

インフラの維持可能性と公共投資

日本大学 経済学部 教授 中川 雅之
なかがわ まさゆき

1. はじめに

ほとんどすべての人が何らかの住宅に住み、家族の誰かが何らかの手段で通勤、通学をして、働き、学び、買い物をして生活に必要なものを手に入れる日々を過ごしている。そのような生活のスタイルは、農業などに専門的に従事する場合以外、都市という場で繰り広げられることがほとんどだろう。ここでいう都市というのは、多くの人々と企業が集積する地域のことで、それらがさまざまな機能を果たし、人々の暮らしを支えている。そしてこうした人々の暮らしや企業の活動には、政府が供給する道路や上下水道といったインフラや公共的に管理された電力・ガスといったインフラが不可欠である。人々がいま、住み、生活している住宅や都市はこれまでにどのようにして作り上げられたのだろうか。過去をふりかえってみよう。

図表1には、公的資本形成というインフラ投資と住宅投資のGDP比が描かれている。これを見ると、これまでにインフラ投資と住宅投資に関して大きな二つの山があることがわかる。1つ目の山は1960～1970年を中心とした高度成長期に、2つ目の山はバブル期及びその崩壊後に景気対策が実施された時期（1990年代）に訪れている。

ところで、人々の住まいや、都市の形成期ともいえる時代は、どのような時代としてとらえることができるのだろうか。都市というのは一定の人

口と産業の集積によって形成されるため、まず人口動態からみてみよう。図表2には、これまでの日本の人口の動きが年齢階級別（3分類）に記述されている。図表1および図表2から明らかなように、人々の住まい及び都市が形成されたのは、総人口が急速に増加している時期であったことが分かる。

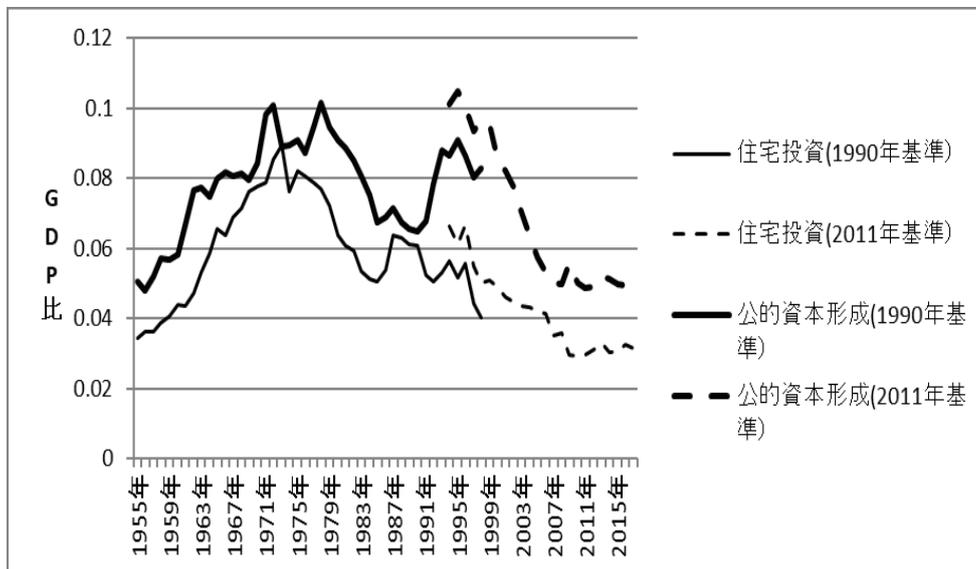
またこの形成期は、付加価値を稼ぎ出す主体である生産年齢人口が増加し続ける時代であったこともわかる。

人々は、経済成長率の高い時期に自分たちの住まいとそれを支える都市を作り上げてきた。そのような時期にきわめて集中的に投資をすることで、人々は一定の豊かさを感じられるような住まいや環境を手に入れてきたと言える。

さて「これから」はどのようなのだろうか。注意したいのは、どんな住宅もインフラも耐用年数が存在するということだろう。つまり、一定の維持管理投資や更新投資を行わなければ、その質を維持することはできない。今がこの時期なのだ。

