

生産要素の時系列変化を考慮した動学的応用一般均衡モデル*
DYNAMIC COMPUTABLE GENERAL EQUILIBRIUM MODEL CONSIDERING TRENDS IN
PRODUCTION FACTORS*

佐藤 徹治**

By Tetsuji SATO**

1. はじめに

応用一般均衡モデル (CGE: Computable General Equilibrium Model) は, 一般均衡理論を実証分析手法として体系化したものであり, 金融・財政政策, 貿易政策等の多くの政策評価に用いられている. 交通施設整備の評価を目的としたモデルについても, 1990年代以降開発が進み, 実用的な段階にある. しかし, 通常の応用一般均衡モデルは静学モデルであり, 効果の時系列変化を捉えることができない.

応用一般均衡モデルを動学的に拡張したモデルは, 動学的応用一般均衡モデル (DCGE: Dynamic Computable General Equilibrium Model) と呼ばれ, 1981年のBovermbergの研究以降, 多くのモデルが開発されている. 動学的応用一般均衡モデルは, 近視眼的期待を前提とするモデルと完全予見を前提とするモデルに分類可能である. 前者は, 限定的予測の前提の下, 各期を静学的に均衡させ, 動学的変数を時間変化の仲介として利用するものである. 一方, 後者は, 完全予見の前提の下, 各主体の行動を記述するものである. しかし, これらの既存モデルは経済変数の現況再現性が低いために, 交通施設整備の効果計測に適用するにあたっては, 説明責任の観点から問題となる場合が多い. 特に, 完全予見を前提とするモデルは, 効果の発生時期を明確に記述することが困難であり, 問題が大きい.

そこで, 本稿では, 近視眼的期待を前提とする応用一般均衡モデルをベースに, 生産要素の時系列変化について高い現況再現性を有する関数を組み合わせ, 従来モデルと比較して現況再現性に優れた信頼性の高い動学的応用一般均衡モデルを提案する.

2. モデルの枠組み

一般的な動学的応用一般均衡モデルで現況再現性が問題となるのは, 特に生産要素 (労働および資本) の時系列的な変化である. 労働については, 一般的な応用一般均衡モデルでは, 労働供給は外生的に与えられる. すなわち, 労働供給が内生的に変化するメカニズムが組み込まれていない. 一方, 資本蓄積については, 民間設備投資は家計貯蓄で決定されると仮定されているため, 現況再現性が悪い. そこで, 一般に現況説明力の高いマクロ経済関数を組み合わせ, 現況再現性の良い実用的な動学的応用一般均衡モデルの開発を試みる.

まず, 就業者数は, 前期の就業者数および生産量に依存すると考える.

$$NW_i^t = f(NW_i^{t-1}, X_i^{t-1}) \quad (1)$$

ここで, t は期を表している. X は生産量である.

民間設備投資については, 前期の民間資本ストックおよび生産量で表されるものとする. これはストック調整原理および加速度原理を考慮したものである. (3)式は, 民間資本ストックの定義式である.

$$I_i^t = f(K_i^{t-1}, X_i^{t-1}) \quad (2)$$

$$K_i^t = (1 - \delta)K_i^{t-1} + I_i^t \quad (3)$$

ここで, I は民間設備投資, K は民間資本ストック, は民間資本ストックの減耗率である.

生産要素の時系列変化を考慮した動学的応用一般均衡モデルでは, 初期のみ, 就業者数, 民間資本ストックを外生的に CGE モデルに与え, CGE モデルによって算出される実質総生産をマクロ経済関数にインプットすることにより, 次期の就業者数および

