

Case 5: Resected Specimen 70mm

Thickness: Specimen 35mm, PMMA 35mm
AGD 3.8mGy

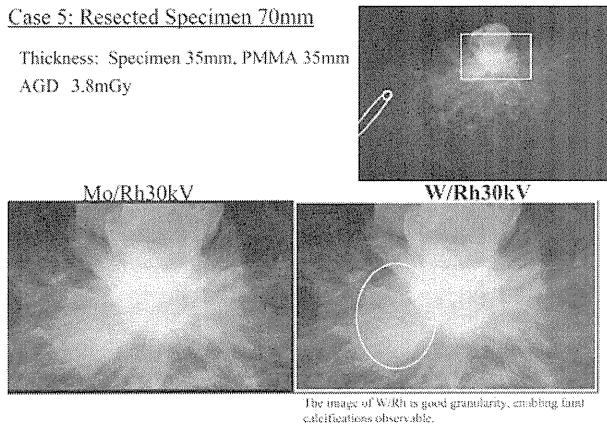


Fig. 9 Images of a resected specimen (70 mm). The granularity of the Mo/Rh image is high. The W/Rh image, in contrast, has low granularity, making faint calcifications observable. At 32 kV, the sharpness decreased, which in turn made the calcifications indistinct. At 30 kV, the calcifications and tissue composition are the most distinct.

Table 4 Visual evaluation results for breast specimens

Thickness (mm)	Mo/Mo	Mo/Rh	W/Rh	Visual result of findings	CNR highest Target/Filter	Sharpness + Graininess Highest
20	○	△	×	The image of Mo/Mo is the best to give sharp images and to express the boundary of masses.	W/Rh	Mo/Mo
30	○	△	×	The images acquired with Mo/Rh and W/Rh show blurry images, which in turn looks flat.	W/Rh	Mo/Mo
40	△	○	△	The image of Mo/Mo is bad granularity, makes mammary gland bold and fails to give distinct faint calcifications. The image of W/Rh is good granularity, but faint calcifications and boundary of masses are not distinct.	W/Rh	Mo/Rh
50	×	○	△	The image of Mo/Rh delivers acceptable granularity and adequate sharpness, achieving well balanced images for diagnosis.	W/Rh	Mo/Rh or W/Rh
60	×	△	○	The images of Mo/Mo and Mo/Rh are bad less granularity resulting in unacceptable images for diagnosis.	W/Rh	Mo/Rh or W/Rh
70	×	×	○	Since the image of W/Rh improved graininess drastically, faint calcification and spicula can be observed.	W/Rh	W/Rh

ターゲット/フィルタで MTF はほぼ同等であった。

散乱線の影響を調べることを目的として、PMMA 20 mm 上で同一管電圧 28 kV でターゲット/フィルタの組合せを変えながら MTF 測定を実施した。その結果を Fig. 11 に示す。Mo/Mo での MTF が最も高く、W/Rh での MTF が最も低かった。

粒状性による影響を確認するために行った CDMAM ファントムの視認性評価の結果を Fig. 12 に示す。CD 曲線が下に来るほど、低コントラストで、微小構造物が見えやすいことを示し、画質が良好であることを示している。AGD が高い 1.8 mGy 場合には、CD 曲線が最も下方に位置する撮影線質は、低コントラスト領域(ディスク厚が 0.1 μm 以下の薄い領域)で Mo/Rh、中コントラスト領域で W/Rh、高コントラスト領域(ディスク厚が 0.2 μm 以上の厚い領域)で Mo/Mo となった。粒状性で比較するには、低コン

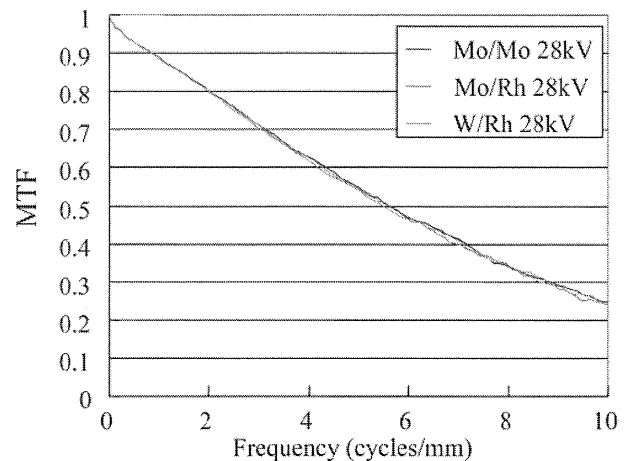


Fig. 10 Experimental results of image sharpness without PMMA plate.

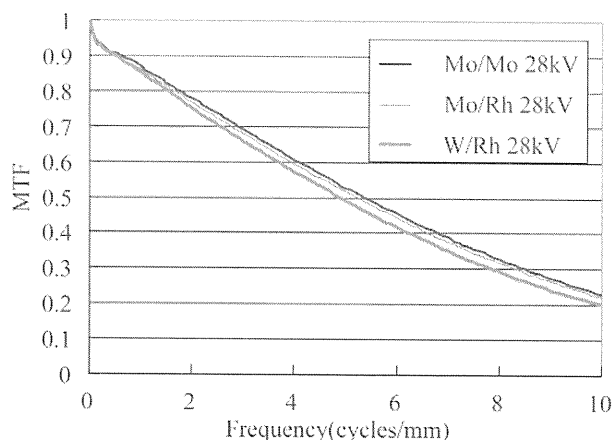


Fig. 11 Experimental results of image sharpness with PMMA plate. The MTF measured using W/Rh was the lowest. The results show the tendency that the harder the beam quality, the more scattered the X-rays.

トラストで径の大きい範囲で見るのが適切とされているので、ディスク直径が0.80 mm以上2.00 mm以下、 $n=5$ の低コントラスト領域でIQFを比較すると、Mo/Moで0.32、Mo/Rhで0.26、W/Rhで0.30だった。有意差検定の結果では(two-tailed paired *t*-test)、Mo/MoとMo/Rhで $p=0.0011$ 、Mo/RhとW/Rhで $p=0.043$ となり、有意にMo/Rhの画質が良好であることが確認された。一方、線量が低い0.9 mGy場合には、W/Rhのグラフが最も下方に位置し、最も画質が良好であることがわかった。

3. 考察

最初にCNRの測定における画像の前処理の影響について考察を加える。オフセット補正にはノイズを低減する効果があるため、CNRを上昇させる効果があると考えられる。しかし、すべての線質で同一のオフセット画像を用いて補正を施しているため、ノイズは影響の大きな低電圧側でやや値が上昇しやすい傾向はあっても、本測定におけるノイズレベルは最大で10%程度しか影響しておらず、CNRが最大となる撮影線質を変えるほどではなかった。また、シェーディング補正は素子間のムラと照射のムラを均一化するために実施しており、素子間のムラの程度はCNR測定に使用した領域は同一であったため、CNRへは影響しない。以上のことから画像の前処理がCNRの結果に影響している可能性はないと考えられる。

本研究と同じa-Se検出器を対象としたCNRの測定結果が過去の研究でも示されている¹⁶⁾。先の研究においても本研究結果と同様に、いずれの厚みにおいてもW/Rhの組合せでCNRが最大となっており、そして管電圧の依存性も小さかった。マンモグラフィ撮影

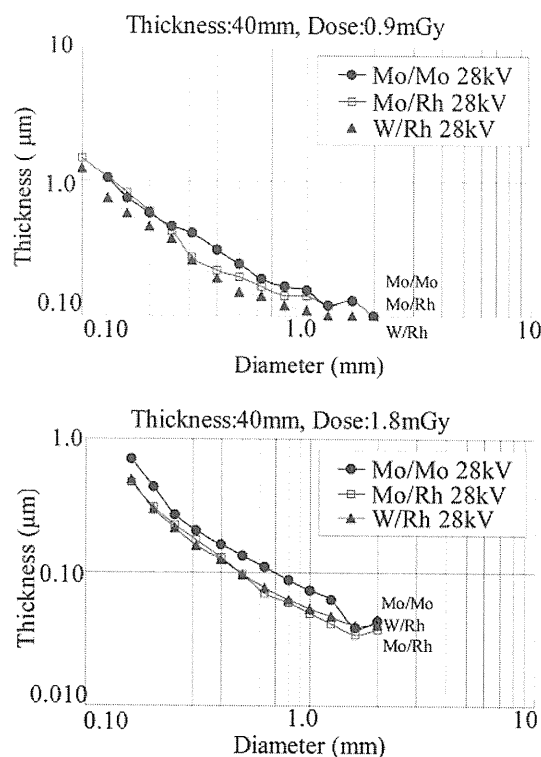


Fig. 12 Additional experiments to confirm the influence of the graininess. A CDMAM phantom was used for a visual evaluation with two different doses. Although the results of using the higher dose were similar to the results of the visual evaluation on the resected specimens, W/Rh showed the best result using the lower dose.

