

公共事業の事業期間短縮による 経済効果に関する研究

多田直人¹・森地 茂²・福田大輔³・堤 盛人⁴

¹正会員 修(工) 国土交通省大臣官房技術調査課 (〒100-8918 千代田区霞が関2-1-3)

²フェロー会員 工博 政策研究大学院大学教授 (〒162-8677 新宿区若松町2-2)

³正会員 博(工) 東京工業大学大学院助手 理工学研究科土木工学専攻
(〒226-8502 横浜市緑区長津田町4259 G3-14)

⁴正会員 博(工) 筑波大学大学院助教授 システム情報工学研究科社会システム工学専攻
(〒305-8573 つくば市天王台1-1-1)

社会資本の早期供用の重要性は、これまで幾度と無く議論されてきたが、時間管理の視点に基づいた制度・計画の改善についての具体的な検討は端を発したばかりであり、依然として十分なものではない。本研究では、これからの社会資本制度を検討する際に必要となると考えられる、社会資本の事業期間短縮による経済効果についての試算を行った。具体的には、古典的な経済成長理論に社会資本の事業期間の概念を組み込んだモデルを構築し、社会資本整備の事業期間の短縮が、GDP、税率、貯蓄率等の経済諸変数に及ぼす影響を分析した。特に、GDPについては数値計算を行い、分析の妥当性を検証した。

Key Words : economic effects of shortening project-periods, public works, economic growth theory

1. 背景と目的

社会資本整備の効率化のために、費用便益分析の導入、建設コストの縮減等、これまで数多くの試みを実施されてきた。一方、計画全体の時間を管理することによって、社会資本整備の一層の効率化を目指す方策に関しては、ほとんど議論されてこなかった。本来、時間は、社会や人間にとって最も希少な資源の一つであるにもかかわらず、社会資本整備に関しては、可能な限り計画通りに進行させるという努力にとどまっているのが現状である。

こうした背景のもと、1999年の経済審議会答申¹⁾、国土交通省による公共事業コスト構造改革プログラム²⁾等、ここ数年、政治や行政の場において、社会資本整備に対する時間管理概念の導入が行われ、具体的な諸制度の検討がなされつつある。

しかし、社会資本整備の時間管理に関する議論は端を発したばかりであり、事業の遅延に伴ってどの程度の社会的・経済的影響が生じているのか、遅延の制度的要因は何か、さらには具体的にどのように制度を再構築するべきかといった議論は不十分であり、包括的な施策を提示するには至っていない。

無論、これまでも、事業の遅延による社会的損失

が全く意識されていなかったわけではなく、「いつまでたっても完成しない」というような批判が投げかけられてきたことも事実である。とりわけ、単年度予算主義による工事端境期の存在、合意形成・用地取得の難航による供用開始の遅延、入札制度における工期短縮へのインセンティブ欠如等に関しては、問題の重大性が指摘されてきた。しかし、その社会的費用がどの程度かを知る手段が無かったため、定量的な分析に基づく議論が俎上に乗ることが無かったことも事実であると考えられよう。

以上のような問題意識のもと、本研究では、社会資本整備の時間管理に関する今後の議論展開の契機を与えるべく、事業の遅延が国民経済にどの程度の影響を及ぼすのかを推計することを目的とする。具体的には、社会資本整備のために資金が充たされ始めてから供用開始されるまでの期間を事業期間と定義し、古典的な経済成長理論に社会資本の事業期間を組み込んで、事業期間短縮の経済効果分析を行う。

本論文の構成を示す。2. では、社会資本の供用時期に関する既往研究を概観し、遅延の制度的要因と本研究の位置付けについて論じる。3. では、社会資本の事業期間を組み込んだ経済成長モデルを構築する。4. では、モデルを用いた数値計算を行う。

最後に5. で本研究の成果についてまとめ、今後の課題を示す。

2. 既往研究の整理と本研究の位置付け

(1) 関連分野の既往研究

将来の不確実性を考慮しない投資の最適タイミングに関しては、経済学において古くから多くの研究が行われており、島田(1998)³⁾は、それらの古典的研究を整理している。また、土木計画においても、長尾他(1976)⁴⁾は一括建設方式、需要追いかけ建設方式、段階建設方式の各特徴を明らかにしている。肥田野(1981)⁵⁾は小地域の経済成長を考慮した動的開発問題を取り上げており、奥村(1991)⁶⁾は、地域イベントとそれに関連する施設整備の動的分析を扱っている。また、上田他(2002)⁷⁾は、単一プロジェクトを対象として、確実性下における最適投資タイミングに関して考察を行っており、ある期限までは当該事業が実施に値するが、それを過ぎると中止しなければならないような状況が生じる可能性を示唆している。また、Sheilah(2003)⁸⁾は、インフラ整備主体が公的セクターの場合と私企業の場合の間で最適投資タイミングに生じる差異を比較し、同時に、複数事業間での投資タイミングの調整問題についての理論モデルを構築している。

一方、リスクや不確実性を明示的に考慮した研究分野として、システム工学やOR分野における不確実性下の動的意思決定問題、リスク・マネジメント、最適停止問題等がある。特に、リアル・オプションの考え方を適用して、リスク・不確実性下での最適投資計画問題を分析している研究としては、最適土地開発問題に連続時間のリアル・オプションを適用した例^{9),10),11)}、不動産市場を対象とした分析例¹²⁾、環境経済学分野への適用例¹³⁾等、関連周辺分野での適用例は多い。

このようなオプションの視点を社会資本の評価に適用している研究もある。多々納(1998)¹⁴⁾は、不確実性の高い不可逆的な事業においては、意思決定の留保が便益を生み出すこともあり、それが情報価値と多様性価値で構成されることを示した。また、それを発展させたのが、上田(2000)¹⁵⁾、玉置(2001)¹⁶⁾である。これらの研究では、将来情報の不確実性が存在する場合の事前・事中・事後評価の共通フレームを提示している。最適化されたスケジューリングの下での社会的厚生と、通常費用便益分析でのそれとの差を、スケジューリングの価値と考え、これが回顧価値、柔軟性価値、予測価値、情報価値に分

解されることを示している。

また、小林他(2001)¹⁷⁾では、リアル・オプションの考え方を適用して、治水事業の段階的整備の評価について、将来の事業発展のオプションを視野に入れた手法を提案している。横松(2001)¹⁸⁾では、工期短縮が情報の利用可能性を増大させ、便益を産む可能性のあることを示唆している。さらに、横松他(2001)¹⁹⁾は、最適実施時刻からの遅延がもたらす経済的損失を、オプションの観点から事前と事後に分けて計量化している。また、栗野他(2001)²⁰⁾は、不確実な需要変動下での社会資本の最適補修タイミング問題を定式化している。

(2) 個別具体事業の遅延損失に関する研究

実際の事業の遅延に伴う社会的損失について試算したものとして、中山他(2000)²¹⁾、建設経済研究所(2000)²²⁾、運輸省(2000)²³⁾がある。これらは遅延損失を試算した研究として先駆的ではあるが、次に示すような問題点を有している。

