

がん検診に関する検討会	
平成16年2月26日	参考資料2

大内委員提出資料

目 次

○乳房撮影を用いる乳癌検診の利益と被曝によるリスク・・・・・・・・・・ 1

○50歳未満の適正な乳がん検診のあり方に関する研究・・・・・・・・・・ 12

乳房撮影を用いる乳癌検診の利益と被曝によるリスク

乳房撮影を用いる乳癌検診の利益と被曝によるリスク

飯沼 武¹⁾ 松本 徹²⁾ 館野 之男²⁾

埼玉工業大学¹⁾

放射線医学総合研究所²⁾

日本の乳癌検診の第1次スクリーニング検査に画像診断を導入すべきであるとの動きが盛んである。その理由は視・触診によるスクリーニング検査の精度に問題があるからである。画像診断の最有力候補は乳房撮影であるが、日本人にはX線被曝のリスクに対する懸念が大きい。本研究では、乳房撮影における乳腺吸収線量を二方向撮影で最大0.6 cGy、平均0.2 cGyとした場合、現在の日本人女性の乳癌罹患率から求めた利益(乳癌からの救命)と比較してリスク(余命の短縮)がどのようになるかを定量的に比較した。その結果、最大の場合でも30歳でリスクと利益はバランスし、それ以上の年齢では利益の方がずっと大きいことがわかった。結論として、乳房撮影の線量管理が精度よく行われ、0.6 cGy以下に保たれれば乳房撮影によるリスクは40歳以上の女性では問題がないと言える。

Key words : breast cancer, Japanese women, mass screening, mammography, radiation dose

はじめに

日本の乳癌検診は視・触診を第1次スクリーニング検査として行われており、その有効性には問題が多い。そこでスクリーニング検査として画像診断を導入しようという研究が厚生省がん研究班(木戸班)で始まっている。

画像診断の中で欧米を中心に広くスクリーニング検査として用いられているのが乳房撮影(mammography: MMGと略)である。しかし、MMGの導入にはその放射線被曝を心配することによる反対の意見も聞かれる。そこで本研究ではMMGの被曝によるリスクがMMG導入によって生ずる乳癌からの救命という利益と比較してどの年齢層からクリヤーできるか、また1人の女性が毎年MMGによる検診を継続的に受診した場合のリスクと利益がどのようになるか、定量的に比較する。本論

文はMMGのリスクを正確に、しかも定量的に提示し、得られる利益との関連において正当に評価することを目的とする。

1. 集団における利益とリスク

ここでは或る年齢階級の健康な女性の集団(10⁵人以上とする)が毎年MMGと視・触診併用による検診を全員がもれなく受診している場合を想定し、その1回当りの利益とリスクとを求める。利益はその集団から乳癌が発見され救命される者を救命人・年で表し、一方、リスクはMMGの被曝によって発生する可能性のある放射線誘発乳癌によって失われる損失人・年で表す。この両者は直接比較可能な値である。