で用いられる管電圧26~32 kVでは、約15~32 keVのX線スペクトルが照射される。CNRの管電圧依存性が低いことは、マンモグラフィのスペクトル範囲でのSeの質量減弱係数が、間接変換型のCsIやCRの主な感光材料であるBaと比べ、最もなだらかに変化していることから裏づけられる¹⁸⁾。a-Seは、管電圧に対して依存性が小さい吸収特性を示す材料であると考えられる。

CNRの測定ではすべてのPMMA厚でW/Rhが良く、切除標本の画像評価では標本厚が厚くなるに従い最適なターゲット/フィルタはMo/Mo、Mo/Rh、W/Rhと変化した。結果にこのような違いがあった理由について、MTF測定とCDMAM測定の結果を踏まえて考察を加える。

RivettiらもMo/Mo、28 kVとW/Rh、28 kVの条件でMTFを測定しており、本研究結果と同様に、ターゲット/フィルタによらずMTFはほぼ一致したと報告している¹⁹⁾。また、その数値もW/Rh 28 kVの線質において、本研究で2 cycles/mmで0.8、4 cycles/mmで0.6であったのに対し、Rivettiらの解析ではそれぞれ0.7、0.6となっており、本研究結果と比較的近

い値である。一方、検出器とMTFテストデバイスとの間に20mm厚のPMMA板を加えても、前述したように、拡大効果による鮮鋭度低下はターゲット/フィルタによらずほぼ一定と考えられるので、鮮鋭度の差は散乱線によって生じていると考えてよい。したがって、W/Rhの組合せではMo/Mo、Mo/Rhの組合せと比べて放射線のエネルギーが高くなることで、散乱線の影響が大きくなったことが考えられる。乳房は厚みをもった対象物であるため、本研究で特殊なケースとして行った乳房組織を見立ててPMMA板を挟むMTF測定条件は、実際にマンモグラフィで撮影する条件に近いと考えられる。切除標本の画像の鮮鋭度は、Mo/Mo、Mo/Rh、W/Rhと撮影線質が硬くなるほどに低下していたと考えられる。CNRは、コントラストと粒状性を評価する指標であって、鮮鋭度の影響を受ける指標ではない。一方、切除標本の画質評価では、鮮鋭度も評価指標として入ってくる。CNRの測定結果と切除標本の画質評価結果とで最適なターゲット/フィルタが異なっていた第一の原因は、鮮鋭度が異なっていたことが考えられる。

次に、CDMAMの測定結果について考察を行う。CDMAMで用いた画像に対しても階調を揃える処理を施しているため、線質によらずすべての画像で平均濃度とコントラストが揃っている。また、被ばく線量はコントラストや鮮鋭度には影響せず、粒状性のみ影響する。本CDMAM実験では、同一のターゲット/フィルタで被ばく線量を0.9mGyと1.8mGyになるよう二つのAGD基準値に変えて測定しているので、粒状性のみが変化したと考えてよい。したがって、CNR測定と切除標本の画質評価結果で最適なターゲット/フィルタが異なっていた第二の原因は、粒状性の違いによるものと考えられる。

このCDMAMの測定によって、信号の視認性では粒状性が大きく依存しており、臨床的にどの程度の線量による撮影を行うか、の選択によって、最適とするターゲット/フィルタが異なることが明らかとなった。具体的には、被ばくをEUREFのachievableレベルに設定するのであれば、乳房厚みが増すに従ってMo/Mo、Mo/Rh、W/Rhと切り替える撮影条件が最も適しており、また、被ばくをPMMA40mm厚で0.9mGy程度まで落として設定するのであれば、乳房厚みによらずW/Rhを用いる撮影条件が適していることが分かった。

MTFとCDMAMのそれぞれの測定結果から、CNRの測定結果と切除標本撮影の視認性評価結果が大きく異なる原因は、画像の鮮鋭性と粒状性の違いであると考えられる。臨床的に情報の多い画像を得るためには、鮮鋭性と粒状性の双方についてバラ

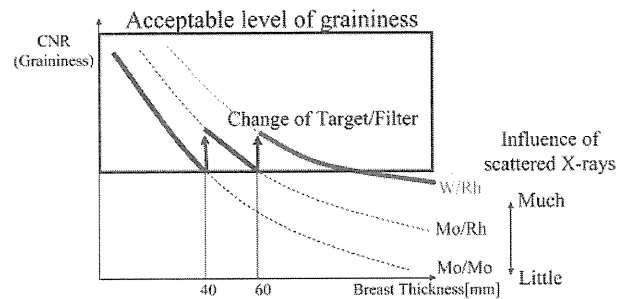


Fig. 13 Target/filter selection.

ンスの取れた撮影条件を選択することが必要であり、被ばく線量をどのレベルに設定するかを決定した後、被写体の厚さに対応して撮影条件を選択することが重要であることが明確になった。また、CNR評価だけでは、鮮鋭度を評価できないので、実際の乳房の構造や構造物視認性を表現しきれないことがわかった。最適な撮影条件については、被ばくをEUREFのachievableレベル程度に設定するのであれば、基本的には散乱線が少なく、高い鮮鋭度が得られるMo/Moを粒状性が許容できる範囲で管電圧を上げながら使用し、被写体の厚みが増加し粒状性の低下が著しくなるところで順次、Mo/Rh、W/Rhに変更する選択が良好なことがわかった。従来のscreen-film式やCRの臨床撮影でも薄い被写体では基本的にMo/Moで撮影し、被写体厚みが増すに従ってターゲット/フィルタを変更しながら線質を硬めに設定したが、新装置についても従来と同様に、被写体が薄い場合にはMo/Moを基本的に用い、被写体厚みが増すに従って硬い線質に変更する条件が適切であると考えられた(Fig. 13)。

ここで、a-Se検出器を備えたFFDM装置に対して、国内外でいかなる条件で撮影されているかを確認していくことにする。日本では、本研究対象であるAMULETのAEC設定に関して入澤らは、石灰化や腫瘍の視認性は鮮鋭感と関係し、鮮鋭感をよくするために、軟らかい線質を選択したと報告している²⁰⁾。一方、英国のNational Health Service(NHS)の資料を見ると、同装置のAECではノーマルモードとスモールモードですべての厚みでW/Rhを用いており、ラージモードとしてMo/Mo、Mo/Rh、W/Rhと切り替える撮影条件を備えていることがわかる²¹⁾。

Bernhardtらはa-Se検出器を備えたSiemens社のFFDM装置Novation対し、signal-difference-to-noise ratio(SDNR)を指標として50%乳房ファントムに対して²²⁾、また、Rangerらは同装置でSDNRとfigure of merit(FOM)を指標として100%脂肪、50%乳腺、100%乳腺の三つの乳房ファントムに対して、X線ス

ペクトルの最適化を試みている²³⁾。その結果 20~80 mm いずれの厚みでも W/Rh が Mo/Mo, Mo/Rh に対して最良としている。同装置の NHS での評価結果においても、CNR を EUREF の achievable level を得るのに必要な被ばく線量を調べているが、W/Rh が最小となることを示している。

欧州での推奨照射線量を EUREF レポート¹³⁾ や NHS レポート^{24~27)} を見てみると、今回の実験系および日本での推奨線量範囲と比較して低被ばく線量での撮影が主流であることがわかる。そのため、低被ばく線量で粒状性の良い W/Rh が良く選択されたいと考えられる。

