

LSCT 検診による獲得人年と便益 検診の費用との比較

Acquired Person-Year Saved with LSCT Screening for Lung Cancer and Its Benefit- In Comparison with Cost of the Screening

飯沼 武、松本 徹、宮本忠昭、館野之男(放射線医学総合研究所)

T Iinuma, T Matsumoto, T Miyamoto, Y Tateno(National Institute of Radiological Sciences)

この論文について、疑問やコメントのある方は we76gfs5@mtg.biglobe.ne.jp にメール下さい。

[はじめに]本研究は2006年2月10, 11日に千葉市のばるるプラザ千葉で開催された第13回日本CT検診学会学術集会で発表した演題を論文にしたものです。この論文はご自由に引用したり、データをお使い頂いて構いません。

[要旨]本研究ではLSCT 逐年検診が日本人男女40-84歳のある一定割合に普及すると仮定した場合の費用便益と費用効果を求める。まず、検診の効果を当該癌の救命数に平均余命を加味した「獲得人年」という新しい指標で評価する方法を示す。続いて、その獲得人年に人年あたりのコストを乗じて検診の経済的な便益を求める。一方、LSCT 検診の費用を計算し、最終的に便益との差額を求めるとともに、人年あたりの費用(費用効果比)を算出し、LSCT 検診がどの程度のコストで実施可能になるかを明らかにした。結果は次の通りである。2004年に日本人男女40-84歳全員が受診している場合、獲得人年は男360874人年、女169944人年、合計530818人年である。これに人年あたりのコストとして日本人の場合を100万円と試算し、これに乗じると便益は男3609億円、女1699億円、合計5308億円である。一方、検診の費用は男1675億円、女1951億円、合計3626億円であった。その結果、Netの便益は男+1934億円、女-252億円、合計+1682億円となり、また、費用効果比は男46万円/人年、女115万円/人年、合計68万円/人年であった。これらは日本の経済的な実力から見て十分のまかなえるコストで、実施可能である。今後はLSCT 検診の有効性の実証的な根拠を得るため全力を尽くす必要があると考える。

[1]研究目的

LSCT(Lung Cancer Screening CT)による肺癌検診の有効性の評価の新しい指標として「獲得人年」という概念を提唱し、それをもとにLSCT 検診の費用との比較を行い、検診がどのくらいの経済的な便益をもたらすかを求めると共に、獲得人年あたりの費用も算出する。

[2]方 法

癌検診の有効性の評価に最も重要な指標は標的の癌の死亡率減少(Cause-specific Mortality)である。しかし、死亡率減少だけでは十分な評価はできない。なぜなら、同じ死亡数の減少であっても、二つの集団の年齢が異なっていて、一方が若年層に偏っていれば、得られる余命の年数は異なるはずであり、得られる余命を考慮した指標も必要である。

そこで、もう一つの指標としてはその死亡数減少によってもたらされた余命の延長が考えられる。本研究で筆者はある集団に癌検診を実施した場合に、集団全体としてどの位の余命の延長があったかを求め、**獲得人年**として提示する。基本的な考え方は検診を性・年齢階級別の人口に等しい割合で実施し、当該癌の死亡数減少が起こると仮定して、その性・年齢階級別の生存数にその平均余命を乗じて合計するものである。

さらに、獲得人年に人年当りの救命コストを乗ずることによって、経済的な便益を求め、LSCTによる肺癌検診実施により生ずるコストとも比較し、その損得勘定を明らかにする。

本研究では2004年現在で、LSCT 検診が逐年で長く実施されていて、定常状態になっていると仮定して、その獲得人年と便益を求め、検診の費用と比較する。

[3]2004年における肺癌罹患数の推定

まず、表1に**2004年における男女の肺癌罹患数**の推定値を示す。この値は**2004年の日本人口**の5歳階級別の推計値¹⁾に**1999年の年齢別肺癌罹患率**²⁾を乗じて求めたものである。

