

空間的経済活動の分布: 供給と需要のアプローチ

Treb Allen & Costas Arkolakis
Journal of Economic Perspectives, 2023

資料作成: 田中鮎夢

2025-04-04

論文

Allen, Treb, and Costas Arkolakis. 2023. "Economic Activity across Space: A Supply and Demand Approach." *Journal of Economic Perspectives* 37 (2): 3–28. <https://doi.org/10.1257/jep.37.2.3>

Abstract

経済地理学の最近の進歩は、経済活動の空間分布について何を教えてくれるだろうか。

経済活動の均衡分布は、労働供給曲線と労働需要曲線の交点によって簡単に決定できることを示す。

これらの曲線を推定する方法を説明し、地理に関するさまざまな政策的変更が空間経済をどのように形作るかを決定する上で、グローバル地理 (取引ネットワークを通じた場所間のつながり) の重要性を強調する。

1. 経済活動の空間的集中

空間的集中の現象

- ▶ 米国人口の 8%が 10 大都市に居住
- ▶ これらの都市は米国の総面積の 0.1%未満を占めるに過ぎない
- ▶ この集中はなぜ起こるのか？

本研究の問い

- ▶ 人々と経済活動の分布を決定する要因は何か？
- ▶ 経済政策はどのように空間分布に影響を与えるか？
- ▶ これらの問いは供給と需要の曲線を通じて解明可能である

Rosen-Roback フレームワーク

- ▶ 初期の空間経済モデル (Rosen 1979; Roback 1982)
- ▶ このモデルの限界:
 - ▶ 経済活動の分布はローカル地理のみに依存
 - ▶ 他地域で起こる変化の影響を適切に考慮しない

初期モデルの問題点

- ▶ 一つの立地での変化（例：大規模インフラ投資による生産性向上）が他のすべての立地に同一の影響を与えると予測
- ▶ 実際の地理的特性（地図上の位置や隣接関係）を考慮していない
- ▶ 「空間」が重要でない空間モデルという矛盾

空間的リンケージの現実

- ▶ 現実世界では、空間的リンケージが立地間の豊かな相互作用を生み出す
- ▶ 重要な示唆：ある立地での大規模インフラ投資は、遠方よりも近隣の立地に大きな影響を与える

拡張されたフレームワーク

- ▶ Rosen-Roback モデルの直感を現代の経済地理学フレームワークに拡張
- ▶ Allen and Arkolakis (2014) の研究に基づく
- ▶ 財の流れを通じて立地間の接続を考慮

グローバル地理の概念

- ▶ 立地の経済的運命を決定する要因：
 1. 自身の「ローカル」地理
 2. 隣接地域のローカル地理
 3. 経済的つながりの強さによる媒介効果
- ▶ これらの相互作用が「グローバル地理」を形成

フレームワークの分析ツール

- ▶ 複雑性が増したにもかかわらず、同じ供給と需要のツールが適用可能
- ▶ Rosen-Roback フレームワークでの分析手法がグローバルに統合された世界にも容易に拡張できる

応用範囲

- ▶ ローカルまたはグローバル地理を変える経済政策の直接・間接的影響の理解
- ▶ 空間データへの適用手法
- ▶ 一般的な分析上の落とし穴と対処戦略の提示

研究展開と技術的詳細

- ▶ 経済活動の空間分布理解に向けた様々な応用事例
- ▶ 将来の研究者に向けた未開拓の興味深い問題の指摘
- ▶ 数学的詳細と導出は付録に記載
- ▶ 研究者が独自に適用できる Matlab ツールキットを提供

2. 供給と需要の視点から経済活動の空間分布 を理解する

Rosen-Roback フレームワークの概要

- ▶ 多数の異なる立地で構成される世界を想定
- ▶ 各立地は固有の「ローカル地理」を持つ
- ▶ ローカル地理が経済活動の空間分布に影響する2つの経路:
 1. 居住地選択に影響する要因（「アメニティ」）→ 労働供給
 2. 生産性に影響する要因（「生産性」）→ 労働需要

アメニティの具体例

- ▶ 自然的アメニティ:
 - ▶ 気候条件（気温、降水量、湿度）
 - ▶ 標高や地形
 - ▶ 自然景観（海岸線、山、湖など）
 - ▶ 大気質
- ▶ 人工的アメニティ:
 - ▶ 公園やレクリエーション施設
 - ▶ 文化施設（博物館、劇場、プラネタリウム）
 - ▶ 教育・医療機関の質
 - ▶ 治安の良さ
- ▶ 政治的・制度的アメニティ:
 - ▶ 政治制度の質
 - ▶ 税制
 - ▶ 規制環境

空間的均衡における労働市場

- ▶ 特定のスキルや産業別ではなく、立地によって定義される労働市場
- ▶ デトロイトの全労働者の需要と供給について考察

労働需要曲線

労働需要関数:

$$\ln w_i = \varepsilon^D \ln L_i + \ln C_i^D$$

- ▶ w_i : 立地 i における賃金
- ▶ L_i : 立地 i における居住者数
- ▶ ε^D : 需要弾力性
- ▶ C_i^D : 立地 i のローカル生産性

労働需要曲線の特性

- ▶ 需要弾力性 ε^D は通常、負の値を取る（右下がりの需要曲線）
- ▶ 理由:
 1. 生産における収穫逓減
 2. 資本などの固定要素の存在
- ▶ 人口増加に伴い、労働者の限界生産性は低下し、賃金も低下

労働需要曲線の特殊ケース

- ▶ 外部経済が存在する場合:
 - ▶ より多くの労働者がいると全員の生産性が向上
 - ▶ 需要曲線の弾力性が大きくなる可能性
 - ▶ 外部経済が十分に強い場合、需要曲線が右上がりになる可能性も
- ▶ 結果として複数均衡や「ブラックホール均衡」（全員が一か所に住む）の可能性

労働供給曲線

労働供給関数:

$$\ln w_i = \varepsilon^S \ln L_i - \ln C_i^S$$

- ▶ w_i : 立地 i における賃金
- ▶ L_i : 立地 i における居住者数
- ▶ ε^S : 供給弾力性
- ▶ C_i^S : 立地 i のローカルアメニティ

