

サステナビリティ，内生的社会的割引率， 及び比例的炭素税

大 瀧 雅 之

概 要

CO_2 のような所謂負の公共財 (public bads) の異世代間配分を考えると、将来世代の効用を割り引くことが許されるかどうかは、極めて深刻な問題である。この論文では、Pezzey (1997) の意味で経済が「サステナブル」であることを制約としたもとでの、負の公共財の最適配分問題を考える。その結果、次のような結論が得られる。すなわち分権経済における最適炭素税率を計画経済で実現するためには、社会的割引率を 0 としなければならないというものである。

Key words

Egalitarian; Endogenous Social Discount Rate; Optimal Proportional Tax; Social Welfare Function; Sustainability

JEL Classifications: Q51, Q56, D71

I はじめに

環境経済学において「サステナビリティ」という言葉は、一般的に多義的に用いられている。たとえば、Dasgupta and Heal (1974), Hartwick (1977), Solow (1986) などの文献においては、時間を通じてある一定の消費水準が維持できることを「サステナビリティ」と定義している。しかしながら、このような定義は、明確な厚生経済学的基礎を持たないという意味で恣意的である。

本稿では、Pezzey (1997) で用いられた功利主義的な、言い換えれば、厚生経済学的見地からして自然な「サステナビリティ」の定義を用いる。より具体的には、すべての世代が同じ効用水準を達成できるという「平等主義的な」(egalitarian) 社会的目的が達成できる時、経済が「サステナブル」とであると定義する。そしてこの定義を用いて CO_2 の

特集 新しいマクロ経済理論の構築を目指して

ような負の公共財の最適異時点間配分を考える。

すなわちそれぞれの世代は、自分以降の世代の効用について無関心でありかつ、排出された CO_2 の一部が海洋や森林に吸収されるだけであるから、過剰な CO_2 排出が将来も大気中に残存することになる。このため分権化された市場経済を「サステイナブル」なものにするためには、比例的な炭素税が必要となる。

また、Negishi (1960) の方法により、われわれは、計画経済において社会的厚生関数を構成する際に、それぞれの世代の効用にどれほどのウェイトが必要とされるかを検討する。すなわち、「Negishi の方法」は、分権経済における炭素税率と集権経済における社会的割引率の関連を明らかにしてくれるのである。

ほとんどの通時的計画問題において、将来世代の効用は当然のように割り引かれている。しかしながらこのような割引が、厚生経済学的に許されるものかどうかについての議論は極めて曖昧なままである。本稿では上述の「平等主義的」な「サステイナビリティ」の定義のもとでは、割引を導入した社会的計画問題では、市場経済における最適な炭素税率を達成できないこと、そして最適課税に対応する社会的割引率は0となることを明らかにする。

この論文の構成は以下のとおりである。第Ⅱ章では、消費／排出の意思決定が世代間で分権化されている一般均衡モデルが構築される。さらにこのモデルの定常状態における性質を検討し、市場経済における最適炭素税率とそれに対応する計画経済における加法分離的な社会的厚生関数の各世代のウェイト（社会的割引率）を計算する。第Ⅲ章は結論である。

Ⅱ モデル

簡単化のために、 CO_2 の排出に関するダイナミクスを

$$e_t = \alpha e_{t-1} + c_t, \quad 0 < \alpha < 1, \quad (1)$$

と特定化する。 e_t は t 期における CO_2 の大気中の残存量である。 c_t は消費水準である。 α は（この論文のキーとなる重要なパラメータであるが）、単位期間あたりの CO_2 の残存率である。この差分方程式では、消費の単位を適当にとって一単位の消費が一単位の CO_2 の排出に繋がるとしているが、この単純化の仮定は容易に緩めることができる。

個人は1期間のみを生き、well-behaved で同一の効用関数 U_t を持っているものとする。すなわち、

$$U_t \equiv u(c_t, e_t), \quad u_c > 0, u_e < 0, \quad (2)$$

ここで添え字は偏微分を表している。個人の予算制約式は

$$e_t = \alpha e_{t-1} + (1 + \theta)c_t - \tau_t, \quad (3)$$

であり、 θ は比例的炭素税の税率、 τ_t は政府からのトランスファーである。このとき、政府の予算制約式は

$$\theta c_t = \tau_t. \quad (4)$$

である。

分権的市場経済では、各世代は効用関数 (2) を予算制約 (3) のもとで最大化するが、その一階の条件として

$$\frac{u_c(t)}{1 + \theta} + u_e(t) = 0, \quad \forall t. \quad (5)$$

が要求される。この結果、市場経済のダイナミクスは、二つの連立差分方程式 (1) と (5) によって完全に描写される。

いま簡単化のために、経済がある定常状態 (c^*, e^*) に位置したものとしよう。すると Figure 1 から明らかなように、定常状態 E^* における最適税率 θ^* は $\frac{\alpha}{1 - \alpha}$ となる。

