

図8 マンモグラムの揭示(内外斜位方向撮影)

部分が遮光できるものである。さらに、室内照明は view box の近傍で 50 ルクス以下という薄暗さにする。これらの条件を備えることにより、光学濃度の高い写真も観察しやすい条件となる。

また、淡く不明瞭な石灰化を初めとした微細な石灰化を発見することによって診断に導かれる乳癌が存在すること、あるいは 200~300 μ の大きさの石灰化の形態により良悪性の鑑別診断がなされるので、拡大鏡(ルーペ)による観察が必須である。

2. マンモグラムの揭示と観察法

マンモグラムは、左右マンモグラムを背中合わせ・対称的に揭示し、左右乳房を比較読影する(図8)。小さな腫瘤をはじめ、構築の乱れや局所的非対称性陰影などの発見・評価のためであるが、左右の比較読影には、乳房の高さ、乳腺の方向が左右対称であることが必要である。時には、読影時にフィルムの高さや角度の補正が必要なものもある。

左右のマンモグラムの対応する部分についての左右差がないことを確認しながら、順にすべての部位を観察する。特に、乳腺の少ない部分に、片

側にのみ陰影が存在する場合には重要な所見であることが多い。

3. 所見の取り方のポイント

1) 腫 瘍

腫瘤の観察には、境界および辺縁の判定が重要であり、濃度と併せてカテゴリ判定を行う。境界明瞭平滑な場合には原則的にはカテゴリ3であるが、内部に脂肪を成分として含む場合にはカテゴリ2、背景乳腺が萎縮した脂肪性乳房ではカテゴリ4とする。微細分葉状および境界不明瞭は、癌が第一に疑われるものの、癌ではない疾患の可能性が考えられるもので、カテゴリ4とする。スピキュラを伴う腫瘤で高濃度なものはカテゴリ5とするが、中心部に腫瘤といえるほどの濃度と大きさがなければ、カテゴリ4とする。radial scar あるいは複雑型硬化性病変や、癒痕の可能性が考えられるためである。

しばしば問題となるのは、平面上の腫瘤の内部に脂肪濃度がある場合、脂肪が病変の中にあるかどうかの判定である。マンモグラムは乳腺を2つに折りたたんで撮影しているため、画像上、「腫瘤陰影に脂肪濃度がある」=「脂肪成分が腫瘤内部に存在する」ということではない(図3)。画像上、腫瘤の範囲に濃度の低い部分がみられる場合には、腫瘤内部に脂肪が存在する場合と、腫瘤の前後に存在する場合がある。低濃度部分が周囲組織にはみ出していないかを判定することが重要である。

前述のように、境界明瞭な腫瘤の内部に脂肪が存在する場合には、過誤腫や乳瘤のような良性病変であるが、境界明瞭平滑な腫瘤ではない場合には、陰影の内部に脂肪濃度が存在しても、良性的とはいえない。癌が脂肪組織に浸潤する場合、内部に脂肪が取り残されることは珍しいことではない。多いのは、線維成分が多くばらばらと浸潤するタイプの癌である(図9)が、稀には一見境界明瞭なものでも内部に脂肪組織が残存することもあり、境界および辺縁の判定はここでも重要である。

表2 良悪性の鑑別を要する石灰化の鑑別

分 布	形 態			
	微小円形	淡く不明瞭	多形性	微細線状・微細分枝状
びまん性領域性	カテゴリー2	カテゴリー2	カテゴリー3	カテゴリー5
集簇性	カテゴリー3	カテゴリー3	カテゴリー4	カテゴリー5
線状区域性	カテゴリー3,4	カテゴリー4	カテゴリー5	カテゴリー5

境界がはっきりしないものには、2種類がある。境界不明瞭と評価困難である。評価困難は、乳腺あるいは膜の存在により境界が見えないと判断する場合である。濃度は認められるが、腫瘍の存在は不確実な場合、あるいは、全周性に評価困難な場合にはカテゴリー3を付け、超音波などの次の検査を計画する必要がある。

2) 石灰化

石灰化は、明らかに良性の石灰化と判断できればカテゴリー2であるが、病的意義がないものに関してはカテゴリー1としてかまわない。血管の石灰化や中心透亮性石灰化あるいは円形石灰化が少数散在する場合などである。

明らかに良性と判断できない場合には、形態と分布からカテゴリー判定と病態推定診断を行う(表2)。前述のように形態から悪性と診断できるものと、分布から悪性を疑う場合とがあること、その形態から推定できる管内病変をイメージすることが必要である。

3) その他の所見

局所的非対称性陰影は通常は腫瘍が隠れている、あるいは、腫瘍を形成する前の状態で、腫瘍といえるほどの限局した濃度がない状況である。非浸潤性乳管癌、あるいは明らかな形や濃度を伴わない浸潤癌がありうる。したがって、その陰影の存在する位置も大きな因子となる。通常は、厚い乳腺組織がない乳腺の辺縁部から乳腺周辺部が写される「milky way」あるいは「no man's land」における陰影は、淡くとも病変である確率が高い(図10)。辺縁部乳腺内にあって、乳腺に腫瘍が隠されている可能性の鑑別については、対側乳腺の対応する部位と、あるいは同側乳腺の同



a
b

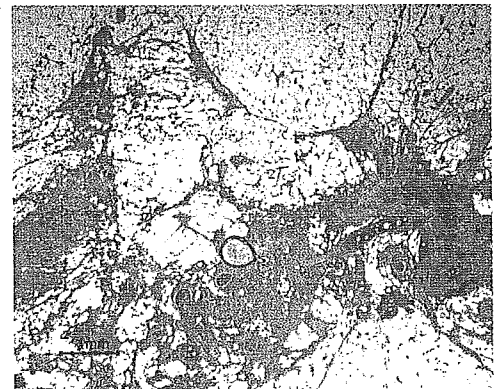


図9 脂肪濃度を含む腫瘍

a: マンモグラム所見, b: 病理組織学的所見。脂肪を巻き込む腫瘍(浸潤性乳管癌)(矢印)

量の乳腺組織と比較して濃度が高いか、また、陰影内において中心ほど濃度が高いか、内部の乳腺構造が存在するか、辺縁部に腫瘍の境界を思わせる陰影が読み取れないか(特に微細分葉・微細鋸歯状所見や牽引所見など)は重要である。乳腺構

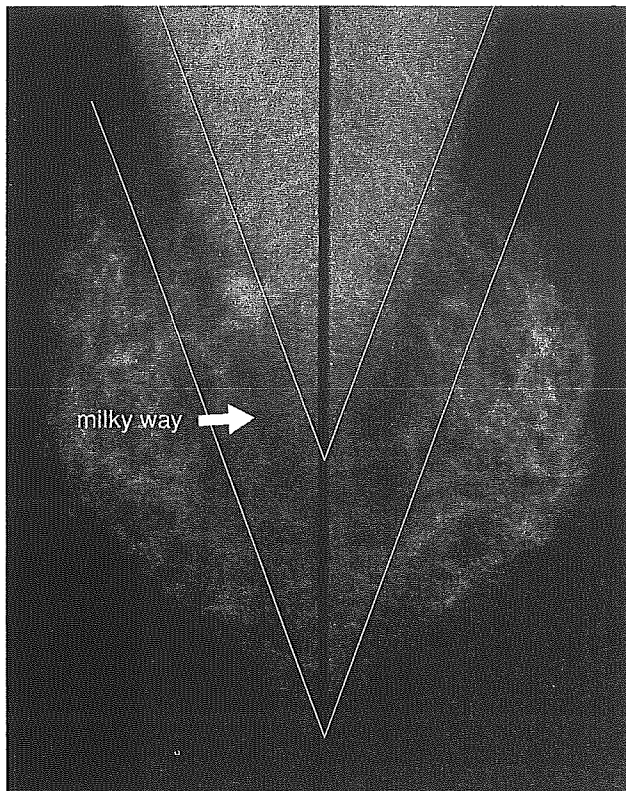


図10 “milky way” に存在する陰影は要注意

造を示す所見とは、脂肪濃度が索状に入り込むものであるが、マンモグラフィは皮膚・脂肪・乳腺・脂肪の層を成すものの2枚重ねの状態写真を取ったものであり、問題領域の上、あるいは下には脂肪も乳腺も必ず重なっていることを意識し、追跡することが重要である。問題領域に脂肪を思わせる陰影がある場合にも、常に、「重なりを除外」する必要がある。腫瘤内に脂肪濃度を成分として有するかどうかの判断と同じである。

構築の乱れは、真の所見か、撮影技術あるいは陰影の重複によって生じた偽所見であるかの鑑別が重要である。2枚重ね乳腺の交差する線維成分あるいは血管によってスピキュラ様所見が合成されたり、あるいは萎縮した乳腺を包む膜により小スピキュラ様所見が観察されたりする。乳腺のdistortionは、通常の柔らかな乳腺組織の広がり失調した状態で、例えるならば胃の線状潰瘍のように、1点に集中しない粘膜集中像である。構築の乱れ自体は線維の収縮による組織のゆがみで

あり、悪性疾患だけでなく、良性疾患でも生じるため、カテゴリーは4であって、5とすることはできない。また、構築の乱れと中心部分の濃度が薄いスピキュラを伴う腫瘤との境界は不明瞭であるが、これらはどちらもカテゴリー4であり、表現が異なってもイメージするところは変わらない。

フォローアップのために

マンモグラフィを用いて経過を観察することは少なくない。その1は、微小円形あるいは淡く不明瞭な石灰化の集簇するもので、超音波検査にてその存在が指摘できないものである。カテゴリー3とするが、強いてステレオタクティックにABCあるいは吸引式組織生検をするまでもない場合には、3カ月あるいは6カ月の経過観察を行う。経過観察の前に、拡大撮影によりその形態を確認するのは当然である。