労働者の立地選択

- ▶ 労働者の幸福度を決める要因:
 1. より高い消費（実質賃金）
 2. 良い場所に住むこと（高いアメニティ）
- ▶ 同質的な労働者モデルでは、居住地の幸福度は均等化
- ▶ 物価が同じ場合、立地の価値は人口にも依存

労働供給曲線の特徴

- ▶ 供給曲線は通常、右上がり
- ▶ 人口増加が個人の幸福度を下げる要因:
 1. 住宅市場: 人口増加による住宅価格・家賃の上昇
 2. 異質的選好: 人口増加による限界居住者のマッチ品質低下
- ▶ これらが上向きの労働供給曲線を生み出す

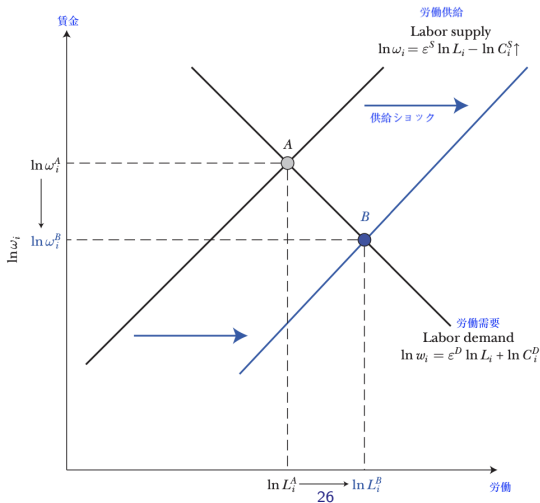
立地の均衡

- ▶ 経済活動の均衡（人口と賃金）は労働需要と供給曲線の交点で決定
- ▶ ローカル地理の変化による影響:
 - ▶ アメニティ向上（例：エアコン技術による暑い気候の緩和）
→労働供給曲線が外側にシフト
 - ▶ 結果：人口増加、賃金低下

Figure 1: 労働需要と供給の空間的均衡

Figure 1

A Supply Shock in the Local Spatial Equilibrium



Rosen-Roback フレームワークの限界

- ▶ 空間モデルでありながら、「空間」が実質的に重要でない
- ▶ 経済活動の分布は各立地のローカル地理のみに依存
- ▶ 他地域との関係は考慮されない
- ▶ 立地の地図上の位置や隣接関係が無視される

3. 空間的経済活動の分布におけるグローバル 地理の役割

立地間の空間的リンクエージ

- ▶ 立地間の連結性は多様な形態を持つ：
 - ▶ 居住地と職場の分離
 - ▶ 人口移動
 - ▶ 情報の空間的拡散
- ▶ 最も顕著な空間的リンクエージは財の流れを通じて発生

財の流れによる空間的リンクエージの実証

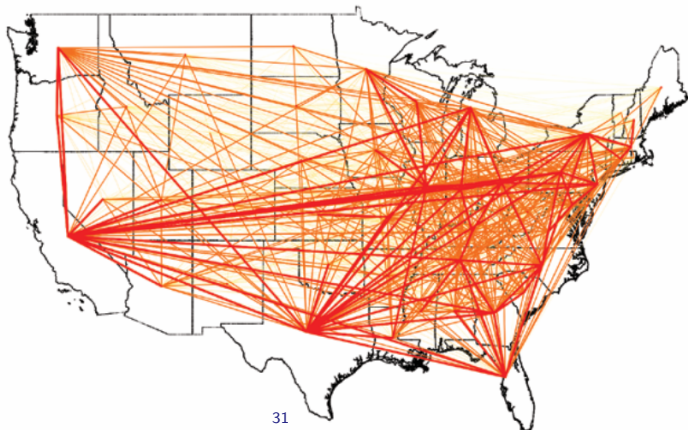
- ▶ 個人が消費する多くの財は他の立地で生産
- ▶ 2017年米国商品流調査(CFS)によると:
 - ▶ 貨物出荷の多くは州境を越える
 - ▶ 同一州内で発生・消費される貨物価値は全体の22%のみ
- ▶ 貿易パターンは均一ではない:
 - ▶ 近接州間の貿易量が多い
 - ▶ 貿易量は取引相手の経済規模に比例

Figure 2, Panel A 州間貿易フロー

Figure 2

Spatial Linkages and Market Access

Panel A. Interstate trade flows



重力モデルの観測

- ▶ 近隣州間の貿易が多い
- ▶ 取引相手の経済規模が大きいほど貿易量も大きい
- ▶ 「重力」現象：国際貿易と同様の法則性

グローバル地理の形成

- ▶ 空間的連結性を考慮することで空間的均衡はどう変化するか？
- ▶ 基本的な直感は維持しつつ、「ローカル」と「グローバル」両方の地理を考慮する必要性
- ▶ Allen and Arkolakis (2014) の研究に基づくフレームワーク

経済的距離の概念

- ▶ 立地間の経済的距離は貿易フローに影響
- ▶ 経済的距離に影響する要因：
 - ▶ 言語の共通性
 - ▶ 法制度の類似性
 - ▶ 文化的背景の共通性
- ▶ 最も重要な要因は単純に地理的距離
 - ▶ 貿易フローは地理的距離に概ね反比例する関係 (Disdier and Head 2008; Chaney 2018)

空間的摩擦の影響

- ▶ 空間的摩擦と貿易コストの存在により2つの変化が生じる：
 1. 生産者側の影響：
 - ▶ 生産財の価格は消費者との距離に依存
 - ▶ 消費者が近いほど需要が大きく、価格（賃金）も高くなる
 - ▶ → アウトワード・マーケットアクセスが労働需要曲線に影響
 2. 消費者側の影響：
 - ▶ 購入財の価格は生産者との距離に依存
 - ▶ 生産者が近いほど価格が低く、実質賃金が高くなる
 - ▶ → インワード・マーケットアクセスが労働供給曲線に影響

