

多地域間成長モデルによる都道府県経済の相互依存関係

公益財団法人国際東アジア研究センター
北九州市立大学大学院社会システム研究科
坂本 博

Working Paper Series Vol. 2013-03
2013年3月

この Working Paper の内容は著者によるものであり、必ずしも当センターの見解を反映したものではない。なお、一部といえども無断で引用、再録されてはならない。

公益財団法人 **国際東アジア研究センター**
ペンシルベニア大学協同研究施設

多地域間成長モデルによる都道府県経済の相互依存関係[◆]

要旨

地域研究において、地域間の相互依存関係を分析することは非常に重要である。本研究では、新古典派の経済成長モデルに基づいた多地域間の成長モデルを開発し、このモデルを用いて日本の都道府県経済の相互依存関係を分析する。

日本は1990年のバブル崩壊により、低い成長率による安定的な成長を遂げている。しかしながら、先の東日本大震災により地域経済の一部が崩壊し、復興を必要としている。このような場合、震災を受けた地域はネガティブショックとして他の地域に負の波及を及ぼすことになるだろう。

本研究では、動学モデルを用いることにより、このようなショックに対する他の地域への影響をシミュレーション分析する。そして、その間の動学的経路を示すことで、ネガティブショックからの回復期間についても言及している。

JEL 分類 : D58, O49, O53, R11, R12

キーワード : 相互依存関係, 日本, 多地域間成長モデル

[◆] 本稿は、ICSEAD 研究プロジェクト (11-5) 『北部九州地域経済モデル：応用モデルの開発』「第2章 経済モデルによる分析」を加筆修正させたものである。また、本稿は 58th Annual North American Meetings of the Regional Science Association International (Hyatt Regency Miami, Miami, USA) にて“Interdependent Relationship in the Prefectural Economy: Using a Multiregional Growth Model in Japan”のタイトルで報告した。さらに、日本地域学会設立 50 周年記念第 49 回 (2012 年) 年次大会 (立正大学) では、宮城俊彦氏および中平恭之氏からコメントをいただいた。この場を借りて感謝したい。本稿は、所属センターの見解を表明したのではなく、本稿における誤りはすべて筆者に帰するものである。

1. はじめに

地域研究において、地方間の相互依存関係を数量的に分析することは重要である。ここでは、新古典派の経済成長モデルに基づいた多地域の成長モデルを開発し、シミュレーション分析する。成長モデルは古くから存在し、地域分析にも広く応用されている¹。一方で、最近では応用一般均衡分析（CGEモデル）も盛んに研究されており、こちらも地域分析に広く応用されている²。そこで、ここでは、この両方の特徴を活かしたモデルを考える。

そして、このモデルを用いて日本経済の動向を分析する。日本は、47都道府県から成り立っており、1990年にバブル経済が崩壊してからは比較的安定的な経済となっている。地域経済の研究においては、基本的な問題として地域間格差の問題がある³。そこで、ここではこのモデルを用いて、地域経済の将来の見通しを分析することが最初の目標になる。

次に、ある地域に対して特定のショックを与えた場合の変化を分析する。例えば、先の東日本大地震により地域経済の一部が崩壊した。もちろん回復に向かって歩まなければならないわけであるが、この場合、そのような地域に対するネガティブなショックは他の地域にも影響を及ぼす可能性がある⁴。そこで、ここでは動学モデルを用いることによりネガティブショックからの回復過程を計測する。

2. モデル構造

本稿で紹介するモデルは、新古典派の経済成長モデルに基づいた多地域の成長モデルである。まず、動学部分は、ソロー・モデル（Solow, [24]）のような経済成長モデルを適用する。次に、最適化としてCGEモデルによって代表される一般均衡モデルを適用する。

では、生産部門から順にモデルを紹介する。

まず、地域（都道府県） j はそれぞれ1つの付加価値生産物 FC を生産すると仮定する。ここでは単純にコブ・ダグラス生産関数を使用する。

¹ 例えば Fukuchi [10], Fukuchi [11], Fukuchi and Nobukuni [12], Sakashita and Kamoike [23] などが一例である。

² 多地域間（多国間）CGEモデルの代表としてはGTAP（Global Trade Analysis Project）モデルが挙げられる。（Hertel, [13]）。もちろんそれ以外にも非常に多くのモデルが開発されている（例えば、Adelman and Yeldan [1], Böhringer and Welsch [5], Bröcker et al. [6], Das et al. [7], Horridge and Wittwer [3], Ishiguro and Inamura [15], Kim and Kim [19], Latorre et al. [20], Li et al. [21], Miyagi [22], Ueda et al. [25] など）。中でも Donaghy [8] はこの方面に研究に関するサーベイを書いている。

³ この方面の研究としては、Barro and Sala-i-Martin [3], Barro and Sala-i-Martin [4], Fujita and Tabuchi [9], Kataoka [17], Kawagoe [18] などの研究がある。

⁴ 一例が福島第一原子力発電所の事故による原子力発電への極端な疑問とそれに伴うエネルギー政策の国家的・地域的な見直しが挙げられる。

$$FC_{t,j} = \gamma_{t,j}^{FC} \cdot L_{t,j}^{\alpha_j^{FC}} \cdot K_{t,j}^{(1-\alpha_j^{FC})} \quad (1)$$

L と K は労働と資本で、 α はシェア・パラメーターである。また、 γ は生産性パラメーター (TFP) である。最大化問題により、 L と K の一階条件は以下のように示される。

$$PL_{t,j} \cdot L_{t,j} = \alpha_j^{FC} \cdot PFC_{t,j} \cdot FC_{t,j} \quad (2)$$

$$PK_{t,j} \cdot K_{t,j} = (1 - \alpha_j^{FC}) \cdot PFC_{t,j} \cdot FC_{t,j} \quad (3)$$

PL , PK および PFC はそれぞれ労働、資本および生産物の価格である。

労働と資本の数量は後に説明される動学方程式によって決定されるため、これらの方程式から得られる変数は、労働と資本の価格である（労働の場合は賃金、資本の場合は資本収益率に該当する）。

