

環境教育による長期的な態度行動変容：洗練化と合理化*

Long-term Attitude Behavior Change by Environmental Education : Sophistication and Rationalization*

林山 泰久**・稲垣 雅一***・阪田 和哉****

By Yasuhisa HAYASHIYAMA**, Masakazu INAGAKI*** and Kazuya SAKATA****

1. はじめに

地球環境問題に対する関心が高まる中、平成 16 年度版環境白書(2004)¹⁾によれば、平成 14 年度に行われた環境に対する配慮についてのアンケートにおいて「次の世代を担う子どもが環境保全について理解を深めるための教育が必要だ」と回答した割合が 92.2%と高く、次世代を担う子どもに対する環境教育(Environmental Education)の必要性が国民に高く認識されている。当然のことながら、環境教育が必要なのは、次世代を担う子供のみならず、現世代である成人に対しても、自治体や企業による環境教育や消費者教育等の生涯学習の場を通じて、環境配慮型のライフスタイルの形成が求められていることは言うまでもない。すなわち、環境教育は、将来世代への配慮を促す教育であり、教育を施すことによって、個人が自らの行動の長期的影響を考慮し、理解を深め、合理的な行動を行うよう変容することを想定しているものと考えられる。なお、環境教育は、通常の経済学において想定されている Becker(1975)²⁾による職業教育のような生産性の向上効果を必ずしも意図していない教育であることに注意が必要である。

これまでの新古典派経済学の理論的枠組みでは、一般に、個人は「合理的な個人 R (Rational Person)」を仮定していることから、主観的割引率(Subjective Discount Rate)、或いは、時間選好率(Rate of Time Preference)が一定であるならば、指数型割引関数(Exponential Discount Function)が理論的に導かれることが知られている。ここでの個人は、既に自らの長期的影響を考慮した行動を行っており、環境教育を施すことにより厚生が上昇することも、行動を変容させることもないため、前述した環境教育が想定する内容とは矛盾が存在する。また、これらの指数型割引関数は、Thaler(1981)³⁾および Loewenstein and Prelec(1992)⁴⁾等によりいくつかの変則現象(Anomaly)が指摘されている。これらの変則現象は、環境問題を議論する際にも同様な側面が多々見られ、例えば、環境悪化は近視眼的な便益が長期的な費用を上回ることから発生することが多い。このことは、個人は指数型割引を行っておらず、実験経済学や行動経済学における自制問題(Self-control Problem)、すなわち、現在偏重型選好(Present-biased Preference)を有することによる時間不一致性(Time Inconsistency)の問題として捉えることが可能で

あることを意味している(例えば、Ainslie(1992)⁵⁾を参照のこと)。

そこで、本研究では環境問題の中で、枯渇性資源(Exhaustible Resource)問題を対象とし、この消費計画を自制問題として取り扱う。また、本稿は、枯渇性資源の枯渇について環境教育により個人が自らの将来の行動を理解し、合理的な行動を行うよう変容する過程を表すモデルに関する筆者らの一連の研究として位置付けられる。これらの一連の研究として林山・稲垣・阪田(2004)(2005)⁶⁾⁷⁾では、枯渇性資源の消費問題について擬似双曲線型モデルを用いて分析を行っている。また、稲垣・阪田・林山(2004)⁸⁾では、擬似双曲線型モデルに加えて、双曲線型モデルについても分析を行っている。よって、本研究では擬似双曲線型モデルとの比較において、特に異なる点として洗練化と合理化に焦点を絞り、双曲線型モデルを中心に議論し、さらにその際の環境教育の効果について分析を行うものとする。以上の研究における環境教育の効果は、将来のウェイトに対するパラメータが環境教育により変化していることから、将来世代にどの程度配慮しているのかという点を明確に表すメカニズムになっている。環境問題の多くは、将来世代と現世代との世代間公平性の問題である以上、この点を明確に表現することは非常に有益であると思われる。

上記の目的に添って、2. では本研究において想定する4タイプの個人について述べる。次に、3. および4. では、個人の主観的割引率が有する変則現象を定式化するために、各々、擬似双曲線型割引関数モデルおよび双曲線型割引関数モデルによる枯渇性資源の生涯消費計画問題を定式化する。5. では、環境教育を明示的に導入し、長期的な態度行動変容モデルを定式化する。6. では、態度行動変容モデルを用いた数値解析を実行することにより、環境教育がもたらす効果を把握する。さらに、7. では、数値解析で得られた知見から、環境教育が具備すべき点を検討し、8. において本研究の結論と今後の課題を示す。

2. 想定する個人と自制問題

本研究において想定する個人は、合理的な個人 R 、自制問題を有する単純な個人 N (Naive Person)、将来の自制問題を完全に予測して行動することができる洗練された個人 S (Sophisticated Person)、個人 N と個人 S の中間に位置づけられる部分的に洗練された個人 P (Partially Sophisticated and Naive Person)を考える。ここでの自制問題とは、通時的な消費計画を立案した際に、それぞれの期において、当初の消費計画を変更し、計画を立て直し

* キーワーズ：環境計画、地球環境問題

** 正会員 工博 東北大学教授 大学院経済学研究科
(仙台市青葉区川内 27-1, E-mail: yhaya@econ.tohoku.ac.jp)

*** 経修 東北大学博士後期課程 大学院経済学研究科

**** 経修 (財)日本総合研究所 特別研究本部

てしまう誘引が存在するか否かを表している。

まず、個人 R は、現時点($t=0$)において将来の行動を完全に予測することができ、かつ、その通りに行動するものとする。したがって、環境教育を施しても個人 R は既に合理的に行動しているために、環境教育の効果は無い。次に、個人 N は、現時点の効用に大きなウェイトを置くものの、将来は合理的に行動すると予測する。しかしながら、途中時点で自制問題が発生し、当初計画の変更を余儀なくされる。また、個人 S は、最終期から後方帰納的に推測、すなわち、将来の自制問題を完全に予測して行動する。特に、個人 S は、現時点効用に特別なウェイトを置かない場合には、個人 R と一致することになる。最後に、個人 P は、個人 R 、個人 N および個人 S をその特殊解として内包化した最も一般的な行動を行う。したがって、本研究において一般的に定式化する個人は、個人 P に相当する。

