

マルチスライスCT SCENARIAの 最新技術

The New Technologies of the Multi-Slice CT System SCENARIA

中澤 哲夫 Tetsuo Nakazawa
羽田野 顕治 Kenji Hatano

伊藤 健 Takeshi Ito

株式会社日立メディコ CT戦略本部

SCENARIA^{*1}は、心臓撮影に限定せず胸部や腹部など全身を0.35秒/回転の高速スキャンで撮影可能にした新しい64列マルチスライスCT装置である。また、大容量X線管7.5MHUと最大600mAという高いX線出力能力を持つ一方で、低線量撮影時のノイズを抑えて高画質を実現する繰り返し適応型ノイズ低減処理Intelli IP^{*2}や寝台横スライド機構とBow-tie Filterを組み合わせたIntelliCenterなどの最新の被ばく低減技術を搭載している。さらに、心臓撮影を支援する機能や心臓画像の読影をサポートする解析アプリケーションも新たに開発し、より簡便に心臓CT検査を実施できる64列マルチスライスCT装置である。

SCENARIA^{*1} is a new 64-channel multi-slice CT system which allows whole body imaging with high speed scanning of 0.35sec/rotation of chest and abdomen, not limited only to cardiac imaging. Also, while the system has a large capacity 7.5MHU X-ray tube and is capable of outputting X-rays as high as max. 600mA, the system is equipped with the Intelli IP^{*2}, the repetition-compatible noise reduction processing which realizes a high image quality by suppressing the noise during low-dose imaging as well as the IntelliCenter, the latest low exposure dose technology combining the lateral table slide mechanism with Bow-tie Filter. In addition, cardiac imaging supporting functions and analysis applications supporting the reading of cardiac images were newly developed for the 64-channel multi-slice CT system allowing cardiac CT examinations more simply and easily.

Key Words: SCENARIA, Multi-Slice CT, Intelli IP, IntelliCenter

1. はじめに

64列マルチスライスCT装置SCENARIA^{*1}は、高度先進医療を受ける被検者だけでなく小児や高齢者など全ての方を対象とするため、安心感を与える工夫も施したX線CT装置である。この開発コンセプトは、製品名「SCENARIA」にも反映している。SCENARIAには二つの意味が込められている。一つは、SCENERYという言葉で、これは「自然の風景」、つまり癒しを与える風景と言え、被検者に対する「やさ

しさ」に繋がる。もう一つは、SCENARIOという言葉であり、「筋書き」という意味で、さまざまな検査オーダーに対応可能という「検査能力」に繋げている。SCENERYとSCENARIOから名付けられたSCENARIAはさまざまな最新技術を搭載し、やさしくて高い検査能力を備えた新しい64列マルチスライスCT装置として開発された。本論ではその技術の一部を紹介する。

2. デザイン

SCENARIOは、被検者に安心感を与えるため、正円ガントリデザイン、ビックボアデザイン、オフセットボディデザイン等を取り入れている。図1にSCENARIOの外観を示す。正円ガントリデザインとはガントリの凹凸を極力排除したシンプルなデザインであり、影や歪のないやさしい美しさを取り入れている。ボア開口径は750mmと当社従来CT装置と比べ50mmも大きなビックボアデザインとすることで、さまざまな体位や体格の被検者に対応可能となっている。オフセットボディデザインは薄型ガントリで被検者に開放感や安心感を与えるためのデザインであり、これはX線アイソセンターをオフセット配置したことによって実現している。このデザインにより、被検者が術者の顔が見えない圧迫感や術者が被検者の状態の確認ができないといった双方の不安感を低減することができる。また術者と被検者のコミュニケーションツールとして10.4インチのタッチパネル式液晶Touch Visionを搭載した(図2)。Touch Visionはガントリ正面に搭載された大型液晶モニターを使い、図3に示すように外国人の被検者に対して検査前の注意事項を外国語(10ヶ国語)で説明したり、耳の不自由な被検者に手話アニメーションによるさまざまなガイダンスを行うことができる。

