

社会資本ストックの生産力効果

～RBC モデルによる日本、英国及び米国の比較～

(一財) 建設業振興基金 枝川 眞弓

日本の社会資本は、1960年代に建設された資産が耐用年数を迎えており、建て替えや維持更新費の増大が課題になっている。また、2011年3月11日に発生した東日本大震災による被害からの復興や今後予想される南海トラフを震源とする地震等への対策など、災害から国土を守る又は減災するための社会資本の充実が期待されている。

他方、私たちは、人口減少、少子高齢化社会等の中で、今後必要な社会資本整備の水準を考えていかなければならない。そのためには、個別の事業について費用対効果分析を主体とした事業評価によりその必要性を見極めることは重要なことではあるが、国家レベル、地域レベルなどマクロレベルでの社会資本ストックの効果について、現状を把握し、その上で、今後社会資本整備はどのくらいの量・質で必要となるのかという社会資本ストックの地域単位、施設の種類の、耐久性、維持管理の容易さなどの水準を把握しておく必要がある。

本稿では、先進的に社会資本整備を進め、その成果により高い経済成長を享受した後、社会資本が老朽化し、再投資が必要とされている国（英国及び米国）との比較において、社会資本ストックの生産力効果について検証する。日本及び英国、米国の国民経済計算を基本に、社会資本ストック（一般政府の固定資産）の現状を把握した上で、その生産力効果を産業分類別(2分類)に推計する。次に、社会資本ストックの生産力効果を反映した生産関数を使用し、RBCモデル(Real Business Cycle Model)によるシミュレーションを行い、政府支出(公共投資)の対GDP比率が1%上昇したときに各変数が何%変化しているかを確認することにより、各国の社会資本ストックの効果を比較する。特に、英国において採用されている社会資本整備の手法であるPPP/PFIの効果について分析することにより、今後の日本の社会資本整備の方向性を考察する。

はじめに

本稿では、先進的に社会資本整備を進め、その成果により高い経済成長を享受した後、社会資本が老朽化し、再投資が必要とされている国（英国及び米国）との比較において、社会資本ストックの生産力効果について検証することとしたい。

まず、日本及び英国、米国の国民経済計算を基本に、社会資本ストック（一般政府の固定資産）の現状を把握した上で、その生産力効果を産業分類別(2分類)に推計し、次に、社会資本ストックの生産力効果を反映した生産関数を使用し、RBCモデル(Real Business Cycle Model)によるシミュレーションを行い、政府支出(公共投資)の対GDP比率が1%上昇したときに各変数が何%変化しているかを確認することにより、各国の社会資本ストックの効果を比較する。

1. 社会資本ストックの生産力効果

1.1 社会資本ストックの現状

先ず、諸外国の社会資本の現状を概観する。世界経済フォーラム：The Global Competitiveness Report のインフラの評価について、主な国の社会資本ストックの評価をみると、「質の評価」が低い国としては、日本、英国、米国や、既存社会資本ストックの改善に加えて新たな需要に対応する必要のあるオーストラリアが挙げられる。

一方、フランス、ドイツ、スイス等は、インフラストラクチャの質の評価も高い。また、新興国については、今後の高い公共投資が見込まれる結果となっている。

本稿の分析では、社会資本が老朽化し、再投資が必要とされている国として、英国と米国を取り上げ、それらとの比較において、社会資本ストックの生産力効果を検証する。

英国においては、社会資本の整備はビクトリア朝以降進められ、経済の発展を支えてきたが、近年は、1970年代以降改善されてこなかった道路、鉄道、住宅等市民のためのインフラに持続的に投資を行うことにより、激化が予想された国際競争力に対応可能なインフラに改善することを方針としてきた。特に、交通施設整備を戦略的に行ってきた。現在のキャメロン政権においては、財政赤字を削減し、経済回復を促すことが最優先課題とされた。政権当初の緊急予算、支出見直し等を経て、公共投資は、「成長」の原則に従い、交通や低炭素燃料に関する分野に重点化された。

