

日本の乳癌検診の費用効果分析 - 5 歳年齢階級別の分析
Cost-effectiveness analysis of breast cancer screening in Japan
as a function of 5-years age interval

放射線医学総合研究所名誉研究員 飯沼 武(医学物理士)

Takeshi Inuma(Medical Physicist)

National Institute of Radiological Sciences

・本発表の内容に関連する利益相反事項はありません

この研究は 2012 年 11 月 9 日に沖縄、宜野湾市で開催された第 22 回日本乳癌検診学会で発表した一般演題を論文にしたものであります。ただし、一部のデータは最新のものに置き換えました。

要旨：

日本のマンモグラフィー乳癌検診は 2 年間隔の対策型検診として実施されている。本研究では、その費用効果分析を 5 歳年齢階級別に行い、受診対象年齢の妥当性を検討する。

まず、不介入群の死亡数と費用を求め、検診群の死亡数と費用の比較から、救命数(人)、獲得余命(人年)と Net 費用を算出し、目的である費用効果比を円/人年で計算した。

結果は、30-84 歳の日本人女性では、30 歳代と 75 歳以上では高価となり、最低値は 50 54 歳で 1 人年当り 26 万円 - 46 万円であった。また、日本における救命 1 人年当りのコストを 150 万円とすると、受診対象年齢は 40 74 歳となり、妥当な結果と考える。

1.本研究の目的

本研究の目的は、日本の乳癌検診の費用対効果を 5 歳年齢階級別に分析することである。

筆者は、1995 年に日本の乳癌検診の費用効果分析について本誌に報告しているが 1)、すでに、データが古くなり、今回、新しい数値を用いて計算を行う。

日本の乳癌検診はすでに対策型検診として導入されており、マンモグラフィーと視触診併用の 2 年間隔検診として、40 歳以上の女性を対象に広く実施されている。

まず、不介入群(検診不受診群)の乳癌死亡数と費用を算出し、これと検診群の乳癌死亡数と費用を比較する。それにより、最終的に、人年当りの費用(円)を 5 歳階級別に求め、これがほかの社会的なコストと比べ、妥当なものであるか検討する。本研究は日本における社会的な立場からの分析である。

2.方法と対象

まず、不介入群(検診不受診群)の乳癌死亡数と費用を年齢別に求め、続いて、検診群の乳癌死亡数と費用を計算する。この両者の差から、救命数と Net の費用を算出し、最終的に目的とする費用効果比を得る。

2.1.不介入群の乳癌死亡数と費用(1 年当り)

不介入群の乳癌死亡数(1 年当り)は以下の式で算出する。

死亡数：年齢 5 歳階級別乳癌罹患数*(不介入群早期乳癌割合*早期乳癌致命率 + 不介入群進行乳癌割合*進行乳癌致命率)

次に、不介入群の治療費を以下の式で算出する。

費用：年齢 5 歳階級別乳癌罹患数*(不介入群早期乳癌割合*早期乳癌治療費 + 不介入群進行乳癌割合*進行乳癌治療費)

2.2.乳癌検診群の乳癌死亡数と総費用(1 年当り)

乳癌検診群の乳癌死亡数を以下の式で算出する。ただし、1)検診は長年にわたって行われており、初回検診の影響が無視できる定常状態であること、2)受診対象者は日本人女性全員、3)日本の乳癌検診は 2 年間隔であるが、2 年間の乳癌罹患率は一定と仮定する。

死亡数：年齢 5 歳階級別乳癌罹患数*(検診群早期乳癌割合*早期乳癌致命率 + 検診群進行乳癌割合*進行乳癌致命率)

次に、検診の総費用を以下の式で算出する。

費用：年齢 5 歳階級別日本人女性人口*(スクリーニングコスト+要精検率*精密検査コスト)/検診間隔 + 年齢 5 歳階級別乳癌罹患数*(検診群早期乳癌割合*OD*早期乳癌治療費 + 検診群進行乳癌割合*進行乳癌治療費)

