

最適社会資本規模のパネル分析

—1990年代以降における都道府県別最適水準の判定と外挿—

野村彰宏、横山智志

東京大学公共政策大学院
事例研究（マクロ経済政策）公共事業班

2007年3月

概要

本研究では、我が国の最適な社会資本規模について分析を行った。都道府県別のパネル・データを用い、特に民間資本および社会資本の系列は本研究における独自の推計によって得た。

研究の特徴は、主として (1) 最適社会資本のレベルを具体的に数値化して求めていること、および (2) 外部で推計された将来人口のデータを用い、将来に向けての外挿を行っていることの 2 点である。

分析の手順としては、まず現状分析、先行研究の整理ののち、最適性の判断基準・必要条件となる等式をモデル分析によって導出している。本研究で基礎となるモデルは Burgess[1988] に依拠した。そののち資本ストックのデータセット推計を行って、出力の様相を俯瞰したあと生産関数の特定化と推定に移る。

生産関数は Translog 型を採用し、fixed effect モデルにより推定した結果、関数のフィットは良好であった。民間資本と社会資本には補完関係が、社会資本と労働には代替関係のあることが認められている。

生産関数の推定結果および Burgess 公式を利用して、最適社会資本規模を具体的に計算することが可能となる。外生パラメータを設定した上で試算すると、我が国の社会資本は大まかに言って地方圏で過大、大都市圏で過小であり、全国的には過大となった。

さらに一定の仮定を追加して外挿すると、最適社会資本規模は将来的に上昇していく。技術進歩率に関する想定によっても違うが、本稿のセットアップに従う限り、2030 年度までに社会資本の最適性を満たすことは（数字の上では）それほど困難なことではない。

これらの試算結果を踏まえた上で、本研究は具体的な政策提言を試みた。多くの過大地域から僅かずつ公共投資を抑制し、節約分を少数の過小地域への重点配分に回すことが提唱がされている。また、最適性達成のために技術進歩の促進が重要であること、あるいはどのような種類の社会資本への投資が望ましいかについても考察を加えている。効率労働が上昇を続ける中で労働そのものは減少に転じることから、公共投資は量的拡大よりも質的向上、例えば人間の安全・安心を守るような設備への投資などを提案している。

政治的摩擦や、社会資本内部の類別等、種々の論点につき十分な解析が間に合わなかったことは課題として残る。しかし上述したような試算結果と政策提言により、本研究は一定の意義を残すことができたであろう。

目次

概要	1
導入	3
第1章 現状分析	4
1.1 社会資本の定義	4
1.2 公共投資の現状	5
1.3 人口減少社会の到来	8
第2章 先行研究	11
2.1 類型	11
2.2 先行研究の整理	12
2.2.1 最適水準に関する分析	12
2.2.2 生産力効果に関する分析	13
2.2.3 計量経済学における問題	14
第3章 理論的背景：社会資本の最適性	16
3.1 Arrow and Kurz[1969] の議論	16
3.1.1 first best 解	16
3.1.2 second best 解 (Arrow Kurz モデル)	17
3.2 Burgess 公式の導出	18
3.2.1 セットアップと比較静学	18
3.2.2 政府の最適化問題	20
第4章 データセットの作成	24
4.1 民間資本ストック	24
4.2 社会資本ストック	24
4.3 国鉄、電電公社、専売公社の取り扱い	25
4.4 データの俯瞰	26
4.4.1 レベルで見た資本ストック	26
4.4.2 1人あたり資本ストック	28
4.4.3 地域別社会資本ストックの時系列	30
第5章 生産関数の推定	33
5.1 推定式	33
5.2 推定方法	34
5.3 推定結果	34

第 6 章	最適社会資本規模：1990～2003 年度	38
6.1	最適社会資本規模を求める公式	38
6.2	パラメータの作成	39
6.2.1	法人税率： τ	39
6.2.2	民間資本の固定資本減耗率： μ_K	40
6.2.3	社会資本の固定資本減耗率： μ_G	40
6.2.4	Compensated interest derivative： $\left(\frac{\partial C_1}{\partial r}\right)_U$	41
6.3	結果	41
第 7 章	外挿：2004～2030 年度	51
7.1	外挿にあたっての仮定	51
7.1.1	民間資本ストック： K	51
7.1.2	労働力： L	52
7.1.3	外生パラメータ	53
7.2	結果	53
7.3	感度分析	56
第 8 章	政策提言	57
8.1	政策ルールの設定	57
8.2	結果	58
8.3	政策提言	63
	結びに代えて：課題と限界	68
	参考文献	70
	付図	72

導入

我が国の社会資本は、過大なのか過小なのか。社会資本の最適な規模とは、現在どの程度の水準にあり、今後どのように推移してゆくのか。

こうした問いに対する答えとして、まだ決定的な結論を下した研究は存在しない。

我が国では近年、景気の動向もあり、それなりに強い趨勢をもって公的資本形成の抑制が図られてきた。我が国の公共投資もしくは社会資本ストックの蓄積は確実に減少・鈍化のトレンドを辿っている。

かてて加えて、既に 2005 年より人口減少経済が始まっている。労働力の原資たる人口が減少する中で、社会資本の最適水準がどう変化するかは未知である。それは社会資本と労働の間の補完・代替関係がどのようになっているかに依存するし、技術進歩率の動向によっても左右される。

社会資本は政府によって供給され、政府の意向によって増減される政策変数である。無論、好不況の循環波動を受けて内生的に蓄積されている面も否めないだろうが、少なくとも公共投資は一義的には外生的な変数であり、毎年の政府の財政計画に従って支出される。

それゆえ、社会資本が最適水準に接近して推移しているかどうかには定量的な見極めが不可欠である。人口は恐らく長期的な経済の構造変化を反映して内生的に変動し、また労働供給および民間資本蓄積は市場原理によって最適性がある程度まで担保されるのに対し、社会資本の供給にはどうしても「政府の失敗」の恐れがある。

我が国の政策運営が経済学的に適切であるかという命題は、理論研究、実証研究、あるいは社会学のような他分野の研究を参照してみても、そこには否定的な疑義が差し挟まれる場合が多いようである。中でもとりわけ批判的な研究が多いのが、公共投資政策についてである。

しかしながら、冒頭述べたように社会資本が過大であるか過小であるか、それを定量的に把握する諸研究の答えはいまだ統一の見解を得るに至らず、さらなる研究成果の進展が俟たれているところである。

政府が最適な公共投資政策運営を行っているかどうかは、理想的状況 (first best) の下での判断と、その次善の状況 (second best) における判断とで異なる。当然、first best 解を達成していることが望ましいが、市場に何らかの歪みや制約が存在する場合には政府支出や増減税の調節だけでは first best 解は満たすことができず、second best 解での判断が必要となる。

本研究では、経済理論モデルに基づき second best 解における最適な社会資本規模を導出、具体的にその水準を計算している。さらには、幾つかの仮定の下で結果を将来に向けて外挿し、約 20 年先までの社会資本の最適経路を試算した。資本ストックのデータセットを独自に推計し、都道府県別のパネル・データにより推定を行っている点でも特徴がある。

最終的には、一定の政策ルールに基づき社会資本を変動させた場合にどのようなことが言えるか、インプリケーションを導き出し、政策提言へとつなげた。

第1章 現状分析

1.1 社会資本の定義

実証的に研究を進める上で、社会資本をどのように定義するかが問題となる。そもそも、社会資本とは民間資本と比較してどのような資本を指す概念なのであろうか。

実は社会資本を巡っては、何かしら唯一の厳密な定義が存在しているわけではない。一般には「政府および公的企業により整備された資本」のことを指す場合が多いといえるが、もう1つ代表的なものとして『経済審議会社会資本研究委員会報告書』[1969]によれば、

「私的な動機(利潤の追求または私生活の向上)による投資のみに委ねているときには、国民経済社会の必要性からみて、その存在量が不足するかいじむしく不均衡になる資本」

を指すとされる。データとしての社会資本には以下のようなものが存在している。まずフロー・データとして、

- (a) 内閣府経済社会総合研究所、国民経済計算：「公的固定資本形成」
- (b) 総務省自治行政局、行政投資実績：「行政投資」
- (c) 国の経済計画：「公共投資」
- (d) 国の財政：「公共事業費」「公共事業関係費」「公共投資関係費(公共事業及びその他施設費)」
 - － 地方の財政：「投資的経費」「普通建設事業費」
- (e) 経済審議会地域部会社会資本分科会による1967年度推計

またストック・データとして、

- (f) 内閣府経済社会総合研究所、国民経済計算：「(公的)純固定資産」
- (g) 内閣府政策統括官編『日本の社会資本』：「社会資本ストック」
- (h) 国富調査：「広義の社会資本」
- (i) 経済審議会地域部会：「社会資本ストック(政府資本)」
- (j) 長期経済統計(大川系列)：「資本ストック」

なお、社会資本ストックの価値は一般的に再取得額で表示され、取得価格と物価倍率から計算される。

以上のように、社会資本を定義する場合には提供(保有)主体に着目するのか機能に着目するのかわ含まれる資本の範囲が大きく異なってくる。明らかに推計が簡便なのは前者であり、(a)、(b)、(c)、(d)、(f)がこれに含まれるが、こうした定義だと例えば私立学校は社会資本ストックと見なさ

れなくなるなどの問題がある。一方、(e)、(g)、(h) は後者の見方で定義されており、より経済学的な観点に近いと考えられる。

国民経済計算 (SNA) は既に整理されたデータとして入手しやすいが、そこでの社会資本はあくまで保有主体によって定義されている。よって政府の持つ資本ストックがそのまま社会資本のストックに等しく、他方、かつて政府部門だったが民営化により政府から切り離されたような資本、例えば旧国鉄や旧電電公社によって保有されていた資本は、現在では民間資本ストックとして分類される。また私立学校なども SNA の社会資本には含まれていない。

しかし、のちに見るように Arrow Kurz モデルや Burgess モデルにおいて、社会資本は暗黙のうち(1) 政府によって供給される外生的な (操作可能な) 変数であり、なおかつ (2) 生産能力を有している、という2点から定義付けがなされている。したがって (1) によれば、道路公園が供給する道路のように、民営化されたとはいえ現在もなお政策的な観点から供給が続けられており、一般企業のような利潤最大化原理に基づいて蓄積されているのではないような資本は、社会資本に含められるべきであろう。また (2) の観点からすれば、官舎や公営レクリエーション施設のようにマクロの生産にどの程度寄与しているか一見して不明なものは、社会資本として分類されるべきではないかも知れない。

さらに、同じ社会資本であっても単に全ての量を集計してしまうのではなく、推計の際は部門ごとや地域ごとに分類する場合もある。例えば Ashcauer[1989] は軍事関係の社会資本とそうでない社会資本とを分け、どちらがより生産への寄与が高いかを実証している。民間資本との補完関係がどれだけ強いのか (民間資本を呼び込む力がどれだけ強いのか) によって分類する考えもあり、例えば道路やダム、研究開発への公共投資はそれを利用する民間企業の資本蓄積を促す可能性があるが、公園や公営レクリエーション施設、政府の広報活動への投資などは、あまり民間資本の呼び込みにはつながらないと思われる。

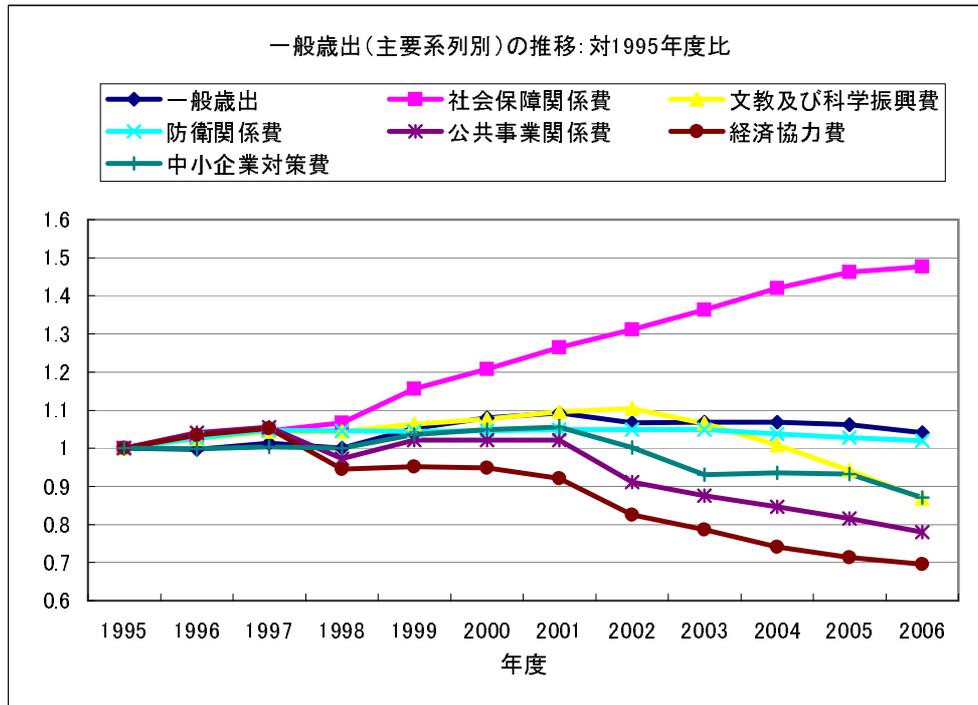
本研究における資本ストックの推計データは簡便さを優先し、保有主体によって分類したものであるが、より精緻な議論を行うためには社会資本の機能による定義を用いるべきかも知れない。

1.2 公共投資の現状

2001年(平成13年)4月、小泉内閣が発足するに伴い我が国の経済政策は大きく変わった。少なくとも理念上は、需要サイドに立った政策から供給サイドに立った政策へと転換したのである。

この背景には、1990年代後半の不況時、公共事業を含む大規模な経済対策が幾度にもわたって実施されたにも関わらず明らかな成果が見られなかったことがある。その結果、恐らくは世論としても、公共投資が民間需要を誘発するというケインズ的な乗数効果に対し疑問が投げかけられるようになったのであろう。

下図は我が国における一般歳出の主要経費別の推移を表している。データは財務省 web ページ「財政関係諸資料」より取った。なお、数値は1995(平成7)年度を1とした指数である。



これを見ると、一般歳出は1990年代末あたりにわずかながら増加したものの、2000年代に入るとほぼ横ばいになっている。ほとんどの系列が小泉内閣発足後の2002年度付近から減少傾向にあるのに対し、社会保障関係費のみが大幅に増加しているのが目につく。

本研究と関わりの深い公共事業関係費に目を向けると、経済協力費に次いで大きく削減されているのが分かる。公共事業関係費は1995年度には約9.2兆円であったものが、2006年度には約7.2兆円となっており、この間に2割以上削減されたことになる。さらに、公共事業関係費は2002年度から減少傾向にあるが、とりわけ2002年度の減少幅の大きさが目立つ。この事実は、小泉内閣になって経済政策の方針が転換されたとの主張と整合的である。

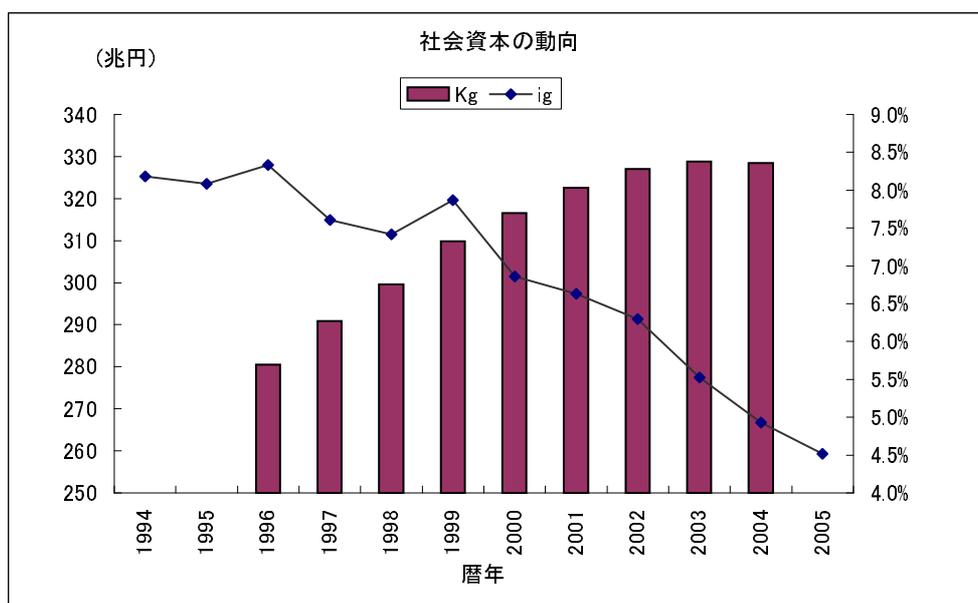
さらに国民経済計算(SNA)ベースでも考察してみる。以下、社会資本にまつわる代表的マクロ変数の最近の推移を端的に振り返る。

暦年	Y	I_g	i_g	K_g
1994	468,767	38,359	8.18 %	
1995	477,667	38,606	8.08 %	
1996	489,948	40,821	8.33 %	280,522
1997	496,751	37,770	7.60 %	290,854
1998	488,027	36,183	7.41 %	299,578
1999	486,952	38,326	7.87 %	309,871
2000	501,264	34,396	6.86 %	316,592
2001	503,193	33,373	6.63 %	322,623
2002	503,865	31,742	6.30 %	327,028
2003	512,817	28,317	5.52 %	328,795
2004	524,628	25,876	4.93 %	328,498
2005	538,364	24,314	4.52 %	

単位： i_g 以外 10 億円

ここで、 Y ：GDP、 I_g ：公的固定資本形成、 i_g ：公的固定資本形成の対 GDP 比 ($= I_g/Y$)、 K_g ：一般政府の純固定資産であり、いずれも平成 12 年基準の 93SNA で実質値ベースから取った。 Y と I_g については連鎖方式で、 K_g は固定基準年方式である。

i_g と K_g をグラフ化してみると、次のようになる。



近年の緊縮財政を受けて i_g は趨勢的に低下、2005 年には 4.52 % となっている。これは欧米の水準にほぼ近い。またそうした動きに伴い、 K_g の伸びは大幅に鈍化。2003 年から 2004 年にかけては若干の減少に転じている。一般歳出ベースの時ほど政策方針の明確な証左は見出されないものの、やはり公的固定資本形成の抑制は 2000 年代に入った時期から始まっているようである。

ところで、我が国の資本ストックは今後 20 年から 30 年で大規模な更新投資の時期を迎えると言われる。もし仮に長期間、現在の公的固定資本形成の抑制傾向が維持されたならば、日本の社会資本は急勾配の減少経路を辿ることもあるかも知れない。これからの公共投資計画がどのように定められるかによって、社会資本ストックの動向はかなり決定的な分岐に立たされることとなる。

なお我が国の特殊事情ないし現況として、しばしば次のような議論が立てられている。すなわち、

- 我が国は脆弱な国土、厳しい自然条件により、防災関係投資が不可欠である。したがって欧米に比べると工事コストが割高となり、やむを得ない事情でもって公的資本形成が押し上げられている。
- 水道のように、整備目標に対し既に一定水準に達した分野もある。一方で道路・公園等のように、整備率が目標に対し5割程度にとどまり、設定された目標水準との格差が見られる分野も存在している。
- 下水道・都市公園・道路・治水等の分野については、欧米諸国と比較してもその整備水準が低い。

特殊事情として地理的要因を経済的定量評価に含めるのは困難であり、また上でいう整備目標がどういった観点に基づき設定されているものであるのかなど、こうした議論は往々にしてそのままの利用はできない。

生産関数推定の際、パネル・データを用いることによって都道府県ごとの特殊性はある程度は考慮されているが、それでもなお留意しておくべき事項といえよう。

1.3 人口減少社会の到来

厚生労働省「平成 17 年 人口動態統計」によると我が国の平成 17 年における人口の自然増加数（出生数から死亡数を減じたもの）はマイナス 21266 人で、統計の得られていない昭和 19～21 年を除けば、現在の形式によって統計を取り始めた明治 32 年以降初めてのマイナスとなった。

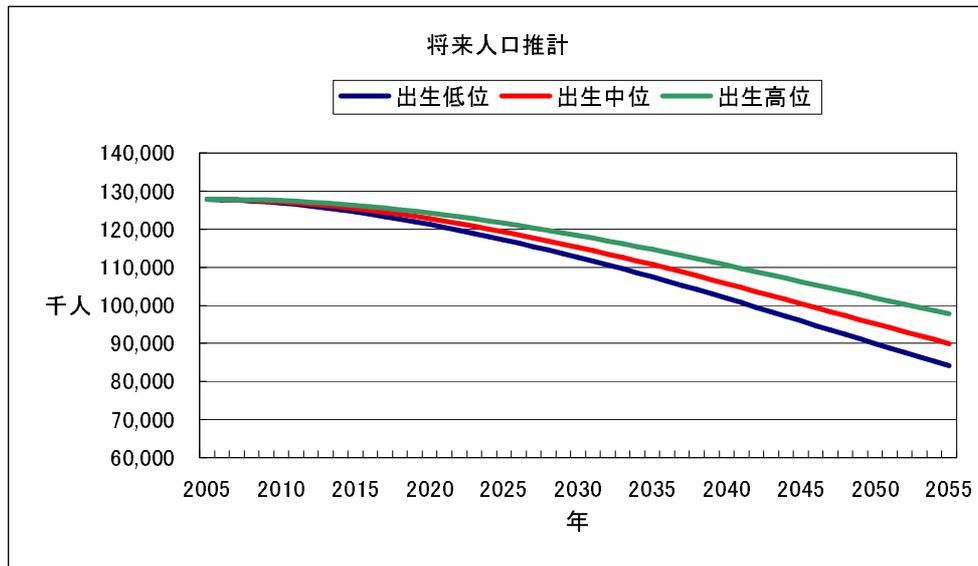
将来における我が国の人口はどのように推移していくのであろうか。我が国はこのまま人口減少社会に突入していくのだろうか。国立社会保障・人口問題研究所では 5 年ごとに将来人口の推計を行っており、ここではそれを簡単に紹介する。

国立社会保障・人口研究所「日本の将来推計人口（平成 18 年 12 月推計）」は、将来における長期的な合計特殊出生率の仮定を [1] 低位（1.06）、[2] 中位（1.26）、[3] 高位（1.55）とにおいて将来人口の推計を行っている。なお、ここでは将来の死亡率は中位の場合のみを扱うことにする。

2005 年時点における我が国の総人口は 12777 万人、合計特殊出生率は 1.26 であるが、[1] のケースでは 2030 年時点で総人口が 11258 万人、2055 年時点で 8411 万人になると推計している。また [2] のケースだと 2030 年時点で 11522 万人、2055 年時点で 8993 万人になり、[3] のケースにおいては 2030 年時点で 11835 万人、2055 年時点で 9777 万人である。

よく知られているように、前回推計である平成 14 年 1 月推計では（中位ではなく）低位ケースで仮定されていた合計特殊出生率に現実の値がより接近して推移したため、平成 18 年 12 月推計では仮定が大きく下方修正されることとなった。

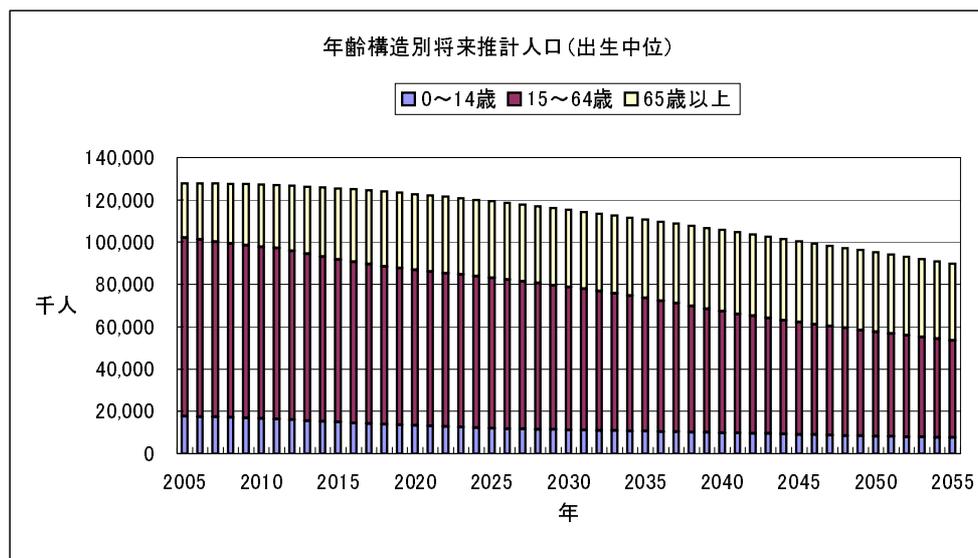
平成 18 年 12 月推計の 3 ケースをグラフに表すと以下のようなになる。低位、中位、高位のいずれの推計で見ても我が国が人口減少社会に入ったことが分かる。



一方、年齢構造ごとに見ると年少（0～14歳）人口および生産年齢（15～64歳）人口は将来的に減少し、老年（65歳以上）人口が将来的に増加する見通しである。

ここでは将来の出生率の仮定が中位のケースのみを扱うこととするが、年少人口は2005年時点で1759万人（総人口に対する割合は13.8%）であるのに対し、2030年には1115万人（9.7%）、2055年には752万人（8.4%）になると推計されている。また、生産年齢は2005年時点で8442万人（66.1%）であるのに対し、2030年には6740万人（58.5%）、2055年には4595万人（51.1%）になるとされている。他方で老年人口は2005年時点では2576万人（20.2%）であるのに対し、2030年には3667万人（31.8%）、2055年には3646万人（40.5%）になる。

