

(4) 最適規模の算出

表5に、生産物を受診者とした場合の、採択したモデル、最適規模、最適規模における平均費用、生産物の増加による平均費用の変化を示した。胃がん検診、肺がん検診、乳がん検診ではモデル3が、大腸がん、子宮がん検診ではモデル4が適切であった。胃がん検診、肺がん検診の最適規模は負の値を示していることから、受診者数が0以上の範囲において最適規模は存在しなかった。したがって、胃がん検診、肺がん検診の平均費用は生産物の増加にしたがって増加すること、大腸がん検診、子宮がん検診の平均費用は一定であること、乳がん検診は受診者数3,702人の最適規模で最も低い2,529円の平均費用であることが示された。

表6に、生産物を要精密検査者とした場合の、採択したモデル、最適規模、最適規模における平均費用、生産物の増加による平均費用の変化を示した。胃がん検診、大腸がん検診ではモデル4が採択され、肺がん検診、子宮がん検診、乳がん検診ではモデル2またはモデル4が適切であった。したがって、胃がん検診、大腸がん検診の平均費用は一定であること、肺がん検診、子宮がん検診、乳がん検診の平均費用は一定であるか、あるいは生産物の増加にしたがって減少することが示された。

表7に、生産物をがん発見とした場合の、採択したモデル、最適規模、最適規模における平均費用、生産物の増加による平均費用の変化を示した。胃がん検診、肺がん検診、大腸がん検診ではモデル2またはモデル3が適切であり、子宮がん検診、乳がん検診ではモデル2またはモデル4が適切であった。胃がん検診は生産物の増加にしたがって平均費用が減少するか、またはがん発見数10.6人の最適規模で最も低い270.2万円の平均費用であった。肺がん検診は生産物の増加にしたがって平均費用が減少するか、またはがん発見数10.9人の最適規模で最も低い143.6万円の平均費用であった。大腸がん検診は生産物の増加にしたがって平均費用が減少するか、またはがん発見数14.1人の最適規模で最も低い104.8万円の平均費用であった。子宮がん検診、乳がん検診は生産物の増加にしたがって平均費用が減少するか、または平均費用が一定であった。

2. 4 考察

(1) がん検診の固定費用について

がん検診の費用関数として採択されたモデルは、受診者を生産物とした場合は固定費用が存在しない長期費用関数モデルのみであったことから、がん検診の事業費を構成する生産要素が全て可変的であることが示された。本研究で用いた事業費は単年度の事業実績であることから、検診実施のために使用される保健センターの建設費用や運営費用などの資本設備の要素が含まれていないと考えられるため、固定費用が存在しないモデルが採択されたのは妥当な結果であると考えられる。しかし逆に言えば、本研究の費用関数モデルでは固定的生産要素に要する費用を説明できないことになる。したがって今後は、それらの要素を含めたがん検診の事業費を詳細に把握し、より精緻な費用関数を推定する必要がある。

一方、要精密検査者やがん発見を生産物とした場合は固定費用が存在するモデル2と固定費用が存在しないモデルともに採択された。上述したように、統計学上、固定費用が存在する短期費用関数モデルと存在しない長期費用関数モデルで自由度調整済み R^2 を比較できないため厳密には評価できないが、この結果からは固定費用が存在することは否定できない。そして、この場合の固定費用は受診者を生産するための資本設備の要素とは異なる性質の要素が含まれていると考えられる。つまり、要精密検査者やがん発見は受診者の一部であることから、精密検査を必要としなかった者やがんが発見されなかった者、つまり異常のなかった者に対して実施されたスクリーニング検査の費用は生産に何ら貢献することなく、ある意味で「不必要」な固定費用が含まれていると考えられる。この要精密検査者やがん発見の生産に「不必要」な固定費用は、例えば異常が発見される可能性の大きい者にターゲットを絞ったがん検診を実施することなどの方策により、減少させることは可能である。しかしそれはあくまで要精密検査者やがん発見を生産する、という目的のみを考えた場合であり、例えば異常が発見されなかったという安心感などの受診者の効用を考慮すれば、必ずしも「不必要」な費用とはいえない。今後はがん検診を受診することによる効用なども生産物として捉えた上で費用関数を推定する必要がある。

(2) がん検診の規模の経済性について

がん検診の3種類の生産物に関して採択された費用関数から、がん検診の規模の経済性に関して考察する。

胃がん検診、肺がん検診において、受診者数に関してはモデル3が採択され、生産規模が小さい方が効率的であった。しかしがん発見数に関しては、モデル2またはモデル3が採択され、生産規模が大きい方が効率的であるか、またはそれぞれ10.6人、10.9人の生産規模が最も効率的であった。したがって受診者数の増加による費用の増大と、受診者数の増加に伴うがん発見数の増加による費用の節約の両面から生産規模を検討する必要がある。

受診者数の規模が小さい範囲では費用の増加率が小さいため、がん発見数の増加による費用節約の影響が大きいと考えられるが、受診者数の規模が大きくなると費用の増加率も大きくなり、がん発見数の増加による費用節約を上回ると考えられる。参考までに、この現象に関して次のような分析を行った。各市町村のがん発見率を一定と仮定して、受診者

