

# RadiForce Multi-Series活用を中心にした乳腺領域の読影の現況と可能性

宇都宮セントラルクリニック放射線科医 佐藤俊彦

## 要旨

RadiForce Multi-Seriesは、たくさんのバリエーションを提供するモニターである。デジタル画像のすべてを網羅するためには、RX840が最適なモニターであると思われる。高精細のカラー・白黒画像に対応しながら、デジタルマンモグラフィの診断でFDAもクリアしており、乳癌の総合画像診断には不可欠のモニターと考えられる。新しい乳腺領域の画像診断機器の発展とともに、その有用性は確実なものになると思われる。また、VNAのユニバーサルビューア用のモニターとしても最適と考える。

## はじめに

日本における乳癌の死亡率は、1996年以降、女性の死因のTOPを占めており、2008年には、年間約50,000人が罹患し、約12,000人が死亡している。乳癌の予防方法は確立しておらず、早期診断による2次予防でしか救命できない。一方、乳癌検診の受診率は、全国平均で約25%と極めて低い受診率で、乳癌検診の普及を阻害している原因として、検査時の痛みの問題がある。

さらに、日本人にはデンスプレスト(高密度乳腺)が多いために、乳腺とがんが重なることにより、通常のマンモグラフィ検査では、約20%でがんの存在を指摘し得ない(false negative)現状がある。また、逆に正常乳腺が重なることで、腫瘤陰影のように見えてしまう(false positive)ことによる再検査の増加などが問題となっている。これらの問題の解決策として期待されているのが、DBT(Digital Breast Tomosynthesis)による乳癌検診で

ある。

また、組織診を実施するか否かの判断には、造影MRI検査、術後の瘢痕との鑑別やrestaging目的でPET/CTおよびPEM(Positron Emission Mammography)を使用するために、高精細モニターでの白黒・カラー画像の混合ビューアが今後必須になってくると思われる。

当院では、乳癌診断における総合画像診断にEIZO 8Mモニターをセットアップして臨床応用している。

## 3Dトモシンセシスとは?

トモシンセシス(Tomosynthesis)とは、Tomography(断層)とSynthesis(合成、統一)の2つの意味から作られた造語であり、1回の断層撮影で任意の高さ・裁断面を再構成する撮影技術である。

デジタルマンモグラフィでのトモシンセシスは、ディテクタが移動するわけではなく、X線管だけが移動しながらパルス状のX線を照射(回転式step

and shoot)する。このパルス状のX線照射回数分の情報を取り込むが、照射角度によって左右のズレが生じる。これらの情報をFBP(Filtered Back Projection)法により、位置情報を計算し、このズレを中心(0°位置)で撮影した位置にシフトし、重ね合わせてボリュームデータとして取り込む。すなわちトモシンセシスには、断層撮影の原理に基づくシフト加算法が使用される。1パルス当たりの照射線量にもよるが、X線管球の振り角が大きく、照射回数の多い方が深さなどの情報量が多くなり有利である。画像の観察は、再構成された画像を1mmスライスごとに表示させる動画表示と撮影時のネイティブ画像を動画表示させることができ、乳腺との重なりなどで、2Dでは表示できなかった部位を観察するためには、再構成された画像を観察することが必要となる。

通常のCTと異なり、コーンビームボリュームCTマンモグラフィの原理に基づいているため、濃度分解能や視野サイズは劣るが、動きに強く、画像のblurring effectも少なく、連続性および等方向な空間分解能を持つ3次元データを得る事ができる。

その他の応用範囲としては、Angiography・胸部断層撮影・手関節撮影・歯槽骨の撮影が考案されている。また、造影剤を使った乳房3Dトモシンセシスは、乳癌の良悪性の鑑別に有効であると報告されている。

