

都市間交通整備の地域経済効果計測のための動学モデル

Dynamic model to evaluate impact of inter-regional transportation development on regional economy

佐藤徹治研究室 1274014 鈴木 康平

1. はじめに

現在、わが国の地方部では、東北地域における復興道路や北海道・北陸・九州における整備新幹線など、多数の都市間交通の計画が策定されている。しかし、政府や自治体は多額の債務を抱え、将来の交通網の維持管理費用の増大も予想されるため、新規の交通網整備の余地は限られている。これらの実施の妥当性、優先順位等を判断する際には、都市間交通が長期にわたる地域経済に及ぼす影響を時系列に分析し、慎重に検討する必要があると考えられる。

本研究は、都市間交通整備が地域経済に及ぼす時系列の影響を分析可能な既存の都市間交通整備の効果計測モデルのレビューを基に、既存の地域計量経済モデルに基づく東北地方太平洋沖地震の影響分析、動学的均衡モデルの開発、複数の仮定に基づく既存の地域計量経済モデルの検証を行った上で、これらの結果を踏まえ既存モデルの課題を踏まえた地域計量経済モデルを開発し、今後の動学モデルの方向性について提案することを目的とする。

高速道路、新幹線等の都市間交通整備による間接効果を計測する手法は、複数開発されている。主な都市間交通整備の経済効果計測モデルとしては、計量経済モデル、応用一般均衡モデル、DSGE (Dynamic Stochastic General Equilibrium) モデルの3つがある。計量経済モデルには、全国を対象とした全国経済モデルと一地域を対象とした地域計量経済モデルがある。応用一般均衡モデルには、全国や一地域を対象とした CGE (Compactable General Equilibrium) モデル、複数地域を対象とした SCGE (Spatial Compactable General Equilibrium) モデル、SCGE モデルを時系列に拡張した準動学 SCGE モデルがある。

2. 既存の地域計量経済モデルに基づく東北地方太平洋沖地震の影響分析

2-1 概要

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、新幹線、高速道路等の都市間交通網に大きな被害をもたらした。その後、東北地方北部の復興道路計画として、三陸沿岸道、宮古盛岡横断道路、東北横断自動車道釜石秋田線の総延長439kmが計画され、整備が進んでいる。

ここでは、東北地方太平洋沖地震による被害が特に大きかった岩手県を対象に、吉野ら(2002)¹⁾に基づく地域計量経済モデルを構築し、地震による都市間交通の被害等が地域経済にもたらす時系列の影響を分析する。

東北地方太平洋沖地震による交通網寸断は、岩手県においては三陸鉄道などを除き比較的早く復旧した。ここでは、早期復旧の重要性を検証するため、仮に交通網の寸断が長期に渡った場合の地域経済への影響について、効果計測可能なモデルを構築して分析する。

2-2 実証モデルの構築

大規模地震による交通施設の被害、人的被害(就業者数の減少)、民間資本ストックの被害が地域経済に影響を与えると仮定する。図-1に、大規模地震に伴う長期の交通網寸断による地域経済への影響フローを示す。

