

持続可能な社会を支える都市・インフラ学

研究紹介: 都市人口の長期的変化

高山 雄貴

環境・社会理工学院 土木・環境工学系
JST創発研究者

自己紹介：高山 雄貴

- 所属：環境・社会理工学院 土木・環境工学系
- 略歴：
 - ◆ 1999.04~2005.03 東北大学 学士課程・修士課程
 - ◆ 2005.04~2008.03 西日本旅客鉄道株式会社
 - ◆ 2008.03~2011.03 東北大学 博士課程
 - ◆ 2011.04~2023.03 愛媛大学・東北大学・金沢大学
 - ◆ 2023.04~2024.09 東京工業大学 環境・社会理工学院
- 専門：土木計画学， 都市・地域経済学， 地域科学
- テーマ：都市・地域システムの経済分析
 - ◆ 経済活動の時間・空間的集積メカニズムに関する研究
 - ◆ 空間経済システムの予測・評価モデルの開発

- よりよい社会の実現を目指したハード・ソフト両面の**社会基盤(インフラ)**計画に関する研究
 - ◆ “モノ”だけでなく“人”も対象にする
 - ◆ ビッグデータの分析, コンピュータ・シミュレーション, 社会科学(経済学・心理学など)を工学的に応用することも

高山や共同研究者が進めている研究の紹介

「都市」の人口の長期的変化：過去～現在 + 将来予測



独立行政法人経済産業研究所
Research Institute of Economy, Trade and Industry

人口減少下での日本の都市と地域の持続可能性



プロジェクトリーダー／サブリーダー



森 知也 (ファカルティフェロー)
リーダー



創発的研究支援事業

Fusion Oriented REsearch for disruptive Science and Technology



高山 雄貴 □ 東京科学大学 環境・社会理工学院 教授 (堀パネル)

空間経済分析枠組の再構築

本研究は、現実を観測されてきた「都市人口分布の変化(ミクロな変化)」と「都
い政策評価手法を開発することを目的としています。そのために、既存の空間経
備や地域・都市政策がもたらす長期的効果の空間分布の把握」を可能かつ容易

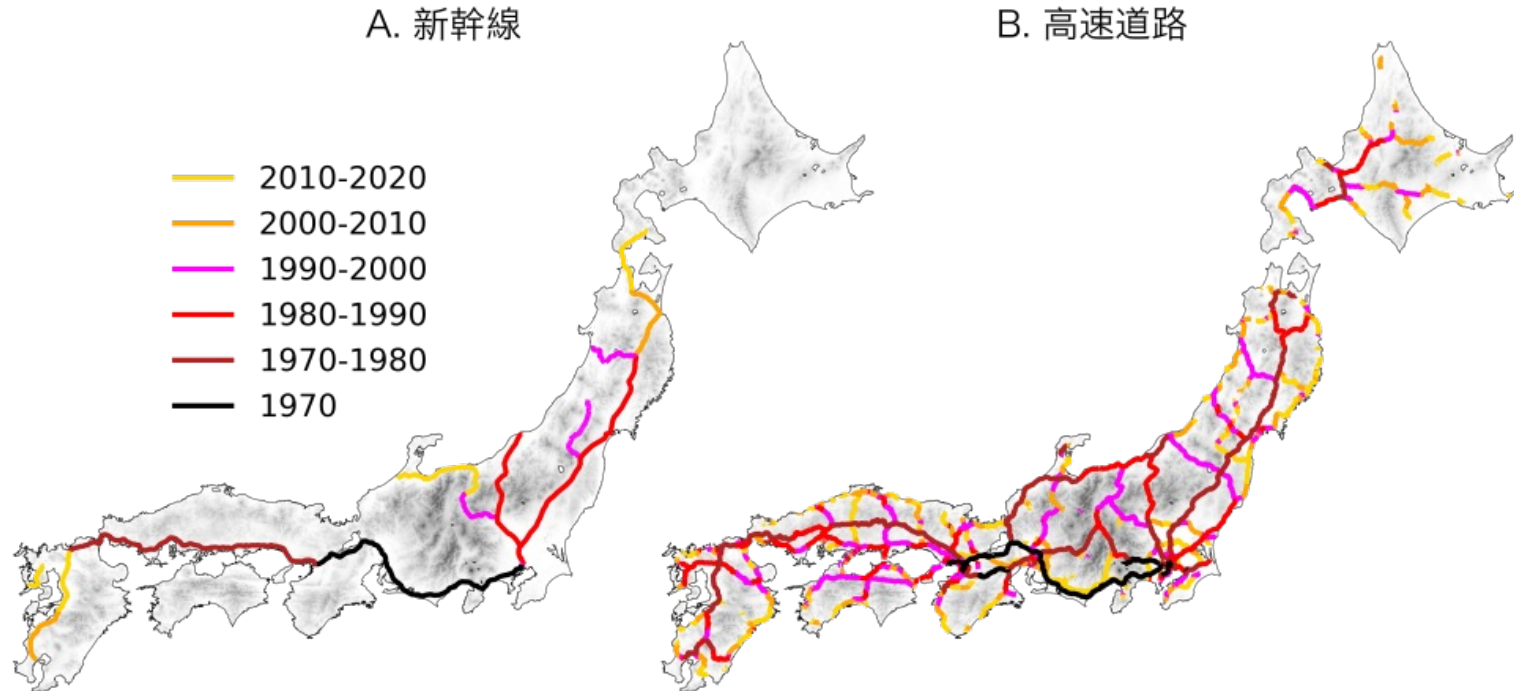
日本の都市人口の長期的変化：過去～現在

日本の都市人口の長期的変化

□ 過去50年程度で交通網の全国的な整備

◆ 膨大な政策効果が長期的・継続的に発現

◆ **経済活動・人口分布の長期的変化の主要な要因**

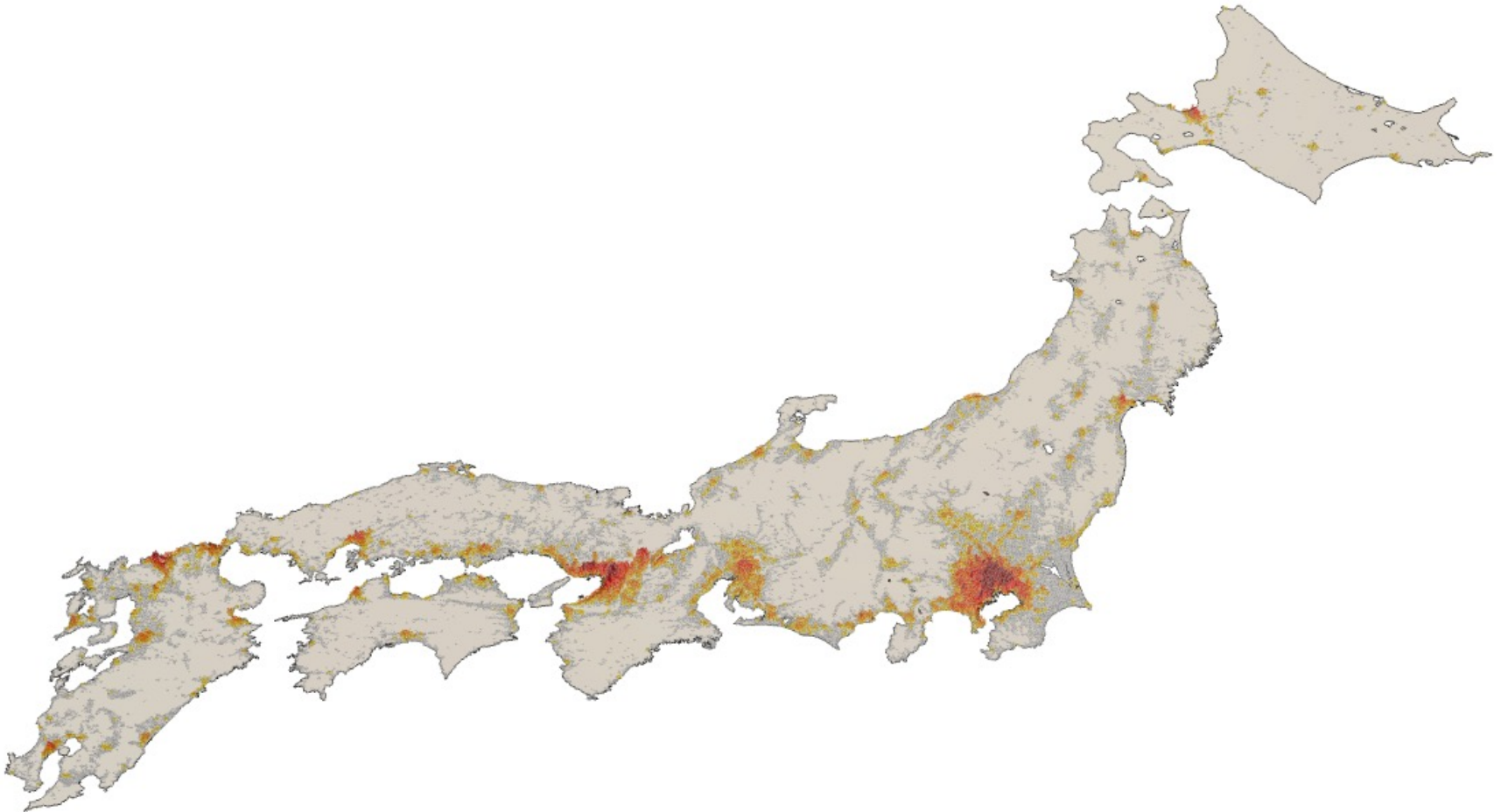


ヒト・モノ・情報の移動が容易に

都市の人口規模をどのように変化させたのか？を紹介

日本の都市人口の長期的変化

- 以降で用いる「都市」の定義
 - ◆ 1000人/km²以上のメッシュが連続
 - ◆ 1万人以上のエリア



日本の都市人口の長期的変化

□ 別の「都市」の定義の例：行政圏

- ◆ 多くの人が直感的に「都市」の定義としている
- ◆ 「行政圏の境界」と「都市の境界」の対応
 - 隣り合った二つの“市”は別々の都市なのか??
(川崎・さいたまと東京は別の都市と考えてもよいのか??)
 - 2つの“市”は合併した時点で一つの都市になる??

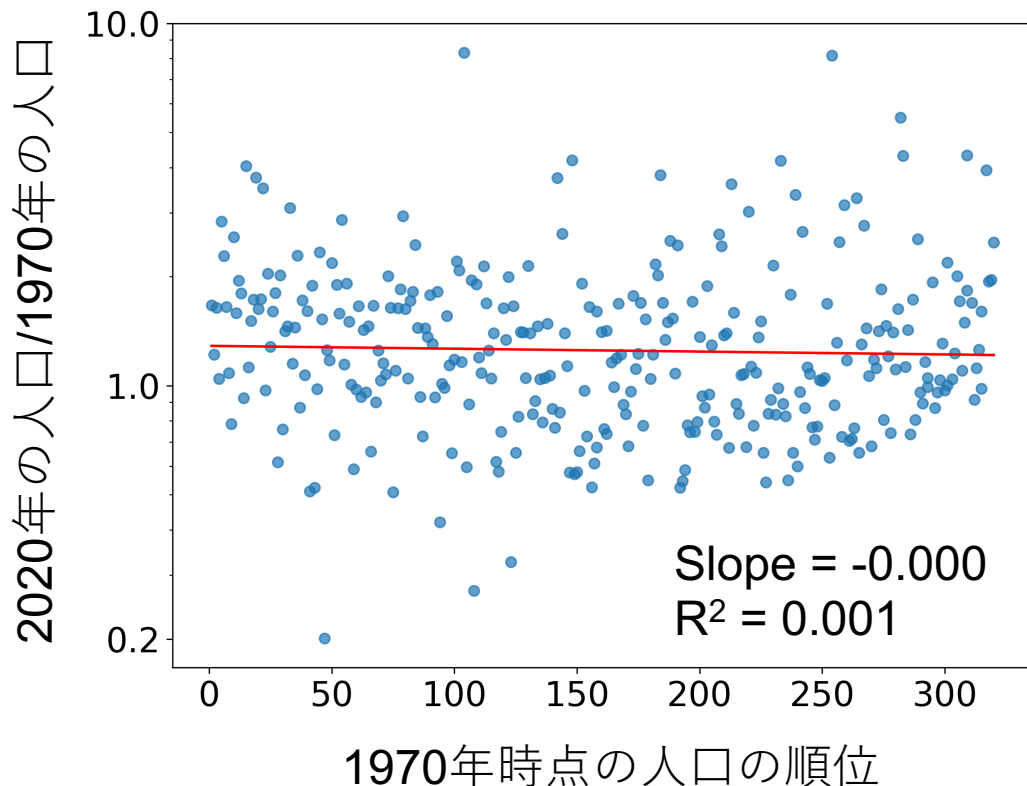


日本の都市人口の長期的変化

- クイズ：長期的な都市人口変化 1970～2020年
 - ◆ 同じ都市の定義のもとで，2020年のtop 10の都市はどこ？
 - 横浜・さいたま・千葉などは東京，神戸・京都は大阪
 - ◆ 1970年のtop 10の都市は？何都市が入れ替わった？

日本の都市人口の長期的変化

□ 長期的な都市人口変化：1970～2020年

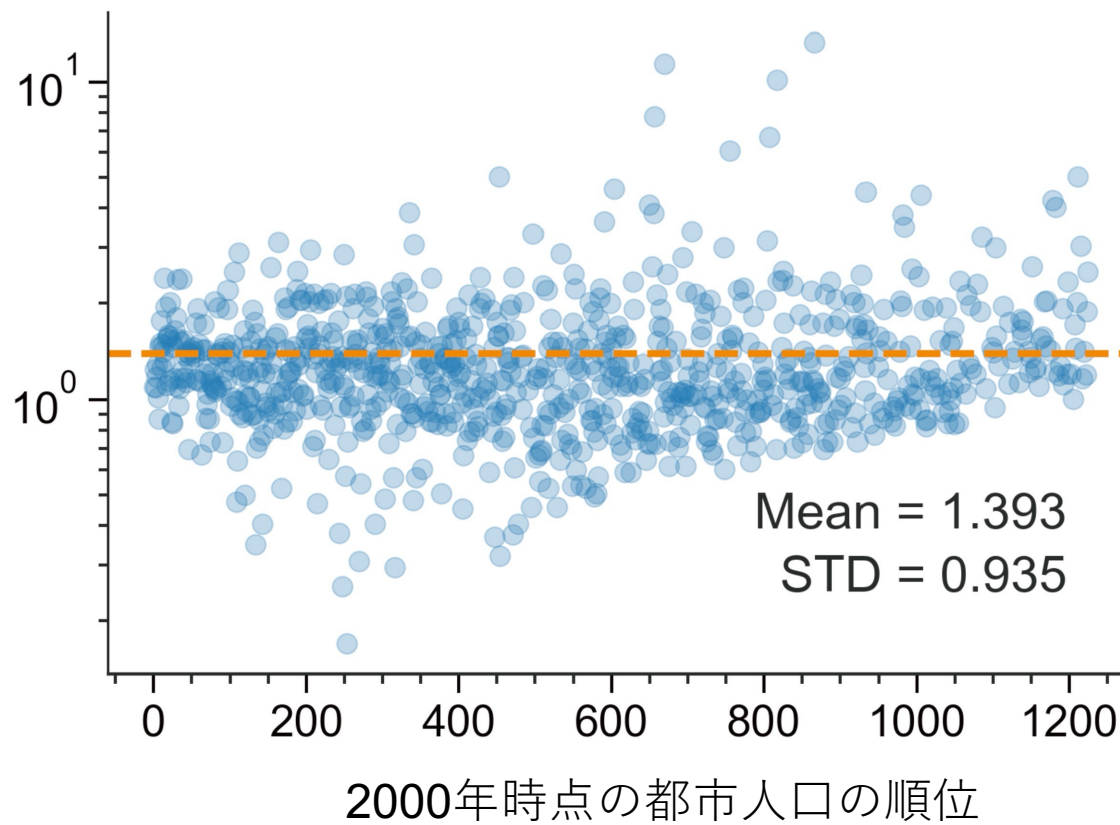


1970年時点で大規模な都市が成長したわけでも、
1970年時点で小規模な都市が衰退したわけでもなさそう

事前に都市人口変化を予測することは困難 (アメリカも)

