

## 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 6 月 17 日現在

機関番号：14501  
 研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2008～2011  
 課題番号：20530156  
 研究課題名（和文） 動学ゲームを用いた協力とただ乗りの探り合いプロセスの解明  
 研究課題名（英文） Strategy for cooperation and free-riding in a dynamic contribution game  
 研究代表者  
 宮川 栄一（Eiichi Miyagawa）  
 神戸大学大学院経済学研究科・教授  
 研究者番号：10467673

## 研究成果の概要（和文）：

公共財の完成に向けて 2 人の個人が交互に努力（コスト）を投入し合うというゲームを理論的に解いた。既存研究とは違い、相手がどれだけ公共財の完成に熱心かが不確実にしか分からないというケースを考えた。均衡を 1 つ求めることに成功した。公共財に必要な努力総量が比較的小さい場合には均衡が一意であることも証明した。均衡において公共財は徐々にしか完成しないことが分かった。必要な努力総量が少ない場合でも公共財の完成に長時間かかる場合があることも分かった。

## 研究成果の概要（英文）：

This project studied a game where two individuals alternate in making contributions to a public good until their total cumulative contributions reach a required level. Unlike existing studies, we considered the case where individuals do not have complete information about the total amount the other individual is willing to pay for the public good. We succeeded in finding a game-theoretic equilibrium. When the required level of contributions is relatively small, we proved that no other equilibrium exists. We found that, in the equilibrium, the public good is completed only gradually. Completion may take a very long time even when the required level of contributions is small.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2009 年度	800,000	240,000	1,040,000
2010 年度	900,000	270,000	1,170,000
2011 年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：社会科学

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

## 1. 研究開始当初の背景

公共財供給の動学をゲーム理論を使って考

察した先駆的研究に Admati and Perry (1991) がある。

彼らのモデルでは2人の個人が交互に努力を投入し合う。

両者の努力の総和が一定水準を超えると公共財が完成し、完成した公共財から各個人は便益を得る。

努力の総和が不十分であれば公共財は完成せず、未完成な公共財は無価値とする。

このモデルでは、公共財を完成させたいという動機がある一方、できれば相手に頑張ってもらって自分はそれに「ただ乗り」したいという動機も存在する。

Admati-Perryはこのゲームの均衡を導出し、個人は小さい努力を積み重ねることを示した。つまり公共財は徐々に完成に近づくと結論づけた。

Admati-Perryの結論はもっともらしいのだが、最近の研究は反対の結論を出した。

具体的には、Compte and Jehiel (2003)が同じモデルを再検討したところ、Admati-Perryの結論は彼らが分析を簡単にするために置いた仮定の産物であることを示した。

その単純化の仮定は内容的には極めて非現実的なものであり、Compte-Jehielはその仮定が満たされないケース、つまり現実に起こりえるケースのほとんどすべてにおいては、全く逆の結論になることを示した。

つまり、協力の小出しは起こらない。公共財が完成する場合は一気に完成する。

正確には、一気に公共財が完成するか、最初から誰も努力しないかのどちらかである。(どちらになるかは効用関数等に依存する)。

## 2. 研究の目的

このCompte-Jehielの研究は知的には興味深いのだが、協力行動が一気に躊躇無く行われるという結論には違和感を覚える。現実にもそういう場合があるのは確かだが、それが普遍的だという結論は現実説明力に乏しいと言える。

ここから、この一連の研究には一つの大きな欠点があると考えた。

それは、プレーヤーがお互いのことを知り尽くしているという情報の対称性が想定されていることである。

特に、公共財の完成から相手がどれだけの便益を得るのかが分かっていると仮定してい

ることである。

協力関係がこれから始まるという段階では、お互いのことを知り尽くしていないケースが多い。

情報の非対称性がある場合にそれを乗り越えて協力関係に到達する過程を理解することは非常に重要だと考える。

## 3. 研究の方法

Compte-Jehielのモデルに不完備情報を導入して均衡を導出する。

つまり公共財の完成に対する評価値は確率変数で、その実現値は私的情報だというようにモデルを一般化して均衡を計算する。

可能な評価値が多数存在すると均衡の計算が困難になるので、可能な評価値は2つとし、そのうちの1つはゼロとする。つまり、公共財の完成に対する評価値が正の場合の値は確定するのだが、評価値がゼロの可能性もあるわけである。

