

Title	推計による誤差を考慮した費用便宜分析法：公立幼稚園への応用
Author(s)	宮本, 由紀; 福重, 元嗣
Citation	大阪大学経済学. 2009, 59(3), p. 194-205
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/26574">https://doi.org/10.18910/26574</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

# 推計による誤差を考慮した費用便益分析法

— 公立幼稚園への応用 —\*

宮本由紀<sup>†</sup>・福重元嗣<sup>‡</sup>

## 要 約

余剰分析を用いて便益を計測する場合、需要関数と供給関数を推計する必要がある。推計された需要曲線と供給曲線およびそこから求められた余剰は推定による誤差が生じる。便益の値の標準誤差を考慮せず費用と便益の比率を求めた場合、統計的には1に等しいと判断できる場合でも、1より大きいあるいは小さいと判断してしまう可能性がある。本稿では、余剰分析を用いた便益の標準誤差を考慮して費用便益分析を行い、費用と便益の比率が1に等しいか否かの検定を行う。帰無仮説が棄却され、その値が1よりも小さ（大）ければ、便益は費用よりも小さい（大きい）と判断することができる。47都道府県の公立幼稚園を分析対象とした結果は、便益として消費者余剰のみを対象とした場合においても、費用と便益の比率はすべての都道府県で1以下であるが、東京都と大阪府については1に等しいという帰無仮説を棄却することは出来なかった。

JEL classification codes: H43, I28, C12

Keywords: cost-benefit analysis, surplus analysis, kindergarten

## 1. はじめに

費用便益分析に関する先行研究は数多く存在

するが、便益の値を正確に求める方法については多くの議論があり、未だ一致した見解は得られていない<sup>1</sup>。特に便益の発生が長期にわたる道路や橋といった公共財を扱う場合について多くの議論がなされてきた。これは、このような公共財は市場で取引が行われなため、便益をどのように計測するかといった問題に直面するからである。このような財の便益を推計する方法として、アンケート調査を用いる仮想評価法 (CVM) (Johansson (1987) を参照) やコンジョイント法 (Luce (1964) を参照) など

\* 本稿は日本経済学会2006年度春期大会（福島大学）で報告した論文を大幅に加筆、修正したものである。学会報告において、座長の岩本康志先生（東京大学）、討論者の上田孝行先生（東京工業大学（当時））およびフロアの先生方から有益なアドバイスをいただきました。また、関西公共経済学研究会、ポリシーモデリング・ワークショップ（政策大学院大学）、関西計量経済学研究会（神戸大学）、産業経済研究所プロジェクト経済学部研究会（明治学院大学）の参加者の方々からも有益なコメントをいただきました。

<sup>†</sup> 名城大学都市情報学部

〒509-0261 岐阜県可児市虹ヶ丘4-3-3

Email: yumiya@urban.meijo-u.ac.jp

<sup>‡</sup> 大阪大学大学院経済学研究科

〒560-0043 大阪府豊中市待兼山町1-7

Email: mfuku@econ.osaka-u.ac.jp

<sup>1</sup> 費用便益分析に関する先行研究はTresch (2002), Layard and Glaister (1994), Feldstein (1972), Harberger (1972) Prest and Turvey (1965) やその中の参考文献を参照せよ。

が開発されてきた。これらの研究の中心は、アンケートの対象をどのような範囲にするか、質問の内容や順序をどのようにすればよいのかなど、調査の方法に関するものであった。一方、道路や橋のような財では、将来に対する不確実性 (Gollier (2002) Pollak (1998), Schulze et al. (1994), Graham (1981), James (1975), Arrow and Lind (1970) を参照) や、将来の価値を現在の価値に直す割引率 (Weitzman (2001), Warr and Wright (1981) Sjaastad and Wisecarver (1977) Feldstein (1972) Harbergr (1972) を参照) に関する議論も多く行われてきた<sup>2</sup>。

政策の影響が長期に及ぶ財に関しては、その便益が費用を大幅に上回ることが多く、分析方法も充分精緻化されて来なかったため、推計によって生じる誤差に関してはほとんど無視されてきた。しかしながら、わが国の近年の急速な財政赤字の増加は、政府が行う政策により一層の効率性が求められるようになっており、比較的短い期間で評価期間を区切り、期ごとに政策評価を行おうとする動きが進行している。このような将来の不確実性が少なく割引率の影響をあまり受けない状況において、短期間の事後的な評価を行う場合、便益が費用を大きく上回るといったことは稀であり、便益の推計による誤差が分析結果に大きな影響を与える可能性が出てくる。

本研究では、余剰の計測をもとに費用便益分析を行う場合について、推定による誤差を考慮した分析方法を提案する。余剰分析を用いて便益を計測する場合には、まず需要関数と供給関数を推計し、推計結果をもとに政策の変更による余剰の変化分を求めることになる。通常、需