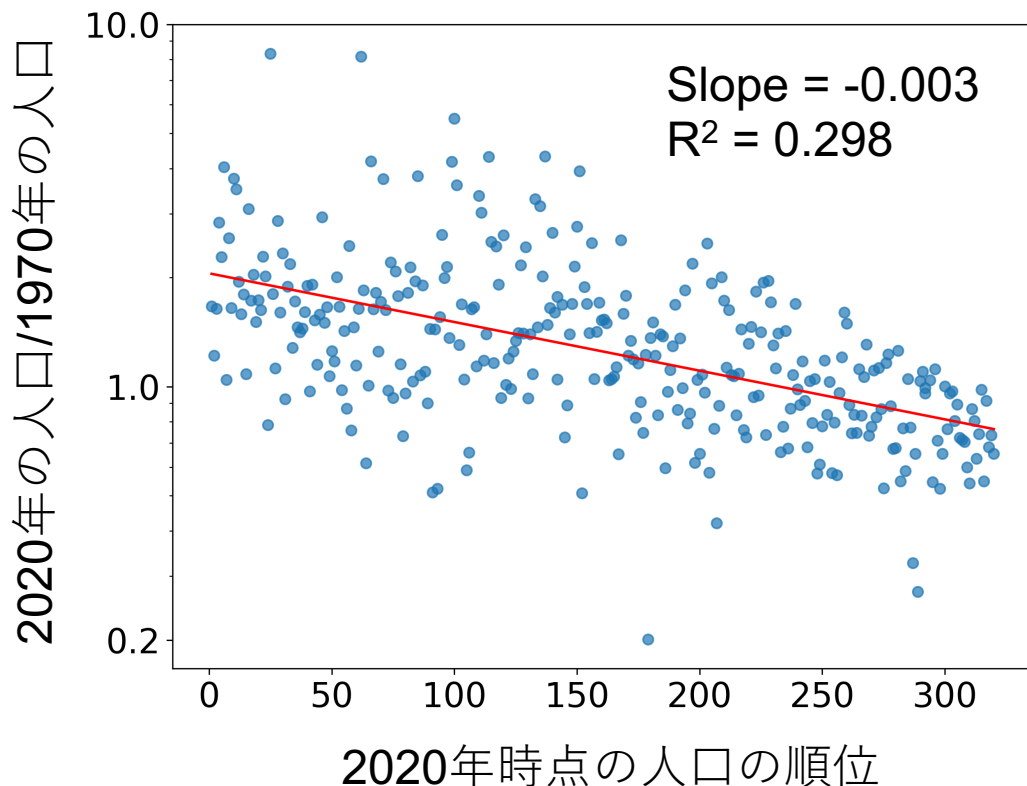
参考：アメリカの場合

2020年の都市人口/2000年の都市人口



日本の都市人口の長期的変化

□ 長期的な都市人口変化：1970～2020年

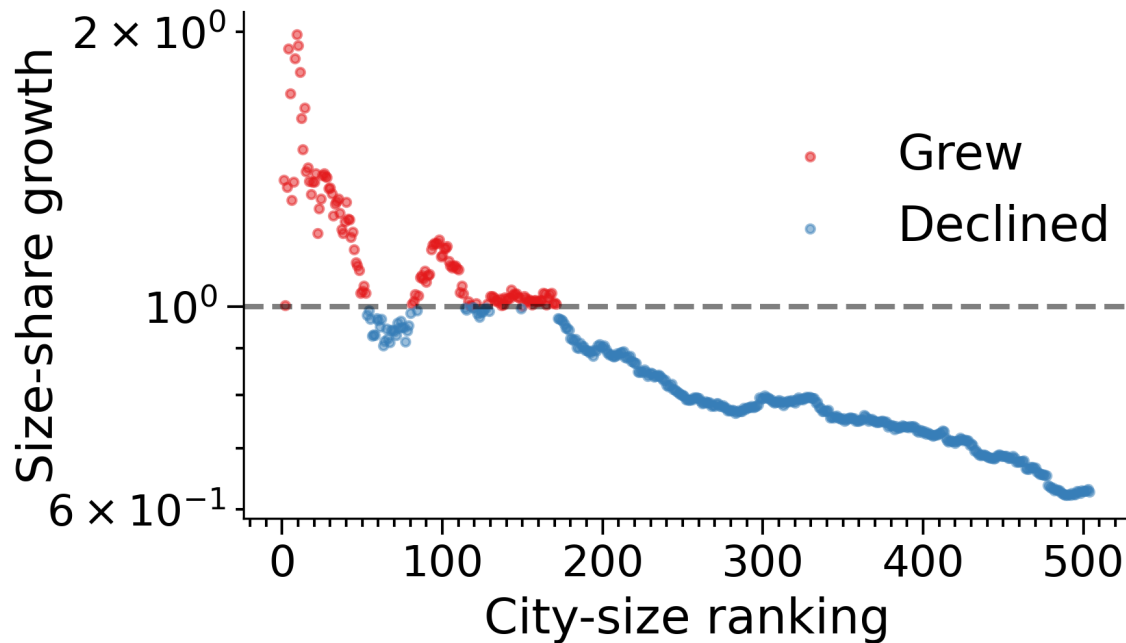


2020年時点で大規模な都市は成長した傾向があり、
2020年時点で小規模な都市は衰退した傾向がある

事後的に見れば自然に見える結果も確認可能

日本の都市人口の長期的変化

□ 重要な特徴：順位別人口シェアの変化



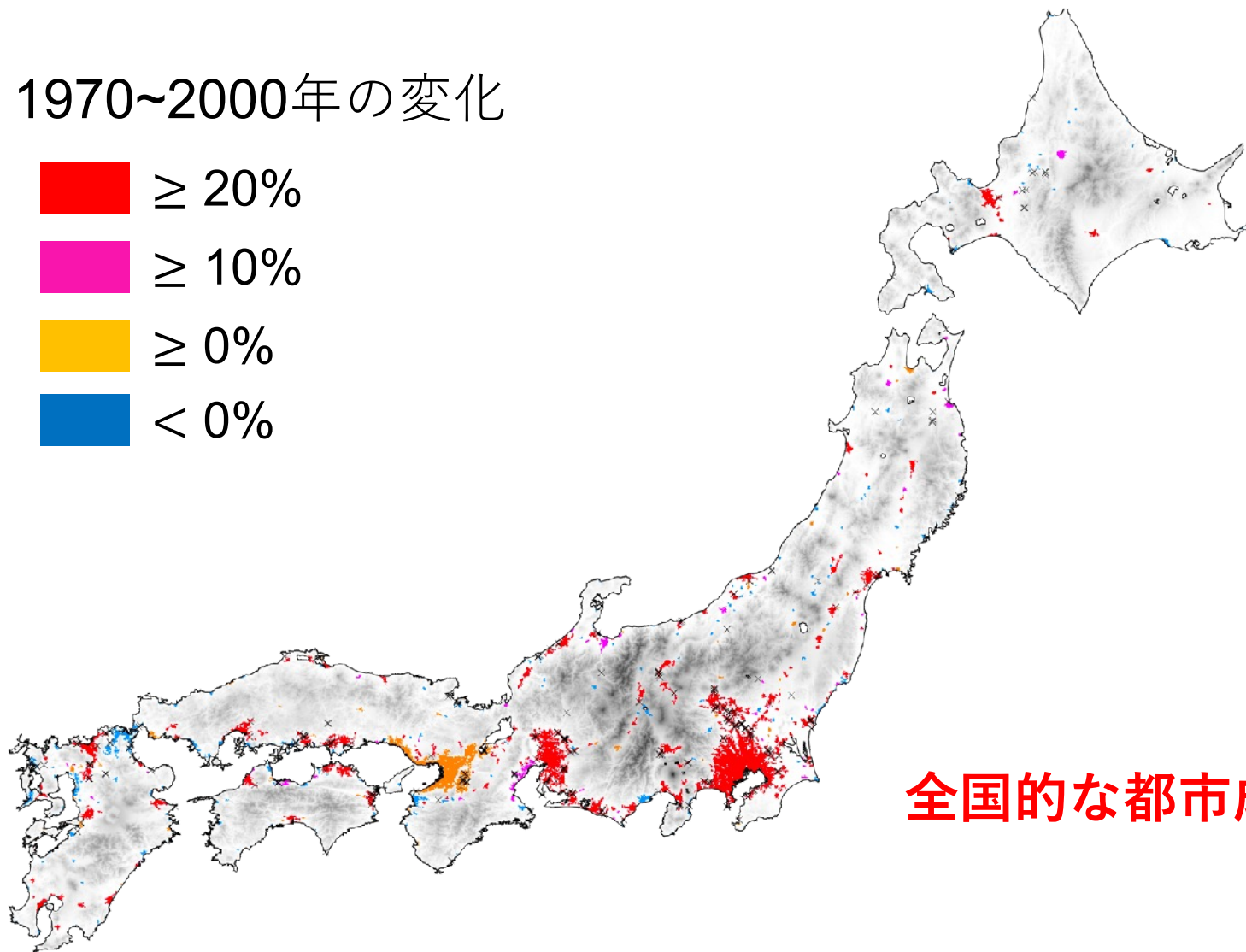
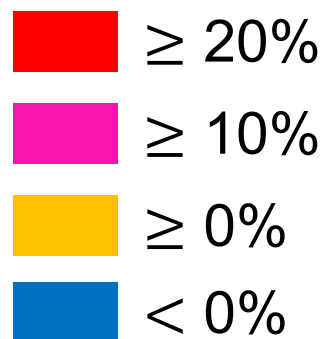
2020年と1970年の同順位の都市を比較 (同じ都市とは限らない点に注意)

順位の高い都市の人口シェアは増加
すなわち、**大都市への人口集積が進んだことは事実**

日本の都市人口の長期的変化

□ 重要な特徴：都市人口シェアの変化

1970~2000年の変化

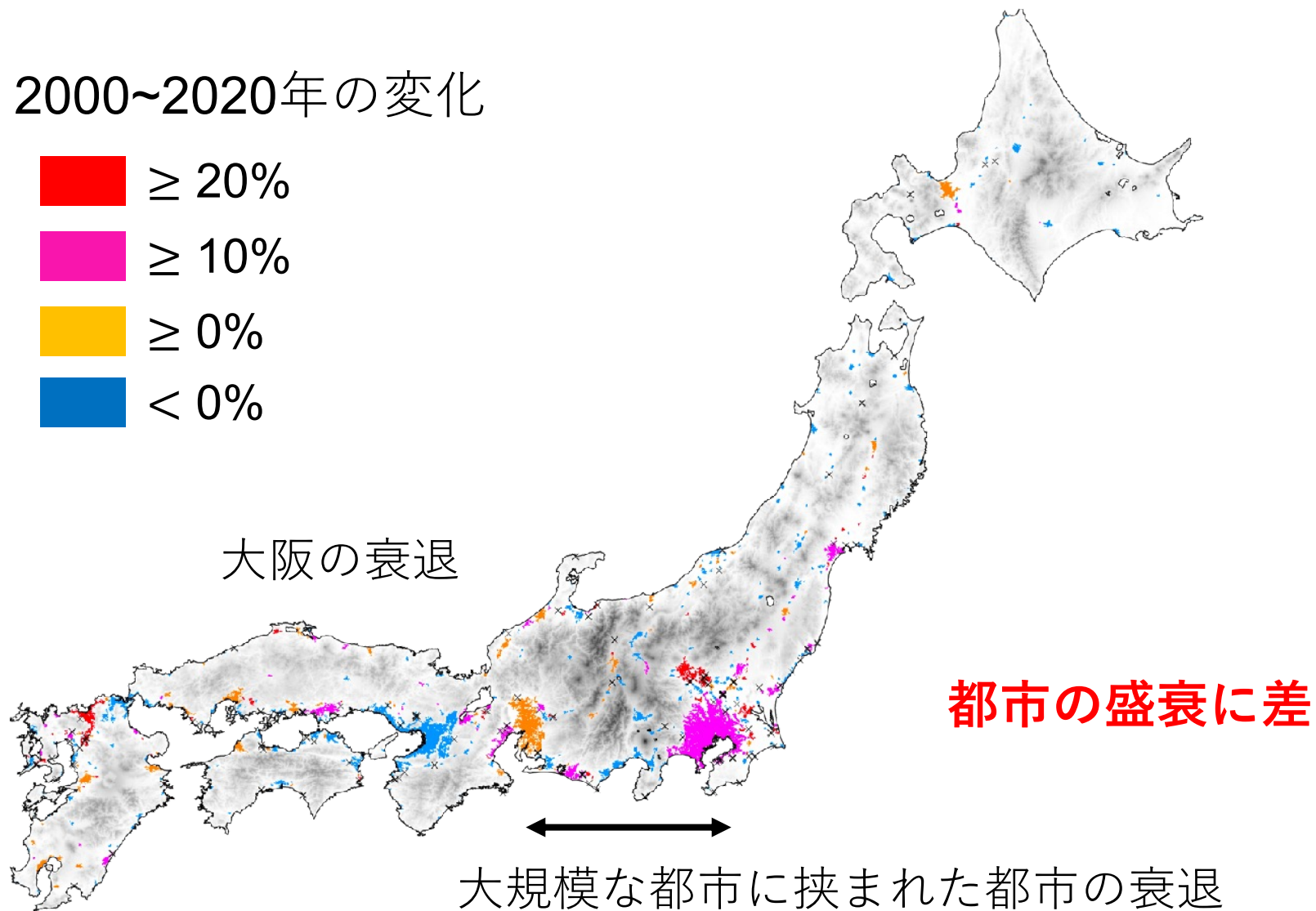
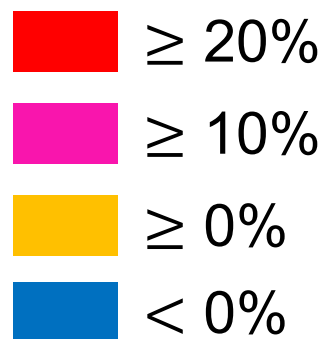