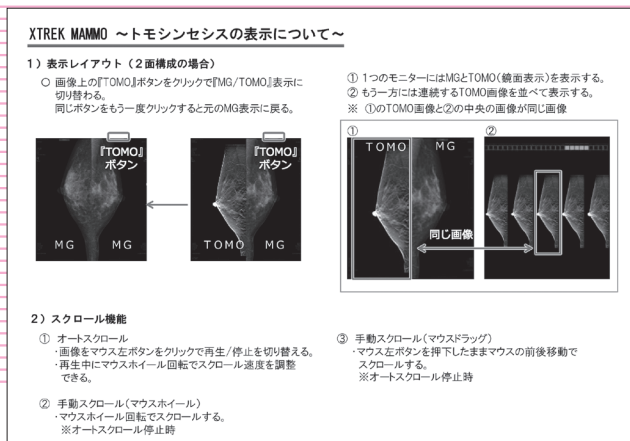


図1 XTREK MAMMO~トモシンセシスの表示について~

2D-FFDMと3D-DBTの画像を鏡像表示させ、3D-DBTの画像をペーシングにより表示した。異常部位でクリックすると静止画像が、その病変前後で表示させる仕組みにした。モニターをEIZO社の8Mモニター(マンモグラフィ用モニターとして、FDA取得済み)を合わせて使用した。機能のまとめとしては、マンモグラフィ画像とトモシンセシス画像を同一ビューア上で表示可能・鏡面表示・Thumbnail View・Auto Scrollによる読影サポート・クライアントのOSバージョンに依存しない読影環境を実現した。

## トモシンセシス専用ビューアの開発と乳房MR Parametric map

トモシンセシスでは、MLOおよびCCの2方向とも撮影すると各ポジションにそれぞれ1mmスライスごとの断層像を約40スライス生成する。そのため、最小で80スライス、最大で160スライスの断層画像を観察する必要がある。これらを簡便に効率よく撮影するために、2Dを元画像として、これとミラーの位置関係に3Dトモシンセシスの画像を表示し、動画再生で観察するビューアをJ-MAC SYSTEM社と開発した。動画表示モードで、全体像をチェックし、異常箇所をクリックすると別モニターに病変部位の前後約2枚のスライスが静止モードで表示される設計にした。病変を静止画像で確認し、アンノテーションをいれてKEY画像にすることも可能である。大量のトモシンセシス画像を観察する上で、ビューアのカスタマイズは必須である(図1)。

トモシンセシスでは、指摘される病変が小さく、がんの特徴が揃っていないケースにしばしば遭遇する。

生検場所を確定するために、乳房

MRIを実施するが、撮影枚数が多く(MRI画像で500~1,000画像)、これもまたルーチンで読影するのは難しい。それを解決することを目的に、テラリコン社のParametric map解析を採用した。Parametric mapは、Dynamic MRIのデータをテラリコン社のワークステーションに転送し、解析するものであるが、wash out patternを呈する病変にがんが多いことを利用して、生検病変の拾い上げを実施している(図2,3)。

Parametric mappingはDynamic MR Mammographyの造影早期相

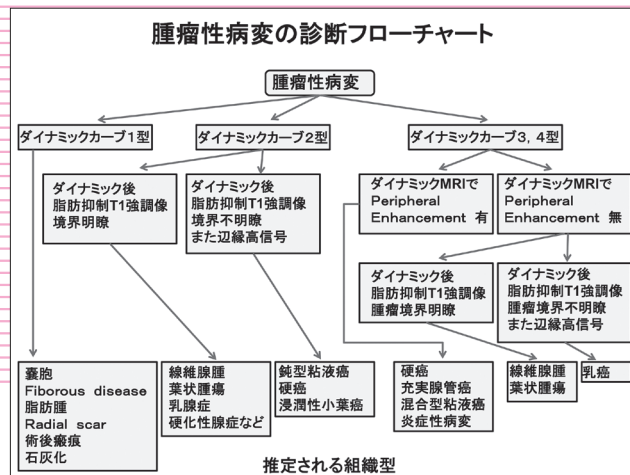


図2 腫瘍性病変の診断フローチャート

Dynamic MRIでは、腫瘍性病変を血流のtime intensity curveから、4つのパターンに分類できる。それら血流パターンから、推定される組織系をまとめた表を示した。

