

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 20 日現在

機関番号：26402

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26590029

研究課題名(和文) 飴と鞭の効果についてのゲーム理論的分析と実験による検証

研究課題名(英文) Theoretical and experimental investigations of rewards and punishments

研究代表者

上條 良夫 (KAMIJO, Yoshio)

高知工科大学・経済・マネジメント学群・教授

研究者番号：40453972

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ピリを罰するという鞭型インセンティブやトップに報酬を与えるという飴型インセンティブが、能力の異なる人々から構成されるチームのパフォーマンス向上にどのように影響するのかを説明する、ゲーム理論的フレームワークを提供する。解析の結果、全員の努力の平均値を最大化するという想定においては、チームメンバー間の能力格差が大きい時には飴型が望ましく、小さい時には鞭型が望ましいことがわかった。理論予測を検証するためにラボ実験およびフィールド実験を行ったところ、インセンティブに対して人々は理論が想定するよりも複雑な反応をする一方で、飴型・鞭型の使用方法については理論予測と整合的であることが確認された。

研究成果の概要(英文)：We provide a game theoretical framework to explain how bottom punishment or top reward enhances performance of teams when there is heterogeneity across players in cost-performance relationships. We derive easy-to-check sufficient conditions to judge whether reward or punishment is better. From the sufficient condition, we know that punishment is better for less heterogeneous people and reward is better for more heterogeneous people if the performance function is additive. To check the theoretical predictions, we conducted the field and laboratory experiments. We found that while the reactions of the actual people to the two incentives are more complex than the predicted behavior by the theory, how they use sticks or carrots are consistent with the theoretical predictions.

研究分野：ゲーム理論

キーワード：飴と鞭 懲罰 報酬 ゲーム理論 実験

### 1. 研究開始当初の背景

飴と鞭、つまり報酬への期待と懲罰への恐怖は、古代から現代に至るまで時代を超えてまた国家を超えて普遍的に観察できる、個人や集団の行動の外的インセンティブによる調整手段である。それゆえ、飴と鞭の研究の重要性は広く認識されており、心理学、教育学、犯罪学、経営学などの分野から研究が蓄積されている。しかしながら、これらの分野における飴と鞭の研究は、「適切な行動をすれば報酬が、しなければ懲罰が与えられる仕組み」の中での個人単体での意思決定の問題のみを扱っており、飴と鞭のインセンティブを集団に課し、インセンティブが課された集団の中で個人がどのような意思決定を行うのかという視点が欠けている。飴と鞭のインセンティブが集団に課されるとき、集団の中でより優れた成果をだしたものには報酬を与え、劣った成果をだしたものには懲罰を与える、という相対評価の形をとるとみなすことができる。飴と鞭を相対評価の一形態として捉えると、従来型の一人意思決定問題として考えるのとはまったく異なる特徴があらわれる。なぜなら、飴を得て、鞭を避けるためには相手よりも高い成果を出すことが重要であり、これは複数人の意思決定が相互作用を持つ状況となるからである。そのような状況を数理的に分析するのがゲーム理論である。

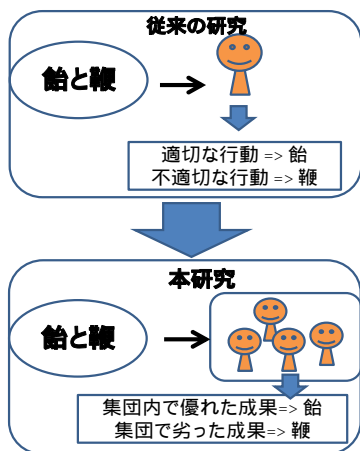


図1 従来研究に対する本研究の位置付け

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、飴と鞭による外的インセンティブを相対評価によるインセンティブの仕組みの一形態として捉えて、ゲーム理論を用いた理論分析を展開し、理論予測を実験により検証することである。飴型のインセンティブ(最も成果の高いものに報酬を与える)や鞭型のインセンティブ(最も成果の低いものに懲罰を与える)が集団に課されるとき、集団に属する人々の均衡行動がどのようなものになるのかを明らかにする。これらの結果を踏まえて、集団や組織のパフォーマンスを向上させるのに、飴型と鞭型のインセンティブでどのような特性があるのかを明らかにする。さらには理論分析の結果を実験経済学的手法を用いて検証し、理論分析がどの程度当てはまるのかも明らかにする。

