

大腸 CT 用経口造影剤 コロンフォート内用懸濁液 25%

～本邦初の大腸 CT 用経口造影剤～

株式会社伏見製薬所
開発推進室 渡部 朋子

FSK 株式会社伏見製薬所

1. はじめに

コロンフォート内用懸濁液 25% は、硫酸バリウムを有効成分とし、大腸 CT 検査に当たって検査前日からの食後に 3 回経口投与することにより、腸管内残渣に高い CT 値を与えて腹部組織との画像上の識別を可能とする。すなわち腸管洗浄を行わなくても大腸画像診断を可能とする、大腸 CT 検査のための陽性経口造影剤である。

当社伏見製薬所は、60 年以上にわたり消化管 X 線造影用の硫酸バリウム製剤の研究開発・製造販売を行ってきた。今回、「腸内容物の標識による大腸コンピュータ断層撮像の補助」という新たな適応を有する硫酸バリウム製剤「コロンフォート内用懸濁液 25% (以下、コロンフォート)」を発売したのでその概要を紹介する。

2. 開発の経緯

2-1 大腸がん検診の有用性

本邦における大腸がんの罹患数、死亡数は増加している (図 1)。国立がん研究センターによる罹患数・死亡数の予測では、2016 年度の大腸がんの罹患数は 147,200 人で部位別で第 1 位、死亡数は 51,600 人で部位別で第 2 位と予測されている¹⁾。

一方で、大腸がんのステージ別 5 年相対生存率は、ステージ I で 99.0% (結腸 100%、直腸 97.0%)、ステージ II で 90.9% (結腸 92.0%、直腸 89.3%) と、全がんの平均値に比べて高い数値を示している²⁾。つまり大腸がんは早期に発見し治療することにより治癒可能ながんであり、大腸がん検診の意義は大きい。

本邦では、便潜血検査による大腸がん検診が行われているが、便潜血検査陽性者における精密検

査の受診率は 53.9%³⁾ と半数程度にとどまる。早期発見、早期治療のためには、この精密検査の受診率を高めることが課題とされている。

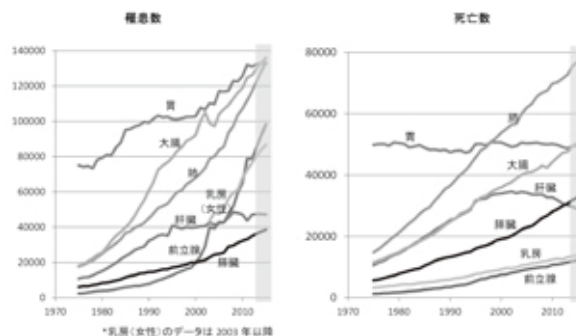


図 1. 部位別のがん罹患数・死亡数の推移
http://www.ncc.go.jp/jp/information/press_release_20150428.html より引用

2-2 大腸 CT 検査の有用性

2012 年より大腸 CT 検査が保険適用となり、新たな大腸画像診断法として加わった。大腸 CT 検査はこれまでの大腸画像診断法に比べて低侵襲な検査法であり、大腸精密検査受診率向上への寄与が期待されている。

2-3 大腸 CT 検査における便標識

大腸 CT 検査では、残液や残便が病変を含めた腸管組織と明瞭に区別できれば、腸管内を完全に空にする必要はない。検査前日から経口造影剤を服用して腸管内の残渣の CT 値を高め、組織と識別しやすくする「タギング (便標識)」の前処置が用いられる (図 2)。



図 2. タギングのイメージ図

タギングは大腸 CT 検査の精度確保のために必須とされているが、本邦ではこの適応を持つ経口

造影剤は市販されていなかったことから、臨床使用経験豊富な硫酸バリウムを用いたタギング用の経口造影剤を要望する声が多く寄せられた。そのため開発に着手し、本邦初の大腸CT用経口造影剤コロنفォートとして2016年3月に製造販売承認を受けた。

3. コロنفォートの特徴

コロنفォートは硫酸バリウム濃度 25w/v% の懸濁液で1回服用量 32 mL を1瓶に包装している(図3)。1回服用量に含まれる硫酸バリウムは8gである。1検査当たり3回の服用で硫酸バリウムの量としては合計24gとなり、胃X線検査における服用量(硫酸バリウムとして200~300g)の約1/10の量である。残渣に均一に混ざることを目的として粒子径や粘性などを工夫した。コロنفォートは受診者が自宅で服用する初めての硫酸バリウム製剤である。飲みやすさを重視して甘味料、香料を配合し、服用しやすい量と濃度の懸濁液とした。



図3. コロنفォートの外観 (32mL)

4. コロنفォートの適用方法

第Ⅲ相臨床試験での適用例を図4に示す。コロنفォートの服用方法は、これまでの胃X線検査用の硫酸バリウム製剤とは大きく異なり、空腹時ではなく食後に服用する。服用時期も検査直前ではなく検査前日の食後3回である。また受診者が自宅または職場などで服用する。コロنفォートを用いた前処置では、腸管洗浄を行う必要はないが、検査前日は消化のよい食事とする。そして、コロنفォート服用前の非標識便を排泄する目的で高張性下剤や緩下剤を併用することが望ましい。コロنفォートと下剤の服用のタイミングは、検査時間や下剤の効果発現時間などに応じて決定する必

要がある。

2日前	検査前	下剤(錠) ※下痢している場合、この日は下剤を飲まなくて結構です。	
検査前日	朝食		検査 コロنفォート1本 食後30分以内にお飲みください。
	昼食	コンソメスープ カレーライス	検査 コロنفォート1本 食後30分以内にお飲みください。
	夕食	※夕食は、20時頃までに飲み上げてください。 親子丼 お味噌汁	検査 コロنفォート1本 食後30分以内にお飲みください。
		19時から21時頃までに 下剤を水に溶かして飲んでください。	クエン酸 マカシウム製剤 (50g)
検査前	検査前	※コップ1杯以上の水に 下剤を満下して飲んでください。	下剤
当日	検査	※検査当日の朝食は、7時までに飲み上げてください。	コンソメスープ

