

空間経済学における秩序形成:産業・人口集積のコーディネーションと都市規模・空間パターンにおけるフラクタル構造の創発

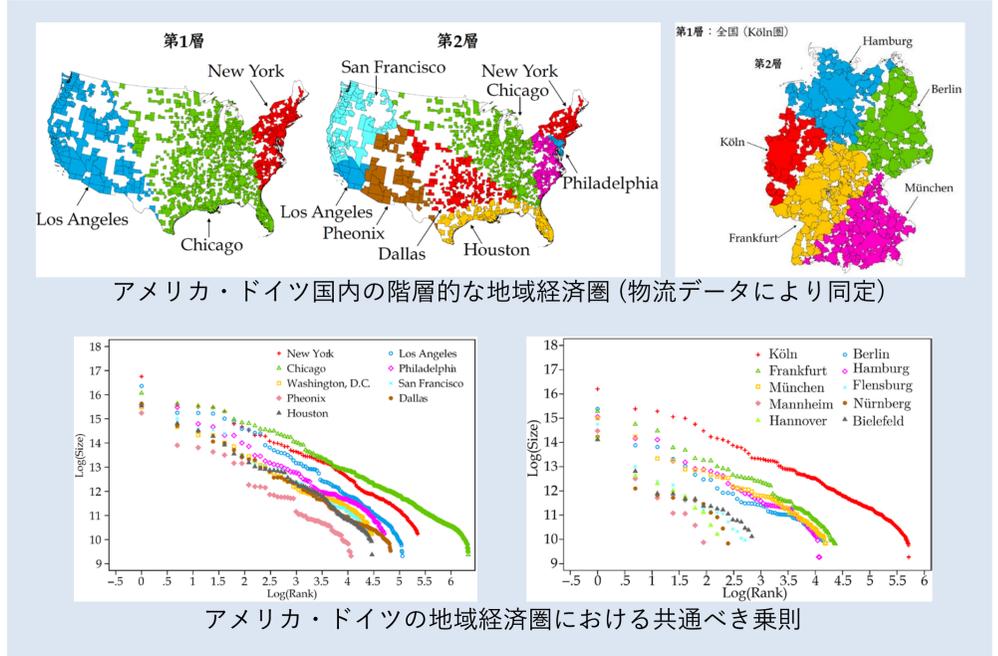


メンバー構成: 森 知也, 中島 浩 (京都大学), 高山 雄貴 (金沢大学), 赤松 隆 (東北大学)

研究背景・目的

様々な国・地域の観測データに基づいた実証研究により、階層的な地域経済圏において、産業・人口集積パターンがフラクタル構造を有すること、また、それが産業と人口集積の空間的同期現象から生じることが示されている。さらに、十分な規模の地域経済圏では、都市規模分布が共通のべき乗則に従うことも明らかにされている。しかし、この都市規模分布の共通べき乗則を含むフラクタル構造の発現を再現した理論的研究は存在せず、いまだそのメカニズムが解明されていない。

