

JIRA

テクニカルレポート

◆ 第46回日本放射線技術学会秋季学術大会 第36回JIRA発表会

「震災から7年 復興と放射線技術学」

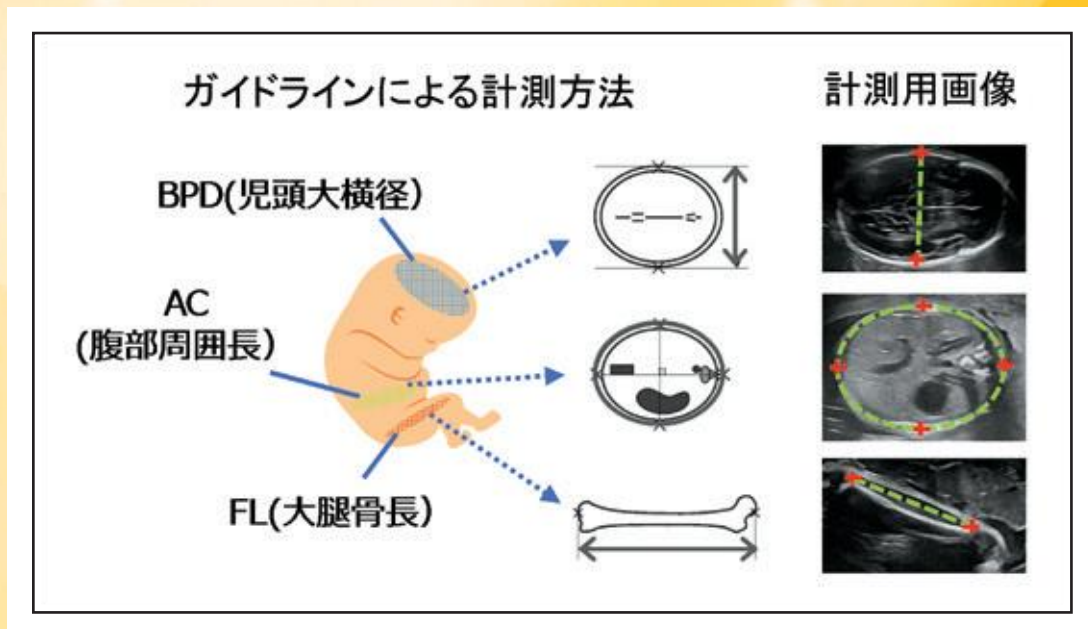
JIRA 会員からの新製品・新技術・ひと工夫の発表会

平成30年10月5日(金) 14:45 ~ 17:25

仙台国際センター第8会場 (展示棟 会議室3)

◆ 技術解説

画像診断ワークフローを改善する機械学習技術



第46回日本放射線技術学会秋季学術大会開催にあたって

— 震災から7年 復興と放射線技術学 —

公益社団法人日本放射線技術学会 第46回日本放射線技術学会 秋季学術大会
大会長 千田 浩一



第46回日本放射線技術学会秋季学術大会開催にあたって、関係各位、特にJIRAのご支援ご協力に心から御礼申し上げます。お陰様で多くの機器展示のご協力も頂けることになりました。

第46回秋季学術大会のメインテーマは、「震災から7年 復興と放射線技術学」です。前回の仙台大会（第38回秋季学術大会）は平成22年10月に開催されましたが、その約半年後にあの東日本大震災が発生しました。大震災後、皆様方の力強いご支援によりまして着実に復旧しておりますが、その一方で十分な復興にはまだ道半ばという状況です。今回の秋季学術大会にご参加頂きながら、皆様方にはその様子を見て体感し共有していただきたいと思っております。さらに大会テーマに沿った内容のシンポジウムや各種の企画も行われますので、当大会が次の災害に備えいろいろと考える機会にもなればと考えております。

東北大学総長でノーベル物理学賞候補者でもある大野英男先生に特別講演をお願いし、大会初日に「スピントロニクスと産学連携」と題してご講演を頂きます。先生は産学連携に対しても積極的な取り組みを推進されており、放射線医学領域はまさに「産学連携」が無ければ成立しないところでありますので、大野総長のご講演はJIRAの皆様方にとりまして非常に有意義なものになると確信しております。

JIRA発表会をより充実したものとするため、今大会ではJSRT側からも座長をたてて2人座長制とし、さらにJSRT側からコメントータもお願いしてありますので、活発な討論、そして有用な機器開発等々に大いに役立つ機会になるものと期待しています。

また、学際化推進のための関連学会・職種とコラボセッションも多数企画されております。すでに学術協定が結ばれている日本循環器学会と合同シンポジウム（心血管インターベンションにおける従事者水晶体被ばくの現状と取り組み）が開催されます。また日本放射線看護学会と、当秋季学術大会期間中に学術協定調印式を行う予定であり、引き続きキックオフシンポジウムが企画されております。さらに実行委員会企画として関連職種とのシンポジウム（コラボ企画）もいくつか予定されています。JIRAワークショップは「小児撮影における被ばく管理について」をテーマに行われます。

一般研究発表には多くの演題申し込みがあり（約500題）、例年のように、一般研究発表（口述、ポスタ）、専門部会企画や教育委員会企画等々、多数のセッション等が行われます。また学生発表セッションも企画しましたので、学会の将来を担う学生達に対するご指導も期待しております。

前回の仙台大会にて好評でした「おぼんですセミナー」を今回も開催します。夕暮時にグラスを片手にリラックスして、普段はなかなか聞くことのできない情報（本音）や、いろいろな勉強ができるものと思っております。また仙台沿岸津波被災地域を視察するスタディーツアー（エクスカーション）の企画も準備しております。

学会場は前回の仙台大会と同じ仙台国際センターですが、地下鉄東西線の開通によってアクセスが格段に向上しております。展示棟新設など施設・設備が拡充され、素晴らしい企業機器展示が行えます。そして昨年同様に「機器展示に行こう」の時間帯を設けましたので、最新の各種情報収集等がより活発に行えるものと信じています。また東北大学災害科学国際研究所の資料展示、地震体験車デモ、日本盲導犬協会による各種企画なども予定しております。さらに、学会期間中には関連職種のコラボ企画等も数多くありますので、機器展示会場にはJSRT会員に加えて、会員以外の医師、看護師、臨床工学士等のたくさんの来場者が見込まれております。

10月は気候も良く、仙台や東北の「観光や収穫の秋」も満喫できます。第46回秋季学術大会に参加して頂くことそのものが復興に繋がりますので、是非ご出席ください。坂本実行委員長をはじめ実行委員ともども、皆様のご参加を心よりお待ちしております。そして今後も、JIRAの皆様方と共に産学連携を推進し、保健医療等への貢献を続けたいと思っております。

（東北大学 大学院医学系研究科放射線検査学・災害科学国際研究所災害放射線医学 教授）

JIRAテクニカルレポート 2018. Vol.28 No.2 (通巻第55号)

目 次

巻頭言

- 第46回日本放射線技術学会秋季学術大会開催にあたって 1
公益社団法人 日本放射線技術学会 第46回日本放射線技術学会 秋季学術大会 大会長 千田 浩一

JIRA発表会 技術-1

1. CTにおける最新の個別化医療技術 6
シーメンスヘルスケア(株) 田中 秀和
2. Multi Energy CT Phantom 8
東洋メディック(株) 黒田 武弘
3. 低被ばくと高画質を両立したマルチスライスCT「SCENARIO View」の特長 10
(株)日立製作所 中澤 哲夫
4. 画質を向上した患者にも環境にも優しい1.5テスラMRI装置Vantage Orian™ 12
キヤノンメディカルシステムズ(株) 内菌 真一
5. コンパクトで高画質な超音波診断装置 SONIMAGE MX1の開発 14
コニカミノルタ(株) 西久保 雄一

JIRA発表会 技術-2

6. 「AMULET Innovality™」における乳腺量測定機能の開発 16
富士フイルム(株) 森田 順也
7. マンモグラフィの読影効率向上を追求した5MP医用カラーモニターの開発 18
EIZO(株) 巢組 将広
8. これからの循環器室向けLED「Cate-X高輝度LED照明」の開発 20
東京計器アビエーション(株) 小林 拓矢
9. 下方向からの散乱線にも対応した防護眼鏡の開発 22
(株)マエダ 村田 健太郎
10. X線循環器システム Alphenix™における血管内治療支援の新機能 24
キヤノンメディカルシステムズ(株) 小澤 政広

JIRA発表会 技術-3

- 11. X線透視診断装置 EXAVISTA における整形外科アプリケーションの新機能 26
(株)日立製作所 濱崎 章光
- 12. デジタル式X線照射野測定器「QUART nonius」の有用性 28
Jpi ジャパン(株) 良知 義晃
- 13. コンデンサ式線量計の開発 30
トーレック(株) 中沢 洋
- 14. 一般 X 線撮影装置で骨密度測定を実現する X 線画像診断装置「CALNEO Dual」の開発 32
富士フイルム(株) 河西 将範
- 15. 連携ソリューション「医用画像管理システム CloudViewing-Pro™」の開発 34
コニカミノルタ(株) 高野 博明

技術解説

- 画像診断ワークフローを改善する機械学習技術 36
(株)日立製作所 宮崎 靖

医療の現場から

- 「医療機関の災害対策 そして新技術へ - JIRAと JSRTの確固たる協力体制 -」 42
公益社団法人 日本放射線技術学会 第46回日本放射線技術学会 秋季学術大会 実行委員長 坂本 博

- 工業会概要 43

- 編集後記 46

第 46 回日本放射線技術学会秋季学術大会 第 36 回 JIRA 発表会

日 時 平成 30 年 10 月 5 日(金) 14:45~17:25

場 所 仙台国際センター 第 8 会場(展示棟 会議室 3)

JIRA 発表会 技術-1	14:45~15:35	座長:JIRA 学術専門委員会委員長 武山佳裕(富士フィルムメディカル(株)) 座長:JSRT 梁川功(東北大学病院) コメンテータ:JRST 太田丞二(千葉大学病院)
---------------	-------------	--

番号	所 属	発 表 者	演 題 名
J1	シーメンスヘルスケア(株)	田中 秀和	1.CT における最新の個別化医療技術
2	東洋メディック(株)	黒田 武弘	2.Multi Energy CT Phantom
3	(株)日立製作所	中澤 哲夫	3.低被ばくと高画質を両立したマルチスライス CT「SCENARIA View」の特長
4	キヤノンメディカルシステムズ(株)	内 藪 真一	4.画質を向上した患者にも環境にも優しい1.5テスラMRI装置Vantage Oriant TM
5	コニカミノルタ(株)	西久保 雄一	5.コンパクトで高画質な超音波診断装置 SONIMAGE MX1の開発

JIRA 発表会(技術-2)	15:40~16:30	座長:JIRA 技術広報専門委員会委員長 大久保彰(株)日立製作所 座長:JSRT 江口陽一(JSRT 東北支部) コメンテータ:JSRT 山田雅亘(姫路医療センター)
----------------	-------------	--

番号	所 属	発 表 者	演 題 名
6	富士フィルム(株)	森田 順也	6.「AMULET Innovality TM 」における乳腺量測定機能の開発
7	EIZO(株)	巢組 将広	7.マンモグラフィの読影効率向上を追求した5MP医用カラーモニターの開発
8	東京計器アビエーション(株)	小林 拓矢	8.これからの循環器室向け LED「Cate- X 高輝度LED照明」の開発
9	(株)マエダ	村田 健太郎	9.下方向からの散乱線にも対応した防護眼鏡の開発
10	キヤノンメディカルシステムズ(株)	小澤 政広	10.X線循環器システム Alphenix TM における血管内治療支援の新機能

JIRA 発表会(技術-3)	16:35~17:25	座長:JIRA 学術専門委員会委員 秋本昌夫(キヤノンメディカルシステムズ(株)) 座長:JSRT 横山博典(国立循環器病研究センター) コメンテータ:JSRT 田野政勝(虎の門病院)
----------------	-------------	--

番号	所 属	発 表 者	演 題 名
11	(株)日立製作所	濱崎 章光	11.X線透視診断装置 EXAVISTAにおける整形外科アプリケーションの新機能
12	Jpi ジャパン(株)	良知 義晃	12.デジタル式X線照射野測定器「QUART nonius」の有用性
13	トーレック(株)	中沢 洋	13.コンデンサ式線量計の開発
14	富士フィルム(株)	河西 将範	14.一般 X 線撮影装置で骨密度測定を実現する X 線画像診断装置「CALNEO Dual」の開発
15	コニカミノルタ(株)	高野 博明	15.連携ソリューション「医用画像管理システム Cloud Viewing-Pro TM 」の開発

↓

1. CTにおける最新の個別化医療技術

シーメンスヘルスケア(株) CT 事業部
田中 秀和

【はじめに】

近年、CTの検査においても個人の特性に合わせた検査の重要性が求められている。本稿ではCTにおける個別化医療に貢献する最新技術である FAST 3D Camera と Tin filter technology について紹介する。

【FAST 3D Camera】

FAST 3D Cameraは、CT装置が被検者を認識して正しいポジションでの撮影を可能にする自動化技術である。

イギリスで報告されたデータによれば、CT検査全体の95%においては被検者を正確にポジショニングはできておらず、平均してアイソセンターから上下に 2.6cmのずれが生じている。この誤差はわずか数センチというレベルであるが、仮にアイソセンターから3cmずれたポジショニングをした場合には、最大18%の被ばく量と最大6%のノイズ量が増える可能性があり診断への影響が懸念される¹⁾。FAST 3D Camera を用いる事によりこのような被ばくや画質のばらつきを最小限に抑える事が可能になる。

FAST 3D Cameraには RGBと赤外線 の2つのカメラが搭載されている(図1)。この2つのカメラを同時に使用する事により被検者を3Dで認識している。複雑な機構のように見えるが使用プロセスは非常にシンプルである。寝台に横になった被検者を寝台頭上に設置された FAST 3D Cameraによって撮影する。この時点で瞬時にテーブルの高さと被検者の厚み、被検者の体軸方向(z方向)の体幹部領域、



図1 FAST 3D Cameraを搭載した CT装置

被検者の寝ている方向 (Head first/Foot firstおよび腹臥位/仰臥位)を認識する。その後 FAST 3D Cameraで得た計測データを元にワンボタンで寝台の高さを調整し、撮影部位の位置決め撮影の開始位置まで移動する。

この技術により、AEC(自動露出機構)のより正確な動作、再現性の向上、画質の向上などにつながる。また、被検者が寝ている向きが設定と異なる場合にはアラートが表示されるため、医療事故を未然に防ぐことができる。“CTが被検者を見る目”を持ったことにより、最適な被ばく線量で、良好な画像の提供を実現し、同時に検査スループットの向上も期待される。

【Tin filter technology】

CT装置は連続スペクトルを有するX線を利用しているため、画像に寄与しないX線の低エネルギー成分をカットする付加フィルタが搭載されている。一般的に、付加フィルタにはX線の利用率を高める働きがあり、被検者への無効被ばくを低減すると同時に、画質と被ばくを最適化する役割も果たしている。

Tin filter technology は、X線管の照射窓に隣接するコリメータボックスに取り付けられた、Tin (Sn; スズ)の可動式付加フィルタであり、一般的なCT装置に搭載されているボウタイフィルタやウェッジフィルタに追加して使用する。ヨード造影剤を使用しない非造影検査における被ばく低減を狙った新たな機構であり、連続スペクトルの低エネルギー成分を強力に除去し、平均エネルギーを高エネルギー側にシフトさせる特性を有している。

一方で Tin filter は X線光子量を減少させるため、光子の損失を補うためのパワフルな X線管の搭載が要求される。同時に、大電流下での空間分解能低下を防ぐため、精度の高い焦点サイズコントロールが必要不可欠となる。さらに、Tin filter イメージングは低線量撮影によって得られる信号が低下する



図2 Tin filter technology を用いた胸部超低線量CT画像

るため、非常に低い電子ノイズレベルと良好な直線性を兼ね備えた検出器も必須となる。これらの条件を満たすハードウェアとして各CT毎に設計された X線管と、アナログ回路を一切無くし、低ノイズかつ高感度を実現した Stellar Detector を搭載することによって Tin filter による超低線量 CT 撮影が実現している。

Tin filter technology は、その他の線量低減技術との併用が可能な点も特徴の 1つである。例えば、AEC や、逐次近似画像再構成法があげられる。これら、従来の線量低減技術と次世代の Tin filter technology が生み出すシナジー効果によって、一般レントゲン撮影と同等の線量レベル²⁾で胸部超低線量 CT 撮影が可能となってきており³⁾、画質を担保した臨床画像の提供を実現している(図2)。

【まとめ】

FAST 3D Camera と Tin filter technology、共に個別化医療を進める上でバリューを実感していただける最新技術である。今後もこれらの機能を含めてより様々な被検者にあわせた低侵襲の検査を実現できる技術を拡充していく予定である。

【参考文献】

- 1) Li J, Udayasankar UK, Toth TL et al. Automatic patient centering for MDCT: effect on radiation dose. AJR 2007; 188: 547 - 552 and Kaasalainen T, Palmu K, Lampinen A et al. Effect of vertical positioning on organ dose, image noise and contrast in pediatric chest CT-phantom study. Pediatric radiology 2013; 43: 673 - 684
- 2) Mettler Jr, Fred A., et al. "Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: a catalog." Radiology 248.1 (2008): 254-263.
- 3) Gordic, Sonja, et al. "Ultralow-dose chest computed tomography for pulmonary nodule detection: first performance evaluation of single energy scanning with spectral shaping." Investigative radiology 49.7 (2014): 465-473.