2.3.Net の費用、救命数、獲得余命と費用効果比

上記の結果から、以下の数値を算出する。

- 1)相対リスク(RR)：検診群乳癌死亡数/不介入群乳癌死亡数
- 2)救命数：不介入群乳癌死亡数 - 検診群乳癌死亡数
- 3)獲得余命：救命数 × 平均余命
- 4)Net の費用：乳癌検診総費用 - 不介入群費用
- 5)費用効果比：Net の費用/救命数(円/人) Net の費用/獲得余命(円/人・年)

3.代入する数値

上記の数式に代入する数値を推定する。

- 1)不介入群早期乳癌割合 43.5%**2)** 2)不介入群進行乳癌割合 56.5%**2)**
- 3)早期乳癌治療費 JIRA1 53 万円**3)** JIRA2 80 万円**3)**
- 4)進行乳癌治療費 JIRA1 276 万円**3)** JIRA2 415 万円**3)**
- 5)日本人女性人口 5 歳年齢階級別(2005) 表 1 **4)**
- 6)2005 年の日本人乳癌罹患数 年齢 5 歳階級別 表 1 **5)** 全員；50695 人
- 7)早期乳癌致命率 10% **6)** 8)進行乳癌致命率 30% **6)**
- 9)スクリーニングコスト(1 回あたり)
40-49 歳 マンモ 2 方向撮影 5800 円**7)** 50 歳以上 マンモ 1 方向撮影 4800 円**7)**
- 10)要精検率 40-49 歳 7% 50 歳以上 5% **7)**
- 11)精密検査のコスト 28500 円**8)** 12)検診間隔 2 年
- 13)検診群早期乳癌割合 85%(50 歳以上) 80%(40-49 歳) 2 年間隔 **7)**
- 14)検診群進行乳癌割合 15%(50 歳以上) 20%(40-49 歳) 2 年間隔 **7)**
- 15)検診群における Overdiagnosis の割合(OD) 0%と 20%
- 16)2009 年 日本人女性の乳癌死亡数 12008 人**5)**

表 1 には、2005 年の 5 歳年齢階級別の日本人女性人口、平均余命、乳癌罹患数と乳癌罹患率を示す。

4.結果 1：不介入群の乳癌死亡数と費用 年齢 5 歳階級別

まず、日本人女性全員の不介入群の乳癌死亡数は下記のとおりである。

$50695 * 0.435 * 0.1 + 50695 * 0.565 * 0.3 = 10798$ 人

この結果は2009年の実測値 12008人 より少ない

続いて、30歳から84歳の5歳階級別に乳癌死亡数を計算する。

例として、30 - 34歳を示す。表2に全年齢の乳癌死亡数を示す。

30 - 34歳 : $805 * 0.435 * 0.1 + 805 * 0.565 * 0.3 = 171$ 人

乳癌死亡数の最大値は55 - 59歳である。

続いて、不介入群の費用を計算する。まず、JIRA1による例とJIRA2による例を30 - 34歳について示す。

JIRA1 :30 34歳: $805 * 0.435 * 53$ 万円 + $805 * 0.565 * 276$ 万円 = 144095 万円 (14億4095万円)

JIRA2:30 34歳: $805 * 0.435 * 80$ 万円 + $805 * 0.565 * 415$ 万円 = 216545 万円 (21億6545万円)

表2には、JIRA1とJIRA2に分けて、不介入群の費用を全年齢について示す。

費用の最大値は55 - 59歳である。

5. 結果2：乳癌検診群死亡数(2年間隔(1年当り))、救命数と獲得余命

2年間隔乳癌検診の1年当りの乳癌検診群(100%受診と仮定)の乳癌死亡数を計算する。

例として、30 - 34歳、50 - 54歳の2群について示す。不介入群との比較から、相対リスク(RR)、救命数、獲得余命も示す。

30-34歳女 : $805 * 0.80 * 0.1 + 805 * 0.20 * 0.3 = 113$ 人/年

相対リスク : $113/171 = 0.66$ 救命数 : $171 - 113 = 58$ 人/年 獲得余命 : $58 * 54.45 = 3158$ 人年

