

SCENARIAの最新技術紹介

The Introduction of the Latest Technologies in SCENARIA

田所 俊介 ¹⁾	Shunsuke Tadokoro	宮下 祐一 ¹⁾	Yuuichi Miyashita
佐藤 竜太 ¹⁾	Ryuuta Satou	高須 淳史 ¹⁾	Atsushi Takasu
根本 善誉 ²⁾	Yoshitaka Nemoto	根本 直樹 ¹⁾	Naoki Nemoto
鈴木 清剛 ¹⁾	Kiyotaka Suzuki		

¹⁾日立製作所 日立総合病院 放射線技術科
²⁾日立製作所 ひたちなか総合病院 放射線技術科

SCENARIA^{*1}のバージョンアップによって新たに搭載された機能の中から、3つの被ばく低減機能を評価した。その結果①IntelliEC^{*2} Plusによって撮影前に逐次近似処理技術によるノイズ低減率を自動計算し、撮影線量を低減しても同等の画像ノイズを得ることができた。逐次近似応用再構成法の特徴を踏まえて、当院では腹部転移検索目的の造影CTにおいて体重ごとに逐次近似処理強度を変えて運用している。②IntelliEC Cardiacによって設定心位相を75%中心に管電流を変調することで、当院の撮影条件では50%程度の線量低減が可能となった。③Simple Dose Reportによって被ばく管理が可能となった。

We have evaluated three low dose techniques, among the newly mounted functions with the version upgrade of SCENARIA^{*1}. They are: IntelliEC^{*2} Plus, IntelliEC Cardiac and Simple Dose Report. 1) IntelliEC Plus automatically calculates the noise reduction rate before scanning using the iterative reconstruction technique, and we can gain same level of SNR even with the low tube current. In light of that characteristic, our hospital changes the intensity of iterative reconstruction according to the weight of patients, when operating the contrast examination for searching metastasis in abdomens. 2) IntelliEC Cardiac modulates the tube current around 75% of cardiac phase cycle. With our hospital's scanning condition, it was possible to lower around 50% of dose amount. 3) Simple Dose Report allowed us to control dose information.

Key Words: IntelliEC Plus, IntelliEC Cardiac, Simple Dose Report

1. はじめに

当院は茨城県日立市にあり、24時間体制の3次救急、がんセンターを持つ企業立病院である。また、2016年7月より新しく本館棟が完成予定であり、ヘリポートが開設される。

2014年4月にCT装置SCENARIA^{*1}(日立製作所製)がバージョンアップされ、いくつかの新機能が搭載された。中でも、IntelliEC^{*2} Plus、IntelliEC Cardiac、Simple Dose ReportはCT検査における被ばく低減に大きく期待される機能であり、その評価と使用経験について紹介する。

2. IntelliEC Plusについて

IntelliEC Plusはすでに搭載されているAuto exposure control(AEC)機能であるIntelliECを進化させ、逐次近似応用再構成機能であるIntelli IP^{*3} Advancedのノイズ低減効果を考慮して線量制御を行う機能である。逐次近似処理の強度はLv.1からLv.7まで設定可能である。また、撮影時に使用できる強度に制限を設けることが可能であり、メーカーが推奨する使用強度の最大値はLv.5である。従来は撮影した後の画像ノイズ低減にIntelli IP Advancedを利用していたが、

このIntelliEC Plusにより撮影前に逐次近似処理技術によるノイズ低減率を自動計算し、撮影線量を低減しても同等の画像ノイズになるよう、自動で線量制御が行われるようになった。

この機能について簡単な物理評価を行った。

(1)水ファントムによるノイズ評価

径165mmと230mmの水ファントムを用いて通常のAEC、すなわちIntelliEC Plusを使用しなかった時と、強度をLv.1からLv.5まで変化させた時のノイズの変化を調査した。

