

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 24 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22530229

研究課題名（和文）「共有地の悲劇」再考：利他的効用と資本蓄積によるフリー・ライディング・メカニズム

研究課題名（英文）‘Tragedy of the Commons’ Revisited: a Free Rising Mechanism via Altruistic Utility and Capital Accumulation

## 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）：枯渇性天然資源ストックに個人所有権が設定されておらず、社会構成員の共有財産になっている場合には、いわゆる「共有地の悲劇」が起こる可能性があることが知られている。枯渇資源の他にもう一つ別の社会的共有資産がある場合にも、その悲劇は起こるだろうか。悲劇が起こる可能性は、想定する効用関数の形に依存し、①共有資産が人為的に蓄積可能であり、②人々の効用が「地位追求的」である場合には、天然資源ではなく蓄積可能資産に「共有地の悲劇」が起こるという従来の結論を、より一般的な仮定の下、および不確実性下で再検討し、新しい知見を得た。

研究成果の概要（英文）：It has been well known that the so called ‘Tragedy of the Commons’ may occur to the stock of exhaustible natural resources when individual property right is not set up on the stock but it is in collective possession by the whole members of society. Does the tragedy occur when the society has another common asset as well? We reexamined, under more general assumptions and under uncertainty, the previous result that the possibility of tragedy depends on the characteristics of assumed utility function and ‘the Tragedy of the Commons’ occurs not to the natural resource but to the common asset provided that (1) the asset is artificially augmentable and (2) individual utility function is of a status-seeking type, and augmented the existing propositions.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	500,000	150,000	650,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,500,000	450,000	1,950,000

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：資源経済、共有地の悲劇、地位追求的効用関数

## 1. 研究開始当初の背景

枯渇性資源を最適に利用する方法に関する研究は 1970 年代以前から盛んに行われて

きたが、当初は単一の経済主体が占有する資源ストックを時間を通じてどのように採掘していけば、資源が枯渇するまでの自己の効

用水準（の割引現在価値）を最大化できるかという問題がもたら研究された。その後、70年代の後半からは、資源が枯渇した後の社会の存続を考えるうえで、当該資源以外の何らかの社会的資産を保有する必要性が指摘されるようになり、各時点で採掘した資源をその時点ですべて消費し尽すのではなく、一部を天然資源以外の資産（典型的には蓄積可能物的資本）を蓄えるために用いることが考えられ、資源の消費と投資の最適比率に関するルールを確立することが目指された。その研究成果は、天然資源とその他の資産との価値の合計が時間を通じて一定になるように各時点での資源の消費・投資比率を決めることが最適であることが見出されたことである。その後は、天然資源と物的資本の両方が消費活動の直接の対象となる場合と、ともに生産要素として用いられる場合に分けられ、それぞれにおける資源の最適採掘経路が分析対象になった。その際、まずは資源は公有であるが物的資本は私有であるという想定のもとで分析が進められた。資源が公有であり、社会の構成員が各々の効用最大化に向けて自由に採掘活動を行えるなら、容易に「共有地の悲劇」が起こることが予想される。では、もし資源だけではなく蓄積可能物的資本も公有であれば「悲劇」はどうなるだろうか。本研究の研究分担者はすでに2010年に、「共有地の悲劇」は天然資源ストックではなく物的資本ストックに起こることを証明していた。さらに、われわれの平成19年度～21年度の科学研究費補助金による研究では、消費者の効用関数が「地位追求的」であればあるほど、各時点での物的資本ストックに対する消費財の需要量の比率のナッシュ均衡解が社会的最適解より大きくなることが示された。社会的最適解においては、社会を構成するすべての経済主体が全く同じ量の消費活動を行うのに対し、ナッシュ均衡では各主体の最適消費量は他のすべての構成員の消費量の関数として規定され、均衡解においてはすべての主体がそのもとの消費量を変更する必要性を感じない。

しかしながら、これら本研究開始直前の研究結果は二つの点で十分満足のいくものではなかった。まず、上記の結果を導出する際には、効用関数に関するパラメーター（のうちのひとつ）と生産関数に関するパラメーター（のうちのひとつ）が全く等しいという仮定をおく必要があったが、それらが本来的に同一である理由はみつからない。もう一つは、枯渇性資源の長期利用を考えるうえで、不確実性が全く介在しないようなモデルにより導き出された結論はいちじるしく現実味を損なっているのではなかという危惧である。計画期間が長くなればなるほど、資源ストックや価格あるいは生産技術に関する見通しに