表 1 : 2004 年における日本の人口と肺癌罹患数

年齢	(男)			(女)		
	人口	罹患率	罹患数	人口	罹患率	罹患数
0-4	2914	0	0	2765	0	0
5-9	3015	0	0	2874	0.1	3
10-14	3082	0	0	2933	0	0
15-19	3431	0.1	3	3256	0.1	3
20-24	3858	0.2	8	3649	0.2	7
25-29	4366	0.3	13	4181	0.3	13
30-34	4875	1.4	68	4751	1.4	67
35-39	4284	4.0	171	4208	2.2	93
40-44	3914	10.5	411	3861	4.7	181
45-49	3891	19.5	759	3867	12.1	468
50-54	4596	37.2	1710	4628	18.6	861
55-59	4733	68.6	3247	4849	32.3	1566
60-64	4172	118.1	4927	4437	43.0	1908
65-69	3470	235.3	8165	3842	64.0	2459
70-74	2941	398.8	11729	3503	90.2	3160
75-79	2161	507.7	10971	2921	120.2	3511
80-84	1125	593.1	6672	2096	150.1	3146
85-	770	598.0	4605	1958	179.6	3517
合計	61598 千人		53459 人	64579 千人		20962 人

年齢階級別人口数(千人) 罹患率(人/10万人) 罹患数(人)

表 1 より、2004 年の人口は、全年齢で男:61598 千人 女:64579 千人、合計:126177 千人
40-84 歳では男:31003 千人、女:34004 千人、合計:65007 千人である。

また、肺癌罹患数は全年齢で、男:53459 人、女:20962 人、合計:74421 人、
40-84 歳では、男:48591 人、女:17260 人、合計:65851 人。

この表 1 より、40-84 歳代の罹患数を取り出し、その合計の%であらわし、表 2 に示した。

表 2 : 2004 年における肺癌罹患数と割合(40 - 84 歳)

(男)			(女)		
年齢	罹患数	罹患数%	年齢	罹患数	罹患数%
40-44	411	0.85	40-44	181	1.05
45-49	759	1.56	45-49	468	2.71
50-54	1710	3.52	50-54	861	4.99
55-59	3247	6.68	55-59	1566	9.07
60-64	4927	10.14	60-64	1908	11.05
65-69	8165	15.27	65-69	2459	14.25
70-74	11729	24.14	70-74	3160	18.31
75-79	10971	22.58	75-79	3511	20.34
80-84	6672	13.73	80-84	3146	18.23
合計	48591	100	合計	17260	100

年齢(歳) 罹患数(人)

罹患数のピークは男性 70-74 歳で、11729 人(24%)、女性は 75-79 歳で、3511 人(20%)であり、男性の罹患は女性よりも高年層に偏っていて、絶対数もはるかに多いのが特徴である。

[4]LSCT 検診における獲得人年の算出

2004 年において、40 - 84 歳の男女に LSCT による検診が実施されている場合の獲得人年を求める。この LSCT 検診は逐年検診であり、長期間行われ定常状態にあると仮定している。

[4-1]不介入群の肺癌死亡数

まず、検診を全く行っていない場合(不介入群)の全年齢と 40-84 歳の死亡数を求める。この群の肺癌の致命率を 90%と仮定する。死亡数は罹患数と致命率の積として求められる

全年齢 男： $53459 \times 0.9 = 48113$ 人 女： $20962 \times 0.9 = 18866$ 人 合計： 66979 人
 40-84 歳 男： $48591 \times 0.9 = 43732$ 人 女： $17260 \times 0.9 = 15534$ 人 合計： 59265 人

続いて、LSCT 検診受診者の救命数とそれによる獲得人年を計算する。

[4-2]LSCT 検診における死亡率減少の根拠

まず、LSCT 検診群がどの位の肺癌死亡率減少を達成できるかのデータが必要である。現時点では死亡率を直接測定したデータはないので、ここでは LSCT 検診発見肺癌の病期別分布から、検診群全体の相対リスク(RR)を測定する。その方法として、LSCT 検診が逐年で長期に実施された場合に、検診群全体の死亡率を求める筆者の癌検診モデルを利用し、相対リスク(RR)を算出する 3)。

逐年検診の数学モデルによると、不介入群と LSCT 群の間の RR は以下のように計算される。

$$RR = 1 - FsSFd(1 - Us/Uo)$$

各変数の定義と数値を示す。Fs(LSCT の感度)=95%、S(精検受診率)=90%

Fd(精密検査の感度)=95%、(overdiagnosis の割合)=1.2、Us(検診発見治療群の致命率)=22%、Uo(不介入群の致命率)=90%

ここで、最も重要な数値は Us(検診発見治療群の致命率)であるが、次のように推定した。日立健康管理センターの中川らによると、繰り返し経年検診受診者における発見肺癌は 23 例で、A 期が 21 例(91%)、B 期が 2 例(9%)であった。A 期の 5 年生存率を 80%、B 期の 5 年生存率を 60%とする 4)。23 例の推定 5 年生存率は $80 \times 0.91 + 60 \times 0.09 = 78.2\%$ である。これから致命率を $100 - 78 = 22\%$ とした。また、20%の overdiagnosis 群が存在する仮定し、 $= 1.2$ とおいた。RR = $1 - 0.95 \times 0.9 \times 0.95(1 - 1.2 \times 0.22 / 0.9) = 0.43$ となる。

