

2017. VOL. 27 NO.1
(通巻第52号)

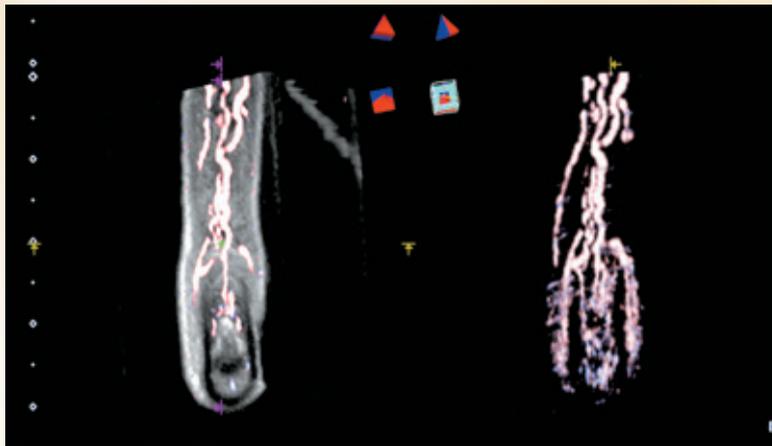
JIRA 50th Since 1967

テクニカルレポート

◆新製品・新技術

◆技術解説

Aplio™ i800による新しい3次元超音波画像と高分解能の実現



永久磁石MRI開発の歩み



一般社団法人 日本画像医療システム工業会

第73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73回日本放射線技術学会総会学術大会
大会長 宮地 利明



この記事を目にされる場所は、きっと横浜の学会場と思います。本大会の印象はいかがでしょう。

JRCの大会は、日本画像医療システム工業会(JIRA)、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)で共同開催し、我々の領域においてこれだけ大規模の学術集会は世界でも希です。そのためJRCの大会はアジアのRSNAと称されます。JSRT大会英語ホームページのWelcome Letterにも、国際学術集会に出席したと言って頂いても良いように”This meeting is an international meeting and one of the leading events in radiological technology”(放射線技術学を主導する国際学術集会)と記しました。これに合わせて本大会からネームカードの氏名と施設名を英語で併記いただくことになりました。ぜひご協力下さい。また一般演題発表者の英語の負担を軽減するために、「発表者用メモ表示」(PowerPointの発表者ツールの一部機能に相当)を使用できるようにしました。もちろん国際化においては単に欧米の真似ではなく、日本やアジアの独自性も十分に考慮したつもりです。

プログラムに関しては、JSRTの国際化、そして学際化に加えて、三つ目の柱にするべき女性男性共同参画についても意識したつもりです。詳細は大会プログラムを見て頂くとして、先ずは本大会の目玉として女性男性共同参画に関する国際シンポジウムを用意しました。これはアジアで活躍する女性研究者のシンポ「リーディングウーマンと考える放射線技術学」で日曜午前に開催します。また学際化を意識したシンポも開催します。人工知能・深層学習の研究が医療応用を含めて世界中で話題になっていますが、中でもしばしばニュースで取り上げられるワトソン(IBM製コンピュータシステムでクイズ王に勝利したことで超有名!)の開発責任者を女性の講演者として米国から招聘しました。この講演に加えたシンポジウムを金曜午前に「AIの放射線医学・技術学への挑戦－IBMワトソンとディープラーニング－」のタイトルで行います。また「小児画像診断における被ばくの現状と課題」のタイトルで、学際研究を意識した共催学会との合同シンポジウムも開催します。さらに、海外から高名な学者を多数招聘して最先端の学術講演を企画するだけでなく、臨床に役立つ教育講演も入門から応用に至るまでこれまでになく充実させました。

ところで各所で述べていますが、JSRTの大会は西暦2017年かつ平成29年の第73回大会です。これら2017、29、73の数は素数です。さらに偶然にもJSMPの113回大会も同様です。これらがみな素数である確率のごくわずかです。素数をご存じのように数学だけでなく情報学や情報工学など、我々と近い学問領域において極めて重要な数です。また素数を英語でprime numberと言いますが、このprimeは他に「最重要の、根本的な、最初の」などの意味を持っています。これまで、JSRTの本大会を”prime meeting”と呼んで頂けるように大会準備を重ねてきました。皆様に横浜の会場でお目にかかることを楽しみにしております。

(金沢大学医薬保健研究域附属健康増進科学センター長)

JIRAテクニカルレポート 2017. Vol.27 No.1 (通巻第52号)

目 次

巻頭言

| | |
|------------------------------------------------|---|
| 第73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73回日本放射線技術学会総会学術大会 大会長 宮地 利明 | |

新製品・新技術

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ワイヤレスカセットタイプ FPD AeroDR fine の開発 | 4 |
| コニカミノルタ(株) 青柳 繁 | |
| 2. 超軽量移動型デジタルX線撮影装置「FUJIFILM DR CALNEO AQRO [®] 」の開発 | 6 |
| 富士フイルム(株) 小田 泰史 | |
| 3. 50年の技術を結集した次世代マンモグラフィ Senographe Pristina [™] | 8 |
| GEヘルスケア・ジャパン(株) 木村 友美 | |
| 4. 透視撮影システムにおける新透視制御“SUREengine FAST”の開発 | 10 |
| (株)島津製作所 齊藤 祐 | |
| 5. 最新の被ばく低減技術を搭載した 0.5mm×80列CT Aquilion [™] Lightning/Helios Edition の開発 | 12 |
| 東芝メディカルシステムズ(株) 新野 俊之 | |
| 6. 究・匠・和を追求した革新的3テスラ MRI装置 Vantage Galan [™] 3Tの開発 | 14 |
| 東芝メディカルシステムズ(株) 石原 隆尋 | |
| 7. 体組織の硬度分布と血流分布を同一面に表示する 汎用超音波診断機能 Aixplorer “TriVu Imaging” | 16 |
| コニカミノルタ(株) 高木 一也 | |
| 8. 読影効率向上と省スペース化を実現する 6MP医用モニターの開発 | 18 |
| EIZO(株) 橋本 秀明 | |
| 9. 画像観察時の効率化を目指した Intuitive workflow tools の開発 | 20 |
| バルコ(株) 菅谷 武史 | |
| 10. 手術シミュレーション可能な素材による 3D プリント造形技術 | 22 |
| (株)アールテック 小杉 崇文 | |
| 11. 汎用エンコーダー(ProCAP HD)を加えた院内画像統合ソリューションパッケージの開発 | 24 |
| (株)ファインデックス 宮川 力 | |
| 12. 動画ネットワークシステム「DCAS i シリーズ」の開発 | 26 |
| (株)ジャスト・メディカルコーポレーション 松尾 秀起 | |
| 13. 線量センサ付グリッドの要素技術の開発 | 28 |
| Jpi ジャパン(株) 良知 義晃 | |
| 14. 検診用音声発生器「ナイスコール SN-3」の手話対応機能の開発 | 30 |
| (株)三協 嶋津 雅代 | |

技術解説

- Aplio™ i800 による新しい3次元超音波画像と高分解能の実現 32
東芝メディカルシステムズ(株) 川岸 哲也
- 永久磁石MRI開発の歩み 37
(株)日立製作所 青柳 和宏

医療の現場から

- 『医療現場における Globalization』 42
公益社団法人日本放射線技術学会 第73回日本放射線技術学会総会学術大会 実行委員長 松原 孝祐

工業会情報

- 医用画像・放射線機器ハンドブックと技術解説集の紹介 43
一般社団法人日本画像医療システム工業会 技術広報専門委員会

工業会概要 45

編集後記 48

1. ワイヤレスカセットタイプ FPD AeroDR fine の開発

コニカミノルタ(株) ヘルスケア事業本部
青柳 繁

【はじめに】

一般 X 線撮影の重要な構成要素であるイメージングシステムは、従来の CR (Computed Radiography) から DR (Digital Radiography) へ移行が進んでいる。当社も、2011 年にワイヤレスカセットタイプ FPD (Flat Panel Detector) AeroDR を発売し、DR 化を推進し、病棟回診/ICU/救急外来/手術室等様々な場面で活用頂いている。つづいて、使い勝手の向上とハードユースに耐える性能を求める声に応えるべく、超軽量と防水性/堅牢性を両立した AeroDR PREMIUM を 2014 年に発売し、多くの顧客にて高い評価を頂いた。そして、2016 年 12 月に販売したコニカミノルタの第 3 世代 FPD「AeroDR fine」(図 1) では、カセットタイプ FPD への様々な要望と期待を高いレベルで具現化した。本項では、AeroDR fine の開発について報告する。



図 1 AeroDR fine の外観

【特長】

1. 画素サイズの高精細化及び画像の高画質化

整形領域において、手指骨等の微小構造の確認のため高精細画像を求められるケースがある。従来は CR 高精細読み取りを使用する場合もあった。AeroDR fine は $100 \mu\text{m}$ の画素サイズを実現し、本課題解決のため、FPD の新規設計を行った。

高精細と高画質/高感度化を両立するためには、画素面積の縮小(約 1/3)に伴う S/N 比の低下対策が必要である。そこで、高性能 TFT 素子(半導体性能改善/単位面積あたりの駆動能力向上)と高感度フォトダイオード素子および低ノイズ読み出し IC を採用し、それらの最適化設計を実施した。これにより $100 \mu\text{m}$ の高精細化を実現しながら、画素あたりの S/N を確保、単位面積あたりの S/N を低減し、画質性能指標である DQE を従来よりも大幅に向上することに成功した。そして AeroDR 従来機に対して AeroDR fine は約 20% の線量低減を実現した。

2. 新規画像処理の開発

AeroDR fine の開発に伴い、画像処理についても新規技術を投入し、新画像処理エンジン「REALISM」を開発し、ソフトウェアとハードウェアの両方から高画質化/低線量化の要求に対応した。

REALISM は、長年にわたって培ってきた画像処理技術をベースに①画像全体描出+コントラスト維持の両立技術、②パネルの解像力を最大限に活かす高鮮鋭化技術、③上記に伴う粒状悪化を抑

制する技術により、「高解像・高感度・高画質」を高い次元で実現する。なお新画像処理「REALISM」は、現行のAeroDR/AeroDR PREMIUMにも適用が可能であり、システム全体の画質改善に貢献する。



AeroDR 従来機 AeroDR fine 「REALISM」処理

図2 画素サイズ・処理違い比較(足指骨)

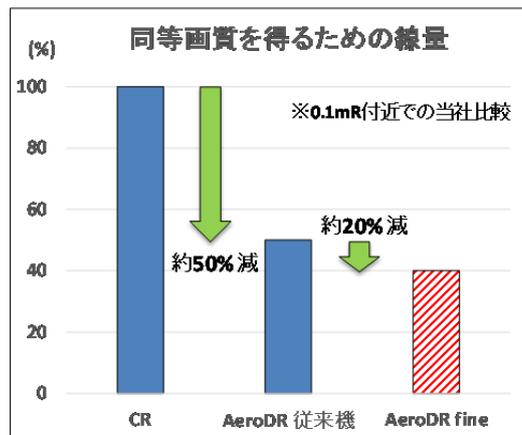


図3 同等画質を得るための線量目安

3. 堅牢性とグリップ性の向上

AeroDR fineでは、2ピース型の筐体構造(図4)を採用した。落下によるダメージが集中する角部は、強度に優れたカーボン素材を繊維が連続的になるように特殊な製造方法により形成(図5)し、軽量性の維持と落下衝撃耐性の向上を両立した。撮影台からの落下を想定した1.2mの落下に対する耐性を確保する事により、さらに信頼性を向上した。

作業の方々の負荷を軽減するため、グリップ性を向上、筐体の一部に凹み(図6)を設け、指の引っ掛かりを補助することで把持力(保持するために必要な握力)の低減ができるように設計した。これは、感染防止用のカセットカバーを使用した際のカセットハンドリングにも大きい効果があり、ユーザビリティの向上に貢献する。

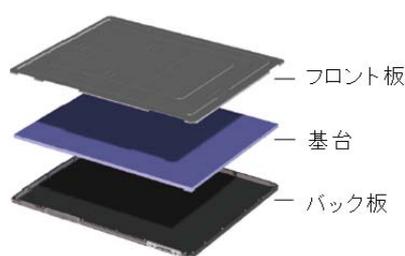


図4 カセット構造

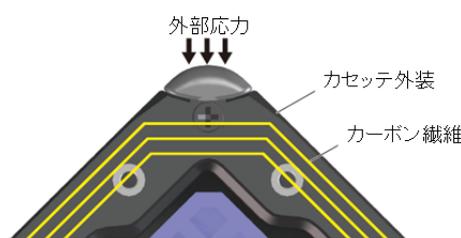


図5 角部繊維形状

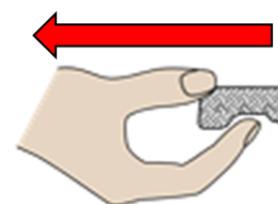


図6 凹みによる把持

【おわりに】

AeroDR発売以降、世界中の数多くの顧客からいただいたご意見・ご要望を製品開発に反映してきた。AeroDR fineは、その集大成として新規技術を盛り込み、最高レベルの仕様とユーザビリティを実現した。本製品の価値を顧客一人一人に感じていただければ幸いである。今後もさらに技術の開発および製品開発に挑戦し、医療の質の向上に貢献していきたい。

2. 超軽量移動型デジタル X 線撮影装置 「FUJIFILM DR CALNEO AQRO®」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
野澤 泰久、松浦 正佳、小田 泰史

【背景】

DRは、撮影したその場で画像を即時表示できるという特長があり、救急や手術室などのポータブル撮影で非常に有用である。しかし従来のDR回診車は大型で小回りが効かないため、スペースが限られた医療現場ではポジショニングが難しい。

当社では、カセットDRメーカーの視点から、高感度なカセットDRと組み合わせることを前提に、X線装置の出力を必要最小限に抑え、小型で軽快なハンドリングのX線装置が実現できると考えた。本稿ではこれらのニーズに応えるべく開発した超軽量移動型デジタルX線撮影装置「FUJIFILM DR CALNEO AQRO®」(図1)について紹介する。



図1 CALNEO AQRO

【当社コア技術による X 線装置の小型・軽量化】

当社独自の高感度読み取り技術である「ISS方式 (Irradiation Side Sampling)」とノイズ低減回路を搭載したカセットDR

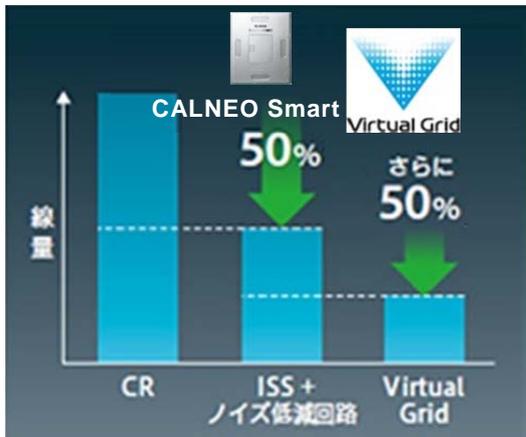


図2 当社コア技術による線量低減効果



図3 低線量撮影画像(90kV 1mAs SID=100cm)

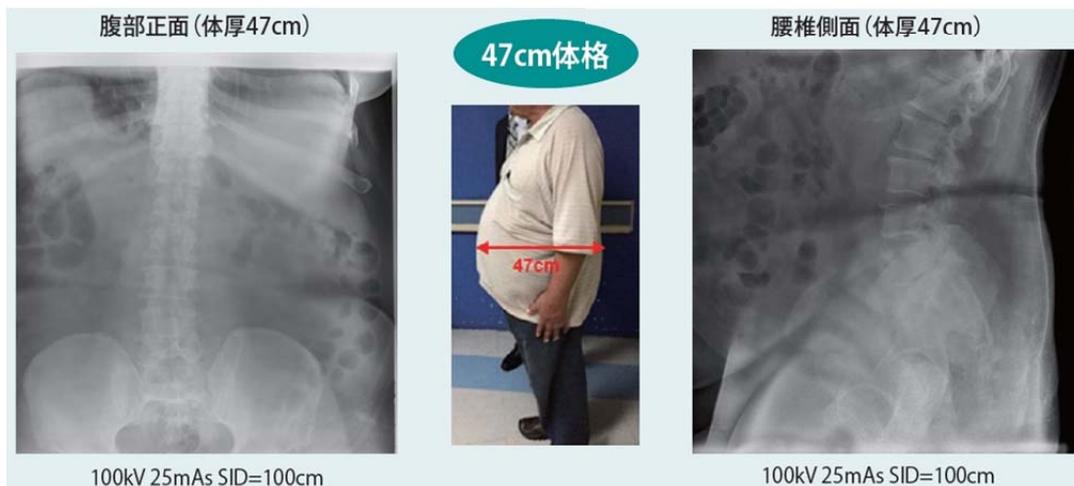


図4 大型の被検者の画像

「CALNEO Smart[®]」と粒状性を向上させる画像処理技術「Virtual Grid[®]」を採用することで撮影線量を従来の1/4に低減できた(図2)。デバイス技術と画像処理技術の融合による低線量・高画質技術を組み合わせることで、X線装置の小型・軽量化(90kg：一般的な回診車の約1/5)を実現した。CALNEO AQROで取得した胸部画像および大型被検者の腹部、腰椎画像を示す(図3、4)。