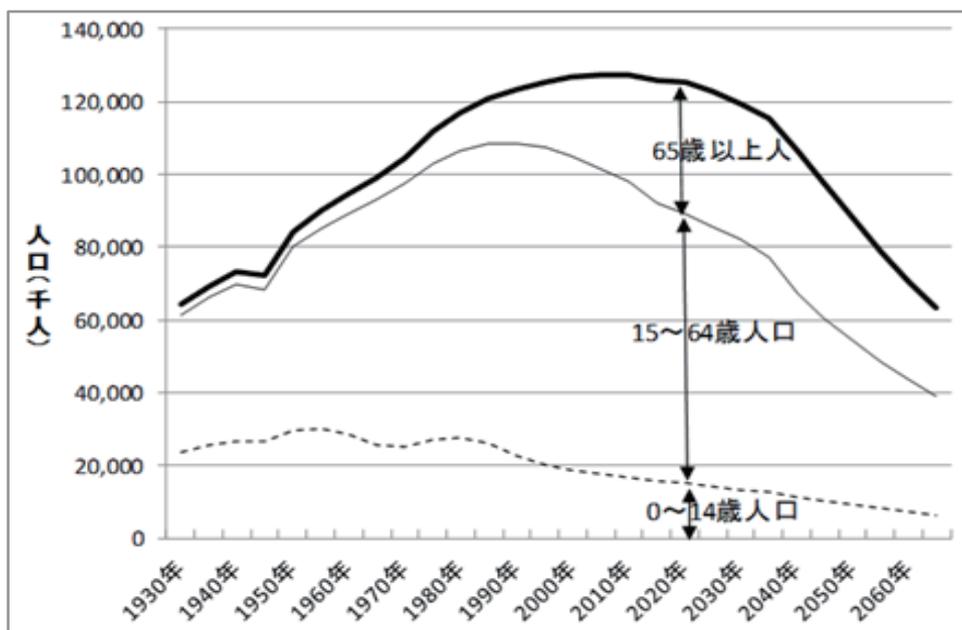
さらに、図表2から明らかなように、都市の形成期とはまったく異なる人口の動きが今後予想されている。日本は既に人口減少期に入っている。既に2000年代から減少期に入った生産年齢人口を、まだ増加している高齢者人口が相殺しているため、今は比較的緩やかな人口減少にとどまって

図表1 住宅投資のGDP比の推移（実質）



注1) 「国民経済計算年報」(内閣府)より作成。
 注2) 住宅投資にも公的資本形成にも公的住宅が含まれている。

図表2 日本のこれまでの人口推移と将来推計



注) 総務省統計局資料 (<http://www.stat.go.jp/data/nihon/02.html>) より作成
 (「国勢調査」(総務省統計局)、「日本の将来人口(2018年推計)」(国立社会保障人口問題研究所))。

いる。しかし、2030年以降にはこの高齢者もいずれ減少するために、日本は一層急速な人口減少期を経験することが予想されている。

そのような人口動態を背景に、人々はインフラや住宅の大量の老朽化に直面することになる。特にインフラが老朽化しているにも関わらず、十分な維持管理投資が行われなければ、都市における我々の安全で快適な生活は突然危機にさらされるかもしれない。下水管の破損が原因で生じた八潮市の道路陥没事故の記憶はまだ新しい。

本稿では財政がひっ迫される中で、効率的な維持管理投資のあり方を議論したい。これからの議論は、以下のように展開される。第2節では、地域間の配分という観点から、インフラの維持管理投資をどのような方針で行うべきかについて議論する。第3節では社会資本ストックのデータを用いて、これまでの維持管理投資の傾向を検証する。第4節は政策的示唆である。