要関数と供給関数を計量経済学的に推計する場合には、回帰式に誤差項を仮定し推計を行うため、回帰式の係数およびその値をもとに求められる余剰について標準誤差を計算することが可能である。余剰の標準誤差を考慮せずに、費用と便益の比率を求めた場合、統計学的には1に等しいと見なせる場合でも、1よりも小さいと判断してしまう可能性がある<sup>3</sup>。本研究では推定された便益の標準誤差を考慮して費用対便益の比率が1に等しいかどうかの仮説検定を行う方法を提案する。具体的には、推計された需要関数及び供給関数の係数および標準誤差をもとに、費用と便益の比率 ( $\lambda$ ) について、 $\lambda = 1$  を帰無仮説とした非線形の世界・タイプの検定を提案する。帰無仮説が棄却され、その値が1よりも小さければ、プロジェクトから得られる便益は費用よりも小さいと統計学的に判断することが可能となる。

分析対象としては、わが国の公立幼稚園を対象とする<sup>4</sup>。少子化による社会の情勢の変化から、いくつかの地方自治体は公立幼稚園を廃止、あるいは幼保一元化という考え方をもとに、保育園との統合を進めようとしている。しかしながら、これまでの公立幼稚園廃止政策に関する議論は、理念的な議論がほとんどで数量的な分析が行われて来なかった。このような公立幼稚園に関して、便益の標準誤差を考慮した費用便益分析を行うことは、地方自治体の政策決定の資料としても有益な情報を提供するものであると考えられる。

論文の構成は以下の通りである。次節では、推定された需要関数と供給関数をもとに計測される余剰の標準誤差を考慮して、帰無仮説： $\lambda = 1$  を検定する方法について提案を行う。具体的には、公立幼稚園を対象とした余剰分析をもとに、検定方法を解説する。最後に3節では本研究の結果と今後の課題についてまとめる。

<sup>2</sup> これらの問題の解決策の1つとして感度分析がある (Yohe (1998) を参照)。感度分析とはあるパラメータの変化に対して、総便益がどのように変化するかを考察するものである。

<sup>3</sup> 通常の仮説検定の方法が利用できるため、帰無仮説は (B by C:費用対便益の比率) が1以外の場合にも応用可能である。

<sup>4</sup> 福島県郡山市では、市内にある5つの公立幼稚園全てを廃止する計画が進められている。



$P^*$ 点と $B$ 点を結んだ直線となり、仮定3より私立幼稚園の供給曲線は $G$ 点と $S^*$ 点を結んだ直線となる。従って、公立幼稚園が存在する時の供給曲線は $P^*BGS^*$ を結んだ線のようになる。このとき均衡点は $E^*$ となり、授業料は $P^*$ そして園児数は $Q^*$ に決定される。

次に、公立幼稚園が全廃されたときの需要曲線と供給曲線について説明をする。公立幼稚園が全廃されても、幼稚園の需要には影響がないと考えられるので、需要曲線は $D$ 曲線のままである。私立幼稚園の供給曲線は公立幼稚園の供給量の分、つまり $Q_p$ の分だけ私立幼稚園の供給曲線がシフトし $S^{**}$ 曲線となる。このとき均衡点は $E^{**}$ となり、授業料は $P^{**}$ そして園児数は $Q^{**}$ に決定される。

図2 公立幼稚園が存在する場合の余剰分析

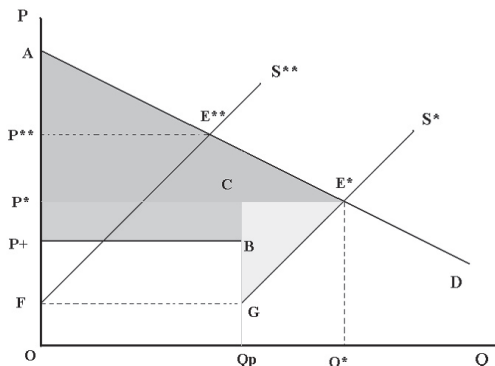
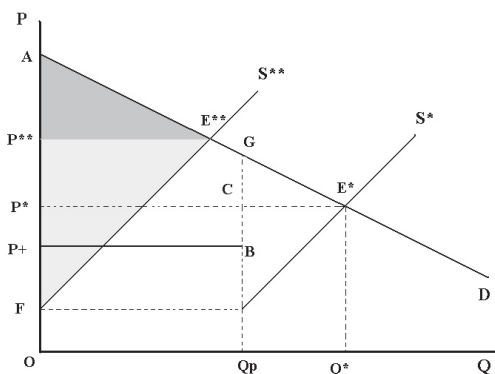


