□１０月２５日(土) １–A分科会Ｉ「経済システム分析」

●ガソリンの販売価格と最適な環境税のデザインについて

任輝（福岡大学大学院生）・入江雅仁（福岡大学）・藤本浩明（福岡大学）

◆報告要旨：ガソリンの販売価格は、今年平成 26（2014）年の 4 月から消費税率が 5%から 8%に引き上げられたとともに、一昨年 10 月に新設された地球温暖化対策としての環境税 0.25 円/l がさらに 0.25 円/l 上乗せされたため、計 5 円/l 程度の値上がりを余儀なくされている。また、消費税率は来年 10 月に 10 %となる予定で、環境税も再来年 4 月には更なる 0.26 円/l の上乗せとなる。そもそも、このような高騰価格の裏には、本体価格に加え、昭和 49（1974）年以来の暫定税率 25.1 円を含むガソリン税 53.8 円/l、石油税 2.04 円/l、原油関税 0.215 円/l を含んでおり、二重課税の問題ばかりでなく、これ以上の価格転嫁が困難なための廃業が加速、地方を中心に何百 km も給油所がない道路さえ出始めている。そこで、本稿では、財源の使途を環境対策に限る目的税としての最適な環境税のデザインについて研究し、この種の従量税課税によって、その税収の使途は環境対策に限らないとしながらも、外部不経済を市場内部へ取り込むことが可能とした、いわゆるピグー税との関係を探る。

なお、英国では、平成 22（2010）年“ Dimensions of Tax Design ”、翌年“ Tax by Design ”と称する 2 部からなる報告書が、ノーベル経済学者マーリーズを座長とするレビューとしてなされたことは、記憶に新しい。そのレビューで重要視された課税原則のキーワードは、

system: その効果を、個別ではなく、税制全体で体系的にとらえること

neutrality: 経済主体の労働供給や貯蓄投資活動に対して中立となること

progressivity: 富者に累進的となること

であり、その提言が、個人所得税、間接税、貯蓄資産税、企業課税に限らず、環境税にも及んでいる。このレビューが、税制の異なる日本にそっくりそのまま適用されるとは思わないが、ちなみに、地球温暖化の CO2 の排出削減コストの不確実性が高いことなどを理由に、汚染の削減と税収の増加という二重の配当をもたらすと言われている環境税課税には、かなり懐疑的である。

○解説

■問題の所在とピグー税

地球温暖化防止のための環境税が導入され、平成 26 年 4 月以降、ガソリンの本体価格に、暫定税率 25.1 円/l を含むガソリン税 53.8 円/l、石油税 2.54 円/l [▷1)]、および、原油関税 0.215 円/l が上乗せ・賦課されている。こうしたガソリンに対する課税方式は一般的に財源の使途を限定した目的税的性格を持った従量（個別間接）税なので、均衡財政（目的税）の下での間接税を数理的に考察した Ramsey (1927) に基づいてモデルを構築するのは妥当と思われる。しがしながら、Ramsey(1927) のモデルは外部不経済によって生じる外部費用を陽表的に含んでいないので、外部不経済を発生させるガソリンの販売価格と最適な環境税を設計するためには、均衡財政（目的税）だけでなく、外部不経済によって生じた外部費用をモデルに組み入れる事が必要不可欠である。この外部不経済による外部費用を市場内部へ取り込む環境税として最も有力視されているのがピグー税である。そこでまず、ピグー税のモデル・枠組みを確認するともに、問題の所在を明らかにしよう。

さて、ガソリンの需給量 q とその価格 p に対する逆需要関数を $p = D(q)$、私的費用関数を $TC = TC(q)$、および、私的限界費用関数を $PMC = PMC(q) \equiv \frac{dTC}{dq}$ で表わす。この時、外部不経済によって生じる外部費用をゼロ（$EC = 0$）とした時の私的な供給関数は $p = PMC(q)$ とみなされるので、この場合の均衡条件は $D(q) = PMC(q)$ となる。この条件を需給量 q について解くことで、この場合の均衡需給量 $\bar{q}_0$ と均衡価格 $\bar{p}_0$ が求まる。さらに、その均衡において、外部費用をゼロ（$EC = 0$）とおいた私的総余剰の最大値 $\bar{S}_0 = \int_0^{\bar{q}_0} \{D(x) - PMC(x)\}\, dx$ が得られる。

