

交通・立地統合モデルによる政策効果分析手法の提案

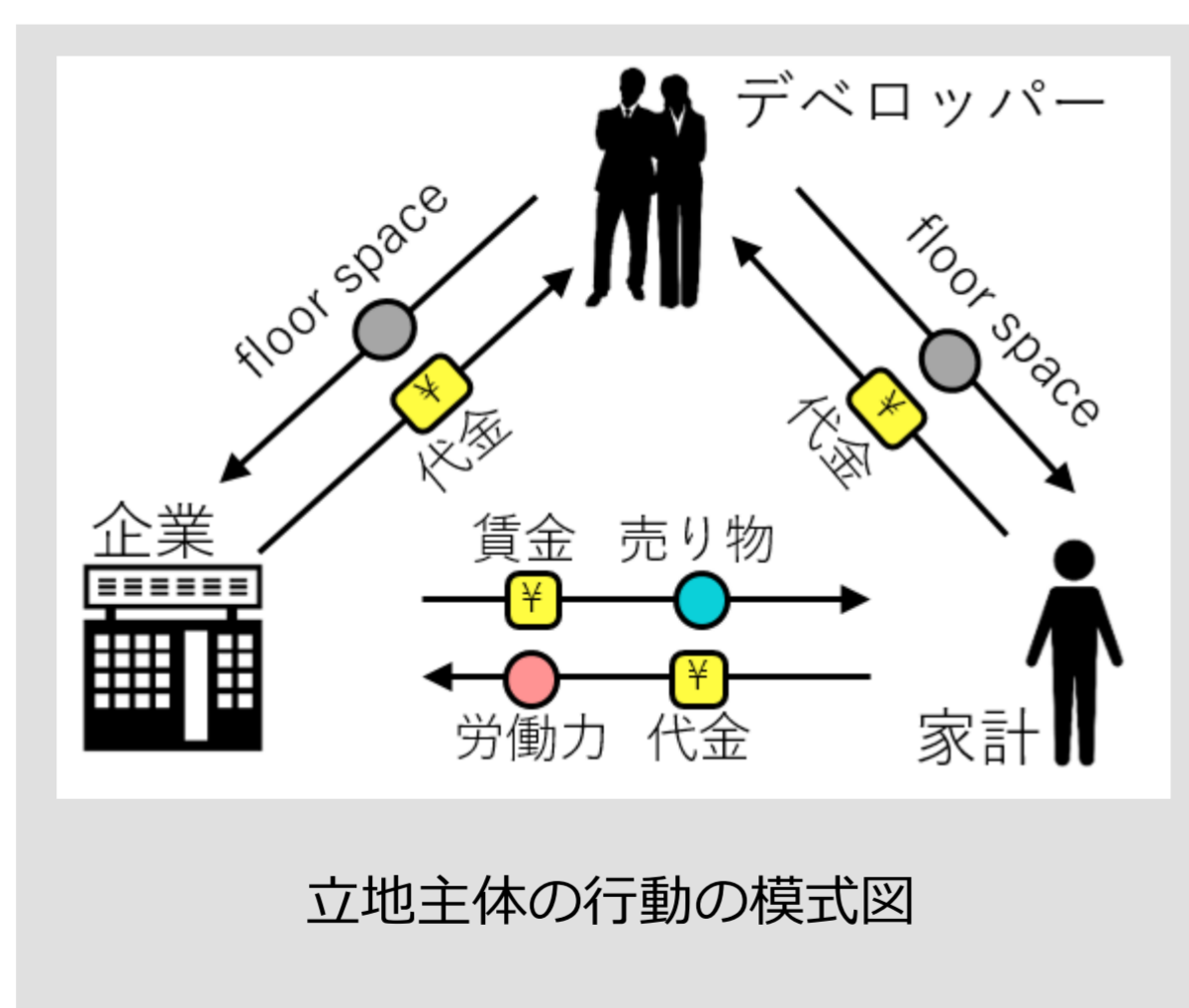
1. 研究背景・目的

社会基盤整備による効果（混雑の解消/利便性の向上した郊外への移住等）は、広い範囲に渡ってその効果を発揮します。これらの効果を適切に把握することは、効率的な政策を打つうえで非常に重要です。その把握のための方法のひとつとして、立地モデルが存在します。立地モデルを用いた計量分析では、社会基盤整備等の広範囲に渡る効果を計量化でき、これまでに多くの研究が蓄積されてきました。しかし立地モデルのほとんどは、実際には考慮されるべきである交通混雑が表現できていないという課題も残されています。いくつかのモデルはこの課題の解決に挑戦しましたが、交通混雑を考慮したうえで「実都市のような大規模な地点」に適用可能となるモデルは未だ存在していません。この事実は、立地モデルが実都市への政策効果分析を目的としていることを考慮すると、解決すべき重要な課題であると言えます。そこで本研究では、立地モデルを軸として、交通混雑を考慮した上で社会基盤整備の効果を計量化できる交通モデルと統合することで、「交通混雑の影響が考慮できる立地モデル」を構築します。また、このようなモデルの課題だった「実都市適用可能なモデルを作成すること」を解決するための第一歩として、ポテンシャル関数を用いた安定性解析手法を用いて実都市のように経路の絡みが複雑となる都市にも適用できる分析手法を提案します。



2. モデルの設定

本研究では、Ahlfeldt et al.(2015)モデル¹⁾を基にしたモデルを構築します。都市は、1つの都市内に*I*個の地点があるものと考えます。また、この都市には立地主体である家計と企業、及び floor space を供給するデベロッパーが存在するとします。その関係性を右図に示します。