2. Multi Energy CT Phantom

東洋メディック㈱

黒田 武弘

【背景】

日本には、約13,000台のCT装置が使用されている。CT装置は空間分解能に優れているが、MRIと比べると物質分別能は劣る。近年、Dual Energy CT装置の販売台数が多くなっている。Dual Energy CT装置は優れた物質分別能を持っている。Dual Energy CT装置の原理は40年ほど前(1974年)には既に論文化されている。しかし、技術的な問題によりその開発が近年になっている。

Dual Energy CT装置は2つのエネルギーで撮影した画像から任意のエネルギーの画像を作成することができる。CT画像に示されるCT値は同じ被写体を撮影してもエネルギーが違えば、CT値は異なる。今までのCT画像は、1つのエネルギーの画像のため密度が異なった組織でも同じCT値を示す場合があった。しかし、別のエネルギーの画像を作成することにより、密度違いをCT値の違いで表せることができる。

Dual Energy CT装置の物質分別能を評価するファントムは多くない。米国 Gammex社は Dual Energy CT装置のために Multi Energy CT Phantomを製作した。今回は、Multi Energy CT Phantomについて紹介する。

【特長】

Multi Energy CT Phantomは図1と表1で示す構成である。背景でも述べたようにDual Energy CT装置は物質の分別にはとても優れている。その物質分別能をMulti Energy CT Phantomにて確認することができる。ファントムはカルシウム、脂肪、血液等価、ヨウ素のロッドを持つ。また、各物質を組合わせたロッドもある。カルシウム、脂肪、血液は人体内にある組織であり、ヨウ素は造影剤の主成分である。これらのロッドをファントム内に配置し、任意のエネルギーの画像を作成する。Dual Energy CT装置が持つ機能によりそれぞれのロッドのCT値を計測し、物質が正しく分別されているかを確認することができる。Dual Energy CT装置はその構造から大きく分けて5種類に分けられる。

① Fast kV switching、② Dual source、③ Split Filter、④ Spectral Detector、⑤ Dual Spinである。しかし、それぞれが異なる構造のため、同じファントムを用いて同じエネルギーの画像を取得してもその画像に表示されたロッドのCT値は少し異なる。このことは先日開催された第22回CTサミット¹⁾にて報告があった。



図1 Multi Energy CT Phantom構成

表1 Multi Energy CT Phantom 構成表

No.	Part Number	Qty	Description
1	602728	1	Multi-Energy Main Body
2	602729	1	Removable Head Section
3	805729	1	Universal Phantom Stand
4	602727	1	Universal Case
5	805753	1	Standard Inserts Set: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1459 HE Blood ▪ HE Blood 70 (Medium Density Blood ~70 HU) ▪ HE Blood 100 (High Density Blood ~100 HU) ▪ HE Blood + 2 mg/ml Iodine ▪ HE Blood + 4 mg/ml Iodine ▪ 1451 CT HE Solid Water ▪ CT HE Solid Water + 2 mg/ml Iodine ▪ CT HE Solid Water + 5 mg/ml Iodine ▪ CT HE Solid Water + 10 mg/ml Iodine ▪ CT HE Solid Water + 15 mg/ml Iodine ▪ φ2mm Iodine 5 mg/ml ▪ φ5mm Iodine 5 mg/ml ▪ φ10mm Iodine 5 mg/ml ▪ 1453 HE Adipose ▪ 1481 HE Brain ▪ Calcium 50 mg/ml ▪ Calcium 100 mg/ml ▪ Calcium 300 mg/ml ▪ True Water Insert

【まとめ】

現状、Dual Energy CT装置の持つ物質分別能をフルに活用している施設は少ない。その原因の一つには、検査プロトコルの未整備にある。また、放射線科の読影医や他部門の医師も Dual Energy CT装置で撮影され作られる画像に対して見慣れておらず、その画像を用いた診断経験も少ないため、検査依頼が少ないのも原因の一つである。今後、このようなファントムが使用され、検査プロトコルが整備され、多くの医師が Dual Energy CT装置で撮影され作られる画像を診断に用いるようになることを期待する。

CT装置は、素早く検査ができる装置として検査には欠かせない装置である。しかし、物質の分別能がMRIよりも低いため、精密な検査ではMRI装置と併用して使用されてきた。MRI装置はCT装置と比べるととても時間がかかる検査である。CT装置がMRI装置に近いぐらいの物質の分別能を持つことができれば、精密な検査も短時間で行うことができる。

CT装置における造影剤を用いた検査は、現在ほぼ当たり前の様に行われている。造影剤を用いた検査では、複数回(最低でも3回)のCT撮影を行う。しかし、Dual Energy CT装置では、CT撮影の回数を減らすことができる。そのため、患者の被ばくを軽減することができる。Multi Energy CT PhantomはDual Energy CT装置には無くてはならないものである。

【参考文献】

- 1) 第22回 CT サミット(抄録)、シンポジウム 座長 船間芳憲(熊本大学大学院生命科学研究部) 小川正人(産業医科大学若松病院) 「未来へ繋ぐ Dual Energy CT技術」 Fast kV switching 久留米大学病院 黒木英郁 Dual source 山口大学附属病院 久富庄平 Split Filter 九州がんセンター 南出哲也 Spectral Detector 熊本中央病院 本田恵一 Dual Spin 大分大学医学部附属病院 城生朋顕

3. 低被ばくと高画質を両立したマルチスライス CT「SCENARIO View」の特長

(株)日立製作所 ヘルスケアビジネスユニット グローバルビジネス統括本部
中澤 哲夫

【はじめに】

当社は、2018年4月に64列マルチスライスCT装置「SCENARIO View」(図1)をリリースした。当社は2010年6月に全身どの部位においても0.35秒/1回転で撮影可能な64列マルチスライスCT「SCENARIO」を発売した。

「SCENARIO」は心臓だけでなく胸腹部など撮影範囲が広い部位でも0.35秒/1回転の高速撮影が可能であり、検査時間の短縮や被検者の息止めの負担軽減を支援してきた。

「SCENARIO View」(図1)は「SCENARIO」の後継機であり、更に進化した被ばく低減技術や様々な先端技術を搭載し臨床現場で真に必要とされるCT装置をめざし開発した。以下、図表を交え「SCENARIO View」の特長や機能を紹介する。



図1 SCENARIO View の外観

【概要】

本装置には、当社が独自に開発した次世代の逐次近似処理であるIPV(Iterative Progressive reconstruction with Visual modeling)を搭載し、被ばく線量の低減と画質向上の両立をめざした。また、本装置はガントリ・寝台・操作卓の3ユニット構成となり、設置スペースが限られた小規模医療施設でも導入が容易となる配慮もした。ガントリデザインも刷新し、ガントリ開口径は従来機の「SCENARIO」に比べ5cm広い80cmとし、ガントリ形状は凹凸をできる限り抑えたSquare Ellipse(四角楕円)デザインを採用している。検査時間の削減を目的とした撮影ワークフローの改善や「SCENARIO」で搭載した寝台横スライド機能も改良し搭載している。

以下、主な特長として「IPV」「ガントリデザイン」「ワークフロー改善」を紹介する。

【特長】

・次世代の逐次近似処理 IPV

IPVは、画像再構成と画像処理機能を併せ持つ次世代の逐次近似処理で、当社が独自に開発したものである。IPVは低線量撮影で発生するノイズを繰り返し除去し、画質の質感(Texture)を維持することで、低線量撮影時でも視認性の優れた画質を提供することができる。また、逐次近似処理は複雑な計算を必要とするが、IPVは特別な追加ハードウェアを必要としないことも大きな特長である。物理的な特性としては、一般的なFBP(Filtering Back Projection)と比較して画像ノイズ低減率は最大90%、被ばく低減率は最大83%である。

・快適な検査環境を提供するガントリデザイン

本装置のガントリ開口径は80cmを実現した。これは、狭いところが苦手な被検者が安心して検査を受けられる環境、技師などの操作者が被検者にアクセスしやすい環境、被検者のポジショニングが容易

となる検査環境を考慮したデザインである。この広いガントリ開口径は定期的に検査を受ける方や小さいお子さまの負担軽減につながり、被検者と操作者双方に快適な検査環境の実現をめざしたものである。

本装置には改良した寝台横スライド機能も搭載している。最大20cmの寝台横スライドが可能であり、心臓領域だけでなく肩などの整形領域の位置決めの際にも使用できる。

- ・撮影範囲自動設定機能や画像転送自動化によるワークフローの改善

CT撮影時の手順の流れを見直すことで検査時間の削減をめざした。特に操作者の負担が大きいシーンを短縮することで検査時間の削減を実現した(図2)。以下にワークフローの短縮したポイントを記す。

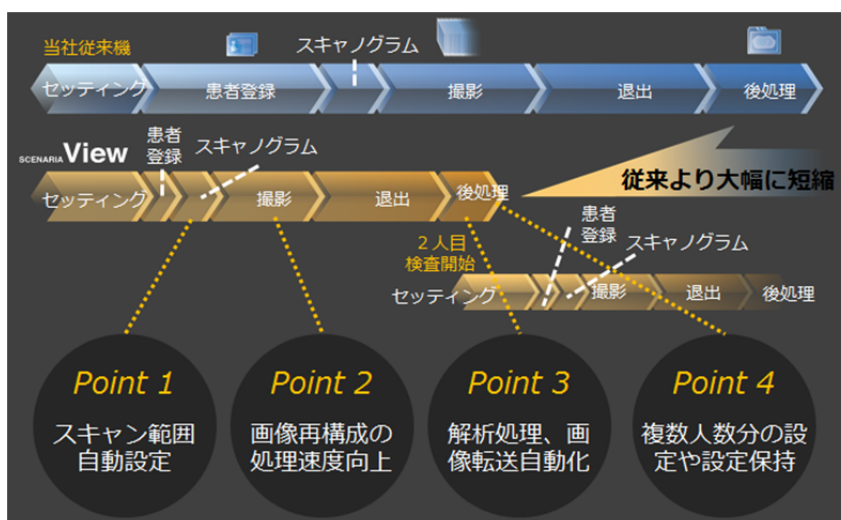


図2 ワークフローの改善

- Point1：再現性の向上と設定時間短縮を実現するAutoPose機能（スキャン範囲自動設定）を搭載。撮影されたスキヤノグラムから画像処理を行い、撮影範囲の自動設定が可能。
- Point2：画像再構成の処理速度向上でスムーズな検査を実施。高速・高精細化したCTを生かすため、最大60枚/秒の画像再構成速度を実現。
- Point3：解析処理、画像転送自動化機能により作業時間を短縮。MPR(Multi Planar Reconstruction)を後処理としてプロトコルに組み込むことが可能であり、一連の作業手順を自動化。
- Point4：同時に複数人数分の事前設定や設定保持が可能。被検者ワークシートを行き来できる「検査タブ」、同一被検者内の撮影から画像処理までの自由な行き来ができる「ナビタブ」によりストレスのない作業を実現。

【まとめ】

当社は、「SCENARIO View」以外に頭部や胸腹部及び四肢等を撮影対象とした16列CT装置SupriaやSupriaの64列タイプのSupria Grandeも販売し高評価を得ている。新たな64列CT装置「SCENARIO View」のリリースにより、心臓を含めた全身領域の撮影をカバーするCT装置のラインナップがより充実した。当社のCT装置は「すべての診る人」「操作する人」「検査を受ける人」のために進化を続けて行けるよう開発を進めていく所存である。

4. 画質を向上した患者にも環境にも優しい1.5テスラMRI装置Vantage Orian™

キヤノンメディカルシステムズ(株) MRI 開発部
内 菌 真一

【はじめに】

新型 1.5 テスラ MRI 装置 Vantage Orian(図1)は、3テスラ装置で培った高画質化技術を搭載し、ハイエンド 1.5テスラ MRI装置に求められる高度な臨床ニーズに高次元で対応する。また、採算性の要求に応えるため、信号収集効率化による高速撮像技術や着脱可能な移動式寝台、新たに架台にモニターを搭載するなどの新規ハードウェアによりワークフローを向上させ、さらにクラス No.1 の省エネルギー、省スペース性能を実現している。高度な臨床性能と高い採算性を両立し病院経営に大きく貢献する架台開口径71cmのオープンボア1.5テスラ MRI装置である。



図1 Vantage Orian 装置外観

【特長】

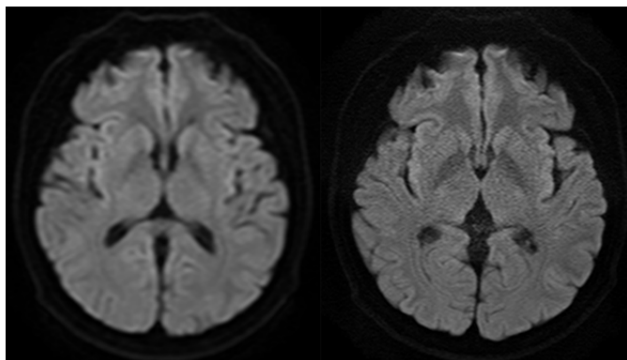
本システムの主な特長を以下に示す。

1. 診断に役立つ高画質

Vantage Orian(以降、本システム)では、3テスラ MRIで培われた高画質化技術を搭載することにより、高画質を実現した。新規に開発した高精度デジタル制御技術である PURE Gradient(図2)は、理想的な傾斜磁場波形を生成することができ、特に Diffusionなどの高速スイッチング撮像時の画質を大きく向上させる(図3)。さらに、装置から発生する電子ノイズを低減させる独自のノイズ低減技術 PURE RF Rxによって、SNRを最大38%向上させた。



図2 PURE Gradient による理想波形



(a) 従来 MRI (b) 高精細 MRI

図3 頭部の DWI 画像

また、新たに開発した撮像技術により撮像時間の短縮を実現した。例えば新アプリケーションの1つである k-t SPEEDERは、心臓シネ検査の時間短縮技術である。従来必要とされていた本スキャン前のトレーニングスキャンを不要とし、検査時間を大幅に短縮できる。

2. 導入しやすい環境の構築

本システムでは、新しい消費電力削減技術 ECO Mode Plusを搭載した。従来のスタンバイ時の消費電力削減に加えて夜間の冷凍機間欠運転を実現することにより、従来比21%の消費電力削減を実現した。さらに設置面積はクラス最小の25㎡*1を実現した。

* 1 : 25㎡は最小設置面積のケースであり、設置面積は施設のMR室や運用形態に依存する。

3. 静かでストレスの少ない検査環境

本システムは高性能、高い採算性を持ちながら、架台開口径71cmを確保している。さらに、当社独自の静音化技術 Pianissimo™ Zenは検査音を環境音レベルまで抑える静音シーケンスと、真空構造を用いたハードウェア静音機構により、すべての検査で画質劣化することなく静音化が可能である。さらに、患者が映像を見ながら検査を受けられるMRシアター(図4)を搭載し、狭い所が苦手な患者のストレスを抑えるなど、きめ細かく配慮した。