○検査食「FG-two」を使用した一例です。

図4. 治験でのコロنفォート適用例

5. コロنفォートの使用上の注意 (安全性)

コロنفォートの適用を禁忌とすべき患者、慎重に投与すべき患者は、これまでの硫酸バリウム製剤と同様である。硫酸バリウムの適用量としては胃X線検査の1/10程度となることから、副作用等の発生のリスクが既存の硫酸バリウム製剤を上回ることは考えにくい。受診者が自宅に持ち帰り服用するため、安全な使用には十分に注意を払う必要がある。特に注意すべき副作用としては、アナフィラキシーなどの過敏症症状、消化管穿孔・腹膜炎などの消化器症状がある。

アナフィラキシーの対策としては、検査前の問診で硫酸バリウム製剤による過敏症の既往の有無を確認し、既往のある方への投与を避けること、過敏症の初期症状について受診者に説明し、症状が現われた場合には、直ちに医療機関を受診するよう指導することが挙げられる。

消化管穿孔・腹膜炎の対策としては、検査前に穿孔、急性出血や閉塞等の消化器症状の有無や既往を問診し、リスクの高い受診者への投与を避けること、検査中に消化器症状が見られた場合には直ちに検査を中止して穿孔の有無を確認すること、帰宅後に消化器症状が見られた場合には直ちに受診するよう受診者に指導することが挙げられる。

なお、大腸 CT 検査の前処置として行われる腸管拡張において、腸管内圧上昇やカテーテルによる外傷に起因してまれに消化管穿孔を起こすことが報告されている。このような症例では、コロنفォートの適用によりバリウム腹膜炎が引き起こされるおそれがあるので、送気などの処置は十分に注意して行う必要がある。コロنفォートの適正使用に関しては、「添付文書」をご参照いただきたい。

6. コロنفォートの有効性

有効性は全大腸内視鏡検査に対するコロنفォートを用いた大腸 CT 検査の診断精度を主評価とし、合わせてタギング状態、前処置の受容性を確認した。

6-1 診断精度

便潜血陽性者 73 例を対象にコロنفォートを用いた大腸 CT 検査の結果と、全大腸内視鏡検査結果を比較した。6mm 以上の隆起性病変に対する診断精度は、感度 0.778 (14/18)、特異度 0.945 (52/55)、正診率 0.904 (66/73) であった。これは、米国の大規模試験 ACRIN 6664⁴⁾ に劣らない結果であり、コロنفォートを用いた大腸 CT 検査は十分な診断精度を有することが確認できた。

6-2 タギング状態

全大腸を 6 部位に区分し、腸管内に残留していた便について、3 人の読影医がそれぞれ目視により便の標識状態を評価し、部位ごとに良好・不良を判定した。標識が良好とされた部位の割合（良好とされた部位／残渣が認められた部位）は、盲腸 0.630 (126/200)、上行結腸 0.683 (136/199)、横行結腸 0.871 (162/186)、下行結腸 0.868 (145/167)、S 状結腸 0.852 (156/183)、直腸 0.759 (129/170) であった。全部位では 0.773 (854/1105) であり、残渣が認められた部位の約 8 割で識別の良好なタギング像が得られた。コロنفォートによる良好なタギング像の一例を図 5 に示す。



図 5. コロنفォートによる良好なタギング像

6-3 前処置の受容性

腸管洗浄を行った全大腸内視鏡検査の前処置とコロنفォートを用いた大腸 CT 検査の前処置の受容性を、VAS (ビジュアル・アナログ・スケール) を用いた受診者アンケートにより比較した。コロنفォートと高張性下剤、緩下剤の組み合わせによる前処置の負担 (33.2 ± 2.6) は、腸管洗浄による前処置の負担 (49.7 ± 2.7) に比べて有意に小さいことが示された (図 6)。

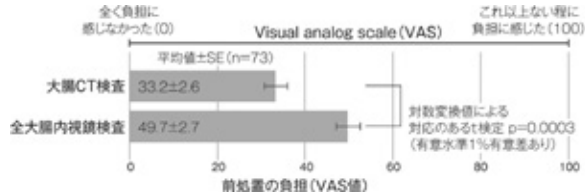


図 6. 前処置の負担の比較 (VAS 値)

7. コロنفォートの臨床的意義

コロنفォートを用いた大腸 CT 検査では、これまでの大腸 CT 検査と同等の診断精度が得られ、かつ前処置の受容性はこれまでよりも高くなった。すなわちコロنفォートを用いることで、検査精度を維持しつつ受診者の負担の軽減することが可能となり、負担の小さい新たな大腸画像診断の選択肢となる。コロنفォートは、大腸がん検診の精検受診率の向上、そして大腸がんの早期発見に寄与できるものと期待している。

- 1) 2016 年のがん統計予測. 東京都：国立がん研究センターがん対策情報センター. [cited 2016 Aug 29]. Available from: http://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/stat/short_pred.html
- 2) がんの統計'15 [internet]. 東京都：国立がん研究センターがん対策情報センター. [cited 2016 Aug 29]. Available from: http://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/brochure/backnumber/2015_jp.html
- 3) 日本消化器がん検診学会全国集計委員会. 平成 25 年度消化器がん検診全国集計. 日本消化器がん検診学会; [cited 2016 Aug 29]. Available from: http://www.jsjgcs.or.jp/files/uploads/iinkai_h25.pdf
- 4) Johnson CD, Chen MH, Toledano AY, et al. Accuracy of CT Colonography for Detection of Large Adenomas and Cancers. N Engl. J Med. 2008 Sep 18; 359 (12) : 1207-1217.

