

## 空間経済学に基づく福島県における産業復興政策の人口流出抑制効果の分析

名古屋大学 工学部 環境土木建築学コース  
廣井研究室 松本武士

### 1. はじめに

2011年3月に発生した東日本大震災に加え、東京電力福島第一原子力発電所で発生した原子力災害は放射性物質の深刻な拡散を引き起こし、福島県から約5万人もの県外避難者を発生させるなど、甚大な被害をもたらした。その後も福島県は転出超過が継続し、大都市圏への集中が加速して地方の経済が衰退していく状況下におかれている。それを抑えるために、福島県では東日本大震災からの円滑かつ迅速な復興を目的として2011年12月に東日本大震災復興特別区域法が施行され、それに基づき、2012年4月には「ふくしま産業復興投資促進特区」が認定された。このように地方振興政策が模索されているが、こうした公共事業が地域経済に与える効果や影響についての具体的な考察は少ない。本研究では上記の問題意識のもとで、福島県内59市町村と県外の2地域から構成される空間経済学のモデルを構築し、震災被害の影響も考慮した市町村間の労働移動をシミュレーション分析し、今回の震災を再現することで人口移動への影響を算出する。また、産業復興政策を対象地域・実行タイミングの2つの観点から、様々な場合で構築したモデルに取り込むことで、人口流出抑制に与える効果を算出する。この分析を通じて地方の経済発展のために震災発生後に復興政策の早期実行の有効性を示すことが研究の目標である。

### 2. 福島県の空間経済学モデル

#### 2.1 基本モデル

本節では、空間経済学の基本的なモデルとして、KrugmanによるCore-Periphery(CP)モデルの概略<sup>1)</sup>を紹介する。空間経済学<sup>2)</sup>では、生産者が多く存在し、多様な財を安価に消費できる地域に消費者が集中し、消費者が多く存在し、市場規模の大きな地域に生産者が集中する。この連鎖によって都市が形成されると考える。まず、消費者は農業財と、製造業財の2種類の財を消費する。消費者の満足度を表す効用を $U$ とすると、消費者の効用関数は、

$$U = F^{1-\delta} M^{\delta} \quad (1)$$

とし、 $F$ 、 $M$ はそれぞれ各家計における農業財、製造業財の消費量であり、 $\delta$ は支出割合である。製造業財は、差別化された複数の財を購入するものとして、

$$M = \left( \sum_{i=1}^N c_i^{(\varepsilon-1)/\varepsilon} \right)^{\varepsilon/(\varepsilon-1)} \quad (2)$$

と表されるものとする。 $N$ は差別化されたバラエティの数、 $c_i$ は $i$ 財の消費量、 $\varepsilon$ は代替の弾力性である。生産者側に関しては、農業財は均質で、農業労働者は規模に関する収穫一定の技術の下で生産するものと仮定し、農業財価格を1に基準化しておく。一方、製造業部門は独占的競争下にあるものとし、各企業は生産要素として労働者と土地を使用して1種類の製品を生産する。固定費用を $\alpha$ 、限界費用を $\beta$ とすると、そこでの生産関数は、

$$l = \alpha + \beta x \quad (3)$$

によって表されるものとし、つまり各企業が $x$ 単位の生産をするためには $l$ 単位の労働者を投入する必要がある。

#### 2.2 61地域モデル

ここで福島県内59市町村と埼玉県内2市の計61市町村の地域構造をモデルに導入する。埼玉県内の地域を加えたのは県外への流出を考慮するためである。各地域には農業労働者 $\phi_r(1-\gamma)L$ 人と製造業労働者 $\lambda_r\gamma L$ 人が居住し、農業労働者は移動することはない。地域間輸送には氷塊

型輸送費用がかかるものとする。つまり、発送地 $s$ から購入地 $r$ に1単位の製品を届けるために $T_{rs}$ 単位の製品の発送が必要であることを意味する。企業の利潤最大化行動の結果、各地域の所得 $Y_r$ 、物価指数 $I_r$ 、賃金率 $W_r$ 、実質賃金 $w_r$ は以下のように求められる。

$$Y_r = \lambda_r W_r \gamma L + \phi_r (1-\gamma) L \quad (4)$$

$$I_r = \left( \sum_{s=1}^R \lambda_s T_{rs}^{1-\varepsilon} W_s^{1-\varepsilon} \right)^{1/(1-\varepsilon)} \quad (5)$$

$$W_r = \left( \frac{\delta}{\gamma} \right)^{1/\varepsilon} \left( \sum_{s=1}^R Y_s T_{rs}^{1-\varepsilon} I_s^{\varepsilon-1} \right)^{1/\varepsilon} \quad (6)$$

$$w_r = W_r I_r^{-\delta} \quad (7)$$

#### 2.3 地域間人口移動

労働者の地域間分布が固定的である状態を短期均衡と呼び、長期では、製造業の労働者は実質賃金の高い地域に移動するものと考え、 $\bar{w}$ を全国平均の実質賃金、 $\eta$ を調整係数として、製造業労働者の移動ダイナミクスは以下のような式で定義する。

$$\frac{\dot{\lambda}_r}{\lambda_r} = \eta(w_r - \bar{w}); \quad \bar{w} = \sum_{i=1}^R \lambda_i w_i \quad (8)$$