撮影条件は当院での腹部ルーチン撮影を想定し、管電圧120kV、管電流目標SD12(AEC)、スキャン時間0.35s、ピッチファクター0.6、フィルタ関数32(腹部標準フィルタ)、スライス厚5mm、Field of view(FOV)150mmとした。また、臨床を想定して水ファントムは寝台に設置して、寝台とマットのX線吸収を考慮して撮影した。得られた画像のStandard deviation(SD)とNoise power spectrum(NPS)を求めた。

結果を表1、表2、図1に示す。SDはどちらの水ファントムにおいても設定したSDと同等の結果が得られたが、NPSではIntelli IP Advancedの強度が増すにつれて低空間周波数領域のノイズが多くなり、高空間周波数領域のノイズが少な

くなる傾向であった。IntelliEC Plusで目標SDを同一にしてIntelli IP Advancedの強度を上げるとということは、それに伴って撮影線量が下がるということである。撮影線量が下がることで増加したノイズのうち、Intelli IP Advancedによって高空間周波数領域のノイズのほうがより大きく低減され、その結果、図1に示すようなNPSとなったものと考えられる。

(2)Catphan phantomによる低コントラスト検出能評価

(1)と同様の撮影条件でCatphan phantom(The Phantom Laboratory社)のCTP515による低コントラスト検出能を評価した結果を図2に示す。同一ウィンドウレベル、ウィンドウ幅においてはIntelli IP Advancedの強度が増すにつれて信号の識別は困難になり、低コントラスト検出能が低下する傾向があった。そのため、撮影目的を踏まえた必要な低コントラスト検出能と、被ばく低減効果のバランスを適切に考慮する必要があると考えられる。

(1)(2)の結果を踏まえ当院では、数か月ごとにフォローアップされている胃癌、大腸癌を中心とした乏血性肝転移の多い腹部転移検索目的の造影CTのみで、IntelliEC Plusを使用する方針とした。

表1：165mmφのノイズ評価

EC Plus	実効管電流(mA)	CTDI (mGy)	SD
OFF	160	7.9	12.46
Level 1	138	7.1	12.44
Level 2	118	6.3	12.3
Level 3	95	4	12.15
Level 4	78	3.3	12.02
Level 5	63	2.7	11.78

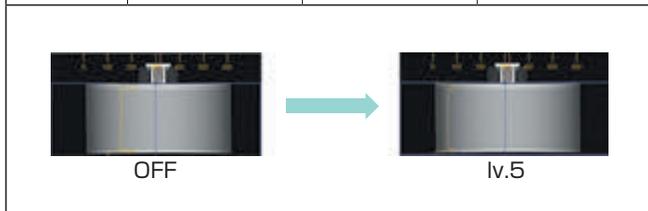


表2：230mmφのノイズ評価

EC Plus	実効管電流(mA)	CTDI (mGy)	SD
OFF	483	21.9	12.51
Level 1	424	19.7	12.04
Level 2	363	17	12.1
Level 3	308	14.5	11.93
Level 4	256	12.2	11.89
Level 5	209	10.1	11.69

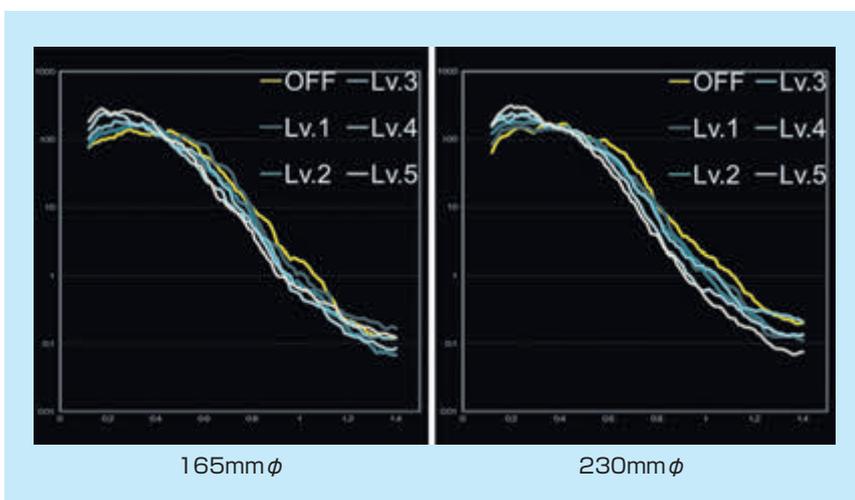
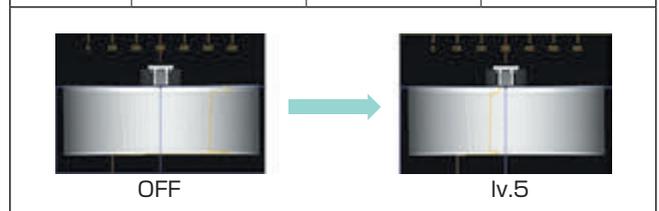


