

【引用文献】

Imamura T, Yasunaga H (2008) Economic evaluation of prostate cancer screening with prostate-specific antigen, *Int J Urol* 15: 285-288

Saito H (2000) Screening for colorectal cancer: current status in Japan, *Dis Colon Rectum* 43: S78-S84

Sato S, Matunaga G, Tsuji I, Yajima A, Sasaki H (1999) Determining the cost-effectiveness of mass screening for cervical cancer using common analytic models, *Acta Cytol* 43:1006-1014

Yasunaga H, Ide H, Imamura T, Ohe K (2006) Benefit evaluation of mass screening for prostate cancer: willingness-to-pay measurement using contingent valuation, *Urology* 68:1046-1050

飯沼武、松本徹、木戸長一郎 (1995a) 「乳房撮影と視・触診を用いる乳癌検診の費用効果分析」 *日乳癌検診学会誌* 4, no.1, 49-57

飯沼武、館野之男 (1995b) 「アンケート調査に基づく大腸癌検診の費用効果分析」 *日消集検誌* 33, no.1, 51-57

飯沼武、有末太郎 (1997) 「胃癌検診の費用効果分析-1996」 *日消集検誌* 35, no.1, 38-44

久道茂他 (1996) 『各種がん検診の共通問題に関する研究』 (主任研究者: 久道茂) 厚生省がん研究助成金、平成7年度研究報告

沖中宏治他 (2005) 「前立腺癌検診に対する複合型前立腺特異抗原 (complex PSA) を用いた費用対効果」 *泌尿器外科* 18 巻 10 号, 1247-1251

川淵孝一 (2005) 「被曝性コストも考慮に入れた FDG-PET の経済性について」 *群馬県核医学研究会会誌* 20 巻 1 号, 29-31

濃沼信夫他 (2004) 『がん医療経済と患者負担最小化に関する研究』 (主任研究者: 濃沼信夫) 平成16年度厚生労働科学研究

武村真治他 (1999) 『地域保健サービスの生産関数・費用関数の推定とサービス供給の効率性に関する研究』 (主任研究者: 武村真治) 平成11年度厚生労働科学研究

武村真治他 (2000) 『地域保健サービスの生産関数・費用関数の推定とサービス供給の効率性に関する研究』 (主任研究者: 武村真治) 平成12年度厚生労働科学研究

久道茂他 (2001) 『新たながん検診手法の有効性の評価報告書』、がん検診の適正化に関する調査研究事業、(財) 日本公衆衛生協会

松島松翠他 (1998) 『農村における健康増進活動の費用・効果分析に関する研究』 (主任研究者: 松島松翠)、平成10年度厚生労働科学研究

三浦宣彦他 (1997) 『老人保健事業における健康教育効果の評価方法の標準化に関する研究』 (主任研究者: 三浦宣彦)、平成9年度厚生労働科学研究

(資料3) がん検診の費用効果分析手法に関する文献レビュー

1. はじめに

先の(資料1)で紹介したように、わが国のがん検診の医療経済評価は、費用効果分析によるものが圧倒的に多い。本稿では、がんの部位別に、費用効果分析の具体的な手法について、(資料1)表6の文献において記載されているものをベースに整理した。なお、がん検診の費用効果分析を精力的に行っている飯沼の一連の研究(たとえば飯沼他(1995a)、飯沼・館野(1995)、飯沼・有末(1997)など)では、その分析の枠組みを飯沼・館野(1990)に依拠している。

2. 肺がん

中山・鈴木(2004)は、肺がん患者一人救命あたりの費用効果分析を行っている。彼らは、効果のエンドポイントを死亡率(肺がん患者一人救命)とし、費用については直接費用(スクリーニング費用、精密検査、治療およびフォローアップに要する費用)のみを考慮している。がん発見率については、初回検診の場合には **preclinical-phase** (発見可能時期) および **clinical phase** にあるがんを多数発見するため高い水準を示すが、受診回数が増えるにつれて、こうして発見されたがんが集団から除外されるため、やがて **plateau** に達する。彼らは、こうしたメカニズムを毎年のがん発見数や偽陽性者数を算出するモデルに組み込んでいる。なお、モデルの各パラメータに当てはめる数値の出所については、論文中に明記されていない。

3. 乳がん

飯沼他(1995a)は、飯沼・館野(1990)の数学モデルを用いて費用効果分析を行っている。この数学モデルでは、ある集団の全員が **MMG** と視触診併用による乳がん検診を毎年もれなく受診していることを前提としており、こうして行われている検診の効果と費用から、一方でまったく検診を行わず当該集団が外来治療を受ける場合の効果と費用を差し引いたネットの効果と費用を算出している。

なお、モデルのパラメータに当てはめる数値については、がん研究助成金木戸班の関係者へのアンケート調査結果から求めている。

大貫他(1997)は、厚生労働省「各種癌検診の共通問題に関する研究」班で提唱されたモデルに基づき、費用効果分析を行っている。彼らは、視触診による検診、**SMG** 併用による検診、検診を実施しないという3つの選択肢毎に起こりうるシナリオを判断樹としている(彼らはこれを医学判断モデルと呼んでいる)。なお、これらの各検診と検診なしとの生存年数の差を各検診による救命効果(救命人年数)、費用の差を各検診固有の費用とし、この費用増分を救命効果で除すことによって費用効果比を求めている。

モデルに当てはめるパラメータの数値については、宮城県のデータおよび厚生省研究班（大内班）の関係 13 施設へのアンケート調査結果を用いている。

栗山他（2007）は、大貫他（1997）の逐年検診モデルを利用して、超音波・マンモグラフィ併用、超音波単独、マンモグラフィ単独の 3 種類の検診グループ毎に 40 代 10 万人ずつの仮想コホートを追跡し、効果の指標としての期待生存年数と直接費用を算出している。すなわち、コホート毎に、検診の感度、特異度、乳がん罹患数から要精検者数と乳がん患者数を算出するとともに、早期乳がん比率、病期別の 5 年生存率、平均余命より期待生存年数を算出している。