- ①「遅延の損失」を算出するには、「遅延しない場合の基準値」を設定する必要があるが、3つの研究ともに、その基準値として、行政によって予定された供用開始時期である「公表値」が採用されている。
- ②社会的損失を算出するためには社会的最適値を基準としなければならないが、行政の示す公表値は、最適値とは必ずしも一致しない。最適値が公表値よりも遅い場合、遅延によって社会的便益を生む場合も生じる。
- ③もし公表値が遅延リスクを考慮せずに設定されているのならば、それはリスク・マネジメントが不十分なかただけである。逆に、遅延リスクを想定しているのならば、リスクを回避できた事業とリスクが現実となった事業で、便益と損失がある程度相殺されるはずであり、社会全体として見た場合に経済損失は発生していない可能性が高い。

また、上田(2000)¹⁵⁾、玉置(2001)¹⁶⁾、横松他(2001)¹⁹⁾が指摘するように、事後評価を行う場合には、事前にはリスク・不確実性であったものが履歴として実現するため、評価時点の状況によって評価結果が変化することに注意しなければならない。ところが、実際の事業の遅延損失を算出している既往研究の多くは、事後評価を行っているにもかかわらず、社会資本需要等の経済状況について、どの時点の数値を用いるかということ、厳密に検討しているとは言い難い。

(3) 遅延の制度的要因

a) 社会資本関連制度と事業遅延

既往研究が示すように、リスク・不確実性が高い場合、オプション価値を重視して計画実施を留保することが重要となり、遅延は必ずしも社会的損失とはならない。

しかし一方で、計画が発表されてから未だに完成していない公共事業、都市計画事業は数え切れない。そして、進捗が思わしくない事業の多くは、リスク・不確実性を考慮した戦略的遅延ではなく、制度的要因によって遅延が生じている場合がほとんどであると考えられる。

何故、事業が遅々として進捗しないのであろうか。森地他(2001)²⁴、建設経済研究所(2000)、運輸省(2000)、大村(1997)²⁵、常見(1995)²⁶、佐藤・林(1994)²⁷、盛武・遠藤(1999)²⁸を参考として、その理由を整理したものが表-1である。このように、社会資本整備の制度においては、時間という観点からみると問題が多い。

ここ数年、土地収用法の改正、多様な入札契約方式の導入、都市再生事業を重視した投資の重点化、河川法の改正、アウトカム指標による評価制度等、公共事業の関連制度は大きく変化しているにもかかわらず、土地収用法の改正を除いては、時間規定を明示的、定量的に扱っている制度改善は見られない。そして、制度改善が時間短縮に寄与しているとは言いがたい状況にある。例えば、多様な入札契約方式の導入によって工期短縮技術を契約時に評価することが可能となったものの、契約までに多くの時間を要したり、工事遅延リスクの契約時点での評価方法は、依然として曖昧なままである。

b) 制度改善による事業期間短縮の可能性

このように、現状制度においては解決していかねなければならない課題は未だに多い。

制度は長期的には可変的であるが、短期では事業執行の制約条件となる。社会資本整備に関わる制度と計画のすべてを今すぐに最適化することはできなくとも、「事業期間の短縮」の制約となっている諸制度を改善することで、遅延の損失をある程度解消することが可能であろう。

制度改善の際に参考となるであろう関連研究例、研究分野は広範にわたっており、すべてをここで網羅することはできない。ここでは、一例として用地取得を考える。

交渉の長期化による社会的厚生損失を地権者が考慮することはほとんどないため、用地交渉の時間は必要以上に長期化する傾向がある。地権者のうち誰か一人とでも交渉が長引けば、その場所での工事ができないため、事業全体が遅れることになる。この問題を解決するために、野口(1989)²⁹は地価インデックス債を、芝原他(1992)³⁰は土地証書を導入することで、用地交渉の短縮インセンティブを地権者に与えることを提案している。

上記の例のように、関連主体にインセンティブを与える等、制度を改善することで、事業期間の制約条件が緩和され、事業期間を短縮させることが可能となるであろう。

(4) 本研究の位置付け

制度改革が数多く実施・検討されている今こそ、時間管理の視点を我が国の社会資本関連制度に盛り込む絶好の機会である。そして、社会資本整備に関

表-1 事業遅延の要因

名称	内容
予算制度	予算の単年度主義と補助金交付時期が工期の制約となり、工事端境期を発生させ、事業期間を長期化させている。
入札・契約制度	一般には最低価格で入札した業者が自動的に落札する制度であり、工期短縮技術を持っていても評価されない。
関係主体間協議制度	関係主体間での協議・調整に関する時間規定がほとんどなく、時間を軽視する主体があれば、協議・調整が進まない。
合意形成・用地取得制度	合意形成においては時間価値を考慮した制度となっておらず、用地取得でも収用をできるだけ避けようとするため、長期化する傾向がある。また、公図の混乱等が土地境界確定を困難にしている。
不明瞭な投資基準	投資基準が不明瞭なことが原因で、集中投資がなされておらず、供用までに時間を要している。また、分離・分割発注が多用され、民間会社のマネジメント能力が発揮されない。
リスク・不確実性への不十分な対処	用地取得、工事難易度、遺跡や生物希少種の発見等のリスクに対して、十分な対策がとられていない。現行の予算制度、入札・契約制度ではリスクに対して柔軟な対応がとりにくい。

わる制度を、時間管理の視点から再検討するために必要な基礎情報として、事業期間の長期化によって、日本全体としてどれほどの社会的な損失が発生しているのかを定量的に把握することの意義は大きいと考えられる。

既往研究では、単一事業の最適投資時期の分析や、リスク下での戦略的な事業計画のあり方を提示されているものの、国民経済レベルでの潜在的な遅延損失を定量的に算出しているものはない。本研究では、事業期間を短縮した場合、日本全国でどれほどの経済効果が得られるかを試算する。その分析のために、古典的な経済成長理論の枠組みに社会資本の事業期間を組み込んだモデルを構築する。

3. 事業期間を考慮した経済成長モデル

(1) 経済成長モデルの概略

ここでは、経済成長の原動力を外生的に与える古典的な経済成長理論に基づき、社会資本の事業期間短縮による経済効果を分析する。

モデルの概念図は図-1のように示される。なお、経済成長理論に関しては、足立(1993)³¹⁾、脇田(1998)³²⁾、Barro and Sala-i-Martin(1995)³³⁾、そして、Solow(2000)³⁴⁾等が詳しい。

本研究で用いるモデルの基本的な仮定は、以下のとおりである。

- ・ 経済は、家計、企業、および政府からなる。
- ・ 経済成長の原動力は、外生的な技術進歩、および人口変化である。
- ・ 民間資本は投資と同時に使用可能となるが、社会資本整備には事業期間が存在する。
- ・ リスク・不確実性は考慮しない。

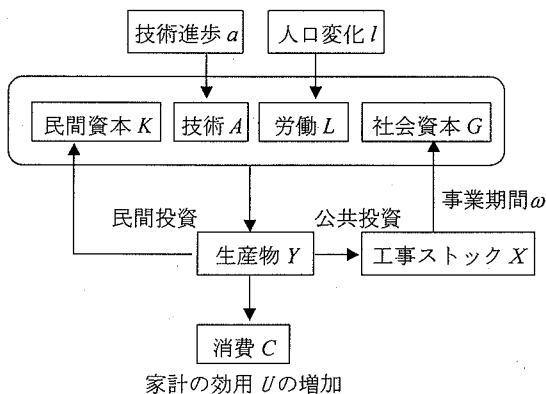


図-1 モデルの概念図

(2) 家計の行動

家計は、企業によって生産された単一財の消費によってのみ効用を得、無限遠の将来にわたって得る効用の総和を最大化するよう、主観的割引率に基づいて消費と貯蓄の配分を決定する。

