

「フォトンカウンティングCT」 :NAEOTOM Alpha. Peak 概要

和歌山県立医科大学附属病院 放射線科・中央放射線部

(和歌山県立医科大学 医学部 放射線医学講座 生駒顕)

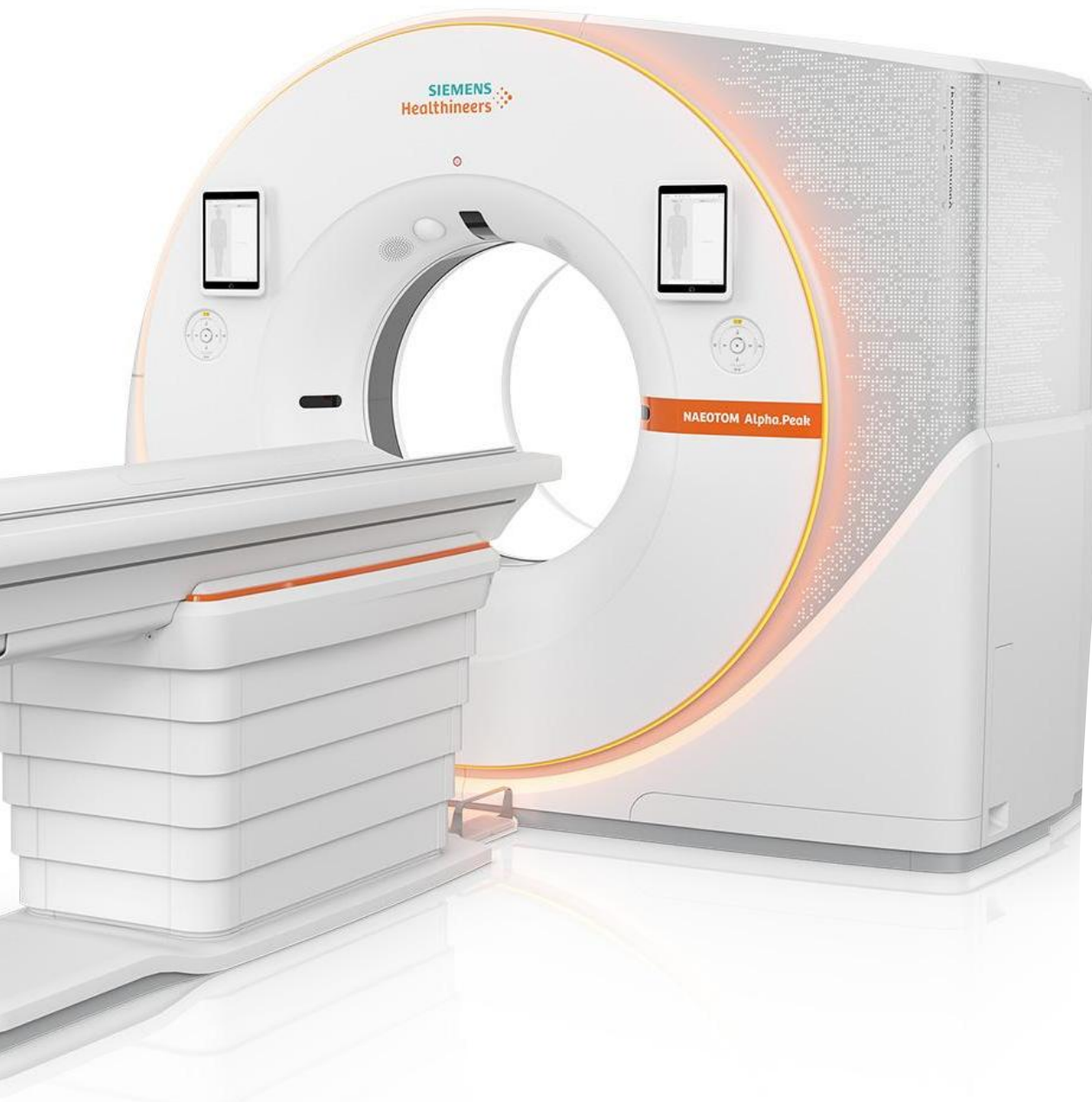
(和歌山県立医科大学附属病院 中央放射線部 西山卓志)



Contents

- ① フォトンカウンティングCTとは
- ② 従来のCTとの違い
- ③ フォトンカウンティングCTのメリット
- ④ フォトンカウンティングCTがもたらす医療への貢献





フォトンカウンティングCT

当院では、2026年10月より
次世代型CT「**NAEOTOM Alpha.Peak**
(**ネオトム アルファ ピーク**)」
(シーメンスヘルスケア株式会社)の稼働
を開始します。



フォトンカウンティングCTとは？

X線（フォトン）を一つひとつ数える（カウント）ことで、
これまでより多くの情報を取り出せる次世代のCT

従来のCT



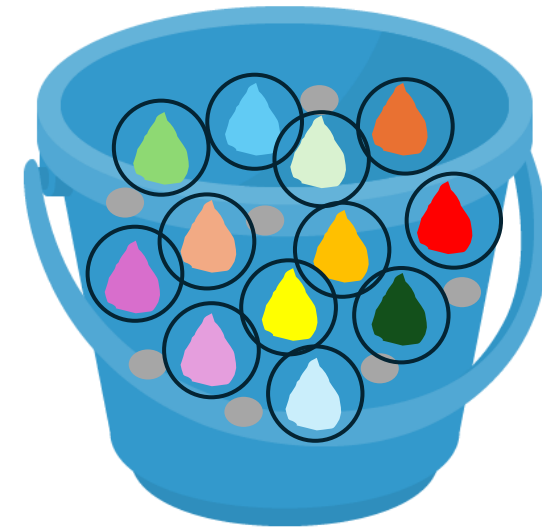
「どれくらい水がたまったか」を測る

水滴以外のノイズ（灰色）も検出

CTのX線（フォトン）= 雨の水滴



フォトンカウンティングCT



「何滴降った？
それぞれどんな水滴だった？」

水滴（フォトン）のみを検出



当院に導入されるPCD-CT 「NAEOTM Alpha. Peak」

- Dual Source CT
- CdTe (カドミウムテルライド) 半導体を用いた検出器を2つ搭載
- 従来CTではトレードオフ関係にあった時間分解能と空間分解能の両立が可能



CT Scanner

NAEOTOM Alpha (Siemens社)
Dual-source PCCT



1管球スキャン
Spiral scan
(S-scan)



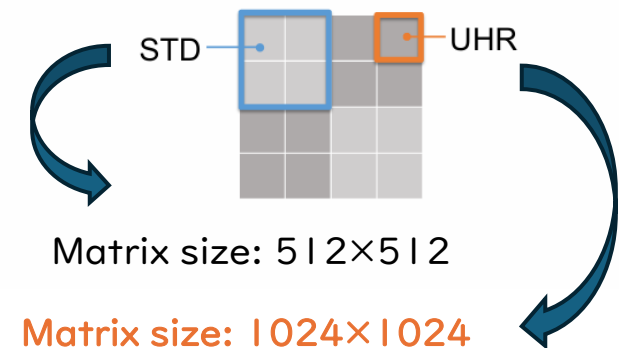
2管球スキャン
Flash Spiral scan
(FS-scan)

Scan Mode

z-coverage:

144 x 0.4 mm : STD(標準モード)

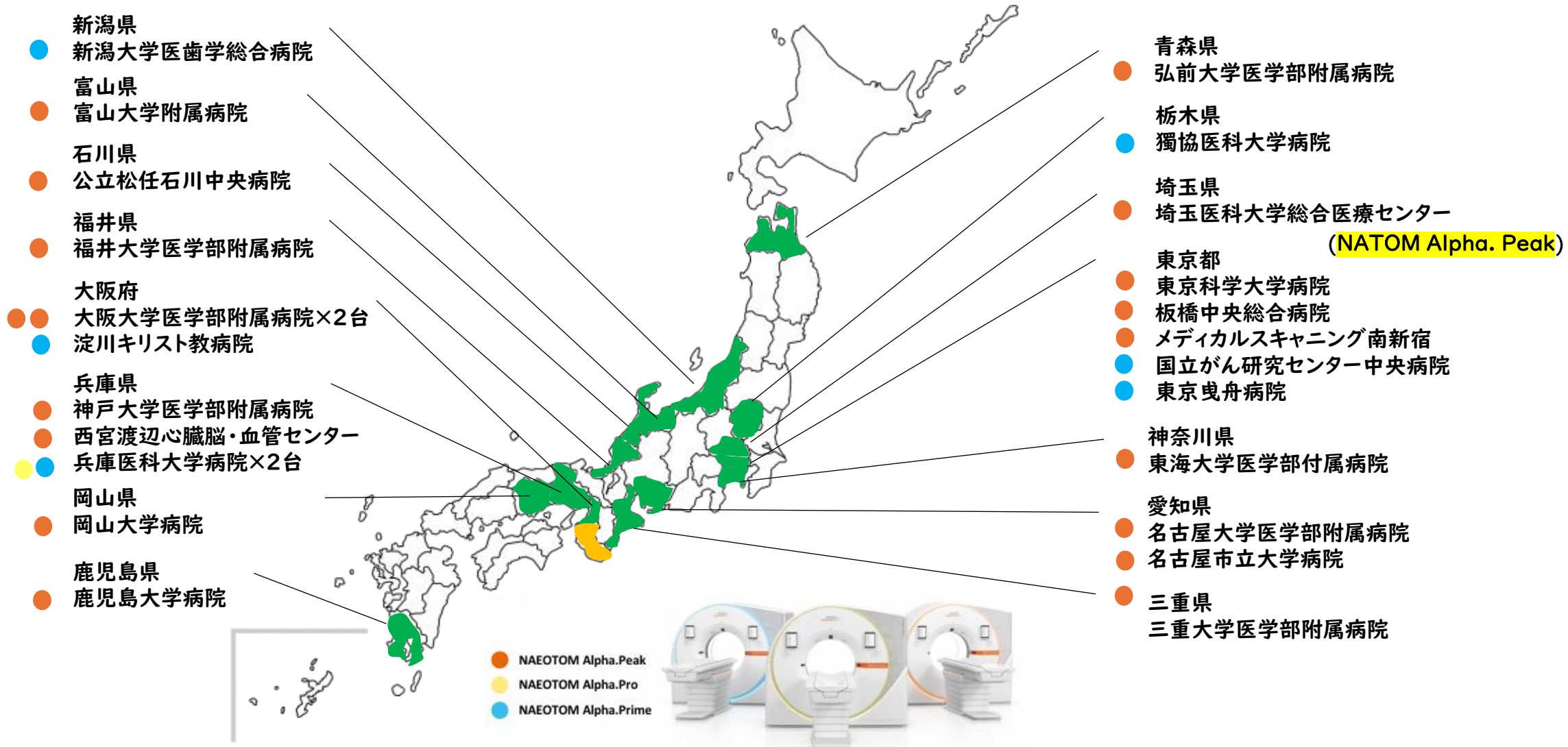
120 x 0.2 mm : UHR(高分解能モード)



