

「Discovery CT750HD の使用経験」

埼玉県済生会栗橋病院
放射線科技術科 志村 智裕



図1：病院概観

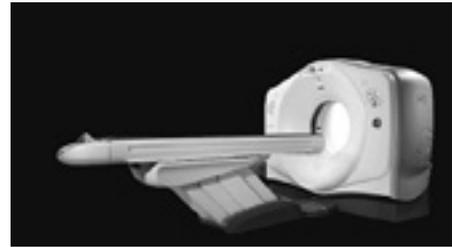


図2：GE社製 Discovery CT750HD 概観

1. はじめに

当院は埼玉県の北東部に位置し、地域救急センター ICU・CCU20床、一般病床290床、感染病床4床からなり、地域連携の推進から地域医療支援病院の承認を受けた地域中核病院である。平成22年1月には既存CTの更新に伴いGE社製64MDCT「Discovery CT750HD」(図2)が導入された。この装置は、新技術が採用されているため、今後の臨床応用が期待される。そこで、今回は導入後2年経過したDiscovery CT750HDの使用経験について紹介する。

2. 装置特長

2-1 Gemstone (ガーネット) 検出器の採用

この検出器は、X線から光への変換速度“Primary Speed”が $0.03 \mu\text{sec}$ と高速で、従来の検出器と比較すると約100倍以上速く応答可能であり、残光特性(アフターグロー)も従来の1/4まで短縮した。これによりNormalモードView数(984View)の2.5倍である2496Viewが収集可能となり、より高解像度なHigh Definition撮影(以下:HD撮影)が可能となった。また新たな技術としてGemstone Spectral Imaging(以下:GSI)が挙げられる。これは、Gemstone検出器により、低圧(80kVp)・高圧(140kVp)の

高速スイッチングで異なるエネルギーを収集することができるDual Energy撮影である。収集された生データベースの画像再構成により、物質密度画像(Material Density Image)と仮想単色X線画像(Monochromatic Image)を得ることができる。物質密度画像は物質の弁別が可能であり、仮想単色X線画像はビームハードニング効果・メタルアーチファクトの軽減や各X線実行エネルギーでの仮想単色X線画像を得ることができる。

2-2 Adaptive Statistical Iterative

Reconstruction (以下:ASiR) 技術の採用

これは、逐次近似法を応用した再構成法で、空間分解能を損ねることなくノイズ成分を低減させる技術である。ASiRを用いる事により、従来の画質を犠牲にすることなく被ばくを低減する事ができ、被写体の大きさに関係無く安定した画像SDを得ることが可能となった。

これ以外に64MDCTでの4Dイメージングを目的としたVolume Helical Shuttle(以下:VHS)が挙げられる。以下に、これらの特長を持つ「Discovery CT750HD」の使用経験をファントムデータや臨床画像を示し紹介する。

3. 高解像度撮影 (HD 撮影) の応用

まず、HD 撮影が X-Y 平面内の空間分解能におよぼす影響をワイヤーファントムにて評価した。10% MTF は、Normal 撮影 (Std 関数) のガントリーセンターで 0.71mm、14cm オフセンターで 0.91mm となり、HD 撮影 (HD Std 関数) のセンターでは 0.65mm、オフセンターで 0.75mm となった (図 3)。そのためオフセンターにかけての空間分解能の劣化率は、Normal 撮影で 28%、HD 撮影で 15% となり View 数の増加がオフセンターでの空間分解能を向上させることが分かった (図 4)。また高周波数強調関数の使用では、さらなる空間分解能の向上が認められた (図 5)。

この特性は、臨床の画像において顕著に影響する。ガントリーセンターでは、高い空間分解能が得られるため、脳実質、側頭骨、頭部血管など微細な構造が明瞭に描出できる (図 6)。またオフセンターにおける空間分解能の改善は、冠動脈や四肢血管の診断能を著しく向上させた。特に、Half Scan 再構成を使用する冠動脈撮影では、収集データが Normal 撮影 655View から HD 撮影 1662View になることより、ステント内腔評価やブルーミングアーチファクトを低減することができる (図 7)。HD 撮影は、空間分解能の向上はもちろん、様々なアーチファクト低減に有効であり、臨床において有用である。

