

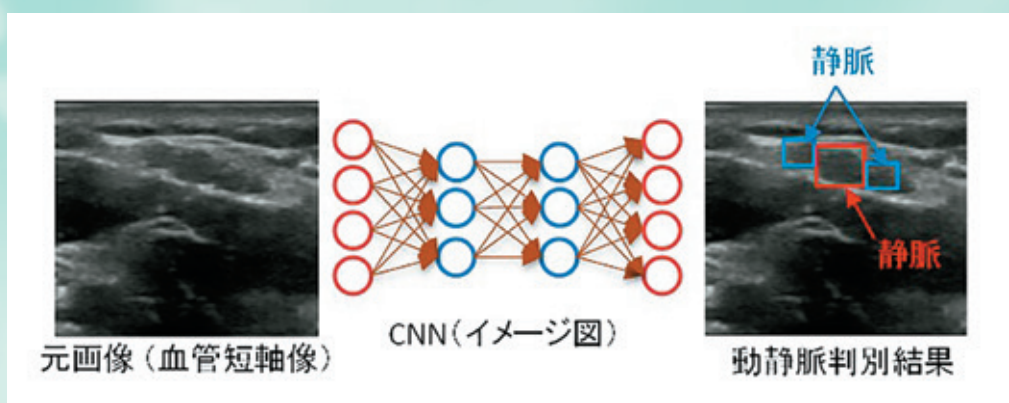
JIRA

# テクニカルレポート

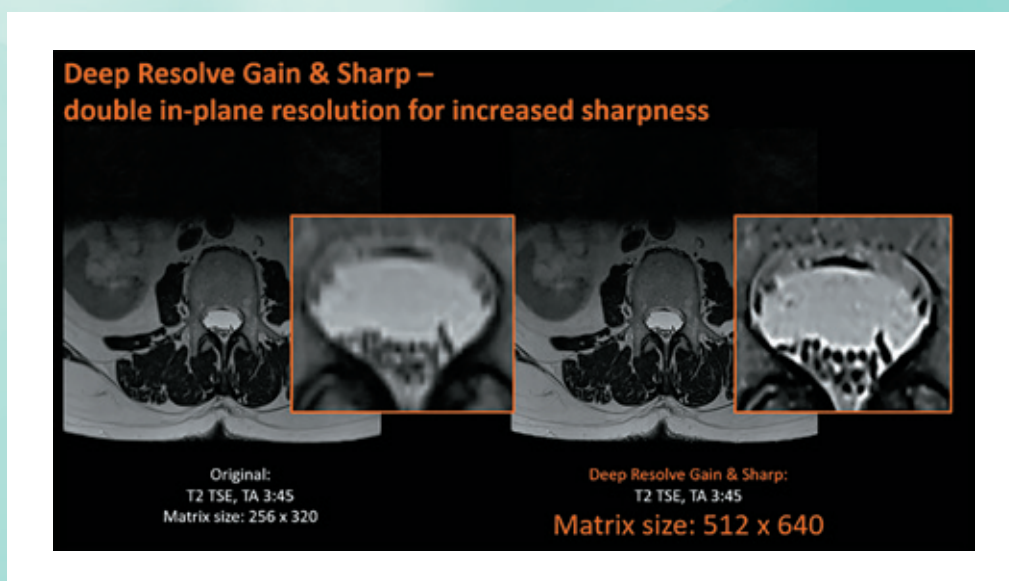
◆新製品・新技術

◆技術解説

血管判別アシスト機能による穿刺ワークフロー支援



DLRを用いた画像処理技術 Deep Resolve



## 未来への潮流と変革 Radiology - A key for the paradigm shift

公益社団法人 日本放射線技術学会 第78回日本放射線技術学会総会学術大会  
大会長 白石 順二



最初に、第78回日本放射線技術学会総会学術大会の開催にあたり、多大なるご支援とご協力をいただきました日本画像医療システム工業会 (JIRA) 会員の皆様に心より御礼申し上げます。

2020年初頭に始まった世界規模の新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) は、その後も変異を繰り返し、国民生活に大きな影響を与えてきました。COVID-19の影響により、日本放射線技術学会 (以下、本学会) の総会学術大会は、第76回 (奥田保男大会長) が現地開催中止で Web開催のみとなり、第77回 (西出裕子大会長) は、現地と Webでの開催が実現できたものの、予定されていたイベントのいくつかは規模の縮小を余儀なくされました。第78回も、この原稿を書いている時点では、第6波の急激な感染拡大が日本中を覆いつくしており、横浜での現地開催に不穏な影を落としています。しかしながら、この感染拡大も長く続くことはなく、4月には多くの皆様が横浜に参集くださることを期待しています。

今回のJRC2022のテーマは「未来への潮流と変革 Radiology - A key for the paradigm shift」です。近年、放射線医学の世界には人工知能 (AI) が画像診断や画像処理に適用され、その放射線医学を技術的にサポートすべき放射線技術学領域でも、AIを応用した研究が多く行われています。しかし、多くの研究者が気づき始めているように、ブラックボックス化されたAIからの出力を盲目的に利用することには未知の危険性があり、十分な注意が必要です。また、(遠隔診断というジャンルはあったものの) これまでは対面が基本で行われてきた診療行為が、COVID-19の出現によって、リモートによる診療で置き換えられる可能性も出てきました。時代はまさに転換期を迎えようとしており、放射線診療もその例外ではありません。今年の総会におけるJIRAワークショップは、その時流をとらえて「臨床導入後のAI搭載医療機器アップデートに関する課題」というテーマで開催されます。このワークショップではJIRAから2名、JSRTから2名の講師がそれぞれの視点でAI機器の取り扱いについて貴重な講演をさせていただきます。AIというと自動診断に考えが向かいがちですが、画質改善とそれに伴う医療被ばくの軽減が放射線技術学的には非常に興味のあるところですが、それ以外にも一般撮影における撮影技術を支援するようなAIや検像を自動で行うAIなど、放射線技術学へのAIの応用は無限大です。こういったアイデアは現場で働く診療放射線技師ならではのものですので、ぜひ、JIRA会員と本学会会員との協同作業により、新しい放射線技術学におけるAIの世界を拓けていただきたいと思います。

今年の総会学術大会はハイブリッドで開催いたしますが、リモートで参加される会員の皆様にも国際医用画像総合展 (ITEM) で発表される新しい機器や数々の関連商品について、リアルに経験してもらうため、診療放射線技師の目で見えたITEMを動画で配信します。メーカーを横断するようにして機種ごとや分野ごとに新製品の紹介をしたいと思いますので、ぜひご覧いただければと思います。特別講演やシンポジウムなど、通常開催では時間が重複してどちらかにしか参加できなかったプログラムが、ハイブリッド開催であれば時間をずらして、両方をじっくりご覧いただけます。総会学術大会のプログラムの中に散りばめられた数々の新しいアイデアや未来への潮流を多くの皆様に感じていただけることを実行委員会一同、強く願っています。

(熊本大学大学院生命科学研究部 教授)

# JIRAテクニカルレポート 2022. Vol.32 No.1 (通巻第61号)

## 目次

### 巻頭言

- 未来への潮流と変革 Radiology - A key for the paradigm shift ..... 1  
公益社団法人 日本放射線技術学会 第78回日本放射線技術学会総会学術大会 大会長 白石 順二

### 新製品・新技術

1. ガラスフリー薄膜TFTを採用した軽量カセット型FPDの開発 ..... 4  
コニカミノルタ(株) 石井 良英
2. 無線動画(シリアル)撮影が可能な回診用 X線撮影装置の開発 ..... 6  
コニカミノルタ(株) 佐藤 朋秀
3. 軽量X線透視診断装置「FUJIFILM DR CALNEO CROSS」が生み出す  
新たなワークフロー ..... 8  
富士フイルム(株) 中島 智明
4. ワイヤレス撮影対応型、ハイブリッドX線透視撮影装置FLEXAVISION F4 Packageの開発 ..... 10  
(株)島津製作所 田中 雅大
5. X線TVシステム用アプリケーションへのAI技術の導入 ..... 12  
(株)島津製作所 武田 遼
6. 64列X線CT診断装置 Supria Optica(スプリア オプティカ)に関して ..... 14  
富士フイルムヘルスケア(株) 近藤 正尚
7. 次世代のCT「Photon-counting CT」の開発について ..... 16  
シーメンスヘルスケア(株) 田中 秀和
8. 新たなワークフローで人に寄り添うCT装置「Aquilion Serve™」の開発 ..... 18  
キヤノンメディカルシステムズ(株) 渡邊 達也
9. 高性能低磁場MRI装置 MAGNETOM Free.Maxの可能性 ..... 20  
シーメンスヘルスケア(株) 齋木 秀太郎
10. 頭部専用PET装置 Vrainの開発 ..... 22  
(株)アトックス 熊谷 雅章

11. 「SONIMAGE® HS2」/ 「SONIMAGE® MX1 α」の血流計測機能 .....	24
コニカミノルタ(株)    伊藤 嘉彦	
12. 超音波画像診断装置「Aplio flex/Aplio go」の開発と 新しいコミュニケーションツール「ApliGate」の搭載 .....	26
キヤノンメディカルシステムズ(株)    黒岩 幸治	
13. 乳房構成解析ソフトウェアの開発 .....	28
コニカミノルタ(株)    野田 雅之	
14. AI技術を活用した画像診断および放射線治療計画支援ソフトウェア AI-Rad Companion .....	30
シーメンスヘルスケア(株)    岩田 和浩	
15. 柔軟性と安全性を保ちながら、医療従事者間のコミュニケーションの 活性化を実現する「teampay Image」 .....	32
シーメンスヘルスケア(株)    李 明河	
16. 核医学治療患者線量を推定するモンテカルロアルゴリズム PENELOPE .....	34
東洋メディック(株)    黒田 武弘	
17. 高解像度 FPD向けX線グリッドの最適化 ～グリッドシミュレーション S/Wの活用～ .....	36
Jpi ジャパン(株)    良知 義晃	
18. 新しい骨密度測定法 —超音波多重分光法(REMS)— .....	38
東洋メディック(株)    野中 希一	
<b>技術解説</b>	
血管判別アシスト機能による穿刺ワークフロー支援 .....	40
富士フイルム(株)    山本 勝也	
DLRを用いた画像処理技術 Deep Resolve .....	43
シーメンスヘルスケア(株)    齋木 秀太郎	
<b>医療の現場から</b>	
医療における放射線技術の挑み —コロナ禍を乗り越える— .....	48
公益社団法人 日本放射線技術学会 第78回日本放射線技術学会総会学術大会 実行委員長 市田 隆雄	
<b>工業会概要</b> .....	49
<b>編集後記</b> .....	52

## 1. ガラスフリー薄膜TFTを採用した軽量カセット型FPDの開発

コニカミノルタ(株) ヘルスケア事業本部 モダリティ事業企画部

石井 良英

### 【はじめに】

現在、医療機関ではカセット型 FPDが一般撮影室だけでなく、ベッドサイド、手術室、撮影室内など、さまざまな場所や用途で使われている。その中で当社の「AeroDR」シリーズは、そのハンドリング性の良さと高画質な性能から、多くの医療現場で高い評価を得てきた。

このたび、当社は「AeroDR」シリーズの高解像や堅牢性という特長はそのままに、TFT基板を薄膜フィルムで構成される基板に変更しガラスフリー化を実現した「AeroDR swift(エアロディーアール スウィフト<sup>\*1</sup>)」(製造販売認証番号：第228ABBZX00115000号)を開発したので紹介する(図1)。



図1 AeroDR swift

### 【特長】

今回のガラスフリー化では軽量化を果たすと同時に、高画質化と堅牢性も実現した。またコンソール機能も強化することで、FPDの軽さが活かせるポータブル撮影で最適な提案ができる商品像を目指した。

#### 1. 薄膜フィルムTFTの採用で1.9kgを実現

カセット型FPDは片手での撮影作業や持ち歩きが多いため、軽さが求められる。「AeroDR swift」は当社として初めて薄型フィルム基板のTFTを採用(図2)、また内部構造も見直すことで当社CRカセット(2.0kg)よりも軽い 1.9kg(バッテリー含む)の超軽量化を達成している(図3)。

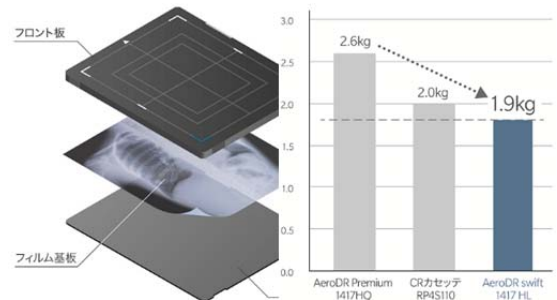


図2 薄膜フィルムTFT

図3 重量比較

#### 2. 全周深さ4mmのくぼみ設計により持ちやすさを向上

「AeroDR swift」では、ボディ裏面の全周に深さ4mmのくぼみを配置した(図4)。このくぼみ設計によりどの方向からでもFPDが掴みやすく、落としにくいデザインとなっている。使用後の疲労感や、FPDを落としてしまう不安感といった使用者のストレスを軽減させることができ、扱いやすさが向上している。



図4 くぼみ設計

#### 3. ガラスフリー化による高画質化

「AeroDR swift」は100 $\mu$ mの高解像度モードに標準で対応した。また、自社開発のCsIシンチレータ(蛍光体)の改良に加え、TFT基板のガラスフリー化に伴うX線入射側の内部構造の薄膜化により、シンチレータに到達するX線量のロスの低減を可能とした(図5)。これによりDQEは「AeroDR」シリーズ最高の59%(1mR, 1cycle/mm)を達成、当社の画像処理エンジン「REALISM」との組合せにより高精細・高画質の診療画像を提供することができる。

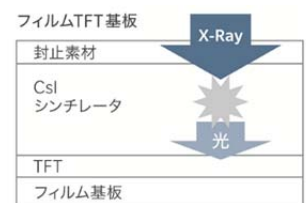


図5 内部構造の薄膜

#### 4. 妥協しない堅牢設計

「AeroDR swift」は超軽量設計を実現しつつ、筐体の堅牢性でも妥協していない。Carbon SMC（炭素繊維強化シート成形複合材料）を外装材料に採用し、スーパーモノコック筐体によりボディの剛性を高めている。これにより、耐衝撃性能では米国国防総省MIL規格（MIL-STD0810H）をクリアしており、耐荷重性能では全面荷重 400kg、二辺支持荷重 130kgを達成している。

防塵・防水規格では IP5X/IPX6<sup>\*2</sup> をサポート。また、外装材料には銀を含む抗菌剤を混練しており、日常の使用で生じる擦れやキズがあっても劣化しない抗菌性能を実現している（JIS Z 2801 / ISO 22196 に準拠、抗菌製品技術協議会のSIAAマークを取得）。1%濃度の次亜塩素酸ナトリウム溶液での消毒も可能になっているため、患者の血液や体液によって汚れた場合でもしっかり清拭消毒することができる（図6）。



図6 高濃度消毒液に対応

#### 5. 撮影ワークフローをサポートする多彩なコンソール機能

高画質で堅牢性が高く、超軽量なカセット型 FPD を最大限に活かすことができる撮影シーンは、ベッドサイドや手術室などでのポータブル撮影である。当社は、この撮影シーンでの使い勝手をさらに向上させるため、CS-7 コンソールとの連携機能も強化している。

##### (1) パネルローミング機能の強化

複数の撮影室やポータブル撮影でパネルをシェアするローミング機能では、従来のローミングトリガーに加えて FPD 側のボタン操作のみで接続する CS-7 コンソールを切り替えることができたようにした（図7）。

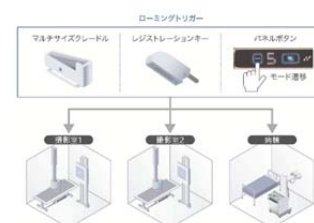


図7 ボタンローミング機能

##### (2) アクセスポイント(AP)レス

ポータブルソリューションで、CS-7コンソールとFPD間を直接通信させる AeroLink機能を強化。1台のコンソールが APレスで複数のFPDを切り替えて接続できるようにしている。これにより、撮影先でサイズの異なる FPD を使い分けたい時でも、APレスのシンプルなシステム構成で使用することができるようになった。

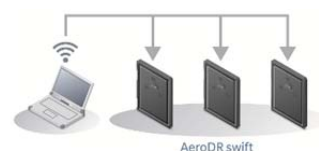


図8 APレスソリューション

##### (3) グリッドレス撮影を実現するインテリジェントグリッド

「AeroDR swift」は、当社の散乱線補正処理「インテリジェントグリッド」にも対応（図9）。通常グリッドを使用するポータブル撮影部位でもグリッド無しで撮影できるため、FPDの軽量を損なうことなく撮影を行うことができる。FPDを片手で持ち上げなければならない撮影シーンにおいて効果が発揮される。

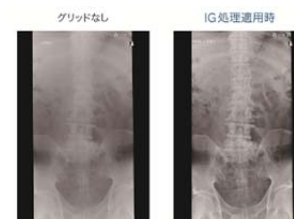


図9 インテリジェントグリッド

#### 【最後に】

当社は 2011年に AeroDRシリーズを上市して以降、高画質・軽量・堅牢・ハンドリング性を追求して製品開発を行ってきた。今回は、これらの特長に加えて「FPDの超軽量化による撮影業務改善への貢献」を重要なテーマとして開発に取り組み、実現することができた。今後も医療現場と患者視点に立ったソリューションの提供を通じて、安全安心で質の高い医療の提供に貢献していきたい。

\*1 「AeroDR swift」は「デジタルラジオグラフィー SKR 3000」の呼称です。

\*2 防塵、防水性能を持つことを表す保護等級のひとつ。IP5X：粉塵からの保護。IPX6：いかなる方向からの水の強い直接噴流によっても有害な影響を受けない。

## 2. 無線動画(シリアル)撮影が可能な回診用 X 線撮影装置の開発

コニカミノルタ(株) ヘルスケア事業本部 モダリティ事業企画部

佐藤 朋秀

### 【はじめに】

現在、感染症予防対策のための隔離病棟や集中治療室(以下 ICU)に入院している重症患者の診断および病態管理を行うため、回診用 X 線撮影装置の重要性が再認識されている。

CTなどの高度な検査を実施するためには患者の移送が必要となり、病態管理や感染症予防対策の面で課題が存在するが、このたび当社はベッドサイドでの X 線無線動画(シリアル)撮影を可能とし、患者の移送なしにより多くの情報を提供し得る回診用 X 線撮影装置「AeroDR TX m01(エアロディーアール ティーエックス エムゼロワン)」<sup>1)</sup>(製造販売認証番号：第303ABBZX00055000号)(図1)を開発したので紹介する。



図1 AeroDR TX m01 外観

### 【特長】

#### 1. 無線動画(シリアル)撮影機能

特にICUにおいては重症患者のケアのため人工呼吸器をはじめとするさまざまな機器が装着されることが多く、回診用 X 線撮影装置を用いた検査においては動線の確保が容易な無線撮影が不可欠である。「AeroDR TX m01」では、当社ワイヤレスカセット型 FPD「AeroDR fine motion」<sup>2)</sup>との組み合わせにより、パルス X 線の連続照射による無線動画撮影に対応(図2)、従来の静止画撮影と同等のワークフローによる動画の提供を実現した。



図2 無線動画(シリアル)撮影

#### 2. アライメントサポート機能

「AeroDR TX m01」では、ベッドサイドでの撮影におけるポジショニングの支援を目的とし、X線管とパネルそれぞれのロール角とピッチ角を表示することで、アライメントの調整をサポートする機能を搭載した。動画撮影時には X 線管とパネルのピッチ角が一致すると色付きで表示、直感的にアライメントの状態を確認することが可能である(図3)。このアライメントサポート機能により撮影の再現性を向上させ、経時変化の観察に適した画像の提供に貢献することが可能である。



図3 アライメントサポート機能

#### 3. パネル充電機能を備えたキャビネット

「AeroDR TX m01」は幅 540mm とコンパクトサイズでありながら、本体前方と後方に合計 3 枚のパネルを収納できるキャビネットを配置(図4、図5)、装填するだけでパネルへの自動給電を可能としている。充電のためのケーブル着脱やバッテリーチャージャーの使用などが不要となり、より効率的なワークフローを実現した。



1417サイズあるいは 1717サイズ  
と、1012サイズの 2枚を装填可能  
図4 フロントキャビネット外観



1417/1717/1012の 3サイズに対応、  
パネルの充電と通信機能を搭載  
図5 バックキャビネット外観

#### 4. 19インチタッチモニタとセカンドモニタによるユーザビリティの向上

「AeroDR TX m01」では、メインモニタとして大型 19インチのタッチモニタを採用、画像の視認性向上や簡便な操作性を実現している。また、撮影条件の確認や変更が可能なセカンドモニタをX線管操作部に配置し効率的なワークフローを実現するとともに、X線管～被写体間の距離を自動計測し表示する機能にも対応することにより、ユーザビリティの向上を図っている。

#### 5. 動画による診断価値向上への貢献

「AeroDR TX m01」で撮影した動画は、当社 X線動画解析ワークステーション「KINOSIS」<sup>\*3</sup>へ送信することにより、視認性の向上や定量化を目的としたさまざまな画像解析処理を実施することが可能である(図6、図7)。回診用X線撮影装置による無線動画撮影を実現することで、ベッドサイド撮影においても患者の呼吸に伴う肺や横隔膜の動きなど、構造物の動きを可視化することが可能となり、診断レベルの向上や適切な治療、重症化予防への貢献が期待できる。