温存手術後の経過観察では、6カ月あるいは1年ごとに経過観察のマンモグラフィを撮影する。乳房には手術による乳房の変形と構築の乱れが観察されるが、撮影の目的は局所再発のチェックである。局所再発の所見としては、小腫瘤と石灰化(管内成分による)に注意すべきである。術後の乳房には、脂肪壊死による中央透亮性石灰化や異栄養性石灰化が出現することもあり、石灰化出現の初期には悪性の石灰化との鑑別が困難なこともある。

文献

- 1) 大内憲明(編)：マンモグラフィによる乳がん検診の手引き—精度管理マニュアル 第3版, 日本医事新報社, 2004
- 2) 日本医学放射線学会・日本放射線技術学会：マンモグラフィガイドライン 第2版, 医学書院, 2004
- 3) 日本乳癌学会(編)：臨床・病理 乳癌取扱い規約, 第14版, 金原出版, 2000

えんどう ときこ

独立行政法人国立病院機構名古屋医療センター放射線科
〒460-0001 名古屋市中区三の丸4-1-1

研究速報

乳房 X 線写真上の腫瘍陰影検出システムにおける類似画像検索法を用いた偽陽性削除法

栗山 浩一[†] 中川 俊明^{††}
 原 武史[†] (正員) 藤田 広志[†] (正員)
 遠藤登喜子^{†††} 岩瀬 拓士^{††††}

False-Positive Elimination for Mass Detection System on Mammograms Using Image Retrieval Approach

Koichi KURIYAMA[†], Toshiaki NAKAGAWA^{††}, *Nonmembers*,
 Takeshi HARA[†], Hiroshi FUJITA[†], *Members*,
 Tokiko ENDO^{†††}, and Takuji IWASE^{††††}, *Nonmembers*

[†] 岐阜大学大学院医学研究科再生医科学専攻知能イメージ情報部門, 岐阜市
 Department of Intelligent Image Information, Division of
 Regeneration and Advanced Medical Science, Graduate
 School of Medicine, Gifu University, 1-1 Yanagido, Gifu-
 shi, 501-1193 Japan

^{††} 岐阜大学バーチャルシステムラボラトリー, 岐阜市
 Virtual System Laboratory, Gifu University, 1-1 Yanagido,
 Gifu-shi, 501-1193 Japan

^{†††} 国立名古屋病院放射線科, 名古屋
 Department of Radiology, National Hospital of Nagoya,
 4-1-1 Sannomaru, Naka-ku, Nagoya-shi, 460-0001 Japan

^{††††} 癌研究会附属病院, 東京都
 Cancer Institute Hospital, 1-37-1 Kamiikebukuro,
 Toshima-ku, Tokyo, 170-8455 Japan

あらまし 乳房 X 線写真上の腫瘍陰影の検出システムにおける偽陽性の削除を目的とした類似画像検索法を利用した手法を提案する。本手法では、画像の類似性を局所パターンマッチングから得られる特徴量によって判定する。腫瘍陰影と偽陽性陰影各 53 枚、及び偽陽性陰影 1526 枚を用いた二つの実験から、本手法の有用性を示した。

キーワード 乳房 X 線写真, 腫瘍陰影, 類似画像検索, 局所パターンマッチング, 偽陽性削除

1. ま え が き

CAD (Computer-Aided Diagnosis) システムは、コンピュータを用いて医用画像の解析及び定量化を自動的にを行い、第 2 の意見として医師にその結果を提示することにより、読影診断の支援を行うことを目的としている。我々は乳房 X 線写真 CAD システムの開発を行っており、本システムを構成する要素の一つである腫瘍陰影の検出システムにおいては、偽陽性の削除が大きな課題となっている。最近、病変の良悪性の鑑別に対するコンピュータの分析結果を医師に提示する際、従来のように数値で示すのではなく、診断の対象としている画像と類似する画像をデータベースから検索し、それらの診療情報を医師に提供する方式が提案されている。医師がこれらの確定診断がなされてい

る類似画像を参照することにより、診断の精度を向上させることが期待できる。我々は、その目的のもと、腫瘍陰影の検出システムの開発と、その検出性能の向上を目指し、これまでに検出法と偽陽性の削除方法をいくつか報告してきた [1]~[4]。同時に、画像検索法についても報告を行ってきた [5]。画像検索の手法を腫瘍陰影の偽陽性削除法へ応用する研究は非常に少なく、我々の知る限り Li らによる手法 [6] のみである。本研究は、これまでに我々が提案した局所的なパターンマッチングによる画像検索の手法 [5] を、乳房 X 線写真上の腫瘍陰影検出システムにおける偽陽性削除処理に応用するものである。つまり、腫瘍陰影検出システムで指摘された領域と類似する画像を、あらかじめ用意した腫瘍陰影と偽陽性陰影の画像データベースから検索し、その結果から候補領域が腫瘍陰影か偽陽性陰影かを判定する。中川らの手法 [5] には、使用する特徴量の選択が容易に行えること、原画像の画素値から直接計算でき簡便であること、あらかじめ画像の領域分割や特徴量と類似画像との相関関係の学習の必要がないことなどの利点がある。

医用画像においては、領域分割が困難であり、医師でなければキーワードを与えることができない場合が多い。また、現在の腫瘍陰影の検出システムの性能では、偽陽性の個数が多く、実用化のためには、偽陽性の削除による性能向上が必要とされている。

本研究では、局所的なパターンマッチングによって得られる画像の特徴空間を主成分分析を用いて次元の削減を行い、ユークリッド距離に基づいた類似度から類似画像を検索したのち、偽陽性の削除判定を行う手法を提案する。そして、腫瘍陰影と偽陽性陰影各 53 枚、及び偽陽性陰影 1526 枚を用いた二つの実験から本手法の有用性を検討した。ここで、腫瘍陰影とは検出システムが正しく腫瘍として検出した真陽性の陰影のことであり、偽陽性陰影とは検出システムが正常領域を誤って腫瘍陰影と判断した陰影のことである。

2. 方 法

2.1 前 処 理

局所パターンを用いる場合、画像のサンプリング間隔と階調数の設定は、結果に大きな影響を与える。そのため、検索の対象によって、サンプリング間隔、画素値及び階調数を変換する前処理が必要である。対象である腫瘍陰影は、ある程度の大きさ (約 5 mm 以上) をもつことからダウンサンプリングを行っても問題ないと考えた。そこで、8 × 8 画素の画素値の平均値を

1画素値とすることによりサンプリング間隔 $400\mu\text{m}$ の画像を利用することとした。そして、候補ごとに異なる濃度のばらつきを補正するため、領域内のコントラストを保ったまま、領域内の最大画素値が 4095 となるように画素値の変換を行った。その後、特徴抽出に用いる局所パターン数を抑制 (568 個) するために、階調数を原画像の 4096 階調から 64 階調に変換する処理を行った。

2.2 特徴抽出

偽陽性削除処理の対象となる画像 (以下、質問画像) 及び検索の対象となるデータベース内の画像 (以下、検索対象画像) に対して特徴抽出を行う。特徴抽出は、図 1 に示すような局所パターンが画像全体に存在する個数を調べ、これを特徴量とする。図 1 において、各画素の濃淡は画素値に対応する。そして、局所パターンは画素数によって分類され、それをレベルと呼ぶ。例えば、レベル 2 の局所パターンは 2 画素から構成され、各画素の画素値及び結合方向の組合せだけ異なるものができる。これらのパターンの種類には無数の可能性があるが、画素値は対象となる画像の階調の範囲で用意する。

各画像に対して、 n 種類の局所パターンを用いて特徴抽出を行うと、 n 種類の要素をもつ特徴量が得られる。ここで用いた局所パターンは、最大 2 画素で構成される。レベル 2 の局所パターンについては、画素間の濃度差が 1 である 504 種類、レベル 1 の局所パターンについては対象画像の階調数を 64 階調としたので 64 種類となり、合計 568 種類の局所パターンを用いることになる。

2.3 主成分分析を用いた検索特徴空間の作成

候補領域の面積の違いが特徴量の大きさに影響を与えるため、特徴量をレベル 1, レベル 2 でそれぞれ平均が 0, 分散が 1 となるように正規化した。その後、 n 次元の特徴量から検索に有効な特徴を反映した m ($< n$) 次元空間 (以下、検索特徴空間) を作成するため主成分分析を行い、主成分を軸とした検索特徴空間

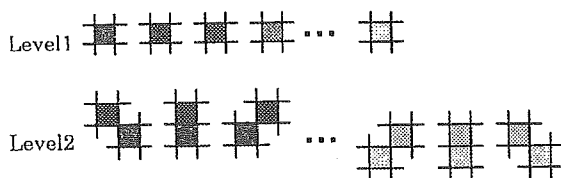


図 1 特徴抽出に用いる局所パターン
Fig. 1 Local patterns for feature extraction.