この場合、努力をまったく投入しないことによって、公共財には全く興味がないと装うことが可能になる。

完備情報のケースと違い、公共財に全く興味がないという可能性が存在するので、そういう素振りをする事で「相手は本当に興味がないのかもしれない」と相手に思わせることが可能であり、ただ乗りの生々しい行動をモデル化することができる。

## 4. 研究成果

どちらのプレーヤーについても、公共財への可能な評価値のうちの高い方(正の値の方)よりも公共財に必要な努力値の方が低い、という場合の均衡を完全に解き切ったことが最大の成果である。均衡の描写は極めて複雑になるが、それを明確に出来たことは大きい。

しかも、均衡が一意であることも証明できた。厳密には均衡は複数あるのだが、実質的には同じであることが分かった。

その一意の均衡では、公共財は少しずつ完成する。努力を小出しにして完成に近づく。と言っても、努力の小出しをするのは自分の評価値が相手よりも低い可能性がある人の

みである。

自分の評価値が相手の可能な評価値のどれよりも高いというプレイヤーは努力の小出しをしない。

そういうプレイヤーは、努力をしないことと一気に公共財を完成させることの2つにのみ確率を振る。

努力の小出しが可能なので、一見すると公共財の完成は簡単でも実際には完成に長時間掛かる場合があることが分かった。

例えば、

プレイヤー1の評価値は0か100のどちらかで、100の確率が80%とする。

プレイヤー2の評価値は7で確定していて、公共財に必要なコストは6とする。

1期間を1週間とし(つまり自分が動いてから相手が動くまでに1週間かかり)、1年間の割引率を5%とすると、1期間(1週間)の割引因子は $0.95^{(1/52)} = 0.999$ となる。

この場合、完成に必要な時間の期待値は28期間であり、つまり7ヶ月ほど掛かるという結果になる。

1期間を1週間とせずに、1日にしたり1ヶ月にしたりすることで完成日数の期待値は変化する。

1年の割引率は5%に固定して、上の例で完成日数の期待値を計算すると、2つの山が出来る。

一年に何度動けるかを横軸にとり、完成日数の期待値を縦軸にとると、ちょうど小文字のuの字の形をしたグラフになる。

山が0と50付近にできる。

つまり、全く動かない状態から、動く頻度を上げていくと、完成日数は最初下がるのだが、また上昇に転じて、年間50回動く点で(つまり1期間が1週間という点)で極大値を迎え、その後はまた減少に転じる。

したがって、努力を投入するタイミング(頻度)を増やせばいいというのではなく、中途半端に増やすぐらいならば減らした方が完成は早くなるという可能性がある。

必要な努力値が比較的大きい場合(プレイヤーの可能な評価値のうちの正の値が異なり、その2つの値の間に必要な努力値がある場合)については、均衡を全部求めることはできなかった。

ただし1つの均衡を見つけることは出来た。

## 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2件)

### ①宮川栄一

「じゃんけん癖のゲーム理論」、『国民経済雑誌』

204巻

p53-62

2011 査読あり

### ②宮川栄一

「変則じゃんけんの動学均衡」、『国民経済雑誌』

200巻

p37-55,

2009 査読あり

[学会発表] (計4件)

### ①宮川栄一

“Accuracy Choice in Repeated Games,”  
RIEB Workshop on Mathematical Economics  
2010/11/12,  
神戸大学

### ②Eiichi Miyagawa

“A Joint Project with Incomplete Information,”  
SCW08: 9th International Meeting of the  
Society for Social Choice and Welfare,  
2008/06/22,  
コンコーディア大学  
(カナダ)

### ③Eiichi Miyagawa

“A Joint Project with Incomplete Information,”  
Games 2008: Third World Congress of the  
Game Theory Society,  
2008/07/15,  
ノースウェスタン大学  
(アメリカ)

### ④Eiichi Miyagawa

“Contribution Dynamics in Joint Projects with Incomplete Information,”  
第14回DCコンファレンス,  
2008/9/13,  
近畿大学

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

宮川 栄一 (Eiichi Miyagawa)  
神戸大学大学院経済学研究科・教授  
研究者番号：10467673

### (2) 研究分担者

なし