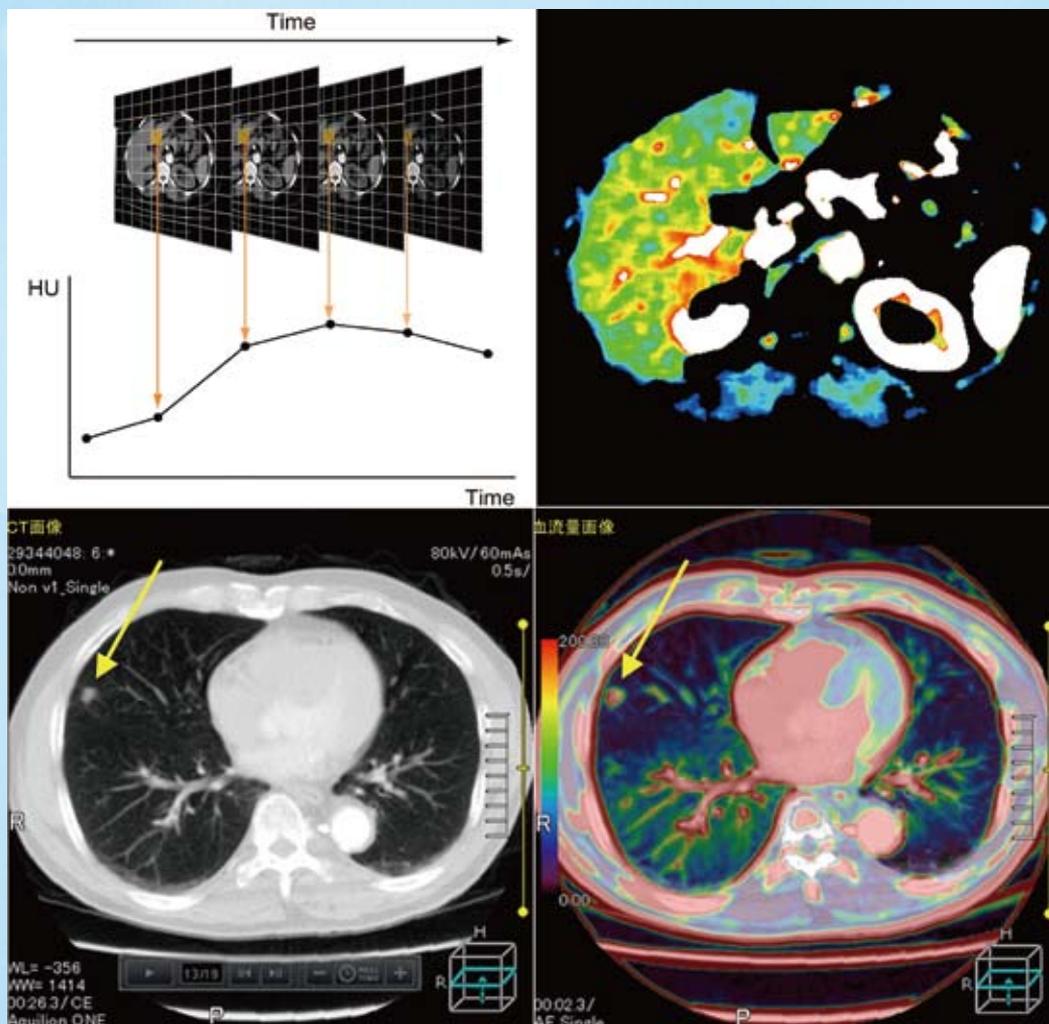


JIRA

テクニカルレポート

- ◆ 新製品・新技術
- ◆ 技術解説
CT Perfusion



未来への先導

～放射線診療の核心に迫り将来を展望する～

公益社団法人 日本放射線技術学会 第 68 回日本放射線技術学会総会学術大会
大会長 土井 司



JRC2012 は標記大会テーマのもと、平成 24 年 4 月 12 日(木)から 15 日(日)の 4 日間にわたって、パシフィコ横浜会議センター、展示ホール、国立大ホールを会場に開催いたします。今回も JRC(日本ラジオロジー協会)が中心になって、日本医学放射線学会(JRS)、日本放射線技術学会(JSRT)、日本医学物理学会(JSMP)、日本画像医療システム工業会(JIRA)が共同で学術集会と展示会を開催します。

放射線診療・放射線技術科学の発展には、基礎を知り原理を究めることが重要であり、そのことが土台となって診療と技術開発の将来を開拓することができる。という意味で、本大会が未来に導く礎となるよう祈念して命名しました。その中で日本放射線技術学会が学術研究として成し得ることは、患者に直接医療を提供する放射線診療・放射線技術科学の根源を開発・究明する医学物理と、その手段を開発・製作するメーカの技術をベースに臨床に用いる場合の問題点を解消し、より効果的な技術を提案することによって、医師がより良い診療ができるようにすることだと考えています。それぞれの技術者の役割は明確ですが、究極の目標である放射線技術科学を通じて国民の健康と福祉に貢献することを達成するには、さらに団体間の情報共有ならびに協力体制も必要ですが、日本放射線技術学会の平均的なさらなるレベルアップが必要だと感じています。

そのために今回は、演題登録に新規性という項目をつくとともに抄録には最低限必要な内容を要求しました。演題登録数を考えると非常にリスクの高い決断でしたが、会員の学術研究に対するレベルの向上も相まって 704 題の応募がありました。昨年より 100 題の減少ですが、私の予想より上回った結果となりました。学術大会では、さらに厳選された演題が口述発表になっています。本大会は、全体の 47%の時間を教育プログラムに当てるなど、プログラム構成や会場設定などにいろいろな工夫を凝らしていますので、大いに情報収集や知識を吸収してください。しかし、発表は学術成果を残すための通過点であり論文が最終目標であってほしく思います。また、CyPos の事前閲覧を可能にするための事前登録、発表データの登録を簡略化するためのデータの事前受付など効率化に向けて新しい試みも行ないました。そのような意味でも、今大会が今後の起点になればと思っています。

昨年の苦渋の中止から 1 年です。今回、一昨年と同じような大会が開催できるのが嘘のようです。多くの方が苦労した 1 年であったと思います。国際医用画像総合展(ITEM)も一昨年と同規模になりました。予稿集には、各展示メーカからのキャッチコピーを掲載しています。今年の日玉商品の広報が集客力アップにつながることを期待しています。

このような学術大会の改革は、技術学会誌 2010 年 1 号の新春座談会で当時の小寺学会長、真田総務理事に学会の学術大会と教育制度の方向性を語っていただいたことに始まります。それから急に大きく学会は動き出しました。その間、制度やシステムの整備に奔走していただいた多くの会員の方がいます。本大会は、そのメンバーも加えて学術大会のグレードアップ、学会の発展、会員サービスを中心に考えて準備をしてきましたが、私たちはあくまで環境づくりです。それを利用し活用する会員個々が力を発揮することで会は大きな船となって出航できます。ひとりひとりがどんな形であれ国民の健康と福祉に貢献するような行動を起こすことが、必ずや放射線技術科学の発展につながると信じています。

(大阪大学医学部附属病院 医療技術部長)

JIRA テクニカルレポート 2012. Vol.22 No.1(通巻第42号)

目 次

巻頭言

- 未来への先導 ～放射線診療の核心に迫り将来を展望する～ 1
公益社団法人 日本放射線技術学会 第68回日本放射線技術学会総会学術大会 大会長 玉井 司

新製品・新技術

1. 21.3 インチ 3MP グレースケールモニタの開発 4
NEC ディスプレイソリューションズ(株) 板倉 直樹
2. 医用画像表示用モニタ「RadiForce LED」の開発 6
ナナオ(株) 橋本 憲幸
3. Optima CT660 FD の開発 8
GE ヘルスケア・ジャパン(株) 龍野 正
4. Discovery MR750w 3.0T Wide Bore MR の開発 10
GE ヘルスケア・ジャパン(株) 木村 超也
5. 次世代検出器 Stellar Detector が実現する低被ばく CT 検査 12
シーメンス・ジャパン(株) 水町 洋章
6. 高分解能拡散強調画像撮影法 *syngo* RESOLVE について 14
シーメンス・ジャパン(株) 石川 啓介
7. 新型 X 線透視撮影システム SONIALVISION G4 の開発 17
(株)島津製作所 岡村 貴由
8. Infinix Celevé™-i における不整脈向け新アプリケーションの開発 20
東芝メディカルシステムズ(株) 田中 学
9. X線CT 装置 Alexion™ /Access Edition の開発 22
東芝メディカルシステムズ(株) 佐渡友 哲也 他
10. 医用情報地域連携ソリューション< M.Club >の開発 24
西日本エムシー(株) 西橋 幹雄
11. 最先端放射線治療用リニアック「TrueBeam™」の紹介 26
(株)バリアンメディカル システムズ 菅谷 健一郎
12. 大視野 FPD 搭載新型多目的イメージングシステム「EXAVISTA17」の紹介 28
(株)日立メディコ 内田 千尋
13. 64列 CT SCENARIA™ の最新技術の紹介 30
(株)日立メディコ 横田 憲一郎
14. 1.5T超電導 MRI装置 ECHELON Vega高機能アプリケーションの紹介 32
(株)日立メディコ 金田 明子

15. X線 TV画像を用いた粒子線治療患者の位置決め技術	34
三菱電機(株) 平澤 宏祐 他	
16. マンモグラフィ用画像処理 —高コントラストと広ダイナミックレンジの両立を目指して—	36
富士フイルム(株) 森田 順也 他	
17. DR時代の作業性改善 —長尺撮影における体動補正—	38
富士フイルム(株) 山口 義隆 他	
18. FUJIFILM DR CALNEO® flex の開発	40
富士フイルム(株) 桑原 健 他	

技術解説

CT Perfusion	43
東芝メディカルシステムズ(株) 藤澤 恭子	

医療の現場から

第68回日本放射線技術学会総会学術大会 (JRC2012)の開催にあたって	49
公益社団法人 日本放射線技術学会第68回日本放射線技術学会総会学術大会 実行委員長 錦 成郎	

工業会概要	50
-------	----

編集後記	52
------	----

1. 21.3 インチ 3MP グレースケールモニタの開発

NECディスプレイソリューションズ(株) モニター開発本部 第一開発グループ
板倉 直樹

【概要】

PACS読影の普及とともに管理すべきモニタが急速に増えており、システム導入と維持管理のしやすさはモニタの重要な要素になっている。これを見据え、的確な読影環境の更なる普及推進、及びシステム管理の負担軽減を目的に、3MP グレースケールモニタ MD211G3(以下本機)を新たに開発した。概要を以下に記す。



図 1 MD211G3

- [サイズ、解像度] 対角 21.3 インチ(54.0cm)、2048×1536 (3MP)
- [輝度] 1450cd/m²(最大)、400cd/m²(推奨)
- [コントラスト比] 900 : 1(標準)
- [入力] DVI DualLink, DisplayPort
- [その他] フロントセンサ、外光照度センサ、USB HUB 1up / 2down

【特長】

1. 10bit DisplayPort 入力

本機では、多階調、高解像度の PACS 用インターフェースに PC 市場にて実績のある DisplayPort を採用した。現在、PACS 向け“ホスト PC～モニタ間”のデジタル画像インターフェースは DVI が主流である。DVI は 8bit が標準で、PACS 読影に用いるための多階調(10bit)化には、特殊なデータマップを定義し、これをエンコード／デコードする専用グラフィックカード／専用モニタが必要である。一方、液晶 TV では HDMI の普及も見られるが、信号規格のベースは DVI と同じであり、こちらも 8bit が一般的になっている。HDMI でも 10bit や 12bit などの多階調転送は規格化されているものの、PACS 読影に用いられる 3MP 以上の高解像度グラフィックカードへの搭載は普及していない。これらより、特殊仕様や専用機器を用いずに 10bit 化が可能な DisplayPort が PACS 用インターフェースには最適で、機器間の接続性問題を低減できる。尚、本機では DVI 入力も装備しており、既存システムへの置き換えによる DVI 10bit にも対応できるよう配慮している。

2. 常設センサの小型化

医用モニタは画面前面に光学測定機器を配置し、状態管理を行うことが求められる。本機では当社従来機種同様、画面常設のフロントセンサを採用した。フロント常設センサは可搬型(非内蔵)や可動型に比べて、検出位置や設置状態の安定性のみならず、表示面の汚れやキズに伴う変化の影響を受けないメリットがある。しかしその反面、常設部の画像を隠すことで視認性が低下するデメリットもある。視認性の低下を極力抑えるため、本機ではセンサ部の遮光構造に工夫を加えることで小型化を実現した。パネル面を隠す面積は、当社従来機種と比較して約 70% 減になっている。

3. 様々な光学測定機器との相関

本機ではフロントセンサと外光照度センサを様々な光学測定機器でマニュアル校正できる機能を追加した。

モニタ搭載の光学センサは生産工場の高精度測定器により輝度・照度の校正を行っている。しかしPACS導入拠点で独自に測定機器を導入し、これをモニタ相関や経時劣化管理などのトレーサビリティ確保に活用している場合もある。本機のマニュアル校正機能により、モニタ搭載センサの定期的な校正を既に稼働中の測定機器で行い、日々の管理をモニタ搭載センサによって行うことで、拠点ごとの管理方法に沿った精度維持が可能となる。

4. 画面状態確認用画像(QA 画像単体表示)

特別なアプリケーションを必要とせず、モニタ自身で画像表示状態を確認できる機能を搭載した。TG18-QC画像を元に、①16段階のパッチ輝度差、②5%/95%パッチ識別、③256階調グレースケールなどを表示させるもので、日々の確認を容易に行うことが可能になる。

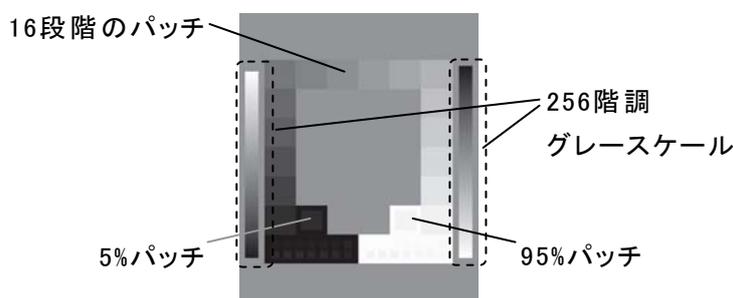


図 2 QA 画像単体表示

5. モニタ品質管理ソフトウェア

従来よりモニタ品質管理ソフトウェアを準備しているが、今回、様々な使い勝手向上策を盛り込むことで、管理者の負担軽減を実現した。まず、表示内容の整理を行い「一覧性」を向上した(図 3 に一例を示す)。また蓄積されるデータベース部分を独立させることで、拡張の容易性を高める改善を行った。更に動作ログのビューワ機能や異常アラート表示項目の追加など、様々な操作性の改善策は全て、管理のしやすさを向上させるものである。

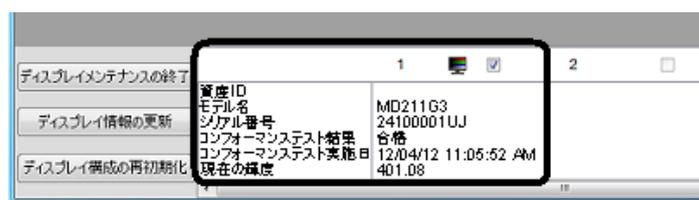


図 3 品質管理ソフトウェアによる一覧表示の例

【おわりに】

医用モニタの使命は、高効率の読影環境を提供することである。本機の“管理のしやすさ”は、的確な読影環境の維持に役立つものと考えます。

2. 医用画像表示用モニター「RadiForce LED」の開発

ナナオ(株) 品質保証部 技術管理課
橋本 憲幸

【概要】

医用画像表示用として、新たに 3MP(メガピクセル)および 2MP に対応したモノクロ、カラーのモニター RadiForce LED 4 機種 RadiForce GX340/RX340/GX240/RX240 を開発した(図 1)。現行機種よりも機能を拡充し、医療施設における画像表示環境の利便性をより向上させている。主な機能の特長を紹介する。



図 1 RadiForce LED

【特長】

1. 白色 LED バックライトによる長寿命化、低消費電力化

LCD(Liquid Crystal Display)の光源となるバックライトに白色 LED(Light Emitting Diode:発光ダイオード)を採用した。CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp:冷陰極管)バックライトを採用した現行機種と比較して経年劣化しにくいいため、モノクロモニターは使用時間制限(RadiForce GX320/GX220は 40,000万時間)のない 5年間の推奨輝度保証、カラーモニターは 5年間かつ製品使用 20,000時間以内(RadiForce RX320/RX220は 10,000時間以内)であれば推奨輝度の維持の保証を可能とした。さらに、同サイズの現行機種と同等以上の高輝度を実現しつつ、現行機種と比較して消費電力量を平均約 21%低減した(表 1)。また、CCFL 採用の LCD モニタのように有害物質である水銀を使用していないため、製品廃棄時の環境負荷も軽減される。

2. コントラスト比の向上

コントラスト比とは、最大輝度/最小輝度であり、フィルムの濃度差に相当する。最大輝度が同じであれば、コントラスト比が高い方がより黒い表示が可能になる。LCDは光の透過率を制御することでグレースケールを表示するが、透過率をより 0 に近づけてコントラスト比を向上させることが望まれている。表 1は現行モデルとの比較であるが、いずれも 20%程度の向上が見られる。最小輝度に換算すると 0.1~0.3cd/m²の違いであり、数値の差は小さいように感じるが、目視上の黒の差は大きい。コントラストの向上は、画像の立体感や質感などがより忠実に感じることができる。また、カタログには表れないが、斜めから見たときの黒レベルの上昇が抑えられており、斜めから見た時の違和感が減少している。

表 1 仕様比較

	2Mモノクロ		3Mモノクロ		3Mカラー		2Mカラー		単位
	GX220	GX240	GX320	GX340	RX320	RX340	RX220	RX240	
最大輝度 (typ.)	1000	1200	1000	1200	900	1000	900	760	cd/m ²
コントラスト比 (typ.)	850:1	1400:1	850:1	1400:1	1000:1	1400:1	1000:1	1200:1	
設定最大輝度	500	500	450	500	400	400	400	400	cd/m ²
出荷設定消費電力(参考)	34	27.6	38.6	35.4	63	52.2	59.5	46.2	W
輝度保証	4万時間	5年間	4万時間	5年間	1万時間	2万時間	1万時間	2万時間	

3. 内蔵フロントセンサ IFS(Integrated Front Sensor)、RadiCS Self QC 機能

IFSは、モニタ前面に内蔵されたセンサである。測定用のセンサの取り付け/取り外しの時間と手間をかけず、品質管理のタスク実行中は表示画面を妨げることなく、キャリブレーションや測定試験を実施する。さらに、付属のモニタ品質管理ソフトウェア簡易版 RadiCS LE の RadiCS Self QC機能で、接続ワークステーションの電源オフ時でも実行可能となっている。使用されていない夜間に実行し、日中ワークステーションの電源オン時にデータをモニタから取り込む。

4. CAL Switch 機能、Hybrid Gamma 機能

以前より各種撮影画像に応じて最適な表示を可能としたCAL Switch機能を搭載してきた。これを発展させたのがHybrid Gamma機能である。同一画面内のモノクロとカラー画像の表示エリアを自動判別し、それぞれ最適な階調で画像を表示する。PACS用アプリケーション内でモノクロ、カラー画像の混在が加速する中、違和感の無い画像表示を実現し業務の効率化が期待できる。

5. 人感センサ

モニタ内蔵の人感センサがユーザの離着席を検知し、自動的にモニタの節電状態と復帰を実行する。PC やソフトウェアの設定や操作を行うことなく、モニタ単独で自動的に節電が行える。ただし、人の動きが頻繁な場所では、判定が難しくなるため、スクリーンセーバ連動/アプリケーション連動 Backlight Saver機能を含め、使用場所に応じた機能を選択することが望ましい。

6. その他

DUE(Digital Uniformity Equalizer)機能による輝度均一性の向上、10bit(1,024)の多階調同時表示など継承している。

【おわりに】

様々な要求にこたえる機能を搭載し、医用画像の表示に求められる性能を実現した。今後も的確な画像診断と効率向上に貢献していきたい。

3. Optima CT660 FD の開発

GE ヘルスケア・ジャパン(株) 技術本部 CT 技術部
龍野 正

【はじめに】

“より速く(Faster)”、“より高画質に(Finer)”、“より安心で使いやすく(Friendly)”をコンセプトに、マルチスライス CT の未来基準(Future Definition)を追求する新型 64 列 128 スライス CT、「Optima(オプティマ)CT660 FD シリーズ」を開発したので紹介する(図 1)。



図1 Optima CT660 FD シリーズ

【特長】

1. より速く(Faster): High Pitch Helical

マルチスライス CT の高速化を実現するために、単に回転スピードや検出器幅を広げるのではなく、画質を犠牲にすることなくスキャン時間を短縮する新技術 “Z-Smoothing アルゴリズム” を開発し、ヘリカルピッチ 1.531 を実用可能とした。