モデルに当てはめるパラメータの数値については、栃木県、宮城県のデータおよび厚生省研究班（大内班）のアンケート調査結果を用いている。

4. 胃がん

鈴木（1996）は、富山県のある金属製品製造工場の 35～59 歳の従業員 3,800 人の 1985～1989 年のデータを用いて、費用便益分析を行っている。同論文では、費用分析については、費用を検診と初期治療に係る直接的費用と胃がんの予後に係る間接費用とに区分して、検診方法別に要する費用を算出している。また、便益分析では、費用合計額を早期胃がん患者数で除して、一人の早期胃がん患者を発見するのに必要な費用と早期胃がんの状態で発見された患者の手術後 5 年経過時の非再発率から救命利益を算出している。

飯沼・有末（1997）は、飯沼・館野（1990）の数学モデルを用いて費用効果分析を行ったものである。モデルに当てはめるパラメータの数値については、がん研究助成金有末班に設置した「胃癌検診の費用効果分析に関する合意形成会議」で決定している。

5. 大腸がん

飯沼・館野（1995b）でも、飯沼・館野（1990）の数学モデルを用いて費用効果分析を行っている。モデルに当てはめるパラメータの数値については、がん研究助成金吉田班の関係施設への 2 度にわたるアンケート調査結果から求めている。

島田他（1996）は、飯沼・館野（1990）の数学モデルを参考に、さらに精検方法の違いとポリペクトミーを考慮してモデル（樹形図）を組み立てている。このモデルに有病率または罹患率と各分岐点に確率を割り当てることで、検診を実施した場合と実施しなかった場合の救命人数（年数）を求め、両群の差をがん検診の限界効果とする。他方、費用については、診断および治療に係る費用を算出し、両群の差をがん検診の限界費用とすることにより、限界費用と限界効果の比を算出している。

モデルに当てはめるパラメータの数値のうち、大半は全国集計結果および先行研究の値

を用いているが、治療費については仙台市の関連病院の実績値を使用している。

6. 前立腺がん

中川他（1997）は、年齢階級毎に無症状の仮想コホート（検診群）を10万人設定し、前立腺がんを1回のみ実施した場合の費用と効果を推計する。また、他の研究の同様に、検診を全く実施しないコホート（非検診群）を設定し、このコホートに属するがん患者が自覚症状によって医療機関を受診したと仮定して費用と効果を推計する。これらの二つのコホートの費用の差である限界費用を効果の差である限界効果で除した値をもって、救命1名あたりの費用および1期待生存年数あたりの費用としている。

費用効果分析に使用する数値については、有病率等については前立腺検診協議会の集計結果を、診断費用については診療報酬点数表を、治療費については京都府立医科大学付属病院での実際の治療費を各々利用している。

後藤他（2005）は、マルコフモデルを利用した費用効果分析に基づいて、ベースラインPSAに応じた検診の最適な間隔を分析している。彼らは、PSAの値に応じてコホートを5つのグループに分類し、これらのグループに属する状態をマルコフ状態と定義づける。マルコフモデルにとって重要なパラメータである各PSAグループ間の遷移確率は、群馬県の前立腺がん検診のデータを用いた研究の数値を利用している。

治療効果の指標としては先行研究で用いられたQALYの数値を使用している。費用のうち、PSA測定と生検の費用は診療報酬点数表を、生検の合併症に関する費用は浜松労災病院における症例の診療報酬を使用している。前立腺がんの治療費については海外の研究の数値を用いている。

(表1) 費用効果分析の手法

1. 肺がん

		中山他(2004)
分析手法	<p>○モデル分析(費用効果分析)</p> <p>肺がん患者1人救命あたりの費用効果分析</p> <p>毎年のがん発見者数・偽陽性者数を算出するモデルを作成。</p> <p>検診発見肺がん数(N_Slc)</p> <p>初年度: $N_Slc = P * Se$</p> <p>2年度目以降: $N_Slc = (N_Fn - N_Int + N_New) * Se$</p> <p>ただし、P: 有病者数、Se: 感度、N_Fn: 前年度の偽陰性例数、N_Int: 検診間発見肺がん数、N_New: 新たに発見可能時期に入った数</p> <p>なお、モデルの全体は論文では不明。</p>	
データ (パラメータ)	<p>パラメータの出所は不明。</p> <p>○CT 検診</p> <p>検診開始時の有病者数 32 人、感度 75%、毎年罹患例の 10% が検診間発見(自覚症状発見が 9%、X-p 発見が 1%)。スクリーニングコスト 5,000 円、精密検査コスト 20,000 円、発見肺がんに要する医療費 2,516 千円。</p> <p>○X-p 検診</p> <p>検診開始時の有病者数 12 人、感度 60%、毎年罹患例の 25% が検診間発見(自覚症状発見が 22.5%、X-p 発見が 2.5%)。スクリーニングコスト 1,100 円、精密検査コスト 20,000 円、発見肺がんに要する医療費 3,010 千円。</p> <p>○自覚症状発見例の医療費 3,146 千円、スクリーニングの偽陽性例に要する医療費 43 千円。</p>	
費用の範囲	直接費用のみ	スクリーニングの総費用+一次精密検査の総費用+検診発見肺がん患者の総医療費+検診間発見肺がん患者の総医療費+偽陽性非肺がん患者の総医療費

中山他 (2004)	
結果	<p>10万人の肺癌罹患率 80 の集団において毎年検診受診が行われた場合の各年の肺癌患者一人救命当たりの費用効果比を算出すると、初年度は間接 X 線のほうが低い、翌年以降は CT 検診のほうが低い。</p> <p>CT 検診の要精検率を変化させた場合、経年受診で 5%程度に下がる場合には、CT 受診のほうが費用効果比が良好となる。</p>

