

## がん検診の費用関数の推定

武村 真治\*    大井田 隆\*    曽根 智史\*    石井 敏弘\*  
 福田 敬<sup>2\*</sup>    中原 俊隆<sup>3\*</sup>    近藤 健文<sup>4\*</sup>

**目的** 公的に供給される地域保健サービスの一つであるがん検診の効率的なサービス供給のための基礎的な知見を得るために、がん検診の生産規模と費用との関係を表す費用関数を推定することを目的とした。

**方法** 対象は、指定都市、中核市、政令市を除く全国の3,182市町村とした。平成11年11月、郵送により調査票を配布し、平成10年度における胃がん検診、肺がん検診、大腸がん検診、子宮がん検診、乳がん検診の実施の有無、対象者数、受診者数、結果別人員、事業費総額などを設問した。

がん検診の総費用（事業費総額）を生産量（受診者数）で説明する費用関数モデルとして、生産量の増加に対して、総費用が正比例するモデル、総費用が逡減あるいは逡増するモデル、総費用が逡減した後に逡増するモデルを設定した。パラメータの推定値が統計的に有意であること、生産量が0以上の範囲で総費用と限界費用が0以上であること、説明力が高いことを基準として、生産量と総費用の関係を最も適切に表す費用関数モデルを探索した。

**成績** 調査票の回収率は58.5%であった。

がん検診の費用関数としては、すべての生産要素に要する費用を可変費用として扱う長期費用関数が適切であった。受診者数の増加に対して、胃がん検診と大腸がん検診では平均費用（受診者1人当たり事業費）は増加し、肺がん検診では減少していた。また子宮がん検診の平均費用は増加している可能性が高かった。しかし乳がん検診では受診者数の増加に対する平均費用の変化を特定できなかった。

**結論** がん検診の種類によって受診者規模と受診者1人当たり費用との関連が異なることが示されたが、今後は生産物や費用とともに生産要素のデータを把握し、がん検診の効率性を厳密に評価する必要がある。

**Key words** : がん検診, 効率性, 経済的評価, 規模の経済性, 地域保健サービス, 市町村

### I 緒 言

自治体によって公的に供給される地域保健サービスに関しても、限られた資源のもとでの効率的なサービス供給が求められている。これまでの研究では、市町村が実施している老人保健事業の費用の実態とその関連要因が明らかにされている<sup>1)</sup>

が、サービス供給の効率性に関する知見はほとんど得られていない。一方、地域保健サービスの経済的評価として、胃がん検診<sup>2~4)</sup>、子宮がん検診<sup>4~6)</sup>、肺がん検診<sup>7)</sup>、乳がん検診<sup>8,9)</sup>、大腸がん検診<sup>10,11)</sup>、癌集団検診<sup>12)</sup>の費用効果・費用便益分析が行われている。しかしこれらの研究では、対象が特定の地域であったり、数学モデルによる推計であったりするため、費用や効果に関して全国の自治体の実態と乖離している可能性がある。

ミクロ経済学における企業行動の理論では、生産物と費用との関連から「費用関数」を導出し、生産活動の効率性、特に効率的な生産規模を検討する手法が開発されている<sup>13,14)</sup>。保健医療分野でこの手法を応用した研究として、病院<sup>15~23)</sup>、ナ

\* 国立公衆衛生院公衆衛生行政学部

<sup>2\*</sup> 東京大学大学院医学系研究科健康科学・看護学専攻保健経済学分野

<sup>3\*</sup> 京都大学大学院医学研究科社会予防医学講座公衆衛生学分野

<sup>4\*</sup> 慶應義塾大学医学部衛生学公衆衛生学教室  
 連絡先：〒108-8638 東京都港区白金台4-6-1  
 国立公衆衛生院公衆衛生行政学部 武村真治

ーシングホーム<sup>24~26</sup>、診療所<sup>27</sup>、在宅ケア供給機関<sup>28,29</sup>、HMO<sup>30</sup>、薬局<sup>31</sup>、透析センター<sup>32</sup>の効率的な生産規模や規模の経済性を分析したものがみられるが、公的に供給される地域保健サービスに関する研究はない。地域保健サービスの実施主体である自治体を病院などと同様に保健医療サービスの生産主体として捉え、費用関数を適用することによって、サービス供給の効率性に関する新しい知見が得られると考えられる。