本研究では、このモデルに具体的な時間を設定するために、福島県の住民基本台帳人口<sup>3)</sup>に基づく震災前の年平均減少人口とモデルによる震災前の労働分布から人口移動をシミュレーション分析した時の福島県の減少人口がなるべく一致するように調整係数 $\eta$ を求め、1回の人口移動が約半年分の移動であると仮定した。また、震災前の労働分布でシミュレーションを行ったところ、福島県は全市町村から都市圏へ人口が集中する傾向にあり、地方の経済が衰退していく流れにあることが読み取れた。

結果、本研究では(4)～(8)の方程式体系によって空間経済学のモデルを表現する。

### 3. 東日本大震災の影響

#### 3.1 震災被害

構築したモデルに、震災被害として、労働人口の減少と企業の生産工場の喪失、放射能の影響を考慮する。具体的には、被害を受けた地域は企業の生産能力が落ちることから、引き上げ係数を $A(\geq 1)$ として、企業の生産関数を

$$l = \alpha + A\beta x \quad (9)$$

と定義することで、(4)～(7)式より、被災した地域の所得 $\dot{Y}_r$ 、物価指数 $\dot{I}_r$ 、賃金率 $\dot{W}_r$ 、実質賃金 $\dot{w}_r$ は、

$$\dot{Y}_r = Y_r \quad (10)$$

$$\dot{I}_r = A_r I_r \quad (11)$$

$$\dot{W}_r = A_r^{-\rho} W_r \quad (12)$$

$$\dot{w}_r = A_r^{-(\rho+\delta)} w_r \quad (13)$$

となり、引き上げ係数 $A$ を1より大きくする(被害がない場合は1とする)ことで被災した地域の実質賃金が低下し、人口が流出し経済が衰退することを意味する。ただし、放射能の影響で、ある市町村の全域が警戒区域に設定された市町村は引き上げ係数 $A$ を大幅に上げることで、地域住民全てが避難したことを表現した。

#### 3.2 復旧の進展に伴う労働分布の予測

震災発生から1年ごとに地震・津波被害からの復旧率、放射能による避難指示区域の変遷も考慮して、震災発生から復旧活動も加えた5年間の労働移動をシミュレーション分析した。ただし、本研究では避難指示区域のうち、「避難指示解除準備区域」は年間積算線量が20ミリシーベルト以下であることから、その範囲の地域は放射能の影響をゼロと仮定する。

### 3.3 震災が5年間に与えた影響

次に、震災が起らなかった場合の5年後の労働移動を算出し、その両者の差分をとることで、東日本大震災が福島県の労働移動に与えた影響を分析する。その結果を図1に示す。震災のみの影響では、46,747人の労働力が県外へ流出した。地域別にみると、地震・津波、そして放射能の影響を受けた相双地域は甚大な被害をうけたが、内陸部の中通りと会津地方は、浜通りから発生した大量の避難者の避難先として、一時的に人口が増加したことにより正の影響を受けた。

### 3.4 空間相互作用モデルを用いた原発避難者の分析

以上のような分析では、放射能の影響は避難指示区域に設定された地域のみ考慮している。しかし、それ以外の地域でも放射能の危険性から自主避難を行った者がいると思われる。それらを算出するため、避難区域に指定された市町村を除いた地域  $r$  の住民基本台帳人口に基づく平成23年から平成24年の1年間の減少人口を  $D_r$ 、モデルで算出した地域  $r$  の震災から1年間の減少人口を  $M_r$ 、調整係数を  $k$ 、人口を  $p_r$ 、地域  $r$  の市町村役場と原発との距離を  $c_r$  として、以下の無制約型の重力モデルを導入した。

$$D_r - M_r = k \times \frac{p_r}{c_r^2} \quad (14)$$

(14)式の右辺が実測値である左辺をなるべくうまく再現するように調整係数  $k$  を非線形最小二乗法により求めた。空間相互作用モデルにより算出された原発避難者分布を図2に示す。

## 4. 復興政策の効果

### 4.1 産業復興政策の効果分析

震災の影響を考慮したモデルに、対象地域・タイミングの観点から様々な場合で産業復興政策を組み込み、人口流出抑制の効果进行分析する。方法としては、(9)式の引き上げ係数  $A$  を1に戻すことで、企業の生産力を震災前の状態に回復させるまで支援したことを表現した。結果として、産業復興政策は人口が多く被害が大きい地域ほど、実行するのが早いほど、効果が期待されることが示された。図3、表1に福島県内の人口流出抑制が期待できる「復興重点地域」の概要を、図4に産業復興政策による実行タイミング別でみた福島県の人口推移を示す。