米国においても、道路、橋梁、廃棄物処理施設といった生活関連の既存インフラの補修は、主に州政府、自治体に委ねられ、地方債市場の拡大がその資金調達を支えてきた。しかし、1950年代から1960年代に集中的に建造されたインフラへの再投資ニーズが高まっている現在、その膨大な資金需要を支えるために、インフラを民営化する、または補修・運営を民間部門に委ねるなどの取り組みが始められている。オバマ大統領は、2015会計年度の予算教書に老朽化した橋や道路、鉄道などのインフラを更新する計画（今後4年間で3,020億ドル）を盛り込んだところである。

1.2 社会資本ストックの生産力効果

先ず、推計に使用する日本及び英国、米国の固定資産（民間企業及び一般政府）の現状を示す（各国国民経済計算の名目値をOECD Nominal exchange rates (vis-à-vis the US dollar)で換算）。

日本においては、民間企業の固定資産は、一般政府のその1.2倍程度の水準で推移し、米国では、3倍弱程度、英国では2倍程度の割合で推移している。なお、米国においては、国防のための連邦政府の固定資産の割合が高い（一般政府の固定資産のうち、13から14%）。

社会資本ストックを含めた生産関数の推計については、米国のマクロ・データによって行い社会資本の生産性を計量したAssauer（1989）以降、日本においても、全国、地域別、産業別に推計されている。

本稿においては、日本、英国、及び米国の産業を2分類し、コブ・ダグラス型の生産関数を推計(最小自乗法)した。

変数 y (実質 GDP) を K (実質民間企業ストック), L (就業者数), G (社会資本ストック) で説明することとし、生産要素 (K , L) のみに一次同次の制約を課して、以下に定式化した。

$$y = AK^\alpha L^\beta G^\gamma, \quad \alpha + \beta = 1 \quad (1.1)$$

推計結果は、表1に示す。全産業計で、パラメーター (γ) が、日本: 0.050、米国: 0.1134、英国 0.6699 であり、社会資本ストックの生産力効果が認められる。

			A	β	γ	R ²	sey	F補正項	df	ss-reg	ss-resid
日本	A産業	パラメーター	0.0004	0.2292	0.2914	0.8399	0.0573	47.1977	18	0.3101	0.0591
		t値	1.2901	0.9806	0.7165						
	B産業	パラメーター	0.0054	0.0194	0.0364	0.1734	0.0183	1.8877	18	0.0013	0.0060
		t値	7.4337	0.3135	0.9459						
	全産業	パラメーター	0.0110	0.2555	0.0503	0.8646	0.0228	57.4710	18	0.0598	0.0094
		t値	1.3900	1.3241	0.2640						
米国	A産業	パラメーター	0.0000	0.1664	0.6510	0.9545	0.0427	188.7159	18	0.6886	0.0328
		t値	2.4758	0.6587	2.3051						
	B産業	パラメーター	0.0121	0.4819	0.1742	0.9414	28571.0000	144.6388	18	0.2361	0.0147
		t値	2.1002	2.7748	1.4937						
	全産業	パラメーター	0.0384	0.5717	0.1134	0.9438	0.0306	151.0592	18	0.2834	0.0169
		t値	1.0900	2.5578	0.6842						
英国	A産業	パラメーター	0.0000	0.0935	0.7824	0.8078	0.0517	37.8249	18	0.2021	0.0481
		t値	10.3920	1.2071	7.3349						
	B産業	パラメーター	0.0000	0.1501	0.7308	0.8808	0.0398	66.4745	18	0.2111	0.0286
		t値	14.8371	1.3768	11.5150						
	全産業	パラメーター	0.0000	0.1818	0.6699	0.8692	0.0372	59.8323	18	0.1655	0.0249
		t値	15.0333	1.8295	10.7371						

注) A 産業: 農林水産業、鉱製造業、建設業

B 産業: A 産業以外の産業

sey: 予測される y に対する標準誤差

df: 自由度

ss-reg: 回帰の平方和

ss-resid: 残余の平方和

表1 推計結果

(データの説明)