図1：NPS

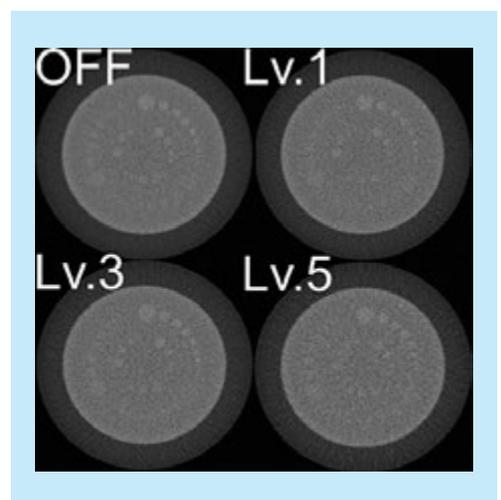


図2：低コントラスト検出能(Catphan phantom)

(3) IntelliEC Plusの使用レベルの検討

体格による線量制御の違いを図3に示す。時間分解能を優先しスキャン時間を0.35sとする場合、体格の大きな被写体になるとしばしばAECの制御が飽和し、指示したSDを達成できず線量不足となる場合がある。この際は基本的にはIntelliEC Plusを使用することでSDがより一定となる領域が増える方向となり、ノイズの観点からは有用な印象を受けるが、一方で体格が小さな被写体ほど実線量を大きく下げることになりかねない。画像SDが一定でも、線量不足な画像は逐次近似応用再構成で補うことができず、診断に影響を与える可能性があり、撮影条件を含めた施設での基準が必要であると考える。

当院では腹部転移検索目的の造影CTに限り使用し、放射線科医師と実際の臨床データで画質評価を行い、低体重患者(50kg未満)はIntelli IP Advanced Lv.1まで、標準体重の患者(50kgから60kg以下)はIntelli IP Advanced Lv.2まで、高体重患者(61kg以上)ではIntelli IP Advanced Lv.3までの適用をすることに決めた。低体重患者、高体重患者における臨床画像を図4に提示する。なお、単純CTや術前検査など初めての検査には低コントラスト検出能の低下を懸念し使用していない。

また、当院では大動脈造影CTは管電圧を100kVで撮影しており、よりコントラストが向上するLow kVにおいては、CNRモードのAEC制御とIntelliEC Plusを組み合わせることによってさらなる被ばく低減効果が確認できており、今後適用予

定である。ほかに、整形領域、肺野などの低空間周波数領域が問題にならない部位において、どの程度の線量低減が見込めるかが今後の課題である。

3. IntelliEC Cardiacについて

IntelliEC Cardiacはレトロスペクティブスキャンにおいて心拍位相に応じて照射する管電流を変調させる機能で、いわゆるDose modulation機能である。その管電流変調範囲は50mAから600mAまで可能で、位相範囲は1心拍で最大2相まで設定できるため、例えば収縮期、拡張期おのおのに管電流変調を行うことができる。

Dose modulationの適正な線量可変ができていないか簡単な物理評価を行った。

(1) 適正な線量可変の確認

230mmの水ファントムを用いてIntelliEC Cardiacの管電流変調範囲を50mAから600mA、心位相75%が600mAとなるように設定し、位相ごとの画像に表示される管電流とSDを計測した。