一般的にヘリカルピッチと画質の間にはトレードオフがあり、ヘリカルピッチを大きくすると画質の劣化を招く。特に、マルチスライス CT では検出器のカバレッジが広いことによるコーン角が無視できず、画質に影響が出てくる。この要因による画質劣化を低減するために、コーンビーム画像再構成が開発されたが、依然として、速いピッチになると画像再構成に使用されるデータと理想データとの矛盾がより大きくなり、画質へ影響を与える。この結果、従来技術においてはヘリカルピッチ 1.375 が限界であった。

このヘリカルピッチにおけるデータサンプリングの矛盾を克服するために、新たに Z-Smoothing (detector 列 sampling process) アルゴリズムを導入した。画像再構成時にコーン角が最適になるように幾何学的に正しく Z-Smoothing を行い、所望のスライス厚のイメージを作成する手法である。このアルゴリズムの導入により画質と画像再構成時間の両立が可能となった。また、Optima CT660 FD シリーズの GT テーブルは、リニアスケールで位置を検出し、クローズドループ方式で制御を行っている。これにより高精度な速度と位置のコントロールが可能である。新しいアルゴリズムと高性能なテーブルの組み合わせにより、ヘリカルピッチ 1.531 の機能が実現できた。この機能により救急時のワークフローの効率化や患者の息止めによる負担の軽減、また小児患者の体動によるアーチファクトの改善が期待される。

2. より高画質に(Finer): Ultra Kernel

Optima CT660 FD シリーズでは、より細かい(Finer)ものが鮮明に見えるように新たに高周波強調関数 “Ultra Kernel” を開発した。これは従来手法とは異なり、エイリアジングアーチファクトやノイズの増大といった画像診断を行う上でのマイナス要因となるものを伴わない、全く新しい高域強調関数である。

一般的に従来手法でより細かいものを観察するためには、周波数空間における高周波な情報をより多く利用するように、再構成関数を高域領域に拡張・強調するものを使用する。しかし、このような高周波領域への拡張・強調は空間分解能を向上させる一方、高周波領域に含まれるエイリアジングアーチファクトやノイズを増大させるため、空間分解能とアーチファクト・ノイズというトレードオフを伴うものであった。(図2-中央：一般的手法で高域に拡張した例、エイリアジングアーチファクトが増えている)

しかし、今回新たに開発した “Ultra Kernel” はこのようなトレードオフを解決するアルゴリズムであり、アーチファクトやノイズの増大を押さえつつ、より高精細な画像を提供することを可能としている。(図2-右：Ultra Kernel の例、アーチファクトやノイズを押さえ高精細化を実現)

またそれだけではなく、この“Ultra Kernel”は画像内の情報を利用して、その高周波強調度合いを自動調整する機能を併せ持っている。この機能により、画像内の高精細度合いを均一化し、症例に対応した最適化を行い、またアーチファクトやノイズ、エッジといったものを、観察対象の構造物と区別し、最適な高精細化を可能としている。このように”Ultra Kernel”は従来手法とは異なり、より高画質な高精細画像を提供する全く新しい高周波強調関数である。

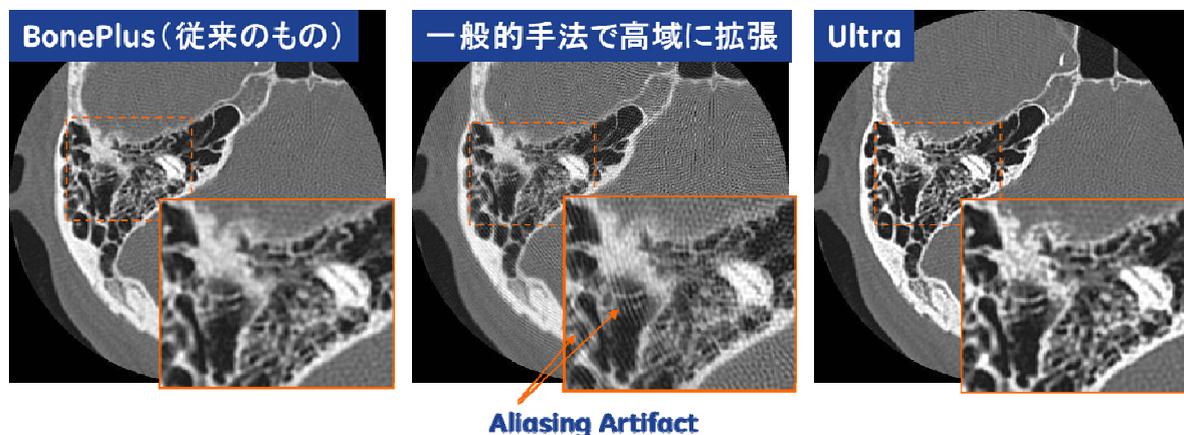


図 2 左: BonePlus(従来の高域強調関数)、中央: 従来手法で更に高周波領域を拡張・強調したもの、右: Ultra(今回開発した従来と異なる全く新しい高域強調関数)

3. より安心して使いやすく(Friendly): Organ Dose Modulation (ODM)

ODMは、放射線感受性の高い臓器に対しての被ばく低減を目的として開発されたスキャン方法である。この技術はSmart mAの技術をベースに、放射線感受性の高い臓器が存在する体の前面側のX線管電流を更に減らすという手法である。

被ばく低減の観点からすると、管電流の低減率が大きいほど効果的であり、その極端な例がハーフスキャンである。ただ、このスキャンモードを用いると、周知の通り、対向データがないために画像が劣化してしまうという欠点がある。ODMはこの画像劣化を避けるために、データサンプル数を維持している。

開発にあたって非常に重要なことがあった。それは患者の体内の被ばくをどのように測定するかである。直接体内を測定することはできないので、モンテカルロシミュレーションを用いて、このことを実現した。このシミュレーションは、光電効果、コンプトン散乱、管電圧やX線スペクトラムを考慮したものである。32cm CTDIファントムを用いて線量低減率の実測値とシミュレーションの比較を行ったが、誤差は3.4%であった。このシミュレーションを臨床データに適用することで、体内の被ばく低減率やその分布を調査し検討を行い、設計に役立てた。

ODMには、管電流を低減しているときの角度範囲と管電流の低減率の2つの重要なパラメータがある。この角度の最適値は部位によって異なるために、臨床データに基づいて最適化された。管電流を極端に減少させると画質劣化を招いてしまう。このため、多くの臨床データやファントムデータを用いて、画質劣化を極力抑えるように、スキャンモード条件にも配慮しながら、これらのパラメータを最適化した。このようなデータ解析や検討を踏まえて、パラメータの最適化を行うことで、被ばく低減を実現した。

【最後に】

Optima CT660 FDシリーズは、2010年に発表されたOptima CT660シリーズの「患者に優しく、病院に優しい。そして環境に優しい。」というコンセプトを継承しつつ、さらに高い医療ニーズに対応できる新型64列128スライスCTである。今回、紹介した3つの新開発技術の他にも、検査室内からスキャンプロトコルの選択、スキャンの開始を可能にした緊急検査用機能や、検査のワークフローを向上する機能が多数追加された。今後も広く臨床現場に普及することにより、さらなる顧客ニーズへの対応、製品改良・改善を目指していく。

4. Discovery MR750w 3.0T Wide Bore MR の開発

GE ヘルスケア・ジャパン(株) 技術本部 MR 技術部
木村 超也

【はじめに】

近年、患者の MR 装置に対する期待は、快適に撮影されることにシフトし始めており、より開放的で安心感のあるシステムが求められている。また、使い手側は、優れた画質と使い易さの両方を求めている。このように、MR 装置は高度な患者安全性の基準を保ち続け、それらの質をより向上させることが重要となっている。

このような環境の中、当社は、Wide-Bore MR において高画質と高い生産性を最新技術によって両立した。それは、当社 3.0テスラ MR の最高機である Discovery MR750 を再設計することによって実現した。新製品である Discovery MR750w は、高度な臨床領域で広範囲に利用可能であり、導入施設での主力 MR 装置となるであろう。

ここに Discovery MR750w の主な特長である、新設計 3.0テスラマグネット、高性能傾斜磁場システム、RF システム (OpTix/MultiDrive)、GEM Coil Suite について紹介する。

【特長】

1. New 3.0T Magnet

3.0テスラの画質を損なわず、さまざまな患者を快適に検査できるように開放性を拡張した。新しいエンクロージャーは、フレア形状とし、患者により解放感を与える設計である (フレア開口部 78cm、Bore 中心部 70cm)。新規マグネットは、従来の当社 3.0テスラマグネットに比べて軽量であるにも関わらず、従来のマグネット同様に優れた磁場均一性を確保した。よって、最大 50cm の広い撮像領域においても脂肪抑制が効き、広範囲で良好な画質を保つため、撮り直しをなくし全体の検査時間の短縮が可能となる。

2. High Performance Gradient Coil and Gradient Driver

傾斜磁場コイルはアクティブシールド技術を使って、渦電流の影響とコイルにかかる応力を最小にし、マグネットと干渉しないように設計した。傾斜磁場システムは歴史的に最大傾斜磁場強度とスリューレイトによって定義してきたが、fMRI、PROPELLER、TRICKS、Spectroscopy のように高度な検査の画質は、傾斜磁場波形の精度 (忠実性、正確性、再現性) に強く依存する。そこで、より高精度の傾斜磁場波形を実現するため、傾斜磁場装置の制御をフルデジタルで設計した。

臨床におけるルーチン検査において、超高速イメージング技術の使用が最近求められているが、同時に音の対策が必要である。3.0テスラの磁場強度において、強い傾斜磁場は静磁場との相互作用によって応力が発生し振動音を生じる。そこで、この様な患者環境を改善するため、様々な構成部品に静音技術を採用した。傾斜磁場コイル、送信コイル、患者支持機構の構造を各々分離し相互の干渉を極力減らし、吸音材をエンクロージャー内側に入れることによって患者への振動音を軽減した。そして、さらに振動音を軽減するため傾斜磁場波形の最適化を行った。

3. RF System - OpTix / MultiDrive

RF 受信信号処理装置はオプティカル RF 受信技術である OpTix を採用した。従来の RF 受信信号処理装置は撮影室の外に設置し、アナログ信号である MR 信号をデジタルに変換していた。その際アナログの伝送



図 1 Discovery MR750w 外観

経路にてノイズが混入することがSNR(信号対雑音比)を悪くする要因の一つであった。OpTixは、マグネット側にてデジタル変換を行いそのデジタルデータを光伝送技術で撮影室外に設置するリコンストラクションエンジンに送る技術である。受信信号処理装置をマグネット内に構成し、MR信号の伝送経路に飛び込んでくるノイズの影響を徹底的に無くすことでSNRを改善した。

3.0 テスラにおいて、Wide-Bore での緻密な RF 送信の管理は、課題とされてきた。そこで Discovery MR750wのRF送信アーキテクチャーは、独立した出力チャンネルを有する水冷式RFパワーアンプで構成した。各RF送信出力の振幅や位相を最適にし、Whole-Body用のRF送信コイルへ4つのポートから給電することで、患者の体型やサイズに関係なくRF送信の均一性を改善した。MultiDriveは以下3つのモードを搭載している。従来型のクワドラチャー送信、一般的な患者に適用されるプリセットモード、及び患者の体型や組成に最適化したオプティマイズモードである。これらによって、日々のルーチン撮像から特殊撮像まで網羅できる。



図 2 MultiDrive RF 送信の概念図

SAR (Specific Absorption Rate: 物体に吸収される単位質量当たりの高周波電力)を定められた制限に留めることは、スキャンの効率を潜在的に制限し得るのだが、当社はその制限の中で効率を最大限にするために Discovery MR750wに革新的なSAR管理システムを採用した。それは、Whole-Body送信コイルの設計、パルスシーケンスの最適化、SAR モデリング、リアルタイム SARフィードバック補正の各々連携によって実現した。

4. GEM Coil Suite

GEM Coil Suiteは複数の受信専用アレイコイルから成るコイルセットである。GEMは Geometry Embracing Methodの各々の頭文字で、患者を包み込むようにコイルの配置、配列、形状を開発し、それぞれが空間的に最適になるように設計している。さらに、RF 送信との相互作用で発生するアーチファクトを軽減し、広範囲の撮像部位をカバーしている。従来の部位ごとに設計したコイルと比べてもSNRを犠牲にせず、スループットを向上させることができる。



図 3 GEM Coil Suite 外観

GEM Coil Suiteは、ヘッド・ニューロバスキュラーアレイ、ポステリアアレイ(移動型患者テーブルに埋め込み)、アンテリアアレイで構成している。どの部位の検査でもヘッドファースト、フィートファーストのどちらも撮像可能なように設計しており、より患者が不安を感じることなく検査に応じられるように配慮した。また患者の快適性を向上するためにパッドに変密度発砲材を採用し、患者の形状や体重に応じて力を分散することで



図 4 ヘッド・ネックユニット角度調整時の外観

長時間の検査にも苦なく耐えられるパッドを新規に開発した。患者が優しさを感じられるようにヘッド・ネックユニットの顔の部分は開放性を追求し、より開放感を広げた。このヘッド・ネックユニットは首の部分の角度が調整できるようになっており、より多くの患者が快適に検査できるようになった。GEM Coil Suiteには患者と操作者への配慮が多数にちりばめられた、従来とは異なるコンセプトのコイルである。

【おわりに】

今回紹介した特長は主にシステムハードウェアに関係するものになった。これら以外の患者の快適性やより確実な検査を提供するためのアプリケーションソフトウェアに関係する特長は別の機会で紹介したい。

5. 次世代検出器 Stellar Detector が実現する低被ばく CT 検査

シーメンス・ジャパン(株) CT ビジネスマネージメント部

水町 洋章

【はじめに】

昨年の中日本大震災における福島第一原発事故により放出された放射性物質の人体への影響について国民の関心が高まっている。医療被ばくについても、ALARA (As low as reasonably achievable) 「合理的に達成できる限り低く」保たなければならない。当社は以前より Low Dose(被ばく低減)を製品開発の中心としており、Raw-data ベースの逐次近似画像再構成ソフトウェア SAFIRE (Sinogram Affirmed Iterative Reconstruction)に代表される、被ばく低減技術の開発を推進してきた。今回 X 線検出器に必要な半導体や電気回路をフォトダイオードに蒸着することにより、電気ノイズの混入やクロストークの発生を最小限に抑え、元データの汚染を防ぎ、画質を維持しつつ従来よりも低線量の撮影が可能となるハードウェア技術が開発されたのでその一部を解説する。

【特長】

X 線 CT 装置の画質を劣化させる要素の 1 つはノイズである。X 線検出器は X 線がシンチレーターに入射し発光した光をフォトダイオードが検知し微弱な電気信号を出力し、これを集積回路で増幅しアナログデジタル変換を行う。信号経路におけるアナログ回路が長くなれば長くなる程、信号には電気的ノイズが混入してしまう。これを防ぐためにはアナログ回路を極力短くする必要があり、今回新しく開発された Stellar Detector は検出器に必要な半導体やアナログデジタル変換器、またそれを接続する接続回路などの電子部品をフォトダイオードに蒸着することにより、電子部品を基板上に配置し接続する必要がなくなり、アナログ回路上で混入するノイズを最小限に抑えることに成功した(図 1)。

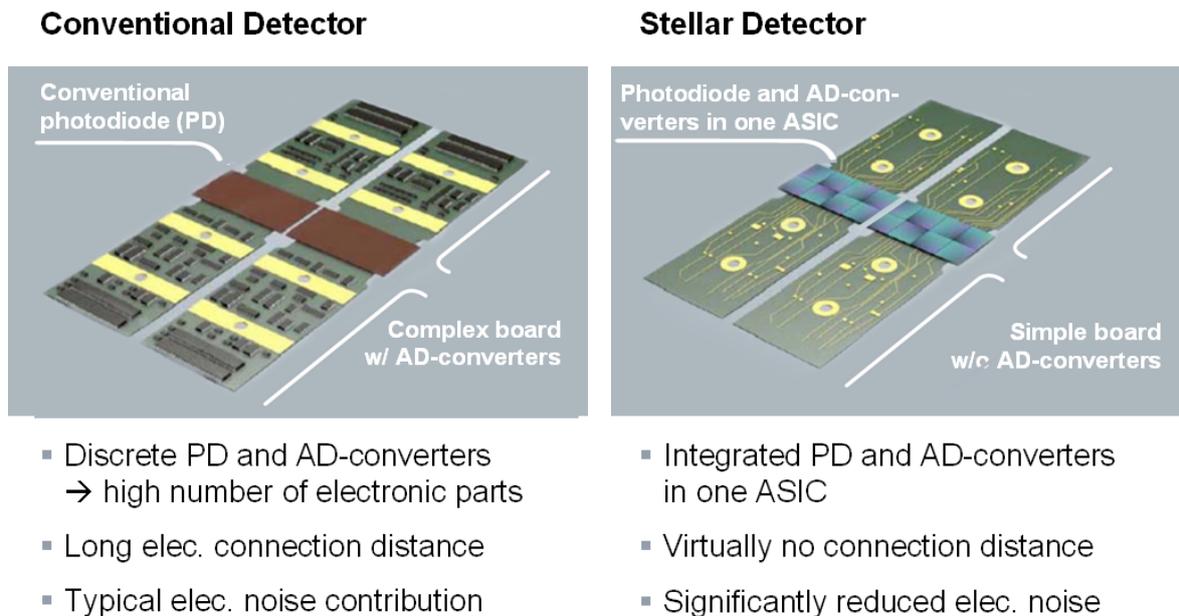


図1 Stellar Detector 概略図

【結果】

検出器内部の電気ノイズの混入及びクロストークを最小限に抑えることは、SNR(Signal Noise Ratio)を向上し、従来の検出器では SNRの悪化により発生していたアーチファクトやCNR(Contrast Noise Ratio)の低下を防ぐ効果が得られる。特に検出器の入力信号レベルの高い高線量撮影と比較し、入力信号レベルが低い低線量や高吸収部位が含まれる撮影においてより高い効果が得られる。

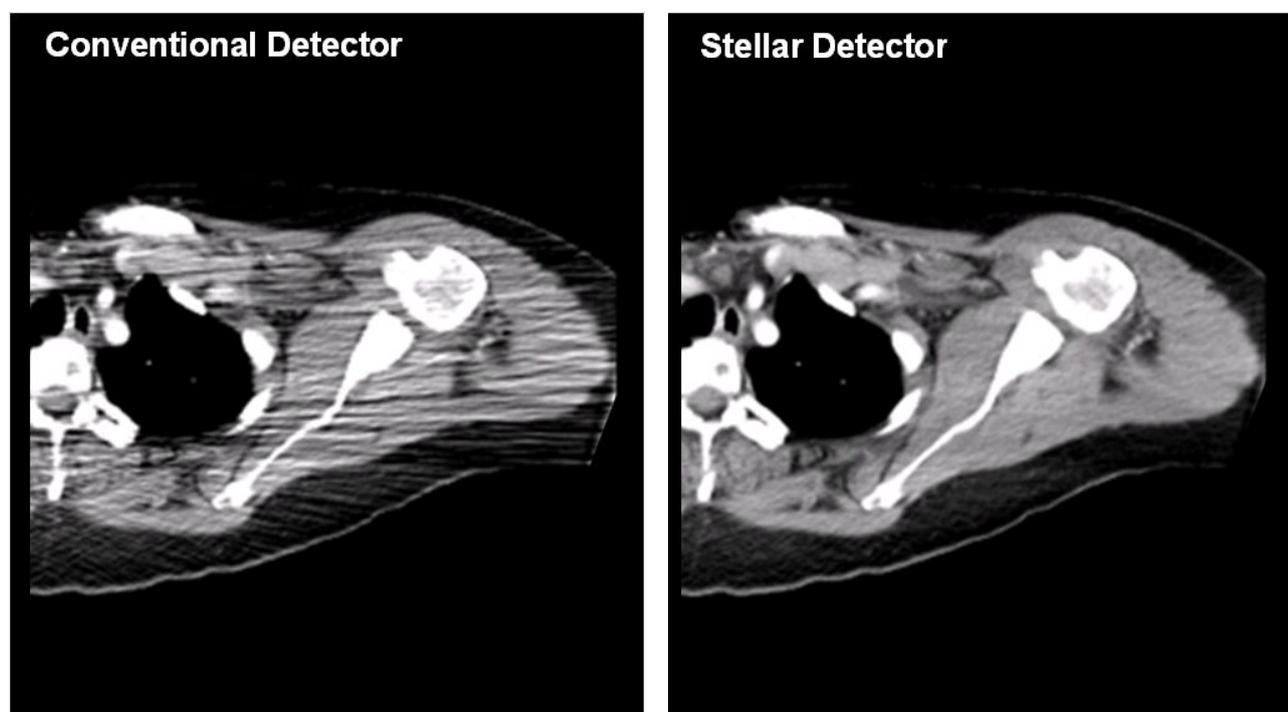


図 2 肺尖部の低線量撮影における Conventional Detector と Stellar Detector の比較

【考察】

Stellar Detectorには検出器内部回路に恒久的に発生している電気ノイズやクロストークを最小限に抑え SNR を向上する技術が搭載されている。これにより CT検査における低線量・低電圧撮影の積極的な選択につながり被ばく低減の効果が期待される。また、低電圧撮影の画質向上は Dual Energyの精度の向上や、今までには無い新規アプリケーションへの応用も期待される。さらに逐次近似画像再構成法を併用することにより今まで以上の低線量化が期待される。特に検出器の入力信号レベルが低い撮影において、SNRの高いデータを逐次近似再構成することにより、より短時間に効果的な逐次近似画像再構成が期待され、結果画像においては低コントラスト領域のCNRが担保された自然な画像を得られる効果が期待される。もちろん検出信号のSNRの向上は、単に低線量・低電圧撮影の画質向上だけではなく、薄いスライス厚での撮影においてもボケや滲みを抑えることにより、空間分解能の向上についても期待される。