なお、課税による経済の歪みを発生させなくするために、ここでは余暇への時間配分は考えない。

分析の簡略化のため、家計の瞬時的効用関数を CIES 型効用関数 (異時点間の代替弾力性一定の効用関数) とする。また、全ての家計が均質であることを仮定することにより、国全体を一つの家計として取り扱う。

以上に基づき、家計の行動を定式化する。

$$U = \max_{C(t)} \int_0^{\infty} \frac{\{C(t)/L(t)\}^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} \cdot L(t) \cdot e^{-\rho t} dt \quad (1)$$

ここに、

- U : 全家計の効用総和の現在価値、
- $C(t)$: 時点 t における社会全体の消費量、
- $L(t)$: 時点 t における労働人口、
- $\sigma \in \mathbf{R}_{++}$: 限界効用の弾力性の絶対値、
- $\rho \in \mathbf{R}_{++}$: 家計の主観的割引率。

なお、 σ 、 ρ は外生パラメータであり、時点に関わらず一定値をとるものとする。

(3) 企業の行動

完全競争下において、企業 i は社会資本 $G(t)$ を所与として民間資本 $K_i(t)$ と労働量 $L_i(t)$ を投入し、利潤を最大化するように単一財 $Y_i(t)$ を生産するものと仮定する。これにより、財を交換する誘因は消失し、国際貿易は存在しなくなる。

各企業の生産関数は次式のような Cobb-Douglas 型であると仮定する。但し、既往研究³⁷⁾⁻³⁹⁾の成果に基づき、社会資本が所与の下での民間資本と労働に関する収穫一定の仮定、および、式(3)の不等号条件式を設けている。

$$Y_i(t) = K_i^{\theta_1}(t) \cdot \{A(t) \cdot L_i(t)\}^{1-\theta_1} \cdot G^{\theta_2}(t) \quad (2)$$

$$0 < \theta_2 < \theta_1 < 1 - \theta_1 \quad (3)$$

ここに、

- $A(t)$: 技術変数、
- θ_1 : GDPの民間資本弾力性、
- θ_2 : GDPの社会資本弾力性。

この生産関数は経済全体で集計可能であり、次

式が導かれる。添え字の無い変数は、添え字付き変数を経済全体で集計したものを意味している。

$$Y(t) = K^{\theta_1}(t) \cdot \{A(t) \cdot L(t)\}^{1-\theta_1} \cdot G^{\theta_2}(t) \quad (4)$$

(4) 政府の行動

式(5)で示すように、政府は家計に税率 $\tau(t)$ で消費税を課し、それを財源として公共投資 $I(t)$ を行う。

$$\tau(t) \cdot C(t) = I(t) \quad (5)$$

$$0 < \tau(t) < 1 \quad (6)$$

なお、本研究では労働と余暇の選択問題を考慮していないため、消費税は一括固定税となり、厚生損失は生じない³⁵⁾。すなわち、分権的均衡解と社会的最適解が一致することになる。このため、以降の分析では中央集権的な計画経済について説明する。

(5) 経済成長の原動力

本研究では、労働人口増加と、技術進歩が経済成長の原動力の役目を果たすものとする。人口と技術をそれぞれ次のように表現し、それらの増加率は外生的に与えられるものとする。

$$L(t) = L(0) \cdot e^{lt} \quad (7)$$

$$A(t) = A(0) \cdot e^{at} \quad (8)$$

ここに、

l : 労働人口増加率、

a : 技術進歩率。

(6) 民間投資

a) 実質利子率

民間資本の減価償却率が δ_K で一定であるとすれば、完全競争の仮定より、民間資本の限界生産性から民間資本の減価償却率を引いたものが、実質利子率 $r(t)$ に等しくなければならない。したがって、式(4)を用いれば次式が得られる。

$$\theta_1 \cdot \frac{Y(t)}{K(t)} - \delta_K = r(t) \quad (9)$$

b) 貯蓄率

家計は、所得のうち比率 s の分だけを貯蓄し、貯蓄された金額は民間投資に用いられるものとする。また、各時点での民間投資額は、民間資本の増量とその減価償却の和に等しくなければならない。これらの仮定から次式が得られる。なお、変数の上に付

けたドットは、時間に関する偏微分を示している。

$$Y(t) = \{1 + \tau\} \cdot C(t) + s(t) \cdot Y(t) \quad (10)$$

$$s(t) \cdot Y(t) = \dot{K}(t) + \delta_K \cdot K(t) \quad (11)$$

$$0 < s(t) < 1 \quad (12)$$

c) 民間資本に関する制約式

式(4)、(5)、(10)、(11)から、民間資本の制約式が導かれる。

$$\dot{K}(t) = K(t)^{\theta_1} \cdot \{A(t) \cdot L(t)\}^{1-\theta_1} \cdot G(t)^{\theta_2} - C(t) - I(t) - \delta_K \cdot K(t) \quad (13)$$

(7) 社会資本とその事業期間

a) 公共投資に関する仮定

前節までの定式化は、既往の経済成長理論におけるものと大きな違いはない。ここでは、本研究の目的である「社会資本の事業期間短縮による経済的影響」を考察するために、以下の仮定を設ける。

仮定① 公共投資により投下された資源が社会資本として使用可能となるまでには時間がかかり、それを“事業期間”と称する。

仮定② 各公共事業に対しては、事業期間内の各時点で事業ごとに定められた一定額の投資を継続して行う。

仮定③ 任意の時点 t における、新規事業への事業期間別の投資額は、式(14)で表されるとする。

$$J_z(t) = J(t) \cdot \frac{1}{\omega} \cdot e^{-\frac{z}{\omega}} \quad (14)$$

ここに、

z : 各事業の事業期間、

$J_z(t)$: 時点 t における事業期間 z の新規事業への投資額、

$J(t)$: 時点 t における新規事業への総投資額、

$\omega \in \mathbf{R}_{++}$: 外生パラメータ。

仮定④ 初期時点における公共投資には、継続事業は存在せず、新規事業への投資のみである。

仮定②は、ある時点において新規に投資された事業には、次の時点から供用開始時期まで、継続事業として新規投資時と同額の投資が連続してなされることを意味している(図-2)。事業開始時および終了時付近では投資額が他の時期に比べて減少することが一般的だが、本研究では分析の簡略化のために、この仮定②を設けている。