この RR から、検診群の死亡率は $0.43 \times 90 = 38.9\%$ と計算されるので、40%と仮定する。

このデータがこの後の獲得人年の計算に際して最もクリティカルなものであり、今後もより信頼性の高い数値を求めて研究が続けられなければならない。

[4-3]40-84 歳男女の全員(100%)が受診

対象群死亡数 男： $48591 \times 0.4 = 19436$ 人 女： $17260 \times 0.4 = 6904$ 人 合計： 26340 人

net 救命数 男： $43732 - 19436 = 24296$ 人 女： $15534 - 6904 = 8630$ 人 合計： 32925 人

Net の救命数は男女各年齢階級に罹患数%に応じて配分されるはずであり、これらの生存者は各年齢階級に対応した平均余命に等しい獲得余命を得るとして、それを乗ずる。最終的に 40-84 歳を合計し、総獲得人年を算出する。

その結果を表 3(男)と表 4(女)に示す。平均余命は 2004 年の数値を用いる 5)。

ここで参考までに、全年齢に対する肺癌死亡の RR と RD を求めておくと、男では全罹患数 53459 人のうち、48591 人だけが受診しているので、 $53459 - 48591 = 4868$ 人は不受診である。女は全罹患数 20962 のうち、17260 人が受診し、 $20962 - 17260 = 3702$ 人が不受診である。

男： $RR = (19436 + 4868 \times 0.9) / 48113 = 23817 / 48113 = 0.50$ RD = $48113 - 23817 = 24296$ 人

女： $RR = (6904 + 3702 \times 0.9) / 18866 = 10236 / 18866 = 0.54$ RD = $18866 - 10236 = 8630$ 人

上で求めた Net の救命数と RD は一致する。

表 3：受診率 100%の場合の獲得人年(男)(40-84 歳)

年齢	平均余命	罹患数%	救命数	獲得人年
40-44	38.04	0.85	205	7817
45-49	33.42	1.56	379	12679
50-54	28.93	3.52	855	24732

55-59	24.64	6.68	1623	40002
60-64	20.57	10.14	2464	50677
65-69	16.69	16.80	4083	68138
70-74	13.15	24.14	5865	77118
75-79	10.03	22.58	5486	55023
80-84	7.40	13.73	3336	24688
合計		100	24296	360874

表4：受診率 100%の場合の獲得人年(女)(40-84 歳)

年齢	平均余命	罹患数%	救命数	獲得人年
40-44	44.51	1.05	91	4039
45-49	39.73	2.71	234	9295
50-54	35.03	4.99	430	15077
55-59	30.45	9.07	783	23846
60-64	25.94	11.05	954	24746
65-69	21.54	14.25	1229	26482
70-74	17.32	18.31	1580	27363
75-79	13.4	20.34	1756	23524
80-84	9.90	18.23	1573	15573
合計		100	8630	169944

表3と表4から、次のことがわかる。男性では獲得人年は40歳から単調に増加して、最大は70-74歳であり、それ以上の年齢では減少に転ずる。40-84歳を合計した総獲得人年は360874人年である。一方、女性も40歳から単調に増加し、男性と同じ70-74歳代でピークとなるが、全体としての傾向は男性ほど、高齢に偏ってはいない。40-84歳を合計した総獲得人年は169944人年であり、男性の49%であった。これは主として罹患率の差に起因する。

[4-4]40-84歳男女の70%が受診

この場合、各年齢階級において同じ割合の受診があると仮定する。

対象群死亡数 男:48591*(0.7*0.4+0.3*0.9)=13605+13120=26725人

女:17260*(0.7*0.4+0.3*0.9)=4833+4660=9493人 合計:36218人

net救命数 男:43731-26725=17006人 女:15534-9493=6041人 合計:23047人

検診不受診数 男:53459-48591=4868人 女:20962-17260=3702人

RR 男:(26725+4868*0.9)/48113=0.65 女:(9493+3702*0.9)/18866=0.68

RD 男:48113-31106=17007人 女:18866-12825=6041人

表5：受診率 70%の場合の獲得人年(男)(40-84 歳)

