

研究助成実施報告書

助成実施年度	2019 年度
研究課題（タイトル）	都市の特性に応じた事前災害対策と復興政策の検討に向けた回復モデルの構築
研究者名※	塩崎 由人
所属組織※	金沢大学大学院 自然科学研究科 特任助教 (防災科学技術研究所 災害過程研究部門 特別研究員)
研究種別	研究助成
研究分野	都市政策、都市経済
助成金額	124 万円
発表論文等	

※研究者名、所属組織は申請当時の名称となります。

() は、報告書提出時所属先。

大林財団 2019 年度研究助成実施報告書

所属機関名 防災科学技術研究所

申請者氏名 塩崎由人

研究課題	都市の特性に応じた事前災害対策と復興政策の検討に向けた回復モデルの構築
<p>(概要) ※最大 10 行まで</p> <p>我が国は、大規模災害によって都市が大きな被害を受ける可能性がある。災害によって引き起こされる人口流出や産業への被害を契機に、それまで存続していた都市が、被災した状態から回復できず、衰退する等、望ましくない状態に陥る可能性も指摘される。本研究では、被災した都市の状態の動的変化を表現可能な数理モデルを構築し、その特性に応じて都市が被災した場合に陥る可能性がある状態のパターンとメカニズムを明らかにした。その上で、都市の特性に基づき、講じるべき対策の方向性を検討した。</p>	

1. 研究の目的	(注) 必要なページ数をご使用ください。
<p>2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災は東北地方太平洋沿岸の諸都市に甚大な被害をもたらし、現在においてもその復興は途上にあり、大きな課題となっている。我が国には、南海トラフ巨大地震、首都直下地震、ゼロメートル地帯における大規模水害等、今後も大規模災害によって都市が大きな被害を受ける可能性がある。東日本大震災の被災地域において見られるように、上記のような大規模災害は、都市インフラや住宅、産業施設への被害は、生活環境や雇用状況にも長期にわたる悪影響を及ぼし、人口流出や産業の衰退を引き起こし得る。その結果、それまで存続していた都市が、被災した状態から回復できず、衰退する等、望ましくない状態に陥る可能性も指摘されている。</p> <p>本研究では、被災した都市の状態の動的変化を表現可能な数理モデルを構築し、その特性（居住環境、産業構造・規模等）に応じて、都市が被災した場合に潜在的に陥る可能性がある状態のパターンとメカニズムを明らかにする。その上で、都市の特性に基づき、講じるべき事前災害対策・復興政策の方向性を検討する。本研究の目的は、以上を通して、被災した場合でもより望ましい状態を回復できるレジリエントな都市の形成に関する理論的な枠組みを構築することにある。都市の災害からの回復を表現する数理モデルやシミュレーションを用いて事前対策や復興政策のあり方を検討した既往研究はある。しかし、従来の研究では、回復速度を高める対策、被害による機会損失を最小化する対策の検討が主な目的とされており、都市が被災前の状態あるいはトレンドに戻ることを前提としてきた。本研究では、被災した都市が被災前の状態に戻るだけでなく、衰退する可能性も含め、被災後に都市が陥る可能性のある状態のパターンとそのメカニズムを明らかにしようとする点、それを踏まえ都市の特性に応じた事前災害対策や復興政策の方向性の検討を行う点に重きを置く。</p>	

2. 研究の経過

(注) 必要なページ数をご使用ください。

本研究では、被災した都市の状態の動的変化を記述する回復モデルを構築し、そのモデルを用いて、都市の特性に応じた事前対策や復興政策の検討を行った。この中で、過去の国内外の災害事例における被災都市の被災前の特性、被災状況、被災後の回復状況については、ヒアリングや現地調査を通じて情報収集する予定であった。しかし、2020年2月以降、世界的な新型コロナウイルスの感染拡大に伴い、ヒアリングや現地調査を予定通り行うことが困難となった。そのため、理論モデルの分析を中心として研究計画を実施した。

本研究では、災害によって都市に一定規模の人口変動が発生した場合、その都市は被災前の状態を回復できずに停滞したり、衰退・消滅する可能性があることを前提として、回復モデルを構築した。都市が外力を受ける前の状態を回復できるか否かは、人口変動が生じた後においても十分な集積力を維持できるかどうかによって決定されると考えることができる。そこで、本研究では人口や企業に対する都市の集積力に影響を与える要因に着目し、申請者がこれまでに開発したモデルに加えて、新経済地理学に基づくモデルを応用した回復モデルを構築した。具体的には、Murata and Thisse (2005) によるモデルに外部地域を組み込んだ2都市スモールオープンモデルを構築した(図-1)。このモデルでは、短期的な人口変動によって、被災後における各都市の状態の動的変化を表現することができる。本モデルを用いた分析によって、都市間交易の自由度、各都市の都市内交通の利便性や生産の効率性等の特性が、被災による人口変動を受けた後の都市の状態にどのような変化をもたらすかを明らかにした。

