災害リスクを考慮した企業・世帯の立地選択マイクロシミュレーションモデルに関する研究

A study on firm and household location distribution considering disaster risk by using micro simulation model

北海道大学大学院工学院	学生員	藤井直哉（Naoya Fujii）
（株）ドーコン	正員	杉木直（Nao Sugiki）
北海道大学大学院工学院	正員	内田賢悦（Ken-etsu Uchida）
北海道大学大学院工学院	正員	Katia Regina de Andrade Andrade
北海道大学大学院工学院	正員	田村亨（Tohru Tamura）

1. 背景

平成23年3月11日に発生した東日本大震災の影響により、電力問題や放射能による環境汚染など様々な被害が現在も続いている。発生した津波での被害が特に大きかったこともあり、高台移転についても議論されている。また、震災に伴う復興費用に関しても問題になっている。更には、首都直下型地震の恐れもあり、企業や住民の首都圏への一極集中という現状について考えていく必要がある。

企業や世帯はそれらの要因を総合的に判断して行動している。現実に、企業や世帯は災害による移転の検討を行っている。このような現状において、多くの要因を想定した企業の立地分布、世帯の立地分布を明らかにすることは、今後も日本経済が安定した成長を続けるためにも重要である。

2. 目的

企業・世帯の立地分布に関する研究は多く行われている。それらは、均衡理論に基づくものが多い。均衡理論では考慮しきれない複雑な要因が、企業・世帯の立地選択に影響を与えていると考えられる。たとえば、各企業、各世帯の行動や、企業の成長などがあげられる。それらを考慮したものとしてマイクロシミュレーションを適用した研究が行われている。企業立地および世帯立地のマイクロシミュレーションは日本で研究されている例が少なく、日本の産業連関に対応し、かつ、企業と世帯の関係を考慮したものはなかった。

以上を考慮して、本研究では、既存の企業の立地モデルに産業間取引・世帯行動の概念を取り入れ、マイクロシミュレーションを用いて、より高精度で汎用性のある企業・世帯立地選択モデルを構築する。また、実際の再現性・妥当性について検討を行う。

さらに本研究では、企業・世帯の立地に関して災害保険料を導入することで、外部費用の内部化をはかり、社会的に望ましい立地分布を検討可能なモデル構築を行う。

このモデルの構築により日々複雑さが増している現代社会において、より適切な企業・世帯の立地分布を明らかにできる。

3. マイクロシミュレーションモデル

マイクロシミュレーションとは『個人、世帯、企業などの個々の活動主体の選択行動や立地主体の属性変化、移転などを確率的に表現し、個別の行動の結果を積み上げて都市全体の動きを表現するモデル』[1)]である。一般的には、複数回の確率的なシミュレーションを繰り返し、結果の平均を用いることで利用される。海外を中心に近年活発に研究が進められている。それらは日本の産業に適用できるモデルではなく、日本で用いる場合には、日本特有の産業形態や日本特有の災害条件などを考慮すべきである。日本における既存研究では、交通施設整備が企業の立地にどのような影響を与えるかというモデルが黒澤ら[2)]によって研究された。

4. 本研究における新規性

以上をまとめると、既存の国内マイクロシミュレーションに以下の３点を加えたことが本研究の新規性としてあげられる。まとめて導入理由を述べる。

・災害保険料の導入

日本特有の災害条件や立地条件を考慮した立地分布や社会的利益・損失を表現できる。例えば、備えなしに危険な場所に居住することによる社会的費用の内部化を災害保険料の導入によって行う。

・各世帯行動の表現

本来考慮すべき、賃金や財の需要供給量を考えられ、社会経済動態を経済学モデルで表現できるため。

・企業間の産業連関の導入

日本特有の産業形態を考慮した企業・世帯立地選択モデルを表現するため。

5. シミュレーションの流れ

シミュレーションの詳細フローは次頁図1の通りである。表 1～3 は企業立地の定式化・世帯立地の定式化、それらで使われる変数の一覧である。

その上で特に重要と思われる仮定を列挙する。

・シミュレーション順による結果の差をなくすため、各企業と各世帯はそれぞれ、前年度の数値を用いてそれぞれ独立して行動を行う。（実際には企業や世帯は年度ごとに発表される経済指標や、各種統計資料、企業決算など前年度の結果によって行動をしているともいえ、現実に即している。一方で、モデルの単位時間は自由に変更でき、より細かい単位にすることで、さらに動学的なモデルとして利用することが可能である。）

