

2017. VOL. 27 NO.2

(通巻第53号)

**JIRA**50<sup>th</sup>  
Since 1967

# テクニカルレポート

## ◆第45回日本放射線技術学会秋季学術大会 第35回JIRA発表会

-医療安全を科学する-

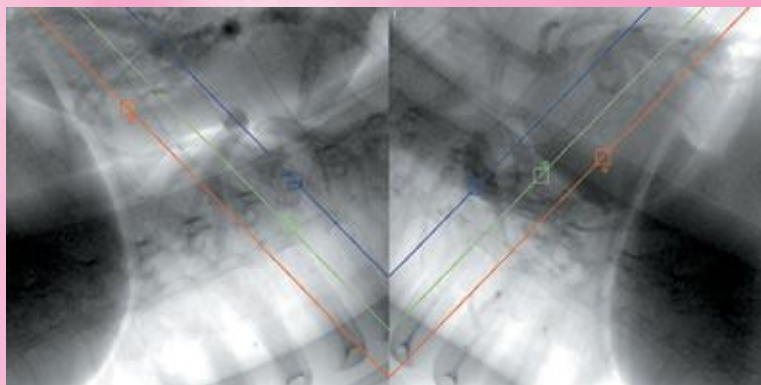
JIRA 会員からの新製品・新技術・ひと工夫の発表会

平成29年10月20日(金) 15:00 ~ 16:45

広島国際会議場 第5会場(コスモス2)

## ◆技術解説

・放射線治療用動体追跡システムのマーカートラッキング技術



一般社団法人 日本画像医療システム工業会

本紙のカラーPDF版が日本画像医療システム工業会トップページの  
刊行物よりダウンロードできます。ご覧いただければ幸いです。  
<http://www.jira-net.or.jp>

クリック

The screenshot shows the JIRA website homepage. The navigation menu is open, highlighting the '刊行物' (Publications) category. A dropdown menu is visible, listing various publications. The '医用画像放射線機器ハンドブック' (Medical Imaging Radiation Equipment Handbook) is highlighted, with a box labeled 'クリック' pointing to it. Another box labeled 'クリック' points to the '刊行物' menu item.

| 有償配布        | 公開資料              | 指針・標準・基準等     |
|-------------|-------------------|---------------|
| ▶ 医療機器産業入門  | ▶ JIRA市場統計        | ▶ 工業規格(JESRA) |
| ▶ Data Book | ▶ テクニカルレポート       | ▶ モニタ         |
| ▶ 再入来懸賞報告書  | ▶ MRC情報           | ▶ セキュリティ      |
| ▶ 法規・安全 関連物 | ▶ 医用画像放射線機器ハンドブック | ▶ 動物          |

| 全てのトピックス    | お知らせ  | 行事                                 |
|-------------|---|------------------------------------|
| 2017年09月22日 | X線機器等のPCB含有   |                                    |
| 2017年09月19日 | JIRA環境セミナー2017<br>主催：(一社)日本画像医療システム工業会  | JIRA会報等<br>▶ JIRA会報<br>▶ JIRA NEWS |
| 2017年09月19日 | ナショナルデータベース(NDB)のオープンデータ第28回の公表(厚生労働省)を、「産業戦略室から」に追加しました。   |                                    |
| 2017年09月17日 | 統計からみた我が国の高齢者(65歳以上) - 「敬老の日」にちなんで - (総務省)を、「産業戦略室から」に追加しました。   |                                    |
| 2017年09月15日 | 改正個人情報保護法の施行(5月30日〜)について(その1)を、継続的研修委員会の「情報」に追加しました。  |                                    |
| 2017年09月13日 | 第45回日本放射線技術学会秋季学術大会：第35回JIRA発表会を開催します。<br>場所：広島国際会議場 第5会場(コスモス2) JIRA発表会の事前登録は不要ですが、大会の参加登録は必要です。主催：公益社団法人 日本放射線技術学会、一般社団法人 日本画像医療システム工業会 |                                    |

クリック

“医用画像放射線機器ハンドブック第7版”公開中!

# 第45回日本放射線技術学会秋季学術大会開催にあたって

公益社団法人 日本放射線技術学会 第45回日本放射線技術学会 秋季学術大会  
大会長 上田 克彦



第45回日本放射線技術学会(JSRT)秋季学術大会開催にあたって、日本画像医療システム工業会(JIRA)をはじめ、関係団体の御支援のもと実行委員会と関係委員会にて準備を進めてきました。おかげ様で予想を大幅に上回る500以上の演題応募をいただきました。また、限られた会場内で研究発表を実現するため口述研究発表60%、展示ポスターによる発表が40%程度に編成されています。関係企業の皆様から出展いただいた展示におきましても学術展示の一部と考えております。このため、各企業展示ブースで最新情報を紹介いただき、JSRT会員とJIRA加盟企業の皆様の意見交換できるように「企業展示に行こう」の時間を設けました。

さて、第45回秋季学術大会のテーマ「医療安全を科学する」の主旨について、説明させていただきます。JSRT学会員の多くは医療施設に勤務する診療放射線技師であり、診療の場面で遭遇する疑問や問題を解決するため、様々な分野で多くの研究論文を投稿しています。現在、医療現場で求められている大きな課題のひとつは医療安全です。多くの放射線技術研究には、医療における安全に関連した内容を含んでいますが、これまで以上に多くの論文を創出するため、医療安全を新しい研究領域と考え本テーマとしました。したがってテーマ内の「科学する」は、「論文にする」と読み替えていただきたいと思います。第45回秋季学術大会をきっかけに、医療安全に関する取り組みがSeedsとなる研究論文が多数創出されることを期待しています。

秋季学術大会としての新しい取り組みとして、デジタルポスターの運用を行います。これは、スマートフォン、タブレット端末、PCで研究発表内容を閲覧できるシステムです。発表内容を事前に閲覧していただき、是非討論を盛り上げていただきたいと思います。また、発表を聴き逃した時も内容を閲覧していただくことができます。今回は会場内限定での運用となり、閲覧承認を得た演題のみの公開となっています。総会学術大会におけるCyPosに似ていますが、利用方法が異なりますので、大会HPで利用方法の確認をお願いいたします。

大会の中で、放射線医療機器の発展と放射線技術研究の関わりについて、JSRTの名誉顧問土井邦雄先生をはじめ著名な先生方とJIRA関係の皆様と語り合うイブニングセミナーを予定しています。私自身もアナログシステムである増感紙やフィルムを用いて診療や研究を始めた頃から、企業技術者の皆様から様々な指導をいただきました。その後のデジタル画像の黎明期にも画像評価の研究や画像処理の研究においても、企業技術者の皆様との意見交換をすることができました。しかし、昨今の情報開示制限や共同研究の知的財産保護の観点で、企業の皆様となかなか深い話もしにくくなってきたのも事実です。イブニングセミナーでは、ユーザと開発企業の皆様との協力で今日の医療技術が展開できていることを若いJSRT会員にも知っていただきたいと思います。

また、JIRA関係の皆様には、JIRAワークショップ、JIRA発表会をはじめ、多くの企画で講師等をお願いしております。ご協力に対し、あらためて御礼申し上げます。

10月21日(土)には第3回国際放射線技術科学会議を同時開催いたします。純粋な国際会議として秋季学術大会とは独立し運営することになっております。主に交流のある学術団体の皆様の参加が予定されています。

大会運営や開催準備におきましてJIRA役員の皆様からたくさんの御助言をいただきましたこと、ならびに大会企画にて御支援いただきました企業の皆様に深く御礼申し上げます。最後にJIRA設立50周年につきまして御喜び申し上げます。JIRAのさらなる発展を祈念して御挨拶とさせていただきます。

(京都大学医学部附属病院 放射線部 診療放射線技師長)

# JIRAテクニカルレポート 2017. Vol.27 No.2 (通巻第53号)

## 目 次

### 巻頭言

- 第45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45回日本放射線技術学会 秋季学術大会 大会長 上田 克彦

### JIRA発表会(技術-1)

1. 血管撮影装置における非線形ピクセルシフト処理 Flex-APSの開発 ..... 6  
株式会社島津製作所 大久保 翔平
2. ～X線撮影画像の写実主義への挑戦～ 新しい画像処理「REALISM」 ..... 8  
コニカミノルタ(株) 原口 剛
3. FPD搭載胃部集団検診X線システム ESPACIO AVANTの開発 ..... 10  
株式会社日立製作所 大森 幹之
4. 「FUJIFILM DR CALNEO AQRO®」が実現したポータブルソリューション ..... 12  
富士フイルム(株) 小田 泰史
5. 外科用X線システムにおけるタッチエリア適応型輝度調整機能の開発 ..... 14  
株式会社島津製作所 坂本 祐貴

### JIRA発表会(技術-2)

6. 64列/128スライスCTの最新技術 ..... 16  
株式会社日立製作所 高垣 宜史
7. ACRファントムにおけるCTイメージングQAと逐次近似再構成法の評価 ..... 18  
東洋メディック(株) 黒田 武弘
8. CEエビデンスシステムを用いた情報連携による安全性への取り組み ..... 20  
株式会社根本杏林堂 荒木 朋之
9. 高精細CT装置 Aquilion Precision™の開発 ..... 22  
東芝メディカルシステムズ(株) 齊藤 泰男
10. 新型1.5T超電導MRI「ECHELON Smart」の開発 ..... 24  
株式会社日立製作所 青柳 和宏

## 技術解説

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 放射線治療用動体追跡システムのマーカートラッキング技術 ..... | 26 |
| 株式会社 島津製作所    佐野 孝之               |    |

## 医療の現場から

|   |    |
|---|----|
| 原爆投下の街から、放射線の安全利用と医療の質向上を目指して .....               | 32 |
| 公益社団法人 日本放射線技術学会 第45回日本放射線技術学会 秋季学術大会 実行委員長 隅田 博臣 |    |

|             |    |
|-------------|----|
| 工業会概要 ..... | 33 |
|-------------|----|

|            |    |
|------------|----|
| 編集後記 ..... | 36 |
|------------|----|



第 45 回日本放射線技術学会秋季学術大会 第 35 回 JIRA 発表会  
-医療安全を科学する-

日 時 平成 29 年 10 月 20 日(金) 15:00~16:45

場 所 広島国際会議場 第 5 会場(コスモス 2)

| JIRA 発表会(技術-1) 15:00~15:50 座長 武山佳裕 学術専門委員会委員長   |                 |        |  |
|---|-----------------|--------|--|
| 番号  | 所 属             | 発 表 者  | 演 題 名  |
| J01   | (株)島津製作所        | 大久保 翔平 | 1. 血管撮影装置における非線形ピクセルシフト処理 Flex-APS の開発             |
| J02   | コニカミノルタ(株)      | 原口 剛   | 2. ~X線撮影画像の写実主義への挑戦~<br>新しい画像処理「REALISM」           |
| J03   | (株)日立製作所        | 大森 幹之  | 3. FPD搭載胃部集団検診X線システムESPACIO AVANTの開発               |
| J04   | 富士フイルム(株)       | 小田 泰史  | 4. 「FUJIFILM DR CALNEO AQRO®」が実現した<br>ポータブルソリューション |
| J05   | (株)島津製作所        | 坂本 祐貴  | 5. 外科用X線システムにおけるタッチエリア適応型輝度調整機能の<br>開発             |
| JIRA 発表会(技術-2) 15:50~16:45 座長 田中 茂 技術広報専門委員会委員長 |                 |        |  |
| 番号  | 所 属             | 発 表 者  | 演 題 名  |
| J06   | (株)日立製作所        | 高垣 宜史  | 6. 64 列/128 スライス CT の最新技術                          |
| J07   | 東洋メディック(株)      | 黒田 武弘  | 7. ACRファントムにおけるCTイメージングQAと逐次近似再構成法の<br>評価          |
| J08   | (株)根本杏林堂        | 荒木 朋之  | 8. CEエビデンスシステムを用いた情報連携による安全性への<br>取り組み             |
| J09   | 東芝メディカルシステムズ(株) | 齊藤 泰男  | 9. 高精細CT装置 Aquilion Precision™ の開発                 |
| J10   | (株)日立製作所        | 青柳 和宏  | 10. 新型1.5T超電導 MRI「ECHELON Smart」の開発                |

# 1. 血管撮影装置における非線形ピクセルシフト処理 Flex-APS の開発

(株)島津製作所 医用機器事業部技術部

大久保 翔平

## 【はじめに】

血管内治療は日々高度化が進んでおり、ステントやコイルなど治療デバイスの進歩に伴い、これまで外科手術でしか治療できなかった症例でも、血管内治療が適用できるケースが増えている。血管内治療診断を安全に行うためには血管形状や血行状態の正しい診断が重要であり、低コントラスト分解能に優れるDSA法が有効である。

