

JIRA

# テクニカルレポート

◆ 第42回日本放射線技術学会秋季学術大会 第32回JIRA発表会

Ambitious 2014 -make the next frontier, make the new future-

JIRA会員の最新製品・新技術・ひと工夫の発表会

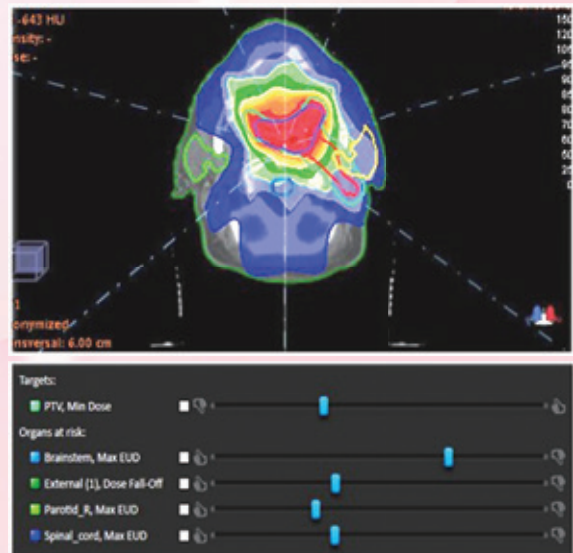
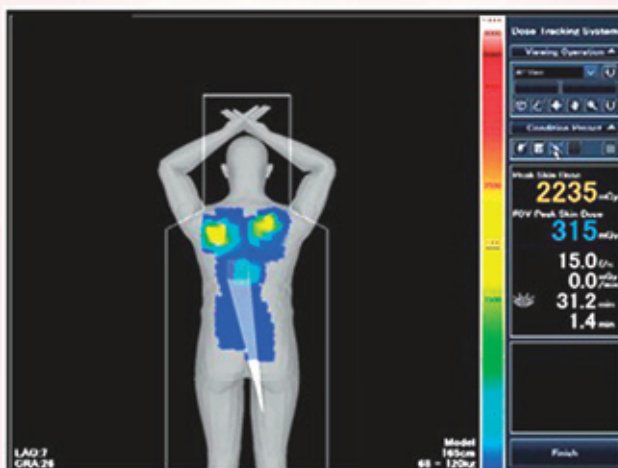
平成26年10月10日(金) 14:30~17:30

札幌コンベンションセンター 特別会議場(第一会場)

◆ 技術解説

・Dose Tracking System(皮膚入射線量モニタリング機能)

・最新の放射線治療計画システム



# Ambitious 2014 - make the next frontier, make the new future -



公益社団法人 日本放射線技術学会 第42回日本放射線技術学会 秋季学術大会  
大会長 小笠原 克彦

日頃より、日本放射線技術学会へのご支援とご協力にこころより感謝申し上げます。

この度、第42回秋季学術大会大会長を拜命し、平成26年10月9日(木)から11日(土)まで、札幌コンベンションセンターで開催いたします。

皆様が論語を開くと最初に目にする『有朋自遠方來、不亦樂乎。(朋有り、遠方より來たる。亦た樂しからずや。)]は、まさに今の私の心境そのものです。この言葉を私の心境に合わせて解釈しますと、「放射線技術学の道を志す日本中および世界中の放射線技術者が、はるばるここ札幌コンベンションセンターに集う。そして、放射線技術学について、自分の日頃の研究成果を発表し、また、全国の仲間の研究成果と最新技術を勉強し、そして「ススキノ」で交流を深める。なんと楽しいことではないか」となるでしょうか？

さて、その第42回秋季学術大会ですが、大会テーマを「Ambitious 2014 - make the next frontier, make the new future -」とし、この1年間、放射線技術学の展開(next frontier and new future)のため、Ambitious を胸に秘めて準備して参りました。この大会テーマのもと、放射線技術学の実務者・研究者に世界最高峰の学術賞であるノーベル賞に触れて頂きたいとの強い思いから、2010年ノーベル化学賞を受賞された鈴木章先生に特別講演をお願いいたしました。また、実行委員企画として、従来の枠に収まらないテーマを中心に、国際化推進、学術推進、臨床技術推進を目指したアンビシャスシンポジウム、北海道プレミアムシンポジウムなどにチャレンジいたしました。更には、グローバル化が進む放射線技術学に対応するため、3年ぶりに国際放射線技術科学会議(ICRST; International Conference on Radiological Science and Technology)を同時開催いたします。今回は第2回として、真田茂大会長のもと、英語での一般口演29演題に加え、被ばくに関する先進的な研究をされているクリーブランド州立大学 Xiang Li 先生、デューク大学の Donald P. Frush 先生、弘前大学副学長の柏倉育郎先生にご講演頂く予定です。

第42回秋季学術大会におきましても、例年と同様に「JIRA発表会」を企画しております。今回は、放射線技術学の Frontierであり、Futureである20演題もの新しい技術をご発表頂く予定です。放射線技術学を発展させるためにも、JIRAの皆様とは、より連携を強化しながら、お互いの情報交換を密にしていきたいと考えております。

その情報交換ですが、第42回秋季学術大会では、情報交換の場所にビール園でのジンギスカンをご用意いたしました。大会が開催されている札幌コンベンションセンターから、情報交換と相互の交流を深めるには絶好なススキノに場所を移して開催いたします。「JIRA発表会」の後、乾いた喉を潤すためにも、是非、ご参加ください。

最後になりますが、JIRAの皆様の今後のますますのご発展と会員の皆様のご健勝を心からお祈り申し上げます。今後とも、何卒、よろしくお願い申し上げます。

(北海道大学大学院保健科学研究院 教授)

# JIRAテクニカルレポート 2014. Vol.24 No.2 (通巻第47号)

## 目 次

### 巻頭言

- Ambitious 2014 - make the next frontier, make the new future - ..... 1  
公益社団法人 日本放射線技術学会 第42回日本放射線技術学会 秋季学術大会 大会長 小笠原克彦

### JIRA発表会 (技術-1)

1. X線線量情報管理システム Radimetrics™について ..... 6  
日本メドラッド(株) 岡崎 瑛一
2. EPID 情報を基にした 3D 患者体内線量検証ソフトウェアの最新技術 ..... 8  
東洋メディック(株) 黒田 武弘
3. IEC 規格変更に伴う GOS(Gd2O2S:Tb)蛍光量計の基礎検討 ..... 10  
トーレック(株) 松田 安司
4. 「リアルタイム皮膚線量計」による被ばく量測定 ..... 12  
トーレック(株) 桑本 佳行
5. ポータブル X 線撮影におけるバーチャルグリッド技術の開発 ..... 14  
富士フイルム(株) 山田 雅彦
6. 血管撮影システム用 新画像処理 SCORE PRO Advance の開発 ..... 16  
(株)島津製作所 丹野 圭一
7. X 線撮影における散乱線補正処理技術の開発 ..... 18  
コニカミノルタ(株) 原口 剛

### JIRA発表会 (技術-2)

8. ワイヤレスカセット FPD「AeroDR PREMIUM」の開発について ..... 20  
コニカミノルタ(株) 青柳 繁
9. 新型FPD搭載移動型X線装置「Sirius Starmobile tiara®」の開発 ..... 22  
(株)日立メディコ 内田 千尋
10. DICOM 対応 4 K モニタの紹介 ..... 24  
(株)リアルビジョン 山本 直毅
11. 58インチ 8MPカラーLCDモニタの開発 ..... 26  
EIZO(株) 橋本 憲幸
12. ERCP時の被ばく低減を目的とした防護具の開発 ..... 28  
(株)マエダ 鈴木 聡
13. アームホールからの散乱線被ばくを防ぐX線防護具の開発 ..... 30  
(株)マエダ 菊地 則男
14. 医療用エックス線防護技術を活用した一般住宅への放射線減弱建材の開発 ..... 32  
医建エンジニアリング(株) 上田 樹理

## JIRA発表会（技術-3）

15. 放射線治療装置用動体追跡システム SyncTraX の開発	34
(株)島津製作所 鳥越 唯	
16. 新型立位撮影台 Dolce の改良	36
オリオン電機(株) 林 博章	
17. 小型高画質技術を搭載した超音波診断装置 SONIMAGE HS1 の開発	38
コニカミノルタ(株) 金原 淳一	
18. 64列/128スライスCT SCENARIO <sup>®</sup> EX edition の開発	40
(株)日立メディコ 横田 憲一郎	
19. MRI施設における安全管理の包括的提案	42
東京計器アビエーション(株) 嶋田 伸明	
20. X線循環器システム <i>Infinix Celeve<sup>TM</sup>-i</i> シリーズの最新機能	44
東芝メディカルシステムズ(株) 松崎 武夫	

## 技術解説

Dose Tracking System(皮膚入射線量モニタリング機能)	46
東芝メディカルシステムズ(株) 佐藤 直高	
最新の放射線治療計画システム	51
(株)日立メディコ 安達 裕樹	

## 医療の現場から

志「人の生命と健康を支え、守ること」	56
公益社団法人 日本放射線技術学会 第42回日本放射線技術学会 秋季学術大会実行委員長 高島 弘幸	

工業会概要	57
-------	----

編集後記	60
------	----



# 第 42 回日本放射線技術学会秋季学術大会 第 32 回 JIRA 発表会

Ambitious 2014 –make the next frontier, make the new future–

日 時 平成 26 年 10 月 10 日(金) 14:30~17:30

場 所 札幌コンベンションセンター 特別会議場(第一会場)

JIRA 発表会(技術-1)		14:30~15:30	
演題番号	発表者	座長	本間 龍夫(オリオン電機株)
J01	日本メドラッド株	岡崎 瑛一	1. X線線量情報管理システム Radimetrics™ について
J02	東洋メディック株	黒田 武弘	2. EPID 情報を基にした 3D 患者体内線量検証ソフトウェアの最新技術
J03	トーレック株	松田 安司	3. IEC 規格変更に伴う GOS(Gd2O2S:Tb)蛍光量計の基礎検討
J04	トーレック株	桑本 佳行	4. 「リアルタイム皮膚線量計」による被ばく量測定
J05	富士フイルム株	山田 雅彦	5. ポータブル X 線撮影におけるバーチャルグリッド技術の開発
J06	株島津製作所	丹野 圭一	6. 血管撮影システム用 新画像処理 SCORE PRO Advance の開発
J07	コニカミノルタ株	原口 剛	7. X 線撮影における散乱線補正処理技術の開発
JIRA 発表会(技術-2)		15:30~16:30	
演題番号	発表者	座長	田中 茂(東芝メディカルシステムズ株)
J08	コニカミノルタ株	青柳 繁	8. ワイヤレスカセット FPD「AeroDR PREMIUM」の開発について
J09	株日立メディコ	内田 千尋	9. 新型FPD搭載移動型X線装置「Sirius Starmobile tiara®」の開発
J10	株リアルビジョン	山本 直毅	10. DICOM 対応 4 K モニタの紹介
J11	EIZO株	橋本 憲幸	11. 58インチ 8MPカラーLCDモニタの開発
J12	株マエダ	鈴木 聡	12. ERCP時の被ばく低減を目的とした防護具の開発
J13	株マエダ	菊地 則男	13. アームホールからの散乱線被ばくを防ぐX線防護具の開発
J14	医建エンジニアリング株	上田 樹理	14. 医療用エックス線防護技術を活用した一般住宅への放射線減弱建材の開発
JIRA 発表会(技術-3)		16:30~17:30	
演題番号	発表者	座長	佐藤 公悦(トーレック株)
J15	株島津製作所	鳥越 唯	15. 放射線治療装置用動体追跡システム SyncTraX の開発
J16	オリオン電機株	林 博章	16. 新型立位撮影台 Dolce の改良
J17	コニカミノルタ株	金原 淳一	17. 小型高画質技術を搭載した超音波診断装置 SONIMAGE HS1 の開発
J18	株日立メディコ	横田憲一郎	18. 64 列/128 スライス CT SCENARIA® EX edition の開発
J19	東京計器アビエーション株	嶋田 伸明	19. MRI 施設における安全管理の包括的提案
J20	東芝メディカルシステムズ株	松崎 武夫	20. X線循環器システム <i>Infinix Celeve™-i</i> シリーズの最新機能

# 1. X線線量情報管理システム Radimetrics™について

日本メドラッド(株)  
岡崎 瑛一

## 【背景】

米国放射線防護審議会(NCRP) Report No.160 によると、米国民が 1 年間に受ける放射線量は、1人あたり 6.2mSvと報告されており、そのうちの約半分の 48%が医療検査装置から発生した放射線量で、CTが 24%と最も高い割合になっている。このレポートには、1993～2006年までの継時的データもあり、CT 検査数が著しく増加していることも報告されている。そのような背景の中、米国では線量データの蓄積を目的に標準化された機器やシステムを利用して、線量登録(Dose Index Registry)の運用が行われている。米国放射線医学会(ACR:American College of Radiology)による Dose Index Registry が 2011年 4 月に開始され、2013年 8月時点で 750施設が参加、550万件以上のデータが登録されていると報告されている。

今後、日本においても、線量データの蓄積及び検査での標準線量値の検討が必要になってくると考えられており、そのような活動を支援するために、前述の ACR Dose Index Registry において標準機器として認定されている Radimetricsを 2014年 7月より日本で販売を開始した。

## 【製品概要】

CT装置、血管撮影装置、透視装置などの検査装置から発生する DICOM画像、RDSR (Radiation Dose Structured Report)を検査装置から直接受信、もしくは PACS等のシステムを介して受信し、検査で照射された X線線量に関する情報の保存、実効線量等の計算、Webブラウザによる線量情報参照および他システムへの線量情報の転送などを可能としたシステムである。

## 【製品特長】

### 1. ネットワーク型マルチモダリティ対応

Radimetricsでは、以下の検査装置及び各種線量指標に対応しており、X線線量情報の一元管理を行うことができる。

検査装置		CT	XA (血管撮影装置)	RF (透視装置)	CR / DR
線量指標	CTDIvol	●			
	DLP	●			
	SSDE	●			
	臓器線量	●			
	実効線量(ICRP 103, 60)	●			
	DAP		●	●	●
	透視時間		●	●	
	空気カーマ		●	●	
	入射皮膚線量		●		

図 1 対応検査装置・線量指標(検査装置によって取得できる線量情報は異なる)

## 2. 累積線量トラッキング機能

患者毎での累積臓器線量、累積実効線量及び検査履歴を管理し、Webブラウザで参照できる。また、病院内の設定ルールに基づき、しきい値を超えた場合は線量値をカラーボタンでの表示や、管理者へのアラートを発信することができる。

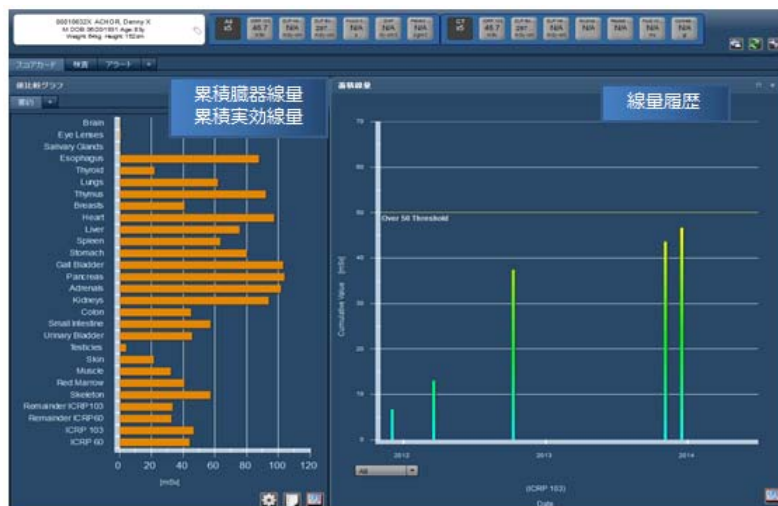


図 2 患者スコアカード画面

## 3. 線量解析・シミュレーション機能

検査での線量の分析や、管電圧、電流、照射範囲等を変更した場合に増減する線量のシミュレーションを行え、線量の最適化を検討することができる。

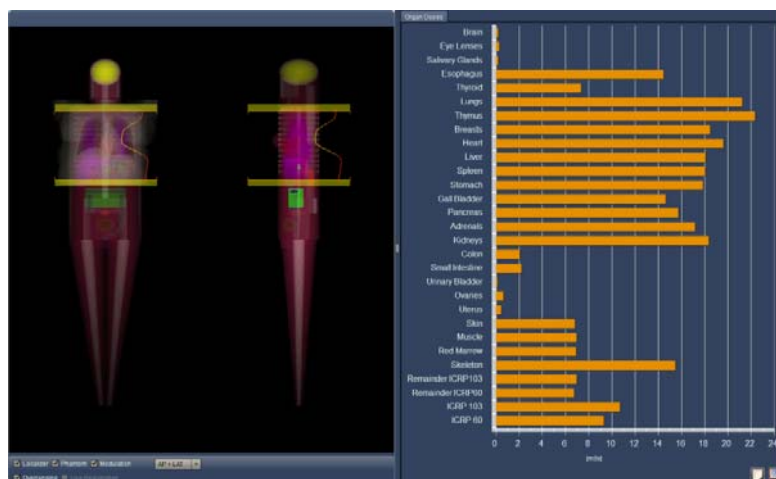


図 3 シミュレーション画面

## 4. インテリジェンスレポート

使用するユーザ毎に、必要な情報を表示するダッシュボード機能。装置別、プロトコル別、検査部位別等の統計線量情報をカスタマイズ登録することにより、いち早く目的の情報を参照することができる。

## 5. プロトコル管理機能

各検査装置の検査プロトコルを一元的に管理することができる。各検査での標準化につながり、検査品質の向上が期待できる。

## 6. インテグレーション機能

Radimetricsで受信・算出した線量情報は、PACS、RIS、電子カルテ等の他システムと、DICOMや HL7を用いて連携することにより、病院全体で情報の共有が可能となる。

## 【おわりに】

本製品の使用により、CT 装置等の X 線を使用する検査で照射した X 線線量の管理が広く普及し、患者毎での累積線量の管理、さらには線量データの解析により、各検査における照射線量の標準化に貢献することが期待されている。日本メドラッドでは本製品を通して、今後、日本の医療機関における包括的な X 線線量管理の実現により、患者がより安心して検査を受けていただける環境整備への貢献を目指している。



## 2. EPID 情報を基にした 3D 患者体内線量検証ソフトウェアの最新技術

東洋メディック株

黒田 武弘

### 【背景】

ヨーロッパでは、放射線治療の過剰照射事故の辛い経験から各国が InVivo-Dosimetry を推奨し医療機関に働きかけをしている。特にイギリスでは、国策として InVivo-Dosimetry の普及に努めていると聞いている。日本でも過去の放射線治療装置による事故の経験から放射線治療における QA が盛んに行われている。放射線治療における QA とは、放射線治療装置に対する QA だけではなく、放射線治療を受けるための患者に対する治療計画（放射線治療計画）の QA も含まれている。例えば、放射線治療装置の QA とは、装置の幾何学的位置の確認や線量の確認を行う。また、患者治療計画に対するものは、治療計画で決められた通りに装置が動作するのを確認する。また、患者に照射中も計画通りに照射が行われているか、または、行われたかを確認する。装置の幾何学的な位置確認や線量確認は、事前にファントム等を用いて確認する。患者治療計画に対する確認は、計画自体の確認を事前に、別のシステムを使用して独立検証を行うという手段で行われるのが一般的である。患者の照射に対するものは、半導体検出器等を体の表面に付けて確認する方法がありますが、日本では、全身照射で用いられているくらいであり行われていないのが現状である。どれも確認や検証には時間がかかる。そのため、特殊な治療方法、IMRT や VMAT に関しては、専用の QA 機器を用いて確認を行っているが、それなりに時間がかかるため、一人の患者に対する放射線治療の準備から治療行為すべての時間では、検証時間がかなりの割合を占めている。日本の放射線治療には、短時間で検証出来る In-Vivo Dosimetry のシステムが必要である。

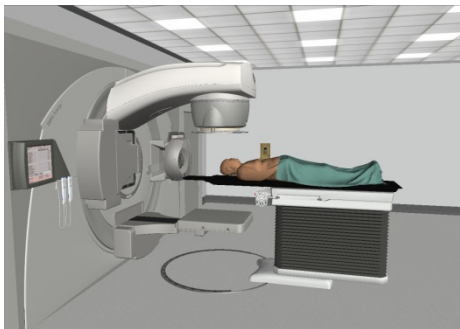


図 1 患者透過線量測定の様子

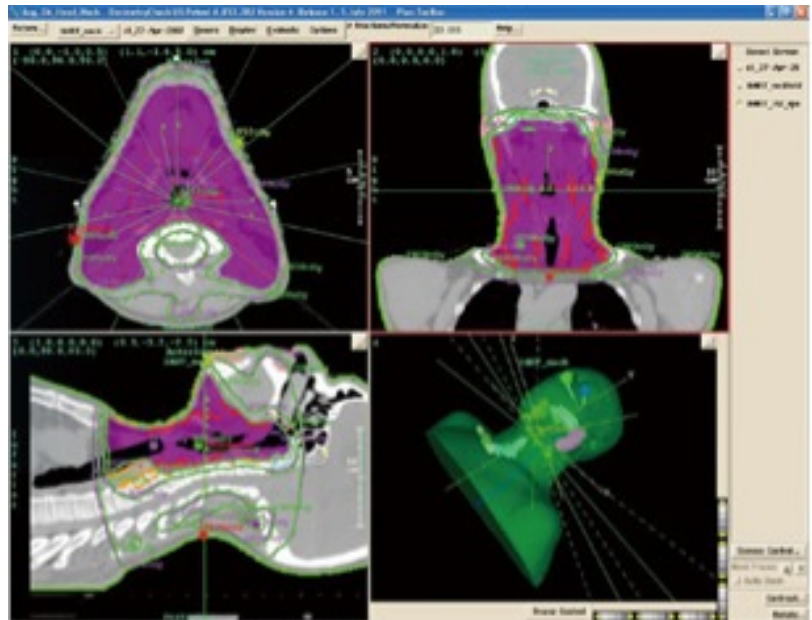


図 2 患者治療計画評価のための線量分布表示

## 【概要】

MathResolutions 社 Dosimetry Check は、患者治療計画を短時間で精度良く検証するソフトウェアである。

Dosimetry Check は以下の特長を持つ。

- 専用のハードウェアが不要な為、短時間で検証が可能
- コンベンショナル照射、定位照射、IMRT、VMAT によらず、患者治療計画との検証が可能
- 治療ビームは、患者を透過したビームでも可能(In-Vivo Dosimetry)
- ファントム検証ではない
- トモセラピー(TomoTherapy)にも対応
- 現在、線量計算アルゴリズムは、計算スピードが速い、ペンシルビームコンボリューション法を採用しているが、年内にはモンテカルロ法も搭載予定