マーケットアクセスの数学的定義

- ▶ アウトワード・マーケットアクセス (販売可能性):

$$MA_i^{out} = \sum_j T_{ij} \times \frac{Y_j}{MA_j^{in}}$$

- ▶ インワード・マーケットアクセス (購買可能性):

$$MA_j^{in} = \sum_i T_{ij} \times \frac{Y_i}{MA_i^{out}}$$

- ▶ ここで:
 - ▶ T_{ij} : 逆経済距離 (経済的な近さ)
 - ▶ $Y_j = w_j L_j$: 立地 j の総所得

アウトワード・マーケットアクセスの直感的理解

- ▶ 立地の販売ポテンシャルを要約
- ▶ 高いアウトワード・マーケットアクセスの条件：
 1. 近隣立地との経済的距離が近い (T_{ij} が大きい)
 2. 近隣立地が豊か (Y_j が大きい)
 3. 近隣立地の購入代替案が少ない (MA_j^{in} が小さい)

例：ニュージャージー州は高いアウトワード・マーケットアクセスを持つ（ニューヨーク、ペンシルバニア州に近接）

インワード・マーケットアクセスの直感的理解

- ▶ 立地の購買ポテンシャルを要約
- ▶ 高いインワード・マーケットアクセスの条件：
 1. 近隣立地との経済的距離が近い (T_{ij} が大きい)
 2. 近隣立地の生産量が多い (Y_i が大きい)
 3. 近隣立地の販売代替案が少ない (MA_i^{out} が小さい)

例：ニュージャージー州は高いインワード・マーケットアクセスも持つ（大規模生産者に近接）

マーケットアクセスの相互関係

- ▶ アウトワードとインワードのマーケットアクセスは密接に関連
- ▶ 経済距離が双方向で同じ場合、両者は比例関係にある
- ▶ 現実には経済距離に方向性があり、両者は一般的に異なる値を取る
- ▶ マーケットアクセスの計算には所得データと経済距離データが必要

米国の州別マーケットアクセス

- ▶ 北東部：経済産出が大きく、他の高産出州に近い州々が高いマーケットアクセスを持つ
- ▶ モンタナなど：経済産出が少なく、高産出州から遠い州々は低いマーケットアクセスを持つ

4. グローバル空間的均衡

グローバル空間的均衡の分析

- ▶ グローバル空間的均衡も労働供給・需要曲線を用いて分析可能
- ▶ ローカル地理だけでなく、グローバル地理も考慮する必要がある

拡張された労働需要曲線

- ▶ 労働需要はアウトワード・マーケットアクセス MA_i^{out} にも依存

$$\ln w_i = \varepsilon_{local}^D \ln L_i + \varepsilon_{global}^D \ln MA_i^{out} + \ln C_i^D$$

- ▶ より良いアウトワード・マーケットアクセスは、より良いローカル生産性 C_i^D と類似の効果
- ▶ 弾力性 ε_{global}^D は、地域 i で生産された財の代替性が低いほど大きくなる

拡張された労働供給曲線

- ▶ 労働供給はインワード・マーケットアクセス MA_i^{in} にも依存

$$\ln w_i = \varepsilon_{local}^S \ln L_i + \varepsilon_{global}^S \ln MA_i^{in} + \ln C_i^S$$

- ▶ より良いインワード・マーケットアクセスは、より良いローカルアメニティ C_i^S と類似の効果
- ▶ 弾力性 ε_{global}^S も、異なる地域で生産された財の代替性が低いほど大きくなる

極限的なケース

- ▶ ε_{local}^S が非常に大きく無限に近づく場合：
 - ▶ 地域の人口は経済状況の変化に対して不変
- ▶ ε_{local}^S が非常に小さくゼロに近づく場合：
 - ▶ 労働供給は地域の経済状況に対して無限に弾力的

グローバル空間的均衡の決定

- ▶ グローバル地理が与えられた場合の均衡決定：
 - ▶ 各地域の供給と需要が一致する賃金と人口を見つける
 - ▶ 図3のパネルAのポイントAがそのような均衡を示す

ローカル均衡との根本的な違い

- ▶ グローバル地理における重要な洞察：
 - ▶ ある地域のグローバル地理は世界の他の全ての地域の空間的均衡に依存
 - ▶ 世界のどこかでローカル地理が変化すると、その影響は世界中のグローバル地理に波及
 - ▶ ただし、その影響は近隣地域により大きく及ぶ
- ▶ このように、グローバル地理は空間経済に「空間」を取り戻す

アメニティ改善の例

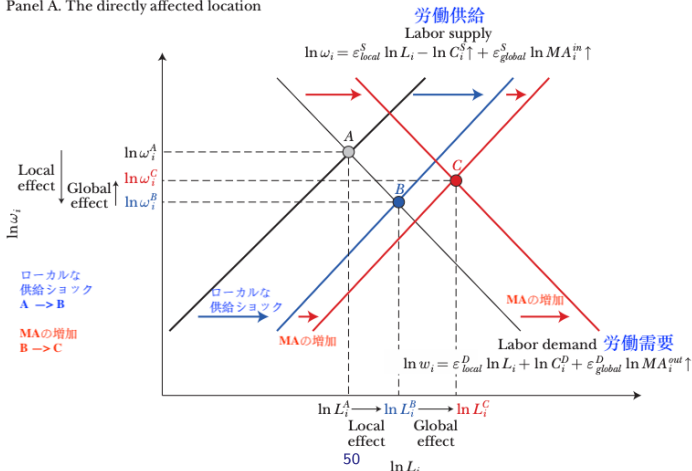
- ▶ エアコンの発明により、以前は住みにくかった暑い地域のアメニティが向上
- ▶ これが地域 i の労働供給曲線を外側にシフト（図3のパネルAのポイントBへ）
- ▶ 結果として地域 i の人口増加と賃金低下

