

有料道路の最適料金水準と独立採算下における 料金水準の比較－英国M6tollのケース－

岸 昭雄¹・河野 達仁²

¹正会員 静岡県立大学講師 大学院経営情報学部研究科 (〒420-8526 静岡県静岡市駿河区谷田52-1)

E-mail:kishi@u-shizuoka-ken.ac.jp

²正会員 東北大学教授 大学院情報科学研究科 (〒980-8579 宮城県仙台市青葉区青葉6-3-9)

E-mail:kono@plan.civil.tohoku.ac.jp

英国ではこれまで高速道路網を政府が無料で提供していたものの、長く続く財政難から、民間資本、民間ノウハウを利用したPublic-Private Partnershipによって民間会社の独立採算による運営がM6toll建設の際に導入された。本研究は、イギリスの有料道路M6tollを対象とし、社会厚生を最大化する料金水準を計算し、独立採算下での現行料金水準と比較することにより、その乖離の程度を把握することを目的とする。その結果、英国M6tollのケースでは、財源調達に限界費用の絶対値が1.37のときに最適料金は3ポンド(2005年時点の料金)になり、1.79のときに最適料金は5ポンド(現在の料金)になることがわかった。

Key Words : Toll road, Public-Private Partnership, Self-support accounting, Marginal cost of funds

1. はじめに

わが国の高速道路網整備は着実に進み、国民の利便性は向上し、経済発展に貢献している。その着実な高速道路網整備を可能にした制度が、昭和27年に導入された有料道路制度である。これは、道路利用者から料金を徴収し、財政投融资資金等からの借入れによって賄った建設費用の償還に充てる制度である。この制度により、新規の高速道路整備の財源調達が容易となり、道路特定財源制度とともに戦後のわが国の高速道路網整備を推進する大きな役割を担ってきた。

一方、様々な路線の収支を併合して利用料金を算出する料金プール制や、交通状況の変化に伴ってあらかじめ定められた料金を値上げしたり、償還期間を延長するなど、高速道路の利用料金や制度は時代と共に変化してきた。特に、建設費用を償還後は無料にすると整備した有料道路が、事業計画に反して永続的に有料化されるなどといったことがマスコミで大きく報じられる等、道路利用者である国民からは有料道路の料金設定について疑義をもたれる結果を引き起こしている。

その結果、有料道路の料金設定の問題、さらにはその整備のあり方が国民の大きな関心事となったため、高速道路料金水準の決定が政治的にも重要な政策となっており、従来の債務返済に見合うよう設定されていた料金水

準が、政治的要因などによって見直されている。

高規格道路ネットワークは経済活動にとって必要不可欠であり、そこに利用料金を課すことは活発な経済活動を阻害し、経済発展を妨げることになるという視点から、利用料金を無料にすべきという議論もある。実際、欧米先進国においても、アメリカ、イギリスといった国々では、基本的に高速道路は無料であり、わが国もそれら諸外国に倣うべきだという主張がある。

高速道路の利用料金を議論する際に考慮すべき観点として、一つの重要な指標となるのが、経済的効率性からの観点である。価格弾力的需要を持つ交通市場に対して利用料金を課すことで、交通による便益である消費者余剰が減少し、さらに死荷重損失が発生する。一方で、高速道路の財源調達のために他市場で課税すれば、そこで死荷重損失が生まれる。したがって、他市場の影響まで含めた社会厚生を最大化するように利用料金を設定するという考え方である。

経済効率性の観点から高速道路の利用料金の効率的水準を求めたものとして、de Palma and Lindsey (2006)¹⁾がある。彼らは、パリ地域における有料道路のネットワークについて効率的料金水準を推計している。森杉・河野(2012)²⁾は、高速道路整備財源として、料金収入に加えて燃料税等の財源補助を想定したうえで、単一ODの道路において財源調達による厚生損失および混雑を考慮した

モデルを構築し、社会的準便益を最大化する高速道路料金公式を導出している。そして、複数の国内高速道路区間において効率的料金水準を計算している。

一方で、高速道路の建設維持運営に関して、従来の公共部門の保有、サービス提供から、民営化、民間委託へのニーズが高まっている。長年無料で高速道路サービスを提供してきたイギリスにおいても、財政難のため、1980年代からの保守党政権下で有料の高速道路の導入が検討され、2003年、バーミンガム近郊に初の有料高速道路M6tollが建設された。

