

## 「Bone Suppression 画像の FPD 診断ワークフローへの融合」

コニカミノルタジャパン株式会社

ヘルスケアカンパニー営業統括部 松下 航



## 1. はじめに

近年、CR（コンピュータドラジオグラフィ）に加えて、FPD（フラットパネルディテクタ）が開発され、医療画像の急速なデジタル化が進んだ。また医療画像の画質が向上し、コンピュータの能力向上と共に医用画像の解析や処理が容易になってきた。

コニカミノルタの製品である AeroDR（図1）は、ワイヤレスタイプの可搬型 FPD で、世界最軽量クラスである。①高画質で低被ばく②軽量かつ堅牢③高速で安全かつ快適な作業性で CR を凌駕し、病院の撮影ワークフローの生産性を向上してきた。

FPD で最も一般的に撮影される胸部単純 X 線撮影は、広範な疾患を対象とするため読影は難しいという課題があった。



図1. AeroDR SYSTEM

## 2. 胸部単純 X 線読影の難しさ

胸部単純 X 線画像の読影が難しい理由は、①数十種類の所見（陰影パターン）を1枚の画像から診断しなければならないため②複数の解剖的な組織（骨、血管、心臓、縦隔など）がオーバーラップしており、病変と区別しなければならない。特に②に関して、骨の組織（肋骨、鎖骨、肩甲骨など）は、肺野部に対して面積の約7割がオーバーラップするといわれており、病変の読影

に与える悪影響が大きい。画質が向上した FPD 画像でも骨に隠れた小さな陰影の見逃しや、骨の重なりを病変と見誤ってしまうリスクがある。

当社は、読影が難しい胸部単純 X 線画像を支援するため、肺野の骨信号を減弱し、視認性を高めるアプリケーションである Bone Suppression 処理（以下、BS 処理）を開発した。

## 3. 従来处理

肺野の視認性を高める従来技術にデュアルエネルギーサブトラクション（Dual Energy Subtraction（以下、DES））があり、臨床的効果が知られている。しかし、撮影が特殊であるため、新たな装置が必要となり、また過去に撮影された画像からは DES 画像を作成できない。さらに DES では X 線曝射を2回必要とするため、曝射間に生じる体動の影響を受け、ボケ画像が生成されやすい、患者の被ばくが増加する、など導入への課題があった。

## 4. BS 処理アルゴリズム

当社が開発した BS 処理は、CR および FPD で取得した画像に対して、前方肋骨、後方肋骨、および鎖骨の信号を減弱する（図2）。

胸部単純 X 線画像において、肋骨および鎖骨の構造と配置は被写体間で解剖学的に一定に保たれている。一方で、骨の太さや、骨信号の強度



図2. BS 処理画像

は、被写体間差や撮影条件の違いだけでなく、CRとFPDの画質差やモダリティーメーカーごとの画像処理の違いによってもバラつく。多種多様な画像における骨の信号を推定するには高い画像処理・信号処理技術が必要となる。

BS処理アルゴリズムは、①肺野の認識②骨の検出③骨信号減弱処理—以上のステップで実施される(図3)。

(a) 肺野認識処理

辺縁の性質が異なる4領域(肺尖部、外胸郭部、横隔膜部、縦隔部)に肺野を分類し、各辺縁の性質に最適なエッジ情報を用いて解析し、領域を抽出している。

(b) 骨認識処理

事前に大量データから構築した骨のモデル情報を構築する。骨のモデル情報を基にした骨構造の推定値と、対象画像から検出した被写体固有の骨構造の推定結果とを合わせた認識手法により、骨の詳細構造を対象画像から、精度よく抽出するロバストな骨認識を実現している。

(c) 骨信号減弱処理

認識された骨候補から骨の信号成分を推定し減弱を行う。推定には肋骨と鎖骨がオーバーラップしていない構造物の信号変化を利用している。

当社の処理は、前記のような解剖学的な情報・知識を利用しているため、肋骨上に位置する淡い病変を肋骨と誤認識しない。肋骨の上にオーバーラップしている結節影の例を図4に示す。



