

DSGEモデルによる社会資本整備効果の計測法*

(仮) Analysis of the Effects of Social Infrastructure with DSGE Model*

仲原由布子**・宮城俊彦***

By Yuko NAKAHARA**・Toshihiko MIYAGI***

1. はじめに

社会資本整備は、今日までの我が国の経済成長を支えてきた。しかし現在では、環境問題の深刻化、財政状況の悪化等により公共事業に対する批判は強まっており、社会資本整備の経済波及効果に対して疑問視する声も上がっている。こうした中、社会資本整備の効果を計測する方法がいくつか提案されてきた。現在、広く用いられ費用便益分析は、分配のメカニズムを通して社会資本整備の効率性を評価する手法であり、「社会資本整備がどの程度経済成長に寄与しているか」という点を明確にすることはできない。公共事業プロジェクトの中には防災プロジェクトのように経済効率性を高めるということを主眼とするより、安全安心な国土を創出する目的で行われる事業もあり、これらの効果が発露するには十分に長い時間を要する。公共事業がもたらす広範囲の効果については、現在も多く議論がなされており、最近の英国道路局の道路効果分析でも厚生指標のみならずGDPへの効果も求めている¹⁾。

本研究は、こうした観点から、マクロ経済を対象に、時系列的なデータ分析を通して社会基盤整備の効果を計測する手法を提案している。生産効果によって社会基盤整備効果を計測することの妥当性については議論の余地もあるが、本研究ではこの点については言及しない。

2. 先行研究

社会資本整備が経済成長に与える効果を測定する手法の一つが生産関数アプローチである。吉野・中東²⁾は、

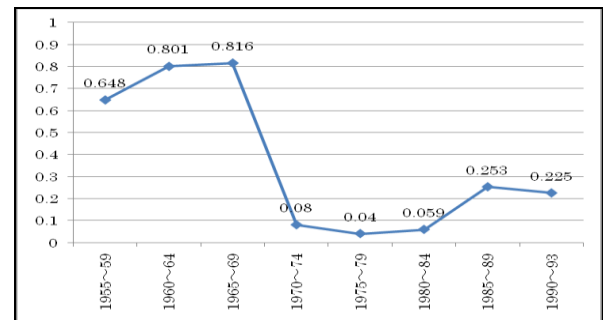
*キーワード：計画基礎論，計画手法論，DSGEモデル

**非会員，工修，東北大学大学院情報科学研究科
(宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06，
TEL:022-794-7495，

E-mail:nakahara@plan.civil.tohoku.ac.jp)

***会員，工博，東北大学大学院情報科学研究科

表-1 日本の社会資本の生産性効果



1955～1999年の日本のデータを用いて、5年毎の社会資本の生産性効果を測定した。この結果を示したのが、表-1である。これによると、1955年から1970年以前は、生産性効果は徐々に高まっているが、1970年以降は急落し、また1985年以降少し回復していることが分かる。また、唐木ら³⁾(2006)による同様の測定では、大都市雇用圏と地方雇用圏を分類しているが、比較的大きい値を得た大都市雇用圏の社会資本ストックの生産弾力性でも0.013であった。これらの研究結果から、近年の社会資本ストックの経済成長への影響が以前ほど顕著でないことは確かであろうが、これらの手法は生産関数のみを用いた、いわば古典的な手法であり、経済構造の変動を捉えた長期的視点での社会資本整備の効果計測手法としては不十分であると言える。

もうひとつの生産性効果測定法として挙げられるのが、動学的マクロ経済モデルを用いた手法である。仲原・加藤・宮城⁴⁾(2009)は、Ireland⁵⁾(2003)のReal Business Cycle (RBC)モデルをベースとして、民間資本・社会資本・人的資本の3種の資本を扱い、またForward-looking変数を導入した経済合理性を持つモデルを提案し、それを用いた社会資本整備の効果測定を行った。また、加藤・宮城⁶⁾(2010)は、日本のマクロ経済データを用いて、RBCモデルの構造パラメータの推定を行い、パラメータが時系列的に変化するのを捉えた効果測定法を提案している。この研究では、1970年第1四半期～2005年第3四半期の我が国のマクロ経済データを