M6tollは、イギリスで始まった行財政改革であるNew Public Management（以下NPM）の最中に計画されたため、NPMの特色が強く反映されている。つまり、民間資本、民間ノウハウの利用を目指すPublic-Private Partnership（以下PPP）の枠組みによって民間会社による運営を行い、料金設定についても行政からの規制等はない。そのため、通常の私企業と同じく、利潤をあげるために道路を運営し、利用料金を設定できる。

日本でも、現在道路整備特別措置法では認められていない民間事業者による有料道路事業の運営に対して、愛知県が特区制度を利用し、民間ノウハウを導入した高速道路整備を進めるための検討会が設立されるなど、議論が進んでいる。

そこで本研究は、森杉・河野 (2012)²⁾のモデルを用いて、すでに整備が完了し運営されているM6tollの実績をもとに、M6tollにおいて社会厚生を最大化する効率的料金水準を計算する。その上で、民間企業が設定する料金水準と比較し、その乖離の程度を把握することを目的とする。これにより、M6tollの運営において民間企業による料金設定が経済効率性の観点から適切かどうかを判断することができる。

2. M6tollの概要

M6tollは、South-West地方を走る主要な高速道路であるM6の、バーミンガム付近の慢性的渋滞の解消を図るため作られた全長43kmの有料道路である（図-1参照）。サッチャー保守党政権下の計画に基づき、1991年に民間資本による有料道路の建設、運営が決定され、2003年にイギリス初の有料高速道路として、民間委託方式として供用が開始された。運営会社Midland Expressway Limited（以下MEL）は、有料道路会社として有料道路の運営実績のあるイタリアのAutostrade社とオーストリアのMacquarie Infrastructure Groupとの合弁会社として設立された（2005年にMacquarie Infrastructure Groupの完全子会社となる）。

MELは、2054年までの運営委託契約をイギリス政府と

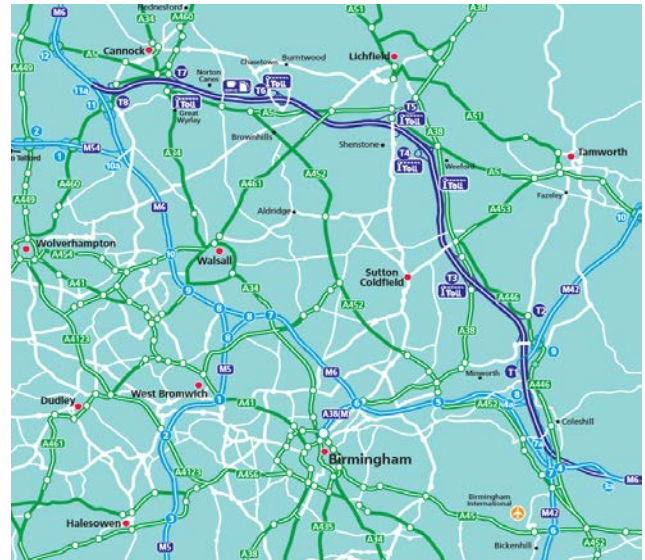


図-1 バーミンガム近郊のM6とM6toll
(Ordnance Survey 2004より転用)

表-1 M6tollの料金の推移（2輪車、普通車および大型車）

料金改定日	2輪車	普通車	大型車
2003.12.9（供用開始日）	1.00	2.00	10.00
2004.7.23	1.00	2.00	6.00
2004.8.16	2.00	3.00	6.00
2005.6.14	2.50	3.50	7.00
2008.1.1	2.50	4.50	9.00
2009.1.1	2.70	4.70	9.40
2010.3.1	2.70	5.00	10.00
2011.3.1	3.00	5.30	10.60
2012.3.1	3.00	5.50	11.00

単位：ポンド、時間帯割引等の各種割引は除く

結び、契約終了後は道路はイギリス政府に返却されることになっている。MELは完全な民間資本の運営会社として、委託期間中は料金を自由に設定できるため、経営状態を考慮して小刻みに料金を変更している。表-1に示すように、2003年の供用後、交通需要の伸び悩みから料金の値上げが続いている。