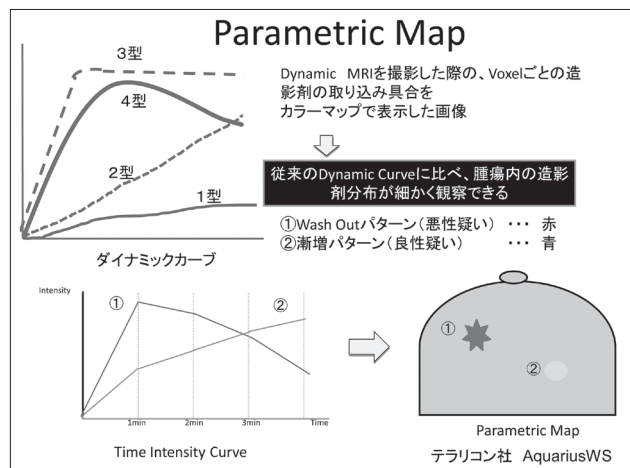


図3 Parametric Map

テラリコン社製AquariusWSにより、Parametric Mapを作成し、Type3/4を赤く表示した。これにより、乳房全体像をparametric mapで解析し、病変部分を指摘後、そのtime intensity curveを描出して精査を実施した。

巻頭カラー参照

T1(約60~120秒後)と造影遅延相Tn(約300秒~420秒後)の画像を用い、T1~Tn間に造影剤の信号強度がどのように変化したかをVoxel単位で計算し、結果を造影前T0のシリーズに512階調でカラーマッピングする手法である。

計算はスライス毎に行われるので、作成されるカラーマッピング画像の枚数は1シリーズ分の枚数となる。

また、カラーマッピングは信号強度が単調に増加するものを青、プラトーになるものを緑、Wash outするものを赤で表示している。計算が自動で行われるためにカラーマップの再現性に

## RadiForce Multi-Series活用を中心とした乳腺領域の読影の現況と可能性

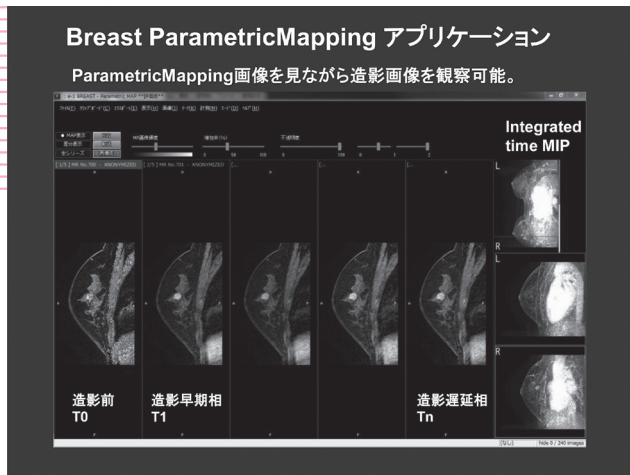


図4 Breast Parametric Mapping アプリケーション  
**巻頭カラー参照**

優れているという特徴を持っている。

J-MAC SYSTEM社のBreast Parametric MappingアプリケーションはJ-MAC VIEWER (VOX-BASEまたはXTREK VIEW)のオプション機能であり、ビューアからワンクリックで起動され自動でカラーマッピング画像が作成・表示される(図4)。

また、MIP画像をクリックすることで断面の移動ができるほか、マウスホイールの回転により画像をスクロールすることが可能である。表示レイアウトを切り替えることにより、Parametric Mapping画像を見ながら造影画像を観察することも可能である。

J-MAC SYSTEM社のBreast Parametric MappingアプリケーションではIntegrated Time MIP(以下:ITMIP)と呼んでいる特殊なMIP画像を用いている。ITMIPはDynamic MR Mammographyで撮影した各造影時相(T1~Tn)のシリーズ画面から造影前(T0)のシリーズ画像をサブトラクションし、その後、各自相でのMIP処理に加え、時間軸方向にもすべての画像をMIP処理する手法である。ITMIPにはある時間内(T1~Tn)に造