数とがん発見数との関連を推定すると、胃がん検診では「受診者数=454×がん発見数」、肺がん検診では「受診者数=1187×がん発見数」の関係が導き出された。この関連から受診者数とがん発見数が費用の増加に及ぼす影響に関してシミュレーションを行った結果、胃がん検診ではがん発見数 ≥ 10 で、肺がん検診ではがん発見数 ≥ 7 で、受診者数の増加による費用の増大ががん発見数の増加による費用の節約を上回った。

このシミュレーションはがん発見率を一定としたことなどの重大な問題点があり、厳密には評価できないが、上述したような受診者数とがん発見数が費用の増加に及ぼす影響を表したものと見える。以上の結果から、胃がん検診、肺がん検診では、受診者数が大きくない範囲で、かつがん発見数が最適規模に近似するような生産規模が最も効率的であると考えられる。

大腸がん検診において、受診者数に関してはモデル4が採択され、生産規模に関わらず平均費用は一定であった。一方がん発見数に関しては、モデル2またはモデル3が採択され、生産規模が大きい方が効率的であるか、または14.1人の生産規模が最も効率的であった。したがってがん発見数ができるだけ大きい、または最適規模になるような生産規模が最も効率的であると考えられる。

子宮がん検診において、受診者数に関してはモデル4が採択され、生産規模に関わらず平均費用は一定であった。一方がん発見数に関しては、モデル2またはモデル4が採択され、生産規模が大きい方が効率的であるか、または生産規模に関わらず平均費用は一定であった。したがってがん発見数ができるだけ大きくなるような生産規模が最も効率的であると考えられる。

乳がん検診において、受診者数に関してはモデル3が採択され、3,702人の生産規模が最も効率的であった。一方がん発見数に関しては、モデル2またはモデル4が採択され、生産規模が大きい方が効率的であるか、または生産規模に関わらず平均費用は一定であった。したがって受診者数が最適規模になるような生産規模が最も効率的であると考えられる。

(3) がん検診の最適規模と実際の生産規模との乖離

表8～表11に各がん検診の最適規模の区別にみた実際の生産規模を示した。乳がん検診の受診者数に関しては(表8)、約7割の市町村が最適規模の下限である831人より小さい規模で実施され、最適規模の下限から上限の範囲の規模で実施されている市町村は約3割であった。また町村や人口規模の小さい市町村の方が、最適規模の下限より小さい規模で実施されている傾向がみられた。

胃がん検診のがん発見数に関しては(表9)、約4割の市町村が最適規模の下限である0.9人より小さい、つまりがん発見数が0人で実施され、最適規模の下限から上限の範囲の規模で実施されている市町村は約6割であった。また町村や人口規模の小さい市町村の方が、最適規模の下限より小さい規模で実施されている傾向がみられた。

肺がん検診のがん発見数に関しては(表10)、約9割の市町村が最適規模の下限である3.4人より小さい規模で実施され、最適規模の下限から上限の範囲の規模で実施されている市町村は約1割であった。また町村や人口規模の小さい市町村の方が、最適規模の下限より小さい規模で実施されている傾向がみられた。

大腸がん検診のがん発見数に関しては（表 11）、約 9 割の市町村が最適規模の下限である 6.6 人より小さい規模で実施され、最適規模の下限から上限の範囲の規模で実施されている市町村は約 1 割であった。また町村や人口規模の小さい市町村の方が、最適規模の下限より小さい規模で実施されている傾向がみられた。

（2）の考察より、いずれのがん検診も受診者数あるいはがん発見数の最適規模で生産を行うことが最も効率的であるが、実際には、特に町村や人口規模の小さい市町村では最適規模よりもはるかに小さい規模で実施されており、現状ではがん検診の効率的なサービス供給がなされていないことが示された。がん検診の効率的なサービス供給のためには 2 つの方策が考えられる。

一つは、各市町村で受診者数を増加させることによって、乳がん検診では受診者それ自体の規模を、胃がん検診、肺がん検診、大腸がん検診では受診者数の増加に伴うがん発見数の規模を最適規模に近づけることである。人口規模の大きい市町村では受診率が低く^{34,36)}、サービスの周知のための広報活動や利用しやすい実施場所などを検討することによって受診者数の増加は可能であると考えられる。

しかし人口規模の小さい市町村では、たとえがん検診の対象者数の範囲を拡大しても、受診者数の増加には限度があり、最適規模に近づけることは困難である可能性が大きい。この場合の方策としては、人口規模の小さい個々の市町村を実施主体とする現在の供給体制ではなく、最適規模に近づけることが可能な人口規模で構成される市町村共同体を組織し、それを供給主体としてがん検診を実施することが考えられる。この場合、費用負担の方法や実施責任の所在などの問題があり、円滑な事業実施が可能であるかどうか明らかではないが、いくつかの市町村でモデル事業などを行って、実行可能性を検討する価値はあると考えられる。