Figure 3, Panel A グローバル空間的均衡

Figure 3

A Supply Shock in the Global Spatial Equilibrium

Panel A. The directly affected location



グローバル効果の波及

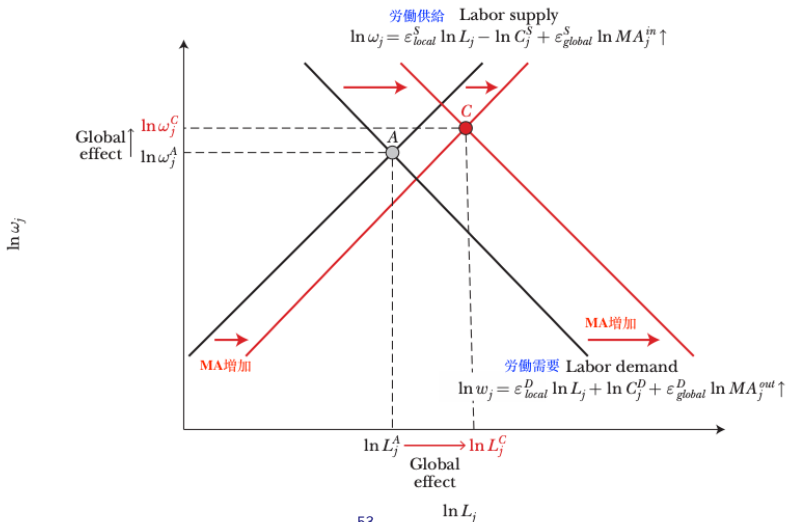
- ▶ 地域 i の人口と賃金変化はグローバル地理にも影響
- ▶ 地域需要の弾力性が-1 より大きい場合、地域 i の所得 Y_i が増加
- ▶ これにより、インワード・アウトワード両方のマーケットアクセスが向上
- ▶ 労働需要・供給曲線の追加的な外向きシフトをもたらす
- ▶ 結果：図3のパネルAのポイントCに示される、さらなる人口増加と賃金低下の緩和

隣接地域への影響

- ▶ 地域 i の経済活動変化は他地域のグローバル地理にも影響
- ▶ 隣接地域 j の初期均衡（図3のパネルB、ポイントA）を考える
- ▶ 近隣地域 i の所得向上により j の供給・需要曲線も外側にシフト
- ▶ 直感的理解：
 - ▶ 近隣の経済活動増加は j で生産される財への需要増加
 - ▶ また j で消費される財の供給も増加
- ▶ 結果： j の人口も増加（そしてその賃金も上昇）、図3のパネルBのポイントCへ移動

Figure 3, Panel B 隣接地域への影響

Panel B. An indirectly affected location



無限のフィードバックループ

- ▶ 地域 j の経済活動変化は他の全ての地域のグローバル地理にさらなる影響
- ▶ その変化がさらにグローバル地理に影響し、無限のフィードバックループを形成
- ▶ 図3のパネルAとBのポイントCは、これらの調整の無限シーケンスの収束点を表す
- ▶ この反復過程は：
 - ▶ 付属の Matlab コードでの均衡マーケットアクセス変化計算アルゴリズムの基礎
 - ▶ 均衡システムの数学的特性研究のための多くのツールの基礎

5. 労働供給・需要の推定と空間経済データ

理論から実証へ

- ▶ 前節：空間的連結を通じて地理がどのように経済活動の分布に影響するかを理解
- ▶ 本節：この理論的枠組みを実証データと結合する方法を説明
- ▶ 目標：現実世界の空間的経済活動分布への地理的影響を評価

空間経済データ：地域データ

- ▶ 研究者が観測可能なデータ：
 - ▶ 特定地域の居住者数 L_i
 - ▶ 地域の総所得 Y_i
- ▶ これらのデータは広く利用可能：
 - ▶ 米国では、郡レベルの人口・所得データが 1840 年以降の 10 年毎の国勢調査から構築可能
 - ▶ IPUMS National Historical Geographic Information Systems (Manson 2020) が公開

空間経済データ：代替データソース

- ▶ 所得データが利用できない地域でも代替手段が存在：
 - ▶ 夜間の光強度の衛星データを経済活動の代理指標として使用
 - ▶ Henderson, Storeygard, and Weil (2012) が開拓
 - ▶ Donaldson and Storeygard (2016) がこの方法を概説
- ▶ 多様なソースからの統合データベース：
 - ▶ G-econ データベース (Nordhaus and Chen 2006)
 - ▶ 世界の所得や人口の代理指標を 1 度角 (one-arc degree) という細かな地理単位で提供。

賃金データの導出

- ▶ 所得がすべて労働に帰着すると仮定
- ▶ 所得と人口データから地域の平均賃金を算出： $w_i = Y_i/L_i$
- ▶ この強い仮定の限界：
 - ▶ 資本、土地所有、企業利益など他の所得源を捨象
 - ▶ ただし、これらの所得が同一地域内に留まる限り、モデル予測に影響なし
 - ▶ 例：居住者が自己所有住宅に住む場合、住宅支出モデルは本枠組みと等価（「同型」）

空間連結データ：経済距離

- ▶ 経済距離の代理指標として地理的距離を使用可能
- ▶ 最近の研究では、実際の移動コストでこれを改良：
 - ▶ Donaldson (2018)：道路、鉄道、水路の相対的移動コストを計算
 - ▶ 最小コスト経路を Dijkstra (1959) アルゴリズムで計算 (Google Maps と同様)
 - ▶ Allen and Arkolakis (2014)：Fast Marching Method (連続空間版 Dijkstra)
 - ▶ Allen and Arkolakis (2022)：運輸ネットワークを関数とした経済距離の解析解

経済距離の構築

- ▶ 経済リンケージの観測指標から逆経済距離 T_{ij} を構築：
 - ▶ 観測された貿易フローの（対数）値を経済リンケージ指標に回帰
 - ▶ 原産地・目的地の固定効果を条件付け
 - ▶ 固定効果を除く回帰予測値が暗示する逆経済距離
- ▶ 例：移動時間を経済リンケージ指標として使用する場合
 - ▶ 逆経済距離は移動時間とその推定係数の積

労働需要と供給の推定

- ▶ 所得 Y_i と地域間の逆経済距離 T_{ij} からグローバル地理を計算可能
 - ▶ インワード・アウトワード両方のマーケットアクセス：
 MA_j^{in} と MA_i^{out}
 - ▶ 連立非線形方程式の解法アルゴリズムを付属 Matlab コードで提供
- ▶ グローバルケースの拡張された供給・需要方程式：
 - ▶ 左辺の価格変数：各地域の賃金 w_i
 - ▶ 右辺の数量変数：人口 L_i
 - ▶ マーケットアクセス変数を計算するためのデータも観測済み