年齢	平均余命	罹患数%	救命数	獲得人年
40-44	38.04	0.85	144	5471
45-49	33.42	1.56	266	8875
50-54	28.93	3.52	598	17311
55-59	24.64	6.68	1136	27999
60-64	20.57	10.14	1724	35471
65-69	16.69	16.80	2858	47693
70-74	13.15	24.14	4105	53979
75-79	10.03	22.58	3840	38513
80-84	7.40	13.73	2335	17281

合計		100.00	17006	252594

表 6 : 受診率 70% の場合の獲得人年 (女) (40-84 歳)

年齢	平均余命	罹患数%	救命数	獲得人年
40-44	44.51	1.05	64	2827
45-49	39.73	2.71	164	6506
50-54	35.03	4.99	301	10554
55-59	30.45	9.07	548	16692
60-64	25.94	11.05	668	17322
65-69	21.54	14.25	861	18537
70-74	17.32	18.31	1106	19154
75-79	13.4	20.34	1229	16467
80-84	9.90	18.23	1101	10901
合計		100	6041	118961

表 5 と表 6 より、総獲得人年は男性では 252594 人年、女性では 118961 人年である。

[4-5] 40-84 歳男女の 50% が受診

この場合、各年齢階級において同じ割合の受診があると仮定する。

対象群死亡数 男: $48591 * (0.5 * 0.4 + 0.5 * 0.9) = 9718 + 21866 = 31584$ 人

女: $17260 * (0.5 * 0.4 + 0.5 * 0.9) = 3452 + 7767 = 11219$ 人 合計: 42803 人

net 救命数 男: $43731 - 31584 = 12147$ 人 女: $15534 - 11219 = 4315$ 人 合計: 16462 人

検診不受診数 男: $53459 - 48591 = 4868$ 人 女: $20962 - 17260 = 3702$ 人

RR 男: $(31584 + 4868 * 0.9) / 48113 = 0.75$ 女: $(11219 + 3702 * 0.9) / 18866 = 0.77$

RD 男: $48113 - 35965 = 12148$ 人 女: $18866 - 14551 = 4315$ 人

表 7 : 受診率 50% の場合の獲得人年 (男) (40-84 歳)

年齢	平均余命	罹患数%	救命数	獲得人年
40-44	38.04	0.85	103	3908
45-49	33.42	1.56	190	6339
50-54	28.93	3.52	427	12365
55-59	24.64	6.68	812	19999
60-64	20.57	10.14	1232	25336
65-69	16.69	16.80	2041	34066
70-74	13.15	24.14	2932	38556
75-79	10.03	22.58	2743	27509
80-84	7.40	13.73	1668	12343
合計		100.00	12147	180422

表 8 : 受診率 50% の場合の獲得人年 (女) (40-84 歳)

年齢	平均余命	罹患数%	救命数	獲得人年
40-44	44.51	1.05	45	2019
45-49	39.73	2.71	117	4647

50-54	35.03	4.99	215	7539
55-59	30.45	9.07	392	11923
60-64	25.94	11.05	477	12373
65-69	21.54	14.25	615	13241
70-74	17.32	18.31	790	13681
75-79	13.4	20.34	878	11762
80-84	9.90	18.23	787	7787
合計		100	4315	84972

表7と表8より、総獲得人年は男性では180422人年、女性では84972人年である。

[4-6]40-84歳男女の30%が受診

この場合、各年齢階級において同じ割合の受診があると仮定する。

対象群死亡数 男:48591*(0.3*0.4+0.7*0.9)=5831+30612=36443人

女:17260*(0.3*0.4+0.7*0.9)=2071+10874=12945人 合計:49388人

net救命数 男:43731-36443=7288人 女:15534-12945=2589人 合計:9877人

検診不受診数 男:53459-48591=4868人 女:20962-17260=3702人

RR 男:(36443+4868*0.9)/48113=0.85 女:(12945+3702*0.9)/18866=0.86

RD 男:48113-40824=7289人 女:18866-16277=2589人

表9:受診率30%の場合の獲得人年(男)(40-84歳)

年齢	平均余命	罹患数%	救命数	獲得人年
40-44	38.04	0.85	62	2345
45-49	33.42	1.56	114	3803
50-54	28.93	3.52	256	7419
55-59	24.64	6.68	487	11999
60-64	20.57	10.14	739	15201
65-69	16.69	16.80	1225	20439
70-74	13.15	24.14	1759	23133
75-79	10.03	22.58	1646	16505
80-84	7.40	13.73	1001	7406
合計		100.00	7288	108250