ここで、日本と欧米女性の乳房厚みの違いによる適切な線量のあり方を考えることが必要である。乳房厚みや被ばくは Jamal らによってまとめられており、米国での平均乳房厚みは 45 mm、英国では 52 mm、さらにドイツでは 56 mm と報告されている²⁸⁾。一方、わが国の女性の乳房厚は平均 37.7 mm であり²⁹⁾、しかも、脂肪の少ない高密度乳房が多いと報告されている。撮影条件の設定には、許容範囲でより質の高い画像を追求する必要があるため、特に日本女性に多い薄く高密度な乳房が撮影対象となる場合には、被ばく線量はある一定水準以上は必要であり、撮影条件も、ターゲット/フィルタを乳房厚みによって Mo/Mo, Mo/Rh, W/Rh と切り替えることが好ましいと考えられる。一方、欧米女性を撮影対象とする場合には、厚みのある脂肪性の乳房が対象となるので、被ばくを低く設定し、W/Rh を率先して選択することも有効であると考えられる。しかしながら、被ば

く低減を重視して W/Rh を選択する場合にも、散乱線によって鮮鋭度が低下していることをよく把握したうえで撮影条件を選択することが必要であると考えられる。

4. 結 語

乳房切除標本を用いて撮影条件を検討するという新しい手法を試み、ファントムで得られた CNR が最大となる撮影条件と診断しやすい切除標本画像を得られる撮影条件は異なることがわかった。この差は CNR は面と面の信号差とノイズ比しか評価しておらず、鮮鋭度の影響が計測されていないことに起因すると考えられる。

乳房切除標本の画像評価によって、実乳房に近い条件で撮影条件を検討し、最適化することができた。その結果、被ばく線量をどのレベルにするかによって最適とされるターゲット/フィルタの組合せが異なることを明らかにした。被ばくを EUREF の achievable レベル程度に設定する場合、被写体厚が薄い条件では、散乱線が少なく、高い鮮鋭度が得られる Mo/Mo を粒状性が許容できる範囲で管電圧を上げながら使用し、被写体の厚みが増加し、粒状性の低下が著しくなるところで順次、Mo/Rh, W/Rh に変更する選択が最も良好なことが分かった。但し、本結論は統一した画像処理条件の下で比較し、導かれたものである。撮影線質ごとに画像処理を変えることにより、線質の特徴をそれぞれに生かせる可能性はあるため、今後、線質ごとの最適な画像処理の検討が望まれる。

参考文献

- 1) Berns EA, Hendrick RE, Cutter GR. Performance comparison of full-field digital mammography to screen-film mammography in clinical practice. *Med Phys* 2002; 29(5): 830-834.
- 2) Obenaus S, Hermann KP, Grabbe E. Dose reduction in full-field digital mammography: an anthropomorphic breast phantom study. *Br J Radiol* 2003; 76(907): 478-482.
- 3) Gennaro G, Baldelli P, Taibi A, et al. Patient dose in full-field digital mammography: an Italian survey. *Eur Radiol* 2004; 14(4): 645-652.
- 4) Lewin JM, Hendrick RE, D'Orsi CJ, et al. A technique optimization protocol and the potential for dose reduction in digital mammography. *Radiology* 2001; 218(3): 873-880.
- 5) Rivetti S, Lanconelli N, Campanini R, et al. Comparison of different commercial FFDM units by means of physical characterization and contrast-detail analysis. *Med Phys* 2006; 33(11): 4198-4209.
- 6) Lazzari B, Belli G, Gori C, et al. Physical characteristics of five clinical systems for digital mammography. *Med Phys* 2007; 34(7): 2730-2743.
- 7) Irisawa K, Yamane K, Imai S, et al. Direct-conversion 50 μm pixel-pitch detector for digital mammography using amorphous Selenium as a photoconductive switching layer for signal charge readout. *Proc SPIE* 2009; 7258: 72581.
- 8) Lawinski C, Honey I, Blake P, et al. Computed radiography (CR) system for mammography—a comparative technical report edition 2. NHS Report 06047, 2006.
- 9) Baldelli P, Phelan N, Egan G, et al. A novel method for contrast-to-noise ratio (CNR) evaluation of digital mammography detectors. *Eur Radiol* 2009; 19(9): 2275-2285.
- 10) Muhogora WE, Devetti A, Padovani R, et al. Application of European protocol in the evaluation of contrast-to-noise ratio and mean glandular dose for two digital mammography systems. *Radiat Prot Dosimetry* 2008; 129(1-3): 231-236.
- 11) 長島千恵子, 内山菜智子, 森山紀之, 他. FCR を用いたマンモグラフィシステム専用画質管理ツールとしての 1Shot Phantom の評価. *日放技学誌* 2009; 65(7): 921-930.
- 12) IEC 62220-1-2/FDIS: Medical electronic equipment—characteristics of digital X-ray imaging devices—part 1-2: Determination of the detective quantum efficiency detectors used in mammography. International Electrotechnical Commission (IEC).
- 13) European guidelines for quality assurance in breast can-

- cer screening and diagnosis, fourth editon, 2006.
- 14) 富士フイルム株式会社・富士フイルムメディカル株式会社. FCR 画像処理解説書 Fuji Computed Radiography, 2008; 40-49.
 - 15) 精度管理マニュアル作成に関する委員会 監修, 大内憲明. 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: 59-62.
 - 16) Kuwabara T, Iwasaki N, Sendai T, et al. Image quality evaluation of direct-conversion digital mammography system with a new dual a-Se Laysr Detector. Proc SPIE 2009; 7258: 72584P.
 - 17) van Soldt RT, Zweers D, van den Berg L, et al. Survey of posteroanterior chest radiography in the Netherlands: patient dose and image quality. Br J Radiol 2003; 76(906): 398-405.
 - 18) Hubbell JH, Seltzer SM. Tables of X-ray mass attenuation coefficients and mass energy-absorption coefficients. NIST Standard Reference Database 126, 1996.
 - 19) Rivetti S, Lanconelli N, Bertolini M, et al. Physical and psychophysical characterization of a novel clinical system for digital mammography. Med Phys 2009; 36(11): 5139-5148.
 - 20) 入澤 寛, 荒井毅久, 中田 肇, 他. 高感度・高精細デジタルマンモグラフィシステム「AMULET」の開発. FUJIFILM RESEARCH&DEVELOPMENT 2009; 54: 10-15.
 - 21) Young KC, Oduko JM, Asad M. Technical evaluation of Fuji amulet full field digital mammography system. NHSBSP Equipment Report 0907, 2009; 7-8.
 - 22) Bernhardt P, Mertelmeier T, Hoheisel M. X-ray spectrum optimization of full-field digital mammography: simulation and phantom study. Med Phys 2006; 33(11): 4337-4349.
 - 23) Ranger NT, Lo JY, Samei E. A technique optimization protocol and the potential for dose reduction in digital mammography. Med Phys 2010; 37(3): 962-969.
 - 24) Young KC, Oduko JM. Technical evaluation of the Siemens novation full field digital mammography system. NHSBSP Equipment Report 0710, 2007.
 - 25) Young KC, Oduko JM, Gundogdu O, et al. Technical evaluation of the GE essential full field digital mammography system. NHSBSP Equipment Report 0803, 2008.
 - 26) Young KC, Oduko JM. Technical evaluation of the Hologic SELENIA full field digital mammography system with a tungsten tube. NHSBSP Equipment Report 0801, 2008.
 - 27) Young KC, Oduko JM, Wooley L. Technical evaluation of the Hologic SELENIA full field digital mammography system. NHSBSP Equipment Report 0710, 2007.
 - 28) Jamal N, Ng KH, McLean D. A study of mean glandular dose during diagnostic mammography in Malaysia and some of the factors affecting it. Br J Radiol 2003; 76: 238-245.
 - 29) 松本雅紀, 西澤かな枝, 秋山芳久, 他. マンモグラフィによる被曝線量評価のための平均乳房厚の検討. 日乳癌検診会誌 2000; 9(1): 95-102.