6. 高分解能拡散強調画像撮影法 *syngo* RESOLVE について

シーメンス・ジャパン(株) イメージング&セラピー事業本部 MR ビジネスマネジメント部
石川 啓介

【はじめに】

拡散強調画像撮影法(以下 DWI)は、頭部領域のみならず全身領域への応用が一般的となっている。しかし、DWIはEPI法を用いて撮影するため、様々なアーチファクトの影響を受け、画像診断の精度を阻害している。

近年では、パラレルイメージング法の併用利用の普及により、実効TE及びエコートレインの短縮により撮影画像が向上しているが、その完成度はまだ低いと思われる。マルチショットEPI法(以下 msh-EPI)もその対策として使えるが、ショット間の動きの影響^{*1}による画像劣化や撮影時間の延長といった問題がある。

これらの問題を解決すべく開発を行った高分解能拡散強調画像撮影法である *syngo* RESOLVE (Readout Segmentation of Long Variable Echo-trains)について報告する。

*1—ここでの動きの影響の定義とは、体動に加えて撮影面内における造影剤などの薬物や体液などによる流入効果を含む。

【特長】

syngo RESOLVE は、single-shot-EPI(以下 ssh-EPI)及び multi-shot-EPIとも違う独特な k-spaceの充填方法を利用し、シーケンス タイミングチャートにおいても動きの補正をするための設計となっており、特有の画像処理法を用いている。詳細は以下に報告する。

1. k-spaceの充填方法について

位相分散における画像の歪みについて考えた場合、位相分散が大きくなることによる画像の歪みを避けるために、位相分散を小さくしようと収集バンド幅を広く設定するが、結果的にSNRが低下してしまう。一方SNRを高くしようと収集バンド幅を狭く設定すると、位相分散が大きくなり画像の歪みの影響が大きくなる。

位相分散を低く抑え、高いSNRを確保するために一般的に使用されているのが、前述したパラレルイメージング法の併用利用や msh-EPI が挙げられる。パラレルイメージング法においてエコートレインが短縮できることにより、ssh-DWIの位相分散が低く抑えられ、実効TE も短く設定できるためにSNRの向上を図れるが、画像の歪みの低減に関しては完璧ではなく、高分解能化にも限界がある。

また、msh-EPI においては k-space をセグメント化することにより、各セグメントのエコートレインが短縮し位相分散を小さくすることができ、また、狭い収集バンド幅の利用によりSNRの向上が図れるが、k-spaceのセグメント化により撮像時間が延長し、動きの影響を受けやすくなる。

syngo RESOLVE は、位相分散をさらに抑えるために、k-space をリードアウト方向にセグメント化するマルチショット法を採用している。通常のマルチショット法と違うのは、DWI において強調される動きの影響を補正するために、常に k-space の中心の収集を行うセグメンテーションを設定することである。よって、セグメンテーションの数、すなわちショット数は奇数となり、3 ショット以上の設定が必要となる(図 1)。

各セグメントの信号の読み取りについても従来法と大きく異なる。各セグメントは EPI にてリードアウトされ、また、GRAPPA(パラレルイメージング法)の併用利用が可能である。エコートレイン及び実効TEを短くすることができるため、位相分散を抑え、良好な SNR を確保することができる。

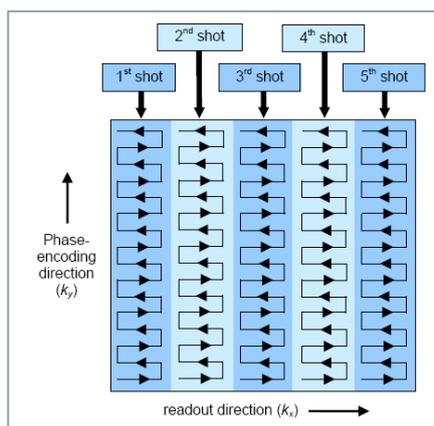


図 1 k-space trajectory

2. 位相補正について

syngo RESOLVEは、double SE-DWIをベースとしたシーケンスとなっている。イメージデータのデータ収集直後に180度 RF パルスを再度印加し、その直後に二次元位相補正を行うためのナビゲーターエコー用のデータ収集をしている(図2)。全てのデータ収集後にナビゲーターエコーのデータを利用して位相補正を行っている。また、動きの補正については、各セグメントで得られた信号データに対して、定められた方程式の基準値を超えるデータに対しては採用せず、再度信号データの収集が行われている(図3)。

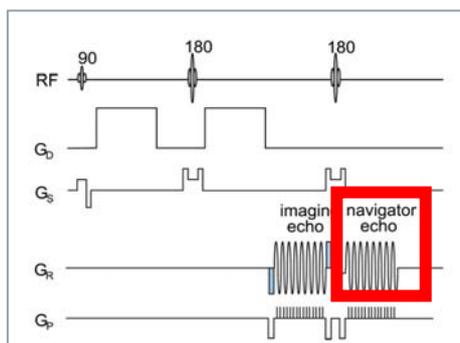
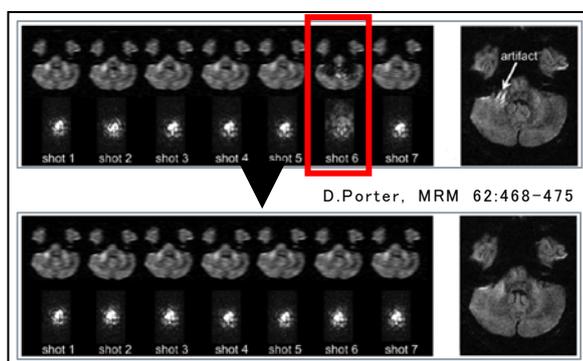


図 2 RESOLVE タイミングチャート



$$W_x = \sum_i \sum_{k_y} \sum_{k_x} |S_i(k_x, k_y)| \cdot |k_x - \Omega_x|$$

※ i : Coil Element,
 S_i : Signal from each coil element
 Ω_x : k_x at max signal of summed across all coil elements

※ k-space内の k_x 方向の分布 W_x が、
 最小の W_x の1.05倍を超えたものは不採用

D.Porter,MRM 62:468-475

図 3

3. 画像再構成について

syngo RESOLVE は、k-space の充填方法、動きの補正など従来法と大きく異なる。そして、画像再構成においても特有の方法を採用している。

各セグメントで得られた信号データはフーリエ変換によって一旦画像再構成される。そして、ナビゲーターエコーのデータを利用し二次元位相補正用画像の再構成を行い、その画像を利用して各セグメントの位相補正を行っている。一連の画像処理が行われた後、各セグメントの各画像は逆フーリエ変換処理が行われ、全てのセグメントの信号が k-space 上で合算される。完全な k-space が形成された後、最終的なフーリエ変換処理が行われ撮影画像を取得することができる(図 4)。

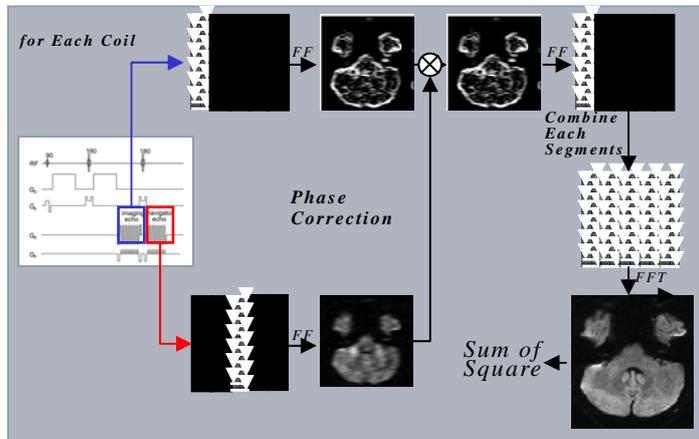


図 4

【まとめ】

syngo RESOLVE は、その手法において従来の DWI 法と様々な点で大きく異なる。特に注目すべき点は、DWI において現れる動きのアーチファクトを抑えることと、歪の原因となっている位相分散を「さらに」抑えるためにリードアウト方向にセグメントしたことである。

磁場の不均一、磁化率の効果、撮影シーケンス等による位相分散による画像アーチファクトを大きく改善することができ、また、モーションアーチファクトの低減にも大きな効果があると考えられる。

syngo RESOLVE により、拡散強調画像は飛躍的に高画質となり、画像診断精度の向上にも大きな期待ができると思われる(図 5)。

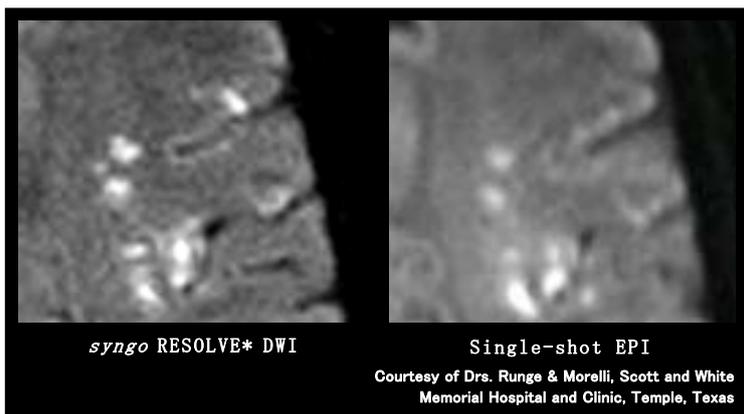


図 5

【参考文献】

Porter DA and Heidemann RM. High resolution diffusion-weighted imaging using readout-segmented echo-planar imaging, parallel imaging and a two-dimensional navigator-based reacquisition. Magn Reson Med 2009;62:468-475.

7. 新型 X 線透視撮影システム SONIALVISION G4 の開発

(株)島津製作所 医用機器事業部 技術部
岡村 貴由

【はじめに】

当社では、大視野、高画質 FPD を搭載した SONIALVISION safire シリーズを発売し、トモシンセシスをはじめとしたアプリケーションにより高い評価をいただいている。今回、SONIALVISION シリーズにこれまでの基本機能を継承しつつ、多目的性と検査効率、被ばく低減、省スペース化において実用性を向上させ透視室検査に対応した、新型 X 線透視撮影システム SONIALVISION G4 を開発し、シリーズに追加したので報告する。

【特長】

1. 多目的な装置

現在、X 線透視撮影システムは、装置の使用目的が従来の消化管撮影から非血管系 IVR、内視鏡手技、嚥下撮影、血管造影など様々な検査、治療に利用され、多様化してきている。近年では、消化管以外の検査で、従来は専用装置で検査を行っていた泌尿器、小児、整形といった各診療科の検査も実施可能な透視撮影システムの市場ニーズが高まっている。



図 1 装置外観

(1) ワイドエリア透視撮影

映像系の長手方向の移動量を従来から 55mm 拡大して 1605mm とし、天板自体の移動は行わず、映像系移動のみで最大 2025mm の撮影領域を確保した。泌尿器検査で重要となる天板端から視野までの距離を短縮し、術者が被検者により接近した状態で透視撮影を可能とした。また、天板はフレームフリーのフルフラット構造とし、天板左右動方向ではすべての可動域において 17 インチ視野フルサイズでの透視撮影を実現した。

(2) 術者の手技に最適なポジショニング

泌尿器等の検査中に天板傾斜を行う必要がある場合、術者が手技を行う天板端の天板高さを変えずに、天板傾斜を可能にする制御モードを導入し、術者の手技に最適なポジショニングを維持したまま、天板傾斜角度を調整可能である。

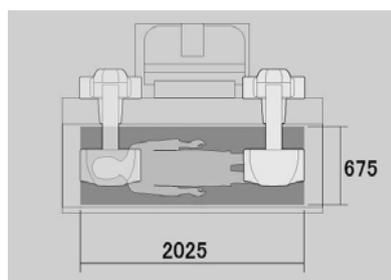


図 2 ワイドエリア透視撮影

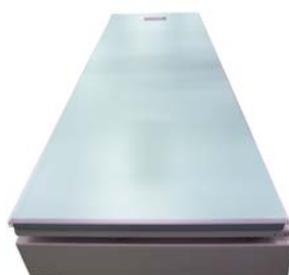


図 3 フルフラットフレームフリー天板



図 4 最適なポジショニング

(3) 被ばく低減

① グリッド着脱による被ばく低減

グリッド着脱機能を備え、小児撮影に合わせたグリッドレスでの低線量撮影が可能である。

② オートフィルタによる被ばく低減

コリメータにオートフィルタ機能を備え、透視、撮影で最適なフィルタの自動切換えを行い、検査部位に合わせて画像に寄与しない軟X線をカットする。

③ バーチャルコリメーションによる被ばく低減

従来はコリメータの絞り領域を設定するためには透視確認が必ず必要であったが、ラストイメージホールドされた取得済の画像を利用し、モニタ上でコリメータの絞り領域を設定できるバーチャルコリメーション機能を備える。絞り領域設定のための透視が不要となり、被ばくの低減が可能である。

④ 単動/円形マスク絞り

コリメータに天板短手方向の単動マスクを備え、上下肢等の整形領域で画像に寄与しないX線を遮蔽する。また、円形マスクを採用し、手指等の透視撮影時に検査に不要な領域のX線をカットすることができる。

2. 検査効率の向上

作業手順の低減及び操作性の向上により、検査効率の向上を図った。

(1) 統合型タッチパネルコンソール

操作盤の中央にタッチパネル式10.4インチ液晶モニタを配置し、X線条件/透視台情報/プリセット情報を一箇所に集中して表示することにより、術者の視線移動を最低限に留め、検査時間を短縮できる。また、タッチパネルの採用により、X線条件やプリセットの変更など検査中に必要な操作も手元で集中して行える



図5 統合型タッチパネルコンソール

(2) プロシージャ機能の拡大

あらかじめ検査・撮影部位別の分割撮影状態を含む収集条件を撮影順序も合わせて登録することで、撮影ごとに自動的に次の収集条件に切り替わるプロシージャ機能を搭載した。これにより、検診撮影などルーチン検査では、収集条件を手動で切り替えることなく、検査開始から終了まで自動で収集条件の設定が行われる。

(3) DICOM MWM 機能の強化

MWMによる検査取得において、従来システムでは被検者情報の呼び出しとシステムの登録操作を行っていた。本システムでは外部装置による被検者登録情報の受信やバーコードリーダでの検索によって自動的に被検者情報の登録までを行えるため、本システム上で操作を行うことなく撮影可能状態に移行することができ、被検者介助などと並行して検査開始の準備が行える。

3. 装置デザイン

(1) 透視台デザイン

現行 SONIALVISION safire シリーズのデザインコンセプトを踏襲しながら、管球から支柱を通る駆動部のケーブル全てを内蔵させることで、クリーンな外観、被検者への威圧感の払拭、清掃性の向上を図った。

(2) 操作系デザイン

リモート、ローカルコンソールのデザインを一新した。



図6 ケーブルレスデザイン

ローカルコンソールは、モニタ台車との一体型を新たにラインナップし、コンソールカートの支柱にアルミ材を採用することで、清潔感のあるデザインを実現した。

【おわりに】

新型X線透視撮影システム SONIALVISION G4は、その多目的性により、放射線科をはじめ、泌尿器科、整形外科、小児科等の各診療科の多様な診断、治療により一層貢献できる。今後、より多様化する市場ニーズに対応し、更なる機能向上と高画質・低被ばくを目指してX線透視撮影システムの開発を進めていく。

8. Infinix Celeve™-i における不整脈向け新アプリケーションの開発

東芝メディカルシステムズ(株)
田中 学

【はじめに】

不整脈のひとつである心房細動は、高齢化に伴う罹患率上昇、及び、高齢者人口の増加により、今後患者の増加が予想されている。また、近年のX線循環器診断システムを使用したアブレーションを代表とする不整脈治療技術、サポート機器の発展、及び、保険点数の増加により、不整脈の治療は増加傾向にある。一方で、アブレーション治療に対する要望として、患者やスタッフの被ばく低減や治療時間の短縮が上がっている。

Infinix Celeve™-i INFX-8000V 12”FPD搭載X線循環器診断システムは、東芝独自のマルチアクセス機構による柔軟なポジショニング、及び、コンパクトで角度付けがし易く、不整脈治療に最適な視野サイズを備えたX線循環器診断システムである。今回、本X線循環器診断システムの可能性をさらに広げるべく、アブレーションを代表とする不整脈治療を支援する新たなアプリケーションを開発したので報告する。



図 1 Infinix Celeve™-i システムの装置外観

【特長】

1. 超低線量アプリケーション

心房細動のアブレーションは、異常電気信号の発生部位や伝導路を焼灼する治療法であるが、焼灼時はデバイスが焼灼部位から外れないことを確認することが重要である。

そこで、予め設定した関心領域のみにX線を照射し、その周辺部は、X線絞りによりX線が照射されないようにしつつ、直前のLIH (Last Image Hold) 画像を表示する低線量アプリケーション スポット透視 (Spot Fluoroscopy) を開発した。これにより、X線の照射エリアが視野のどこであるかを把握し易くし、且つ、X線の照射面積を減らすことで、散乱線によるスタッフの被ばくやトータルの患者被ばくを抑えることが出来る。

本アプリケーションは、フットスイッチに専用スイッチを設け、従来の透視とスポット透視を術者の意思により、使い分けることが可能であ



図 2 スポット透視の臨床例
矩形関心領域の内側にライブ透視像を、外側は LIH 像をそれぞれ表示する

り、余計なX線絞り操作も不要となる。

また、東芝 X線循環器診断システムで採用されている画像処理コンセプト PureBrain™ の核となるノイズ低減フィルタ(SNRF：Super Noise Reduction Filter)により、透視画像の残像、ノイズが大幅に改善され、アブレーション時の低フレームレート透視、及び、低線量設定を実現した。

これらの低線量アプリケーションにより、スタッフと患者の被ばくを積極的に抑えることが出来る。

2. マルチモダリティーロードマップ

事前に収集したCT画像をロードマップ(マスク)としてX線透視画像に重ね合わせるマルチモダリティーロードマップを開発した。

本機能では、CT画像をロードマップとして利用することにより、従来必要であったロードマップ作成による被ばくと造影剤の使用量を無くし、アブレーションにおける焼灼部位のナビゲートを実現することで、治療時間の短縮を図る。

3. 大画面モニタシステム

不整脈治療では多くのモニタを検査室で確認する必要があるため、より見やすい、最適な画面配置を実現する56インチ大画面モニタシステムを開発した。

本モニタシステムでは、より快適に検査を進められるよう、術者の好みや手技によって生じる画面配置の違いを、各検査プロトコルに予め登録しておき、検査開始と同時に最適なモニタ配置が表示される機能や、検査室と操作室の両方から、術中も簡単に画面配置を切替えられる機能も搭載している。

【まとめ】

今回紹介したアブレーション支援の新たなアプリケーションにより、X線循環器診断システムとしての臨床価値を向上できた。今後も、さらなる臨床価値の向上と普及に向け、アプリケーションの充実を目指す。

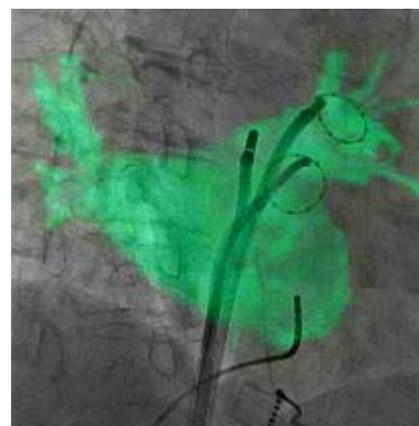


図 3 マルチモダリティーロードマップの臨床例



図 4 大画面モニタシステム

9. X線CT装置 Alexion™ /Access Edition の開発

東芝メディカルシステムズ(株) 佐渡友 哲也、杉原 直樹、渡邊 尚史
東芝医用システムエンジニアリング(株) 手塚 明

【はじめに】

今回、16列マルチスライスCT Alexion™ を基本プラットフォームとし、Aquilion ONE™で培った被ばく低減技術や臨床アプリケーションを搭載し、かつ操作性と設置性能を向上させた、より身近な4列マルチスライスCTを開発したので報告する。



図 1 Alexion™ /Access Edition の装置外観図

【特長】

1. 低被ばく、高画質の実現

当社最高級機種Aquilion ONE™で開発された被ばく低減と高画質を両立する技術AIDR 3D (Adaptive Iterative Dose Reduction 3D)を、4列マルチスライスCTとして初めて標準搭載した。AIDR 3Dは逐次近似再構成法の原理を応用している。収集された投影データ上で、統計学的ノイズモデル、スキャナーモデルを用いてノイズを低減する。さらに、アナトミカルモデルを用い、画像再構成ドメインの中でノイズ成分のみを抽出して繰り返し除去する。AIDR 3Dの使用により最大50%のノイズ低減と、75%の被ばく低減効果を発揮する(自社比)。また、AIDR 3Dは患者さんの体型にあわせてスキャン画像から最適線量を連続的に自動調整するVolume ECとの連動も可能なため、容易にAIDR 3Dの効果を考慮した撮影線量設定が可能である。

