

動学的均衡モデルと計量経済モデルによる交通網整備効果の実証比較

佐藤 徹治¹・鈴木 康平²

¹正会員 千葉工業大学准教授 工学部建築都市環境学科 (〒275-0016 千葉県習志野市津田沼2-17-1)

E-mail:tetsuji.sato@it-chiba.ac.jp

²非会員 千葉工業大学大学院工学研究科建築都市環境学専攻 (〒275-0016 千葉県習志野市津田沼2-17-1)

E-mail:s0824183ZV@it-chiba.ac.jp

従来、都市間交通網の整備による間接効果の計測は、SCGEモデルや計量経済モデルによって行われてきた。一方、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、またマイクロ経済学的基礎が考慮されている。本稿では、東日本大震災の被災地である岩手県を対象に、動学的均衡モデルおよび地域計量経済モデルを構築し、復興道路計画の効果について実証比較を行うことにより、実証的な動学的均衡モデルの枠組みを提示するとともにその課題を明らかにしている。さらに、既存モデルの課題を踏まえた新たな動学モデルの枠組みの検討を行っている。

Key Words : *transport network, dynamic equilibrium model, econometric model*

1. はじめに

都市間交通網の整備による間接効果の計測は、従来、SCGE (Spatial Computable General Equilibrium) モデルや計量経済モデル (Macro Econometrics) によって行われてきた。SCGEモデルについては、日本の高速道路網整備を対象とした山内ら¹⁾、日中韓3ヶ国的高速鉄道整備を対象とした宮下ら²⁾など、これまで多くの高速交通整備の効果計測のための実証モデルが開発されている。地域計量経済モデルについては、吉野ら³⁾が首都高速道路の環状路線整備を対象とした地域計量経済モデル、佐藤ら⁴⁾、樋野ら⁵⁾が日本全国の道路整備計画を対象とした計量経済モデルを構築し、時系列の経済効果を分析している。しかし、SCGEモデルについては、将来にわたる行動の最適化を考慮しておらず時系列での効果の変化を分析することができない、また、地域計量経済モデルについては、マイクロ経済学的基礎を持たないため分析結果が恣意的になりやすいとの批判がある。

一方、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、またマイクロ経済学的基礎

が考慮されている。近年では、公共投資や交通整備の時系列の効果分析が可能なDSGEモデルや準動学SCGEモデルも開発されつつある⁶⁾⁷⁾。

本稿では、東日本大震災の被災地である岩手県を対象に、動学的均衡モデルおよび地域計量経済モデルを構築し、復興道路計画の効果について実証比較を行うことにより、実証的な動学的均衡モデルの枠組を提示するとともにその課題を明らかにする。さらに、これらの既存モデルの課題を踏まえた新たな動学モデルの枠組みの検討を行う。

2. モデルの構築

(1) 交通網の整備効果の考え方

交通網整備の間接効果には、建設期間中のフロー効果と供用後のストック効果の2つの効果がある。本稿では、フロー効果は政府支出の増加によってもたらされると仮定する。また、ストック効果は、交通の利用しやすさの向上が企業の生産技術水準等に影響を及ぼすことによって発生すると考える。

(2) 動学的均衡モデル

①概要

本稿では、もっとも基本的な非確率的な動学的均衡モデルであるRBC (Real Business Cycle) モデル⁸⁾⁹⁾を基本とし、交通網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モデルを検討する。

②企業の行動

企業は資本と労働を用いて財の生産を行う。ただし、この際、交通近接性（交通の利用しやすさ）が生産性に影響を及ぼすと仮定する。また、労働は、前期の生産水準に応じて時系列的に変化すると仮定する。