### 3. 研究の方法

本研究の特徴は、飴と鞭という古くから存在した外的インセンティブの仕組みを、「適切な行動をしたものには報酬を、しなかったものには懲罰を与える仕組み」という心理学、教育学、法律学、経営学に散見される個々人の問題としての捉え方から、「最も優れた成果を出したものには報酬を、最も劣った成果のものには懲罰を与える仕組み」という集団の中の個人の問題として捉え直し、これによりゲーム理論的分析の俎上にのせる点にある。

飴と鞭のインセンティブをゲーム理論的に分析するために、本研究において新たに提案する達成度選択ゲームそれ自体も先行研究には見られない新しいアイデアを包含している。達成度選択ゲームは、飴と鞭に関わる本研究を行う上でのベースラインとなるゲームである。達成度選択ゲームとは、組織や社会の中で人々が一定の成果を出していく状況をあらわすモデルであり、ゲーム参加者たちは組織内における自身の達成度(例

えば、営業マンであれば営業成績)を選択でき、選択した達成度に応じて(努力)費用が発生することになる。外部からなんのインセンティブも課されないときは、高い達成度は高い費用をもたらすだけなので、達成度を最低にするのが唯一の均衡である。この状態に飴型のインセンティブや鞭型のインセンティブが課されることで、均衡における達成度選択がどのように変化するかを分析した。理論モデルからは、飴型インセンティブと鞭型インセンティブのどちらが望ましいのかは、集団構成員の能力に関するばらつきの程度により変化することが明らかとなった。

ゲーム理論のモデルから得られた飴型インセンティブと鞭型インセンティブの効果に関する予測を検証するため、実験室実験、フィールド実験および尺度開発研究を行った。

フィールド実験では、飴型インセンティブが課された条件や鞭型インセンティブが課された条件での意思決定を実際に参加者に繰り返し行わせた。中国の中学生を対象として、事前に参加者の計算能力を測定した上で、3種類の能力が同程度の構成員からなる集団(計算の能力が高・中・低)と能力が異なる構成員からなる集団(計算の能力が高・中・低が混在)を作成し、飴型インセンティブや鞭型インセンティブがこれらの集団内での個人のパフォーマンスにどのような影響を与えるのかを測定した。

実験室実験では、標準的な自発的公共財供給ゲームにおける個人間の非対称性が、飴型・鞭型インセンティブの使用・効果に対してどのような影響を持つのかを測定した。自発的公共財供給ゲームは個人の協力傾向や利他性を把握する上で有効なゲームであることが知られ、個人間の非対称性が存在しない状況では飴型や鞭型インセンティブが参加者の協力行動を促進することが過去の研究より知られている。本実験では、公共財供

給能力に関する個人間の非対称性が、協力行動の促進を目的とした飴型鞭型インセンティブの利用にどのように影響するのかを明らかにすることを目的として実施された。

#### 4. 研究成果

達成度選択ゲームの分析の結果、鞭型インセンティブと飴型インセンティブにおける均衡戦略を求めることができた。図2、3では、各インセンティブ状況下での能力値(0< <1)の個人が選択する努力値を、集団内の人数別に表している。横軸が能力値であり、縦軸が選択された努力値である。

図より、能力値が高い人ほど選択する努力が高くなること、鞭型インセンティブでは低能力者と高い人との間の努力値の差が小さいのに対して、飴型インセンティブでは両者の間の努力値の差がとても大きいことがわかる。これより、鞭型インセンティブは能力の低い人の努力を促す効果を持ち、飴型インセンティブは能力の高い一部の人の努力を促すことがわかった。

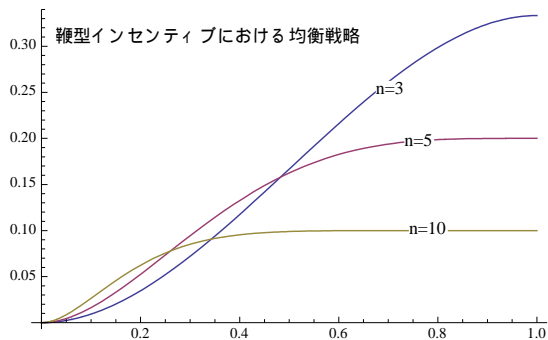


図2 鞭型インセンティブにおける均衡戦略の計算例

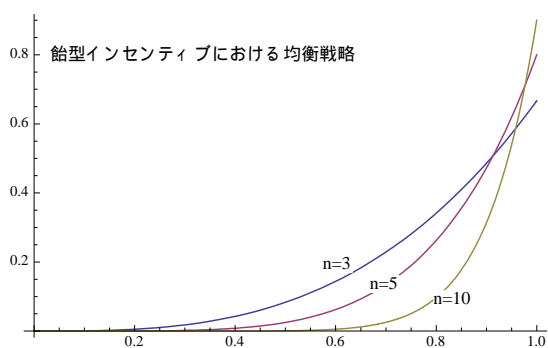


図3 飴型インセンティブにおける均衡戦略

## 略の計算例

集団内の人々の能力の格差の大小により、鞭型と飴型のどちらが望ましいインセンティブが変化することも明らかにされた。能力の格差が小さい時には鞭型が好ましく、格差が大きい時には飴型が望ましいのである。