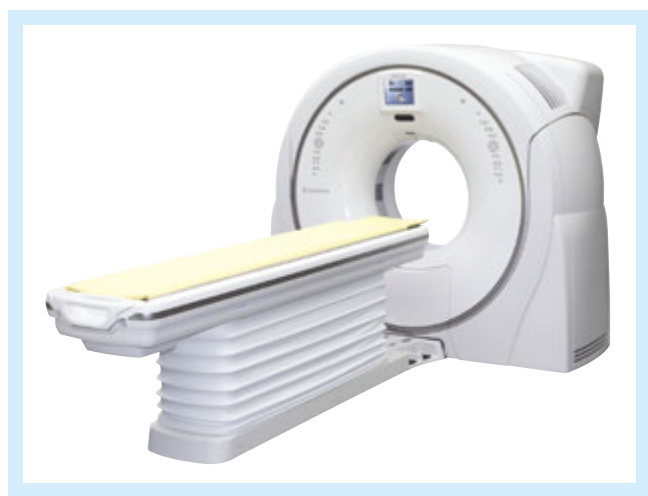


図1：SCENARIO外観



図2：Touch Vision

3. 高速スキャン

SCENARIOの最大の特長は、0.35秒/回転で全身を撮影できる高速撮影技術である。全身をわずか10秒程度で撮影が可能であり、これを実現したのは1秒間2,880ビューの取り込みを可能にした高速サンプリング技術である。SCENARIOでは、2,880ビューの高速ビューレートを採用しているため、FOVの辺縁部でも図4(a)のようにストリーク状のアーチファクトが少ない。一方、図4(b)のように2,000ビュー/秒程度の場合(一般的な64列マルチスライスCT装置の値)、FOV中心部は投影データが密となりアーチファクトは目立たないが、FOV辺縁部にアーチファクトが発生しやすい。このため取り込みビュー数が少ない場合は心臓のようなFOVの小さな領域での撮影は可能であるが、胸腹部など大きな部位の撮影には不向きとなる。SCENARIOは心臓だけでなく体幹部全体の撮影

