

検診の費用効果をめぐって

久道 茂*・深尾彰*・辻一郎*

Cost-Effectiveness/Benefit Analysis of Screening for Disease

Shigeru Hisamichi, M. D., Akira Fukao, M. D., and Ichiro Tsuji, M. D.

Department of Public Health, Tohoku University School of Medicine, Sendai 980

This paper describes the conception and methods of cost-effectiveness/benefit analysis for evaluating screening programmes. In planning a program for mass screening of cancer, there are the seven main conditions or principles must be kept in mind. Finally, we must decide whether the merits globally outweigh the demerits.

Reviewing the past studies on the theme in question, the recommendation by WHO in planning national cancer control programmes, and the examples of cost-effectiveness/benefit analysis on mass screening for colon cancer and stomach cancer in Japan, are presented. It is stressed that the use of marginal cost-effectiveness method will be needed.

Key Words

Cost-effectiveness analysis, mass screening,
marginal cost-effectiveness, colon cancer, stomach cancer

はじめに

日本国民は健（検）診好きであるといわれる。実際、近年におけるわが国の各種健（検）診の受診者数をみると、世界に類をみない健（検）診大国ということができよう。たとえば、1985年～86年の受診者数を公表されたものだけに

* 東北大学医学部教授・公衆衛生学教室

ついてみても¹⁾、胃集検や子宮がん検診などのがん検診が年間約1,200万人、結核予防法による胸部検診、老人保健法による一般健診、学校健診、乳児健診などをあわせて約9,400万人、合計1億人以上の人が受診している。0歳から高齢者まで、平均して日本人は1年間に少なくとも一度は何らかの健（検）診を受けている現状である。

これは、国民の保健行動や疾病予防対策の手段として、健（検）を受けるといことが好まれ、あるいは、好むように行政側の施策として推進してきたためであろう。しかし、各種の健（検）診は、巨額の費用を必要とする。疾病を事前に発見し、あるいは発病前のリスクを発見して適正に管理すれば、最終的には疾病を予防したり早期発見によって、治療費は安くなり、そのことが全体の保健医療対策費の削減になれば、という本音がある。はたして、そうだろうか。いま行われている各種の健（検）診がすべて本当に有効なのだろうか。また、それらが費用効果分析からみてもバランスがとれているのだろうか、という反省が広がっていることは確かである。がん検診も、学校健診も、また、老人保健法における基本健康診査についても、現在いろいろな視点から“評価”されているのは上述の理由からである。

平成元年12月15日に厚生大臣に提出された公衆衛生審議会の「保健事業の充実・強化策に関する意見」の中でも、2番目の柱として、「健康診査は保健事業の根幹であり、健診内容を充実して魅力あるものにするとともに、受けやすいように工夫することが必要であること、健診を単に疾病発見の機会としてのみ捉えるのではなく、個々人の生活習慣と結び付けて教育・指導を行い、効果的な疾病予防をめざすことに重点を置くべき」としている。この審議会の意見書作製と並行して行われていた同老人保健部会専門委員会は、同日同部会長に対して、「老人保健法に基づく医療等以外の保健事業の評価方法について」の中間報告を提出している。その中で、特に、評価の重要性和具体的方法をあげて、日本で行われている各種健（検）診事業をシステムの評価、精度管理面からの評価、結果（有効性）の評価を行うことの重要性を提言している。また、老人医療費との関連で、より適切な保健事業の経済的効果を表わす指標の開発をす

ることが必要であるとも述べている。

このような状況は、近年関心を集めているメディカルテクノロジーアセスメント (Medical Technology Assessment, MTA)²⁾そのものといってもよいだろう。今回述べる経済的評価はそのうちの1つである。

