

定量的空間経済モデルに基づく交通政策評価手法の開発 —道路拡幅は交通混雑の緩和につながるのか—

都市システム科学研究室
Takayama Lab., Institute of Science Tokyo

東京科学大学 坪井 亮磨

1. 背景と目的

定量的空間経済モデルとは

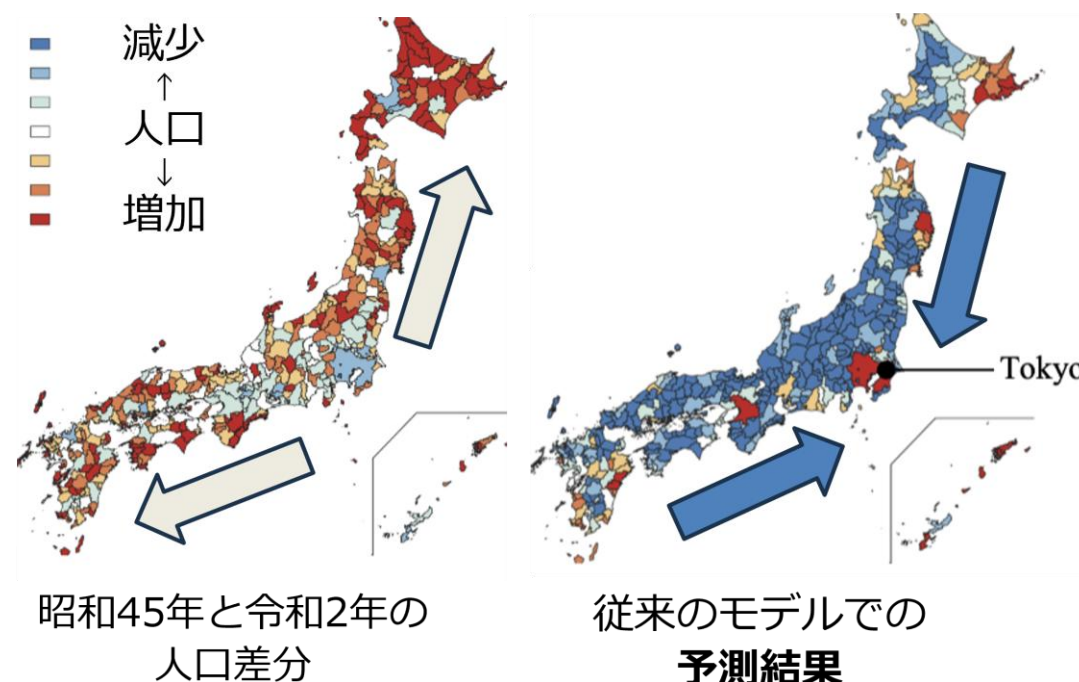
- 交通改善の空間的効果の評価に広く利用されている
- 経済活動の空間分布を変革する主要な構造である**集積の経済**を考慮

