

原 著

CT 画像再構成技術 Hybrid type IR (iDose) の 臨床応用に向けた取り組み

あがの市民病院、放射線科；診療放射線技師¹⁾、村上総合病院、放射線科；診療放射線技師²⁾

八藤後拓哉¹⁾、佐藤 和貴²⁾、五十嵐 豊¹⁾、菅井 直光²⁾

目的：2014年5月に computed tomography 装置（以下、CT）を更新し、新しい画像再構成技術の逐次近似応用再構成法（以下、Hybrid type IR）である iDose（Philips 社独自の Hybrid type IR 技術）が導入され、より低被爆かつ高品質の画像情報の提供を当施設の診療環境に適する方法を検討することを目的とする。

方法：従来の再構成法 filter back projection（以下、FBP）と iDose をシステムファントムを用いて Modulation Transfer Function（以下、MTF）・Noise Power Spectrum（以下、NPS）・Contrast-to-Noise Ratio（以下、CNR）・Standard Deviation（以下、SD）および視覚的評価にて検証し、低線量化を模索する。その上で問題点を抽出・検証、そして改善させ総合的評価の後、CT 撮影における低線量化を試みる。さらに通常臨床への使用法を検討する。

結果：iDose のマイナス方向の特性なのか、頭部・胸部領域では低線量化は図れなかった。しかし腹部領域および CT-angiography（CTA）では低管電圧撮影も選択肢に入る為、低線量かつ高精細な画像を描出可能することができた。

結論：Hybrid type IR の構造上の為か、iDose 特性の為なのか定かではないが、特徴的な挙動をとる可能性が示唆された為、撮影対象により照射線量や再構成関数の取り扱いに注意を要することが確認できた。しかし、この技術はノイズを大幅に低減させる技術であり、特性を理解し積極的に活用することにより、低線量で高精細な画像、さらには造影剤使用量も低減できる可能性を秘めており、今後も Hybrid type IR の応用を検討・検証していきたいと考える。

キーワード：逐次近似応用再構成法、iDose、低線量化、ノイズ低減

を積極的に導入することにより、医療被ばくの低減を可能とし、かつ高品質な画像を提供できるものであるとされている。しかし、この技術を日常臨床でどの程度使用できるのかは、やはり検証・検討が必要である。本報告では当施設における検証・検討および臨床応用について述べる。

材 料 と 方 法

- A. 使用装置・使用機器・解析ソフトを以下に示す。
 - 1) CT 装置
Philips 社製 ingenuity core 128 (製造番号336046)
 - 2) 使用機器・機材
 - ① Philips 社製システムファントム (pins absorption, SER.N 12065049)
 - ② 金属ワイヤファントム (自作: 50mmφ シリンジに0.1mmφ 銅線を中心に配置し、シリンジ内腔を水で満たしたもの)
 - ③ 低コントラストファントム (自作: 50mmφ シリンジに0.5mmφ シャープペンシルの芯を中心に配置し、シリンジ内腔を水で満たしたもの)
 - 3) 解析ソフト
 - ① Microsoft office excel 2010
 - ② 画像解析ソフト Image J (ver1.42)
- B. 方法
 - 1) システムファントムを撮影し同一 RAW データにて、従来の画像再構成技術である FBP と新しい画像再構成技術 iDose のそれぞれの画像を用いて、MTF・NPS・CNR・SD そして視覚的評価にて比較検討し、iDose の画像に与える特徴を把握する。
 - 2) 実臨床 RAW データにて、iDose level 毎に再構成を行い、視覚的評価および画像内 SD 値を用いて臨床で適用する為の撮影条件と iDose level を検討・提案し、依頼医師の許可を得た上で段階的に iDose level を上げ低線量化を試み、その都度画像評価を行い iDose level を決定し低線量化を図る。
 - 3) 胸部領域における低線量化が不可能であった原因を検証する。