【軽快なハンドリング】

X線装置を小型・軽量化したことに加えて4輪キャスタ構造を採用することにより、その場での回転や任意方向へのスライド移動が可能となり、狭い場所でのポジショニングが容易となった(図5、6)。



図5 その場回転・任意方向へのスライド移動



図6 ベッドサイドでの移動

【撮影ワークフローの向上】

コンソールと X線操作部が一体化された操作パネルは、シーンに応じて回転・チルト・高さを自由に調節でき、患者のそばでの撮影条件設定やベッドサイドの様々な位置からの画像確認を行える(図7)。

また、「CALNEO AQRO」に搭載された高性能バッテリーにより12時間の連続使用ができるため、日中の稼働時間中に充電の必要はない。万一、バッテリーが切れてもAC充電しながら撮影ができる。さらに、「CALNEO Smart」はX線装置前面の「Smart スロット」に挿入することで常時充電されるため、バッテリー切れの心配はない(図8)。



図7 操作パネル



図8 Smart スロット

【結語】

本稿で紹介した「CALNEO AQRO」によって、あらゆるモバイルシーンに対応した、今までにない円滑な撮影ワークフローを実現した。今後もDR撮影システムとしての利便性を追及した技術開発に挑戦し、医療現場のニーズに応えていく。

3. 50年の技術を結集した次世代マンモグラフィ Senographe Pristina™

GEヘルスケア・ジャパン(株) X-Ray 営業推進部
木村 友美

【はじめに】

マンモグラフィが誕生して50年、当社は効率的・効果的に乳がん死亡を低減するために、高精度なマンモグラフィ検査を高いスループットで実現する最新テクノロジーを常に磨き続けてきた。

このたび、これまでのテクノロジーを結集させ、検査に関わるすべての人に寄り添えるマンモグラフィでありたいという思いを宿した次世代マンモグラフィ Senographe Pristinaを発表した。

【特長】

1. 検査に関わるすべての人の快適さを考慮

より快適にマンモグラフィ検査を受けていただけるよう、受診者にやさしいデザインを採用。ディテクタ/ブッキー部分では、従来のマンモグラフィより薄く、腋下があたる角に、より丸みをもたせることで、受診者の痛みを軽減させるよう設計している(図2)。

また、MLOポジショニングの際、管球部分をパーキング位置へ移動させることにより、無理のない姿勢でのポジショニングをサポートする。

2. 質の高い画像

(1) 間接変換方式 FPD

自社開発するフラットパネルディテクタは、ディテクタの特性であるシグナルの広がりや劣化特性を開発過程で詳細に分析・把握することが可能である。その結果、各ピクセルデータに対して、本来の状態に向けて逆算出し、そのピクセルへデータを割り戻す画像復元技術(Fine View Booster)により、ノイズの悪化を抑えながら、よりシャープな画像を提供することができる。自社開発のパネルだからこそ、実現する技術である。

当社のフラットパネルの特長

- ① 耐久温度幅が広く定温管理が不要
- ② 温度安定性が良く電源投入時の待ち時間が無い
- ③ 電荷の蓄積が無く次撮影までの待ち時間ゼロ、連続撮影が可能
- ④ 耐久性が良く寿命が長い
- ⑤ 線量への依存が少なく低線量高 DQE

(2) ターゲット/フィルタ

当社特許のモリブデン(Mo)/ロジウム(Rh)デュアルX線管は、モリブデン(Mo)/シルバー(Ag)フィルタとの組合せでデンスプレストの画質を向上、また撮影時間短縮により体動によるアーチファクト低減する。

Senographe Pristinでは3D(デジタル・プレスト・トモシンセシス)撮影を考慮してシルバー(Ag)フ



図1

乳房用 X 線診断装置
「Senographe Pristina」

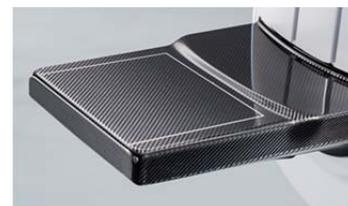


図2

薄くて丸みを帯びたブッキー

フィルタを有している。3D撮影では射入による撮影を行うため被写体厚は大きくなるが、最適なCNRがRhフィルタ使用時よりAgフィルタ使用時の方が高いkVへシフトするため、撮影時間を短縮することができる。

(3) New AOP モード

デジタル時代のCNRをパラメータにした撮影条件の完全自動設定を実現した先進機構。目標画質を決定後に、New AOPでは目標CNRが決定される。照射の際には、個々の乳房の乳腺密度などを装置が自動測定し、その乳房で目標CNRを最小被ばく線量で得られる撮影条件が、最適撮影条件として自動選択され撮影が終了する。

乳房厚と乳房密度の関係に明瞭な相関関係はないため、一般に広く使用されているAECでは、最適な条件の提供には不十分であり、New AOPのような乳腺密度を考慮した、CNRによる撮影条件決定が有用であると高く評価されている。

(4) 三次元画像再構成法

GE独自の逐次近似法ASiR^{DBT}(統計モデルを適応した反復再構成)による画像再構成を用い、線量低減やアーチファクト軽減を可能にした。

また、石灰化は3次元的な広がりを持って分布していることが多い。そこで、この石灰化の広がりを観察するため、1cmスライス厚のSlab画像を開発した(図3)。これは一般的な画像再構成技術(Average、MIP)による1cm厚スライス画像とは異なり、当社独自のアルゴリズムによりアーチファクトを軽減した高画質を有している。

同時に、最小0.5mmのスライス画像も自動的に生成している。必要に応じてその断面だけを観察することができる。

多彩なテクノロジーを集結させた当社の3Dマンモグラフィ。石灰化の描出能が重要だからこそ妥協することなく高画質を追及している。

【おわりに】

3Dマンモグラフィは非常に有用な検査である一方、いまだ新しい検査でもあり、検診での位置づけや画像データハンドリングなどの課題も考えられている。今後は、より臨床ニーズに即した検査が、少ない負担で行えることが必要であると考えます。当社は今後も皆様と協力して、受診者のために尽くしていきたい。

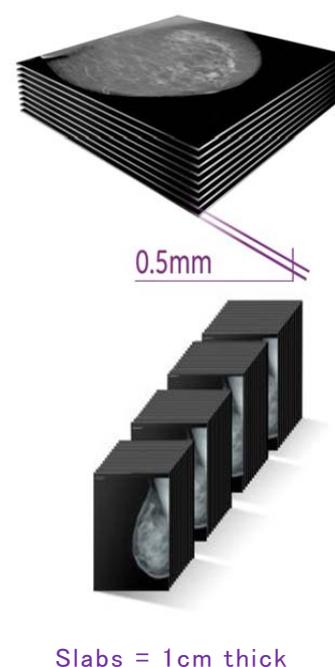


図3
0.5mmPlane 画像と
SLAB 画像

4. 透視撮影システムにおける新透視制御“SUREngine FAST”の開発

(株)島津製作所 医用機器事業部 技術部

齊藤 祐

【はじめに】

近年の内視鏡検査・治療の増加に伴い、より高画質なX線透視画像と患者・医療従事者の被ばく低減が求められている。当社ではさまざまな臨床用途に適用可能なFPD搭載X線透視撮影システムとして SONIALVISION G4(図1、以下本装置)を提供しているが、今回新たに内視鏡検査に最適な透視画像を提供する“SUREngine FAST(Fluoroscopy Assisted Studies and Treatments)”を搭載したので、その特長を報告する。



図1 SONIALVISION G4

【背景】

膵臓、胆道系疾患等を対象とする内視鏡検査・治療において使用されるX線透視装置には、ガイドワイヤなどのデバイスの視認性が求められるとともに、手技が長時間に及ぶこともあるため、患者・医療従事者双方の被ばく低減も要求される。しかし被ばく低減のために照射線量を低減すると画像に含まれるノイズ成分が増えるため、このノイズをいかに低減するかが高画質・低被ばくの両立に向けた課題となる。

透視画像中のノイズ除去のために従来から一般的に使用されているリカーブフィルタは、画像を時間積分することでランダムに生じているノイズを平滑化するが、積分は同一座標で行われるため対象物が動いた場合には残像を生じ、対象物の視認性を低下させてしまう。またガウシアンフィルタなどの単純な平滑化フィルタを使用するとノイズは減少するが、観察対象にもボケが生じてしまう。

【特長】

SUREngine FASTは主に自動付加フィルタ挿入による被ばく低減と、新リアルタイム画像処理による画質向上からなる。

1. 自動付加フィルタ挿入による被ばく低減

被ばく低減の一つの方法として付加フィルタの挿入があり、本装置ではX線コリメータに内蔵された4種の付加フィルタを透視用・撮影用それぞれ個別に自動で切り替えるオートフィルタ機能を有している。今回、内視鏡検査・治療の特性に合わせた最適な透視X線条件(管電圧、管電流、付加フィルタ)を作成した。これにより従来に比べ被ばくを抑えつつも、X線平面検出器に入射するX線量を確保した。

2. 新リアルタイム画像処理による、残像とノイズの低減

透視画像において、ガイドワイヤなどの微細なデバイスの鮮鋭度を維持しつつノイズを低減するため、エッジ保持型の平滑化フィルタを搭載した。従来から搭載している周波数分離型ノイズ低減フィルタと組み合わせて使用する事で、ノイズを低減しながらも移動するデバイスを残像なく明瞭に描出することが可能となった。これらの動画像処理には複雑な演算が必要とされるが、当社製の高速画像処理専用基板を使用することで、表示遅れのないリアルタイム画像処理を実現している。

3. 優れた操作性

本装置では、検査開始時に検査種別に応じたプリセットを選択するだけで、透視X線条件、透視パルスレート、画像処理パラメータといった各種項目が全て一括で設定されるため、検査に適した設定の選択が容易である。

さらに、装置ごとに頻繁に使用する機能を割り当て可能なハードウェアキーを使用する事で、検査中の手技内容に応じて透視パルスレートを簡単に変更することができるため、線量と画質（時間分解能）のコントロールに有用である。

【臨床画像】

ERCP(内視鏡的逆行性胆道膵管造影)への適用例を示す。従来制御ではリカーシブフィルタによりガイドワイヤ先端に残像(図2(a)▲部)が生じることがあった。一方、本制御では付加フィルタ挿入により従来の40%の線量となっているものの、新画像処理の適用により残像が低減され、ガイドワイヤ先端の動きも良好に観察可能である(図2(b)▲部)。加えて、デバイスの動きの少ない手技においては透視パルスレートを半分の7.5fpsとすることで従来の20%の線量でも運用可能であるとの評価をいただいている。

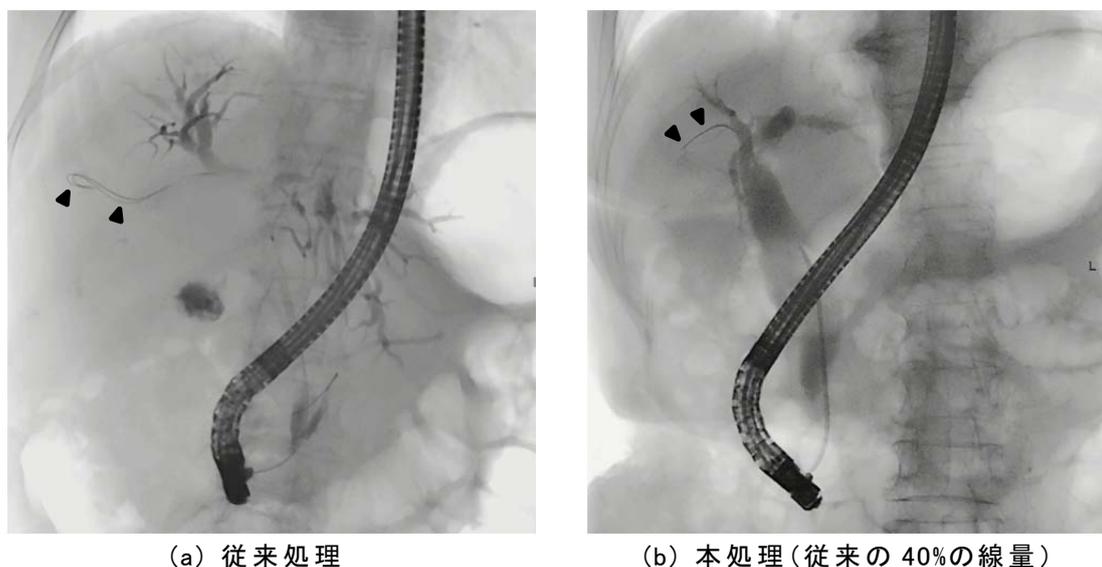


図2 臨床画像への適用

【おわりに】

透視画像の低被ばく化と高画質を両立する“SUREngine FAST”を開発した。また本制御の画像処理は残像を低減することにより低レートパルス透視の有用性を向上した。これにより手技の短時間化と低被ばく化に寄与できると考える。

最後に、本画像処理の評価および画像提供を頂いた広島大学病院 消化器・代謝内科スタッフ各位に謝意を表す。

5. 最新の被ばく低減技術を搭載した 0.5mm×80 列 CT Aquilion™ Lightning/Helios Edition の開発

東芝メディカルシステムズ(株) CT 開発部
新野 俊之

【背景】

近年、日本をはじめとする先進国においては、患者への負担の軽減、診断能向上に対する要求が高まり、実用機／普及機クラスの CT の多列化が進みつつある。

一方で、医療施設においては、TCO (Total Cost of Ownership) に対する意識がさらに強まり、コストと性能のバランスの取れた装置の導入が求められている。

そこで今回、Area Detector CT Aquilion ONE™ で開発した最新の被ばく低減技術、ワークフロー改善技術を適用しつつ、設置スペースや消費電力を抑え、患者にも施設にもやさしい新 80 列ヘリカル CT スキャナ Aquilion Lightning/Helios Edition を開発したので紹介する(図1)。



図1 0.5mm×80 列ヘリカル CT Aquilion Lightning/Helios Edition

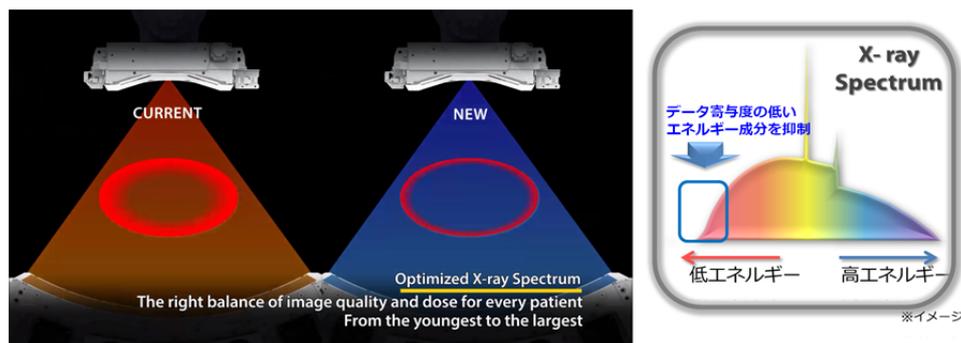
【特長】

Aquilion Lightning に搭載された最新技術／新機能を以下に示す。

1. 高分解能と低被ばく、高速撮影の実現のために

(1) PUREViSION™ Optics

最新の Aquilion ONE で開発された、PUREViSION Optics を搭載した。検出器素材、製造プロセスの最適化とデータ収集装置 (DAS) の実装の高密度化により、光出力の 40% 向上 (当社比) と電気ノイズ 28% 低減 (当社従来装置との比較) を同時に実現した PUREViSION Detector に加え、X 線出力部から受光部まで被ばくと画質を決める要素をブラッシュアップし、被ばく低減に加え、画像ノイズやアーチファクトのより少ない鮮明な画像を撮影することが可能となった(図2)。



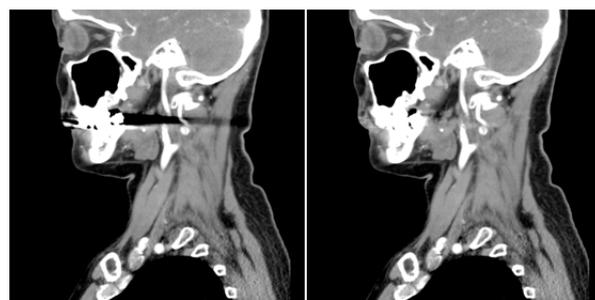
データ寄与度の低いエネルギー成分を抑制し、画像効率の高いエネルギー成分を活用することで、被ばく線量の低減と画質向上を両立。

図2 PUREViSION OPTICS

(2) SEMAR

(Single Energy Metal Artifact Reduction)

Aquilion ONEで開発した金属アーチファクト低減技術、SEMARを標準搭載すると共に、再構成処理の効率化も行い、高速処理を実現した。これにより、金属近傍の軟部組織の診断を迅速に行うことが可能になる(図3)。



without SEMAR with SEMAR

図3 SEMAR 適用画像

(データ提供 : 藤田保健衛生大学病院)

2. CT検査を高効率化させる高速ワークフロー実現のために

(1) 0.5mm×80列検出器

このクラス初の0.5mm×80列検出器を搭載し、最速0.5秒の架台回転速度を達成した。これにより、従来の16列CTでは1mmスライスで10秒程度かかっていた胸部撮影を、0.5mmスライスでも4秒程度で完了することが可能となった。また再構成速度も50fps(オプション)を達成したことで、迅速な全身0.5mm高精細検査を可能とした。