前処置から画像診断支援まで

人々のすこやかな毎日を願い、
より適確で
より安心な診断ができる
信頼ある製品づくりを。

薬価基準収載

処方箋医薬品 注意-医師等の処方箋により使用すること

【硫酸バリウム製剤】

■ 大腸CT用経口造影剤

コロンフォート® 内用懸濁液25% **新発売** 2016年3月承認、5月薬価基準収載

■ 上部消化管X線造影剤

バリテスター® A240散
硫酸バリウム散 99.5%「FSK」

バリトゲン® SHD

■ 注腸用X線造影剤

エネマスター® 注腸散

■ 消化管X線造影剤

バリトゲン® HD
バリトゲン®

バリトゲン®-デラックス
ウムブラ® MD

【炭酸水素ナトリウム・酒石酸配合剤】

■ X線診断二重造影用発泡剤
バリエース® 発泡顆粒

■ 胃内有泡性粘液除去剤

バリトゲン® 消泡内用液 2%
(ジメチコン内用液)

■ 緩下剤

ファースル® 錠 2.5mg
(ピコスルファートナトリウム錠)

※効能・効果、用法・用量、禁忌を含む使用上の注意等詳細は、添付文書をご参照下さい。

取扱い商品

■ 大腸・CT用検査食 **FG-two**☆
エスピー食品と共同開発。
味とボリュームにこだわった、簡単調理の検査食。

■ 清涼飲料水 **PROJECT F.**
難消化性デキストリン(食物繊維として)入り。

■ 医療用潤滑剤 **FG Jelly**
消臭成分と抗菌成分をダブル配合。
刺激性の少ない透明タイプの水溶性潤滑ゼリー。

遠隔画像診断支援サービス

 **G.I. Lab株式会社**

〒101-0052 東京都千代田区神田小川町2-1
KIMURA BUILDING 7F
TEL : 03-5283-0981

検診に特化。
胃X線を始め、胸部X線、マンモグラフィー、
CT・MRI、大腸CTなど、多様な画像を
お取り扱いします。

 **伏見製薬株式会社**

●資料請求先 営業企画部／香川県丸亀市中津町1676 TEL 0877-22-7284 FAX 0877-22-6284
仙台営業所／TEL 022-295-5667 東京営業所／TEL 03-5328-7801 名古屋営業所／TEL 052-732-8555
大阪営業所／TEL 06-6160-2431 中四国営業所／TEL 082-509-2431 福岡営業所／TEL 092-413-4107
金沢オフィス／TEL 076-255-0282 <http://www.fushimi.co.jp>

「マンモグラフィの最新画像処理技術」 ～人工知能技術を用いた画像処理『Excellent-m』～

富士フイルムメディカル株式会社
販売統括本部 MS 部 梶原 万里子



1. はじめに

当社は、2014年にトモシンセシス機能を搭載したAMULET Innovailtyを発売した。トモシンセシス撮影では低線量で高速撮影が可能なST (Standard) mode (15度)、高解像度で微細な病変形態を確認できるHR (High Resolution) mode (40度)と2つの管球振角を有し、検診や精査に使い分け可能な特長を持つ。

近年、デジタルプレストモシンセシスは、マンモグラフィ単独に比べて乳腺が多い領域に隠れた病変の検出や良悪性の判断に有用であることが示されている。本稿では、さらなる画質向上と被ばく線量低減のために新たに開発したマンモグラフィ画像処理『Excellent-m 2D』『Excellent-m 3D』について紹介する。

2. 人工知能技術^{*1}を用いた画像処理『Excellent-m』

富士フイルムでは、X線画像診断領域での多大な画像データベースを構築し、長年培ってきた知見を活用して、被写体構造をより正確に認識する人工知能技術^{*1}を用いた画像処理技術「Excellent-m」を開発した。

^{*1} 人工的にコンピュータ上で人間と同様の知能を実現させるための一連の基礎技術のこと。当社は、X線画像の画像処理において、人工知能に活用されている画像認識技術を使用しています。

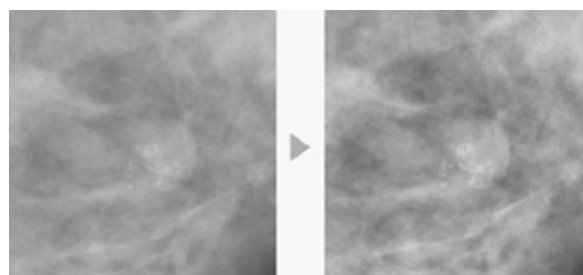
Excellent-m 2Dには、①線質補正技術 (Image-based Spectrum Conversion ; ISC) ②微細構造鮮

明化処理 (Fine Structure Control ; FSC)、Excellent-m 3Dには③逐次近似超解像再構成処理 (Iterative Super-Resolution reconstruction ; ISR)がある。

3. Excellent-m 2D

3-1 線質補正技術 : ISC

X線管球に乳房組織を透過しやすいW (タングステン)を採用することで、Mo (モリブデン)陽極での撮影に比べて被ばく線量を低減することが可能である。しかし、W陽極のマンモグラムはMo陽極で撮影された2Dマンモグラムに対してコントラストが低くなる問題がある。ISCとは、画像解析に基づいて被写体情報を把握し、乳腺/脂肪の量と圧迫厚、X線スペクトルの違いによって生じるコントラストの差を補正する技術である。この技術により、W陽極で撮影したマンモグラムでありながらMo陽極で撮影したマンモグラムと同等のコントラストを実現させている (図1)。



(a) ISC OFF (b) ISC ON
図1. 線質補正技術 (ISC) の効果

3-2 微細構造鮮明化処理 : FSC

FSC技術は図2に示すように、構造パターン認識処理と鮮鋭性/コントラスト改善処理から構成される。構造パターン認識処理では、画像に含

まれている乳腺や石灰化などの情報から、類似画素値が局所的に集合して形成される、直線や曲線や交線などの複雑な構造パターンを画素毎に認識する。認識された構造パターン情報に基づいて、被写体が持つ正常構造や病変構造などの情報に対しては、鮮鋭性/コントラストを改善する。

一方、ランダムな画素値が局所的に集合するような情報に対しては、その情報を低減させることでノイズの増加を防止する。

マンモグラフィ読影にとって重要な微細構造をパターン認識処理により抽出することで乳腺や石灰化などの鮮鋭性/コントラストを改善、さらに、パターン認識処理によりノイズを抑制することで低線量撮影を可能とし、低線量で高鮮鋭な画像を実現した。