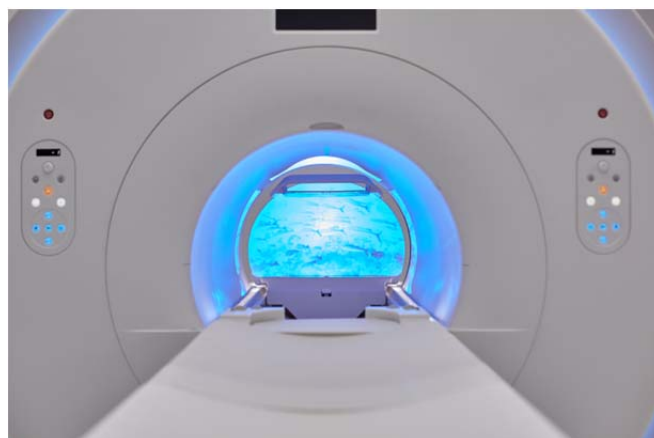


図4 MR シアター

【おわりに】

Vantage Orianは、高画質な3テスラの技術を採用するとともに、高速撮影技術や着脱可能な移動式寝台などにより、生産性向上と患者の負担軽減を両立したMRI装置である。

本装置が提供できる高画質MRI画像が、診断や治療計画の精度を向上させ、少しでも多くの患者のQOL(Quality Of Life)向上に寄与することを期待している。

5. コンパクトで高画質な超音波診断装置 SONIMAGE MX1 の開発

コニカミノルタ(株) ヘルスケア事業本部 超音波事業統括部
西久保 雄一

【はじめに】

当社では、超音波診断装置SONIMAGE HS1(以下HS1)で培った画質・性能はそのままに、ユーザビリティとポータビリティを追求した超音波診断装置SONIMAGE MX1(以下MX1)を2018年3月に販売開始した(図1)。

本稿では、MX1の商品コンセプトとそれらを支える当社独自の技術・機能を中心に紹介する。



図1 SONIMAGE MX1

【特長】

1. 「みえる」～浅部から深部まで見たいものが見える

(1)Triad Tissue Harmonic Imaging (T²HI)

HS1で搭載されたT²HIをMX1にも継承し、広い深度領域にわたって広帯域プローブを生かした高品質の受信信号をえて、浅部から深部まで均一かつ高解像な画像をえることを可能とした¹⁾。

(2)Dual Sonic

さらに異なる2つの波形を用いてプローブ上で位置選択的に送信するユニークな送信技術『Dual Sonic』を開発し、高調波生成の空間制御を可能とした。本技術により、受信信号への不要な音響ノイズ混入が抑制されて、浅部における暗部描出が改善されるとともに、音響エネルギーの伝送効率を高めて深部の視認性も向上することが可能になった(図2)。

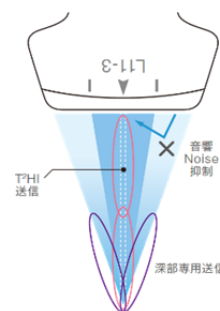


図2 Dual Sonic の送信技術

2. 「かんたん」～超音波検査にかかる”ひと手間”を短縮

(1)ケーブル挿抜のストレスを解消するクレードル

装置を移動や持ち出す際に電源ケーブルやUSBケーブル等の抜き差しが不要であり、クレードルに戻すだけですぐに充電も可能である。より簡単に、よりスピーディに診療をサポートする(図3)。



図3 クレードル(左図)と使い方(右図)

(2)タッチパネルで直感的な操作性を実現

一般的な超音波診断装置には数十個ある操作キーの数を、HS1の8つから主要な機能の5つにさらに集約し、その他の機能はタッチパネル上で操作する直感的な使い勝手を実現した(図4)。

使用頻度の高い「フリーズキー」と「ゲイン調整キー」を一番使いやすい位置へ配置し、操作キーの機能割付けやタッチパネルのカスタマイズも可能で、使用者ごとに快適な使い勝手を提供することが可能である。



図4 操作キー (左 HS1、右 MX1)

3.「つながる」～可搬性と接続性により設置場所を選ばない

バッテリー内蔵のポータブル型でありながら、専用のポールカートと接続すれば据え置き型としても使用可能である。移動しても画像送信を簡単に行えるよう無線LANも対応している。モニターはIPSモニターの採用により、明るい診察室や手術室でも鮮明な画像で検査を行うことができる。本体部重量約4.5kgであり、軽量で持ち運びも容易であり、場所を選ばず自由に配置することが可能である(図5)。



図5 ベッドサイドでの使用例

【まとめ】

ユーザビリティとポータビリティを追求した超音波診断装置SONIMAGE MX1について紹介した。今後、本診断装置により、様々な臨床的価値を提供することができるものと確信している。

【参考文献】

- 1) 金原淳一：小型高画質技術を搭載した超音波診断装置 SONIMAGE HS1 の開発、JIRAテクニカルレポート P39、VOL. 24 NO.2(2014)

6. 「AMULET Innovality™」における乳腺量測定機能の開発

富士フイルム(株) R&D 統括本部 画像技術センター
森田 順也

【はじめに】

乳腺量は、マンモグラフィにおける乳がんの検出感度と乳がんの発症リスクに関わる因子だと言われている。乳腺量が多い高リスク群の女性に対して、超音波検査などマンモグラフィ以外の追加検査や定期的な検診を促すことの必要性や方法などが議論されている¹⁾。しかし、乳腺量の評価は、目視による主観評価が一般的であり、再現性、客観性に乏しいという問題があった。そこで当社は、AMULET Innovality™ (販売名：デジタル式乳房用X線診断装置 FDR MS-3500、認証番号：224ABBZX00182000)のオプションとして、乳房全体に対する乳腺の体積割合を表す「乳房領域の乳腺量」を測定する機能を2017年から提供している。



図1 デジタル式乳房用X線診断装置「AMULET Innovality」

一方で、日本乳がん検診精度管理中央機構(精中機構)による分類基準²⁾では、病変が正常乳腺に隠れる危険性の程度を表すために、乳腺内における脂肪の割合に基づいて、乳房の構成(乳腺カテゴリ)を(1)脂肪性、(2)乳腺散在、(3)不均一高濃度、(4)極めて高濃度の4つに分類する基準が示されている。今回、上記分類基準に沿った「乳腺領域の乳腺量」の測定が可能となるよう、乳腺量測定機能を拡張し、2018年4月より発売開始しているので紹介する。

【乳腺量測定機能の概要】

撮影されたマンモグラフィ画像の解析結果と撮影条件を用いて、画素毎に乳腺量を算出し、算出した値に基づいて、関心領域内の乳腺量を測定する。今回、関心領域を、乳房領域(図2A)と乳腺領域(図2B)の2種類に拡張することで、「乳腺領域の乳腺量」測定機能を実現した。ここで、乳腺領域は、画素毎に算出した乳腺量が既定のしきい値以上含まれる領域を表す。

また、関心領域内の乳腺量[%]に応じて、4つの乳腺カテゴリに分類する。

なお、本書では2Dマンモグラフィ画像を対象として記載するが、本機能(2018年4月に発売開始したバージョン)はトモシンセシス撮影画像にも対応している。

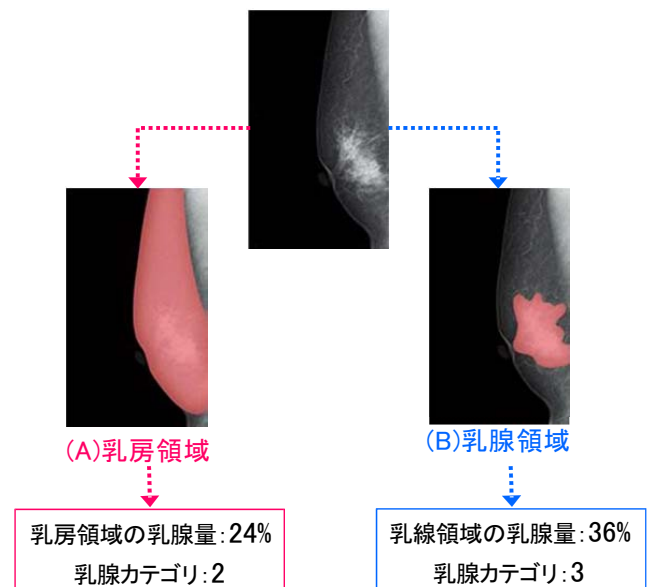
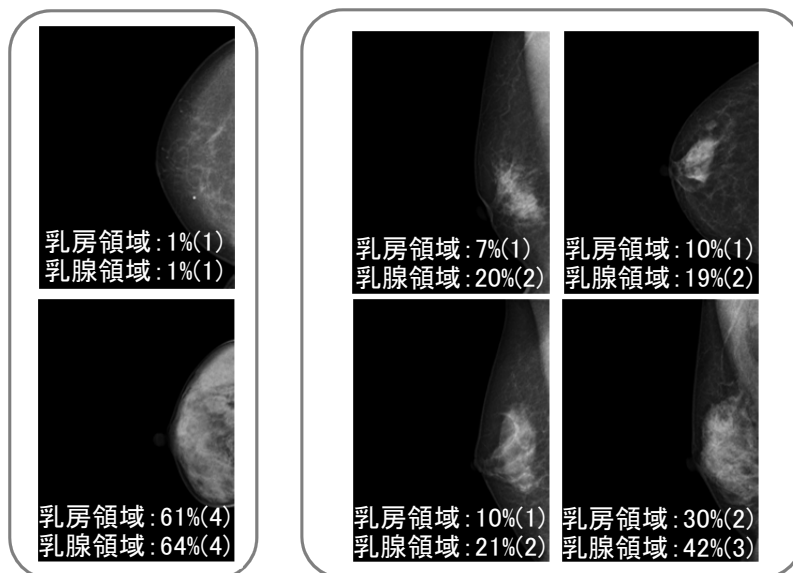


図2 関心領域と算出結果のイメージ

【乳腺領域の乳腺量測定の効果】

マンモグラフィ画像に対して計算された「乳房領域の乳腺量」と「乳腺領域の乳腺量」を図3に示す。括弧内の数値は、乳腺カテゴリの分類結果を表す。図3(A)のように脂肪性乳房や極めて高濃度な乳房では、乳腺の状態が均一であるため、両者の差は小さく乳腺カテゴリも同じである。図3(B)のように乳腺が局所的に固まっている乳房では、両者の違いが顕著となる。



(A)乳腺の状態が均一な乳房 (B)乳腺が局所的に固まっている乳房

図3 乳腺領域の乳腺量測定の効果

【乳腺領域の乳腺量の妥当性評価】

本機能による「乳腺領域の乳腺量」の妥当性を確認するため、50名の2Dマンモグラフィ画像について、精中機構A認定読影医13名の目視による乳腺カテゴリ分類結果と比較評価した。

図4に比較結果を示す。横軸は、本機能で算出された乳腺領域の乳腺量[%]を表し、縦軸は、13名の医師による乳腺カテゴリの分類結果の平均値を表す。両者の相関係数は0.91となり、本評価において、「乳腺領域の乳腺量」は、医師による乳腺カテゴリの分類結果と高い相関関係にあることが確認できた。

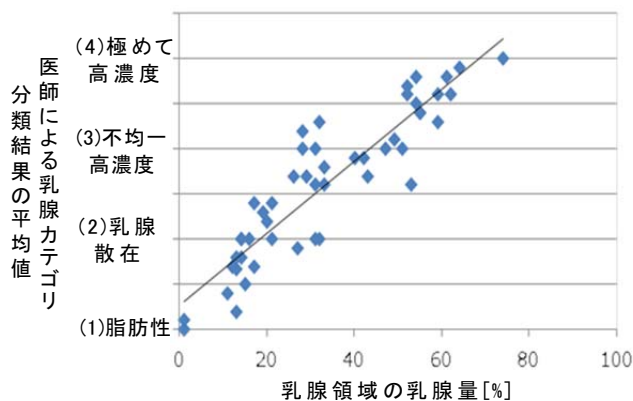


図4 乳腺領域の乳腺量と医師による乳腺カテゴリの分類結果の比較

【まとめ】

精中機構が定める分類基準に沿った測定を可能とする「乳腺領域の乳腺量」測定機能を新たに開発した。本機能が、医師の目視による乳房構成分類のばらつきを抑え、診断精度を高める事に寄与することを期待する。

【参考文献】

1) 「高濃度乳房」問題の対応に関する提言 <http://www.jabcs.jp/pages/dbwg.htm>
 2) 乳房の構成の分類に関するお知らせ <https://www.qabcs.or.jp/archives/001/201704/170421.pdf>

7. マンモグラフィの読影効率向上を追求した5MP医用カラーモニターの開発

EIZO(株) 映像商品開発部
 梶組 将広

【概要】

乳がんの診断現場では、撮影する医用画像の種類と数が増えるにともない、医師がこれらの画像をより効率的、かつ快適に読影ができる環境が求められている。そこで当社は、モノクロモニター同等の高い性能のカラー表示を実現し、様々な読影効率向上のための機能を搭載した5メガピクセル医用カラーモニター「RadiForce RX560」と、専用スタンドを用いてRX560 2面を一体化した「RadiForce RX560 MammoDuo」を新しく開発した(図1)。

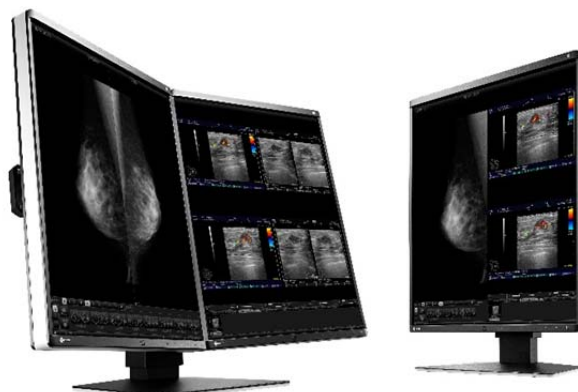


図1 2面構成の「RadiForce RX560 MammoDuo」(左)と1面構成の「RadiForce RX560」(右)

【特長】

1. 高性能液晶パネル開発によるモノクロ・カラー画像表示の両立

乳がんの診断では、高輝度と高解像度が要求されるが、カラーモニター用の液晶パネルには色を表現するためのカラーフィルタが形成されており、その分、モノクロモニターよりもバックライトの透過光が減少するため、高輝度化が難しい。

そこで当社は、医用モニターとしては初めて、低温ポリシリコン(LTPS: Low Temperature Poly Silicon)液晶パネルを採用した。低温ポリシリコンは、従来のアモルファスシリコン以上に、パネルの液晶を制御する薄膜トランジスタ(TFT)を小型化できる(図2)。この技術導入により、画素の開口率を向上させ、各画素のバックライトの透過光を増加させて、 $1,100\text{cd}/\text{m}^2$ の高輝度を実現した。キャリブレーション推奨輝度 $500\text{cd}/\text{m}^2$ の維持を、購入日から5年間かつ製品使用20,000時間を保証する。この高輝度化により、RX560は、より高い表示性能が求められるモノクロ画像を十分な輝度で表示できることに加え、乳房MRIやCT、超音波、病理などのカラー画像も適切に表示できる。

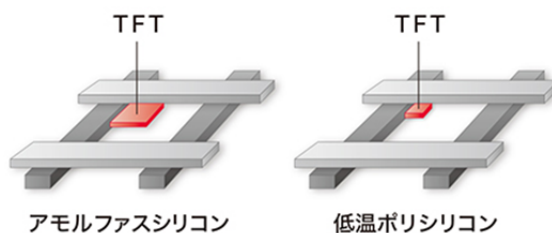


図2 低温ポリシリコン液晶パネル

2. 読影効率向上を追求したデザイン・機能

(1) スムーズな視線移動

画面の額縁を5メガピクセルモニターとしては、世界最小レベルの7.5mmまで狭額化し、2面使用時も画面間の距離がわずか15mmを実現した。また、額縁と表示面の高低差も2.5mmに抑え、表示画像を比較する際の視線移動を滑らかにできる(図3)。

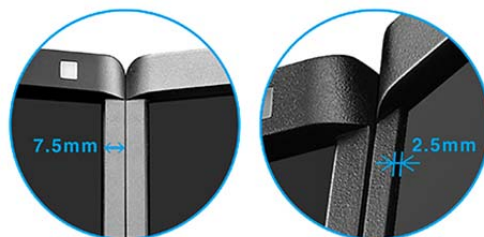


図3 狭額縁デザイン

(2) 省スペース・設置性の向上

RX560は2面のモニターを一体化した新設計の専用スタンドを採用し、従来機種と比べて横67mm、奥行き20.5mmのスリム化を実現した。空間占有率が約22%削減され、目から画面までの距離（視距離）が広がり、デスク上の作業スペースに開放感が生まれる（図4）。また、専用スタンドによりモニター部は2面が連動して動く構造のため、容易に隙間なく好みの位置に固定することが可能である。