シーメンス社のフotonカウンティングCTのラインナップ

	NAETOM Alpha. Prime	NAETOM Alpha. Pro	NAEOTOM Alpha. Peak 既発売の「NAEOTOM Alpha」
			
X線管	1管球	2管球	2管球
撮影速度	345mm/sec	491mm/sec	737mm/sec
時間分解能 (シャッタースピード)	125ms	66ms	66ms
検出器幅	1×6cm	2×4cm	2×6cm

- ✓ 時間分解能が高い(時間が短い)ほど、心臓や血管など動く臓器のブレ(モーションアーチファクト)を抑えた鮮明な画像が得られる。
- ✓ 「NAEOTOM Alpha.Peak」は、737mm/秒(ミリメートル/秒)という**高速スキャンと高解像な撮影を両立**した本シリーズの最上位機種。

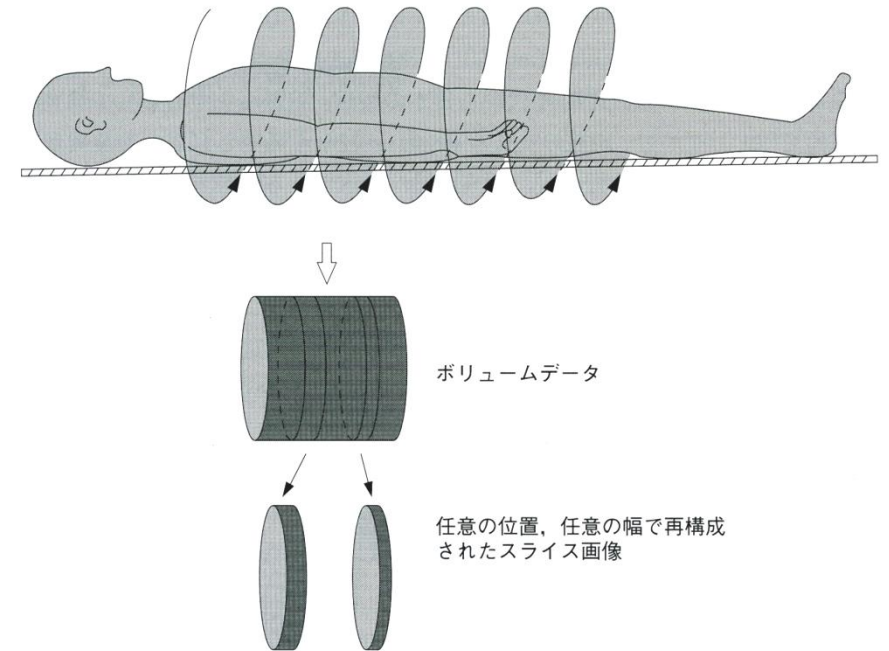
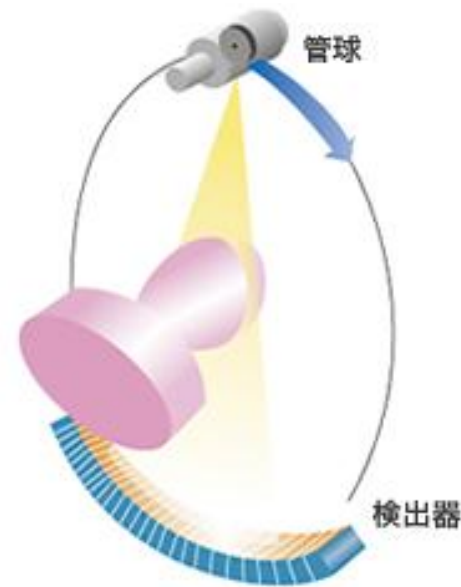


フotonカウンティングCTは、日本国内では**26台目**、関西の大学病院では**4番目**、
和歌山県内では初
NAETOM Alpha. Peakとしては埼玉医科大学総合医療センターについて全国で**2番目**
の導入となります

従来のCTとの違い

従来のCT

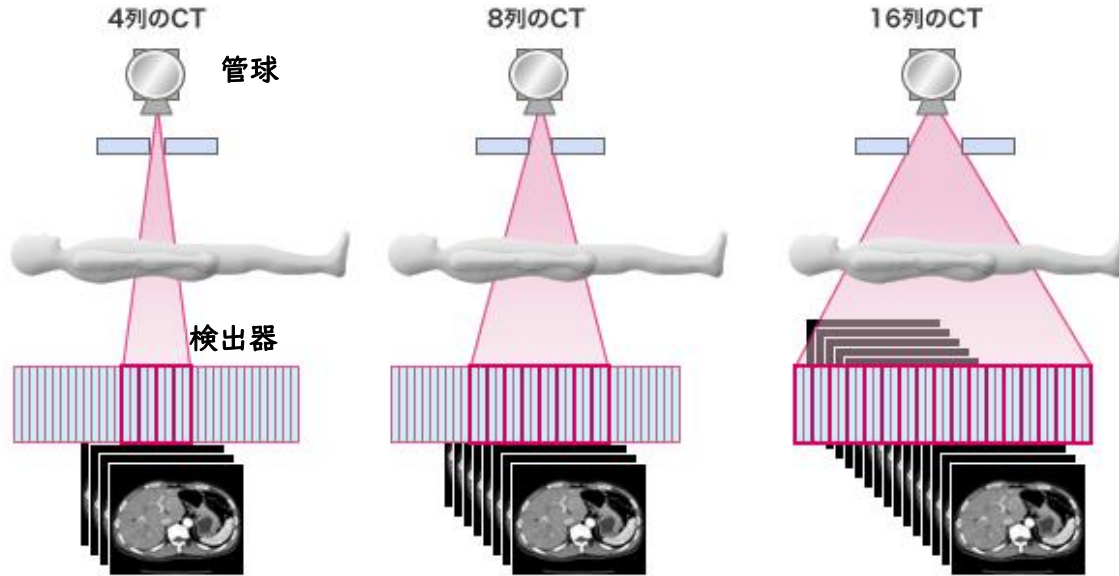
- ✓ 従来のCTでは、X線を体に照射し、体内を通過したX線を検出器で捉えていました。この検出されたX線情報から、コンピューターで画像を再構成して表示していました。



ガントリの中にある管球と検出器

従来のCTとその歴史

① MDCT= Multi-detector row CT



② Area Detector CT (ADCT)



16cm幅 (= 0.5mm幅の検出器 × 320個) を1回転で撮影できる。
ちなみに1回転0.25秒程度。

Perfusion/4D-CTが可能に

CT検出器が多列化

- ✓ 短い照射時間で膨大な情報量を一気に処理できるようになった。
- ✓ 「より広い撮像範囲」を「より速く」



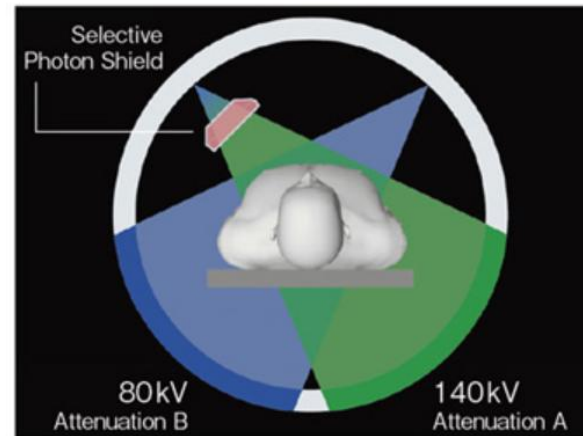
従来のCTとその歴史

③ Dual Energy CT (DECT)

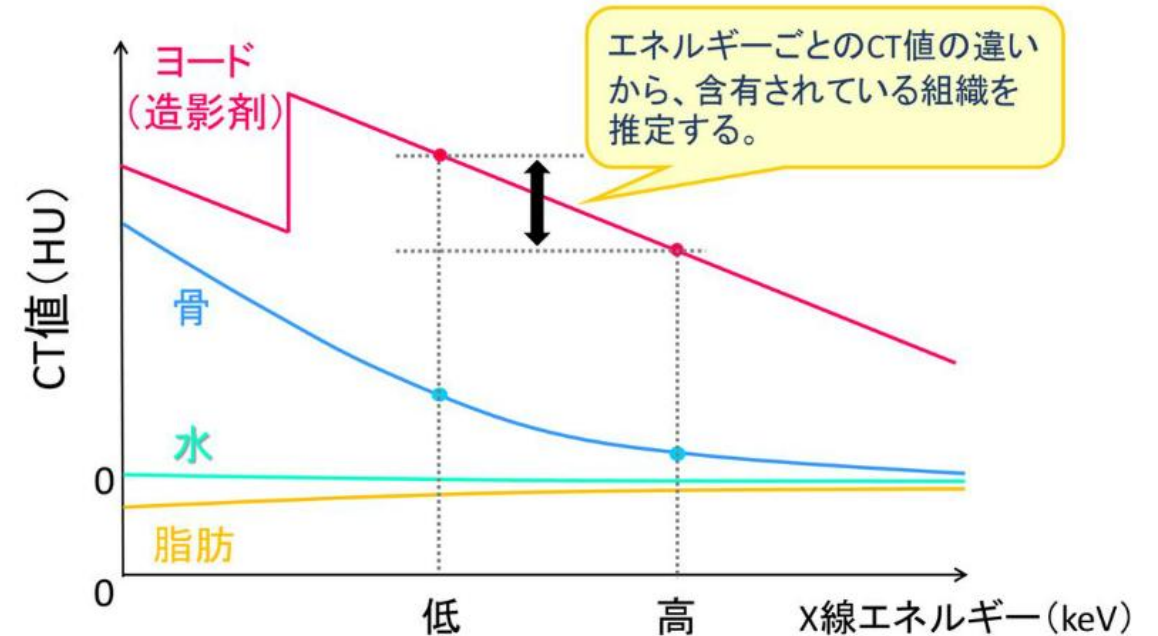
「通常のCTの電圧(120kV)より低い管電圧と高い管電圧のX線で撮影を行い、得られたデータから通常のCT撮影では得られない情報を得ようとするもの」



SOMATOM Force
(Siemens Healthineers)



