

## 世代重複モデルを用いた環境教育における CO<sub>2</sub> 排出抑制効果の分析

岐阜大学 学生会員 ○佐藤佑樹  
 岐阜大学 正会員 北浦康嗣  
 岐阜大学 正会員 高木朗義

### 1. はじめに

現在、持続可能な低炭素社会に向けた取り組みが世界各国でなされている。しかしながら、それをどのように達成するについては様々な議論がある。有田ら<sup>1)</sup>は、持続可能な社会実現のためには、自然環境を尊重することや、将来世代へ配慮することなどが重要であると指摘している。これらの実現のために注目されているのが環境教育である。環境教育を行うことで、環境配慮型市民や持続可能な社会づくりに主体的に参画できる環境人材を育成することが期待されている。しかし、実際に環境教育を行うことでどの程度 CO<sub>2</sub> 排出抑制効果がみられるか不明であるといった課題がある。

そこで、本研究では公的機関における環境教育の実施が CO<sub>2</sub> 排出量にどのような影響があるのかを経済理論的に分析することで、効率的に CO<sub>2</sub> 排出抑制効果が得られる環境教育の提言を行う。

### 2. 本研究の位置づけと枠組み

本研究では、Diamond<sup>2)</sup> に代表される世代重複モデル(図1)を用い、その中に環境的要因を取り入れる。このように世代重複モデルに環境的要因を導入し、経済と環境の関係を明らかにする既往研究は少なくない。井上ら<sup>3)</sup>は人的資本蓄積を伴う内生的経済成長モデルを用いて経済成長と環境問題の関係を議論している。しかしながら、環境教育が経済成長と環境問題に与える影響を明らかにする研究はほとんどされていない。本研究では、公的機関における環境教育が個人の人的資本を蓄積させ、環境配慮行動を促すと想定しモデルの特定化を行う。

### 3. 世代重複モデルの構築

本研究では、家計と政府との2つの経済主体が存在する小国開放経済を想定する。個人は公的機関における環境教育により人的資本を蓄積し、環境配慮行動をとるようになる。この環境配慮行動によって、個人は直接的な環境投資だけではなく間接的に環境汚染物質の自然浄化率に影響を与えるとする。

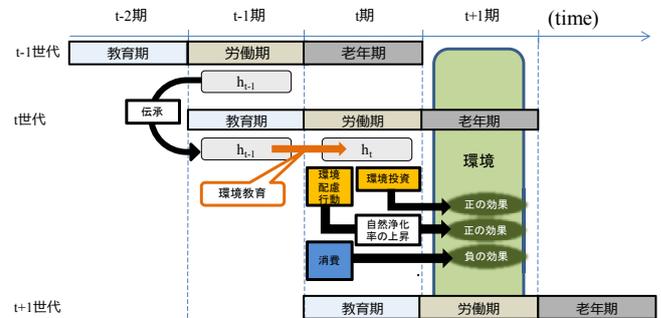


図1 世代重複モデルの概念図

#### (1) 環境の定式化

本研究では CO<sub>2</sub> を対象物質としているので、ストックとして遷移式を想定する。t期の環境汚染を  $P_t$  と表し、自然浄化率  $\delta(h_t)$  で自然浄化がなされた分の環境汚染は  $\delta(h_t)P_t$  とする。ここで、自然浄化とは植樹等の環境配慮行動を想定しており、個人が環境配慮行動をとることで CO<sub>2</sub> が浄化されるとする。自然浄化率  $\delta(h_t)$  は、 $h_t$  に関する関数として内生的に与えられる。ただし、 $0 < \delta(h_t) < 1$ ,  $\delta'(h_t) > 0$ ,  $\delta''(h_t) < 0$  である。労働期の消費  $c_t$  により CO<sub>2</sub> 排出量が増加する一方で、環境投資  $m_t$  と自然浄化率  $\delta(h_t)$  により CO<sub>2</sub> 排出量が減少する。環境汚染の動学方程式は、John and Pecchenino(1994)に従い、

$$P_{t+1} = [1 - \delta(h_t)]P_t - \gamma m_t + \alpha c_t \quad (1)$$

とする。ここで、 $\alpha$  は労働期の消費  $c_t$ ,  $\gamma$  は環境投資の効率性を表すパラメータである。

#### (2) 家計行動

各家計は、教育期、労働期と老年期という3期間生存する。教育期には、教育を受けて人的資本を身につける。労働期には、労働による給与所得から徴税された可処分所得を消費、環境投資と老年期への貯蓄に配分する。老年期には、労働期で行った貯蓄をもとに消費を行う。これらの3世代が1期間に重複して生存している。t-1期に生まれ、t期に労働期を過ごし、t+1期に老年期である世代を第t世代と定義する。第t世代の家計の効用  $U_t$  は、労働期の消費  $c_t$ , 老年期の消費  $d_{t+1}$ , 老

年期の環境汚染蓄積 $P_{t+1}$ で決定される。本研究では単純化のために、対数線形関数で設定されるとし、

$$U_t = \ln c_t + \beta \ln d_{t+1} - \varphi \ln P_{t+1} \quad (2)$$

とする。ここで、 $\beta$ は老年期の消費 $d_{t+1}$ 、 $\varphi$ は老年期の環境汚染蓄積 $P_{t+1}$ に対して与えられる選好パラメータである。

個人の人的資本は、親の世代の人的資本と公的教育に依存するとする。人的資本 $h_t$ に関する蓄積方程式は、

$$h_t = \theta e_{t-1}^\eta h_{t-1}^\psi \quad (3)$$

とする。ここで、 $e_{t-1}$ は公的機関による環境教育の費用であり、 $h_{t-1}$ は親の世代の人的資本である。 $\theta, \eta, \psi$ はそれぞれパラメータである。

