

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	メタポピュレーションモデルを用いた交通政策介入によるパンデミック管理対策
Title(English)	Pandemic Control Measures Considering Transportation Interventions in Metapopulation Structure
著者(和文)	LiuYang
Author(English)	Yang Liu
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京科学大学, 報告番号:甲第390号, 授与年月日:2025年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:花岡 伸也,山下 幸彦,秋田 大輔,室町 泰徳,高山 雄貴,杉下 佳辰
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Institute of Science Tokyo, Report number:甲第390号, Conferred date:2025/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Liu Yang	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	花岡 伸也	教授	高山 雄貴	教授
	審査員	山下 幸彦	教授	杉下 佳辰	助教
		秋田 大輔	准教授		
		室町 泰徳	教授		

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

<p>本論文は、「Pandemic Control Measures Considering Transportation Interventions in Metapopulation Structure」(メタポピュレーションモデルを用いた交通政策介入によるパンデミック管理対策)と題し、英文で執筆され、全6章で構成されている。</p> <p>第1章(Introduction)では、本論文の背景と目的を説明している。新型コロナウイルス感染症のパンデミックは、感染症対策と社会経済活動の両面で世界が脆弱であることを浮き彫りにした。感染拡大を抑制するため、人々の移動が大幅に制限され、交通に関連する経済活動は深刻な影響を受けた。本研究では、将来のパンデミックに備えた交通政策介入の枠組み構築を目的に、交通政策とワクチン配分に着目し、メタポピュレーションモデルに基づく疫学的ダイナミクスを考慮したモデルを構築することで、移動制限、感染拡大リスク、経済性のバランスを考慮したパンデミック管理対策を検討する。また、ワクチン共有による国際協力が経済回復を促進し、経済的影響を最小限に抑える方策を分析する。</p> <p>第2章(Literature Review)では、1)疫学分野のエピデミックモデル、2)エピデミックへの政策介入、3)エピデミック時の交通政策介入、4)パンデミック管理の国際協力の4つの観点から既存研究を整理し、エピデミックモデルの一つであるメタポピュレーションモデルを用いた交通政策介入の影響は十分に分析されていないことを指摘し、本研究の新規性を示している。</p> <p>第3章(Decision-making of travel bubble implementation process using metapopulation model)では、感染拡大リスクを抑えつつ、業務・観光などの経済活動を段階的に回復させるための「トラベルバブル(Travel Bubble)」の導入影響を分析している。具体的には、国内外で移動が可能なバブルを設定し、その範囲内での移動を許可する仕組みを想定している。本研究では、メタポピュレーションモデルと費用便益分析を用いて、オーストラリア、ニュージーランド、日本を対象としたケーススタディを実施し、バブル内での国境再開が感染拡大および経済に与える影響を評価している。その結果、費用に対する便益はマイナスとなるものの、トラベルバブルが経済回復に寄与し、感染拡大リスクを適切に管理できることを示している。</p> <p>第4章(Vaccination and transportation intervention strategies for effective pandemic control)では、パンデミック対策に伴う総費用を最小化しつつ、感染拡大の影響を抑制するために、ワクチン配分と移動制限をバランスさせる最適制御フレームワークを開発している。日本国内を対象とし、感染状況に応じた地域ごとの適切なワクチン配分と移動制御レベルを調整することで、感染症拡大とその制御に影響を与える要因を評価している。分析の結果、ワクチン配分と移動制限を適切に組み合わせることで、感染率と総費用の両方を削減できることを示した。また、対策の効果は地域ごとに異なるものの、ワクチン配分と移動制限を同時に実施することが、より効果的かつ経済的に合理的であることを明らかにしている。</p> <p>第5章(Global pandemic control strategy: integrating transportation and vaccination with vaccine-sharing mechanism)では、分析対象をグローバル規模に拡張し、各国の移動制限、ワクチン配分、および感染拡大に関する総費用を最小化するモデルを開発している。さらに、感染抑制と経済活動のバランスを図る国際協力を促進するため、ワクチン共有メカニズムを導入し、各国間の最適な資源配分を分析している。16か国を対象としたケーススタディの結果、移動制限とワクチン配分が感染抑制と費用に与える影響を評価し、交通移動量を回復させながら、ワクチン共有メカニズムが感染率を大幅に低下させ、総費用を削減できることを明らかにしている。また、シナリオ分析により、各国の人口規模、交通ネットワーク、ワクチン入手可能性の違いによって異なる結果が得られることや、新型コロナウイルス感染症の実際の状況と比較して総費用を削減できる可能性があることを示している。</p> <p>第6章(Conclusion)では、各章で得られた知見をまとめている。本研究は、グローバル化が進む世界において、将来のパンデミックに備えた交通政策介入の枠組み構築に寄与するだけでなく、国際的な連携を促進するワクチン配分支援にも貢献するものである。また、パンデミック管理に関するワクチン戦略と交通政策介入の有効性を示し、感染症拡大抑制と移動制限緩和を両立させる方策を定量的に分析した点で、学術上貢献するところが大きい。したがって、本論文は博士(学術)の学位論文として十分な価値を有すると認められる。</p>
---

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東京科学大学リサーチポータル(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。