2. 乳がん

	飯沼他 (1995a)	大貫他 (1997)	栗山他 (2007)
分析手法	<p>○モデル分析</p> <p>飯沼(1990)のモデルを使用。</p> <p>費用効果比(救命人・年当たりの費用)</p> $Y \text{ 費用} \quad N * T \text{ 救命人} \cdot \text{年}$ $Y / (N * T) = [1 / T * (W_m - W_o)] * [(C_s + R * S * C_d) / (D_j * F_s * S * F_d) + (V_m - V_o)]$ <p>ただし、D:罹患率(人/10万/年)、Fs:スクリーニング検査の感度、S:精密検査受診率、Fd:精密検査の感度、Wm:検査群の救命率、Wo:外来群の救命率、Cs:スクリーニング検査のコスト(円)、R:要精検率、Cd:精密検査のコスト(円)、Vm:検診患者の治療費(円)、Vo:外来患者の治療費(円)、T:平均余命</p>	<p>○医学判断モデルによる費用効果分析</p> <p>・視触診による検診、スクリーニング・マンモグラフィ(SMG)併用による検診、検診を実施しない、という3つの方法を想定し、それぞれを実行した場合に引き続き起こりうるシナリオを判断樹として作成。</p> <p>・3つのグループ別に生存年数と費用を求め、費用効果比(救命1年に要する費用)を10歳階級別に算出。なお、各検診と「検診なし」との生存年数および費用の差を各検診の固有の効果と費用とする。</p> <p>・飯沼モデルとの違いは、①精検受診率と精検の感度を100%と仮定、②罹患率ではなく有病率を使用、③乳癌死亡者の平均生存年を2年と仮定、④精検費用を外来群と検診群の診断費用に区分、⑤治療費用のうちの終</p>	<p>○大貫(1997)のモデルを使用。</p> <p>・超音波・マンモグラフィ併用(US&MMG)、超音波単独(US単独)、マンモグラフィ単独(MMG単独)の各検診および検診なしに対して各々40歳代10万人の仮想コホートを設定し、シミュレーションを実施。</p> <p>・費用効果比は、生存年1年延長に要する費用。なお、費用と生存年は年3%で割引。</p>

	飯沼他 (1995a)	大貫他 (1997)	栗山他 (2007)
		末期医療を分離している、こと。	
データ (パラメータ)	<p>○「がん研究助成金木戸班」の関係者7名へのアンケート調査で得られた平均値によって、数学モデルに代入するパラメータの値を求めた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スクリーニング検査の有病正診率 (90.8%) ・スクリーニング検査の要精検率 (7.2%) ・検診群の早期/進行 (79/21) ・早期がんの5年生存率 (96.1%) ・進行がんの5年生存率 (68.9%) ・検診群の温存/切除 (53.6/46.4) ・精検受診率 (93.7%) ・精密検査の有病正診率 (94.7%) ・外来群の5年生存率 (81.8%) ・外来群の早期/進行 (36.6/63.4) ・外来群の温存/切除 (25.6/74.4) ・スクリーニング検査のコスト (4,200円) ・精密検査のコスト (20,700円) ・早期乳がんの平均治療費 (118万円) ・進行乳がんの平均治療費 (404 	<p>○有病率の推定には宮城県対がん協会の乳がん発見率を感度で補正して算出。</p> <p>○その他の数値は、厚生労働省大内研究班で実施した関係施設へのアンケート調査結果を使用。</p> <p style="text-align: center;">視触診 SMG併用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スクリーニング感度 70.5 89.0 ・スクリーニングの要精検率 5.3 4.1 ・検診発見乳がんの早期比率 59.0 74.4 ・スクリーニング検査のコスト 2,276円 4,791円 ・精密検査のコスト 18,931円 18,000円 ・早期がんの5年生存率 (95.2%) ・進行がんの5年生存率 (73.8%) ・検診なしの外来群の早期比率 (37.2%) ・早期乳がんの治療費 (105万円) ・進行がんの治療費 終末期含まず (203万円)、終末期含む (691万円) 	<p>○検診方法別の感度・特異度、早期乳がん比率は、栃木県保健衛生事業団の地域住民検診データ (H12-H16) から算出。乳がん罹患率は、H5-H9の宮城県がん登録データを利用。病期別の5年生存率は、大内班のアンケート調査結果を利用。</p> <p>○検診費用は栃木県保健衛生事業団が設定している数値を利用 (US&MMG 4,800円、US単独 2,100円、MMG単独 3,200円)。治療費用は、東北大学病院のレセプトデータ 30名分を集計。</p>

	飯沼他 (1995a)	大貫他 (1997)	栗山他 (2007)
	万円)		
結果	<p>○救命一人当たりの費用(Y/N)は、40~79歳まで1億円台で一定。</p> <p>○平均余命で割った救命人・年あたりの費用(Y/(N*T))は45~49歳が最も低いがそれでも250万円であり、他のがん検診の100万円/人・年に比べて割高である。</p>	<p>○費用効果比は、全年齢階級でSMG併用法は視触診法の75%程度。40歳代で最も低く1期待生存年あたり108.8万円(SMG併用法)および145.8万円(視触診法)。</p>	<p>○費用効果比はUS単独(235万円)が最もよく、次いでMMG単独(310万円)。US&MMG併用(351万円)は費用効果比が最も悪かった。</p>