用い、生産性効果0.09という結果を得ている。これは、先に挙げた吉野・中東²⁾と近い値であるということが出来る。この手法は、動学的モデルによる時変パラメータ測定を行っているため、現実の社会情勢と照らし合わせた考察をすることが可能である。

しかし、これらの手法は、極めて経済条件を簡略化したRBCモデルをベースとしているため、実体経済を十分構造化してないという批判もある。また、加藤・宮城の分析でも潜在的な変数を増加させたほうがより精度の高い予測を得ており、RBCモデルにおけるmissing variablesの問題を指摘している。

RBCモデルでは金融市場についての考慮がされていないという点も問題点として考えられる。現実の社会では、政府・中央銀行の金融政策が短中期的に変化をしており、それが資本そのものの価値に影響を与えている可能性も十分にある。

そこで、本研究では、RBCモデルの拡張版である金融市場を導入したDynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) モデルの構築を行い、金融政策の変化が資本の価値にどのような影響を与えるか、またこれらの経済状況下での社会資本整備の生産性効果がどう変化するのか分析する。また、社会資本の限界生産性について先行研究と比較を通してDSGEモデルの有効性を検証することを目的とする。

3. モデルの特徴

本研究では、金融政策に着目したWoodford⁷⁾のDSGEモデルをベースとし、以下のような想定のもとにモデルの構築を行った。

- ① 経済主体は、無期限期間生存可能な代表的個人とする。代表的個人は家計であり、企業を所有・経営するものとする。また、このモデルでは全要素生産性のショック、つまり技術的ショックにより景気循環が起こると想定する。
- ② 市場は完全競争を仮定し、企業は互いに不完全代替であるような j 個の中間財を結合させることによって、最終財を生産する。各財を足し上げるに当たっては、CES aggregatorを用いる。また価格の硬直性を考慮し、価格の調整コストを導入する。
- ③ 資本は、民間資本と社会資本の2種を仮定する。民間資本は各期の家計からの投資によって形成され、社会資本は公共支出の一部を用いて形成される。両者はストック変数として扱い、どちらもGDPを成長させる基本投入要素となる。
- ④ 政府は、公共支出をある割合でインフラ整備と公共財・サービス創出に分配する。公共財・サービ

スの創出は国民の効用の増加に寄与し、一方、インフラ整備は、③で述べたとおり生産の投入要素となる。

- ⑤ 政府は、最適金利を設定するためのfeedback ruleを持っており、これに基づいて最適金利を決定する。その際、金融政策には、景気循環に基づくショックが生じる。

4. モデルの定式化

(1) 3主体の定式化

本章では、期待値オペレータ E_t 、時間的割引率 β として、企業、家計、政府それぞれの主体について定式化を行う。

(I) 企業の利潤最大化問題

企業の利潤最大化問題は次のように定式化される。

$$\max_{N_t(j), E_t(j)} E_t \left[\sum_{s=0}^{\infty} \beta^s Q_{t+s|t} \Pi_{t+s} \right] \quad (1)$$

s.t.

$$Y_t(j) = \left(\frac{P_t(j)}{P_t} \right)^{-1/\nu} Y_t \quad (2)$$

$$Y_t(j) = A_t K_t^P(j) K_t^G(j) N_t(j) \quad (3)$$

(1)式の $Q_{t+s|t}$ は、家計にとっての $t+s$ 期における t 期の財の価値を表し、(2)式の $1/\nu > 1$ は各財の需要に対する弾力性を示している。また、それぞれの変数は、 t 期における値を示しており、 Y_t : 最終財の生産、 $Y_t(j)$: 中間財 j の生産、 P_t : 最終財の価格、 $P_t(j)$: 中間財 j の価格、 $N_t(j)$: 中間財 j を生産するための労働投入、 A_t : 全要素生産性(TFP)、 K_t^P : 民間資本ストック、 K_t^G : 社会資本ストックとする。