（4）本研究の問題点

本研究の問題点として、生産物に関する問題と費用に関する問題が挙げられる。

生産物に関しては、がん検診のサービスが同質であることを仮定して、受診者数、要精密検査者数、がん発見数を変数としたが、実際にはサービスの質が市町村間で異なる可能性がある。スクリーニング検査や精密検査で用いられている検査項目には市町村間で大きな差はないが、精度などのサービスの質に関してはばらつきがみられ³⁷⁾、それが要精密検査者数、がん発見数に影響を与えていると考えられる。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、精度の変化が比較的少ない同じ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。またがん検診の実施形態として、集団方式と医療機関委託等による個別方式を併用している市町村も多く、両方でサービスの質が異なることが考えられる。本研究では集団・個別での受診者数、要精密検査者数、がん発見数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。

また受診者数、要精密検査者数、がん発見数以外にも、上述したような異常が発見されなかったという安心感などの受診者の効用や市町村の健康水準などが生産物として考えられ、これらを表す適切な指標を開発する必要がある。

費用に関しては、本研究では単年度の事業費総額を変数とした。しかし上述したように、事業費の中には検診実施のために使用される保健センターの建設費用や運営費用などの資

本設備の要素が含まれていないと考えられるため、検診の費用を全て網羅することはできなかった。保健センターなどの資本設備は、がん検診だけでなく、他の地域保健サービスにも共通して利用されていると考えられるため、今後は自治体における全ての地域保健サービスに要する費用を把握し、共通費用の配賦を行った上で費用を設定する必要がある。

本研究では、がん検診の生産活動における生産物と費用のデータ以外は把握できなかったため、総費用曲線としての費用関数を推定するにとどまった。これらのデータに加えて、生産のために投入される労働や資本などの生産要素の情報を把握することによって、より詳細な分析が可能になる。例えば、生産要素の「量」と生産量との関係から「生産関数」を推定したり^{14,15,32,38}、生産要素の「価格」と生産量を用いて「translog 型費用関数」を推定することができる。保健医療分野でも translog 型費用関数を用いた研究は多い^{18~20,23,24,28,29,31}が、その利点として、推定の際の制約が少ないこと、複数の種類の生産物を同時に関数に含めることができること、などが挙げられる。病院では入院、外来などの様々なサービスを生産しているため、このようなモデルは非常に有用であるが、自治体も複数サービスの生産主体であることを考慮すると、がん検診を含めた地域保健サービス、あるいはそれらを包括した行政サービスの効率性を検討するためにも、translog 型費用関数を用いた分析は有用であると考えられる。

2. 5 結語

公的に供給される地域保健サービスの効率性を検討するために、ミクロ経済学における企業行動理論を応用して、がん検診の費用関数を推定し、効率的なサービス供給主体の規模を明らかにすることを目的とした。

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 月に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、受診者数、要精密検査者数、結果別人員、事業費総額などを設問した。

生産に要する費用を生産物の生産量で説明する費用関数のモデルとして、最適規模が存在する場合（3 次関数形）と存在しない場合（1 次関数形）、固定費用が存在する場合と存在しない場合の組み合わせで、4 つのモデルを設定した。がん検診の生産物として受診者、要精密検査者、がん発見、費用として事業費総額を用いて、4 つのモデルについてパラメータを推定した。生産量が 0 以上の範囲で、費用が 0 以上であること、限界費用が 0 以上であること、モデルの説明力が高いことを条件に、最も適切な費用関数のモデルを採択し、生産量 1 単位当たりには要する事業費（平均費用）が最も低い生産量の規模（最適規模）を算出した。

調査票の回収率は 58.5%であった。

生産物を受診者とした場合、胃がん検診、肺がん検診、乳がん検診では固定費用が存在しない 3 次関数モデルが採択された。乳がん検診の最適規模は 3,702 人で平均費用は 2,529 円であった。しかし胃がん検診、肺がん検診では受診者数が 0 以上の範囲で最適規模は存在せず、平均費用は生産量の増加にしたがって増加していた。また大腸がん検診、子宮がん検診では固定費用が存在しない 1 次関数モデルが採択された。

生産物を要精密検査者とした場合、胃がん検診、大腸がん検診では固定費用が存在しない1次関数モデルが採択され、肺がん検診、子宮がん検診、乳がん検診では固定費用が存在する、または存在しない1次関数モデルが採択された。

生産物をがん発見とした場合、胃がん検診、肺がん検診、大腸がん検診では固定費用が存在する1次関数モデル、または固定費用が存在しない3次関数モデルが採択された。胃がん検診の最適規模は10.6人で平均費用は270.2万円、肺がん検診では10.9人で平均費用は143.6万円、大腸がん検診では14.1人で平均費用は104.8万円あった。また子宮がん検診、乳がん検診では固定費用が存在する、または存在しない1次関数モデルが採択された。

胃がん検診、肺がん検診では受診者数が大きくない範囲で、かつがん発見数が最適規模に近似するような生産規模、大腸がん検診ではがん発見数ができるだけ大きい、または最適規模になるような生産規模、子宮がん検診ではがん発見数ができるだけ大きくなるような生産規模、乳がん検診では受診者数が最適規模になるような生産規模が、それぞれ最も効率的であることが示された。

しかし実際のがん検診の生産規模は、特に町村や人口規模の小さい市町村では最適規模よりもはるかに小さいことから、がん検診の効率的なサービス供給のための方策として、人口規模の大きい市町村では広報活動や実施場所の改善によって受診者数を増加させること、人口規模の小さい市町村では最適規模の生産が可能な人口規模で構成される市町村共同体を実施主体とすることが示唆された。

1) 武村真治, 府川哲夫, 中原俊隆, 近藤健文. 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, 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, 館野之男. 胃癌集検の費用効果. 日消集検誌 1988; 79: 94-100.