撮影条件は当院で使用している心臓CTの条件とし、管電圧120kV、管電流変調範囲は50mAから600mA、スキャン時間0.35s、ピッチファクター(PF)0.1094と0.2031、スライス厚は0.625mmとしてHalf再構成し、設定心拍(HR)は50bpmと60bpmとした。

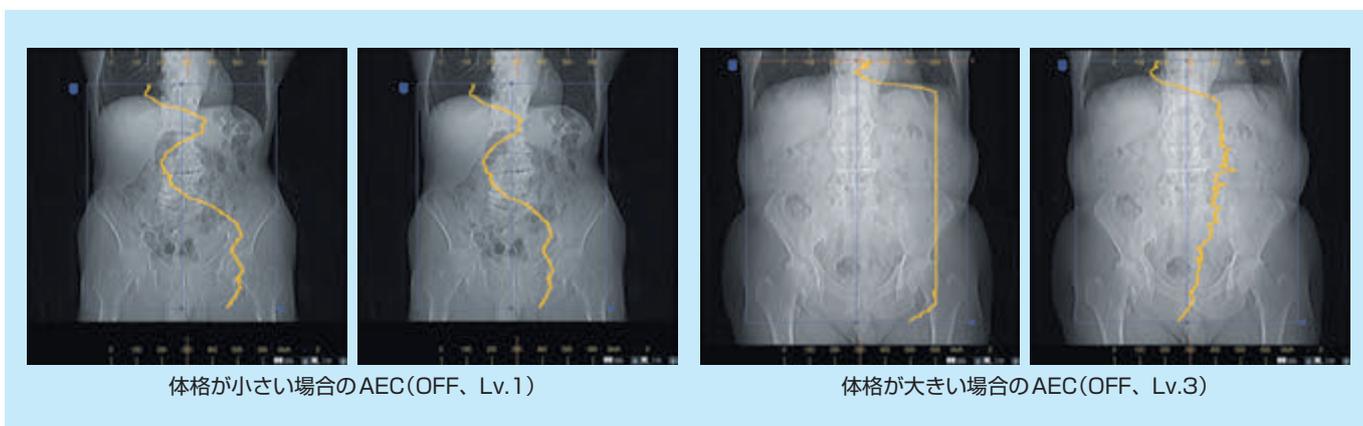


図3：体格による線量制御の違い

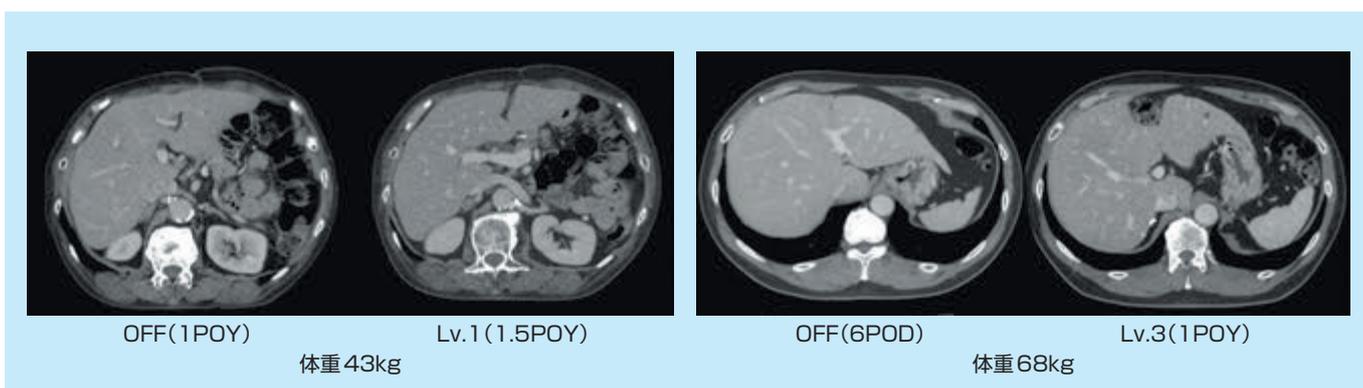


図4：体格の違いにおけるフォローアップ中の臨床画像

結果を図5、図6、図7に提示する。