすれば、医療現場に大きな福音となることは間違いない。

「永久磁石にはどうしても磁場強度に一定の制限があります。より精細な検査画像の獲得と快適性の両立、OASISはその一つ

「OASIS」。垂直磁場オープンでは、世界最高の磁場強度を誇る。

「永久磁石にはどうしても磁場強度に一定の制限があります。より精細な検査画像の獲得と快適性の両立、OASISはその一つ

「OASIS」。垂直磁場オープンでは、世界最高の磁場強度を誇る。

「永久磁石にはどうしても磁場強度に一定の制限があります。より精細な検査画像の獲得と快適性の両立、OASISはその一つ



手術にMRI装置を導入したインテリジェントオペ室のイメージ



超電導方式のOASISもオープン方式を採用

「OASIS」。垂直磁場オープンでは、世界最高の磁場強度を誇る。

「永久磁石にはどうしても磁場強度に一定の制限があります。より精細な検査画像の獲得と快適性の両立、OASISはその一つ

「OASIS」。垂直磁場オープンでは、世界最高の磁場強度を誇る。

「永久磁石にはどうしても磁場強度に一定の制限があります。より精細な検査画像の獲得と快適性の両立、OASISはその一つ

「OASIS」。垂直磁場オープンでは、世界最高の磁場強度を誇る。

「永久磁石にはどうしても磁場強度に一定の制限があります。より精細な検査画像の獲得と快適性の両立、OASISはその一つ

の解答です。しかも、日立製作所で積み重ねてきた超電導技術と、日立メディコが培ってきた垂直磁場でのMRI技術、これが融合されてはじめて可能になった。OASISには日立の力が結集されているのです」(MRIシステム本部システム設計部担当部長 宮元嘉之)

「パーチャルリアリティ」という言葉が生まれてから四半世紀、MRI技術はついに肉眼では見えない情報を実景に重ねるオーグメント(強化)リアリティの領域に到達しつつある。

「そして、その技術を現場にどう展開していくのか、というユーザーサイドに立った開発思想を重ね合わせ、現在、日立メディコのMRIの国内シェアは、オープンタイプの市場セグメントでは85%、脳外科でも52%に達している。

「そして、その技術を現場にどう展開していくのか、というユーザーサイドに立った開発思想を重ね合わせ、現在、日立メディコのMRIの国内シェアは、オープンタイプの市場セグメントでは85%、脳外科でも52%に達している。

「そして、その技術を現場にどう展開していくのか、というユーザーサイドに立った開発思想を重ね合わせ、現在、日立メディコのMRIの国内シェアは、オープンタイプの市場セグメントでは85%、脳外科でも52%に達している。

「そして、その技術を現場にどう展開していくのか、というユーザーサイドに立った開発思想を重ね合わせ、現在、日立メディコのMRIの国内シェアは、オープンタイプの市場セグメントでは85%、脳外科でも52%に達している。

「そして、その技術を現場にどう展開していくのか、というユーザーサイドに立った開発思想を重ね合わせ、現在、日立メディコのMRIの国内シェアは、オープンタイプの市場セグメントでは85%、脳外科でも52%に達している。