

社会資本整備における整備期間短縮のマクロ経済効果に関する研究*

Macro-Economic Effects of Shortening Construction Period of Infrastructure Projects*

多田直人**・森地茂***・福田大輔****・堤盛人*****

By Naoto TADA**・Shigeru MORICHI***・Daisuke FUKUDA**** and Morito TSUTSUMI*****

1. はじめに

「時間管理概念の導入」が、1999年の経済審議会答申、2001年6月の経済財政諮問会議においてうたわれる等、ここ数年、社会資本整備効率化の一手法として時間管理概念が社会的に注目されるようになってきている。

時間管理概念に関連する研究としては、社会資本整備の制度上の不備を指摘しているもの¹⁾、社会資本整備における遅延の損失について具体事業を挙げて試算^{1)~4)}したもの、リスク・不確実性を考慮した最適投資計画問題^{5), 6)}として理論分析しているもの等があるが、日本全体に着目したマクロ経済効果を試算したものは存在しない。

そこで本稿では、社会資本整備のために資金が充当され始めてから供用開始されるまでの期間（以下、整備期間と呼ぶ）を短縮することによるマクロ経済効果を分析することを試みる。

2. 経済成長モデルによる整備期間短縮の経済分析

(1) 経済成長モデルの基本的仮定

本稿のモデルにおける基本的な仮定は以下のとおりである。

- ① 経済は、家計、企業、および政府からなる。
- ② 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。
- ③ 民間資本は投資と同時に使用可能となるが、社会資本整備には整備期間が存在するものとする。

*Keywords: システム分析、公共事業評価法、整備効果計測法、財源・制度論

**正会員、修(工)。

国土交通省近畿地方整備局京都国道工事事務所
(〒600-8234 京都市下京区西洞院通塩小路下南不動堂町 808,
TEL: 075-351-3300, FAX: 075-353-6460)

フェロー、工博、*学生員、修(工)、*****正員、博(工)、
東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻
(〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1,
TEL: 03-5841-6125, FAX: 03-5841-7453)

- ④ リスク・不確実性は考慮しない。

(2) 家計の行動モデル

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に、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、ここでは余暇への時間配分は考えていない。

さらに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、全ての家計を均質な家計として仮定することで、国全体の家計を一つの家計として扱う。

以上、家計の行動を定式化すると、

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

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

σ : 限界効用の弾力性の絶対値

ρ : 家計の主観的割引率

σ, ρ は外生パラメータであり、時期に関わらず一定値をとるものと仮定する。

(3) 企業の行動モデル

完全競争下において企業 i は、社会資本 G を所与として民間資本 K_i と労働量 L_i を投入し、利潤を最大化するように単一財 Y_i を生産すると仮定する。この仮定より、財を交換する誘因は消失し、国際貿易は存在しなくなる。後の数値シミュレーションの際に、既往の実証分析結果^{7), 8)}を用いることを考慮して、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。

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

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

A : 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

所与の社会資本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(3)式の不等号条件式は、実証分析の結果^{7), 8)}から導かれる。

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。

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

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である。

(4) 政府の行動モデル

(5)式で示されるように、政府は家計に消費税を課し、それを財源として公共投資を行う。なお、本稿では余暇を考慮していないので、消費税は厚生損失を生じさせない。

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

τ : 消費税率

$I(t)$: 時点 t における公共投資

(5) 社会資本とその整備期間

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。ここでは本稿の目的である「社会資本の整備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。

- ① 民間投資された資源は即時に民間資本として使用可能となるが、公共投資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、それを整備期間と呼ぶ。これは、社会資本整備の整備期間を制御変数とするために設けた仮定である。
- ② 社会資本整備の各事業に対しては、整備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行う(図-1)。すなわち、ある時点において新規事業として投資された場合、次の時点から供用開始時期まで、継続事業として初期投資と同額の投資が連続してなされる。
- ③ 任意の時点 t において、新規事業への整備期間別の投資額は(6)式(図-2)で表され