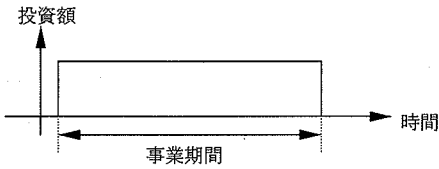


図-2 各事業の事業期間内の投資額配分

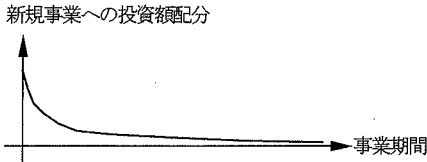


図-3 任意時点における事業期間別の新規事業投資額配分

一般的には、小規模事業（事業期間が短い事業）における1事業あたりの投資額は、大規模事業（事業期間が長い事業）のそれと比べて少ない。一方で、小規模事業の事業数は大規模事業に比べて圧倒的に多い。したがって、総額では事業期間が長い事業よりも短い事業への投資額の方が多いと考えられるため、式(14)を仮定している（図-3）。また、仮定③の定義より、 $J_z(t)$ を事業期間 z に関して0から ∞ まで積分すると $J(t)$ に等しくなる。

b) 公共投資関係式の導出

時点 t において残りの事業期間が z であるプロジェクト（新規・継続の両方を含む）は、時点 q における新規事業のうち、事業期間が $z+t-q$ の事業である（ただし、 $0 \leq q \leq t$ ）。それらの事業への投資額 $I_z(t)$ は、前項の仮定より次式で示される。

$$I_z(t) = \int_0^t J_{z+t-q}(q) dq \quad (15)$$

また、時点 t における公共投資の総額 $I(t)$ は、次式で表される。

$$I(t) = \int_0^\infty I_z(t) dz \quad (16)$$

式(14)～(16)より、次式が得られる。

$$I_z(t) = I(t) \cdot \frac{1}{\omega} \cdot e^{-\frac{z}{\omega}} \quad (17)$$

時点 q に新規に投資された事業のうち、時点 t において未だに供用されていない事業に対する累積の投資額は、次式で表される。

$$\int_t^\infty I_{z-q}(q) dz \quad (18)$$

工事ストック $X(t)$ を、時点 t における未供用事業への累積投資額と定義すれば、式(18)を q に関して初期時点から時点 t まで積分したものが $X(t)$ に等しくなる。

$$\begin{aligned} X(t) &= \int_0^t \int_t^\infty I_{z-q}(q) dz dq \\ &= e^{-\frac{t}{\omega}} \cdot \int_0^t I(q) \cdot e^{\frac{q}{\omega}} dq \end{aligned} \quad (19)$$

式(17)、(19)より、工事ストック $X(t)$ の時間 t に関する偏微分は次式で表現される。

$$\dot{X}(t) = -\frac{1}{\omega} \cdot X(t) + I(t) \quad (20)$$

また、各時点での公共投資額は、工事ストックの増分、社会資本ストックの増分および社会資本の減価償却の和に等しくなければならない。したがって、次式が成り立つ。

$$\dot{X}(t) + \dot{G}(t) + \delta_G \cdot G(t) = I(t) \quad (21)$$

ここに、

$G(t)$: 時点 t における社会資本ストック、

δ_G : 社会資本の減価償却率。

式(20)、(21)より次式を得る。

$$\dot{G}(t) = \frac{1}{\omega} \cdot X(t) - \delta_G \cdot G(t) \quad (22)$$

ここで、平均事業期間を求めておく。平均事業期間とは、各新規事業の事業期間を事業額で重み付け平均したものであり、次式で定義される。

$$\int_0^\infty \frac{z \cdot J_z(t)}{J(t)} dz \quad (23)$$

式(14)を用いると、平均事業期間 [式(23)]は、外生パラメータ ω と等しいことがわかる。同様に、式(17)より、現在実施されている事業（新規・継続の両方）の残期間も、 ω に等しいことが示される。

(8) 社会的最適解の導出

a) 最適化の条件式

社会計画者は、制約条件下において現在価値で評価した家計の効用の総和を最大化するものとする。すなわち、式(13)、(20)、(22)を制約条件として、

式(1)を最大化する問題となる。

この問題を解くために、現在価値ハミルトニアンを次式のように定式化する³⁶⁾。なお、簡略化のため、以降の式表記では各関数の (t) を略している。

$$H = \frac{\left(\frac{C}{L}\right)^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} \cdot L \cdot e^{-\rho t} + \mu_1 \cdot \left\{ K^{\theta_1} \cdot (A \cdot L)^{1-\theta_1} \cdot G^{\theta_2} - C - I - \delta_K \cdot K \right\} + \mu_2 \cdot \left(\frac{1}{\omega} \cdot X - \delta_G \cdot G \right) + \mu_3 \cdot \left(I - \frac{1}{\omega} \cdot X \right) \quad (24)$$

ここに、

μ_1, μ_2, μ_3 : ハミルトニアンに付随する共役変数。

動学経路が最適となるための一階の条件式は、次の通りとなる。

$$\frac{\partial H}{\partial C} = 0 \quad (25)$$

$$\frac{\partial H}{\partial I} = 0 \quad (26)$$

$$\dot{\mu}_1 = -\frac{\partial H}{\partial K} \quad (27)$$

$$\dot{\mu}_2 = -\frac{\partial H}{\partial G} \quad (28)$$

$$\dot{\mu}_3 = -\frac{\partial H}{\partial X} \quad (29)$$

また、次の横断性条件が成立しなければならない。

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \mu_1 \cdot K = 0 \quad (30)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \mu_2 \cdot G = 0 \quad (31)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \mu_3 \cdot X = 0 \quad (32)$$

b) 最適解

さらに、各内生変数が一定率で成長するような定常状態を仮定する。すると、全ての内生変数の成長率 g は次式で表される(導出過程は付録参照)。

$$g = \frac{1-\theta_1}{1-\theta_1-\theta_2} \cdot (a+l) \quad (33)$$

また、定常状態における実質利子率 r 、貯蓄率 s 、最適消費税率 τ 、生産量 Y 、消費量 C は、以下のよう表される。

$$r = \rho + \sigma \cdot (g-l) \quad (34)$$

$$s = \frac{g + \delta_K}{r + \delta_K} \cdot \theta_1 \quad (35)$$

$$Y = \left(\frac{\theta_1}{r + \delta_K} \right)^{\frac{\theta_1}{1-\theta_1-\theta_2}} \cdot (A \cdot L)^{\frac{1-\theta_1}{1-\theta_1-\theta_2}} \cdot \left\{ \frac{\theta_2}{(1+\omega \cdot r) \cdot (r + \delta_G)} \right\}^{\frac{\theta_2}{1-\theta_1-\theta_2}} \quad (36)$$

$$C = \left\{ 1 - \theta_1 \cdot \frac{g + \delta_K}{r + \delta_K} - \theta_2 \cdot \frac{(1+\omega \cdot g) \cdot (g + \delta_G)}{(1+\omega \cdot r) \cdot (r + \delta_G)} \right\} \cdot Y \quad (37)$$

$$\tau = \left\{ \frac{(1+\omega \cdot r) \cdot (r + \delta_G)}{\theta_2 \cdot (1+\omega \cdot g) \cdot (g + \delta_G)} \cdot \left(1 - \frac{g + \delta_K}{r + \delta_K} \cdot \theta_1 \right) - 1 \right\}^{-1} \quad (38)$$

さらに、横断性条件を表す式(30)~(32)は、以下の関係に集約される。

$$r > g \quad (39)$$

(9) 事業期間短縮が経済変数に及ぼす影響

a) 各経済変数の変化

公共投資の事業期間が短縮することによって、経済諸変数がどのような影響を受けるのかを考察する。

まず、式(33)~(35)を平均事業期間 ω で偏微分すれば、次の関係式を得る。

$$\frac{\partial g}{\partial \omega} = \frac{\partial r}{\partial \omega} = \frac{\partial s}{\partial \omega} = 0 \quad (40)$$