設定心拍60bpmの時、62%から80%相当の位相でSDを担保できており、ピッチファクターを変えても同じ傾向にあった(図5、図6参照)。設定心拍を50bpmに変化させた時、SDを担保できた位相は68%から79%相当であった。これは横軸が相対値のためこのように変化したと考える(図5、図7参照)。また、今回画像に

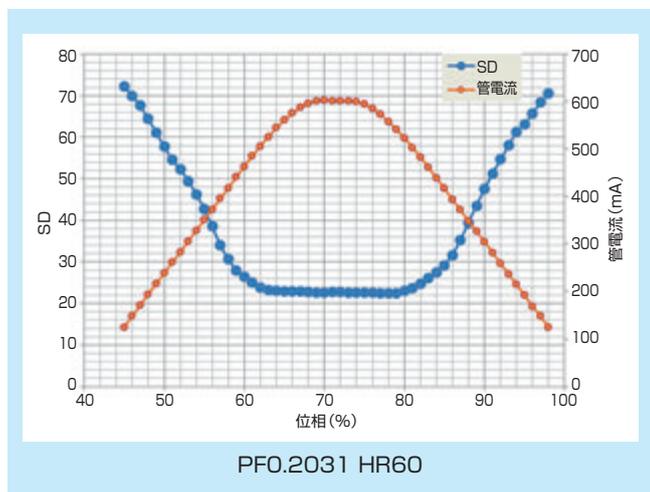


図5：画像IDの管電流とSD(HR60)

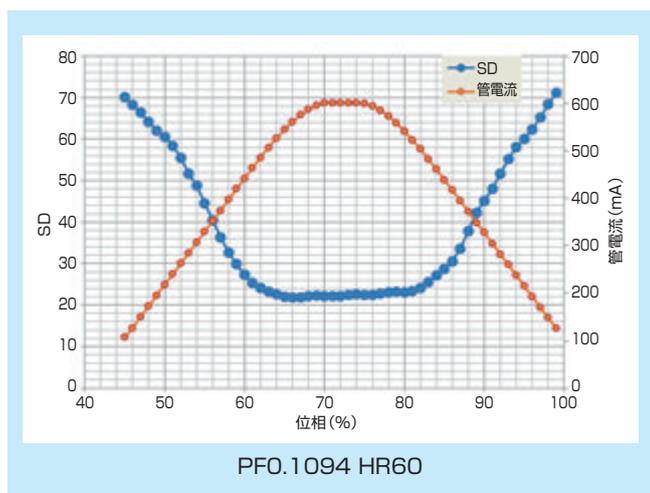


図6：画像IDの管電流とSD(PFO.1094)

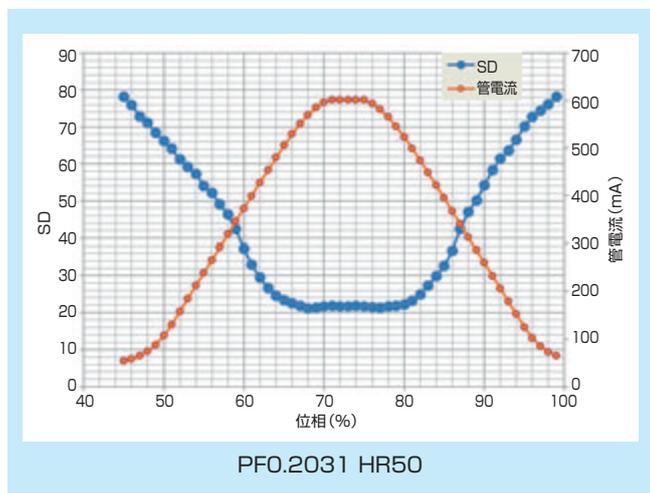


図7：画像IDの管電流とSD(HR50)