定量的空間経済モデルの課題

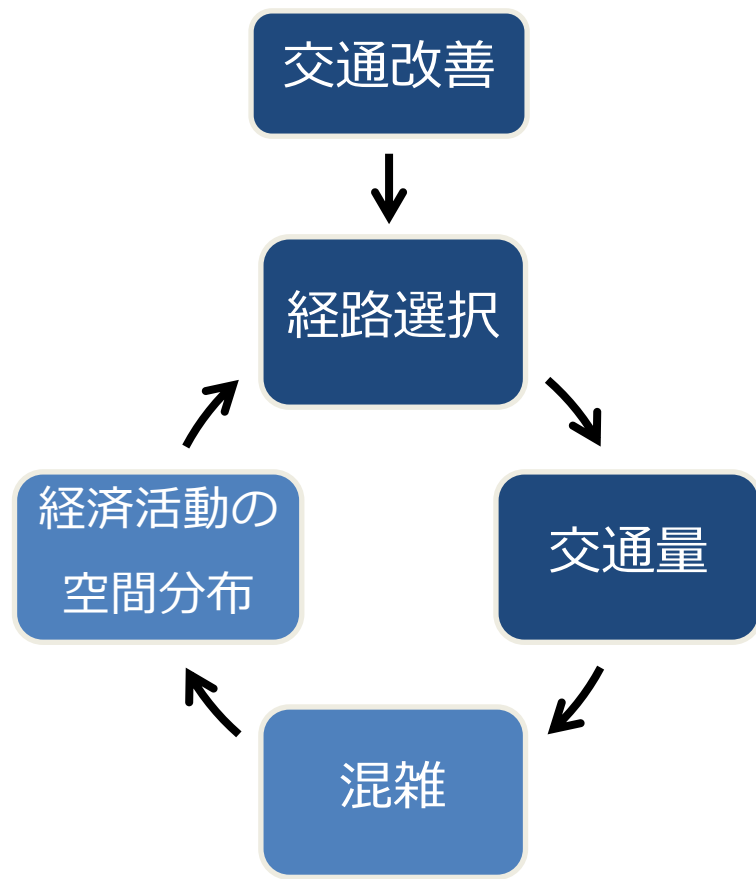
1. 輸送費用が低下(e.g.道路拡幅)すると必ず人口が分散する

➡ ストロー現象が表現できていない

2. 交通混雑が考慮できていない



▲ 高速道路撤去時(=輸送費用増加時)の人口変化予測結果²⁾



先行研究

Allen and Arkolakis (2022):交通混雑[✓]ストロー現象[✗]

Sugimoto et al.(2025):交通混雑[✗]ストロー現象[✓]

