

平成22年5月21日現在

研究種目：若手研究 (B)  
 研究期間：2007～2009  
 課題番号：19710041  
 研究課題名 (和文) サステナビリティ条件の経済学的定式化とその実践における環境評価手法の統合的研究  
 研究課題名 (英文) Economic modeling of sustainability condition and integration to environmental valuation research  
 研究代表者  
 佐藤 真行 (SATO MASAYUKI)  
 京都大学・フィールド科学教育研究センター・特定准教授  
 研究者番号：10437254

研究成果の概要 (和文)：本研究は、持続可能な発展の経済学的基礎理論に基づき、ジェニユイン・セイビングによる理論的ならびに実証的研究を行う基盤を整えた。次に、ジェニユイン・セイビング指標の動的経路の分析を行ない、持続可能性な発展のための政策対象を明らかにした。最後に、環境評価研究との統合を行ない、ジェニユイン・セイビングの将来値についてより精度の高い将来推計を行った。

研究成果の概要 (英文)：Based on the economic theory of sustainable development, this study set up an analytical framework of Genuine Savings indicator for both theoretical and empirical researches. Through the investigation of dynamic process of Genuine Savings, we clarified the policy target which is aiming to drive the economy to the sustainable path. Combined to environmental valuation techniques, we estimated future Genuine Savings with higher accuracy.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
19年度	1,000,000	300,000	1,300,000
20年度	1,000,000	300,000	1,300,000
21年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計			3,640,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境影響評価・環境政策

キーワード：サステナビリティ、富、ジェニユイン・セイビング、計算価格、環境評価

## 1. 研究開始当初の背景

1950年代以降、経済発展の経路が効率的かという視点に基づく経済成長論が盛んに研究された。ところが、Ramsey - Cass - Koopmans モデルに代表されるような経済

成長論では、資本が1種類しか想定されておらず、パラメタによっては、時が経つにつれて効用水準が低下していくのが最適であるという結果も出されていた。しかし、資源の枯渇問題や世代間不平等問題の顕在化と

もに、発展の持続可能性が重要な論題として上がってきた。そして1987年にブルントラント・レポートで持続可能性が再定義され、効率性と持続可能性をどのように実現していくことが望ましいかという視点が明示される一方、資本も包括的に分析する必要性が認識されるようになり、ピアスとアトキンソンによりジェニユイン・セイビング(GS)が提唱された。GSは、人工資本に対する投資だけでなく自然資本や人的資本などへの投資も勘定に入れるための概念である。以降、持続可能性に関して多数の研究が行われてきた。たとえば、ダスグプタらは、持続可能な発展を人間福祉に基づいて考察し、人間福祉の源としての包括的な富を考え、持続可能性のチェックを富の増減で判定するための理論的基礎付けを行なった。

こうして研究の礎が築かれてから、世界的には非常に多くの研究がなされており、政策が引き起こす富の変化を観察することにより、持続可能性という観点からの政策評価が行われるようになった。ただし、実証研究においては、自然資本のシャドウプライスの取り扱いが最大の課題であった。自然資本のシャドウプライスの推定は、環境評価論で取り組まれていたものの、持続可能性研究に十分応用されていなかった。

## 2. 研究の目的

本研究は、経済学的視点にたち、サステイナビリティの達成における諸条件に関して分析するための理論的基礎を、環境評価手法の発展を踏まえて整理したうえで、現在の社会がどの程度サステイナビリティ条件を満たしているかを診断し、今後の持続可能な社会をデザインすることを目的としている。

第一に、経済発展過程におけるサステイナビリティ制約を経済学的に定式化し、それを

実証研究が可能なかたちで特定する。これまでの先行研究には、経済成長経路の選択においてサステイナビリティ制約を考慮することにより、経済面と環境面あるいは社会面のサステイナビリティとの調和を図った研究がいくつか存在する。例えば、アロー等はサステイナビリティ条件として人間の福祉が時間を通じて減らないことを要請した。すなわち、時点 $\tau$ での福祉を $U_\tau$ とし、割引率 $\delta$ を用いて $t$ 期における現在福祉 $V_t$ を

$$V_t = \int_t^\infty U_\tau e^{-\delta(\tau-t)} d\tau$$

で表現したとき、あらゆる $t \geq 0$ に対して $dV_t/dt \geq 0$ であることをサステイナビリティ条件とした。さらに、現実の社会がこの条件を満足しているか否かを実証するために、ジェニユイン・インベストメント(GSと同概念)に着目した。ジェニユイン・インベストメントは福祉の源泉となる諸資本 $\mathbf{K}$ の変化をその諸資本の社会的価値 $\mathbf{p}$ で評価した値である。すなわち、時点 $t$ でのジェニユイン・インベストメントを $I_t$ で表わせ