これらの推移をグラフに表すと以下ようになる。それを見ると、とりわけ生産年齢人口の減少が明白となるであろう。



留意すべきは、我々の分析は人口の減少それ自体を問題とするものではない。一般に、生産要素である人口が減少すればアウトプットであるGDPにはマイナスの影響が生じる。このことをもっ

て人口減少は悪と見なされることがあるが、1人あたりで見れば、他の条件一定として人口減少はむしろ1人あたりGDPを増大させる場合がある。したがって人口減少にかかる真の害悪は、日本全体のGDPの減少ではなく、人口動態が変動する過程でその他の変数に様々な調整が必要となる点にある¹。

いずれにせよ人口減少の影響を明示的に捉え、今後の長期的な最適公共投資水準ないし最適社会資本規模を推定してみることは、将来の公共政策全般の在り方を巡って大きな意義があると考えられる。将来予測というものは、その信頼性について根本的に問題含みのトピックではあるが、あえて試みることも無駄ではないであろう。

¹ただし、日本全体のGDPが減少することにより大国としてのプレゼンスが失われ、他国に対する発言力等も低下するとの議論はありえるだろう。

第2章 先行研究

この章では先行する理論研究ならびに実証研究の整理を行い、社会資本に関する分析のオーソドックスな手順を理解する。それらの中には、後に詳述する Arrow Kurz モデルを背景にしたものも含まれている。また、ストック説明変数により生産関数を推定する上での計量経済学の問題点を指摘した文献も含まれる。

2.1 類型

個別の先行研究を検討する前に、まず社会資本に関する実証分析にはどのような類型があるのかを俯瞰しておく。そもそも社会資本の増加が経済にもたらす効果としては、基本的に次の4つを挙げることができる。

- 需要創出効果：有効需要や雇用を創出する効果。ケインジアン的な効果といえる。
- 生産力効果：資本ストックを蓄積することにより、将来の生産能力を拡大させる効果。新古典派的な効果といえる。
- 公共財供給：上2つとは異なり、公園や美術館など、供給された社会資本そのものがもたらす効用に着目した効果。
- 所得再分配：資源配分を変え、平等を促進したりする効果。

我々の分析は主に生産力効果を扱う予定である。Arrow Kultz モデルは社会資本の限界生産性が正であることを前提にした議論であり、Aschauer[1989] などでは、社会資本の限界生産性がゼロと有意に異なるかどうかを実証されている¹。したがって本節でも、生産力効果を扱った文献に限ってサーベイを行う。

なお参考として、次のような分類もある。

- フロー効果：
 - － 乗数効果：GDP 押し上げ
 - － 生産誘発効果：生産活性化
 - － 就業誘発効果：雇用拡大
- ストック効果：
 - － 直接効果：その社会資本の利用により、即時、かつ他の経済主体が介在することなく直接生じる効果（e.g. 道路開通による時間短縮）。

¹Aschauer[1989] はさらに社会資本と生産性との間に強い正の相関関係を見出し、そのような関係は有名な Laffer curve にちなんで Aschauer curve と呼ばれる。

- 間接効果：その社会資本を利用しない者に対する効果（e.g. 道路開通による観光開発の促進、地域の産業活動の活発化）。

さて社会資本の増加が生産に有意な影響を及ぼしているかどうかの実証には、大きく分けて次の4つのアプローチがある。

- (i) 生産関数の推定
- (ii) 費用関数ないし利潤関数の推定 双対性により生産関数導出
- (iii) 時系列分析（VAR、スペクトル分析等）
- (iv) その他。民間の投資関数や全要素生産性等への影響を分析

(i) に関しては、手法として簡便であるが、基本的に集計されたマクロ変数への批判が付きまとう。(ii) に関しては、推定上のバイアスは生じにくいものの、双対性を利用する上で完全競争という強い仮定をおくことになる。(iii) は時系列特有のデータ制約がある。(iv) については、全要素生産性など概念そのものに関する曖昧さがある。

2.2 先行研究の整理

1990年代に入った頃より、我が国でも公共事業の効率性に対する関心が高まり、それに伴って国内の社会資本に関する研究も盛んになってきた。

社会資本に関する分析の観点は、主として(1)最適水準に関する分析と、(2)生産力効果に関する分析とに大別される。以下、(1)あるいは(2)に分類される先行研究を順に整理していく²。

2.2.1 最適水準に関する分析

理論分析は Arrow and Kurz[1970] に端を発する。その後の代表的な研究として Sandmo and Dreze[1971]、Ogura and Yohe[1977]、そして Burgess[1988] が挙げられる。これらは最適社会資本規模を規定する社会的割引率を決定した理論分析である。

Arrow and Kurz[1969] は、資本市場が完全であると仮定した場合における社会的割引率（first best 解）、および資本市場が不完全な場合の社会的割引率（second best 解）の相違を分析した。

Arrow and Kurz[1969] によれば、first best 解においては次が成立していなければならない（なお、この部分の議論はのちに詳述するため記号の用例は省略する）。

$$F_K = F_G = \rho - \frac{u''}{u'} \dot{C}$$

すなわち社会的割引率、民間資本収益率、消費の利子率はいずれも等しい。

Arrow and Kurz[1969] ののち、Sandmo and Dreze[1971]、Ogura and Yohe[1977]、Burgess[1988] もまた、資本市場に何らかの攪乱要因が存在する状況（second best 解）における社会的割引率のを導出する公式を示した。

これらの研究の差異に簡単に触れると、Sandmo and Dreze[1971] では民間資本と社会資本の生産に及ぼす効果が独立であるということを前提にしているのに対し、Ogura and Yohe[1977] および Burgess[1988] では社会資本の増加が民間資本の生産性に与える補完的、あるいは代替的な影響

²ただし、基本的に最適水準に関する分析は社会資本の生産力効果を前提として進められている。

を、生産関数を導入することによって考慮している。なお、Ogura and Yohe[1977]では利子率が一定と仮定されている。

Ogura yohe 公式は以下で表される。

$$F_G - \mu_G = \left(1 - \frac{F_{KG}}{F_{KK}}\right) \rho + \frac{F_{KG}}{F_{KK}} (F_K - \mu_K)$$

ここで、 F ：生産関数（下付き文字はその変数についての偏導関数）、 μ_i ： i （ $= K, G$ ）についての資本減耗率、 K ：民間資本、 G ：社会資本、 ρ ：時間選好率である。

Ogura yohe 公式の特殊ケースとして、民間資本と社会資本が完全代替（ $F_{KG} = F_{KK}$ ）のとき Baumol[1968]のルール、独立（ $F_{KG} = 0$ ）のとき Arrow and Kultz[1969]のルールがそれぞれ成立していると言う。Burgess 公式は Ogura yohe 公式をさらに特殊ケースとして包含するものである。

以上のような理論分析の枠組みを用いて、我が国における社会資本ストックが最適であるか否かを実証分析した研究としては、岩本 [1990a]、岩本 [1990b]、根本他 [1994]、井上・宮原・深沼 [1999]、Nemoto et al[1999] などがある。

岩本 [1990a] は Arrow Kurz 公式および Ogura Yohe 公式が日本において成立しているかどうかを実証している。生産関数は Cobb Douglas 型である。結論としては、1960 年代末を中心にその前後にかけて我が国では first best な公共投資政策は達成されておらず、また second best さえ達成されていない可能性が示唆されている。

一方、岩本 [1990b] では扱いの簡単なフロー・データ（公共投資率）を用いて、最適性の検証を試みている。効用関数を CARA 型、生産関数を Cobb Douglas 型に特定化した上で、first best 解の検証を行った。結果としては、1984 年当時の最適公共投資率は現実の水準の 2 倍から 3 倍であったと算定されている。

その他、根本・河村・釜田 [1994] は Ogura Yohe 公式および Burgess 公式を、井上・宮原・深沼 [1999] や Nemoto et al[1999] は Burgess 公式を利用して分析している。

これらの研究に限れば、標本期間における現実の社会資本ストックはいずれにおいても過小と結論付けられている。ただし、標本期間が岩本 [1990a] および岩本 [1990b] で 1955～1984 年、根本・河村・釜田 [1994] および Nemoto et al[1999] で 1960～1982 年、井上・宮原・深沼 [1999] では 1957～1993 年となっており、終期が比較的古い点に注意を払う必要がある。

2.2.2 生産力効果に関する分析

生産力効果に主眼を置く研究としては、社会資本を含めた生産関数の推定を米国のマクロ・データによって行い、社会資本の生産性を計測した Aschauer[1989] が先駆けとされる。

国内における研究は、全国データを用いた分析と地域別データを用いた分析とに分けられる。

全国データを使用し、一国レベルでの生産力効果を計測した事例としては三井・三上 [1995]、吉野・中島・中東 [1999a] などが挙げられる。三井・三上 [1995] では Cobb Douglas 型生産関数を、吉野・中島・中東 [1999a] では Cobb Douglas に加え Translog 型生産関数を推定し、いずれも社会資本は生産に対し有意にプラスの影響を与えるな生産要素であるとの結果を得ている。

地域別データを用い、地域別の社会資本の生産力効果について分析した先行研究としては吉野・中野 [1994]、大河原・山野 [1995]、経済企画庁 [1997]、経済企画庁 [2000] などがある。

吉野・中野 [1994] は Translog 型生産関数をパネル・データにより推定した。大河原・山野 [1995] は Cobb Douglas 型生産関数をクロスセクション・データにより推定した。経済企画庁 [1997] および経済企画庁 [2000] では Cobb Douglas 型生産関数を pooled データにより推定している。

簡単に結論に触れると、いずれの研究においても社会資本の限界生産性は地方圏よりも都市圏の方が高く、それゆえ効率性の観点から社会資本は都市圏で過小であり、地方圏で過大であるというインプリケーションを得ている。

最後に、吉野・中島・中東 [1999b] では地域別・部門別データを用いて Translog 型生産関数をパネル・データから推定している。それによると、第 1 次産業の限界生産性は第 2・3 次産業に比べて低いことが分かり、また第 1 次産業の割合が相対的に高く、第 2・3 次産業の割合が相対的に低い地域では、地域全体の社会資本の限界生産性が低いと結論付けられている。

2.2.3 計量経済学における問題

最後に、生産関数を推定する上での同時性と系列相関を指摘した研究として林 [2002] と、その批判をクリアしようと試みた研究を紹介しておく。

社会資本を説明変数、生産を被説明変数とする定式化は通常、社会資本から生産への因果を想定しているが、実際には同時的に生産から社会資本への因果が存在することも考えられる（すなわち、社会資本への需要が生産量の関数になっている）。このとき攪乱項と説明変数（社会資本）の間には相関関係が生じてしまい、いわゆる strict exogeneity や orthogonality の仮定が破られることによって、推定量からは不偏性と一致性が失われる³。これが同時性、より広く言って内生性の問題である。

このことは初等的な計量経済学の教科書で確認できる。例えば以下のような一般的な線形回帰式を考える。

$$y = X\beta + \epsilon$$

ここで、 y : 説明変数のベクトル、 X : データ行列、 β : 真のパラメータのベクトル、 ϵ : 攪乱項のベクトルである。strict exogeneity および orthogonality 以外の標準的仮定 (ergodicity、rank condition 等) は全て満たされているものとする。strict exogeneity が破れているということは、

$$E[\epsilon|X] \neq 0$$

したがって推定されたパラメータ b とすれば、

$$\begin{aligned} E[b - \beta|X] &= E\left[(X'X)^{-1} X'y - \beta|X\right] \\ &= E\left[(X'X)^{-1} X'(X\beta + \epsilon) - \beta|X\right] \\ &= E\left[(X'X)^{-1} X'\epsilon|X\right] \\ &= (X'X)^{-1} X'E[\epsilon|X] \neq 0 \end{aligned}$$

よって一般には $E[b|X] \neq \beta$ となり、普遍性は満たされない。

また orthogonality が破れているなら、

$$E[x_t\epsilon_t] \neq 0$$

³strict exogeneity は orthogonality よりも強い仮定であり、strict exogeneity が満たされるなら orthogonality も満たされている。

であることから、パラメータのサンプリングエラーの確率極限をとると、

$$\begin{aligned}\lim_{n \rightarrow \infty} (b - \beta) &= \lim_{n \rightarrow \infty} (X'X)^{-1} X'\epsilon \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\sum x_t x_t' \right)^{-1} \sum x_t \epsilon_t \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{n} \sum x_t x_t' \right)^{-1} \frac{1}{n} \sum x_t \epsilon_t \\ &= E[x_t x_t']^{-1} E[x_t \epsilon_t] \neq 0\end{aligned}$$

よって一般には $\lim_{n \rightarrow \infty} b \neq \beta$ となり、一般性は満たされない。なお最後の等号は Ergodic theorem による。

同時性を解決する手段は基本的に操作変数法もしくは 2SLS であるが、もう 1 つ、任意の t 期末の生産を説明する社会資本として $t-1$ 期末 (t 期首) のデータを用いるという手段がある。しかし攪乱項に系列相関が存在する場合は、この方法でも同時性は避けられない。例えば攪乱項の確率過程が AR(1) に従うとすると、

$$\epsilon_t = \rho \epsilon_{t-1} + e_t$$

ここで、 ρ : パラメータ、 e_t : ホワイトノイズである。このとき、

$$E[x_{t-1} \epsilon_t] = E[x_{t-1} (\rho \epsilon_{t-1} + e_t)] = \rho E[x_{t-1} \epsilon_{t-1}] \neq 0$$

であることから、やはり strict exogeneity が破れていることが分かる。つまり、1 期前の攪乱項を通じて $t-1$ 期末の説明変数と t 期の攪乱項の間に相関が発生するため、正しい推定ができなくなってしまふ。一般には攪乱項が p 次の AR プロセスに従っている場合、 $t-p$ 期末まで遡った説明変数を用いない限り同様の同時性が避けられない。

岩本 [1996] ではこうした問題に対処する 1 つの方法として、地域ダミーを用いた推定を試みている。また Nemoto et al [1999] は利潤関数を GMM 推定し、そこから双対性を利用して生産関数を回復するという手法により同時性を回避しようとしている。

第3章 理論的背景：社会資本の最適性

この章では、数ある先行研究のうち本稿での議論に特に関係性の深い研究についてその詳細を述べる。以下に挙げるいくつかの先行する理論研究は本稿の主要な帰結を導く上で基礎となる位置付けを持ち、とりわけ Burgess 公式の導出は本稿における最適社会資本規模の計算上、決定的な役割を果たす。以下の節では、概ね原論文の論旨に沿いつつ、本稿の趣旨に則り拡張すべき点は拡張して議論を展開する。

3.1 Arrow and Kurz[1969] の議論

そもそも、政府が社会資本を供給する上での「最適」とはどのような概念であろうか。公共投資の効率性は、集計マクロ変量を用いてどのように評価できるだろうか。本節では社会資本の最適性について説明したモデルの典型として Arrow and Kurz[1969] を紹介し、本研究の大まかな方向性を示す。

3.1.1 first best 解

政府による資源配分の最適化問題を考える。政府の配分調節手段として代表的なものは公共投資であるが、その他にも異時点間における課税や補助金支出といった政策を用いれば、貯蓄率の変化を通して民間消費と民間投資の間の資源配分を調節することができる。まず初めは、そのように消費者の貯蓄性向を自由に操作することのできる政府が存在する経済を想定する。

以下のような生産関数 F を考える。

$$Y = F(K, G, L)$$

ここで、 Y ：生産量、 K ：民間資本、 G ：社会資本、 L ：労働である。限界生産力は逓減することが仮定され、また労働は外生、 F は 1 次同次とする¹。

次に政府の予算制約は、一括固定税 τ として、

$$\dot{G} = \tau$$

これは社会資本の蓄積を示す遷移式でもある。一方で民間資本の蓄積は、貯蓄率 s として、

$$\dot{K} = s(Y - \tau)$$

に従ってなされる。これらの制約の下で、政府は以下の Ramsey 問題を解く。

$$\max_{\tau, s} \int_0^{\infty} u(C) \exp(-\rho t) dt$$

¹生産関数の 1 次同次性は、本稿の以下全ての議論について同様に仮定する。

ここで、 u : 時点効用、 C : 消費、 ρ : 時間選好率で $C = (1 - s)(Y - \tau)$ である。すなわち、政府の目的は消費者の生涯効用を最大化することであり、そのような最適な税率 τ と貯蓄率 s とを定める。以上から当期価値 Hamiltonian を定式化すると、

$$\begin{aligned} H &= u(C) + \lambda \dot{K} + \mu \dot{G} \\ &= u((1 - s)(F(K, G, L) - \tau)) + \lambda s(F(K, G, L) - \tau) + \mu \tau \end{aligned}$$

ここで、 λ : 民間資本蓄積の Lagrange 乗数、 μ : 社会資本蓄積の Lagrange 乗数である。すなわち λ は民間資本が 1 単位増加することの社会的限界評価を示すシャドープライス、 μ は社会資本が 1 単位増加することの社会的限界評価を示すシャドープライスである。

この Hamiltonian の 1 階条件は以下ようになる。

$$\frac{\partial H}{\partial \tau} = 0 \Leftrightarrow (1 - s)u' + \lambda s = \mu \quad (3.1)$$

$$\frac{\partial H}{\partial s} = 0 \Leftrightarrow u' = \lambda \quad (3.2)$$

$$\dot{\lambda} = \rho\lambda - \frac{\partial H}{\partial K} \Leftrightarrow \dot{\lambda} = \rho\lambda - ((1 - s)u' + \lambda s)F_K \quad (3.3)$$

$$\dot{\mu} = \rho\mu - \frac{\partial H}{\partial G} \Leftrightarrow \dot{\mu} = \rho\mu - ((1 - s)u' + \lambda s)F_G \quad (3.4)$$

(3.1) の関係を用いれば、(3.3) と (3.4) は次のように書き換えられる。

$$\dot{\lambda} = \rho\lambda - \mu F_K \quad (3.5)$$

$$\dot{\mu} = (\rho - F_G)\mu \quad (3.6)$$

一方、(3.1) を (3.2) に代入することにより、

$$\lambda = \mu = u' \quad (3.7)$$

であることが分かる。政府は s を操作することによって民間資本と社会資本それぞれのシャドープライスを均等化させており、さらにそれは消費者の限界効用にも等しくなっている。

ここからさらに (3.7) を時間微分し、(3.5) と (3.6) に代入し整理してゆくと最終的に次式が導かれる。

$$F_K = F_G = \rho - \frac{u''}{u'} \dot{C}$$

すなわち、 s を操作可能な政府の下では民間資本の限界生産性と社会資本の限界生産性は等しくなる。また $\rho - \frac{u''}{u'} \dot{C}$ は時間選好率 ρ から消費に対する限界効用の弾力性 $\frac{u'' \dot{C}}{u'}$ を引いた消費の利子率であるが、各資本の限界生産性はこれにも等しくなっている。

こうして導かれる解は経済の最適な資源配分を達成しており、first best 解と呼ばれる。

3.1.2 second best 解 (Arrow Kurz モデル)

Arrow and Kurz[1969] のモデルで上の定式化と異なる点は、貯蓄率が与件となることである。すなわち、政府が異時点間における課税や補助金支出等の政策を用いたとしても、消費者の計画に影響を及ぼすことはできないといった状況を考えている。この場合、先程のような最善の資源配分は実現できず、second best の解が実現する。

1 階条件は、 s が操作変数ではなくなることを受けて以下の 3 つに数を減らす。

$$\mu = (1 - s) u' + \lambda s \quad (3.8)$$

$$\dot{\lambda} = \rho\lambda - \mu F_K \quad (3.9)$$

$$\dot{\mu} = (\rho - F_G) \mu \quad (3.10)$$

まず (3.8) について、first best 解の場合と比較する。先述のとおり first best 解においては $\lambda = \mu = u'$ が成立しており、均衡から限界的に社会資本を蓄積することの社会的限界便益は他の選択肢（民間資本の蓄積ないしは減税による消費の増加）の場合と全く等価であった。公共投資は民間投資や消費と同じ効果を持っており、公共投資によって消費や民間投資がクラウドアウトされることはない。

一方、second best 解においての μ は $u'(1 - s) + \lambda s$ に等しいが、これは公共投資が消費と民間投資をクラウドアウトすることを意味する。貯蓄率が外生的に与えられていて操作ができないため、公共投資は他の選択肢と等価ではなくなる。 s が 0 に近づくほど公共投資は消費の増加と同じ効果を持つようになってゆくが、その反面で民間投資に対するクラウドアウトの度合いはより強まる。 s が 1 に近づく場合は公共投資と民間投資の効果が接近し、消費がより強くクラウドアウトされるようになる。

以上をまとめると、first best および second best のそれぞれの解の成立は、政府の政策運営が効率的に行われているかどうかを示す指標である。まず first best 解が満たされているならば、それは政府が家計の貯蓄率に影響を及ぼすことができ、最高のパフォーマンスを発揮している状態が示唆されているといえる。一方、first best 解は満たされていないが second best 解については満たされている場合、政府は貯蓄率に影響を及ぼすことができないという制限的状况において、その中では最も望ましい政策運営を行っているものと評価できる。second best 解さえも満たされていない場合、政府の資源配分政策は恐らく失敗に陥っていると言える。

Arrow and Kurz[1969] は社会資本の最適性に関する議論の先駆的位置付けを果たしており、その後多くの研究がこれに沿うものであった。社会資本の収益率が民間資本の収益率に等しくなる点で first best に最適化されているとの命題は、本稿の以下の議論を直感的に把握する上でも重要となる。

3.2 Burgess 公式の導出

本節では、以下の研究において最適社会資本規模を計算するため決定的に重要となる Burgess 公式の導出過程について述べる。

Burgess 公式は、second best 経済における公共投資の最適な収益率（社会的割引率）を与えるもので、市場利子率と民間資本収益率の加重平均として表される。

この公式は、同じように社会的割引率を与える Sandmo and Dreze[1971] や Ogura and Yohe[1977] の一般型として位置づけることができ、そのため前 2 者に比べて広い応用可能性を有している。

3.2.1 セットアップと比較静学

Burgess 公式は社会資本の最適な割引率を与える関係式であり、具体的には予算制約を持つ政府により消費者の効用最大化問題が解かれる結果として得られる。

次の2期間効用最大化問題を考える²。

$$\begin{aligned} \max_{C_1, C_2} U &= U(C_1, C_2) \\ \text{s.t. } C_1 &= Y - K - b \\ C_2 &= (1 - \tau)F(K, G, L) + \tau\mu_K K + (1 + r)b + a \end{aligned}$$

ここで、 U ：効用、 C_1 ：1期目消費、 C_2 ：2期目消費、 Y ：所得、 K ：民間資本、 G ：社会資本、 L ：労働、 F ：生産関数、 b ：政府発行債券、 τ ：法人税率、 μ_K ：民間資本の固定資本減耗率、 r ：債券利子率、 a ：一括固定移転である。

法人税制は、固定資本減耗を控除したあとの生産に定率 τ で課せられることを想定している。すなわち企業の純収益は $F(\cdot) - \tau(F(\cdot) - \mu_K K)$ となる。

制約を目的関数に代入し、 K および b について微分した1階条件は次のようになる。

$$\begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial K} &= -U_1 + U_2((1 - \tau)F_K + \tau\mu_K) = 0 \\ \frac{\partial U}{\partial b} &= -U_1 + (1 + r)U_2 = 0 \end{aligned}$$

すなわち、

$$\begin{aligned} U_1 - (1 + r)U_2 &= 0 \\ (1 - \tau)F_K + \tau\mu_K &= 1 + r \end{aligned}$$

政府の目的は、政策手段として r 、 a 、 G を動かして消費者の効用最大化を図ることである。そのため r 、 a 、 G の変化に対し C_1 、 K 、 b が比較静学的にどのように変化するかを知る必要がある。

まず各式を全微分して、

$$\begin{aligned} dC_1 &= -dK - db \\ U_{11}dC_1 + U_{12}dC_2 - (U_2dr + (1 + r)(U_{21}dC_1 + U_{22}dC_2)) &= 0 \\ (1 - \tau)(F_{KK}dK + F_{KG}dG) &= dr \end{aligned}$$

さらに、

$$dC_2 = (1 - \tau)(F_KdK + F_GdG) + \tau\mu_KdK + (1 + r)db + bdr + da$$

であるから、これを代入し整理すると、

$$\begin{aligned} dC_1 + dK + db &= 0 \\ (U_{11} - (1 + r)U_{21})dC_1 + D_1((1 - \tau)F_K + \tau\mu_K)dK + D_1(1 + r)db \\ &= (U_2 - D_1b)dr - D_1da - D_1(1 - \tau)F_GdG \\ (1 - \tau)F_{KK}dK &= dr - (1 - \tau)F_{KG}dG \end{aligned}$$

ここで、 $D_1 = U_{12} - (1 + r)U_{22}$ である。この連立方程式を行列表示すると、

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ U_{11} - (1 + r)U_{21} & D_1((1 - \tau)F_K + \tau\mu_K) & D_1(1 + r) \\ 0 & (1 - \tau)F_{KK} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dC_1 \\ dK \\ db \end{bmatrix} \\ = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ U_2 - D_1b & -D_1 & -D_1(1 - \tau)F_G \\ 1 & 0 & -(1 - \tau)F_{KG} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dr \\ da \\ dG \end{bmatrix} \end{aligned}$$