50 - 54歳女 : $6244 * 0.85 * 0.1 + 6244 * 0.15 * 0.3 = 812$ 人/年

相対リスク : $812/1330 = 0.61$ 救命数 : $1330 - 812 = 518$ 人/年 獲得余命 : $518 * 35.25 = 18259$ 人年

表3には、乳癌検診群の乳癌死亡数、救命数、獲得余命、相対リスク(RR)を5歳年齢階級別に示す。死亡数、救命数、獲得余命とも、55-59歳が最大値を示す。また、RRは50歳以下が0.66、50歳以上が0.61である。

6. 結果3：乳癌検診群費用(100%受診)と費用効果比(1年当り) JIRA1 OD : 0%

最終目的である費用と費用効果比を算出する。ここでは、治療費としてJIRA1、ODがなし(0%)の場合を計算する。例として、30 - 34歳、50 - 54歳の2群について示す。

30-34歳女 : 4726 千人 (5800 円 + $0.07 * 28500$ 円) / 2 + $805 * 0.80 * 1.0 * 53$ 万円 +

$805 * 0.20 * 276$ 万円 = 184.2 億円 + 3.4 億円 + 4.4 億円 = 192 億円/年

Net 費用 $192.0 - 14.4 = 177.6$ 億円/年 Net 費用/救命数 : 177.6 億円 / 58 人 = 3.1 億円/人

Net 費用/人年 : 3.1 億円 / 54.45 = 562 万円/人年

50-54歳女 : 4382 千人 (4800 円 + $0.05 * 28500$ 円) / 2 + $6244 * 0.85 * 1.0 * 53$ 万円 +

$6244 * 0.15 * 276$ 万円 = 136.4 億円 + 28.1 億円 + 25.9 億円 = 190.4 億円/年

Net 費用 $190.4 - 111.8 = 78.6$ 億円/年 Net 費用/救命数 : 78.6 億円 / 518 人 = 1517 万円/人

Net 費用/人年 : 1517 万円 / 35.25 = 43.0 万円/人年

表4には、30 - 84歳の5歳階級別の総費用、Net 費用、Net 費用/救命数とNet 費用/獲得余命を示す。Net 費用/救命数の最低値は60-64歳の1354万円/人であるのに対し、Net 費用/獲得余命の最低値は50-54歳の43.0万円/人年であることが注目される。

7. 結果4：乳癌検診群費用(100%受診)と費用効果比(1年当り) JIRA2 OD : 0%

ここでは、治療費としてJIRA2、ODがなし(0%)の場合を計算する。例として、30 - 34歳、50 - 54歳の2群について示す。

30-34 歳女 : 4726 千人(5800 円+0.07*28500 円)/2+805*0.80*1.0*80 万円+

805*0.20*415 万円=184.2 億円+5.2 億円+6.7 億円=196.1 億円/年

Net 費用 196.1 - 21.7=174.4 億円/年 Net 費用/救命数 : 174.4 億円/58 人=3.01 億円/人

Net 費用/人年 : 3.01 億円/54.45=553 万円/人年

50-54 歳女 : 4382 千人(4800 円+0.05*28500 円)/2+6244*0.85*1.0*80 万円+

6244*0.15*415 万円=136.4 億円+40.0 億円+38.9 億円=215.3 億円/年

Net 費用 215.3 - 168.0=47.3 億円/年 Net 費用/救命数 : 47.3 億円/518 人=913 万円/人

Net 費用/人年 : 913 万円/35.25=25.9 万円/人年

表 5 には、30 - 84 歳の 5 歳階級別の総費用、Net 費用、Net 費用/救命数と Net 費用/獲得余命を示す。Net 費用/救命数の最低値は 60-64 歳の 792 万円/人であるのに対し、Net 費用/獲得余命の最低値は 50-54 歳の 25.9 万円/人年であることが注目される。