図3 公立幼稚園が存在しない場合の余剰分析



次に先に説明した需要曲線と供給曲線を用いながら、公立幼稚園が存在する場合の余剰、更に公立幼稚園が全廃されたときの余剰、最後に公立幼稚園が存在することによって得られる便益について説明を行う。公立幼稚園が存在する場合の余剰は図2の色が塗られている面積となる。需要曲線は $D$ 曲線、供給曲線が $P^*BGS^*$ 曲線、均衡点が $E^*$ であるので、消費者余剰は三角形 $AE^*P^*$ の面積と公立幼稚園の授業料 $P^*$ が均衡点での授業料 $P^*$ より低いことから生じる余剰分、四角形 $P^*CBP^*$ の面積の合計の値となる。生産者余剰は三角形 $CE^*G$ となる。公立幼稚園が存在する場合の総余剰は消費者余剰である三角形 $AE^*P^*$ と四角形 $P^*CBP^*$ 、生産者余剰である三角形 $CE^*G$ を合計した図2の色が塗られている面積となる。公立幼稚園が全廃された場合の余剰は図3の色が塗られている面積のようになる。需要曲線が $D$ 曲線、供給曲線が $S^{**}$ で均衡点が $E^{**}$ であるので、消費者余剰は三角形 $AE^{**}P^{**}$ となり、生産者余剰は三角形 $P^{**}E^{**}F$ となる。従って、総余剰は $AE^{**}F$ となる。公立幼稚園が存在することによって得られる便益は、幼稚園市場が公立幼稚園と私立幼稚園から成り立っているとき幼稚園市場全体から得られる余剰から、公立幼稚園が全廃され私立幼稚園のみになったとき幼稚園市場全体から得られる余剰を引いた値となる。つまり図2の色が塗られている面積から、図3の色が塗られている面積を引いた面積を公立幼稚園が存在することによって得られる便益とする。

## 2.2 需要関数と供給関数の推計

具体的な需要関数の定式化は<sup>8</sup>、公立幼稚園

<sup>8</sup> 消費者余剰を求めるためには、ヒックスの補償需要関数を用いなければならない。しかしながら、補償需要関数を求めるためにはCVM(仮想的評価法)など市場以外でのデータの収集が必要となる。Willing(1976)はヒックスの補償需要関数の推計にマーシャルの需要関数を用いることが可能であることを示した。そのため、本稿では、マーシャルの需要関数を用いて消費者余剰の計算を行う。

の需要と私立幼稚園の需要を合計した幼稚園の需要 ( $Q_i^D$ ) である幼稚園の園児数が、私立幼稚園の授業料 ( $P_i$ ) と各都道府県における幼稚園に対する基礎的な需要を決定する社会経済変数によって決定されると考え、(1) 式のように定式化した。添え字の  $i$  は地域を表している。

$$Q_i^D = \alpha_0 + \alpha_1 P_i + \alpha_2 \text{preschool}_i + \alpha_3 \text{family}_i + \alpha_4 \text{marriage}_i + \alpha_5 \text{income}_i + \alpha_6 \text{property}_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

授業料 ( $P_i$ ) が高くなれば幼稚園への需要が減ると考えられるため、授業料 ( $P_i$ ) は幼稚園の需要に対して負の影響を与えると考えられる。都道府県における基礎的な社会経済変数には、幼稚園と競合関係にあると考えられる保育園に関する変数、幼稚園へ通うことが可能である子供の数、地域ごとの経済的な豊かさを示す変数が考えられる。保育園に関する変数として保育園数 (preschool) を用いた。保育園は幼稚園と競合関係であると考えられることから、保育園数 (preschool) は、幼稚園の需要に対して負の影響を持つと予想される。幼稚園へ通うことが可能である子供の数を示す代理変数として夫が就業で妻が非就業で子供がいる世帯数 (family) と婚姻数 (marriage) を用いた。幼稚園へ入園する可能性がある子供の数が増えれば、幼稚園の児童数が増えると考えられるため、これらの変数は幼稚園需要に対して正の影響を与えると予想される。地域ごとの経済的な豊かさを示す代理変数として一人当たりの県民所得 (income)、一人当たり金融資産保有残高 (property) を用いた。地域ごとの経済的な豊かさが幼稚園の需要に対して正の影響を与えるか負の影響を与えるかは、経済的な豊かな理由としては2つの理由が考えられるため、事前に予測することは難しいであろう。第1に夫の所得が高い場合。この場合、所得が増加すると子供の数が増えると考えられるため、幼稚園への