このような背景を踏まえ、DSA画像のアーチファクトを低減し高画質化を実現する「リアルタイム非線形ピクセルシフト処理 Flex-APS」を開発したので、その概要について報告する。

## 【概要】

### 1. DSA画像アーチファクトの特徴

DSA法はMask画像とLive画像の間に動きがないことが前提であり、被写体に動きがあるとミスレジストレーションアーチファクトが発生する。これが障害陰影となり、その補正処理に時間を要したり、再撮影をしなければならないケースもあることから、短時間で高精度にアーチファクトを補正する技術が求められている。

### 2. 従来法によるアーチファクト補正

ミスレジストレーションアーチファクトの補正手段として、平面的な動きに関してLive画像に対するMask画像の位置を平行・回転・拡大・縮小などの線形補正させるピクセルシフト処理が主であったが、十分な補正効果が得られないことが多かった。これは実際の体動が平面的な2次元の動きのみであることが少なく、関節などを支点としたひねり、ねじれといった3次元的な動きを伴うことが多いためである。特に下肢領域では関節の自由度が高く体動が発生しやすい傾向がある。この場合、場所ごとに被写体の移動方向や移動量が異なるため、従来の線形ピクセルシフト処理では画像の一部分しか補正できなかった。また、フレーム毎に動きが異なるため連続画像全体に対する補正も現実的ではなかった。

### 3. Flex-APSによるアーチファクト補正

Mask画像とLive画像を入力画像とし、Flex-APSによる移動ベクトル算出処理を行うことでMask画像に対するLive画像のベクトルマップを算出する。算出されたベクトルマップに基づきMask画像の位置を補正し、アーチファクトを低減した出力画像を得る。Flex-APS処理の流れを示す(図1)。

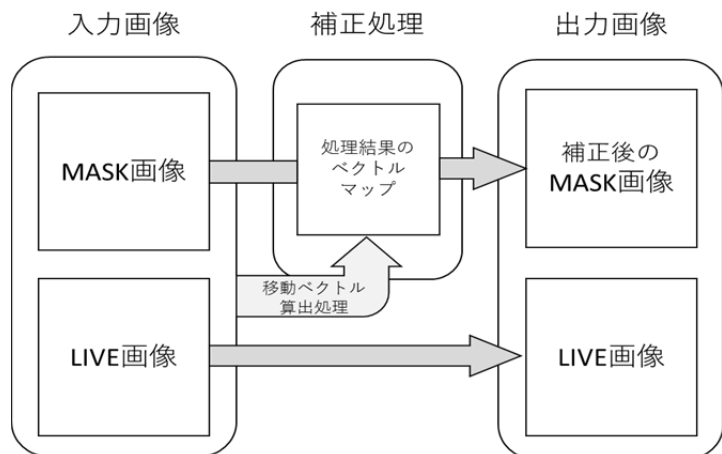


図1 Flex-APSの流れ



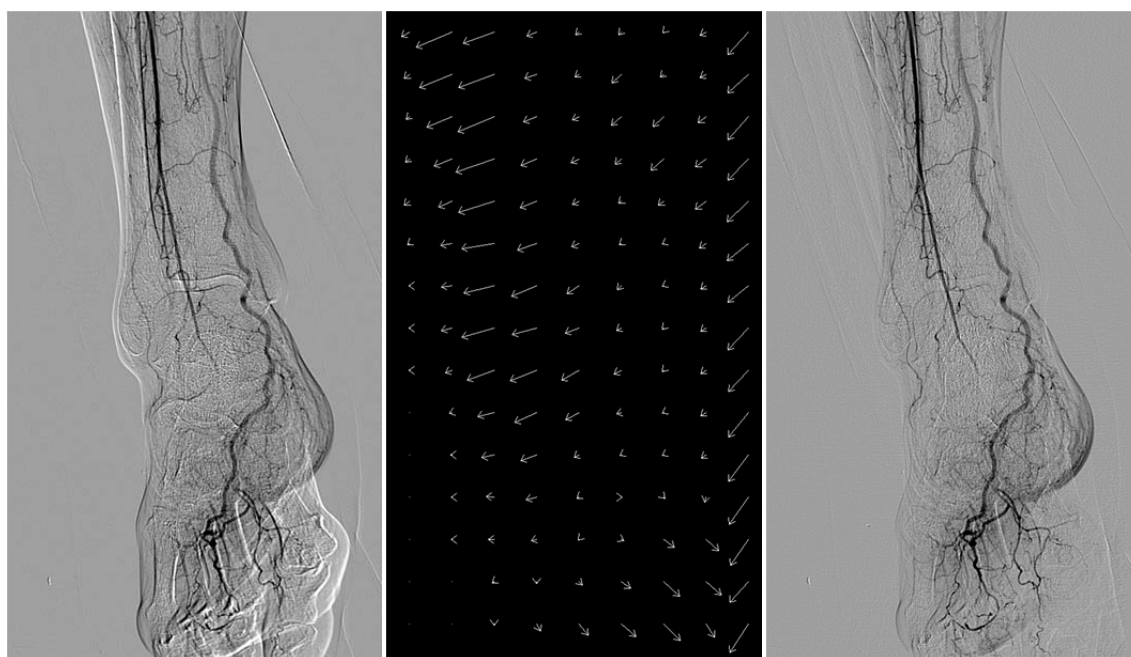
## 【特長】

## 1. Flex-APS処理によるアーチファクト補正の特長

Flex-APSはフレーム毎に移動方向、移動量の異なる3次元的な被検者の動きに対応できる非線形ピクセルシフト処理である。また、補正処理アルゴリズムの最適化とGPUの並列処理により、撮影中のリアルタイムな自動補正処理を可能にしている。これにより、脳血管や四肢血管などにおけるひねりもしくはねじれ方向の体動についてもリアルタイムかつ非線形に補正できるようになった。Flex-APSを導入することで、より効果的なアーチファクトの低減が可能になり、使用する造影剤の減量や検査時間の短縮などが期待できる。

## 2. Flex-APS処理の臨床適用例

Flex-APS処理の臨床適用例を以下に示す(図2)。画像の上部と下部では移動方向、移動量が異なっており、被写体が3次元的に動いていることがわかる(図2(b))。ベクトルマップの情報からMask像の位置を補正しLive像とサブトラクション処理を行うことで、画像全体を適切に補正しアーチファクトを低減した画像を得ることができる(図2(c))。



(a) Flex-APS適用なし

(b) ベクトルマップ

(c) Flex-APS適用あり

図2 Flex-APS適用例

## 【まとめ】

今回紹介したFlex-APSは、DSA撮影中に全てのフレームに対してリアルタイムに適正な補正処理を可能とし、画像処理に要する時間、手間を大幅に低減することで、検査時間を更に短縮することができるようになった。血管の視認性が向上するため、ミスレジストレーションアーチファクトに起因する再撮影が少なくなり、不要な被ばく線量、造影剤使用量の増加を抑制することができる。今後もより低侵襲な治療を目指し、実臨床で役立つ機能、アプリケーションの開発に注力していきたい。

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平成紫川会 小倉記念病院スタッフに謝意を表す。

## 2. ～X線撮影画像の写実主義への挑戦～ 新しい画像処理「REALISM」

コニカミノルタ(株) ヘルスケア事業本部 商品化推進部

原口 剛

### 【はじめに】

一般 X 線撮影において、X 線吸収に大きな差がある部位を撮影した際、画像中に白とびや黒つぶれの領域が発生する場合がある。白とびや黒つぶれの領域は視認性が悪いため、モニタ診断では、濃度やコントラストを調整し、視認性を改善している。白とびや黒つぶれを抑制し、初期表示から全領域が視認可能な画像を提供できれば、見逃しの減少による診断精度の向上や、濃度・コントラストを調整する負荷の減少による診断効率の向上が期待できる。

今回、当社は、視認領域を拡張しつつも、個々の構造物は分離よく描出する、新しい画像処理技術を開発した。本稿では、上記の技術に加え、微細な構造物の視認性を向上する画像処理技術も搭載した「REALISM」について紹介する。

### 【特長】

「REALISM」は以下の特長を持つ。

#### 1. 画像全体の描出とコントラスト維持の両立

白とび・黒つぶれの領域は、各々を中間濃度に近づければ視認性は向上する。しかし、白と黒の信号差を縮めると、画像のコントラストは低下する。「REALISM」では、複数の段階に解像度変換した画像の利用により、信号値を圧縮する空間周波数帯域を低周波側に限定し、人体構造物のコントラスト低下を抑制した(図1)。新規の階調変換カーブも導入し、構造物のコントラストを保ったまま、白とび・黒つぶれ領域の視認性向上を実現した。

#### 2. 解像力を最大限に活かす高鮮鋭化

画像の鮮鋭性を強調する際、目標の構造物よりも大きな構造物まで強調してしまうと、目標の構造物が十分に強調されない。「REALISM」では、空間フィルタの最適化により、画像の最高解像度域に限定した鮮鋭性強調が可能であり、微細な構造物が鮮明に描出可能となる(図2)。

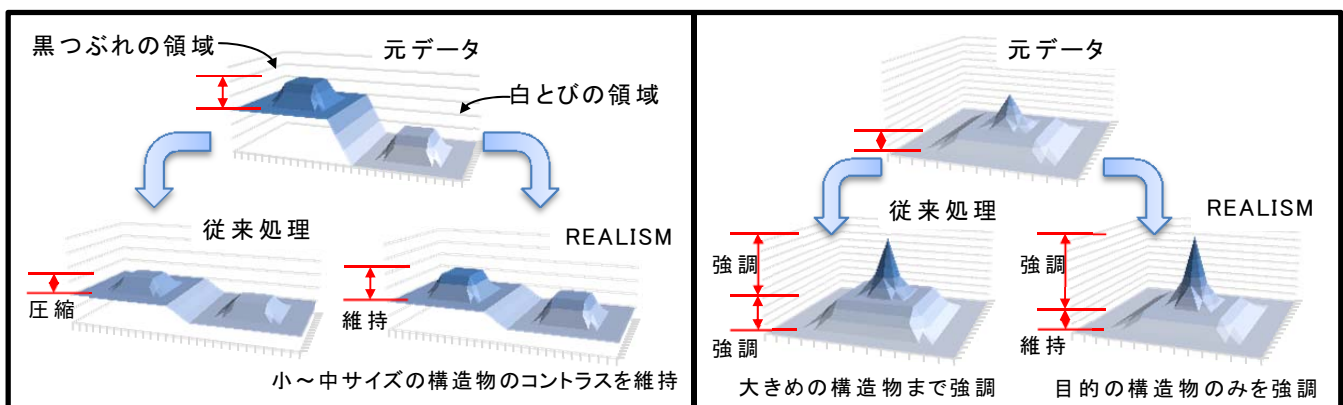


図1 ダイナミックレンジの圧縮(イメージ図)

図2 微細構造物の高鮮鋭化(イメージ図)

### 3. 粒状性改善の実現

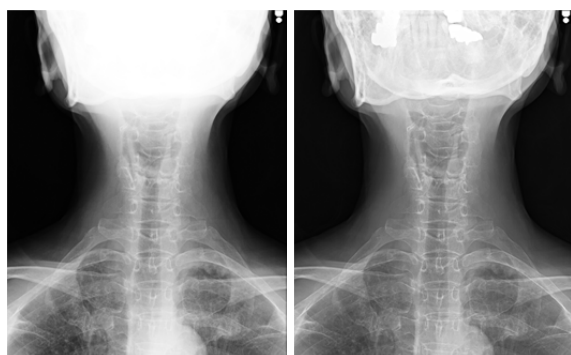
一般的にノイズの多い低線量領域の可視化や、強い鮮鋭性強調によって、ノイズは目立ちやすくなる。「REALISM」では、従来のノイズ抑制処理に比べ、強くノイズを抑制してもエッジ部が不鮮鋭化しにくいノイズ抑制処理を搭載した。この新しいノイズ抑制処理は、信号値の圧縮処理や鮮鋭性の強調処理による画質悪化を抑えるだけでなく、被ばく量の低減にも寄与できると期待する。

#### 【画像例】

「REALISM」の画像例を紹介する。

図3は、頸椎正面の画像である。顔に重なる領域の視認性は向上し、椎体もコントラスト良く描出している。歯突起も視認可能となり、開口困難な患者の診断に役立つと期待している。