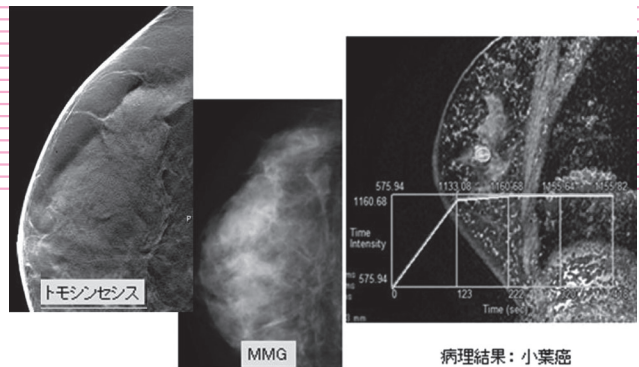


図5 腫瘍陰影  
 腫瘍陰影は、parametric mapでは、type2の病変で境界不明瞭であることから、浸潤性小葉癌を疑った。線維腺腫と見誤りやすい腫瘍であり、注意が必要である。  
**巻頭カラー参照**

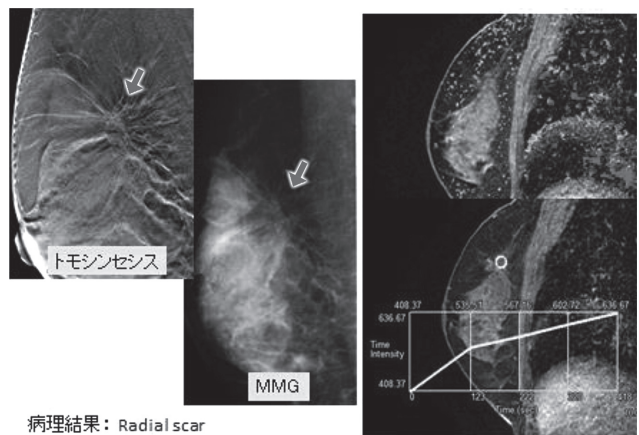


図6 2D-FFDM  
 2D-FFDMでは、構築の乱れを指摘するのが難しい症例であるが、3D-DBTでは、容易に構築の乱れを伴った癒痕像を指摘することができる。乳房全体に構築の乱れを伴う病変で、parametric mapではtype1の造影効果を呈しており、radial scarと診断した。生検結果、悪性細胞を検出しなかった。  
**巻頭カラー参照**

影効果があった部位が見やすく表示されるという特徴がある(図5,6)。

### PEMとは

PEMは、2013年7月1日より、保険収載された乳房専用のPET装置である。従来の全身用PETと比較して、半導体センサーを用いることで、1.5mmの空間分解能を有し、2mm程度の乳癌から検出可能である。

また、MRIが新生血管の血流パターンにより、良性・悪性の鑑別するのに

対して、PEMでは、FDGの代謝を見るために、PUV(PEM Uptake Value)を計測し、カラーマッピングで評価する。同様にPET/CTでも、カラー表示は必須である。PETの臨床応用は、特に早期発見だけでなく、術後乳癌の局所再発に有効とされている。術後は、乳腺の癒痕化などが起こるために、局所再発の確定診断が遅れる傾向にあるため、molecular imagingのPEMが最も期待される部位である(図7)。

マンモグラフィでは、構築の乱れや石灰化・サテライト病変などを形成し

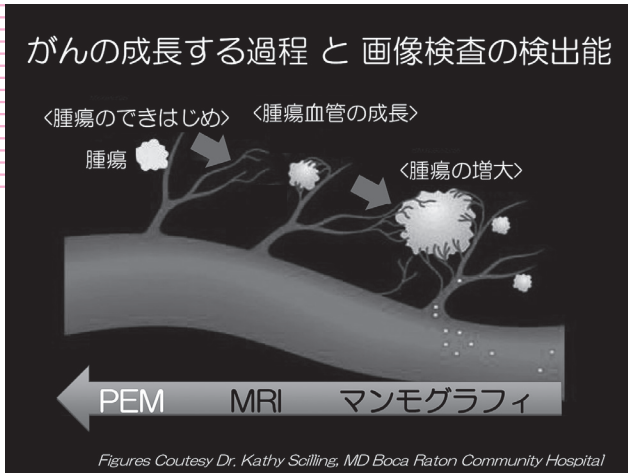


図7 がんの成長する過程と画像検査の検出能

### PEMはPETとどう違うの？

PEM  
乳房専用。  
やさしい固定。  
極めて小さい病変も  
検出可能。

PET  
全身撮影用。  
小さい病変  
は検出が困難。

Hot-Rod Phantom

1.5 mm

1 mm 2 mm

4 mm 2.5 mm 3 mm

図8 PEMとPETの違い

全身用PET/CTの分解能が、4mmなのに対して、PEMでは1.5mmと非常に高分解能な画像診断が可能となっている。これは慢性関節リウマチの小関節のPET診断にも有効である。