したがって、成長率、実質利子率、貯蓄率は事業期間の影響を受けない。

次に、式(39)の条件に注意して、式(36)~(38)を平均事業期間 ω で偏微分すれば、それぞれ以下の関係式が導出される。

$$\frac{\partial Y}{\partial \omega} < 0 \quad (41)$$

$$\frac{\partial C}{\partial \omega} < 0 \quad (42)$$

$$\frac{\partial \tau}{\partial \omega} < 0 \quad (43)$$

式(41)~(43)は、事業期間の短縮によって、生産量、消費量、最適消費税率がいずれも増加することを意味している。事業期間の短縮によって社会資本の早

期供用が行われ、短縮前の同じ時点に比べ利用可能な社会資本が増えて、企業の生産量が增大する。そして、生産量の増加に伴い、家計の消費量も増加する。さらに、民間投資と比べて相対的に公共投資が効率的になる。このため、公共投資へより多くの資源を配分することが政府の採るべき政策となり、政策実施によって最適消費税率が上昇する。

b) 生産量の事業期間に対する弾力性

生産量の事業期間に対する弾力性を求めると、式(36)より次のように表される。

$$\frac{dY/d\omega}{Y/\omega} = -\frac{\theta_2}{1-\theta_1-\theta_2} \cdot \frac{\omega \cdot r}{1+\omega \cdot r} \quad (44)$$

式(44)を、平均事業期間 ω 、実質利子率 r 、GDP の民間資本弾力性 θ_1 、GDP の社会資本弾力性 θ_2 でそれぞれ偏微分すると、以下の関係式が成り立つ。

$$\frac{\partial}{\partial \omega} \left[\frac{dY/d\omega}{Y/\omega} \right] < 0 \quad (45)$$

$$\frac{\partial}{\partial r} \left[\frac{dY/d\omega}{Y/\omega} \right] < 0 \quad (46)$$

$$\frac{\partial}{\partial \theta_1} \left[\frac{dY/d\omega}{Y/\omega} \right] < 0 \quad (47)$$

$$\frac{\partial}{\partial \theta_2} \left[\frac{dY/d\omega}{Y/\omega} \right] < 0 \quad (48)$$

したがって、現状の平均事業期間、実質利子率、GDP の民間資本弾力性、GDP の社会資本弾力性が大きいほど、事業期間を一定率短縮した場合の生産量増加率、すなわち、GDP 増加率は大きくなることが分かる。

4. 事業期間短縮による経済効果の試算

(1) 前提条件の整理

a) GDPに注目する理由

構築したモデルをもとに、事業期間短縮による経済効果についてシミュレーションを行い、具体的な数値を算出する。

事業期間短縮による経済効果は、本来ならば、消費量の増加分で計測されるべきである。なぜなら、式(1)の変数のうち、消費量 C 以外は外生変数であるので、消費量は効用を貨幣換算したものと見なすことができるからである。

一方、数値シミュレーションに用いるマクロ

経済指標としては、直感的に分かり易いものが望ましいものの、消費量という経済変数は直感的に分かりにくい。また、一般的にマクロ経済効果を算出する場合、消費量ではなく、GDP を代表的指標として用いることが多い。

そこで本研究では、GDP が効用変化をそのまま反映していないことを承知しつつも、直感的な理解の容易さを優先して、平均事業期間短縮による GDP 増大効果を試算する。

b) 定常状態間でのGDP増大効果の比較

本来ならば、短縮された事業期間内に、遷移過程が定常状態へと収束する可能性、および、その動学経路について考察し、遷移中の経済状態の変化も分析することが望ましい。しかし、事業期間短縮前の定常状態から短縮後の定常状態に落ち着くまでの期間の経済変動経路の分析を行うためには、非線形動学モデルによる記述が必要となり、実際に解析することは極めて難しい。

そこで本研究では、事業期間短縮政策の実施前後における定常状態間での GDP 差を取り扱う。定常状態どうしでの比較ならば、GDP は一定の成長率で変化するため、任意の一時点を代表値として用いても構わない。ここでは平成 13 年一年間の我が国の実績を参考にして、GDP を 500 兆円とし、それを基準額として、事業期間短縮によってどれだけの GDP 押し上げ効果が見込めるのかを試算する(図-4)。

c) 事業期間短縮による追加的費用について

公共投資の関係式(20)、(22)においては、事業期間短縮によって新たに生じる費用を想定していない。このため、「事業期間を現状から短縮するための社会的費用が存在しない」という仮

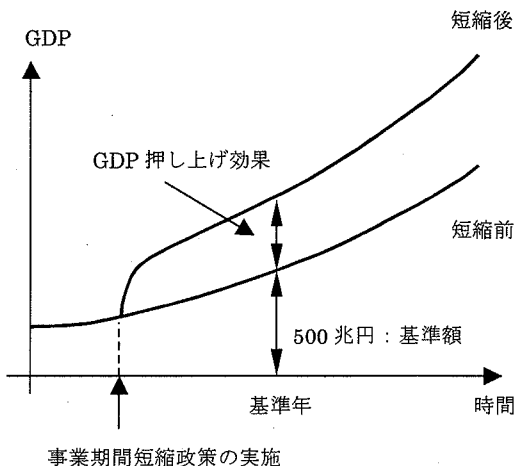


図-4 GDP 押し上げ効果の概念図

定を新たに設ける必要がある。表-1に示した事項がこの仮定の根拠であり、これらの制度の不備を解消することで、追加的費用をほとんど必要とせずに、事業期間の短縮が可能であると仮定している。

厳密には、事業期間短縮と社会的費用の関係を設定化する必要があるが、事業期間には様々な要素が含まれており、データ制約上の問題から難しい。これに関しては今後の課題としたい。

(2) GDP押し上げ効果

基準となる GDP を \bar{Y} 、基準 GDP からの増分を ΔY 、短縮後の平均事業期間を ω' とすると、式(36)より次式が得られる。

$$\Delta Y = \bar{Y} \cdot \left(\frac{1 + \omega \cdot r}{1 + \omega' \cdot r} \right)^{\frac{\theta_2}{1 - \theta_1 - \theta_2}} - \bar{Y} \quad (49)$$

ここでは年間 500 兆円の GDP を基準とするので、式(49)の \bar{Y} にその値を代入し、さらに、生産関数パラメータ θ_1 、 θ_2 、変化前後の平均事業期間 ω 、 ω' 、実質利子率 r の値を設定すれば、GDP 押し上げ効果の試算値が求められる。

(3) 入力変数の設定

a) 生産関数パラメータ

一般的な計量経済分析で用いられている生産関数では、次のような特定化を行うことによって、GDP の民間資本弾力性 θ_1 、GDP の社会資本弾力性 θ_2 を推定している場合が多い。

$$Y = K^{\theta_1} \cdot (A \cdot L)^{1 - \theta_1} \cdot (G + X)^{\theta_2} \quad (50)$$

一方、本研究のモデルの場合、定常状態において、式(22)は次のように書き換えられる。

$$X = (\omega \cdot g + \omega \cdot \delta_G) \cdot G \quad (51)$$

式(50)、(51)より、次式を得る。

$$Y = (1 + \omega \cdot g + \omega \cdot \delta_G)^{\theta_2} \cdot K^{\theta_1} \cdot (A \cdot L)^{1 - \theta_1} \cdot G^{\theta_2} \quad (52)$$