次に、各地域の中間財は地域間で移動可能とする。しかし、その数量は推計されたデータセットに基づくものとし、また、財の地域間移動に対しては、代替の弾力性がないものと仮定する。この場合、レオンチェフ関数が適用可能となる。そこで、付加価値生産物と中間財との合成生産物の購入需要を Z と置くと、それぞれの需要はレオンチェフ関数を用いて以下のように示される。

$$FC_{t,j} = \delta_j^{FC} \cdot Z_{t,j} \quad (4)$$

$$XM_{t,i,j} = \delta_{i,j}^{XM} \cdot Z_{t,j} \quad (5)$$

XM が中間財で、 δ はシェア・パラメーターである。そして、会計を成立させるために、以下の条件が成立する。

$$PZ_{t,j} \cdot Z_{t,j} = PFC_{t,j} \cdot FC_{t,j} + \sum_i P_{t,i} \cdot XM_{t,i,j} \quad (6)$$

PZ は合成生産物の価格で、 P は製品の購入時における価格である。

各地域はそれぞれ、独自に海外市場にアクセスできると仮定する。CGEモデルでよく採用される入れ子型の生産プロセスを用いると、合成生産物に輸入を加えるといった生産関数

の仮定を用いることができる。さらに、輸入財については不完全代替を仮定することで、CES関数を使用する⁵。

CES 関数による国内の合成生産物 Z および輸入財 M の合成生産物 Q に対する購入需要は以下のようになる。

$$Z_{t,j} = \left(\alpha_j^{QZ} \cdot \frac{PQ_{t,j}}{PZ_{t,j}} \right)^{-\sigma_j^M} \cdot (\gamma_j^Q)^{-\sigma_j^M - 1} \cdot Q_{t,j} \quad (7)$$

$$M_{t,j} = \left(\alpha_j^{QM} \cdot \frac{PQ_{t,j}}{PM_{t,j}} \right)^{-\sigma_j^M} \cdot (\gamma_j^Q)^{-\sigma_j^M - 1} \cdot Q_{t,j} \quad (8)$$

α はシェア・パラメーターで γ は生産性パラメーターである。これも最適化の一階条件から導くことができる。また、 PM は輸入価格で、ここでは外生変数とする。

$$PM_{t,j} = PM_j^* \quad (9)$$

さらに、モデルを容易に解くために地域生産物の価格（生産者価格） PQ をニューメールとする。

$$PQ_{t,j} = 1 \quad (10)$$

一方、消費者などへの購入価格 P は、生産者価格 PQ から消費税およびマージンを加える。

$$P_{t,i} = PQ_{t,i} \cdot (1 + gtax_i + marg_i) \quad (11)$$

消費は3つのセクターからの購入を考える。1つは家計経済である。家計は、労働所得、資本収入および消費税とマージン収入のすべてを受け取る。そして、所得税および貯蓄の残りをすべて消費すると仮定する。

$$INCOME_{t,i} = PL_{t,i} \cdot L_{t,i} + PK_{t,i} \cdot K_{t,i} + PQ_{t,i} \cdot (gtax_i + marg_i) \cdot Q_{t,i} \quad (12)$$

⁵ いわゆるアーミントンの仮定である (Armington [2])。

$$(1 - itax_i - sr_i) \cdot INCOME_{t,i} - adjust_i^* = P_{t,i} \cdot X_{t,i} \quad (13)$$

政府部門は、家計経済からの所得税収入をすべて政府支出に使用する⁶。

$$GOVEIN_{t,i} = itax_i \cdot INCOME_{t,i} \quad (14)$$

$$GOVEIN_{t,i} = P_{t,i} \cdot XG_{t,i} \quad (15)$$

投資部門は、家計経済からの貯蓄をすべて投資財購入に使用する。

$$INVEST_{t,i} = sr_i \cdot INCOME_{t,i} \quad (16)$$

$$INVEST_{t,i} = P_{t,i} \cdot XI_{t,i} \quad (17)$$

また、輸出は外生として仮定する。輸出は海外から需要であり、国内の生産システムから意図的に決まるものではないとここでは考える。

$$E_{t,i} = E_i^* \quad (18)$$

これらによる財市場の市場均衡条件は以下である。

$$Q_{t,i} = X_{t,i} + XG_{t,i} + XI_{t,i} + \sum_j XM_{t,i,j} + E_{t,i} \quad (19)$$

労働と資本市場は、初期値を外生とし、動学的に変動するものとする。この場合の動学方程式は以下である。

$$L_{t+1,i} = L_{t,i} \cdot (1 + lr_t) + ML_{t,i} \quad L_{0,i} = L_i^* \quad (20)$$

⁶ ここでは、中央政府、地方政府といった区別は行っていない。そのため、地方交付税といった政府間の財政移転が考慮されておらず、モデルの設定に課題を残す。

$$K_{t+1,i} = (1 - dr_{t,i}) \cdot K_{t,i} + XI_{t,i} + MK_{t,i} \quad K_{0,i} = K_i^* \quad (21)$$

lr は外生の労働成長率で、 dr は外生の減価償却率である。

このモデルのポイントとして、労働と資本の地域間移動の合計を示す ML および MK が挙げられる。この移動数の決定に関しては Fukuchi [11] で見られる重力モデルを応用する。重力モデルでは 2 地域間の価格差が重要なファクターとなる。

$$ML_{t,i} = \sum_j \left[\varepsilon_{i,j} \cdot \frac{L_{t,i} \cdot L_{t,j}}{\sum_j L_{t,j}} \cdot \log \left(\frac{PL_{t,i}}{PL_{t,j}} \right) \right] \quad (22)$$

$$MK_{t,i} = \sum_j \left[\varepsilon_{i,j} \cdot \frac{K_{t,i} \cdot K_{t,j}}{\sum_j K_{t,j}} \cdot \log \left(\frac{PK_{t,i}}{PK_{t,j}} \right) \right] \quad (23)$$

ある地域の労働（資本）価格が別の地域より高い場合、労働（資本）はその地域に吸収される。逆の場合は、その地域から出て行くことになる。労働（資本）市場はこの動きに基づいて調整される。なお、 ε は調整速度である。