・各企業は規模(s)・地域(z)・職種(TI)を、各世帯は地域(z)を属性として持ち、それぞれ立地選択を行う。

・世帯は就業者一人のみで構成される。

・全世帯が就業している。

・対象域内における総人口は固定されている。

・業種ごとに一つの財の生産を行う。

これらの仮定は、要素の単純化のため導入する。

表 1 企業立地の定式化一覧

A	企業立地選択	find z* such that $Pr_{s,z^*,TI} = \max_{z' \in Z}\{Pr_{s,z',TI} + \epsilon_{z'}\}$
A1	規模推移	$SP'_{TI,t}(s,s') = SP_{TI,t-1}(s,s') \cdot (SP_a(s,s'))^{(1+\delta g(t))}$ $SP_{TI,t}(s,s') = SP'_{TI,t}(s,s') + \varepsilon^s$
A2	労働投入 資本投入	$L_{z,TI,t} = \frac{x_{z,TI,t-1}}{Wa_{z,TI,t-1}} \cdot \beta_{0,TI} \cdot q_{z,TI,t-1} \cdot Re_{z,TI,t-1}$ $CA_{z,TI,t} = \frac{x_{z,TI,t-1}}{n_{z,TI,t-1}} \cdot \beta_{0,TI} \cdot q_{z,TI,t-1} \cdot Re_{z,TI,t-1}$
A3	付加価値	$v_{s,z,TI,t} = A_{s,z} \cdot L_{z,TI,t}^{\ \alpha} \cdot CA_{z,TI,t}^{\ 1-\alpha}$
A4	地代	$LP_{z,t} = \sigma_1 \cdot \ln p_{z,t-1} + \sigma_2 \cdot \ln FZN_{z,t-1} + \sigma_3 \cdot \ln h_{z,t-1}$
A5	賃金	$Wa_{z,TI,t} = \left(1 + \frac{Dl_{z,TI,t-1} - Sl_{z,TI,t-1}}{Dl_{z,TI,t-1}}\right) \times Wa_{z,TI,t-1}$
A6	連関取引	x: 32 業種 × 32業種
A7	保険料	IP: Insurance Premium を導入する
A8	生産	$y_{s,z,TI,t} = min\left\{\frac{v_{s,z,TI,t}}{\beta^{0,TI}}, \frac{x^{1,TI}}{\beta^{1,TI}}, \cdots, \frac{x^{M,TI}}{\beta^{M,TI}}\right\}$
A9	費用	$Co_{s,z,TI,t} = Wa_{s,z,TI,t} \cdot L_{z,TI,t} + re \cdot CA_{z,TI,t} + \sum_{TI}(1 + f_{z,TI}) + Dc_{z,TI,t} \cdot y_{s,z,TI,t} + IP_z \cdot s + LP_{z,t}$
A10	利潤	$Pr_{s,z,TI,t} = y_{s,z,TI,t} - Co_{s,z,TI,t}$

表 2 世帯立地の定式化一覧

B	世帯立地選択	find z* such that $u_{z^*,t} = \max_{z' \in Z}\{u_{z',t} + \epsilon_{z'}\}$
B1	住宅地代	A4
B2	財価格	$Pd_{z,TI,t} = \left(1 + \frac{Dm_{z,TI,t-1} - Sm_{z,TI,t-1}}{Dm_{z,TI,t-1}}\right) \times Pd_{z,TI,t-1}$
B3	賃金	A5
B4	資本総量	$K_{z,t}$: z地域の資本総量
B5	地域人口	$T_{z,t}$: z地域の世帯総数
B6	住宅水準	$h_{z,t} = \frac{a_z}{1-a_z} \cdot \frac{c}{LP_{z,t}} \cdot \left(\frac{\sum Wa_{z,t}}{T_{z,t}} + \frac{re \cdot K_{z,t}}{T_{z,t}}\right)$
B7	財の消費量	$d_{m,z,t} = \frac{b_{m,z,t}}{1-a_z} \cdot \frac{1}{Pd_{m,z,t}} \left(\frac{\sum Wa_{z,t}}{T_{z,t}} + \frac{re \cdot K_{z,t}}{T_{z,t}}\right)$
B8	保険料	IP: Insurance Premium を導入する
B9	世帯効用	$u_{z,t} = a_z \cdot \ln h_z + \sum_{m=1}^{M} b_{m,z} \cdot \ln d_{m,z} + c_z \cdot \ln IP_z$