表10:受診率30%の場合の獲得人年(女)(40-84歳)

年齢	平均余命	罹患数%	救命数	獲得人年
40-44	44.51	1.05	27	1212
45-49	39.73	2.71	70	2788
50-54	35.03	4.99	129	4523
55-59	30.45	9.07	235	7154
60-64	25.94	11.05	286	7424
65-69	21.54	14.25	369	7945
70-74	17.32	18.31	474	8209
75-79	13.4	20.34	527	7057
80-84	9.90	18.23	472	4672
合計		100	2589	50983

表9と表10より、総獲得人年は男性では108250人年、女性では50983人年である。

[5] 獲得人年に基づく便益の計算

[4]において、受診率の関数として、2004年におけるLSCT検診による獲得人年を計算した。この獲得人年に対して人年当りの救命コスト(円)を乗ずることによって、得られる便益を金額(円)で表わす事を試みる。

[5-1] 人年あたりの救命コストの試算

中西の下記の試算を参考にして推定した(6)。

所得の差

日本人の生涯所得：GNP(1994年)/人口 x 80年 =
 $\$34,630 \times 80 = 416$ 万円 x 80 = 3億 3300 万円(年間 416 万円)
 途上国の人の生涯所得(貨幣価値で測れないものも含む)
 GNPは1/50と仮定。
 $\$34,630 / 50 \times 60 = \$50,000 = 600$ 万円(年間 83000 円)

寿命延長のために必要な所得

3億 3300 万円 - 600 万円 = 3億 2700 万円
 日本と途上国の寿命の差：20年
 3 億 2700 万円 / 20 = 1635 万円/年
 これを所得 1000 万円と見積もり、そのうち 20%を寿命延長に使うと仮定する。 **200 万円/年**となる。

筆者はこの試算のさらに 1/2 とし、人年当りの救命コストとして **100 万円**を採用した。一例として、受診率 100%の場合の計算を示す。

総獲得人年 男：**360874** 人年 女：**169944** 人年 合計：**530818** 人年
 便益 男： 360874×100 万円 = **3609** 億円
 女： 169944×100 万円 = **1699** 億円 合計：**5308** 億円

[5-2] LSCT 検診の受診率と便益

表 11 には受診率の関数として男女の獲得人年とそれに基づく便益を円で表す。

表 11：2004 年における LSCT 検診による総獲得人年と便益(円)

受診率	総獲得人年(男)	総獲得人年(女)	総獲得人年(計)	便益(男)	便益(女)	便益(計)
100%	360874 人年	169944 人年	530818 人年	3609 億円	1699 億円	5308 億円
70%	252594 人年	118961 人年	371555 人年	2526 億円	1190 億円	3716 億円
50%	180422 人年	84972 人年	265394 人年	1804 億円	850 億円	2654 億円
30%	108250 人年	50983 人年	159233 人年	1083 億円	510 億円	1593 億円

獲得人年と便益は受診率に比例して、増減する。

[6] LSCT 検診の費用の算出

一方、LSCT 検診の実施によるコストを試算してみる。検診は逐年検診とする。ここでは 40-84 歳男女が 100%受診している場合を算出する。

[6-1] LSCT 検診の性能について

まず、LSCT 検診の性能に関して、過去のデータをもとに定義する(3)4)。
 スクリーニング検査の感度：**95%**、精密検査の受診率：90% 要精検率：5% 精密検査の感度：95%、**overdiagnosis** の割合：**1.2**、検診群の早期/進行比：70/30 不介入群の早期/進行比：20/80

[6-2] LSCT 検診の受診者数の算出

スクリーニング検査受診者数：2004 年に **40-84 歳代の男女が 100%受診**すると、スクリーニング検査は全員が受けるので、受診者数は人口と同じ、男：**31003** 千人 女：**34004** 千人である。

精密検査受診者数：LSCT 検診の要精検率を 5%、精密検査受診率を 90%としているので、精検受診者数は男： $31003 \times 0.05 \times 0.9 =$ **1395** 千人 女： $34004 \times 0.05 \times 0.9 =$ **1530** 千人である。

