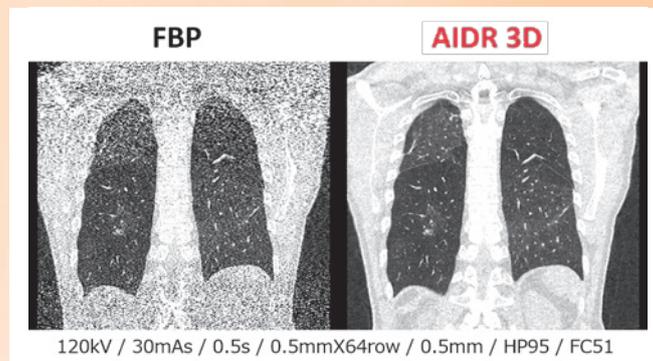


JIRA

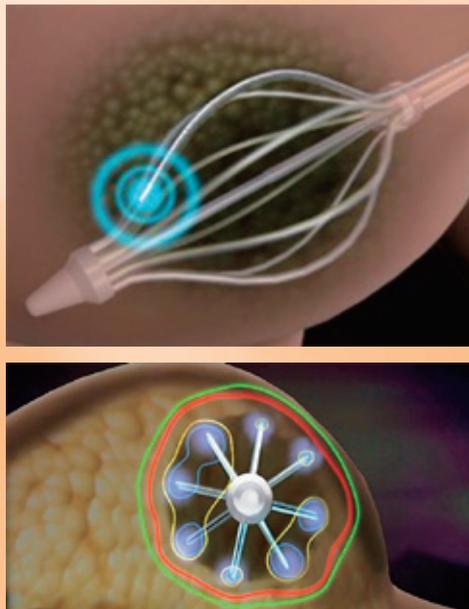
テクニカルレポート

- ◆ 新製品・新技術
- ◆ 技術解説

X線CTの被ばく低減技術 AIDR 3D



小線源治療による加速乳房部分照射



第 71 回日本放射線技術学会総会学術大会の開催にあたって

公益社団法人日本放射線技術学会第 71 回日本放射線技術学会総会学術大会
大会長 平野 浩志



第71回日本放射線技術学会総会学術大会を、平成 27年 4月16日(木)から19日(日)の4日間にわたり、パシフィコ横浜会議センター、アネックスホール、国立大ホールを会場に開催いたします、大会長を仰せつかりました平野です。日頃よりJIRAの皆様方には、日本放射線技術学会(JSRT)へのご支援とご協力を賜りまして心より感謝申し上げます。

JSRTとJIRAとは、学会の役割である「研究、教育、開発」の活動の中で協力体制ができています。1例では、私が所属していました医療安全小委員会には、JIRAの安全部会の担当者に委員会に入っただき、医療安全情報の収集、安全対策に絶大なるご協力を頂いています。

私は、JIRAのテクニカルレポートに原稿を出すのは、2008. VOL.18 No.2 について2回目になります。前回は、第36回秋季学術大会(軽井沢)の実行委員長として「フィルムレス環境での見えてきた問題点」を書かせていただきました。あれから7年、医療機器は目覚ましい進歩を遂げています。JRC2015のITEMの賑わいが、前回JRC2014を越える盛会になることを祈念しております。RSNA2014(100回記念大会)に参加してきました。会場であるMcCORMICK PLACE CHICAGOのスケールの大きさ、そこに集まる人の数、機器展示会場の広さは、想像を絶していました。会場内にPETCT装置やMammography装置を搭載した大型バス、大型トレーラがゆとりで展示され、国内でも有名な海外メーカーは、ブースの大きさを競うようにフロアの中心に出展する中、日本の会社も頑張っていました。驚いたのは、韓国、特に中国の会社が規模は小さいながらも数多く出展していたことです。

JRC2015のテーマは「Be Cool and Practical」日本語でのタイトルは付いていませんが、冷静に現状と近未来とを見据え、実践的に対処することがもっとも肝要との意味がこめられています。

第71回日本放射線技術学会総会学術大会ですが、大会長としての拘りは単純撮影です。『胸部にはじまり胸部に終わる』と言われた胸部単純撮影も、デジタル化により進化を遂げています。『進化する胸部単純撮影』のテーマでシンポジウムを行います。引き続き、福井大学の伊藤春海先生に『正常胸部X線像の学び方、教え方』の特別講演を頂きます。伊藤先生は、ご存知のように胸部X線画像を、肺の標本とX線解剖学から分析されています。さらに目玉として、診療放射線技師に必須である胸部単純X線画像の知識を習得できる、伊藤先生の寺子屋を開設しますので、胸部単純撮影の奥の深さを感じて欲しいと思っています。

X線の位相コントラストを用いて、軟部組織の画像化を研究されています、東北大学多元物質科学研究所の百生敦先生に、『X線を極める』—X線タルボ・ロー撮影に至るまで—の特別講演を頂き、X線一筋に研究されてきた哲学のお話が聞けることを楽しみにしています。

今回のJIRAフォーラムは、「変革する法規制への対応；ソフトウェアと外部保存(クラウド)～保険診療に対してユーザがしておくべき情報(何が良くて何がダメなのか)～」をJIRAから3名、JSRTから3名のパネリストからお話をお聞きます。ソフトウェアの医療機器化と、医療情報のクラウド利用は、我々が正確に理解しなくてはならない重要な事柄であると考えています。

最後になりますが、JIRAの皆様のご今後益々のご発展と会員の皆様のご健勝を心からお祈り申し上げます。今後ともよろしく願いいたします。

(信州大学医学部附属病院 診療放射線技師長)

JIRAテクニカルレポート 2015. Vol.25 No.1 (通巻第48号)

目 次

巻頭言

- 第71回日本放射線技術学会総会学術大会の開催にあたって 1
公益社団法人日本放射線技術学会第71回日本放射線技術学会総会学術大会大会長 平野 浩志

新製品・新技術

1. ベクトル検知方式による次世代の磁性体センサの開発 4
 (株)イーメディカル東京 秋山 喜幸
2. 超微小磁性体を検知する最新MIセンサを搭載した磁性体検知器の開発 6
 フジデノロ(株) 宮崎 秀樹
3. MRI 輸液ポンプの必要性 8
 (株)杏林システマック 大林 秀司
4. X線TVシステム SONIALVISION G4 骨密度測定アプリケーション Smart BMD について 10
 (株)島津製作所 能登原 大介
5. 卓上型近赤外光イメージング装置 SPEEDNIRS の開発 12
 (株)島津製作所 宇野 晴雄
6. 『CARESTREAM DRX System™』の線量管理について 14
 ケアストリームヘルス(株) 岡 知樹
7. 放射線治療 RIS の開発 16
 ケアストリームヘルス(株) 長井 大樹
8. 新型 C アーム組み合わせ 循環器用 X 線診断システム INFX-8000C 18
 東芝メディカルシステムズ(株) 材木 隆二
9. 大開口径 TOF PET-CT 装置 Celesteion™ の紹介 20
 東芝メディカルシステムズ(株) 熨斗 康弘
10. マンモグラフィ撮影対応 診療椅子『マンモキュート』 22
 タカラベルモント(株) 土居 沙希子
11. 救急画像参照支援システムサービス 24
 西日本エムシー(株) 西橋 幹雄
12. デジカメをモダリティ化、医療用フォトソリューションの開発 26
 キヤノンライフケアソリューションズ(株) 赤木 信裕
13. X線タルボ・ロー干渉計による画像技術の開発 28
 コニカミノルタ(株) 木戸 一博
14. 胸部単純 X 線画像 Bone Suppression ソフトウェアの開発 30
 コニカミノルタ(株) 小林 剛
15. FUJIFILM DR CALNEO® Smart の開発 ～ワークフローをスマートに～ 32
 富士フイルム(株) 清水川 将
16. 「テクネガス発生装置」により生成したテクネガスの有用性 34
 スター・プロダクト(株) ドナルド カメロン

17. 超低線量 X 線診断装置「sterEOS イメージングシステム」	36
(株)メディテックファーイースト 水上 善弘	
18. 医療画像診断装置 Mimics Innovation Suite	
—3次元画像診断から実物大 3Dプリントモデルまで—	38
マテリアライズジャパン(株) 白石 泰子	
19. 耐熱性・耐湿性を高めたファイバークリッドの開発	40
Jpi ジャパン(株) 良知 義晃	
20. MAMMOMAT Inspiration、MAMMOMAT Fusion 各検出器の開発	42
シーメンス・ジャパン(株) 橋本 尚美	
21. 新型FDを搭載したX線撮影装置「Ysio Max」の製品コンセプト	44
シーメンス・ジャパン(株) 林 昭人	
22. 乳房画像表示用 500 万画素(5MP)カラー液晶ディスプレイの開発	46
(株)JVC ケンウッド 長谷川 幹夫	
23. 高速・広範囲撮影と高画質を両立した 64列 CT装置 Supria Grandeの開発	48
(株)日立メディコ 萩原 久哉	
24. OVAL形状のガントリーボアを実現した 3T超電導MRI装置の開発	50
(株)日立メディコ 青柳 和宏	
25. 無鉛エックス線遮へい耐火間仕切りの開発	52
医建エンジニアリング(株) 本澤 卓也	

技術解説

X線CTの被ばく低減技術 AIDR 3D	54
東芝メディカルシステムズ(株) 秋野 成臣	
小線源治療による加速乳房部分照射	59
コニカミノルタヘルスケア(株) 加野 亜紀子	

医療の現場から

—技術の進歩と技術の活用—	66
公益社団法人日本放射線技術学会 第71回日本放射線技術学会総会学術大会 実行委員長 矢野 敬一	

工業会概要	67
-------	----

編集後記	70
------	----

1. ベクトル検知方式による次世代の磁性体センサの開発

(株)イーメディカル東京
秋山 喜幸

【はじめに】

現在国内の病院には約6,900台のMRI診断装置が稼働し、診断業務に活用されている。高精細解析・短時間診断が可能な3テスラの高磁場MRI診断装置が普及しつつある。

高磁場MRI診断装置は前述のようなメリットがある反面、鉄ボンベなどの磁性体による吸着事故の危険性が増す。吸着事故は、第一に患者と職員の安全確保、第二に装置破損などの経済的損失を防ぐ上で絶対に起こしてはならない。しかし従来の吸着事故の対策は、職員による人的な確認方法のみであり、完全に確認ミスを防ぐことはできない。

当社では、全く新しい「ベクトル検知方式」^{*1}による磁性体センサ「マグフィーⅡ」を開発し、吸着事故低減を提案する。

*1：特許出願中

【磁性体センサ マグフィーⅡ】

1. 装置の概要

「マグフィーⅡ MA-3000」は通過する磁性体によって発生する磁場の変化を検知し、警告ランプと位置表示ランプと音声によって警告する2本の柱状のゲート型装置である。図1に示すようにシンプルなデザイン・形状であり、奥行きが小さいため、狭いMRI前室にも設置することが容易にできる。

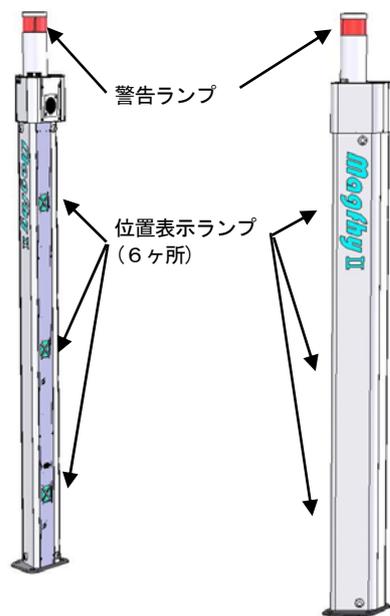


図1 磁性体センサ/マグフィーⅡ

2. 磁場変化の特徴について

磁場の変化要因は、通過する磁性体だけではない。ドアの開閉や駐車場の自動車など、検知不要なものも磁場を変化させる。その値は図2に示すように、検知する物よりも大きい場合もしばしば発生する。磁場の変化だけで警告を出した場合、原因が自動車等なのか、磁性体の通過なのかを区別することができない。警告されたのに何も持っていないければ、職員は「機械が誤動作した」と考えてしまう。

当社従来製品では、左右および前後方向の磁性体の影響を検知・抑制するために、磁気センサを四隅に配置した柱状の形状にしていた。このような配置を行うことにより、当社独自の「不要検知低減機能」を実現していた。しかし、四隅に配置するために奥行きが大きいという欠点があり、狭いMRI検査室の前に設置できないという問題があった。

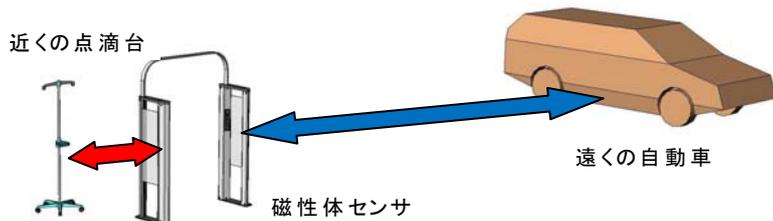
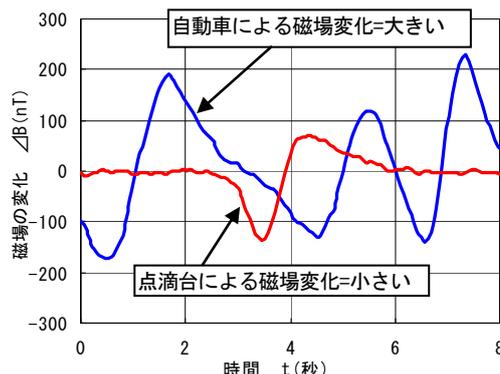


図2 磁場の変化



3. 新開発「ベクトル検知方式」の採用

不要検知機能を持たせつつ、奥行きを小さくする方法として、磁場変化が大きさだけでなく向きを持つことに着目した。左右2本の柱に「磁場変化の大きさ」と「磁場変化の方向」を検知できるように磁気センサを配置し、「大きさと方向＝ベクトル」を演算することによって磁性体の移動方向を検知する「ベクトル検知方式(図3)」を開発し、現在特許出願中である。磁性体の移動方向を検知し、更にこれを抑制する演算機能を組み込むことにより、不要な検知を低減することができた。この検知方式を採用することによって、奥行きを約1/3と大幅に縮小することができ、狭い前室にも設置できるようになった。

ベクトル検知方式によって、新たな機能も追加することができた。一つは、ハサミなどの小さな磁性体も柱の近くであれば検知できるようになった。ハサミなどが発生する磁場の変化は自動車等による磁場の変化より小さい。しかし、これらの磁場の変化の「特徴」を抽出することによって、これを検知して警告できる。

もう一つの機能は、ドアの開閉抑制機能である。入口や更衣室のドアを開閉すれば磁場が変化する。従来製品はこれを検知して注意を促すことができたが、抑制することはできなかった。ベクトル検知方式によって、ドアを検知するだけでなく、これを抑制し、不要な警告を低減することができる。

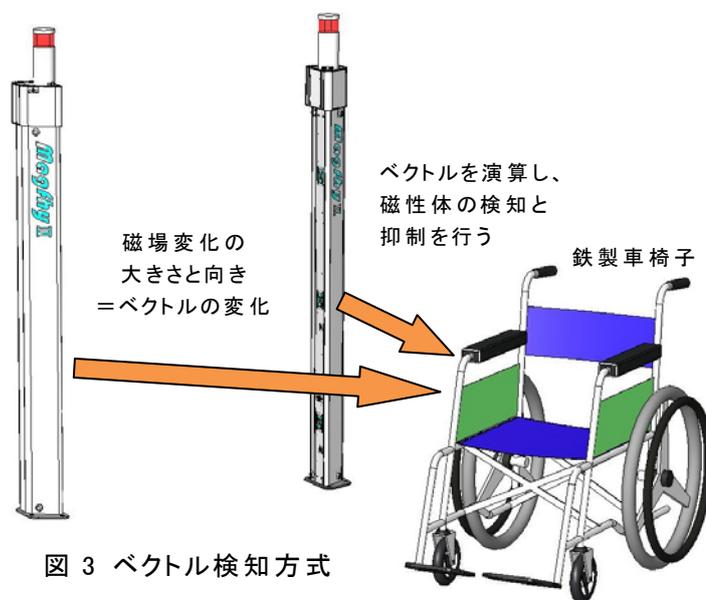


図3 ベクトル検知方式

4. 超高感度磁気センサの採用

磁性体によって引き起こされる磁場の変化は極めて小さい。新開発のベクトル検知方式の特徴を発揮するために、高感度の磁気インピーダンスセンサを採用した。このセンサは図4に示すように、従来のホール素子の約100,000倍、フラックスゲートセンサの約10倍の感度を持つ。

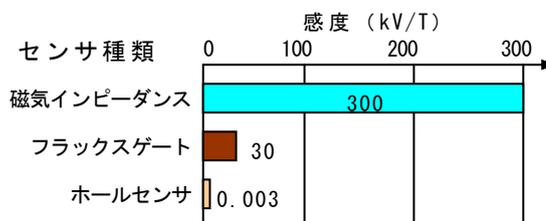


図4 センサの感度比較

5. 判りやすい表示

柱の上部に現在の状態を示す表示ランプを備え、交通信号と同様に「進め/止まれ」を表示する。更に6ヶ所の位置表示ランプを備え、ゲートを9つの空間に区切って磁性体のおおよその位置を表示する。また音声によって「入室しないでください」等のアナウンスを行うことにより、誰にでも判りやすい表示を行う(図5)。オプションでビジュアル効果を高くした外部モニターを設置することも可能である。これらの表示方法については、カスタマイズも可能である。

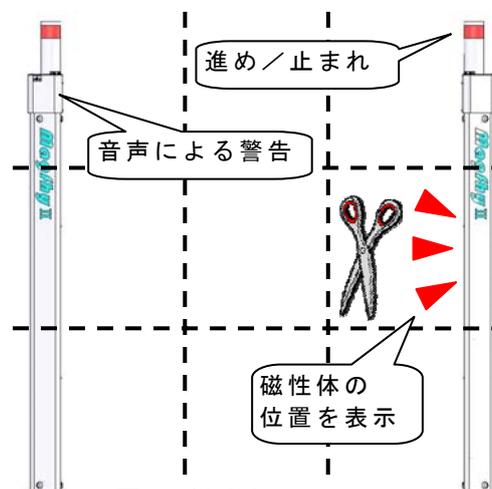


図5 判りやすい表示

2. 超微小磁性体を検知する最新MIセンサを搭載した磁性体検知器の開発

フジデノロ(株) 技術開発部
宮崎 秀樹、田口 喜崇

【はじめに】

医療診断技術の高度化が進む中で、MRI(磁気共鳴画像診断装置)の導入が増加し、また3Tという高磁場MRIの導入例も顕著である。MRIは、日本国内だけでも約6,500台(2014年時)が稼働しているといわれている。MRI導入数の増加、高磁場化と共に、MRI検査室内での磁性体吸着事故や熱傷事故も増えてきており、日本画像医療システム工業会(JIRA)の発表の統計数値では、2011年においてメーカー対応すなわちメンテナンス・修理が必要で少なくともMRIが一時的に使用できなくなる事故だけでも、約200件の吸着事故が起きていると報告されている。このような事故防止のため、検査室へ入る際に磁性体のスクリーニングが重要となってきた。

当社は、名古屋大学と共に長年研究開発してきた、磁気シールド無しでも微小な磁界を検知できる磁気直列式超高感度MI(磁気インピーダンス)センサを応用し、MRIシールドルーム入室時の磁性体の持込の有無を警告するMRI用磁性体検知器「マグガード™」を開発・製品化したので報告する。



(a)LED表示部 (b)装置外観
装置上部拡大

図1 マグガード DH-M101

【概要】

マグガードは、磁性体の接近に伴う環境磁界の変化を検出し、接近磁性体の位置を示す6個のLED表示とブザー音にて警告する装置であり、ヘアピンのような小さな磁性体から酸素ボンベなどの大きなものまで検出可能である。磁界の変化を計測する装置であるので、非磁性体を含む金属を検出する金属探知機とは異なり、MRIの磁力に引き寄せられる磁性体のみを検知することができる。

装置は据え置き型で24時間常時動作しているので、MRIシールドルーム入口にマグガードを設置することにより、MRIについて危険意識の低いスタッフがうっかり磁性体を持ち込もうとしても警告音により防ぐことができる。また本体は高さ1870mmのポール形状でかつ自立式なのでスペースの少ない場所でも設置ができ、特別な工事も不要である。

【特長】

1. 高感度磁気センサを使用

(1)に示すように、ヘアピンなどの微小でかつ着磁していない磁性体を作り出す磁界の変化は極めて小さく、信頼性の高い磁性体検知器を実現するには極めて高い分解能を有する磁気センサが必要である。

磁気シールド無しというノイズのあふれている環境で高分解能磁気センサを実現するために、磁気インピーダンス(MI)効果と呼ばれる原理を用いた高感度磁気センサ(MIセンサ)を用い、さらに名古屋大学との共同出願し権利化済み特許を適用したセンサ構造を採用した。これは磁気回路上直列にした2つの磁気受信部を設けるものであり、次に述べるようにこれにより環境磁界や遠方の磁束源から発せられる磁気ノイズを極めて精度よく除去することができる。

(1) 微小な磁性体が作り出す磁界変化

鉛直な磁界（環境磁界）にヘアピンを配置して磁界変化率のシミュレーションを行い、ヘアピンにより周囲の磁界をベクトルで表し（図2）、ヘアピンからの距離に応じた環境磁界の変化を算出した（図3）。ヘアピンから200mm離れた位置ではこのヘアピンが作る環境磁界の変化率は0.023%程度で、地磁気を作る環境磁界の垂直成分が $30\mu\text{T}$ とするとその変化量は約7nTであり、非常に小さい。これを捉えるためには、この程度の振幅よりもはるかに大きい環境磁気ノイズを除去しなければならない。

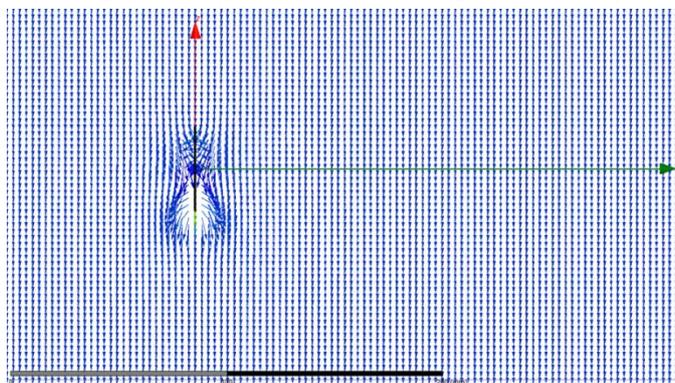


図2 ヘアピンがつくる環境磁界変化シミュレーション

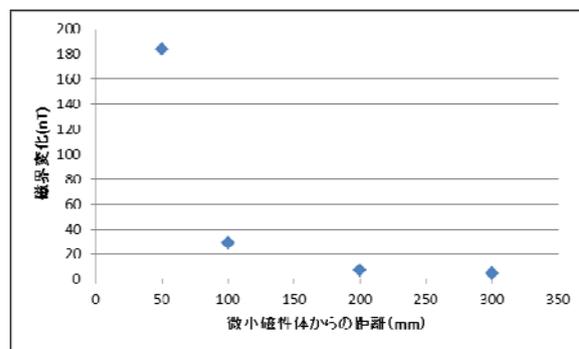


図3 ヘアピンがつくる磁界の変化量

(2) 磁気回路上直列な磁気センサ構造

マグガードに内蔵しているセンサ構造は、1本の直線状のアモルファスワイヤの中心から対称な位置に2つの磁気受信部を設けている（図4）。

アモルファスワイヤという高比透磁率で2つの磁気受信部を磁気回路上直列に結合していることにより、磁束源が十分遠方にある外部磁界がセンサに印加すると、アモルファスワイヤ上での磁束密度の分布はほぼ完全な対称性を示す（図5）。

したがって、磁束分布が対称となるアモルファスワイヤ上の位置に2つの磁気受信部を設ければ、2つの磁気受信部にかかる磁束源が十分遠方にある外部磁気は、互いにほぼ等しくなり、よって効果的に外部磁気成分を除去可能となる。

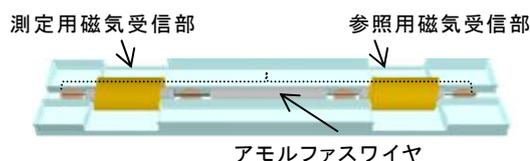


図4 磁気センサの構造

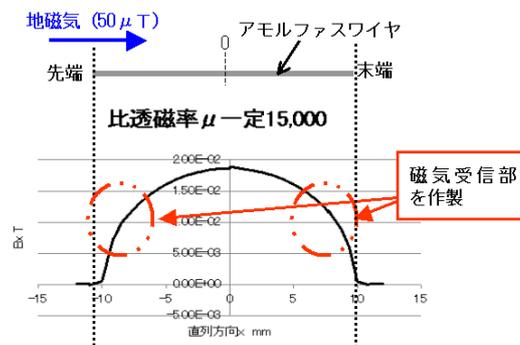


図5 モルファスワイヤ上の磁束分布

2. 複数のセンサを同時計測

接近する磁性体を広範囲に検知し、その磁性体の位置を推定する為にマグガードには6対12個の磁気センサを内蔵している。この12個のセンサを各々独立してマルチプレックス動作でリアルタイムに処理を行い、各センサの磁気信号強度分布を常に解析している。この解析結果を基にマグガードから2m程度の遠い距離にある大きな磁性体も近距離にある小さな磁性体も、検知することが可能である。

【おわりに】

2014年秋より販売を開始し、すでに導入頂いた医療機関では、MRI検査前の問診等では発見できなかった患者が身に付けたヘアピン、磁石入り絆創膏などを検知できた実績がある。当社製品マグガードはMRI施設における安全管理の為の一つの手段として貢献できると考えている。

3. MRI 輸液ポンプの必要性

株式会社 杏林システムック

大林 秀司

【はじめに】

近年、高磁場MRI装置の普及に伴い、吸着事故などの危険性が増している。その反面、がんや心臓疾患、脳疾患などが高齢化とともに増しており、MRI検査のニーズが高まっている。しかしながら、厳しい環境にあるMRI検査室内では、磁性体である輸液ポンプやシリンジポンプの持ち込みが厳しく制限されており、投薬中の検査は困難を極めている。それでも医療従事者は検査室外にシリンジポンプを置き、チューブを何本も延長して投薬を継続させるなど、苦肉の策を講じているが、安全管理の面やコストの面からも問題が残る。