自治体で実施されている地域保健サービスの中で、本研究では「がん検診」に着目した。がん検診は健康教育などの他の事業と比較して、検査項目などのサービス内容の自治体間の差が小さいと考えられる。したがって実施主体である市町村を規模の異なるがん検診サービスの生産主体と仮定して、費用関数を適用することが可能であると考えられる。また平成10年度より、がん検診は老人保健法に基づく保健事業から外れ、一般の疾病対策として一般財源化された<sup>33</sup>。これによって市町村は地域の実状に応じた事業実施体制を整備できるようになった一方、厳しい財政状況の下でこれまで以上に効率的なサービス供給が求められるようになると思われる。

このような背景から本研究は、公的に供給される地域保健サービスの一つであるがん検診の効率的なサービス供給のための基礎的な知見を得るために、がん検診の生産規模と費用との関係を表す費用関数を推定することを目的とした。

## II 研究方法

### 1. 対象

対象は、指定都市、中核市、政令市を除く全国の市町村とした。指定都市、中核市、政令市は保健所を設置しているため、保健事業全般に関わる業務内容が異質であると考えられたため除外した。

### 2. 調査方法

平成11年11月、624の市、2,558の町村、計3,182の対象市町村に郵送により調査票を配布・回収した。調査項目は、平成10年度のがん検診（胃がん検診、肺がん検診、大腸がん検診、子宮がん検診、乳がん検診）の実施の有無、各市町村で設定している対象者数、受診者数、要精密検査者数、結果別人員（異常認めず、がんであった

者、がんの疑いのある者、がん以外の疾患であった者、未把握）、事業費総額であった。事業費総額は各がん検診ごとの平成10年度の会計上の実績額を設問した。しかしがん検診は平成10年度より老人保健事業から外れたため、事業費の範囲の設定が市町村によって異なる可能性が考えられた。そこで、平成9年度まで対象となっていた老人保健事業費の国庫負担金交付の対象経費、具体的には報酬、給料、職員手当等、共済費、賃金、報償費、旅費、需用費（消耗品費、燃料費、食糧費、印刷製本費、光熱水費、修繕料）、役務費（通信運搬費、手数料、保険料）、委託料、使用料および賃借料、備品購入費、負担金、を事業費の範囲として、各費目の実績を積み上げて事業費総額を算定するように依頼した。

### 3. 分析方法

#### 1) ミクロ経済学における「生産」と「費用」の基本的な考え方

生産活動の効率性には、限られた生産要素（労働や資本など）のもとでの生産量の最大化（技術効率性）と、生産に要する費用の最小化（費用効率性）がある。生産量と費用との関係を表す費用関数からは規模の経済性などの費用効率性に関する情報を得ることができるが、費用効率性と技術効率性は密接に関連しているため、費用関数のみでは費用効率性を厳密には評価できない。その意味で本研究は、がん検診の費用関数を推定することによって、費用効率性を検討するのではなく、費用効率性に関する基礎的な知見を得るための研究として位置づけられる。

費用関数を推定することによって、生産量の増加に対して費用がどのように変化するかを明らかにすることができる。経済学理論では、一般的な企業の生産活動において、生産量を拡大すると初めは大量生産の利益により費用は通減（平均費用（生産量1単位当たり費用）は減少）するが、やがて生産量が過大になると生産は効率的ではなくなり、費用は通増（平均費用は増加）するとされる<sup>13,14</sup>。

生産活動に要する費用には「短期費用」と「長期費用」の概念がある<sup>13,14</sup>。生産活動の期間を短期的に捉えた場合、資本や設備などの固定的生産要素を調整することは困難である。したがって短期費用は、生産量が0であっても必要となる固定

的生産要素に要する「固定費用」と、生産量の変化とともに変動する可変的生産要素に要する「可変費用」で構成される。一方、生産活動の期間を長期的に捉えると、固定的生産要素であっても生産規模に応じて調整することが可能であることから、長期費用ではすべての生産要素に要する費用を可変費用として扱う。

## 2) がん検診の生産物、総費用の設定

各がん検診では、エックス線検査、視診、触診などの検査を実施し、その検査結果を報告する、という一連のサービスを実施しており、その一連の「検診サービス」を実施することによって費用が発生する。そして検診サービスは受診者単位で供給されていることから、がん検診の生産物を受診者とした。

