

# スペースシンタックス理論に基づく広域防災拠点設置手法の検討

千葉大学大学院工学研究科 学生会員 ○羽深 裕希  
 千葉大学大学院工学研究科 正会員 丸山 喜久

## 1. はじめに

2011年3月11日14時46分に生じた東日本大震災により、東北地方太平洋側の地域は津波による甚大な被害を受けた。この地域の救援のため、国土交通省東北地方整備局は緊急輸送道路を「くしの歯型」とすることにより、救援ルートを設定した。これは「くしの歯作戦」と名付けられ、第1ステップとして、東北道・国道4号の通行を確保、第2ステップとして、津波被災地へ向かう道路の通行を確保、第3ステップとして被災地を南北に縦貫する国道45号の通行を確保した<sup>1)</sup>。震災後一週間後の3月18日には国道45号の97%の啓開が完了し、被災地に支援物資の輸送が可能となった。一方で、物資集積拠点が存在せず、全国から集められた救援物資を適切に集配できなかったことが指摘されており、宮城県では災害対応の拠点となる広域防災拠点の整備が検討されている<sup>2)</sup>。

そこで本研究では、くしの歯作戦で用いられた道路ネットワークの接続性をグラフ理論の一種であるスペースシンタックス理論によりグラフ化し、被災地に対するアクセス性の良い広域防災拠点を客観的に評価できる手法を検討する。将来的には、同様の手法によって東海地震・東南海地震の際の防災拠点選定に関する検討の際に貢献できることを目的とする。

## 2. スペースシンタックスの概要

スペースシンタックスは、1970年代にロンドン大学ユニバーサルカレッジのビル・ヒリアー教授らによって生み出された空間解析の手法である<sup>3)</sup>。一連の手法は室内空間や都市空間の解析及び数量化に適用でき、ロンドンでの都市計画に応用されている。とくに軸線図を利用して行う解析手法は空間の接続性をグラフ化し、それらを数値化する手法である。

都市空間の解析においては、建物以外の空間全体に対して「軸線」と呼ばれる直線ができるだけ長く、かつ空間全体で最小の本数になるように設定する。軸線を頂点として扱い、任意の軸線から他の軸線への位相的な距離

を計算し、RA値と呼ばれる各軸線の位相的な中心性を求める。実際の解析においては、RA値がグラフ内の頂点数に依存しないよう相対化したRRA値およびその逆数である統合値が指標に使われる。統合値が高いほど、その値を有する軸線の利便性が高いと言える。

## 3. 被災地の道路ネットワークのグラフ化

東北地方整備局ホームページ<sup>1)</sup>に2011年3月12日～7月10日のくしの歯作戦による道路の啓開状況を表した図が公表されている。これを利用し、東日本大震災発生直後から道路ネットワークの位相的な中心性を時系列ごとに追跡する。対象範囲は、くしの歯作戦が行われた白河市～青森市とする。図に記載されている市町等の接続性に着目し、各市町を道路の交点とし、市町等を結ぶ道路を軸線として扱いグラフ化した(図1)。

道路によっては片側交互通行等の通行規制がかかっていたこともあるが、緊急車両が通行可能となった時点で開通したと見なした。また、国道が通行不可であっても、別の道路により迂回経路が確保された場合も開通したと

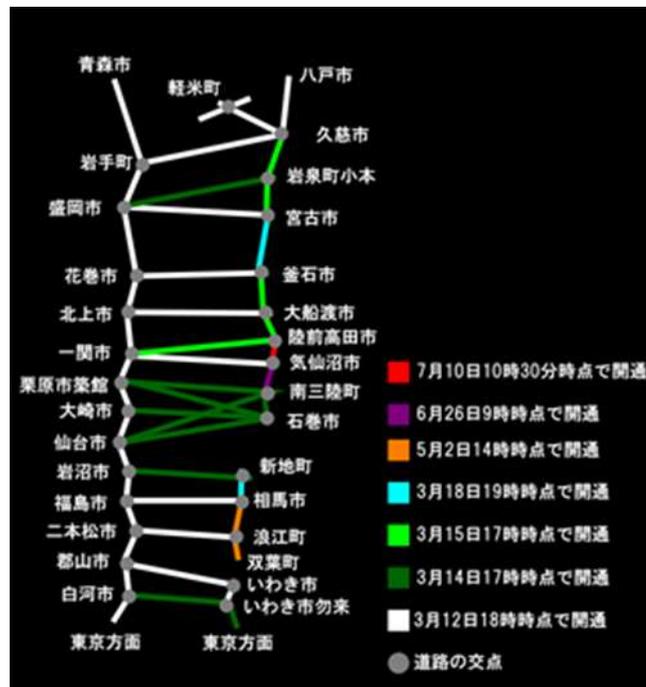


図1：対象とした道路ネットワークと啓開状況

Key Words: スペースシンタックス, 東日本大震災, 広域防災拠点

連絡先: 〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33 千葉大学大学院工学研究科建築・都市科学専攻 TEL043-290-3555