Dosimetry Check は、日常の治療ルーチンに組み込んでも時間がかからず、In-Vivo Dosimetry が行えるシステムである。ここで、Dosimetry Check のワークフローについて説明する。患者の治療が決まると、治療計画を作る。通常、作られた治療計画は、確認された後、照合装置に送られる。その時一緒に Dosimetry Check の PC にも転送する。転送は、設定さえ出来ていれば、ボタンを押すだけである。Dosimetry Check は、送られてきた治療計画のデータを保存する。患者に照射する前に患者に照射するビームと同じ照射を EPID(Electric Portal Imaging Device)に行う。EPID に照射された画像は、Dosimetry Check に保存する。画像は、Dosimetry Check により画像からフルエンスに変換する。変換もファイルを選択するだけで、ほぼ自動で変換が行われる。変換されたフルエンスは、治療計画から送られてきた CT 画像、RT Plan、Structure と共にペンシルビームコンボリューション法で線量分布計算が行われる。計算された結果は、そのまま PDF ファイルとして保存される。ここまでが、照射前確認の作業である。患者が治療室に来たら治療寝台に乗る。照射は、EPID を出したまま照射を行い、照射中の画像を取得する。取得された画像は、Dosimetry Check へ送られる。画像はフルエンスに変換し、線量計算を行う。結果は、照射前確認と同様に PDF で保存される。

## 【まとめ】

Dosimetry Check は、患者治療計画 QA を無理なく、短時間で提供するシステムである。また、特殊な治療照射だけではなく全ての治療照射に対応するシステムである。

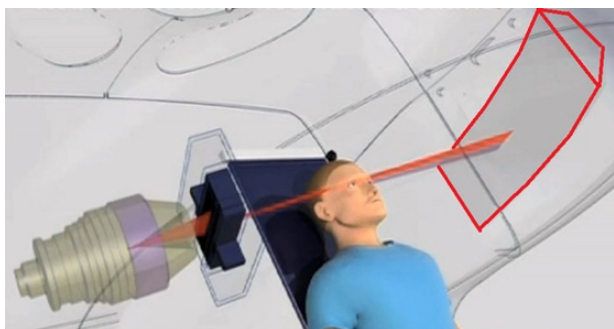


図 3 トモセラピーでの照射想像図

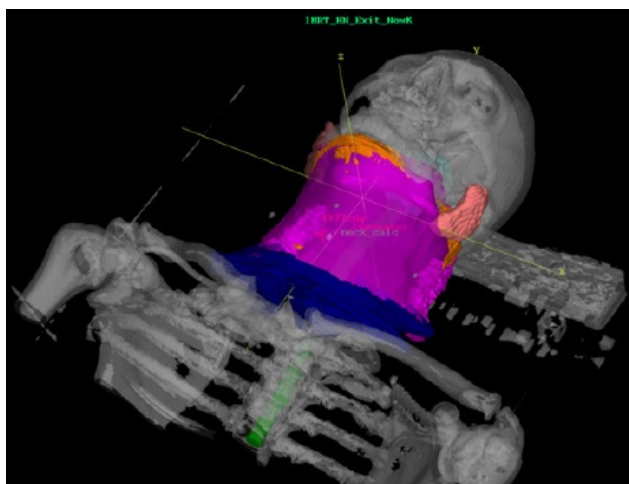


図 4 トモセラピーにおける線量分布表示

### 3. IEC 規格変更に伴う GOS(Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Tb)蛍光量計の基礎検討

トーレック(株)  
松田 安司

#### 【目的】

IEC60627 の「診断用 X 線映像装置-汎用及び乳房用散乱線除去グリッドの特性」の「測定器具」項において、蛍光量計の蛍光板仕様が規定されている。図 1 にグリッドを配置した蛍光量計の構成図を一例として示す。本規格の Ed. 3.0より、市場での入手性の理由から、蛍光板の種類がタンゲステン酸カルシウム([CaWO<sub>4</sub>]以下 CWOと表記)から、テルビウム活性化ガドリニウム酸硫化物([Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Tb]以下 GOSと表記)に変更され、表 1 の条件が規定された。

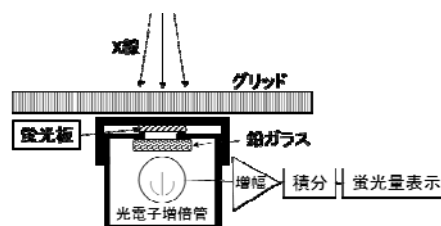


図 1 蛍光量計の構成図

蛍光量計は、画像機器等に広く活用されており GOS の蛍光板を用いた測定が有用である一方で、従来より X線出力試験等にも活用されており、蛍光板を変える事による測定器としての特性変化を理解しておく事は必要である。

そこで、当社の蛍光量計 EY-1002D を用いて GOS 蛍光板の特性評価を行い、同機標準の CWO 蛍光板に対する変化点について基礎検討を行ったので報告する。

表 1 蛍光板仕様

目的	GOS面積密度
一般撮影用散乱線除去グリッド	75mg/cm <sup>2</sup> ±10mg/cm <sup>2</sup>
Mammo撮影用散乱線除去グリッド	30mg/cm <sup>2</sup> ±3mg/cm <sup>2</sup>

#### 【実験方法】

当社の蛍光量計 EY-1002D(蛍光板 CWO\_45mg/cm<sup>2</sup>)は、X線装置管理に有用であることが報告<sup>1)</sup>されている EY-1001Dの後継機であり、EY-1300と合わせて多くの顧客にご利用戴いている。

そこで、EY-1002Dを用い、蛍光板のみを入れ替えて CWOとの相対的な特性評価を行った。

X線量測定は、半導体式線量計 iba社製 Magic Maxを基準器とした。

X線照射装置は、一般撮影用として東芝社製のインバータ式 BLF-600A、Mammo撮影用として、GE CGR社製 Senographe 600Tを用いた。

評価に用いた蛍光板は、東芝ケミカル社製のCWO(45mg/cm<sup>2</sup>)を基準にCWO(26mg/cm<sup>2</sup>)と、三菱化学(株)にご協力を戴いたGOS(36mg/cm<sup>2</sup>、68mg/cm<sup>2</sup>、145mg/cm<sup>2</sup>)の3種類を用い、相対的な特性比較を行った。Mammo撮影用の規格には準拠しないが、参考値として評価した。

#### 【実験結果】

##### 1. 照射線量に対する蛍光量特性の評価

各々の蛍光板の照射線量に対する蛍光量の相関を図2、図3に示す。照射 X 線を一般撮影用は管電圧を80 k V、Mammo撮影用は 28kVに固定し、一般撮影用は線量率で評価した。

一般撮影用(図2)は、GOSの蛍光量がCWOと比較して発光効率が高く、面積密度に従い蛍光量が増加する傾向が認められた。照射線量率に対する蛍光量率は0.1mR/s から 1R/s まで比

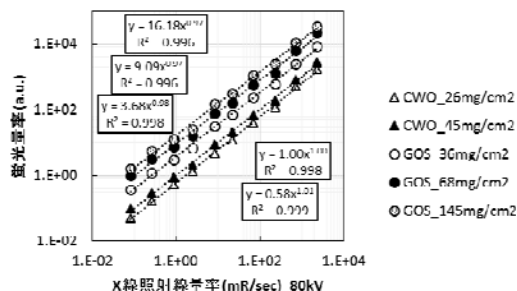


図 2 一般撮影用 X 線装置による蛍光量の照射線量依存性

例しており、相関係数もCWOと同等であった。

Mammo撮影用(図3)は、GOS蛍光板の面積密度依存性は小さく、CWOでは蛍光量と面積密度が僅かに逆転する現象が認められたものの、照射線量に対する蛍光量は比例しており、相関係数も同等であった。

### 2. 応答特性の評価

蛍光板のパルス透視に対する応答特性の評価のため、30(f/s)のパルス透視で、パルス幅に対する線量率の追従性を評価した。蛍光板毎の評価結果を図4に示す。

GOSのパルス幅と蛍光量率は比例しており、CWOと同様に相関係数も概ね良好である。X線のパルス幅2ms以上で、応答特性は同等である。

### 3. 管電圧依存性の評価

写真効果に影響が懸念される管電圧依存性を図5、図6に示す。何れのX線装置も管電流を100mA、照射時間を0.1sに固定した。

蛍光量Yを管電圧Xと定数Aを用いて $Y=A \cdot X^n$ で近似し、管電圧依存性をn値で比較した。

面積密度に従いn値は大きくなる傾向が認められ、CWO(45mg/cm<sup>2</sup>)のn値が2.8に対して、GOS(68mg/cm<sup>2</sup>)は3.1と高い。一方、蛍光体のk吸収端(CWO:69.5keV, GOS:50.2keV<sup>2</sup>)より低いX線エネルギー領域のMammo撮影用X線装置では、有意な特徴は認められない。

### 【まとめ】

蛍光量計 EY-1002D において、CWO蛍光板と比較してGOS 蛍光板は、以下の特徴を有する。

1. X線照射線量率に対する蛍光量率は比例しており、検出感度、相関係数は共に同等である。
2. パルス幅2ms以上のX線照射で、GOSの応答特性はCWOと同等である。
3. 管電圧依存性は、CWO(45mg/cm<sup>2</sup>)に対し、GOS(68mg/cm<sup>2</sup>)のn値は10%程度大きい。一般撮影用X線装置用途では、測定結果に留意する必要がある。

Mammo撮影用は参考値であるが、有意な差は認められない。

### 【参考文献】

- 1) 安部真治、根岸徹ほか：X線装置の品質管理 -蛍光量計によるX線装置特性の検討-、東京都立医療技術短期大学紀要 11:p1-8,1998.3
- 2) 飯沼武、館野之男(編)：X線イメージング、コロナ社 p44,2001

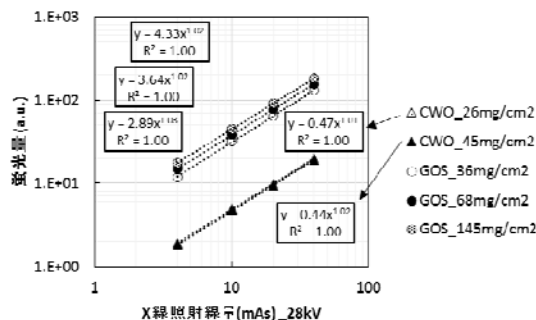


図3 Mammo撮影用X線装置による  
蛍光量の照射線量依存性

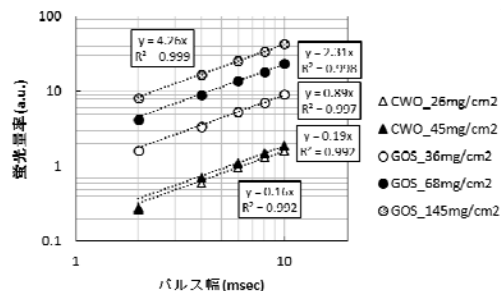


図4 蛍光量率のパルス幅依存性

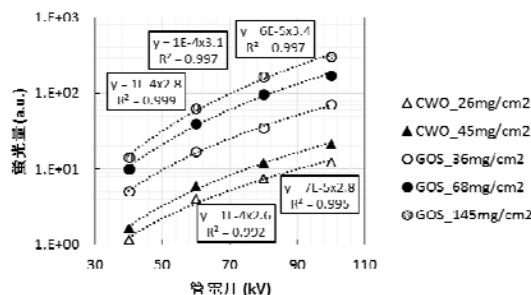


図5 一般撮影用X線装置による  
蛍光材の管電圧依存性

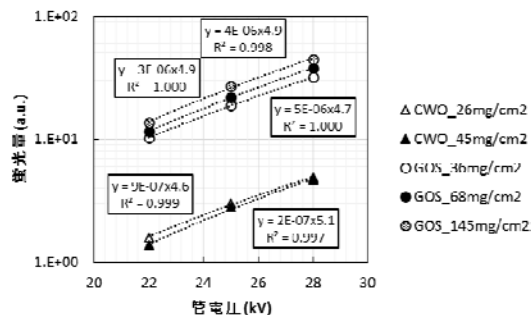


図6 Mammo撮影用X線装置による  
蛍光材の管電圧依存性

## 4. 「リアルタイム皮膚線量計」による被ばく量測定

トーレック(株)

桑本 佳行

### 【背景】

近年、放射線被ばくに関心が高まっている画像診断領域では、特に血管造影システムが他のモダリティに比べエックス線被ばくが多く、線量把握の必要性が高いと考えられる。術者をはじめとする関係者が、手術中の患者被ばく量を把握できれば、患者のトータル被ばく量の管理を行いやすくなる。また、患者被ばく量を管理することにより、被ばく低減に寄与するだけでなく、術後のQOL向上に貢献することにつながる。当社では将来、長寿命化に伴い血管手術が増加すると予測している。今回、被ばく量管理に適した「リアルタイム皮膚線量計」(RD-1000)の開発を行ったので、内容について報告する。

### 【概要】

本器は、手術中でのエックス線被ばく量管理に特化した、リアルタイム皮膚線量計である。専用のセンサにて、エックス線装置から照射されたエックス線のリアルタイム線量率及び積算線量、測定時間、被ばく時間の計測及び、測定値表示を行うことが可能となる。また、USB端子を標準装備しており、PCへ測定データの出力も可能となる(図1)。画像診断を行いながら手術を行う血管造影システムにおいて、エックス線検出センサの金属製ワイヤ等は画像にはっきりと映り込むため、正確な状態の把握に邪魔となる。当社では術者の意見を聞き取り、「センサの位置が確認できつつ、術中に使用する画像表示モニタの視界を妨げ難いもの」という要望に応えるため、映り込みが少ない専用のセンサの開発も併せて行った。

### 【構成】

#### 1. システム構成図

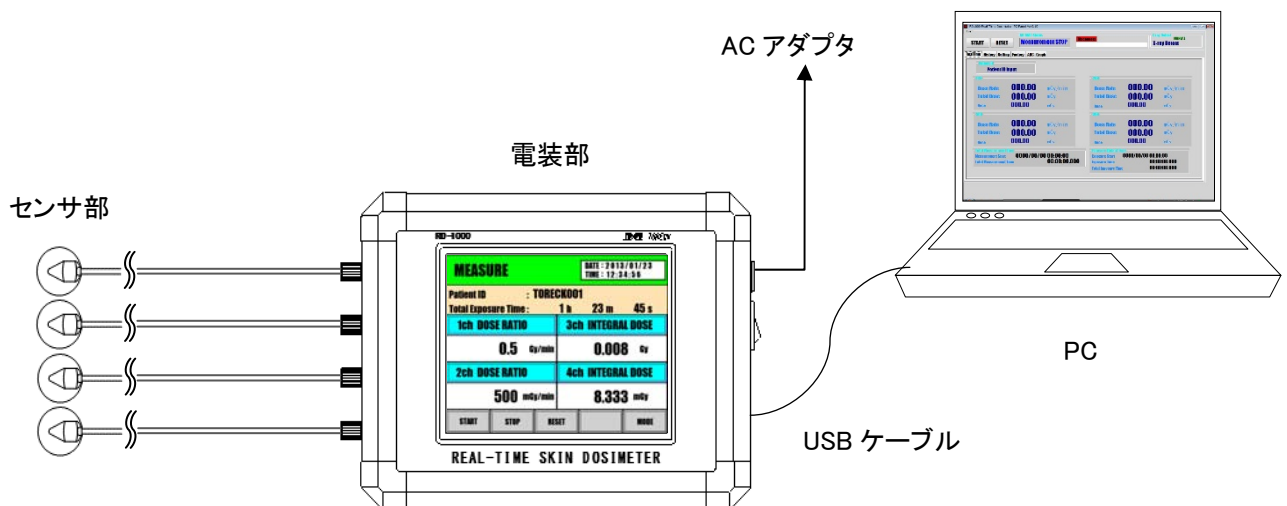


図1 線量計本体及びセンサ

## 2. センサ

当社では、エックス線の吸収が少なく、画像へ映り込み難い専用品の開発を行った。センサ毎に補正係数を管理しており、使用時に本体設定画面にて入力可能である。構成される材料は、エックス線検出部分に樹脂で固めて板状に加工した希土類蛍光体を使用し、外筐にABSを使用した。光伝送部には、コア径φ1mmのプラスチック光ファイバーケーブルを使用している。蛍光体の上に、先端を45°の角度でカットした後、切断面を研磨した光ファイバーケーブルを置くことにより、蛍光体の光は45°のプリズム効果によって反射され、効率良く線量計本体側のレーンバに導かれるように工夫を行った。

## 3. 線量計本体

センサから導入された光信号は、フォトダイオードにて電流信号に変換され、各電気回路を経て、測定結果をLCDディスプレイに表示される。測定内容は、リアルタイム線量率、積算線量、測定時間となっている。4ch同時測定を行うことができるため、より精度の高い測定結果が得られる。LCDディスプレイはタッチパネル式となっており、直感的な操作が可能である。

## 4. PCソフト

測定結果は、USBケーブルを接続することによって、PCへと転送することができる。専用PCソフトでは、線量計本体の各種設定や操作が可能となっている。PCモニタ上に表示される測定結果は、リアルタイム線量率、積算線量、測定時間、被ばく時間となる(図2)。測定結果は、PCソフトにてCSVファイル化できるため、既存のPCソフトでのデータ管理が容易に行える。

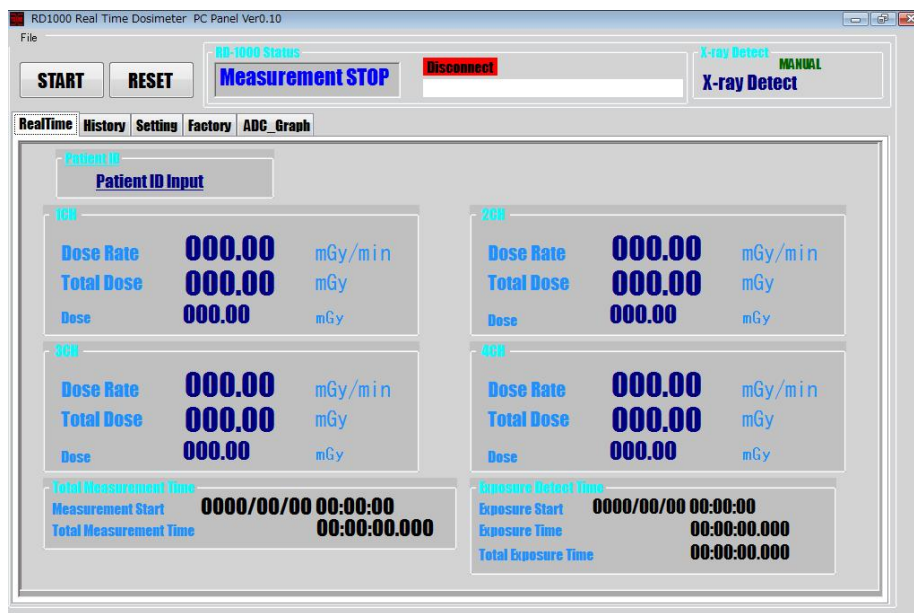


図2 PCソフトの測定画面

### 【結語】

リアルタイム皮膚線量計を用いて、被ばく線量の把握を行うことが、患者への安心を増すことになり、適正な被ばく量管理によって、健康被害低減に大きく貢献すると考えている。

## 5. ポータブル X 線撮影におけるバーチャルグリッド技術の開発

富士フイルム(株)

○山田 雅彦、内藤 慧、川村 隆浩、岡野 佳代

### 【はじめに】

X 線撮影装置の DR 化は、入院患者のベッドサイドや NICU (新生児集中治療室)でのポータブル撮影にまで拡がりつつある。当社もポータブル撮影の効率化と高画質化を目指し、カセット型デジタル X 線画像診断装置「FUJIFILM DR CALNEO flex」を平成 23 年に発売した。

グリッドは画質を改善する効果があり、広く利用されているが、X線がグリッドに対して斜めに入射すると、グリッドを透過する X 線量に部分的な差が生じ、濃度ムラとなることがある。特に胸部撮影において、この濃度ムラは読影の妨げになることがあるため、ベッドの沈み込み等によりグリッドが斜めになることが多いポータブル撮影では、グリッドを使用しない施設もある。今回当社は、グリッドを使用せずに撮影した散乱線による影響が大きな画像の画質を改善するために、新しい画像処理技術「バーチャルグリッド技術」を実用化したので、紹介する。

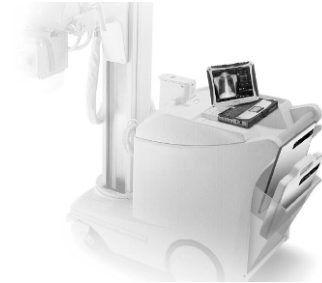


図 1 カセット型デジタル X 線画像診断装置

### 【バーチャルグリッド技術の概要】

散乱線は、画像コントラストの低下と粒状性の悪化を引き起こす。この両方を改善するために、バーチャルグリッド技術では、「コントラスト改善処理」と「粒状性改善処理」を持つ(図 2)。コントラスト改善処理では、まず入力画像中の散乱線量の分布を推定する。次に、グリッドの散乱線除去率と同じ考え方で散乱線量を低減し、画像のコントラストを改善する。粒状性改善処理は、散乱線が被写体の細かな構造の情報を持たない点に注目し、画像上の被写体構造と無関係な粒状成分を低減する。

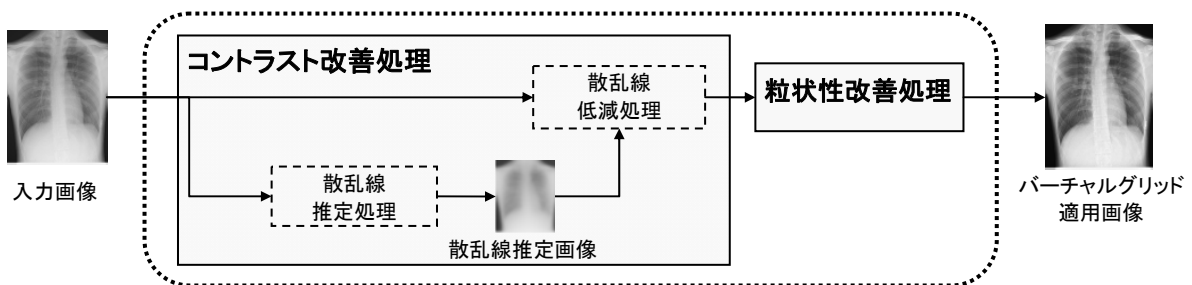


図 2 バーチャルグリッド技術の処理フロー

図 3 にバーチャルグリッド技術を適用した例を示す。図 3 左は、グリッドを使わずに撮影した画像である。格子比 8:1 のグリッドを使って撮影した画像(図 3 中央)と比べると、散乱線の影響でコントラストが低下していることが分かる。このグリッド未使用画像(図 3 左)に格子比 8:1 相当のバーチャルグリッド技術を適用した結果が図 3 右の画像である。適用前に比べてコントラストが改善していることが分かる。