動画像 URL

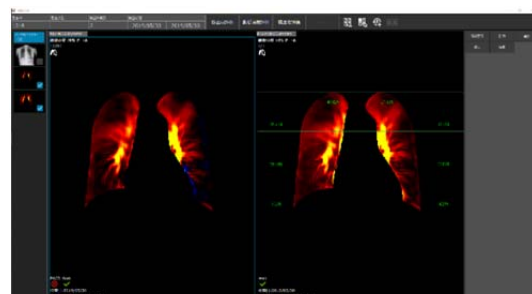


FE-MODE: 胸腔内組織のエッジ強調処理を行った画像  
LM-MODE: 肺野内の動き低下領域を示したサマリ画像

図6 FE-MODE 画像(左)と LM-MODE 画像(右)



動画像 URL



心拡張期のフレームを基準フレームとし、各フレームから差分することにより、効率的に心拍波形と同期する信号を抽出した画像

図7 PH2-MODE 画像

#### 【最後に】

当社は、デジタルX線動画撮影システムによって「単純X線検査は静止画撮影」という従来の常識を変え、スクリーニング検査における診断精度向上に貢献できると考えている。国内外の連携施設において臨床研究を進め、生体機能の見える化の実現に向けて挑戦してゆく。また今後、AI技術も活用しながら当社独自の画像解析技術を継続的に開発することでより効率的な診療を実現し、更なる医療の質の向上に貢献していく所存である。

\*1 「AeroDR TX m01」は販売名「移動型汎用 X線装置 AeroDR TX m01」の呼称です。

\*2 「AeroDR Fine motion」は、販売名「デジタルラジオグラフィー SKR 3000」(製造販売認証番号：第228ABBZX00115000号)の呼称です。

\*3 「KINOSIS」は、販売名「画像診断ワークステーション コニカミノルタ DI-X1」(製造販売認証番号：第230ABBZX00092000号)の呼称です。



### 3. 軽量X線透視診断装置「FUJIFILM DR CALNEO CROSS<sup>\*1</sup>」が生み出す 新たなワークフロー

富士フイルム(株) メディカルシステム事業部

中島 智明

#### 【背景】

これまでの移動型X線透視診断装置は、X線検出部にイメージインテンシファイア(以下、I.I.)を用いたものが主流であったが、一般的にフラットパネルセンサの検出器は画像領域周辺部に歪みがない、X線感度の経年劣化が小さい(補正できる)、低線量化の特長から、近年、フラットパネルセンサを搭載した移動型X線透視診断装置の販売が増加している。

今回、透視撮影と静止画撮影の兼用ができるカセ

ッテサイズデジタルX線画像診断装置「FUJIFILM DR CALNEO Flow<sup>\*2</sup>(カルネオフロー)」(以下、CALNEO Flow)を検出部に採用した新たなワークフローを提供する軽量X線透視診断装置「FUJIFILM DR CALNEO CROSS(カルネオクロス)」(以下、「CALNEO CROSS」)(図1)を発売した。本製品の特長および本製品を活用したワークフローを紹介する。



図1 軽量 X 線透視診断装置  
FUJIFILM DR CALNEO CROSS

#### 【特長】

##### 1. 軽量でコンパクトな Cアームカート<sup>\*3</sup>とケーブルレスデザイン

移動型X線透視診断装置は、手術室域内の駐機場所から各手術室へ運搬され、さらにスペースの限られた手術室内で手術台付近へ接近、退避を繰り返し、患者の体軸方向に装置の平行移動を繰り返し行われている。しかし、一般的な移動型X線透視診断装置は、Cアーム本体とモニタカート間は画像転送ケーブルが接続され、これらの繰り返し操作時に邪魔になる。また装置の使用後は、床を這った長い画像転送ケーブルやCアーム本体のAC電源ケーブル、Cアームの外に露出したケーブルは清潔性を保つために清掃する必要がある。

これらのケーブルにともなう操作性の悪化や清掃作業の負担の課題に対して、「CALNEO CROSS」は、急速充電が可能なりチウムバッテリーをCアームカートに内蔵し、Cアームカートとモニタカート間の画像転送を無線通信化、無線通信のX線照射用フットスイッチを採用することで課題を克服した。さらに、Cアームカート内の制御部からX線源部への電源ケーブルや検出部との通信ケーブルをCアーム内に収納することでケーブルレスのデザインを実現した。また、重量約249kgの軽量なCアームカートにより、装置を動かす操作性がさらに向上する。

操作者がよく触れるCアームカートのボタン操作パネルやX線照射ハンドスイッチには、富士フイルムの抗菌コート技術「Hydro Ag<sup>\*4</sup>(ハイドロエージー)」のコーティングを施した。またボタン操作パネルは、汚れをふき取りやすい凹凸の少ないデザインにより、清潔で衛生的に使用できる。

##### 2. 着脱可能な3種類のフラットパネルセンサホルダ

一般的な移動型X線透視診断装置の検出部は、Cアームに固定されているため、検出器のサイズ変更はできない。I.I.のサイズは直径9インチ、または、12インチが多く使われており、手術の目的に応じて適切な装置を選択して使用されている。

「CALNEO CROSS」は、フラットパネルセンサホルダをCアームカートから取り外すことができ、ユーザーが3サイズのフラットパネルセンサホルダ(図2)から手術の目的に応じて適切なサイズを選択し、簡単



図2 着脱可能な3種類のフラットパネルセンサホルダ

にセットして撮影ができる。これにより、1台ながら複数の検出器のサイズを兼ねることができる。

### 3. 手術中の透視撮影と手術後の静止画撮影を一台で実施する新たなワークフロー

手術後は、手術の確認や残存物の確認のために X線回診車で静止画撮影が行われる。その場合、手術室内に移動型 X線透視診断装置と X線回診車のそれぞれを配置する必要があった。

透視撮影と静止画撮影の兼用が可能な「CALNEO Flow」を用いることで、1台のフラットパネルセンサと X線透視診断装置で、透視撮影を必要とする手術の後に、静止画撮影も可能となり、手術室内に X線回診車を配置する必要がなく、手術室のスペースを広く、効率的に使うことができる。

Cアームに取り付けられたフラットパネルセンサホルダから「CALNEO Flow」を取り出して静止画撮影に使うことも、別の「CALNEO Flow」を持ってきて静止画撮影に使うこともできる。さらには、この「CALNEO Flow」は、当社の接続可能なシステム間で共用が可能であり、複数の「CALNEO CROSS」間や、手術室内での軽量移動型デジタル X線撮影装置「FUJIFILM DR CALNEO AQRO<sup>5</sup>（カルネオ アクロ）」（以下、「CALNEO AQRO」）、回診用 X線撮影装置「FUJIFILM DR CALNEO Go Plus<sup>6</sup>」等の X線回診車との共用、放射線科の一般撮影室の診断用 X線システムとの共用など、「CALNEO Flow」を基軸とした運用構築が可能である。

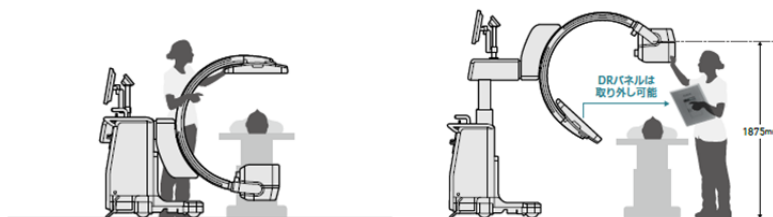


図3 透視モードと静止画モード

#### 【まとめ】

「CALNEO CROSS」は、「CALNEO AQRO」の開発を通じて培った軽量 X線システム技術を母体として、「CALNEO Flow」の高感度かつ低被ばくを実現するハードウェア技術、ダイナミック処理やノイズ抑制処理といった X線静止画の領域で進化を遂げてきた画像処理技術を X線透視画像領域へと発展させたダイナミックコアエンジン (DCE) を集結させ、現場ニーズに応えるべく生み出された製品である。これらの製品群が、臨床現場の手術の効率化と医療の質の向上の一助となることを期待している。

\*1：FUJIFILM DR CALNEO CROSS

販売名 X線透視診断装置 CALNEO CROSS 認証番号 第303ABBZX00031000号

\*2：FUJIFILM DR CALNEO Flow

販売名 デジタルラジオグラフィ DR-ID 1800 認証番号 第302ABBZX00021000号

透視撮影では、DR-ID 1811SE、1812SE、1814SE の3種類のうち1枚以上が必要。

\*3：バッテリーを内蔵し、フラットパネルセンサホルダが着脱可能な CALNEO CROSS の Cアーム本体部分をさす。

\*4：平成 26年 7月に当社が開発した抗菌コート技術。従来の銀系抗菌剤を使った抗菌コートに比べて約100倍の抗菌性能を実現。

\*5：FUJIFILM DR CALNEO AQRO

販売名 富士フイルム DR-XD 1000 認証番号 第228ABBZX00132000号

\*6：FUJIFILM DR CALNEO Go PLUS

販売名 回診用 X線撮影装置 CALNEO Go 認証番号 第225ABBZX00080000

製造販売業者 株式会社島津製作所

## 4. ワイヤレス撮影対応型、ハイブリッドX線透視撮影装置 FLEXAVISION F4 Package の開発

(株)島津製作所 医用機器事業部 技術部  
田中 雅大

### 【はじめに】

近年、施設における医療機器や放射線管理区域の整備に関する見直しなどから、X線透視室についても稼働率向上が求められている。

X線透視室では、消化管検査、内視鏡検査、整形検査など幅広い検査が行われているが、毎日の検査数としては増減があり稼働していない時間も生じるため、胸部撮影や手足の撮影など、一般撮影室としても利用したいという声をいただいている。

このような市場の要望に応えるため、当社は従来のFLEXAVISIONシステムから改良を加え、大視野・ワイヤレス(無線)FPDによる一般撮影室とのボーダーレス化を目指した FLEXAVISION F4 Package(図1)を開発したので報告する。

### 【システム構成と仕様】

FPDは、一般撮影としても使いやすい 17×17インチのカセットサイズ互換タイプを採用した。従来の透視対応 FPD は有線による接続のみとなっていたが、本システムでは無線接続にも対応し、取り回しがしやすくなっている。

透視台としては、前モデルのF3 Packageと同じく、天板は昇降式と固定式の2種類があり、斜入オプションなど検査目的に応じて構成が選択可能となっている。



図1 FLEXAVISION F4 外観

### 【特長】

#### 1. 体格の大きな被検者にも対応できる大視野 FPD

カセットサイズ互換タイプの透視対応 FPDとしては当社で初となる、17×17インチ大視野仕様としている。画角が広がることで、体格の大きな被検者や小児の全身撮影に対しても関心部位が見切れることなく安心して検査を行うことができる。

#### 2. 軟X線低減と FPD感度向上による被ばく低減

日本における医療被ばくガイドラインDRLs2020に対応できるよう、軟X線除去フィルタを用いた軟X線低減を可能としている。FPDの感度が大幅に向上したことで相まって、従来比で約30%の被ばく量低減としながらも、高画質を実現し、診断効率と被ばく低減の両立を実現している。

また、X線線量率を低減するための選択可能な照射レートの最小値については、パルス透視 2fps、シリアル撮影 1fps、DSA撮影 0.5fpsまで対応している。

#### 3. 取り回しが容易なカセットサイズ互換 FPD

カセットサイズ互換タイプのFPDは一般撮影との親和性が高く、透視台から取り出せば一般撮影室

でのワークフロー同様に一般撮影検査が可能となる。また、従来の透視対応 FPDは有線による接続のみとなっていたが、本システムでは無線接続にも対応し、取り回し性が向上している。

- ・ 天板上に取り出して四肢撮影ができる(図2)。
- ・ ストレッチャーの被検者に対しても、FPDを容易に背部に挿し込め、大視野(従来比+20%)の利点を生かして細かな位置合わせ不要で撮影することができる。
- ・ 立位撮影台と組み合わせた、胸部撮影が可能である。
- ・ X線管は透視台のX線管、もしくは、天井懸垂型の第2X線管を使用することができる。



図2 四肢撮影

#### 4. カセットサイズ互換FPDを用いた一般撮影室とのボーダーレス化

FPDが有線にも無線にも対応したことで、X線透視室の多様なレイアウトへの可能性が広がったと言える。消化管検査、内視鏡検査など透視を行う検査に使えるだけでなく、カセットサイズ互換タイプの FPDを取り出せば無線接続により一般撮影検査にも使えたり、さらには立位撮影台および天井懸垂型の第2X線管と組み合わせれば、FPDに有線給電され大人数の胸部撮影検査にも使えたりと、用途に応じた使い方が可能となる(図3)。

F4 Packageは、カセットサイズ互換タイプの透視対応FPDによる一般撮影室とのボーダーレス化をコンセプトとしており、一般撮影室の検査が多い日にX線透視室にて、一般撮影室と同じワークフローが行えるように考えられたシステムとなっている。透視検査から一般撮影検査までを、1枚のFPDでシームレスに実現する価値、**One-Panel Solution** を提案する。



図3 One-Panel Solution によるハイブリッド透視・撮影室

#### 【おわりに】

X線透視撮影装置 FLEXAVISIONに、大視野・ワイヤレス FPDを搭載した F4 Package をラインナップに加え、一般撮影でもシームレスに活用できる、多目的システムが誕生した。一般撮影室とのボーダーレス化という価値(One-Panel Solution)を提供する。

今後、さらなる高画質・低被ばくを目指すとともに、用途を広げる機能追加など、X線透視撮影装置の開発を進めていく。

## 5. X線TVシステム用アプリケーションへのAI技術の導入

榎島津製作所 医用機器事業部 技術部  
武田 遼、武藤 実由

### 【はじめに】

近年のAI技術の発展に伴い、画像処理技術は急速な進歩を遂げている。当社では、医用画像装置のユーザビリティ向上や撮影画像の高画質化、検査ワークフローの改善を目指し、AI技術の開発・導入を積極的に進めてきた。本稿では、当社 X線TVシステム SONIALVISION™ G4 に搭載しているトモシンセシスアプリケーションT-smart™と骨密度測定アプリケーションSmartBMDを対象に、当社におけるAI技術開発の取り組みを紹介する。

### 【特長】

#### 1. AI×T-smart(トモシンセシスアプリケーション)

トモシンセシスは、連続した複数枚のX線画像から断層画像を再構成する技術であり、骨や組織の重なりを避けて画像を得ることができる。X線TVシステムにおいては、骨折線の詳細な観察や人工関節置換術の術後の経過観察など、整形領域を中心に使用される。

トモシンセシスアプリケーションT-smartは、人工関節やボルトなどの金属部とそれ以外を分離し、それぞれの画像に対して、作成した断層画像と投影像との誤差などを逐次計算して修正する。これは、当社独自の再構成技術であり、従来のアルゴリズムでは難しかった金属アーチファクトの大幅な低減を実現した。しかしながら、T-smartにあらかじめ設定された金属パラメータでは多種多様な金属の大きさの変化に十分に対応できない場合があり、このようなケースでは、対象の金属の大きさに基づいてユーザーが適切に金属パラメータを設定する必要があった。

そこで、深層学習技術を用いてX線画像から金属領域を正確に抽出・分離する学習モデルを構築し、T-smartと組み合わせることで、ユーザーによる金属パラメータの設定が不要で、かつ、断層画像の金属アーチファクトを最小限に抑える再構成技術を開発した。学習データには、装置で撮影した金属入り人体ファントム画像を数百枚使用し、さらに金属像をシミュレーションによって作成し学習データを拡充することで、多種多様な金属に対してもロバストな学習モデルを構築した。図1に、従来处理と深層学習モデルを導入した新処理の適用結果例を示す。図1に示す通り、新処理では、金属パラメータの設定が不要となり、従来处理と同等の断層画像をスムーズに取得することが可能となった。

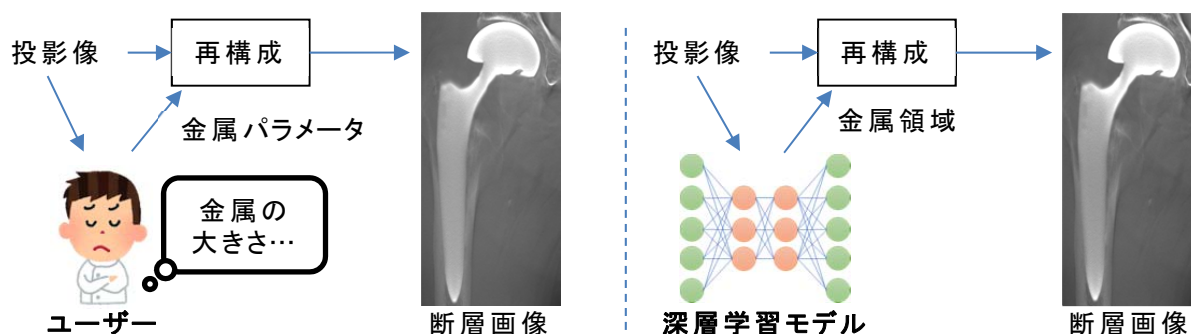


図1 従来处理(左)と新処理(右)の比較

## 2. AI×SmartBMD(骨密度測定アプリケーション)

骨粗鬆症の診断には、DXA法(Dual-energy X-ray Absorptiometry、二重エネルギーX線吸収測定法)による腰椎・大腿骨を含む両部位の骨密度測定が診断ガイドライン<sup>1)</sup>で推奨されており、臨床上的有用性が認められている。しかしながら、測定箇所である腰椎や大腿骨の骨領域をX線画像上から抽出する作業(セグメンテーション)が必要であり、これには一定の経験と作業時間が必要であった。そこで当社では、深層学習技術を用いて熟練者による大腿骨のセグメンテーション結果を学習することで、大腿骨領域を正確に抽出することが可能な学習モデルを構築し、2019年に骨密度測定アプリケーション SmartBMD AI assist として発売した。

AI技術を導入することで、大腿骨領域を正確に抽出できるようになった一方で、腰椎領域については従来のルールベースのアルゴリズムを採用しており、従来処理では抽出が難しい複雑な形状の骨領域ではユーザーによる手動修正が必要であった。

そこで、腰椎領域についても正確な自動抽出を可能にするため、腰椎のセグメンテーションを行う深層学習モデルを新たに構築した。さらに、腰椎セグメンテーションの結果をもとに椎間部分を自動設定する画像処理アルゴリズムを開発し、椎体ごとの骨密度評価も手間なく行えるようにした。学習データには数百枚の臨床画像を使用し、さらに、学習データにノイズ付加や幾何学変換を施して学習データを拡充することで、実際の臨床におけるX線画像のノイズや椎体形状の変化にもロバストな学習モデルを構築した。図2に、従来処理と深層学習モデルを導入した新処理の適用結果例を示す。図2に示す通り、従来処理では抽出が難しかった腰椎領域においても、新処理では正確に腰椎(黄)を抽出することが可能となった。また、椎間部分(赤線)についても正しい位置に自動で設定することが可能となった。

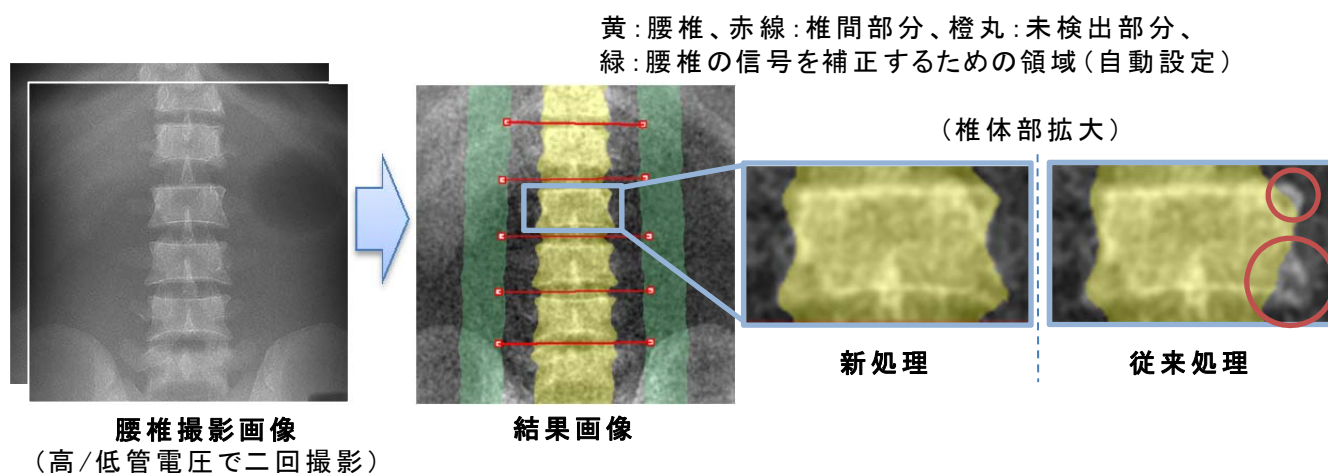


図2 従来处理と新処理の比較

### 【まとめ】

本稿では、当社X線TVシステム SONIALVISION G4 に搭載しているトモシンセシスアプリケーション T-smartと骨密度測定アプリケーション SmartBMDを対象に、当社におけるAI技術開発の取り組みを紹介した。今後も、より正確でスピーディーな診断・検査を可能にする新たなアプリケーション・新技術の開発に取り組んでいく所存である。

### 【参考文献】

1) 折茂馨ほか：骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン 2015年版, 2, 26(2015)

## 6. 64列X線CT診断装置Supria Optica(スプリア オプティカ)に関して

富士フイルムヘルスケア(株) 放射線診断事業部 事業推進本部  
 プロダクトマーケティング部 第三グループ  
 近藤 正尚

### 【はじめに】

当社は、2021年3月より富士フイルムグループの一員として、新たなスタートを切った。当社が販売しているX線CT診断装置は、心臓撮影が可能な64列X線CT診断装置SCENARIO View (シナリア ビュー)、頭部や胸腹部、四肢の撮影に適した64列X線CT診断装置Supria Grande FR、16列のSupria Advance FRである。2021年12月には、Supriaの新たなラインアップとして、64列X線CT診断装置Supria Optica(スプリア オプティカ)の販売を開始した(図1)。Supria Opticaは、AI技術を活用した画像処理技術とワークフローで、より高度なレベルでの診断をサポートすべく開発された。