がん検診の総費用を事業費総額とした。経済学におけるある資源の費用は機会費用、つまりその資源を最良の代替案で使用することによって得られるであろう便益であるが、実際の測定は困難であるため、会計学的に把握できる事業費を代理変数として用いざるを得ない。しかし自治体で算定される事業費は補助金・負担金交付や予算設定のために概算されていることが多く、会計学的に厳密な原価計算が行われていない可能性がある。このように事業費総額は信頼性と妥当性に問題があるが、がん検診の資源消費量として入手可能なデータが現時点ではこれ以外に存在しないこと、概算ではあるが資源消費量のある程度反映していると考えられることから、事業費総額を用いた。

## 3) 費用関数のモデルの設定

がん検診の費用は逓増か逓減か、短期費用か長期費用か、など明らかでない部分が大きいため、いくつかの関数形を用いて推定し、生産量と総費用の関係を最も適切に表す費用関数を探索することとした。

はじめに、総費用が生産量と正比例の関係にある(1)式のモデルを設定した。

$$TC = a_0 + a_1x \quad (1)$$

TC…総費用,  $x$ …生産量,  $a_1$ …パラメータ

このモデルにおいて、短期の場合 ( $a_0 > 0$ ) と長期の場合 ( $a_0 = 0$ ) の推定を行い、両者の適切性を検討した。その結果から以下の分析では、短期と長期でより適切なモデルを用いた。

次に、生産量の増加にしたがって総費用が逓減

あるいは逓増する(平均費用が減少あるいは増加する)(2)式のモデルを設定した。

$$TC = A_0 + A_1x^k \quad (2)$$

$A_i, k$ …パラメータ

また  $k$  の値から、総費用が逓減する ( $k < 1$ ) か、逓増する ( $k > 1$ ) かを検討した。

最後に、生産量の増加にしたがって総費用が逓減した後に逓増する(3)式のモデルを設定した。

$$TC = b_0 + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3 \quad (3)$$

$b_i$ …パラメータ

## 4) モデルの適切性の検討

(1)~(3)式のモデルでは、 $x \geq 0$  において以下の制約が必要となる。

$$TC \geq 0 \quad (4)$$

$$\frac{d}{dx} TC \geq 0 \quad (5)$$

(5)式は限界費用(生産量を1単位増加するときに追加的にかかる費用)<sup>13,14)</sup>であり、総費用が生産量の増加関数であることを示している。

(1)~(3)式のモデルに関して、各パラメータの推定値が0でない( $t$ 値が統計的に有意である)こと、(4)、(5)式の制約条件を満たすこと、モデルの説明力(自由度調整済み  $R^2$ )が高いこと、を基準として最も適切なモデルを採択した。

## III 研究結果

### 1. 調査票の回収状況

対象市町村3,182のうち回答があった市町村は1,860で、回収率は58.5%であった。市・町村別では、市が447で71.6%、町村が1,413で55.2%であった。都道府県別では、大阪府が80.5%で最も高く、鹿児島県が40.0%で最も低かった。人口規模別では、1千人未満で39.5%、1~5千人未満で53.1%、5千~1万人未満で55.9%、1~2万人未満で55.1%、2~3万人未満で59.6%、3~5万人未満で64.3%、5~10万人未満で70.5%、10万~20万人未満で75.6%、20万人以上で94.7%であった。

### 2. がん検診の実施状況

表1に、がん検診を実施している市町村の割合、および実施している市町村における受診者数、がん発見数、事業費総額、受診率(受診者数/対象者数)、受診者1人当たり事業費、がん発見1人当たり事業費の平均値と標準偏差を示した。

表1 がん検診の実施状況

		胃がん検診	肺がん検診	大腸がん検診	子宮がん検診	乳がん検診
実施している市町村の割合		99.9%	93.7%	99.8%	100.0%	98.1%
受診者数 (人)	平均値	1,253	2,323	1,522	995	911
	標準偏差	(1,639)	(3,485)	(3,036)	(1,595)	(1,467)
がん発見数 (人)	平均値	1.9	1.2	2.2	0.7	0.8
	標準偏差	(3.4)	(2.4)	(4.5)	(1.6)	(1.7)
事業費総額 (万円)	平均値	634	275	318	526	237
	標準偏差	(1,044)	(637)	(694)	(988)	(439)
受診率 (%)	平均値	25.4	44.0	26.5	22.8	22.2
	標準偏差	(16.6)	(26.9)	(18.3)	(14.8)	(16.2)
受診者1人当たり事業費 (円)	平均値	4,955	1,354	2,006	4,630	2,532
	標準偏差	(2,194)	(1,387)	(886)	(1,912)	(1,317)
がん発見1人当たり事業費 (万円)	平均値	353.4	178.1	138.7	536.1	212.2
	標準偏差	(527.0)	(272.7)	(200.3)	(609.9)	(204.1)