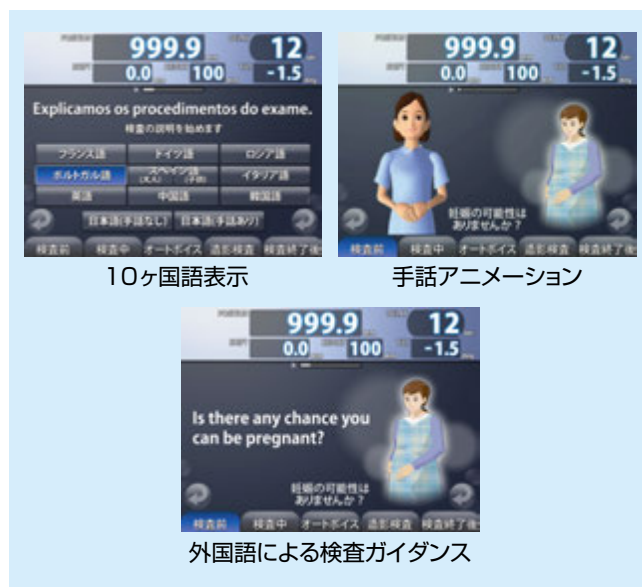


図3：Touch Visionの表示例

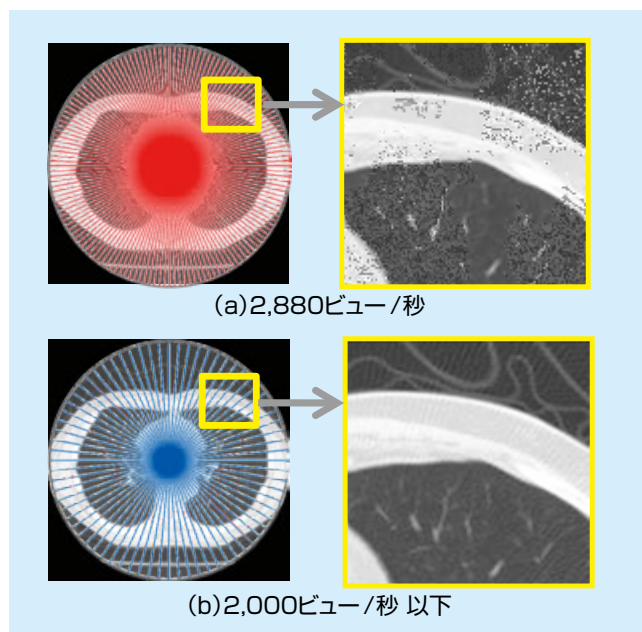


図4：高速サンプリング技術

を0.35秒/回転で撮影でき、2,880ビュー/秒の高速サンプリングを採用しているため、FOV辺縁部においてもアーチファクトが少ない臨床的に有用な画像の提供を可能にしている。

4. 高画質化技術

4.1 Intelli IP^{*2}

Intelli IP (Iterative Processing) は従来の被ばく低減用画像フィルタと異なり、統計的なデータの信頼性に基づいたノイズ低減処理を投影データと画像データの双方に施す繰り返し適応型処理である。逐次近似法を応用してノイズ低減度、先鋭度、粒状性等のバランスを部位ごとに最適化する処理である。Intelli IPの適用例を図5に示す。図5は腹部の臨床データに従来の再構成処理とIntelli IPを適用した結果である。この臨床例では腹部大動脈のノイズで19.5%低減しており、被ばく線量に換算すると35.1%に相当する。

4.2 IntelliEC^{*3}

IntelliECは部位に応じた線量最適化制御であり、SDモードとCNRモードの2種類を用意した。SDモードは再構成画像における画像ノイズ、つまりCT値の標準偏差をほぼ一定になるように管電流を制御するものである。一方、CNRモードは造影検査における視認性に着目した新しい管電流算出アルゴリズムを用いている。すなわち、組織間コントラストと識別性に関する独自のデータベースに基づいて^{*1}、視認性を一

定にするよう管電流を制御している。図6はCNRモードを適用して撮影した寒天ファントムの画像例である。内部にヨード造影剤を主成分として模擬腫瘍を埋入している。ファントム直径はφ260であり、SDモードの目標SDは管電圧に抛らず10とした。100kVでは120kVと比較してコントラストが大きくなるため、CNRモードでは目標画像SDが13.8と高く設定されたが、CNRは100kVと120kVでほぼ同等の2.8となった。つまり本画像例では視認性を維持しつつ、100kVにおけるSDモードと比較して47%の被ばく低減が可能であった。

(*1 熊本大学(当時)栗井和夫教授他との共同研究)

5. 低被ばく化技術

5.1 IntelliCenter

IntelliCenterとは横スライド寝台と専用のBow-tie Filterとの組み合わせによる被ばく低減技術である。横スライド寝台はガントリ中心で左右方向に±80mmの可動範囲があり、この機能により被検者の心臓領域をほぼ回転中心の位置に配置することが可能である。さらに専用のBow-tie FilterによってX線照射領域を限定することで、心臓周辺組織へのX線照射をできる限り抑制する技術である。これを図示したものが図7(a)である。心臓用のBow-tie Filterと寝台を横移動させた様子を示したもので、IntelliCenterの特長を良く示している。また図7(b)はIntelliCenterを使用した際の被ばく低減効果のシミュレーションを示しており、その被ばく線量の低減率はFOV外部で約35%、全体で約24%である。