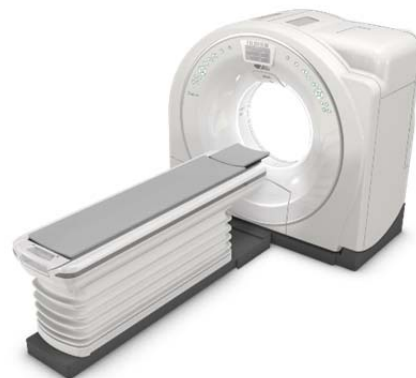


図1 Supria Optica の外観

本稿では、Supria Opticaが標準搭載する、AI技術を活用して設計された逐次近似処理IPV<sup>\*1</sup>、AI技術によるワークフロー向上ソリューションであるSynergyDrive<sup>\*2</sup>の一部を構成するAutoPose<sup>\*3</sup>(自動撮影範囲設定機能)およびSupria Opticaの経済性・設置性について紹介する。

\*1 Iterative Progressive reconstruction with Virtual modeling の略称であり、AI技術のひとつであるMachine Learning を活用して開発した機能である。導入後に自動的に装置の性能・精度が変化することはない。

\*2 ワークフロー向上技術の総称であり、AI技術のひとつであるMachine Learning を活用して開発した機能を含む。導入後に自動的に装置の性能・精度が変化することはない。

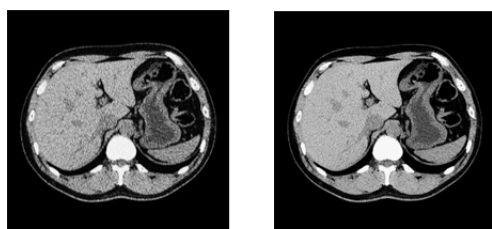
\*3 自動算出された撮影範囲を操作者が確認する。また、自動算出された撮影範囲は操作者によって調整することも可能である。

### 【特長】

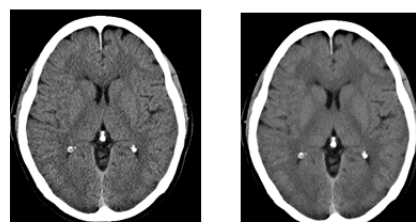
#### 1. 逐次近似処理 IPV

SCENARIO Viewに搭載している逐次近似処理IPVをSupria Opticaにも搭載した。IPVは、十分な反復処理により得られる画像を教師データとして、高精度の処理を高速化することが可能となった。独自のビジョンモデル技術を開発し、Rawデータを起点とした画像再構成処理を行うことにより、NPS<sup>\*4</sup>をFBP画像に近づけ、違和感の無い質感を実現した。IPVの適用により被ばく量は最大83%低減し、低コントラスト検出能はFBP画像と比較して最大2倍に改善する。図2には、IPVを適用し、被ばく低減と視認性の両立に関する画像例を、図3には、低コントラスト検出能向上に関する画像例を示す。

\*4: Noise Power Spectrum の略称である。



(a) FBP 画像 (b) IPV 画像  
 図2 IPV 処理例 (被ばく低減と視認性)

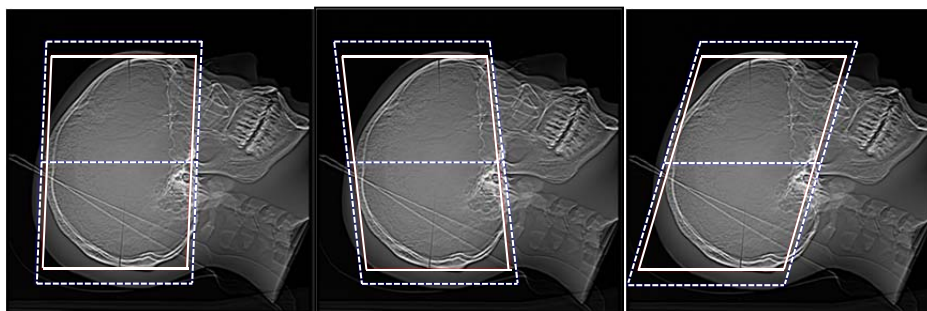


(a) FBP 画像 (b) IPV 画像  
 図3 IPV 処理例(低コントラスト検出能の向上)

## 2. AutoPose

SynergyDriveは、ワークフロー向上技術の総称であり、この技術を構成する要素によって、検査時間を大幅に短縮する。ここでは、SynergyDriveの一部を構成する要素としてAutoPoseを紹介する。

AutoPoseは、撮影したスキャノグラムから撮影範囲の自動設定が可能であり、撮影位置の再現性の向上や検査効率の向上が期待され、検査時間の短縮につながる。胸腹部の撮影では、自動的に肺野の範囲を認識し、頭部の撮影にも対応している。あらかじめ、撮影範囲のマージン設定ができ、施設の運用に応じた撮影範囲にカスタマイズも可能である。図4に頭部撮影時の設定例を示し、図5には肺野撮影時の設定例を示す。実線は自動設定された位置を、破線は自動設定された位置とマージン設定の位置を示している。



(a) OM Line に設定した場合 (b) SM Line に設定した場合 (c) RB Line に設定した場合

図4 頭部設定例

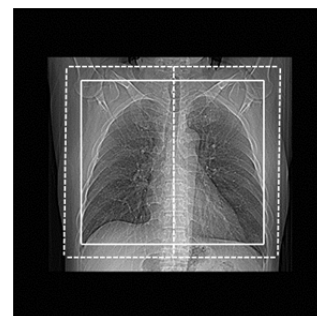


図5 肺野設定例

## 3. 経済性・設置性

Supria Opticaは、2MHUのX線管装置を搭載し、ランニングコスト等の経済性に優れたX線CT装置である。前述のIPVと組み合わせると、最大12MHU相当(換算値)の性能が得られ、広範囲撮影や低管電圧撮影も可能である。さらに、X線発生ユニットを内蔵し、電源ユニットも無いため、ガントリ・操作卓・寝台の3ユニット構成<sup>\*5</sup>を実現し、12m<sup>2</sup>の広さがあれば設置できる。これにより、CT室の空いたスペースを他の機器の設置に役立てることも可能である。

\*5: 三相 200V電源の場合

### 【おわりに】

本稿では、Supria Opticaについて紹介した。Supria Opticaは、逐次近似処理IPVを搭載しながらも、経済性や設置性に優れた64列X線CT診断装置である。Supria Opticaは、AI技術を活用した逐次近似処理IPVやワークフロー向上ソリューション SynergyDriveで、より高度なレベルでの診断をサポートし、病院経営や地域医療の最前線に、さらなる“革新”を届けるX線CT診断装置 Supria Opticaにご期待ください。

販売名: 全身用X線CT診断装置 Supria

医療機器認証番号:225ABBZX00127000

Supria Opticaは、Supriaの64列検出器、かつ2MHUのX線管装置を搭載したモデルの呼称。

販売名: 全身用X線CT診断装置 VSCENARIO View

医療機器認証番号:230ABBZX00027000



## 7. 次世代の CT「Photon-counting CT」の開発について

シーメンスヘルスケア(株)

田中 秀和

### 【はじめに】

世界初の CT 撮影から 50 周年を迎える今年、Photon-counting detector を基礎とする次世代の CT 装置「Photon-counting CT」の導入に大きな期待が集まっている。1990 年代後半以降、Xe ガスによる電離箱検出器から固体シンチレーション検出器へと転換が進んだ CT 装置は、多列化競争を背景にその適応範囲が拡大し、当時 MRI 装置に押され気味だった CT 装置への関心を再び高めるきっかけとなった。そして、2005 年には Dual Source CT が開発され、拍動する心臓も含めて、全身のあらゆる臓器をサブミリメートルの空間分解能で画像化できるまでに至った。そして今、時代は CT 装置のさらなる飛躍に向けて Photon-counting CT の開発に大きな期待を寄せている。

### 【Photon-counting CT の概要】

Photon-counting CT はその名が示す通り、個々の X 線フォトンを直接カウントできる検出器 (PCD : Photon-counting detector) を搭載した CT 装置である。PCD は半導体センサーを採用しており、現在の CT 装置に搭載される固体シンチレーション検出器とは異なり、個々の X 線フォトンが直接電気信号に変換する直接変換型の検出器となる<sup>1)</sup>。PCD に入射した X 線フォトンが半導体との相互作用によって多数の電子正孔対を発生させる。その後、電子正孔対は 800~1000V の高電圧を印加することで発生させた強力な電界によって分離され、正孔に比べて掃引スピードが速い電子をアノードへ引き寄せることで電気信号として検出する。また、PCD で得られる電気信号のパルス波高は X 線フォトンのエネルギーに比例するため、検出の過程でエネルギー情報を失うことが無い。

### 【Photon-counting CT の有用性】

PCD は固体シンチレーション検出器と比べて大きく 4 つの有用性がある(図 1)。

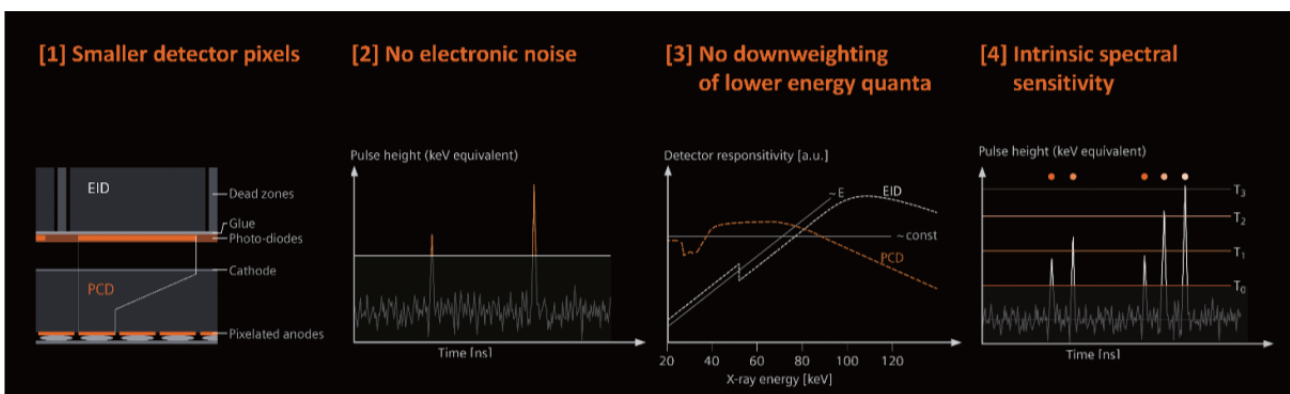
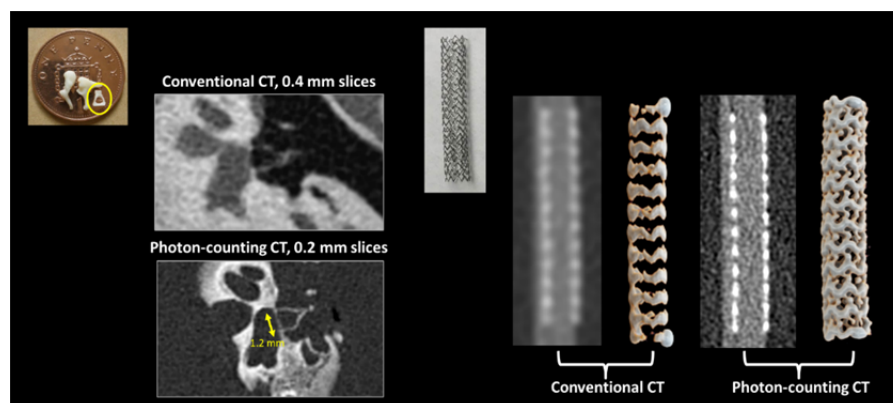


図 1 Photon-counting CT の有用性

1 つ目の有用性は、直接変換型の PCD では検出器との相互作用で生じた電子を強力な電界で高速に掃引できるため、それ以上の物理的な隔壁が不要なことである。そのため、幾何学的な線量利用効率率は 100% を実現しており、ピクセル化されたアノード面積を狭小化することで、理想的な高分解能化を図ることができる。図 2 に示すように PCD では固体シンチレーション検出器では描出困難であったアブミ骨やステントの構造が被ばくを増やすことなく明瞭に表現されている。



Courtesy of Linköping University, Linköping, Sweden

図2 Photon-counting CT による高分解能画像

2つ目の有用性は、X線フォトンのエネルギー情報が得られる特性を活かして、検出器回路で発生する電気ノイズの除去が可能である。PCDでは20～25keVをX線フォトン検出の下限值として設定するが、検出器回路に起因する電気ノイズはこの下限値よりも低いエネルギー領域に分布するため、収集データから電気ノイズを完全に除去することができる。現在の固体シンチレーション検出器では課題とされる電気ノイズの影響を克服したさらなる低被ばく化が期待される。

3つ目の有用性は、PCDでは30～100keVのエネルギー領域で検出感度がほぼ一定であることがあげられる。固体シンチレーション検出器では、相対的に低エネルギー側の検出感度が低いという特性が存在したが、PCDでは頭部領域やヨード造影剤を用いた検査でのCNR向上が期待される。

4つ目の有用性は、PCDを特長づける機能として、すでに確立しているDual Energyイメージングを常時使用できることと、複数のエネルギーによるマルチマテリアルイメージングが可能であることである。PCDは事前に設定されたしきい値を超えるパルス波高を検知した瞬間、しきい値ごとに用意したカウンターで計測する仕組みになっているが、エネルギーごとに分解した画像再構成が可能である。現在の固体シンチレーション検出器を搭載するCT装置では得ることができない独自のコントラスト取得への道が開かれたと言える。

### 【Photon-counting CTの将来展望】

CT装置は長年にわたる技術的進歩によって適用範囲が拡大し、現在の医療において必要不可欠なモダリティとなっている。しかし、被ばくや造影剤投与による侵襲性を考慮して十分に活用できていないケースや、CT Angiographyにおける石灰化やステントのように空間分解能が不足することで、CT装置以外のモダリティで代替しなければならない検査も存在している。Photon-counting CTは、CT装置の基本性能とされる高分解能化と低線量撮影、定量性をさらに飛躍させることに加え、X線フォトンのエネルギー情報を活用した機能情報の提供が常時可能となったことで、今後のプレジジョン・メディシンの拡充に大きく貢献できるイノベーションであると期待される。

そして、世界初の臨床用Photon-counting CT「NAEOTOM Alpha」が遂に2022年1月26日に日本においても医療機器製造販売認証された。日本の医療現場での活用を期待したい。

### 【参考文献】

- 1) Flohr T et al. Photon-counting CT review, Physica Medica. 2020 Nov;79:126-136.

## 8. 新たなワークフローで人に寄り添うCT装置「Aquilion Serve™」の開発

キヤノンメディカルシステムズ(株) CTMR 事業統括部 CT 開発部  
渡邊 達也

### 【はじめに】

近年、CTの普及機は16列から64-80列へとシフトしており、グローバルでも64-80列のCTが増加傾向にある。そして、その普及機に対しては、1台でオールラウンドに対応できることが求められており、中でも、上位機によって確立された心臓CT検査を普及機に期待する声は高まってきている。

また、COVID-19の影響もあり、安心・安全な検査は当たり前前に要求され、そのための快適なワークフローも必須要素となってきている。

これら期待へ積極的に応えるため、今回当社は0.5mm×80列(160スライス)検出器を搭載し、また新たなワークフローの実現を可能としたCT装置「Aquilion Serve」(薬機販売名：CTスキャナ Aquilion Serve TSX-307A、認証番号：304ACBZX00001000)(図1)を開発したので報告する。



図1 Aquilion Serve 外観

### 【特長】

#### 1. シンプルで直感的な操作により、スムーズで短時間な撮影が可能なCTシステム

CT装置の高機能化に伴い、操作性は複雑になりプロトコルの検討に時間を要するようになった。また、対象となる患者や検査部位などがさまざまに変化する状況下で、安定した検査を実施することは容易ではない。これら課題に対し、当社は、ポジショニングやスキャン計画、画像表示などを自動化することでサポートする。また、ソフトウェアデザインを一新し、グラフィカルで分かりやすく、よりシンプルで直感的な操作性とし、検査者による個人差の少ない、スムーズで短時間な撮影を可能とする。

##### (1) Automatic Camera Positioning

患者のポジショニング位置は、同じ部位を撮影する場合でもその時々で異なる。Automatic Camera Positioning(図2)は、本装置に標準搭載であるガントリ内蔵カメラの映像から、患者の体位を認識し解剖学的解析を行うことで、ポジショニング位置を自動で算出する。検査者はガントリタッチパネルから検査部位を指定後、タッチパネル下の唯一のボタンを押下するだけで、患者を撮影開始位置にポジショニングすることができる。これにより、ポジショニング時間の短縮が期待でき、検査者－患者間の感染症対策に効果的となる。また、1ボタンのガントリは清掃性に優れ、検査者間の感染症対策にも効果的となる。なお、ガントリ全面にグロス塗装を施しており、この点でも清掃性に優れている。



図2 Automatic Camera Positioning

## (2) Automatic Scan Planning

本装置では、銀(Ag)素材を主体として開発したフィルター(SilverBeam Filter)を標準搭載。X線内の低エネルギー成分を低減させることで、低線量ヘリカルスキャンである 3D Landmark Scanの撮影を実現する。Automatic Scan Planning(図3)では、3D Landmark Scanで得られた3D画像から、臓器や骨・筋肉などの位置情報を解析。事前に設定された撮影条件(図3.左)から、患者毎に応じた適切な撮影範囲(図3.右)を自動的に選択することを可能とする。

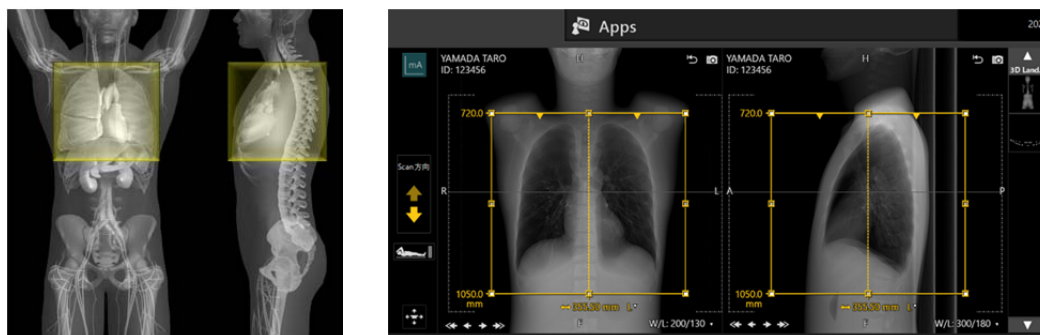


図3 Automatic Scan Planning

## (3) Automatic Hanging Layout

従来、画像の確認は、データ選択後、自らが画像を選択し任意の断面に切替/表示させる必要があった。本装置では、あらかじめ表示させるレイアウトをプリセットしておくことで、Automatic Hanging Layoutにより、確認したいデータを選択するだけで、画像は自動的にレイアウトされる。これにより、データ毎のレイアウト切替や画像選択は不要で、容易に画像確認ができる。また、このレイアウトは、診断目的に合わせて、施設ごとにカスタマイズすることができる。

## 2. 心臓検査を含め、さまざまな検査に対応可能なCTシステム

動きのある心臓の検査において、高画質な画像を得るためには、高速で広範囲な撮影が望まれる。本装置ではこれを、0.35秒/回転スキャンおよび0.5mm×80列撮影により実現する。また、当社上位機にて実績のあるHeartNAVI(図4)やPhase NAVIなどの心臓検査をサポートする各種機能を搭載し、スキャン前とスキャン後の両方をサポートすることで、煩雑な心臓検査をより簡便に行うことを可能とする。

さらには、これまで当社上位機にて採用してきた Deep Learningを用いて設計された Advanced intelligent Clear-IQ Engine-integrated (AiCE-i)や金属アーチファクトを低減できる Single Energy Metal Artifact Reduction (SEMAR)を標準搭載とし、さまざまな検査において、低被ばくと高画質を両立させる。これにより、一刻を争う救急検査からルーチン検査まで、一貫して安定した検査と画像を提供する。

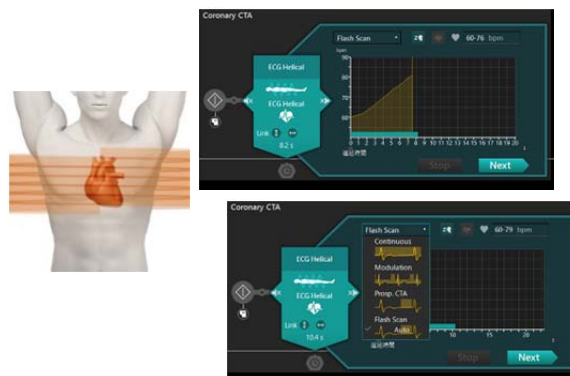


図4 心臓検査をサポートする機能(例)

## 【おわりに】

「オールラウンド」、「安心・安全・簡単・快適」のコンセプトのもと開発してきた本装置が、グローバル普及機として、全世界におけるCT検査の普及に貢献するだけでなく、喫緊の課題であるCOVID-19禍においても、感染症拡大の抑制に寄与できることを期待する。

