

報告番号	※甲	第	号
------	----	---	---

主論文の要旨

Optimization Methods for Decision Making under Uncertainty

論文題目

(不確実性の下での意思決定のための最適化手法に関する研究)

氏名

松井 孝太

論文内容の要旨

意思決定は、程度の差こそあれ、誰もが常に直面している最も馴染み深い問題の1つである。現実世界で直面する様々な意思決定問題は、数理最適化問題として定式化されることが非常に多い。さらに、このような問題には、確率的不確実性（天気、株価など）や主観的不確実性（晴れた日とは何か、高い株価とは何か、など）などの様々なあいまいさがしばしば含まれている。したがって、実際の意思決定問題を数理最適化問題として定式化する場合、これらの不確実性を適切に取り扱わなければ、意思決定者にとって望まない選択肢を採用してしまう危険性がある。

本学位論文では、不確実性の下での意思決定のための数理最適化問題の設計とその解析のための新しいフレームワークを与える。まず、各意思決定に対して、問題の定式化、最適化アルゴリズム構築と適用、そして行動（解）の選択などの要素からなる **end-to-end** のプロシージャを提案する。問題の定式化のステップでは、意思決定モデルとして、確率的不確実性と主観的不確実性を取り込んだ多目的最適化モデルを採用する。一般に、このような最適化問題は、含まれる不確実性のために直接最適化することはできないが、我々はいくつかの仮定の下で確定的最適化問題に変換することができること、及びその変換によって従来の最適化手法が適用できることを示す。従って、我々の最適化アルゴリズムは、元の不確実性を含む最適化問題から変換された確定的最適化問題に対して設計される。最適化ステップでは、提案アルゴリズムは意思決定者との対話に基づいて実行され、意思決定者の選好を満足する解を導出する。理論的な貢献として、我々は変換された確定的問題の最適解が、ある種のパレート最適性を有することを保証する。さらに、数値実験を通して対話型のアルゴリズムがどのように機能するかを示す。

我々が提案する上述したフレームワークは、意思決定者の選好構造を問題とアルゴリズム設計に明示的に組み込んでいる。しかし、現実には、意思決定者は明示的に自身の選好を表現することができないことが多い。すなわち、選好情報を問題の定式化や最適化アルゴリズムの中で使用できない（または不完全にしか使用できない）状況が

実際の意思決定問題ではしばしば起こりうる。したがって、我々は不完全な情報の下で最適化を実装するための一般的な方法論についても検討する（本論文で提案する方法は、意思決定問題への応用のみならず、一般的な数理最適化のツールとして使用することができる）。具体的には、目的関数のドメイン内に存在する2点間の一対比較（すなわち、2点のうちどちらが低い/高い関数値を有するか）のみを用いて、関数の最適化を行うという問題を取り扱う。我々は、ノイズつきの一対比較に基づいたブロック座標降下法タイプの最適化アルゴリズムを提案し、理論的な結果として、提案法の収束レートの上界を導出する。特定の設定の下で、この上界は一対比較クエリの数に対しミニマックス最適であることが示される。さらに、既存法との比較などの数値実験を通して提案法の実際のパフォーマンスを確認する。