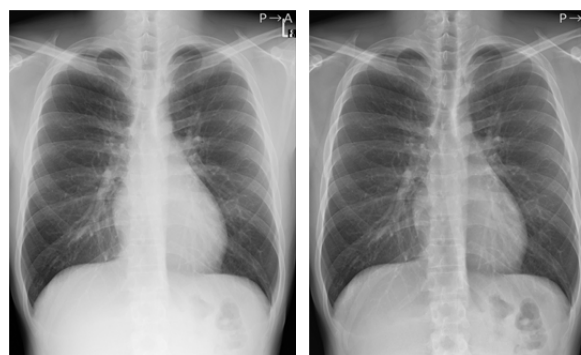
図4は、胸部正面の画像である。肺野内の画質は保持したまま、縦隔や心臓と重なる領域の視認性が向上し、病変部の見逃し低減への貢献が期待される。



従来処理

REALISM

図3 頸椎正面



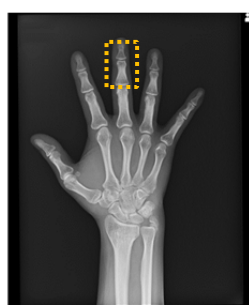
従来処理

REALISM

図4 胸部正面

図5は、手指骨正面の画像である。

従来処理では強く強調しても明瞭とはならなかった骨の辺縁を、「REALISM」では鮮明に描出している。骨の変形や微小な骨折の診断精度向上が期待できる。



従来処理

REALISM  
(骨の辺縁を鮮明に描出)

図5 手指骨正面 拡大

#### 【最後に】

医用画像界の写実主義を目指して名付けた「REALISM」により、立体感のある、微細な構造物は本来の姿に忠実な、視認性の高い表現が可能となった。しかし、実際の構造物通りに表現できていない部分も未だ残る。これからも、ありのままの姿を表現したいとの思いを持って、実物に近づけるための挑戦を続け、その挑戦を通じて、医療用画像の画質向上に取り組んでいきたい。

### 3. FPD 搭載胃部集団検診 X 線システム ESPACIO AVANT の開発

(株)日立製作所 ヘルスケアビジネスユニット グローバル事業統括本部  
大森 幹之

#### 【はじめに】

当社は1960年から、胃部集団検診用の透視(動画)と撮影(静止画)の両方が可能な車載用 X線システムを提供しており、2Wayアームやローリング天板などの特徴を有している。

今回開発した「ESPACIO AVANT」は、システムのこれまでの特徴を継承し、さらに X線検出器に FPD(Flat Panel Detector)を採用した。車載装置でありながら、医療機関などで使われる X線システムと同等の高画質な透視・撮影画像を提供することが可能となる。図 1 に ESPACIO AVANT の外観を示す。



図 1 ESPACIO AVANT 外観

#### 【特長】

##### 1. FPD搭載

車載が可能な胃部検診装置の X線検出部に FPD を搭載した。透視撮影台下部のスペースがコンパクトになり、形状もラウンドフォルムにした。検診車内など狭い空間でも受診者に視覚的な重圧感や圧迫感を軽減する。また、術者も広い空間を確保しながら検査することができる。

##### 2. 画像処理技術 (FAiCE-V NEXT STAGE1+)

高画質化、低被ばく化を実現し、さらなる視認性の向上、細部の明瞭化をしている。高速画像処理を行うことで、撮影画像だけでなく、透視画像も高精細に描き出している。

###### (1) MTNR (動き追従型ノイズ低減処理技術)

パターンマッチングによる動き検出処理を行うことで、動きに対してベクトル補正処理が可能となり、ボケを生じさせずにノイズ低減を実現させた。また、動き補正を必要としない領域には空間フィルタを併用させ、最適なノイズリダクション効果による明瞭な透視像描出を行う。

###### (2) マルチDRC処理

画像内の構造に応じて強調度合いを変更する技術である。周波数帯に分けて強調処理を行うことにより、暗部から明部まで明瞭な画像表示が可能となる。

###### (3) M-DRC+処理 (局所コントラスト補正)

Retinex 理論<sup>\*1</sup>に基づき、透視画像の局所ごとにコントラスト補正を行うことで、低コントラスト帯の視認性を向上する技術である。マルチDRC処理と組み合わせることで、より効果的にコントラストをつけ、視認性を向上させる。

\*1 人間の目が照明光に関係なく、色や明るさを感じられるとする「色恒常性」や「明るさ恒常性」を核とする理論 ([http://www.hitachi.co.jp/rd/portal/glossary/en\\_r/retinex\\_riron.html](http://www.hitachi.co.jp/rd/portal/glossary/en_r/retinex_riron.html))

### 3. 遠隔操作卓・透視撮影台

#### (1)小型化

遠隔操作卓の体積を当社従来システム\*<sup>2</sup>と比較して約20%小型化した。図2は、小型化した遠隔操作卓である。さらにX線制御ユニットの高さを88.8cmと低くしたので、検診車内のレイアウトの自由度が高まった。

\*2 胃集団検診X線システム CLAVIS MOBILE ESPACIO

#### (2)直感的な操作感

遠隔操作卓は、明るい画面と見やすく大きな「操作ダイヤル」で直感的な操作を可能にしている(図3)。操作ダイヤルはアップダウンキー操作に代わり、ダイヤル操作で素早く透視や撮影条件を設定することができる。タッチ操作部をダイヤル周辺に配置することで、素早く直感的なアクセスを可能にした。

#### (3)タテ/ヨコ移動する映像系 (2Wayアーム)

透視撮影台の映像系は、タテ/ヨコ自由に移動できるので、受診者を動かすことなく、位置決めが容易に行える。タテ移動700mm、ヨコ移動200mmを確保している。また、映像系の中心が踏台より730mmの高さまで下がり、小柄な方の検査にも十分に対応できる。



図2 遠隔操作卓



図3 操作ダイヤル

#### 【まとめ】

ESPACIO AVANTは2Wayアーム、回転中心がずれにくいローリング天板などこれまで当社が培ってきた胃集団検診X線システムの特徴を継承しつつ、X線検出器にはFPDを採用することにより装置の小型化、高画質化、低被ばく化を実現した。装置が小型化され、検診車の限られた空間でも多彩なレイアウトが可能となる。顧客ニーズに沿った柔軟なレイアウトの提案が可能になった。

当社独自の高速ファイル転送技術を用いたクラウドシステムの提供も行える。

今後も、検査者や被検者に快適な検査環境を提供するX線システムを開発、提供していく所存である。

## 4. 「FUJIFILM DR CALNEO AQRO<sup>®</sup>」が実現したポータブルソリューション

富士フイルム(株) メディカルシステム開発センター

小田 泰史

### 【背景】

テクニカルレポート第52号でモバイル撮影でのニーズに応えるべく開発した超軽量移動型デジタルX線撮影装置「FUJIFILM DR CALNEO AQRO(以下、「CALNEO AQRO」)」について報告した。今回は、導入施設のユーザの方々からの使用経験として、ワークフロー上の利点を紹介する。

### 【ワークフロー上の利点】

#### 1. 撮影準備が早い

「CALNEO AQRO」(図1)のカセット収納部には、当社カセット DR「CALNEO Smart」が常に起動した状態でセット、充電されておりいつでも撮影が可能である。また、撮影オーダは無線LAN経由でRISから受けとることができるため、施設のどこからでもオーダを受けてすぐに出動することができる。そのため、撮影準備(カセットの用意や装置起動)が不要で、出動までの時間が今までの約半分に短縮されたことで、救急などでは非常に有効であるという声を得た。

#### 2. 院内移動がスムーズ

装置が小型(高さ146cm)で支柱幅も小さく(約10cm)、前方の視界が良好なため(図2)、移動時に患者との接触をほとんど気にする必要がなくなった。また、任意の方向に楽にスライド移動ができるため、狭い廊下でも患者の障害とならない位置に速やかに退避できる点も安全性が高いとの評価を頂いている。さらに、エレベータには重量制限を気にせず人やベッドと同乗することができ(装置重量90kg)、病棟へもスムーズに移動できると大変好評である。



図1 CALNEO AQRO



図2 良好な前方視界



図3 スライド移動を活用した連続撮影例



図4 股関節軸位の撮影例

### 3. 撮影が容易

病室での胸部、腹部撮影や救急での胸部、骨盤撮影などの臥位撮影を連続して実施する場合、片手で本体を少しスライド移動するだけで簡単にポジショニング変更が可能である(図3)。また、従来の回診車では股関節軸位や椎体等の側面撮影時にアームの稼働に制約があり、狭い病室ではスペースを必要とすることや微調整が難しいため時間がかかっていたが、「CALNEO AQRO」は、狭いスペースでもアームを少し開き、装置全体で距離を調節するだけで撮影ができるため、難しいポジショニング変更が簡単になったと、大変喜ばれている(図4)。

本装置は、標準搭載された「Virtual Grid」ソフトウェアによって、体幹部でもグリッドなしで高コントラスト画像が得られるため、グリッドによるケラレを気にするストレスもない。これは、傾斜のある手術台での術中撮影や、体位を動かさない救急患者での撮影などで重宝されている。また、「CALNEO Smart」と「Virtual Grid」での撮影に最適化された撮影条件が撮影メニューごとにプリセットされており、自動的にその条件で撮影することができる。特に被ばくに配慮すべき小児撮影メニューについても条件が最適化されており、診断画質として十分である、との声を得た(図5、6)。



図5 胸部正面画像(90kV 1.25mAs SID=120cm)



図6 新生児画像(70kV 0.32mAs SID=120cm)

### 4. 画像確認が便利

画像表示モニタを含む操作パネルが任意位置に移動可能であるため、実に様々な使い方をされていることが分かった。当初、手術室や救急での医師による画像確認、介助撮影をしながらの画像確認などをし易くする目的で設計したが、それ以外に、整復やチューブ位置確認のための撮影において、医師に画像表示モニタを向けたまま、処置をする途中で段階的に撮影をするという新しい手技を実践されている施設もあり、潜在的な可能性に期待して頂いた(図7)。



図7 整復時の画像確認例

### 5. 保管スペースが小さい

本装置は占有面積が小さく小回りが利くため、わずかなスペースでも駐機可能である。また、通電時や充電時でも装置からの音が抑えられた静音設計となっており、静かな夜間のICUなど患者の居る部屋に保管しても気にならないとのご評価を頂いている。

### 【結語】

ユーザは現場で独自に本装置の特長を活かした工夫をされ、使いこなしていることが分かった。診療放射線技師の技量の高さに驚くとともに、本装置のさらなる可能性を感じている。今後もDR撮影システムとしての利便性を追及した技術開発に挑戦し、医療現場のニーズに応えていきたい。

## 5. 外科用X線システムにおけるタッチエリア適応型輝度調整機能の開発

(株)島津製作所 医用機器事業部 技術部  
坂本 祐貴

---

### 【はじめに】

先進国を中心に世界規模で高齢者人口が増加するなか、整形外科分野を中心とした医療機器の果たす役割が重要度を増している。当社では、整形分野において重視されるスピーディな操作性と高画質を兼ね備えた外科用X線システムとして、OPESCOPE ACTENO(図1、以下本装置)を提供しているが、今回さらに直感的な操作を可能にするタッチエリア適応型輝度調整機能(以下“Touch Focus機能”)を搭載したので、その特長を報告する。



図1 OPESCOPE ACTENO

### 【背景】

外科用X線システムの主用途である整形外科の術中では手術器具や人工関節の映り込みによる金属アーチファクトの低減や、目的部位の移動に対して柔軟に対応する必要があり、透視時に関心領域をすばやく適切な輝度に設定できるよう、X線条件を自動的に制御するIBS(Image Brightness Stabilizer)機能が搭載されている。しかし従来のIBSは、一般的にその関心領域を画像の中央に固定しているため、関心領域に金属が入り込む場合や目的部位を関心領域に含むことができない場合は、最適な輝度に調整することが困難となる。金属が関心領域に入り込まないよう手技を実施することは現実的ではなく、目的部位を関心領域まで移動させるためにはCアームの移動が必要となり不要な被ばくの要因となる。

### 【特長】

Touch Focus機能は、本装置に搭載のタッチパネル上に透視画像を表示し、タッチした領域(以下、指定領域)に対して最適な輝度になるようIBSを実施する。Touch Focus機能は以下の2つのモードからなる。

#### 1. Free Mode(自動IBS追従型)

指定領域に対して常にIBSが有効になるモードであり、被写体の変化に応じて常に適切な輝度になるようX線条件を調整し続ける。動きのある被写体に対して透視画像を表示したい場合に有効となる。