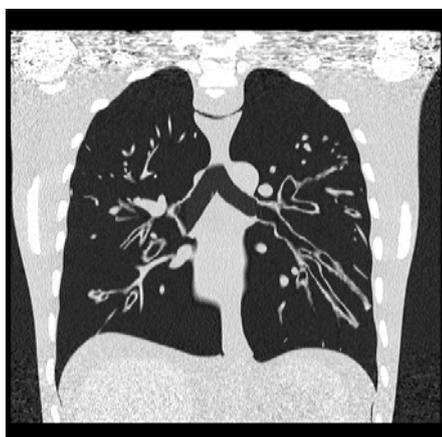


図 2 オリジナル画像

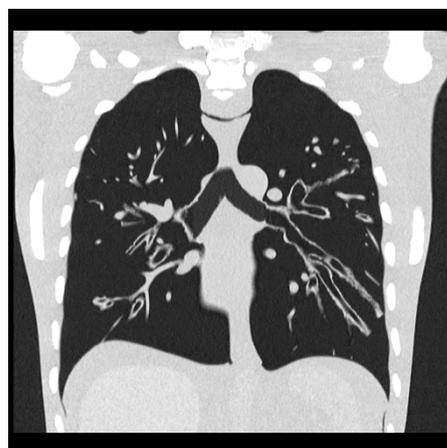


図 3 AIDR 3D 有り

2. 最新の臨床アプリケーションを搭載(オプション)

(1)体脂肪面積計測ソフトウェア

腹部の単純撮影画像から体脂肪や皮下脂肪の面積を計測し、各々の蓄積の様子を観察できる。

(2)ラングボリュームメジャメント

肺野の中で、ある一定値以下のCT値を持つ組織(肺気腫領域)を判別し、視覚化・数値化できる。

(3)コロンビューイングソフトウェア

大腸がん診断の際に、病変の有無や浸潤度合いを観察できる。仮想内視鏡、MPR+仮想内視鏡、大腸展開像など様々な観察が可能である。

3. 操作性の向上

従来の操作画面に加えて、新たに操作を補助するナビモードを搭載した。使用頻度の高い機能のみを表示することで操作ボタンの数を少なくし、さらに大きな文字やグラフィックを採用することで見易さを追求した。患者登録からスキャン、フィルミングまでの一連の操作を対話形式で進めることができ、画面の指示に従っていだけで、CT検査を実施することが可能となった。フィルム作成作業も操作画面上で、実際のフィルムと同じレイアウトでできるようになり、出力フィルムをイメージしながら作業を行うことができる。

4. 病院の環境に合わせた機能の提案

設置スペースに合わせ、寝台ストローク長を変更することが可能である。さらに、メンテナンススペースが最小限になるように、ガントリ・寝台を設計することで、検査室の最小設置スペース10.4m²を実現した。また、AIDR 3Dにより、低線量で高画質の撮影が可能となったため、2.0MHUのX線管装置でも通常検査が可能となり、ランニングコストの削減ができる(撮影環境に応じて容量の大きな3.5MHUのX線管装置も搭載可能)。X線出力設定を変更することにより、30kVAの電源容量でも稼働が可能である。この省スペース化、低電源容量対応により、現在使用している検査室への設置の可能性が広がり、装置導入時の初期投資を最小限に抑えることができるようになると期待される。

【まとめ】

本システムの開発では、最新の被ばく低減技術や臨床アプリケーションを搭載することでマルチスライスCTシステムのメリットを追求した。さらに操作性の向上と初期投資の低減を図り、より身近な4列CTを開発することができた。今後も、より一層の臨床価値の向上を目指す。

10. 医用情報地域連携ソリューション〈 M.Club 〉の開発

西日本エムシー(株) 製品開発部
西橋 幹雄

【はじめに】

「基幹病院」を中核とし、その地域の「医院・クリニック」との間で医用情報の地域連携を実現するために様々なアプローチが行われている。「医用情報地域連携ソリューション M.Club(Medical Contents Link Utility Base)」（以下、M.Club という）は、検査予約発行から画像情報や読影レポート情報を医院やクリニックへ配信（提供）するシステムサービスである。M.Clubの基盤となるのは当社が開発、運営する DSP (Data Service Provider) システムの技術及びサービスを基本とし、新たに遠隔予約管理システムや DSP Web システムなどを加え、医用情報地域連携の統合システムとして開発を行った。

基盤となる DSP システムは PACS に於いて必要とされる、データ(DICOM)のストレージバックアップサーバをユーザサイト(医療施設)内に置かず、当社が運営/管理する DSP サーバセンタにデータをアップロード保存する。ユーザサイトのクライアント(画像表示端末)は一次保存と同時にサーバセンタへオートルート送信する SVR(又は Spider, Spider LE)へアクセスをする、又は DSP サーバセンタにアクセスしてデータのダウンロード及び端末での画像表示を行うことが出来る(図 1)。

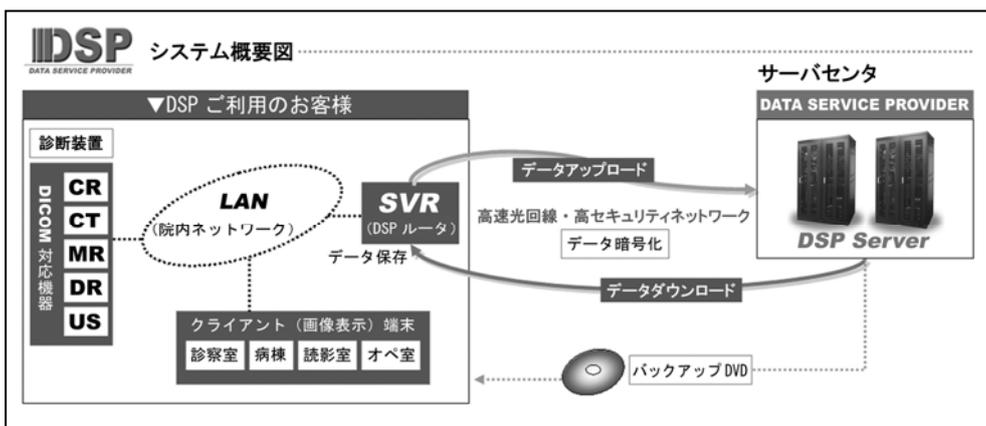


図 1 DSP (DATA SERVICE PROVIDER) システム概要

【特長】

M.Clubは、遠隔検査予約管理システムを元に画像データや読影レポートデータとのリレーションを行い、病院（検査依頼先）と連携クリニック（検査依頼元）の医用情報の地域連携を行う。各サイト（1.病院、2.DSP サーバセンタ、3.連携クリニック）のシステム概要とその特徴は、

1. 「病院（検査依頼先）」は PACSサーバから、ルーティングサーバ（当社 SVR, Spider, Spider LE の何れかを配置）へ DICOM送信することで、DSPサーバセンタへデータをアップロードする。又、読影レポートについてはベンダーとの連携インターフェースを取る必要があるが、ダイレクト送信又はルーティングサーバ経由で DSPサーバセンタへデータをアップロードする。更に、自院及び他院（連携クリニック）が発行する検査予約データ管理に遠隔予約管理端末を配置する(図 2 内の A)。

* DSPシステムの利用を基本とし、病院と DSPサーバセンタ間は光回線（NTT 西日本/東日本）を使用し、IP-VPNのネットワークによる接続を行う。

2. 「DSPサーバセンター」は病院(検査依頼先)からアップロードされた DICOMデータを保存すると共に JPEG画像を生成する。これにより、診断画像としてDICOMデータの配信、あるいはスピードを優先した参照画像として JPEG で配信という選択を可能とする。何れのファイル形式でも、画像表示ビューアソフトを添付することが出来る。又、サーバセンター内の検査予約サーバの「患者ID運用管理」機能は、グローバル ID発行とグローバルIDによる患者IDの読替・照合を行う。クリニック側は病院(検査依頼先)で付与される患者 ID を意識することなく、自院で付けた患者 IDで運用が可能となる(図 2 内の B)。

3. 「連携クリニック(検査依頼元)」は一般的なインターネット環境(Windows PCに IE などの Web ブラウザが使用できる)があれば、電子証明書をインストールし、専用ウェブサイトへ接続後、アカウント ID とパスワードでログインする。起動した画面には、発行済み検査予約のリスト表示が行え、検査画像や読影レポートの有無が表示され、新規検査予約や修正、同意書や紹介状の発行も行える。更に、自院で付与した患者 IDで検索などを行い、レポートのダウンロードで、読影レポートが表示される。又、画像は DICOMデータあるいは JPEG データを選択してダウンロードできる。併せて、何れのデータも表示可能な専用ビューアソフト添付を選べば、ダウンロード完了後に自動的にビューアが起動して画像表示を行う(図 2 内の C)。

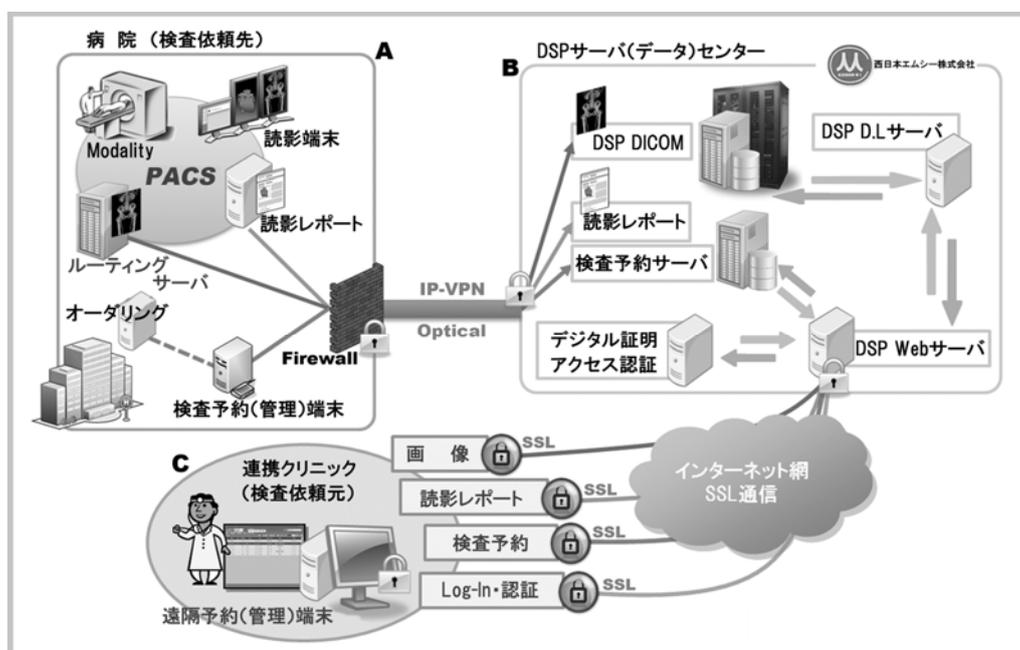


図 2 地域医療連携の概要

【おわりに】

M.Clubは基幹システム(サービス)の開発を終え、既にこのシステムの導入(利用)により遠隔検査予約から各種コンテンツの地域連携が開始されている。今後はこれらの運用状況や評価に基づいて、さらなる改良や機能拡張に取り組んでいく。

11. 最先端放射線治療用リニアック『TrueBeam™』の紹介

(株)バリアンメディカルシステムズ 販売支援部
菅谷 健一郎

【はじめに】

治療技術の発展と装置の高精度化が進むにつれて、定位放射線治療(STI)や強度変調放射線治療(IMRT)が、多くの施設にて実施されるようになってきた。しかしその過程において、位置決め(IGRT)から照射の終了までの所要時間の短縮による、患者、術者への負担の低減、更には各精度の向上が常に要求されている。また、日々進歩を求められる放射線治療の技術開発への積極的なアプローチも重要である。当社は早くからこれらを認識し、各治療のモダリティに最適なりニアックをラインナップし、提供してきた。

業界トップシェアならではの蓄積された経験、高い技術力をベースに、新規に設計し製品化した、まさに次世代のリニアックとも言える当社のハイエンドマシン TrueBeam を紹介する。

【特長】

1. マルチエネルギーと高線量率モード

新規に設計した加速管、機能を向上させたエネルギースイッチにより、X線を7種類出力可能にした。(4、6、8、10、15、18、20MV から選択が可能)

2. 高線量率モード

フラットニングフィルターを外すモード(フラットニングフィルターフリー：FFF)を搭載、高い出力線量率を実現した。特に、小照射におけるIMRT照射、定位照射、VMAT(ParidArc)などの高精度治療に威力を発揮する。

- X線 6X FFF : 1400MU/min
- X線 10X FFF : 2400MU/min

フラットニングフィルターを介さないことで、散乱線の低減、照射野外へのリークの抑制などの効果も期待できる。



図 1 TrueBeam の外観

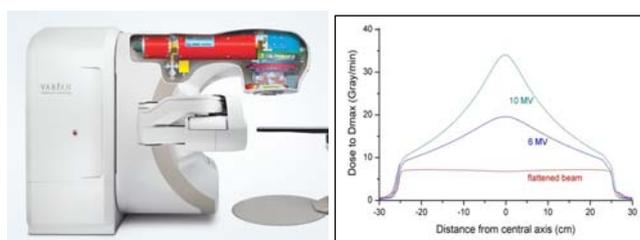


図 2 新型加速管

図 3 FFFモード

3. 直感的かつシンプルな操作性

各操作部について、ユーザーインターフェースを統一することにより、安全性、操作性が格段に向上した。更に、操作手順を画面及びボタンの点灯で指示する“プロンプト機能”を開発、搭載し、術者の負担を低減、操作時間を大幅に短縮した。



図 4 統合したインターフェース



図 5 コンソールレイアウト

高度に統合したコンソールは、監視モニターを統合、BGMを含めたPAシステムも装備することにより、理想的な治療環境を提供する。

4. パワフルな IGRT

大容量 X 線管球の採用、新規ソフトウェアとのマッチングにより、IGRT 性能が大幅に向上した。

- CBCT の WorkLoad(スキャン性能)が向上し、短時間での CBCT の撮影が可能。



図 6 治療計画用 CT 画像



図 7 TrueBeam CBCT 画像

- ビームハードニングフィルタ等、CT の技術を積極的に採用し画質が向上。
- プロンプト機能により、最短の操作にて画像取得を可能にした。
- フィルターを内装し、CBCT の各モードに合わせて自動的に装着する機能を装備。
- IGRT の駆動系を補強することにより、機械的精度を向上させた。

5. TrueBeam の臨床

図 8 は、6X の FFF ビームを用いた RapidArc の肺癌治療の例で、照射時間は 1.5 分と大幅に短縮している。

条件：肺癌

SBRT – RapidArc (1 回転)

5Gy × 10 回照射

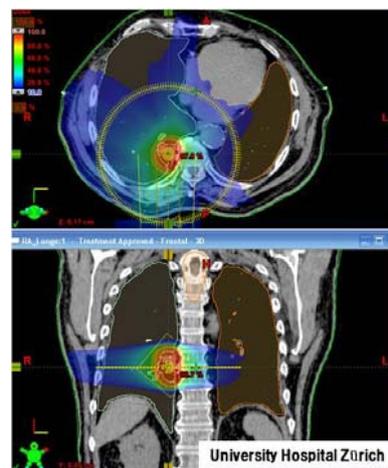


図 8 TrueBeam の臨床例

6. 将来の治療へ、デベロッパーモード

共同研究の環境を提供、契約後に、装置に関する技術情報を開示する。また、研究の実現に向けて、装置制御用のテンプレートやデータを提供する。各制御ユニットを自由にコントロールができ、ノンクリニカルモードでの新治療法、画像処理技術の開発、研究が行える。

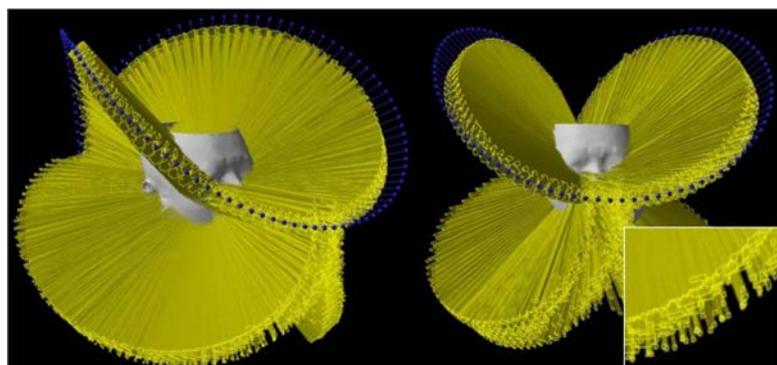


図 9 デベロッパーモードの軌跡

【まとめ】

TrueBeam は、2011 年 6 月に薬事承認を受け販売を開始した。海外では既に 160 台が稼働している。次世代のリニアック TrueBeam には放射線治療の新たな世界を切り拓くことが期待される。

12. 大視野FPD搭載新型多目的イメージングシステム

「EXAVISTA17」の紹介

(株)日立メディコ XR 戦略本部

内田 千尋

【はじめに】

近年、FPDを搭載したX線TV装置の市場は、病院から検診施設まで広がってきた。現時点での国内納入台数は約2,000台と推定される。従来、国内におけるX線TV装置は上部・下部消化管検査がメインであったが、FPD化により広い視野での透視・撮影ができることから、整形外科系検査、泌尿器・婦人科系検査へと適用範囲が広がり、さらに、非血管系IVRも実施されるようになった。特に、治療対象部位が末梢へと進み、これに伴いステントやガイドワイヤなどのデバイスも、年々、細くなる傾向にあるため、透視像の高画質化への期待が非常に高まってきている。

当社は2002年9月に40×30cmサイズのFPDを搭載したCアーム型X線TV装置を販売開始し、現在までの9年間に、7機種種のFPD搭載XTVシステムを製品化してきた。特に、EXAVISTAはオフセットオープン式多目的イメージングシステムCUREVISTAとともにVISTAシリーズとして高い評価を得ている。本報告では、このシリーズ機として、新しくラインナップされる17インチ大視野FPDを搭載したEXAVISTA17について、その特長を述べる(図1)。

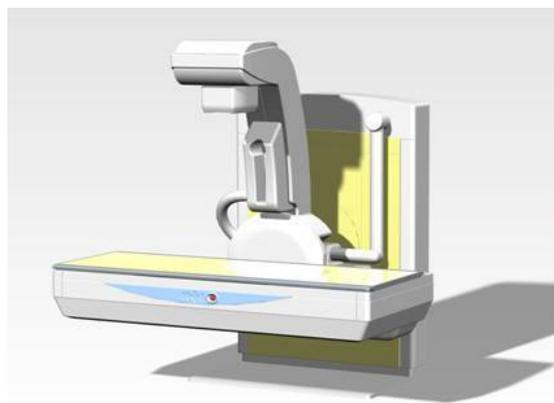


図1 EXAVISTA 概観

【コンセプト】

EXAVISTA17のコンセプトは、①最適な多目的検査環境の提供②充実したIVR支援機能の搭載③省スペース・省ランニングコストである。EXAVISTA17は、大視野FPDを搭載することにより、実用性・汎用性をより一層追及したXTVシステムである。

【特長】

コンセプトを実現するための技術を以下に述べる。

1. テーブル周囲の広いワークスペース

XTV装置で行なわれる検査では、内視鏡装置や超音波装置などの機器を併用することが多い。また、IVRでは臨床上のリスクもあるため、万一の場合には被検者へ迅速にアクセスできなければならない。このため、テーブル周囲に広いワークスペースが求められる。特に、透視台はその構造上、テーブル奥側にスペースがとりにくいが、EXAVISTAは突起物をできるかぎり排除するとともにケーブル処理についても改善することにより、広いワークスペースを確保した。

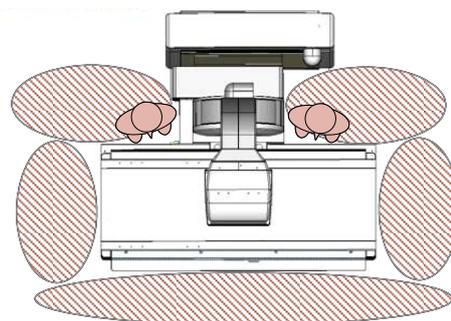


図2 広いワークスペース

2. テーブル端での操作性

泌尿器および婦人科検査では、テーブルの上端または下端で検査が行なわれる。このとき、透視撮

影できる位置ができる限り、両端に近づくことが望まれる。EXAVISTA17では、上端および下端から16cmの位置まで画像表示できる。したがって、検査室の状況によらず、上端・下端のどちらからでも楽な姿勢で検査することができる。

3. 映像系ストローク

映像系のストロークは146cmである。FPDの最大視野が 42×42 cm であるため、合計 188×42 cm のエリアについて、被検者を動かすことなくカバーできる。

4. VISTA Panel

前述のように、当社のFPDシステムは発売開始して以来、9年の実績がある。この間FPDの性能向上に取り組み、現在、第3世代のVISTA Panelを搭載している。撮影画像のダイナミックレンジが従来の約2.5倍に広がり、被写体厚の厚い部分から薄い部分までを画像データとして収集し、表示できる。さらに、透視像の画質が飛躍的に向上している。透視はできるかぎり少ないX線量としなければならないが、その分だけ信号が減り、相対的にノイズが増えてしまう。VISTA Panelは回路系ノイズを大幅に低減させることに成功した結果、ピクセルサイズが $139 \mu\text{m}$ と小さいにも関わらず、鮮明で分解能の高い透視像を実現できた。