3. 効率的道路料金水準の推計

(1) モデル

本研究では、効率的料金水準の計算に森杉・河野 (2012)²⁾のモデルを利用する。モデルのポイントは、財源調達限界費用（Marginal cost of funds, 以下MCF）を考慮している点である。道路建設の財源調達は料金収入以外に例えば他財への課税などで賄うのであれば、その財市場において追加的に死荷重損失（Dead weight loss）が発生し、社会厚生が損なわれる。道路建設の財源は巨大であり、その財源調達の影響は多大であるため、そのコ

ストは無視できない。本モデルは、MCFを明示的に考慮したうえで効率的料金水準を導出している。

ある単一ODを結ぶ有料高速道路に並行する無料の一般道路が存在しているケースを想定する。この単一ODから発生する総余剰SSは、高速道路利用者の利用者便益、高速道路供給者の供給者余剰、一般道路利用者の混雑外部性 E_0 および燃料税収入 $(f/l_0)X_0$ 、および道路建設財源調達による厚生損失の和として定義できる。このうち、利用者便益は高速道路利用者の消費者余剰CSとして表される。高速道路供給者の供給者余剰は、高速道路から得られる収入（料金および燃料税による収入） $(p+fl)X$ および一般道路から得られる燃料税収入 $(f/l_0)X_0$ と整備運営費用 I の差分は他の財源から調達され補助されると仮定し、供給者余剰はゼロとする。一方、他財源からの補助額は $I-(p+fl)X-(f/l_0)X_0$ となるため、これに財源調達の限界費用MCFを掛け合わせたものが、道路建設財源調達による厚生損失である。

以上から、総余剰は以下の通り定義される。

$$SS = CS + E_0 + MCF [I - (p + f/l)X - (f/l_0)X_0]$$

総余剰を道路料金により最大化する一階条件 $dSS/dp=0$ から以下のように効率的料金水準を表すことができる。

$$p = -\frac{X}{(dX/dp)} - \frac{1}{MCF} \left[\frac{X}{(dX/dp)} \left(1 + Xw \frac{\partial t}{\partial X} \frac{dX}{dp} \right) + X_0w \frac{\partial t_0}{\partial X_0} \frac{dX_0}{dX} \right] \quad (1)$$

$$- \frac{f}{l} - \frac{f}{l_0} \frac{dX_0}{dX}$$

(1)式の第2項のMCFの符号はマイナスであり、またカッコ内の $X_0w(\partial t_0/\partial X_0)(dX_0/dX)$ の符号もマイナスである。したがって、並行する一般道路の混雑 $\partial t_0/\partial X_0$ が大きくなるほど、効率的料金 p は安くなることが分かる。これは、高速道路料金を安くすることで一般道路利用者を高速道路に転換させて、一般道路の混雑を緩和させるためである。

ここで、均衡交通量関数について片対数の関数（高速道路： $\ln X = \alpha - \beta_x p$ ，一般道路： $\ln X_0 = \alpha_0 - \beta_0 p$ ）を仮定する。さらに、交通所要時間関数として一般に用いられるBPR関数（高速道路： $t = \tau [1 + \gamma (X/k)^\eta]$ ，一般道路： $t_0 = \tau_0 [1 + \gamma (X/k_0)^\eta]$ ）を仮定する。ただし、 τ_0 、 k_0 はそれぞれ一般道路の自由走行時間、道路交通容量である。これらの特定化した関数を(1)式に導入し、テーラー展開の一階近似を $p=0$ 近傍で行えば、以下のように効率的料金水準を陽関数として求めることができる。

$$p \approx \frac{(MCF+1)/\beta_x - A - MCF[(f/l) + (f/l_0)C] + B}{MCF - A\eta\beta_x - B(\eta\beta_0 + \beta_0 + \beta_x) + C(\beta_0 + \beta_x)MCF} \quad (2)$$

表-2 交通関連データ

M6toll 交通量 (台/日/レーン)	22981
M6 交通量 (台/日/レーン)	66312
燃料税率 (ポンド/リッター)	0.58
燃料効率 (リッター/台km)	0.1
時間価値 (ポンド/分)	0.5623