全国的な都市成長

日本の都市人口の長期的変化

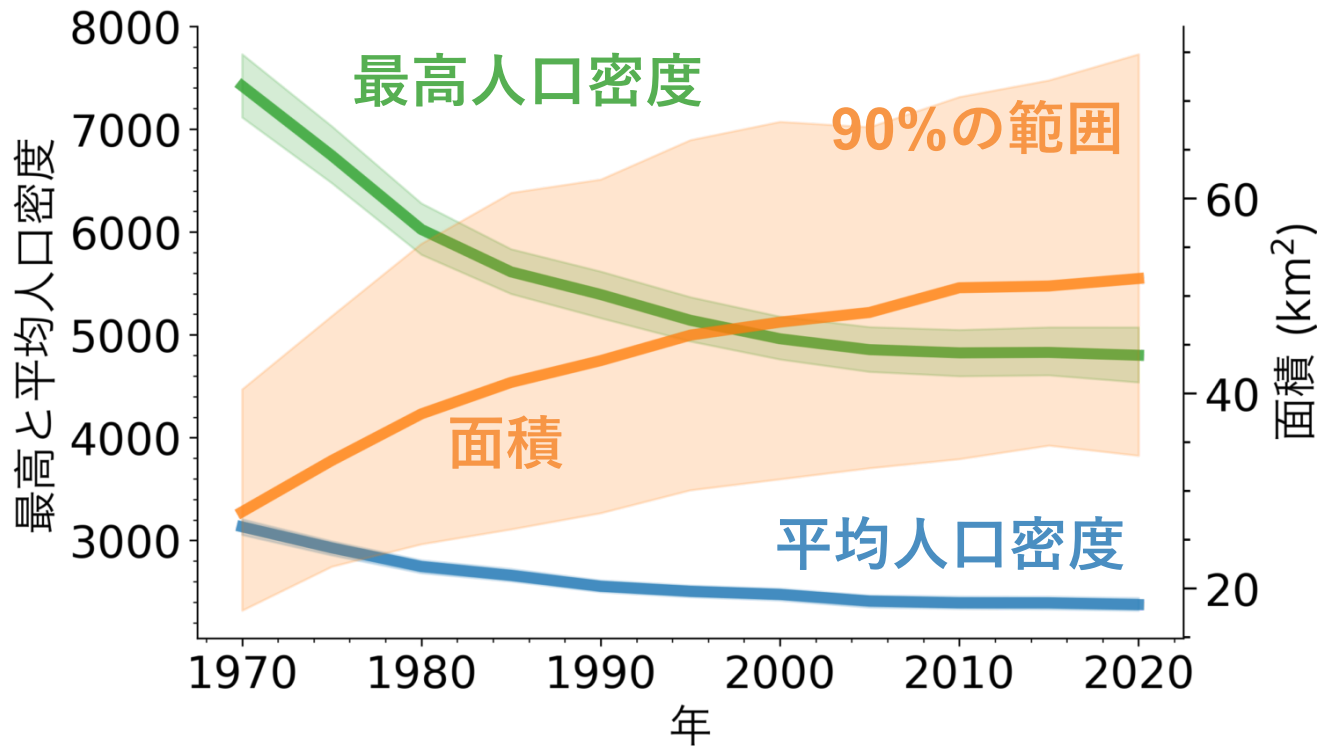
□ 重要な特徴：都市人口シェアの変化

2000~2020年の変化



日本の都市人口の長期的変化

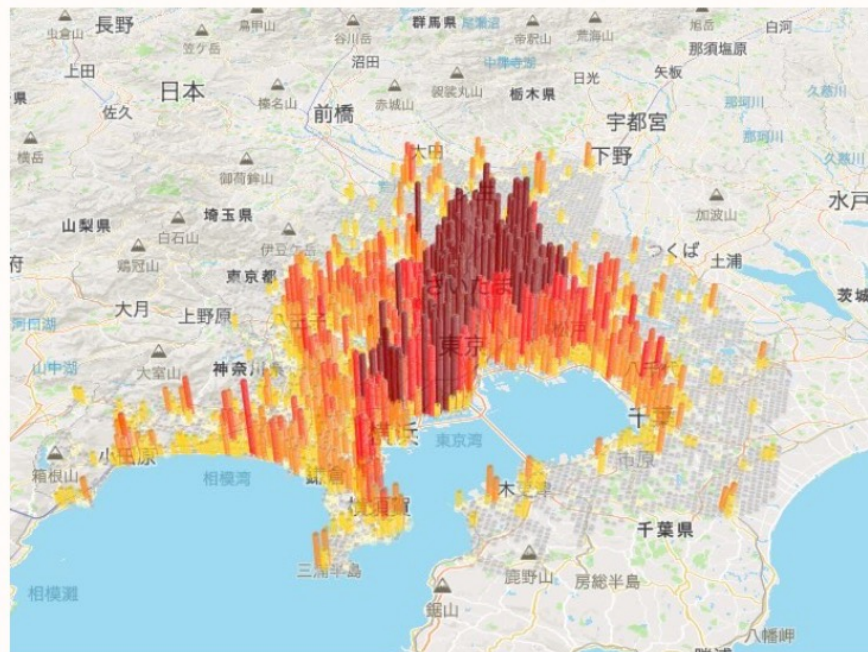
□ 重要な特徴：都市内部の人口密度変化



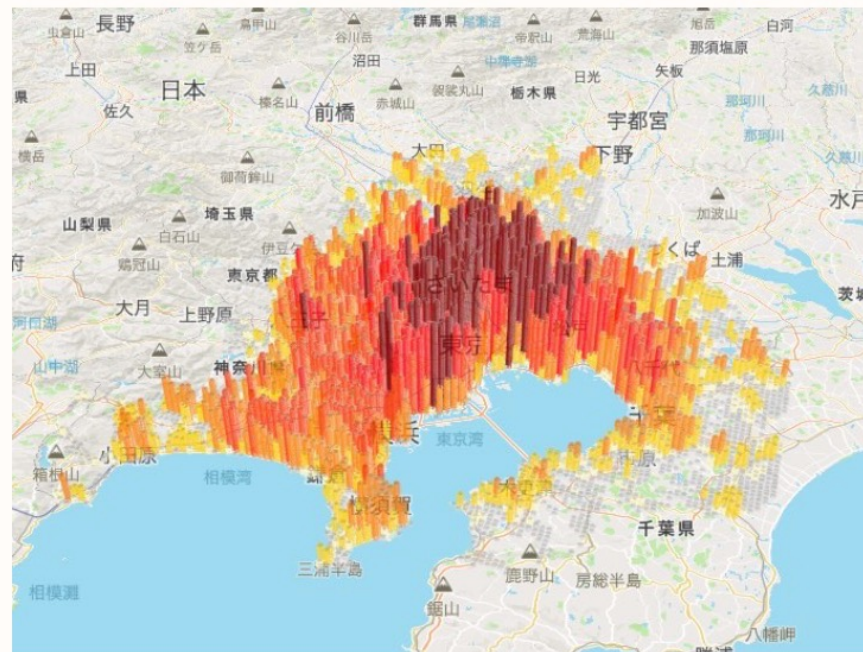
個々の都市は低密度化 (面積増加 + 人口密度低下)
→ 都市内部の経済活動・人口は分散化した