3. 胃がん

	鈴木 (1996)	飯沼・有末 (1997)
分析手法	○実証研究	<p>○モデル分析</p> <p>飯沼 (1990) のモデルを使用。</p> <p>・救命数 (N : 人)、救命人数 (NT : 人年)</p> $NT(n) = (1/n) * [\alpha(n) * D * Fs(n) * S * Fd * (W(n) - Wo)] * T$ <p>・費用 (Y : 円)</p> $Y(n) = (1/n) * [Cs + R * S * Cd + \alpha(n) * D * Fs(n) * S * Fd * (V(n) - Vo)]$ <p>・費用効果比 (Y / NT : 円 / 人年)</p> $Y/NT(n) = [(Cs + R * S * Cd) / \alpha(n) * D * Fs(n) * S * Fd + (V(n) - Vo)] / (W(n) - Wo) T$ <p>ただし、n:検診間隔、$\alpha(n)$:蓄積係数(n年)、D:罹患率(人/10万/年)、Fs(n):スクリーニング検査の感度、S:精密検査受診率、Fd:精密検査の感度、W(n):検査群の救命率(n年間隔)、Wo:外来群の救命率、T:平均余命(年)、Cs:スクリーニング検査のコスト(円)、R:要精検</p>

	鈴木 (1996)		飯沼・有末 (1997)
			率、Cd:精密検査のコスト(円)、V(n):検診患者の治療費(円) (n年間隔)、Vo:外来患者の治療費(円)
データ (パラメータ)	<p>○富山県のある金属製品製造工場の35~59歳の従業員約3,800人の1985~1994年のデータ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1985~1989年については、集検は間接X線法、精検は直接X線法か胃内視鏡検査のいずれかを実施。 ・1990~1994年については、集検は直接X線法、精検は胃内視鏡検査を実施。 		<p>○「がん研究助成金有末班」に設けた「胃癌検診の費用効果分析に関する合意形成会議」において、数学モデルに代入するパラメータの値を求めた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スクリーニング検査の感度 ・スクリーニング検査の要精検率 ・精検受診率 ・精密検査の感度 ・検査発見群の5年生存率 ・外来発見群の5年生存率 ・スクリーニング検査のコスト ・精密検査のコスト ・検診発見患者の治療費 ・外来発見患者の治療費
費用の範囲	直接的費用	<p>○検診費用、精検費用、治療費用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・検診費用は10年間の実額 ・精検費用および治療費用は宮城県対がん協会検診センターの報告結果を使用。 	
	間接的費用	<p>○ターミナルケア、胃がん死亡による逸失利益、傷病手当</p>	
費用	早期胃がん発見費	○費用合計額/早期胃がん患者数	

	鈴木 (1996)		飯沼・有末 (1997)
便益	救命利益	<p>○早期胃がんの状態で見えられた患者の年齢をもとに、7年後の平均年収を用いて10年分の年収の総和を算出。</p> <p>なお、間接法については、手術後5年以上経過して再発していない者を、直接法については進行胃がんの者のなかで Stage I b の者を救命利益に各々加算。</p>	
結果		<p>○費用と救命利益の差 (救命利益 - 費用)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・間接法 20,023 千円 ・直接法 393,816 千円 	<p>○費用効果比は、逐年検診で、集団検診が個別検診よりも1/4ほど安かった。これは主にスクリーニング検査のコストの差によるもの。</p> <p>○性別では、罹患率の差を反映して、男性が女性よりも費用効果比が安かった。</p>

4. 大腸がん

	飯沼・舘野 (1995)	島田他 (1996)
分析手法	<p>○モデル分析</p> <p>飯沼 (1990) のモデルを使用。</p> <p>救命数</p> $N = P * D * F_s * S * F_d * (W_m - W_o)$ <p>費用</p> $Y = P * C_s + P * R * S * C_d + P * D * F_s * S * F_d * (V_m - C_o - V_o)$ <p>ただし、P:人口、D:罹患率 (人/10万/年)、 F_s:スクリーニング検査の感度、S:精密検査受診率、F_d:精密検査の感度、W_m:検査群の救命率、W_o:外来群の救命率、C_s:スクリーニン</p>	<p>○モデルは飯沼 (1990) のモデルを参考にしつつ、精検方法を「全大腸内視鏡検査」、「注腸 X 線検査単独又は S 状結腸内視鏡検査と注腸 X 線検査併用」に分け、治療法については「腺種・m がん」については内視鏡的ポリープ切除術、「sm 以降のがん」については外科手術に分けて樹形図を作成。</p>

	飯沼・館野 (1995)	島田他 (1996)
	<p>グ検査のコスト(円)、R:要精検率、Cd:精密検査のコスト(円)、Vm:検診患者の治療費(円)、Vo:外来患者の治療費(円)</p>	
データ (パラメータ)	<p>○「がん研究助成金吉田班」の関係者 14 施設への 2 回のアンケート調査で得られた平均値によって、数学モデルに代入するパラメータの値を求めた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スクリーニング検査の有病正診率 (87.2%) ・スクリーニング検査の要精検率 (5.6%) ・検診群の早期/進行 (71/29) ・早期がんの 5 年生存率 (93.5%) ・進行がんの 5 年生存率 (57.3%) ・精検受診率 (72%) ・精密検査の有病正診率 (95.6%) ・外来群の 5 年生存率 (53.2%) ・スクリーニング検査のコスト (1,710 円) ・精密検査のコスト (27,800 円) ・早期がんの治療費 (52.9 万円) ・進行がんの治療費 (303 万円) 	<p>○有病率 (平成 4 年度全国集計成績による大腸がん発見率をプログラム感度 (便潜血検査の感度と精密検査受診率と精密検査の感度の積) で除した数値を使用)</p> <p>○罹患率 (平成 2 年全国がん年齢階級別罹患率 (補正後推計値) を使用)</p> <p>○検査数値</p> <ul style="list-style-type: none"> ・便潜血検査 2 日法の感度 (0.7) ・便潜血検査陽性率、精密検査受診率 (平成 4 年度全国集計成績を使用) ・3 種類の精密検査の感度、特異度、生検の頻度 (先行研究の数値を使用) ・腺種 (5mm 以上の腺種の有病率は宮城県対がん協会の発見率をプログラム感度で除した数値を使用。) ・発見がんの深達度・予後に関する数値 (平成 4 年度全国集計成績および先行研究の数値を使用) ・偶発症 (消化器内視鏡関連の偶発症に関する第 2 回全国調査報告、大腸がん全国登録調査報告第 10 号および宮城県対がん協会の成績を参考に設定)