需要も正の影響を受けるであろう。第2に夫婦共働きのため所得が高い場合。妻が働きに出ることによって子供の数を減らす、あるいは幼稚園と代替関係にあると思われる保育園を選択するため、幼稚園の需要に対して負の影響を与えると考えられる。従って、地域ごとの経済的な豊かさを示す変数の符号を予想することはできない。最後に(1)式の  $\varepsilon_i$  は誤差項を示している。

次に供給関数の定式化について説明をする。図1で供給関数はP'BGS\*を結んだ線で示されているが、仮定2より都道府県ごとの公立幼稚園の供給は外生的であることから、私立幼稚園の供給曲線であるS\*曲線の定式化をすればよい。私立幼稚園に関する供給 ( $Q_i^S$ ) を私立幼稚園の生徒数として、この供給が私立幼稚園の授業料 ( $P_i$ ) の他に供給に対する限界費用と各都道府県における幼稚園に対する基礎的な供給を決定する社会経済変数によって決定されると考え、(2) 式のように定式化した。添え字の  $i$  は地域を表している。

$$Q_i^S = \beta_0 + \beta_1 P_i + \beta_2 \text{prechild}_i + \beta_3 \text{pop5}_i + \beta_4 \text{household}_i + \beta_5 \text{kindergartens}_i + \beta_6 \text{lwage}_i + \beta_7 \text{land}_i + \mu_i \quad (2)$$

授業料 ( $P_i$ ) が高くなれば私立幼稚園の供給は増えると考えられるため、授業料 ( $P_i$ ) は幼稚園の供給に対して正の影響を持つと考えられる。幼稚園の供給に対する限界費用の代理変数として、労働費用と施設費用が考えられる。労働費用として幼稚園の教員の賃金 (lwage)、施設費用として地価 (land) を用いた。限界費用が高くなれば幼稚園の供給は減ると考えられるため、限界費用に関する変数は幼稚園供給に対して負の影響を与えると予想される。各都道府県における幼稚園に対する基礎的な供給を決定する社会経済変数としては、幼稚園と競合関係にある保育園に関する変数、幼稚園へ通うことが可能である子供の数、潜在的な幼稚園入園者

を示す変数、地域における幼稚園同士の競争の程度を表わす変数が考えられる。保育園に関する変数として保育園園児数 (*prechild*) を用いた。需要関数と同様に保育園に関する変数は供給に関して負の影響を持つと考えられる。幼稚園に通うことが可能である子供の数を示す代理変数として5歳未満人口 (*pop5*) を用いた。幼稚園に通うことが可能である子供の数が増えると幼稚園の供給は増えると考えられることから、5歳未満人口 (*pop5*) の変数は正の影響を与えると考えられる。潜在的な幼稚園入園者を示す変数として世帯数 (*household*) を用いた。潜在的な幼稚園入園者が増えると幼稚園の供給は増えると考えられるため、世帯数 (*household*) の係数も正であると考えられる。地域における幼稚園の規模を示す変数として、面積あたりの幼稚園数 (*kindergartens*) を採用した。面積あたりの幼稚園の数が大きくなれば、今まで近くに幼稚園がなかったため幼稚園に通うことができなかつた児童が幼稚園に通うことが可能となると思われるため、面積あたりの幼稚園数が幼稚園供給に正の影響を与えると考えられる。また、面積あたりの幼稚園数が増えると幼稚園同士の競争が激しくなり、幼稚園の児童集めのため限界費用が上昇し、供給に対して負の影響を持つとも考えられる。したがって、地域における幼稚園市場の規模を示す変数の符号は予想することは難しい。(2) 式の  $\mu_i$  は誤差項を示している。需要関数と供給関数の推計に用いられたデータの出所は表1の通りである。

以上の需要関数と供給関数が計量経済学的に識別可能であるための次数条件は、内生変数の数 ( $m$ )、需要あるいは供給関数の外生変数の数 ( $k$ )、需要と供給関数の外生変数の数 ( $K$ ) の関係がより、 $m+k-1 \leq K$  である。本研究で推計する需要関数と供給関数において  $m=2$ ,  $K=11$  であり、需要関数では  $k=5$ 、供給関数では  $k=6$  であることから、 $m+k-1 \leq K$  は満たされ、需要関数、供給関数ともに識別性は満た

されている。また、需要関数と供給関数の推計には、説明変数の同時性の問題が生じている<sup>9</sup>。この問題を考慮せず、最小二乗法で推計を行うと推定量は不偏性も一致性も満たさない。そのため需要関数と供給関数の推計方法として、二段階最小二乗法や三段階最小二乗法がよく使われている<sup>10</sup>。本研究で推定される余剰や便益の標準誤差の推定のために、推計された需要関数と供給関数の係数の共分散が必要となる。三段階最小二乗法を用いて2本の式を同時推定することによってこの問題は解決するため、本研究では三段階最小二乗法を用いて推計を行った。

