

Title	平瀬和基君学位授与報告
Sub Title	
Author	
Publisher	慶應義塾経済学会
Publication year	2006
Jtitle	三田学会雑誌 (Keio journal of economics). Vol.99, No.2 (2006. 7) ,p.330(160)- 334(164)
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	学位授与報告
Genre	
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-20060701-0160

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

平瀬和基君学位授与報告

報告番号 甲第 2491 号

学位の種類 博士（経済学）

授与の年月日 平成 17 年 10 月 13 日

学位論文題名 On the Core of Games with
Asymmetric Information
(非対称情報を伴うゲームのコアに
ついての考察)

内容の要旨

本稿では、経済主体がもつ情報にばらつきがあり主体同士が協力可能な状況において、情報交換や協調行動の結果生じる安定的な状態について分析する。モデルは非対称情報をともなう戦略ゲームを用い、コアの考え方に基づいた均衡概念を分析するものである。非対称情報をともなう状況の多くは非協力ゲームの枠組みで研究されてきており、本稿のように主体同士が協力可能枠組みを用いた研究は比較的少なく、その点が本稿の貢献のひとつであるといえる。主体同士の協力を考慮した研究も、その多くは交換経済についてのものである。本稿で用いるモデルは外部性を扱うことができる戦略形ゲームに基づいており、そこにも貢献があるのではないかと考える。

第 1 章、第 2 章、第 3 章は、過去の文献の整理と第 4 章以降への準備となっており、主要な結論は、第 4 章、第 5 章、第 6 章で述べられる。その内容はそれぞれ、事前 α コアの存在条件を示したこと、ネットワークで繋がっている主体同士のみが情報交換や協調行動をすることが可能な状況下での均衡概念を定義しその存在条件を示したこと、情報交換が自由なケースのコアにおける利得が情報交換不可能なケースのコアにおける利得を上回ることを示したことである。各章の具体的な内容は以下の通りである。

第 1 章では、この論文の位置づけを明らかにするために、ゲーム理論の歴史、ゲーム理論で非対称情報がどのように扱われてきたか、非対称情報が存在する状況のコアに関する過去の研究を簡単に整理する。

第 2 章では、主体がもつ情報というものがどのように定式化されるのかということを問題にする。はじめ

に、Aumann (1976) らが採用した情報集合を使ったモデルを紹介し、次に Milgrom (1981) による公理的な考え方に基づいたモデルとの比較を通して、情報集合が状態空間上の分割で表現されることについて詳しく考察する。Hirase (1999, 2000, 2001) で分析されているような分割で表現されない情報集合についても例を挙げて紹介する。最後に、第 4 章以降で扱うことになる、主体の情報を状態空間上の分割で表現した非対称情報をともなう戦略形ゲームについて記述する。

第 3 章では、情報が対称的であるとし、経済主体ができる状況での均衡概念であるコアについて整理する。一般にコアの概念とは、全員提携によって実現可能であり、いかなる提携にも逸脱されることのない利得の集合を考えるものである。譲渡可能な効用をともなう協力ゲームのコア (TU ゲーム)、譲渡不可能な効用をともなう協力ゲーム (NTU ゲーム) のコア、戦略形ゲームにおける α コアと β コアを定義し、それぞれの存在定理についても紹介する。Scarf (1971) による α コアの存在定理については、第 4 章で非対称情報が存在するゲームに応用することになる。

第 4 章以降では、第 3 章までの内容を踏まえて、非対称情報が存在する戦略形ゲームのコアについて詳細な分析をする。Wilson (1978) や Maus (2003) などの従来研究では非対称情報下での外部性のない交換経済を分析の対象とするものが多かった。ここでは、戦略形ゲームを分析対象としているため、他の主体が選ぶ戦略によって主体の利得が影響を受けるという意味での外部性を扱うことができる点に特徴があるといえる。第 4 章では、意思決定のタイミングが、状態が与えられるよりも前であるモデルについて分析する。情報については、Maus (2003) のように、主体が属している提携に依存してその主体の情報を与えるコミュニケーション系を定義し、そのコミュニケーション系の性質と均衡概念の事前 α コアとの関係を明らかにする。主要な結論は、コミュニケーション系が各主体に対して全員提携に属しているときに他の提携に属しているときよりも細かい情報を与えるならば、事前 α コアが存在するというものである。第 4 章は、Hirase and Utsumi (2004b) に基づいている。