I 費用効果分析とがん対策

1. 健診と検診

各種健(検)診の費用効果分析をするとき、その効果を評価する必要がある。しかし、有効性は、その健(検)診の目的、目標が明確でなければ評価できない。したがって、今日よく使われている健(検)診についても、その意味するところを明らかにしておくことは大切である³⁾。「健診」は、健康の確認あるいは健康の程度を知るため、また疾病のリスクをもっているかどうかをみるために行うものである。したがって、この健診は、ある集団(あるいは個人)から特定の疾患を発見する必要はない。

一方、「検診」は、がん検診のように、対象とする人々の中から目標とするがんを発見するのが目的である。しかも、その人々(集団)の当該がんの死亡率を減少させるために行うものであるので、早期がん(救命可能ながん)を発見する必要がある。健診と検診の違いは、その目的に大きな差があると考えられている。

現在、老人保健法における基本健診や学校健診などのように、各種の健診で採用されている種々の検査の中には、その項目を検査することによってどのような有効性を期待できるのか、検査の目的が不確実のまま、あるいは有効性の評価の不明なままに行われているものが少なくない。

がん検診は、目的の明確な検診である。しかし、わが国で行われている各種のがん検診は、目的がはっきりしていても有効性の評価が確立されないままに実施に移されているものも少なくない。肝胆膵がん検診、卵巣がん健診、食道

がん検診、子宮体がん検診、大腸がん検診などがそれにあたる。これらは、各地方自治体の単独事業をして行政的に実施しているものや、評価の研究のためのモデル地域を指定して実施されているものなどいろいろである。そのうち、子宮体がん検診はすでに昭和62年度より、老人保健法における保健事業の中に組み入れられている。大腸がん検診は、まだ老人保健法の保健事業として組み入れられていないが、昭和63年度の全国集計ですでに全国で42万人も受診している状況⁴⁾から、いずれ平成4年度から開始される第3次5か年計画の中に組み入れられる可能性がある。

費用効果分析は、分析すべき事業（対策）の目的と効果が明確でなければ不可能である。したがって、ここでは、がん検診を中心にした費用効果分析について述べることにする。

2. 検診の条件

筆者らは、がん検診を行うためには以下の項目の条件を満たすことが必要であると考えている⁵⁾⁶⁾。すなわち、①死亡率と罹患率が高いこと、②集団的に実施可能な方法であること、③診断精度が高いこと、④早期発見による早期治療効果が期待できること、⑤費用効果・便益のバランスがとれていること、⑥有効性があること、および⑦安全性があること、である。このうち、⑤の費用効果・便益分析が本項の主題であるが、そもそも検診には、一般の診療所や病院の外来で受ける検査よりも「安い」あるいは「安くすべき」という考え方があり、それゆえに多人数の集団にも適応できるし、それらの人々の多くが疾病をもたない正常な人達であることから「安全性」が強調されることになる。一方、費用効果分析に大きな影響を与える指標に、効率性と有効性があって、これらは対象集団からの発見率（罹患率、有病率、スクリーニング精度、および受診間隔との関係）の影響を受ける。つまり、費用効果分析は、その対策のシステム全体として評価すべきものである。最終的には、⑧検診によるメリットがデメリットを上回ることが必要である（表1）。

表1 検診を行うための条件

-
1. 死亡率、罹患率が高いこと（重要性）
 2. 集団に適したスクリーニング法であること（簡便性）
 3. 診断精度が高いこと（測性能力）
 4. 疾患の早期発見（リスク発見）に治療（管理）効果があること
 5. 費用効果、費用便益のバランスがすぐれていること（経済性）
 6. 目的に対する有効性があること（有効性）
 7. 検査は安全であること（安全性）
 8. 総合的にみてメリットがデメリットを上回っていること
-

3. 費用効果分析についてのWHOの考え方

疾病予防や保健医療対策の費用効果分析は、古くはジフテリア、マラリアの蚊根絶運動、結核検診、胃集検、肺がん検診、健康管理、生命保険など多くの分野で行われてきたが、近年では、さらに、新しい医療技術の実施や普及をはかる際の必須のものとして、この分析が行われるようになった⁷⁾⁸⁾⁹⁾。