ないと発見できないが、MRIでは、造影剤を使用することで、新生血管の増生により評価可能となる。しかし、性周期に依存したバックグラウンドの非特異的高濃度がしばしば影響する。PEMでは、FDGによる糖代謝を見ているため最も早期に診断可能となる(図8,9)。

## EIZO RadiForce RX840-MGの採用

2012年に米国FDA510(K)をクリ

アしたマンモグラフィ専用カラー高精細モニターである。

DICOM part14のキャリブレーションに準拠している医療用モニターで、同一画面内に白黒・カラーの表示エリアを自動判定し、最適な輝度と階調を再現するガンマ補正機能や、モダリティごとに表示モードを選択できる機能を有している。

乳腺疾患の診断では、トモシンセ

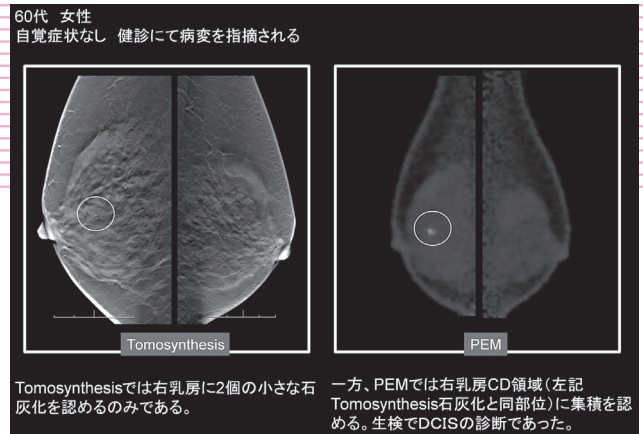


図9 症例

### 巻頭カラー参照

マンモグラフィでは、右AC領域に集積する石灰化を認めるが、明らかな腫瘤陰影を指摘できない。PEMでは、明らかにFDGの集積を認め、生検ではDCISと確定診断した。従来の検査では、カテゴリー2と判断していた石灰化の中に、DCISが存在することが疑われ、慎重な読影が必要であると思われる。

### 宇都宮セントラルクリニックでの表示例

PET/CT

エラストグラフィUS

ABVS(乳腺US)

TOMO-MMG

乳腺疾患の診断では、Tomosynthesis・US・MRI・PETと白黒・カラーの高精細モニターでの観察を要求されるが、この要件を満たすモニターと考える。これら複数モダリティ1台のワイド画面で観察できるため、非常に効率的な読影が可能となり、このモニターを最大限に使うために、j-macのVox-baselは改良されている。

図10 宇都宮セントラルクリニックでの表示例

### 巻頭カラー参照

ラーの高精細モニターでの観察を要求されるが、この要件を満たすモニターと考える。

これら複数のモダリティの画像を1台のワイド画面で観察できるため、非常に効率的な読影が可能となり、1画面で多種多様な画像診断を読影するために効率的なモニターであると思われる(図10)。