第 5 章においても意思決定のタイミングは第 4 章と同様であるとする。ここでは、Myerson (1977) のように、主体間にネットワークが外生的に与えられて

いるモデルを用いて、ネットワークで繋がっている主体同士のみが情報交換や協調行動をとることができるものとする。与えられるネットワークによって、形成可能な提携が制限されることになるわけである。全員提携が形成されるとは限らないことを考慮して均衡概念を定義する。情報については、第3章のように、各主体に、その主体が属する形成可能な提携に依存して情報を与えるネットワーク・コミュニケーション系を定義する。結論は、ネットワーク・コミュニケーション系が各主体に対して、より大きい提携に属したときにより細かい情報を与えるならばここで定義した均衡概念が存在するというものである。第5章は、Hirase (2005) に基づいている。

第6章では、意思決定のタイミングは状態が与えられた後であり、各主体は情報を利用して戦略を決定するモデルを分析する。ここでは、コアにおける利得と情報との関係を明らかにする。従来研究では、コアの存在について議論しているものが多く、コアにおける利得に注目した点に特徴があるといえる。具体的には、Wilson による粗いコアのように情報交換が自由のできるケースと Wilson による細かいコアのように情報交換が全くできないケースの2つのケースについてコアを定義し分析した。結論は以下の2つである。第一は、すべての主体について、情報交換が自由なケースのコアにおける利得の方が、情報交換ができないケースのコアにおける利得状態よりも高くなるということである。第二は、上に挙げたコア両方について、情報を細かく知っていれば知っているほど利得が高くなるということである。第6章は、三田学会雑誌に掲載された Hirase and Utsumi (2004a) と Hirase and Utsumi (2003) に基づいている。

論文審査の要旨

平瀬和基君の学位請求論文は“On the Core of Games with Asymmetric Information”と題し、非対称情報のもとで協力ゲームのコアの存在とその性質について分析したものである。古典的な協力ゲーム理論では、ゲームのプレイヤーが他のプレイヤー達と提携を形成して協力的行動をする際に、意思決定に必要な情報は提携内において偏りはないと暗黙のうちに仮定され、とくにモデル化されてはいない。しかし、近年、ゲーム理論が産業組織論や情報の経済学などに盛

んに応用されるに及んで、各プレイヤーが私的に保有している情報の非対称性がゲームの解や均衡に与える影響を分析することの必要性が高まって来た。とくに協力ゲームではプレイヤー間のコミュニケーションが前提となっているので、可能なコミュニケーションの手段や様式が共有される情報の精密度を左右し、これがゲームの解に影響を及ぼすことになる。本論文では、このような観点から、提携形成にともなう情報の共有形態とその精密度についての考察を経て、協力ゲームの解概念で経済学的応用に不可欠なコアについて、その存在を許す情報の共有形態とそれがコアの中の利得配分に及ぼす効果に関するいくつかの新しい結果を導いている。

論文は6章から構成されており、後半の4, 5, 6章で実質的な分析が展開されている。まず、第1章の序論(Introduction)に引き続いて、第2章「非対称情報」(Asymmetric Information)では、本論文での基本概念である『情報』や『知識』を表現するための集合による標準モデル、およびこれらを取り込んだ戦略形ゲームについて述べられている。これらは新しい貢献ではないが、経済学者になじみの深い情報分割によるモデルを用いて、本論文で必要となる事実が、Milgrom に始まる公理的特徴付けも含む自足的(self-contained)な形に記述されており、この分野の研究者にとっては有用なサーベイとなっている。続く第3章も、古典的協力ゲームと平衡集合族などの主要概念と定理の簡潔な解説に当てられており、以後の分析の準備としている。