4) 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.

5) 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.

6) 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.

7) 大井田隆, 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.

8) 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.

9) 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.

10) 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.

11) 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.

- 12) 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.
- 13) 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.
- 14) 武隈慎一. ミクロ経済学. 東京: 新世社, 1989; 71-120.
- 15) 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.
- 16) Finch LE, Christianson JB. Rural hospital costs: an analysis with policy implications. Public Health Reports 1981; 96: 423-433.
- 17) Grannemann TW, Brown RS, Pauly MV. Estimating hospital costs: A multiple output analysis. Journal of Health Economics 1986; 5: 107-127.
- 18) Vita MG. Exploring hospital production relationships with flexible functional forms. Journal of Health Economics 1990; 9: 1-21.
- 19) Zuckerman S, Hadley J, Iezzoni L. Measuring hospital efficiency with frontier cost functions. Journal of Health Economics 1994; 13: 255-280.
- 20) 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.
- 21) Dranove D. Economies of scale in non-revenue producing cost centers: Implications for hospital mergers. Journal of Health Economics 1998; 17: 69-83.
- 22) Carey K. Cost allocation patterns between hospital inpatient and outpatient departments. Health Services Research 1994; 29: 275-292.
- 23) Menke TJ. The effect of chain membership on hospital costs. Health Services Research 1997; 32: 177-196.
- 24) Scott A, Parkin D. Investigating hospital efficiency in the new NHS: The role of the translog cost function. Health Economics 1995; 4: 467-478.
- 25) Meiners MR. An econometric analysis of the major determinants of nursing home costs in the United States. Social Science & Medicine 1982; 16: 887-898.
- 26) Bishop C, Dor A. Medicare costs in urban and rural nursing homes: Are differential payments required? Inquiry 1994; 31: 153-162.
- 27) Vitaliano DF, Toren M. Cost and efficiency in nursing homes: A stochastic frontier approach. Journal of Health Economics 1994; 13: 281-300.
- 28) Escarce JJ. Using physician practice cost functions in payment policy: The problem of endogeneity bias. Inquiry 1996; 33: 66-78.
- 29) 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.
- 30) Hughes TF. Financial impact of home health care on the hospital. American Journal of Hospital Pharmacy 1985; 42: 2526-2532.

- 31) Wholey D, Feldman R, Christianson JB, Engberg J. Scale and scope economies among health maintenance organizations. *Journal of Health Economics* 1996; 15: 657-684.
- 32) 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.
- 33) Dor A, Held PJ, Pauly MV. The Medicare cost of renal dialysis. Evidence from a statistical cost function. *Medical Care* 1992; 30: 879-891.
- 34) 厚生統計協会. 国民衛生の動向. 厚生指標 1999; 46: 115-117.
- 35) 厚生省大臣官房統計情報部. 平成9年度老人保健事業報告. 1999.
- 36) 厚生省老人保健福祉局. 平成6年度全国市町村別健康マップ数値表. 東京: 財団法人健康・体力づくり事業財団, 1995.
- 37) 大井田隆, 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: 3-7.
- 38) Lehner LA, Burgess JF Jr. Teaching and hospital production: the use of regression estimates. *Health Economics* 1995; 4: 113-125.

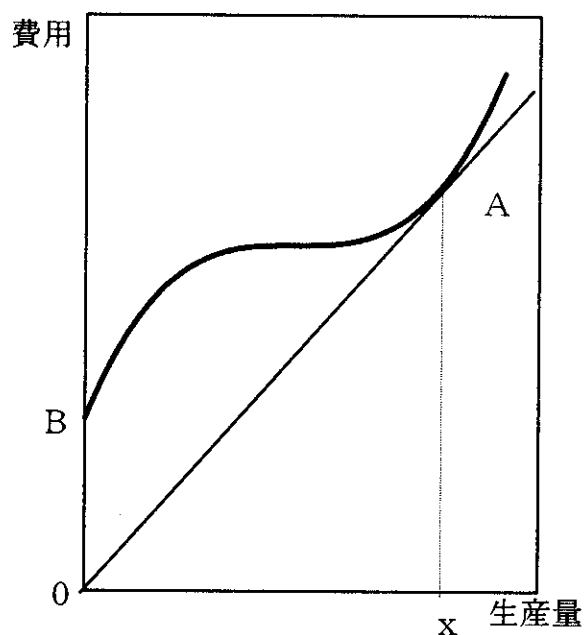


図1. 総費用曲線

表1. がん検診の事業費の状況

| | | 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) |
| 要精密検査者数 (人) | 平均値 | 150.3 | 57.0 | 103.3 | 8.9 | 35.3 |
| | 標準偏差 | (217.5) | (104.2) | (214.7) | (18.7) | (63.9) |
| 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) |
| 要精密検査者 1人当たり 事業費 (円) | 平均値 | 52,439 | 120,141 | 37,938 | 849,509 | 110,881 |
| | 標準偏差 | (80,735) | (620,613) | (43,135) | (793,520) | (149,380) |
| がん発見 1人当たり 事業費 (円) | 平均値 | 353 | 178 | 139 | 536 | 212 |
| | 標準偏差 | (527) | (273) | (200) | (610) | (204) |