(2) 780mm大開口径と画像再構成範囲拡大

クラス最大の780mm大開口径を実現し、患者の体位を気にせずポジショニングを容易にすると共に、狭い場所が苦手な患者にもリラックスして検査を受けられるようになった。さらに画像再構成範囲拡大技術により、従来500mmφまでだった再構成範囲を700mmφまで拡大することで、フラット天板との組み合わせによる治療支援用位置決めCT検査での有用性を高めた(図4)。

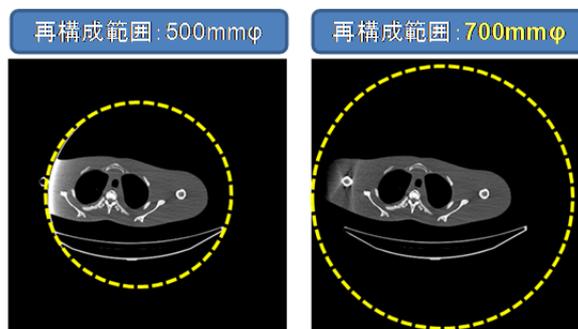


図4 画像再構成範囲拡大

3. 省スペース、省エネルギー実現のために

(1) コンパクトなガントリ

780mm大開口径の80列CTにもかかわらず、コンパクトなガントリ設計によって最小9.8m²の設置スペースを実現した(図5)。さらにコンソールも一新することで、操作室の設置スペースも小型化を実現。これにより、施設の設置環境に柔軟に対応することが可能となった。

(2) 省電力設計

これまで100kVAの電源容量を必要とされていた64列以上のクラスにおいて、オプション構成によっては16列クラスと同等の50kVAでの運用も可能とした。これにより、16列以下からのCTの更新においても電源工事が不要となり、装置導入費用を抑えることができる。また導入後も装置未使用時のスリープモード等により省エネルギーでの運用が可能となり、ランニングコストを抑制できる。



図5 最小設置面積

【まとめ】

多様なニーズに対応できる新80列CTシステムを開発した。Aquilion ONEで開発した最新の被ばく低減技術や、ワークフロー向上技術を適用しながらも設置スペースや消費電力を抑えることで、患者にも施設にもやさしい装置を実現した。

6. 究・匠・和を追求した革新的 3 テスラ MRI 装置 Vantage Galan™ 3T の開発

東芝メディカルシステムズ(株) MRI 開発部
石原 隆尋

【はじめに】

Vantage Galan 3Tは、新しい価値をもたらす革新的MRI装置である。日々高まる臨床現場からの要求を高度に満たすだけでなく、設置面積の制約を軽減し、臨床検査の質の向上を支援するとともに病院経営にも貢献するMRI装置Vantage Galan 3Tを開発したので報告する(図1)。



図1 3 テスラ MRI 装置 Vantage Galan 3T

【特長】

1. 究(きわみ)の質 ～高画質を徹底追求～

Vantage Galan 3Tでは、RFの送受信に着目し、RFの送受信性能を向上させることで、SNRを20%向上するPURERFを搭載した。送信技術PURERF Tx(図2)では、送信コイルを独自のシールドで包み込むことにより、従来の装置に比べ送信効率を26%アップさせた。装置が発生する電子ノイズの規則性を除き、ノイズのピークを低減する技術PURERF Rx(図3)では、受信時に混入する電子ノイズを17%低減した。

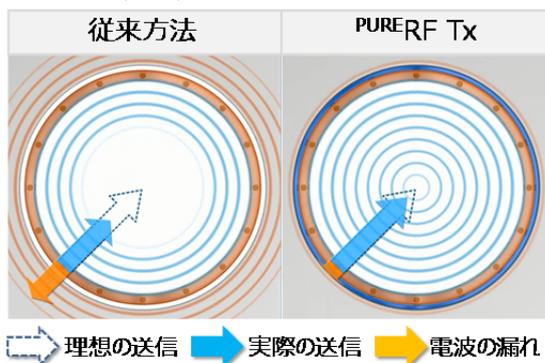


図2 PURERF Txによる送信効率の向上

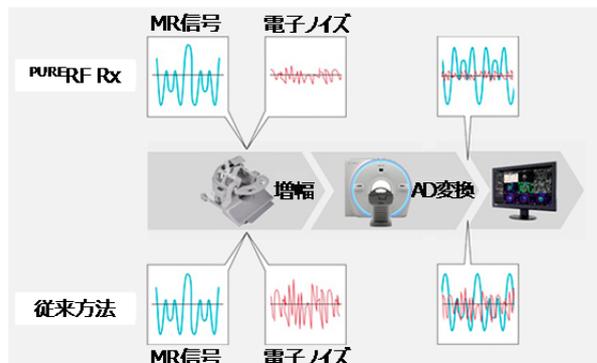


図3 PURERF Rxによる電子ノイズの低減

従来3テスラ装置で培ったMulti-phase Transmission^{*1}、Saturn Technology^{*2}と合わせることで、高品質な画像を安定して得ることが可能となった。

また、新しい撮像技術mUTE^{*3} 4D-MRAでは、TOF法の弱点である位相シフトによる信号低下を克服し(図4、図5)、さらに1スキャンで血流の動態評価が可能になった。また各時相の画像を加算することでTOFのように形態を把握できる画像も生成可能である。

*1：RF送信の位相と振幅を調整してRF磁場(B1)の不均一を改善し、画像ムラを低減させる技術

*2：傾斜磁場コイルの振動、電気的干渉を抑制して位相誤差蓄積を抑制する技術および、冷却機能を従来の2倍に増加し、高負荷時の温度上昇を抑え中心周波数を一定に保つ技術

*3：傾斜磁場変化を緩やかにすることで撮像音を大幅に低減する撮像技術

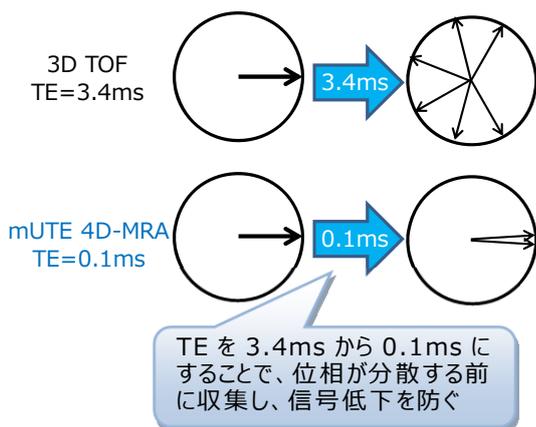
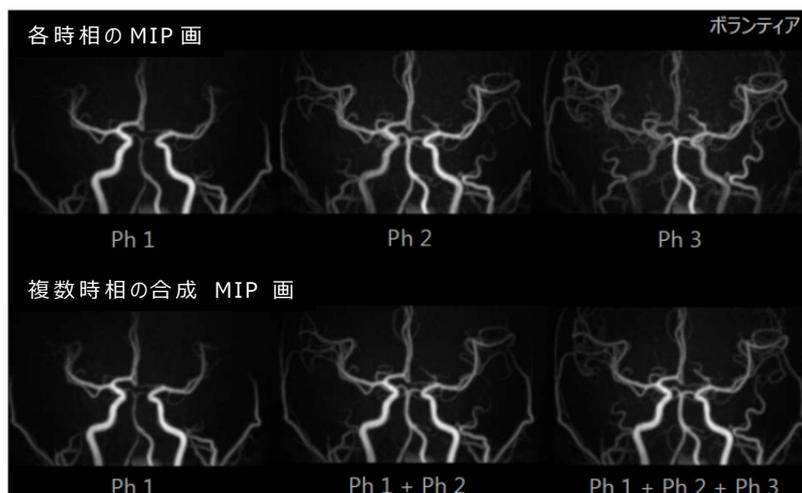


図4 TOF法とmUTE 4D-MRAの撮像法による位相シフト量の比較



上段：時相の変化(Ph1→Ph3の時間の変化)を並べた血流の動態評価
下段：複数時相を合成した血管の形態評価

図5 mUTE 4D-MRA 画像

2. 匠(たくみ)の技 ～ECO Space、ECO Running を追求～

ECO Space：装置を構成する部品を小型化、再配置することで、3テスラ装置として設置面積を24%削減(当社比)。特に撮像室は18.6m²となった。これにより、1.5テスラ装置からリプレースの際にも設置面積の拡張がほとんど不要となり、設置面積を理由に3テスラ装置の導入をあきらめていた施設でも導入検討が可能となった。

ECO Running：寝台下降とともにスタンバイ状態になり、寝台上昇時に復帰する。これにより、特に意識することなく無駄なランニングコストを削減できる。

3. 和(なごみ)の空間 ～患者に快適な検査環境を追求～

Vantage Galan 3Tでは画質を損なうことなく、患者開口径71 cmのOpen Boreを実現した。これによりこれまで困難だった体格の大きな患者や閉所恐怖症の患者、小さな子供や腰の曲がった患者でも検査が可能となった。また、より静かな検査を実現するPianissimoTM Zenを搭載。ハードウェア静音機構Pianissimo^{*4}に加え、静音シーケンスmUTEを用いて電流波形の変動を限りなく小さくすることで、傾斜磁場コイルの振動を抑制。検査時の騒音を最大99%低減し、クラス最小の撮像音を実現した(図6)。音をほとんど感じさせない撮像を可能とし、患者がリラックスできる検査空間を実現した。



図6 Pianissimo Zen使用時の騒音低減効果(当社比)

*4:騒音源を真空封入することで、全ての検査を静かに行うことができる静音化技術

【まとめ】

Vantage Galan 3Tは、これまで培ってきた当社独自の技術に新たな技術、アプリケーションを加えることで、臨床現場からの要求を高度に満たすだけでなく、病院経営にも貢献する革新的なMRI装置となった。

7. 体組織の硬度分布と血流分布を同一面に表示する 超音波診断機能 Aixplorer “TriVu Imaging”

コニカミノルタ(株) ヘルスケア事業本部
高木 一也

【背景】

超音波診断装置の近年の新しい機能として、Shearwave Elastography (SWE)と微小血管イメージングがある。横波(剪断波)の伝播速度から硬度を計測する SWE は、肝臓における線維化の評価、整形におけるリハビリの効果判定などで臨床応用が進んでいる。微小血管イメージングについても、造影剤を使わずに、腫瘍内の新生血管や筋肉・腱などの炎症を確認できるなど、有用性を示す報告が聞かれる。

汎用超音波画像診断装置 Aixplorer の Version 10 には、SWEと微小血管イメージングを実現する“Angio PL.U.S.”が搭載されている。しかしながら、これらを同一面で観察することはできなかった。Aixplorerの最新バージョン Version 11では、硬度分布と血流分布を同一面に表示する“TriVu Imaging”が搭載されたので、以下で説明する。

【処理】

TriVu の Tri は 3 を表す単語であり、TriVu Imagingは解剖学的情報を表示する B モードと、硬度分布を表示する SWE モードと、血流分布を表示する Color+(カラープラス)モードの 3つを同一面に表示するモードである。

Aixplorer には、平面波を使った高速イメージングエンジン UltraFast Imaging が搭載されているが、TriVu Imaging も、この UltraFast Imagingをベースにしている。図1に TriVu Imaging の処理シーケンスを示す。図1に示すとおり、B モード、SWE、Color+と時分割で実行され、以降、繰り返しとなる。以下に各モードの概要を示す。

<B モード> TriVu Imagingの B モードは、B モード単独で使う場合と同様、Focused Imagingを採用しており、TriVu Imagingに切り替えても B モードの視認性は維持される。

<SWE モード> 最初に、Pushパルスと呼ばれる音響放射圧により、生体内に横波を発生させる。次に、UltraFast Imagingにより生体内を伝播する横波を検出し、検出した位置と時間の関係から伝播速度を計測する。最後に、伝播速度から硬度の情報に変換する。

<Color+モード> Version 10 より搭載されている Angio PL.U.S.と同様、UltraFast Imagingをベースとした血流イメージングである。時空間に高密度な超音波を送信することで、速度だけではなく、反射信号の空間的な相関性を算出でき、従来検出が困難であった低速血流を、感度良く検出する。

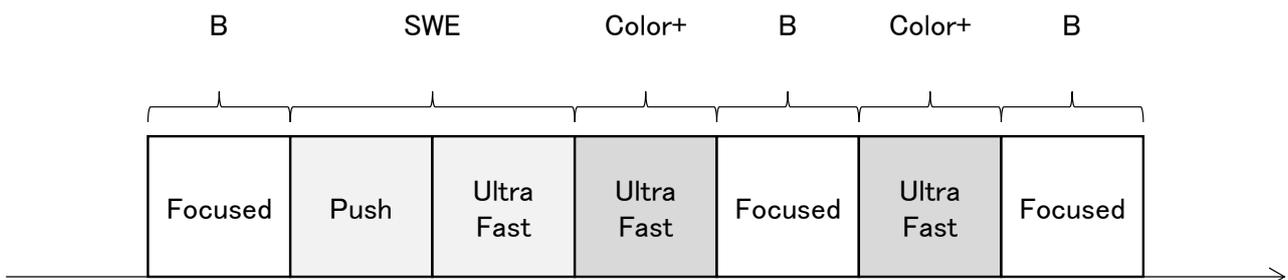


図1 TriVu Imaging の処理シーケンス

【操作画面】

各モードのパラメータは、図2 に示すとおり、Aixplorer上のタッチ画面より変更できる。画面右下のサークルをタッチすると、パラメータ変更したいモードに切り替わり、モード単独で使う場合と変わらない操作感を実現している。



図2 TriVu Imaging のパラメータ設定画面

【臨床例】

図3 に臨床例として乳腺の腫瘍を示す。B モードを背景に SWE モードと Color+モードをそれぞれ異なるカラーマップで重ねて表示できる(左図)。また、SWE モードと Color+モードをそれぞれ 2 画面で表示することもできる(右図)。

血流と硬度の分布を同一面で確認できることで、例えば、腫瘍の良悪性判断の質が向上することが期待される。また、これまで、血流分布と硬度分布を同一面で確認する場合、プローブを固定した状態でモードを切り替える操作が必要であったが、TriVu Imagingでは不要となり、操作性の改善も図られている。

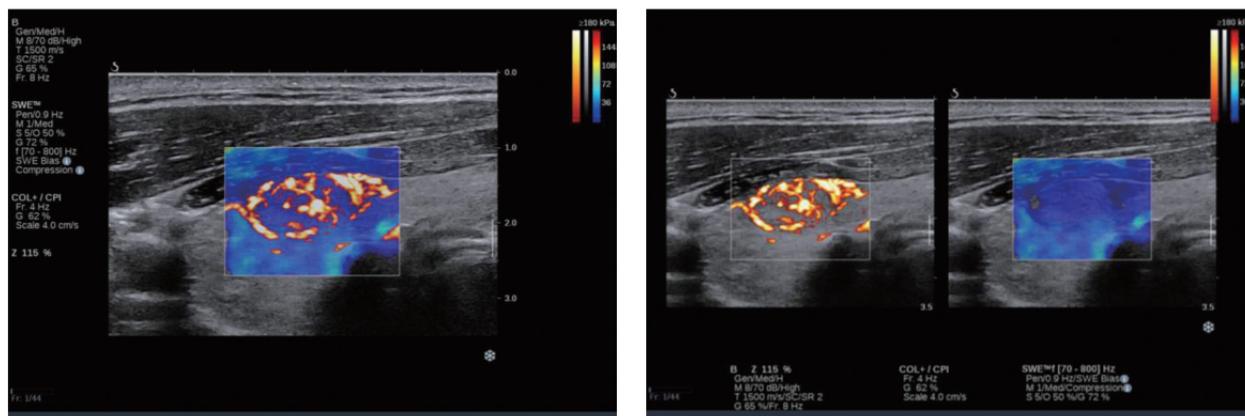


図3 TriVu Imaging の臨床例(左図:1画面に重ねて表示、右図:2画面に並べて表示)

【結語】

TriVu Imaging は、解剖学的情報、硬度分布、血流分布を同一面に表示するモードである。従来必要であったモードの切り替え操作が不要となり、ワークフローの改善が期待される。また、乳腺の検査では、総合的な判断の重要性も指摘されており、TriVu Imaging がその一助となることが期待される。

8. 読影効率向上と省スペース化を実現する6MP医用モニターの開発

EIZO(株) 映像商品開発部

橋本 秀明

【概要】

CRやDR、CT、MRI、超音波など、複数種類の医用画像の同時表示を実現し、高い表示性能と使いやすさを両立した6メガピクセル医用画像表示モニター「RadiForce RX660」を新しく開発した(図1)。医療の現場では、画像撮影装置の性能向上により、医師が読影する医用画像が増加しており、作業の効率化が求められている。RX660では、読影効率の更なる向上と、デスク上の省スペース化を実現するため、EIZO独自の新開発「Work-and-Flow(ワーク・アンド・フロー)」機能を搭載した。



図1 RadiForce RX660

【特長】

1. 「読影」を変える Work-and-Flow 機能

Work-and-Flowは、「Hide-and-Seek(ハイド・アンド・シーク)」と「Switch-and-Go(スイッチ・アンド・ゴー)」の2つの機能で構成される(図2)。同機能により、快適な読影環境と、円滑な読影ワークフローを実現し、読影作業の負担軽減、効率化が図れる。



図2 「読影」を変える Work-and-Flow 機能

(1) 見たい時だけ表示 Hide-and-Seek

Hide-and-Seekは、マウスカーソルの操作だけで、RX660の画面上に他モニターの画面を重ねて表示できるPinP(ピクチャー・イン・ピクチャー)機能である。例えば、操作しない検査リスト画面は隠しておき、必要になったらカーソルをRX660の所定の位置に移動するだけで、検査リスト画面が表示される。これにより、読影ワークフローの作業効率を損なわずにモニター数が削減でき、読影環境の省スペース化が可能となる。