検診発見治療者数：発見されて治療を受ける人数は 40-84 歳の罹患数にスクリーニング検査感度、

精検受診率と精検感度を乗じたものになり、それ以外は検診見逃しとなる。ここで LSCT 検診のスクリーニング検査感度を 95%、精検受診率を 90%、精検感度を 95%とする。40-84 歳の罹患数は男：48591 人、女：17260 人であり、これから検診発見治療群は男： $48591 \times 0.95 \times 0.9 \times 0.95 = 39468$ 人、女： $17260 \times 0.95 \times 0.9 \times 0.95 = 14019$ 人である。この数は真の肺癌患者である。

しかし、実際に治療を受ける数は **overdiagnosis** 群を考慮する必要があり、実際には上記の 1.2 倍となり、男： $39468 \times 1.2 = 47362$ 人、女： $14019 \times 1.2 = 16823$ 人となるはずである。

検診受診見逃し数：検診を受診しながら、見逃された数は罹患数から検診発見治療群(真の肺癌患者)を差し引いたものであるから、男： $48591 - 39468 = 9123$ 人、女： $17260 - 14019 = 3241$ 人である。

検診不受診者数：検診対象が 40-84 歳であるので、それ以外の年齢は検診不受診となる。全年齢にわたる罹患数は男：53459 人、女：20962 人であるので、検診を受診しない罹患者数は男： $53459 - 48591 = 4868$ 人、女： $20962 - 17260 = 3702$ 人である。

[6-3]不介入の場合の患者数：検診が行われない場合(不介入)は治療を受ける人数が罹患数にひとしいから、男：53459 人、女：20962 人である。

[6-4]LSCT 検診のコストの試算

[6-4-1]各検査や治療費の推定

スクリーニング検査のコスト：文献 7)より、LSCT 検診のスクリーニング検査のコストを 5000 円

二次精密検査のコスト：文献 7)より、20000 円

肺癌の治療費：文献 8)より、早期肺癌が 160 万円、進行肺癌が 322 万円とする。

検診発見治療群のコスト：LSCT 検診受診治療群の早期/進行比を 70/30 とすると、
 $160 \times 0.7 + 322 \times 0.3 = 209$ 万円

見逃し群の治療コスト：早期/進行比を 20/80 とすると、 $160 \times 0.2 + 322 \times 0.8 = 290$ 万円

検診不受診群の治療コスト：早期/進行比を 20/80 とすると、 $160 \times 0.2 + 322 \times 0.8 = 290$ 万円

不介入群の治療コスト：早期/進行比を 20/80 とすると、 $160 \times 0.2 + 322 \times 0.8 = 290$ 万円

[6-4-2]各受診群別の費用

これらの数値より、検診受診群のコストは下記のようになる。

スクリーニング検査：男 5000 円*31003 千人=1550 億円 女 5000 円*34004 千人=1700 億円

二次精密検査：男 20000 円*1395 千人=279 億円 女 20000 円*1530 千人=306 億円

検診発見治療群：男 209 万円*47362 人=990 億円 女 209 万円*16823 人=352 億円

Overdiagnosis 群が 0 の場合

男 209 万円*39468 人=825 億円 女 209 万円*14019 人=293 億円

見逃し群治療：男 290 万円*9123 人=265 億円 女 290 万円*3241 人=94.0 億円

検診不受診群治療：男 290 万円*4868 人=141 億円 女 290 万円*3702 人=107 億円

全てのコストの合計：男 $1550 + 279 + 990 + 265 + 141 = 3225$ 億円

女 $1700 + 306 + 352 + 94 + 107 = 2559$ 億円

合計： $3225 + 2559 = 5784$ 億円

Overdiagnosis 群が 0 の場合：男 $1550 + 279 + 825 + 265 + 141 = 3060$ 億円

女 $1700 + 306 + 293 + 94 + 107 = 2500$ 億円

合計： $3060 + 2500 = 5560$ 億円

不介入群のコスト：検診を実施していない場合は罹患者が外来治療を受ける。

男 290 万円*53459 人=1550 億円

女 290 万円*20962 人=608 億円

合計： $1550 + 608 = 2158$ 億円

Net の検診コスト：検診受診群のコストから、不介入群のコストを差し引く。

男 $3225 - 1550 = 1675$ 億円 女 $2559 - 608 = 1951$ 億円 合計： $1675 + 1951 = 3626$ 億円

Overdiagnosis 群が 0 の場合

男 $3060 - 1550 = 1510$ 億円 女 $2500 - 608 = 1892$ 億円 合計： $1510 + 1892 = 3402$ 億円

[7]LSCT 検診の費用便益分析

獲得人年による便益(100%受診)と比較する。便益から LSCT 検診の Net コストを差し引く。
上記の[5-2]で求めた男性の便益は 3609 億円、女性は 1699 億円であるから、
男 3609-1675=**1934 億円** 女 1699-1951=**-252 億円** 合計：5308-3626=**1682 億円**

