

平成 22年 5月26日現在

研究種目：基盤研究 (C)
 研究期間：2007 ～ 2009
 課題番号：19530153
 研究課題名 (和文) 離散型不確実性に直面する資源経済の持続可能性に関する理論研究
 研究課題名 (英文) Theoretical Analysis on Sustainability of Resource Economy subject to Discrete Type Uncertainty
 研究代表者 太田 博史 (OHTA HIROSHI)
 神戸大学・大学院国際協力研究科・教授
 研究者番号：50118006

研究成果の概要 (和文)： 公海漁業資源や清浄で温度変化のない大気環境のような国際的共通利用資源を利用し、私的資本と組み合わせて生産活動を行う経済において、個人は生産活動の成果の一部を消費し、残りを資本蓄積にまわすとする。資源の存在量は、掘削技術の変化や地下水の浸潤等により突然に非連続的に増減する。このような経済が持続可能性を高めるためには、資源の所有者は経済活動を協調するべきか、あるいは協調を考えないで自己目的を追求するべきかを分析し、協調社会の方が優れているという結論を得た。

研究成果の概要 (英文)： Consider an economy where individuals are producing single commodity for their consumption and investment to augment physical capital by combining private capital and international common natural resource such as high sea fishery and clean atmosphere with constant temperature. The resource endowment is subject to sudden discontinuous changes due to drilling technology innovation or groundwater infiltration. We analyzed whether the resource proprietors shall cooperate for their economic activity or seek for their individual purposes in order to raise the sustainability of this economy and found that the cooperative activity is better than the other.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	600,000	180,000	780,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	1,700,000	510,000	2,210,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経済学・応用経済学

キーワード：持続可能性、資源経済、確率的変動

1. 研究開始当初の背景

本研究は、以前から続けてきた不確実性下の資源利用に関する一連の研究の延長線上にあった。枯渇性資源を唯一のよりどころと

する小国開放経済が世代間平等性を確保しつつ生産活動を続けるための最適投資ルールとして1970年代に提示されたハートウィック・ルール(Hartwick Rule)を、資源

価格が連続的に変化する状況において適用するには、ルールをどのように修正しなければならないかを論じた論文を1999年に初めて発表して以来、ハートウィック・ルールに関心を寄せてきた。当初の設定は、自然資源を掘り出し、外国に売却して得られる収入のうちの一部を人工的な物的資本蓄積に回すという単純なものであったが、その後の研究では、自然資源と物的資本の両方を生産要素として財が生産される経済に拡張した。また、分析対象となる経済主体を小国開放経済のように一つの意思決定主体だけではなく、生産活動に携わる複数の個人にまで広げる必要性を感じていた。さらに、不確実性の性質として、資源経済に関しては、時間に関して連続的に微小な変化が続くようなものより、新鉱脈の発見や代替エネルギーの開発のように、確率的に時々大きなジャンプが起こるような不確実性を考える方が現実的であることにも気づいていた。よって、以下のように本研究の目的を設定した。

2. 研究の目的

自然資源の確認埋蔵量は、時々刻々変化するというより、新しい掘削技術や探査技術により時折大きな変動がもたらされるものとする、不確実性を表す変数の値がある程度の時間一定で、突然大きく変化し、その後またある期間一定のまま推移し、次の大きな変化が起こった後、またしばらく一定を保つような動きを考える必要がある。また、時々起こる変化の大きさ自体も一定ではなく確率的であるものとする。このような不確実性を離散型不確実性と呼ぶと、本研究の目的は、埋蔵量の離散型不確実性に対応して経済主体が最適に行動したとして、資源が枯渇する確率（破滅確率と呼ぶ）を求めること、あるいは破滅しないための条件は何かを見極めること、また資源が複数の経済主体の間で共同所有されている場合に分析を拡張することにある。

3. 研究の方法

資源埋蔵量の大きさに関するジャンプ過程 (Jump Process) をポアソン確率密度 (Poisson Probability Density) を用いて表し、生産関数は資源と物的資本と労働力の関数とするが、簡単化のため労働力は1に基準化し、各時点で生産物のうち消費されなかった部分は物的資本蓄積のための投資に回されるものとして、無限の計画期間にわたる消費の割引現在価値を最大化する問題を解く。物的資本は個々の経済主体の私有になっている場合と共有である場合に分けて、また割引現在価値の最大化にあたり経済主体が協調する場合とそうでない場合を分析する。