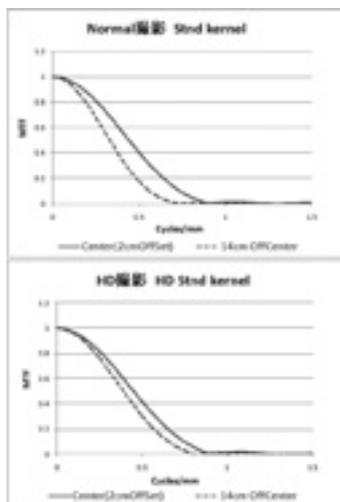


図 3: ワイヤーファントムによる X-Y 平面内 MTF の比較

10% MTF (mm)	Normal 撮影	HD 撮影	改善率 (%)
	Std kernel	HD Std kernel	
Center	0.71	0.65	8
14cm OffCenter	0.91	0.75	18
劣化率 (%)	28	15	

図 4: ワイヤーファントムによる X-Y 平面内 10% MTF の比較

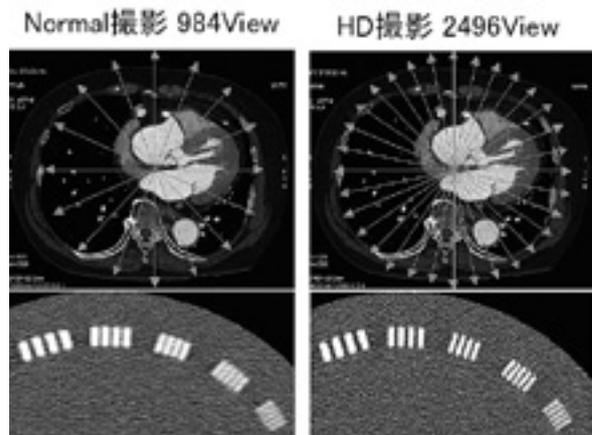


図 5: View 数による空間分解能の比較 (高周波数強調関数使用) ※ GE ヘルスケア提供

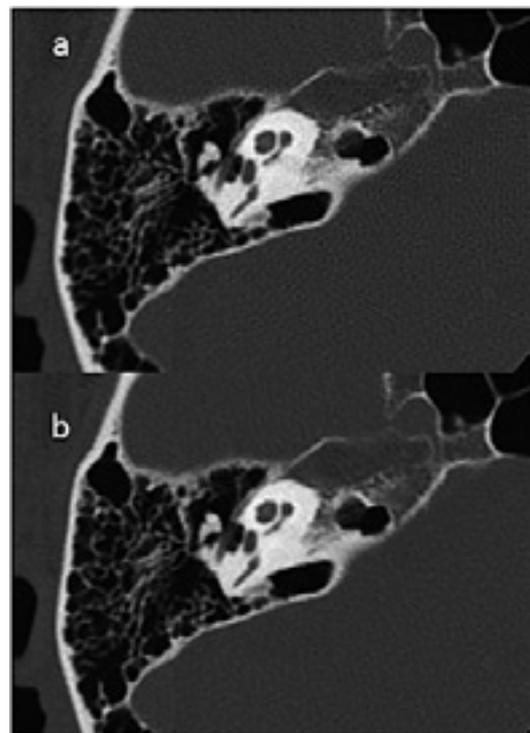


図 6: HR 撮影 側頭骨 (bone 関数) Normal 撮影 984View (a)、HD 撮影 2496View (b)