## 2. Lock Mode(IBS安定後 X線条件固定型)

指定領域に対して、一度IBSにて最適なX線条件に設定されると、その後被写体が変わってもX線条件を変更しないモードであり、指定領域を選びなおさない限り、そのままの輝度を維持し続ける。金属が関心領域に入り込んでくる場合でも、X線条件が変更されないため、ハレーションの影響を受けず、常に安定した画像を表示できる。

### 【適用例】

人体ファントム(手)にFree Modeを適用した例を示す(図2)。手を動かした場合でも、指定した領域について適正輝度となるようX線条件を調整し続ける。また、人体ファントム(腰椎)に対してLock Modeを適用した例を示す(図3)。金属挿入時も骨部のX線条件に変化が無く骨梁が観察できている。

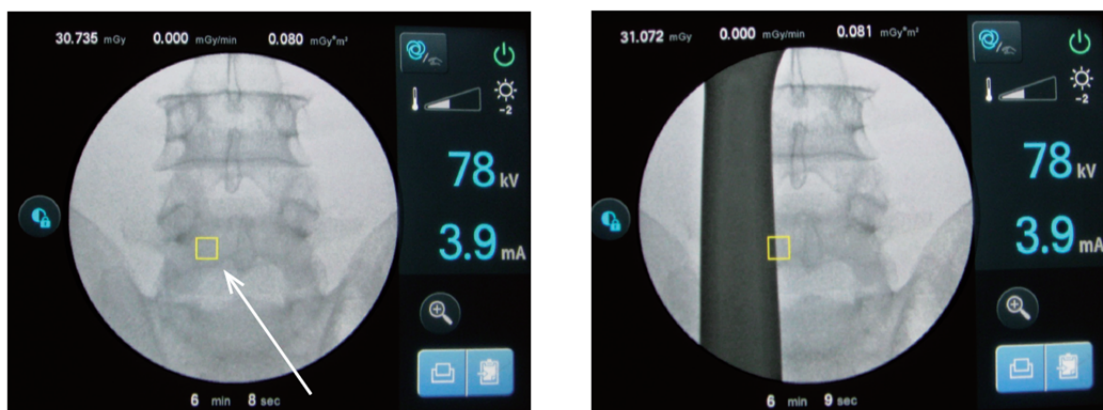


(a) 手ファントム正面時

(b) 手ファントム側面時

図2 Lock Mode の適用例

常に観察領域に合わせて輝度を調整する。画像回転や左右上下反転の操作を行った場合でも指定領域は追従する。



(a) 腰椎ファントムを使用した画像

(b) 金属挿入時

図3 Free Mode の適用例

輝度の自動調整後にX線条件を固定するので、視野内に金属製デバイスが挿入されてもその影響を受けない。

### 【おわりに】

タッチパネル操作により直感的な透視輝度調整が可能となる“Touch Focus機能”を開発した。操作者が意図する目的部位を、金属の影響を受けることなく、素早く指定することができるため、画質の向上と不要な被ばくの低減に寄与できると考える。

## 6. 64列/128スライスCTの最新技術

(株)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  
高垣 宜史

### 【はじめに】

当社は1975年10月に国産1号機として頭部専用のX線CT装置を国内医療施設に設置以来、2016年度末までの世界総設置台数は1万台を超えている。本論では、心臓撮影が可能な64列/128スライスSCENARIO、全身サブミリ撮影可能な64列Supria Grandeの最新技術について紹介する。



図1 SCENARIO

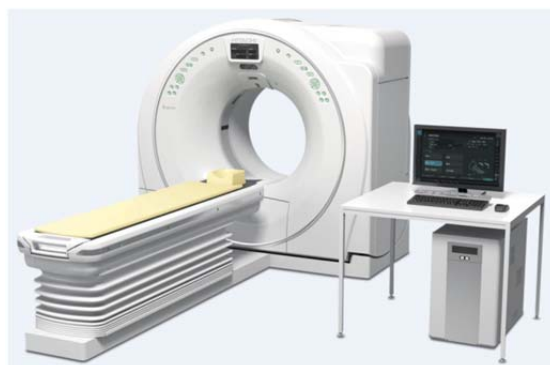
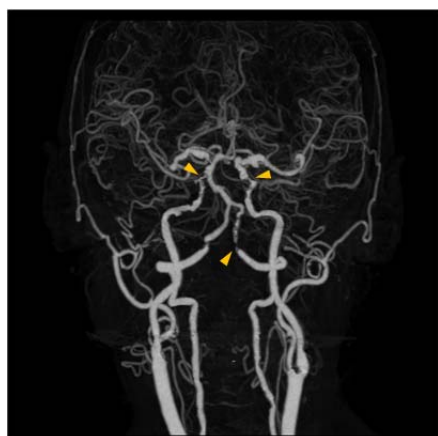


図2 Supria Grande

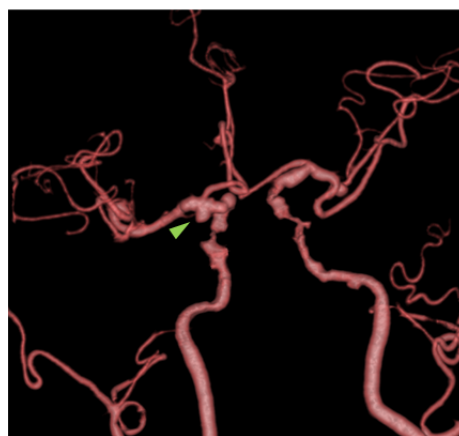
### 【特長】

#### 1. 高画質

(1) 軌道同期スキャン：SCENARIOとSupria Grandeは、同一のらせん軌道でスキャンが行えるようX線管と寝台を制御する軌道同期スキャンを搭載している。これにより例えば、単純CT撮影と造影CT撮影のらせん軌道をほぼ一致させることが可能となり、サブトラクション画像の精度向上が期待できる。



(a) 狭窄



(b) 動脈瘤

図3 軌道同期スキャンとサブトラクションによる頭頸部3D

(2) HiMAR (High Quality Metal Artifact Reduction)：Supria Grandeは、当社独自のアルゴリズムにより金属データをもとにアーチファクトを推定し補正を行うHiMARを搭載している。これにより、例えば椎体に埋め込まれた金属によるアーチファクトを補正することができる。

## 2. ワークフロー改善

(1) 優先リコン：SCENARIOとSupria Grandeは、複数の画像再構成の優先度を「通常」、「優先」、「緊急」の3つの選択肢から設定することができる優先リコンを搭載している。「緊急」を選択することで、救急患者の画像を優先的に再構成することが可能である。

(2) SPINE モード：Supria Grandeは、胸椎や腰椎などのMPR表示を簡便に行えるSPINEモードを搭載している。椎体や椎間板に合わせて複数の任意角度断面を設定することができ、リフォーマット画像作成や保存が可能である。頸椎や腰椎向けに標準テンプレートを用意しており、所望するリフォーマット断面の角度や位置はサジタル・コロナル画面上で簡単に指定可能である。

## 3. ノイズ低減技術

(1) Intelli IP RAPID：Supria Grandeは、「逐次近似再構成」の原理を応用した先進のノイズ低減技術Intelli IP RAPIDを搭載しており、画像ノイズやアーチファクトの低減による高画質化を同時に実現している。Intelli IP RAPIDは従来Intelli IPより画像演算時間を約半分(図4(b)→(c))にしており、また医療施設ごとに異なる運用ポリシーに沿った低ノイズ化を実現するために、7段階のノイズ低減レベルを用意した。

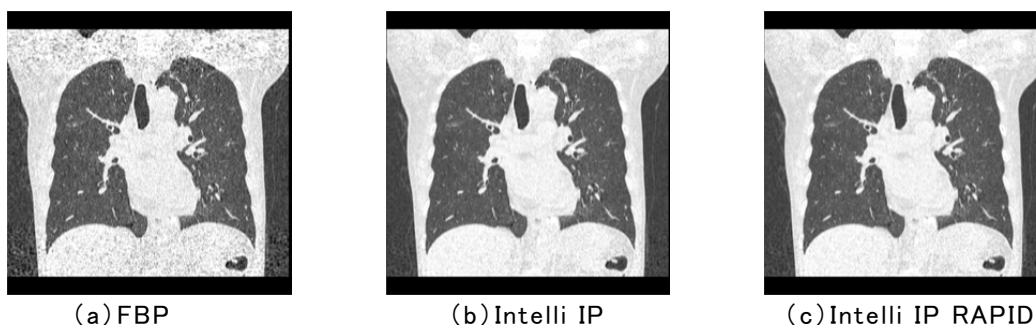


図4 胸部MPR画像のFBPとIntelli IPの比較

## 4. 機能拡充

(1) Eco mode：Supria GrandeはOn-time StandbyとOff-time modeの2つの機能からなるEco modeを搭載している。前者はガントリに内蔵する機器を制御することで、消費電力を抑制する機能である。また、後者はX線検出器の通電時間を抑制することで待機時消費電力をより抑制する機能である。これらの機能により、Eco modeは従来タイプのSupria Grandeと比較し待機時消費電力を最大55%低減することができる。

(2) Shuttle Scan：SCENARIOは、Shuttle Scanを搭載している。テーブルを高速に往復移動することで、簡便に、従来の2倍の80mmの範囲のDynamic撮影を可能とする。

### 【おわりに】

SCENARIO、Supria Grandeの最新技術の一部を紹介した。今後もさらなる技術開発や製品開発を進める所存である。

## 7. ACR ファントムにおける CT イメージング QA と逐次近似再構成法の評価

東洋メディック株  
黒田 武弘

### 【背景】

CT画像のノイズ低減効果やアーチファクト低減効果が期待される逐次近似再構成法は、現在のCT装置ではほぼ当たり前の機能となっている。しかし、逐次近似再構成法はメーカーによってその方法が異なり、全ての逐次近似再構成画像を評価することはとても難しかった。2012年に Richard<sup>1)</sup>は当社で販売しているCT ACR 464 ファントム(図1)を使い、円形エッジ法でMTFを算出することにより、全ての逐次近似再構成画像が評価出来ることを証明した。また、CT ACR 464ファントムを用いることで日本CT技術学会が作成したCT画像計測プログラム、CTmeasure (Ver.0.97b)(図2)は、円形エッジ法でMTFを算出することが出来る<sup>2)</sup>。CT ACR 464ファントムは、「CT設備、資格認定、画質および品質保証を包括的に管理するために定めたCT認定プログラム」で使用可能なCT装置の評価用ファントムであり、CTのアクセプタンスや性能評価、不変性試験に対して種々の試験が対応可能である。また、このファントムの画像を解析するソフトウェアを利用することで、ユーザーは画像解析に時間をかけずに作業を行うことが出来る。今回、CT ACR 464 ファントムを使ったCT画像解析とRichardが行った円形エッジ法による逐次近似再構成画像の評価方法を紹介する。

### 【方法】

#### 1. CT ACR 464 ファントムを使用したCT画像解析

CT装置の品質維持のために定められているJIS(JIS Z 4752-2-6:2012、4.5不変性試験の適用範囲)の項目に沿ってCT ACR 464ファントムを使った試験について紹介する。

##### (1) 患者支持器(天板)の位置決め

CT ACR 464ファントムには、各モジュールの表面にZ軸の中心位置を示す白いラインが書かれている。このラインは4cm毎に書かれているため、患者支持器をCT ACR 464ファントムの白いライン毎に移動してその位置決め距離の確認が出来る。

##### (2) 患者位置決め精度

両端のモジュールの側面に上記の白いラインの下、上下左右の位置に直径1mmのビーズが埋め込まれている。両端のモジュールの中心をスキャンすると画像には上下左右の4か所



図1 CT ACR 464 ファントム

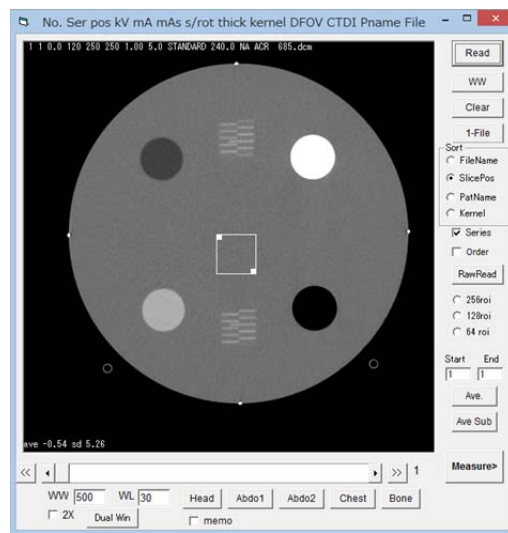


図2 CTmeasure (Ver.0.97b)