1)利益(救命人・年)の算出モデル

MMGと視・触診併用による乳癌検診の利益を求めるため、筆者らの癌検診の費用効果分析のための数学モデルを用いる¹⁾。そのモデルを図1の乳

別冊請求先: 〒152 東京都目黒区麴番1-17-20

飯沼 武

日乳癌検診学会誌(JJABCS)1994, 3(3): 227

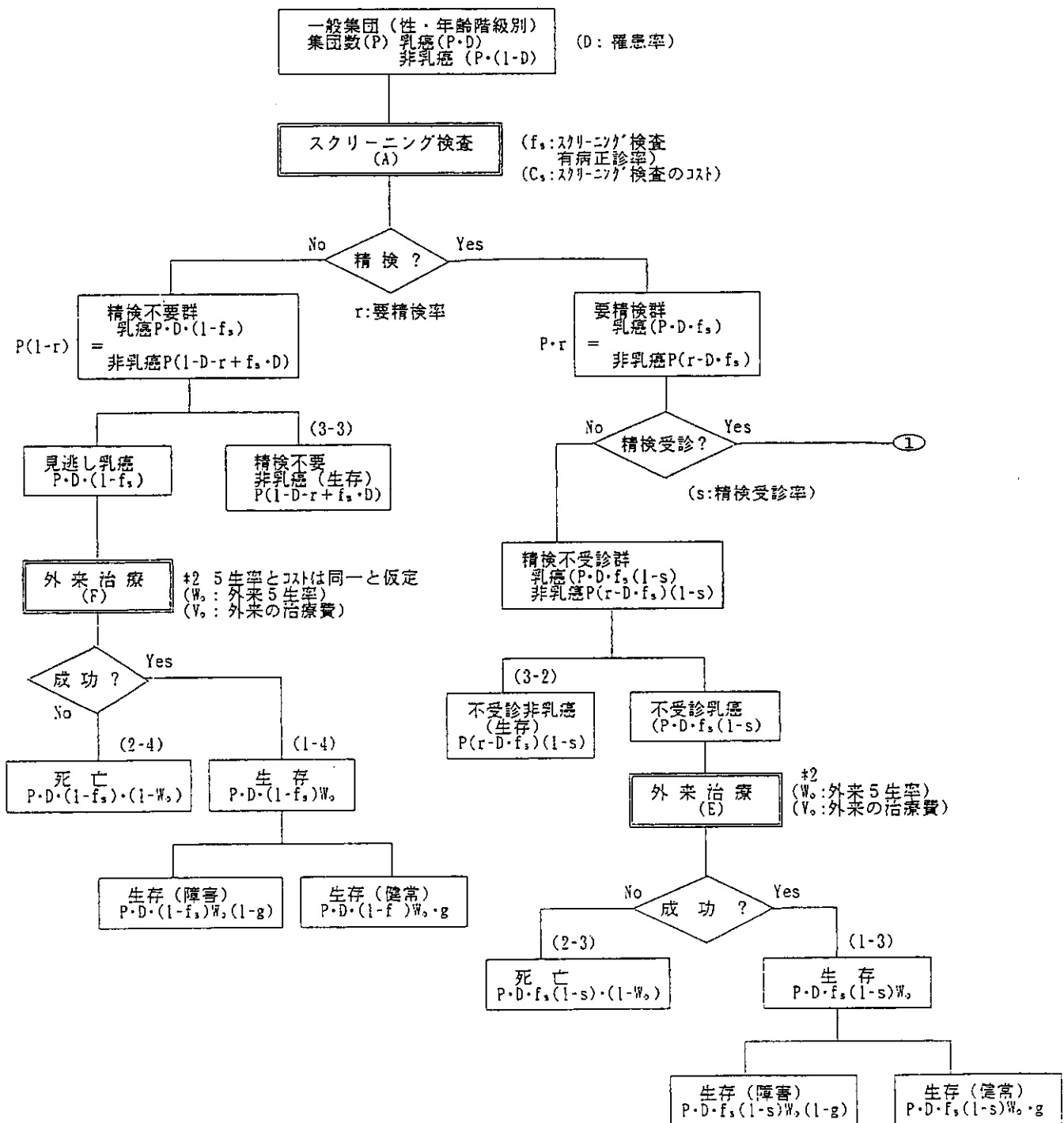


図 1a. 乳癌検診における受診者の流れ(逐年検診の場合).

癌検診における受診者の流れに従って説明する。
 まず、集団(P)がスクリーニング検査(MMGと視・触診併用)を全員が受ける。Pには罹患率(D)とすると、乳癌 P·D と非乳癌 P(1-D)が含まれているはずである。スクリーニング検査の有病正診率を f_s、要精検率を r、コストを C_sとする。ただ

し本論文ではコスト C_sは取り扱わない。
 要精検群(P·r)の中には乳癌群(P·D·f_s)と非乳癌群(P·(r-D·f_s))が含まれ、精検不要群(P(1-r))の中には乳癌群(P·D·(1-f_s))と非乳癌群(P(1-D-r+D·f_s))が含まれる。まず、精検不要乳癌群は発症し、外来治療となり、その一部(P·