日本の都市人口の長期的変化

□ 東京の人口密度変化



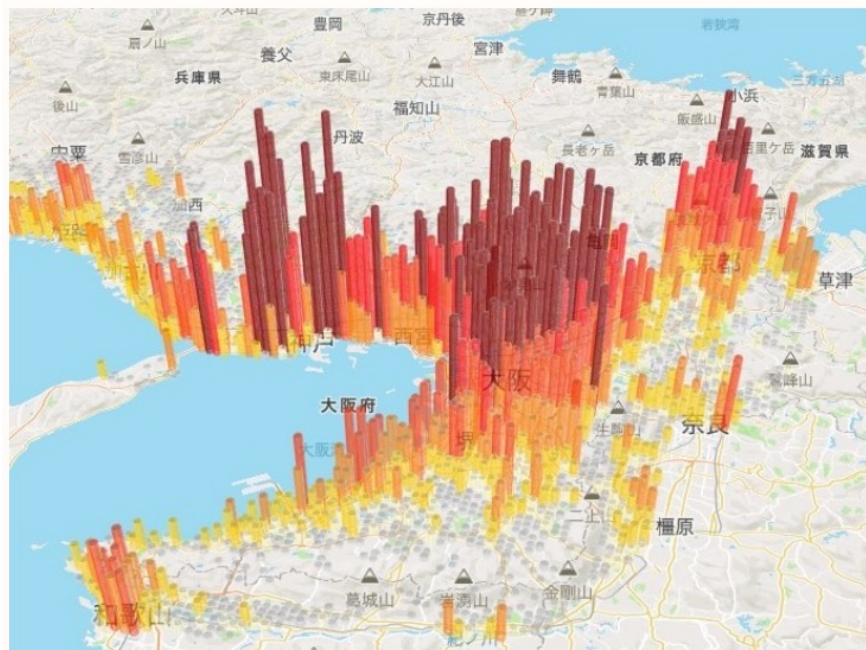
1970年



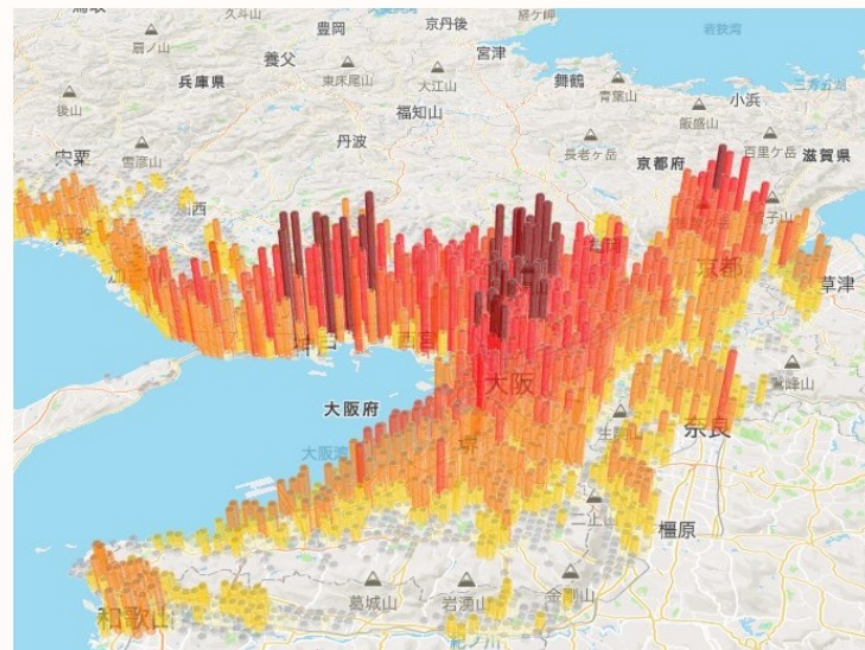
2020年

日本の都市人口の長期的変化

□ 大阪の人口密度変化



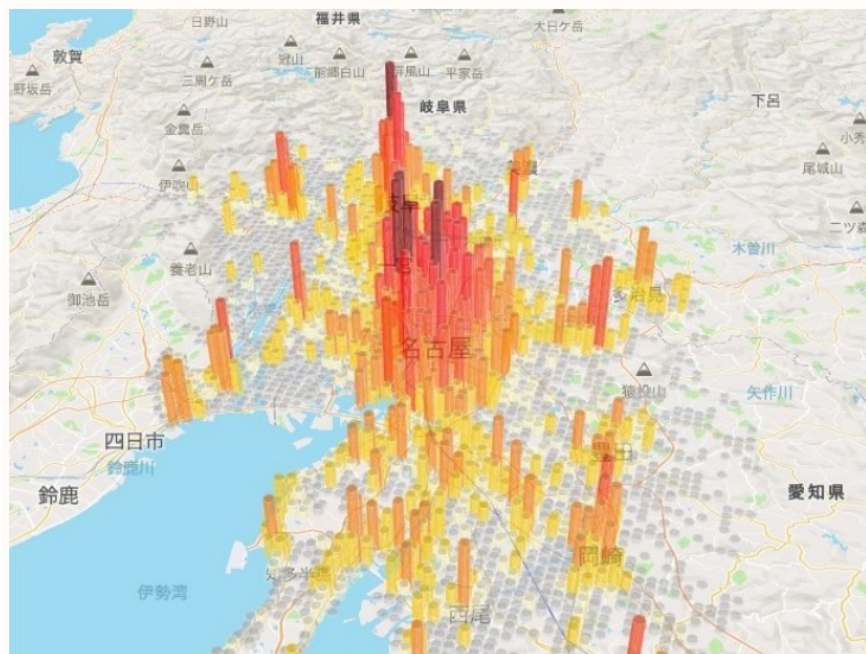
1970年



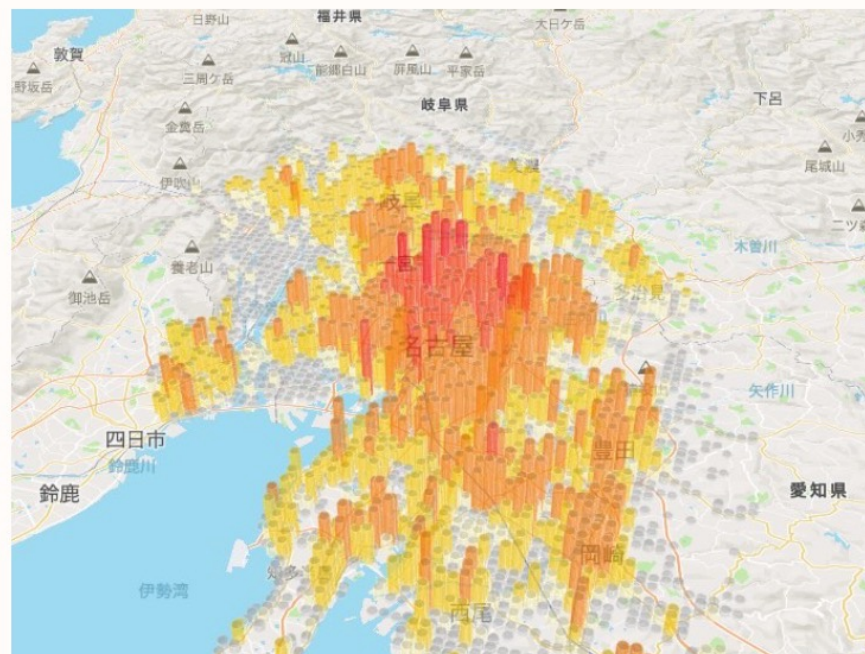
2020年

日本の都市人口の長期的変化

名古屋の人口密度変化



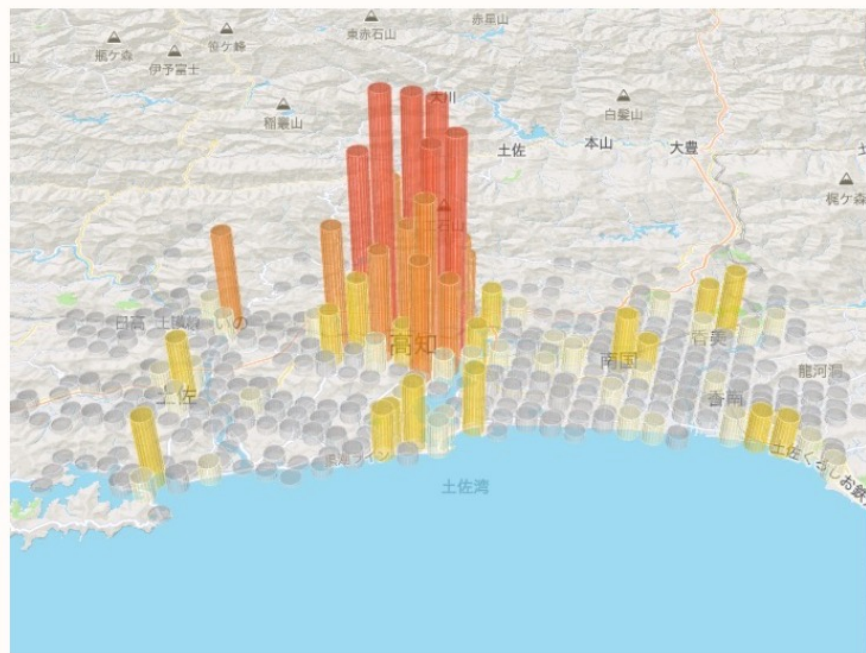
1970年



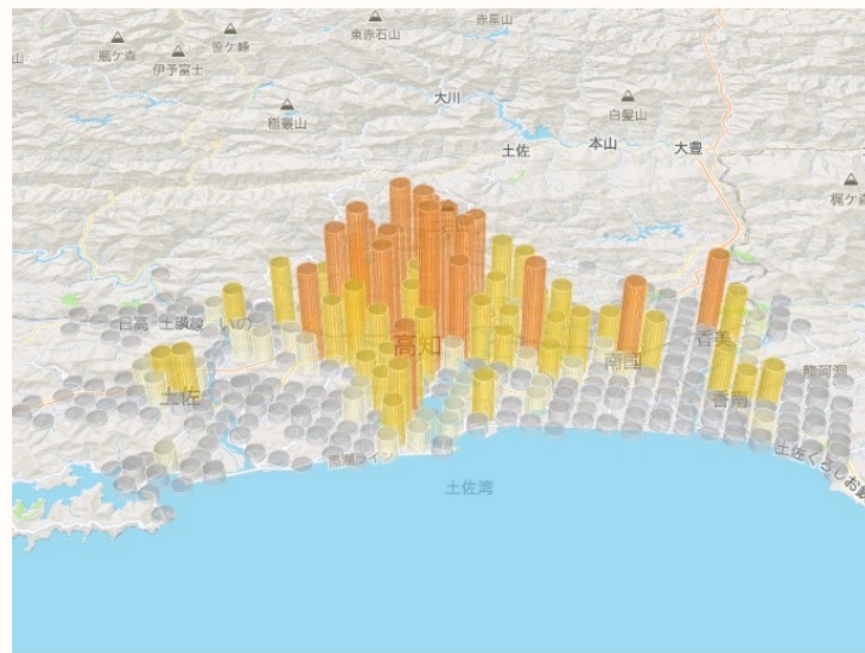
2020年

日本の都市人口の長期的変化

□ 高知の人口密度変化



1970年

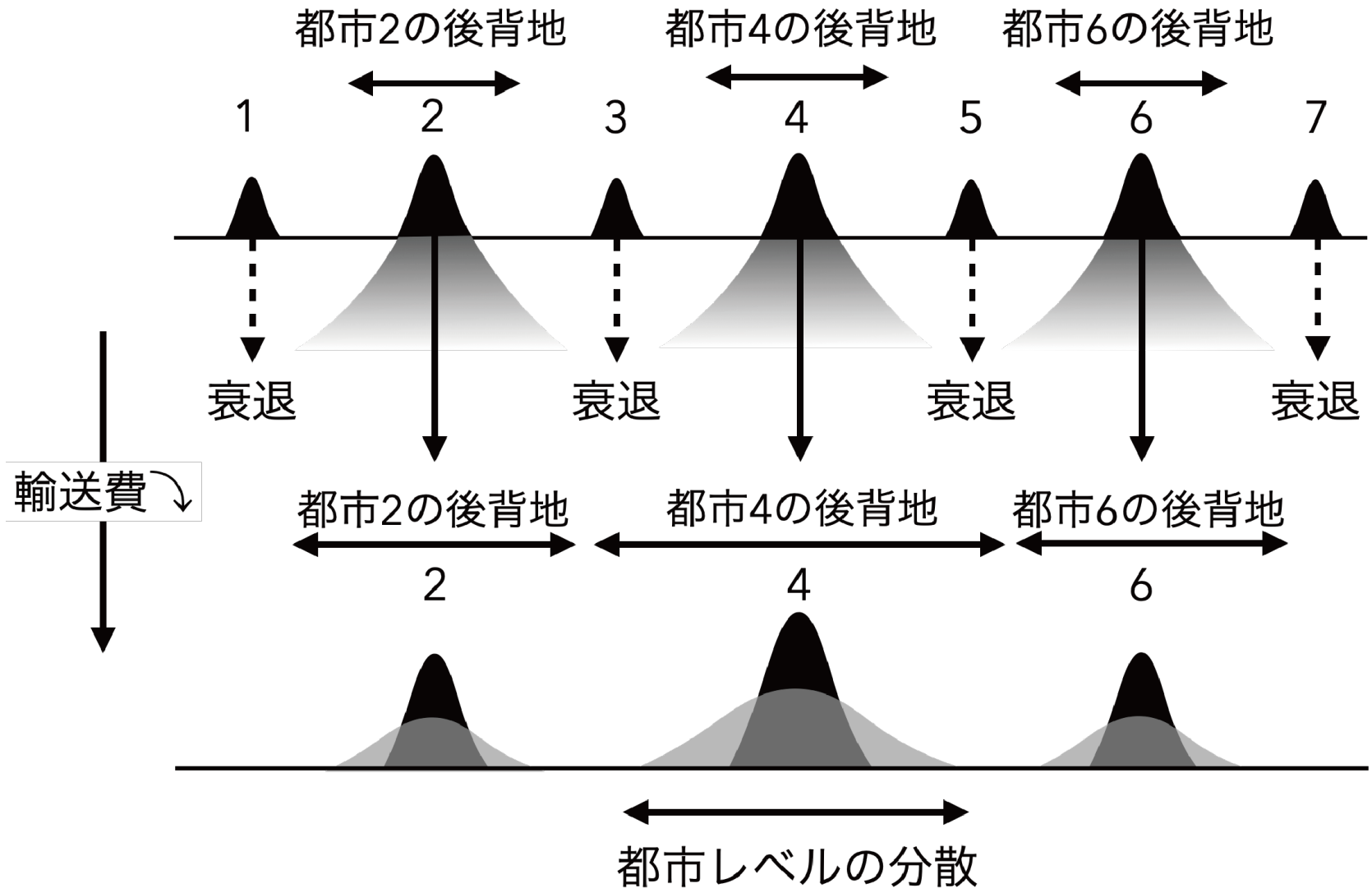


2020年

「コンパクトシティ」とは逆行する変化が継続

日本の都市人口の長期的変化

□ 経済活動・人口集積の長期的変化の様子



まとめ：日本の都市人口の長期的変化

- 日本の長期的な都市の変化
 - ◆ 1970年時点で「どこの都市が成長するか？」の予測は困難
 - ◆ 互いに離れた位置にある都市に経済集積した
 - ◆ 各都市内部を見ると、経済活動・人口分布は分散化

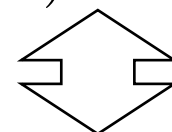
1970～2020年間の都市人口の変化は
大規模な都市への集中・**各都市内部での分散化**の同時進展
「**集積**しながら**分散**した」

「**東京一極集中の是正**，**都市のコンパクト化**」と逆の変化が長年継続

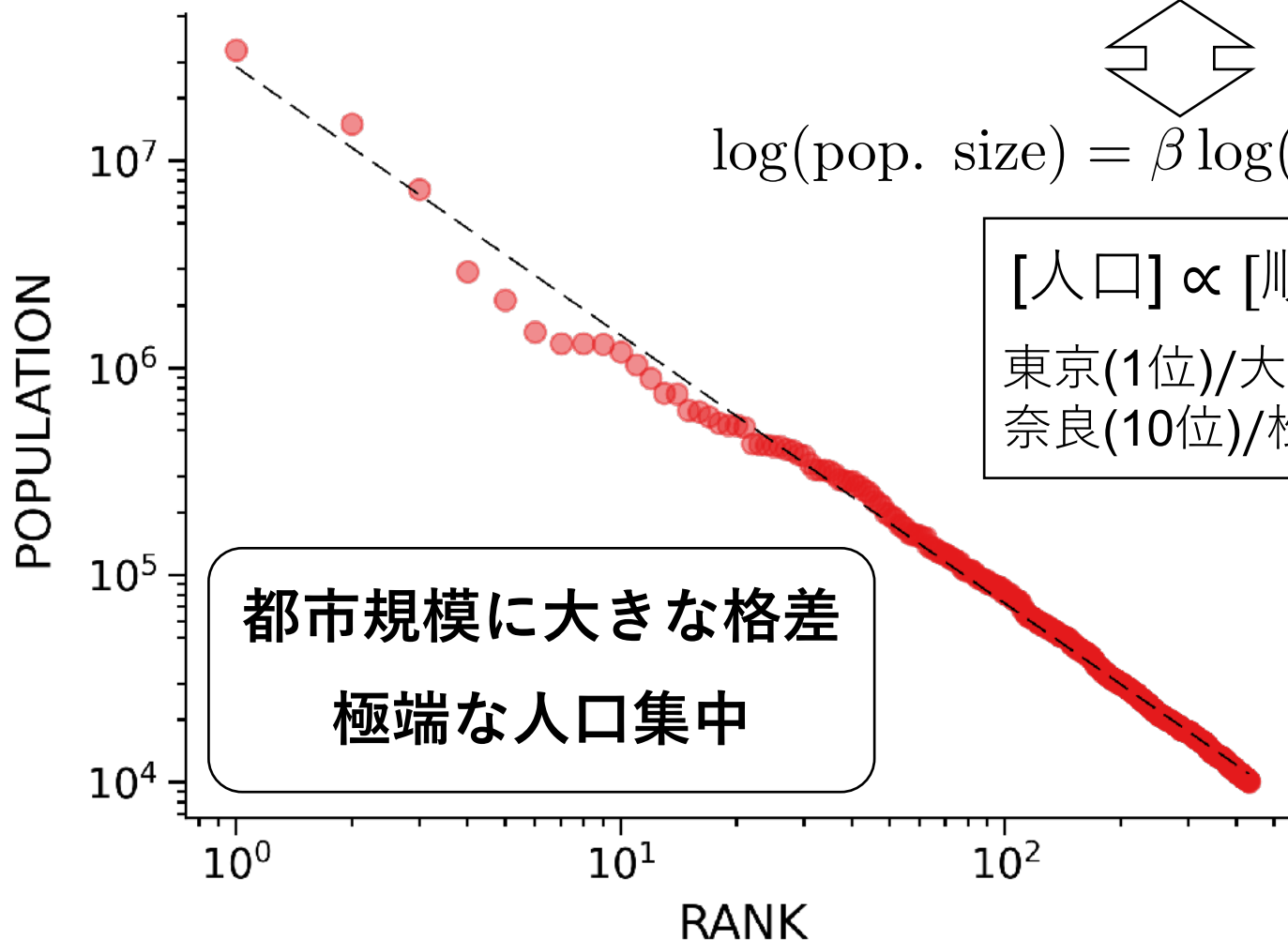
都市盛衰の裏にある秩序

□ 都市規模分布の“べき乗則”：人口規模とその順位の関係

$$(\text{pop. size}) = \alpha (\text{rank})^\beta$$



$$\log(\text{pop. size}) = \beta \log(\text{rank}) + \log \alpha$$



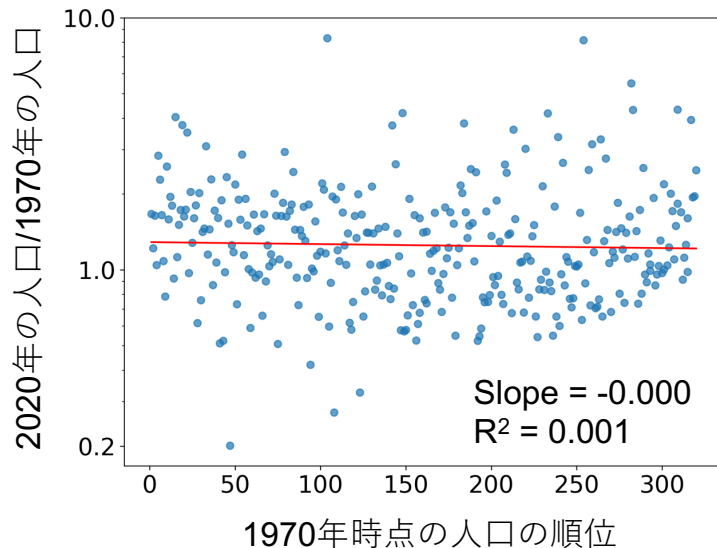
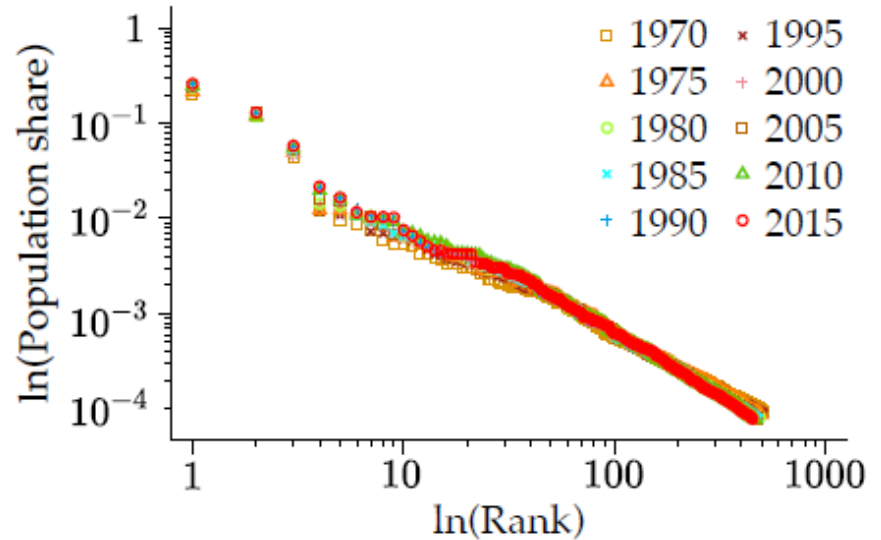
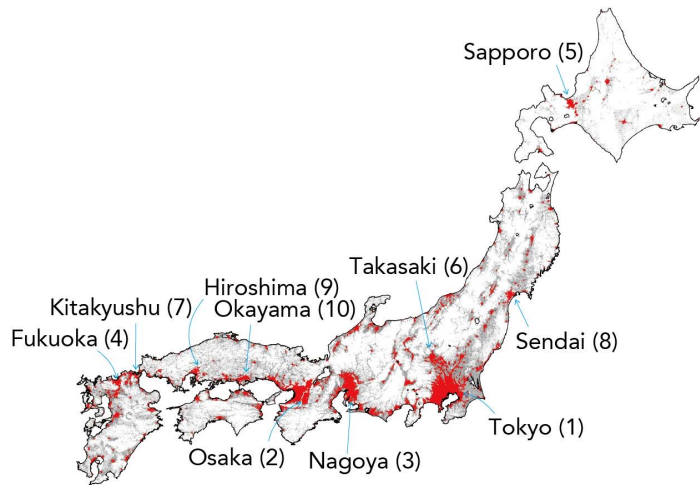
$$[\text{人口}] \propto [\text{順位}]^\beta$$