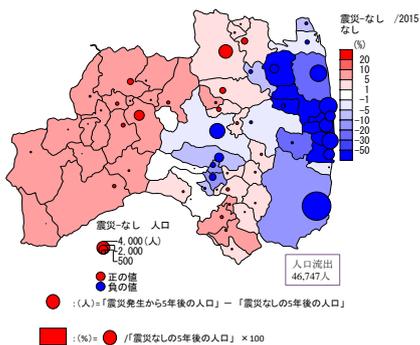


図1 東日本大震災の影響(5年間)

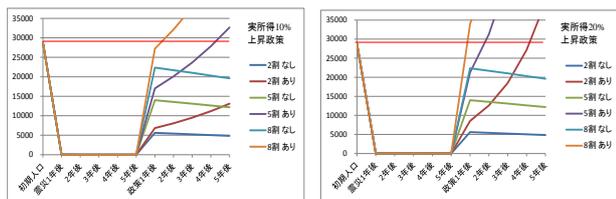


図5 所得補償政策10%の場合の人口推移(帰還率別)

図6 所得補償政策20%の場合の人口推移(帰還率別)

### 4.2 避難区域解除後の人口回復に必要な政策の模索

「相双地域」の避難指示が解除されると想定し、第3章で算出した空間相互作用モデルによる原発避難者が瞬間的に2割、5割、8割帰還したと仮定する。さらに、地域の実所得を5年間上げる所得補償政策を組み込んで、震災前の人口に回復させるために必要な政策を考える。さまざまな条件で分析を行ったところ、帰還率が大きい場合は短期的な政策で震災前の人口まで回復することができ、帰還率が小さく人口の少ない場合には集積の効果があまり得られないことが示された。そのため、避難指示が解除されても震災前の水準まで人口を回復させるためには、原発から避難した地元住民をどれだけ帰還させることができるかが、地域復興の重要なポイントであると言える。図5、図6に所得補償政策10%、20%の場合の人口推移を示す。

5. おわりに  
第3章で震災被害を考慮して構築したモデルは、シミュレーション分析で算出した県外への流出口と住民基本台帳人口に基づく減少人口の誤差が少ないことから、今回の東日本大震災の影響をうまく再現できたと言える。自然災害を契機とした地域経済の衰退を抑制するためにも、第4章の結果を踏まえて、災害発生からすぐに復旧活動に移行できるような国土強靱化を目的とした防災対策と、一度遠方へ避難しても多くの地元住民の帰還を促すような復興政策を考える必要があると言える。

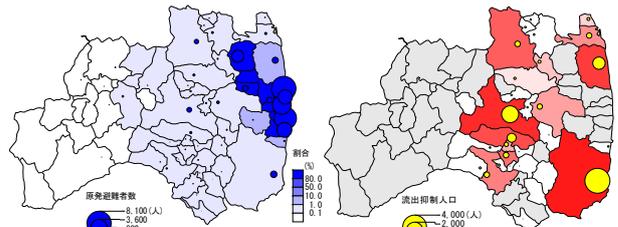


図2 空間相互作用モデルによる原発からの避難者分布  
図3 「復興重点地域」

表1 「復興重点地域」の効果(上位10市町村)

対象市町村	流出抑制人口(人)	人口ランキング	被害率
1 いわき市	4440	139404 (1位)	大 (3位)
2 郡山市	2086	129306 (2位)	中 (9位)
3 南相馬市	1135	28490 (6位)	大 (4位)
4 須賀川市	621	31465 (5位)	中 (6位)
5 福島市	262	112414 (3位)	小 (19位)
6 矢吹町	255	7115 (19位)	大 (1位)
7 白河市	252	26641 (7位)	小 (12位)
8 相馬市	238	14332 (12位)	中 (8位)
9 田村市	234	15885 (11位)	小 (24位)
10 鏡石町	166	5129 (27位)	大 (2位)

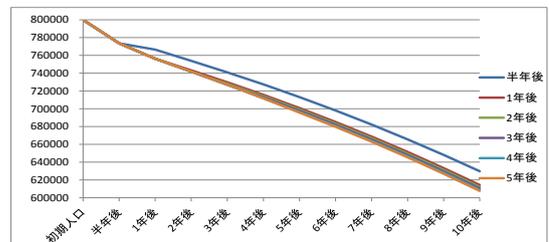


図4 産業復興政策による人口推移(タイミング別)

### 参考文献

- 1) Steven Brakman, Harry Garretsen, Charles van Marrewijk: An Introduction to Geographical Economics: Trade, Location and Growth pp.63-127
- 2) 猪原龍介:空間経済学に基づく日本の人口分布の再現 日本バーチャルリアリティ学会誌第18巻3号 pp.34-37