第 $t$ 世代の家計は、労働期に労働による可処分所得 $(1-\tau)wh_t$ を得る。ここで、 $w$ は効率労働1単位当たりの賃金率であり毎期一定である。そして、それを労働期では、環境投資 $m_t$ 、消費 $c_t$ 及び貯蓄 $s_t$ に配分する。労働期、老年期に関する家計の予算制約は、それぞれ

$$c_t + s_t + m_t = (1-\tau)wh_t \quad (4)$$

$$d_{t+1} = (1+r)s_t \quad (5)$$

となる。ここで、 $r$ は貯蓄に対する利子率であり毎期一定である。

### (3) 政府行動

政府は、家計の労働世代による所得 $wh_t$ に対する税率 $\tau$ の所得税を課し、その税収を財源として、教育世代に環境教育 $e_t$ を行う。この関係を以下に示す。

$$e_t = \tau wh_t \quad (6)$$

### (4) 個人の最適化行動

家計は(1)式、(3)式~(6)式を制約として、(2)式を最大化する。一階の条件は次のように与えられる。この最適化問題を解くと、

$$P_{t+1} = \frac{\Gamma\Omega + \Omega\Lambda + \alpha(\Gamma + \Lambda)}{\Gamma\Omega} [1 - \delta(h_t)] P_t - \frac{\gamma(1-\tau)wh_t\varphi(\alpha + \gamma)}{\Gamma} \quad (7)$$

という一階の差分方程式が導出される。ここで、 $\Omega \equiv \varphi(\alpha + \gamma) - \alpha$ 、 $\Gamma \equiv (\alpha + \gamma)(\varphi - \beta - 1)$ 、 $\Lambda \equiv \gamma + \beta(\alpha + \gamma)$ である。 $\Gamma < 0$ すなわち $\varphi < \beta + 1$ のとき、 $P_t$ は時間の経過とともに単調に安定解 $P^*$ に収束する。 $\Gamma > 0$ すなわち $\varphi > \beta + 1$ のとき、解が発散し不安定解となる。以下では $\varphi < \beta + 1$ に限定して分析を行う。

## 4. 定常状態の環境教育がCO<sub>2</sub>排出量に及ぼす影響

本節では定常状態における環境教育がCO<sub>2</sub>排出量に

CO<sub>2</sub>排出量:P

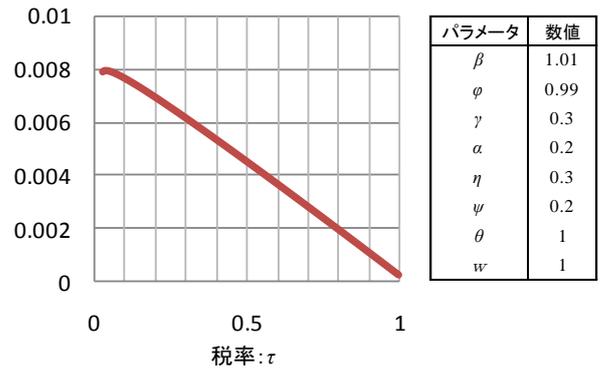


図 2 税率と環境汚染ストックの関係

及ぼす影響を分析する。定常状態とは、すべての経済変数が時間を通じて一定となる状態として定義される。したがって、 $P_{t+1} = P_t = P^*$ 、 $h_{t+1} = h_t = h^*$ である。このとき $h^* = [\theta(\tau w)^\eta]^{1/(1-\eta-\psi)}$ なので、定常状態における環境汚染 $P^*$ は(7)式より、

$$P^* = \frac{\Omega\gamma(1-\tau)w(\theta w^\eta)^{1/(1-\eta-\psi)}\tau^{1/(1-\eta-\psi)}\varphi(\alpha + \gamma)}{\{\Gamma\Omega + \Omega\Lambda + \alpha(\Gamma + \Lambda)\}[1 - \delta(\tau)] - \Gamma\Omega} \quad (8)$$

である。

(8)式より、環境教育に対する税がCO<sub>2</sub>排出量に与える効果として、以下の3つがある。1つは、可処分所得が増加することで消費を増やした結果、CO<sub>2</sub>排出量を増加させる正の効果である。一方、環境教育を行うことで自然浄化率が上昇することでCO<sub>2</sub>排出量を減少させる効果、さらに、可処分所得が減少することで消費が減少した結果、CO<sub>2</sub>排出量を減少させる効果の2つの負の効果がある。図2に示すパラメータの下で、定常状態における環境教育に対する税率とCO<sub>2</sub>排出量の関係を図示すると図2のようになる。

## 5. 結論と今後の課題

本研究では、環境と教育を考慮した世代重複モデルを用いて、公的機関における環境教育がCO<sub>2</sub>排出量および経済成長に与える影響を分析した。その結果、環境教育に対する税はCO<sub>2</sub>排出量に3つの異なる影響を与えることを示した。今後は、CO<sub>2</sub>排出量等の実際のデータを用いてシミュレーション分析を行い、地域特性を考慮した効率的な環境教育の提言を行う。

### 【参考文献】

- 1) 有田正光, 石村多門, 白川直樹: 環境問題へのアプローチ, 東京電機大学出版局, 第3章, 2001.
- 2) Diamond, P.A.: National Debt in a Neoclassical Growth Model, American Economic Review, 55, (5), 1, pp.1126-1150, 1965.
- 3) 井上知子, 平澤誠: 人的資本蓄積と環境, 南山経済研究第16巻第2号, pp.157 - 167, 2001.