図 3 バーチャルグリッド技術の効果

【画質評価】

グリッド撮影画像とバーチャルグリッド技術を適用した画像の画質レベルを、Artinis Medical Systems 社製 CDRAD 2.0 ファントムと同社解析ソフト V2.1 を用いて比較した。被写体厚の影響を考慮して、CDRAD ファントムを 5cm のアクリルで挟んだ条件と、10cm のアクリルで挟んだ条件で評価した(図 4 右)。図 4 のグラフは、各撮影線量における画質指標 IQF inv の計測結果である。IQF inv は、値が高いほど、総合的な画質が高く、より微細で淡い信号が描出できていることを意味する。相対 IQF inv は、5cm のアクリルで挟んだ場合は 3.6mAs、10cm の場合は 10mAs で撮影した時、グリッド使用画像の IQF inv が 1.0 となるように正規化した値である。このグラフから、グリッド使用時に比べて、グリッド未使用時の IQF inv が低くなり、散乱線により画質が低下していることが分かる。一方、グリッド未使用画像にバーチャルグリッド技術を適用すると、IQF inv はグリッド使用時よりも高くなる。これは、散乱線推定によるコントラストの改善と、被写体構造と無関係な粒状性の改善との相乗効果によるものと考えられる。撮影線量を減らすと IQF inv は低下するが、どの線量でもバーチャルグリッド技術を適用した画像は、グリッド撮影画像に比べて高い画質レベルとなる。

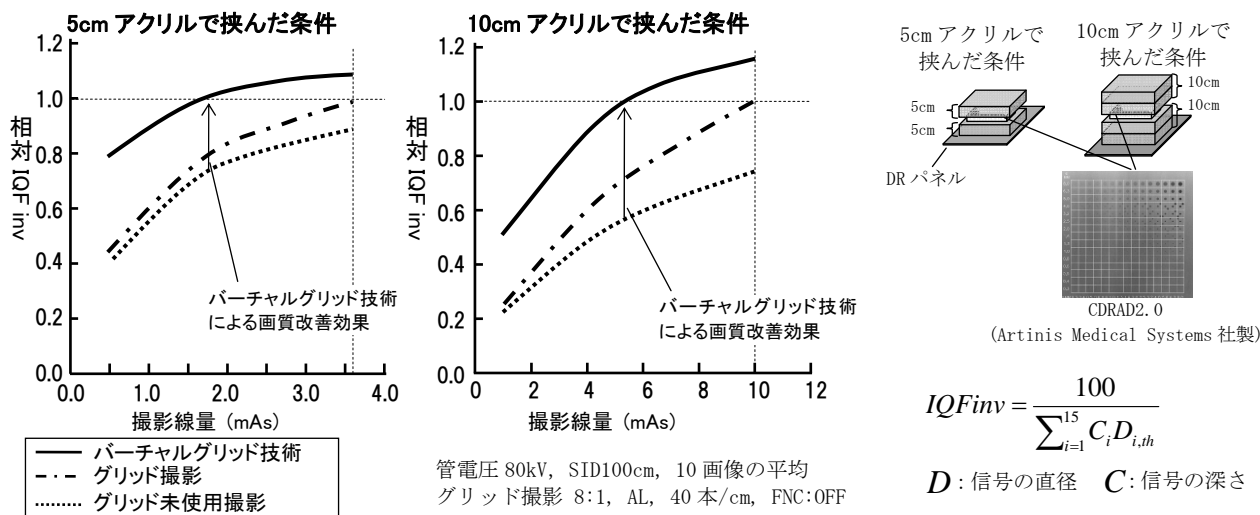


図 4 CDRAD ファントムを用いた実験の条件と結果

【まとめ】

バーチャルグリッド技術は、グリッド未使用時に散乱線によって引き起こされる画質低下を改善する画像処理である。今回、その画質改善効果を CDRAD ファントムによって評価した。その結果、バーチャルグリッド技術を適用した画像の画質レベルは、グリッド使用時より高くなることが分った。

今後、臨床応用により、撮影負荷の軽減と高画質化を可能とするバーチャルグリッド技術が、多くのポータブル撮影現場で利用されていくことを期待する。



## 6. 血管撮影システム用 新画像処理 SCORE PRO Advance の開発

㈱島津製作所 医用機器事業部技術部

丹野 圭一

### 【はじめに】

血管内治療における透視・撮影画像の高画質化と低被ばく化を目的として、新画像処理「SCORE PRO Advance」を開発した。本文では新画像処理 SCORE PRO Advance 処理の内容を解説する。

### 【背景】

X線は原理的に一定のゆらぎをもっており、このゆらぎはノイズとして画像に現れ、治療デバイスや治療部位の視認性を低下させる。また、被ばく線量低減のため、照射する X 線量を少なくした場合、透過 X 線により得られる信号に対するノイズの比率が大きくなる。このノイズをいかに低減させるかが X 線画像における高画質化・低被ばく化の課題となる。

X線画像におけるノイズ低減はノイズがランダムに発生することを利用し、時間方向に積分することでノイズの平滑化効果を狙うリカーシブフィルタや、一枚の画像の中からノイズ成分を分離し除去する方法などがある。また微細な治療デバイスをより明瞭に表示するために輪郭強調処理が用いられている。輪郭強調処理は画像の微細な輝度変化を示す高周波成分、ゆるやかな輝度変化を示す低周波成分といった、周波数成分毎に強調処理する方法(周波数処理)が主流となっている。

しかし、リカーシブフィルタでは前フレーム画像の情報が現在フレームの画像に残ることから、対象物が動いた場合にその影響が残像となって現れ、対象物の視認性を低下させる。また、周波数処理を用いた輪郭強調処理ではノイズと対象物とが非常に近い周波数をもっているため、ノイズと対象物の分離が難しい場合がある。

### 【特長】

#### 1. パターンマッチングを使用したリカーシブフィルタによるノイズ低減

SCORE PRO Advance では異なるフレーム間で対象物を正確に識別(パターン抽出)し、パターンマッチング技術を用いることにより、対象物の移動による残像の影響を受けることなく、時間方向の積分効果を用いたノイズ低減を行うことが可能となった(図 1)。

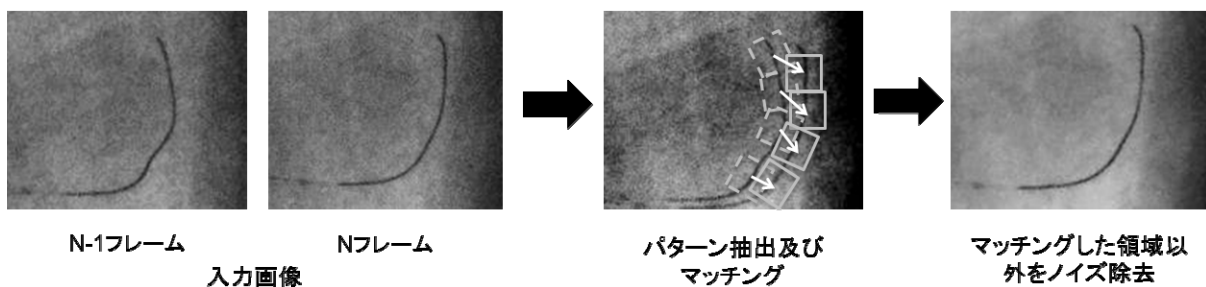


図 1 ノイズリダクション処理概要

## 2. 線構造を対象とした輪郭強調処理

図2にガイドワイヤ透視像を用いた周波数強調処理による輪郭強調処理と SCORE PRO Advance 処理による輪郭強調処理の結果を示す。周波数強調処理を用いた場合、ノイズ成分も強調しているほか、輪郭周辺部にオーバーシュートと呼ばれる白いアーチファクトが発生している(図2(a)の▶)。しかし、SCORE PRO Advance 処理画像では対象物の線構造を認識した強調処理を行っているため、周波数強調処理で発生していたアーチファクトが発生しにくく、自然でより強い輪郭強調を行うことができる。

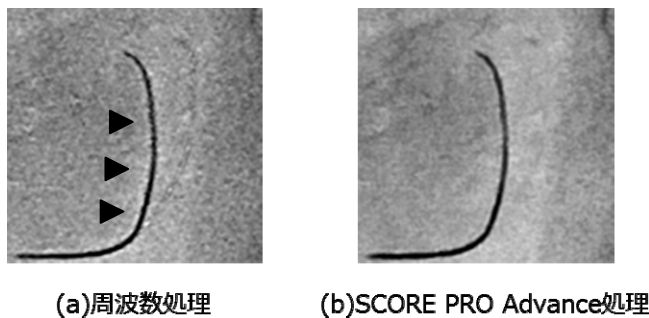


図2 輪郭強調処理例

## 3. SCORE PRO Advance の臨床画像への適用

図3に右冠動脈造影画像を、図4に透視画像を示す。右冠動脈造影画像では末梢の血管まで明瞭に描出できている。透視画像では十分なノイズ低減を行った状態で、動きのあるガイドワイヤを残像なく描出できている。この残像を伴わない画像処理は低フレームレートで透視を行う際、時間分解能が低下する中でもガイドワイヤの位置や方向を正確に把握することができるという効果もあり、被ばく線量の低減に寄与できる。

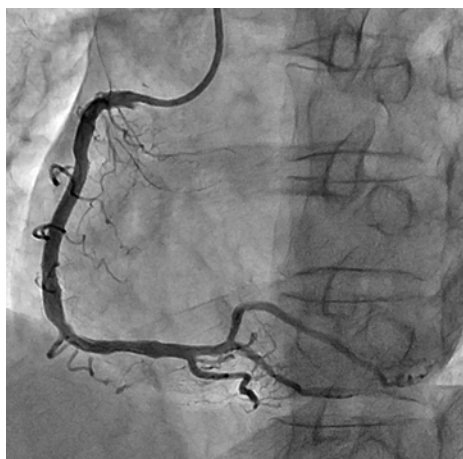


図3 右冠動脈造影画像



図4 透視画像

### 【まとめ】

透視・撮影画像の高画質化と低被ばく化を目的として新画像処理 SCORE PRO Advance を開発した。この画像処理により、ノイズ低減と残像の低減および対象物の輪郭強調をより高いレベルで両立させることが可能となった。また、残像をなくすことにより低フレームレート透視の有用性を高めることができ、さらなる被ばく線量低減に寄与することができた。

最後に本画像処理の開発において、評価および有益なる助言をいただいた社会医療法人同仁会 耳原総合病院スタッフに感謝の意を表す。

## 7. X線撮影における散乱線補正処理技術の開発

コニカミノルタ(株) ヘルスケアカンパニー 商品企画統括部

原口 剛

### 【はじめに】

当社は、病棟での回診・ポータブル撮影にも対応した、カセット型 DR(Digital Radiography)「AeroDR」を展開している。回診・ポータブル撮影では、撮影ごとにX線発生器に対するグリッドの位置や傾きを確認、調整する必要がある。グリッドのアラインメントがずれると、左右に濃度差がある画像やX線のケラレにより、端部が濃度低下した画像が発生する。このような画像の発生リスクを低減するため、グリッドを使用しない撮影や低格子比(例えばグリッド比 3:1)のグリッドを使用した撮影も行われるが、これにも、ディテクタに到達する散乱線の増加により画像コントラストが低下してしまう課題がある。

今回、この問題に対し、散乱線で低下した画像のコントラストを改善する新しい画像処理「散乱線補正処理」を開発したので紹介する。

### 【方法】

#### 1. 散乱線量の推定

散乱線補正処理では、DRで取得した画像から散乱線量を推定する。推定は、取得画像の信号値に基づき実施する。例えば胸部画像の場合、肺野付近の散乱線含有率は低く、椎体付近の散乱線含有率は高い。そこで、信号値の高い部分では散乱線含有率を低く、信号値の低い部分では散乱線含有率を高く、推定する。推定は散乱線の広がりも考慮しているため、散乱線含有率の変化は取得画像の信号値変化に対して緩やかである(図1)。

#### 2. コントラストの改善

推定した散乱線含有率に基づき散乱線量を算出し、取得画像から減算する(図2)。散乱線量が多い部分のコントラストが大きく改善する。人体の各部でコントラストの改善度合いは異なり、従来の階調処理による画像全体のコントラスト調整では実現不可能な画像を得ることができる。

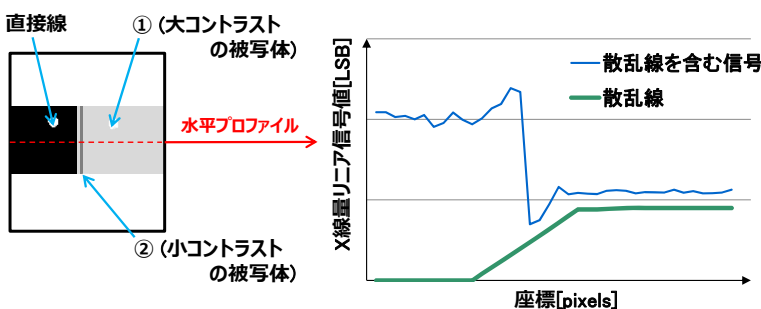


図1 散乱線の推定

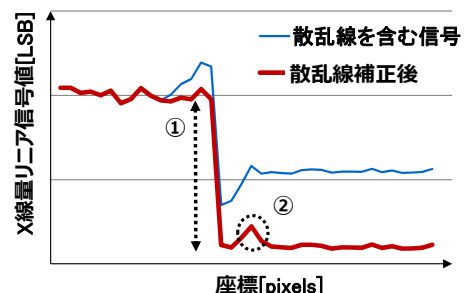


図2 コントラストの改善

### 3. 粒状性の調整

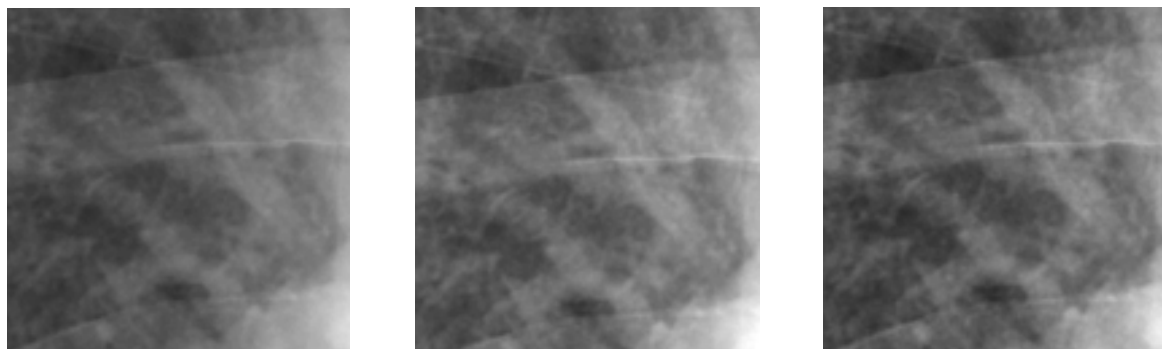
コントラストの向上に伴い、粒状性は悪化するので、ノイズ量の調整処理を併用する。散乱線量の多い部分ほど粒状性は悪化するため、ノイズ調整は減算した散乱線量に応じて実行する。散乱線量の多い椎体部ではノイズの調整量も大きく、散乱線量の少ない肺野部ではノイズの調整量は小さい。ノイズ調整処理による肺野部の信号値変化は少なく、肺野部の鮮鋭性低下が抑制された画像を得る。

上記構成の処理で、粒状性の悪化を抑制しつつ散乱線で低下した画像のコントラストを向上する。グリッドを使用しない撮影画像に散乱線補正処理を実行することでX線量の増加無しでグリッドを使用した撮影画像に近い画質を得ることができる(図3)。



(a) グリッド使用なし

(b) グリッド使用(グリッド比 6:1)

(c) グリッド使用なし+散乱線補正  
(グリッド使用に対して線量 20%低減)

(d) 左から(a)(b)(c)の右肺野部拡大画像

図3 散乱線補正処理画像

胸部ファントム+4cm アクリルファントムにて、体厚 24cm 相当を想定

#### 【最後に】

散乱線補正処理ではグリッドを使用しない撮影や低格子比のグリッドを使用した撮影における画質を改善し、回診・ポータブル撮影における胸部正面画像および腹部正面画像の画質向上を実現した。回診撮影のみならず、一般の撮影室における撮影画像の画質向上にも応用できる技術と考えている。今後も新たな画像処理技術の開発を継続し、医療用画像の画質向上に取り組んでいく。

## 8. ワイヤレスカセット FPD「AeroDR PREMIUM」の開発について

コニカミノルタ(株) ヘルスケアカンパニー 商品企画統括部  
青柳 繁

---

### 【はじめに】

当社は 2011年にカセットサイズの無線対応フラットパネルディテクタ AeroDR1417HQ(半切サイズ)を発売以来、17”×17”サイズ、四切サイズとラインナップを拡充し、多くの顧客から好評を頂いている。このたび、次世代 AeroDRとして、半切タイプの AeroDR PREMIUMを開発したので、その概要を紹介する。

### 【特長】

#### 1. さらなる軽量化と堅牢性の追求

AeroDRは、CsI シンチレータ搭載の半切サイズカセット型フラットパネルディテクタとして、世界で初めて3kgを下回る重量(2.9kg)を達成したが、顧客からは、さらなる軽量化を要望する声が多かった。特に、カセットを片手でハンドリングしなければならないベッドサイドの運用において、女性技師でも楽に取り扱える重量が求められた。この要望に応えるため、AeroDR PREMIUMでは、筐体および構成部品の設計を見直し、さらなる軽量化を実現した。これにより、耐荷重性能(点荷重150kg、面荷重300kg)を維持しつつ、世界最軽量の2.6kgを達成した。

AeroDR PREMIUMでは、堅牢性のさらなる向上にも取り組んだ。まず、保護カバーの形状等を最適化することで、落下強度を向上させた。さらに、ベッドサイド、車椅子、ストレッチャーでの撮影時に発生する中央部集中荷重撮影(カセットの両端部を支持し中央部に荷重のかかる撮影方法)に対しての強度アップを図った。

#### 2. 防水性能

医療現場では、予期せぬ出血や失禁等が発生するため、これらからパネル本体内部の電気回路を保護する必要がある。AeroDR PREMIUMでは、筐体構造を見直し、随所に防水設計を施すことで、フラットパネルディテクタとしては業界最高レベルの高い防水性能(IPX6)を実現した。

#### 3. その他の特長

上記の軽量/堅牢性/防水性向上以外にも AeroDR PREMIUMでは、多くの改良を加えている。

- ① サイクルタイムの短縮：主に整形分野のカセット撮影や、胸部検診における作業性を改善するために、ハードウェアの改良とソフトウェアの最適化を実施し、次撮影までのサイクルタイムを従来の約1/2と大幅に短縮した。

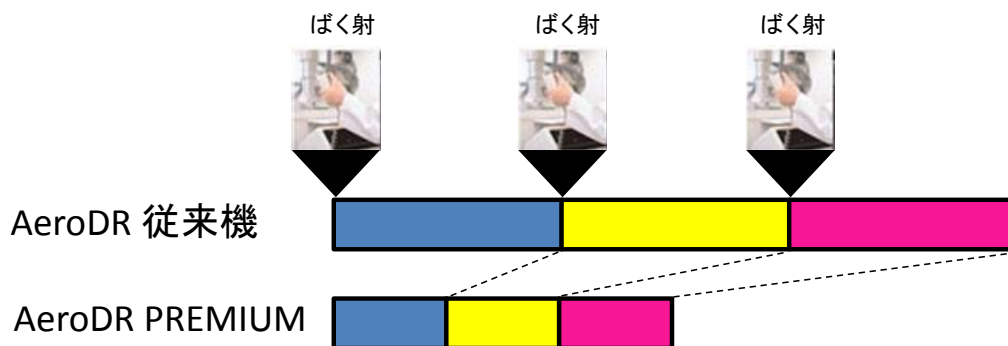


図 1 サイクルタイムイメージ

- ② バッテリー性能/撮影枚数の向上：内蔵しているLi-ionキャパシタの容量を拡大すると共に、パワーマネジメント機能を強化した。これにより、従来の約1.5倍に撮影枚数が向上した。
- ③ AeroSync 技術の機能向上：X線自動検出技術である「AeroSync」について、市場運用実績を解析し、新技術を搭載することで更なる精度向上を達成した。
- ④ その他使い勝手向上：FPDカセットの持ちやすさ向上や、無線帯域の適用範囲増加、周辺機器の小型化、メンテナンス頻度の低減、コンソール画面の操作しやすさ等の、細かな顧客の要望に対応した。



図 2 「AeroDR PREMIUM」の外観

【おわりに】

本製品の開発を行うにあたり、多くの顧客から、ご意見、ご要望を頂いた。本製品が臨床の現場で採用され、当社が提案する新たなカセットDRの魅力を、顧客一人ひとりに感じていただければ幸いである。今後もさらに革新的な製品開発に挑戦し、医療の質の向上に貢献していきたい。

## 9. 新型FPD搭載移動型X線装置「Sirius Starmobile tiara<sup>®</sup>」の開発

(株)日立メディコ XR マーケティング本部  
内田 千尋

### 【はじめに】

X線装置のデジタル化が進む中、移動型 X 線装置もイメージングプレート(IP)を用いた CR(Computed Radiography)方式から、FPD(Flat Panel Detector)を搭載した DR(Digital Radiography)方式への移行が進んでいる。

DR方式は、追加撮影や複数枚撮影時にカセットを交換する手間がなく、その場で画像確認が可能で、さらに、ワイヤレス FPDを採用することでスループットが高まる。そのため、病室でスムーズに撮影できるだけでなく、緊急度の高い救急時や災害時、手術室、感染症対策など活用範囲が広がる。また、近年では、女性技師の増加により、コンパクトで軽く操作のしやすい装置が望まれている。