²以下のモデルの主要な結論は、2期間から多期間へと拡張したところで特に変わらない。

これを $[dC_1 dK db]'$ について解くと、 $[dr da dG]'$ の係数行列としてヤコビアンが表れる。すなわち、

$$\begin{bmatrix} dC_1 \\ dK \\ db \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial C_1}{\partial r} & \frac{\partial C_1}{\partial a} & \frac{\partial C_1}{\partial G} \\ \frac{\partial K}{\partial r} & \frac{\partial K}{\partial a} & \frac{\partial K}{\partial G} \\ \frac{\partial b}{\partial r} & \frac{\partial b}{\partial a} & \frac{\partial b}{\partial G} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dr \\ da \\ dG \end{bmatrix}$$

実際に逆行列を用いて解くと、

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial C_1}{\partial r} & \frac{\partial C_1}{\partial a} & \frac{\partial C_1}{\partial G} \\ \frac{\partial K}{\partial r} & \frac{\partial K}{\partial a} & \frac{\partial K}{\partial G} \\ \frac{\partial b}{\partial r} & \frac{\partial b}{\partial a} & \frac{\partial b}{\partial G} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{U_2 - D_1 b}{D} & -\frac{D_1}{D} & -\frac{D_1(1-\tau)F_G}{D} \\ \frac{1}{(1-\tau)F_{KK}} & 0 & -\frac{F_{KG}}{F_{KK}} \\ -\frac{U_2 - D_1 b}{D} - \frac{1}{(1-\tau)F_{KK}} & \frac{D_1}{D} & \frac{D_1(1-\tau)F_G}{D} - \frac{1}{(1-\tau)F_{KK}} \end{bmatrix}$$

ここで、 $D = U_{11} - 2(1+r)U_{12} + (1+r)^2 U_{22}$ である。上を導く過程では $(1-\tau)F_K + \tau\mu_K - (1+r) = 0$ の関係を用いる。

ヤコビアンを見ると、 a や G の変化は C_1 、 K に対し直接的には $\frac{\partial C_1}{\partial a}$ 、 $\frac{\partial C_1}{\partial G}$ 、 $\frac{\partial K}{\partial G}$ の形で表れることが分かる。 $\frac{\partial K}{\partial a} = 0$ であるため、 a から K への直接的影響はない。一方、以下で見るように r 、 a 、 G は一定の政府予算制約下で互いに独立でなくなるが、このとき $\frac{\partial C_1}{\partial r}$ 、 $\frac{\partial K}{\partial r}$ がゼロではないことから、 a や G の変化は r を通じた間接的な効果も C_1 および K に対して及ぼす。

以上を関数表示でまとめると、

$$\begin{aligned} C_1 &= C_1(a, G, r(a, G)) \\ K &= K(G, r(a, G)) \end{aligned}$$

と表せることになる。

3.2.2 政府の最適化問題

以下、政府の問題について考える。政府予算制約は次を想定する³。

$$\begin{aligned} G &= b \\ \tau(F(\cdot) - \mu_K K) - (1+r)b - a &= 0 \end{aligned}$$

この制約により r 、 a 、 G は互いに独立ではなくなる。 a および G を政策手段とした場合、政府の解くべき最大化問題は、

$$\begin{aligned} \max_{a, G} U &= U(C_1, (1-\tau)F(K, G, L) + \tau\mu_K K + (1+r)G + a) \\ \text{s.t. } \tau(F(\cdot) - \mu_K K) - (1+r)G - a &= 0 \\ G &= Y - K - C_1 \end{aligned}$$

Lagrangian を定式化すると、

$$L = U(\cdot) - \lambda(\tau(F(\cdot) - \mu_K K) - (1+r)(Y - K - C_1) - a)$$

³2 期間モデルを考えているので、社会資本と公共投資はここでは同じ意味を持つ

ここで、 λ : Lagrange 乗数である。まず a について偏微分すると、

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial a} = & U_1 \zeta_a + U_2 \left((1-\tau) F_K \eta_a + \tau \mu_K \eta_a - (1+r)(\eta_a + \zeta_a) + G \frac{\partial r}{\partial a} + 1 \right) \\ & - \lambda \left(\tau (F_K \eta_a - \mu_K \eta_a) + (1+r)(\eta_a + \zeta_a) - G \frac{\partial r}{\partial a} - 1 \right) \end{aligned}$$

ここで、

$$\begin{aligned} \zeta_a &= \frac{\partial C_1}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial a} + \frac{\partial C_1}{\partial a} \\ \eta_a &= \frac{\partial K}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial a} \end{aligned}$$

である。上では $\frac{\partial K}{\partial a} = 0$ の関係を利用している。さらに $U_1 - (1+r)U_2 = 0$ および $(1-\tau)F_K + \tau\mu_K - (1+r) = 0$ の2つの1階条件を用いると、

$$\frac{\partial L}{\partial a} = U_2 \left(G \frac{\partial r}{\partial a} + 1 \right) - \lambda \left(F_K \eta_a + (1+r)\zeta_a - G \frac{\partial r}{\partial a} - 1 \right)$$

一方 G について偏微分すると、

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial G} = & U_1 \zeta_G + U_2 \left((1-\tau) (F_K \eta_G + F_G) + \tau \mu_K \eta_G - (1+r)(\eta_G + \zeta_G) + G \frac{\partial r}{\partial G} \right) \\ & - \lambda \left(\tau (F_K \eta_G + F_G - \mu_K \eta_G) + (1+r)(\eta_G + \zeta_G) - G \frac{\partial r}{\partial G} \right) \end{aligned}$$

ここで、

$$\begin{aligned} \zeta_G &= \frac{\partial C_1}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial G} + \frac{\partial C_1}{\partial G} \\ \eta_G &= \frac{\partial K}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial G} + \frac{\partial K}{\partial G} \end{aligned}$$

である。さらに $U_1 - (1+r)U_2 = 0$ および $(1-\tau)F_K + \tau\mu_K - (1+r) = 0$ の2つの1階条件を用いると、

$$\frac{\partial L}{\partial G} = U_2 \left((1-\tau) F_G + G \frac{\partial r}{\partial G} \right) - \lambda \left(F_K \eta_G + \tau F_G + (1+r)\zeta_G - G \frac{\partial r}{\partial G} \right)$$

以上から1階条件をまとめると、

$$\begin{aligned} U_2 \left(G \frac{\partial r}{\partial a} + 1 \right) - \lambda \left(F_K \frac{\partial K}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial a} + (1+r) \left(\frac{\partial C_1}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial a} + \frac{\partial C_1}{\partial a} \right) - G \frac{\partial r}{\partial a} - 1 \right) &= 0 \\ U_2 \left((1-\tau) F_G + G \frac{\partial r}{\partial G} \right) - \lambda \left(F_K \left(\frac{\partial K}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial G} + \frac{\partial K}{\partial G} \right) + \tau F_G + (1+r) \left(\frac{\partial C_1}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial G} + \frac{\partial C_1}{\partial G} \right) - G \frac{\partial r}{\partial G} \right) &= 0 \end{aligned}$$

条件から U_2 と λ を消去して、

$$\begin{aligned} \left(G \frac{\partial r}{\partial a} + 1 \right) \left(F_K \left(\frac{\partial K}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial a} + \frac{\partial K}{\partial a} \right) + \tau F_G + (1+r) \left(\frac{\partial C_1}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial a} + \frac{\partial C_1}{\partial a} \right) - G \frac{\partial r}{\partial a} \right) \\ = \left((1-\tau) F_G + G \frac{\partial r}{\partial G} \right) \left(F_K \frac{\partial K}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial a} + (1+r) \left(\frac{\partial C_1}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial a} + \frac{\partial C_1}{\partial a} \right) - G \frac{\partial r}{\partial a} - 1 \right) \end{aligned}$$

ここで、

$$\frac{\partial C_1}{\partial G} = -\frac{D_1(1-\tau)F_G}{D} = (1-\tau)F_G \frac{\partial C_1}{\partial a}$$

を代入し整理すると、

$$\begin{aligned} & \left(F_K \frac{\partial K}{\partial r} + (1+r) \left(\frac{\partial C_1}{\partial r} - G \frac{\partial C_1}{\partial a} \right) \right) \frac{\partial r}{\partial G} + \left(G \frac{\partial r}{\partial a} + 1 \right) F_K \frac{\partial K}{\partial G} \\ & = (1-\tau) F_G \left(F_K \frac{\partial K}{\partial r} + (1+r) \left(\frac{\partial C_1}{\partial r} - G \frac{\partial C_1}{\partial a} \right) \right) \frac{\partial r}{\partial a} - \left(G \frac{\partial r}{\partial a} + 1 \right) F_G \end{aligned}$$

ところで1期目消費に関する制約 $C_1 = Y - K - G$ は、 C_1 および K が r の関数であり、さらに r は a および G の関数であることから、以下のように陰関数表示できる。

$$g(r, r(a, G)) = Y - K - b - C_1 = 0$$

ある点の近傍において g が C^1 級であり $\frac{\partial g}{\partial r} \neq 0$ かつ $r = r(a, G)$ が C^1 級であるならば、その点において陰関数定理が適用可能であり、

$$\begin{aligned} \frac{\partial r}{\partial a} &= - \frac{\frac{\partial g(\cdot)}{\partial a}}{\frac{\partial g(\cdot)}{\partial r}} = \frac{\frac{\partial C_1}{\partial a}}{\frac{\partial C_1}{\partial r} + \frac{\partial K}{\partial r}} \\ \frac{\partial r}{\partial G} &= - \frac{\frac{\partial g(\cdot)}{\partial G}}{\frac{\partial g(\cdot)}{\partial r}} = \frac{\frac{\partial K}{\partial G} + 1 + \frac{\partial C_1}{\partial G}}{\frac{\partial C_1}{\partial r} + \frac{\partial K}{\partial r}} \end{aligned}$$

という2つの条件が導出できる。

さらに、 $\frac{\partial C_1}{\partial r}$ から一括固定移転による所得効果を除いた異時点間代替効果として、次の compensated interest derivative : $\left(\frac{\partial C_1}{\partial r} \right)_U$ を定義する⁴。

$$\left(\frac{\partial C_1}{\partial r} \right)_U = \frac{\partial C_1}{\partial r} - G \frac{\partial C_1}{\partial a}$$

この定義および上の2つの条件を代入し整理すると、

$$\begin{aligned} & \left(F_K \frac{\partial K}{\partial r} + (1+r) \left(\frac{\partial C_1}{\partial r} \right)_U \right) \left(\frac{\partial K}{\partial G} + 1 + \frac{\partial C_1}{\partial G} \right) - \left(\left(\frac{\partial C_1}{\partial r} \right)_U + \frac{\partial K}{\partial r} \right) F_K \frac{\partial K}{\partial G} \\ & = (1-\tau) F_G \left(F_K \frac{\partial K}{\partial r} + (1+r) \left(\frac{\partial C_1}{\partial r} \right)_U \right) \frac{\partial C_1}{\partial a} + \left(\left(\frac{\partial C_1}{\partial r} \right)_U + \frac{\partial K}{\partial r} \right) F_G \end{aligned}$$

$\frac{\partial C_1}{\partial G} = (1-\tau) F_G \frac{\partial C_1}{\partial a}$ を代入し、 F_G について解くと Burgess 公式が導かれる。

$$F_G^* = \frac{F_K \frac{\partial K}{\partial r} + (1+r) \left(\frac{\partial C_1}{\partial r} \right)_U + (1+r - F_K) \frac{\partial K}{\partial G} \left(\frac{\partial C_1}{\partial r} \right)_U}{\left(\frac{\partial C_1}{\partial r} \right)_U + \frac{\partial K}{\partial r}}$$

さらに整理すると、

$$F_G^* = \frac{(1+r)\theta_1 + F_K\theta_2}{\theta_1 + \theta_2}$$

ここで、

$$\begin{aligned} \theta_1 &= \left(1 + \frac{\partial K}{\partial G} \right) \left(\frac{\partial C_1}{\partial r} \right)_U = \left(1 - \frac{F_{KG}}{F_{KK}} \right) \left(\frac{\partial C_1}{\partial r} \right)_U \\ \theta_2 &= \frac{\partial K}{\partial r} - \frac{\partial K}{\partial G} \left(\frac{\partial C_1}{\partial r} \right)_U = \frac{1}{(1-\tau)F_{KK}} + \frac{F_{KG}}{F_{KK}} \left(\frac{\partial C_1}{\partial r} \right)_U \end{aligned}$$

⁴ $\frac{\partial C_1}{\partial a} = -\frac{D_1}{D}$ より $\frac{\partial C_1}{\partial r} = \frac{U_2 - D_1 G}{D} = \frac{U_2}{D} + G \frac{\partial C_1}{\partial a}$ と表せて、第1項が代替効果、第2項が所得効果に相当。

である。

この公式によれば、最適な社会資本の限界生産性（粗社会的割引率）は、利子率と民間資本収益率の加重和で表されることが分かる。

Burgess 公式の導出過程では、生産関数の形状について特殊な仮定は置かれていない。民間資本や労働の変化に対して社会資本がどのように反応するかは、生産関数の特定化およびその推定結果を俟つことになる。

第4章 データセットの作成

本研究では、のちに生産関数を推定する際、社会資本ストックおよび民間資本ストックの都道府県別データが必要となる。しかし現在のところ、これらについて都道府県別で利用しやすい公表データ（直近までのもの）は存在しない。そこで本研究ではそれらを独自に推計した。

なお推計にあたっては吉野・中島・中東 [1999b] を参考とし、さらに若干の修正を加えた¹。

4.1 民間資本ストック

(i) 作成方法 次に示す (ii) の「国全体のストック量」、および同じく (iii) の「都道府県別割合」を年度ごとに乗じる。ただし旧電電公社、旧国鉄、旧専売公社のストック額を加えた（後述）。

(ii) 国全体の民間資本ストック量 『民間企業資本ストック年報』（内閣府）より、「産業別資本ストック（全企業、全産業）」（進捗ベース、年度、実質、1995年価格）の値を用いた。

(iii) 都道府県別割合 『県民経済計算年報』（内閣府）における「産業」分野の「固定資本減耗」について、都道府県・年度ごとに対全国比を算出した。

1979年度以前に関してはこのデータが見当たらなかったため、土居丈朗氏が推計し、自身のwebページ上で公開している固定資本減耗のデータを用いた。本研究では1990年度以降のデータを用いて生産関数の推定を行うので、このことによるデータの連続性の問題は本研究の中においては発生しない。

4.2 社会資本ストック

(i) 作成方法 大まかには、「ベンチマークとなる年度のストック額」(ii) に「行政投資額」(iii) を積み上げることによって推計する。詳細は以下。

(1) 行政投資額から「用地費・補償費」(iv) を控除する。

(2) これを、『県民経済計算年報』（内閣府）の「公的総固定資本形成」の（名目値/実質値）により作成したデフレーターで除することで実質化する。

実質値のデータは、1964～74年度については1980年価格基準、1975～89年度については1990年価格基準、1990～2003年度については1995年価格基準となっている。

そこで、1985年度における1980年価格基準と1990年価格基準の公的総固定資本形成（実質値）の比率を用いて1980年価格基準と1990年価格基準の実質値データを接続し、また1990年度における1990年価格基準と1995年価格基準の公的総資本形成（実質値）の比率を用い

¹吉野・中島・中東 [1999b] では分野別の社会資本ストック額を推計しているが、本研究では全分野を合わせたストック額を推計した。

て1990年価格基準と1995年価格基準の実質値データを接続した。このようにして全ての年度の公的総固定資本形成の実質値を1995年価格基準に換算した。

なお都道府県によっては1990年価格基準の実質データが存在しない年度もあるが、これについては1980年価格基準のデータを入力した後、上述の方法で90年価格基準に換算することで解決した。

(3) (2)の値から、耐用年数(v)が到達したストック額を引く。また、昭和28年度からしか原データが存在しないため、それ以前は戦争で全て滅失したと仮定する。

(4) 以上から算出された単年度ごとのフロー額をベンチマークに積み上げていく。ただし旧電電公社、旧国鉄、旧専売公社のフロー額を除いた(後述)。

(ii) ベンチマーク(1963年) 『経済審議会地域部会報告検討資料集』(経済企画庁総合計画局)における「資本ストック推計資料」より、1963年度の「社会資本ストック(政府)」の値をベンチマークとして用いた。

このデータは1963年価格基準であるので、『長期遡及推計 県民経済計算報告』(経済企画庁)の「公的総固定資本形成」の1963年度における(名目値/実質値)で除することによって80年価格基準に換算した後、既述の方法で1995年価格基準に換算した。

(iii) 行政投資額 『行政投資実績(現:行政投資)』(自治大臣官房地域政策室)より、「都道府県別行政投資額」の値を用いた。

(iv) 用地費・補償費 『建設業務統計年報』(建設省建設経済局)および『用地費及び補償費実績調査結果表 昭和45年度』(建設省計画局)より、都道府県別の「事業費」および「用地費・補償費」の値を用いた。

事業費に対する用地費・補償費の比率を算出し、それを1から引くことで行政投資に占める「用地費・補償費以外の割合」が導出される。この割合を行政投資額に乗じることで用地費・補償費を控除した。

データ制約のため、値の入力年度は1970、87、92、94、97、2000年度のみで、これ以外の年度についてはその前後に入力された年度の間を直線推計している。ただし1964~69年度、2001~03年度については、それぞれ1970年度と2000年度のデータをそのまま当てはめている。

(v) 耐用年数 『日本の社会資本—世代を超えるストック—』(内閣府政策統括官[2002])より、「公的社会資本の平均耐用年数」の値を用いた。

同書では、19部門の平均耐用年数で1955、60、65、70、75、80、85、90、95年度の各ストック額を除いて、各部門のストック額で加重平均したものを各年度の平均耐用年数とし、これらの単純平均を全体の耐用年数としている。

以上のようにして計算された1984年度以前の社会資本ストックの平均耐用年数は31年であり、本稿ではこの値を採用した。

4.3 国鉄、電電公社、専売公社の取り扱い

旧3公社については、民営化前については社会資本ストックから差し引き、民間資本ストックに加算する。

(i) データの状況 『行政投資実績』には、

- 1974 年度：日本専売公社・日本電信電話公社
- 1975～1984 年度：国鉄・日本専売公社・日本電信電話公社
- 1985～1986 年度：国鉄

が含まれている。単純に行政投資により推計すると、これらの期間において行政投資額が過大になる。一方、民間企業資本ストックには、これらのデータが民営化後にしか算入されておらず、その期間におけるストック額が過小になる。

したがって民営化前については旧三公社分を社会資本ストックから差し引いた上で民間資本ストックに加算する必要があり、以下の方法により補正を行った。

(ii) 補正の方法

(1) 行政投資からの控除

旧3公社の1979年度からのデータは、まず『行政投資実績』の昭和62年版(10ページ、第1表)を元に(専売・電電公社を含んだ行政投資額 - 専売・電電公社を除いた行政投資額)を求める。

これに『日本の社会資本』における国鉄および電電公社の「新設改良費」を加えることで各年度の「全国合計投資額」を算出した。

さらに、この全国合計投資額を『県民経済計算年報』における運輸・通信業の県内総生産額の実質値の対全国比を用いて各年度で各県に按分した上で、行政投資額から控除した。

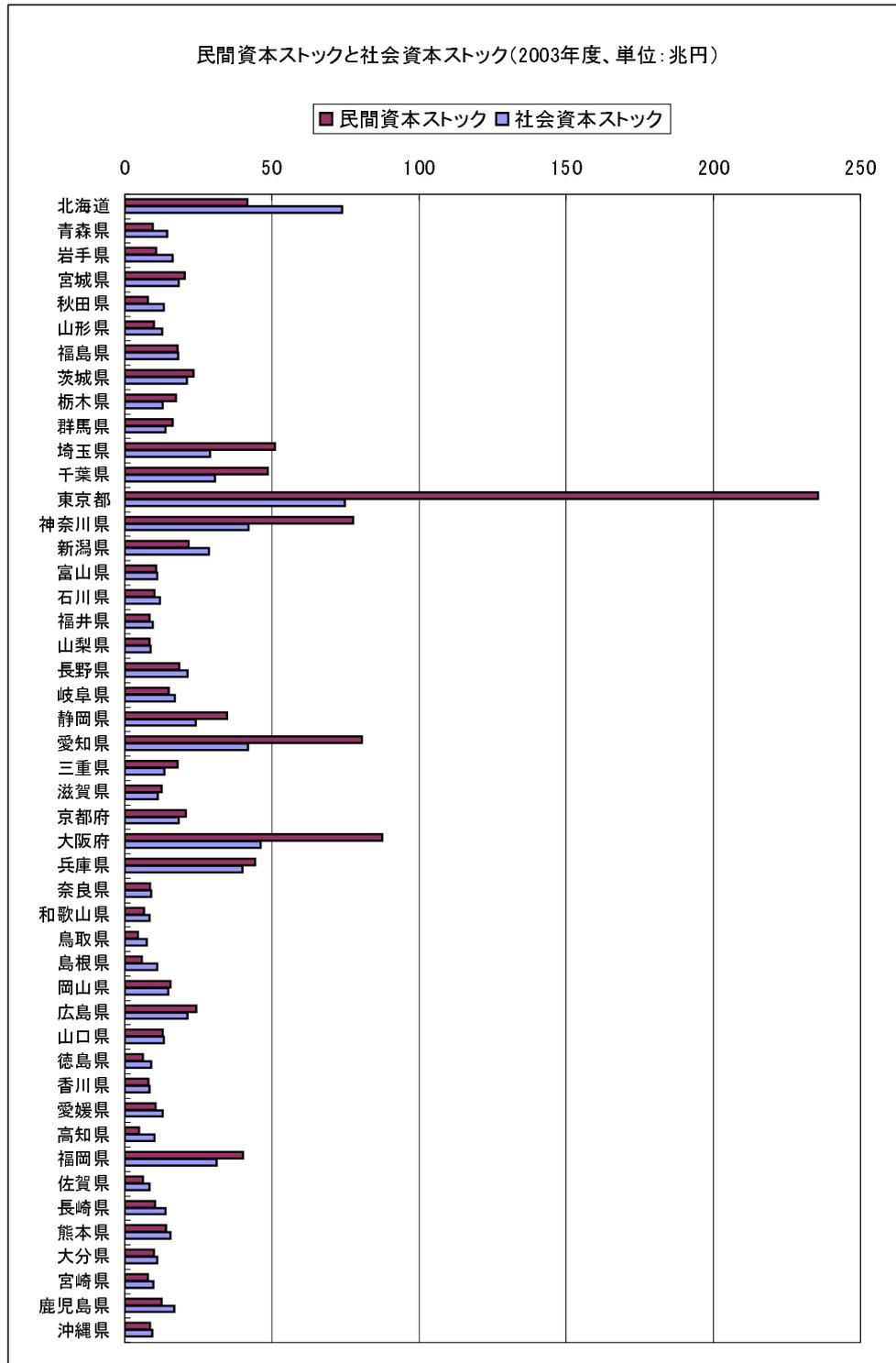
(2) 民間資本ストックへの加算

民営化までの旧3公社の投資額は(1)と同様に算出し、社会資本ストック推計の際に用いたデフレーターにより除した上で民間資本ストックへ加算した。

4.4 データの俯瞰

4.4.1 レベルで見た資本ストック

推計された結果を端的に読み取ってみる。以下は2003年時点の数値である。



まず目を引くのは、民間資本ストックの東京都への極度の集中である。2番目に多い大阪府に対してすら3倍近い開きがある。最も民間資本が少ないのは鳥取県であるが、東京都の民間資本は鳥取県の50倍超に達する。

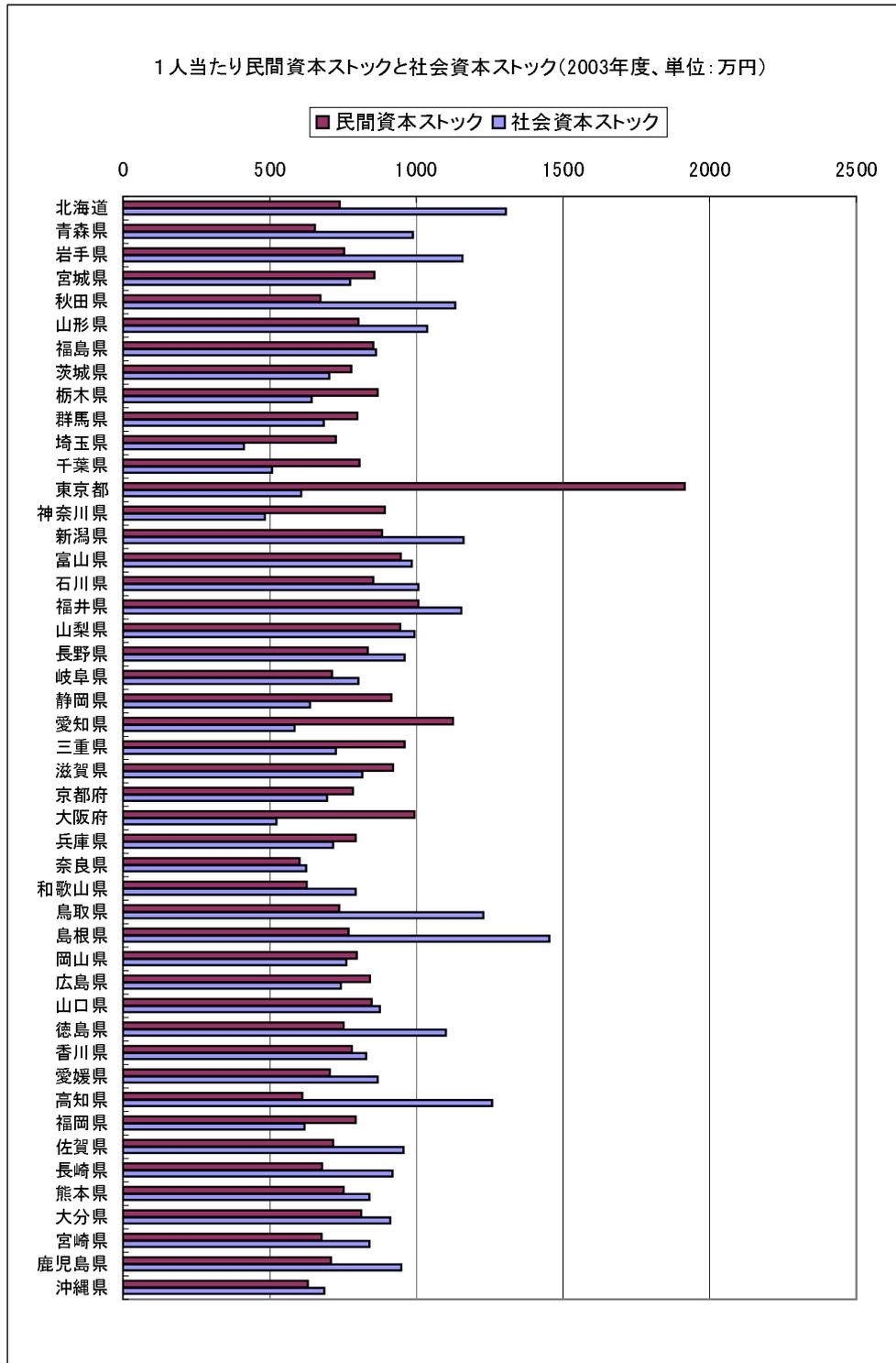
やはり大都市に多くの民間資本ストックが蓄積されており、この傾向は社会資本でも同様であるが、社会資本の場合には北海道なども第2番目という高い水準に入っており、社会資本の方が民間資本より多いという地域も少なくない。

