

医用画像技術の進歩

定藤規弘

総合研究大学院大学教授生理科学専攻
岡崎国立共同研究機構生理学研究所教授

波長(m)	種類	画像	得られる情報	
長	10	電波	MRI	形態、脳血流変化
	10^6	可視光		
	10^{-10}	エックス線	X線CT	形態
短	10^{-11}	ガンマ線	PET	脳血流、代謝

医用画像技術に用いられる電磁波の種類と得られる情報

光あるいは電磁波を用いて、体内の情報を取り出す技術が大きく発展してきた。それにより、生体の「形態」と「機能」に関する情報が可視化できるようになった。

人体内部の構造を見ることを初めて可能にしたのは、もちろんX線だ。今でも現役の技術として立派に活躍している。しかし、すべての対象物が前後に重なるなどの理由により、脳の内部構造を観察するには適さない。

1972年、コンピューターでX線画像を処理する革命的な技術が発明された。X線CT (computed tomography) である。さまざまな角度から撮影したX線データを、フーリエ変換という数学的処理を利用して再構成し、断面の画像として得る手法である。この断層画像を再構成するというCTの原理は、のちにPETやMRIにも応用された。

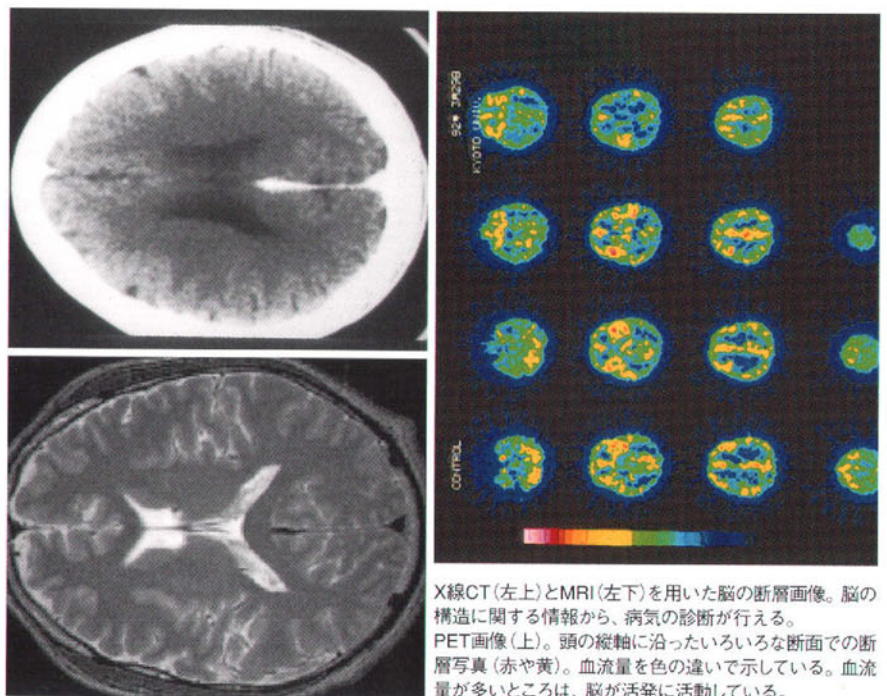
一方、放射性同位元素で標識することにより、生体物質が体内でどのように分布するかを画像化する手法は核医学とよばれる。PET (positron emission tomography、陽電子断層画像法) では、陽電子を放出する同位元素を利用する。陽電子が消滅するときに発するガンマ線を計測することで、微量な濃度でも非侵襲的かつ正確に生体内での分布を可視化できる。これにより、ブドウ糖代謝、脳血流、血液量、酸素代謝や神経受容体など、生理的あるいは生化学的なさまざまな計測が可能になった。つまり機能を可視化できるようになっ

たのである。PET はX線CT発明の3年後に開発された。

1973年に発明されたMRI (magnetic resonance imaging、磁気共鳴画像法) は、放射線は使わず、水素原子の核磁気共鳴現象を利用する。生体に豊富に含まれる水素を検出して画像化するので、X線には不向きなさまざまな組織の形態を観察することが可能となった。頭蓋骨や脊椎に厳重に保護されている神経組織には特に有利である。また、放射線を使わないので、生体にはほとんど悪影響がない。

1990年代になると、MRI装置の性能が上がって高速化し、脳の機能も測定

できるようになった。血管内の酸素化バランス (酸化/還元型ヘモグロビン) を検出して、脳血流量の変化を画像化できるようになったのである。MRIの装置をこのような手法で用いたときに、**機能的MRI** (functional MRI) という言い方をする。脳血流は、1980年代にすでに、PETでも可視化が実現されていた。PETでは酸素の同位体 (O^{15}) で標識した水を検出し、約10分間隔で局所脳血流量の検査を行う。一方、機能的MRIは、数秒間隔で全脳の脳血流変化を記録でき、得られるデータ量もPETよりはるかに多い。



X線CT(左上)とMRI(左下)を用いた脳の断層画像。脳の構造に関する情報から、病気の診断が行える。PET画像(上)。頭の縦軸に沿ったいろいろな断面での断層写真(赤や黄)。血流量を色の違いで示している。血流量が多いところは、脳が活発に活動している。