

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 31 日現在

機関番号：12613

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2011 ～ 2012

課題番号：23830024

研究課題名（和文） 情報頑健性を満たすメカニズムの設計及びその含意

研究課題名（英文） Designing Robust Mechanisms and its Implications

研究代表者

国本 隆 (KUNIMOTO TAKASHI)

一橋大学・大学院経済学研究科・講師

研究者番号：40612271

研究成果の概要（和文）：2つの研究プロジェクトを実施した。

(Subgame Perfect Implementaion) ゲームのパラメータに関する共有知識の仮定を摂動させることを「情報摂動」と呼ぶ。この情報摂動に対して頑健な展開形メカニズムの考察を行った。本研究の主定理は「もし完備情報の構造をわずかでもずれた場合、真実の報告は均衡でなくなり、さらに望ましくない帰結を生み出す逐次均衡が出現する」ことを示した。

(Robust Virtual Implementation) 利得タイプと利得タイプに関する信念との情報のみに依存するメカニズム・デザインを考える。まず、 Δ -誘因両立性と Δ -加測性が Δ -合理化戦略を用いた遂行可能性の必要条件であることを示した。特に、測度ゼロの信念を取り除くと、 Δ -加測性は全く制約として効いてないことを証明した。

研究成果の概要（英文）：The contributions of my research is decomposed into the following two projects.

(Subgame Perfect Implementation): We consider the robustness of extensive form mechanisms to deviations from common knowledge about the state of nature, which we refer to as ‘‘information perturbations.’’ We show that even under arbitrarily small information perturbations, truthful revelation does not occur and that in addition, the mechanism has sequential equilibria with undesirable outcomes.

(Robust Virtual Implementatio): We study a mechanism design problem where arbitrary restrictions are placed on the set of first-order beliefs of agents about payoff types. We obtain two necessary conditions, Δ -incentive compatibility and Δ -measurability and show that the latter is satisfied as long as a particular zero-measure set of first-order beliefs is ruled out.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2012年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	2,100,000	630,000	2,730,000

研究分野：ミクロ経済理論、ゲーム理論

科研費の分科・細目：社会科学・理論経済学

キーワード：メカニズム・デザイン、情報頑健性

H23年科研費細目表に該当する項目が見当たりませんでした。

研究分野：社会科学

分科・細目：経済学・理論経済学ではありませんか？

研究計画調書(H23年度)を確認いただき、修正お願い致します。

1. 研究開始当初の背景

社会を構成する人々の私的情報(タイプ)に基づいて、どのような帰結を社会が選ぶべきかを記述したものを社会選択ルールと呼ぶ。社会選択ルールを実現するために、メカニズムを設計し、そのメカニズム内で各プレイヤーにメッセージの申告を要求し、最終的に報告されたメッセージに基づいて帰結を選ぶ仮想的人物(設計者)を考える。設計者は各プレイヤーが保持するタイプをメカニズムを通じて抽出する。当然プレイヤーは自分の利益に適うならば、虚偽の申告も積極的に行うであろうし、その事実に対して設計者は自覚的である。このようにプレイヤーの戦略的行動を考慮に入れた上でメカニズムを設計し、プレイヤーの真のタイプを抽出することができれば、その社会選択ルールは遂行可能であるという。どのような社会選択ルールが遂行可能か、あるいは不可能かという色分けを行う分野がメカニズム・デザインである。本研究は、このメカニズム・デザインといわれる分野への貢献を目標とした。

2. 研究の目的

既存の色分けの再評価を本研究は目指した。特に、以下の3つの視点に重点を置いた。

(1) 完備情報か不完備情報か?

完備情報とは、プレイヤー同士は情報を対称的に共有するが、設計者とプレイヤーの間には非対称情報があるケースである。不完備情報とは、プレイヤー同士にも非対称情報が存在するケースである。

(2) One-Shot か Multi-Stage か?

メカニズムのメッセージのやり取りを一度のみにするケース(One-Shot)と何度ものメッセージのやり取りを許容するケース(Multi-Stage)を考えることによって異なる遂行可能性がでてくる。

(3) 確実か近似か?