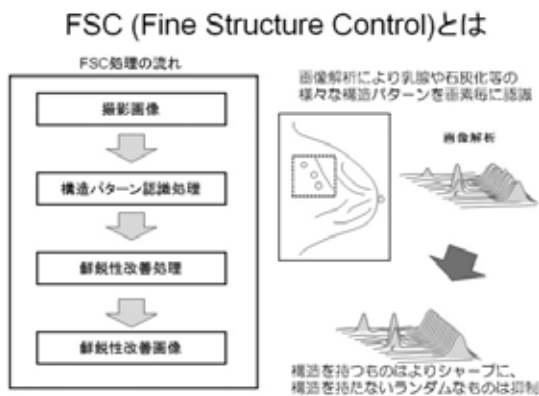


図2. FSC 技術のフロー

FSC 技術の効果を図3に示す。30%の線量を低減した画像 (b) にFSCを適用する (c) とノイズを増加させずに従来画像 (a) とほぼ同等の粒状性になる。また石灰化の鮮鋭性及び乳腺のコントラストが向上する効果を確認できる。

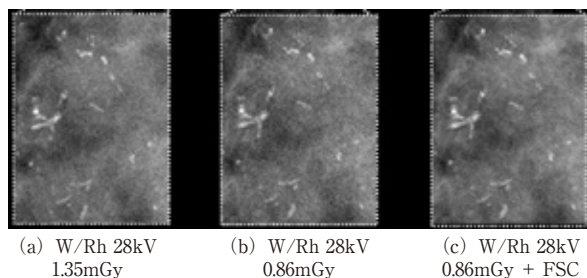


図3. FSC 技術の効果 (切除乳房 35mm 厚)

4. Excellent-m 3D

4-1 逐次近似超解像再構成処理: ISR

逐次近似法と超解像技術を応用した再構成を行うことによって、従来のトモシンセシスの再構成法 (Filtered Back Projection; FBP) と比べて、さらなる画質向上と低線量を実現した。一般的に逐次近似再構成は膨大な演算時間が必要であるが、アルゴリズムの工夫と、再構成処理と画像処理の並列化により実用可能な処理速度を実現している。以下にISRによって期待される3つの効果について紹介する。

(1) アーチファクトの抑制

投影角度が制限されたトモシンセシス撮影では、断層像への焦点面以外の構造の写り込みが原理的に発生してしまうが、逐次近似再構成の原理に基づいた再構成処理技術によって、これを抑制している。

図4に高コントラスト構造と低コントラスト構造を模擬した156ファントムを示す。焦点位置 (0mm) で in focus となる構造は、FBP 法では焦点面以外にも写り込むが、ISR 処理では、焦点面以外への写り込みが抑制されていることが分かる。

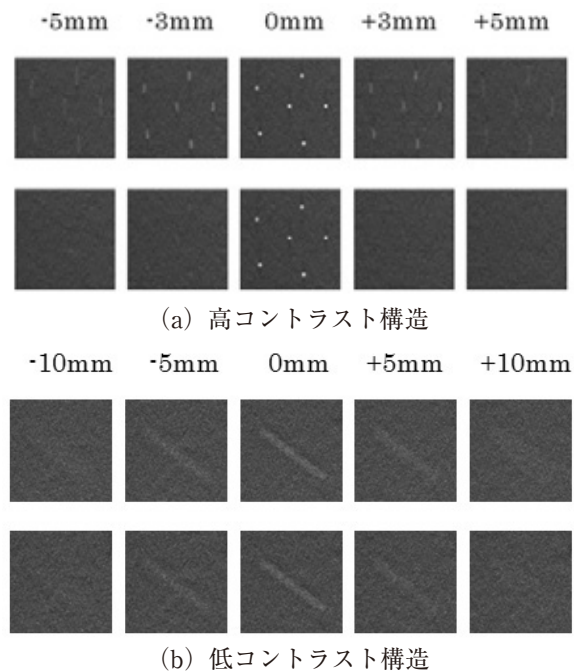


図4. 逐次再構成の効果 (上) FBP 法 (下) ISR 処理

(2) ノイズ抑制

人工知能に活用される認識技術を用いて投影像と断層像の比較を繰り返すことで、人体構造に当てはまらないパターンをノイズとして取り除き、被写体の立体構造の推定を行う。再構成時に「構造を持たないノイズ」成分を抽出し、これを除去することにより、粒状性を改善する処理を搭載した。石灰化や乳腺構造が重なって見える領域であっても、画像を劣化させることなくノイズだけを認識できるため、これまで見分けにくかったノイズと微小な石灰化が見分けやすくなる(図5)。

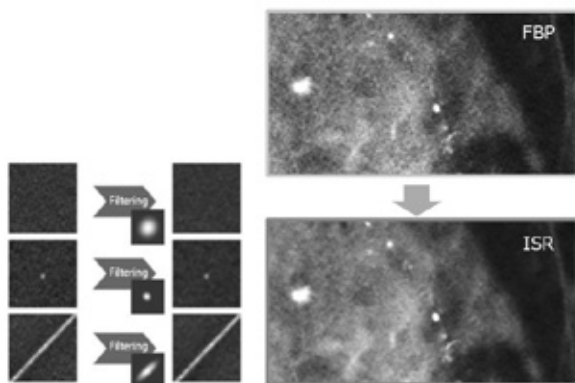


図5. ノイズ成分の抽出、粒状改善の効果

(3) 超解像技術による鮮鋭度向上

超解像(super-resolution)とは、わずかに異なる情報を持つ観測画像を基に、より細かい実効サンプリング間隔を持つ画像を生成する高解像化技術である。

ISRでは、逐次近似再構成処理技術に加えて、石灰化や乳腺構造等の微細構造の視認性を向上するため、超解像技術も搭載している。図6に示すとおり、わずかにずれた投影画像を観測画像のサンプリング間隔よりも細かな精度で位置合わせし、同一空間上にプロットする。この画像空間では、検出器の画素ピッチより細かな間隔で画素格子を定めても、格子内に対応する情報が含まれることになり、単純な補間処理では不可能な情報の復元が可能である。