図4 省スペース化の実現

(3) Hybrid Gamma PXL機能

モノクロ画像とカラー画像では、表示する際の適切な階調特性が異なる。同時に表示させる場合、モニターはそれぞれ適切な階調で表示させなければ、意図しない見え方になってしまう可能性がある。新たに開発したHybrid Gamma PXL（ハイブリッド・ガンマ・ピクセル）機能は、同一画面内のモノクロとカラーを画素ごとに自動判別し、それぞれ最適な階調での表示を可能とする（図5）。これにより、モノクロ・カラー画像表示の両立を図り、ひとつの画面上でさまざまな医用画像を読影する際の効率向上が期待される。

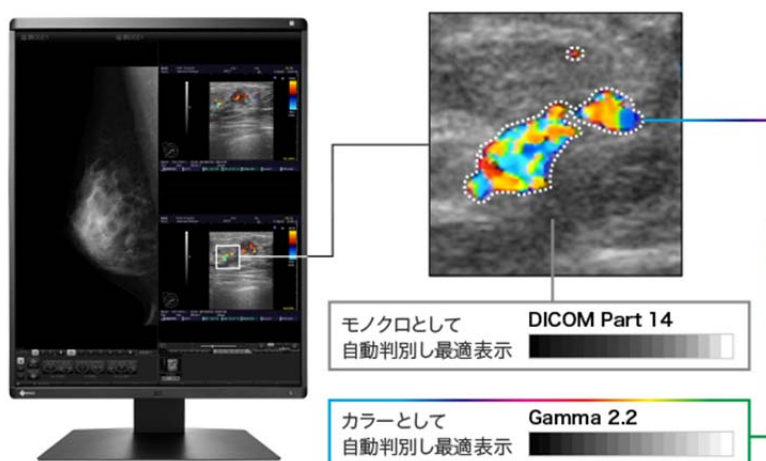


図5 Hybrid Gamma PXL 機能

(4) Point-and-Focus機能

当社独自のPoint-and-Focus（ポイント・アンド・フォーカス）機能を開発し、RX560に搭載した。この機能では、マウスとホットキーの操作だけで表示している医用画像内の気になる部分をすばやく選択し、輝度や階調を見やすいように変更できる。関心領域のみに焦点を絞ることで、読影への集中が可能となる。

【まとめ】

医用画像の種類と数は今後ますます増える中で、医用モニターに求められる性能は今や画質にとどまらず、診断業務の効率化におよぶと考えている。RX560は、性能向上によるモノクロ・カラー画像表示の両立に加え、読影効率向上を追求した各種機能を備え、円滑な読影ワークフローによる診断業務の負担軽減と効率化を可能にする。医療現場が抱える様々な課題へのソリューションとして、RX560の貢献が期待できる。

8. これからの循環器室向け LED「Cate-X 高輝度 LED 照明」の開発

(株)イーメディカル東京 技術部 秋山 喜幸

東京計器アビエーション(株) EMC 営業部 ○小林 拓矢

【はじめに】

近年の血管撮影システムは診療科の多部門に渡る画像診断領域や IVR(インターベンション)など血管内治療領域、また救命救急部門、手術室環境下での心臓血管外科による大動脈弁置換術(TAVR)など、先進医療分野で低侵襲化に向かって循環器系の重要な手技に位置づけられている。

これらの手技に伴う周辺システムは、生体監視系や院内ネットワーク系などの、シーリングアームによる床のケーブルレス化システムが多くなってきている。これらのシステム導入により、室内の清浄度を常に維持管理することやシーリングアーム器材の滅菌、清掃や大型天井レールによる X 線 C アームの移動で干渉領域が問題になることもあり、特に無影灯による干渉と放熱による影響に着目した。カテーテル手技をするうえで、どの程度の照度が必要なのか、当社は天井埋込み型高輝度集光用 LED 照明による可能性について開発を進めている。ここではこの開発製品の解説をする。

【概要】

製品名「Cate-X(カテックス)」(図 1)は天井吊 X 線 C 型アームの主レールに干渉させないため、小型でスリムな天井埋込み型で埋込み厚さを 57mm としている。干渉領域を避けた C アームの主レール内にも設置が可能である。近年の X 線循環器検査室では、患者の安全とスタッフの負担を軽減するうえで効率の良い装置機能とカテーテル検査台が融合されている。しかしその反面、周辺機器の配置にはシーリングペンダント化が進み生体監視モニター類や院内ネットワーク系、医用ガス、天井吊防護板、造影剤インジェクター、無影灯など、術者の周辺には多くの天井支持アームなどが移動されることになる。これらの影響で適正な配置ができないためのストレスも考えられる。特に、無影灯の移動は支持アームが長い場合困難を要する(図 2)。カテーテル検査では、全ての手技において天井吊無影灯の必要性はなく、施設によっては床スタンド式を採用している施設も多く見受けられる。

当社は、これらの無影灯の移動による干渉対策に注力して、この Cate-X の開発を進めた。無影灯は、患部までの光源距離が近いので高照度が得られるが、高輝度集光用 LED 照明による有効性を今後、フィールドテストを通じ評価する予定になっている。器具の仕様は、36 個の白色 LED 素子で構成されていて自然光に近い演色性素子を採用している。LED の電源ユニットは、別置型とし ME 系に影響を与えないノイズ低減回路としている。通常のカテーテル手技では、血管内に挿入された時点で室内の全体照明を減光させるため、高輝度 LED 照明もチラツキのない調光仕様で、任意の照度の選択ができるため X 線透視像を適正に確認ができる。



図 1 Cate-X 照明器具



図 2 循環器 X 線検査室

【特長】

1. 高輝度を確保するため、特殊な光学用集光レンズを組み合わせ光束を 15,000lm としている。
2. 標準の器具灯数は、検査テーブルの天井左右に配置し検査テーブル面での最高照度範囲を頸椎部から大腿部下端までクリアできる。また、上腕部左右方向はカテーテル挿入位置までの範囲をクリアする。平均的テーブル高さでの最高照度は 10,000lx ~ 15,000lx としている(図3、4)。
3. 無影灯と同等の色合いが必要となるため、Ra(演色性)90のLED素子としている。
4. 器具の消費電力は1器具145Wで、その放熱は天井内に放出するため、室内側への影響は少ない。
5. LED電源はノイズ低減回路とし、CISPR15のノイズ規制に準拠している。
6. LED器具の調光時の現象に見られる素子のチラツキが無い0~100%の調光が可能である。また、調光スイッチは市販の器具で対応、オプションでフットスイッチの選択も可能としている。
7. 器具は完全クリーンルーム仕様で手術場での設置も可能としている(図5)。

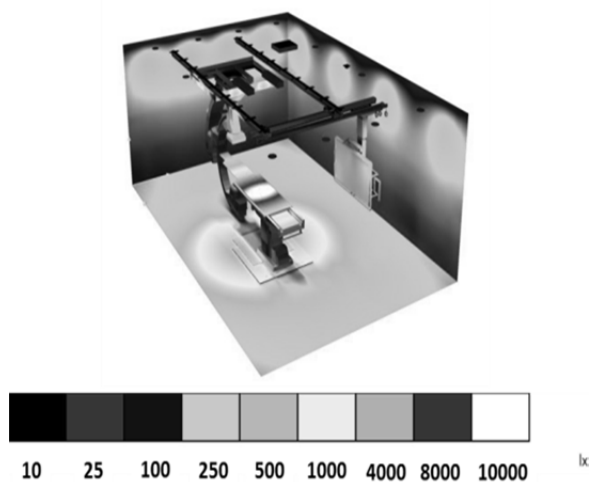


図3 寝台面での照度分布

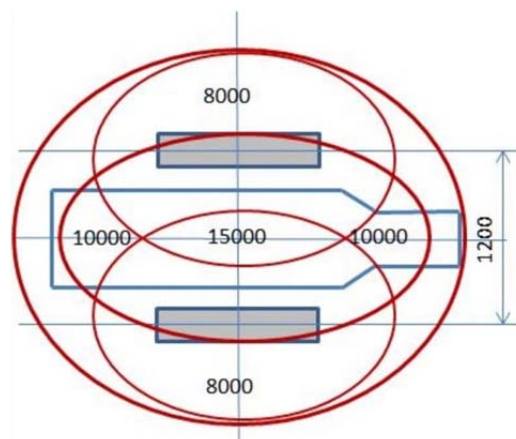


図4 カテーテルテーブル面の照度 (lx)

【まとめ】

新開発のCate-Xの導入は循環器X線検査室だけではなく、ハイブリッドOR室など、カテーテル手技をする手術室や救急X線室、IVR室、また内視鏡検査室、生理検査室など院内の多くの検査部門に設備することを視野に、今後も多くのフィールドテストでの評価を積み重ねて医療施設のLED化による省電力、高照度、低ノイズ、低コスト化など、品質の向上と普及に努めてゆく所存である。



図5 器具の組立姿図

9. 下方向からの散乱線にも対応した防護眼鏡の開発

(株)マエダ 営業部
村田 健太郎

【はじめに】

散乱線発生源となる照射野と水晶体を防護すべき医療従事者の顔の向きは、その作業内容によって異なり作業時間中にも変化する。散乱線発生源に対して正面の角度では、十分な防護効果が得られる鉛ガラス(0.75mmPb)をレンズに採用した防護眼鏡であっても、横や上に大きく顔を向けた際の顔面と防護レンズの隙間から入り込む散乱線に対しては、防護効果向上へ改善の余地があることに着目した。

そこで、製造元 ProTech Leaded Eyewear,Inc.社と共に、着用者顔面との隙間が少ない防護眼鏡 PT-COMET(図1)を開発したので報告する。



図1 PT-COMET

【背景】

国際放射線防護委員会(ICRP)は、2011年ソウル声明において、5~8Gyとされていた眼の水晶体の白内障のしきい値を新たに0.5Gyに引き下げ、現在150mSv/年とされている眼の水晶体の等価線量限度を5年間の平均で20mSv/年(どの1年間も最大50mSv)に引き下げるよう勧告した。

現在、日本においても関連法令改正に向けての検討がされている。原子力規制委員会 放射線審議会 眼の水晶体の放射線防護検討部会から、ICRPが新たな水晶体の等価線量限度として勧告した20mSv/年を超える者が医療分野において2,000余名存在するとの報告がされている(表1)。

また、眼の水晶体の等価線量は、防護衣を着用している場合には、防護衣の内側の胸部または腹部に装着した線量計と、防護衣の外側となる頭頸部等に装着した線量計から算定されるが、この2つの線量計を装着する不均等被ばく管理の割合が3割程度であるとする報告もある(表2)。当社では今後、水晶体の等価線量を正確に管理する必要性の高まりにより、この不均等被ばく管理の割合が増加し、さらに前述した水晶体の等価線量20mSv/年を超える潜在的な対象者が表面化してくるといった流れも起こり得ると推測している。

また、現在の限度値においてはその範囲内であるが、例えば年間50mSv程度を複数年被ばくしている場合には、新たに勧告されたしきい値0.5Gyを意識すべき範囲に達していることも想定される。

【特長】

1. 側面防護の課題

防護レンズのサイドカーブを大きくし、その大型レンズで側面までを広く防護する方法を検討したが、その大きな湾曲(歪み)から装着時に、ふら付き等の違和感が生じる可能性が示唆された。これを回避するため、防護レンズの大型化は抑えることとし、側面防護は鉛ガラス以外の方法を検討した。

2. 下方向防護の課題

下方向の隙間対策については、防護レンズに加工を施す方法では、前述の歪みの点、さらに加工技術面からも困難であると判断し、フレーム形状による解決を模索した。

3. 側面、下方向防護の対策

フレームの左右側面と下部の透明樹脂部分へ水晶体を囲い込むように鉛シール(0.5mmPb)を貼り、防護対策を施した(図2)。

4. 重量面の対策

近年の登山用ザックには、ベルトを体にしっかりと固定し、重量的負担を軽減する工夫がされている。防護眼鏡にもこれに類する発想として、フィットベルト(図3)が取り入れられており、PT-COMETにも採用した。

PT-COMETに採用したフレームには、額に当たる部分にクッション材が付いており、フレームと額が密着する。鼻と額、フィットベルトの3方向に重量が分散され、従来製品よりも優れた掛け心地が実現した。試着者からも、表示重量(80g)や手に持った際の重量感と比べて、実際の装着感の方が軽く感じる。との評価を得た(ITEM2018当社アンケート)。

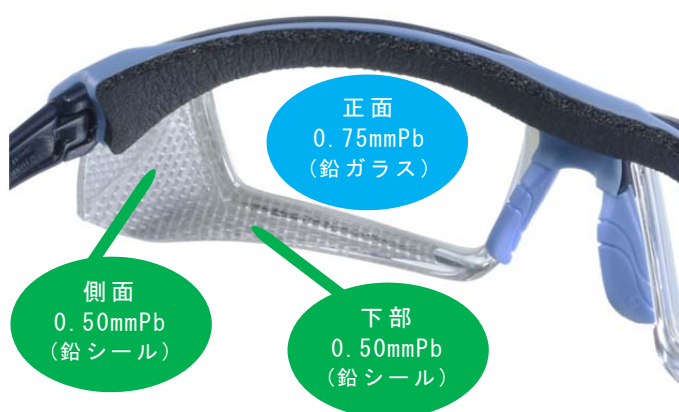


図2 左右側面、下部の防護対策



図3 フィットベルト

【おわりに】

PT-COMETは、正面、側面に加えて下方向からの散乱線に対しても高い防護効果を持ち、さらに良好な視界と、従来製品よりも軽い装着感を兼ね備えた防護眼鏡となった。

今後も、水晶体被ばく低減対策をテーマとする医療現場からのニーズに応じていく所存である。

表1.各線量区分の人数(平成28年度)*¹ 表2.医療分野の不均等被ばく管理の人数と割合(平成28年度)*¹

眼の水晶体の 等価線量 (年線量区分) (mSv)	医療分野に おける人数 (名)
20 以下	353,725
20 超~50 以下	1,966
50 超~100 以下	380
100 超~150 以下	38
150 超	8
合計	356,117
20 超の人数	2,392
20 超の人数比(%)	0.67

職種	均等被ばく管理 人数A(名)	不均等被ばく管理 人数B(名)	不均等被ばく管理 の割合 B/(A+B)(%)
医師	41,823	19,626	31.9
技師	14,091	8,482	37.6
看護師	32,655	15,368	32.0
合計	88,569	43,476	32.9

*1: 原子力規制委員会 放射線審議会
第3回眼の水晶体の放射線防護検討部会 資料2引用

10. X線循環器システム Alphenix™における血管内治療支援の新機能

キヤノンメディカルシステムズ(株) V L 開発部
小澤 政広

【はじめに】

近年、高齢化や生活習慣病等に伴う様々な血管障害による疾病罹患が増加しており、カテーテルを用いた侵襲度の低い血管内治療の果たす役割が増している。血管内治療では、治療デバイスの精緻な操作が治療予後に関わると言われており、X線循環器システムには高精細な画質と高い操作性が求められる。また、血管内治療は術者の経験にも頼るところが大きく、治療計画の立案や術中の支援機能の強化に対するニーズも高まっている。

今回、より安全でストレスのない血管内治療をサポートするため、X線循環器システム Alphenixを開発した。



図1 Alphenix システムの装置外観

【特長】

Alphenixに搭載した血管内治療支援の最新機能を以下に示す。

1. 基本画質の向上と高精細イメージングの導入

Alphenixでは X線発生からモニタに表示されるまでのイメージングチェーンを大幅に見直した。特にデジタル画像処理装置を一新し、平面検出器 (FPD) の持つワイドなダイナミックレンジを有効に活用した上、さらなるノイズ低減を実現した。これにより、透視や撮影像におけるデバイスや造影血管の描出力を強化した。

図2にDSA画像の例を示す。脳血管造影において、従来装置 (図2左) ではハレーションで血管が消えているが、Alphenix (図2右) ではハレーションが抑えられ外頸動脈が描出されている。

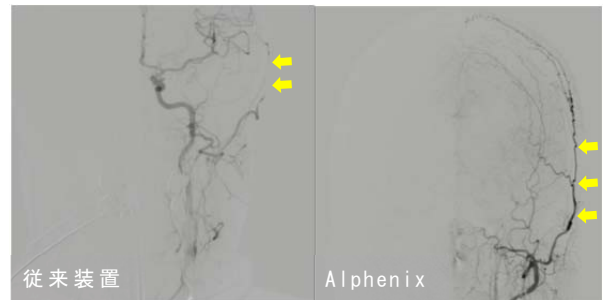


図2 ダイナミックレンジ拡大の画像例 (DSA)