(1)式内の Π_t は、企業の利潤関数を示しており、以下の(4)式で表される。

$$\Pi_t = \frac{P_t(j)}{P_t} Y_t(j) - W_t N_t(j) - AC_t(j) \quad (4)$$

W_t : 賃金率、 $AC_t(j)$: 価格調整コストをそれぞれ表している。ここで、価格調整コストは、以下のような2次形式で与えられる。

$$AC_t(j) = \frac{\phi}{2} \left(\frac{P_t(j)}{P_{t-1}(j)} - \pi \right)^2 Y_t(j) \quad (5)$$

π : 定常状態におけるインフレ率、 ϕ : 調整コストの大きさを表すパラメータであり、この式より、 ϕ の値が大きいくほど、 π から乖離したプライシングを行うことで発生するコストが大きくなるということが分かる。これらの価格調整コストの定式化は、

Rotemberg⁸⁾の研究を参照としており、比較的ポピュラーな定式化である。

(2)式は、中間財 j の需要関数を示している。本モデルでは、各中間財を足し上げて、最終財を作り上げるという仮定を置き、次のようなCES aggregatorを用いている。

$$Y_t = \left(\int_0^1 Y_t(j)^{1-\nu} dj \right)^{\frac{1}{1-\nu}}, \quad P_t = \left(\int_0^1 P_t(j)^{\frac{\nu-1}{\nu}} dj \right)^{\frac{\nu}{\nu-1}}$$

これらの式から、(2)式のような需要関数を導くことができる。

(3)式は、企業の間接財 j に対する生産関数である。民間資本ストック、社会資本ストック、労働投入が生産の基本投入要素となっている。全要素生産性 A_t は、技術進歩過程を表した変数である。

(II) 家計の効用最大化問題

家計の効用最大化問題は以下のように定式化される。

$$\max E_t \left[\sum_{s=0}^{\infty} \beta^s U(C_{t+s}, M_{t+s}, P_{t+s}, G_{t+s}, H_{t+s}) \right] \quad (6)$$

s.t.

$$P_t W_t H_t + R_{t-1} B_{t-1} + P_t D_t + P_t S C_t \quad (7)$$

$$= P_t C_t + B_t + M_t - M_{t-1} + T_t$$

それぞれの変数は、 C_t : 財の消費量、 M_t : 市場に流通するマネー量、 $a_2 G$: 公共サービス、 H_t : 労働供給、 B_t : 国債、 T_t : 税金、 R_t : 利子率、 D_t : 企業報酬、 $S C_t$: 有価証券を取引した際に発生する現金流入を示している。

(6)式の効用関数は、以下のようなCRRA型の関数で定式化する。

$$U(C_{t+s}, M_{t+s}, P_{t+s}, G_{t+s}, H_{t+s}) = \frac{(C_{t+s}/A_{t+s})^{1-\tau} - 1}{1-\tau} + \chi_M \ln \left(\frac{M_{t+s}}{P_{t+s}} \right) + \chi_G (a_2 G_{t+s}) - \chi_H H_{t+s} \quad (8)$$

(8)式で、 C_t/A_t という項が含まれているのは、同じ消費額でも、技術水準が高いほど、効用の感じ方が低いという仮定を置いているためである。

(7)式は、家計の予算制約式であり、左辺が収入、右辺が支出を示す。また、このモデルでは、家計は企業を伴っているため、収入項に企業報酬（配当）が含まれる。

(III) 政府の政策

毎期の金利は以下のfeedback ruleにしたがって決定する。

$$R_t = R_t^{*1-\rho_R} R_{t-1}^{\rho_R} e^{\varepsilon_{R,t}} \quad (9)$$

$\varepsilon_{R,t}$ は、金融政策ショックを表す。政府は、最

適金利 R_t^* を決定する際、次の2つのルールに則る。

① 最適金利はインフレ率とGDPのそれぞれの定常値からの乖離に反応して決定される。

$$R_t^* = r \pi^* \left(\frac{\pi_t}{\pi^*} \right)^{\psi_1} \left(\frac{Y_t}{Y_t^*} \right)^{\psi_2} \quad (10)$$