(2) 途切れない操作 Switch-and-Go

Switch-and-Goは、2台のPCを1組のキーボードとマウスで操作が可能となるUSB切替え機能である。例えば、電子カルテ用PCと読影用PCそれぞれに必要な2組のキーボードとマウスを1組に集約でき、各PCのモニター画面にマウスカーソルを移動させるだけで、操作したいPCのキーボードとマウスに切り替わる。PCの行き来に生じるキーボードとマウスの使い分けが不要になり、読影効率の向上と、さらなる省スペース化が図れる。

2. 省スペース・設置性の向上

新デザインと挟ベゼルパネル採用により、同解像度の先行機種と比べて外形を横9.5mm、奥行きを56.5mmスリム化した。また従来、付属ACアダプタだった電源を本体に内蔵しつつも、空間占有率を約23%削減しており、デスク上に十分な作業スペースが確保できる。先行機種と比べて製品重量は、6kgの軽量化を実現しており、持ち運びも容易となり、設置時の負担を軽減した。

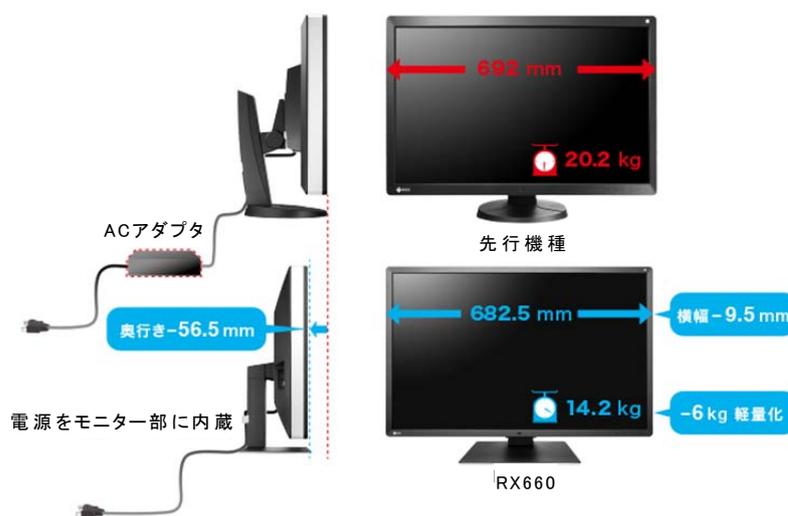


図3 先行機種との比較

3. その他の新しい機能

(1) Sharpness Recovery 機能

高輝度を達成するために液晶パネル上の画素開口率を上げると、画像がぼやける弊害が生まれる。EIZO独自技術の同機能により、画像をぼやけさせることなく、先行機種と同等の鮮鋭度を保つことが可能となる。

(2) DisplayPort1.2 に対応

PCとモニターを信号ケーブル1本で接続するだけで、解像度6メガピクセルの表示が可能である。さらに、出力端子を活用して他モニターとデジチェーン(数珠つなぎ)接続できるため、先行機種と比べてケーブル配線がシンプルになる。

【まとめ】

RX660は、画質性能の向上に加え、快適な読影環境と、円滑な読影ワークフローによる作業の負担軽減と効率化を提供する。また、作業空間が確保できる省スペースデザイン、デジチェーンによるシンプルな配線など、使いやすさも追求した製品である。

9. 画像観察時の効率化を目指した Intuitive workflow tools の開発

バルコ(株) ヘルスケア メディカルイメージング事業部

菅谷 武史

【概要】

日本では、フィルムレス化に伴うディスプレイを活用した画像観察が普及している。表示デバイスである医用画像表示用ディスプレイの開発進歩は著しく、画像観察の効率と精度の向上に貢献してきた。しかし、一方で使用者の多くがディスプレイにおける画像観察時に目の疲労や身体への負担を感じており、フィルムレス運用が目指すべき効率化が妨げられている側面もある。こうした課題に対して、当社ではグラフィックスボード「MXRT」シリーズとの組み合わせにより実装可能な画像観察ワークフローサポートツール「Intuitive workflow tools」を開発した。医療従事者の画像観察の効率化に貢献すると思われる主な機能を紹介する。

【特長】

1. プロファイルで設定内容を自由に切り替え (図1)

「Intuitive workflow tools」はシステム設定画面より操作が可能であり、設定はプロファイル機能で自由に切り替えられるため、使用者に応じた使い分けができる。



図1 Intuitive workflow tools 設定画面

2. 身体の負担を軽減する機能

長時間の画像観察時に目や身体の疲労を軽減する代表的な機能を紹介する。

(1) Application Appearance Manager™ : Windows 内のアプリケーション(.exe)毎に表示輝度を切り替える機能 (図2)

例えば、高輝度表示が不要なレポート表示時の輝度設定を低輝度表示に設定しておく、レポート表示時には自動的に低輝度表示へ切り替わり、目の疲労を最小限に抑えられる。

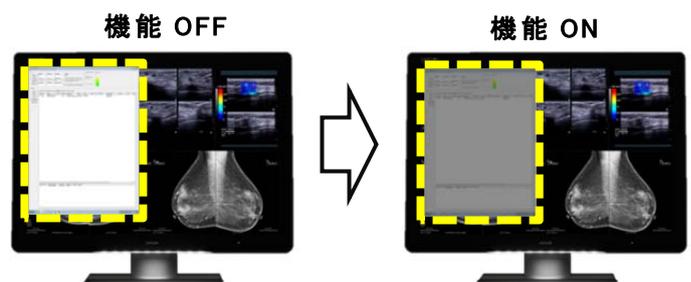


図2 Application Appearance Manager

(2) DimView™ : マウスマウスカーソルの位置を判別し輝度を自動的に落とす機能 (図3)

例えば、電子カルテやレポート表示用のディスプレイをDimViewが作動する対象として設定すると、マウスマウスカーソルが対象のディスプレイから外れると自動的に輝度が落ち、使用者が作業により集中できる環境を提供する。

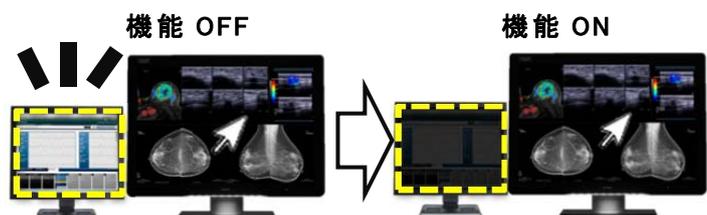


図3 DimView

10. 手術シミュレーション可能な素材による3Dプリンタ造形技術

(株)アールテック

小杉 崇文

【はじめに】

デジタル製造技術として、従来からのNC切削加工技術に加えて、3D(三次元)プリンタが2012年に米国から端を発して全世界で注目を浴びることとなった。

2014年2月に経済産業省がとりまとめた研究会報告書によれば、3Dプリンタ全体での市場規模は、2012年時点で約2,300億円であったが、2020年には1兆円に達すると試算している。そして、製品市場の広がりや製造効率の向上による生産性の革新も加えると、その経済波及効果は、2020年に全世界で21.8兆円になると予測している。

本稿では、医療分野における3Dプリンタを用いた3Dモデリング技術の利用について述べる。

【手法】

1. 従来の3Dプリンタ技術の課題

これまで当社では、3Dプリンタを活用し、In-vitroによるMRI(核磁気共鳴装置)あるいはPIV*1(粒子画像流速測定法)計測のためのシリコンモデルやPVA(ポリビニルアルコール)製の血管ファントムモデルの開発・製作を1998年ごろから手掛けてきた。これまでの生体レプリカは、いずれも3Dプリンタ技術を用いて製作されると唱っているものの、型を3Dプリンタで作成し、その型に樹脂を流し込んで成形する、型成形品である。このため、個別形状への対応は難しく、型費がかかるため、個別対応は納期が掛かる上に、1個当たり20～50万円と高価とならざるを得ない。これらの問題を解決するには、3Dプリンタによって、直接、レプリカを製作する手法を取る必要がある。

また、医療分野で利用する模型を製作する場合、個別形状への対応だけでなく、手術シミュレーションを可能にする必要も生じる。しかし通常の3Dプリンタの材料では、柔らかさや引裂き強度などの問題で、手術シミュレーションに使用することができない。手術シミュレーションを可能にするためには、実際の柔軟性や触感を再現するために、実物の硬度に近いゴム硬度(C-5～30あるいはF-10～30)をもつとともに、メスによる切開・切除・縫合の手技に適応できる患者個別対応の生体レプリカが求められる。

*1 流れ場における多点の瞬時速度を非接触で得ることができる流体計測法。

2. 手術シミュレーション可能な素材の開発

これらの要望に応えるために、当社では石膏粉体積層型の3Dプリンタを用いて、生体擬似物性取得のための材料を選定し、後処理での樹脂含浸ならびに熱処理などに関する手法を見出した。積層粉体の材料選定に当たっては、顕微鏡観察を行い、造形プロセスに適合する形状や粒径を調べるとともに、造形品の材料物性の1つとして、引張強度試験を実施して、その引張伸び率や破断強度にもとづき、含浸樹脂材料の選定や樹脂混合比率の適合化における指標とした。そして新たに開発した造形品に対して、実際に医師が切開・切除・縫合を行い、その有効性を確認した。



図1 切開・切除・縫合が可能な造形品

3. 三次元模型の効用

医療分野で利用する個別対応の三次元模型は、以下の効用が考えられる。

(1) 画像診断における品質・精度の向上

高度医療撮影装置による画像診断データの3D化により、見落としがちな隠れた病変部の発見確率の上昇や、画像診断での精度の向上に寄与する。

(2) 手術シミュレーションの実現

患者毎の個別別生体レプリカとして、臓器や関心領域の部位の精密な構造と感触を模したモデルを用いて、手術計画の立案をはじめ、術式の選択、術前シミュレーション、手技トレーニングが可能になる。



図2 術前トレーニングが可能な臓器モデル

(3) チーム手術・治療での支援

手術や治療に関わるチーム医療メンバー間の意思疎通を図るなど、知見や技術習得の補完を図るツールとして有用である。

(4) 人工物の設計・製作での利用

患者の体内に埋め込む人工臓器をはじめ、人工関節、人工骨、義肢・義足などのほか、心臓ペースメーカーなどのインプラントを設計製作する際の検討に利用できる。

(5) 医学実習や医学教育での教材

人体の構造や機能、病態生理の可視化により、基礎医学の教育をはじめ、予防医学や健康医学への啓発活動にも利用できる。

(6) インフォームドコンセントでの活用

医師が患者への病状、治療計画や手術計画などを伝える際に、患者個別のモデルにもとづく説明ができ、より正確で分かりやすい情報提供が可能となる。

(7) 法医学(犯罪科学)での検証

3Dスキャナによる現場の立体的再現をはじめ、人体の損傷個所の3D化により、法医学上の立件や立証に役立つ。

【おわりに】

3Dプリンタで生体レプリカを直接造形することが可能となり、従来に比べ、大幅にコストや製作時間を削減することができた。医用画像を元に作成した、個別対応の三次元模型を使用することで、手術の精度をより高めることができるのではないかと考えられる。今後、模擬トレーニングなどの場に、開発された生体レプリカを投入することで、その妥当性と有用性を評価し、必要な改良と仕様変更にフィードバックしていく。

11. 汎用エンコーダー(ProCAP HD)を加えた 院内画像統合ソリューションパッケージの開発

(株)ファインデックス システム開発部
宮川 力

【概要】

当社では放射線部門から内視鏡・超音波・生理検査を代表とする中央検査部門および眼科・耳鼻科・皮膚科・産婦人科等の自科検査部門の画像・検査データ、レポートデータ等の管理だけでなく、院内文書・スキャン文書を管理するシステムを開発している。

これらを組み合わせる事で施設規模・要望に適した院内画像統合ソリューションを提供しており、ここに汎用エンコーダー(ProCAP HD)を新規に開発した。本レポートに具体的な構成と特長を説明する。

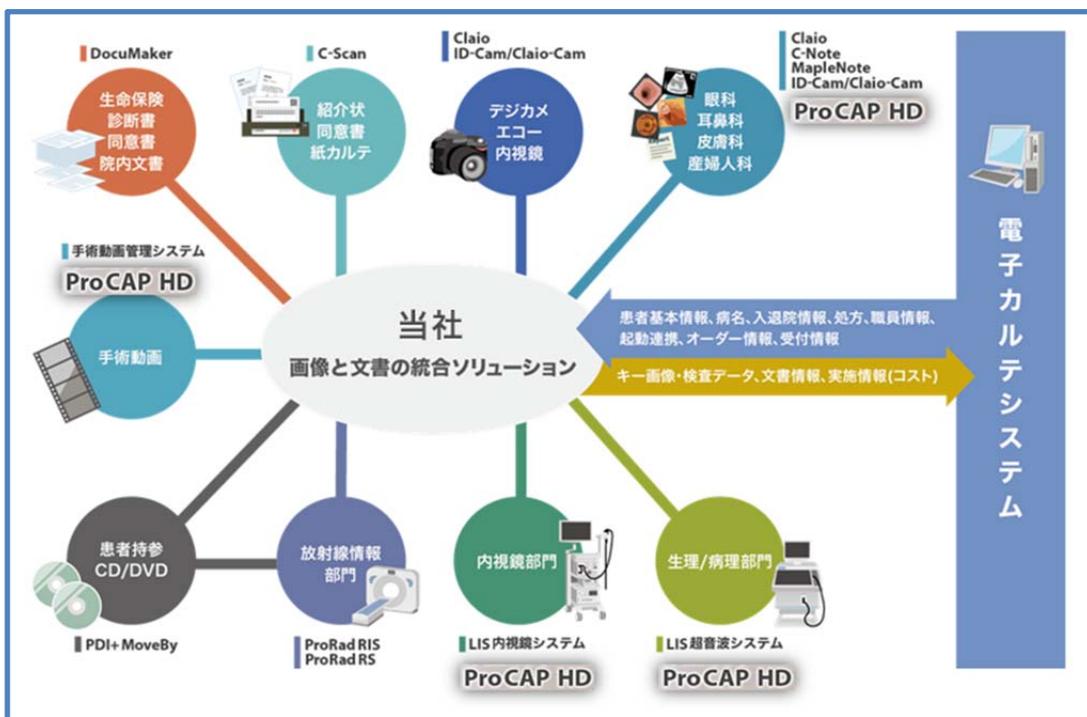


図1 ファインデックスの統合ソリューション概要

【特長】

1. シンプルな操作設計

統合管理する各種データのポータル画面は操作性・利便性を優先し、「診療科」×「画像取得日」×「種別」のデータ分類を基本として、ユーザの所属診療科による初期表示を行う。

ユーザ操作は各項目のクリック操作による絞込、ソート反転、拡大表示など、1画面で即時に目的のデータにたどり着く事が可能となるよう設計している。



図2 統合ポータル画面

2. 自科検査の電子化対応

眼科耳鼻科の検査機器、デジカメ、超音波、内視鏡等の検査機器は、DICOMならびにLAN利用によるファイル出力から、機器メーカー独自ケーブル、RS232C、HDMI、アナログ映像信号までを用い、画像ファイル、映像、数値等の多様なデータ出力方法がありデジタル化、統合化の難しい分野である。

当社は15年以上前より各種各社との仕様調整、開発による検査機器とシステムの接続実績を積み上げてきたが、映像信号による画像取り込みに関しては信号毎に異なるエンコーダー装置を利用しており、導入・保守面の煩雑さが残っていた。そのため、多様な映像信号、HDMI、3G-SDI、HD-SDI、SD-SDI、DVI、VGA、Sビデオ、コンポジットに1台で対応するエンコーダー装置「ProCAP HD」を新規に設計し、当社統合ソリューションに合わせて提供している。

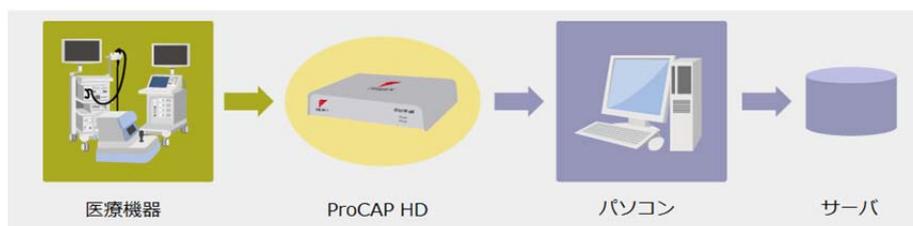


図3 自社製エンコーダー装置 (ProCAP HD) 接続イメージ

「ProCAP HD」の設計においては次の2点に注意した。

- ・医療機器が出力する映像信号には、VESA DMT 規格以外の独自の信号が送られてくる場合があるため、信号タイミング情報を設定出来る機能を用意して、様々な独自の信号に対応可能とした。
- ・コンピュータ側は USB3.0で接続するが、速度が出ない、接続出来ない等の相性問題が発生する可能性があるため、製造委託先にコンシューマ向け製品開発に優れたメーカーを選び、共同設計により各種メーカー製コンピュータとの安定動作を目指した。