表2. がん検診の費用関数の推定結果（生産物を受診者とした場合）

| モデル | | 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 | |
|-----------------------|-----------------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-------|
| モデル1 | b ₀ | 推定値 | 8.3 | 33.1 | -14.1 | -11.4 | -7.8 |
| | (×10 ⁴) | 標準誤差 | (29.3) | (18.4) | (10.5) | (12.2) | (5.3) |
| | b ₁ | 推定値 | 43.5 | 8.1 | 19.6 | 44.2 | 27.1 |
| | (×10 ²) | 標準誤差 | (4.7) | (1.3) | (1.1) | (2.0) | (0.8) |
| | b ₂ | 推定値 | 33.4 | 3.6 | 10.9 | 52.2 | -6.3 |
| | (×10 ⁻²) | 標準誤差 | (15.9) | (1.8) | (1.8) | (5.6) | (2.2) |
| | b ₃ | 推定値 | 10.1 | 2.1 | -1.3 | -27.0 | 6.8 |
| | (×10 ⁻⁶) | 標準誤差 | (0.0) | (0.0) | (0.0) | (0.0) | (0.0) |
| | 制約条件 | | 不適 | 不適 | 不適 | 不適 | 不適 |
| | 自由度調整済みR ² | | 0.743 | 0.632 | 0.873 | 0.914 | 0.912 |
| モデル2 | b ₀ | 推定値 | -173.6 | -111.9 | -116.2 | -113.7 | -18.7 |
| | (×10 ⁴) | 標準誤差 | (18.1) | (14.4) | (7.9) | (8.8) | (3.9) |
| | b ₁ | 推定値 | 68.8 | 17.9 | 31.2 | 65.8 | 27.8 |
| | (×10 ²) | 標準誤差 | (1.0) | (0.4) | (0.3) | (0.5) | (0.2) |
| | 制約条件 | | 不適 | 不適 | 不適 | 不適 | 不適 |
| | 自由度調整済みR ² | | 0.717 | 0.525 | 0.849 | 0.907 | 0.905 |
| モデル3 | b ₁ | 推定値 | 44.6 | 10.1 | 18.5 | 42.7 | 26.1 |
| | (×10 ²) | 標準誤差 | (2.4) | (0.8) | (0.6) | (1.2) | (0.5) |
| | b ₂ | 推定値 | 30.2 | 1.5 | 12.5 | 55.6 | -4.3 |
| | (×10 ⁻²) | 標準誤差 | (11.0) | (1.4) | (1.4) | (4.3) | (1.7) |
| | b ₃ | 推定値 | 12.5 | 2.6 | -1.8 | -28.9 | 5.8 |
| | (×10 ⁻⁶) | 標準誤差 | (0.0) | (0.0) | (0.0) | (0.0) | (0.0) |
| 制約条件 | | 適 | 適 | 不適 | 不適 | 適 | |
| 自由度調整済みR ² | | 0.812 | 0.689 | 0.895 | 0.933 | 0.932 | |
| モデル4 | b ₁ | 推定値 | 62.1 | 15.7 | 28.5 | 62.1 | 27.3 |
| | (×10 ²) | 標準誤差 | (0.8) | (0.3) | (0.3) | (0.4) | (0.2) |
| | 制約条件 | | 適 | 適 | 適 | 適 | 適 |
| 自由度調整済みR ² | | 0.782 | 0.584 | 0.859 | 0.920 | 0.926 | |