各地域の人口変動は、当期の人口から外生の自然人口増加率 nr を加え、さらに、労働移動の数の 2 倍が追加されるとする。

$$POP_{t+1,i} = POP_{t,i} \cdot (1 + nr_{t,i}) + 2 \cdot (L_{t+1,i} - L_{t,i}) \quad POP_{0,i} = POP_i^* \quad (24)$$

これがモデルの全容である。以下、このモデルを用いて日本の都道府県経済について分析する。

3. データ

データは『県民経済計算』を使用した。日本は 47 都道府県から成り立っているので、モデルは 47 地域の多地域モデルとなる。モデルの基準年は 2008 年とする。『県民経済計算』の数字をもとにデータベース化されたデータをモデルでは使用するが、財の地域間移動と資本ストックについては別途推計している。財の地域間移動については初期値を与えて、収支の合計が一致するように RAS 調節をした。資本ストックは、2008 年の投資額を単純に 0.1（0.05 は平均投資率、0.05 は

減価償却率と考える)で割って求めている⁷。

生産性パラメーターあるいはシェア・パラメーターはデータセットに基づいて推計(カリブレーション)した。いくつかの外生変数については、以下の数字を設定した。代替の弾力性は-2.0、式(1)の生産性パラメーターは毎年0.5%の増加、減価償却率は5%、人口の自然成長率は0.1%、労働の増加は0.05%、労働と資本の地域間移動における調整速度はそれぞれ1%と仮定した⁸。

4. シミュレーション

4.1 動学シミュレーション

まず、前節で仮定したモデルおよびパラメーターを用いて動学シミュレーションを行う。なお、動学の回数は30回とする。

表1は、動学シミュレーション後の主要変数の変化を示したものである。ここでは初期の結果を1とした場合の30期後の変化を示している。また、最後の行は全国の合計を示し、全国(平均)以上の県については黄色のマークを入れている⁹。

表を見る限り、平均以上に人口や労働者が増加した県はあまりなく、逆に資本と収入が平均以上となった県が多い。このモデルは資本や労働といった生産要素の価格が高い県にそれらが移動するモデルとなっている。そのため労働価格が高い県を見る限り、これらの県が比較的経済成長が進んでいる県であることが見える。一方で、資本価格の高い県は経済成長が比較的遅れている県である。また、労働価格の県間格差は大きく、資本価格の県間格差がそれほど大きくないこともいえる。具体的に県を挙げると、人口と労働は特に、東京にかなり集中していることが分かる。他県についても、宮城、神奈川、愛知、大阪および広島といった各地方の中心に該当する県に集中しているといえる。そのため、県間の所得格差が縮小することが予想される。すなわち、要素市場が要素価格の差で移動することができるので、格差是正はある程度想定される結果であるといえる。したがって、多くの県で1人当たりの所得が平均以上に増加している。一方、唯一東京だけが1人当たりの所得が減少していることが分かる。つまり、このモデルは、所得の県間格差を東京への人口の一極集中によって是正させようとするモデルである¹⁰。

4.2 東日本大震災を例としたネガティブショック

次に、モデルにネガティブなショックを与えた場合のシミュレーションを行う。こういったシ

⁷ 資本ストックの計測方法についてはIslam et al. ([16], pp. 146–149)などを参考にした。

⁸ もちろん、この数字をいろいろ変えることは可能であるが、分析に本質的な影響を与えることはない。なお、最近の日本経済の成長不振により、生産性パラメーターの増加を毎年1.0%から0.5%の増加に改訂したが、動学部分の計算結果はやや楽観的な見通しとなっている。

⁹ このモデルはGAMS (General Algebraic Modeling System)を用いて計算している。

¹⁰ もちろん、このような結果となるのは、規模の経済をモデルに組み込んでいないためである。規模の経済の有無、妥当性についても検討の余地がある。

ショックは通常予測不能な場合を考えているため、先の東日本大地震からどのように復興していくのかを分析するには適していると考えられる。さて、大地震から1年以上が経過しているわけであるが、一部で復興が始まっているものの、原発事故の処理があるため、復興がまだ始まらない地域もある。いずれにせよ復興することが予想されるが、そのためにどれくらいの期間を要するのかをあらかじめシミュレーションすることは重要である。そこで、ここでは地震によるネガティブショックをモデルの初期(0期)に起こし、それからどのように変化するかを分析する。また、ネガティブショックを与える県は、先の地震で直接的な被害、影響を受けた県とする。まず、被害については、資本ストックの減少が考えられる。いうまでもなく、地震や津波による被害で、建物の多くが崩壊し、生活を含め、経済活動が不能となっているからである。ただし、その後臨時的に資本ストックの回復が行われるよう、一定期間まで資本投入が行われることにする。一方、影響については、人口の移動が考えられる。これは避難といった一時的なものもあれば、完全に移動するといったものも考えられる。また、今回の震災で亡くなられた方も被害、影響の一部であるといえる。これらを踏まえた上で、モデルでは以下のような設定を入れる。

初期の岩手県の人口増加率を -0.5% とする。

初期の宮城県の人口増加率を -0.5% とする。

初期の山形県の人口増加率を 1.0% とする。

初期の福島県の人口増加率を -0.1% とする。

初期の東京都の人口増加率を 0.2% とする。

初期の青森県の減価償却率を 15% とする。

初期の岩手県の減価償却率を 25% とする。

初期の宮城県の減価償却率を 25% とする。

初期の福島県の減価償却率を 25% とする。

初期の茨城県の減価償却率を 15% とする。

初期の千葉県の減価償却率を 10% とする。

初期の東京都の減価償却率を 10% とする。

その後第5期までの岩手県の減価償却率を 2.5% とする。

その後第5期までの宮城県の減価償却率を 2.5% とする。

その後第5期までの福島県の減価償却率を 2.5% とする。

被害の大きな県は主に岩手、宮城および福島の3県で、多くの人が亡くなっている。また、被災者の避難県として、多くの人が隣接の山形県へ避難しており、東京都への避難も多い。そのため、モデルでは、人口増加率の変更を持ってこれらの変動を示している。また、資本の変動に