図3. BS処理フロー

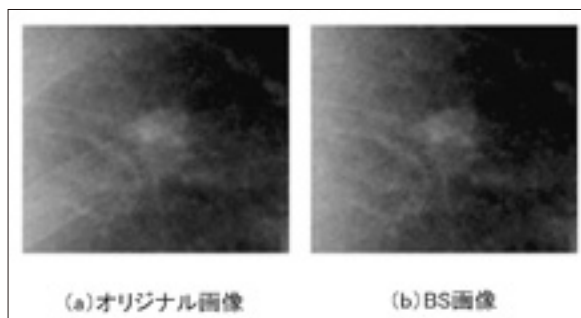


図4. 骨にオーバーラップした病変例

5. 表示操作性

視線を変えることなく骨が減弱された状態が分かるよう、マウスホイールの上下操作により、オリジナル画像とBS画像を、操作者の意思で自由に切り替えられる設計とした(図5)。

本表示機能は、人間の持つ残像効果と相まって、減弱する組織と減弱しない組織の識別がしやすく、骨と重なる位置の病変に対して、視認性を大幅に改善する。病変の見落とし防止、正常判断の後押しにより、読影時間は短縮し、読影効率向上が期待できる。

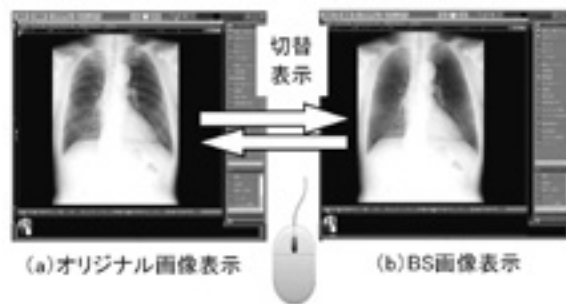


図5. BS処理の操作機能の例

6. 病院ワークフローへの適応

病院のワークフローでは、撮影後にPACSで読影するため、PACSにBS画像を提供可能とした。

図6のようにコンソールとPACSの間に、当社の「胸部単純X線画像用」画像処理プロセッサ Senciafinderを導入することにより、当社のCR画像およびFPD画像だけでなく、他社の画像にもBS処理を適用できる。これによりBS画像を利用した読影が可能となる。

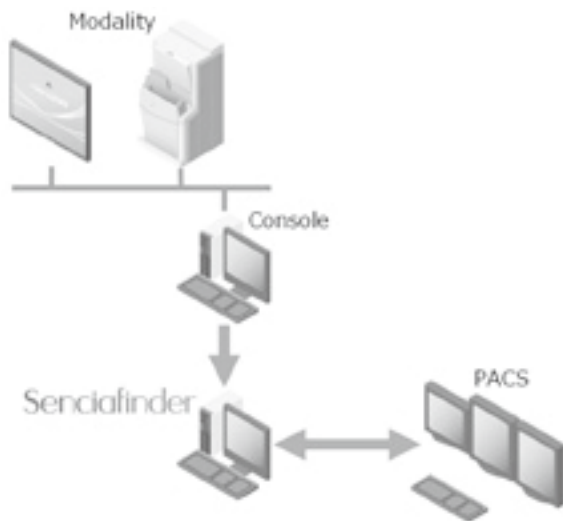


図6. 病院向けシステム

### 7. クリニックワークフローへの適応

本BS処理を最も効率よく利用していただくため、医師の読影効率を最大化する操作フローを実現し、当社 FPD (AeroDR) のクリニック向けコンソール AeroDR・REGIUS CLINIC SYSTEM (図7) に搭載した。

クリニックのワークフローでは、撮影後すぐに診察室で読影するケースがあるため、医師の読影開始前までにBS画像が提供されるよう設計した。これにより医師は待ち時間なくBS画像を利用した読影が可能となる。



図7. クリニック向けシステム

### 8. さまざまな診療ワークフローへの適応

FPDは放射線科の撮影室だけでなく、病棟回診、ICU、救急外来、手術室などさまざまな場面に活躍の場が広がっており、利用の拡大に伴い、さらなる性能を求める声が多くなってきている。このような場面では、“ポジショニングが困難” “線量をあまり照射できない” “チューブが挿入されている”などの状況があり、十分な画質の取得