このため、当社は、独自技術のパンタグラフアームとモノタンク式 X線発生装置を搭載した移動型 X線装置「Sirius」シリーズの特長はそのままに、さらなるスループット向上のため、ワイヤレス FPDを搭載し、撮影後 3秒未満で画像を表示する「Sirius Starmobile tiara」を開発した。本報告では、ワイヤレス FPD搭載移動型 X線装置 Sirius Starmobile tiara(図 1)の特長を述べる。



図 1 Sirius Starmobile tiara 外観

### 【コンセプト】

Sirius Starmobile tiara は、「女性にもやさしい」をコンセプトとし、スリムボディで操作性が高く、どのような場面にもスピーディに対応でき、また、女性目線により、細部にまで配慮した装置開発を目指した。

### 【特長】

#### 1. 豊富なラインナップのワイヤレス FPD(Tiara Panel)

「Sirius Starmobile tiara」は、FPDを搭載することで、その場で画像確認できる即時性と高画質を実現し、また、ワイヤレス化することで、CRカセットと同様に扱うことができるようになり、今まで以上にポジショニング調整が行いやすくなる。また、カバーなどで覆うことで病棟撮影の他、手術室や感染症病棟にも撮影が行える。さらに、大視野からコンパクトまで3種類のサイズのワイヤレス FPDを搭載できるため、救急医療や乳幼児医療など、目的に合わせた撮影を行うことができる(図 2)。



図 2 ワイヤレス FPD(Tiara Panel)

#### 2. 高画質・被ばく低減

被検者の被ばくに対する意識が高まる中、装置側に管理機能を備えることが今後必要である。このため、NDD法<sup>\*1</sup>による線量計測機能を備え、受診者の被ばく線量を定量的に確認できるようにしている(図 3)。特に、乳幼児撮影を考慮し

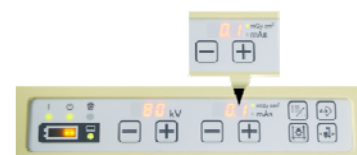


図 3 NDD 法による被ばく線量管理

たコンパクト FPD は、被ばく低減を目指した高感度 FPD を採用し、被ばく低減と高画質を両立することが可能となっている。

\* 1 : NDD法は、X線照射条件をパラメータとして計数化し、計算により患者線量を求める方法であり、茨城県放射線技師会被曝低減委員会(班長：森剛彦氏)が提案され、茨城県立医療大学 佐藤齊氏が係数を導き、ソフトウェアを開発されたものです。

### 3. 大画面 15 インチモニタに 3 秒未満で画像表示

大きく見やすい15インチモニタを搭載し、また撮影後の画像は、3秒未満で表示が可能である(図4)。そのため、緊急を要する場合や追加撮影が必要な場合でも迅速に対応することができ、作業効率が大幅に向上する。



図 4 大型モニタによる画像表示

### 4. ネットワーク環境

撮影画像は、画像処理ユニットから院内システムへ配送可能となり、院内ネットワークシステムとの接続は、有線 LAN / 無線 LAN のいずれかが選択できる。また、RIS と接続することにより、被検者情報などをオンラインにて取得することが可能である。

### 5. 操作性の高いパンタグラフアーム

当社独自のパンタグラフアームは、コンパクトかつ軽い操作性で高い評価をいただいている X 線管装置保持機構である。このアーム機構には、5 ヶ所の可動関節があり、微妙なポジションングも簡便に行える。また、走行時に障害となる支柱高さを抑えながらも、X 線管装置を高い位置に設定することができる。このため、高い手術台などでも、アーム側で十分な撮影距離を確保でき、ボケの少ないクリアな画像を撮影することができる。

### 6. スムーズな移動

当社独自のモノタンク式 X 線発生装置を搭載することにより、高圧ケーブルレスを可能とし、また、X 線管部収納位置の低さを実現した。さらに、スリムな支柱により、広い前方視野を確保しやすくした。また、画像処理ユニット内蔵にも関わらず、アナログ同様、スリムなボディや軽量化を継承し、狭い病室やエレベータの出入りにも小回りが効くため、スムーズな移動が可能である。これらは、特に、小柄な操作者に対しても、容易に回診業務ができるよう、女性目線による装置開発を行った。

### 【まとめ】

FPD 搭載移動型 X 線装置 Sirius Starmobile tiara は、従来の「Sirius」シリーズの高機能を継承し、ワイヤレス FPD を搭載した。そのコンセプトは、女性にもやさしい、コンパクトで軽く操作しやすく、また、高画質・低被ばくを目指すとともに、院内環境も考慮することで、操作者にも被検者にも、快適な検査環境を提供できるシステムである。当社は、今後もユーザからの多数のご意見・ご要望を賜り、新しい X 線システムを開発していく所存である。



## 10. DICOM 対応 4 K モニタの紹介

(株)リアルビジョン

山本 直毅

### 【はじめに】

「流行の“4Kモニタ”を画像参照用モニタとして、優れたコストパフォーマンスで利用することができる。」昨年来、液晶パネルメーカ各社から4Kパネルがリリースされ、医療業界においても専門メーカから医療用4Kモニタが発売されているが、まだ非常に高価なため導入できる施設が限られている状況である。

一方で、マンモグラフィなどは新しいモダリティの登場により、モノクロ画像に限らずカラー画像も高解像度のモニタが要求されるようになっており、こういった要件を満たすリーズナブルなモニタを望む声も多くなっている。

ここでは、このようなニーズに対応した当社の4Kモニタ製品「FVT-4K」を紹介する。

### 【特長】

「FVT-4K」は、当社の独自技術により汎用4KモニタのガンマカーブをDICOM Part14に合わせ、医療用4Kモニタとして利用できるようにするモニタソリューションである。

#### 1. 構成

- 当社推奨汎用4Kモニタ  
24インチ(DELTA製)、32インチ(SHARP製)、55インチ(SONY製)のいずれか
- 同梱キャリブレーションソフトウェア
- 専用キャリブレーションセンサ(USB接続)
- 当社推奨グラフィックスボード(PCI Express×16スロット用)

出荷時、当社でキャリブレーションを実施してDICOM Part14に合わせた状態で出荷するので、現場で導入後にキャリブレーションなどの作業は必要ない。

#### 2. 用途

「FVT-4K」は使用場面に応じたモニタのサイズを提案している。24インチ、32インチは放射線科や乳腺外来の卓上で1人で使うことを想定しており、55インチは手術室やカンファレンスなど大人数での使用に最適なサイズとなっている。

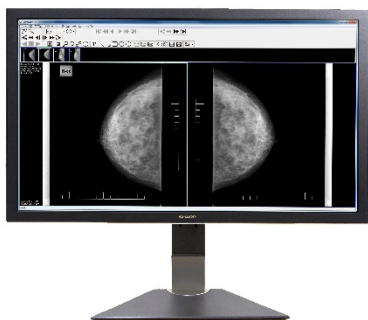


図 1 FVT-4K 32 インチ外観

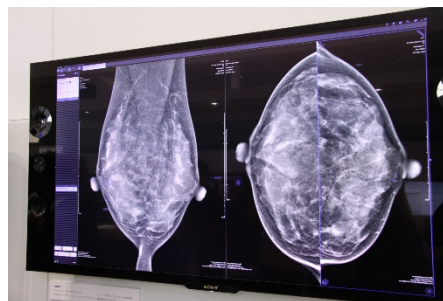


図 2 FVT-4K 55 インチ外観

55インチのモニタは、従来、フルHD解像度だと画素の粗さが目立つことがあり、実際、ユーザからもそのような指摘があったが、4Kでは55インチでも画素の粗さが全く目立たないのでストレスなく使用できる。

現在、55インチはSONYの4Kテレビを推奨しているが、石灰化も良く見え、5Mの読影用モニタと遜色ない画質という評価である。55インチの大画面であること、視野角に優れていることからカンファレンス用として非常に重宝されている。

「FVT-4K」は昨年末に販売を開始し、既に全国の比較的規模の大きい医療施設に導入されているが、以下に一例として導入先での使用用途を紹介する。

- ・ A病院 55インチをMRI読影用として使用
- ・ B病院 55インチをマンモの術前カンファレンス用として、32インチを放射線科のマンモ読影用として使用
- ・ C病院 32インチを放射線科の読影用として使用
- ・ D病院 55インチを放射線科のカンファレンス用として使用

### 3. 搭載技術

#### ①DICOMカーブ対応

「FVT-4K」はキャリブレーション機能を有し、汎用4KモニタのガンマカーブをDICOM Part14に合わせた状態で出荷する。導入後の輝度の変化によりDICOMカーブの再調整が必要になった場合でも、同梱のソフトウェアを使用して調整が可能である。

#### ②多階調表示

「FVT-4K」ではソフトウェアがサブピクセルを制御して10.5bit相当の階調表現を可能にしている。これにより、医用画像の参照で求められるグレイスケール中間調の表現能力が向上し、医療用モニタに匹敵する画質を提供する。

#### ③モニタ品質管理

「FVT-4K」はフィルムレス環境におけるPACS画像の参照を想定しており、JIRA(一般社団法人日本画像医療システム工業会)の策定する“医用画像表示用モニタの品質管理に関するガイドライン「JESRA X-0093A」(通称QAガイドライン)”に準じた一連のモニタ品質管理試験をユーザ自身で簡単に行えるようになっている。



図3 同梱キャリブレーションセンサの操作画面

#### 【最後に】

モニタメーカー各社が今後4Kに注力することもあり、当社でも今後いろいろなサイズの4Kモニタを提案していく予定である。

## 11. 58 インチ 8MP カラーLCD モニタの開発

EIZO(株) 技術管理部  
橋本 憲幸

### 【概要】

手術室においては、X線透視画像、内視鏡画像、バイタルサインなど様々な医用画像や情報を表示するために、複数のモニタを使用するマルチモニタシステムが一般的に使用されていることが多いが、これらの医療情報を一つの画面に表示できる8MP カラーLCDモニタ RadiForce LS580W(図1)を新しく開発した。

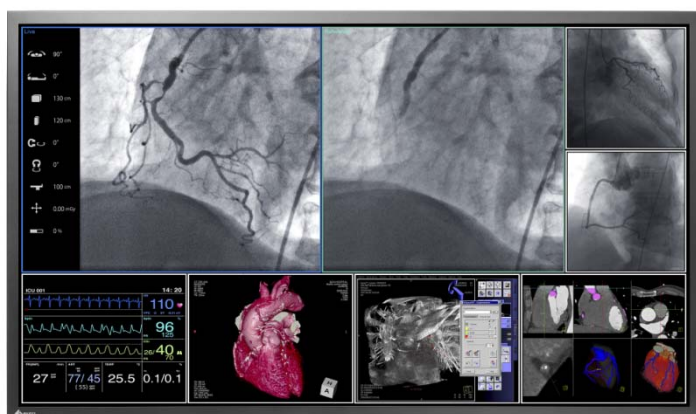


図1 RadiForce LS580W

表1 主な仕様

外形寸法	1319.0×776.0 mm
表示寸法	1270.0×721.0 mm
解像度	3840×2160
表示色	8bit カラー、1677 万色
輝度	350 cd/m <sup>2</sup>
コントラスト比	4000:1
重量	47 kg

### 【特長】

#### 1. 表示性能

RadiForce LS580Wは、対角 57.5インチ(146.0cm)の大画面に高解像度 8メガピクセル(3840×2160=829万画素)の情報表示を可能とした。画像表示面積は1270.0×721.0mmである。1メガピクセル(1280×1024=131万画素)モニタ約6台分、もしくはハイビジョン(1920×1080=207万画素)モニタ4台分の表示情報量を一つの画面に集約している。表1に主な仕様を示す。

輝度階調特性は、医用画像表示の標準である GSDF (Grayscale Standard Display Function)に準拠した表示およびキャリブレーションを可能としている。また、輝度安定化回路、輝度均一性補正、表示遅延時間の短縮などによる表示性能の向上を図っている。

#### 2. 視認性・設置性

複数のモニタを1面に統合し、モニタ間の隙間、モニタ形状、配置の違い、輝度や色味の違いなどを気にせず整然とした表示が可能となる(図2)。また、高精細画像が得られるため、これまでの大型ハイビジョンモニタ表示による画像の粗さが解消される。

従来機種 の 56インチ 8MP カラーLCD モニタ LS560W から画面サイズを58インチと大型化しつつ、ベゼル(画面の外枠)を細くすることで、LS560W と同等の外形寸法と質量を実現している。

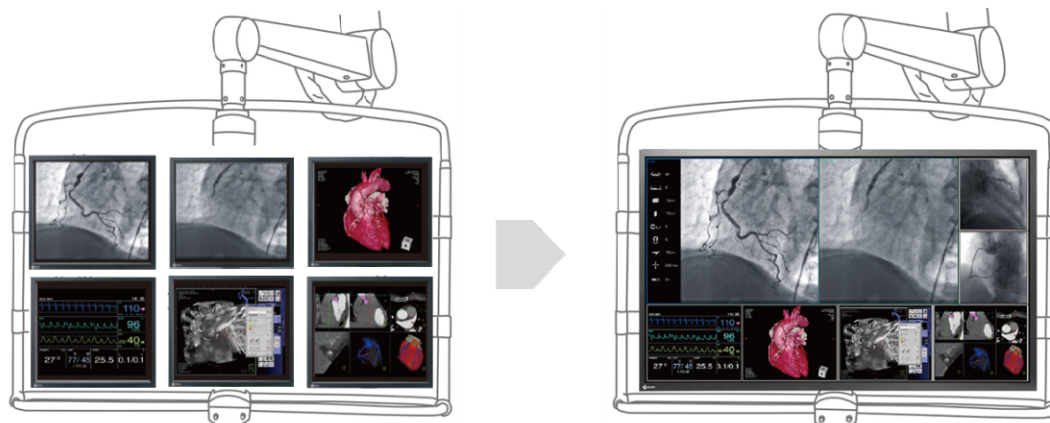


図 2 モニタの統合

### 3. 冗長設計

電源とバックライトを 2つずつ装備し、それらをそれぞれストライプ状に配置しているため、片方に万が一問題が生じても全体的な表示を維持できるなど、高い信頼性を確保している。さらに、部品や作業に問題が生じた時には X線撮影装置に通知するよう監視機能設定も可能である。

### 4. 信号配信システム

大型モニタをより有効に利用するには、多種多様なデータを効率よく表示しなければならない。信号配信マネージャ LMMを使用することで、異なる入力信号の収集、管理、操作、表示が可能になり、モニタ画面内の画像表示位置や表示サイズを信号ごとにユーザが任意で設定可能となる。さまざまな撮影装置からの画像や映像などの情報を同時に観察、比較する必要がある環境で、煩雑になりがちな画像操作作業の簡素化、効率化が可能である(図 3)。システムに必要な Analog-DVI コンバータや長距離信号伝送ケーブルなどオプションも各種揃えている。



図 3 画像表示システム例

#### 【まとめ】

複数のモニタを配置するマルチモニタ使用環境と比較し、モニタ間の輝度や色味など表示の違いがなくなる、各モニタの額縁が存在しない、画像や目的に応じて表示サイズ・位置が変更されるなどの効果が得られる。また、大型でありながら高精細画像が表示可能である。よって、RadiForce LS580Wによる画像表示は、より視認性が高まるため、作業効率の向上が期待できる。

今後も的確な画像診断と効率向上に貢献していきたい。

## 12. ERCP 時の被ばく低減を目的とした防護具の開発

(株)マエダ  
鈴木 聡

### 【背景】

ERCP(内視鏡的逆行性膵胆管造影)が、新しい手技として若手医師を中心に普及していきな、携わる医療従事者の被ばく低減対策が求められている。ERCPの術者の立ち位置は、散乱線源となる被検者腹部から50cm程度と近く、手技も1時間以上に及ぶ例も多い。さらに、オーバーチューブ方式で撮影している医療施設が多いことから、後方散乱線による術者の特に上半身への被ばく線量の増大が危惧されている。

当社では、X線透視撮影装置の上から鳥籠のようにX線遮へいシートを覆いかぶせる方式を基本に、被検者に不安や圧迫感を与えないこと、術者の医療行為を妨げないこと、X線透視撮影装置に対して問題となる負荷を掛けないことを重点課題とし、被ばく低減の相談を寄せられた医療施設で使用されている各 X線透視撮影装置に対して、防護具の開発を個別に行って来た。

この度、その仕様も安定したことから ERCP用防護具「TI」として製品ラインナップに加えたので、その特長を報告する。

### 【概要】

TIは、多種のX線透視撮影装置用に開発しているため、その形状も様々であるが、ここでは代表的な例を説明する(図1)。

このタイプは、上記のX線透視撮影装置のX線管装置カバー部に鳥籠のようにX線遮へいシートを覆いかぶせるものである。X線防護衣に使用しているX線遮へいシートを使用し、柔軟性を確保している。X線絞り器より上部にはメッシュ生地を採用しており、上から箱を被せるような形状に縫合している(図2、3)。このメッシュ素材は、X線管装置への通気性に配慮すると共に、全体の軽量化も図っている。四方または、背面を除く三面の遮へいシートは、上部のメッシュで造られたカバーに、巾の広い(10cm)マジックテープで接着接続し垂れ下げる。さらに、垂れ下げた各面の遮へいシートは、内側に折り曲げながらマジックテープで接続することにより、各シート間からの漏えいを防いでいる。



図1 ERCP用防護具「TI」の外観



図2 装着前の状態



図3 メッシュカバー装着時の状態

### 【特長】

ERCPの際のX線照射部位は被検者の腹部にほぼ限定されるので、X線管装置の大きな移動はない。TIを使用している際にその遮へいシートは、被検者の首から腹部までを覆っており、頭部はその外側に位置する。このため、TIを使用することにより被検者の視界が塞がれることはなく、また、被検者に遮へいシートが垂れ掛からないよう蒲鉾状に裾をカットしていることもあり、不安や圧迫感についての報告は届いていない。この蒲鉾状のカットは、遮へいシートと被検者との接点のまくれ上がりも回避していることから、散乱線の漏えい防止効果も兼ねている。また、遮へいシートにはマジックテープが取り付けられており、状況に合わせて任意の位置でまくり上げて止められるように工夫しており、被検者が検査テーブルに乗降する際には大きな開口部を確保できる(図4)。検査中に必要な部位までまくり上げたり(図5、6)、取り外すことも可能である。遮へいシートには、さらに、バックル付ベルトを使用して万が一の脱落防止対策も施している。

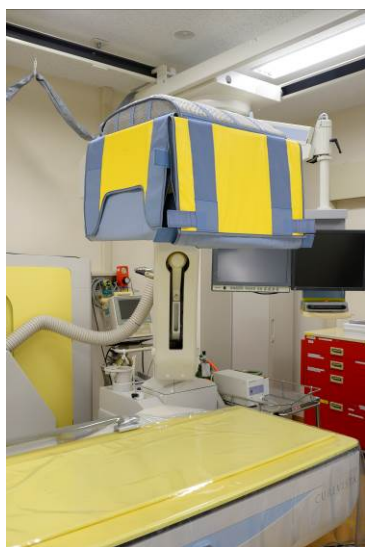


図4 被検者乗降時の状態

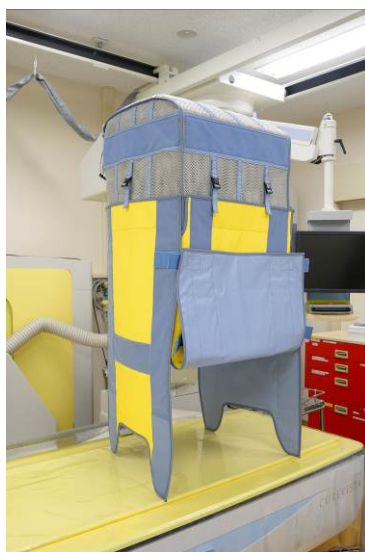


図5 正面をまくり上げた状態



図6 側面をまくり上げた状態

術者に対しては、内視鏡を挿入する被検者の口周辺の視野は確保されており、モニタの位置に工夫が必要な場合もあるが、医療行為に対する問題は生じていない。

一方、X線透視撮影装置への配慮すべき点は、主にX線管球冷却機能に対する通気と、重量的負荷の二点であるが、上部をメッシュ素材、鉛当量 0.125mmPbとすることにより、通気性を確保すると共に、約 6kg と X 線透視撮影装置に対して支障の無い重量にまで軽減している。

撮影条件などにもよるが、このTIを装着することにより、未装着の場合と比べ約 80%もの遮へい効果が得られる。つまり、被ばく線量が約 2 割にまで低減できる。

### 【まとめ】

この TI は、散乱線源に近い位置で全方向に対して遮へい能力を発揮する。手技に携わる術者のみならず、検査室内の全てのスタッフの全身の被ばく線量を大きく低減させることが可能である。

医療施設からは、このような防護具が X 線透視撮影装置にシステムとして組み込まれることが期待されており、そのような展開に今後も貢献していきたい。

謝辞：当該製品の開発にご指導いただいている、東京医科大学病院 消化器内科 糸井隆夫先生に感謝いたします。

### 13. アームホールからの散乱線被ばくを防ぐX線防護具の開発

(株)マエダ

○菊地 則男、葺塚 貴之、高松 宏

【背景】

現在市販されているX線防護衣の材質は、10年、20年前と比べれば柔らかくなってきてはいるが、一般的な衣類と比較するとまだまだ硬い。また、立体形状とするためのプリーツ加工等の細工も、素材に縫い目を入れることによるX線遮へいや耐久性面の問題が危惧され、X線防護衣には適さない。

X線防護衣のサイズは、JIS Z 4831においてS、M、L、L Lの4種類が規定され、それぞれの寸法も定められているが、男女の区別も無く、着用者ごとの体型を考慮した体系にはなっていない。

服を着用する際に腕を通すアームホールと呼ばれる部位は、素材に伸びが無い場合、大きくゆとりがないと腕が通らずに着ることができない。X線防護衣のような伸びが無く硬めの素材の服では、脇の下から裾方向に10cm程度の大きなアームホールが必要となる。

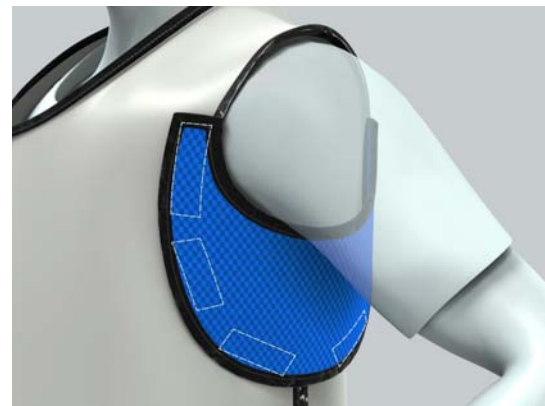
一方、X線防護衣を着用する医療従事者は、散乱線源に対して、必ずしも正面を向いておらず、モニタを見ながら手技を行う医師などは、散乱線源に対して斜位となる場合が多い。また、看護師は、その求められる役割から、散乱線源に対して特定の方向を保つことは現実的ではない。散乱線源に対して斜位や側方向に立つ場合には、一般的な洋服よりも大きく開いているアームホールから胸部に向けて散乱線が侵入する可能性がある。実際、胸ポケットに付けた被ばく線量計が想定以上の数値を計測したとの報告を受けることもあるが、それらの中にはアームホールから侵入した散乱線を計測している例が多い。特に、女性の場合、体型面からアームホールが開きやすい傾向があると認識している。胸腺は放射線感受性の高い組織とされていることから、このような場合には対策が必要である。