この章で用いたデータは、日本において、公的投資額(新設改良費)がピークを迎えた1991年を起点として、2012年までとした。各国のデータは、日本:内閣府国民経済計算、英国:United Kingdom National Accounts、米国:The Blue Book、US BEA National Economic Accountsを使用した。産業は、2つのグループに分類した。A産業:農林水産業、鉱業、建設業、製造業、B産業:A産業以外の産業。

民間及び一般政府の資本ストックは、各国統計の固定資産について、それぞれのGDPデフレーターで実質化して使用した。

2. RBCモデルによる3カ国の比較

2.1 社会資本が存在する場合のRBCモデル

ローマーは、ラムゼイ・モデルの変形版にマクロ集計量の変動を取り込んだモデル(RBC (Real Business Cycle) Model)を構築している(ローマー、1998、pp.202-203)。その修正は、以下の二点である。

一つ目の修正は、モデルに攪乱を生み出す源が必要であることである。技術に生じるショック-生産関数の時間的な変化と政府支出の変化に生じるショックである。技術的ショックにより所与の量の投入で生産できる量に変化し、政府支出ショックにより所与の生産水準のもとで、民間経済が利用可能な財の量に変化する。

二つ目の修正は、雇用の変動を考慮に入れることである。家計の効用をその消費量だけでなく労働量にも

依存することを考えることによって、雇用の変化が生じうるものとする。雇用は、労働供給と労働需要の相互作用により決定される。

RBC モデルは、ミクロ経済学的基礎を基に構築されており、完全にワルラス的で、各経済主体は異時点間最適化を行う。

本章では、社会資本が存在する場合の RBC モデルについて、その構造パラメーターや定常状態に、前章で推計したパラメーターや現実的な数値を用いて、シミュレーションを行い、政府支出の 1% の増加に対する消費や雇用の反応を観察する。

RBC モデルを出発点とするミクロ的基礎付けを備えた動学的一般均衡モデル (Dynamic stochastic general equilibrium model) による分析は、加藤 (2010) のステップ及び定義に従った。

また、この節における分析は、江口(2011)の「会資本が存在するモデル」をベースに定式化する。モデルは、定常状態の周りで対数線形近似し、線形差分方程式体系である。

(モデル式)

$$\text{消費のオイラー方程式} \quad \tilde{c}_t = E_t \tilde{c}_{t+1} - \frac{1}{\theta} \tilde{r}_t \quad (2.1)$$

$$\text{労働の最適条件} \quad \phi \tilde{n}_t = \tilde{w}_t - \theta \tilde{c}_t \quad (2.2)$$

$$\text{金利平均条件} \quad \tilde{r}_t = \frac{r^k}{R} E_t \tilde{r}_{t+1}^k \quad (2.3)$$

$$\text{生産関数} \quad \tilde{y}_t = \tilde{z}_t + \alpha \tilde{k}_{t-1} + (1 - \alpha) \tilde{n}_t + \nu \tilde{k}_{gt-1} \quad (2.4)$$

$$\text{資本のレンタル料} \quad \tilde{r}_t^k = \tilde{z}_t + (\alpha - 1) \tilde{k}_{t-1} + (1 - \alpha) \tilde{n}_t + \nu \tilde{k}_{gt-1} \quad (2.5)$$

$$\text{賃金率} \quad \tilde{w}_t = a_t + \alpha \tilde{k}_{t-1} - \alpha \tilde{n}_t + \nu \tilde{k}_{gt-1} \quad (2.6)$$

$$\text{民間資本の推移式} \quad \tilde{k}_t = (1 - \delta) \tilde{k}_{t-1} + \delta \tilde{i}_t \quad (2.7)$$

$$\text{社会資本の推移式} \quad \tilde{k}_{gt} = (1 - \delta) \tilde{k}_{gt-1} + \delta \frac{\nu}{g} \tilde{g}_t \quad (2.8)$$

$$\text{財市場の均衡条件} \quad \tilde{y}_t = \frac{c}{y} \tilde{c}_t + \frac{i}{y} \tilde{i}_t + \tilde{g}_t \quad (2.9)$$