3. 部門情報システムの統合

画像の統合管理に加え、次のシステムも同一サーバ同一データベースを利用する設計として開発している。

- ・放射線部門向けに RIS、検像、RI 薬剤管理、読影支援、遠隔読影ソリューション
- ・内視鏡検査部門、超音波・生理検査部門、眼科・耳鼻科・産科部門の情報システム
- ・文書作成・スキャン・PDIシステム

この設計による統合ソリューションは、各システムに別のメーカーを採用する構築と比べて、電子カルテの連携コスト削減、物理サーバ数削減、仮想環境においてもOS数を削減することが出来るため、初期投資と運営コストの削減が可能となる。

4. 電子カルテの機能補完

統合ポータル、電子カルテより起動できる画像ファイリングシステム Claioでは、インフォームド・コンセントとして有用な画像比較、動画再生、画像編集、シェーマ記載等の電子カルテが苦手な機能を充実させている。

【おわりに】

遠隔医療支援・ビッグデータ解析・AIを用いた診断支援技術など医療情報システムの取り巻く環境の変化に迅速に対応すべく、研究開発を進め、様々な場をお借りし発表して行く所存である。

今後は是非とも当社の新しい統合ソリューションを検討していただき、採用可否に関わらずご意見を伺いたい。

12. 動画ネットワークシステム「DCAS i シリーズ」の開発

(株)ジャスト・メディカルコーポレーション

松尾 秀起

【はじめに】

動画ネットワークシステムである「DCAS シリーズ」は2003年に循環器系の動画ネットワークシステムとして開発された。最初のモデルである「DCAS-GP2004」を一新し、WEB・Mobile 機能が追加された新しい動画ネットワークシステムである「DCAS i シリーズ」を紹介する。

【特長】

1. Web・Mobile 機能の追加

医療機器から受け取ったDICOMデータの検索、表示および編集を院内設置の専用端末で行なう従来の方法に加え、インターネット環境があればDICOMデータを変換することによりブラウザで軽快に見ることができる WEB・Mobile機能を追加している。

2. 各セクターのモジュール化

画面の各セクター別にモジュール化して開発されているため、システム内部での環境設定が安定しており、施設別の要望に合わせたカスタマイズが容易にできる構造になっている。また、モジュール化することによって各機能を統率するエンジンが分かれているため、スムーズな動きとエラーの発生率を下げることができる。

3. 動画サムネイル機能

サムネイルを静止画ではなく、動画で閲覧することによりショット別に画像を開くことなく、一覧することができる。

動画をサーバよりダウンロードするのではなくキャッシュ機能を活用することにより、メモリ負担を抑制しており、Multi-thread 方式を利用し素早く動画サムネイルを表示することができる。最大200個までのサムネイル表示が可能であり、設置端末の仕様にあわせて呼び込むサムネイルの数を調節することもできる。

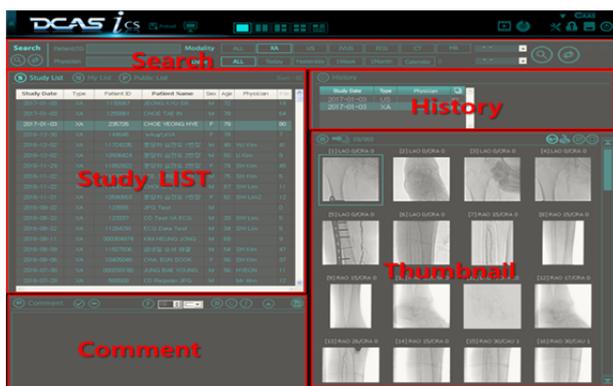


図1 モジュール化されたホーム画面

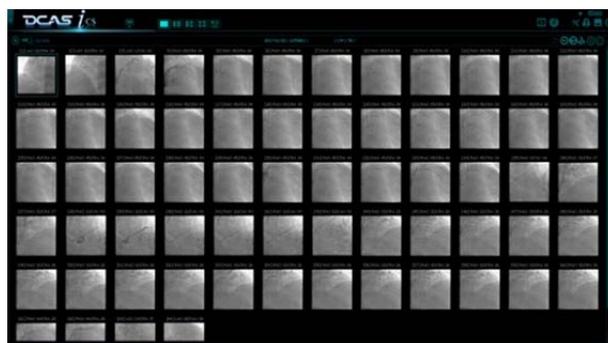


図2 動画サムネイル

4. IVUS 画像の表示

IVUS画像の長軸像をビューワ上でリアルタイムに360度スライス表示することができ、同時に3つの画像を表示することができる。また、1つの画像分析で2方向の長軸画像が表示可能である。

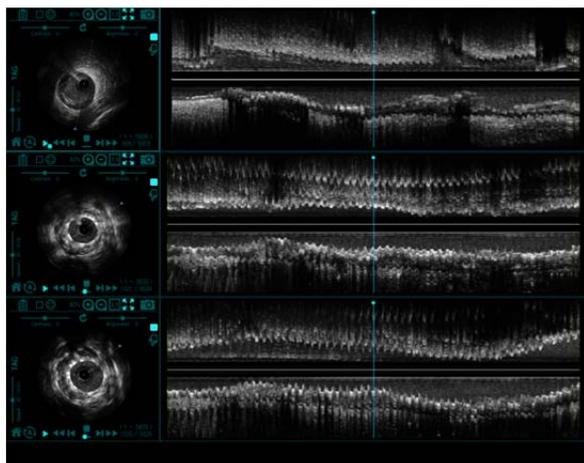


図3 IVUS 3画像同時表示



図4 2方向 IVUS 画像

5. レポートシステムのフルカスタマイズ

最大の特長は血管造影検査、エコーなど各フォームのカスタマイズの他に心血管の図形をマウス操作で簡単に作成、保存できる機能である。Spline(曲線化)技法を用い細かい操作が可能であり、思った通りの図形の作成が可能である。

また、Vector方式を採用しているため拡大、縮小、移動、経路記憶等が可能であり正確な保存と再編集が可能である。今後の3D編集ツールを使う形式に変更も可能である。さらに、位置記憶モジュールを使用し修正、経路の追跡が容易である。

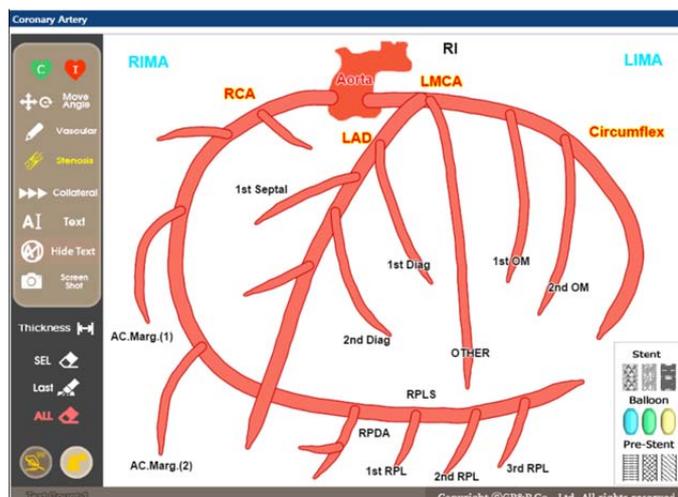
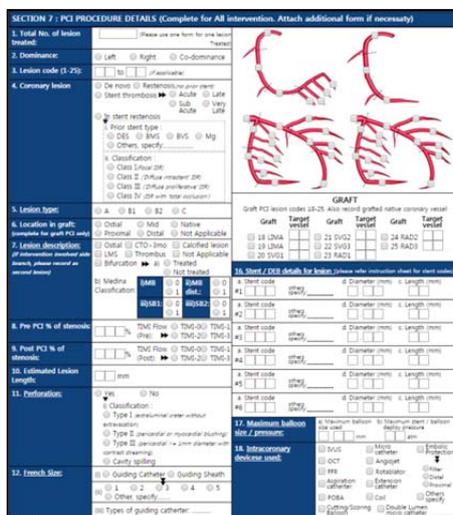


図5 フルカスタマイズレポート

【おわりに】

「DCAS i シリーズ」の機能の一部を簡単に紹介した。「DCAS i シリーズ」は今後も優れた操作性と素早い表示、そして安定性をもとに幅広いユーザに対応できるシステムへ開発を進める所存である。

13. 線量センサ付グリッドの要素技術の開発

Jpi ジャパン(株)

良知 義晃

【はじめに】

X線撮影装置の被ばく低減および高画質化のために、適切な線量で撮影できるよう規定の線量を検知し、照射を止めるX線自動露出制御器(AEC)が開発され、撮影装置に適用されている。しかし、組み込みの際、グリッドと画像受像部の間の空間ギャップが増えることによって、グリッドを透過したX線から二次散乱線が発生し、画質を落とす要因になっていた。

そこで当社では、グリッドに線量センサを搭載し、二次散乱線の発生を防ぐと同時に、適切な線量に制御することで患者への過度な被ばくを低減するための線量センサ付グリッドの要素技術の開発を行った。

【方法】

1. 線量センサの開発

センサ材料として厚さ400 μm、直径19 mmのN,111タイプのシリコンウェハを使用し、X線に反応させるためイオン注入法を用いて、シリコンウェハの上下にホウ素とリンを注入した。センサのX線反応を確認するために、診断領域で使われる40-150kVpのX線をセンサに5回ずつ照射を行った。測定値の平均を求めたところ、X線の線量に伴いセンサの出力値が線形に増加したため(図1)、線量センサとして使用可能であると判断した。

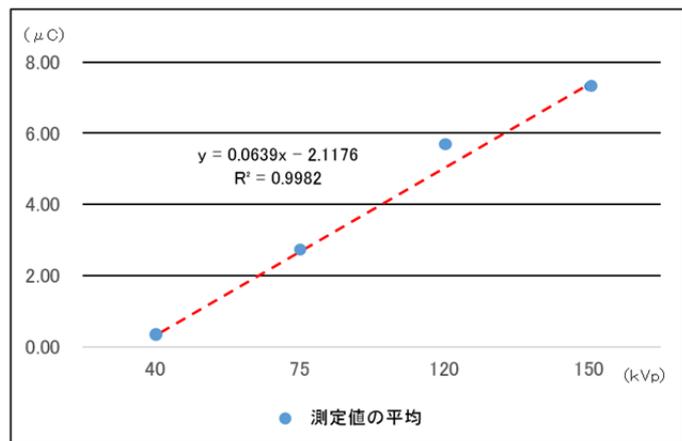
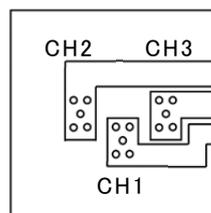


図1 線量センサの直線性

2. 線量センサ付グリッドの開発

線量センサを取り付けるためのグリッドには、106本/cmの高密度グリッドを使用した。また線量センサから出る微細な電流を外付アンプに伝達するため、カーボンペーストを用いてセンサシートを製作した。線量センサは肺野に2つ(図2(b)のチャンネル2、3)、脊椎部分に1つ(図2(b)のチャンネル1)の計3つを配置した。



(a)センサシート組立図

(b)線量センサ付グリッド外観

図2 線量センサ付グリッドの構成

3. アンプ及び制御ソフトウェアの開発

線量センサ付グリッドの動作をモニタリングするため、試験装置(図3)を開発した。試験装置(Test Jig)はアンプとPCを繋いで送受信される信号が一致するのを確認するための装置である。試験装置とアンプはシリアル通信(UART)を利用してテストを行った。また、線量センサが検知したモニタリングデータを電圧に変換し、グラフで表示する制御ソフトウェアを開発した。

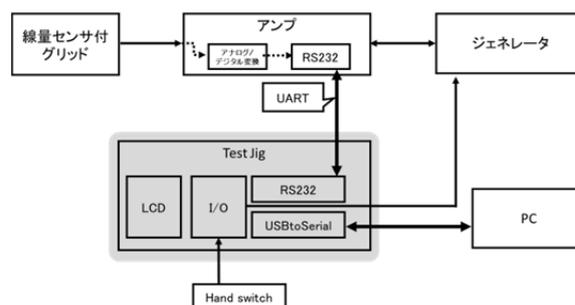


図3 試験装置構成図

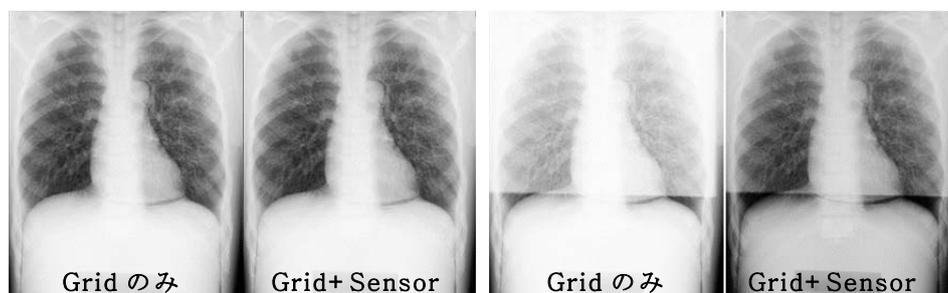
【結果】

線量センサ付グリッドに診断領域で使われる40-150kVpのX線を照射した際、X線線量によってアンプの出力値が線形的に変化し、設定された範囲に到達するとジェネレータの出力を遮断することが確認でき、X線量が制御できていることが確認できた。

また、肺野の確認ができる胸部ファントムを使用し、同一のX線条件下でグリッドのみで撮影した画像と、線量センサ付グリッドを使用し撮影した画像を比較したところ、判読に差がないことが確認できた(図5a)。線量センサ付グリッドの有効性を確認するため、この画像をリファレンスとし、胸部ファントムにアクリルファントムを追加していき画像評価を行った(図4)。アクリル2cm,4cm,6cmでは線量センサ付グリッドを使用した画像はリファレンスの画像と同等であった。アクリル8cmを追加したところ、グリッドのみだとコントラストが低下したが、線量センサ付の場合は線量センサの働きによりX線照射量を制御することでコントラストが維持されていることが確認できた(図5b)。



図4 胸部ファントムおよびアクリルファントム



(a)リファレンス画像

(b)アクリル8cm追加時の画像

図5 画像の比較

【おわりに】

本技術によって、適切な線量制御による患者被ばくの低減と、空間ギャップに起因する二次散乱線の低減による画質の向上を両立させることが可能になると考える。

14. 検診用音声発生器「ナイスコール SN-3」の手話対応機能の開発

(株)三協 営業課 マーケティング室

嶋津 雅代

【背景】

肺がん検診のような胸部エックス線一般撮影の検診において、その撮影業務を効率的に行うことを目的として、自動音声案内による被検者への指示を行う装置が利用されている。

当社では、音声発生器「ナイスコール SN-3」という製品名にて、この分野での製品を提供してきた。

当製品では、「音声」による指示だけでなく、カラー液晶モニタを搭載することにより、「文字」と「画像」も合わせて表示し、よりの確・直感的に被検者へ指示を伝えるとともに、聴覚が弱い方、もしくはまったく聞こえない方にも、指示をすることができる。また、日本語が理解できない外国の方の検査に対応して、各種言語（最大10ヶ国語）にも対応している。

これまで、聴覚が不自由な方に対しては、視覚を通した「文字」と「画像（静止画）」を用いて指示を行うという想定であったが、その他に「手話」での情報伝達を求める声もあったことがわかった。

今回、手話を用いている方への利便性を考慮して、「手話」による情報伝達機能を当社製品に搭載した。

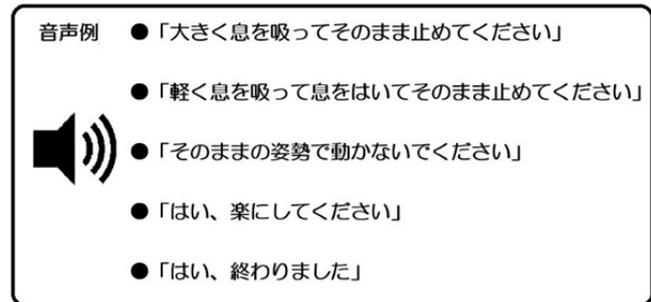


図1 音声指示の例

【特長】

1. 製品構成

製品の構成要素としては、以下のとおりである。

(1) 制御ボックス

音声・画像データなど各種信号の制御、音量調整、主電源の制御を行う。

(2) コントローラ

検査者側で、各種指示の選択、言語（手話を含む）の選択を行う。

(3) 表示モニタ（8インチ・カラー液晶）

文字情報、静止画像、手話（動画）を表示する。

(4) スピーカ

被検者への指示音声を発生する。



図2 コントローラ

2. 手話による画面のフローの例

手話モードの選択は、コントローラ上の言語選択キーを用いて、外国語を選択する要領で選択する。（日本語を含む10ヶ国語の一つを手話モードに割り当てている）

画像は、カラー液晶モニタに静止画（左側）と手話画像（右側）が合わせて表示される。下部に文字（日本語）が同時に表示される（手話はアニメーション動画にて表示される）。

撮影の前後の段階ごとに画像を切り換え、被検者に指示を与えて撮影を行う。

従来の製品と同様に、画像の切り換えに合わせて、音声の指示内容が付属のスピーカから発せられる。



図3 表示画面の例

【まとめ】

今後の課題としては、画像表示全体のバランスの調整と同時に、手話動画と文字表示・音声発生とのタイミングの最適化を図り、より認識しやすいものとする必要がある。また、検査現場での利用実績とそのフィードバックは絶対数として十分ではないが、それを分析して改良していく所存である。