② 最適金利は、インフレ率とGDP成長率それぞれの定常値からの乖離に反応して決定される。

$$R_t^* = r \pi^* \left(\frac{\pi_t}{\pi^*} \right)^{\psi_1} \left(\frac{Y_t}{\gamma Y_{t-1}} \right)^{\psi_2} \quad (11)$$

ここで、 r : 実質目標金利、 π^* : 目標インフレ率、 Y_t^* : 潜在的生産量、 γ : 定常状態での経済成長率を表す。

また政府の予算制約式は以下のように示すことが出来る。

$$T_t + B_t + M_t - M_{t-1} = P_t G_t + R_{t-1} B_t \quad (12)$$

左辺が政府の収入、右辺が支出をそれぞれ示している。 G_t は公共支出を示しており、その式は、 $G_t = \xi_t Y_t$, $\xi_t \in [0,1]$ と表され、GDPのうちの一定割合 ξ_t が公共支出に用いられると仮定する。

公共支出のうち、政府は次の式に基づいて、それらを社会インフラ整備、もしくは公共財・サービスの創出に分配する。

$$G_t = a_1 G_t + a_2 G_t \quad a_1 + a_2 = 1 \quad (a_1, a_2 \geq 0)$$

ここで、 $a_1 G_t$ を社会インフラ整備費、 $a_2 G_t$ を公共サービス創出費とする。

(2) 資本の遷移式

民間資本、社会資本の遷移式はそれぞれ以下の式で示される。

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

$$K_{t+1}^G = a_1 G_t + (1 - \delta_G) K_t^G \quad (14)$$

δ_K, δ_G は、それぞれの資本の減耗率を表す固定値である。(15)式より、民間資本は、家計からの投資と前期民間資本を足し合わせたものであり、同様に(16)式より、社会資本は、政府からの社会資本整備費に前期社会資本を足し合わせたものになる。

(3) 確率ショック項

本モデルでは、全要素生産性 A_t と公共支出のGDPに対する割合 ξ_t 、そして式(9)で示される金融政策に対して、確率的ショックを与えている。これらの確率的ショックは、以下のような一次の自己回帰過程で表現される。

① 全要素生産性

$$\ln A_t = \ln \gamma + \ln A_{t-1} + \ln z_t$$

where $\ln z_t = \rho_z \ln z_{t-1} + \varepsilon_{z,t}$ (15)

②公共支出のGDPに対する割合 ξ_t
 $g_t = 1/(1-\xi_t)$ とすると,
 $g_t = (1-\rho_g) \ln g + \rho_g \ln g_{t-1} + \varepsilon_{g,t}$ (16)

③金融政策
 $\ln R_t = (1-\rho_R) \ln R_t^* + \rho_R \ln R_{t-1} + \varepsilon_{R,t}$ (17)

$\varepsilon_{R,t}, \varepsilon_{z,t}, \varepsilon_{g,t}$ が確率的ショック項であり, それぞれ $\varepsilon_{z,t} \sim (0, \sigma_z), \varepsilon_{g,t} \sim (0, \sigma_g), \varepsilon_{R,t} \sim (0, \sigma_R)$ と定義する.

5. 社会資本整備の効果測定

(1) データ

観測値としてベイズ推定に用いるデータは, 我が国のGDP成長率, インフレ率, 政策金利である. これらのデータは, 表-2~表-4に示す通りである.