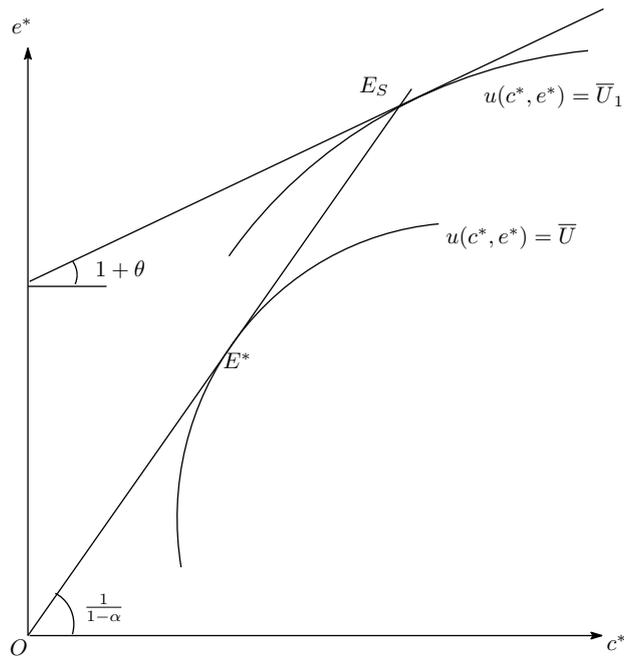


Figure 1

特集 新しいマクロ経済理論の構築を目指して

今度は見方を変えて、最適資源配分が計画経済において如何にして達成できるかを考えてみよう。ここで「平等主義的」な「サステナビリティ」が、この問題を解く際の制約条件であると考えよう¹⁾。すなわち、

定義 1 経済が「サステナブル」であるとは

$$u(c_t, e_t) \geq \bar{U}, \quad \forall t \quad (6)$$

が、ある与えられた \bar{U} のもとで成立することである。 ■

この定義から、政府が解くべき最適化問題は、以下のように定式化される。すなわち、

$$\max_{c_t} u(c_0, e_0), \quad \text{s.t. } e_{-1} = e, \quad u(c_t, e_t) \geq \bar{U} \quad \forall t. \quad (7)$$

対応するラグランジアン L は、

$$L \equiv u(e_0 - \alpha e_{-1}, e_0) + \sum_{t=1}^T \lambda_t [u(e_t - \alpha e_{t-1}, e_t) - \bar{u}]. \quad (8)$$

である。したがってその一階の条件から、

$$\lambda_t [u_c(t) + u_e(t)] - \alpha \lambda_{t+1} u_c(t+1) = 0. \quad (9)$$

が得られる。

定常状態の持つ重要な性質は、(9) に現れている。すなわちラグランジュ乗数の流列、 $\{\lambda_t^*\}_{t=1}^T$ は次の差分方程式を満足せねばならない。

$$\lambda_t^* \left[1 - \left[-\frac{u_e^*}{u_c^*} \right] \right] = \alpha \lambda_{t+1}^* \Leftrightarrow \lambda_{t+1}^* = \frac{\left[1 - \left[-\frac{u_e^*}{u_c^*} \right] \right]}{\alpha} \cdot \lambda_t^*, \quad \lambda_0^* = 1, \quad (10)$$

ここで $-\frac{u_e^*}{u_c^*}$ は、消費の CO_2 ストックに対する限界代替率で、均衡では比例的炭素税の「粗」税率の逆数と等しくなる。

ここで Negishi (1960) の方法を用いると、初期条件が $e_{-1} = e^*$ のもとでの最大化問題 (8) は、次の加法分離的な社会的厚生関数の最大化問題と等価であることが分かる。すなわち、

$$\max_{e_t} \sum_{t=0}^T \lambda_t^* u(e_t - \alpha e_{t-1}, e_t), \quad e_{-1} = e^*. \quad (11)$$