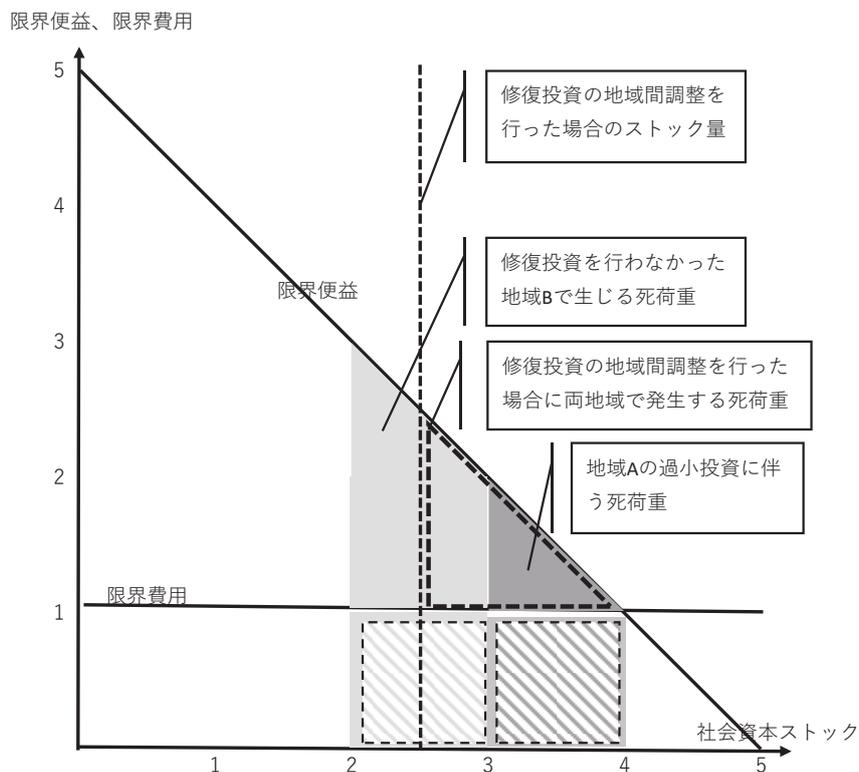
2. 効率的な維持管理投資の配分とは

(1) 地域が同質な場合の維持管理投資のスタンス

公共投資を通じて整備されたインフラストックによって、効率的な経済活動、豊かな国民生活が可能になる。しかし、そのインフラストックは、時間の経過とともに、物理的消耗、陳腐化等を起こす。この資本減耗を適時適切に維持管理投資によって修復しなければ、インフラストックの価値が減少することになる。各地域へのインフラ投資が最適に行われたとすれば、そのインフラストックの価値減耗を防ぐような維持管理投資を行うことが必要になる。しかし、維持管理投資に充当できる財源が限られている場合は、全てのインフラストックを最適な水準に保つことはできない。以下においてはどのような維持管理投資のスタンスが求められるかについて議論しよう。

図表3には社会資本ストックを整備・管理する際の限界費用と、その限界便益を描いている。限界便益は、その地域の住民の個別需要曲線を縦方

図表3 社会資本ストックと維持管理投資（概念図）



向に合計した集計需要曲線の高さによって示される。この場合、地域社会の住民は選挙、議会承認という民主主義的なプロセスを経て、限界便益と限界費用が交差する4のレベルの社会資本ストックを選択し、それに必要な新設・改良、維持管理投資を行うことになる。

社会資本ストックは時間の経過とともに、物理的消耗、陳腐化等による価値の減少がおこる。これに対して適時適切な維持管理投資を行うことで、最適な社会資本ストック水準4を維持することが必要になる。しかし、物理的消耗、陳腐化等に伴う価値の減少を住民が把握することは容易ではない。このため、選挙、議会を通じた集団的意思決定においてその維持管理投資額が不足しがちになる。

同質の二つの地域A、Bが存在するものとしよう。二つの地域ともに、4の社会資本ストックを維持するのが最適であるものの、時間の経過とともに、各地域の社会資本ストックが実質2まで減少した状況を考える。地域Aでは維持管理投資を行うことで3の水準まで回復させたものとしよう。しかし、3→4への社会資本ストックの回復が行われなかったことに伴う損失が生じる。3→4の修復投資の便益は図表1の濃い灰色で網掛けをされた台形部分である。その時の限界費用は濃い色の斜め線で網掛けされた四角形である。過少投資により、地域Aにおいては濃い灰色の三角形部分の厚生上の損失が発生することになる。