るものとする。定義上、(6)式を整備期間 z で積分すると $I(t)$ になる。一般的には、小規模事業(整備期間が短い事業)1事業あたりの投資額は大規模事業(整備期間が長い事業)と比べて少ないが、小規模事業は大規模事業に比べ、その事業数は圧倒的に多い。したがって、総額では整備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、(6)式を仮定している。

$$I_z(t) = I(t) \cdot \zeta \cdot e^{-\zeta \cdot z} \quad (6)$$

z : 整備期間

$I_z(t)$: 整備期間 z の新規事業への投資額の合計

$\zeta \in \mathbf{R}_{++}$: 外生パラメータ

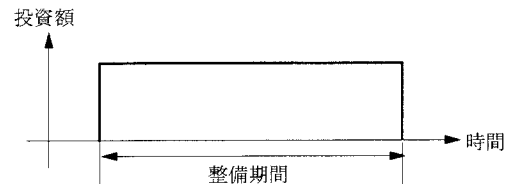


図-1 事業の整備期間内の投資額配分

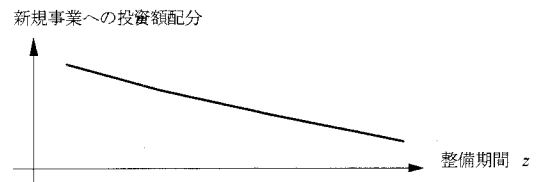


図-2 任意時点における整備期間別の新規事業件数

- ④ 任意の時点において、継続事業のうち ϕ の割合の事業には投資されず、 $(1-\phi)$ の割合の事業にのみ投資されるものとする。この仮定により、各事業の整備期間は ϕ の割合だけ遅延することになる。また、整備期間の現状からの短縮は ϕ の減少によって表現される。
- ⑤ 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。

(6) 社会的最適解の導出

以上の仮定の下で、次の3式が導かれる。なお、この証明に関しては多田⁹⁾を参照されたい。

$$\omega = \frac{1}{\zeta \cdot (1-\phi)} \quad (7)$$

$$\dot{X}(t) = -\frac{1}{\omega} \cdot X(t) + I(t) \quad (8)$$

$$\dot{G}(t) = \frac{1}{\omega} \cdot X(t) \quad (9)$$

ω : 平均整備期間 (現状の整備期間の平均値)

$X(t)$: 時点 t における整備中の事業量

$G(t)$: 時点 t における社会資本ストック

(1), (4), (5), (7) ~ (9) 式に加えて, 民間資本, 社会資本の減価償却をそれぞれ考慮すると, 現在価値 *Hamiltonian* は次のようになる.

$$\begin{aligned} H = & \frac{\left(\frac{C}{L}\right)^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} \cdot L \cdot e^{-\rho t} \\ & + \mu_1 \cdot \left\{ K^{\theta_1} \cdot (A \cdot L)^{1-\theta_1} \cdot G^{\theta_2} - C - I - \delta_K \cdot K \right\} \\ & + \mu_2 \cdot \left(\frac{1}{\omega} \cdot X - \delta_G \cdot G \right) + \mu_3 \cdot \left(I - \frac{1}{\omega} \cdot X \right) \end{aligned} \quad (10)$$

δ_K : 民間資本の減価償却率

δ_G : 社会資本の減価償却率

μ_1, μ_2, μ_3 : *Hamiltonian* に付随する共役変数.

また, 以下の横断性条件が成り立つ.