しかし、ガソリンのように外部費用関数 $EC = EC(q)$ や限界外部費用関数 $MEC = MEC(q) \equiv \frac{dEC}{dq}$

[▷1)] 地球温暖化防止のための環境税の導入によって、平成 24 年 10 月から平成 26 年 3 月までの石油税は 2.29 円/l、平成 26 年 4 月から石油税は 2.54 円/l、さらに、平成 28 年 1 月から石油税は 2.8 円/l へと段階的に引き上げられる予定である。なお、環境税導入以前の石油税は 2.04 円/l である。

が存在する場合、社会的費用関数 $SC = SC(q)$、私的費用関数 $TC = TC(q)$、外部費用関数 $EC = EC(q)$ の間で $SC = TC + EC \geq TC$ という関係や社会的限界費用関数 $SMC = SMC(q) \equiv \frac{dSC}{dq}$、私的限界費用関数 $PMC = PMC(q)$、限界外部費用関数 $MEC = MEC(q)$ の間で $SMC = PMC + MEC \geq PMC$ という関係が成立するので、前述の均衡需給量 $\bar{q}_0$ では外部費用の損失を他者（社会全体）に負担させている事が確認される。実際、社会的な供給関数は $p = SMC(q) = PMC(q) + MEC(q)$ で与えられるので、前述の均衡需給量 $\bar{q}_0$ における社会的総余剰は $SS_0 = \int_0^{\bar{q}_0}\{D(x) - SMC(x)\}\,dx = \bar{S}_0 - EC_0 \leq \bar{S}_0$ となり、均衡需給量 $\bar{q}_0$ における外部費用 $EC_0 = EC(\bar{q}_0) = \int_0^{\bar{q}_0} MEC(x)\,dx$ 分だけ余剰が減っている。

また、外部不経済が生じた場合の社会的に効率的な資源配分は、その場合の均衡条件 $D(q) = SMC(q) = PMC(q) + MEC(q)$ から、社会的に最適な均衡需給量 $\bar{q}(< \bar{q}_0)$ と均衡価格 $\bar{p}(> \bar{p}_0)$ が求まり、社会的総余剰の最大値は $\bar{SS} = \int_0^{\bar{q}}\{D(x) - SMC(x)\}d\,x = \bar{S} - \bar{EC}$ となる。ただし、$\bar{S}$ は、社会的に最適な均衡需給量 $\bar{q}$ における私的総余剰 $\bar{S} = \int_0^{\bar{q}}\{D(x) - PMC(x)\}d\,x = \bar{S}_0 - DW$ で、私的総余剰の最大値 $\bar{S}_0$ より私的な死荷重 $DW = \int_{\bar{q}}^{\bar{q}_0}\{D(x) - PMC(x)\}d\,x$ 分だけ小さな値となる。なお、均衡需給量 $\bar{q}_0$ における外部費用が $EC_0 = \bar{EC} + DW + \int_{\bar{q}}^{\bar{q}_0}\{SMC(x) - D(x)\}d\,x$ となり、需給量 $q > \bar{q}$ に対して $SMC(q) > D(q)$、すなわち、$\int_{\bar{q}}^{\bar{q}_0}\{SMC(x) - D(x)\}d\,x > 0$ が成立するので、$SS_0 < \bar{SS} < \bar{S} < \bar{S}_0$ という関係が成立する。