次に地域Bでは、社会資本ストックの減耗に対する維持管理投資が全く行われなかったものとしよう。社会資本ストックを2→3にする修復投資も行われなかったことになる。そのような修復投資が行われた場合の便益は薄い灰色で網掛けされた台形部分で、そのコストは薄い色の斜め線の四角形に相当する。このため修復投資が全く行われなかった地域Bでは、地域Aで生じている濃い灰色の三角形部分の損失に加えて、薄い灰色の台形部分の損失が発生することになる。

維持管理投資の必要性が認識されにくく、維持管理投資のパイが総体的に限定されるということ

を前提としながらも、地域Aと地域Bでこのような維持管理レベルの差異が生じている状態をどう評価すればいいのだろうか。地域Aと地域Bで構成されている社会全体で、必要な維持管理投資は二つの地域で $2 \times 2 = 4$ の維持管理投資を行うことであるが、維持管理投資財源は1しかないものとしよう。これを両地域に等分に配分した場合に、両地域ともに社会資本ストック水準は2.5となる。

図表3に描かれている状態と比較してみよう。地域間で維持管理投資の調整が行われない図表3のような状態では、地域Aでは $1^2/2=0.5$ の、地域Bでは $2^2/2=2$ の死荷重が生じている。つまり、社会全体で $0.5+2=2.5$ の死荷重が生じている。ここで社会全体で維持管理投資の調整を行って、両地域とも2.5の水準まで社会資本ストックを回復させたものとしよう。この場合、図3の細かい点線で囲われた三角形に相当する $((1.5)^2/2) \times 2=2.25$ の死荷重が発生する。このように維持管理投資の調整を行うことで死荷重を減らすことができるため、地域が同質である場合維持管理投資レベルの格差を是正することには一定の意義がある。

ここで

資本ストックの減少分

\div 元の社会資本ストックの価値=減耗率

とすると、地域Aも地域Bも減耗率は $(4-2.5)/4=0.375$ となる。

(2) 地域が異質な場合の維持管理投資のスタンス

次に地域A、Bが人口動向に関して異質である場合を考えよう。

① 人口減少期の維持管理投資のあり方

これまで地域A、Bともに同一の社会資本ストック水準4を整備、管理してきた。しかし、地域Bにおいてのみ深刻な人口減少が起こったものとする。

限界便益の大きさは個別需要曲線を縦方向に加えた集計需要曲線で表されるため、地域Bの社会資本に対する限界便益は図表4の太い破線のように

に下にシフトする。この場合、地域A、Bともに時間の経過によって、社会資本は2の水準まで減耗するが、地域Bではこの水準以上の社会資本ストックを整備、維持管理することは逆に損失を生むことになる。つまり地域Bでは資本減耗を放置することが最適な対応となる。その場合、限られた維持管理投資の財源1は、地域Aに対して集中して投資することが最適である。この場合に生じる死荷重は濃い灰色で網掛けされた三角形、 $1^2/2=0.5$ のみとなる。