(注) 有効数字の桁を揃えて表記したので、実際の数値はb₀~b₃の下に記した()内の10の乗数を乗じた値である。

表3. がん検診の費用関数の推定結果（生産物を要精密検査者とした場合）

| モデル | | | 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 |
|-----------------------|----------------------|-------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|
| モデル1 | b ₀ | 推定値 | -1.6 | 94.2 | 6.2 | 94.1 | 53.0 |
| | (×10 ⁴) | 標準誤差 | (29.8) | (18.7) | (13.3) | (21.5) | (8.5) |
| | b ₁ | 推定値 | 45.5 | 27.8 | 29.9 | 536.1 | 44.5 |
| | (×10 ³) | 標準誤差 | (3.2) | (4.1) | (1.8) | (36.0) | (3.4) |
| | b ₂ | 推定値 | -2.7 | 35.3 | 7.1 | -978.5 | 69.2 |
| | (×10 ⁰) | 標準誤差 | (6.5) | (13.2) | (3.5) | (849.0) | (20.0) |
| | b ₃ | 推定値 | 2.4 | -13.4 | -1.8 | 136.0 | -94.7 |
| (×10 ⁻³) | 標準誤差 | (3.0) | (9.0) | (2.0) | (4,554.0) | (27.0) | |
| 制約条件 | | | 不適 | 不適 | 不適 | 不適 | 不適 |
| 自由度調整済みR ² | | | 0.606 | 0.373 | 0.731 | 0.580 | 0.697 |
| モデル2 | b ₀ | 推定値 | -7.5 | 45.4 | -23.9 | 134.2 | 38.0 |
| | (×10 ⁴) | 標準誤差 | (20.1) | (14.8) | (9.7) | (17.5) | (6.6) |
| | b ₁ | 推定値 | 45.6 | 42.6 | 35.0 | 450.8 | 54.6 |
| | (×10 ³) | 標準誤差 | (0.9) | (1.4) | (0.5) | (9.3) | (0.9) |
| | 制約条件 | | | 不適 | 適 | 不適 | 適 |
| 自由度調整済みR ² | | | 0.606 | 0.364 | 0.729 | 0.575 | 0.695 |
| モデル3 | b ₁ | 推定値 | 45.4 | 42.5 | 30.5 | 639.2 | 59.1 |
| | (×10 ³) | 標準誤差 | (1.9) | (2.9) | (1.2) | (27.3) | (2.4) |
| | b ₂ | 推定値 | -2.4 | -1.1 | 6.1 | -2,903.2 | 1.2 |
| | (×10 ⁰) | 標準誤差 | (4.8) | (11.1) | (2.8) | (730.3) | (17.0) |
| | b ₃ | 推定値 | 2.3 | 6.5 | -1.5 | 8,826.0 | -17.3 |
| | (×10 ⁻³) | 標準誤差 | (3.0) | (8.0) | (1.0) | (4,121.0) | (25.0) |
| 制約条件 | | | 不適 | 不適 | 不適 | 不適 | 不適 |
| 自由度調整済みR ² | | | 0.712 | 0.463 | 0.780 | 0.669 | 0.761 |
| モデル4 | b ₁ | 推定値 | 45.4 | 44.8 | 34.4 | 484.0 | 57.1 |
| | (×10 ³) | 標準誤差 | (0.7) | (1.2) | (0.4) | (8.4) | (0.8) |
| | 制約条件 | | | 適 | 適 | 適 | 適 |
| 自由度調整済みR ² | | | 0.712 | 0.461 | 0.778 | 0.657 | 0.761 |

(注) 有効数字の桁を揃えて表記したので、実際の数値はb₀~b₃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の推定結果（生産物をがん発見とした場合）

| モデル | | | 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 |
|-------------------|-------------------|--------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|
| モデル1 | b_0 | 推定値 | 278.0 | 121.8 | 96.5 | 258.0 | 109.5 |
| | ($\times 10^4$) | 標準誤差 | (28.7) | (17.3) | (15.3) | (19.5) | (8.5) |
| | b_1 | 推定値 | 154.3 | 128.4 | 97.1 | 308.4 | 136.9 |
| | ($\times 10^4$) | 標準誤差 | (26.5) | (18.9) | (10.1) | (37.3) | (12.8) |
| | b_2 | 推定値 | 115.7 | -18.5 | -14.9 | 478.1 | 78.7 |
| | ($\times 10^3$) | 標準誤差 | (46.7) | (33.9) | (10.8) | (102.3) | (27.2) |
| | b_3 | 推定値 | -21.8 | 24.2 | 10.5 | -269.4 | -36.9 |
| ($\times 10^2$) | 標準誤差 | (18.5) | (12.3) | (2.6) | (62.8) | (12.9) | |
| 制約条件 | | | 不適 | 不適 | 不適 | 不適 | 不適 |
| 自由度調整済み R^2 | | | 0.389 | 0.306 | 0.534 | 0.518 | 0.513 |
| モデル2 | b_0 | 推定値 | 201.9 | 93.2 | 51.1 | 226.6 | 102.1 |
| | ($\times 10^4$) | 標準誤差 | (23.9) | (15.3) | (13.0) | (18.1) | (7.8) |
| | b_1 | 推定値 | 251.0 | 157.3 | 121.9 | 475.4 | 168.6 |
| | ($\times 10^4$) | 標準誤差 | (7.7) | (6.2) | (2.9) | (11.2) | (4.0) |
| | 制約条件 | | | 適 | 適 | 適 | 適 |
| 自由度調整済み R^2 | | | 0.379 | 0.288 | 0.499 | 0.512 | 0.511 |
| モデル3 | b_1 | 推定値 | 321.4 | 204.9 | 138.1 | 533.6 | 217.2 |
| | ($\times 10^4$) | 標準誤差 | (20.7) | (15.6) | (7.7) | (34.8) | (11.8) |
| | b_2 | 推定値 | -96.9 | -113.0 | -47.5 | 72.4 | -35.5 |
| | ($\times 10^3$) | 標準誤差 | (42.3) | (31.6) | (9.6) | (102.4) | (27.0) |
| | b_3 | 推定値 | 45.8 | 52.1 | 16.9 | -80.6 | 4.3 |
| | ($\times 10^2$) | 標準誤差 | (17.6) | (11.8) | (2.4) | (64.2) | (13.1) |
| 制約条件 | | | 適 | 適 | 適 | 不適 | 不適 |
| 自由度調整済み R^2 | | | 0.529 | 0.397 | 0.610 | 0.586 | 0.589 |
| モデル4 | b_1 | 推定値 | 287.4 | 175.0 | 127.6 | 530.0 | 189.4 |
| | ($\times 10^4$) | 標準誤差 | (6.6) | (5.5) | (2.6) | (10.8) | (3.9) |
| | 制約条件 | | | 適 | 適 | 適 | 適 |
| 自由度調整済み R^2 | | | 0.527 | 0.386 | 0.587 | 0.585 | 0.586 |