当社では、アームホールから入り込む散乱線への防護対策として、従来からX線防護衣の脇下部分に半月状の防護具をマジックテープで張り付ける特注対応を行っている(図1)。

X線防護衣を着る際には、半月状の防護具の一部または全部を取り外して腕の通り口を確保し、着衣後に貼り付ければ、アームホールの隙間をほぼ完全に塞ぐことができる。しかし、この特注は、既に使用されているX線防護衣への後加工としては出来ないという課題があった。



(1)装着前



(2)装着後

(黒い長方形はマジックテープ)

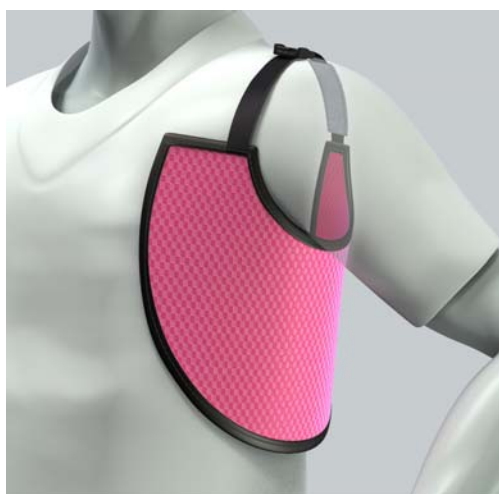
(白点線枠はマジックテープの位置)

図1 X線防護衣の脇下に特注加工で付ける半月状の防護具

そこで当社では、既に使用されている X線防護衣にも使用できる、単体の独立した部分防護具「アームホールプロテクタ：WAP4」(意匠登録・実用新案出願中)を開発したので報告する。

### 【特長】

WAP4は、一般的な甲状腺防護具(ネックガード)と同様に、X線防護衣に加えて体に装着する単体の防護具である。この WAP4 は X線防護衣を着用する前に装着する。ロック機能の付いた肩紐を肩に掛け、各自の上腕の体型に合わせて脇の下に防護具が当たる程度に肩紐の長さを調節するだけで装着完了である。その後、X線防護衣を従来通りに着用すれば、X線防護衣のアームホールの開きより一回り大きく設計されている WAP4 が、アームホールから侵入する散乱線を遮へいする(図 2)。



(1)肩に掛けた状態



(2)X線防護衣を上から着た状態

図 2 新しい単体の部分防護具「アームホールプロテクタ：WAP4」

アームホールの開きに合わせて、背中側は狭く胸側を広く設計し、シンプルな形状ながら着用時に違和感無く、効率良く防護できる形状とした。WAP4の防護具部分の形状は左右対称であるが、肩紐を手前に引くことを考慮すると左右非対称となるため、左右区分のための表示も付けた。

WAP4は、防護衣と着用者の体の間に挟まれる位置関係にあるので、外側に剥がれることが無く、また、肩紐に滑り止めを施したことにより装着後にズレ落ちる心配も無いことから、マジックテープなどで X線防護衣本体に接着する必要も無い。さらに、防護具と肩紐の形状、寸法、位置関係を工夫したことにより、当社の X線防護衣の S から L L サイズまで兼用できる製品となった。

### 【まとめ】

体型面等によってアームホールが開きやすい場合や、散乱線源に対して斜位や側方向を向かざるを得ない状況下において、X線防護衣と組み合わせて使用することにより、アームホールから侵入する散乱線を簡便に遮へいする単体の部分防護具を開発した。



## 14. 医療用エックス線防護技術を活用した一般住宅への放射線減弱建材の開発

医建エンジニアリング(株)

上田 樹理

### 【はじめに】

福島第一原子力発電所事故を契機に、日本国内で急激に放射線の影響に対する懸念が高まった。人々の放射線に対する懸念を受け、当社は創業以来培ってきた医療施設等における放射線防護技術や製品を活用し、新製品 Radifence®(ラジフェンス)の開発に取り組んだ。その結果、医療用エックス線防護技術を活用した一般住宅へも適用可能な無鉛放射線減弱建材を開発するに至った。本稿では今回開発した無鉛放射線減弱建材ラジフェンスボードについて紹介する。

### 【概要】

#### 1. 製品の仕様

表 1 製品の仕様

形状	スクウェアエッジ	
厚さ	12.5mm	15.0mm
寸法	910mm×1820mm	
含水率	3%以下	
曲げ破壊強度	長さ方向：500N 以上 幅方向：180N 以上	
質量(重量)	約 30kg	約 40kg
不燃材認定番号	NM-3472	
ホルムアルデヒド放散量	0.1mg/L 未満 (F☆☆☆☆ <sup>*1</sup> 同等製品 <sup>*2</sup> )	

\*1 …F☆☆☆☆は、JIS 製品に表示することが義務づけられているホルムアルデヒド等級の最上位規格を示すマーク

\*2 …「F☆☆☆☆同党製品」の表示は自主表示である

#### 2. ラジフェンスボードの特長

ラジフェンスボードは天井や壁、床に貼るだけで室内の放射線低減が可能である。一般建築建材であるせっこうボードと同様に施工が可能であるため、内装業者でも簡単に施工が可能である。ラジフェンスボードは新築・リフォームを問わず一般住宅や様々な施設を施工対象とする。

- (1) 厚さやサイズがせっこうボードと同等
- (2) 新築・リフォームを問わず使用可能
- (3) 重ね貼りにより低減率向上が可能
- (4) 一般建築建材であるせっこうボードと同様に天井・壁・床のいずれにも使用可能
- (5) 不燃材認定を取得しており使用箇所や面積を選ばない(国土交通大臣認定：NM-3472)
- (6) バリウムとせっこうが主成分であるため身体・環境に安全・安心
- (7) 仕上はクロス貼・塗装が可能(要シーラー処理)
- (8) 廃材処理は一般のせっこうボード同様にリサイクルや廃棄処分が可能

### 3. 試験方法及び放射線低減率参考データ

#### (1) 試験方法

試験は校正済みのシンチレーションサーベイメータを用い、環境省ガイドラインに記載の通り、地面から1mの高さで測定した。



図 1 試験風景



図 2 試験風景

#### (2) 低減率参考データ<sup>\*3、\*4、\*5</sup>

表 2 低減率参考データ

試験体内訳	測定値	低減率(BG 値を基準とした場合)
バックグラウンド(遮へい無し)	6.42 $\mu$ Sv/h	—
ラジフェンスボード t=12.5mm×1層	4.83 $\mu$ Sv/h	24.8
ラジフェンスボード t=15.0mm×1層	4.80 $\mu$ Sv/h	25.2
ラジフェンスボード t=12.5mm×2層	4.28 $\mu$ Sv/h	33.3
ラジフェンスボード t=15.0mm×2層	4.06 $\mu$ Sv/h	36.8

\*3 …上記データによる低減率は当社データによる

\*4 …上記低減率は6面を上記仕様にて隙間なく閉った場合の低減率であり、ドア・窓等の開口部は別途考慮が必要である。また、上記データは製品及び施工後の低減率を保証する値ではない

\*5 …実際の低減率は建物の立地や構造により異なる

#### 【おわりに】

これまで国が示してきた除染に関する方針のもと、各自治体では除染が進められてきた。除染を含めた放射線防護の目的は、人の被ばく線量を少なくすることである。被ばく線量については、個人の生活パターンによってばらつきが生じることから、個人の被ばく線量に着目した除染以外の放射線防護の充実が求められる。除染以外の放射線防護策として実施・検討される具体例としては、放射線量が高い地点のアナウンスや長時間の滞在を回避するための工夫、道路側溝の有蓋化等の放射線に対する遮へい物の設置、室内における被ばく線量低減のための遮へい物の設置等が挙げられる。

先に紹介した通り、当社が開発した無鉛放射線減弱建材ラジフェンスボードは一般住宅をはじめ様々な施設への導入が容易であることから、個人や地域の実情に合った個人被ばく線量の低減に有用である。また、本製品は放射線の影響を懸念される人々の切実な声を受けて開発された経緯があることから、そうした人々の心情に寄り添う製品であることも書き添えたい。今後、除染・復興の加速化に向けた取り組みの中で、本製品による被ばく線量低減への貢献が期待される。

## 15. 放射線治療装置用動体追跡システム SyncTraX の開発

㈱島津製作所 ○鳥越 唯、山中 誓次、篠川 毅、三品 幸男  
 北海道大学病院放射線部 藤田 勝久  
 北海道大学大学院医学研究科 石川 正純、宮本 直樹、白土 博樹

### 【はじめに】

放射線治療は、痛みがほとんど無く、また身体の機能と形態を損なわないため、放射線治療を選択する患者数は年々増加している。しかし、肺がんなどの呼吸性移動を伴う腫瘍の治療では、腫瘍の移動する領域全体を照射領域として設定するため正常組織へ治療ビームを照射してしまう可能性がある。そこで、当社は北海道大学と共同で、リアルタイムで腫瘍位置を監視しながら治療計画位置にある場合にだけ治療ビームを待ち伏せ照射する、という放射線治療装置用の動体追跡システム「SyncTraX」を開発した。

なおSyncTraXは2013年3月に放射線治療装置用シンクロナイザの改良新規区分で薬事承認を受け、2013年7月に発売した。また2012年4月の診療報酬改定で新設された呼吸性移動対策加算(10,000点)の適用要件を満たしている。



図 1 SyncTraX のシステムイメージ

### 【特長】

#### 1. リアルタイムで腫瘍近傍を監視

腫瘍近傍に金マーカを留置して、二方向の透視画像からパターン認識技術を用いてリアルタイムで三次元位置を算出する。追跡している金マーカが治療計画位置から数 mm の範囲にあるかどうかを判断して、治療ビームの照射開始／停止信号を放射線治療装置に送信する。

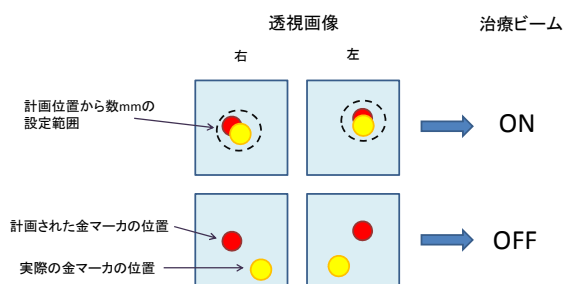


図 2 動体追跡処理

## 2. ダイナミックレンジが広くハレーションに強い X 線検出器

肺野の透視 X線画像においては、肺野部でハレーション、心臓または脊椎部で輝度不足が発生して金マーカの追跡が難しくなる。SyncTraXでは三種類の感度の吸収体を持つカラーI.I.<sup>TM</sup>\*をX線検出器に採用することで、従来のモノクロI.I.よりもハレーションや輝度不足を軽減した透視X線画像を収集する。  
\*カラーI.I.は東芝電子管デバイス㈱の商標です。

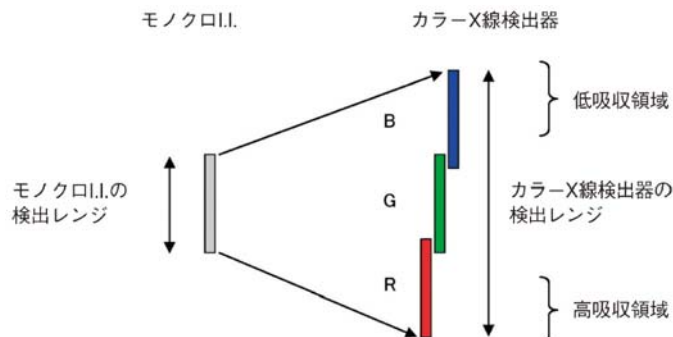


図 3 カラーI.I.のダイナミックレンジ

## 3. 腫瘍の動きと相関のとれた精度の高い放射線治療

SyncTraXは最大三個までの金マーカを追跡して、治療ビームの制御信号を出力する。腫瘍近傍に留置した複数の金マーカを同時に追跡することで、腫瘍の動きと相関のとれた動体追跡治療を行う。複数の金マーカの追跡は、腫瘍と金マーカが同じ方向に動く場合(図4)および腫瘍を中心に金マーカが回転する場合(図5)の二種類の動きに対応する。

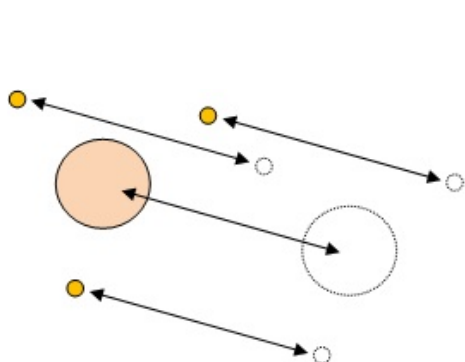


図 4 追跡方法の例 1

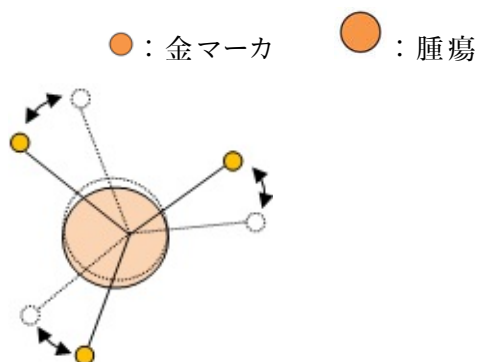


図 5 追跡方法の例 2

### 【まとめ】

北海道大学病院と共同で開発した放射線治療装置用動体追跡システム SyncTraXについて紹介した。今後は被ばくの低減、多様化するマーカのパターン認識技術、現場でのワークフローに必要な機能・操作性の向上を目指し、システムの改良を進めていく。

### 【参考文献】

1. 白土博樹ほか：動体追跡放射線治療，月刊新医療，348，12月号，71～73(2003)
2. 山中誓次ほか：放射線治療用動体追跡システム SyncTraX の開発，島津評論，第 70 巻，第 1・2 号

## 16. 新型立位撮影台 Dolce の改良

オリオン電機(株)

○林 博章、佐藤 隆嗣、浅野 芳生、本間 龍夫

### 【目的】

今年4月に開催された2014国際医用画像総合展において当社は新型立位撮影台「Dolce」を出展し、顧客からのご意見を元にご指摘が多かった点について改良を行った。

ご指摘の多くあった点は、

1. 電動だけでは撮影ポジションを決める際に不十分で、手動で動かす必要がある。
2. 側面撮影用上部持ち手が華奢で持つと不安がある。

### 【方法】

#### 指摘点1 電動だけではなく、手動でもスライドできるようにする。

電動で動かしているものを手動で動かすには、モーター部のブレーキを解除すればよいが、モーターと一体になっているギヤヘッドの減速比が大きいと手動で動かすには重く感じてしまう。逆に、減速比を小さくすると電動での上下動する力が弱くなる。クラッチでの切り替えが確実ではあるが、余計な機能を付加しないで、モーターのトルク、減速比の組み合わせを変える実験を行い、手動にて動かす上でバランスの良いモーターと減速機の組み合わせを選定した。

#### 指摘点2 側面撮影用上部持ち手が華奢で持つと不安がある。

側面撮影をする際、オプション品として用意をしたが、撮影目的なので耐荷重は20kgにした。当社では別商品としてサポートスタンドという撮影補助具があり、それと比較した場合は半分以下の耐荷重になる。サポートスタンドの目的は安全確保であり、強靱に作ってあるが、反対に Dolceの持ち手は撮影が目的なので耐荷重がなく、被検者が体重をかけた場合、少ししなることから被検者の不安になる。被検者の気持ちを考慮し、Dolceの言葉の意味「優しい」という製品コンセプトに基づき、パイプ部分を補強した。

### 【結果】

#### 1. 発売当初製品(図1)

##### (1) 電動のみでの稼働

被検者の撮影ポジションを電動のみで行う場合、被検者が顎を乗せた状態での稼働は、上下するスピードを落とすことの重要性をユーザの意見から改めて認識した。

#### 2. 現在の製品(図2、3)

##### (1) 電動と手動での稼働が任意に切り替えられる。

患者が持つ持ち手の内側に、操作者が持つ持ち手を配置し、レバーを握ることにより、ロックが解除され手動で稼働できるようにした(図2)。

手動での稼働負荷は1.5kgで当社の手動式撮影台と比較しても負荷の差は500g程度で動かす感触に違いはなかった。

この改良により撮影位置の微調整が安全、かつ確実にできるよ



図1 発売当初製品

うになり、電動と手動の切り替えができることでさらに撮影ポジションへの移動が能率的に行えるようになった。



図 2 現在の製品(持ち手部分)



図 3 現在の製品(オプション装着)

- (2) パイプ部分を補強し、同じ荷重でのたわみを 1/3 にした。  
たわみが少なくなることにより、持った時の不安点は軽減できた(図 3)。

#### 【おわりに】

当社は、顧客の声を取り入れ、操作する方の使いやすさ、被検者の安全、デザインなどを考慮した新型撮影台の製品開発に力を入れていきたい。

2014 国際医用画像総合展においては、多くの顧客にご意見をいただいたことに感謝申し上げます。

## 17. 小型高画質技術を搭載した超音波診断装置 SONIMAGE HS1 の開発

コニカミノルタ(株) ヘルスケアカンパニー 商品企画統括部  
金原 淳一

### 【はじめに】

当社が新たに開発した、ハンドキャリア型超音波画像診断装置 SONIMAGE HS1(図1)を紹介する。

本製品は、コニカミノルタがフィルムで培った材料技術と、X線画像診断分野で蓄積してきた画像処理技術、さらには、2014年1月に事業統合したパナソニックヘルスケアの30年以上にわたる超音波診断装置開発技術を融合させて新たに開発した装置である。



図1 SONIMAGE HS1

### 【特長】

#### 1. クラス最高\*1の分解能を実現

独自開発した多層音響整合層を超音波プローブに搭載することで、高感度化と100%以上の広帯域化の両立を実現。これにより、従来よりも多くの信号を用いて画像形成する「広帯域ハーモニックイメージング」が可能になった(図2: 従来は点線の周波数帯であったが、高帯域化(実線の周波数帯)により、送信数が増やせることから、より多くの受信成分を得て画像が構築できる)。さらにX線画像診断分野で培った画像処理技術(HS処理\*2)を応用することにより、組織の描出能を飛躍的に向上させた。これらの技術により、太さ数十～数百ミクロン程度の筋束や神経束の繊維構造まで鮮明に描出することができるようになった。

\*1: 一般的なハンドキャリア型超音波画像診断装置における比較

\*2: エッジ情報の抽出、選択的平滑化、濃度・コントラスト依存補正を行うCRシステムで用いる画像処理技術

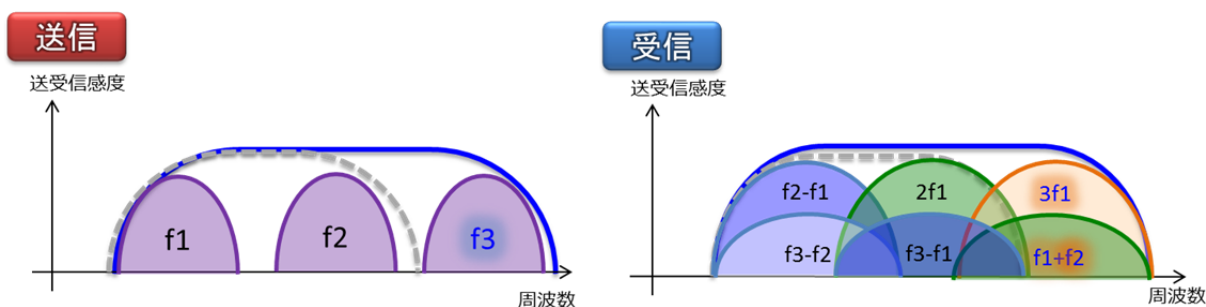


図2 広帯域ハーモニックイメージング

## 2. シンプルデザインと直観的インターフェース

臨床現場の意見を取り入れ、使用者のワークフローに合った、ユーザーインターフェースを新たに開発した。一般的な装置では数十個ある操作キーを、使用頻度の高い8個に絞り込み(図3)、使用者の望む機能を割り当てられるようにした。これにより、主要な操作は、患者から視線を逸らすことなくブラインドタッチで行うことができる。これ以外の操作は、タッチパネル画面で行うが、こちらも使用者の望むレイアウトにカスタマイズできる。画像調整では、画面表示されたパラメータ値を直接触れて調整できるようにしたので、煩雑になりやすい画像調整作業を、直感的かつ簡単に実施できる。



図3 SONIMAGE HS1操作部

## 3. 穿刺針強調表示機能(図4)

神経ブロック注射や、中心静脈穿刺でカテーテルを挿入する際、針が目的部位に到達しているかを超音波ガイド下で確認することが推奨されているが、従来方式では、針が皮膚表面から急な角度で刺される場合、針の検出が困難になることが多かった。本製品では、独自開発のアルゴリズムにより、針の角度に依存せず針を強調表示する「穿刺針強調表示機能」を搭載。より広い場面での超音波ガイド下穿刺をサポートする。

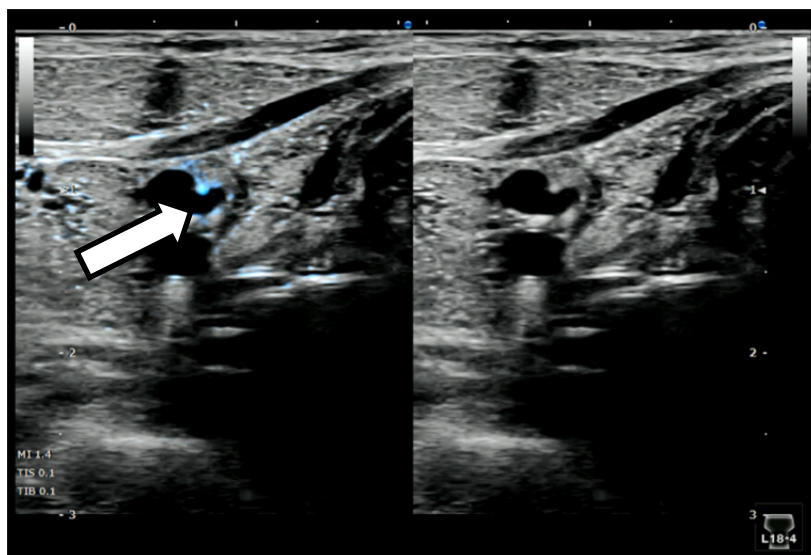


図4 穿刺針強調表示機能の画面

(左図矢印部で、血管内に針が入ったところを着色して強調)