以上のような外部不経済に対する処方箋として、外部不経済を市場内部へ取り込ことを可能とした、いわゆるピグー税が提案されている。しかしながら、これまでのピグー税は、社会的に最適な均衡需給量 $\bar{q}$、あるいは、社会的総余剰の最大値 $\bar{SS}$ を実現するための従量税水準、言い換えると、従量税水準 τ が所与の限界外部費用関数 $MEC(q)$ に等しくなるような課税 $\tau = MEC(q)$ であると考えられてきた。なぜならば、（本来、従量税水準 τ を所与の限界外部費用関数 $MEC(q)$ に上手く調整しない限りは原則的に $SMC \neq PMC + \tau$ であるにも関わらず、）先に指摘した $SMC = PMC + MEC$ という関係が成立するため、従来のピグー税 $\tau = MEC(q)$ を課すことで、一見すると、$SMC = PMC + \tau$ が、したがって、$D(q) = PMC(q) + \tau = SMC(q)$ が無条件に成立[▷2)] し、社会的に最適な均衡需給量 $\bar{q}$、あるいは、社会的総余剰の最大値 $\bar{SS}$ を導出できるように見えるからである。

このような従来のピグー税 $\tau = MEC(q)$ を用いて、外部不経済を内部化すると、どのような問題が生じるかを最後に確認しておこう。従来のピグー税 $\tau = MEC(q)$ に基づく従量税収入は $\tau q = MEC(q)q$、であるべきなので、外部不経済から生じる外部費用 $EC(q) = \int_0^q MEC(x)d\,x$ を内部化する際には、$MEC(q)q = \int_0^q MEC(x)d\,x$ という制約を課すべきである。しかしながら、次のような簡単な例を考えてみてもわかるとおり、このような制約が無意味なことは明らかである。事実、非負の線形パラメータ $e \geq 0$ を用いた限界外部費用が $MEC(q) = eq$ で与えられると、従量税収入（上述の制約の左辺）は $\tau q = MEC(q)q = eq^2$、他方、外部費用（上述の制約の右辺）は $EC(q) = \int_0^q ex d\,x = \frac{e}{2}q^2$ となり、制約の意味が無いことは明らかである。

■■■ 外部不経済モデルの再構築：ピグー税モデルの修正

続いて、本稿のピグー税、および、外部不経済モデルを考察しよう。本稿のピグー税とは、社会的費用 SC と私的費用 TC との差、すなわち、外部費用 EC の損失を税収で補填できるような従量税水準のことである。前述した従来のピグー税と本稿のピグー税は基本的に異なるものであることに注意しよう。

さて、政府が従量税 τ を課税すると、課税前の私的な供給関数が上方にシフトし、課税後の供給関数は $p = PMC(q) + \tau$ となる。ここで、課税後の均衡条件 $D(q) = PMC(q) + \tau$ を考慮すると、従量税 τ が逆需要関数と私的な供給関数の乖離幅で定義される税の楔 $D(q) - PMC(q)$ に等しくなること：$\tau = D(q) - PMC(q) \neq MEC(q)$ がわかり、その場合の従量税収入は、$\tau q = \{D(q) - PMC(q)\}q$ のように計算できる。なお、この従量税の微分によって、単調減少であること：$\tau' \equiv \frac{d\tau}{dq} = D'(q) - PMC'(q) < 0$ がわかるので、従量税 τ の代わりに、需給量 q を選択変数に選ぶことが可能となる。他方、限界外部費用は $EC(q) = \int_0^q MEC(x)d\,x$ となるので、非負の外部費用 $EC(q) \geq 0$ を従量税収入 τq で賄う $\int_0^q MEC(x)d\,x = \{D(q) - PMC(q)\}q$ ことで外部不経済を内部化すべく政府は介入を行うと仮定する。さ

[▷2)] 本来なら、$SMC \neq PMC + \tau$ であるから、$D(q) = PMC(q) + \tau$ を満たす需給量 q^* と $D(q) = SMC(q) = PMC(q) + EMC(q)$ を満たす需給量 $\bar{q}$ は異なる（$q^* \neq \bar{q}$）ことに注意が必要である。

らに、従量税を課した時の消費者余剰 $cs \equiv \int_0^q D(x)dx - D(q)q$ と生産者余剰 $\pi \equiv D(q)q - \int_0^q PMC(x)dx$ から外部費用 $EC = \int_0^q MEC(x)dx$ を差し引いた総余剰 $SS \equiv cs + \pi - EC = \int_0^q \{D(x) - PMC(x) - MEC(x)\}dx = \int_0^q \{D(x) - SMC(x)\}dx$ を本論の目的関数に採用する。