$$I_t = \sum_i p_i dK_i / dt$$

である。この $I$ が正のとき、そしてそのときに限り、福祉 $V$ の変分が正であることが示されているため、 $I$ の観察によりサステイナビリティ条件をチェックできる。これに基づけば、サステイナビリティ条件をチェックするために必要な情報は、資本 $K_i$ (の変化)の計測およびそれらの社会的価値 $p_i$ の推定、の2点により得られることがわかる。そのために、環境評価手法の適用について考える。

また、GSの辿る経路に沿った挙動の含意を厳密に検討すること、そしてその富指標の経済学的特徴と政策インプリケーションを考察することを理論面の目的としている。特に、持続可能性評価の際に、GSの発展経路の形態を考慮に入れる分析枠組みを確立する。この

枠組みに基づいて、実際に各国あるいは各地域の持続可能性を評価することを実証面の目的としている。このとき、世界銀行のWorld Development Indicators等のデータで想定されている計算価格について、環境資本の経済評価値について検討を行い、計算価格として採用する値に対する結果の頑健性を分析する。さらに、各国・地域のジェニユイン・セイビングを規定する要因の分析を行い、持続可能性を高めるために操作すべき要因を明らかにして政策的含意を引き出すことを最終的な目的としている。

### 3. 研究の方法

時系列分析を行うことにより各国の持つ発展経路の多様性を定量的に観察する。そして、その中でどの発展経路が望ましいかについて、環境基盤の健全な保全が国民福祉の持続可能な発展につながっているパターンを抽出し、そうした国の経済システムの特徴を分析する。

それに並行して、GSの成長経路について、成長の安定性を規範とし、その論拠について検討することにより、持続可能性のための諸条件を明らかにしていく。

そのうえで、GS成長経路を規定する要因に関する分析を行う。特に自然資本（森林資源、エネルギー資源、鉱物資源、CO2排出）に着目し、それらへのどのような投資が健全なGS成長につながっているかについて、VARモデル等を用いて定量的に明らかにする。また、資本の調整コストに着目した経済成長モデルを構築し、経路の安定性がどのように社会福祉に貢献するかに関わる理論モデルを完成させ、自然資本への投資とGS経路の安定性の関係、および持続可能性への影響を明らかにする。

また、自然資本のシャドウプライスについて、環境評価手法の理論的基礎と整合的にシ

ミュレーションによる将来値の推定を行い、そのときのGSが辿る経路を推計する。

### 4. 研究成果

紙幅の理由から、分析した86か国のうちここでは数カ国のみ結果を記す。

Country	(1)	(2)	(3)					
	Hamilton and Clemens (1999)	Arrow et al. (2004)	This study					
	GS as Percent of GNP	GS as Percent of GDP	Estimated Results of AR(1) Process			Simulation Results		
constant			trend	St. Dev. Of GS rate	Steady State GS rate	Probability of experiencing Negative GS in 50 years	Average years before having negative GS	
China	21.5	22.72	0.86	0.97	4.18	26.38	0.16	218.8
Bangladesh	2.4	7.14	1.25	0.91	3.66	13.56	0.43	83.7
India	7.2	9.47	0.82	0.95	1.90	17.23	0.02	1530.8
Nepal	-12.3	13.31	1.43	0.94	2.79	24.14	0.02	2087.6
Pakistan	4.7	8.75	2.12	0.76	2.90	8.88	0.56	71.4
United Kingdom	6.6	7.38	1.62	0.78	1.29	7.38	0.01	7253.2
United States	9.6	8.94	1.03	0.85	1.64	7.06	0.29	180.4

表1 GSの推計値

表1のとおり、先行研究で持続可能と判断される国でも、無視できない確率で将来的にGSが負値をとる国が散見された。たとえば、バングラデシュは先行2研究（そして本研究の定常状態）ともに正值のGSを示しているが、43%の確率で50年以内に負値をとる（持続可能性条件を破綻する）可能性がある。これは、スポット値や平均値だけに注目していると分からない情報であり、経路の形状に着目して分かった情報である。また、英国と米国の持続可能性パフォーマンスをみると、ほぼ同程度か米国の方が若干優れた値のように見えるが、シミュレーションの結果は、米国はそれほど芳しくないということも分かる。これらの原因は、GSの経路の不安定さに起因する。そのうえで、GSを変動させている要因を各国ごとに分析し、GSの安定的成長という目的のためにターゲットとすべき構成要素も分析し、政策的インプリケーションについても議論した。そして、ジェニユイン・インベストメントに関する調整コストについて、数値に基づいて資本基盤の変動の大きいときのロスを分析した。