見なした。例えば、宮古市～釜石市間の国道45号線に関しては、3月15日17時時点では路面の崩壊により通行不能となっている箇所があるが、並走する三陸縦貫道によって迂回路が確保されているため、通行可能であると見なした。仙台市～石巻市に関しても、三陸道によって迂回路が確保されたため、3月14日17時の時点で通行可能であると見なした。なお、仙台市～南三陸町、大崎市～石巻市、栗原市築館～石巻市の3区間は道路区間が交差するが、町同士の接続性に着目したため、これらの交点は統合値の計算に影響しない。

4. 統合値の計算結果

啓開に伴う道路ネットワークの変化に合わせて作成した7枚のグラフについて統合値の計算を行った結果の一部を図2に示す。

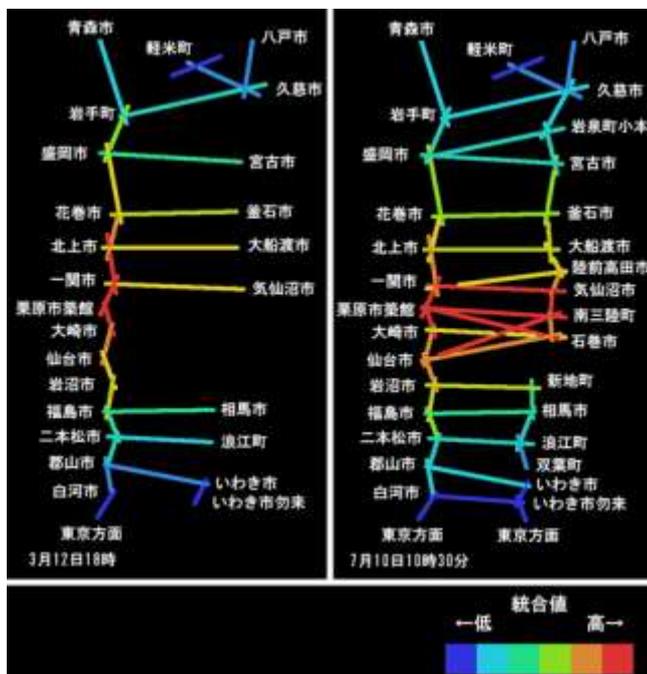


図2：3月12日18時および7月10日10時30分時点での道路ネットワークおよび統合値の比較

くしの歯作戦の進展に伴い沿岸部への移動経路が複数確保されたことや、大崎市～一関市にかけては道路の啓開前後共に高い統合値を示していることが分かる。つまり、この区間内に広域防災拠点が存在することが望ましいと考えられる。

さらに各グラフの統合値の上位3区間をまとめた結果を表1に示す。これらの結果から、道路の啓開が進むにつれて統合値の順位の詳細は変化するが、おおむね栗原市築館周辺の統合値が高いことが判明した。しかし、道

路の啓開が進み、福島第一原子力発電所事故の影響を除き各市町等へのアクセスが確保された7月10日10時30分時点では南三陸町周辺の統合値も向上しており、位相的な中心が沿岸部寄りに移動した。広域防災拠点の選定では位相的な中心地の変化も検討する必要がある。

表1：地震後の統合値の変化（上位1～3位）

月日	高い統合値を示した道路区間		
	1位	2位	3位
3月12日	栗原市築館～一関市	一関市～北上市	大崎市～栗原市築館
3月14日	栗原市築館～石巻市	大崎市～栗原市築館, 栗原市築館～南三陸町	
3月15日	栗原市築館～一関市	栗原市築館～石巻市	大崎市～栗原市築館, 栗原市築館～南三陸町
3月18日	栗原市築館～一関市	栗原市築館～石巻市	大崎市～栗原市築館, 栗原市築館～南三陸町
5月2日	栗原市築館～一関市	栗原市築館～石巻市	大崎市～栗原市築館, 栗原市築館～南三陸町
6月26日	栗原市築館～一関市	栗原市築館～石巻市, 栗原市築館～南三陸町	
7月10日	南三陸町～気仙沼市	栗原市築館～一関市	仙台市～南三陸町, 栗原市築館～南三陸町

5. まとめ

本研究により、道路ネットワークをスペースシンタックスにより解析した結果、位相的な中心部分の特定が可能となり、客観的な基準に基づき広域防災拠点を設置する際の参考になると考えられる。東海・東南海地震に備えた広域防災拠点の設定にあたっては、地震による道路の被害想定を踏まえて道路ネットワークの設定を行い、グラフ化し解析する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 東北地方整備局：くしの歯作戦とは [http://www.thr.mlit.go.jp/road/jisinkannrenjouhou\\_110311/kushimohasakusen.html](http://www.thr.mlit.go.jp/road/jisinkannrenjouhou_110311/kushimohasakusen.html)
- 2) 宮城県：宮城県広域防災拠点基本構想・計画 [http://www.pref.miyagi.jp/uploaded/life/253494\\_315891\\_misc.pdf](http://www.pref.miyagi.jp/uploaded/life/253494_315891_misc.pdf)
- 3) 日本建築学会：都市・建築の感性デザイン工学，朝倉書店，2009