8. 結果 5 : 乳癌検診群費用(100%受診)と費用効果比(1 年当り) JIRA1 OD : 20%

ここでは、治療費として JIRA1、OD が 20%存在する場合を計算する。例として、30 - 34 歳、50 - 54 歳の 2 群について示す。

30-34 歳女 : 4726 千人(5800 円+0.07*28500 円)/2+805*0.80*1.2*53 万円+

805*0.20*276 万円=184.2 億円+4.1 億円+4.4 億円=192.7 億円/年

Net 費用 192.7 - 14.4=178.3 億円/年 Net 費用/救命数 : 178.3 億円/58 人=3.07 億円/人

Net 費用/人年 : 3.07 億円/54.45=564 万円/人年

50-54 歳女 : 4382 千人(4800 円+0.05*28500 円)/2+6244*0.85*1.2*53 万円+

6244*0.15*276 万円=136.4 億円+33.8 億円+25.9 億円=196.1 億円/年

Net 費用 196.1 - 168.0=18.1 億円/年 Net 費用/救命数 : 18.1 億円/518 人=349 万円/人

Net 費用/人年 : 349 万円/35.25=9.90 万円/人年

表 6 には、30 - 84 歳の 5 歳階級別の総費用、Net 費用、Net 費用/救命数と Net 費用/獲得余命を示す。Net 費用/救命数の最低値は 60-64 歳の 1458 万円/人であるのに対し、Net 費用/獲得余命の最低値は 50-54 歳の 46.2 万円/人年であることが注目される。

9. 結果 6 : 乳癌検診群費用(100%受診)と費用効果比(1 年当り) JIRA2 OD : 20%

ここでは、治療費として JIRA2、OD が 20%存在する場合を計算する。例として、30 - 34 歳、50 - 54 歳の 2 群について示す。

30-34 歳女 : 4726 千人(5800 円+0.07*28500 円)/2+805*0.80*1.2*80 万円+

805*0.20*415 万円=184.2 億円+6.2 億円+6.7 億円=197.1 億円/年

Net 費用 197.1 - 21.7=175.4 億円/年 Net 費用/救命数 : 175.4 億円/58 人=3.02 億円/人

Net 費用/人年 : 3.02 億円/54.45=555 万円/人年

50-54 歳女 : 4382 千人(4800 円+0.05*28500 円)/2+6244*0.85*1.2*80 万円+

6244*0.15*415 万円=136.4 億円+51.0 億円+38.9 億円=226.3 億円/年

Net 費用 226.3 - 168.0=58.3 億円/年 Net 費用/救命数 : 58.3 億円/518 人=1125 万円/人

Net 費用/人年 : 1125 万円/35.25=31.9 万円/人年

表 7 には、30 - 84 歳の 5 歳階級別の総費用、Net 費用、Net 費用/救命数と Net 費用/獲得余命を示す。Net 費用/救命数の最低値は 60-64 歳の 957 万円/人であるのに対し、Net 費用/獲得余命の最低値は 50-54 歳の 31.9 万円/人年であることが注目される。

10. 考 察

日本の乳癌検診(2年間隔)に関して、5歳年齢階級別の費用効果比を算出した。最も問題となる治療費に関しては、日本医用画像システム工業会(JIRA)が報告した2つの数値を利用した。JIRA1は早期乳癌治療費が53万円、進行乳癌治療費が276万円、JIRA2は前者が80万円、後者が415万円である。また、Overdiagnosisに関しては、なし(0%)と20%の2つを利用した。

結果は表4から表7に示した。特徴はNet費用/救命数(円/人)とNet費用/獲得余命(円/人年)とも、30歳代と75歳以上で高く、45-65歳代で安くなることであった。救命1人当たりの費用は60-64歳が最も安い、獲得余命1人年当たりの費用は50-54歳が最も安かった。

また、日本において1人年を救うためのコストとして、150万円を仮定すると9)、最も条件の悪いJIRA1 OD20%の場合(表6)でも、受診可能な年齢は40-74歳となり、極めて妥当な結論となった。これは日本における対策型検診として、2年間隔乳癌検診が成り立ちうるエビデンスの一つと考えてよいと思われる。欧米の研究と比較しても、妥当な年齢と言える10)11)。