表2 がん検診の費用関数 (短期の(1)式のモデル:  $TC=a_0+a_1x$ ) の推定結果

		胃がん検診	肺がん検診	大腸がん検診	子宮がん検診	乳がん検診
$a_0$ ( $\times 10^4$ )	推定値	-173.6	-111.9	-116.2	-113.7	-18.7
	標準誤差	(18.1)	(14.4)	(7.9)	(8.8)	(3.9)
t 値		-9.6**	-7.8**	-14.8**	-13.0**	-4.8**
$a_1$ ( $\times 10^2$ )	推定値	68.8	17.9	31.2	65.8	27.8
	標準誤差	(1.0)	(0.4)	(0.3)	(0.5)	(0.2)
t 値		66.2**	42.0**	98.2**	129.7**	126.6**
自由度調整済み $R^2$		0.717	0.525	0.849	0.907	0.905

(\*\*  $P < 0.01$ )

(注) 有効数字の桁を揃えて表記したので、実際の数値は  $a_0$ ,  $a_1$  の下に記した ( ) 内の10の乗数を乗じた値である。

いずれのがん検診もほとんどの市町村で実施されていた。受診者1人当たり事業費は胃がん検診が最も高く、次いで子宮がん検診、乳がん検診の順であった。がん発見1人当たり事業費は子宮がん検診が最も高く、次いで胃がん検診、乳がん検診の順であった。

### 3. がん検診の費用関数の推定

表2に短期の(1)式のモデル ( $TC=a_0+a_1x$ )、表3に長期の(1)式のモデル ( $TC=a_1x$ ) で費用関数を推定した結果を示した。短期の場合ではすべてのがん検診で  $a_0 < 0$  と(4)式の制約条件を満たしていなかった。したがって以下では長期のモデル ((2)式では  $A_0=0$ , (3)式では  $b_0=0$ ) を用いて費用関数を推定した。

表4に(2)式のモデル ( $TC=A_1x^k$ )、表5に(3)式のモデル ( $TC=b_1x+b_2x^2+b_3x^3$ ) で費用関数を推定した結果を示した。(3)式のモデルにおいて、胃がん検診で  $b_3$  の推定値が、肺がん検診で  $b_2$  の推定値が統計的に有意ではなかった。また大腸がん検診、子宮がん検診は  $b_3 < 0$  で(4)式の制約条件を満たしていなかった。

パラメータの有意性と(4)、(5)式の制約条件を満たしたモデルに関して、自由度調整済み  $R^2$  を比較すると、胃がん検診、肺がん検診、大腸がん検診では(2)式のモデルが最も高く、胃がん検診、大腸がん検診は  $k > 1$  で費用逡増、肺がん検診は  $k < 1$  で費用逡減であった。子宮がん検診の  $R^2$  は長期の(1)式のモデルと(2)式のモデル ( $k > 1$  で

表3 がん検診の費用関数（長期の(1)式のモデル： $TC=a_1x$ ）の推定結果

		胃がん検診	肺がん検診	大腸がん検診	子宮がん検診	乳がん検診
$a_1$ ( $\times 10^2$ )	推定値 標準誤差	62.1 (0.8)	15.7 (0.3)	28.5 (0.3)	62.1 (0.4)	27.3 (0.2)
t 値		78.9**	47.4**	102.4**	141.4**	144.5**
自由度調整済み $R^2$		0.782	0.584	0.859	0.920	0.926

(\*\*  $P < 0.01$ )(注) 有効数字の桁を揃えて表記したので、実際の数値は  $a_1$  の下に記した ( ) 内の10の乗数を乗じた値である。表4 がん検診の費用関数 ((2)式のモデル： $TC=A_1x^k$ ) の推定結果

		胃がん検診	肺がん検診	大腸がん検診	子宮がん検診	乳がん検診
$A_1$ ( $\times 10^2$ )	推定値 標準誤差	37.29 (0.01)	40.04 (0.01)	15.47 (0.01)	23.59 (0.01)	19.55 (0.01)
t 値		134.9**	72.8**	119.0**	147.5**	95.9**
k	推定値 標準誤差	1.03 (0.01)	0.81 (0.02)	1.03 (0.01)	1.10 (0.01)	1.02 (0.01)
t 値		113.8**	51.5**	113.0**	132.4**	81.1**
自由度調整済み $R^2$		0.882	0.624	0.881	0.910	0.797
k の95%信頼区間						
	下限	1.02	0.78	1.01	1.08	0.99
	上限	1.05	0.84	1.05	1.11	1.05