3. 擬似双曲線型割引関数モデル

(1) モデル

いま、期間 $t = 0, 1, 2, \dots, T$ における代表的個人の離散時間での簡便な生涯消費計画問題を考える。ここでの期間は、通常用いられている年および月を想定する。また、ここでの目的関数は、每期、個人が異なる個人であると解釈可能であることから、それぞれの期を世代と捉えることもできる。個人は枯渇性資源消費において式(1)に示す制約条件を有するものとする。なお、 $K_0 = \bar{K}$ 、 $K_{T+1} \geq 0$ とする。

$$K_{t+1} = (K_t - c_t)r, \forall t \quad (1)$$

ここで、 K_t は t 期における枯渇性資源の残存量(期首ベースでのストック)、 c_t は t 期における枯渇性資源消費量、 r は外生的に与えられる資本の実質収益性を示す。なお、本研究は枯渇性資源を対象としているため、 r は自然減耗率($0 < r \leq 1$)と解釈する。また、消費の条件として式(2)を仮定する。

$$0 \leq c_t \leq K_t, \forall t \quad (2)$$

さらに、この分野の代表的な既存研究である O'Donoghue and Rabin(1999a)(1999b)(2001)⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾による擬似双曲線型割引関数(Quasi-Hyperbolic Discount Function)による Two-parameter Model を用いると、個人の生涯効用 $U^*(\bullet)$ は式(3)で表現することができる。このとき、擬似双曲線型による割引は、 $t = 0, 1, 2, \dots, T$ に対して $\{1, \beta\delta, \beta\delta^2, \dots, \beta\delta^T\}$ となる。

$$\begin{aligned} U^*(u_t(c_t), u_{t+1}(c_{t+1}), \dots, u_T(c_T)) \\ = \delta^t u_t(c_t) + \beta \sum_{i=t+1}^T \delta^i u_i(c_i), \forall t \end{aligned} \quad (3)$$

where $0 < \beta \leq 1, 0 < \delta \leq 1$

ここで、 t 期における効用を u_t とし、 δ は割引パラメータ、 β は現時点の効用にどの程度ウェイトを置いているかを示すパラメータ(現在偏重型選好パラメータ)である。 $\beta = 1$ ならば(β, δ)により規定される選好は指数型割引関数によって割引かれ、 $\beta < 1$ ならば現在偏重型選好を有することを意味する。

さらに、前述した個人 P 、個人 N および個人 S について考える。まず、 $\hat{\beta}$ を個人の将来の自制問題に対する信念を表すパラメータであるとし、最終期には β となるものとする。このとき、個人 S は将来の自制問題を完全に予測して行動することから $\hat{\beta} = \beta$ と表現することができる。また、個人 N は自身では自制問題を有するということを信じていないことから $\hat{\beta} = 1$ となる。さらに、個人 P は個人 S と個人 N を特殊解として含む一般型であることから $\hat{\beta} \in [\beta, 1]$ と表現することができる。

(2) オイラー方程式による消費の均衡経路

本研究における生涯消費計画においては、各期においては、将来までの生涯消費計画を立案し、その時点における最適解に基づいて行動しているものと考えられる。このことは、各時点において個人が自らの消費計画問題を解き、最適な消費計画を行うという、個人を動学ゲームにおける一時的自己の連続とみなしていることを意味する(Laibson(1994)(1996)(1998)¹²⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾)。以上の想定のもと、消費のオイラー方程式(Euler Equation)である式(4)を得る(導出については、Laibson(1996)、林山・稲垣・阪田(2005)参照)。

$$\begin{aligned} u'_t(c_t) \\ = r \left[\left(\frac{\partial c_{t+1}(K_{t+1})}{\partial K_{t+1}} \right) \beta \delta + \left(1 - \frac{\partial c_{t+1}(K_{t+1})}{\partial K_{t+1}} \right) \delta \right] \\ u'_{t+1}(c_{t+1}) \end{aligned} \quad (4)$$

ここで、前述したように、 $\beta = 1$ の場合には、指数型割引関数となることから、擬似双曲線型割引関数を採用した場合の有効な割引要素は式(4)の大括弧内で表現されていることが分かる。

4. 双曲線型割引関数モデル

(1) モデル

ここでは、Loewenstein and Prelec(1992)および Laibson(1997)¹⁵⁾等による双曲線型割引関数(Hyperbolic Discount Function)を採用した枯渇性資源の生涯消費計画問題を考えるものとし、ここでのモデルの基本構造は3.

(1) と同一であり、式(3)を式(5)に変更した場合を考える。

表－１ 態度行動変容モデルにおける個人(双曲線型割引関数)

	自制問題の有無			自制問題に対する信念 パラメータ	個人の性質
		時間不 一貫性	再計画 の有無	$\hat{\phi}_t = (\varepsilon + \omega D_t) \cdot (\phi_1)^t + (1 - (\varepsilon + \omega D_t)) \cdot \phi_t$ $\phi_t = (1 + (\alpha - \eta D_t)t)^{\frac{\gamma - \alpha D_t}{\alpha - \eta D_t}}$	
個人 N	○	○	○	$\hat{\phi}_t = \phi_t \quad (\alpha - \eta D_t \neq 0)$	自分の自制問題に気付いていないため、途中で再計画せざるを得ない。
個人 P	○	○	○	$(\phi_1)^t < \hat{\phi}_t < \phi_t \quad (\alpha - \eta D_t \neq 0)$	個人Nと個人Sの中間であり、 $\hat{\phi}_t$ の値により性質が変化するという最も一般的な個人。
個人 S	○	○	×	Case1. $\hat{\phi}_t = (\phi_1)^t$	自分が自制問題を有することを正確に予測して将来計画をする。すなわち、自分の選好を確信しているために(自己の戦略が既知)、再計画することはない。また、 $\hat{\phi}_t = (\phi_1)^t = \delta^t$ の時に個人Rになる。
	×	×		Case2. $\hat{\phi}_t = e^{-\gamma t} \quad (\alpha = 0)$	個人Rに比べ、割引因子が異なる。 $\hat{\phi}_t = e^{-\gamma t} = \delta^t$ の時に個人Rになる。
個人 R	×	×	×	—	新古典派経済学の想定であり、将来まで完全に予測して計画するため、完全に自制的である。

$$U^t(u_t(c_t), u_{t+1}(c_{t+1}), \dots, u_T(c_T)) = \sum_{i=t}^T \phi_i u_i(c_i), \forall t \quad (5)$$

$$\text{where } \phi_t = (1 + \alpha t)^{-\frac{\gamma}{\alpha}}, \quad \alpha, \gamma > 0$$