Dual source CT



従来のCTとの違い？

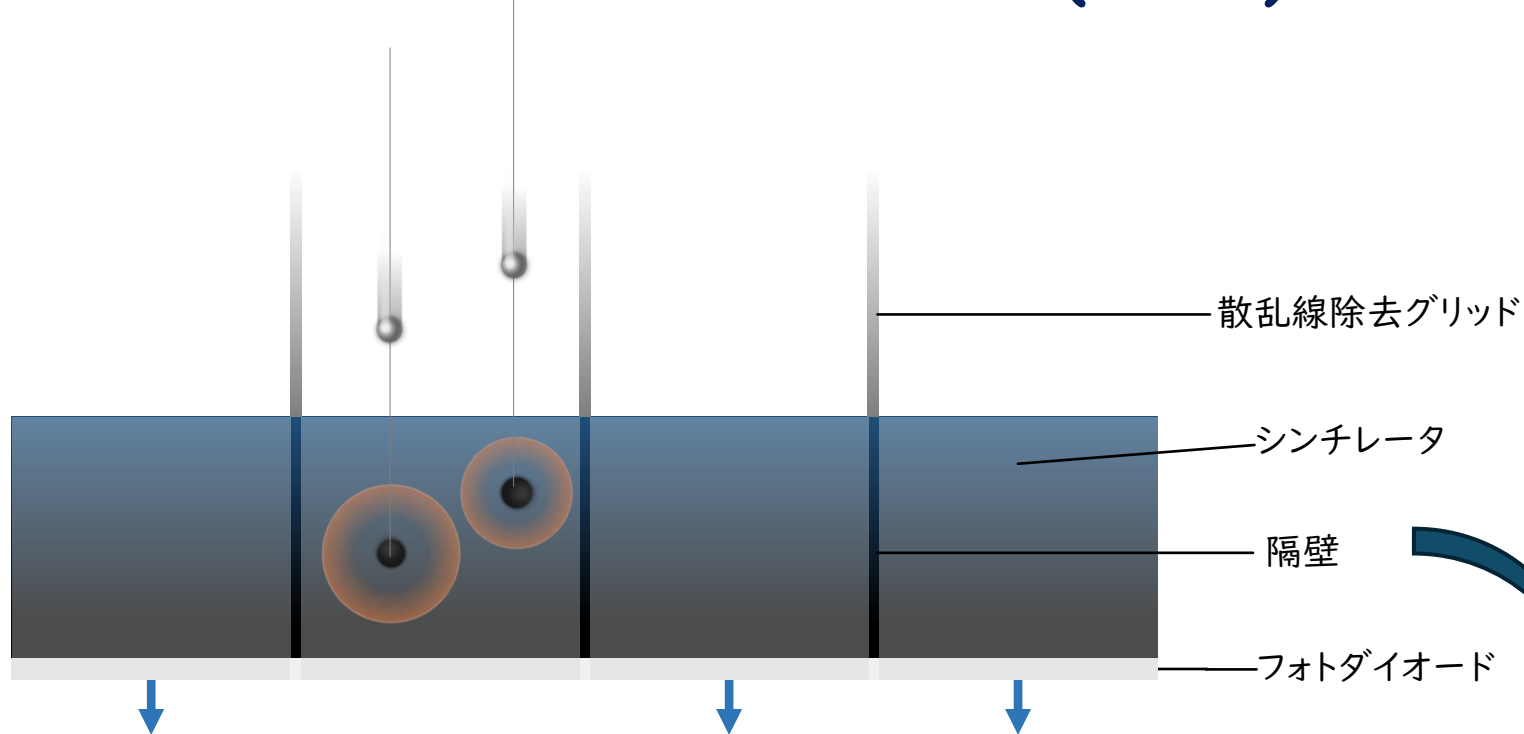
検出器が異なります!!

従来の検出器との違い

- 従来型（エネルギー積分型・EID）：X線を一度光に変えてから電気信号にするため、微弱なノイズも一緒に拾い、エネルギー情報が混ざってしまう。
- フォトンカウンティング型（PCD）：X線光子を直接半導体で電気信号に変換し、ノイズがないため、1つひとつのエネルギーレベルまで正確に判別してカウントする。



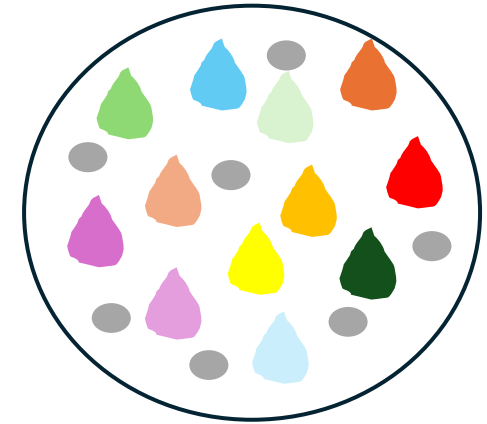
動作原理 エネルギー積分型検出器 (EID)



全エネルギーの積分値として計測

光が拡散するため、隔壁が必要
線量利用効率悪い。

従来のCT



ノイズ(灰色)も検出

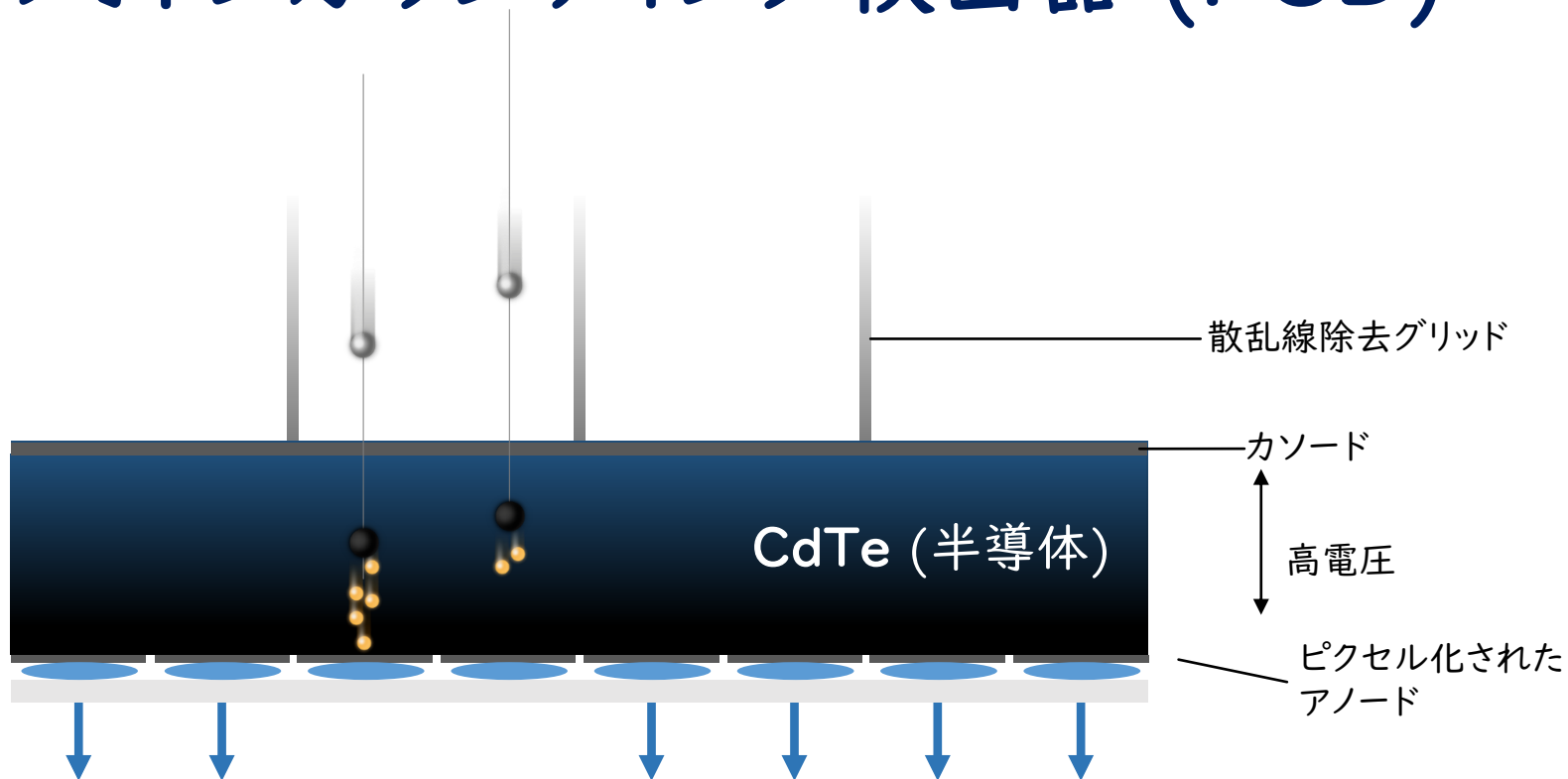
- ・シンチレータ X線 → 可視光
- ・フォトダイオード 可視光 → 電流
- ・単位時間当たりに入射した X線光子による信号を全エネルギーの積分値として計測する

→ 個々のX線光子のエネルギー情報は失われる



動作原理

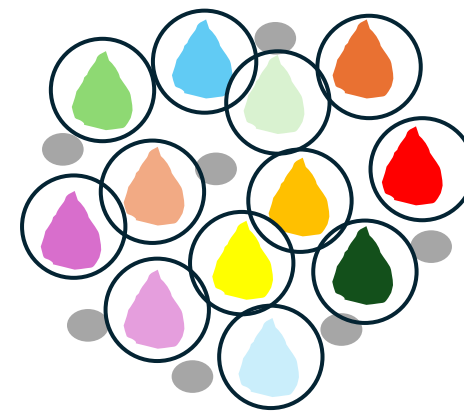
フォトンカウンティング検出器 (PCD)



X線フォトンエネルギーごとに個々にカウントする

1段階の直接変換: X線 → 電流

フォトンカウンティングCT



フォトンのみを検出

X線フォトンエネルギーごとに個々にカウントする

隔壁を必要としない

幾何学的な線量利用効率が常時100%で、
高分解能撮影に有利



フォトンカウンティングCTのメリット

検出器ピクセルの狭小化

隔壁を必要としない
幾何学的な線量利用効率が常時100%
で、**高分解能撮影に有利**

高画質

X線検出感度の向上

低エネルギー領域のX線検出感度向上
被ばく、造影剤の低減に寄与

低被ばく

電子ノイズの除去

低線量撮影、体格の大きな患者の画質向上
低線量撮影で安定したCT値、再現性向上

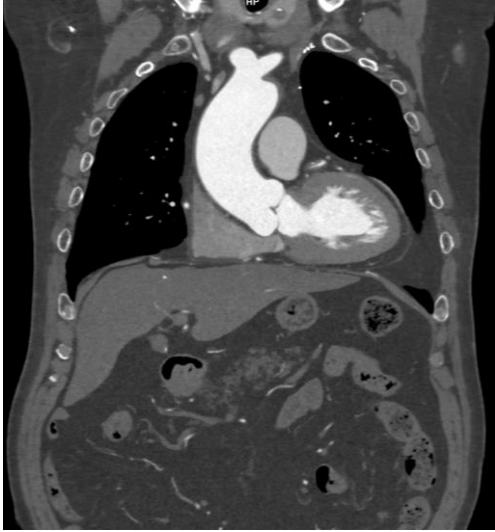
質的診断向上

エネルギー情報の活用

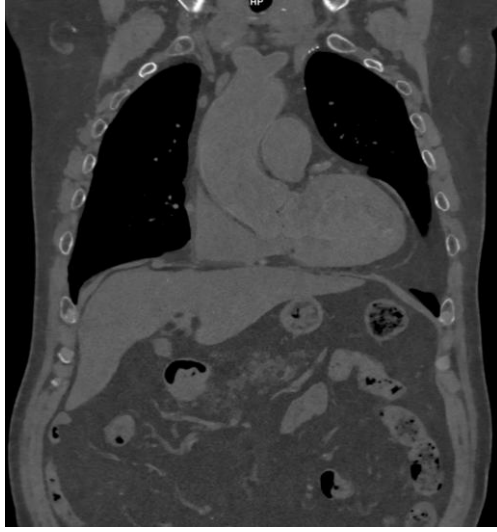
常時スペクトラルイメージングが使用可能
物質選択的なイメージングが可能
特定の物質を選択的に強調あるいは除去