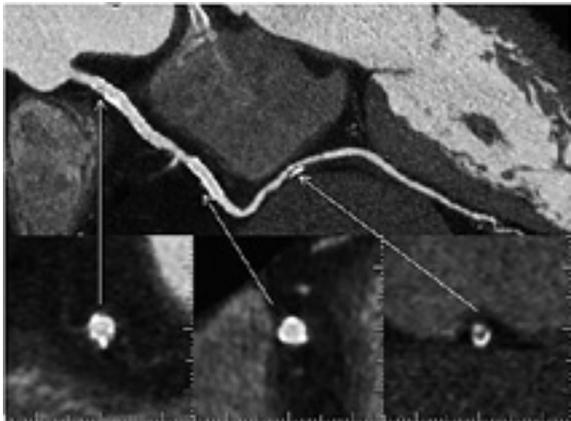


図7：HR撮影 右冠動脈 CPR 像、単軸像

4. GSI の応用

GSI は、複数の物質が混合された物体から物質固有の X 線減弱係数を利用し、物質密度の絶対

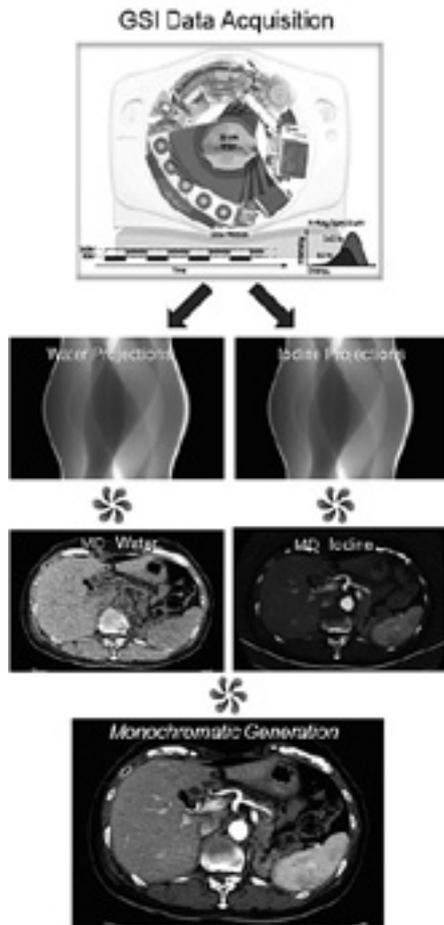


図8：Gemstone Spectral Imaging イメージ

※イラスト：GEヘルスケア提供

値の測定と物質密度画像が表現できる。また物質の X 線減弱係数に比例した加重加算を行うことにより、正確な CT 値の測定と仮想単色 X 線画像を算出することが可能である（図8）。

ここで、水ファントムに異なる濃度のヨード造影剤を封入し、GSIにより物質密度測定をした結果を示す。図9より、異なる密度を定量評価することは可能であり、実効エネルギーの違いによるCT値の変化を把握することができた。

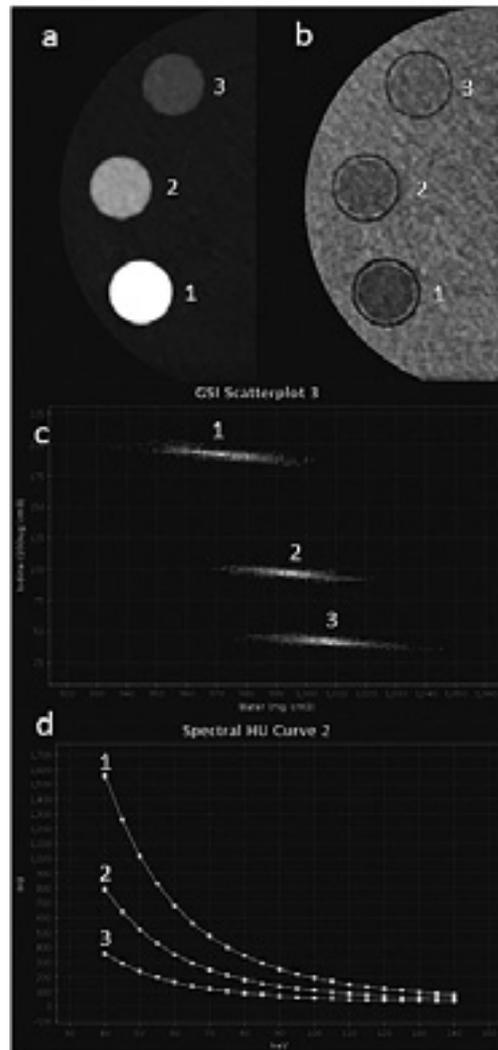


図9：GSIにおけるヨード密度画像 (a)
水密度画像 (b)
各試料の物質密度散布グラフ (c)
実効エネルギーの違いによるCT値の変化 (d)

