

Breast Imagingの近未来—クラウドが変える Vendor Neutral Archiveがもたらす新しい遠隔画像診断

佐藤俊彦

宇都宮セントラルクリニック 放射線科医

はじめに

日本における乳がんの死亡率は、1996年以降、女性の死因のTOPを占めており、2008年には、年間約5万人が罹患し、約12,000人が死亡している。乳がんの予防方法は確立しておらず、早期診断による二次予防しか救命できない。一方、乳がん検診の受診率は、全国平均で約25%ときわめて低い受診率で、乳がん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、日本人にはデンスブレスト（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）による乳がん検診である。

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される。

当院では、乳がん診断における総合画像診断にEIZO 8Mモニタをセットアップして、臨床診断および遠隔診断システムを開発したので報告する。

乳房の画像診断と診断フロー

乳がんの画像診断では、マンモグラフィ・3Dトモシンセシス・超音波装置・ABVS・MRI・PET/CT・PEMというフルラインナップの画像診断機器を使用する。

これらを検診で単独使用するケース、あるいは、臨床診断で総合的にみるケースと、ビューアに求められる要求性能は、高精細モニタでカラーも白黒画像も同時に観察できることである。

われわれは、VNAの仕組みを活用し、あらゆるモダリティからのファイリングとユニバーサルビューアによる単一ビューアでの総合診断が可能となるようにテラリコン社の協力を得て、新しいファイリングシステムの構築とそれを使った遠隔診断のシステム構築を実施した（図1）。

最近の新しいブレイクスルーとしては、3DトモシンセシスとPEMのビューアの開発があげられる（図2）。

PEMとは

PEMは、本年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、半導体センサを用いることで、1.5mmの空間分解能を有し、2mm程度の乳がんから検出可能である（図3）。

また、MRIが新生血管の血流パターンにより、良性・悪性の鑑別をするのに対して、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。

検査項目	マンモグラフィ	超音波	MRI	PET/CT	PEM
検査形態					
特徴	小さな石灰化・線形腫瘍を指摘出来る。2次元で学習されている。	縦断の大きさ・動きを調べることが出来る。	造影剤を使用すれば、造影剤透過率で病変の存在や大きさの把握が可能。	一貫した検出と検定できる。乳がんだけでなく、全身臓器の診断が可能。	癌のPETでは高濃度を示すことで癌の増殖や転移・浸襲もMRIより検出可能。
早期発見	○	○	○	△	○
診断	○	○	○	○	○
治療	手術・抗がん剤・放射線治療				
アフターケア	△	○	○	○	○

図1 乳癌画像診断機器

当院にあるすべての乳がんに関するモダリティは、PACSにファイリングされ、ユニバーサルビューアで総合的にみる事が可能である。

モニタは、EIZO RX840を使用している。

	MAMG	MAMG (Chromograft)	超音波 (ABVS)	MRI	PET/CT	PEM
石灰化病変	◎	◎	×	×	×	×
線維腺腫 (良性疾患)	◎	◎	◎	×	×	×
炎症・がんの鑑別 (良性)	○	○	○	△	×	×
非浸潤性乳がん	△	△	△	△	△	◎
乳管内進展	×	×	○	○	△	△
転移	×	×	×	△	◎	○
再建手術後の再発診断	×	×	○	△	○	◎
高濃度乳腺 (若年層)	×	○	○	△	○	◎

図2 マルチモダリティでの検査の必要性

すべての乳がんを描出可能なモダリティは存在しない。したがって、乳がんの診療では、複数の画像診断モダリティを組み合わせる必要があり、プレストイメーシングセンターは今後必須となると思われる。

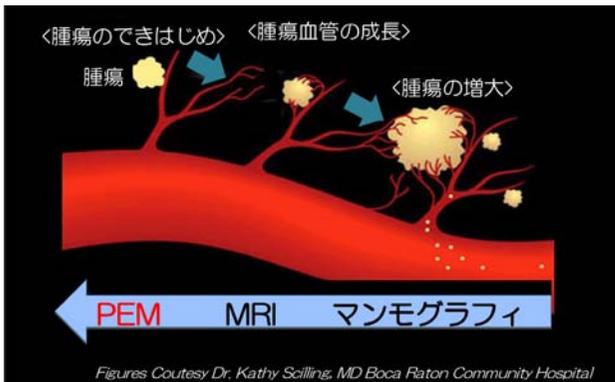


図3 がんの成長する過程と画像検査の検出能

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。

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、術後乳がんの局所再発に有効とされている。術後は、乳腺の瘢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