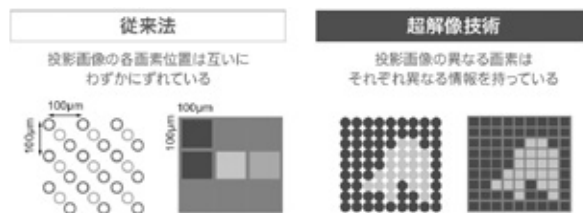
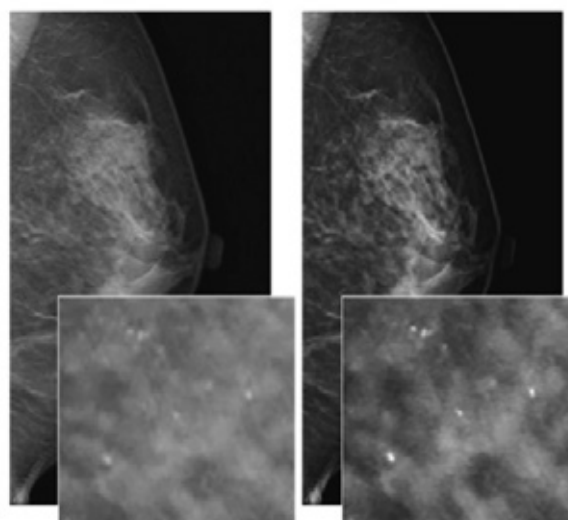


図6. 超解像技術による画像の高解像度化

4-2 臨床画像評価

FBPとISRの臨床画像の比較を示す(図7)。ISRではコントラストが向上し、石灰化などの微細構造の視認性が向上している。逐次近似再構成により焦点面以外の写り込みが低減されコントラストが向上した効果と、超解像技術により鮮鋭度が向上した効果と考えられる。



(a) FBP (b) ISR

図7. トモシンセシス臨床画像の比較

5. 最後に

2D画像での線量低減技術であるISCとFSC、トモシンセシス画像の新再構成技術であるISRを解説した。これらの技術を含むAMULET Innovalityが広く利用され、画質向上と診断性能向上に貢献することを期待し、今後も乳がん検査の診断技術のさらなる向上に貢献していく。

FUJIFILM

Value from Innovation

世界中の女性の笑顔を守るために。



AMULET *Innovation*

FUJIFILM DIGITAL MAMMOGRAPHY SYSTEM

トモシンセシス機能

幅広い臨床適用を可能にした2つのモード搭載



ST (Standard)-mode

撮影時間が短く、ワークフローと低線量を優先

HR (High Resolution)-mode

画像分析能を優先し、関心領域にフォーカスを合わせた観察が可能

Fujifilm's New Original Detector

HCP構造で高精細画像を生成 *HCP: Hexagonal close pattern

intelligent AEC

乳房タイプに併せてX線量を最適に

AMULET Harmony 受診者の気持ちに寄り添ったHarmony機能



富士フイルムグループは
乳がん検診啓発活動を応援しています。

富士フイルムメディカル株式会社

〒106-0031 東京都港区西麻布2丁目26番30号 富士フイルム西麻布ビル TEL: 03-6419-8033(代) URL: <http://fms.fujifilm.co.jp>
販売名: デジタル式乳房用X線診断装置 FDR MS-3500 認証番号: 224ABBZ00182000

「EIZO CuratOR IVR 操作室ソリューション」

EIZO 株式会社

技術開発戦略室 齊藤 慎治



1. はじめに

IVR（アイ・ブイ・アール）は、さまざまな医療場面で活躍の場を広げている治療法で、「Interventional Radiology = インターベンショナルラジオロジー」の略であり、日本語で「画像下治療」と訳される。IVRでは、X線透視装置、超音波装置、CT、MRIなど複数の画像診断装置で体の中を透かして見ながら、細い医療器具（カテーテルや針）を入れて、検査、治療を行う。

IVR室内では複数の装置が配置されるため、それらの装置を操作する部屋（操作室）ではLive、Refの透視用モニターの他に、それぞれの操作用モニターが配置されている。また装置用に加え、HIS、RIS、PACS、3Dワークステーション、術場カメラなどさまざまなシステム用モニターが共存している。

IVRにおける業務は多岐にわたり、各種検査機器の操作を行うだけでなく、カテーテルなどのデバイス出し、造影剤の調整、そして患者ケアも重要な業務になる。

2. IVRにおける業務課題

操作室では机上の狭いスペースに、複数のモニター、キーボード、マウスが設置され、作業スペースがなく乱雑になる。また操作したいキーボード/マウスを見失うことも多い。これは操作者の負担増、ストレスにもつながる課題である。

また操作・表示対象の装置やシステムが検査室と操作室にまたがることで、検査業務中に検査室と操作室の行き来が多くなる。これは検査の対応遅れにつながる可能性があり大きな課題である。

3. IVR 操作室ソリューション

当社の信号配信マネージャ LMM（Large Monitor Manager）は、複数の映像コンテンツを1台の大型モニターに表示させることができ、表示対象の装置を1つのキーボード・マウスで操作できる。このLMMを中心としたIVR操作室ソリューションを構築することでIVRにおける業務課題を解決できる。

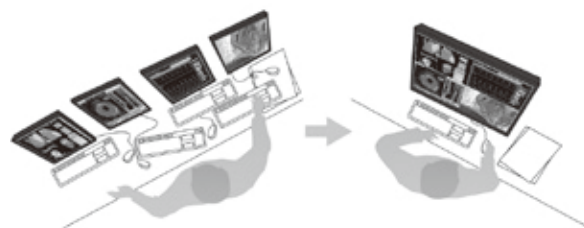


図1. LMM 導入イメージ

以下にLMMおよび操作室向けソリューションの特長を紹介する。

3-1 画像・操作統合

LMM0801、LMM0802、LMM0804の3製品をリリースしており、入力映像（端子）数8は3製品の共通仕様で、違いは出力映像（端子）数になっている。LMM0801は1出力、LMM0802は2出力、LMM0804は4出力。そのため接続するモニター数に合わせて最適な製品を選択することで、必要な情報を必要な場所で表示させることができる。