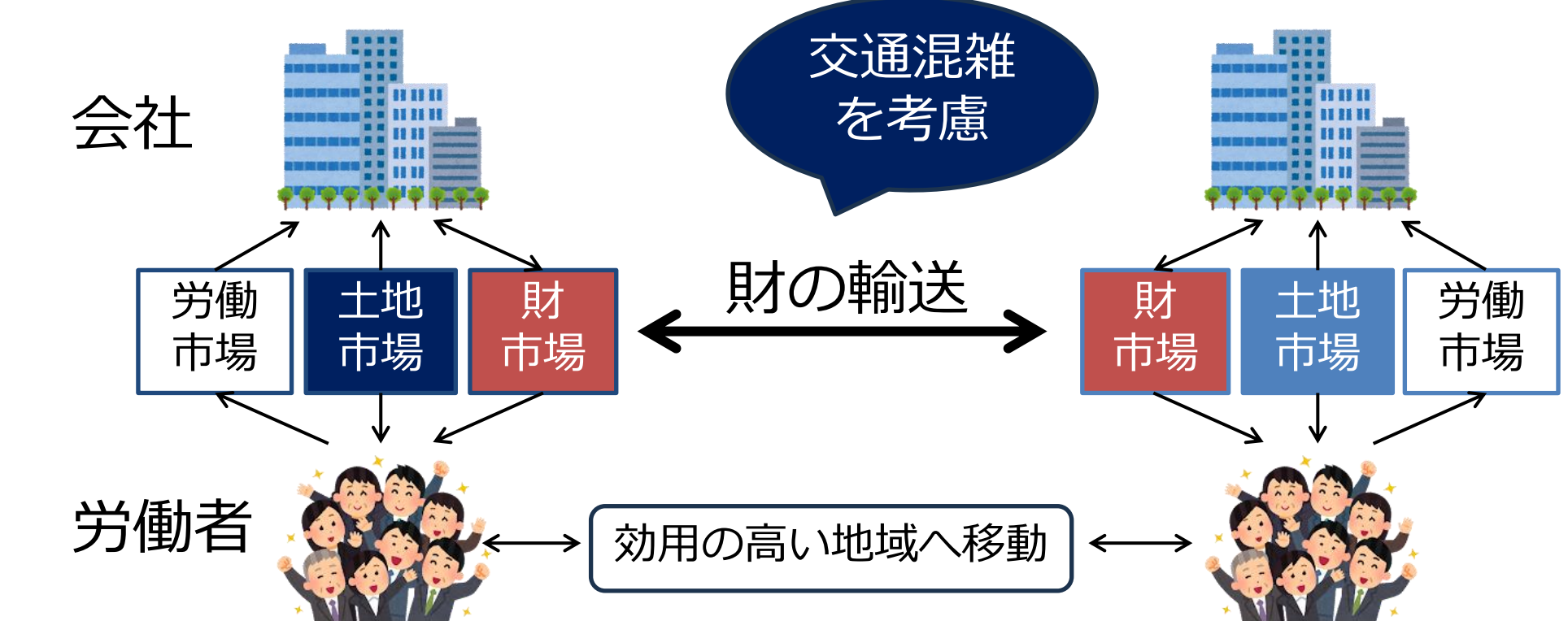
本研究の目的

- 定量的空間経済モデルが持つこれら2つの課題を解決
- 道路拡幅をはじめとした交通基盤整備が経済活動の空間分布に与える影響を効果的に評価する手法を開発

➡ 2つの先行研究を統合

2. モデル

モデルの概要



輸送費用

リンク kl の輸送費用: $t_{kl} = \bar{t}_{kl}(\Xi_{kl})^\lambda$ (1)

地域 ij 間の移動に経路 a を使った時の輸送費用: $d_{a,ij} = \prod_{k,l \in \mathcal{L}_{a,ij}} t_{kl}$

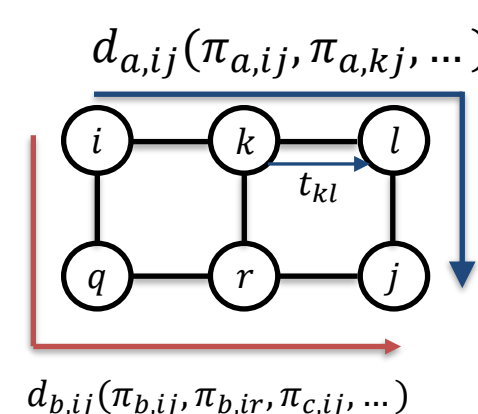
交通量配分

- 地域間の移動に使える経路は大量に存在
 - 各経路の輸送費用は他経路の交通量に依存
- ⇒1つのリンクの輸送費用変化が

すべての経路の輸送費用・交通量に影響

⇒道路拡幅の影響評価には

配分交通量と経済活動分布の繰り返し計算が必須



参考文献

- Allen, T. and Arkolakis, C.: The welfare effects of transportation infrastructure improvements, The Review of Economic Studies, Vol. 89, No. 6, pp. 2911–2957, 2022.
- Sugimoto, T., Takayama, Y. and Takagi, A.: A quantitative spatial model for transport policy evaluation: Evaluating transport-induced spatial reorganization in Japan, Transport Policy, Vol. 172, No. 103738, 2025.

