

概要

デジタル道路地図を活用し、地震などによる大規模な被災時の救援物資の配送計画を検討した。実際に被災した状況では道路の被災状況などの情報は十分ではないが、デジタル道路地図自体が有するデータが十分に利用可能であれば、被災後得られた情報を追加することで有用となると考えられる。

本研究では、宮城県石巻市を対象として、東日本大震災において救援物資を配送した実績に基づき、配送計画の検討を行った。石巻市へのヒアリングにより、震災後の道路啓開状況の情報を収集した。道路啓開情報は書きさされて利用されていたため、正確な道路復旧状況はわからないが、被災半月後の時点では、多くの道路が通行可能になっていることが確認できる。その道路状況とデジタル道路地図の石巻市のデータを比較すると、ほぼ一致しており、デジタル道路地図より得られる道路情報が活用できると考えられる。

本研究では、石巻市へのヒアリングにおいて、東日本大震災の際に救援物資をどのように、どれだけ配送していたかを調査した。その際に得られた配送拠点、配送先、避難者数、配送量などの情報を利用して、最適救援物資配送の検討を行った。救援物資配送計画モデルとして、避難所の総供給不足ペナルティ最小化と配送に要する総消費燃料最小化の多目的最適化のモデルを用いた。災害時の救援物資配送には、迅速かつ的確な配送を実施する必要がある。被災時の物資が不足し、需要が過剰になり、供給が追いつかない状況での配送計画を検討することとした。総供給不足ペナルティを最小化する場合は、不足する救援物資の割当を決定する。避難所における需要量と実際に届けられた配送量の差、すなわち供給不足量に、各避難所の優先度に応じて設定された単位配送量あたりの供給不足ペナルティ値を乗じて、避難所における供給不足ペナルティを算出する。全避難所でのペナルティの総和が最小になるように配送量を決定する。配送に要する総消費燃料を最小化する場合は、燃料やトラック台数が不足する状況で、これらを抑えるような配送方法を決定する。配送トラックの総走行距離を、使用した配送トラックの燃費で除することにより、配送に要した総消費燃料を算出している。使用した配送トラックの消費燃料の総和が最小になるように配送順序を決定する。本モデルの解法として、非優越ソート遺伝的アルゴリズムを用いる。非優越ソート遺伝的アルゴリズムの特徴は、個体にランク付けを行い非優越ソートの概念に基づいて個体を選択する点にある。これにより、個体の分布の多様性を維持することができる。非優越ソート遺伝的アルゴリズムを用いることで、パレート最適を目指した近似解を得ることができる。

ケーススタディにおいては、複数の日数にわたる救援物資配送を想定し、各避難所への配送量の変化を分析した。本ケーススタディで想定している救援物資は、おにぎりやパンといった食料品であり、本来毎日安定して供給されるべきものを扱う。救援物資の総供給量は、ヒアリングにより得られた4月11日の実績に基づき設定し、供給量は需要量の4割程度しか供給できない設定とした。また、1日目の単位配送量あたりの供給不足ペナルティ値は、病院および老人ホームは1.2、東日本大震災の浸水域の一般避難所は1.1、非浸水域の一般避難所は1.0と設定した。2日目以降の単位配送量あたりの供給不足ペナルティ値は、病院および老人ホーム以外の一般避難所は前日の需要量に対し供給された度合いに応じて単位配送量あたりの供給不足ペナルティを設定した。

以上の設定で4日間の配送計画を検討した。本モデルを使用した場合の4日間合計の総消費燃料と避難者数に比例した救援物資量を4日間配送し続けた場合の総消費燃料を比較すると、総供給不足ペナルティを重視した配送では、総消費燃料は比例配送量の場合に比べて23%減少しており、総消費燃料を重視した配送では、46%減少している。このように、本モデルを使用することで、配送量にばらつきを持たせ、4日間合計で総消費燃料を抑えることができた。従って、燃料が著しく不足するような被災地においては、避難者数に比例した救援物資を配送するのではなく、日によってばらつきを持たせて配送する方が、燃料の観点からは有効であることがわかった。以上の結果から、需要に対して救援物資の供給量が不足する中、避難所の優先度を考慮した的確な配送量の割当と総消費燃料の少ない配送方法を検討できたと考えられる。