

5. Dual energy/Monochromatic imaging (1管球CT)

佐藤 和彦 大阪大学医学部附属病院医療技術部放射線部門

X線computed tomography (CT) の登場以来、dual energy CT撮影のアイデアや技術は、ユーザーの期待を大きく膨らませてきた。dual energy CT撮影に関するさまざまなデータ収集方式の研究と臨床応用が積み重ねられ、ここ数年にかけて実用的なdual energy技術を搭載した装置が各社から提供されつつある。

当院では、単一X線管方式によるdual energy CT撮影が可能なGE社製「Discovery CT750HD」を2009年3月より導入し、臨床検査に用いている。本装置は、80kVpと140kVpのX線管電圧を超高速に切り替えながら、X線管と検出器のユニットが1回転する間にデータ収集を完了する。80kVp、140kVpそれぞれの生データ(raw data)を独立して取得することができる、新しい方式のdual energy技術を搭載したCT装置である。

本装置で搭載されているdual energy技術は、複数管球(multi source)を用いた複数エネルギー(multi energy)収集方式や、単一管球(single source)を用いた複数回転(multi rotation)による複数エネルギー(multi energy)収集方式の研究の末に到達した、GE社独自のdual energyデータ収集方式であり、単一管球(single source)を用いた1回転(single rotation)による複数エネルギー(multi energy)収集方式である。本方式は、0.2msという超短時間でX線管電圧の切り替えを行うことができる超高速管電圧切り替え方式(Ultra Fast kV Switching方式)で、X線の発生から画像再構成までの装置構成要素のすべてを一新することにより実現したdual energyデータ収集技術である。

本稿では、当院で稼働している単一

X線管方式によるdual energy CTシステム、Discovery CT750HDによるdual energy CT/monochromatic imagingの現状と可能性について紹介する。

X線管と検出器の特長

Discovery CT750HDは、単一X線管で80kVpと140kVpの2つの管電圧を0.2msごとに切り替えるUltra Fast kV Switching方式を採用したマルチスライスCT装置である。各管電圧による独立した生データを収集する必要があるため、従来のCTで使用していたハードウェアすべてを新たに開発している。

今回開発された代表的な構成要素の1つに、20年来変化のなかったX線検出器があり、ガーネットと同じ分子構造体を持ったまったく新しいGemstone検出器を独自に開発している。この新しい検出器は、光子が検出器に入り発光するまでのプライマリスピードが従来の検出器に比べ約100倍高速で、発光した光が消えるまでの残光特性(アフターグロー)が1/4と飛躍的に向上し、優れた応答特性を備えた検出器である。また本装置は、独自のUltra Fast kV Switching方式を実現するために、X線管電圧を超高速に切り替えることが可能な新しい高圧発生器を採用しており、dual energy CT撮影に十分な能力を持ったハードウェアを搭載している。

Dual energy CT撮影とは

撮影管電圧120kVpにおいて、あるCT値を示す物質Aを異なる管電圧で撮

影した場合、異なる管電圧で得られた物質AのCT値は、120kVpのときのCT値と異なる値を示す。これは、物質のX線減弱係数が、物質を透過するX線の実効エネルギーによって変化するためである。

ここで、物質を構成する元素の種類と割合に着目してみると、撮影管電圧120kVpで同一のCT値を示す2つの物質Aと物質Bがある場合、各物質の構成元素とその構成割合が同じであれば、物質Aと物質BのCT値は同じ値を示す。これら2つの物質を異なる管電圧で撮影した場合、物質Aと物質BのCT値はどのように変化するのであろうか。各物質を構成する元素とその構成割合が同じであれば、異なる管電圧においてもCT値は同じ値を示し、各物質を構成する元素ならびにその構成割合が変化すれば、異なる管電圧で示す物質のCT値は物質ごとにさまざまな値を示すこととなる。これは、構成する元素のX線減弱係数が、管電圧変化に伴う実効エネルギー変化により異なる値を示すためである。

このようにdual energy CT撮影では、ある物質(実質臓器、脂肪、軟部組織、造影剤など)を異なるX線管電圧で撮影することによって、物質のX線減弱係数を変化させ、画像上に新たなCT値の変化(画像上のコントラスト変化)を生み出すことが可能となる。さらには、物質ごとに異なるCT値変化(密度変化)から、物質の弁別に応用することができる。