については、減価償却率の変更を持ってモデルで表現している。そのため、資本ストックが大幅に減少する時は減価償却率を高く設定し、復興による資本増加の際は減価償却率を低く設定している。なお、今回は福島原発事故が生じたため、資本ストックを失った県が広範囲になっている¹¹。

表2は、ネガティブショックを与えた後の主要変数の変化を示している。ショックから30期後の様子を示しているため、表を見る限り、ショックからかなり回復していることが分かる。一方で、ショックに対する他県への影響は小さいといえそうだ。ともかく、ネガティブショックからの回復は動学過程を通じて可能であるといえる。

表3は、1人当たりの所得を取り上げ、ショック前とショック後と比較したものである。先に述べたように格差縮小型のモデルであるため、東京都の1人当たりの所得は開始時よりも減少している。一方で、ショック前と後の比較において、資本ストック減少後、大幅な投資によって資本ストックを回復させた岩手、宮城、福島の3県が1人当たりの所得を伸ばす結果となっている。これは復興政策を多く、長く設定したために起こったものと考えられる。政府が復興に力を入れ過ぎると長期的には逆の格差につながる可能性があることを示している。

次に、それぞれショックを与えた県のその後の様子を示したものである。図1～図8がそれぞれの県の変化の様子を示し、図9は47都道府県の合計の変化を示している。なお、すべての図はショック前との比較で示されており、ショック前と同じ場合は1を示す。山形県以外は資本ストックが減少しているが、復興政策により早く回復した県（岩手、宮城、福島）とそうでない県で動きが異なることが分かる。特に、岩手、宮城、福島の3県は急速に資本ストックを回復させたために、他県よりもショック前の状態に近付いていることが分かる。人口が一時的に増加した山形県は増加したまま維持し、これが1人当たりの収入に影響を与えている。資本ストックが減少し、さらに、人口が増加した東京都は、1人当たりの収入がより減少している。結局、47都道府県の合計を見た場合、資本ストックの減少による影響以外はほとんど変化がなかったといえる。すなわち、この大地震は、被災した地域に対しては深刻な被害を受けることになるが、これが全国的な影響をもたらしたわけではないといえる。そしてショックが続かない限り徐々に復興していくことが予想される。大規模な復興政策が行われれば、より早く復興が可能となる¹²。

5. 結びにかえて

本稿では、簡単な経済モデルを用いて日本の47都道府県における将来動向を分析した。モデルは、生産要素の要素価格の違いによって各県を移動可能と設定しているため、県間の所得格差は東京のような大都市への人口移動を通じて縮小可能となっている。一方で、地震など震災によるネガティブショックからの回復は高いものの、他県への影響は比較的小さかった。

¹¹ 初期の人口増加率や減価償却率の変動の具体的な数字については、ニュースなどによる被災情報を参考にしているが、資本増加とその期間については少しラフに設定している。

¹² もちろん、大規模な復興を実現させるための国家財政の問題も無視している。

もちろん、このモデルの設定をいろいろ変えることでより違った分析が可能であると思われる。また、モデルの信憑性についても議論の余地が残っている。それが今後の課題であるとはいえ、この程度の経済モデルでも日本経済の現状および将来をある程度は説明可能であることが分かった。さまざまなモデルによる分析が必要であるといえる。

参考文献

- [1] Adelman, Irma and Yeldan, Erinc, “The minimal conditions for a financial crisis: A multiregional intertemporal CGE model of the Asian crisis,” *World Development*, 28(6), 2000, pp. 1087–1100.
- [2] Armington, Paul, “A theory of demand for products distinguished by place of production,” *IMF Staff Papers*, 16, 1969, pp. 159–178.
- [3] Barro, Robert J. and Sala-i-Martin, Xavier, “Regional growth and migration: A Japan-United States comparison,” *Journal of the Japanese and International Economics*, 6, 1992, pp. 312–346.
- [4] Barro, Robert J. and Sala-i-Martin, Xavier, *Economic growth* (Second edition), MIT Press, Cambridge, 2004.
- [5] Böhringer, Christoph and Welsch, Heinz, “Contraction and Convergence of carbon emissions: An intertemporal multi-region CGE analysis,” *Journal of Policy Modeling*, 26(1), 2004, pp. 21–39.
- [6] Bröcker, Johannes, Artem, Korzhenevych, and Carsten, Schürmann, “Assessing spatial equity and efficiency impacts of transport infrastructure projects,” *Transportation Research Part B: Methodological*, 44(7), 2010, pp. 795–811.
- [7] Das, Gouranga G, Janaki, R. R., Alavalapati, Douglas R. Carter and Marinos, E. Tsigas, “Regional impacts of environmental regulations and technical change in the US forestry sector: a multiregional CGE analysis,” *Forest Policy and Economics*, 7(1), 2005, pp. 25–38.
- [8] Donaghy, Kieran, P., “CGE modeling in space: a survey,” in Capello, Roberta and Nijkamp, Peter eds., *Handbook of regional growth and development theories*, Edward Elgar, Cheltenham, 2009, pp. 389–422.
- [9] Fujita, Masahisa and Tabuchi, Takatoshi, “Regional growth in postwar Japan,” *Regional Science and Urban Economics*, 27, 1997, pp. 643–670.
- [10] Fukuchi, Takao, “Growth and stability of multiregional economy,” *International Economic Review*, 24, 1983, pp. 509–520.
- [11] Fukuchi, Takao, “Long-run development of a multi-regional economy,” *Papers in Regional Science*, 79, 2000, pp. 1–31.
- [12] Fukuchi, Takao and Nobukuni, Makoto, “An econometric analysis of national growth and regional income inequality,” *International Economic Review*, 11(1), 1970, pp. 84–100.