5. 詳細透視

IVRでは、カテーテルやガイドワイヤ、ステントなどのデバイスを使用するが、前述のように被検者への負荷を低減すること、さらに細い胆管に対する治療の適用などのため、年々、細くなる傾向にある。

通常デジタル X線TV 装置では、透視像のS/Nを上げるため、検出器上の隣接する複数画素(4画素または9画素)を1データとして表示している。この結果、空間解像度が本来の性能の1/2または1/3に低下することになり、カテーテルなどのデバイスの視認性が低下する。それに対し、詳細透視はFPD上の1画素を1データとして表示するため、最小視野サイズ 10×10 cmで撮った透視像を違和感無く拡大表示でき、細かいものを見分ける必要のある検査で威力を発揮する。

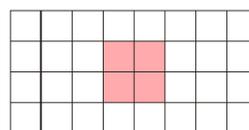
6. 省スペース・省ランニングコスト

通常、X線TV装置が設置される部屋は狭いため、システム構成を少しでもコンパクトにする必要がある。EXAVISTAは、①透視台本体②高電圧装置ユニット③コンソールのための3点ユニットで構成されるため、アナログ式のXTV装置が納まっている部屋でも設置できる。また、動作環境については、特別な温度管理・湿度管理が不要である。I.I.-DR式XTV装置と同等の環境で運用できる。

【まとめ】

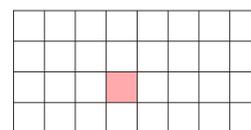
大視野 FPD搭載新型多目的イメージングシステム EXAVISTA17を販売開始した。そのコンセプトは、①最適な多目的検査環境の提供②充実した IVR支援機能の搭載③省スペース・省ランニングコストである。これらのコンセプトをさまざまな最新技術で具現化することにより、さらに需要が多くなるFPD搭載X線TV装置に対するニーズを取り入れたシステムとすることができた。当社は、今後もユーザからのご意見・ご要望を賜り、新しいX線システムを開発していく所存である。

通常透視モード



4画素を1データとして読み出す。

詳細透視モード



1画素をそのまま読み出すので高解像度。(IVRに有効)

図3 詳細透視の原理

13. 64 列 CT SCENARIO™の最新技術の紹介

㈱日立メディコ CT・MR 営業本部
横田 憲一郎

【はじめに】

64 列 CT 装置 SCENARIO™は 2010 年に発売して以来、さらなるワークフローの改善、心臓撮影に関する技術の開発、被ばく低減技術の改良等を行なってきた。
本報告では、これら最新技術の 1 つである被ばく低減技術の Intelli IP™ について述べる。

【特長】

われわれは統計学的モデルを考慮した逐次反復処理によるノイズ低減技術の開発を進めており、最終的には、真の逐次近似再構成として、当社独自の特長を備えたアルゴリズム¹⁾を用いて最大 60%程度^{*1}のノイズ低減を目指している。一方で、より処理速度を重視し逐次近似型ノイズ低減処理として Intelli IP の開発を段階的に進めてきた。SCENARIO には処理速度を重視した Intelli IP(Normal)を搭載しており、今回 SCENARIO に搭載した Intelli IP(Advanced)では実用的な処理速度において被ばく低減性能を向上させている。

1. Intelli IP(Normal)と Intelli IP(Advanced)の違い

Intelli IP(Normal)は、適応型逐次反復処理によって、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に施すものであり、ノイズ低減度、先鋭度、粒状性などのバランスを部位毎に最適化する処理技術である。投影空間では、統計的信頼度に基づき信頼度の低い投影データに対して選択的、反復的にノイズ低減処理が行われる。画像空間では部位毎に A から始まる数種類のタイプに最適設定されたパラメータに従って、ノイズ成分を選択的に低減する反復処理が行われる(図 1)。Intelli IP(Normal)では処理速度を特に重視し、統計学的処理を簡略化することでリアルタイム処理を実現すると共に、画像ノイズを最大で約 30%低減^{*1}、被ばく低減効果に換算して最大約 50%^{*1}低減を実現している。

今回 SCENARIO に搭載した Intelli IP(Advanced)は、Intelli IP(Normal)における統計学的処理の精度を向上した逐次近似処理である。Intelli IP(Advanced)では、処理速度と画質とのバランスを重視し、画像ノイズを最大で約 40%低減^{*1}、被ばく低減効果に換算して約 60%^{*1}低減という高いノイズ低減効果、およびストリークアーチファクト低減効果を得ることができる一方で、Intelli IP(Normal)と比較し 2～3 倍程度という実用的な処理時間で画像再構成を行うことができる。

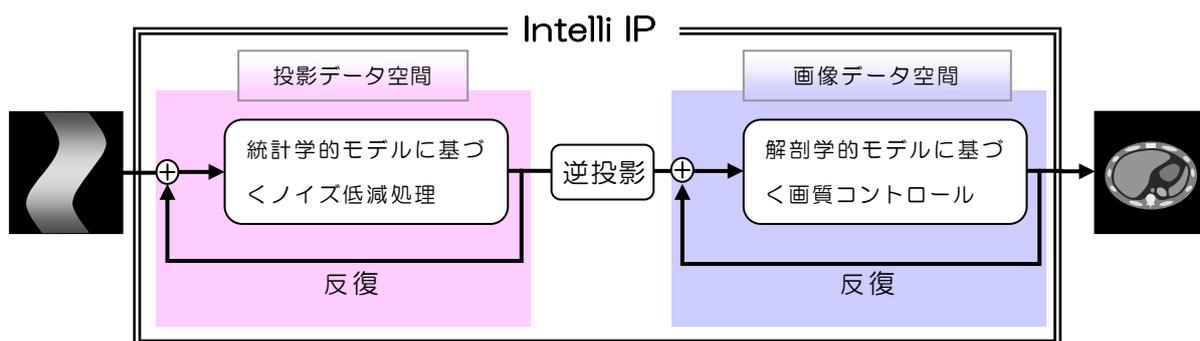


図 1 Intelli IP の処理概要

2. Intelli IP(Advanced)の性能

図2は従来再構成(Intelli IP= OFF)、Intelli IP(Normal, E)^{※2}、Intelli IP(Advanced)の適用結果である。今回の適用結果において、図内の ROI 位置で画像ノイズ(画像 SD)を測定した結果、従来再構成(Intelli IP= OFF)と比較して、Intelli IP(Normal, E)で10~30%、Intelli IP(Advanced)で約40%のノイズ低減効果が得られている(表1)。また、同図より Intelli IP(Advanced)では、統計学的モデルをより厳密に考慮した逐次近似解法によりノイズ低減しているため、ノイズと同時に光子数不足により生じているアーチファクトをより低減する効果が得られている。

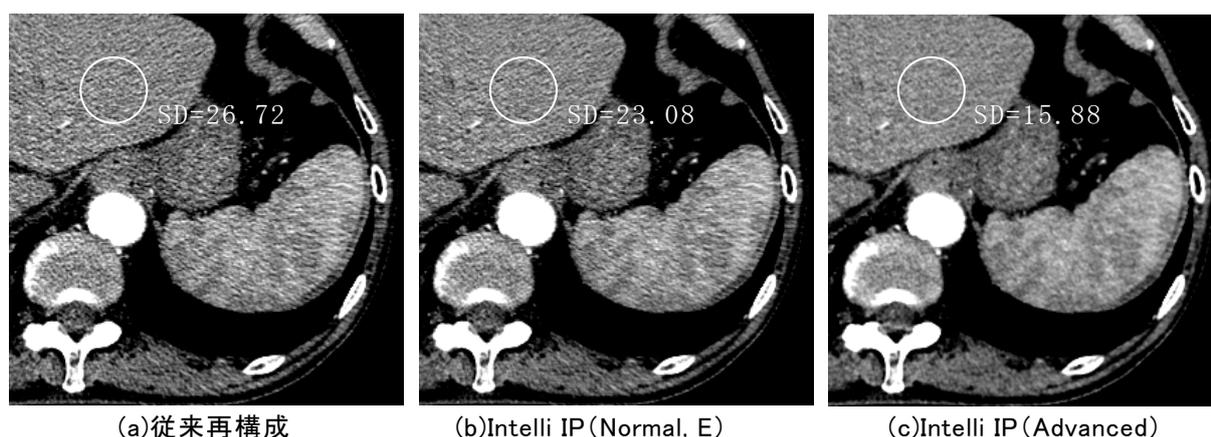


図2 再構成画像(腹部、WW200、WL60)

表1 画像ノイズ(画像 SD)測定結果

	従来	IP(Normal,E)	IP(Advanced)
腹部	26.72	23.08 (13.6%減)	15.88 (40.1%減)

【おわりに】

今回、SCENARIAの最新技術の一つである被ばく低減技術 Intelli IP について紹介した。今後、さらなる被ばく低減が重要であることから、今後も真の逐次近似再構成の製品化を目指し、開発を進めていく予定である。

※1 従来再構成(Intelli IP=OFF)時との比較結果である。

※2 区別の都合上、本稿では、Intelli IP(Normal)にてタイプ E を使用した場合を Intelli IP(Normal, E)と呼ぶことにする。

【参考文献】

- 1) H. Takahashi, et al. : Motion Tolerant Iterative Reconstruction Algorithm for Cone(Beam Helical CT Imaging, 11th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear medicine, 355-358, 2011.

14. 1.5T 超電導 MRI 装置 ECHELON Vega

高機能アプリケーションの紹介

(株)日立メディコ マーケティング統括本部 MRI 戦略本部

金田 明子

【はじめに】

近年、MRI 装置の高性能・高機能化が進んでおり、各種計測手法が開発されている。

当社 1.5T 超電導 MRI 装置 ECHELON Vega は高い磁場均一度と高次項の磁場補正が可能な HOSS (Hi-Order Shim System) を有しており、多種多様な高機能アプリケーションを搭載している。

その中で、特長的なアプリケーションについて紹介する。

【特長】

1. Application for Plaque

MRI による頸動脈プラーク撮像は、プラーク性状の画像化が期待されている。その実現には血流等の動きによるアーチファクトを抑制し、適切なコントラストを付与する撮像技術が求められている。一般的な頸動脈プラーク MRI では、アーチファクトを抑制するために心電同期併用の Black Blood 計測が用いられており、その場合の TR (繰り返し時間) は心拍に依存するため患者によって異なり 800~1000ms 程度となる。しかし T1 コントラストの観点では TR は 500ms 以下が有用であり、プラークの性状診断で重要なアーチファクトの抑制と T1 コントラストを両立することが困難であった。

当社技術の RADAR (RADial Acquisition Regime) 機能と SIR Map (Signal Intensity Ratio Map) 機能は上記問題を解決し、診断能の向上に繋がる技術として期待されている。

• RADAR-SE

RADAR 機能は、k 空間を回転状に充填する Radial scan 技術であり動きの影響を低減する機能である。同機能を適用した RADAR-SE 計測は頸動脈プラーク撮像に必要な領域を TR500ms で撮像できるため動きを低減しつつ充分なコントラストを付与し、かつ頸動脈分岐部を十分にカバーした T1 強調画像を取得できる。図 1 に RADAR-SE を用い非同期 TR500ms にて撮像した画像(a)と、同期計測の際に適用される一般的な心拍における TR で撮像した画像(b)(c)を示す。



(a)TR: 500ms (b)TR:700ms (c) TR:900ms

図 1 頸部プラーク撮像

(a)で最も高い T1 コントラストが付与されている。

• SIR Map

SIR Map 機能は、関心領域の画素値を基準値で規格化し、その値に対応して色付けするカラーマップ機能と、色毎の面積等の統計量を解析する機能である。図 2 に SIR Map の頸動脈への適用例を示す。血管内腔を関心領域とし、規格化後の値を3段階に色分けしている。本図に示す様に、T1 コントラストの高い画像をカラー表示することで、プラークの性状診断が簡便になると期待

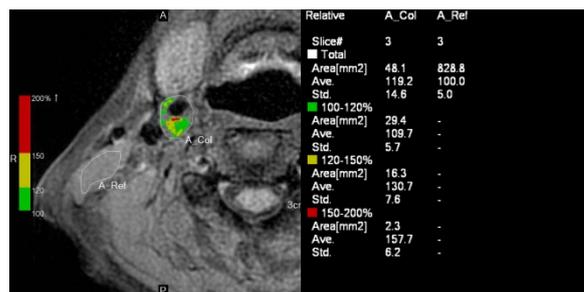


図 2 頸動脈プラーク画像 with SIR Map

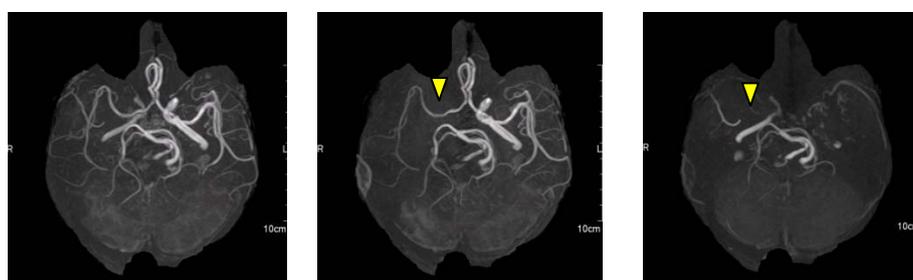
される。

2. Application for Brain

• BeamSat TOF : (Beam Saturation Time-Of-Flight)

通常のTOF計測では撮像範囲内に流入するすべての血流信号を描出するため、血行動態の観察は困難である。BeamSat TOF 機能は、3D-TOF 計測に先行して円筒状のプリサチュレーションパルスを印加し、特定血管からの血流信号を選択的に抑制し、血行動態を可視化する機能である。

図3 に、BeamSat TOF機能の有用性が確認出来る右頸動脈狭窄の症例を示す。図3(a)は通常のTOF 画像、図3(b)は右内頸動脈の血流信号を、図3(c)は左内頸動脈の血流信号を抑制したTOF 画像である。本図を比較すると、矢頭で示した右中大脳動脈は、右内頸動脈の抑制時(b)に描出され、左内頸動脈の抑制時(c)に描出されていない。このことから、右中大脳動脈の血流は左内頸動脈からの流れ込みと推測された。このように、BeamSat TOF 機能を用いて、選択的に血行動態を観察することが出来る。



(a) BeamSat 無

(b) BeamSat 有
右内頸動脈信号抑制画像

(c) BeamSat 有
左内頸動脈信号抑制画像

図 3 TOF 画像

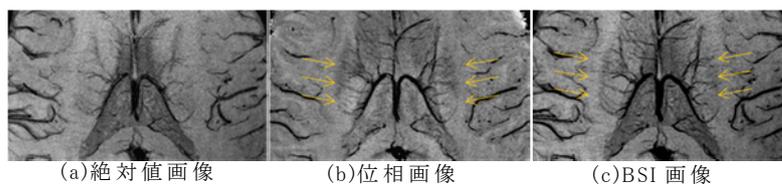
• BSI(Blood Sensitive Imaging)

近年、脳ドック検診などにおいて微小脳出血の検査法が注目されている。従来、これらの出血性病変の検査には $T2^*$ 強調画像が用いられるが、当社ではこの $T2^*$ 強調画像を高速3Dにて撮像し、かつ描出能を向上することができる BSI 機能を開発した。

一般的に $T2^*$ 強調画像は、GrE(GradientEcho)系の計測法を用いて撮像されるが、この画像は画像上隣接する組織間の磁化率の差に鋭敏であり、その差が大きいほど位相が分散するため信号強度は低くなる。

BSI機能は、一般的に使用されている 3D GrE 計測ではなく、高速撮像法である 3D RSSG-EPI(RF Spoiled SARGE-EchoPlanarImaging)をベースに、当社パラレルイメージング技術のRAPID(Rapid Acquisitionthrough a Parallel ImagingDesign)機能を併用することで高速かつ、より $T2^*$ を強調した撮像ができ、頭部ルーチン検査に容易に追加可能である。

また、BSI 機能で新たに採用した画像再構成法により、微小出血を鋭敏に描出できる。図4 に、BSI 機能にて出力される 3 種類の画像を示す。図4(c)の BSI 画像が最もコントラストが高く、微細静脈の描出に優れている。



(a)絶対値画像

(b)位相画像

(c)BSI 画像

図 4 BSI 画像

【まとめ】

以上、当社 1.5T超電導装置 ECHELON Vega における、高機能アプリケーションを紹介した。これらの特長が実際の臨床で役立つことが期待される。

15. X線 TV画像を用いた粒子線治療患者の位置決め技術

三菱電機(株) 関真 規人、平澤 宏祐
 兵庫県立粒子線医療センター 矢能 稔啓、赤城 卓
 (株)ひょうご粒子線メディカルサポート 須賀 大作

【はじめに】

粒子線治療では、がんの病巣位置に合わせて粒子線をピンポイントで照射するため、治療計画にそって患者の位置や姿勢を厳密に合わせ込む「位置決め作業」が必要となる。この位置決め作業は、治療計画を立てた際の3次元CTデータと治療時に撮影される2次元X線画像上の患部位置を照らし合わせ、治療計画時と治療時における患者の3次元位置・姿勢の変位量を算出することで行われる。すでにこの自動化は始まっているが¹⁾、我々もまた、この変位量の算出を自動化し、位置決めにかかる時間を短縮した。なお、X線画像は、直交する2方向から同時に撮影されたものを用いることとする。

【方法】

1. 変位量の算出アルゴリズム

治療計画時と治療時における患者の位置・姿勢の変位量は、データ上の患部を重ね合わせたときのCT撮影座標系に対するX線撮影座標系のずれ量とみなすこともできる。すなわち、CTデータに対して、X線画像がどこから撮影されたものかを求めればよい。そのために、CTデータを任意の仮想視点に向かって再投影したX線の模擬画像(DRR: Digitally Reconstructed Radiograph)を繰り返し生成し、X線画像と模擬画像が最も一致するときの仮想視点パラメータ(位置と姿勢の6自由度のパラメータ)を探索する(図1)。

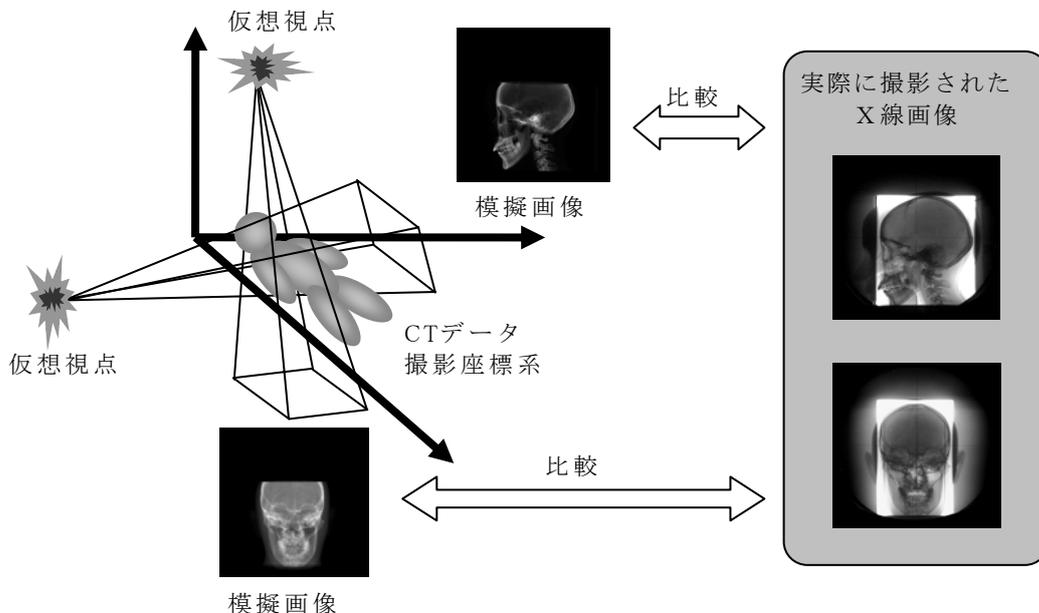


図1 アルゴリズムの概要

2. GPGPU 利用による高速化

パラメータの探索をより高速化するために、我々は GPGPU (General-purpose computing on GPU) を利用している。GPU は、本来、グラフィックス描画を目的としたプロセッサユニットであるが、近年では一般的な計算用途にも使われるようになってきている。特に並列演算が得意であり、今回は、模擬画像の生成や、X線画像と模擬画像の一致度の評価に際して利用している。

3. 実験結果

本手法の性能を確認するため、頭頸部、骨盤部のファントムデータを用いた実験を行った。ファントムを治療台に固定し、意図的に治療台を並進(0~10mm)・回転(0~5度)させることで患者の位置・姿勢の変化を8通り模擬した(表1)。その前後で撮影されたCTデータおよびX線画像を使い、変位量を算出した結果を図2に示す。治療台の並進・回転量に対して、0.5mm、0.5度以下の精度で求まっていることが分かる。

表1 実験条件

No.	Lateral (mm)	UpDown (mm)	Long (mm)	Rolling (deg)	Pitch (deg)	Yaw (deg)
1	10	10	10	0	0	5
2	5	5	5	0	0	0
3	10	10	10	0	0	0
4	10	10	10	3	0	0
5	10	10	10	0	3	0
6	0	0	0	0	0	5
7	0	0	0	3	0	0
8	0	0	0	0	3	0

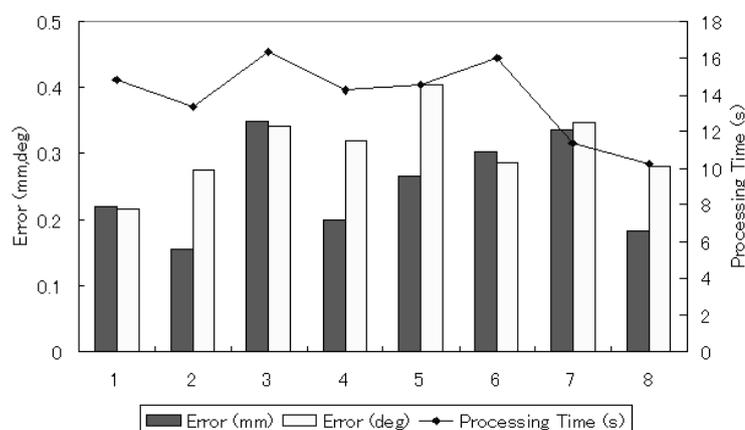


図2 模擬した姿勢変化に対する変位量の算出誤差

なお、別途、実際の臨床データを用いた変位量の算出実験との比較においては、良好な結果が得られている。また、処理速度は、CPUにIntel Core i7 3.2GHz、GPUにNVIDIA GeForce GTX 480を利用した場合において5~16秒程度となっている。

【おわりに】

本稿では、粒子線治療における患者位置決め技術を紹介した。今後は、臨床データを増やして性能向上に努めるとともに、頭頸部、骨盤部だけでなく、変形を伴う臓器などにも対応していく予定である。

【参考文献】

- 1) Penny, G.P., Weese, J., Little, J.A., Desmedt, P., Hill, D.L.G., Hawkes, D.J., "A comparison of similarity measure for use in 2D-3D medical image registration", IEEE Trans., Medical Imaging, pp.586-595, 1998.