	飯沼・館野 (1995)	島田他 (1996)
		<p>○費用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・便潜血2日法 (1,560円-日本対がん協会各支部の加重平均値) ・精密検査 <ul style="list-style-type: none"> -検査方法を指定しない場合 16,932円 (全国集計成績を参考に設定) -BE (15枚撮影) 12,870円、SCS+BE (21,370円)、TCS (15,000円)、生検 (10,000円)、外来での精密検査 (TCS+BE+生検 37,870円) ・治療費 (仙台市の関連病院における平均費用を参考に設定) <ul style="list-style-type: none"> -ポリペクトミー (外来:入院=1:1) 200,000円 -初回治療 1,500,000円 -末期治療 2,000,000円 -穿孔した場合 1,000,000円 -出血した場合 300,000円
結果	<p>○救命一人当たりの費用 (Y/N) は、30歳代では男女とも2億円以上、40歳代前半でも1億円。年齢とともに低下し、80歳代前半では400万円。</p> <p>○平均余命で割った救命人・年あたりの費用 (Y/(N*T)) は30歳代前半が最も高く104万円、年齢とともに低下し、50歳代後半では10万円を下回る。</p>	<p>○費用効果比は全般に男性が女性よりも良好。1期待生存年当たりの限界費用は60歳代が最も低下。</p> <p>○費用効果比はTCSが最も良く、次いでBE単独、SCS+BEの順。</p>

5. 前立腺がん

	中川他 (1997)	後藤他 (2005)
分析手法	<p>○モデル分析</p> <p>ある年齢階級の無症状の仮想コホート（検診群）を10万人設定し、前立腺がん検診を1回のみ受診した場合の費用と効果を推定。同様に検診を全く行わないコホート（非検診群）を設定し、前立腺がん患者全員が自覚症状によって医療機関を受診したと仮定して費用と効果を計算。検診群と非検診群の差（限界費用・限界効果）を分析の指標とする。この限界費用を限界効果で除した値をもって、救命一人当たりの費用および1期待生存年数あたりの費用（費用効果比）とする。</p> <p>検診方法は、PSA とする。</p>	<p>○マルコフモデルによる費用効果分析</p> <p>TreeAge Pro2005 を使用</p> <p>（論文中に同ソフトによって作成した樹形図が掲載されている。）</p>
データ (パラメータ)	<p>○有病率（発見率は、前立腺検診協議会・財団法人前立腺研究財団編「前立腺集団検診集計1993年度」を使用。感度は先行研究を使用。）</p> <p>55-59歳 0.192 60-69歳 0.479 70-79歳 1.464</p> <p>○スクリーニング検査（PSA）（感度、特異度は先行研究を使用。）</p> <p>○5年生存率（データの出所は不明）</p> <p>非検診群 0.659 検診群 0.830</p> <p>○検診費用（厚生労働省研究班の研究結果を使用）</p> <p>1,580円</p> <p>○診断費用（診療報酬点数表を使用）</p> <p>非検診群 28,500円 検診群 20,850円</p> <p>○治療費（先行研究を使用）</p> <p>救命群 200万円 死亡群 600万円</p> <p>○精密検査受診率、精密検査の感度・特異度</p>	<p>○経過観察・手術・放射線治療のLE, QALE、ホルモン療法QOL、ホルモン不応QOL、OCDホルモン療法奏効期間等については先行研究の値を使用。</p> <p>○PSA測定費用、生検費用は診療報酬点数表を使用。</p> <p>○生検による合併症の割合（先行研究の値を使用）、生検による合併症の費用（浜松労災病院での診療報酬データを使用）、根治的前立腺摘除術の費用（先行研究の値を使用）</p> <p>○放射線治療の費用、ホルモン療法の費用、治療後経過観察の費用（先行研究の値を使用）</p> <p>○OCD、ECD患者の治療選択、生検受診率、生検によるがん発見率（先行研究の値を使用）</p>

	中川他 (1997)	後藤他 (2005)
	<p>各々100%と仮定</p> <p>○救命群の平均生存年数 (簡易生命表の数値を使用)</p> <p>○死亡群の平均生存年数 (先行研究を使用)</p> <p>3年</p>	
結果	<p>○救命一人当たり費用は55-59歳で405万円、60歳以上ではマイナス。費用効果比も55-59歳で20万円、60歳以上ではマイナスとなった。</p>	<p>○費用効果比が最もすぐれている検診方法は、PSA\leq2.0であれば隔年、それ以上であれば毎年という方法。</p>

【引用文献】

- 飯沼武・館野之男（1990）癌集団検診の評価のための数学モデルの1試案、癌の臨床、第36巻第14号、2427-2433、1990年11月
- 飯沼武・松本徹・木戸長一郎（1995a）乳房撮影と視・触診を用いる乳癌検診の費用効果分析、日乳癌検診学会誌(JJABCS)、1995、4(1):49-57
- 飯沼武・館野之男（1995）アンケート調査にもとづく大腸癌検診の費用効果分析、日消集検誌、第33巻第1号、51-57
- 飯沼武・有末太郎（1997）胃癌検診の費用効果分析-1996、日消集検誌、第35巻第1号、38-44
- 大貫幸二・辻一郎・大内憲明・黒石哲生・飯沼武・深尾彰・里見進・久道茂（1997）乳癌検診の費用効果分析、日乳癌検診学会誌（JJABCS）、1997年、6(2):145-151
- 栗山進一・大貫幸二・鈴木昭彦・市村みゆき・森久保寛・東野英利子・大内憲明（2007）シミュレーション分析による40代超音波乳がん検診の救命効果および効率の検討、日乳癌検診学会誌（JJABCS）、2007、16(1):93-97
- 後藤励・小林恭・光森健二（2005）マルコフモデルを用いた前立腺がん検診の費用効果分析、医療経済研究、Vol17,21-39
- 鈴木康仁（1996）胃がん検診方法の費用便益分析、金医大誌（J. Kanazawa Med. Univ.）21:149-155, 1996
- 中川修一・戎井浩二・杉本浩造・中西浩之・兼光紀幸・渡辺○（1997）前立腺がん検診の費用効果分析、日泌尿会誌、88巻10号、892-899
- 中山富雄・鈴木隆一郎（2004）肺癌検診の経済評価、臨床研究・生物統計研誌、Vol.24 No.1、1-4、September 2004