次に、GSIを使用した臨床例を提示する。まず血管系では、動脈硬化に伴う石灰化と血管内造影剤の分離を行うことで、従来困難であった高度石灰化病変の狭窄診断を行うことができる。肺動脈血栓塞栓症は、仮想単色 X 線画像とカラーマップしたヨード密度画像をフュージョンすることで虚血領域を把握する肺血流評価ができ（図 10）、尿管結石では異なる結石成分（尿酸結石、カルシウム結石など）の診断を容易に行なえ、治療方針の参考とすることも可能になった（図 11）。また目的部位の造影能を向上させるため、最適な CNR から実効エネルギーを求め、その仮想単色 X 線画像を使用することにより、良好な腫瘍濃染画像や 3D 画像を構築することもできる。

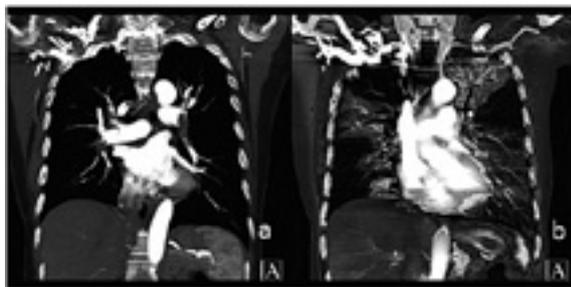


図 10：肺動脈血栓塞栓症
冠状断 MIP 像 (a)
肺血流マップ：MIP 像+ヨード密度画像 (b)

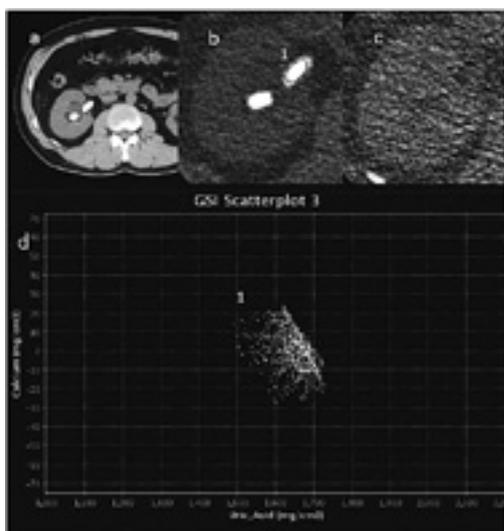


図 11：GSI より右腎尿酸結石が疑われた症例
仮想単色 X 線画像 65keV (a) 尿酸密度画像 (b)、
カルシウム密度画像 (c)、ROI 内物質密度散布グラフ「縦軸：カルシウム密度、横軸：尿酸密度」(d)

5. ASiR の応用

ASiR は、生データベースで統計学的手法を用い逐次計算を行うことで、画像ノイズを軽減させ、低コントラスト検出能を向上させる再構成法である。ASiR 付加の割合は、0% から 100% まで 10% 間隔であり、非線形に最大 50% 程度ノイズを低減することが可能である（図 12）。またノイズの低減は、周波数成分の中～高周波数領域で効果が大きく、付加割合の増加とともに周波数特性は変化する（図 13）。NPS における線形の変化は画像テクスチャーに違和感が生じる原因となるため、ASiR の付加割合は目的部位に応じ十分考慮しなければならない（図 14）。当院での ASiR 付加割合は、頭部 40%、腹部 20～40% であり、肺野は使用する高周波数強調関数でのノイズによるエッジ強調が損なわれない程度の 20% を使用している。3D 構築では、ASiR の付加割合を大きく設定しノイズの影響を小さくすることで、良好な画像が得られている。

