

道路・航路・空路統合ネットワークを考慮した震災時の物流網途絶による影響評価

関東学院大学 学生会員 ○樋口 雄大 関東学院大学 学生会員 佐々木 竜海
 関東学院大学 正会員 鳥澤 一晃

1. 研究の背景と目的

南海トラフ地震のように広域で甚大な被害が発生する場合には、被災地の復旧・復興に時間を要するため、被災地外からの物資輸送等の支援を効果的に行う必要がある。その具体的な方策としては、道路だけでなく、航路や空路の活用が考えられる。

本研究では、GIS のネットワーク解析によって、南海トラフ地震を想定した被災地外からの物資輸送シミュレーションを行い、物流網途絶の影響を定量的に評価するとともに、道路・航路・空路を統合的に活用した物流網の効果を検討する。

2. 物資輸送での道路・航路・空路ネットワーク活用

南海トラフ地震を想定した被災地外からの物資輸送として、本研究では被災地外の輸送拠点（仮に東京都庁を設定）から被災地の輸送拠点（中央防災会議が計画している広域輸送拠点・代替拠点）へのネットワーク解析を行うことにした。

まず、道路ネットワークのみ考慮する場合に対して、道路・航路・空路統合ネットワーク（以下、マルチモーダルネットワーク）を考慮した場合の効果を把握するため、平常時の到達圏解析を行った。

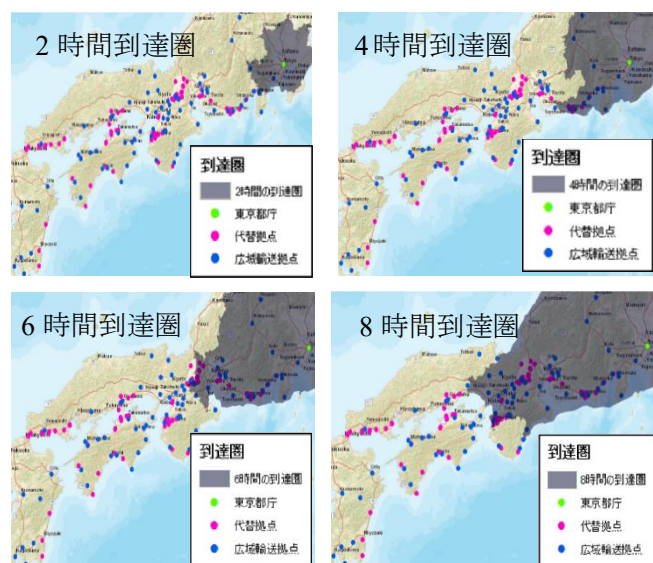


図1 平常時の到達圏解析(道路ネットワーク)

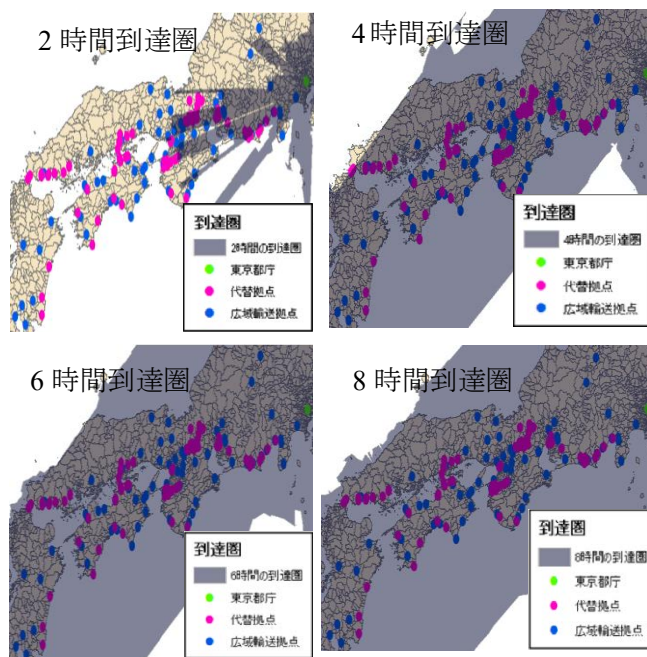


図2 平常時の到達圏解析(マルチモーダル)

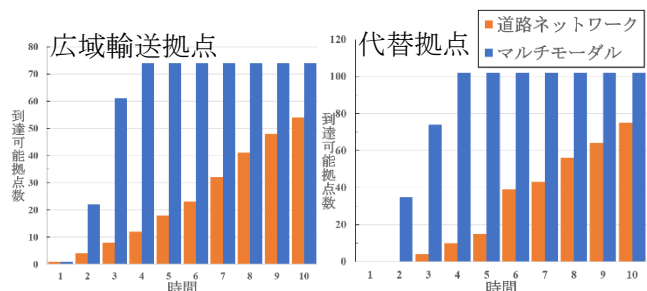


図3 平常時の到達可能拠点数の比較

平常時の到達圏解析結果を図1および図2に示す。図1は道路ネットワークのみ考慮した場合の結果で、図2はマルチモーダルネットワークを考慮した場合の結果である。図中にグレーで着色された透過領域が起点（東京都庁）から一定の時間内に到達可能な範囲を表す。図1より、道路ネットワークのみでは2時間で関東地方、4時間で東海地方、6時間で中部地方、8時間で関西地方までが到達範囲の限界であるのに対して、マルチモーダルネットワークでは2時間で関西地方、4時間以降では九州地方を含む広範囲へ飛躍的に拡大することが分かる。