コーンビーム CT (CBCT) 機能では、従来の Low Contrast Imaging (LCI) より 16 倍ワイドなダイナミックレンジを持つ「AlphaCT」を新たに導入し、より深い濃度分解能を実現した。これにより、デバイスの構造をより明瞭に観察できる。図3の頭部ファントム比較で、Alphenixでは情報欠損の無い画像を提供している。さらに、当社CT装置でも導入している逐次近似再構成技術を適用することで、頭蓋底での描出が改善され、従来はアーチファクトで見えにくかった出血の確認が容易となる。

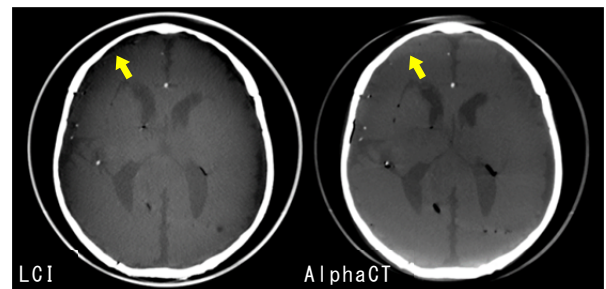


図3 ダイナミックレンジ拡大の画像例 (CBCT)

動画対応の FPD として高精細画像を目指し、従来の約 1/2 サイズを実現した世界最小 76 μ m の画素サイズを持つ高精細イメージング機能を開発した。これにより、特に脳動脈瘤のコイル塞栓術などの脳血管内治療において、最小 1.5 インチという小さな視野を、鮮明な画像で大きくモニタに表示すること

ができるため、今まで見にくかった微細血管やデバイスを確認でき、精緻なカテーテル治療を高精細イメージングでサポートできる。図4に、脳動脈瘤へのFlow Diverter留置術(4×20mmのPipeline Flex使用)における高精細イメージングとして1.5インチ視野を使用した例を示す。高精細イメージングを用いることで、ストラットやステントのエッジが十分視認できるため、より確信を持った留置が可能となる。



図4 高精細イメージングの臨床例

2. 高い操作性と応答性

デジタル画像処理装置の刷新により、操作性や応答性の向上を実現した。検査室と操作室での画像操作を完全に並行処理可能とした。また、DSAや透視ロードマップ時の患者体動によるミスレジストレーションをリアルタイムに自動補正したり、DSA撮影後に自動的にマスク像を作成し、そのまま透視ロードマップに自動反映する等、様々な自動化技術を採用することで、術中・術後のワークフローを改善できる。さらに、カテーテル寝台に、術者や術式に応じてカスタマイズが可能なタッチパネル操作卓「Alphenix Tablet」(図5)を構成することで、術者は直感的かつ容易に操作を行うことができ、術中のスムーズな操作をサポートできる。



図5 Alphenix Tablet 外観

3. 多彩な支援アプリケーション

新たなアンギオ室専用のワークステーション Alphenix Workstation では、脳動脈瘤の計測をサポートする脳動脈形態計測(図6)、肝動脈化学塞栓療法(TACE)において栄養血管候補を抽出する Embolization Plan(図7)など豊富な臨床アプリケーションを取り揃えており、術中に診断や治療に有益な情報を提供できる。

さらに、3D画像とCアームとの連動が強化されており、インターベンション手技全体のワークフローを改善できる。例えば、3D画像を用いて決定したワーキングアングルに、バイプレーンのアームを位置決めする際、事前に Alphenix Workstation 上でアーム同士の干渉を避けるようプランしてから、ワンタッチ操作でバイプレーンのアームを自動位置決めすることができる(図8)。

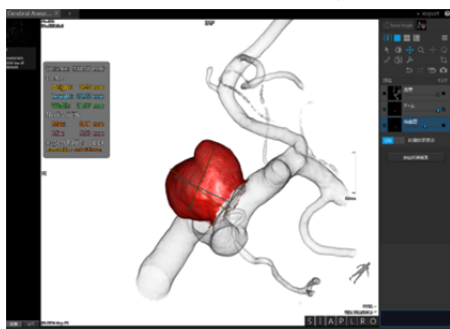


図6 脳動脈形態計測

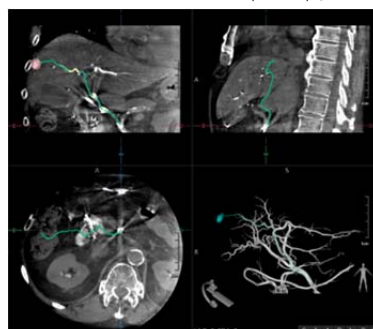


図7 Embolization Plan

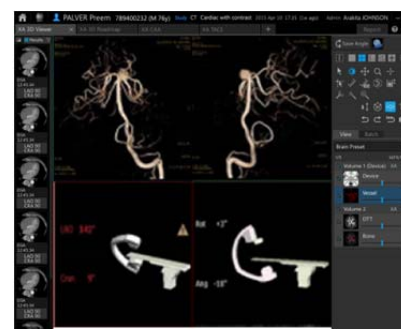


図8 ワーキングアングル支援

【おわりに】

X線循環器システムAlphenixに搭載した様々な最新機能によって、より安全でストレスのない血管内治療をサポートすることができる。今後も、血管内治療における、さらなる臨床価値の向上と普及に向けて、X線循環器システムが提供すべき機能や性能の強化および充実を目指す。

11. X線透視診断装置 EXAVISTA における整形外科アプリケーションの新機能

(株)日立製作所 ヘルスケアビジネスユニット

グローバルビジネス統括本部 マーケティング部マーケティンググループ 濱崎 章光

【はじめに】

従来、X線透視診断装置は、胃や腸などの消化管領域の検査に使用されることが多かったが、近年ではさまざまな領域で多目的に使用されている。そのため、被検者および医療従事者の低被ばく化、透視画像の高画質化、さまざまな領域向けのアプリケーションの開発がおこなわれている。本稿では、整形外科領域向けアプリケーション“トモシンセシスの機能「逐次近似」と、“長尺撮影の機能「M-DRC」”について紹介する。

【トモシンセシスの新機能 逐次近似】

トモシンセシスとは、映像系の角度を変えながら連続的に撮影し、得られた投影データにコーンビームCT再構成アルゴリズムを用いることで、 coronal 断層画像を作成する機能である。再構成して得られる数十枚の断層画像から、前後の重なりを避けて注目する断面のみを表示できる。当社はこのトモシンセシス機能に、逐次近似を用い、より鮮明な断層画像を提供する。

逐次近似とは、収集した投影画像に対して、繰り返しノイズ低減した投影画像を算出し、ベイズの定理に基づいてその差(ボケ成分)を抽出し、その抽出結果を用いて、統計的モデルに基づくノイズ低減処理を収集した投影画像に対して行う技法である。

このノイズ低減処理された投影画像を再構成することで、ノイズ低減されたボケの少ない断層画像を作成する。この処理により厚みのある高吸収体の影響を抑制しながら、ノイズが低減されることで微細な構造のボケが少なくなり、より鮮明に表示できる(図1)。

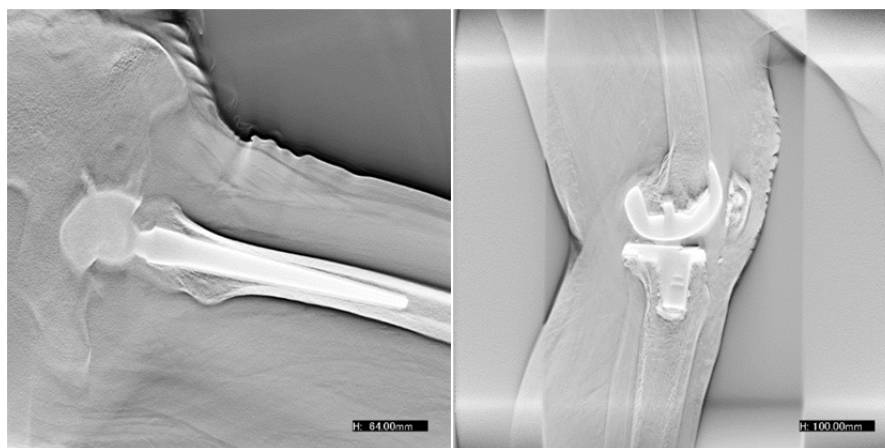


図1 逐次近似を適用した断層画像

左:人工股関節

右:人工膝関節

【長尺撮影の新機能 M-DRC】

長尺撮影機能とは、映像系を平行に一定の速度で移動させながら、スリット状に絞ったX線で連続的に撮影し得られた画像を結合し、1枚の長尺画像を作成する機能である。

この結合の際に、撮影部位によっては、画像間の接合ズレや濃度差などが問題となる場合があるため、当社は、諧調・色補正等を適正化するための様々な映像技術を開発している。今回は M-DRC (Multi Dynamic Range Compression)を用いた映像処理について紹介する。

M-DRC処理は、画像内の構造に応じて強調度合いを変更する技術であり、従来のDRCに比べて強い輪郭強調が可能になり、視認性が向上する。また、複数の周波数帯に分けて強調処理を行う事により、暗部から明部まで明瞭な表現が可能になる。また簡単に撮影できることから、手軽で素早く高画質な長尺撮影が可能になる(図2)。



図2 長尺画像

【最後に】

これまで紹介してきた技術・機能は、自由度の高いオープン性能をもつEXAVISTAに搭載可能である(図3)。

当社は、今後も継続して、低被ばくかつ高画質の透視画像の提供を目指し、さらにさまざまな領域に有用なアプリケーションの開発を行っていく。



図3 FPDデジタルX線TVシステム EXAVISTA

12. デジタル式 X線照射野測定器「QUART nonius」の有用性

Jpi ジャパン(株)
良知 義晃

【はじめに】

従来、X線システムのビームプロファイルの評価にはラジオクロミックフィルムや蛍光板が使用され、その精度はアナログ的に評価されてきた。しかしこの方法では、作業者が常に照射状態である装置の側に待機し、確認と調整を行っていたため、作業時間が長くかかり、被ばくをしまう可能性があった。また、X線プロファイルの評価も目視という定量化しづらい評価方法であった。

本項では、これらの課題を解消する手段として、X線プロファイルをデジタルで測定し、定量的な評価を行うことができるデジタル式 X線照射野測定器「QUART nonius」(図1)を紹介する。

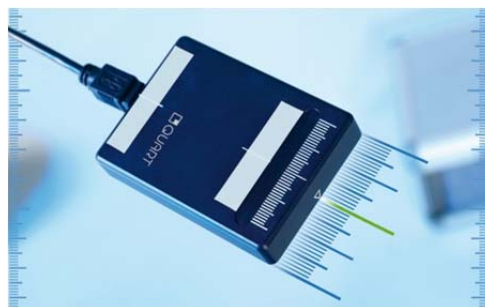


図1 QUART nonius

【特長】

1. コンパクトな筐体と簡単な測定方法

QUART noniusは、4cmの定規の隣に配置された16個の光検知器で構成されている。また筐体は190g、5cm×7cmと非常にコンパクトに設計され、立位撮影装置や歯科でのパノラマ撮影装置のような垂直位置でも簡単に測定を行うことができる。一般撮影装置であれば、光照射野のエッジをQUART noniusの中心に配置し(図2)、CTなどのファンビームであればレーザー投光位置を筐体の中心に合わせて照射するだけ(図3)の簡単な作業で瞬時に測定を行うことができる。



図2 一般撮影での配置



図3 CTでの配置

2. 測定値のデジタル化によるレポートの自動生成

付属のソフトウェアにより照射後の測定値は波形グラフで表示される(図4)。照射野エッジの評価ではX線減衰率が50%になった箇所を緑ラインで表示し、ポジション0(筐体の中心位置)との誤差を評価する。この減衰率は検査によって任意の数値に変更することが可能である。

ファンビームの測定では、左右のエッジを評価するため、2本の緑ラインで表示される(図5)。またファンビームの中心を青ラインで表示することで、エッジ、中心位置、幅の項目を評価することができる。測定値は、0.1mmという高精度で取得され、テキストで表示される。

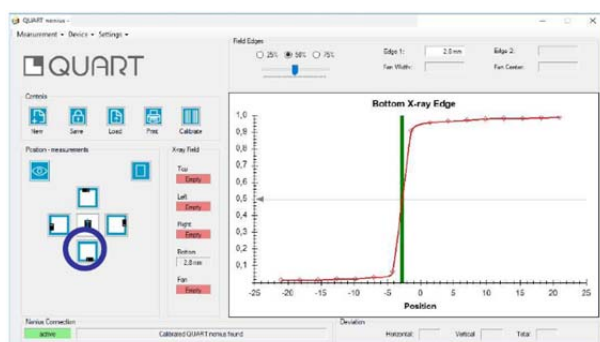


図4 照射野エッジの評価結果表示画面

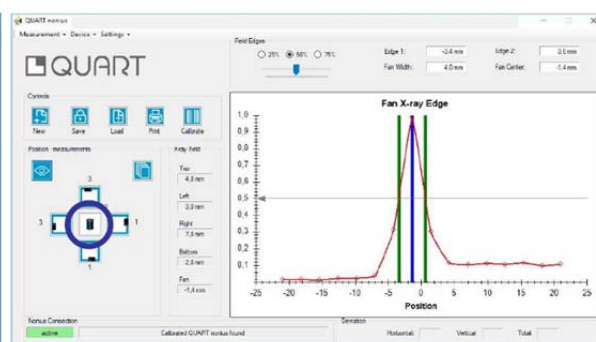


図5 ファンビームの評価結果表示画面

取得したグラフは、レポートとして保存、データベース化することができ、工場からX線システムを出荷した後に計測結果を参照することも可能である。紙媒体に出力することもできるため、装置の状態を証明する検査履歴として保存し活用することもできる。

3. 従来、評価できなかったモダリティでの評価が可能

QUART nonius は、瞬時に測定値を取得するという特長を持つため、連続撮影モードの機能を使用することで、乳房トモシンセシスでのX線プロファイルの変化を表示することができる(図6)。この項目は、従来のラジオクロミックフィルムや蛍光板では評価することができなかったため、より高い精度で装置を管理することが可能となる。またCTでのスライスのオーバーラップにおいても、その変化を評価し、管理することが可能である(図7)。

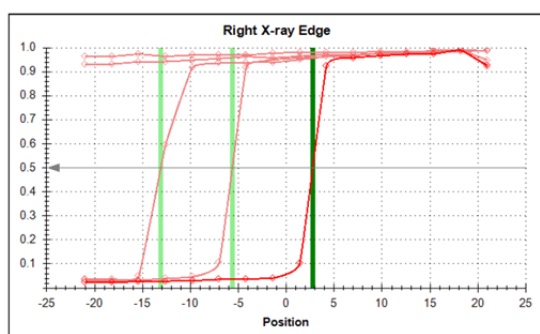


図6 トモシンセシスでの照射野変化表示画面

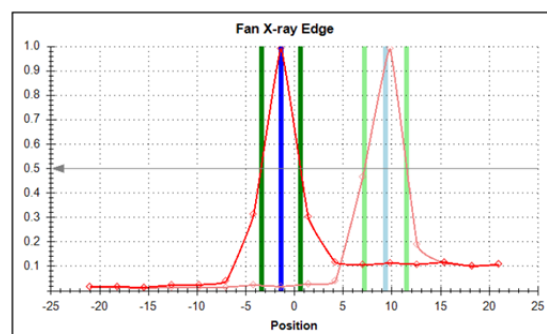


図7 CTでのオーバーラップ表示画面

【まとめ】

上述のように、QUART nonius はトモシンセシスを含むすべての一般撮影装置、CT、Cアーム装置、放射線治療装置のビームエッジ、ビーム幅、ビームアライメントを測定するために開発され、装置のX線プロファイルをデジタルで高精度に管理および保存することが可能である。また、X線照射の品質管理検査の作業時間の短縮および、作業者の被ばく低減につながる事が期待できる。

最後に、照射野が高精度に管理され、正しい範囲で照射を行うことができる装置を使用することで、被写体への不必要な照射を避け、被ばく低減にも寄与すると考える。

13. コンデンサ式線量計の開発

トーレック(株)