### 【まとめ】

ハンドキャリア型超音波画像診断装置SONIMAGE HS1について紹介した。本製品が医療の質の向上に貢献できることを強く願う。



## 18. 64列/128スライス CT SCENARIA<sup>®</sup> EX edition の開発

(株)日立メディコ CT・MR マーケティング本部

横田 憲一郎

---

### 【はじめに】

64列CT装置 SCENARIA は2010年に発売して以来、ワークフローの改善、心臓撮影に関する技術の開発、被ばく低減技術の改良等を行ってきた。

今回我々は、高速撮影、高スループットに加え、被ばく線量を最適化する新機能を搭載した64列/128スライス CT SCENARIA EX edition を開発したので報告する。

### 【特長】

#### 1. 全身どの部位でも 0.35s/rot で高速撮影

SCENARIA EX edition は、辺縁部においても十分なデータ密度を確保することができる高速データサンプリング技術とハイピッチ撮影における様々なアーチファクトを低減する三次元画像再構成 CORE(COOne-beam REconstruction)法により、高速撮影と高画質を両立することで心臓に限らず全身どの部位も 0.35s/rot で撮影可能である。

#### 2. 心臓検査のワークフローの改善

心臓検査時に被検者の心拍数からシステムの推奨するスキャン条件を自動設定する「CardioConductor<sup>®</sup>」や、心臓全体の動き量から最適な心位相を自動的に探索する「CardioHarmony<sup>®</sup>」など心臓検査のワークフローを改善する機能を搭載している。また、最大で 84kW まで出力可能な大容量 X 線管も新たに搭載した。

#### 3. 線量情報の共有

これまで、DICOM Dose SR(Structured Report: 構造化レポート)に対応した PACS へ線量情報を送信可能であった。しかし、DICOM Dose SR は2008年に規格化された比較的新しい規格である為、対応しているシステムは多くはない。今回、線量情報をセカンダリーキャプチャ画像として作成し、CT 画像と同様に PACS へ送信する「Simple Dose Report」を搭載した。これにより PACS の画像ビューアを利用して CT 画像と一緒に線量情報を簡便に確認することが可能となり、システムを新たに追加しなくとも線量情報を管理することができる。

#### 4. 被ばく線量を最適化する 2 つの新機能

一つ目の新機能は「IntelliEC Plus」である。これは、逐次近似を応用したノイズ低減技術「Intelli IP<sup>®</sup> (Advanced)」と、位置決め像から被検者の体格を推定し管電流を変調する AEC(Auto Exposure Control)「IntelliEC<sup>®</sup>」を連動させた機能で、逐次近似と AEC を併用しても簡便に目標 SD に応じた管電流制御を行うことができる。IntelliEC(AEC) のみの場合と比べ、診断に必要な画質を維持したままさらなる被ばく低減効果が期待できる(図 1)。

二つ目の新機能は「IntelliEC Cardiac」である。これは、心臓検査時に目的とする心位相に応じて管電流を変調させる機能で、最大 2 相まで設定可能である。被検者の心拍数を考慮して設定する必要があるが、拡張期には最適線量、収縮期には低線量で撮影することも可能であるため、一定線量での心臓検査と比べて被ばく線量を低減することができる(図 2)。

【おわりに】

今回我々は、高速撮影、高スループットに加え、被ばく線量を最適化する新機能を搭載した64列/128スライスCT SCENARIA EX editionを開発した。今回の開発にとどまらず、今後も継続的に更なるワークフローの改善、および、被ばく低減技術の開発を進めていく予定である。

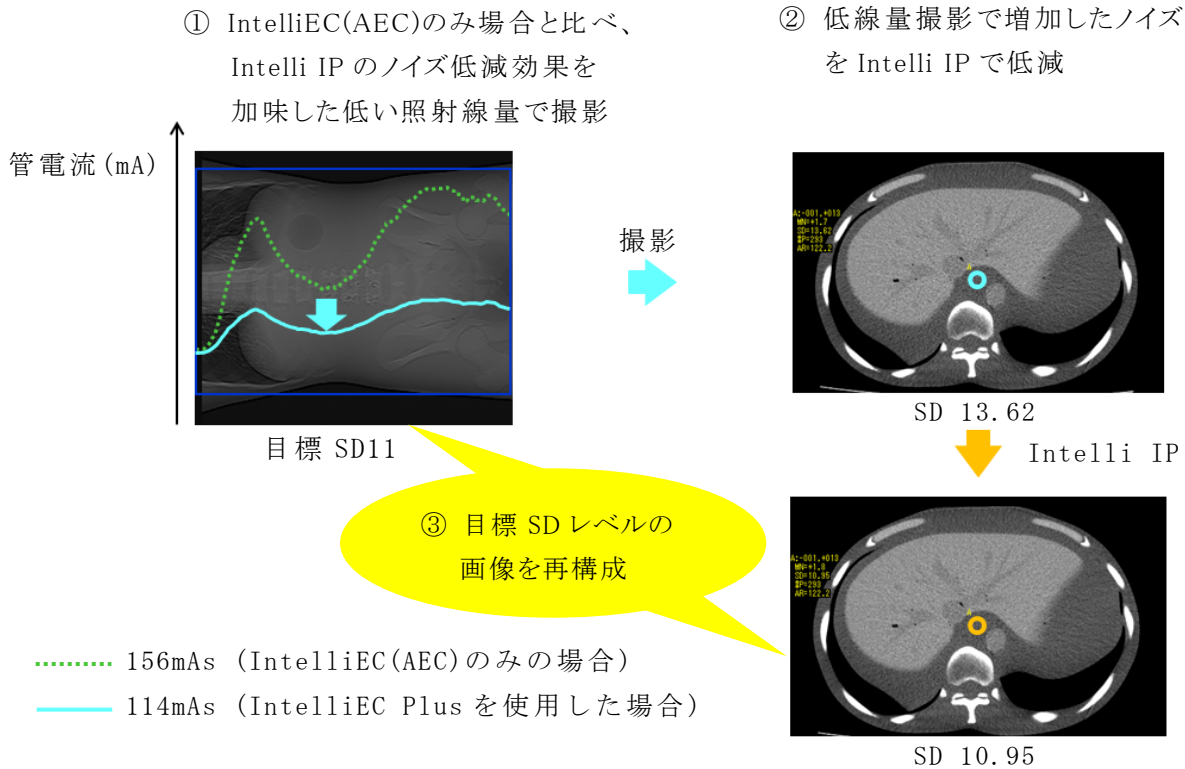


図 1 IntelliEC Plus 適用例

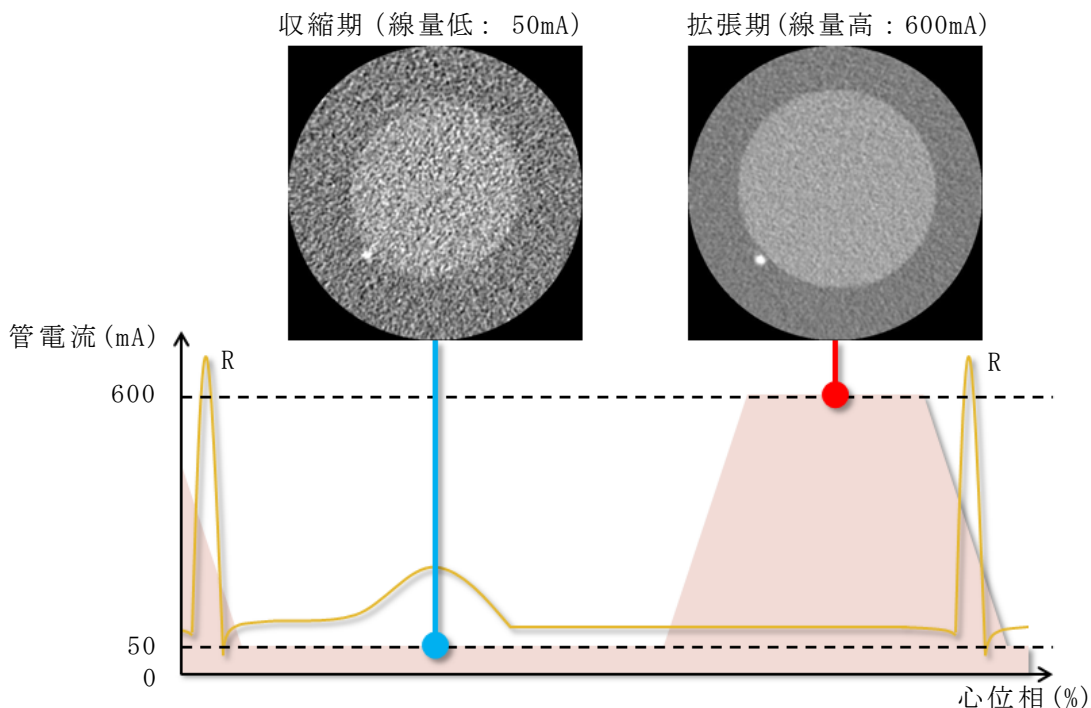


図 2 IntelliEC Cardiac 概念図

## 19. MRI 施設における安全管理の包括的提案

東京計器アビエーション(株)

嶋田 伸明

### 【はじめに】

MRI施設における重大リスクとして吸着事故が挙げられる。MRI室に磁性体を持ち込んではいけないと病院施設では周知されているにも関わらず「慣れ」「うっかり」によるものや、清掃や工事など不特定の作業者が持ち込んでしまうリスクがある。その他にも偶発的、複合的な要因によるものがあり運用では回避しきれないことがある。当社では MRI施設における安全管理のための包括的提案として、3種類の違った機能を有した製品を紹介する。

### 【磁性体センサー マグフィー】

#### 1. 製品概要

「マグフィー MA-2000」は通過する磁性体を検知し、ランプと音声によって警告するゲート型の装置である。ゲートの幅を可変する機能を持ち、設置場所に応じて750～1350(mm)\*<sup>1</sup>に変えることができる。なお、ゲート幅を狭くすることによって感度がより上がり比較的小さなものまで検知が可能となる。

\*1：オプション使用を含む。



図 1 磁性体センサー／マグフィー

#### 2. マグフィーの特長

##### (1) 高感度磁気センサの採用

磁性体によって引き起こされる磁場の変化は極めて小さい。この微小な変化を確実に捉えるために高感度の磁気インピーダンスセンサを採用した。このセンサは、従来のホール素子の約100,000倍、フラックスゲートセンサの約10倍の感度を持つ。

##### (2) 不要検知低減機能

磁場を変化させるのは通過する磁性体だけではない。ゲート周囲の磁性体が動くことでも磁場の変化は起きてしまう。その磁場の変化の大きさは、検知しようとする磁性体より大きい場合もしばしば発生する。単純に磁場の変化だけで警告を出した場合、原因が周辺の磁性体なのか、通過した磁性体なのかを判別することができない。そこでマグフィーは独自に「通過する磁性体」と「通過しない磁性体」の特徴を分析し、「通過しない磁性体」であれば、抑制する不要検知低減機能を設けた。この機能によって格段に信頼性の高い警告を行うことができる。

### 【強磁場警報器 マグウォッチャー／プラス】

#### 1. 製品概要

「マグウォッチャー」は磁場強度を測定し、警報する携帯型機器である。3軸の磁気センサを内蔵し、高精度で磁場強度を測定する。重さは僅か30gであり、器具や人に付けても負担にならない。警告する値は3から150ガウスまで設定可能である。

「マグウォッチャープラス」は前述の機能に加え、磁場強度を直接



図 2 マグウォッチャー／プラス

観測できる。更に観測範囲を12,000ガウス(1.2テスラ)まで拡大し、簡易ガウスメータとして使用できる。

## 2. 運用例

### (1)MRI室内で使用する機器

MRI室内用のパルスオキシメータも若干の磁性体が使用されており、MRI装置に近づけすぎると吸着・誤動作・破損の恐れがある。あらかじめ規定値に設定したマグウォッチャーを使用し、警報が出ない位置で運用する。

### (2)MRI室外で使用する機器、器具

撮影室付近の救急カートや、一般の車椅子・点滴台などに3ガウスに設定したマグウォッチャーを装着し、万が一撮影室内に持ち込まれても、警報によって注意喚起を行う。

### (3)簡易ガウスメータとして

マグウォッチャープラスの簡易ガウスメータ機能を用い、管理区域を示す「5ガウスライン」を作成する。床面にテープを貼り、不用意に入らないように注意喚起を行う。



図 3 撮影室内の機器に装着



図 4 点滴台に装着

## 【電磁波ノイズ低減 LED ライト マグルミナンス】

### 1. 製品概要

現在では一般家庭にも広く普及しているLED照明だが、電磁波ノイズの問題からMRI室内で使用できるLED照明は限られていた。マグルミナンスは電源装置と器具を分けることでノイズの影響を最小限にし、MRI室内での使用が可能なLED照明である。ダウンライトとストレート型の2機種があり、部屋の形状や天井高などに応じて最適な器具を選ぶことができる。



図 5 マグルミナンス ストレート型

### 2. マグルミナンスの特徴

#### (1)調光が可能

ダウンライトは無調光と調光用の2種類、ストレート型では調光用を標準仕様としている。撮影準備中や、造影剤の注入の際は照度を最大にし、撮影中は好みに合わせて照度を落とすなど用途によって使い分けが可能である。

#### (2)インシャルコストの削減

電源装置1台に対して複数台まで照明器具が接続可能。これによりノイズフィルターの数量を抑えることができ、コストを削減することが可能である。

#### (3)照明器具交換による吸着事故防止

LEDの特徴である長寿命により器具交換が極端に少なくなり、白熱灯では大きなリスクであった吸着事故の危険性が回避できる。



図 6 マグルミナンス ダウンライト

## 20. X線循環器システム *Infinix Celeve<sup>TM</sup>-i* シリーズの最新機能

東芝メディカルシステムズ(株) X線開発部  
松崎 武夫

### 【背景】

血管系の疾患が増加傾向にある近年、X線循環器システムを用いたインターベンション治療も増加している。当社のX線循環器診断システム *Infinix Celeve-i* シリーズは、インターベンション治療において、様々な臨床ニーズに応えるべく、被ばくマネジメントと臨床アプリケーションの強化を目的に開発を行ったので報告する。



図 1 INFX-8000V/Bi-plane システム



図 2 INFX-8000C システム

### 【特長】

*Infinix Celeve-i* システムに搭載した最新機能を以下に示す。

#### 1. DoseRite<sup>TM</sup> DTS(Dose Tracking System)の全ての *Infinix Celeve-i* シリーズへの展開

被ばくマネジメントを目的に、皮膚入射線量分布をリアルタイムで可視化するDoseRite DTS(Dose Tracking System)を全ての *Infinix Celeve-i* シリーズ(INFX-8000V Single/Bi Plane、INFX-8000C、INFX-8000F、INFX-8000H)に搭載した。これにより、スポット透視などの線量低減技術と合せた適切な線量の診断画像に加え、患者のみならず、医療従事者を含めた線量管理・低減の提案が可能となった。

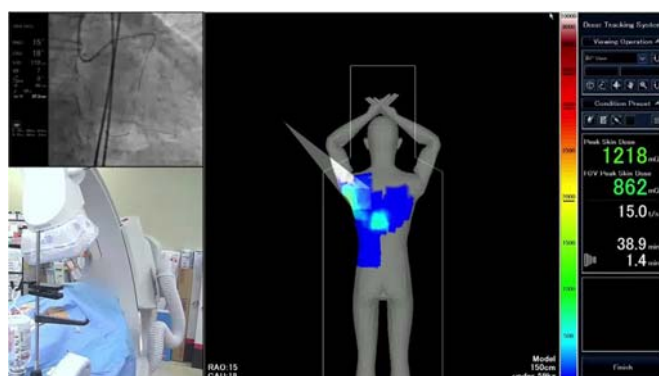


図 3 Dose Rite DTS

## 2. Parametric 画像表示機能の搭載

臨床アプリケーションの強化を目的に、システムで収集した DSA 画像を画素の濃度曲線から求めたパラメータを用いカラー画像表示(Parametric 画像)する機能を搭載した。最大の特徴は、DSA 撮影後、5 秒以内での表示が可能であり、治療前後の血管走行や血流の変化の直感的な認識を得ることができるようになった。

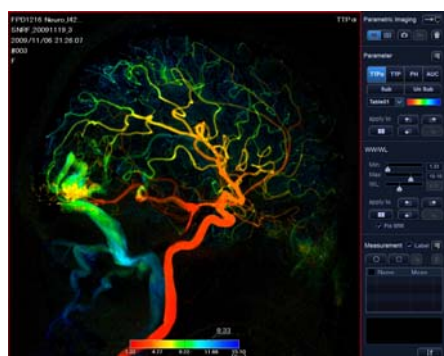


図 4 頭部の Parametric 画像

## 3. TAVR 用アプリケーション機能の搭載

2.同様、臨床アプリケーション強化機能として、経皮的動脈弁置換術(Transcatheter Aortic Valve Replacement)手技で注目されている Calcium Scoring(石灰化解析)を追加し、大動脈弁の石灰化の分布や範囲の把握が可能となった。また、石灰化の状態を知ること、合併症(弁輪破裂、解離など)や大動脈弁輪逆流の予測にもつながり、さらに、人工弁を留置後、造影剤濃度の経時変化を解析する機能を追加することにより、大動脈弁輪逆流評価についての指標も得ることができるようになった。

### 【まとめ】

最新機能を搭載した X 線循環器システム *Infinix Celeve-i* シリーズは、患者のみならず、医療従事者にとって、より適切な被ばくマネジメントの実現に寄与することができる。また、新規の臨床アプリケーション機能を搭載することにより、より幅広い臨床ニーズに応用できる X 線循環器システムを実現した。

## Dose Tracking System(皮膚入射線量モニタリング機能)

東芝メディカルシステムズ(株) X線開発部  
佐藤 直高



### 【はじめに】

X線透視下で行われる血管内治療(Interventional Radiology: IVR)は、様々な疾患の治療に用いられ、急速に普及してきたが、その一方で、長時間 IVR などによる放射線皮膚障害の事例も報告されており、様々な機関から警告が出されている。ICRP 勧告 Publ.85 においては、「患者の被ばくで最も重要な点は、IVR 手技中に最大線量を受ける部位の皮膚の吸収線量である。」とし、皮膚線量管理の必要性について言及している<sup>1)</sup>。確定的影響としての皮膚の被ばく線量を重視する考え方は、CT 被ばくの考え方と異なる点である。

このような背景の中で、より安全に IVR 手技を進められるように開発した、IVR 手技中にリアルタイムで患者皮膚線量を推定し、3次元患者モデル上に被ばく線量に応じたカラーマッピングを行う Dose Tracking System(DTS)の概要と技術的特長について解説する。

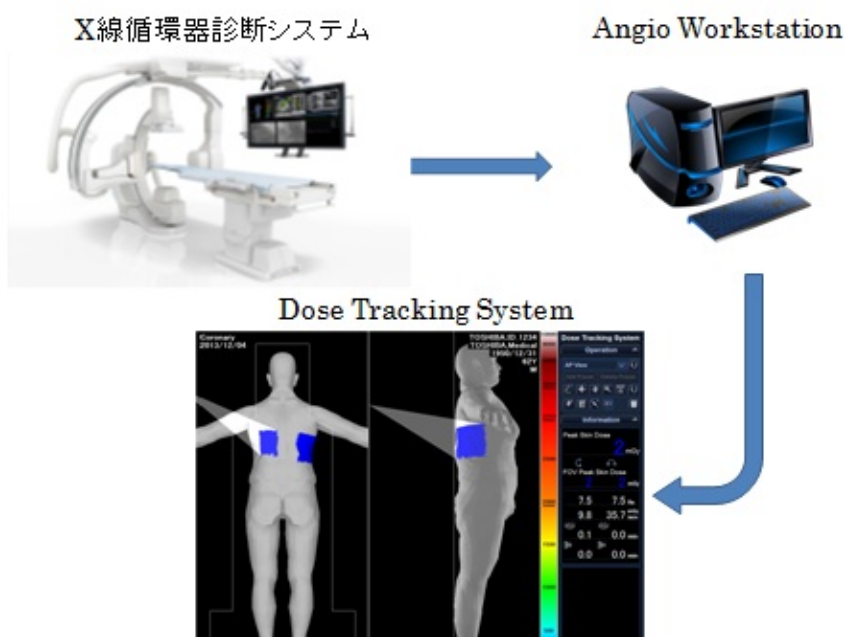


図 1 Dose Tracking System

### 【Dose Tracking System の概要】

本システムは、当社 X線循環器診断システムと組み合わせて使用する Angio Workstation のアプリケーション機能であり、以下のような概略仕様である。

#### 1. 患者皮膚線量計算とカラーマップ表示

X線装置より、X線条件、各種幾何学的条件を受信し、DTS 内の 3次元患者モデルの皮膚入射線量を計算する。計算された皮膚入射線量を積算し、被ばく線量に応じたカラーマップとしてリアルタイムに表示する。患者モデルは、性別、体格などに応じて数十種類用意されており、様々な表示方法も選

択できる。

## 2. 最大皮膚線量の表示

患者モデル上の最も高い積算皮膚入射線量(PSD: Peak Skin Dose)を常に表示させ、X線照射することなく現在の照射野位置、およびその中のPSDも表示する。バイプレーンシステムでは、全体のPSDの他、各プレーンの現在の照射野のPSDも表示する。

## 3. 結果の保存

検査終了に連動して、その検査での最大皮膚入射線量 PSD とその角度のカラーマップ像、検査情報などを線量レポートとして自動的に保存する。線量レポートは、メディアへの保存や、ネットワークドライブによる外部出力も可能である。