- [13] Hertel, Thomas W. eds., *Global trade analysis: Modeling and applications*, Cambridge university press, 1997.
- [14] Horridge, Mark and Wittwer, Glyn, “SinoTERM, a multi-regional CGE model of China,” *China Economic Review*, 19(4), 2008, pp. 628–634.
- [15] Ishiguro, Kazuhiko and Inamura, Hajime, “Identification and Elimination of Barriers in the Operations and Management of Maritime Transportation,” *Research in Transportation Economics*, 13, 2005, pp. 337–368.
- [16] Islam, Nazrul, Dai, Erbiao and Sakamoto, Hiroshi, “Role of TFP in China’s Growth,” *Asian Economic Journal*, 20(2), 2006, pp. 127–159.
- [17] Kataoka, Mitsuhiro, “Interregional productivity differentials: a shift-share decomposition analysis and its application to post-war Japan,” *Letters in Spatial and Resource Sciences*, 4(1), 2011, pp. 1–7.
- [18] Kawagoe, Masaaki, “Regional dynamics in Japan: A reexamination of Barro regressions,” *Journal of the Japanese and International Economics*, 13, 1999, pp. 61–72.
- [19] Kim, Euijune and Kim, Kabsung, “Impacts of regional development strategies on growth and equity of Korea: A multiregional CGE model,” *Annals of Regional Science*, 36, 2002, pp. 165–180.
- [20] Latorre, María C., Oscar Bajo-Rubio, and Antonio G. Gómez-Plana, “The effects of multinationals on host economies: A CGE approach,” *Economic Modelling*, 26(5), 2009, pp. 851–864.
- [21] Li, Na, Shi, Min-jun and Wang, Fei, “Roles of Regional Differences and Linkages on Chinese Regional Policy Effect in CGE Analysis,” *Systems Engineering - Theory & Practice*, 29(10), 2009, pp. 35–44.
- [22] Miyagi, Toshihiko, “Recent developments in multiregional general equilibrium modeling: Economic-transportation interaction models,” *Studies in Regional Science*, 27(1), 1996, pp. 213–227.
- [23] Sakashita, Noboru and Kamoike, Osamu, “National growth and regional income inequality: A consistent model,” *International Economic Review*, 14(2), 1973, pp. 372–382.
- [24] Solow, Robert M., “A Contribution to the Theory of Economic Growth,” *Quarterly Journal of Economics*, 70(5), 1956, pp. 65–94.
- [25] Ueda, Takayuki, Koike, Atsushi, Yamaguchi, Katsuhiko and Tsuchiya Kazuyuki, “Spatial benefit incidence analysis of airport capacity expansion: Application of SCGE model to the Haneda Project,” *Research in Transportation Economics*, 13, 2005, pp. 165–196.

表1 動学シミュレーションによる主要変数の変化

	人口	労働	資本	所得	1人当たり所得
北海道	1.0491	1.0202	1.9854	1.3040	1.2429
青森県	0.9918	0.9618	1.9043	1.3219	1.3328
岩手県	0.9720	0.9461	1.9399	1.2896	1.3267
宮城県	1.0435	1.0135	1.9243	1.3040	1.2496
秋田県	0.9672	0.9361	1.8618	1.2999	1.3440
山形県	0.9921	0.9638	1.9199	1.2795	1.2897
福島県	1.0092	0.9789	1.7828	1.2108	1.1998
茨城県	1.0225	0.9918	1.7178	1.1805	1.1545
栃木県	1.0406	1.0100	1.8108	1.2082	1.1611
群馬県	1.0249	0.9946	1.8277	1.2115	1.1821
埼玉県	1.0211	0.9882	1.8142	1.1878	1.1633
千葉県	1.0111	0.9759	1.7509	1.1604	1.1476
東京都	1.1720	1.1059	1.7050	1.0528	0.8983
神奈川県	1.0510	1.0244	1.7976	1.1861	1.1285
新潟県	1.0290	0.9987	1.8597	1.2697	1.2338
富山県	1.0456	1.0141	1.9107	1.3061	1.2492
石川県	1.0148	0.9855	1.9062	1.3115	1.2923
福井県	1.0276	0.9973	1.9207	1.3241	1.2886
山梨県	1.0293	0.9990	1.8705	1.2853	1.2487
長野県	1.0345	1.0039	1.8898	1.2337	1.1926
岐阜県	1.0192	0.9889	1.8520	1.2647	1.2408
静岡県	1.0228	0.9932	1.7410	1.1557	1.1299
愛知県	1.0523	1.0192	1.7172	1.1254	1.0694
三重県	1.0114	0.9806	1.7572	1.1322	1.1195
滋賀県	1.0090	0.9788	1.7694	1.2061	1.1953
京都府	1.0391	1.0090	1.8128	1.2596	1.2123
大阪府	1.0940	1.0622	1.8217	1.2341	1.1280
兵庫県	1.0448	1.0166	1.8110	1.1767	1.1262
奈良県	1.0272	0.9956	1.9344	1.2784	1.2446
和歌山県	0.9972	0.9654	1.8068	1.2488	1.2523
鳥取県	0.9987	0.9691	1.9472	1.3271	1.3289
島根県	1.0047	0.9753	1.9626	1.3230	1.3169
岡山県	1.0315	1.0011	1.8102	1.2095	1.1726
広島県	1.0580	1.0268	1.9097	1.2595	1.1904
山口県	1.0123	0.9821	1.8137	1.2082	1.1935
徳島県	0.9965	0.9649	1.8344	1.2855	1.2900
香川県	1.0351	1.0047	1.8555	1.2470	1.2046
愛媛県	0.9838	0.9530	1.8351	1.2359	1.2563
高知県	0.9937	0.9618	1.9058	1.3021	1.3103
福岡県	1.0410	1.0112	1.8063	1.2512	1.2018
佐賀県	0.9982	0.9686	1.8445	1.2975	1.2998
長崎県	0.9964	0.9644	1.9105	1.3023	1.3070
熊本県	0.9972	0.9662	1.8712	1.2853	1.2889
大分県	1.0157	0.9850	1.7185	1.2252	1.2063
宮崎県	0.9807	0.9503	1.9073	1.3241	1.3502
鹿児島県	0.9910	0.9589	1.8493	1.2780	1.2896
沖縄県	0.9897	0.9514	1.8457	1.3201	1.3338
全国	1.0456	1.0151	1.8023	1.1932	1.1412