が困難な場合が多い。BS処理には、このような読影が困難な画像を、観察しやすい画像とする効果が期待できる。

### 9. おわりに

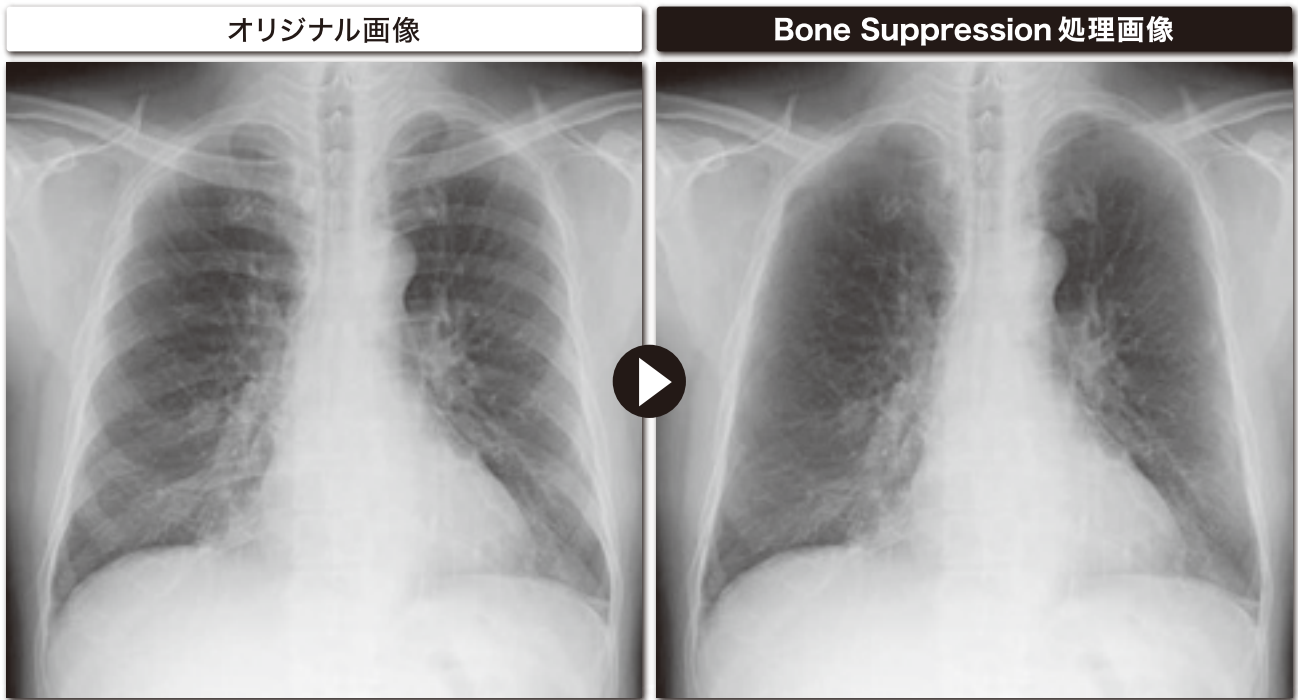
当社が開発した胸部単純X線画像用のBS処理は、多種多様な画像に対応するロバスト性と、視線変更なしでオリジナル画像とBS画像を切り替える操作機能を持つ。BS処理による効率的な読影ワークフローの実現により、FPDの持つ効率的な撮影ワークフローと一体となり、病院全体の生産性を向上できるシステム提案が可能となった。

また本処理は、結節の読影に限らず、間質性肺疾患の読影や、気胸の確認、カテーテルの先端確認など幅広く利用できる可能性がある。われわれは今後も改良を継続し、多くのユーザーさまにBS処理の効果を提供できるよう努力していきたい。