(1)式に生産関数、(2)式に民間資本ストック、(3)式に労働の時系列的な変化を表す関数を示す。

$$X_t = f(K_{t-1}, N_t, ACC_t) \quad (1)$$

$$K_t = (1 - k_0)K_{t-1} + I_t \quad (2)$$

$$N_t = f(N_{t-1}, X_{t-1}) \quad (3)$$

ここで、 t は期、 X は生産、 K は民間資本ストック、 N は労働、 ACC は交通近接性、 I は民間設備投資である。

③家計の行動

家計は、所得の制約下で将来にわたる効用の現在価値の和を最大化するように行動すると仮定する。

$$\text{Max } U = \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} [\beta_t \cdot u_t] \right\} \quad (4)$$

$$u_t = \frac{[C_t - \eta(1 - L_t)^{1-\sigma}] - 1}{1 - \sigma} \quad (5)$$

$$\text{s.t. } X_t = C_t + I_t + G_t + (E_t - M_t) \quad (6)$$

ここで、 U は家計の将来にわたる効用の現在価値、 u_t は期毎の効用、 C は消費、 L は余暇時間、 G は政府支出（政府最終消費支出＋公的総資本形成）、 E は移輸出、 M は移輸入である。(1)、(2)式より、(6)式は(7)のように書き換えられる。

$$\begin{aligned} X_t(K_{t-1}, N_t, ACC_t) \\ = C_t + K_t - (1 - k_0)K_{t-1} + G_t + (E_t - M_t) \end{aligned} \quad (7)$$

(7)式を制約とする(4)、(5)式の最大化問題に対して線形近似法 (Linear-Quadratic Methods) を適用すると、(8)式の政策関数 (Policy Function) が得られる。

$$C_t = f(K_t, ACC_t) \quad (8)$$

なお、(6)式は民間設備投資が生産から民間消費支出、政府支出および純移輸出を差し引いたものとなることを表している。すなわち、政府支出の増加は民間設備投資

(民間資本ストックの蓄積) を抑制することになる。

④交通近接性

総合的な交通近接性（交通の利用しやすさ）は、道路の交通近接性と鉄道の交通近接性の輸送分担率による重み付け平均で表され、各交通機関の交通近接性は地域間一般化時間（所用時間に所要費用の時間換算値を加えたもの）の地域人口による重み付け平均の逆数で表現されると仮定する。地域の交通近接性を(9)～(11)式に示す。

$$ACC_t = \theta ACC_t^{R, RD} + (1 - \theta) ACC_t^{R, RL} \quad (9)$$

$$ACC_t^{R, m} = \frac{\sum_r (POP_t^r \cdot ACC_t^{r, m})}{\sum_r POP_t^r} \quad (10)$$

$$ACC_t^{r, m} = 1 / \frac{\sum_s (POP_t^s (T_t^{rs, m} + TC_t^{rs, m} / w_t^r))}{\sum_s POP_t^s} \quad (11)$$

ここで、 θ は企業の道路輸送分担率、 T は所要時間、 TC は所要費用、 w は時間価値、 POP は人口、 r と s は小地域、 R は大地域、 m は交通機関(RD :道路、 RL :鉄道)である。

(3) 地域計量経済モデル

①概要

ここでは、概ね吉野³⁾に基づく地域計量経済モデルを構築する。なお、動学的均衡モデルとの比較を行うため、吉野³⁾における一部の関数を変更し、極力上記の動学的均衡モデルと同一の関数を用いることとする。

②生産

$$V_t = f(\rho_t \cdot K_{t-1}, N_t, ACC_t) \quad (12)$$

$$K_t = (1 - k_0)K_{t-1} + I_t \quad (13)$$

$$N_t = f(N_{t-1}, X_{t-1}) \quad (14)$$

ここで、 t は期、 V は生産、 ρ は民間資本稼働率、 K は民間資本ストック、 N は労働、 ACC は交通近接性を表す。 X は実現された生産（地域内総生産）である。

③民間消費支出

$$C_t = f(C_{t-1}, Y_t, ACC_t) \quad (15)$$

$$Y_t = f(X_t) \quad (16)$$

ここで、 C は民間最終消費支出、 Y は家計可処分所得を表す。

④民間企業設備投資・民間住宅投資

$$I_t = f(X_t, K_{t-1}) \quad (17)$$

$$IH_t = f(Y_t) \quad (18)$$

ここで、 IH は民間住宅投資である。

⑤移輸出・移輸入

$$E_t = f(GDP_t) \quad (19)$$

$$M_t = f(M_{t-1}, FD_t) \quad (20)$$

ここで、 E は移輸出、 M は移輸入を表す。また、 GDP は国内総生産、 FD は地域内最終需要である。

⑥地域内総支出

$$GRE_t = C_t + I_t + IH_t + G_t + Z_t + E_t - M_t \quad (21)$$

ここで、 GRE は地域内総支出、 G は政府支出（政府最終消費支出+公的総資本形成）、 Z は在庫投資である。

⑦実現地域内総生産

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。潜在生産力は(12)式の生産関数で民間資本稼働率を100%としたもの、地域内総需要は(21)式の地域内総支出に等しいものとする。