表示される管電流値の情報をプロットしたが、図8に示すように画像IDの管電流値はスキャナが200ms回転する間に照射する管電流の平均値であり、実際の照射管電流を時間方向に200msで加重平均したものとすることもこれに起因するところである。

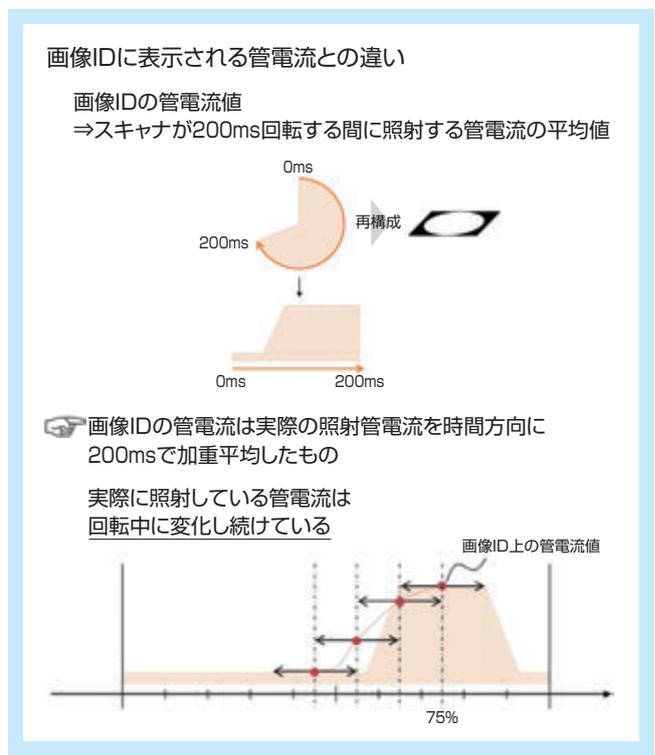


図8：画像IDに表示される管電流値について

(2)運用方法の決定

2010年6月から2014年4月に実施された870症例のうち、レトロスペクティブスキャンで撮影した380症例の拡張期の再構成位相の平均値が74.89%、収縮期の再構成位相の平均値が44.82%であることから、当院での運用は、拡張期の設定心位相は75%、収縮期の設定心位相は45%に決定した。よって、IntelliEC Cardiac の使用方法は、心拍65bpm以上では収縮期を使用して画像再構成する可能性があり45%から75%に单相、心拍40bpmから65bpm未満の時は拡張期で画像再構成するので75%に单相、心拍40bpm未満ではIntelliEC Cardiacの設定ができないのでプロスペクティブスキャンで実施している。また、画像再構成の再構成範囲に関しては、Slow fillingを計算してHalf再構成、もしくはSegment再構成を選択し決定している。

図9、図10に臨床画像を供覧する。

2014年6月から8月に実施されたIntelliEC Cardiac使用症例を無作為に10例選び、そのCT dose index(CTDIvol)を図11に提示する。体重、撮影時の心拍数にもよるが、従来の50%程度のCTDIvolの低減が図れており、非常に有用性が高い。

また、当院ではPCI(Percutaneous Coronary Intervention)治療でのトラブルにつながる末梢塞栓に関連するlipid coreの可能性のあるプラークや、拡張困難につながる可能性のある石灰化の描出のために術前心臓CT検査を実施しslab

MIP(Maximum Intensity Projection)を作成することがある。特に右冠動脈に病変があるとわかっている場合は収縮期が静止位相となる場合があり、心拍が安定していても収縮期の画像が有用であることがある¹⁾。また、緊急心臓CTにおけるslab MIPの有用性も報告されており、左室壁運動などの評価も実施される可能性がある¹⁾。上記のような目的で心臓CT検査を行う場合、収縮期と拡張期の2相に対しおのおのの設定を行うことで、線量の重みづけが実施できることも今後重要なファクターとして期待される。