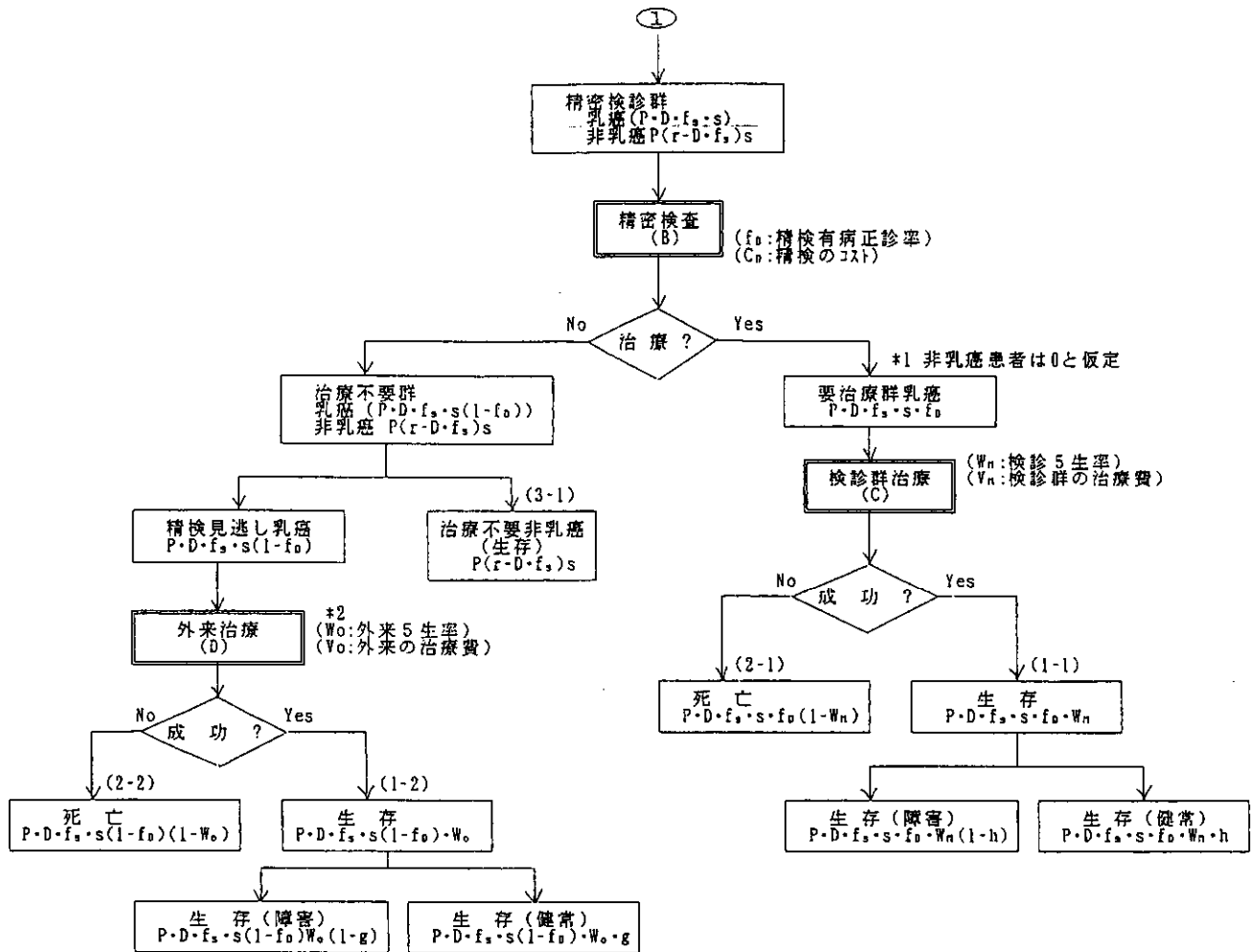


図 1b. 乳癌検診における受診者の流れ(逐年検診の場合)①で図1aと連結。

$D \cdot (1-f_s) \cdot W_0$ (図 1a の (1-4)) が生存し、他は死亡する。また非乳癌群は来年度の検診にまわる。外来治療の5生率(救命率と仮定)は W_0 、コストは V_0 とし、他のすべての外来治療と共通とする。今回はコスト V_0 は取り扱わない。

一方、要精検群のうち精検受診する群 ($P \cdot r \cdot s$) と受診しない群 ($P \cdot r \cdot (1-s)$) がある。不受診群の中に乳癌群と非乳癌群が含まれ、乳癌群は同じ外来治療を受け、一部 ($P \cdot D \cdot f_s \cdot (1-s) \cdot W_0$) (図 1a の (1-3)) が生存し、他は死亡する。非乳癌群は来年度検診にまわる。

精検受診群にも乳癌群 ($P \cdot D \cdot f_s \cdot s$) と非乳癌群 ($P \cdot (r-D) \cdot f_s) \cdot s$) が含まれ、これらの者は精密検査を受診する。精密検査の有病正診率を f_0 、コストを C_0 とする。ここで重大な仮定として精密検査

の無病正診率を100%とする。すなわち、その後の要治療群には非癌群が含まれないことを意味する。この仮定は完全には成立しないが、癌検診の場合にはほぼ満足すると考えられる。

要治療群は乳癌群のみ ($P \cdot D \cdot f_s \cdot s \cdot f_0$) であり、これらの者は検診群治療を受け、一部が生存 ($P \cdot D \cdot f_s \cdot s \cdot f_0 \cdot W_n$) (図 1b の (1-1)) し、他は死亡する。検診群治療の5生率(救命率と仮定)は W_n 、コストは V_n である。

治療不要群には乳癌群 ($P \cdot D \cdot f_s \cdot s \cdot (1-f_0)$) と非乳癌群 ($P \cdot (r-D) \cdot f_s) \cdot s$) が含まれ、前者は外来治療を受け、一部生存 ($P \cdot D \cdot f_s \cdot s \cdot (1-f_0) \cdot W_0$) (図 1b の (1-2)) し、他は死亡する。非乳癌群は来年度検診にまわる。