逆に、地域間の格差を是正するために維持管理投資の調整を行った場合の社会資本ストックのレベルは両地域とも2.5になる。この場合、地域A、地域Bとも、

資本ストックの減少分

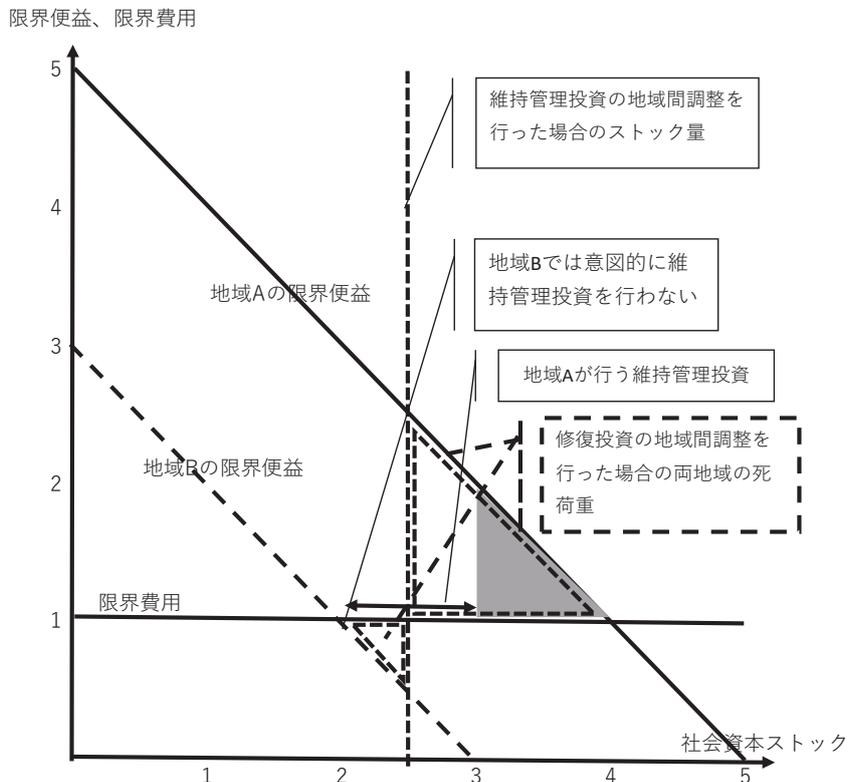
$$\begin{aligned} \text{／元の社会資本ストックの価値} &= \text{減耗率} \\ &= (4-2.5)/4 \end{aligned}$$

となり共通である。この場合には、図表4の細かい破線の三角形で示されているように、地域Aにおいては $(1.5)^2/2=1.125$ の死荷重が発生する。一方地域Bにおいては過剰なレベルの社会資本ストックが維持されることになるため、 $(0.5)^2/2=0.125$ の死荷重が発生する。社会全体の死荷重は、 $1.125+0.125=1.25$ となる。このように、人口動向に関して異質性がある場合に公平性等を勘案して、維持管理投資の調整を行うことは、却って死荷重を増加させる。人口減少地域の資本減耗を放置して、人口増加、あるいは人口を維持している地域に維持管理投資を集中することに一定の意義がある。

② 人口増加期の維持管理投資のあり方

次に、地域Bにおいてのみ大きな人口増加が起こったものとしよう。ここで、仮定を付け加える。人口増に伴う社会資本に対する需要の増加は観察しやすいので、十分な新設・改良投資が行われる。一方前述のとおり、既存の社会資本ストックの物

図表4 人口減少社会における社会資本ストックと維持管理投資（概念図）



理的消耗、陳腐化等は専門的な調査を経なければ認識できないため、十分には行われないものとする。

図表5では地域Bの集計需要曲線は図表3と変わらないが、人口増加に伴って地域Aの集計需要曲線が粗い破線のように上にシフトした状態が描かれている。この場合、地域Aは社会資本ストックは4の水準から資本減耗によって2減少するが、新設・改良投資は人口増加に伴う必要量2行われるため、社会資本ストック量は4のままである。一方、地域Bでは2の水準まで社会資本ストックが減少する。