緒 言

昨今、放射線被爆が注目視されている中で、最近特に医療被ばくについても関心が深まっており、日常業務の中でも「被ばく」について、問われる機会が以前より多くなっているのは確実である。2014年5月に CT 装置が更新され、新しい再構成技術の Hybrid type IR である iDose が導入された。この技術は CT 撮影における低線量化に向けた新しい技術であり、この技術

結 果

A. 基本的性能評価

MTF：金属ワイヤファントムによる FBP と iDose はともに同じ曲線を描き、MTF に差は見られなかった (図 1)。

NPS：システムファントムによる測定では、FBP と比較し iDose level を上げるにつれて NPS の低下が見られ、NPS に変化が見られた (図 2)。

SD および CNR：iDose level を上げることにより SD は低下、CNR は上昇していることが確認できた (図 3)。

視覚的評価：システムファントムを用いた視覚的評価では、iDose level の上昇に伴いノイズが低下し輪郭等の視認性の向上を確認できたが、同時に iDose level の上昇に伴い従来の FBP 画像との違和感も強く感じられるようになった (図 4)。

B. iDose level の決定

臨床医および読影医の許可を得ながら、iDose level 1 の画像から通常臨床画像として採用し 1 ヶ月を目安に画像を再評価し、iDose level を段階的に上げ低線量化を試みた 3 ヶ月後の結果を示す (表 1)。

C. 低線量化における低線量化不可能の要因検証

低線量化し iDose level 3 にて撮影した肺野条件の画像にて、複数の症例で前回撮影した FBP 画像と比較すると、iDose 画像では末梢肺血管の抽出能が低下していた。検証の為、低コントラストファントムにて、MTF・NPS などの性能評価を同一 SD 下で再現し撮影を行った結果、MTF にて低～中間周波数帯にて変動が見られた (図 5)。視覚的評価の為、同一 SD 下での撮影をシステムファントムにて行った結果、小さいパターン視認性の変化を確認でき、線量依存性が疑われた (図 6)。

考 察

当施設における iDose の臨床応用への取り組みを検討すると、ルーチン画像への応用において頭部領域では iDose level を上げた低線量化画像は読影者側の違和感が強く不可能と判断、低線量化を試みず iDose は画質向上目的で iDose level 1 を採用した。胸部領域では、iDose level 3 を用いていたが、末梢肺血管の抽出能が FBP と比較し劣る可能性が示唆され、あくまで簡易的な評価方法であるが線量依存性を確認できた為、結果的に iDose level 1 を採用し低線量化は図れなかった。腹部骨盤領域では、低線量化に伴う SD および CNR の改善効果が確認できたが、やはり画像違和感が目立ってきた為、臨床医および読影医との検討の結果 iDose level 3 を上限と判断した。しかし結果、最大 50% の低線量化を図ることが可能となった。

また iDose の使用により SD の減少と CNR が向上する特徴を活用すべく、全 CT に低管電圧撮影を取り入れ、低管電圧撮影による画像ノイズの上昇を iDose により抑制すると同時に、iDose による CNR の改善効果が加わり、さらなる造影剤コントラストの向上が期待でき末梢血管まで描出可能であると考えられる為、低管電圧撮影を積極的に取り入れることを決定した。

そして検討中ではあるが、腹部領域の術前スクリーニング撮影時に造影剤注入方法を若干変更し、低管電圧での撮影を 1 相追加することにより、動脈・門脈・静脈を同時にかつ高コントラストで高精細に描出できる撮影法を検討している。この撮影法により、対象部位周辺の詳細な動脈・門脈・静脈を含めた解剖学的情報を位置のブレ無く同時に描出でき、3D 表示も可能ではないかと検討している。

さらに頭部領域を含めた全ての CT 撮影症例を thin slice 化しノイズが増えた分を iDose により画質改善させ、各診療端末にて 3D や MPR を任意で閲覧可能とした。また遠隔読影先からも閲覧可能とした。