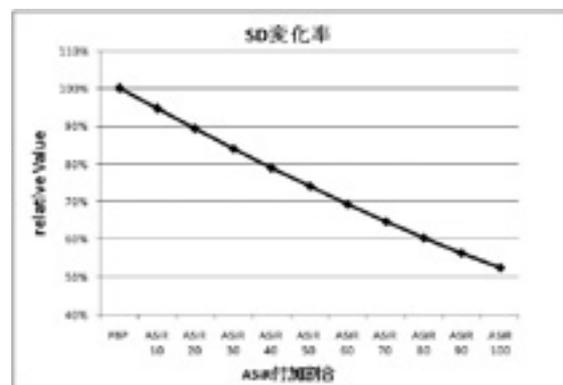


図 12：ASiR 付加割合における SD 変化率

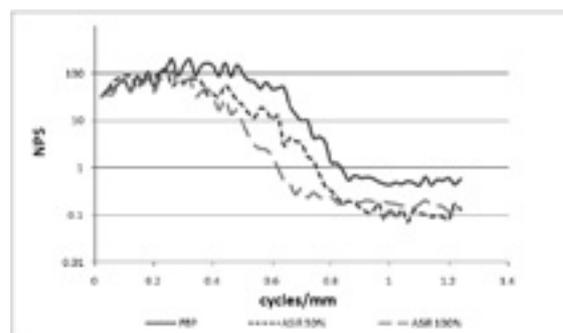


図 13：ASiR 付加割合における NPS の変化 (Std 関数)

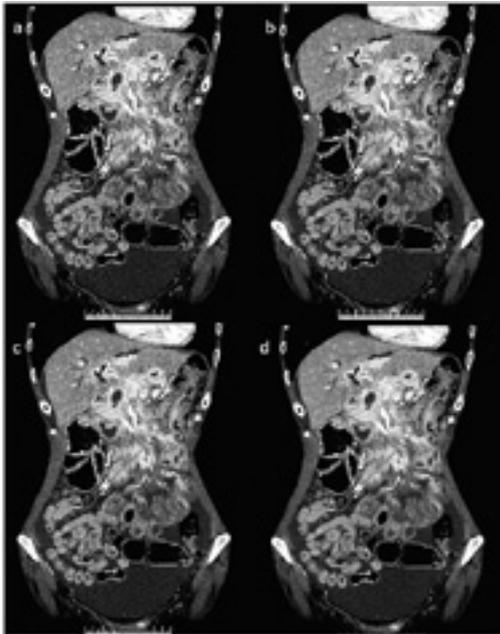


図 14：ASiR 付加の違いによる腹部冠状断像
FBP (a)、ASiR30% (b)、ASiR50% (c)、
ASiR100% (d)

6. VHS の応用

VHS は、コンベンショナルとヘリカルを融合した画像再構成アルゴリズム Dynamic Pitch Cone Beam Reconstruction (DPCB) を使用した撮影法である。最大 312.5mm の撮影範囲を加減速しながら連続的に移動し、オーバースキャンがなく多時相での撮影が可能である (図 15)。この撮影法は時間分解能が優れているため、当院では頭部 Perfusion や肺動静脈などで使用している。頭部 Perfusion は、特長である広範囲撮影により虚血領域が全脳で把握できる。またそのデータを活かすことで、1 時相が 2 秒弱の頭部血管 4D-CTA の構築も可能である (図 16)。肺動静脈撮影では、少量の造影剤と 1 時相あたり約 3 秒の連続撮影により動静脈の分離が容易に行え、胸腔鏡下で行われる術前のシミュレーションとし 3D 構築画像を臨床に提供している (図 17)。使用にあたっては連続撮影による被ばくを考慮し、低管電圧の使用や ASiR 併用による被ばく低減を図っている。

