

Digital Breast Tomosynthesis

シーメンス・ジャパン株式会社
ヘルスケアセクター
クリニカルプロダクト部
大塚 恭一

1. Tomosynthesis の原理

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。

古くは、目的とする裁断面位置を中心にしてX線管球が移動し、X線管球に対面するようにカセットが移動して1枚ずつ撮影を行っていた。従来の断層撮影はフィルム、CR を用いて撮影され、整形領域を中心に使用されてきたが、1回の撮影で1断面しか得られず、診断に必要な一連の画像を得るために時間を要していた。また、いわゆる流れ像と呼ばれる障害陰影が生じて観察しづらい画像であった。

デジタルマンモグラフィでのTomosynthesisは、ディテクタが移動しない方式とディテクタが常にX線管と対向して回転する方式がある (図1)。ディテクタが移動しない方式では、X線管球だけが移動しながらパルス状のX線を照射していく。このパルス状のX線照射によって情報を取り込んでいくことであるが、照射角度によって左右にズレが生じてくる。ディテクタが回転する方式では、回転中心が存在するため、収集画像が左右に回転して観察できるが、断面画像を再構成すると回転中心と左右で歪みを生じ、ボケを生じる。

また、セレンウム平面検出器 (直接変換方式) のディテクタを使用する場合には、照射毎のデータをすぐに取り込むことができるが、蛍光体平面検出器 (間接変換方式) のディテクタを使用する場合には、フォトダイオードが光を受けるために連続動作での照射では、光の散乱でボケを生じてしまうことになる。そのためにX線管が、ステップ動作を行い、停止した時に照射する必要がある。また、乳房厚によって蛍光体の光を調整するために撮影時間も変わってくる。

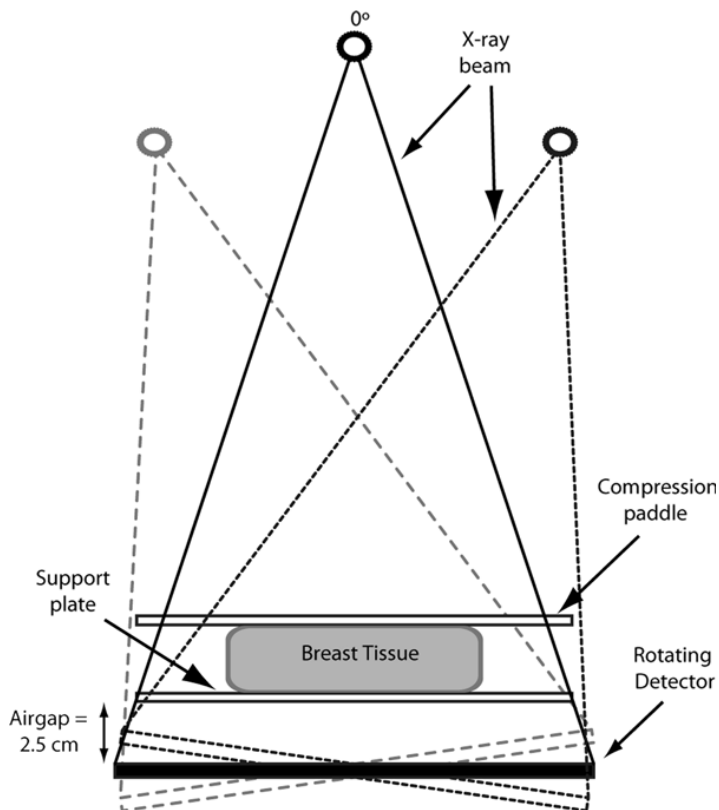


図1

2. 画像処理

Tomosynthesisの撮影は、数回の照射により照射回数分のRaw Dataを取得することになるが、必ず中心からズレた画像ができるために、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作成することになる。そのとき、CTと同様にディテクタ側から管球側を見たフィルターバックプロジェクション（FBP）により物体の位置などを計算する方法と単純に左右のズレたデータをシフト加算する方法がある。単純にシフト加算をする場合には、一番ディテクタ側と圧迫板側の画像が、中心に対して一番ズレが大きいため画像がボケることになる。それに比べてFBPを用いると乳房内部の組織の位置を計算しているためにスライス画像を構成でき、ボケのない画像を得ることができる。

画像のコントラストを高め、2Dと同じような画像を得るためには、単純なシフト加算をする方が構成しやすいが、腫瘍やスピキュラを明確に見るためには、1mm毎の画像をボケなく構成できるFBPが適切と言える。

また、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、照射回数が多い方が深さなどの情報量が多くなり、有利である。

画像のデータ量としては、1回の撮影での照射回数、ピクセルサイズによって変わってくるが、数百MBの画像容量となる。Row Dataは、1回のパルス照射毎に作られるため膨大な容量になる。

画像の観察は、再構成された画像を1mmスライス毎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るが、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見る必要がある。