推計結果は表2の通りである<sup>11</sup>。上が需要関数の推計結果で下が供給関数の推計結果である。先に定式化した全ての説明変数を用いて推計した結果をフルモデルと呼び、すべての係数が統計的に有意に推計されるように変数選択を行った結果をセレクトモデルと呼ぶことにする。フルモデルでは、需要関数、供給関数ともに授業料 ( $P_i$ ) が5%有意水準において有意に推計されておらず、いくつかの変数においても有意でない係数が推計されている。セレクトモデルでは、まず識別性の問題は、需要関数と供給関数において  $m=2$ ,  $K=7$  であり、需要関数では  $k=3$ 、供給関数では  $k=4$  であることから、 $m+k-1 \leq K$  は満たされ、需要関数、供給関数ともに識別性は満たされている。需要関数の推計結果を見ると授業料の係数は負に推計されており、他の変数も予想した通りの符号条件が得られている。供給関数の推計結果を見ると授業料の係数は、5%有意水準では帰無仮説を棄却することができないが、10%有意水準で

<sup>9</sup> 内生性や同時方程式モデルについてはGoldfeld and Quandt (1968), Green (2000) を参照。

<sup>10</sup> 二段階最小二乗法についてはKelejian (1971), Green (2000) を参照せよ。三段階最小二乗法についてはZellner and Theil (1962), Green (2000) を参照せよ。

<sup>11</sup> 最適化の計算方法としてガウス・ニュートン法を用いた。ニュートン法, Berndt *et al.* (1974) のBerndt-Hall-Hausman法 (BHHH法) を用いて同様の計算を行ったが同じ推計結果が得られた。

表1 データの出所

データ	統計	出所
幼稚園園児数	学校基本調査報告書	文部科学省生涯学習政策局調査企画課編
幼稚園授業料（私立）	学校基本調査報告書	文部科学省生涯学習政策局調査企画課編
公立幼稚園授業料	全日私幼連要覧	
幼稚園への補助金	都道府県決算状況調	地方財政調査研究会編
幼稚園数	学校基本調査報告書	文部科学省生涯学習政策局調査企画課編
保育園数	社会福祉行政業務月報	厚生労働省大臣官房統計情報部社会統計課調
保育園園児数	社会福祉行政業務月報	厚生労働省大臣官房統計情報部社会統計課調
保育士賃金	賃金センサス	厚生労働大臣官房政策調査部編
人口	住民基本台帳人口	総務省自治行政局市町村課編
5歳未満人口	住民基本台帳人口	総務省自治行政局市町村課編
所得	県民経済計算年報	内閣府経済社会総合研究所国民経済計算部編
金融貯金残高	金融経済統計月報	全国銀行協会連合会編
面積	全国都道府県市区町村別面積調	国土交通省国土地理院測図部調査資料課編
土地平均価格	都道府県地価調査	国土交通省土地・水資源局地価調査課
夫婦世帯の就業状態	国勢調査報告	総務省統計局統計調査部国勢統計課編
世帯数	国勢調査報告	総務省統計局統計調査部国勢統計課編
婚姻件数	人口動態統計	厚生労働省大臣官房統計情報部人口動態・保健統計課編

表2 需要関数と供給関数の推計

需要関数の推計結果

	フルモデル			セレクトモデル		
	係数	t値	p値	係数	t値	p値
C	10023.100	0.919	[.358]	40759.3	2.244	[.025]
P <sub>i</sub>	-562.088	-0.994	[.320]	-2096.57	-1.916	[.055]
preschool	-19.057	-3.360	[.001]	-28.6835	-3.479	[.001]
family	122.004	4.893	[.000]	93.2123	2.693	[.007]
marriage	1.227	3.867	[.000]	1.83913	4.250	[.000]
income	1.923	1.992	[.046]			
property	-0.623	-2.093	[.036]			
R-squared	0.989			0.972		

供給関数の推計結果

	フルモデル			セレクトモデル		
	係数	t値	p値	係数	t値	p値
C	-29298.900	-1.966	[.049]	-58155.1	-2.107	[.035]
P <sub>i</sub>	2208.360	2.018	[.044]	3653.5	2.047	[.041]
prechild	-0.416	-4.626	[.000]	-0.395788	-3.102	[.002]
pop5	0.152	3.300	[.001]	0.194742	3.065	[.002]
household	0.029	5.150	[.000]	0.025017	3.408	[.001]
kindergartens	-7018020.000	-3.431	[.001]	-5738400	-2.872	[.004]
lwage	-33.118	-0.494	[.621]			
land	0.096	1.605	[.109]			
R-squared	0.966			0.934		



