

**JIRA**

# テクニカルレポート

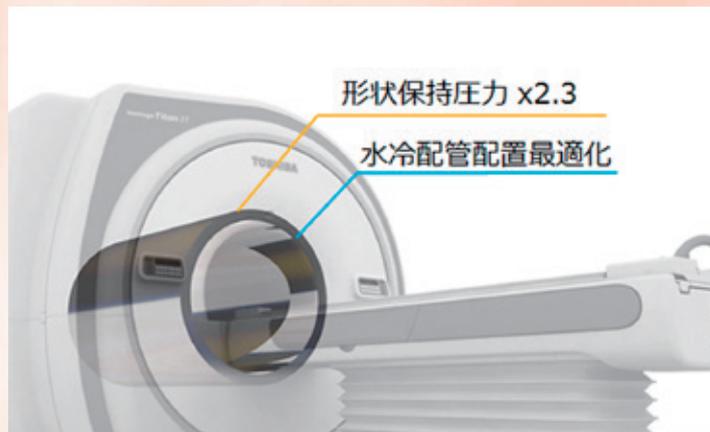
創刊25周年記念号

◆新製品・新技術

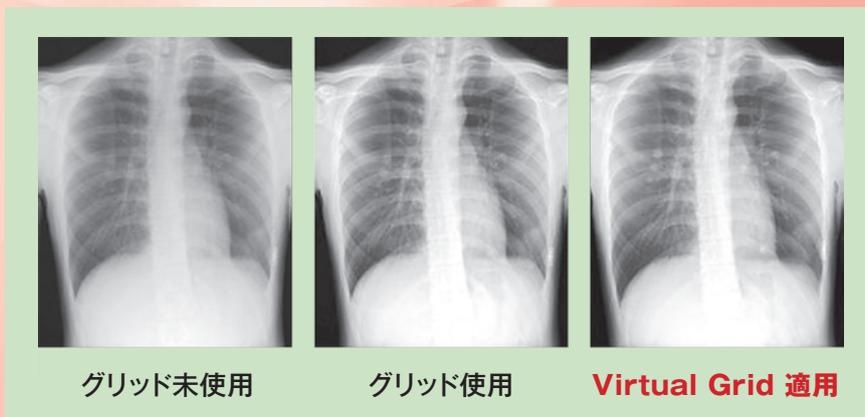
◆技術解説

放射線医学におけるコンピュータ利用の最近のトピックス

3テスラMRI装置Vantage TitanTM 3T/iS Editionでのシステム技術とアプリケーション技術



一般X線撮影における散乱線補正技術 Virtual Grid®



## 第72回日本放射線技術学会総会学術大会の 開催にあたって



公益社団法人日本放射線技術学会第72回日本放射線技術学会総会学術大会  
大会長 小倉 明夫

第72回日本放射線技術学会総会学術大会を、平成28年4月14日(木)から17日(日)の4日間にわたり、パシフィコ横浜会議センター、アネックスホール、国立大ホールを会場にして開催いたします。日頃より、JIRAの皆様方には、日本放射線技術学会へのご支援、ご協力を賜り、心より感謝申し上げます。

本大会のテーマは、「Instructive, Innovative, and Integrative Radiology」です。私流の解釈では、これは「有益でためになる(Instructive)、それでいて革新的な(Innovative)、また診療医療と統合し(Integrative)、患者さんに還元できる放射線医学の研究」ということになります。合同特別講演は、宇宙飛行士の山崎直子さんに「宇宙・人・夢をつなぐ」というテーマで壮大な視野での講演をお願いしています。また我々が担当しますJRC合同シンポジウム3では、放射線医学と切り離して考えることができない造影剤との関わりをテーマとして「造影剤が放射線医療にもたらした功績」のテーマのもとで、歴史的背景から今後の展望まで含めて、纏めていく予定です。

他にも、本学会として3つのシンポジウムを企画しています。1つは、「ワイヤレスタイプ可搬型FPDの技術的諸問題」、2つ目は「インターベンションの診断参考レベルの確定へむけて」、3つ目は「DRLの臨床的効果と課題」です。また、実行委員会企画といたしまして「放射線科医の診断プロセスを理解する」として山本憲先生(頭部領域)、木戸晶先生(骨盤腔内領域)、遠藤登喜子先生(乳腺領域)に講演をお願いしています。専門部会合同企画では、「放射線技術科学として考える“読影の補助” その1: ± $\alpha$ の撮影技術」がシンポジウムとして開催されます。この他に教育講座として「肺がんの診断と治療 How Will the Specialists Think About?」肺がん診療における様々な画像診断から治療方法について、内科医、外科医、放射線科医などそれぞれの立場からご講演をいただくことになっております。

また初学者向けの診断に役立つ基礎技術学として「トモシンセシス、MRI、CT、マンモグラフィ、核医学」といった内容を朝一番に設定しています。ぜひ早起きをして参加していただけますと幸いです。フォーラムは放射線防護フォーラム、標準化フォーラム、放射線管理フォーラム、医療安全フォーラムをハーバーラウンジで開催いたします。このハーバーラウンジは今回初めて使用する会場で展示ホール2階の海側に面し、移動経路はYokohama Bayを一望できるデッキを利用いたします。つきましては案内図等を確認しお間違えの無いよう参加していただけますと幸いです。

さらにパネルディスカッションといたしまして「マルチモダリティから乳がんに向ける～画像所見は病理像を反映しているか～」と題して病理スクリーナーの永井祥子先生をお招きして、乳がんの代表的な乳頭腺管癌、充実腺管癌、硬癌についてマンモグラフィ、超音波、MRI画像が病理像を反映しているか討論していきたいと考えております。

最後に、JIRAワークショップが4月17日(日)午前8時50分から10時50分まで、F201+202で開催されます。「一般撮影における患者被ばく線量管理の実際」というテーマで、JIRAと本学会計測部会、撮影部会、放射線防護部会の共催で開催いたします。

是非、足をお運びいただけますと幸いです。

最後になりますが、JIRAの皆様のご今後益々のご発展と会員の皆様のご健勝を心からお祈り申し上げます、本学会との連携が末永く続くことを祈念いたします。

(群馬県立県民健康科学大学 大学院診療放射線学研究科教授)

# JIRAテクニカルレポート 2016. Vol.26 No.1 (通巻第50号)

## 目 次

### 巻頭言

- 第72回日本放射線技術学会総会学術大会の開催にあたって ..... 1  
公益社団法人日本放射線技術学会第72回日本放射線技術学会総会学術大会大会長 小倉 明夫

### 新製品・新技術

1. DR 長尺システム「AeroDR Stitching Solution」の紹介 ..... 4  
コニカミノルタ(株) 新美 敏弘
2. X線循環器システム *Infinix Celeve<sup>TM</sup>- i “Rite Edition”*における新機能 ..... 6  
東芝メディカルシステムズ(株) 小澤 政広
3. X線線量管理システム『Radimetrics』について ..... 8  
日本メドラッド(株) 岡崎 瑛一
4. Med-BOX(組立式エックス線防護BOX)の開発 ..... 10  
医建エンジニアリング(株) 田口 裕章
5. 3テスラMRI装置 Vantage Titan<sup>TM</sup> 3T/iS Editionの開発 ..... 12  
東芝メディカルシステムズ(株) 安原 康毅
6. MRIモーションアーチファクト低減技術の紹介 ..... 14  
(株)日立メディコ 青柳 和宏
7. 4D-CTとdeformable image registration を用いた新たな肺機能画像作成技術の開発 ..... 16  
ITEM Corporation 瀧田 美実子
8. 超音波ガイド下穿刺における針強調処理 ..... 18  
コニカミノルタ(株) 高木 一也
9. 「AMULET Innovality」における2D向上技術の開発 ..... 20  
富士フイルム(株) 浜渦 紳
10. 『更なる高画質を実現する Dynamic Visualization II』の開発 ..... 22  
富士フイルム(株) 高橋 知幸
11. 一般撮影用FPDシステムCXDIにおける散乱線低減処理 ..... 24  
キヤノンマーケティングジャパン(株) 向笠 恭司
12. 低投与量心筋血流SPECT撮像技術“IQ・SPECT”と標準データベースの活用について ..... 26  
シーメンスヘルスケア(株) 清水 威志
13. ソフトウェアを活用したX線用グリッドの性能評価 ..... 28  
Jpi ジャパン(株) 良知 義晃
14. 12MPオール・モダリティ医用画像表示カラーディスプレイの開発 ..... 30  
バルコ(株) 角元 祐幾

15. 医用画像表示モニタ「RadiForce RX350」の開発 .....	32
EIZO(株) 橋本 秀明	
16. VNA(Vendor Neutral Archive)対応 PACSビューアアプリケーションの機能強化 .....	34
ケアストリームヘルス(株) 長井 大樹	
17. MRI室対応LED照明『マゲルミナンス』シリーズの紹介 .....	36
東京計器アビエーション(株) 嶋田 伸明	
18. 造影効果を高めるデバイスの開発と臨床応用 -Spiral Flow Tube- .....	38
(株)根本杏林堂 弓場 孝治	
19. 放射線治療用MRI 対応可動式患者位置決めレーザについて .....	40
メディカル・エキスパート(株) 長瀬 瑠里	
20. 近赤外光カメラシステム LIGHTVISION の開発 .....	42
(株)島津製作所 宇野 晴雄	

## 技術解説

放射線医学におけるコンピュータ利用の最近のトピックス .....	44
日本コンピュータ支援放射線医学・外科学協会事務局長 稲邑 清也	
3テスラMRI装置 Vantage Titan™ 3T/iS Editionでのシステム技術とアプリケーション技術 ..	51
東芝メディカルシステムズ(株) 市之瀬 伸保	
一般 X線撮影における散乱線補正技術 Virtual Grid® .....	58
富士フイルム(株) 川村 隆浩	

## 医療の現場から

医療における安全を学生教育現場から .....	64
公益社団法人日本放射線技術学会第72回日本放射線技術学会総会学術大会実行委員長 根岸 徹	

## テクニカルレポート第50号記念

テクニカルレポート第50号までの歩み .....	65
--------------------------	----

工業会概要 .....	67
-------------	----

編集後記 .....	70
------------	----

# 1. DR 長尺システム「AeroDR Stitching Solution」の紹介

コニカミノルタ(株) ヘルスケア事業本部  
新美 敏弘

## 【背景】

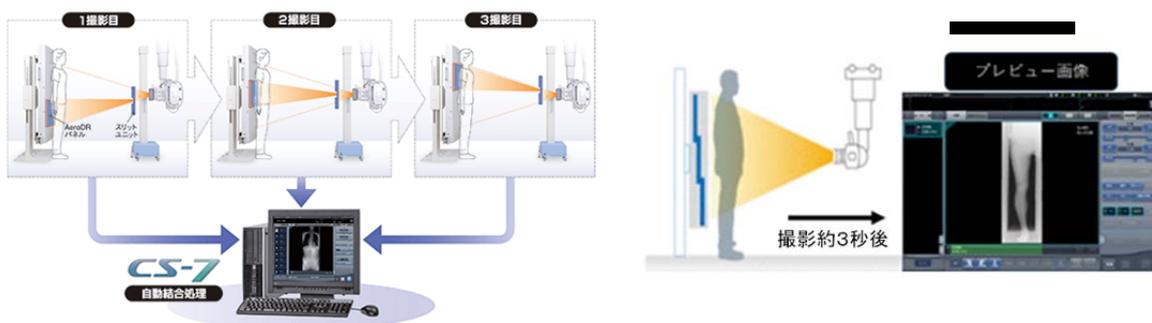
従来のDR長尺システムでは、複数回の X線ばく射が必要なため患者の体動による影響を受け適切な長尺画像が得ることが難しいケースがある。またCR長尺システムは一度の X線ばく射で撮影できるが、読取作業に伴い作業時間を要するなどの課題がある。またこれまでの長尺システムでは側弯症患者の長尺側面撮影において、画像有効領域もあり自然体位で撮影することが難しかった。今回、これらの課題を解決できる DR長尺システム“AeroDR Stitching Solution”を製品化したのでその概要を説明する。

## 【技術的な特長】

### 1. 1 度の X 線ばく射で長尺画像を取得

従来当社の DRによる長尺撮影や X線装置を一体化した DR長尺システムでは、複数回の X線ばく射が必要であったが、本システムでは複数枚の DRパネルを長尺ホルダに配置することで、1度の X線ばく射で長尺画像の取得が可能になり、体動の影響を受けにくい画像を得ることができる。従来の DR長尺システムや X線装置と一体化した DR長尺システムに比べ、撮影範囲の位置決めや各種撮影でのポジショニングが容易になり、患者・技師の負担が大幅に軽減される。また本システムでは長尺画像が X線ばく射から約3秒\*でプレビュー表示され、結合画像の確認が可能であり、即座に撮影結果を確認できるため、撮影効率が大幅に向上する。

\*AeroDR パネル 1417 サイズ×3 枚構成(有線接続)の場合



a) 全ての撮影が終わるまで動くことができない      b) 1回のX線撮影で終了

図1 従来の長尺システムと本システムによる長尺撮影例

### 2. 立位・臥位での長尺撮影に対応

長尺撮影は荷重位での検査を行うケースが多いが、患者が立つことが難しいと判断した場合、座位・臥位での撮影に変更されるケースがある。本システムでは、立位の撮影位置から臥位の撮影位置に長尺ホルダを移動させることで、1つのユニットで立位と臥位の長尺撮影に対応できる。臥位の長尺撮影に対応していることで、立つことが難しい患者の撮影、大腿骨撮影、脊椎撮影など広範囲での撮影をカバーできる。

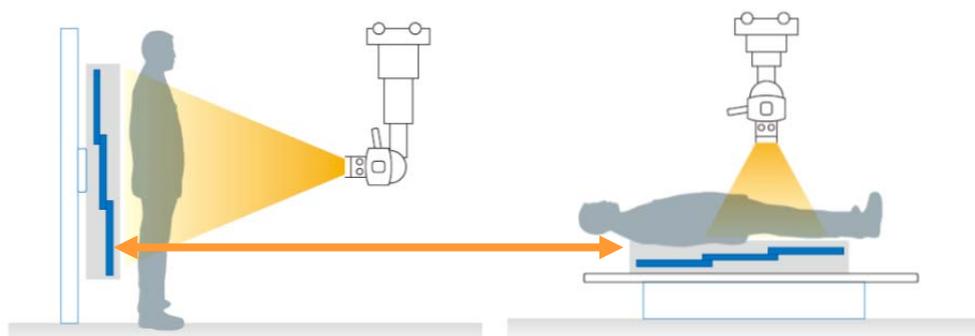
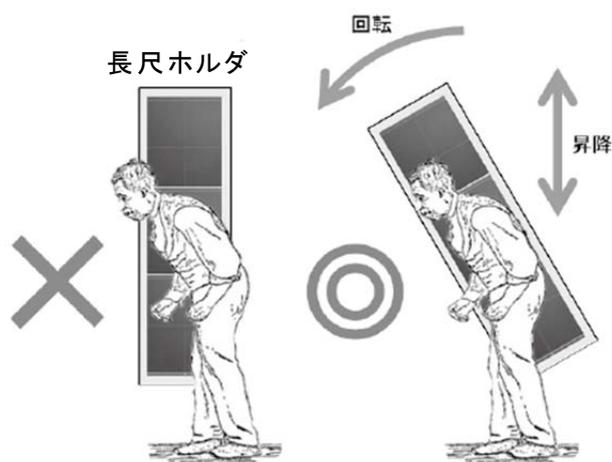


図 2 立位長尺・臥位長尺の両方に対応

### 3. 回転機構による撮影範囲の拡大

従来の長尺システムでは、側弯症患者の全脊椎側面撮影を自然体位で撮影することが困難であった。本システムは、長尺ホルダー部が回転する機構（オプション）を導入することで、自然体位での撮影が可能である。

また90度の回転角をカバーすることで、患者様をストレッチャーにのせたまま側臥位撮影などにも利用できる。



撮影領域に入らない 撮影領域に入る

図 3 長尺ホルダーを回転・昇降させた撮影

### 4. 一般撮影との DR パネルシェアを実現

本システムで使用されるAeroDRパネルは長尺撮影専用ではなく、一般撮影や回診用 X 線撮影などと DR パネルの共用が可能である。通常は、一般撮影で使用している DR パネルを長尺撮影に転用でき、施設の状況に応じた効率的な運用が可能である。

### 5. 既設の X 線装置を利用

本システムは、従来の DR による長尺撮影同様に、新たな X 線装置を必要とせず、既設の X 線装置を利用した長尺撮影が可能である。そのため、少ない導入予算で DR 化が可能である。

### 【結語】

本システムは、1 度の X 線ばく射で長尺画像を得ることができることから、長尺撮影のワークフローを大幅に改善するとともに従来撮影が困難であった部位の撮影にも利用が可能と考えている。今後、さらなる医療の質の向上に貢献できるように取り組んでいきたい。

## 2. X線循環器システム *Infinix Celeve<sup>TM</sup>-i “Rite Edition”*における新機能

東芝メディカルシステムズ(株) X線開発部  
小澤 政広

### 【背景】

近年の治療デバイスの進化により、X線循環器システムを用いて、多岐にわたるインターベンションが導入されているが、治療時間の長時間化に伴い、皮膚障害等を防止するため、被ばく低減の関心が市場でますます高まっている。当社では、被ばく低減機能として、スポット透視やDose Tracking Systemを提供している。

今回、これらの被ばく低減機能によるトータルな線量管理DoseRite<sup>TM</sup>コンセプトの強化を図るため、*Infinix Celeve-i Rite Edition*を開発した。



図 1 *Infinix Celeve-i Rite Edition* システムの装置外観

### 【特長】

本製品に搭載した最新機能を以下に示す。

#### 1. スポット ROI

従来の関心領域まで照射野を絞る方法では、照射野外の状況をリアルタイムで確認できない問題があった。これを解決するための一方法として、穴あき減衰フィルタの導入が知られているが、関心領域の線量が増加する問題がある。そこで、本フィルタ使用時のX線制御を見直すことで、関心領域の画質をほぼ同等に維持しつつ、関心領域の線量もフィルタ不使用時と比べて高くならない機能(スポットROI)を搭載した。

DA撮影時における12インチ視野での条件では、基準空気カーマが約1/10に低減できる。穴あき減衰フィルタの位置決め操作は、従来の補償フィルタ操作と同様に直感的に行える。

当社では、被ばく低減機能としてスポット透視を提供しているが、関心領域の外側は過去の画像を表示するため、照射野外の状況をリアルタイムで確認できない。一方、スポットROIを使用することで、スポット透視よりも被ばく低減効果は低いものの、画像全体をリアルタイムで把握しながら一定の被ばく低減を実現できる。例えば、脳血管内治療領域において、血栓が飛ぶなどの状況を把握することができるため、より安心して



図 2 スポットROI使用時の画像例

IVR を行える。スポット透視とスポット ROI は、顧客の臨床ニーズにより選択いただけるようにオプションとして提供している。

## 2. 低線量 3D 撮影

被ばく低減機能の拡充として、3D-DA撮影に対して低線量モードの撮影プログラムを追加した。本モードでは、既存の 3D-DA撮影と比べて段階的に検出器の入射線量を落とす設定（最大で既存 3D-DA撮影の 1/10）を選択でき、3D撮影での被ばく低減の実現が可能となる。

本低線量3D撮影は、小児肺動脈造影など高コントラストの血管像撮影や、IVR術直後の治療効果確認などの利用に有用である。

## 3. DTS 線量情報管理

当社の X線循環器システムには、患者の放射線皮膚障害リスクを、リアルタイムで視覚的に人体モデル上の被ばくマップとして参考表示する Dose Tracking System 機能 (DTS) がある。今回、DTSの結果を当社ワークステーション Vitrea に転送する機能を追加した。転送された DTSの結果は、Vitrea 上に搭載された DTS 線量情報管理アプリケーションで、患者ごとに管理される。同一患者の複数の過去検査における DTS 結果の積算表示などの機能により、術後の被ばく管理や次回検査の術前計画への有効利用が可能となった。

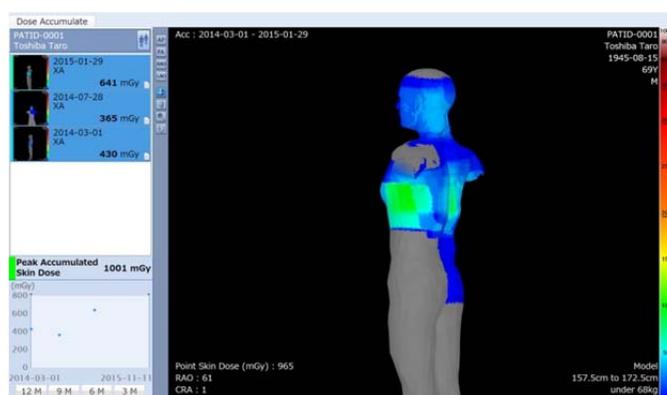


図 3 DTS 線量情報管理アプリケーションの画面表示

## 4. その他の新機能

### (1) LCI撮影の高速化

軟部組織描出可能なコーンビーム CT アプリケーション Low Contrast Imaging (LCI) において、高速収集が可能となる。例えば、従来の最速撮影モード (LCI-Fast) で約 9 秒の LCI 撮影が 5.5 秒で可能となる。これにより、造影剤使用量の低減や、腹部領域での LCI 撮影において患者息止め時間の短縮が可能となる。

### (2) DSA 画像の自動ずれ補正

回帰分析手法を応用することで、従来のマスクとコントラストの画像ずれ自動補正に比べて、補正性能が向上した。さらに、DSA 撮影後に、ユーザ操作なしに自動で画像ずれ補正処理を適用できる。

### (3) 平面検出器の性能改善

搭載する平面検出器の DQE (検出量子効率) は、Rite Edition の全ラインナップで、従来の平均値 70% から 77% に改善した。これにより、従来よりも効率よく高画質の画像を取得できる。

## 【まとめ】

最新機能を搭載した X線循環器システム Infinix Celeve-i Rite Edition は、患者のみならず医療従事者にとって、より適切な線量マネー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の搭載を通じて、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。今後も、さらなる臨床価値の向上と普及に向け、アプリケーションの充実を目指す。

### 3. X線線量管理システム『Radimetrics』について

日本メドラッド(株) フィールドアプリケーションスペシャリスト

岡崎 瑛一

#### 【背景】

医療被ばくは、画像診断で享受できるメリットと両天秤にかけられ、医療従事者は患者へのメリットがリスクを上回るよう、常に被ばく線量の正当化と最適化を行わなければならない。

しかし患者の個人被ばく線量管理や、2015年6月に本邦でも発表された診断参考レベル(DRLs)を用いた撮影条件ごとの線量管理を行うために、従来のマニュアル的な収集、管理、解析方法では線量管理業務が煩雑になり、管理者が行うべき本来の医療業務を圧迫することとなってしまう。

これらを解決するために、今回当社は放射線機器から発生する線量や患者個人被ばく線量を、自動で収集・管理・解析が行えるX線線量管理システムRadimetrics(ラジメトリックス)を開発した。

#### 【特長】

##### (1) 収集：データフロー

Radimetricsは各モダリティからDICOM-TAG、もしくは情報量の多いRDSR<sup>\*1</sup>にて出力された線量情報を取得して、一元管理を行うソフトウェアである。(図1参照)  
 ただ、RDSRでのデータ出力は、比較的新しいモダリティに限られ、現在稼働しているモダリティの多くは対応できない場合がある。そのため、RDSR以外での一般的な線量情報取得機能としてDICOM-TAG情報取得に対応し、将来的なモダリティ更新まで、線量情報が抜け落ちないようにカバーすることを可能とした。

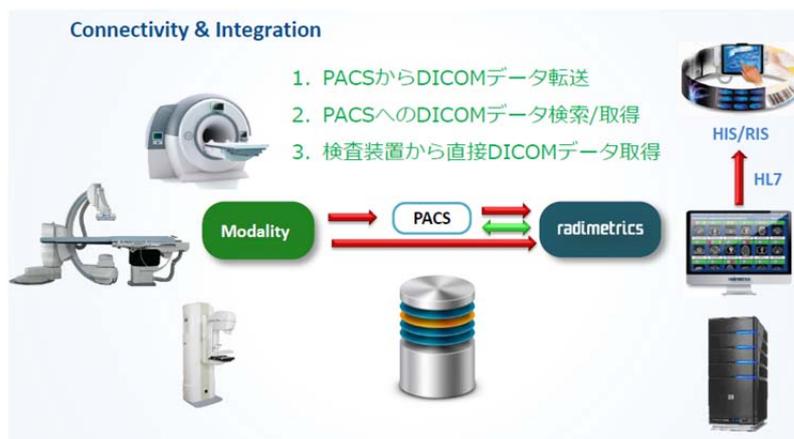


図1 データフロー例

\*1: Radiation Dose Structured Report

##### (2) 管理：取り扱う線量指標

Radimetricsで取り扱えるモダリティ、線量指標は表1のとおりで、DRLsやICRPの勧告に対応した線量への対応を行っている。

また先進的な機能として、CTの線量指標であるSSDE<sup>\*2</sup>の対応を行っている。これはAAPM<sup>\*3</sup>から発表された線量指標で、患者のアクセシブルな画像から患者ごとの体型補正

表1 線量指標一覧

検査装置	CT	XA (血管撮影)	RF (透視撮影)	CR/DX (一般撮影)	MG (マンモグラフィ)
CTDIvol	●				
DLP	●				
実効線量 (ICRP 103, 60)	●				
SSDE	●				
線量指標					
DAP(面積線量)		●	●	●	●
透視時間		●	●		
基準点線量		●	●		
入射皮膚ピーク線量		●			
EI (Exposure Index)				●	
平均乳腺線量					●

を行い、線量を計算するものである。

既知のとおり、CTDIvol や DLP は標準ファントムを基に線量表示を行っているため、患者体型によっては、モダリティに表示された線量と差異があることが少なくない。

Radimetrics では SSDE の計算を行うために、患者アキシャル画像と線量データを自動取得することで、SSDE の表示が可能となっている。

血管撮影では表 1 の線量指標のほかに角度情報などのデータがモダリティから出力されていれば、角度マップ、皮膚表面線量の表示が行える(図 2)。

\*2 : Size Specific Dose Estimation

\*3 : American Association of Physicists in Medicine : 米国物理医学会

### (3)解析：ダッシュボード機能

Radimetrics は、蓄積されたデータを内部で自動的に統計処理、レポートする機能を持ち合わせている。統計情報については、使用者ごとに必要とする情報が異なるため、閲覧者ごとのカスタマイズした表示が可能となっている。

表示の一例としては、装置ごとの期間別撮影数、プロトコルごとの線量統計、血管撮影の医師別透視時間統計など、蓄積されたデータを excel など外部に出力せずとも、各種グラフと数値で、常に最新の状況が表示可能である。

簡易的な出力としても、表示されているグラフ、表の印刷や、CSV 形式でのデータ出力に対応している。

#### 【まとめ】

この線量管理システム最大のメリットは、線量管理を行う医療従事者の手間を最小限にして、データを可視化することである。線量の収集、管理、解析を自動化し、常に最新の線量情報が入手できる環境を作ることで、施設ごとの線量最適化と、患者ごとの線量管理をサポートするツールとして活用が可能である。

また、Radimetrics は線量の管理と共に、当社のインジェクタ注入履歴を、線量情報に併せて管理できるよう製品改良を行った。

線量と造影剤の Total dose management で、放射線科の品質管理にも役立つよう、今後も製品の改良を行っていきたい。

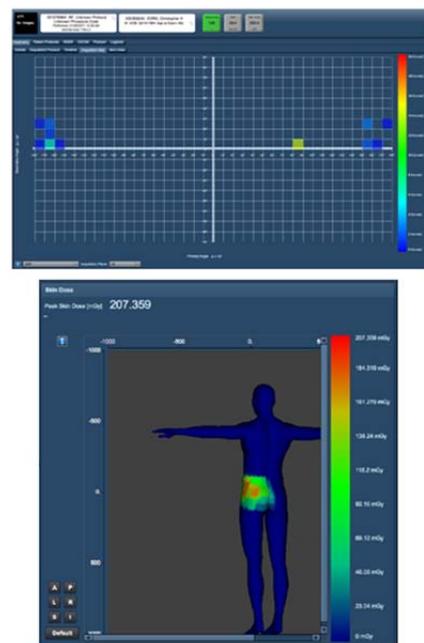


図 2 角度マップと皮膚表面線量  
アーム角度ごと、患者皮膚表面線量について、線量によって青から赤へ変化するカラーマッピングで、線量のビジュアル表示が可能です

## 4. Med-BOX(組立式エックス線防護BOX)の開発

医建エンジニアリング(株)