表2 ネガティブなショックを与えた後の主要変数の変化

	人口	労働	資本	所得	1人当たり所得
北海道	1.0492	1.0203	1.9832	1.3035	1.2424
青森県	0.9902	0.9602	1.8757	1.3179	1.3309
岩手県	0.9646	0.9449	1.9224	1.2872	1.3345
宮城県	1.0360	1.0121	1.9067	1.3013	1.2561
秋田県	0.9671	0.9360	1.8585	1.2989	1.3432
山形県	1.0012	0.9637	1.9165	1.2786	1.2771
福島県	1.0064	0.9782	1.7688	1.2094	1.2017
茨城県	1.0221	0.9914	1.6973	1.1792	1.1536
栃木県	1.0405	1.0100	1.8083	1.2076	1.1605
群馬県	1.0248	0.9945	1.8252	1.2109	1.1815
埼玉県	1.0212	0.9884	1.8124	1.1875	1.1629
千葉県	1.0110	0.9757	1.7388	1.1594	1.1468
東京都	1.1734	1.1061	1.6953	1.0529	0.8973
神奈川県	1.0512	1.0245	1.7960	1.1859	1.1282
新潟県	1.0290	0.9987	1.8572	1.2690	1.2332
富山県	1.0455	1.0140	1.9079	1.3054	1.2486
石川県	1.0148	0.9854	1.9033	1.3107	1.2916
福井県	1.0275	0.9972	1.9177	1.3233	1.2879
山梨県	1.0292	0.9988	1.8673	1.2844	1.2480
長野県	1.0345	1.0039	1.8873	1.2332	1.1920
岐阜県	1.0193	0.9889	1.8497	1.2641	1.2402
静岡県	1.0230	0.9933	1.7393	1.1554	1.1295
愛知県	1.0525	1.0193	1.7157	1.1252	1.0690
三重県	1.0114	0.9806	1.7551	1.1318	1.1191
滋賀県	1.0090	0.9788	1.7672	1.2056	1.1949
京都府	1.0392	1.0091	1.8108	1.2592	1.2117
大阪府	1.0942	1.0624	1.8202	1.2339	1.1276
兵庫県	1.0450	1.0168	1.8094	1.1765	1.1259
奈良県	1.0272	0.9956	1.9317	1.2778	1.2440
和歌山県	0.9971	0.9654	1.8042	1.2481	1.2517
鳥取県	0.9986	0.9690	1.9440	1.3263	1.3282
島根県	1.0046	0.9752	1.9596	1.3222	1.3162
岡山県	1.0315	1.0011	1.8080	1.2091	1.1721
広島県	1.0581	1.0269	1.9076	1.2591	1.1899
山口県	1.0123	0.9821	1.8114	1.2077	1.1930
徳島県	0.9964	0.9648	1.8315	1.2847	1.2894
香川県	1.0351	1.0046	1.8529	1.2464	1.2041
愛媛県	0.9837	0.9529	1.8326	1.2353	1.2557
高知県	0.9937	0.9618	1.9030	1.3013	1.3097
福岡県	1.0412	1.0113	1.8045	1.2508	1.2014
佐賀県	0.9981	0.9685	1.8415	1.2967	1.2991
長崎県	0.9964	0.9644	1.9078	1.3016	1.3064
熊本県	0.9972	0.9662	1.8687	1.2846	1.2883
大分県	1.0157	0.9849	1.7162	1.2246	1.2057
宮崎県	0.9806	0.9502	1.9043	1.3232	1.3494
鹿児島県	0.9910	0.9589	1.8469	1.2773	1.2890
沖縄県	0.9897	0.9513	1.8429	1.3193	1.3331
全国	1.0455	1.0151	1.7975	1.1927	1.1408

表3 1人当たり所得の変化（実数は百万円）

	開始時	ショックなし	ショックあり	違い (%)
北海道	3.3167	4.1224	4.1206	-0.0440
青森県	3.2153	4.2853	4.2792	-0.1436
岩手県	3.2487	4.3101	4.3354	0.5857
宮城県	3.5012	4.3752	4.3979	0.5187
秋田県	3.2995	4.4345	4.4318	-0.0615
山形県	3.3010	4.2575	4.2158	-0.9799
福島県	3.7354	4.4819	4.4890	0.1565
茨城県	3.8852	4.4854	4.4820	-0.0756
栃木県	3.9726	4.6125	4.6104	-0.0446
群馬県	3.5887	4.2421	4.2402	-0.0450
埼玉県	2.9238	3.4013	3.4001	-0.0362
千葉県	3.2160	3.6908	3.6883	-0.0670
東京都	6.9880	6.2774	6.2701	-0.1155
神奈川県	3.4651	3.9105	3.9092	-0.0333
新潟県	3.6380	4.4886	4.4864	-0.0504
富山県	4.0827	5.1001	5.0977	-0.0483
石川県	3.9485	5.1026	5.1001	-0.0499
福井県	3.9064	5.0336	5.0311	-0.0501
山梨県	3.5831	4.4742	4.4719	-0.0516
長野県	3.7014	4.4142	4.4121	-0.0462
岐阜県	3.4592	4.2921	4.2902	-0.0454
静岡県	4.3297	4.8923	4.8904	-0.0380
愛知県	4.5598	4.8764	4.8746	-0.0372
三重県	3.9061	4.3728	4.3712	-0.0368
滋賀県	4.1179	4.9223	4.9203	-0.0404
京都府	3.7743	4.5754	4.5735	-0.0421
大阪府	4.3135	4.8657	4.8640	-0.0341
兵庫県	3.4186	3.8502	3.8489	-0.0334
奈良県	2.5752	3.2051	3.2036	-0.0462
和歌山県	3.2726	4.0982	4.0965	-0.0428
鳥取県	3.3481	4.4492	4.4469	-0.0521
島根県	3.2760	4.3140	4.3118	-0.0517
岡山県	3.7076	4.3474	4.3456	-0.0408
広島県	4.0141	4.7784	4.7764	-0.0420
山口県	3.9108	4.6675	4.6656	-0.0415
徳島県	3.3421	4.3113	4.3091	-0.0509
香川県	3.6033	4.3407	4.3387	-0.0453
愛媛県	3.2413	4.0720	4.0701	-0.0455
高知県	2.8636	3.7523	3.7503	-0.0523
福岡県	3.5653	4.2849	4.2833	-0.0391
佐賀県	3.4164	4.4407	4.4384	-0.0520
長崎県	2.9933	3.9123	3.9103	-0.0518
熊本県	3.0780	3.9673	3.9653	-0.0494
大分県	3.7264	4.4950	4.4930	-0.0447
宮崎県	3.1251	4.2195	4.2171	-0.0560
鹿児島県	3.0970	3.9939	3.9919	-0.0497
沖縄県	2.6870	3.5840	3.5820	-0.0568
全国	3.9549	4.5134	4.5117	-0.0391