結 論

今回の検証及び検討により、Hybrid-type IR の構造上の為か、または iDose の特性 (メーカー独自の処理方法) の為なのかは定かではないが、特徴的な挙動を示す可能性が示唆され、撮影対象により照射線量や再構成関数の取り扱いに注意を要することが確認できた。しかし、iDose はノイズを大幅に低減させる技術であり、特性を理解し積極的に活用することにより、低線量で高精細な画像、さらには造影剤使用量も低減できる可能性も秘めており、各学会からの情報や論文等に常に目を向け、今後も iDose を利用し実臨床の場で「より低線量」「より低造影剤使用量」そして「より高精細」な画像情報を提供すべく、検証・検討をしていきたいと考える。

文 献

- 市川勝弘、村松慎久 (編集)、第 1 章スライス面内の評価、標準 X 線 CT 画像計測：オーム社、東京、2009：24-138。
- 萩原芳広、2. CT 画像再構成法の現状を理解しよう！、INNERVISION 2013；28(11)：28-32。
- 下之坊俊明、2. 新しい CT 画像再構成技術 “iDose” の有用性、INNERVISION 2011；26(10)：24-29。

英 文 抄 録

Original article

Clinical application of Hybrid type IR (iDose system)

Agano municipal hospital, Department of radiology；radiologist¹⁾, Murakami general hospital, Department of radiology；radiologist²⁾
Takuya Yatougo¹⁾, Kazutaka Sato¹⁾, Yutaka Igarashi¹⁾, Naomitu Sugai²⁾

Objective：The purpose of this study is to examine how to produce high quality images with low radiation doses, using new reconstruction technology of iDose (Philips original Hybrid type IR technology) with our new computed tomography (CT)

which was installed in May 2014.

Study design : Conventional filter back projection (FBP) and iDose were compared using system phantom on Modulation Transfer Function (MTF), Noise Power Spectrum (NPS), Contrast-to-Noise Ratio (CNR), Standard Deviation (SD), and visual evaluation for lowest radiation doses. Appropriate methods will be introduced after the evaluation for clinical use.

Results : High quality images with low radiation doses were possible at abdomen and CT-angiography (CTA) for they were able to use low kilovoltage technique. However, it was not at head and chest.

Conclusion : It is not certain whether specific behavior is from the technical problem to Hybrid type IR, or the characteristics to iDose but special selection is needed before the images. However, since this technology could reduce noises, understanding the specific behavior, it could probably provide us with low radiation doses and high quality images. Further study is needed.

Key words : hybrid type IR system, iDose system, filter back projection system, low dose, noise reduction, high quality image

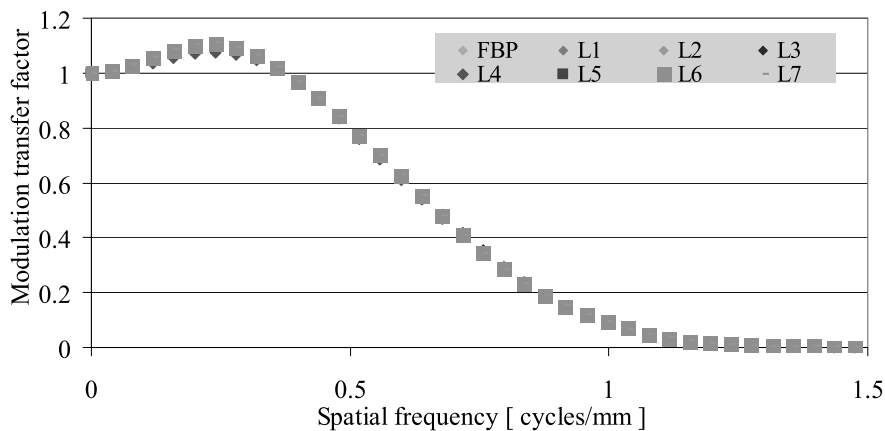


図 1. 同一 RAW データを用いた FBP と iDose level (L1－L7) による MTF 変化 (略語は略語一覧を参照)