$$\text{東京(1位)/大阪(2位)} = 2.3$$

$$\text{奈良(10位)/松山(20位)} = 2.3$$

都市盛衰の裏にある秩序

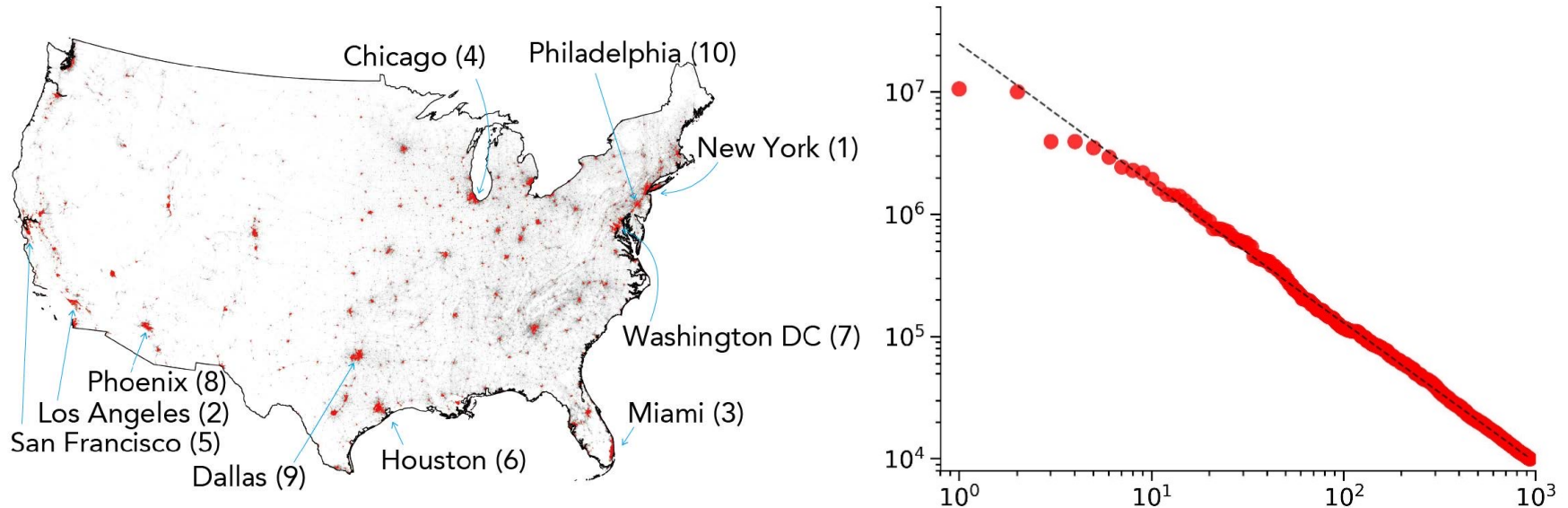
□ 都市規模分布の“べき乗則”：人口規模とその順位の関係



都市人口順位には
大きな変動があった一方で
“べき乗則”が成立し続けている

都市盛衰の裏にある秩序

□ 都市規模分布の“べき乗則”：人口規模とその順位の関係



この傾向は多くの国で長年にわたり観測
(Auerbach, 1913; Zipf, 1949)

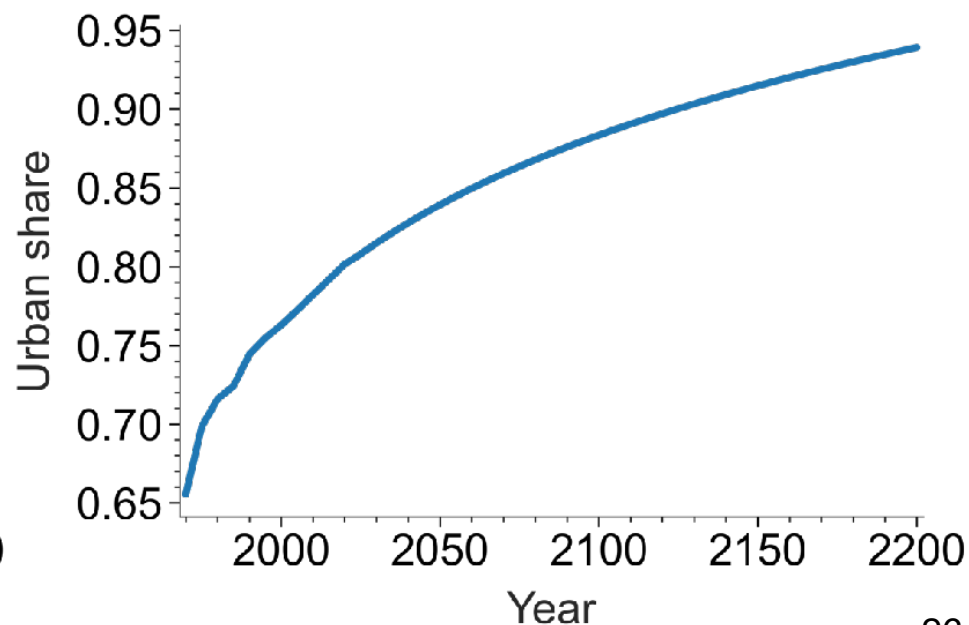
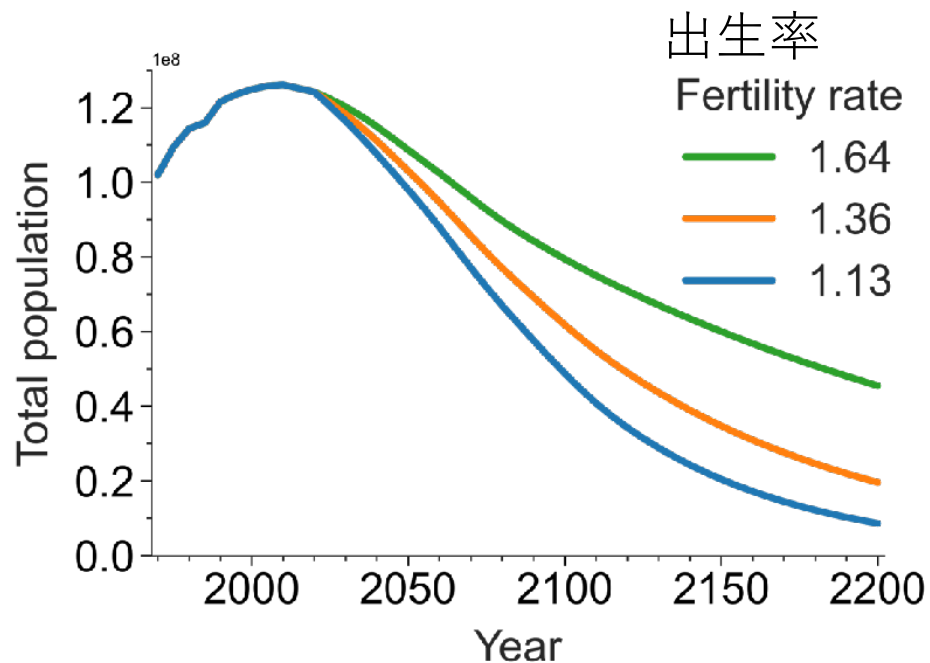
これらの知見を基盤とした都市人口の将来予測へ

日本の都市人口の長期的変化：将来予測 (Mori and Murakami, 2025)

都市人口の将来予測

□ 都市人口の将来予測の基礎的情報

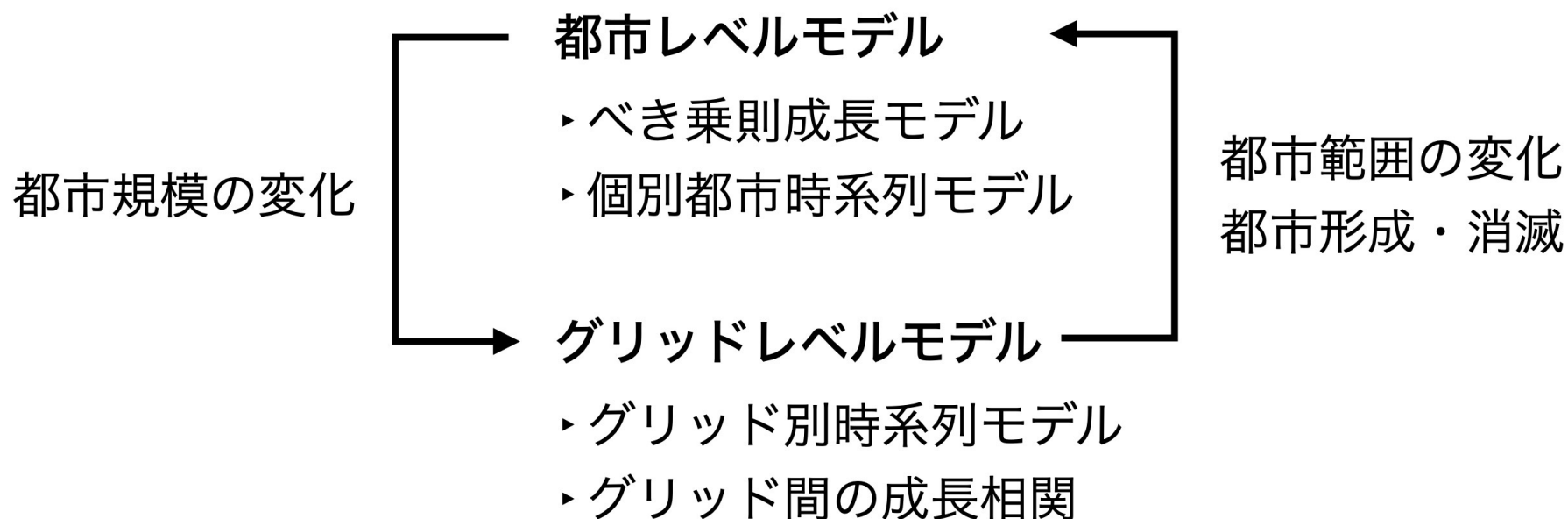
- ◆ 総人口・都市化率の変化：社人研の予測をベースに実施
 - 総人口は3つのシナリオ：楽観・中間・**悲観**
 - 悲観シナリオでは、100年後の総人口は江戸時代程度（3000万）
- ◆ ヒト・モノ・情報の移動効率：これまでのトレンドが継続
 - 人口集積の変化は、これまでの傾向を維持する