近年、医療の現場においては、身体に障害を持つ方や、高齢者、外国人、乳幼児など様々な対象者に対して、仮にそれが比較的少数であっても、受け入れる体制や、より細かい患者目線に立った対応の必要性が求められてきている。

検診用の音声発生器においても同様の必要性が増してきている。様々な状況下にある各対象者に対し、分かりやすい適切な指示を与えることで、被検者に対するストレスや身体的負担を軽減することができる。また、間違いのない被検者への適切な指示は、検査者側の負担も軽減し、再撮影などのミスも減少させ、全体的な時間短縮や効率化にも貢献することになる。

当社では、今後とも医療現場の声を聞きながら、よりよい製品にしていきたいと考えている。

Aplio™ i800による新しい3次元超音波画像と高分解能の実現

東芝メディカルシステムズ(株) 超音波事業部
川岸 哲也



【はじめに】

Aplio i シリーズは、超音波診断をより客観的かつ効率的にするために、新しくアーキテクチャから全てを見直し、開発されたプレミアム超音波診断装置である。これまでに無い鮮明さと分解能を持つ画像を提供し、さらにi800では超高周波画像を用いた高精度・高精細な3次元画像をも可能にした。以下に、新映像化技術と3D再構成技術についてその特長を中心に解説する。

【新映像化技術】

超音波診断画像では、超音波ビームのサイドローブが体内のガスや骨等の高エコー源に触れる際に発生する、霞みのようなアーチファクトが大きな課題である。これは、超音波ビームが、図1(a)に示した模式図のように本来映像化すべき走査線上から裾野のように広がっているのが原因である。Aplio iシリーズでは、このようなアーチファクトを極限まで抑えるべく、超音波ビームを鋭くするための技術を開発した。

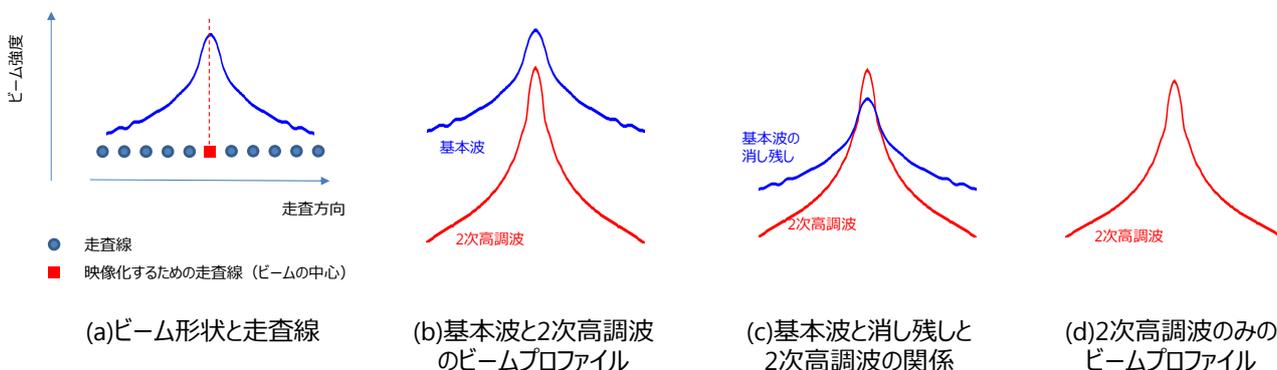


図1 超音波のビームプロファイル

1. スキャン面内のビームを鋭くする iBeam forming 技術

アーチファクトを低減し、コントラストの良い画像を得るために Tissue Harmonic Imaging (THI) が開発された。THIでは、基本波が生体伝搬する際に発生する2次高調波を抽出し、送信した基本波成分を除去するための Filter 法や Pulse subtraction™ のような信号処理が使われている。しかしながら、THIのエコー強度は基本波に比較して1/10程度と弱いため、映像化する信号成分から十分に基本波の成分を除去できなければ、基本波のサイドローブが拾ってくるエコーの影響を消しきれずに、本来の期待される THI の効果が十分に得られない。この様子を図1(b)、(c)に模式的に示した。

今回新たに開発した Multi-Sync Pulsar(図2(a))は、送信基本波の正負対称性を格段に高めるなどの波形形成の精度を高め、フィルタ法や Pulse Subtractionにより高純度にTHI成分を抽出することを可能にした(図1(d))。このため Multi-Sync Pulsar を使ったTHIでは、アーチファクトが充分低減された非常に鮮明な画像を得ることができる。さらに、走査線上に同時に複数の波形を異なる送信

焦点で送信することができる。複数の異なる焦点を持つビームを同時に送信し、近距離から深部まで方位分解能をより均一に保ち、深部感度を向上することも実現した。

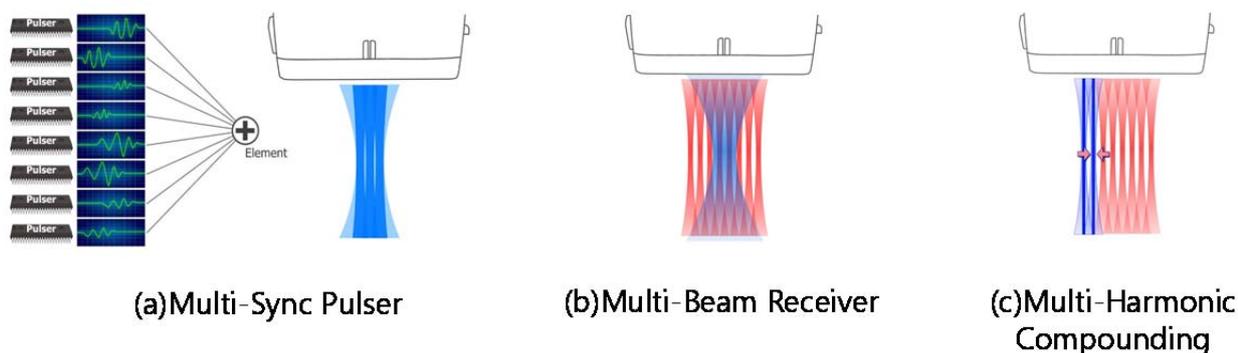


図2 スキャン面内のビーム形成技術

純粋な2次高調波のビームを一度の送信で複数形成することができる Multi-Beam Receiverも高分解能な画像のために開発された。時空間領域でこれまでの数倍の高密度な走査線を生成することが可能になった。この技術によって、フレームレートを低下させることなしに、一つ走査線に複数回の異なる条件の送受信ビームを重ねることが可能になり、より高次元の信号処理が可能になった。実際に Multi-Beam Receiverでは、例えば一度に64本の受信ビームフォーミングが可能であり、これまでと同じ空間分解能を維持しながら、数倍のフレームレートを実現することができる。図2 (b)に多方向同時受信の模式図を示した。

一つの走査線に対して一对の送受信ビームで画像を生成するよりも、複数の条件の異なる送受信ビームを重ね合わせるにより、強度が強く鋭いビームを形成することが可能になる。Multi-Sync Pulserで生成・送信された高精度な基本波により高純度な2次高調波を取り出すことが可能になり、サイドローブの低い理想的なハーモニックビームを得ることができる。そうしたハーモニックビームを Multi-Beam Receiverにより一度に多く生成し、高密度な走査線の一つ一つに複数のビームを重ねることができる。送受信条件の異なる複数のハーモニックビームを重ね合わせて信号処理する (Multi-Harmonic Compounding) ことにより、各走査線上のビームを細く均一に鋭くすることができる (図2(c))。

2. スキャン面を薄くする iBeam Slicing 技術

iBeam Slicingは、スキャン面と垂直方向のビーム幅も細く鋭くする技術であり、スキャン面の厚みをこれまでより薄く均一にできる。スキャン面の厚み方向のビームの広がりもスキャン面内のサイドローブと同様に、本来映像化すべきでない領域のエコーを拾ってきてしまうため、アーチファクトの増大や画像の鮮明さをそこなう原因となる。スライス厚みをより薄く均一にすることは、スキャン面内のビーム幅と同様に鮮明な画像を生成する上で重要である。

スライス厚みをより薄く均一にするために、新たにB-mode(2次元画像)のためのマトリクスプローブ(iDMSプローブ)を開発した。このプローブでは、スライス厚みの方向にも振動子が分割されており、それぞれ独立な信号線が接続されている。このため、従来はスライス面内のビーム形成はレンズによる一点固定フォーカスであったのに対して、走査線の全点に関してスキャン面内と同様に電子フォーカスすることができるため、送信開口直下からより薄く均一なスライスを生成することができる (図3)。図4に従来とのスライス厚の比較を示すため、ボールファントムのシミュレーションの画像を示した。特に浅い領域と、

深い領域で、スライス厚方向の全点電子フォーカスによりコントラストが大幅に改善し、ボール状のシストが良好に映像化されているのが分かる。

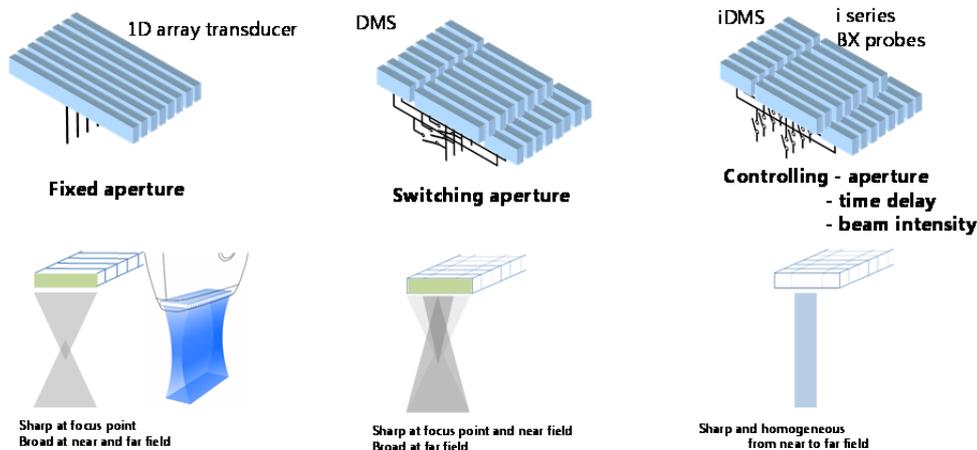


図3 iDMS プローブによるビームフォーミング

図4 シミュレーション結果

以上のように、i シリーズではスキャン面内でのビーム幅に加えて、スキャンの厚み方向のビーム幅（スライス厚）を鋭く均一に3次元ビームフォーミングすることにより、本来映像化すべき走査線上のエコーのみをより純粋に映像化することができる。そのため、これまで映像化が難しかったケースであっても、アーチファクトの少ない鮮明な画像を得ることができる（図5）。この心臓の例では、浅い領域から深い領域まで、鮮明かつ詳細な組織の構造が描出されているのが分かる。この技術は、もちろん心臓だけではなく、腹部、表在等のあらゆる領域に適用可能であり、新しい画質が実現されている。

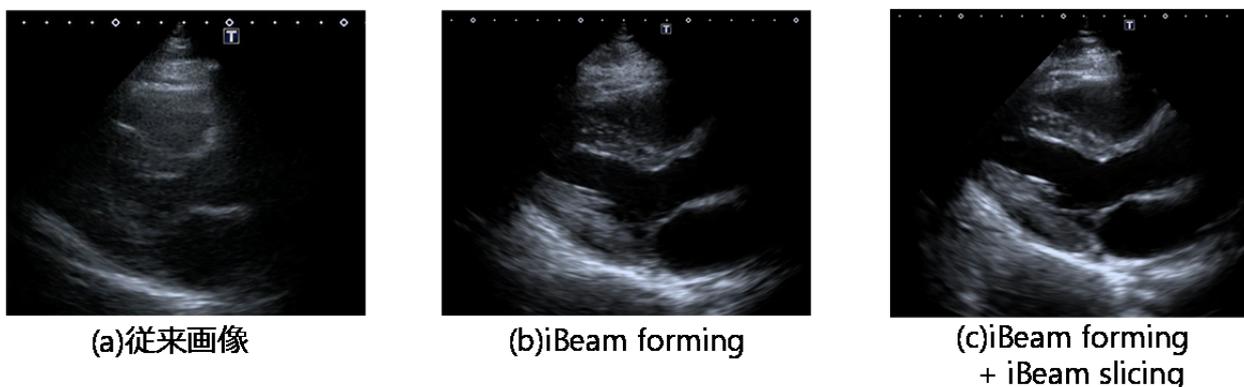


図5 i800 による鮮明で高分解能な画像

3. 超高周波技術

i シリーズではこれまでの分解能の限界を大きく超えた画像を提供する超高周波プローブを開発することに成功した。図6(a)に今回開発した超高周波プローブi24LX8の周波数特性を、これまで当社の最高周波数特性を持っていたプローブとの比較で、模式的に示した。さらにiシリーズ本体でも、システムのサンプリング周波数も従来から大幅に向上させることにより、この超高周波の信号を折り返させることなく十分な帯域をもって映像化することを可能にした。プローブと装置本体の両者の性能の飛躍的な向上により、これまで見ることができなかった超高分解かつ鮮明な画像を得ることができるようになった。図6(b)と(c)には指の画像を従来プローブとの比較について示した。数百マイクロンの血管構造やその他の微細な構造も明瞭に描出されているのが分かる。さらに、図6(d)は、爪と骨の間にある血流を

SMI(Superb Micro-vascular Imaging)で描出した例であり、数十ミクロン単位の血流が捉えられている。

また、このプローブでは超高周波でありながら従来の高周波プローブに匹敵する深部感度を実現することにも成功し、甲状腺、乳腺、MSK等での日常臨床でのより詳細な診断のための画像情報の提供が期待される。

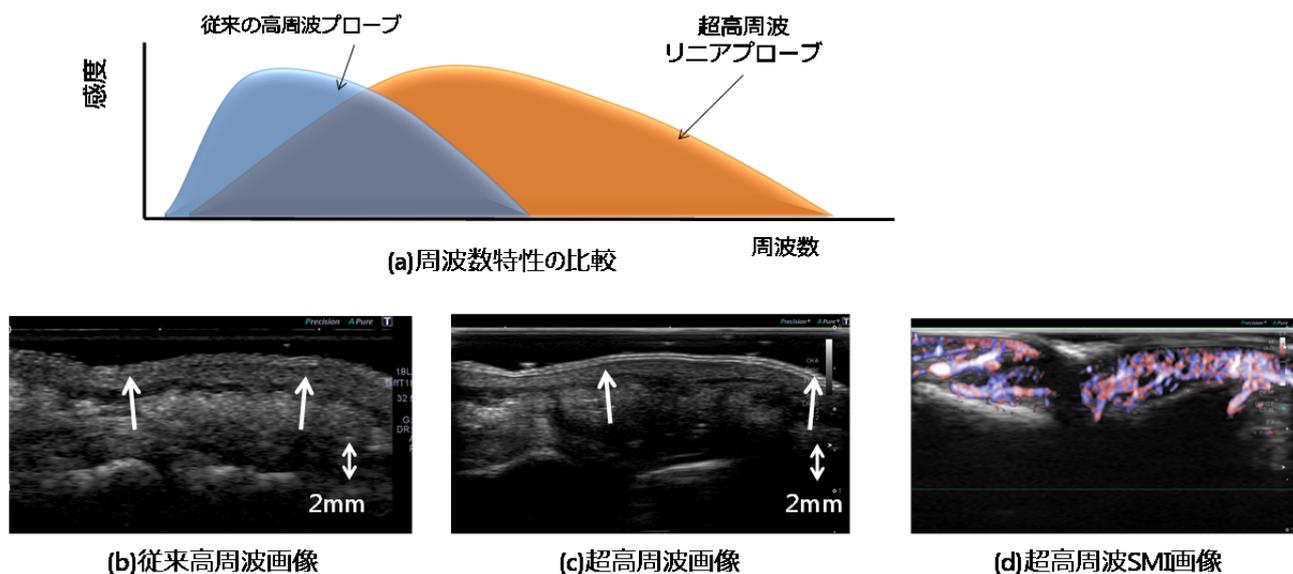


図6 超高周波プローブの周波数帯域と画像例

【3D 再構成技術】

iシリーズでは、これまで説明してきた分解能の良い画像を用いた高精度な3D技術(Smart Sensor 3D)が搭載された。プローブをスキャン面と概垂直方向にプローブを平行移動、扇動させることにより、3次元画像を再構成するものである。この際に、システムはプローブに装着されたポジションセンサから位置情報をリアルタイムに認識することにより、高精細な3次元画像を再構成することができる(図7)。