本研究の問題点は、用いているモデルが検診が定常状態になっている時のStatic Modelで、初回検診の影響を考慮していないこと、次に、代入する数値、とくに乳癌治療費が少し古いデータであること、Overdiagnosisの割合の不確定性などである。今後、より正確な数値が求めれば、検討を進めたい。

日本の乳癌検診の最大の課題は、検診受診率の向上であり、国が目指す対象となる女性の50%以上という目標を達成する努力が必要である。

11. 結 論

日本で行われている2年間隔の乳癌検診に関する5歳年齢階級別の費用効果分析を行った。日本における救命1人年当たりのコストを150万円とすると、受診対象年齢は40-74歳となり、対策型検診としては妥当なものであると考える。今後の課題は、より精度の高い数値の代入により最新の費用効果比を求めることである。

謝 辞

貴重な数値をお教えくださった岩手県立中央病院の大貫幸二先生と福井済生会病院の笠原善郎先生に厚く感謝する。

文 献

- 1)飯沼 武,松本徹,木戸長一郎 乳房撮影と視・触診を用いる乳癌検診の費用効果分析
日本乳癌検診学会誌 1995 ; 4(1) : 49 - 56
- 2)日本乳癌学会編：全国乳がん患者登録調査報告 - 確定版 第40号 2009年次症例
- 3)日本医療画像システム工業会調査・研究委員会：画像診断の経済的効果 .2005年7月
2つの数値が掲載されており、JIRA1とJIRA2に分けて示す。
- 4)2009年国民の福祉の動向：2005年の人口第1表(2-2)人口、性・年齢(5歳階級)・年次別.p.222
- 5)がんの統計編集委員会：がんの統計 2010年. 部位別年齢階級別がん罹患数・割合(2005)
p.74 - 77 . 2010.Oct
- 6)日本乳癌学会編：全国乳がん患者登録調査報告第33号(2004)
- 7)大貫幸二私信

- 8) 笠原善郎私信
- 9) 中西準子：環境リスク学 - 不安の海の羅針盤．日本評論社．2004 年．
 貧困のリスク - ヨハネスブルグ・サミットに寄せて p228 - 232
- 10) Amal N. Trevedi, William Rakowski, John Ayanian: Effect of Cost Sharing on Screening Mammography in Medicare Health Plans. N Engl J Med 2008; 358:375-383
- 11) Anna N A Tosteson, Natasha K Stout, Dennis G Fryback, Suddhasatta Acharyya, et al: Cost-Effectiveness of Digital Mammography Breast Cancer Screening. Ann Inter Med. 2008;148:1-10

表1: 2005年 女性人口と乳癌罹患数 年齢5歳階級別

年齢	日本人人口(人)	平均余命(年)	乳癌罹患数(人)	乳癌罹患率(人/10万人)
20-24	3504081	64.26	19	0.5
25-29	3979000	59.35	159	3.9
30-34	4726334	54.45	805	16.7
35-39	4245875	49.57	2092	48.3
40-44	3947867	44.73	4347	108.9
45-49	3812550	39.95	6139	159.1
50-54	4382275	35.25	6244	141.5
55-59	5159277	30.64	7245	139.9
60-64	4378247	26.12	6667	151.9
65-69	3879862	21.69	4930	126.8
70-74	3593932	17.45	4573	127.1
75-79	3004274	13.50	3352	111.5
80-84	2187849	9.96	2336	106.7

全年齢 50695人

表2: 2005年 不介入群年齢階級別 乳癌死亡数と費用(1年当り)

年齢	乳癌死亡数(人)	乳癌診療費用(億円)	乳癌診療費用(億円)
	女	女(JIRA1)	女(JIRA2)
30-34	171	14.4	21.7
35-39	446	37.4	56.3
40-44	926	77.8	116.9
45-49	1308	109.9	165.1
50-54	1330	111.8	168.0
55-59	1543	129.7	194.9
60-64	1420	119.3	179.3
65-69	1050	88.2	132.6
70-74	974	81.9	123.0