十 地理院地図を加工して作成

3. 効率的計算法

しかし、日本全体の道路網でこの繰り返し計算は非現実的

- CES関数の仮定と(1)式の仮定より、リンク交通量を起終点の経済状況と固有の輸送費用のみで表せる形にできる

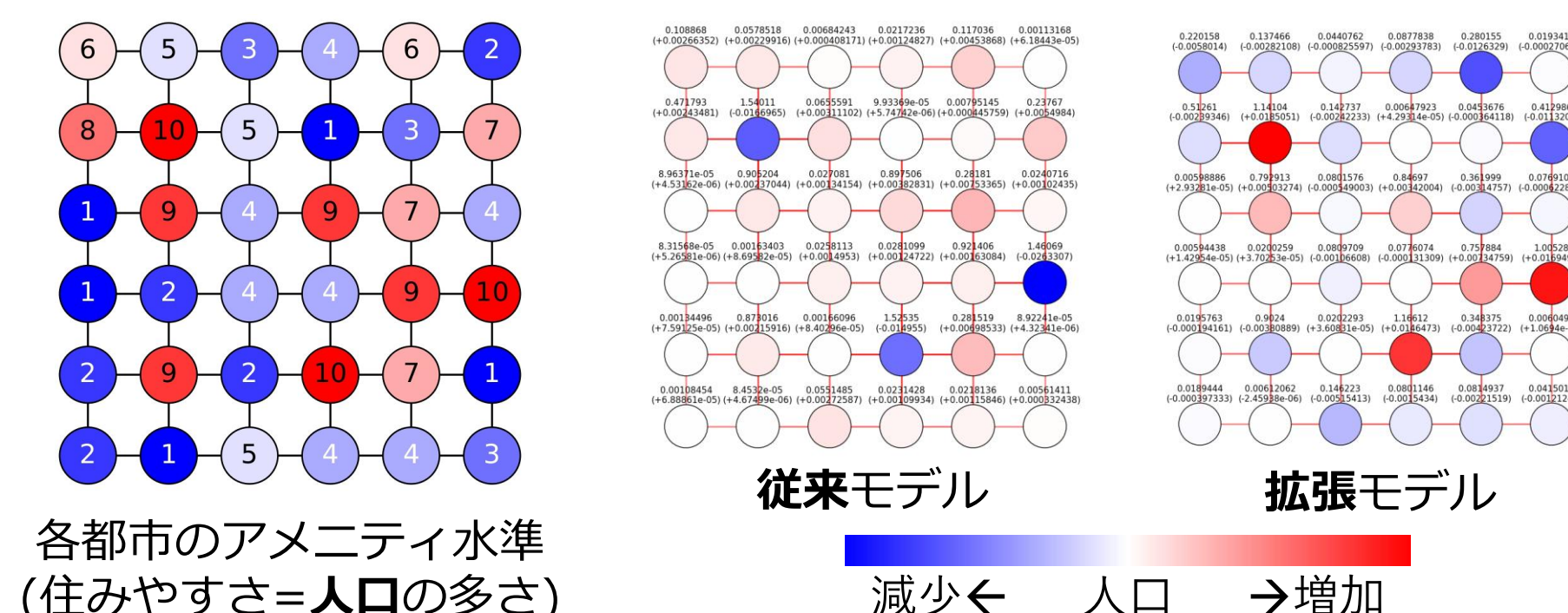
$$\Xi_{kl} = (\bar{t}_{kl})^{-\frac{\sigma-1}{1+\lambda(\sigma-1)}} p_k^{-\frac{\sigma-1}{1+\lambda(\sigma-1)}} \prod_l^{-\frac{\sigma-1}{1+\lambda(\sigma-1)}} \text{生産者物価指数}$$

⇒市場均衡の計算に混雑を組み込める

⇒配分計算をすることなく、リンク交通量を計算できる!