そのような状況下で開発されたのがMRI輸液ポンプ MRidium™3850であった。この製品はMRI検査室内で使用することが目的で開発されており、3テスラMRI装置でもガントリー直近まで持って行くことが出来る非磁性輸液ポンプである。

今回紹介するMRidium3860+は、MRidium3850を更にスケールアップした輸液ポンプであり、現場で求められる多くのニーズに対応した製品である。

【概要】

MRidium3860+は本体にパルスオキシメーター機能が標準搭載されている。それにオプションではあるが光ファイバーSpO2センサを接続し、操作室側にリモートコントロールを置くことにより、遠隔での操作・確認を生体監視と共に可能とした次世代型のポンプ・モニタリングシステムである。



図 1 MRidium3860+(左)、リモートコントロール(右)の外観図

【特長】

MRidium3860+にはいくつもの特長があるが、最大の特長は輸液ポンプでありながら市販のディスポシリンジが接続できることである。使用できるのは市販各社の10ml～50mlのディスポシリンジで、メーカーごとやシリンジサイズごとの事前設定を必要としない。又、駆動形式はフィンガータイプであるが、独自のアルゴリズムにより、輸液ポンプでありながらシリンジポンプと同様のリニアな高精度注入を可能としている。



図 2 MRidium3860+に市販のディスポシリンジを装着した状態

MRidium3860+は注入レートの範囲が0.1ml/h～1,400ml/hと広範囲に設定でき、新生児への鎮静や精密投与を必要とするカテコラミンや、急性期の脳梗塞へのt-PA治療、更には心筋負荷試験から救急での大容量輸液にまで対応できる。当然ガントリー直近まで持って行っても引っ張られることなく、画像にノイズが発生する事もない。フル充電であれば連続で12時間の使用が可能で、術中MRIでも安心して使用できる。又、駆動部を追加して2ポンプ仕様とし二つの薬剤を同時に注入することも可能である。

【まとめ】

当社は、MRidium3860+がMRI検査時における医療従事者のストレスやリスクを軽減し、今までMRI検査を回避してきた患者の検査を可能とする事で、高まりつつあるMRI検査のニーズに貢献することを期待する。

4. X線TVシステム SONIALVISION G4 骨密度測定アプリケーション Smart BMD について

(株)島津製作所 医用機器事業部技術部
能登原 大介

【背景】

超高齢社会となった日本において、骨粗鬆症は社会的にも問題とされている疾患の一つである。骨粗鬆症によって引き起こされる骨折は、死亡や寝たきり等、高齢者のQOLを著しく低下させる要因であり、その対策が重要となっている。骨粗鬆症診断には、骨密度の正確な測定が必要であり、その中でもDXA(Dual-energy X-ray Absorptiometry)法を用いた躯幹骨(腰椎、大腿骨)の骨密度測定は測定精度が高く、骨折リスクの評価に望ましいとされている。そこで、より簡便で正確な躯幹骨の骨密度測定を可能とするため、X線テレビシステム SONIALVISION G4による骨密度測定アプリケーション Smart BMDを開発したので、その特長を紹介する。

【特長】

1. 撮影方法

Smart BMDの測定原理はDXA法に基づいており、エネルギースペクトルの異なる2種類の線質(高管電圧・低管電圧)でのX線撮影を行い、重み付け演算により、軟部組織の影響をキャンセルして骨密度を正確に算出する。撮影は、散乱線の影響を軽減するため、スリット状に絞ったX線で線質を切替えながら撮影範囲を移動させて行う(図1)。また、容易に透視台への乗り降りができるよう、最低天板高さを47cmまで設定が可能である(図2)。

Smart BMDを搭載したX線テレビシステム SONIALVISION G4は、JIS Z 4930:2011による性能評価基準を満たす事を確認した。これにより、透視台の機能に加えて、骨密度測定装置としての薬事認証と保険適用を取得済である。



図1 測定原理

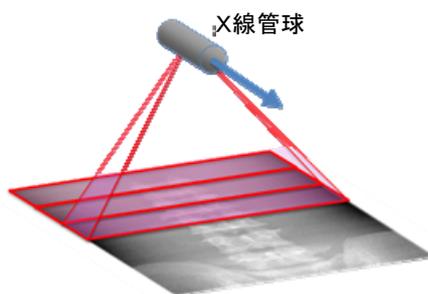


図2 透視撮影台

2. ポジショニング

照射野ランプに加え、低線量での透視を用いた位置合わせが可能である。骨密度測定モード選択時の透視では、モニタにマークが表示され、これを目安に椎体や大腿骨の位置合わせが可能である(図3)。また、大腿骨計測時は、頸部に対し垂直な方向での撮影が必要となるが、角度計付きの可変角度で固定できる内旋固定具を付属し、容易に角度設定できるようにした(図4)。

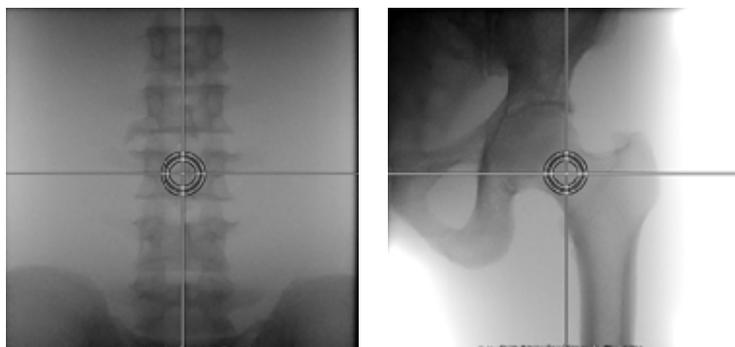


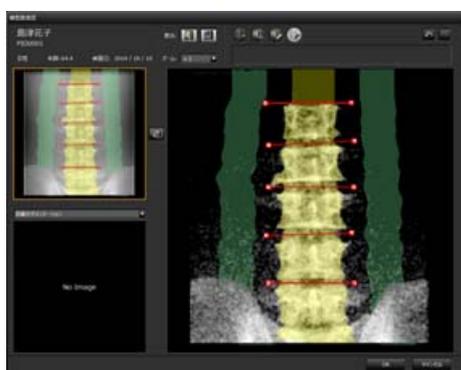
図3 透視を用いた位置合わせ機能



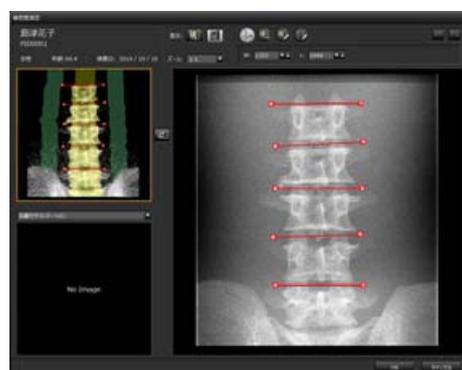
図4 角度計付内旋固定具

3. 撮影・解析

約10秒間の撮影後、低電圧・高電圧撮影画像を積み付け演算し、骨画像を作成する。骨領域の自動セグメンテーション結果を基に対象領域の骨密度を測定する。骨領域の指定結果は、誤差の大きな要因となるため、過去情報の参照や手動修正も可能である。加えて、領域確認のためにコントラストの高い低電圧撮影画像を用いることで、より正確な骨領域設定も可能である(図5)。



(a) セグメンテーション設定画面(骨画像)



(b) 低電圧 X 線画像を用いたセグメンテーション

図5 骨密度解析画面

【まとめ】

Smart BMDをX線TVシステムに搭載する事によって、圧迫骨折の画像撮影後に部屋を移動することなく骨密度測定が可能となる事や、検診用途では消化管検査前に骨密度測定ができる事など様々なワークフローの改善が考えられる。骨密度測定の時間短縮だけではなく、多くの検査を複合的に行うことによって、X線テレビシステムの新たな臨床用途が開拓されることを期待する。

5. 卓上型近赤外光イメージング装置 SPEEDNIRS の開発

(株)島津製作所 医用機器事業部技術部

宇野 晴雄

【はじめに】

近赤外分光法(fNIRS)とは、近赤外光を用い、大脳皮質の血中ヘモグロビン濃度変化を計測するものである。また、このヘモグロビン濃度変化を複数箇所計測し、信号処理を行うことによって、脳の機能画像を得ることができる。核磁気共鳴画像法(fMRI)等の他の脳活動計測装置と比べ、fNIRSは拘束性の少ない状態で脳の活動状態を測定することができるという特長がある。

当社の現行機種である SMARTNIRS(スマートニルス)は、広い範囲を高い自由度で計測したいというニーズに対応し、脳神経外科、リハビリテーション科、精神科等の臨床・研究分野で使用されている。図1に、SMARTNIRSによる計測風景を示す。



図 1 SMARTNIRS 計測風景

近年、fNIRSが臨床研究から臨床応用の現場へと広がりを見せる中、決められた部位をより簡便に決まった手順で計測したいという要求がある。具体的には、うつ病鑑別診断補助(2014年4月から保険適用)の用途やニューロリハビリテーション分野の用途がある。

この要求に対応した新製品として、卓上型の近赤外光イメージング装置 SPEEDNIRS(スピードニルス)を開発し、ラインナップに追加した。図2に、本装置の基本構成を示す。本装置は現行機種と比べて大幅な小型化を実現し、持ち運びが簡単で、省スペースでの使用を可能とした。また、精神科向けとリハビリテーション科向けの用途を絞ったパッケージ構成とすることで、使用性、操作性の向上と検査時間の短縮を実現した。



図 2 SPEEDNIRS 装置基本構成

【特長】

ここでは、現行機種 SMARTNIRSと新たに開発した SPEEDNIRSとの仕様比較を示しながら、特長について解説する。表1に、比較表を示す。

SMARTNIRSは、計測チャンネル数最大142ch(ほぼ全脳をカバー)まで対応しており、計測チャンネル数と計測部位に高い自由度を持っている。光制御部、データ処理部、操作部を本体に装備し、可搬性を有した装置(61cm×109cm×75cm)としていた。様々な臨床・研究用途で使用できる。

新たに開発したSPEEDNIRSでは用途を限定し、精神科向けパッケージの場合は前額部、リハビリテーション科向けパッケージの場合は運動野を計測範囲とした。また、操作・データ処理部(PC)と本体とプローブ(光ファイバとホルダ)を分離できる様に構成し、本体(25cm×7cm×22cm)重量 1.6kg

と、ノートPC程度に小型化した。本装置では、あらかじめセッティングされたホルダをかぶる様に装着することで、検査時間の大幅な短縮を行うことができる。図3に、計測風景を示す。

図3(a)は、うつ病鑑別診断補助の課題実施例である。特定のひらがなから始まる単語を連続して発話する際の脳活動データを計測し、うつ病診断の補助を行う。図3(b)は、一般的な作業療法の1つであるペグを使用したリハビリテーションの実施例である。運動中の脳活動データを計測することにより、リハビリ前後の比較を行うことができる。両者とも、小さな卓上スペースでの計測が可能である。

【おわりに】

現行機種よりも小型化を実現し、より簡便に計測可能な新製品SPEEDNIRSを開発した。今後はリハビリテーション分野における新たなニューロフィードバック手法など、更なるアプリケーション開発を行っていく。



(a)精神科

(b)リハビリテーション科

図 3 SPEEDNIRS による計測風景

表 1 仕様比較表

項目	SMARTNIRS (現行機種)	SPEEDNIRS (新製品)
		
主な用途	研究・臨床	臨床
形態	可搬型	卓上型
本体サイズ	約 61cm × 109cm × 75cm	約 25cm × 7cm × 22cm
本体重量	230kg	1.6kg
測定チャンネル数	10ch ~ 最大 142ch (計測モジュール増設数による)	19ch(精神科向けパッケージ) 20ch(リハビリ科向けパッケージ)
光源	レーザダイオード	レーザダイオード
波長	3 波長 (780, 805, 830nm)	3 波長 (780, 805, 830nm)
検出器	光電子増倍管	アバランシェフォトダイオード
計測部位	全頭、前額部、頭頂部、側頭部など	前額部(精神科向けパッケージ) 運動野(リハビリ科向けパッケージ)
電源	単相 AC100V	AC アダプタ、バッテリー(オプション)

6. 『CARESTREAM DRX System™』の線量管理について

ケアストリームヘルス(株)

岡 知樹

【はじめに】

国際放射線防護委員会(ICRP)は医療被ばくの防護に関して、診断参考レベル diagnostic reference level(DRL)を国や地域ごとに決定すべきとしているが、現在、日本では具体的な DRLは表示されていない。そのため検査単位のDRLを決定するには各施設における検査単位の被ばく情報を収集する必要がある、そのためには被ばく情報の定義、収集方法の標準化が必要となる。

当社はこの現状と国民の医療被ばくに対する関心の高まりに伴い、医療被ばくを適切に管理し、具体的な値として提示できることが重要であると考えている。

【近年の FPD における線量低減/線量管理の傾向】

CRと比較するとFPDは当社比にて約2倍DQE(検出量子効率)が高く、DQEが高いほど、医療被ばく低減につなげられる可能性が高いことより、広く使われるようになってきている。このFPDのDQEはシンチレータの種類、素子サイズだけでなく素子自体のフィルファクタに依存する。一般的にシンチレータの種類と素子サイズにおいてはGOS(ガドリニウムオキシドサルファ)よりもCsI(ヨウ化セシウム)の方がDQEは高いが環境対応性はGOSの方が優れているという傾向が見られる。

また、線量管理についてはFPDに入射した線量(デジタル値)について、各メーカーにより表現方法が異なっており、相対的な撮影条件/感度管理は難しかった。2008年にIEC(国際電気標準会議)にて発行されたEI(Exposure Index)の定義により、検出器の照射線量に対して比例する指標として定義され、2010年に DICOM-CP1024 により DICOM Tagが追加定義された。概要は以下である。

1. デジタル X 線撮影のための照射指数の統一

- ①現在使用されている各メーカーが規定した指標を EI に置き換える
- ②マンモグラフィ、デンタル、I.I.デジタル透視は除外

2. 線量は検出器入射線量に基づく(画像受像器空気カーマ)

- ①1回の照射(多重照射、断層、Dual-Energy 等は除外)
- ②標準化された照射条件(校正条件)
- ③EIの Target Value は撮影部位ごとにする
- ④DI(Deviation Index)は EI と Target Value の相対的な違いを示す

【当社の線量低減/線量管理について】

当社はFPDを搭載した各種製品シリーズ「DRX System」において、以下の手法により被ばく低減へのアプローチと線量管理のための情報収集サポートを実施している。

1. DQE の工夫

素子サイズが大きい方がDQEは高いが画像精細に欠けてしまう。DQEを左右するのは素子構造によるフィルファクタの要素が大きい。従来のFPDは画像素子の周りに電気回路があるため、光を検出できる有効なエリアが限られてしまう。当社のFPD製品であるDRX-1ディテクタは電気回路を画像素子の背面に設置しているため、隙間なく全面での検出ができる。「ほぼ100%の変換効率」で、高いDQEによる画像提供が可能である(図1)。

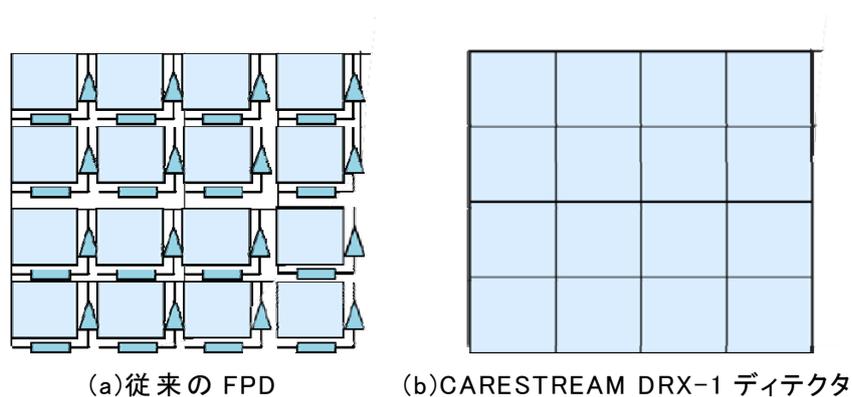


図1 素子構造

2. IEC Dose Report

被ばく線量情報の送受信を目的とした新しい規格が次々と制定されているが、国際的な流れとして線量情報出力はIEC Dose Reportが最適と考えている。当社の移動型X線診断装置DRX-Revolutionの場合、検査情報・撮影情報・表面線量情報等の収集された情報をIEC Dose Reportに準拠したStructure ReportにてPACSや線量管理システムに送信することができる。このフローにより、患者の医療被ばく線量を施設内にて統合管理することができる。

3. QA サポート機能

これは施設内でのIEC EIを活用した線量管理をサポートする機能で、DI値のしきい値を設定することにより線量過多のアラートを通知する機能も搭載している。設定されたEI Targetと実際のEI値の差分(DI)とCNRが撮影後、画面上に表示される。また、これらの情報はコンソール内に記録され、CSVファイルでの抽出も可能である。撮影技師毎の傾向や検査種類単位での分析も可能である。

【最後に】

傾向的に一般撮影の被ばくが右肩あがりになっている状況にて、このように当社は被ばく管理に積極的な取り組みを行っており、各製品に線量の低減及び線量の管理をサポートする機能を搭載している。

当社は今後もさらに医療の質の向上に貢献し続けたいと考えている。

7. 放射線治療 RIS の開発

ケアストリームヘルス(株) HCIS 事業統括部 販売促進部

長井 大樹

【はじめに】

2006年よりがん対策基本法が施行され、専門的な知識及び技能を有する医師その他の医療従事者の育成と、医療機関の整備等が施策として推進されている。日本では、今後さらに放射線治療の充実が期待される。治療計画管理機能、治療照射管理機能、業務連携機能、治療集計・統計機能など根幹となるシステムの強化を行いつつ、放射線治療機器の進歩とともに、付随するシステムとして治療RISを開発した。

既に当社の診断RISは、多くの施設に導入され高評価を得ており、放射線治療分野のワークフローの向上を目指し、放射線治療に従事する多職種間の情報を共有し、会計情報、治療スケジュール・サマリ情報を統合して管理する。また、DICOM-RT標準規格に準拠し、患者情報、部門情報や照射実施情報を連携する。

【特長】

1. 標準化対応

JJ1017、ICD10、ICD-O-3等のマスタに対応し、標準化することにより、データ移行等をスムーズに行うことが可能である。

2. 見やすい画面レイアウト設計

1画面で多くの情報を得られるように、レイアウトを工夫した(図1)。

3. シンプルな入力形式

プルダウン形式・コンボボックス形式などにより、スピーディかつ正確な入力が可能である。

4. 統計、帳票機能

学会、ガイドライン等に対応し、様々な統計処理が可能であり、計画件数、延べ人数、照射件数等のデータを抽出し、CSVにて出力可能である。また、週間、月間、四半期間の方向利用率の帳票として、印刷やPDF出力も可能である(図2、図3)。

5. 安全への配慮

受付時、照射開始時の患者IDチェック機能や、照射室内にインナーモニタを用意し、患者氏名、部位、線量等の基本情報が常に閲覧可能である。また治療体位、補助具、皮膚マーカ等の写真などのセットアップ情報や、照準写真、照合写真、線量分布図等の計画画像も確認できるようにし、患者取り違い、部位間違い等の誤照射防止に貢献する(図4)。

6. スケジュールメモ・照射コメント登録機能

リニアックグラフィ予定日、変更予定日、時間変更等、よく使用されるスケジュールについてはボタンクリックで定型登録できる。日々の照射の中で、変化する患者の病態や様子を、時系列に記録することができ、放射線治療業務に携わる医師、看護師、技師間の情報伝達を円滑にする。

7. 画像データの参照

治療装置、治療計画装置、撮影装置、PACS等と接続を行い、様々な装置やシステムに分散している情報(線量分布図、DVH、照準画像、照合画像、CT画像等)を治療RISで一元管理でき、また、複数の端末より必要な情報を取得できる環境を構築することで、治療に関わる多くのデータを効率的に利用することができる。

8. 新型 C アーム組み合わせ 循環器用 X 線診断システム INFX-8000C

東芝メディカルシステムズ(株)

材木 隆二

【はじめに】

近年、循環器疾患の分野では、新しいデバイスが次々と開発され、従来は外科手術でしか治療できなかった疾患も、カテーテル治療が可能となり、患者へ負担をかけることなく、治療ができるようになった。一方、このような手技では、患者のまわりに麻酔器やエコー機材など、多くの周辺機器が配置されるため、混雑した医療現場で円滑な治療を支援するX線診断システムが求められる。その要求に対応するため、新型天井走行式 C アームを組み合わせた循環器用 X 線診断システム INFX-8000C を開発したので、その特長を紹介する。

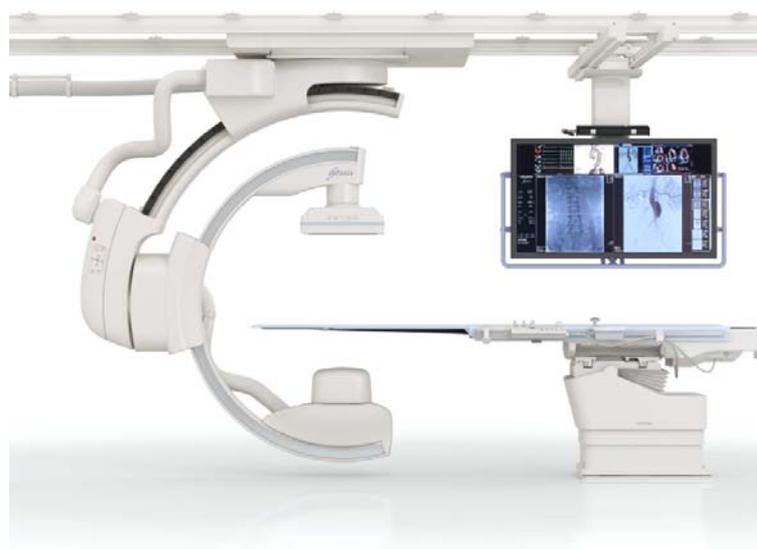


図 1 循環器用 X 線診断システム INFX-8000C

【特長】

1. スライドストロークの拡張

新規に開発したダブルスライド機構を有し、複合動作させることで、 210° の可動領域を実現。C アームを患者頭入れに戻すことなく、患者横入れの状態でも 3D 画像収集が可能となった。

なお、新規の駆動部を天井部に配置することで、装置体積を抑えたまま、従来システムに比べ 1.5 倍のワイドストロークを達成している。



図 2 ダブルスライド動作によるワイドストロークの実現

2. 高速 3D画像収集

ダブルスライド機構の同時制御により、最大 $80^{\circ}/s$ の高速回転を達成。3秒で3D画像収集が可能となり、造影剤量の低減や息止め時間が短縮されるため、患者の負担軽減、および画質向上につながる。

3. コンパクトな検出器まわり

テレスコピック機構を採用し、検出器を前後動させても駆動部が飛び出すことなく機構部を収納する構造とし、無影灯など周辺機器との干渉に配慮した。また、検出器回転機構をアーム部に配置することにより、コンパクトな駆動部を実現し、患者へのアクセス性向上、およびアームまわりの死角低減を図っている。



図 3 検出器駆動部の外観（左図：新型 C アーム、右図：従来 C アーム）

4. 操作性向上

装置カバーの両側面に新たな近接操作スイッチを配置することで、コンソールまで移動せず、その場で装置の操作が可能となり、混雑する手術室での操作性を改善。病院の要望に応じて機能割付け可能なスイッチも具備し、多様化する手技に順応できるよう配慮した。



図 4 近接操作スイッチ

【まとめ】

新規の機構を採用することで、スライドストロークの拡張、高速3D画像収集、コンパクトな検出器まわりを実現した。また、装置近傍に操作スイッチを配置することで、装置の操作性向上を図った。これらの改良により、患者や病院スタッフの負担を軽減し、混雑した医療現場で円滑な治療を支援することが可能となる。

9. 大開口径 TOF PET-CT 装置 Celesteion™ の紹介

東芝メディカルシステムズ(株) CT開発部
熨斗 康弘

【はじめに】

PET-CT検査は国内で年間約57万件の検査が行われている。このうち9割以上をしめているのが腫瘍診断であり、年々罹患率・死亡者の増加しているがん診断において、PET-CTはなくてはならない存在となっている。また、循環器領域や、アルツハイマー病の診断を中心とした脳神経領域でも、新薬の開発が進んでおり、今後も臨床・研究双方の分野でPET-CTの果たす役割の重要性がますます大きくなっていくことが予想される¹⁾。

PET-CT検査は通常15～20分程度の検査時間を要し、狭い検査空間は患者にとって負担となる。また、腫瘍の治療効果判定ではSUV(Standard Uptake Value)の高い定量性の実現が重要な課題の1つとなっている。

本稿ではこれらの課題を解決すべく当社が開発した大開口径TOF(Time of Flight)PET-CT装置Celesteionの特長を紹介する。

【特長】

Celesteionは、大開口径CTとPETを組み合わせた複合装置である。世界トップクラスの開口径CT部：90cm、PET部：88cmを有し、同70～78cmの装置と比較して患者が検査時に受ける閉塞感と圧迫感を大きく軽減させるとともに、患者の位置決めが容易になるなど操作者の架台ドーム内へのアクセス性を向上させている。



図 1 Celesteion の外観

次に、本システムは世界トップクラスの TOF 時間分解能実現の鍵となる技術を集積した PET 検出器により、450ピコ秒以下の TOF時間分解能を達成し、画像のコントラストを向上、SUV の高い定量性を実現している²⁾。まず、体内から放出される消滅ガンマ線(511keV)を高速かつ高効率で収集するためにガンマ線吸収係数の高い結晶を採用した。加えて、収集効率向上に限界のある、同サイズの PMT を結晶上に配置する一般的な PET 検出器構造に対し、本システムでは量産に適した 25mm 径と 38mm 径の PMT を組み合わせることで PMT が結晶面に占める面積(占有率)を高め、シンチレーションフォトンの収集効率を高めることに成功した(図 1、図 2)³⁾。結果、Celesteion は国内で販売されている PET-CT 装置の中で TOF 時間分解能が最も高い 450 ピコ秒以下の TOF 時間分解能を達成している*1。