田口 裕章

### 【目的】

病院・診療所等の既存の施設において新たにエックス線室を設ける場合や、テナント診療所等の全体工事期間が短い中でエックス線室を設ける場合には、工事中の騒音や患者への配慮、工事期間の短縮等、工事を行う上でさまざまな制限がかかる場合が多い。

当社は以前より、建築工事を必要としないエックス線室として、簡単に設置が可能な組立式のエックス線防護BOX「ホーシャットエックス線防護BOX」の販売を行ってきたが、今回、多様なニーズに応えられるよう改良を加え、新たに「Med-BOX」を開発したので報告する。

### 【製品概要】

組立式エックス線防護BOXは、表裏両面の樹脂パネルの間に鉛板を挟み込んだ壁面パネル及び天井パネルを、床に組むベースの上に、鉛入り柱などの部材を使用して組み立てるエックス線室である(図1～5)。

付属品として、室内灯、LED表示灯、観察窓(水拭き可能な含鉛ガラス製)、薄型管理区域標識一式がある。



図 1 床ベース・壁パネル設置



図 2 壁パネル設置



図 3 天井パネル設置



図 4 完成品①(標準サイズ)



図 5 完成品②(特注サイズ)

**【組立式エックス線防護BOXの特長】**

1. 部材加工の工程全てを工場で終えているので、設置場所では設置スペースの範囲内で作業が完了できる。
2. 設置場所での作業時間が短く、搬入から設置まで1日で完了する。
3. 設置後の工程もないので、設置後はすぐにエックス線装置を設置することが可能である。
4. パネル組立式なので、解体やパネルを追加することも可能であり、設置後の将来的な移設・サイズ変更も可能である。
5. 床面の防護も可能なので、木床の場合でも設置が可能である。
6. 装置に合わせた鉛当量を自由に設定可能なので、幅広いエックス線装置に対応できる。
7. 既に内装の仕上げが完了しているような場合でも設置可能である。

**【従来品「ホーシャットエックス線防護BOX」からの改良点】**

1. 従来規格寸法では納まらなかった歯科CT装置など、部屋の高さを要する装置も納入出来るよう、BOXの大きさを自由に設定できるようにした。
2. 扉は片開扉の他、親子扉・引戸などにも対応が可能になった。これらを適切に選択することにより、車いすでも入室可能な仕様も提供できる体制が整った。
3. 使用の用途に合わせて、レンタル・リースなどの様々な導入方法が可能となり、仮設の診療所等、利用期間が決まっている場合などで、コスト面において大きなメリットを生み出すことが可能となった。
4. BOXのパネルのカラーバリエーションを豊富に揃えたので、施設のテーマに合わせることが可能となった。
5. 各パネルにも含鉛ガラスを設置することが可能なので、開放感あふれる部屋に出来るようになった。
6. 装置壁固定用の補強パネル、BOX天井部から部屋天井までを隠すような目隠しのパネルを追加するなど、多数のオプションを導入し、多様なニーズに応えることを可能とした。
7. 使用中表示灯にはLEDを使用しているので、長寿命で省エネルギー化を図った。
8. 観察窓には水拭き可能な含鉛ガラスを使用しているので、洗剤を使用しての清掃も可能となった。また、ガラス表面のくもりも生じなくなった。

**【まとめ】**

Med-BOX は、パネルを組立てるだけの作業で容易に設置が可能である従来製品「ホーシャットエックス線防護BOX」の利点に、オーダーメイドの要望にも柔軟に対応できる等の様々な改良を重ねてきたことで、時代のニーズに沿った製品となった。

また当社では、「ホーシャット無鉛ボード Xp」との組合せで、地球環境にやさしい無鉛タイプの「Med-BOX」の開発も進めており、販売開始へ向けて動いている。

## 5. 3テスラMRI装置 Vantage Titan™ 3T/iS Edition の開発

東芝メディカルシステムズ(株)

安原 康毅

### 【はじめに】

高品質な画像、高い検査効率、安心、確実な検査など、日々高まる臨床現場のニーズに応えるため、3テスラMRI装置Vantage Titan 3T/iS Editionを開発したので報告する。



図 1 3テスラMRI装置 Vantage Titan 3T/iS Edition

### 【特長】

#### 1. 洗練された高品質な画像

新型傾斜磁場コイルは、高い冷却能力と振動抑制技術により、発熱による中心周波数の変動と振動による信号の分散を信号レベルで抑制している。これにより洗練された高品質な画像を安定して得ることが可能となった。本製品から3テスラMRI装置全モデルにこの傾斜磁場コイルを展開している。

また、多様化する臨床のニーズに応えるためにCOS(コサイン)フィルタなどの多くのアプリケーションを新たに搭載した。フレキシブルなパラメータ変更で、性能を最大限に引き出す新シーケンス制御機構により、T2\*値の短い組織を画像化する手法UTE(Ultra short TE)の撮像も可能となった。UTEにより従来MRIでは困難であった部位の画像化が可能となり、肺野領域などの検査において新たな可能性が広がっている(図2)<sup>1)</sup>。

#### 2. 検査効率の最大化

近年、MRI検査には検査数増加ならびに、検査が難しいとされてきた心臓などの部位への適用領域の拡大に伴い、より簡便で効率的に、かつ安定した撮像を行うことが求められている。本製品は頭部、心臓、脊椎の形状を解析し、診断に必要な断面の位置決めをアシストする機能(EasyTech)を拡充させ、検査効率と再現性を両立させた。新しいEasyTechでは、進化した頭部位置決めアシスト機能NeuroLine+(ニューロラインプラス)、心臓位置決めアシスト機能CardioLine+(カーディオラインプラス)、脊椎位置決めアシスト機能SpineLine(スパインライン)を搭載している。CardioLine+では、心臓左室の基本6断面設定に加えて右室と弁および流出路の8断面も設定可能になった。さらに、新たに搭載されたSUREVOI™(シュア ブイオーアイ)アプリケーションでは被検者の心臓位置を解析・自動認識し、より簡便で再現性の高い効率化されたワークフローを提供する。これらの機能拡充により、難易度の高い検査部位への適用も含め、簡便で再現性の高い撮像を可能とし、大幅な検査効率の向上を実現した。

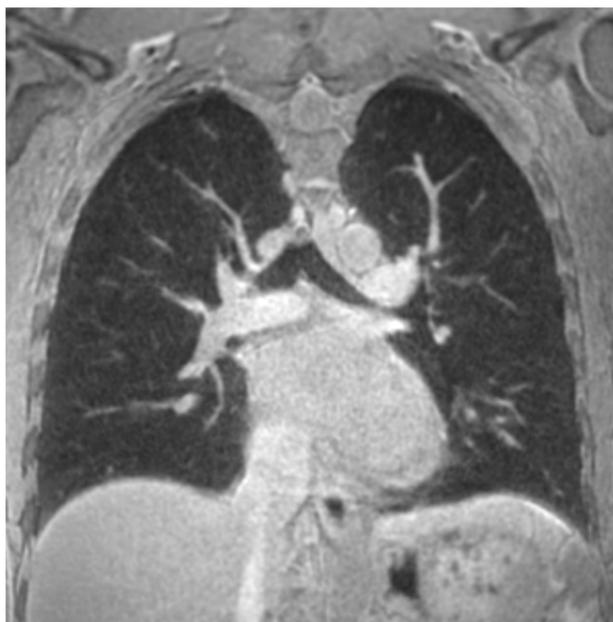


図 2 肺野の UTE 画像

### 3. 安心で確実な検査

医療機器に対するセキュリティ対策が重要視される昨今、本製品では登録されているソフトウェア以外は動かないホワイトリスト方式セキュリティシステムを搭載した<sup>\*1</sup>。

本装置は、MRIシステムとして世界で初めて米国国防総省のネットワークセキュリティガイドラインに適合した当社1.5テスラMRIシステム Vantage Titanと同様、米国空軍よりApproval To Operate (ATO)を受けている<sup>\*2</sup>。万が一のシステムトラブルに対するアラート機能の強化や、ハードウェアを迅速にリセットする機能等を新たに追加することで、従来からのリモートメンテナンス機能とあわせ、ダウンタイムを最小化している。

\*1:一般家庭やオフィスで主に用いられているブラックリスト方式は、ウイルスの検出と駆除のためのデータベースが必要で、このデータベース更新とスキャン作業が要求される。これらの作業時に負荷が発生しシステム動作性能への影響が懸念される。また更新を怠ると、最新の脆弱性問題に対応することができない。一方で、当社が採用したホワイトリスト方式は、「MRIの動作に必要なプログラムのみを動作させる」よう制御されている。

\*2:「高度セキュリティ設定」をONにする必要がある。

#### 【まとめ】

Vantage Titan 3T/iS Editionは、「オープンボアMRIでのさらなる高画質化」を具現化した新型傾斜磁場コイルを搭載し、多くのアプリケーションと位置決めアシスト機能などの最新のソフトウェアを搭載することにより、安心で質の高い、高効率な検査環境を実現している。

#### 【参考文献】

- 1) Ohno Y, Koyama H, Yoshikawa T, et al: Pulmonary high-resolution ultrashort TE MR imaging: Comparison with thin-section standard- and low-dose computed tomography for the assessment of pulmonary parenchyma diseases, J Magn Reson Imaging, Journal of Magnetic Resonance Imaging, 2015.

## 6. MRIモーションアーチファクト低減技術の紹介

(株)日立メディコ マーケティング統括本部

青柳 和宏

### 【概要】

MRI装置においては、体動、脈拍、呼吸などのモーションアーチファクトが問題になっている。

Radial Scan技術「RADAR」はk空間を回転状にScanすることでモーションアーチファクトを低減する技術である。この効果は位相エンコード方向に特異的に収束するアーチファクトの分散効果とk空間中心部を常にデータ取得することによる加算効果がある(図1)。

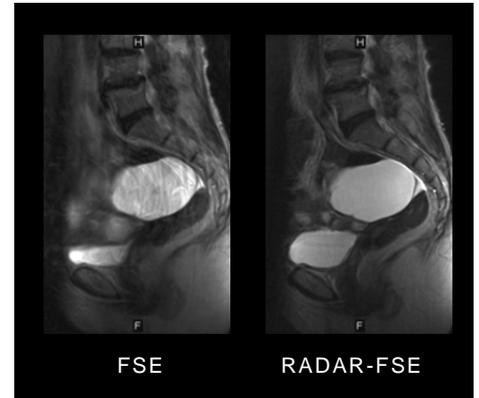
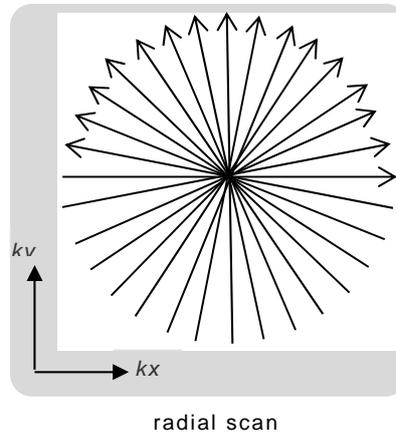


図1 radial scan RADAR

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

今回は従来の「RADAR」から向上した2つの機能、パラレルイメージングの高速撮像技術 RAPID (Rapid Acquisition through a Parallel Imaging Design)の併用を可能とした「Advanced RADAR」と、TOF シーケンスおよび GrE シーケンスへ対応した「All Around RADAR」を紹介する。

### 【特長】

#### (1)Advanced RADAR

一般的に Radial Scanでは撮像時間の増加とコントラストの低下が問題点とされているが、Advanced RADARはパラレルイメージング技術 RAPIDを併用することで撮像時間の短縮とコントラストの向上を可能とした。

図2に示す様に通常のFSEではk空間中心のエコーデータは同一であるためコントラストは良好である。Radial ScanのRADARではETL(マルチエコー数)の少ない設定では撮像時間は長くなるが、FSEによるエコーの混合が少ないためにコントラストの低下は少ない。

	Cartesian	RADAR		RADAR-RAPID
k空間				
FSE中心 Echo				
ETL	-	少ない	多い	少ない
撮像時間	-	長い	短い	短い
コントラスト	○	○	△	○
アーチファクト	×	○	○	○

図2 RADAR-RAPID の効果

空間分解能を確保しながらショット数を減らす為にETLを多く設定すると撮像時間は短くなるが、TEの異なるエコーがk空間中心に混合してコントラストが低下する。パラレルイメージングを併用したRADAR-RAPIDではショット数と空間分解能を維持したまま、このマルチエコー数を間引くことが可能で、撮像時間の短縮とともに大きく異なるTEのエコー混合を低減してコントラストを改善する効果が期待できる。

RADAR-RAPIDはシングルエコーのSE法にも適用可能である。この場合は、シングルエコーの取得毎に部分的な位相エンコードを行い、このエコー列を同様に間引くことでRADAR-RAPIDを実現している(図3)。

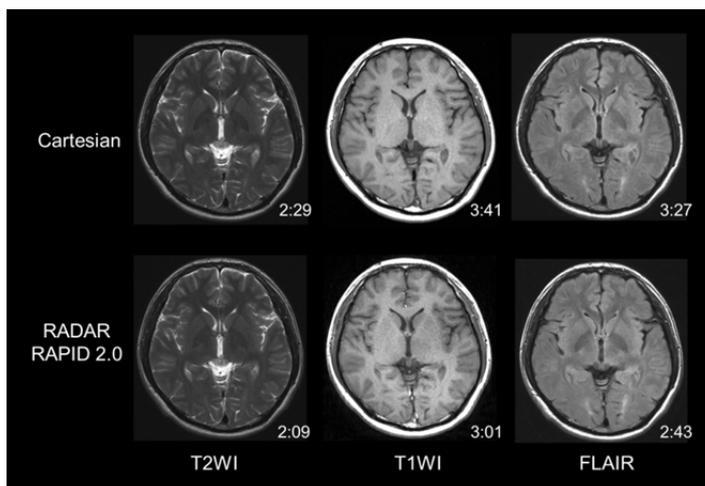


図3 頭部画像例

## (2) All Around RADAR

GrEシーケンスでは、傾斜磁場パルスの僅かな誤差でエコー信号ずれが発生する。直交系サンプリングでは、信号ずれが各エコーで同様のため画質への影響が生じないが、RADARでは放射状に計測するためずれの影響がアーチファクトとなる。このため、GrEシーケンスにRADARを適用するには、より高精度の補正をすることが必要となる(図4)。

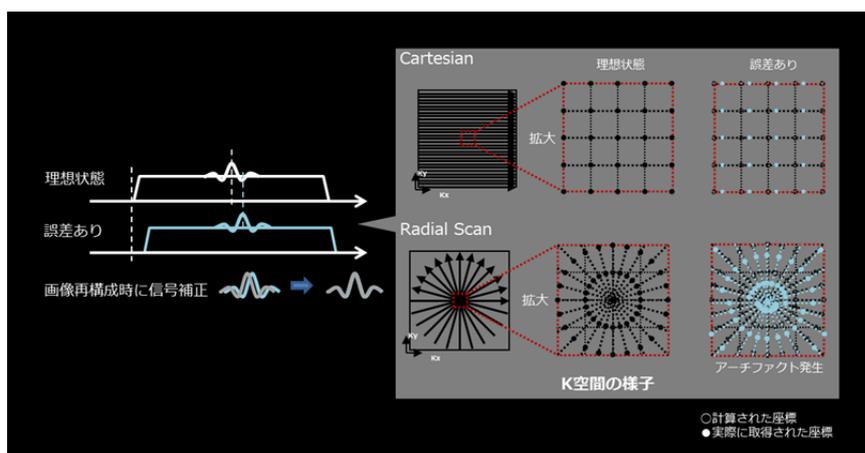


図4 RADAR 信号補正精度の向上

従来のRADARでは撮ることのできなかつたTOF MRAとGrE T2\*WIが「All Around RADAR」により撮れるようになった(図5)。これは意図的に動きを与えた状態での画像であるが、RADARの適用により、頭部血管の抹消まで明瞭に描出されている。

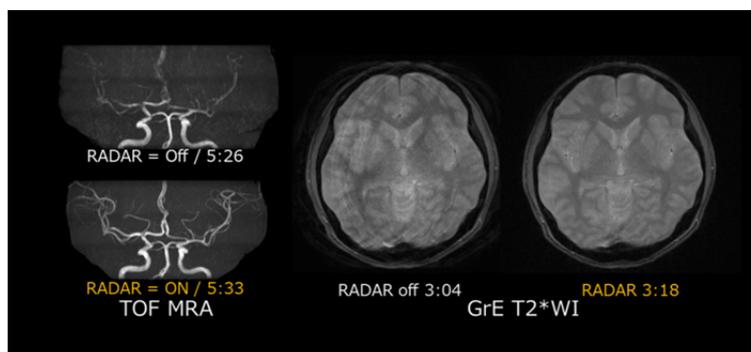


図5 RADAR 画像例

## 【おわりに】

MRIのモーションアーチファクト低減技術「RADAR」を機能向上し、より使いやすい「Advanced RADAR」と適応範囲を広めた「All Around RADAR」を実現した。

## 7. 4D-CT と deformable image registration を用いた 新たな肺機能画像作成技術の開発

ITEM Corporation

瀧田 芙実子

### 【概要】

肺がんの放射線治療において、照射線量の増加は治療成績を向上させるためには必須なことである。しかし、肺への線量増加に伴い、肺の障害が増加する。最近の高度な照射法で危険臓器を避けることができることにより線量増加が可能になってきてはいるが、肺臓炎などの肺の副作用はまだ無視することはできない。そこで近年、肺機能画像を放射線治療に利用し、高機能の肺領域を避けて照射することで肺の障害を減らすことができ、かつ線量増加も可能になると報告されている。この肺機能画像を取得する方法には、核医学の画像、さらには酵素ガス造影 MRI、キセノンガスを用いた CT 画像などいくつかの方法がある。しかし、これらは、時間がかかる、低分解能、コストが高い、装置がないなどの理由により普及しない。

当社が提案する方法は、肺の体積変化から肺機能画像を作成するという新たな手法を用いた肺機能画像を取得する方法であり、この方法では、上記した肺機能画像を取得するための問題点を解決できる。また、多く病院に導入されている通常の CT 装置を使用した 4D-CT 画像のみを使用することで、追加検査の必要がなく、“free”な情報から早く、高分解能な機能画像が作成できる。この利点より、この 4D-CT に基づく肺機能画像は早く、高分解能であり現在行われている肺機能画像の取得方法よりも広く受け入れられる可能性が高い。

### 【方法】

今回開発した肺機能画像は、従来の核医学検査による肺機能画像と異なり、4D-CT と画像変形技術(deformable image registration: DIR)のみを用いることで作成することができる。その作成方法のフローチャートを図 1 に示す。

初めに、撮影した 4D-CT から最大吸気画像と最大呼気画像を抽出する。その両画像間で DIR を行い、最大呼気画像から最大吸気画像への変形ベクトルを算出する。その後、この変形ベクトルを、ヤコビ行列<sup>\*1</sup>を用いて定量解析することで、各ボクセルの呼吸による体積変化を計算する。この各ボクセルの体積変化が肺換気能力と比例関係にあると想定し、肺機能画像を作成する。その肺機能画像を図 1 の右下に示すが、線で囲った赤い領域が高機能肺を示す。使用する 4D-CT を撮影する CT のスペックの制限はなく、また 4D-CT を撮影できない施設においては、単純に最大吸気と最大呼気の状態での息止め撮影を行い、その画像を用いることでも同様の肺機能画像を作成することができる。これまで販売を行っている治療計画支援ソフトウェア iVAS<sup>TM</sup>の従来までの DICOM-RT viewer の機能に新たにこの一連の機能を搭載した。

\*1:一変数スカラー値関数における接線の傾きを、多変数ベクトル値関数に対して拡張、高次元化したものである。変数変換に伴う面積要素や体積要素の無限小変化の比率を符号つきで表す。

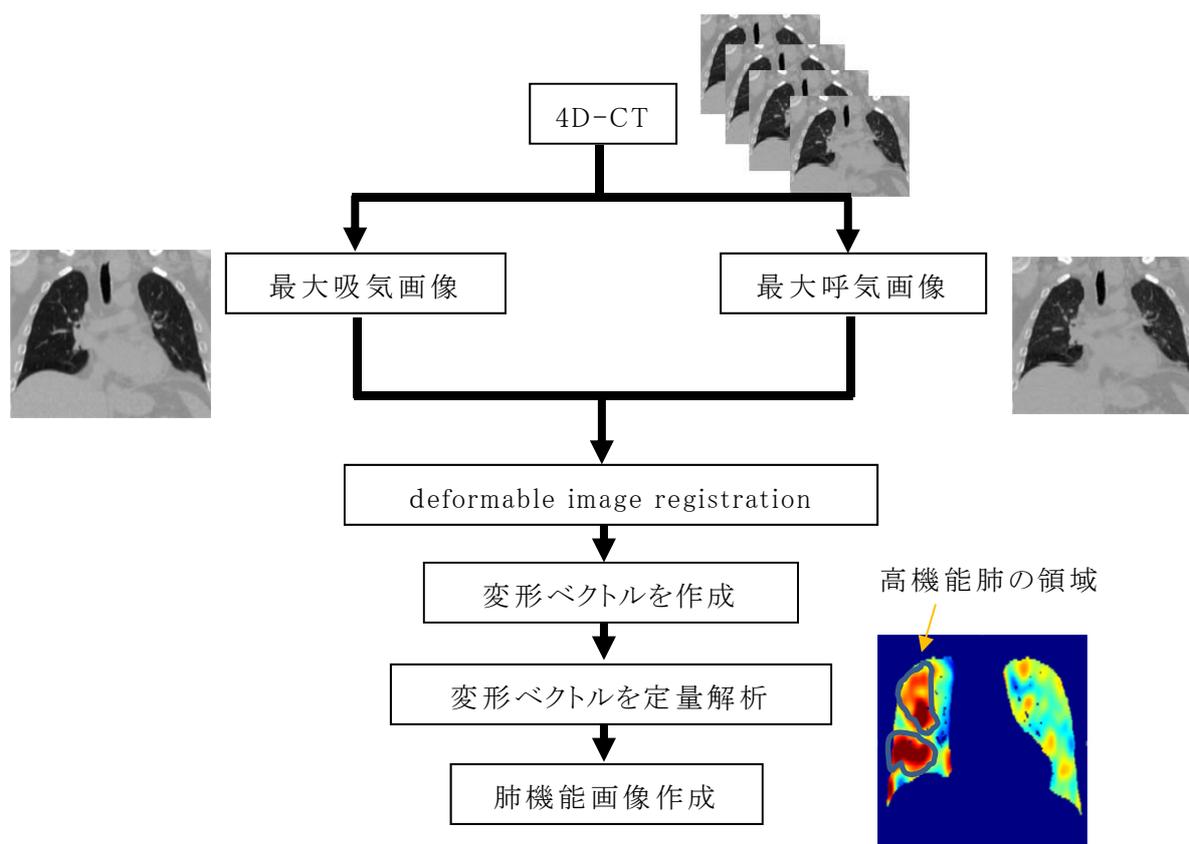


図 1 肺機能画像作成のフローチャート

【まとめ】

4D-CTとDIRのみから肺機能画像を作成するツールの技術開発を行った。今回作成したツールを用いることで、従来の方法よりも簡便に肺機能画像を作成することができる。その結果、これまで普及しなかった肺機能を考慮した放射線治療計画を普及させることができる可能性があり、より副作用の少ない放射線治療を行うことができると予想できる。

## 8. 超音波ガイド下穿刺における針強調処理

コニカミノルタ(株) ヘルスケア事業本部

高木 一也、武田 義浩、色摩 譲

### 【背景】

近年、整形や麻酔の分野において安全性・確実性の観点から超音波ガイド下での穿刺術が行われている。しかしながら、生体内に刺入された穿刺針は、針からの反射波が入射波の方向と異なる方向に戻ってしまうため、超音波画像において視認性が十分でない場合がある点が課題となっている。

針の視認性を上げる従来手法として、穿刺針の刺入角と略直交する様に角度をつけて超音波を送受信することにより、穿刺針からの反射信号強度を増やすアプローチがあるが、超音波画像の有効視野が狭くなる、また画質が劣化するという課題がある。このような課題に対し、超音波画像の有効視野と画質を維持しつつ穿刺針を強調する機能 Simple Needle Visualization®(SNV)を開発したので、報告する。

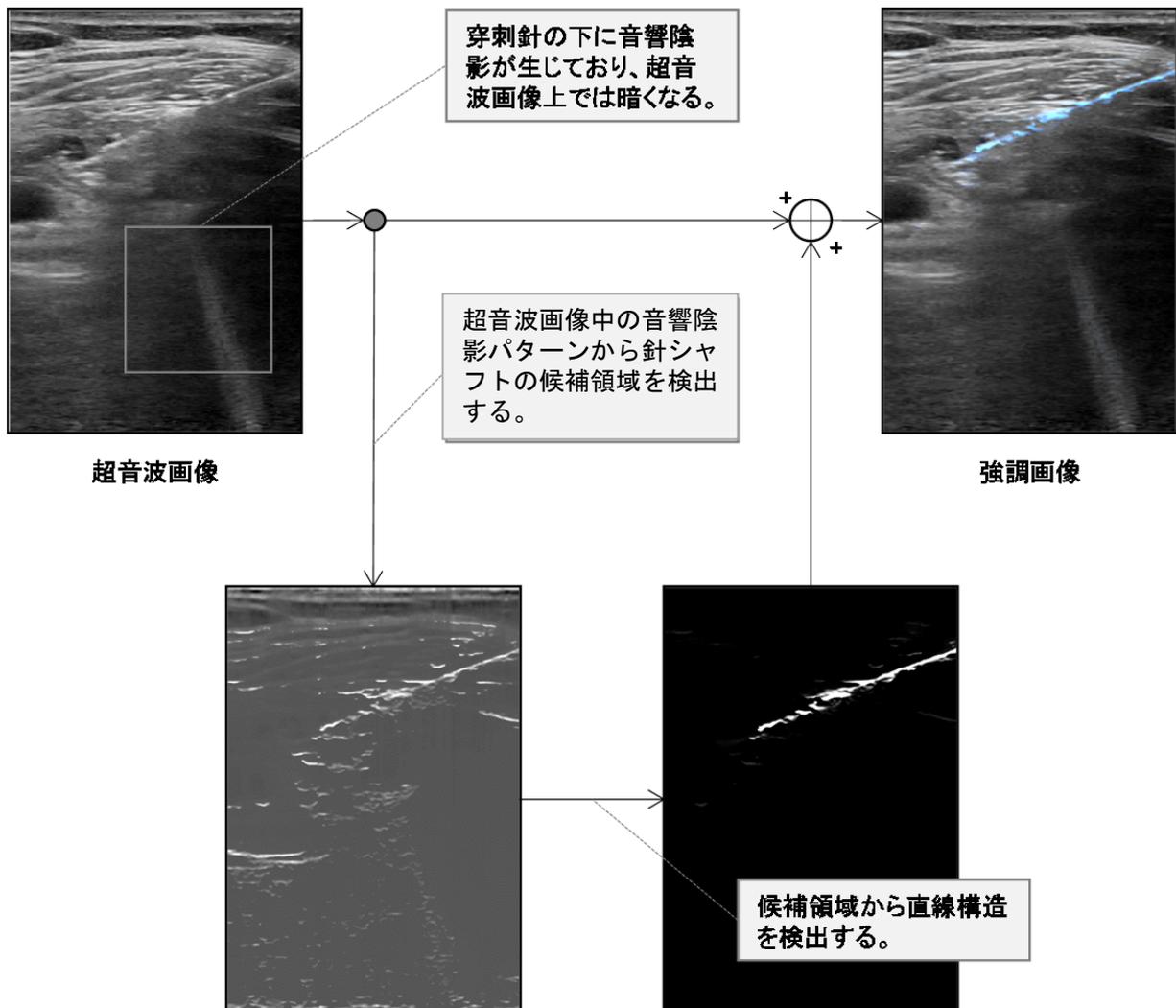


図 1 穿刺針強調処理の流れ

**【処理の流れ】**

超音波画像中に含まれる穿刺針と生体組織の分離を行うための処理を以下に示す。

最初に、超音波画像から針シャフトの候補領域を抽出する。具体的には、図1に示す通り、針シャフトより深い領域には穿刺針によって超音波の伝搬が遮断されるため、超音波画像上では音響陰影として現れる。そこで、深さ方向の画像の輝度パターンから音響陰影の境界を検出して、針シャフトの候補領域とする。