一般的に言えることは、民間資本・社会資本ともに総額で見ると都道府県ごとに圧倒的に大きな差異が存在しているということである。東京都の民間資本は言うまでもなく、社会資本に関しても東京都と北海道に突出したストック額が蓄積されており、3位の大阪府に対して約1.6倍、最も少ない鳥取県との差は約10倍である。

なお、民間資本ストックの標準偏差は36.73兆円、社会資本ストックの標準偏差は15.01兆円となっている。

4.4.2 1人あたり資本ストック

しかしながら、資本ストックを県別総人口で除して1人あたり資本ストックに直せば、外観はかなり変わってくる。



明らかに全体の偏差が縮小したことが分かる。民間資本は東京都と大阪府の差は2倍もないし、最も少ない奈良県との開きは3倍を少し超える程度である。

社会資本については、北海道が2位なのは同じであるが、驚くべきことに島根県が全国最大の1人あたり社会資本ストックを有していることが分かり、総額では最下位であった鳥取県も高順位に

浮上してきている。他方、総じて大都市といわれる地域の順位は低下、東京の1人あたり社会資本ストックはむしろ少ない方である。

標準偏差は1人あたり社会資本ストックで195万円、1人あたり社会資本ストックで231万円となっている。

なお、煩雑さを避けるためグラフは載せないが補足として『日本の社会資本』掲載のデータから上述の観察を行ってみると、北海道の（総額で見た）社会資本ストックを押し上げている要因は農業部門の存在であるが、道路部門の大きさも全国でトップであり、実にこの2部門のみで愛知県や兵庫県の15部門合計²に肉薄している。他方、東京都では農業部門の貢献はほとんどなく、他部門の総合的な高さによって抜きん出た量の社会資本ストックを誇っているといえる。

1人あたり社会資本ストックに順位逆転現象が見られる要因としては、やはり道路部門と農業部門の伸びが相当に影響しているようである。地方においては、人口1人あたりにつき大都市圏よりも多くの道路や農地が提供されているのである。ちなみに個別にデータを見ると、下水道部門などに関しては都市部における1人あたりの額が大きい。

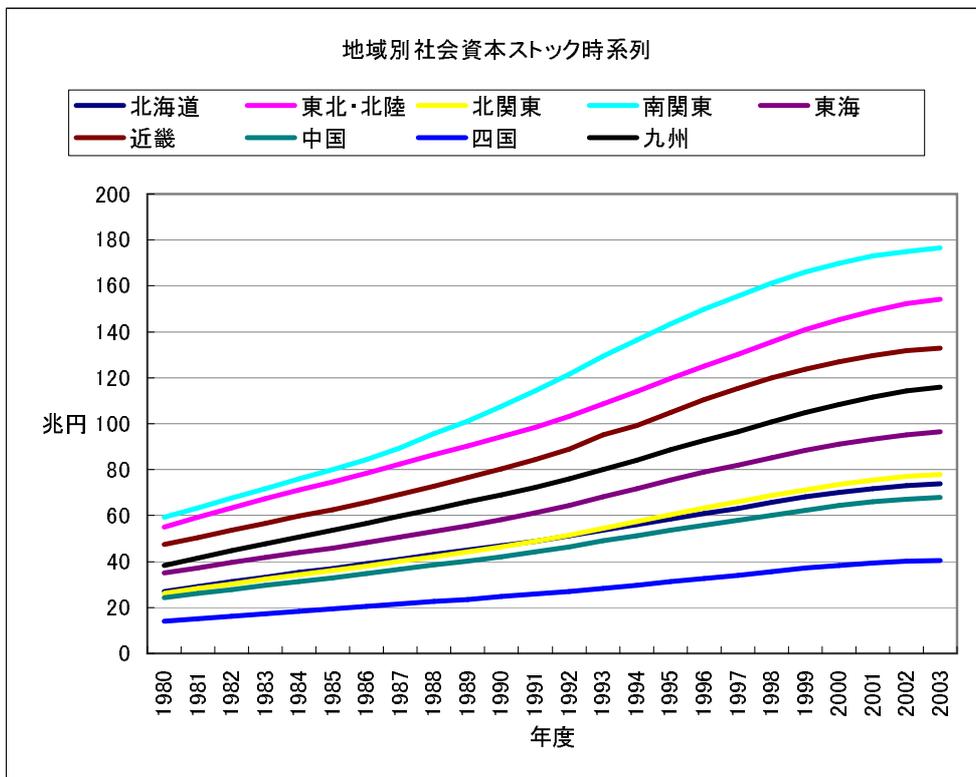
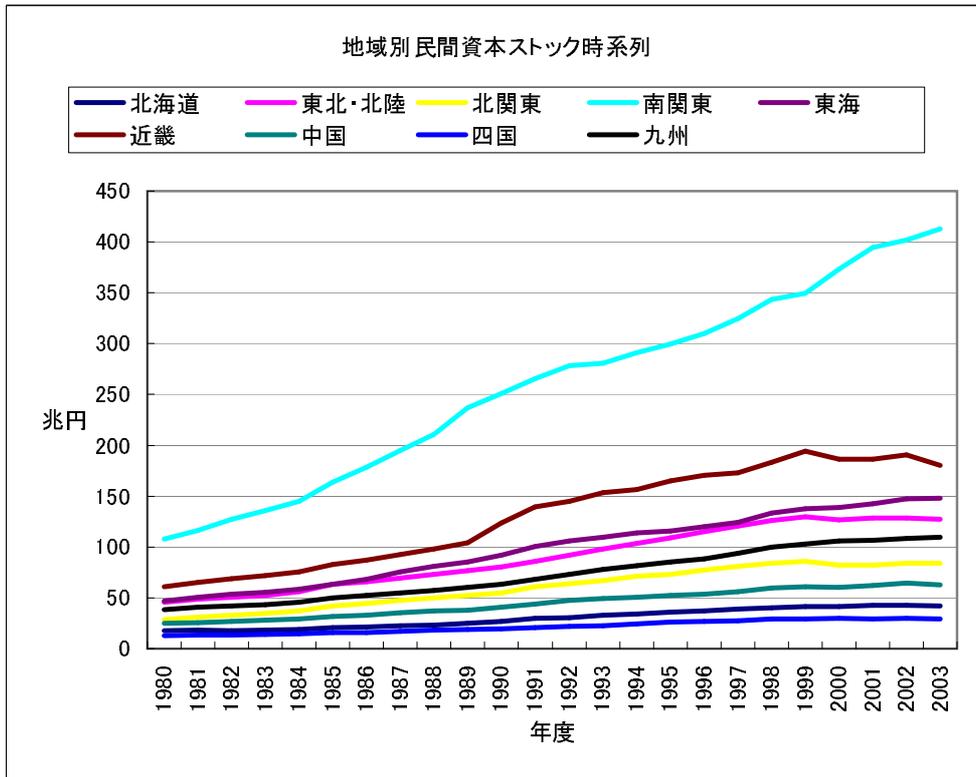
4.4.3 地域別社会資本ストックの時系列

ここで、全国の都道府県を以下の9地域に分類した。

- 北海道：北海道
- 東北・北陸：青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島、新潟、富山、石川、福井
- 北関東：茨城、栃木、群馬、山梨、長野
- 南関東：埼玉、千葉、東京、神奈川
- 東海：岐阜、静岡、愛知、三重
- 近畿：滋賀、京都、大阪、兵庫、奈良、和歌山
- 中国：鳥取、島根、岡山、広島、山口
- 四国：徳島、香川、愛媛、高知
- 九州：福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島、沖縄

これら9地域の民間資本ストックおよび社会資本ストック（総額）が、時系列でどのように推移したかを見る。

²道路、港湾、航空、公共賃貸住宅、下水道、廃棄物処理、水道、都市公園、文教、治山、治水、海岸、農業、漁業、工業用水道の15部門。



やはり東京・神奈川を含む南関東が、民間資本においても社会資本においても一貫して最大であり、社会資本の場合には次に東北・北陸が続く。北海道と九州は概ね似た動きを示しており、中国

および四国の社会資本ストックは北海道 1 道にも及んでいないことが分かる。四国は民間資本ストックに関しても全地域ブロック中、最も少ない。

地域によって差があるが、概ね 1980 年代後半から 90 年代初頭にかけて、トレンドに屈折が起こっているように見受けられる。

第5章 生産関数の推定

5.1 推定式

Burgess の公式を利用するため、推定式は 2 次の項を含む必要がある。よって本研究では以下の Translog 型生産関数を利用する。Translog 形式は一般的な関数型 $\ln Y_{it} = f(\ln K_{it}, \ln G_{it}, \ln L_{it})$ を適当な点の近傍で Taylor 展開により 2 次近似すれば得られる。

$$\begin{aligned}\ln Y_{it} = & \alpha_i + \beta_K (\ln K_{it} - \ln \bar{K}) + \beta_G (\ln G_{it} - \ln \bar{G}) + \beta_L (\ln L_{it} - \ln \bar{L}) \\ & + \frac{1}{2} \left[\gamma_{KK} (\ln K_{it} - \ln \bar{K})^2 + \gamma_{GG} (\ln G_{it} - \ln \bar{G})^2 + \gamma_{LL} (\ln L_{it} - \ln \bar{L})^2 \right] \\ & + \gamma_{KG} (\ln K_{it} - \ln \bar{K}) (\ln G_{it} - \ln \bar{G}) \\ & + \gamma_{GL} (\ln G_{it} - \ln \bar{G}) (\ln L_{it} - \ln \bar{L}) \\ & + \gamma_{KL} (\ln K_{it} - \ln \bar{K}) (\ln L_{it} - \ln \bar{L})\end{aligned}$$

ここで、

- 実質県内総生産 Y : 名目県内総生産を県内総支出デフレーターで実質化。『県民経済計算』(内閣府)より。
- 実質民間資本ストック K : 本研究推計値より。
- 実質社会資本ストック G : 本研究推計値より。
- 県内就業者数 L : 『県民経済計算』(内閣府)より。

下付文字の i は都道府県インデックス、 t は年度インデックスを表す。サンプリング範囲は横断面方向として 47 都道府県、時系列方向として 1990 - 2003 年度の標本空間を取る。

α については時間のインデックスはついていない。また \bar{K} 、 \bar{G} 、 \bar{L} は標本期間内の全都道府県平均であり、すなわち $N = 47$ (都道府県)、 $T = 14$ (年度数) とすると、

$$\bar{Z} = \frac{1}{NT} \sum_i \sum_t Z_{it} \quad (Z = K, G, L)$$

となっている。以下これらは定数として扱う。

上の推定式においては、平均を取ったあとで対数化していることに留意。すなわち、変数の平均からの乖離そのものを表しているわけではない。この定式化は土居 [1998] やその他の先行研究にならったものである¹。

¹ 上のように、平均を取ったのち対数化してそこからの乖離を見るか、対数化したのち平均を取ってそこからの乖離を見るかでは、Taylor 展開の性質上、数学的に本質的な差はない。経済学的な解釈がしやすいのは後者ではあるが、実際には微係数は 1 次の項を除いて変化しない (1 次の項には若干の差異が出る)。

ところで、生産要素 $Z (= K, G, L)$ に対し上の生産関数の限界生産力 $\frac{dY_{it}}{dZ_{it}}$ は次のように計算される。 $\frac{d \ln y}{dz} = \frac{1}{y} \frac{dy}{dz}$ であることから、生産関数 $\ln Y_{it} = f(\cdot)$ の限界生産力は $Y_{it} \frac{df(\cdot)}{dZ_{it}}$ となるので、

$$\begin{aligned} F_K &= \frac{Y_{it}}{K_{it}} [\beta_K + \gamma_{KK} (\ln K_{it} - \ln \bar{K}) + \gamma_{KG} (\ln G_{it} - \ln \bar{G}) + \gamma_{KL} (\ln L_{it} - \ln \bar{L})] \\ F_G &= \frac{Y_{it}}{G_{it}} [\beta_G + \gamma_{GG} (\ln G_{it} - \ln \bar{G}) + \gamma_{KG} (\ln K_{it} - \ln \bar{K}) + \gamma_{GL} (\ln L_{it} - \ln \bar{L})] \\ F_L &= \frac{Y_{it}}{L_{it}} [\beta_L + \gamma_{LL} (\ln L_{it} - \ln \bar{L}) + \gamma_{GL} (\ln G_{it} - \ln \bar{G}) + \gamma_{KL} (\ln K_{it} - \ln \bar{K})] \end{aligned}$$

ここで、 $F_Z : Z (= K, G, L)$ の限界生産力である。

一方、弾力性については簡単に、

$$\begin{aligned} e_K &= \frac{d \ln Y_{it}}{d \ln K_{it}} = F_K \frac{K_{it}}{Y_{it}} \\ e_G &= \frac{d \ln Y_{it}}{d \ln G_{it}} = F_G \frac{G_{it}}{Y_{it}} \\ e_L &= \frac{d \ln Y_{it}}{d \ln L_{it}} = F_L \frac{L_{it}}{Y_{it}} \end{aligned}$$

として計算できる。ここで、 $e_Z : Y$ の $Z (= K, G, L)$ に対する弾力性である。

5.2 推定方法

推定方法は以下のように考える。まず生産技術に関しては都道府県ごとの unobservable heterogeneity が存在するものとし、それを上の生産関数における α_i とする。また同時性の問題を考慮するため、操作変数として説明変数の 1 期前ラグ (合計 9 個) を用いる。

unobservable heterogeneity の確率的性質については、unobservable heterogeneity が説明変数と相関している場合の fixed effect (within) モデルと、無相関の場合の random effect (GLS) モデルの場合の 2 通りを想定する。それぞれのモデルで推定を行って、どちらの特定化が正しいかは双方の推定値を用いた Hausman's test により決定する。

なお、今回の推定では生産関数に 1 次同次の制約は置いていないし、また生産者均衡が存在するための条件も課してはいない。

その理由は、これらの制約を課して推定を行うためには要素価値シェアの変数を新たに追加して推定を行う必要があるが、本研究では資本ストックのデータセットを独自の推計によって用意しているため、例えば SNA 体系の要素報酬などを用いた場合には各々のデータ間に整合性が失われると考えたためである。

本研究では外挿の際、1 次同次生産関数を与えられた下での成長論の帰結を援用している。この点、生産関数の推定方法との間にはやや不突合を生じるがに、その場合はひとまず民間資本の成長を外生的に与えられたものと考えることで了解されたい。

5.3 推定結果

まず Hausman 統計量 H を計算すると、

$$H = 157.04$$

と高い値が算出された。 $H \sim \chi^2(M)$ なので、その p 値は 0.0000 となる。したがって自由度 9 の χ^2 検定の結果、unobserved heterogeneity が説明変数と無相関であるとの帰無仮説は強く棄却される。

これは、都道府県ごとの地域特殊性（文化・慣例や気候風土など、時間を通じてあまり変化せず、生産に影響を与える要素）が、そこで投下される生産要素との間に相関関係を有しているとの結論を示しており、一般的な直観に沿ったものであると思われる。

そこで以下、fixed effect モデルによる推定結果を示すと、

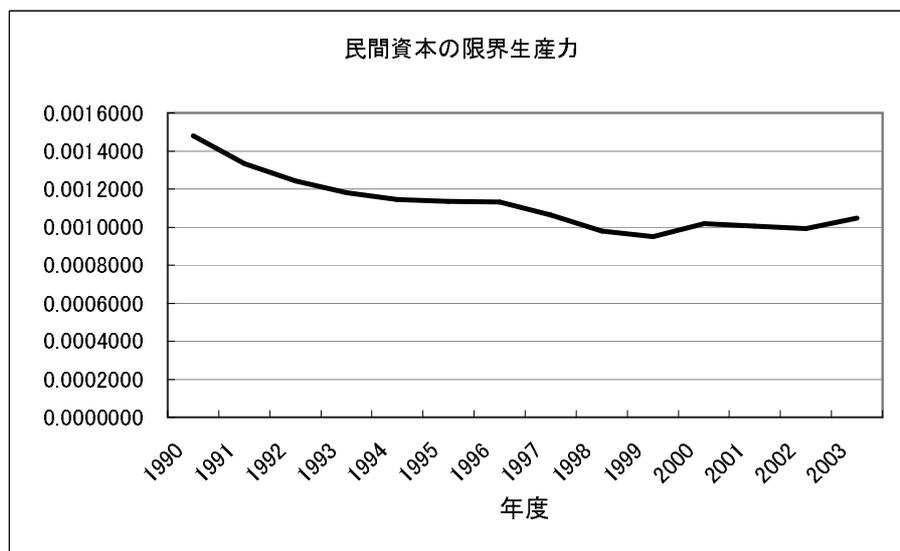
	Coef.	Std. Err.	z-value	P-value	[95 % Conf. Interval]		
β_K	0.166	0.029	5.660	0.000	0.109	0.224	***
β_G	0.066	0.024	2.780	0.005	0.020	0.113	***
β_L	0.200	0.066	3.050	0.002	0.072	0.329	***
γ_{KK}	-0.361	0.081	-2.220	0.026	-0.340	-0.021	**
γ_{GG}	-0.301	0.068	-2.220	0.026	-0.283	-0.018	**
γ_{LL}	-0.112	0.055	-1.020	0.308	-0.163	0.052	
γ_{KG}	0.328	0.144	2.270	0.023	0.045	0.610	**
γ_{GL}	-0.165	0.078	-2.110	0.035	-0.318	-0.012	**
γ_{KL}	0.137	0.098	1.400	0.162	-0.055	0.330	

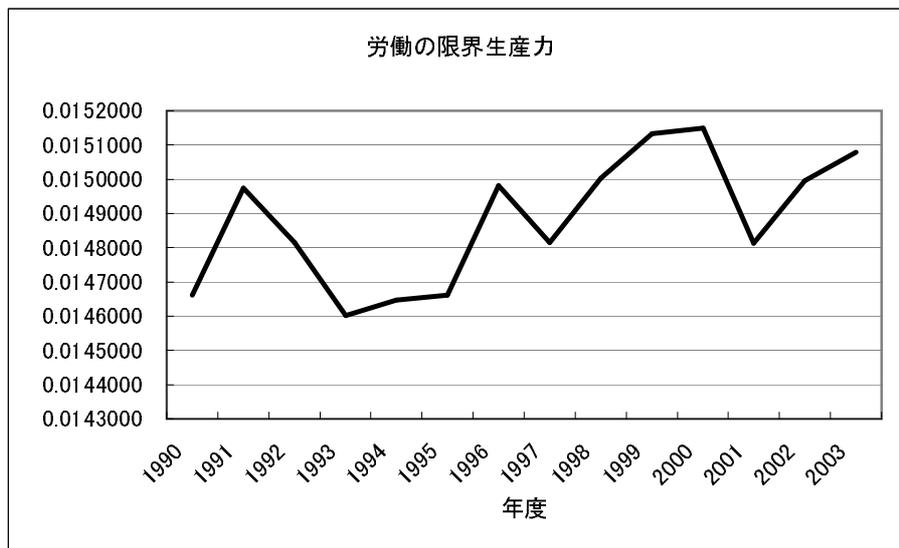
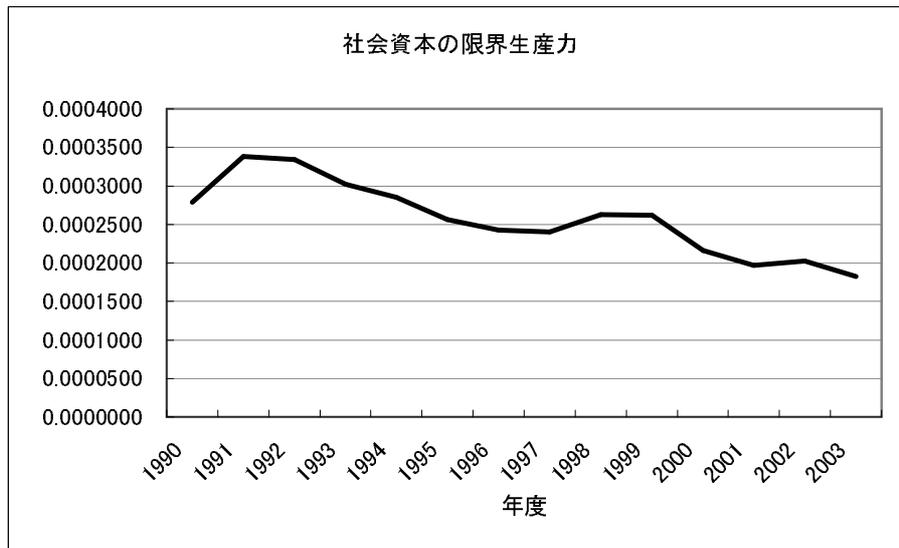
***は 1 %、**は 5 %、*は 10 %の有意水準でそれぞれ有意となっていることを示す。

定数項の報告は省略。

当てはまりを見ると、まず γ_{LL} と γ_{KL} が有意ではないが、それ以外は全て有意水準 5 % 以下で有意である。Translog 型の生産関数としては、諸先行研究に比べてもフィットはよい方である。

次に限界生産力を計算する。以下は全国の限界生産力を年度ごとに平均した値の時系列である。





いずれも正值を取って推移しており、また大まかではあるが各生産要素の増大に対し逡減する傾向を持っていることも確かめられる。

ただし2点、注意すべき問題がある。

- 各生産要素の限界生産力の水準はいずれもかなり低い。特に社会資本においてそれが顕著である。
- 全国平均で見ると限界生産力は常にプラスであるが、各都道府県ごとに見た場合にはマイナスとなっているケースが存在する。労働の場合は北海道一道、社会資本の場合は北海道を始め主に東北や九州などで複数県の限界生産力がマイナスとなっている。

最後にクロス項の係数を見ると、 γ_{KG} がプラスであることから、民間資本と社会資本は補完関係にあることが分かる。すなわち、それぞれの資本の増大は他方の資本の生産力を高める。

また γ_{GL} がマイナスであることから、社会資本と労働は代替関係にある。すなわち、社会資本の増大は労働の生産力を低下させ、逆に労働の増大は社会資本の生産力を低下させる。

民間資本と労働は補完関係にある可能性が窺えるが、その関係は有意には検出されていない。
のちに見るように、こうした生産要素間の補完・代替関係は、最適社会資本規模を決定する上で非常に重要な役割を占めている。

第6章 最適社会資本規模：1990～2003年度

6.1 最適社会資本規模を求める公式

Burgess 公式を再掲すると、

$$F_G^* = \frac{(1+r)\theta_1 + F_K\theta_2}{\theta_1 + \theta_2}$$

である。これを G について解けばよい。

まずは、計算上の必要から限界生産力 F_K および F_G を点 $(\bar{K}, \bar{G}, \bar{L})$ 近傍で Taylor 展開により 1 次近似する¹。

$$F_K = \frac{Y_{it}}{\bar{K}} \left(\beta_K + \frac{\gamma_{KK} - \beta_K}{\bar{K}} k_{it} + \frac{\gamma_{KG}}{\bar{G}} g_{it} + \frac{\gamma_{KL}}{\bar{L}} l_{it} \right)$$

$$F_G = \frac{Y_{it}}{\bar{K}} \left(\beta_G + \frac{\gamma_{KG}}{\bar{K}} k_{it} + \frac{\gamma_{GG} - \beta_G}{\bar{G}} g_{it} + \frac{\gamma_{GL}}{\bar{L}} l_{it} \right)$$

ここで、

$$k_{it} = K_{it} - \bar{K}$$

$$g_{it} = G_{it} - \bar{G}$$

$$l_{it} = L_{it} - \bar{L}$$

さらに、最適化の 1 階条件 (の内の 1 つ) は、

$$(1 - \tau) F_K + \tau \mu_K = 1 + r$$

以上を Burgess 公式に代入して G について解くと、

$$G_{it}^* = \frac{\bar{G} \left(\lambda \beta_K - \beta_G + \frac{\lambda(\gamma_{KK} - \beta_K) - \gamma_{KG}}{\bar{K}} k_{it} + \frac{\lambda \gamma_{KL} - \gamma_{GL}}{\bar{L}} l_{it} + (1 - \lambda) \frac{\bar{K}}{Y_{it}} \mu_K \right)}{\gamma_{GG} - \beta_G - \lambda \gamma_{KG}} + \bar{G}$$