したがって、Cobb-Douglas 型の生産関数を採用し、民間資本と労働との収穫一定を仮定している既往の計量経済モデル、あるいは、収穫一定と見なせるような結果が得られている計量経済モデルのパラメータ推定値を、本研究に適用することが可能である。

そのような分析の例として、三井・井上(1995)³⁷⁾、三井他(1995)³⁸⁾、吉野他(1999)³⁹⁾が挙げられる。

それらの推定結果を表-2に示す。社会資本の生産性に関する研究については、江尻他(2001)⁴⁰⁾によって詳しくレビューされている。

なお、小林(2003)⁴¹⁾が指摘しているように、社会資本の減価償却の方法やストックデータの不備等から、これまで推定された生産関数パラメータは信頼性に乏しい危険性がある。特に、社会資本弾力性 θ_1 に関しては、過小評価の怖れが高いことが随所で指摘されている。とは言うものの、現状ではこれまでの実証分析を参考にするしかなく、本研究でも、上記の既往研究の成果を用いることとする。

表-2より、GDP の民間資本弾力性 θ_1 は、いずれの研究においても 0.4 前後の値が推定されている。このため、本研究でも 0.4 という値を用いる。なお、社会資本弾力性 θ_2 に関しては、推定値のばらつきが大きいので、中間的な値である 0.1 を、標準値として用いることとする。

b) 平均事業期間

建設経済研究所(2000)²²⁾は、旧建設省の関東地方建設局内で直近に供用された 33 の新規道路事業における、事業着手から供用開始までの平均年数を、約 13 年と報告している。また、運輸省(2000)²³⁾は、直近に完了した鉄道事業、港湾事業に約 4 ~ 8 年の事業期間を要していると報告している。これらはすべて新設事業であり、維持・修繕事業が含まれていない。一方で、小規模事業がより多いと思われる地方自治体が発注した事業のデータも入手が難しい。

このように、現状の平均事業期間 ω については、正確な定義に基づいた資料は存在しない。本研究では、上記の研究に基づき、5 年を標準値としている。

c) 実質利子率

実質利子率 r は、家計の主観的割引率 ρ と限界効用の弾力性の絶対値 σ によって定まる内生変数であるが、それらの外生変数は観測できないので、実質利子率を外生変数として取り扱うこととする。

採用する値は 3% を標準とした。なお、表-3中の実質利子率の値は年率表示であり、実際のシミュレーション時には瞬間値に変換している。

(4) 数値計算

以上のパラメータ設定に基づき、事業期間短縮による GDP 押し上げ効果を試算した。表-3は、事業期間短縮前の年間 GDP の基準値である 500 兆円という値が事業期間短縮によってどの程度増加するかを、式(49)を用いて算出した結果である。それぞれの外生変数について標準的な数値を定め、事業期間短縮の経済効果の標準値を試算した。さらに、他の外生変数を標準値に固定したまま、外生変数の一

つを、倍または半分にすることにより、感度分析を行っている。また、分析で用いた値を使って得られる最大値、最小値についても試算した。

その結果、標準的な場合では1兆3000億円程度の経済効果が見込まれることが示された。また、最大値では19兆円程度、最小値では1000億円程度であり、その差は非常に大きいものとなっている。

ここで、表-3の結果の妥当性を確認するために、平成13年の我が国の経済諸変数との比較を行う。

式(34)～(38)より、GDP、消費量等を算出するためには、民間資本と社会資本の減価償却率が必要となる。まず、社会資本の減価償却率については、三井他(1995)³⁸⁾によって計算された1962年度から1982年度までの減価償却率1.3%を用いることとする。一方、民間資本の減価償却率については、一般に社会資本のそれに比べて高いと指摘されていることから、ここでは1.5%とする。これらの値と表-3の標準値試算の値を式(34)～(38)に代入し、GDPが500兆円となるようにAとLを定めると、消費量約366兆円、民間投資約112兆円、公共投資約22兆円という値が算出される。

一方、平成13年のGDP約507兆円の内訳は、消費量約374兆円(民間最終消費支出と政府最終消費支出の合計)、民間投資約97兆円(民間総固定資本形成)、公共投資約33兆円(公的総固定資本形成)となっている(輸出入があるため合計は一致せず)⁴²⁾。

実際の公共投資額の方が、計算値に比べて約5割大きい結果となっている。その理由として、立ち後れた社会資本を整備するために、他の先進諸国と比べて公共投資の対GDP比が従来から高かったことに加え、近年の不況対策として公共投資がさらに増額されたこと等が挙げられよう。一方、消費と投資の比率に関しては、今回の計算値は、実際の状況を大まかに再現できていると考えられる。

5. おわりに

(1)本研究の成果

本研究では、古典的な経済成長理論に社会資本整備の事業期間の概念を取り入れることで、事業期間短縮の経済効果を分析可能なモデルを構築した。また、数値計算を行って、事業期間短縮によるGDP増大効果を試算した。その結果、標準的な場合では、約1兆3000円の経済効果が見込まれるという試算結果が得られた。

本研究の計算結果は、法制度・計画を改善することにより、追加的費用無しに事業期間短縮が可能であるという前提条件、及び、数値計算における外生変数の設定に大きく依存している。これらの仮定の妥当性に関しては、事業期間等に関するデータが整備されない限り、検証することは困難である。その

表-2 既往の計量経済分析における生産関数パラメータの推定結果

出典	データ, 推計期間	GDPの各要素弾力性		
		民間資本	労働	社会資本
三井・井上(1995)	全国データ, 1956～1989年	0.380	0.620	0.248
三井・竹澤・河内(1995)	都道府県別データ(沖縄県を除く), 1975～1984年	0.467	0.626	0.1594
吉野・中島・中東(1999)	全国データ, 1971～1993年	0.40	0.66	0.08

表-3 事業期間短縮の経済効果

	現状の平均事業期間 ω	実質利子率 r	GDPの民間資本弾力性 θ_1	GDPの社会資本弾力性 θ_2	事業期間短縮割合	GDP500兆円に対する増額
標準値試算	5年	3%	0.4	0.1	10%短縮	1兆3000億円
感度分析 (表記した数値以外は、標準値試算と同じ値)	10年					2兆3000億円
	2.5年					6900億円
		6%				2兆3000億円
		1.5%				6900億円
				0.2		3兆3000億円
				0.05		5900億円
					20%短縮	2兆3000億円
				5%短縮	6400億円	
最大値	10年	6%	0.4	0.2	20%短縮	19兆円
最小値	2.5年	1.5%	0.4	0.05	5%短縮	820億円

ような課題を抱えつつも、今回の試算結果は、全事業の整備期間短縮によって、兆円単位の経済効果が見込まれる可能性を示唆している。すなわち、今回の試算を通じて、時間管理の視点から社会資本に関連する制度と計画を再構築する必要性を、ある程度再確認することができたものと考えている。

(2) 今後の課題

今後の課題として、以下の事項が考えられる。

a) 事業期間短縮の実現可能性

表-1に示した制度のうちいくつかは、民主主義を採用しているが故に必要とされる制度である。そのため、ある程度の時間を要したとしても、止むを得ないとする考えも正当化できよう。これらの制度を変更する際には、時間経過による経済損失という観点のみならず、個人の権利等の法学的、倫理的な側面に関しても十分に考慮しなければならない。