(\*\*  $P < 0.01$ )(注) 有効数字の桁を揃えて表記したので、実際の数値は  $A_1$  の下に記した ( ) 内の10の乗数を乗じた値である。表5 がん検診の費用関数 ((3)式のモデル： $TC=b_1x+b_2x^2+b_3x^3$ ) の推定結果

		胃がん検診	肺がん検診	大腸がん検診	子宮がん検診	乳がん検診
$b_1$ ( $\times 10^2$ )	推定値 標準誤差	44.6 (2.4)	10.1 (0.8)	18.5 (0.6)	42.7 (1.2)	26.1 (0.5)
t 値		18.8**	13.1**	28.5**	34.4**	48.1**
$b_2$ ( $\times 10^{-2}$ )	推定値 標準誤差	30.2 (11.0)	1.5 (1.4)	12.5 (1.4)	55.6 (4.3)	-4.3 (1.7)
t 値		2.8**	1.1	9.1**	13.0**	-2.5*
$b_3$ ( $\times 10^{-6}$ )	推定値 標準誤差	12.5 (0.0)	2.6 (0.0)	-1.8 (0.0)	-28.9 (0.0)	5.8 (0.0)
t 値		1.2	5.7**	-3.3**	-9.4**	5.2**
自由度調整済み $R^2$		0.812	0.689	0.895	0.933	0.932

(\*  $P < 0.05$  \*\*  $P < 0.01$ )(注) 有効数字の桁を揃えて表記したので、実際の数値は  $b_1 \sim b_3$  の下に記した ( ) 内の10の乗数を乗じた値である。

費用逦増)ではほとんど差がみられなかった。乳がん検診の  $R^2$  は長期の(1)式のモデルと(3)式のモデルでほとんど差がみられなかった。参考資料と

して、図1に子宮がん検診の受診者数と事業費の散布図と回帰直線(長期の(1)式のモデル)、図2に子宮がん検診の受診者数の対数と事業費の対数

図1. 子宮がん検診の受診者数と事業費

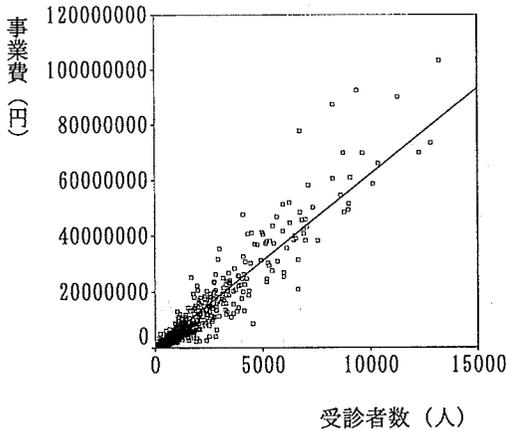


図3. 乳がん検診の受診者数と事業費

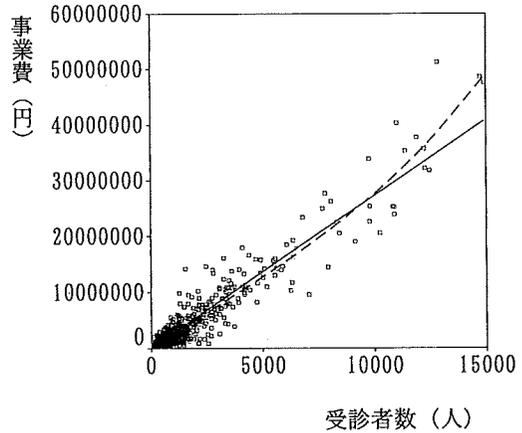


図2. 子宮がん検診の受診者数と事業費

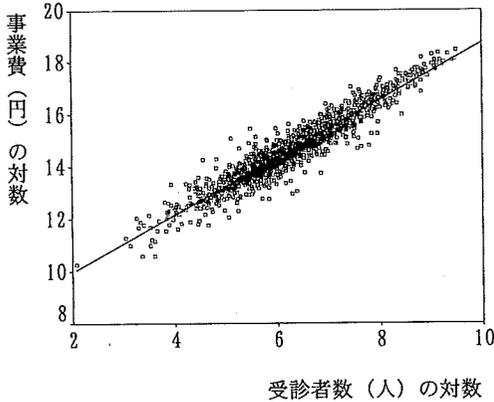


表6 がん検診の受診者1人当たり事業費と受診者数との相関係数

	相関係数
胃がん検診	0.187**
肺がん検診	-0.051*
大腸がん検診	0.213**
子宮がん検診	0.277**
乳がん検診	0.022

(\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ )

の散布図と回帰直線 ((2)式のモデル), 図3に乳がん検診の受診者数と事業費の散布図と回帰曲線 (実線は長期の(1)式のモデル, 破線は(3)式のモデル)を示した。

表6に受診者1人当たり事業費と受診者数との相関係数を示した。胃がん検診, 大腸がん検診, 子宮がん検診では正の相関, 肺がん検診では負の相関がみられた。

#### IV 考 察

##### 1. がん検診の生産量と費用との関係

本研究の結果, がん検診の費用関数として, すべての生産要素に要する費用を可変費用として扱う長期費用関数が適切であることが示された。この原因として, 固定的な生産要素を一定とした場合の生産可能な生産量の範囲が小さいため, 対象

市町村全体の生産量の範囲で固定的な生産要素が「段階的」に可変的になっていることが考えられる。もう一つの原因として, 研究方法上の問題であるが, 事業費総額の中に保健センターなどの資本設備の費用が含まれていないため, 事業費総額が可変的な生産要素のみで構成されていたことが考えられる。

生産量の増加に対する費用の変化として, 胃がん検診と大腸がん検診では平均費用(受診者1人当たり事業費)が増加(費用が通増)すること, 肺がん検診では平均費用が減少(費用が通減)することが示された。子宮がん検診に関しては, モデルの適切性と散布図の結果から, 平均費用は一定あるいは増加のどちらかであったが, 受診者1人当たり事業費と受診者数との正の相関がみられたことから, 平均費用は増加している可能性が高い。乳がん検診に関しては, モデルの適切性の結果から, 平均費用は一定であるか, 減少した後増加するか, のどちらかであったが, 散布図や相

関の結果からは費用の変化を特定できなかった。

がん検診の種類によって受診者規模と受診者1人当たり費用との関連が異なることが示された。この原因として受診者規模による実施形態の違い(集団方式と個別方式)などが考えられるが、本研究で得られた受診者数と事業費のデータのみではこれを明らかにすることはできない。また方法でも述べたようにこれらのデータのみでは効率性を評価することも困難である。したがって今後は、生産物や費用とともに生産要素のデータを把握し、費用が発生する構造を詳細に分析し、がん検診の費用効率性と技術効率性を評価する必要がある。

## 2. 調査票の回収率について

調査票の回収率は58.5%であったが、市や人口規模の大きい市町村の回収率が高く、また地域的にも若干の偏りがみられた。したがって今後は全市町村のデータを把握して、本研究の結果の適用可能性を検討する必要がある。また郵送法において回収率の低さやばらつきを改善するのは限界があるため、がん検診の実施状況や費用に関するデータを継続的に収集できるようなシステムを確立する必要がある。

## 3. がん検診の生産主体について

多くの市町村はがん検診を医療機関等の外部の検診機関に委託しており、また検診機関は複数の市町村から受託していることを考慮すると、がん検診の生産主体は市町村よりも検診機関の方が適切である可能性がある。しかし一方で、集団方式を併用している市町村や複数の検診機関に委託している市町村も存在すること、個別通知やデータ管理などの検診実施前後でのサービスもがん検診の一部であることなども考慮する必要がある。したがって本研究では、がん検診に関わる業務のうち、どの部分を外部のどの機関に委託し、どの部分を自市町村で実施するか、といった生産計画を立てる主体は市町村であるという立場で分析を進めた。しかし検査サービス自体の効率性を検討するためには検診機関を生産主体とした分析が必要であり、それによって得られる情報も市町村にとっては有用である(例えば効率的な検診機関との委託契約など)。

## 4. がん検診の費用について

本研究では、市町村の回答の負担を軽減するた

めに事業費の範囲を設定した上で総額のみを設問し、事業費総額を費用の変数としたが、すでに述べたようにこれにはさまざまな問題がある。つまり、会計学的に厳密な原価計算に基づいて算定されていない可能性があること、設定した事業費の範囲などを正確に回答しているかどうか明らかではないこと、資本設備や常勤職員の費用が含まれていないこと、などである。したがって今後は、生産要素の量と価格のデータを網羅的に把握し、資本設備や常勤職員などの共通費用の配賦などの会計学的に厳密な原価計算を行った上で費用を算定し、本研究の結果の再現性を検討する必要がある。