間を作成する。画像の検索特徴空間における特徴量の各要素は、主成分得点とした。主成分分析を用いた次元数の縮小については、累積寄与率を変化させたときの腫瘍陰影と偽陽性陰影のそれぞれの残存率を調べ、最適な条件を求めた結果から、主成分の累積寄与率が 75%以上となるように次元を選択した。累積寄与率が 75%のとき、次元が 45 となったため、特徴抽出で得られた 568 次元の特徴量を 45 次元に縮小して検索特徴空間を作成した。

2.4 類似度の算出

作成した検索特徴空間において、質問画像と検索対象画像の特徴量間のユークリッド距離 D を式 (1) から算出し、これを類似度と定義する。

$$D = \sqrt{\sum_{k=1}^m (Z_{ak} - Z_{bk})^2} \quad (1)$$

ここで、 Z_{ak} , Z_{bk} はそれぞれ画像 a , b の第 k 主成分得点である。質問画像とすべての検索対象画像間で類似度を算出し、各質問画像について検索結果画像を決定した。判定に用いる検索結果画像の枚数を変化させたときの腫瘍陰影と偽陽性陰影のそれぞれの残存率を調べ、最適な条件を求めた結果から、検索結果画像枚数は、質問画像の特徴量との距離に近い 8 枚で、そのうち偽陽性陰影の画像枚数が 7 枚以上のとき、質問画像を偽陽性と判定した。

3. 結果と考察

スクリーン/フィルム系で撮影された乳房 X 線画像をサンプリング間隔 $50\mu\text{m}$, 階調数 4096 階調でデジタル化した画像データベースにおいて、候補領域を切り出した 106 枚 (腫瘍陰影 53 枚, 偽陽性陰影 53 枚) を利用した。候補領域は、我々の腫瘍陰影検出アルゴリズム [1], [2] で検出された陰影を含む最小限の方形領域とした。図 2 にその例を示す。腫瘍検出アルゴリズムで検出された陰影の辺縁が灰色の線で示されており、

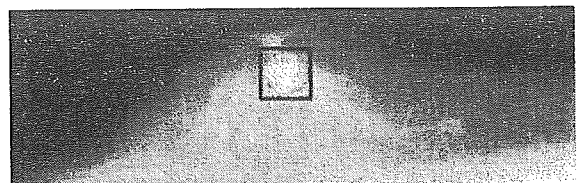


図 2 腫瘍陰影を含む最小方形による候補領域の抽出
Fig. 2 Extraction of a candidate region by rectangular window which has a minimum area including a mass shadow.

Query images	Retrieved images	Number of masses	Number of false-positive
		8	0
		0	8

図3 質問画像とその検索結果画像の例 (黒枠：腫瘍陰影，枠なし：偽陽性陰影)
Fig.3 Examples of query images and retrieved images. (black frame: mass, no frame: false-positive)

その領域を含む最小限の方形 (黒線) で候補領域を抽出している。ただし、腫瘍陰影検出アルゴリズムで抽出した候補の大きさや形状が、医師の描いたスケッチと異なる陰影がいくつか存在した。そこで、すべての腫瘍陰影に対して、動的輪郭モデルを用いた辺縁抽出法 [7] を適用し、より正確な腫瘍陰影を含む候補領域において特徴量を抽出した。

106枚の画像から質問画像を1枚抽出し、他の105枚の画像との間で類似度を算出し、検索結果画像を決定した。図3に検索結果の例を示す。左に質問画像を示し、その右に類似画像8枚を示した。黒枠の画像が腫瘍陰影を含む画像であり、枠なしの画像は偽陽性陰影を含む画像である。また、検索結果画像8枚中に含まれる偽陽性陰影の枚数を0から8枚まで変化させ、削除判定を行ったときの腫瘍陰影と偽陽性陰影のそれぞれの残存率を図4に示す。腫瘍陰影の質問画像53枚に対して53枚 (100%) を正しく腫瘍陰影であると判定し、偽陽性陰影の質問画像53枚に対して45枚 (85%) を正しく偽陽性であると判定することができた (図4の①)。図5に偽陽性の質問画像を誤って腫瘍陰影であると判定した8枚の画像とその検索結果画像、及び検索結果画像における腫瘍陰影と偽陽性陰影の各枚数を示す。図3と同様に、黒枠の画像が腫瘍陰影を含む画像であり、枠なしの画像は偽陽性陰影を含む画像である。これら8枚の偽陽性陰影には、比較的円形度が高く厚い乳腺が塊を形成している陰影が多く見られた。偽陽性陰影は、乳腺や血管などの領域であるが、一見して腫瘍陰影との類似度が低い索状の陰影や、類似度の高い比較的円形度が高く厚い乳腺が塊を形成しているように見える陰影などが存在した。そのため、実験では索状の陰影など腫瘍陰影との類似度が低い偽陽性陰影は比較的容易に削除できることが分

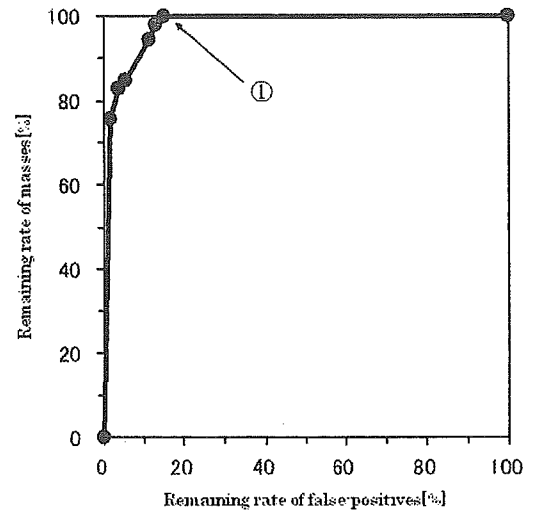


図4 腫瘍陰影の残存率と偽陽性陰影の残存率
Fig.4 Relationship between remaining rate of masses and false-positives.

かった。しかしながら、円形度が高く腫瘍陰影との類似度が高い偽陽性陰影は、検索結果画像に多くの腫瘍陰影を含んでしまい、削除できないことが分かった。これは、検索対象画像のデータベースが106枚と比較的小規模で、種類に富んでいなかったためと考えられる。

次に、大規模な画像群への適用例として、これまでの実験で用いた106枚の画像群を検索対象画像データベースとし、新たな偽陽性陰影の質問画像1526枚について実験を行った。その結果、1526枚のうち1124枚 (74%) を正しく偽陽性陰影であると判定し削除することができた。この結果から、腫瘍陰影の検出システムの性能向上が示唆できた。

4. むすび

局所的なパターンマッチングによる画像検索の手法を乳房 X 線写真上の腫瘍陰影検出システムにおける偽






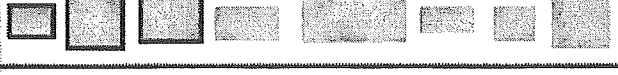








Query images	Retrieved images	Number of masses	Number of false-positive
		8	0
		2	6
		3	5
		6	2
		4	4
		4	4
		7	1

図 5 腫瘍陰影であると誤判定した偽陽性の質問画像とその検索結果画像（黒枠：腫瘍陰影，枠なし：偽陽性陰影）

Fig. 5 Query images of false-positive detected as a mass, and the retrieved images. (black frame: mass, no frame: false-positive)

陽性削除処理に応用した手法を提案した。腫瘍陰影と偽陽性陰影各 53 枚，計 106 枚を用いた実験では，腫瘍陰影を一つも削除することなく，約 85% の偽陽性陰影を削除することができた。また，偽陽性陰影 1526 枚のデータベースを用いた結果では，その約 74% の偽陽性陰影を正しく削除することができた。これらの結果から本手法がマンモグラム CAD システムにおける腫瘍陰影の偽陽性削除法として有用である可能性を示した。

文 献

- [1] 松原友子，藤田広志，遠藤登喜子，堀田勝平，池田 充，木戸長一郎，石垣武男，“乳房 X 線写真における腫瘍陰影検出のためのしきい値法に基づく高速処理アルゴリズムの開発,” *Med. Imaging Technol.*, vol.15, no.1, pp.1-13, 1997.
- [2] 松原友子，笠井 聡，関 和泰，藤田広志，原 武史，遠藤登喜子，“マンモグラムのためのコンピュータ診断支援システムの開発—腫瘍陰影の自動検出における低濃度領域抽出法の改善,” *日乳癌検診学会誌*, vol.7, no.1, pp.87-101, 1998.
- [3] 笠井 聡，松原友子，原 武史，藤田広志，畑中裕司，遠藤登喜子，“マンモグラム上の乳腺領域周辺に存在する腫瘍陰影検出に特化したアルゴリズムの開発,” *医用電子と生体工学*, vol.38, no.2, pp.111-117, 2000.
- [4] Y. Hatanaka, T. Hara, H. Fujita, S. Kasai, T. Endo, and T. Iwase, “Development of an automated method for detecting mammographic masses with a partial loss of region,” *IEEE Trans. Med. Imaging*, vol.20, no.12, pp.1209-1214, 2001.
- [5] 中川俊明，原 武史，藤田広志，“局所的なパターンマッチングによる画像検索法,” *信学論 (D-II)*, vol.J85-D-II, no.1, pp.149-152, Jan. 2002.
- [6] Q. Li, S. Katsuragawa, and K. Doi, “Computer-aided diagnostic scheme for lung nodule detection in digital chest radiographs by use of a multiple-template matching technique,” *Med. Phys.*, vol.28, no.10, pp.2070-2076, 2001.
- [7] 中川俊明，原 武史，藤田広志，岩瀬拓士，遠藤登喜子，堀田勝平，“乳房 X 線画像における腫瘍陰影の辺縁抽出法,” *信学技報*, MI2002-84, 2003.