第4章「事前コア」(Ex ante Core)では、非対称情報のもとでの戦略形協力ゲームのコアが存在するための十分条件が与えられている。このゲームは、通常の戦略形に、非対称情報の源泉となる有限集合 Ω 、すなわち『自然の状態』(states of the world)とともに、『コミュニケーション・システム』(communication system)と呼ばれる Ω の分割を取り込んだゲームである。コミュニケーション・システムは、各提携に対して、それが形成された場合にその提携のメンバー達が利用可能となる情報を与えるものであり、各プレイヤーはこのコミュニケーション・システムのもとで、自分が属する提携で利用可能となるシグナルに依存して行動を決定するという戦略をもつことになる。この意味で、コミュニケーション・システムは決定的な役割を果たす概念である。ただし、本章では、行動の決定は事前(ex ante)に、すなわち、シグナルの観察の前に

行われるものと仮定する。他方、本論文でのコアは通常、 α -コアと呼ばれている基本的な解概念を提携構造を考慮したうえで定義したものであり、いかなる提携も、ある戦略を用いることによって、提携の外のプレイヤー達がどのような提携構造のもとでどのような戦略を用いようとも、提携の各メンバーの厚生 (welfare) を厳密に改善することがもはや不可能であるような実現可能期待利得ベクトルの集合である。

以上の準備と標準的な凸性の仮定のもとで、コミュニケーション・システムが有界 (bounded) であれば、すなわち、全員提携がすべての提携の中で最も精密な情報を各プレイヤーに対して利用可能にするならばこのゲームの α -コアは空でない、という主要定理が証明される。証明は、Scarf による戦略的コアの存在定理に帰着されることによって行われている。この結果は、純粋交換ゲームという特定のクラスのゲームに対する、Yannelis (1991) や Maus (2003) のコアの存在定理を拡張しており、新しい結果である。なお、この章は、三田学会雑誌第 98 巻に掲載された内海幸久との共同論文が基礎になっている。

第 5 章「ネットワークコミュニケーションのもとでの事前コア」(Ex ante Core with a Network Communication) では、第 4 章で考察したゲームにおいて、実現可能な提携があらかじめ与えられたネットワークの構造によって制限される場合、 α -コアの存在を保証するコミュニケーション・システムはどのようなものかという問題を考察している。ネットワークは 2 人のプレイヤーからなる組の集合、すなわちリンクの集合として与えられる。また、このネットワークのもとで実現可能な提携とは、すべての 1 人提携と、任意の 2 人のメンバーがその中に含まれるリンクをたどって到達可能であるような、プレイヤーの集合と定義される。このように、ネットワークを前提にすると、前章でのゲームと異なり全体提携が実現可能であるとは限らない。そのためコアは、全体のある適当なプレイヤー分割で実現可能な期待利得の集合の部分集合となることに注意が必要である。この意味において、このゲームのコアの存在は、前章での結論とは独立である。また、提携の数は少なくなるが、同時に提携外からの敵対的行動もまた制約されるため、 α -コアが容易にえられるか否かは必ずしも自明ではない。

本章の主要定理は、コミュニケーション・システムが『入れ子構造』(nested) であるならば、コアは空

でないというものである。ここで、コミュニケーション・システムが入れ子構造であるとは、提携が拡大すれば各メンバーが利用可能な情報は以前より少なくとも同程度に精密となることを意味する。これは、前章での十分条件であるコミュニケーション・システムが有界であることより多少、強い条件である。もし、各提携が第 4 章で定義した私的 (private) な情報分割をもつこと、すなわち、各メンバーの私的情報が提携形成に影響されないと仮定すれば、私的な情報分割は入れ子構造をもつ情報分割の特殊ケースであるから、コアが存在することになる。また、入れ子構造をもつ情報分割が古典的な協力ゲームでの情報共有形態に対応するものとみなせば、平衡ゲームでなくてもコアが存在するという意味で、コアはより存在しやすくなると解釈することが出来る。