キーワード GIS, ネットワーク解析, マルチモーダルネットワーク, 広域物資輸送, 南海トラフ地震

連絡先 〒236-8501 神奈川県横浜市金沢区六浦東 1-50-1 関東学院大学 TEL: 045-786-7002

また、平常時の到達圏解析に基づく到達可能拠点数を比較した結果を図3に示す。これより、マルチモーダルネットワークを考慮した場合には4時間で広域輸送拠点・代替拠点ともにすべての拠点到達可能であるが、道路ネットワークのみ考慮した場合は10時間かけてもすべての拠点到達することは困難であることが分かる。

以上の結果より、マルチモーダルネットワークを考慮することの有効性が明らかとなった。震災時の物資輸送においても、マルチモーダルネットワークを考慮することが重要と考えられる。

3. 震災時の物流網途絶の影響評価

マルチモーダルネットワークによる到達圏解析で被災地外からの物資輸送シミュレーションを行い、南海トラフ地震による道路網の被害がどの程度影響を及ぼすかを定量化する。

本研究では、地震被害に伴う道路通行止めを確率的に算出し、それに基づき通過不可区間（バリア）を設定して、震災時の到達圏解析を実施した。

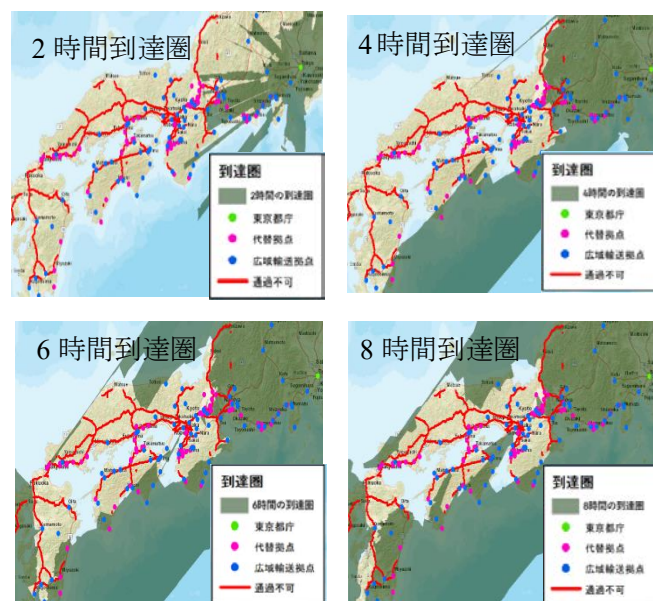


図4 震災時の到達圏解析(通行止め確率 0.5)

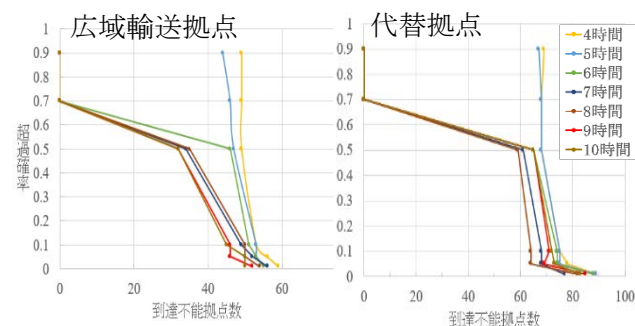


図5 到達不能拠点数と超過確率の関係

バリアの設定は具体的には、高速道路は加藤ら¹⁾の方法、一般道路では著者ら²⁾の方法を用いて通行止め確率を算出し、その値がある閾値を超えた区間をバリアとした。通行止め確率の閾値は、0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 0.7, 0.9の6ケースを実施した。また、震度の値は中央防災会議から公表されている南海トラフ地震（基本ケース）の震度分布を用いた。

通行止め確率 0.5 をバリア設定の閾値とした場合の震災時の到達圏解析結果を図4に示す。図中の赤線で示された部分がバリアに設定されて通過不可の区間である。これより、通行止め確率が 0.5 以上の区間がバリアとなった場合、関西地方や四国地方の広い範囲が都庁から到達不能になることが分かる。

バリア設定に関する通行止め確率の閾値を変えた6ケースについて、それぞれ到達不能拠点数（平常時の到達可能拠点数から震災時の到達可能拠点数を引いたもの）を求めて、プロットしたものを図5に示す。グラフの縦軸は到達不能拠点数の超過確率に相当するものである。また、グラフの線は到達圏の時間ごとの結果を結んだものであり、平常時の解析で全輸送拠点到達可能であった4時間到達圏から示している。これより、震災時に都庁から被災地へ物資輸送を行うには、4, 5時間圏では到達不能拠点数を減らすことが困難であり、6時間以上の到達圏まで考慮する必要があることが分かる。

4. まとめ

本研究では、マルチモーダルネットワークを考慮した物資輸送のシミュレーションにより、震災時の物流網途絶の影響を定量化した。今回の分析では、港湾・空港は震災時においても使用可能と仮定したが、実際の震災では使用できない場合も起きている。道路・港湾・空港それぞれの地震時機能支障・復旧を考慮した解析については今後の課題とする。

参考文献

- 1) 加藤ほか：高速道路を対象とした地震時の機能的脆弱性関数の構築と震災間比較，JCROSSAR2019 論文集，pp.125-132，2019。
- 2) 鳥澤ほか：サプライチェーンのBCPのための道路網被害予測と事業継続への影響評価，日本地震工学会論文集，第14巻，第2号，pp.84-103，2014。