## 5. がん検診の生産物について

本研究では、がん検診のサービスが同質であることを仮定して受診者を生産物の変数としたが、実際には精度<sup>34)</sup>などの質が市町村間で異なる可能性がある。今後は、精度管理等に関して同質と認められる市町村のみを対象とした分析や、精度のばらつきが比較的小さい同一市町村での複数年度のデータを用いた分析が必要である。また実施形態の違い、つまり集団方式と医療機関委託等による個別方式でサービスの質が異なることも考えられる。本研究では集団・個別ごとのデータが得られなかったが、今後は両者を区別した分析が必要である。

がん検診の効率性を検討するためには、受診者に供給した「検診サービス」の量だけでなく、その結果としての受診者の利益を生産物として捉える必要がある。例えば、乳がん検診の有効性を示す根拠は十分でないことが指摘されている<sup>35)</sup>が、このような場合、検診サービス自体を効率的に生産しても受診者の利益は小さく、必ずしも効率的とは言い難い。検診サービスの結果としてQA-LYs, HYEsなどの効用やWTPなどの便益といったさまざまな指標が開発されており<sup>36)</sup>、今後はがん検診の生産物としてのこれらの指標の妥当性を検討する必要がある。

本研究は平成11年度厚生科学研究費補助金(健康科学総合研究事業)の助成によって行われた。また調査にご協力いただきました全国の各市町村の担当者の皆様に深謝いたします。

(受付 2000.4.15)  
(採用 2000.10.23)

## 文 献

- 1) 武村真治, 府川哲夫, 中原俊隆, 他. 全国の市における老人保健事業の費用とその関連要因. 日本公衛誌 1997; 44: 353-363.
- 2) 大井田隆, 緒方 昭, 山本和子, 他. 福井県における胃がん集団検診事業の評価に関する研究. 病院管理 1986; 23: 355-363.
- 3) 飯沼 武, 有末太郎. 胃癌検診の費用効果分析—1996. 日消集検誌 1997; 35: 38-44.
- 4) 福田勝洋, 三宅浩次. 胃がん・子宮がん集団検診の費用便益分析の現状. 公衆衛生 1985; 49: 766-770.
- 5) Takenaga N, Kai I, Ohi G. Evaluation of three cervical cancer detection programs in Japan with special reference to cost-benefit analysis. *Cancer* 1985; 55: 2514-2519.
- 6) 大井田隆, 緒方 昭, 山本和子, 他. 福井県における子宮がん集団検診事業の評価に関する研究. 病院管理 1987; 24: 13-20.
- 7) 飯沼 武. 肺がん集団検診の費用効果分析—LSCT 検診も含めて—. 総合臨床 1994; 8: 1464-1469.
- 8) 飯沼 武, 館野之男. 乳癌集検の費用効果分析の再評価. 乳癌の臨床 1992; 7: 253-261.
- 9) 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. 日乳癌検診学会誌 1995; 4: 49-57.
- 10) 新保卓郎. 大腸癌検診の年齢層別にみた費用効果の検討. 日消集検誌 1994; 32: 68-71.
- 11) 飯沼 武, 館野之男. 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 1995; 33: 51-57.
- 12) 飯沼 武, 館野之男. 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 1990; 36: 2427-2433.
- 13) 武隈慎一. ミクロ経済学. 東京: 新世社, 1989; 71-120.
- 14) 阿部文雄, 堀江 義. ミクロ経済分析入門. 東京: 中央経済社, 1990; 55-89.
- 15) Finch LE, Christianson JB. Rural hospital costs: An analysis with policy implications. *Public Health Reports* 1981; 96: 423-433.
- 16) Grannemann TW, Brown RS, Pauly MV. Estimating hospital costs: A multiple output analysis. *Journal of Health Economics* 1986; 5: 107-127.
- 17) Vita MG. Exploring hospital production relationships with flexible functional forms. *Journal of Health Economics* 1990; 9: 1-21.
- 18) Zuckerman S, Hadley J, Iezzoni L. Measuring hospital efficiency with frontier cost functions. *Journal of Health Economics* 1994; 13: 255-280.
- 19) Dor A, Farley DE. Payment source and the cost of hospital care: Evidence from a multiproduct cost function with multiple payers. *Journal of Health Economics* 1996; 15: 1-21.
- 20) Dranove D. Economies of scale in non-revenue producing cost centers: Implications for hospital mergers. *Journal of Health Economics* 1998; 17: 69-83.
- 21) Carey K. Cost allocation patterns between hospital inpatient and outpatient departments. *Health Services Research* 1994; 29: 275-292.
- 22) Menke TJ. The effect of chain membership on hospital costs. *Health Services Research* 1997; 32: 177-196.
- 23) Scott A, Parkin D. Investigating hospital efficiency in the new NHS: The role of the translog cost function. *Health Economics* 1995; 4: 467-478.
- 24) Meiners MR. An econometric analysis of the major determinants of nursing home costs in the United States. *Social Science and Medicine* 1982; 16: 887-898.
- 25) Bishop C, Dor A. Medicare costs in urban and rural nursing homes: Are differential payments required? *Inquiry* 1994; 31: 153-162.
- 26) Vitaliano DF, Toren M. Cost and efficiency in nursing homes: A stochastic frontier approach. *Journal of Health Economics* 1994; 13: 281-300.
- 27) Escarce JJ. Using physician practice cost functions in payment policy: The problem of endogeneity bias. *Inquiry* 1996; 33: 66-78.
- 28) Nyman JA, Dowd BE. Cost function analysis of Medicare policy: Are reimbursement limits for rural home health agencies sufficient? *Journal of Health Economics* 1991; 10: 313-327.
- 29) Hughes TF. Financial impact of home health care on the hospital. *American Journal of Hospital Pharmacy* 1985; 42: 2526-2532.
- 30) Wholey D, Feldman R, Christianson JB, et al. Scale and scope economies among health maintenance organizations. *Journal of Health Economics* 1996; 15: 657-684.
- 31) Lohrisch D, Shull SC, Smith MC. Constant returns to scale for prescription dispensing in U.S. community pharmacy. *Journal of Pharmaceutical Sciences* 1976; 65: 204-206.
- 32) Dor A, Held PJ, Pauly MV. The Medicare cost of renal dialysis. Evidence from a statistical cost function. *Medical Care* 1992; 30: 879-891.
- 33) 厚生統計協会. 国民衛生の動向. 厚生指標 1999; 46(9): 115-117.
- 34) 大井田隆, 山崎紀美, 杉田直道, 他. 老人保健事業による子宮がん検診の精度に関する研究. 厚生指標 1993; 40(8): 3-7.