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \mu_1 \cdot K = 0 \quad (11)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \mu_2 \cdot G = 0 \quad (12)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \mu_3 \cdot X = 0 \quad (13)$$

$$\text{一階の条件式} \quad \frac{\partial H}{\partial C} = 0, \quad \frac{\partial H}{\partial I} = 0, \quad \dot{\mu}_1 = -\frac{\partial H}{\partial K},$$

$$\dot{\mu}_2 = -\frac{\partial H}{\partial G}, \quad \dot{\mu}_3 = -\frac{\partial H}{\partial X} \text{ を計算し, 各内生変数が一}$$

定率で成長するような定常状態を仮定すると, 以下の式が導かれる. 成長率 g , 実質利子率 r , 貯蓄率 s は平均整備期間 ω に依存しないが, 最適消費税率 τ , 生産量 (GDP) Y , 消費量 C は, 平均整備期間 ω に依存することが分かる.

$$r = \rho + \sigma \cdot (g - l) \quad (14)$$

$$g = \frac{1-\theta_1}{1-\theta_1-\theta_2} \cdot (a+l) \quad (15)$$

$$s = \frac{g+\delta_K}{r+\delta_K} \cdot \theta_1 \quad (16)$$

$$\tau = \left\{ \frac{r \cdot (1+\omega \cdot r) + \delta_G}{\theta_2 \cdot (g+\delta_G) \cdot (1+\omega \cdot g)} \cdot (1-s) - 1 \right\}^{-1} \quad (17)$$

$$Y = \left(\frac{\theta_1}{r+\delta_K} \right)^{\frac{\theta_1}{1-\theta_1-\theta_2}} \cdot (A \cdot L)^{\frac{1-\theta_1}{1-\theta_1-\theta_2}} \cdot \left\{ \frac{\theta_2}{r \cdot (1+\omega \cdot r) + \delta_G} \right\}^{\frac{\theta_2}{1-\theta_1-\theta_2}} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} C = & \left\{ 1 - \theta_1 \cdot \frac{g+\delta_K}{r+\delta_K} - \theta_2 \cdot \frac{(g+\delta_G) \cdot (\omega \cdot g + 1)}{r \cdot (\omega \cdot r + 1) + \delta_G} \right\} \\ & \cdot \left(\frac{\theta_1}{r+\delta_K} \right)^{\frac{\theta_1}{1-\theta_1-\theta_2}} \cdot (A \cdot L)^{\frac{1-\theta_1}{1-\theta_1-\theta_2}} \cdot \left\{ \frac{\theta_2}{r \cdot (1+\omega \cdot r) + \delta_G} \right\}^{\frac{\theta_2}{1-\theta_1-\theta_2}} \end{aligned} \quad (19)$$

r : 実質利子率

g : 各内生変数の成長率

l : 労働人口増加率 ($L(t) = L(0) \cdot e^{lt}$)

a : 技術進歩率 ($A(t) = A(0) \cdot e^{at}$)

s : 貯蓄率

Y : GDP (生産量)

3. 数値シミュレーション

(18) 式より, Y の ω 弾力性が次式で求まる.

$$\frac{\partial Y}{Y} \bigg/ \frac{\partial \omega}{\omega} = -\frac{\theta_2}{1-\theta_1-\theta_2} \cdot \frac{\omega \cdot r^2}{r \cdot (1+\omega \cdot r) + \delta_G} \quad (20)$$

本稿ではマクロ経済の代表的指標である GDP に着目し, 平均整備期間 ω の短縮による GDP 増大効果を, (20) 式に基づいて試算する. その際, 整備期間の短縮には社会的費用は発生しないものと仮定する. この仮定の根拠として, 森地ら¹⁾による我が国の現行の公共事業関連諸制度に対する各種の指摘が挙げられる.

森地ら¹⁾では, 現状の整備期間が合理性無く長期化していることが指摘され, 法制度・計画を改善することで整備期間を大幅に短縮できる可能性が示唆されている. 整備期間短縮の具体的な施策として, 予算制度, 用地取得制度, 関係主体間協議制度, 工事発注制度等が挙げられている.