社会選択ルールを確実に遂行するか(Exact Implementation)か、あるいは近似的に(高い確率で)遂行する(Virtual Implementation)ことのみを目的にするかによって、その遂行可能性は変化する。

メカニズム・デザインでは、プレイヤーのもちうる選好、信念、情報の全体集合—タイプ空間と呼ぶ—は彼らの間で「共有知識」として通常仮定される。ある事実が共有知識であるとは、すべてのプレイヤーはその事実を知っているし、すべてのプレイヤーはすべてのプレイヤーがその事実を知っていることを知っているし…という無限の階層において知識が閉じていることを意味する。この共有知識の仮定は非常に強い要請であるため、この仮定が厳密に成り立つとは思われない。

しかし、その理由ですべての分析が無意味であるというのは短絡的な結論であろう。本来問われるべき問題は、プレイヤーの行動が共有知識の仮定にどのように依存するかを明らかにすることである。共有知識の仮定があくまでも部分的にしか成立しないときにも、プレイヤーの戦略的行動がほとんど同じであるならば、設計者のプレイヤーの行動に対する戦略的想定は「情報頑健性」を満たすといえる。本研究の目的は、上記3つの視点と情報頑健性との関連を明らかにすることである。

3. 研究の方法

2つのプロジェクトを実施した。一つは(a)「Subgame Perfect Implementation」に関するものであり、もう一つは(b)「Robust Virtual Implementation」に関するものである。プロジェクト(a)では、メカニズムの情報頑健性と不完備契約の基礎との関係を「ホールドアップ問題」を主軸に考察した。プロジェクト(b)では、各プレイヤーに自身の利得タイプと他のプレイヤーの利得タイプに関する信念のみを申告させるメカニズムによる遂行可能性を探った。抽出するメッセージを粗くすることによって、メカニズムが情報頑健性を同時に満たすことを示した。以下では、より詳細に2つのプロジェクトについて説明を加えたい。

「Subgame Perfect Implementation」

多くの既存研究は、「完備情報」という特別な情報構造に注意を払っている。完備情報とは、ゲームのパラメータに関する不確実性をプレイヤーが全くもつことがなく、またその事実が当事者間で共有知識となっていることをいう。Maskin(77)は完備情報下のメカニズムにおいて、プレイヤーはナッシュ均衡をプレイするという戦略的想定をし、「すべて」のナッシュ均衡が導く帰結と社会選択ルールの指定するそれと「確実」に一致することをナッシュ遂行と定義した。特に「単調性」とよばれる条件がナッシュ遂行のための必要条件であることを示した。単調性はしばしば強い制約になることも知られている。Moore-Repullo(88)はナッシュ均衡を精緻化した部分ゲーム完全均衡を用い、ほとんどすべてのルールが「部分ゲーム完全遂行」(Subgame Perfect Implementation)できることを示した。特に、Moore-RepulloはMulti-Stageを持つ展開形メカニズムを提案した。

もし完備情報に十分近い不完備情報の下でも、プレイヤーの戦略的行動が完備情報のときのそれとズレがない場合、そのようなメカ

ニズムは情報頑健性を満たすという。まず最初に、情報頑健性を満たすメカニズムによって部分ゲーム完全遂行可能なルールを特徴付ける。次に、この結果をより具体的な文脈の下で応用し、契約形態の基礎付けを与えることがもう一つの目的である。売り手と買い手とがお互いに投資を実施し、それによって両者の取引による便益を高められる状況を考える。もしこの関係特殊的な投資成果の配分を事後的に相手に搾取されうる状況では、効率的ではない過少投資が実現する。これをホールドアップ問題という。このホールドアップ問題に両者が直面しているとき、Grossman-Hart (86)は企業の所有権の配分を事前に決定することで投資をより効率的にし、それが「企業の境界（誰が企業を所有すべきか?）」を説明しうることを主張した。Grossman-Hart の分析では、当事者が将来の不確実性のため契約を事前を書くことができず、所有権の配分のみしか決められないと仮定することである。これに対して、Maskin-Tirole (99)は、Moore-Repullo の提案した展開形メカニズムを利用して、ホールドアップ問題は完全に解決できると主張した。この批判を契機に「不完備契約の基礎」という問題が浮かびあがってきた Maskin-Tirole の批判に答えるために、取引契約をメカニズムとみなし、所有権の配分によって達成できる投資効率はどうのようなメカニズムのパフォーマンスよりも優ることを本研究は示した。

「Robust Virtual Implementation」

不完備情報ゲームの枠組みでは、各プレイヤーの私的情報を「タイプ」と呼ぶ。彼のタイプは、(1)自分自身と他のプレイヤーの選好に関する情報(利得タイプと呼ぶ);(2)他のプレイヤーの利得タイプに関する信念;(3)他のプレイヤーの利得タイプに関する信念に関する信念;(4)…という無限流列の情報をすべて含むと仮定される。さらに、このような私タイプの集まりを「タイプ空間」と呼び、当事者間でこのタイプ空間が共有知識であるとしばしば仮定される。この共有知識の仮定は非常に強い要請であり、この仮定が現実に満たされるとは考えられない。したがって、各プレイヤーの利得タイプと、その利得タイプに関する信念(第一階層信念と呼ぶ)のみに基づいたメカニズムを私は提案し、その特徴づけを与えた。