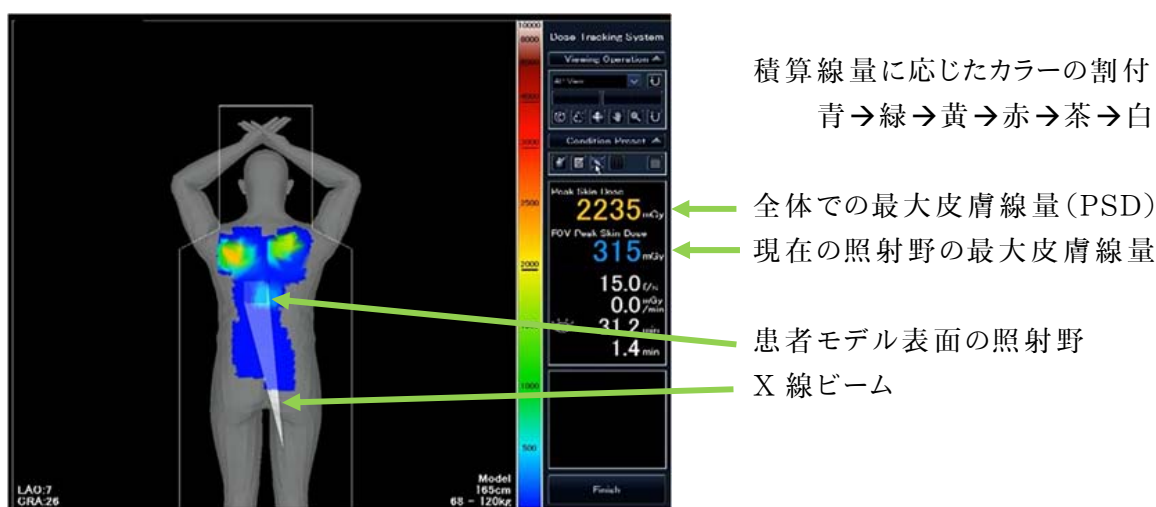


図 2 DTS 表示画面例

### 【Dose Tracking System の技術解説】

本システムは、IVR中のリアルタイム皮膚線量モニタリングを目的としており、その主な技術的特長について概要を説明する。

#### 1. リアルタイム応答性の実現

患者の皮膚入射線量を推定するための方法としては、面積線量計を用いる方法、NDD(Non Dosimeter Dosimetry)法、TLD(Thermo Luminescence Dosimeter)を用いる方法など各種方法が提案されている。面積線量計を用いる方法は、汎用性のある線量モニタリング機能を実現できる可能性があるが、刻々と変化する照射条件、照射位置、照射面積などの条件変化にリアルタイムに追従させるのは技術的に困難である。特に、X線照射中の天板移動や絞り開閉、X線循環器診断システムでは不可欠な機能となった3D画像収集のための高速回転撮影などへの追従性が課題であった。最近、IEC規格において、RDSR(Radiation Dose Structured Report)による基準位置での空気カーマの線量情報出力が要求され、さらに追加の付帯情報の議論も行われているが、この情報を利用した線量管理システムにおいても、術中に使用できるリアルタイム性の実現には多くの課題が残されている。

これらの問題を解決し、入射線量をリアルタイムに推定、表示させるためには、パルスX線の照射毎に皮膚入射線量、皮膚照射面積、照射位置を精度よく計算することが不可欠である。そこで、本システムでは、面積線量計の出力を利用せず、照射毎にX線条件、幾何学的な位置情報など各種情報から、



基準位置の線量を元に、患者モデル表面での皮膚入射線量を計算する方法を採用している。これにより、X線照射中のX線条件変化はもちろんのこと、アーム回転、天板移動などにリアルタイムに追従することが可能となった。図3は、30フレーム/秒、50度/秒の高速回転撮影での表示画像例である。回転撮影中もリアルタイムに被ばく状況が観察できる。

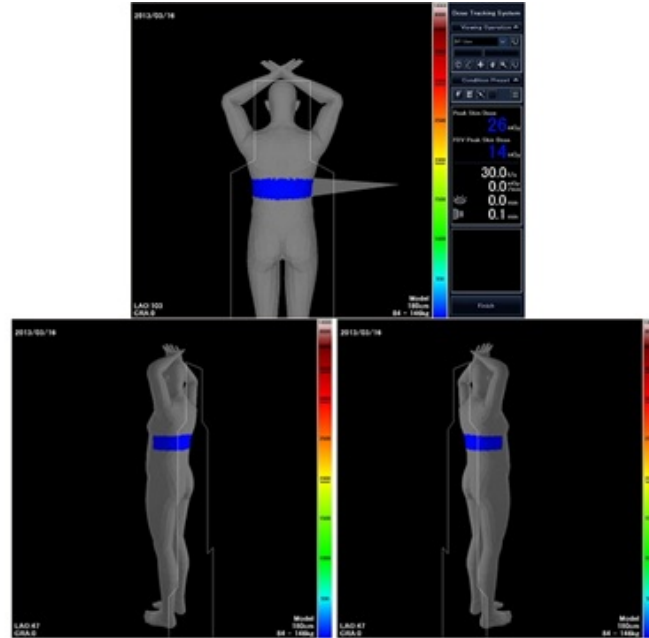


図3 高速回転撮影時の表示例

## 2. 皮膚線量計算、表示位置精度の確保

皮膚入射線量 ESD は、基準位置の空気カーマ RAK から、以下の計算方法で変換できる<sup>2)</sup>。

$$ESD = RAK \cdot (FRD/FSD)^2 \cdot BSF \cdot (\mu_{en}/\rho_{en})_{tiss} / (\mu_{en}/\rho_{en})_{air}$$

FRD : 焦点から基準位置までの距離

FSD : 焦点から患者モデル入射面位置までの距離

BSF : 後方散乱係数

$(\mu_{en}/\rho_{en})_{tiss} / (\mu_{en}/\rho_{en})_{air}$  : 組織線量変換係数

ここで、組織線量変換係数は、空気と軟組織の質量エネルギー吸収係数比から求めることができる。焦点から患者モデル入射面までの距離は、X線装置からの幾何学的情報を元に、3次元座標軸において患者モデル上数万点のポイントでリアルタイムに計算している。一方、後方散乱係数は、X線条件、付加フィルタ、照射野サイズ、被写体条件などでダイナミックに変化するため、正確な後方散乱係数をいかに正確に求めるかが、皮膚線量への換算における大きな課題であった。そこで、本システムでは、参照する基準線量を、各種条件下での後方散乱線を含めた線量とし、据え付け調整時にシステム毎にキャリブレーションを行う工夫を取り入れている。また、照射野サイズによる補正のほか、照射角度に応じた天板吸収補正、検査部位による補正など各種補正を行うことで精度を向上させている。

図4は、胸部ファントムでのDTS表示線量精度の検証の一例である。アーム角度を変えながらファントム表面線量を実測し、その線量を皮膚線量に換算した値とDTS表示線量の比較を行った。適切な患者モデルを選択すれば、様々な条件下でも±20%以内の誤差であった。

また、Gafchromic Filmを使用した試験も行われており、線量分布の相関を比較し、およそ10%以下の誤差であった<sup>3)</sup>。

位置情報としては、X線装置側からリアルタイムに各種幾何学的情報を受信し、一般的な天板、ア

ームの動きだけでなく、天板起倒、天板回転、FPD回転、X線絞り、支持器挿入方向などにも対応している。

また、X線照射しない状態でも常に現在の照射野位置を計算し表示できるため、アームや天板を動かすだけで現在の照射野表示が移動し、X線照射することなく被ばくの集中しているホットスポットを避けたポジショニングを選択することができる。また、バイプレーンシステムでは、2系統の幾何学的位置情報、線量情報を並列処理して、患者モデルの2方向からの同時表示も行える。

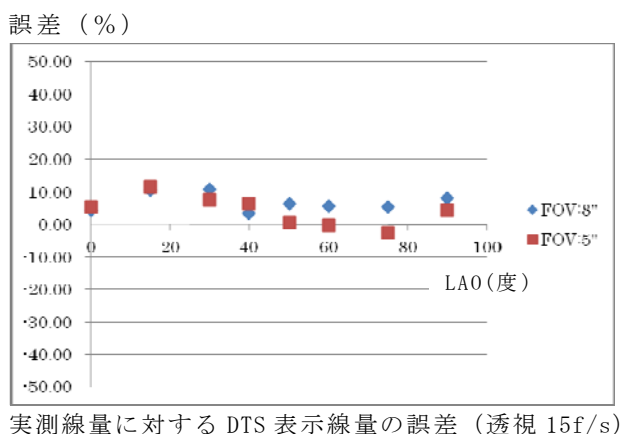
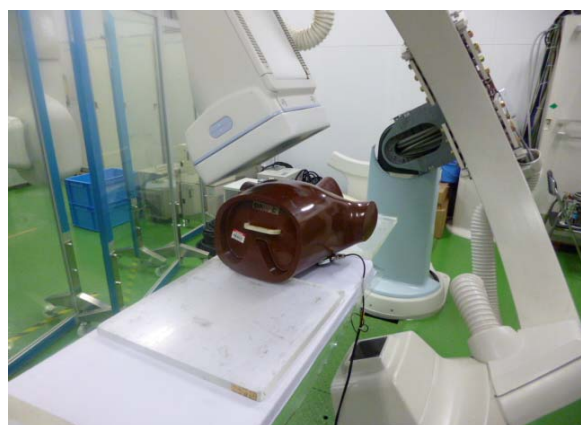


図 4 DTS 表示線量の精度検証結果の一例

### 3. 3次元患者モデルでの直感的な表示

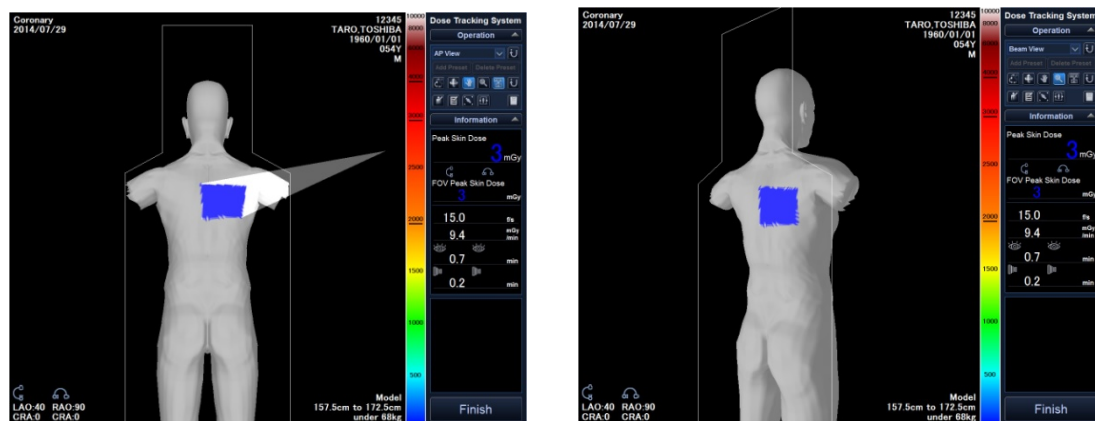
被ばく状況を術者が直感的に理解できるように、患者モデルは3次元モデルとし、性別、体格などに応じて数十種類準備されている。また、小児患者モデル、Neuro検査用頭部モデルの他、腕の状態も選択可能である。患者モデルの位置合わせは、XYZ方向に微調整が可能であり、基準位置からのずれを検査中にも修正できる。

皮膚線量は、この患者モデル入射面の位置に換算して計算しているため、実際の患者に近い患者モデルの選択と位置あわせが、この種の線量モニタリング機能の精度を確保する上での重要なポイントである。

患者モデルの表示方法は、X線管側から観察した表示(アームを回転させると患者が回転し、常に照射野位置が固定される)、特定の位置から観察した表示(アームを回転させても患者は固定のまま、X線ビームが回転して照射野を表示する)の選択ができ、表示の拡大・縮小、回転、水平移動なども検査中に変更ができる。

積算皮膚線量に応じた患者モデル上のカラーの割付は、線量の増加に対して、青→緑→黄→赤→茶→白と連続的に変化させており、最大 10Gy までの表示が可能である。ICRP勧告 Publ.85 では、皮膚の蓄積線量が 3Gy を超えた場合、被ばく位置を含めた被ばく記録を保存し、皮膚への影響を確認するため、10～14日後の再診察を行う必要性を勧告している。また、NCRP(米国放射線防護測定審議会) Report 168 においても、患者の最大皮膚線量の閾値として、SRDL(Substantial radiation dose level) : 3Gy を推奨しており<sup>4)</sup>、この線量付近が IVR 中の被ばくりスク判断の重要なポイントとなる。

そこで、積算皮膚線量 2Gy(黄)、3Gy(赤)付近までの割付を大きくし、3Gy付近を赤色の警告色としている。また、表示する積算線量の数値もこの色に合わせて変化させているほか、あらかじめ設定した3段階の閾値に達すると、注意を喚起するための警告が表示される。



(a) 固定位置(天板下)が視点

(b) 管球焦点が視点

図 5 患者モデル表示方法例 (LAO40 度/CRA0 度の場合)

【まとめ】

社会的にも被ばくに対する関心が高まっており、医療被ばくに対しても更なる安全性が求められている。患者に対する医療行為によって、不幸にも放射線皮膚障害が発生する事例は世界中で報告されているが、IVR手技中に DTS機能を使用することで、最大皮膚線量分布をリアルタイムに確認でき、被ばくの集中するホットスポットを避けたポジショニングなどの対応によって、放射線皮膚障害の防止につながる事が期待される。

また、被ばく低減には、装置側の対応だけではなく、術者側の被ばく低減意識の向上も重要である。本システムを使用している施設では、最大皮膚線量を下げる工夫をしていく中で、患者被ばくに対する術者の意識にも大きな変化が見られており、被ばく低減に対する意識付けが深まるという効果も見られている。

【参考文献】

- 1) ICRP, Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures, ICRP Publication 85, Ann ICRP 30: 7-67 (2000)
- 2) 坂本 肇 他, 医療被ばく測定テキスト (放射線医療技術学叢書 25), 59-69, 日本放射線技術学会 (2006)
- 3) V.K. Rana et al, Comparison of skin-dose distributions calculated by a real-time dose -tracking system with that measured by gafchromic film for a fluoroscopic c-arm unit, Med Phys 38:3702 (2011)
- 4) NCRP, Report 168: Radiation dose measurement for fluoroscopically-guided interventional procedures, NCRP Report No. 168 (2010)

## 最新の放射線治療計画システム

(株)日立メディコ 治療システム技術部  
安達 裕樹



### 【はじめに】

X線外照射における放射線治療計画システムの技術動向について、ソフトウェアの最新機能を中心に紹介する。

放射線治療計画システムは、X線CT装置の普及にともない、X線フィルム等によって照射形状の計画を行なう2次元的なものから、CT画像を活用した3次元的な放射線治療計画へ移行および普及するとともに、1990年代後半の強度変調放射線治療IMRT技法の登場から、2000年代に入って画像誘導放射線治療IGRTのためのシステムや回転型IMRT(VMAT)など相次いだ放射線治療装置の技術革新に対応するかたちでソフトウェアを高機能化させてきた。

またこの間、形態画像であるCT画像に加え、MR画像や機能画像であるPET画像を、放射線治療の治療領域(ターゲット領域)の決定に利用するためのImage Fusionソフトウェアも放射線治療計画システムに搭載されてきた。さらに、代表的な臓器の輪郭抽出を簡便化するために、従来からのCT値閾値による輪郭取りと、あらかじめ登録しておいた臓器モデル形状を組み合わせた輪郭抽出や複数臓器の一括抽出機能など画像処理技術も融合して進化してきた。

放射線治療の高精度化の一方で、これまでも治療期間中の体型変化や腫瘍の縮小など時間的変化に対応するため、CT画像を再撮影した上で治療計画の修正(Re-Planning)を行うことで治療計画を個別に最適化することも行われている。さらに近年ではCT装置の呼吸同期撮影4D-CT画像や放射線治療装置のIGRTシステムにより得られる画像を利用することで、臓器の呼吸性移動や照射直前の臓器の形状変化および位置を把握することが可能になっており、放射線治療の数週間にわたる照射期間中の時間軸を考慮するという意味での4D治療計画の作成が可能になってきた。

治療照射中(Intra-fraction)や数週間にわたる一連の治療期間中(Inter-fraction)の線量を時間的に追跡し、累積結果を当初の計画線量と比較評価するだけでなく、意図した線量分布に向けて治療計画の修正や再最適化を行うAdaptive Planningの機能も求められている。

### 【最新機能紹介】

#### 1. 4D治療計画へ

##### (1) Deformable registration

画像どうしを、平行移動と回転操作の線形移動によって重ね合わせて表示する従来からのImageFusionとは異なり、Deformable (Image) Registration機能は、一方の画像セットを基準となる画像セットに対して変形させてボクセル単位で合わせこむ画像処理技術である。

Deformable Registrationによってボクセル単位で算出される画像間の変位量に従って、治療計画の作成に用いたCT画像上に描いた臓器やターゲットの輪郭情報を、もう一方の画像へ変形して移し込むことや、逆に他の画像上で計算した線量分布結果を治療計画の作成に用いたCT画像に変形して移し込むことで、複数の画像セットにまたがる線量の時間的累積と治療計画時の線量の比較評価を行うことが可能になる。これは、4D治療計画やAdaptive Planningをより現実味のあるものにする

ために必要不可欠な核心技術である(図1)。

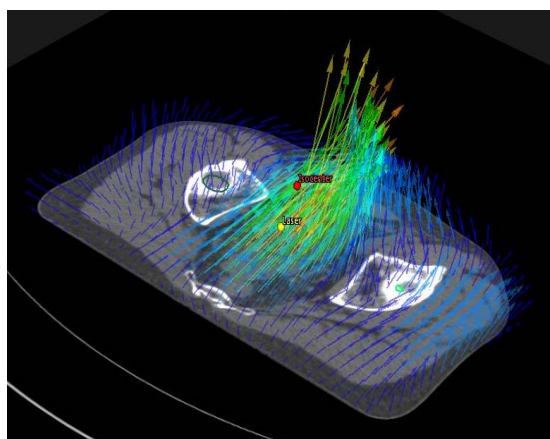


図1 Deformable registration の変位量表示の例

### (2) 4D Dose 評価

#### ① 4D-CT を利用した治療計画 (Intra-fraction)

線量を集中させたいターゲットや線量を低く抑えたい重要臓器の呼吸性移動を考慮した治療計画に4D-CTが利用されているが、基準位相画像に操作者が書き込んだターゲットや臓器の輪郭ROIを、他の全ての位相画像にも同様にひとつひとつ書き込むことは手間と時間を要する作業となる。

そこで、Deformable Registration で得られる画像間のボクセル単位の変位量を利用して基準位相画像に書き込んだそれぞれの輪郭ROIを、各位相画像にPropagate(伝播)することで輪郭ROIの書き込みに要する作業時間の短縮が期待できる(図2)。

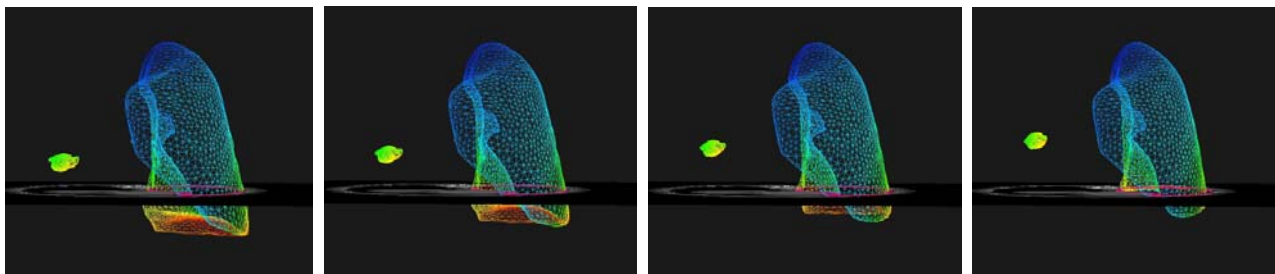


図2 輪郭ROIのPropagateの表示例

また基準位相画像で計画した放射線の照射方向や照射線量等のパラメータを、各位相画像にもコピーし線量計算することで得られた線量分布を、逆に Deformation と重み付けをした上で基準位相画像上に累積していくことで、呼吸周期を通した線量分布をシミュレーションすることができる。

#### ② 日々の線量の累積評価 (Inter-fraction)

放射線治療装置のIGRT機能搭載タイプでは、治療寝台上の患者のCBCTを治療照射直前に撮影でき、ターゲットや臓器の位置および形状の照射直前の状態を観察できる。

当社放射線治療計画システム RayStation では、CBCT画像を線量計算に利用する機能も有し、実際の照射時点に近い位置や形状での線量分布をシミュレーションすることも可能である。また Deformable Registration と Dose Tracking 機能を用いてCBCTから得られた照射回ごとの線量分布を治療計画作成に用いたCT画像上に変形して累積することで、治療開始当初の治療計画のDVH(線量と輪郭内体積の関係性を示す線グラフ)および線量分布と累積結果の線量分布との比較

評価が行え、Adaptive Planning が 必要か否かの判断に活用できる(図 3)。

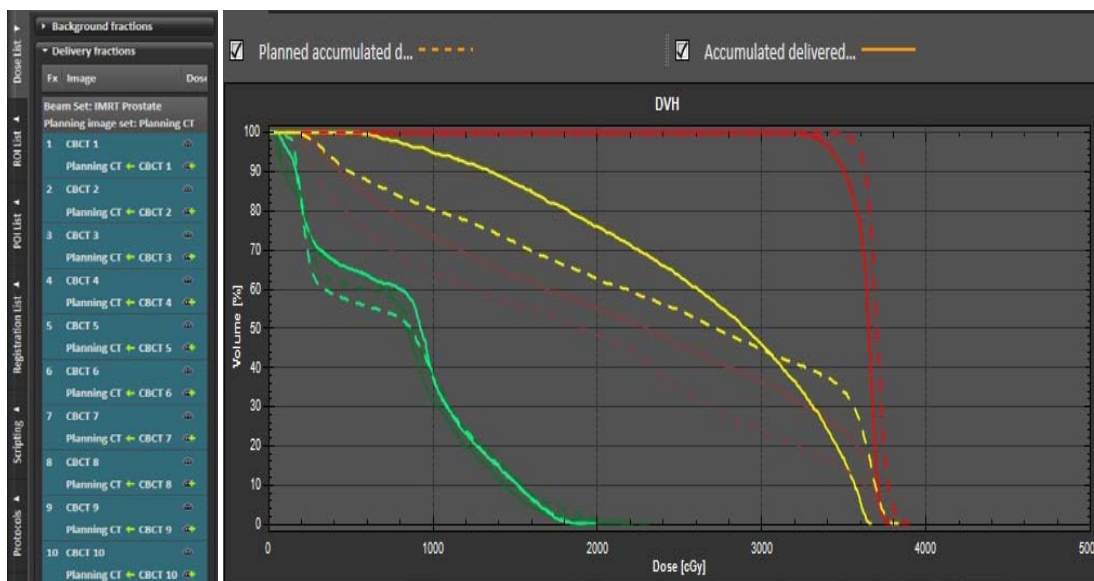


図 3 日々の線量の累積評価の DVH 表示例

### (3) Adaptive Planning

当社 RayStation に搭載の Adaptive Planning 機能は、Dose Tracking 機能による累積線量と当初の計画線量との比較評価の結果から、複雑な操作無しで Treatment Adaptation ツールに移行して治療計画の再最適化をスムーズに始めることができる機能である。