理論予測を検証するため、中国の中学生を対象として、飴型・鞭型インセンティブのある状況下で計算課題を実施した。以下の表は条件別の生徒の課題の得点を表している。これより、能力が中水準、高水準の生徒は与えられた条件によって課題の得点の変化がほとんど生じなかったのに対して、能力が低水準の生徒は、条件により得点が変わることがわかった。

		集団の性質		
		格差小	格差大	
個人の能力	能力・低	鞭型	8.22	7.67
		飴型	7.75	9.14
能力・中	鞭型	9.76	11.12	
	飴型	9.93	10.83	
能力・高	鞭型	12.4	12.27	
	飴型	12.75	12.76	

表 1 条件別の計算課題の得点

能力が対称、非対称な人々から構成される集団での公共財供給ゲームの実験結果は以下ようになった(図4、5)。図より、対称集団と非対称集団ともに、飴型よりも鞭型のインセンティブを使用する傾向にあることがわかる。二つの集団を比較すると、対称集団では鞭型インセンティブがより使用される傾向にあり、非対称集団では飴型インセンティブがより使用される傾向にあることがわかった。これは理論予測と整合的な結論である。

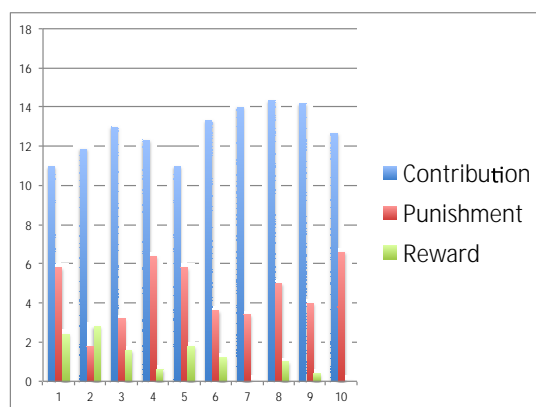


図 4 対称集団での平均貢献額、鞭型・飴型インセンティブの平均使用量の推移

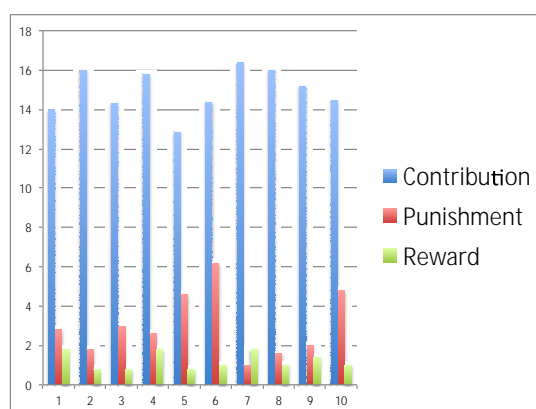


図 5 非対称集団での平均貢献額、鞭型・飴型インセンティブの平均使用量の推移

## 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1件)

Kamijo, "Rewards versus punishments in additive, weakest-link, and best-shot contests," *Journal of Economic Behavior and Organization*, 査読あり, 122, 2016, 17-30.  
<https://doi.org/10.1016/j.jebo.2015.11.013>

[学会発表](計2件)

Kamijo, “A theory of competitive sanctions: How to use sticks and carrots to manage classroom, workplace and society,” International Meeting of Economic Science Association, 2014, June, Hawaii (America).

Cheo, “Motivated by competition or by competitors? Evidence form a cognitive task rank-order tournament,” Economic Science Association World Meeting, 2016, July, Jerusalem (Israel).

研究者番号：

## 6 . 研究組織

### (1)研究代表者

上條 良夫 (KAMIJO, Yoshio)

高知工科大学・経済・マネジメント学群・  
教授

研究者番号：40453973

### (2)研究分担者

( )

研究者番号：

### (3)連携研究者

三船恒裕 (MIFUNE, Nobuhiro)

高知工科大学・経済・マネジメント学群・  
准教授

研究者番号：00708050

岡野芳隆 (OKANO, Yoshitaka)

高知工科大学・経済・マネジメント学群・  
講師

研究者番号：20513120

### (4)研究協力者

( )