4、5)。

これらすべてのモダリティの画像診断を1つのビューアで観察できるようにテラリコン社のユニバーサルビューアをカスタマイズした。遠隔診断の環境下でも、快適に使えることがこのシステムの特徴でもある。

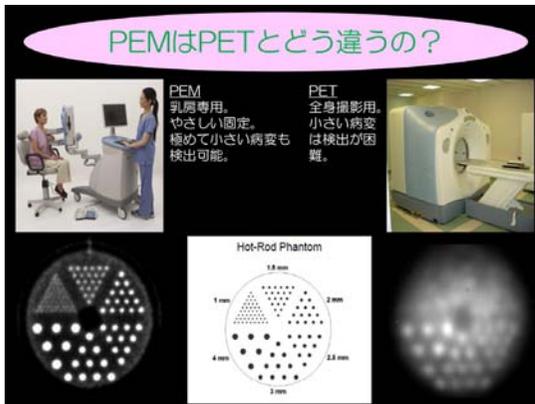


図4 全身用PET/CTの分解能が、4mmなのに対して、PEMでは1.5mmと非常に高分解能な画像診断が可能となっている。これは慢性関節リュウマチの小関節のPET診断にも有効である。

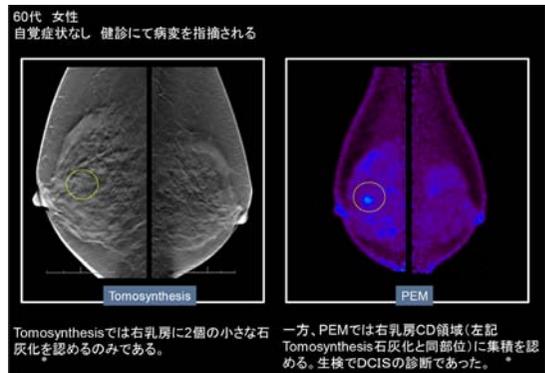


図5 MMGでは、右AC領域に集積する石灰化を認めるが、明らかな腫瘤陰影を指摘できない。PEMでは、明らかにFDGの集積を認め、生検ではDCISと確定診断した。従来の検査では、カテゴリ2と判断していた石灰化の中に、DCISが存在することが疑われ、慎重な読影が必要であると思われる。

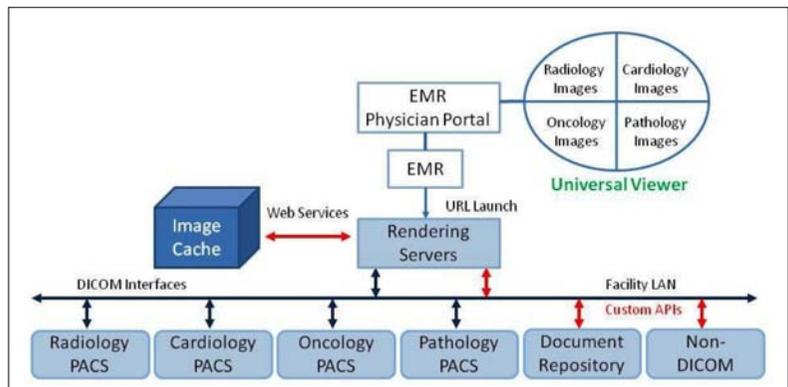


図6 Universal Viewer用のモニタとしての有用性
クラウドソリューションのひとつにVNAがあるが、その構成要素の1つが、ユニバーサルビューアである。ユニバーサルビューアは、あらゆる画像を観察するために、高精細カラーモニタがベストマッチングと考える。

VNAに関して

VNAは、PACSニュートラルな画像ファイリングとレポートの統合や院内および院外のネットワークを利用したクラウドサービスによる診断システムである。

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、ひと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・高精細のモニタが必要とされることから、EIZO RadiForce RX840-MGは最適のモニタと考える(図6)。今後、遠隔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