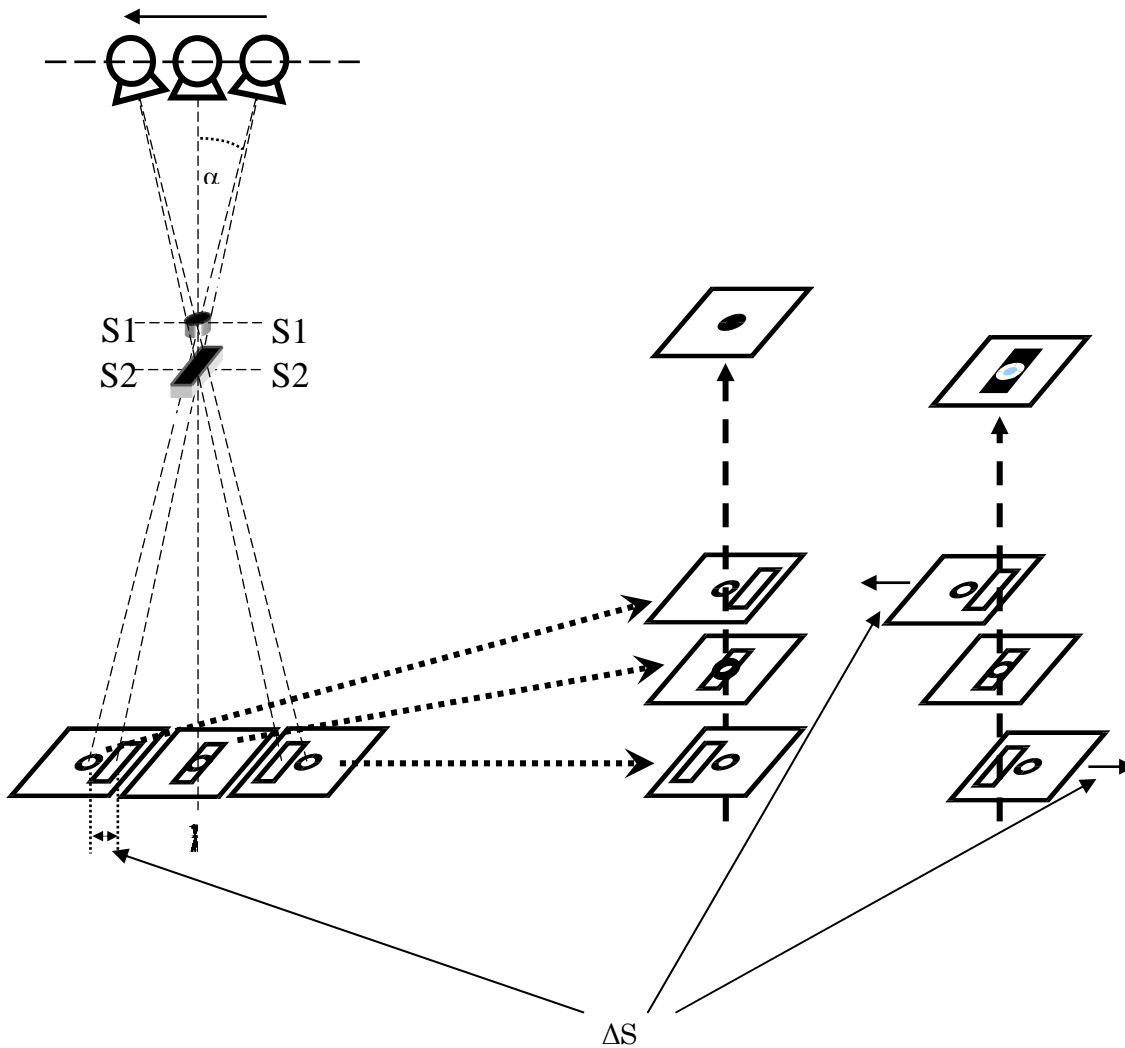


図 2

図 2 の丸い S1 と四角の S2 は、重なる位置にあり、X 線管の入射角度によって左右に ΔS 分ズレが生じる。S1 を中心にするか S2 を中心にするかによって、それぞれ ΔS 分ズレを生じることになる。

シフト加算方式は、上と下のズレを補正しないために従来の断層撮影と同じに流れ像となりボケを生じることになる。

X 線管の振り角を大きくすると ΔS がより大きくなり、上下の流れ像の深さが大きくなることになる。また、照射回数を増やすことによって、連続して見える画像が増え、あたかもスライス画像が連続して見えるようになるが、実際は照射回数分の画像しか見えていない。ただし、スライス画像を再構成していないために任意の位置の画像だけを取り出すことができないことになる。

シフト加算した画像と圧迫厚により乳房の厚さは解り、表示している画像の深さが計算できることから現在の位置がディテクタから何 mm の位置であるという表示が可能である。

FBP 方式を併用する場合には、ディテクタ側から X 線管方向を見たデータを作成 (CT の原理と同じ) し、丸い S1、四角の S2 の位置、形状を計測し、その位置にデータをシフト加算してボリュームデータを作成する。そのボリュームデータからディテクタ側から 1mm 毎の画像データを再構成するため、ボケを生じることがなくなり、任意の位置の画像を取り出し、保存することも可能になる。

シフト加算方式だけの方が画像の再構成時間が必要ないために早くに観察することが可能であるが、

診断可能な範囲が上下約 20mm を除いた範囲（乳房厚 40mm の場合、真ん中周辺の 20mm の範囲）だけに限られてしまう恐れがある。

参考文献

Radiology Apl.2012

Clinical Digital Breast Tomosynthesis System: Dosimetric Characterization1

Steve Si Jia Feng, BS

Ioannis Sechopoulos, PhD