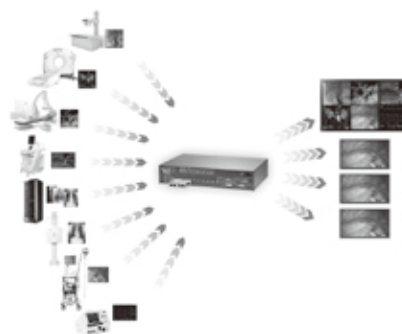


図2. LMM0804の入出力イメージ

3-2 表示カスタマイズ

表示レイアウトを好きなようにカスタマイズできるため、複数の画面を多分割で同時表示して監視することや、見たい画像を大きく表示して見やすくするなど、どの位置に何の映像を表示させるかを自由に設定できる。

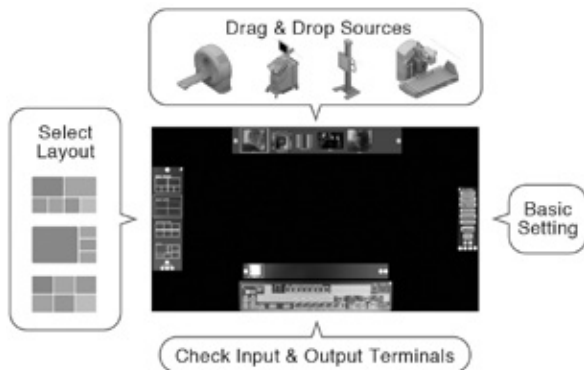
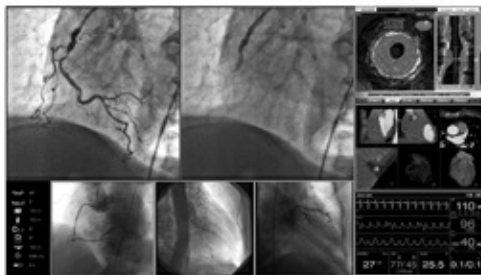
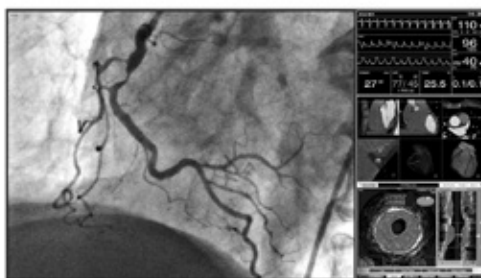


図3. LMM の表示設定画面



Layout 1



Layout 2

図4. 表示レイアウト例

3-3 KVM スイッチ機能

KVM は Keyboard、Video、Mouse の頭文字をつなげた略語で、KVM スイッチ機能はそれらが連動して切り替わる機能であり、LMM にも搭載されている。LMM と端末を USB (アップストリーム) で接続することで LMM に接続された端

末全てを一つのキーボード、マウスで操作できる。大型モニター画面でアクティブになっている画面と連動した端末の操作ができ、画面上で簡単に切り替えできる。

この機能を使い、これまで机上に並んでいた複数のキーボード・マウスを一つにまとめることで、操作者の作業効率を向上させることができる。



図5. 2画面での使用イメージ

また操作用キーボード・マウスを接続させる USB (ダウンストリーム) は6ポート用意されているため、操作者2人の同時使用でも個別にキーボード・マウスを配置することや検査室で表示を操作することなどができる。



図6. 操作者2人での使用イメージ

3-4 操作室向け大型モニター

操作室向けモニターには複数の映像コンテンツを表示させるため、情報量すなわち解像度は高いほど良い。またモニターサイズは机上で使うことを想定した最適な画面サイズにすることが望ましいため、20インチ以下の高解像度モニターでは表示が細かくなりすぎ、40インチ以上になると画面全体が視界に入りきらなくなってしまふ。

そこで当社では、前述の2点を考慮し、RadiForce RX440を推奨している。RadiForce RX440の主な表示性能は以下となり、操作室の多数の画面を表示させるには最適である。

- ・画面サイズ：29.8 インチ
- ・表示解像度：2560 × 1600 (約 4MP)
- ・最大輝度：TYP 750 cd/m²
- ・コントラスト比：TYP 1100:1



図 7. RadiForce RX440

さらに RadiForce RX440 は医用モニターとして JESRA-X0093 グレード 1 にも対応しており、安心して画像確認ができる。

3-5 LMM 操作用タッチパネル

LMM0802 用にタッチパネル操作モニターをオプション設定している。表示の切替えやレイアウト変更を直感的に操作できるため、検査中でも必要な画面に容易に表示を変更することができる。



図 8. タッチパネル操作用モニター

またタッチパネル操作用モニターは軽量コンパクトで設置場所を選ばないため、操作室内や検査室のベッド脇などの最適な設置場所を選択できる。

4. 導入事例紹介

当社ではこれまで IVR 操作室ソリューションを数多く手掛けている。以下に、その一例を紹介する。(詳細は、Web サイトを参照)

4-1 宮崎大学医学部附属病院様

「IVR 操作室の作業効率アップと省スペース化を実現」



図 9. 宮崎大学医学部附属病院様 導入後
<http://www.eizo.co.jp/solutions/solution/medical/miyazaki-u/>

4-2 広島大学病院様

「IVR 検査室内にコンパクトな操作スペースを構築し、検査室と操作室にまたがっていた業務を一元化」



図 10. 広島大学病院様 導入後
<http://www.eizo.co.jp/solutions/solution/medical/hiroshima-u/>

5. 最後に

IVR における業務や環境は施設ごとに異なり、求められる映像環境は異なる。複数台のモニター画面にそれぞれ表示させて操作するのは業務効率にも影響し、設置場所の問題もある。当社はコンサルティングを通じて、IVR における映像環境の全体像を把握し、最適なソリューションをワンストップで提案します。

手術室向け映像支援ソリューション

CuratOR™

[キュレーター]