(注) 有効数字の桁を揃えて表記したので、実際の数値は $b_0 \sim b_3$ の下に記した()内の10の乗数を乗じた値である。

表5. 採択されたモデル、最適規模、最適規模における平均費用、
生産物の増加による平均費用の変化（生産物を受診者とした場合）

| | | 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 |
|-------------|-----|-----------|-----------|------------|------------|-----------|
| 採択されたモデル | | モデル3 | モデル3 | モデル4 | モデル4 | モデル3 |
| 最適規模 (人) | 推計値 | -12,099 | -2,865 | — | — | 3,702 |
| | 下限 | -20,737 | -8,091 | — | — | 831 |
| | 上限 | -3,462 | 2,362 | — | — | 6,573 |
| 平均費用 (円) | 推計値 | — | — | — | — | 2,529 |
| | 下限 | — | — | — | — | 2,252 |
| | 上限 | — | — | — | — | 2,902 |
| 平均費用の変化 | 増加 | 増加 | 一定 | 一定 | 減少→増加 | |

表6. 採択されたモデル、最適規模、最適規模における平均費用、
生産物の増加による平均費用の変化（生産物を要精密検査者とした場合）

| | | 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 |
|----------|--|-----------|---------------------|------------|---------------------|---------------------|
| 採択されたモデル | | モデル4 | モデル2 または モデル4 | モデル4 | モデル2 または モデル4 | モデル2 または モデル4 |
| 最適規模 | | なし | なし | なし | なし | なし |
| 平均費用の変化 | | 一定 | 減少 または 一定 | 一定 | 減少 または 一定 | 減少 または 一定 |

表7. 採択されたモデル、最適規模、最適規模における平均費用、
生産物の増加による平均費用の変化（生産物をがん発見とした場合）

| | | 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 |
|--------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 採択されたモデル | | モデル2 または モデル3 | モデル2 または モデル3 | モデル2 または モデル3 | モデル2 または モデル4 | モデル2 または モデル4 |
| 最適規模 (人) | 推計値 | 10.6 | 10.9 | 14.1 | — | — |
| | 下限 | 0.9 | 3.4 | 6.6 | — | — |
| | 上限 | 42.9 | 19.6 | 27.4 | — | — |
| 平均費用 (万円) | 推計値 | 270.2 | 143.6 | 104.8 | — | — |
| | 下限 | 73.1 | 63.7 | 32.0 | — | — |
| | 上限 | 1,423.1 | 302.6 | 237.7 | — | — |
| 平均費用の変化 | 減少 または 減少→増加 | 減少 または 減少→増加 | 減少 または 減少→増加 | 減少 または 一定 | 減少 または 一定 | |

表8. 最適規模の区別にみた実際の生産規模（乳がん検診・受診者数）

| | 最適規模の 下限より小さい | | 最適規模の 下限～推計値 | | 最適規模の 推計値～上限 | | 最適規模の 上限より大きい | |
|----------|------------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|------------------|-------|
| | 数 | 割合 | 数 | 割合 | 数 | 割合 | 数 | 割合 |
| 全体 | 1,275 | 70.3% | 473 | 26.1% | 41 | 2.3% | 25 | 1.4% |
| 市 | 96 | 21.8% | 279 | 63.3% | 41 | 9.3% | 25 | 5.7% |
| 町村 | 1,179 | 85.9% | 194 | 14.1% | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% |
| 人口規模（千人） | | | | | | | | |
| 0～5未満 | 340 | 99.1% | 3 | 0.9% | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% |
| 5～10未満 | 441 | 96.1% | 18 | 3.9% | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% |
| 10～20未満 | 305 | 79.8% | 77 | 20.2% | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% |
| 20～30未満 | 85 | 53.8% | 73 | 46.2% | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% |
| 30～50未満 | 56 | 33.1% | 113 | 66.9% | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% |
| 50～100未満 | 44 | 27.7% | 109 | 68.6% | 6 | 3.8% | 0 | 0.0% |
| 100以上 | 4 | 2.8% | 80 | 55.6% | 35 | 24.3% | 25 | 17.4% |