*1 2014 年 12 月時点

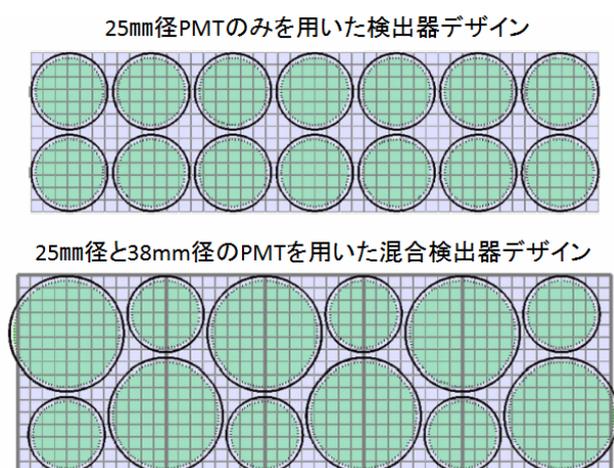


図 2 PMT 径の組み合わせと検出器デザイン

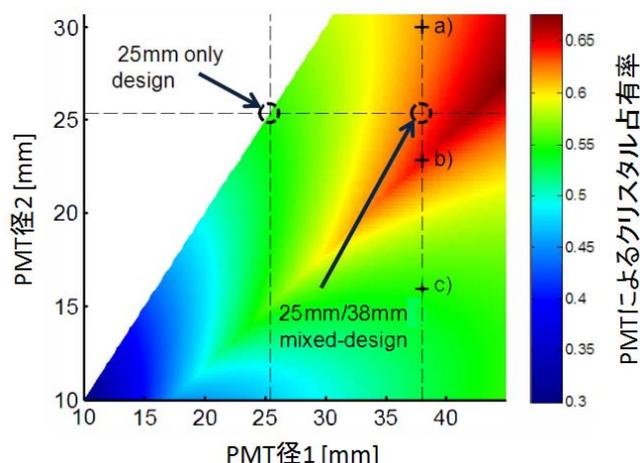


図 3 PMT 径と結晶占有面積の相関

最後に、CT 部には逐次近似を応用した低線量撮影技術 AIDR 3D を搭載しており、CT 検査の画質は担保したまま大幅な撮影線量の低減を実現、患者の被ばくにも配慮した設計となっている。

【まとめ】

Celesteion は患者の負担軽減と画像の高い定量性を兼ね備えた PET-CT 装置である。腫瘍診断、脳神経分野での診断では、今後、患者数の増加とともに、症例の進行度や治療効果判定において高い定量性が求められ、大開口径と高い時間分解能を有する本装置の活用が期待される。

【参考文献】

- 1) 第7回全国核医学診療実態調査報告書、日本アイソトープ協会医学・薬学部会全国核医学診療実態調査専門委員会、RADIOISOTOPES、Vol.62、No.8 August 2013
- 2) Benefit of Time-of-Flight in PET: EXperimental and Clinical Results , Joel S. Karp, Suleman Surti, Margaret E. Daube-Witherspoon, and Gerd Muehllehner, THE JOURNAL OF NUCLEAR MEDICINE Vol. 49 No. 3 March 2008
- 3) A New Modular and Scalable Detector for a Time-of-Flight PET Scanner, K. C. Burr et al, 2012 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference Record (NSS/MIC)

10. マンモグラフィ撮影対応 診療椅子『マンモキュート』

タカラベルモント(株) メディカル事業部 マーケティング部
土居 沙希子

【はじめに】

当社は、バイオプシ検査対応の診療椅子『マンモピュウ』(図1)を2011年に市場投入した。『マンモピュウ』は、検査時に受診者の座位姿勢をサポートする椅子であり、姿勢保持のために前後傾機能を持たせた大きな背もたれが特長である。発売後、多くの施設から「マンモグラフィ撮影にも使用したい」というお声を頂いた。マンモグラフィは立位での撮影が一般的であるが、高齢の方や脚の不自由な方等、どうしても座位で撮影せざるを得ない方々の撮影に大変苦労されているようである。しかしながら、『マンモピュウ』はあくまでバイオプシ検査を対象としたものであり、撮影に使用するには背もたれが大きく本体の移動も難しいなど、不向きな点が多かった。このような経緯から、マンモグラフィ撮影を主用途とした椅子の開発に着手、そして診療椅子『マンモキュート』(図2)が誕生した。背もたれの形状は、検査者が受診者に近づきやすく、ポジションの邪魔にならないようコンパクトに設計している。一方、シートは大柄な受診者でも座ることのできる大きさを確保している。

以下に『マンモキュート』の特長をまとめる。



図 1 バイオプシ検査対応『マンモピュウ』



図 2 マンモグラフィ撮影対応『マンモキュート』

【特長】

(1) シートの左右スライド

背もたれ後方のスライド解除レバーを軽く押し、グリップを持って左右に動かすことで、シートが左右にそれぞれ 4cm と 8cm の 2 段階 (計 16cm) にスライドする。左右交互に行われるマンモグラフィ撮影において、椅子本体を動かすことなく左右の乳房を撮影台の中心にセットすることができるため、介助するスタッフの負担が軽減される。なお、このスライド幅は日本女性の乳頭の平均間隔に近い幅に設定しており、例えば、予めシートを左 8cm の位置にスライドさせた状態で右乳房を撮影し、次にシートを右 8cm の位置までスライドさせると、左乳房がちょうど撮影台の中心に来る。



図 3 シートスライド

(2)シート5°前傾

座位撮影では背中が丸くなりやすく、撮影時にインフラ部分が入りづらいことがある。シートを前傾させることで自然と背中が伸び、姿勢が崩れることを抑える。上半身が少し前傾することによって、撮影に適した姿勢を取りやすくなる。

(3)シート昇降

シートは50cmから70cmまで、20cmのストロークで昇降する。立位での撮影に慣れた検査者にとっては、座位でのポジショニング・撮影は対応が難しい場合もあるため、安全性を確保しつつ、可能な限り立位の高さに近い位置で撮影できるように昇降ストロークを設定している。

(4)シート回転

シートの回転ロック/フリーが可能である。検査者によっては、MLO撮影時に少しシートを回転させる方がポジショニングしやすいとの意見もある。昇降・回転機能を利用することで、検査者は受診者を撮影しやすい位置に調節できる。

(5)グリップ

グリップはマンモグラフィの撮影台と干渉しないようコンパクトに設計されており、受診者の身体を保持し、また検査者が本体を移動させる際にも掴みやすい形状となっている。移動させやすく、かつ検査者が受診者の身体(特に臀部)に触れないよう配慮したものである。



図4 各部説明

【おわりに】

『マンモキュート』は、高齢の方や脚の不自由な方のみでなく、一般の受診者に対しても、座位撮影の提案を目的として企画・開発した製品である。マンモグラフィ撮影では、緊張や不安から撮影中に失神する受診者も少なくない。また、リラックスした状態で行うことで乳房圧迫による痛みを軽減できるとも言われている。実際に、『マンモキュート』のモニタ時に受診者に対しアンケートを実施したところ、「前回立位で撮影した時よりもリラックスできた」、「乳房圧迫による痛みも軽減されたように感じた」との感想を得ることができた。

乳がんは日本女性の12人に1人が発生し、死亡者数も増加の一途を辿っている。しかしながら現在日本における乳がん検診の受診率は36.4%と、海外の国々に比べ非常に低い水準である*1。当社は、乳がん検診の受診率向上のためにも、製品の提案を通して、受診する女性がより負担無く検診を受けられる環境作りに貢献していきたいと考えている。

*1：OECD Health Data 2013 より

11. 救急画像参照支援システムサービス

西日本エムシー(株) 技術本部
西橋 幹雄

【概要】

医用情報の地域連携を実現するシステムサービスとして、M.Club (Medical Contents Link Utility Base)を2012年に開発し、その運用およびサービスの提供を開始した。更に翌年、“いつでも、どこでも、すばやく”をコンセプトとする「救急画像参照支援システム」(以下、当システムという)の開発を行い、昨年よりその運用とサービスの提供を開始した。

当システムは、クラウドコンピューティング技術やモバイル端末対応、高速画像表示、セキュリティと安全性の確保など多くの特長を持つ。当システムについて紹介する。

【方法】

当社が既にサービスを提供している、DICOM 画像の遠隔リモート(外部)保存サービスを行う DSP (Data Service Provider)システムの中核となる DSP サーバセンターに、DATA Storage Serverをはじめ Web Server や認証サーバ、および VueMotion Server^{*1}などでシステムを構築する(図 1)。

当システムを利用する医療機関(USER SITE)は、各モダリティから DICOM Storage により SVR (サーバ&ルーティング)へ送信するか、既設画像サーバに DICOM Query & Retrieve により画像データを選択的に取得する Medister-JCM から、SVR(サーバ&ルーティング)へ送信する。

SVR はデータルーティング機能(オートルート)により、当社 Sever Center へ送信する。このデータ送信は光回線を使った IP-VPN の接続による。

*1:VueMotion(アプリケーションソフトウェア)はケアストリームヘルス(株)の製品で、HTML5(対応)Mobile Viewer として、FDA(認可)を取得。

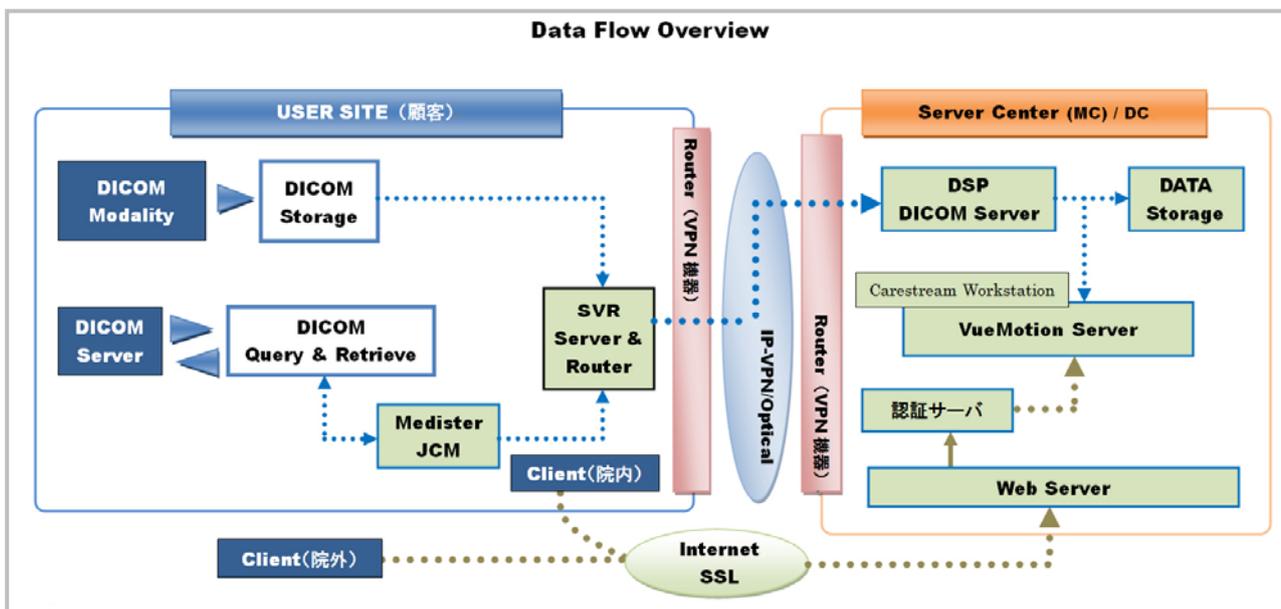


図1 データフロー概要図

【特長】

当システムにおける特長は以下の通り。なお、クライアントのモバイル端末としては iPad Air®(iOS)を使用している(図 2)。

(1)クライアント(モバイル端末)は画像表示の為の特別なビューアプリケーションを一切必要とせず、iPad®に標準搭載の Safari®(ブラウザ)のみでよい。

(2)電子証明書による SSL 通信(接続)およびアカウント ID とパスワードによるログイン認証を行う、セキュアな接続である。

(3)クラウドコンピューティングによるシステムで、画像データをクライアントに一切残さない。

(4)モバイル端末の導入は、医療機関のセキュリティポリシーに応じたプロファイルによるキッティングを行うとともに、端末の安全な運用管理を行う MDM(Mobile Device Management)機能に対応可能である。万一の紛失や盗難時にリモートロックやリモートワイプ、さらに端末の所在場所探査等が行える。

(5)マルチ OS 対応により、Windows®の Desktop PC や Note PC でも、インターネット接続環境さえあれば、このシステムを利用する事が可能である。

(6)主な画像参照機能(* 端末に iPad®を使用した場合)

①3G、4G/LTE、Wi-Fi 等の接続環境により「いつでも、どこでも、すばやく」画像を参照。

* 4G/LTE 環境下で、シンスライス(1,062images/study)CT の画像表示に要する時間はおよそ 4 秒程度(当社実測値)で、高速画像表示となっている。

②患者履歴機能により、容易に過去画像との比較表示が行える。さらに、マルチレイアウト(一面・二分割)により、スカウト・アキシャルのレファレンスライン表示、同期表示、肺野条件・縦隔条件比較表示など、様々な比較表示が可能(図 3)(図 4)。

③表示画像の拡大/縮小、回転/パンニング、距離計測、WW/WL(C)の任意調整およびプリセット(モダリティ別)調整が可能。

④DICOM オリジナル画像表示(任意の関心画像を DICOM に切替表示)が可能。



図 2 クライアント端末

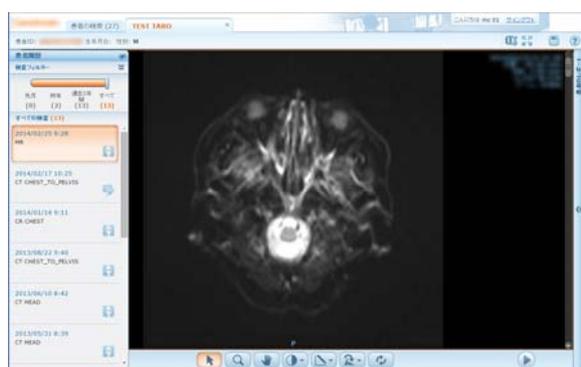


図 3 患者履歴機能

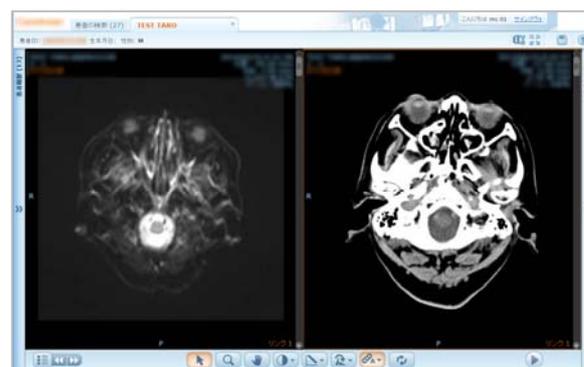


図 4 マルチレイアウト(MR/CT 同期表示)

【まとめ】

当システムは院内・院外(国内に限らない)を問わず、クライアントのモバイル端末(iPad®)を携帯していれば、いつでも、どこでも、すばやく画像を参照する事が出来る。これは、救急時や祝祭日などの勤務時間外に、院外にいる専門医(あるいは上位医師)による画像参照が可能で、診療精度(質)の向上や効率化を図る事が出来る。

12. デジカメをモダリティ化、メディカルフォトソリューションの開発

キヤノンライフケアソリューションズ(株)

赤木 信裕、西岡 太郎、宇都木 祐二、松嶋 紘臣

【はじめに】

近年、医療機関や訪問介護の現場では、患者の患部をデジタルカメラで撮影する機会が増加している。歯科診療では、ブランクコントロールの動機付けのために、口腔内写真が利用されている。また皮膚科診療においては、悪性黒色腫や血管腫などの色素性皮膚病変の診断目的でダーモスコープ^{*1}が実施され診療報酬が加算される。これらの目的で使用するカメラはレンズ交換式のカメラが標準となる。さらにデジタルカメラの用途として、救急搬送された患者の患部や手術中の術野を撮影したり、褥瘡管理にカメラ画像を利用したりする機会が考えられ、他部門と迅速に情報を共有する必要性も高まっている。しかし医療機関担当者へのヒヤリングでは、デジタルカメラのメモカードに記録したデータを院内の情報システムに転送して医療記録とするために、多くの煩雑な作業があり、医療情報の安全管理の面で様々な課題が見つかった。デジタルカメラの特性として、PACS などと同じ様にネットワークを経由した画像確認、転送、閲覧することが難しく、医療情報システムへの転送や画像管理システムによる閲覧が出来ていないため、見読性の面で問題があった。またデジタルカメラのメモカードに格納された画像をローカルフォルダに転送した後に画像のファイル名を手作業でリネームする必要が発生し、画像ファイルコピーも可能で真正性の面で問題があった。さらにメモカードやUSBケーブルで院内のPCに接続する際には、ウィルス感染のリスクがあり、またカードの紛失による患者情報の漏えいの可能性もある。一部の医療機関では、既にWi-Fi対応のメモカードを介して無線LANを経由してデータを転送し、特定PCのローカルフォルダに画像を転送して運用されているが、保存性の面でも問題が残っていた。さらに撮影時刻が正確に反映されない問題も発生しており、様々な面で医療記録として管理する上で課題が発生していることがわかった。

*1:皮膚に光線を照射し皮膚病変を拡大して詳細に観察する検査

【カメラソリューションの開発】

キヤノンが製造するデジタル一眼レフカメラ EOSには、外部のアプリケーションからカメラや撮影した画像を制御する機能を有している。また撮影した画像を内蔵または外付けのワイヤレスファイルトランスミッターを介してWi-Fi経由でPCのフォルダやプリンタに送信する機能を有している。キヤノンマーケティングジャパンは、この機能を利用してデジタル一眼レフカメラEOSを撮影モダリティとして運用し、更に医療情報システムとの連携によって、患者さんの属性情報と紐付けて、PACSや汎用画像管理システムへ画像を転送し、院内の既存の閲覧インフラを利用して画像表示を行うためのゲートウェイを開発した。

【機能と特長】

- ①連携:上流システムから患者属性を取得、カメラ画像へ付与する(オプション)
- ②既存インフラ活用:カメラ画像をPACSなどへ登録、放射線画像と同様に参照可能
- ③出力フォーマット:DICOM形式のほか、JPEG+XML形式、JPEG+CSV形式で出力
- ④Wi-Fi機能:カメラとシステムはWi-Fiで接続(IEEE802.11a/b/g/n対応)
- ⑤時刻同期:院内タイムサーバとカメラを時刻同期し正確な撮影時刻を記録
- ⑥カメラ管理機能:システムでID認証したカメラを認識し排他制御可能
- ⑦複数カメラ/取込端末:複数のカメラと複数の取込端末による運用が可能

- ⑧情報漏えい対策:画像を自動転送、転送後カメラ内の画像を自動削除し情報漏えいを防止
- ⑨安全:メモ리카ードや USBの接続が無く、ウィルス感染の脅威や画像消失がない
- ⑩省力化:ファイル名のリネームなど煩雑な情報管理作業を省力化できる
- ⑪高機能:豊富なレンズやフラッシュその他アクセサリにより様々な撮影シーンに対応

【まとめ】

現在、診療目的でデジタルカメラが利用されている。しかし医療情報システムの安全管理の三原則を担保できておらず、医療機関独自のセキュリティポリシーに外れた運用事例も確認できた。メディカルフォトソリューションは、Web のアプリとして、院内の情報システムの端末で起動して、デジタル一眼レフカメラEOSで撮影した画像をWi-Fiで転送し、画像確認した後に患者ID情報などを付加して院内の既存の管理インフラに送信し、院内全体で情報共有できる。一連のフローは、Web 画像上で行い閲覧するまでに少ない操作で運用できる(図1)。本ソフトウェアは、デジタルカメラの画像を医療記録として安全に有効活用でき、カメラを検査モダリティとして運用するソリューションとして最適と考える。

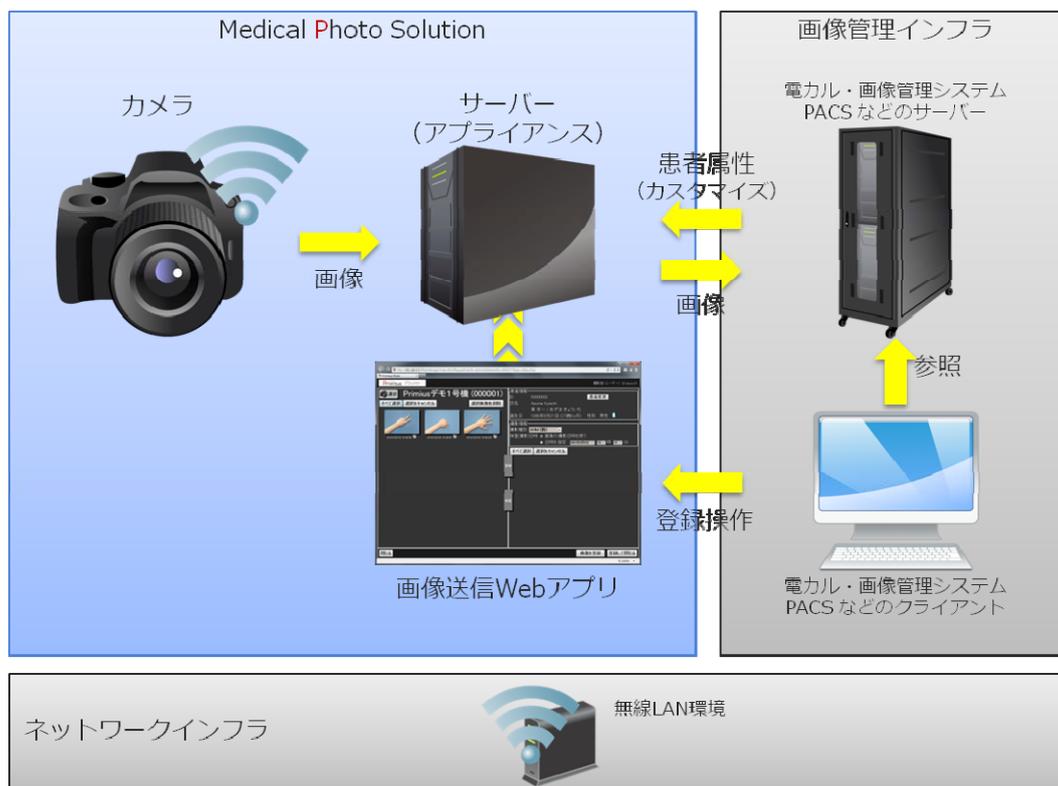


図 1 メディカルフォトソリューションの運用フロー図

デジタル一眼レフカメラ“EOS”で撮影した画像を院内の無線LAN経由でサーバに取り込み、患者属性などの撮影情報を付加して電子カルテや PACS など指定された画像管理システムに出力し閲覧できる。

13. X線タルボ・ロー干渉計による画像技術の開発

コニカミノルタ(株) 開発統括本部
木戸 一博

【はじめに】

X線画像診断では、物体を透過する際のX線の減弱を画像化する吸収コントラスト画像が用いられている。一方でX線は電磁波の一種であることから波動性に着目し、物体透過後のX線の位相変化を画像化する位相コントラストの試みがなされてきた。位相コントラストを用いた撮影技術は、人体の軟部組織の描出感度が高いと考えられているが、巨大施設であるシンクロトロンの特異なX線源を必要とする等の制約があった。

この課題を解決するために、医療現場で用いられるX線管を使用することができるX線タルボ・ロー干渉計が議論されるようになった。当社は軟部組織描出を目的として、この技術を応用した臨床研究用装置を開発し、世界で初めて生体での撮影を行い、医用画像診断への適用可能性を検討したので、その成果を報告する。

【方法】

1. 原理

X線タルボ・ロー干渉計の概念図を図1に示す。X線管とDR(Digital Radiography)の間にG0格子、G1格子、G2格子が配置されている。X線管直後のG0格子はX線の干渉性を高める。干渉性の高いX線をG1格子に照射するとDRの入射面にG2格子と同じ周期の干渉像が生成される。光路上に被写体が存在すると、X線の位相変化によりX線が屈折してこの干渉像が歪む。これにG2格子を重ね合わせることで生じるモアレ縞をDRで検出して、位相コントラスト画像を生成することができる。

2. 臨床研究用装置

病院に設置するため、被験者と操作者と周囲環境に対する安全性を備えた臨床研究用装置を開発した。装置上部にX線管を配置してX線を下向きに照射し、装置正面から、水平面の撮影台上に撮影部位や検体を無理なく載せることができるような装置レイアウトとした。

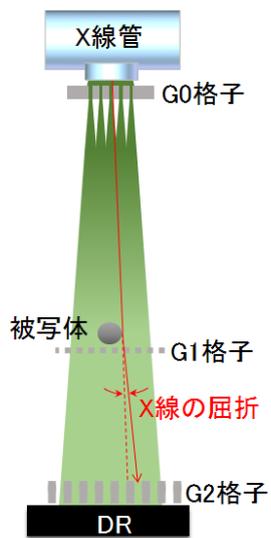


図1 X線タルボ・ロー干渉計

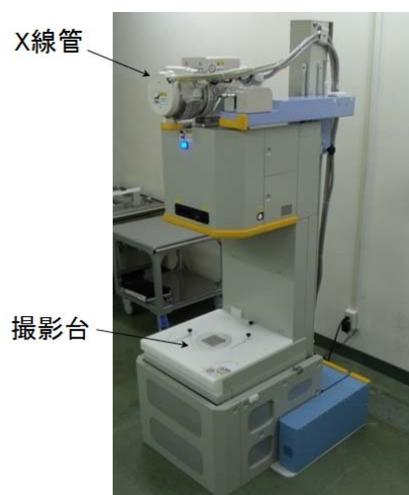


図2 臨床研究用装置

3. 撮影実験

乳癌手術で摘出した検体を撮影した。本技術は、従来と同じ吸収画像、物体の輪郭を鮮明に描出する微分位相画像、微細構造を描出する小角散乱画像の3種類の画像を出力することができる。特に、小角散乱画像にて腫瘍部分が低信号となり、腫瘍内部の微小石灰化とその周囲の組織が際立って描出された(図3)。