なお、指数型割引関数は、 $\alpha \rightarrow 0$ という特殊ケースとして双曲線型割引関数に含まれる。

さらに、擬似双曲線型割引関数モデルの場合同様、個人P、個人Nおよび個人Sについて考える。 $\hat{\phi}_t$ を個人の将来の自制問題に対する信念を表すパラメータであるとする。このとき、個人Sは将来の自制問題を完全に予測して行動することから、常に再計画化して消費を行うことを正確に予測する。よって、 $\hat{\phi}_t = (\phi_1)^t$ と表現することができる。また、個人Nは自制問題を有することを自分自身では信じていないことから $\hat{\phi}_t = \phi_t$ となる。さらに、個人Pは個人Sと個人Nを特殊解として含む一般型であることから以下のように表現することが可能である。ただし、その他にも $\hat{\phi}_t$ の候補になり得るものは多く存在する。

$$\hat{\phi}_t = \varepsilon \cdot (\phi_1)^t + (1 - \varepsilon) \cdot \phi_t \quad (6)$$

where $0 \leq \varepsilon \leq 1$

(2) オイラー方程式による消費の均衡経路

式(5)および式(6)より、消費のオイラー方程式は式(7)となる。

$$u'_t(c_t) = r \left[\frac{1 + \alpha t}{1 + \alpha(t+1)} \right]^{\frac{\gamma}{\alpha}} u'_{t+1}(c_{t+1}) \quad (7)$$

ここで、式(7)より、オイラー方程式が時間 t に依存して決まることから分かる。このことは、ある $t+1$ 期において生涯消費計画を再計画した場合、 t 期に計画した k 期の消費量を c_k^t とし、 $t+1$ 期に計画した k 期の消費量を c_k^{t+1} とすると、それらは $c_k^t \neq c_k^{t+1}$ であり、さらに、 $c_k^t < c_k^{t+1}$ となり、個人は消費計画を変更する誘因を持つ。換言すれば、計画時点を変えて、再計画する毎に新しい再計画問題のオイラー方程式から得られる最適経路は、再び t が0から始まることになり、再計画の度にその計画での最適現在消費量が当初の消費計画量を超える(過剰消費)ことになる。例えば、 $T=2$ の場合、効用関数を $u_t(c_t) = (c_t)^2$ とすると、式(7)より第0期時点では、 $c_0^0 = r \left[\frac{1}{1 + \alpha} \right]^{\gamma/\alpha} c_1^0$ 、 $c_1^0 = r \left[\frac{1 + \alpha}{1 + 2\alpha} \right]^{\gamma/\alpha} c_2^0$ となるが、第1期時点では再計画を行ってしまうので $c_1^1 = r \left[\frac{1}{1 + \alpha} \right]^{\gamma/\alpha} c_2^1$ となり($c_1^0 < c_1^1$)、予定されていた当初の消費行動が変更されてしまう。

5. 環境教育による態度行動変容モデルの構築

ここでは、3. および4. において解説したモデルに、本研究における政策変数である環境教育投資をダミ

一変数 D_i (1:with,0:without)として導入する。ダミー変数はそれぞれのパラメータに直接的に影響を与える構造となっており、これら全てが環境教育による教育効果であると仮定する。すなわち、環境教育を行った効果はダミー変数で表現されていることになる。なお、教育投資の質的・量的表現および教育投資のストック化等の変数処理に関する問題は今後の研究課題とし、本研究では最も簡便な変数処理を行うものとする。

(1) 擬似双曲線型割引関数モデルへの適用

擬似双曲線型割引関数モデルに環境教育ダミーを導入した際の態度行動変容モデルは、式(8)のように表現することができる。ここで、 μ は環境教育パラメータを示す。

$$U^i(u_i(c_i), u_{i+1}(c_{i+1}), \dots, u_T(c_T)) \\ = \delta^i u_i(c_i) + \sum_{i=i+1}^T (\beta + \mu D_i) \delta^i u_i(c_i), \quad \forall t \quad (8) \\ \text{where } 0 < \beta \leq 1, 0 < \delta \leq 1, 0 \leq \mu \leq (1-\beta)$$

(2) 双曲線型割引関数モデルへの適用

双曲線型割引関数モデルに環境教育ダミーを導入した際の態度行動変容モデルは、式(9)のように表現することができる。ここで、 η 、 σ 、 ω は環境教育パラメータを示す。

$$U^i(u_i(c_i), u_{i+1}(c_{i+1}), \dots, u_T(c_T)) = \sum_{i=i}^T \phi_i u_i(c_i), \quad \forall t \\ \text{where } \phi_i = (1 + (\alpha - \eta D_i) t)^{\frac{\gamma - \sigma D_i}{\alpha - \eta D_i}}, \alpha, \gamma, \eta, \sigma > 0 \quad (9) \\ \hat{\phi}_i = (\varepsilon + \omega D_i) \cdot (\phi_i)' + (1 - (\varepsilon + \omega D_i)) \cdot \phi_i, \\ 0 \leq \varepsilon \leq 1, \quad \varepsilon \leq (\varepsilon + \omega D_i) \leq 1$$

(3) 環境教育が個人に与える影響

ここでは、2.、3. および4. において想定した個人について5. において構築した環境教育による態度行動変容モデルとの対応関係について整理する。本研究では、環境教育を実施することにより個人が非合理的意思決定から合理的意思決定に変化するという態度行動変容の過程およびその効果を分析することを目的としている。本研究において想定している個人は個人 N 、個人 P 、個人 S 、個人 R であり、表-1のように整理することができる¹。

6. 数値解析

(1) 数値解析のための諸設定

ここでは、それぞれのモデルに外生的にパラメータ値を与えて数値解析を試みる。まず、効用関数を式(10)に示す CRRA(Constant Relative Risk Aversion: 相対危険回

避度一定)型効用関数であるとし、危険回避度パラメータは $\rho \in (0, \infty)$ であるとする。

$$u(c_i) = \frac{c_i^{1-\rho} - 1}{1-\rho} \quad \text{if } \rho > 0, \rho \neq 1, \forall t \\ = \log c_i \quad \text{if } \rho = 1, \forall t \quad (10)$$

よって、式(8)および式(9)に基づき導出される消費のオイラー方程式は、式(11)および式(12)になる。

$$c_i \\ = (r\delta)^{-\frac{1}{\rho}} \left[\frac{\partial c_{i+1}(K_{i+1})}{\partial K_{i+1}} ((\beta + \mu D_{i+1}) - 1) + 1 \right]^{-\frac{1}{\rho}} c_{i+1} \quad (11)$$

$$c_i = r^{-\frac{1}{\rho}} \left[\frac{1 + (\alpha - \eta D_i) t}{1 + (\alpha - \eta D_i)(t+1)} \right]^{-\frac{\gamma - \sigma D_i}{\rho(\alpha - \eta D_i)}} c_{i+1} \quad (12)$$

