

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 11 日現在

機関番号：13201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2013

課題番号：22730155

研究課題名(和文) 公共財供給技術の普及についてのゲーム理論による考察

研究課題名(英文) A game theoretic consideration for the diffusion of a public good provision technology

研究代表者

平井 俊行 (Hirai, Toshiyuki)

富山大学・経済学部・准教授

研究者番号：00383951

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円、(間接経費) 600,000円

研究成果の概要(和文)：環境親和的技術のような公共財供給技術の移転問題を考察した。このような技術は導入することが利他的ではあるものの自損的な場合があるため、全体に普及することが効率的であったとしても達成されない可能性がある。本研究課題では技術移転およびそれに伴う金銭移転に関する交渉について分析した。ある種のコミットメント後の再交渉を許すような交渉方法を提案し、そのもとでは全体への普及が達成されることを示した。さらに一定の価格のもとでの技術移転についての交渉をあらわすような状況も考察した。この状況でも、同様の交渉方法を考えることでパレート効率的な結果が導かれることを示した。

研究成果の概要(英文)：I considered the transfer problem of a technology for the public good provision such as the environmental sound technology. The adoption of such a technology may damage the adopter, and the full diffusion may be prevented even if it is efficient. In this project, I analyzed the negotiation of the technology transfer and the involved monetary transfer. I proposed a negotiation rule where renegotiations after a certain commitment are allowed, and showed the full diffusion is achieved under the new negotiation rule. Further, I considered a situation that can describe a technology transfer under a certain fixed price. In this case, I showed that Pareto efficient outcomes are achieved under similar negotiation rule.

研究分野：ゲーム理論・経済学

科研費の分科・細目：経済学・理論経済学

キーワード：ゲーム理論 公共財 技術情報取引

## 1. 研究開始当初の背景

伝統的な公共財供給問題では、公共財は全主体(プレイヤー)がアクセスできる共通の生産技術によって供給されるということが仮定されてきた。しかし、国際公共財と呼ばれる温暖化ガス削減問題や疫病対策などは、通常各プレイヤー(国など)がそれぞれ独自の技術による対策(供給)をおこない、それらの総合が国際的な公共財となってすべてのプレイヤーに便益をあたえるような構造になっている。

このような公共財供給技術は、各国ごとに異なっているのが通常である。また、それぞれの問題に対し、民間企業などによる新技術の開発がおこなわれてきている。しかし、新技術の普及が必ずしもうまくおこなわれているとは言えない。したがって、いかに新技術を効率的に普及させるかという問題は重要である。

一方既存研究において、新技術の普及を妨げるいくつかの要因が指摘されていた。例えば、ある種の比較静学のもとでは新技術の導入は他のプレイヤーの利得を増加させるものの導入したプレイヤー自身の利得を減少させてしまう場合があることが明らかにされていた。(例えば、Ihori, 1996, *Journal of Public Economics* や Cornes and Hartley, 2007, *Journal of Public Economic Theory* など) また、新技術の導入には新たな設備に対する費用や新技術を学習するための費用など追加的なコストがかかることも指摘されており、これらも普及を阻害する要因となりえる。(Jaff, Newell, and Stavins, 2005, *Ecological Economics*)

一方、生産技術取引についての分析は、私的財の寡占市場において盛んにおこなわれ、特許制度の有無を含む様々な取引制度のもとでの分析結果が得られていた。(例えば、Kamien and Taumann, 1986, *Quarterly Journal of Economics*; Nakayama, Quintas, and Muto, 1991, *Economic Studies Quarterly* や Watanabe and Muto, 2008, *International Journal of Game Theory* など。)しかし、本研究課題のように公共財供給の技術情報取引についての研究はほぼおこなわれていなかった。

## 2. 研究の目的

本研究課題の目的は、各プレイヤーがそれぞれ独自の供給技術を持つような公共財供給問題における新しい公共財供給技術の取引を分析することにある。すでに指摘したように、公共財供給の新技術の導入は他者の利得を増加させるものの自分自身の利得を減少させてしまう場合がある。そのため全体への普及は、もしそれが効率的であったとしても、妨げられてしまう可能性がある。さらに、本研究課題では初期の技術保有者がもとも

と技術を保有している状況を考えているが、本来であれば技術を開発するインセンティブについても考慮しなければならない。そのためには、技術保有者(開発者)が十分な利潤を得られる必要がある。技術保有者の開発インセンティブを損ねないように効率的な新技術の普及を達成することは可能か、可能ならばどのような方法によって達成されるかについて、ゲーム理論を用いて総合的に考察することが主要な目的である。