表 1

VNAの臨床活用方法

Nighthawk Radiology

夜間遠隔読影サービス

救急医療の現場に放射線科医師がリアルタイムで遠隔読影によるコンサルテーションを行う。米国ではNighthawkより遠隔画像診断が始まったが、日本ではサービス提供がされていない。

Forensic Radiology

画像鑑定(法医放射線)サービス

後遺障害の認定や発症した病態に対する素因との関係、病態の分析・評価等について、医証精査のうえ、時系列的に画像診断を行い医学意見書・鑑定書を作成する。

Digital Dashboard

デジタルダッシュボード

病院内、地域医療機関の各種臨床・検査データから重要な要点を抽出して、ひと目で分かるように視覚化したもの。

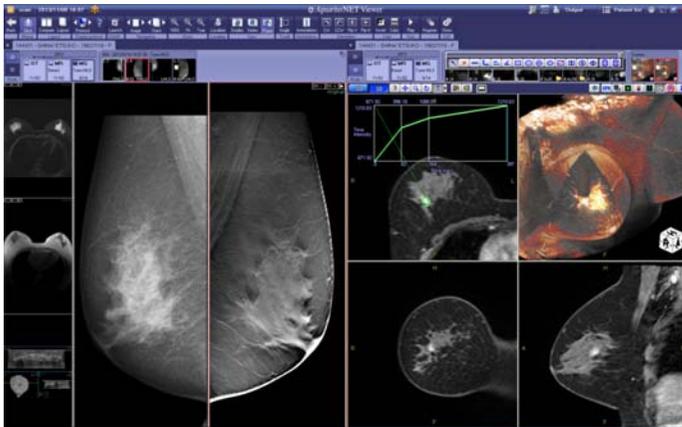


図7 ユニバーサルビューアと高精細8Mモニタによる統合表示の例
マンモグラフィ、トモシンセシスと4DMRAを同一アプリケーションで再現。左側には3D超音波(ABVS)など他の検査も表示され、ダブルクリックまたはドラッグ&ドロップで表示位置の入れ替えや拡大表示が可能である。

RX840-MGの組み合わせは必須となると考える(表1)。

当院でのVNAを使った臨床応用例

Breast ImagingにおけるVNAを利用したネットワーク構築。

1) ユニバーサルビューア(図7)

乳房の画像診断にはダイナミックMRAやマン

モグラフィおよびトモシンセシスなどマルチモダリティによる画像参照が必要不可欠であり、一般的な診断環境ではそれぞれのモダリティごとに専用のアプリケーションを切り替えて参照しなければならない。

場合によっては、メーカー側の都合により施設側で用意した端末にアプリケーションのインストールを拒否されることもあり、専用のワークステーションを並べて設置するなどの対応が必要となる場合もある。

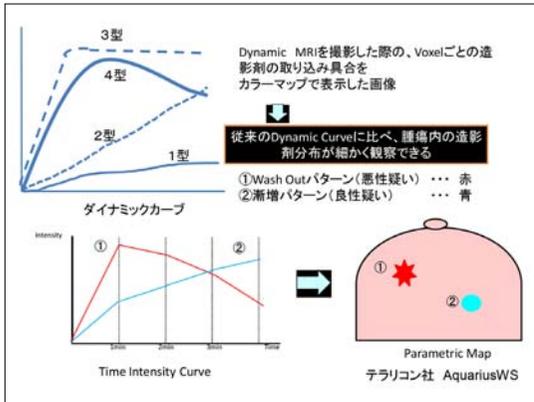


図8 Parametric Map
テラリコン社製 AquariusWSにより、ParametricMapを作成し、Type3/4を赤く表示した。これにより、乳房全体像をparametric mapで解析し、病変部分を指摘後、そのtime intensity curveを描出して精査を実施した。

いずれにしても、診断医師はそれぞれのコンセプトの全く異なるアプリケーションの操作を習得しなければならず、質の高い診断を効率的に実施するためにはこのハードルを解決する必要がある。