- 35) 厚生省がん検診の有効性評価に関する研究班. が  
 ん検診の有効性等に関する情報提供のための手引.  
 東京: 日本公衆衛生協会, 1998.
- 36) Cairns J, Shackley P. Sometimes sensitive, seldom  
 specific: A review of the economics of screening. *Health  
 Economics* 1993; 2: 43-53.

---

## ESTIMATING COST FUNCTIONS OF CANCER SCREENING PROGRAMS PROVIDED BY MUNICIPALITIES

Shinji TAKEMURA\*, Takashi OHIDA\*, Tomofumi SONE\*, Toshihiro ISHII\*  
 Takashi FUKUDA<sup>2\*</sup>, Toshitaka NAKAHARA<sup>3\*</sup>, Takefumi KONDO<sup>4\*</sup>

**Key words:** Cancer screening, Efficiency, Economic evaluation, Economies of scale, Community health services, Municipality

**Objective** To estimate cost functions of cancer screening programs for stomach, lung, colorectal, cervical, and breast cancers provided by municipalities and to describe the relationship between the costs and the scale of cancer screening programs.

**Methods** Subjects were all the municipalities in Japan. Questionnaires were sent to 3, 182 subjects and 1,860 responses were received. Data obtained from questionnaires were the number of persons screened and the total cost of each program in the 1998 fiscal year.

A cost function of each program was specified as a linear model, a power model, and a cubic model, and the fitness of each model was estimated.

**Results** Long-run cost functions of all the cancer screening programs allowed better explanation of the relationship between the number of persons screened and the total cost than short-run cost functions.

The average costs of stomach, colorectal, and cervical cancer screening programs increased and the average cost of the lung cancer screening program decreased, as the number of persons screened increased. The cost function of the breast cancer screening program could not be identified.

**Conclusions** It is necessary to estimate not only cost functions but also production functions of cancer screening programs using the data related to products, costs, and factors of production to evaluate the efficiency of cancer screening programs.

---

\* Department of Public Health Administration, National Institute of Public Health

<sup>2\*</sup> Department of Health Economics, Graduate School of Health Sciences and Nursing, University of Tokyo

<sup>3\*</sup> Department of Public Health, Kyoto University, School of Medicine

<sup>4\*</sup> Department of Preventive Medicine and Public Health, School of Medicine, Keio University