ここで、

$$\lambda = 1 - \tau \frac{\theta_1}{\theta_1 + \theta_2} = 1 - \tau \frac{\left(1 - \frac{F_{KG}}{F_{KK}}\right) \left(\frac{\partial C_1}{\partial r}\right)_U}{\left(\frac{\partial C_1}{\partial r}\right)_U + \frac{1}{(1-\tau)F_{KK}}}$$

¹本文中における Taylor 展開は、正確には $\frac{F_K}{Y_{it}}$ および $\frac{F_G}{Y_{it}}$ を Taylor 展開した結果である。 F_K 、 F_G をそのまま Taylor 展開すると右辺の Y_{it} には生産関数が代入されるため、

$$F_K = \frac{e^{\alpha_i}}{\bar{K}} \left(\beta_K + \frac{\beta_K^2 + \gamma_{KK} - \beta_K}{\bar{K}} k_{it} + \frac{\beta_K \beta_G + \gamma_{KG}}{\bar{G}} g_{it} + \frac{\beta_K \beta_L + \gamma_{KL}}{\bar{L}} l_{it} \right)$$

$$F_G = \frac{e^{\alpha_i}}{\bar{G}} \left(\beta_G + \frac{\beta_K \beta_G + \gamma_{KG}}{\bar{K}} k_{it} + \frac{\beta_G^2 + \gamma_{GG} - \beta_G}{\bar{G}} g_{it} + \frac{\beta_G \beta_L + \gamma_{GL}}{\bar{L}} l_{it} \right)$$

となる。しかしここで右辺に含まれる unobserved heterogeneity : α_i は fixed effect モデルによる推定では識別することができないため、本文中のような展開を行った。

F_K の 2 次導関数は、

$$F_{KKK} = Y_{it} \frac{\gamma_{KKK} - \beta_K}{\bar{K}^2}$$

$$F_{KKG} = Y_{it} \frac{\gamma_{KKG}}{\bar{K}\bar{G}}$$

であるから、

$$\lambda = 1 - \tau \frac{\left(1 - \frac{\bar{K}}{\bar{G}} \frac{\gamma_{KKG}}{\gamma_{KKK} - \beta_K}\right) \left(\frac{\partial C_1}{\partial r}\right)_U}{\left(\frac{\partial C_1}{\partial r}\right)_U + \frac{\bar{K}^2}{(1-\tau)(\gamma_{KKK} - \beta_K)Y_{it}}}$$

残る外生パラメータとして τ 、 μ_K 、 $\left(\frac{\partial C_1}{\partial r}\right)_U$ を決定してやれば、最適社会資本規模 G^* の水準が計算できることになる。

6.2 パラメータの作成

6.2.1 法人税率： τ

法人税率は、

$$\tau = \frac{\text{法人税額} + \text{法人住民税額} + \text{法人事業税額}}{\text{所得金額} + \text{前年度法人事業税額}}$$

により計算した。データの出所は次のようになる。

- 『国税庁統計年報書』（国税庁）の現事務年度区分：
法人税額、所得金額（法定事業年度分所得+清算確定分所得）
- 『地方財政白書』（総務省）：
道府県民税の法人分、事業税の法人分、市町村民税の法人均等割および法人税割

年度	法人税率
1990	0.487
1991	0.458
1992	0.445
1993	0.460
1994	0.475
1995	0.491
1996	0.499
1997	0.491
1998	0.481
1999	0.449
2000	0.412
2001	0.406
2002	0.403
2003	0.416
2004	0.403
平均	0.452

6.2.2 民間資本の固定資本減耗率： μ_K

『国民経済計算年報』（内閣府）の民間固定資本減耗および民間総固定資本形成デフレータ、『民間企業資本ストック年報』（内閣府）の実質民間資本ストックを用いて、

$$\mu_K = \frac{\text{民間固定資本減耗}}{\text{民間総固定資本形成デフレータ} \times \text{実質民間資本ストック}}$$

として計算した。

年度	民間資本減耗率
1990	0.082
1991	0.082
1992	0.082
1993	0.081
1994	0.080
1995	0.080
1996	0.082
1997	0.080
1998	0.079
1999	0.078
2000	0.078
2001	0.078
2002	0.077
2003	0.084
平均	0.080

6.2.3 社会資本の固定資本減耗率： μ_G

A ：社会資本の初期価値、 n ：社会資本のデューレーションとする。定額償却を考えると、初期から m 年後の社会資本の価値は $(1 - \tau)^m A$ で表されるから、デューレーション経過後のスクラップ価値を初期価値の a % とすると、

$$(1 - \mu_G)^n A = \frac{a}{100} A$$

μ_G について解くと、

$$\mu_G = 1 - \left(\frac{a}{100}\right)^{\frac{1}{n}}$$

本研究では、社会資本のデータセットを作成する上で耐用年数を 31 年と設定している。したがってスクラップ価値を 10 % とすると、

$$\mu_G = 1 - \left(\frac{10}{100}\right)^{\frac{1}{31}} = 0.071585455$$

社会資本の固定資本減耗率は民間資本のそれに比べ低いと考えられるので、上の数値は概ね妥当であろう。

6.2.4 Compensated interest derivative : $(\frac{\partial C_1}{\partial r})_U$

$(\frac{\partial C_1}{\partial r})_U$ を直接に求めようとする場合、効用関数の推定にまで踏み込む必要があり大きな困難が発生する。Nemoto et al[1999] では効用関数の推定を避けつつ $(\frac{\partial C_1}{\partial r})_U$ の取る範囲を推定することが試みられているが、本稿ではさらに簡便に Nemoto et al[1999] で得られた推定成果を利用する。

上の研究によれば、 $\frac{\theta_1}{\theta_1 + \theta_2}$ の推定値は 1.23 から 3.21 の間で計算されている。これを元に、法人税率のパラメータと併せて λ の上限と下限それぞれの系列を作成。その上で、この上限値と下限値の概ね中央付近を通るような λ の系列を、 $(\frac{\partial C_1}{\partial r})_U$ を色々に動かすことで探した。その結果、 $(\frac{\partial C_1}{\partial r})_U = -100$ と設定された。

6.3 結果

計算結果を以下に示す。

	年度	1991	1994	1997	2000	2003	
北海道		14,078,526	17,949,043	22,506,797	25,411,495	25,950,337	
	+++	46,959,178	55,975,345	63,088,772	70,102,826	73,898,321	+++
青森県		3,053,710	4,469,197	5,500,754	6,299,303	6,119,915	
	+++	8,837,149	10,603,021	11,972,899	13,429,468	14,444,074	+++
岩手県		3,233,073	4,548,761	6,090,886	6,870,970	6,996,626	
	+++	9,729,940	11,666,260	13,493,091	15,167,478	16,227,104	+++
宮城県		7,387,866	9,818,182	12,104,114	13,564,287	14,268,356	
	++	11,030,505	13,576,015	15,628,518	17,398,342	18,372,406	++
秋田県		2,857,747	3,764,660	4,873,936	5,127,652	5,344,470	
	+++	8,251,229	9,778,059	11,183,903	12,412,358	13,232,510	+++
山形県		3,228,023	4,252,585	5,400,682	6,538,490	6,980,760	
	+++	7,955,284	9,493,946	10,816,493	12,107,512	12,768,306	+++
福島県		7,217,688	9,381,450	11,598,617	11,706,777	12,434,357	
	+++	10,848,539	13,383,997	15,262,691	17,175,034	18,220,509	++
茨城県		10,255,465	13,641,882	16,094,424	14,578,313	15,465,265	
	++	12,920,233	15,815,809	18,011,770	19,876,676	21,063,323	++
栃木県		7,432,837	8,864,645	10,548,850	11,426,624	12,152,728	
	o.k.	7,730,061	9,508,079	10,896,977	12,218,874	12,937,578	+
群馬県		7,233,730	8,517,529	10,725,813	10,504,024	10,764,999	
	++	8,833,436	10,687,262	12,081,778	13,268,948	13,914,240	++
埼玉県		22,057,088	27,627,780	30,139,749	34,564,520	34,394,822	
	--	15,586,687	20,300,531	23,820,342	27,186,404	28,966,208	-
千葉県		21,448,123	26,884,513	30,125,545	31,317,249	34,532,137	
	-	19,940,722	24,879,793	28,045,076	30,042,001	30,593,447	-
東京都		91,475,894	95,990,701	115,511,345	150,042,848	178,568,822	
	---	45,157,260	57,532,779	65,737,557	71,738,255	74,759,495	---
神奈川県		29,494,659	36,731,163	42,590,963	49,182,949	55,292,928	
	-	26,836,339	33,636,942	37,969,100	40,784,080	42,105,352	--
新潟県		8,182,936	10,780,505	14,621,396	14,907,252	14,807,957	
	+++	17,965,474	21,632,182	24,640,526	27,169,155	28,555,112	+++
富山県		4,683,187	5,960,400	6,879,222	8,410,182	7,919,962	
	++	6,623,232	8,076,606	9,238,680	10,379,317	11,001,643	++
石川県		4,049,058	5,500,906	6,409,812	7,113,184	7,296,766	
	+++	7,180,977	8,691,416	9,850,585	11,126,346	11,896,092	+++
福井県		4,859,899	6,247,933	6,624,335	6,256,264	6,431,923	
	++	5,863,810	7,116,138	8,061,770	8,982,312	9,533,145	++
山梨県		4,032,215	4,796,189	5,897,451	6,607,411	6,458,259	
	++	5,195,547	6,341,614	7,232,054	8,148,260	8,824,535	++
長野県		6,734,758	8,705,497	10,253,953	12,099,102	12,142,535	
	+++	11,709,586	15,011,477	17,770,853	20,007,310	21,249,840	+++
岐阜県		5,274,421	7,495,989	8,687,232	10,445,374	9,704,476	
	+++	9,387,666	11,668,275	13,616,612	15,569,684	16,947,395	+++
静岡県		13,190,003	16,191,823	18,939,070	21,207,857	22,815,649	
	+	15,221,591	18,659,127	20,793,947	22,828,331	24,197,235	+
愛知県		30,384,111	36,328,361	40,734,553	47,497,146	55,709,318	
	-	26,292,940	32,206,581	36,596,285	40,094,030	41,873,145	--
三重県		7,675,390	8,373,876	9,272,307	12,954,001	13,279,631	
	o.k.	7,402,933	9,260,760	10,942,431	12,555,191	13,505,111	o.k.

(百万円)

* 各都道府県につき、上段の網掛け部分が最適社会資本ストック、下段が現実の社会資本ストック
現実といってもあくまで本研究における推計値であることには留意

* “+”は過大、“-”は過小を表し、記号3つで50%超、2つで20%超、1つで5%超の過大・過小を示す
上下5%以内に収まっている場合“o.k.”と表示(左端が1991年時点、右端が2003年時点の判断)

	年度	1991	1994	1997	2000	2003	
滋賀県		5,512,762	7,000,305	8,597,332	9,231,817	9,420,872	
	++	6,665,421	8,211,092	9,416,142	10,468,629	11,148,976	+
京都府		6,797,657	9,034,687	7,573,346	12,414,498	13,985,611	
	+++	10,944,042	13,442,405	15,449,413	17,368,933	18,363,079	++
大阪府		32,349,641	40,732,655	49,085,550	58,986,034	60,974,395	
	o.k.	31,239,207	37,908,216	42,366,801	44,961,799	46,154,838	--
兵庫県		32,233,746	33,609,239	39,836,532	37,618,706	30,032,630	
	--	21,067,253	27,168,956	33,820,464	38,006,966	40,002,934	++
奈良県		3,665,718	4,814,449	5,589,564	6,416,511	6,420,435	
	++	5,294,812	6,480,293	7,438,126	8,383,428	8,959,383	++
和歌山県		3,357,897	4,071,996	4,397,956	4,456,058	4,692,080	
	+++	5,043,705	6,115,133	6,966,255	7,804,803	8,377,045	+++
鳥取県		1,942,308	2,396,179	2,755,022	3,515,416	3,565,023	
	+++	4,380,105	5,320,154	6,113,244	6,963,062	7,508,046	+++
島根県		2,365,658	2,918,030	3,644,589	4,296,345	4,420,807	
	+++	6,351,449	7,678,160	8,744,382	10,085,631	10,951,985	+++
岡山県		6,055,445	7,648,730	8,666,787	9,296,564	10,595,182	
	+++	9,632,913	11,707,711	13,066,966	14,188,708	14,863,100	++
広島県		9,435,164	10,681,197	13,489,056	15,270,488	16,182,942	
	++	13,441,644	16,553,364	18,588,000	20,463,449	21,388,611	++
山口県		5,678,457	7,487,817	8,347,258	8,998,351	9,255,671	
	++	8,366,707	9,970,123	11,307,538	12,616,740	13,229,588	++
徳島県		2,455,107	3,031,611	3,887,324	4,763,519	4,770,439	
	+++	5,503,613	6,566,163	7,561,151	8,582,521	8,998,593	+++
香川県		3,472,953	4,255,690	4,940,251	5,581,490	5,803,676	
	+++	5,732,433	6,644,135	7,362,680	8,115,484	8,456,780	++
愛媛県		3,844,159	5,850,389	6,659,977	7,498,456	7,011,451	
	+++	7,516,962	9,287,959	10,772,172	12,147,040	12,888,455	+++
高知県		2,336,447	2,827,476	3,291,573	3,619,588	3,556,911	
	+++	5,937,394	7,235,060	8,327,455	9,479,388	10,159,635	+++
福岡県		11,681,120	16,580,942	21,050,194	24,656,357	26,722,041	
	+++	20,003,306	23,639,972	26,682,936	29,565,312	31,296,016	+
佐賀県		2,543,099	3,604,262	4,377,352	4,674,112	4,640,192	
	+++	5,006,936	6,189,587	7,077,203	7,872,419	8,341,131	+++
長崎県		3,585,314	4,609,257	5,681,826	6,520,523	6,922,060	
	+++	8,218,733	10,062,014	11,662,773	12,961,581	13,794,564	+++
熊本県		4,798,075	5,116,875	6,775,864	8,452,381	9,421,922	
	+++	9,654,280	11,817,302	13,424,153	14,812,101	15,593,131	+++
大分県		4,081,863	4,882,289	6,025,890	6,881,058	7,279,756	
	+++	6,534,360	8,174,698	9,343,767	10,486,190	11,095,750	+++
宮崎県		2,544,941	3,580,240	3,970,029	4,909,557	5,482,275	
	+++	5,766,596	6,985,392	8,020,172	9,054,833	9,784,236	+++
鹿児島県		4,077,676	5,374,178	6,763,893	9,110,680	8,328,794	
	+++	9,724,863	11,876,595	13,725,979	15,604,421	16,843,702	+++
沖縄県		2,714,282	3,766,354	4,548,101	5,493,043	6,094,834	
	+++	4,479,237	5,484,277	6,650,814	8,021,011	9,259,399	+++
全国		423,565,248	576,698,418	682,087,071	787,294,830	841,412,998	
	++	607,380,578	737,058,699	836,337,983	921,533,749	967,670,031	+

(百万円)

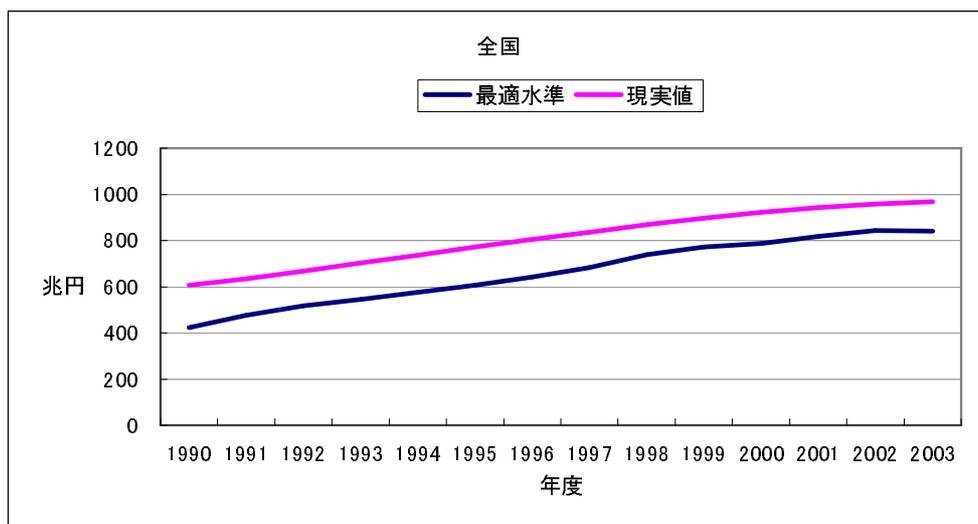
* 各都道府県につき、上段の網掛け部分が最適社会資本ストック、下段が現実の社会資本ストック
現実といってもあくまで本研究における推計値であることには留意

* “+”は過大、“-”は過小を表し、記号3つで50%超、2つで20%超、1つで5%超の過大・過小を示す
上下5%以内に収まっている場合“o.k.”と表示(左端が1991年時点、右端が2003年時点の判断)

この結果を見ると、まず一見して社会資本過剰な都道府県が多いことが見て取れる。過小な地域というのはあまりなく、適正規模（最適水準から上下5%以内）というのはほとんどない。

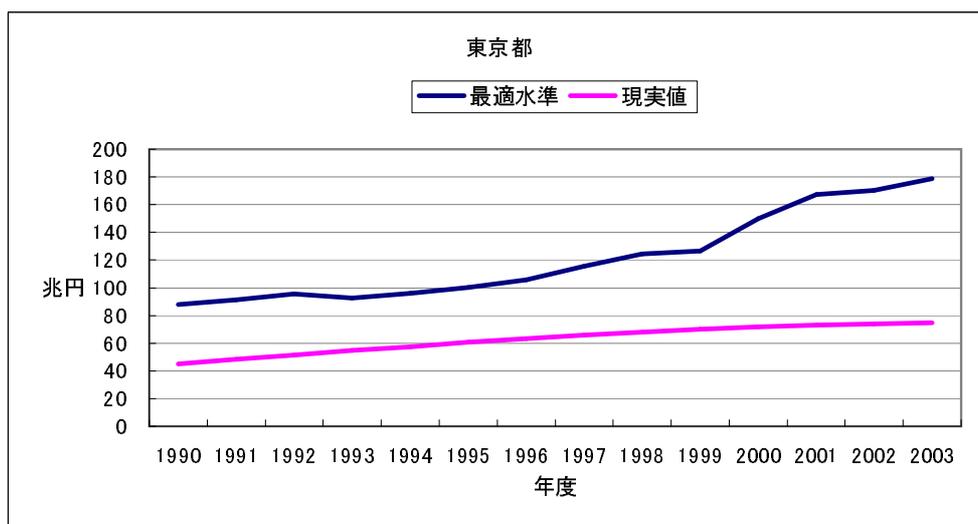
計算結果には誤差が含まれるものであるから、真に適正規模にある都道府県というのがどの程度の数存在しているかについては幅を持って考える必要があるが、いずれにせよ過大地域の多さ、過小地域の少なさは今回の試算の特徴と言える。

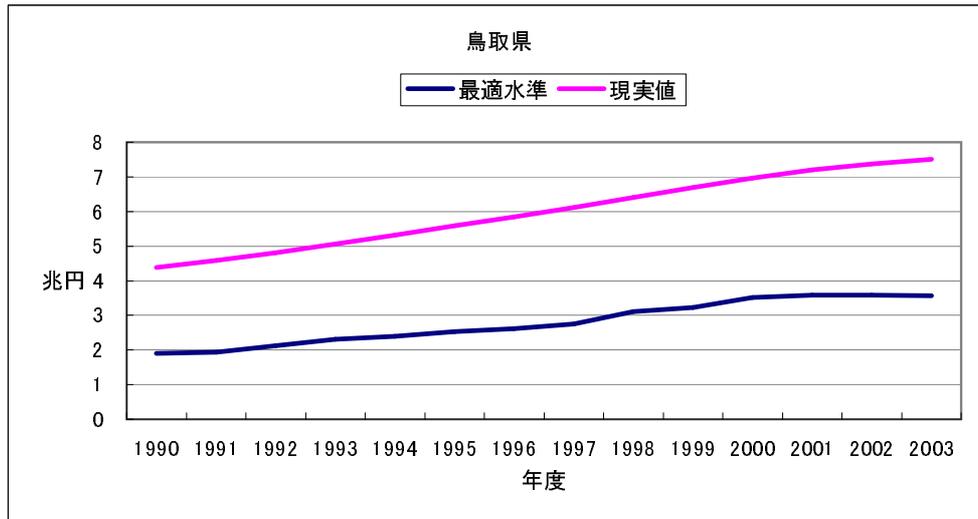
次に、日本全国で見た社会資本の水準について、1990年代以降の社会資本は常に過大となっていたことが分かる。



時と共にごく僅かに乖離幅が縮小してはいるが、ほぼ平行である。ただし、都道府県の中には最適水準から400%以上過大となっている地域もある中、全国合計の社会資本は2003年度時点で115%の過大にとどまり、その点では乖離幅は比較的小さなものとも言えるかも知れない。

都道府県の代表サンプルとして、現実の社会資本ストック水準が高い東京都、および水準の低い鳥取県について見ると、





東京都は一貫して過小、しかも、全都道府県中で最も大幅な乖離（額面としても比率としても）を示している。一方の鳥取県は一貫して過大であり、乖離比率も2003年度時点で211%と高めである。両地域とも、乖離幅は拡大傾向である。

全ての都道府県を分類すると、2003年度時点において、

● 過大：

- 北海道、
- 青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県、新潟県、富山県、石川県、福井県
- 茨城県、栃木県、群馬県、山梨県、長野県
- 岐阜県、静岡県
- 滋賀県、京都府、兵庫県、奈良県、和歌山県
- 鳥取県、島根県、岡山県、広島県、山口県
- 徳島県、香川県、愛媛県、高知県
- 福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県

● 過小：

- 埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県
- 愛知県
- 大阪府

● 適正（最適水準から上下5%以内）：

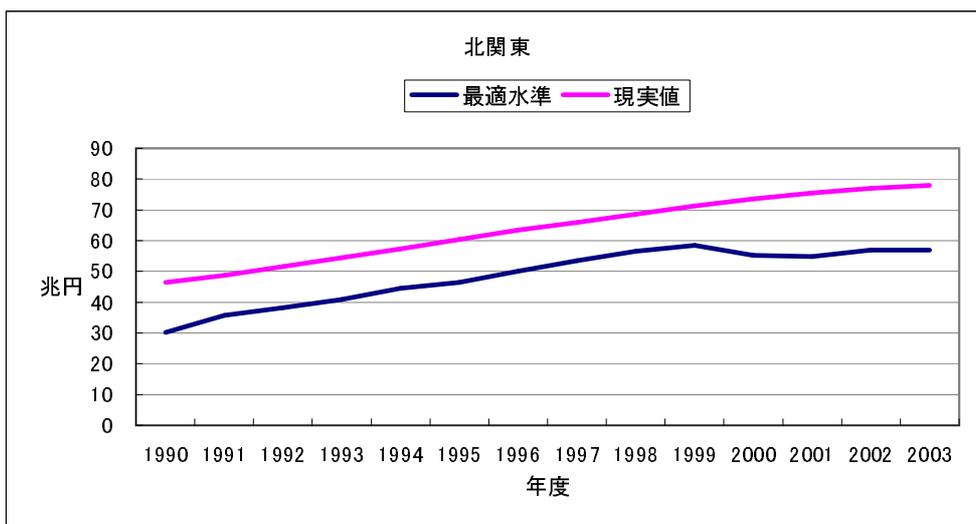
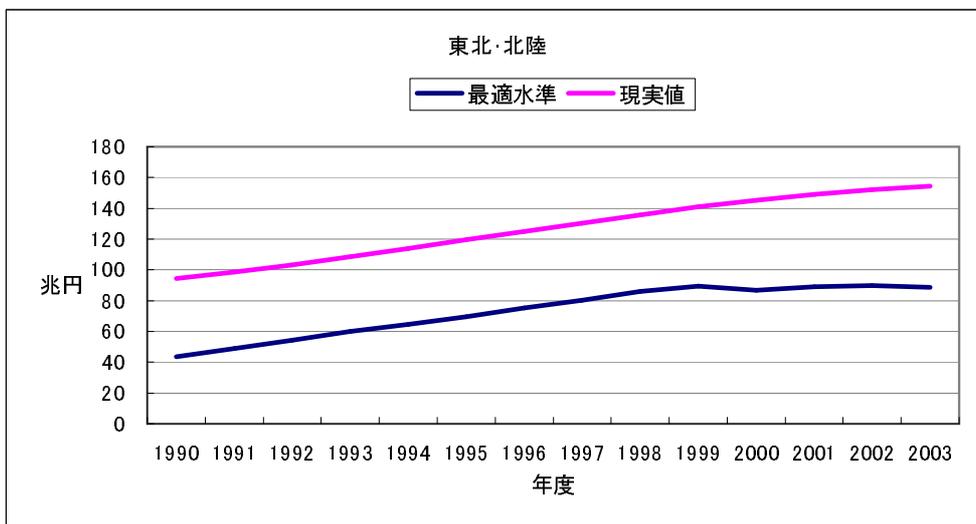
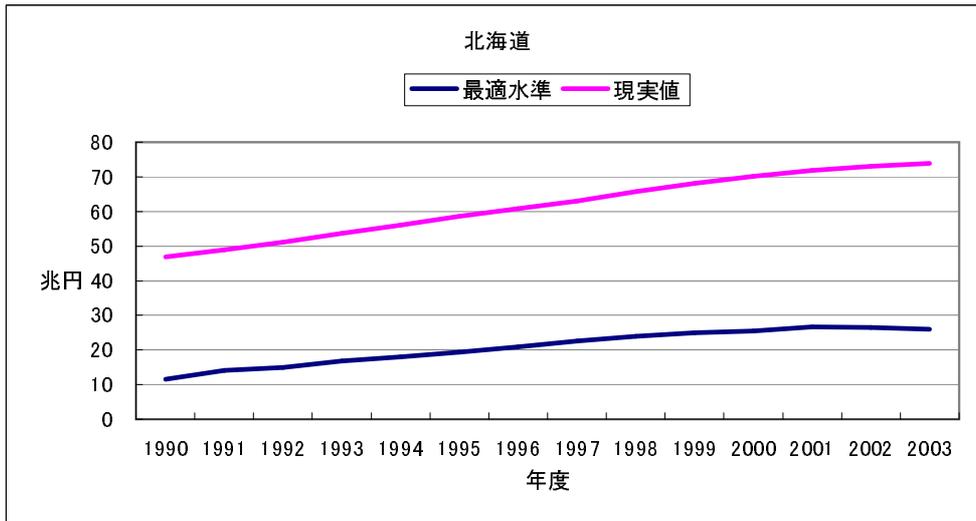
- 三重県