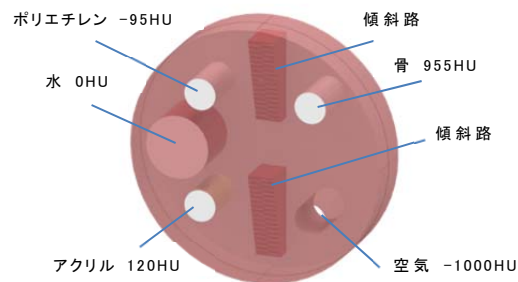


図3 モジュール 1

にビーズが写る。両端のモジュールの中心間の距離は12cmなので、スライスの位置から距離を算出して12cmになっているかどうかを確認することが出来る。

### (3) スライス厚

モジュール1(図3)に、傾斜路が2つ入っており、Z軸方向に0.5mm刻みで並んだワイヤがあるのが見える。モジュール1の中心位置を指定のスライス厚で撮影することによりCT画像上に写し出されたワイヤの見え方で指定されたスライス厚が算出出来る。また、SSPz(slice sensitivity profile for z axis : Z軸におけるスライス感度プロファイル)によりスライス厚を確認する場合は、モジュール3(図4)を使用する。モジュール3には、間隔10cmで0.28mmのビーズが挿入されており、そのどちらかのビーズを使ってSSPzを測定し、スライス厚の計測を行うことが出来る。

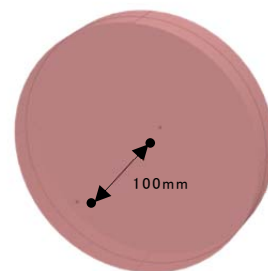


図4 モジュール3

### (4) 線量

CT ACR 464ファントムでは線量は測定できない。線量測定にはCTDIファントムを使用して線量測定を行う。

### (5) ノイズ、均一性および平均CT値

モジュール3にあるビーズの部分避けて中心、時計の0時、3時、6時、9時方向の表面から内側の位置でROIを取り、CT値の平均値、標準偏差(SD)を算出する。各位置のROIの平均CT値とSDからノイズ、均一性、平均CT値を確認することが出来る。

### (6) 空間分解能

モジュール3に納入されているビーズを使い、MTFを算出することが出来る。また、モジュール4(図5)に挿入されているテストパターンからラインペアを読み取ることが出来る(図5の4から12の数字は、ラインペア/cmを示している)。

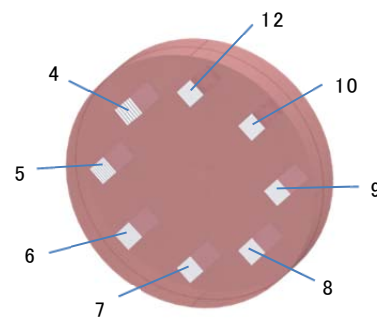


図5 モジュール4

## 2. CT ACR 464 ファントムを使った円形エッジ法による逐次近似再構成画像の評価方法

CTのMTF算出には、PSF(Point Spread Function)から仮想スリットを用いてLSF(Line Spread Function)を算出し、LSFをフーリエ変換してMTFを算出する方法が有名である。今回、逐次近似再構成画像の評価に用いた方法は、MTF Task法と呼ばれるもので、CT画像上の円形画像に対してエッジ法を用い、MTFを算出する方法である。この方法により、非線形画像の評価が行えるようになる。

### 【まとめ】

現在のCT装置には、ほぼ標準で逐次近似再構成機能が付いている。しかし、全ての逐次近似再構成画像を評価する方法は無く、それが正しく機能しているかどうかを確認する方法は無かった。今回紹介したファントムと評価方法は、従来のCT装置の線量以外の評価と不変性試験が行えるとともに、逐次近似再構成の評価が行える。CT装置にとって、とても便利で有効である。

### 【参考文献】

- 1) Samuel Richard "Towards task-based assessment of CT performance: System and object MTF across different reconstruction algorithms" Medical Physics 39 (7), July 2012
- 2) 福永正明 "CT 画像計測プログラムを用いた円形エッジ法における標的径とFOV に対する MTF 測定精度" 日本放射線技術学会雑誌 Vol.72(2016)No.6 p.489-495

## 8. CE エビデンスシステムを用いた情報連携による安全性への取り組み

(株)根本杏林堂 営業本部 営業推進課  
荒木 朋之

### 【概要】

造影CT検査における造影剤の投与結果は、その管理上の保存だけではなく、読影を行う上で検討すべき情報として重要視されるようになってきた。近年、装置の進歩によってその情報量は増加する傾向にあるが、画像を構成する条件の一つとして、使用された造影剤の濃度や造影剤の投与条件が適切であったかどうかについても重要な判断基準として検討されるべきである。造影CT検査における情報提供は、造影剤の投与前から結果までの一連の情報と共有が求められていることから、造影剤自動注入器はRIS、PACSとの連携を行うことで安全性の確保と情報提供を可能とすることが求められている。本稿ではその一連の共有を可能とするCEエビデンスシステムについて述べる。

### 【特徴】

#### 1. 投与状況の保存の必要性

CT装置の進歩により多様な造影CT検査の実施が行われるにつれ、造影剤の使用方法も被検者の体格や検査内容に応じて細かな設定が求められるようになってきた。このような状況下において、検査時に使用される製剤が多種にわたり存在することから、使用した造影剤名だけではなく投与量、速度などの投与条件についても診療情報として記録を残すことが必要とされている。

診療録は診療報酬請求の根拠となるだけでなく、正当な医療が提供されていることを示す上でも重要であり、記録がない場合には事実がどうであれ、診療がされていないか、または医学的判断をしていないと判断されてしまう恐れがある。

CEエビデンスシステムは造影剤注入装置「DualShotGX7」に搭載されたRFID(ICタグ)リーダーを用いて造影剤に貼付されたRFIDに書き込まれた固有情報を人の手を介さずに記録することが可能であり、投与結果と合わせて保存することを可能としている。

CE エビデンスシステムの概要

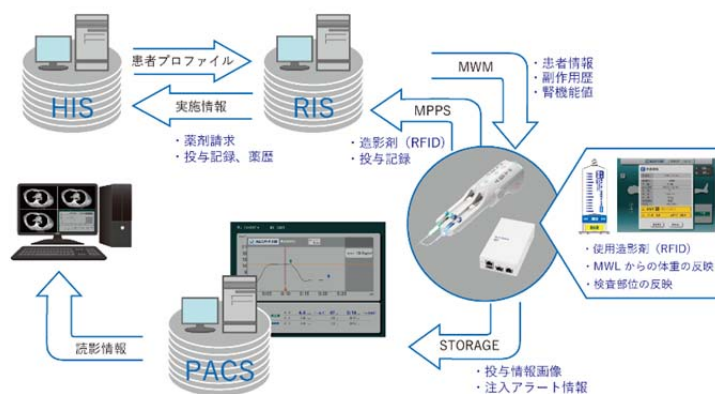


図1 CEエビデンスシステムを用いた情報連携の概要

#### 2. 読影時における投与情報の共有

読影を行う際における画像の造影能は、予定通り造影剤が正しく投与されていることが前提となっているものの、実際には検査時のデバイスの選択やその状態によって、必ずしも予定通りの投与が行われているとは限らない。このように予測されない状況下において、造影剤が正しく投与されなかった場合には読影に良くない影響を与える可能性がある。従来はこのような情報が十分に示されないままに読影を行うことを余儀なくされていたが、使用された造影剤やその投与条件が明確になれば、より多くの情報をもとに読影を行うことが可能となる。画像情報に加え、上述のような情報が自動的に連携できることにより、

造影剤自動注入器から提供される投与情報が適切な読影業務の一助になることが期待される。

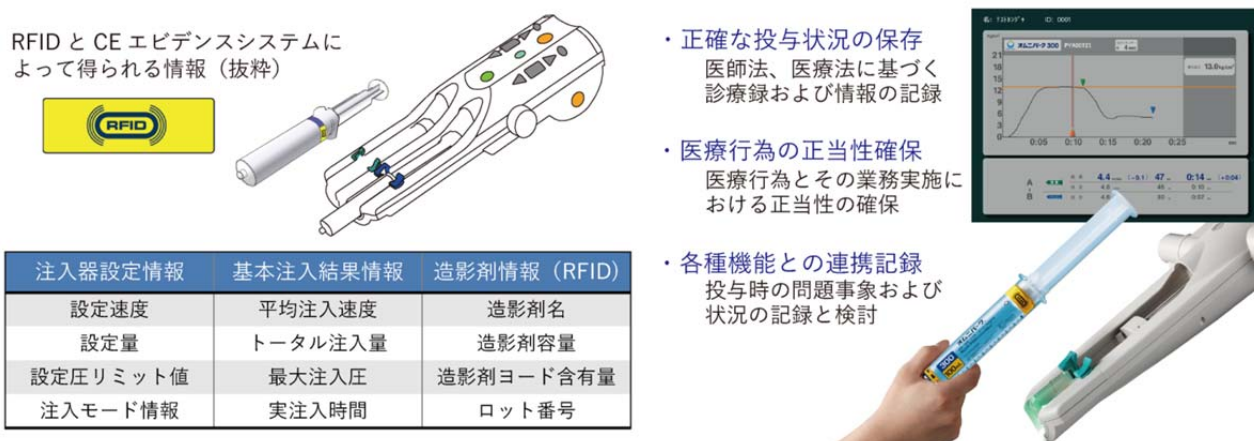


図2 CEエビデンスシステムによって得られる情報(抜粋)

### 3. 施設間連携における情報提供

医療連携情報の電子化、ネットワーク化が推進されている状況下において、共有化されるべき内容やその手法についての必要性が模索されている中で、投与情報についても重要な情報として取り扱う必要性が求められている。CEエビデンスシステムは標準化された情報が共有化できるように、投与情報データに加え、DICOM画像として作成された注入結果画像に、使用した造影剤のRFID情報を加え、撮影画像と同一検査内の1シリーズとして自動保存を可能としている。

PACSに保存された注入結果画像は他の撮影画像と同様に取り扱えるためネットワークや可搬型媒体を通じて共有化が可能であり、検査時の詳細な情報を被験者の記憶に頼ることなく確認することが可能となる。

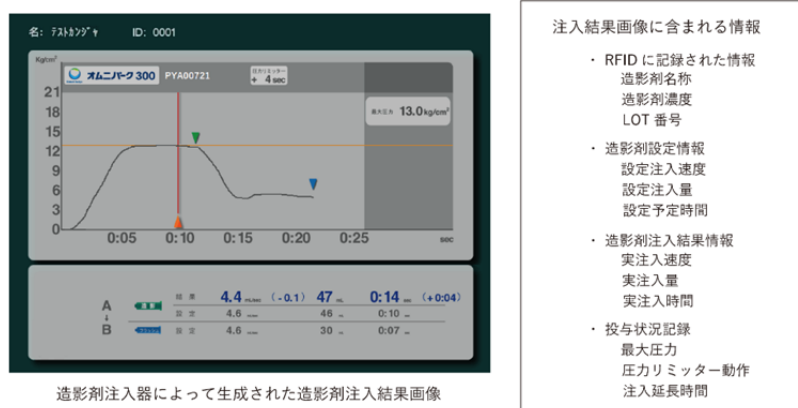


図3 PACSに保存される画像とDICOM情報(抜粋)

### 【おわりに】

CEエビデンスシステムは、PACSへの注入結果画像の保存を目的に開発されたが、現在は様々な施設からの要求と提案によって、造影CT検査を行う際の安全管理を可能とするツールとして多様な機能が付加されている。安全管理は検査を提供する上で確実に履行されなければならないものであり、昨今の検査環境において安全管理をいかに構築するかを考えることは、医療現場に機器を提供する我々にとっても重要な課題の一つである。今後も安全な造影検査環境をご提供できるよう、さらなる連携と開発を進めていきたい。