(平成 15 年 4 月 1 日受付，7 月 9 日再受付)

総説

乳がん早期発見の画像診断(1) マンモグラフィ検診を中心に

遠藤 登喜子*

はじめに

わが国の乳がん罹患・死亡は年々増加の一途を辿っており、すでに1999年の女性癌の主要部位別年齢調整罹患率において第1位を占め、第2位の胃がんの約4/3倍である(図1)。死亡は胃がん、肺がん、結腸がん、肝がんが続く第5位であるが、しかし、罹患率の増加に伴って増加している(図2)。しかも、欧米と異なり、わが国における乳がん罹患は比較的若い年齢層に多く40歳代にピークを有していることから、それに伴って死亡のピークも50歳代にある(図3)。また、他のがんが高齢者に多いこともあり、30~50歳代のがん死の第1位は乳がんである。このように、比較的若い年齢層に多く、増加する乳がん死亡を減らすための第一の方法は、早期発見、早期治療との掛け声のもとに検診が行われてきたが、その検診のあり方が今、見直されている。

乳がん検診の歴史と現状(表1参照)

乳がん検診は、肺がんおよび子宮体部がん検診とともに1987年に開始されたが、唯一触ってわかるがんという位置づけによりその方法は視触診であった。同時に、厚生省(当時)はがん研究助成金のテーマに、乳がん検診のあり方に関する研究を設置し、死亡を減少させることができる乳がん検診のあり方を模索してきた。一方では、他のがん検診すべてを対象とした「がん検診の有効性に関する研究」(久道班)により、がん検診の総合

表1 乳がん検診の歴史

1969年	厚生省がん予防対策要綱
1983年	老人保健法胃がん・子宮頸がん検診開始
1987年	肺がん、乳がん、子宮体がん検診追加
1999年	がん検診の有効性に関する研究報告書
1999年	がん検診の一般財源化
2000年	老健第65号によりマンモグラフィ導入 50歳以上・2年に一度
2001年	新たながん検診手法の評価報告書
2004年	がん検診に関する検討会中間報告書
2004年	老老発第0427001号通達 マンモグラフィを原則とする 40歳代・2方向・2年に一度

評価を進め、死亡率減少効果をもって検診を評価するという方針を固めてきた。久道班では、1999年、「がん検診の有効性に関する研究」報告書、2001年には「新たながん検診手法の有効性の評価」報告書をまとめた¹⁾。後者によると、がん検診の総合評価の判定は、I群が現時点で検診による死亡率減少効果を判定する適切な根拠があるもの、II群が検診による死亡率減少効果を判定する適切な根拠となる研究や報告が現時点ではみられないものとされ、I群はさらにI-a 検診による死亡率減少効果があるとする十分な根拠があるもの、I-b 検診により死亡率減少効果があるとする相応な根拠があるもの、I-c 検診による死亡率減少効果がないとする相応な根拠があるもの、I-d 検診による死亡率減少効果がないとする十分な根拠があるものとされた。乳がん検診に関連するものとしては、50歳以上の視触診とマンモグラフィの併用による乳がん検診がI-aに、40歳代の視触診とマンモグラフィ併用による

* 国立病院機構名古屋医療センター 放射線科
(えんどう ときこ)

図1 主要部位がんの年齢調整罹患率

昭和60年日本でモデル人口による10万対 1999年

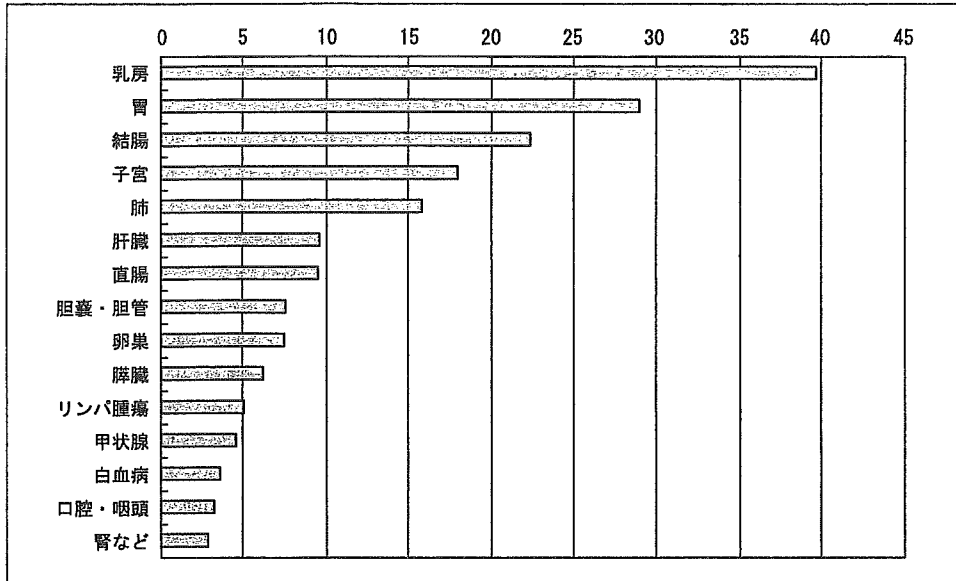


図2 わが国の乳がん死亡率の推移

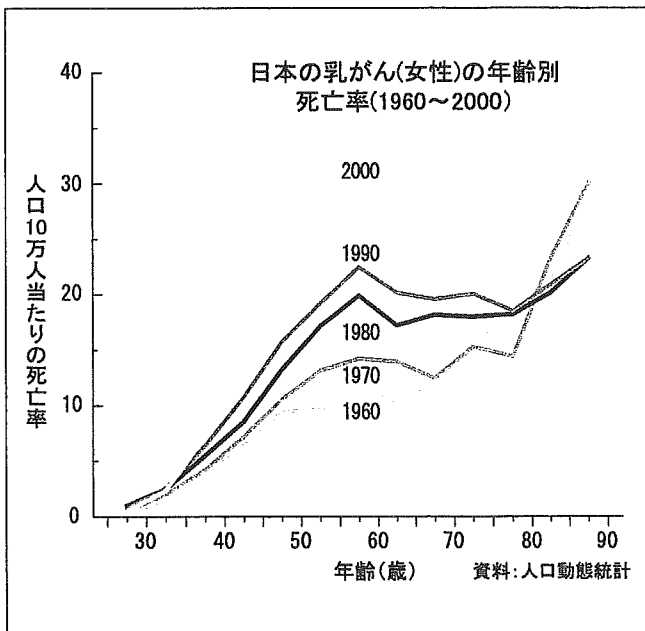
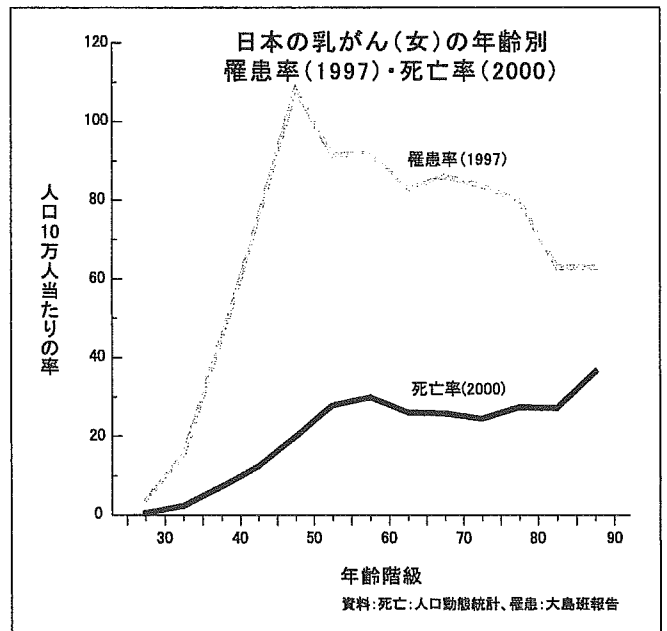


図3 わが国の乳がんの年齢別罹患率・死亡率



乳がん検診がI-bに、視触診単独による乳がん検診がI-cに、超音波による乳がん検診はII群に分類され、乳がん検診はマンモグラフィ併用を導入するよう勧奨された。その根拠の大半は欧米におけるマンモグラフィ検診のデータであったが、わが国でのデータは宮城および徳島でのデータが欧米のデータと比較して勝るとも劣らない精度であることが、本報告書におけるマンモグラフィ

イ推進の根拠となったものである。

2000年3月、わが国におけるマンモグラフィ検診のスタートにあたり、厚生省(当時)は老人保健課長名による通達「がん予防重点健康教育及びがん検診実施のための指針」(2000年3月31日付け、通達老健第65号)²⁾を発表し、「50歳以上の対象者については、原則として、問診、視触診および乳房エックス線検査とし、同一人につき2年に

1回とする。エックス線検査を行わないばあいは年1回とする。50歳未満の対象者については、問診及び触診とし、同一人につき年1回実施する」と、段階的にマンモグラフィを導入することを発表した。同時に、乳房エックス線検査の留意点として、「乳房X線撮影装置（マンモグラフィ）が、日本医学放射線学会の定める仕様基準を満たし、線量（3mGy以下）および画質基準を満たすこと」とする精度管理基準を明記し、撮影技師には、「マンモグラフィ撮影技術および精度管理に関する基本講習プログラムに準じた講習を修了した診療放射線技師が撮影すること」、更に「十分な経験を有する医師（マンモグラフィ検診精度管理中央委員会が開催する読影講習会またはこれに準ずる講習会を修了していることが望ましい）による読影を行うこと」を原則とすると明記された画期的な検診の精度管理がスタートした。また、マンモグラムは光学的濃度が非常に高く（黒い写真）、その読影には読影室の照度やシャウカステンの輝度に十分配慮するなど、読影環境を整えることが要求されている。マンモグラフィ用シャウカステンは通常のシャウカステンと比較して非常に高い輝度(3500cd/m²以上)³⁾が保障されるものをいい、また、フィルム面以外の部分の遮光機能を有していることが求められている（図4）。なお、マンモグラフィ検診精度管理中央委員会とは、

乳がんの診断と治療に関与する6学会（日本乳癌検診学会、日本乳癌学会、日本医学放射線学会、日本産科婦人科学会、日本放射線技術学会および日本医学物理学会）の代表から組織され、現在は特定非営利活動法人（NPO法人）となっている。