(資料4) がん検診の受診率の向上が費用と効果に及ぼす短期的影響

研究分担者 武村 真治 (国立保健医療科学院公衆衛生政策部地域保健システム室長)

研究要旨

「がん検診の医療経済的連関・遷移モデル」を開発し、現在実施されているがん検診(子宮頸がん、胃がん、大腸がん、乳がん)の受診率の向上が国民全体の社会的費用と健康状態に及ぼす影響を検討した。

モデルは、がん検診から治療・ケアにいたるプロセスを網羅する樹形図で表現され、人口は「がん検診受診」の有無、「精密検査受診」の有無、「外来受診」の有無でグループ化される。そして各グループの「人口」に対して、「費用」と「効果」のデータを投入することによって、費用効果分析を行うことができるモデルを構築した。

人口(対象者数、検診受診者数、精密検査受診者数、精密検査による有所見者数など)に関しては、平成19年の地域保健・老人保健事業報告のデータを用いた。効果に関しては、過去の文献や既存の統計における各がんの5年生存率のデータを用いて、検診で発見されたがん患者と検診以外で発見されたがん患者の生存者数を推計した。がん検診の費用は昨年度実施したがん検診実施機関の実態調査の結果を、精密検査の費用は診療報酬点数を用いた。医療費に関しては、過去の文献におけるステージ別の症例割合、各がんの治療ガイドラインで示されたステージ別の主な治療内容の診療報酬点数、昨年度推計した各がんの医療費を用いて、検診で発見されたがん患者と検診以外で発見されたがん患者の1人当たり年間医療費を推計した。

これらのデータをモデルに投入し、検診受診率別の1年間の効果(がん患者の生存者数)と費用(検診・精密検査の費用、医療費)を推計した結果、検診受診率が10%増加することによって、子宮頸がん検診に関しては、生存者数は約9,800人増加し、費用は約290億円(検診・精密検査の費用は約240億円、医療費は約50億円)増加すると推計された。胃がん検診に関しては、生存者数は約12,000人増加し、費用は約800億円(検診・精密検査の費用は約720億円、医療費は約80億円)増加すると推計された。大腸がん検診に関しては、生存者数は約14,000人増加し、費用は約300億円(検診・精密検査の費用は約230億円、医療費は約70億円)増加すると推計された。乳がん検診に関しては、生存者数は約15,700人増加し、費用は約450億円(検診・精密検査の費用は約300億円、医療費は約150億円)増加すると推計された。

本研究の結果はモデルのfeasibilityを検討するための予備的な分析によるものであり、受診率向上による影響に関して結論づけることはできない。今後は、がん検診から治療・ケアまでに要する時間的要素のモデルへの組み込み、治療・ケアの多様性を考慮した費用の推計方法の開発を行い、がん検診の受診率の変化が費用と効果に及ぼす長期的な影響をより厳密に評価する必要がある。

A. 研究目的

がん検診の医療経済的評価を厳密に実施するためには、わが国におけるがん検診の実態を的確に反映した「モデル」を構築することが必要である。

本研究では、地域住民全体における、「一時点の健康状態(がんのリスクの状況、がんの罹患・死亡の状況等)」→「各健康状態に対応する対策・プログラム(健康教育、がん検診、手術療法、化学療法、放射線療法、緩和ケア等)とそれによって発生する費用」→

「対策・プログラムの効果（次時点の健康状態）」の一連の流れを表す「がん検診の医療経済的連関・遷移モデル」を構築することを目的とした。

昨年度は、がん検診の医療経済的評価に関する文献レビュー及びモデリングの手法の検討を行った。1983年以降の「わが国で実施されたがん検診」の医療経済的評価に関する論文は「医中誌」で17件、「PubMed」で4件と少数であった。多くの研究では、検診実施群と非実施群、あるいは新検査法の実施群と現行検査法の実施群を設定して分析しているが、これらの分析では、検診受診率が100%（または0%）と仮定されること、同じ群の検診後の治療・ケアの経路が同一と仮定され、状態（入院／外来、治癒／再発等）の遷移が考慮されていないことなど、現実の cancer journey から乖離している可能性が示唆された。またがん検診（早期発見）による医療費削減の影響に関してはほとんどの研究で考慮されていなかった。

今年度はこれらを踏まえて、「がん検診の医療経済的連関・遷移モデル」を開発するとともに、そのモデルを用いて、現在実施されているがん検診（子宮頸がん、胃がん、大腸がん、乳がん）に関して、受診率の向上が国民全体の社会的費用と健康状態に及ぼす影響を検討した。

B. 研究方法

1. がん検診の医療経済的連関・遷移モデルの開発

がん検診の受診率の向上が国民全体の社会的費用と健康状態に及ぼす影響を評価するための人口ベースの「がん検診の医療経済的連関・遷移モデル」を開発した。

モデルの基本構造は、がん検診から治療・ケアにいたるプロセスを網羅する樹形図で表現される。前提として、「がん検診」の受診者は無症状の時点でがんが発見され、未受診

者は症状を自覚した時点で「外来受診」し、がんが発見されることとした。

人口は、「がん検診受診」の有無、「精密検査受診」の有無、「外来受診」の有無で、以下のグループに分類される。なお、精密検査、外来受診で所見のあった者は全て治療・ケアを受けると仮定した。

