



Title	時間的推移と複数プレイヤーを考慮した資源配分に関する数理的研究
Author(s)	行方, 常幸
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3184272">https://doi.org/10.11501/3184272</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	行方常幸
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第15784号
学位授与年月日	平成12年11月27日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	時間的推移と複数プレイヤーを考慮した資源配分に関する数理的研究
論文審査委員	(主査) 教授 石井 博昭  (副査) 教授 後藤 誠一 教授 八木 厚志 教授 伊東 一良 教授 川上 則雄

### 論文内容の要旨

本論文は、有限な資源を、ある期間内に効率的に配分しなければならない、または、複数の参加者の間で公平に配分しなければならない、等の状況を数理的に分析し、有限な資源の効率的な配分方法の定性的な性質を見出している。また、資源の公平な配分を行う種々の方法を統一的に再解釈している。本論文は8章で構成されている。

第1章「序論」では、本研究の背景、目的、意義および各章の概要を述べている。

第2章「資源配分の基礎」では、本研究に関連する動的計画法およびゲーム理論の基礎概念を紹介している。

第3章「離散時間逐次資源配分」では、離散時点に確率的に出現する目標物に有限な資源を配分するという基本モデルを導入し、次に、未使用の手持ち資源が劣化する場合、さらに、資源補給が可能な場合を扱い、各々の場合に総期待報酬を最大にする最適政策の構造や性質を明らかにしている。

第4章「未知パラメータを含む離散時間逐次資源配分」では、第3章の基本モデルの拡張版として、目標物の出現確率を正確には知らない場合と計画期間の長さが未知な場合を考察し、総期待報酬を最大にする最適政策の構造を明らかにしている。

第5章「連続時間逐次資源配分」では、並列冗長システムの逐次部品取替え問題を考察し、特に、2-ユニット系の場合に総期待費用を最小にする最適な部品配分政策の性質を明らかにしている。

第6章「譲渡可能効用ゲームにおける配分とその一貫性」では、まず、仁と $\tau$ -値の差異を一対交渉一貫性における基準点の違いとする新しい解釈を示している。さらに、 $k$ 人平均寄与の残余均等配分値を導入し、この値とシャープレイ値の差異を縮小ゲームによる一貫性における縮小ゲームの違いとする新しい解釈を行っている。

第7章「複数プレイヤー間における動的意思決定」では、囚人のジレンマゲームにおいて協調行動を説明する新たな方法を提示し、さらに有限2人戦略形ゲームにおいてナッシュ均衡よりも緩い安定性を新たに導入している。

第8章「結論」では、本研究の成果、意義、今後の課題について述べている。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、有限な資源をある期間内に効率的に配分するという逐次資源配分に関して、従来は解が陽に求められて

いない幾つかの問題の中で、報酬が目標物のタイプに依存する問題を扱い、複数のモデルに対して、総期待報酬を最大にする最適政策の構造、性質を新たに導き出している。また、有限な資源を複数の参加者間に公平に配分する問題に関して、一対交渉一貫性と縮小ゲームによる一貫性を利用して、種々の解が比較可能となる解釈を与えていている。さらに囚人のジレンマゲームにおける協調行動の説明を行っている。得られた結果を要約すると以下の通りである。

- (1) 有限計画期間を通じて各期毎に高々 1 個ずつ現れる目標物に対して、有限な手持ち資源を配分することによって得られる総期待報酬を最大にする逐次最適資源配分を考察している。この基本モデルに加え、未使用の手持ち資源が劣化する場合、1 期間を犠牲にして手持ち資源を補給できる場合、目標物の出現確率が未知な場合、計画期間の長さが未知な場合を扱い、報酬関数が非減少凹関数であるという仮定のもとで、最適な資源の使用量は手持ち資源の個数の非減少関数であり、残り期間の長さの非増加関数である等、最適政策の定性的な性質を明らかにしている。これは有限な資源を時間的に如何に配分して目的を達するかという状況における意思決定に基本的な方針を与える。
- (2) 並列冗長システムの逐次部品取替え問題において連続時間逐次資源配分を考察し、2-ユニット系の場合に総期待費用を最小にする最適な部品配分政策の性質を導き、特に、寿命分布が指數分布に従う時、手持ちユニットが 2 個の場合と無限の場合に最適政策を求めている。如何に手持ちの設備を長く有効に使うかという事に関する指針を与える。
- (3) 譲渡可能効用ゲームを利用して複数参加者間の資源配分を考察している。この資源配分問題の解である仁と  $\tau$ -値は異なる基準点に対して一対交渉一貫性を満たす一意の解であることを証明している。また、新たな均等解、 $k$  人平均寄与の残余均等配分値 ( $EN^k AC$ -値) を導入して、それは  $EN^k AC$ -値とシャープレイ値が異なる縮小ゲームに対して、一貫性を満たす一意の解であることを証明している。これらの結果より、違いが明瞭にわかるようには必ずしも定義されていない各々の解を比較できるようになり、考察している状況においてどの解を適用すべきかを決定する有用な知見を与えていている。
- (4) 繰返し囚人のジレンマゲームにおいて、協調行動を説明する新たな戦略、 $K$ -有界 Getting-even を導入し、割引率が十分 1 に近い時、この戦略を 2 人のプレイヤーが利用することは部分ゲーム完全ナッシュ均衡であることを証明している。次に、プレイヤーの合理性に関して従来とは異なる仮定の下で、1 期間囚人のジレンマゲームにおいても協調行動を正当化し得ることを示し、最後に、有限 2 人戦略形ゲームにおいてナッシュ均衡よりも緩い安定性を導入している。これらの結果は社会的ジレンマを回避する新たな知見を与えている。

以上、本論文は逐次資源配分問題に対し、最適政策の構造を数理的に明らかにした。また、複数参加者間の資源配分問題では、公平性の表現である種々の解を比較可能にする新しい解釈を与えてている。さらに囚人のジレンマゲームを利用して協調行動を正当化する方法を明らかにしている。これらは有限資源の配分という社会的状況における意思決定に有効な指針を与えてている。以上のように、応用物理学、特に数理情報工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。