4. 研究成果

「Subgame Perfect Implementation」

特に、企業の境界問題における貢献を強調したい。売り手と買い手が契約を取り交わした後、売り手のみが取引する財の品質を高める

投資をする。財の品質は買い手のみが知ることができる。ここで考察するのは、完備情報に十分近い摂動ではなく、完備情報から相当ズレた非対称情報のある環境である。ただ取引が不成立の場合、財の処分を売り手が自由にできると仮定する。これは売り手が企業の所有権をもつと解釈できる。すると、非常に単純な契約によって最も効率的な投資の実現ができる。他方、所有権配分のない場合、売り手は自身の投資の果実はすべて買い手に搾取される可能性を事前に予期できる。すると、どのように複雑な契約を書いたとしても、両者が投資の効率性を達成することが不可能であることを示した。非対称情報の下では、メカニズムが誘因両立性を満たすことが必要条件である。したがって、所有権配分が誘因両立性の制約を緩めることによって、最も効率的な投資水準を達成できることを本研究は示した。このケースでは、買い手ではなく、売り手が所有権を持つことが重要である。これによって、「企業は誰が所有すべきか?」という本質的な問いに対する一つの答えを本研究は与えた。

「Robust Virtual Implementation」

ゲーム理論で用いられる最も頑健な戦略的想定のひとつは「合理化可能戦略」である。この想定を用いた近似遂行は Abreu-Matsushima (92)によって考察された。その必要十分条件は「誘因両立性」と「加測性」とである。誘因両立性はしばしば強い制約になる一方、加測性が制約になることは非常に稀であることが知られている。

Abreu-Matsushima は有限なタイプ空間を固定して分析を行った。この有限タイプ空間を常に固定するという仮定は非常に強い。この仮定を緩めることによって、どのように結果が変わるかを明らかにすることが本研究の目的の一つである。

タイプとはメカニズム設計者が各プレイヤーの私的情報を表現する便宜的な記法である一方、プレイヤーの行動はタイプの表現の仕方に本質的に依存する。現実的には、設計者はプレイヤーが直面している情報構造を粗くしか知ることができない。従って、その粗い情報を使ったとしても、プレイヤーの行動が予測できる「頑健な」戦略的想定が必要となる。Bergemann-Morris (09)は、利得タイプ空間が共有知識であり、それ以外の情報は一切共有知識とはならない環境を考察し、その下、合理化可能戦略による近似遂行を特徴づけた。彼らは Abreu-Matsushima が得た必要十分条件である誘因両立性と加測性とがより強いものになることを示した。特に、加測性も非常に強い条件へと変化することを示

すことによって、情報頑健性がどのような含意を持つかを明確に示した。

本研究は、Bergemann-Morris とは異なる情報頑健性を提案し、合理化可能戦略による近似遂行を特徴づけた。Bergemann-Morris が考察した環境では、各プレイヤーが他のプレイヤーの利得タイプに対して「どのような」信念を持つことを許容する。他方、各プレイヤーが持ちうる信念に何らかの制約があることを設計者が自覚しているかもしれない。本研究では、測度ゼロの信念の集合を取り除くことによって、各プレイヤーが持ちうる他のプレイヤーの利得タイプに関する（第一階層）信念の集合を考えた。その信念の集合の下では、加測性が制約となることは稀であることを本研究は示した。元々、情報頑健性を満たすメカニズムを提案することを目的とした Bergemann-Morris の分析そのものが実は頑健ではないことを示せたことが、本研究の最も大きな貢献である。

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2件）

- ① Robust Virtual Implementation: Toward a Reinterpretation of the Wilson Doctrine, Georgy Artemov, Takashi Kunimoto, and Roberto Serrano, in *Journal of Economic Theory*, vol. 148 (2013), 424-447.
- ② Subgame Perfect Implementation Under Information Perturbations, by Philippe Aghion, Drew Fudenberg, Richard Holden, Takashi Kunimoto, and Olivier Tercieux, in *Quarterly Journal of Economics*, vol. 127(4), (2012), 1843-1881.

〔学会発表〕（計4件）

- ① Robust Virtual Implementation with Almost Complete Information, by Takashi Kunimoto at the Miniconference on Justice, Institution and Behavior at Seoul National University, South Korea (July 27, 2012).
- ② Robust Virtual Implementation with Almost Complete Information, by Takashi Kunimoto at the 12th SAET Conference in Brisbane, Australia (June 30, 2012)
- ③ Subgame Perfect Implementation under

Information Perturbations, by Takashi Kunimoto at the Asian Meeting of the Econometric Society in Seoul, South Korea (August 12, 2011)

- ④ Subgame Perfect Implementation under Information Perturbations, by Takashi Kunimoto at the 11th SAET conference in Faro, Portugal (June 28, 2011)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

国本 隆 (KUNIMOTO TAKASHI)

一橋大学・大学院経済学研究科・講師

研究者番号：40612271