推定における課題：メダルエラー

- ▶ 供給・需要の弾力性（右辺変数の係数）を推定する際の課題
- ▶ Baldwin and Taglioni (2006) にならい、異なる種類の誤りに「メダル」を授与

銅メダルエラー

- ▶ 最も明白な誤り：通常の最小二乗回帰法（OLS）を使用
- ▶ なぜ不適切か：
 - ▶ 同時性の問題：観測されるのは供給・需要曲線ではなく均衡点の集合
 - ▶ 右辺の人口変数は供給・需要の均衡から決定されるため、生産性・アメニティのシフターと相関
 - ▶ OLS 回帰の係数は供給・需要弾力性のいずれも正確に復元しない
- ▶ 解決策：操作変数法
 - ▶ アメニティ変動を操作変数に労働需要弾力性を推定
 - ▶ 生産性変動を操作変数に労働供給弾力性を推定

操作変数の具体例

1. 需要弾力性の推定:

- ▶ Glaeser and Gottlieb (2009): エアコン技術の登場が暖かい気候地域のアメニティを改善
- ▶ 気候が生産性変化と無相関と仮定し、気候を人口変化の操作変数として使用
- ▶ 概念的には、労働供給のシフト（アメニティ変化）を使って労働需要曲線をトレース

操作変数の具体例（続き）

2. 供給弾力性の推定：

- ▶ Allen and Donaldson (2020)、Bustos, Caprettini, and Ponticelli (2016)：
- ▶ 大豆への世界的需要増加が大豆生産に適した地域の生産性を向上
- ▶ 相対的な大豆の潜在収量を供給弾力性推定の操作変数として使用
- ▶ 概念的には、労働需要のシフト（生産性変化）を使って労働供給曲線をトレース

銀メダルエラー

- ▶ やや不明瞭な誤り：空間的連結を無視し、Rosen-Roback モデルの地域供給・需要方程式のみを推定
- ▶ この誤りの結果：
 - ▶ 地域間のインワード・アウトワードマーケットアクセスの変動を無視
 - ▶ その変動が残差項に含まれてしまう

銀メダルエラーの解決策

- ▶ 操作変数戦略だけでは不十分：
 - ▶ 例：アメニティシフター（エアコン導入など）を人口の操作変数として使用する場合
 - ▶ シフターが生産性と無相関でも、アウトワードマーケットアクセスとは相関する可能性
 - ▶ 需要弾力性の推定にバイアス
- ▶ 解決策：
 - ▶ 前述の方法でマーケットアクセス指標を構築
 - ▶ 供給・需要方程式にこれらの指標を含める

金メダルエラー

- ▶ より微妙な問題：マーケットアクセス指標自体が生産性・アメニティと相関する可能性
- ▶ 理由：
 - ▶ 地域のマーケットアクセスは部分的に自身の経済活動に依存
 - ▶ 均衡では経済活動は生産性・アメニティに依存
- ▶ 結果：
 - ▶ マーケットアクセス指標を単に制御変数として含めるだけでは、ローカル・グローバル両方の供給・需要弾力性の推定値にバイアス

金メダルエラーの解決策

- ▶ 操作変数法を拡張：
 - ▶ 地域の人口だけでなく、マーケットアクセスにも操作変数を使用
- ▶ マーケットアクセスの適切な操作変数：
 - ▶ マーケットアクセスと相関するが、ローカル生産性・アメニティとは無相関

金メダルエラーの解決策（続き）

- ▶ 概念的アプローチ：
 - ▶ マーケットアクセスは経済距離で重み付けされた近隣経済活動の一種の平均
 - ▶ 仮想的な経済をモデル化：基本的な Rosen-Roback 供給・需要方程式を使用
 - ▶ 観測可能な生産性・アメニティと妥当なモデル弾力性値から地域均衡を計算
 - ▶ その仮想的均衡所得と観測された経済距離からマーケットアクセスを計算
 - ▶ この「仮想的マーケットアクセス」は実際のマーケットアクセスの操作変数として有効

推定結果の活用

- ▶ 供給・需要曲線を適切に推定できれば：
 - ▶ モデル弾力性の推定値を得る
 - ▶ 賃金、人口、マーケットアクセスのデータを持つ
 - ▶ 供給・需要方程式の残差から生産性・アメニティを得る
- ▶ このプロセスで獲得できるもの：
 - ▶ 観測された経済活動分布と逆経済距離に整合的な地域地理
 - ▶ 地理の変化が世界のグローバル空間均衡に与える影響を評価可能

分析成果の整理

- ▶ 銅・銀・金のメダルエラーを回避した労働供給・需要曲線の適切な推定
- ▶ 人口と市場アクセスの両方に対して操作変数を適切に使用

推定後に得られるもの:

- ▶ モデル弾力性の推定値
- ▶ 賃金、人口、市場アクセスのデータ
- ▶ 供給・需要方程式の残差（生産性とアメニティに対応）

地理の復元

- ▶ モデル弾力性を知ること、観測された経済活動分布と一致する地理的条件を特定可能
- ▶ 逆の見方：観測された経済活動分布は、構築した逆経済距離と組み合わせた場合、モデルのグローバル空間均衡となる

分析の準備が整った状態

- ▶ 地理と経済活動の分布が整合的
- ▶ モデル弾力性が推定済み
- ▶ 地理の変化がグローバル空間均衡に与える影響を評価可能な体制が整う

次のステップ

- ▶ 地理の変化が経済活動の空間分布に与える影響を理解
- ▶ 様々な経済政策の影響について、空間的観点から評価可能
- ▶ 次セクションでは、この枠組みを用いた具体的分析例を紹介

6. 経済政策の空間的影響の理解

空間フレームワークの応用

- ▶ グローバル・ローカル地理が供給と需要を通じて空間均衡を形成する仕組みを理解
- ▶ これらの理論的枠組みを実証データと組み合わせる方法を学習
- ▶ 次の段階: この枠組みを用いた分析可能な問題の類型