16. マンモグラフィ用画像処理

—高コントラストと広ダイナミックレンジの両立を目指して—

富士フィルム

森田 順也、山田 雅彦

【はじめに】

近年、デジタルマンモグラフィの診断は、ハードコピー診断からソフトコピー診断への移行が急速に進んでいる。しかしながら、モニタはフィルムと比べると表示可能な輝度範囲が狭く、且つ輝度が低いことから、モニタに表示される画像は低コントラストになりやすい。一方、マンモグラフィでは、乳腺領域から皮膚辺縁領域まで乳房全体が診断領域であるため、低濃度から高濃度まで広範なダイナミックレンジを持つ情報を適切に描出することが求められる。

そこで今回、「高コントラストと広ダイナミックレンジの両立」をコンセプトとした画像処理を実用化したので紹介する。

【画像処理の概要】

高コントラストと広ダイナミックレンジを両立するためには、正確な画像解析に基づく画質制御が必要になる。特に、主要関心領域である乳腺領域を把握することが重要である。

今回、画素毎に乳腺含有率(乳腺の割合)を推定する技術を開発した。乳腺含有率は、脂肪によるX線吸収量と乳腺によるX線吸収量の比で算出することができる。本手法では、脂肪組織のみで構成される画像領域を抽出し、抽出結果に基づいて脂肪画素値を推定することで、脂肪によるX線吸収量を推定する。また、脂肪画素値と撮影画像の各画素値(乳腺と脂肪が混在)から乳腺によるX線吸収量を推定する。図1に、画素毎に推定した乳腺含有率の例を示す。

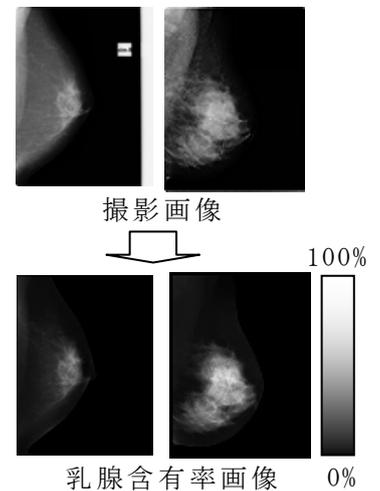


図1 乳腺含有率の推定結果

乳腺含有率の高い画像領域が分かることで、①被写体ダイナミックレンジ(乳腺～皮膚辺縁)、②乳腺領域のコントラスト、③乳腺領域の濃度、を正確に把握することが可能となる。これらの情報を利用した画質制御も可能となり、例えば、③の情報に基づいて、ポジショニングによらず乳腺濃度を安定化することができる。ここでは、①、②の情報をを用いた次の2つの画質制御技術について紹介する。

(A) 被写体のダイナミックレンジに応じた圧縮技術

一般に、強くコントラストをつけると、白飛び/黒潰れが発生しやすくなる。そこで、被写体に応じてダイナミックレンジの圧縮量を自動的に最適制御することで、被写体毎に異なる幅広い情報を余すことなく1枚の画像に凝縮することを実現した。

a) 小さい乳房の場合

b) 大きい乳房の場合

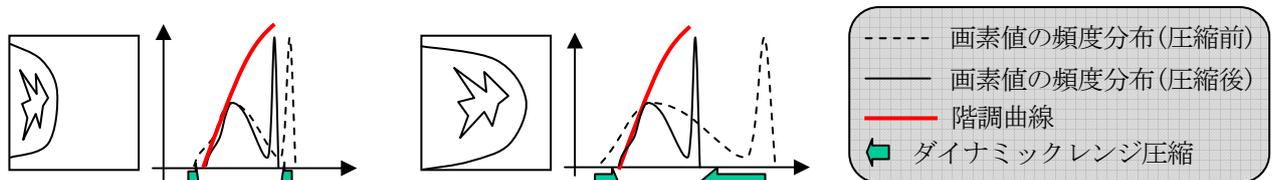


図2 被写体のダイナミックレンジに応じた圧縮

この技術により、小さい乳房と同じような高コントラスト階調を大きい乳房に適用しても、白飛び/黒潰れの発生を防ぐことが可能となった(図 2)。

(B) 乳腺内コントラストに応じたコントラスト制御

高コントラストと広ダイナミックレンジの両立は(A)の技術によって実現できるが、実際には、乳房の構成によって最適なコントラスト強調の程度は異なる。“高密度乳腺”のように乳腺内コントラストが低い画像では、病変の検出が難しくなるため、より強くコントラストをつけることが望ましい。一方で、“高密度乳腺”に適したコントラスト強調を他の画像に適用すると、必要以上にコントラストが高くなり、不自然な画像になるという問題がある。そこで、乳腺内コントラストの算出結果に応じてコントラスト強調の程度を制御することで、どの乳房の構成に対しても適切なコントラストとなる画像を実現した。また、コントラスト強調の程度に応じてダイナミックレンジの圧縮量を制御することで、白飛び/黒潰れの発生を防ぐことが可能である(図 3)。

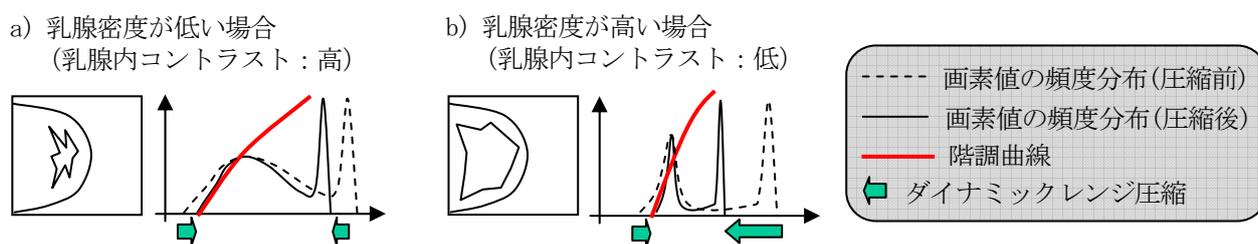


図3 乳腺内コントラストに応じたコントラスト制御

【画質評価結果】

(A)の効果検証

画質(乳腺内コントラスト、乳腺外コントラスト、鮮鋭性、粒状性)と読影しやすさの観点で、従来手法による画像と本手法(A)による画像を比較評価した。文献¹⁾にて報告されているように、高コントラストと広ダイナミックレンジの両立により、画質および読影しやすさが向上する効果を確認した。

(B)の効果検証

乳房の構成及び圧迫厚別に、(A)と(B)の読影しやすさを比較評価した。(A)と比較した結果、高密度乳腺および厚い乳房を中心として、乳腺内のコントラストが更に改善され、読影しやすくなる効果を確認した。

【まとめ】

ソフトコピー診断では、WW/WL調整など様々な後処理が可能であるが、初期表示画像は被写体の全体像を把握する上で非常に重要であり、読影能や読影効率にも影響を与える。今回開発した技術により、被写体の幅広い情報を余すことなく高コントラストに描出することが可能となる。この処理の導入により、初期表示画像の画質が向上し、読影能や読影効率の向上に寄与することを期待する。

【参考文献】

- 1) 遠藤登喜子,他：“デジタルマンモグラフィソフトコピー診断の初期表示画像の最適画像処理に関する検討”, 第19回日本乳癌学会学術総会発表, 2011.

17. DR 時代の作業性改善 — 長尺撮影における体動補正 —

富士フィルム(株)
山口 義隆、山田 雅彦

【はじめに】

近年、単純 X線 の分野では X線 撮影装置の DR化 が進んでいる。これにより撮影から画像確認までの時間が短縮されワークフローが改善したが、長尺撮影においては、新たな課題が生じている。

フィルムや CRカセットによる従来の長尺撮影では、1 回の曝射で領域全体を撮影していたが、DRシステムでは複数回に分けて撮影する必要があるため、撮影中に被写体が動くことがある。このような撮影中の体動により連結部分に位置ずれが生じると、計測精度に影響を与える懸念があり、全ての長尺撮影において検像時に拡大画像で体動の有無を確認したり、体動起因の位置ずれが発見された場合に位置ずれを手作業で修正したりする必要がある。

今回、DRシステムの長尺撮影時に生じる、このような画像確認負荷を軽減するため、長尺画像連結時の体動検出・補正技術を実用化したので紹介する。

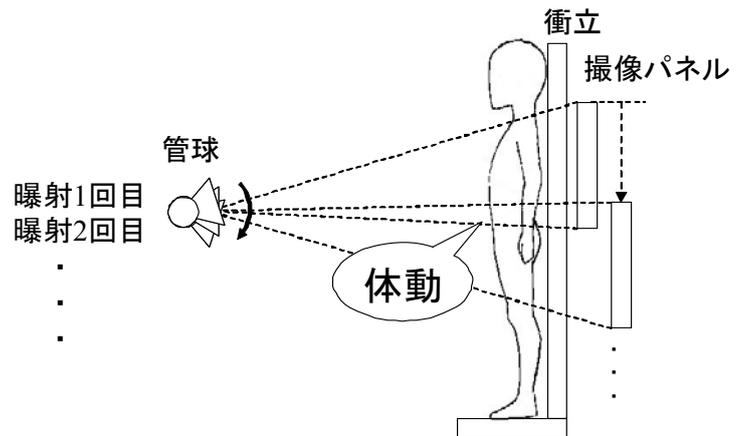


図1 DRシステムによる長尺撮影

【長尺体動検出・補正技術】

複数枚の画像を連結して長尺画像を生成する際、物体や人体などの同一被写体が 2度 投影されている重複部分の情報を用いて位置を合わせる。このとき、重複部分に現れる位置ずれは、装置起因(装置の傾き、歪み、位置精度など)の位置ずれと、体動起因の位置ずれが混在している状態である。

長尺画像の一般的な位置合わせ方法として、①重複部分の画像全体で合わせる方式と、②重複部分に目印として置いたマーカーで合わせる方式の2つがある。①は、装置起因と体動起因の位置ずれを画像全体でまとめて合わせるため、一方のずれに合わせて他方のずれが合わなくなるため、連結精度が悪い。②は、装置起因の位置ずれを合わせることができるが、体動が発生した場合には人体の領域に位置ずれが残る。

本技術では、マーカー合わせにより装置起因の位置ずれを合わせた後に人体の画像領域のみを用いて体動起因の位置ずれ量を算出することで、体動の向きと大きさを正確に検出でき、さらに体動を高い精度で補正することが可能になった(図 2)。

なお、マーカー合わせは、事前にマーカーを撮影した画像から装置起因の位置ずれを予め算出し、それを用いて、被写体を撮影した画像の装置起因の位置ずれ分を補正することもできる。この場合は、毎回撮影ごとに衝立にマーカーを貼る必要がなくなる。

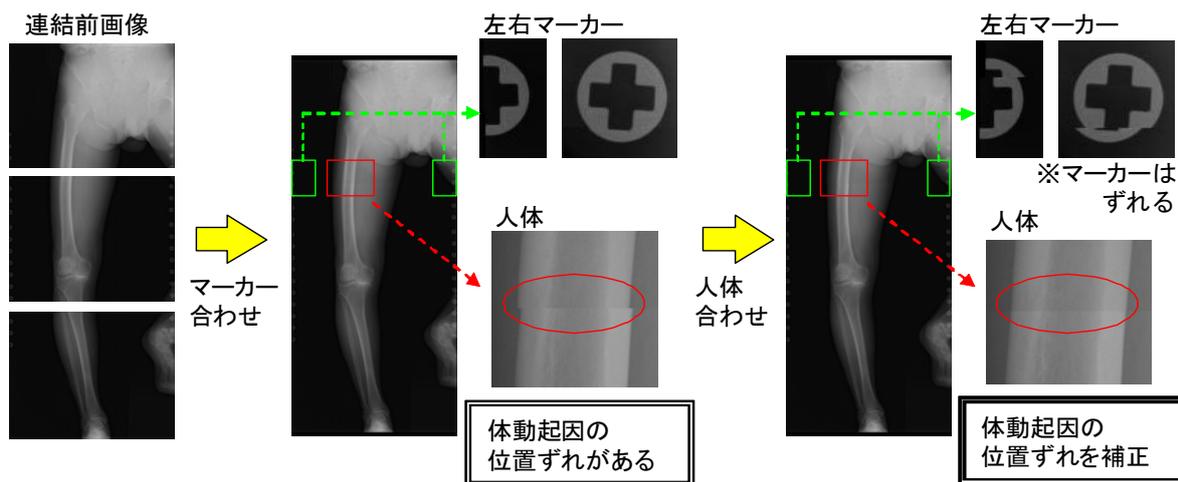


図 2 長尺体動検出・補正技術

【長尺体動検出の精度評価】

菅谷らは、長尺体動検出の精度を評価した¹⁾。事前に装置起因の位置ずれを補正した体動起因の位置ずれのみが含まれる(最大 1.0mm)長尺画像サンプルの23連結に対して、放射線技師が位置ずれを補正したときの補正量を求めた。技師 10名の補正量の平均値を体動量の基準とし、長尺体動検出機能から算出された体動量と比較することで検出精度を評価した。

比較結果を図3に示す。長尺体動検出機能から算出された体動量のばらつきは、放射線技師の個人差(基準からのばらつき)に比べて、縦、横方向ともに小さくなっている。この結果から、長尺体動検出機能は平均的な技師と同等に体動を検出できることが示された。

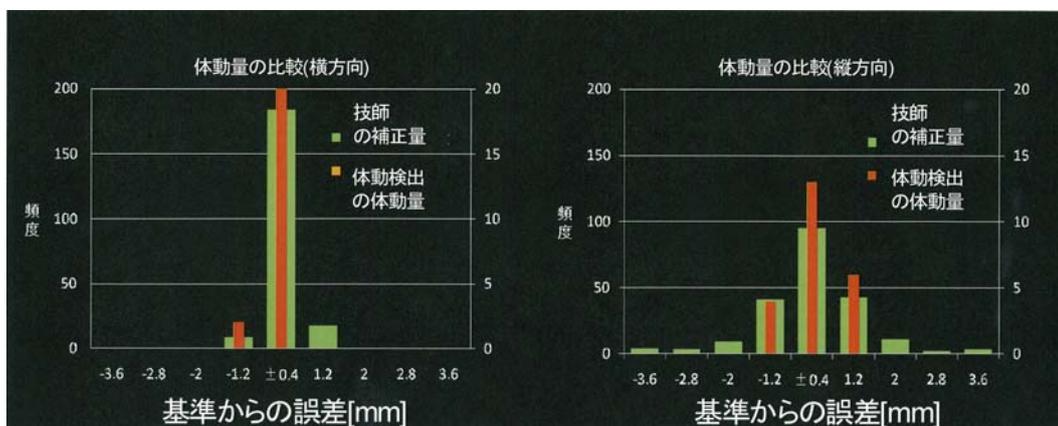


図 3 長尺体動検出の精度評価

【まとめ】

長尺体動検出技術は、撮影中に体動が生じた場合に、その体動量を放射線技師が検像で位置合わせするのと同程度精度で検出することが可能である。

体動発生時に警告を出すことができるため、警告が出ない時には拡大画像での体動有無の確認作業をなくすることができる。また、体動が生じた場合は、自動的に体動を補正するため、技師による修正作業をなくすることもできる。

今後、長尺体動検出・補正技術がより広く臨床現場に導入されることで、DRシステムでの長尺撮影における放射線技師の画像確認ワークフローの効率化および計測精度の向上が期待される。

【参考文献】

- 1) 菅谷正範ほか、「FPD 長尺撮影における体動の影響と長尺体動検出技術の有用性評価」、日本放射線技術学会 第67回総会学術大会 予稿集、No.792、pp331

18. FUJIFILM DR CALNEO® flex の開発

富士フイルム(株) メディカルシステム開発センター
小長谷 達也、榎本 淳、牧野 和浩、小田 泰史、桑原 健

【はじめに】

フラットパネルセンサの普及が急速に進む中、無線通信接続に対応したフラットパネルセンサの登場により、医療現場では病室や手術室、ER分野のDR化への関心が以前に増して高まっている。

当社は 2009年9月より立位間接変換型DR撮影システム「CALNEO® U」を発売開始し、昨年は軽量・薄型・無線タイプのカセット型「CALNEO® C Wireless」シリーズを次々と発売した。今回病室や手術室、ER分野のDR化の関心に応え、「ケーブルレスで自由に持ち運び、必要な時に必要な場所で」を製品コンセプトとする可搬型DR撮影システム「CALNEO® flex」を商品化した。本稿では製品の特長である当社が世界で初めて^{*1}実用化したX線自動検出機能「SmartSwitch」、及び少ない線量でも高画質を実現する当社独自のセンシング方式「ISS(Irradiated Side Sampling)」を紹介する。

*1 2011年 11月 17日現在販売されている、無線通信接続モデルのカセット DRにおいて。(当社調べ)

【製品の特長】

「CALNEO® flex」は、フラットパネルセンサ、ユーティリティボックス(制御部)、ノート PC型の画像処理ユニットで構成され、以下の特長を持つ(図1)。



図1 「CALNEO® flex」システム構成

1. X線装置を選ばない

世界で初めて実用化したX線自動検出機能「SmartSwitch」の搭載により、フラットパネルセンサ自らがX線を検出し画像蓄積を開始することを実現した。このためX線装置とのケーブル接続が不要となり、タイミング信号をやりとりするインターフェースを持たなくともX線装置と組み合わせることが可能となった。即ちX線装置を選ばず、既設のX線装置を有効活用したDR方式での撮影を可能にした。

2. ケーブルレスで自由に持ち運び

「CALNEO® flex」を構成する各ユニットは、全てバッテリーで動作し、またユニット間はすべて無線通信で接続されている。これらにより持ち運びの制約となっていたケーブル類が一切不要となった。各ユニットは簡単に持ち運び出来る重さであり、必要な時に必要な場所に持ち運んで撮影をすることを可能とした。

3. コンパクト設計

「CALNEO® flex」を構成する各ユニットは、X線回診車のカセット収納ボックスに収まるサイズで設計、X線回診車に搭載して回診用途で使用することを可能とした。既存のX線回診車をそのまま利用出来るため、低コストでDR化が出来る。

4. X線一般撮影室とフラットパネルセンサの共用

フラットパネルセンサは、昨年発売された「CALNEO® C Wireless」シリーズを自由に組み合わせて使用することで、専用のフラットパネルセンサを必要としない。1枚のフラットパネルセンサを一般撮影室のDR撮影システムと「CALNEO® flex」で共用することを可能とした。フラットパネルセンサと「CALNEO® flex」の

ユーティリティボックスが同じバッテリーパックを搭載する共通設計により、バッテリーチャージャの共通化を実現した。

【「CALNEO[®] flex」搭載の主な技術】

1. X線自動検出「SmartSwitch」

従来のDR撮影システムはX線照射と画像蓄積のタイミングを同期させるために、X線制御装置とDR制御装置をケーブルで接続することが必要であった。それに対して今回開発した「SmartSwitch」は、フラットパネルセンサ自らがX線照射の開始を検出することを可能とした。

しかし、X線自動検出を搭載するには、様々な条件で撮影することを想定すると、X線照射開始の弱いX線の検出が必要となり、フラットパネルセンサ自体の高い検出感度も重要となる。当社は「ISS」方式の搭載により高い検出感度を実現した。

