

博士学位論文審査報告書

論文題目 ” Strategic Complexity and Efficiency in Games with Sequential Interactions”

(和訳「逐次的相互作用のあるゲームにおける戦略的複雑度と効率性」)

学位申請者：無藤 望

無藤望氏の博士論文は、時間の経過に沿ってプレイヤーが順次に行動選択を行う逐次的相互作用のあるゲームにおける非協力均衡と戦略的複雑度および効率性の関係を考察している。

一般に、繰り返しゲームや逐次交渉ゲームなどの逐次的相互作用のあるゲームでは、プレイヤーの行動はゲームの過去のプレイ結果に依存し、戦略集合のサイズは膨大なものとなる。1980年代後半から Aumann や Rubinstein らによってオートマトン理論を用いて戦略的複雑度の概念が導入され、戦略的複雑度を考慮した繰り返しゲームの均衡理論が発展した。本博士論文は、従来の戦略的複雑度の理論を逐次的相互作用のあるゲームのクラスに拡張するものである。また、パートナー関係解消問題における効率性をメカニズムデザイン理論の視点から考察している。

各章の概要は、次の通りである。

第二章 “Strategic Complexity in Repeated Extensive Games” (和訳「繰り返し展開形ゲームにおける戦略的複雑度」) では、先手と後手のような逐次構造をもつ2人ゲームが無限回繰り返されるゲームにおいて新しい戦略的複雑度 (多重複雑度) の概念を提唱している。従来の繰り返しゲームの理論では、戦略的複雑度はプレイヤーの戦略のオートマトン表現における状態数によって定義される。Rubinstein と Piccione は、このような戦略的複雑度を考慮した場合、逐次囚人のジレンマの繰り返しゲームの均衡は毎回非協力行動がプレイされるものに限るという否定的な結果を証明した。しかしながら、申請者は、この結果は後手プレイヤーのオートマトンの出力が先手プレイヤーの行動の関数であることを適切に考慮しないことに起因していることを指摘し、新しい「多重複雑度」の概念を定式化している。「多重複雑度」の概念では、オートマトンの状態数とともに出力関数の情報依存性を適切に考慮するため、Rubinstein と Piccione の結果と異なり、逐次囚人のジレンマの繰り返しゲームでも協力均衡が存在することが証明される。さらに、多重複雑度を考慮した一般の繰り返し展開形ゲームのナッシュ均衡点の特徴付け定理を証明している。

第三章 “Strategic Complexity and the Core” (和訳「戦略的複雑度とコア」) では、戦略的複雑度の概念を用いて、非協力逐次交渉ゲームの均衡を考察している。従来の非協力逐次交渉 n 人ゲームの多くの研究は、プレイヤーの交渉行動がゲームの履歴に依存しない定常均衡を仮定しているが、この章では、戦略的複雑度を考慮した交渉ゲームのナッシュ均衡は定常均衡に限ることを証明している。この結果は、交渉ゲームの定常均衡の概念を戦略的複雑度の視点から正当化するものであり、 n 人純粋交渉ゲームに関する Chatterjee と Sabourian の定理を一般の提携交渉ゲームに拡張するものである。さらに、この結果を用いて、ナッシュプログラムにおける協力ゲームのコア解を交渉ゲ

ームの非協力均衡によって特徴付ける問題を考察し、コア配分集合と非協力交渉ゲームの戦略的複雑度を考慮した均衡配分集合が一致する交渉ゲームの新しいクラスを提示している。

第四章 “On Efficient Partnership Dissolution under Ex Post Individual Rationality”（和訳「事後個人合理性下での効率的なパートナー関係解消」）では、メカニズムデザイン理論を用いてパートナー関係の効率的な解消の問題を考察している。パートナー関係解消問題とは、企業間の共同事業や戦略的提携を解消する際に見られるように、複数の経済主体が一つの非分割財をある割合で共同所有している状況で、金銭的移転を通じていかに効率的に一人の主体に非分割財を割り当てる（パートナー関係を解消する）かという問題である。論文では、財に対する各主体の主観的評価が他のすべての主体の個人情報（タイプ）に依存する一般的な状況が考察され、4つの望ましい条件、事後効率性、インセンティブ誘因制約、個人合理性、予算整合性、を満たすメカニズムの存在が証明されている。従来の研究では、個人合理性の条件は、各主体がそれぞれの個人情報を得る時点での期待効用に関するものであったが、論文の特徴は、より強い条件である事後的な個人合理性を満たすメカニズムを分析する点にある。前半では、主体の評価が負の外部性があるときに、均等に共有されたパートナーシップは1段階のメカニズムを用いて効率的に解消可能であることを証明している。さらに、後半では、2段階のメカニズムまで許すと、主体の評価が正の外部性がある場合でも、任意の共有割合の下で効率的なパートナーシップの解消が可能であることを証明している。この章は、申請者と S. Galavotti および D.Oyama の3名の研究者による共同論文に基づくものであるが、申請者は研究の実質的な役割を果たしている。

本博士論文は、次の点で高く評価できる。

第一に、本論文は大学院生が執筆した経済理論の博士学位論文として非常に高いレベルに達している。すでに、2章の論文はゲーム理論のトップジャーナルである **Games and Economic Behavior** に投稿され改訂中である。4章の論文は、経済理論分野で国際的に評価の高い **Economic Theory** に投稿され改訂中である。今後、これらの研究は、国際的な学術雑誌に掲載される可能性が高い。

第二に、各章の分析は緻密で着実であり、論理展開も明快である。証明は正確であり、理論研究者としての申請者の高い能力を示している。

第三に、2章の逐次繰り返しゲームにおける新しい戦略的複雑度の提唱、3章のナッシュプログラムにおける戦略的複雑度の導入、4章のメカニズムデザイン理論における事後的な個人合理性の要求などは、すべてこれまで困難と思われてきた研究課題であり、本論文はその解決に大きく貢献するものである。

以上のように、本論文は博士学位論文として優れた内容をもつものであるが、申請者がさらに国際的な研究者として成長するためには、今後改善すべき点もある。例えば、本論文の研究成果は、従来の研究成果を重要な方向に拡張するものではあるが、既存結果に依存する度合いも少なくない。申請者には、さらに研究のオリジナリティを高め、新しい研究分野を切り開いていくことを期待したい。

要約すると、本論文は、厳密で緻密な理論分析によって従来の研究成果を発展させる優れたものである。論文で得られた研究成果は、ゲーム理論とメカニズムデザイン理論に精通した理論経済学者としての能力を十分に示すものである。口述試験では、論文の記述や考察の不十分な点が幾つか指摘されたが、いずれも大幅な改訂を要求するものではなく、必要な改訂を行った上で最終稿が提出された。

ここに、審査および面接の結果を踏まえて、審査員一同は無藤望氏が一橋大学博士（経済学）の学位を授与されるのに十分な資格を有していると判断するものである。

2010年3月2日

Ezra Einy

岡田 章（委員長）

尾山大輔

蓼沼宏一

吉原直毅