である。(10) から直ちに明らかなように、効用の割引が許されるのは、

1) この「サステナビリティ」の定義は Pezzey (1997) に基づく。しかし彼とは違い、われわれは「サステナビリティ」と「最適性」の間に齟齬があるとは考えない。

$$1 - \alpha = \frac{1}{1 + \theta^*} < -\frac{u_e^*}{u_c^*}.$$

の場合に限られる。

この条件を (5) を加味して、市場経済の炭素税率に書き直すと、効用の割引が許されるのは、

$$\theta^* > \theta, \tag{12}$$

の場合に限られる。ここで θ が現行の炭素税率である。

このような定常状態は、Figure 1 の E_S に対応する。このことは、「平等主義的」立場からすると効用の割引が、 CO_2 の過剰放出をもたらすことを意味している。以上をまとめると、

定理 1 経済が「サステナブル」である限り、各々の世代の効用は等しく加重されるべきである。そして効用の割引は、実効的な炭素税率を最適なものより低いところへ誘導する働きがある。 ■

最後に、社会的計画の時間的視野が無限の場合を考えておこう。すると定理 1 から、各世代のウェイトは 1 に限らず等しければよいわけであるから、これを、 $\frac{1}{T}$ としてみよう。こうした後で $T \rightarrow +\infty$ の極限をとれば、効用和が発散することはない。したがって無限期の場合の正しい社会的厚生関数として、

$$\lim_{T \rightarrow +\infty} \frac{1}{T} \sum_{t=0}^T u(c_t, e_t). \tag{13}$$

を得ることができる。

III 結論

この論文では、計画経済における社会的割引率と市場経済における最適炭素税率の間の理論的関連を分析した。その結果計画経済における割引因子の導入は、市場経済における過少税率に対応することが明らかとなった。「平等主義的」見地からは各世代が、 CO_2 の正しい価格、すなわち

$$\alpha + \alpha^2 + \dots = \frac{\alpha}{1 - \alpha}.$$

特集 新しいマクロ経済理論の構築を目指して

を支払わねばならないのである。この素朴な計算が最適炭素税率に対応していることは言うまでもない。以上から明らかなように、計画経済において効用を割り引くことは、決して望ましくないのである。

付録：次善炭素税率の数値例

われわれの炭素税に対する分析には、非常に優れた特徴がある。方程式 (5) と (10) から明らかなように、われわれの方法に従えば、最適・次善の炭素税率の算出に当たって、効用関数に関する情報が不要となる。すなわち、

$$d_t^* \equiv \frac{\lambda_{t+1}^*}{\lambda_t^*} = \frac{1 - \frac{1}{1 + \theta}}{\alpha} \quad (14)$$

が成り立つ。(14) の左辺は、次善の社会的割引率を表している。この値を外から与えると、上の方程式を満足するように、次善の炭素税率 θ を求めることができる。

Houghton, Jenkins and Ephraums (1990) に従って、暫定的に a を $a \approx 0.5$ としよう²⁾。すると (14) から、次善的炭素税率に関する次のシンプルな公式が得られる。

$$\theta = -1 + \frac{1}{1 - \alpha d_t^*} \approx -1 + \frac{1}{1 - 0.5d_t^*} \quad (15)$$

この公式を用いて、次善的炭素税率を試算したのが下表である。この数値例では一世代の余命を 32 年、割引率は年単位で計算している。

Discount Rate	Tax Rate
0 %	100 %
1 %	57 %
2 %	36 %
3 %	23 %

2) 田中(1993)が指摘するように、排出された CO_2 に関する収支の不均衡には、無視できない大きさがある。排出／吸収過程に関するより詳細な分析が、炭素税の試算に当たっても強く望まれる。

参考文献

- [1] 田中正之(1993).「地球温暖化現象のメカニズム」. 宇沢弘文・國則守生編著『地球温暖化の経済分析』, 東京大学出版会, 37-72.
- [2] Dasgupta Partha and Heal Geoffrey (1974) The optimal depletion of exhaustible resources. *Review of Economic Studies*, Symposium: 3-28.
- [3] Hartwick John M. (1977) Intergenerational equity and the investing rents from exhaustible resources. *American Economic Review*: 972-974.
- [4] Houghton, J.G., G.J. Jenkins, and J.J. Ephraums (eds.). *Climate Change—No.41. The IPCC Scientific Assessment (IPCC, 1990)*, Cambridge, Cambridge University Press.
- [5] Negishi Takashi (1960) Welfare economics and existence of an equilibrium for a competitive economy. *Metroeconomica*: 92-97.
- [6] Pezzey John. C. B. (1997) Sustainability constraints versus “optimality” versus intertemporal concern, and axiom versus data. *Land Economics* 73: 448-466.
- [7] Solow Robert M. (1986) On the intergenerational allocation of natural resources. *Scandinavian Journal of Economics*: 141-149.