この場合、1に限られている維持管理投資をどのような形で配分すればよいだろうか。減耗率を同一化するという方針の下では、

地域Aの資本減耗率

$$= \text{資本ストックの減少分} / \text{元の社会資本ストックの価値} \\ = (4-2.8)/4=0.3$$

地域Bの資本減耗率

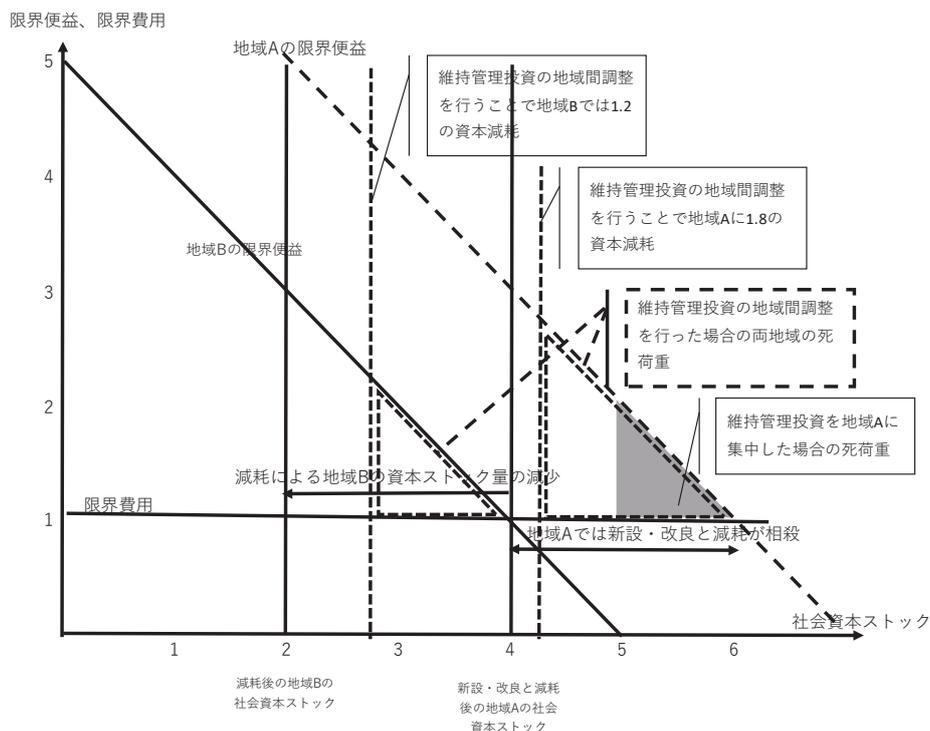
$$= \text{資本ストックの減少分} / \text{元の社会資本ストックの価値に} \\ \text{新設改良による増加分を加えたもの} \\ = (6-4.2)/6=0.3$$

であるから。地域Aに0.8の維持管理投資、地域Bに0.2の維持管理投資を配分することとなる。しかし、このような配分を行った場合、図表5に示されているように、地域Aでは $(1.2)^2/2=0.72$ の、地域Bでは $(1.8)^2/2=1.62$ の死荷重が発生するため、社会全体として2.34の損失を被る。

一方、人口増加地域である地域Aに維持管理投資を集中させた場合 $1^2/2=1$ の死荷重しか発生しない。人口増加期においても人口増加地域に維持管理投資を集中することに一定の意義がある。

このように、地域社会が同質の場合には、地域の維持管理投資、逆に言えば社会資本ストック減耗のレベルを平準化する、人口の変化率について地域間の異質性がある場合には、人口減少地域の

図表5 人口増加社会における社会資本ストックと維持管理投資（概念図）



資本減耗は放置して、維持管理投資を人口を維持している、あるいは人口増加地域に集中投下することが適切だと考えることができる。

3. 地域の社会資本ストックはどのような方針で整備、維持管理されてきたか

(1) 都道府県の資本減耗率格差

それではそのような地域間の社会資本ストックのマネジメントが行われてきたのだろうか。内閣府の社会資本ストック推計のデータを用いて検証してみよう。

内閣府では、3つの社会資本ストック概念を推計している。このうち、粗資本ストックは、「資産の賦存量を示しており、現存する固定資産について、その取得価格(投資額)によって評価した値」とされている。一方、純資本ストックは、「粗資本ストックから供用年数の経過に応じた減価(物理的減耗、陳腐化等による価値の減少)を控除した額」とされている。このため本稿では

資本減耗額率

$$= \frac{\text{粗資本ストック} - \text{純資本ストック}}{\text{粗資本ストック}}$$

として、各地域の資本減耗の状態を示す変数とした。そして、

資本減耗率格差

$$= \text{都道府県 } i \text{ の資本減耗率} \\ - \text{全国の資本減耗率}$$

の推移を観察することで、維持管理投資配分が合理的に行われているかを検証する。この場合、資本減耗率が全国平均よりも高い、社会資本ストックが平均より劣化している場合は正の値を、社会資本ストックの物理的消耗、陳腐化等の程度が低い場合は負の値をとることになる。