また、指数型割引関数は、合理的個人 R なので環境教育の影響は受けない。よって、そのオイラー方程式は式(13)のように表される。

$$c_i = (r\delta)^{-\frac{1}{\rho}} \cdot c_{i+1} \quad (13)$$

以上の式(11)、式(12)、および式(13)に対して外生的にパラメータ値を与えて数値解析を試みる。なお、表-2に示した基本ケースにおけるパラメータの設定値の大部分は Laibson(1998)に依拠している。

表-2 数値解析のための諸設定

β	0.6	T	9
δ	0.97	K_0	100
μ	0.1	r	1.0
ρ	0.5	$\hat{\beta}$	0.8
α	100	γ	10
η	10	σ	3
ε	0.5	ω	0.1

本研究では、林山・稲垣・阪田(2005)同様に個人 P から個人 S への態度行動変容を洗練化(Sophistication)と、個人 S から個人 R への態度行動変容を合理化(Rationalization)と定義し、以下で検討を行うものとする。擬似双曲線型割引関数モデルと双曲線型割引関数モデルに関する数値解析では、全体の傾向としては大部分が一致しているものの、この2つのモデルの相違点は、洗練化という態度行動変容の段階において2つのケースが存在し、また、合理化の段階においても2つのケースが存在するという点である。したがって、本研究では双曲線型割引関数モデルにおいて、特に擬似双曲線型割引関数モデルとは異なる部分、すなわち、洗練化と合理化につ

¹ ここでは、双曲線型割引関数モデルの場合のみを掲載する。擬似双曲線型については林山・稲垣・阪田(2005)参照のこと。

いての部分のみ検討を行うものとする¹¹。

(2) 洗練化の影響度合いに関する分析

洗練化の影響度合いを検討するために、個人 P の態度行動変容に関する分析を行う。個人 P は、信念 $\hat{\phi}_t$ のパラメータが $0 \leq \varepsilon \leq 1$ かつ $0 < \alpha$ の値を有する。そこで、ここでは、表-2の設定に基づき環境教育なしの場合を基準として、Case.1では $\varepsilon = 0.5, 0.7, 1.0$ の3ケースについて、Case.2では $\alpha = 0, 50, 100, 500$ の4ケースについての数値解析を行う。

a) Case.1における分析

ここでは、 $\varepsilon = 0.5, 0.7, 1.0$ の3ケースについての分析を行う。このことは、 $\varepsilon = 1$ の場合には個人 S を表現することになり、また、基本ケースにおける $\varepsilon = 0.5$ を含み、 $\varepsilon \in (0, 1.0)$ の時は個人 P であることを意味する。この数値解析結果を図-1～図-3および表-3に示す。

図-1および図-2をみると、 $\varepsilon = 1.0$ 、すなわち、個人 S の場合には、将来の自制問題も完全に予見して消費計画を立案することから、初期において過剰消費を行うことになり、ストックが激減する。なお、この場合には、個人 S は再計画しないことから連続関数となる。また、 $\varepsilon = 0.5$ および $\varepsilon = 0.7$ の場合、すなわち、個人 P の場合には、自制問題のために毎期再計画することから不連続関数となるものの、個人 S に比べて初期の消費量は抑制され、ストックの急激な減少傾向は緩和される。これらのことを勘案すると、個人 P に比べて個人 S は、自己の確固たる信念パラメータ $\hat{\phi}_t$ により、自制問題を回避しようとすることから、将来期の消費に対する配慮が欠如するというインセンティブが働くものと解釈することができる。一方、個人 P は、信念についてのパラメータが $\varepsilon = 0.5$ および $\varepsilon = 0.7$ であるものの、それを本人が認識しておらず自身は個人 R であると信じていることから、将来期への配慮に対して関心があるため、現在消費を抑制するインセンティブが働いているものと考えられる。

次に、図-3および表-3をみると、個人 P ($\varepsilon = 0.5$)の場合、効用の割引現在価値が最も高く、個人 S ($\varepsilon = 1.0$)の値が最も低いことが分かる。また、変動係数をみると、個人 S の場合が最も大きく、世代間の公平性の格差が拡大することを示している。ここで、これら個人 P 、個人 S を同一の個人と見なすと、 ε の増加は、個人 P が環境教育によって個人 S に変容したと解釈することができる。よって双曲線型割引関数モデルにおいても数値解析結果では、この洗練化は負の便益をもたらす可能性があることを示唆している。ここでの議論は、擬似双曲線型割引関数モデルについても同様である。よって詳細は林山・稲垣・阪田(2005)を参照とされたい。

b) Case.2における分析

ここでは、 $\alpha = 0, 50, 100, 500$ の4ケースについての分析を行う。

まず、 $\alpha = 0$ の場合には個人 S を表現することになり、

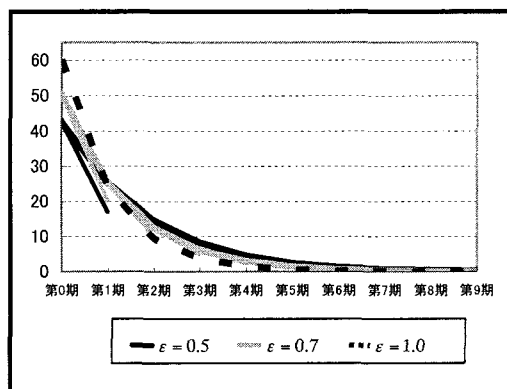


図-1 洗練化の影響 (Case.1) (消費量)

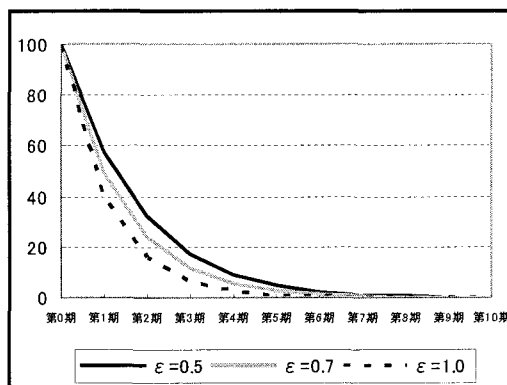


図-2 洗練化の影響 (Case.1)
(枯渇性資源ストック)

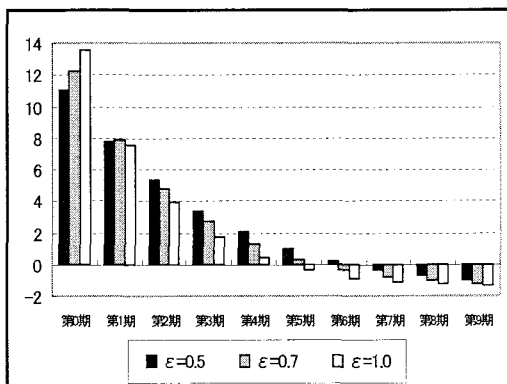


図-3 洗練化の影響 (Case.1)
(効用の割引現在価値)