当院では、放射線科読影室をはじめとして外来診察室など画像診断業務を行うすべての端末では医療用8Mピクセルの高精細モニタを導入し、これに統合型画像診断アプリケーション(ユニバーサルビューア)をHIS、RISとシステム連携することで解決を図っている。

3Dトモシンセシスでは、2Dの画像診断を実施した後、それぞれのビューの3Dトモシンセシスの画像を対比して見られるようにレイアウトを工夫している。

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、テラリコンのParametric map解析を採用した。Parametric mapは(図8)、dynamic MRIのデータをユニバーサルビューア上から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

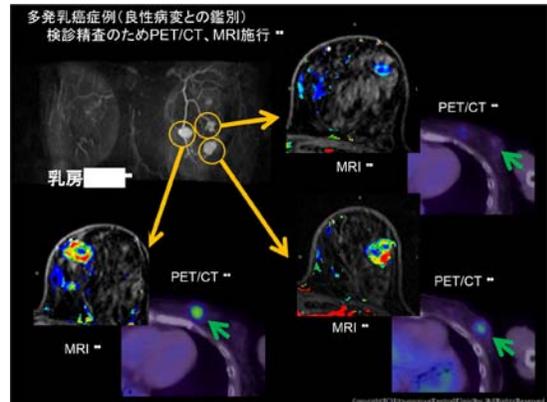


図9 左乳房に3カ所の乳房腫瘍を認める
PETでFDGの集積を認めた2個の腫瘍は、いずれもparametric mapではtype4の造影パターンを呈しており、がんであった。Type2の造影パターンを呈する病変には、FDGの集積を認めず繊維腺腫であった。

とを利用して、生検病変の拾い上げを実施している(図9)。

2) VNA transaction system

従来の遠隔診断システムは、すべてのデータを一度センターサーバにアップロードし、それぞれのベンダー専用のビューアで観察する仕組みになっている。これをユニバーサルビューアで観察できるようにすればいいのだが、われわれは、あえてそれぞれのクラウドサーバと医師のスケジュールリング機能を連携させるモデルで、トランザクションの自動化を実現した。

従来は、それぞれのシステムにログインするために、ベンダーごとのID/passwordを入力しなければならなかったが、われわれのシステムでは、管理サーバにアクセスするだけで、自分のword listを閲覧して、それぞれのクラウドベンダーのシステムで読影が可能である。これもVNAの一種類として開発し、実装している。

国内の病院と海外在住の読影医師との夜間遠隔診断のインフラとして使用している(図10、11)。今後、Breast Imagingの遠隔診断にも、応用可能と考える。

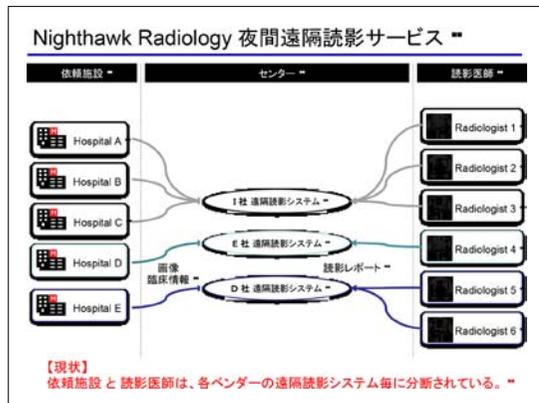


図 10

クラウドベンダーごとに、病院と放射線科医のネットワークが構築されている。別のクラウドシステムにアクセスするには、固有のログインが必要になり、効率が悪い。それを回避するためには、クラウドベンダー間のサーバー間転送などで、画像データを登録し直さなければならず、ベンダー間をネットワークするためにVNAが必要となる。