以下に当社独自技術である「SmartSwitch」及び「ISS」方式について紹介する。

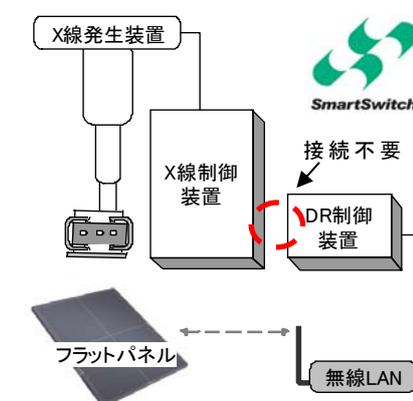


図2 「SmartSwitch」ではX線装置との接続が不要

1-1. X線検出センサ

フラットパネルセンサ自体が画像蓄積の開始を判断するには、X線の照射開始を検出するセンサが必要となる。X線の照射開始を検出する方式には幾つかの提案がなされているが、フラットパネルセンサとは別の検出専用センサユニットを用いる方式では、X線を検出するための照射領域が広くなり、絞り撮影などの局所的なX線照射の検出が困難である。また、検出専用センサユニットをカセット型フラットパネルセンサ内に搭載すると軽量・薄型の商品性が損なわれる。そこで「SmartSwitch」では、多数のX線検出センサをフラットパネルセンサ内に配置することに成功し、商品性を損なうことなく、局所的なX線照射も検出することを可能とした。

1-2. X線検出制御

X線自動検出では、低線量撮影や短時間照射でもX線を検出する必要がある。そのためX線信号とX線以外(各種ノイズ)を明確に分離すること、X線照射開始からの応答時間が短いことが求められる。

「SmartSwitch」では以下の方法を組み合わせることで、低線量撮影や短時間照射でもX線の検出に成功した。

(1)当社独自の「ISS」方式は、従来構成のフラットパネルセンサよりもX線の変換効率に優れている。このためX線照射開始の弱いX線でもS/N比の良い信号を得ることが出来る。

(2)「CALNEO[®] flex」では、回診用途やその他X線室外の用途するため、様々な外乱によるノイズを想定した対応が必要となる。「SmartSwitch」では、検出した信号がX線照射の信号であるかを独自のアルゴリズムによって判定し、X線照射の場合にのみ画像の蓄積を開始する。

(3)フラットパネルセンサ内で信号処理と読取制御を行うことで、外部との通信による制御の遅れを無くし、更に信号処理部と読取制御部にはCPUよりも演算速度の速いFPGAの採用することで、X線照射の極めて初期のタイミングで、画像の蓄積を開始する。

2. 被ばく線量低減

画像診断を行う上での「より高画質な画像維持」、更に、「被ばく線量の最小限化」の両性能の向上が求められている。「CALNEO[®] flex」で使用されるフラットパネルセンサには当社独自の「ISS」方式(図3c)を搭載している。更に「CALNEO[®] C 1417 Wireless SQ」では、X線変換層である蛍光体層には高鮮鋭画質を実

現する CsI:Tl シンチレータを搭載した。またシンチレータプレートと受光素子基板を光学的に接合する構造とすることで更なる高感度を達成した。「ISS」方式と接合構造の組み合わせにより、従来構造のCsIパネルに対し、同じシンチレータの膜厚でDQEを約20%向上させることが可能になり、「ISS」方式のより高鮮鋭な画像が得られる特長を生かしシンチレータ膜厚を厚くすることで、合わせて約40%のDQE向上を実現した。

更に低線量における DQEも向上させるため、読取制御を最適化し、特に低線量において画像への影響が大きい電気ノイズの影響を低減させた。(図 4)。

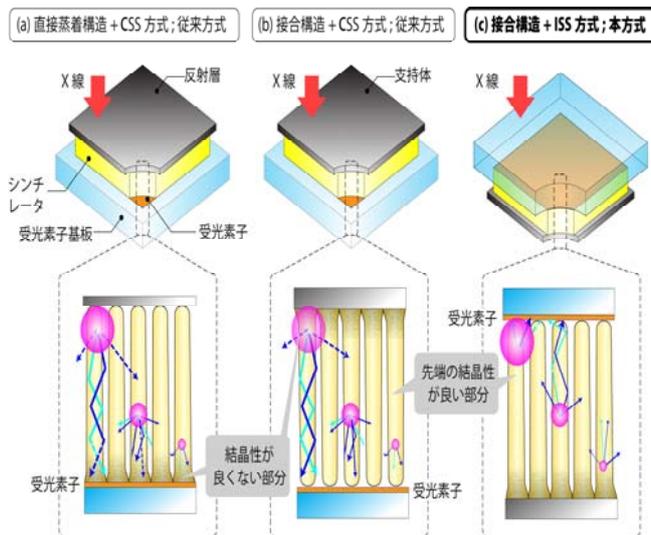


図 3 ISS 方式

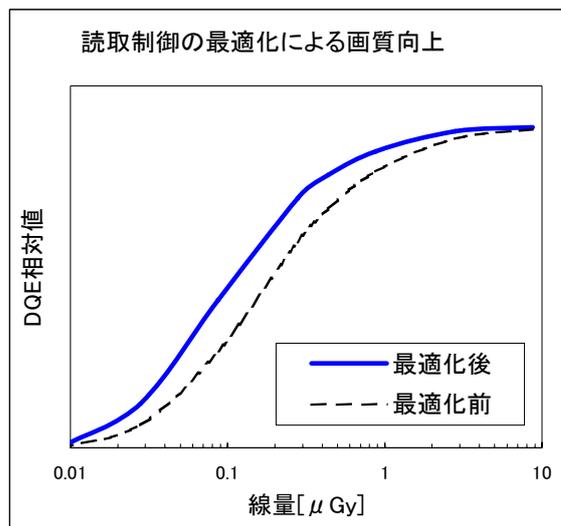


図 4 読取制御の最適化による効果

3. 無線接続の信頼性向上

無線通信の安定性を確保するため、各ユニット間の無線接続には、5.2GHz 帯を使用する IEEE802.11n を採用した。2.4GHz 帯はパーソナルコンピュータをはじめ様々な機器に採用されているので、別の周波数帯を使用することでこれら 2.4GHz 帯使用機器との電波干渉を回避している。また、IEEE802.11n では複数のアンテナを使用して通信が出来る MIMO 機能をサポートしており、通信速度や通信距離などについても他の規格に比べ基本性能が高いと言われている。この複数アンテナの配置を工夫したことで、フラットパネルセンサは全方位ほぼ均一な無線強度を有している。またユーティリティボックス内の無線アクセスポイントにも高出力モデルを採用した。これらにより障害物に影響され難く、常に安定した通信品質を確保している。

【まとめ】

今回、X線自動検出機能「SmartSwitch」及び「ISS」方式間接変換技術を活用した、高画質かつ持ち運びが可能で、X線撮影室外での撮影にも使用出来る DR 撮影システムを開発した。当社は、先進・独自の技術開発で、低線量化、撮影業務の効率化など各種市場ニーズにあった製品を今後も医療の現場にお届けしていく。

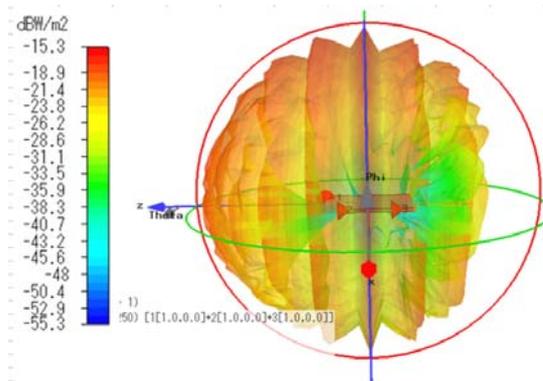


図 5 無線の指向性。図の中心に置かれたフラットパネルセンサがほぼ全方位に同レベルの無線強度を持つことを示す。

CT Perfusion



東芝メディカルシステムズ(株)
藤澤 恭子

【はじめに】

造影剤をはじめとする、トレーサの濃度変化から動態解析を行う基礎理論は indicator-dilution method として 1950年代に既に確立され¹⁾²⁾、核医学や MR、X 線 CT の領域において検討されている³⁾⁴⁾。この手法は、(1)組織に流入出する血流路は単一であること、(2)造影剤によって組織の内部構造が変化しないこと、(3)造影剤の再循環がないことを大前提としている。

近年 Area Detector CT の登場によってこの理論は頭部だけでなく体幹部においても臨床の場に適用され始めている。ここでは、CT Perfusionに関する基本事項と体幹部適用にあたっての留意事項を解説する。

【Perfusion とは何か】

CT Perfusion (以下、CTP) とは観察対象部位における造影剤の濃度変化から「毛細管レベルの組織血流」の情報を得て組織本来の機能を評価するものである。現在実用化されている X 線造影剤は組織や疾患部位と相互作用をすることなく管腔部位から速やかに排出される性質をもつため、正常組織では血管内に留まり組織内に拡散することはない。よって CTP 画像は組織内の毛細血管レベルの血流状態を反映しており、組織中の水の拡散状態を観察している MRI の拡散強調画像とは異なる現象を観察している。

CTP 画像を得るには、(1)単純 CT を施行後に撮影部位を決定し、(2)造影剤の静注を行い、(3)同一寝台位置での連続撮影をし、(4)各 pixel の Time Density Curve (TDC) を得、(5)解析ソフトにより血流の解析、を行う。図 1 に解析ソフトの処理手順概要を示す。

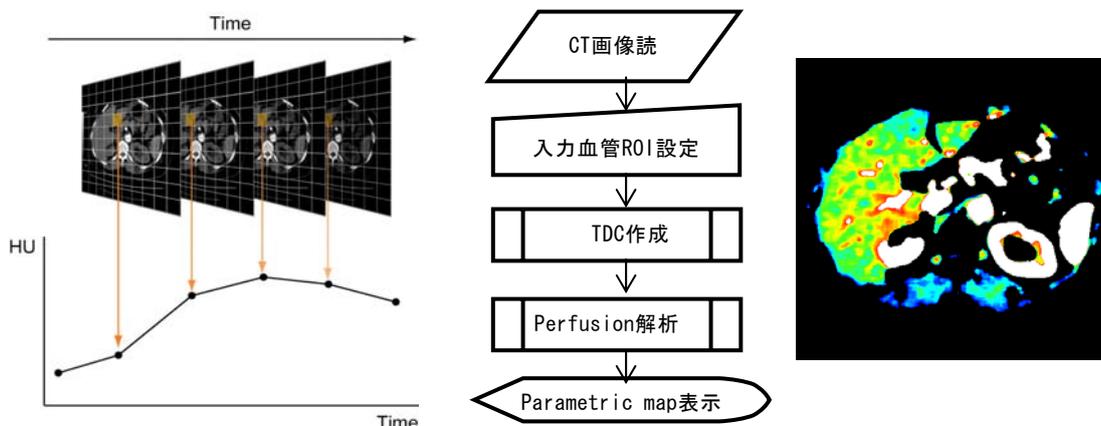


図 1 Perfusion 解析概要

同一部位の連続撮像画像を用いて対象部位への入力血管を決定し、入力に対する応答として組織における TDC を得、Perfusion 解析を行う。

【Perfusion の基本パラメータ】

CTPの基本的な解析パラメータとして、Blood Flow(BF)、Distribution Volume(DV)、Mean Transit Time(MTT)の3つが挙げられる。Blood Flow(BF)は、単位時間あたりに組織中を流れる血流量を示し、単位は ml /min/100gである。Distribution Volume(DV)は組織中に分布する血液量を示すが、流れは考慮されない。単位は ml /100g である。ここで組織中の毛細血管のみに造影剤が存在する場合、Blood Volume(BV)と称される。Mean Transit Time(MTT)は組織中を流れる血液の平均通過時間を示し、単位は s である。

他に、造影剤が血管から細胞間質空間へと移行する状態は、Clearance(単位：ml /min/100g)や Permeability Surface area product(PS Product、単位：ml /min/100g)⁵⁾として表される。

【Perfusion の基本原理とアルゴリズム】

Perfusion の基本原理は Fick の原理である(図 2)。さらに、上記の BF、DV、MTT の間に $MTT=DV/BF$ という関係が成り立つことを前提として各パラメータが算出される。

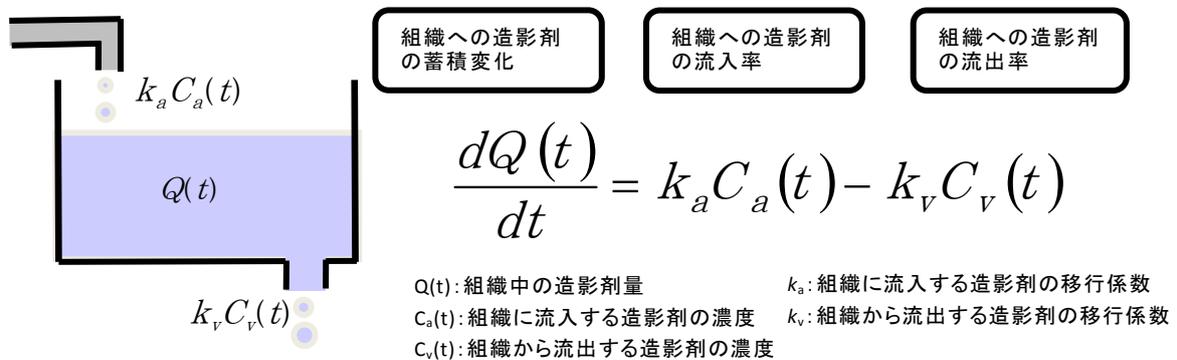


図 2 Fick の原理

アルゴリズムはモデルを定義するかどうかで大別される。1つは図 3 に示すように観察対象部位を箱(コンパートメント)にとらえ血流動態をコンパートメントモデルで定義する方法であり、モデルをFickの原理に基づいた式で表し、ある仮定下でその方程式を解くアプローチである。他方は、Fickの原理の流入と流出の関係を応答関係にあるとみなして特に特定の動態モデルを設けずに解くものである。代表的なアルゴリズムとして、前者には、Max.Slope法⁶⁾、Patlak Plot法⁷⁾、最小二乗近似法⁸⁾が挙げられ、後者には Deconvolution 法⁹⁾ が挙げられる。図 4 にそれらの概要を示した。

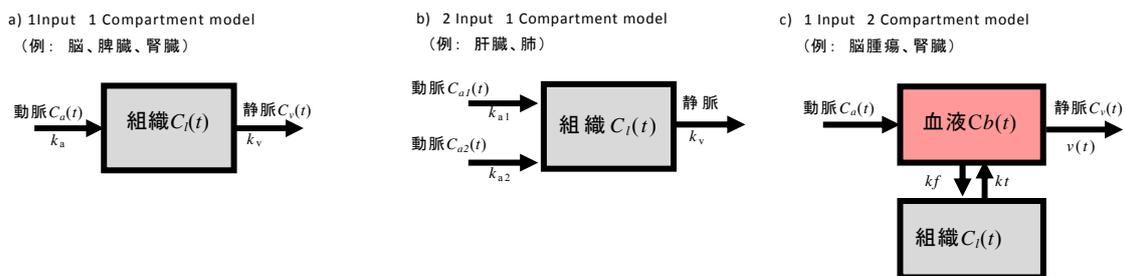


図 3 Compartment Modelと対象臓器例

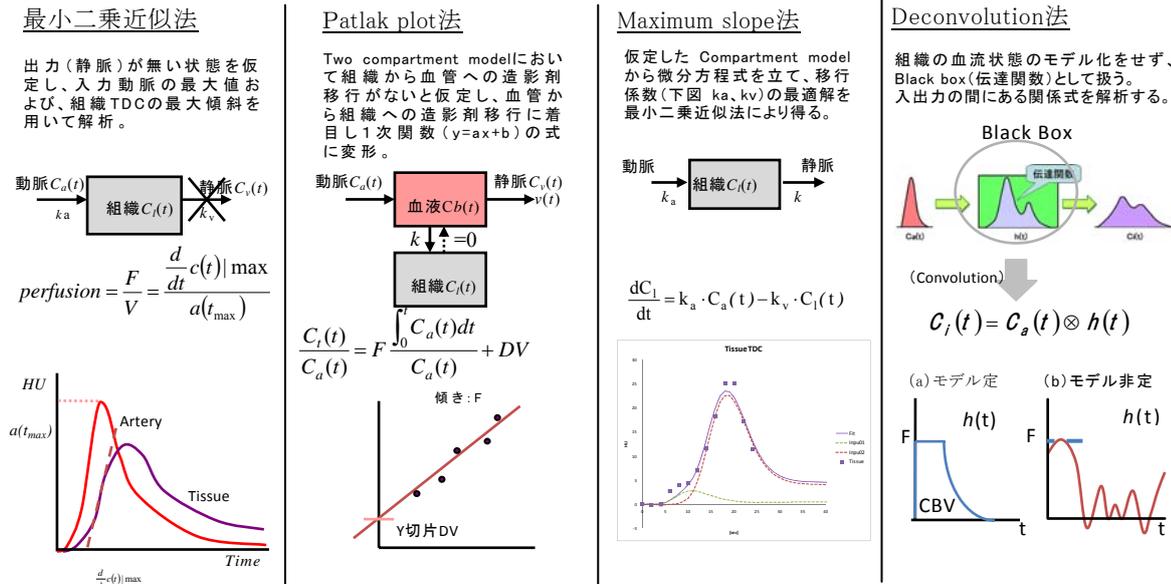


図 4 代表的な Perfusion アルゴリズム

コンパートメントモデルに基づくアプローチの場合、そのモデルの成立する条件を理解して適用する必要がある。たとえば、Max.Slope法は流出が生じる前の 1st Pass(早期相)に注目して評価を行う方法であり、Patlak Plot法は血管から組織への造影剤の移行が優位に行われている時相を評価する方法である。一方、Deconvolution法はモデルの成立する条件を意識することはないが入力関数となる動脈のTDCと出力関数となる組織のTDCの応答関係が十分に得られるように血流の再循環がない範囲での撮像を検討する必要がある。

【適用例：肺結節における良・悪性鑑別への CT Perfusion の適用】

ここで、肺結節における良・悪性鑑別への適用を例にして CT Perfusion の臨床応用について説明する。

肺は、機能血管系と栄養血管系の2つの血管系による二重支配を受けている。機能血管系としては肺循環系(肺動脈・肺静脈)が、栄養血管系としては気管支循環系(気管支動脈・気管支静脈)が、その役割を果たしている。この関係は 2 インプット 1 コンパートメントモデルとして表すことができる(図 5)。健全な肺実質組織では気管支循環系の血流量は肺循環系のそれに対して1%程度に過ぎない。よって、健全な肺実質で主に観察されるのは肺循環系の血液の流れである。しかし、腫瘍に分化していくに従い、気管支動脈の血流量の割合が顕著に増加する(図 6、図 7)。これは成長した腫瘍組織では酸素消費量が多くなるため、機能血管系は少なくなり、酸素供給を担う気管支動脈が増えていくからと考えられる。気管支動脈の血流量の増加量が非常に大きいため分化に伴って総血流量(Total Flow(TF))そのものも増加する(図 7)。また、組織への流入を単一入力とみた場合でも、悪性化していくにつれて結節の血流量は健全組織に比べて顕著に高い状態で観察されることが多い(図 8)。

実際に、最近の研究¹⁰⁾で、再循環の影響を考慮し 1st Pass に注目し Max.Slope法をアルゴリズムとして採用した肺野 CTPにおいて、定量的肺結節内血流測定が PET/CTよりも高い診断能を有するという結果が得られている。

さらに、モデルどおり2系統ごとの血流量を観察できれば、肺循環系血流量が総血流量に占める割合(Perfusion Index(PI))がわかり、この値の変化によって悪性度を評価できる可能性があると考えられる。