(c_t :消費、 y_t :生産量、 n_t :労働量、 k_t :資本量、 k_{gt} :社会資本、 z_t :技術水準、 r_t :資本のレンタル料、 w_t :賃金率、 i_t :民間投資、 g_t :公共投資、 β :割引率、 θ :消費の代替弾力性の逆数、 ϕ :労働供給の代替弾力性、 α :資本分配率、 ν :社会資本の生産力効果、 δ :資本減耗率、)

このモデルでは、生産関数に社会資本を導入しており、企業は社会資本に対して使用料を支払うことなく利用可能であると、利潤最大化の 1 階の条件により、資本のレンタル料と賃金率を得ている。また、社会

資本は、民間資本と同じ資本減耗率で推移するとしている。加えて、簡易化のために、政府支は全て公共投資である $g_t = i_{gt}$ としている。なお、このモデルでは、国債と税は無差別であることから、意の時点において、 $g_t = \tau_t$ が成り立つものとしている。

2.2 より現実的な構造パラメーター及び定常状態値の設定

本章では、資本分配率及び社会資本の生産力効果については、推計した値を使用する。また、資本減耗率、資本分配率、社会資本の生産力効果及び公共投資の対 GDP 比の定常状態値については、それぞれ、表 2 に設定してモデルを解く。

	日本	英国	米国	江口(2011)
資本分配率 α	0.26	0.18	0.57	0.33
社会資本の生産力効果 ν	0.05	0.67	0.11	0.25
民間資本の減耗率 δ	0.09	0.07	0.06	0.04
社会資本の減耗率	0.03	0.02	0.04	0.04
公共投資の対GDP定常状態値 g/y	0.03	0.02	0.04	0.20

表 2 構造パラメーター

2.3 シミュレーション結果

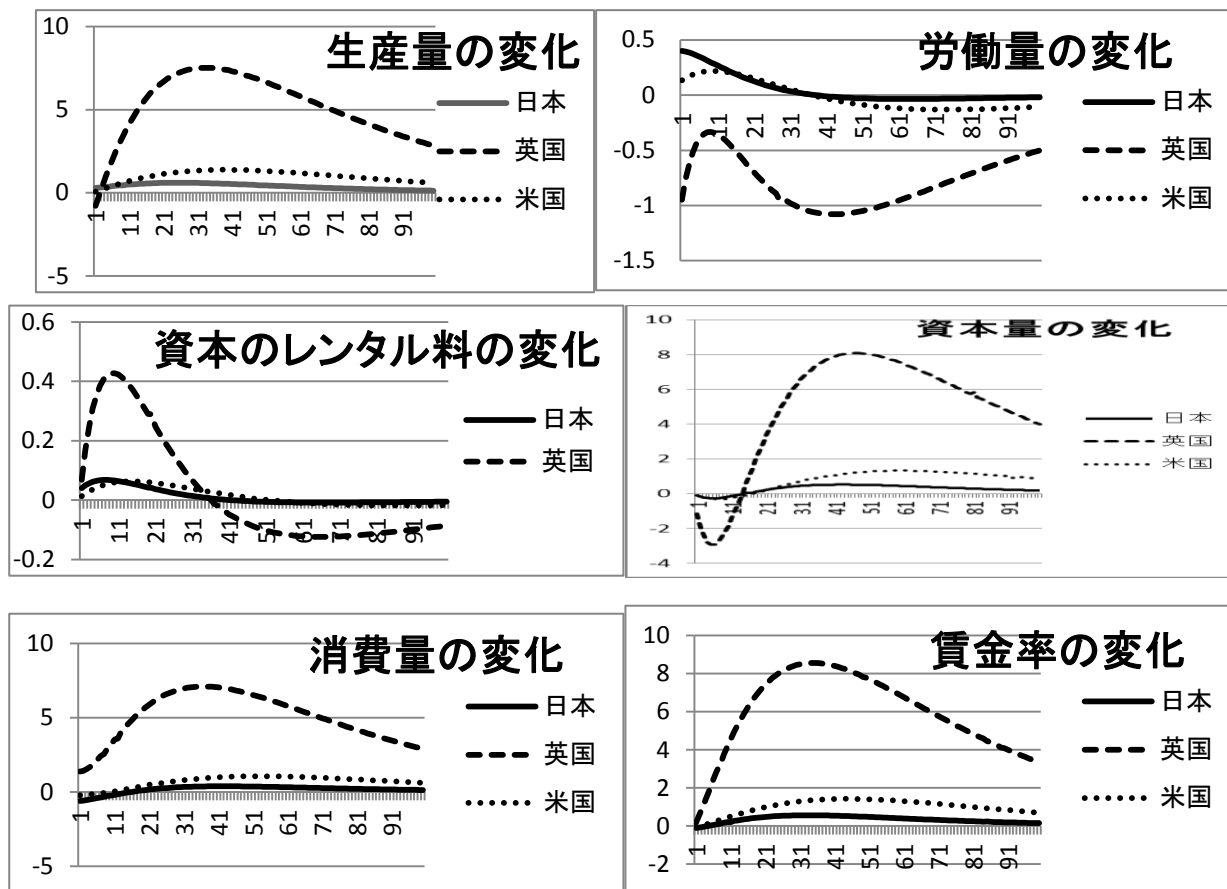
図1は、3カ国において、政府支出にGDP1%正方向のショックが生じた場合の影響について示したものである（政府支出変動の持続性については、 $\rho_G = 0.95$ とする。）。