は帰無仮説が棄却され、符号も正に推計されている。保育園児数 (*prechild*) の係数は予想した通りに負に、5歳未満人口 (*pop5*) と世帯数 (*household*) の係数は正に推計されている。面積あたりの幼稚園数 (*kindergartens*) の係数は負に推計されている。面積あたりの幼稚園数 (*kindergartens*) の係数は負に推計されたのは地域の幼稚園同士の競争が激しく、そのための追加的な費用が大きく、供給に対して負の影響を与えていると判断することができるであろう。以上のセレクトモデルの推計結果から、需要関数そして供給関数ともに識別され適切な推計結果を得たものと判断する。

### 2.3 公立幼稚園の費用便益分析

推計結果をもとに、公立幼稚園が存在しているときの消費者余剰は図2の三角形 $AE^*P^*$ と四角形 $P^*CBP^*$ の面積の合計であるが、三角形 $AE^*P^*$ の面積は推計した需要関数からA点を求め、推計した需要関数と供給関数から均衡点 $E^*$ を求め、三角形の面積の公式に従って面積を求めた。次に四角形 $P^*CBP^*$ は均衡価格 $P^*$ と外生的に与えられている公立幼稚園の授業料 $P^*$ と公立幼稚園の児童数である $Q_p$ から計算を行った<sup>12</sup>。生産者余剰である三角形 $CGE^*$ は、均衡点の生徒数である $Q^*$ から公立幼稚園の生徒数 $Q_p$ を引いた値と均衡点の生徒数から推計した供給曲線から求めたG点から三角形の面積の公式に従って面積を計算した。総余剰は消費者余剰と生産者余剰を合計した値である。次に公立幼稚園が全廃された時の供給関数は図3の $S^{**}$ 曲線である。 $S^{**}$ は推計した $S^*$ 曲線を公立幼稚園の供給量である $Q_p$ の分シフトさせて求めた。このとき、図3の三角形 $AE^{**}P^{**}$ である消費者余剰は、推計した需要関数からA点を求め、推計した需要関数と $S^{**}$ 曲線である供給関数から

均衡点 $E^*$ を求め三角形の面積を求めた。生産者余剰は $S^{**}$ 曲線である供給関数からF点を求めることによって三角形 $P^{**}E^{**}F$ の面積を求めた。先ほどと同様に、消費者余剰と生産者余剰を合計した値が総余剰である。以上の公立幼稚園が存在する場合と廃止された場合の余剰の差を、公立幼稚園のもたらす便益と考える。

一方、公立幼稚園に対する費用としては、市町村が公立幼稚園に与える金額を都道府県ごとに集計した「地方財政統計年報」の市町村目的別歳出決算の教育費の中の幼稚園の項目の値を用いた。この金額の中には使用料・手数料として、公立幼稚園に通う児童が支払った授業料が含まれている。従って、幼稚園費から公立幼稚園の授業料に公立幼稚園の生徒数をかけた値を差し引いた金額を、公立幼稚園に対する費用として用いている。

推計された便益は、各月に生じている余剰の推計値であり、都道府県の幼稚園に対する支出データは年次であるために、余剰の推計値を12倍し費用便益分析を行った。仮説検定の結果は表3の通りである<sup>13</sup>。2列目から4列目(総余剰)は便益として総余剰を用いたときの結果である。この結果を見ると、全ての推定値は1より小さく、費用と便益の比率は1に等しいという帰無仮説は47都道府県全てで棄却される。このことから、公立幼稚園が存在することによって得られる便益は費用より統計的に有意に小さいことが分かった。

総余剰でみた分析結果に対して、公立幼稚園の存在により生産者側余剰が減少しても、消費者側の余剰が費用を上回っていれば、公立幼稚園に存在意義があると考えられるかもしれない。そのため、表3の5列目から7列目は、便益として消費者余剰のみを用いたときの結果を示している。47都道府県の中2県(東京都、大阪府)において、費用と便益の比率は1