## 9. 高性能低磁場 MRI 装置 MAGNETOM Free.Max の可能性

シーメンスヘルスケア(株) DI 事業本部 MR事業部

齋木 秀太郎

### 【はじめに】

1971年に Paul Lauterbur が磁気共鳴信号を画像に変換できることを発見して約 50 年経過した。MRI 装置は 1980 年初期より臨床機として運用が開始され、一般的な静磁場強度は 0.2T~0.5T であった。まもなく臨床用 MRI 装置は高磁場化に向かい、1.5T が標準となり、2000 年以降は、高磁場化による SNR 向上の追求を原動力に 3T MRI 装置が浸透し始めた。現在の臨床用 MRI 装置の主力は 1.5T と 3T で、多くの施設に導入されている。当社では、近年さらに高磁場化を進め FDA 承認を得た初の臨床用 7T MRI を海外では販売を開始した。高磁場装置の開発が進んだのは、SNR の上昇による画質の向上が期待されたからである。しかしながら、高磁場化することで SAR の上昇、RF 励起の不均一、また動きや磁化率アーチファクトも増加する。



図 1 MAGNETOM Free.Max 外観

低磁場における物理的特性の利点が再認識される中、この 20 年で高磁場化に伴い開発されたハードおよびソフトウェアのさまざまな技術を搭載し、デジタルテクノロジーを備えた全く新しい 0.55T 低磁場 MRI 装置「MAGNETOM Free.Max」(図 1)を開発したので報告する。

### 【特長】

#### 1. デジタルテクノロジー

本製品では、Deep Learning Reconstruction(DLR)を用いた最新のデジタルテクノロジーである Deep Resolve を搭載した(図 2)。Deep Resolve は intelligent denoising を用いた Deep Resolve

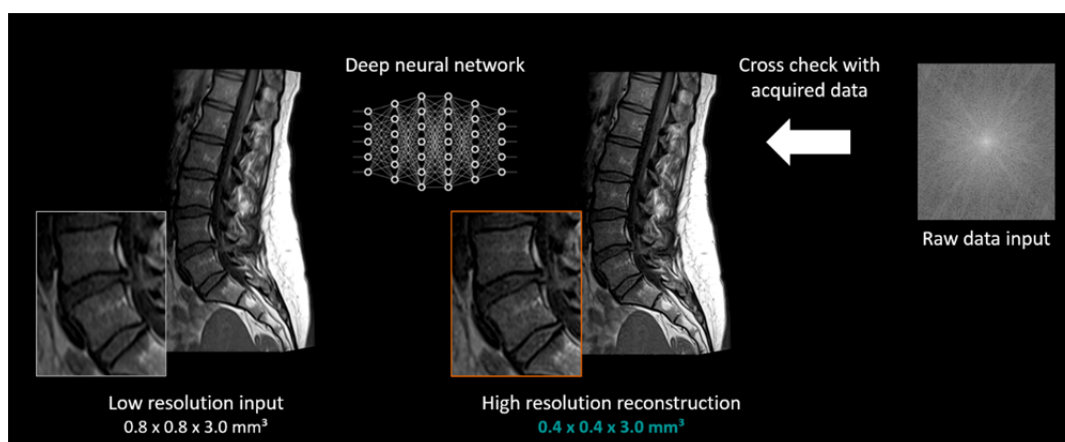


図 2 Deep Resolve による画像再構成

Gain と Deep Neural Network を用いた Deep Resolve Sharp の 2 つの機能が合わさった技術である。Deep Resolve Gain では撮像時に同時取得したノイズマップを使用し、コイル感度やパラレルイメ

ージングに起因する固有のノイズを効率的に除去する。

Deep Resolve Sharpは膨大な数の低・高分解能の画像セットを用いて学習させたアルゴリズムにより、低分解能な収集データから高分解能な画像を出力する。再構成画像は最大で収集マトリックスの2倍のマトリックスサイズを得ることができる。収集した rawデータとのクロスチェックを行うことで、コントラストや構造の正確性を担保している。

## 2. 高速撮像技術

当社の高速撮像技術は、パラレルイメージング、Simultaneous Multi-Slice(SMS)、Compressed Sensing(CS)など多くの技術がある。パラレルイメージングは、一般的な高速撮像技術であるが、SNRの低下をまねき、低磁場装置では応用しにくかった。SMSは2Dイメージングにおいて複数断面を同時に励起および収集することで、SNRを低下することなく撮像時間を短縮することができるため、磁場強度に依存することなく高速撮像が可能になる。

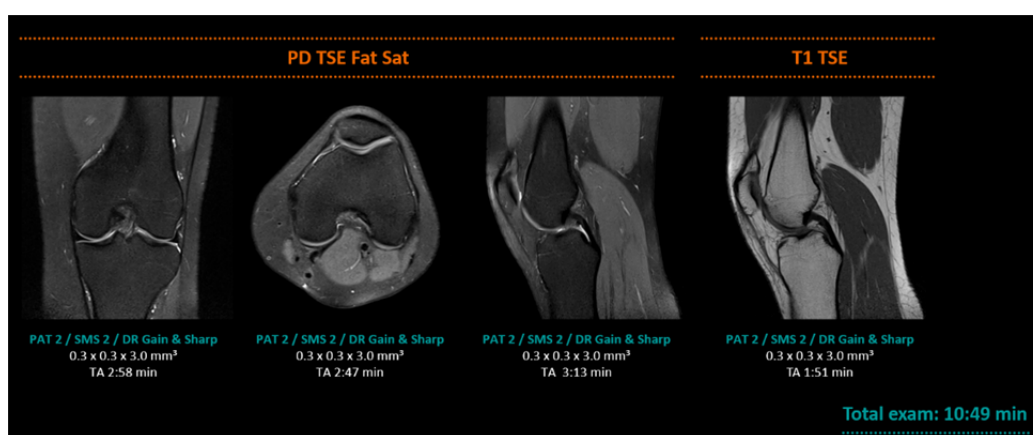


図3 高速撮像技術と Deep Resolve の併用

しかしながら、コイルエレメントの配置が重要で高性能なマルチエレメントコイルが必須である。本製品では、これらの高速撮像技術にDeep Resolveと高性能なマルチエレメントコイルを用いることで、低磁場でありながら良好な画質で検査を行うことができるようになった。

## 3. マグネットの技術

0.55Tのマグネットは新開発したもので、DryCoolテクノロジーを搭載している。DryCoolテクノロジーにより、使用する液体ヘリウムはわずか0.7リットルであり、クエンチ配管も必要としない。加えて、2022年1月の時点で最もコンパクトなマグネットである。

### 【まとめ】

日本国内では1.5T以上の高磁場MRI装置が主流であるが、高磁場装置で培われた技術を応用することで、低磁場装置特有のメリットを生かすことができる。最新のDLRによるSNR向上と高分解能化や高速撮像技術により、低磁場でありながら1.5TMRIと同等の画像を得ることができ、従来困難であった肺野領域や体内金属保有者、妊婦や胎児の検査など新たな領域に期待できる。

## 10. 頭部専用PET装置 Vrainの開発

(株)アトックス 事業開発部  
熊谷 雅章

### 【背景】

国内の認知症患者数は、2020年時点で602万人と推計され<sup>1)</sup>、今後の高齢化の進行に伴ってさらに増加することが予想される。そのため、PET検査による認知症の早期診断の実現が期待されており、頭部検査に特化した高精度で小型な普及型装置が求められている。

本稿では、国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構と共同開発した頭部専用PET装置 Vrainについて紹介する。

### 【特長】

#### 1. 半球状の検出器配置

従来の全身PET装置は円筒形状であるが、高さ・半径が同じ場合、円筒型と半球型では表面積が等しくなる。また、幾何学的感度は円筒型と比べて半球型の方が 1.5倍高くなる。頭部専用機であるため、半径を小さく設計することにより、検出器数を少なくする一方で感度は高くなる。また、半球型を採用することにより、感度はさらに高くなるため、高画質な画像の提供が可能となっている。



図1 装置外観

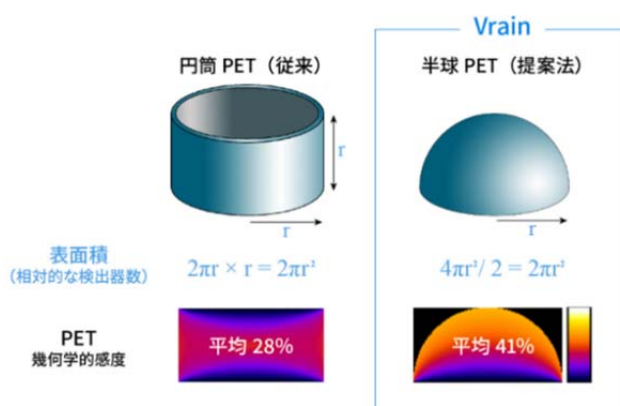


図2 半球型による検出器配置の説明

#### 2. TOF 機能

近年、シンチレータ受光部が光電子増倍管から半導体に置き換わった半導体PETの普及が進んでいるが、本装置においても受光部がSiPMの半導体型検出器を採用しており、その時間分解能は245psecを達成している<sup>2)</sup>。高い時間分解能のTOF機能を実装することにより、体内に投与した検査薬の位置を約3.7cmの範囲まで特定することができ、S/N比の良い画像の提供が可能となっている。

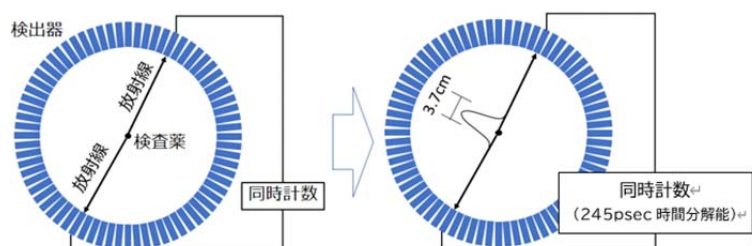


図3 TOF 技術の説明

Vrainで得られた画質評価ファントム画像を図3に示す。上段左が体軸横断像、上段右が矢状断像、下段が冠状断像で、30分撮像の結果である。ファントムの直径は165mm、コールド球のサイズは37mm・28mm、ホット球のサイズは22mm・17mm・13mm・10mmである。バックグラウンド放射能濃度は5.3kBq/mLで、バックグラウンド放射能濃度の約4.0倍をホット球の放射能濃度とした。

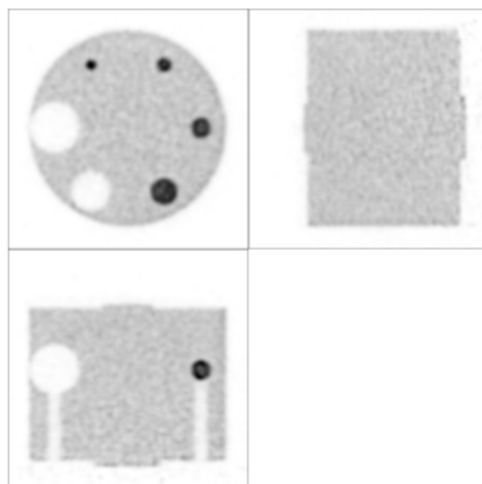


図4 Vrain で得られた画質評価ファントム画像

### 3. 座位型による装置の省スペース化

被検者が座りながら検査が可能な座位型とすることで、仰臥位型の従来装置と比べて設置スペースの少ない設計となっている。また、これまで主流であったPET-CTのCT部分を不要とすることで、さらなる省スペース化の実現に繋がった。吸収・散乱補正や形態画像とのフュージョンは、他モダリティで撮像されたCT/MRI画像を本装置に取り込むことで行う。



図5 従来装置(左)と Vrain(右)の比較

#### 【おわりに】

当社初の試みである医療機器の開発を行い、2021年10月に医療機器承認を取得した。当社は医療分野においては新規参入であるが、高齢化が進む日本において認知症対策は重要な社会課題であると認識しており、その課題解決に少しでも貢献していきたいと考えている。

#### 【参考文献】

- 1) 「日本における認知症の高齢者人口の将来推計に関する研究」(平成26年度厚生労働科学研究費補助金特別研究事業 九州大学 二宮教授)
- 2) Eiji Yoshida et al. 245 ps-TOF brain-dedicated PET prototype with a hemispherical detector arrangement. Phys. Med. Biol.(2020) 65 145008



## 11. 「SONIMAGE® HS2」/ 「SONIMAGE® MX1 α」の血流計測機能

コニカミノルタ(株) ヘルスケア事業本部 モダリティ事業企画部

伊藤 嘉彦

### 【はじめに】

当社は、POC領域向け超音波診断装置「SONIMAGE® HS2」(以下、HS2)および「SONIMAGE® MX1 α」(以下、MX1 α)の新しいバージョンをリリースした(図1)。

- ・ バッテリー搭載のコンパクトなサイズ
- ・ タッチパネルによる直感操作
- ・ 高画質な超音波画像

を実現する超音波診断装置である。



図1 SONIMAGE HS2(左)とMX1 α(右)

病院や診療所では、超音波診断装置を用いたBモードによる形態診断のほか、パルスドプラモードによる機能診断などが幅広く行われている。

パルスドプラモードによる機能診断の一例としては、頸動脈や下肢静脈を検査する際に得られた血流のスペクトラムから、狭窄や閉塞の状態の評価が行われている。

また、透析領域では、狭窄や閉塞の評価に加え、平均血流速と、血管内腔の断面積から血流量(フローボリューム)を算出し、対象の血管がシャントとして引き続き利用可能か、PTA等の処置が必要か、など維持管理の判断に活用されている。

### 【改善すべき課題】

臨床上、多くの有用な情報が得られるパルスドプラ機能であるが、使用時には、煩雑な操作が必要で、使用者への負担は少なくない。

血流計測における一般的な手順を次に示す。

- ・ まず、対象とする血管の横断面を正しく捉え、パルスドプラモードを起動する。
- ・ 次に、血管の中心にサンプルゲートを移動し、超音波ビームのステア角度を調整する。
- ・ 続いて、対象血管にあわせてサンプルゲートの大きさを調整後、血管の走行方向を指し示す角度補正マーカーの調整をする。
- ・ その後、ドプラ波形を表示し、血流波形のベースラインや流速レンジを調整する。

この状態を数秒間維持することで、各種の血流速度や RI、PIなどのインデックスが得られる。フローボリュームを測定する場合は、さらに Bモード画像で血管内径を計測する必要がある。

### 【特長】

当社は、このような血流計測時の操作者の負担を軽減するために、新たに「Vascular NAVI®」を開発し、SONIMAGE HS2、SONIMAGE MX1 αに搭載した。

「Vascular NAVI」は独自に開発した画像認識技術による新たな血流計測のワークフローであり、以下にその特長を紹介する。

## 1. カラードプラの自動調整

「カラー」ボタンを押すだけで、血管の位置と走行が自動的に検出され、「ROI」の位置と「ステア角」が自動的に設定される(図2)。細かな調整をすることなく、目的とする血管の血流分布を把握できる。また、血管走行は長軸、短軸を自動的に識別し、短軸表示画像の場合、自動ステアしない工夫がされている。

さらに、保持したプローブが動いてしまい、血管位置が変化した場合でも、「自動調整」ボタンを押すことで画像解析が行われROI位置やステア角が適切な位置に再設定される。

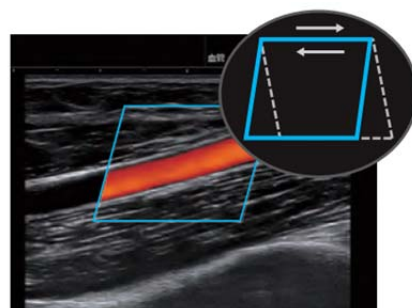


図2 カラードプラの自動調整

## 2. パルスドプラの自動調整

パルスドプラ診断は、血流速の時間変化を定量的に把握できる有用な診断法であるが、ゲート設定にかかわる面倒な操作が多い部分である。「Vascular NAVI」では、「PW」ボタンを押すだけで、瞬時に対象とする血管の位置および走行方向を検出し、

- ・ サンプルゲートの位置およびゲートの幅
  - ・ 超音波ビームの入射ステア角度
  - ・ 血管走行を指示するための角度補正マーカー
- の各項目が自動的に設定される(図3)。

ゲート設定後、「アップデート」や「サイマル」ボタンを押すことで、「ベースライン」や「流速レンジ」が適切な値に調整され、ドプラ波形とともに、最高流速などの各種血流計測値がリアルタイムに表示される。

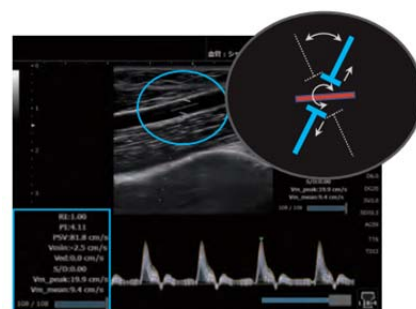


図3 パルスドプラの自動調整

## 3. 血管内径の自動検出アシスト

2.の操作で得られた血流の平均流速に加え、さらに血管の断面積がわかれば、血流量(フローボリューム)を算出することができる。これまで血管断面積は、Bモード画像上で計測カーソルを使用して、血管内径を測定していた。

「Vascular NAVI」では、2.の操作後、「計測」ボタンを押すだけでBモード画像を解析し、ズームされた血管内腔画像の前縁と後縁の位置に計測カーソルが自動的に表示される。

検出位置に問題がなければ「セット」ボタンを押すことで血流量(フローボリューム)を含む各種計測値が確定する(図4)。血管内径を示す計測カーソルは、トラックボールやタッチ操作で簡単に再調整できるため、患者によって時々発生し得る後戻りの操作が最小限となるよう工夫されている。

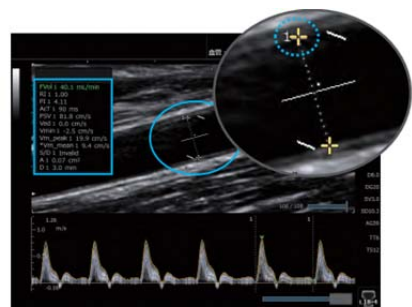


図4 血管内径の自動検出アシスト

### 【まとめ】

SONIMAGE HS2、MX1  $\alpha$  に搭載された「Vascular NAVI」の機能を紹介した。簡単な操作で血流計測が行えることが特長である。新しいワークフローにより、ドプラ計測時の煩雑な設定が不要となり、操作者負担の軽減に寄与するものと思われる。

「Vascular NAVI」は、臨床現場の多くの声を背景に開発された。今後も現場に真に貢献できる装置の開発に取り組んでいきたい。

## 12. 超音波画像診断装置「Aplio flex/Aplio go」の開発と新しいコミュニケーションツール「ApliGate」の搭載

キヤノンメディカルシステムズ(株) 超音波マーケティング & プロモーション部

黒岩 幸治

### 【はじめに】

超音波診断装置は非侵襲に繰り返し検査可能であることから、使用場所や診療科に限らず幅広く活用されている。腹部・心臓・表在(乳腺、甲状腺)・下肢血管に加えて、近年では運動器など使用範囲は多様化している。さらにプライマリケアにおいては、生活習慣病における病態把握にも活用の幅が拡がりつつある。

また、医師や専門医の不足により遠隔診断等で画像共有のニーズが高まっており、COVID-19の感染拡大にともない、コロナ病棟など隔離された場所での検査時に、感染リスクを抑えつつ医療従事者に画像を共有することも求められるようになってきた。

そして、超音波診断装置の弱点として検査者依存が高く客観性が低いことがあげられる。CTやMRIなどと異なり、実際の検査と診断をリアルタイムで同時に行う為、検査者の超音波検査の経験に依存する傾向にある。今回、我々はこのように多様化する超音波診断装置の役割を果たしニーズに応えるべく、あらたに超音波診断装置 Aplio flex<sup>\*1</sup>、Aplio go<sup>\*2</sup>(図1)を開発した。



図1 装置外観

\*1 一般的名称 汎用超音波画像診断装置, 販売名 超音波診断装置 Aplio flex CUS-AFL00, 認証番号 303ACBZX00036000

\*2 一般的名称 汎用超音波画像診断装置, 販売名 超音波診断装置 Aplio go CUS-AGG00, 認証番号 303ACBZX00037000

### 【特長】

#### 1. コンパクトで軽快に移動できることを考慮したデザイン

Aplio flexとAplio goのフットプリントは奥行約600mm、幅約430mm(従来比 -36%<sup>\*3</sup>)の省スペース、重量は50kg以下(従来比 -45%<sup>\*3</sup>)を実現している(図2)。ラップトップタイプ<sup>\*4</sup>の超音波装置と比較をしても小型化しており、検査室・病棟・ICU・救急外来などを軽快に移動することができる。

また、設置スペースに限りがある診療所においても、ベッド幅に収まる設計は患者への圧迫感を低減することが期待できる。

\*3 従来装置は Xario 100G で比較 \*4 Viamo c100 との比較

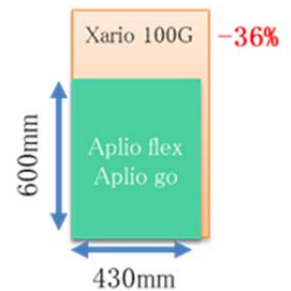


図2 フットプリント比

#### 2. 生活習慣病の病態把握に活用できる臨床アプリケーション

近年の食生活の乱れや喫煙、ストレスなどに起因する生活習慣病に対する診療はプライマリケア治療において重要な役割を持っている。そこで、本装置に新たに Auto IMT、Attenuation Imaging (ATI)を搭載したので、機能について説明する。

動脈硬化の評価法として頸動脈のIMT計測が知られている<sup>1)</sup>。このIMT計測を進化させたのが新たに開発したAuto IMTである。Auto IMTは、開発段階で AI技術を応用したアルゴリズムを搭載しており、計測ROI内における血管壁の内中膜複合体の厚さを自動トレースし、IMTの平均値を自動計測することができる。また、計測ROIを移動するとトレースラインが更新されて計測が可能のため、検査効率の向上が期待されている(図3)。