## 3. 研究の方法

主に交渉を通じた公共財供給技術の取引について、ゲーム理論を用いた分析をおこなった。特に、様々な交渉の形態を扱えるようにするため、Greenberg (1990, *Theory of Social Situations: An Alternative Game-Theoretic Approach*, Cambridge University Press)による社会状況の理論を主に用いて分析をおこなった。

このような技術取引についての交渉における主な目的はどのプレイヤーが技術を導入するかについての合意を得ることである。一方、技術移転に伴う援助もしくは支払という意味での金銭移転についても同時に交渉がおこなわれる可能性もある。

本研究課題では、金銭移転額についても交渉内で同時に決定されるような場合と必要な金銭移転が外生的に与えられている場合(金銭移転がおこなわれない場合も含む)に分けて分析をおこなった。それぞれの交渉において技術保有者と技術を導入する側のプレイヤーたちの間で、全体へ技術を普及させるような帰結は合意されるのかについて分析をおこなった。さらに、もし全体への技術の普及が合意されないとすれば、どの程度の良さを持つ帰結ならば合意として得られるのかについても分析をおこなった。また、公共財供給技術をより抽象的に排除可能な公共財の一種としてとらえ、研究の土台となるような基礎研究もおこなった。

## 4. 研究成果

公共財供給技術が全体へ普及することが社会的にもっとも望ましい結果であることを前提として、金銭移転を同時に決定するような公共財供給技術の移転交渉について分析した。この交渉においてプレイヤーたちは、(i)技術保有者を含む提携を形成することで、新たな交渉を開始する、もしくは(ii)技術保有者以外のプレイヤー(たち)が交渉から抜けることで他のプレイヤーたちの技術導入による便益にフリーライドする、という2つの方法によって交渉から逸脱できるとした。一方で、逸脱そのものについてもある種の信憑性を課した。すなわち、(i)のような逸脱をした場合は、新たな交渉において自分たちにとってより望ましい帰結について合意が

達成されること、(ii)のような逸脱をした場合は残された主体たちが何らかの帰結に合意し、それが逸脱した主体たちにとってより望ましいことを課した。そうでない逸脱は信憑性がないとして考慮しないことにした。

以上のような交渉を分析した結果、社会的にもっとも望ましい結果である公共財供給技術の全体への普及は必ずしも合意として得られないことが明らかになった。ある単純な例においても、交渉に参加しているプレイヤーの人数によって全体への普及が合意される場合とそうでない場合に分かれることがわかった。

以上の結果を受けて、常に全体への普及が合意されるような交渉ルールについて考察し、以下のようなルールを追加した。すなわち、(iii)上記(i)や(ii)のような逸脱の後、交渉を継続しているプレイヤーたちが何らかの帰結に合意した場合、その交渉に参加している全員の同意のもとで公共財供給技術を実際に移転したあと再交渉を開始できる、というルールを追加した。(iii)が追加された交渉では、常に全体への普及および個人合理性を担保するような金銭移転が合意可能であることを示した。特に、再交渉を許すことで実際には再交渉を経ることなく最初の交渉で全体への普及が合意されるという結果が得られた。

また、本研究の交渉の結果は、明示的に仮定はしなかったが特許制度の有無(もともとの技術保有者のみが技術移転をすることができるか否か)によって変わらないこともわかった。

本研究成果は "Renegotiations and the Diffusion of a Technology with Positive Externalities" としてまとめた。現在未公開であるが、査読付き国際誌への掲載を目指している。

固定された価格のもとでの公共財供給技術の移転問題を含むようなある抽象的な戦略形ゲームにおける開かれた交渉 (open negotiation) を分析した。開かれた交渉ではある帰結が提案されていたとき、プレイヤーたちは提携を形成してこれに明示的に反対することができる。一方、反対が明示的であるがゆえにその反対を受けて他のプレイヤーたちがさらなる反対を表明することができる。このような交渉ルールのもとで、内生的に定義される信憑性のある反対がおこらないような帰結の集合を安定集合とよび、本研究における解概念として採用した。安定集合はプレイヤーたちが合意として受容可能な帰結の集合をあらわしていると考えられる。また、このモデルでは価格が固定されていることを受け、技術保有者の利潤には言及しなかった。

