

1. SPECT——理工学の立場から——

尾 川 浩 一 (法政大学工学部電気工学科)

近年の放射性医薬品の開発と検出器であるガンマカメラの性能の向上とともに、SPECT は新しい時代を迎えたといっても過言ではない。前者の放射性医薬品に関しては、従来からの脳血流や心筋血流の映像化ばかりでなく、代謝機能や神経伝達物質の映像化をも SPECT で可能となってきている。また後者のガンマカメラのハードウェアの性能向上に関しては、3 あるいは 4 検出器の SPECT 専用装置に高分解能型のファンビームコリメータなどを装着することで感度の向上をはかるとともに、FWHM 5 mm 程度の空間分解能を実現するに至っている。このような高画質の SPECT 画像は、従来のガンマカメラ回転型 SPECT では実現が困難であったものであり、ガンマ線のデータ収集ならびに画像再構成に関しての様々な要求精度が達成されて初めて可能となったものである。これらのスペックには高分解能かつ高感度なコリメータを作成する技術、直線性や感度の不均一性が高い精度で補正する技術などのハードウェア面、およびガンマ線の吸収や散乱線の補正、新しい画像再構成法などのソフトウェア面とに大別される。ここでは主に後者のソフトウェア面に関して述べる。

ガンマ線の吸収は人体を構成する原子と光子が光電効果を起こすために生じるが、これにより再構成画像には濃度歪が生じ再構成画像の中央部の SPECT 値が真値の 1/2 から 1/3 程度に低下する。これに対する補正法として近似解や厳密解を求める多くの方法が提案されているが、精度のよい吸収補正を行うためには、対象となる断層面内でのガンマ線の線減弱係数分布を測定する必要があり、このような煩雑さから実際の臨床では精度の高い吸収補正是一般的に行われていない。また、散乱

線の問題に関しては、従来より用いられているような光電ピークにエネルギーインドウを設け、このエネルギー範囲のガンマ線を計数するという方法では、コンプトン散乱線が全計数値の 1/3 から 1/2 を占めることになる。混入した散乱線成分は、画像のコントラストを低下させ、また、絶対量としての放射性同位元素の分布の計測を困難にしている。このような散乱線の補正では、散乱線の位置依存性を考慮し、また統計変動の影響を受けにくくする必要がある。このほか、SPECT ではコリメータを使用しているため開口の問題が生じ空間分解能の低下が生ずるが、このような問題に対しても補正を行う必要がある。一方、画像再構成の観点からは、空間分解能や感度を向上させるためにファンビームコリメータが用いられており、直接的な再構成法によって高画質の再構成像を得ることができるようになってきた。また、近年では最尤 (ML) 推定に期待値最大化 (EM) アルゴリズムを導入した画像再構成法や、最大事後確率 (MAP) 推定に EM アルゴリズムを利用したものも提案され、統計変動の大きな可観測不完全データからの逐次的画像再構成の研究が精力的に行われている。

最後に、まとめとして SPECT 画像の画像処理の目的には 2 つあると考える。1 つは画像診断を行う上で有用な画像処理、すなわち画像の定量性よりも見やすい、あるいは診断し易さに重きをおくものであり、他の 1 つは SPECT 装置を計測器として位置づけ、ガンマ線源の分布に関しての定量的測定を目的とするものである。従来の SPECT では、前者の画像処理が主流であったが、近年の SPECT の画像処理、データ収集の動向は後者にも広がってきていると考える。