IVR操作室ソリューション

情報収集能力に優れた信号配信マネージャーと、大量の情報が一度に表示できるモニターを使用することで、操作の統合化と円滑化が図れます。

RadiForce® RX440
76 cm (29.8) 型カラー液晶モニター

LMM0802
Large Monitor Manager



手術室の革新は 映像のスペシャリストから。

手術の状況や治療内容に応じて、映像や医用画像、患者情報は、適切なタイミングで適切な場所に表示することが求められます。

さまざまなお客様の要望を実現するため、EIZOは映像表示技術の専門家として、計画段階のコンサルティングから設置後の運営までをワンストップで提供します。

コンサル
ティング

プランニング

インテグレーション

運用支援

サポート・
アフター
サービス

www.eizo.co.jp



EIZO株式会社

本社 〒924-8566 石川県白山市下柏野町153番地

営業1部 モダリティ・ORソリューション課 (東京) 03-5764-3403

札幌 011-737-6601/仙台 022-212-8751/名古屋 052-232-7701/北陸 076-277-6790/

大阪 06-4807-7707/広島 082-535-7701/福岡 092-715-7706

医療における 3D プリンタの活用 ～熱溶解方式とインクジェット方式～

丸紅情報システムズ株式会社

モデリングソリューション技術部 杉山 久幸



1. 3D プリンタの概要

3D プリンタによる製品加工方法は、三次元積層造形と呼ばれ、既存の切削加工や成型加工に比べ、製品デザインの自由度が高い事を最大の特徴とし、“3次元の形状データを基に、これを薄い層状のデータに変換し一層ずつ積み重ねて立体を製作する方式”を指し、多品種少量生産に向けた手法である。使用材料は、光硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、樹脂粉末、粉末金属等を用い、レーザー光や電子ビーム、インクジェット、熔融押出し等の刺激により層状に硬化させ、3次元形状とする技術である。

現状、3D プリンタには大きく7つの造形方法があり、それぞれ使用材料や用途が異なる。ユーザーは、各造形方法の特徴を生かした利用を行っている。このうち弊社では、2種の造形方法のマシンを取り扱っている。汎用樹脂からスーパーエンプラまで広範囲な樹脂を使用できる熱溶解積層法 (FDM) (図1) とアクリル系の光硬化性樹脂を用いてインクジェット法で造形する Polyjet 方式 (図2) のタイプである。

1-1 熱溶解積層法 (FDM)

FDM 方式は、その使用材料から試作や形状確認用に使用され、多くの工業系メーカーの試作部門にて利用されている。使用できる材料は、ABS、ポリカーボネート、PPSF (ポリフェニルスルホン)、ナイロン12など、最終製品に近い材料を使用できるため、用途としては意匠評価や機能評価、組み付けテストや生産治具など、限ら

れた数量の比較的形状の複雑な生産に供されている。

1-2 Polyjet 方式

Polyjet 方式のマシンは、微細な積層厚による製品表面の滑らかさや、材料を混合して製品の柔らかさを変えたり、複雑なカラー表現が可能といった機能により、デザインやアミューズメント、型の製作といった工業系用と、歯列模型のような医療系での利用が多いマシンである。

2. 医療における 3D プリンタ

さて、医療における 3D プリンタの利用方法であるが、3D プリンタの誕生当初より、多くの場合は患者の臓器モデルの製作を行い、

- ・患者へのインフォームドコンセント
 - ・術前のシミュレーションを兼ねた打合せ (術式など)
 - ・術式のトレーニング
 - ・術場の新機材 (設備) の運用トレーニング
- といった、主に手術時間の短縮や教育に貢献してきた。

近年では、これらに加え臓器データを利用して、患者の臓器表面に一意に決まる形状の、

- ・骨切りガイド (図3、4)
 - ・口腔インプラント用ドリルガイド
 - ・頸椎、脊椎のスクリー用ドリルガイド
- など、シミュレーションに基づく手術安全を確保するようなモデルの製作が増えてきている。

このように、工業系、医療系を問わずにその活用領域を拡大している 3D プリンタであるが、この用途には明確な特色がある。それは製品の製造方法に起因するのだが、“少量”若しくは“オーダーメイド”、“一点もの”と呼ばれるような生産

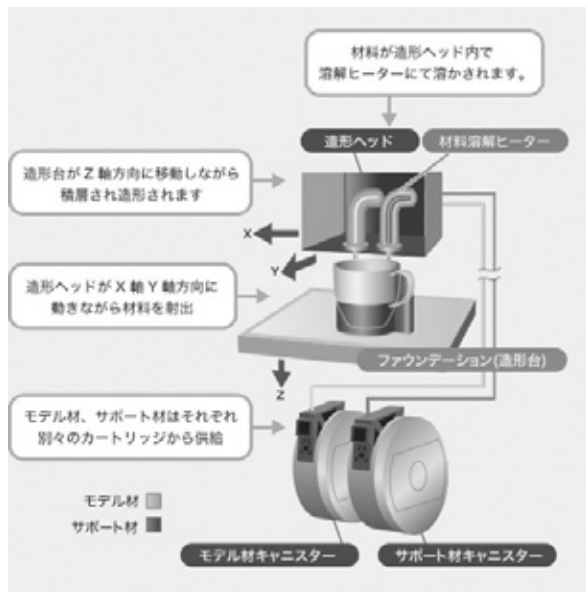


図1. FDM方式

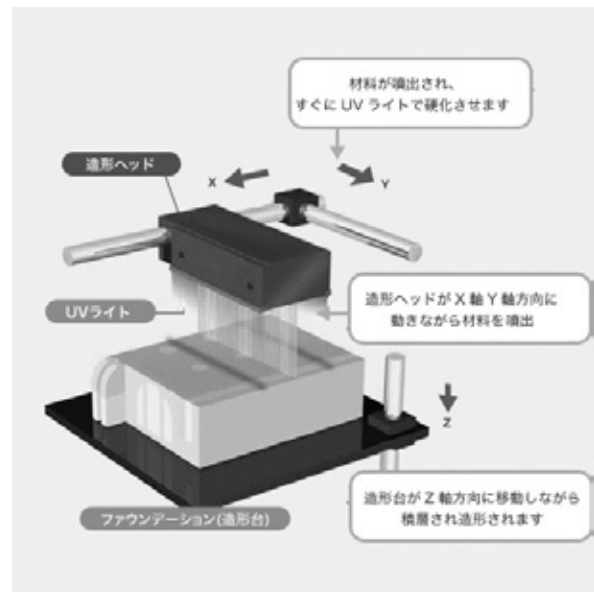


図2. Polyjet方式

数で、“カスタムメイド”“オリジナルデザイン”と呼ばれるような、構造の複雑さ・特殊さを備えたものが向いている。工業製品でいえば、航空機部品や、金型、コンセプトモデルなどが好適な例であり、医療系では、歯列矯正用のマウスピースや歯科補綴具、補聴器や義肢など正に“患者毎”の対応が必要となる製品が該当する。