## 9. 高精細 CT 装置 Aquilion Precision™ の開発

東芝メディカルシステムズ(株) CT 開発部  
齊藤 泰男

### 【はじめに】

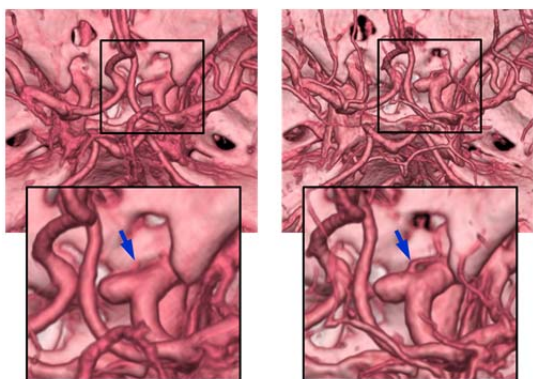
X線CT装置は、誕生以来の開発を通じて、「より広く」・「より速く」・「より細かく」という進化を辿り、現時点では、16cmの幅に対して0.3秒未満の1回転での撮影が実現されている。しかし、「より細かく」という点では、1980年代の半ば以降大きく進化することがなかった。今回、より微細な人体構造を鮮明に描出したいという診療のニーズに応えるべく、空間分解能を大幅に向上させた高精細CT装置 Aquilion Precision を開発したので紹介する。



図1 Aquilion Precision 装置外観

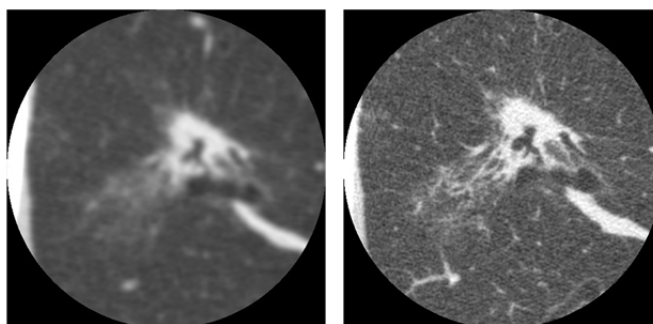
### 【特長】

本装置はアキシャル断面内分解能 0.15mm(従来 0.35mm)と最小スライス厚 0.25mm(従来 0.5mm)を有し、従来型臨床用CTでは得られない高精細 CT 画像を撮影できる 160列マルチスライスCTである。図2に脳動脈瘤の3D画像を示す。図2(a)が従来CT、図2(b)が高精細CTで撮影された画像である。高精細CTでは脳動脈瘤から分岐した眼動脈を確認することが可能であった。図3は肺腺がんの画像で、図3(a)が従来CT、図3(b)が高精細CTの画像である。高精細CTでは肺腺がんの微細な特徴がはっきりと確認することが可能であり、より早期の診断の可能性が示唆されている。



(a) 従来CT (b) 高精細CT

図2 脳動脈瘤の3D画像



(a) 従来CT (b) 高精細CT

図3 肺腺がんの画像

X線CT装置の空間分解能を向上させるには、X線焦点と検出器の1画素とを結ぶ個々のデータを細くすることと、X線焦点、検出器、被写体が設計上のあるべき位置関係からぶれないことが重要である。高精細CTでは、画素素子サイズを小さくした X線検出器、X線焦点サイズを小さくしたX線管装置、高剛性かつ高精度で制御可能なスキャナ本体・寝台などが必要であった。



### (1) X線検出器

本装置の検出器は、従来の80列マルチスライスCTの検出器(80列 \* 896チャンネル)に対して、面内方向、体軸方向ともに、画素サイズを1/2としつつ、2倍の素子を配列しており、検出器の受光面としては面積が1/4の画素を4倍の画素数(160列 \* 1792チャンネル)並べることで、従来と同等の撮影領域を確保しながら4倍の密度の投影データを得ることができる。

従来装置に対して面積が1/4の大きさの1素子で得られる信号量を確保するため、シンチレータ素材、精緻な製造技術などの開発を通じて、これまでで最高の効率を実現した。

### (2) X線管装置

本装置のX線管装置 MegaCool Micro™では、電界による電子ビーム収束技術を新たに開発し、電子ビームを細く制御することで、焦点サイズ幅が従来の約1/2(0.4mm)となる極小焦点を実現した。

焦点を小さくすると、焦点面での短時間的な熱問題からX線出力を低く抑える必要が生じるが、液体金属軸受を採用することで陽極の回転速度を高速化して熱問題を解決するとともに、焦点サイズ可変設定機能を開発し、高解像度を得ながら検査の目的に必要な出力が得られる機能を実現した。

### (3) スキャナ本体(ガントリ)・撮影寝台

本装置では、正確な投影データを得るためにガントリと寝台もそれぞれ刷新した。

ガントリはチルト軸の固定方法を刷新することで、架台サイズの小型化、±30°のチルト機構を実現しつつ剛性を強化し、前後左右振動振幅を従来装置の1/3以下に低減させた。

寝台は、高剛性化と高精度制御技術に加え、スライス面に寝台フレームを近づけるフレームスライド機構を開発し、ヘリカルスキャン時のスライス位置における寝台天板の振動を従来の1/2へ低減させた。

### (4) 画像データの高マトリクス化

高精細な投影データも再構成マトリクス数が小さいと、画像の1ピクセルが大きくなってしまうため、投影データが持っている解像度を表現することができない。本装置では、再構成マトリクスを従来の512に対して1024を標準とし、大きな画像領域に対しても画像の1ピクセルを十分小さくして、より解像度の高い画像を表示することができる。

高マトリクス画像の再構成、データ保存に備え、再構成装置を高速化(処理能力5.3倍)し、高速転送ポートを実装することで、従来装置同等以上のワークフローを実現している。

### 【おわりに】

従来CTに対して面内・体軸方向にそれぞれ2倍以上の空間分解能が得られる高精細CT Aquilion Precisionを開発した。

本装置が提供できる高精細CT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向上に寄与できることを期待している。

## 10. 新型 1.5T 超電導 MRI「ECHELON Smart」の開発

(株)日立製作所 ヘルスケアビジネスユニット グローバル事業統括本部  
 青柳 和宏

### 【概要】

新型1.5T超電導 MRI「ECHELON Smart」(図1)は、「クオリティ」、「スピード」、「コンフォート」をコンセプトとしており、診断に最も重要な高画質を実現しながら、静音化技術や操作者を支援するアプリケーションを搭載することで、被検者だけでなくMRIシステムを操作する操作者にも快適な検査環境を提供する。さらに、MRIシステムを使用していない時間帯に超電導磁石の超電導状態を維持するための冷却装置を一定時間停止する省エネ機能により、消費電力を低減することでランニングコストを抑え、MRIシステムを導入する医療機関の経営効率の改善にも貢献する。



図1 「ECHELON Smart」

### 【特長】

#### 1. 高画質を実現する 「Smart Engine」

一般的にMRIシステムは、受信コイルで検出した信号をアナログ回路で周波数変換し画像再構成をしているが、既知のようにアナログ回路ではノイズ混入による画質への影響がある。ここで、高速A/Dコンバータ(アナログ・デジタル変換器)を利用し、高周波のMRI信号を直接デジタル情報に変換する受信方式の優位性が認められている。これにより外来ノイズの影響や調整の経年変化による信号歪など信号精度が劣化する問題を低減することができる(図2)。

また、各受信コイル素子からの信号合成時にノイズの相関性を考慮した最適な画像合成比の調整を行うことが画像SN比の向上に有効である。本装置では「Smart Engine」として最適な画像合成を行う手法を搭載した。

一例として腹部撮像において、Spine コイル 20 と Flex Body Upper コイルを組み合わせ使用した例では、「Smart Engine」を用いた本システムの撮像によって画像 SN比は8%向上した。

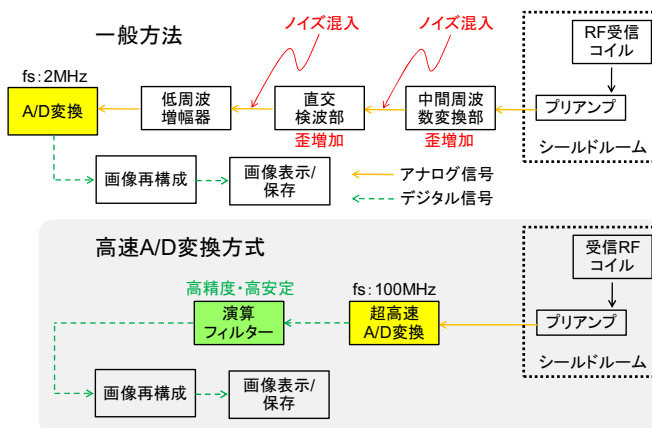


図2 A/D 変換方式ブロック図

#### 2. 画質、撮像時間に影響の少ない静音技術 「Smart Comfort」

MRI 検査で大きな音が出る原因は、傾斜磁場コイルに電流を流すことで電流と磁場の間に働く電磁力によって傾斜磁場コイルが振動するためである。当社独自の静音化技術「Smart Comfort」は、傾斜磁場パルスの形状を最適化し、撮像パラメータの調整をすることで、撮像時間、コントラスト、画像SN比、空間分解能をほぼ変更しない条件で、撮像音を最大で94%<sup>\*</sup>低減する。これは、図3に示すよ

うに傾斜磁場波形は印加電流と印加時間の積で与えられ、この波形で撮像音の音質が変化するため、シミュレーションを活用することで低騒音波形形状の最適化を行って実現される。この技術は MRI撮像で重要である T1強調画像、T2強調画像や MRA画像など、装置調整用のプリスキャンを含めた主なルーチン検査で利用することができる。

\*撮像条件などにより異なります。

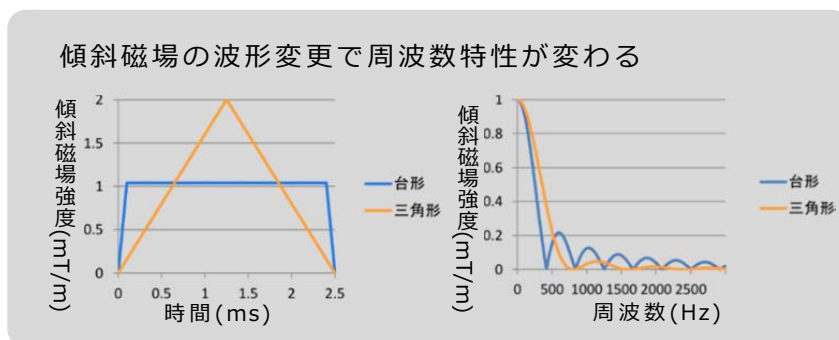


図3 傾斜磁場パルス形状と周波

### 3. 消費電力を低減する省エネ機能 「Smart Eco」

超電導MRIシステムは検査に使用していない時でも超電導状態を維持するために、磁場を発生させる超電導コイルを液体ヘリウムで冷却している(図4)。その液体ヘリウムが気化しないように冷却装置を運転し続けるので高額なランニングコストを消費している。本装置に搭載された省エネ機能はMRIシステムを使用していない時間帯などで、冷却装置を一定時間停止させることで液体ヘリウムを蒸発させない条件で効果的に電力消費を削減できる。また、冷却装置の停止中は発熱量も低減するので、屋外に設置される放熱設備であるチラー装置の消費電力も同時に低減する。この省エネ機能により、本機能を用いない場合と比べ、MRIシステム単体において最大で 17%<sup>\*</sup>のランニングコスト低減を実現した。

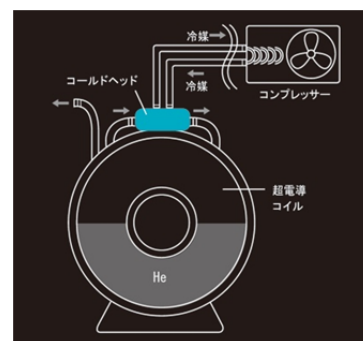


図4 超電導磁石の冷却構造

### 4. 自由なレイアウトで MRI導入の可能性を広げる 「Smart Space」

超電導MRI装置の設置で問題となるのが機械室のスペース確保である。本装置ではMRIガントリーと機械室の電源ユニット間のケーブル長をこれまでよりも長く延長した。これによりレイアウトフリーな設計が可能となり、MRI導入のハードルを緩和することができる。特に永久磁石オープンMRIからの装置更新の場合、設置スペースが障害となるケースが多いが、機械室のレイアウト自由度を広げることでスペースを有効に活用できる。図5にMRI装置更新の配置例を示す。