図表の説明

- Fig. 1 CNR 測定のための PMMA およびアルミ板の配置
- Fig. 2 切除標本の画像処理および調整法
- (a) 調整前ヒストグラム
AGD が一定のもとでは線質が硬くなるほど, 中心値が高くなり(透過線量が増える), 分散値が小さくなる(コントラストが低下する).
- (b) 調整後ヒストグラム
分散値と中心値を合わせることでほぼ同等の分布をもつ画像とする.
- Fig. 3 PMMA 板あり(a)と PMMA 板なし(b)における MTF 測定 の構成
- Fig. 4 CNR 実験結果
- Fig. 5 切除検体症例(22 mm)
Mo/Mo, 26 kV が最も鮮明に描写できており, 濃度差がわかりやすい. Mo/Rh, W/Rh は画像がボケている印象を持つ.
- Fig. 6 切除検体症例(30 mm)
腫瘍周辺のゴツゴツした辺縁が Mo/Mo が最も表現できている. 腫瘍に被っている乳腺の対比も見えやすい.
- Fig. 7 切除検体症例(40 mm)
Mo/Mo では粒状が悪く, 乳線が太くなっている. W/Rh は淡い石灰化が見えづらくなっており, 石灰化が減った印象をもつ. Mo/Rh が淡い石灰化も表現できており, 鮮鋭度も最もよい.
- Fig. 8 切除検体症例(50 mm)
Mo/Mo は粒状悪く, 情報不足の印象を持つ. Mo/Rh は粒状はやや不足だが最も立体感がある. W/Rh は粒状が良い分, 淡い石灰化は見えやすいが全体にボケている.
- Fig. 9 切除検体症例(70 mm)
Mo/Rh は粒状が悪い. W/Rh では粒状が良い分, 淡い石灰化が確認できる. 32 kV では鮮鋭度が落ち石灰化がわかりにくい. 30 kV で石灰化と線維構造が最もよく見える.
- Fig. 10 PMMA 板がない条件における鮮鋭度の実験結果
- Fig. 11 PMMA 板がある条件における鮮鋭度の実験結果
W/Rh の MTF が最も低い結果が得られた. 線質が硬くなることで, 散乱線の影響が大きくなったことが考えられる.
- Fig. 12 粒状性の影響確認のための追加実験
2 水準の線量により撮影された CD-MAM の視認性評価を行い, 線量が高い結果では切除検体撮影の視認性評価と近い結果が得られたが, 低い線量では W/Rh が最も良い結果であった.
- Fig. 13 T/F の選択方針
- Table 1 CNR 測定で用いた撮影条件
- Table 2 本研究で用いた半値層のデータ
- Table 3 画質評価の平均スコア
- Table 4 切除標本の視認性評価の結果

第20回学術総会/シンポジウム ————— Symposium

めざせ50%！ 啓発活動の現実と打開策

受診率50%達成に向けて：仙台市の取組み

仙台市健康福祉局健康増進課¹⁾，東北大学腫瘍外科²⁾，仙台市医師会乳がん検診精度管理委員会³⁾佐竹 洋明¹⁾ 太田みどり¹⁾ 大内 憲明^{2,3)} 石田 孝宣²⁾河合 賢朗^{2,3)} 伊藤 聰彦³⁾ 古賀 詔子³⁾

佐竹 仙台市の乳がん検診の取組みをご紹介します。

仙台市は、平成元年に11番目の政令指定都市となり、現在の人口は103万人で、北九州市とほぼ同様です。面積は788.09平方キロメートルで、北九州市と福岡市を合わせた大きさです。

I. 乳がん検診の概要

1) 実施概要(表1)

平成22年度の仙台市の乳がん検診の実施内容からご説明します。

40歳以上の女性を対象に、6月から2月まで実施します。検診は、マンモグラフィフィルムを読影しながら、視触診を行う同時併用方式で実施しています。受診には申し込みが必要で、4月から11月までが申し込み期間です。

対象者185,573人に対し、受診見込み者数は40,500人としています。

実施は仙台市の医師会、宮城県医師会健康センターへ委託しており、読影、視触診を行う登録医療機関は86機関、マンモグラフィ撮影を行う施設は22機関です。

宮城県医師会健康センターには、受診券や結果通知の作成、履歴情報の管理等を委託しています。

自己負担金は1,400円ですが、仙台市の国保加入者、70歳以上の方等は無料となっています。

2) 検診の流れ(図1)

検診は毎年、各家庭に全戸配布する市民健診の申し込み案内、これに付随するはがきにより、郵送で受付します。

4月末で一旦締め切りますが、11月末まで追加で受付しています。

受診券はマンモグラフィの撮影施設と、撮影日を指定した後に郵送します。

受診券を持参し、マンモグラフィを撮影した受診者は、フィルムを直接登録医療機関に持参し、読影および視触診を受診します。受診後、フィルムはすべて宮城県医師会健康センターに集められ、再度、読影委員会でダブルチェックを行ってから、結果判定が確定します。

結果の通知ははがきで郵送しますが、要精密検査となった場合は、登録医療機関から説明します。

II. 受診状況

1) 女性特有のがん検診推進事業の実績

昨年度の女性特有のがん検診推進事業では、35,796人を対象とし8,703人の方が利用しました。仮に、この事業が未実施だった場合、同じ年齢の受診見込み者数は4,200人と考えていたので、実施により約2倍に増加したと考えています。また、利用率は24.3%で宮城県平均の30.1%を下回りましたが、全国平均と同レベルでした(表2)。

年齢ごとの受診者数を示す棒グラフ(図2)でわかるとおり、無料クーポン券を交付した年齢の受診数が際立って伸びています。

対象者：40, 45, 50, 55, 60歳の女性

対象者数：35,796人，利用者数：8,703人，利用率：24.3%

2) 平成21年度実績

平成21年度全体の実績は、対象者数が182,165人に対し、受診券の発券者数が51,241人、受診者数は、前年度から6,905人増加して、40,561人に達しました。この人数には、対象者数、受診者数、ともに職域検診の人数は含まれていませんので、実際の受診者数はさ

別冊請求先：〒980-8671 仙台市青葉区国分町3-10-10

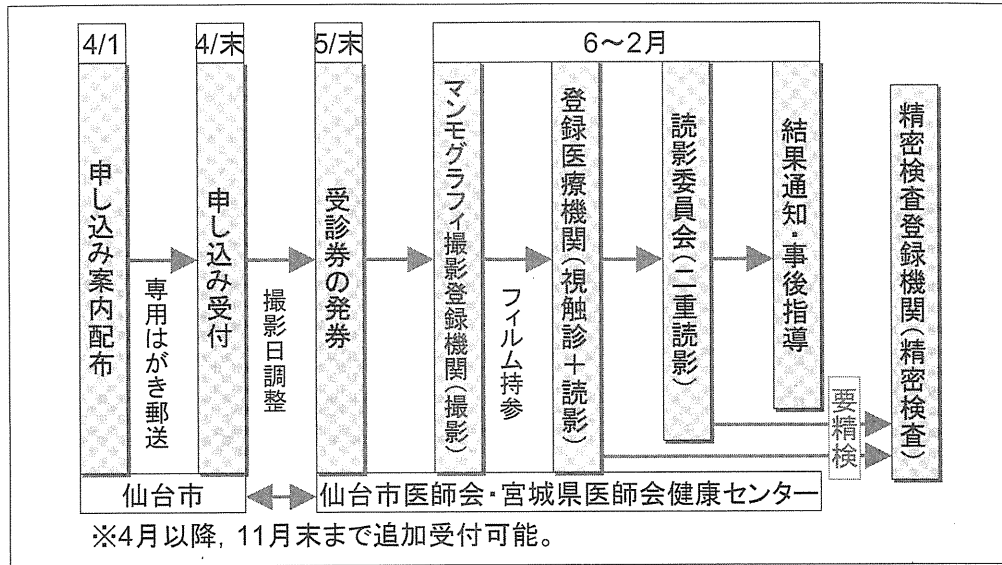
仙台市健康福祉局健康増進課 佐竹洋明

e-mail address: hiroaki_satake@city.sendai.jp

表1. 平成22年度乳がん検診実施概要

対 象	40歳以上の女性 185,573人(前年度受診者を除く)
申込期間	平成22年4月1日～平成22年11月30日
実施内容	マンモグラフィ併用方式(問診, 視診, 触診, マンモグラフィ)
実施期間	平成22年6月7日～平成23年2月28日 (ただし, マンモグラフィ撮影は平成23年2月12日まで)
受診見込	40,500人