Overdiagnosis 群が 0 の場合

男 3609-1510=**2099 億円** 女 1699-1892=**-193 億円** 合計：5308-3402=**1906 億円**

以上の結果、獲得人年より求めた便益は男性では LSCT 検診の費用を上回ることが判明した。しかし、女性ではマイナスとなることが注目される。男性の便益が女性よりも大きいのは罹患率の大幅な相違によるものである。

[8]LSCT 検診の費用効果分析

検診の獲得人年あたりのコストも計算できる。LSCT 検診の Net コストを総獲得人年で割る。

男 1675 億円/360874 人年=**46.4 万円/人年** 女 1951 億円/169944 人年=**115 万円/人年**

合計：3626 億円/530818 人年=**68.3 万円/人年**

Overdiagnosis 群が 0 の場合

男 1510 億円/360874 人年=**41.8 万円/人年** 女 1892 億円/169944 人年=**111 万円/人年**

合計：3402 億円/530818 人年=**64.1 万円/人年**

男性の費用効果比は女性に比較して良好である。これは男性の罹患率が著しく高いことに原因がある。

[9] 考 察

LSCT 検診が広く全国的に普及した場合の効果について、獲得人年という指標を用いて評価することを試みた。この指標は検診の救命者の性・年齢を考慮したもので、より精度の高い有効性を表わすものと考えられる。まず、2004 年に日本人男女 40-84 歳の全員(100%)が LSCT 逐年検診を受診していると仮定した場合の総獲得人年は男 360874 人年、女 169944 人年、合計で 530818 人年である。この値は受診率が低下すると比例して低下する。次に、獲得人年 1 年あたりの救命コストを日本国民 1 人当りの GNP を利用して算出すると、100 万円/人年を得た。この値を獲得人年に乗ずることにより、上記の LSCT 検診の便益は男 3609 億円、女 1699 億円、合計で 5308 億円であることを示した。続いて、LSCT 検診に要する費用を算出し、100%受診の場合で、男 1675 億円、女 1951 億円、合計 3626 億円であることを示した。その結果、費用便益分析では男+1934 億円、女 - 252 億円、合計で +1682 億円であり、費用効果分析を行うと、費用効果比は男 46 万円/人年、女 115 万円/人年、合計で 68 万円/人年であることを明らかにした。このうち、便益は受診率によって変化し、受診率が下がると小さくなるが、費用効果比は受診率に関係なく一定である。この結果を見ると、LSCT 検診はコスト的にも十分に実施可能であると考えている。今後の最も大きな課題は LSCT 検診の有効性の実証的な検証であり、厚労省の鈴木班などの追跡結果の判明が待たれる。

この費用便益と費用効果は日本のほかの癌検診とも比較する必要がある、今後の課題である。また、欧米諸国では CT 肺癌検診に対する費用効果分析が報告されており、Wisnivesky ら [9](#))によると、スクリーニング CT(Low-dose CT)は 165 ドル、費用効果比は不介入群に対して、\$2500/life-year saved である。Marshall ら [10](#))によると、スクリーニング CT(Low-dose CT)は 150 ドル、費用効果比は不介入群に対して、\$19000/life-year saved である。Mahadevia ら [11](#))によると、スクリーニング CT(Low-dose CT)は 300 ドル、費用効果比はやはり不介入群に対して、\$116300/life-year saved であると報告している。

一方、日本では朝倉らの報告がある [12](#))。その数値を US ドルに換算すると、スクリーニング CT(Low-dose CT)が ¥5000 であるから、¥110/ドルとして、45.5 ドルであり、費用効果比としては男 60 歳に対して、¥470000/life-year saved(\$4270)、女 60 歳では¥1900000/life-year saved(\$17300)を報告している。本研究ではスクリーニング CT のコストには朝倉らと同じ¥5000 を用いているが、欧米諸国の報告ではその 3-6 倍の値であり、費用効果比は検診対象やモデルそのも