表9. 最適規模の区別にみた実際の生産規模（胃がん検診・がん発見数）

| | 最適規模の 下限より小さい | | 最適規模の 下限～推計値 | | 最適規模の 推計値～上限 | | 最適規模の 上限より大きい | |
|----------|------------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|------------------|------|
| | 数 | 割合 | 数 | 割合 | 数 | 割合 | 数 | 割合 |
| 全体 | 705 | 38.4% | 1,088 | 59.2% | 42 | 2.3% | 3 | 0.2% |
| 市 | 52 | 11.8% | 347 | 78.5% | 40 | 9.0% | 3 | 0.7% |
| 町村 | 653 | 46.8% | 741 | 53.1% | 2 | 0.1% | 0 | 0.0% |
| 人口規模（千人） | | | | | | | | |
| 0～5未満 | 228 | 65.1% | 122 | 34.9% | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% |
| 5～10未満 | 223 | 47.3% | 248 | 52.7% | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% |
| 10～20未満 | 140 | 36.3% | 246 | 63.7% | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% |
| 20～30未満 | 47 | 29.2% | 112 | 69.6% | 2 | 1.2% | 0 | 0.0% |
| 30～50未満 | 39 | 23.1% | 127 | 75.1% | 3 | 1.8% | 0 | 0.0% |
| 50～100未満 | 20 | 12.7% | 133 | 84.2% | 5 | 3.2% | 0 | 0.0% |
| 100以上 | 8 | 5.6% | 100 | 69.9% | 32 | 22.4% | 3 | 2.1% |

表10. 最適規模の区分別にみた実際の生産規模（肺がん検診・がん発見数）

| | 最適規模の 下限より小さい | | 最適規模の 下限～推計値 | | 最適規模の 推計値～上限 | | 最適規模の 上限より大きい | |
|----------|------------------|-------|-----------------|-------|-----------------|------|------------------|------|
| | 数 | 割合 | 数 | 割合 | 数 | 割合 | 数 | 割合 |
| 全体 | 1,565 | 90.8% | 139 | 8.1% | 15 | 0.9% | 5 | 0.3% |
| 市 | 319 | 76.0% | 84 | 20.0% | 13 | 3.1% | 4 | 1.0% |
| 町村 | 1,246 | 95.6% | 55 | 4.2% | 2 | 0.2% | 1 | 0.1% |
| 人口規模（千人） | | | | | | | | |
| 0～ 5未満 | 333 | 99.4% | 1 | 0.3% | 1 | 0.3% | 0 | 0.0% |
| 5～ 10未満 | 426 | 97.0% | 13 | 3.0% | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% |
| 10～ 20未満 | 331 | 93.2% | 23 | 6.5% | 0 | 0.0% | 1 | 0.3% |
| 20～ 30未満 | 132 | 88.0% | 18 | 12.0% | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% |
| 30～ 50未満 | 134 | 84.8% | 22 | 13.9% | 2 | 1.3% | 0 | 0.0% |
| 50～100未満 | 128 | 85.3% | 21 | 14.0% | 1 | 0.7% | 0 | 0.0% |
| 100以上 | 81 | 59.1% | 41 | 29.9% | 11 | 8.0% | 4 | 2.9% |

表11. 最適規模の区分別にみた実際の生産規模（大腸がん検診・がん発見数）

| | 最適規模の 下限より小さい | | 最適規模の 下限～推計値 | | 最適規模の 推計値～上限 | | 最適規模の 上限より大きい | |
|----------|------------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|------------------|------|
| | 数 | 割合 | 数 | 割合 | 数 | 割合 | 数 | 割合 |
| 全体 | 1,701 | 92.7% | 98 | 5.3% | 24 | 1.3% | 12 | 0.7% |
| 市 | 326 | 74.1% | 79 | 18.0% | 23 | 5.2% | 12 | 2.7% |
| 町村 | 1,375 | 98.6% | 19 | 1.4% | 1 | 0.1% | 0 | 0.0% |
| 人口規模（千人） | | | | | | | | |
| 0～ 5未満 | 347 | 99.7% | 1 | 0.3% | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% |
| 5～ 10未満 | 469 | 99.6% | 2 | 0.4% | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% |
| 10～ 20未満 | 380 | 98.4% | 5 | 1.3% | 1 | 0.3% | 0 | 0.0% |
| 20～ 30未満 | 154 | 95.1% | 8 | 4.9% | 0 | 0.0% | 0 | 0.0% |
| 30～ 50未満 | 154 | 91.1% | 14 | 8.3% | 1 | 0.6% | 0 | 0.0% |
| 50～100未満 | 133 | 83.6% | 24 | 15.1% | 2 | 1.3% | 0 | 0.0% |
| 100以上 | 64 | 45.7% | 44 | 31.4% | 20 | 14.3% | 12 | 8.6% |

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

研究班名簿

主任研究者 武村 真治 国立公衆衛生院公衆衛生行政学部 研究員

研究協力者 大井田 隆 国立公衆衛生院公衆衛生行政学部 部長

曾根 智史 国立公衆衛生院公衆衛生行政学部
健康教育室長

福田 敬 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 助手