仙台市健康増進課



仙台市健康増進課

図1. 乳がん検診の流れ

表2. 平成21年度女性特有のがん検診推進事業(乳がん検診)年齢別利用者数

		対象者数(人)	利用者数(人)	利用率(%)
仙 台 市	40歳	7,698	1,583	20.6
	45歳	6,529	1,873	28.7
	50歳	6,515	1,256	19.3
	55歳	6,735	1,798	26.7
	60歳	8,319	2,193	26.4
	合計	35,796	8,703	24.3
宮城県		81,421	24,519	30.1
全 国		4,357,223	1,047,974	24.1

仙台市健康増進課

らに多いものと推測されます。

また、受診率は2.6%増加し、初めて40%を超えて40.7%に上昇しています。

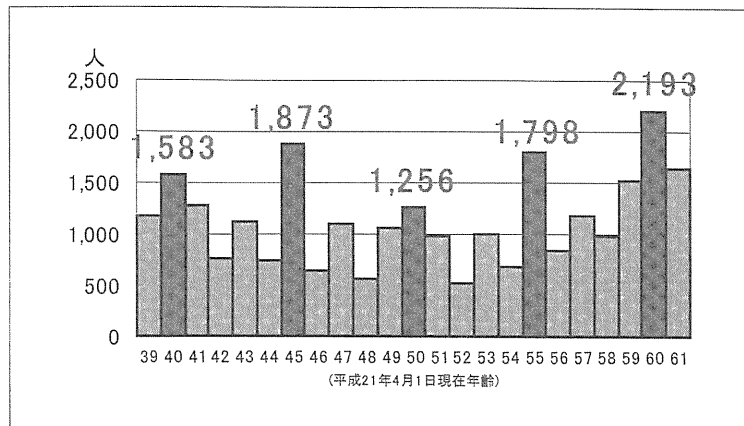
表3は、国の事業報告の抜粋ですが、平成18年度から平成20年度にかけても、仙台市、宮城県の受診率はともに全国平均の約14%を2倍以上上回り、全国的にとっても高い受診率で推移しています。

宮城県の平成21年度の受診率は、全体で36.2%でした。がん対策基本計画に示された受診率の目標50%の

対象年齢は75歳未満と聞いています。75歳未満で受診率を推計すると、44.8%とかなり高い数値となり、さらに50歳未満で推計すると、42.3%とこちらも職域の受診者を加えると、実質的には50%を超えていると考えられます。

Ⅲ. 考 察

それでは、受診率の向上につながった取組みとして、検診体制の早期確立, 受診増への体制強化, 行政,



仙台市健康増進課

図2. 平成21年度乳がん検診年齢別受診者数(抜粋)

表3. 事業報告(平成18年度～平成20年度)抜粋

	仙台市		宮城県		全国	
	受診者数(人)	受診率(%)	受診者数(人)	受診率(%)	受診者数(人)	受診率(%)
平成20年度	33,656	38.1	71,763	35.0	1,792,176	14.7
平成19年度	34,543	30.8	82,044	31.7	1,892,834	14.2
平成18年度	31,724	29.0	78,169	32.1	1,631,811	12.9

平成19～21年度地域保健・健康増進(19年・20年は老人保健)事業報告の概況より

表4. 検診体制の早期確立期

昭和63年4月	視触診による乳がん検診開始
平成10年4月	仙台市医師会乳がん検診委員会
平成10年11月	仙台市のがん検診に関するあり方会議
平成11年1月	厚生省特別事業によるマンモグラフィ検診の実施
平成12年4月	マンモグラフィ導入に関する協議
平成13年4月	マンモグラフィ導入(50歳以上偶数年齢)

仙台市健康増進課

医師会、大学等、専門機関等との定期的な連携の三点についてご紹介します。

1) 検診体制の早期確立(表4)

まず、平成13年度からのマンモグラフィ導入以降の、年齢拡大に対応した検診体制について、関係機関と早期に確立できた点についてお話しします。

導入にあたり、平成10年11月、仙台市のマンモグラフィ併用検診の確立に多大なご協力をいただきました大内憲明教授をはじめとする東北大学、仙台市医師会の学識経験者を交えた、がん検診に関するあり方会議にて、マンモグラフィの必要性について検討しています。

平成11年の厚生省特別事業では、講習会を実施することで、かかりつけ医による適切な読影が可能であることを確認し、平成12年3月の国の指針改正を受けて、同年4月から仙台市医師会との具体的な協議に入

りました。

医師会において読影医師の確保および育成のため、かかりつけ医を対象とした読影講習会の開催や撮影施設の確保など、準備を進める一方、早期からの仙台市医師会乳がん検診委員会における、行政、医師会、大学等、専門機関との連携が効を奏したことにより、初年度から13,022人の検診が実施できたと考えています。

2) 受診者増への体制強化(表5)

次に、受診率アップには申し込み方法の簡易さが重要と考えます。本市では、各種がん検診と、生活習慣病健診を、世帯単位で一度に申し込みいただくため、平成11年度から申し込み案内を各家庭に全戸配布しています。

申し込み内容は電算処理し、延べ40万件以上の申し込みに対して、迅速に対象者を確認、受診券を作成し、

表 5. 受診者数増への体制強化期

平成11年～	検診申し込み案内の全戸配布・受診券発行の電算処理化＝大量処理可能
平成17年4月	40歳以上に拡大、40歳～49歳偶数年齢対象
平成18年10月	ピンクリボンフェスティバル開催(～継続中)
平成21年10月	女性特有のがん検診推進事業(～継続中)※40, 45, 50, 55, 60歳対象

仙台市健康増進課

表 6. 仙台市乳がん検診に関する会議等(仙台市医師会主催)

精度管理委員会(年1回, 1月)	委員7名
登録医療機関研修会(年2回, 3月)	120医療機関出席
精検医療機関・撮影施設との懇談会(年1回4月)	40施設出席
読影研修会(年3回, 4月)	登録医療機関検診医が参加

仙台市健康増進課

自宅へ送付する仕組みを築いています。

また、平成17年度の40歳以上への対象者拡大時には、約8,000人の受診者増に対応するため、撮影期間の終わりを11月から2月に変更し、期間を拡大のほか、マンモグラフィ専用の撮影診療所を整備しています。

さらに平成18年度から開催中のピンクリボンフェスティバルによる受診啓発、昨年度からの無料クーポン券の配布による受診者数の増加、これらにも撮影可能枠の拡大、期間延長などの柔軟な対応により、希望者全員が受診できる態勢を維持しています。

3) 行政、医師会、大学等専門機関との定期的な連携

次に、市民ニーズを把握する、われわれ行政の情報を共有し、検診に生かすために行う、定期的な医師会や大学、専門機関との連携についてご紹介します(表6)。

医師会の乳がん検診精度管理委員会では、翌年度の実施概要の説明、市民からの苦情内容や改善策などを報告、検討しています。

それから、約120の医療機関が参加する登録医療機関研修会では、事業報告および事業計画、検診の流れを説明して、本市検診への協力をお願いしています。

さらに、精検医療機関および撮影施設の医師、放射線技師との懇談会でも、同様に継続した協力依頼と、事務手続きの改善等の意見交換を行っています。可能なものについては、当該年度から反映するようにしています。

ほか、東北大学の先生方による登録医療機関を対象にした、読影研修会が年に3回開催されています。これらの定期的な連携については、仙台市医師会のバックアップによるところが非常に大きく、関係機関と情報が共有されることで、よりよい検診体制と市民の受

診環境の向上につながっています。

IV. 今後の課題とまとめ

今後、仙台市が受診率50%を達成するには、毎年5万人の受診者を要すると推定されます。受診者増に必要なこととして、第1に無料クーポン券の事業が継続できることです。昨年度実施時は、初回受診者数が全体で約3,800人増加して、今後も定期的な受診者となることを期待しています。

事業継続できた場合、3年後の平成25年度には、約46,000人の受診者に達する見込みと考えています。

また、未受診者への啓発も重要と考えて、市政広報番組やパブリシティ、ピンクリボンフェスティバルを活用した、広く市民への受診啓発、それから乳がん検診に協力的な企業との連携により、行政に関心の薄い層への受診啓発にも力を入れたいと思います。