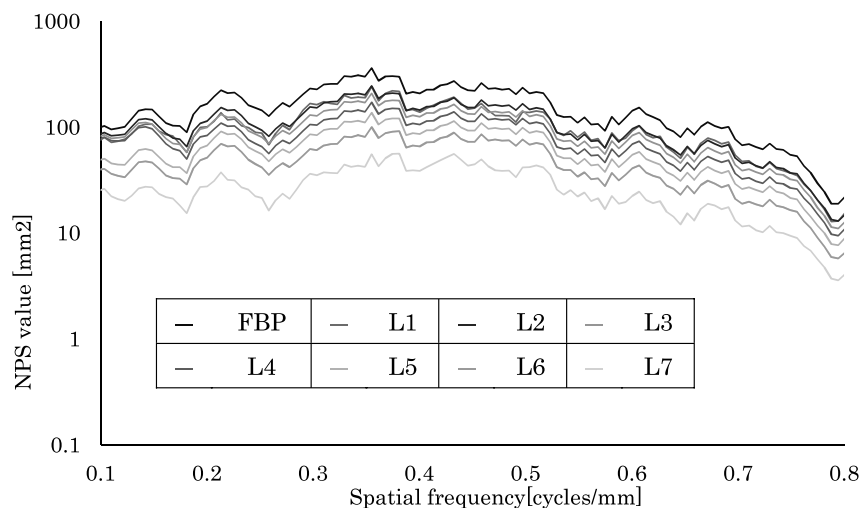


図 2. 同一 RAW データを用いた FBP と iDose level (L1－L7) による NPS 変化 (略語は略語一覧を参照)

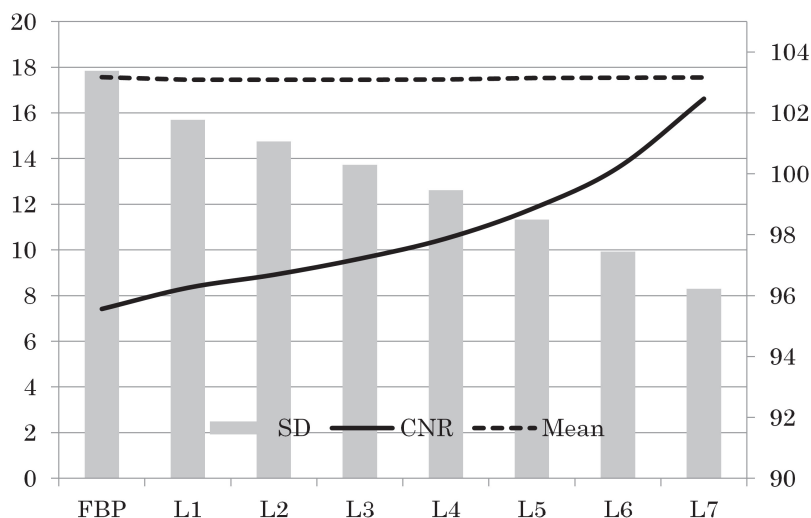


図3. 同一 RAW データを用いた FBP と iDose level (L1-L7) による SD・CNR・CT 値変化

(略語は略語一覧を参照)

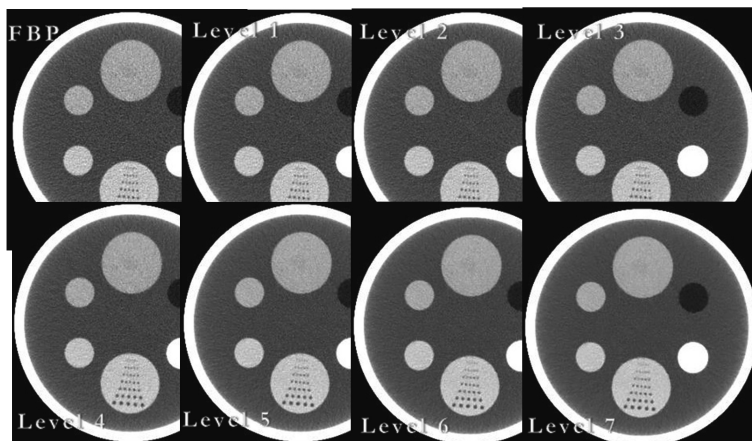


図4. 同一 RAW データを用いた FBP と iDose level (L1-L7) による視覚的評価
(略語は略語一覧を参照)