$$X_t = \text{Average}(\hat{V}_t, \hat{GRE}_t) \quad (22)$$

ここで、 \hat{V} は潜在生産力、 \hat{GRE} は地域内総需要である。

⑧交通近接性

動学的均衡モデルと同様の(9)~(11)式とする。

(4) モデルの比較

構築した動学的均衡モデルと地域計量経済モデルの違いは、基本的には、実現される生産（地域内総生産）の決定方法の違いである。動学的均衡モデルでは、生産水準は生産関数(1)式で決定され需要がそれに応じて調整されるのに対し、地域計量経済モデルでは、潜在生産力と地域内総需要の平均値で地域内総生産が実現される。

また、民間消費支出の関数が(8)式と(15)式でやや異なっているが、(8)式は(15)式の誘導型であると考えられる。

3. 実証分析

(1) 対象地域と対象交通網

対象地域は、2011年3月の東日本大震災で甚大な被害を受け、復興道路の建設が進められている岩手県とする。

対象交通網は、2011年11月に国土交通省により決定された東北地域における復興道路計画の道路網とする。復興道路の計画図を図-1に示す。



出典) 国土交通省

図-1 東日本大震災被災地域における復興道路計画

(2) パラメータ推定

パラメータ推定用データとしては、各種経済変数については、県民経済計算年報（内閣府）の時系列データ（1996~2009年度）を用いる。なお、労働については、就業者数に平均労働時間指数（2000年=1）を乗じた値を用いる。交通近接性については、対象地域である岩手県5カ所の主要都市から全国の主要都市までの所要時間等を用いて(9)~(11)式に従って算出する。

ここで、消費関数については、(8)式が(15)式の誘導型であると考え、動学的均衡モデルにおいても地域計量経済モデルと同様の(15)式を用いる。パラメータ推定結果の例として、動学的均衡モデルの生産関数(1)式、動学的均衡モデルと地域計量経済モデルに共通する労働関数(3)、(14)式、消費関数(15)式の推定結果を以下に示す。

$$\ln \frac{X_t}{N_t} = c + b \ln \frac{K_{t-1}}{N_t} + a \ln ACC_t \quad (1)'$$

c	b	a	R ²
8.51834 (4.49)	0.325578 (7.44)	1.16576 (4.09)	0.939464

$$N_t = n_0 + n_1 \cdot N_{t-1} + n_2 \cdot X_{t-1} \quad (3)'$$

n ₀	n ₁	n ₂	R ²
-11,966 (-0.08)	0.961207 (15.42)	0.006112 (0.26)	0.977491

$$C_t = c_0 + c_1 \cdot C_{t-1} + c_2 \cdot Y_t + c_3 \cdot ACC_t \quad (8)'$$

c ₀	c ₁	c ₂	c ₃	R ²
-0.64687 (-1.80)	0.777261 (3.83)	0.182172 (1.01)	405.299 (1.52)	0.914973

注) ()内はt値。

(3) 現況再現性の検証

一般に、地域計量経済モデルによる各経済変数の時系列的な再現性は極めて高いことが知られている。ここでは、パラメータ推定された動学的均衡モデルによる各変数の実績値と推計値の比較を表-1に示す。

表-1 動学的均衡モデルによる実績値と推計値の誤差率

	単位：%			
	1997	2000	2005	2009
地域内総生産	5.44	9.15	16.28	24.70
民間資本ストック	6.21	19.82	40.56	57.18
労働	0.12	0.01	2.75	6.26
家計所得	2.68	5.77	8.27	10.61
民間消費支出	0.45	1.73	0.83	2.57

(4) 復興道路整備の影響シミュレーション

構築した動学的均衡モデル、地域計量経済モデルを用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。地域内総生産のシミュレーション分析結果を図-2に示す。