表-3 効用の割引現在価値の総計値

基本ケース	効用の割引現在価値 の総計値	変動係数
$\varepsilon = 0.5$	28.65	141.5%
$\varepsilon = 0.7$	25.87	172.1%
$\varepsilon = 1.0$	22.16	220.5%

¹¹ 擬似双曲線型割引関数モデルの数値解析の詳細については、林山・稲垣・阪田(2005)参照のこと。

基本ケースである $\alpha=100$ を含む $\alpha>0$ の場合、個人 P であることを意味する。この数値解析結果を図-4～図-6および表-4に示す。図-4および図-5をみると、 $\alpha=0$ 、すなわち、個人 S の場合には、 $\hat{\phi}_t = e^{-rt}$ という一定の割引因子を用いて消費計画を立案することから、初期において過剰消費を行うことになり、ストックが激減する。なお、この場合には、個人 S は再計画しないことから連続関数となる。また、 $\alpha=50,100,500$ 、すなわち、個人 P の場合には、自制問題のために每期再計画することから不連続関数となるものの、個人 S に比べて初期の消費量は抑制され、ストックの急激な減少傾向は緩和される。これらについて勘案すると、Case.1と同様に個人 P と比べて個人 S は、将来期の消費に対する配慮が欠如するというインセンティブが働くものと解釈することができる。一方、個人 P は、信念についてのパラメータが $\alpha=50,100,500$ であるものの、それを本人が認識しておらず自身は個人 R であると信じていることから、将来期への配慮に対して関心があるため、現在消費を抑制するインセンティブが働いているものと考えられる。

次に、図-6および表-4をみると、個人 P ($\alpha=500$)の場合には効用の割引現在価値が最も高く、個人 S ($\alpha=0$)の値が最も低いことが分かる。また、変動係数をみると、個人 S の場合が最も大きく、世代間の公平性の格差が拡大することを示している。Case.1と同様に本研究における数値解析結果では、Case.2における洗練化も負の便益をもたらす可能性があることを示唆している。

c) 2つの洗練化についての考察

Case.1およびCase.2から双曲線型割引関数モデルは、擬似双曲線型割引関数モデルと異なり2つのケースの洗練化が考えられる。この点が、双曲線型と擬似双曲線型割引関数モデルの最も大きな相違点である。よって、ここでは、Case.1とCase.2における環境教育についての考察を行う。

Case.1における環境教育は、 ε を0.5から1.0へと導くことを意味していることから、 ε は将来期において如何なる割引因子で計画を立案するかについてのパラメータ、すなわち、将来計画パラメータであるということが出来る。このことは每期において、現期($t=0$)から次の将来期($t=1$)を計画する際に用いる割引因子を用いて、それ以降の将来期($t>1$)を計画立案することを意味している。したがって、環境教育は将来を楽観的に想定するといった、より高い割引因子で計画するのではなく、現状を把握した上で短期の計画を立案し、それを積み重ねて長期計画を立案させるといった現実的な想定を促す効果がある。具体的には、将来期について十分な配慮をしない個人(個人 N 、個人 P)に対して、現在の消費水準を続けた場合に、見込まれる将来期の資源量を把握させることにより、行動を改め、現期消費行動を将来期から遡って決定し、更にそれを積み重ねて行動することを意識した個人(個人 S)へと導くことを意味する。

Case.2における環境教育は、 α を100から0へと導くことを意味している。ここで、割引関数 $\phi_t = (1+\alpha t)^{-\frac{1}{\alpha}}$

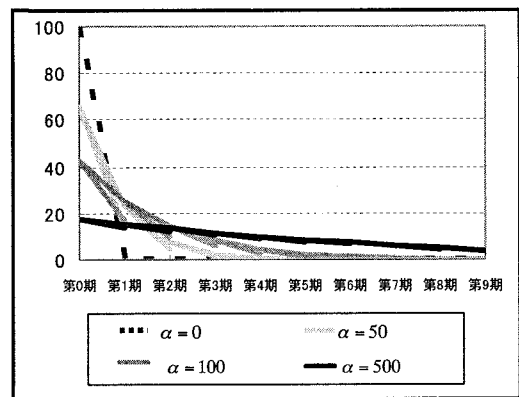


図-4 洗練化の影響 (Case.2) (消費量)

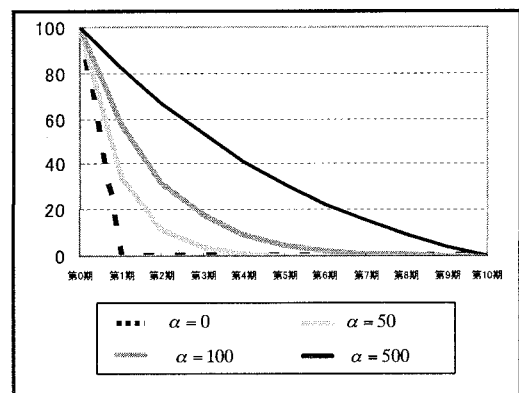


図-5 洗練化の影響 (Case.2)
(枯渇性資源ストック)

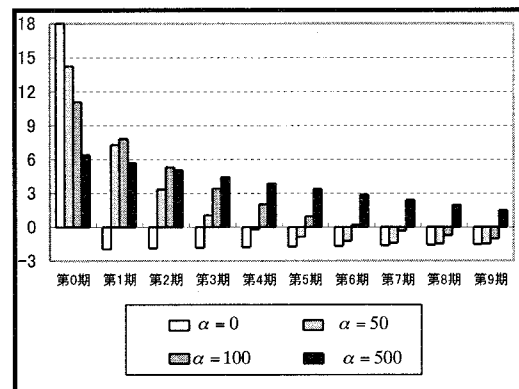
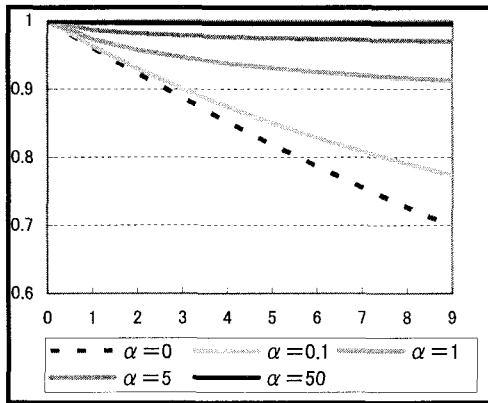


図-6 洗練化の影響 (Case.2)
(効用の割引現在価値)