モデルのパラメータは、県民経済計算(内閣府)等の時系列データを用い、最小二乗法により推定する。

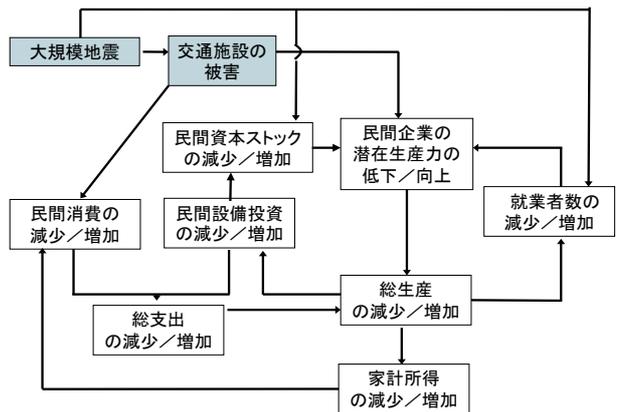


図-1 交通網寸断による地域経済への影響フロー

2-3 シミュレーション分析

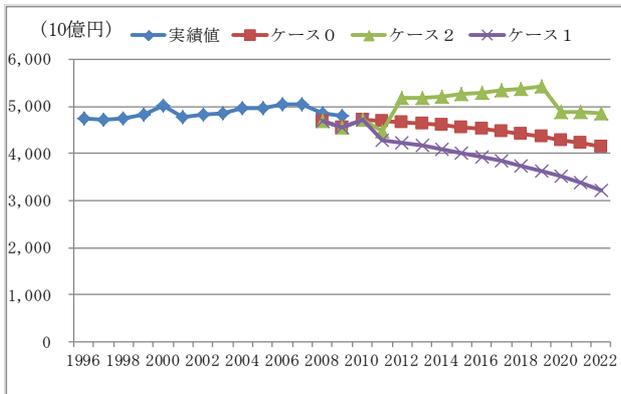
シミュレーション分析は、構築した実証モデルを用い、震災がなかったケース(ケース0)、震災による交通被害が長期間持続するケース(ケース1)、交通被害、資本ストックの被害、人的被害とそれらの復旧について実際の期間を考慮するケース(ケース2)の3ケースで行う。

シミュレーション期間は震災から11年後の2022年までとする。ケース2については、2012~2019年までの復興道路の建設(政府支出の増加:1兆円/年)および資本ストックの段階的な復旧、2020年の復興道路の供用開始を仮定する。シミュレーションケースを表-1、シミュレーション結果を図-2に示す。なお、2009年以降の外生変数は2009年度の値とする。

シミュレーション結果より、交通施設被害が持続する場合、地域内総生産に及ぼす影響は、実際の生産設備等被害や復興需要の影響と同程度に大きいことが分かる。

表－1 震災の影響のシミュレーションケース

| | 交通被害 | 交通被害の持続 | 資本ストックの被害 | 人的被害 | 復興 |
|------|------|---------|-----------|------|----|
| ケース0 | × | × | × | × | × |
| ケース1 | ○ | ○ | × | × | × |
| ケース2 | ○ | × | ○ | ○ | ○ |



図－2 震災の影響のシミュレーション結果

3. 動学的均衡モデルの開発

3-1 概要

近年、金融・財政政策の長期的影響を分析する手法として、DSGE (Dynamic Stochastic General Equilibrium) モデルなどの動学的均衡モデルが利用されることが多い。動学的均衡モデルは将来にわたる時系列の効果を分析することができ、ミクロ経済学的基礎が考慮されている。ここでは、RBC (Real Business Cycle) モデル²⁾を基本とし、都市間交通整備によるフロー効果およびストック効果を分析可能な動学的均衡モデルを構築する。

3-2 シミュレーション分析

構築した動学的均衡モデルを用い、東北地方における復興道路計画が岩手県の地域経済に及ぼす影響のシミュレーション分析を行った。分析の結果、政府支出の増加によって民間設備投資が減少すると仮定した場合、地域内総生産は復興道路を整備した場合が整備しない場合を将来も下回り続け、一般的なフロー効果と整合しない結果となった。

4. 既存の地域計量経済モデルの検証

4-1 概要

既存の地域計量経済モデルを参考に、近年の社会経済情勢も踏まえつつ、複数の仮定に基づく地域計量経済モデルを構築し、岩手県および東北地方の復興道路計画を対象とした実証比較を行うことにより仮定の妥当性について検証を行う。

4-2 検証する仮定

(1) 民間消費支出に関する仮定

既存モデルでは、民間消費支出は、(1)式に示されるように、一期前の民間消費支出、家計可処分所得および交

通近接性で決定されると仮定されている。一方、高原ら(2012)³⁾は、全国を対象としたモデルにおいて、民間消費支出の説明変数として交通近接性を用いることの妥当性が低いことを指摘している。さらに、近年わが国では、安倍内閣と日本銀行による金融緩和政策が消費者心理を向上させ、消費水準を押し上げているとの指摘がある。以上から、地域計量経済モデルでは、交通近接性に代わって実質マネーストックを説明変数に導入した(2)式、交通近接性と実質マネーストックの両方を考慮した(3)式を検討する。なお、地域内における貨幣市場の均衡は現実的ではないことから、貨幣市場や貨幣の需給均衡は考慮せず、全国の実質マネーストックの増加が地域の消費者心理を向上させ民間消費支出を増加させることを仮定する。ここで、 t は期(年)を表している。 CP は民間最終消費支出、 Y は家計可処分所得、 ACC は交通近接性、 MS は日本全体の名目マネーストック、 p は物価水準(GDPデフレーター)である。

$$\frac{CP_t}{POP_t} = f\left(\frac{CP_{t-1}}{POP_{t-1}}, \frac{YH_t}{POP_t}, ACC_t\right) \quad (1)$$

$$\frac{CP_t}{POP_t} = f\left(\frac{CP_{t-1}}{POP_{t-1}}, \frac{YH_t}{POP_t}, \frac{MS_t}{p_t}\right) \quad (2)$$

$$\frac{CP_t}{POP_t} = f\left(\frac{CP_{t-1}}{POP_{t-1}}, \frac{YH_t}{POP_t}, ACC_t, \frac{MS_t}{p_t}\right) \quad (3)$$