ATIは、超音波周波数依存性減衰を定量する機能である<sup>2)</sup>。深さ方向における超音波の減衰の程度をカラーマップとして ROI上に重畳表示させ、減衰係数として定量化が可能である。脂肪肝の評価を画像上の肝腎コントラストを比較するのではなく、数値として評価することを期待される。ATIの数値を経時的に表示する Trend Graph表示も新たに搭載し、患者の状態変化を把握し易くした(図4)。

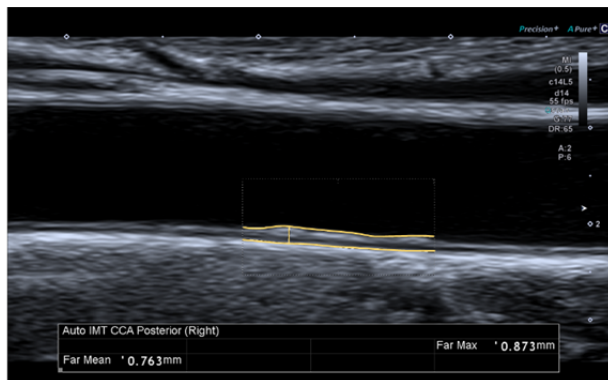


図3 Auto IMT

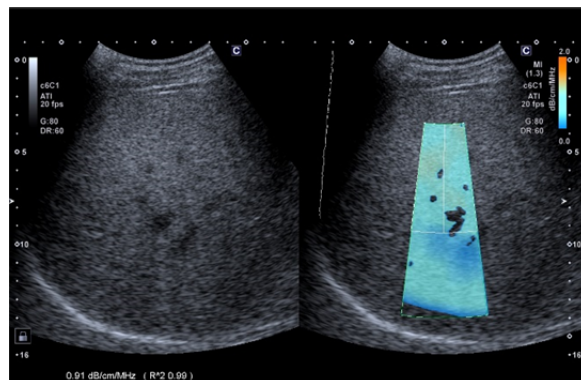


図4 Attenuation Imaging (ATI)

### 3. 新しいコミュニケーションツール ApliGate

離れた場所にいる人にエコー画像を共有する事を目的としたコミュニケーションツール「ApliGate」を搭載した。ApliGateは、スマートフォンやタブレット、PCなどの端末から、いつでもどこでも超音波診断装置の画像をリアルタイムに確認できる。また、ApliGateで閲覧される画像には匿名化処理が行われるため、安全に画像を閲覧することができる(図5)。

Aplio flex/Aplio go はコンパクトで軽快に移動することができるため、コロナ病棟や隔離された場所への搬入は容易である。ApliGateは、コロナ病棟や隔離された場所で感染リスクを抑えつつ主治医とエコー画像をリアルタイムに共有すること、超音波検査の経験が少ない検査者がエコー画像を共有してアドバイスをもらうことが可能である。また、病院内に留まらず、超音波のエキスパートの医師とへき地の医療施設を繋げて、画像を共有するコミュニケーションツールとしても有用であると考えられる。

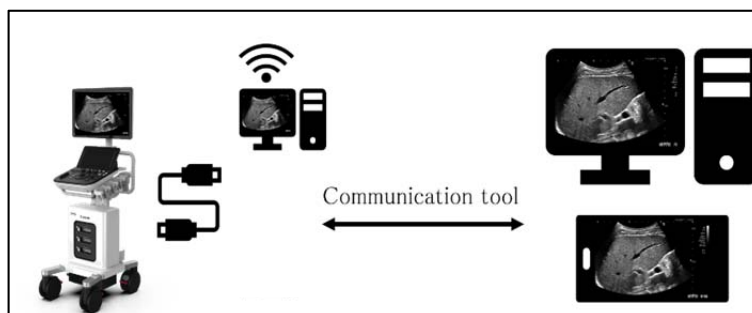


図5 ApliGate を使用して他のデバイスに画像共有したシーン

#### 【まとめ】

本稿では、Aplio flex と Aplio goに搭載される最新技術について、デザイン、臨床アプリケーション、ApliGateを中心に紹介した。これらの技術によって、多様化する環境に求められる超音波診断装置のニーズにフレキシビリティに応え、日々の診療や新たな臨床価値の創出に寄与できることを期待している。

#### 【参考文献】

- 1) 廣岡 芳樹, 松尾 汎, ほか：超音波による頸動脈病変の標準的評価法 2017 JSUM
- 2) 日本超音波医学会：脂肪肝の超音波診断基準(案) 2019年5月

## 13. 乳房構成解析ソフトウェアの開発

コニカミノルタ(株) ヘルスケア事業本部 HC-IT 事業企画部  
野田 雅之

### 【背景】

現在、乳がん検診の検査手段としてはマンモグラフィー検査が基本であるが、日本人を含めたアジア人には「デンスブレスト」といわれる乳腺組織が多い乳房の人が多く、マンモグラフィーでは病変とともに乳房全体が白っぽく描写され、病変の検出能力が低下することが分かっている(図1)。マンモグラフィーの偽陰性問題を補う検査法として超音波検査を併用することが期待されている。

この場合、超音波検査を併用するか否かの判断の一つとして、受診者がデンスブレストか否かの判定が行われることが考えられるが、乳房構成の判定はマンモグラフィーの読影者間や読影者内でのばらつきがあることが分かっている。



図1 乳房構成とマンモグラフィーにおける病変検出率

このたび、当社は、乳房構成を客観的な指標で判定する乳房構成解析ソフトウェア「Breast Density Assessment(Bda)<sup>\*1</sup>」を開発したので紹介する。

### 【特長】

#### 1. 日本乳がん検診精度管理中央機構(精中機構)のガイドラインの考え方<sup>1)</sup>に沿った判定

乳腺組織がもともと存在していたと考えられる領域(下図の赤線領域)と乳腺が現存する領域(下図の黄色線領域)とを画像処理により抽出し、その割合より乳房構成の判定を行う(図2)。乳腺組織がもともと存在していたと考えられる領域を抽出する際に、特にスキンライン付近は乳房の厚みや撮影手技により画像処理の影響を受けやすいため、ロバスト性を考慮した設計としている。

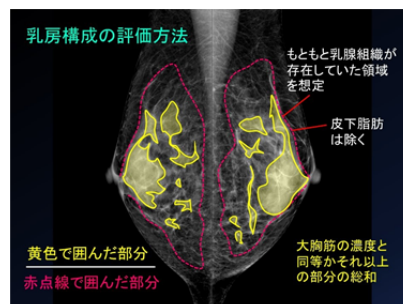


図2 乳房構成の評価方法

## 2. 乳房構成の4つの分類だけでなく、連続的な指標で提示

乳房構成は”脂肪性”から”極めて高濃度”まで連続的なものであり、その程度を提示することが判定結果を確認する際、および受診者への説明時に重要と考える。我々のシステムでは、”脂肪性”から”極めて高濃度”までを”1”、”2”、”3”、”4”とした(図3)。左右乳房それぞれの判定結果を右下に、より高濃度な方の結果を中央に表示した。また、その程度をグラフィカルに表示することで、直感的に乳房構成の判定結果を捉えやすいようにした(図4)。

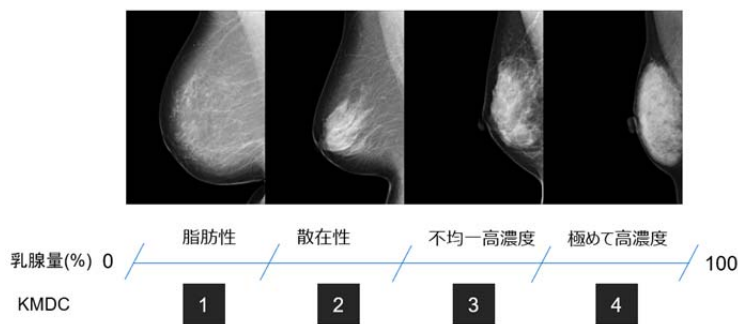


図3 画像例と判定結果

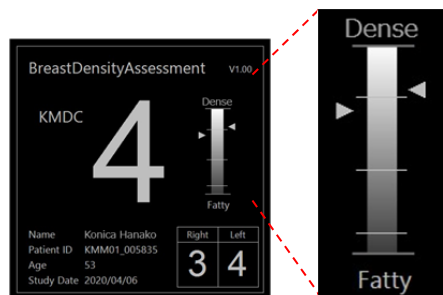


図4 乳房構成の判定結果とその拡大図

## 3. 簡易な導入システム

乳房構成解析ソフトウェア「Breast Density Assessment(Bda)」は、既存の画像診断システム(PACS等)へ容易に接続できるゲートウェイタイプの導入を想定している。ゲートウェイに入力されたマンモグラフィ画像に対して判定処理を行い、その結果をPACS等のシステムへ出力することで、PACS等で判定結果の確認が容易に行えるシステムとした(図5)。

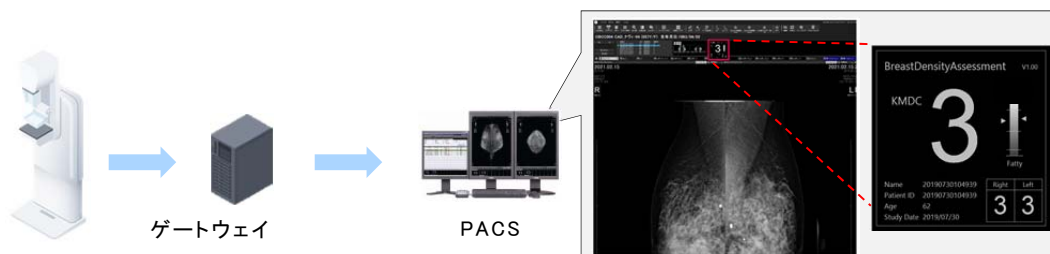


図5 システム構成例と出力例

### 【結語】

当社は、乳がんへの意識を高め、早期発見の重要性を訴えるピンクリボン運動を支援し、世界各地でさまざまな活動を展開してきた。この製品が一人ひとりにとって乳がん検診をより良いものとし、正しい情報の提供と共にブレストアウェアネスの啓発や早期の乳がん発見に貢献できれば幸いである。

※1「Breast Density Assessment(Bda)」は、「画像診断支援ソフトウェア KDSS-MMG-BA-100(認証番号：第303ABBZX00044000号)」の呼称です。

### 【参考文献】

- 1) 特定非営利活動法人日本乳がん検診精度管理中央機構「乳房構成の判定方法」(2020年 2月 6日)  
<https://www.qabcs.or.jp/news/20200206.html>

## 14. AI 技術を活用した画像診断および放射線治療計画支援ソフトウェア AI-Rad Companion

シーメンスヘルスケア(株) デジタルヘルス&SYNGO 事業部  
岩田 和浩

### 【はじめに】

全世界的に、医療のデジタル化、人工知能(AI)技術の医療での応用が急速に進む中、日本国内でも 2020年からAI技術を活用した画像診断、治療支援のソフトウェアの臨床現場への提供が開始されている。当社でも、AI技術を活用した画像診断支援ソフトウェア「AI-Rad Companion(以下、AIRC)」の承認を 2020年 6月に取得して以降、放射線治療計画支援ソフトウェアの認証を取得し、マルチモダリティおよび複数臓器を同時に評価可能なマルチオーガン対応のための機能追加および製品の拡充を行っている。さらに、提供方法も日々アップグレードさせており、これまでのクラウドのみでの提供から、サーバータイプのオンプレミスとクラウドを掛け合わせてご使用いただけるハイブリッド型での提供も可能となった。本稿では、この新しいハイブリッド型での提供方法を紹介させていただいた上で、すでに多くの臨床現場で活用している先生方から報告いただいた、胸部CT画像AI解析ソフトウェア臨床応用例を中心に紹介する。

### 【特長】

#### 1. teamplay Edge

高速サーバーの Edge deviceをオンプレミス環境に設置し、AIRCの各ソフトウェアを Edge device上で稼働させることにより、施設のセキュリティポリシー上、データを施設内にとどめる必要がある場合でも当社のAIRCの使用が可能である。また、Edge device上で解析処理を行うことで、クラウドとのデータの送受信が不要となるため、元データを送信後、解析結果を得られるまでの時間が大幅に短縮でき、緊急性を要する解析依頼や、同時に複数の検査の結果が必要な場合にも活用できる。Edge deviceがクラウドに接続されているハイブリッド型の大きなメリットとして、クラウド経由でEdge device上のソフトウェアが常時アップデートされるため、最新の機能やアルゴリズムを迅速に使用できることが挙げられる。

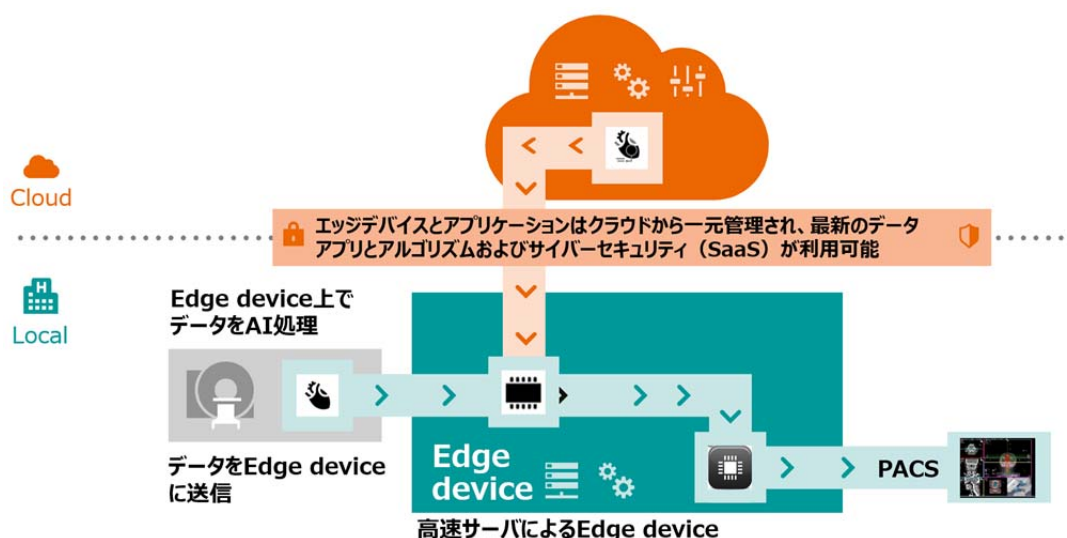
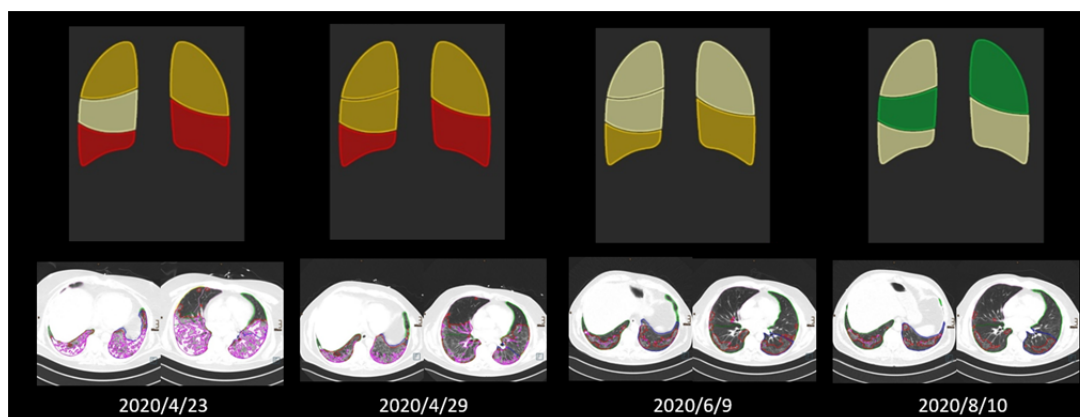


図1 teamplay Edge の概要構成図

## 2. AI-Rad Companion Chest CT

マルチベンダー対応、マルチオーガンアプローチが可能な「AI-Rad Companion Chest CT(以下、Chest CT)」は、一つの胸部 CT 画像から、肺・心臓・大動脈・胸椎骨の複数の部位の計測、定量化を行うことができる。現在、Chest CTを活用している先生方からは、肺結節の評価と併せて、マルチオーガンアプローチの有用性について評価をいただいている。一つ目が、「肺密度計測機能」を用いた新型コロナウイルス感染症患者の治療効果判定・重症化予測<sup>1)</sup>である。画像による定性評価と合わせて、計測結果による定量評価が行えることで、経時的変化を客観的に評価できる点である(図 2)。



Courtesy of Department of Radiology, Medical University of Innsbruck - Tirol Kliniken, Innsbruck, Austria

図2 新型コロナウイルス感染症による肺炎の治療効果判定での活用

二つ目のメリットには、「冠動脈石灰化計測」の結果を用いた石灰化量の定量評価である。Chest CTの全ての結果は、心電同期無しの単純CT画像から得られるが、得られた石灰化量の評価スコアが、Agatston Scoreとの高い相関が得られているとの報告<sup>2)</sup>がされており、Chest CTの結果を活用することにより、評価時間の短縮および追加の検査を不要とすることができる可能性がある。

### 【おわりに】

AIRCとして薬機承認を得てから1年半で、Chest CT 以外でも、脳の変性疾患や脱髄疾患での脳の萎縮性変化の評価支援に用いられる「Brain MR」、前立腺の生検支援のための「Prostate Biopsy」、放射線治療計画のための臓器の輪郭抽出を自動化する「Organs RT」がAIRCのプラットフォーム上に加わりさらに、各ソフトウェアの機能追加が行われてきた。当社では、今後もさらなるソフトウェアの拡充と併せ、既存製品の機能強化、アルゴリズム改良により、放射線診断医をはじめ、各診療科の医師の診断・治療支援のための製品提供を進めていく。

### 【参考文献】

- 1) Okuma T, Hamamoto S, Maebayashi T, Taniguchi A, Hirakawa K, Matsushita S, Matsushita K, Murata K, Manabe T, Miki Y. Quantitative evaluation of COVID-19 pneumonia severity by CT pneumonia analysis algorithm using deep learning technology and blood test results. *Jpn J Radiol.* 2021 May 14;1•10. doi: 10.1007/s11604-021-01134-4. Epub ahead of print. PMID: 33988788; PMCID: PMC8120249.
- 2) van Assen M, Martin SS, Varga-Szemes A, Rapaka S, Cimen S, Sharma P, Sahbaee P, De Cecco CN, Vliegenthart R, Leonard TJ, Burt JR, Schoepf UJ. Automatic coronary calcium scoring in chest CT using a deep neural network in direct comparison with non-contrast cardiac CT: A validation study. *Eur J Radiol.* 2021 Jan;134:109428. doi: 10.1016/j.ejrad.2020.109428. Epub 2020 Nov 21. PMID: 33285350.