以上をまとめると、乳癌検診(逐年)の実施によっ

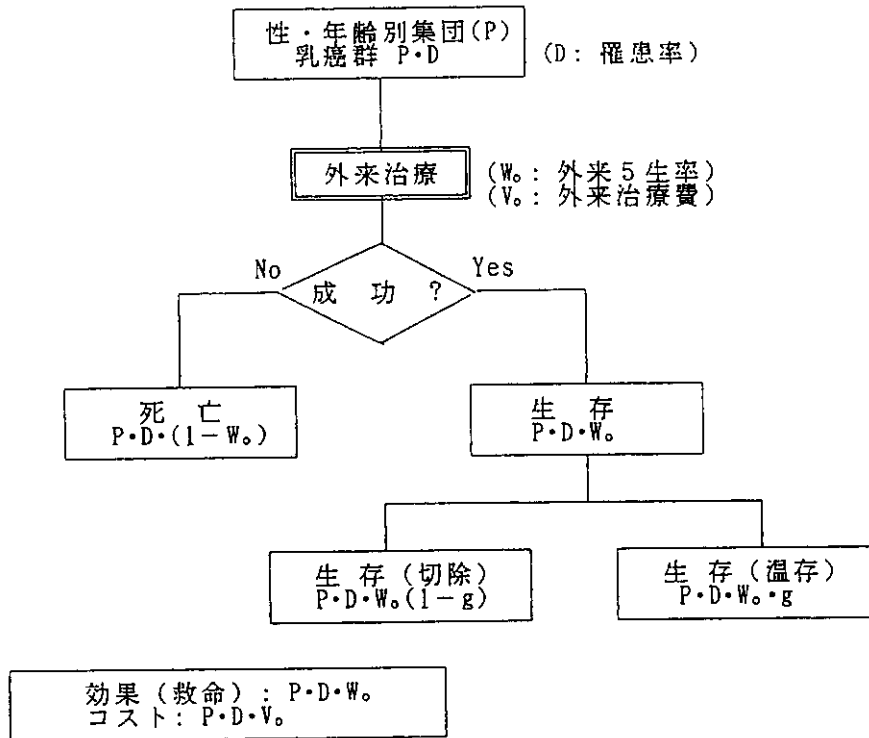


図2. 検診を実施しなかった場合の外来における受診者の流れ.

て生ずる見掛けの救命は図1aとbの(1-1), (1-2), (1-3)および(1-4)の生存数を合計したものになる。

- (1-1) $P \cdot D \cdot f_s \cdot s \cdot f_D \cdot W_M$
- (1-2) $P \cdot D \cdot f_s \cdot s \cdot (1-f_D) \cdot W_0$
- (1-3) $P \cdot D \cdot f_s \cdot (1-s) \cdot W_0$
- (1-4) $P \cdot D \cdot (1-f_s) \cdot W_0$

合計 $P \cdot D \cdot f_s \cdot s \cdot f_D \cdot (W_M - W_0) + P \cdot D \cdot W_0$

他方、検診がまったく行われなくとも乳癌の患者は外来を受診して救命される。図2には外来における乳癌患者の流れを示す。ここでは毎年、乳癌患者($P \cdot D$)が発生するので外来治療(図1の外来治療と同じ5生率とコスト)を受け、一部生存($P \cdot D \cdot W_0$)し、他は死亡する。したがって、乳癌検診実施に伴う net の利益は次の式で表される。

$$N = P \cdot D \cdot f_s \cdot s \cdot f_D \cdot (W_M - W_0) + P \cdot D \cdot W_0 - P \cdot D \cdot W_0 = P \cdot D \cdot f_s \cdot s \cdot f_D \cdot (W_M - W_0) \dots\dots\dots(1)$$

(1)式において罹患率(D)が年齢に大きく依存するので、階層化し、平均余命(T)を乗ずると、救命

人・年が得られる。

$$N \cdot T = P \cdot D_j \cdot f_s \cdot s \cdot f_D \cdot (W_M - W_0) \cdot T_j \dots\dots\dots(2)$$

上式の各記号を以下にまとめておく。

添字 j は、年齢階級を表す。

P: 受診集団全員の数(10^5 人とする)

D_j : 年齢階級別乳癌の罹患率(日本全国 of 平均値)(人/ 10^5 /年)

f_s : スクリーニング検査の有病正診率(%)

s: 精検受診率(%)

f_D : 精密検査の有病正診率(%)

W_M : 検診発見治療群(逐年)の5生率(%)

W_0 : 外来群の5生率(%)

T_j : 年齢階級別の女性の平均余命(年)

2)理論式に代入する数値の検討と計算結果

前節(2)式の変数に代入するための数値については木戸班の関係者7名にアンケート調査を行い、その平均値、最大値および最小値を求めた。その結果を表1に示す。 f_s , s, f_D および W_0 は直接アンケート結果の平均値として得られたが、 W_M に関し

表 1. 木戸班(7名)のアンケート調査による各項目の平均値, 最大値と最小値

項 目	平均値	最大値	最小値
スクリーニング検査の感度(f_s)	90.8%	99.6%	76%
検診群の早期/進行	79/21	90/10	70/30
早期癌の5生率	96.1%	99%	95%
進行癌の5生率	68.9%	90%	60%
精検受診率(s)	93.7%	98%	90%
精密検査の感度(f_D)	94.7%	100%	81%
外来群の5生率(W_o)	81.8%	93%	70%