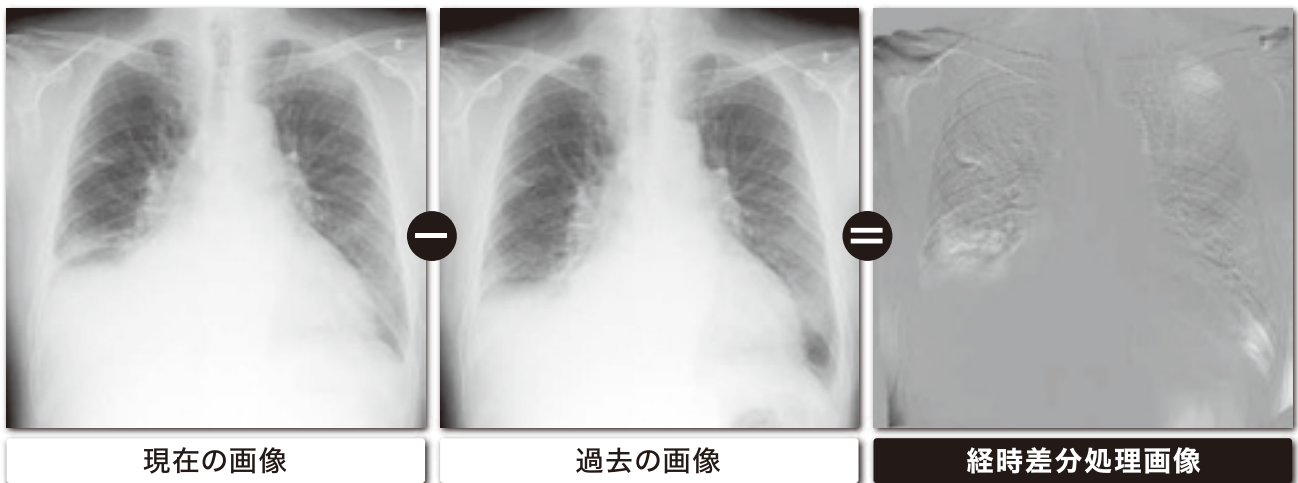


KONICA MINOLTA

Giving Shape to Ideas



# 「みえにくい」を「みやすい」に



「Bone Suppression 処理」は胸部画像から肋骨や鎖骨を画像処理により減弱します。肺野にある、骨に重なった病変が見やすくなります。一方、「経時差分処理」は胸部の「現在」と「過去」の画像を差し引き、変化を見やすくした画像を生成します。ふたつの画像処理機能は、視認性の向上が期待でき、多忙な先生方の読影業務を強力にサポートいたします。

「胸部単純 X 線画像用」画像処理プロセッサ

# Senciafinder

センシファインダー

販売名：「画像診断ワークステーション Image Processing Pro」 認証番号：225ABBZX00123000

★Senciafinderは、薬機法認証の「画像診断ワークステーション Image Processing Pro」の呼称です。★KONICA MINOLTAロゴ、シンボルマークは、日本及びその他の国におけるコニカミノルタ株式会社の登録商標です。  
製造販売元：コニカミノルタ株式会社 製造販売元：コニカミノルタジャパン株式会社 105-0023 東京都港区芝浦1-1-1 TEL(03)6324-1080(代) <http://www.konicaminolta.jp/healthcare>

## 「IQon Spectral CT」

～ The Clinical Advantage with the world's first Spectral Detector CT ～

株式会社フィリップスエレクトロニクスジャパン  
DI ビジネスグループ 守谷 芽実

# PHILIPS

### ■ IQon Spectral CT

2016年4月、国内において世界初となる検出器が二層構造となったマルチスライスCT「IQon Spectral CT」の発売を開始した(図1)。IQon Spectral CTは“Spectral is Always on”というキーワードが示す通り、全ての検査でスペクトラルイメージングを取得することができる世界で初めてのCTである。

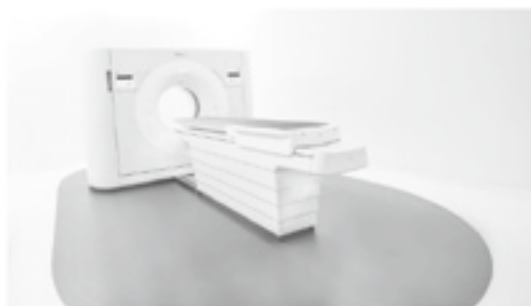


図1. IQon Spectral CT 外観

Dual Energy 検査は、CT 検査において新たな検査の可能性として期待が高まっている反面、いくつかの課題を抱えており、研究用途から臨床現場への拡がり期待通りに進んでいない状況が続いていると考える。フィリップスも2009年発売の「Brilliance iCT SP」ならびに2013年に発売を開始した「Brilliance iCT Elite」において、Dual Spin 法での Dual Energy 検査は可能であるが、①従来の検査で用いられている120kVpの画像の取得ができない②検査前の判断が必要である(検査スループットの低下、検査後に Dual Energy 解析を追加することができない)③2つのエネルギー取得位置や時間のズレという課題に直面した。しかし、IQon Spectral CT であれ