Volume Helical Shuttle Dynamic Pitch Reconstruction

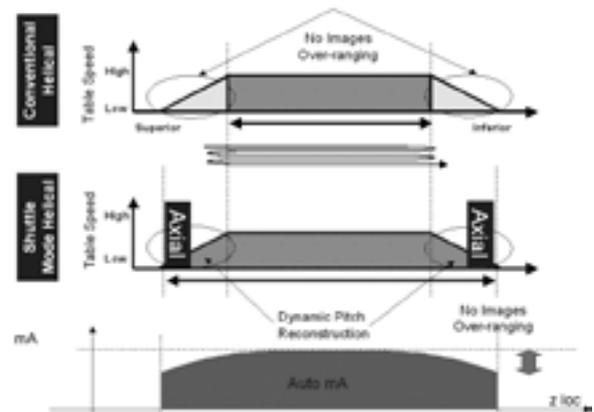


図 15：VHS の画像再構成アルゴリズム
※ GE ヘルスケア提供

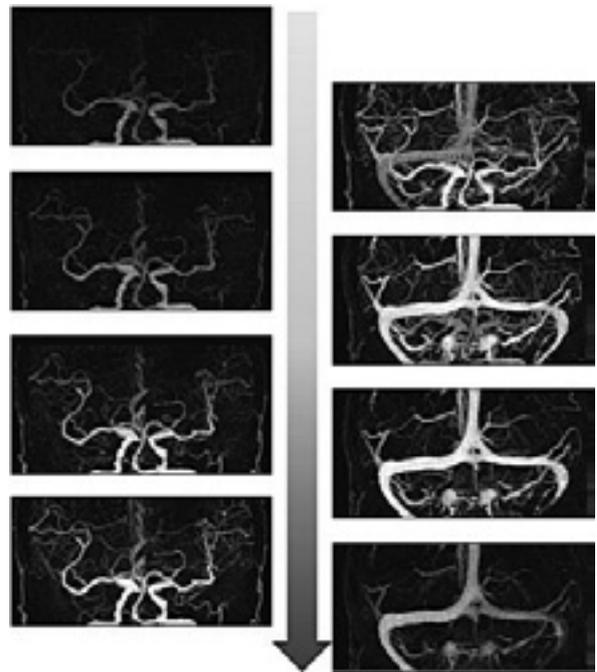


図 16：頭部 Perfusion の元画像から作成した
4D-CTA

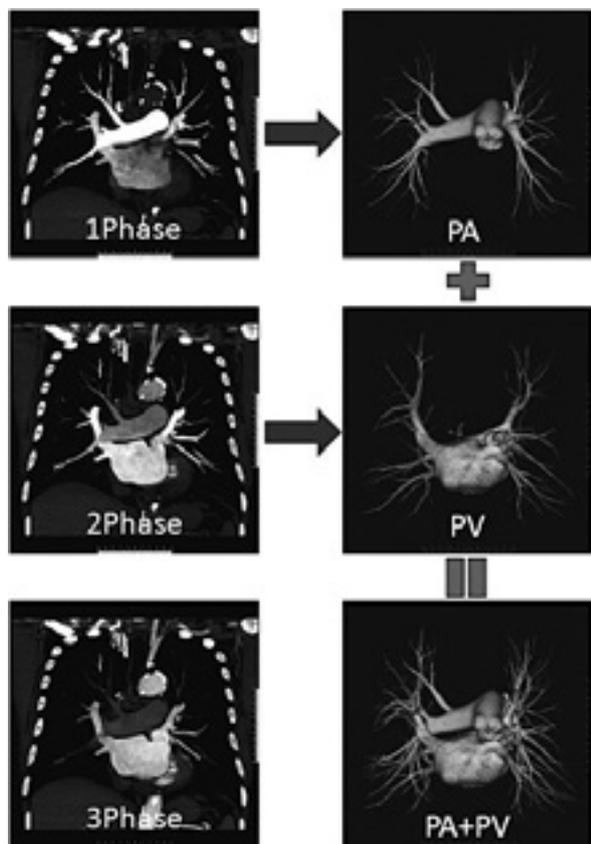


図 17：VHS による肺動静脈の分離
 冠状断 MIP 像 1Phase 肺動脈相、
 2Phase 肺静脈相、3Phase 大動脈相

7. まとめ

今回は、Discovery CT750HD における使用経験を HD 撮影、GSI、ASiR、VHS の物理特性と臨床例を中心に紹介した。Gemstone 検出器と ASiR の採用は、高解像度でアーチファクトの少ない画像と低線量で低ノイズな画像を得ることが可能となった。また GSI における物質密度画像と仮想単色 X 線画像により、今日まで得ることのできなかつたエネルギー分布値での画像と、物質ごとに異なる情報画像により新しい診断の可能性が広がった。

今後は、これらの特長をさらに理解するとともに、様々な症例を経験することで、診断能の向上を図り、より有用な情報を臨床に提供したいと考える。

[執筆者紹介]

昭和 48 年生まれ 39 歳
 技師歴 17 年
 CT 担当歴 7 年