<sup>12</sup> 公立幼稚園の授業料は都道府県ごとの平均値を得ることができなかったため、全日私幼連要覧の公立幼稚園の授業料の全国平均値を用いた。

<sup>13</sup> 総余剰や消費者余剰の標準偏差はTSPのANALYZコマンドを用いて計算した。

表3 費用便益分析

	total			consumer		
	Estimate	t-statistic	P-value	Estimate	t-statistic	P-value
北海道	0.141	7.733	[.000]	0.351	3.538	[.000]
青森県	0.085	22.191	[.000]	0.103	14.201	[.000]
岩手県	0.171	9.754	[.000]	0.213	6.012	[.000]
宮城県	0.167	9.232	[.000]	0.253	5.235	[.000]
秋田県	0.188	8.937	[.000]	0.226	5.562	[.000]
山形県	0.180	9.323	[.000]	0.223	5.743	[.000]
福島県	0.252	5.550	[.000]	0.358	3.042	[.002]
茨城県	0.204	7.042	[.000]	0.322	3.771	[.000]
栃木県	0.243	6.059	[.000]	0.345	3.344	[.001]
群馬県	0.194	8.347	[.000]	0.259	4.929	[.000]
埼玉県	0.227	5.153	[.000]	0.510	1.981	[.048]
千葉県	0.217	5.594	[.000]	0.461	2.342	[.019]
東京都	0.306	3.496	[.000]	0.715	0.864	[.388]
神奈川県	0.236	5.061	[.000]	0.534	1.866	[.062]
新潟県	0.210	7.229	[.000]	0.276	4.270	[.000]
富山県	0.216	7.778	[.000]	0.249	4.896	[.000]
石川県	0.219	7.696	[.000]	0.251	4.853	[.000]
福井県	0.288	5.556	[.000]	0.310	3.578	[.000]
山梨県	0.180	9.899	[.000]	0.209	6.266	[.000]
長野県	0.184	8.787	[.000]	0.245	5.230	[.000]
岐阜県	0.207	7.687	[.000]	0.275	4.515	[.000]
静岡県	0.223	6.066	[.000]	0.373	3.060	[.002]
愛知県	0.262	4.416	[.000]	0.554	1.624	[.104]
三重県	0.206	7.949	[.000]	0.259	4.810	[.000]
滋賀県	0.223	7.344	[.000]	0.271	4.490	[.000]
京都府	0.211	7.512	[.000]	0.296	4.271	[.000]
大阪府	0.319	3.360	[.001]	0.700	0.898	[.369]
兵庫県	0.200	6.264	[.000]	0.400	2.879	[.004]
奈良県	0.227	7.500	[.000]	0.271	4.611	[.000]
和歌山県	0.214	7.950	[.000]	0.252	4.954	[.000]
鳥取県	0.148	12.607	[.000]	0.164	8.193	[.000]
島根県	0.222	7.692	[.000]	0.238	5.011	[.000]
岡山県	0.237	6.519	[.000]	0.299	3.886	[.000]
広島県	0.212	6.994	[.000]	0.315	3.852	[.000]
山口県	0.240	6.504	[.000]	0.300	3.885	[.000]
徳島県	0.260	6.551	[.000]	0.275	4.279	[.000]
香川県	0.273	5.994	[.000]	0.302	3.804	[.000]
愛媛県	0.236	6.665	[.000]	0.294	4.002	[.000]
高知県	0.209	8.176	[.000]	0.231	5.257	[.000]
福岡県	0.220	6.067	[.000]	0.398	2.894	[.004]
佐賀県	0.335	4.306	[.000]	0.386	2.613	[.009]
長崎県	0.186	9.073	[.000]	0.225	5.639	[.000]
熊本県	0.197	8.183	[.000]	0.245	5.008	[.000]
大分県	0.199	8.660	[.000]	0.233	5.425	[.000]
宮崎県	0.138	13.109	[.000]	0.161	8.375	[.000]
鹿児島県	0.191	8.223	[.000]	0.250	4.913	[.000]
沖縄県	0.331	4.411	[.000]	0.384	2.661	[.008]

に等しいという帰無仮説は棄却できなかった。大阪府と東京都では、費用と便益の比率が0.72と0.7と1よりも小さいが、統計学的には費用は便益よりも大きいと判断するのは早計であることを示唆する結果である。このように便益の標準誤差を考慮した場合、費用と便益の比率の推定値がたとえ1よりも小さくても、費用と便益は同じである可能性を示すといった統計学的にはより厳密な結果を得ることが可能になる。

### 3. 終わりに

本研究では費用と便益の比率が1に等しいか否かについて便益が推定による誤差を含むことを考慮して仮説検定を行った。分析対象は公立幼稚園であり、2000年の都道府県データを用いた。分析結果からは、便益として消費者余剰を用いた場合には、47都道府県全てにおいて費用と便益の比率は1以下であったが、費用と便益の比率が1であるという仮説を47都道府県中2県で棄却することができなかった。このことは、推計による誤差を考慮した場合、費用と便益の比率が1以下であるという判断が正しくない可能性を示唆する<sup>14</sup>ものであり、従来の推計された値のみを用いた判断に比べ統計学的にはより厳密な判断が行えるようになったことを示すものである。

残された課題としては、本研究では計算の簡単化のために線形の需要関数と供給関数を想定し推計を行っているが、多くの研究で採用されている対数線形モデル等の非線形モデルを適用することによって、よりフィットの高い需要関数と供給関数を推計することが出来るかも知れない。このように線形モデル以外の定式化において、どのように便益及び便益の標準誤差を推計し、費用便益分析を行うかは今後の課題である。