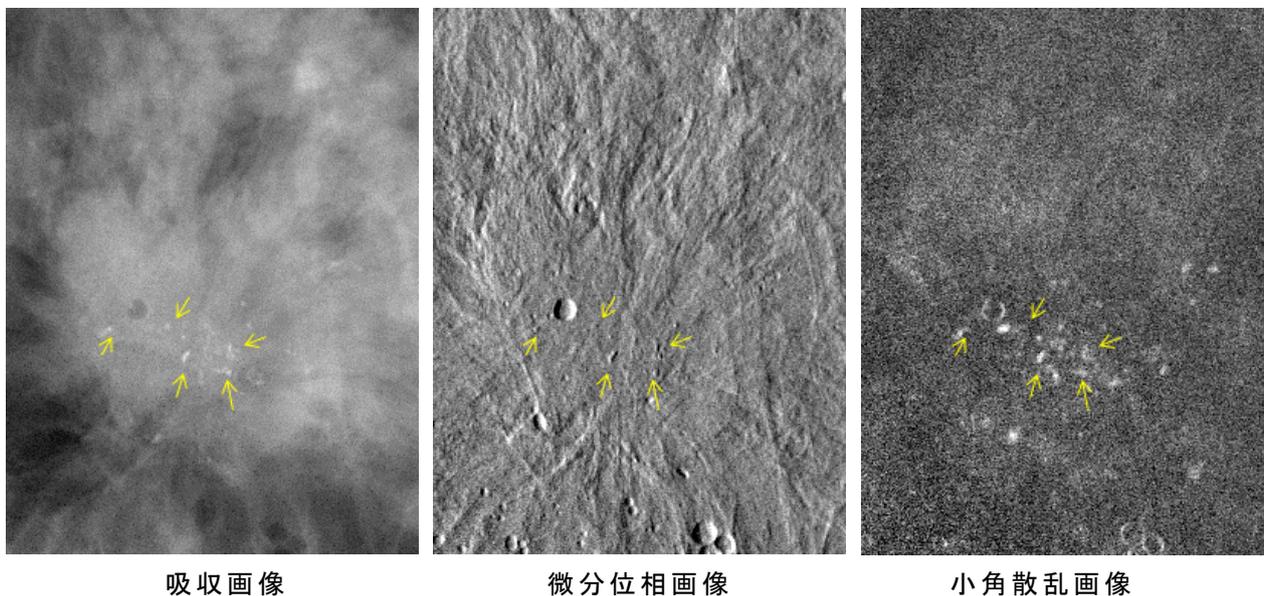


図3 乳癌手術で摘出した検体の撮影画像

次に、リウマチ患者と健常者の手指関節を撮影した。微分位相画像が軟骨を描出し、リウマチの進行による軟骨の形状や厚みの変化を検出することが確認された(図4)。

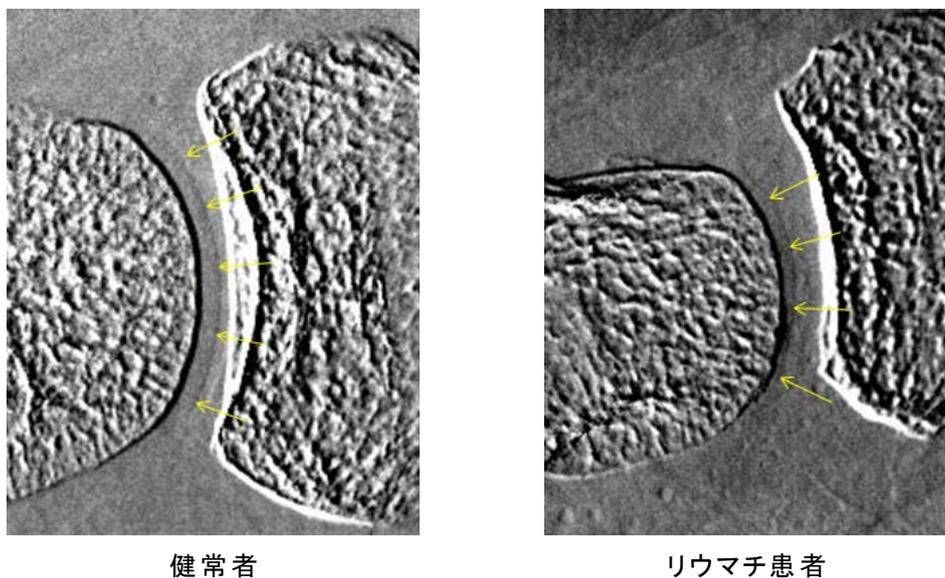


図4 手指関節の撮影画像(微分位相画像)

【おわりに】

X線タルボ・ロー干渉計が生体の軟部組織を描出できることを実証した。乳癌組織や軟骨の高精細な描写が、乳癌やリウマチの早期発見と早期治療に結びつくことが期待される。引き続き医療機関と連携した臨床研究、および装置開発を進め、医療の発展に貢献できるシステムの実現を目指す。

14. 胸部単純X線画像 Bone Suppression ソフトウェアの開発

コニカミノルタ(株) ヘルスケアカンパニー 開発統括部

小林 剛

【はじめに】

世界で一般的に利用され、且つ撮影数が多い胸部単純X線画像は、撮影は簡便だが広範な疾患を対象とするため読影は難しく、コンピュータ上での読影支援が有効な分野の一つである。

読影が難しい理由として、①画像内に数十種類の所見(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こと、②写りこむ複数の解剖的な組織(骨、血管、心臓、縦隔等)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ことがあげられる。特に②に関して、骨の組織(肋骨、鎖骨、肩甲骨等)は、肺野部に対して約7割がオーバーラップすると言われており、骨以外の病変の読影に大きく悪影響を与え、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といったリスクがあった。

当社はこのような胸部単純X線画像の読影を支援するアプリケーションとして、骨を減弱することで肺野の視認性を高める Bone Suppression 処理(以下BS処理)を開発した。本報では、本画像処理のアルゴリズムの特徴と、本アルゴリズムを最大限に活用する操作機能の特長を紹介し、読影効率改善の提案を行う。

【特長】

1. 処理アルゴリズムの特長と従来処理

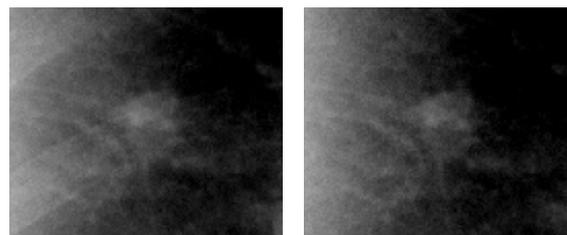
骨を減弱する従来技術として、Dual Energy Subtraction(以下DES)があり、臨床的効果があることが知られている。しかし、特殊な撮影を行うことから、新たな装置が必要であり、また、過去に撮影された画像はDES画像を作成できないこと、2回曝射法のDESでは、構造的な撮影の影響を受けボケ画像が生成されやすいこと、および、患者の被ばくが増加することなど導入への課題があった。

当社は、より身近に骨減弱効果を得る方法として、①肺野の認識、②骨の検出、③骨の減弱の3ステップで肋骨および鎖骨を減弱する画像処理手法によるBS処理を開発した(図1)。胸部単純X線画像において、肋骨および鎖骨の構造、および、それらの位置は被写体間で解剖学的に一定に保たれている。一方、骨の太さ、骨信号の強度などは被写体間や撮影条件の違いによりバラツキが大きく、更にはモダリティ毎に画像処理条件が異なる。これらのため、多種多様な画像における骨の信号を推定するロバスト性を持つ処理が求められていた。当社は、これらの課題に対応するため解剖学的な情報・知識を利用し、骨上に位置する淡い病変も骨と区別して認識し、骨に起因する信号変化のみを減弱することにより、骨に重なる病変や血管などの微細構造の信号はオリジナルのまま残すことで、病変等の視認性を改善している(図2)。

本BS処理の肺野結節病変に対する有用性に関する読影実験では、読影経験年数にかかわらず、全ての医師に有用であるとの結論が得られた¹⁾。



(a)オリジナル画像 (b)BS画像
図1 BS処理の例(矢印は肺結節病変)



(a)オリジナル画像 (b)BS画像

図2 肋骨上にオーバーラップした結節病変の例

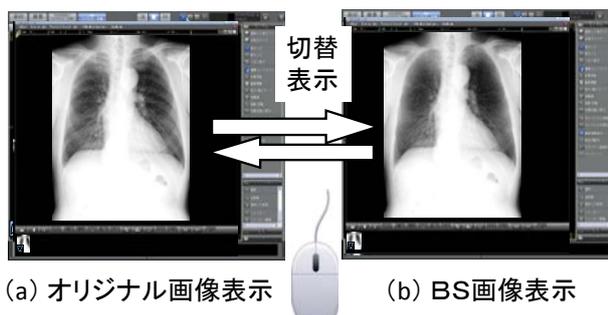
2. 操作機能の特長

本BS処理を最も効率よく利用して頂くため、医師の読影効率を最大限にする操作を実現し、当社開業医向けコンソール Unitea α (図3)に搭載した事例を紹介する。

オリジナル画像とBS画像を、マウスホイールの上下操作により、両画像を操作者の意思で自由に切り替えることで、視点を変えずに骨が減弱された状態が分かるよう設計した(図4)。本表示機能は人間の持つ残像効果により、減弱する組織と減弱しない組織の識別がしやすく、骨上に位置している病変に対する視認性を大幅に改善し、現行ワークフローを維持したまま読影効率の向上が期待できる。



図3 BS処理実装可能な Unitea α



(a) オリジナル画像表示 (b) BS画像表示

図4 BS処理の操作機能の例

【おわりに】

当社が開発した胸部単純X線画像用のBS処理について、多種多様な画像に対応するロバスト性を持つアルゴリズムと、視点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により、病院のワークフローを維持し、読影効率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等幅広く利用できる可能性がある。当社は今後も改良を継続し、多くの医師にBS処理の効果を提供できるよう努力していきたい。

【参考文献】

- 1) Miyoshi T, Yoshida J, Aokage K, Hishida T, Kobayashi T, Tsubura S, Katsuhara S, Kasai S, Sasano Y, et al.: "Novel bone suppression imaging technique in small lung nodule detection: Evaluation using localized ROC method" In Radiological Society of North America scientific assembly and annual meeting program RSNA2014,

15. FUJIFILM DR CALNEO® Smart の開発 ～ワークフローをスマートに～

富士フイルム(株) メディカルシステム開発センター

清水川 将

【はじめに】

カセット型 DR の普及に伴い、撮影室だけでなく病室や手術室等、さまざまな現場での利用が増加している。今回、当社では長年、数多くの医療現場に密着してきた経験を活かし撮影業務のワークフローを劇的に改善する「FUJIFILM DR CALNEO Smart」(以下 CALNEO Smart)を開発した。その数々の機能を紹介する。

【特長】

CALNEO Smart では基本的な撮影機能の向上はもちろん、ワークフローの改善を生み出す多数の新機能を搭載した。放射線科の撮影室の中だけでなく、病棟回診・在宅診療・災害派遣現場等でのさまざまなシーンでの撮影、また、カセットの清掃や充電といった撮影以外のメンテナンスも含め、使い勝手の良さを実現している。

1. ラウンドシェイプ、フラットデザインによる作業性の向上と革新デザイン

カセットの ISO規格サイズ準拠を維持しつつも、外観上の特長となる背面の大きな削ぎ形状(ラウンドシェイプ)によって、体下挿入時の患者に与える苦痛や挿入時の抵抗による技師の疲労などのユーザの身体的負荷を大幅に軽減することができる(図1)。また、バッテリー装着部やネジ・ラベルなどの凹凸部を可能な限り削減したフルフラットデザインにより、高い汚れ防止性、清掃性を実現し、カセット清掃の時間の短縮化が可能である。更に周辺機器も含めデザインを統一することで先進感・存在感のある製品を実現し、2014年度 GOOD DESIGN 賞を受賞した(図2)。

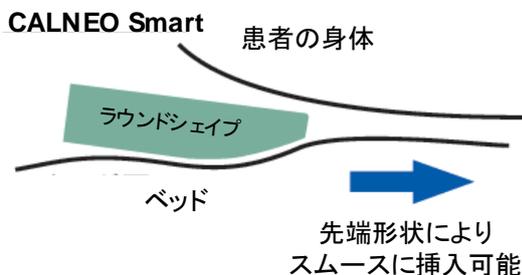


図1 ラウンドシェイプによる挿入性の向上



図2 周辺機器を含めた革新デザイン

2. 堅牢性、防水性と世界最軽量の両立

外装の材料として軽量高強度であるマグネシウムを選択、さらにダイキャスト時に補強リブを一体成型することで強度をアップさせた「シェル構造」を採用し、堅牢性の向上と世界最軽量である軽さ2.6kgを実現、女性技師でも簡単に取り扱うことができる。さらに、曲げ荷重に対する変形の量は従来モデルと比較して約1/6と大幅に強化され、救急時など担架上や不安定な場所におけるポータブル撮影等に対応することが可能である。

また、外装のつなぎ目は密閉構造を導入し、堅牢性の向上とあわせて IPX6相当の防水性(あらゆる方向からの強い噴流水による有害な影響がないレベル)を荷重を与えた時でも達成。災害現場等の屋外での使用およびその後の流水を用いた清掃も可能となった。

3. 独自の抗菌コート「Hydro Ag」による抗菌機能

CALNEO Smart では、カセット型 DR としては世界初の抗菌機能を外装表面に採用した。「Hydro Ag」は当社が写真フィルムで培った銀および精密塗布技術と、富山化学工業の細菌に関する知見を活かした新開発の抗菌コートである。一般的な銀系抗菌コートでは、表面の抗菌剤にのみ水分が作用し銀イオンを溶出するのに対し、Hydro Ag は超親水膜により膜内の抗菌剤にも水分が作用して表面へ銀イオンを溶出し、表面の銀イオン濃度を高く保つことで、従来にはない高い抗菌性能と長期間の有効性を両立した(図3)。Hydro Ag の有効性として①JIS Z 2801 準拠試験では、菌液接触1時間後に生菌数が検出限界以下に減少し、②病院環境を模擬した菌液を噴霧し25℃50%RHの条件下において保管した試験でも付着後6時間で生菌数が 99.9%以上減少した。いずれも従来技術に対し 100倍の効果を確認した(図4)。

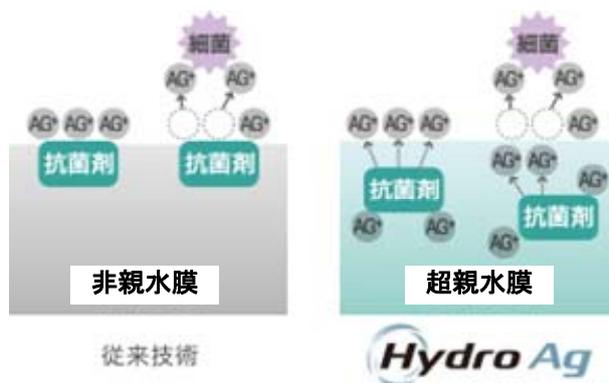


図3 Hydro Ag の抗菌機能

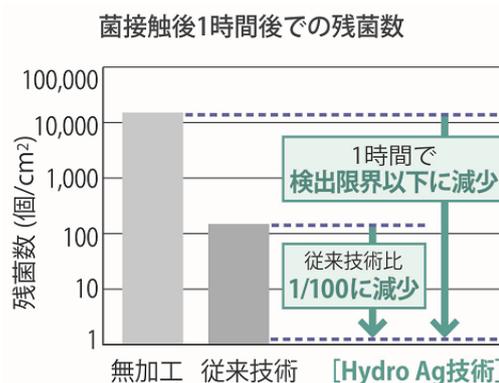


図4 Hydro Ag の抗菌性能

4. バッテリー持続時間および充電時間の改善

CALNEO Smartはスリープモードの動作を大幅に見直し、通常モードとのシームレスな切り替えを実現しバッテリー持続時間を約8時間まで向上させることに成功した。また、バッテリー持続時間 18.5時間を達成するエクストラスリープモードを新たに搭載し、バッテリー残量を気にせず安心して撮影を継続できる。

充電に関してはカセット型 DR 本体における急速充電を新たにサポートし、充電時間を4.5時間に短縮した。また、バッテリー残量が無くなった場合でも約3分の充電で30枚程度の撮影が可能であり、万が一のバッテリー切れの際のダウンタイムを最小限とすることができる。

5. 低線量撮影の実現

CALNEO Smart の、当社独自技術のISS方式による効率的なX線の検出システムを継承しつつ、さらに新開発の低ノイズ電気回路および高度な画像処理を組み合わせることで、従来のカセット型 DR 「CALNEO C」シリーズの半分程度のX線量でも同等レベルの高画質性能を実現している。

【まとめ】

CALNEO Smart はワークフローをスマートにする新機能と、従来モデルの基本性能の改善を組み合わせた次世代のカセット型 DR である。本報告で紹介した以外にも、屋外無線通信対応等、撮影室内部での撮影にとどまらず、アウトフィールド全体での使用に効果を発揮する。当社は今後も、医療現場のワークフロー向上、高画質化など、医療現場で求められるニーズに応える技術開発に挑戦し、さらなる医療の質の向上に貢献していく。

16. 「テクネガス発生装置」により生成したテクネガスの有用性

スター・プロダクト(株)
ドナルド カメロン

【はじめに】

昨年、当社より発売を開始した、「テクネガス発生装置 Technegas Plus」は、国内で 1994 年より発売されていた「テクネガス発生装置」の後継機種に当たる。

外観デザイン変更による取り回しの改良と、制御部の改善が行われているが、ユーザインターフェースを含め使用方法に変更はない。

本装置は、核医学検査室にて ^{99m}Tc (富士フイルム RI ファーマ社製ウルトラテクネカウ)を、本装置内の炭素製るつぼにて加熱し、テクネガスを生成、肺換気機能検査のために使用するものである。

肺換気機能検査は、肺の機能検査として SPECT カメラにより撮影するもので、血流の検査と併せて行うことにより、肺の機能状態を把握するのに使用するが、血流検査のみで行われている傾向も見られる。

本装置はオーストラリアの「サイクロメディカ オーストラリア社」で開発、生産、販売され、日本以外ではヨーロッパ、南米、カナダ、イスラエル、南アフリカ、東南アジア等の世界各国(米国はFDA申請中)で、合計1500台以上が稼働している。

なお、テクネガスを生成可能な医療機器は本装置以外に存在しない(当社調べ)。



図1 装置本体外観

【特徴】

この装置は、99.9%の炭素製るつぼに、0.14ml で670MBq 以上の ^{99m}Tc を注入してガスを生成し患者に吸入させる物である。ガス生成の概略工程を図2に示す。

特徴としては、

- 炭素分子にテクネシウムが結合した超微粒子であるため、その動きがほぼ気体と同じ物となる。

これにより、肺内部の換気に使用可能な領域まで到達し付着する。

- 肺内部に付着した後は、洗い流されるまでとどまるため吸入後撮影までの時間をおくことが可能である。
- 2000~2500CPS 程度のカウント数で SPECT 撮影が可能であるため、大変低い被ばく量で検査をすることが出来る。

特に女性の場合は胸部被ばく線量が低く済むため、乳がん等のリスクの低減につながる。

- 670MBq 以上の線量を持ったテクネシウムを使用すると、ガス生成に必要な時間は12分である。

また、事前に吸入してもらうことで、効率的に時間を使うことが可能となる。

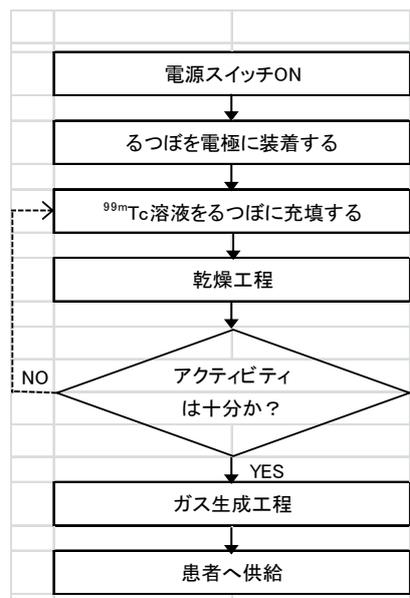


図2 ガス生成の概略工程

マイナス面としては、ガスの生成後に分子同士が結合を始めるため、分子サイズが大きくなり使用に耐えられなくなるという性質がある。

これを防ぐために、本装置はガス生成の10分後にガスを装置から吸入できなくする様に作られている。

ただし、乾燥工程終了まで操作を進め、その状態で保留し患者の準備が出来た段階で、ガス生成工程を実行することにより、この問題を回避することが可能となる。

ちなみに、ガス生成工程は30秒程度で終了するため、患者にとっての待ち時間はほぼ無い状態とも言える。

【まとめ】

本装置で生成するテクネガスを使用した肺換気機能検査には、

1. 低い被ばく線量で患者への負担を低減できる。
2. 肺泡到達率が高く、肺泡沈着後移動がないため SPECT 撮影向きである。
3. 粒子としての性格を持つため、高度閉塞性疾患では気道沈着があり、閉塞性肺疾患の診断に役立つ。
4. 数回の吸入で検査が可能のため、患者への負担が少ない。

等のメリットがある。

肺換気機能検査には、これらの点で本ガスが有用と思われる。

テクネガスによる検査方法は、1990年代に始まり古い技術、手間のかかる技術と思われがちである。

2000年代初頭には画像が粗い白黒のイメージが強く2枚の画像を見比べる作業が伴ったが、SPECTカメラの進歩、ハードウェア、ソフトウェアの画像処理技術の進歩により、画像のカラー化と鮮明化、換気と血流を合成した画像の作成等、当時とは得られる結果が改善されている。

今一度見直していただきたい検査である。

17. 超低線量 X 線診断装置「sterEOS イメージングシステム」

(株)メディテックファースト

水上 善弘

【はじめに】

sterEOS イメージングシステムは、フランスの物理学者 Georges Charpak がノーベル物理学賞を受賞した技術を医用応用したガス式 X 線検出器と極薄スリットビームによるスロットスキャン法を採用しており、画質に妥協することなく低線量 X 線による立位での正面/側面同時全身スキャンが可能である。また、取得された正面/側面画像を基に、統計学的骨輪郭モデルを逆投影することで、患者の立位での骨輪郭の 3Dモデルを作成する。さらにこのモデル上で様々なパラメータを 3D計測する。

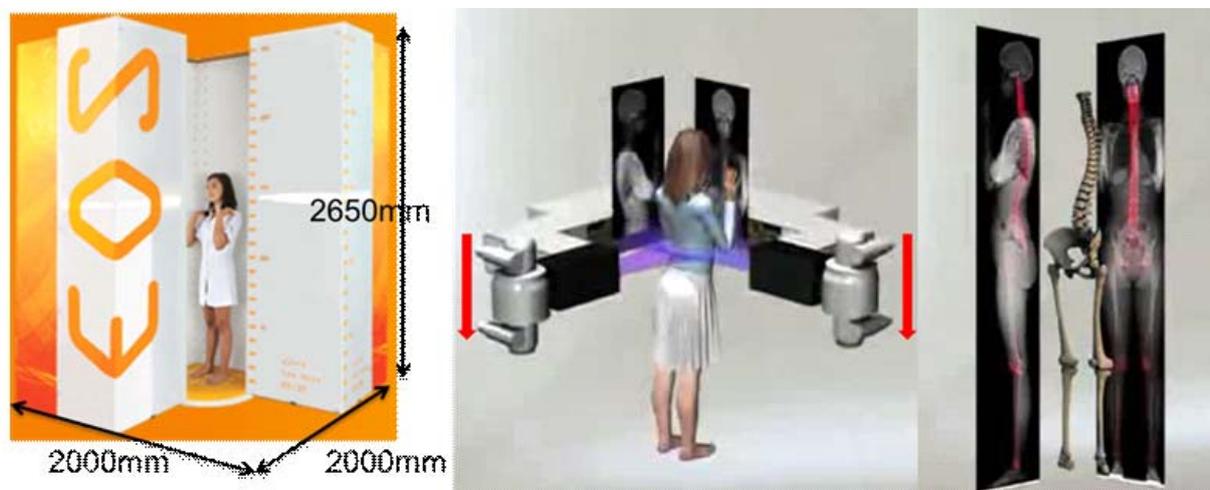


図1 装置外観とスキャン原理

【製品の特長】

(1) 2Dイメージング

本システムは、直行する形で配置された二つの画像取得装置を支持し垂直に可動するCアームを中心に設計されている。それぞれの画像取得装置は X線管球と多線式比例計数管(検出器)から構成される(図1)。各 X線ビームは、コリメータにより0.5mmのスリットビームとして照射される。数秒～十数秒のスキャンで全身または選択した身体部分の正面及び側面画像を同時に取得できる。以下の3つの特長により、高画質にもかかわらず CRの1/6～1/9という大幅な線量低減を実現している¹⁾。

①コリメータにより 0.5mm厚のスリットビームとして照射し、また検出器の入射窓も0.5mm厚に制限することで、発生する散乱線のほとんどを排除していること。

②検出器内で加圧されたキセノンと光子との電離作用を増幅する電子雪崩効果により電子の塊りが生成され、直接信号として変換される。このノーベル賞受賞原理の応用により、患者を透過する少量の X線が増幅されて大量の信号が得られること。



図2 全身及び各部位の画像例

③検出器の内部ゲインを調節することで、患者の体型やスキャン部位に合わせて反応を適合させることができる。これにより、30,000 のグレースケールでの非常に高コントラストな画像を得ることができること。

また、特に広範囲の撮影において、本システムでは長軸方向に拡大投影の影響を受けず、画像の繋ぎ合わせが不要なため、CR や DR に比べて撮影時間を短縮することが期待でき、さらに画像の繋ぎ合わせによる被ばく線量の増加や検査精度の低下を回避できる。

昨年追加された低線量機能「MicroDose」では専用フィルタ及びプロセッシングにより、小児の全身2方向撮像で $60 \mu\text{Sv}$ という自然放射線数日分レベルの超低線量でのスキャンが可能である。