表-4 効用の割引現在価値の総計値

基本ケース	効用の割引現在価値 の総計値	変動係数
$\alpha=0$	2.50	2499.5%
$\alpha=50$	19.32	267.2%
$\alpha=100$	28.65	141.5%
$\alpha=500$	37.55	43.6%



図－7 双曲型割引関数の割引因子

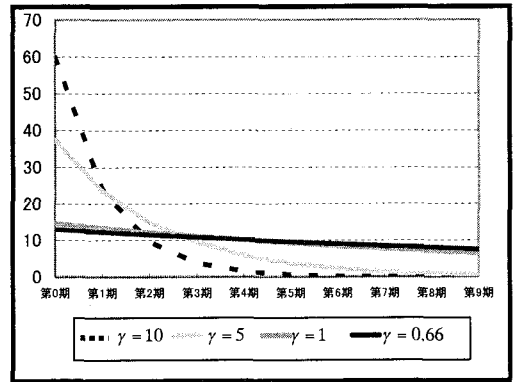
について $\gamma = 0.04$ とし、 α を各々変化させたものが図－7である。 α というパラメータは $\alpha \rightarrow 0$ の時に割引因子が $e^{-\gamma}$ となり、 α が増加すると割引因子が一定であるような指数型割引関数 ($\alpha = 0$) から乖離するような割引関数となる。さらに、 α が大きい場合の方が、より将来にウェイトを置く状態になっていることが分かる。すなわち、 α が大きいならば、現在よりも過度に将来を重要視して計画を立てていることを意味する。よって、「現在」との対比として「将来」をより重視していることから、 α は将来偏重パラメータであるといえることができる。したがって、この場合の環境教育は、将来偏重選好を解消する効果があることを意味している。具体的な教育としては、将来を必要以上に重視している個人 (個人 N 、個人 P) に対して、現在期の消費を増やすことで社会厚生が改善されることから、将来偏重を解消させるようなバランスのよい通時的な消費計画を立てる個人 (個人 S) へと変容させるような教育が該当する。

(3) 合理化の影響度合いについての分析

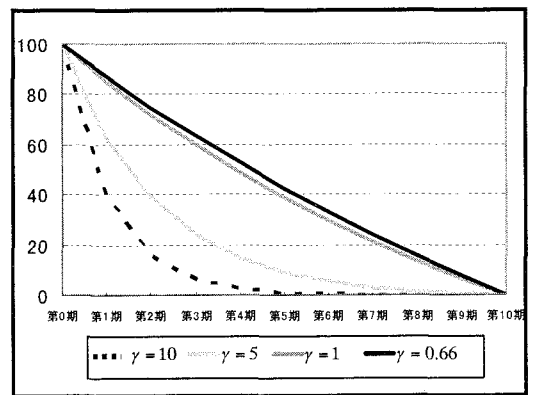
ここでは、個人 S から個人 R への態度行動変容、すなわち、合理化について考察する。前述したように個人 S への洗練化については、2つのケースが存在することから、個人 S から個人 R への態度行動変容も2つのケースがある。まず、Case.1 において洗練化された個人 S と個人 R の相違点は、割引因子を決める信念パラメータが $\hat{\phi}_1 = (\phi_1)' \neq \delta'$ 、かつ、自制問題を有しているのが個人 S であり、一方、割引因子が δ であり自制問題に直面しないのが個人 R である。次に、Case.2 において洗練化された個人 S と個人 R の相違点は、割引因子を決める信念パラメータが $\hat{\phi}_1 = e^{-\gamma}$ $\neq \delta'$ であるのが個人 S であり、割引因子に δ を用いているのが個人 R である。

a) Case.1 における個人 S から個人 R への態度行動変容についての考察

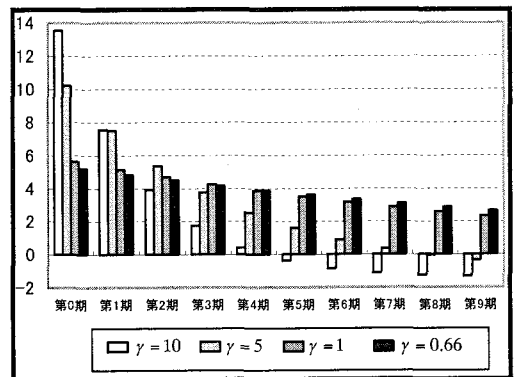
ここでは、Case.1、すなわち、 $\varepsilon = 1.0$ の個人 S から個人 R への態度行動変容について分析を行う。この場合の個人 S から個人 R への変容は、 $\phi_1 = (1 + \alpha)^{-\frac{\gamma}{\alpha}} = \delta$ へと導くことを意味する。すなわち、 $\gamma = 10$ から



図－8 合理化の影響 (Case.1) (消費量)



図－9 合理化の影響 (Case.1)
(枯渇性資源ストック)



図－10 合理化の影響 (Case.1)
(効用の割引現在価値)

表－5 効用の割引現在価値の総計値

基本ケース	効用の割引現在価値 の総計値	変動係数
$\gamma = 10$	22.16	220.5%
$\gamma = 5$	31.76	111.2%
$\gamma = 1$	38.01	29.5%
$\gamma = 0.66$	38.06	22.6%

$\gamma = 0.66$ ($\phi_t = (1+100)^{-\frac{\gamma}{100}} = 0.97$ より)への移り変わりを示している。この数値解析結果を図-8～図-10および表-5に示す。

まず、図-8および図-9をみると、パラメータ γ は最適消費量に大きな影響を及ぼすことが分かる。これは、環境教育パラメータ σ の大きさが決定的な影響力を持つことを示している。

次に、図-10および表-5をみると、 γ が小さいほど効用の割引現在価値が大きいことが分かる。ここでの想定は、 $\varepsilon = 1.0$ であることから、 $\phi_t = (1+100)^{-\frac{\gamma}{100}}$ により割引因子が決定される。すなわち、 γ は割引因子決定パラメータであると言える。 γ を小さくすることとは、割引率を小さくすることを意味しているために、より将来世代に配慮することを表している。したがって、変動係数が示しているように、 γ が小さければ、世代間公平性が確保されることを示している。これらのことから、Case.1を通じての合理化は正の便益をもたらすことが分かる。また、具体的に、ここでの環境教育は将来を非常に軽視している個人(個人S)を現在だけでなく将来も考慮した消費計画を立案する個人(個人R)へと変容させることを意味する。

b) Case.2 においての個人Sから個人Rへの態度行動変容についての考察

ここでは、Case.2、すなわち、 $\alpha = 0$ の個人Sから個人Rへの態度行動変容について分析を行う。個人Sから個人Rへの変容は $\phi_t = e^{-\gamma t} = \delta^t$ へと導くことを意味し、 $\gamma = 10$ から $\gamma = 0.03$ ($e^{-\gamma} = 0.97$ より)への変化を示している。この数値解析結果を図-11～図-13および表-6に示す。

