

審査の結果の要旨

氏名 ルバシェフスキー ヴァシリー

本論文は、震災など大規模災害後の災害地域とその周辺における短期の重要物資の再配置を行うための手法を論じたものである。近年、大規模災害後の技術社会システムの回復が大きな関心を集めている。コミュニティのレジリエンスを高めるために、災害後の短期における回復を実現することが必要である。この課題に対して本研究では、災害直後に必要な重要物資再配分の効率的アルゴリズムを提案し、さらに提案手法の様々な特性を明かにした。

第1章は序論であり、研究の背景と本論文で取り扱う課題、研究目的が述べられている。まず、大規模災害後における危機対応を短期的回復と長期的回復に分類した上で、本論文が対象とする短期的回復の特徴が論じられている。さらに、既存研究ではこの問題が線形計画法を用いて何らかのコスト関数を最小化する問題として定式化されており、従来アプローチでは人道的観点が必要とするとしている。そこで、これを補うものとしてトリアージ原則を提案し、トリアージ原則に基づく短期的物資再配分の手法を開発することを研究目的としている。

第2章では本論文が対象とする物資再配分問題の定式化と、提案手法が説明されている。被災地、非被災地に存在する都市間は道路網で接続され、都市間の移動所要時間、物資の車載施設の要領は所与とする。提案されたアルゴリズムは、各都市の人口に対する生き残りに必要な物資の最低量と、現状の物資保有量を参考に優先順位リストを作成し、最も条件が厳しい都市に対して余裕のある最短距離にある都市から物資を供給することを繰り返すというものである。この配置方法は、最も物資を必要とする被災者に優先的に届けるというトリアージ原則を考慮した上で、さまざまな状況において所要時間の観点から準最適な解が得られるという特徴を有している。

第3章は本手法の有効性を確認するためのシミュレーションに関する章である。シミュレーションモデルは福島県の地域、人口規模に準じて作られた仮想的な地域モデルである。さまざまな条件、シナリオを想定してシミュレーションを行い、完全情報下における理想的なケースとの間で評価指標の回復カーブが比較された。すなわち、(1) 被災規模と物資の初期配置、(2) 被災情報の

遅れと不完全性、(3) 情報通信網の回復と並行した再配分、(4) 被災情報の不確かな推定の物資再配分に対する影響が調べられた。シミュレーションの結果、提案された分散協調的な再配分アルゴリズムによって準最適な短期的再配分が実現可能であることが示された。さらに、提案手法は情報の欠落、遅延、誤り、通信途絶など、現実の災害現場で起こり得る不利な状況に対して非常に頑健な手法であり、再配分所用時間は完全情報下の理想的ケースに比較して大幅に劣化しないことが確認された。

第4章では、従来の線形計画法と提案手法との比較評価が行われている。まず、完全情報を仮定したベンチマーク問題に対して、従来の線形計画法に基づく物資供給計画問題の定式化が行われた。つぎに、提案手法と線形計画法とでベンチマーク問題を解いた結果を比較し、両者に実質的差異がないことが確認された。この結果、線形計画問題に定式化できる良形問題に対して提案手法は同等な解を与えることが示された。しかしながら、従来手法は状況欠落などの不利な状況に柔軟に対処できないと論じられている。

第5章は結論であり、本研究ではトリアージ原則に基づき大規模災害後の短期的物資再配分問題を解く手法が開発された。開発手法は準最適な解を与えるばかりでなく、情報の欠落・遅延・不確かさなど、現実的な状況にも頑健に対応可能であり、従来手法より優れた手法だと結論付けている。さらに、複数物資・複数輸送手段問題への拡張など、今後の研究の展望について論じている。

以上より、本研究によりコミュニティーレジリエンスの創発的メカニズムとして大規模災害後の短期的物資再配分問題を解く有効な手法が開発され、社会レジリエンスの向上に資する知見が獲得された。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。