表1. 当施設における採用 iDose level の決定 (略語は略語一覧を参照)

	頭部			胸部			腹骨盤部		
	time	iDose	CTDI	time	iDose	CTDI	time	iDose	CTDI
FBP	10s	-	51.8	13.2s	-	12	14.3s	-	18.7
臨床 iDose	18s	1	51.1	3.1s	1	11	3.9s	3	9.7

※FBP の数字は、同一症例の前機種 (Philips 社製 brilliance16) におけるデータを用いた。
time は同じ範囲における撮影時間を示す。

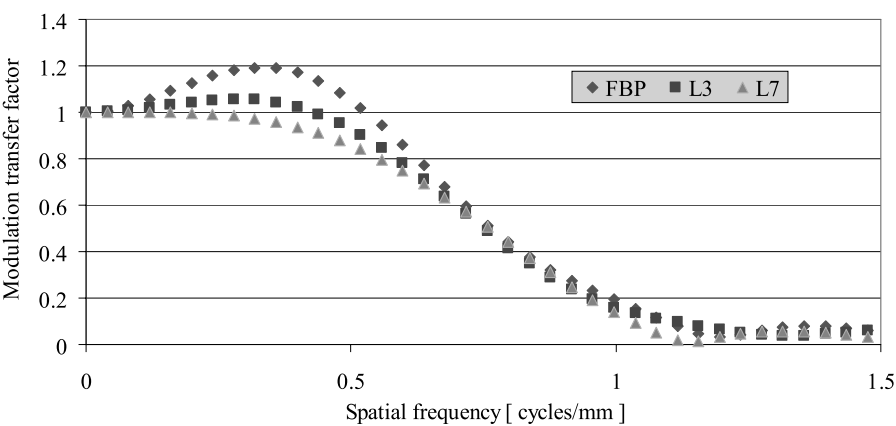
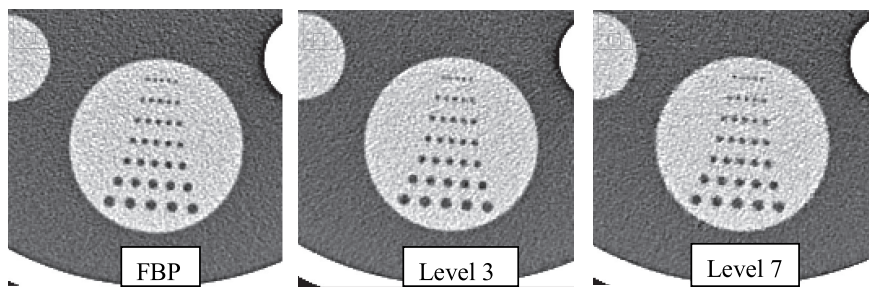


図 5．同一 SD 画像における FBP と iDose の MTF 変化（略語は略語一覧を参照）



※肺野条件における再構成関数を用いた。

図 6．同一 SD 画像における FBP と iDose の視覚的評価（略語は略語一覧を参照）

本論文で使⽤した略語一覧および用語定義一覧表

CNR	Contrast-to-Noise Ratio	コントラストノイズ比
CTA	computed tomography angiography	CT 血管造影
CTDI	computed tomography dose index	CT 線量指標
FBP	filter back projection	フィルタ補正逆投影法
Hybrid-type IR	Hybrid-type Iterative Reconstruction	逐次近似画像再構成法を応⽤した再構成法（逐次近似応⽤再構成法）
MTF	Modulation Transfer Function	変調伝達関数
NPS	Noise Power Spectrum	ノイズの量（周波数特性など）を表す指標
	RAW データ	処理・加工していないデータ
SD	Standard Deviation	標準偏差
	thin slice	薄い厚さの画像

(2015/11/30受付、英文抄録文責 佐藤敏輝)