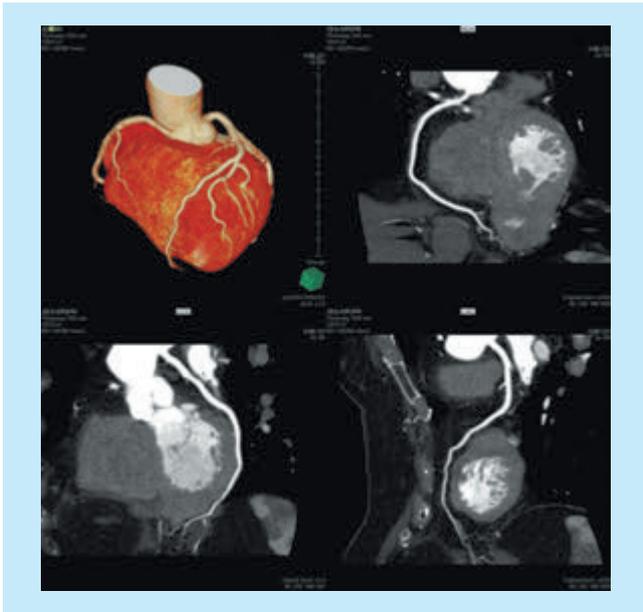


図9：心臓CT(身長166cm 体重71kg)
 管電圧：120kV 管電流：75%単相(50-490mA)
 スキャン時間：0.35s PF：0.2031
 CTDIvol：26.3mGy(IntelliEC Cardiac OFF：58.0mGy)
 DLP：427mGy(IntelliEC Cardiac OFF：943mGy)

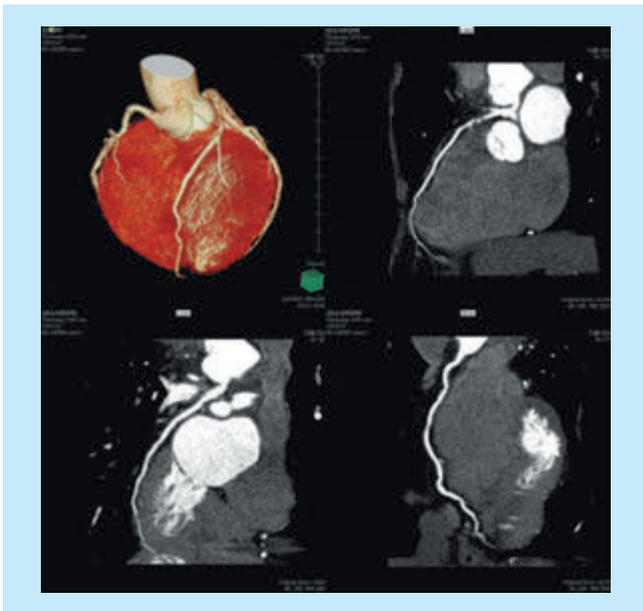


図10：心臓CT(身長149cm 体重42kg)
 管電圧：120kV 管電流：75%単相(50-120mA)
 スキャン時間：0.35s PF：0.2031
 CTDIvol：7.8mGy(IntelliEC Cardiac OFF：10.7mGy)
 DLP：114.2mGy(IntelliEC Cardiac OFF：190mGy)