(2) 実現地域内総生産に関する仮定

地域内総生産は、潜在生産力と地域内総需要の平均値で実現されると仮定する既存モデルと同様の(4)式と、潜在生産力か地域内総需要の最小値で実現されると仮定する(5)式の二つの式を検討する。ここで、 X は地域内総生産、 V は潜在生産力、 GRE は地域内総需要である。

$$X_t = \text{Average}(\hat{V}_t, GRE_t) \quad (4)$$

$$X_t = \text{Min}(\hat{V}_t, GRE_t) \quad (5)$$

4-3 実証分析

(1) パラメータ推定

民間消費支出(1)～(3)式のパラメータ推定結果を表－2に示す。

表－2 民間消費支出のパラメータ推定結果

| | 定数項 | YH/POP | ACC | MS/p | R ² | D.W. |
|------|--------------------|------------------|----------------------|-------------------|----------------|-------|
| (1)式 | -4.689 (-3.386) | 1.013 (4.153) | 1731.770 (2.659) | | 0.862 | 0.727 |
| (2)式 | 0.110 (0.531) | 0.429 (3.433) | | 8.E-07 (9.945) | 0.978 | 1.239 |
| (3)式 | 1.746 (1.907) | 0.384 (3.334) | -675.907 (-1.825) | 0.000 (8.347) | 0.984 | 1.529 |

交通近接性と実質マネーストックの両方を考慮した(3)式では、交通近接性のパラメータが負に推定されており、符号条件を満たさない。これは、交通近接性と実質マネーストックで多重共線性が生じていることが原因と

考えられる。(1)式と(2)式の推定結果を比較すると、実質マネーストックを説明変数に用いた(2)式の方が、決定係数およびD.W.比が良好な値を示している。

次に、1997～2009年度の民間消費支出の実績値とパラメータ推定された(1)式と(2)式による推計値および平均絶対誤差率(MAPE)を図-3に示す。

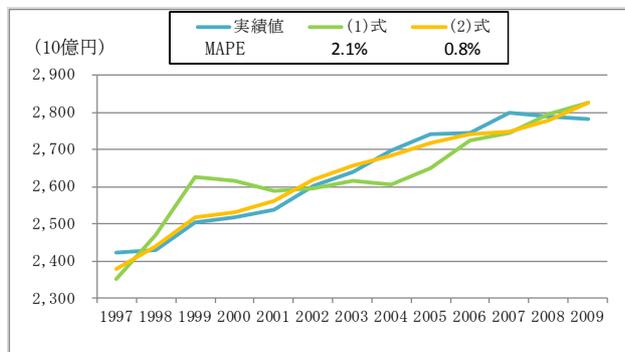


図-3 民間消費支出の実績値と推計値

1997～2009年度の13年間の平均絶対誤差率は、(1)式が2.1%、(2)式が0.8%となっており、また、時系列変化をみても、実質マネーストックを考慮した(2)式の方が再現性が高いと言える。

(2) モデル全体の現況再現性の比較

民間消費支出については(1)式および(2)式、実現地域内総生産については(4)式および(5)式を用い、地域計量経済モデル全体の現況再現性を比較する。比較のケースを表-2、1997～2009年度の地域内総生産の比較結果を図-4に示す。

表-2 現況再現性の比較ケース

| | 民間消費支出 | |
|----------|--------------|--------|
| | (1)式 | (2)式 |
| 実現地域内総生産 | (4)式 AVE_ACC | AVE_MS |
| | (5)式 MIN_ACC | MIN_MS |

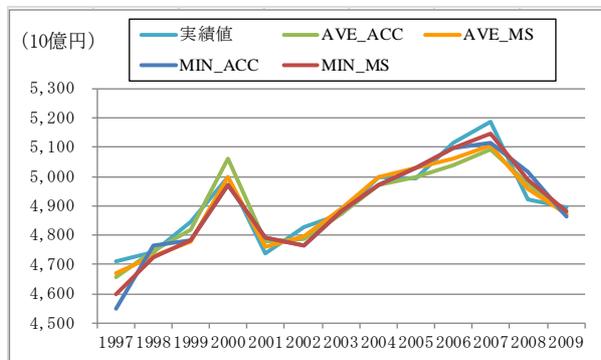


図-4 モデル全体の現況再現性(地域内総生産)