- Aグループ…がん検診未受診→外来未受診→（所見不明）、または、がん検診未受診→（症状発現）→外来受診→（所見なし）
（がん検診、精密検査を受診せず、がんの所見がない者）
- Bグループ…がん検診未受診→（症状発現）→外来受診→（所見あり）（がん検診、精密検査を受診せず、外来受診でがんの所見がある者）
- Cグループ…がん検診受診→（所見なし）→外来未受診→（所見不明）、または、がん検診受診→（所見なし）→（症状発現）→外来受診→（所見なし）、または、がん検診受診→（所見あり）→精密検査未受診→外来未受診→（所見不明）、または、がん検診受診→（所見あり）→精密検査未受診→（症状発現）→外来受診→（所見なし）
（がん検診を受診して、精密検査を受診せず、がんの所見がない者）
- Dグループ…がん検診受診→（所見なし）→（症状発現）→外来受診→（所見あり）、または、がん検診受診→（所見あり）→精密検査未受診→（症状発現）→外来受診→（所見あり）（がん検診を受診して、精密検査を受診せず、外来受診でがんの所見がある者）
- Eグループ…がん検診受診→（所見あり）→精密検査受診→（所見なし）→外来未受診→（所見不明）、または、がん検診受診

→(所見あり)→精密検査受診→(所見なし)→(症状発現)→外来受診→(所見なし)(がん検診、精密検査を受診して、がんの所見がない者)

・Fグループ…がん検診受診→(所見あり)→精密検査受診→(所見なし)→(症状発現)→外来受診→(所見あり)(がん検診、精密検査を受診して、外来受診でがんの所見がある者)

・Gグループ…がん検診受診→(所見あり)→精密検査受診→(所見あり)(がん検診、精密検査を受診して、精密検査でがんの所見がある者)

そして、各グループの人口に対して費用(がん検診の費用、精密検査の費用、治療・ケアに要する医療費)と効果(生存者数)のデータを投入することによって、費用効果分析を行うことができるモデルを構築した。

2. がん検診の受診率向上による影響評価

構築したモデルを用いて、現在実施されている子宮頸がん検診、胃がん検診、大腸がん検診、乳がん検診に関して、受診率の向上が費用と効果に及ぼす影響を検討した。

検査項目に関しては、子宮頸がんでは、検診は子宮頸部細胞診、精密検査はコルポスコピー、胃がんでは、検診は胃X線検査、精密検査は胃内視鏡検査、大腸がんでは、検診は便潜血検査、精密検査は大腸内視鏡検査、乳がんでは、検診は視触診とマンモグラフィの併用、精密検査はMRI検査とした。

モデルに使用したデータ、パラメータは以下のとおりである。

①人口

人口(対象者数、検診受診者数、精密検査受診者数、精密検査による有所見者数など)

に関しては、平成19年の地域保健・老人保健事業報告のデータを用いた。

これらのデータを用いて、がん検診受診率、要精密検査者率、精密検査受診率、精密検査における有所見率、外来受診における有所見率を算出した。これらのパラメータのうち、がん検診受診率以外を一定と仮定して分析を行った。なお、外来受診における有所見率は国民全体のがん罹患率とした。

②効果

過去の文献や既存の統計における各がんの5年生存率のデータを用いて、検診で発見されたがん患者(Gグループ)と検診以外で発見されたがん患者(Bグループ、Dグループ、Fグループ)の1年生存率及び1年後の生存者数を推計した。用いた文献、統計、データの詳細については資料に詳述した。

③費用

がん検診に関しては昨年度実施したがん検診実施機関の実態調査の結果を、精密検査に関しては診療報酬点数を用いた。

医療費に関しては、過去の文献における検診で発見されたがん患者と検診以外で発見されたがん患者のステージ別症例割合、各がんの治療ガイドラインで示されたステージ別の主な治療内容の診療報酬点数を用いて、検診で発見されたがん患者と検診以外で発見されたがん患者の医療費の期待値を推計した。そして、昨年度推計した各がんの医療費をその期待値の比で按分し、検診で発見されたがん患者と検診以外で発見されたがん患者の1人当たり年間医療費を推計した。

用いた文献、データの詳細については資料に詳述した。

これらのデータを上述のモデルに投入し、検診受診率に関するシミュレーションを行った。具体的には、検診受診率が、現状(子宮頸がん11.2%、胃がん11.8%、大腸がん

18.8%、乳がん8.3%)から20%に増加した場合、現状から30%に増加した場合の、1年間の効果(がん患者の生存者数)と費用(検診・精密検査の費用、医療費)の増分を推計した。

(倫理面への配慮)

公開されている資料・文献・統計等を用いた調査研究であるため、倫理的な問題は発生しないと考えられた。

C. 研究結果

検診受診率が現状から20%に増加した場合、1年間で、子宮頸がん検診に関しては、生存者数は8,640人増加し、費用は254.1億円(検診・精密検査の費用は208.7億円、医療費は45.4億円)増加した。胃がん検診に関しては、生存者数は9,945人増加し、費用は658.7億円(検診・精密検査の費用は591.0億円、医療費は67.7億円)増加した。大腸がん検診に関しては、生存者数は1,670人増加し、費用は35.5億円(検診・精密検査の費用は27.5億円、医療費は8.0億円)増加した。乳がん検診に関しては、生存者数は18,406人増加し、費用は531.1億円(検診・精密検査の費用は351.6億円、医療費は179.5億円)増加した。