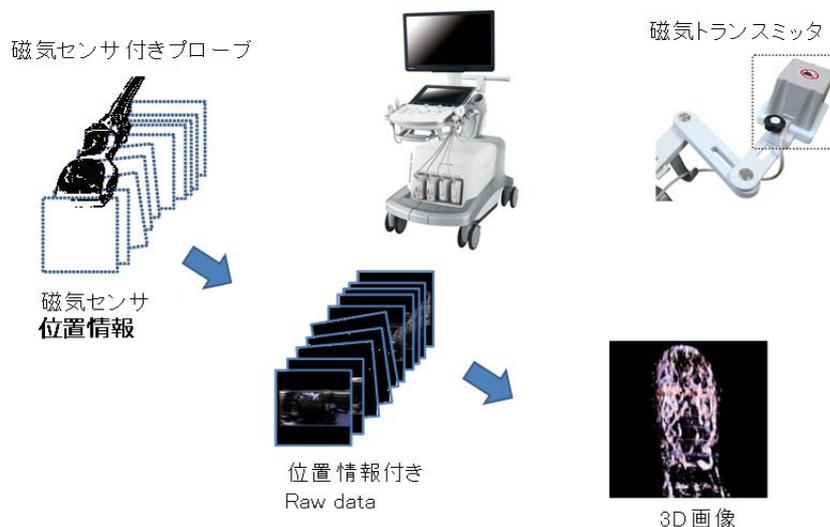


図7 磁気センサによる3D再構成技術

これまでの超音波3D画像は、B面の画質やC面の画質が課題になることがあったが、iBeam技術で

技術解説

スライス厚が薄くなったiシリーズではこれまでとは明らかに異なる3D画質を実現することができる。図8に指の3D画像例を示した。図8(b)は従来装置とプローブで3D再構成を試みた画像であり、図8(c)は、i800で同じ指を再構成したものである。両者の画質には非常に大きな差があるのが分かる。さらに図8(d)はSMIと組み合わせた画像であり、指先の微細な血流が3次元的に精度良く描出されているのが分かる。また、図8(e)は、複数の指の関節付近B-modeのC面再構成画像であり、軟骨領域等含めて関節の構造が良好に描出されているのが分かる。

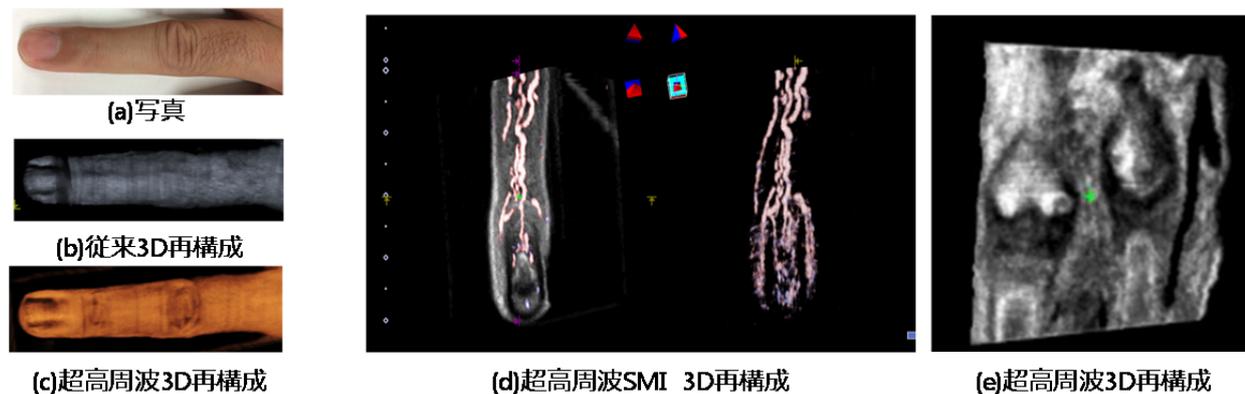


図8 指の3D再構成画像例

【まとめ】

iシリーズに搭載された、新しい映像技術、超高分解能な映像化が可能な超高周波プローブ、B面・C面・ボリュームレンダリングにおいても高画質を提供できる高精度な3D再構成技術を説明した。これらの新技術が、超音波診断の客観性と精度を高めるとともに、新しい診断を切り開いていくと期待される。

【参考文献】

- 1) 今村ほか： プレミアム超音波診断装置 Aplio iシリーズに搭載された次世代映像化技術、超音波検査技術 2016 Vol.41 No.5 October P528-535
- 2) 松永ほか： プレミアム超音波診断装置 Aplio iシリーズに搭載された超高分解能かつ高精度な映像化技術 映像情報 Medical 2016 Vol.48 No.9 SEPTEMBER P9-14

永久磁石 MRI 開発の歩み

(株)日立製作所 マーケティング本部

青柳 和宏



【はじめに】

近年 MRI 装置はオープン構造を生かした垂直磁場装置と、3T(テスラ：磁場強度の単位)に代表される高磁場クローズドタイプの超電導水平磁場装置に2極化の様相を呈している。日立のAIRIS(エアリス)シリーズに代表される永久磁石を用いた中低磁場強度のMRI装置では、その磁石の特徴を最大限に活かしてガントリ開口部を広くすることで、被検者に優しい検査環境を実現している。オープンMRIという表現を用いるようになったのもAIRISからである。また、磁場の方向が垂直であることから磁場強度に比して高い画像S/N比が得られ、高い設置性、経済性などの特徴も有しており、オープンMRI装置は急速に普及した。市場はより高機能で、より開放的で、医療費抑制政策の影響もあって経済性への要求は特に強くなっている。

【永久磁石 MRI の歴史】

1. オープン MRI 開発の歴史

1987年に初めて製品化された日立の永久磁石MRI装置MRP-20(図1)は、80年代に開発された最強の永久磁石であるネオジウム磁石の登場が大きく影響している。

それまでのフェライト磁石に対しておよそ10倍のパワーを有するネオジウム磁石はMRIガントリの質量を10分の1に低減して実用化を加速した。

我々が永久磁石型MRI装置の実用化にこだわったのは、垂直磁場方式が実現できるからである。一般的なMRI装置は、筒型の超電導磁石を使用するため磁場の方向が水平となる水平磁場方式である。図2に示すように、この場合MRIの撮像原理から、信号を受信する受信コイルの方向に制限が生じ、高感度な受信コイルの利用が困難となる。これに対して永久磁石による垂直磁場方式は受信方向が被検者の体軸方向であり、高感度なソレノイド型受信コイルを利用することができる。MRIの受信感度は磁場強度に応じて上昇するが、この高感度受信コイルがあれば磁場強度が低い永久磁石方式でも、十分な画質が得られると想定した。



図1 日立永久磁石MRI装置「MRP-20」1987年

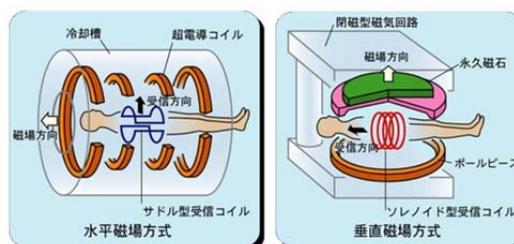


図2 高感度ソレノイド受信コイル

この永久磁石MRI装置の市場投入の結果、当時普及していた0.5Tの超電導MRI装置は市場から姿を消した。

永久磁石型MRI装置の開発にあたり、まず重要な決定をしなければならない。それはガントリギャップサイズの決定である。このサイズが大きいほど撮像時の居住性は向上するが、磁石の大きさと質量が増加する。これを人体の体格統計データから38cmに決定した。このサイズは現在の最新型オープンMRI装置でも変わらず用いられている。また、磁場強度は画質、磁石のコスト、画像コントラストの要求性能から0.2Tに決定した。磁場強度はその後0.3T、0.4Tへと強化されている。

永久磁石ガントリ実用化の技術的な最大の障壁はネオジウム磁石の温度変動特性である。数 ppm以下という高精度な磁場均一性を要求するMRI装置の磁石に対して、ネオジウム磁石の温度変動係数は-1,100ppmもあり極めて大きい、この温度変動を10トン以上あるガントリにおいて高精度に制御を行うことでコントロールする必要がある。当時の技術者はこのために多くの実験を行い数々の特許も取得している。図3に当時の永久磁石MRI装置のプロトタイプと初めて撮像された人体頭部画像を示す。

次に我々が目指したのはコンパクト化である。超電導MRI装置は漏洩磁場範囲が大きく、さらにMRIシステムの電源ユニット、コンピュータユニットなどを設置する機械室も必要となり、広大な設置スペースを要求する。この設置スペースは特にMRI導入時の問題点になっていた。

永久磁石によるガントリは図4に示すように開口部の上下にネオジウム磁石が配置され、垂直方向に磁場を発生するが、その上下をつなぐ鉄製のヨークとコラムから形成される磁路を閉じた閉磁路構造となっている。基本的に磁場強度が小さいことと、この閉磁路構造により永久磁石型MRIガントリの漏洩磁場範囲は約2m以下ととても小さい。さらに、電源システムにコンパクトなスイッチング電源を採用することで、MRI電源ユニットの1ラック化を図り、機械室も不要とした。ノイズの多いスイッチング電源をMRIに採用したのは、この装置が初めての試みであると考えている。

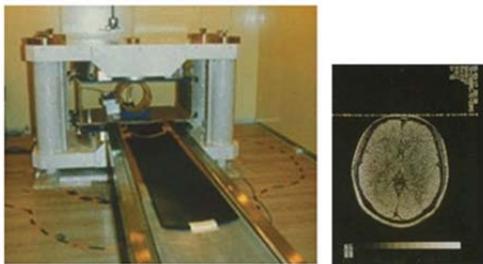


図3 プロトタイプと初めての画像

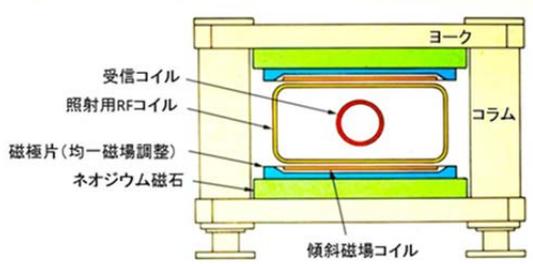


図4 永久磁石ガントリの構造

このコンパクト化は低消費電力化にも寄与し、ランニングコストのかかる超電導磁石の冷凍機と、放熱設備である水冷チラーユニットが全く不要な永久磁石ガントリとともに、画期的な省エネルギーMRIシステムを実現したのである。

MRI撮像ではアプリケーションの充実も重要である。高機能撮像シーケンスの開発において、我々は多くの永久磁石装置特有の問題に遭遇した。磁石の精度の問題、傾斜磁場パルスへの影響の問題、外来の変動磁場の影響など、これらの多くの問題を一つ一つ確実に解決し、画質の向上と高機能撮像シーケンスの搭載を実現した。ここで得た数多くのノウハウこそが、他社の追従をゆるさない日立独自の永久磁石MRI技術を確立したのである。

垂直磁場方式のMRIを実現するためには、それまで筒型であった傾斜磁場パルスを人体に印加する傾斜磁場コイルをフラットタイプにする必要がある。このためコンピューターシミュレーションを駆使して複雑な配線パターンを設計し、傾斜磁場のリニアリティと磁場発生効率を両立(図5)。このフラットなコイル構造がMRIガントリのオープン化を実現するキーとなった。図6のように当初4本であったコラムを後

方 2 本にすることで、横方向を広く開放したガントリが実現できる。こうして1996年に従来になかったコンセプトのMRI装置、オープンMRI「AIRIS」(図 7)を完成させた。



図5 フラットタイプ傾斜磁場コイル

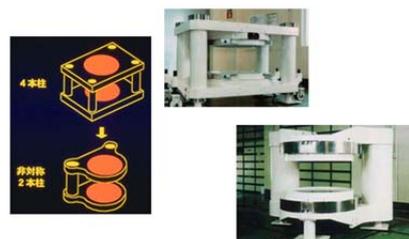


図6 磁石のオープン化



図7 オープン MRI 装置「AIRIS」1996年

2. シングルピラーオープン MRI APERTO(アペルト)の開発

究極の開放性を目指して開発されたオープンMRI装置「APERTO」は以下のコンセプトを追究した。

<高画質化>

- 高画質化技術と磁場強度の増加により超電導MRI装置に匹敵する画質を得ることを目標にしてオープンMRI最大の磁場強度0.4Tの採用
- 高機能計測アプリケーションをサポートする十分な高出力傾斜磁場電源の装備

<被検者にやさしいシステム>

- ガントリ構造をシングルピラーとすることで横方向の開放範囲を拡大し、被検者の閉鎖感をさらに緩和
- 操作者、被検者の負担軽減を追求した被検者テーブルの実現

<設置環境に柔軟に対応>

- 磁場強度を増加しても漏洩磁場範囲を拡大しない高効率磁石構造
- 従来の設置面積である撮影室を拡大しない高い設置性レベルの確保

図 8 にオープンMRIのハイエンド装置「APERTO Lucent」の外観を示す。ガントリ開口部が広く、閉鎖感を低減。治療対応MRIとしても応用が期待されている。

0.4Tによる高い画像SN比に加え、傾斜磁場パワーを高出力化することで、更なる高画質化と高機能撮像を実現した。また、高精度な傾斜磁場性能を実現するために、渦電流の発生を抑制するEddy Current Suppress傾斜磁場コイルを採用している。

<磁気回路>

永久磁石MRI装置の最高峰を狙うコンセプトから、磁場強度0.4Tによる高画質化と閉所恐怖症の被検者でも検査の可能性を広げる、開放性の大きなシングルピラー磁気回路を開発した。しかし、従来の構成で0.4Tガントリを設計した場合、質量、漏洩磁場範囲の点で増大が問題となる。そこで2つの新技術を開発し実用的な磁気回路を実現した。

一つは磁場発生効率向上技術であり、漏洩する磁束を開口内に戻し、撮像空間内の磁場強度を向上するものである。この技術によって、磁石量の低減と薄い鉄材の磁気回路が可能になり、0.4Tにもかかわらず13トンという質量を実現した。

もう一つは漏洩磁場抑制技術で、任意の場所の漏洩磁場を所望の値にすることができる技術を確認した。APERTOでは0.4Tに磁場強度が増加しても従来の4m×5mの撮影室内に0.5mTの漏洩磁場範囲を納めることができる。

この他に新開発のハイグレードネオジウム磁石を採用し、より安定した磁場発生を可能にしている。

図9にAIRISとAPERTOの開放性比較を示す。コラムを二本から片側一本にすることで、320°にもおよぶ広い開放範囲を実現し、被検者にやさしいシMRIシステムを具現化した。

<被検者テーブル>

被検者にやさしく、操作者に使い易い被検者テーブルをコンセプトに次の点を開発した。

- 前後左右方向の移動を可能とする新機構を開発しガントリ内でもフローティング動作を実現した。これによって、肩、膝関節などの撮像時に縦、横方向の容易な位置決め操作が行え、画質の向上、スループットの改善を実現
- 横移動範囲を左右に15cmに拡張して両肩関節の撮像も容易に行える
- フットスイッチを設けることで操作性の向上と被検者のケアを可能にした

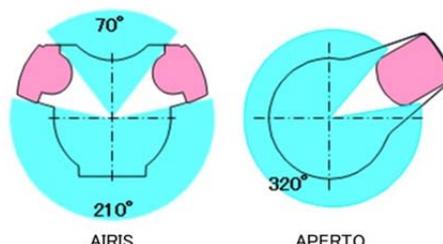


図8 シングルピラーオープン MRI 装置「APERTO Lucent」

図9 オープン MRI の開放比較

3. 高磁場 MRI 装置用アプリケーションの永久磁石 MRI 装置への搭載

MRI装置においては、体動、脈拍、呼吸などのモーションアーチファクトが問題になっている。特に永久磁石MRI装置は高磁場MRI装置に比べ撮像時間が長くなるため、モーションアーチファクトが問題になる場合がある。そこで、高磁場装置に搭載しているRadial Scan技術「RADAR」を永久磁石MRI装置にも搭載をした。「RADAR」はk空間を回転状にScanすることでモーションアーチファクトを低減する技術である。この効果は位相エンコード方向に特異的に収束するアーチファクトの分散効果とk空間中心部を常にデータ取得することによる加算効果がある。(図10)

RADARは多数のシーケンス、全身コイル、任意の断面での撮像に対応し、使いやすさを追求した体動アーチファクト低減機能である。

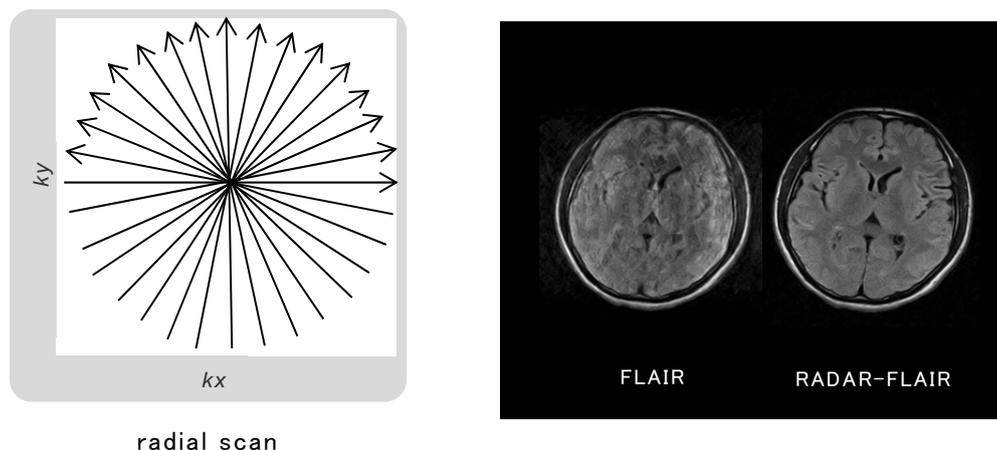


図10 radial scan RADAR

【まとめ】

永久磁石方式による高性能オープンMRI装置「APERTO」は磁気回路をシングルピラーとすることで、より大きな開放性を実現し、被検者にやさしい検査環境を提供した。さらに、磁場強度を増加しても軽量化、コンパクト化を実現し、漏洩磁場範囲も狭く抑えることで、高い設置性も維持している。また、高磁場装置MRIに搭載しているモーションアーチファクト低減機能「RADAR」を搭載することで検査の失敗を低減し、検査時間短縮の可能性を高めた。