分析可能な問題の分類

以下の3つの問題類型に分類：

1. ローカル地理ショックの影響
2. グローバル地理ショックの影響
3. 財の流れ以外の空間的連結を組み込んだ枠組みの拡張

ローカル地理ショックの例

- ▶ 気候変動による自然環境の変化：
 - ▶ 海面上昇と洪水 (Desmet et al. 2018) : 2200 年までに世界人口の約 1.5%が移住
 - ▶ 農業生産性への影響 (Costinot, Donaldson, and Smith 2016) : 世界の農業生産価値が約 1/6 減少
- ▶ 紛争と戦争の影響：
 - ▶ 第二次世界大戦後の日本の再建 (Davis and Weinstein 2002)
 - ▶ モザンビーク内戦後の地雷除去 (Chiovelli, Michalopoulos, and Papaioannou 2018)

ローカル地理ショックの例（続き）

- ▶ 技術革新の影響：
 - ▶ ブラジルでの遺伝子組み換え大豆の導入（Bustos, Caprettini, and Ponticelli 2016）
 - ▶ カリフォルニアのコンピュータ産業とノースダコタのシェールオイル生産（Caliendo et al. 2018）
 - ▶ 将来研究トピック：自動化（Acemoglu and Restrepo 2020）やリモートワーク（Dingel and Neiman 2020; Althoff et al. 2022）
- ▶ 地域ベースの政策：
 - ▶ 低所得住宅向け税制優遇（Diamond and McQuade 2019）
 - ▶ 低賃金都市への高技能労働者誘致（Fajgelbaum and Gaubert 2018）
 - ▶ 低所得世帯集中地域への政策集中（Gaubert, Kline, and Yagan 2021）

グローバル地理ショックの影響

- ▶ 交通インフラ投資：
 - ▶ 米国州間高速道路システム (Allen and Arkolakis 2014) : GDP の 1.0~1.4%の厚生向上
 - ▶ 19 世紀後半の米国鉄道システム (Donaldson and Hornbeck 2016) : 農業郡の地価を 2 倍以上に
 - ▶ ロサンゼルスメトロ鉄道 (Severen 2021) : 通勤増加も生産性・アメニティへの効果は限定的
 - ▶ アパラチア開発高速道路システム (Jaworski and Kitchens 2019) : 利益の多くが地域外に流出
 - ▶ 19 世紀半ばのロンドン蒸気鉄道 (Heblich, Redding, and Sturm 2020) : 人口と地価の倍増

グローバル地理ショック：分配的影響

- ▶ インフラ投資の分配的影響：
 - ▶ 1870～1940年のニューヨーク市の交通インフラ (Lee 2022)：人種分離と格差拡大
 - ▶ 中国の国家高速道路システム (Baum-Snow et al. 2020)：農村地域を犠牲にした大都市の利益
- ▶ 混雑の重要性：
 - ▶ 米国都市の道路または公共交通機関は混雑を軽減せず (Duranton and Turner 2011)
 - ▶ 最適交通ネットワーク (Fajgelbaum and Schaal 2020)：国内・国間の流れの重視度により異なる
 - ▶ ロンドンやシンガポールの交通渋滞料金、マンハッタンの渋滞価格などの評価にも応用可能

グローバル地理ショック：海運と貿易

- ▶ 港湾とサプライチェーン：
 - ▶ パナマ運河の2016年拡張 (Heiland et al. 2019)：運河利用国間貿易が9~10%増加
 - ▶ コンテナ船の拡大と中国による港湾開発 (Ducruet et al. 2020)
 - ▶ 仲介港の役割 (Ganapati, Wong, and Ziv 2020)
- ▶ 複合輸送：
 - ▶ 21世紀初頭の中国の高速道路建設 (Fan, Lu, and Luo 2021)：輸出促進
 - ▶ 米国経済における道路、鉄道、港の結節点 (Fuchs and Wong 2022)
 - ▶ 航路選択とコスト (Brancaccio, Kalouptsidi, and Papageorgiou 2020)
 - ▶ ケープタウンの乗合バスへの補助金 (Conwell 2022)：特に長距離ルートの低技能労働者に利益

貿易政策の空間的影響

- ▶ 貿易自由化と保護主義：
 - ▶ 1991年インド関税削減 (Topalova 2010)：関税削減の大きい地域で貧困削減が遅く、消費成長も鈍化
 - ▶ 米中貿易戦争 (Fajgelbaum et al. 2020)：米国実質所得を72億ドル削減、関税の利益は政治的競争の激しい郡に集中
- ▶ 生産性と需要変化の国際波及：
 - ▶ 「中国の台頭」の米国への影響 (Autor, Dorn, and Hanson 2013; Caliendo, Dvorkin, and Parro 2019)
 - ▶ メキシコの観光需要増加の製造業への波及 (Faber and Gaubert 2019)
 - ▶ バルセロナの観光需要増加による地元住民の厚生低下 (Allen et al. 2021)

代替的空間的連結

財の流れを超えた空間的相互作用

- ▶ 本稿で開発した枠組みは財の流れを通じた空間的連結に焦点
- ▶ 人々は空間を超えて多様な形で相互作用：
 - ▶ 通勤
 - ▶ 移住
 - ▶ 社会的・ビジネスネットワーク
- ▶ 近年の研究はこれらの代替的相互作用を空間的枠組みに統合

通勤フローによる空間的相互作用

- ▶ Ahlfeldt et al. (2015) の先駆的研究: ベルリンの壁の盛衰が都市活動の空間分布に与えた影響
- ▶ 通勤効果の分離研究:
 - ▶ Severen (2021): ロサンゼルスメトロの通勤効果を生産性・アメニティ効果から分離
 - ▶ Zárate (2022): メキシコシティの地下鉄延長が通勤増加と非公式→公式雇用のシフトを促進

通勤と空間的連結の統合モデル

- ▶ Monte, Redding, and Rossi-Hansberg (2018) :
 - ▶ 大規模工場の立地競争に勝つコミュニティは、通勤ネットワークが開放的なほど大きな利益
- ▶ Allen, Arkolakis, and Li (2015) :
 - ▶ 最適土地利用規制の研究
 - ▶ シカゴは都心部の住宅増加と郊外の商業活動増加から恩恵を受ける可能性