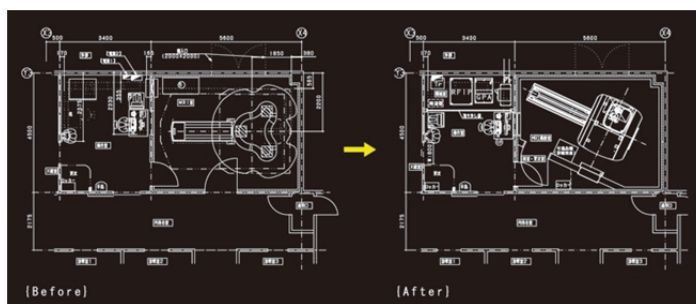


図5 オープンMRIからの更新レイアウト

### 【まとめ】

当社の新しい1.5T超電導MRI「ECHELON Smart」は静音化機能、省エネ機能といった特徴技術に加え、高機能撮像を実現する最新のアプリケーションを搭載したMRI装置である。さらに、設置におけるレイアウトの自由度を向上することで、コンパクトな永久磁石オープンMRI装置の更新要求にも対応する可能性を広げている。

## 放射線治療用動体追跡システムのマーカートラッキング技術

㈱島津製作所 医用機器事業部 技術部  
佐野 孝之



### 【はじめに】

放射線治療では、腫瘍に対して正確に放射線を照射することが重要であり、より高精度な放射線治療が望まれている。高精度化の手法の1つとして、肺がんや肝臓がんなど呼吸により動く腫瘍に対して正確に放射線を集中し、正常な組織に放射線を照射しないようにする動体追跡治療が実施されている。

当社は、あらかじめ腫瘍近傍に埋め込んだマーカーを4式の内、2式のX線透視装置で捉え、マーカーが所定の位置にある間だけ照射信号を治療装置に送信することで、腫瘍にのみ放射線を集中させる動体追跡装置 SyncTraX(図1)を北海道大学と共同開発した<sup>1)-3)</sup>。本稿では、マーカー位置を特定するために用いているマーカートラッキングに関する技術について解説する。



図1 SyncTraX(FX4 version)の4式のX線管とFPD  
中央のガントリとベッドは放射線治療装置

### 【マーカートラッキングの処理フロー】

マーカートラッキングは、テンプレートマッチング法を用いて、以下のフローで実施される。

(治療ビーム照射前)

1. テンプレート画像の登録

(治療ビーム照射時)

2. 透視画像収集およびトラッキング用画像処理
3. テンプレートマッチング法によるマーカー位置検出
4. マーカーの3次元位置導出

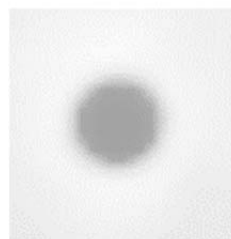
以下に各処理について説明する。

**【テンプレート画像の登録】**

マーカーが写っている透視画像上でマーカーを中心とした矩形領域を切り出してテンプレート画像とする。球形マーカーのテンプレート画像例を示す(図2)。4式のX線管と検出器の組み合わせのうち、マーカートラッキングに使用する2式それぞれのテンプレート画像を登録する。



a)オリンパス製金マーカー



b)球形マーカーのテンプレート画像例

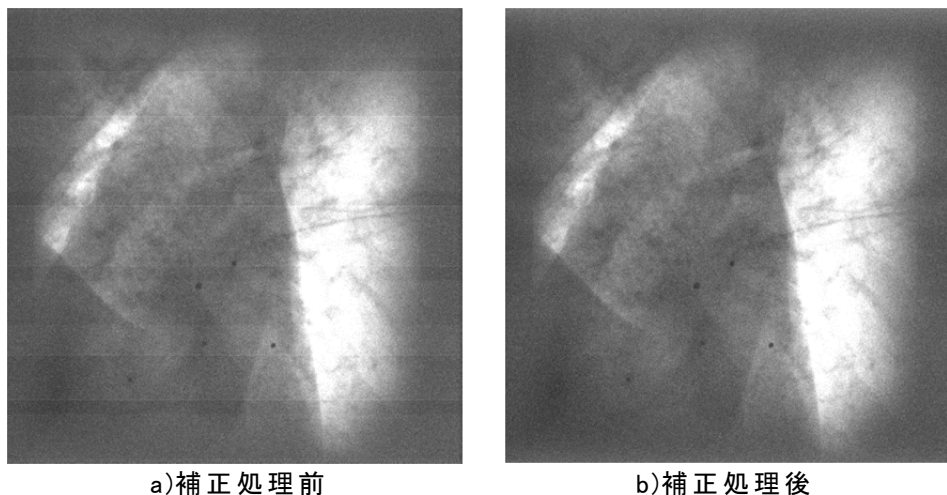
図2 球形マーカーの実物例とテンプレート画像

**【透視画像収集およびトラッキング用画像処理】**

透視を実施し、収集した透視画像に対してテンプレートマッチングを行う前処理として、透視画像に画像処理を施す。

**1. 治療ビームによる散乱線の補正処理**

放射線治療装置の治療ビーム照射により被検者からの散乱線の影響を受ける。この影響により画像全体のコントラストが落ちるとともに、検出器がFPDの場合、各画素の読み出しのタイミングによって混入する散乱線量が異なるため、出力される透視画像にはアーチファクトとして、不等間隔に輝度ムラが発生する。アーチファクトが画像上下対照的に発生するのは、FPDの読み出しが画素行中央から上下方向に行われるためである。輝度ムラがある場合、テンプレートマッチングの性能が低下するため、散乱線の影響を補正する処理を施す。補正処理としては、初めに、アーチファクトに対して並行方向に画素値平均を取り、画素列毎の平均画素値を計算する。計算した平均画素値のプロファイルに対して近似値を計算する。計算した近似値と平均画素値との差分値を、各列の画素値から減算する。これより、平均画素値プロファイル形状は近似曲線と等しくなるため、画像の散乱線成分が取り除かれる。散乱線補正処理前後の画像を示す(図3)。



a)補正処理前

b)補正処理後

図3 散乱線補正処理前と処理後画像

補正処理により帯状の輝度ムラが消失している

## 2. ノイズ低減処理

マーカーの追跡性能を向上するためにはコントラストを損なうことなく、ノイズ低減処理を行うことが有用である。本装置では、エッジ保存型平滑化フィルタの一種であるBilateral Filterを採用している。Bilateral Filterは注目画素周辺における空間的かつ輝度的正規分布を計算し、その分布に従い重み付けを行うことで、注目・参照画素間の距離と、それらの輝度値差も考慮した平滑化を行うものである。Bilateral Filterを適用することにより、マーカーと背景画像との境界エッジを保存しながら、ノイズ低減処理が可能となる。

また、当社にて開発した動体追尾型ノイズ低減処理である Block Matching Recursive filter 処理 (BMR) を施した。BMRは、フレーム間でブロックマッチングを行い、最もマッチングしたブロックで位置を補正した上で、時間積分処理を行うことで、ノイズを低減し、時間積分処理による残像発生を抑制する。BMRにより、マーカーのコントラストを損なうことなく、時間積分処理によるノイズ低減を行うことで動体追跡性能を向上させた。

### 【テンプレートマッチング法によるマーカー位置検出】

透視画像上でマーカー位置を自動検出するためにテンプレートマッチング法を用いる。治療中に収集した透視画像をサーチして、テンプレートと最も一致する位置をマーカーの位置と認識する。実際には、30fps もしくは 15fps で収集する透視画像ごとにリアルタイムでテンプレートマッチング処理を行うため、サーチするエリアを1つ前の透視画像上でマーカーの存在した位置を中心とし、一定の領域に限定して処理を実施する(図4)。どの領域が最も一致しているかは、スコア値(式1で示す“r”を2乗した値)を算出し、その値が最大となる領域をマーカー位置とする。

$$r = \frac{\Sigma\{(I-I_{av}) \times (M-M_{av})\}}{\sqrt{\Sigma(I-I_{av})^2} \times \sqrt{\Sigma(M-M_{av})^2}} \quad (\text{式 1})$$

I : 透視画像の各座標での画素値

I<sub>av</sub> : 透視画像の平均画素値

M : テンプレート画像の各座標での画素値

M<sub>av</sub> : テンプレート画像の平均画素値

Σ : 2次元座標として、(i,j)=(1,1)から(N,N)までの値で計算する。Nはテンプレート画像のマトリクスサイズ(N x N)を示す。

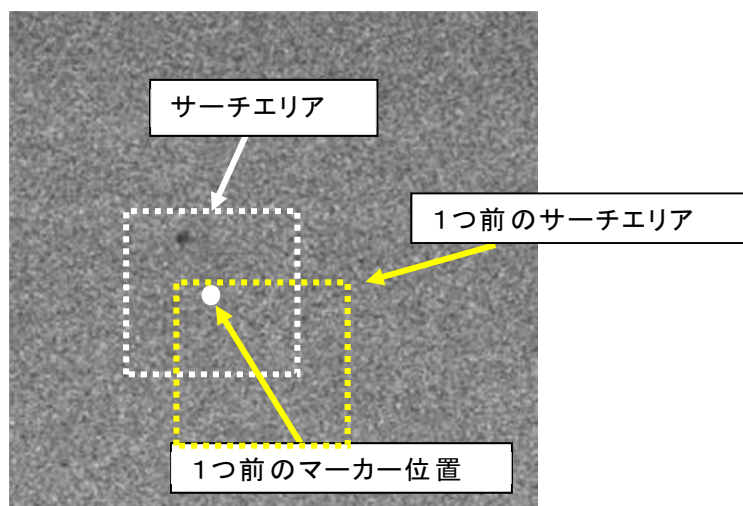


図4 テンプレートマッチング法のサーチエリア

**【マーカーの3次元位置導出】**

テンプレートマッチング法により算出された2方向のマーカー位置より3次元位置を計算する。任意の3次元位置  $P_{3D}(p1, p2, p3)$  に対して2次元画像上の位置をそれぞれ  $Pa(pa1, pa2)$ ,  $Pb(pb1, pb2)$  とするとき、3次元位置への変換式 ( $F_{2D \rightarrow 3D}$ ) が一意に存在する(式2)。

$$F_{2D \rightarrow 3D}(pa1, pa2, pb1, pb2) = (p1, p2, p3) \quad (\text{式 2})$$

実際にはX線管および検出器 (FPD) が設計通りの位置に設置されているとは限らないため、位置座標が既知のファントムを用いてキャリブレーションを行い、設計値からの補正值を含めて、変換式  $F_{2D \rightarrow 3D}$  を求める。本変換式より、3次元位置座標を導出する(図5)。a、bは設計上の位置、a'、b'は実際の位置を示す。

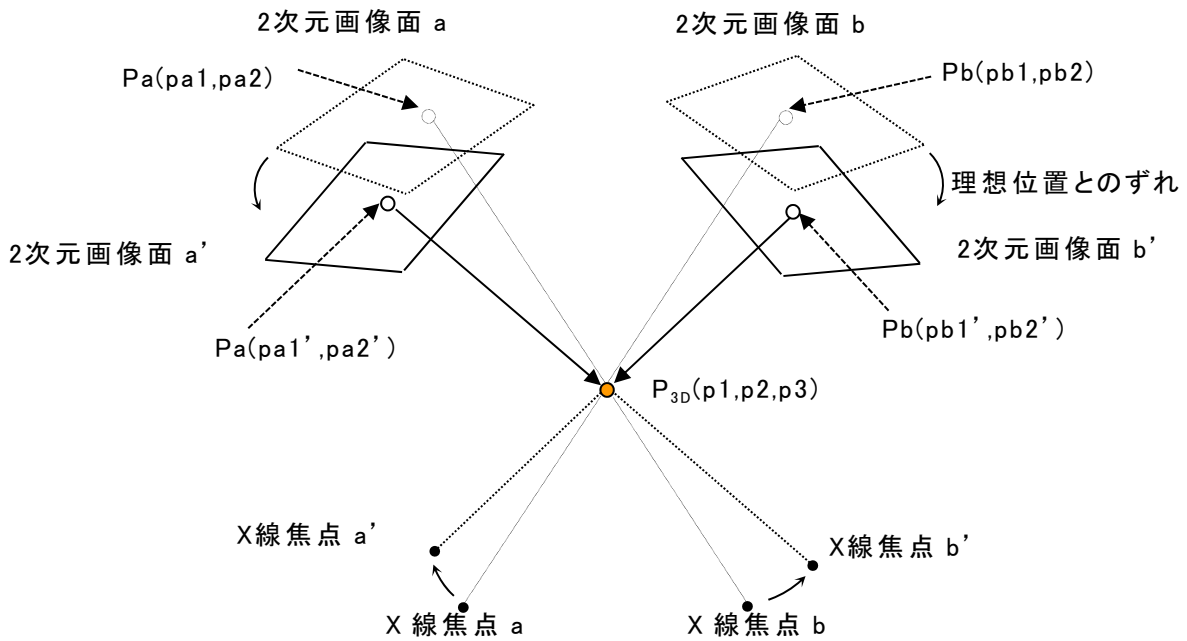


図5 3次元位置の導出

上記処理にて治療中に算出された一連のマーカー位置は記録され、マーカーの3次元の動きを表示することが可能である(図6)。最大移動距離を算出することも可能であり、呼吸性移動対策加算の判断材料とすることができる。