まず、図-11および図-12をみると、パラメータ γ は最適消費量に大きな影響を及ぼすことが分かる。これについてもa)における議論と同様に、環境教育パラメータ σ の大きさが決定的な影響力を持つことを示している。

次に、図-13および表-6をみると、 γ が小さいほど効用の割引現在価値が大きいことが分かる。ここでの想定は、 $\alpha = 0$ であることから、 $\phi_t = e^{-\gamma t}$ より、割引因子決定パラメータ γ によって割引因子が決定されることが分かる。これらのことから、Case.1を経由しての合理化と同じ結果であり、Case.2における合理化も正の便益をもたらすことが分かる。さらに、この場合の具体的な環境教育はCase.1と同様である。

7. 環境教育による態度行動変容およびその効果

本研究では、双曲線型割引関数モデルにおける環境教育の効果を明らかにした。また、林山・稲垣・阪田(2005)では、擬似双曲線型割引関数モデルにおける環境教育の効果を明らかにしている。

ここで、それぞれのモデルにおいて環境教育により想定した個人が合理的な個人になる過程を再びまとめる。なお、本研究においては効用の割引現在価値の総計値で

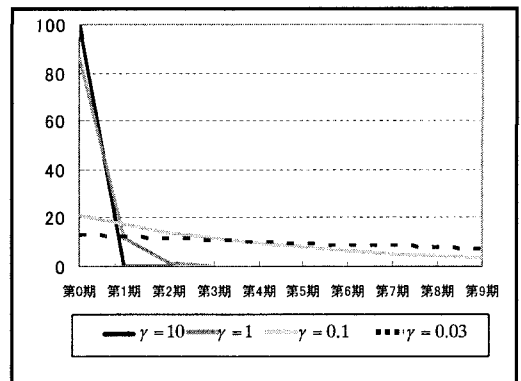


図-11 合理化の影響 (Case.2) (消費量)

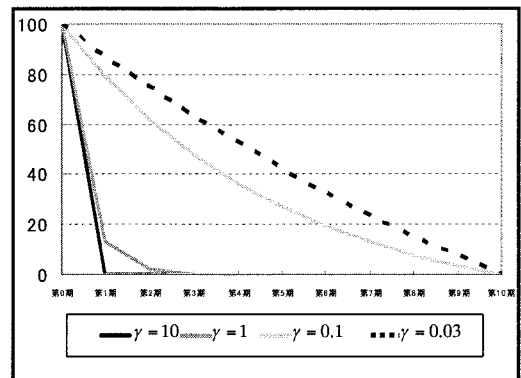


図-12 合理化の影響 (Case.2)
(枯渇性資源ストック)

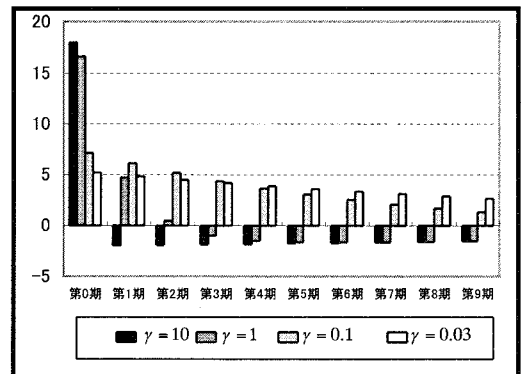


図-13 合理化の影響 (Case.2)
(効用の割引現在価値)

表-6 効用の割引現在価値の総計値

基本ケース	効用の割引現在価値 の総計値	変動係数
$\gamma = 10$	2.50	2499.5%
$\gamma = 1$	11.41	506.4%
$\gamma = 0.1$	37.06	53.0%
$\gamma = 0.03$	38.06	22.6%

ある $U = \sum_{t=0}^{\infty} \delta^t u_t(c_{t+1})$ を比較の基準としている。すなわち、本研究で想定している世界では、 δ は「あるべき理想」の割引率であることを意味している。したがって、以下の議論においては δ についての教育効果に関しては割愛する。また、ここでの δ の値は、公平性の問題や倫理の問題など、様々な観点から理想とする値がそれぞれに存在すると思われる。よって、ここではある一定のあるべき δ が存在するものとして議論を進め、どの値に δ が決まるかに関しては言及しないものとし、今後の課題としたい。

(1) 擬似双曲線型割引関数モデルへの環境教育効果

擬似双曲線型割引関数モデルにおいては、 $\hat{\beta} = \beta$ にするという洗練化および $\beta = 1.0$ にするという合理化という2つのプロセスにより環境教育の効果が表現されている。

本研究において定式化したモデルのこれまでの解釈を変更し、ここでは、 t が異なると他の世代であると解釈するならば、 $\hat{\beta}$ は現世代の個人が予測する将来世代の現在偏重の度合を表すパラメータであると解釈することができる。個人 N や個人 P における将来世代の現在偏重度合についての予測は $\hat{\beta} > \beta$ であることおよび洗練化が $\hat{\beta} = \beta$ であることを勘案すれば、将来に対して楽観的な予測をすることなく現実をしっかりと認識させるように促す教育を行うことが必要であると考えられる。

次に、 β は、各々の世代が環境問題の深刻さに対する認識の有無に係わらず、実際に消費行動する際の現在偏重度合であるために、現世代のみが直面している一世代のみの短期的なものであると解釈できる。したがって、 β は現世代の消費者がどの程度、現在偏重であるかを表すパラメータであると考えられる。これに対する環境教育とは環境悪化が発生した場合に、環境問題について対処するような政策決定や行動をするように消費者に促す教育を施すことが相当する。例えば、消費者が排出するゴミによって環境が悪化しているならば、その事実を認識させてごみを出さないようにする、もしくは、環境に影響を与えないようにゴミを出すようにすることが考えられよう。

(2) 双曲線型割引関数モデルへの環境教育効果

双曲線型割引関数モデルにおいては、6. (2) および (3) での分析のように、Case.1 では $\hat{\phi}_t = (\phi_t)^\epsilon$ とすること、Case.2 では $\hat{\phi}_t = e^{-\gamma}$ とすることが洗練化である。また、Case.1 では $\phi_t = \delta$ とすること、Case.2 では $e^{-\gamma} = \delta$ とすることが合理化である。したがって、以上の態度行動変容が環境教育の効果として表現されていることになる。