4. 研究成果

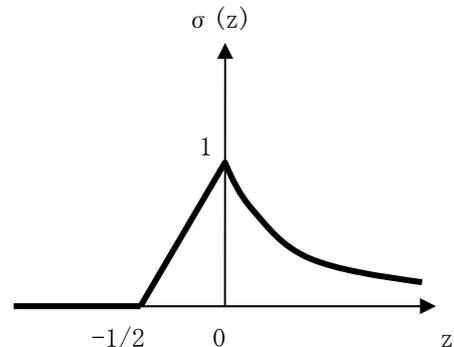
(1) 物的資本が私有である場合

① 協調解

すべての経済主体が同じ量の消費と同じ量の物的資本投資を行う。最適消費量は物的資本ストックの線形関数に、最適資源採掘量は資源ストックの線形関数になる。両者は互いに分離されている。すなわち、最適消費量は残存資源ストックの大きさには依存せず、最適資源採掘量は物的資本ストックの大きさに依存しない。消費量は時間に対する割引率が高いほど、また生産物産出量の物的資本投入弾力性が低いほど多くなる。各時点での資源採掘量は、時間選好率が高いほど、また産出量の資源投入弾力性および経済主体の数が小さいほど多くなる。

② 持続・破滅確率

この経済が持続する、すなわち一定期間に資源が枯渇して生産活動が続けられなくなる状態が起こる確率が1より小さくなる状態が確かに存在する。直感的には、単位時間当たりのジャンプ回数が少なく、かつ各ジャンプの方向と大きさが正で十分大きいものであれば、この経済は破滅しないと考えられる。本研究では、破滅確率が1より小さくなるようなジャンプ・サイズの密度関数の例を見つけることができた。現存資源ストックに対するジャンプ後の資源ストックの比率を z で表すとすると、その確率密度 $\sigma(z)$ が下図



のような形状をしている場合には、この経済の破滅確率は1より小さい。また、この図の第1象限の曲線を $-(2/3)z+1$ ($0 \leq z \leq 3/2$) および $\sigma(z)=0$ ($z \geq 3/2$) の直線に代えても経済は破滅しないことが証明できる。これらの例は、確認埋蔵量が減る方向へのジャンプが時折起こっても資源経済が確実に破滅に向かうわけではないことを示しており、現実の資源管理に重要な情報を提供するものと考えられる。

③ 非協調解

最適消費量と最適資源採掘量は、協調解の場合と同じく、互いに分離し、前者は物的資

本ストックの、後者は資源ストックの線形関数になる。最適消費量は協調解と全く同じ方式、すなわち資本ストックに時間選好率を掛け、産出量の物的資本投入弾力性で割ったものに等しい。最適資源採掘量は、経済主体の数が2以上である限り、協調解より多くなる。さらに、本研究以前のわれわれの研究によると、ジャンプが全く起こらない場合の協調解と非強調整解については、協調解の方が最適資源採掘量が少ないという結果がでている。それらと本研究の結果を組み合わせると、最適資源採掘量のランキングとして、ジャンプ有りの場合の協調解資源採掘量が最も少なく、ジャンプ無しの協調解、ジャンプ無しの非協調解の順で多くなることと、やはりジャンプ有りの協調解が最も少なく、ジャンプ有り非協調解、ジャンプ無しの非協調解の順に多くなることが言えるが、ジャンプ有り非協調解とジャンプ無し協調解の大小関係は確定しない。協調の有利性とジャンプに対する備えの効果のいずれが勝るかに依存することがわかる。しかしながら、経済主体は不確実性下で協調する場合に最も資源保全的に行動し、不確実性がない場合の非協調的行動により最も多く自然資源を利用すると結論付けることが可能である。

(2) 物的資本と資源がともに共有である場合

n 人からなるコミュニティが一つの自然資源と一つの物的資本を共有しているものとする。すなわち、同じ物的資本の蓄積に全員が参加し、資本の便益も同じ量を享受するものとする。この場合の分析はまだジャンプ過程の導入には至っていない。しかし、各個人の効用水準が自己の消費量の絶対水準だけではなく、コミュニティ全体の平均消費量にも依存する状況を考え、自己の相対的な位置づけが最適消費量と最適資源採掘量にどのような影響を及ぼすかを検討した。

① 社会的計画者の問題

すべての経済主体を同じように扱い、1主体の消費の割引現在価値を n 倍したものを最大にするような消費量と資源採掘量を求めた。上記(1)との違いは、各個人の効用関数が、自己の消費量と他のすべての主体の消費量の関数になっていることと、資源の採掘に労働投入が必要になっていることである。分析の結果、最適消費量は物的資本のみの、また最適資源採掘量は資源ストックのみの線形関数になり、(1)の場合と同じく両者は分離されることがわかった。最適消費量が産出量の物的資本投入量弾力性の減少関数、最適資源採掘量が資源投入弾力性の減少関数で、ともに時間選好率の増加関数になることも(1)と同じである。

さらに、もし初期の資源ストックが物的資本

本ストックより十分に大きければ、その後の資源と資本の最適経路は二つの局面に分かれて推移することがわかった。第1局面は、物的資本の蓄積が進み、第2局面では資源と資本の両方のストックが単調に減少していく。コミュニティの消費量はこれらの二つの局面の境目で最大に達する。しかし、もし初期の資源ストックが資本に比べて十分大きくなければ、最適経路の局面は一つしかなく、時間の経過とともにストックとフローはいずれもゼロに向かって単調に減少していく。