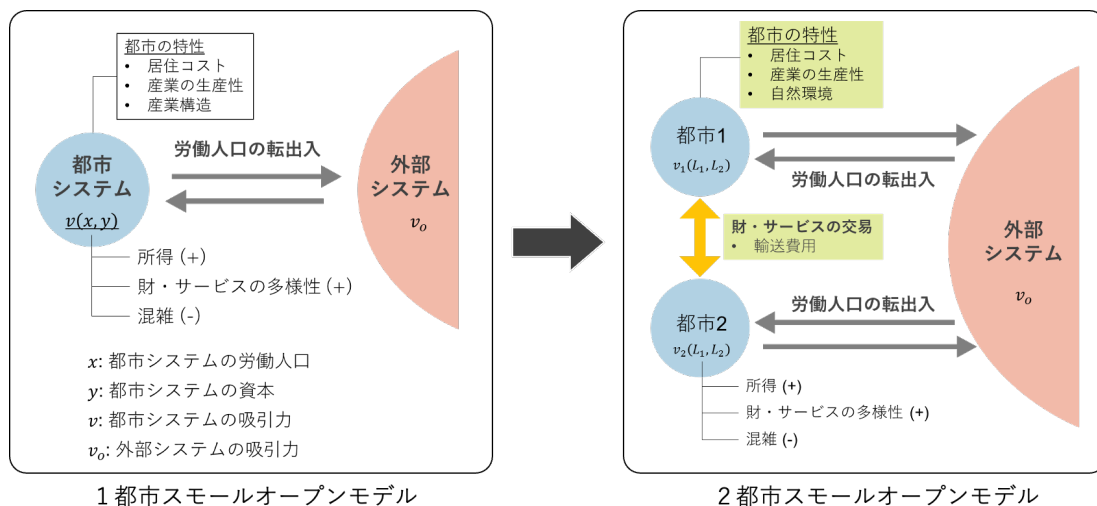


図-1 本研究で構築した回復モデルの枠組み

3. 研究の成果

(注) 必要なページ数をご使用ください。

まず、構築した回復モデルを用いて、都市の特性に応じて、どの程度の人口変動までであれば被災前の状態に戻ることができるのか、あるいは、衰退したり被災前の状態に戻ることができなくなるかを分析した。本研究では、交易関係を有する2都市が人口変動の程度によってどのような状態に到達する可能性があるかを分析するため、吸引点(均衡点)とその吸引領域を表す図を

作成した。そして、都市の特性に応じて、その状態が変化する様子を分析した。本モデルに組み込んだ都市の特性には、2都市間の交易のしやすさ（輸送費用）、都市内における通勤コスト・住宅コスト（都市費用）、産業における生産の効率性、地理的な優位性（気候や地形等、自然環境に起因する利点）である。分析の例として、通勤費用を変化させたときの吸引点及び吸引領域の変化を図-2に示す。図-2では、凡例示す通り各色の格子点が吸引領域の広がりを表しており、2都市の状態（家計数）が位置する吸引領域内の吸引点に長期的には収束することを意味している。例えば、2都市の状態が青色の吸引領域内にある場合、その都市の状態は吸引点 Q_3 に到達する。ここでは、被災前の2都市の状態が吸引点 Q_3 にあることを前提として分析を行った。図-2 ii)において、災害の影響によって都市1の人口が外部地域に流出し、2都市の状態が黄色の吸引領域まで移動したとする。このとき、2都市の状態は吸引点 Q_2 に収束する。これは、長期的に都市1の人口は減少し続けて都市1は消滅し、都市2のみが存続することを意味する。図-2 ii)の状態よりも両都市内部の交通インフラ等が整備されるおり、通勤費用が低い状態を想定すると、図-2 i)に示すように吸引点 Q_3 にある都市が存続する上で許容可能な人口変動の規模は上昇する。一方、図-2 ii)の状態よりも通勤費用が高い都市を想定すると、図-2 iii)に示すように、吸引点 Q_1 、 Q_2 が存在しない。これは、都市1及び2は単独では存続できないことを意味している。交易関係を有する他都市が存在することによって当該都市の利便性が向上し、外部地域に対して人口を維持することが可能となっている状態に相当する。図-2 iii)の状態では、災害によって一方の都市において人口流出が起きて、衰退傾向に陥った場合（赤色の領域まで移動した場合）、被災していないもう一方の都市も衰退傾向に陥ることになる。ここで、被災前の状態に戻ることが可能な人口変動の規模をその都市の「受容力」と定義した。同様の分析を他の都市の特性についても行った。