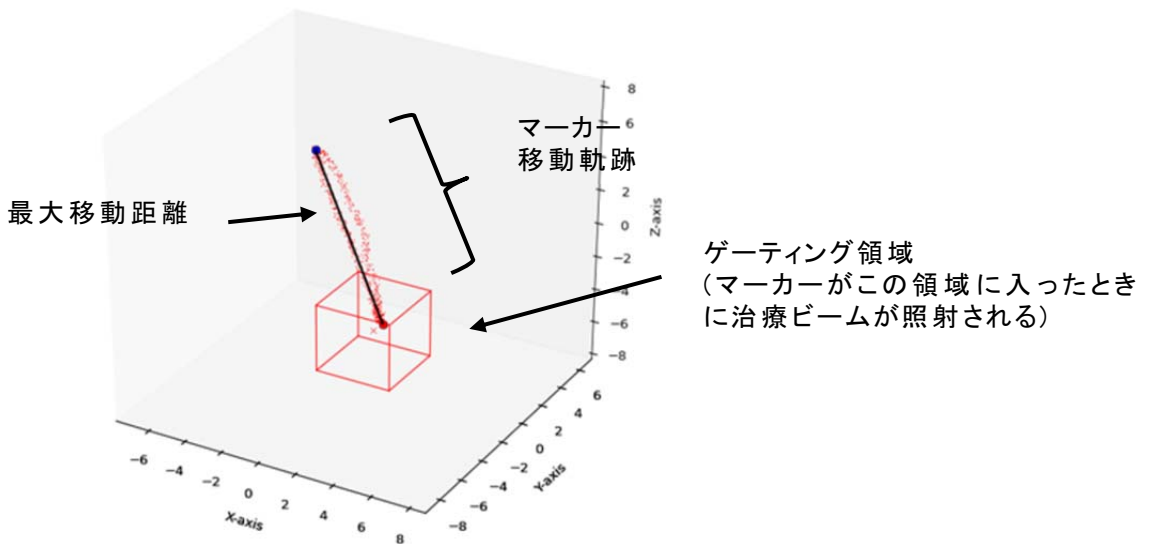


図6 マーカー軌跡3D表示



**【追跡治療中の画像表示例】**

追跡治療中の例として人体ファントムを2方向から透視した場合の画像を示す(図7)。3つのマーカーが留置されており、小さい円が治療計画におけるマーカーの位置、四角が画像から検出したマーカー位置を示し、検出されたマーカーの位置(四角)が治療計画上のマーカー位置(小さい円)と一致したときだけ、治療ビームを照射するように制御する。四角を通る直線はエピポーラ線と呼ばれており、一方の画像でマーカー位置が検出された際、その点がもう一方の画像上ではどこに存在するかを示す。2つの画像上で正しくマーカー位置を検出できた場合は、マーカー位置は互いのエピポーラ線上に示される。

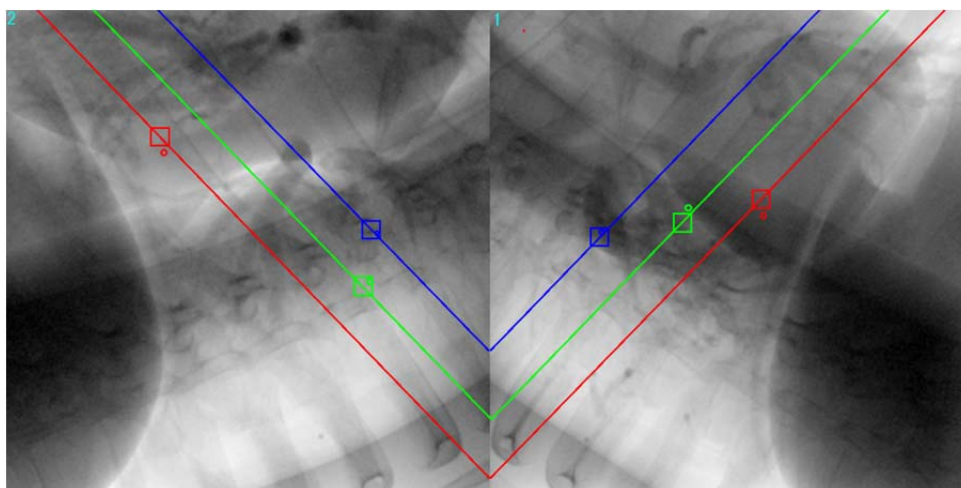


図7 追跡中の画像表示サンプル(人体ファントム)

**【まとめ】**

動体追跡治療で使用されているマーカートラッキング技術について解説した。今後、さらなる技術向上により、動体追跡治療がより幅広く使用され、治療成績の向上に貢献することを期待する。

**【参考文献】**

- 1) 山中誓次ほか：放射線治療用動体追跡システムの開発 島津評論 Vol.68 51～58 (2011)
- 2) 山中誓次ほか：放射線治療用動体追跡システムの開発 島津評論 Vol.70 41～48 (2013)
- 3) 篠川毅ほか：TrueBeam 対応放射線治療装置用動体追跡システム SyncTraX の開発 島津評論 Vol.72 39～45(2015)

## 原爆投下の街から、放射線の安全利用と 医療の質向上を目指して

公益社団法人 日本放射線技術学会 第45回日本放射線技術学会 秋季学術大会  
実行委員長 隅田 博臣



平素より公益社団法人日本放射線技術学会をご支援いただき感謝申し上げます。第45回日本放射線技術学会秋季学術大会実行委員長を拝命しました広島大学病院の隅田博臣でございます。

今大会を開催するにあたり、上田大会長より「医療安全を科学する」をテーマとして掲げ秋季学術大会を開催したい旨伺った際、放射線技術学発展を命題としている学会において、医療安全をテーマで学術大会運営を開催する困難さを感じておりました。何故なら、我々が医療安全と聞きますと、感染予防やインシデント分析・対策を思いつくからです。しかし、考えてみますと安全を科学した製品の開発・展開は日常茶飯であります。皆さんがよく利用されている車(車輪)を制御するブレーキの開発はその典型と思われます。自動車業界では近年追突防止の仕組みなどアクティブセーフティの開発が盛んです。日常生活において便利な機器(装置)には必ず安全を担保する仕組みが組込まれ、これら安全技術の開発・実装は社会の暮らしを安心・安全に導いてくれます。

医療の現場でも同様、各種装置には安全回路や動作制御機構が装備されています。その中で診療放射線技師が昔から最も恩恵を受けている安全装置はフォトタイマー(X線曝射制御装置)かも知れません。時代を遡りフィルム・スクリーンを利用していた時代、X線写真の適正濃度を得るため X線曝射時間の調整は診療放射線技師の経験則に左右されていました。その経験則を補う装置として、X線曝射時間を調整するためのフォトタイマーが開発されています。しかしながら、現代のデジタル時代ではこのフォトタイマーが別の用途、過剰被曝線量防止の一助として使用されています。

その他、臨床での多くの問題点や疑問は分析・改善・報告されています。その報告をヒントに企業が製品化する歴史(JIRAとJSRTの関係)もあったように記憶しております。そのような歴史が今日の医療機器の開発・発展に影響していると信じております。

今日の医療において安全の担保は必須条件となっており、高質な医療の提供と安全の担保は、アクセルとブレーキ同様車の両輪であります。

放射線を安全で安心して利用して医療の質向上を目指すことが日本放射線技術学会の目指すところでもあります。

広島市は世界で初めて原子爆弾の被害を受け、その被害から甦った平和都市であります。その広島市(平和記念公園)から、世界に向けて安全且つ最適な医療被ばくの下、高質な医療を提供できる技術を科学し、実用化に向けて情報発信できることは大会開催者のひとりとして大変名誉なことでもあります。

また、継続的に日本画像医療システム工業会とよきパートナーシップを築き国民の福祉に貢献できることは、先進的医療の一端を支える学術団体として大変うれしく感じる次第であります。

このたびは、テクニカルレポートへの執筆の機会を頂き、感謝申し上げますと共に、貴会の益々のご発展を祈念しております。

(広島大学病院 診療支援部 副部長)

## 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)業機法に基づく継続的研修の実施

### 2. 会 員

JIRAは医用画像を扱う全国的な業界団体で、192社(2017年9月26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、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・団体との意見交換及び連携
- 医療機器に関する海外の環境規制の動向調査

##### ○経済部会

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

- 診療報酬改定に向けての意見集約と提言

- 医療機器の評価体系の研究と構築
- 医療機器産業のビジョンによる中期展望と行政要望
- 関連学会・団体との意見交換

○コンプライアンス委員会

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

○流通近代化委員会

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

○JIRA基準委員会

JIRAで扱う医療機器に関する規格等の審議と承認を行います。

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

○IEC 国内委員会

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

新業務項目提案を行い、規格化の推進活動も行っています。

○継続的研修委員会

医療機器の営業所管理者(販売業・貸与業)及び責任技術者(修理業)の遵守義務である継続的研修を JIRA 製品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旨とした活動を推進しています。

○産業戦略室

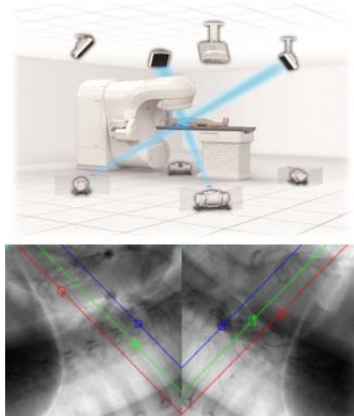
行政・経済・環境・社会・技術など外部環境変化を踏まえ、画像医療システム産業の成長促進のため、産業ビジョン・戦略の策定、データベースの整備、実態調査・分析などを推進し、行政への迅速対応、ステークホルダーへの情報発信・提言活動を行っています。

○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



肺がんや肝臓がんなど呼吸により動く腫瘍に対して、腫瘍近傍に埋め込んだマーカーの位置を特定することで腫瘍位置を判断するために、テンプレート法を用いたマーカー-tracking技術が有用である。本技術を用いた動体追跡装置により、治療計画通りの線量を腫瘍に集中させることができ、より高精度な副作用のない治療を行うことが期待できる。

(写真上：26頁図1、写真下：31頁図7)

## 編集後記

テクニカルレポートの作成には約半年かかりますが、その間、特に今夏はいろいろなことが起こりました。国際的には北朝鮮が日本を越えてICBMを発射し、同時に広島原爆の10倍ともいわれる規模の核実験も行なったことから、緊張が目に見えて増してきました。一方、国内では、東京を中心とした東日本に雨が降り続き、九州では積乱雲が連続して発生する線状降雨帯により大きな被害が出ました。ここ、広島でも3年前に同じ現象による集中豪雨が発生しており、気が滅入る状況が続きました。ところが、9月に入り、こんな雨雲を吹き飛ばすような明るいニュースが届きました。桐生選手が100メートルで9.98秒と、10秒を切る記録を打ち立てたのです。桐生選手、おめでとうございます。全ての日本国民が渴望していた記録です。

医療の世界も変革の波の真ただ中です。AI、IoTと言ったICT技術は生産現場、農業、自動車に留まらずヘルスケア分野に置いても関心の的です。日本は団塊の世代が75才以上となる2025年問題を控えており、これら新技術を駆使して難関を乗り切れないかと期待する次第です。

(河野 和宏 記)

JIRAテクニカルレポート 2017. Vol.27 No.2(通巻第53号) 2017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  | 田中 茂  | 東芝メディカルシステムズ(株)   |
| 副委員長 | 大久保 彰 | (株)日立製作所          |
| 委員   | 岩木 健  | 富士フイルム(株)         |
| 〃    | 岩崎 雅樹 | (株)島津製作所          |
| 〃    | 河野 和宏 | 島津メディカルシステムズ(株)   |
| 〃    | 長東 澄也 | コニカミノルタ(株)        |
| 〃    | 古屋 進  | (株)三協             |
| 〃    | 前田 賢  | (株)マエダ            |
| 〃    | 森山 智幸 | (株)森山X線用品         |
| 事務局  | 横田 則昭 | (一社)日本画像医療システム工業会 |

発行 一般社団法人 日本画像医療システム工業会

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

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

**JIRA**50<sup>th</sup> Since 1967

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