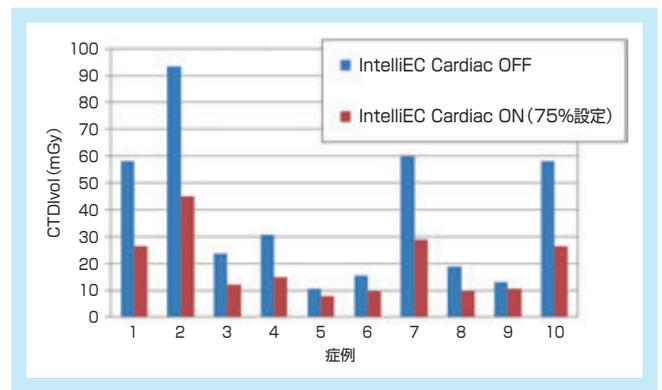


図11：IntelliEC Cardiacの有無におけるCTDIvol

4. Simple Dose Reportについて

線量情報をセカンダリーキャプチャーとして作成し、CT画像と同様にPACS(Picture Archiving and Communication System)に転送することが可能になった。SCENARIOのCTDIvolはIEC3.0を規格としており、線量が一連のスキャン中に変化する場合は、照射前に、対応するCTDIvolおよびDLP(Dose Length Product)の予測値を表示しなければならない²⁾。また、それぞれの値は、アキシャルスキャンまたはヘリカルスキャンにわたって、予測する時間、加重平均として示さなければならないとの記載がある²⁾。SCENARIOでもこの規格に従ってCTDIvolが表示されている。

この参考画像を図12に提示する。近年、診断参考レベル(Diagnostic Reference Level：DRL)が医療被ばく研究情報ネットワークから策定され、日本においても特に被ばくが問題となるCTの分野でもかなりの重要性があると思われる。

また、CTDIvolを実測した結果を表3に提示する。文献によると、実測値はコンソール表示と同じになることは少ないとあるが、本測定では実測値は表示値より小さい値となった³⁾。

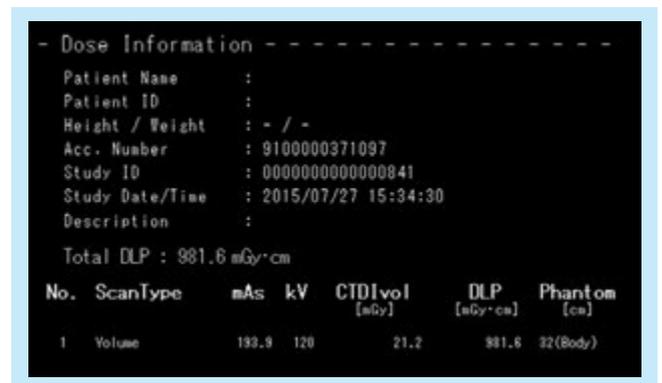


図12：Simple Dose Reportの一例

表3：表示値と実測値のCTDI

	表示値 (mGy)	実測値 (mGy)
頭部	67.8	66.1
胸部	16.3	15.4
腹部	19	17.6

頭部は16cm、腹部は32cmのファントムを使用

当院ではこのSimple Dose Reportを用いて、国立研究開発法人放射線医学総合研究所、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、公立大学法人大分県立看護科学大学の3機関による共同研究によって開発された、WAZA-ARI⁴⁾という被ばく線量計算ソフトを用いて臓器線量を算出し、撮影条件を変更した際に適切な線量で撮影できているのか確認したり、患者さまから被ばくに対する質問があった際のツールとして活用している。

5. まとめ

SCENARIAのバージョンアップにおける新機能は、①IntelliEC Plusによって逐次近似応用再構成法がより簡便に使用でき、症例に合わせて体重ごとに最適化することで線量低減が可能、②IntelliEC Cardiacを拡張期単相で使用することで当院の撮影条件では50%程度の線量低減が可能、③Simple Dose Reportによって被ばく管理が可能、という3つの被ばく低減に向けた取り組みが可能である。今後も最適な使用方法を検討していきたい。

※1 SCENARIA、※2 IntelliEC、※3 Intelli IPは株式会社日立製作所の登録商標です。

参考文献

- 1) 角辻 暁, ほか: slab MIPで心臓CTを診る, 月刊インナービジョン, vol.24: 120-122, 2009.
- 2) IEC 60601-2-44, 2009.
- 3) 計測分科会監修: 医療被ばく測定テキスト, 改訂2版, 公益財団法人日本放射線技術学会, 2012.
- 4) WAZA-ARI - A web-based CT dose calculator -, URL: http://waza-ari.nirs.go.jp/waza_ari_v2_1/