表 2. 乳房撮影を用いる乳癌検診の利益とリスク(年齢階級別) $N \cdot T$ と s が直接比較可能

年 齢 (年)	D ($\times 10^{-5}$ 人)	T (年)	N (人)	N·T (人·年)	ΔM_k (年)	S(6mSV) (人·年)	S(2mSV) (人·年)	S(3mSV) (人·年)	S(1mSV) (人·年)
15-19	0.2	64.91	0.014	0.91	37.41	48.2	16.1	24.1	8.04
20-24	0.8	60.0	0.055	3.3	32.5	41.9	14.0	21.0	7.00
25-29	4.1	55.10	0.28	15.4	27.6	35.6	11.9	17.8	5.93
30-34	14.7	50.21	1.02	51.2	22.7	29.3	9.76	14.6	4.88
35-39	35.8	45.34	2.48	112	17.8	23.0	7.65	11.5	3.83
40-44	58.3	40.52	4.04	164	13.3	17.2	5.72	8.58	2.86
45-49	78.2	35.78	5.42	194	9.49	12.2	4.08	6.12	2.04
50-54	63.4	31.12	4.39	137	6.37	8.22	2.74	4.11	1.37
55-59	62.2	26.56	4.31	114	3.92	5.06	1.69	2.53	0.84
60-64	69.4	22.12	4.81	106	2.10	2.71	0.90	1.35	0.45
65-69	62.0	17.85	4.30	76.8	0.88	1.14	0.38	0.57	0.19
70-74	63.4	13.85	4.39	60.8	0.21	0.27	0.09	0.14	0.05
75-79	54.6	10.24	3.78	38.7	0.0	0	0	0	0

ては以下のように計算した。

検診群の5生率 = (検診群の早期癌の比率) × (早期癌の5生率) + (検診群の進行癌の比率) × (進行癌の5生率) = $0.79 \times 0.961 + 0.21 \times 0.689 = 0.904$

すなわち, $W_M = 90.4\%$ を得た。

これらの数値を(2)式に代入して計算する。

$$N \cdot T = P \cdot D_j \times 0.908 \times 0.937 \times 0.947 \times (0.904 - 0.818) \times T_j = P \cdot D_j \cdot T_j \times 0.0693 \dots\dots\dots(2')$$

ここで, $P = 10^5$ 人とし, D_j は1988年のデータ²⁾, T_j についても同じ年のデータ³⁾を用いて計算すると, 表2のようになる。 $N \cdot T$ (人·年 $\times 10^{-5}$)は45~49歳代でピークとなり, その前後で減少する傾向を

示している。

3) リスク(余命の短縮)の算出モデル

MMGにおける被曝のリスクはこの撮影が乳腺の照射のみで骨髄への照射はないので放射線による乳癌の誘発だけを考慮すればよい。また、遺伝的な影響も考えなくてよい。

筆者らはすでに放射線誘発癌のモデルについて詳しい発表を行っているので、ここでは結論としての理論式を示す⁴⁾。

$$S = (E_B \cdot R_B \cdot \Delta M_B + \sum_k E_k \cdot R_k \cdot \Delta M_k) \frac{1}{d} \dots\dots\dots (3)$$

(3)式の添字 B は骨髄に関する項, k はその他の臓器組織に関する項を示す。

E_B はある X 線検査における平均骨髄吸収線量, E_k は同じ検査におけるその他の臓器組織 k の平均吸収線量を表す。

R_B は単位骨髄線量当量当りの白血病の発生率, R_k は臓器・組織における単位線量当量当りの致死悪性腫瘍の発生率である。

ΔM_B と ΔM_k は白血病とその他の致死悪性腫瘍によって失われる余命の長さを表す。d は線量・線量率効果係数で 2.0 とした。

(3)式において白血病の発生は 0 と考えられるので、MMGにおけるリスクは次式となる。

$$S = \sum_k E_k \cdot R_k \cdot \Delta M_k \cdot \frac{1}{d} \dots\dots\dots (3')$$

ΔM_k の算出は相加的リスクモデルにもとづいて行ったが、放射線被曝後の潜伏期間を L1, その後の発病持続期間を L2 とすると、次のようになる⁴⁾。

(i) 平均余命(T)が L1 よりも短い時

$$\Delta M_k = 0 \dots\dots\dots (4)$$

すなわち、平均余命が潜伏期間よりも短ければ、発癌より前に死亡するので余命の短縮は起こり得ない。

(ii) T が L1 よりも長く、(L1+L2) よりも短い時

$$\Delta M_k = (T - L1)^2 / 2 \cdot L2 \dots\dots\dots (5)$$

(iii) T が (L1+L2) よりも長い時

$$\Delta M_k = T - L1 - (L2/2) \dots\dots\dots (6)$$

L1として10年, L2として35年を代入する。リスク係数(R_k)は国連科学委員会1988年報告⁵⁾の相加的リスクモデルの値を利用する。

$$R_k(\text{乳房}) = 4.3 \times 10^{-3} \text{人/Sv}$$

最後に問題となる乳腺の吸収線量(E_k)は次の通りとした。まず、一方向撮影の場合の最大値をアメリカ放射線専門医会(ACR)の規準によって0.3 cGy, 平均値を0.1 cGy とした。二方向撮影がなされる場合を考え、各々、0.6 cGy および0.2 cGy とした。