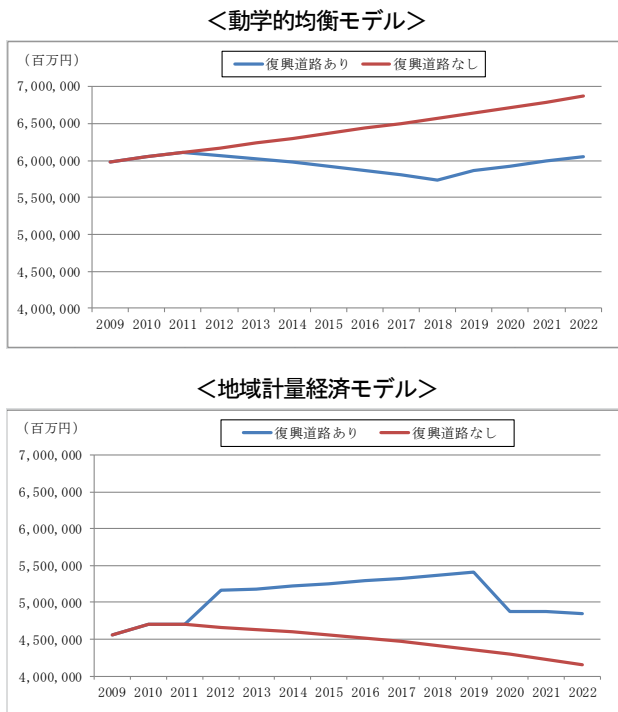


図-2 地域内総生産のシミュレーション結果

動学的均衡モデルによるシミュレーション結果では、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ているため、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ている。一方、地域計量経済モデルによるシミュレーション結果では、復興道路整備による地域内総生産の増加は年間5千億～1兆円程度となっている。

4. おわりに

本稿では、東日本大震災の被災地である岩手県を対象に、動学的均衡モデルおよび地域計量経済モデルを構築し、復興道路整備の効果について実証比較を行った。動学的均衡モデルにおいては、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ていることから、復興道路整備が地域内総生産に及ぼす影響が負の値となり、一般的なフロー効果と整合しない結果となった。

実際には、現在のデフレ経済下においては、実現される生産水準は需要側で決定されていることが予想される。このため、潜在生産力と地域内総需要の最小値で生産が決定される方式を両モデルに取り入れることがモデルの改良の方向性として考えられる。また、金融緩和による将来期待の向上や政府債務残高の増加による将来不安の醸成が消費や投資に及ぼす影響を考慮したモデルの構築も今後の課題である。

参考文献

- 1) 山内弘隆・上田孝行・河合毅治：一般均衡モデルによる高速道路の費用便益分析，高速道路と自動車，Vol.42, No. 5, pp.22-30, 1999.
- 2) 宮下光宏・小池淳司・上田孝行：アジア高速鉄道整備の経済・環境影響の国際比較－旅客を考慮したSCGEモデルによる計量分析－，土木学会論文集 D3, Vol.68, No.4, pp.316-332, 2012.
- 3) 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.
- 4) Tetsuji SATO and Masayuki MIYAKAWA: The Macro Econometric Model for evaluating the Long-range Plan of Transport Infrastructure Developments in Japan, Selected Proceedings of 10th World Conference on Transport Research, 415, 2004.
- 5) 樋野誠一・門間俊幸・小池淳司・中野剛志・藤井聡：インフレ・デフレ状況を内生化したケインズモデルによる公共投資効果の分析，土木学会論文集 F4, Vol.68, No.4 特集号論文集，I_21, 2012.
- 6) 檜垣史彦・水谷誠・土谷和之・小池淳司・上田孝行：準動学的 SCGE モデルによる国際物流需要予測および港湾整備の便益評価，運輸政策研究，Vol.10, No.4, pp.21-32, 2008.
- 7) 小池淳司・漆谷敏和・樋野誠一：流動性の罫を考慮した DSGE モデルによる公共事業の効果に関する分析，土木学会論文集 F4, Vol.68, No.4 特集号論文集，I_13, 2012.
- 8) Finn E. Kyndland and Edward C. Prescott: Time to build and aggregate fluctuations, Econometrica, Vol.50, No.6, pp.1345-1370, 1982.
- 9) 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.