都市人口の将来予測

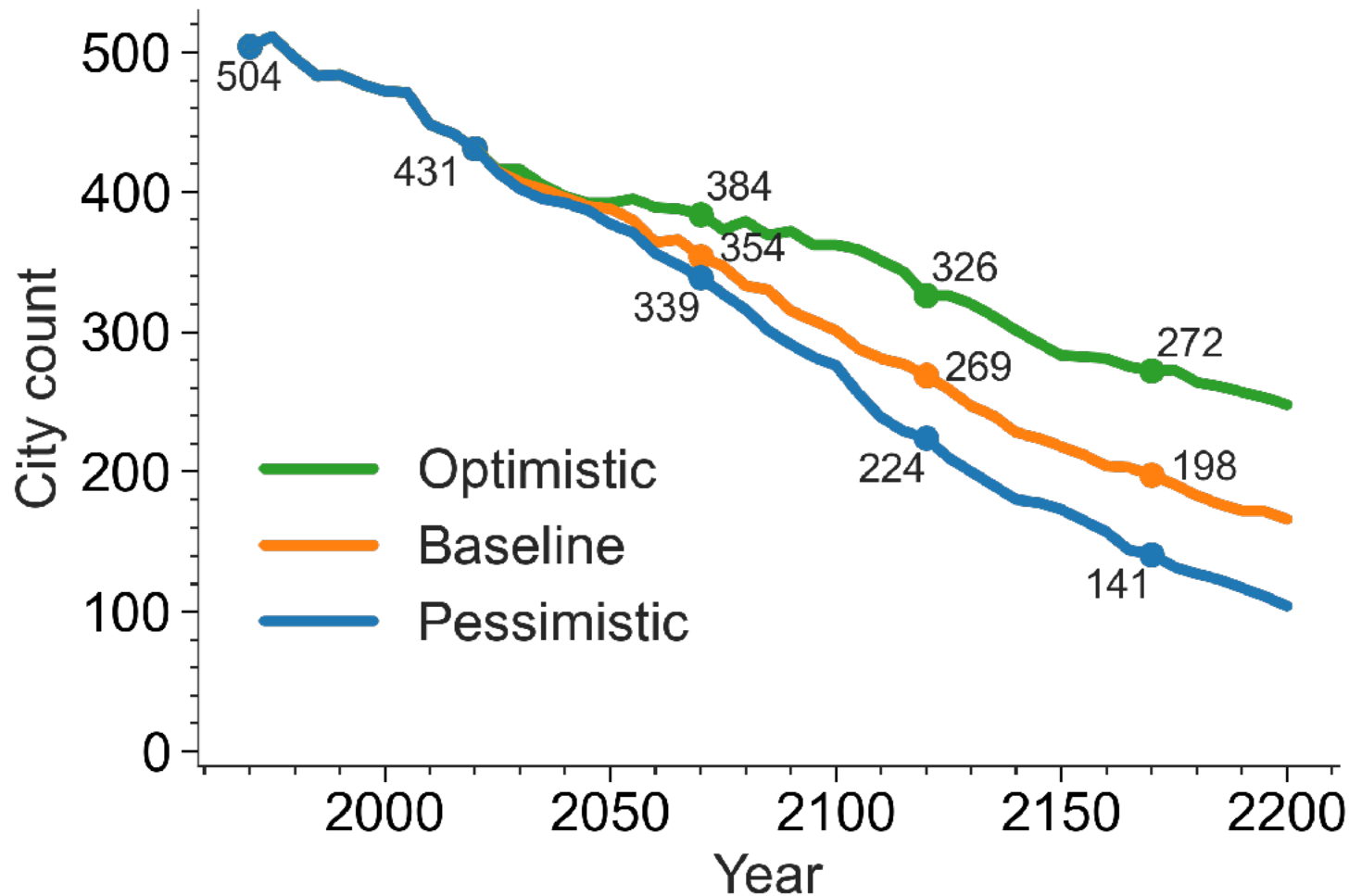
□ 都市盛衰の予測モデル

- ◆ これまで説明した都市（人口集積）人口変化・秩序の存在を前提とした将来予測を実施
- ◆ 今後150年の都市の盛衰を予測



都市人口の将来予測

□ 都市人口予測：都市数の変化



都市人口の将来予測

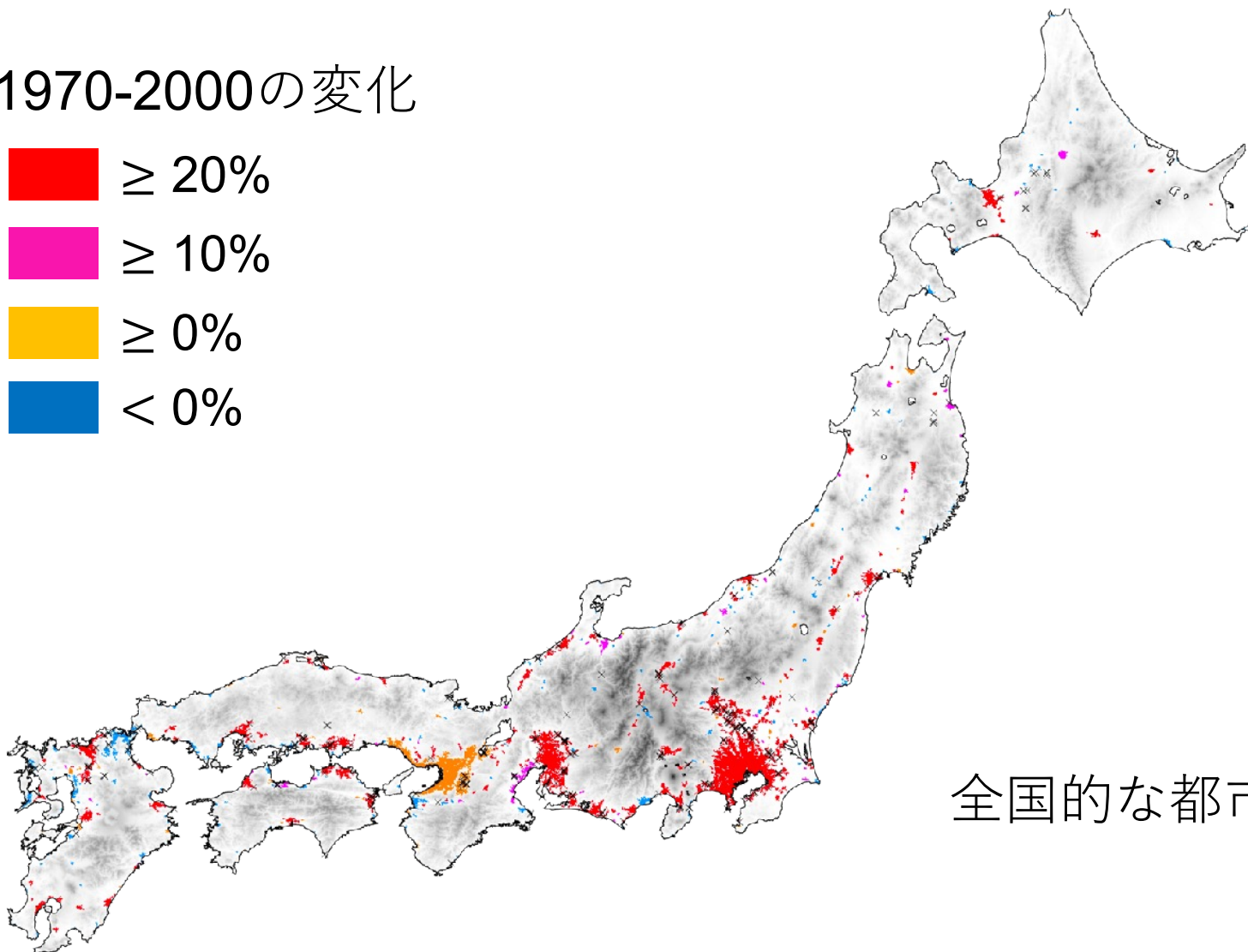
1970-2000の変化

■ $\geq 20\%$

■ $\geq 10\%$

■ $\geq 0\%$

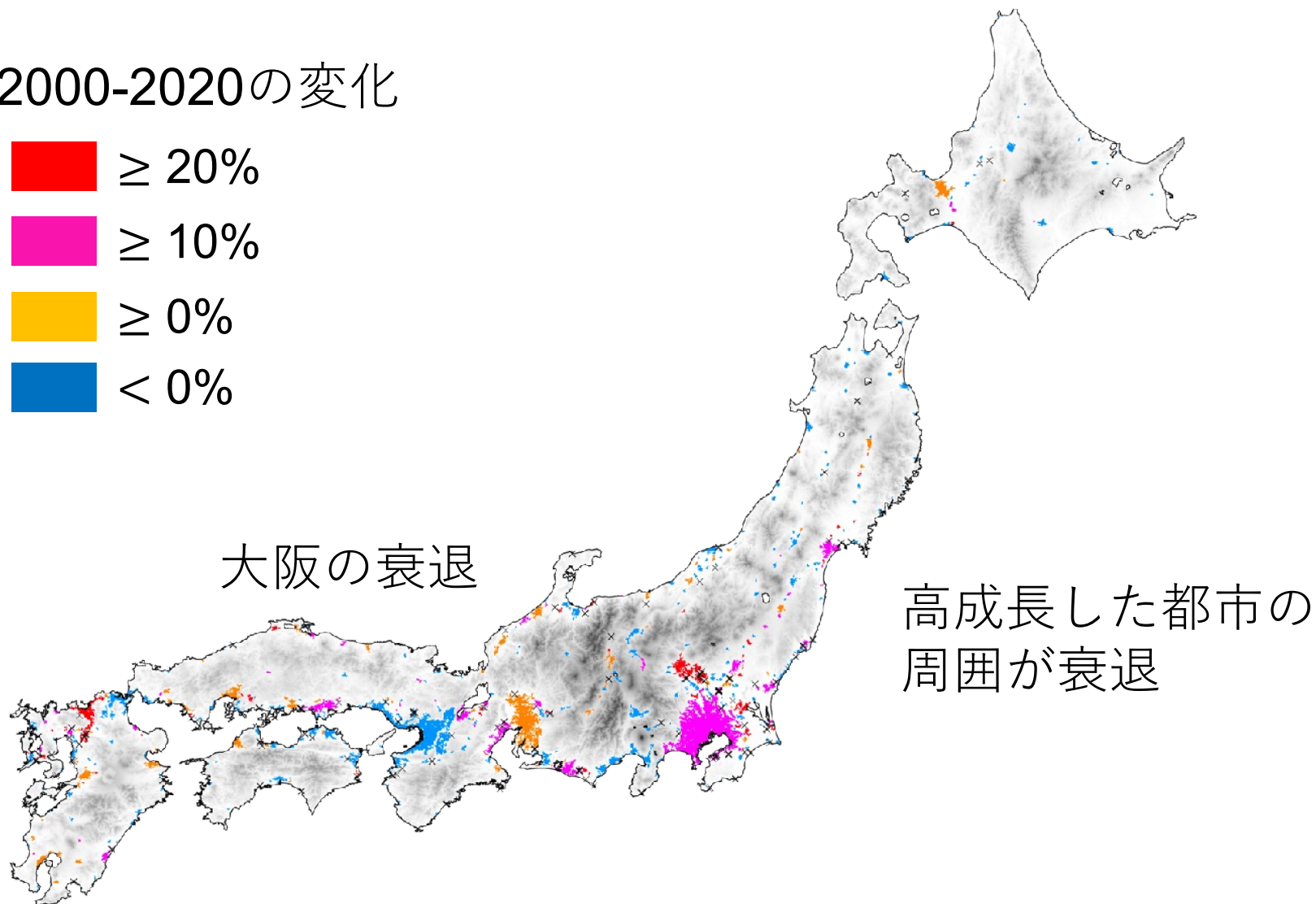
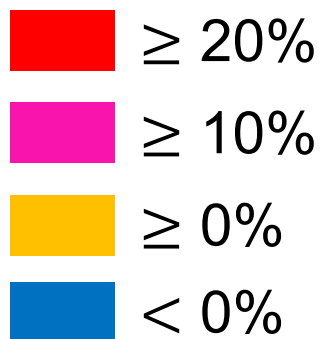
■ $< 0\%$



全国的な都市成長

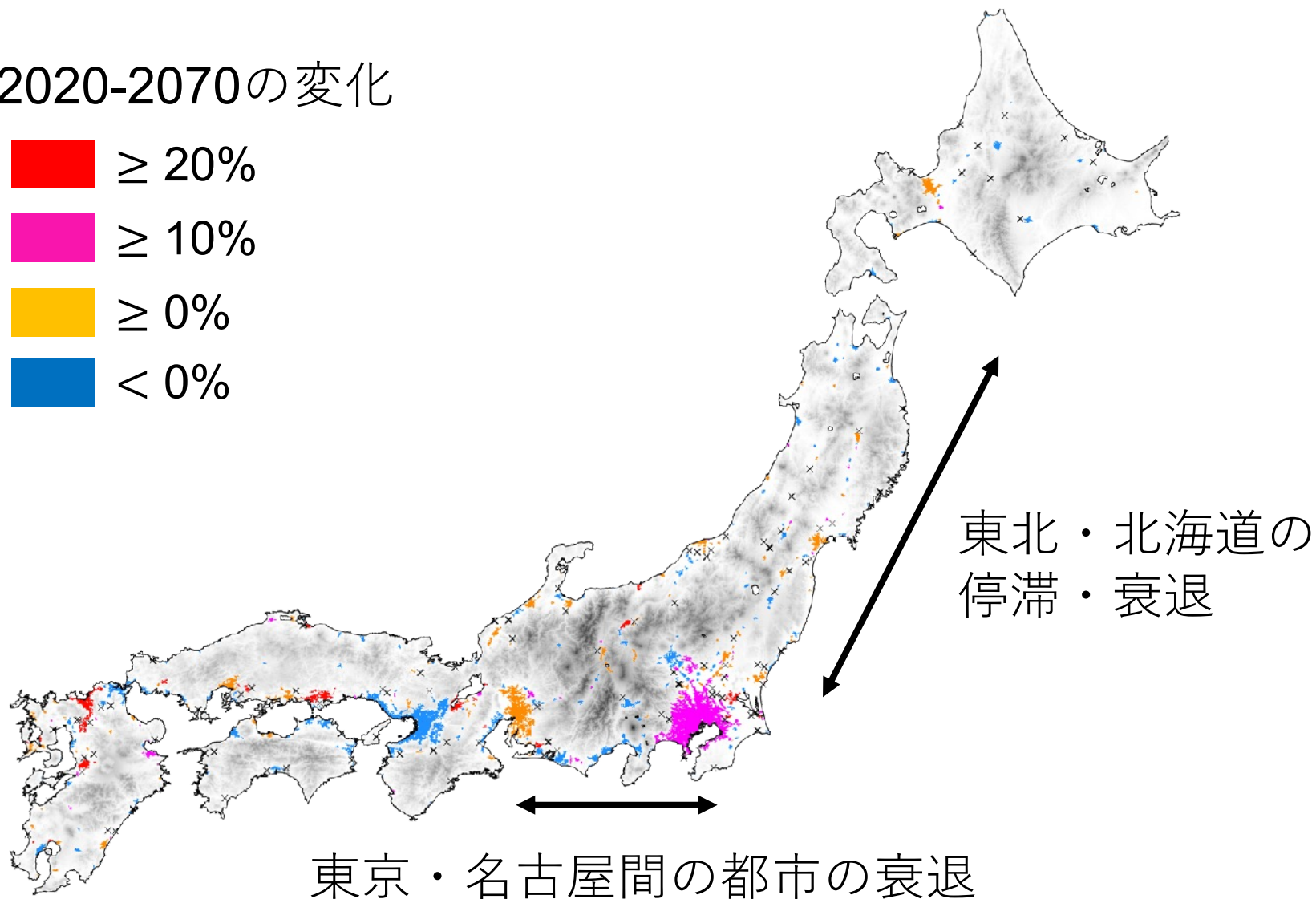
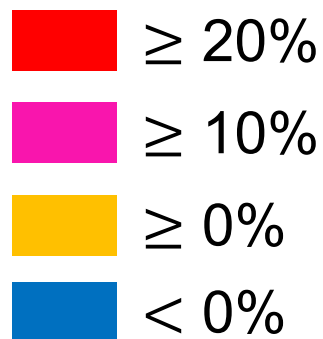
都市人口の将来予測