すなわち、 $E_k = 0.6, 0.2, 0.3$ および 0.1 cGy の 4 種類とした。X 線の場合は $G_y = S_v$ とおいて問題はない。

平均余命(T)から計算した ΔM_k と S については 4 種類の値を表 2 の右半分を示す。

4) 利益とリスクの比較

表 2 の N・T と S は直接比較可能な値であり、図 3 に両者をグラフで示した。平均余命の延長で表される利益は若年層は低いが、急速に立ち上がり、45~49歳代でピークとなり、その後減少するパターンを示す。一方、平均余命の短縮で表されるリスクは若年層は高く、高年齢になるにしたがって急速に減少する。そのため、利益の曲線とある年齢で交叉することになる。

最も線量が多い0.6 cGy (6 mSv) の場合でも交差する年齢が30歳であり、それ以下の線量ではいずれも30歳以下となる。また30歳以上では利益対リスク比は大きくなる一方である。すなわち、MMGの乳腺吸収線量が最大値0.6 cGy 以下であれば、30歳で利益対リスク関係をクリアする。

2. 個人におけるリスク

前項では大集団としての利益対リスクを MMG の被曝 1 回当りで検討したが、ここでは 1 人の女性がある年齢から毎年 MMG (視・触診併用) 検診を受診した場合のリスクを定量的に比較してみる⁶⁾。

1) 個人の利益(救命人・年)の算出

集団 P における利益の計算は前節(2)式で行われ

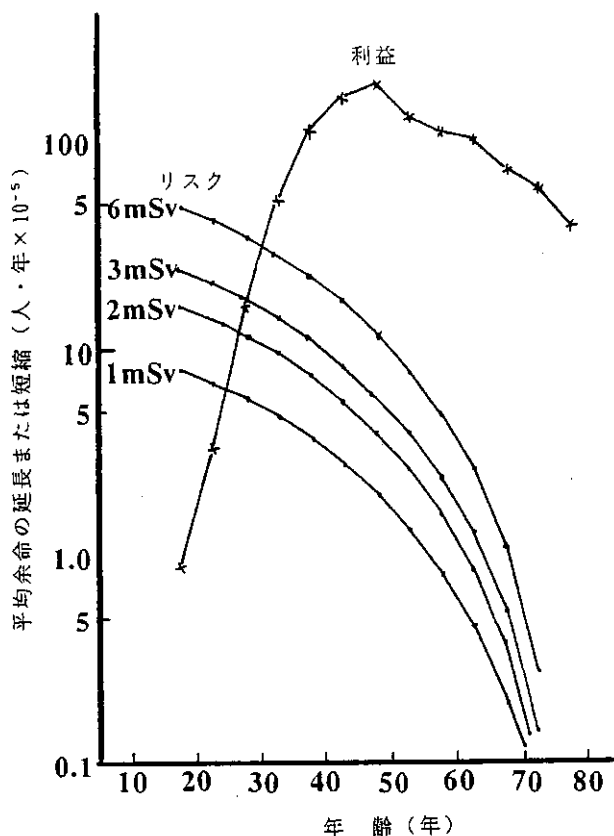


図3. 乳房撮影による乳癌検診の利益とリスク. 線量の上限値を6 mSvとし、4種類のリスクを求めた. 利益の曲線との交叉年齢は6 mSvの場合で約30歳となる.

たが、個人が継年的に受診する場合は(2)式の加算になる。

$$(N \cdot T)_T = \sum_j D_j \cdot f_s \cdot s \cdot f_D \cdot (W_M - W_0) \cdot T_j \dots\dots\dots(7)$$

この式は(2)式を年齢によって加算したものである。

各変数について前節と同じ数値を代入する。

$$(N \cdot T)_T = \sum_j D_j \cdot T_j \times 0.0693 \dots\dots\dots(7')$$

利益としてはある女性が30歳から69歳の40年間毎年MMG検診を受診した場合(表3)と45歳から69歳の25年間毎年受診した場合(表4)の2つのケースを計算した。D_jは5歳間隔しか得られていないのでその年齢階級の中間の平均余命を乗じて5倍することによってΣD_j・T_jを求めた。

30歳から40年間受診した場合は利益((N・T)_T)は4.77×10⁻²人・年となり、1人の余命延長に換算すると、17.4日となる。一方、45歳から25年間受診の場合は3.14×10⁻²人・年で11.5日の延長となる。

2) 個人のリスク(余命の短縮)の算出

この場合も(3')式を年齢によって加算することにより、継年受診の場合のリスクが求められる。

$$S_T = \sum_j \sum_k E_k \cdot R_k \cdot \Delta M_{kj} \cdot \frac{1}{d} \dots\dots(8)$$

kは乳房だけを考慮しているので、(8)式は年齢jによる加算であり、ΔM_kのみが変化するとした。

E_kに関しては0.6, 0.2, 0.3, 0.1 cGyの4通りとし、他の変数も前節と同一とした。

表3. 女性が30歳から69歳の40年間毎年乳房撮影による検診を受けた場合の利益とリスク(平均値)