ばこれらの3つ課題を解決することが可能である。「NanoPanel Prism」「Spectral WorkFlow」「Spectral Based Image (SBI)」「Spectral Diagnostic Suite (SpDS)」この4つの技術はIQon Spectral CTがスペクトラルイメージングの新たなステージを実現するイノベーションである。

### 1. NanoPanel Prism

現状の Dual Energy 検査における課題を解決している一番の要因というのが、検出器の構造を二層構造にしている点にある(図2)。シンチレー

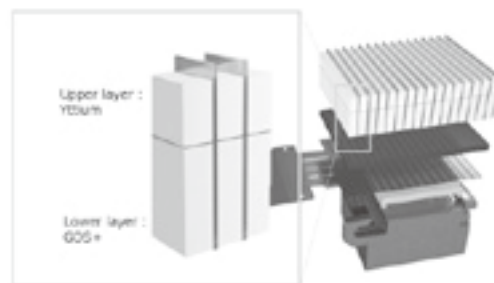


図2. NanoPanel Prism

ターの上層には低エネルギーを収集するのに適した Yttrium をベースにした素材を使用し、下層には GOS + 素材を使用して、高エネルギーを収集する。二層構造のシンチレータで2種類の異なるエネルギーをそれぞれ効果的に取得するために、極薄のフォトダイオードはシンチレータの側面に配置され、また電気的なノイズの発生を抑えるためにアナログ回線を使用しないデジタルな検出器構造となっている。発効効率は25%上昇し、フォトダイオードを囲うタングステングリッドの影響によりクロストーク30%低減を実現している。1つの検出器で2つの異なるエネルギーを取得しているため、従来の問題点であった位置や時間のズレの問題は解消され、臨床機として初めて

ミスレジストレーションの無いスペクトラルイメージングの取得が可能になる。

フィリップスは Dual Energy 検査の主流である 2つのエネルギーソースによる撮影手法の課題を解決し、検出器による連続 X 線を分光により異なるエネルギー収集を行う NanoPanel Prism を搭載した本 CT を Dual Energy CT とは一線を画すために Spectral Detector CT と定義し、臨床で得られる膨大なデータを利用してのスペクトラル CT 研究などへの応用を提案していく。

## 2. Spectral Workflow

IQon Spectral CT は撮影条件の設定は従来の CT と変わらないのが特長である。スペクトラルイメージングを取得するために、今までの CT で使われてきた機能が制限されるということはない。線量最適化機構 (Auto Exposure Control)、FOV の制限、mAs の設定、撮影ピッチ、回転速度、小焦点撮影、心電同期撮影、逐次近似再構成 (O-MAR、iDose<sup>4</sup>、IMR Platinum) などを従来通り使用することが可能である。スペクトラルイメージングを必要としない、通常の 120kVp 画像のみで診断を行う場合には、今までの Workflow で IQon Spectral CT を使用することができる。スペクトラルイメージングを使用する場合には、Spectral Based Image (SBI) の追加を、再構成条件を 1つ増やすのと同じ要領で追加再構成するだけで取得が可能である。作成された SBI は標準搭載される専用のスペクトラルイメージング解析端末である Spectral Diagnostic Suite (SpDS) において、全てのスペクトラルイメージングを使用することが可能である (図 3)。