1985年12月“WHO Meeting on Cost-Effectiveness Evaluation of Cancer Control”がジュネーブのWHO本部で開催された。この会議には、11カ国の代表18人が参加したが、著者の1人は日本の胃集検についての費用効果分析の結果を紹介した。ここでは、この会議の記録をもとにまとめられた費用効果評価についてのWHOの考え方を紹介する¹⁰⁾。

費用効果分析には主要な7つの段階（the seven main steps）があり、以下のとおりである。

- ① 目的の定義（Define the objective）
- ② 目的達成の対策を明確化（Identify activities）
- ③ 対策の有効性の見積り（Estimate the effectiveness）
- ④ 費用の見積り（Estimate the cost）
- ⑤ 代替案との限界収益（費用）の見積り（Estimate the marginal return and the marginal cost）

⑥ 優先順位の設定 (Give priority)

⑦ 種々の仮定や価値の判断の明白な記述 (Describe explicitly the assumptions and value judgements)

理論的には、これら7段階の原則を種々の対策と費用との効果に用いればよいことになる。しかし、実際の費用効果分析にあたっては、Randomized controlled trialのような研究や経験から得られるデータが非常に少ないこと、優先順位を設定する場合の主観的判断の問題、モデルを用いた定量的方法の長所と短所などを考慮する必要がある。WHOの会議では、がん対策をモデルにしたDr. Eddy, (WHO Collaborating Center for Research in Cancer Policy, Duke University, USA)のCANTROLの概念と方法について検討し、その応用として行われたCervical Cancer Screening (USA), Resource planning in Finland, Cancer control in India, およびCancer control in Chile, についての分析結果を紹介している。そして次のような結論をしている。費用効果分析は、評価の計画立案者にとって、次の2つの点で役に立つものである。つまり、ある特定の対策を成し遂げる最も少ない費用を決定することができること、また、利用可能な資料を、全体の目的を達成するためのより効果的な対策のために分配することができること、である。そして、会議は次のような勧告をしている。

① 先進国、また発展途上国にとっても、がん問題の大きさと重要性を考えると、基本的には利用可能ながん対策の資源をできるだけ効率よく用いるべきである。

② 利用可能な資源でもって効果的ながん征圧をするために、国々はがん征圧の目的を明白に定義づけし、かつ、それらの目的を達成するための優先順位をつける必要がある。

③ がん征圧のための資源を分配するにあたっての基本的目的は、がんの罹患と死亡率の減少をはかり、がん患者のQOL (Quality of Life) を改善することである。適切な優先順位をすることによって、いまあるがん征圧のための資源は、がん患者の新発生や死亡の数をより減少させるために費用を増やすこと

なく、もっと効果的に用いることができる。

④ 多くの国々で、費用効果評価を用いるように奨励すべきである、と会議の参加者から強い要望が述べられた。WHOによって開発された方法は現在、使用可能である。

⑤ 多くの国では、費用効果評価の方法を用いるように大いに推奨しようと考えているし、またがん征圧に用いられている資源をもっと効率のよいものに改善しようと考えている。費用効果分析の結果に基づいて、多くの国で、がん対策の新しい優先順位を設定しようと考えている。

⑥ 保健対策担当者は、優先順位を決めるための費用効果分析に気がつくべきであるし、また、実際に応用してみるべきである。

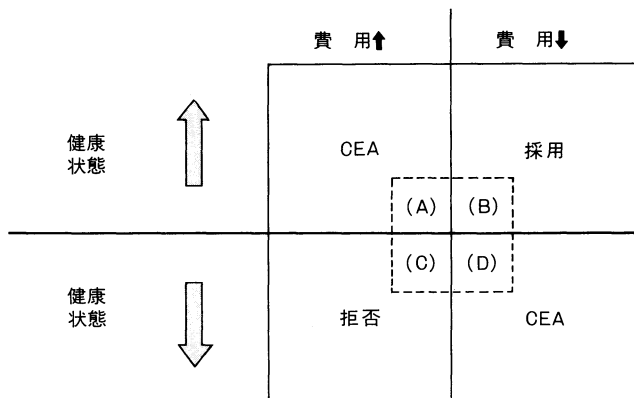
⑦ 国のがん対策を立案するにあたっては、計画立案者は、費用効果分析が使えるように人々を教育するようにはかるべきである。