利 益 (平均余命の延長: 人・年×10 ⁻⁵)	リ ス ク	
	線 量(mSv)	平均余命の短縮(人・年×10 ⁻⁵)
4.77×10 ⁻² 人・年 (17.4日の延長)	6.0 (最大値)	4.94×10 ⁻³ 人・年 (1.8日の短縮)
	2.0 (平均値)	1.65×10 ⁻³ 人・年 (0.6日の短縮)
	3.0 (最大値)	2.47×10 ⁻³ 人・年 (0.9日の短縮)
	1.0 (平均値)	0.82×10 ⁻³ 人・年 (0.3日の短縮)

表 4. 女性が45歳から69歳の25年間毎年乳房撮影による検診を受けた場合の利益とリスク(平均値)

利 益 (平均余命の延長: 人・年 × 10 ⁻⁵)	リ ス ク	
	線 量 (mSv)	平均余命の短縮 (人・年 × 10 ⁻⁵)
3.14 × 10 ⁻² 人・年 (11.5日の延長)	6.0 (最大値)	1.47 × 10 ⁻³ 人・年 (0.54日の短縮)
	2.0 (平均値)	0.49 × 10 ⁻³ 人・年 (0.18日の短縮)
	3.0 (最大値)	0.73 × 10 ⁻³ 人・年 (0.27日の短縮)
	1.0 (平均値)	0.25 × 10 ⁻³ 人・年 (0.1日の短縮)

30歳から40年間受診した場合のリスク(平均余命の短縮)は最大0.6 cGy (6 mSv)の場合でも4.94 × 10⁻³人・年(1.8日)となり、最小の0.1 cGyでは0.3日であった(表3)。45歳から25年間の受診では最大で0.54日、最小で0.1日であった(表4)。これらは利益と比して小さく、リスクの絶対値としても無視できるくらい小さい。

3. 考 察

MMGの普及に際して最も懸念されるのが放射線被曝のリスクである。本論文はそれに対する定量的な回答を与えることを目的にした。

MMGによる検診のリスクについては欧米で多くの研究があるが^{7,8)}、当然のことながら日本人女性について利益対リスクの関係を明らかにすることが必要である。そこでこの研究では、第1に大集団の日本人女性(年齢階級別)が毎年全員MMGと視・触診による検診を受診している場合の1回の検診における利益(余命の延長)と放射線被曝のリスク(余命の短縮)を比較し、どの年齢で利益とリスクが交叉するかを見た。第2に1人の女性がある年齢から毎年継続してMMGと視・触診による検診を受診した場合のトータルとしての利益とリスクを比較した。

問題となる吸収線量としてはACRの上限となっている一方向当り0.3 cGyと平均値0.1 cGyを用い、二方向撮影の場合が最大0.6 cGy、平均で0.2

cGyとした。リスクは若年層が高く、年齢の増加とともに単調に減少する傾向を示すのに対し、利益は若年層から急激に増加し、45~49歳でピークとなり、その後はややゆるやかに減少するという曲線を示した(図3参照)。そのため、若年層で利益とリスクが交叉し、その後は利益がリスクを大きく上回るという結果になった。最もリスクの大きい0.6 cGyでも交叉する年齢は30歳代となり、それ以下の線量では30歳以下となった。したがって、30歳以上であればMMG併用による検診は利益・リスク関係をクリアする。

一方、ある女性が30歳から69歳の40年間にわたって毎年MMG検診を受けた場合の利益は平均して17.4日の延長に対し、リスクは0.6 cGyの最大の場合でも1.8日の短縮であり、45~69歳代の25年間の場合は利益が11.5日の延長に対し、リスクが0.54日の短縮であった。これらのリスクも利益を下回るだけでなく、絶対値としても無視できるくらい小さい。

しかし、ここで問題となることは利益を求める(2)式において、MMGの有病正診率(f_s)と検診群の5年生存率(W_M)を年齢によらず一定としていることである。まず、MMGは若年層では乳腺の密度が大きいため、乳癌の検出精度が低下するといわれており、若年層の利益は下がる可能性がある。 W_M については正確なデータはないが、高齢層でやや低下する傾向にあるとされている。

また、検診群の5年生存率を救命率としたことには lead time bias が含まれ、効果を過大評価していることになる。将来的には救命率の正確なデータが必要である。

一方、リスクの算出に関しては MMG が乳腺のみの照射であるのに対し、全身照射の場合から求めた国連科学委員会のリスク係数を用いているので過大評価になっている可能性が大きいし、MMG のような低線量の撮影でこのリスク係数があてはまるかについても疑問がある。いずれにしてもリスクは過大評価となっていることは間違いない。