## 15. 柔軟性と安全性を保ちながら、医療従事者間のコミュニケーションの活性化を実現する「teamply Image」

シーメンスヘルスケア(株) デジタルヘルス&SYNGO 事業部  
李明河

### 【はじめに】

2019年4月に働き方改革関連法が施行され、医療現場でも上限規制適用が開始される2024年4月に向けて特に医師に対する時間外労働を削減する活動が必要になっている。その一方で、安全な医療提供の観点から単純に時間外労働を減らすだけではなく、医療の質を担保しつつ労働負担を低減させなければならない。そのため多くの企業が、医療現場での働き方改革を支援するさまざまなソリューション、サービスの開発・提供を行っているが、タスク・シフティングやチーム医療などの対策がなかなか進まず、さらなる改善が求められている。本稿では、院内で行われている画像診断検査などの必要な医療情報の共有をいつでもどこでも安全に、かつ簡単に行うことで、医療従事者間のコミュニケーションの活性化を実現する新しいツール「teamply Image」を紹介する。

### 【特長】

#### 1. 柔軟な使用環境

teamply Imageはスマートフォンやタブレット対応の iOS、Androidおよび Chromeや Edge、Firefoxなどの最新バージョンの Webブラウザと互換性がある(図1)。

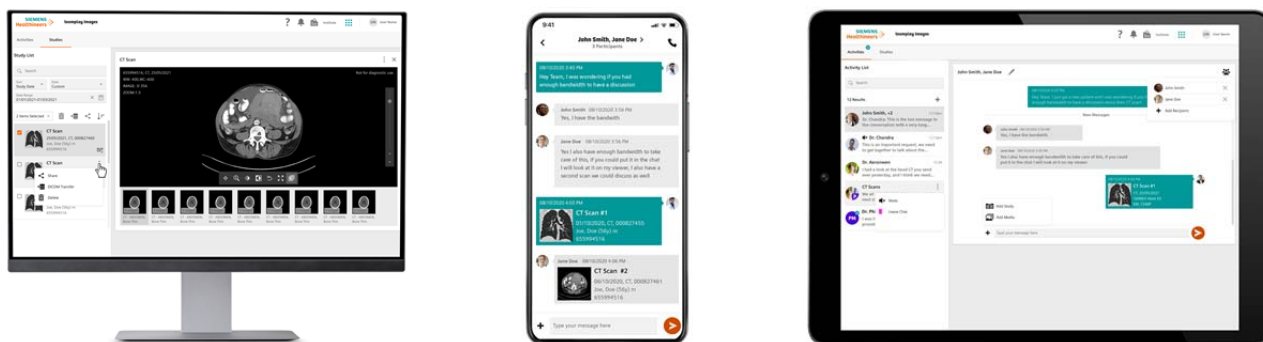


図1 teamply Image 利用できるプラットフォーム

#### 2. 多様なコミュニケーション機能

一対一やグループチャット、DICOM画像の共有や音声・ビデオ通話(図2)などのさまざまなコミュニケーション機能により、どのような場面でも簡単に必要な医療情報の共有が可能である。また、病院管理者の承認があれば、自施設のみならず当社が提供する teamply digital health platformに参加している医療機関同士での連携も可能で、迅速で質の高い医療情報の共有が実現できる。

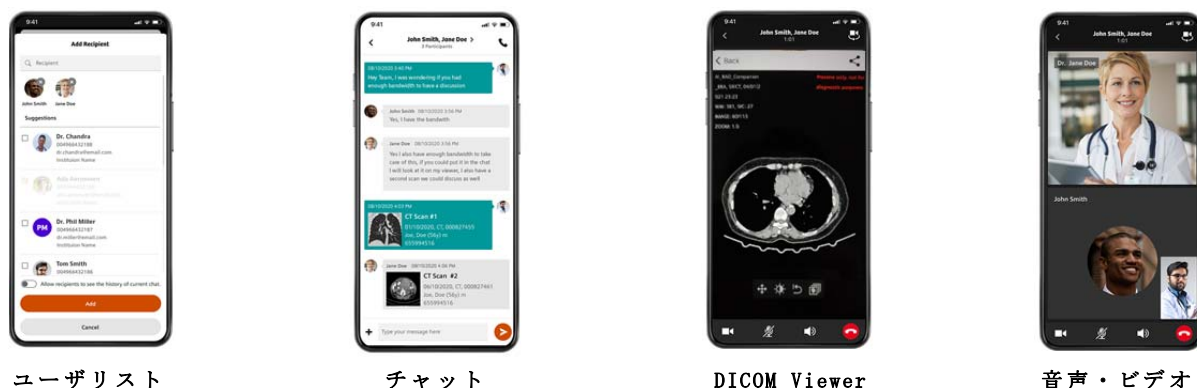


図2 teamplay Image コミュニケーション機能

### 3. 高いセキュリティポリシー

Teamplay digital health platformは、EuroPriSe、米国 HIPAA、EU GDPR および ISO27001(図3)に準拠し、国内の3省2ガイドラインに則ったデータプライバシーに配慮した設計を行っている。具体的には、DICOM画像に含まれている患者名や住所などの直接個人を特定できる情報は、医療施設内に配置される teamplay レシーバ機器内で自動的に削除される。また、院内からクラウド間の閉域網構成と暗号化通信により、徹底したセキュリティ対策が施されている(図4)。



図3 teamplay Image セキュリティ

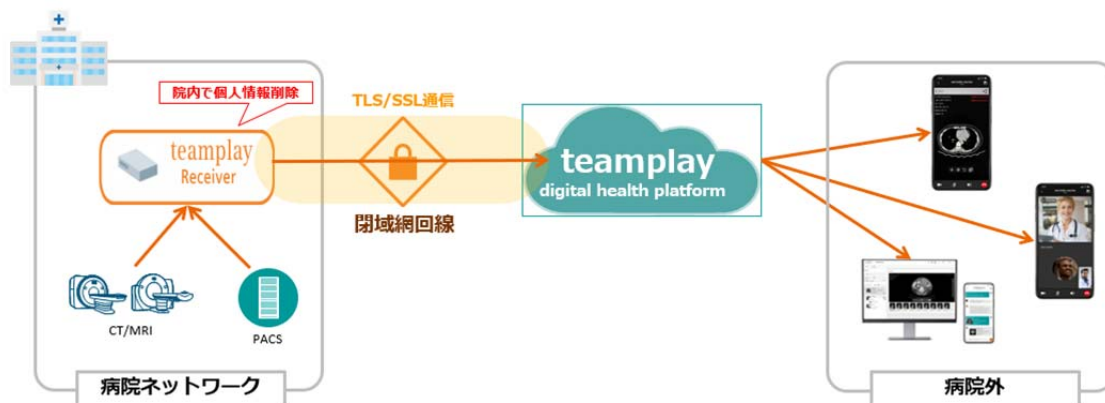


図4 teamplay Image 使用環境

### 【おわりに】

teamplay Imageは、すでに国内で2100以上の医療施設で使用されているteamplay digital health platformを有効活用することにより、通常の院内業務、夜間・休日および病病連携など、さまざまなシーンで医療従事者間のコミュニケーションを活性化させる。医療の質と生産性を高めることを目的に、医療従事者の労働環境改善のための製品提供を進めていきたい。

## 16. 核医学治療患者線量を推定するモンテカルロアルゴリズム PENELOPE

東洋メディック株

黒田 武弘

### 【概要】

汎用モンテカルロシミュレーションコードのひとつで、当社で販売する「Voxel Dosimetry」で使用される PENELOPE 混合 MC(モンテカルロ)シミュレーションアルゴリズム(以下、PENELOPE とする)について紹介する(図1)。PENELOPEは、オープンソースとして OECD / 経済協力開発 / 原子力機関データバンク(パリ)および RSICC(オークリッジ)により、約1000部以上配布されている<sup>1)</sup>。主な用途は放射線治療や核医学における線量測定や放射線計測、電子顕微鏡における電子プローブマイクロアナリシスなどに用いられる。PENELOPEは、光電効果やコンプトン散乱、電子対生成等の相互作用モデル、高速で正確なランダムサンプリングアルゴリズム、複雑な形状で粒子を追跡するための効率的なツールを有する。また、計算時間が大幅に速くなっている。

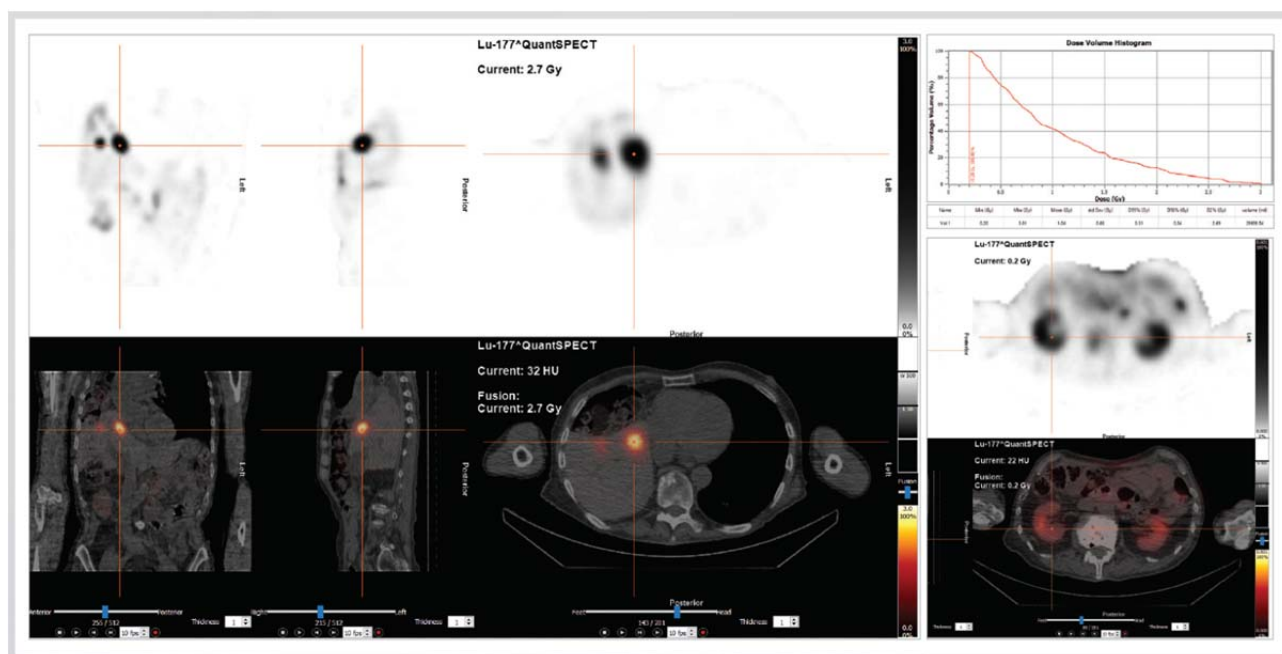


図1 PENELOPE を使用した線量計算

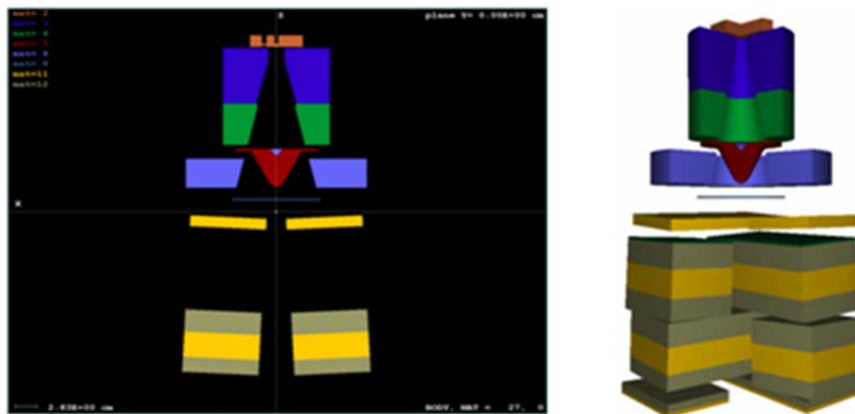
### 【特長】

PENELOPEの主な特長を以下に記載する。

- 50eVから10GeVまでのエネルギー範囲内のあらゆる種類の相互作用(核反応除く)をサポート。
- より正確なステップ長や散乱角の設定により、高エネルギー分解能及び高角度分解能を必要とする実験をシミュレート。
- 利用可能な最も正確な物理モデルを実装。
- 精巧な混合スキームを使用して、高エネルギーの電子と陽電子の輸送をシミュレート。
- 電子のK核、L核、M核、およびN核からの蛍光放射をシミュレート。
- 二次形状の粒子を追跡するためのサブルーチンパッケージPENGEOM(放射線輸送のモンテカルロシミュレーションで複雑な二次曲面を処理するためのツール)を搭載し(図2)、空間変位や界

面交差の線量計算値の精度向上。

- 電場および磁場における電子および陽電子の輸送(物質中)をシミュレート。
- 偏光光子ビームの散乱をシミュレート。
- 線量計算精度が従来の MCシミュレーションと同等で計算時間が大幅に短縮<sup>2)</sup>。



2次元および3次元のビューアが提供される。ジオメトリの画像は、追跡ルーチンを使用してレンダリングされる。

図2 PENGEOM の 2D または 3D ジオメトリビューア

#### 【まとめ】

PENELOPEは、任意の材料における広いエネルギー範囲による電子および陽電子の移動を信頼性高く評価することができる。このアルゴリズムは、50eVから 10GeVまでのエネルギー範囲内のあらゆる種類の相互作用(核反応を除く)に対応できる。PENELOPE に実装されている混合シミュレーション手法を用いれば、PENGEOMによって空間変位や界面交差の表現が、従来の MCシミュレーションアルゴリズムに比べて、より正確で、よりシンプルになる。

#### 【参考文献】

- 1) OECD 2019 "PENELOPE-2018: A Code System for Monte Carlo Simulation of Electron and Photon Transport" Workshop Proceedings Barcelona, Spain 28 January • 1 February 2019
- 2) J. Barba et al. "PENELOPE: An algorithm for Monte Carlo simulation of the penetration and energy loss of electrons and positrons in matter" Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 100 (1995) 31-46

## 17. 高解像度 FPD向け X線グリッドの最適化 ～グリッドシミュレーション S/W の活用～

Jpi ジャパン(株)

良知 義晃

### 【はじめに】

近年、FPDの解像度や性能が高くなるにつれ、画像コントラストを改善する目的で使用する散乱 X線除去用グリッド(以下、グリッド)の仕様も多様化しており、装置の性能に合わせたグリッド仕様選定の必要性がさらに高まってきている。

今まで、当社はモアレ改善のために FPDのサンプリング周波数より高いライン周波数のグリッドを使用し、モアレおよびグリッドのラインアーチファクトが発生しない最適化されたグリッドの開発に注力してきたが、新たに自社開発のグリッドシミュレーションソフト(図1、59号参照)を用いて、100  $\mu\text{m}$ 以下の小さい画素を持つ FPDに最適なグリッド仕様の選定や開発が可能になった。

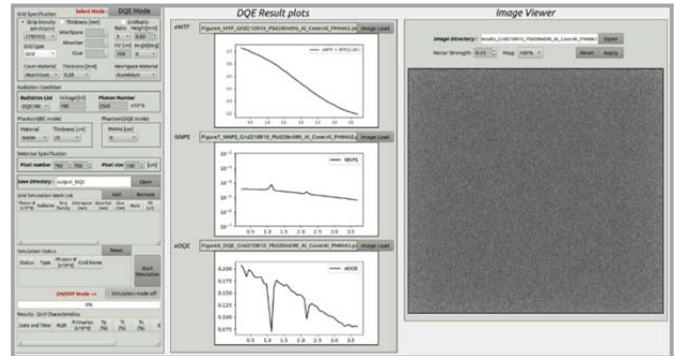


図1 グリッドシミュレーションソフト外観

このソフトウェアは、グリッドの基本的性能である、透過率、散乱線遮へい率のような物理的特性や事前に入力された X線システムまたは FPDにグリッドが適用された際の画像をシミュレーションできる。

100  $\mu\text{m}$ 以下の小さい画素を持つ高解像度 FPDに対して、グリッドは制限的なライン周波数を持っているため、従来のグリッド仕様をそのまま使用すると必然的にモアレが発生し、画像に悪い影響を及ぼす可能性がある。

そのため、一般的には Grid Line Suppression(以下、GLS)などのソフトウェア処理をモアレの解消に使用されているが、GLSは画像情報の損失を起こす可能性がある。このため、当社では、モアレ解消研究のために社内活用しているグリッドシミュレーションソフトを、グリッド仕様の選定および運用方法にも使用することを考案し、その運用によってすでに成果を上げているので紹介する。

### 【特長】

モアレの解消とは、FPDとグリッドの組み合わせで発生するモアレの周波数を FPDのサンプリング周波数に合うように計算し、最小化させることである。一般的に高いライン周波数のグリッドを FPDに組み合わせることでモアレを減らすことができる。

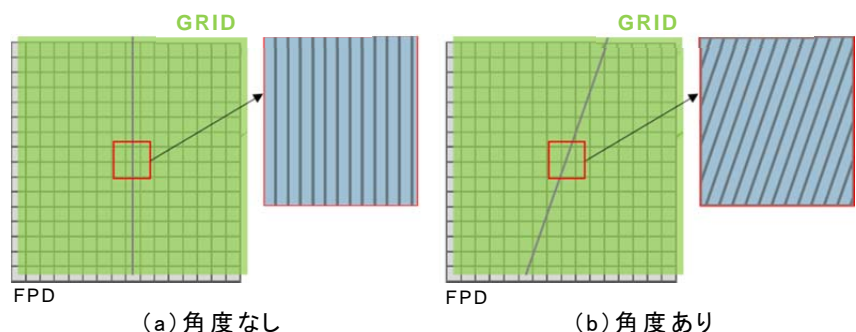


図2 FPDとグリッドの角度配置

しかし、原材料を薄く加工する

ための技術的な限界によりグリッドのライン周波数を高めるには限度があり、高解像 FPDへの対応が困難な状況となりつつある。そこで当社では、特定のライン周波数を持っているグリッドを適切な角度で配置することにより、モアレを視認しにくくする方法を考案した(図2)。

## 1. シミュレーションソフトへの適用

さまざまなグリッドライン周波数とモアレが視認しにくくなる角度の組み合わせは、当社の独自の計算プロセスによって算出される。この計算には、グリッドのライン周波数(中間物質と遮へい材の厚さおよび比率)と回転角度、画像の拡大率などが考慮される。拡大率によって、モアレの周波数および角度が変化するので、基本的な可視性を決める重要な項目になる。

上記の計算プロセスで算出された値を、新たに開発されたソフトウェアの回転角度項目に入力し、画像で確認できるようにした。シミュレーションで生成された画像は、FPDの性能(DQE,MTFなど)に基づいてノイズ成分を追加できるため、モアレがどの程度発生しているかも確認できる。

## 2. 実グリッドとの比較検証

シミュレーションソフトによって理論的に生成された画像と実グリッドで取得した画像との比較を行った。この結果、シミュレーション画像と実グリッド画像は類似していることが確認でき、同じ画素サイズおよび類似性能をもつFPDは、同じライン周波数と回転角度をもつグリッドによって類似した結果を得られることが検証できた(図3)。

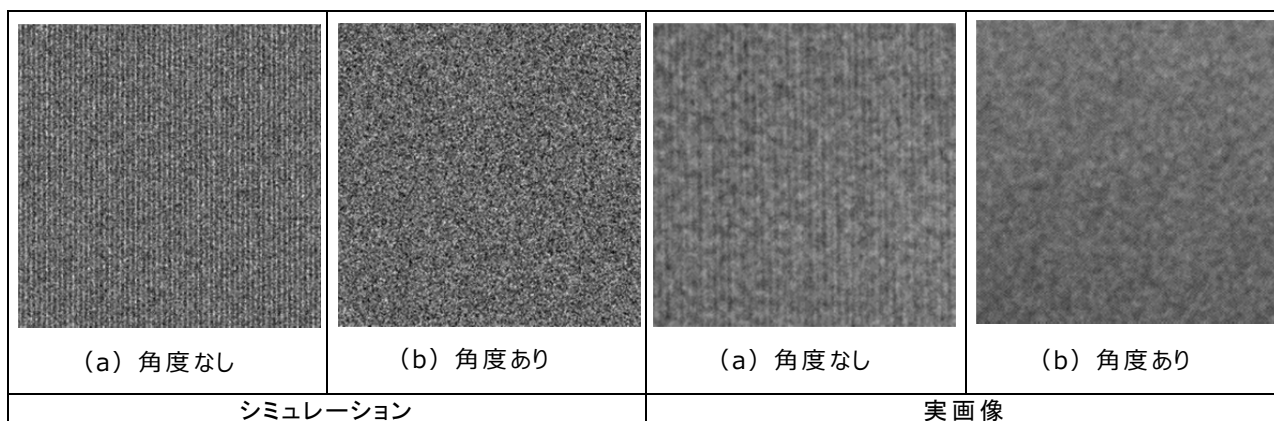


図3 シミュレーション画像と実グリッド画像

なお、最適なグリッドのライン周波数や角度については、当社独自の研究結果であるため詳細情報の言及は控えるが、X線システムへの適用はすでに始まっている。

### 【まとめ】

当社開発のシミュレーションソフトを活用し、高解像度FPDへのグリッド最適化の確認、検証を行った。この技術の導入によって、一般的なGLSなどのソフトウェア処理が一般撮影領域のみに適用されるのに対し、透視撮影などの動画撮影領域で大きな効果が期待できる。

また、今後の課題として当社では、17×17”や全身撮影用FPDにも対応できるよう、従来のグリッドよりも大面積グリッドの製造に向けて、現在、新製造ラインの構築も計画している。

## 18. 新しい骨密度測定法 —超音波多重分光法(REMS)—

東洋メディック株  
野中 希一

### 【はじめに】

骨粗鬆症診療のガイドラインは、DXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry:二重エネルギーX線吸収測定法)による腰椎および大腿骨の骨密度測定を推奨している。しかし、X線被ばくリスクがあり、設置スペースや専用設備が必要なために導入の妨げになる場合がある。一方、QUS (Quantitative Ultrasound: 定量的超音波法)は、X線被ばくがなく、専用の設備を必要としないが、測定部位は踵骨であり、ガイドラインには採用されていない。

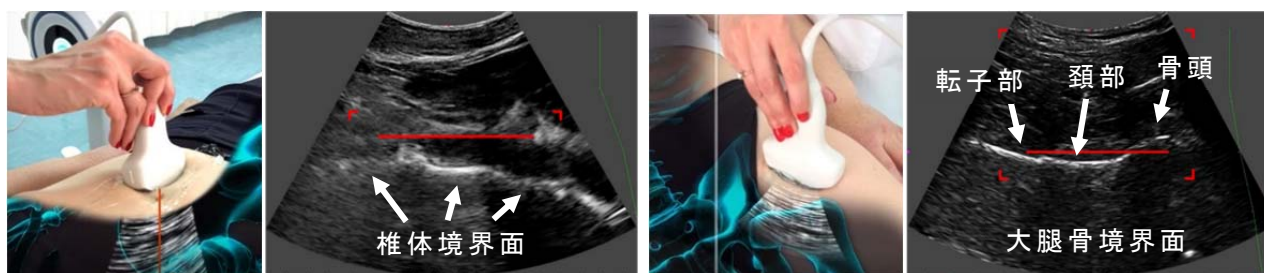


図1 装置概観

REMS(Radiofrequency Echographic Multi-Spectrometry)は、超音波を用いて腰椎と大腿骨を測定する新しい骨密度測定法である。イタリアの Echolight社は、新技術のREMSを開発し、この測定法を採用したEchoSを製品化した。本邦において、販売名「超音波骨密度測定装置 EchoSシステム(承認番号:30200BZX00264000)」(図1)は2020年8月に製造販売承認を取得し、2021年3月に保険収載された。

### 【測定原理と測定の概要】

従来の超音波骨密度測定法であるQUSは透過法を用いている。一方、REMSは反射法を用いている。被写体に超音波を照射し、Bモード画像を描出するとともに骨から反射した生の信号を処理する。骨から得られた信号をスペクトル解析し、低骨密度および健常の参照スペクトルモデルと比較してスコアを算出する。そして、そのスコアをDXA骨密度との回帰式を用いて骨密度を推定する。Bモード画像は測定ターゲットを決定するために使用し、画像診断には用いない。



a. 腰椎測定

b. 大腿骨測定

図2 測定風景と測定中のBモード画像

REMSを採用した超音波骨密度測定装置 EchoSシステムでは、128チャンネル 3.5MHz コンベックス型の超音波プローブを使用している。図2に示すように身体の前方向からプローブを当てる。初めに、Bモード画像を用いてターゲットとなる骨境界面を確認する。ターゲットを確認するためのプレスキャンの時間はおよそ1分である。熟達するにつれてこの時間は短縮される。腰椎の測定では、L1からL4の各椎体を