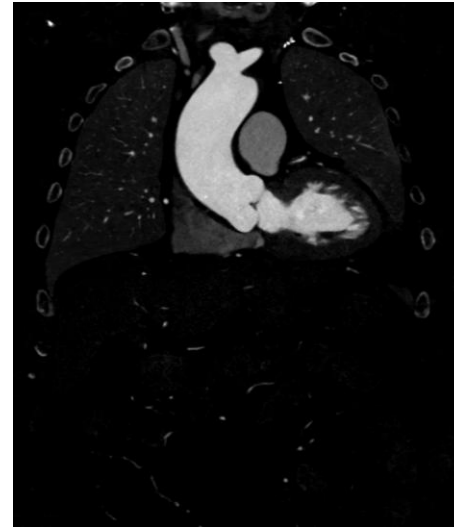
フotonカウンティングCTの画像出力



従来表示



造影剤情報を除いた画像



造影剤情報だけ抽出した画像



造影剤情報(カラー)
+
従来表示



Cinematic VRT

3D表示(全体)



3D表示(心臓のみ拡大)

フォトンカウンティングCTがもたらす 医療への貢献

① 超高解像度による微細病変の早期発見

従来のCTでは難しかった、**微細な血管**、心臓冠動脈**ステント内部の再狭窄**、肺の細かな網目状の変化（**間質性肺炎**など）、**内耳の微細構造の描出**が極めて鮮明になります。

高画質

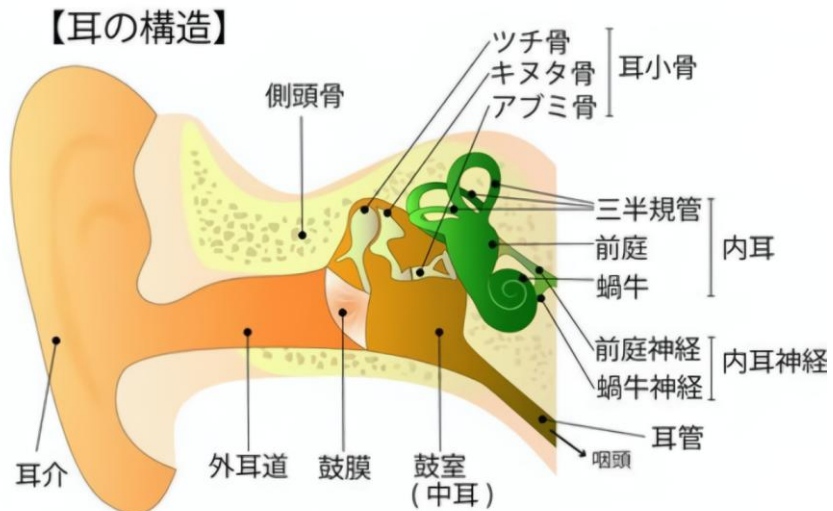
② 被ばく線量と造影剤の劇的な低減

従来のCTに比べて必要な**エックス線量を大幅に減らせます**。
小児や妊婦、定期的な検査が必要な患者の被ばくリスクを大きく低減します。
また、信号ノイズが非常に少ないため、**腎機能が低下している患者**に対しても少量の造影剤で安全に鮮明な検査が行えます。

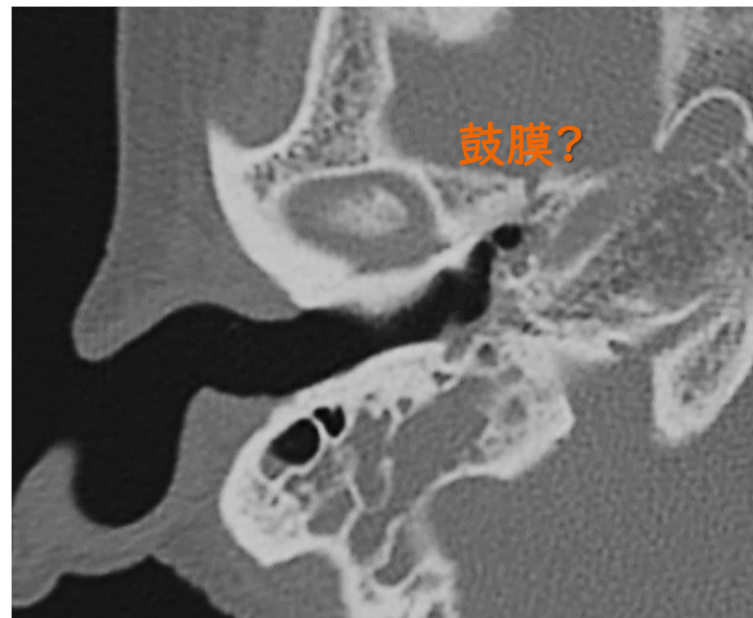
低被ばく



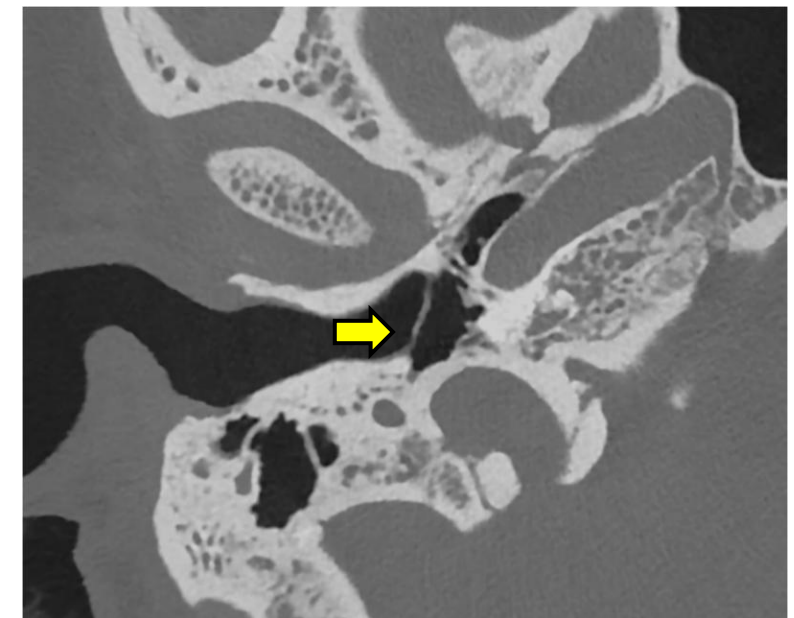
人間の器官で最も小さい内耳の画像化 鼓膜(約0.1mm)が明瞭に描出可能に



従来型CT



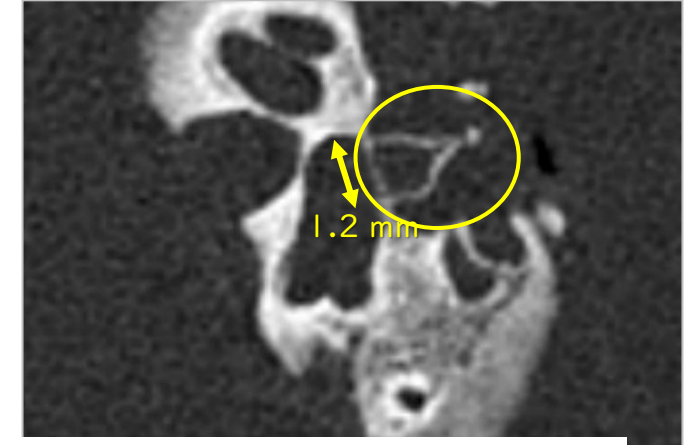
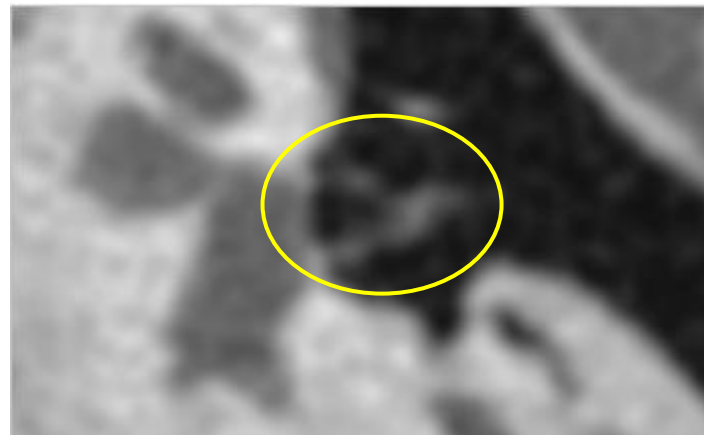
フォトンカウンティングCT



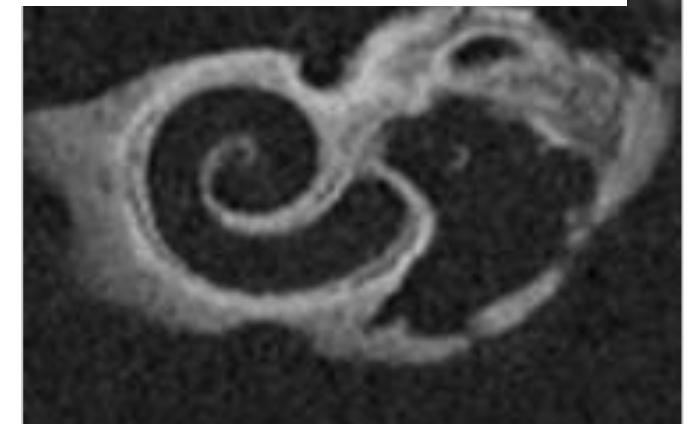
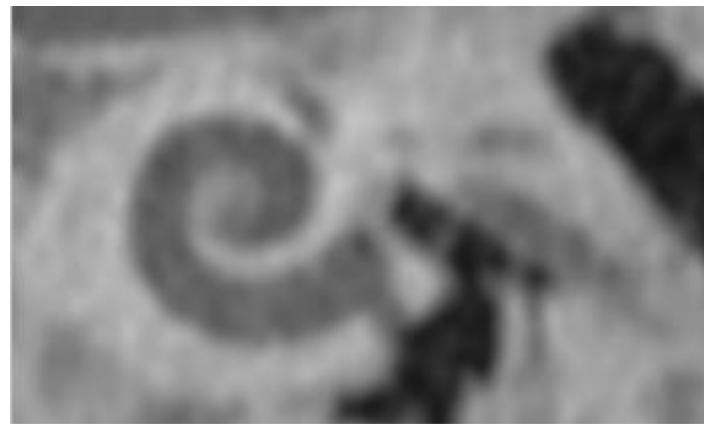
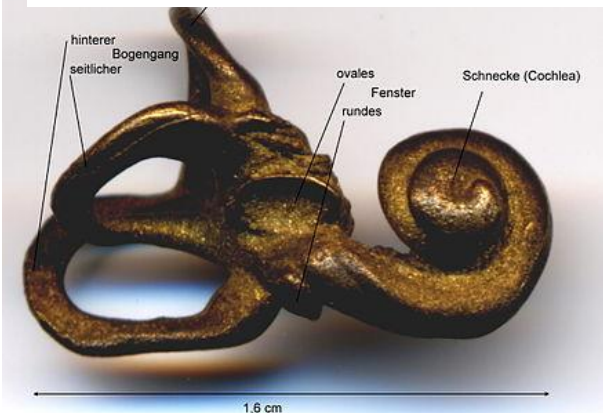
高分解能イメージング 中内耳の微細構造 (アブミ骨と蝸牛)