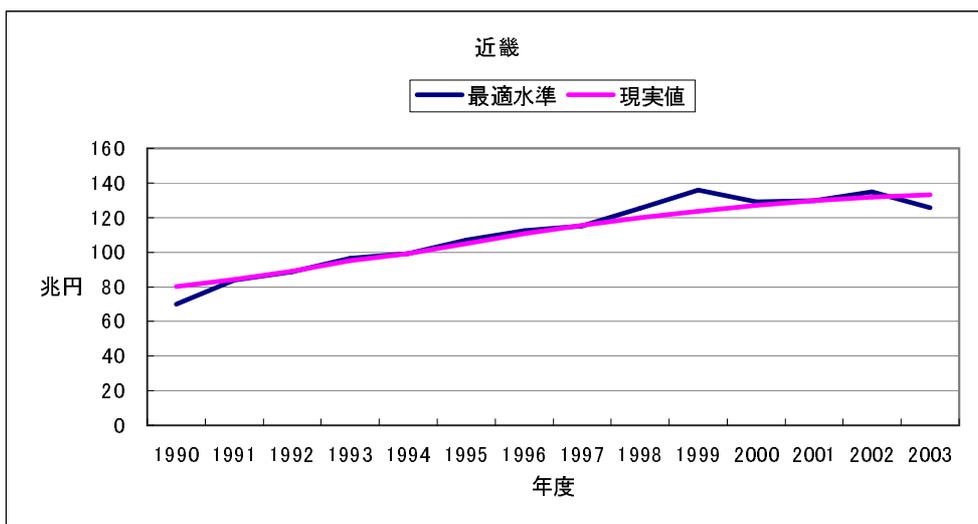
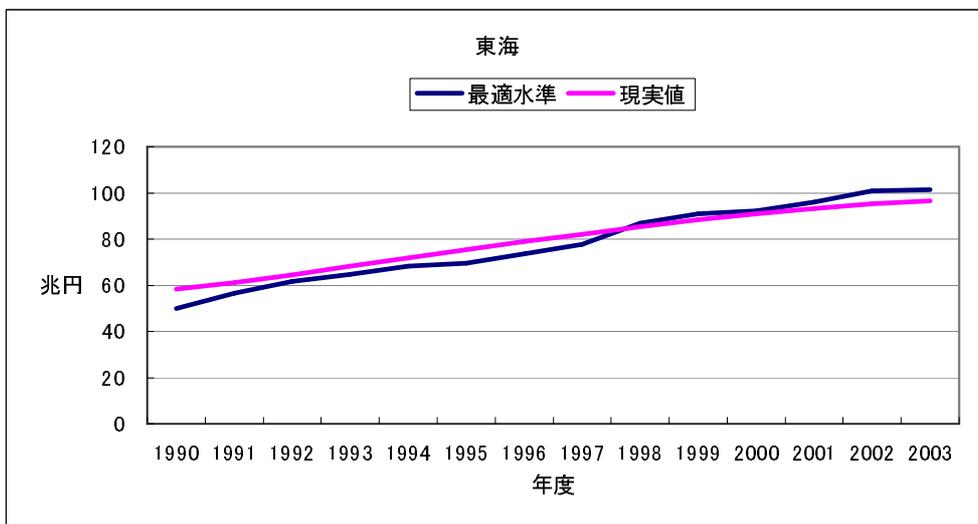
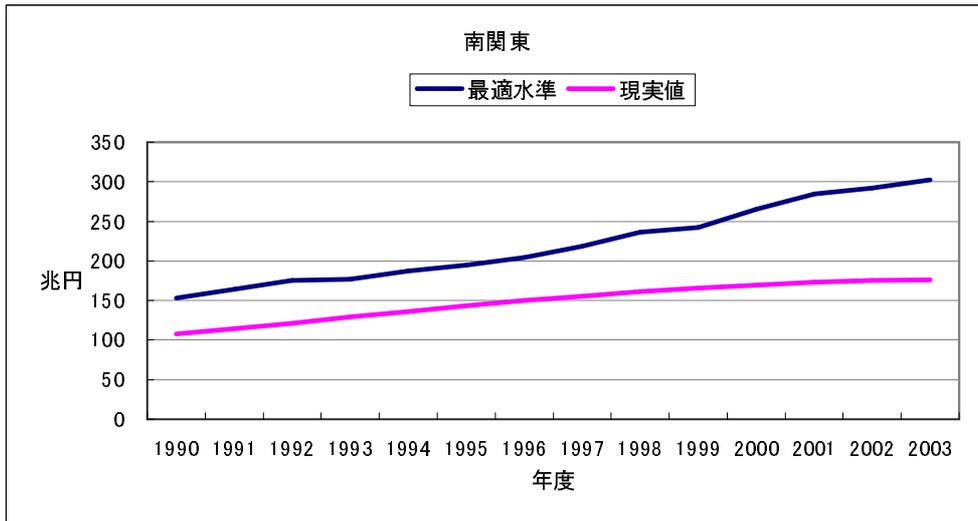
となっている。やはり圧倒的に過大な都道府県が多く、また過小となっているのは東京や大阪など、いわゆる大都市圏に集中していることが分かる。

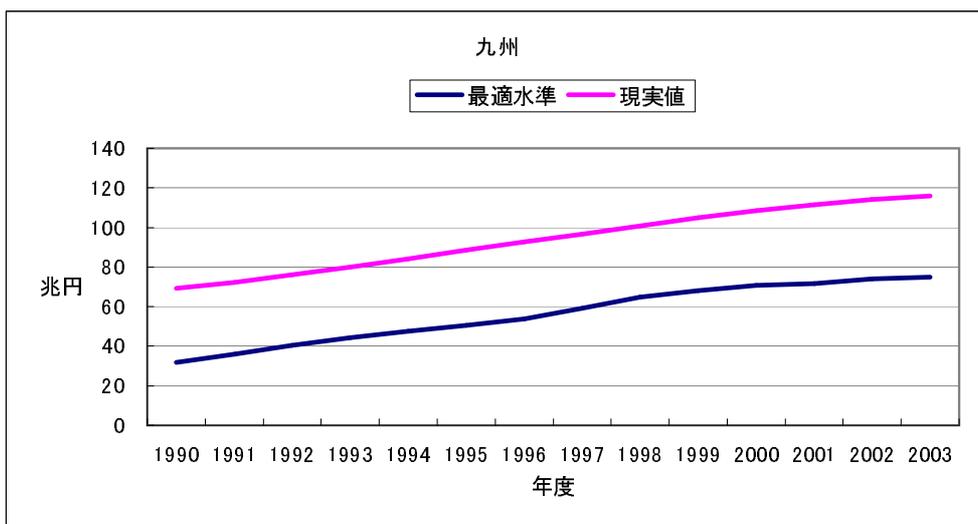
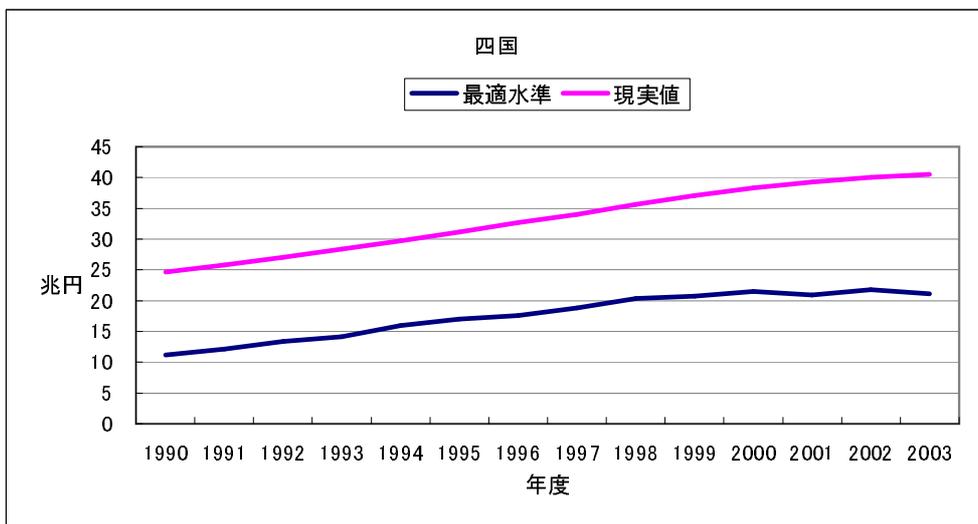
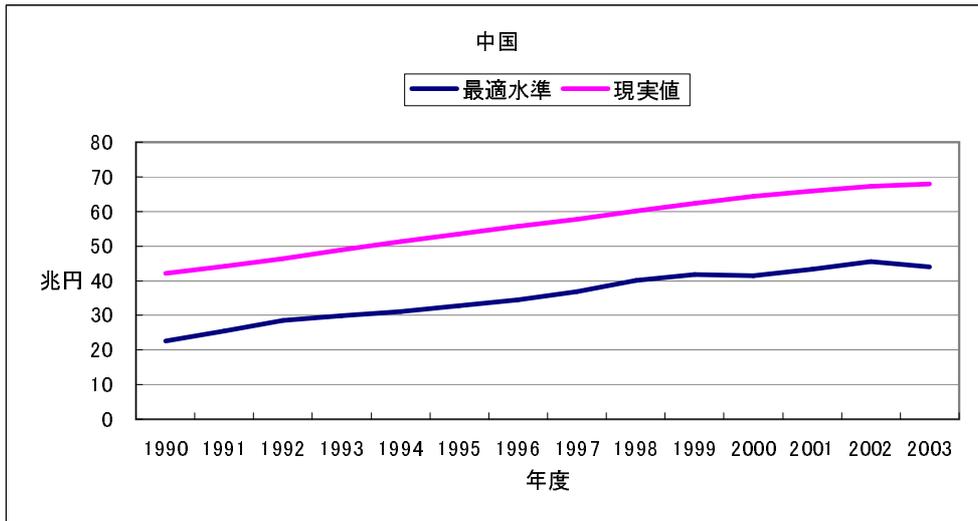
巻末に付してある全都道府県についてのグラフを見れば、実際にはほぼ最適水準に近くラインで推移している地域も多いのであるが、少なくとも上下5%範囲内で過大・過小を区切った場合には上のようなになる。

ここで、全都道府県を再び以下の9ブロックに分けて観察する。

- 北海道：北海道
- 青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島、新潟、富山、石川、福井
- 北関東：茨城、栃木、群馬、山梨、長野
- 南関東：埼玉、千葉、東京、神奈川
- 東海：岐阜、静岡、愛知、三重
- 近畿：滋賀、京都、大阪、兵庫、奈良、和歌山
- 中国：鳥取、島根、岡山、広島、山口
- 四国：徳島、香川、愛媛、高知
- 九州：福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島、沖縄







やはり、かなりの地域ブロックにおいて明確な過大が見られる。南関東は属する全ての地域が過小であることから、唯一、一過して過小なブロックとなっている。

注目すべきは東海と近畿である。これらの地域ブロックでは、元々あまり最適水準から乖離していない地域が多い上、東海では愛知県、近畿では大阪府という過小地域を含むことから、全体として現実の社会資本は最適規模のラインにほぼ沿う形で蓄積されてきている。

さらに言えることは、東海・近畿を除くブロックの乖離幅は、額面で見ても少なくとも平行かあるいは拡大という傾向を示している点である。乖離の比率としては低下しているブロックもあるのだが、比率の低下は必ずしも最適水準への接近につながらない。

のちに見るように、人口が減少し、かつ民間資本の堅実な伸びが期待できるならばこの拡大傾向の問題はあまり深刻とはならないのであるが、しかしトレンドとしてこのような現実があることには注意を要するだろう。

なお各都道府県の内、一貫して過大であったり一貫して過小であったりする地域、さらに最適水準にほぼ沿っているような地域その他、いくつか特徴的な動きを示しているものとしては、

- 神奈川県、大阪府：1990年度以降、最適水準からの下方乖離が大きくなってきている。
- 兵庫県：最適水準のトレンドが途中で屈折し、低下傾向となって実現系列と交差。

などが挙げられる（巻末付図参照）。

第7章 外挿：2004～2030年度

本章では、最適な社会資本規模が今後どのように変化していくかに関して、一定の仮定の下、約20年先までの未来についてモデルの外挿を行う。

またその上で、変化してゆく最適水準の動きに合わせ、どのような政策ルールでもって現実の社会資本蓄積を推移させれば最適性を達成できるのかについても考察を加える。

7.1 外挿にあたっての仮定

外挿を行うにあたっての仮定を以下に列挙する。なお、将来推計人口のデータが2030年までしか得られないことから、外挿期間については2004年度から2030年度までと設定した。

7.1.1 民間資本ストック： K

民間資本ストックが将来的にどのように成長していくかについては、以下のように考える。

まず、Solowモデルなど標準的な成長理論の帰結からは、1次同次生産関数の下、均衡成長経路上で1人あたりの生産・資本・労働はいずれも技術進歩率と同率で成長していく、という結論が導かれる。

例えばここでHarrod中立的（労働節約的、労働増大的）技術進歩を持つCobb-Douglas型生産関数を考えると、

$$Y = K^\alpha (AL)^{1-\alpha}$$

ここで、 α ：資本分配率、 A ：Harrod中立的技術水準である。両辺の対数を取って時間微分すると成長会計が導かれる。

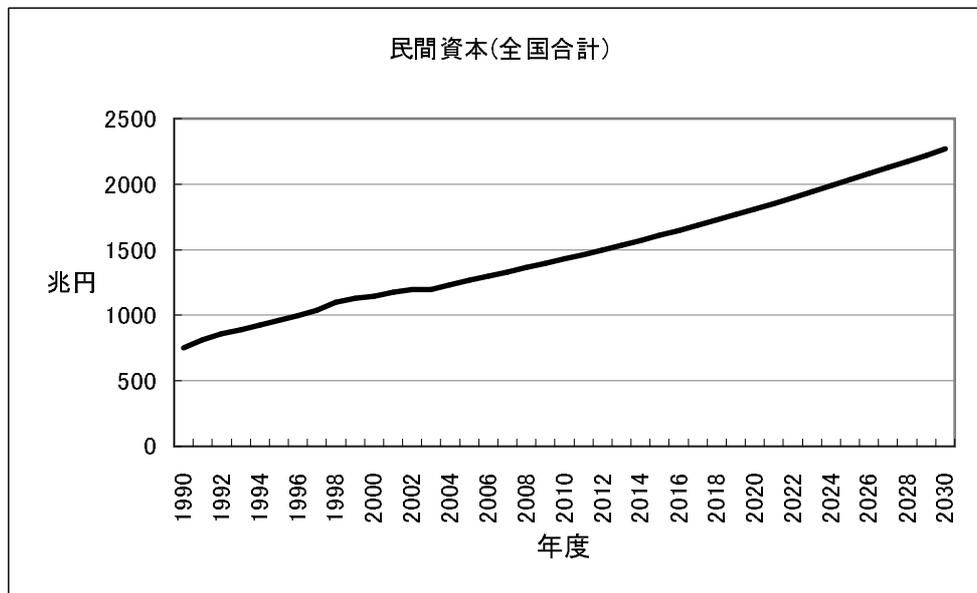
$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \alpha \frac{\dot{K}}{K} + (1-\alpha) \left(\frac{\dot{L}}{L} + \frac{\dot{A}}{A} \right)$$

ここで、上付の $\dot{\cdot}$ は時間微分を表し、 $\dot{Z} = \frac{\partial Z}{\partial t} (Z = Y, K, L, A)$ である。特に、生産の成長率から各生産要素の貢献度を差し引いた残余として定義される $(1-\alpha) \frac{\dot{A}}{A}$ はSolow残差と呼ばれ、いわゆる全要素生産性（TFP）成長率にほぼ近い意味を持つものとして、技術進歩を計測するための指標として用いられている。

TFP成長率が実際にどの程度の値を取るのかについては現在、大いに論争のあるところであり、3%とする考えがやや主流となっているようだが、本稿ではさらに若干低く見積もって2%に設定する。するとHarrod中立的技術進歩率は、労働分配率 $(1-\alpha) = \frac{2}{3}$ として、

$$\frac{\dot{A}}{A} = \frac{3}{2} \times 2\% = 3\%$$

と計算される。2004年度以降の民間資本ストックは、均衡成長経路に従って、労働の成長率にこの Harrod 中立的技術進歩率を足したもの（効率労働の成長率）と同率で成長していくものとして外挿する。



なお後の計算上、生産についても同様の率で成長させているが、結果から言えば生産の成長率に関してはここでの仮定の違いはあまり影響しない。

7.1.2 労働力：L

まず将来人口のデータとして、国立社会保障・人口問題研究所による「都道府県の将来推計人口（平成 14 年 3 月推計）」を利用した。これは 5 年ごとのデータしか公表されていないため、その間は線形補完している。

日本全体での将来推計人口は既に平成 18 年 12 月推計が発表されているが、都道府県別での推計はまだない。よく知られているように、平成 14 年推計は合計特殊出生率に関する予測を過大に推計し、平成 14 年推計における低位推計が現実の推移に最も近くなっているなど、問題含みである。さらに都道府県別推計の場合は中位、低位といった区分も用意されていない。こうした点は、後述する労働力算出の過程で多少の考慮がなされている。

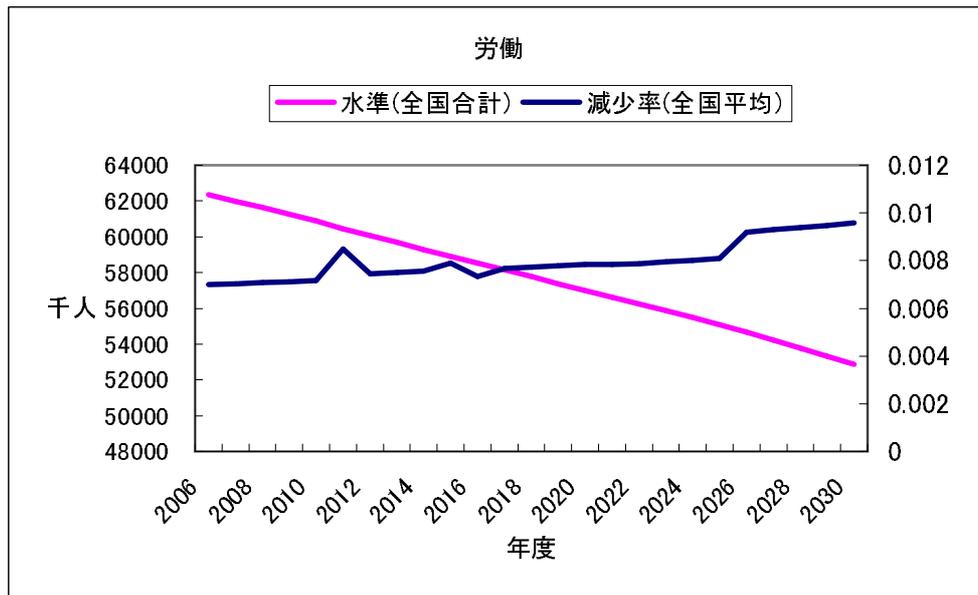
人口を労働力に換算するにあたっては、労働力率を求めるため以下のようにした。

まず労働人口の将来推計として、「職業安定局推計」(2005 年 7 月)¹の「労働市場への参加が進まないケース」の労働人口を利用。全人口に対する比率を取って「労働力率」とし、これを各都道府県別の将来人口に乗じて「将来労働人口」とした²。

「労働市場への参加が進まないケース」を採用したのは、上述したような平成 14 年推計に対する過大推計の問題を少しでも緩和するためである。

¹ 第 1 回社会保障審議会、人口構造の変化に関する特別部会の資料 3 2 に掲載

² すなわち、この操作は各都道府県の労働力率が同一と仮定していることになる。



なお、こうして計算された将来労働人口の各都道府県の毎期の成長率に、Harrod 中立的技術進歩率 3 % を足した値が民間資本および生産の毎期の成長率となる。

7.1.3 外生パラメータ

法人税率： τ 2004 年度は実現値。法人税制の在り方が今後どうなるかについて、現時点であまり統一的な了解が取られているとは言い難いことから、2030 年度までの値を 2004 年度と同一にした。

民間資本の固定資本減耗率： μ_K 2030 年度における値を 7.5 % と設定した。これは、データにやや低下トレンドが見られることから（ただし 2003 年度には急上昇）、1990 ~ 2003 年度の平均に比べて僅かに低下させた値を用いた。その上で、2003 年度と 2030 年度の間の期間については値を線形補完した。

社会資本の固定資本減耗率： μ_G 2003 年度までと同じで一定。

Compensated interest derivative： $\left(\frac{\partial C_1}{\partial r}\right)_U$ 2003 年度までと同じで一定。

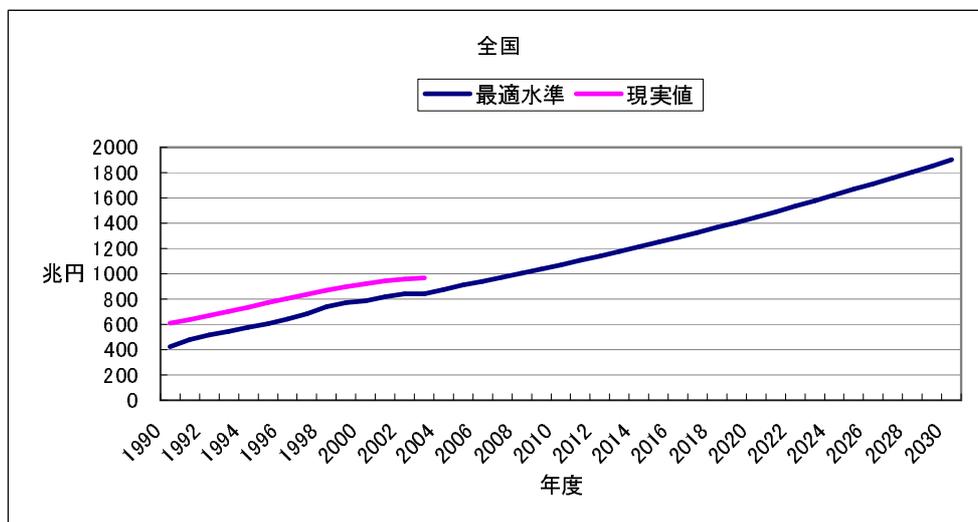
7.2 結果

外挿の結果は次の通り。

年度	2005	2010	2015	2020	2025	2030
北海道	28,271,469	33,471,816	38,998,384	45,001,225	51,388,842	57,807,522
青森県	6,678,112	7,920,000	9,247,607	10,701,117	12,259,237	13,856,787
岩手県	7,616,642	8,981,746	10,460,865	12,079,489	13,838,024	15,663,677
宮城県	15,513,316	18,405,020	21,626,261	25,268,083	29,354,484	33,715,413
秋田県	5,783,915	6,696,199	7,640,235	8,642,098	9,683,102	10,727,680
山形県	7,535,467	8,721,599	9,985,555	11,366,936	12,873,861	14,441,168
福島県	13,473,832	15,744,041	18,197,539	20,917,874	23,904,729	27,035,449
茨城県	16,852,456	20,047,667	23,527,926	27,408,045	31,663,864	36,101,935
栃木県	13,171,733	15,562,404	18,182,945	21,113,485	24,346,002	27,749,862
群馬県	11,701,733	13,872,869	16,218,203	18,802,981	21,647,731	24,630,530
埼玉県	37,473,314	44,969,540	53,245,630	62,567,466	72,862,577	83,651,457
千葉県	37,324,125	44,258,040	51,872,359	60,373,265	69,685,011	79,355,643
東京都	191,390,875	224,898,509	262,196,731	305,059,573	353,599,805	405,832,338
神奈川県	59,701,897	71,075,161	83,697,450	98,070,311	114,197,858	131,443,947
新潟県	16,046,949	18,732,117	21,604,350	24,760,223	28,180,881	31,736,149
富山県	8,519,066	9,825,004	11,202,952	12,706,357	14,327,951	15,998,326
石川県	7,857,953	9,107,846	10,447,125	11,906,955	13,501,406	15,132,614
福井県	6,907,648	7,956,089	9,083,029	10,334,949	11,709,691	13,156,396
山梨県	6,940,722	8,034,433	9,225,024	10,553,851	12,031,830	13,595,751
長野県	13,231,327	15,692,114	18,335,222	21,263,905	24,506,369	27,983,569
岐阜県	10,549,410	12,498,170	14,578,378	16,839,656	19,287,788	21,821,876
静岡県	24,751,144	29,273,950	34,117,052	39,403,614	45,137,714	51,026,390
愛知県	60,269,645	71,574,415	83,962,504	97,921,469	113,473,153	130,000,974
三重県	14,294,191	16,605,297	19,090,478	21,845,568	24,879,177	28,052,511
滋賀県	10,228,871	12,287,582	14,645,884	17,401,500	20,591,212	24,143,803
京都府	15,181,249	17,958,931	20,999,547	24,418,353	28,182,514	32,135,760
大阪府	65,825,080	76,715,310	88,409,368	101,335,647	115,369,585	129,779,729
兵庫県	32,645,206	38,826,093	45,606,254	53,222,152	61,700,040	70,754,992
奈良県	6,947,381	8,118,514	9,390,221	10,807,547	12,354,107	13,960,549
和歌山県	5,075,426	5,882,729	6,740,828	7,661,593	8,661,630	9,682,960
鳥取県	3,819,966	4,413,571	5,051,867	5,767,227	6,547,435	7,379,624
島根県	4,744,445	5,445,660	6,195,528	7,010,034	7,882,632	8,799,977
岡山県	11,459,523	13,484,964	15,669,885	18,087,632	20,746,772	23,570,235
広島県	17,542,066	20,629,472	23,941,401	27,582,347	31,545,248	35,643,690
山口県	9,953,803	11,422,774	12,948,713	14,583,535	16,301,906	18,038,588
徳島県	5,112,372	5,858,988	6,656,007	7,519,648	8,459,634	9,417,653
香川県	6,251,093	7,250,912	8,315,227	9,462,766	10,714,006	12,017,739
愛媛県	7,598,293	8,891,588	10,267,056	11,762,101	13,365,902	15,012,531
高知県	3,843,706	4,490,836	5,184,622	5,942,738	6,760,823	7,624,457
福岡県	29,139,605	34,916,085	41,354,599	48,690,479	56,932,317	65,804,343
佐賀県	4,986,453	5,764,466	6,606,817	7,536,490	8,561,041	9,615,272
長崎県	7,474,255	8,660,063	9,909,054	11,257,417	12,677,423	14,110,059
熊本県	10,226,716	12,049,819	14,044,589	16,268,830	18,711,666	21,291,076
大分県	7,817,651	9,016,254	10,287,661	11,666,267	13,151,453	14,664,872
宮崎県	5,932,670	6,946,365	8,042,132	9,240,834	10,538,597	11,874,094
鹿児島県	9,058,156	10,696,354	12,499,821	14,519,934	16,754,538	19,120,119
沖縄県	6,601,258	7,922,738	9,427,460	11,187,954	13,192,557	15,402,531
全 国	909,322,186	1,071,574,112	1,248,938,345	1,447,841,518	1,668,044,128	1,900,362,619