ただし、 $A = w\eta\tau k^{-\eta} \exp(\eta\alpha)$ 、

$$B = (\beta_0/\beta_x)w\eta\tau_0 k_0^{-\eta} \exp(\eta\alpha_0 + \alpha_0 - \alpha)$$

$$C = (\beta_0/\beta_x)\exp(\alpha_0 - \alpha)$$

ここで、 p ：効率的料金水準、MCF：財源調達の限界費用、 f ：燃料税率、 l ：高速道路利用時の燃費（km/リッター）、 l_0 ：一般道路利用時の燃費（km/リッター）、 α_0 、 α 、 β_0 、 β_x ：交通需要関数のパラメータ、 γ 、 η ：交通所要時間関数のパラメータ、 τ ：高速道路自由走行時間、 τ_0 ：一般道路自由走行時間、 k ：高速道路交通容量、 k_0 ：一般道路交通容量、 w ：時間価値（時間費用）

なお、(2)式の導出に当たってMCFは外生変数としている。本来、高速道路整備によって市場均衡が変化しMCFは変化するものの、道路整備財源全体に占めるM6tollの整備財源は微小であるため、その影響はほとんどないと考えられる。したがって、MCFを外生値として設定することは妥当であるといえる。

数値計算に当たって有料高速道路をM6toll、無料の並行する一般道路をM6とする。ただし実際には、M6は道路規格としてはM6tollと同様の高速道路規格であり、その違いは利用料金を課しているか否かのみである。

(2) 交通関連データ

(1)式による効率的料金水準の計算の際に必要な交通関連データを表-2に示す。ただし、M6tollの交通量はMELのweb公開情報より2005年3月の交通量を用いている。また、M6の交通量はイギリスHighways AgencyのM6toll 開通後の事後評価報告書³⁾に記載されている2005年3月の各インター間の交通量の平均値を用いている。燃料税率はイギリスのHydrocarbon oil dutyの現在の水準である。時間価値については、イギリスのDepartment for Transportの提供するTransport analysis guidance⁴⁾に規定されている数値を用いる。

(3) 各種パラメータの設定

(1)式の右辺に含まれる交通需要関数のパラメータおよび交通所要時間関数のパラメータを設定する。

交通需要関数は、片対数の関数を仮定しているため、利用料金、交通量に加えて、利用料金の変化量およびそ

表-3 パラメータおよび自由走行時間, 道路交通容量

	M6toll	M6
パラメータ (交通需要関数)	$\alpha=9.93$ $\beta_x=2.54$	$\alpha_0=11.1$ $\beta_0=0.00405$
自由走行時間(分/km) 道路交通容量(台/日/レーン)	$\tau=0.536$ $k=50606$	$\tau_0=0.536$ $k_0=50606$
パラメータ (BPR 関数)	$\gamma=0.507$ $\eta=3.02$	

の際の交通量の変化量からパラメータを推計することができる。M6tollについては利用料金が2004年7月から8月にかけて普通車の利用料金が1ポンド値上がりした際の交通量の変化をMELのweb公開情報より入手し導出した。M6については、イギリスHighways AgencyのM6toll開通後の事後評価報告書³⁾に記載されている2004年3月から2005年3月の交通量の変化（この間にM6tollが利用料金を1ポンド値上げ）から導出した。

高速道路, 一般道路の交通所要時間関数（BPR関数を仮定）のパラメータに関して、イギリスにおける道路建設の示方書であるDesign Manual for Roads and Bridges (以下DMRB)⁹⁾より、はじめに既定の方法で高速道路および一般道路の交通容量を求め、次にDMRBに規定されているスピードと交通容量の関係式からそれぞれの自由走行時間を算出した。その上で、本モデルで仮定しているBPR関数との誤差が小さくなるようにパラメータ γ , η をキャリブレーションにより導出した。

交通需要関数のパラメータ, 交通所要時間のパラメータ, および高速道路, 一般道路の自由走行時間, 道路交通容量を表-3に示す。ただし、本モデル上ではM6を一般道路として扱っているものの、実際の規格はM6tollと同じ高速道路であるため、自由走行時間はどちらもDMRBの規定する高速道路の自由走行時間および道路交通容量としている。

(4) MCF (財源調達限界費用)

MCFの大きさに関して、Boardman et al. (2005)⁹⁾ やJust et al. (2004)⁷⁾ は、公的資金調達の限界費用の絶対値としてそれぞれ1.4および1.15~1.3を提唱している。また、ヨーロッパ諸国における道路整備の費用便益分析マニュアルでも、MCFの絶対値はそれぞれフランス (1.3), スウェーデン (1.3), フィンランド (1.3), ノルウェー (1.2) となっている (森杉 (2007)8) を参照)。日本では、別所・赤井・林 (2003)⁹⁾ が1975年以降の所得税課税によるMCFを0.956~1.229と推計している。