## RadiForce Multi-Series活用を 中心にした乳腺領域の読影の 現況と可能性

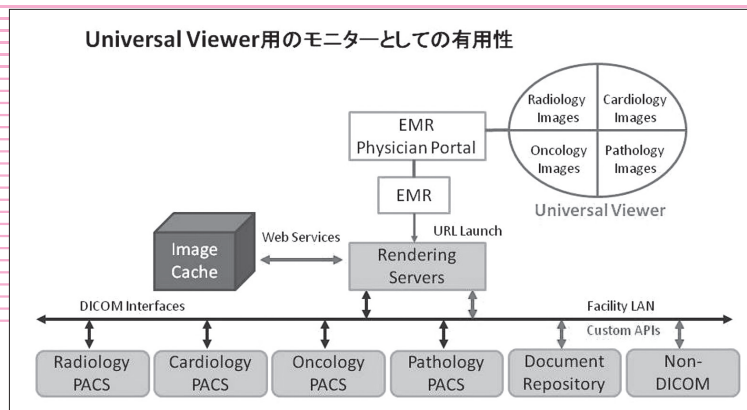


図11 UniversalViewer用モニターとしての有用性

### VNA(Vender Neutral Archive)における Universal viewer用 モニターとしての有用性

クラウドソリューションのひとつに、VNAがあるが、その構成要素の1つが、ユニバーサルビューアである。ユニバーサルビューアは、あらゆる画像を観察する必要があるために、高精細カラーモニターがベストマッチングと考える(図11)。EIZO RadiForce RX840-MGが最適であると思う。

各部門別PACSの統合やシステムのバックアップ、および継続性の担保のためのソリューションとして、VNAは非常に有望なシステムである。どの画像でも、1つのビューアで観察できることが要求されるが、ここでもカラー・高精細のモニターが必要とされることから、EIZO RadiForce RX840-MGは最適のモニターと考える。今後、遠隔画像診断での総合的な乳房診断を実施するためにも、VNAとEIZO RadiForce RX840-MGの組み合わせは必須となると考える。

### 考案

乳癌の画像診断は、健診・確定診断・術後フォローで重要な役割を果たしているが、1つのモダリティでは確定診断困難な病気でもある。

国立がんセンターの論文によれば、日本人女性におけるT1aおよびT1bは、T1cの浸潤性乳癌よりも有意に5年生存率が長く、1cm以下で見つけることがいかに重要であるかを証明している。

しかし、デンスブレストが多い日本人乳房においては、TomosynthesisやUSを組み合わせても必ずしも有効でないことから、我々はPET検診を受診する受診者にはPEMを無料で実施してその有効性を検証していくつもりである。

また、術後の乳癌症例の経過観察には、ファーストチョイスでPEMを推奨していこうと考えている。

ますます、複雑化する乳癌画像診断において、RadiForce Multi-series

は、マルチモダリティ診断・比較診断などにおいて読影効率をあげ、読影医にとって有効な装置であると思われる。

また、今後VNAなどのシステムの普及に伴い、どんな画像でも見られるモニターとして、遠隔画像診断業務でもスタンダードとなるとと思われる。

### まとめ

乳癌の画像診断は、従来のマンモグラフィや超音波を中心とした診断から、MRIやPEMの時代に移行して、白黒・カラー混在の高精細モニター診断が必要となってきた。

RadiForce Multi-seriesは、カラー8M高精細モニターであり、乳癌の診療においては必須のモニターになるとと思われる。

今後、遠隔画像診断は、VNAなどを介したサービスに発展していくと思われる、すべての画像を1台のモニターで観察していく際にも、有効なモニターになりうると思われる。

### 参考文献

- 1) 内山菜智子: 乳腺デジタルトモシンセシスについて~SIEMENS Mammomat Inspirationの臨床応用. 映像情報メディカル 43(12): 1006-1011, 2011
- 2) Uchiyama N et al: Diagnostic Performance of combined Full Field Digital Mammography (FFDM) and Digital Breast Tomosynthesis (DBT) in Comparison with Full Field Digital Mammography (FFDM). RSNA 2010 Abstract ID: 9002764
- 3) Poplack SP et al: Digital breast tomosynthesis: initial experience in 98 women with abnormal digital screening mammography. AJR Am J Roentgenol 189(3): 616-623, 2007
- 4) Women's Imaging 2010最新技術. インナービジョン 25(8), 2010
- 5) Kathy Schilling: Center for Breast Care, Boca Raton Regional Hospital: Positron Emission Mammography and Breast Cancer Detection
- 6) Ichizawa N et al: Long-term results of T1a, T1b and T1c invasive breast carcinomas in Japanese women: validation of the UICC T1 subgroup classification. Jpn J Clin Oncol 32(3): 108-109, 2002