(百万円)

最適規模の将来経路は（水準の高低を別として）基本的にどの都道府県も似通っていることから、ここでは全国のグラフのみを掲載する。詳細は巻末付図を参照のこと。



このように、最適社会資本規模はほぼ直線的に増大していく³。このグラフを見る限りでは、少なくとも日本全体でマクロ的に社会資本を最適化することはそう困難ではないと感じられる。

最適性を達成するためにどのような政策ルールが必要となるかについては次章以降で考察するとして、本節ではどのような要因によって社会資本の最適水準が決定され、このような外挿結果となったのかを振り返る。

公式を再掲すると、

$$G_{it}^* = \frac{\bar{G} \left(\lambda \beta_K - \beta_G + \frac{\lambda(\gamma_{KK} - \beta_K) - \gamma_{KG}}{\bar{K}} k_{it} + \frac{\lambda\gamma_{KL} - \gamma_{GL}}{\bar{L}} l_{it} + (1 - \lambda) \frac{\bar{K}}{\bar{Y}_{it}} \mu_K \right)}{\gamma_{GG} - \beta_G - \lambda\gamma_{KG}} + \bar{G}$$

ここで、

$$\lambda = 1 - \tau \frac{\theta_1}{\theta_1 + \theta_2} = 1 - \tau \frac{\left(1 - \frac{F_{KG}}{F_{KK}}\right) \left(\frac{\partial C_1}{\partial r}\right)_U}{\left(\frac{\partial C_1}{\partial r}\right)_U + \frac{1}{(1-\tau)F_{KK}}}$$

である。

λ は概ね正值を取るの、 k_{it} の係数である $\frac{\bar{G}}{\bar{K}} \frac{\lambda(\gamma_{KK} - \beta_K) - \gamma_{KG}}{\gamma_{GG} - \beta_G - \lambda\gamma_{KG}}$ はプラス、一方 l_{it} の係数 $\frac{\bar{G}}{\bar{L}} \frac{\lambda\gamma_{KL} - \gamma_{GL}}{\gamma_{GG} - \beta_G - \lambda\gamma_{KG}}$ はマイナスとなる。

以上のことから、民間資本が増大するとそれに従って最適な社会資本の水準も引き上げられる。他方、労働が増大すると最適な社会資本の水準は引き下げられる。

よって人口減少が進み労働力が縮小する経済では、最適な社会資本規模には上昇圧力がかかる。さらに、労働力そのものは減少しているものの、技術進歩がそれを上回っている（と仮定されている）ため、効率労働は増加を続けており、それに伴い民間資本も増加するため、最適社会資本規模はさらに押し上げられる。

以上のことが、最適社会資本規模の将来的に増大してゆく理由である。翻せば、技術進歩率が労働の減少率を下回っているような場合には、上の結論は分からなくなる。

³厳密には、労働力減少率の若干の加速を受けて最適経路の伸び率は減速している。

なおここで、 k_{it} と l_{it} の係数符号の正負を分ける決定的要因となっているのは γ_{KG} および γ_{GL} である。すなわち民間資本と社会資本、社会資本と労働それぞれの間の補完 / 代替関係が上のような相違を生んでいる⁴。

要するに、民間資本が増えると補完関係にある社会資本の生産力も増すので、社会資本も合わせて増やした方が効率的となる。

このことは Arrow Kurz モデルや Burgess モデルにおける結論と整合的である。つまり、民間資本の増大によりその限界生産力は低下するため、最適解においては社会的割引率の均等式に従い、民間資本の限界生産力（と利率の加重和）に合わせて社会資本の限界生産力も低下する必要がある。すなわち、社会資本の最適水準は引き上げられる。

一方、社会資本と労働が代替的であると、労働が減少した場合に社会資本の生産力が上昇するため、労働力低下が社会資本増大の必要性を生む。

社会資本と労働が代替的であること自体は明らかでないが、1つ考えられるのは、効率労働が上昇しているという点である。つまり、労働が減少する中で効率労働が成長している場合には、労働の相対的な価値は高まることになる。社会資本が、例えば労働（引いては人間）の安全を守り、生命価値の損失を防ぐような役割を担っているとすれば、こうした代替関係が説明できることになる。

7.3 感度分析

感度分析の結果を簡単に述べる。

まず、法人税率や固定資本減耗率などのパラメータについてはかなり頑健な結果を有するようである。

他方、生産関数のパラメータは計算結果に比較的大きな影響を与える。本研究で推定された生産関数は比較的値が低く出ているが、例えばこのうち β_G の値を先行研究で推定されているような別の値に近づけてみると、仮に $\beta_G = 0.15$ とした場合、最適水準が全国で見ても約 70 兆円ばかり上方シフトする。また、2 次項の係数がかなり低い場合には最適経路の連続性が不安定になるなどの現象が観察される。

これらの理由については詳しいことが分かっておらず問題ではあるが、生産関数の推定自体は、幾つかの推定方法を試してみても比較的似たようなオーダーの数値が出力されているため、深刻な状況とは捉えずに研究を進める。

なお TFP 成長率については、のちに考察するように特に低い水準への設定は外挿結果に多大な変更をもたらすが、ベンチマークとなる 2% を上下に 0.5% 程度動かしただけでは本研究の主要な結論はほとんど変わらない。

⁴その他の生産関数パラメータについては、標準的な符号条件が決まっていあまり議論の余地がない。本研究における生産関数の推定結果も標準的な符号条件に沿っている。

第8章 政策提言

2004年以降、最適な社会資本規模を達成してゆくためにはどのような政策が必要だろうか。

本章では、まず一定基準にしたがって現実の社会資本を増減させ、最適水準に近づけてゆくための政策ルールを設定する。そのうち試算結果を俯瞰、再度インプリケーションを考察して、最後にこれまでの分析を総合した政策提言へとつなげてゆく。

8.1 政策ルールの設定

社会資本ストックのレベルが過大であるか過小であるかによって、非対称なルールをここでは設定する。その理由は、

- 社会資本を削減することは現実的に難しい。
- 過大な地域が多く、過小な地域は少ないため、過小地域への重点配分は可能。

これまでの歴史的経緯として、資本ストックがネットで減少するような事態は近年を除いてほとんどなかった。政治的な摩擦も存在すると考えられるし、なおかつ過大地域は概ね地方都市であることから、社会資本のドラスティックな撤退は現実に人々の基礎的生活レベルを脅かす懸念すら生まれる。

他方、過大地域に比べて過小地域数はかなり少ないことから、多くの過大地域で各々少しずつ公共投資を抑制し、その抑制分を少数の過小地域に向けて重点的に振り向けるという政策は理に適っている。

実際のところ、過大地域と言っても更新投資のみの状態を数年間維持していればそれだけで最適水準を達成できる地域もあり、また、より過大な地域においてもほとんどの場合には2030年まで0%成長を保てば最適水準はやはり達成できる。この点は日本全国で見た場合も同様である。

ただ、それだけでは最適水準を達成できない地域もやはり存在し、さらにまた基本理念としても最適性の早期達成は強く望まれる。

以上の事情を鑑みて、政策ルールを次のように定める。

過大の場合：

- 200%以上 毎年1%の削減
- 200~150% 毎年0.5%の削減
- 150~120% 0%成長（更新投資のみ）
- 120~101% 最適経路の成長率マイナス2%
- 101%以内 最適経路と同率

過小の場合：

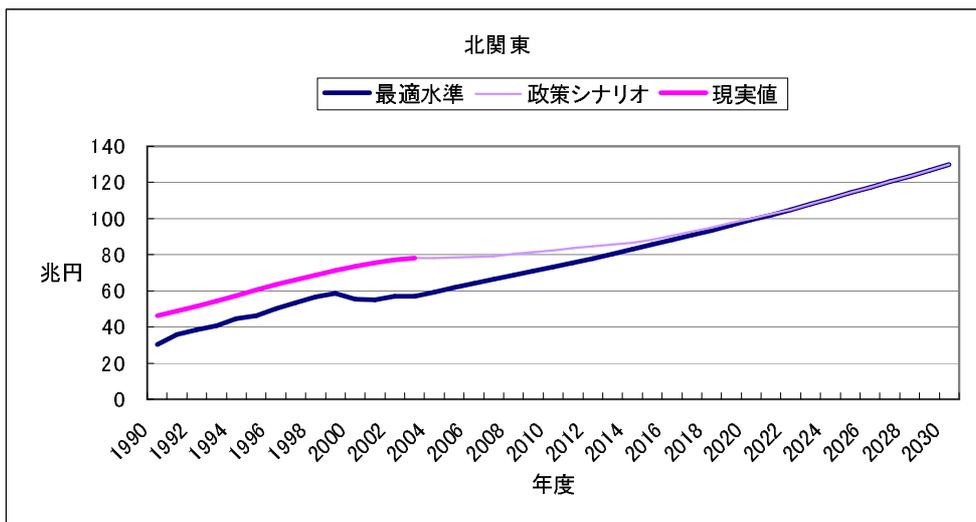
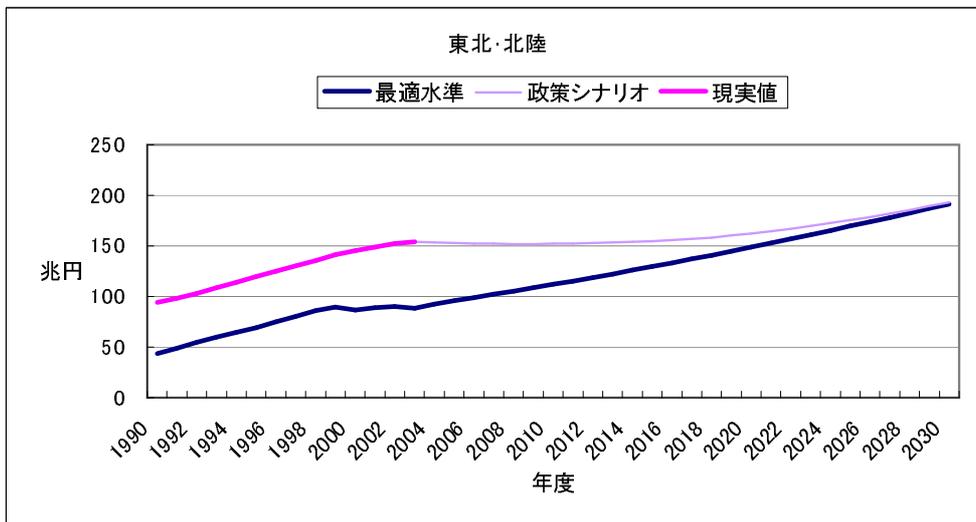
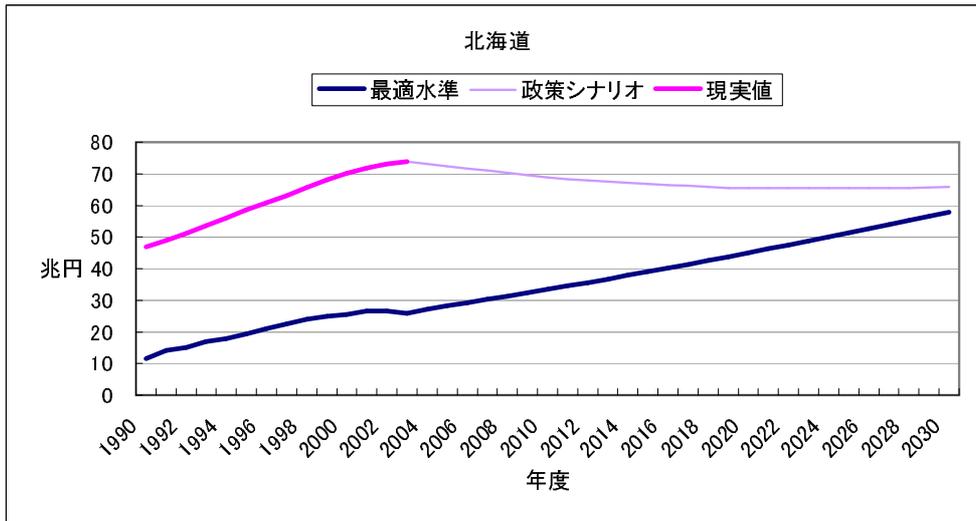
- 50 %以下 最適経路の成長率 + 5 %
- 50 ~ 80 % 最適経路の成長率 + 3 %
- 80 ~ 99 % 最適経路の成長率 + 1 %
- 99 %以内 最適経路と同率

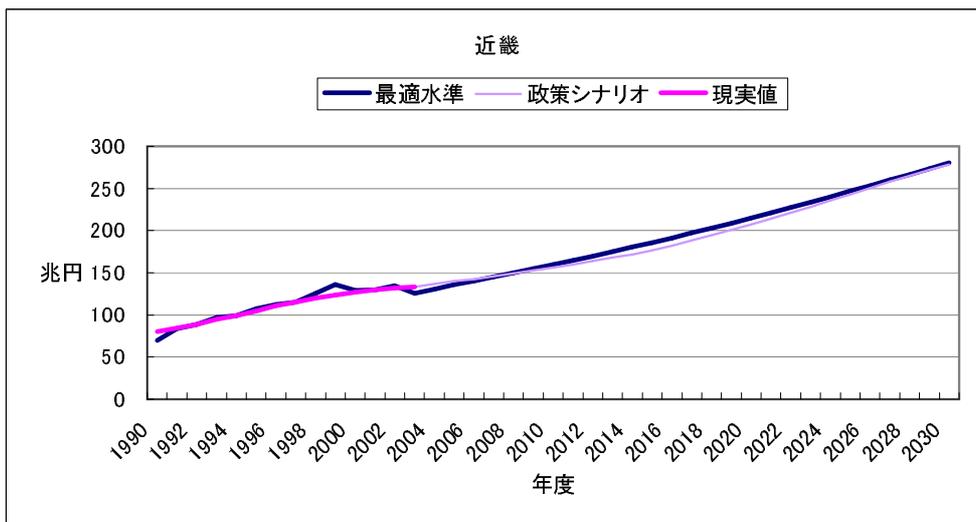
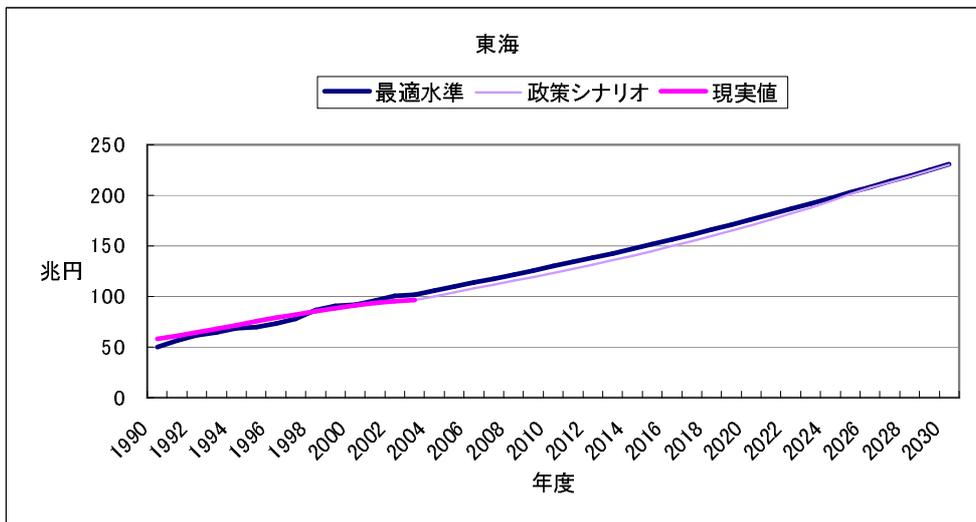
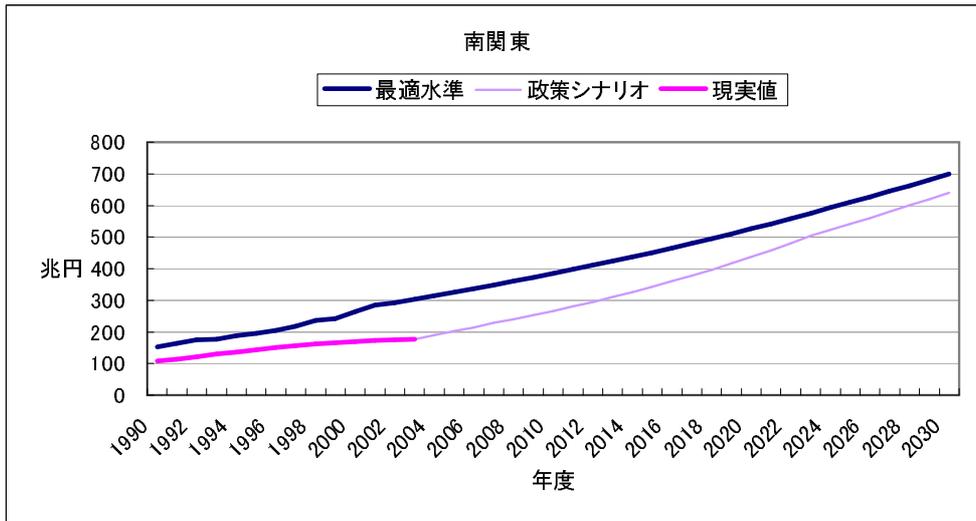
以下で見るように、この政策ルールの下で多くの都道府県は 2030 年までに最適水準を達成させることができる。

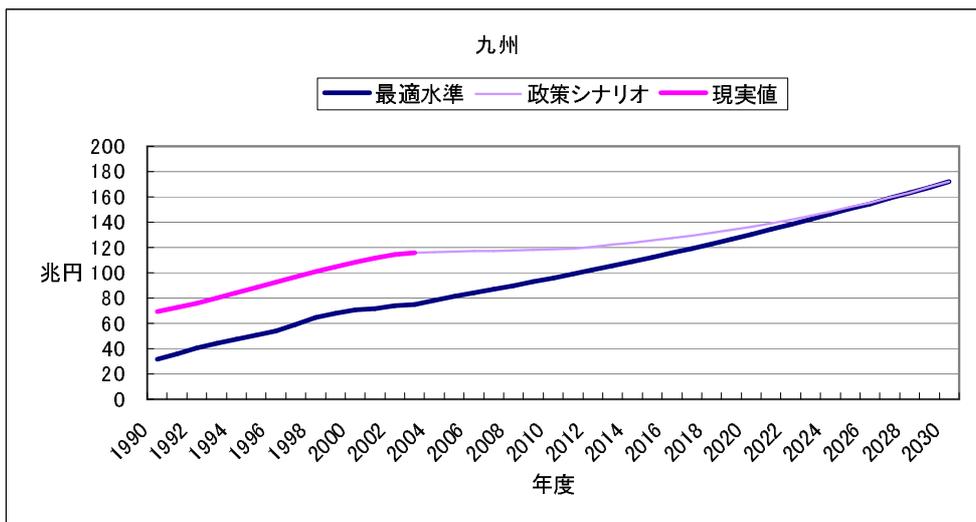
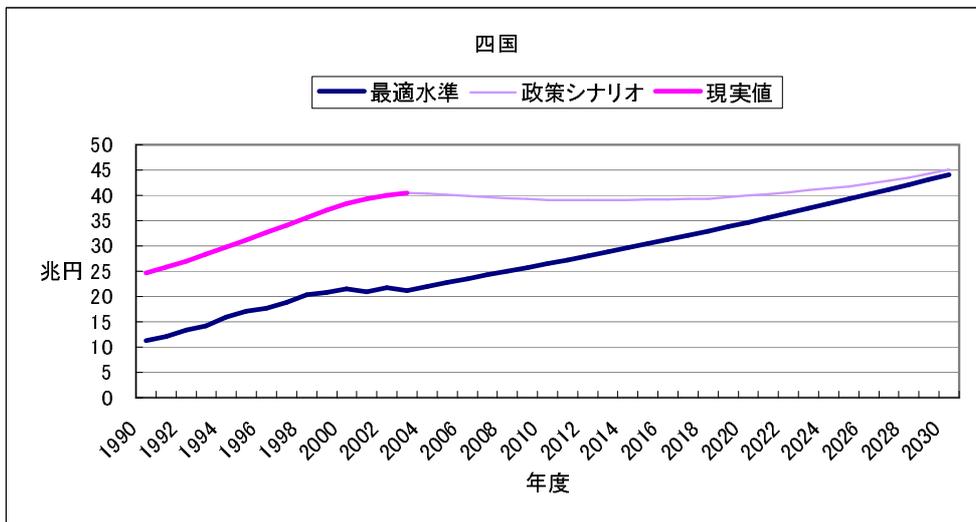
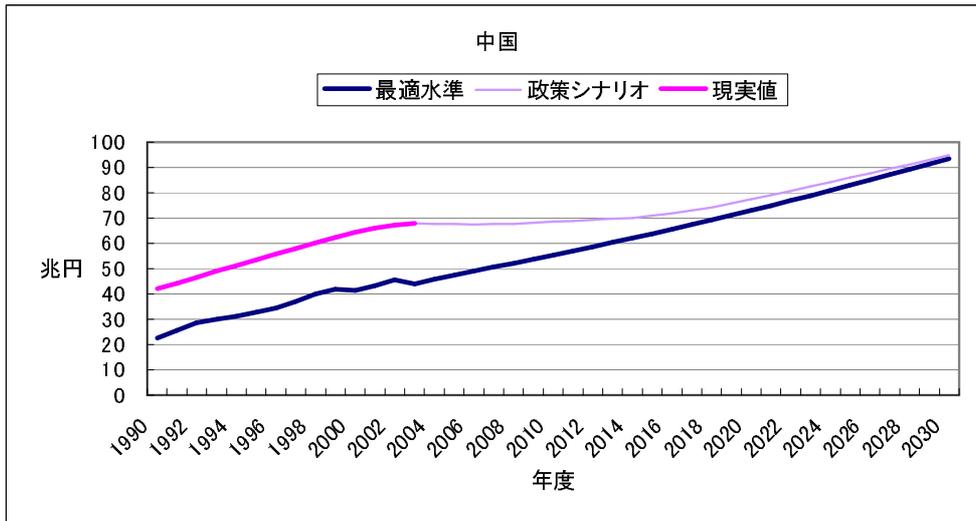
このルールは、最適性の早期実現という文脈においてはやや甘い部分を残していると言える。しかしそれでも、実質的に地方都市から大都市圏への資源配分シフトを意味しているという点ではなお政治的摩擦を生じさせるルールであるかも知れず、留意は必要である。