以上の設定をまとめると、当該問題は、厳格な財政収支均衡の制約の下で、総余剰を最大にする問題として要約されるので、その問題は、ラグランジュ乗数を κ とおくと、ラグランジュ関数

$$(1) \quad \mathcal{L} \equiv \int_0^q \{D(x) - PMC(x) - MEC(x)\}dx + \kappa \left[\int_0^q MEC(x)dx - \{D(q) - PMC(q)\}q \right\}$$

の最大化問題に帰結する。すると、必要条件として、以下の 2 式が得られる：

$$(2) \quad \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial q} = D(q) - PMC(q) - MEC(q) + \kappa\{MEC(q) - D'(q)q + PMC'(q)q - D(q) + PMC(q)\} = 0;$$

$$(3) \quad \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \kappa} = \int_0^q MEC(x)dx - \{D(q) - PMC(q)\}q = 0.$$

この (2) 式において、$MEC(q) - D'(q)q + PMC'(q)q - D(q) + PMC(q) < 0$ を満たす範囲内で、最適な需給量 $q = q^*$ は、

$$(4) \quad \kappa = \frac{D(q) - PMC(q) - MEC(q)}{MEC(q) - D'(q)q + PMC'(q)q - D(q) + PMC(q)} < 0$$

を満たす。

■■■■■ 閉形式の解その 1 ：線形モデル

ここでは、ガソリンの需給量 q と価格 p に対して、負の傾き $-\alpha < 0$ と正の切片 $\beta > 0$ を持つ逆需要関数 $p = D(q) = -\alpha q + \beta$、正の傾き $c > 0$ を持つ私的供給関数 $PMC = PMC(q) = cq$、および、非負の線形パラメータ $e \geq 0$ を持つ線形関数として特定化された限界外部費用関数 $MEC = MEC(q) = eq$ が与えられた完全競争市場における閉形式の解を導出する。なお、外部費用をゼロ（$EC = 0$）、すなち、$e = 0$ とおいた時の私的総余剰を最大にする均衡需給量 $\bar{q}_0^A$、均衡価格 $\bar{p}_0^A$、私的総余剰の最大値 $\bar{S}_0^A$ は、均衡条件 $-\alpha q + \beta = cq$ より、それぞれ、$\bar{q}_0^A = \frac{\beta}{\alpha+c}$、$\bar{p}_0^A = \frac{\beta c}{\alpha+c}$、$\bar{S}_0^A = \frac{\beta^2}{2(\alpha+c)}$ で、他方、外部不経済が生じた場合の社会的に効率的な均衡需給量 $\bar{q}^A$、均衡価格 $\bar{p}^A$、社会的総余剰の最大値 $\bar{SS}^A$ は、均衡条件 $-\alpha q + \beta = cq + eq$ より、それぞれ、$\bar{q}^A = \frac{\beta}{\alpha+c+e}$、$\bar{p}^A = \frac{\beta(c+e)}{\alpha+c+e}$、$\bar{SS}^A = \frac{\beta^2}{2(\alpha+c+e)}$ である。また、本稿のピグー税（従量税）は、$\tau = -\alpha q + \beta - cq \neq eq$ で与えられる。