<sup>14</sup> 具体的には、仮説検定におけるタイプIのエラーと呼ばれている状態が起こる確率を指す。

### 参考文献

1. Arrow, K. and R. Lind (1970) "Uncertainty and the Evaluation of Public Investment Decisions," *American Economic Review*, 70, pp375-376.
2. Berndt, E. K., B. H. Hall, and J. A. Hausman (1974) "Estimation and Inference in Non-linear Structural Models", *Annals of Economic and Social Measurement*, 3, pp653-665.
3. Feldstein, M.(1972) "The Inadequacy of Weighted Discount Rates," in R. Layard, Ed., *Cost-Benefit Analysis*, Penguin Education, Penguin Books, Ltd., Harmondsworth, Middlesex, England.
4. Goldfeld, S., and R. Quandt (1968) "Nonlinear Simultaneous Equations: Estimation and Prediction." *International Economic Review*, 9, pp113-136.
5. Gollier, C. (2002) "Discounting an Uncertain Future," *Journal of Public Economics*, 85, pp149-166.
6. Graham, D. A. (1981) "Cost-Benefit Analysis under Uncertainty" *American Economic Review*, 71, pp715-725.
7. Green., W. H. (2000) *Econometric Analysis*, 4<sup>th</sup> ed., Prentice Hall, New Jersey.
8. Harberger, A. (1972) "The Opportunity Costs of Public Investment Financed by Borrowing," in R.Layard, Ed., *Cost-Benefit Analysis*, Penguin Education, Penguin Books, Ltd., Harmondsworth, Middlesex, England.
9. James, E.(1975) "A Note on Uncertainty and the Evaluation of Public Investment Decisions," *American Economic Review*, 65, pp200-205.
10. Johansson,P.O.(1987)" The Economic Theory and Measurement of Enviromental Benefits,

- Cambridge University Press, Cambridge, UK; New York
11. Kelejian, H. (1971) "Two-Stage Least Squares and Econometric Systems Linear in Parameters but Nonlinear in the Endogenous Variables" *Journal of the American Statistical Association*, 66, pp373-374.
  12. Layard, R., and Glaister, S.(1994) *Cost-Benefit Analysis*, second ed., Cambridge University Press, New York..
  13. Luce, R. D and Tukey, J. W. (1964) "Simultaneous Conjoint Measurement- A New Type of Fundamental Measurement" , *Journal of Mathematical Psychology*, 1, pp1-27
  14. Pollak R. A. (1998) "Imagine Risks and Cost-Benefit Analysis" *American Economic Review*, 88, pp376-380.
  15. Prest A. R. and R. Turvey (1965) "Cost-Benefit Analysis: A Survey" *The Economic Journal*, 75, pp683-735.
  16. Schulze P. C., M. Leighton and D R. Peart (1994) "Enrichment Planting in Selectively Logged Rain Forest : A Combined Ecological and Economic Analysis" *Ecological Applications*, 4, pp581-592.
  17. Sjaastad. L., and Wisecarver, D. (1977) "The Social Cost of Public Finance," *Journal of Political Economy*, 85, pp513-548.
  18. Tresch, R.W. (2002) *Public Finance A Normative Theory*, second ed., Academic Press.
  19. Warr, P. G., and B. D. Wright (1981) "The Isolation Paradox and the Discount Rate for Benefit-Cost Analysis" *The Quarterly Journal of Economics*, 96, pp129-145.
  20. Weitzman, M. L. (2001) "Gamma Discounting" *American Economic Review*, 91, pp260-271.
  21. Willing, R. D. (1976) "Consumer' s Surplus without Apology" *American Economic Review*, 66, pp586-597.
  22. Yohe, G. W. (1998) "First Principle and the Economic Comparison of Regulatory Alternatives in Global Change," *Cost-Benefit Analysis of Climate Change: The Broader Perspective*, Birkhauser Verlag Basel/ Switzerland.
  23. Zellner, A. and H. Theil. (1962) "Three Stage Least Squares: Simultaneous Estimation of Simultaneous Equations." *Econometrica*, 30, pp63-68.

## Cost-benefit analysis with standard error of surplus and its application to public kindergartens in Japan

Yuki MIYAMOTO and Mototsugu FUKUSHIGE

This paper proposes a way to introduce a statistical hypothesis testing in cost-benefit analysis with standard error of surplus. To construct a nonlinear type Wald test for the benefit by cost from the estimated demand and supply functions, we suggest a statistical hypothesis testing procedure for this problem. We also apply this method for the cost-benefit analysis about the public kindergartens in Japan.

JEL classification codes: H43, I28, C12

Keywords: cost-benefit analysis, surplus analysis, kindergarten