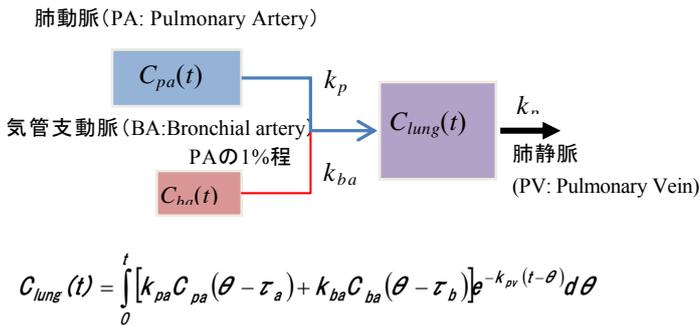


図 5 肺コンパートメントモデルと方程式
2Input 1Compartment法の動態方程式を得る。

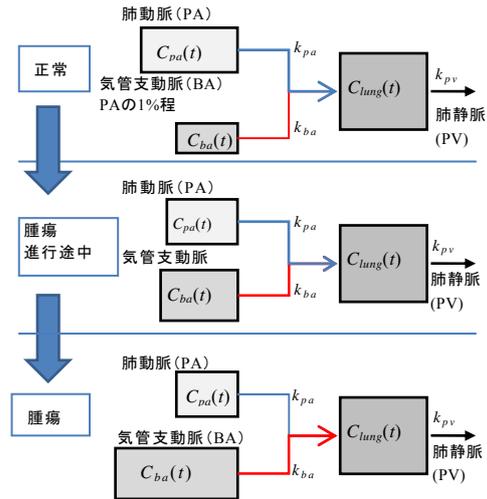


図 6 分化と2Inputにおける血流量

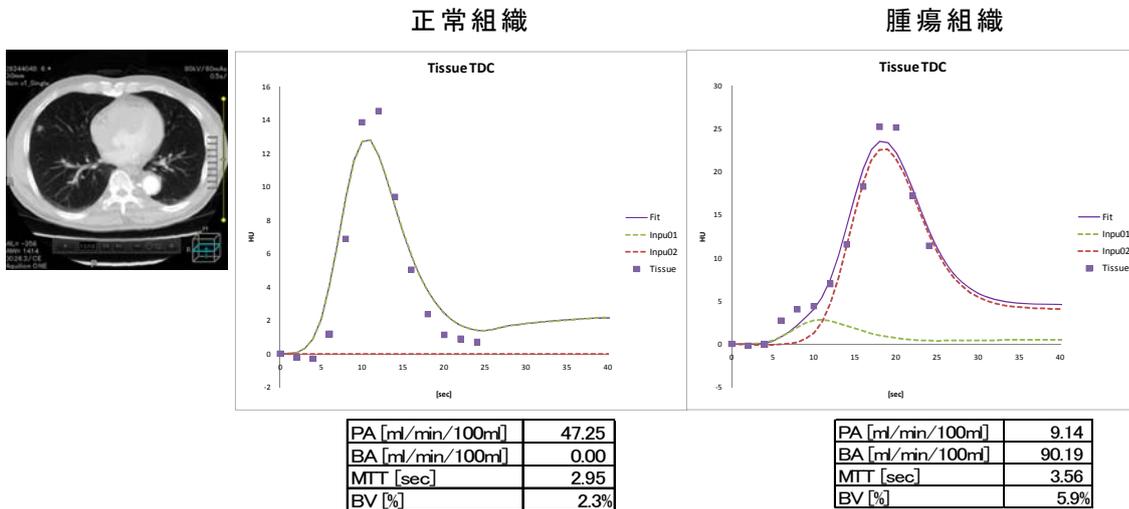


図 7 健常組織と腫瘍組織の TDC と入力動脈成分
気管支動脈(第2入力)由来のTDCが健常組織ではほとんど観察されないのに対し、腫瘍組織ではTDC最大値で20倍以上となるTDCとなる。また血流量の和(PA+BA)は2倍以上となる。

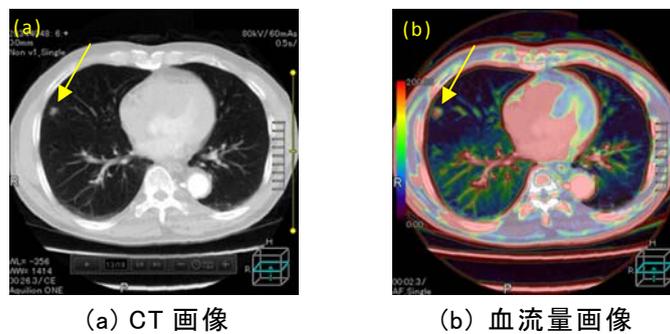


図 8 CT 像と肺結節 CTP 画像 (臨床画像: 神戸大学殿ご提供)
矢印で示される結節は肺実質に対し動脈血流量が非常に高く、悪性腫瘍である可能性が示唆されている。

さらに、結節にスピクラ(spicula)、胸膜陥入像、ノッチを伴う場合、肺がんの可能性が高いと言われているが、これらの形態情報とCTPによる機能情報を合わせて評価することで、今後肺結節CAD(Computer-Aided Diagnosis)において形態・機能診断を同時に行うことによる肺がんの診断能の向上につながると期待される。

【体動補正】

肺結節における良・悪性鑑別への Dynamic CT Perfusionの適用研究は1980年代から行われていたものの、近年ではPET/CTやDynamic Perfusion MRIの方が臨床応用されているという実情がある。その理由の1つには従来CTの体軸方向の撮像範囲の狭さ、観察対象部位の位置ずれの解析への影響があったと考えられる。当社Aquilion ONE™の有する広範囲での同時相撮像技術とNMI法による非線形位置あわせ技術(図9)¹¹⁾によって、安静呼吸下もしくは軽い息止めの繰り返しでの撮影されたデータから、撮像中の対象の位置ずれを補正でき、肺野CTPをはじめとした胸部・腹部領域へのCTP臨床応用が現実のものとなってきた。

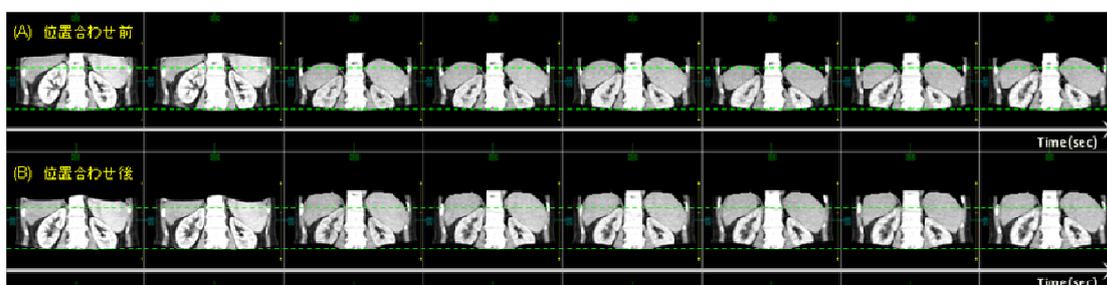


図9 位置あわせ前後CT像(臨床画像:神戸大学殿ご提供)
(A)位置あわせ前では最初の臓器の位置が時間によって大きくずれているが、(B)位置あわせ後ではどの位相でも最初の臓器の位置と合っている。

【より安心した検査を行うために:被ばく低減】

CTPは同一寝台位置での繰り返しスキャンとなるため、可能な限り被ばくを抑えた検査である必要がある。

CTP実施においては、管電流、管電圧を下げたり、AIDR3D(Adaptive Iterative Dose Reduction 3D)採用などの低被ばく技術やノイズ低減技術の臨床応用といったCT被ばく低減手法以外に、CTP解析アルゴリズムに応じて、早期相のみ細かいサンプリングで後半は粗にするなど照射回数低減と総スキャン時間の短縮を考慮した検査プロトコルの実施が必要である。

【おわりに】

CTPの基本事項と体幹部での臨床応用について述べた。CTPは腫瘍の良悪鑑別、治療効果判定、機能範囲同定など次の治療方針の検討に非常に役立つ情報を提供するものと期待される。さらなるCT perfusion検査の普及のために、より一層の被ばく低減や低被ばく対応したアルゴリズムの開発を進めていく予定である。

最後に、当社CTPの臨床評価にご協力とご助言をいただくとともに臨床画像をご提供いただいた神戸大学 大野良治先生、吉川武先生に深く感謝いたします。

【参考文献】

- 1) Meier P, and Zierler KL : On the theory of the indicator-dilution method for measurement of blood flow and volume. Applied Physiology, 6(12), 731-744(, 1954).
- 2) Zierler KL : Theoretical basis of the indicator-dilution methods for measuring flow and volume. Circ Res 10, 393-407,(1962).
- 3) Buxton RB, et al. : Principles of diffusion and perfusion MRI. Clinical magnetic resonance imaging. Philadelphia: WB Saunders, 1996:233-70
- 4) Miles KA, et al. : Colour perfusion imaging: anew application of computed tomography. Lancet 1991;337:643-5
- 5) Crone C, et al. : Capillary permeability to small solutes. Handbook of physiology,section2:Th cardiovascular system IV Bethesda, Maryland: American Physiological Society, 1984:375-409
- 6) Miles KA : Measurement of tissue perfusion by dynamic computed tomography. Br J Radiol, 64, 409-412, (1991).
- 7) Miles KA et al. :CT derived Patlak images of the human kidney. BJR 1999; 72:153-158
- 8) Materne R et al. : Non-invasive quantification of liver perfusion with dynamic computed tomography and a dual-input one-compartmental model. Clinical Science (2000) 99, 517-525
- 9) Ting-Yim Lee :TRENDS in Biotechnology Vol.20 No.8 2002
- 10) Ohno Y et al. : Differentiation of malignant and benign pulmonary nodules with quantitative first-pass 320 detector row perfusion CT versus FDG PET/CT. Radiology 258(2): 599-609,2011
- 11) Piper J et.al : Objective Evaluation of the Correction by Non-Rigid Registration of Abdominal Organ Motion in Low-Dose 4D Dynamic Contrast-Enhanced CT. J. Phys. Med. and Bio. (In Printing)

第 68 回日本放射線技術学会総会学術大会 (JRC2012)の開催にあたって

公益社団法人 日本放射線技術学会 第68回日本放射線技術学会総会学術大会
実行委員長 錦 成郎



第68回総会学術大会は、平成 24年 4月 12日(木)から 15日(日)の 4日間にわたり、パシフィコ横浜会議センター、国立大ホール及び展示ホールにて開催いたします。

JRC2012のテーマは、「未来への先導 – 放射線診療の核心に迫り未来を展望する –」(Design the Future of Radiology)としました。物事の核心を探求する姿勢は、放射線診療だけに限らずとても大切なことです。その探究心が研究へとつながり、未知の扉(未来)を開けることになるかと信じています。この学会期間中には、将来、目指すべき先進的な放射線技術学とはどういうものかについて、放射線技術学の未来像を語り合しましょう。

総会学術大会ではシンポジウムとして「トモシンセシス」「Spectral CT imaging」「MRの温故創新」「デジタル画像の最適化」を取り上げます。いずれも医療機器が進歩したことによって発展した応用技術であり、斬新なアイデアを具現化する技術なくして、診療に役立つ情報提供が難しいことを物語っています。一方で、一般撮影領域で急速にデジタル化が普及したところによる功罪として、撮影条件が不適切でも及第点の画像ができ上がってしまうことが問題になっています。「デジタル画像の最適化」というテーマは、前回web開催となったJRC2011のシンポジウム企画ですが、先の問題とも関連が深いことから、会場を巻き込んだ討論が必要であると考えて再度取り上げています。活発な意見交換をお願いします。

トモシンセシスは、X線TV装置と組み合わせた製品が登場したと思ったら、今度は乳房撮影装置に搭載され話題となっています。一般の断層撮影がCT等の検査に置き換わっていく時代に、古くて新しい画像を臨床ベースに乗るよう製品化したことに敬意を表します。CT検査は予約が必要なことの多い検査ですが、単純撮影の延長にある断層撮影であれば即時性、簡便性というメリットを生かすことができると思います。一般撮影装置のアプリケーションとして重心が移れば、より多くの臨床応用が可能になるのではないのでしょうか。昨今、Dual energy imagingが脚光を浴びていますが、この延長線上には photon counting 技術を応用したCT検査があります。低被曝、エネルギー分解能に優れた新たな画質の実現を求めて研究が行われていますが、この分野に求められる目標について、将来が展望できるシンポジウムになることを期待しています。最近のMR検査は 3T MR装置の臨床導入により新たな時代に入りました。当初は周波数が高くなった影響で体幹部等の画質に問題がありましたが、multi transmit技術の適用により著しく画質が改善しています。このように進歩してきたMR検査技術ですが、ここで改めて基礎を成している技術を再確認して、新技術の創生につなげようとするシンポジウムです。現在、臨床が必要とする生態情報を得るために不足している技術を明らかにして、次世代のMR検査を創造する議論ができることを期待しています。

さて、学会と離れて日常に戻ると、最新の医療機器を導入するのは必要なことですが、これらの維持管理コストが雪ダルマのように年々増大する現実があります。特に画像サーバー等の主要な部品であるハードディスクは、その製造メーカーの保障期間により使用が制限されるため、未だ使える部品を交換するために、一定期間毎に高額な更新費用が発生します。最近、クラウドシステムが注目されていますが、別な視点から考えたときに、ソフトウェアとハードウェアの管理を、メーカーとユーザーで切り分けた販売方法があると、少しの知識さえあれば普通に管理・運用できる時代がくると考えています。今後はできる限り無駄を排除したシステムが積極的に提案されることを期待しています。

最後に、今回執筆の機会を賜りました、日本画像医療システム工業会の皆様に深く感謝致しますとともに、皆さまの益々のご発展を祈念致します。

(公益財団法人 天理よろづ相談所病院 放射線部技師長)

社団法人 日本画像医療システム工業会の概要

1. 概要

(1)沿革

- 昭和 38 年 9 月 日本医科電機工業会として発足
- 昭和 42 年 9 月 日本放射線機器工業会と改称
- 昭和 55 年 12月 社団法人 日本放射線機器工業会設立認可
- 平成 10 年 1月 社団法人 日本画像医療システム工業会と改称
- 平成 24 年 4月 一般社団法人 日本画像医療システム工業会と改称(予定)

(2)英文名と略称

Japan Industries Association of Radiological Systems(略称 JIRA)

(3)事業

- (1)画像医療システムに関する規格の作成および標準化の推進
- (2)画像医療システムの品質および安全性並びに技術の向上に関する研究調査
- (3)画像医療システムの生産、流通および貿易の増進並びに改善
- (4)画像医療システムに関する展示会および技術指導等に関する講習会、研究会の開催
並びに参加
- (5)画像医療システムに関する法令、基準等の周知徹底および行政施策に対する協力
- (6)以上のほか、本会の目的を達成するために必要な事業

2. 会員

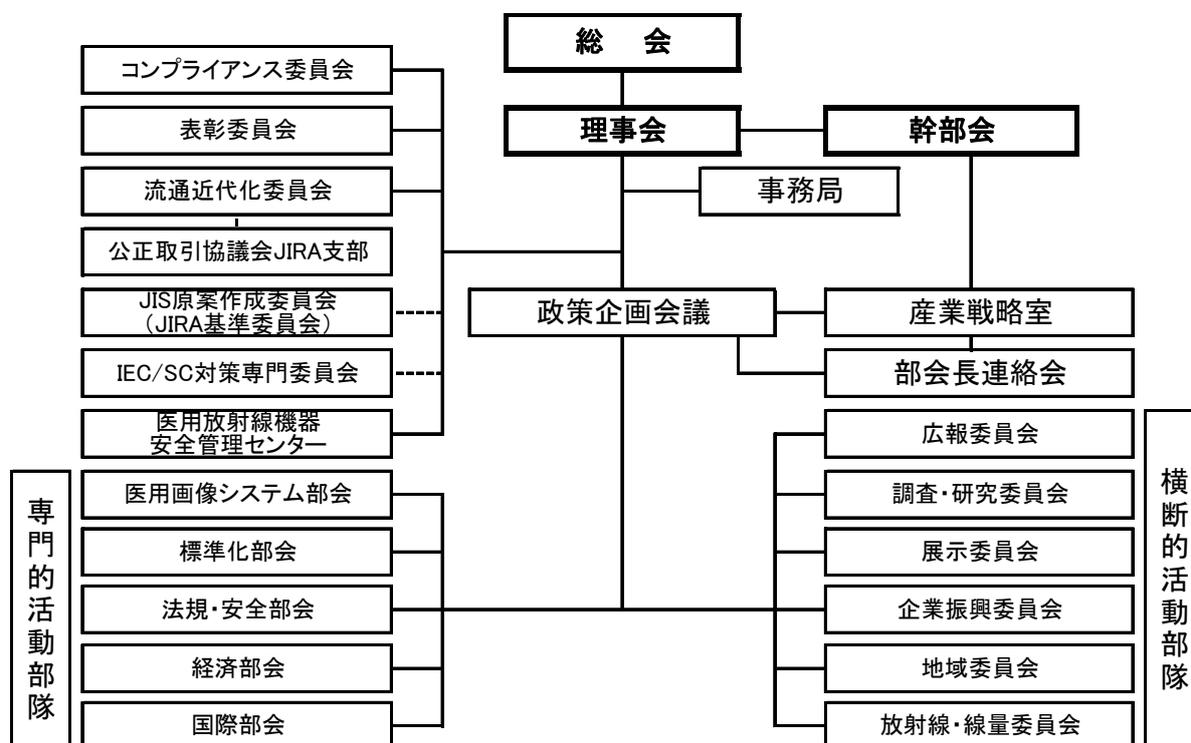
JIRAは医用画像を扱う全国的な業界団体で、176社(平成 24 年 3 月)で構成されています。
JIRA は、外資系メーカーにも門戸を開いており、主な業種は次のとおりです。

医療機器製造・販売業

- 〃 輸出入販売業
- 〃 製造および仕入販売業
- 〃 仕入販売業

3. 新組織と各部会の事業内容

新しい医療に貢献する医療機器のシステムを提供し、活性化した創造的な業界を作り出す活動を展開すべく組織を改善して、事業を推進します。



各部会・委員会の事業内容

部会・委員会名	事業内容
医用画像システム部会	①IHE-J(医療における情報統合)推進 ②DICOM規格普及・提案 ③セキュリティ規格作成・普及 ④CRT診断調査・普及
標準化部会	①JIS原案起案 ②JESRA原案作成・審議 ③技術マニュアル作成・審議 ④IEC・ISO規格審議
法規・安全部会	①関係法令制度研究および普及 ②安全性確認と情報提供 ③製造管理、品質管理システムの検討 ④医療機器としてのソフトウェア検討
経済部会	①診療報酬改訂対応 ②医療機器の評価体系の構築
国際部会	①NEMA, COCIRとの交流 ②DITTA参加
広報委員会	①JIRA会報編集・発行 ②JIRA活動広報
調査・研究委員会	①統計資料作成 ②調査・研究の企画
展示委員会	①展示会企画・運営
企業振興委員会	①関連機器業界の企業経営振興②IT関連企業のための企画立案 ③学術活動④研修活動
地域委員会	地域会員の発展・繁栄のための事業
放射線・線量委員会	放射線・線量の低減および管理の推進
JIS原案作成委員会 (JIRA基準委員会)	①JIS原案作成・審議 ②適合性認証基準審議
IEC/SC対策専門委員会	IEC規格審議
MRC	大型画像診断装置の保守点検技術者の育成と認定

編集後記

昨年の大地震から1年が過ぎました。地震・津波の影響や放射線の影響で、いまだに不自由な生活をしている方も沢山おられます。しかし、多くの方が協力しながら復興に向けて立ち上がっています。

今年は例年のない厳しい寒さでしたが、ようやく春が巡ってきて、JRC 主催による総合学術大会及び国際医療画像総合展の時期となりました。

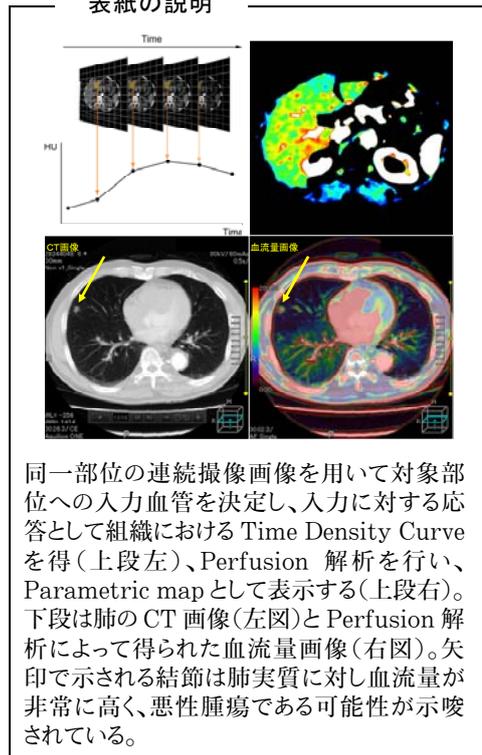
さて本誌では、第68回日本放射線技術学会総会学術大会長の土井司先生には“巻頭言”を、同大会実行委員長の錦成郎先生には“医療の現場から”をご執筆いただきました。お忙しい中、ありがとうございました。今大会の大盛況を祈念いたします。

JIRA 会員各社からは多数の“新製品・新技術”を紹介し、“技術解説”では、「CT Perfusion」についての解説と肺結節への適用について説明しています。

最後に本誌が皆様の今後の発展のために少しでも参考になれば幸いです。

(飯作 新一 記)

表紙の説明



JIRAテクニカルレポート 2012. VOL. 22 No.1(通巻第42号)

編集 (社)日本画像医療システム工業会 広報委員会技術広報WG 平成24年3月

主査 河野 和宏 (株)島津製作所
委員 青木 邦夫 東芝メディカルシステムズ(株)
" 飯作 新一 GEヘルスケア・ジャパン(株)
" 羽田野顕治 (株)日立メディコ
" 森山 智幸 (株)森山 X線用品
" 渡辺 良平 富士フイルム(株)
アドバイザー 萩野谷 透 富士フイルムメディカル(株)
事務局 神谷 正己 (社)日本画像医療システム工業会

発行 社団法人日本画像医療システム工業会
〒112-0004 東京都文京区後楽 2-2-23 住友不動産飯田橋ビル 2号館6階
TEL. 03-3816-3450
http://www.jira-net.or.jp

印刷 名古屋美術印刷株式会社
〒162-0041 東京都新宿区早稲田鶴巻町543
TEL. 03-3260-9136

(本誌の無断複写・複製・転載を禁じます。本誌署名記事の文責は署名者にあります。)

JIRA

<http://www.jira-net.or.jp>