75-79	714	60.0	90.2
80-84	498	41.8	62.8

表3:2005年 乳癌検診群2年間隔 成績(1年当り)

年齢	乳癌死亡数(人)	乳癌救命数(人)	獲得余命(人・年)	相対リスク(RR)
30-34	113	58	3158	0.66
35-39	293	153	7584	0.66
40-44	609	317	14179	0.66
45-49	859	449	17938	0.66
50-54	812	518	18260	0.61
55-59	<u>942</u>	<u>601</u>	<u>18415</u>	0.61
60-64	867	553	14444	0.61
65-69	641	409	8871	0.61
70-74	594	380	6631	0.61
75-79	436	278	3753	0.61
80-84	304	194	1932	0.61

表4: 2005年 乳癌検診群2年間隔 費用(1年当り)、費用効果比

JIRA1 OD=0%

年齢	総費用(億円)	Net費用(億円)	Net費用/救命数(万円/人)	Net費用/人・年(万円/人・年)
30-34	192.0	177.6	30621	562
35-39	185.9	148.5	9706	196
40-44	196.3	118.5	3738	83.6
45-49	208.5	98.6	2196	55.0
50-54	190.4	78.6	1517	<u>43.0</u>
55-59	223.2	93.5	1556	50.8
60-64	194.2	74.9	<u>1354</u>	51.8
65-69	163.4	75.2	1839	84.8
70-74	151.4	69.5	1829	105
75-79	122.5	62.5	2248	167
80-84	88.3	46.5	2397	241

表5:2005年 乳癌検診群2年間隔 費用(1年当り)、費用効果比

JIRA2 OD=0%

年齢	総費用(億円)	Net費用(億円)	Net費用/救命数(万円/人)	Net費用/人・年(万円/人・年)
30-34	196.1	174.4	30069	552
35-39	196.3	140.0	9150	185
40-44	217.8	100.9	3183	71.2
45-49	238.9	73.8	1644	41.2
50-54	215.3	47.3	913	25.9
55-59	255.0	60.1	1000	28.4
60-64	223.1	43.8	792	30.3
65-69	185.0	52.4	1281	59.1
70-74	171.5	48.5	1276	73.1
75-79	137.2	47.0	1691	125
80-84	98.1	35.3	1820	183

表6:2005年 乳癌検診群2年間隔 費用(1年当り)、費用効果比

JIRA1 OD=20%

年齢	総費用(億円)	Net費用(億円)	Net費用/救命数(万円/人)	Net費用/人・年(万円/人・年)
30-34	192.7	178.3	30741	565
35-39	187.6	150.2	9817	198
40-44	200.0	122.2	3855	86.2
45-49	213.7	103.8	2312	57.9
50-54	196.1	84.3	1627	46.2
55-59	229.8	100.1	1666	54.4
60-64	199.9	80.6	1458	55.8
65-69	167.9	79.7	1949	89.9
70-74	155.5	73.6	1937	111
75-79	125.5	65.5	2356	175
80-84	90.4	48.6	2505	252

表7:2005年 乳癌検診群 2年間隔 費用(1年当り)、費用効果比

JIRA2 OD=20%

年齢	総費用(億円)	Net費用(億円)	Net費用/救命数(万円/人)	Net費用/人・年(万円/人・年)
30-34	197.1	175.4	30241	555
35-39	199.0	142.7	9327	188
40-44	223.4	106.5	3360	75.1
45-49	246.7	81.6	1817	45.5
50-54	226.3	58.3	1125	<u>31.9</u>
55-59	264.8	69.9	1163	38.0
60-64	232.2	52.9	<u>957</u>	36.6
65-69	191.7	59.1	1445	66.6
70-74	177.7	54.7	1439	82.5
75-79	141.8	51.6	1856	137
80-84	101.7	38.9	2005	201