累積線量を新しい画像に Deformation して移し込み、バックグラウンド線量として考慮しながら現在の患者状態に適応するよう、新たに設定した線量目標に向けた治療計画の最適化が可能である。

この際に元のビーム条件や処方設定、線量目標値が自動的にコピーされ、必要に応じて諸条件の見直しから IMRT の再最適化演算までを行うことが可能になっている(図 4)。

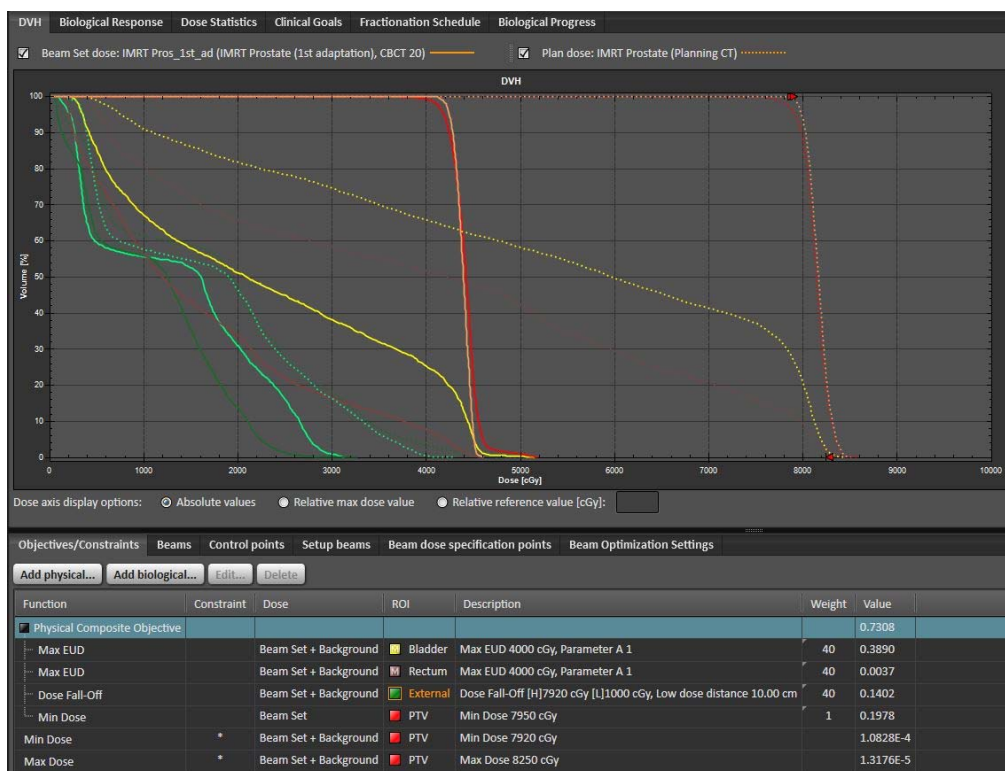


図 4 Adaptive Planning の最適化画面の表示例

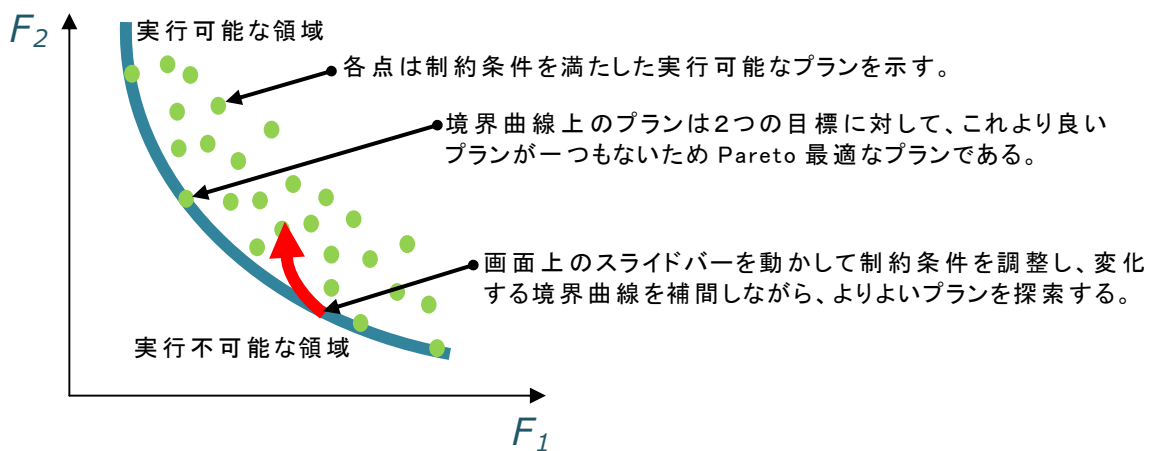
## 2. IMRT/VMAT 最適化演算エンジン：Multi Criteria Optimization

線量目標と制約条件に基づくIMRT/VMATのインバースプランニングにおいては、ターゲットへの線量カバーと周囲の重要臓器への線量回避という相反する目標や、複数種類の重要臓器が存在する場合には、臓器毎にそれぞれ線量制約が異なることから、目的関数どうしが互いにトレードオフの関係にあり、一般的にこのような問題に対する最適解は1つではない。

このような多目的最適化の問題を解くために、従来のIMRTプランニングでは、操作者が最適化演算が終了するたびに結果を線量分布図やDVHを用いて観察すると同時に、目的関数の達成具合を示す Objective Value の値を指標にして目的関数ごとに目標値や Weight 値の変更などの調整を行って最適化演算を試行錯誤的に繰り返し行うことが一般的な操作の流れであった。

操作者にとって時間を要するプランニングのプロセスを改善する方法として、当社RayStationに搭載の Multi Criteria Optimization エンジンでは、操作者が設定した線量目標・制約条件に従って自動生成される Pareto 最適な状態にある複数の代表的治療計画に基づき線量分布の最適化を行う。

ここで Pareto最適とは、他の目的関数を悪化させること無く、どの目的関数もこれ以上改善することができない状態を指し、同時に全ての目標を達成する完全最適解の存在しない多目的最適化の問題においては、このような状態にある解の1つ1つを最適解とみなす(図5)。この Pareto最適な状態にあるプランの集合の中から、よりよいプランをいかに操作者の選好基準を取り入れて提示することが出来るかがソフトウェア技術の腕の見せ所である。



$F_1$  : ターゲットへの線量カバーという目標の達成度合いを示す指標  
 $F_2$  : 重要臓器への線量回避という目標の達成度合いを示す指標  
 達成すべき目標 :  $F_1$  と  $F_2$  の線形加重和を最小にすること

図5 目的関数が2つの場合の Pareto最適の概念図

Multi Criteria Optimization エンジンでは操作者が目的関数毎に用意されたスライドバーを用いて線量分布やDVHの変化をリアルタイムに観察して直観的に目的関数間のトレードオフバランスを選好することが出来る(図6)。

これによりこれまでの数値調整と最適化演算を繰り返すプロセスに比べ潜在的なトレードオフの最適バランスを短時間かつ比較的容易に見つけることが可能になる。

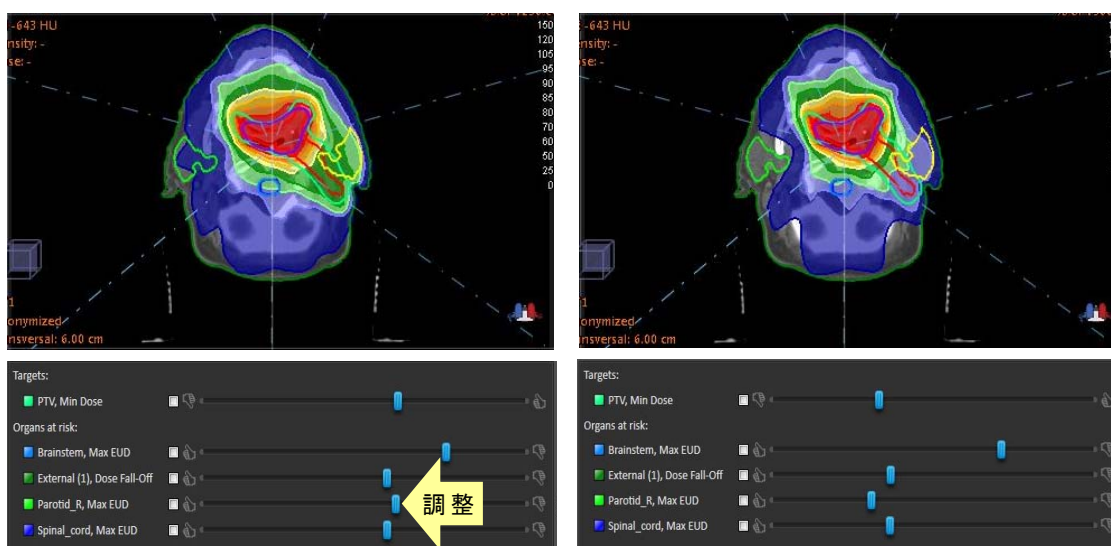


図 6 Multi Criteria Optimization のスライダーによる調整の例

### 【まとめ】

放射線治療計画の高精度化や4D化の流れもともなって、治療計画において扱うデータ量と演算処理量が増え続けており、放射線治療計画システムの役割はますます重要になっている。

従来にも増して高度な治療計画がルーチンとして現場で求められてきており、操作者の負担を軽減し複雑なワークフローをスムーズに行える統合されたソフトウェア環境が必要不可欠になってきている。

ハードウェアのスペック向上とともに、ソフトウェア面では、ハードウェアのリソースを効率よく利用することができるようになってきており、マルチスレッディング対応はもとより、グラフィック処理に利用されているGPUの線量計算やインバースプランの最適化演算、Deformable Registration 処理への利用も実現され始めている。

### 【参考文献】

- 1) 中山弘隆, 谷野哲三:「多目的計画法の理論と応用」, 計測自動制御学会(1994)
- 2) 熊谷孝三:「放射線治療技術学」, 日本放射線技術学会(2006)



## 志「人の生命と健康を支え、守ること」

公益社団法人 日本放射線技術学会 第42回日本放射線技術学会 秋季学術大会

実行委員長 高島 弘幸



2020年東京オリンピック招致、アベノミクスとよばれる成長戦略による経済指標の上昇、集团的自衛権の行使容認など、2014年も様々な出来事があり、刻々と情勢も変化しています。一方、医療の現場では、技術の進歩はめまぐるしいものの、病んでいる人のために医療を提供するという思いは、医療従事者ならびに医療機器関連企業にとって変わるものではありません。

このたび、平成 26年 10月 9日(木)～11日(土)の会期にて、第42回日本放射線技術学会秋季学術大会を8年ぶりに札幌コンベンションセンターにて開催することになりました。大会テーマを「Ambitious 2014 -make the next frontier, make the new future-」とし、実行委員一丸となって準備を進めて参りました。放射線技術学研究の発展の先に見えるものは、人の生命と健康であると考えます。我々は、常に「人の生命と健康を支え、守ること」を意識しながら、基礎研究や臨床研究を一つずつ積み上げていかなければなりません。さらには、より高い目標を設定し、進んでいくチャレンジ精神も不可欠です。今回の大会テーマには、常に明日を見据えながら、大きな志をもって前に進んでいこうという想いを込めています。放射線技術学への大きな志(ambitious)をもって、次の分野(next frontier)、そして新たな未来(new future)を創造していきましょう。

本大会では、一般演題の応募総数は、607演題であり、同時に開催される第2回国際放射線技術科学会議(The 2nd International Conference Radiological Science and Technology: ICRST)と合わせると 630演題を越えるものでした。プログラム委員による慎重かつ公正な査読の結果、ICRSTも含め、599演題(口述発表 509演題、ポスター発表 90演題)を採択と致しました。また、大会1日目の9日夕方に開催予定の特別講演では、2010年にノーベル化学賞を受賞された鈴木章先生のご講演を予定しております。是非、皆様に世界最高峰の学術賞を身近に感じていただき、日々の研鑽につながることを期待しております。

10月の北海道は、秋の気配が漂い、目にも鮮やかな紅葉が楽しめます。また、食欲の秋に相応しく、たくさんの秋の味覚が味わえます。旬の魚介類も多く、秋の味覚のサンマ、秋鮭、いくら、ホタテなども美味しい時期です。学術大会とともに北海道の味覚も堪能いただければ幸いです。

最後に、小笠原克彦大会長のもと、実行委員一同、本大会の成功を願い、努力して参りました。日本画像医療システム工業会の皆様からも多大なるご支援をいただき、この場を借りて深謝いたします。“ambitious”を胸に、日本画像医療システム工業会ならびに日本放射線技術学会が今後も連携し、発展していくことを祈念いたします。

大会当日、皆様にお会いできることを楽しみにしております。

(札幌医科大学附属病院 放射線部 高島 弘幸)

## 一般社団法人 日本画像医療システム工業会の概要

### 1. 概 要

#### (1) 沿 革

- 1963年(昭和38年9月) 日本医科電機工業会として発足
- 1967年(昭和42年9月) 日本放射線機器工業会と改称
- 1980年(昭和55年12月) 社団法人 日本放射線機器工業会設立認可
- 1998年(平成10年1月) 社団法人 日本画像医療システム工業会と改称
- 2012年(平成24年4月) 一般社団法人へ移行

#### (2) 英文名と略称

Japan Medical Imaging and Radiological Systems Industries Association  
(略称 JIRA)

#### (3) 事 業

- (1) 画像医療システムに関する規格の作成および標準化の推進
- (2) 画像医療システムの品質および安全性並びに技術の向上に関する研究調査
- (3) 画像医療システムの生産、流通および貿易の増進並びに改善
- (4) 画像医療システムに関する展示会および技術指導等に関する講習会、研究会の開催並びに参加
- (5) 画像医療システムに関する法令、基準等の周知徹底および行政施策への協力
- (6) 薬事法に基づく継続的研修の実施

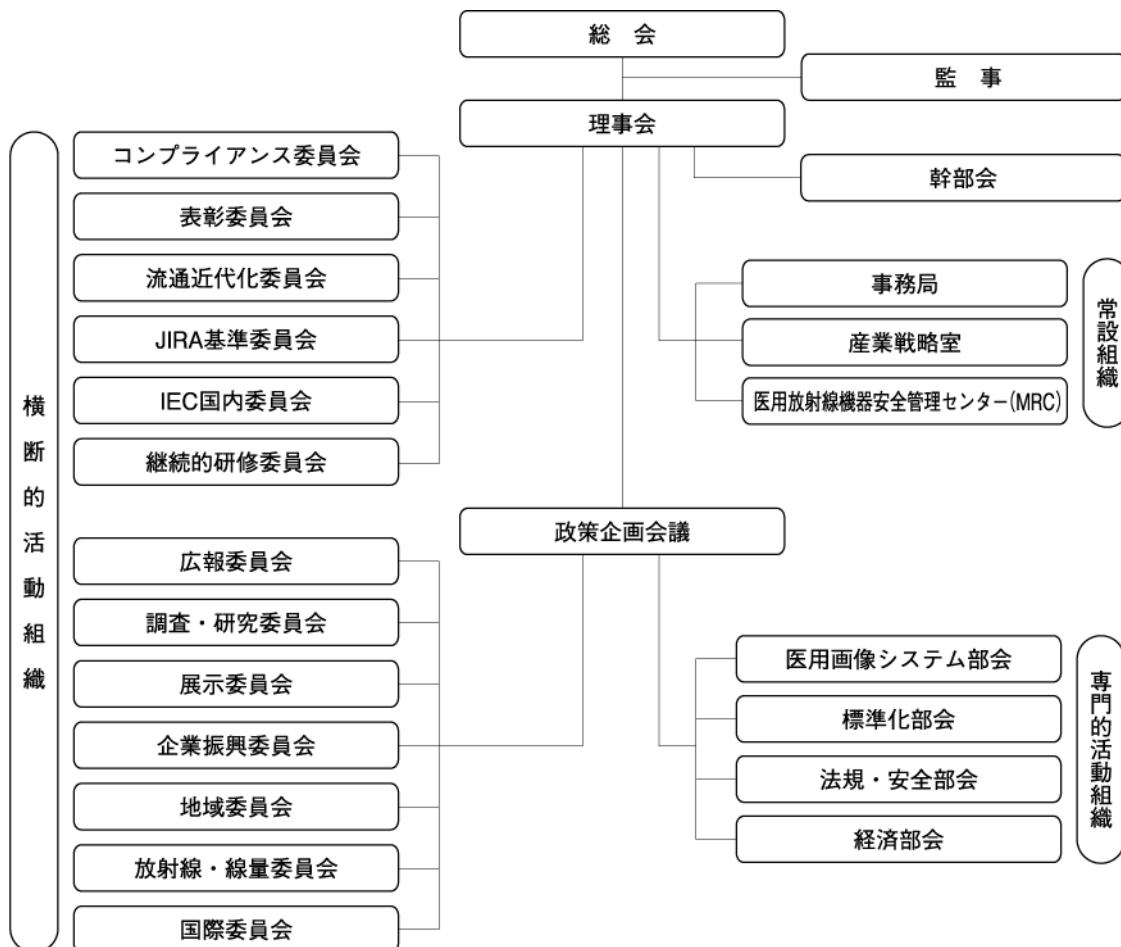
### 2. 会 員

JIRAは医用画像を扱う全国的な業界団体で、174社(平成26年9月30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。33の専門分科会によって、「国際整合を目指す標準化とその普及」に努めます。

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

#### ○法規・安全部会

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

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

## ○経済部会

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

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

## ○コンプライアンス委員会

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

## ○流通近代化委員会

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

## ○JIRA 基準委員会

JIRA で扱う医療機器に関する規格等の審議と承認を行います。

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

## ○IEC 国内委員会

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

新業務項目提案を行い、規格化の推進活動も行っています。

## ○継続的研修委員会

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

## ○広報委員会

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

## ○調査・研究委員会

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

## ○展示委員会

3つの学会併設展示会を企画運営しています。

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

## ○企業振興委員会

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

## ○地域委員会

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

## ○放射線・線量委員会

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

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

## ○国際委員会

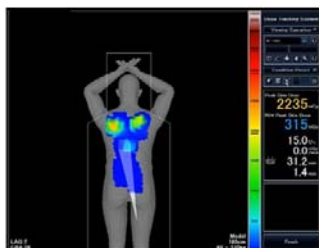
医療機器に関わる事業を推進するために必要な海外情報の収集、分析、活用および海外の関係団体等との交流を踏まえた多面的な国際化の推進を行なっています。特に国際化の推進に関しては、米国の NEMA-MITA、欧州の COCIR、カナダの MEDEC と DITTA を設立し、世界各国の政府機関、研究・開発・教育機関、規制当局そして産業団体との連携を深めるため活動しています。

## ○医用放射線機器安全管理センター(MRC)

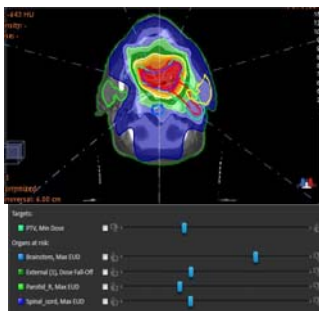
医用放射線機器などの安全性・有効性を確保するために医療機関からの要請に応じて、保守点検業務を実施できる一定レベル以上の知識と能力を持った点検技術者の育成を図ります。

## 編集後記

### 表紙写真の解説



Dose Tracking System(DTS)は、血管内カテーテル治療(IVR)の手技中に、患者の皮膚入射線量分布を、積算線量に応じたカラーマップとして、3次元患者モデル上にリアルタイムに表示させる被ばく線量モニタリング機能である。IVR中に、最大皮膚線量や照射野の重なりを把握できるため、過剰被ばくによる放射線皮膚障害の防止につながる事が期待される。(47頁 図2)



IMRT/VMAT 最適化演算エンジン：Multi Criteria Optimizationでは、操作者が目的関数毎に用意されたスライドバーを用いて線量分布や DVH の変化をリアルタイムに観察して直観的に目的関数間のトレードオフバランスを選好することが出来る。これにより、これまでの数値調整と最適化演算を繰り返すプロセスに比べ、潜在的なトレードオフの最適バランスを短時間かつ比較的容易に見つけることが可能になる。(55頁 図6)

## 編集後記

今年の夏は、各地で集中豪雨による災害が多発するなか、関東地方は熱中症での搬送がニュースになるような猛暑日が続くような天気でしたが、9月になりやっと涼しさを取り戻し落ち着いた実りの秋を迎えられることと思います。

さて、本誌では、第42回日本放射線技術学会秋季学術大会大会長の小笠原克彦先生に“巻頭言”を、同大会実行委員長の高島弘幸先生には、“医療の現場から”を執筆いただきました。この場を借りてお礼申し上げます。また、技術解説では、今もっとも興味をもたれている被ばく低減の観点から放射線治療計画と、X線循環器診断システムについて解説しています。

本誌は、第42回秋季学術大会の第32回JIRA発表会の内容をまとめたものです。今年の秋季学術大会は、学会のご厚意により例年より時間を増やし3時間の発表枠をいただき、多数の企業から発表いただきます。JIRA会員企業各社のさまざまな新製品・新技術について興味を持っていただき、これからの医療に貢献できれば幸いです。

最後に、まさに北海道にふさわしい「Ambitious 2014」をテーマに掲げた第42回秋季学術大会が大成功に終わることをお祈り申し上げます。

(大久保 彰 記)

JIRAテクニカルレポート 2014. Vol.24 No.2(通巻第47号)

平成26年10月発行

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

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

発行 一般社団法人 日本画像医療システム工業会

〒112-0004 東京都文京区後楽 2-2-23 住友不動産飯田橋ビル 2号館 6階  
TEL. 03-3816-3450 http://www.jira-net.or.jp

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

The logo for JIRA, featuring the word "JIRA" in a bold, blue, serif font. A red, slightly tilted oval is superimposed over the letters, with the "I" and "A" partially enclosed by it.

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