また、環境評価理論と整合的な社会的余剰による自然資本のシャドウプライスを統合評価モデルでシミュレーションにより推定

し、超長期のGS将来値の推計を行なった。  
これにより、環境評価手法の持続可能性分析  
への応用の基礎が作られた。

研究成果は、次項目で掲げるように国内  
外の学会や国内外の雑誌で発表するととも  
に、2010年2月に、本分野で最高峰の研究を  
行なっているケンブリッジ大学のパーサ・ダ  
スグプタ教授をはじめ国内外の研究者を集  
めたシンポジウムで報告し、意見交換と成果  
発信を行った。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に  
は下線)

[雑誌論文] (計 12 件)

① Shintaro Nakagawa, Masayuki Sato and  
Rintaro Yamaguchi, “Growth and Voluntary  
Abatement of Transboundary Pollution in an  
Overlapping Generations Model”, KSI  
Communications, without refereed, 003,  
2010

② Rintaro Yamaguchi and Masayuki Sato,  
“Genuine Savings of Open Economies with  
Renewable Resources” KSI Communications,  
without refereed, 002, 2010

③ Masayuki Sato, Sovannroeun Samreth and  
Rintaro Yamaguchi, “Sustainability  
Dependency under International  
Relationships: Evidence from Genuine  
Savings Indicator of Japan” KSI  
Communications, without refereed, 006,  
2010

④ Koji Tokimatsu, Rintaro Yamaguchi,  
Masayuki Sato, Masahiro Nishio and  
Kazuhiro Ueta, “Measuring future  
dynamics of Genuine Saving and  
comprehensive Wealth: an application of an  
integrated assessment model” KSI  
Communications, without refereed, 007,  
2010

⑤ 佐藤真行、「食に関する情報と消費」、2009  
年、『家計経済研究』、査読付き、第 83 号、  
pp. 48-57.

⑥ Kazunori Yamada, Masayuki Sato and  
Yasuhiro Nakamoto, “Measurement of  
Social Preference from Utility-based  
Choice Experiments,” ISER Discussion  
Papers, Osaka University, without  
refereed, No. 759, 2009.

⑦ Rintaro Yamaguchi, Masayuki Sato and

Kazuhiro Ueta, “Genuine Saving with  
Adjustment Costs”, MPRA papers, No.1637,  
Munich University, without refereed, 2009

⑧ Masayuki Sato, Sovannroeun Samreth  
and Kazunori Yamada, “A simple numerical  
study on sustainable development with  
Genuine Saving”, ISER Discussion Papers,  
Osaka University, without refereed, No.  
728, 2009.

⑨ Takanori Ida, Shin Kinoshita and  
Masayuki Sato, “Conjoint Analysis of  
Demand for IP Telephony: A Case in Japan”,  
Applied Economics, refereed, 2008, 40,  
pp. 1279-1287.

⑩ 佐藤真行、新山陽子、「食品購買時の提示  
情報量と消費者の選択行動」、2008年、『フー  
ドシステム研究』、査読付き、第14巻、第3  
号、pp. 13-24.

⑪ Masayuki Sato and Sovannroeun Samreth,  
“Assessing Sustainable Development by  
Genuine Saving Indicator from  
Multidimensional Perspectives”, MPRA  
papers, No.9996, Munich University,  
without refereed, 2008.

⑫ Masayuki Sato, “Ability to Choose in  
Environmental Valuation Methods”, KSI  
Communications, without refereed,  
No.2008-008, Kyoto University, 2008.

[学会発表] (計 16 件)

① Masayuki Sato, Sovannroeun Samreth and  
Rintaro Yamaguchi, “Sustainability  
Dependency under International  
Relationships: Evidence from Genuine  
Savings Indicator of Japan”,  
Sustainable Economic Development Seminar  
with Special Invitation to Partha Dasgupta,  
Kyoto, Japan, February 16, 2010

② Rintaro Yamaguchi and Masayuki Sato,  
“Genuine Savings of Open Economies with  
Renewable Resources,” Sustainable  
Economic Development Seminar with Special  
Invitation to Partha Dasgupta, Kyoto,  
Japan, February 16, 2010.