一方、森杉・河野 (2012)²⁾ は、道路整備における財源調達方法として料金収入, 燃料税収入および他の道路整備支出削減の3つを考慮し、それぞれから発生するMCFを推計したうえで、日本の現実的なMCFの大きさは1.0

表-4 効率的料金水準

MCF (絶対値)	1.0	1.3	1.5	1.37	1.79
最適料金 (ポンド/km)	0.01	0.06	0.09	0.07	0.12
最適料金 (ポンド/全区間)	0.29	2.55	3.69	3.00	5.00

強~1.5程度と推計している。

本研究の分析対象であるイギリスでは、いわゆる「大きな政府」を志向し、大きな税負担を課してきた。1980年以降のNPMの流れ以降も、付加価値税 (20%, ただし軽減税率あり) や燃料税 (0.58ポンド/リッター) など、高い税率が維持されている。したがって、道路整備財源のMCFはかなり大きい水準だと予想される。

Parry (2003)¹⁰⁾ は、イギリスにおけるMCFの絶対値をそれぞれ所得税 (1.3), 燃料税 (2.0), たばこ税 (1.11), アルコール税 (1.24) と推計しており、燃料税のMCFが他の税金と比較して極端に大きいことを示している。イギリスの一般会計の歳入に占める税目の割合をみると、所得税45%, 燃料税8%となっている (2009/2010年時点, 池田(2011)¹¹⁾ より)。道路整備財源としてこれらの税収が用いられると仮定すれば、そのMCFの絶対値は1.3-2.0となる。一つの目安として、所得税, 燃料税の割合 (45%, 8%) でMCFの絶対値の加重平均を取れば、1.41となる。

そこで本研究は、MCFの絶対値を、1.0の場合 (財源調達の費用が一切発生しない場合), 1.3の場合 (ヨーロッパ諸国が費用便益分析において設定しているものと同程度の場合), 1.5の場合 (諸外国より大きい場合) についてそれぞれ効率的料金水準を計算する。

(5) 数値計算結果

表-4に数値計算結果を示す。表-4では、MCFの絶対値が1.0, 1.3, 1.5の3ケースおよび最適料金が2005年3月当分の交通料金 (3ポンド) と一致する1.37および現在の交通料金 (5ポンド) と一致する1.79を併記している。表-4に示す通り、MCFの絶対値が大きくなるとともに最適料金が高くなるのが分かる。

MCFが1.0, つまり財源調達のために費用が一切かからない場合では、最適料金水準は0.29ポンドと非常に小さい。これは、財源調達のための費用がかからないために、料金水準を低く抑えることによって消費者余剰を大きくし、また並行する一般道路M6の混雑を解消する一方で、財源不足分を他から補うことが効率的であることを示している。

MCFが諸外国の費用便益分析において設定される1.3の場合、最適料金は2.55ポンドとなる。パラメータ推計

および数値計算のために用いた交通データが2005年3月時点のため、2005年3月時点の利用料金3ポンドと比較すると、効率的な利用料金はそれより小さいことが分かる。さらに、現行の利用料金5ポンドと比較すれば、運営会社が独自に設定する利用料金は、効率的水準に比べてかなり大きいといえる。

MCFが1.5の場合、最適料金は3.69ポンドとなる。2005年3月時点の利用料金3ポンドと比較すると、効率的な利用料金はそれより大きいことが分かる。現行の利用料金5ポンドと比較すれば、運営会社が独自に設定する利用料金は、効率的水準に比べて小さいことが分かる。

5. 最適料金水準と独立採算における料金設定

M6tollは民間会社による委託運営で、料金を自由に設定することができる。事実、表-1に示すように経営状態、交通状況の変化に応じてこの10年で利用料金を小刻みに変更している。M6tollはPPPとして民間委託されたため、完全な独占企業のように利潤を最大化することのみを考えて料金設定を行っているとは必ずしもいえない。MELの2011年の損益計算書および現金収支計算書によれば、当期純利益-41,656ポンド（内未払利息-70,561ポンド）、キャッシュフロー-1,686ポンドである。単年度のキャッシュフローがゼロに近いことから、MELの設定する利用料金は平均費用価格形成に近いと考えられる。