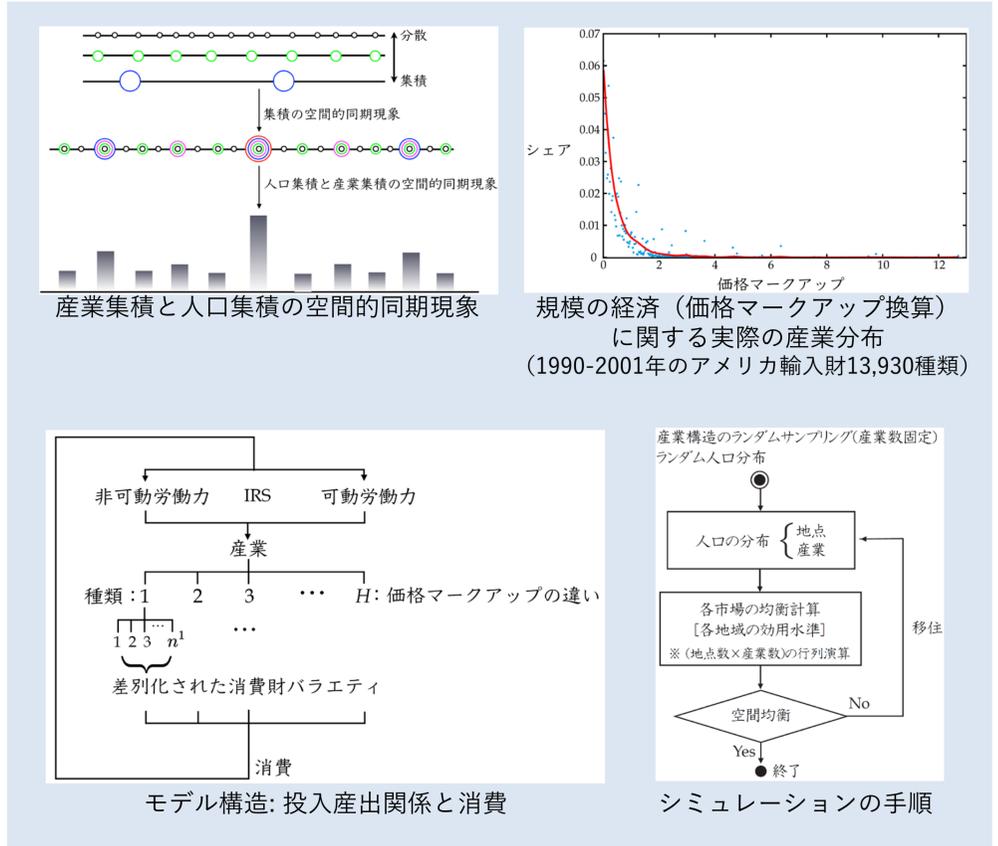
そこで、本研究では、多地域立地空間上で規模の経済の程度が異なる多数の産業が相互作用する空間経済をミクロ経済学モデルを用いて構築し、都市規模分布の共通べき乗則を含む上述の空間フラクタル構造の発現を、理論的に再現することを目的とする。そのために、(地点数×産業数)次元の非線形システムで創発する多数の安定均衡状態をランダムサンプリングし、上述の秩序形成との整合性を統計的に検証する。



研究内容・計画

本研究では、産業と人口集積の空間的同期現象を表現することのできる経済モデルを拡張した、多地域・多産業モデルを解析する。この解析では、外生的な地域間の異質性 (e.g., 各地域の地理的優位性) が都市規模分布に影響を与えることを防ぐために、全ての地域が均質な立地空間を考える。そして、現実経済の産業構造を価格マークアップの分布に関して再現した仮想経済において、安定均衡状態のモンテカルロ・シミュレーションを行う。具体的には、現実のデータから推定された規模の経済の指標である価格マークアップ率の分布からブートストラップサンプリングすることにより、仮想経済における産業構造を得る。そして、ランダムに与えた初期の地域・産業別人口分布からの自己組織化により得られる安定均衡状態を導出する。

再現を目指す空間パターンの性質上、地理空間・産業構造ともに十分非集計化する必要がある、一つの安定均衡を導出するためには、(地点数×産業数)次元の行列演算を繰り返し行うことが求められる。そこで、現実的な計算時間内で十分な(数千程度の)サンプルを生成するために、スーパーコンピュータを用いた大規模並列計算を実施する。なお、並列化は、産業毎と地点毎で可能であり、すでに、京都大学学術メディアセンターによるプログラム高度化共同研究により、産業毎の並列化に成功している。



これまでの結果と今後の予定

一次元空間を考慮した多地域・多産業モデルの数値解析は、既に開始している。左図は地域・産業数を1024, 256とした結果の一例である。この安定均衡状態の人口分布で示されているとおり、構築したモデルにおいて都市規模分布の共通べき乗則が発現している。

ただし、現状では上記の設定下でのシミュレーションに平均で20時間を要している。そこで、今年度は、十分なサンプルを生成するための、計算効率化 (地点方向の並列化、行列演算の効率化) を進める予定である。