Conventional CT

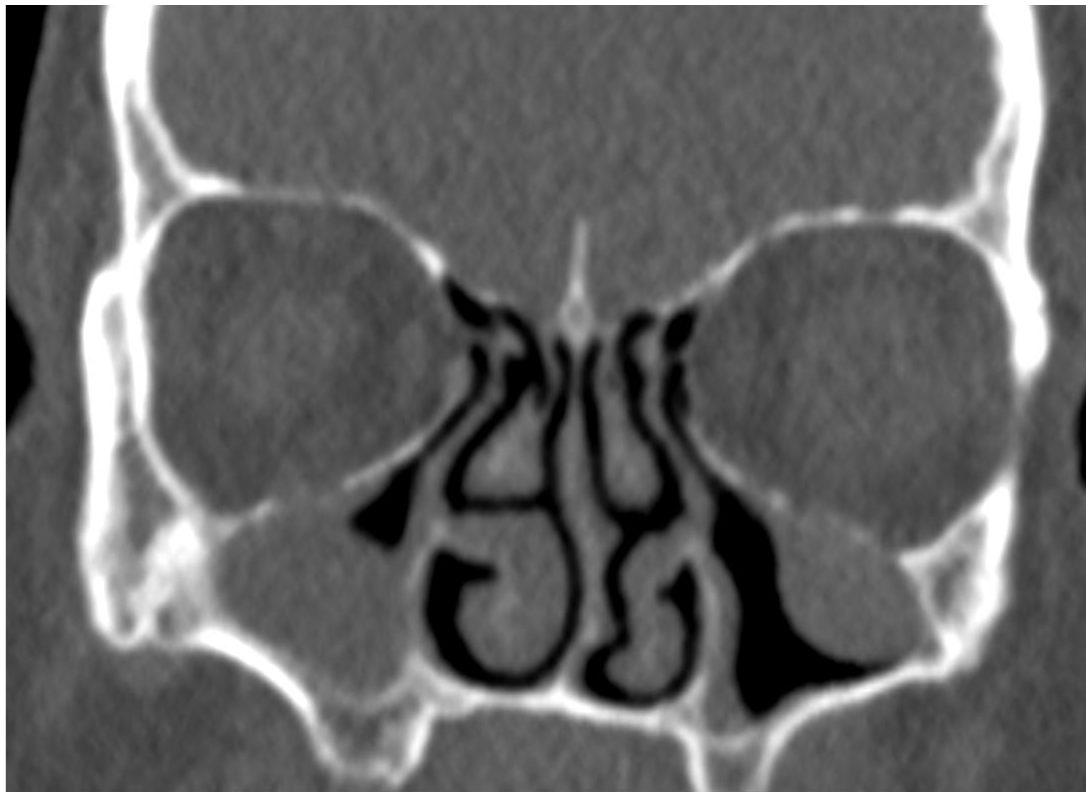
Photon-counting CT



高空間分解能では、耳小骨・蝸牛・半規管などの微細構造の描出能が向上



低線量撮影における画質の最適化 電子ノイズの除去によるSNRの向上



Effective Dose: 0.0063 mSv
(自然放射線による被ばく1日分と同等)

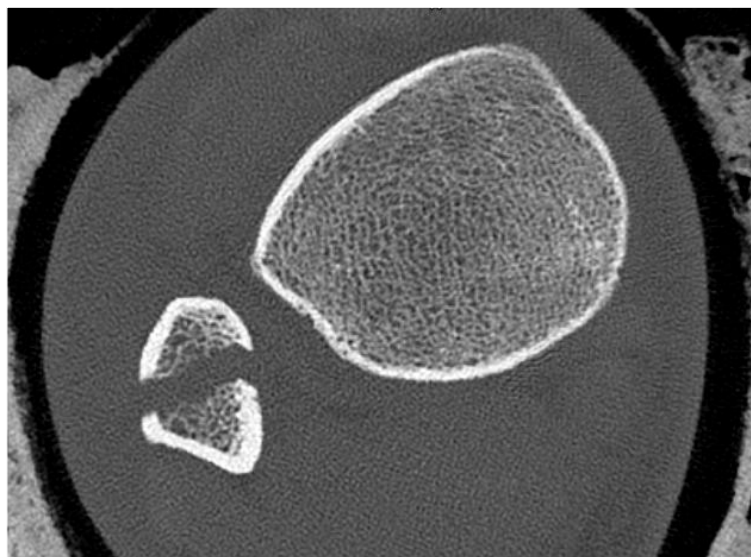
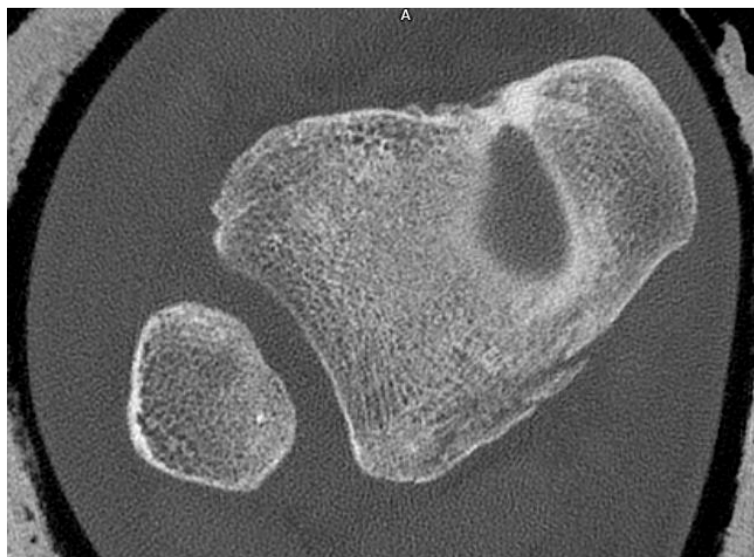
側頭骨と副鼻腔領域では最大79%の被ばく
低減が得られるとの報告もある。

(Grunz JP, et al.: Invest Radiol 57(11):728-733, 2022)

超低線量副鼻腔撮影(PCD)



様々な画像表現による骨折の評価（高分解能）



骨皮質や骨梁構造などの描出能が向上

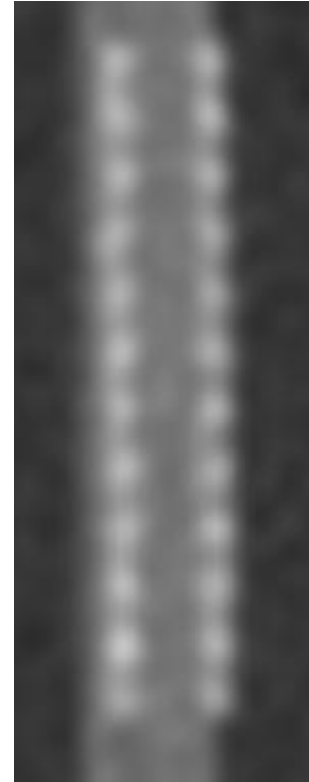
Cinematic VRT

(Rajendran K, et al.. Skeletal Radiol 52(1):23-29, 2002)

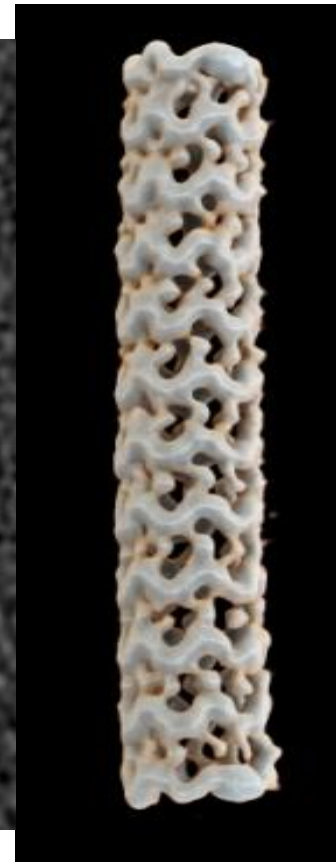
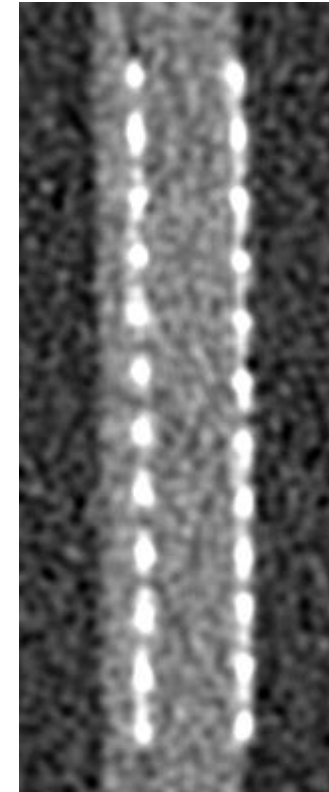


高分解能イメージング 冠動脈ステント (ファントム)