表 3 そのほか使用変数一覧

s: 企業規模　z: 地域　TI: 業種　g: 経済状況　SP: 規模推移確率　β: 投入係数　q: 生産地価格　n: ニューメレール価格　FZN: 地域内企業数　h: 危険度　Dl: 労働需要　Su: 労働供給　re: 資本レント　f: 調達費　Dc: 配送費　Dm: 財の需要　Sm: 財の供給　A, σ, a, b, c: パラメータ　ε: ランダム項

6. 定式化

特筆すべきは、A5 の賃金や B2 の財の価格で、世帯の概念を導入したことで、需要と供給の関係（需給ギャップ）用いて調整されている点である。賃金においては労働投入量と地域人口、財の価格においては財の消費量と生産量により需給量を決定する。また、同年において、企業立地と世帯立地がそれぞれ独立して定式化されている（前年の影響のみで計算されている）点も重要だ。

7. まとめ

発表時に災害保険料を導入した計算例を示す。

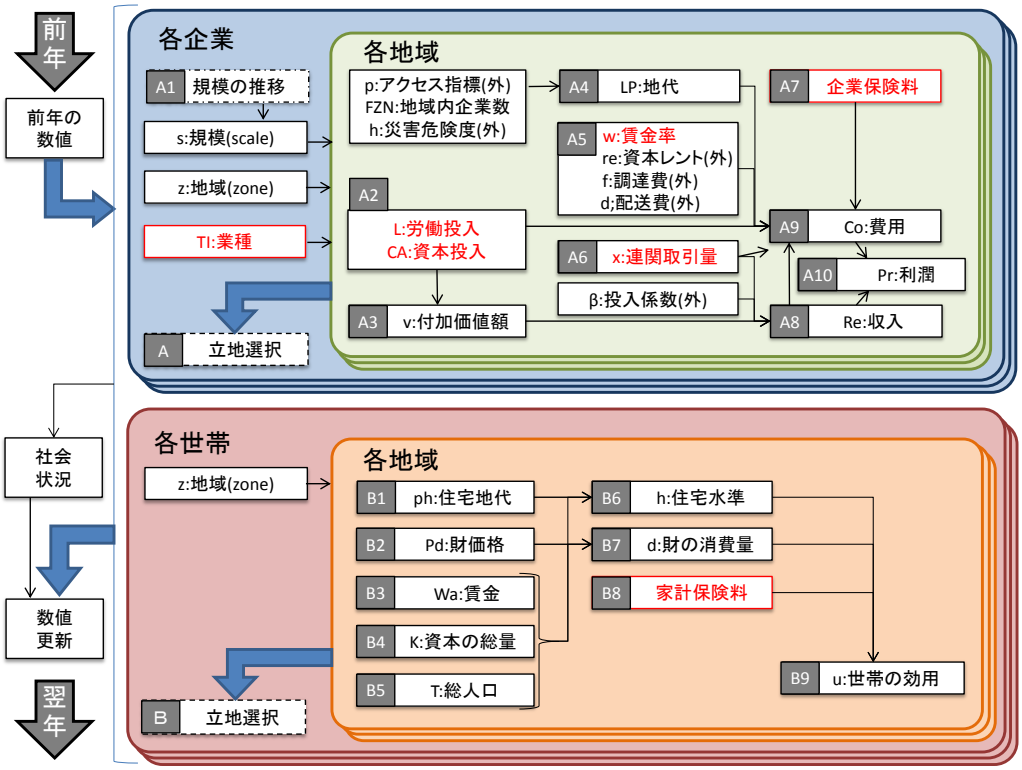

図 1 詳細フロー

== 参考文献 ==

1) 杉木直：土地利用交通モデルを用いた都市・地域の政策分析，2012

2) 黒澤佳代ら：交通施設整備が企業の立地選択に与える影響に関する研究，2011

ほか