これらの関係を定式化することで均衡状態（=家計の分布）を求めるのが本研究の流れです。ここでは3つの主体の代表例として、家計の行動についての式を示します。式は複雑ですが、「式が効用を最大化している点」、「通勤費用が交通量の関数となっている点」に着目してください。

効用が最大となる居住地*i*と就業地*j*を選択

$$\max u(c_{ij}, l_{ij}) = c_{ij} + \beta \ln l_{ij} + B_i$$

効用 合成財消費量 floor space消費面積 アメニティ水準

$$\text{s.t. } w_j = c_{ij} + r_{R_i} l_{ij} + t \tau_{ij}^k (f_{ij}^k)$$

賃金 合成財消費量 床面積価格 通勤費用

*i*から*j*へ経路*k*を使って行く人数…つまり交通量！

通勤費用…交通量の関数になっている！

家計のモデル設定

3. モデルの解析手法

先ほど示した3つの主体の条件をまとめ整理することで、交通状況や人口分布等の家計が受ける様々な影響を数値化できる、間接効用関数を得ることができます。この間接効用関数を用いることで、立地均衡条件が以下のように表せます。

間接効用関数

$$v_{ijk}(f) = \underbrace{\lambda_j m_j^{-\gamma}}_{\text{就業地}j\text{による影響}} - \underbrace{(1-\mu)\beta \ln n_i + \psi_i}_{\text{居住地}i\text{による影響}} - \underbrace{t \tau_{ij}^k(\delta, f)}_{\text{通勤費用による影響}}$$

立地均衡条件

$$f_{ij}^k = \frac{\exp\{\theta v_{ijk}(f)\}}{\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} \exp\{\theta v_{ijk}(f)\}} N$$