ステントの描出が改善



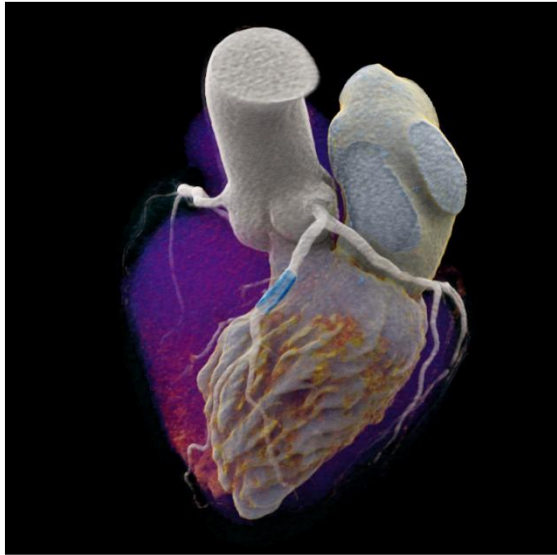
EID



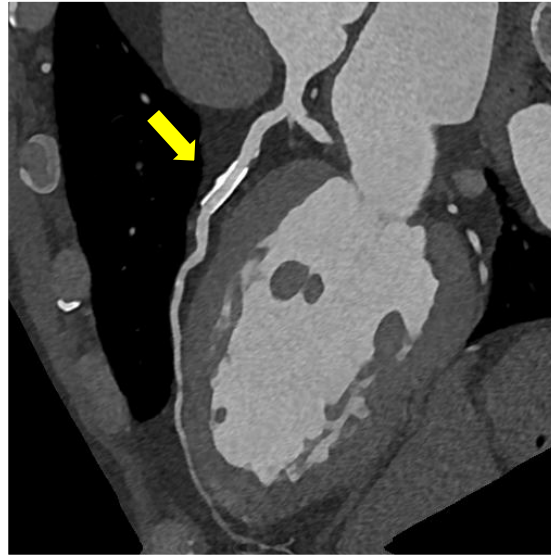
PCD



ステント治療後の冠動脈CTA



Cinematic VRT



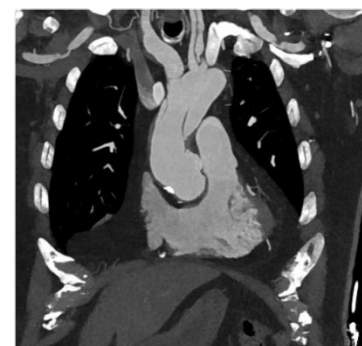
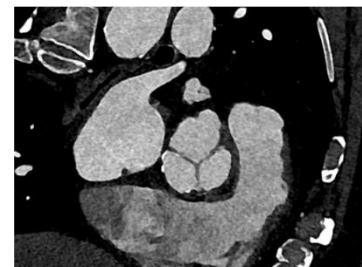
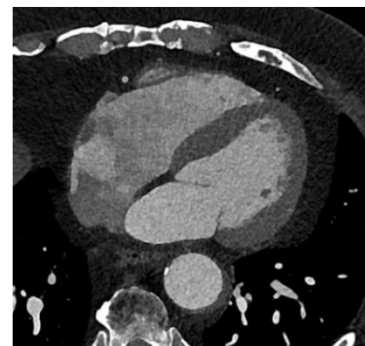
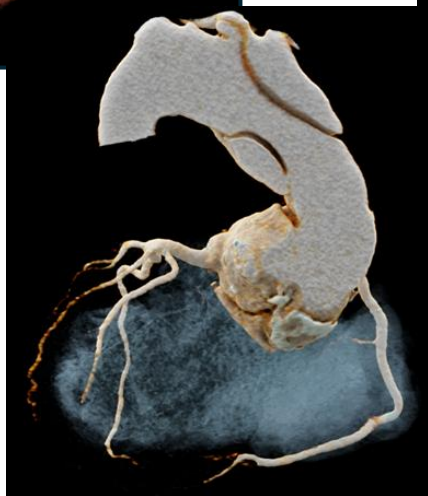
Stretched CPR

70 keV mono-energetic



ステント内狭窄の評価がより正確に行える

解離症例における冠動脈と大動脈の評価 超高速高分解能スペクトルイメージング



Cinematic VRT

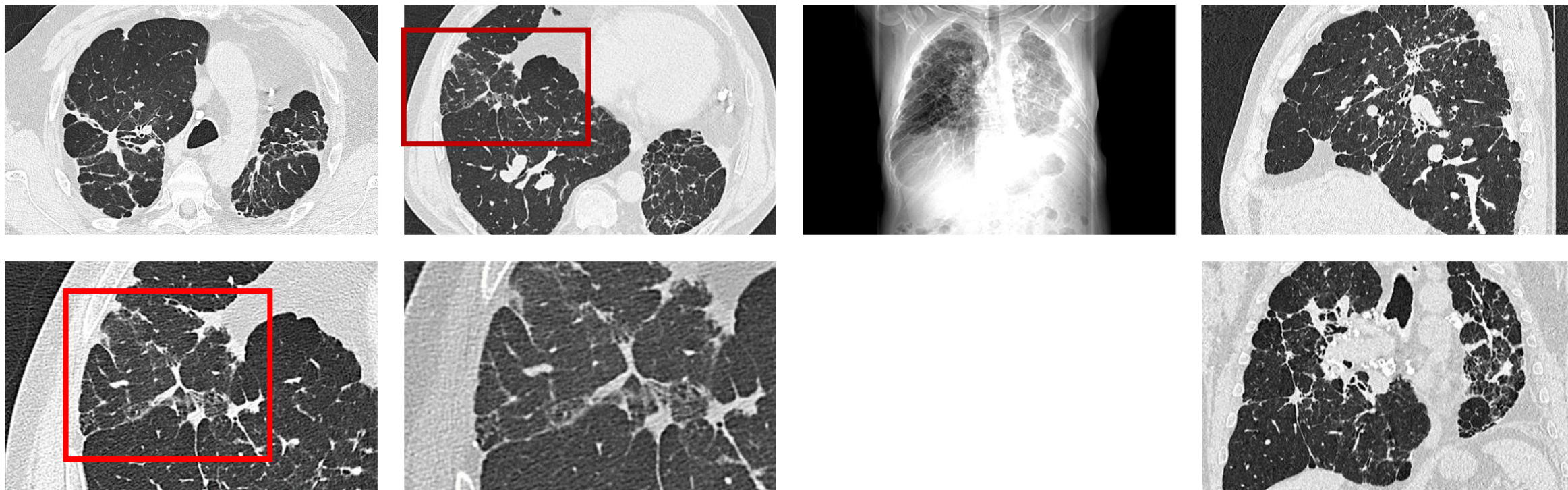
0.6 mm | 70 keV mono-energetic

MPRs | 70 keV mono-energetic

冠動脈と大動脈の評価が同時に、正確に行える



重度の間質性肺疾患における高分解能画像



0.6 mm | 1024² matrix

間質性肺炎における網状影・すりガラス状陰影・モザイクパターンの描出精度が改善

造影剤低減しながら超高速高分解能スペクトラルイメージングを提供した大動脈解離の症例



Image type
MIP | 70keV



Image type
MIP | 55keV



Image type
Cinematic VRT | 55 keV

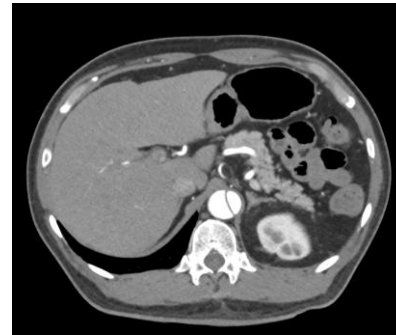


Image type
0.6 mm | 55 keV

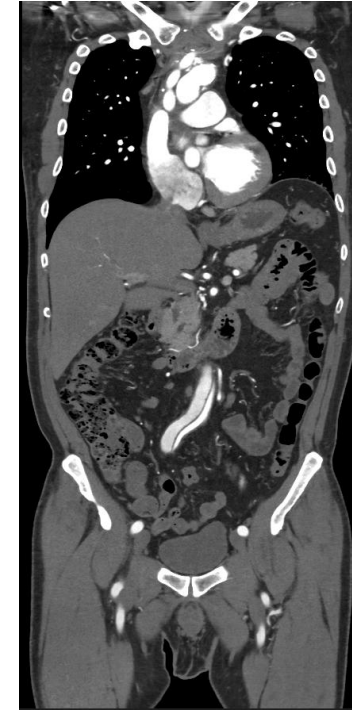


Image type
MPRs | 55 keV

撮影時間0.9秒、15mlの造影剤量、55keVで造影コントラスト強調した画像を活用した

被ばく低減について vs EID-CT

低被ばく

✓ 成人腹部: 約30~40%低減

2025年の同一患者119例の比較では、腹部CTの放射線量を中央値で37%低減しました。
同時に、造影臓器のノイズは最大31%低下し、線量補正CNRは60~76%改善しています。
単に線量だけを下げたのではなく、画質指標も向上しています。

(Sukupova L. Radiography (Lond). 2025; 31 (3): 102909.)

✓ 小児胸部: 約50~55%低減

2024年の小児造影胸部CTの同一患者比較では、

- CTDIvol: 1.7 vs 3.8 mGy → 約55%低減
- SSDE : 2.6 vs 5.0 mGy → 約48%低減

線量低減だけでなく、肺野ノイズ、SNR、モーションアーチファクトも改善しています。

小児領域では体格が小さく、電子ノイズ除去や高い線量効率の恩恵が大きいいため、「およそ半減」が可能

(EI-Ai AM, et al. Pediatr Radiol. 2024; 54(12): 1984-1995.)



フォトンカウンティングCTがもたらす 医療への貢献

質的診断向上

③「物質の性質」を見分ける物質分画（スペクトラル・イメージング）

1回の撮影で、複数のエネルギー情報を同時に取得できます。

これにより、X線を異なるエネルギーごとに分けて検出し、体内の物質（骨、血液、カルシウム、造影剤など）を識別・解析できます。

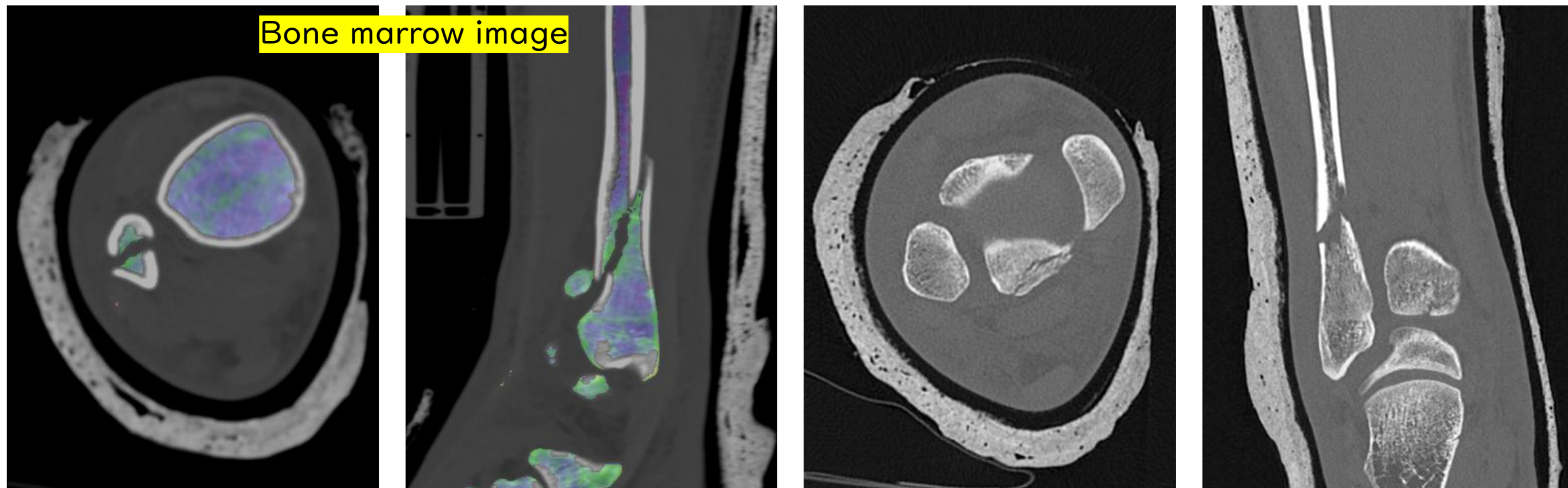
血液部分や炎症部分、カルシウム成分など、特定の成分を強調・除去した物質選択的な画像作成が可能になります。

④ アーチファクト（画像のブレやノイズ）の排除

金属製の人工関節やステント、強い石灰化の周囲に発生するアーチファクトを自動的に大幅カットできます。これまで評価が難しかった「人工物周辺の病変」も正確に診断できるようになりました。