日本については、モデルに社会資本ストックの生産力効果(0.1134)を加味しているため、正の所得効果を持つ。生産量は、正方向に1.4%ほど増加した後、穏やかに定常状態に戻っていく。資本量は、一端は減少するが、増加し、1.3%に増加した後、定常状態に戻る。消費についても、はじめに0.5%程度に減少するが、その後1%超まで、緩やかに増加し定常状態に戻る。賃金率は、ショック直後は0.1%減少するが、その後正方向に1.4%超(30~50期)まで増加して定常状態に戻る。しかし、労働量は、ショック直後0.1%から0.2%超まで増加した(5期~15期)後、定常状態に戻り(36期)、その後減少する。

米国については、ほぼ日本と同じ傾向で推移する。しかし、生産量、消費共に正の方向に大きく増加し、緩やかに定常状態に復帰していく。日本に比べると、資本ストックの正方向への増加幅が大きく、賃金率の変動幅も大きいのが特徴である。

英国についても、モデルに社会資本ストックの生産力効果(0.6699)を加味しているため、正の所得効果を持つ。生産量は、ショック後1%減少するが、3期以降正方向に7%ほどまで増加した後、穏やかに定常状態に戻っていく。資本量は、一端は減少するが、増加し、8%に増加した後、定常状態に戻る。消費についても、7%超まで増加(30~45期)した後、緩やかに定常状態に戻る。賃金率は、正方向に8.5%超(30~40期)まで増加して定常状態に戻るが、労働量は、ショック直後-0.8%まで減少し、その後減少幅が小さくなるが、-0.2%超まで復帰するものの再び-1.1%まで減少(40期)した後、緩やかに定常状態に戻る。

英国については、社会資本の生産力効果が高いので、米国や日本と比較しても、生産量、消費は正の方向に増加幅が極めて大きくなっており、賃金率は高い水準で推移し、労働量は減少する。



(注)縦軸：政府支出にGDP1%正方向のショックが生じた場合の影響(%)、横軸：期

図1 政府支出への1%のショックが与える影響 ($\rho_G = 0.95$)

3. 英国の社会資本の整備・維持・管理

この章では、英国の経済構造、特に固定資産及び金融資産の構造を把握した上で、英国における社会資本整備に対する考え方、手法を概観することにより、今後の日本の社会資本整備の方向性を考察する。