(2) 3D モデリング

取得画像が同時性及び直交性を併せ持つことを利用して、本システムでは付属の3Dワークステーションを用いて、立位での骨輪郭の3Dモデルを作成することが可能である。3Dモデルは、統計学的な骨輪郭の理論モデルに、2方向 X 線撮影画像で検知された骨輪郭が逆投影されることで行われる。まず、操作者によって同定された解剖学的ランドマークによって最初のモデルが作成される。この最初のモデルの輪郭は自動検出により X 線画像に投影され適合される。その後、手動により3Dモデルの輪郭を X 線画像の骨輪郭に合致させる事でモデリングが完成する。

また、このモデル上で種々のパラメータの自動計算を行うことが可能である。従来の2D画像による計測では、投影誤差により十分な精度での計測ができなかったが、本システムでの3D計測では、誤差の少ない正確な計測が可能である。

現在 3Dモデル適応部位は胸椎・腰椎・下肢であるが、適応拡大のため開発が進行中である。

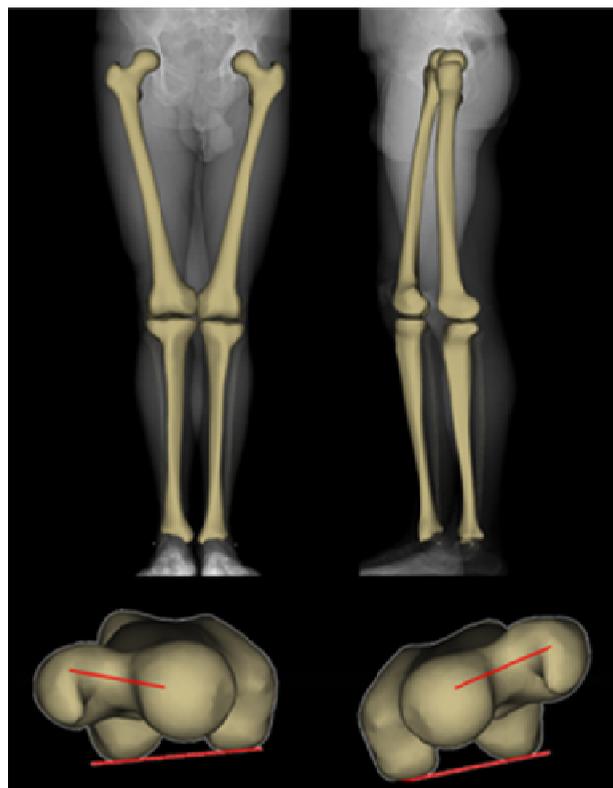


図3 3D モデル例(下肢)

【おわりに】

sterEOSイメージングシステムは、CR の $1/6 \sim 1/9$ の低線量で 30,000 のグレースケールという高コントラストの画像が取得できる X 線撮影装置であり、ALARA (As Low As Reasonably Achievable: 社会的、経済的要因を考慮しながら合理的に達成可能な限り低く) の概念に則った優れた X 線検査が可能である。

【参考文献】

- 1) Deschenes S, Charron G, Beaudoin G, Labbele H, Dubois J, Miron MC, Parent S.-Spine(Phila Pa 1976) 2010 Apr 20;35(9):989-94

18. 医療画像診断装置 Mimics Innovation Suite －3次元画像診断から実物大3Dプリントモデルまで－

マテリアライズジャパン(株) バイオメディカルエンジニアリングチーム

白石 泰子

【はじめに】

一般 X 線撮影装置、超音波診断装置、CT、MRI、PET など医療画像診断技術の進化とともに生体画像の 3D または 4D での「可視化」が一般化され、今や 3D 技術は単なる Visualization だけにとどまらず、実物臓器モデルの造形にまで及んで、「直接手に触れてみる」技術にまで至ってきた。当社は 1990 年ベルギーで設立以来 25 年にわたり「3D データと積層造形」を事業の柱に世界各国で展開し、日本市場において 2014 年 11 月医療機器に認証されたことで、今後さらに「医療現場における 3D 画像診断と 3D 造形モデルの融合」に貢献すべく、本製品について紹介する。

【概要】

医療画像診断装置 Mimics Innovation Suite

1. DICOM イメージデータから 3D 画像

2D データと 3D データ間の橋渡しをエンジニアリングアプリケーションとして、Mimics により、2D データ (CT/MRI/3D 超音波/マイクロ CT など) を処理し編集して、3D モデルを作成。



図1 医療画像診断装置 Mimics Innovation Suite 外観図

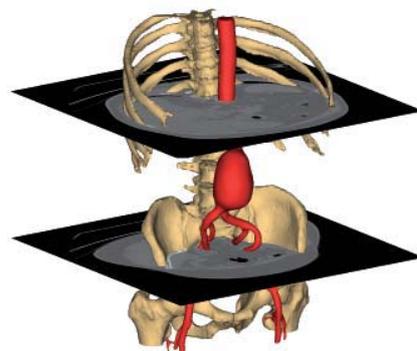


図2 部位抽出図

- 2D だけではなく 3D 計測より、CT/MRI の断層画像から表現できなかった全体像からの計測が可能
例：2 点間・表面形状上の距離、角度、円・球に適合した直径、肉厚、部位比較、屈曲等の測定
センターラインを作成して、センターラインに直行した断面での断面積、外周、直径、ねじれ等の測定

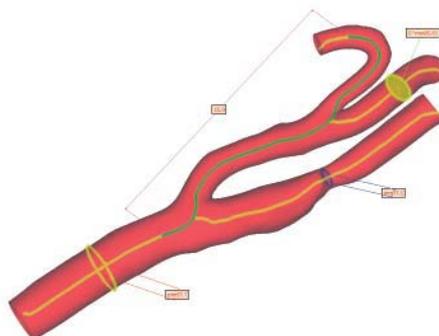


図3 センターラインを使った計測

- 仮想シミュレーションツールより、多様な手術アプローチの手術計画を立案、術後評価が可能
例：骨切り術の切断面、骨部位の再配置、プレートおよびねじの配置、インプラントの位置合わせ、骨延長器の配置等のシミュレーション、体積等の測定により、移植に利用可能な骨の評価、サイジング、必要な場所への骨のインプラント位置確認を実行

2. 3D画像編集と外部出力

- 複雑な臓器、組織の3次元的編集の場合

インポートした2D画像データから仮想3Dモデルを作成し、水平断面、正面断面、側面断面ビューをナビゲートできるので、そこから2Dビューの1つまたは直接3Dモデルで、データを操作して、セグメンテーションツールにより、CT/MRI画像のセグメンテーションと2次元測定、3Dモデル上での測定を可能とする。最終的には3Dデータを様々な出力フォーマット、例えば積層造形(3Dプリンティング)などのアプリケーションとして出力。

• 3Dプリント造形

Mimicsで作成した仮想3Dモデルにより、積層造形技術(3Dプリンター)を用いて、「3D実物臓器モデルの造形」をすることができます。Mimicsはきわめて複雑な生体形状でも、様々なツールにより造形機に出力でき、3Dプリント実物モデルが完成します。実物モデルの有用性は以下のとおり。

- 特定病変をさらに深く洞察するために生体の解剖学的構造を3次元的に抽出により術前準備が可能
- 治療方法について患者様や医療チームとのコミュニケーションが可能
- 術前の手術計画、術後検証により手術の評価が可能
- プレートやインプラントなどの位置あわせにより手術の術前準備が可能
- 実際のモデルを使用した医学生への解剖学教育への応用が可能



a) Mimicsで作成したCTからの3Dモデル b) a)3Dモデル(STL)を3Dプリンタで造形

図4マテリアライズ社製 CTから抽出した心臓の3Dプリントモデル

19. 耐熱性・耐湿性を高めたファイバークリッドの開発

Jpi ジャパン(株)
良知 義晃

【はじめに】

この度、当社は高透過率かつ高耐久性のファイバークリッド(図1)を開発したのでここで紹介する。

従来のファイバークリッドは構成素材の特性上、湿度や温度変化に弱く、環境による形状変形が発生しやすい。ファイバークリッドの保管温度条件は一般的に-20℃~40℃といわれているが、輸送時に起こる大きな温度・湿度変化や、日本のような高温多湿の環境下で形状変形が起こりやすい。この形状変形は、画像に大きな影響を及ぼすため、ファイバークリッドの縁にアルミフレームを付けたり、アルミニウム、または剛性の高いカーボンファイバーのカバーを使用しているが、完全な改善には至っていない状況である。

【製品特長及び評価試験結果】

1. 形状変形の原因

従来のファイバークリッドに使われている接着剤(ストリップやカバーの接着に使用)は、低温融解の素材であり、40℃以下での熱による製品の収縮膨張を抑制することしかできなかった。そのため、温度が50℃近くまで上昇し、さらに高湿の条件が加わると接着剤が融解しやすくなる。



図1 JPI ファイバークリッド

2. 改善方法及び製品特徴

当社では、樹脂系列の接着剤を取り入れ、最高 80℃までの高温でも熱膨脹を抑制することができる接着剤を開発した。これにより、一般的な輸送・保管・使用条件下では形状変形の起きにくい高耐久のファイバークリッドが実現できた。

3. 試験結果

表1 テスト製品の仕様

Sample1	240mmDIA 41本/cm 10:1 FD:100cm	中間物質:ファイバー カバー:カーボン
Sample2	380×380mm 60本 13:1 FD:100cm	
Sample3	430×460mm 70本 15:1 FD:100cm	

1) 温湿度サイクル試験

IEC-60068-2-38 に基づいた温湿度サイクル試験(図2)を行ったが、サンプル全てに目視で認識できる形状変形は見られず、撮影画像にも変化はなかった(図3)。

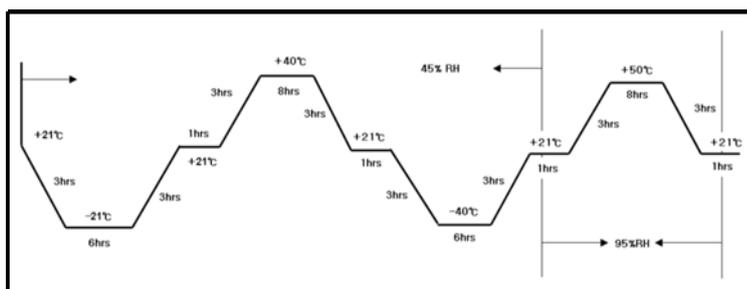


図2 温湿度サイクル試験

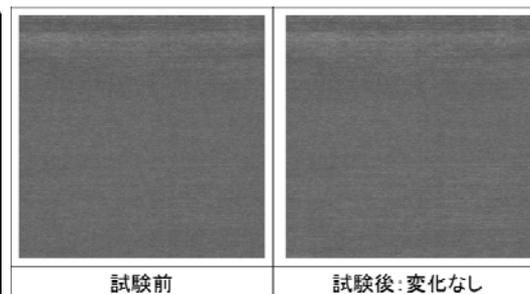


図3 Sample3 の撮影画像

2) 極限試験

耐久性検証のために極限試験(図4)を行ったが、サンプル全てに目視で認識できる形状変形は見られず、撮影画像にも異常はなかった(図5)。

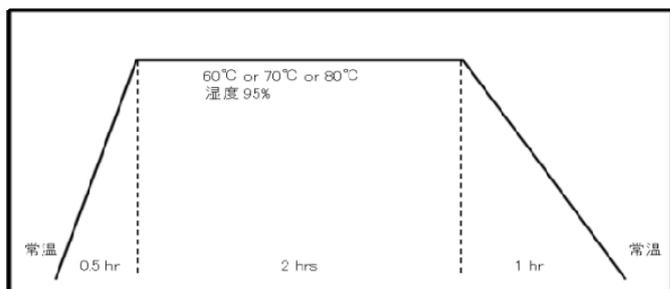


図4 極限試験

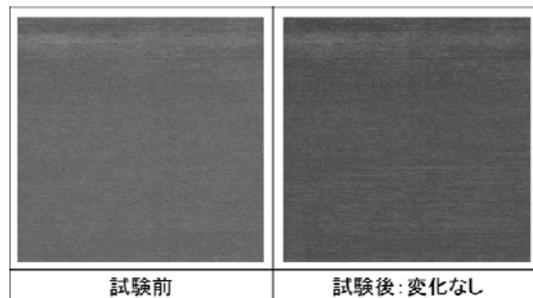


図5 Sample3 の撮影画像

3) 変形測定

各温湿度試験を行った後、定盤の上でテストサンプルの各コーナ部分の厚さを測定し、偏差を求めた。この時、各コーナを C-01、C-02、C-03、C-04 として設定した(図6)。Sample2 において 0.22mm の歪曲が発生したものの画像に変化はみられなかった(図7)。

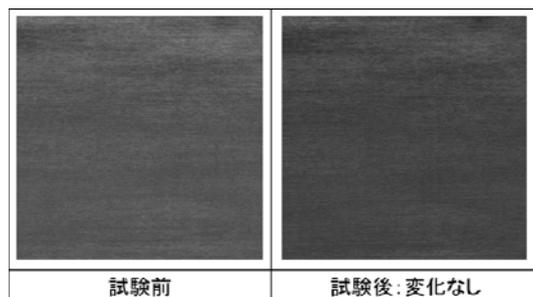
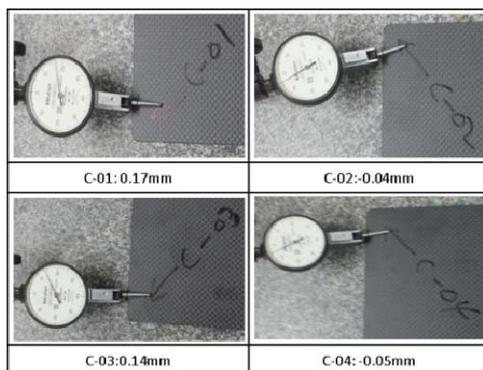


図7 Sample2 の撮影画像

4) 各試験結果まとめ

表2 試験結果

Test	温度	湿度	時間	画像	変形
温湿度サイクル試験	-40°C~50°C	95%	110hrs	問題なし	問題なし
極限試験	60°C	95%	2hrs	問題なし	問題なし
	70°C	95%	2hrs	問題なし	問題なし
	80°C	95%	2hrs	問題なし	最大 0.22mm 歪曲発生

注) 上記テスト結果は長期間の使用時の影響を保証するものではない

【結論】

当社のファイバークリッドは、上述のように輸送・保管・使用条件のマージンが拡大され、より高い信頼性と性能安定性及び十分な耐久性を確保することができた。今後もユーザからの意見・要望を真摯に受け止め、製品開発に積極的に取り組む所存である。

20. MAMMOMAT Inspiration、MAMMOMAT Fusion 各検出器の開発

シーメンス・ジャパン(株) ヘルスケアクリニカルプロダクト事業本部 XP ビジネスマネージメント部

橋本 尚美

【はじめに】

近年、検出器としてフラットディテクタ(以降FD)を搭載したデジタルマンモグラフィが普及し、定着しはじめている。それに伴い画像診断環境もフィルム出力からモニタ出力の診断へと急速に進んでいる。また、デジタルマンモグラフィの進化は目覚ましく、数年前には最新技術であったトモシンセシステクノロジも現在では臨床的有用性の発表まで増えて来ている。一方、デジタルマンモグラフィの普及に伴い、被ばくにおける意識が薄れつつある。その理由の一つとして、画像処理パラメータの充実により、適切な X 線量が分かりにくくなっているためである。

そこで、「MAMMOMAT Inspiration」は、開発の段階から、2D撮影だけでなくトモシンセシス追加撮影を行う場合に受けるトータル被ばく線量とその画像処理のバランスを重視し、感度の良い直接変換方式FDを搭載した。2013年には、被ばく線量をさらに低減させるため、グリッドレス撮影による低被ばく技術を用いたプライムテクノロジーを搭載した。

2014年10月には、一次診断向け機種として「MAMMOMAT Fusion」を展開し、次世代型間接変換方式FDを搭載している。

本稿では、マンモグラフィの検出器として誕生したこれらのFD及びグリッドレス低被ばく技術について述べる。

【背景】

当社は、デジタルマンモグラフィの第二世代として「MAMMOMAT Inspiration」を発表。これは、開発時よりトモシンセシス撮影を行うことを考慮し、設計された装置である。トモシンセシス撮影で大切なことは、2D画像診断にトモシンセシス画像診断を加えることで、診断能を向上させることである。そのためには、トモシンセシス画像は、全てのスライス面でボケのないクリアな画像が必要となる。ここで当社が考えるトモシンセシス技術の重要なポイントを5つあげる。

1. 振り角が大きいこと
2. ばく射回数が多いこと
3. トータル線量が低いこと
4. 皮膚面から皮膚面までの全てのスライス面が鮮明であること
5. 撮影時間が短いこと

当社では、先に述べたとおり、診断能向上を目的とする追加撮影によるトモシンセシス画像は、ボケないことが重要と考え、上記4を目的とし、最終的には上記1～4を網羅する開発を行った。全ての面でクリアなトモシンセシス画像を得るためには、より情報量を多く持つことがキーとなる。そのため、トモシンセシス撮影時のX線管の振り角は $\pm 25^\circ$ (トータル 50°)とし、25回の曝射を行っている。この技術により、得られるトモシンセシス画像は全ての面でクリアである。しかし、振り角を大きく、ばく射回数を多くすると、トータル線量が高くなることが懸念事項となる。

以上の課題を克服するために、当社では、トモシンセシス撮影を考慮した高感度FDの搭載を行った。

【特長】

(1) MAMMOMAT Inspiration に搭載の直接変換方式 FD

トモシンセシス撮影を考慮したこの直接変換方式FDは、高感度であるため、少ない線量で高画質を実現している。2D撮影では約4cm厚の乳房で約1mGyで撮影を行え、トモシンセシス撮影における25回ばく射のトータル線量は約1.5mGyである。

また、X線がFDに入ると直接電気信号に換わる直接変換方式FDは、すぐに信号を得ることが出来るため、トモシンセシス撮影などのパルス連続撮影に適しており、トモシンセシス撮影時にも、ピクセルサイズは、2D撮影時と同じ85 μ mで行うことが出来る。

撮影時間がかかるという課題は残るが、診断能向上を目的とした技術であり、この撮影時の痛み軽減の工夫として、柔らかくしなる圧迫板を搭載している。

(2) MAMMOMAT Inspiration に搭載の低被ばくテクノロジー

2D撮影に追加撮影としてトモシンセシス撮影が加わった近年、念頭に置くべき事項としてトータルでの被ばく線量は欠かせない。そこで、当社では新たに低被ばくテクノロジーを開発した。元々、感度の良いFDを使用することで低被ばくが実現出来ているが、さらに低被ばくを追求した技術である。

乳房に直接X線が入射すると散乱線が発生し、その散乱線が画像へのノイズとなる。散乱線を除去するために、従来はグリッド撮影を行っていたが、グリッドにて直接X線もカットされ、画像を得るために多くの線量を必要とされていた。

当社では、グリッドを除去して撮影を行うことで、約20%(当社従来比)の被ばく低減を実現し、散乱線の画像への影響を、ソフトウェアにて除去する世界初のプライムテクノロジーを「MAMMOMAT Inspiration」に搭載した「MAMMOMAT Inspiration Prime Edition」を2013年8月に発表した。これは、アナログマンモグラフィでは実現出来なかったデジタルならではの画像処理を利用したテクノロジーとも言える。

(3) MAMMOMAT Fusion に搭載の次世代型間接変換方式 FD

ピクセルサイズ83 μ mを実現した次世代型間接変換方式FDを搭載した「MAMMOMAT Fusion」は、撮影インターバル(撮影後、次の撮影可能までの時間)を短縮出来、スクリーニングには最適な装置である。また、「MAMMOMAT Inspiration」での同等の特性を示すような画像処理開発を行った。

【まとめ】

以上、トモシンセシステクノロジーに適した直接変換方式FDとX線インターバルの短縮が図れる次世代型間接変換方式FDについて紹介した。現在までのところ、当社では、バイオプシに関しては画像特性の観点で直接変換方式を利用している。しかし今後は次世代型間接変換方式の画像特性を進展させ、日本人乳房に多い高濃度乳房画像においても高画質が得られることを実証し、淡い石灰化病変に対する高いバイオプシ検査の実現を目指す。



図1 MAMMOMAT Inspiration トモシンセシス



図2 MAMMOMAT Fusion 外観

21. 新型FDを搭載したX線撮影装置「Ysio Max」の製品コンセプト

シーメンス・ジャパン(株) ヘルスケア クリニカルプロダクト事業本部 XP ビジネスマネージメント部
林 昭人

【はじめに】

当社では、ワイヤレスFDとフルオートポジショニング機能を組み合わせた、X線一般撮影装置「Ysio (イージオ)」をリニューアルし、2014年12月、新たに「Ysio Max(イージオマックス)」として販売を開始した。新開発のワイヤレスFDを採用し、軽量スリム化や機能性の刷新を図り、システム構成の選択肢を拡大し、新たな運用ニーズへの対応を目指した。CRからFPDへの移行が進む病院施設の一般撮影部門において、より扱いやすいワイヤレスFDとフルオートポジショニング機能の相乗効果により、画像品質と効率性の向上、そして検査負荷低減を両立させる検査環境の提供を目指す。本稿ではこの装置の製品コンセプトと今後の展開について述べる。

【背景】

当社は2008年、世界初となるワイヤレスFDとデジタル一般撮影装置とを統合させたシステム「Ysio」を発表。X線管ユニットを任意ポジションに電動移動できる5軸回転機構を採用し、任意の撮影ポジションをワンタッチで再現できる機能を搭載させた。また、X線検出器として、43cm×43cmクラスの固定式FDに加え、40cm×35cmのワイヤレス式FD「wi-D」を搭載。撮影時にフルオートでX線管ユニットポジションをリモート制御でき、被検査者のそばを離れることなく、位置合わせやケアに集中できる機能を持たせた。また、1件の撮影検査時に、固定FDとワイヤレスFDとを併用する際にも、各画像データを一元的に統合管理でき、簡単に代替検出器や代替撮影ポジションを選択できる。このため、撮影方向や枚数が多い整形外科系の検査や、高齢なため位置合わせの協力が得られにくいケース、他体位での撮影を余儀なくされることの多いケースなどで効果を発揮してきた。しかし近年では、軽量化、サイズの多様化、データ収集機能等が強化されたFPDが各社から発表され、初期に開発された当社ワイヤレスFDの軽量化、機能強化への対応が課題となっていた。

【主な新機能】

以上の課題を克服し、今後予測される新しいニーズへも対応できるよう、新しい製品の在り方を目指す製品コンセプト「MAX = Multiple Advances in X-ray」を立ち上げた。これはX線撮影装置における個々の機能を相互に連携させ、より大きな運用効果、臨床効果を目指そうというものであり、今後の当社のX線撮影装置に共通した指標となることを想定している。今回の「Ysio Max」は、このMAXコンセプトに沿って開発された最初の製品であり、以下のような主な新機能を有する。

(1) フルオートポジショニング機能の改善

フルオート式の装置では、X線管を任意のポジションへ移動できるため、操作者は被検査者から離れることなく、患者の位置合わせやケアに集中できる。このポジション移動の際、複数の回転移動軸を同時並行制御することで、X線管ユニットを最短経路で制御できる「Aim FAST」機能を搭載した。X線管は移動速度を上げることなく、安全に移動時間を短縮させることができ、ポジショニングに要する時間を短縮させることができる。

(2) ワイヤレスFDの軽量スリム化と多様化

従来のワイヤレスFD(視野サイズ 35cm×43cm、外形厚 25mm、総重量 4.8kg)の見直しを図り、新型ワイヤレスFD「MAX wi-D」(同 35cm×43cm、19mm、3.0kg)を搭載した。軽量化、スリム化だ

けでなく、画像表示や充電時間の短縮など、運用面における機能も向上させている。

また、新たに小型ワイヤレスFD「MAX mini」(同 27cm×33cm、16mm、1.6kg)をラインナップに加え、整形系、小児系など多様な撮影ニーズに対応させた。

(3) X線管ユニットとワイヤレスFDとの連携機能を強化

ワイヤレスFD内「MAX wi-D」内に傾斜センサを搭載し、傾斜角度情報をX線管ユニット上の液晶タッチパネル上に表示できる機能を搭載した。この他、X線管ユニット、ワイヤレスFD、そして画像処理装置を一元的に開発することで、これらの連携を活かした画質向上、被ばく低減、画像データ管理のための機能を多数搭載した。

(4) FDの選択枝を拡大

FDはワイヤレスタイプに加え、固定タイプ(視野サイズ 43cm×43cm)にも対応。

装置購入時に立位スタンドおよび臥位テーブルに対して、固定型FDかワイヤレス型FDの選択を行える。また、小型ワイヤレスFD「MAX mini」の追加も行え、最大で計4枚のFDを運用できる。これらFDの組み合わせにより、より施設の検査方針に沿った最適なシステムの提案が可能になる。

【今後の展開】

今回のYsio Maxは、MAXコンセプトに基づいてリニューアルが図られたが、MAXコンセプトの最終的な目標は、ワイヤレスFDを共有するX線透視撮影装置全体の相互連携により、さらに大きな運用効果、臨床効果を目指そうというものである。

既にRSNA2014において、ポータブル撮影装置MOBILETTE MiraのMAX版についても発表を行っている。使用するワイヤレスFDは、YsioMax用と同一タイプで共有することができ、X線装置群全体を統合された大きなシステムとしてとらえることで、臨床・機能性と運用性、そして経済性に優れた新たな撮影検査環境を提供できると考える。

【まとめ】

MAXコンセプトに基づいてリニューアルされた新製品「Ysio Max」について紹介した。今後も、このMAXコンセプトに沿った新製品を統合的に展開していき、顧客のニーズに沿った最適なX線撮影環境を提供していく所存である。



図1 Ysio Max 外観



図2 ワイヤレスFD(MAX mini /MAX wi-D)

22. 乳房画像表示用 500万画素(5MP)カラー液晶ディスプレイの開発

(株) J V C ケンウッド プロフェッショナルシステムセグメント ヘルスケア事業統括部
長谷川 幹夫

【目的】

乳がん画像診断はマンモグラフィだけでなく、超音波やMRIにも併用される。超音波診断では通常画像だけでなく、ドップラーによる血流画像やエラストグラフィによる腫瘍の硬さ評価の画像が使用されるようになり、通常画像との合成イメージのために画像のカラー化が進んでいる。またマンモグラフィ診断に Computer Aided Detection (CAD)が多用されるようになり、CADの自動検出結果のオーバーレイ表示などにおいてもカラー表示が求められてきた。