このように、法制度・計画の再構築の際には、具体的な改善策が社会的に受容可能なものかどうかを、あらゆる側面から検討しなければならない。

b) 事業期間設定の問題

実際に、事業にどのくらいの期間を要しているのかについての情報が絶対的に不足している。また、通常社会資本はネットワーク性を有しているため、各事業の事業期間の定義がそもそも困難である。一つの独立したプロジェクトであっても、段階供用が行われる場合が多く、どの時点で供用開始と見なすかによって、事業期間は大きく変動することになる。同様に、事業開始をいつの時点で設定するのかわという問題もある。

c) GDP増大効果以外への寄与

社会資本には、直接的に家計の効用を増大させる効果もあるため、GDPの増大効果の推計のみでは過小評価となるおそれがある。GDP以外の経済諸変数の変化を計測する方法の開発が必要である。

d) GDPの社会資本弾力性

小林(2003)²¹⁾が指摘するように、既往研究で推計されたGDPの社会資本弾力性の多くは、過小評価のおそれが高い。この数値によって試算の結果が大きく変わることを、表-3は示唆している。社会資本弾力性の影響に関する精査が必要である。

e) 事業期間短縮の波及効果

事業進捗の不確実性が高ければ、その供用を前提とした宅地開発等の民間投資は、進捗状況を見守りながらの実施となる。制度改善により、その不確実性が減少することで、民間投資が先行して実施されるようになり、社会資本の波及効果がより早期に発現することが考えられる。また、着手時期または供

用時期が定められているような事業では、制度と計画の改善によって実質的な事業期間に大幅な余裕が生まれることが考えられる。その場合、費用を少なくできると同時に、施工品質を高めることができる。さらに、工期の短縮は、情報の利用可能性を増大させる。つまり、制度改善による事業期間の短縮は、便益の早期発現にとどまらず、社会資本の費用対効果を高める可能性を有している。したがって、その影響を考慮した分析を行う必要がある。

謝辞：本研究を進めるにあたり、東京工業大学大学院理工学研究科国際開発工学専攻の上田孝行助教授に有益なご助言を数多く賜った。また、国土交通省の鈴木宏一郎氏には、研究の初期時点において、定式化の誤りをご指摘頂いた。この場をお借りして感謝の意を表したい。なお、本研究は文部科学省科学研究費基盤研究B(課題番号：12450204)による研究助成を受けている。

付録 最適解 [式(33)~(39)] の導出過程

式(4)を、初期時点の値、成長率 g 、式(7)、(8)を用いて変形すると、次式となる。

$$Y(0)e^{gt} = \{K(0)e^{gt}\}^{\theta_1} \{A(0)L(0)e^{(a+1)t}\}^{1-\theta_1} \{G(0)e^{gt}\}^{\theta_2} \quad (53)$$

また、初期時点において、次の関係が成立する。

$$Y(0) = K(0)^{\theta_1} \cdot \{A(0)L(0)\}^{1-\theta_1} \cdot G(0)^{\theta_2} \quad (54)$$

式(53)、(54)より、式(33)が導かれる。

続いて、式(25)~(29)は、それぞれ以下のように表される。

$$C^{-\sigma} \cdot L^{\sigma} \cdot e^{-\rho t} - \mu_1 = 0 \quad (55)$$

$$-\mu_1 + \mu_3 = 0 \quad (56)$$

$$\dot{\mu}_1 = -\mu_1 \cdot \{\theta_1 \cdot K^{\theta_1-1} \cdot (A \cdot L)^{-\theta_1} \cdot G^{\theta_2} - \delta_K\} \quad (57)$$

$$\dot{\mu}_2 = -\mu_1 \cdot \theta_2 \cdot K^{\theta_1} \cdot (A \cdot L)^{-\theta_1} \cdot G^{\theta_2-1} + \mu_2 \cdot \delta_G \quad (58)$$

$$\dot{\mu}_3 = -\mu_2 \cdot \frac{1}{\omega} + \mu_3 \cdot \frac{1}{\omega} \quad (59)$$

式(7)に注意し、式(55)を時間 t で偏微分する。

$$\dot{\mu}_1 = \left(-\sigma \cdot \frac{\dot{C}}{C} + \sigma \cdot l - \rho \right) \cdot C^{-\sigma} \cdot L^{\sigma} \cdot e^{-\rho t} \quad (60)$$

式(4), (55), (57), (60)より, 次式を得る.

$$\frac{\dot{C}}{C} = \frac{1}{\sigma} \cdot \left(\theta_1 \cdot \frac{Y}{K} - \delta_K + \sigma \cdot l - \rho \right) \quad (61)$$

また, 成長率 g の定義から次式が成り立つ.

$$g = \frac{\dot{C}}{C} \quad (62)$$

式(9), (61), (62)より式(34)が導かれる.

成長率 g の定義から次式が成り立つ.

$$g = \frac{\dot{K}}{K} \quad (63)$$

式(9), (11), (63)より式(35)が導かれる.

式(34), (55), (60)より次式を得る.

$$\dot{\mu}_1 = -r \cdot \mu_1 \quad (64)$$

式(56), (59), (64)より次式を得る.

$$\mu_2 = (1 + \omega \cdot r) \cdot \mu_1 \quad (65)$$

式(65)を時間 t で偏微分する.

$$\dot{\mu}_2 = (1 + \omega \cdot r) \cdot \dot{\mu}_1 \quad (66)$$

式(57), (58), (64)~(66)より次式を得る.

$$(1 + \omega \cdot r) \cdot \frac{r + \delta_G}{r + \delta_K} = \frac{\theta_2}{\theta_1} \cdot \frac{K}{G} \quad (67)$$

式(9), (67)より次式を得る.

$$G = \frac{\theta_2}{(1 + \omega \cdot r) \cdot (r + \delta_G)} \cdot Y \quad (68)$$

式(4), (9), (68)より式(36)が導かれる.

式(20), (22)を成長率 g を用いて書き換えれば, 以下の式となる.

$$I = \left(g + \frac{1}{\omega} \right) \cdot X \quad (69)$$

$$X = (g + \delta_G) \cdot \omega \cdot G \quad (70)$$

式(13)に式(4), (9), (63), (68)~(70)を代入することにより, 式(37)が導かれる.

式(10)に式(37)を代入すれば, 式(38)が導かれる.

式(30)~(32)は, 式(55), (56), (65)を用いればそれぞれ, 以下のように表される.

$$\lim_{t \rightarrow \infty} L(0)^\sigma \cdot C(0)^{-\sigma} \cdot e^{-\rho + \sigma \cdot l - \sigma \cdot g \cdot t} \cdot K(0) \cdot e^{g \cdot t} = 0 \quad (71)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} (1 + \omega \cdot r) \cdot L(0)^\sigma \cdot C(0)^{-\sigma} \cdot e^{-\rho + \sigma \cdot l - \sigma \cdot g \cdot t} \cdot G(0) \cdot e^{g \cdot t} = 0 \quad (72)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} L(0)^\sigma \cdot C(0)^{-\sigma} \cdot e^{-\rho + \sigma \cdot l - \sigma \cdot g \cdot t} \cdot X(0) \cdot e^{g \cdot t} = 0 \quad (73)$$

式(71)~(73)は全て, 次式に集約される.

$$-\rho + \sigma \cdot l - \sigma \cdot g + g < 0 \quad (74)$$

式(34), (74)より式(39)が導かれる.