さらに、2003年12月より2004年3月にかけて開催されたがん検診に関する検討会（座長：垣添忠生国立がんセンター総長）の中間報告⁴⁾を受けて、2004年4月には老老発第0427001号通達⁵⁾が発表された。通達では、これからの乳がん検診は、しこりが触知可能となる前の、自覚症状のない段階で発見されるようにすることが肝要であるとし、乳がん検診は40歳以上を対象とした2年に1回のマンモグラフィによる検診が原則となった。当分の間は、その精度を補完するために視触診も併せて実施することとなっているが、中心はマンモグラフィである。問題点として、30歳代の視触診単独検診及び超音波検診は今後の調査・研究の対象として位置づけられていることがあり、特に罹患率の急増する30歳代後半での検診のあり方は早急に対応すべき問題として重要である。

しかしながら、現在の乳がん検診が有している最大の問題点は、受診率が低いことである。平成14年度の市町村による乳がん検診実施状況（表2）では、受診率は12.4%、うちマンモグラフィ検診受診者は2.1%にすぎず、今後早急にマンモ

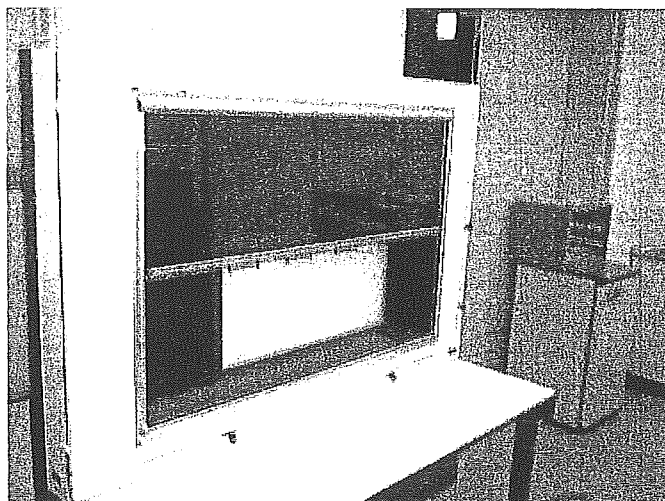


図4 マンモグラム用シャウカステン

グラフィ検診の実施に向けての対応が求められている。

なお、前記精中委の行うマンモグラフィ撮影技術および精度管理に関する基本講習プログラムに準じた講習を受講した診療放射線技師は本年10月

表2 平成14年度乳がん検診の実施状況

受診者数	3,337,202人
受診率	12.4%
マンモグラフィ検診受診者	563,082人
受診率	2.1%
乳がん検診実施市町村	97.1%
マンモグラフィ検診実施市町村	48%
乳がん検診による乳がん発見	4,250人
視触診単独による発見率	0.11%
マンモグラフィ併用による発見率	0.19%

表3 マンモグラフィ検診精度管理中央委員会講習会技術講習受講者(2004年10月31日現在)

評価	A	B	C	D	合計
人数	1,043	1,845	1,226	658	4,772

31日には4,772名で、そのうち2,888名(60.5%)が修了を認定されている(表3)。都道府県別の修了者数と40歳以上の女性人口の関係(2002年国勢調査による)を表4に示す。厚生労働省では死亡率減少効果が得られる受診率との目標設定から、当面50%の受診率を目標とするとしていることから、40歳以上の女性が2年に1回、50%受診した場合を試算しているが、受講者の大部分は精密検査施設に勤務しているのが現実であり、診療放射線技師まだまだ不足していることが理解でき

表4 県別診療放射線技師と40歳以上女性人口

2002年国勢調査、2004.10.31現在合格技師数、受診率50%、2年に1回として計算 太字は早急な対策が必要な県

県	A	B	合計	40歳以上の女性人口	1人当たりの女性人口	県	A	B	合計	40歳以上の女性人口	1人当たりの女性人口
北海道	34	55	89	1,687	4.7	滋賀	29	50	79	354	1.1
						京都	43	81	124	738	1.5
青森	21	24	45	451	2.5	大阪	87	116	203	2,351	2.9
岩手	4	14	18	435	6.0	兵庫	37	58	95	1,557	4.1
宮城	6	30	36	649	4.5	奈良	14	26	40	406	2.5
秋田	13	25	38	389	2.6	和歌山	0	14	14	327	5.8
山形	21	35	56	384	1.7						
福島	40	61	101	619	1.5	鳥取	4	3	7	188	6.7
						島根	9	12	21	244	2.9
茨城	12	40	52	813	3.9	岡山	17	64	81	573	1.8
栃木	10	20	30	553	4.6	広島	28	38	66	825	3.1
群馬	19	50	69	569	2.1	山口	10	30	40	485	3.0
埼玉	49	43	92	1,771	4.8						
千葉	33	64	97	1,569	4.0	徳島	7	27	34	254	1.9
東京	102	102	204	3,184	3.9	香川	11	19	30	307	2.6
神奈川	48	90	138	2,158	3.9	愛媛	6	22	28	466	4.2
山梨	3	15	18	252	3.5	高知	4	13	17	262	3.9
長野	10	32	42	652	3.9	福岡	33	70	103	1,434	3.5
新潟	17	46	63	746	3.0	佐賀	3	8	11	263	6.0
						長崎	2	19	21	464	5.5
富山	14	17	31	342	2.8	熊本	6	8	14	469	8.4
石川	34	42	76	340	1.1	大分	10	9	19	383	5.0
福井	14	20	34	244	1.8	宮崎	9	10	19	360	4.7
岐阜	19	41	60	599	2.5	鹿児島	5	11	16	553	8.6
静岡	30	84	114	1,065	2.3	沖縄	10	17	27	323	3.0
愛知	89	126	215	1,809	2.1						
三重	17	44	61	536	2.2	合計	1,043	1,845	2,888	35,497	3.1

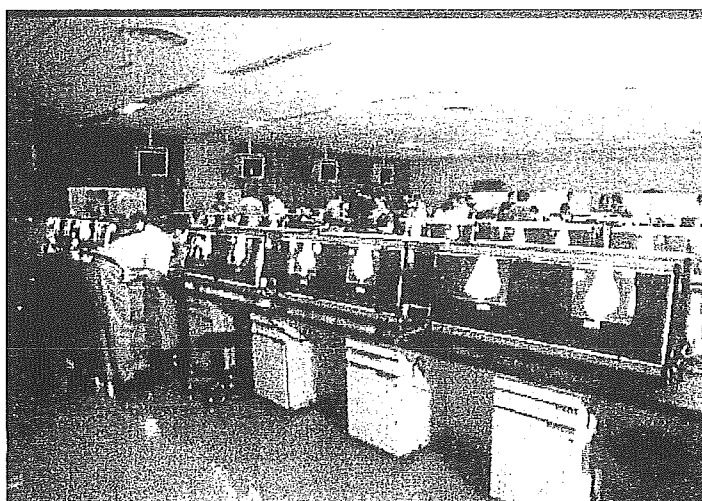


図5 読影試験

表5 読影試験の評価基準

評価A：感度90%以上、特異度92%以上 第2読影者（読影責任者）として活躍を期待される
A-S：加えてカテゴリー感度85%以上 第2読影者（読影責任者）および講習会講師として活躍を期待される
評価B：感度85%以上、特異度85%以上 検診マンモグラムの第1読影者として活躍を期待される
評価C：感度75%以上、特異度80%以上 評価B以上の読影者とともに読影する
評価D：上記に達しないもの さらに研鑽を積むことを期待される
* 視触診医も評価C以上が望ましい。

る。検診施設に勤務する診療放射線技師の養成が急務である。

一方、読影医に関しては、100症例の読影試験がなされており（図5）、感度85%以上、特異度85%以上で講習の修了が認定される（表5）システムとなっている。2004年10月31日までの受講者は4,931名、うち3,405名（69.1%）が修了を認定されている（表6）。が、やはりその分布にはムラがあり、その解消が課題となっている（表7）。

表6 マンモグラフィ検診精度管理中央委員会講習会
読影講習受講者（2004年10月31日現在）

専門科	A	B	C	D	合計
外科	432	1,684	590	214	2,920
放射線科	183	667	152	58	1,060
産婦人科	14	291	257	148	710
その他	13	121	60	47	241
合計	642	2,763	1,059	467	4,931

表7 県別読影医と40歳以上の女性人口、読影症例数

2002年国勢調査、2004.10.31現在読影医数、受診率50%、2年に1回として計算 太字は早急な対策が必要な県

県	A	B	合計	40歳以上の女性人口	読影医1名当りの読影症例	県 評価	A	B	合計	40歳以上の女性人口	読影医1名当りの読影症例
北海道	16	73	89	1,687	9.5	滋賀	21	53	74	354	2.4
						京都	20	144	164	738	2.3
青森	3	31	34	451	6.6	大阪	45	212	257	2,351	4.6
岩手	15	49	64	435	3.4	兵庫	16	84	100	1,557	7.8
宮城	30	165	195	649	1.7	奈良	7	36	43	406	4.7
秋田	11	94	105	389	1.9	和歌山	8	41	49	327	3.3
山形	11	73	84	384	2.3						
福島	9	70	79	619	3.9	鳥取	3	41	44	188	2.1
						島根	10	52	62	244	2.0
茨城	9	28	37	813	11.0	岡山	17	53	70	573	4.1
栃木	9	22	31	553	8.9	広島	9	62	71	825	5.8
群馬	17	69	86	569	3.3	山口	4	48	52	485	4.7
埼玉	11	43	54	1,771	16.4						
千葉	18	92	110	1,569	7.1	徳島	17	28	45	254	2.8
東京	53	165	218	3,184	7.3	香川	6	22	28	307	5.5
神奈川	30	134	164	2,158	6.6	愛媛	11	28	39	466	6.0
山梨	2	13	15	252	8.4	高知	8	15	23	262	5.7
長野	13	44	57	652	5.7	福岡	18	56	74	1,434	9.7
新潟	11	51	62	746	6.0	佐賀	3	4	7	263	18.8
						長崎	2	16	18	464	12.9
富山	4	39	43	342	4.0	熊本	3	22	25	469	9.4
石川	14	35	49	340	3.5	大分	7	12	19	383	10.1
福井	8	34	42	244	2.9	宮崎	7	11	18	360	10.0
岐阜	13	60	73	599	4.1	鹿児島	6	24	30	553	9.2
静岡	24	79	103	1,065	5.2	沖縄	5	29	34	323	4.8
愛知	50	127	177	1,809	5.1						
三重	8	80	88	536	3.0	合計	642	2,763	3,405	35,497	5.2