まず、この資本減耗率格差の各年度の動きを記述的に観察してみよう。図表6は各都道府県の1975、1990、2005、2020年の資本減耗率格差の推

移を記述している。大都市圏を構成する都道府県と地方圏という視点でみた場合には、1975年、1990年においてはむしろ大都市圏を構成する都道府県の方が資本減耗率が低く、地方圏の方が資本減耗率が高いように見える。一方、2005年、2020年には、大都市圏を構成する都道府県において資本減耗率の上昇、地方圏の都道府県における下降傾向が観察されるように思える。また、阪神淡路大震災、東日本大震災などの大災害は、その地域の社会資本ストックを強制的に除却するために、一挙に社会資本ストックの更新が行われている様子もうかがわれる。オリンピックや万国博覧会などのメガイベントにもそのような効果がありそうである。

(2) 社会資本ストックの整備、維持管理はどのように行われているのか

前節で議論した社会資本ストックの整備、維持管理の方針が実際に行われているのかについて、実証分析を行う。具体的には以下のような推定式をOLSで推定する。

$$DS_i^t = \alpha + \beta \frac{\sum_{j=1}^5 DS_i^{t-j}}{5} + \gamma \left(\frac{Pop_i^t}{Pop_i^{t-5}} \right) + D^t + e_{it}$$

DS_i^t : 地域 i 、 t 年の資本減耗率格差

Pop_i^t : 地域 i 、 t 年の人口

D_i^t : 地域 i 、 t 年の災害、メガイベントなどのダミー変数

e_{it} : 誤差項

ここでは1965~2020年の都道府県別社会資本ストックに関する粗資本、純資本のデータ(内閣府)、1975~2020年の都道府県別人口(国勢調査

(総務省統計局))を用いている。なお $\frac{\sum_{j=1}^5 DS_i^{t-j}}{5}$ は、 DS_i^t の直近5年間の平均(モデル1)であるが、社会資本整備、維持管理の方針が長期的に決定されることから5年(モデル2)、10年(モデル3)のラグを伴う推定も行っている。

図表7として1975年、1980年、1985年、1990年、1995年の各都道府県の資本減耗率格差を被説

図表6 各年度の社会資本ストック減耗率格差の推移



注) 社会資本ストック推計(内閣府)(<https://www5.cao.go.jp/keizai2/ioj/index.html>)より

図表7 1975～1995年の社会資本ストックの減耗率格差に関する実証分析結果

	モデル1		モデル2		モデル3	
	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差
切片	0.0000	0.0004	0.0017 **	0.0007	0.0033 ***	0.0009
減耗率格差5年平均（直近）	0.7960 ***	0.0172				
減耗率格差5年平均（5年ラグ）			0.4900 ***	0.0257		
減耗率格差5年平均（10年ラグ）					0.3122 ***	0.0301
人口成長率	-0.0208 ***	0.0072	-0.0723 ***	0.0140	-0.0988 ***	0.0185
ショックD	0.0003	0.0019	-0.0015	0.0038	-0.0041	0.0050
補正R2	0.9219		0.6854		0.4431	
データ数	230		230		230	

注) 社会資本ストック推計(内閣府) (<https://www5.cao.go.jp/keizai2/ioj/index.html>) 及び国勢調査(総務省統計局)より

明変数として推定した結果が示されている。過去の資本減耗率格差は、全てのモデルで有意な正の係数が推定されている。前節の議論からは地域が同一の場合は、格差を縮小するように維持管理投資配分を行うことが、社会全体のために望ましいとしていた。そのような投資判断が行われる場合には、資本減耗率格差が正の値を示す都道府県、つまり全国平均よりも資本減耗率が高く厚生上の損失を抱えていると考えられる都道府県は、手厚い維持管理投資配分を受けるため、その後資本減耗率格差は縮小、つまり値が低下することが予想されていた。つまり、負で有意な係数が予想されていたが、推定結果は逆の符号で有意な係数が推定されている。公共投資が新設改良が中心で、維持管理投資に十分な資金が配分されない場合、歴史の長い都市でインフラの老朽化が進んでいる地域が放置されるような場合は、このような推定結果がもたらされるかもしれない。