参考文献

- 1) 経済審議会答申: 経済社会のあるべき姿と経済新生の政策方針, 政府経済審議会資料, 1999.
- 2) 国土交通省ホームページ: 国土交通省公共事業コスト構造改革プログラムの策定について, <http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha03/13/130331.html>.
- 3) 島田千秋: 公共財供給の経済分析, pp.117-133, 多賀出版, 1998.
- 4) 長尾義三, 森杉壽芳, 吉田哲生: 非弾力生需要のもとにおける段階建設について, 土木学会論文報告集, No.250, pp.73-83, 1976.
- 5) 肥田野登: 地域整備過程に関する開発速度論的研究, 土木計画学研究・講演集, No.3, pp.363-380, 1981.
- 6) 奥村誠: 地域イベントと施設整備, 土木計画学研究・論文集, No.9, pp.15-27, 1991.
- 7) 上田孝行, Ma. Sheilah A. Gaabucayan, 森杉壽芳: 公共事業の投資タイミングについて: 食べ頃と賞味期限の比喩, 運輸政策研究, Vol.5, No.1, pp.22-27, 2002.
- 8) Sheilah A. G.: *Intersectoral Coordination of Infrastructure Projects from the Perspective of Optimal Investment Timing*, 東京工業大学大学院情報理工学研究科情報環境学専攻博士論文, 2003.
- 9) Clarke, H.R. and Reed, W.J.: A Stochastic Analysis of Land Development Timing and Property Valuation, *Regional Science and Urban Economics*, Vol.18, pp.357-381, 1988.
- 10) Williams, J.: Real Estate Development as an Option, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol.4, pp.191-208, 1991.
- 11) Capozza, D.R. and Li, Y.: The Intensity and Timing of Investment, *American Economic Review*, Vol.84, pp.889-904, 1994.
- 12) Kawaguchi, Y. and Tsubokawa, K.: The Pricing of Real Options in Discrete Time Models: Another Story of the Value of Waiting to Invest, *Journal of Property Investment & Finance*, Vol.19, pp.9-34, 2001.
- 13) Slade, M.: Valuing Managerial Flexibility: An Application of Real Option Theory to Mining Investments, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.41, pp.193-233, 2001.
- 14) 多々納裕一: 開発留保の便益と開発戦略, 応用地域学研究, No.3, pp.21-32, 1998.
- 15) 上田孝行: 事前・事中・事後の共通フレームに向けて, 土木学会第 55 回年次学術講演会第IV部門講演概要集, CD-ROM, 2000.

- 16)玉置郁:確率過程から見たプロジェクト評価に関する研究, 東京工業大学大学院理工学研究科修士論文, 2001.
- 17)小林潔司, 横松宗太, 織田澤利守:サンクコストと治水経済評価, 河川技術に関する論文集, Vol.7, pp.417-422, 2001.
- 18)横松宗太:プロジェクト投資のタイミングと工期, 第24回土木計画学研究発表会, スペシャルセッション配付資料, 2001.
- 19)横松宗太, 小林潔司, 織田澤利守:プロジェクトの実施遅延がもたらす経済損失評価, 都市計画論文集, Vol.36, pp.937-942, 2001.
- 20)栗野盛光, 小林潔司, 渡辺晴彦:不確実性下における最適補修投資ルール, 土木学会論文集, No.667/IV-50, pp.1-14, 2001.
- 21)中山東太, 福田大輔, 森地茂:事業遅延に伴う時間的損失の計測, 土木学会第55回年次学術講演会第IV部門講演概要集, CD-ROM, 2000.
- 22)建設経済研究所:公共事業の遅延による社会・経済的影響の把握に関する調査報告書, 2000.
- 23)運輸省:公共事業における時間管理概念の導入手法及び再評価手法に関する基礎的研究(調査報告書), 運輸省運輸政策局公共事業調査室, 2000.
- 24)森地茂, 福田大輔, 中山東太, 堤盛人:公共事業への時間管理概念導入に関する研究, 土木工学研究会平成13年第1回講演資料集, (財)総合研究奨励会, 東京大学工学部土木教室, pp.1-20, 2001.
- 25)大村修:公共事業発注の平準化に関する研究, 東京大学大学院工学系研究科修士論文, 1997.
- 26)常見昌朗:公共工事の発注規模に関する研究, 東京大学大学院工学系研究科修士論文, 1995.
- 27)佐藤進, 林健久:地方財政読本(第4版), 東洋経済新報社, 1994.
- 28)盛武建二, 遠藤茂勝:公共工事のコスト縮減と品質管理に関する会計検査からの調査研究, 建設マネジメント研究論文集, Vol.7, pp.21-31, 1999.
- 29)野口悠紀雄:土地の経済学, 日本経済新聞社, 1989.
- 30)芝原靖典, 村山明生, 檜垣亨:公共事業空間確保に関わる制度, 土木計画学研究・講演集, No.15(2), pp.131-136, 1992.
- 31)足立英之:マクロ動学の理論, 有斐閣, 1994.
- 32)脇田成:マクロ経済学のパースペクティブ, 日本経済新聞社, 1998.
- 33)Barro, R.J. and Sala-i-Martin, X.: *Economic Growth*, McGraw-Hill, New York, 1995. (大住圭介訳:内生的経済成長論I・II, 九州大学出版会, 1997.)
- 34)Solow, R.M.: *Growth Theory: An Exposition*, Oxford University Press, Inc., 2000.
- 35)井堀利宏:公共経済の理論, 有斐閣, 1996.
- 36)西村清彦:経済学のための最適化理論入門, 東京大学出版会, 1990.
- 37)三井清, 井上純:社会資本の生産力効果, 社会資本の生産性と公的金融, pp.43-65, 日本評論社, 1995.
- 38)三井清, 竹澤康子, 河内繁:社会資本の地域間配分[1]生産関数の推計, 社会資本の生産性と公的金融, pp.97-130, 日本評論社, 1995.
- 39)吉野直行, 中島隆信, 中東雅樹:社会資本のマクロ生産効果推計, 公共投資の経済効果, pp.13-33, 日本評論社, 1999.
- 40)江尻良, 奥村誠, 小林潔司:社会資本の生産性と経済成長:研究展望, 土木学会論文集, No.688/IV-53, pp.75-87, 2001.
- 41)小林潔司:社会資本の生産性を考える, 土木学会誌, Vol.88, No.1, pp.42-45, 2003.
- 42)総務省統計研究所(編):第五十三回 日本統計年鑑, 総務省統計局, 2004.

(2003.5.6 受付)

ECONOMIC EFFECTS BY SHORTENING PROJECT PERIODS OF PUBLIC WORKS

Naoto TADA, Shigeru MORICHI, Daisuke FUKUDA and Morito TSUTSUMI

Despite the recent attention to schedule management of infrastructure projects, there are few studies that estimate the effects of implementing schedule management policies. This paper aims to evaluate the economic effects by implementing such policies. In order to estimate the economic effects by shortening infrastructure project periods, a classical economic growth model is formulated with the explicit consideration of project periods. The effects on some indexes such as GDP, the tax rate and the saving rate by shortening the periods of all the projects in a nation are examined. Finally, the model is applied to Japan and the increases in GDP based on some scenarios are calculated.