表-2 GDP成長率の推移(1980-2009)

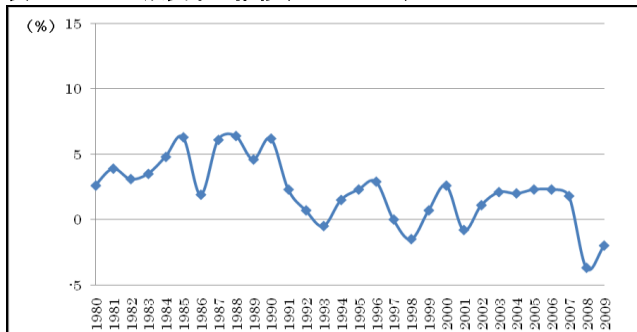


表-3 前年比インフレ率の推移(1980-2009)

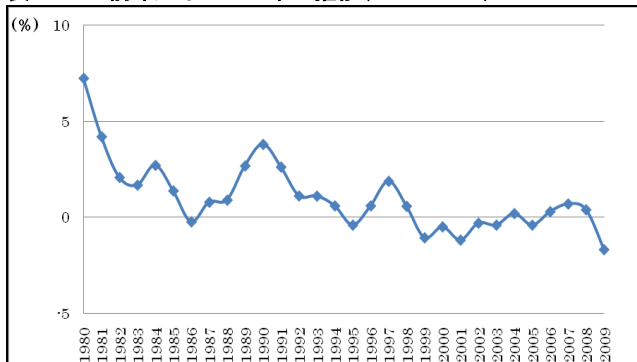
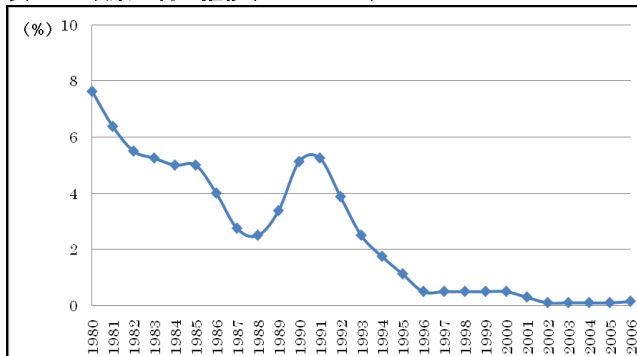


表-4 政策金利の推移(1980-2006)



(2) 計測結果

手法としては, An・Schorfheide⁹⁾のベイズ推定をもちいて社会資本投資の限界代替性を測定し, 先行計測事例との比較分析を通して本研究での手法の妥当性を判断する. 具体的な計測結果は, 発表時に報告する.

参考文献

- 1) Vickerman, R.W.: Cost-benefit analysis and the wider economic benefits from mega-project, In: Decision-Making on Mega-Projects, (H. Priemus, B. Flyvbjerg, and B. van Wee, eds.), Edward Elgar, USA, 2008.
- 2) 吉野直行・中東雅樹: 社会資本の効果—日本の戦後の経験—, 開発金融研究所報, 5-20, 2000
- 3) 唐木芳博, 奥原崇, 渡真利論, 朝日ちさと, 西畑知明: 社会資本ストックの経済効果に関する研究—都市圏分類による生産力効果と厚生効果, 国土交通政策研究所, 第68号, 2006
- 4) 仲原由布子, 加藤裕人, 宮城俊彦: 人的資本を内生化した社会資本整備の経済効果分析, 土木計画学研究・論文集, vol. ,2009
- 5) Ireland, P.N. : A Method for Taking Models to the Data, J. of Economic Dynamics and Control, Vol.24, pp1205-1226, 2004
- 6) 加藤裕人, 宮城俊彦: 社会資本整備を内包した経済成長モデルの構造パラメータ推定, 2010
- 7) Woodford, M.: Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy, Princeton University Press, 2003
- 8) Rotemberg, J. J. : Sticky Prices in the United States, Journal of Political Economy 99, 1187-1211, 1982
- 9) An, S., Schorfheide, F. : Bayesian Analysis of DSGE Models, Econometric Reviews, 26(2-4), 113-172, 2007
- 10) Warne, A.: YADA Manual-Computational Details, 2010
- 11) 財団法人 矢野恒太記念会: 数字でみる 日本の100年, 改訂第5版, 2006
- 12) 加藤涼: 現代マクロ経済学講義, 東洋経済新報社, 2007