〔参考文献〕

- 1) 「がん検診の適正化に関する調査研究」班：がん検診の適正化に関する調査研究事業 新たながん検診手法の有効性の評価報告書 日本公衆衛生協会，東京，2001
- 2) 老人保健福祉局老人保健課長：老健第65号「がん予防重点健康教育及びがん検診実施のための指針」の一部改正について 2000.3
- 3) 日本医学放射線学会 日本放射線技術学会編：マンモグラフィガイドライン第2版. 医学書院，東京，2004
- 4) がん検診に関する検討会：老人保健事業に基づく乳がん検診及び子宮がん検診の見直しについて がん検診に関する検討会中間報告 2004.3
- 5) 老人保健福祉局老人保健課長：老老発第0427001号「がん予防重点健康教育及びがん検診実施のための指針」の一部改正について 2004.4

乳腺超音波画像におけるCAD

岐阜大学大学院医学研究科智能イメージング情報部門*1

国立岐阜工業高等専門学校電気情報工学科*2 / 国立名古屋病院放射線科*3

藤田広志*1 / 原 武史*1 / 福岡大輔*2 / 遠藤登喜子*3

はじめに

マンモグラフィは乳腺の画像診断の有効な手段として、検診や一般の診断で多く利用されている。一方、超音波検査も有効な手段であり、特に、デンスプレストの割合の高い50才未満の女性乳房の検診法としての期待は高い。また、集団検診において、マンモグラフィと超音波画像の併用により、視・触診を省くことが可能であるとの報告もある^{1, 2)}。超音波画像を利用する乳癌集団検診の有効性が示される一方で、まだ多くの解決されるべき問題点も残されているが³⁾、超音波による乳腺の画像検査が増えるにつれ(特に、集団検診において)、コンピュータを利用した支援診断(computer-aided diagnosis; CAD)システムの導入への期待も大きくなっている^{4, 5)}。すでに、マンモグラフィ専用のCAD(特に、computer-aided detection; CAD)システムは、1998年以降、米国のFDA(食品医薬品局)の認可を得て実用化が始まっており⁶⁾、本邦でも2003年末にはある企業のデジタルマンモグラフィ専用のCADシステムに対して厚生労働省の薬事申請が認可され⁷⁾、ようやくマンモグラフィCADの商用機が国内市場に実現するようになりつつあるところである。なお、マンモグラフィCADの解説書は、学会誌な

どにすでに多く掲載されている⁸⁻¹⁰⁾。

本稿では、マンモグラフィに続いて実用化が期待される乳腺超音波画像検査領域におけるCADについて、その開発の現状と将来について解説する。

乳腺超音波画像CADの開発

乳癌の重要な画像所見には、微小石灰化像と腫瘤陰影がある。乳腺超音波画像では、非常に細かい微小石灰化のみの場合は描出されにくいいため、主な対象は腫瘤像となる。

乳腺超音波画像のためのCADシステムの研究開発を行っているグループの数は、マンモグラフィCADの研究グループに比べて格段に少ない。国内では、長澤らが腫瘤像の形状および良悪性の解析システムについて研究を行い、プロトタイプソフトウェアの配布まで行っている^{11, 12)}。Koyamaらは、ファジイの手法を用いたCADを提案している¹³⁾。また、3次元超音波断層像についてもCAD研究が行われており、われわれの研究グループでは、腫瘤像の自動検出法の開発^{14, 15)}、その良悪性鑑別法の開発と3次元表示法¹⁶⁾について研究を行っている。その研究では、2つの超音波画像に対して実験を行っており、一つは、大阪市に

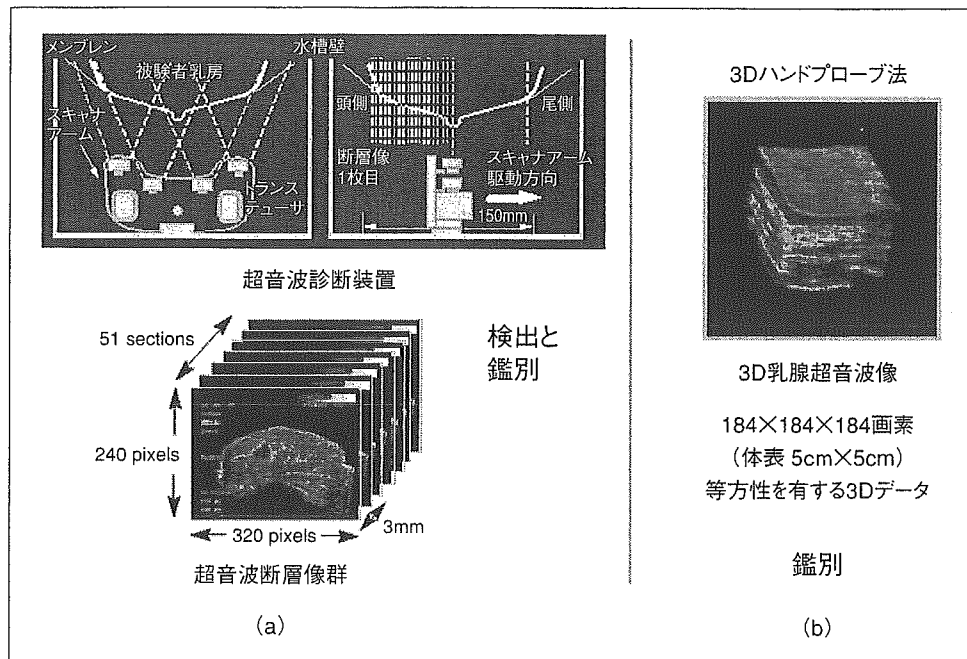


図1 3次元超音波断層画像のためのコンピュータ支援診断システムの例^{4, 16)}

において昭和63年から利用されているメカニカルセクタコンパウンド(オクトソン)方式の超音波装置(MAT1、旭メディカル社製、5.5MHz)から得られる断層画像(片乳房当たり52枚の断層画像)のCAD(検出と鑑別)であり、図1(a)にその例を示す。また、もう一つの研究は、3次元プローブから得られる3次元画像を対象とした鑑別のCADシステムであり、図1(b)に示す。自治医科大学の研究グループでも、3次元画像を利用したCADシステム(自動検出と鑑別)の構築を試みている^{17, 18)}。

国外では、中国(台湾)のChangらによるニューラルネットワークを用いたsolid breast noduleの良悪性鑑別法¹⁹⁾、シカゴ大学のGigerらによる後方エコーの程度により悪性、嚢胞、充実性の良性陰影の分類を試みる方法²⁰⁾などが報告されている。さらに、Changらは2次元、3次元の両画像に対するCADシステムを構築しており^{21, 22)}、超音波画像では難しいとされている微小石灰化の解析についても研究を試みている。ミシガン大学のChanらは、腫瘤像に対する3次元動的輪郭モデルを2次元の同モデルと比較し、良悪性鑑別のROC解析により3次元モデルから得られる特徴量

の有効性を示している²³⁾。多くの研究は、2次元平面内の腫瘤像について処理を行っているが、最近の研究成果では、3次元画像において腫瘤像の自動検出とその性状の鑑別を試みているという特徴がある。

いずれの研究においても、もっとも重要な部分を占める技術は、腫瘤像の領域分割法である。これは、濃淡画像においては非常に基本的であるに関わらず、決定的な解法を定めることができず、他の多くのCAD技術においても直面する問題の1つである。

超音波画像において、嚢胞などの良性腫瘤像(図2(a))は、辺縁が明瞭であり、また、腫瘤像の内部において音波の減衰が少なく過補正になるために像の後方領域は白く描出され信号の強調が見られる。また、腫瘤全体が明確に描出される。このような場合には、腫瘤像の領域を特定することは比較的容易である。しかし、硬癌など(図2(b))においては、腫瘤内部が充実性であり、内部での音波の吸収が強くなり、像の後方領域において画像が消失する場合が多い。このような場合には、腫瘤像の領域の特定が困難となり、体積などを計測するためには何らかの領域推定を行う必要

