

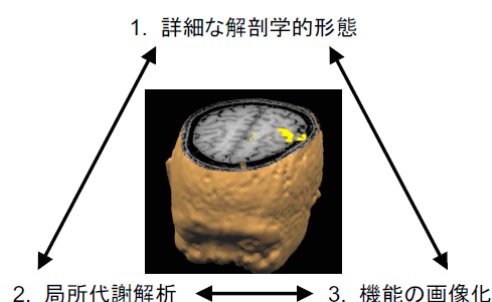
ディビジョン番号	10
ディビジョン名	分析化学

大項目	1. バイオ分析
中項目	1-18. 生体トモグラフィー
小項目	1-18-1. 磁気共鳴イメージング (MRI)

### 概要 (200字以内)

分子から細胞、組織と構造を伴った階層性が機能と密接に相関している生体を非分離、非破壊で分析する生体トモグラフィーの中で、磁気共鳴イメージング法の特徴は、ヒトにいたるまでの複雑生体系の解剖形態を最も詳細に画像化できること、形態上の部位を選択してその機能、代謝情報を解析できるということにある。本法は他法に比べ検出感度が低い、これは各種トモグラフィー手法の中で最も低エネルギーのラジオ波を利用することによる安全性の高さと表裏の関係にある。

図1. 生体トモグラフィー法としてのMRIの特徴



### 現状と最前線

本法の主たる検出対象は生体内の水分子のプロトンスピンである。各種の透過法では識別の困難な軟部組織間で高い画像コントラストが得られること、水分子の濃度、 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_2^*$ 、交差緩和時間や拡散速度など、多彩な物理量をコントラスト源として画像化できることから画像診断手法としてなくてはならない位置を確立した。一方、本法は本質的に水分子以外の特異的な代謝物や、プロトン以外の生体構成核種である  $^{31}\text{P}$ 、 $^{13}\text{C}$ 、 $^{15}\text{N}$ 、 $^{17}\text{O}$ 、 $^{23}\text{Na}$  等のスピンを搭載した化合物の構造、分布、代謝に関する情報を生体内で取得することが可能であり、Magnetic Resonance Spectroscopy, MRS と称される。この方法はメタボローム分析の有力手段として病態の分子診断のポテンシャルを有するが、低検出感度という難点からまだ十分に利用されていない。

診断の標的臓器としては、これまで脳が最も応用範囲が広く、腫瘍、梗塞から精神神経疾患にいたるさまざまな病態の診断に利用されている。近年、体幹部においても胆、肝、膵の腫瘍診断や心臓の拍出量の評価、冠動脈描出等で応用範囲が拡大している。

一方、基礎科学的応用では、デオキシヘモグロビンの常磁性鉄を内因性コントラスト源として用いる脳機能イメージング法 (fMRI) の展開が脳機能の詳細なマッピングを可能とし、健常者や精神神経疾患患者を対象とする脳機能研究、実験的心理学研究に有力な研究手段を提供した。

また、ガドリニウム錯体や超常磁性鉄酸化物微粒子（SPI0、USPI0、MION 等）を用いて生体内の特定分子の分布や遺伝子発現部位を選択的に画像化する方法が、前述のMRS法とともに分子イメージングと呼ばれる研究分野を創出しつつある。

#### 将来予測と方向性

##### ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

本法の最大の問題点である感度の低さを改善し、単純形態の描出から機能の画像化へという流れを促進するために、装置の高磁場化は今後とも進むと思われる。今後10年間で現在の疾病診断の主流である1.5T装置は3Tに置き換わり、研究用全身装置は10T前後、実験動物機は20T前後まで進むと思われる。このための要素技術として超伝導磁石の製作は可能であるが、測定に用いるRF、特に検出器、高磁場を有効に生かせる測定技術には新たな開発が必須である。これにより、形態や代謝の定量化が進み、ヒトをはじめとする生命システムの分子レベルでの理解が期待される。高感度化に関してはこれまで貴ガス元素に限定されていた超偏極技術が動的核分極法（DNP）の安定的実現により、<sup>13</sup>C、<sup>15</sup>N、<sup>19</sup>F等の核種への広がりを見せており、短いT<sub>1</sub>寿命を克服する技術、測定法の実現ができればブレークスルーが開ける可能性がある。脳機能イメージング法については生理的裏付けと定量化が求められよう。

##### ・ 今後推進すべき課題

1. 高磁場における信号検出器、測定技術の開発
2. 超偏極核種の測定法、応用技術の開発
3. 脳機能イメージング法の定量化
4. 形態や代謝情報を用いる生体のプロファイリング

#### キーワード

高磁場MRI, MRS, fMRI, 超偏極

（執筆者：三森文行（国立環境研））