③ Koji Tokimatsu, Rintaro Yamaguchi,  
Masayuki Sato, Masahiro Nishio and  
Kazuhiro Ueta, “Measuring future  
dynamics of Genuine Saving and  
comprehensive Wealth: an application of an  
integrated assessment model” Sustainable  
Economic Development Seminar with Special  
Invitation to Partha Dasgupta, Kyoto,  
Japan, February 16, 2010.

④ Shintaro Nakagawa, Masayuki Sato and  
Rintaro Yamaguchi, “Growth and Voluntary  
Abatement of Transboundary Pollution in an  
Overlapping Generations Model”,

Sustainable Economic Development Seminar with Special Invitation to Partha Dasgupta, February 16, 2010

⑤ Hebin Lin and Masayuki Sato, “Payment for Watershed Services: Economic valuation of perceived changes and adaptive incentives of goods/services”, International Symposium on Integrated Coastal Management for Marine Biodiversity in Asia, Kyoto Terrsa, Japan, January 14-15, 2010.

⑥ 佐藤真行、サムレト・ソワンルン、山田克宣、“A Simple Numerical Study on Sustainable Development with Genuine Saving”、環境経済・政策学会 2009 年大会、於 千葉大学、2009 年 9 月 27 日。

⑦ 時松宏治、佐藤真行、山口臨太郎、植田和弘「持続可能な発展指標の将来値の推計方法に関する研究」、環境経済・政策学会 2009 年大会、於 千葉大学、2009 年 9 月 27 日。

⑧ 佐藤真行、「ジェニユイン・セイビングの基礎理論と測定上の諸問題」、招待講演、持続可能な発展の重層的環境ガバナンス シンポジウム、於 芝蘭会館、2009 年 7 月 11 日。

⑨ Rintaro Yamaguchi, Masayuki Sato and Kazuhiro Ueta, “Genuine Saving with Adjustment Costs”, European Association of Environmental and Resource Economists, VU university, Netherlands, June 26, 2009

⑩ 佐藤真行、「持続可能性の測定と環境の評価」、KSI ワークショップ、於 芝蘭会館、2009 年 3 月 30 日。

⑪ 佐藤真行、上野健太、植田和弘、「災害リスクと環境リスクの複合的経済評価」、環境経済・政策学会、於 大阪大学、2008 年 9 月 28 日。

⑫ 楠部孝誠、佐藤真行、植田和弘、高月紘、新山陽子、「消費者の購買行動における情報提供の役割と効果に関する分析」、廃棄物学会、於 つくば国際会議場、2007 年 11 月 19 日。

⑬ 佐藤真行、「環境情報と消費者行動」、招待講演、地球環境関西フォーラム、於 阪急ターミナルビル、2007 年 10 月 17 日。

⑭ 佐藤真行、楠部孝誠、植田和弘、高月紘、新山陽子「環境情報の処理・評価と消費者行動」、環境経済・政策学会、於 滋賀大学、2007 年 10 月 8 日。

⑮ Masayuki Sato, “Environmental Valuation in Sustainability Science”, the 9th Kyoto University International Symposium, Kyoto University, Japan, June23, 2007.

⑯ Masayuki Sato, “Economic Valuation of the Environment in Sustainability Studies”, KSI International Symposium, the 1st Young Researcher’ Session

Sustainability- from ” Now” to the “Future”, Zhejiang University, China, May 30, 2007

〔図書〕(計 4 件)

① Masayuki Sato, “Measuring sustainability and economic valuation of the environment,” in Takamitsu Sawa (ed), *Achieving Global Sustainability: Policy Recommendations*, United Nations University Press, 2010 (forthcoming)

② 佐藤真行、「持続可能性の測定と環境の経済評価」、佐和隆光(編)『グリーン産業革命』、日経 BP、2010 年、pp. 82-96。

③ 佐藤真行、「予防原則、オプション価格、費用便益分析」、植田和弘・大塚直(編)『環境リスク管理と予防原則』、2010 年(近刊)、第 11 章に所収。

④ パーサ・ダスグプタ著、植田和弘監訳、『サステイナビリティの経済学』、佐藤真行訳「第 8 章 財を価値付ける」、佐藤真行訳「第 9 章 富と福祉」、岩波書店、pp. 147-197、2007 年。(原題: Dasgupta, P., *Human Well-Being and Natural Environment*, Oxford University Press, 2001)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

佐藤 真行 (SATO MASAYUKI)

京都大学・フィールド科学教育研究センター・特定准教授

研究者番号: 10437254

### (2) 研究分担者 なし

### (3) 連携研究者 なし