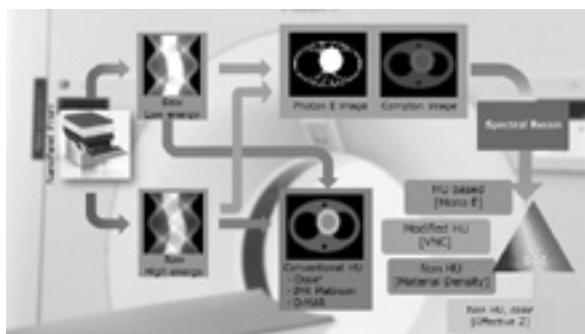


図 3. Spectral Workflow

## 3. Spectral Based Image (SBI)

IQon Spectral CT には逐次近似応用画像再構成法である iDose<sup>4</sup>、システムモデル逐次近似再構成法である IMR Platinum とは別に、スペクトラルイメージング専用の画像再構成法である Spectral Reconstruction が追加搭載されている。Spectral Reconstruction は 8 段階のノイズ低減レベルを有しており、条件に応じたノイズ低減が可能である。また従来の Dual Energy 検査で課題とされていた keV 画像 (仮想単色 X 線画像) の違いによるノイズの増加を解決する特殊なプログラムが組み立てられており、40keV から 200keV まで一定のノイズレベルを保つことが可能となっている。これにより造影効果の増強を目的とした低 keV 画像での画質向上、金属や骨からのビームハードニングの影響を抑制した高 keV 画像での画質の向上が図られており、臨床現場において躊躇することなくスペクトラルイメージングを使用できると考えている (図 4)。Spectral Reconstruction で作成されたデータセットを SBI と呼び、1つの SBI から MonoE、Virtual Non-Contrast、Material Density、Effective Z などのスペクトラルイメージングの使用が可能である。

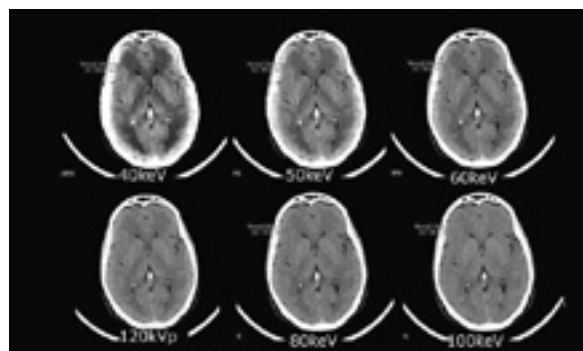


図 4. 頭部 MonoE

## 4. Spectral Diagnostic Suite (SpDS)

Spectral Reconstruction による作成された SBI を使用して、スペクトラルイメージングを行うサーバクライアントシステムを SpDS と呼び、IQon Spectral CT において非常に重要な役割を担っている。SpDS はスペクトラルイメージングを行う端末を複数配置することが可能であり、また既存の PACS 端末へのプラグインが可能であ

れば、読影端末上でのスペクトラルイメージングにも対応できるように設計がされている。SpDSではSBIデータをSpectralアプリケーションにより起動させることで任意のスペクトラルイメージングを取得できる。MonoE画像を表示した際、スライダーバーを使用して1keV刻みで自由にエネルギーを変える、Conventional HU (120kVp画像)にIodine Densityを重ね合わせるなどといった画像表示も可能であり、直感的な観察が可能になる。

## 5. 将来展望

世界初のSpectral Detector CTである「IQon Spectral CT」は、今までのDual Energy検査の課題を克服するために、さまざまなテクノロジーが搭載されている。Dual Energy検査を選択するか否かといった点に悩むことなく、後からスペクトラルイメージングを追加できるといった本CTの特長的な点であるWorkFlowの簡便性といった点は、研究の分野だけではなく実臨床においても利点となる。IQon Spectral CTの普及というのは、Dual Energy検査の発展、強いては今後のCT検査の発展に大いに貢献すると考える。



IQon Spectral CT

# Spectral is Always On

すべての人にスペクトラルイメージングを

innovation  you

販売名: IQonスペクトラルCT  
医療機器認証番号: 228ABBZX00033000  
特定保守管理医療機器/管理医療機器  
記載されている製品名などの固有名称は、Koninklijke Philips N.V.の商標または登録商標です。  
© 2016 Philips Electronics Japan, Ltd.

**IQon Spectral CT**  
全身用マルチスライススペクトラルCT装置

株式会社フィリップスエレクトロニクスジャパン  
[www.philips.co.jp/healthcare](http://www.philips.co.jp/healthcare)

**PHILIPS**