8.2 結果

計算結果は、今度は始めに地域ブロック別から見ていくことにする。



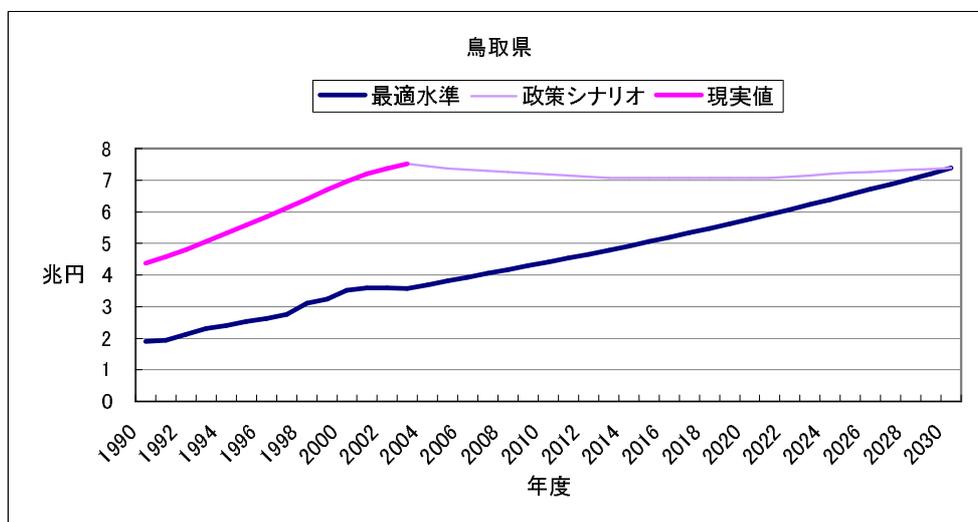
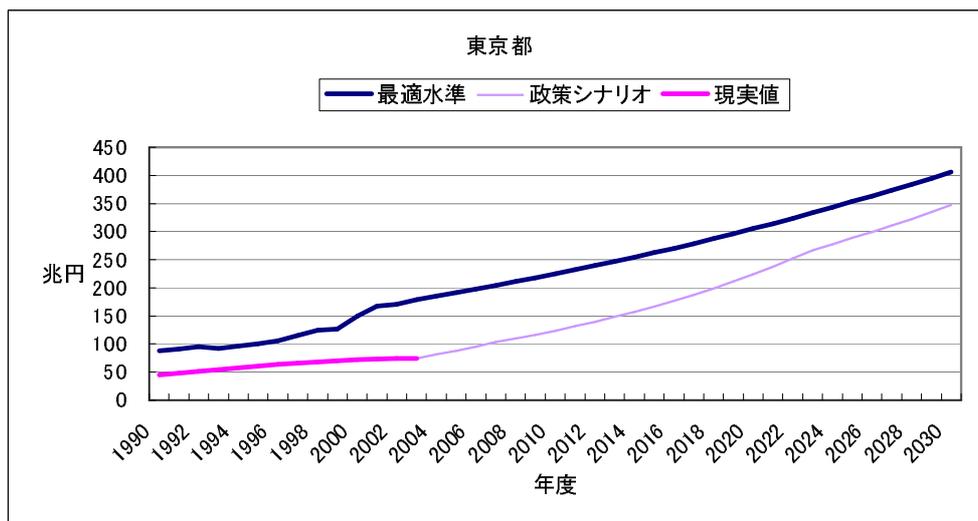




一瞥して了解できるように、大半の地域ブロックで 2030 年までには現実の社会資本ストックが最適な社会資本ストックに向けて収斂してゆく。

北海道と南関東では最適水準が達成されておらず、今回課したような政策ルールは全体としてはやや厳しさに欠けていることが分かる。ただ、特に南関東の場合など下方乖離は全て東京での未達成によるものであり、これら少数の未達成地域については個別の政策ルールを課してゆくことで対応する方がむしろ望ましいかも知れない。

先程と同様、代表サンプルとして東京都および鳥取県について見ると、



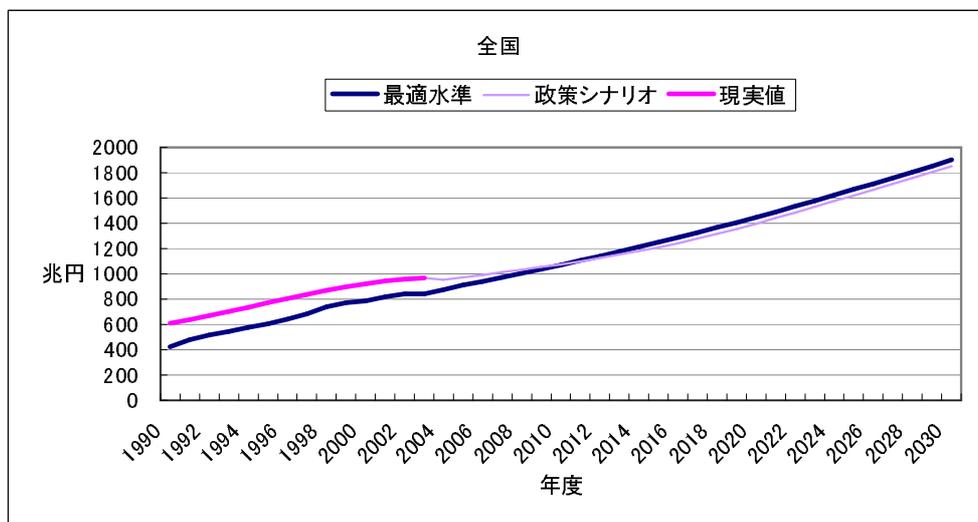
東京都に関しては、もう少し強い加速度でもって社会資本を投下することが望まれるようである。

鳥取県については、2003 年度時点での乖離は倍以上にも昇っていたが、以降は当初しばらくの間緩やかに社会資本を削減し、2015 年頃からは 0% 成長、最終的には若干の増加に転じる形でほぼ 2030 年度丁度に最適水準を達成している。

この鳥取県のような経路を描いて最適水準に収束する地域は実際のところ多く、また更新投資をしばらく続けたのちは社会資本を増大に転じさせ、かなり早い段階で最適性を満たす地域も多い。

なお他の過小地域については、ルール適用以降、最適水準の経路へとゆっくり近づいていて、2015~2025 年度間に概ね最適水準に追いついている。

最後に全国では、



2010年頃に最適水準へ至ったあと、最適水準の経路を横切って若干、下方乖離したまま2030年度を迎えている。これは、ここでの数値が全都道府県の単純合計であるため、東京都において下方乖離を解消できなかったことが原因となっている。

いずれにせよ、本稿におけるセットアップの下では、社会資本の最適性達成は将来的に見て（少なくとも集計された数字の上では）それほど困難を伴うものではない、との結論が得られたことになる。

8.3 政策提言

前節までの結果を踏まえ、本研究では以下の政策を提言する。

- (1) 過大地域では社会資本の伸びを抑制、過小地域に資源を重点配分。
 - － 20年程度のやや長めの視野で考えれば、過大地域での投資抑制はあまりドラスティックでなくてよい。
 - － 当初過大となっていた地域で少しずつ抑制し、過小地域へ配分。特に東京都へ重点投下。
- (2) 技術進歩を促進させる政策を展開。
 - － ある程度の技術進歩（効率労働の成長）があることで社会資本の最適水準が引き上げられ、それによって比較的無理のない政策ルールでも最適性が達成できている。
 - － 技術進歩に沿って民間資本が成長していく状況には完全市場が仮定されているため、完全市場へ向けて市場の歪みをなくす努力も必要。
- (3) 民間資本との補完関係、労働との代替関係に矛盾しない資源配分。
 - － 民間資本とは競合せず、互いの生産性を高め合うような社会資本への投下。
 - － 労働の効率性を高め、あるいは生命価値を保全するような社会資本への投下。

以下、この3点について解説する。

(1) について この政策の実行にあたっては、恐らく政治的な摩擦の発生が最も大きな問題となるだろう。

現時点で最も多くの社会資本を有する東京都を始めとして、その他いわゆる大都市圏中心に今以上の社会資本を投入することは、社会的に広く了解を得やすい政策とは言い難い。1人あたり社会資本ストックで見ればむしろ地方圏の社会資本の方が豊富なのであるが、どうしても抵抗は生じるものと思われる。

しかし理論的背景の章においてモデルで展開されたように、本研究における最適社会資本規模はあくまで消費者の効用をマクロ的に最大化するようにして求まっている。計算過程の妥当性はひとまず擱くとして、原理的には過大地域の社会資本を削減し、過小地域を活発に逡増させてゆくことが望ましい。

社会資本を持つ地域と持たざる地域の政治的軋轢を解消することは極めて困難であり、本研究でもこれ以上深くは立ち入らない。ただ、過大地域に比べて過小地域が遙かに少ないという今回の試算結果は、「過大となっている各地域から、できるだけ影響の少ないように僅かずつ社会資本の伸びを抑制させ、その抑制分を過小地域に重点配分する」といった政策指針に1つの可能性を見出すものとなる。

現時点において過大/過小地域がどの程度存在し、またその乖離の絶対量はどの程度なのか、定量的に把握する研究は今後とも重要になるだろう。

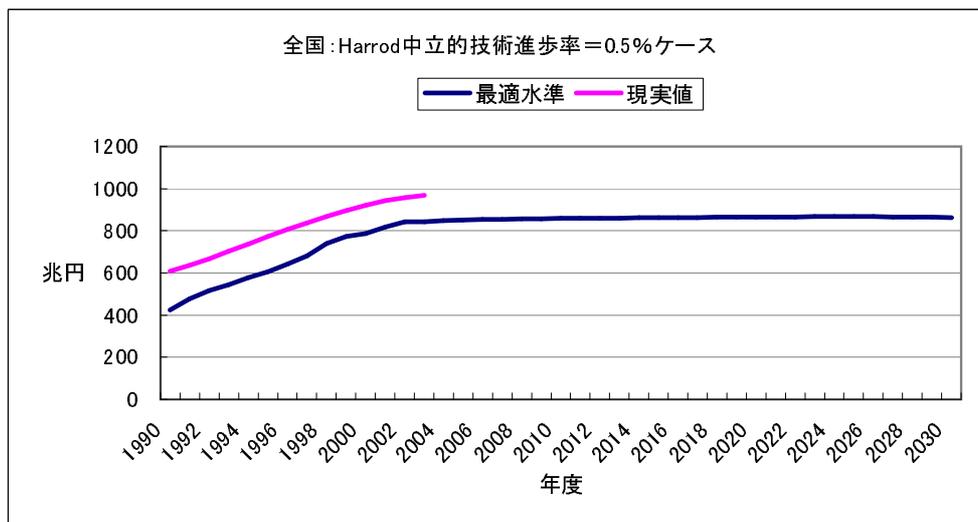
(2) について 今回の試算において、社会資本の最適性を将来的に満たす目標がそれほど困難とはならないのは、技術進歩率に関する想定が大きな比重を占めている。Harrod 中立的技術進歩率が労働の減少率を下回る場合、民間資本も成長しないことになるため、最適社会資本規模がどう成長してゆくかは不明になる。

労働の減少率が1%を上回ることは、少数の地域・時期を除いて稀にしかない。TFP 成長率を3%あるいはそれ以上とする研究もある中で、本稿のセットアップはTFP 成長率を2%とし、技術進歩率の見通しについては一応の余裕を持たせてある。

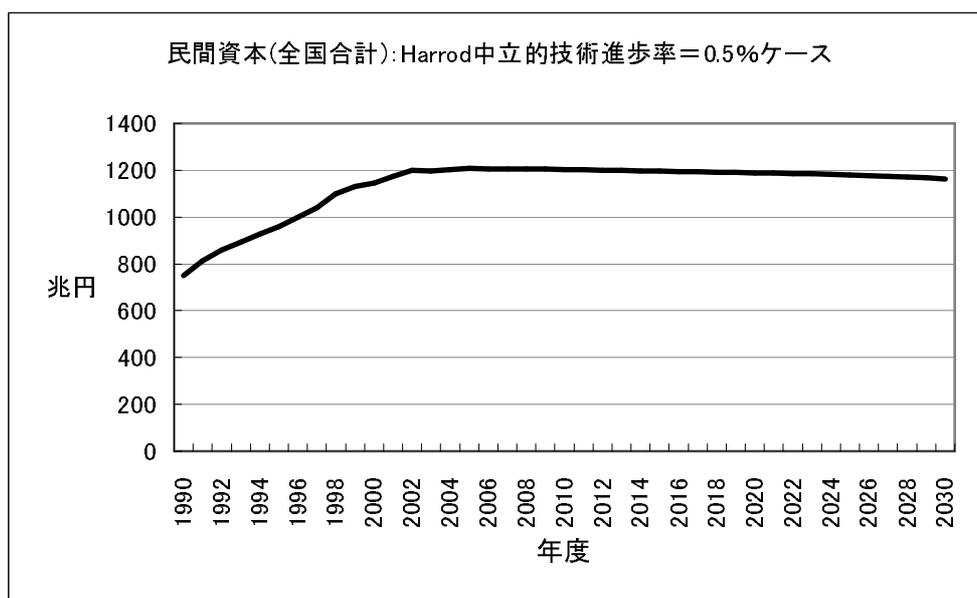
ただ、簡単な感度分析としてTFP 成長率を0%（したがってHarrod 中立的技術進歩率も0%）に変えた場合、最適社会資本規模の将来経路は減少過程に転じた。

技術進歩のパラメータを色々に変えてみると、およそHarrod 中立的技術進歩率が0.5%付近にある時¹、最適社会資本規模の将来経路は全国合計で見ても水平化する。

¹この時のTFP 成長率は約0.33%となる。



この時の民間資本ストック(全国合計)は僅かに下降経路を辿るため、やや労働力低下による押し上げ効果がまさっているようであるが、技術進歩率がこれより下がれば最適水準は低下してゆく。



いずれにせよ技術進歩率が低い状況下では、過小地域の最適性達成は容易となるが、過大地域の最適性達成は困難になる。特に過大地域は数が多く、また乖離幅も大きいことから事態は深刻化する。

以上のことから、技術進歩を促進するための政策は重要である。どのような技術への投資が望ましいかについては、本稿における分析のみから明確な示唆を引き出すことは難しいが、いくつかの点に関しては次の(3)についての部分で関連して述べる。

また、本研究では効率労働に合わせて民間資本も増大していくとのセッティングがなされているが、これ自体、現実にはあまり妥当していると言い難い仮定である。

こうした成長論の背景には完全市場の仮定が置かれているため、民間資本を堅実に成長させてゆくためには、現実の市場の歪みを排除して完全競争を実現するような政策が必要となる。これにつ

いても具体的な施策の提言は難しいが、大まかには、民間投資を過度に抑制するような規制の緩和などが方向性として挙げられるだろう。

(3) について 生産関数の推定結果によれば、現状で民間資本と社会資本は補完的な関係にある。この事実を生かすためには、民間資本の蓄積を誘引し、互いの生産性を高め合うような社会資本への投下が望まれる。抽象的に言えば、民間資本とは競合せず、しかし民間資本の効率的利用につながるような公共投資が必要ということである。

他方、社会資本と労働が代替的であるということは、労働の減少率がより高い地域に対して社会資本を投下すべきということである。しかしこのことの意味は、例えば「少子高齢化が進み、人口減少の著しい地域で道路や空港といった社会資本を量的に増やせばいい」という結論につながるわけではない。

そもそもなぜ社会資本と労働が代替関係にあるかという問題に関しては、既に述べたように技術進歩の在り方と関係があると思われる。

本稿では技術進歩が労働力の縮小を上回っているということを外生的に仮定したが、恐らくこの仮定は現実的に妥当していて、生産関数の推定期間においても、鈍化する人口成長率に比べて相対的に労働節約的な技術進歩率は高かったのではないかと²。

そうであるならば、労働力の相対的な重要性（労働者の生命価値、あるいは時間あたり生産性）は推定期間・外挿期間を通じて高まっており、生産関数の推定結果は、「社会資本の増加が労働の生産力を低下させる」といった因果関係³よりは、むしろ技術進歩を媒介とした労働力の希少的価値の増進、さらにそれを補う性質を持った社会資本設備の必要性をこそ反映しているものと考えられる。

以上のことを勘案すれば、具体的には今後の公共投資は人々の安全・安心に関わるような設備や、技術の効率性を高めるような設備への投資が望ましいことになる。そしてその際には民間資本をできるだけクラウド・アウトしないという配慮を要する。

したがって上の例を用いれば、過疎化に対応するため道路を距離的に拡張するといった公共事業を行うのではなく、危険なカーブを普請道路を安全にするための投資や、道路の通行速度を速めたり混雑を解消したりするための投資が必要ということになる。

ETC（Electronic Toll Collection system）などは方向性としてはその1例に挙げられるかも知れない。バイパスの建設、道幅の拡張、立体交差なども状況によって有益だろう。また空港にしても、空港そのものを新たに増やすのではなく既にある空港での発着数を増やしたり、航空技術の改善などへの投資が必要ということになる。

別の例で言えば、労働者1人1人の生産性を高めるための教育制度改善や、労働市場への供給促進を促すための雇用支援事業、ということになるだろう。ブロードバンド整備なども効率労働を高める可能性があるが、これもただ単にケーブルを延ばすのではなく、通信技術の改良によって既設ケーブルでの通信速度を向上させるような科学技術政策が望まれる。

要するに、社会資本設備の量ではなく質を改善するような公共投資が求められているのであり、投資を行う際には、それがどれだけ多くの効率労働増大に結びつくのかを熟慮することが肝要となる。

なお、その他の可能性として港湾設備などは、量的な拡充という方向性でも一定の意味を見いだ

²この点、人的資本が技術進歩に影響を与えるとする内生的成長論の立場からは対立が生じるが、本稿ではそうした議論にまでは踏み込まない。

³こうした因果関係が生じる要因としては、公共投資による救済を当てにして人々が労働意欲を減退させる、という可能性も考えられる。

せる余地があるかも知れない⁴。部門別に本研究のような最適性評価を行う必要があり、道路や空港についても同様であるが、もしまだ量的にも未充足な社会インフラが存在するのであれば、そうした部門への公共投資は無駄なものではない。

⁴国の施策としては「スーパー中枢港湾プロジェクトの推進」が持ち上がっている。国土交通省 web ページによる「世界の港湾別コンテナ個数ランキング」[2004] では、他のアジア各国は比較的上位に割り込む中、日本では東京港の 22 位が最高である。

結びに代えて：課題と限界

本研究では、社会資本ストックの最適経路がこれまでどう推移してきて、また未来においてはどうか変化してゆくのかを分析した。

試算の結果、我が国の社会資本規模については次のような特徴が認められた。

- 都道府県別に見て、大都市圏は過小だが他の多くの地域が過大。そのため日本全体で過大。
- 社会資本の最適規模は、人口減少に対しては上方シフト、技術進歩に対しても上方シフトで反応する。
- 技術進歩率が極端に低いのでなければ最適規模は今後も上昇し、20年先の将来に最適性を満たすことは充分可能。

試算した各々の数値は、額自体はそれほど意味のあるものではない。しかし一定の感度分析の下で、以上のような性質は比較的ロバストに言える。

こうした示唆を受けて、政策提言については以下ようになる。

- 過大地域から過小地域への資源配分の転換。シフトは政治的摩擦を過度に大きくすることのないよう、緩やかな流れを作ることができればそれでよい。
- 技術進歩を高めるような政策が必要。科学技術投資など。
- 人口減少経済の下で、労働力の時間あたり価値は高まっている。今後の公共投資は社会資本の量的拡大よりも質の向上を目指す。

さて、本研究における分析には限界点も多くある。

データセット推計の精度、生産関数の推定精度、各種外生パラメータの妥当性などが技術的問題として挙げられる一方、政治経済学的分析があまり考慮されていないこと、産業ごとの社会資本の特性を見ていないことなども重大な限界であるといえる。

本来ならばより深い議論が可能だったかも知れない要素であり、課題となって残るのは次のような点への考察である。

- 各都道府県ごとの特性、資本が生産に与える影響の違い。
- 外挿に関する仮定の置き方。民間資本が今後どのように成長していくか、技術進歩率はどの程度であり、またどのように決定されているのか。
- 推定された生産関数の形状を生み出した、各生産要素間にある真の因果関係は何だったのか。理論と実証。
- 社会資本を政策的に増減させる上で何が困難となるか。政治的影響の他、政策コストのリストアップ。

- より一層具体的で、かつ現実のデータに基づいた政策の提言。

以上、多くの課題と限界を抱えたままではあるが、それでもなお、都道府県ごとの最適な社会資本規模を具体的に計算し、将来に向けて外挿して政策提言につなげた本研究の意義は、僅かばかりでも残ったものと信じる。

末筆ながら、本研究を進めるにあたっては東京大学大学院経済学研究科・公共政策大学院の岩本康志教授より多大かつ有益なコメントを頂いた。深く感謝の辞を記させて頂きたい。

さらなる研究の進展を祈り、その中での一助を願いつつ、拙稿を閉じる。

参考文献

- [1] 井上徹・宮原勝一・深沼光 [1999] 「社会資本の生産力効果と最適水準」井上徹・鶴瀬由己 (編) 『わが国公的金融の役割』日本評論社、89 110 頁
- [2] 井堀利宏 [1996] 『公共経済の理論』有斐閣、253 274 頁
- [3] 岩本康志 [1990a] 「日本の公共投資政策の評価について」『経済研究』第 41 巻、第 3 号、1990 年 7 月、250 261 頁
- [4] 岩本康志 [1990b] 「公共投資の最適水準」『大阪大学経済学』第 40 巻、第 12 号、1990 年 9 月、242 250 頁
- [5] 岩本康志 [2005] 「公共投資は役に立っているのか」大竹文雄 (編) 『応用経済学への誘い』日本評論社、2005 年 10 月、115 136 頁
- [6] 大河原透・山野紀彦 [1995] 「社会資本の生産力効果：地域経済への影響分析」『電力経済研究』第 34 号 7 月、45 57 頁
- [7] 経済企画庁調査局 (編)[1997] 『日本経済の現況』大蔵省印刷局
- [8] 経済企画庁調査局 (編)[2000] 『日本経済の現況』大蔵省印刷局
- [9] 国土交通省 (編)[2006] 『国土交通白書 2006』ぎょうせい
- [10] 丹保憲仁 (編)[2002] 『人口減少下の社会資本整備』土木学会
- [11] 土居丈朗 [1998] 「日本の社会資本に関するパネル分析」『国民経済』No.161 (1998 年 3 月)、国民経済研究協会
- [12] 内閣府政策統括官 (編)[2002] 『日本の社会資本』財務省印刷局
- [13] 根本二郎・河村真・釜田公良 [1994] 「社会資本の最適水準」奥野信宏・焼田党・八木匠 (編) 『社会資本と経済発展』名古屋大学出版会、59 77 頁
- [14] 林正義 [2002] 「社会資本の生産性と同時性」内閣府経済社会総合研究所
- [15] 本間正明・岩本康志・浅田利春・砂川和彦・佐野尚史 [1989] 「設備投資の実証分析」
- [16] 三井清・太田清 [1995] 「社会資本の生産力効果」三井清・太田清 (編) 『社会資本の生産性と公的金融』日本評論社、43 65 頁
- [17] 山本拓 [1998] 『経済の時系列分析』創文社
- [18] 吉野直行・中島隆信・中東雅樹 [1999a] 「社会資本のマクロ生産効果の推計」吉野直行・中島隆信 (編) 『公共投資の経済効果』日本評論社、13 33 頁

- [19] 吉野直行・中島隆信・中東雅樹 [1999b] 「地域別・分野別生産関数の推計」吉野直行・中島隆信 (編) 『公共投資の経済効果』第3章、日本評論社、35-88頁
- [20] 吉野直行・中野英夫 [1994] 「首都圏への公共投資配分」『東京一極集中の経済分析』日本経済新聞社、161-190頁
- [21] Arrow, Kenneth J.; Kurz, Mordecai [1969], "Optimal Public Investment Policy and Controllability with Fixed Private Savings Ratio," *Journal of Economic Theory*, August 1969, vol. 1, iss. 2, pp. 141-77.
- [22] Arrow, Kenneth J.; Kurz, Mordecai [1970], *Public Investment, the Rate of Return, and Optimal Fiscal Policy*, Johns Hopkins University Press,
- [23] Aschauer, David Alan [1989], "Is Public Expenditure Productive?," *Journal of Monetary Economics*, March 1989, vol. 23, iss. 2, pp. 177-200.
- [24] Burgess, David F. [1988], "Complementarity and the Discount Rate for Public Investment," *Canadian Journal of Economics*, May 1989, vol. 22, iss. 2, pp. 245-62.
- [25] Nemoto, Jiro; Kamada, Kimiyoshi; Kawamura, Makoto [1999], "Estimates of Optimal Public Capital Stock in Japan Using a Public Investment Discount Rate Framework," *Empirical Economics*, November 1999, vol. 24, no. 4, pp. 693-710.
- [26] Ogura, Seiritsu; Yohe, Gary [1977], "The Complementarity of Public and Private Capital and the Optimal Rate of Return to Government Investment," *Quarterly Journal of Economics*, November 1977, vol. 91, no. 4, pp. 651-662.
- [27] Sandmo, Agnar; Dreze, Jacques H. [1971], "Discount Rates for Public Investment in Closed and Open Economies," *Economica*, November 1971, vol. 38, no. 152, pp. 395-412

付図

最適社会資本規模の推移、現実の社会資本の推移、政策ルールに従って増減させた場合の社会資本の推移について、全都道府県・全地域別ブロックおよび全国合計のそれぞれをグラフ化したものを、巻末付図として以下に掲載する。

凡例:

- 横軸単位：年度
- 縦軸単位：兆円
- 青色太線：最適社会資本規模（2004年以降は外挿）
- 桃色太線：実現された社会資本（本研究による独自の推計値）
- 紫色細線：2004年以降、本文中の政策ルールに従った場合の社会資本