確認した後に、L1から順番に各椎体を測定する。腰椎の測定時間は80秒、大腿骨は40秒である。解析は完全自動化されており、1～2分で完了する。さらに、本装置は FRAX®骨折リスク評価ツールを搭載しており、一連の骨塩定量検査の中でFRAXも評価できる。測定部位は腰椎と大腿骨近位部のみで、被検者の年齢は21歳以上に限られる。

### 【臨床的有効性】

REMSの臨床的有効性については、多施設横断的観察研究の2報<sup>1),2)</sup>、単施設前向き観察研究の1報<sup>3)</sup>において検証された。それらによると、REMSの測定精度(%CV)は腰椎L1-4および大腿骨頸部において0.5%前後の高い精度を示し、ガイドラインが示す測定精度の条件を十分に満たした。骨粗鬆症診断用装置のゴールドスタンダードであるDXAとの相関は $r = 0.9 \sim 0.97$ と高く、DXAによる診断と高い一致率を示した。その結果、REMSはDXAと同等の性能を有することが明らかとなった。一方、ROC解析による骨折を有する患者と無い患者の識別能、および、骨折リスク予測においては、REMSがDXAより有意に高い結果であった<sup>3)</sup>。REMSが骨折の有無の識別能および骨折リスク予測に高い性能を示す理由は、アーチファクトの影響を受けにくいことと骨質を評価しているためと考えられる。DXAは、骨折、骨棘、石灰化、関節症、退行変性などの内的要因によるアーチファクトの影響を受け、骨密度を過大評価し、骨折リスクを過小評価する。一方、REMSは、アーチファクトを自動的に除外して解析するので、アーチファクトの影響を受けない<sup>4)</sup>。また、骨質評価に関しては、II型糖尿病患者のDXA骨密度は非糖尿病患者より高値を示すが、REMS骨密度は低値を示すので、REMSは骨質劣化を検出している可能性がある。

### 【おわりに】

REMSは、X線被ばくのリスクがなく、省スペースで専用の設備が必要ないため、アクセシビリティの高い検査法である。ベッドサイドでの測定や妊娠期間の経過観察など従来と異なる測定場面が想像できる。婦人科や整形外科クリニック、健診施設などで導入しやすく、骨密度検査数の増加に伴う2台目の骨密度測定装置としても現実的な選択肢となる。また、退行変性などのアーチファクトの影響を受けず、完全自動解析のため操作者に依存しないので、より適切な測定結果が得られる可能性がある。さらには、スキルや経験に依存するが、ターゲットの骨を描出できれば測定可能なことから、ポジショニングにも依存しない。側弯や拘縮のある患者などにも応用されるであろう。

欧州骨粗鬆症学会は、2019年にREMSのコンセンサスペーパーを発表し、イタリアでは2021年12月に骨粗鬆症診療ガイドラインにREMSを採用した。今後、日本からの研究成果が期待される。

### 【参考文献】

- 1) Paola MDi, et.al., Radiofrequency echographic multispectrometry compared with dual X-ray absorptiometry for osteoporosis diagnosis on lumbar spine and femoral neck. *Osteoporos Int.* 2019 Feb; 30(2): 391-402
- 2) Cortet B, et.al., Radiofrequency Echographic Multi Spectrometry (REMS) for the diagnosis of osteoporosis in a European multicenter clinical context. *Bone.* 2021 Feb;143:115786
- 3) Adami G, et.al., Radiofrequency echographic multi spectrometry for the prediction of incident fragility fractures: A 5-year follow-up study. *Bone.* 2020 May;134:115297
- 4) Tomai Pitinca MD, et.al., Could Radiofrequency Echographic Multi-Spectrometry (REMS) Overcome the Limitations of BMD by DXA Related to Artifacts? A Series of 3 Cases. *J Ultrasound Med.* 2021 Dec;40(12):2773-2777



## 血管判別アシスト機能による穿刺ワークフロー支援



富士フイルム(株) 山本 勝也 松本 剛

### 【はじめに】

ワイヤレス超音波画像診断装置「iViz air™(アイビズ エア)」は、ワイヤレス、高可搬性、高画質という3つの特長をもち、「超音波診断装置をポケットに入れて持ち歩く」をコンセプトに 2019年12月より販売を開始した。iViz airは、回路基板を内蔵したプローブと表示器(当社提供のスマートフォン)で構成される。プローブで取得したデータは、ワイヤレス通信を介して表示器に送られ、超音波画像をリアルタイムに確認することができる。コンベックスプローブは、AI技術を設計時に活用して開発した膀胱尿量自動計測や、直腸観察ガイドなどのアプリケーションを搭載し、在宅医療を中心に被検者・医療従事者の負担軽減に貢献している<sup>1)</sup>。また、2020年4月より販売を開始したリニアプローブは、表在分野で幅広く使われており、頸動脈や甲状腺といった頸部のスクリーニング検査だけでなく、麻酔科、整形外科、透析や看護の分野にも普及が進んでいる。



コンベックスプローブ リニアプローブ

図1 ワイヤレス超音波画像診断装置「iViz air」

### 【背景】

近年、看護や透析現場において超音波ガイド下血管穿刺法が普及してきている。超音波ガイド下血管穿刺法とは、穿刺のターゲットとなる血管を超音波画像でリアルタイムに描出し(プリスキャン)、血管の径と深さを定量的に確認した上で、超音波ガイド下で血管穿刺を行う方法である。超音波の活用により、体表での視診・触診と解剖学的知識を組み合わせるブラインド法では難しかった血管(細い、深い、濃色皮膚下)に対しても、正確な血管径や深さの非侵襲計測が可能となり、穿刺可能な血管の選択や適切な留置針ゲージの判断精度が向上してきている。しかし、穿刺前のプリスキャンにおいて、穿刺に適した血管を選択することが重要であるが、実際に正確な径や深さを把握するには検査中に手動で動画フリーズや血管径の計測操作が必要であり、ブラインド法に比べて手間と時間を要していた。また、血管探索自体に加え、それぞれの血管に対し、静脈(穿刺対象)か動脈(穿刺非対象)かの判別をプローブの圧迫によ

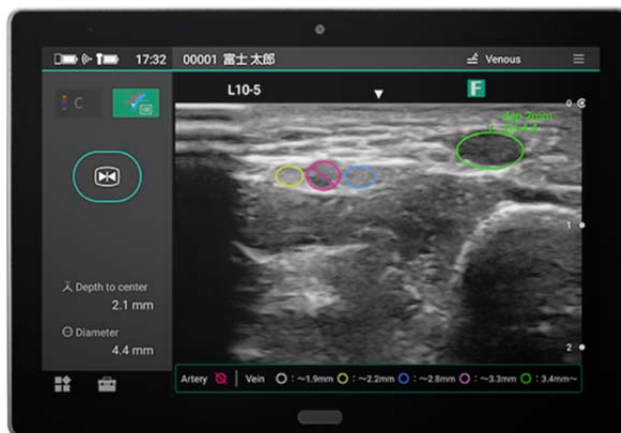


図2 血管判別アシスト機能の表示画面

り行い、その結果を覚えておく必要があった。そこで、AI技術の一つである深層学習技術を設計に用いて、リアルタイムに血管を検出、および動静脈を判別して強調表示し、さらに同時に静脈径と深さを自動計測して数値表示する「血管判別アシスト機能」(図2)を開発し、2021年10月発売の「iViz air Ver4」に搭載した。

### 【血管判別アシスト機能の特長】

#### 1. 概要

本機能のアルゴリズム概要を図3に示す。本機能は、①前処理、②血管判別処理、③後処理の3ステップで構成される。①では、撮影した入力画像を②の処理を行うための所定のサイズ・形式に変換する。②では、畳み込みニューラルネットワーク(Convolutional Neural Network,CNN)を活用して血管外接矩形検出および動静脈判別を行う(図4)。③では、②で得た動脈・静脈それぞれの外接矩形領域を内接円で楕円近似し、穿刺対象となる静脈と判定された血管に対し、径と深さの算出を行う。径の計測法は、楕円を考慮して長径と短径の平均値を採用した。また、穿刺時には、血管の前壁までの距離が必要な情報となるため、深さの計測は、画像中の超音波信号領域上端をプローブ接触面と仮定して静脈前壁への垂線の長さを採用した<sup>2)</sup>(図5)。



図3 血管判別アシスト機能のアルゴリズム概要

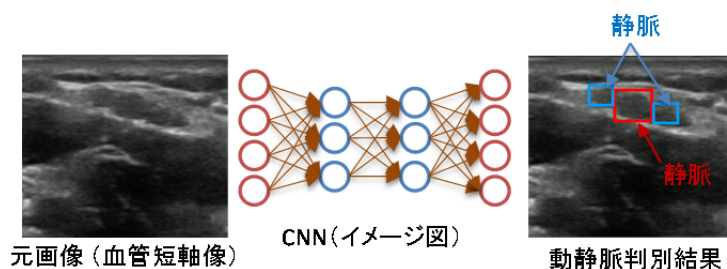


図4 血管判別処理のイメージ

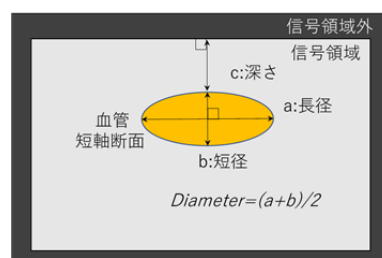


図5 径・深さの計測法

#### 2. AIモデル開発

図6に、血管判別処理を行うAIモデル(CNN)の訓練方法の概念図を示す。

##### AIモデルの訓練方法

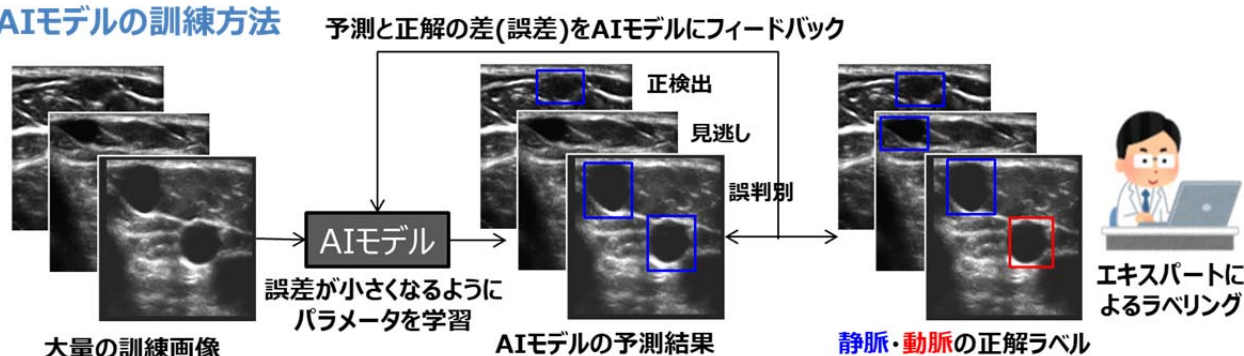


図6 AIモデル(CNN)の訓練方法

数万枚におよぶさまざまな動脈・静脈画像に対し、超音波ガイド下穿刺のエキスパートによって、動脈・静脈領域の正解ラベルを付与し、画像と正解ラベルのセットを使ってAIモデルの訓練を行った。AIモデルは、画像の局所的な構造の特徴（血管壁のわずかな違いなど）と大局的な構造の特徴（出現位置や周辺構造）を超多次的に捉え、AIモデルの予測結果と正解ラベルの誤差を小さくするようにAIモデルのパラメータを反復学習することで、高いロバスト性を持って、高精度に動脈・静脈領域を得られるよう開発した

### 3. 性能評価

図7に、本機能で血管判別を行った例を示す。本機能の対象とする血管の短軸像から血管領域を自動検出し、同時に動静脈を自動判別して色分け表示している。さらに、静脈径と深さを自動計測し、径に応じて色分け表示しつつ、血管の横に数値表示している。なお、精度の有効性に関しては、本機能によって自動計測した血管径が熟練技師による手動計測値と良く一致（相関値  $R > 0.98$ ）していることを1000枚以上の画像（被検者50名）に対して、確認している。血管の情報がリアルタイムに表示されることにより、検査の手を止めることなく、迅速に穿刺対象血管の選択が可能となった。また、動静脈の判別をアシストすることにより、検査者に注意喚起を促し、より安全な穿刺手技につながった<sup>3)</sup>。

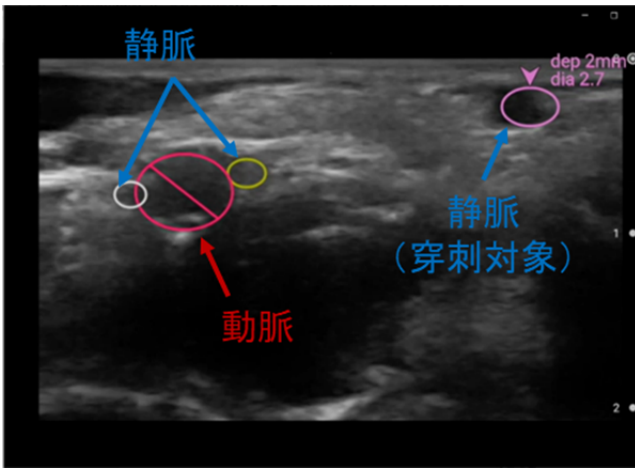


図7 血管判別アシスト判別機能の検出例

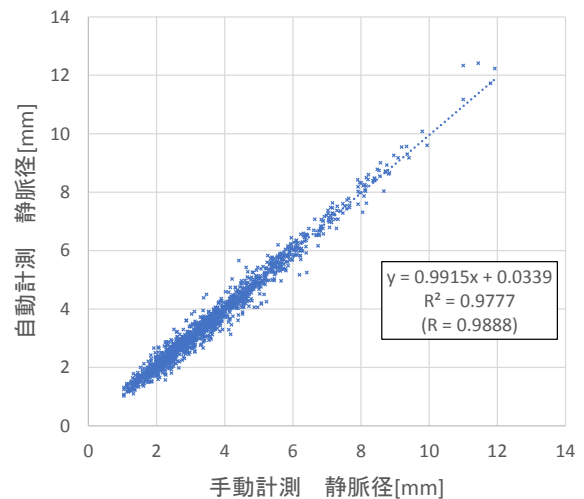


図8 静脈径の手動計測値と自動計測値の比較

#### 【おわりに】

超音波ガイド下血管穿刺法をサポートする「血管判別アシスト機能」を搭載した「iViz air Ver.4」が、在宅医療や看護・透析の現場における血管穿刺の安全性を高め、検査時間を短縮して効率化することで、患者のQOL向上、および医療従事者の負荷軽減に寄与することを期待している。当社は、今後もさまざまな部位の観察や検査をサポートするAI機能を拡充しながら、超音波検査・診断におけるさまざまな課題の解決を図っていく。

#### 【参考文献】

- 1) 桑波田奈央,ほか. 前立腺 IMRT における尿量の評価 — iViz air の有用性 —. 第30回大阪府診療放射線技師会学術大会予稿集. 2021; 11
- 2) 村山陵子,第3回 エコーで行う「末梢静脈カテーテル留置・管理」、Expert Nurse Vol.34 No.2, pp123-124 (2018)
- 3) 小川智也, 超音波装置による動静脈の自動判別機能の可能性と未来, 第25回日本透析アクセス医学会学術集会プログラム. p129.

## DLR を用いた画像処理技術 Deep Resolve

シーメンスヘルスケア(株) DI 事業本部 MR 事業部  
齋木 秀太郎



### 【はじめに】

MRIは、画像診断で重要なモダリティの1つとして確立されている。優れた組織コントラストが特長であるが、撮像時間が長いのが問題であった。撮像時間を短縮するため多くの撮像技術が開発されてきた。約20年前にパラレルイメージングが開発され当初は、大きく注目された。パラレルイメージングによる高速化は有用だが、高速化にともなって収集データ量が少なくなるためSNRが低下する。特に、高いアクセラレーションファクターを用いた場合に顕著になる。近年開発されたSimultaneous Multi-Slice (SMS)は、複数断面を同時に励起・収集することで撮像時間を短縮することが可能となる。アンダーサンプリングすることなく実データを収集していることから、SNRの低下は大幅に抑えることが可能となった。3D撮像法では2D撮像に比べ撮像時間が延長するが、サンプリングパターンを工夫することで、高いアクセラレーションファクターを用いることができる CAIPIRINHAやIterative Denoisingをもちいた Compressed Sensingも臨床応用され始めた。

本稿では、これらの高速撮像技術(Turbo Suite)と組み合わせて使用する Deep Resolveを紹介する。

### 【特長】

#### 1. Turbo Suite

パラレルイメージングは、SENSE と SMASH の 2 つに大別され、収集データをアンダーサンプリングする点で同様であるが、画像再構成の手法が異なる。SENSEは取得したコイルの感度分布から、折り返した画像を展開するのが特長である。

GRAPPA<sup>1)</sup>は SMASH を改良した技術であり、k-spaceに補間データを充填後、フーリエ変換し画像作成する。サンプリングしていないデータポイントは、スキャン中に収集したリファレンスデータ(ACS: Auto Calibration Signal)と全コイルエレメントの実測データより求められる係数(GRAPPA kernel)を用いて補完される。パラレルイメージングの手法にかかわらず、アクセラレーションファクターを高く設定した場合、アーチファクトの出現やノイズが増幅する。

CAIPIRINHA<sup>2)</sup>は 3Dイメージングにおいて高い倍速数を実現できるパラレルイメージング技術である。収集するデータポイントとアンダーサンプリングするポイントをシフトさせることで、折り返しデータの重なりを制御し、g-factorの影響を低減することで SNR低下を抑えることができる。

SMS<sup>3)</sup>は、2Dイメージングにおいて複数断面を同時に励起および収集し、撮像時間を短縮する技術である。SMSはパラレルイメージングと異なりアンダーサンプリングしないため、SNRにおける Signalは低下しない特長がある。しかし、同時収集した画像をそのまま再構成すると複数画像が重なり、画像展開時のノイズが増加する。これは、3断面以上を同時励起する際に顕著となるため、SMSではGRAPPAとCAIPIRINHAの技術をスライス方向(Slice GRAPPA、Blipped CAIPIRINHA)に応用している。具体的にはスライス方向の Slice-GRAPPA Kernelを作成し、多段面同時励起(Multi Band)で重なった画像を展開するが、複数のスライスが重なった場合、Slice-GRAPPA だけでは完全な展開が困難でノイズとして現れる。スライス面内で用いる GRAPPA(In-Plane GRAPPA)では、オーバーサンプリング

することで折り返しを防げるが、Slice-GRAPPAではオーバーサンプリングによる効果は得られないため、Blipped CAIPIRINHAを使用してスライス方向の重なりを制御し、展開精度を向上している(図1)。

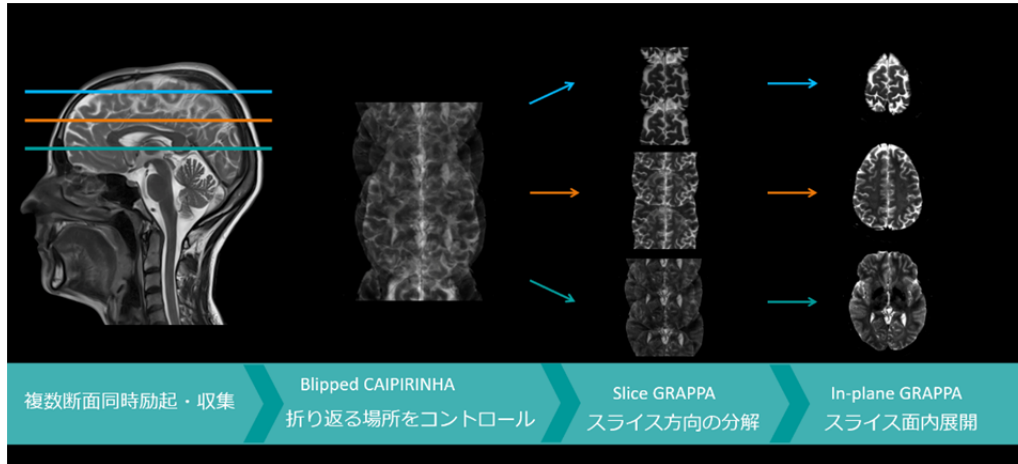


図1 SMSの概要図

Compressed Sensing<sup>4)</sup>(以下CS)は、画像が表現する実体の性質を失わずデータ量を圧縮する技術をMRIに応用し、少ない観測データから観測対象を復元する技術である。前提となるのが、観測データの Sparse(スパース, 疎)性であり、ウェーブレット変換などを通して実体を観測したデータのほとんどの成分をゼロとみなし、未知数よりも少ない観測データから繰り返し計算し、最適解を求める。CSでは、少ない収集データから画像再構成を行うため、撮像時間を大幅に低減することができるが、データ収集にはランダム性を保つことが望ましく、k-spaceの充填方法も工夫されている。プロトコルによっては10～20倍といった速さでデータ収集(撮像)することが可能となる。

CSは、Sparse性とデータのランダム性から3D MRA、3D MRCP、造影ダイナミックシーケンスや心臓シネ画像などの3D以上のデータとの相性がよい反面、2Dデータでは効果は低くなる。