中沢 洋

【はじめに】

近年、放射線の医療応用は目覚ましい進歩があり、病気の診断、治療にますます欠かすことができないものとなってきている。特に、IVR(InterVentional Radiology)や放射線治療などは治療効果とQOL(Quality Of Life)を両立できる治療方法として注目されている。

一方、日本の医療被ばくは他の医療先進国と比較して多いといわれ、被検者や術者の被ばくに関心が集まっており、より簡易的に入射線量を測定できる線量計が求められている。

従来のTLDやガラスバッチなどの線量計は、センサが小さく複数個所の同時測定など、設置の自由度の高さや取扱い易さの反面、リーダの維持管理の負担が大きい。一方、電離箱式や半導体式の線量計は高精度で高機能であるものの、センササイズが大きく高価で取扱いに注意を要する。

そこで今回、新開発のコンデンサ式センサを組み込んだ、安価で小型軽量のセンサと、簡便な読み取り機(以下リーダと呼称)で構成される積算線量計を当社で開発したので紹介する。

【特長】

コンデンサ式線量計は、コンデンサの充放電を利用したシンプルな構造のセンサを採用したもので、機能を絞る事によって、従来にはない安価で小型・軽量化を実現した。さらに設置の自由度が高く、定量化が面倒であった入射線量の実測と解析がその場で手軽に行うことが可能となった。それにより、放射線治療を受ける患者の全治療期間中の入射線量モニタリングなどに利用でき、重篤な放射線性皮膚炎の予防に役立てられるなど、X線治療計画などへの応用が期待される。目的に合った感度のセンサを選択することで幅広い線量測定に対応できる。

【測定原理】

1. 積分線量計システム

コンデンサ式線量計のセンサとリーダを(図1)に、測定例を(図2)に示す。

リーダを介してセンサ内のコンデンサを充電し、センサをリーダから分離して測定個所に設置する。センサに X線が照射されると、X線の積算線量に応じて充電されていた電荷が放電する。X線照射後、センサを再びリーダに接続し、コンデンサの充電残量を測定する。

リーダは、ケーブルを介してパーソナルコンピュータ(PC)に接続し、放電量から照射線量に換算する。



図1 コンデンサ式積算線量計 センサ(左)とリーダ(右)

2. 積算線量換算について

放電量を線量に変換するために、校正された線量計を使用して換算係数を算出する。

積算線量 $D(\text{Gy})$ は、次式により計算する。

$$D = k(Q_i - Q_c) / C$$

ここで Q_i, Q_c は X 線照射前・後の電荷量であり、 C はコンデンサ容量、 k は定数である。

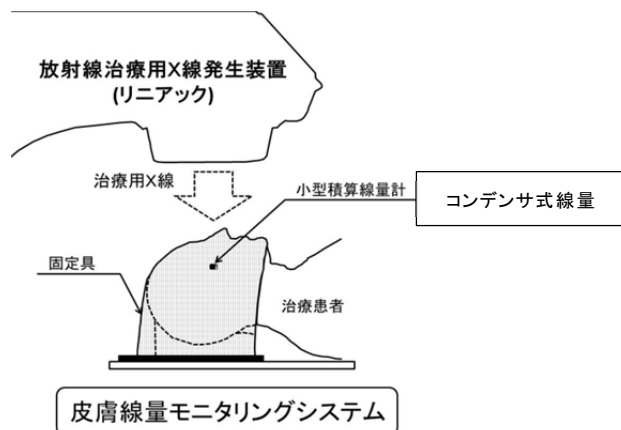


図2 測定例

【結果】

1. 積算線量

管電圧を100kVで固定し、チャンバ式線量計で計測した入射線量に対するセンサの測定値を相関グラフ(図3)に示す。ここでは実験のため、3種類の感度が異なるセンサを用いた。

チャンバ式線量計の積算線量とセンサの読取り値には良好な相関関係が認められる。

各センサのダイナミックレンジは1.5桁程度であるが感度の違うセンサを組み合わせる事で診断領域から治療領域まで幅広く対応が可能であることが推察できる。

- ▲ Type A = 感度 0.5~50mGy
- Type B = 感度 2.0~80mGy
- Type C = 感度 12~800mGy

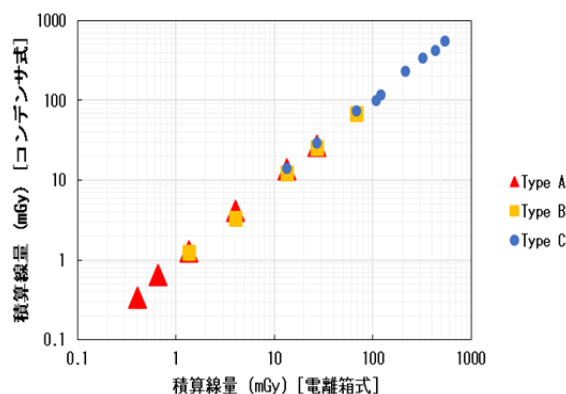


図3 入射線量とコンデンサ式線量計の相関

2. 測定の変動

測定の変動を図4に示す。バラツキはあるものの、おおむね0.5%以下で測定が可能である。

【まとめ】

コンデンサ式線量計は従来にはない小型・軽量化を実現し、設置の自由度が高く簡便に入射線量の実測が可能である。

当社では放射線治療の治療計画の他、被ばく線量の In-Situ 測定や X 線照射実験などにも幅広く活用できる積算線量計として製品化に向けた開発に取り組んでいる。

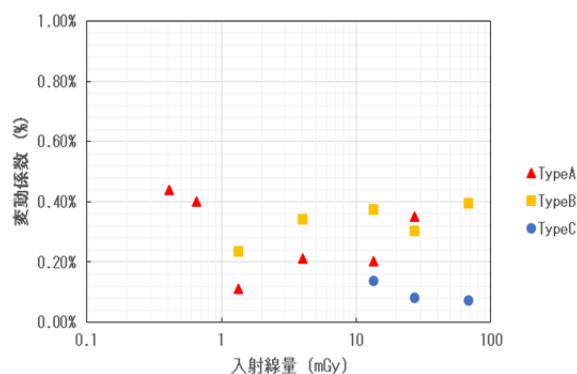


図4 コンデンサ式線量計の測定の変動

14. 一般 X 線撮影装置で骨密度測定を実現する X 線画像診断装置「CALNEO Dual」の開発

富士フイルム(株) メディカルシステム事業部
 河西 将範

【背景】

骨粗鬆症の診断では、骨の形状を確認するための一般 X 線撮影に加えて、DXA法^{*1}による腰椎および大腿骨の骨密度測定が推奨されている^{*2}。現在、一般 X 線撮影と骨密度測定は、別の装置で行われるため、被検者は装置間を移動する必要がある。本稿では、一般 X 線撮影と DXA法による骨密度測定の機能を持つデジタル X 線画像診断装置「FUJIFILM DR CALNEO Dual(カルネオ デュアル)(販売名：デジタルラジオグラフィ DR-ID 1500)」(以下、CALNEO Dual)の特長を紹介する。

^{*1} Dual Energy X-ray Absorptiometry 法の略称。エネルギー特性の異なる 2 種類の X 線情報を用いて骨密度を測定する方法。

^{*2} 「骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン 2015年版」より。

【特長】

1. 1 回の一般 X 線撮影で 2 種類の X 線を検出可能

CALNEO Dual は、厚さ 16mm の 17 インチサイズカセット DR の中に、特性が異なる X 線検出部を 2 つ積層した Dual 構造を採用した。これにより、特性の異なる 2 つの X 線画像を 1 回の X 線撮影のみによって取得可能になり、骨強調画像と軟部組織画像に分離するエネルギーサブトラクション(以下、ES)技術や、骨密度を測定する DXA 法のアプリケーション機能の実現を可能とした。立位、臥位撮影台に挿入可能なカセットサイズ(17×17 インチ、厚み 16mm)の中に納められた 2 種類の X 線検出部には、ISS 方式^{*3} のほかに、X 線を低ノイズで検出することを可能とした電気回路を搭載している。これにより、当社の DR カセットシステムである CALNEO Smart C シリーズと同等の X 線変換効率を実現した。

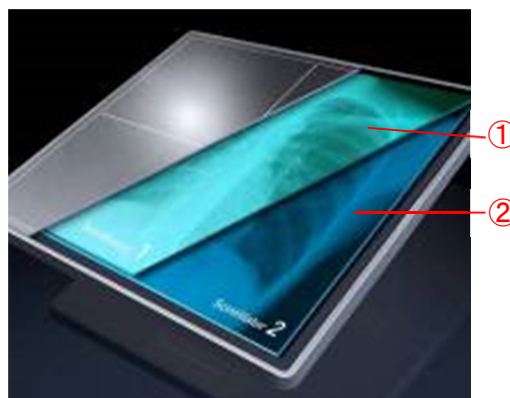


図1 特性の異なる 2 種類の X 線検出部(蛍光体は X 線入射方向から①CsI、②GOSの順)を積層した構造

^{*3} ISS(Irradiation Side Sampling)方式。従来型のカセット DR と反対側の X 線入射面側にセンサーを配置し、X 線の入射面側より X 線から変換された光信号を読み取る方式。

2. 1 回の一般 X 線撮影で骨強調画像と軟部組織画像を取得可能、適用部位も拡大

1 回の撮影で得られた一般 X 線撮影画像に ES 技術を適用することで、骨強調画像と軟部組織画像を分離できるようになった。ES 技術は、今まで主に胸部領域(肺がんの結節や石灰化の検出)に有効であるとされてきたが、椎体等の骨領域では、撮影時に体内で発生する散乱線によってコントラストが下がり、骨の形状等が観察しづらいという課題があった。「CALNEO Dual」は、撮影時に生じる散乱線の影響を低減する技術や、粒状性の悪化を抑制しながらコントラストを高める技術等を適用し、骨組織の分離精度を高めることで、鮮明な骨強調画像を実現する(図2)。

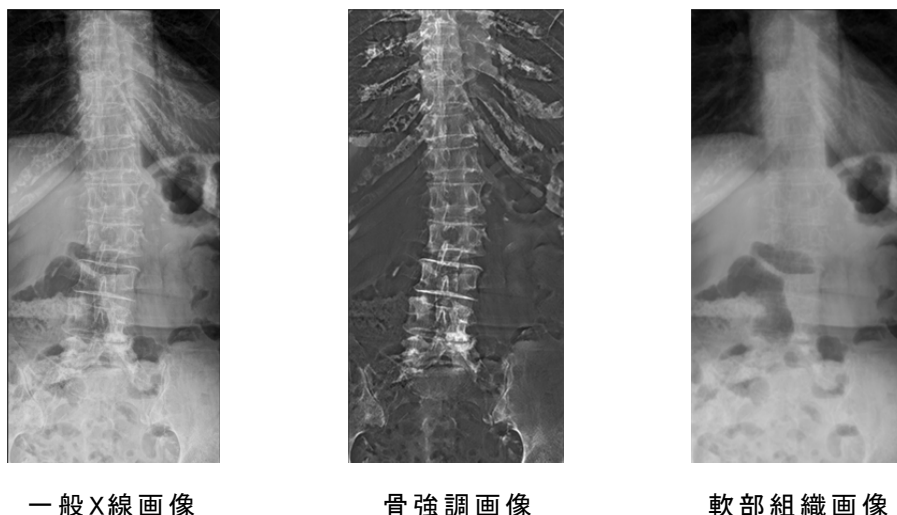


図2 Dual構造のDRパネルで撮影、分離した画像(腰椎正面)

3. 一般 X 線撮影装置で DXA 法による骨密度測定を実現し、撮影ワークフローを大幅に改善

骨密度測定専用装置では、散乱線の影響を避けるため、照射領域をスリット状に絞り、X線の照射とスキャンを繰り返して撮影する。撮影には数十秒間を要し、その間、体動が生じないように被検者は同じ体勢を維持しなければならない。「CALNEO Dual」は、一般 X 線撮影と同様に測定領域に対して、各部位に X 線を面状に 1 回照射するだけで、骨密度測定用の画像を取得できるため、撮影時間の短縮化や被検者の身体的負荷軽減に貢献する。また、一般 X 線撮影装置で一般 X 線画像の撮影と DXA 法による骨密度測定ができるため、装置間の移動が不要になるとともに、ポジショニング回数を減らすことができる(図3)。



図3 「CALNEO Dual」がもたらす撮影ワークフローの改善

4. 一般 X 線撮影と骨密度測定を 1 台のコンソールで制御

一般 X 線撮影用のコンソールに骨密度測定機能を搭載することにより、検査オーダーの入力から一般 X 線撮影と骨密度測定まで同一のコンソールで実施できる。また、骨密度測定には、一般撮影と共通の画像処理である画像拡大機能や白黒反転機能等も使用できる。操作手順をガイドする機能も搭載しているため、コンソールの操作時間短縮につながると考える。

【おわりに】

「CALNEO Dual」が骨密度検査を効率化し、被検者の身体的負担を軽減することを期待している。富士フィルムは、今後もさまざまな医療現場のニーズに先進・独自の技術をもってお応えし、さらなる画像診断の効率化と医療の質の向上に貢献していく。

15. 連携ソリューション「医用画像管理システム CloudViewing-Pro™」の開発

コニカミノルタ(株) ヘルスケア事業本部 HC-IT 事業統括部
高野 博明

【はじめに】

近年、QOL(Quality of Life)の維持・向上を目指す「地域完結型」の医療において、ITを用いた診断情報/画像を統合・共有する仕組みが不可欠なものとなっている。一方 ITなどの新たな技術の導入により、医師の柔軟な働き方を支援するシステムの提案も期待されている。

当社は、いつでも、どこでも、どんなデバイスからでも、所望の画像にアクセスし、画像診断業務を可能にするソフトウェア、医用画像管理システム CloudViewing-Proを開発した。

本製品は、グループ施設間の画像の連携に加え、夜間救急時の Tablet による院外参照から、育児や介護などに伴う在宅での本格的な遠隔読影への利用も想定している。

本報では、CloudViewing-Proの特長、および特長を実現するための技術について紹介する。

【特長】

1. GIPアーキテクチャの採用

環境依存、デバイス依存を可能な限り取り除き、快適なワークフローを提供し続けるために、CloudViewing-Proと併せ Global Healthcare IT Platform(GIP)を開発した¹⁾。GIPは軽量でフレキシブルなフルWEBベースアーキテクチャに患者情報を統合的に集約、当社独自の高度な画像処理コンテンツを搭載する Patient Centricを目指したプラットフォームである(図1)。

2. 多様化する施設/グループ要件への対応

CloudViewing-Proがインストールされたシステムと、当社の被ばく線量管理システム、被ばく線量管理ビューア、検像システム、地域連携にて異なる患者IDを統合する名寄せシステムとの連携により、多様化する施設/グループ要件に合わせ柔軟に対応する(図2)。

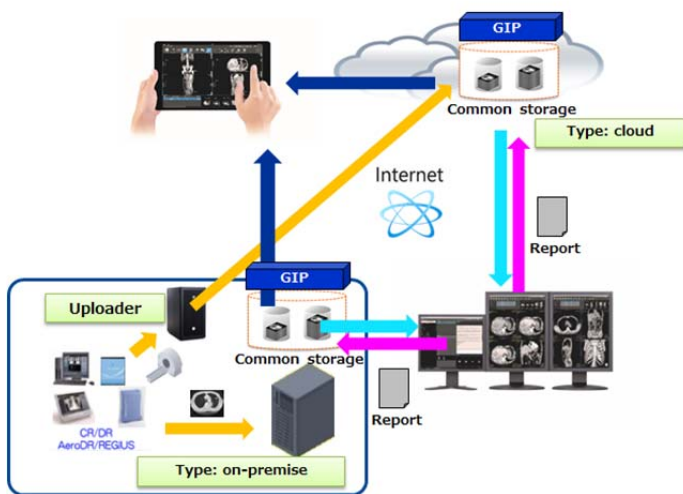


図1 CloudViewing-Pro/GIP

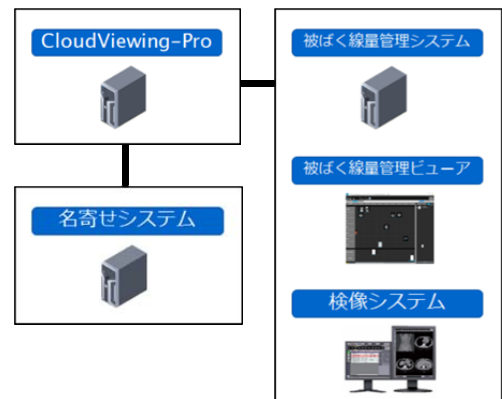


図2 連携ソリューション例

3. 連携性を高めるアプリケーション技術

(1) Widget ベースアプリケーション

伸縮可能なWidget(検査リスト、サムネイル、画像表示領域などの構成部品)をベースとしたフレキシブルデザインにより、Client PC、Tablet、Smart Phoneなどのデバイス毎にフィットした、同じ操作性を実現すると共に、使用環境に最適な画面レイアウトと必要な機能を提供する(図3)。