何らかの不確実性が介在するものと思われる。これらの二点にどう対応するかが本研究開始時の問題意識であった。

## 2. 研究の目的

開始時点での研究目的は、以前の研究の不備をただし、より一般的・現実的な仮定のもとで「共有地の悲劇」を考えることであった。枯渇性天然資源と人為的に蓄積可能な物的資本の両方が社会構成員全員の共有になっているような経済で、各構成員がそれら二つを生産要素として用いて財を生産し、その一部を消費し、残りを資本蓄積のための投資にまわす。資源も資本も公有ではあるが、本研究では公共財的性格を持つのは資本のみである。各主体はそれぞれに異なった量の資源と同一量の資本を用いて生産活動を行う。ただし、資本蓄積のための投資は全構成員の投資量を集計した量だけ次期の資本ストックが増える。通常の「方法論的個人主義」に基づく効用関数、すなわち各消費者の効用水準は自己の消費量の多寡のみによって規定されるような効用関数の場合には、上記の設定のもとで「共有地の悲劇」は天然資源ではなく物的資源のほうに起こることがすでに知られているので、本研究では通常と異なった効用関数を設定し、同じ結論が得られるかどうかを吟味する。さらに、その結論が資源ストックに関する不確実性の影響を受けるかどうかについて検討する。

## 3. 研究の方法

① 効用関数として「地位追求的」な関数を考える。本研究の表題には「利他的効用関数」という文言が出てくるが、ここでは“利他性の裏返し”としての地位追及をモデル化することから始めた。天然資源と物的資本を用いて各自が生産した財のうちの一部を消費して効用を得るが、その水準は自己の消費量と他のすべての構成員の消費の両方の関数として求まるものとする。他の消費者の消費量は、構成員の数を $n$ としたときに、自分以外の $n-1$ 人の消費量の平均値で表し、「地位追求的」消費者は自己の消費量とこの $n-1$ 人の平均消費量との比率が高ければ高いほど大きな効用を感じるものとする。すなわち、自己の消費水準が同じであっても、その量が他人の消費量の平均値に比べて高ければより高い満足感が得られる。さらに一般化すれば、自己の消費量と比較する対象を単に $n-1$ 人の平均消費量にするのではなく、平均消費量と自己の消費量の凸一次結合とし、凸結合上の位置を表すパラメーターを変化させることによって、通常の個人主義的な効用関数をも、また自己の消費量と他人の平均消費量から成るコブ・ダグラス型効用関数をも表すことができるようにして分析に幅を

持たせた。

各自の生産関数は物的資本と天然資源量のコブ・ダグラス型結合であり、両要素に関して高々一次同次であるものとする。資本蓄積は社会構成員全員でどれだけの投資を行うかに依存するが、投資量がゼロの構成員であっても資本の使用権は排除されない。その意味では、物的資本の使用にフリー・ライディングの可能性が内在していることになるが、他方の資源については利用量が各構成員ごとに決められるのに対し、資本は利用量ではなく蓄積のための投資量が各自の判断で決められることになっている。いずれの社会共有生産要素にもフリー・ライディングが起こる可能性があるが、本研究の眼目はどちらにそれが起こるかを見極めることにある。

② 不確実性の導入は、資源ストック水準に対して行われる。天然資源のストックは各時点で確実にその水準を把握することは難しい。埋蔵量の推定には誤差がつきものであるが、より本質的には掘り進むにつれて新しい鉱脈や資源の質の違いが発見され、確認埋蔵量に影響を及ぼすものと考えられる。新しい鉱脈や油田の発見はストックを増大させるが、質の低下はストックの減少を意味する。資源としての質の低下は地下水の浸潤等によっても引き起こされる。もともと不確かな確認しかできない埋蔵量に対して新たな鉱脈・油田の発見および質の低下の両方を含む不確実性を考えなければならない。本研究では、幾何学的ブラウン運動とジャンプ過程を用いて資源ストックの不確実性を表現する。前者は時々刻々起こる連続的な埋蔵量の変化を、後者は数年に一度起こる新鉱脈や油田の大発見あるいは大幅な資源の質の低下に対応している。また、ブラウン運動は現在時点から将来に向かって遠く離れれば離れるほど不確実性の程度が増すような状況を表すことができるため、資源の長期間にわたる最適利用法を分析するには、全期間を通じて不確実性の程度が一定であると仮定するより現実的である。

#### 4. 研究成果

① 「地位追求的効用関数」のもとでの最適消費量と資源採掘量を求めるにあたり、意思決定が誰によって行われるかについて二つの対極的な異なった主体を考えた。一つはこの経済全体を見渡す社会的計画者が存在する場合と、他方は構成員各自が自己の便益のみの最大化を目指す場合である。まず、社会的計画者がいる場合には、その目的は構成員すべてを同等に扱い、彼らが同じ消費量と同じ資源利用量のもとで経済活動を行うと仮定する。よって、社会全体の効用は一人の効用の構成員数 ( $n$  とする) 倍になり、資源ストックの減少率も一人の資源採掘量の  $n$  倍、