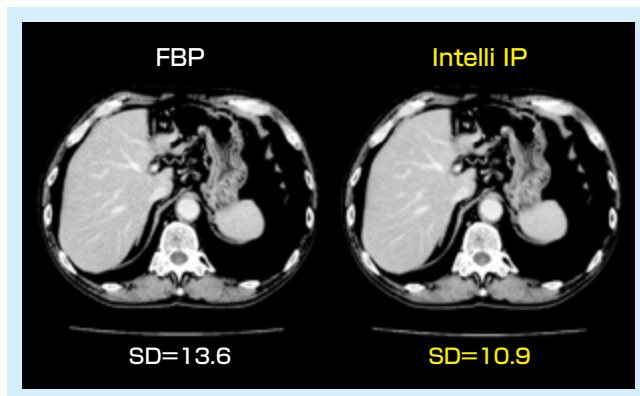


図5：Intelli IP適用例

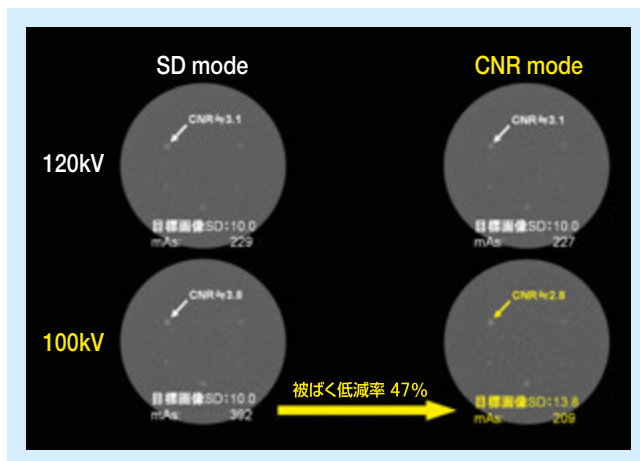


図6：IntelliEC適用例

6. 心臓撮影技術

6.1 CardioConductor

CardioConductorは心臓撮影を支援する技術である²⁾³⁾。これは息止め練習での心拍数を参考に撮影心拍数を設定し、心臓撮影条件を自動で設定する機能である。CardioConductorにより撮影条件設定までのワークフローを提案することで、条件設定時の手間を軽減させることができる。CardioConductorは被検者の心拍数前後で撮影条件を設定する場合に時間分解能が表示されるために、心拍変動を考慮した条件設定が可能となる。また、心拍変動の際の画質の予測が可能となる利点があるため、心臓撮影の支援機能として有用性

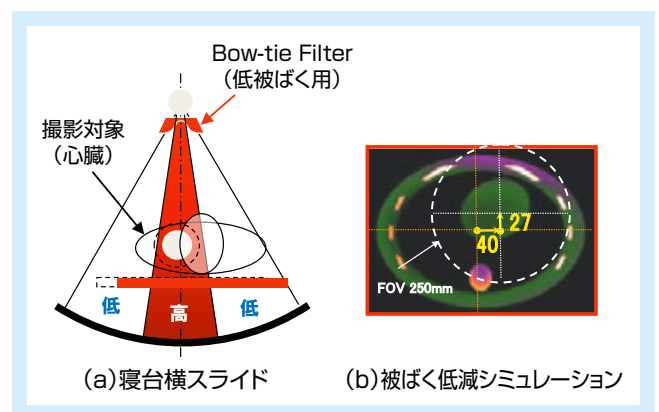


図7：IntelliCenter

が高い。心臓撮影条件設定画面の例を図8に示す。

6.2 ECG Editor

心臓撮影時に被検者の心拍が不整脈などで不安定な場合は、心臓の再構成画像にアーチファクトなどを誘発させる要因となる。ECG Editor(心電波形編集機能)は、このような不整脈時の心臓撮影に適した補正技術である。図9(a)の赤丸で示すような不整脈によりR波が通常間隔から逸脱している場合、ECG Editorにより図9(b)のようにR波を除くことができる。心臓再構成画像を作成する際にはこの除外したR波近傍のデータを用いないことでアーチファクトが低減された画像を得ることができる。

7. 心臓解析アプリケーション

心臓撮影で得られた画像を処理するソフトウェアとしてはCoronary Analysis(冠動脈解析ソフトウェア)を開発した⁴⁾。Coronary Analysisは心臓領域や冠動脈三枝の自動抽出が可能であり、冠動脈の分枝ごとに石灰化や狭窄部位の解析が行える(図10)。また、1クリックでAGV画像の作成が行える心臓用読影支援ソフトウェアである。さらに、冠動脈石灰化の定量的解析ソフトとしてカルシウムスコアも実装した。このソフトは通常のアガストンスコア以外にボリュームスコアの算出も行えるソフトウェアである。