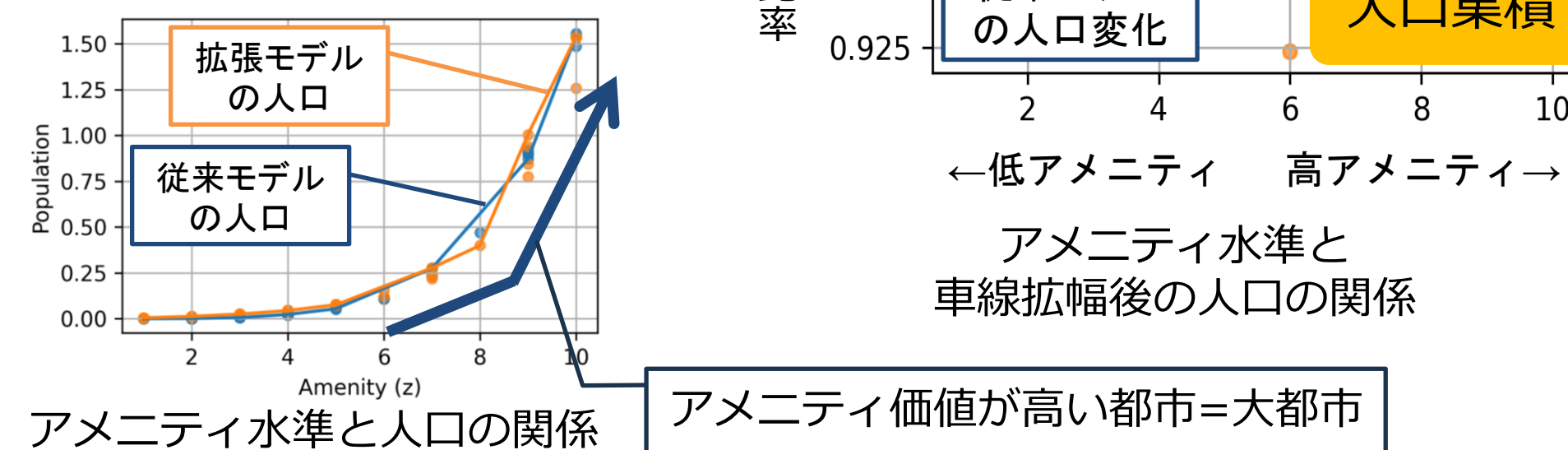
4. 結果

仮想的都市で全都市間の車線数を1.4倍にした時の人口変化予測結果



ストロー現象を表現

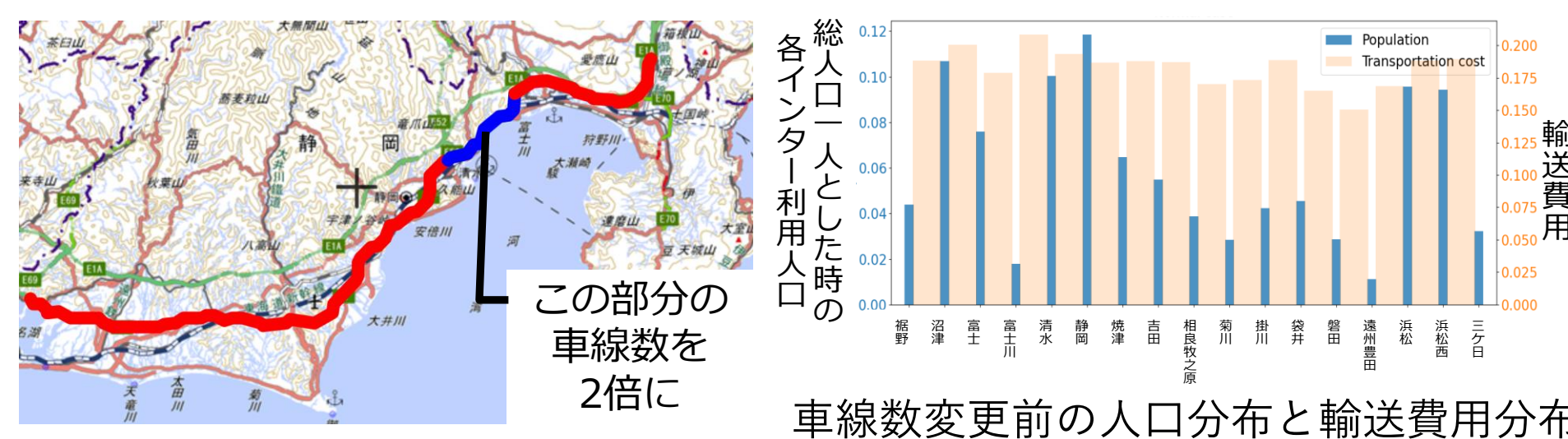
- 都市の位置関係の影響を考慮
- 中都市から大都市への移動
- 同じ中規模の都市でも大都市周辺だと人口の減少が緩やか



実都市へ適用した場合

具体的な交通改善の影響を評価

東名高速の一部区間(下図⁺)の車線数を2倍にした時の人口(各IC利用台数)及び交通量の変化を予測



- 車線拡幅区間の交通量が増加
- 隣接区間の交通量も微増
- その他の区間の交通量は変化なし
- 車線拡幅区間前後の人口が増加
- それ以外の地域では人口減少

一区間だけ車線数を2倍にした時の人口や交通量の変化

5. 今後の課題

1. 隣接地点間の経路選択も考慮したモデルへの拡張

地域間を結ぶ道路は一本ではなく、地域によっては数え切れないほどの道路があり、その交通量をすべて足すのは難しい。

2. 空間解像度の細分化に頑健な計算手法の開発

モデルの計算にはすべての地域で厳密に正の人口が必要。空間解像度が高くなって人口が0の地域が出ると直接計算ができない。