次に、候補領域から真の針シャフト領域を検出する。具体的には、針シャフト領域が連続的な直線構造を取ることに着目して、候補領域が直線的に並ぶ直線領域を検出し、さらに検出した直線領域の分布の拡がり considering して真の針シャフト領域を決定する。

最後に、検出した針シャフト領域を超音波画像上に重畳する形で強調表示する。

**【臨床応用例】**

前述の穿刺針強調処理が搭載された当社製超音波診断装置 SONIMAGE HS1 の臨床応用例を示す。図2は腕神経叢ブロックの鎖骨上アプローチに対する結果である。超音波画像の生体組織の視認性を維持したまま穿刺針を明瞭に視認することができる。

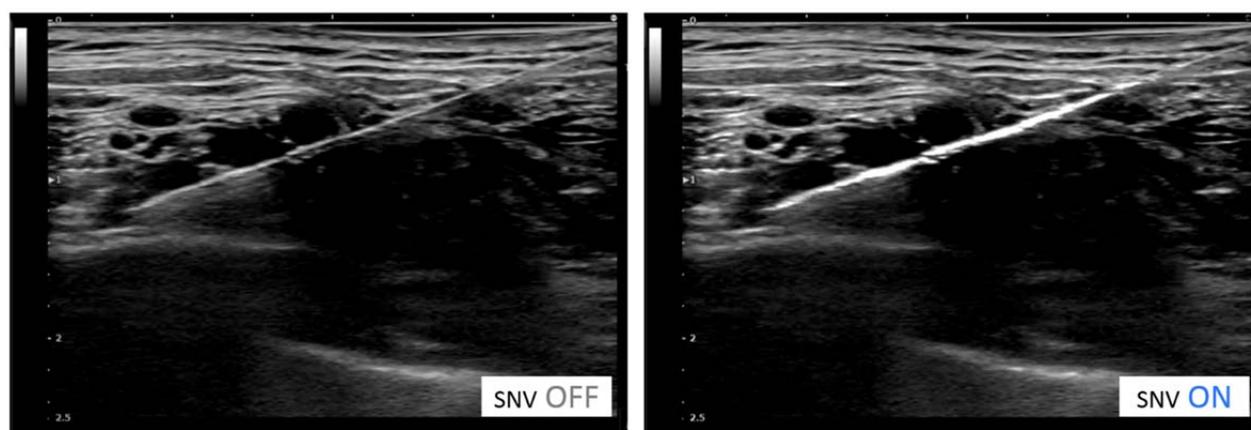


図 2 腕神経叢ブロックの強調表示例 (左図:SNV OFF、右図:SNV ON)

**【結語】**

今回、画像処理による穿刺針強調機能 Simple Needle Visualization<sup>®</sup>について報告した。開発した強調処理は、超音波画像の有効視野と画質を維持しつつ穿刺針を強調するものであり、従来手法の課題を解決するものである。また、針シャフト領域の色を変えて表示することもできるため、例えば穿刺針を見失った際に色を頼りに穿刺針を探すといった使い方もできる。このような機能が、整形や麻酔分野で推奨される超音波ガイド下穿刺術の安全性と確実性の向上に貢献できるものと期待している。

**【謝辞】**

図2の臨床画像は島根大学医学部附属病院の佐倉先生のご厚意によりご提供いただいた。ここに記して感謝の意を表す。

## 9. 「AMULET Innovality」における 2D 画質向上技術の開発

富士フイルム(株)  
浜渦 紳、森田 順也

### 【はじめに】

マンモグラフィ撮影では、乳腺組織と病変のコントラストを高めるために低エネルギー X線が使用される。一方、低エネルギー X線は、体に吸収されやすい特徴があるため、適切な X線量で撮影することが重要である。特に検診の場合には、健常者への被ばくを出来る限り少なくするため、線量低減がより求められている。

今回、デジタル式乳房用 X線診断装置「AMULET Innovality」用に低線量撮影で高鮮鋭な画像を実現する技術(Fine Structure Control, 以下 FSC)を開発したので紹介する。



図 1 デジタル式乳房用 X線診断装置「AMULET Innovality」

### 【AMULET Innovality の低被ばく化を実現する技術】

AMULET Innovalityは、高画質化と低被ばく化を両立するために、今まで、下記の 3つのキー技術を開発し、搭載している。今回、新たに FSC技術を加えることで、更なる低被ばく化が期待できる。

#### ①直接変換方式 TFTパネル：

電界強度の乱れを抑え、感度を当社従来比で約20%向上させたパネル<sup>1)</sup>

#### ②線質補正技術：

低線量撮影が可能なタンゲステン陽極の X線管球で撮影した画像に対し、モリブデン陽極同等の高コントラストな画像に補正する技術<sup>2)</sup>

#### ③i-AEC：

プレ照射画像を解析し、適切な画質が得られるように、照射線量を制御する技術<sup>2)</sup>

### 【FSC 技術の概要】

FSC技術はパターン認識処理と鮮鋭度改善処理から構成されている(図2)。パターン認識処理では、画像内の乳腺や石灰化を、直線や曲線、交線、点などの複雑なパターンとして画素毎に認識する。被写体構造として認識されたパターンを強調することで、石灰化や乳腺の鮮鋭度を改善する。一方、ランダムな構造として認識されたパターンは、ノイズとみなし抑制する。

FSC技術の効果を図3に示す。図3(a)の画像に FSC 技術を適用した結果が図3(b)である。約1.5倍の線量で撮影された図3(c)に対し、石灰化病変の鮮鋭度が向上し、かつ低線量にもかかわらず、粒状性も良好であることが分かる。

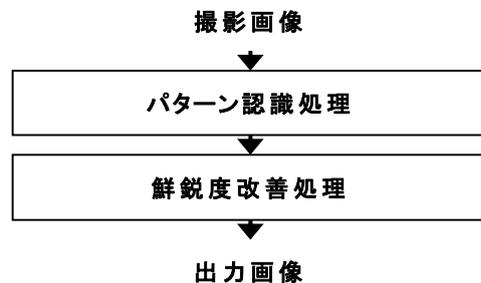
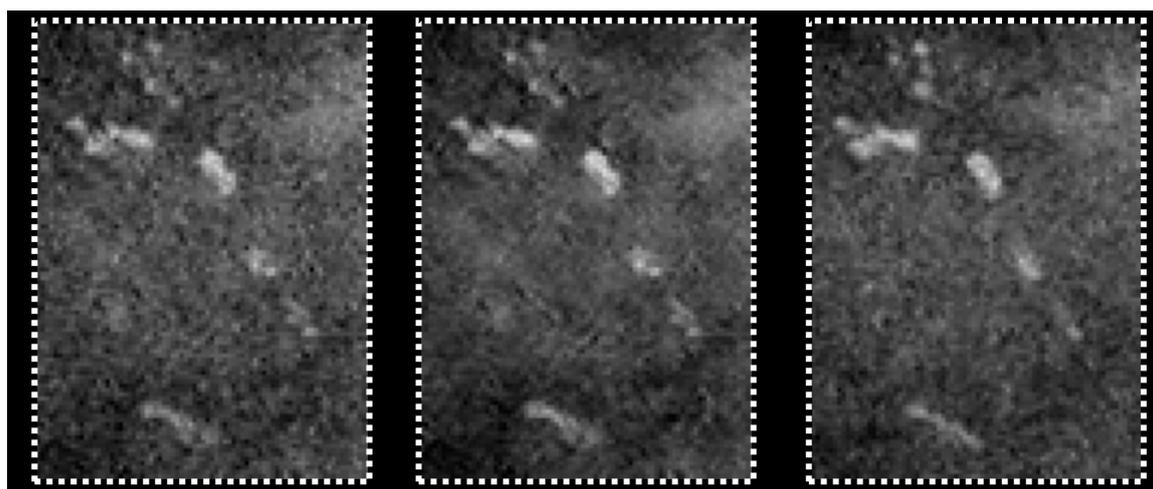


図 2 FSC 技術の処理構成



(a) W/Rh 28kV 0.86mGy      (b) W/Rh 28kV 0.86mGy with FSC      (c) W/Rh 28kV 1.35mGy

図 3 FSC 技術の効果(切除乳房 35mm 厚さ)

【画質評価結果】

- ・評価対象：過去に撮影実績のある12名の患者の、過去撮影に対して70%の線量で撮影した画像。
- ・評価者：精中機構 A 認定の医師4名
- ・評価①：今回撮影した70%線量画像を基準とし、100%線量である過去画像を表1の水準で採点
- ・評価②：今回撮影した70%線量画像を基準とし、70%線量画像にFSCを適用した画像を表1の水準で採点

表 2 画質評価結果

表 1 基準に対する評価水準		表 2 画質評価結果				
得点	説明(目安)	評価項目	評価① 100%線量	P 値	評価② 70%線量 FSC 適用	P 値
+1	診断が変わるほど優る	乳腺内コントラスト	+0.08	0.19	+0.10	0.70
+0.5	診断は変わらないが優る	乳腺外コントラスト	-0.02	0.54	+0.05	0.04
0	同等	鮮鋭度	-0.02	0.72	<b>+0.15</b>	<b>&lt;0.01</b>
-0.5	診断は変わらないが劣る	粒状性	<b>+0.49</b>	<b>&lt;0.01</b>	<b>+0.46</b>	<b>&lt;0.01</b>
-1	診断が変わるほど劣る	アーチファクト	0.00	1.00	0.00	1.00

表2に示すように70%線量 FSC適用は100%線量とほぼ同等の粒状性になり、鮮鋭度は向上する効果を確認できた。本結果は文献<sup>3)</sup>で報告されている内容である。

【まとめ】

低線量撮影で高鮮鋭な画像を実現するFSC 技術を開発した。本技術を搭載し、被ばく量の更なる低減を実現した AMULET Innovalityが、被験者にやさしいマンモグラフィ検査の一助になることを期待する。

【参考文献】

- 1) Yoshihiro Okada, et al, "A newly developed a-Se mammography flat panel detector with high-sensitivity and low image artifact", Proc. SPIE. 8668, Medical Imaging 2013: Physics of Medical Imaging, 86685V. (March 06, 2013)
- 2) 小田佳成 他, "乳がん検査用デジタル X 線撮影装置「AMULET Innovality」の開発", 富士フィルム研究報告, No59, 2014
- 3) 遠藤登喜子, "乳がん検診領域でのプレストモシンセシスへの期待と課題", 第 25 回日本乳癌検診学会学術総会, 2015

## 10. 『更なる高画質を実現する Dynamic Visualization II』の開発

富士フイルム㈱

高橋 知幸

### 【はじめに】

近年、一般 X 線撮影において、デジタル X 線ディテクタ“Flat Panel Detector”の普及に伴い、一般 X 線画像の高画質化が加速しているが、関心領域の描出性とノイズとの両立、および厚さが異なる被写体領域全体を安定的に描出することは難しい。

今回当社は、診断能を格段に向上させることを目的に、関心領域の高コントラスト化により良好な描出性を実現し、ノイズが目立ちやすい厚い被写体領域と黒潰れしやすい軟部領域までも同時に可視化できる新画像処理「Dynamic Visualization II(以下 Dynamic 処理)」を開発した。本稿では、Dynamic 処理について紹介する。

### 【特長】

本技術は 4 つの特長によって、被写体全体の可視化と高コントラストを両立した画像を生成する。

- (1) 最新の画像認識技術を導入して被写体領域を高精度に認識する(図 1)。
- (2) 被写体領域に基づき、画像を高コントラストにする。
- (3) 全ての被写体構造を可視化できるように画像毎に最適なダイナミックレンジ圧縮量を調整する(図2)。
- (4) ノイズ抑制処理と組み合わせることで、高コントラストと低ノイズを両立する。

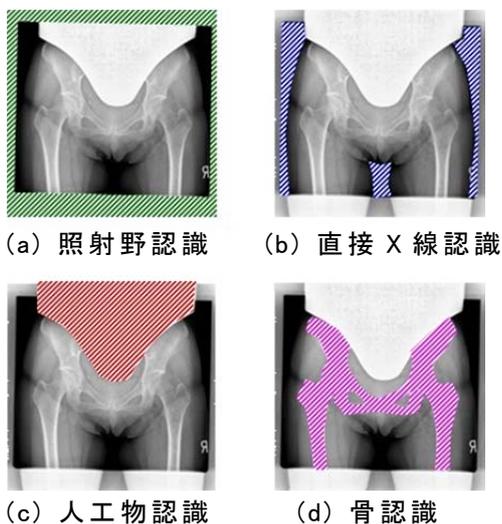


図 1 最新の画像認識技術

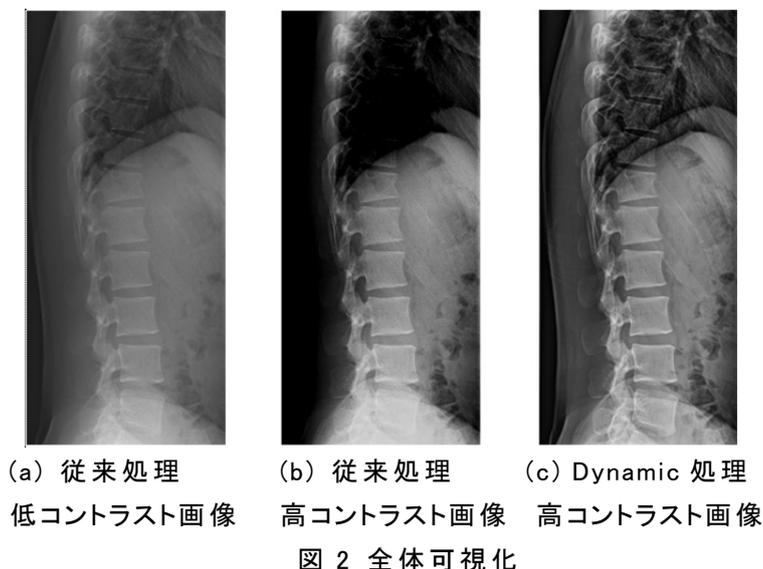


図 2 全体可視化

【効果】

Dynamic 処理の画像例を図 3～5 に示す。図 3 は股関節軸位の画像である。従来処理では、ポジショニングにより前側の大腿臀部と重なった股関節付近が低濃度となりコントラストが低下しているが、Dynamic 処理では、重なった大腿臀部を透過して股関節の構造まで可視化できている。図 4 は腰椎側面の画像である。Dynamic 処理で高コントラスト化してもノイズの影響が少ない画像を実現している。図 5 は長尺撮影の全脊椎側面の画像である。Dynamic 処理は、X 線吸収差が大きな領域の撮影であっても、首付近の薄い部分、腰付近の厚い部分の双方で、椎体構造をよく描出している。



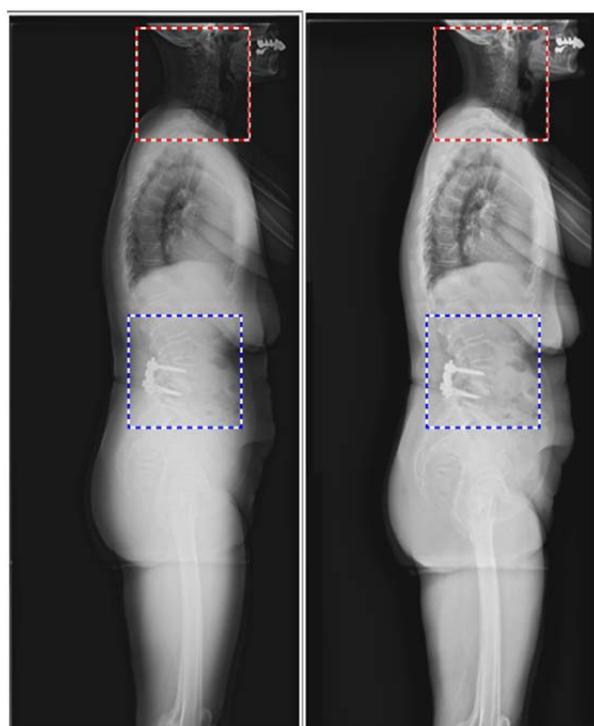
(a) 従来処理 (b) Dynamic 処理



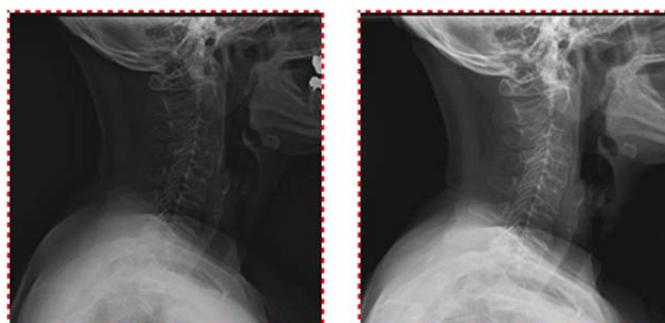
(a)従来処理 (b) (a)を拡大 (c)Dynamic 処理 (d) (c)を拡大

図 3 股関節軸位

図 4 腰椎側面



(a) 従来処理 (b) Dynamic 処理



(c) (a)の首付近を拡大 (d) (b)の首付近を拡大



(e) (a)の腰付近を拡大 (f) (b)の腰付近を拡大

図 5 全脊椎側面

【おわりに】

本稿で紹介した新画像処理「Dynamic Visualization II」は、特に軸位撮影などポジショニングにより被写体厚さが変化するような難しい撮影や、全脊椎など X 線吸収差の大きな領域の撮影に対して、画像調整の手間を軽減することが期待できる。今後本処理が、病院内のあらゆる場所での撮影画像の確認や画像診断に利用され、撮影および診断の効率化に貢献していくことを期待する。

## 11. 一般撮影用 FPD システム CXDI における散乱線低減処理

キヤノンマーケティングジャパン(株) 医療機器販売推進課  
向笠 恭司

### 【はじめに】

当社は 1998 年にフラットパネルディテクタ CXDI-11 を発売した。その後 2002 年には片手で持てる半切サイズのハンディタイプフラットパネルディテクタ CXDI-50G をリリースし、病院やクリニックの X 線室を皮切りに、病棟撮影、救急、災害医療と多くの現場や御施設でご使用いただいている。

さらに CXDI はピクセルサイズを従来の  $160 \mu\text{m}$  から  $125 \mu\text{m}$  へ高精細化するとともに、低被ばく撮影を実現するため CsI を用いたパネルでは DQE を 60% へと向上させた。そして X 線発生装置との同期が不要な X 線自動検知機能を備えた「ワイヤレス FPD CXDI-701CW (半切)、401CW (フルサイズ)」へ進化させた。

今回、我々は散乱線によるコントラスト低下をソフトウェアで抑え、散乱線を低減する新しい画像処理機能「散乱線低減処理」を発売した。この機能は病棟撮影等、グリッドの正確なアライメントが難しい状況のため、やむを得ずグリッドを使用していないユーザーに対して、特に有効な機能と考えている。

### 【方法】

グリッドの目的は「フラットパネルディテクタに入射する散乱線を抑制し、診断画像のコントラスト低下を防ぐ」ことである。当社が提供する新たな画像処理機能「散乱線低減処理」は、既に散乱線を含んでしまった撮影画像から、散乱線を推定し、低減する画像処理機能である。

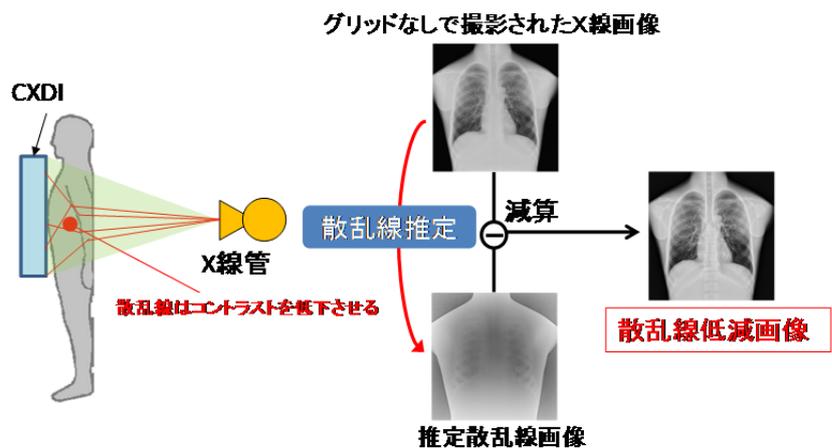


図1 散乱線低減処理模式図

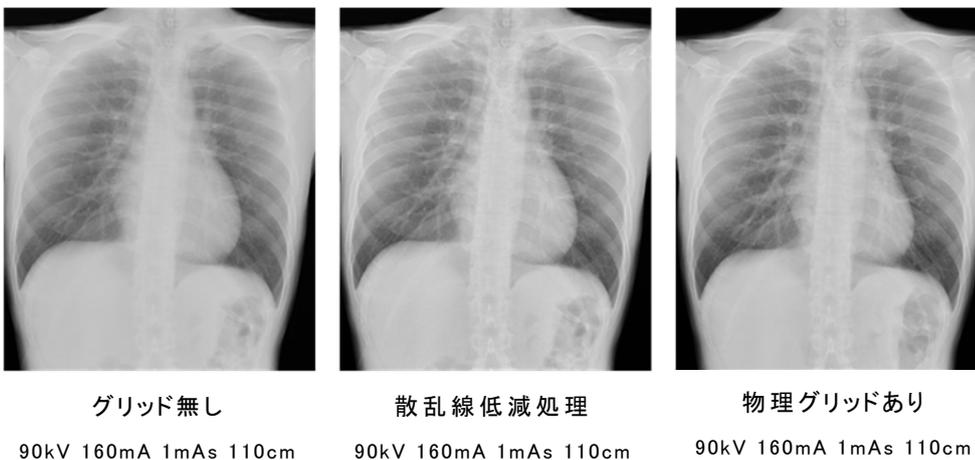
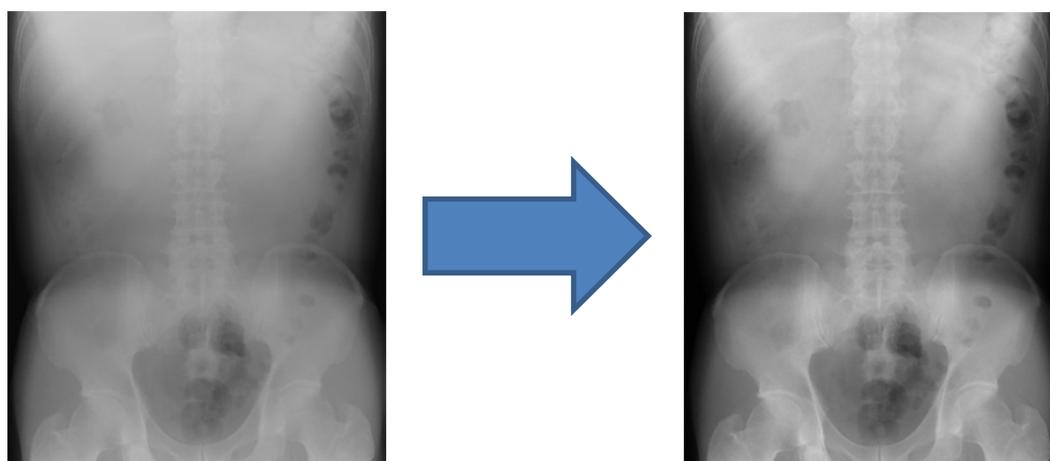


図2 画質改善例(胸部)

グリッドを使用せずに撮影した画像は、被写体を透過した 1 次 X 線と散乱線が画像情報として重畳して形成される。1 次 X 線と散乱線には物理的な関係があるため、この関係を予め実測し、モデル化することにより散乱線の推定

を行う。実際の撮影時にはそのモデルを用いて撮影画像から1次X線と散乱線を分離、推定する。この推定された散乱線を撮影画像から減算することで、診断画像のコントラストを回復させる。



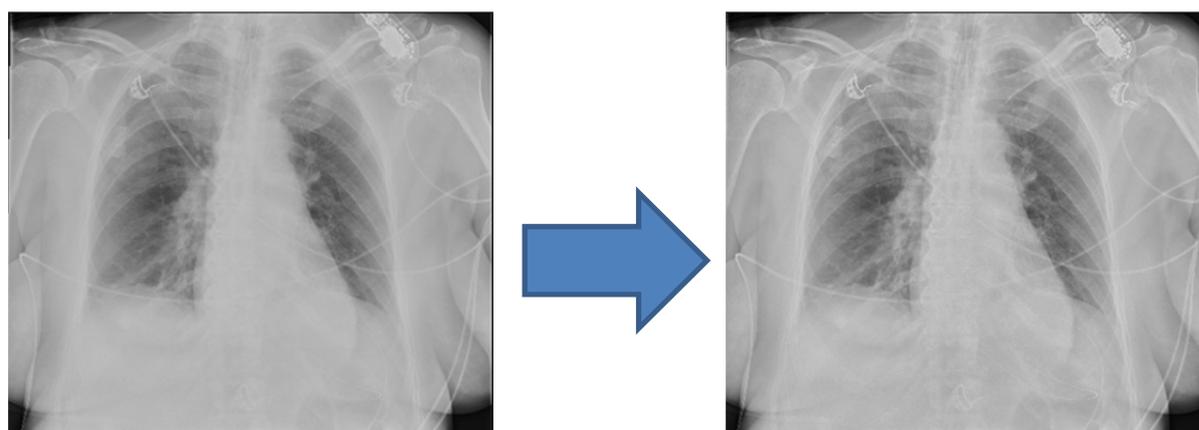
グリッド無し (80kV 160mA 8mAs 110cm) 散乱線低減処理

図3 画質改善例(腹部)

**【特長】**

当社の「散乱線低減処理」は、基本的に散乱線の減算量を調整するパラメータである「効果」を1から10の10段階から選択するシンプルな設定、操作で使用可能となっている。グリッドタイプや撮影距離、撮影線量といった撮影条件を入力する必要はない。

当社CXDIでは散乱線低減処理とノイズ低減処理は別々のパラメータで調整可能である。また、CsIを使用したパネルでは、DQE60%と高感度化することにより、低線量撮影を実現している。これらの総合力で CXDIは効果的なコントラスト改善とノイズ低減を実現可能としている。この効果は右の写真のように大きな体格の方で顕著に表れる。



グリッド無し (90kV 160mA 110cm 0.64mAs) 散乱線低減処理

図4 大きな体格の例

**【まとめ】**

今回、本稿で散乱線によるコントラスト低下を画像処理で改善する「散乱線低減処理」を御紹介させていただきました。当社では今後さらにソフトウェアとハードウェアをブラッシュアップすることにより、より高い画質と便利な機能をお客様に御提供していきたいと考えている。

## 12. 低投与量心筋血流 SPECT 撮像技術“IQ・SPECT”と標準データベースの活用について

シーメンスヘルスケア(株) ダイアグノスティック イメージング事業本部  
分子イメージング事業部 清水 威志

### 【はじめに】

短時間、あるいは低投与量による心筋血流イメージングを可能とする IQ・SPECT は、SPECT 汎用機を使用しながら心臓に特化した撮像を効率的に行うことができる装置である。新たな撮像法によって出力される血流分布画像の読影には注意を要する。被検者 SPECT 像を正常血流例と比較評価することは欠損の検出に有用であり、IQ・SPECT においてもその標準データベースの構築が望まれてきた。この程、日本核医学会のワーキンググループによる IQ・SPECT の標準データベースが完成した<sup>1)</sup>。下記に IQ・SPECT の物理的特性を再確認し、標準データベースの臨床応用について検討する。

### 【IQ・SPECT 物理的特性】

IQ・SPECT は、特有の多焦点 (SMARTZOOM) コリメータ、心臓中心軌道による収集、さらに共役勾配法による画像再構成からなる。コリメータの幾何学的配列は、胸部 FOV のトランケーションを回避しながら心筋部を拡大収集することができるようにデザインされている。また、これにより各検出器視野内における拡大率が様々に異なる状態となるため、検出器はスキャン時間全体において心筋部を約 4 倍の拡大率に保ちながら回転する軌道を取る。

