

氏名(本籍)	たけはらひとし 竹原均(長野県)
学位の種類	博士(経営工学)
学位記番号	博乙第925号
学位授与年月日	平成5年11月30日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
審査研究科	社会工学研究科
学位論文題目	Interior Point Algorithms for Large-Scale Optimization Problems and Their Applications to Portfolio Selections (大規模最適化問題に対する内点法とその資産選択への応用)
主査	筑波大学教授 工学博士 山本芳嗣
副査	筑波大学助教授 工学博士 岸本一男
副査	筑波大学教授 Ph. D 楠本捷一朗
副査	筑波大学教授 工学博士 藤重悟
副査	筑波大学教授 学術博士 門田安弘

## 論文の要旨

論文は3部に別れており、それぞれ

- I. 大規模ポートフォリオ最適化問題に対する内点法
- II. ポートフォリオ選択における内点法の応用
- III. ポートフォリオ選択問題についての実証研究

と題されている。この順に内容を概説する。

### I. 大規模ポートフォリオ最適化問題に対する内点法

まず第2章で、線形計画問題に対する新しい列選択規則に基づく“stationary ball method”を名付けられたシンプレックス法が提案され、乱数データから作られた問題と割り当て問題の幾つかの例に対する計算実験結果が報告されている。第3章では線形相補性問題に対して小島達の提案した内点法に対する実用性を目指した改良が提案されている。線形相補性問題とはある線形方程式系を満たす一対の非負のベクトル  $(x, y)$  でその内積がゼロになるものを求める問題で、数理計画では基本的な問題の1つに数えられている。この問題に対する内点法の作りだす探索方法は2つの特徴的な方向の線形結合であることはすでに知られているが、著者はこの2方向の線形結合の作る2次元平面上で  $x$  と  $y$  の内積を最小にする2次計画問題を解くことによって算法の加速を試みている。また、ある種の仮定の下で問題の解で不要となる変数を決定し、問題を縮小することも行っている。また、内積ではなく

ポテンシャル関数を2次元平面上で最小化する方法も実験され上述の方法と比較の結果、内積最小化の優位性が示されている。第4章では線形制約下の分離可能凸関数の最小化問題に対する内点法が提案されている。方法はFiaccoの達のSUMTと対数型罰金関数に基づいている。罰金項のパラメータを固定したときの無制約最適化問題を解くためにニュートン法の適用を提案し、ニュートン法による探索方法が目的関数の分離可能性を用いて比較的容易に計算できることを示している。また、罰金項のパラメータの更新方法を2種類提案し数値実験によって比較検討している。

## II. ポートフォリオ選択における内点法の応用

第5章では、平均分散モデルに基づくポートフォリオ選択問題、インデックスマッチングモデル、ファクターモデルに基づくポートフォリオ選択問題が特殊な2次計画問題である最小ノルム点問題とその変種に帰着されること、従って4章で提案した算法が利用できることを示して、数値実験を行っている。続く第6章では投資家の効用関数と負債回避を取り入れた3種類のモデルが提案され、従来からある幾つかのモデルを包括するものであることが説明されている。

## III. ポートフォリオ選択問題についての実証研究

第7章では、東証株価指数の分散比を計算し、短期的には正、長期的には負の系列相関があると主張している。続いて、東証株価データに対してリスクを変えながら最適ポートフォリオ問題を解き、得られる収益と分散をプロットし、さらにシャープメジャーを計算している。その結果、過去の収益が悪かった銘柄に重点的に投資することによって将来の収益が向上することを示唆しており興味深い。第8章ではGrauer-Hanssonの多期間ポートフォリオ法に基づいて日米の資産に投資した場合の収益の期間についての幾何平均を計算している。

## 審 査 の 要 旨

今日では変数が数万にのぼる非常に大規模なポートフォリオ選択問題を解くことが要請されている。論文はポートフォリオ選択理論に対して新しく提案されたモデルの妥当性の議論が十分でなかったり、ポートフォリオ選択問題に対して提案されているアルゴリズムに著者の独自性が不足しているといった欠点を残している。しかしながら、内点法に様々な工夫を施すことによってかつて解くことができなかつた大規模なポートフォリオ問題を解くアルゴリズムを提案、実装し、数値実験によってその性能を示し、またそれを実証研究に応用して興味深い結果を提示している点は評価できる。さらに著者が提案実装したアルゴリズムの性能の故に初めてこの実証研究が可能となった事実はこの論文の評価に関して重要な点である。

よって、著者は博士(経営工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。