図1 ネガティブショック後の主要変数の変化（青森県）

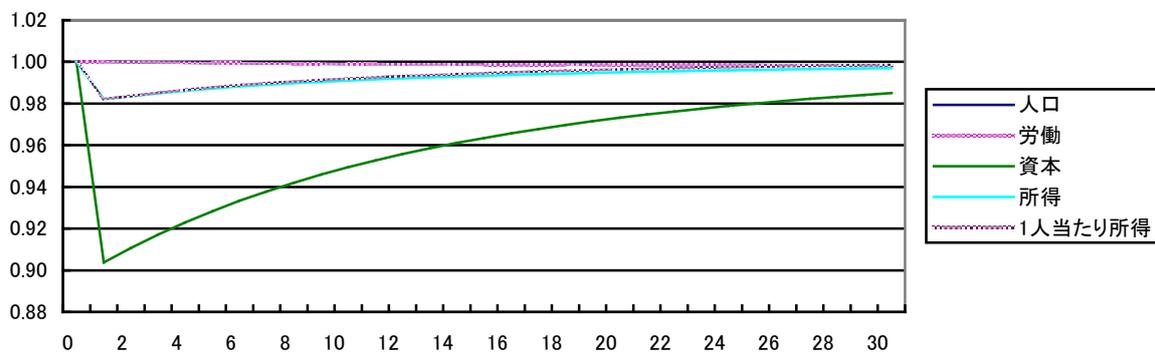


図2 ネガティブショック後の主要変数の変化（岩手県）

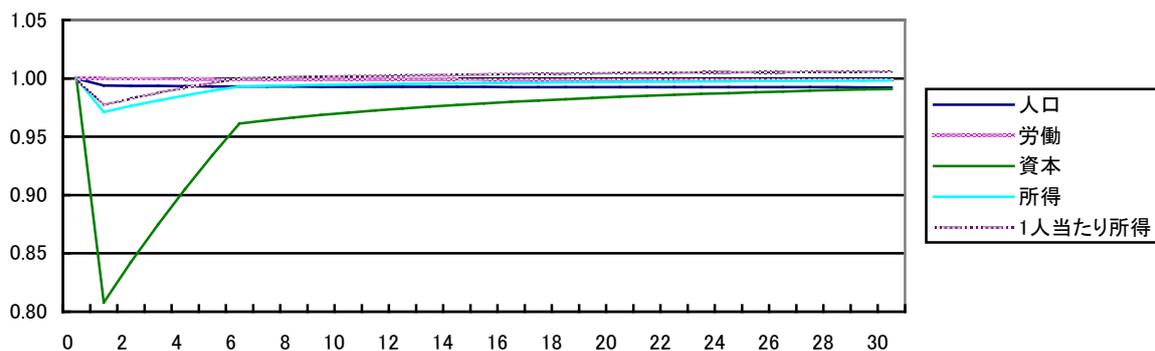


図3 ネガティブショック後の主要変数の変化（宮城県）

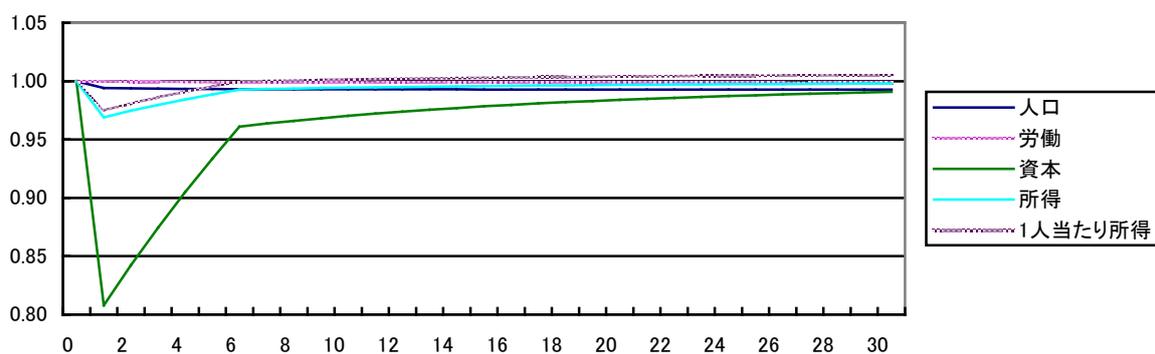


図4 ネガティブショック後の主要変数の変化（山形県）

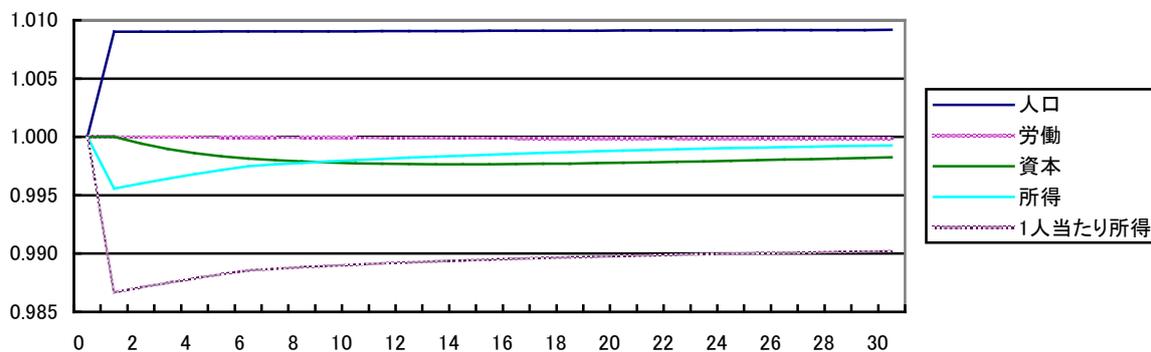


図5 ネガティブショック後の主要変数の変化（福島県）