多焦点コリメータによる収集情報を正しく再構成するためには視野内の拡大率、点拡がり応答関数を高精度にモデル化する必要がある、撮像角度依存のガントリのたわみ、およびコリメータ孔の開口角の収差を補正するベクターマップは実測したものが採用された。これらの情報を処理するためには、高速に収束するアルゴリズムが必要で、共役勾配法に基づく画像再構成が採用された。

### 【標準データベースの必要性】

多焦点コリメータおよび収集機序のため、IQ・SPECT で撮像した心尖部、下壁部の減弱は、低エネルギー高分解能平行多孔コリメータ (LEHR) の画像と比較すると異なった様相を呈する。図 1 の赤線で示すように減弱補正を行わない場合、心臓の最も内側に位置する下壁部は放出される光子の体内組織の通過距離が体表に近い心尖部に比べて長く、より減弱の影響を受けやすくなる (矢印 1)。逆に心尖部は相対的に分布が強調されて描出されることが多い (矢印 2)<sup>2)</sup>。心尖部の高分布及び下壁の分布低下現象は、減弱補正を施さない仰臥位撮像例において多くみられ、真の分布異常との鑑別には上記のような物理的特性を考慮して読影する必要があった<sup>3)</sup>。このような鑑別の確信度を高めるためには正常血流を参照することが必要であった。

### 【標準データベース概要】

今回完成した標準データベースは、Tl-201 核種による心筋血流検査で、異常所見のない約 250 症例で構成され

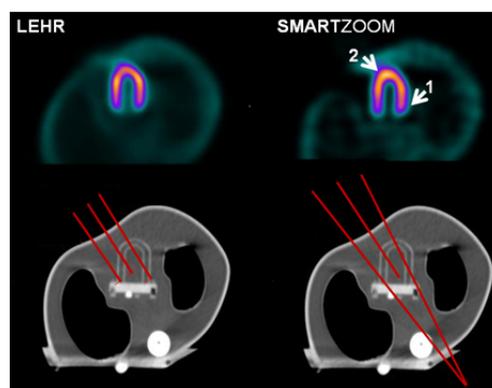


図1 LEHRとSMARTZOOMコリメータでの幾何学的に見た減弱の成因  
(上段)再構成画像では、LEHR、SMARTZOOMともに下壁の減弱と心尖部の高集積が見られ、これらはSMARTZOOMでより顕著にみられる。  
(下段)再構成画像に見られる減弱の影響は、ガンマ線の体内組織通過距離がSMARTZOOMでより長いことに起因する。

ている。表 1 に示す区分に該当する条件の症例で構成され、基本的に製造元の推奨収集、再構成条件が採用されたが、各施設の微調整も許容された。画一的な収集再構成条件のみのデータで構成されていないことにより、データベースはより一般的に扱えるものとなった。

【標準データベース特長】

2015年度の米国核医学分子イメージング学会にて、Nakajimaらは、発表されたデータベースの特長について、“下壁の減弱を抑えるため、腹臥位による収集は有効であるが、減弱散乱補正を行った仰臥位はより均一な分布を呈し、男女共有のデータベースの適応が可能であった、”と報告している<sup>1)</sup>。よって、補正なしの仰臥位と腹臥位のデータベースは男女別であるのに対し、減弱散乱補正後の仰臥位データベースは、男女共有となっている(表 1)。

表 1 IQ・SPECT データベース区分

仰臥位による撮像			腹臥位による撮像		
減弱散乱補正なし	女性	安静時	減弱散乱補正なし	女性	安静時
減弱散乱補正なし	女性	負荷時	減弱散乱補正なし	女性	負荷時
減弱散乱補正なし	男性	安静時	減弱散乱補正なし	男性	安静時
減弱散乱補正なし	男性	負荷時	減弱散乱補正なし	男性	負荷時
減弱散乱補正あり	男女共通	安静時			
減弱散乱補正あり	男女共通	負荷時			

【臨床例を用いたスコアリング】

図 2 に正常例とそれぞれのデータベースでのスコアリングの結果を示す。左側と中央は、それぞれ IQ・SPECT による 5 分撮像データを補正あり、補正なしで再構成したもの、右側には LEHR にて 20 分撮像された同一患者の症例を示す。それぞれ視覚的印象の違った画像となっているが、スコアリングに関しては同等のものとなった。IQ・SPECT では収集時間を従来法の 4 分の 1 程度にしても有効な検査が実施できたといえる。

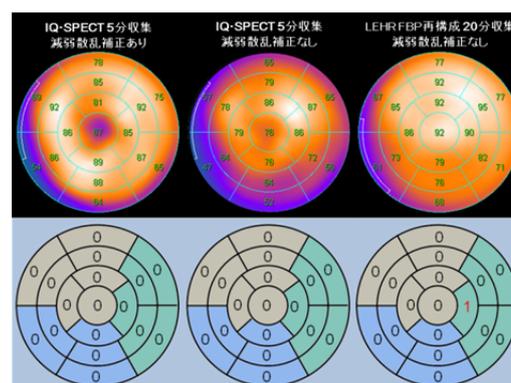


図 2 標準データベースによるスコアリング (上段)異常所見のない症例において IQ・SPECT 減弱散乱補正あり、補正なし、および LEHR 撮像を比較。(下段)それぞれの検査結果を標準データベースと参照させた欠損スコアリングでは、それぞれ同等の結果が得られている。

【今後の展開】

IQ・SPECTでは、従来法の約 4 分の 1 の収集時間で心筋血流の画像化が可能であり、低投与量時代の到来に伴う検査条件の再考に貢献できるのではないかと考えられる。不均一な分布が見られる症例も、標準データベースを参考にして読影することにより、物理的な収集の不均一性に起因するものかあるいは真の血流分布であるかの鑑別に役立つことが期待できる。

【参考文献】

- 1) Nakajima, K., Okuda, K., Matsuo, S., Kondo, C., Sarai, M., Horiguchi, Y., Onoguchi, M. & Kinuya, S. (2015, June). Multicenter normal Tl-201 databases with multifocal collimators for supine, prone and CT-based corrections. Poster presented at the Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, Baltimore, MD.
- 2) Hawman, P., Ghosh, P. (2012). Siemens white paper on IQ・SPECT: A technical and clinical overview.
- 3) Kondo, C. (2015). IQ・SPECT: an over view of technology and myocardial tracer distribution characteristics. Japanese Journal of Clinical Radiology, 60(4), 480-488.

### 13. ソフトウェアを活用した X線用グリッドの性能評価

Jpi ジャパン(株)

良知 義晃

【はじめに】

近年、X線システムのデジタル化により撮影方法が多様化され、また高感度 FPD を使用するケースが増加し、グリッドの性能に高い精度管理が求められている。従って、一般的に目視で行われていた今までの X線用グリッド(以下グリッド)の画像評価では、その要求に対応することが難しくなりつつある。よって当社は、目視によるグリッドの出荷検査結果のバラつきを防ぎ、また顧客要望に沿った品質基準の適用を行うため、デジタル技術を利用して客観的に画像評価を行うシステムの構築が必要であると考えた。

以下では、上記問題の改善のために画像評価の定量化と自動化したグリッド検査ソフトウェアについて紹介する。

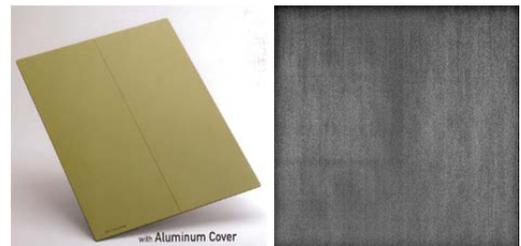


図 1 X線用グリッドとグリッドの Raw data

【方法】

グリッド検査ソフトウェアでは、デジタル X線撮影装置で撮影したグリッドの X線画像(Raw data)を使用する。X線画像は、グレースケールで表現され、画素の集合として構成されている。そのため、画素の位置情報や画素値を活用することで、画像評価を定量的に分析することができる。グリッドの X線画像は f0(正フォーカス)、f1(f0 より近い SID)、f2(f0 より遠い SID)の異なった SID で取得する。取得された画像では、下記の項目を検査でき、基準値を満たしているかどうかを確認できる。

- 1) グリッド全体の濃度分布差における均一度 ( f 0 画像で検査)
- 2) グリッドのセンターライン精度 ( f 1、f 2 画像で検査)
- 3) センターラインを中心とした左右の濃度偏差 ( f 1、f 2 画像で検査)

上記の項目を評価することで、グリッドの性能に重要である濃度値、ユニフォミティ、濃度差が定量化でき、グリッドの性能を安定的に管理することが可能になった。また、製品出荷時、検査ソフトウェアによる判定(図 2)を行うことで、検査者の主観が反映されることを排除することができた。

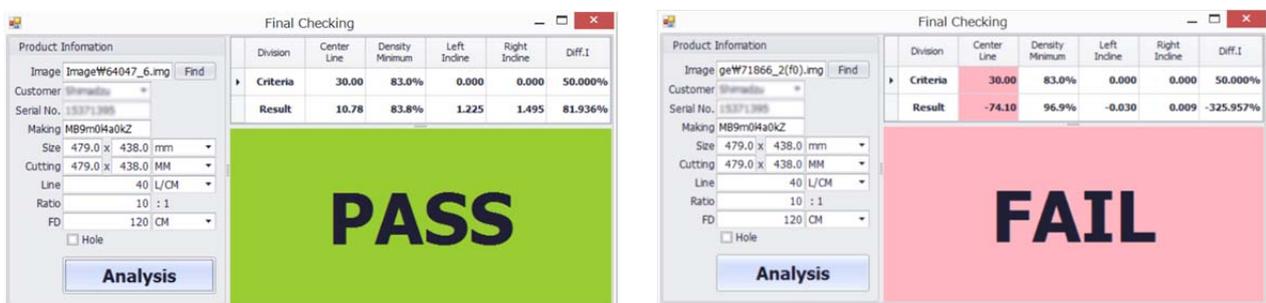


図 2 検査ソフトウェアの結果判定画面

## 【詳細】

グリッド検査ソフトウェアは、出荷時の合否判定およびグリッド画像の精密分析の大きく二つの用途で使われる。検査ソフトウェア(図3)の分析アルゴリズムの詳細は以下の通りである。

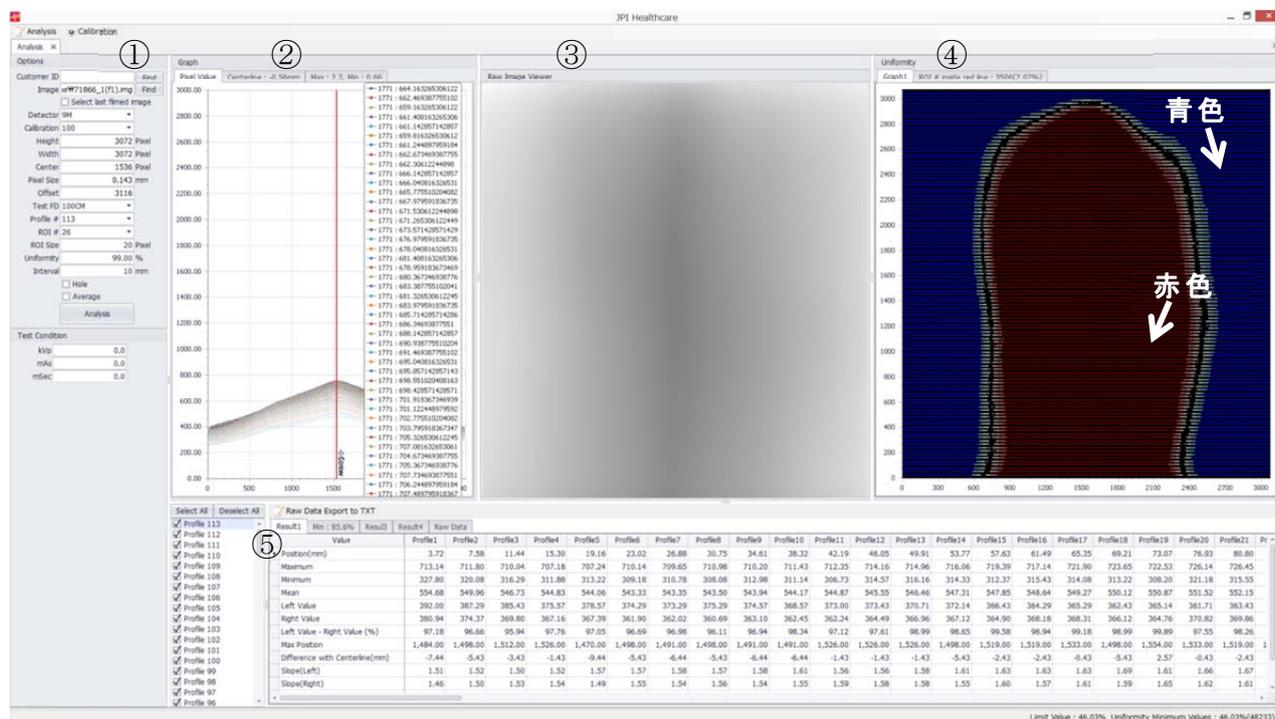


図3 検査ソフトウェアによる分析結果表示画面

## ① 検査設定ウィンドウ

撮影環境および検査レベルを設定する。ディテクタの画素ピッチや、撮影距離、検査箇所などの設定をすることが可能。最大26のROIと119のプロファイルまで設定できる。

## ② センターライン精度グラフウィンドウ

X軸を画像の横幅、Y軸を画素値とし、それぞれのプロファイルの画素値を分布表示する。これにより左右濃度差や実中心線の精度がグラフ化して表示される。

## ③ 画像ビューワ

RAWデータの実画像を表示し、他のウィンドウに示される結果値との目視による比較を可能にする。

## ④ ユニフォムティウィンドウ

視覚的にグリッドの濃度分布を確認することができる。設定された濃度偏差基準を超えた部分に色をつけ、濃度の濃いものを赤、薄いものを青で表示する。

## ⑤ テキストウィンドウ

分析した結果値をテキストで表示するウィンドウ。各プロファイルの平均値、偏差、傾きの値が計測箇所ごとに確認できる。

## 【まとめ】

本ソフトウェアを活用することで、今まで主観的であったグリッドの画像評価が定量化され、グリッドの性能や精度管理を向上させることができた。本ソフトウェアによる検査方法が、FPD時代の高い顧客要望に適したものであり、高画質なX線画像の提供に貢献できることを期待している。

## 14. 12MPオール・モダリティ医用画像表示カラーディスプレイの開発

バルコ(株) ヘルスケア事業部  
角元 祐幾

### 【概要】

当社は、これまでモノクロディスプレイのみでの提供に限られていた高精細マンモグラフィ画像も、多目的マルチモダリティ・カラー画像も、1台で併せて表示することを可能とする医用画像統合表示用ディスプレイ「Coronis Uniti」を開発した(図1)。当製品は、1,200万画素、最大輝度 2,100cd/m<sup>2</sup>、常用輝度 1,000cd/m<sup>2</sup>の最新の液晶技術を採用しながら、画像表示環境の効率化に寄与する様々な新要素を兼ね備えている。



図1 Coronis Uniti 外観

### 【特長】

#### 1. 新開発、医用画像専用大画面液晶パネルの採用

当製品は、従来の液晶パネルとはフォーマットの異なる33インチ・アスペクト比3:2の画面を採用した。これは人間工学の見地から、放射線画像表示用に視野範囲を最適設計した液晶パネルである(図2)。

従来の放射線画像表示ディスプレイの標準フォーマットでは、16:10ないしはさらに横寸法の長いものが主流であった。

これは、民生用テレビやPCでの利用を想定した液晶パネルを用いることが主たる要因であったが、当製品では横寸法を短くすることで左右の視線移動距離を抑え、長時間使用による疲労を低減することを目的として開発された。また、物理的に中央部の筐体枠がないことも視線移動の際のストレス軽減に寄与するねらいもある。



図2 33インチ3:2比率画面

(従来のディスプレイ寸法の一例を点線で表している)

#### 2. 飛躍的な画質性能の向上

##### (1) 明るい環境下での表示性能向上

新開発の超高輝度 LEDバックライト技術 DuraLight Brilliance™搭載により、平均的なマンモ画像表示用ディスプレイの約2倍となる常用1,000cd/m<sup>2</sup>の輝度性能を達成した。これにより観察しにくい暗い画像もより見やすく表示することができ、画像観察の効率性向上を支援することができる。さらに、より自然で明るい環境下で使用できる為、疲労を軽減することができる。

##### (2) モノクロでもカラーでも正確で高い画質性能

DICOM グレースケール基準を満たし、一貫した知覚的リニアカラーを保証する業界初の SteadyColor™補正テクノロジーを開発した。

##### (3) 精度の高い画面均一性技術

より高精度の画面均一性を達成する為、ピクセル単位で輝度レベルを測定・調整する独自の技術 カラーPPU™を新たに開発し採用した。

#### (4) 正確な高速表示技術

独自の LCD パネル高速表示技術 RapidFrame™により、ボケの無いシャープな高速シネ・アンギオ画像表示はもちろん、画像データ量が大きいトモシンセシス・マンモ画像の連続スクロール再生をより正確に再現する。

### 3. 画像観察の効率化を支援する生産性向上ツール

長時間の画像観察時に目の疲労を軽減し、操作性向上を支援する新開発の生産性向上ツールを搭載した。以下に代表的な機能を紹介する。

(1) I-Luminate™：一定時間ディスプレイ全面の輝度を  $2,100\text{cd}/\text{m}^2$  にすることができ、低コントラストの画像細部でも観察しやすくなる。また付属のフィルムクリップを併用することで、画面の一部を一時的にシャウカステンとして使用することができる(図 3)。

(2) SpotView™：より集中して精査が必要な微細な患部・病変部分に焦点を合わせて、対象エリアの輝度を最大  $2,100\text{cd}/\text{m}^2$  に上げることできる(図 4)。操作専用タッチパッドを同梱している(図 5)。

(3) SoftGlow™：周辺光を明るくした状態で使用することが目の疲労軽減につながるため、筐体背面および画面下部に照度の調整が可能な LED ライトを配し、使用環境の微調整を可能にしている(図 4)。

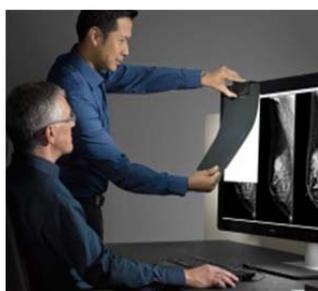


図 3 I-Luminate



図 4 SpotView/SoftGlow



図 5 SpotView

#### 4. 常時監視型センサによる高精度画質補正

当社の特許技術フロントセンサ I-Guard™が秒間複数回の高頻度で画面品質を測定・補正し、DICOM規格へ準拠したディスプレイの画面品質維持を実現している。これにより、管理の省力化と、高精度な補正を両立している。

#### 5. Optical Glass™前面保護カバー

当製品には最新の Optical Bonding 技術による前面保護カバーを採用した。多層コーティングが施されたカバー表面は、画面への映り込み・反射を最小限に抑え、画像の鮮鋭度を高めることで、より快適な視野を提供する。また、傷や衝撃にも強く、清掃も容易であることから、日々の扱いやすさにも配慮している。

#### 【まとめ】

Coronis Unitiは、高精細・高輝度専用液晶パネルによる飛躍的な画質性能の向上に加え、これまでの画像観察ワークフローの統合と快適性の向上による高い生産性を提供する。特許技術による画質補正や最新方式の前面保護カバーによる画面保護も相まり、人間工学と使いやすさを両立させている。

当製品は米国 FDA K151505 認証を取得しており、日本乳がん検診精度管理中央機構による適合モニタとして認定されている。

## 15. 医用画像表示モニタ「RadiForce RX350」の開発

EIZO(株) 映像商品開発部

橋本 秀明

### 【概要】

胸部X線やCR、DRなどモノクロ画像と3DボリュームレンダリングやFusionなどカラー画像の混在表示に対応し、高い表示性能と使いやすさを両立した3メガピクセル高輝度カラーモニタ「RadiForce RX350」(図1)を新しく開発した。

### 【特長】

#### 1. 高い表示性能

RX350は、EIZO独自に開発したSharpness Recovery(鮮鋭度補正)機能を新しく搭載した。液晶パネルは、高輝度を追及すると画素の開口率を高くすることとなり、鮮鋭度の低下が避けられないが、本機能により、画像の細かい部分の不明瞭さが補正され、画像の輪郭がクリアに描き出される。

画像の鮮鋭度を数値であらわすMTF(Modulation Transfer Function)測定にて、機能のOn/Off時を比較した結果、機能をOnにした時のほうが、例えば2ピクセルごとのラインペア表示(空間周波数1.182cycles/mm)においては、鮮鋭度が約52%優れている(図2)。



図 1 RadiForce RX350

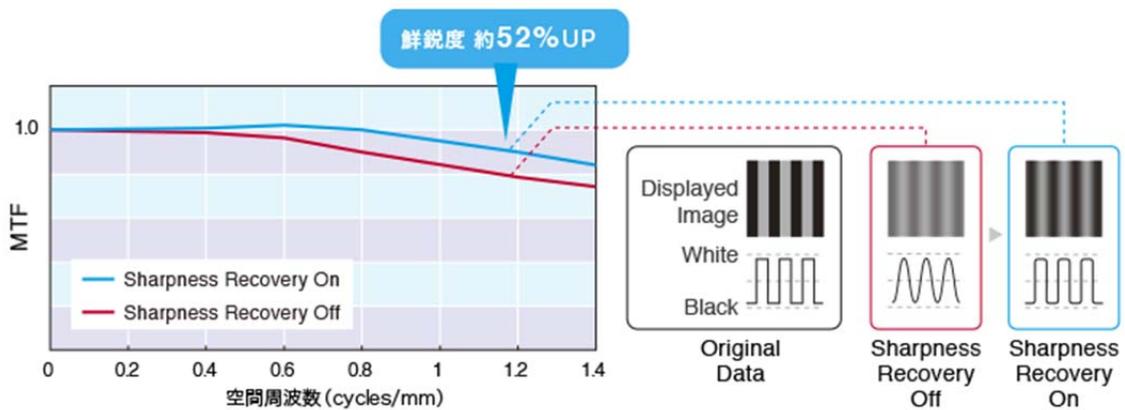


図 2 Sharpness Recovery On/Off 比較

#### 2. 使いやすさ・設置性

読影作業に集中しやすいようにベゼル(画面の外枠)部分には黒色を、側面には清潔感と軽量感を演出する白色を環状に配している。さらに角を丸くすることで、患者の心理的不安を和らげ、安心感を与える効果を狙っている。また、外形寸法も、新デザインとパネルにより、先行機種と比べて横22mm、縦39mm、奥行き45.5mm削減した。その結果、空間占有率が約30%削減され、デスク上に十分な作業スペースが確保できる。さらにモニタの額縁幅が約半減することにより、モニタ2台による画像比較時

の目線移動がスムーズとなる。

また、入力端子だけでなく、DisplayPort出力端子を搭載しており、デイジーチェーン(数珠つなぎ)接続により複数モニタ使用時のワークステーションからのケーブル配線がシンプルとなる(図3)。

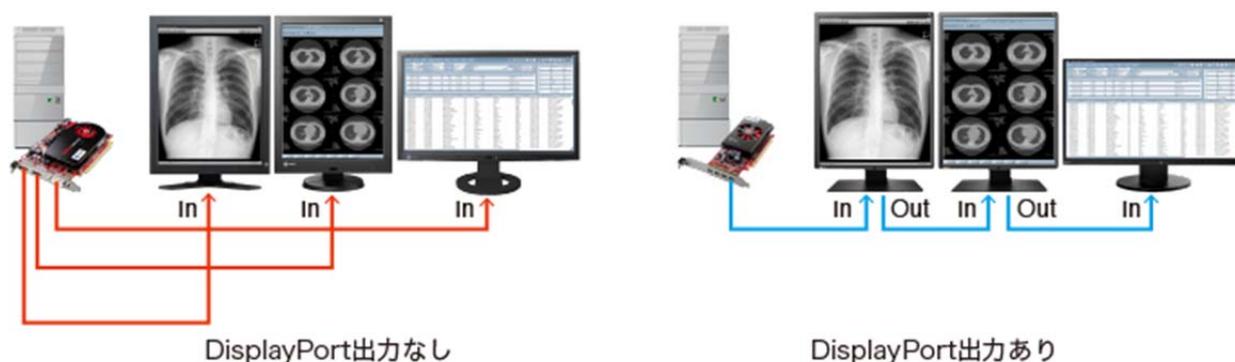


図 3 DisplayPort 出力によるシンプルなケーブル配線

### 3. 長期保証・低消費電力

発光効率の優れた LEDバックライト搭載パネルにより、推奨輝度  $500\text{cd}/\text{m}^2$  による 5 年間かつ使用 20,000 時間の輝度保証を実現した。また、先行機種と比較して消費電力量を約 30%\*低減させることで、モニタの維持費用の削減に貢献する。

\*RX350 のキャリブレーション推奨輝度での当社測定値比較

### 4. その他の特長

- ・ 外光の映り込みの軽減により、表示の鮮明さが向上
- ・ 内蔵フロントセンサでキャリブレーションを簡単に実現
- ・ 表示品質の管理が容易
- ・ 画面の隅々までムラなく均一に表示
- ・ 人感センサで使用者の在席を判定、離席時間にモニタをオフし、消費される無駄な電力を削減



図 4 内蔵フロントセンサ

### 【まとめ】

様々な要求にこたえる機能を搭載し、医用画像の表示に求められる高い表示性能を実現した。また、作業空間が確保できる省スペースデザイン、デイジーチェーンによるシンプルな配線など、使いやすさも追求した。今後もの確な画像診断と効率向上に貢献し、さらに使いやすい製品を提供していきたい。

## 16. VNA(Vendor Neutral Archive)対応 PACSビューアアプリケーションの機能強化

ケアストリームヘルス(株) HCIS 事業統括部 販売促進部  
長井 大樹

### 【はじめに】

当社 Vue PACS は、VNA対応により放射線部門以外も含めた画像やデータの統合管理を行なっている。読影用の高機能 PACS ビューア(Vue PACS)は、内蔵の様々なアプリケーションを搭載しており、レポート、MPR・MIP・VRをはじめ、冠動脈解析、心臓解析、ポリウムマッチング、PET-CTビューア、マンモビューアを提供しており、今回は CT-Perfusion と循環器分野での新機能を紹介する。また、ゼロフットプリント機構の統合型ユニバーサルビューア(Vue Motion)はデータ取り込み・患者情報取得・保管し、各部門だけでなく病院全体での使用可能なプラットフォームとして開発した。

### 【特長】

< 高機能 Vue PACS >

#### 1. CT-Perfusion 解析機能(図1)

自動的に位置ズレ補正もデータ読み込みの段階にて行い、動脈と静脈を自動認識し、CT-Perfusion Maps 画像の作成は数秒で完了となる。個人差なく再現性の高い定量的な計測が可能となる。作成した Maps からボタン一つで左右毎にペナンプラ(不完全虚血部位)表示(図1 枠線)が可能である。

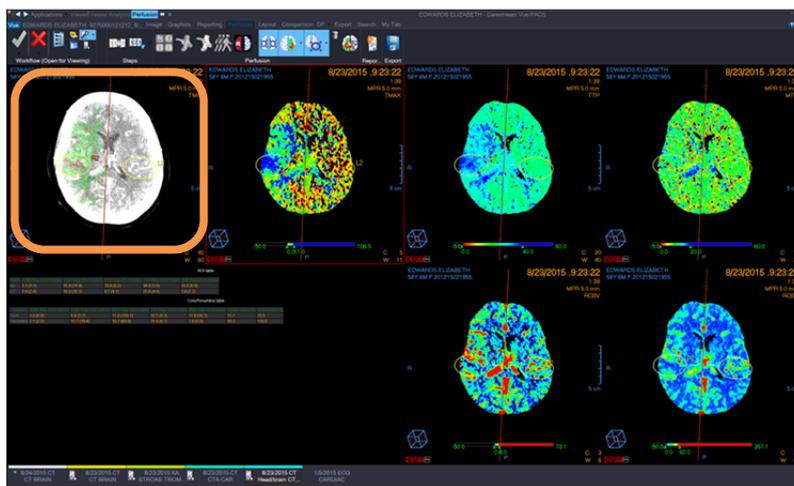


図 1 CT-Perfusion Maps

#### 2. 循環器分野(図2)

負荷心エコー検査における負荷前後シリーズ自動同期(心電図同期表示)とナビゲーション機能(図2 枠線)により、比較表示を容易にした。また、EF(左室駆出率)解析ツールを搭載した。さらに、心電図・波形情報表示も可能となり、レイアウト・スケール変更に加え、計測機能が搭載された。