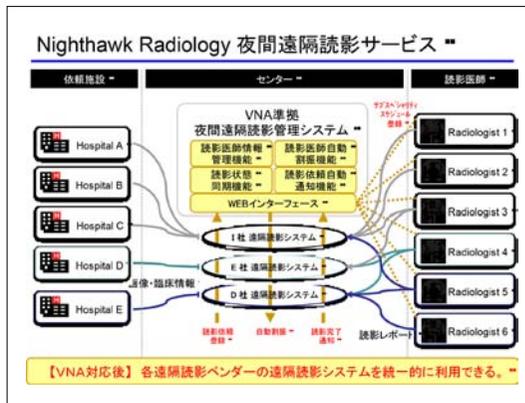


図 11

当院では、Medical Research社と共同で、新しいタイプのVNAを構築し、放射線科医の先生方の勤務スケジュールを管理し、それに合わせてクラウドベンダー間のトランザクションを自動化するソフトウェアを開発した。これにより、放射線科医は、弊社のワークリストサーバーを利用することで、クラウドベンダーに依存しない読影環境を得ることが可能となった。

遠隔診断ネットワークの構築

現在当院では常勤1名、非常勤1名の放射線科専門医師が在籍しているが、画像診断専門の医療機関ということもあり、読影医師のキャパシティをオーバーした検査数を実施(1日平均でCT30件・MRI30件、その他合計すると100件以上の放射線科医師による読影が必要な検査を実施している)しているが、深刻な読影医師不足状況も相まって常勤の放射線科専門医の確保が困難であるため、現在では読影医師20名による独自の遠隔画像診断環境を構築し、日々の読影業務を賄っている。院内と同様にAquarius iNtuition Serverによる画像診断環境を提供しているが、遠方や海外に赴任されている読影医師への診断環境のセットアップや、新たに参加される読影医師への診断環境の提供に対応するため、院内にプライベート型のクラウドサーバを設置している。

これにより、現地でのアプリケーションセットアップやクライアントごとのシステムメンテナン

スが一切不要となり、バージョンアップによる機能追加に関しても一元管理している。AQiサーバはクラウドアプリケーションでもすべての機能がローカルアプリケーションと全く同様に動作することが可能となる設計になっており、クラウドアプリケーション用のサーバを設置するだけで非常に容易にクラウドサービスの環境を構築できている。地域医療連携における活用前述の連携機能やプライベートクラウドをさらに拡張し、院外からの紹介検査においても活用している。院内の近隣の開業医向けにもクラウドサーバを公開し、契約医療機関ごとにアカウントとパスワードを提供し受注した検査データを認証アカウントごとに参照可能なサービスを提供している。CTC検査を紹介された場合には、診断医師の読影レポート、撮影したCT画像(スライス画像)の他に3DVRや仮想内視鏡画像も提供し、前述の診断医師との連携に用いた技師が作成したSceneデータを提供することで、紹介元医療機関でも複雑な操作を必要とせず3DWSによる解析処理を可能とする環境を提供している。

これにより、当院では紹介検査における検査機器の共同利用だけではなく、総合的な画像診断環境を共同利用し、地域医療レベルの向上に貢献することができる。当院では検査を紹介いただいている外部の医療機関や契約している放射線科読影医師に対する配信の手段としてプライベート・クラウドサーバを構築している。

考察

乳がんの画像診断は、検診・確定診断・術後フォローで重要な役割を果たしているが、ひとつのモダリティでは確定診断が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の浸潤性乳がんよりも有意に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ことを証明している。

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、われわれは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、術後の乳がん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、複雑化する乳がん画像診断において、RadiForce RX840とテラリコン社のユニバーサルビューア“Aquarius iNtuition Review”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システムと思われる。

また、今後VNA (Vendor Neutral Archive)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として、遠隔診断業務でもスタンダードとなるとと思われる。

VNAには、PACSベンダーニュートラルという考え方とトランザクションを管理することで、ベンダーに依存しないという2つの考え方を強調したい。

まとめ

乳がんの画像診断は、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診断が必要となってきた。

RadiForce RX840とAquarius iNtuition Reviewは、乳がんの診療においては必須のシステムとなり、今後、遠隔診断は、VNAなどを介したサービスに発展していくと思われ、すべての画像をユニバーサルビューアで観察するようになると予想する。

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. 画像情報メディカル 43(12): 1006-1011, 2011
- 2) N Uchiyama 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 189(3): 616-623, 2007
- 4) Women's Imaging 2010最新技術, 2010年8月号
- 5) Kathy Schilling: Center for Breast Care, Boca Raton Regional Hospital: Positron Emission Mammography and Breast Cancer Detection
- 6) N Ichizawa 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