まず、Case.1 における洗練化、すなわち、 $\hat{\phi}_t = (\phi_t)^\epsilon$ となるためには $\epsilon = 1$ となることを意味し、このパラメータは6. (2) で述べたように、将来期においてどの割引因子で計画立案するかという将来計画パラメータで

ある。したがって、この洗練化を促す教育とは、現状をしっかりと把握した上で短期の計画を立案し、それを積み重ねて長期計画を立てさせることを促すような教育であると言える。次に、Case.1 の合理化では $\phi_t = \delta$ とすることから、個人が消費計画を立案する際に適切な割引因子を用いるように教育を行うことを意味し、将来世代についても十分な配慮を行った上で、消費計画を立案するように促す教育が必要となる。

Case.2 における洗練化は、 $\hat{\phi}_t = e^{-\gamma}$ 、すなわち、 $\alpha = 0$ となることを意味している。このパラメータは6. (2) で述べたように将来世代にウェイトを置くという将来偏重パラメータである。したがって、これに対しては将来のウェイトを大きくし過ぎないような教育が必要である。次に Case.2 の合理化は $e^{-\gamma} = \delta$ とすることであるものの、適切な割引因子を用いるように促す教育を行うことを意味していることから、Case.1 の合理化と同義となる。したがって、将来世代についても十分な配慮をした上で消費計画を立案するように促す教育が必要となる。

8. おわりに

本研究は、枯渇性資源問題について環境教育により個人が自らの将来の行動を理解し、合理的な行動を行うように変容する過程を表すモデルに関する林山・稲垣・阪田(2004)(2005)および稲垣・阪田・林山(2004)の一連の研究として位置付けられる。特に、本研究では双曲線型割引関数モデルに依拠した態度行動変容モデルに論点を絞り、数値解析においては個人 N および個人 P が環境教育によって個人 S に変容するプロセスを洗練化、また、個人 S が環境教育によって個人 R に変容するプロセスを合理化と定義した。その結果、洗練化は負の便益をもたらす可能性があり、一方、合理化は正の便益をもたらすことが明らかとなった。

また、擬似双曲線型割引関数モデルとの相違点として、洗練化および合理化のプロセスが2つあることを示し、それに対しての環境教育のあり方について考察した。本研究のみでは、これら2つのプロセスのどちらが効率的であるかは判断できないものの、環境教育に対する感度を調べるための実証分析において着目すべき点を明確にしたものと言えよう。

今後、本研究において定式化した枠組を実証分析に拡張する必要がある。具体的には、まず第1に、個人は遠い将来よりも近い将来を偏重する傾向があることを主観的割引率に関するアンケート調査を実施することによって明らかにすることが考えられる。さらに、第2に、枯渇性資源の消費についてのオイラー方程式を構造推定することによってパラメータを得ることなどにより、現実的かつ有用な環境教育のあり方を定量的に示すことは必須の課題であることは言うまでもない。

参考文献

- 1) 環境省編：平成16年度版環境白書，ぎょうせい，2004.
- 2) Becker, G.S.: *Human Capital: A Theoretical and Empirical*

- Analysis, with Special Reference to Education*, Columbia University Press 1975.
- 3) Thaler, R.: Some Empirical Evidence on Dynamic Inconsistency, *Economics Letter*, Vol.8, pp.201-207, 1981.
 - 4) Lowenstein, G. and D. Prelec: Anomalies in Intertemporal Choice: Evidence and an Interpretation, *Quarterly Journal of Economics*, Vol.107, pp.573-598, 1992.
 - 5) Ainslie, G.: *Picoeconomics: The Strategic Interaction of Successive Motivational States within the Person*, Cambridge University Press, 1992.
 - 6) 林山泰久・稲垣雅一・阪田和哉: 環境教育による長期的な態度行動変容モデルの構築に向けて: 自制問題の適用可能性, 土木計画学研究・講演集, Vol.29, CD-ROM, 2004.
 - 7) 林山泰久・稲垣雅一・阪田和哉: 現在偏重型選好における環境教育の長期的効果: 数値解析によるいくつかの知見, 土木学会論文集VII部門, 2005. forthcoming
 - 8) 稲垣雅一・阪田和哉・林山泰久: 現在偏重選好を有する個人への環境教育の長期的効果: 擬似双曲線型および双曲線型割引関数を用いた数値解析, 日本計画行政学会第27回全国大会・研究報告要旨集, pp.232-235, 2004.
 - 9) O'Donoghue, T. and M. Rabin: Doing It or Later, *American Economic Review*, Vol.89, No.1, pp.103-124, 1999a.
 - 10) O'Donoghue, T. and M. Rabin: Incentives for Procrastinators, *Quarterly Journal of Economics*, Vol.114, No.3, pp.769-810, 1999b.
 - 11) O'Donoghue, T. and M. Rabin: Choice and Procrastination, *Quarterly Journal of Economics*, Vol.116, No.1, pp.121-160, 2001.
 - 12) Laibson, D.: *Essays in Hyperbolic Discounting*, Ph.D. dissertation, MIT, 1994.
 - 13) Laibson, D.: Hyperbolic Discount Functions, Undersaving, and Savings Policy, *NBER Working Paper*, No.5635, Cambridge, 1996.
 - 14) Laibson, D.: Life-cycle Consumption and Hyperbolic Discount Functions, *European Economic Review*, Vol.42, pp.861-871, 1998.
 - 15) Laibson, D.: Golden Eggs and Hyperbolic Discounting, *Quarterly Journal of Economics*, Vol.112, No.2, pp.443-477, 1997.

環境教育による長期的な態度行動変容：洗練化と合理化*

林山 泰久**・稲垣 雅一***・阪田 和哉****

本研究は、双曲型割引関数モデルに依拠した態度行動変容モデルを定式化し、環境教育の長期的効果を明らかにしたものである。その結果、環境教育は洗練化と合理化という2つの大きな効果が存在し、洗練化は負の効果をもたらす可能性があることおよび合理化は正の効果があることを示した。最後に、本研究では環境教育を実施する際に、洗練化と合理化に対してどのような環境教育が有効であるか明らかにした。

Long-term Attitude Behavior Change by Environmental Education : Sophistication and Rationalization*

By Yasuhisa HAYASHIYAMA**, Masakazu INAGAKI*** and Kazuya SAKATA****

This paper formulized the attitude behavior change model which was based on the Quasi-Hyperbolic Discount Function, and clarified the long-term effect of environmental education. In conclusion, we clarified that environmental education has two big effects, such as the sophistication effect and the rationalization effect. It was shown that the sophistication effect may be a negative value and the rationalization effect is a positive value. Finally, in this paper, when carrying out environmental education, we clarified what kind of environmental education is effective for sophistication and rationalization.