表-1 に掲げるように, 3 つのケースについて, 整備期間短縮のマクロ経済効果の試算をする. まず, 現状の平均整備期間 ω については, 正確

な資料は存在しないため、既往研究^{3), 4)}より2～8年と仮定した。また、既往の実証分析^{7), 8)}より、GDPの民間資本弾力性 θ_1 は0.4で固定し、社会資本弾力性 θ_2 に関しては、0.05～0.15の範囲を採用した。同じく既往研究⁷⁾から、社会資本の減価償却率 δ_G は1.3%を基本とするが、これよりも高い可能性があることが指摘されているため⁷⁾、3%までを範囲とした。表-1の最下段は、整備期間短縮前のGDPが500兆円である場合における、平均整備期間を現状から1割短縮することによるGDP増加額を示している。なお、表-1中の%表示の値は全て年率表示である。また、(17)式から最適消費税率（公共投資の対GDP比率に等しい）が定められるため、数値シミュレーションで整備期間を短縮すると、税率も同時に変化することに注意を要する。

表-1 平均整備期間1割短縮による経済効果

	ケース1 (最小値)	ケース2 (中位値)	ケース3 (最大値)
現状の平均整備期間： ω 2～8年	2年	5年	8年
実質利子率： r 2～6%	2%	4%	6%
GDPの社会資本弾力性： θ_2 0.05～0.15	0.05	0.10	0.15
社会資本の減価償却率： δ_G 1.3～3.0%	1.3%	1.3%	3.0%
最適消費税率： τ の変化	5.2%→ 5.2%	5.3%→ 5.3%	7.0%→ 7.2%
GDP500兆円に対する増加額	700億円	1兆3000億円	4兆7000億円

表-1のケース2について詳しくシミュレーションする。平均整備期間を5年から4, 3, 2年に短縮した場合の経済効果を示したのが表-2である。

表-2 平均整備期間短縮の経済効果

短縮後の 平均整備期間	4年	3年	2年
最適消費税率： τ の変化	5.8%→ 5.9%	5.8%→ 6.0%	5.8%→ 6.1%
GDP500兆円に対する増加額	2兆6000億円	5兆3000億円	8兆1000億円

4. おわりに

本稿では、経済成長モデルに社会資本整備の整備期間の概念を取り入れることで、整備期間短縮のマクロ経済効果が分析可能なモデルを構築した。数値シミュレーションから、整備期間1割短縮によるGDP増大効果は、中位的予測では1兆3000億円程度であるとの結果が得られた。

平均整備期間等に関するデータが整備されない限り、信頼性の高い試算とはいえないものの、時間管理概念の導入に向けての調査・研究を早急に進める必要性が確認されたと言えよう。ただし、本稿の計算結果は、法制度・計画を最適化することで追加的費用なしに整備期間の短縮が可能であるとの前提に、大きく依存している。したがって今後の課題としては、社会資本整備における法制度・計画の具体的改善策の提案を通して、整備期間短縮の実現可能性についての検討を行う必要性が第一に挙げられよう。

なお、本研究を進めるにあたって東京工業大学の上田孝行助教授に有益なご助言を数多く賜った。この場を借りて、感謝の意を表したい。ただし、本稿に関する全責任は筆者のみが負っている。

参考文献

- 1) 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，土木学会論文集，投稿中。
- 2) 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回年次学術講演回第IV部門講演概要集，CD-ROM，2000。
- 3) 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，2000。
- 4) 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，2000。
- 5) 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。
- 6) 上田孝行：事前・事中・事後評価の共通フレームに向けて，土木学会第55回年次学術講演回第IV部門講演概要集，CD-ROM，2000。
- 7) 三井清，太田清編著：社会資本の生産性と公的金融，郵政研究叢書，日本評論社，1995。
- 8) 吉野直行，中島隆信編著：公共投資の経済効果，日本評論社，1999。
- 9) 多田直人：社会資本整備における整備期間短縮の経済的影響，東京大学大学院工学系研究科修士論文，2001。
- 10) Barro, R. J. and Sala-i-Martin, X.: Economic Growth, McGraw-Hill, 1995. [大住圭介訳：内生的経済成長論Ⅰ・Ⅱ，九州大学出版会，1997.]