2016年に発売した最新の「APERTO Lucent Type ORIGIN5」(図11)、「AIRIS Vento Type ORIGIN5」(図12)は、頭部のスライス設定支援機能「AutoPose」等を搭載し、さらなる臨床価値と使いやすさを実現した。

高磁場MRI装置の画質、撮像機能と永久磁石MRI装置の高い設置性とすぐれた経済性を兼ね備えた高性能オープンMRI装置の登場により、今後、オープン性を活かした治療対応MRIシステムなどの発展を進め、画像診断以外の臨床応用においても、オープンMRIが活躍することを願って止まない。



図11 APERTO Lucent Type ORIGIN5



図12 AIRIS Vento Type ORIGIN5

『医療現場における Globalization』

公益社団法人 日本放射線技術学会 第73回日本放射線技術学会総会学術大会

実行委員長 松原 孝祐



平素より、日本画像医療システム工業会の会員企業の皆様には格別のご高配を賜り、厚く御礼申し上げます。また、日本画像医療システム工業会が今年、創立50周年を迎えられることに対し、心よりお祝い申し上げます。

第73回日本放射線技術学会総会学術大会のテーマは「極めよう放射線医学、広げよう放射線診療：To the Summit of Radiology, To the Horizon of Radiology」です。放射線医学の高みを目指すとともに、放射線診療の裾野を広げていこうという主旨です。学術大会に参加いただき、本テクニカルレポートを手にとりいただいた皆様に心より御礼申し上げますとともに、本大会が会員相互の研鑽、情報交換、親睦をはかる素晴らしい機会となりますことを祈念いたします。高みを目指すためには裾野を広げることも大切であり、両方をバランスよく行っていくことが大切です。本大会ではそのための充実したプログラムを用意させていただきましたので、最新の研究に触れていただきながら放射線医学の高みを目指しつつ、多くの教育講演や各種企画等を通して放射線診療に関する知識の裾野を広げていただければと考えております。

さて、私の住む金沢では、平成27年3月の北陸新幹線の開業以来、多くの外国人が訪れるようになりました。それは必然的に、医療機関を受診する外国人も増加しているということを意味しており、現場では従事者が英語でコミュニケーションをとることも求められるようになってきております。また、診療放射線技師の世界でも国際化が進んでおり、昨年度より私の所属する金沢大学では、ミャンマー連邦共和国から診療放射線技師や養成校の教員である研修生を受け入れて、日本の放射線診療の現場を見ていただきながら、最新の放射線診療技術を学んでいただいております。今後も多くの医療現場で、このような機会が増えてくることが予想されます。

日本放射線技術学会においては、昨年年第72回総会学術大会でCyPosおよび発表スライドの100%英語化を実現し、第73回総会学術大会でもこの方向性を踏襲しております。また、口述研究発表の45%が英語による発表となります。学術大会の英語化については、多くの会員からの反対の声があることは承知しておりますが、これだけ放射線医学・放射線診療の分野で国際化が進んできている現状を鑑みると、世界に注目される研究成果を発信していくためにも、もはや避けることのできない流れであるといえます。

日本画像医療システム工業会においても、国際委員会をはじめとする多くの部会・委員会が、海外情報の収集・分析を行いつつ、多面的な国際化の推進を行っておられ、私自身もその活動を大変注目いたしております。第73回総会学術大会のJIRAワークショップのテーマは「グローバル社会に向けた日本の貢献」となっております。日本画像医療システム工業会および日本放射線技術学会のグローバル社会に向けた取り組みを知っていただくまたとない機会ですので、是非多くの皆様にご参加いただきたく考えております。

末筆ながら、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関係各位に厚く御礼申し上げますとともに、貴会の今後益々のご発展を心より祈念いたします。

(金沢大学医薬保健研究域保健学系量子医療技術学講座 准教授)

医用画像・放射線機器ハンドブックと技術解説集の紹介

一般社団法人日本画像医療システム工業会
技術広報専門委員会

【はじめに】

一般社団法人日本画像医療システム工業会(以下、JIRA)は、これまで医用画像機器の最新の製品、技術をその原理から詳細に紹介する目的で「医用画像・放射線機器ハンドブック(以下、本ハンドブック)」を1981年刊行以来、2007年の第7版まで改訂を続けてきた。本ハンドブックは大学・専門学校の教科書、メーカー技術者教育用図書、また医療関係機関の常備図書として広く使われてきたが、同種の書籍が多数出版される状況になっていることからその主要な任を終えたと判断し、以降の改訂を断念することとした。本ハンドブック継続改訂有無の調査を医療関係者実施した過程において、専門以外の機器を理解するのに有用である、メーカーによる執筆は出典元として利用できる、図やグラフを使いたい、検索できると便利等の多数の好意的指摘もあったことから、JIRA設立50周年を記念してJIRAホームページ(<http://www.jira-net.or.jp/>)の刊行物として公開し、当ハンドブックを今後も広く活用していただくこととした。

一方、上記調査において毎年2回、日本放射線技術学会学術大会に合わせて発行するJIRAテクニカルレポートの技術解説の評価が高いことが分かったため、過去の技術解説を集約した技術解説集も合わせてJIRAホームページに掲載し、利便性を高めることとした。技術解説集は今後もテクニカルレポートの発行に合わせて追加していく所存である。

【医用画像・放射線機器ハンドブック】

医用画像機器の製品原理および技術を詳細に解説した第1編から第11編に加え、関連機器・用品、測定器類およびX線防護設備の計14編で構成されている。

今回の公開にあたって、目次からのリンクを作成し参照しやすくした(図1、2)。

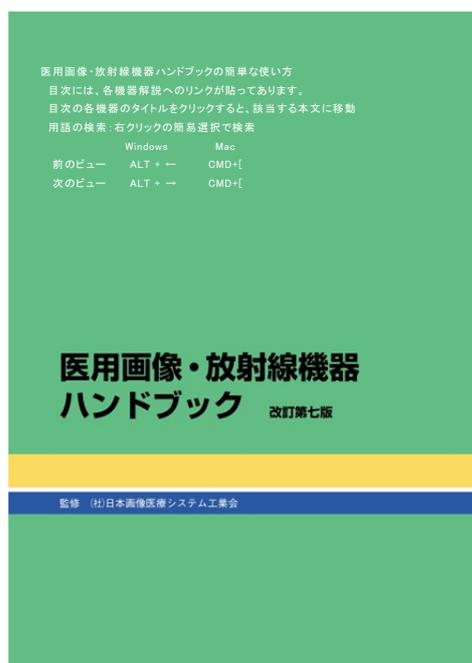


図1 医用画像・放射線機器ハンドブック表紙

| |
|--------------------------------|
| 第1編: 診断用X線システム |
| 第2編: X線CT装置 |
| 第3編: MR装置 |
| 第4編: 核医学システム |
| 第5編: 超音波診断装置 |
| 第6編: 電子内視鏡診断システム |
| 第7編: 医用画像管理システム |
| 第8編: 治療システム |
| 第9編: 骨密度測定装置 |
| 第10編: 光トポグラフィ装置 |
| 第11編: 新分野・新技術システム |
| 第12編: 医用画像関連機器および用品 |
| 第13編: 測定器類など(線量計・ファントム・品質管理器具) |
| 第14編: X線防護設備・用品 |

図2 ハンドブック目次

【JIRAテクニカルレポート技術解説集】

過去の技術解説を集約した技術解説集も合わせて技術解説集としてまとめ、発行順(表1)と、機種順のそれぞれの一覧からJIRAのホームページ(一刊行物一覧-JIRAテクニカルレポート技術解説集)で、技術解説を容易に参照できるようにし、利便性を高めることとした。

表1 JIRAテクニカルレポート技術解説集(発行順一覧)

| 機種 | タイトル | テクニカルレポート | | 機種順はこちら |
|-------|----------------------------------------------------------|-----------|---------|-----------------------------|
| | | 発行号 | 発行年 | 執筆者 |
| 超音波装置 | Aplio™ i800による新しい3次元超音波画像と高分解能の実現 | 第52号 | 2017年春季 | 東芝メディカルシステムズ(株) 川岸 哲也 |
| MRI | 永久磁石MRI開発の歩み | 第52号 | 2017年春季 | (株)日立製作所 青柳 和宏 |
| IT | マンモグラフィシステムにおけるX線、超音波併用読影機能について | 第51号 | 2016年秋季 | (株)クライムメディカルシステムズ 念 文 |
| その他 | 放射線医学におけるコンピュータ利用の最近のトピックス | 第50号 | 2016年春季 | 日本コンピュータ支援放射線医学・外科学協会 稲邑 清也 |
| MRI | 3テスラMRI装置Vantage Titan™ 3T/iS Editionでのシステム技術とアプリケーション技術 | 第50号 | 2016年春季 | 東芝メディカルシステムズ(株) 市之瀬 伸保 |
| X線装置 | 一般X撮影における散乱線補正技術 Virtual Grid® | 第50号 | 2016年春季 | 富士フイルム(株) 川村 隆浩 |
| 核医学 | 乳房専用PET装置 | 第49号 | 2015年秋季 | (株)島津製作所 大谷 篤 |
| 治療 | 人にやさしい重粒子線がん治療の普及に向けた最新技術 | 第49号 | 2015年秋季 | (株)東芝 小野 通隆 |
| CT | X線CTの被ばく低減技術 AIDR 3D | 第48号 | 2015年春季 | 東芝メディカルシステムズ(株) 秋野 成臣 |
| 治療 | 小線源治療による加速乳房部分照射 | 第48号 | 2015年春季 | コニカミノルタヘルスケア(株) 加野 亜紀子 |
| X線装置 | Dose Tracking System(皮膚入射線量モニタリング機能) | 第47号 | 2014年秋季 | 東芝メディカルシステムズ(株) 佐藤 直高 |
| 治療 | 最新の放射線治療計画システム | 第47号 | 2014年秋季 | (株)日立メディコ 安達 裕樹 |
| IT | 医療用裸眼3Dディスプレイシステム | 第46号 | 2014年春季 | 東芝メディカルシステムズ(株) 橋本 敬介 |
| IT | ITによる画像情報の連携 | 第45号 | 2013年秋季 | コニカミノルタ(株) 鈴木 慶一 |
| 核医学 | PETの放射線測定技術の食品検査装置への応用 | 第44号 | 2013年春季 | (株)島津製作所 井上 芳浩 |
| IT | 電子カルテと画像システムの連携 | 第43号 | 2012年秋季 | (株)島津製作所 西田 慎一郎 |
| CT | CT Perfusion | 第42号 | 2012年春季 | 東芝メディカルシステムズ(株) 藤澤 恭子 |
| 治療 | 凍結療法―「冷たいか、熱いか(ヨハネの黙示録)」 | 第41号 | 2011年秋季 | (株)日立メディコ 上田 尚樹 |
| 治療 | 日帰り治療を可能にしたMRガイド下集束超音波治療器 | 第40号 | 2011年春季 | GEヘルスケア・ジャパン(株) 東泉 隆夫 他 |
| その他 | 光トモグラフィの光学的原理 ~光とX線とを比較して~ | 第39号 | 2010年秋季 | (株)日立メディコ 山下 優一 |
| X線装置 | デジタルマンモグラフィCADの検出技術と臨床的有効性 | 第38号 | 2010年春季 | 富士フイルム(株) 今村 貴志 |
| MRI | 1.2T超伝導オープンMRI装置 | 第37号 | 2009年秋季 | (株)日立メディコ 丸山 健志 |
| 核医学 | 創薬における分子イメージング技術 | 第36号 | 2009年春季 | (株)島津製作所 北村 圭司 |
| CT | 320列 Area Detector CT Aquilion ONE™ | 第35号 | 2008年秋季 | 東芝メディカルシステムズ(株) 山田 徳和 |
| MRI | 発展する非造影MRA技術 | 第34号 | 2008年春季 | 東芝メディカルシステムズ(株) 山下 裕市 |
| 超音波装置 | Real-time Tissue Elastography の技術について | 第33号 | 2007年秋季 | (株)日立メディコ 香西 和久 |
| X線装置 | FPDシステムにおけるトモシンセシスの技術 | 第32号 | 2007年春季 | (株)島津製作所 柴田 幸一 |

【おわりに】

本ハンドブックは2007年に改定していることから機器によっては文中の最新装置・技術と言う表現が適切でない部分もあることを承知いただきたい。そのため、最新の技術はJIRAテクニカルレポートの技術解説を中心として継続し、技術解説集も更新していく所存である。

最後に、本ハンドブック、テクニカルレポートの執筆に協力いただいた日本放射線技術学会の先生方、各企業の技術者、監修作業に当たった技術広報専門委員会、W/Gの各委員および継続改訂の調査に協力いただいた多くの医療関係者に感謝する。

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

1967年(昭和42年9月) 日本放射線機器工業会創立

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) 業機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、187社(2017年3月21日)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。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や安全性の確保が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。さらに、医療機器に関する環境規制に関する取り込みなどを行い、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・団体との意見交換及び連携
- 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を行います。会員の要望を基本に関係学会・団体等との協調を図り、診断・治療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

JIRAの各部会等を含めた活動全般のコンプライアンス(法令等遵守)を監督し推進します。研修会等を通して会員会社のコンプライアンス意識向上、コンプライアンス強化のために周知啓発と指導を行います。

○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

医療機器の営業所管理者(販売業・貸与業)及び責任技術者(修理業)の遵守義務である継続的研修を JIRA 製品の等の特徴を踏まえたテキストを作成し全国 7 会場で開催します。(協賛団体と連携)

○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し、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市場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

○中小企業・IT産業振興委員会

経済環境、技術環境等の外部環境の変化に柔軟かつ迅速に対応し、JIRA会員企業のうち特に中小規模の企業並びに IT 産業関連企業の事業発展・振興の為の事業を企画・立案・推進します。

○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。

○産業戦略室

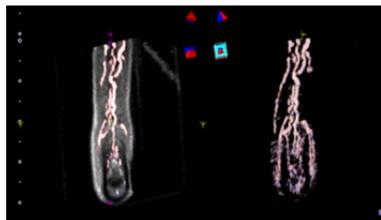
行政・経済・環境・社会・技術など外部環境変化を踏まえ、画像医療システム産業の成長促進のため、産業ビジョン・戦略の策定データベースの整備、実態調査・分析などを推進し、行政への迅速対応、ステークホルダーへの情報発信・低減活動を行っています。

○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。

*MRC: Medical Radiation Facilities Safety Administration Center

表紙写真の解説



超音波診断をより客観的かつ効率的にするために、新しくアーキテクチャから全てを見直して開発したプレミアム超音波診断装置(Aplio iシリーズ)の新映像化技術の一例である。新開発プローブによる高スライス分解能と超高周波 SMI(Superb Micro-vascular Imaging)により検出された指先の微細な血流を、磁気センサを用いたプローブ位置検出により、高精度に3次元再構成した画像である(36頁参照)。



2016年に発売を開始した0.3T永久磁石オープンMRIシステム「AIRIS Vento」は、0.4Tの「APERTO Lucent」と共に新しいシステムソフトORIGIN5を搭載している。頭部のスライスライン設定支援機能「AutoPose」、日本語表示に対応したわかりやすく使いやすいユーザーインターフェースにより、さらなる臨床価値、使いやすさの向上を実現している。また、超電導MRI装置に比べてユニット数が少なく「ガントリー・コンソール・電源システム」の主に3ユニットで構成されたコンパクト設計を実現している(41頁参照)。

編集後記

春の陽気が暖かさを増し、風を心地よく感じる季節となりました。今年もまた、日本ラジオロジー協会主催による総合学術大会および国際医用画像総合展(ITEM)が開催される時期となりました。

本号では、第73回日本放射線技術学会総会学術大会大会長の宮地利明先生に巻頭言、同大会実行委員長の松原孝祐先生に「医療の現場から」をご執筆いただきました。ご多忙の中、厚く御礼申し上げますと共に、「極めよう放射線医学、広げよう放射線診療」のスローガンの元、本年も盛会となりますことを祈念いたします。

本年は日本画像医療システム工業会(JIRA)の前身である日本放射線機器工業会が発足してから50年の節目の年となります。

年表を繙きますと、50年前の1967年は東京オリンピックの3年後、高度経済成長の最中であり、公害等の弊害もありましたが国中が将来の希望に燃えていた時期でもありました。

翻って現在は、高齢化が進み人口減少が始まっておりますが、2回目の東京オリンピックを3年後に控え、まだまだ日本の底力を見せてやろうという気概にあふれていると思います。

このテクニカルレポートも、皆様の役に立つ情報を満載して次の50年を目指す所存です。今後共、叱咤激励よろしく願いいたします。

(網田孝司 記)

JIRAテクニカルレポート 2017. Vol.27 No.1(通巻第52号) 2017年4月発行

編集 (一社)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 | 大久保 彰 | (株)日立製作所 |
| 委員 | 網田 孝司 | (株)島津製作所 |
| 〃 | 岩木 健 | 富士フイルム(株) |
| 〃 | 河野 和宏 | 島津メディカルシステムズ(株) |
| 〃 | 長東 澄也 | コニカミノルタ(株) |
| 〃 | 古屋 進 | (株)三協 |
| 〃 | 前田 賢 | (株)マエダ |
| 〃 | 森山 智幸 | (株)森山X線用品 |
| 事務局 | 横田 則昭 | (一社)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。)

JIRA50th Since 1967

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