このように、ネットワークによって、実現可能な提携が制約されるという仮定のもとでの分析は、最近の協力ゲーム理論におけるひとつの興味深いフロンティアに属しており、本章の結果も、提携形成が制約されない場合よりコアの存在が厳しくなりうることを示唆しているという点で興味深い貢献である。しかし、ネットワークを出発点とするという着想を十分に生かすためには、コアの存在とネットワークの構造との関連を直接に示すような結果も欲しいところである。すなわち、入れ子構造や私的な情報分割がいかなるネットワークのもとでのコミュニケーションから生じうるのかについての実質的分析である。そのためには、たとえば、非対称情報下でのネットワークの形成行動を分析するための戦略形ゲームやコミュニケーション・システムを内生化した戦略形ゲームによるアプローチなどが考えられ、これが本章の分析に対して残された課題である。

第 6 章「インタリム・コア」(Interim Core) では、前章までと異なり、各プレイヤーは実現した状態に関する情報をえた後に行動を決定するという仮定のもとで、提携内での共有情報が粗い (coarse) 場合と細かい (fine) 場合のコアにおける利得の大小に関する分析を行っている。共有情報が粗いというのは、提携内で利用可能な情報が各プレイヤーの情報分割のミート (meet) で与えられること、すなわち、共有知識である情報だけが利用可能となる場合である。また、細かい共有情報とは、どのプレイヤーも、ミートではなくジョイン (join) を上限とし、自分の私的情報より粗くはない情報分割をもつことになる場合をいう。すな

わち、提携内での情報交換の度合いに依存して、各プレイヤーの情報分割が単独行動するときより細くなる場合である。これら各々の共有情報のもとで、粗いコア (coarse core) と細かいコア (fine core) の2種類の α -コアが定義される。

主要な結果は、第1に、ある弱い条件のもとで、粗いコアに属するどのような利得ベクトルに対しても、各プレイヤーにそれ以上の値を保証する利得ベクトルが細かいコアの中に存在することであり、第2に、ある状態 ω においてあるプレイヤーの期待利得が情報の細分化 (精密化) によって一斉に大きくなるならば、その状態のもとではこのプレイヤーの粗いコアにおける利得は、その情報の細分化によって増大する、ということである。これらは、共有情報の精密度の変化がコア配分に及ぼす基本的な効果を明らかにしたものであり、分析視点の斬新さからも評価できる貢献である。この章は、三田学会雑誌第97巻で内海幸久との共著論文をもとに書かれたものである。

以上、各章の主要結果に限定して述べたが、ほかに新しい命題や応用例などが多く与えられている。たとえば、第4章では、協力効果という概念を導入して、この効果があればコアが存在すること、また、第5章では、ネットワークとコアの数値列、第6章では、クールノーゲームや n 人囚人のジレンマなどを含む経済学的モデルへの応用を通して、得られた定理の有用性が示されている。

本論文では、以上のように、知識や情報の数学的モデルについてのサーベイから始め、これを戦略形協力ゲームに取り込んで、提携形成に伴う私的情報の共有とその精密度がコアの存在や利得配分に与える影響を分析し、新しい結果を導出したものである。課題としては、第5章においてもネットワークの構造とコアとの関連について指摘したように、本論文のアプローチで決定的な役割を果たす情報の共有形態が提携内でどのようにして達成されるのかという問題があげられる。言い換えれば、コミュニケーション・システムと呼んでいる情報分割を内生化すること、あるいはそれに向けてのヒントは何かということである。形式的には問題はないが、実質的な意味内容を捉えるためには、たとえば Volij (2000) などにみられるように、情報交換のプロセスを具体的に定式化するというような研究を今後、期待したい。また、より細かい指摘であるが、命題の記述には、できるだけそれを成立させる仮定を

