

数理・情報のフロンティア
2021 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

小林 健

富士通(株) 富士通研究所
研究員

大規模混合整数半正定値最適化問題に対する効率的汎用解法の開発

§ 1. 研究成果の概要

本研究の目的は、混合整数半正定値最適化問題に対して高速かつ汎用的な解法の開発することである。混合整数半正定値最適化問題は離散変数と半正定値制約を含む最適化問題であり、離散性と半正定値制約を用いて現実に現れる多くの最適化問題を統一的に記述することができる。しかしこの問題に対する解法の研究は未成熟の段階にあり、大規模な混合整数半正定値最適化問題を計算機で解くことは事実上困難な状況にある。

2021年度は、混合整数半正定値最適化問題として定式化される基数制約つき分布ロバストポートフォリオ最適化問題に対する解法の研究に取り組んだ。Delage and Ye が提案した分布ロバストポートフォリオ最適化問題は、モーメントによって定義される確率分布の不確実性集合を考慮したポートフォリオ最適化問題であり、この問題に基数制約を課した問題は混合整数半正定値最適化問題として定式化される。

研究代表者は、まずこの問題を0-1整数変数と連続変数を分離した再定式化によって、0-1整数制約上で非平滑な凸関数を最小化する問題に等価に帰着できることを示し、帰着後の問題を解く切除平面法を開発した。しかし、この切除平面法では各反復で劣勾配を計算するために子問題として半正定値最適化問題を解く必要があり、大規模な問題ではその計算量が増大する。研究代表者はこの問題を解決するため、問題の構造を活用した行列補完理論によって子問題のサイズが縮小できることを証明し、劣勾配の算出に用いる計算量を削減できることを示した。既存のソルバーとの比較実験では、提案手法のほうが大規模な問題に高速かつ省メモリで解けることが確認され、また日経225のデータを用いたポートフォリオの運用成績に関する実験では、基数制約つき分布ロバストポートフォリオ最適化モデルは既存の平均分散モデルよりもよい運用成績を残した。これらの成果は論文にまとめられており、現在論文誌に投稿中である。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Ken Kobayashi, Yuichi Takano and Kazuhide Nakata: Cardinality-constrained Distributionally Robust Portfolio Optimization. arXiv preprint, arXiv:2112.12454 (2021).