OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	不確実・不確定状況下での数理的意志決定の基礎的研究
Author(s)	片桐, 英樹
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3169382
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	片桐英樹（かたぎりひでき）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 15419 号
学位授与年月日	平成12年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科応用物理学専攻
学位論文名	不確実・不確定状況下での数理的意思決定の基礎的研究
論文審査委員	（主査） 教授 石井 博昭 （副査） 教授 伊東 一良　教授 河田 聡　助教授 大中幸三郎 講師 菅 誠一郎

論文内容の要旨

本論文では、確率的な不確実性と人間の言葉や知識などに含まれる不確定性とが同時に存在する状況下での意思決定に対し、数理的な立場から意思決定法を考え、いくつかの意思決定問題に応用し、それぞれの問題の構造を利用した効率的な解法を構築することで、より現実的な意思決定を行うための基礎を与えることを目的としている。本論文の構成は以下のようになっている。

第1章では、研究の背景や意義、目的、および各章の概説を述べている。

第2章では、本論文の基礎となる確率計画法、ファジィ数理計画法などの数理手法および不確実・不確定の両方の要素を含む変数であるファジィランダム変数について概観している。

第3章では、制約式の定数項あるいは目的関数の係数が不確実・不確定である状況での線形計画問題をファジィランダム変数を含む線形計画問題として考え、制約式の両辺の差や目的関数値に対してファジィ目標を設定し、そのファジィ目標を満足する可能性測度に関する機会制約条件計画問題として定式化している。問題を等価確定問題に変換した後、元の問題を解くために補助問題を導入し、元の問題との関係を明らかにした上でこの関係を十分に利用した効率的なアルゴリズムを与えている。

第4章では、資産選択問題の1つであるポートフォリオ問題において、単一指数モデルを取り上げ、その指数がファジィ数またはファジィランダム変数である問題を扱っている。等価確定問題に変換することにより、これらの問題を解くための効率的アルゴリズムを開発し、最後にその有効性を数値計算例によって示している。

第5章では、重み係数が不確実・不確定である場合をファジィランダム変数で表した線形ナップサック問題を考え、決定変数が連続値と離散値のそれぞれについて効率的なアルゴリズムを構築している。

第6章では、枝のコストが不確実・不確定な場合にそれをファジィランダム変数で表したスパニングツリー問題を考え、目的関数値に対するファジィ目標を設定するとともにその可能性測度に関する機会制約条件計画問題として定式化し、補助問題として導入した3目的問題との関係を利用した効率的なアルゴリズムを開発している。さらにボトルネック型スパニングツリー問題について可能性測度最大化モデルと可能性・確率測度同時最大化モデルの2つのモデルを考え、それぞれに対し多項式時間で最適解を求めるアルゴリズムを構築している。

第7章では、不確定な費用をもつ腐敗しやすい商品の在庫管理問題を取り扱っている。通常の在庫管理問題のように需要が確率的とすると利益関数はファジィランダム変数となり、その期待値はファジィ数になることから、ファジィ

マックス順序の概念を用いた非劣解を定義し、それらを求めるアルゴリズムを開発している。

第8章においては本研究の総括を行い、その成果や意義をまとめるとともに、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、不確実性と不確定性が同時に存在する状況下での意思決定の数理的基礎を構築することを目的としている。従来、意思決定問題においては確率的な不確実性と人間の言葉や知識などに含まれる不確定性が別々に扱われてきたが、現実にはそれらが同時に存在する状況も多く、本論文では、線形計画問題を初めとするいくつかの意思決定問題にファジィランダム変数を導入し、このような状況下で有効な意思決定法を提案するとともに個々の問題を解くための効率的なアルゴリズムを開発している。得られた結果を要約すると以下の通りである。