すでに、補聴器や歯列矯正用マウスピースは、広く世界に認められており、共にそのユーザー数は1,000万人を超えている。

CTやMRI、口腔内スキャナの高機能化・発展に伴い、3Dプリンタの医療や歯科分野への応用が、今後一層の拡大を期待されているが、現状の研究・開発状況は、

- ・チタン (Ti6Al4 など) で積層造形された人工関節やインプラント
- ・人工骨
- ・人工関節置換術における手術ガイド
- ・義肢
- ・再生医療用足場

などで研究中であるが、すでに海外では公に認可されている事例もある。

わが国においても、早急に次世代医療機器として3Dプリンタによるインプラントなどの認可取

得が望まれるところである。

さて、これまで医療における3Dプリンタの活用例を見てきたが、将来的な活用事例とそれに伴い生まれるであろう課題を提示したい。

前述の通り、医療における3Dプリンタ活用の場面は、今後益々増加していくと思われる。手術ナビゲーションシステムとの併用にて使用される骨切りガイドや、遠隔医療にて利用される手術ロボットの術前シミュレーションの精度確認用のモデル、また若いドクターが地元に住ながらにして専門医講習などのセミナーに参加できるテレビ会議システムでの患者症例モデルなど、その利用場面は数多い。しかし、3Dプリンタで造形する製品は、当然ながら元データが必要である。3DCADなどから造形用データを直接出力できる工業製品とは異なり、医療系の特に患者ごとに必要となる造形製品は、多くの場合CT/MRIから出力されるDICOM画像を元に作成される。このデータを編集するソフトウェアはいくつも存在するが、これを編集する技術者の絶対数が、将来的に不足してくると考えられる。

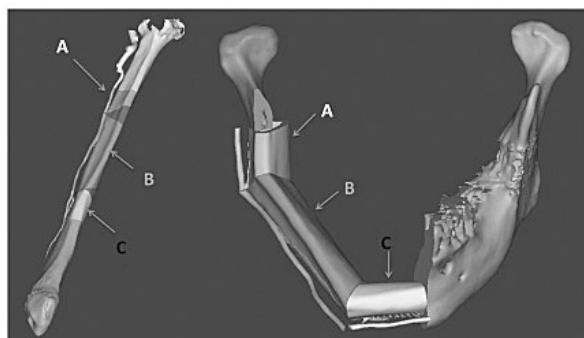


図3. 下顎再建シミュレーション



図4. 下顎再建用肋骨骨切りガイド

これに対し、CT/MRI 側では、ご存知の方も多と思われるが、この数年、付属のワークステーションの機能が追加され、3D プリンタの専用フォーマット (STL フォーマット) を直接出力出来るソフトウェアが多く見受けられるようになってきた。

この機能により、ワークステーション上で、立体形状を確認した関心領域を、そのまま造形データとして用い、実体モデルとして利用していただくことが可能となった。

この機能により、医療画像からのモデルデータ作成工程は、病院内における画像管理部門に頼ることが予想され、診療放射線技師の方々の技術に、モデルの品質が委ねられることと思われる。



図5. STRATASYS 社製新型 3D プリンタ「J750」

最後となったが、「よりリアルな色彩」「よりリアルな質感」をモデルに与えるべく、テクスチャマッピングとカラーグラデーションにより、色彩再現能力を大幅に引き上げた「Stratasys J750」(図5) がリリースされた。カラーコンビネーションは、実に 36 万色以上から選択でき、より臨床に近いモデルをご利用いただくことが可能となった。(図6)

また弊社では、3D モデルの造形サービスも併せて行っている。「セミナー等教育用」「術前検討用」「インフォームド Consent 用」「論文作成用」などさまざまな用途に、構造・色合い・材質(材料の柔らかさ)などご希望に応じたモデルの製作が可能となっている。



図6. STRATASYS 社製新型 3D プリンタ「J750」による心臓モデルサンプル

メディカル 3D モデル造形サービス



「3Dプリンターを、
医療に活用していきたい」
とお考えの医療関係者の方へ。



3D プリンターで、CT/MRI など患者の医療データを立体的に再現し、臓器や血管、骨といった人体モデルの形状や質感までを可視化・可触化した 3D モデルを製作します。また、画像データ編集・造形データ変換やソリューション開発のコンサルティングも承ります。

3D プリンター × 医療 活用のメリット

■ 効率のよい術前計画

- 手術手技、アプローチ等の検討
- 使用する各種デバイスの決定
- 術前ミーティングにおける意思統一

■ 分かりやすいインフォームドコンセント

- 患者や家族への説明
- 病態理解と治療方法への同意促進
- 担当医とのコミュニケーション

■ 研究および医師の教育

- 症例数の少ない病態の知見共有化
- 新しい設備、機器の運用トレーニング

サービスメニュー

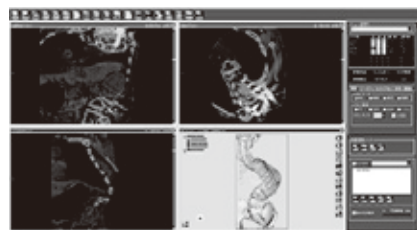
1. 医療用 3D モデル造形

3Dプリンターを使って、CT/MRI などの医療データを立体的に再現し、臓器や血管、骨といった人体モデルの形状や質感までを可視化・可触化した 3Dモデルを製作します。



2. 医療用 3D データ編集・変換コンサルティング

精度の高い 3D モデルを造形するための 3D モデリングおよびデータ編集・変換の最適な方法をコンサルティングします。



メディカル 3Dモデル造形サービスに関するご相談・ご質問は、下記までお気軽にお問い合わせください

丸紅情報システムズ株式会社

製造ソリューション事業本部 モデリングソリューション部 営業第五課

☎ 03-4243-4122

丸紅情報 3D プリンター メディカル



製品の詳しい仕様や特徴は当社3DプリンタWEBサイトへ

www.marubeni-sys.com/3dprinter/medical_3dprinting/