図8 : CardioConductor 設定画面

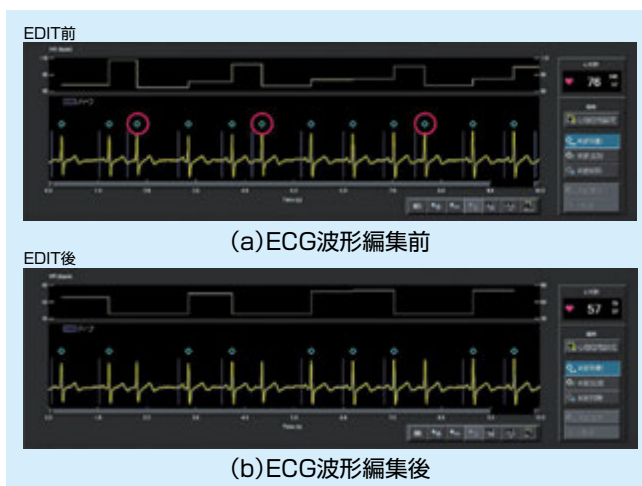


図9 : ECG Editor

8. おわりに

以上、SCENARIAの技術の一部を紹介した。これ以外にもハイピッチ撮影を可能にした三次元再構成法であるCORE法や心臓領域以外の解析アプリケーションソフトも多岐にわたりラインナップされている。CORE法は一般的な三次元再構成法に比べ約43%も高速なテーブルピッチでの撮影を可能としており、低被ばく化とともに高スループット撮影が可能であるためコストメリットも高い。アプリケーションソフトは検診向けの体脂肪解析をはじめとして、頭部の血流解析ソフトや大腸解析ソフト⁵⁾等と部位ごとに解析機能の充実を図ったソフトを開発した。また図2で紹介したTouchVisionはアニメーション表示機能も搭載しており、小児のCT検査時の不安を和らげる配慮も行った。

このようにSCENARIAはさまざまな被検者を対象とした新しい64列マルチスライスCT装置であり、今後も新機能の充実を図っていく所存である。

※1 SCENARIA、※2 Intelli IP、※3 IntelliECは株式会社日立メディコの登録商標です。

参考文献

- 1) 羽田野顕治 : 64列CT「SCENARIA」の被ばく低減技術, RadFan, Vol.9 No.7, 26-27, 2011.
- 2) 慢性虚血性心疾患の診断と病態把握のための検査法の選択基準に関するガイドライン : 循環器病の診断と治療に関するガイドライン(1998-1999年度合同研究班報告)
- 3) 冠動脈病変の非侵襲的診断法に関するガイドライン : Circulation Journal Vol.73, Suppl. III, 2009.
- 4) 冠動脈(心臓)CTのためのSCCTガイドライン : SCCT Japan Regional Committee(日本心臓CT研究会), 2009.
- 5) 角村卓是, ほか : 大腸解析ソフトウェア CT Colonoscopyの開発, MEDIX, Vol.49, 33-37, 2008.

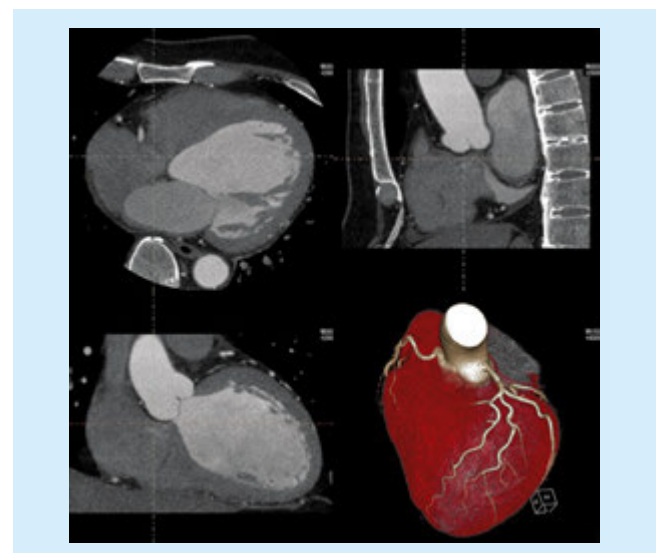


図10 : Coronary Analysis 解析例