以上が、WHOががん対策を例にとって費用効果分析についての考えかたを示した要約である。

II 費用効果分析の実際

1. 費用効果/便益/効用分析¹¹⁾¹²⁾

資源には限りがある、検診のために利用可能な人的、物的資源および技術資源はけっして無限ではない。また、国によってはその資源の差はきわめて著しい。それゆえにこそ、WHOの会議の勧告の中にも述べられているように、限りある資源を効果的・効率的に使い、かつ公平に分配し、検診の目的を達成することをはからねばならない。このような考え方に基づいて発展した分野が、医療経済学 (medical economics)、臨床経済学 (clinical economics) である。メディカル・テクノロジー・アセスメントの1つ、あるいは同意語と考えてもよい理論と手法である。経済分析は、決して、医療費を減らすことのみを目的とするものではなく、もし無駄にあるいは非効率的に使われているなら、その



CEA : cost-effectiveness analysis

図1 健康状態と費用・効果分析

費用をより有益なものへ効率よく使うために行うものである。基本的には、図1に示す4つのカテゴリーのうちの主に2つが対象となる。つまり、Bのように効果が上がって費用が安くなる場合は分析するまでもなく当然「採用」すべき手段であるし、Cのように効果も悪くなって費用も高くなる場合も、即「拒否」すべき手段であろう。問題は、Aのように効果が期待できるが費用がかかる場合と、Dのように費用を減らしたいが効果も減少する場合である。しかし、多くは効果を期待するから対策を行うのであって、この場合、対策を行うべきかどうかだけでなく、代替案があるならば、どちらの対策を採用すべきか判断しなければならないし、対策が2つ以上ある場合、その優先順位まで検討する必要がある。

a. 費用効果分析 (Cost-Effectiveness Analysis, CEA)

この分析は、対策の目標とする効果の量と費用の関係を単位費用あたりの効果の量、あるいは単位効果あたりの費用を2つ以上の対策や方法（代替案）について比較し、どちらを選択すべきかを判断するためのものである。たとえば、胃がん患者1名を救命するための費用がA法では100万円、B法では200万円だとすれば、A法を採用することになる。しかし、この場合も、両方の受容度 (compliance, 利用度 availability) 処理能力、合併症の有無による判断への影

響を考慮しなければならない。

また、保健医療に関する費用の測定には、ある対策を行うための「直接費用」、対策の対象となる受検者や家族が負担する「間接費用（労働時間の損失、検査による苦痛などの精神的な費用など）」がある。

b. 費用便益分析 (Cost-Benefit Analysis, CBA)

この分析は、CEAのように代替案との比較をするのではなく、ある対策の効果を貨幣価値 (monetary value) に換算し、かかった費用との大小から判断するので、代替案は必ずしも必要としない。評価の指標は純便益 (Net benefit) (= [総便益] - [総費用]) を用いる。たとえば、肺がん検診で救命された人間の命の貨幣価値が仮に3,000万円だと算出され、その対策による1人救命あたりの費用が1,000万円だとすれば、CBAから純便益が2,000万円となり行う価値があるとす。CBAはその対策を行う「意味があるかどうか」を評価するものであり、CEAは複数の対策を「比較してどれかを選ぶ」評価法である。