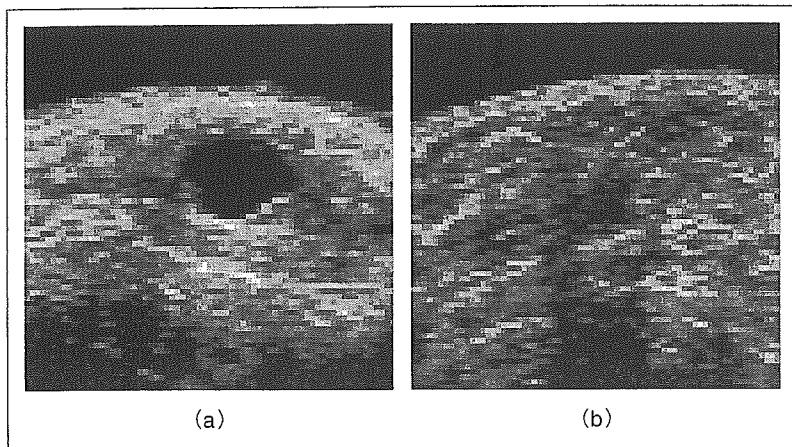


図2 超音波画像上の腫瘍像の例⁵⁾
(a)良性像 (b)悪性像

がある。その手法として、判別分析を用いて2つの領域(背景と腫瘍領域)に分割する方法が一般的であるが、スプライン曲線を用いて辺縁を補間する方法もある。文献¹⁶⁾などでは、動的輪郭抽出法を3次的に用いて3次元画像中に腫瘍領域を特定する手法が述べられている。いずれにしても、これら領域分割方法は最終的な良悪性鑑別結果に大きな影響を与えるため、適切な領域推定手法が重要である。

集団検診用超音波撮影装置とCAD

上記のように、腫瘍像の検出と鑑別に関するCADシステムの開発が行われており、近い将来、実用化されるであろう。特に、わが国では、集団検診で超音波画像検査を利用している施設も多くあり、自動検出のためのCADシステムへの要望が高い。そこで、自動検出という観点からは、2つのCADシステムの開発の可能性を考えら、

- 1) 集団検診専用に開発される全乳房画像収集型の超音波画像に対するCADシステム
- 2) 通常の超音波装置に組み込み型のCADシステム

である。

1) の例は図1(a)に示したものであるが、すでにここで利用された装置は旧式となっている。図3の写真は、2003年4月に京都で開催された「13th International Congress on the Ultrasonic Examination of the Breast」という国際会議の

機器展示で紹介された全乳房撮像が可能な集団検診利用のための超音波装置であり、今後はこのような装置とCADとの融合が考えられる。

2) の例として、乳房検査時にプローブの動きに応じてターゲット(腫瘍)の候補が存在するときに、リアルタイムで“アラーム”を発する形式のCADである。これは、著者の車に取り付けられている前方の物体を自動検知して、衝突防止のアラーム音を発する装置に似ている(図4)! このような装置ならば、集団検診でも一般の診断でも利用可能であると考えられる。

世界初のマンモグラフィCADの開発で有名な米国のR2 Technology社の創業者であるBob Wangが興したベンチャー企業U Systems社は²⁴⁾、「Somography」という名称で、マンモグラフィのような圧迫撮影による乳腺超音波画像(Full-Field Breast Ultrasound)を撮影する装置を開発し、RSNA2003などで展示を行っている。この画像では3次元画像も生成し、CAD機能も有する予定という²⁵⁾。

まとめ

乳腺超音波画像のCADシステムについては、マンモグラフィCADシステムと比較すると、まだあまり研究が進められていない領域であるといえる。この一因として、ハンドプローブを病変部が見つかるように“人的に”動かす必要があるという撮像の再現性の低さによるところも大である

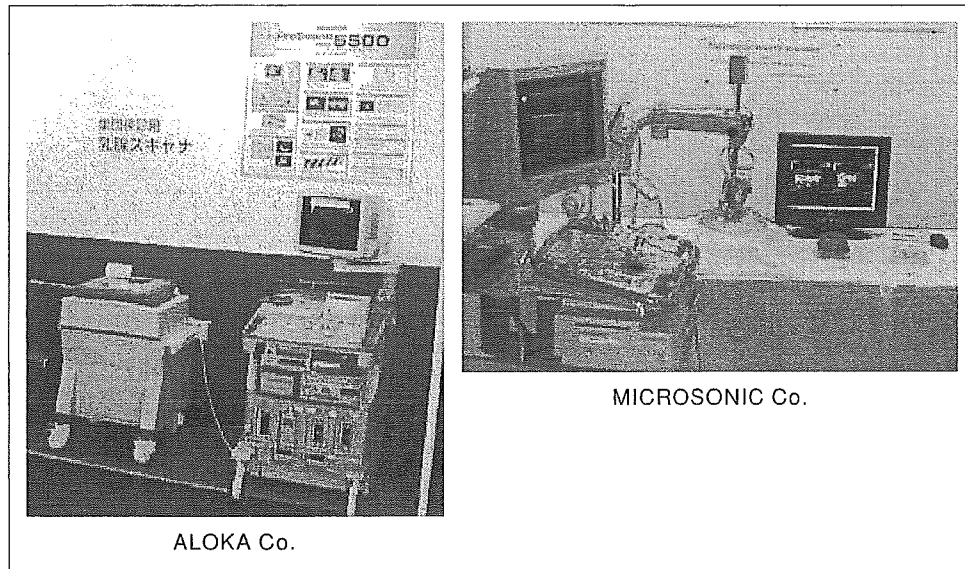


図3 全乳房撮影が可能な装置
 [International Congress on the Ultrasonic Examination of the Breast]
 という国際会議の機器展示で紹介された。アロカ社の製品では“うつ伏せ”で乳房が撮影され（左写真の左側の装置）、逆に、マイクロソニック社の製品では“仰向け”状態で乳房が撮影される（右写真の中央部）。両者とも、従来の超音波装置に追加購入すればよい。

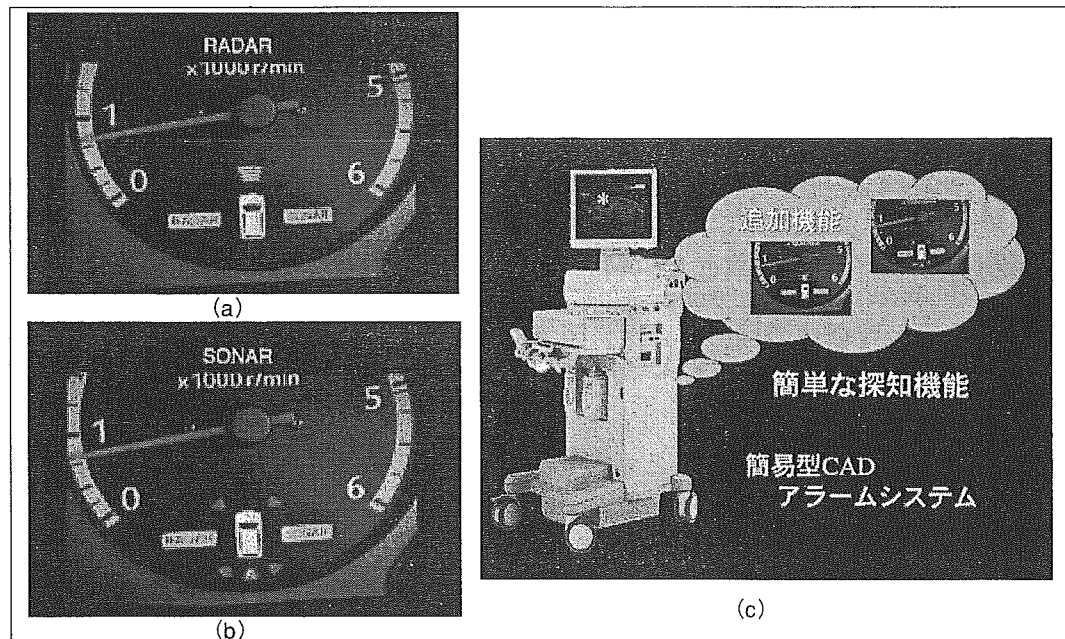


図4 “簡易型CADシステム”のイメージ図
 車に搭載されている前方物体検知レーダー (a)と超音波センサー (b)、CAD機能付きインテリジェントプローブの模式図 (c)。

と考えられる。しかし、プローブの大型化とスキャン方式の改良により乳房全体を一度にスキャンすることも可能になりつつあり、さらに、使用する音波の高周波化 (7.5MHz以上) によりさらに詳細な画像が得られるようになってきている。このような撮像に関する条件が整えば (あるいは、発

想の視点を変えて、図4に提案するようなシステムが構築できれば)、乳腺超音波像のCADシステムもマンモグラフィCADシステムと同様に注目を集めるであろう。特に、わが国における乳腺超音波画像による検査の有効性を考えると、その期待は大きいと考える。