明示すべきである。ある命題には「このゲームにおいて…」というようなあいまいな記述があるが、これも避けるべきであろう。このように、本論文には、今後、改善すべき細かい点も残されているが、全体的にみれば、えられた結果のオリジナリティと意義、および、これに到達するための基礎的な諸概念の定義や仮定などの論理構成、さらに各命題の証明や多くの数値例などが示している数理的分析力の確かさについても、研究者として出発するために十分なものであると認められる。よって、審査委員会は全員一致で当論文が博士 (経済学) 学位付与にふさわしい研究であると判定する。

参考文献

- Aumann, R., (1976), Agreeing to Disagree, *Annals of Statistics*, 4, 1236-1239.
- Hirase, K., (1999), Non-Partitional Knowledge Structure and Its Implications, 慶應義塾大学大学院経済学研究科 修士論文
- Hirase, K., (2000), Agreeing Theorem in an S-4 Logic Model, 『京都大学数理解析研究所講義録』, No.1166, 86-94.
- Hirase, K., (2001), No Trade Theorem in an S-4 Logic Model, 『京都大学数理解析研究所講義録』, No.1222, 152-159.
- Hirase, K., (2005), The Core with a Network Communication System, mimeo.
- Hirase, K., and Y. Utsumi, (2003), Payoff Improvement of Measurable α -Cores through Communications, *VALDES Research Paper Series E*, No. VRP-E-03-04, 1-26.
- Hirase, K., and Y. Utsumi, (2004a) 「コミュニケーションを考えた α コアの特徴」『三田学会雑誌』 97, 129-142.
- Hirase, K., and Y. Utsumi, (2004b), Ex Ante α -Core with a Communication System, mimeo.
- Maus, S., (2003), Balancedness and the Core in Economies with Asymmetric Information, *Economic Theory*, 22, 613-627.
- Milgrom, P., (1981), An Axiomatic Characterization of Common Knowledge, *Econometrica*, 49, 219-222.
- Myerson, R., (1977), Graphs and Coopera-

tion in Games, *Mathematics of Operations Research*, 2, 225-229.

Scarf, H., (1971), On the Existence of a Co-operative Solution for a General Class of N-Person Games, *Journal of Economic Theory*, 3, 169-181.

Wilson, R., (1978), Information, Efficiency, and the Core of an Economy, *Econometrica*, 46, 807-816.

論文審査担当者

主査 中山 幹 夫 (慶應義塾大学教授 (経済学部)
理学博士)

副査 川 又 邦 雄 (慶應義塾大学名誉教授
Ph.D.)

副査 須 田 伸 一 (慶應義塾大学教授 (経済学部)
Ph.D.)

学力確認担当者

矢 野 誠 (慶應義塾大学教授 (経済学部)
Ph.D.)

中 村 慎 助 (慶應義塾大学教授 (経済学部)
Ph.D.)

近藤豊将君学位授与報告

報告番号 甲第 2494 号

学位の種類 博士 (経済学)

授与の年月日 平成 17 年 11 月 10 日

学位論文題名 Global Dynamic Stability,
Turnpike, and the Inefficacy of
Temporary Policy in Monetary
Models

(貨幣経済における大域的安定性,
ターンパイク, 一時的政策の無効性)

内容の要旨

In this thesis, I theoretically investigate the basic nature of a dynamic economy with infinitely living consumers that have money in their utility functions, which captures the transaction facilitating function of money. Amongst various concerns, dynamic stability of a stationary state, turnpike properties and the effect of temporary policies are particularly focused on. Chapter 1 proves the global stability of the stationary state by using a money-in-utility model with a representative consumer. Chapter 2 introduces many heterogeneous consumers and investigates the effect of fiscal and monetary policy conducted at the initial time point. Chapter 3 generalizes the model of Chapter 2 and proves a turnpike theorem and the inefficacy of temporary policies.

Chapter 1 and the first half of Chapter 3 are devoted to proving the dynamic stability ... convergence of the time trajectory in an equilibrium ... of economic variables including the price index. I believe it to be fairly natural that under the constant money supply rule, the price level will converge over the time horizon, which may be implied by the famous quantity equation $Mv=PT$. Indeed, Matsuyama notes in his paper [1991] that "It is almost an axiom among monetary economists that stable money