移住パターンによる空間的連結

- ▶ 動的設定への枠組み拡張：
 - ▶ 定常状態は静的枠組みに類似
 - ▶ 経済が地理変化に適応する時間の予測も可能
- ▶ 移住に関する研究事例：
 - ▶ Desmet, Nagy, and Rossi-Hansberg (2018)：移住制限撤廃が世界厚生を3倍に
 - ▶ Allen, de Castro Dobbin, and Morten (2018)：米墨国境の壁がメキシコ自治体と米国郡間の移住パターンを変化
 - ▶ Tombe and Zhu (2019)：中国の国内移住コスト低下が2001-2005年の労働生産性成長の1/3を説明
 - ▶ Peters (2022)：第二次世界大戦後の東欧からのドイツ系民族追放と西ドイツへの帰還が25年後に一人当たり所得を約12%増加
 - ▶ Kleinman, Liu, and Redding (2021)：移住と資本投資の相互作用が1965-2015年の米国州間所得収束低下の説明に寄与

企業間生産連結の形成

- ▶ Bernard, Moxnes, and Ulltveit-Moe (2018)、 Bernard, Moxnes, and Saito (2019) :
 - ▶ 異質的売り手と買い手間の連結探索・創出コスト低下が限界コスト低下をもたらす
 - ▶ 日本における人の流れ改善とノルウェー税関データへの応用
- ▶ 知識拡散の役割 :
 - ▶ Couture et al. (2020) : 全国代表的スマートフォンデータを用いた移動・通信パターン調査
 - ▶ Atkin, Chen, and Popov (2022) : シリコンバレーでの対面交流の実質的収益を発見
 - ▶ Chetty et al. (2022a, b) : 社会経済的グループ間の個人的つながりと経済移動性の関連

情報技術と空間的情報拡散

- ▶ Steinwender (2018) : 1866 年の大西洋横断電信の導入が情報提供を通じて綿花価格と貿易フローに影響
- ▶ Allen (2014) : 情報摩擦がフィリピンにおける地域農業貿易フロー価格の観測パターン説明に寄与
- ▶ Akerman, Leuven, and Mogstad (2022) : ノルウェーのブロードバンド拡大を用いて、情報アクセス改善が貿易パターンを距離と経済規模にさらに敏感にすることを発見

さらなる空間的連結の研究

- ▶ さらに多様な空間的連結が研究対象に：
 - ▶ 電力送電 (Arkolakis and Walsh 2022)
 - ▶ 上水道 (Coury et al. 2022)
 - ▶ 天然ガスパイプライン (Bachmann et al. 2022)
- ▶ 拡張の可能性：
 - ▶ 追加的空間的連結の組み込み
 - ▶ 複数タイプ (多層) の連結の組み合わせ
 - ▶ これらの相互作用を含めることでより現実的なモデルが構築可能
 - ▶ 地理が空間経済に影響する多様な経路の解明に寄与

7. 結論

本稿の3つの主要目的

1. 地理が空間的経済活動の分布をどのように形成するかを紹介
2. 空間モデルと空間データの組み合わせ方の指針
3. 多様な応用可能性の展望

空間的経済活動分布の理解

- ▶ 古典的 Rosen-Roback フレームワークでは：
 - ▶ 経済活動の分布は各立地の「ローカル」地理のみに依存
 - ▶ 供給と需要の曲線を通じた分析が可能
 - ▶ しかし空間的相互依存性を考慮せず（「空間なき空間モデル」）

新世代の経済地理モデルの貢献

- ▶ 立地間の空間的連結を組み込み、「空間」を空間モデルに取り戻す
- ▶ 供給と需要の曲線による分析は継続可能
- ▶ 「グローバル」地理の概念で適切に拡張

理論と実証の橋渡し

- ▶ 詳細な空間データが現在容易に入手可能
- ▶ 研究者は供給・需要曲線推定という理解しやすいプロセスでデータを理論に適用可能
- ▶ 空間的連結がもたらす推定上の落とし穴と解決戦略を提示

理論と実証の密接な統合がもたらす能力

- ▶ 理論とデータが正確に対応する基礎地理の復元
- ▶ 地理変化が現実世界の空間的経済活動分布に与える影響の評価
- ▶ 多様な問題に対する応用可能性

空間経済研究の広範な応用範囲

- ▶ 経済史、環境、労働、公共財政、都市、国際経済など多様な分野に適用可能
- ▶ まだ取り組まれていない興味深い問題が多数存在
- ▶ 空間的問題に取り組むための新しいツールセットの提供

結びの言葉

- ▶ 空間経済研究は現在、興味深い時期にある：
 - ▶ 多くの興味深い問題に適用可能な新たなツールセットの登場
 - ▶ その大部分はまだ取り組まれていない
 - ▶ 空間経済学の研究機会は豊富に存在

References: 主な参考文献

理論的基礎

- ▶ **Rosen, S. (1979)** “Wage-Based Indexes of Urban Quality of Life”
 - ▶ 空間経済の均衡モデルの基礎を構築
- ▶ **Roback, J. (1982)** “Wages, Rents, and the Quality of Life”, *Journal of Political Economy*
 - ▶ Rosen-Roback フレームワークの完成
- ▶ **Krugman, P. (1991)** “Increasing Returns and Economic Geography”, *Journal of Political Economy*
 - ▶ 新経済地理学の先駆的研究
- ▶ **Fujita, M., Krugman, P., & Venables, A.J. (1999)** *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*
 - ▶ 空間経済学の包括的理論書

現代空間経済モデル

- ▶ **Allen, T., & Arkolakis, C. (2014)** “Trade and the Topography of the Spatial Economy”, *Quarterly Journal of Economics*
 - ▶ 本論文の基礎となる空間的連結モデル
- ▶ **Redding, S.J. (2016)** “Goods Trade, Factor Mobility and Welfare”, *Journal of International Economics*
 - ▶ 財移動と要素移動の統合モデル
- ▶ **Allen, T., Arkolakis, C., & Takahashi, Y. (2020)** “Universal Gravity”, *Journal of Political Economy*
 - ▶ 重力モデルの一般化と空間連結の普遍的性質
- ▶ **Redding, S.J., & Rossi-Hansberg, E. (2017)** “Quantitative Spatial Economics”, *Annual Review of Economics*
 - ▶ 定量的空間経済学の包括的レビュー