2000-2020の変化



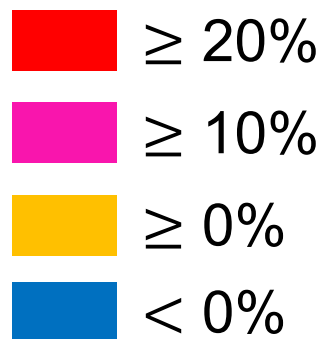
都市人口の将来予測

2020-2070の変化

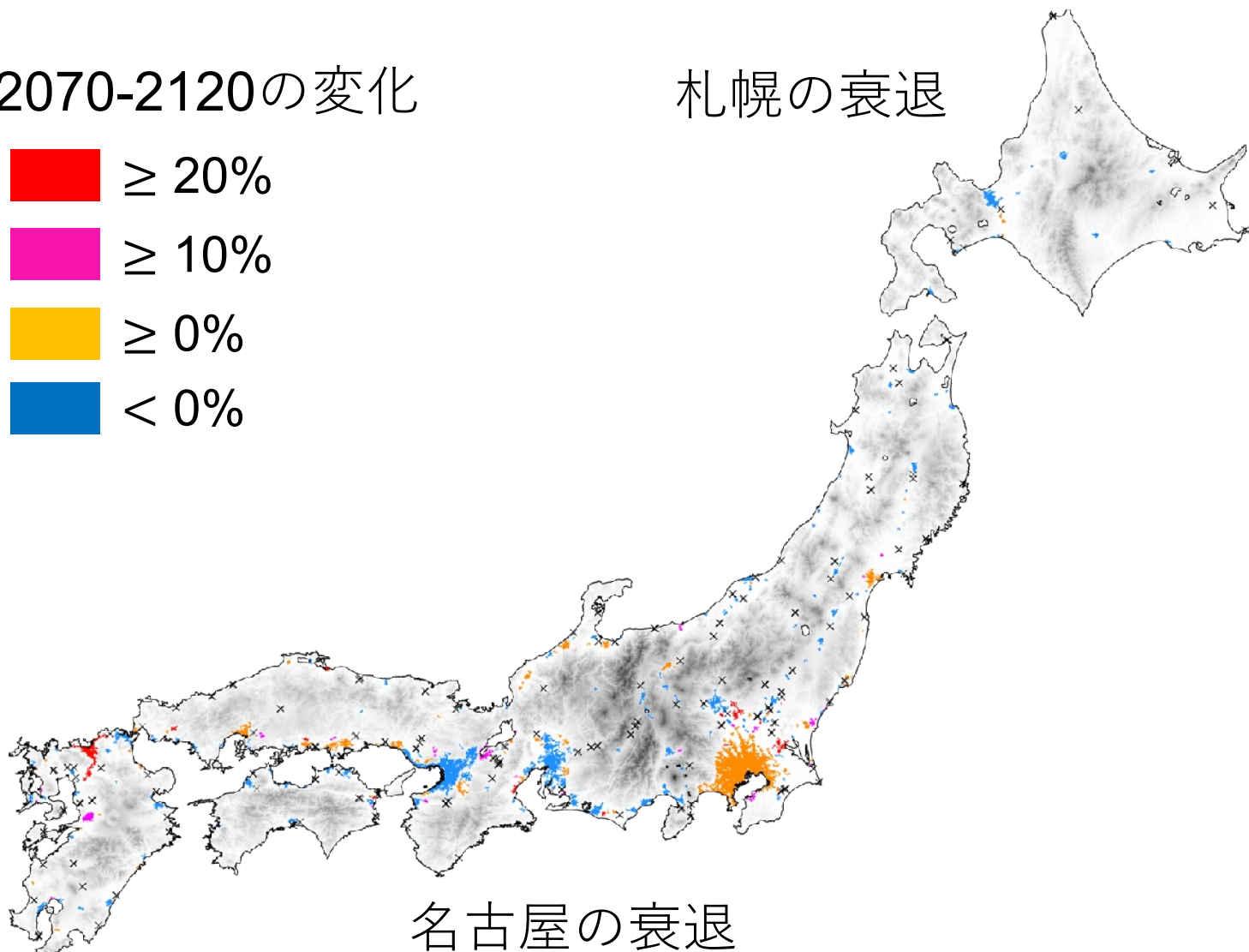


都市人口の将来予測

2070-2120の変化



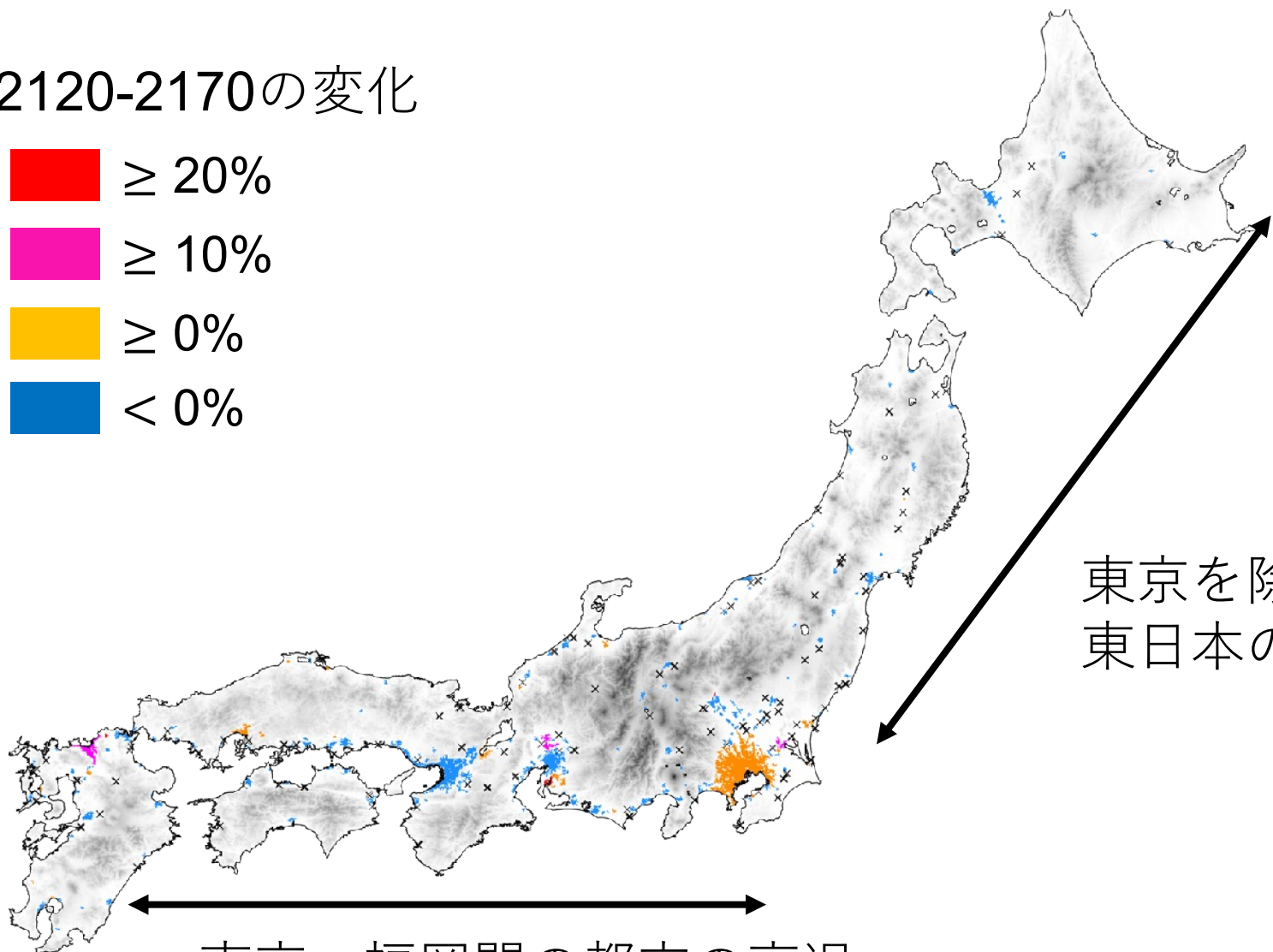
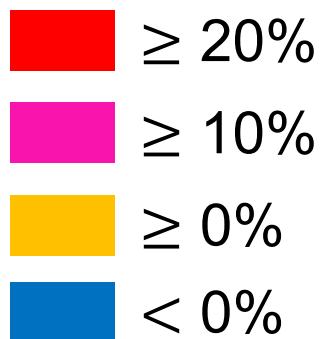
札幌の衰退



名古屋の衰退

都市人口の将来予測

2120-2170の変化

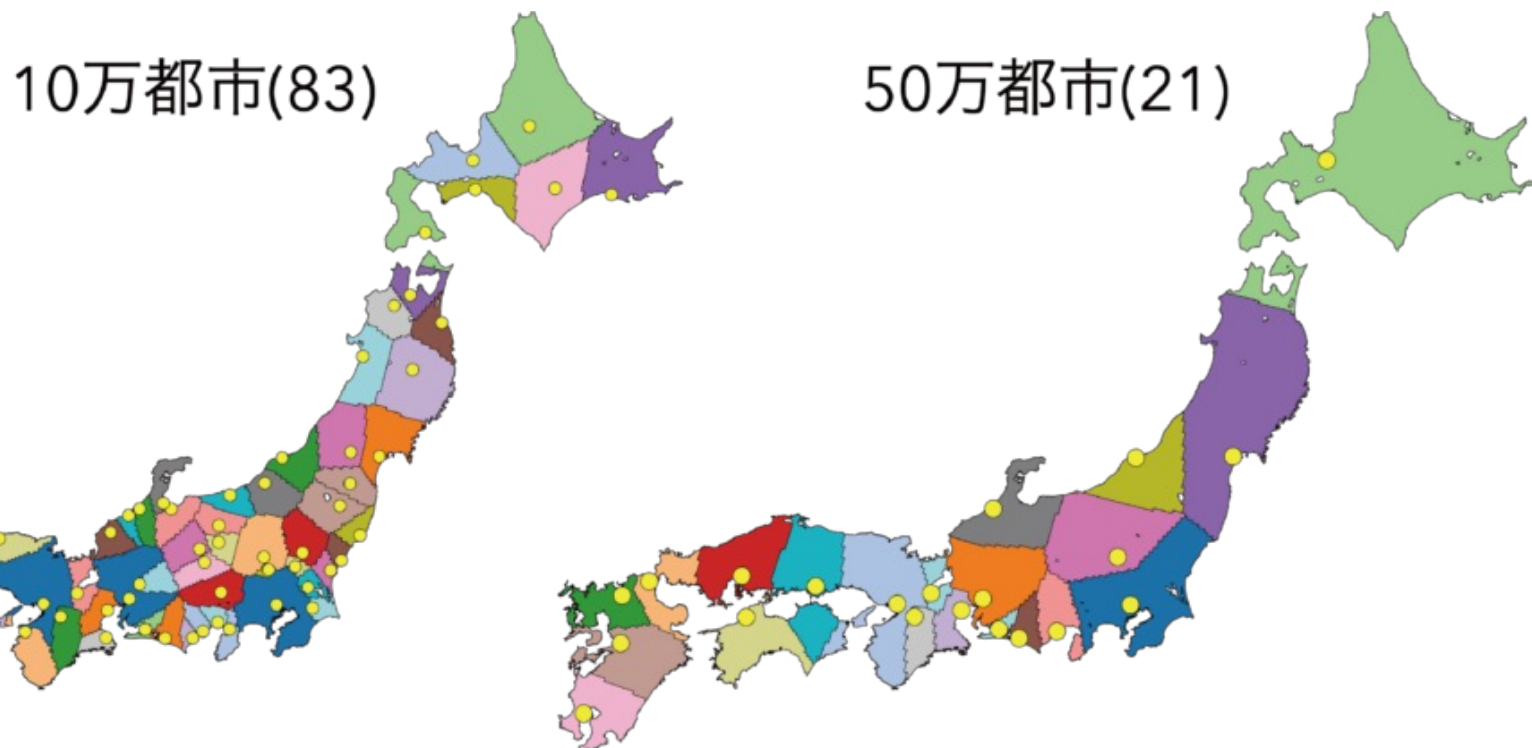


東京を除く
東日本の衰退

東京・福岡間の都市の衰退

都市人口の将来予測

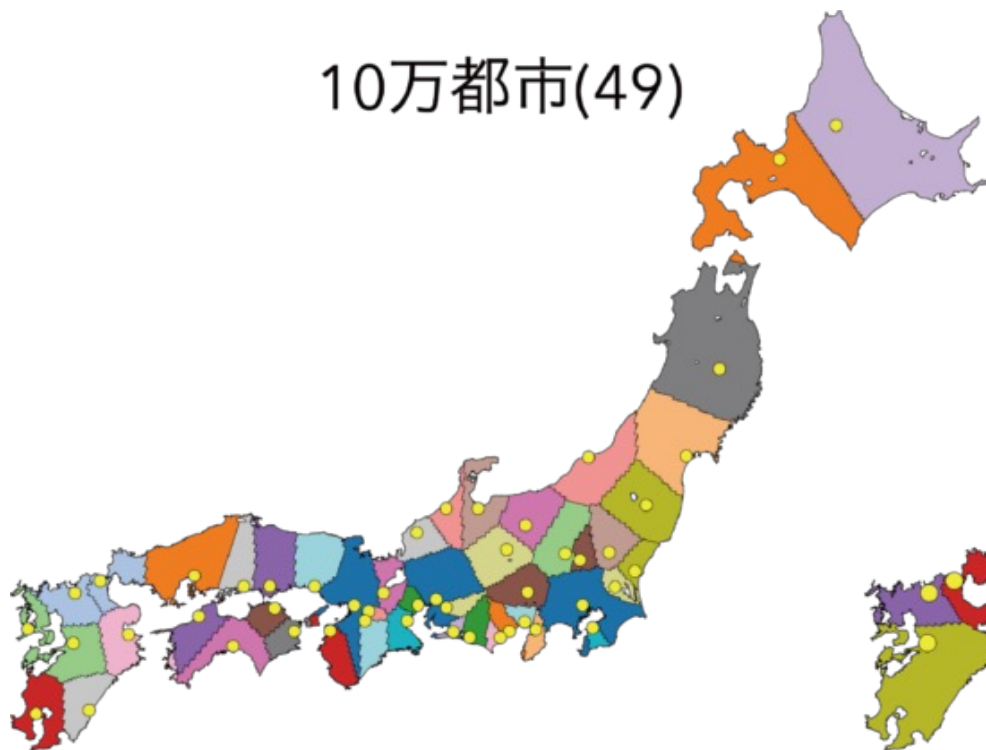
- 観測：2020年時点の10万都市・50万都市



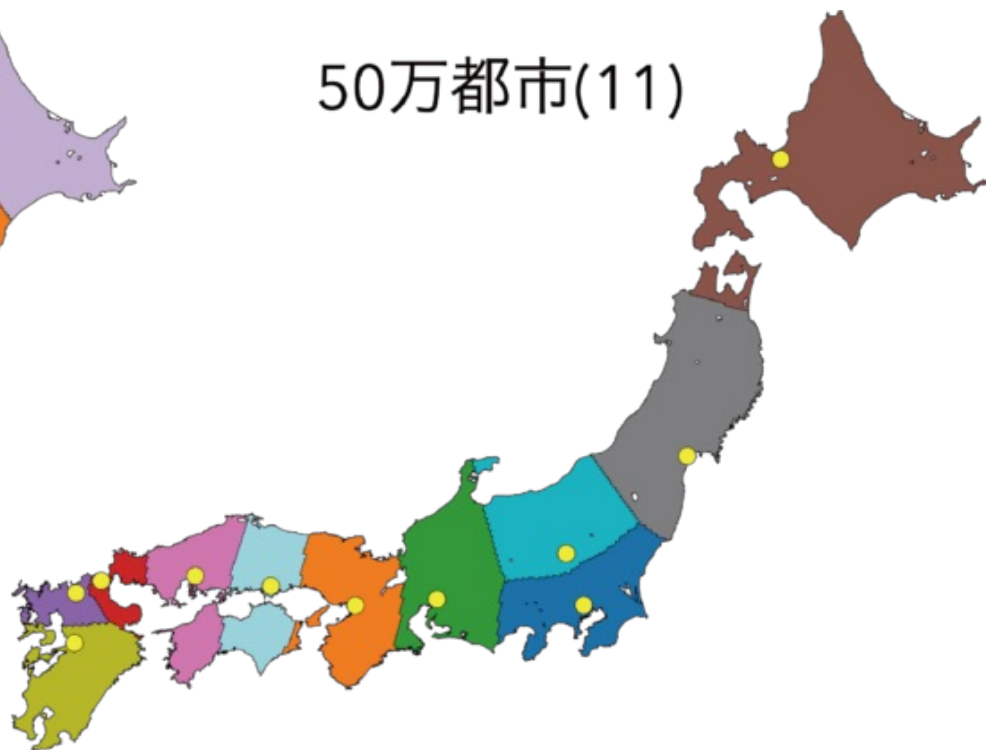
都市人口の将来予測

- 予測：2120年時点の10万都市・50万都市

10万都市(49)