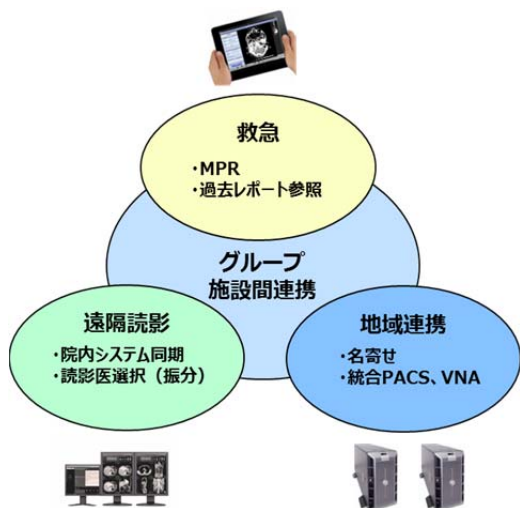


図3 CloudViewing-Pro 使用環境例

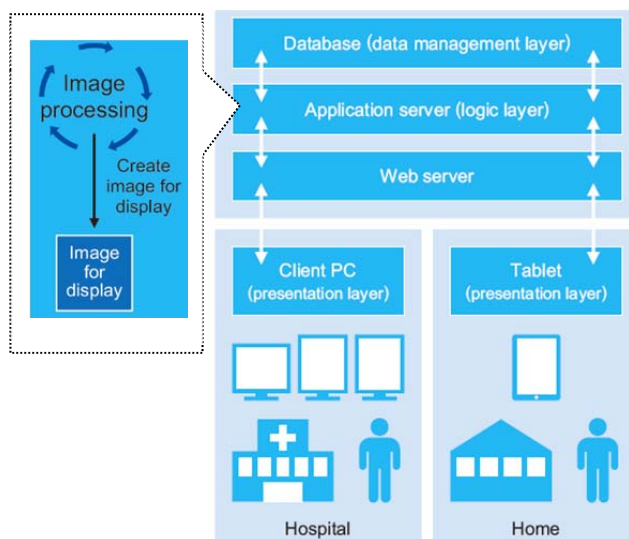


図4 Server Side Rendering & Zero Footprint

(2) Server Side Rendering & Zero Footprint

本製品は、テレワークなどの柔軟な画像診断業務環境を提供するため、アプリケーションや各種データをGIP側に配置(Server Side Rendering)して、結果のみをクライアント側に返すことによって、ネットワーク、クライアント端末への負荷を低減する。LTE回線による低スペック PCからでも、リアルタイムでのMPR表示が可能となっている(図4)。

(3) クラウドネットワーク

「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン」に準拠するパブリッククラウドを用い、マルチテナント方式を採用し、ユーザーの初期投資とハードウェア管理を不要とする。

【おわりに】

当社は、GIPアーキテクチャを用いて、いつでも、どこでも、どんなデバイスからでも柔軟な画像診断業務を可能にするソフトウェア、医用画像管理システム CloudViewing-Proを開発した。

今後も医療動向や最新技術に注目し、診断情報/画像を共有するクラウドサービスの価値を、最大限に高めていくための共通システムとして、CloudViewing-Pro/GIPを発展させていく。

【参考文献】

- 1) 倉橋 央 他, “次世代医療 IT プラットフォーム “GIP” の開発” KONICA MINOLTA Tech. Rep., Vol. 14, 29 (2017)

画像診断ワークフローを改善する機械学習技術



㈱日立製作所 ヘルスケアビジネスユニット
診断システム事業部 宮崎 靖

【はじめに】

先進国を中心に、医療費の増大が社会問題となる中、医療サービスの質の向上とコスト抑制の両立をめざす取り組み(バリューベース・ヘルスケア)が進められている。急速に高齢化が進み医療費の一層の増加が見込まれる日本では、これからの社会システムを支えるためのICTを活用した次世代型保健医療システムが提言され、ICT活用の考え方を、患者・国民を中心に据えた「患者・国民にとっての価値主導」に再構築していく必要があるとしている¹⁾。ここで言う ICT活用の中心は人工知能(AI)とビッグデータである。様々な診療データの分析結果を現場へフィードバックし活用することで価値を高めることが求められている。機械学習は人工知能を実現するための手段の一つであるが、当社でも、近年話題になっている深層学習(Deep Learning)を含む機械学習や OT/IT などデジタルテクノロジーを活用したソリューション提供による価値向上を目指して取り組んでいる²⁾。図1 はその一例で、心疾患患者の再入院リスクの予測に機械学習を用いた事例である。リスクの高い患者に対して退院後にケアプログラムを提供することで、再入院率低下による医療費削減を狙った取り組みである³⁾。

一方、医療サービスの一つである画像診断における価値向上には、ハードウェアの高性能化によるもの以外に、ソフトウェアによる高画質化、診断の質向上・均質化、検査や読影スループット向上など様々な課題がある。機械学習技術はこれらの多くの課題に対する有望な解決手段として期待されている。

本稿では、画像診断のワークフロー改善を目的とした機械学習技術の研究例について紹介する。

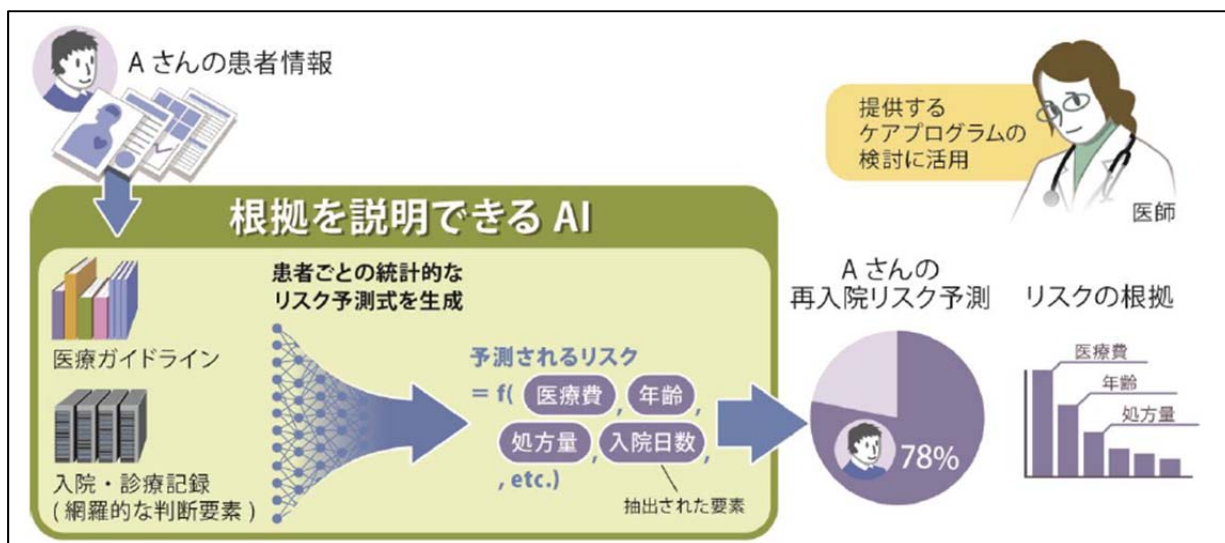


図1 心疾患患者の再入院リスク予測 (AIを用いた取り組み事例)

【機械学習技術利活用における課題】

機械学習の中でも、深層学習技術は分類、検出、セグメンテーションなど、より難しい画像処理タスクへと応用が広がっており、コンピュータ診断支援(CAD)分野においても、病変の検出率が高く、かつ偽陽性率が低いという研究結果も報告されてきている⁴⁾⁵⁾。従来、病変検出等のロジックを記述(hand-crafted)したルールベースのタスクを、深層学習では学習により自ら獲得した多数のルールで実現する。ところが獲得したルールはネットワークで高度に組み合わせられて予測結果を出力するため、中身がブラックボックスで、結果が出るに至るロジックやどのような特徴を捉えて病変を検出したのかを説明するのが困難である。また、学習には膨大な量のデータが必要で、教師あり学習のためには質の高い教師ラベル(アノテーション)の整備も必要になる。

当社は、これらの問題を解決するため、ハイブリッドラーニングというコンセプトで開発を進めている。これは、医師の知見に基づき長年培ってきた病変の画像特徴抽出・認識・分類技術と、対象装置の物理モデルや生体伝搬モデル構築技術にデータドリブンの機械学習技術を適切に組み合わせるアプローチである。組み合わせ方も様々で、最も単純なものは処理ブロックごとに最適な技術手段を選択するものであるが、学習内部に取り組んだ密結合の構成なども試みている。物理モデルは、例えばX線や電磁波などの情報キャリアと人体の相互作用などの物理現象に基づいているものであるが、物理モデル内のパラメータの学習や、物理モデルを制約条件とした学習などが考えられる。既知のロジックを組み込むことで、収束性の高い学習により比較的少数のデータで高い性能が得られることと、内部動作の解釈性が上がることを期待している。解釈性に関しては、Explainable AI, Interpretable AIとして多くの議論、研究が行われている⁶⁾⁷⁾。画像診断システムにおいては、操作支援、病変の検出や良悪性分類など支援する意思決定のリスクレベルが高いほど解釈可能性(interpretability)の重要性が増し、利用者の専門性に応じた高度な説明内容が求められると考えられる。図1で示した心疾患患者の再入院リスク予測では、リスクの根拠を説明できる Explainable AI の一例であり、今後同様の考え方を画像診断支援領域にも展開し、より安心して使える技術に育てるべく開発を進めている。

【MRI 撮像支援】^{8) 9)}

X線CT装置は基本的に軸位断面(Ax)の画像を撮像する装置であり、矢状断面(SAG)・冠状断面(COR)や傾斜した断面を得るには軸位断面を積み上げた3次元のボリュームデータから再構築する(図2)。それに対しMRI装置は、傾斜断面も含め任意の断面を直接撮像することができるという特長があるが、実際の検査においては、断面設定のための手続きが必要になる。具体的には、断面設定用画像(スカウト画像)を撮像し、GUI(Graphical User Interface)を介してスカウト画像上に診断用画像の撮像面を指定する。撮像面は解剖学上のランドマークに基づいて設定するが、操作が煩雑であり、自動化によって操作性向上や断面位置の再現性向上が見込まれる。従来研究としては、3次元スカウト画像の撮像を前提としてテンプレートマッチング等の画像認識を用いた方式が用いられていたが、3次元撮像による撮像時間延長(約2~3倍)や撮像後の3次元処理の計算コスト増加などの課題があった。そこで、当社ではスループットを重視し、従来と同じ2次元のスカウト画像を用いる手法の開発に取り組んできた。本稿では一例として脊椎撮影への適用例について紹介する。

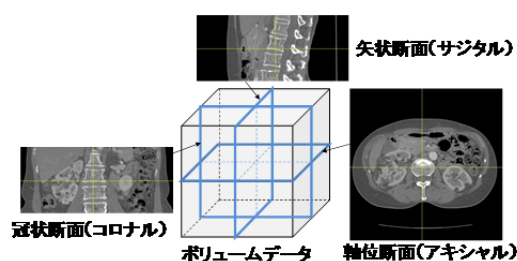


図2 ボリュームデータと直交3断面

断面設定用画像(スカウト画像)を撮像し、GUI(Graphical User Interface)を介してスカウト画像上に診断用画像の撮像面を指定する。撮像面は解剖学上のランドマークに基づいて設定するが、操作が煩雑であり、自動化によって操作性向上や断面位置の再現性向上が見込まれる。従来研究としては、3次元スカウト画像の撮像を前提としてテンプレートマッチング等の画像認識を用いた方式が用いられていたが、3次元撮像による撮像時間延長(約2~3倍)や撮像後の3次元処理の計算コスト増加などの課題があった。そこで、当社ではスループットを重視し、従来と同じ2次元のスカウト画像を用いる手法の開発に取り組んできた。本稿では一例として脊椎撮影への適用例について紹介する。

一般的な脊椎検査では診断用撮像面としてSAG画像に加え、AX画像を撮像する。図3に脊椎撮像用に開発した自動設定処理の流れを示した。第1ステップでは、従来と同様に3断面のスカウト画像を撮像する。続いてAX画像・COR画像から正中面を自動推定し、診断用のSAG画像の推奨断面を設定する。さらに、ここで正中面画像をスカウトのSAG画像から補間により再構成する。最終ステップでは、正中面画像から椎間板を自動抽出し、診断用のAX画像を撮像する推奨断面を設定する。

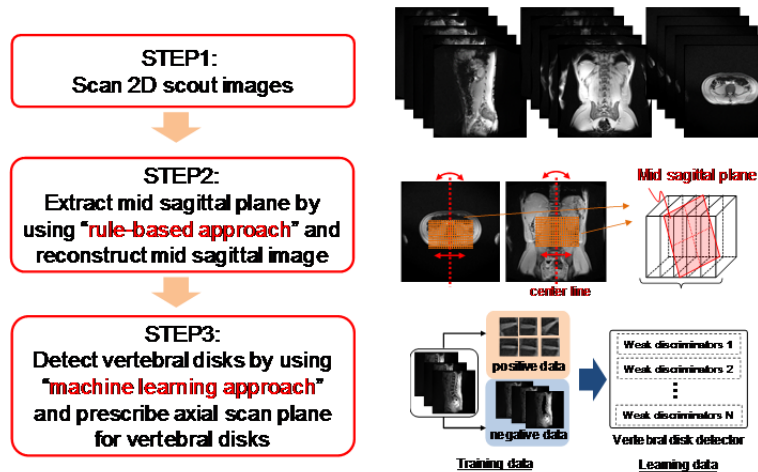


図3 撮影断面自動設定処理の流れ(脊椎)

第2ステップの正中面の抽出処理はルールベース処理を用いた。解剖学的な対称性を利用することで、AX、COR断面共に頸椎から腰椎まで安定した抽出が可能となっている。第3のステップのAX断面の設定では、機械学習アルゴリズムとして計算コストが低く汎用性が高い Adaptive Boosting¹⁰⁾を用いて椎間板を自動抽出した。標準ボランティアによる評価では、頸椎、胸椎、腰椎共に91~96%の成功率が得られた。また、汎用PCでも数秒で処理可能な演算量であり、臨床機に搭載することで数十秒かかっているマニュアル操作時間が短縮されワークフロー改善が期待できる。

【胎児体重の自動計測】

産婦人科において重要な検査の一つとして胎児の発育状態の診断がある。一般的に診断には超音波診断装置が用いられ、画像上で各部位長を計測して評価を行っている。しかし、その計測方法自体の難しさや動く胎児を対象としていることから、検査時間の長大化や計測値のばらつきなどの課題があり、ワークフロー改善と計測値の安定化(再現性向上)を目的とした自動化の技術開発を行った。

計測対象部位には、図4に示した児頭大横径(BPD)、腹部周囲長(AC)、大腿骨長(FL)がある。計測値、あるいは計測値から推定された推定児体重(EFW: Estimated Fetal Weight)を標準値と

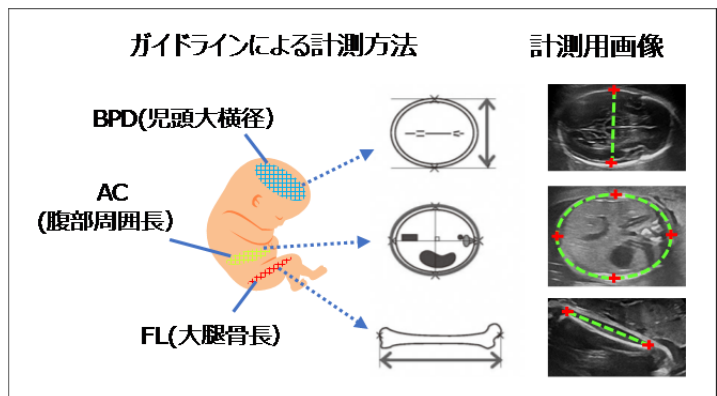


図4 胎児発育状態の診断パラメータ

比較することにより診断が行われるため、ガイドラインで示されている基準断面で計測する必要がある。中でも腹部周囲長の計測には、腹部大動脈、脊椎、肝内臍静脈、胃胞などの臓器をランドマークとした腹部断面を描出する必要がある。また、腹部境界は骨領域にくらべコントラストが低く、超音波ビームの送信方向と平行になる境界からは反射波が発生せず明瞭には描出されないなどの技術課題がある。