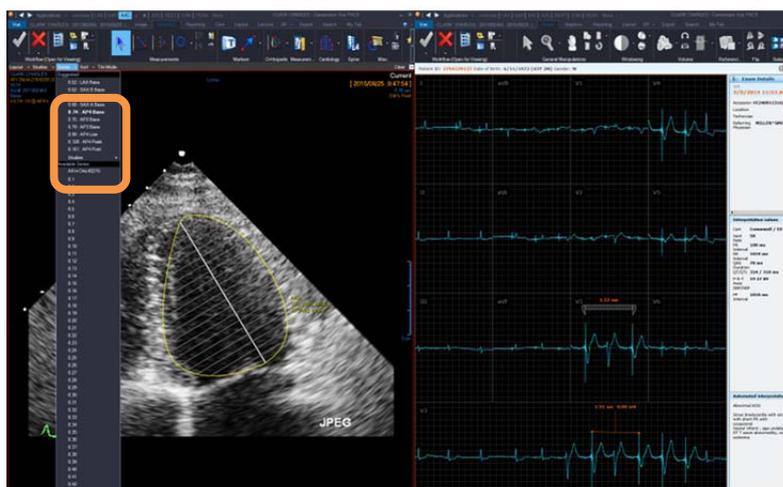


図 2 心エコーEF測定と心電図表示・計測

<ユニバーサルビューア Vue Motion>

Non-DICOMデータに対して、DICOM変換せずにサーバ保管が可能かつ診療業務で発生する各種フォーマットに対応しているので、放射線部門だけでなく病院全体で発生する様々なデータを一括管理ができる。例えば、iPadで撮影した皮膚画像やその他データに対してオーダ情報と結び付け、検査単位として保存。患者登録、オーダ発行も可能なインターフェースにより上流システムがなくてもデータの保存が可能である。当社ではこの仕組みをCCP (CLINICAL COLLABORATION PLATFORM)と名付けた(図3)。

ユニバーサルビューアは、動作環境を問わないのでタブレットやスマートフォンで参照でき、ベッドサイドなどフレキシブルに利用できる。DICOMとNon-DICOMの同時表示やレポート記入・参照、登録画像へのハイパーリンク機能によりあらゆるデータを共有し、素早くアクセスが可能である。検査の共有設定を行い、地域連携の役割としてデータ共有(参照・ダウンロード)や遠隔読影システムの機能も有する(図4)。

【まとめ】

ケアストリーム Vue PACSは、VNA (Vendor Neutral Archive)として使用可能であり、循環器領域を含む各部門システムのデータ統合管理と、Webベースのユニバーサルビューアを提供可能である。PACSの機能拡張にとどまらず、各種データフォーマットへの対応により、さらなる診断効率の向上が期待でき、トータルシステムコスト削減へも貢献できる。この他に、統合参照システム、放射線情報システムや医用データクラウドソリューションなど、病院経営や情報管理に貢献するソリューションを揃えている。



図 3 CLINICAL COLLABORATION PLATFORM

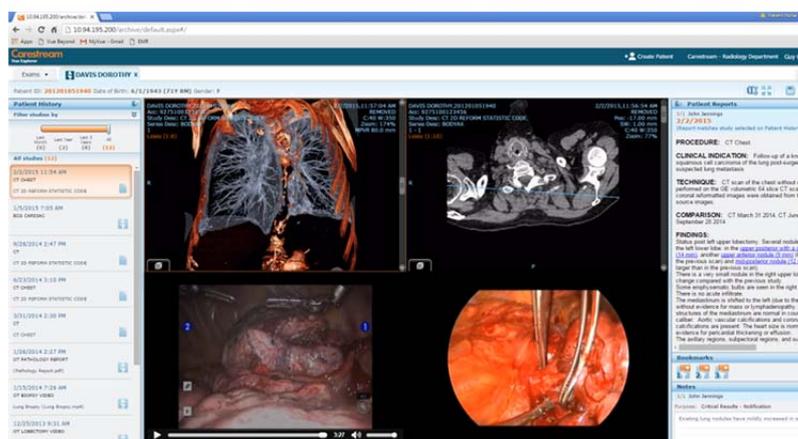


図 4 ユニバーサルビューア Vue Motion による参照

## 17. MRI室対応 LED照明『マグルミネンス』シリーズの紹介

東京計器アビエーション(株)

嶋田 伸明

### 【はじめに】

近年、照明器具としてLEDが一般的になっているが、LED照明には長寿命・省エネなど良い面がある一方で電磁波ノイズを発生させるという問題を抱えている。この問題からMRI室などのシールドルームでは一般的なLED照明は使用することが出来ない。最近では低ノイズ仕様の一般LED照明が販売されているが、これらは電源一体型のものが多くMRI装置の画像に干渉する可能性が高い。マグルミネンスは器具と電源を分離し、かつノイズを低減することによりMRI室でも使用可能なLED照明である。現在5機種の製品をラインナップしており、いずれもシンプルなデザインを採用している。

### 【特長】

#### 1. 全機種で調光可能

大きな特長の一つが器具の種類を問わず調光が可能なことである。MRI室において従来の白熱灯やハロゲンランプでは調光をすることが出来ず、分割点灯を行うことで部屋の明るさを調整していた。本製品では器具当たりの全光束が大きいうえに調光が可能のため、設置する数を削減し調光を一括に行うことで効率の良い運用が出来る。なお、別置となる電源装置を調光/無調光で選択可能としているため、無調光の仕様も選択可能である。



図 1 マグルミネンス器具

#### 2. 器具複数台を接続可能な電源装置

本製品はMRI室内に配置する器具と室外に設置する電源装置から構成される。一般的には器具と電源装置の関係は1対1であるが、本製品では1台の電源装置に複数台の器具を接続可能である。具体的にはダウンライトタイプとブラケットタイプでは6灯まで、ストレートタイプでは4灯まで接続可能である。これによりMRI室のシールド貫通処理に必要となるノイズフィルタの数を最小限に抑え、インシャルコストが上がらないようにした。



図 2 マグルミネンス設置概略図

### 3. 高光束で多彩な器具ラインナップ

#### (1) ダウンライト

ダウンライト 200(LRT-1010)とダウンライト 150(SRT-1010)の2機種がある。

ダウンライト 200には特殊レンズが入っておりダウンライト 150と比べて集光性が高い。

どちらも色温度 4,000ケルビンの場合、全光束 1,930ルーメンである。



図 3 LRT-1010



図 4 SRT-1010

#### (2) ストレート

ストレート直付(ST48WJ-W42Y42)とストレート埋込(ST48WB-W42Y42)の2機種がある。

どちらも色温度 4,000ケルビンの場合、全光束 5,856ルーメンである。



図 5 ST48WJ-W42Y42



図 6 ST48WB-W42Y42

#### (3) ブラケット

ブラケット(BK20WA-K4000)は1機種で色温度 4,000ケルビンの場合、全光束 3,326ルーメンである。



図 7 BK20WA-K4000

### 4. その他

色温度については、3,000ケルビン、4,000ケルビン、5,000ケルビンから選ぶことができ、内装に合わせた照明設計が可能である。また、既存の照明を本製品に交換できるよう、特にブラケットタイプやストレート直付タイプについては、部屋の内装面に直に取り付ける仕様とし施工性を考慮した交換し易い設計となっている(電気工事は必要)。

そして、LEDの代表的な特長である長寿命により、従来品では頻繁に起こりえた電球交換時のMRI装置への吸着事故というリスクも大幅に低減できる。

#### 【まとめ】

白熱電球の生産中止などにより、今後はMRI室でもLED照明の需要は益々増加していくと思われる。そして、MRI装置の画像処理技術においても、解像度が高くなる傾向に伴い画像ノイズを防止する必要性からLED照明へのノイズ対策の需要は高まっていくと思われる。マグルミナンスはこれらの要望に応えることで医療施設の照明に貢献したいと考える。

## 18. 造影効果を高めるデバイスの開発と臨床応用-Spiral Flow Tube-

(株)根本杏林堂 学術課

弓場 孝治

### 【はじめに】

画像診断装置の発展に伴い、求められる医療画像が変化してきている。画像診断薬（造影剤）を注入する注入器も、造影剤のみを注入していた1筒式から、幅広い注入方法が可能な2筒式の注入器が多く使用されるようになってきた。当社においても、CT、MRI、血管撮影室用の注入器において2筒式の注入器を開発、販売している(図1)。この2筒式の注入器の特長として、シリンジの片側に造影剤、もう一方のシリンジには生理食塩水を装填し、先行する造影剤を後押しや同時に注入することで造影効果を高め、適正な造影剤投与が可能となる<sup>1)</sup>。今回我々はさらなる造影効果を高め、再現性のある注入方法を可能とするデバイスとして“Spiral Flow Tube”を開発した。本文では、本製品の特長と臨床応用について報告する。



図 1 各種インジェクタ

### 【特長】

本デバイスは、2筒式注入器を使用する際に使う Dual Tube であり、従来品との違いは接合部の形状にある。本製品は円錐型となっており、薬液、生理食塩水の流れを回旋流とすることで、混合注入、生理食塩水の後押し効果が高まる設計としている(図2)。

従来型では、接合部の形状が T 型となっており、この形状により薬液の流れは層流となる。管腔内で薬液が接地する部分では抵抗が強く、生理食塩水の後押し時には造影剤と比重の違いにより、管腔上方部を滑るように流れ、注入速度にもよるが、後押し効果が担保できない場合もある。混合注入においても比重が違う薬液の混合では、従来型は混合割合によっては造影剤が先行する場合もあり、設定した希釈率に合い難い場合もあった。新型の Spiral Flow Tube は接合部を 3 次元構造とし、薬液の流れを乱流 (turbulence flow) とすることで、より効率よく生理食塩水の後押し、混合注入が可能となる(図2)。血流ファントムでの検証では従来型との比較において、Spiral Flow Tube では良好な効果(高い CT 値)を得られており、デバイスの違いによる造影能の検討では有意差を示した。ファントム検証で得られた Time Enhance Curve は理想の形状となっており、短時間撮影への造影効果も応用も示唆された<sup>2)</sup>(図3、4、5)。

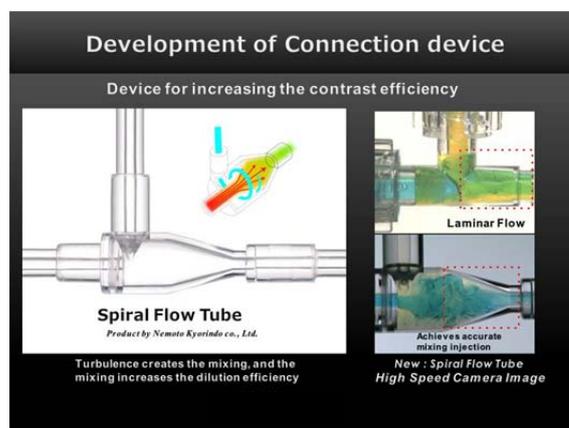


図 2 接続部の特長

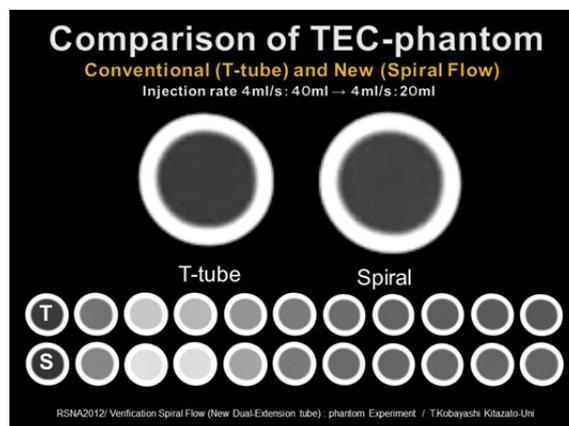


図 3 チューブ内の比較

臨床応用に関しても同様な結果となっており、動脈相を目的とした CT-Angiography の撮影において効果を発揮できると考えられる<sup>3),4)</sup>。血管撮影装置での注入においてはCTとは違い、直接カテーテルから造影されるため、適正な造影剤濃度を求められる。目的とする血管によって様々な注入法も開発されており、様々な希釈濃度を再現できる Spiral Flow Tube は Cone Beam-CT, IVR-CT においても必須である(図6)。このように臨床応用においては多様な希釈濃度が可能となるが、低注入速度によっては適切な Scan Delay time の設定も必要と考える。

【おわりに】

当社では、1998年に世界に先駆けてMRI用注入器にて2筒式を開発、販売した。近年の画像診断装置の進化により、精度の高い注入を求められる現在では、2筒式の注入器は医療の現場から高く評価されており、CT、MRI、血管撮影室で非常に多くの施設で採用されている。本製品は、2筒式注入器の性能を最大限発揮でき、造影効果を向上させ、適正な造影剤濃度の使用を可能とするデバイスである。今後もユーザーに、より良い製品を提供できるよう開発し、提供させていただき所存である。

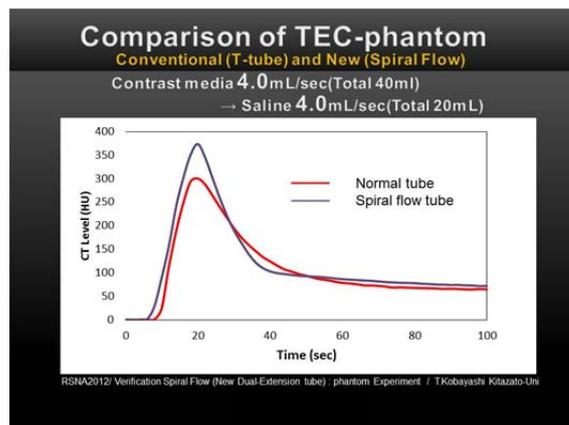


図 4 CT 値の比較

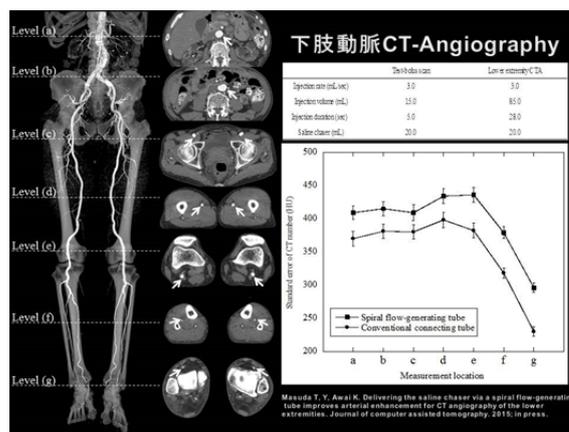


図 5 撮影効果の比較

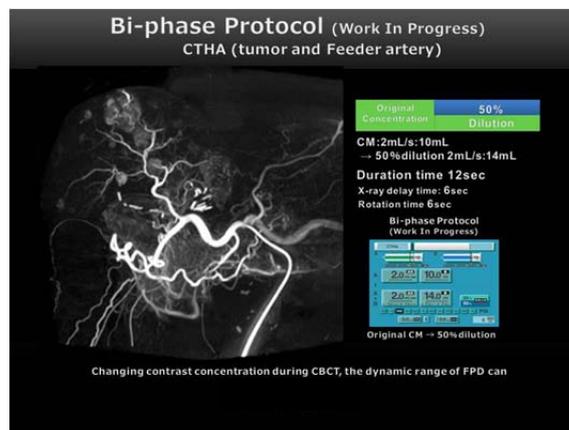


図 6 CBCT での応用

【参考文献】

- 1) Sekiguchi R. et al: Multislice CT of the thorax: effects of contrast material pushed with saline solution using a dual power injector on contrast material dose and perivenous artifacts. Nihon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi. 2001 Aug;61(9):484-90.
- 2) Kobayashi T. et al: Verification Spiral Flow (New Dual-Extension tube) :phantom Experiment. RSNA2012
- 3) Masuda T, Awai K. Delivering the saline chaser via a spiral flow-generating tube improves arterial enhancement for CT angiography of the lower extremities. Journal of computer assisted tomography. 2015 Nov-Dec;39(6):962-8.
- 4) Kidoh M. et al: Novel connecting tube for saline chaser in contrast-enhanced CT: the effect of spiral flow of spiral flow of saline on contrast enhancement. Eur Radial. 2013 Nov;23(11):3213-8.

## 19. 放射線治療用 MRI 対応可動式患者位置決めレーザーについて

メディカル・エキスパート(株) マーケティング部

長瀬 瑠里

### 【背景】

日本では、2人に1人の割合でがん罹患し、3人に1人の割合でがんによって亡くなる。現在、がん治療の三本柱の1つである放射線療法は、根源治療・緩和治療を含めて4人に1人が受けることになると考えられている<sup>1)</sup>。

現在では、治療計画用CT画像のみの治療計画だけでなく、異なる画像の特長を活かして治療計画を行う施設もある。そのような施設では、放射線治療装置と各装置において同一の体位で撮影され治療計画を行うことは、大切な要素である。精度の高い放射線治療を行うためには患者の固定は非常に重要であり、たとえ画像誘導放射線治療の技術を駆使しても不適切な固定方法では精度は担保できないと言われている<sup>2)</sup>。

このような背景の中、各装置間において外部環境の差異を少なくすることを可能にしたDORADOnova MR3T<sup>®</sup>を、当社が国内総代理店を務めるドイツに本社を置くLAP社が開発した。MRI室の環境下において認証されている可動式患者位置決めレーザーを紹介する。

### 【製品概要】

本製品は、カスタマイズレーザーブリッジ<sup>™</sup>とコントロールパネルにて構成されている。レーザーブリッジには、アキシャル(横断面)ラインを示す2種類の固定式レーザー(図1・2の②)、サジタル(矢状面)ラインを示す可動式レーザー(図1・2の①)、コロナル(水平面)ラインを示す2種類の可動式レーザー(図1・2の③)が内蔵されている。可動式レーザーの移動距離は、600mmであり、移動精度は0.1mm単位である。光源から3m離れた場所でのライン長は3mであり、光源から4m離れた場所でのライン幅は<1mmとなっている。レーザーブリッジは、部屋の大きさに合わせて、最大幅5,000mm・最小幅2,594mm、最大高2,800mm・最小高2,300mmの範囲でカスタマイズ可能となっている。

CT用固定式・可動式レーザーと大きく異なる注意点は、MRIを撮像する際には、レーザーの電源を落とすことである。コントローラをロックしてレーザーの電源を落としてから、MRIの撮像を行う。レーザーの電源を落としていなければ、ノイズの発生源になるので、必ず撮像前に確認する必要がある<sup>3)</sup>。

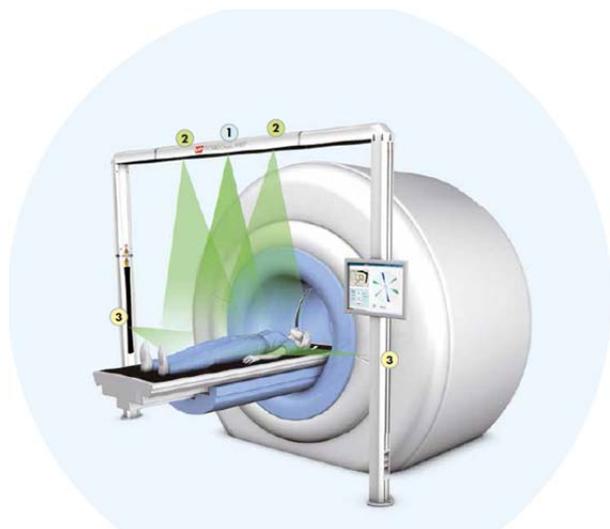


図1 DORADOnova MR3T 光源位置

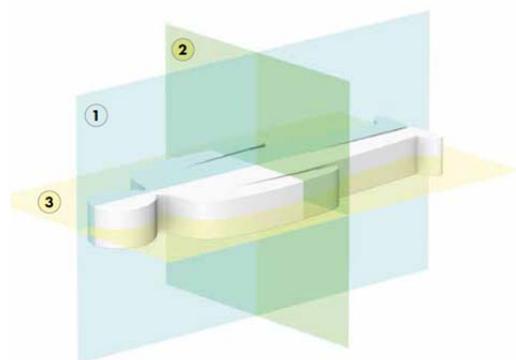


図2 投影可能な体表面ライン

## 【特長】

## 1. 可動式レーザー

DORADOnova MR3T により、MRI 室内においてもレーザーを腫瘍位置まで稼動させて腫瘍位置マーキングが可能になる。さらに、レーザーを動かして患者の体表面上のマーキングとレーザーを直線に合わせることで、患者の体軸の歪みを最小限にすることができる。基準線マーキングに基づきレーザーを可動させ体軸を一直線にするという使用方法である。デフォーマブル(ソフトウェアによる画像変形の合わせ込み)を最小限にし、さらには体軸を一定にすることでフュージョン精度アップにつながると考えられる。

## 2. コントローラーソフトウェア CARINA iso

本システムは、DICOM接続を行うことにより、患者情報(氏名・ID・生年月日・治療計画日・腫瘍位置座標)を取得することが出来る。これにより、MRI 室内での腫瘍位置マーキングが可能になるが、現状として MRI室内での基準線・腫瘍位置マーキングを行うことは、ほとんど考えられない。従って、海外の使用事例を挙げても DICOM接続をせずに使用している施設が散見される。今後、MRI画像を用いての治療計画が普及した場合や、MRI画像から電子密度計算が行われ治療計画を立てることになる場合には、付属タッチパネルを DICOM接続して使用されていく可能性が考えられる。

## 3. MRI 認証患者位置決めレーザー

独立認証機関により、DORADOnova MR3Tは、3TeslaまでのMRI要件を満たす、唯一のアライメント用レーザーシステムとして認証されており、世界で約50台の導入実績がある。サイトプランニングやレーザーブリッジのサイズ調整は、LAPドイツ本社の製品開発者が行う。MRI装置を設置して磁場を立ち上げる前に光源の垂直の測定・調整を行い、磁場立ち上げ後には、標準品となっているファントムをMRIで撮像する。そこから、ファントムに沿ってレーザーの基準を調整していく。



図 3 DORADOnova MR3T 外観

(治療計画用 MRI 装置はシーメンスヘルスケア社製)

## 【結語】

2015年の予測がん罹患数(新たにかんと診断される患者)は982,100例(男性560,300例・女性421,800例)、死亡数予測は370,900人(男性219,200人・女性151,700人)となっており、2014年予測値より罹患数は約100,000例、死亡数は約4,000人例増加している<sup>4)</sup>。今後も増加が見込まれているがん患者のためにも、画像診断装置・放射線治療装置間において、外部環境の同一化に貢献すべく、MRI対応可動式患者位置決めレーザーの導入を実現していきたい。

## 【参考文献】

- 1) 放射線治療計画ガイドライン 2012年版 00 前付
- 2) 放射線治療計画ガイドライン 2012年版 01 総論 治療計画総論
- 3) LAP 社 DORADOnova MR3T operational manual
- 4) 2015年4月28日国立研究開発法人国立がん研究センターがん対策情報センター  
URL: [http://ganjoho.jp/public/statistics/pub/short\\_pred.html](http://ganjoho.jp/public/statistics/pub/short_pred.html)

## 20. 近赤外光カメラシステム LIGHTVISION の開発

(株)島津製作所 医用機器事業部技術部

宇野 晴雄

### 【はじめに】

高齢化社会の到来及び生活習慣病患者の増加を背景として、がん患者は増加の一途を辿っており、外科手術は処置後の根治性の高さから、治療方法の重要な位置を占めている。手術中に用いる近赤外光カメラシステムは、血管・リンパ管等に投与した近赤外蛍光薬剤（インドシアニングリーン：ICG）に励起光を照射し、ICGから発生する微弱な近赤外蛍光を画像化することにより、組織表面下の血管やリンパ管の観察を可能にする機器である。皮膚の切開前にリンパ節位置を確認する用途、血管縫合後に正常に血液が流れているか確認する用途など、手術の支援機器として使用されている。保険適用例として、乳がんセンチネルリンパ節加算（3,000または5,000点）、脳神経外科手術での術中血管等造影撮影加算（500点）がある。近年、心臓血管外科学会、形成外科学会など、様々な臨床研究分野で新たな応用用途の報告があり、近赤外光カメラシステムへの期待が高まっている。



図 1 LIGHTVISION 装置外観イメージ

既存の近赤外光カメラシステムには、大きく分けてアーム型、ハンディ型の2種類があり、アーム型は対象部位から離れた位置にカメラをセッティングした状態で、ハンディ型は対象部位に近接させた状態で観察する用途で主に使用される。既存の近赤外光カメラシステムは、画面解像度 640×480ピクセル程度（SD画質）の1画面に、可視画像または近赤外蛍光画像のいずれかを切り替えながら表示するものであった。

このたび、当社は自社開発のカメラモジュールを搭載することにより、高精細なハイビジョン画質を実現したアーム型 近赤外光カメラシステム LIGHTVISION を開発した(図1)。

### 【特長】

#### 1. 高精細なハイビジョン画質

本装置では、ハイビジョンに対応し、既存の近赤外光カメラシステムの 4倍以上の解像度（1280×1024ピクセル）を実現した。細い血管やリンパの流れを観察する用途に適している。

#### 2. 近赤外蛍光画像の色変更機能

図2に、装置内部イメージ図を示す。本装置では、レンズを通して得た光をプリズムで可視光と近赤外光に分離し、可視と近赤外光それぞれに対応する2種類のイメージセンサで画像化する。ハイビジョン画質を保ちながら、近赤外蛍光画像の色を変更する機能を搭載しており、表皮上／切開時の観察など、用途に合わせて視認性の高い色を選択して表示することができる（緑、白、青から選択）。

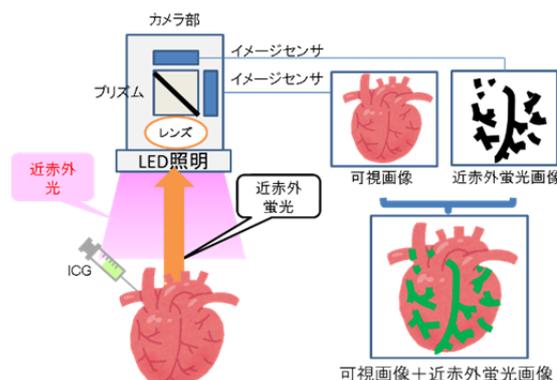


図 2 LIGHTVISION 装置内部イメージ図

### 3. ひと目でわかる3画面同時表示

本装置では、イメージセンサから取得した可視画像、近赤外蛍光画像、可視＋近赤外蛍光画像を3画面同時表示することにより、手術中でもひと目でそれぞれの画像を確認／比較できる画面表示インターフェイスを開発した。常にスピード感が求められる手術現場での使用に有効である。前述の近赤外蛍光画像の色変更機能は、可視＋近赤外蛍光画像の表示に適応される。