さらに、定期的な検診受診を促進するため、多様な申し込み方法、受付方法の確立が必要であり、インターネットやショッピングセンターでの受付など、市民の生活に合った方法を提供していくことが必要と考えています。

最後に、従来から健康福祉行政は市民の健康を守ることを一番に考えていました。関係機関と綿密な連携と信頼関係を築いてきたことが、今後のさらなる受診率の向上につながるものと考えています。

大貫 佐竹先生、どうもありがとうございました。仙台市の取り組みについてお話いただきました。では、佐竹先生、また後ほどよろしく願いいたします。

最後のご発表になります。「日本乳がんピンクリボン運動が実践した検診率アップのためのプログラム」ということで、NPO法人J.POSHの松田先生、よろしく願いいたします。

乳癌死ひとりを回避するのに必要な 日本人女性のマンモグラフィ検診必要対象者数

国立がん研究センターがん対策情報センター¹⁾

国立がん研究センターがん予防・検診研究センター²⁾

東北大学大学院医学系研究科外科病態学講座³⁾

雑賀公美子^{1,2)} 斎藤 博²⁾ 大内 憲明³⁾ 祖父江友孝¹⁾

要旨：2009年に米国予防医学専門委員会(U.S. Preventive Services Task Force; USPSTF)は乳癌検診ガイドラインを改訂し、40～49歳の定期的な乳癌マンモグラフィ検診については、個人ごとに利益と不利益を勘案して判断することを勧めるとした。この理由の1つとして、メタアナリシスの結果から40～69歳のすべての年齢階級においてマンモグラフィ検診による乳癌の死亡率減少効果はあると判断できるものの、1人の乳癌死亡を回避するのに必要な検診対象者数(the Number Needed to Invite; NNI)は、50～69歳に比べて40～49歳の間で大きいことを挙げた。しかし、USPSTFの推計はランダム化比較試験のそれぞれの観察年数の違いを考慮しておらず、40歳代のNNIを過大評価しているため、観察年数の違いを考慮したNNIを推計し直した上で、日本のNNIを推計することを目的とした。NNIの推計方法はUSPSTFの推計と同様の方法を用いたが、日本にはNNIを算出するために必要なマンモグラフィ受診勧奨群と未勧奨群の累積死亡率の絶対差や相対リスクの情報がないため、受診率の低い日本人女性の死亡率は、欧米のマンモグラフィ未受診勧奨群の死亡率と同様と仮定し、相対リスクはUSPSTFによるメタアナリシスの結果を用いた。日本人女性のNNIとUSPSTFが報告したNNIを比較すると、40～59歳では同様の値であったが、60～69歳の日本人のNNIはUSPSTFの報告の約2倍であった。エビデンスに基づいた推奨グレードを決定するには、マンモグラフィ受診における利益と不利益の実測を行った上で、利益と不利益のバランスを検討することに加え、数理モデル等による評価研究も必要である。

索引用語：NNI, 米国予防医学専門委員会(USPSTF), 乳癌検診ガイドライン

緒 言

米国予防医学専門委員会(U.S. Preventive Services Task Force; USPSTF)は、乳癌検診ガイドラインにおいて、2002年版では40歳以上のすべての女性に対して定期的なマンモグラフィを推奨していた(推奨レベルB)が、2009年のガイドライン改訂において、40歳代については個人ごとに利益と不利益を勘案して受診の判断を行うことを勧めるとした(推奨レベルC)¹⁾。推奨レベルの変更の理由としては、乳癌ランダム化比較試験のメタアナリシスの結果、マンモグラフィを行う

ことで乳癌の死亡率減少効果は明らかであるものの、1人の乳癌死亡を回避するために必要な検診対象者数(the Number Needed to Invite; NNI)は、50歳以上に比べて40歳代でかなり大きいことが挙げられた^{2,3)}。USPSTFの研究結果では、NNIの算出を行うメタアナリシスにランダム化比較試験の観察年数の違いが考慮されておらず、年齢が若いほど観察年が短く、NNIが過大評価(死亡減少効果は過小評価)されることが考えられるため、観察年数を考慮したNNIの算出を試みた結果、40歳代と50歳代の差は小さくなることを報告した⁴⁾。USPSTFの報告は欧米のデータに基づいた判断であるため、日本における推奨は可能な限り日本のデータに基づいて決定すべきである。そこで、本研究では、USPSTFの結果の一部を用い、日本での40～69歳の年齢階級別NNIを算出し、USPSTFによる米国のNNIと比較することを目的とした。

別冊請求先：〒104-0045 東京都中央区築地5-1-1
国立がん研究センターがん対策情報センター
雑賀公美子

e-mail address: ksaika@ncc.go.jp

1. 対象および方法

1人の乳癌死亡を回避するために必要な検診対象者数(NNI)を算出するためには、マンモグラフィ受診勧奨群と未勧奨群それぞれの累積死亡率の絶対差が必要となる。米国予防医学専門委員会(USPSTF)の計算では、ランダム化比較試験のメタアナリシスにより、40～69歳の10歳年齢階級別累積死亡率(観察年数は各研究における観察期間)を用いている。日本ではランダム化比較試験が行われていないため、可能な限り日本のデータを用いて受診勧奨群と未勧奨群の累積死亡率を推計する必要がある。本研究では、40歳以上の5歳年齢階級別乳癌死亡率(2008年人口動態統計)を用い、40～49歳、50～59歳、60～69歳の女性を10年、15年、20年観察した場合の累積死亡率をマンモグラフィ未受診群の乳癌死亡率($r_{c,JPN}$)として算出した。この際に用いた全死亡率も2008年人口動態統計の報告値を用いた。

$$r_{c,JPN} = r_a + \sum_{t=1}^{T-1} \left\{ r_{a-t} \prod_{k=a}^{a-t-1} (1 - allr_k) \right\}$$

ここで、 r_a を a 歳の女性の乳癌死亡率、 $allr_a$ を a 歳の女性の全死亡率、 T を観察年数(10, 15, 20年)とする。さらに、マンモグラフィ受診勧奨群の累積死亡率($r_{c,JPN}$)は、2009年に米国予防医学専門委員会(USPSTF)

が行った同様の方法でメタアナリシスを行い算出したマンモグラフィ受診勧奨群と未勧奨群の相対リスク(r_i/r_c)を用いて推計した。

$$r_{i,JPN} = r_{c,JPN} \times \frac{r_i}{r_c}$$

相対リスクの算出には、2009年にUSPSTFがメタアナリシスに用いた8試験それぞれの相対リスク(RR)、受診勧奨群と未勧奨群の対象数、観察人年および乳癌死亡数を用いた⁵⁻¹⁰⁾。ただし、観察人年については40～49歳におけるGothenbergの試験⁹⁾の観察人年は不明であったため、平均観察年(12年)に対象数を乗じたものを観察人年として用いた。50～59歳におけるCNBSS-2の試験¹¹⁾はUSPSTFのNNIの算出を行った論文内⁹⁾において引用文献の誤植があったため、今回の解析には使用していない。メタアナリシスを行い相対リスクの算出に用いたモデルは、2009年のUSPSTFが用いたベイズのランダム効果モデルと同様である³⁾。ベイズの推定にはWinBUGS version1.4¹²⁾を用いた。

相対リスクおよびNNIの算出は、メタアナリシスに用いるランダム化比較試験の観察年数を考慮しない場合(累積死亡率の分母を対象者数で計算)と考慮する場合(死亡率の分母を人年で計算)の二通りで行った。NNIは、1人の乳癌死亡を回避するために受診勧奨