そこでこのような市場要求に応えるために乳房画像表示用500万画素カラー液晶ディスプレイを開発したのでここではその技術と優位性について述べることにする。



図 1 外観

【特長】

1. 開発背景

マンモグラフィ用ディスプレイはモノクロの5MPディスプレイが推奨されてきたため、読影ワークステーションには通常 5MP が 2 面と、1~2MP 程度で低輝度なPC用ディスプレイが装備される。この読影環境において、増え続ける超音波やMRIのカラー画像を表示するためには、ローグレードの 1MPのPCディスプレイを使用するか、別の一般用ワークステーションへの移動が必要である。そのため増え続けるマンモグラフィ診断件数はこのカラー画像の増加によってさらに読影医の負担を強いることになる。

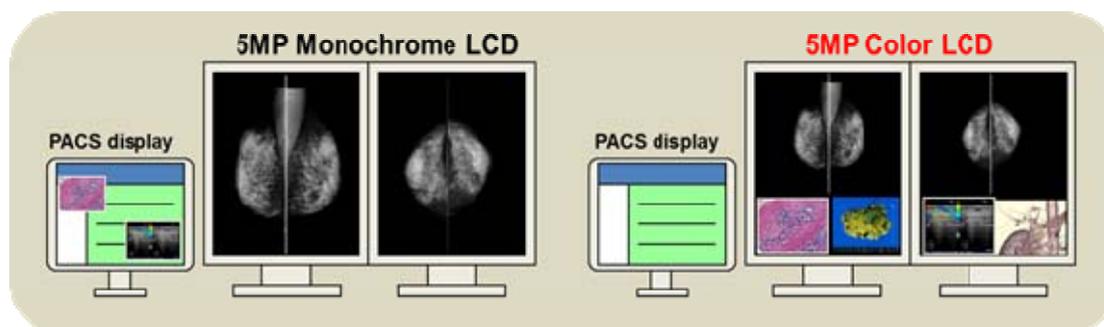


図2 マンモグラフィ用読影ワークステーションにおけるカラー画像表示

これに対して当社はマンモグラフィの読影に供するために従来と同じ0.165mmピクセルピッチの高解像度を有する5MPカラーディスプレイを開発した(図1)。

2. 技術的優位性

5MPのカラー液晶ディスプレイのピクセルは5MPモノクロディスプレイと同じ0.165mmピクセルピッチであり、これにより緻密な画像表現を実現する。そして500cd/m²のキャリブレーション輝度も同じである。唯一異なるのはサブピクセルが持つRGBのカラーフィルタである。従って読影者はこれまでとまったく同じ読影環境を維持しながらカラー化に於けるメリットを受ける。物理的な性能である解像特性 (modulation transfer function: MTF) は同等以上である (図3)。

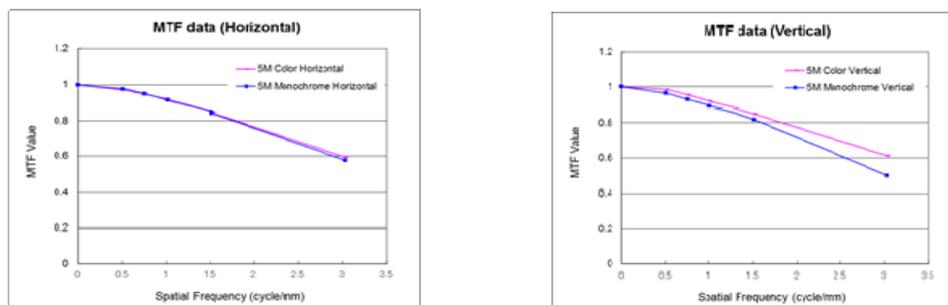


図3 解像度特性 MTF 5MP カラーとモノクロ比較データ

3. マンモグラフィ医師による読影評価

20年以上の読影経験を持つ医師により、70ミクロンの直接変換型マンモグラフィの比較試験を行った結果、5MP カラーディスプレイが優るという評価を得た。医師の共通のコメントは「乳房画像内のより低い黒レベルにより、コントラストが良好に見える」であった。また、最近登場した8MPのカラーディスプレイについて縦方向に2160ピクセル程度しかない解像度について不足を訴え、この5MPカラーの有効性を主張している。また他の経験年数20年以上の放射線科医師はあるレポートで、30インチクラスの大画面1面のディスプレイについて視点移動のための首の疲れを指摘している。この点で12MP、10MPディスプレイでは約700mmある本体の横幅に対して視点移動が余儀なくされることから (図4)、大画面によるマンモグラフィ読影スタイルが必ずしも適切でないという結果になった。

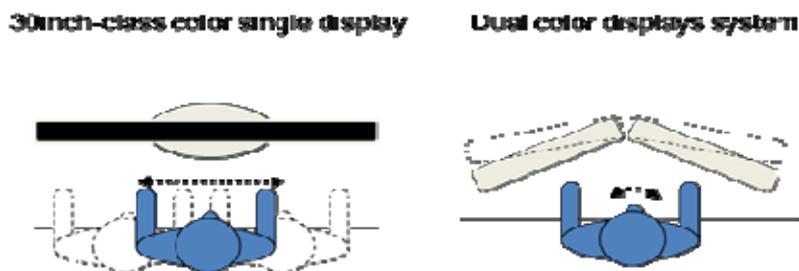


図4 大型ディスプレイによる視点移動による疲労

これまでと変わらない2面構成のディスプレイは、医師それぞれが自由な配置を選ぶことができ、視点移動の少ない疲れのすくない読影環境を実現できる特徴を有する。

【結語】

当社5MPのカラーディスプレイは、マンモグラフィの読影に最も必要とされる高解像度を維持したままで高精細なカラー画像表示を行う。また従来と変わらぬ読影環境を提供し、医師それぞれの希望配置に対応することが可能で有る。今後カラー画像やCAD活用の増加とともにマンモグラフィ診断においては、5MPカラーディスプレイを装備した読影ワークステーションが不可欠になるであろう。

23. 高速・広範囲撮影と高画質を両立した64列CT装置 Supria Grandeの開発

(株)日立メディコ CT・MR マーケティング本部

萩原 久哉

【背景】

当社は、1975年に国産初の頭部用CT装置1号機を国内大学病院に設置してから、2015年で40周年を迎えた。この間、全身用CT装置の開発やヘリカルスキャン(ボリュームスキャン)法の開発による撮影時間の短縮、そして検出器を多列化したマルチスライスCT装置など時代に合った開発を行い、高い空間分解能、高速回転撮影、高い時間分解能、高精細な形態情報などを提供するCT装置として、国内外で高い評価をいただいている。

そこで、当社はCT国産化40周年の節目となる今年、高速・広範囲撮影と高画質を両立させることを目的に、コンパクト&ハイパフォーマンスをコンセプトにした64列マルチスライスCT装置 Supria Grandeを開発した。

【特長】

1. 高速・広範囲撮影と高画質を両立

16列CT装置で胸部(30cm)を最小スライス厚0.625mmで撮影する場合、14~22秒の息止め時間が必要である*1。一方、息止め時間を短縮するために高速モードで撮影する場合、7~11秒の息止めで撮影可能だが、最小スライス厚が1.25mmになる。

これに対して、Supria Grandeでは最小スライス厚0.625mmで胸部を4~6秒で撮影可能である。高齢者など息止めの難しい被検者や、検査中に姿勢を保つのが困難な被検者の検査等に広く使用できる。

また、最小スライス厚0.625mmでルーチン検査を行うことができるため、スキャン面内と同等の体軸方向分解能を持った等方性のMPR画像が再構成可能となる。

さらに、撮影時に設定したFOVに関わらず、常時最大FOV(50cm)のデータを収集・保存する。例えば、姿勢を保つのが困難な被検者の頭部撮影において設定したFOVから画像が欠損した場合でも、最大FOV内であれば、欠損部分を再構成することが可能なので、再撮影する必要がない(図1)。

*1 当社16列CT装置で撮影した場合

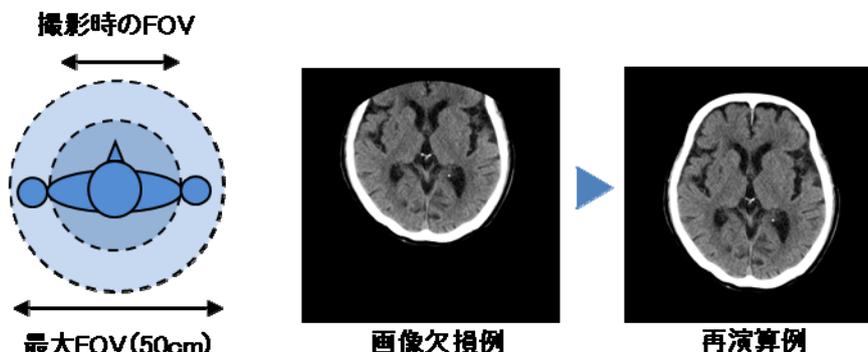


図1 最大FOV内での再演算例

2. 更新ニーズに応えるコンパクトなスキャナガントリ

Supria Grandeは、被検者の不安を視覚的に軽減するため、75cmの大開口径でありながら、幅2m・高さ1.85mを下回る小型化を実現したコンパクトなスキャナガントリを採用している。当社従来64列CT装置と比較して、ガントリ幅を約15%、高さを約10%サイズダウンさせた。また、当社従来64列CT装置よりユニットが1つ少ない3ユニット構成^{*2}(スキャナガントリ、寝台、操作卓)で、CT検査室のスペースを有効活用できる。標準寝台との組み合わせでは、従来シングルスライスCT装置相当の最小12 m²のCT検査室にも設置可能である(図2)。

また、コストパフォーマンスに優れた5MHU X線管球を採用しているため、CT装置のランニングコスト軽減も期待できる。

さらに部屋の電源容量に合わせて75kVAまたは50kVA、また部屋の大きさに合わせて標準寝台またはロング寝台を選択できるため、CT更新時の選択の幅が広がる。

*2 電源電圧が200VACの場合

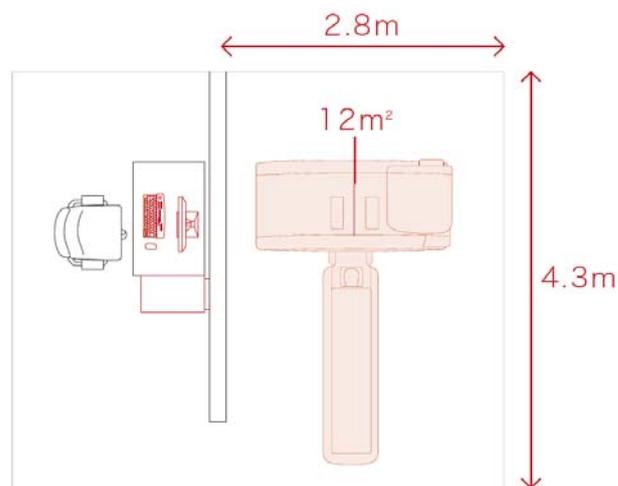


図2 最小12 m²の設置スペース

3. 線量を最適化する先進の技術を標準搭載

スキャノグラム撮影で得られた被検者の体型情報と、設定した目標SDに基づいて、3次元方向(X-Y-Z)に管電流を制御するIntelliECを標準搭載している。撮影部位によらず、一定のノイズレベルで画像を出力することができ、高画質と低被ばくのトレードオフを考慮した撮影が可能になる。

また、CTのノイズ低減効果と、高画質化技術として期待されている「逐次近似再構成」の原理を応用した、先進のノイズ低減技術IntelliIPも標準搭載している。必要最小限の被ばく線量と、画像ノイズやアーチファクトの低減による高画質化を同時に実現する。施設の運用ポリシーに沿った被ばく低減を実現するために、ノイズ低減の強度を7段階用意した(図3)。



図3 ノイズ低減技術IntelliIPの適用例

【まとめ】

今回、紹介したSupria Grandeは、上位機種である64列/128スライスCT装置SCENARIO EX editionの高速撮影技術(CORE法、40mm幅検出器)や低被ばく技術(IntelliEC、IntelliIP)と、普及機である16列マルチスライスCT装置Supiraのコンパクトな設置性(3ユニット、12 m²)や簡単な操作性(日本語GUI、Quick Entry)を継承した新しいコンセプトの64列マルチスライスCT装置である。

24. OVAL形状のガントリーボアを実現した3T超電導MRI装置の開発

(株)日立メディコ 国内CT・MR営業本部(MRI装置担当)

青柳 和宏

【はじめに】

当社のMRI装置は永久磁石方式から超電導磁石方式まで幅広くラインナップしている。

0.25～0.4Tの永久磁石オープンMRI装置や当社オリジナルの1.2T超電導磁石オープンMRI装置「OASIS」、1.5Tの超電導磁石MRI装置「ECHELON」シリーズに加え、このたび3Tの超電導磁石MRI装置「TRILLIUM OVAL」(図1)を開発し、さらにラインアップを拡充した。



図1 3T超電導MRIシステム「TRILLIUM OVAL」

【特長】

1. OVAL Patient Boreの採用で快適な検査空間を実現

1.5T MRI装置「ECHELON OVAL」で高い評価を得ているOVAL(楕円)形状のガントリーボア「OVAL Patient Bore」を採用した。図2に示す様に寝台に横になった人の体は横に広がる。体格の大きな方や狭い所を苦手とする方にも開放感を感じるように横幅74cm、高さ65cmの楕円ボアを実現している(当社従来機種種の「ECHELON Vega」は61cmの円形ボア)。また、検査空間を横方向に拡張した結果、肩関節などの中心から外れた部位も寝台上で被検者を横に移動することで、安定して高画質が得られる磁場中心での撮像が可能である。

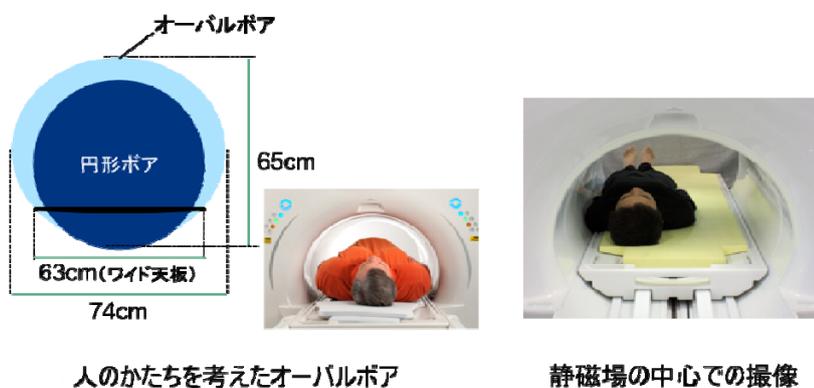


図2 OVAL Patient Bore

2. OVAL Drive RF で高画質を実現

「TRILLIUM OVAL」では図3に示す4チャンネルー4ポートの独立制御可能なRF照射コイル「OVAL Drive RF」を採用し、高画質を実現している。

原理的に3T MRI装置では全身領域でRF照射が不均一になりやすい傾向がある。これは

- RF照射信号の高周波化に伴い人体の深部に電磁波が良好に照射できない
- 部分的な位相回転の影響が大きくなり偏った照射分布となる

などの理由による。そこで、RF照射の状態を確認するために高速に照射強度の分布を得る必要がある。当社は高速で効率的なRF照射分布取得シーケンスを独自に開発し搭載した。この分布を基に、RF照射不均一を低減するように4チャンネルを独立して制御を行なうことで照射不均一の少ない画像を得ることができる。

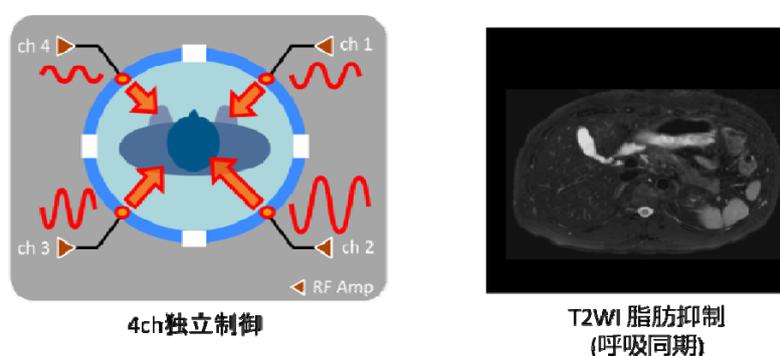


図 3 OVAL Drive RF

3. MRI 検査の Workflow 向上を追求

「TRILLIUM OVAL」はMRI検査時のワークフロー向上技術である WIT(Workflow Integrated Technology)を採用している。

ガントリー前面に搭載した「WIT Monitor」により被検者情報の一部として同期検査用の心電図波形などを確認することができる。検査室内での本人確認や同期信号の確認が可能でコンソールで確認する手間を無くし、検査効率を向上した。

また、受信コイルシステムも「WIT RF Coil System」を採用し頭部用と脊椎用の下部受信コイルを寝台に常時設置しておくことができる。検査の際は撮像部位に応じた上部受信コイルを乗せるだけで撮像が可能で受信コイルを交換する時間を短縮することができる。

寝台には着脱可能な「WIT Mobile Table」を採用した。寝台が着脱可能であるため被検者の乗せ換えを検査室外で行うことができ、車いすやストレッチャなどがガントリーに吸着するリスクを軽減できる。

さらに、斜め方向からの着脱も可能でガントリーから外した状態でも寝台の高さを電動で調節ことができ、操作者の負担を軽減する。また、造影検査時の腕置き台や寝台移動時の被検者ガードとしても使えるアームボードを搭載している。

【まとめ】

「TRILLIUM OVAL」は快適な検査空間と高画質、ワークフロー向上を実現した3TのMRI装置である。これらは当社の技術である「OVAL Patient Bore」「OVAL Drive RF」「WIT」により実現した。

25. 無鉛エックス線遮へい耐火間仕切りの開発

医建エンジニアリング(株) 生産管理センター

本澤 卓也

【はじめに】

2006年より販売・施工を開始し、今日まで多くの顧客にご好評頂いていた、鉛を全く使用しない放射線遮へい材「ホーシャット 無鉛ボード Xp」(以下無鉛ボード Xp)を用いた耐火壁構造を開発し、国土交通大臣認定を取得した。

【目的】

従来、エックス線室等に防火区画や建築基準法施工令第114条の区画(防火上主要な間仕切)等が設定された場合、耐火間仕切りを構築後に遮へい材である無鉛ボード Xp(図1)や鉛付き石膏ボード(図2)を上貼りし、遮へいしていた。

しかし、この方法では壁厚が増加し部屋が狭くなる事や、壁重量の増加により軽鉄下地を通常より強度の高い製品を用いる場合がある。また、資材コストや作業工数の増加により、最終的に施主の工事費用負担が大きくなっていった。これらの問題を解決するために耐火壁構造の開発を行った。

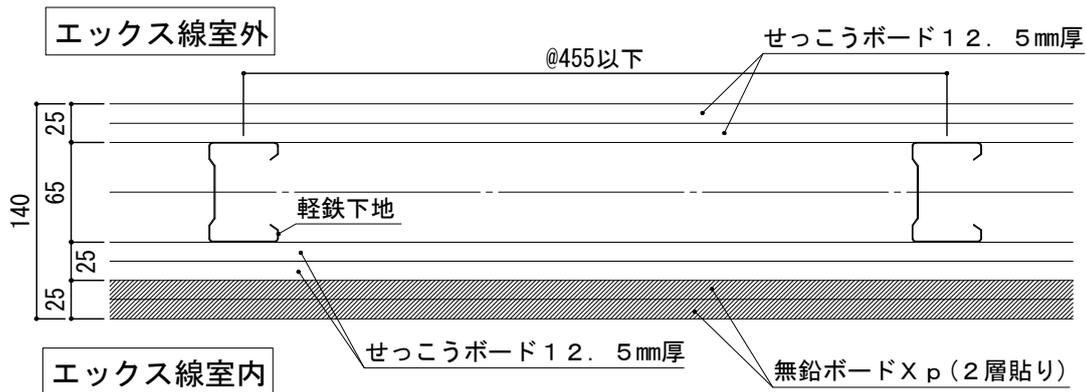


図1 無鉛ボード Xp

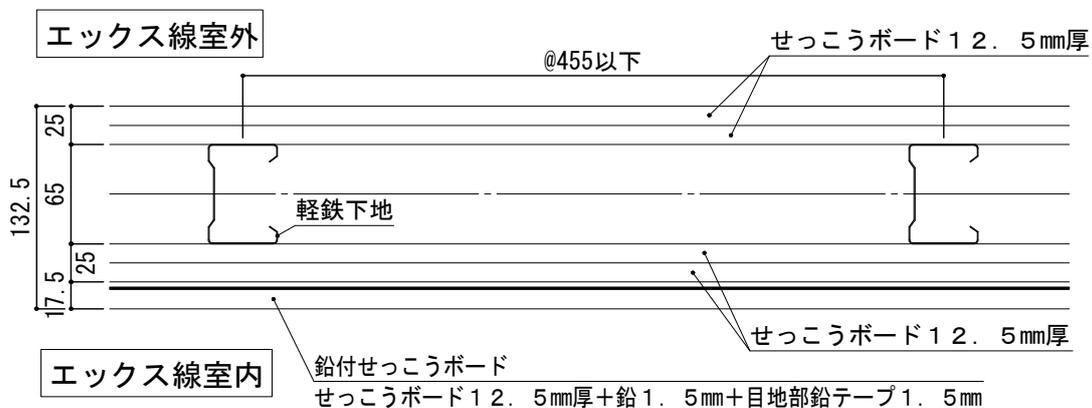


図2 鉛付き石膏ボード

【方法】

まず初めに、鉛当量 1.5mm の場合は無鉛ボード Xp12.5mm×2 層貼り、鉛当量 2.0mm の場合は無鉛ボード Xp15.0mm×2 層貼りとする。

無鉛ボード Xp×2 層<X 線室側>+軽鉄下地 65mm+強化石膏ボード(以下 GB-F)12.5mm+普通硬質石膏ボード(以下 GB-R-H)9.5mm<廊下側>を組み合わせる施工することにより(図 3)、耐火構造壁(非耐力・60分)として成立する。

平成 25 年 6 月 6 日付 国土交通大臣認定取得「認定番号：FP060NP-0349」(中空部に吸音材無し)

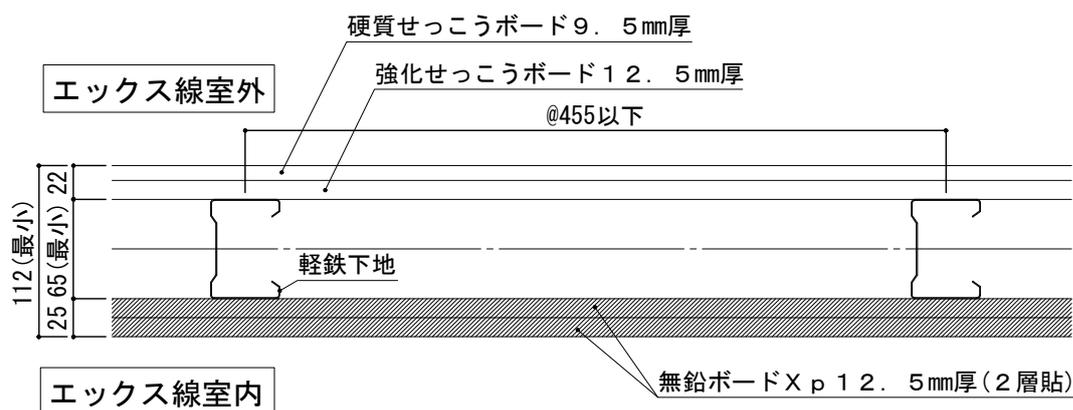


図 3 耐火構造壁(非耐力・60分)

【結果】

一般の耐火間仕切では普通石膏ボード(以下 GB-R)12.5mm×2 層+軽鉄下地 65mm+ B-R12.5mm×2 層=115mm+ 無鉛ボード Xp12.5mm×2 層=140mm 以上の壁厚が必要であった。

しかし、この構造を用いると、無鉛ボード Xp×2 層+軽鉄下地65mm+GB-F 12.5mm+GB-R-H9.5mm=112mm と、合計 28mm も薄く施工可能である。

また重量的にも一般の耐火間仕切り+無鉛ボード Xp12.5mm×2 層の場合 72kg/m²程度だったが、この壁構造では 59kg/m²と、約 18%の軽量化が可能である。

【考察】

従来、無鉛ボード Xp の下貼りとなっていた GB-R 等が全て不要となったため、壁厚・重量ともに大きく削減することが可能となった。これにより作業工数や資材コストも含め、大幅に削減可能である。

また、鉛を使わないことで、製造時の CO2 削減や資源の有効活用等、環境優位性に期待できる。

X線 CT の被ばく低減技術 AIDR 3D

東芝メディカルシステムズ(株)

CT 開発部

秋野 成臣



【はじめに】

近年、医療被ばくに対する社会的な関心の高まりもあり、X線 CT 装置における被ばく低減技術は注目を集めている。被ばく低減は診断能の低下や画質の劣化なく達成される必要がある。これまでには、被写体厚や検査目的を考慮して照射 X 線量を最適化する AEC (Auto Exposure Control) などのスキャン技術、画像ノイズ低減を目的とした画像再構成関数や様々な画像フィルタ技術が開発されてきた¹⁾²⁾。本稿では、より低い線量領域における高いノイズ低減とアーチファクト低減を目的とし、かつ通常検査においてストレスを与えないワークフローを維持しながら被ばく線量低減と高画質の両立をコンセプトとした AIDR 3D (Adaptive Iterative Dose Reduction 3D) についての技術解説を行う。

【AIDR 3D の概要】

AIDR 3D は、2012 年以降に販売された当社 X 線 CT 装置の全機種に標準搭載されている再構成技術であり、下記のような仕様となっている。

1. 運用・適用範囲

AIDR 3D は撮影プランに予め組み込むことができ(図1)、心電同期撮影、呼吸同期撮影や Dual Energy 撮影など各種撮影方式にも適用することが可能である。更に AEC と併用する場合でも、特別な設定をすることなく被ばくを低減できる。また、再構成時間も実務上ほとんど影響がない程度に抑えられており、従来の検査効率を維持することが可能である。