検診受診率が現状から30%に増加した場合、1年間で、子宮頸がん検診に関しては、生存者数は18,499人増加し、費用は544.2億円(検診・精密検査の費用は446.9億円、医療費は97.3億円)増加した。胃がん検診に関しては、生存者数は22,003人増加し、費用は1,457.2億円(検診・精密検査の費用は1,307.5億円、医療費は149.7億円)増加した。大腸がん検診に関しては、生存者数は15,654人増加し、費用は333.1億円(検診・精密検査の費用は258.1億円、医療費は75.0億円)増加した。乳がん検診に関しては、生存者数は34,145人増加し、費用は985.3億円

(検診・精密検査の費用は652.3億円、医療費は333.0億円)増加した。

増加した費用全体に占める医療費の割合は、子宮頸がん検診で約18%、胃がん検診で約10%、大腸がん検診で約23%、乳がん検診で約34%であった。

検診受診率が10%増加することによって、1年間で、子宮頸がん検診に関しては、生存者数は約9,800人増加し、費用は約290億円

(検診・精密検査の費用は約240億円、医療費は約50億円)増加すると推計された。胃がん検診に関しては、生存者数は約12,000人増加し、費用は約800億円(検診・精密検査の費用は約720億円、医療費は約80億円)増加すると推計された。大腸がん検診に関しては、生存者数は約14,000人増加し、費用は約300億円(検診・精密検査の費用は約230億円、医療費は約70億円)増加すると推計された。乳がん検診に関しては、生存者数は約15,700人増加し、費用は約450億円(検診・精密検査の費用は約300億円、医療費は約150億円)増加すると推計された。

がん患者の生存者を1年間で1人増加させる、つまり生存年を1年延長させるために要する費用(増分費用効果比)は、子宮頸がん検診で294.2万円(検診・精密検査の費用は241.6万円、医療費は52.6万円)、胃がん検診で662.3万円(検診・精密検査の費用は594.2万円、医療費は68.0万円)、大腸がん検診で212.8万円(検診・精密検査の費用は164.9万円、医療費は47.9万円)、乳がん検診で288.6万円(検診・精密検査の費用は191.0万円、医療費は97.5万円)と推計された。

D. 考察

本研究の結果、がん検診の受診率が向上することによって、早期発見・早期治療によって生存者数が増加する一方、検診・精密検査の費用や医療費も増加することが示された。個人単位で見れば、検診受診者の方が早期が

んで発見されることが多く、未受診者と比較して医療費が低いと考えられ、本研究でも、検診で発見されたがん患者の医療費の期待値の方が検診以外で発見されたがん患者の医療費の期待値よりも小さいと推計された。しかし人口全体でみると、がん検診の受診者数が増加すれば、要精密検査者数も増加し、その結果、検診・精密検査の費用が増加したと考えられ、また発見されるがん患者数も増加するため医療費も増加したと考えられる。

したがって今後は、がん検診による費用の変化だけでなく、効果の変化も含めて、増加した費用と効果の比、つまり増分費用効果比を検討する必要がある。本研究の推計では、増分費用効果比は、大腸がん検診、乳がん検診、子宮頸がん検診、胃がん検診の順に小さい可能性が示唆されたが、今後はこれらの大きさを社会全体としてどのように評価すべきかを議論する必要がある。

本研究では、効果と費用の推計期間を1年間として予備的な分析を行い、モデルのfeasibilityを検討した。今後はdecision treeに状態遷移を加味したマルコフモデルを用いて、がん検診受診、精密検査受診、外来受診、症状発現、有所見などの事象から治療・ケアまでに要する時間的要素を考慮して、がん検診の受診率の変化が費用と効果に及ぼす長期的な影響をより厳密に評価する必要がある。

本研究では、医療費に関して詳細なデータを得ることが困難であったため、粗い推計値を用いた。DPCのデータ等の利用が可能になればより精緻な推計が可能になると考えられるが、完全なデータを得ることは不可能であるため、ある程度の推計が必要となる。したがって今後は、より詳細な費用のデータを収集するとともに、治療・ケアの多様性を考慮した費用の推計方法を開発する必要がある。

E. 結論

「がん検診の医療経済的連関・遷移モデル」を開発し、現在実施されているがん検診（子宮頸がん、胃がん、大腸がん、乳がん）の受診率の向上が国民全体の社会的費用と健康状態に及ぼす影響を検討した。

モデルは、がん検診から治療・ケアにいたるプロセスを網羅する樹形図で表現され、人口は「がん検診受診」の有無、「精密検査受診」の有無、「外来受診」の有無でグループ化される。そして各グループの「人口」に対して、「費用」と「効果」のデータを投入することによって、費用効果分析を行うことができるモデルを構築した。

人口（対象者数、検診受診者数、精密検査受診者数、精密検査による有所見者数など）に関しては、平成19年の地域保健・老人保健事業報告のデータを用いた。効果に関しては、過去の文献や既存の統計における各がんの5年生存率のデータを用いて、検診で発見されたがん患者と検診以外で発見されたがん患者の生存者数を推計した。がん検診の費用は昨年度実施したがん検診実施機関の実態調査の結果を、精密検査の費用は診療報酬点数を用いた。医療費に関しては、過去の文献におけるステージ別の症例割合、各がんの治療ガイドラインで示されたステージ別の主な治療内容の診療報酬点数、昨年度推計した各がんの医療費を用いて、検診で発見されたがん患者と検診以外で発見されたがん患者の1人当たり年間医療費を推計した。

これらのデータをモデルに投入し、検診受診率別の1年間の効果（がん患者の生存者数）と費用（検診・精密検査の費用、医療費）を推計した結果、検診受診率が10%増加することによって、子宮頸がん検診に関しては、生存者数は約9,800人増加し、費用は約290億円（検診・精密検査の費用は約240億円、医療費は約50億円）増加すると推計された。胃がん検診に関しては、生存者数は約12,000人増加し、費用は約800億円（検診・精密検査