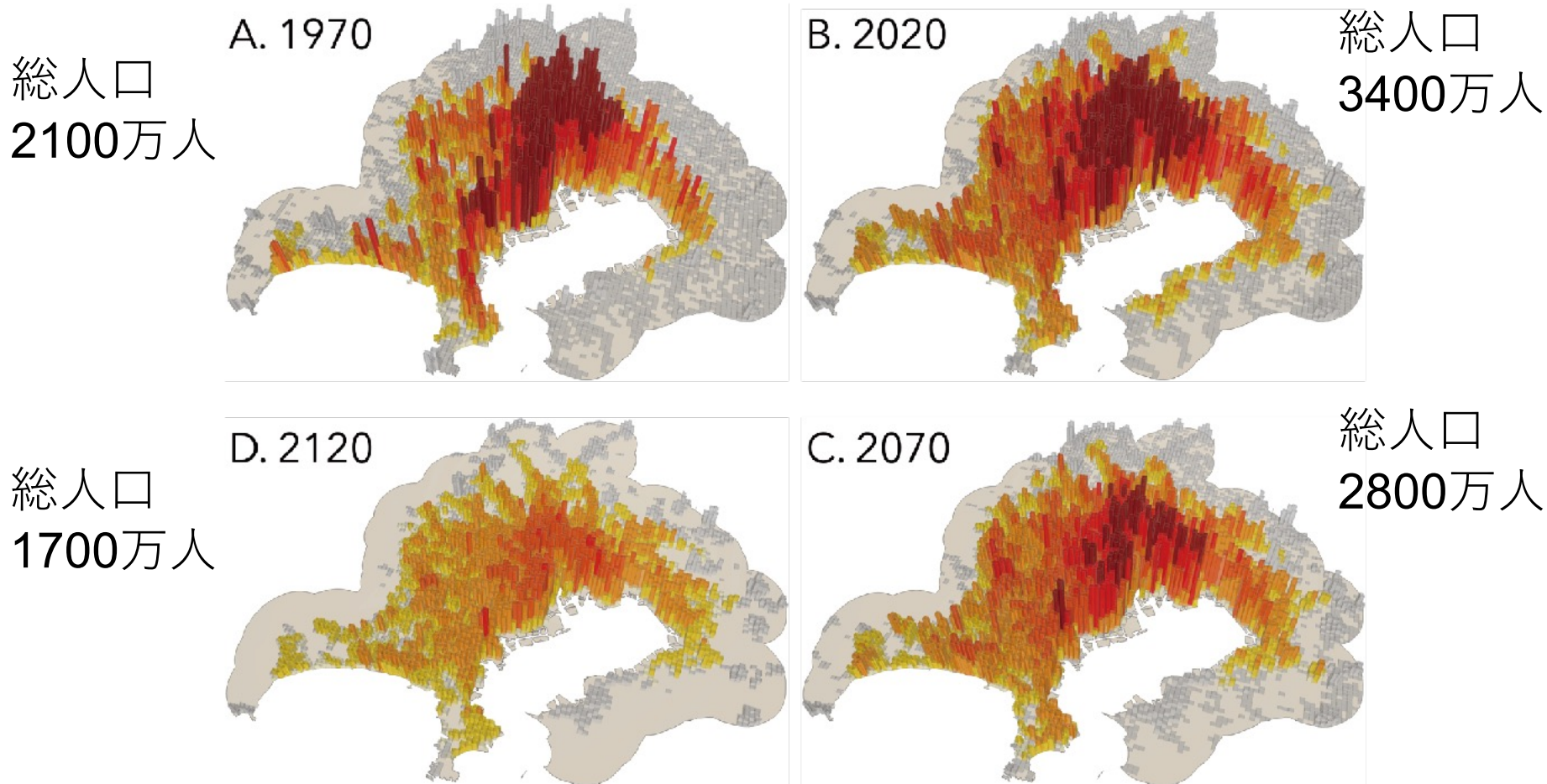


50万都市(11)



都市人口の将来予測

□ 都市内部の人口分布の変化：東京

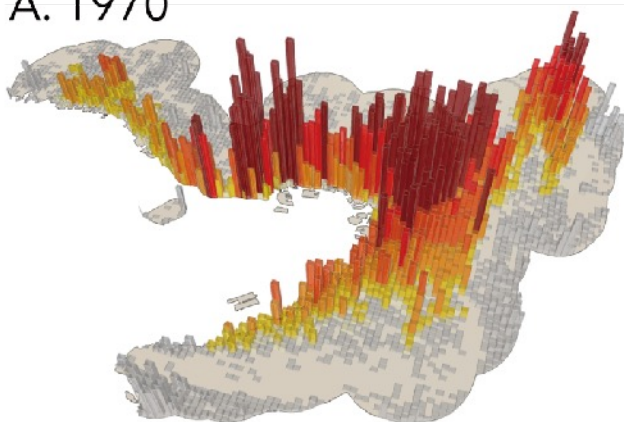


都市人口の将来予測

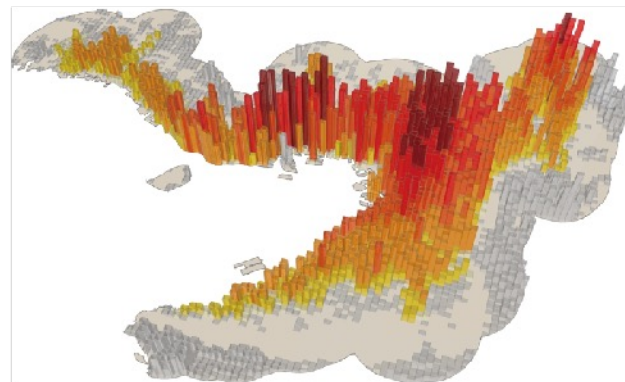
□ 都市内部の人口分布の変化：大阪

総人口
1200万人

A. 1970

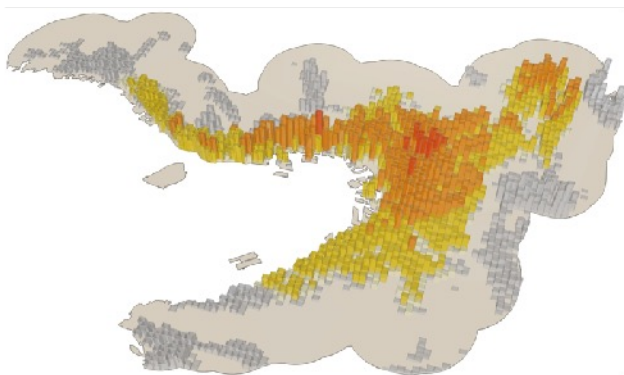


B. 2020



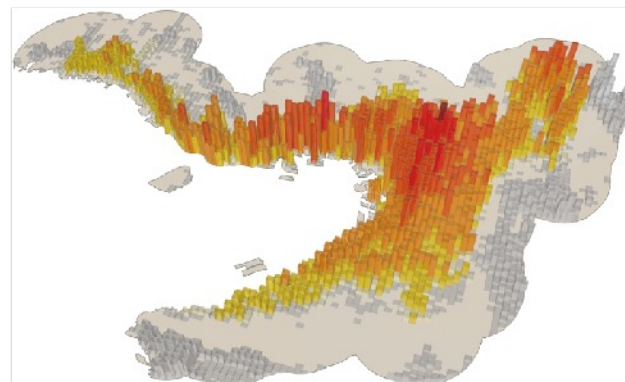
総人口
1500万人

D. 2120



総人口
600万人

C. 2070



総人口
1000万人

- 100年後の都市の数
 - ◆ 都市の数はおよそ半数まで減る（200以上の都市が消滅）
 - ◆ 多数の県で，10万人以上の都市がほぼ消滅
- 100年後の人口の重心
 - ◆ 東日本が大幅に衰退，人口の重心は西日本に移る
- 100年後の都市人口密度
 - ◆ 残った都市の内部では郊外化が進み，人口密度は半分以下に

この予測結果は「よりよい社会」「持続可能な社会」の姿か？

予測とは異なる姿を描きたいなら，何らかの**変化をもたらす必要**

次の疑問：望ましい変化をもたらす「技術・政策」とは？

統計モデルでは「未経験の政策・技術」の影響を把握できない

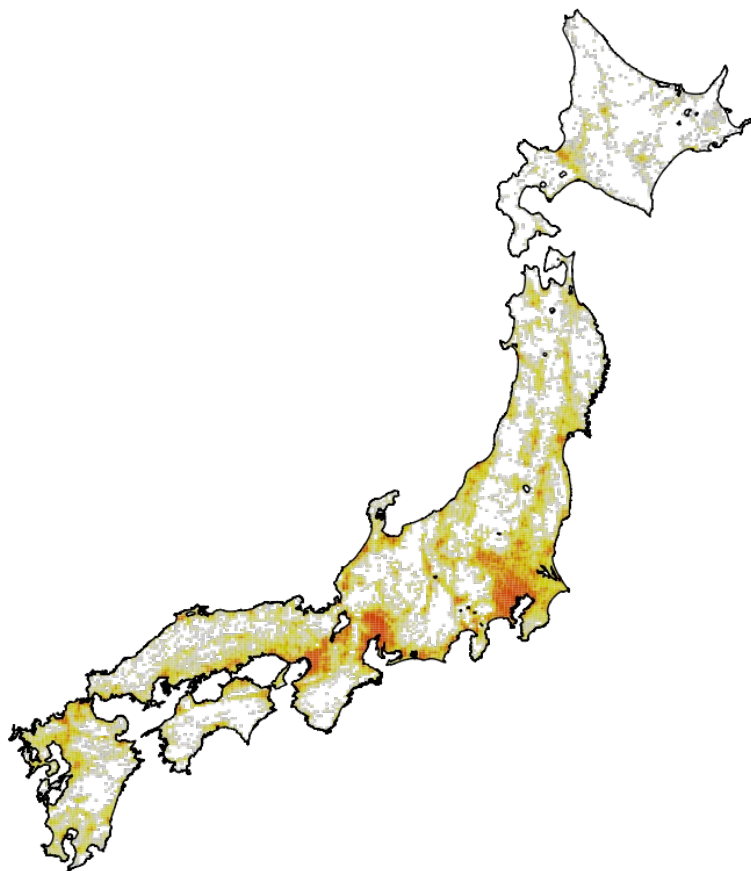
今後の展開：技術・政策の影響評価手法

- **空間経済分析**：インフラがもたらす効果の計測技術
 - ◆ 経済理論とデータを組み合わせた政策効果分析手法の一つ
 - ◆ 未知の技術・政策効果の予測に適用可能
 - 政策実施前後のデータが必要となる統計的手法の欠点を補う
 - ◆ 政策実施より生じる純便益の空間分布を評価できる

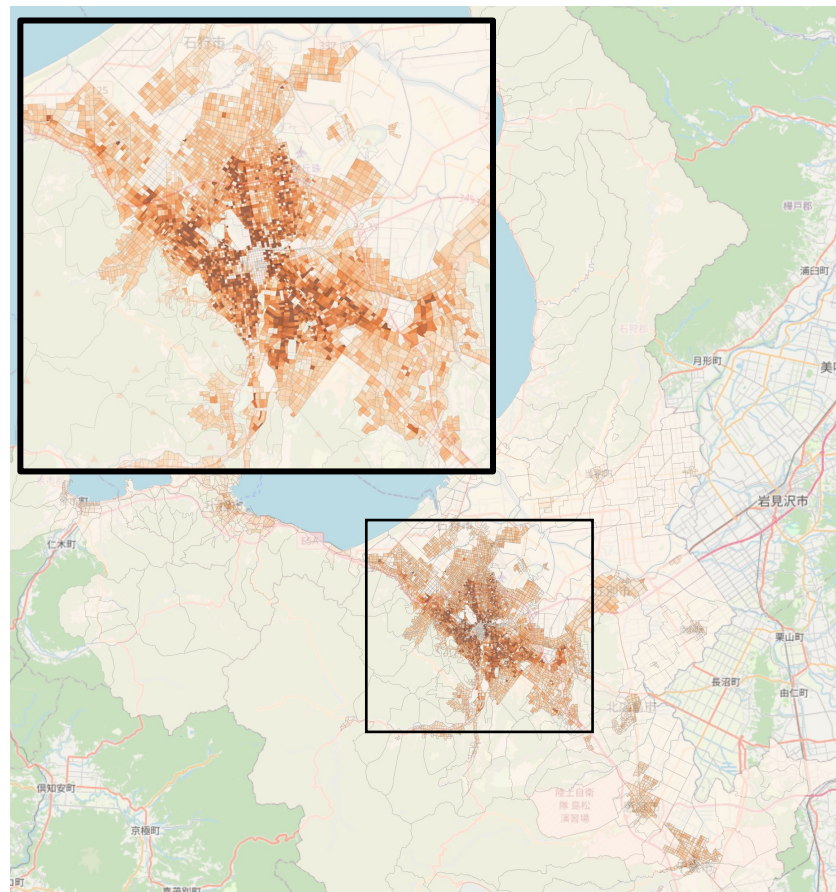


長期的な政策効果の空間分布の計量化の基盤になりうる

- **空間経済分析**：インフラがもたらす効果の計測技術
 - ◆ 多様な相互作用の考慮：交通と土地利用，需要と供給



日本全国：都市間スケール



札幌都市圏：都市内スケール

- 基礎・応用研究 (JST創発, 科研費…)
 - ◆ 都市人口変化に関する重要な特徴を再現した数理モデル開発
 - ◆ 大規模な数値解析による技術・政策の影響評価

- 今後の展開 (SIP, 共同研究: トヨタ, ホンダ, 三菱総研, 八千代エンジ…)
 - ◆ 戦略的な技術導入・政策提案に向けた研究開発
 - 「予測された将来に対応するためのインフラ整備」ではなく
「**よりよい社会に誘導するためのインフラ整備**」の提案
 - ハードだけでなくソフト面も：多様な制度の設計
 - ◆ 多様な分野のモデルとの接続
 - ◆ よりよい可視化・ツール化へ

多様な技術者との協働により, 望ましい技術導入・政策提案へ