の相違もあり、単純には比較できない。いずれにしても、費用効果比には大きな差異が存在しており、今後の検討に待たなければならない。

また、医療以外の社会全体の人年あたりの費用の比較として下記の興味ある結果がある。これは前述の中西の文献 6) に引用されている 13)。表 12 を参照。

表 12: 人命リスク削減対策の効率

	コスト (\$10 億)	削減されたリスク =得られた寿命 (100 万人・年)	平均の CPLY (\$/人年)(d)	相対比
米国(a)	8.3	0.1	96,865	1
メキシコ	8.7	2.5	3,456	28
中程度の所得の国(b)	7.2	21.8	330	293
低所得国(c)	5.8	93.4	62	1569

(a)1990 年から 1995 年の半ばまで (b)ラテンアメリカ、カリブ海諸国

(c)サハラ以南のアフリカ (d)CPLY = 1 人年の寿命のために使われた費用

この値を見ると、アメリカの救命にかけている費用は人年あたりで 96,865 ドルであり、円に換算すると 1000 万円/人年である。筆者が仮定している 100 万円の 10 倍であり、日本の費用はもっと高いのではないかと予想される。また、低所得国との差は恐ろしく大きく、大きな問題である。

最後に、本研究の計算に用いた数値は議論のあるものが多く、改訂の可能性は十分にあるが、今後の検討を経て、より精度の高い数値に変更してゆくことが必要である。

とくに、費用に最も大きな影響がある LSCT のスクリーニング検査のコストは効率の高いシステムを構築することにより、もっと下げられる可能性が高い。

[10] 結 論

LSCT による肺癌検診の費用便益分析と費用効果分析を行った。2004 年現在で LSCT 逐年検診が日本人男女 40-84 歳の 100%に実施されていると仮定した場合、その効果を新しい指標である「獲得人年」で勘定すると、1 年当り男 360874 人年、女 169944 人年、合計 530818 人年を得た。これに対し、日本人の 1 人年あたりの救命コストとして 100 万円を乗ずると、検診の便益として男 3609 億円、女 1699 億円、合計 5608 億円が求められる。これと別に LSCT 検診の費用を受診率 100%の場合に算出すると、Net の検診費用として、男 1675 億円、女 1951 億円、合計 3626 億円を得た。この結果、LSCT 逐年検診の費用便益は男+1934 億円、女-252 億円、合計+1682 億円である。また、費用効果比は Net の検診費用を獲得人年で割ることにより、男 46 万円/人年、女 115 万円/人年、合計 68 万円/人年である。これらの費用は日本の経済的な実力では十分にまかなえるものであり、LSCT 検診は救命効果が高く、費用効果もよい検診となる可能性が高いことを明らかにした。

今後は LSCT 検診の有効性の実証的なデータを出すと共に、その他の数値に対してもより精度の高い値を求めて継続的に評価を進め、最終的にわが国の最悪の疾患である肺癌死亡減少につなげて行きたいと期待している。

文 献

- 1) 国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口」(平成 14 年 1 月推計)
- 2) がんの統計 2003 (財)がん研究振興財団
- 3) 飯沼 武: CT の肺癌検診は有効か? 数学モデルによる評価. 臨床放射線 2004;49:361-368
- 4) 中川 徹, 草野 涼, 色川正貴: 胸部 CT 検診にて検出された肺野孤立性結節の経過観察結果. 2005 年 6 月 11 日 「肺癌 CT 検診の検診能率向上に関する研究」班にて報告。
- 5) 2004 年「国民衛生の動向」p.396 簡易生命表より
- 6) 中西 準子著 環境リスク学 - 不安の海の羅針盤 日本評論社 2004 年 9 月 20 日発行

- 7) 飯沼 武 . CT 肺癌検診の費用効果分析 . 日本胸部臨床 .1999 ; 58 : s157-s163
- 8) 日本画像医療システム工業会調査研究委員会編 : 画像診断の経済的効果 PART 2005年4月
- 9) Wisnivesky JP, Mushlin AJ et al: The cost-effectiveness of low-dose CT screening for lung cancer. Chest 2003;124:614-21
- 10) Marshall P, Fleishner LA et al: Economic decision analysis model of screening for lung cancer. Eur J Cancer 2001;37:1759-67
- 11) Mahadevia PJ, Fleisher LA, Frick KD et al: Lung cancer screening with helical computed tomography in older adult smokers - A decision and cost-effectiveness analysis. JAMA. 2003;289;313-322
- 12) 朝倉和浩、花村和久、曾根脩輔、李 峰、滝沢正臣 : スパイラル CT 検診車における肺癌一次検診における費用効果分析 . 肺癌 1999;39:381-388
- 13) Robert W. Hahn edit.: Risks, Costs, and Lives saved. Oxford University Press, New York and Oxford, 1996