ただし、本計算では1次スクリーニングの MMG の後、精密検査で撮影する MMG を勘定にいれていない。しかし、このリスクは要精検率から考えて10%増程度であるから、前述の過大評価と比較して十分に小さい。

以上をまとめると、もし MMG の線量が ACR と同じ一方向撮影で0.3 cGy、二方向撮影で0.6 cGy を上限値として精度管理がきちんとして行われており、その装置によって乳癌検診がなされる限り、日本人女性の場合1990年現在で30歳で利益対リスクをクリアしている。この年齢は将来の日本人女性の乳癌罹患率の動向によって左右されるが、罹患率が増えれば交差する年齢はより若い方に移動する。

最後に注意すべきことは利益対リスク関係をクリアしたから、直ちにその年齢から MMG による検診を始めるべきかというところではないということである。一般に癌のみならず広く検診全体として、本研究で述べた利益対リスクをクリアすることは必要条件であるが、その次にはそれが妥当なコストで行われているかを示す費用効果分析がなされねばならない。この研究では費用対効果分析についてはまったく述べていないので、MMG による検診を何歳から始めるべきかについては私たちの結論を待たねばならない。筆者らは費用効果分析についても現在検討を行っている。

結 論

将来、日本において乳房撮影(MMG)を併用する

乳癌検診が始められる場合を想定して、最も大きな問題となる MMG の放射線被曝によるリスクと検診によって得られる利益を余命の短縮および延長という形で直接しかも定量的に比較した。

その結果、最も線量が高い場合として二方向撮影で0.6 cGy をとりリスクを求めたところ、利益の曲線と日本人女性の30歳代で交差し、30歳以上では利益がリスクを大幅に上まわることがわかった。一方、日本人女性(平均的)1人が30歳から69歳の40年間毎年 MMG 検診を受診してもリスクは1.8日の余命の短縮であり、利益は17.4日の延長であった。以上により、30歳以上の集団に対し、MMG 検診を行い得ることが明らかとなった。しかもリスクはかなり過大評価である可能性が大きいことも判明した。

ただし、この結果から30歳より MMG 検診を始めてよいという結論にはならないことに注意すべきである。

謝 辞

本研究は厚生省がん研究助成金乳がん集検班(木戸長一郎班長)および大和証券ヘルス財団より一部御援助頂いた。ここに感謝する。

【文 献】

- 1) 飯沼 武, 館野之男: 癌集団検診評価のための数学モデルの1試案. 癌の臨床, 36: 2427-2433, 1990
- 2) がん研究振興財団編: 癌の統計1993. pp. 32-33, 1993
- 3) 厚生省人口問題研究所編: 日本の将来推計人口, 1992
- 4) 飯沼 武, 館野之男: 診断用放射線被曝における個人のリスクの定量的評価. 日医放線会誌, 40: 476-484, 1980
- 5) United Nations Scientific Committee: Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation: Annex F. Radiation Carcinogenesis in Man, 1988 Report, United Nations, New York
- 6) 飯沼 武, 館野之男: 癌集団検診における放射線被曝と個人のリスク(余命の短縮). 日医放線会誌, 53: 57-65, 1993

- 7) Feig SA, Hendrick RE : Risk, benefit and controversies. Syllabus : Technical Aspects of Breast Imaging, pp. 103–118, 1992, RSNA.
8) Law J : Variations in individual radiation dose

in a breast screening programme and consequences for the balance between associated risk and benefit. Br J Radiol, 66 : 691–698, 1993

Quantitative Comparison Between Benefit and Risk of Mammographic Exposure in the Mass Screening of Breast Cancer for Japanese Women

Takeshi Iinuma¹⁾, Tohru Matsumoto²⁾, Yukio Tateno²⁾

Saitama Institute of Technology¹⁾

National Institute of Radiological Sciences²⁾

In Japan, mass screening for breast cancer in women employs physical breast examination, although its efficacy seems not to be adequate. The Ministry of Health and Welfare of the Japanese Government is considering the introduction of mammography for mass screening. However, there is a general fear among the public about the risk of radiation exposure by mammography, especially in Japanese women.

A study was therefore conducted to compare quantitatively the risk of mammography exposure and the benefit of mass screening for breast cancer, and to clarify the age of women above which mammographic screening may be justified. The absorbed dose of radiation produced by screening mammography is assumed to be 0.6 cGy at maximum and 0.2 cGy on average for two-view mammography. The benefit of mass screening for breast cancer is estimated in terms of life-years saved from breast cancer based on the incidence rate among average Japanese women, and the risk of exposure is calculated in terms of loss of years due to radiation-induced breast cancer. The risk and benefit were found to be equal at the age of 30 years, and benefit was found to exceed the risk in women over 30 years of age. In conclusion, mammographic screening seems justified for Japanese women aged 40 years or over, provided that quality control of the radiation dose is established in order to limit the maximum dose to 0.6 cGy.

Key words : breast cancer, Japanese women, mass screening, mammography, radiation dose