図 1 撮影プランでの AIDR 3D の設定画面

2. 強度プリセット

検査目的や撮影部位に応じて、それぞれ4種類のプリセット「Weak」「Mild」「Standard」「Strong」が存在する。各プリセットでは画像ノイズ低減率が異なり、例えば被写体が非常に小さい場合には「Weak」や「Mild」を選択し、高い画像ノイズの発生が想定される被写体が非常に大きい場合や Perfusion 検査の場合には「Strong」を選択することによって最適な画質を得ることができる(図 2)。

パラメータ名	VolumeEC運動時の 管電流低減率	画像ノイズ低減効果	ストリーク・アーチファクト 補正効果
Weak	25%	低	低
Mild	50%	↑	↑
Standard	75%	↓	↓
Strong	75%	高	高

図 2 AIDR 3D の設定プリセット

【AIDR 3Dの技術】

AIDR 3D はノイズ低減、アーチファクト低減を目的とした被ばく低減技術であり投影データ上と画像データ上の二段階でノイズ低減処理を行うように設計されている(図 3)。処理の技術概要と画質特性を説明する。

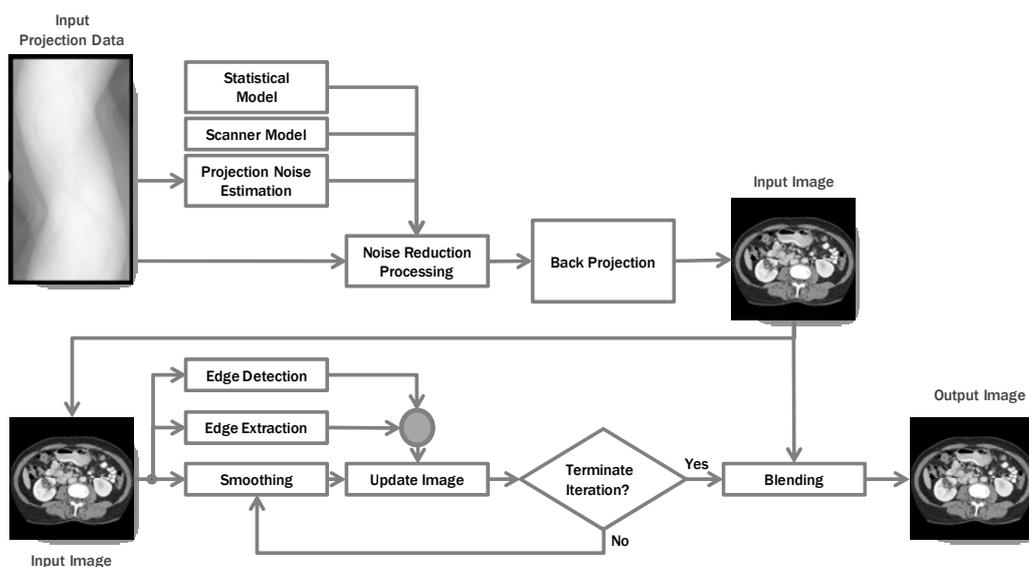


図 3 AIDR 3D の処理概要図

1. 処理の原理概要

第一段階の投影データ上においては高精度にノイズを除去するために、対数変換前の投影カウントデータに対して統計学的ノイズモデルとシステムモデルを利用する³⁾。図4に統計学的ノイズモデルの概念図を示す。X線CT装置のノイズは電氣的ノイズとフォトンノイズから構成されている。入力カウント数が5000カウント以上などの撮影線量が高い場合にはフォトンノイズに比べて電氣的ノイズが相対的に小さくなり、全体ノイズ量はフォトンノイズが支配的となる。逆に入力カウント数が50カウント以下の撮影線量が低い場合には、フォトンノイズよりも電氣的ノイズが支配的となる。このような各線量帯におけるフォトンノイズと電氣的ノイズを考慮した統計学的ノイズモデルと装置ジオメトリなどの装置固有のシステムモデルを利用してノイズ量を推定し、対数変換前の投影カウントデータにおけるノイズを除去する。投影データ上におけるノイズを除去することにより、ノイズの不均一性に起因するアーチファクトの低減や超低線量撮影における大幅な画像ノイズ低減が可能となっている。

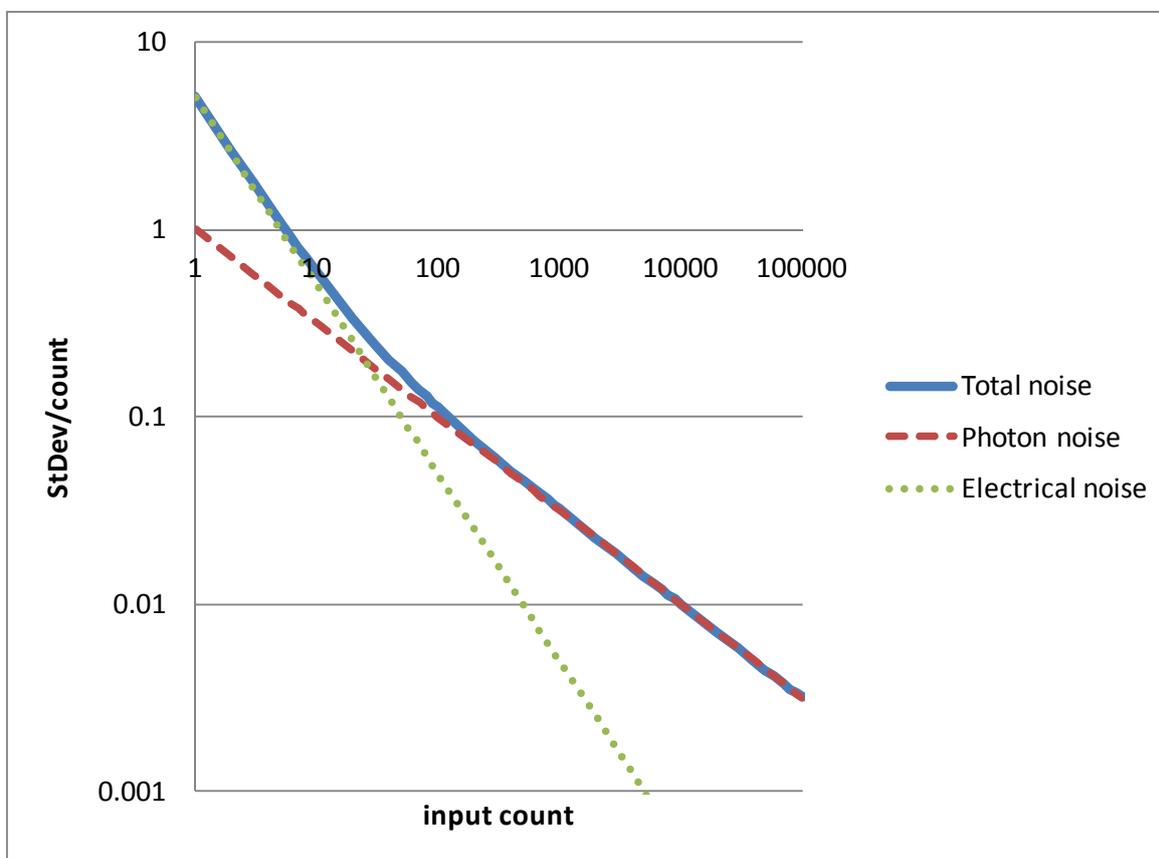


図4 X線CTにおける統計学的ノイズモデルの概念図

第二段階の画像データ上においては、三次元情報を用いて鮮鋭度の高い構造を維持すると同時に、画像データ上に存在するノイズを選択的、かつ反復的に除去する⁴⁾。また、入力初期画像と繰り返し処理後画像を混合する処理を設けており、最終的な画像データ上でノイズ粒状性を維持し、より自然な質感を得ることを目的としている。この画像データ上の処理における繰り返し回数や混合比率は、撮影部位や臨床用途を考慮して最適化されている。

2. 臨床検査でのワークフロー

AIDR 3Dは、当社のすべてのCT装置に対して検査のワークフローや検査効率を維持しながら、特別に意識することなく被ばく低減を達成できることを目的としている。4種類のプリセットは、AECと併用することによって管電流値が自動的に低減計算され、その管電流低減率は「Weak」で25%低減、「Mild」で50%低減、「Standard」と「Strong」では75%低減となっている。図5にAECと併用した場合の管電流変化の例を示す。AIDR 3Dを用いない場合、患者側面より撮影したスキャノグラムから計算した管電流曲線は最大リミット値に達しており管電流変調が行えなくなっている。それに対して、AIDR 3Dを用いることによって低線量で高画質を得ることが可能となったため、従来に比べて75%低減された低い管電流での撮影が実施でき管電流変調をより効果的に用いることができる。また、低い管電流における小焦点の利用頻度が高くなり、空間分解能の向上にも寄与するため、装置全体での画質向上を期待することが可能となっている。

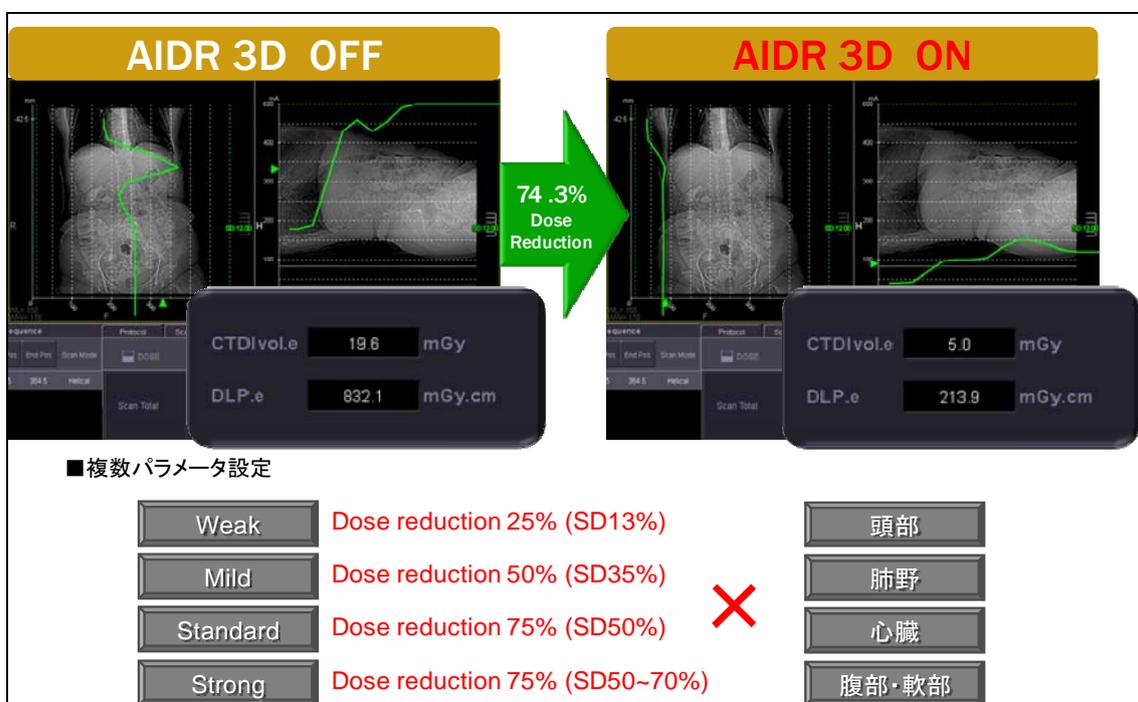


図 5 4 種類のプリセットとAEC併用による低減率

【AIDR 3Dの基礎画質特性】

AIDR 3Dの代表的な基礎画質特性として画像ノイズ、Noise Power Spectrum (NPS)、高コントラスト空間分解能に関して説明する。

1. 画像ノイズと NPS

図6にFBP(Filtered Back Projection)とAIDR 3D(Standard)で再構成した場合の画像ノイズ特性とNPSカーブを示す。FBPの画像ノイズは管電流が低くなるほど急激な上昇を示す。これは管電流が低くなるほど回路ノイズの影響が大きくなることに起因する。一方、AIDR 3Dを用いた場合には管電流が低くなくてもFBPに比べて画像ノイズの上昇は抑制されており、統計学的ノイズモデルが効果的に利用されていることが分かる。また、画質の粒状性の違いによる質感を評価する手法としてNPSカーブを用いてFBPとAIDR 3Dの比較を行った⁵⁾。従来画質の粒状性・質感のFBPを基準NPSカーブとして比較すると、AIDR 3Dのノイズ周波数分布は基準NPSカーブと高い類似性を持っている。これはAIDR 3Dで得られる画像が自然な質感を提供していること示している。

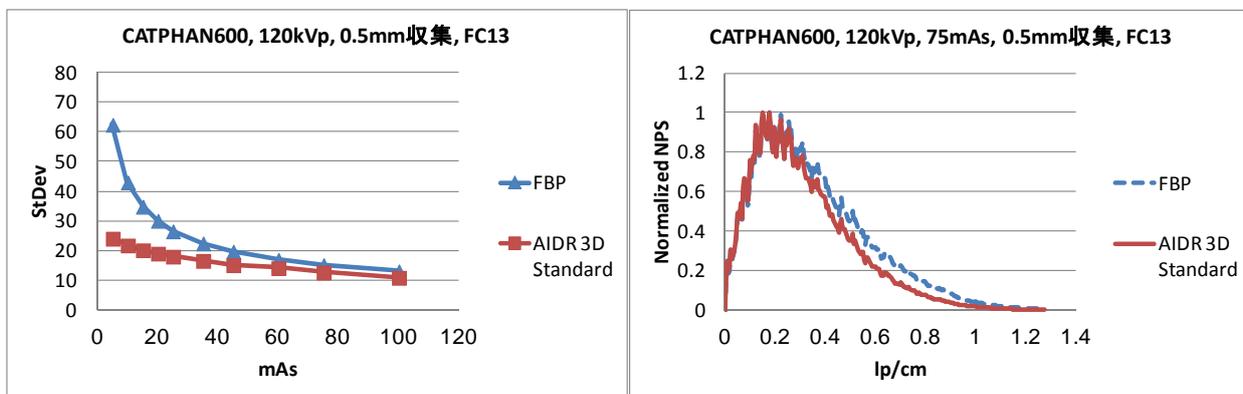


図 6 FBP (AIDR3D=OFF)とAIDR3D=Standardの画像ノイズと NPS の比較

2. 高コントラスト空間分解能

図7にFBPとAIDR 3D(Standard)で再構成した場合の櫛ファントム(CATPHAN600、CTP528 モジュール⁶⁾)の描出能と6Lp/cm 櫛のCT値プロフィールを示す。この結果から空間分解能を維持しながら画像ノイズを低減していることが分かる。

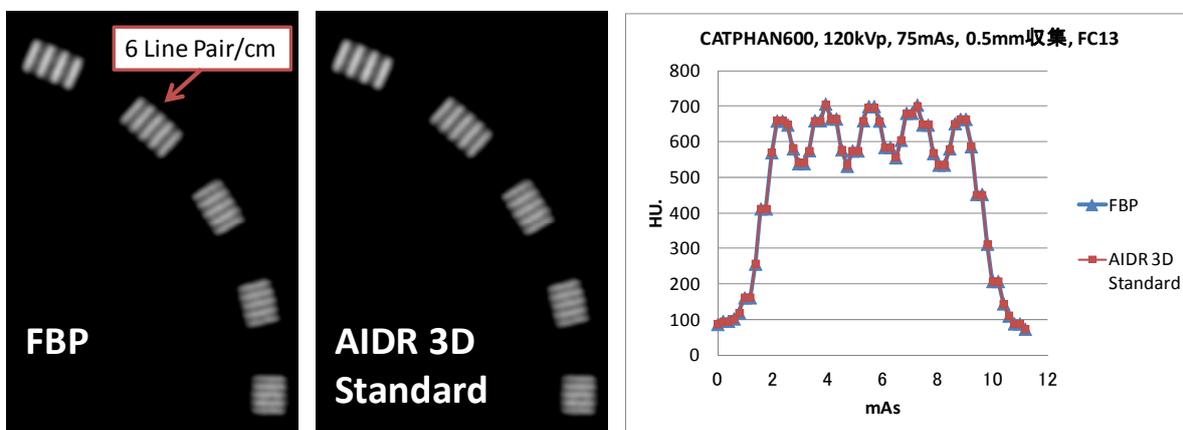


図 7 FBP (AIDR3D=OFF)とAIDR3D=Standardの空間分解能比較

【AIDR 3Dの臨床画像】

臨床評価におけるAIDR 3Dの有用性は各領域において報告されている⁷⁾⁻¹⁰⁾。本稿では胸部肺野領域における臨床例を示す(図8)。0.25mSv.による超低線量撮影データのFBPでは高い画像ノイズと周辺部からのアーチファクトによって肺野構造の有無が非常に識別し難い画像となっている。AIDR 3Dを適用することによって画像ノイズ低減とアーチファクト低減が実施され構造物がより明瞭に描出されていることが分かる。

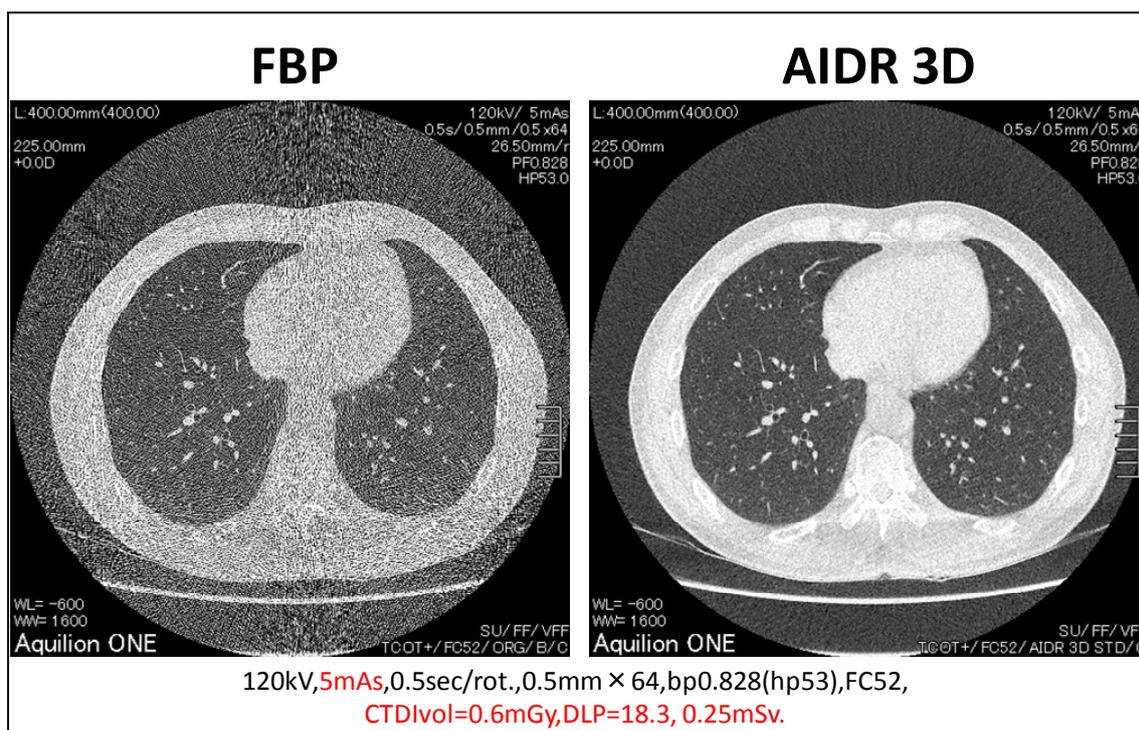


図8 超低線量 臨床データにおけるFBPとAIDR3D の比較

【まとめ】

AIDR 3Dは従来のワークフローと検査効率を持しながら、優れたノイズ低減とアーチファクト低減による画質改善を達成することにより、日常のすべてのX線CT検査の被ばくを低減できることが期待される。また、これまで高い被ばくのため実施することが困難であった4D-Volume撮影を可能にすることにより、新しい診断価値の可能性を見出すための礎となる技術であるといえる。当社は、すでに2,400台以上の装置にAIDR 3Dを標準搭載している。これにより、この技術が世界で広く使われ、X線CT検査の被ばくのリスクを最小化できることを期待している。

【参考文献】

- 1) Boedeker K, "Noise Reduction Tools: Saving Dose with QDS and Boost3D", Toshiba white paper, 2010
- 2) Irwan B, Nakanishi S, Blum A (2012) "AIDR 3D - reduces dose and simultaneously improves image quality". Toshiba Medical Systems Whitepaper. <http://www.toshiba-medical.eu/eu/wp-content/uploads/sites/2/2014/10/AIDR-3D-white-paper1.pdf>
- 3) Yang Z, Zamyatin AA, Akino N. "Effective data domain noise and streak reduction for x-ray CT". 11th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine, Potsdam, Germany, July 11-15, 2011

- 4) Yang Z, Silver MD, Noshi Y. “Adaptive weighted anisotropic diffusion for computed tomography denoising”. 11th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine, Potsdam, Germany, July 11-15, 2011
- 5) Boedeker K.L., et al., “Application of the noise power spectrum in modern diagnostic MDCT: part I. Measurement of noise power spectra and noise equivalent quanta”, *Phys. Med. Biol.* 52, 4027-4046, 2007
- 6) The phantom laboratory, <http://www.phantomlab.com/library/pdf/catphan500-600manual.pdf>
- 7) Ohno Y, Takenaka D, Kanda T, Yoshikawa T, Matsumoto S, et al. (2012) “Adaptive iterative dose reduction using 3D processing for reduced- and low-dose pulmonary CT”: comparison with standard-dose CT for image noise reduction and radiological findings. *AJR Am J Roentgenol* 199: W477-485. doi: 10.2214/ajr.11.8275
- 8) Kroft L.J.M. et al., “Scan time and patient dose for thoracic imaging in neonates and small children using axial volumetric 320-detector row CT compared to helical 64-, 32-, and 16- detector row CT acquisitions”, *Pediatric Radiology* 40 (2010)
- 9) Chen MY, Steigner ML, Leung SW, Kumamaru KK, Schultz K, et al.. (2013) “Simulated 50% radiation dose reduction in coronary CT angiography using adaptive iterative dose reduction in three-dimensions (AIDR3D)”. *Int J Cardiovasc Imaging* Feb 13 [Epub ahead of print]
- 10) Ymashiro T, et al., (2014) “Adaptive Iterative Dose Reduction Using Three Dimensional Processing (AIDR3D) Improves Chest CT Image Quality and Reduces Radiation Exposure”. *PLOS ONE*, August 2014, Volume 9, Issue8, e105735

小線源治療による加速乳房部分照射

コニカミノルタヘルスケア(株)
マーケティング本部
加野 亜紀子



【はじめに】

乳がんは日本人女性のかかるがんの中で第一位を占める。欧米とは異なり、日本人は比較的若い50歳前後に罹患率のピークが存在するため、仕事や育児・介護などで忙しく働いている年代の女性が乳がんにかかることが多く、大きな社会問題となっている。

ただ最近では、画像診断機器などの進歩に伴い、多くの乳がんが早期のうちに発見されるようになっており、初期治療としての外科手術においても乳房を全切除するのではなく温存できる割合が高い。平成25年社会医療診療行為別調査からの推定によると、年間に乳がん手術を受ける約7万8千人のうち約4万3千人が乳房温存療法を選択している。乳房温存療法においては、手術(乳房温存術)の後に放射線治療を行う。従来行われている放射線治療では5週間以上にわたり毎日の通院を要する。そのため患者の生活にさまざまな支障が生じ、厚生労働省がん対策推進基本計画(2014年)の目標の一つである「仕事と治療の両立」を実現する上での障害にもなっている。

本稿では、この問題を解決する「加速乳房部分照射」の技術について述べ、さらに、加速乳房部分照射の一つの手段である「乳房小線源治療」と、それに用いられる新しいタイプのアプリケータに関して解説する。

【加速乳房部分照射】

乳がん診療の流れと、その中での放射線治療の位置づけを図1に示す。

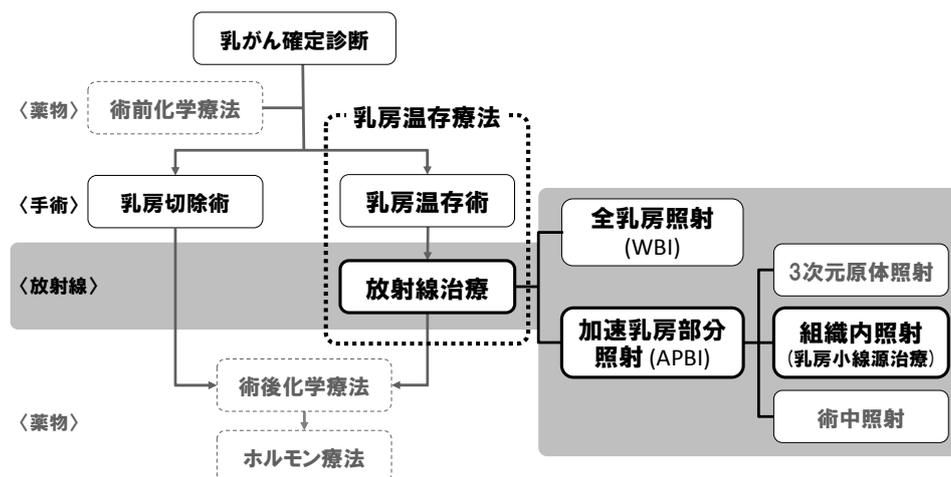


図1 乳がん診療の流れ

乳房温存療法においては、乳房温存術により腫瘍を切除した後に、乳房内に残存している可能性のある微小ながん細胞を根絶することを目的として、放射線治療を行う。術後放射線治療を施行した場合は、しない場合に比べて乳房内再発率が1/3以下に抑えられるという報告がある。

一般的に行われている乳がんの放射線治療は、体外から乳房全体に放射線を照射する全乳房照射 (whole breast irradiation: WBI) である。WBIは総線量 50～60Gyを25～30回に分割して照射する。患者は5～6週間にわたって毎日、通院して照射を受ける。

これに対し、照射対象体積を全乳房からその一部に絞ることにより、1回あたりの線量を増加させて放射線治療の期間を5日以下に短期化する加速乳房部分照射 (accelerated partial breast irradiation: APBI) が、欧米を中心に臨床に導入されており、注目を集めている¹⁾。APBIにはいくつかの異なる手法があるが、世界的にみて最も数多くの医療機関で採用されており、今後の普及の可能性も高いのが、組織内照射による乳房小線源治療である。乳房小線源治療においては、腫瘍を切除した後の乳房組織内に applicator を介して小線源を導入し、乳房内から照射を行うことで、治療標的に対する照射位置精度と線量集中性に優れた放射線投与を実現する。

