

## 専門分科会合同シンポジウム

テーマ：「CT 検査に置ける線量低減技術」(2) 画像

# 線量低減技術と画質への影響

金沢大学医薬保健研究域 保健学系 市川 勝弘

X線 computed tomography (CT) 装置による被ばくは、一般撮影の 10～100 倍とも言われるが [1,2], もちろんそれが、一般撮影画像では認識不可能なわずかな被写体コントラストを識別できる能力の実現のためであることは、我々技術者は認識している。しかし、CT 検査の X 線検査全体に占める割合が少ないにもかかわらず、CT による被ばくが全体に占める割合が非常に多いことは、問題であるといわざるを得ない。CT における線量低減技術は、X 線出力制御によるものと、画像処理や再構成の工夫による画像ノイズ低減によるものが主体である。そして、X 線出力の制御による方法においては、被ばく低減による画像ノイズ増加が避けられず、その trade off の関係を考慮しての設定とならざるを得ない。これに対して、画像処理や再構成の工夫による方法では、その trade off の関係を越えて、少ない線量であっても、低ノイズを実現すると装置メーカーが広報しているものであるが、その真偽と有効性についての議論が盛んである [3-5]。

### 1. CT における線量と画質の関係

CT において、線量低減を実施すると (画像に寄与しない無用な被ばくはむろん低減した上で)、CT の画像ノイズが線量の平方根に反比例するという性質のため、確実にノイズが増加し、低コントラスト検出能を低下させる [2]。この性質は、極低線量となり electronic ノイズの比率が増加するまではほぼ成り立ち、主なノイズ因子が量子ノイズであることによるものである。

CT における画像のノイズ評価方法には、CT 値のばらつきである標準偏差 (standard deviation: SD) による方法と、ノイズの空間周波数特性を解析する noise power spectrum (NPS) による方法がある。どちらもノイズ量を評価するために有効であるが、

SD では、ノイズの空間周波数特性が考慮されず、例えばフィルタ関数の異なる画像間の比較には適さない。Fig.1 は、ある CT 装置において、管電流値を変化させて取得した NPS の結果である。

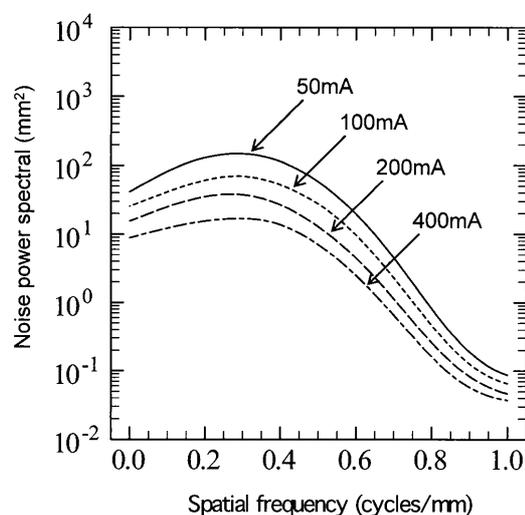


Fig.1 ある CT 装置における管電流値と NPS の関係

NPS 値は、通常の線量域では、線量に反比例するものであるため、この結果のような等比的に電流値を変化させた場合には、縦軸を対数とした場合には、NPS は等差的に並んで示される。そして、線量に変化 (または検出器入射線量に関わるパラメータの変化) した場合には、NPS はほぼ平行移動に近い形の変化を呈する。

### 2. 期待されるノイズ低減

画像処理や画像再構成の工夫によるノイズ低減が有効に働く場合には、線量増加のような NPS の平行移動による変化または、NPS 形状の維持が求められることは容易に想像がつく。筆者の共同研究者となっている研究 [6] では、逐次近似再構成を応用した画像再構成法について検討しており、NPS 形状変化がロー

パスフィルタのようにになっている場合（形状維持がされず高周波においてのみNPSが低下）において、低コントラスト検出能に変化がないことを示した。この結果からも、NSPの形状に着目した上での低空間周波数からの確実なノイズ低減が、被ばく低減技術に求められるノイズ低減と考えられる。過去の数々の研究論文は、SDを用いているようであるが、SDには空間周波数特性が考慮されないため、ノイズ低減が単なるローパスフィルタ特性になっている場合でもSD低下が得られることから、この評価に信憑性は低いといわざるを得ない。

### 3. 逐次近似再構成への期待

逐次近似再構成や、その応用による再構成法の効果は、線量低下による低空間周波数からのNPS上昇と、低コントラスト検出能の低下を防いでこそ、その目的を達すると考えるのは自然であるが、その観点での研究は未だ十分でない。講演では、有効な視覚評価実験や定量測定に定められたものがない中で、ファントムの工夫などにより徐々に明らかになりつつある、逐次近似再構成の画質への影響について示めす予定である。

#### 【参考文献】

- [1] 山口 功, 市川 勝弘, 辻岡 勝美, 宮下 宗治 (編集), 放射線技術学シリーズ CT 撮影技術学 (改訂2版), 2011, オーム社
- [2] 市川 勝弘, 村松 禎久 (編集), 標準 X 線 CT 画像計測, 2009, オーム社
- [3] Amy K.Hara, Robert G.Paden, et al. Iterative Reconstruction Technique for Reducing Body Radiation Dose at CT: Feasibility Study. Am. J. Roentgenol 2009; 193 (9) : 764-771.
- [4] Kalra MK, Maher MM, Blake MA, et al., Detection and characterization of lesions on low-radiation-dose abdominal CT images postprocessed with noise reduction filters, Radiology 232 (3) :791-797, 2004.
- [5] May MS, Wüst W, et al. Dose Reduction in Abdominal Computed Tomography: Intraindividual Comparison of Image Quality of Full-Dose Standard and Half-Dose Iterative

Reconstructions With Dual-Source Computed Tomography. Invest Radiol. 46 (7) , 465-470, 2011.

- [6] 高田 忠徳, 市川 勝弘, 林 弘之, 他, 逐次近似再構成法を応用した新しい画像再構成法に対する画質評価, 日本放射線技術学会雑誌, 48 (6), 404-412, 2011

#### 略歴

- 1983年3月 名古屋大学医療技術短期大学部 卒業
- 1983年4月 名古屋市立大学病院中央放射線部就職
- 平成16年9月 岐阜大学工学研究科にて博士(工学)取得
- 平成17年4月 名古屋大学医学部保健学科 助手
- 平成18年9月 金沢大学大学院医学系研究科 准教授
- 平成21年4月 金沢大学医薬保健研究域 教授