様々な画像表現による 骨折の評価（高分解能スペクトラルイメージング）



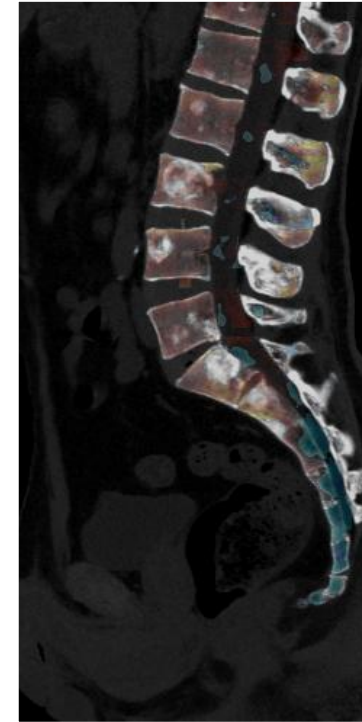
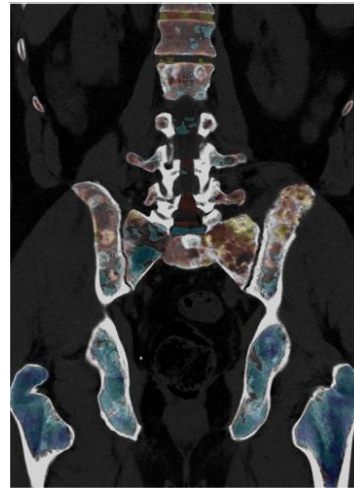
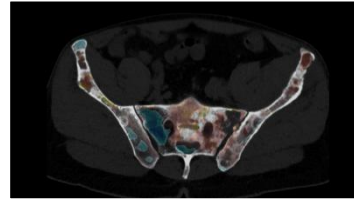
骨髓浮腫を描出するBone marrow edema画像は急性期骨折の評価に有用であるが、
高分解能画像と同時に取得でき有用。

(Surov A, et al. Radiology 310(2):e231878, 2024)

骨髓の評価

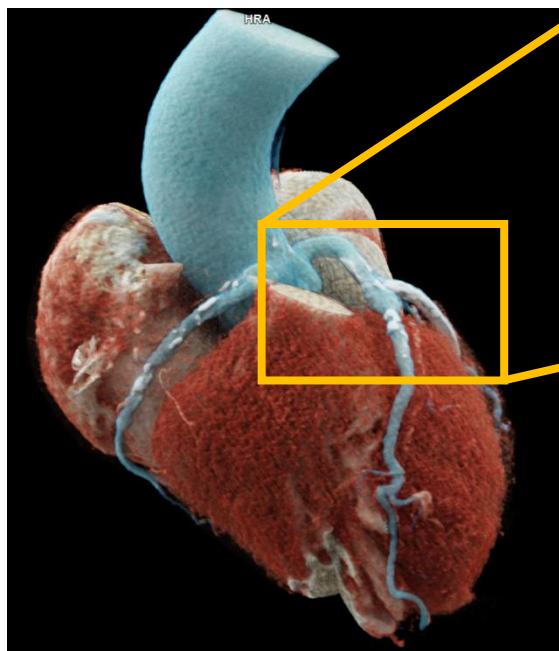
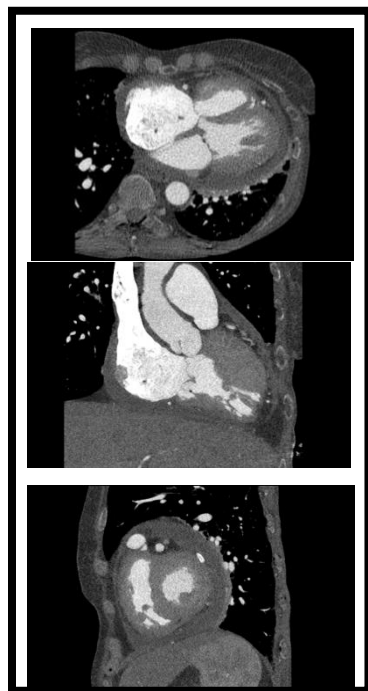


Cinematic
VRT

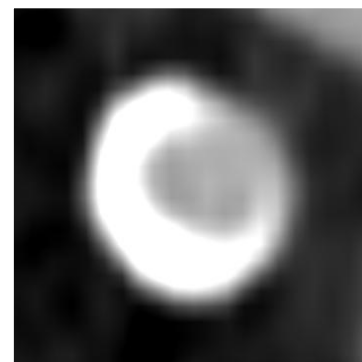
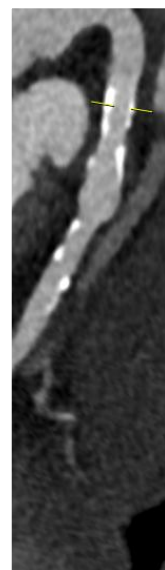


Bone marrow image

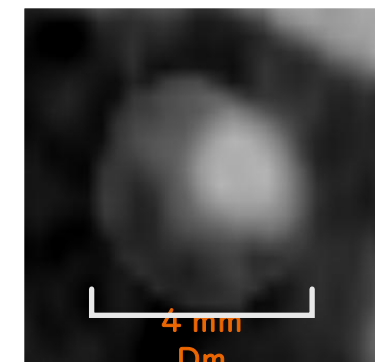
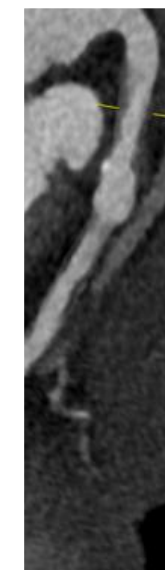
冠動脈疾患における石灰化除去



Cinematic VRT



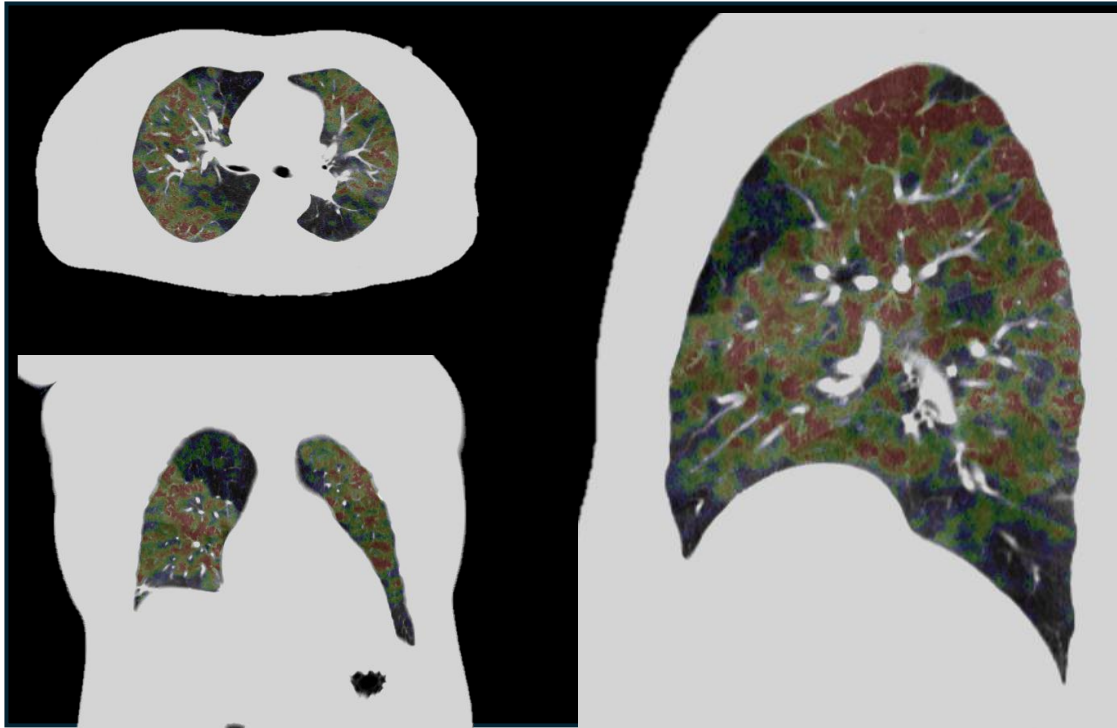
Pure Lumen



石灰化部を取り除いた画像によって血管狭窄を正確に確認できる。



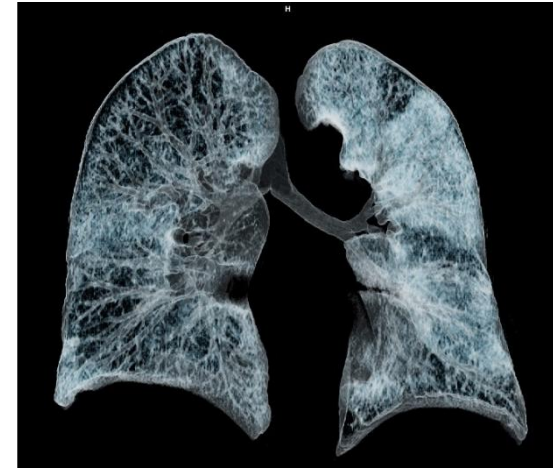
肺造影CT



Lung PBV

(肺血液量・肺血流イメージング)

血流障害によって生じる肺灌流異常を視覚化できる



Cinematic VRT

肺血栓塞栓症の評価において、
低い線量で優れた解剖学的画像とスペクトラル画像
を提供できる

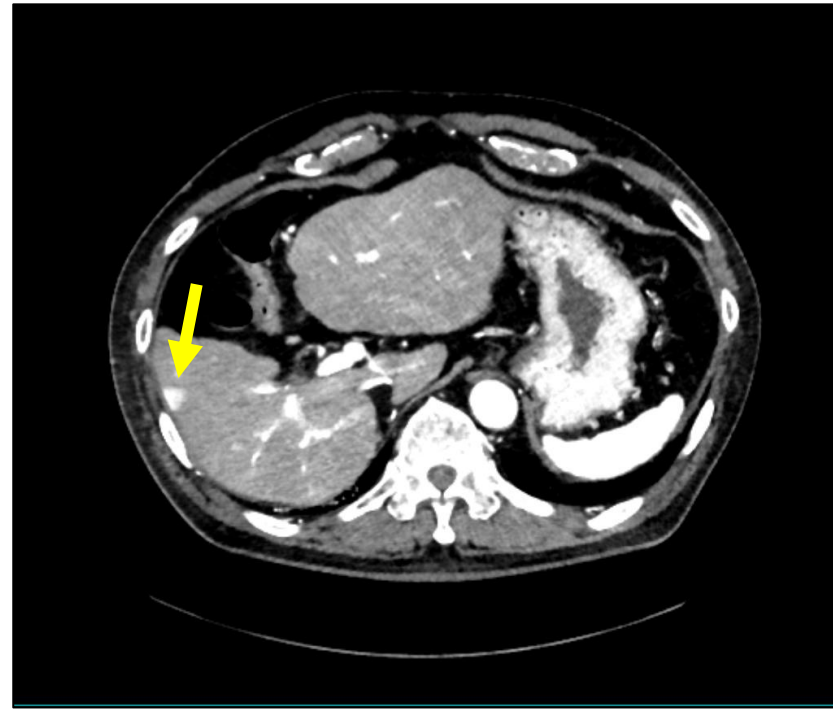
*(Pannenbecker P, et al.
AJR Am J Roentgenol 222(2):e2330154, 2024)*