実証研究：インフラと空間経済

- ▶ **Donaldson, D. (2018)** “Railroads of the Raj: Estimating the Impact of Transportation Infrastructure”, *American Economic Review*
 - ▶ 植民地インドにおける鉄道の経済効果
- ▶ **Donaldson, D., & Hornbeck, R. (2016)** “Railroads and American Economic Growth: A ‘Market Access’ Approach”, *Quarterly Journal of Economics*
 - ▶ 市場アクセスアプローチによる米国鉄道の経済効果分析
- ▶ **Duranton, G., & Turner, M.A. (2011)** “The Fundamental Law of Road Congestion: Evidence from US Cities”, *American Economic Review*
 - ▶ 道路混雑の基本法則とインフラ拡張の限界

実証研究：貿易と空間経済

- ▶ **Autor, D.H., Dorn, D., & Hanson, G.H. (2013)** “The China Syndrome: Local Labor Market Effects of Import Competition in the United States”, *American Economic Review*
 - ▶ 中国からの輸入競争が米国労働市場に与えた影響
- ▶ **Caliendo, L., Dvorkin, M., & Parro, F. (2019)** “Trade and Labor Market Dynamics: General Equilibrium Analysis of the China Trade Shock”, *Econometrica*
 - ▶ 中国貿易ショックの一般均衡分析
- ▶ **Fajgelbaum, P.D., et al. (2020)** “The Return to Protectionism”, *Quarterly Journal of Economics*
 - ▶ 保護主義政策の空間的效果分析

空間データと方法論

- ▶ **Henderson, J.V., Storeygard, A., & Weil, D.N. (2012)** “Measuring Economic Growth from Outer Space”, *American Economic Review*
 - ▶ 夜間光データを用いた経済活動測定
- ▶ **Donaldson, D., & Storeygard, A. (2016)** “The View from Above: Applications of Satellite Data in Economics”, *Journal of Economic Perspectives*
 - ▶ 衛星データの経済学的応用
- ▶ **Ahlfeldt, G.M., Redding, S.J., Sturm, D.M., & Wolf, N. (2015)** “The Economics of Density: Evidence from the Berlin Wall”, *Econometrica*
 - ▶ 都市密度と空間均衡の分析

拡張：通勤と住宅

- ▶ **Monte, F., Redding, S.J., & Rossi-Hansberg, E. (2018)** “Commuting, Migration, and Local Employment Elasticities”, *American Economic Review*
 - ▶ 通勤・移住・雇用の統合モデル
- ▶ **Heblich, S., Redding, S.J., & Sturm, D.M. (2020)** “The Making of the Modern Metropolis: Evidence from London”, *Quarterly Journal of Economics*
 - ▶ 交通インフラと都市空間構造の歴史的変遷

拡張：動学的モデル

- ▶ **Desmet, K., Nagy, D.K., & Rossi-Hansberg, E. (2018)**
“The Geography of Development”, *Journal of Political Economy*
 - ▶ 空間的発展の動学的モデル
- ▶ **Peters, M. (2022)** “Market Size and Spatial Growth—Evidence from Germany’s Post-war Population Expulsions”, *Econometrica*
 - ▶ 戦後ドイツの人口移動と空間的成長

展望

- ▶ **Fajgelbaum, P.D., & Schaal, E. (2020)** “Optimal Transport Networks in Spatial Equilibrium”, *Econometrica*
 - ▶ 空間均衡における最適交通ネットワーク
- ▶ **Kleinman, B., Liu, E., & Redding, S.J. (2021)** “Dynamic Spatial General Equilibrium”, *NBER Working Paper*
 - ▶ 動学的空間一般均衡モデル
- ▶ **Brancaccio, G., Kalouptsi, M., & Papageorgiou, T. (2020)** “Geography, Transportation, and Endogenous Trade Costs”, *Econometrica*
 - ▶ 内生的貿易コストと地理

Appendix: マーケットアクセス計算における 自己距離の定義

自己距離 (Self-Distance) の問題

- ▶ マーケットアクセスの計算では全ての地域ペア間の経済的距離が必要
- ▶ 自己距離とは: 同一地域内での経済的距離 (例: カリフォルニア州からカリフォルニア州)
- ▶ 正確な定義方法は理論的・実証的に重要

論文での自己距離の扱い

論文では明示的な定義は示されていないが、以下の方法が一般的。

面積ベースアプローチ:

- ▶ 自己距離 $= \frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{\text{面積}}{\pi}}$
- ▶ 例: カリフォルニア州の面積は 423,970 km² であるため
- ▶ 自己距離 $\approx \frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{423,970}{\pi}} \approx 244$ km
- ▶ 自己距離は地域の面積に基づき定義
- ▶ 円形に近似した地域内の平均距離を使用
- ▶ 大きな州ほど自己距離が大きくなる特性

自己距離の重要性

- ▶ 自己距離の定義はマーケットアクセスの値に大きく影響
- ▶ 特に大きな地域（カリフォルニア州など）の自己マーケットアクセスが重要
- ▶ 自己マーケットアクセスが過大/過小評価されると政策分析に歪みが生じる

カリフォルニア州とニューヨーク州の比較

- ▶ 両州の面積の違い:
 - ▶ カリフォルニア州: 423,970 km²
 - ▶ ニューヨーク州: 141,300 km²
- ▶ 面積ベースの自己距離計算:
 - ▶ カリフォルニア州: $\frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{423,970}{\pi}} \approx 244$ km
 - ▶ ニューヨーク州: $\frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{141,300}{\pi}} \approx 141$ km
- ▶ 自己距離の比: カリフォルニア州/ニューヨーク州 ≈ 1.73
- ▶ 面積の比の平方根: $\sqrt{\frac{423,970}{141,300}} \approx 1.73$

自己距離の違いによる影響

- ▶ 自己マーケットアクセスへの影響：
 - ▶ 逆経済距離 T_{ii} はニューヨーク州の方が大きい傾向
 - ▶ カリフォルニア州は広大な面積のため、州内経済活動の連結性が低下
- ▶ 経済活動の実際の分布：
 - ▶ カリフォルニア州：ロサンゼルス・サンフランシスコの二極集中
 - ▶ ニューヨーク州：ニューヨーク市周辺に集中
 - ▶ この集中パターンを考慮した修正が現実的な分析には必要