2005年3月時点に着目すると、本研究で計算した効率的料金水準が2.55ポンドである一方、運営会社の設定した料金水準は3ポンドである。これを効率的料金水準に近付けるためには、行政による料金規制が必要となる。しかし、料金規制を行うことにより、運営会社の効率化インセンティブが失われ、NPMの目指す民間ノウハウを利用した効率的経営を阻害する恐れがある。この弊害を考えれば、現状程度の乖離は、セカンドベストとして機能していると考えられることも可能である。

前述のように、イギリスは他の先進国と比較して付加価値税や燃料税の利率が高いため、MCFの絶対値は大きいと考えられる。そこで、MCFを1.5とした場合、最適料金水準は3.69ポンドとなり、運営会社の設定した料金水準3ポンドより大きい。つまりこのケースは、MCFが大きいために、政府が追加的な税金等で財源を調達するより、運営会社が独立採算で利潤最大化行動のもとで高速道路サービスを提供する方が経済効率性の観点からは望ましいことを示している。この結果は、PPPに期待される効果である民間資本による資金調達費用の削減が働いた結果と考えることができる。

6. おわりに

本研究は、高速道路の利用料金に関して、民間企業が独立採算によって経営しているイギリスのM6tollの実績をもとに、社会厚生を最大化する効率的料金水準を計算し、民間企業が設定する料金水準と比較した。その結果、MCFが1.3から1.5程度を想定すれば、独立採算のもとでの利用料金が効率的料金水準に比較的近い水準であることが示された。

本研究の分析対象であるM6およびM6tollは大都市近郊を通過し、一般道路の混雑の激しい区間である。このようなOD交通量の大きい区間では、民間資本を活用した独立採算による高速道路運営が成立する可能性であり、また民間の効率化インセンティブを損なうような料金規制をはじめとする様々な公的介入をしなくても、社会的に効率的な料金水準と大きく乖離しないような価格付けが行われる可能性がある。

わが国の財政難が叫ばれて久しい。財政状況を改善すべく様々な分野で課税が行われている状況で、わが国においても財源調達の限界費用はすでにかなり大きい水準であることが予想される。そのような状況で、国民の生活、経済発展のために必要な高速道路の維持整備を継続して行っていくためには、限界費用の大きい公的資金のみを用いるのではなく、PPPによる民間資本、民間ノウハウの導入が経済効率性の観点からも必要不可欠である。高速道路整備をはじめとする交通施設整備は、その経済効果を計測する手法が確立されており、民営化、民間委託による経済効果を客観的に評価できる状況にある。したがって、民営化、民間委託による民間資本を用いたサービス提供を導入する環境が整っており、今後の検討が望まれる。

参考文献

- 1) de Palma A. and R. Lindsey : Modeling and evaluation of road pricing in Paris, *Transport Policy*, Vol.13, pp.115-126, 2006.
- 2) 森杉壽芳, 河野達仁 : 道路整備財源調達に伴う厚生損失を考慮した高速道路料金の効率的水準, *日本経済研究*, No.67, pp.1-20, 2012.
- 3) M6 TOLL TRAFFIC MONITORING STUDY -Post Opening Project Evaluation, Highways agency, Department for Transport, UK, 2005.
- 4) TAG Unit 3.5.6, Transport Analysis Guidance -WebTAG, Department for Transport, UK, 2011.
- 5) Design Manual for Roads and Bridges (DMRB) Volume 12 Section 2, Highways Agency, Department for Transport, UK, 1996.
- 6) Boardman A.E., D.H. Greenberg, A.R. Vining, and D.L. Weimer : Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice (2nd Edition), *Prentice Hall*, 2000.

- 7) Just, R.E., D.L. Hueth, and A. Schmitz : The Welfare Economics of Public Policy –A Practical Approach to Project and Policy Evaluation-, *Edward Elgar*, 2004.
- 8) 森杉壽芳：諸外国における道路投資の事業評価の最新動向と国際比較, *道路*, No.796, pp.35-38, 2007.
- 9) 別所俊一郎, 赤井伸郎, 林正義：公的資金の限界費用, *日本経済研究*, No.47, pp.1-19, 2003.
- 10) Parry, I. : On the Costs of Excise Taxes and Income Taxes in the UK, *International Tax and Public Finance*, Vol.10, pp.281-304, 2003.
- 11) 池田美保：英国の税務行政と税制の概要, *税大ジャーナル*, No.17, pp.187-215, 2011.