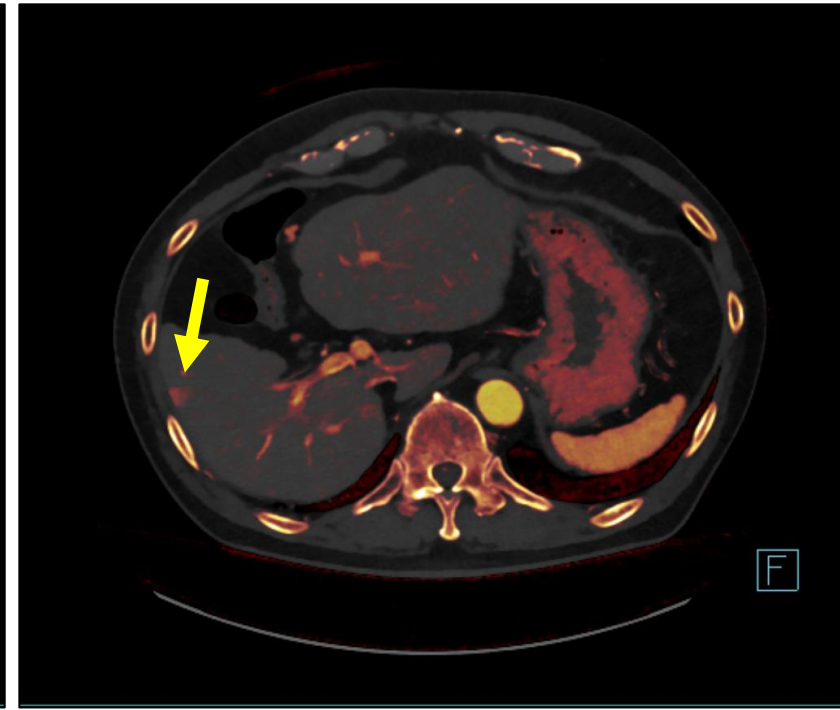
エネルギー情報を利用して多彩なコントラストを付ける



70keV



40keV



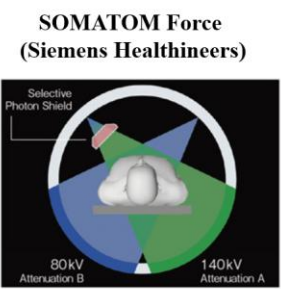
ヨードマップ

40keV画像 や ヨードマップを使用することで**腫瘍の視認性が向上する**

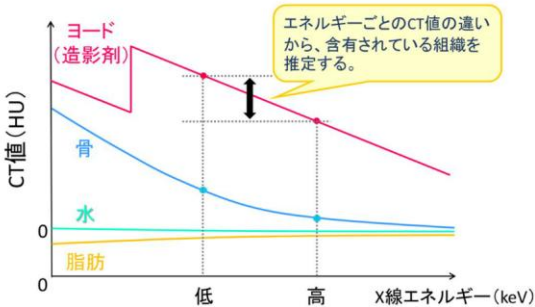
Dual energy CT vs Photon counting CT

Dual Energy CT (DECT)

「通常のCTの電圧(120kV)より低い管電圧と高い管電圧のX線で撮影を行い、得られたデータから通常のCT撮影では得られない情報を得ようとするもの」



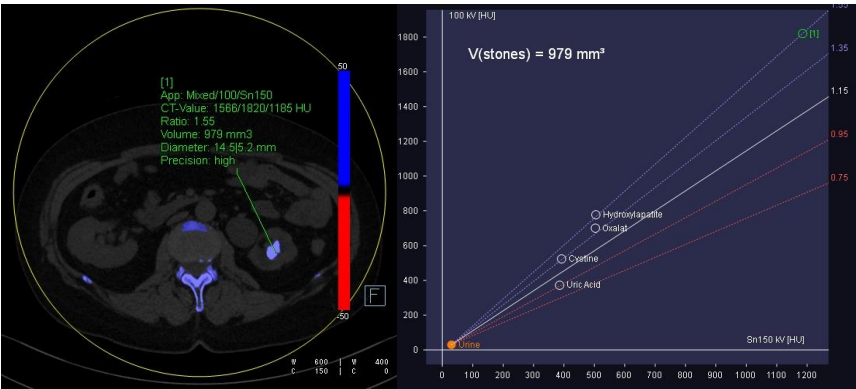
Dual source CT



Dual energy CT



痛風の尿酸結晶



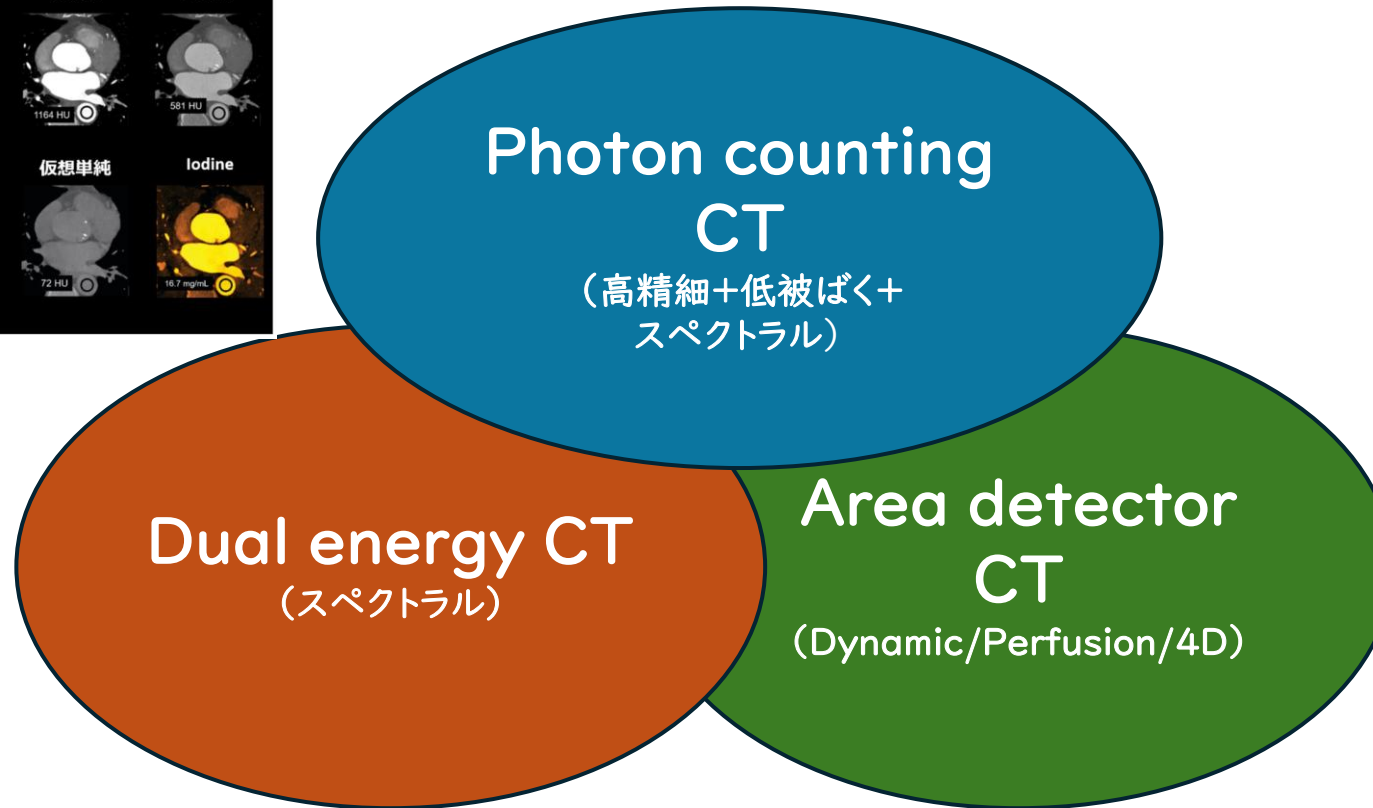
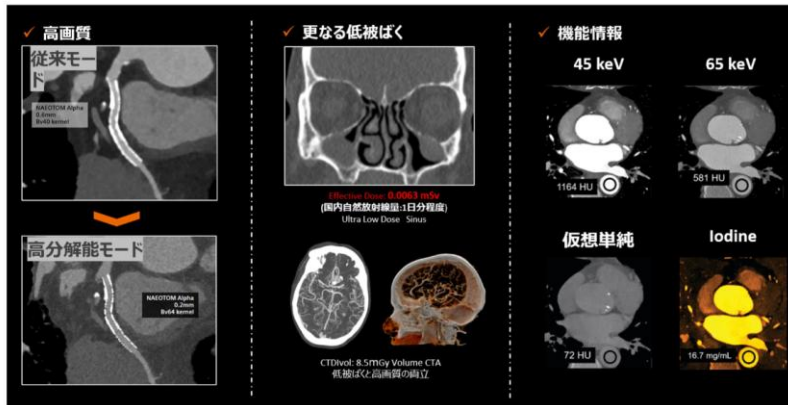
結石成分解析

いずれもスペクトラルイメージングが可能

比較項目	DECT	PCCT
空間分解能	0.5mmが限界	0.2mm以下
物質定量性	空間分解能の制約	微小部位でも定量可能
仮想単色画像の画質	低keV画像ではノイズが非常に強くなる。	低keVでもクリア
臨床実績とデータ蓄積	約20年近い歴史があり、エビデンスや診断基準が豊富に確立している。	臨床導入が始まって日が浅く、大規模な臨床データは現在蓄積中
解析ソフトの成熟度	痛風の尿酸結晶、結石成分解析、骨挫傷評価など、アプリケーションが完成されている。	各種物質弁別やスペクトラル解析ソフトは、現在開発・最適化を進めている段階
コスト		<
被ばく		>



和歌山県立医科大学 放射線画像診断 (CT)



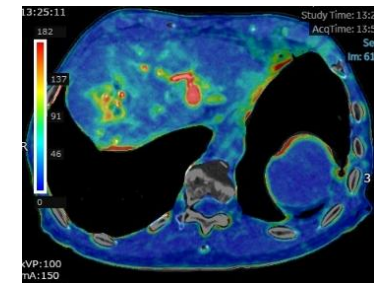
4D-CT



Lung PBV



40KeV 造影CT



Perfusion CT

病変の局在診断から質的・定量診断へ



まとめ

- ✓ フォトンカウントティングCTの高精細、低被ばく、スペクトル解析の特性を活かすことで、患者様により安全で最適な医療提供につながることを期待されます。
- ✓ フォトンカウントティングCTの導入により、和歌山県内の高度医療や臨床研究、医学教育を支えるツールとして、重要な役割を果たすことが期待されます。
- ✓ フォトンカウントティングCT、Area detector CT、Dual energy CTと特長の異なるCT装置を活用することで、病変の局在診断から、質的・定量診断へと、和歌山の放射線画像診断の発展を推進していきます。