図-4より、4ケースにおける地域内総生産の現況再現性には大きな違いはみられないことが分かる。

(3) 復興道路整備の影響シミュレーション

表-2と同様の4ケースについて、復興道路の整備が岩手県の地域経済に及ぼす影響(フロー効果およびストック効果)のシミュレーション分析を行う。ここで、復興道路の整備あり(with)の場合では、整備計画期間の2012～2019年度において復興予算(岩手県分)を均等配分し公的総固定資本形成に上乘せするとともに、供用後の2020年度以降の交通近接性を地域間平均一般化時間の短縮に伴って増加させることとする。また、復興道路の整備なし(without)の場合では、公的総固定資本形成および交通近接性を最新年度(2009年度)値に固定するものとする。

図-5に、各4ケースにおける地域内総生産の復興道路整備の整備ありの場合と整備なしの場合の差分(with-without)のシミュレーション結果を示す。

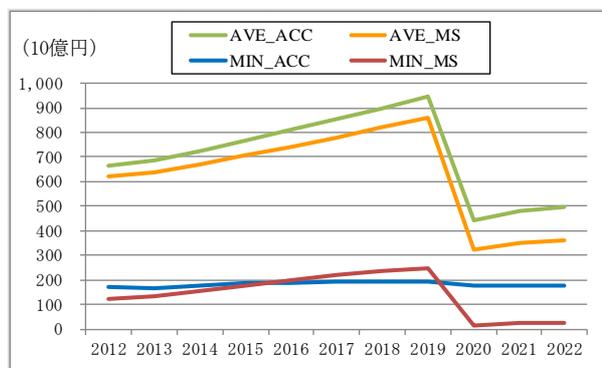


図-5 復興道路整備の影響の比較(with-without)

実現地域内総生産に(4)式を用いた AVE_ACC と AVE_MS のケースでは(5)式を用いた MIN_ACC と MIN_MS のケースと比較して建設期間中の効果が大きくなっているが、多額の公共投資があると潜在生産力を大きく上回る地域内総生産が算出されてしまうため過大推計になっていると考えられる。また、民間消費支出に(2)式を用いた AVE_MS と MIN_MS のケースでは、(1)式を用いた AVE_ACC と MIN_ACC のケースと比較して復興道路供用後のストック効果が小さくなっている。

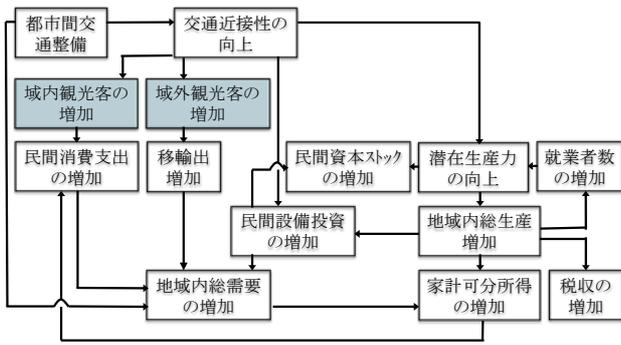
5. 観光への影響を考慮した地域計量経済モデル

5-1 概要

4-3では、民間消費支出の説明変数に交通近接性を用いないモデルの現況再現性が既存のモデルより高い結果となった。しかし、このモデルを用いる場合、都市間交通整備の供用後のストック効果が極めて小さくなる可能性がある。

そこで、観光需要の増加を通じた民間消費支出や移輸出への影響を考慮したモデルを検討する。

観光需要への影響を考慮したモデルのフロー図を図-6に示す。



図－6 観光需要への影響を考慮したモデルのフロー

民間消費支出は、域内観光客の観光消費とその他の民間消費支出に分け、交通近接性の向上によって観光客が増加し、観光消費が増加すると仮定する。民間消費支出の関数を(6)～(9)式に示す。ここで、 CP は民間消費支出、 $CP^{Tourism}$ は観光消費、 CP^{Other} はその他の消費支出、 $NT1$ は域内観光入込客数、 Y は家計可処分所得である。

$$CP_t = CP_t^{Tourism} + CP_t^{Other} \quad (6)$$

$$CP_t^{Tourism} = f(NT1_t) \quad (7)$$

$$NT1_t = f(YH_t, ACCPT_t) \quad (8)$$

$$\frac{CP_t^{Other}}{POP_t} = f\left(\frac{CP_{t-1}^{Other}}{POP_{t-1}}, \frac{YH_t}{POP_t}, \frac{MS_t}{p_t}\right) \quad (9)$$