図3は、LIGHTVISIONを用いて、リンパ管を撮影した臨床画像例である。細かなリンパの流れまで確認できる非常に高精細な画像が得られている。

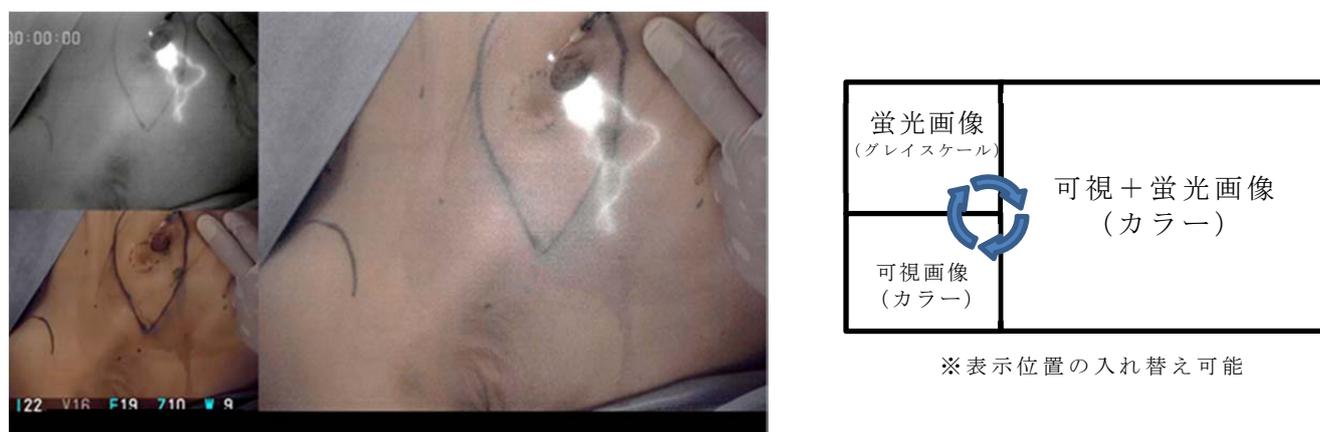


図3 LIGHTVISIONを用いた臨床画像の一例

画像提供：高知大学医学部附属病院 乳腺センター

### 4. 自動調整機能、リモートカメラ位置調整機能

本装置では、露光、フォーカス、ホワイトバランスの3つの自動調整機能を備えており、操作の手間を短縮することができる。また、リモコン操作によるリモートカメラ位置調整機能により、装置から離れた立ち位置からカメラ位置を微調整することができるため、機材の立ち込める環境でもカメラ視野を確保することが可能である。

#### 【おわりに】

高精細なハイビジョン画質を実現した近赤外光カメラシステム LIGHTVISIONを開発した。

今後は装置の海外展開、さらなるアプリケーションの開発を行っていく所存である。

本装置が確実な外科手術の実現に貢献できれば幸いである。

## 放射線医学におけるコンピュータ利用の最近のトピックス

日本コンピュータ支援放射線医学・外科学協会事務局長  
稲 邑 清也(大阪大学名誉教授)



### 【背景】

毎年1回6月下旬にCARS Computer Assisted Radiology and Surgeryが欧米日本で持ち回りで開催されている。日本では1998年、2006年、2014年に東京、大阪、福岡で開催された。放射線医学では治療も含めて画像診断、核医学、医療情報システムの広い分野で情報科学の利用を主として研究発表が行われている。最近は外科学との連携の発表も多くなってきている<sup>1)</sup>。今年のCARS2016はドイツのハイデルベルクで6月21日～6月25日に開催される。国際学術雑誌IJCARS(International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery)はインパクト・ファクターが1.7を越え、掲載されている論文のレベルと質が高い<sup>2),5)</sup>。

### 【特長】

CARS および IJCARSは画像医療システム関連を主体とはするが、従来の伝統的な放射線医学分野から大きく踏み出して、一般的医学・医療・患者・健常者が求める最先端のトピックスを網羅している。例えばJIRA発行の「DataBook 図表でみる画像医療システム産業」のp.51～59に記載されている研究戦略の策定の国家戦略、医療機器開発の拡充、次世代ヘルスケア産業の創出<sup>1)</sup>などを包含する。

### 【主たる最先端分野項目】

1. コンピュータ利用インターベンション IPCAI Information Processing in Computer Assisted Interventions<sup>3)</sup>
2. 予測的・予防的・個別化医療 PPPM Predictive Preventive Personalized Medicine<sup>4)</sup>
3. マルチスケール・デジタル患者 Multiscale Digital Patient MDP<sup>5)</sup>
4. コンピュータ支援診断 CAD System の真の臨床実用化<sup>2),5)</sup>
5. 医療ロボティクス Medical Robotics and Manipulators<sup>2),5)</sup>
6. 画像バイオマーカーズ Quantitative Imaging Biomarkers<sup>2),5)</sup>
7. インテリジェントデジタル手術室 Digital Operating Room<sup>2)</sup>
8. ビッグデータ利用 big data application<sup>5)</sup>
9. 画像誘導低侵襲治療 Image-Guided Treatment IGT<sup>2),5)</sup>
10. IHE Surgery Integrating Healthcare Enterprise 外科学<sup>5)</sup>

### 【最先端分野の各項目】

1. コンピュータ利用インターベンション IPCAI Information Processing in Computer Assisted Interventions<sup>3)</sup>

CT、MRI、超音波による画像と内視鏡による精細画像を組み合わせる情報処理し、外科手術ロボットによる緻密な手術の精度を上げる研究が行われている。画像や手術の過程を登録しておいて、あと

で最適に合致する症例として容易に参照できる方法が開発されつつある。クラウドをも利用している。

(1)医療ロボティクスとカメラ：ダビンチの様な外科手術ロボットでは術中の病巣の分子レベルの顕微内視鏡が必要になるが、病巣の精細な3次元画像をオンラインで即時に高い分解能で取得する研究が行われている。超音波プローブや気管支内視鏡カメラの深度位置の精密な情報をCT画像に正確に重ね合わせて表示する研究もなされている。動脈修復や動脈再建手術でも従来のテレビカメラやアンギオの様な2次元画像のオンライン取得に加えてワイヤ誘導やカテーテルによる誘導で内視鏡が併用されるが、種々の手法を正確に比較して最適に採用するためのクラウド利用のデータベースを開発している<sup>2),3),5)</sup>。

(2)インターベンショナル画像取得と可視化：カテーテルを用いた高周波電圧によるRF心臓アブレーション(心筋焼灼術)の最中にMモードの超音波内視鏡を用いて高解像度画像を取得し、さらに精密なモニタリングや施術の方法 Thermal Expansion Imaging (TEI)が開発されつつある。心臓ばかりではなく肝臓の悪性腫瘍細胞を融解除去する(焼切る)経皮的な高周波焼灼術の最中でもこの超音波画像によるモニタリングの高解像度化が進行している。脳の深部を電気刺激で手術するDBS(Deep Brain Stimulation)の最中にも3次元の超音波の画像を頭蓋の外側から取得して手術の超精密化を図る方法が研究されている。パーキンソン氏病治療のための術中脳内超音波画像取得も研究されている。

(3)クラウドの臨床応用：MRIと経直腸的超音波内視鏡の融合画像で誘導する前立腺癌診断と治療のためのインターベンションで、多くの高解像度の症例画像をオープンソースとして登録しておいて高速で施設間で利用しあうソフトが開発されつつある。神経変性疾患の診断・手術の施設間連携でもクラウドが利用される。アメリカのバンダービルト大学を中心としてCranial Cloudと称し1600以上の症例が集められ臨床応用が進行しつつある。チーム医療でしかも施設間連携で効果を発揮する。脊椎麻酔での3次元超音波誘導画像のリアルタイム画像、腹腔鏡検査や気管支鏡のビデオ画像でも利用される。

(4)意志決定支援：肝臓手術での意志決定支援のために知識集約型の全体的情報処理が開発されつつある。ハイデルベルク大学では肝臓の悪性腫瘍の治療戦略決定や治療計画のために患者の状況、腫瘍の位置とサイズ、肝機能検査値、過去のインターベンション事例などから各患者の最適手法を検索できるようにしている。またMRIと経直腸的超音波断層法を併用して前立腺バイオプシーを効果的に進めるためのシステムがイギリスの多施設・多大学とフィリップスのアメリカ研究所とで共同開発されつつある。他にも画像誘導で手術支援する多くの知識集約型データベースが開発されて意志決定支援に貢献している。

(5)計画、シミュレーション：前述のような高周波焼灼術RFA(Image-guided radiofrequency ablation)を画像誘導で実施するとき、患者ごとに最適な計画を見つけるためには高度の画像処理と多岐にわたる基準をクリアする情報処理ソフトが要求される。血流による冷却を含めて熱分布をダイナミックにシミュレーションする専用GPUが開発されつつある。腰部の皮膚を移植する再建手術を変形性関節炎に施すときの計画を最適化するなどのコンピュータ支援皮膚再建医学にもグループ形成が活用されている。この画像誘導手術では高解像度のCT画像を3次元処理するソフトが不可欠である。また冠状動脈インターベンション中に呼吸運動や心臓鼓動サロゲートとしてエックス線アンギオグラフィ画像を用いて冠状動脈の運動の位置予測を正確に把握し、最適化を図る方法も研究されている。

(6)術中およびインターベンション中の画像登録と利用：整形外科手術での低侵襲化の実現のためにCT画像と超音波画像を登録しておいて患者ごとの最適化に利用するコンピュータ支援整形外科の分野が進展している。前述の股関節部・腰部の皮膚移植のための画像登録や、骨検出—軟組織識別のための超音波—CT画像登録などが整形外科に 응용されている。

### 2. 予測的・予防的・個別化医療 PPPM Predictive Preventive Personalized Medicine<sup>4)</sup>

2009年にヨーロッパで始まった掲題のPPPMはUSAにも拡大し、組織されたEPMA<sup>4)</sup> (European Association for Predictive, Preventive and Personalized Medicine)は45ヶ国に及んでいる。国際雑誌や国際会議での発表件数が急増している。10～20年先には世界的に強く要請される大災害時の救急医療はもとより、心臓疾患、糖尿病をはじめとする慢性疾患、神経変性疾患、癌などの予後の追跡と予測・予防・個別化へのフィードバックである。

(1)大災害における救急医療と PPPM： 全く予測不可で予防も患者個別化も最も困難な医療は大災害の救急医療である。今世紀で最も緊急の解決策が要求される。アメリカの NASA のエイムズ研究所では国連や赤十字や大学と連携して膨大な予算 2兆ドル規模の研究を開始した<sup>2)</sup>。平常時の外傷・脳障害センターを災害時にはDRC(Disaster Response Center)として機能させる研究である。教育訓練や予後のリハビリに至るまでを含む。車のバッテリーで動かせる可搬型CT、可搬型の液体酸素製造装置、遠隔操作のカメラによる撮影システムの装備をインターネット利用で災害現場に派遣して稼働させる仕組みを研究している。感染症予防や衛生設備も含めた総合システムが考えられている。

(2)心臓血管系、循環器系の PPPM： 個々の疾患のリスクファクターと予防戦略の研究が個人レベルへの適用と集団レベルへの施策の両方で進行している。最近が開発途上国への適用も対象になっている。症例データの蓄積と相互のデータ交換と連携方法の模索が主体である。

(3)がんの PPPM： がん治療戦略意志決定のためのベイシアン・ネットワークによるモデル化やインターネット利用の臨床エキスパートのガイダンス事業の開発や、マルコフモデルから出発した患者のデジタルデータからの最適治療ステップのモデル化を促進し予測し、結果を評価している。また非小細胞肺癌の定位放射線治療の後で遠隔局所再発を防止するための FDG-PET利用のラディオミック微量放射線計測方法と追跡方法が研究されている。癌の発生メカニズムの究明から正確な診断と有効な治療に結びつけるために遺伝子情報転写、タンパク質解析などの分子レベルの基礎研究(創薬研究)もなされる。

(4)神経性疾患、精神病の PPPM： 多機能の(多薬物の)治療法の候補から出発して個々人の体質ごとの最適方法を探る病因学を確立する。特に早期に疾患を予測して最少医療費で最大効果を狙う対策を打てるプログラムを開発する。

(5)糖尿病の PPPM： 罹患率と合併症を最小限にして死亡確率を減らす対策を最小コストで確立する研究である。

他に研究対象になっている PPPM は、(6)補完・代替医療 (7)Pain Management

(8)歯科医学 (9)臓器移植 (10)臨床栄養学・臨床心理学 (11)スポーツ医学 (12)遺伝情報発現調節・遺伝子転写調節 (13)薬理遺伝学・遺伝薬理学 (14)バイオマーカー (15)モデル誘導医療 (16) Medical Information and Model Management System (MIMMS) (17)老齢医学 (18)国際連携 である。

### 3. マルチスケール・デジタル患者 MDP<sup>5)</sup> Multiscale Digital Patient

デジタル患者とは患者にかかわるデジタルデータの全ての意ではあるが、ここでは用語や文章で表現していない3次元画像での病変の貴重な臨床データをどのように意味論的に関連づけて取得し構造化し、検索し易いようにファイルするかの研究である。例えば医用画像そのものやそれからの診断報告で解剖学用語や診断所見を言葉や文章で表現していなくても矢印誘導で意味論的に貴重な注釈データ semantic annotation として自動採取しておく。CAD コンピュータ支援診断や放射線治療で役立つと期待される。最近では下記の個別の地道な研究がある<sup>5)</sup>。

(1)4D MRI による筋肉機能の患者毎計算モデル (2)PET/CT による筋肉機能評価

(3)MRI による変形性関節症、歩行異常解析 (4)ひざ関節半月板組織など関節の滑膜性の連結機能分析 (5)筋骨格機能シミュレーション、ひざ関節機能分析 (6)ヘリカル CT によるひざ関節機能分析 (7)ひざと大腿骨の動作の3次元動的自動画像取得と表示 (8)筋骨格系の病理診断とフォローアップ解析を支援するための3次元画像の解剖学的意味論的注釈モデルの開発<sup>5)</sup>: 3次元画像から病態学的にも意味のある情報を自動的に抽出できるように開発している。取合えず手根骨のリュウマチ関節炎の診断とフォローアップに成果をあげているが、他の分野にも応用可能な基本形を開発している。

#### 4. コンピュータ支援診断 CAD System の真の臨床実用化

「benchtop から臨床へ」とのタイトルで熾烈なパネル討論が行われている<sup>5)</sup>。個々の論文発表も下記の分野で行われている。

- (1)乳房 CAD<sup>1)</sup>: マンモグラフィ、超音波、サーモグラフィからの病巣検出
- (2)胸部 CAD<sup>1)</sup>: シカゴ大学の K. Doi, H. Macmahon らにより胸部単純写真からの検出率が CT 画像との併用の場合と併用しない場合とで比較されている。
- (3)コンピュータ合成の結腸検査<sup>2)</sup> (4)肝臓繊維症<sup>5)</sup> (5)脳動脈瘤<sup>5)</sup>

#### 5. 医療ロボティクス Medical Robotics and Manipulators<sup>2),5)</sup>

- (1)外科手術全般におけるロボティクスの解説<sup>5)</sup>
- (2)神経外科における低侵襲ロボット<sup>2)</sup>: DBS (Deep Brain Stimulation) 深部の脳への電気刺激法はパーキンソン氏病の症状改善などに使用されるが、病巣の完全な除去は困難とされている。しかし低侵襲ロボットでアミノ酸の一種を注入して蛍光させて病巣を検出してレーザーで焼切る方法が開発されている。量産タイプの器具として市販された<sup>2)</sup>。
- (3)腹腔鏡手術のロボティクスに使用する触覚フィードバックのための力学センサの比較: 低侵襲ロボットではメスの先端が臓器と接触するときの触覚(反発力)のフィードバック情報を力学センサとマシンを通じていかに外科医に伝えるかが重要である。ベルリン工科大学ではいくつかのセンサを比較検討した。切開のとき最小限の微妙な力で過度の傷を与えないで制御する方法を比較している<sup>2)</sup>。
- (4)内視鏡粘膜下切開 ESD(Endoscopic Submucosal Dissection)での可撓性内視鏡挿入のロボティクス: 九州大学では口あるいは肛門から挿入した内視鏡先端のさまざまな動き(4次元の自由度)に対して余分な切開がなきよう制御するシステムを開発しつつある<sup>2)</sup>。
- (5)MRI 画像誘導下の超精密ロボット手術: 例えば関節腔内造影撮影ロボット針誘導ではアメリカの国立小児外科学研究所はMRIで関節の腔内造影撮影をするとき、狭い撮影空洞内部で造影剤を注入するロボットの針の制御機器を開発した<sup>2)</sup>。

#### 6. 画像バイオマーカー Quantitative Imaging Biomarkers<sup>2),5)</sup>

- (1)四肢専用コーンビーム CT による骨・関節の健全度の定量的検査: 骨関節炎やリュウマチ関節炎の検査のバイオマーカーとして軟骨の進行性の悪化度をミネラル密度の変化で精密にモニタする四肢専用コーンビーム CT がある。アメリカのジョンズホプキンス大学ではセンサを従来のフラットパネル・ディテクタから半導体 CMOS ディテクタに切替えて空間分解能向上とノイズの減少を達成させ症状の検出感度を改良している。
- (2)コーネル大学では胸部 CT の定量的解析の完全自動化を試みている。
- (3)PET FDG ダイナミック脳スキャンで入力関数の推定と定量追跡方法をオープン・ツールとして開発している。

(4) 乳がんのタイプの分子遺伝学的解析と分類<sup>2)</sup>: マンモグラフィから乳がんを診断する時、分子レベルのタイプを見分けなければならない。バルセロナ大学ではマンモからの病巣を疑う部分のROIを設定して画像処理することによりタイプを特定できる方法をバイオマーカとして開発した。このタイプが分からないと治療計画が立てられないからだ。マシン・ラーニングを駆使している。CADへの応用が期待されている。新しいフラクタル理論に基づいたアルゴリズムを適用してこのデスクリプタとしての精度をさらに上げるように進めている。

### 7. インテリジェントデジタル手術室 Digital Operating Room<sup>2)</sup>

(1) 新しいデジタル患者モデル: ロサンジェルスのカノン(Cannon Design(日本の光学機器メーカーのキャノンとは無関係)、ジュネーブ大学病院、ライプツヒ大学のレムケ教授らは前述のデジタル患者のモデルの手法で高度のインテリジェントデジタル手術室を総合的に設計している。ハード、ソフトの国際標準規格の実施がキーとなる。この手法は単に手術室にとどまらず、健康管理システム全体について企業間連携で進展させるのに貢献すると考えられる。

(2) 手術ワークフローの予測: 過去の手術のワークフロー実績を記録分析しておき、新しい患者の手術の進行に従って次の手順を予測しデータや機器の準備をして手術の安全性や成功率向上を目指す<sup>2)</sup>。

(3) 手術プロセスモデルの分布インフラ: 手術室で使用される機器の相互接続性やデータ交換のフォーマットの標準化などのインフラ整備のための基礎研究<sup>2)</sup>。

(4) 次世代手術室スマートサイバー手術室 SCOT(Smart Cyber Operating Theater): 東京女子医大の井関教授のグループが開発・運用している SCOT は世界的に注目されている<sup>2)</sup>。安全性と成功率を高めるために誤操作や設定ミスやデータの読取ミスを防止する手段が講じられる。病院内の異なった部門からのスタッフが参加する手術でも多くの機器の相互接続性やデータ交換の正確性を確保し、意思決定を速め、ミスの防止を系統的に解決する。

### 8. ビッグデータ利用 Big Data Application

(1) ビッグデータを利用した新しい被曝線量モニタ制度の開発と標準化パラダイム<sup>2)</sup>: イタリアの11か所のセンターとGEメディカルシステムが連携して開発し商業化している。患者被ばく、医療従事者被ばくの両方について、既存の多くの診断機器やPACSからのデータをDICOMインターフェイスを通じて自動的に収集・分析し、追跡してデータベースを作成するソフトウェアである。頭部、胸部、腹部の各部について管理している。

### 9. 画像誘導低侵襲治療 Image-Guided Treatment IGT<sup>2)</sup>

(1) 拡張現実 Augmented Reality (実世界から得られる知覚情報にコンピュータで情報を補足したり、センサによる情報を加えて強調したりする技術の総称。専用のゴーグルなどに現実の画像に電子情報を重ね合わせて表示する。) に基づいた Wearable 眼鏡型端末(ゴーグル)の利用: 医用画像誘導の顎骨顔面の手術に利用している。ソニー製を利用。

(2) 下顎骨の CAD/CAM(Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing)による再建築の精度向上 (3) 超線量低減型のマルチ・デテクタCTと ASIR(adaptive statistical iterative reconstruction) と MBIR (model-based iterative reconstruction)を用いた顎の再建築技術の評価 (4) 患者に特有の形状に合わせて下顎骨全体を再構築するときの生体工学的シミュレーションの自動化 (5) コーンビームCTを用いた顔の3次元計測 (6) コーンビームCTを用いた歯列矯正術において動きをも包含した歯列のモニタリング (7) 歯科学にコーンビームCTを

用いる時の誤差の推定と誤差の補正方法 (8) 下顎骨の放射線骨壊死をスクリーニングし、その箇所を正確に検出するためのコンピュータ利用

## 10. IHE 外科学 Integrating Healthcare Enterprise Surgery

手術が成功しなかった原因の中で機器の接続性の不統一、データ交換フォーマットの差異など、外科医の腕前とは無関係なものが高率を占めるとの調査データがある<sup>2)</sup>。手術スタッフのチームワークを進捗させ、意志決定をサポートする技術対策は意外と完璧には取られていないのが現実と言われている。RSNAでもJIRAでもJAMIでも取り上げているIHEは外科分野ではこれからである<sup>5)</sup>。CARS2015ではIHE Surgery キックオフが開催された。

(1) デジタル手術室とIHE Surgery (2) 放射線医学と外科学の連携などに関する15演題の発表と討論がされ、(3) IHE Surgery 委員会が設立されて出発した<sup>5)</sup>。

### 【結語】

画像医療システムでのコンピュータ利用の最新トピックスの例を網羅的に記載した。腫瘍学や外科学や情報処理科学など他の分野との繋がりや相互乗り入れが強くなってきている。CARSはRSNAとは異なり15分の長い発表時間と別途の討論時間が用意され、テーマごとの追及がじっくり行われる。複数の領域と連携する新しいテーマが設定され更新されて常に最先端のトピックスが供される。また臨床医からの真剣勝負が挑まれるので役に立ちそうもない発表は淘汰されている。国際雑誌 IJCARS の Impact Factor は 1.7 以上であり、論文の質は高い。学術的視点と企業家からの視点の両方に耐えられる国際学会であり、国際雑誌と考えられる。国別では日本からの発表件数は常にドイツについて2位を保っており、影響が大きい。

CARS 2012 - Computer Assisted Radiology and Surgery  
Pisa, Italy - June 27 - 30, 2012

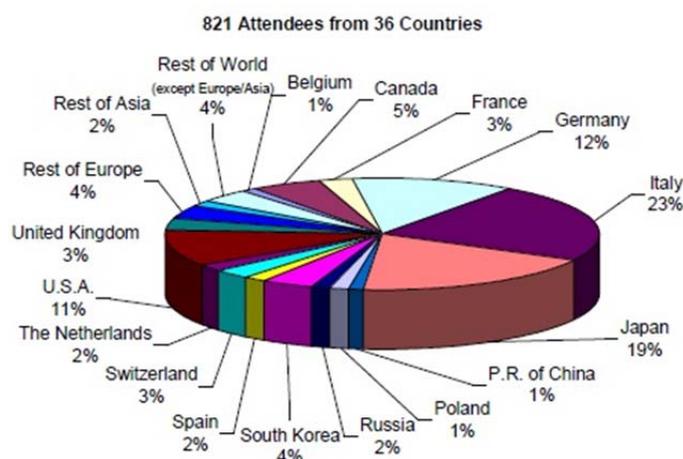


図 1 CARS2012 国別参加者数

ピサで開催された CARS では、日本は地元イタリアに次いで 2 番目の参加者数でにぎわいました。



図 2 ITEM2012 の CARS ブースにて  
筆者(左)、CARS オーガナイザのレムケ氏とブースアテンダント

【参考文献】

- 1) (一社)日本画像医療システム工業会JIRA. DataBook 図表で見る画像医療システム産業 2015. 東京. 2015
- 2) Int. J. of CARS 10, Suppl.1, June 2015, Springer
- 3) Int. J. of CARS 10, No.6, June 2015, 6th IPCAI 2015 Special Issue, Springer
- 4) Lemke and Golubnitschaja The EPMA Journal 2014, 5:8  
<http://www.epmajournal.com/content/5/1/8>
- 5) Final Program of CARS 2015 June 24-27,2015, Barcelona, Spain, [www.cars-int.org](http://www.cars-int.org)
- 6) Banerjee.I, et al. Semantic annotation of 3D anatomical models to support diagnosis and follow-up analysis of musculoskeletal pathologies. Int. J. of CARS First online: 28 November 2015 1-1

## 3 テスラ MRI 装置 Vantage Titan™ 3T/iS Edition での システム技術とアプリケーション技術

東芝メディカルシステムズ(株) MRI 事業部 CS 推進プロジェクトチーム  
市之瀬 伸保



### 【はじめに】

当社は、Made for Life™ の理念の元、新たな価値をもたらすための技術開発を行っている。その中で、MRI の技術開発は Made for Patient を達成すべく次なるステージに向けて挑戦を続けている。本稿では、高品質な画像、高い検査効率、安心確実な検査など、日々高まる臨床現場のニーズに応え開発した、3 テスラ MRI 装置 Vantage Titan 3T/iS Edition でのアプリケーション技術、およびそれを支えるシステム技術について解説する。

### 【特長1:システム技術】

ここでは、iS Edition のシステム技術から、傾斜磁場コイル、傾斜磁場システムの最適制御、心電同期ユニットについて解説する。

#### 1. 大口径傾斜磁場コイル

オープンボアの大口径傾斜磁場コイルでは、ノーマルボアと同等の傾斜磁場を出力するには大電流を必要とする。例えばボア系を 60cm から 70cm とすると電流量は凡そ 2.5 倍必要となり、ローレンツ力も同様に増大する。そのため傾斜磁場の高速スイッチングによって発生する応力や機械振動、電流抵抗から発生する熱除去の対応が必要となる。被験者空間確保のため薄厚を要求され、二律背反の克服が重要である。

iS Edition で採用している新型傾斜磁場コイルは、従来と厚みをほとんど変えることなく、作成工程変更により形状保持圧力を従来の 2.3 倍、水冷配管配置の最適化により冷却効率を向上し、DWI や高分解能 FSE 画像の更なる先鋭化と安定化を達成している。

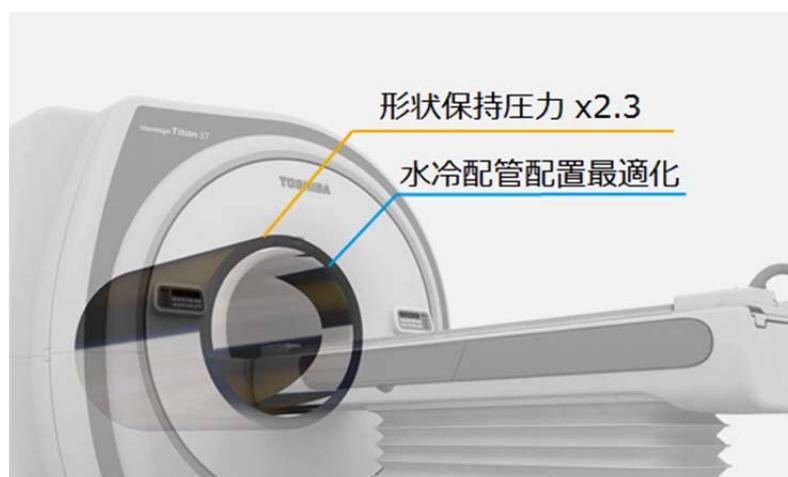


図 1 大口径傾斜磁場コイル

## 2. 傾斜磁場システムの最適制御

傾斜磁場コイルと傾斜磁場電源からなる傾斜磁場システムは、MRI装置の中で、もっとも消費電力の大きなユニットである。MRIでの各種の撮像方法、特に EPI など高速スキャンを実現するための傾斜磁場の高速スイッチングと強い傾斜磁場出力に対応するために傾斜磁場電源の高出力化が進んでいるが、余分なマージンを見越した電源容量を確保すると電源設置面積・重量ともに増加し、さらにスタンバイ時の消費電力もそれに依りて増加してしまう。そのため、イメージングにとって必要十分なシステム設置環境下で、最大限にパフォーマンスを発揮することが重要である。

また、傾斜磁場コイルに着目すると、スイッチング周波数により変化するインダクタンス特性、抵抗成分を持つため、そのエネルギー消費は撮像方法・条件によって出力される傾斜磁場電流の波形に依存する。このため、傾斜磁場システムの最適制御のためには、動的なエネルギー消費を正確に見積もる必要がある。

当社では、図2 に示すように、設定された撮像条件を入力として、撮像中に出力される傾斜磁場電流波形から想定される電源の内部電圧出力を精度よく表す等価回路モデルを作成し<sup>1)</sup>、このモデルをシステムに組み込み、それにより制御することで、時間変化・波形歪のない安定した傾斜磁場出力を、撮像条件に応じてフレキシブルに担保することを可能とした。この最適制御の機能により、余分なマージンを見越すことなく、且つ傾斜磁場システムに過大な負荷をかけることなく、例えば DWIシーケンスの TE 短縮や b 値増加のような撮像パラメータの設定範囲の拡大が可能になった (Saturn Gradient Option での機能)。