図5に示すように腹部周囲長計測の自動化処理は、腹部領域の構成要素を認識して領域を検出するステップと、腹部領域境界を認識して楕円描画する2つのステップからなる。腹部領域の検出ステップにおいては前例と同様に Adaptive Boosting法を利用し、腹部構成要素ごとに弱識別器を生成し重み付け加算する構成とした。超音波診断装置のリアルタイム性を損なわないように、検出パッチサイズを最適化することで、高精度な検出と短い処理時間の両立を実現している。腹部領域を抽出後は、腹部輪郭のエッジ情報を抽出する。次のステップにて、前記抽出されたエッジ情報から、ランダムにサンプリングした6画素から楕円を求める処理を繰り返し、統計的にもっともらしい楕円を選択する(RANSAC法¹²⁾、図5右下)。この選択においては、楕円の長軸、短軸、傾きをパラメータとし、医師ヒアリングに基づく形状モデルを生成、これを成立条件とした。臨床データを用いた社内評価にて、計測成功率 91.6%を達成している。

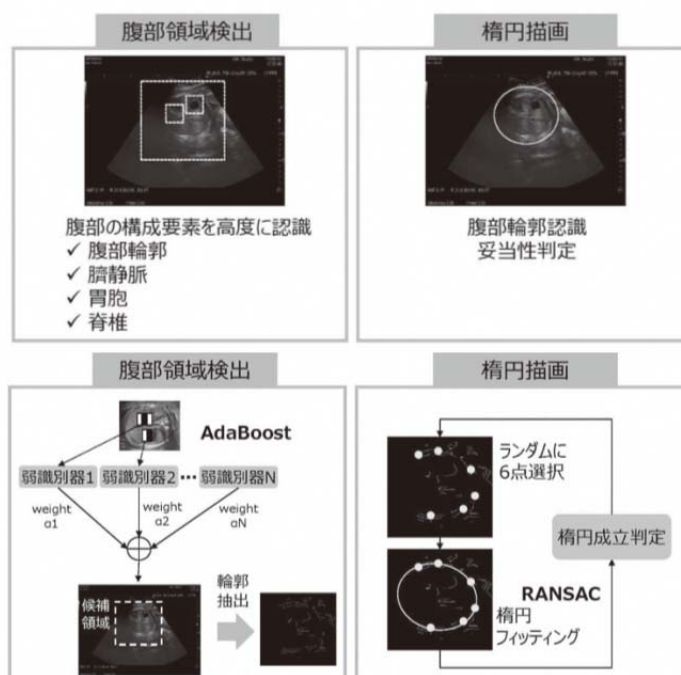


図5 腹部周囲長計測の自動化

【肺がん CAD】

肺がんは世界的にみて死亡率第1位のがんであり、死亡率減少のためには早期発見・治療が重要である。日本において対策型検診は胸部単純 X 線により実施されるが、任意型検診では肺がん CT 検診が実施されている。茨城県日立地区では肺がん CT 検診を継続的に実施しており、日立市住民を対象とした時系列の研究において有意な死亡率低減効果が認められている¹³⁾。しかし、CT 検査では医師が受診者 1 人当たり 100 枚を超える画像を読影する必要があり、過去画像との比較読影や二人

の医師による二重読影など読影医や施設への負担が大きい。

当社では、1990年代後半からコンピュータにより病変候補を検出し医師に提示することで、読影の効率化や見落とし防止等を目的とする読影支援システムの研究を進めてきた¹⁴⁾。検出アルゴリズムはルールベースで、共同研究先の読影専門医をはじめとした医師の読影着目点に基づいたルールを記述していたが、様々な症例に対して安定した性能を得るのには限界があり、商用化はされなかった。

図6は、ハイブリッドラーニングに基づいた肺がんCADの概念図である。ルールベースで蓄積した知見を活用し、深層学習技術と融合したもので、検出部では3D-CNN(Convolutional Neural Network)を使用し、後段の分類器は2D-CNNとSVM(Support Vector Machine)を組合わせている。双方のCNNの構築にはルールベースの特徴量を分析して選択的に取り込み、検出精度と学習効率の向上を図っている。

医師が読影を始める前にあらかじめ病変検出の処理を実施しておき、読影時に病変候補として提示することで病変の見落とし低減による読影精度向上や読影効率向上の効果が期待できる。現在、読影精度や読影効率に関する有効性を定量的に評価するため臨床評価を進めている。

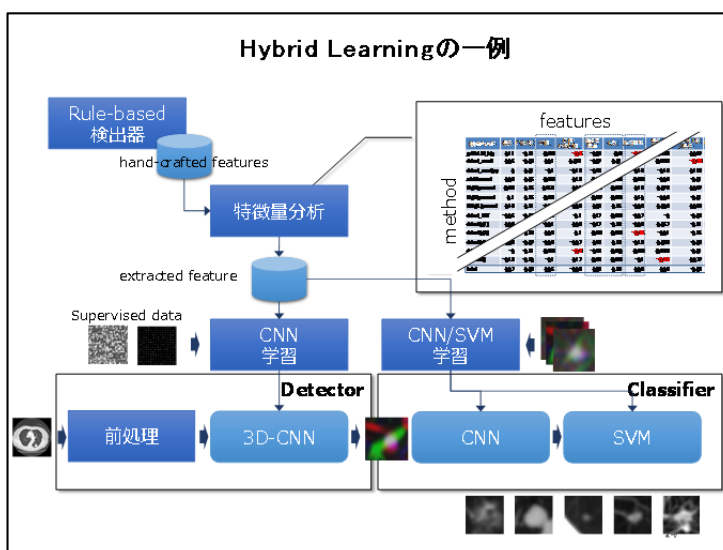


図6 ハイブリッドラーニングを用いた肺がんCAD

【おわりに】

既存技術と機械学習技術を適切に組み合わせることで、画像診断のワークフローを改善する技術開発に関して紹介した。開発に当たっては、適切な技術手段を選択して目的とするパフォーマンスが得られるアルゴリズムの開発が重要になるが、最終的に医療機器に実装するに当たっては、装置のハードウェア性能に応じた処理時間の短縮やメモリ使用量の削減が必要となる場合も多い。ネットワーク規模を縮小した上で同等の性能を得るためのアイデアや、それぞれの課題に即した、より学習感度を高くする前処理が必要になるなど、実用化に向けた検討が今後も欠かせないと考えている。

本稿で紹介した自動化や読影支援技術によってワークフローが改善され、医療従事者が人工知能で対応できない患者・受診者のケア等により多くの時間を割くことができるようになることが期待される。

【参考文献】

- 1) 保健医療分野におけるICT活用推進懇談会 提言書、2016.10.19
- 2) <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000140201.html>
- 3) 荻野昌宏、伴秀行、情報処理技術を活用した医療サービスの最適化に向けた取り組み、映像情報メディカル、2017年8月
- 4) <http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2017/12/1212.html>
- 5) G. Litjens、et al、Jun/2017、A Survey on Deep Learning in Medical Image Analysis、arXiv: 1702.05747 (2017/6)

- 6) Dou, Q., Chen, H., Jin, Y., Lin, H., Qin, J., Heng, P.A.: Automated pulmonary nodule detection via 3d convnets with online sample filtering and hybrid-loss residual learning. MICCAI. pp. 630-638 (2017), <https://arxiv.org/pdf/1708.03867.pdf> Robert E. Schapire , The Boosting Approach to Machine Learning An Overview, Nonlinear Estimation and Classification, Springer, 2003.
- 7) David Gunning: Explainable Artificial Intelligence(XAI), DARPA <https://www.darpa.mil/program/explainable-artificial-intelligence>
- 8) R. Guidotti, et al.: A Survey Of Methods For Explaining Black Box Models, arXiv:1802.01933 (2018/6)、
- 9) Yokosawa S, et al.: Automated Scan Plane Planning for Brain MRI using 2D Scout Images, Proceedings of ISMRM 2010; p 3136.
- 10) Yokosawa S. et al. : Combining rule-based and machine learning approaches for automated scan plane planning of spine MRI, JSRT 2018, CyPos 10347.
- 11) R.E. Schapire: The Boosting Approach to Machine Learning: An Overview. MSRI Workshop on Nonlinear Estimation and Classification, 2002
- 12) T.F.Cootes, C.J. Taylor, D.H.Cooper, and J. Graham, Dep. of Med. Biophysics, Univ. of Manchester: Active Shape Models-Their Training and Application, COMPUTER VISION AND IMAGE UNDERSTANDING Vol. 61, No. 1, pp. 38-59, Jan/1995
- 13) Martin A. Fischler and Robert C. Bolles SRI International: Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography. Communications of the ACM 24(6), 1981
- 14) T. Nawa, et al.: A decrease in lung cancer mortality following the introduction of low-dose chest CT screening in Hitachi, Japan, Lung Cancer, 78(3), pp.225-228(2012.10)
- 15) S. Kusano, et al.: Efficacy of computer-aided diagnosis in lung cancer screening with low-dose spiral computed tomography: receiver operating characteristic analysis of radiologists' performance, Jpn J Radiol, 28(9), pp.649-655(2010.11)

「医療機関の災害対策 そして新技術へ
－ JIRA と JSRT の確固たる協力体制－」

公益社団法人日本放射線技術学会 第46回日本放射線技術学会 秋季学術大会

実行委員長 坂本 博



平素より日本画像医療システム工業会(JIRA)の皆様には、日本放射線技術学会(JSRT)の事業活動にご支援を賜り心より感謝申し上げます。第46回日本放射線技術学会秋季学術大会の大会テーマ「震災から7年 復興と放射線技術学」の“震災”とは平成23年3月11日に発災した東日本大震災を示します。その後も熊本地震、大阪北部地震、西日本豪雨等の大規模自然災害が後を絶たず、多くの医療機関では災害対応が不可欠な事業のひとつとなっています。さらに“復興と放射線技術学”には、災害対策と災害対応という意味合いも含まれています。大会プログラムでは実行委員会企画のみならず専門部会も医療機関の災害対策・対応をKey wordとして掲げました。撮影部会が「災害を通じた診療放射線業務の役割」、計測部会が「災害時の管理区域と線量管理」、医療情報部会が「災害時の放射線部門を中心とした事業(医療業務)継続計画の策定と改訂」となります。それぞれの立場から“復興と放射線技術学”に則したアクティブな講演、議論がなされることでしょう。しかし、我々は東日本大震災の体験から災害対策・対応が医療機関だけでは決して成しえない現実を認知しています。被災地の医療機関にいち早く駆けつけて医療機器の動作確認、修理と物資の補充を行ったのは他ならぬJIRA会員企業の方々でした。ご自身も東北地域担当で被災されている中、緊急車両登録を行い被災地内外から往復移動された方々の強い意志は忘れられません。その後の国内の大規模災害に関しても多くのJIRA会員企業の皆様が同様に奮闘されていると聞いております。まさに、被災地の医療機関の復旧はJIRAの協力体制なしには、なり得なかったと感じております。

また、近年の診療現場のトレンドである“医療被ばく管理”についてもJIRAとの協力体制が欠かせないと考えています。平成30年度の診療報酬改定により画像診断管理加算3が新設され、通知項目のひとつにはCT検査における被ばくとプロトコール管理が示されました。この通知の指針として日本医学放射線学会(JRS)が示す「エックス線CT被ばく線量管理指針」が該当するとされ、被ばくデータはDICOMのRDSR(DICOM Radiation Dose Structured Reports)にて取得することが示されています。そのベースとなる我が国のDICOM規格の管理は、JIRAの医用画像システム部会下のDICOM委員会が主体となりJSRTからも標準・規格委員会の委員を派遣して議論を行うと共に、DSC(DICOM Standards Committee)への参画にも協力体制を整えています。JIRAが今年の5月に発表した「放射線照射線量レポートの取り扱いガイドライン」やJSRTが同年6月に公開した「医療被ばくを評価するデータを電子的に記録するためのガイドライン」は両団体がそれぞれの立場から医療被ばくの管理に対する指針を欲し策定したもので、まさに協力体制が生んだ産物だと考えています。さらに、DICOMだけではなくセキュリティ、モニタ、レポート等の各委員会が設置され、またJIRAは、放射線機器の標準化を検討する標準化部会、医療機器に関する法規則の調査・検討と行政への提言を行う法規・安全部会等も設置されています。これらはJSRTの関係法令委員会、医療安全委員会とも連携が図られているのです。本大会企画では、前述した実行委員会、専門部会に加え、これらのJIRA機関と連携した医療安全、放射線管理、放射線防護、標準化の各フォーラム企画にもご期待下さい。さらに、学術委員会との共同企画JIRAワークショップ、JSRTとのダブル座長でリニューアルされたJIRA発表会もお見逃しなく・・・“復興と放射線技術学”に関する医療現場の新技術は、JIRAとJSRTの確固たる協力体制によって成されるものと確信しています。

(東北大学病院 診療技術部放射線部門 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

- 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)薬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、190社(2018年9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、規格の普及活動を通じて会員各社の製品開発に寄与します。

- 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・団体との意見交換および連携
- 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・団体等との協力を図り、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. 認証基準およ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、核医学機器および線量計)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)および責任技術者(修理業)の遵守義務である継続的研修を JIRA 製品等の特徴を踏まえたテキストを作成し全国 7 都市で研修を開催します。(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

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

放射線医用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

医療機器に関わる海外事業を推進するために必要な情報の収集、分析および海外の関係団体等との連携による活動を行っています。国際活動に関しては、米国の NEMA-MITA、欧州のCOCIRと DITTAを設立し、世界各国の政府機関、WHOや世界銀行等の国際的機関、国際的な規制当局のフォーラム(IMDRF)と連携を深め、国際的課題の解決、医療機器規制の収斂を目指した活動を推進しています。

○産業戦略室

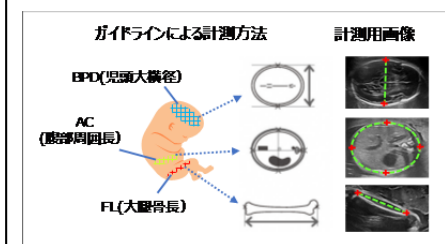
行政・経済・環境・社会・技術など外部環境変化を踏まえ、画像医療システム産業の成長促進のため、産業ビジョン・戦略の策定、データベースの整備、実態調査・分析などを推進し、行政への迅速対応、ステークホルダーへの情報発信・提言活動を行っています。

○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、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



産婦人科における重要な検査の一つ、胎児の発育状態の診断がある。評価指標として推定児体重 (EFW) を一般的に用いるが、ガイドラインに従って臍静脈、胃胞などの臓器をランドマークとした腹部断面の描出と計測など手間のかかる操作が必要である。機械学習技術を活用し、所望断面の検出や楕円の描画など計測操作の自動化によるワークフロー改善を試みた(38頁図4)。

編集後記

温暖化の影響だけでなく、各地で震災、災害が頻発しております。そのような中、震災から7年、本当にこの地で JSRTの秋季学術大会が開催され、本誌を活用いただけることは感無量です。

まだまだ、完全にはいきませんが、絆がここまでの復興に繋がったものと確信しております。それゆえ、この夏の甲子園での金足農の活躍も東北の粘り強さと、絆が光りました。

第46回秋季学術大会は、「震災から7年、復興と放射線技術学」で、とても大事なテーマです。また JIRA 発表会では、はじめての試みとしてお忙しい中、先生方に座長・コメンテータもお受け頂き感謝申し上げます。

国民だけでなく、世界の人々の命のための放射線技術学であり続けるために、当技術広報専門委員会も JSRT に協力し、“明るく、楽しく、元気よく”を合言葉として、これからも研鑽してまいります。

(古屋進 記)

JIRAテクニカルレポート 2018. Vol.28 No.2(通巻第55号) 2018年10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	大久保 彰	(株)日立製作所
副委員長	岩木 健	富士フイルム(株)
委員	宇津山和弘	(株)島津製作所
〃	河野 和宏	島津メディカルシステムズ(株)
〃	後藤 康則	キヤノン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
〃	村地 正行	(株)三協
〃	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。)

JIRA

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