移輸出は域外観光客の観光消費とその他の移輸出に分け、交通近接性の変化によって域外からの観光客が増加し、移輸出が増加すると仮定する。移輸出の関数を(10)～(13)式に示す。ここで、 E は移輸出、 $E^{Tourism}$ は観光に伴う移輸出、 E^{Trade} はその他の移輸出、 $NT2$ は域外観光入込客数、 EXR は為替レートである。

$$E_t = E_t^{Tourism} + E_t^{Trade} \quad (10)$$

$$E_t^{Tourism} = f(NT2_t) \quad (11)$$

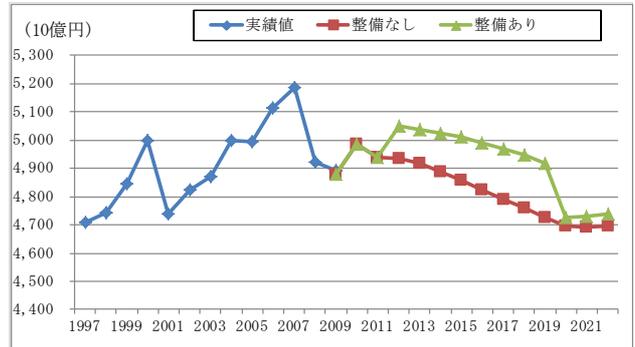
$$NT2_t = f(GDP_t - GRP_t, ACCPT_t, EXR_t) \quad (12)$$

$$E_t^{Trade} = f(GDP_t - GRP_t, EXR_t) \quad (13)$$

5-2 実証分析

4-3と同様に、東北地方における復興道路整備が岩手県の地域経済に及ぼす影響（フロー効果、ストック効果）のシミュレーション分析を行う。復興道路の整備ありの場合と整備なしの場合の地域内総生産のシミュレーション結果を図-7に示す。

結果として、民間消費支出を域内観光客の観光消費とその他の消費に分け、移輸出を域外からの観光消費とその他の移輸出に分けることで都市間交通整備によるストック効果を考慮可能であることが分かる。



図－7 観光への影響を考慮したモデルによるシミュレーション結果（地域内総生産）

6. おわりに

本研究では、都市間交通整備が地域経済に及ぼす時系列の影響を分析可能な既存モデルのレビュー、既存モデルに基づく実証モデルの構築とシミュレーション分析、複数の仮定に基づくモデルによる実証比較を行った上で、これらの結果を踏まえ既存モデルの課題に対応した新たなモデルを提案した。新たなモデルでは、民間消費支出を域内観光客の観光消費とその他の民間消費、移輸出を域外観光客の観光消費とその他の移輸出に分け、都市間交通整備による観光需要の増加を通じたストック効果を計測することができた。

しかし、都市間交通整備の供用後のストック効果については、物流効率化等を通じた効果もあると考えられ、これらを考慮した新たな動学モデルの開発は今後の課題である。

参考文献

- 1) 吉野直行, 上田孝行, 佐藤徹治: 地域計量経済モデルによる首都高速中央環状線の事業効果計測, 新都市, Vol. 56, No. 2, pp. 21-29, 2002.
- 2) King, Robert G., Plosser, Charles I. and Rebelo, Sergio T.: Production, Growth and Business Cycles I. The Basic Neoclassical Model, Journal of Monetary Economics, Vol. 21, pp. 195-232, 1988.
- 3) 高原恵男, 山本俊行, 藤井聡: マクロ計量経済モデルの不確実性を考慮したデフレ下での社会資本整備効果の分析, 土木計画学研究・講演集 (CD-ROM), Vol. 46, P2, 2012.
- 4) Tetsuji SATO and Kohei SUZUKI: Impact of Transportation Network Disruptions caused by the Great East Japan Earthquake on Distribution of Goods and Regional Economy, Journal of JSCE, Vol. 1, pp. 507-515, 2013.
- 5) 鈴木康平, 佐藤徹治: 高速交通の整備効果計測のための地域計量経済モデルの検証, 土木計画学研究・講演集 (CD-Rom), Vol. 48, 193, 2013.