APBIの他の手法としては3次元原体照射および術中照射がある。3次元原体照射は腫瘍床の形状に合わせて体外の多方向から照射する方法で、体外照射のため低侵襲ではあるが、皮下硬結などの有害事象の増大が懸念されている。術中照射は手術中に患部を露出させて直接照射する方法で、主に欧州で実施されているが、特殊な設備が必要で多大な初期投資がかかる。いずれの手法も日本においては臨床試験としてごく少数の医療機関が施行するにとどまっている。

【乳房小線源治療用 applicator】

乳房小線源治療には、高線量率遠隔操作式後充填装置 (high dose rate remote afterloading system: RALS)、イリジウム 192小線源、および専用 applicator を使用する。

代表的な乳房小線源治療用 applicator を図2 に示す。

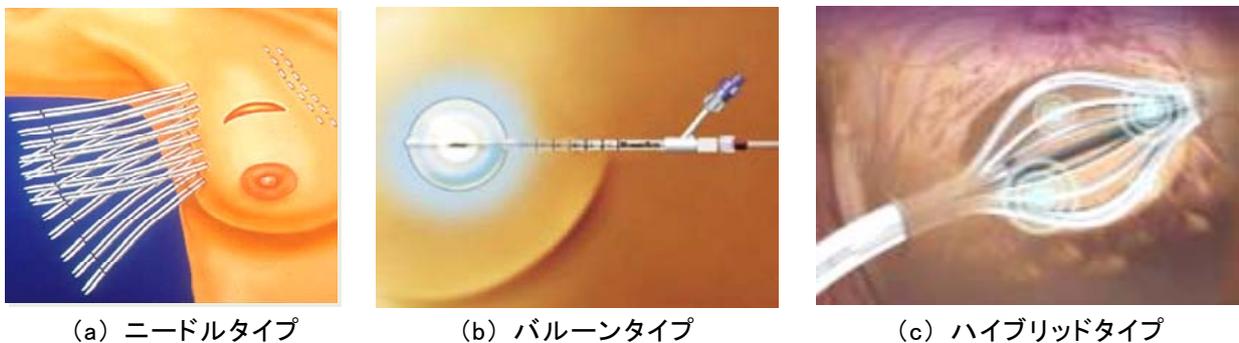


図2 乳房小線源治療用 applicator

小線源治療においては、腫瘍床近傍を確実に照射すると同時に皮膚などの正常組織の被曝を最小化する、至適な線量分布の実現が重要である。その点で、図2(a)に示すニードルタイプの複数の applicator を刺入する方法 (マルチカテーテル法と呼ばれる) は優れた治療法である。一本一本の applicator (カテーテル) について、小線源の滞留位置と滞留時間を細かく調節できるため、線量分布の自由度がきわめて高い。ただし、applicator の刺入に高度な技術を要するのが短所といえる。

図2(b)のバルーンタイプは米国で広く普及しているが、日本では使われていない。このタイプの applicator は、挿入手技は容易であるが、バルーン中央を通るカテーテルを中心とした同心円状の線量分布しか実現できず、皮膚や胸壁に近接して挿入されると線量分布の微調節が不可能で、従って日本人のような小さい乳房には不向きである。

図2(c)は最も新しいタイプの applicator で、ニードルタイプとバルーンタイプの両方の長所を併せ持

つことを意図して開発されたことからハイブリッドタイプと称され、strut-adjusted volume implant (SAVI)とも呼ばれる^{2),3)}。マルチカテーテル法と同様に複数のカテーテルを有することから自由度の高い線量分布設計が可能であり、かつバルーンタイプと同様に挿入口が一处であるため挿入手技の難度は低い。

以下、SAVIに関して、その特徴とそれを用いた治療法について解説する。

【SAVIの概要と使用方法】

SAVIの外観を図3に示す。SAVIは複数本のフッ化エチレンプロピレン製カテーテルを束ねた形状のアプリケータである。1本のセンターカテーテルを6～10本のアウターカテーテルが取り囲み、アウターカテーテルは傘のようにたたんだり展開したりできる構造となっている。カテーテルの配置は、適切なAPBIの線量分布を実現できるように設計されている。さらに、独特の曲線的な形状により術腔に内側から無理なく密着するので、治療期間中に動くことがなく、再現性に優れた放射線照射を担保する。留置している間の痛みもない。

放射線照射時には、図4に示すようにSAVIをRALSと接続して使用する。



図3 SAVIの外観

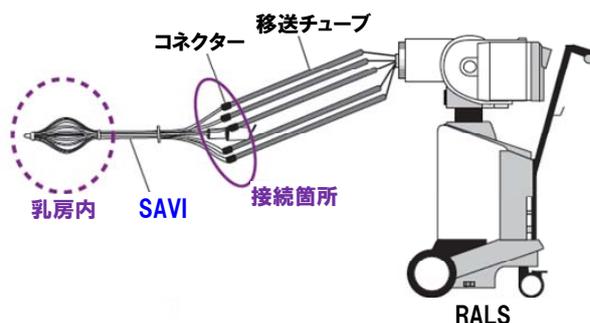


図4 SAVIとRALSとの接続

SAVIを用いた治療の流れを図5に示す。アプリケータ挿入時は局所麻酔を注射し、超音波画像によりモニタする。治療計画は、CT画像に基づき3次元放射線治療計画ソフトウェアを用いて作成する。治療計画に従い、1日2回、5日間、計10回の放射線照射を施行する。処方線量は1回あたり3.4Gy、総線量34Gyとする。1回の照射において小線源が体内に入る時間は約5分以下である。



図5 SAVIを用いた治療の流れ

SAVIを用いた放射線照射の模式図を図6に示す。左はSAVIのカテーテル内を小線源が通過する様子を表したもの、右は3次元放射線治療計画ソフトウェアを用いて作成された等線量線をSAVI断面に重ねて図示したものである。

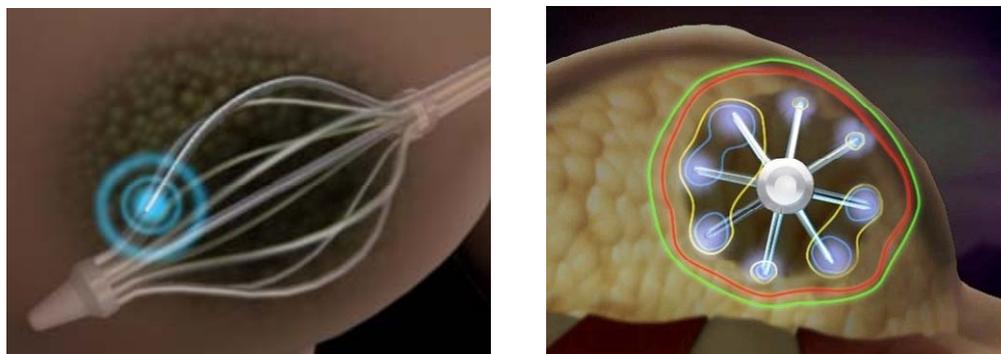


図6 SAVIを用いた放射線照射の模式図

【SAVIのメリット】

新しいタイプのアプリケーションであるSAVIの利点を以下にまとめる。

1. 放射線治療の治療期間の短縮

従来のWBIで5週間以上を要する治療期間をわずか5日間へと短縮し、治療の負担を軽減する。このことは、仕事をもつ患者や高齢の患者、遠方に住む患者などにとって朗報である。また、長期の通院に起因する労働損失を低減する社会的意義も大きいと考えられる。

2. 正常組織の被ばく低減

局所再発の可能性が高い腫瘍床の周囲1~2cmを集中的に照射すると同時に、皮膚や肋骨などの正常組織の被ばく線量を低減することができる。

3. 日本人の乳房に適したサイズ展開

4種類のサイズを揃えており、最も小さいサイズは全開時の直径が24mmとコンパクトな設計で、日本人患者の小さい乳房にも最適である。

4. 副作用の発現リスクを低減

バルーンタイプのアプリケーションに比べて漿液腫や線維症などの有害事象の発現率が低いことが報告されている。

5. 優れた整容性

挿入口が一か所であるため、整容性(美容的な仕上がりに)優れる。

【SAVIの臨床における現状】

SAVIは2009年頃から米国をはじめとする海外で多くの医療機関に導入され、2014年3月時点で症例数は2万例を超えた。最近の学会にて多施設共同研究の結果が多数発表されている。5年間フォローアップにおける局所再発率は、Yasharらの報告(患者200人)⁴⁾およびKuskeらの報告(患者100人)⁵⁾でそれぞれ2.5%および2.0%ときわめて低く、局所再発の制御において優れた成績を示している。また、Yasharらによる576人の患者の後ろ向き研究の報告⁶⁾によれば、Grade2以上の有害事象の発生率は合計で5.0%に留まり、整容性についてもHarvard Scaleに基づく評価で“excellent”と

“good”を合わせた比率が93%以上と非常に優れている。

これらの臨床成績のWBIとの比較について報告が待たれるところである。現在、SAVIを含むAPBIとWBの治療効果を比較する大規模ランダム化試験(NSABP B-39/RTOG-0414)が米国にて実施されており、近々その結果が発表される見込みで、これにより APBIの安全性と有効性を担保する結果が導き出されることが期待されている。

わが国では、SAVIは2013年に薬事承認を取得し2014年より臨床に導入された。2015年1月時点で国内の2施設がSAVIを用いた治療を施行している。

APBIに関しては欧米の複数の学会からガイドラインが出され、患者適応基準や技術的指針が示されている。日本においても国内の学会がSAVIに関するガイドラインを発行する準備をしており、今後SAVIを導入する医療機関が増えていくと思われる。

【まとめ】

個別化医療が進む乳がん診療において、放射線治療のみが未だに画一的であると言われることも少なくない。APBIは乳房温存療法の適応となる患者に新たな選択肢を提供し、患者のQOL向上に大きく貢献する技術である。新しいタイプの乳房小線源治療用 applicator であるSAVIが導入されたことで、日本国内でも、より多くの患者がAPBIの恩恵を受けるようになることが期待される。

【参考文献】

- 1) 伊丹 純: 前立腺がんと乳がんの小線源治療. 映像情報 Medical 45(11): 580-583 (2013)
- 2) Yashar C et al: Initial clinical experience with the strut-adjusted volume implant (SAVI) breast brachytherapy device for accelerated partial-breast irradiation (APBI): First 100 patients with more than 1 year of follow up. Int J Radiat Oncol Biol Phys 80(3): 765-770 (2011)
- 3) 加野亜紀子, 太田恵理: SAVI®(サヴィ)による乳がんの術後放射線治療. Konica Minolta Technology Report 12: 77-81 (2015)
- 4) Yashar C et al: Outcomes for APBI with strut-based brachytherapy: First 200 accrued patients (5-year report). American Society of Radiation Oncology annual meeting (2014)
- 5) Kuske RR et al: Outcomes for APBI with strut-based brachytherapy: First 100 accrued patients: 5 year results. Breast Cancer Symposium (2014)
- 6) Yashar C et al: Outcomes in 576 patients from a large, retrospective study of APBI with a strut-based breast brachytherapy applicator. San Antonio Breast Cancer Symposium (2013)

—技術の進歩と技術の活用—

公益社団法人 日本放射線技術学会第71回日本放射線技術学会総会学術大会

実行委員長 矢野 敬一



今回、突然ですが第71回総合学術大会の実行委員長を務めることになりました。まずは大会に向けて、ご尽力をいただいている JIRA関係者の方々へ感謝と共に御礼申し上げます。

日本画像医療システム工業会(JIRA)と私共、技術者の関係について、医療現場を通じてお話しさせていただきます。今でも鮮明に覚えている言葉があります。MRが国産を含めて開発され、世の中に急速に溢れて来たころだったと思います。この当時まだMRについて系統的なカリキュラムが整っていなかったので、技術の進歩に対応できる技術者が育っていませんでした。あるシンポジウムでJIRAの会員の方から「業界ではMRの普及に向けて最大限努力しているのに利用できる技術者がいない。」との発言がありました。技術者集団にとって冷水(刺激)を浴びせられた格好になりました。今でこそ、CTやMRの革新的技術があまりなく、方向性が技術者を含め見えていない現状ですが、当時は、技術の進歩に技術者が追い付いていない状況がありました。ここから、医療業界が一体となりMRについての専門技術者育成が始まり、その後10年程度でようやく溝が埋まったように思っております。今回の学術総会のメインテーマも正に”Be Cool and Practical”それであり、しっかりと裏打ちされた理論や知識、技術、経験に基づき、あくまでも冷静に沈着に対応し有用・有能であり、3学会・業界が協調、結束した広がりの中で個々がプロフェッショナルとしての美学を持ち共に行動して行くことが重要な要素となるように思います。技術の進歩は作る者、それを使う者、が一体となって、初めて世の中に貢献できると思っています。

さて、今回の学術大会では、技術視点と云う面で、今までのX線撮影の領域においては散乱、屈折されたX線成分は画質の低下、あるいは障害陰影を招く成分として除去することが一般的に行われていたことが、数年前より、この分野において、照射されたX線成分を遍く利用し従来にないX線画像を撮影する技術が開発されてきています。いわゆる位相コントラスト撮影法、わずかなX線の屈折を画像化する技術等を取り上げております。

また、昨今の医療現場において「医療安全」は避けて通れない状況となっており、日常業務に深く浸透しております。特に無駄な X線被ばく、MRによる吸着事故や禁忌デバイスの持ち込み等々、機器の適切な運用が医療技術の一部となっています。機器管理や保守も法令化されており、機器の提供側、使用者側について更なる連携が求められており、医療事故の撲滅に向けて協力体制を強化して行く必要があります。

今後さらに進むデジタル化に関しましても、データ量が膨大となり、医療情報や画像の管理が医療現場で問題となっております。画一的なデータの管理方法が定まらず、各施設の裁量に任されており、患者中心による医療データの有効的な活用にはなっていません。データセンターもまだまだ、発展途上であり、医療施設の期待には応えられていない状況です。今後、医療データ本来の活用を行うことができれば、医療のビッグデータとしての役割から健診以上の成果をもたらすのではないかと考えます。

今回の学術大会を通して、医療業界の関係者が一堂に会することで情報の共有、あるいは、各々の求める物、目指す処が一致し進むべき方向性が示されてゆくことを切に願っております。

最後になりますが、本大会の準備、運営にご協力いただきました日本画像医療システム工業会の皆様、学会事務局の皆様をはじめ各委員会の皆様、関係者各位には心より感謝申し上げます。

(東京大学医学部附属病院放射線部 診療放射線技師長)

一般社団法人 日本画像医療システム工業会の概要

1. 概 要

(1) 沿 革

- 1963年(昭和38年9月) 日本医科電機工業会として発足
- 1967年(昭和42年9月) 日本放射線機器工業会と改称
- 1980年(昭和55年12月) 社団法人 日本放射線機器工業会設立認可
- 1998年(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
- 2012年(平成24年4月) 一般社団法人へ移行

(2) 英文名と略称

Japan Medical Imaging and Radiological Systems Industries Association
(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への協力
- (6) 医薬品医療機器等法に基づく継続的研修の実施

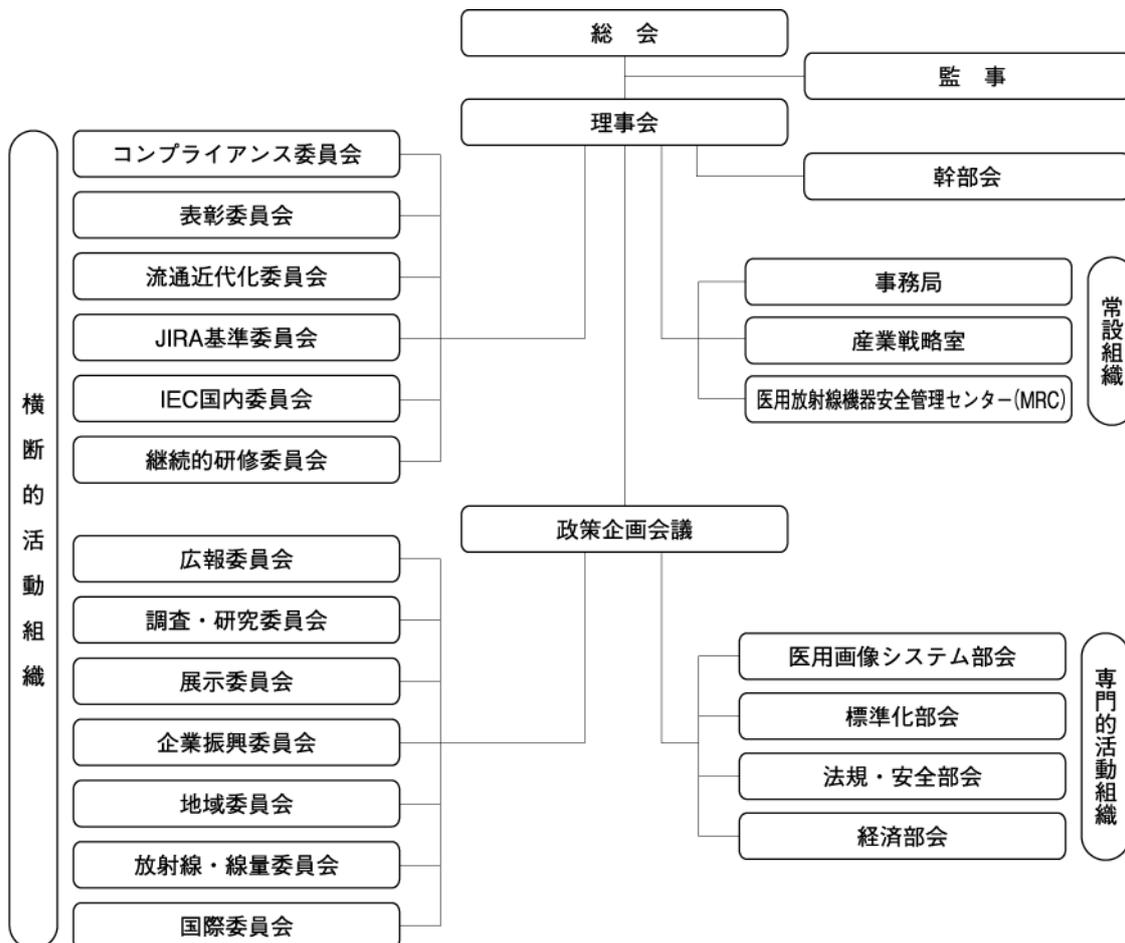
2. 会 員

JIRAは医用画像を扱う全国的な業界団体で、174社(平成27年3月)で構成されています。
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. 組織図

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。



4. 部会・委員会等

○医用画像システム部会

医療情報標準化に関わる国内外の活動に積極的に参画し、この分野における JIRA のプレゼンスの向上を図ります。

- 関連国際規格の提案・審議
- 医療情報標準化の普及・啓発
- 医療情報保護や医療品質向上のための教育
- 工業会規格等の作成

○標準化部会

医用画像診断装置・放射線治療装置・放射線関連装置の標準化に向けて、IEC規格を審議し、JIS化を行います。33の専門分科会によって、「国際整合を目指す標準化とその普及」に努めます。

- 機器の標準化および JIS原案、工業会規格等の作成
- 関連国際規格の審議
- セミナー開催

○法規・安全部会

JIRA製品が適切な規制の下で上市できるよう、医療機器に関連する法規制の調査・検討を行い、行政への提言を行います。また、安全性確保に関する施策の立案・執行および行政の薬事規制への取り組みなどを行い、業界の発展と地位向上を目指します。

- 医療機器に関する国内・海外法令制度の調査・検討・普及
- 安全性・品質システムに関する規制の検討
- 関連学会・団体との交流
- 医療機器に関する海外の環境規制の動向調査

○経済部会

診療報酬および医療保険制度に関する問題点と課題の検討および行政への提言。会員の要望を基本に関係学会・団体等との協調を図り、撮影・診断のあるべき評価体系を提言します。

- 診療報酬改定に向けての意見集約と提言
- 医療機器の評価体系の研究と構築
- 医療機器産業のビジョンによる中期展望と行政要望
- 関連学会・団体との意見交換

○コンプライアンス委員会

会員会社およびJIRAの各種法律、政省令、規制などの遵法意識向上のための活動を行い、事故防止、諸方の違反事例の発生防止などに寄与することを目的としています。

○流通近代化委員会

公正にして秩序ある企業活動の推進のため、医療機器業公正取引協議会と協力して、公正競争規約・同運用諸基準の会員各社への普及・実施などを行います。

○JIRA 基準委員会

JIRA で扱う医療機器に関する規格等の審議と承認を行います。

1. JIS 原案
2. 認証基準原案、承認基準原案
3. 認証基準及び承認基準で引用する工業会規格

○IEC 国内委員会

SC62B(画像診断機器)、SC62C(放射線治療、核医学機器及び線量計)で扱うIEC規格案の審議を行い、国内意見を集約します。

新業務項目提案を行い、規格化の推進活動も行っています。

○継続的研修委員会

医薬品医療機器等法により、販売業等の営業管理者、修理業の責任技術者は、継続的研修を毎年受講することが義務付けられています。他の3つの協賛団体とともに、全国7会場で研修を主催しています。

○広報委員会

JIRAから発信する情報の一元化のため、新聞・雑誌などへの取材対応、資料などの提供およびホームページの運用方法などを決定。効果的な広報活動を行うことにより、JIRAおよび当業界のPR、イメージアップを図ります。

○調査・研究委員会

画像医療システムの生産・輸出入などに関する独自統計を実施するほか、会員各社に影響を与える諸事項の調査・研究を行います。

○展示委員会

3つの学会併設展示会を企画運営しています。

1. 国際医用画像総合展
2. 日本磁気共鳴医学会大会併設展示会
3. 日本核医学会総会併設展示会

○企業振興委員会

経済環境の変化に対応した会員の経営健全化および発展・繁栄を目的として、講習会・報告会・研修会等の開催、関係学会との連携、政府の企業育成策の調査・紹介・指導、ITを含む関連機器業界のための事業、を実施しています。

○地域委員会

関東、中部、関西各ブロックにおける会員の発展・繁栄を目的として、各部会・委員会等の活動に連動した事業、監督官庁や関連団体等との情報交換、および地域ブロック活動会員の事業達成に必要な事項を行います。

○放射線・線量委員会

放射線医療機器および関連機器による線量の管理や低減について関係諸団体等と連携して推進します。

1. 医療被ばくに関する国内外の関連情報の収集／分析および課題の明確化
2. 課題解決に取り組む為の対応方針の提示
3. 関連団体との協力関係の構築、意見調整および連携

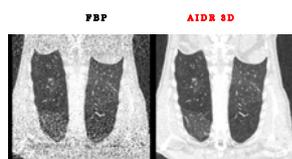
○国際委員会

医療機器に関わる事業を推進するために必要な海外情報の収集、分析、活用および海外の関係団体等との交流を踏まえた多面的な国際化の推進を行なっています。特に国際化の推進に関しては、米国のNEMA-MITA、欧州のCOCIR、カナダのMEDECとDITTAを設立し、世界各国の政府機関、研究・開発・教育機関、規制当局そして産業団体との連携を深めるため活動しています。

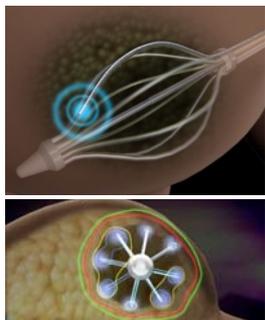
○医用放射線機器安全管理センター(MRC)

医用放射線機器などの安全性・有効性を確保するために医療機関からの要請に応じて、保守点検業務を実施できる一定レベル以上の知識と能力を持った点検技術者の育成を図ります。

表紙写真の解説



胸部臨床データを FBP(Filtered Back Projection)と AIDR 3D (Standard)で再構成した画像を比較。FBPでは視認が困難であった肺野領域の淡いCT値変化が、AIDR 3Dによって画像ノイズが選択的に除去され明瞭に描出されている。AIDR 3Dは優れた画像ノイズ低減とアーチファクト低減による画質改善を達成することにより、日常のすべてのX線CT検査の被ばくを低減できることが期待される(59頁参照)。



Strut-adjusted volume implant(SAVI)は新しいタイプの乳房小線源治療用アプリケーションである。複数のカテーテルの各々について照射線量を細かく調節できるため、治療標的に対し高精度かつ集中的な照射を行うと同時に、正常組織の被曝を低減できる。SAVIを用いた小線源治療に基づく加速乳房部分照射は、従来の治療で5週間以上を要する放射線治療の期間をわずか5日間へと短縮し、乳がん患者のQOL向上に大きく貢献する(64頁 図6)。

編集後記

鮮やかな新芽の緑がまぶしい季節が巡ってきて、JRC主催による総合学術大会およ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、“巻頭言”を第71回日本放射線技術学会総会学術大会長の平野浩志先生に、“医療の現場から”を同大会実行委員長の矢野敬一先生にご執筆いただきました。感謝申し上げますと共に、「Be Cool and Practical」をスローガンに掲げた今大会の大盛況を祈念いたします。

また、この春号には学術大会と同時開催されるITEMに発表時期を合わせた各企業の最新技術など多数の“新製品・新技術”を紹介し、“技術解説”では、「X線CTの被ばく低減技術 AIDR 3D」、「小線源治療による加速乳房部分照射」を紹介しています。

最後に本誌が読者の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。

(岩木 健 記)

JIRAテクニカルレポート 2015. Vol.25 No.1(通巻第48号)

平成27年3月発行

編集 一般社団法人 日本画像医療システム工業会 広報委員会 技術広報専門委員会

委員長	田中 茂	東芝メディカルシステムズ(株)
副委員長	増尾 克裕	(株)島津製作所
委員	岩木 健	富士フイルム(株)
〃	大久保 彰	(株)日立メディコ
〃	河野 和宏	島津メディカルシステムズ(株)
〃	須山 宗木	コニカミノルタ(株)
〃	古屋 進	医建エンジニアリング(株)
〃	前田 賢	(株)マエダ
〃	森山 智幸	(株)森山X線用品
事務局	西口 信弘	一般社団法人日本画像医療システム工業会

発行 一般社団法人 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

(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>