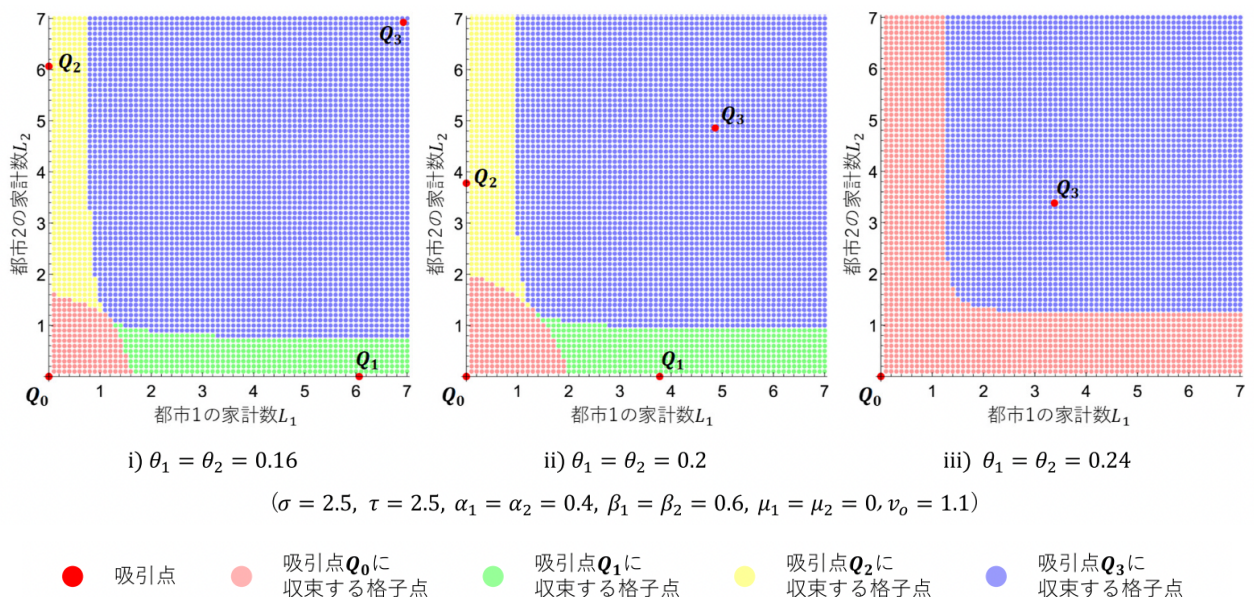


図-2 通勤費用 θ_1, θ_2 の変化が吸引領域に与える影響

上記の分析によって得られた結果を次に示す。

- 都市間交易の影響については、交易の自由度が高いほど両都市の受容力を増大させることを確認した。
- 都市の特性による影響については、一方の都市での交通の利便性の向上が両都市の受容力を増大させることを明らかにした。一方の都市での生産の効率性、地理的優位性の向上は他方の都市の受容力を増大させず、低下させるか、影響を与えないことを明らかにした。
- 両都市で同時に生じる人口変動への受容力を考えた場合でも、交易の自由度や各都市の特性が受容力に及ぼす影響は、一方の都市での人口変動に対する受容力を考えた場合と定性的に同じであることが明らかとなった。
- 受容力を上回る人口変動を受けた都市の家計が、外力を受けていない他都市に移転することによって、都市が回復可能となる場合があることが示された。

以上の分析の結果、災害対応の検討に向けて下記の視点が整理された。

- 外力によって生じる都市からの人口流出の防止が長期的な都市の存続可能性を高める上で決定的な役割を果たすと考えられる。
- 自都市に直接影響がない場合でも、外力を受けた他都市からの人口流出を防止・抑制するよう支援することが、自都市の受容力を保持し、存続可能性を高めることにつながる可能性がある。
- さらに、外力を受けた都市から流出する家計が他都市へ移転することによって都市の回復が可能となる場合があることを踏まえ、外部地域への流出を防ぎ、交易を行う他都市への移転を促進する施策を検討しておく必要もあると言える。

4. 今後の課題

(注) 必要なページ数をご使用ください。

本研究の今後の課題について整理する。まず、構築したモデルでは、労働力のみを投入として生産を行うため、都市インフラや住宅、生産資本の被害と復旧状況が、その後の長期的な復興状況に与える影響については検討することができない。都市インフラや住宅、生産資本を変数として組み込み、各要素への被害や復旧状況が長期的な復興に与える影響について表現可能な回復モデルを構築することによって、さらに具体的な災害対策・復興政策の方向性について検討が可能になると考えられる。次に、本研究で構築したモデルを改善することで、過去の国内外の災害事例における被災都市の被災前の特性、被災状況、被災後の回復状況を再現することが課題として挙げられる。本研究の成果を基に、具体的な災害事例を基に対策や政策を評価する枠組みへと発展させることにより、将来発生することが予測される大規模災害に対しても有効な施策の検討が可能になると考えられる。