このモデルを分析した結果、一定の条件が満たされない限り安定集合が存在しないことが示された。したがって、条件が満たされ

なければプレイヤーたちにとって合意として受容可能な帰結は存在しないことになる。より詳細には、元の戦略形ゲームにおけるナッシュ均衡がすべてパレート効率的であれば、すべてのナッシュ均衡の集合が安定集合となるが、そうでなければ安定集合が存在しないという結果が得られた。

続いて、条件が満たされない場合でも合意として受容可能な帰結が得られるように交渉ルールの変更を試みた。具体的には、公正な第三者を交渉に加え、交渉に参加している各プレイヤーはこの第三者に自分の意思決定を委任できるようにした。このように変更された交渉ルールのもとでは、委任できるという構造がコミットメント機構として働き、必ずパレート効率的な結果の集合が安定集合として得られることを示した。一方で金銭移転が可能である場合と異なり、パレート効率的ではあるが全体へ公共財供給技術が普及しているわけではないというような帰結が存在するが、これらも安定集合に含まれることがわかった。

また、本研究においても特許制度の有無は明示的に仮定しなかったが、これによって結果は変わらないということもわかった。

本研究成果は "The Stable Set of the Social Conflict Game with Delegations: Existence, Uniqueness, and Efficiency" としてまとめられ、現在査読付き国際誌へ投稿中である。

排除可能公共財の価格付けについての分析をおこなった。(公共財供給)技術情報は排除可能公共財の一種であるので、本研究課題に対する基礎研究の1つであると考えている。特に、このような価格が外生的に与えられているモデルを考える以上、価格付けについての研究は必要であると考えられる。

本研究ではモデルを、プレイヤーたちが提携を形成しその中で資源配分をおこなえるが、それは非線形を含む価格によって達成可能なものに限られるという形で提携形ゲームとして定式化した。また、このモデルにおいて提携形ゲーム理論の中心的な解概念であるコアの理論を応用し、(i)すべてのプレイヤーによる提携が価格によって達成可能な配分であり、かつ(ii)いかなるプレイヤーの提携も自分たちだけではより好ましい配分を価格によって達成できない配分、の集合を「メニューで導出されるコア」として定式化した。

本研究では、このメニューで導出されるコアに含まれる配分が非常に広範な条件の下で存在することを明らかにした。また、メニューで導出されるコアの効率/非効率性など、いくつかの特徴について考察した。

本研究成果は "The Menu-Induced Core of an Economy with an Excludable Public Good" としてまとめられ、2014年3月時点で Theoretical Economics Letters 誌から掲

載許可を得ている。

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)

Toshiyuki Hirai “Renegotiations and the Diffusion of a Technology with Positive Externalities” University of Toyama, Working Paper No.270 査読無 2012 年

URI: <http://hdl.handle.net/10110/10665>

Toshiyuki Hirai “The Stable Set of the Social Conflict Game with Delegations: Existence, Uniqueness, and Efficiency” University of Toyama, Working Paper No.279 査読無 2012 年

URI: <http://hdl.handle.net/10110/10869>

Toshiyuki Hirai “The menu-induced core of an economy with an excludable public good” Theoretical Economics Letters 4 289-252 査読有 2014 年(3 月中に掲載許可)

DOI: 10.4236/tel.2014.44039

[学会発表](計 5 件)

Toshiyuki Hirai “The menu-induced core of an economy with an excludable public good” 第 16 回 DC コンファレンス、2010 年 9 月 17 日、関西学院大学

Toshiyuki Hirai “Renegotiations and the Diffusion of a Technology with Positive Externalities” 第 18 回 DC コンファレンス、2012 年 9 月 16 日、関西大学

Toshiyuki Hirai “Renegotiations and the Diffusion of a Technology with Positive Externalities” 日本経済学会 2012 年度秋季大会、2012 年 10 月 8 日、九州産業大学

Toshiyuki Hirai “Renegotiations and the Diffusion of a Technology with Positive Externalities” UECE Lisbon Meeting Game Theory and Applications, 2012 年 10 月 19 日, ISEG Technical University of Lisbon, Lisbon, Portugal

Toshiyuki Hirai “The Stable Set of the Social Conflict Game with Delegations: Existence, Uniqueness, and Efficiency” 9th Spain-Italy-Netherlands Meeting on Game Theory (SING9), 2013 年 7 月 8 日, Centro Social Novacaixagalicia, Vigo, Spain

6. 研究組織

(1) 研究代表者  
平井俊行 (HIRAI, Toshiyuki)  
富山大学・経済学部・准教授  
研究者番号: 00383951