費用の測定のとくと同じように、便益にも直接便益と間接便益（労働時間損失の節約など）がある。CBAで最も問題なのは、結果を貨幣価値で評価しなければならないことである。人間の生命の価値を一体、誰がどんな根拠で算出するのか、生存年の延長の価値評価にしても、30歳以降の5年間と、80歳以降の5年間の価値評価は同じか、また違うのか、などの難問である。しか、一般的には、医事訴訟や交通事故の民事裁判での判断では、人間の命の価値をなんらかの方法で算出している。その方法には(1)人的資本法 (human capital method) と(2)支払意志法 (willingness to pay method) とがある。前者は、ある年齢の人がその後一生（大部分は平均寿命年齢まで、または平均余命年数）かかって得られる稼働総所得から生計にかかる費用を引いた生涯稼働額で評価する方法で、一般的には30歳代がピークとなり、加齢とともに評価額は低下する。後者は、たとえば、がん検診を受けなければ胃がんになったとき死亡する確立が80%で、検診を受ければその危険（死亡する確立）が20%に減るとすれば、人はその価値に対してどれほどの額の金を支払う意志があるか、という形で算出するやり方である。

c. 費用効用分析 (Cost-utility Analysis, CUA)

これは上述のCEAと同じ方法であるが、効果(effectiveness)に代わって効用値(utility)で表わすものである。効用とは、たとえば、効果の1つである救命数にしても、完全に健康な状態で生きているのか、身体に障害を残したまま生きているのか、また寝たきりで生きているのか、などのように、同じ救命1つにしても質的評価をするものである。しかし、効用値は、そもそも個人の選好(preference)を基本にしているので客観的な意志決定のときには、問題がないわけではない。がん検診の効果の1つとして、大腸ポリープのポリペクトミーや、大腸がんの人工肛門造設術をとらない内視鏡的手術法による効用値の測定など実際の応用例になるだろう。

2. がん検診の費用効果/便益分析

a. 大腸がん検診の費用効果分析

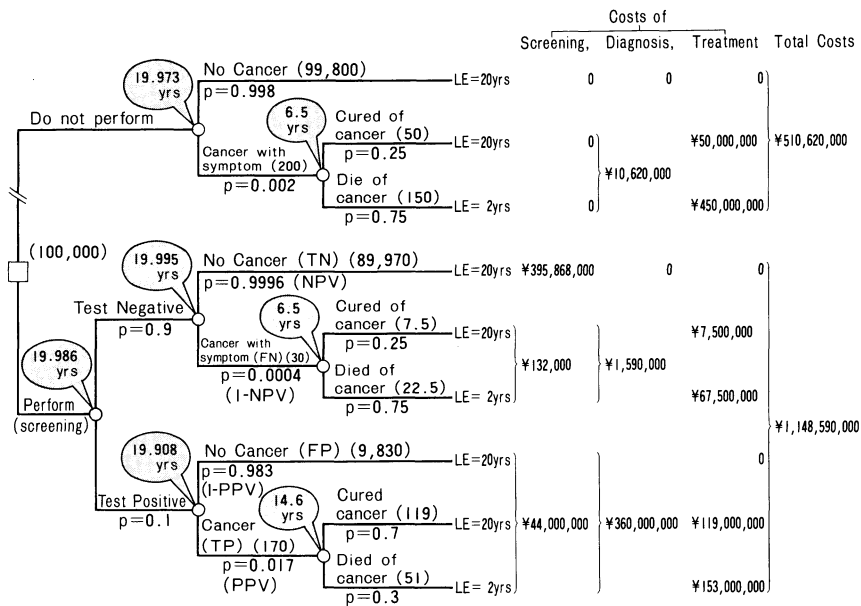
辻ら¹³⁾は免疫学的便潜血テストRPHA法(逆受身血球凝集反応法, Reversed Passive Hemagglutination法)の1日法と2日法を大腸がん集団検診に用いた場合の単純モデルによる費用効果分析を行った。大腸がん患者発見費用は、検査の感度(sensitivity)、特異度(specificity)と対象とする集団中の大腸がん有病率に影響されるので、設定モデルに入れるべき数値を以下のように仮定して分析している。すなわち、対象人口は40歳以上の10万人、有病率は10万人対222、早期がんと進行がんは1対1、検査の感度は早期がんの場合1日法で0.4、2日法で0.6、進行がんでは1日法0.769、2日法で0.923、特異度は1日法で0.976、2日法で0.966、とした。これらの数値は、厚生省の共同研究班で出されたものである¹⁴⁾。また、費用については、スクリーニング法1件あたり1日法700円、2日法1,000円、精検費用はX線検査、内視鏡検査および生検などをあわせた1件あたりの平均25,000円とした。その結果、早期・進行の両者を含めた大腸がん患者1名発見費用は、1日法で1,025千円、2日法で1,423千円、2日法が39.6%高かった。しかし、早期がん患者だけが発見すべき利益と考えて費用を算出すると、1日法で2,998千円、2日法で2,519千円となり、今度は逆