物的資本蓄積率も一人当たり投資量の  $n$  倍になる。一人当たりの効用水準は地位追求を加味した効用関数の値から資源を採掘するために要する費用を引いたものの各時点での値の割引現在価値で、社会全体の効用はその  $n$  倍である。資本ストックと資源ストックの関数として表される評価関数を設定し、ハミルトン＝ヤコビ＝ベルマン方程式を用いると、一人当たり最適消費量および最適資源採掘量はともに二つのストックと時間（時点）の関数として表されることがわかる。最適消費量・採掘量ともに時間を通じて単調に増大または減少していくかどうかは一般的には不明であるが、もし物的資本の限界生産物を人数倍したものが時間に対する割引率に常に等しくなるように毎期の資源採掘量が調整されるとすれば、時間を通じて最適消費量は変化せず、いわばどの世代でも同じ量の消費水準を享受することができることが証明できた。その際には、時間がたつにつれて物的資本が蓄積され、その分天然資源のストックは徐々に減少していくことがわかる。一方、資源の最適採掘率については、その定常性を証明することはより難しい。採掘量の変化率は、各時点での採掘量、資本ストック量および消費量の関数になり、その値が定数になるための経済学的に意味のある条件は見つけられなかった。前述のように、本研究の研究分担者が以前に導き出した結果では、今回の研究が用いたモデルにある条件を加えると、各時点での最適消費量はその時点での物的資本ストックの、また最適資源採掘量は資源ストックの定数倍になり、ストックがフローにおよぼす資産間交差効果はないことが証明できたが、本研究はこの結論を含む、より一般的な解についての性質を見極めたことになる。次に、ナッシュ均衡解について分析した。社会構成員おのおのが他の構成員の消費量と採掘量を所与として、「地位追求的」である自己の効用水準を最大にすべく行動する。構成員が誰一人行動を変更する誘因を持たないような消費量と採掘量の組み合わせにおいて、たとえ資源採掘量が社会的計画者が求める量に等しくても、ナッシュ均衡下の消費量変化率（の絶対値）は社会的計画下のそれを上回ることが示された。また、地位追及の程度が増せば、この傾向が強まることも証明できた。自然な分析結果だと思われる。各自の最適資源採掘量の変化については、時間を通じた単調性は示されなかった。資源が枯渇性であるため、物的資本を持たない単純な資源利用経済であれば、各時点での採掘量は単調に減少していくものと（少なくとも1970年代の研究では）考えられたが、本研究では単調性は証明できない。ただし、資源採掘に費用がかかかなければ、単調性が保たれることがわかった。

② 上記①の分析に不確実性を加味したモデルを構築した。まず、資源ストックが每期毎期ごく微小な攪乱要因に影響されていて、同じ採掘量に対して、ストックの減少幅が（ごく微小ではあるが）不確実であると想定する。眼前の鉱脈や油井を少しずつ取り崩していくにつれ、残存ストックは質・量ともに少しずつ変化する可能性は十分にある。各時点での変化の程度は微小であっても、それらが積み重ねられた現在時点からみて遠い先の時点でのストック水準を正確に把握することは、つい明日の水準を把握することに比べてはるかに難しいといえよう。ブラウン運動を用いた本研究の分析結果は以下のとおりである。

- ・ 不確実性下の社会的計画による天然資源ストックは平均的には確実下より早く縮小する。
- ・ 物的資本の蓄積経路は不確実性下でも確実な世界と同じ性質を保有する。
- ・ 不確実性下のナッシュ均衡では、資源ストックに対する最適資源採掘量の比率は不確実性下の社会的計画のそれより低いが、確実性下のそれよりは高い。
- ・ 資源の採掘に費用がかからなければ、採掘率のナッシュ均衡解は社会的計画下と同じであるが、確実性下より高い。
- ・ 効用関数の「地位追求性」が強いほど、最適採掘率は低い。

さらに、別のタイプの不確実性であるジャンプ過程を導入した。時々刻々は起こらないが、時々起こる大きな変化が資源ストックに加わるとしたときの結果は以下のとおりである。

- ・ 物的資本ストックに対する社会的計画下の最適消費量の比率は、不確実性のタイプによらず確実性下と同一である。
- ・ ジャンプを伴う資源ストックに対する社会的計画下の最適採掘量比率は、ジャンプがない場合のそれより低い
- ・ ジャンプが下方に起こる可能性が高いと想定される場合には、ナッシュ均衡最適採掘率は確実性下より高くなるかも知れない。

#### 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 2 件)

- ① Ohta, Hiroshi and Seiichi Katayama, “Status-Seeking and Exhaustible Resources under Uncertainty,” *International Journal of Development and Conflict* 1, pp. 399-417, 2011 (査読有)
- ② 太田博史、片山誠一「共有資源および社

会資本と最適消費経路」『国民経済雑誌』203 巻 1-12 頁、2011 年 (査読無)

[学会発表] (計 3 件)

- ① Katayama, Seiichi, Ngo Van Long and Hiroshi Ohta, “Carbon Taxes in a Trading World,” Western Economic Association International, Keio University, Japan, March 17, 2013
- ② Katayama, Seiichi, Ngo Van Long and Hiroshi Ohta, “Carbon Taxes in a Trading World,” International Atlantic Economic Association, Bahcesehir University, Turkey, March 30, 2012
- ③ Ohta, Hiroshi and Seiichi Katayama, “Status-seeking and Exhaustible Resource under Uncertainty,” Western Economic Association International, Queensland University of Technology, Australia, April 26, 2011

[図書] (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

#### 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

( )

研究者番号：