ところで、(4) 式のラグランジュ乗数 $\kappa = \frac{-\alpha q + \beta - cq - eq}{2\alpha q - \beta + 2cq + eq}$ を逆に解き均衡生産量 $\bar{q}^A$ で整理した需給量 $q = \bar{q}^A \left\{ \frac{1-\kappa}{1-\left(1+\frac{\alpha+c}{\alpha+c+e}\right)\kappa} \right\}$ を (3) 式の必要条件に代入した結果:$0 = \bar{q}^{A^2} \left\{ \frac{1-\kappa}{1-\left(1+\frac{\alpha+c}{\alpha+c+e}\right)\kappa} \right\}^2 \left\{ \frac{-e+(2\alpha+2c+e)\kappa}{2(1-\kappa)} \right\}$ から、最適なラグランジュ乗数 $\kappa^{A^*} = \frac{e}{2\alpha+2c+e} < 1$ が求まる。さらに、そのラグランジュ乗数 κ^{A^*} から、最適需給量 q^{A^*}、最適価格 p^{A^*}、および、最適従量税率水準 τ^{A^*} が、それぞれ、$q^{A^*} = \bar{q}^A \left(1 + \frac{e}{2\alpha+2c+e}\right)$, $p^{A^*} = \bar{p}^A - \alpha\bar{q}^A \left(\frac{e}{2\alpha+2c+e}\right)$, $\tau^{A^*} = \frac{e}{2}\bar{q}^A \left(1 + \frac{e}{2\alpha+2c+e}\right) = \frac{e}{2}q^{A^*}$ となる。なお、最適従量税収入 $\tau^{A^*}q^{A^*}$ も以下のように求まる:$\tau^{A^*}q^{A^*} = \frac{e}{2}q^{A^{*2}} = \int_0^{q^{A^*}} exdx = EC(q^{A^*})$. また、参考までに、外部不経済が生じた場合の社会的に効率的な水準達成を目標として設定される従来のピグー税水準 $\bar{\tau}^P$ は、$\bar{\tau}^P = \frac{\beta e}{\alpha+c+e} = e\bar{q}^A$ で、当然ながら、$\bar{q}^A = \frac{\beta}{\alpha+c+e}$、$\bar{p}^A = \frac{\beta(c+e)}{\alpha+c+e}$ である。

■■■■■■ 閉形式の解その 2 ：非線形モデル

前節に続いて、パラメータ γ を持つ非線形の逆需要関数 $p = D(q) = \frac{\gamma}{q}$ と正の傾き $c > 0$ を持つ私的供給関数 $PMC = PMC(q) = cq$、および、非負の線形パラメータ $e \geq 0$ を持つ線形関数として特定化された限界外部費用関数 $MEC = MEC(q) = eq$ が与えられた完全競争市場における閉形式の解を導出する。なお、外部費用をゼロ（$EC = 0$）、すなわち、$e = 0$ とおいた時の私的総余剰を最大にする均衡需給量 $\bar{q}_0^H$、均衡価格 $\bar{p}_0^H$、および、私的総余剰の最大値 $\bar{S}_0^H$ は、均衡条件 $\frac{\gamma}{q} = cq$ より、それぞれ、$\bar{q}_0^H = \sqrt{\frac{\gamma}{c}}$、

$\bar{p}_0^H = \sqrt{\gamma c}$、$\bar{S}_0^H = \infty$ で、他方、外部不経済が生じた場合の社会的に効率的な均衡需給量 $\bar{q}^H$、均衡価格 $\bar{p}^H$、および、社会的総余剰の最大値 $\bar{S}S^H$ は、均衡条件 $\frac{\gamma}{q} = cq + eq$ より、それぞれ、$\bar{q}^H = \sqrt{\frac{\gamma}{c+e}}$、$\bar{p}^H = \sqrt{\gamma(c+e)}$、$\bar{S}S^H = \infty$ である。また、本稿のピグー税（従量税）は、$\tau = \frac{\gamma}{q} - cq \neq eq$ で与えられる。