に2日法のほうが15.5%安くなっている。これは、費用効果分析にスクリーニング法の精度（感度と特異度）が影響した例である。この分析は、1日法に対して2日法を行った場合に増加する費用（incremental cost）を2日法によって余分に発見される患者数（救命数）（incremental gain）で割ったいわゆる限界費用（marginal cost）を算出したものである。以上のことから、辻らはRPHA法による大腸がん検診では2日法は1日法よりも発見患者（救命）数が多いという利点とともに、経済的にも正当化できると述べている。

これまで大腸がん検診の費用効果分析に関する多くの報告があるが、各方法の平均費用の比較にとどまるものであり、その多くは限界費用での分析ではない。今後は限界費用による分析で再検討する必要があるだろう。

b. 胃集検の費用効果／便益分析

胃集検の費用効果分析は筆者ら⁷⁾⁸⁾によって古くから行われているが、今回、医学判断学で用いられている Decision tree 法による分析を紹介する。図2は、胃集検を実施する場合としない場合の Decision tree である。ここでは、胃集検発見胃がん患者の平均年齢55歳の10万人を対象と仮定し、期待生存年数（Life expectancy, LE）を早期発見によって救命された場合は平均寿命までの20年間、救命しえなかった場合は2年間と設定した。間接 X 線撮影法を用いる胃集検の感度と特異度、また胃癌の発見率を表2に示すように設定し、費用は表3のようにした。この場合、前述の大腸がん集検の場合の検診と異なり、費用は、治療費まで含む総費用で分析している。胃集検を実施しなければ、当然のごとくスクリーニング費用はかからない。しかし、対象集団の中の胃がん患者はいずれ進行し、自覚症状が出て外来で診断を受けることになる。その場合のがんの深達度によって期待される救命数あるいは期待生存年数は異なってくるし、また、治療法（化学療法等が追加される）と治療費が異なってくることになる。ここでは総費用による限界費用効果の分析を行ったものである。この結果、集検を実施したことによる総費用の増加分は637,970千円と算出され、一方、実施したことによる生存年数の増加分は1300年となる。1年間生存延長するに要する限界費用は49万円と計算される。この Decision tree は約20年の余命をもつ



() : number of person LE : Life Expectancy

(55 yrs old 100,000persons, both sexes, Miagi Pref., Japan)
Prevalence Rate=0.2%, Test Sensitivity=0.85, Specificity=0.9

図2 胃集検のデシジョンツリー(判断樹)

表2 胃集検の感度と特異度

	Cancer	No cancer	Total
Test Positive	170	9,830	10,000
Test Negative	30	89,970	90,000
Total	200	99,800	100,000

Sensitivity=85% Specificity=90%

Rate of Positive Test=10%

Positive Predictive Value=1.7%

表3 胃鏡検査の費用効果分析 (10万人)

Strategy (screening)	Cost (¥)			Life Expectancy (yrs)
	Screening	Diagnosis	Treatment	
(A) Do not perform	0	10,620,000	500,000,000	19.973 × 10 ⁵
(B) Perform	440,000,000	361,590,000	347,000,000	19.986 × 10 ⁵

