



7. CT画像の画質・線量低減の進化と将来展望

永山 泰教 熊本大学大学院放射線診断学講座

CTが国内で臨床導入されてから50年が経過した。この間、ハードウェアとソフトウェアの両面において目覚ましい技術的進歩が見られ、現在もなお進化は続いている。CTの普及と進化により、画像診断の精度および迅速性は飛躍的に向上し、医学の発展に大きく寄与してきた。一方で、CT検査の件数は増加の一途をたどっており、世界的に医療被ばくの増加が懸念されるようになった。こうした中で、画質と被ばくの最適なバランスを追究することは、CT技術発展における重要なテーマであった。本稿では、CTにおける技術革新の中でも、主として撮影技術および画像再構成技術の進歩に焦点を当て、画質向上と被ばく最適化の実現に向けた軌跡を振り返るとともに、将来展望についても概説する。

被ばく低減撮影技術の進化

CTの被ばく低減撮影技術として、まず1990年代後半～2000年代初頭に於いて、自動管電流調整機能（automatic exposure control：AEC）が提唱され、その実用化と普及が進んだ¹⁾。従来は体格や部位に応じて手動で管電流設定が

行われていたが、AECの導入により、スカウト画像やリアルタイム透視情報から得られたX線透過率に応じて、X線出力を自動的に最適化することが可能となった。面内および体軸方向で管電流を自動変調させることで、固定管電流と比べて画質を均質に保ちつつ、大幅な被ばく低減が実現されている。AECを発展させ、特定の臓器に対する被ばくをさらに低減するために2010年頃に導入されたのが、organ-based tube current modulation（OTCM）である。X線管球が体前面を通過する際に管電流を大きく抑制することで、前方浅在臓器（水晶体、乳腺、甲状腺）への被ばくを選択的に軽減することを可能としている²⁾。

2000年代前半には低管電圧撮影技術に関する基礎的検証が進められ、以後、臨床応用が拡大していった³⁾。X線の光子数は管電圧の二乗に比例して減少するため、低管電圧撮影では被ばく線量が大幅に低減される。また、X線の実効エネルギーがヨードのk吸収端に近づくことで、造影剤の増強効果が高まるという利点を併せ持つ。特に、小児や痩せた体格の患者では、低管電圧撮影で問題となる画像ノイズやアーチファクトの増加が少なく、被ばく低減と画質向上

を両立できる有用なテクニックである⁴⁾（図1）。さらに、X線管球の高出力化や後述する画像再構成技術の進化により、高体重症例においてもノイズの影響を抑えることが容易となり、被ばく低減のみならず造影剤減量にも応用されている^{5)、6)}。シーメンス社のCT装置では、検査目的や患者の体格に応じて、最適な画質を得るための管電圧と管電流の組み合わせを自動的に選択する機構が実装されており、被ばくと画質のバランスを効率的に最適化することが可能となっている⁷⁾。

一方で、胸部単純CTなどの低エネルギーのX線成分が画質に寄与しない診断領域においては、X線管球にスズ（Sn）や銀（Ag）のフィルタを付加して低エネルギー成分を除去し、X線ビームを高エネルギー側へシフトさせるスペクトラル変調技術が導入された。この手法により、画質や病変検出能を維持しながらも被ばく線量を抑制できることが報告されている^{8)、9)}。

これらの撮影技術の進化と普及は被ばくの最適化に大きく貢献しており、後述する画像再構成技術と組み合わせることで、さらなる線量低減と画質向上が達成されるようになっている。

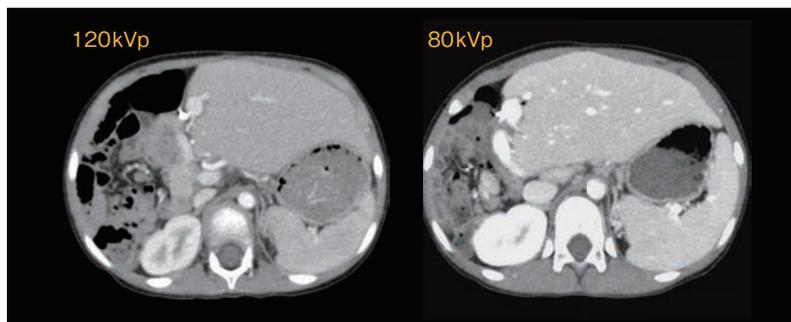


図1 小児肝移植症例
120kVp撮影と比較して、フォローアップの80kVp撮影では被ばく線量が39%低減されているが、造影コントラストの増強により全体的な画質はむしろ向上している。