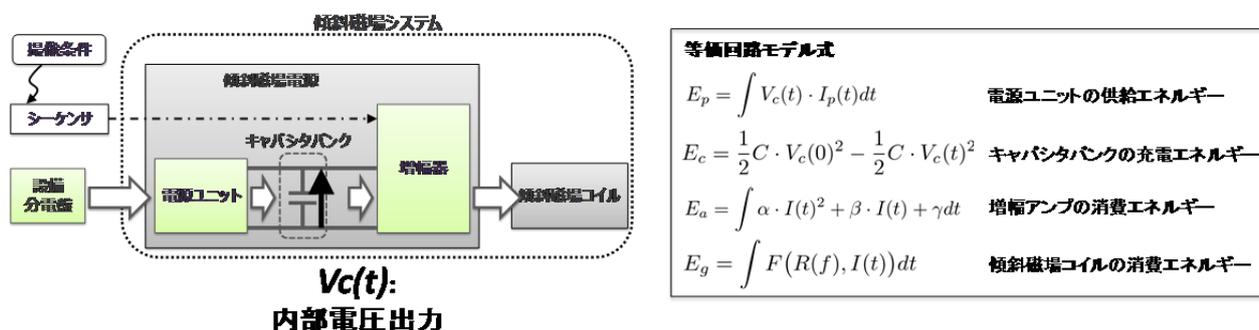


図 2 傾斜磁場システムの等価回路モデルとモデル式

## 3. 心電同期ユニット

心拍同期撮像で用いられる心電同期ユニットは、心臓付近の皮膚に装着された電極間に発生する電位差を検知し、その時間変動を元に主に R 波を検出し同期トリガを発生させている。MRI 装置の撮像下では RF パルスや傾斜磁場のスイッチングにより検知電位が乱され、適切に R 波を検出することが困難となる場合があり(ミストリガ)、3T シス

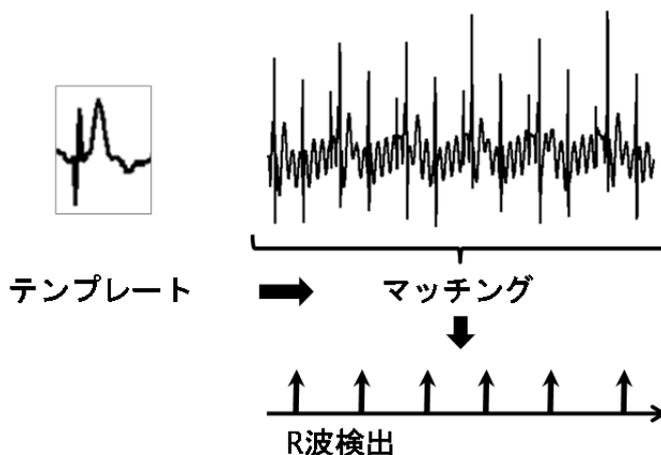


図 3 撮像、テンプレート収集、マッチング処理の関係

テムではより顕著である。

この対処方法として、当社ではモルフォロジーマッチング技術を応用した手法を採用し、この課題を改善している。予め得られた心電波形テンプレートを用いて撮像下の波形にマッチングすることによりミストリガの発生を従来の 1/5 以下とし、適切に同期トリガを発生することを可能とした(図3)<sup>2)</sup>。

## 【特長2: アプリケーション技術】

ここでは、iS Edition のアプリケーション技術の内、Ultra short TE(UTE)、Enhanced Flow Sensitive Black Blood(eFSBB)、EasyTech について解説する。

### 1. Ultra short TE (UTE)

Ultra short TE(以下 UTE)は、k 空間の中心から矢印で示したように三次元的な放射状にデータサンプリングを行うことで、従来のデカルト座標系( $k_x$ ,  $k_y$ ,  $k_z$ )でサンプリングを行う撮像方法に比べ TE をきわめて短縮することが可能である(図4)。TE がきわめて短いため、 $T2^*$ による信号減衰を引き起こす前の信号収集が可能である。また RFパルス印加直後で傾斜磁場の印加量がほぼゼロの状態での k 空間中心、つまり血流等動きの速い信号による位相分散を起こす前のデータ収集ができる方法として有効である。ただし k 空間中心からサンプリングを行うためには渦電流による傾斜磁場ひずみを考慮する必要がある。当社では、傾斜磁場波形の立ち上がり波形の高精度モデル化、再構成でのリグリidding補間機能、および各装置でのモデルパラメータ値の自動計測機能を実装し、高品質な画質を実現している。

現在、肺のような  $T2^*$ の短い部位での臨床に応用されている(図5)<sup>3)</sup>。

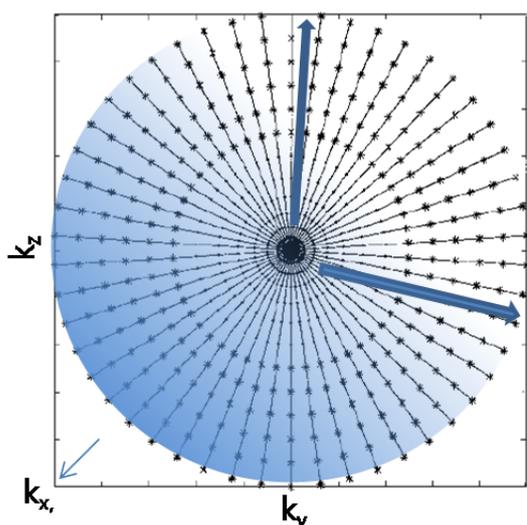


図 4 k空間トラジェクトリ



図 5 UTE による肺画像(健常例)

## 2. Enhanced Flow Sensitive Black Blood (eFSBB)

T2\*強調をベースとし、脳内の微小血管の描出等に使用する Flow Sensitive Black Blood 法（以下 FSBB）がある。iS Edition では、血管や微小出血の背景とのコントラストを更に向上させる enhanced FSBB 法（eFSBB）を搭載した。本手法では、後処理画像として COS Filter を使用する<sup>4)</sup>。COS Filter は、通常の絶対値画像に位相情報を組み合わせることでコントラストを強調させた負の画素値を伴う Real ベースの画像を得ることができ、血管の方向に依存せずに強調できるという特徴がある。また、Filter の Factor を変えることで強調の度合いを調整することができる（図 6）。

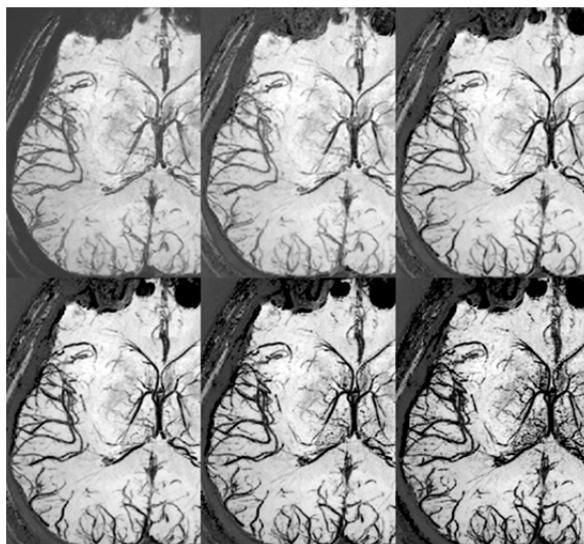


図 6 COS-filter 処理例（最小値投影表示）  
左上から右下に向かって、COS Filter なし、  
Factor=0、2、3、4、5

図 7 は Factor によって変化する COS Filter の形状を示す。横軸が位相となり、Factor を上げる程山が狭くなり、小さな位相でも負の方向に強調されることがわかる。

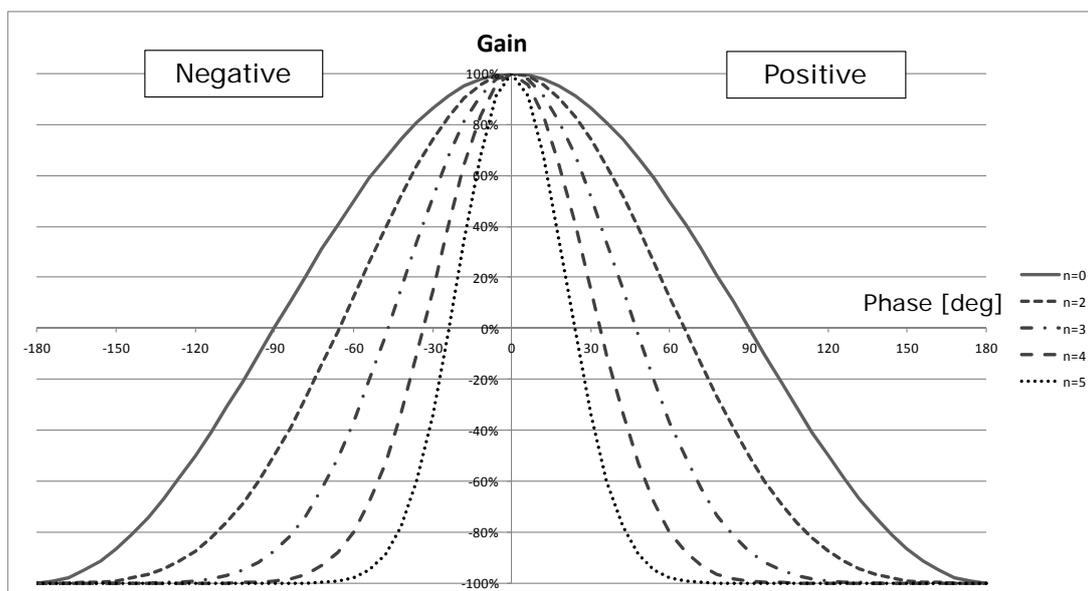


図 7 Factor によって変化する COS Filter の形状

### 3. EasyTech による撮像省力化

MRIは、撮像条件・断面に関して極めて自由度の高いシステムを持つ反面、この自由度の設定に関して、オペレータに大きな負担をかけているという側面もある。当社ではMRIの使いやすさ(ユーザビリティ)を向上させるためオペレータの行う撮像に関する操作を支援する技術開発を進めており、それらの技術を総称してEasyTechと呼んでいる。iS Editionでは、頭部向けのNeuroLine(ニューロライン)、脊椎向けのSpineLine(スパインライン)、心臓向けのCardioLineといった撮像断面設定アシスト機能(図8)、またアシスト機能をさらに進化させたSUREVOI™ Cardiacを搭載している。

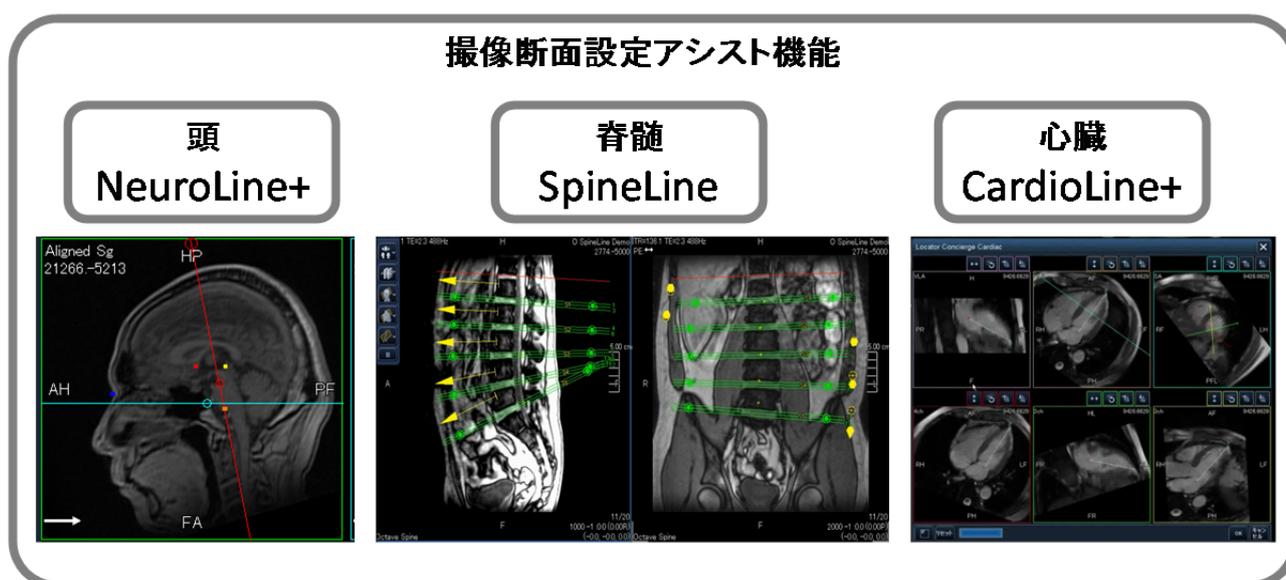


図8 撮像断面設定アシスト機能

いずれも、現在のワークフローとの接続を重視し、ルーチンの臨床検査に用いられる一般的な基本断面の設定支援を行えるようにしている。事前の専用ロケータ撮像から画像処理技術を用いて解剖的な特徴点をランドマークとして抽出し、熟練オペレータが位置決めすると同様にそれらを通る基本断面を算出した結果を以降の撮像プロトコルに自動的に設定する。熟練者の場合には、従来のオブリーク断面設定を繰り返して位置決めを行っていたステップをマルチフレームで表示することで、微修正を行うことや、従来の手作業による撮像に移行することも容易である。

頭部の位置決めの場合、単純な位置決めだけでなく、フォローアップとして経時変化に依存しない再現性が重要と考えられる。NeuroLine+(ニューロライン・プラス)では専用ロケータでの3D画像を用い、正中矢状断と、AC-PCラインやOMラインの2種類の軸状断を設定可能にした。

脊椎の位置決めは、矢状断像と横断像がターゲットとなる。特に、横断像の断面は、矢状断像と冠状断像の両方向から見て角度を調節する必要が生じ、さらに椎間の数だけ断面設定する場合もある。そのため、手作業での設定は相応の手間暇が費やされる。SpineLine(スパインライン)では、正中矢状断と椎間の向きに合わせた横断断面の設定を効率的にできるように支援する<sup>5)</sup>。

心臓の位置決めでは、体格により心臓の軸角度が変わるため、複数の基本断面の設定にチェーンオブリークを繰り返す必要があり、診断に要する正確な断面の設定には熟練を要する。CardioLine+(カ

ーディオライン・プラス)は、SCMR 標準プロトコルの左室系 6 断面から、右室系 4 断面と、弁やフローイメージングのための 4 断面までを加え、合計 14 断面に拡張した<sup>6)</sup>。

また、心臓 MRI の場合、単に位置決めを精度を上げるだけでは、検査品質を平準化することは難しい。つまり、撮像対象である心臓をセンターに持ってくるための寝台移動、シミングなどの準備撮像、体動補正のためのナビゲータ撮像の位置決めなども画質を安定化させるための重要な要素となる。このような各判断の必要な操作についてのアシスト機能として、<sup>SURE</sup>VOI Cardiac を開発した<sup>7)</sup>。図 9 のように、心臓 MRI 検査全体を通して、全ての撮像プロトコルにおける位置決め操作をアシストし、操作者の手間を大幅に削減可能とした。

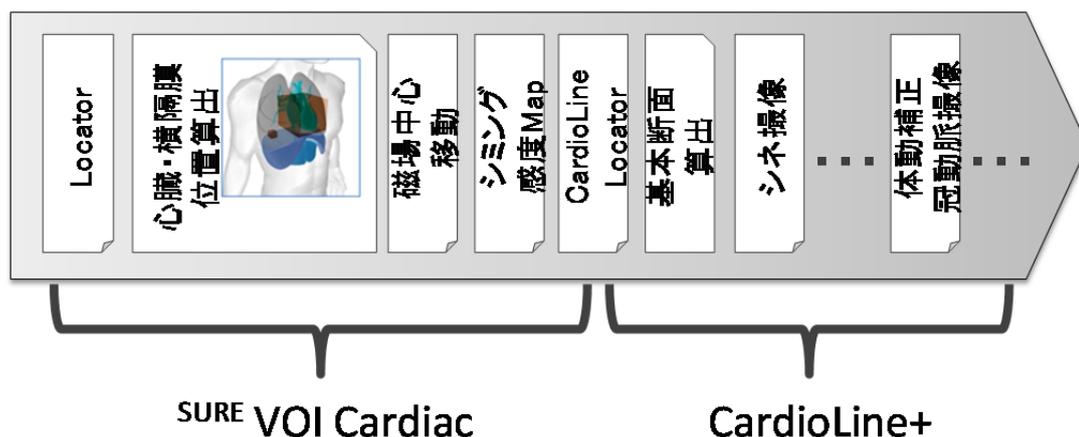


図 9 <sup>SURE</sup>VOI Cardiac と CardioLine+による心臓 MRI 検査プロトコルアシスト

【まとめ】

Vantage Titan 3T/iS Edition でのシステム技術とアプリケーション技術の一部について概説した。本装置が臨床の検査および診断、また患者の負担低減の一助になれば、開発に携わったものとして幸いである。

【参考文献】

- 1) 川尻ほか : 傾斜磁場システムの回路モデルを用いた傾斜磁場コイルの負荷推定, 第 43 回日本磁気共鳴医学会大会講演抄録集 2015; O-1-085
- 2) Yoshida T, et al. : Morphology-Matching-Based R-Wave Detection for Noise-Robust ECG Gating. SCMR2016; P021
- 3) Ohno Y, Koyama H, Yoshikawa T, et al. : Pulmonary high-resolution ultrashort TE MR imaging: Comparison with thin-section standard- and low-dose computed tomography for the assessment of pulmonary parenchyma diseases. JMRI 2016; 43(2): 512-532
- 4) Kimura T, Ikedo M, Takemoto S : Phase Enhancement for Time-of-Flight and Flow-Sensitive Black-Blood MR Angiography. MRM 2011; 66: 437-447,
- 5) 古閑ほか : 脊椎 MRI における自動断面設定支援機能の臨床例での検討, 第 73 回日本医学放射線学会総会抄録集 2014; 349

- 6) Nitta S, Shiodera T, et al.: Automatic 14-plane slice-alignment method for ventricular and valvular analysis in cardiac magnetic resonance imaging, JCMR 2014; 16(Suppl 1):P1
- 7) Kuhara S, Nitta S, et al. : Multi-ethnic evaluation of fully automatic planning assist system for cardiac magnetic resonance imaging, JCMR 2014; 16(Suppl 1):P76

## 一般 X 線撮影における散乱線補正技術 Virtual Grid®

富士フイルム(株)  
川村 隆浩



### 【はじめに】

一般 X 線撮影では発生した散乱線による画質の低下が診断上問題になるケースがある。散乱線を除去しコントラストを高めるために、一般的に金属製フィルタ「グリッド」が使用されている。一方、グリッドを使用する場合、患者や撮影状態により画像に濃度ムラを生じやすく、また撮影部位や条件に応じてグリッドの種類を変えるなど、使用時に注意が必要である。そのため、病棟内のベッド、車椅子、救急などのポータブル撮影においては、濃度ムラを避けるため、敢えてグリッドを使用せずに撮影され、結果として画像のコントラストが低くなることもある。

この課題を解決するため、従来より、グリッド未使用の画像から散乱線による画質低下の影響を除去する散乱線補正技術が開発されてきた。当社は、X線とデジタル画像に対する解析技術を組み合わせることで散乱線成分を再現する散乱線推定技術を開発し、撮影画像から推定された散乱線成分を除去することで、グリッドを使用しなくても画像のコントラストを高めることができる散乱線補正技術：「Virtual Grid」(画像処理ソフトウェア)を実用化した<sup>1)</sup>。図1に Virtual Gridを適用した例を示す。グリッドを使わずに撮影した画像(図1(a))は、グリッドを使って撮影した画像(図1(b))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。グリッド未使用画像(図1(a))に Virtual Gridを適用した結果が図1(c)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わかる。本稿では、散乱線がグリッドに入射したときの物理現象を説明し、様々な要因で発生する散乱線成分に対する Virtual Gridの有効性について解説する。



図 1 Virtual Grid の効果

### 【散乱線とグリッドに関する物理現象】

#### 1. 散乱線の特徴

X線が被写体に照射されると一次線と散乱線が発生する。一次線は被写体内を直進し、散乱線は、X線と物質の相互作用によって被写体内で方向を変えながら進む。散乱線のエネルギーや方向は、照射されたX線のエネルギー、被写体の厚さや物質(骨、筋肉、脂肪)等、様々な条件に応じて変化する。散乱線の発生量は、被写体の物質と X 線照射野の大きさを一定とすれば、被写体の厚さと照射された X 線のエネルギーに依存して変化することが知られている<sup>2)</sup>。X 線検出器と同じ大きさになるように X 線照射野を設定した場合の、被写体透過後の散乱線量と一次線量の比 Scatter-to-Primary

Ratio(STPR)を図2に示す<sup>1)</sup>。STPRは被写体の厚さに大きく依存して変化し、被写体が厚いほど散乱線の割合が多くなる。また、撮影管電圧が高くなるほど、散乱線の割合が増える傾向がある。

## 2. グリッドによる散乱線除去の効果

グリッドは、散乱線が一定の方向性を持たないことを利用して、斜め方向に入射するX線を吸収することにより散乱線を除去している。その結果、グリッドは一次線透過率が高く、散乱線透過率が低くなり、グリッド透過後のX線は一次線の割合が多くなる。

グリッドによってコントラストが改善するメカニズムを図3に示す。グリッドがない状態を(A)とすると、グリッド使用時は一次線と散乱線がそれぞれ低減され、状態(B)になる。X線量は光学濃度に変換される際に対数変換されるため、状態(A)や状態(B)は、それぞれ状態(A')と状態(B')に変換される。状態(A)(B)で観測されたX線量の差(幅)は、光学濃度に変換された際に画像のコントラストとなる。状態(B)は、グリッドにより散乱線が低減され線量差(幅)は小さくなるが、全体としてのX線量も低減されるため、対数変換で強調されコントラストが増幅される。

X線量子ノイズはX線量の平方根に比例して増加する。グリッド透過後はX線量が少なくなるため、X線量子ノイズも低減する。しかし、X線量から光学濃度への対数変換(図3)により、低線量域ほどX線量子ノイズが強調されやすくなる。そのため、低線量域ほど粒状度が悪くなり、同一照射条件でグリッドを使用すると、グリッド未使用時に比べ粒状度は悪化する。

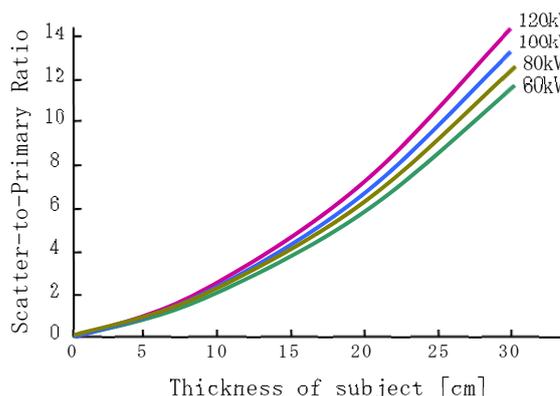


図2 被写体厚とSTPRの関係

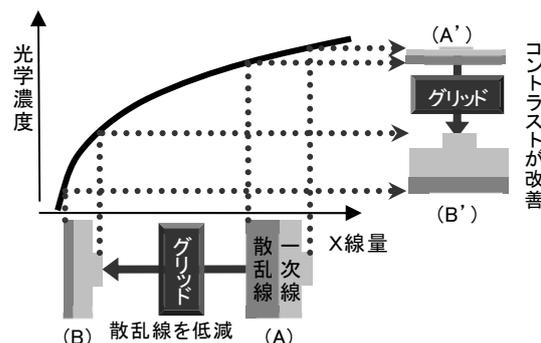


図3 散乱線低減によるコントラスト改善

### 【Virtual Grid の概要】

グリッド透過後のX線量は、被写体透過直後のX線量がグリッドの一次線透過率と散乱線除去率に応じて減弱され、検出器で観測される。Virtual Grid は、グリッド透過後のX線量を計算によりシミュレートする「コントラスト改善処理」と、コントラスト改善によって強調されるノイズを低減する「粒状改善処理」から構成されている。

### 1. コントラスト改善処理

コントラスト改善処理は、様々な物理的な情報と画像情報から散乱線量を推定する散乱線算出処理と、算出した散乱線量を補正するグリッド効果算出処理により、画像のコントラストを改善する。

散乱線算出処理は、対象となる被写体の厚さを求めることで散乱線量を推定する。被写体

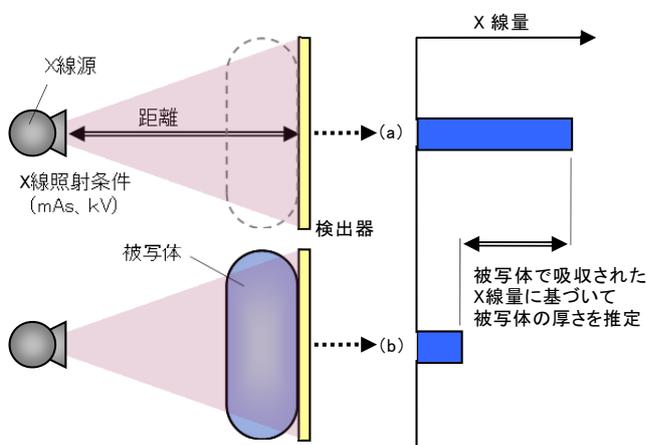


図4 被写体厚の推定方法

の厚さの推定方法を図4に示す。まず、X線照射条件と、X線源から検出器までの距離を用いて、被写体が存在しなかった場合に検出器へ到達するX線量(a)を推定し、観測された画像の画素値から被写体透過直後のX線量(b)を算出する。(a)、(b)の値から被写体で吸収されたX線量を算出することにより、被写体の厚さが推定できる。この被写体の厚さデータを用いて、散乱線量を算出する。

図5を用いてグリッド効果算出処理の概要を説明する。図5左側にグリッドを使用した場合を、右側にVirtual Gridの場合を記載する。被写体透過直後のX線に含まれる散乱線量は、散乱線算出処理により算出し、被写体透過直後のX線量は画像の画素値から求めることができるため、被写体透過直後のX線に含まれる一次線量は引算で求めることができる。グリッド効果算出処理では、推定された被写体透過直後の一次線量と散乱線量、および、グリッドの一次線透過率と散乱線除去率を用いて、グリッド透過後の一次線量と散乱線量をそれぞれ算出する。被写体透過直後の一次線量と散乱線量を正しく推定できれば、グリッド使用時と同じような印象の画像になる。

図3で示したように、グリッドによるコントラスト改善のメカニズムと同様の考え方で、Virtual Gridでも、散乱線量が低減するため、コントラストが改善される。

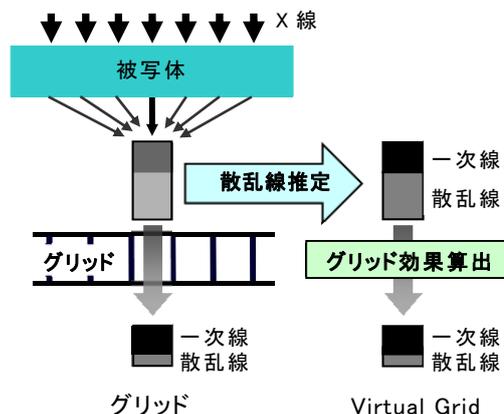


図5 グリッド効果算出処理の概要

## 2. 粒状改善処理

粒状に影響するX線量のゆらぎを図6に、画像上の粒状度(X線量のゆらぎを対数変換)を図7に示す。X線量のゆらぎは、20cm厚の一樣なアクリルを撮影し、検出器で検出された露光量を表す画素値の root mean square (RMS)を、粒状度は、上記画素値を対数変換した後のRMSとした。なお、1.3mAsのグリッドなし撮影のRMS値で正規化し、相対RMSとした。RMSは値が小さいほどノイズが少なく、粒状度が良いことを示す。