Cost: screening = ¥4,400, diagnosis (B) (include fiberoptic exam. and biopsy) = ¥36,000
 diagnosis (A) (include fiberoptic exam., direct X-ray and biopsy) = ¥53,000
 treatment of early cancer = ¥1,000,000, treatment of advanced cancer = ¥3,000,000

$$\begin{aligned}
 \text{Marginal cost-effectiveness} &= \frac{\text{costs with (B)} - \text{costs with (A)}}{\text{life expectancy with (B)} - \text{life expectancy with (A)}} \\
 &= \frac{1,148,590,000 - 510,620,000}{19,986 \times 10^5 - 19,973 \times 10^5} \\
 &= \frac{637,970,000}{13 \times 10^2} \\
 &= \text{¥}490,746 / \text{year of survival}
 \end{aligned}$$

55歳の人を考慮して設定したものであるのです、20年を1救命数と考えれば、1救命あたりの限界費用は980万円と計算されることになる。

費用効果分析は、代替案のどちらを選ぶか比較検討するための方法であり、費用便益分析は、その対策を行う価値があるかどうかを判断するための方法で

ある。今回紹介した胃集検の例は、55歳の人間の命の貨幣価値が、1,000万円以上と評価されれば、胃集検は実施する意味のあるものと判断することができる。これは費用便益分析による判断である。

一般的には、費用をかけただけ効果が大きくなるのであるが、ある限界を越えると費用の増加の割にはあまり効果が増えない関係領域ができる。つまり、横軸に限界費用 (marginal costs) を縦軸に限界効果 (marginal effectiveness) をとり、各種の対策で算出された marginal cost-effectiveness の点をプロットしていくと、点で描かれる曲線が水平になるところがある。実際の医療では比較的限界効果の少ないところで行われており、これを“flat-off-the-curve-medicine”と呼ぶことがある¹⁵⁾。

参考文献

- 1) 久道茂：わが国の各種がん集団検診，臨放 33：1513～1521，1988
- 2) 久道茂：がん検診とテクノロジーアセスメント，新医療，1989年1月号 pp. 70～73
- 3) 久道茂：健診と検診の違い，日本医事新報 No.3400，131～132，1989，6,24
- 4) 久道茂：全国集計委員会報告，第29会日本消化器集団検診学会総会，於 大阪，平成2年4月
- 5) 久道茂：がんのスクリーニング検査の効率効果の評価，総合臨床，34：2740～2745，1985
- 6) 深尾彰，久道茂：癌二次予防の概念と戦略，日本臨床，47：978～982，1989
- 7) 久道茂，野崎公雄，白根照男，菅原伸之，大柴三郎：胃集検の費用効果分析，医学のあゆみ，98：81～85，昭51
- 8) 久道茂，山田達哉編：厚生省がん助成金による「胃集団健診効果の評価に関する研究」昭和55年度研究報告，宮城県対がん協会，仙台，昭和56年
- 9) 飯沼武，館野之男：肺癌集検の費用効果分析，日本医放会誌，48：1342～1348，1988
- 10) A WHO Meeting: The use of quantitative methods in planning national cancer control programmes, Bulletin of the World Health Organization, 64 (5)：683-693,1986
- 11) 久道茂：医学判断学入門，南江堂，東京，1990

- 12) 久繁哲徳（編）：臨床判断学，篠原出版，東京，1989
 - 13) 辻一郎，猪苗代裕，深尾彰，久道茂：大腸癌集団検診における1次スクリーニング法に関する費用効果分析，日消集検誌，1990年（投稿中）
 - 14) 久道茂 他：大腸癌検診における各種便潜血テストの感度・特異度およびROC分析に関する研究，厚生省がん研究助成金による「大腸がん集団検診の組織化に関する研究（久道班）」，昭和63年度研究報告，東北大学医学部公衆衛生学教室，仙台，1989，pp. 14～37
 - 15) Sox, H. C., Blatt, M. A., Higgins, M. C. and Marton, K. I. : Medical Decision Marking, Butter worths, Boston, London, Toronto, Wellington, 1988, pp. 328
-