② マルコフ完全ナッシュ均衡解

各個人は他のすべて主体の行動を所与として自己の消費の割引現在価値を最大にするような消費量と資源採掘量を決定する。最適解は依然としてストックの線形関数になるが、消費量は上記①の社会的計画者による最適化の解に比べて多くなり、その傾向は効用水準の決定において他人の消費量を気にする度合いが高まれば高まるほど強まることがわかった。最適資源採掘量については、採掘費用がゼロでない限り、①の社会的最適解より少なくなり、またその減少の程度は他人の消費量を気にする度合いが高いほど大きくなることが示される。

③ 結果の解釈

上記①②の分析結果は極めて興味深い。(1)と違い、(2)では自然資源のみならず、物的資本もコミュニティ構成員の共有資産である。このとき、人々は資源の採掘スピードを抑えることが示された。資源が「共有地」であるにも関わらずである。さらに、その傾向が、自分と他人の消費量の相対的な位置づけが気になればなるほど強いということは、各個人が少しでも多く消費しようとするにも関わらず「共有地」の利用率が上がらないことを意味している。

その理由を理解する鍵は、資源に加えて物的資本も「共有地」になっていることにある。ただし、資源と違い資本は人為的に蓄積可能であり、人々は自己の生産物から消費を除いた分を「共有地」の蓄積のために拠出する。一方、資源の採掘には自己の労働を投入しなければならない。この状況で、ナッシュ均衡解の下の方が社会的計画者がもたらす最適解より資源の保全が進む理由は、各個人は資源の利用率を高める代わりに、物的資本蓄積に対する貢献を少なくすることによって他人より少しでも多く消費しようとすることができるからである。労働投入が必要な資源採掘を控えて、資本蓄積過程におけるフリーライディングを決め込もうとする誘因が働くことになる。

この解釈が正しいとすると、枯渇性あるい

は再生可能性が低い資源の「共有地の悲劇」から逃れる方法として、共有地の利用に料金を科すとともに、蓄積可能な他の資産の共同利用を考えることが示唆される。しかしながら、「共有地」が放つフリーライディングへの誘惑は依然として残り、人々は別の資源に乗り換えるだけであるとも考えられる。

④ 今後の課題

そこで、今後の研究の方向としては、本研究で仮定した「自己と他人の消費量の相対的な位置づけ」による効用水準の決定ではなく、「利他的効用関数」を用いた分析を行うことが重要になる。本研究では、他人の消費水準は少ないほどよいが、「利他的効用関数」では自己とともに他人の消費水準も高いほうがよりうれしいという状況を考える。そのとき、「共有地の悲劇」の議論がどのようになるかを見極めたい。本研究で想定した効用関数が、「他人より良くなりたい」という心情を表しており、利用する際にコストのかからない、あるいはフリーライドしやすい資産に「共有地の悲劇」が起こることが確かめられたということは、「他人とともに良くなる」という心情を表す効用関数を仮定した場合には「共有地の悲劇」に関わる議論はどのように展開されるか、特に、資源と資本のいずれの利用率が高まるのかを知りたいと考える。また、「他人とともに良くなる」ではなく、「自分より他人を良くしたい」という効用関数があるとするれば、自分がコストをかけてでも資源を多く採掘し、それを利用して生産物を多く作り、その中からなるべく多くを共有物的資本の蓄積に回すことによって、他人の生産能力と消費量を高めることが最適であるという解が見つかるのかも知れない。

今回の平成19年度～21年度の研究は、このような興味深い論点を引き出すことができたという点でも大きな成果をあげたものと思われる。

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3件)

- ① Katayama, Seiichi and Ngo Van Long, “Status-Seeking with Public Capital and an Exhaustible Resources,” *Optimal Control Application and Methods*, refereed, 31, 2010, 43-53 査読有
- ② Fujisaki, Masatoshi, Seiichi Katayama, Seiichi and Hiroshi Ohta, “Sustainability or Ruin of a Common Resource Economy with Random Jump,” *Review of Development Economics*, referred, 11-2, 2007, 390-403 査読有

- ③ 藤崎正敏、片山誠一、太田博史 「資源経済の持続可能性とその確率について」『国民経済雑誌』査読無、195-4、2007、29-37

〔学会発表〕(計1件)

- ① Katayama, Seiichi, “Status-Seeking with Public Capital and an Exhaustible Resources,” The 4th Annual conference of APEA (Asian-Pacific Economic Association) December 13-14, 2008, at Chinese Academy of Finance and Development (CAFD), Central University of Finance and Economics.

〔図書〕(計0件)

なし

〔その他〕

ホームページ等

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

太田 博史 (OHTA HIROSHI)

神戸大学・大学院国際協力研究科・教授

研究者番号： 50118006

(2) 研究分担者

片山 誠一 (KATAYAMA SEIICHI)

愛知学院大学・商学部・教授

研究者番号： 70047489

(3) 連携研究者

なし