表1. メタアナリシスに用いた

試験, 年	受診勧奨群				
	ベースライン年	フォローアップ年	死亡率	対象者数	人年*
40～49歳					
Health Insurance Plan of Greater New York, 1986	1963	12.2	64	13,740	192360
Canadian National Breast Screening Study-1, 2002	1980	11.2	105	25,214	282606
Gothenburg Breast Screening trial, 2003	1982	12.0	34	11,724	140688
Stockholm, 2002	1981	14.3	34	14,303	203000
Malmö, 2002	1976-1978	13.3	53	13,568	184000
Swedish Two-County trial (Kopparberg), 1995	1977	13.0	22	9,582	124566
Swedish Two-County trial (Ostergötland), 2002	1977	16.8	31	10,285	172000
Age trial, 2006	1991	10.7	105	53,884	578390
50～59歳					
Canadian National Breast Screening Study-2, 2002	1980	11.0	107	19,711	216133
Gothenburg Breast Screening trial, 2003	1982	12.9	40	10,112	130000
Stockholm, 2002	1981	13.7	25	15,946	217000
Malmö, 2002	1976-1978	18.1	88	9,285	168000
Swedish Two-County trial (Kopparberg), 1995	1977	13.0	34	11,728	152464
Swedish Two-County trial (Ostergötland), 2002	1977	16.1	53	12,011	194000
60～69歳					
Malmö, 2002	1976-1978	15.5	46	7,520	117000
Swedish Two-County trial (Ostergötland), 2002	1977	14.3	64	11,573	166000

*: 40～49歳のGothenberg試験は、person-yearsが不明であったため、フォローアップ年に試験の参加者数を乗じて算出

が必要な対象者数であり、マンモグラフィ受診勧奨群と未勧奨群の累積死亡率の差の逆数で表せる。観察年数を考慮しない場合の累積死亡率には観察期間内の死亡数を観察開始時の対象者数で除したものを、観察年数を考慮する場合の累積死亡率には、観察人年を考慮した死亡率(死亡数/対象人年)に観察年数を乗じたものを用いる。ここでの観察年数とは、1乳癌死亡を回避するためにT年観察を続けると仮定した場合に受診勧奨が必要な対象者数を定義することを意味し、死亡率にTを乗じることで累積死亡率となる。NNIの推計は、日本の40~49歳、50~59歳、60~69歳の女性を10年、15年、20年観察した状況設定のもとで行った。

2. 成績

表1にメタアナリシスに用いたランダム化比較試験の詳細を示した。40~49歳を対象とした試験はもっとも多く8件、50~59歳が6件、60~69歳が2件であった。また試験が行われた国は、米国が1件⁵⁾、カナダが1件^{6,11)}、スウェーデンが5件⁷⁻⁹⁾、英国が1件¹⁰⁾であった。平均フォローアップ期間は40~49歳を対象とした試験では10.7年から16.8年、50~59歳では11年から18.1年、60~69歳では14.3年から15.5年であり、同じ年齢階級であっても試験によってフォローアップ年

は6~7年異なった。マンモグラフィ受診未勧奨群に対する受診勧奨群の相対リスクは50~59歳、60~69歳では観察年数を考慮した相対リスクと考慮しない相対リスクではすべての試験においてあまり違いはないが、40歳代では少しばらつきが見られた。

表2にメタアナリシスによって算出した相対リスクおよび検診必要対象者数(NNI)を示す。本研究において、USPSTFと同様の方法を用いて再計算した結果は、USPSTFの論文に掲載されていた値³⁾とほぼ同様の結果を示した。観察年数を考慮しない相対リスクと観察年数を考慮した相対リスクはほぼ同じであり、40~49歳で15%、50~59歳代で18%、60~69歳で32%の死亡率減少効果があると推計された。NNIについては観察年を何年と仮定するかによって異なり、観察年数が10年、15年、20年と長くなるほどNNIは小さくなる。観察年数を考慮しない場合のNNIは、USPSTFの算出(再計算)で40~49歳が1,908人、50~59歳が1,229人であり、40歳代と50歳代には679人の差がある。しかし、観察年数を考慮したところ、この差は10年観察で691人、15年観察で460人、20年観察では345人であり、観察年数を考慮することで差が小さくなることが示された。

USPSTFの報告は欧米のNNIを推計したものであるため、観察年数を考慮したNNIを日本の推計値と

ランダム化比較試験(USPSTF論文)

Control Group								
死亡率(1万人対)	死亡率(1万人年対)	死亡数	対象者数	人年*	死亡率(1万人対)	死亡率(1万人年対)	相対リスク(追跡期間中)	相対リスク
4.7	3.3	108	25,216	282575	4.3	3.8	1.09	0.87
4.2	3.7	108	25,216	282575	4.3	3.8	0.97	0.97
2.9	2.4	59	14,217	170604	4.1	3.5	0.70	0.70
2.4	1.7	13	8,021	117000	1.6	1.1	1.47	1.51
3.9	2.9	66	12,279	160000	5.4	4.1	0.73	0.70
2.3	1.8	16	5,031	65403	3.2	2.4	0.72	0.72
3.0	1.8	30	10,459	176000	2.9	1.7	1.05	1.06
1.9	1.8	251	106,956	1149380	2.3	2.2	0.83	0.83
5.4	5.0	105	19,694	216042	5.3	4.9	1.02	1.02
4.0	3.1	67	15,997	206000	4.2	3.3	0.94	0.95
1.6	1.2	24	8,421	118000	2.9	2.0	0.55	0.57
9.5	5.2	90	9,322	168000	9.7	5.4	0.98	0.98
2.9	2.2	34	5,557	72241	6.1	4.7	0.47	0.47
4.4	2.7	54	11,495	185000	4.7	2.9	0.94	0.94
6.1	3.9	72	7,515	116000	9.6	6.2	0.64	0.63
5.5	3.9	83	10,862	155000	7.6	5.4	0.72	0.72

表 2. 年齢階級別マンモグラフィ未受診勧奨群の受診勧奨群に対する相対リスクおよび検診必要対象者数

年齢	RR(95%信頼区間)	1乳がん死亡を回避する 検診必要対象者数(95%CI) : USPSTF	1乳がん死亡を回避する 検診必要対象者数(95%CI) : 日本
USPSTF による報告値 ⁽¹⁾			
40~49	0.85(0.75 - 0.96)	1904(929 - 6378)	
50~59*	0.86(0.75 - 0.99)	1339(322 - 7455)	
60~69	0.68(0.54 - 0.87)	377(230 - 1050)	
観察年数の調整なしの推計値(USPSTF で推計された方法)			
40~49	0.85(0.75 - 0.96)	1908(957 - 7339)	1836(1099 - 6069)
50~59	0.83(0.69 - 0.99)	1229(299 - 7490)	1207(627 - 6329)
60~69	0.68(0.54 - 0.87)	388(64 - 4438)	728(500 - 1771)
観察年数調整ありの推計値			
フォローアップ10年を仮定			
40~49	0.85(0.75 - 0.96)	2399(1195 - 8550)	2638(1565 - 8468)
50~59	0.82(0.69 - 0.98)	1708(452 - 10215)	1734(907 - 9032)
60~69	0.68(0.53 - 0.86)	520(36 - 2907)	1018(700 - 2385)
フォローアップ15年を仮定			
40~49		1599(797 - 5700)	1758(1043 - 5645)
50~59		1139(302 - 6810)	1156(604 - 6021)
60~69		347(24 - 1938)	678(467 - 1590)
フォローアップ20年を仮定			
40~49		1199(598 - 4275)	1319(782 - 4234)
50~59		854(226 - 5107)	1124(588 - 5856)
60~69		260(18 - 1453)	509(350 - 1192)

*Canadian National Breast Screening Study-2 を含む 6 試験。

比較すると、仮定する観察年数に関わらず、40歳代と50歳代の NNI は同程度であるが、60歳代の日本の推計値は USPSTF の約 2 倍となった。

3. 考 察

検診必要対象者数(NNI)は、1人の乳癌死亡を回避するために何人にマンモグラフィ受診勧奨をする必要があるのかを表わし、値が小さいほど死亡減少効果が大きいと判断できる。米国予防医学専門委員会(USPSTF)は、定期的なマンモグラフィ受診勧奨の推奨年齢の下限を40歳から50歳に改訂した理由の1つに50歳代の NNI に比べて40歳代の NNI が大きいことを挙げたが、USPSTF による試算では、用いたランダム化比較試験のそれぞれの観察年数が異なることを考慮していないため、40歳代の NNI と50歳代の NNI の差を過大評価している。

本研究結果より、日本の NNI は欧米と比べ、40~49歳および50~59歳は同様であるが、60~69歳で約2倍大きいことが推計された。これは、日本の60歳代の乳癌死亡率が欧米に比べ低いためであり、緑茶や大豆などの乳癌のリスクを下げる食品の摂取量が欧米人よ