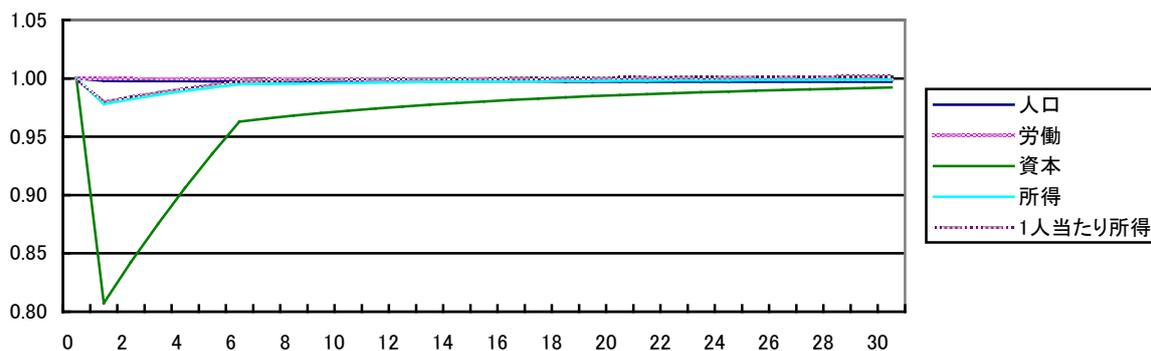


図6 ネガティブショック後の主要変数の変化（茨城県）

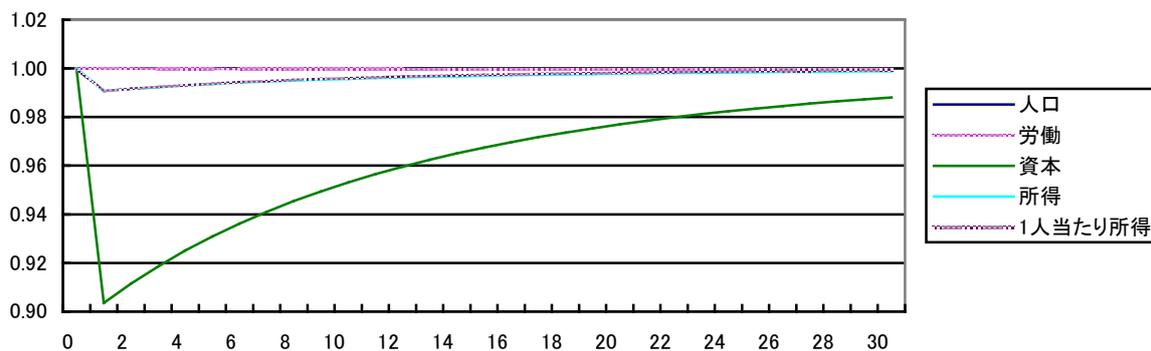


図7 ネガティブショック後の主要変数の変化（千葉県）

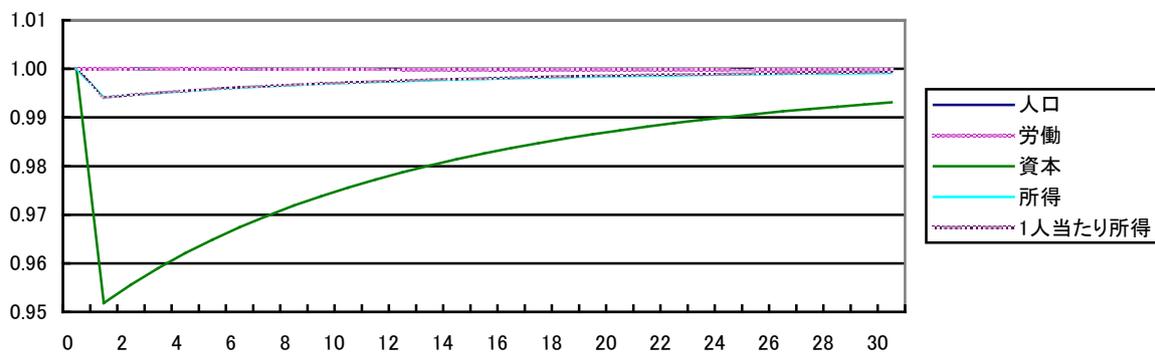


図8 ネガティブショック後の主要変数の変化（東京都）

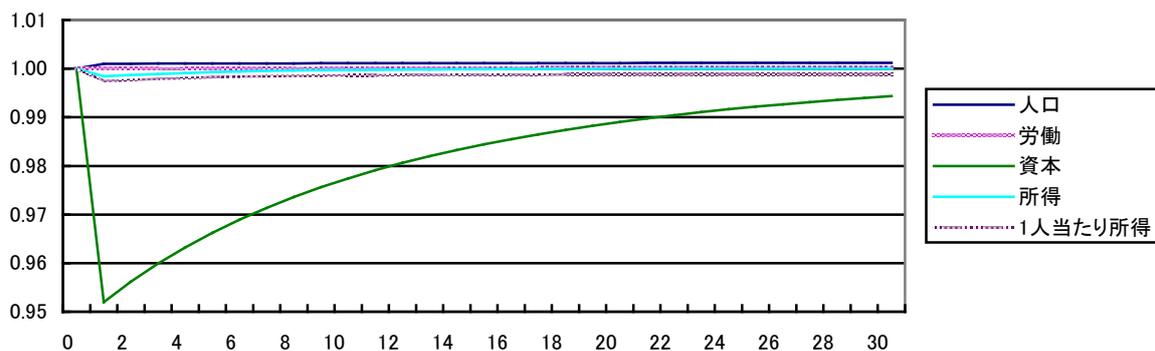


図9 ネガティブショック後の主要変数の変化（47都道府県合計）