また前節の議論では、人口増加地域では手厚い維持管理投資配分が行われ、人口減少地域では意

図的に資本減耗を放置することが合理的であるため、人口増加地域では資本減耗率格差の値が負の方向に、人口減少地域では正の方向に変化することが予想された。この場合人口成長率に関しては負の係数が予想された。この点については、予想と整合的な係数が推定されている。

図表8として2000年、2005年、2010年、2015年、2020年の各都道府県の資本減耗率格差を被説明変数として推定した結果が示されている。過去の資本減耗率格差は、全てのモデルで有意な正の係数が推定されている。図表7と同じように、公共投資が新設改良が中心で、維持管理投資に十分な資金が配分されない場合、歴史の長い都市でインフラの老朽化が進んでいる地域が放置されるような場合は、このような推定結果がもたらされるかもしれない。

また、人口成長率に関しては予想と逆の正の係数が有意に推定されている。前節の議論とは全く異なるロジックで、人口減少地域に対して再分配的に配分が行われる場合にはこのような結果がも

図表8 2000～2020年の社会資本ストックの減耗率格差に関する実証分析結果

	モデル1		モデル2		モデル3	
	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差
切片	0.0002	0.0002	-0.0005	0.0005	-0.0010	0.0006
減耗率格差5年平均(直近)	0.9992 ***	0.0208				
減耗率格差5年平均(5年ラグ)			0.7420 ***	0.0462		
減耗率格差5年平均(10年ラグ)					0.5051 ***	0.0488
人口成長率	0.0153 *	0.0093	0.0533 **	0.0210	0.0873 ***	0.0255
ショックD	-0.0038 ***	0.0009	-0.0042 *	0.0021	-0.0025	0.0026
補正R2	0.9093		0.5292		0.3189	
データ数	235		235		235	

注) 社会資本ストック推計(内閣府) (<https://www5.cao.go.jp/keizai2/ioj/index.html>) 及び国勢調査(総務省統計局)より

たらされるかもしれない。

4. 政策的示唆

日本では厳しい財政事情の下で、高度成長期、バブル期に積極的な整備が行われた社会資本ストックの老朽化が本格化している。また並行して人口減少も急激に進んでいくことが予想される。財政事情が厳しい中、効率的な維持管理投資が進められることが期待される。

第2節では簡単な余剰分析で、一般的には地域間の社会資本ストックの減耗率を平準化するような投資スタンスが支持されること、人口動態に関して地域間の異質性がある場合には、人口増加地域には手厚い維持管理投資を、人口減少地域では資本減耗の受容を行うことが社会全体にとって合理的であることが示唆された。

第3節では1975～1995年及び2000～2020年の社会資本ストックの減耗率格差のデータを用いた実証分析結果が報告された。そこでは、社会資本ストックのレベルを平準化する投資態度は一般に

は観察されないこと、1975～1995年にかけては人口動態を反映した維持管理投資に関する効率的な投資スタンスが観察されたものの、2000～2020年にかけては効率性よりも再分配的な観点から公平性を重視した投資スタンスが観察されたことが報告された。

人口増加にともなう社会資本ストック需要の増加は人々に認識しやすいため、新設・改良投資は行いやすいと述べた。このような地域においては維持管理投資についても、社会資本ストックに関する維持管理投資の必要性を人々が認識しやすいのかもしれない。しかし、人口減少地域で社会資本ストックの維持管理が劣後するという投資方針は、国民の間で受容されていないことが、実証分析結果の背景にあるのかもしれない。

しかし、日本全体で深刻な人口減少が進む中、限られた財源を振り向けてインフラの老朽化に対応するとすれば、人口動態を反映した維持管理投資の取捨選択が必ず求められる。この場合、インフラの管理レベルをその必要度に応じて判断する

富山市が行うインフラのトライージのような試みが求められよう。そのような取り組みを一般化するためには、都市のコンパクト化を明確に意識した計画である立地適正化計画をインフラストックの維持管理に明示的に反映させることが今後求められる。