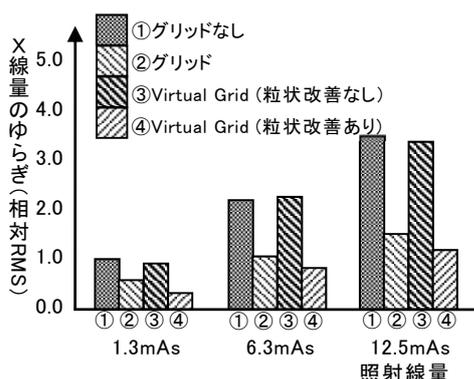


図6 照射線量とX線量のゆらぎとの関係

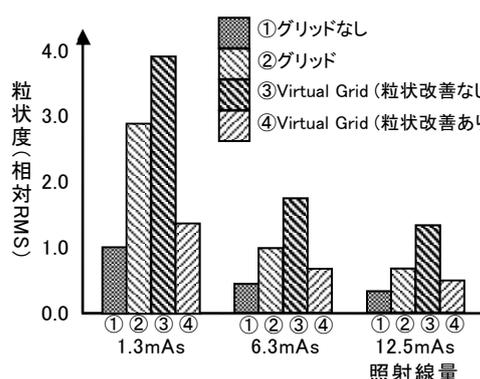


図7 照射線量と粒状度の関係

X線量子のゆらぎがX線量の平方根に比例して増加するため、X線量が増えるとX線量のゆらぎが増加する(図6)。前節で述べたように、グリッドによって散乱線が低減された場合、検出器に到達するX線量が減少するため、グリッド未使用時に比べ、X線量のゆらぎは小さくなる(図6①②)。しかし、散乱線補正がコントラスト改善のみの場合、X線量のゆらぎはX線が検出器へ照射されるときに発生するため、ゆらぎはグリッドなし画像と同程度で(図6①③)、グリッド使用時より大きい(図6②③)。また、X線量から光学濃度への対数変換(図3)により、低線量域でのゆらぎが強調されるため、グリッド使用時の粒状度はグリッド未使用時と比べて悪化する(図7①②)。散乱線補正によって散乱線量を低減すると、対数変

換によりX線量のゆらぎが大きく強調され(図7①③)、グリッド使用時よりもさらに粒状度が悪化する(図7②③)。

したがって、散乱線補正にも、グリッドがX線量のゆらぎを低減させている効果と同等以上の、粒状度を改善する機能が必要となる。粒状改善処理は、ノイズ成分を抽出して低減することにより、画像の粒状度を改善する処理である。ノイズは構造を持たないランダムな成分とみなすことができる。具体的には、画像内の複雑な構造をパターン認識し、構造に応じたフィルタを適用することでノイズ成分のみを抽出し、被写体構造に重なったノイズ成分を除去している。粒状改善処理の効果を図6④と図7④に示す。グリッド以上に粒状度を改善できている。

胸部の臨床画像に対して粒状改善処理を適用した結果を図8に示す。粒状改善処理を適用した図8(c)は、適用前の図8(a)と比較して、粒状度が大幅に改善されていることがわかる。図8(a)から低減したノイズ成分(図8(b))には被写体の構造が視認されず、信号成分の劣化が生じていないことがわかる。

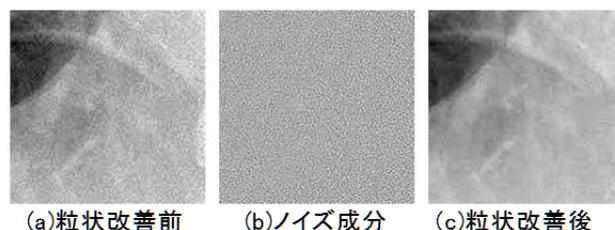


図8 粒状改善処理の適用結果

## 【画質評価】

### 1. 信号検出能

グリッド撮影画像と Virtual Grid を適用した画像の信号検出能を、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。CDRAD ファントムを 10cm 厚の亚克力で挟んだ条件で、各撮影線量における画質指標 IQF inv の計測結果を図 9 に示す<sup>1)</sup>。IQF inv は、値が大き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、10mAs で撮影したとき、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わかる。

一方、グリッド未使用画像に Virtual Grid 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、散乱線量推定によるコントラスト改善と、被写体構造と無関係なノイズの低減による粒状度改善との相乗効果によると考えられる。撮影線量を減らすと IQF inv は低下するが、どの線量域でも Virtual Grid 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。

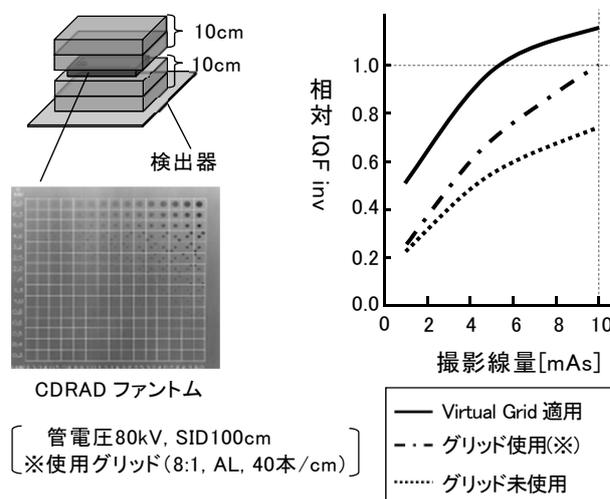


図9 評価条件と画質指標 IQF inv 計測結果

### 2. X線入射角度依存性

胸部ファントムを用いて、グリッド撮影画像と Virtual Grid を適用した画像に対して、X線斜入時のコントラストを評価した。X線の入射角度を0度、5度、10度に設定して同一照射条件で胸部ファントムを撮影し、縦隔濃度と右上肺野濃度および左上肺野濃度の差をコントラストとして計測した。図10上段にグリッド撮影画像、下段に Virtual Grid 適用画像の、入射角度に対するコントラスト計測結果を示す。ここで、0度のときのコントラストが 1.0 になるように正規化した。グリッド撮影画像では、5度、10度の

とき右上肺野、左上肺野のコントラストが変化して左右差が大きくなった。10度のとき、5度と比べて左右差が減少するものの、左右ともにグリッドのカットオフの影響を受けて検出器への到達線量は減少していた。Virtual Grid 適用画像では、入射角度を変えてもコントラストの変化は小さかった。

図11に、入射角度を変化させたときのグリッド撮影画像と Virtual Grid適用画像を示す。グリッド撮影画像は、5度のとき左右の肺野濃度に差が生じているのがわかる。10度のとき、0度、5度と比べて肋骨や肺血管などのコントラストが低下した。これは、グリッドの鉛箔によるフィルタ効果の影響により、グリッド透過後のX線エネルギーが相対的に高くなったためと考えられる。Virtual Grid適用画像は、入射角度を5度、10度にしても、肺野濃度や、肋骨・肺血管などのコントラストに大きな変化は生じなかった。

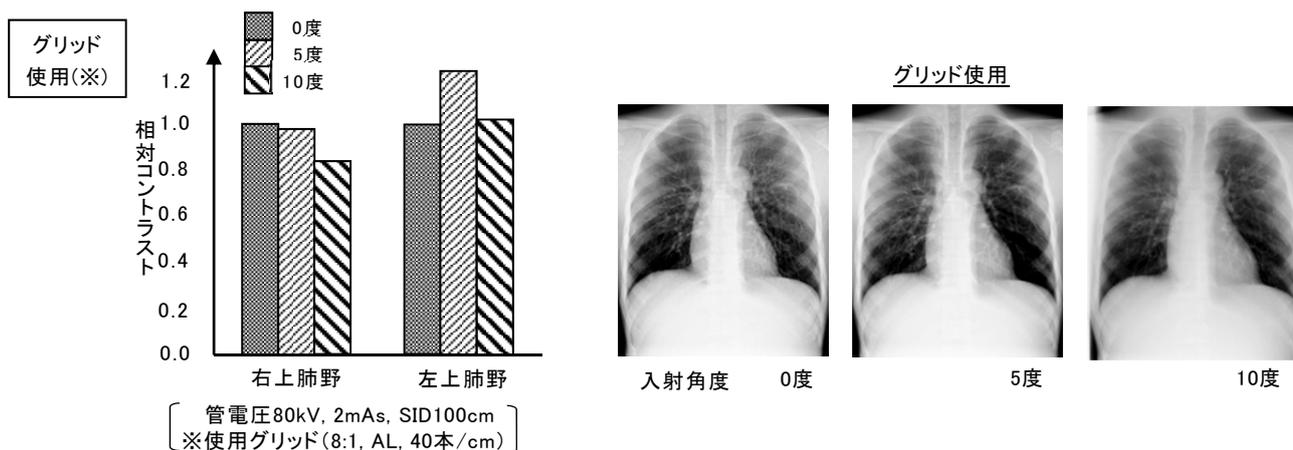


図10 入射角度と肺野コントラストの関係

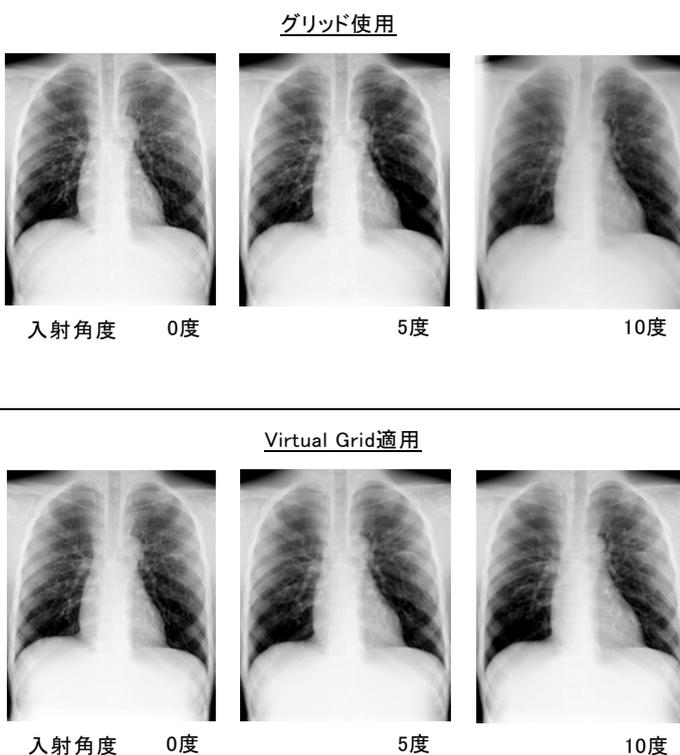


図11 X線斜入の画像への影響

【臨床画像への適用例】

撮影部位毎に被写体内で発生する散乱線の状態が変わるため、当社の Virtual Grid では、部位毎に散乱線モデルを最適化することによって、全身の部位に対応している。臨床画像に Virtual Grid を適用した結果を図12に示す。体型、体質やポジショニングなどの要因により被写体内での散乱線の特性が変化するため、グリッドと Virtual Gridを適用した画像が全てのケースで完全に一致することはないが、Virtual Grid適用画像は、グリッド未使用画像に対してコントラストが改善し、グリッド撮影画像と同じ印象の画像となっている。

前節で説明したグリッド効果算出処理では、グリッドの一次線透過率および散乱線除去率を用いて画像処理するため、グリッドの格子比を変えた画像を生成することができる。ポータブル撮影では、斜入の影響から高グリッド比のグリッドを使用することが難しい。Virtual Gridは斜入の影響がないため、高グリッド比に相当するコントラスト改善が可能である。Virtual Gridでは仮想グリッド比を 1:1から 20:1ま

で選択でき、細かいコントラスト調整もできる様に設計した。図13に胸部画像に Virtual Grid のグリッド比を変えて適用した結果を示す。図13(b)は図13(a)をグリッド比2:1相当にて、図13(c)はグリッド比8:1相当にて、図13(d)はグリッド比20:1相当にて処理した画像である。グリッド比が大きくなるほど、コントラストがより改善している。

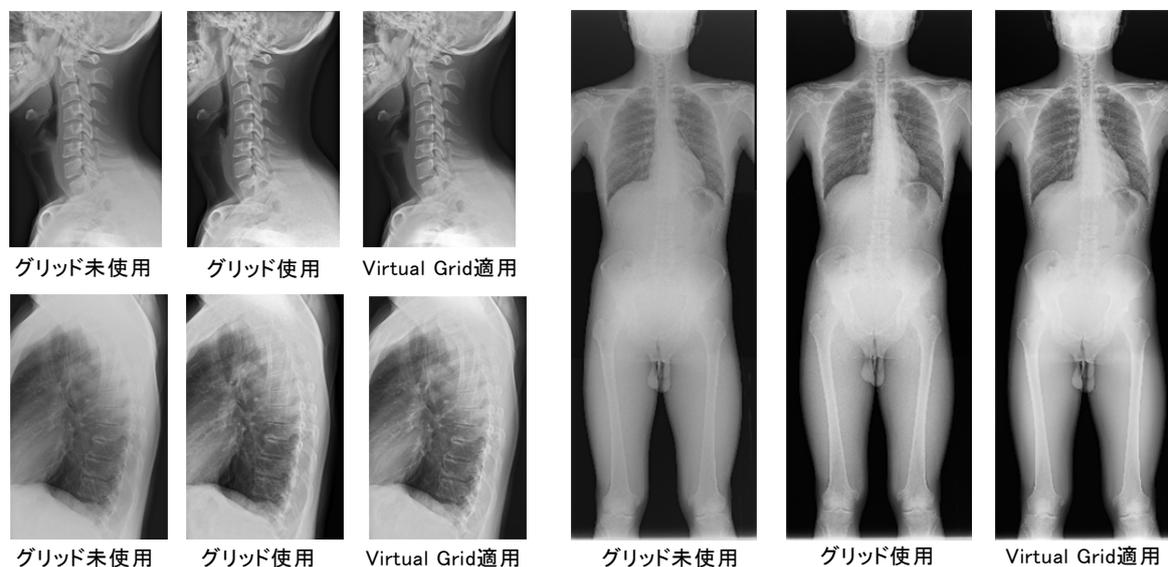


図12 臨床画像へのVirtual Grid適用例

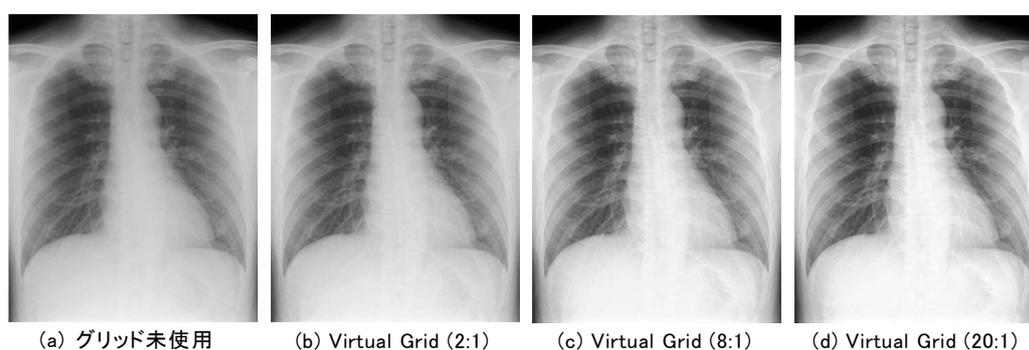


図13 Virtual Gridのグリッド比を変えて適用した例

#### 【まとめ】

Virtual Gridは、グリッドのようにコントラストを改善し、グリッド使用時に問題となるX線斜入によるコントラスト変動を抑制することができる。

Virtual Gridは、これまで多くの施設で導入され、胸腹部のポータブル撮影に使用されている。全身の部位に対応した Virtual Gridが、今後、さらに広く利用され、ポータブル撮影など、複雑で手間のかかる X線撮影の業務効率化と画質向上に貢献することを期待する。

#### 【参考文献】

- 1) 川村隆浩・内藤慧・岡野佳代・山田雅彦, 「新画像処理「Virtual Grid(バーチャルグリッド)技術」の開発」, 富士フイルム研究報告書 No.60, pp.21-27 (2015).
- 2) Bushberg, JT, Seibert, JA, Leidholt, EM, and Boone, JM, "The Essential Physics of Medical Imaging," Williams & Wilkins, Baltimore, MD (1994).

## 医療における安全を学生教育現場から

公益社団法人日本放射線技術学会第72回日本放射線技術学会総会学術大会  
実行委員長 根岸 徹



第72回日本放射線技術学会総会学術大会を平成28年4月14日(木)から17日(日)の4日間にわたり、パシフィコ横浜会議センター他にて開催いたします。今大会テーマは「Instructive, Innovative, and Integrative Radiology –まなび、のばし、つなげる放射線医学–」としております。私たちが医療現場にて携わる多くの医療機器を扱っているたくさんの英知と人を労わる心を一堂に会して活発な質疑が行われることを楽しみにしております。

さて、医療を取り巻く環境、特に放射線に対する一般市民の関心が高まる中、去年は我が国における診断参考レベル(Diagnostic Reference Level : DRL)が制定され、学会はもとより業界全体における線量の最適化に向けた気運が高まっているように思います。近年、国際電気標準会議(International Electrotechnical Commission : IEC)によりIEC61223-1 : 1993 Evaluation and routine in medical imaging departments-Part 1:General aspects [JIS Z 4752-1 : 2001(確認2009)医用画像部門における品質維持の評価及び日常試験方法 –第1部 : 総則]が制定された以降、医用X線装置の品質保証の重要性が高まると共に、今後更に医療被ばくの最適化のための測定などの必要性が業界全体に求められてくるものと確信しております。そのために今何をすべきかを考え、現在大学においても、医療被ばくについて学生自身に考えさせる授業を心掛けております。先日学生に2015年6月7日にJ-RIMEよりリリースされた「最新の国内実態調査結果に基づく診断参考レベルの設定」を読ませ、感想を確認したところ、ある学生から「なぜ、同じ体格であっても同じ撮影条件で撮影しないのか?」「なぜ、同一部位で低い線量と高い線量で10倍以上も離れている現象が起こるのか?」といった質問が出てきました。このような内容に対し、特にデジタルシステム全盛の時代において画像評価を視覚的評価とともに物理的評価とマッチさせて理解させて、医療被ばくとの最適化に重点を置き診断機器の取り扱いや特性を正しく説明していきたいと考えております。

この「機器の精度管理」と「医療被ばく」に対する高い意識を持った多くの学生が、臨床現場で活躍してくれることを期待しながら毎年送り出しております。その為にも最新の情報をユーザに反映していくのも日本画像医療システム工業会と日本放射線技術学会の今後の大きな仕事の一つであると考えております。

最後になりましたが、以前も書かせて頂きましたが、この記事が掲載されるJIRAテクニカルレポートはVol.4, No.2(通巻7号)からの愛読書であります。現在は電子化になり、気が向いたときにJIRAのホームページから閲覧できるようになりとても役に立っております。今後ますます多くの情報を発信していただきたいと願っております。さらに、今回執筆の機会を賜りました、日本画像医療システム工業会の皆様に深く感謝致しますとともに、皆さまの益々のご発展を祈念致します。

(群馬県立県民健康科学大学 大学院診療放射線学研究科准教授)

## テクニカルレポート第 50 号までの歩み

本誌は今号で通巻 50 号を迎えます。年 2 回の発行ですので、25 年が経過しました。1 号、2 号と発行を積み重ね、当初は想像もできなかった 50 号に到達しました。これも読者の皆様のご支持の賜物と感謝いたします。これを機にこれまでの歩みを表紙で振り返ってみます。

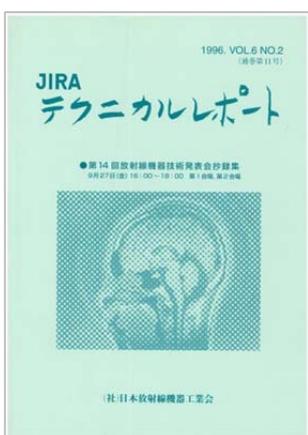


1号

### 1号～10号(1991-1996)

記念すべき第1号は、1991年10月に発行されました。ホンダが“ビート”を発売し、クイーンのボーカルのフレディ・マーキュリーがこの世を去った年です。

血液の流れをデザイン化したこの表紙は、その後 10 号まで続きます。もっと長い期間にわたって採用され続けたような気にもさせる思い溢れる表紙です。



11号

### 11号～19号(1996-2000)

記念の10号を超え、リニューアルしたこの表紙も、予想外に長く続きました。当然、まだこの頃は、50号を迎える事など考えてもいませんでした。

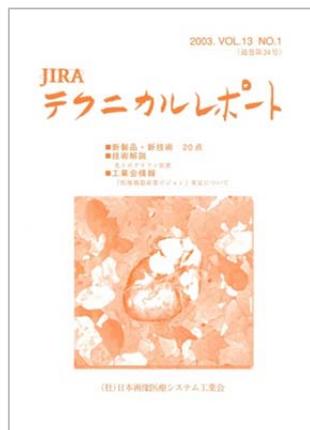


20号

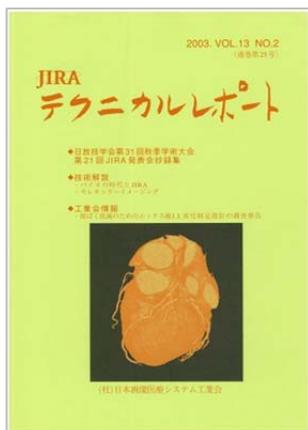
### 20号～37号(2001-2009)

20号で10年が経過しました。編集委員を経験された方々に多くの記念寄稿もいただきました。

この号より、2～3号毎に表紙が変わり始めています。その頃の代表的な表紙を次頁に掲載します。



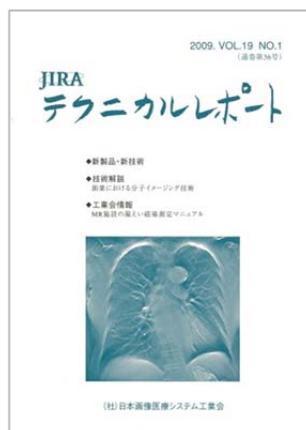
24号



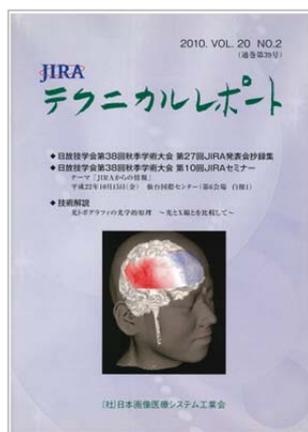
25号



28号



36号



39号

38号 (2010)

38号は、モノクロ画像表紙の最後を飾った号です。

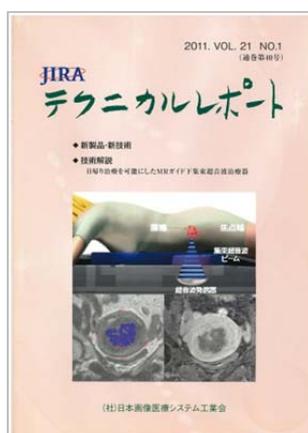
39号～49号 (2010-2015)

39号は、38号の画像をカラーにしたものを掲載しました。

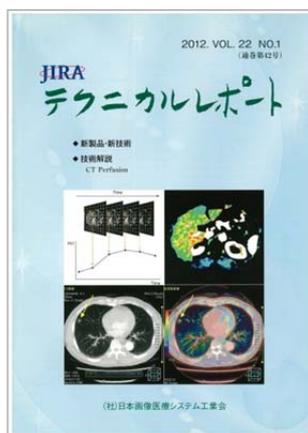
これまで画像装置のカラー化にともないモノクロ印刷の本誌では、表現が困難な場合が増え始めました。そこで、せめて技術解説の一部の画像だけでもと表紙をカラー化し、そこに画像を採用することで本文を補う役目としました。次号より技術解説の図、写真を採用することになりました。

40号からの代表的な表紙を載せておきます。

JIRAホームページで、会報・出版物のご案内より40号からPDFで閲覧が可能となっています。



40号



42号



47号



48号

## 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、183社(2016年3月9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

薬機法により、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

## ○中小企業・IT産業振興委員会

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

## ○放射線・線量委員会

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

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

## ○国際委員会

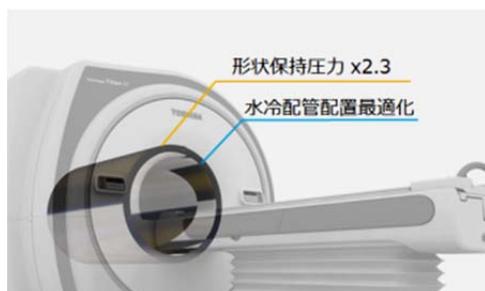
医療機器に関わる事業を推進するために必要な海外情報の収集、分析、活用および海外の関係団体等との交流を踏まえた多面的な国際化の推進を行なっています。特に国際化の推進に関しては、米国の NEMA-MITA、欧州の COCIR、カナダの MEDEC と DITTA を設立し、世界各国の政府機関、研究・開発・教育機関、規制当局そして産業団体との連携を深めるため活動しています。

## ○医用放射線機器安全管理センター(MRC)

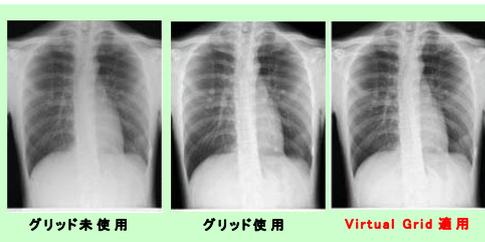
医用放射線機器などの安全性・有効性を確保するために医療機関からの要請に応じて、保守点検業務を実施できる一定レベル以上の知識と能力を持った点検技術者の育成を図ります。

## 編集後記

### 表紙写真の解説



3テスラMRI装置Vantage Titan 3T/iS Editionのシステム技術の一例である。オープンボアならではの傾斜磁場コイルの大電流化に伴うローレンツ力増大に対し、コイル厚を保持しつつ形状保持圧力を従来の2.3倍とし、画像の先鋭化を行った。また撮像中の動的な電力エネルギー消費を正確に見積もる等価回路モデルを傾斜磁場システムに組み込み、傾斜磁場出力を、撮像条件に応じてフレキシブルに担保することを可能とし、イメージングにとって必要十分なシステム設置環境下で、最大限にパフォーマンスを発揮できるようにした(51頁参照)。



一般X線撮影では、散乱線を除去し画像のコントラストを高めるために、金属製フィルタ「グリッド」が使用される。グリッドを使用する場合、患者や撮影状態により濃度ムラを生じやすい。Virtual Gridは、グリッド未使用の画像から散乱線成分を除去することで、グリッドを使用しなくても画像のコントラストを高めることができる。グリッド使用時に問題となるX線斜入による濃度ムラを抑制できるため、ポータブル撮影など、複雑で手間のかかるX線撮影の業務効率化と画質向上が期待される(58頁参照)。

## 編集後記

吹き去る風の中に暖かな春の息吹が感じられ、今年もJRC主催による四団体合同の総合学術大会および国際医用画像総合展(ITEM)が開催される季節が到来しました。

本テクニカルレポートは、記念すべき第50号となります。これも読者の皆様のご支持の賜物と感謝いたします。

さて、本誌では、「巻頭言」を第72回日本放射線技術学会総会学術大会長の小倉明夫先生、「医療の現場から」を執行委員長の根岸徹先生に、大変お忙しい中をご執筆頂きました。まことにありがとうございました。

また、今回から技術解説については技術広報専門委員会からの依頼ではなく、応募していただく方式に変更しました。その結果として、通常は1題であった技術解説も、3題の応募をいただき、より充実した紙面にすることができたと感じています。

最後になりますが、今大会が大盛況となる事を心からお祈り申し上げます。 (森山 智幸 記)

JIRAテクニカルレポート 2016. Vol.26 No.1(通巻第50号) 2016年4月発行

編集 (一社)日本画像医療システム工業会 広報委員会 技術広報専門委員会

委員長	田中 茂	東芝メディカルシステムズ(株)
副委員長	大久保 彰	(株)日立製作所
委員	網田 孝司	(株)島津製作所
〃	岩木 健	富士フイルム(株)
〃	河野 和宏	島津メディカルシステムズ(株)
〃	長東 澄也	コニカミノルタ(株)
〃	古屋 進	(株)三協
〃	前田 賢	(株)マエダ
〃	森山 智幸	(株)森山X線用品
事務局	横田 則昭	(一社)日本画像医療システム工業会

発行 一般社団法人 日本画像医療システム工業会

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

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

**JIRA**

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