

氏 名	くま の しん た ろ う 熊 野 信 太 郎
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	情 博 第 140 号
学位授与の日付	平 成 17 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	情 報 学 研 究 科 数 理 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	数 理 最 適 化 に よ る リ ス ク 管 理 手 法 に 関 す る 研 究

論文調査委員	(主 査) 教 授 福 嶋 雅 夫	教 授 片 山 徹	教 授 高 橋 豊
--------	----------------------	-----------	-----------

論 文 内 容 の 要 旨

安全・安心な社会を実現するためには、リスクの評価と回避が必要となるが、一般にリスク回避はリスクそのものと各種の資源に関するコストのトレードオフの問題として捉える必要があるため、数理最適化による意思決定が重要な役目を果たす。本論文は、自然災害に対するリスク管理の一つとして災害発生後の無線中継車の配置の問題、テロ対策に関連するリスク管理として空港における危険物検査と信頼性と効率の問題、生産現場におけるリスク管理の一例として生産装置の補修費用等の運用条件下での事故確率低減の問題をとりあげ、それらの問題に対して数理最適化手法による合理的な解決方法を提案し、その有効性を確かめたものであり、本文5章と付録3章から成っている。

第1章は序論であり、本論文の主題であるリスク管理の考え方と本論文で用いる基本的な数理最適化手法を紹介するとともに、論文全体の構成を述べている。

第2章は、大震災等の自然災害発生時に迅速で正確な情報収集手段を確立する問題を取り扱っている。中継車を配置し通信周波数を決めると伝送品質が決まるが、現実には災害現場で中継車が使えないような事態が生じることも想定しておく必要がある。本章では、最重要中継車が使用不可になった場合に最大の伝送品質を実現するような配置を求める二段階最適化問題に定式化し、シミュレーテッドアニーリング法と行列解法を組み合わせた解法を提案している。具体的な問題に対して提案手法を適用し、伝送品質とロバスト性が両立できることを確認している。

第3章は、空港におけるテロ防止のためのセキュリティチェックの問題を考察している。厳しすぎるチェックは旅客の混雑を引き起こすため、適切なチェックレベルの設定と手続きの効率化の両立が必要となる。本章では、待ち行列理論による混雑の評価に基づいて、検知レベルの異なる各種検査への旅客の割当て率の決定と各種検査への係員の配分を行う問題を非線形組合せ最適化問題として定式化し、それを2次元動的計画法で解く方法を提案している。具体的な例題に適用し、提案手法の有効性を確認している。

第4章は、プラントの長期的な運用計画を立案する問題を取り上げ、毎年の補修費用予算などの経済的な制約条件のもとで、事故リスクの低減を目的とする最適補修計画問題を定式化している。さらに、連続変数に対する解探索手法であるNelder-Meadの単体法を局所探索法とし、大域的探索に遺伝的アルゴリズムを使った手法を用いることにより、実機を模擬したプラント例に対して効果的に解が得られることを確認している。

第5章は結論であり、本論文のまとめと今後の展望を述べている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、現代社会に現れる様々なリスクを管理するための数理モデリング手法を提案し、それによって得られる最適化問題の解を見出すアルゴリズムを開発するとともに、具体的な問題に対して提案手法を適用することによりそれらの有効性を確かめたものであり、得られた成果は以下のとおりである。

1. 大震災発生時に迅速で正確な情報伝達手段を確保することは現実のリスク管理の観点からも非常に重要な問題であるが、そのような問題に対して数理的手法を適用する試みはこれまで殆どなされていなかった。本論文では、ロバスト最適化の考え方を用いて、問題を2段階最適化問題として定式化することを提案した。さらに、その問題を解くための手法として、シミュレーテッドアニーリング法と行列解法を組み合わせたアルゴリズムを開発し、具体的な例題に対する数値実験によりその有効性を確認した。
2. テロの脅威にどのように対処するかという問題は現代社会における最も緊急の課題のひとつである。特に、空港における手荷物検査は、検査窓口での旅客の待ち時間を過度に増大させることなく、危険物の機内への持込を如何にして防ぐかという困難な問題であり、これまで殆ど考察されていなかった。本論文では、待ち行列理論による混雑の評価に基づいて問題を定式化するとともに、2次元動的計画法による解法を提案した。さらに、具体的な例に対して計算実験を行い、得られた解の有効性を検証した。
3. 生産現場でのプラントの長期間にわたる運用においては、効率的な保守点検計画をたてることが重要である。本論文では、プラントの故障確率、破損コストおよび保守費用などの定量的なリスク評価に基づいて、毎年の補修費用に対する予算制約のもとで、保守による事故リスク低減を目的とする最適化問題として定式化した。さらに、Nelder-Meadの単体法と遺伝的アルゴリズムを組み合わせた大域的最適化アルゴリズムを適用して問題の最適解を求めることを試み、具体的な例を用いた計算実験により提案手法の有効性を確認した。

以上のように、本論文は、現実の様々なリスク管理に対する新しい数理最適化手法を提案し、その実用性を確認したものであり、得られた成果は学術上および応用上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成17年1月25日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。