3.1 英国の経済及び固定資産の構造

OECD の Key table によれば、英国の GDP (2013 年) は、2328.3 (10 億ドル、2013 年購買力平価換算) であり、日本のそれ (4662.1 (10 億ドル、2013 年購買力平価換算)) の半分程度である。英国の産業構造は、総付加価値に占める鉱製造業の割合が、15% (その内の 12% は鉱業) と低く、流通・販売・運輸業 (18%)、金融保険業 (8%)、公務・保健・教育 (19%) 等のサービス業の割合が大きい。日本では、鉱製造業が 20% となっている。国民経済計算期末貸借対照表によると、2013 年末の英国の固定資産は、家計 4,784.1 (10 億ポンド、2013 年購買力平価換算)、法人企業 1,764.7 (10 億ポンド)、一般政府 968.9 (10 億ポンド) であり、家計の固定資産が全体の 63.6% を占めており、以下、法人企業 23.5%、一般政府 12.9% である。これに対し日本 (2012 年) は、法人企業 46.1%、一般政府 30.4%、家計 23.5% である。固定資産の内訳を見ると、英国では家計においては住宅であり、「住宅以外の建物」、「その他構造物」及び「輸送機械、情報通信機器、機械設備等」については、法人企業及び一般政府において保有されている。日本においては、「その他構造物」の過半が一般政府の所有である。

3.2 英国における社会資本整備の特徴

U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration の報告書 (2007) 及び閣府「世界経済の潮流」(2005) によれば、英国においては、1992 年に政府が PFI (Private Finance Initiative) を開始して以来、1997 年 5 月に発足したブレア政権は、それまでの民営化や PFI を検証し、官民パートナーシップ (PPP : Public Private Partnership) という概念を打ち出した。PPP は、官から民への手法を示すというよりは、公と民のリスクを最適負担にするという基本思想に基づく指針的なものであり、事業の特性に応じて、PFI を含む様々な手法が用いられているようである。

これら手法のうち、英国において、インフラストラクチャーの整備・維持・管理に採用されている手法が PFI である。特に、高速道路、橋梁及びトンネルを含む全国的自動車道・幹線道路網の拡張を促進するために使用されている。英国の自動車道を対象とした PPP/PFI は、民間の Concessioner Team に、政府の道路整備・管理の担当官庁と共同での施設の設計、施工、資金調達、運営及び保守を委ねてきた。道路網の他、渋滞の管理、地下鉄の保守及び改修、大規模インターモーダル・トンネルなどにも PPP/PFI を採用している。地方レベルでも同様である。英国では、1997 年以来 PFI が実施されてきたが累計の事業費 54.71209 (10 億ポンド) (UK HM Treasury PFI current Projects list March 2012 にある各プロジェクトの total capital cost を積み上げた額) は、1997 年～2011 年までの一般政府の総固定資本形成を足した額 (433.852 (10 億ポンド)) の約 12.6% に相当する。日本では、平成 11 年の PFI 法制定以来、平 24 年度末まで累計で、4 兆 2 千億円の PFI 事業が実施されてきたところであるが、この間の一般政府の総固定資本形成の累計額に対して、PFI 事業の総額は、1.6% にすぎない。

3.3 官民パートナーシップの効果

官民パートナーシップ (PPP) は、予算制約の点から公共部門単独では時機を逸せずに提供するのが難しい社会資本の整備を、促進または可能にする一つ的手段ではある。道路だけでなく、学校、病院といった社会資本整備の促進も期待できるが、民間の参加により費用対効果向上が期待できるものとされている。PPP 体による効率性の向上を推進するのは、官民それぞれの Incentive が上手くかみ合うことにあり、民間部門が資産・サービス提供に参加すれば、公的部門は、改革の推進、リスクマネジメントの改善、一体的なライフサイクルマネジメントによって、Value for Money の最大化を図ることができると言われていた。加えて、PPP/PFI 導入の結果、高速道路開発、資金調達、管理及び保守サービスを提供する民間部門の事業者が多数