り多い日本人は閉経後の乳癌リスクが低いことが認められている¹³⁾。WHO 死亡データベースから日本、米国、英国、スウェーデンの2005年の年齢階級別乳癌死亡率(人口10万対)をみると、日本の死亡率は40~59歳では他国とそれほど変わらないが、60~64歳および65~69歳の日本の死亡率は、31.5、28.2であり、米国の62.1、71.2、英国の71.1、80.7、スウェーデンの60.7、60.9と比べると、ほぼ半分である¹⁴⁾。NNI 算出に用いたランダム化比較試験は、受診勧奨群と受診未勧奨群の乳癌累積死亡率を比較した試験であり、すべて欧米の試験である。日本ではランダム化比較試験が存在しないため、マンモグラフィ受診勧奨および未勧奨群それぞれの累積死亡率が不明である。本研究において、NNI を算出するために未勧奨群の累積死亡率を日本の乳癌女性の死亡率としたのは、日本のマンモグラフィ受診率は2007年の国民生活基礎調査によると20%と欧米に比べて低く¹⁵⁾、欧米の未勧奨群におけるコンタミネーションの割合と同程度であると判断したからである。

本研究の限界は、日本のマンモグラフィ未勧奨群の受診勧奨群に対する死亡の相対リスクが欧米と同様で

あると仮定した点であり、もし日本における相対リスクが欧米より高ければNNIは本研究の推計より小さくなり、逆に欧米より低ければNNIは大きくなる。

USPSTFのガイドライン改訂には、マンモグラフィの登録データを集積した乳癌サーベイランス・コンソーシアム(Breast Cancer Surveillance Consortium: BCSC)からのマンモグラフィ受診に関する不利益の調査結果を根拠として用いている。BCSCのデータによると、1回のマンモグラフィにおいて進行癌を1件発見するのに必要な受診者、追加で画像診断を受ける必要のある受診者、生検を受ける必要のある受診者は、50歳代でそれぞれ294人、22人、3人、60歳代で200人、14人、2人であるのに対して40歳代では556人、47人、5人とかなり多いことが示されている¹⁾。

その他にも米国のCancer Intervention and Surveillance Modeling Networkの調査グループが行った、さまざまな検診状況下での死亡率減少効果と偽陽性や不必要な細胞診の多さを試算した解析結果がある¹⁵⁾。この解析において、2年に1度のマンモグラフィを実施した場合、検診を実施しない場合に比べて、40~69歳の対象では16%、50~69歳の対象では15%と同程度の死亡率減少が認められたが、検診の不利益とされる偽陽性と不必要な細胞診は、女性1,000人あたり40~69歳の対象でそれぞれ1,250件と88件、50~69歳の対象で780件と55件であり、対象年齢の開始年齢を40歳から50歳にすることで37%減少することが試算された¹⁶⁾。すなわち、40歳代をマンモグラフィの受診推奨の対象年齢に含むことは、全体の死亡率減少効果よりも不利益が大きいことが示唆された。日本においても、今後不利益に関する調査およびさまざまな検診状況下での利益と不利益の効果の試算が必要と考える。

結 語

米国防医学専門委員会(USPSTF)の2009年の乳癌検診ガイドラインの改訂のように、日本においてもマンモグラフィ検診の利益と不利益のバランスを考慮した推奨が必要である。本研究では、欧米のランダム化比較試験のメタアナリシスの結果から、マンモグラフィ受診勧奨群と未勧奨群の相対リスクが同様である場合、必要と考えられる検診対象者数を推計した。その結果、40歳代、50歳代については欧米と同程度であるが、欧米に比べ乳癌死亡率の低い60歳代では欧米の2倍の対象者数が必要であると推計された。今後、エビデンスに基づいた推奨グレードを決定するには、マンモグラフィ受診における利益と不利益の実測を行った上で、利益と不利益のバランスを検討することに加え、数理モデル等による評価研究も必要である。

【文 献】

- 1) U.S. Preventive Services Task Force: Screening for breast cancer: U.S. Preventive Services Task Force recommendation statement. *Ann Intern Med*, 151 : 716-726, 2009
- 2) Humphrey L, Helfand M, Chan BK, et al: Breast cancer screening: a summary of the evidence for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med*, 137 : 347-360, 2002
- 3) Nelson HD, Tyne K, Naik A, et al: Screening for breast cancer: an update for U.S. Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med*, 151 : 727-737, 2009
- 4) Saika K, Saito H, Ohuchi N, et al: Screening for breast cancer. *Ann Intern Med*, 153 : 618-619, 2010
- 5) Habbema JD, van Oortmarssen GJ, van Putten DJ, et al: Age-specific reduction in breast cancer mortality by screening: an analysis of the results of the Health Insurance Plan of Greater New York study. *J Natl Cancer Inst*, 77 : 317-320, 1986
- 6) Miller AB, To T, Baines CJ, et al: The Canadian National Breast Screening Study-1: breast cancer mortality after 11 to 16 years of follow-up. A randomized screening trial of mammography in women age 40 to 49 years. *Ann Intern Med*, 137 : 305-312, 2002
- 7) Bjurstam N, Bjorneld L, Warwick J, et al: The Gothenburg Breast Cancer Screening Trial. *Cancer*, 97 : 2387-2396, 2003
- 8) Nystrom L, Andersson I, Bjurstam N, et al: Long-term effects of mammography screening: updated overview of the Swedish randomized trials. *Lancet*, 359 : 909-919, 2002
- 9) Tabar L, Fagerberg G, Chen HH, et al: Efficacy of breast cancer screening by age. New results from the Swedish Two-Country Trial. *Cancer*, 75 : 2507-2517, 1995
- 10) Moss SM, Cuckle H, Evans A, et al: Effect of mammographic screening from age 40 years on breast cancer mortality at 10 years' follow-up: a randomized controlled trial. *Lancet*, 368 : 2053-2060, 2006
- 11) Miller AB, To T, Baines CJ, et al: Canadian National Breast Screening Study-2: 13-year results of a randomized trial in women aged 50-59 years. *J Natl Cancer Inst*, 92 : 1490-1499, 2000
- 12) Spiegelhalter D, Thomas A, Best N, et al: WinBUGS User Manual version 1.4. 2003
- 13) Nelson NJ: Migrant studies aid the search for factors linked to breast cancer risk. *J Natl Cancer Inst*, 98 : 436-443, 2006
- 14) World Health Organization, mortality database: <http://www.who.int/whosis/whosis/>, 2010/07/01
- 15) 国民生活基礎調査(厚生労働省大臣官房統計情報部). 国立がん研究センターがん対策情報センター
- 16) Mandelblatt JS, Cronin KA, Bailey S, et al: Effects of mammography screening under different screening schedules: Model estimates of potential benefits and harms. *Ann Intern Med*, 151 : 738-747, 2009

The Number Needed to Invite (NNI) for Breast Cancer Mammography Screening in Japan

^{1,2}Kumiko SAIKA, ²Hiroshi SAITO, ³Noriaki OHUCHI, ¹Tomotaka SOBUE

¹Center for Cancer Control and Information Services, National Cancer Center

²Research Center for Cancer Prevention and Screening, National Cancer Center

³Department of Surgical Oncology, Graduate School of Medicine, Tohoku University

In 2009, the US Preventive Services Task Force (USPSTF) recommended that the decision to start regular screening mammography (MMG) before the age of 50 years should be an individual one. They calculated the number needed to invite (NNI) to screening to prevent one death from breast cancer (BC) and concluded that the net benefit is smaller for women aged 40–49yr with its larger NNI than that for women aged 50–59yr. Estimating the NNI by age group is also important in Japan. There has been a need to estimate absolute differences in BC cumulative mortality between women with and without MMG. Since such data are unavailable, we assumed that BC mortality for Japanese women would be the same as that for women without MMG, and that the relative risks were the same as those reported by the USPSTF. Comparison of NNI in Japan with the USPSTF report yielded results that were similar for women aged 40–49yr and 50–59yr, whereas the NNI in Japan was double that reported by the USPSTF for women aged 60–69yr. In Japan, studies for evaluating the balance between the benefits and drawbacks of MMG are needed.

Key words: NNI, USPSTF, screening guideline