k: 選択する経路
N: 家計の総数
 θ : スケールパラメータ
 f_{ij}^k : 地点*i*から*j*へ経路*k*を使って行く人数

間接効用関数及び立地均衡条件

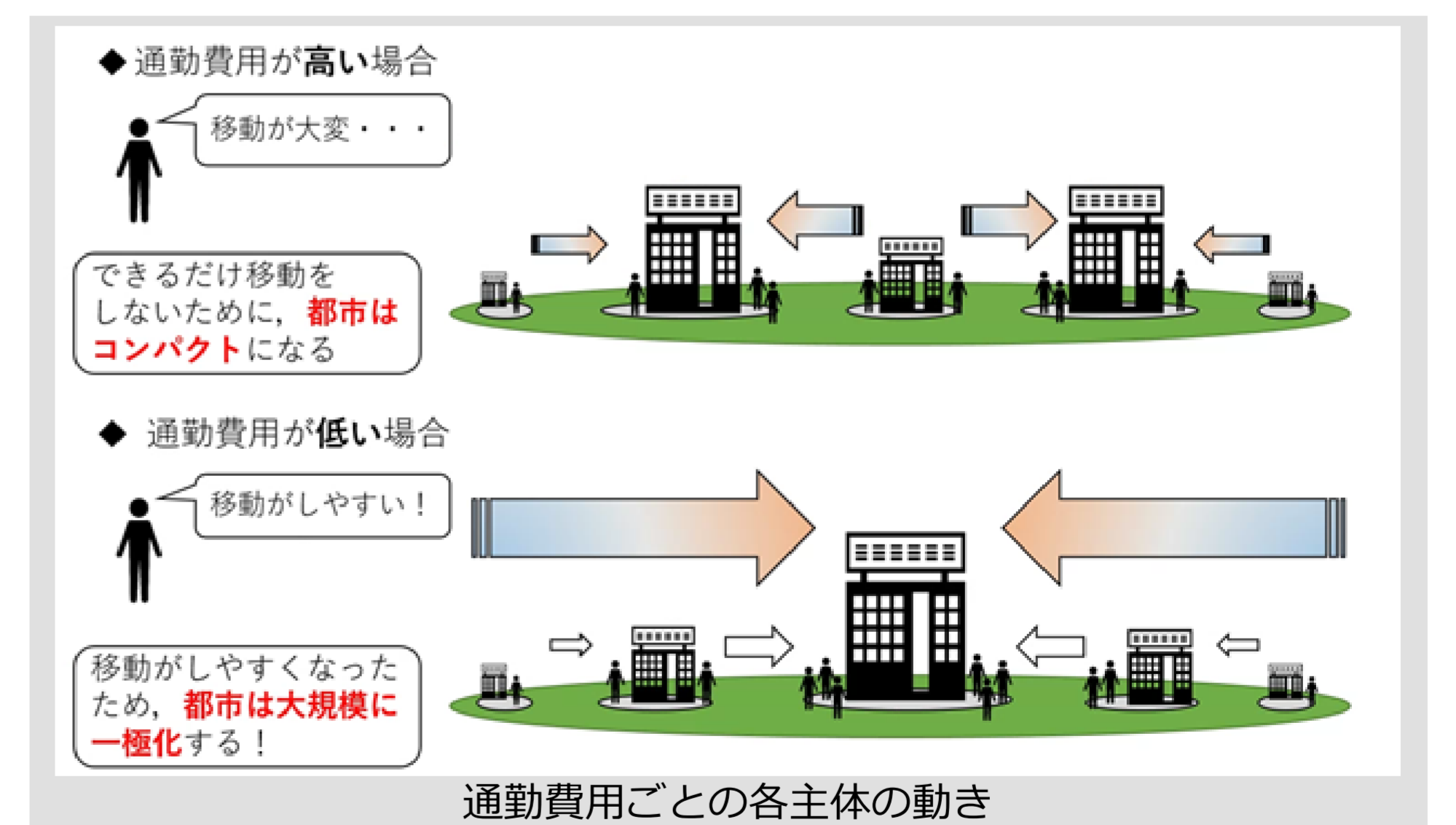
この条件を解くことで均衡状態（=家計の分布）が得られます。しかしこの式は(全ての居住地*i*)×(全ての勤務地*j*)×(全ての経路*k*)の全てのパターンを連立する非線形連立方程式を解く必要があるため、効率的な解析が困難となっていました。

この問題を解決するため、本研究ではポテンシャル関数の存在を明示しています。ポテンシャル関数とはSandholm(2010)によって示された関数²⁾で、この関数が存在する場合、ポテンシャル関数を局所的に最大化させた場合の f_{ij}^k が安定均衡となります。前述の通り、本研究で構築したモデルにはポテンシャル関数が存在するため、この方法を用いることで容易に均衡状態を解析できます。

4. 実際の解析例

以上に示したモデルの設定及び解析手法を用いることで、実際に均衡状態の解析を行うことができます。今回は線分上の51地点について解析を行いました。ここで線分上の51地点とは、51ある地点が線分上に並んでおり、各地点は隣り合う地点のみに行き来できるものです。

以上の設定のもと、ポテンシャル関数の最大化を用いて、地点数ごとの家計・企業の分布について計算を行いました。今回は、その結果を簡単にまとめたものを下図に示します。下図には通勤費用の高い場合と低い場合それぞれにおける主体の分布が示してあります。



この図の結果を比較すると、通勤費用が減少した場合に都市の規模が変化していることから、交通混雑による影響が都市の構造に影響を与えることを示唆する結果が得られており、51地点という比較的大きい規模の地点数に対して交通混雑の影響が反映されていることが分かります。この結果から、交通混雑が考慮でき、かつ比較的大規模な地点数（101地点までの解析に成功）に対して適用できるモデルが作成できたため、政策効果分析を行うための基盤が完成したと言えます。

参考文献

- Ahlfeldt, G. M., Redding, S. J., Sturm, D. M. and Wolf, N. : The Economics of density: Evidence from the Berlin wall, *Econometrica*, Vol. 83, No. 6, pp. 2127-2189, 2015.
- Sandholm, W. H. : *Population Games and Evolutionary Dynamics*, MIT Press, 2010.