存在することになり、重要な産業の一つとなっている。

4. まとめ

この稿では、日、米、英の国民経済計算を使用して、コブ・ダグラス型生産関数により社会資本ストックの生産力効果を推計し、その推計結果を社会資本が存在する場合のRBCモデルに反映させ、政府支出にGDP1%正方向のショックが生じた場合の影響について、シミュレーションを行った。

社会資本の生産力効果については、日本（全産業）で0.0503、英国（全産業）で0.6699、米国（全産業）で0.1134であった。英国において高い生産力効果が認められた。

次に、3カ国ともに、RBCモデルに社会資本の生産力効果を加味しているため、正の所得効果を持つ。所得は、正方向に増加した後、緩やかに定常状態に戻る。消費は一旦減少した後、定常状態に戻りやがて増加する。雇用はショック直後に増加し、やがて定常状態に復帰していく。資本ストックは、はじめに減少した後、増加する。また、ショックの生じた期以降の賃金率は正方向に変動する（利子率の変動は小さい）ので、労働の減少につながる事が解った。

英国については、PPPの積極的な活用などによる産業と一体となった効果的な社会資本の整備、維持・管理の影響などにより、社会資本の生産力効果が極めて高いことから、シミュレーション結果についても、米国や日本と比較しても、消費は正の方向に増加幅が大きくなっており、賃金率は高い水準で推移している。

英国の状況が示すことは、維持・修繕の比率が高くなる今後の日本における社会資本整備・維持・管理に、一定の方向性を示していると考ええる。

(参考文献)

Assauer, David Alan, "Is Public Expenditure Productive?" *Journal of Monetary Economics*, March 1989, vol.23, iss 2, pp.177-200, 1989年.

浅子和美・坂本和典, "政府資本の生産力効果", 『ファイナンシャル・レビュー』第26号, 1993.

浅子和美・野口尚洋, "社会資本の資産評価", 『経済研究』Vol.53, No.4, 2002年

バロー, R.J. and サラーイーマーティン, X., 『内生的経済成長論 I 第2版』(大住圭介訳)、九州大学出版, 2006年.

江口允崇 『動学的一般均衡モデルによる財政政策の分析』, 三菱経済研究所, 2011年.

加藤涼 『現代マクロ経済学講義』, 東洋経済新報社, 2010年.

内閣府政策統括官(経済財政分析担当), 『世界経済の潮流 2005年春』, 2005年.

U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Case Study of Transportation Public-Private Partnerships around the World, 2007 ローマー, D., 『上級マクロ経済学』(堀雅博他訳), 日本評論社, 1998年.

Productivity effect of social capital stock
– Comparison between Japan, the UK and U.S. using the RBC model-

Abstract

Concerning social capital in Japan, assets constructed in the 1960s have been reaching their service lives, and the increasing cost for rebuilding and maintenance has become an issue.

In this article, we would like to verify the productivity effects of social capital stock by comparing Japan with countries (the UK and U.S.), where advanced efforts were taken to construct social capital, thereby achieving high economic growth, but then where the social capital has aged and reinvestment is needed again.

To begin with, based on the national economic accounts of Japan, the UK and U.S., we will check the present situation of social capital stock (fixed assets of general governments), estimate the productivity effects of two respective industrial categories, then conduct a simulation using the RBC (real business cycle) model by using a production function that reflects the productivity effect of social capital stock.

Then we will find the percentage change of respective parameters when the government expenditures (public investment) as a percentage of GDP increase by one percent, to compare the effect of the social capital stock of respective countries.

In the UK, social capital was effectively constructed, maintained and controlled by aggressively utilizing PPP/PFI in combination with the efforts by industries; thereby the productivity effect of social capital is extremely high. Therefore, looking at the results of the simulation, we find that the consumption increase ratio is larger on the plus side compared with the U.S. and Japan, and that the wage rate stays at high levels. This fact suggests, we believe, a future certain direction for constructing, maintaining and controlling social capital in Japan where the percentage of maintenance and repair costs will increase.

Mayumi Edagawa

Key Words :Social capital stock, RBC model, PFI/PPP