## 2. Deep Resolve

Deep Resolve<sup>5)</sup>は、画像再構成プロセスに Deep Learning Reconstruction(以下、DLR)を用いた先進的なMR画像再構成技術である。Deep Resolveには、MR画像のノイズ除去技術である Deep Resolve Gainと、空間分解能を向上させる Super Resolution 技術を取り入れた Deep Resolve Sharpが含まれており、SNRが高く、空間分解能の高い画像を短時間で取得可能にする(図2)。

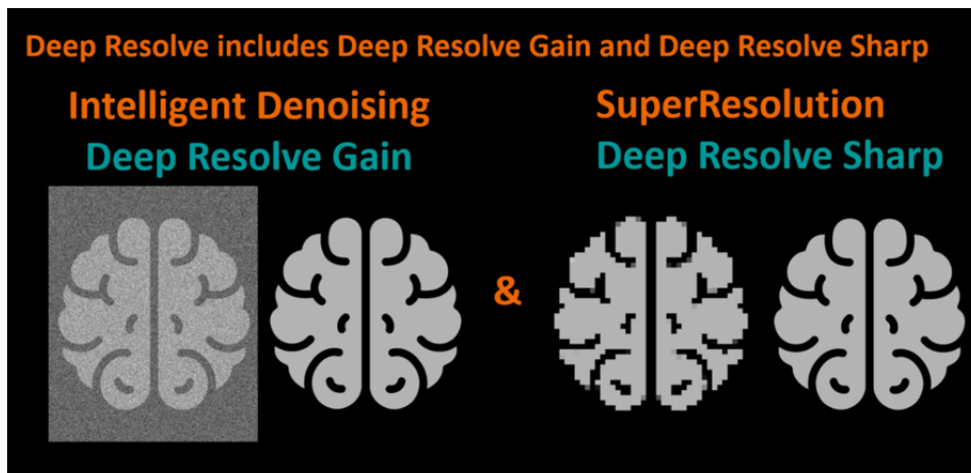


図2 Deep Resolve Gain & Sharp

(1) Deep Resolve Gain

Deep Resolve Gainは、Intelligent Denoisingという当社独自の技術を用いている(図4)。

MRIでは、画像のノイズは画像全体に一様に分布しているわけでは無く、受信コイルの感度に依存し、コイル表面はSNRが高く、コイルから離れるに従って、SNRが下がる傾向にある。また、パラレルイメージングを用いる場合、コイルの配列や体形によって g-factorが変化するため、局所的にノイズレベルが異なる。従来のノイズフィルターは再構成画像全体を対象としているため、このような局所的な変化には対応できない。Deep Resolve Gainは、CSで用いているIterative Reconstructionを応用し、raw dataと同時取得したノイズマップを画像再構成プロセスに組み込むことで、g-factorの影響を考慮し、局所的なノイズを効率的に除去することが可能である(図3)。Deep Resolve Gainは、加算回数を少なくした場合や、パラレルイメージングの倍速を通常より高く設定して撮像時間を短縮した場合でも、Intelligent Denoisingによりノイズを除去し、高速化と高画質の両立を可能にする。

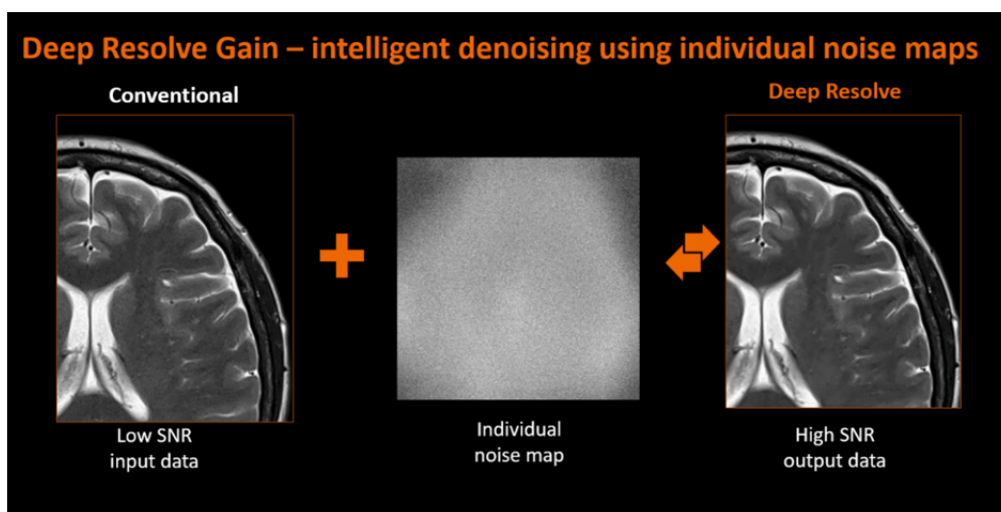


図 3 Deep Resolve Gain

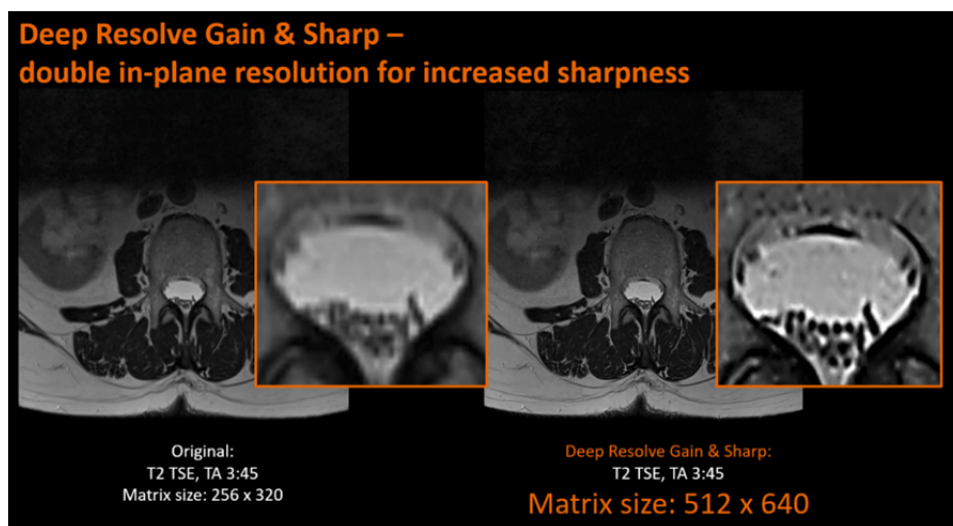


図 4 Deep Resolve Gain & Sharp

(2) Deep Resolve Sharp

Deep Resolve Sharpは、空間分解能を向上させる新しい画像再構成技術である。Deep Resolve Sharpの中核となる Deep Neural Networkは、低解像度の入力データから高解像度の画像を再構成することを可能とする。このアルゴリズムは、一対となる大量の低解像度と高解像度の画像データを

用いて学習されている。Deep Resolve Sharpの学習データは、全身をカバーしているため、あらゆる部位に適用することができる。Deep Resolve Sharpは、収集した面内のマトリクスサイズを最大2倍にして画像化することができ、撮像時間を延長することなく、高分解能画像を得ることが可能となる(図4)。また、コントラストや解剖的構造を正確に再現する目的で、取得した raw dataを画像再構成プロセスに組み込み、再構成後のMR画像とクロスチェックを行うことで、最終的に得られる画像の整合性を高め、精度の高いMR画像を得ることができる。

(3) Deep Resolve Boost

Deep Resolve Boostは、Unrolled Neural Networkをベースとした画像再構成技術で、パラレルイメージングを使用しないデータと、高倍速のアンダーサンプリングデータを学習データに使用しており、高いアクセラレーションファクターにおいても g-factorの影響を加味したノイズ除去が行われ、2D撮像においても4～5倍速のパラレルイメージング撮像が期待できる。また、input画像には rawdata、コイル感度 mapが含まれ、画像再構成時のクロスチェックにより整合性を担保している(図5)。この技術はCSのIterative ReconstructionにDLRを組み込んだものになり、2DイメージングにおけるCSの問題を解決できる。また、再構成の過程に Deep Resolve Sharpの技術も組み合わせ高空間分解能画像を提供する。さらに Deep Resolve Boostは、SMSと併用することで、今までにない高分解能画像を高いアクセラレーションファクターを用いて撮像することが可能となった(図6)。

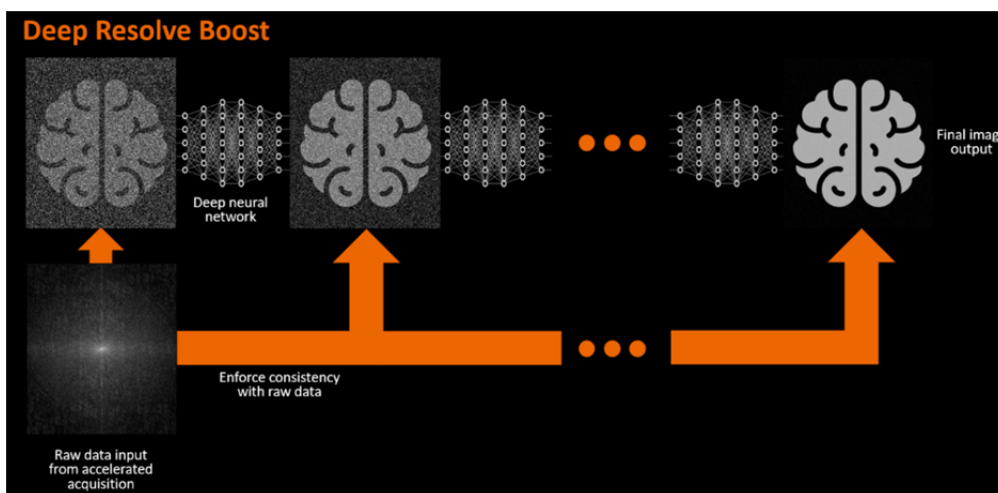


図5 Deep Resolve Boost の画像再構成プロセス

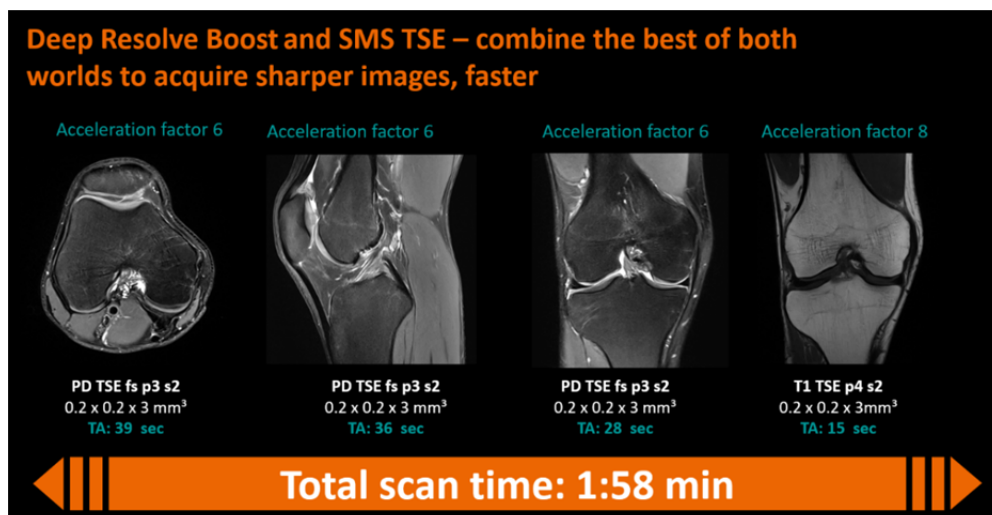


図6 Deep Resolve Boost の臨床画像

**【まとめ】**

Deep Resolveは、高速撮像技術におけるノイズやアーチファクトの問題を解決し、より高いアクセラレーションファクターを用いた撮像が可能となった。ノイズ除去に加え、超高分解能画像再構成技術を用いることで、従来にない短い時間で高分解能化を可能とした。

**【参考文献】**

- 1) Griswold MA, et al: GeneRalized Autocalibrating Partially Parallel Acquisitions (GRAPPA). Magn Reson Med 2002; 47:1202-1210.
- 2) Felix B, et al; Controlled Aliasing in Parallel Imaging Results in Higher Acceleration (CAIPIRINHA); MAGNETOM Flash 1/2012
- 3) Barth M et al: Simultaneous Multislice(SMS) Imaging Techniques. Magn Reson Med 75 : 63 -81 ,2016
- 4) Lustig M et al; Sparse MRI: The Application of Compressed Sensing for Rapid MR Imaging. Magn Reson Med 58(6): 1182-1195, 2007
- 5) Nicolas Behl. Deep Resolve Mobilizing the Power of Networks. MAGNETOM Flash (78) 1/2021:29-35.



## 医療における放射線技術の挑み —コロナ禍を乗り越える—

公益社団法人 日本放射線技術学会 第78回日本放射線技術学会総会学術大会

実行委員長 市田 隆雄



国民が心安らかに和んだ生活ができる一助に医療がある。放射線診療はその一角を支えており、放射線技術はその根幹にあり医師の診断・治療に有用に活用されている。ここで放射線技術を応用する放射線機器を振り返ってみよう。50年前はすべてがアナログであったが、1970年代でのCT出現で大きく様相は変わった。更にはMRの出現、一般撮影でもデジタルとなり、全モダリティで革新的な技術変化が起こった。画像の質も年々高精細化が進み、10年スパンで元来では想像できないような新しい技術が出現している。処理機能も発展し、その処理スピードの高速化も著しい。これら一連の効能はJIRAのご尽力の賜物であり、ひとえに一技術者として深く感謝したい。

さて、このような放射線機器は最適な放射線技術に基づいた使用が求められている。最適に使用されれば、精細な放射線画像(MRIを含めて)が入手でき、細小病変を見つけることができる。より早く病変が発見でき、的確な治療をすれば根治することに極めて近づく。昔々、『がん』と耳にすると死を彷彿させたが、現在の『がん』は治療できる病変との感覚に近付いている。JIRAと放射線技術が医療に力強く貢献できている証であろう。

ところで、2020年初頭から世界がコロナ禍に巻き込まれ、本邦でも同年2月中旬に激変が訪れた。感染を防ぐことが世情での重要課題となり、罹患した患者においては適切な加療が求められた。正確な診断のために放射線技術として胸部X線撮影とCTが重用されており、AIを用いた診断も試みされている。更に大きく変わったのは感染制御の対応方法である。医療における感染制御は既に確立されていたが、COVID-19における手法はそのウイルスの解明に伴い、どんどん明確化したといえる。感染患者のみならず、わずかでも感染疑いのある患者に適応することになった。そして、その考え方も更に変わり、陰性と確定しない患者すべてでコロナ対策を講じる対応方法になっている(第6波の2022年2月時点)。放射線技術の周囲環境は、想像もし得なかった対応方法となり、その下で一般撮影、透視、CT、MRI、核医学、血管撮影・IVR、放射線治療、病棟・手術室ポータブル撮影の最適な運用が求められている。検査室では次々に患者が入れ替わるが、その患者間での感染を絶対に起こさないように日々努力している。私の所属施設は、大阪でもとりわけコロナ対応に臨んでおり、全国のご施設での辛い状況をよくよく拝察できる。そのすべての放射線技術の関係者に心からの労いをお伝えしたい。

話題を変えるが、コロナ禍の動向に関係なく従前からの患者がおられることを忘れてはならない。がん患者を始め、さまざまな基礎疾患を持たれる患者について、引き続き最適な放射線技術の提供をせねばならない。この遅滞は中長期展望で病変における5年生存率の低下になりかねず、放射線技術の挑みに正常な放射線診療が託されているように思える。どのような環境下でも最適な放射線技術の提供が保たれることを願いたい。コロナ禍を乗り越えて、先々の明るい未来を掴むために、放射線技術の挑みに期待を寄せている。本稿の執筆時期は第6波の渦中で、JRC2022の開催の模様も予測できない面がある。しかしながら、JRC2022実行委員会ではハイブリット開催で最善を尽くすよう臨んでいる。JRC2022の場が、コロナ禍で疲れの重なる放射線技術の関係者の士気の高まる場となって欲しい。放射線技術の挑みを確認する場として、心安らかに和んだ学術生活を営んでいただきたいと考えている。

最後に、皆さまの放射線業務でのご苦勞に、心よりお見舞い申し上げますと共に、このコロナ禍を乗り越えることを強くお祈り致します。

(大阪公立大学医学部附属病院保健主幹兼中央放射線部技師長)

## 一般社団法人 日本画像医療システム工業会の概要

### 1. 概 要

#### (1) 沿 革

1967年(昭和42年9月) 日本放射線機器工業会創立

1980年(昭和55年12月) 社団法人 日本放射線機器工業会設立認可

1998年(平成10年1月) 社団法人 日本画像医療システム工業会と改称

2012年(平成24年4月) 一般社団法人へ移行

#### (2) 英文名と略称

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

#### (3) 事 業

(1) 画像医療システムに関する規格の作成および標準化の推進

(2) 画像医療システムの品質および安全性並びに技術の向上に関する研究調査

(3) 画像医療システムの生産、流通および貿易の増進並びに改善

(4) 画像医療システムに関する展示会および技術指導等に関する講習会、研究会の開催  
並びに参加

(5) 画像医療システムに関する法令、基準等の周知徹底および行政施策への協力

(6) 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、209社(2022年3月31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・検討と行政への提言を行います。

- 医療機器に関する国内・海外法令制度の調査・検討・普及
- 安全性・品質システムに関する規制の検討
- 関連学会・団体との意見交換および連携

##### ○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。

## ○公正取引推進委員会

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

## ○JIRA基準委員会

JIRAで扱う医療機器に関する規格等の審議と承認を行います。

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

## ○IEC国内委員会

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

新業務項目提案を行い、規格化の推進活動も行っています。

## ○継続的研修委員会

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

## ○広報委員会

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

## ○調査・研究委員会

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

## ○展示委員会

学会併設展示会を企画運営しています。

1. 国際医用画像総合展 2. 日本核医学会総会併設展示会

## ○関連産業振興委員会

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関連産業(モダリティ機器、ソフトウェア、周辺機器、関連用品、関連工事、測定管理、保守サービス等)の発展振興のための施策を企画、推進します。

## ○放射線・線量委員会

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

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

## ○国際委員会

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

## ○環境委員会

化学物質規制、エネルギー効率、リサイクルなどの環境規制に関しての情報収集や動向調査を行うと共に、関連団体と連携し提言活動を行います。

1. 医療機器の輸出等に影響する欧州化学物質規制(RoHS、REACH)などの世界的な環境規制について関連工業会と連携しながら情報の収集・発信 2. 関連団体等と連携し各国環境法規制動向調査 3. 医療機器に関連する各国環境規制の(仮)翻訳及び環境セミナー開催

## ○産業戦略室

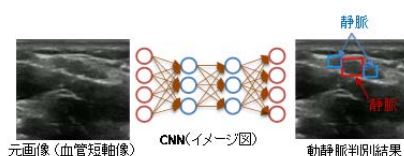
行政・経済・環境・社会・技術など外部環境変化を踏まえ、画像医療システム産業の成長促進のため、産業ビジョン・戦略の策定、データベースの整備、実態調査・分析などを推進し、行政への迅速対応、ステークホルダーへの情報発信・提言活動を行っています。

## ○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



ワイヤレス超音波画像診断装置「iViz air Ver4」に「血管判別アシスト機能」を搭載した。

血管判別処理を行うAIモデルの一つである畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を活用した血管外接矩形検出および動静脈判別処理のイメージ図。数万枚におよぶ様々な動脈・静脈画像に対し、超音波ガイド下穿刺のエキスパートによって動脈・静脈領域の正解ラベルを付与し、画像と正解ラベルのセットを使ってAIモデルの訓練を行った結果、リアルタイムの動静脈の判別、静脈径と深さの表示が可能となった(41頁図4)。



Deep Resolveの臨床画像。Deep ResolveはMRIの画像再構成にDLRを組み込むことで、従来的高速撮像技術をさらに高速化することができる。シーケンスごとに最適化されたDLRを用いることで、再現性を確保し精度の高いMR画像を提供する。Deep Resolveはノイズ除去だけでなく実測データを元に高分解能化することが可能で、磁場強度やコイル性能に依存することなく高画質化と撮像時間の短縮が可能となる(45頁図4)。

編集後記

新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の流行により、私たちの生活は大きく変化しています。今もなお、オミクロン株による感染者数が増加しています。

JRC2022のテーマは、「未来への潮流と変革 Radiology - A key for the paradigm shift」です。コロナ禍がもたらした社会変化によって、社会的価値観は変化し、医療分野も変化しています。人工知能(AI)技術のさらなる発展がコロナ禍の窮地を乗り越え、さらには、新たな未来を切り拓くことを切に願います。

今回の新製品・新技術、技術解説は、とても興味深い内容となっています。これらの新技術が、社会変化に対応するイノベーションの進展となり、医療の未来につながると信じています。最後に、JRC2022の成功をお祈りしております。

(高見実記)

JIRAテクニカルレポート 2022. Vol.32 No.1(通巻第61号) 2022年3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	長東 澄也	コニカミノルタ(株)
副委員長	田中 和巳	(株)島津製作所
委員	坂上 弘祐	キヤノンメディカルシステムズ(株)
〃	高見 実	富士フイルム(株)
〃	前田 賢	(株)マエダ
〃	村地 正行	(株)三協
〃	山本 登	(株)クライムメディカルシステムズ
オブザーバー	古屋 進	(株)三協
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 2-5-1  
住友不動産飯田橋ファーストビル 1階  
TEL. 03-3816-3450 <https://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>

本誌のPDF版は日本画像医療システム工業会の以下のサイトに登録されていますので、ご覧いただければ幸いです。

JIRAホームページ 刊行物ーテクニカルレポート  
[http://www.jira-net.or.jp/publishing/technical\\_report.html](http://www.jira-net.or.jp/publishing/technical_report.html)