- 1) 難波 清ほか：49歳以下の乳癌検診におけるマンモグラフィ／超音波検査併用検診の重要性の検討. 日乳癌検診学会誌11(2)：172-178, 2002
- 2) 内田 賢ほか：MMG検診に視・触診は省けるか？－MMG・US・視触診検診の結果から－. 日乳癌検診学会誌12(2)：152-156, 2003
- 3) 角田博子：乳癌検診(2)：超音波検診の現状と課題. 映像情報メディカル33(3)：253-256, 2001
- 4) 福岡大輔ほか：三次元乳腺超音波画像のためのCADシステムの開発 1) 技術の立場から. INNERVISION 14(10)：70-73, 1999
- 5) 原 武史：乳腺超音波断層像におけるCAD. 医用画像情報学会雑誌21(1)：42-43, 2004
- 6) 長谷川 玲：世界で初めて商品化されたマンモグラフィ用CAD-ImageChecker-. 日放技学誌56(3)：355-358, 2000
- 7) 藤田広志：エキスパートによるRSNA最新レポート10. CAD(コンピュータ支援診断)システムの最新動向. INNERVISION19(3)：28-31, 2004
- 8) 藤田広志：マンモグラフィCADシステムの現状. Med. Imag. Tech. 21(1)：27-33, 2003
- 9) 藤田広志：マンモグラフィのCADシステム. 新医療30(12)：145-148, 2003
- 10) 藤田広志：マンモグラフィにおけるCAD. 医用画像情報学会雑誌21(1)：39-41, 2004
- 11) <http://www.takasaki-u.ac.jp/~nagasawa/>
- 12) 長澤 亨ほか：超音波乳房画像診断支援システムの開発の現状. 新医療(7)：132-135, 1998
- 13) Koyama S et al：Breast ultrasonography：Computer-aided diagnosis using fuzzy inference. J. Ultrasound Med. 16：665-672, 1997
- 14) 福岡大輔ほか：乳房超音波断層像における腫瘍像の自動検出法. 医用画像情報学会雑誌14(3)：148-154, 1997
- 15) 福岡大輔ほか：初期輪郭の自動生成と制御点の統合を含んだ動的領域輪郭抽出法. 電子情報通信学会論文誌J81-D-II(6)：1448-1451, 1998
- 16) Hara T et al：Development of CAD system for 3D breast ultrasound images. Digital Mammography (Proc. of 6th International Workshop on Digital Mammography：IWDM2002), ed. by H-O Peitgen 368-371, Springer, Berlin, 2003
- 17) 程 相勇ほか：超音波3次元画像を用いた乳腺腫瘍診断システム. 電子情報通信学会論文誌J81-D-II(6)：1402-1410, 1998
- 18) 尾本きよかほか：三次元乳腺超音波画像のためのCADシステムの開発 2) 臨床の立場から. INNERVISION14(10)：74-77, 1999.
- 19) Chen D-R et al：Computer-aided diagnosis applied to US of solid breast nodules by using neural networks. Radiology213(2)：407-412, 1999
- 20) Horsch K et al：Computerized diagnosis of breast lesions on ultrasound. Med. Phys. 29(2)：157-164, 2002
- 21) Chang R-F et al：CAD in breast US, Proc. of 1st Seoul International Workshop for Computer Aided Diagnosis：31-40, 2003
- 22) Chang R-F et al：3-D snake for US in margin evaluation for malignant breast tumor excision using mammatome. IEEE Trans. Inform. Tech. Biomed. 7(3)：197-201, 2003
- 23) Sahiner B et al：Three-dimensional active contour model for characterization of solid breast masses on three-dimensional ultrasound images, Proc. of SPIE, Medical Imaging 2003. Image Processing 5032：405-413, 2003
- 24) <http://www.u-sys.com/>

新春座談会

スーパーテクノロジストを語る

遠藤登喜子 国立名古屋病院
 熊谷孝三 国立福岡東病院
 松本徹 放射線医学総合研究所
 松本満臣 東京都立保健科学大学
 司会 倉西誠 富山医科薬科大学附属病院
 (現 高知高須病院)

■スーパーテクノロジスト認定制度とは

倉西(以下、KR)：昨年10月に将来構想特別委員会から日本放射線技術学会の将来構想答申ということ、教育制度変革に伴う本学会の将来ビジョンが出されました。その中の一部で医師の社会では学会が認定する専門医制度が定着し、医療のレベルアップに大いに貢献している。それから医学放射線学会、産科婦人科学会、眼科学会、整形外科学会、皮膚科学会、麻酔科学会の六つの学会が認定した専門医を専門性に関する資格として、昨年10月から広告することができるようになった。

また放射線科専門医制度の医療的評価として画像診断・読影料加算が保険的に認められてきて、病院における放射線科医の存在価値が高まってきている。



司会 倉西 誠氏

また、放射線技師の教育は4年制に移行してきておりまして、医療のレベルアップに対応できる放射線技師の育成の体制が整備されてきている。そういうことを背景にして放射線技師の専門性の社会的認知度ですとか職業的存在価値を高めるということで、本学会が放射線技師の専門性を認定するスーパーテクノロジスト認定制度(以下、認定制度)を設けることが将来構想答申の中で提案されております。

この提案を受けまして、今年4月の総会におきまして認定制度検討特別委員会の設置が承認されまして、活動を始めております。

また、同じ答申の中で認定制度を実現するための課題として、関連する学会や団体の理解を得るとともに連携、協調をとりながら検討を進める必要がある。それから専門分野別にスーパーテクノロジストを認定するときには、専門分科会が主導的な役割を果たす必要がある、そういうことを挙げております。

それで今日はこれらの問題点等を背景にしながら、お忙しい中、先生方にお集まりいただきました。まずマンモグラフィ検診精度管理中央委員会のほうから遠藤登喜子先生、胸部CT検診の専門技術者の必要を唱えておられる松本徹先生、日本放射線腫瘍学会の放射

線治療認定技師制度を作られた熊谷孝三先生、それと、今、言いました本学会の認定制度検討委員会の松本満臣先生(委員長)にお集まりいただきまして、本学会が考える認定制度にとって参考になるお話をお願いしたいと思います。

司会は私、企画委員会の倉西が務めさせていただきます。よろしくお願いたします。

まず、最初に事の発端となりました「欧米型」と言っているのでしょうか、松本(満)先生、欧米型の認定制度について、先生が将来構想特別委員会で『Radiology』の論文、「The Role of the Super-technologist」を出されて、認定制度導入の議論が本格化した大きな原動力となったと理解しております。これにつきまして学会誌等で松本(満)先生には、何度かお話を願っておりますけれども、いま一度、そのへんをお話し願えればと思います。

松本(満)(以下、MM)：将来構想特別委員会の中で私の役割は教育制度ということで「その分野を担当してくれ」と言われました。それで以前から今の制度の上に何か新しい、専門性を高めたような仕組みができないかと考えておりましたけれども、たまたま、今、ご紹介がありましたような論文が『Radiology』に載りました。

著者のリチャード・フリーデン

松本満臣(まつもと・みつおみ)

昭和16年島根県益田市生まれ。昭和41年群馬大学医学部卒業後インターン。昭和42年群馬大学医学部放射線医学教室。昭和43年同助手。昭和48年群馬県立がんセンター放射線部。昭和52年同部長。昭和63年群馬大学助教授、医学部附属病院中央放射線部副部長。平成6年東京都立医療技術短期大学教授、診療放射線学科長。平成10年東京都立保健科学大学教授、放射線学科長。平成14年同教務部長。医学博士、放射線科専門医、日本乳癌検診学会検診マンモグラフィ読影認定医。がんの画像診断がライフワーク。現在、群馬大学医学部非常勤講師、日本放射線技術学会理事、日本乳癌検診学会理事。



ベルグ先生はカリフォルニア大学の先生ですが、放射線科医です。

最初のほうをちょっと要約してみますと、アメリカではManaged Health Careという医療保険制度が導入されて、医療現場でいろいろな変革が起こってきている。イギリスでは以前にBritish National Health Care Systemという制度が導入されたそうなのですが、アメリカで問題になっているのは医師の労働時間が増えた。それから医師の独自の決定権、裁量権がかなり失われている。そして医師の収入が減った。そういうことが書いてありまして、「これらは当初、予期されたことではなかった」ということがこの論文の冒頭に書いてあります。

そういう変革する医療環境の中で、一つ、新たな概念として「Skill Mix」、いわゆる「スキルを混ぜ合いましょう」というのでしょうか、「技術、腕をミックスしたらどうでしょうか」という概念だと思いますが、そういうものが提唱されてきたということです。この「Skill Mix」という言葉は1991年ごろからイギリスで用いられてきたという背景があるようです。その「Skill Mix」といいますのは「患者さんのために役立つ専門的な知識とか技術を補足する、あるいは増大させるために関連領域のエキスパートを大いに利用したらどうでしょうか」と。「これによって医療におけるcost savingができるのではない

か」ということを期待しています。

その「Skill Mix」の発端になった例が紹介されています。これはアシュワスというイギリスの病理学者ですが、誰が見ても分かるような病理標本を高給取りの病理のコンサルタントに見てもらうのは、イギリスのNational Health Care Systemの制度の中ではあまりにも値段が高すぎる。誰が見ても分かるような病理組織標本は適切なトレーニングを受けた技術者に任せたらどうか。

恐らく日本では臨床検査技師に相当するのではないかと思います。したがって、そういうことをすれば病理の医者を増やすということではなくて、現在いる有能なスタッフを利用したほうがいいのではないか。それが医療の全体のcost savingにつながるのではないかと考えています。

そのように、適切なトレーニングを受けたテクノロジストによって、ある程度、医師をアシストするという業務を行うことで、医師は労働時間の延長とか煩雑な業務の一部から解放されていく。そういうことがこの論文には書かれています。

「Skill Mix」という言葉そのものは新しいのかもしれませんが、この概念は以前からあったということです。例えばアメリカではOptician、眼科の検査を眼科のドクターに代わって行う資格の人がいたり、Nurse Anesthetistといいまし

て、あまりcomplicatedでない患者さんの麻酔を麻酔医に代わってナーシングがかける。それからさらには、最近、法律がアメリカで変わって「処方までできるようになった」といわれていますが、Nurse Practitioner、それからPhysician Assistantという制度があります。これらは高校を卒業して4年から6年の教育コースを出て、一定の研修を受けて試験をして、そういう人達に与えられている資格だというわけです。そういうことが紹介されています。

さらにイギリスではBritish National Health Care Systemが導入されてから、放射線科医に迅速な診断とコスト削減が要求された。主として経営効率的な理由から医療サービスの質を落とさずに放射線技師をいかに利用できるかということが、当時、話題になってきたというわけです。そして10年を経て、医師が行ってきた業務をいかにトレーニングを受けた技師に任せられるかという考え方に大きく変わってきたということが紹介されています。

イギリスである実験が行われています。1985年にノースパークホスピタルという病院の救急部のX線写真の診断に関する読影実験です。診療放射線技師、junior doctor、これが何年目ぐらいのドクターかは分かりませんが、それで読影実験をやっています。ここに書いてある内容によりますと、junior doc-