(1) 線形計画問題において制約式の定数項や目的関数の係数がファジィランダム変数である問題を扱っている。まず、制約式における両辺の差や目的関数の値に対してファジィ目標を設定し、その可能性測度に関する機会制約条件の下で可能性測度を最大化する問題を考えている。これは不確実性と不確定性が同時に存在する状況下での有効な意思決定法の一つであり、従来、不確実性または不確定性状況下でそれぞれ有効とされてきた確率計画法とファジィ数理計画法を基礎としながら、なおかつ確率的な情報と曖昧な情報とを有効に利用した方法である。また、問題を解くためにパラメトリック2次計画法に基づいた効率的なアルゴリズムを開発している。不確実性と不確定性が同時に存在する状況下での線形計画法はこれまで扱われておらず、ここでの成果はこのような状況でより現実的な意思決定を行うための基礎的数理計画法として新たな知見を与える。

(2) ポートフォリオ選択問題における単一指数モデルに対し、専門家の知識を有効に利用するモデルを考えている。単一指数モデルにおける収益率は、ある経済指標の比例定数や証券固有の性質を示す値などによって表されるが、従来これらの値は確率変数または確定値であるとしていた。ここでは、専門家の知識に含まれる曖昧性を考慮するためにそれらの値をファジィランダム変数またはファジィ数で表すモデルを考え、問題を解くための効率的なアルゴリズムを与えている。また実際のデータを用いた数値計算も行い、モデルの有効性を示している。これからの高齢社会を支える年金は生命保険相互会社や信託銀行に預託され市場運用されているため、より現実的なモデルが重要視されており、この結果は現実の問題を扱う数理的手法として新しい知見を与える。

(3) ナップサック問題において係数がファジィランダム変数である場合を扱っている。まず、決定変数が連続である場合について問題の構造を利用した効率的なアルゴリズムを与え、次にナップサック問題本来の形である決定変数が離散的である場合について動的計画法に基づいたアルゴリズムを構築している。このアルゴリズムは不確実・不確定状況下でのプロジェクト計画問題などに適用できるが、そのようなナップサック問題として定式化される問題についてだけでなく、不確実・不確定状況下での組合せ最適化問題全般を扱うための基礎的な知見を与える。

(4) 枝に付随するコストがファジィランダム変数で与えられるスパニングツリー問題に対し、総コストのファジィ目標を満たす可能性の度合いを最大化するスパニングツリーを求めるアルゴリズムを与えた。このアルゴリズムは、他の組合せ最適化問題を扱う上で有用であるばかりでなく、これまで応用がほとんどなかった組合せ幾何学における3次元のk－集合問題に応用を見出したという点においても意義がある。

(5) 曖昧な費用をもつ腐敗しやすい商品の在庫管理問題に対して、ファジィ数間の順序に基づいた非劣解を定義し、それらのいくつかを求める方法を得ている。まず、品切れ費用が曖昧である場合について解を求め、確定値の場合と比較を行っている。従来、現場において品切れ費用を確定的に扱うことは難しく曖昧であるとされてきたが、このモデルはそのような現実の問題を扱うために数理的立場からアプローチしたものである。さらに廃棄費用も曖昧である場合についても扱い、いくつかの非劣解を得ている。ここでは、複数の費用の曖昧性が解に与える影響について考察しているが、これは不確実・不確定下での現実の問題を扱うための新たな知見を与える。

以上のように、本論文は、従来別々に扱われることが多かった不確実性と不確定性が同時に存在する状況下での意思決定問題に対し、確率的な情報と曖昧な情報とを有効に利用した意思決定法を考え、現実問題から派生するいくつかの意思決定問題に適用するとともに個々の問題の構造を利用した効率的なアルゴリズムを開発している。このこと

は、数理的立場からのより現実的な意思決定を行うための基礎的な知見を与える。また、ポートフォリオ選択問題や在庫管理問題など意思決定の現場で重要視されている問題についてこれまでにないモデルを考え、効率的なアルゴリズムを開発している。開発されたアルゴリズムは個々の問題を解くだけにとどまらず、不確実・不確定状況下での意思決定問題に広く応用が可能であり、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。