

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲／乙第 号	氏 名	関口 陽介
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	理学博士 田村 明久
	副査	慶應義塾大学教授	理学博士 太田 克弘
		慶應義塾大学教授	工学博士 野寺 隆
		慶應義塾大学教授	博士(工学) 松林 伸生
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士(工学) 修士(理学) 関口陽介君提出の学位申請論文は「Game Theoretical Models on Networks and Discrete Structures (ネットワーク上のゲーム理論的モデルと離散構造)」と題し、全4章より構成されている。</p> <p>本論文では、離散数学や組合せ最適化の知見を適用し、取引ネットワークモデルとマーキングゲームという2つのネットワーク上のモデルの解析を行っている。</p> <p>第1章では本論文で扱う2つのモデルに関連する背景や既存の結果が述べられている。第2章では、グラフ理論の基礎概念の説明や、第3章で必要となる離散凸解析と数理経済学の基礎概念の概説を行っている。</p> <p>第3章では取引ネットワークモデルを解析している。取引ネットワークモデルは、安定マッチングや割当ゲームという2部グラフ上で定義されるモデルの一般グラフへの拡張であり、また流通網を模式化したものである。このモデルにおいては、プレイヤーを頂点とみなし、各取引を売り手から買い手への有向辺とみなす。このモデルに対する既存研究として、各取引において1つの不可分財を1単位しか扱えないというモデルが提案され、競争均衡の存在等が示されている。しかし同種の不可分財を複数単位扱う場合にはそれぞれ1単位ごとに異なるIDを割り振り、仮想的に異種の財として扱うしかなく、同一財同一価格という経済原理をモデルとして実現することができない。本章の貢献は、離散凸解析という数学的道具を利用することで、各取引において同種の不可分財を同一価格で複数単位扱えるように拡張した点である。本章では、まず全代替性という経済学的な性質を提案し、これが離散数学的性質である歪M凹性と等価であることを示している。これは全代替性の下では離散凸解析を利用できることを意味する。各プレイヤーの選好が全代替性を満たすならば、競争均衡が存在すること、および競争均衡価格ベクトル全体が束構造を成すことを証明している。競争均衡は全体的な調和を要請する性質であるが、安定性という局所的な性質を導入し解析を行っている。一般に競争均衡は安定性を満たすが、安定性を満たす財ベクトルと価格ベクトルの組は競争均衡とはならない。全代替性の下では、安定なものから価格ベクトルだけを変更するだけで競争均衡が得られることを証明し、またこの変更法において既存の1単位モデルと複数単位モデルでは明確な違いが現れることを示している。さらに安定性よりも強い性質と弱い性質である強グループ安定性と鎖安定性という2種類の概念を考察している。これら3種類の安定性の概念は一般的には等価ではないが、全代替性の下ではすべて等価となることを証明している。</p> <p>第4章ではマーキングゲームの解析を行っている。マーキングゲームではグラフGと自然数kが与えられ、2人のプレイヤーが与えられたGの頂点を交互にマーク付けしていくゲームである。頂点をマーク付けした際に、その頂点の近傍で既にマーク付けされている頂点数+1をその頂点のスコアと定め、最大スコアがk以下であるとき先手が勝利する。Gのゲームカラーリング数を先手が必勝戦略を有するkの最小値と定義する。幾つかのグラフクラスについては、ゲームカラーリング数が確定しているが、例えば平面グラフについては17以下ということしか分かっていない。著者は、グラフの内周という構造に着目し、内周が4以上の平面グラフのゲームカラーリング数が13以下であることを証明した。また内周が4以上と5以上の平面グラフについてのゲームカラーリング数はそれぞれ7以上と6以上になることも示した。</p> <p>以上、著者は2つのゲーム理論的モデルに対して新たな知見を与えており、離散数学および数理経済学において寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士(理学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	<p>学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。</p> <p>また、語学(英語)についても十分な学力を有することを確認した。</p>		