ところで、(4) 式のラグランジュ乗数 $\kappa = \frac{\frac{\gamma}{q} - cq - eq}{2cq + eq}$ を逆に解き均衡生産量 $\bar{q}^H$ で整理した需給量 $q = \frac{\bar{q}^H}{\sqrt{1-(1+\frac{c}{c+e})\kappa}}$ を (3) 式の必要条件に代入した結果：$0 = \frac{\gamma\{-e/2+(2c+e)\kappa\}}{c+e-(2c+e)\kappa}$ から、最適なラグランジュ乗数 $\kappa^{H^*} = \frac{e}{4c+2e} < 1$ が求まる。さらに、そのラグランジュ乗数 κ^{H^*} から、最適需給量 q^{H^*}、最適価格 p^{H^*}、および、最適従量税率水準 τ^{H^*} が、それぞれ、$q^{H^*} = \frac{\bar{q}^H}{\sqrt{1-\frac{e}{2c+2e}}}, p^{H^*} = \bar{p}^H\sqrt{1-\frac{e}{2c+2e}}, \tau^{H^*} = \frac{e}{2}\frac{\bar{q}^H}{\sqrt{1-\frac{e}{2c+2e}}} = \frac{e}{2}q^{H^*}$ となる。なお、最適従量税収入 $\tau^{H^*}q^{H^*}$ も以下のように求まる:$\tau^{H^*}q^{H^*} = \frac{e}{2}q^{H^*2} = \int_0^{q^{H^*}} exd\,x = EC(q^{H^*})$.
また、参考までに、外部不経済が生じた場合の社会的に効率的な水準達成を目標として設定される従来のピグー税水準 $\bar{\tau}^P$ は、$\bar{\tau}^P = e\sqrt{\frac{\gamma}{c+e}} = e\bar{q}^H$ で、当然ながら、$\bar{q}^H = \sqrt{\frac{\gamma}{c+e}}$、$\bar{p}^H = \sqrt{\gamma(c+e)}$、である。

■■■■■■■ むすびにかえて

本稿では、財源の使途が一般的に限定された目的税的性格のガソリン税を、外部不経済による外部費用を市場内部へ取り込んだ Ramsey (1927) の応用モデルとして、考察することで、新たな環境税の構築を試みた。その際、簡単な線形・非線形モデルを用いて、最適需給量、最適価格、および、最適従量税率水準を具体的に導出し、外部不経済パラメータが一つの重要な要素であることが各最適解から確認できた。さらに、それらの最適解と外部不経済が生じた場合の社会的に効率的な均衡解との関係も数量的に見出すことができた。

これらの結果を見るかぎりでは、外部不経済の効果が大きい場合は、従量税率水準を高く設定することで、価格が引き上げられ、需給量が抑制されること、逆に、外部不経済の効果が小さい場合は、従量税率水準を低く設定することで、価格が安く抑えられ、需給量が拡大されることが判明した。なお、その際の最適従量税率水準は、外部不経済が生じた場合の社会的に効率的な水準達成を目標として設定される従来のピグー税水準よりも低くなっていることに注意が必要である。なぜなら、税収が外部費用にちょうど見合うだけの従量税を課税する本稿のピグー税に対して、従来のピグー税に基づいた課税は外部費用以上の税収を徴収する可能性が残されているからである。

最後に、今後の課題を何点か述べておく。まず、本稿では簡単な限界外部費用関数の関数形で特定化したけれども、これの関数形を一般化することが第一の課題である。なぜならば、実証面から見ると、外部不経済の影響は様々な可能性が考えられるからである。また、本稿では市場の数が一つの場合を考察したけれども、これを複数の場合に拡張することは、実証面からみても、第二の重要な課題である。以上の課題を克服した上で、第三の課題である実証面の研究を進めていけば、有意義な環境税政策の提案・立案が具体的に行われると思われる。

◆参考文献◆

藤本, H., 入江, M. (2008), 『ラムゼー・ルール」と最適税率』, 福岡大学経済学論叢, 第 52 巻 3・4 号:1–40.

Fujimoto, H., Irie M. 2010. “Optimal Solutions to the Ramsey’s Indirect Taxation,” *Center for Advanced Economic Study (CAES) Working Paper Series (http://www.econ.fukuoka-u.ac.jp/)* WP-2010-005: 1-33.

板谷, J., 佐野, H. (2013), 『コア・テキスト　公共経済学』, 新世社:167–176, 185–200.

Ramsey, F. P. 1927. “A Contribution to the Theory of Taxation,” *Economic Journal*, 37(145): 47–61.

Pigou, A.C. (1920), *The Economics of Welfare;4th*, Macmillan.