*キーワード: 公共事業評価法, 整備効果計測法

**正員, 修(情), (財)計量計画研究所
(〒162-0845 東京都新宿区市ヶ谷本村町2-9,
TEL:03-3268-9966, E-mail:tsato@ibs.or.jp)

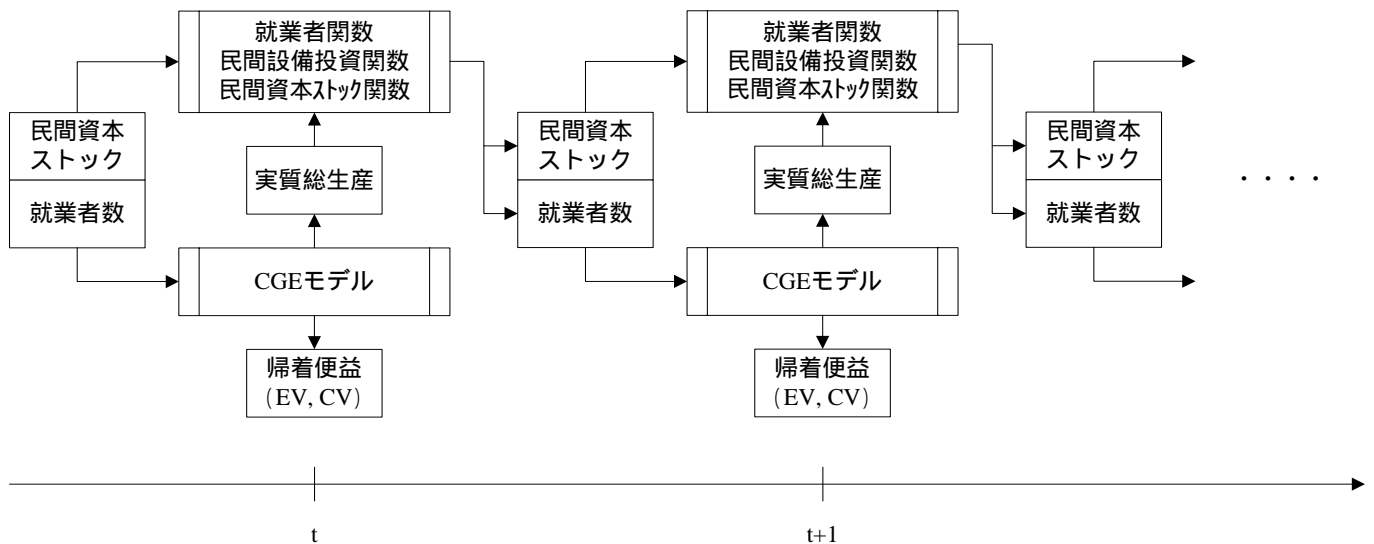


図 - 1 生産要素の時系列変化を考慮した動学的応用一般均衡モデルの考え方

民間資本ストックが算出される。これらは、次期のCGEモデルにインプットされ、CGEモデルにより次期の実質総生産が算出される。この動作を繰り返すことにより、時系列の実質総生産、民間設備投資、就業者数等が求められ、同時に各期の帰着便益が算出される。生産要素の時系列変化を考慮した動学的応用一般均衡モデルの考え方を図 - 1 に示す。

3. 実証分析

(1) 概要

ここでは、生産要素の時系列変化を考慮した動学的応用一般均衡モデルを国民経済レベルに適用した実証的なモデル構築を行い、交通施設整備プロジェクトの効果計測シミュレーションを行う。なお、実証分析では一般的な応用一般均衡モデルを併せて構築し、現況再現性およびシミュレーション比較を行うことにより、生産要素の時系列変化を考慮することの意義を明らかにしたい。

(2) 国民経済モデル

家計の行動モデル

家計は、予算制約下で合成財消費によって満たされる効用の最大化行動をとるものとする。

$$V = \max \left\{ U = (C - \alpha)^\beta \cdot S^{1-\beta} \right\} \quad (4)$$

$$\text{s.t. } p \cdot (C - \alpha) + S = wL + rK \quad (5)$$

ただし、 V は間接効用関数、 U は直接効用関数で、 p は合成財価格、 C は合成財消費量、 S は貯蓄であり、 L は労働供給量（時間）、 K は資本供給量、 w は賃金率、 r は資本のレンタル価格を表す。

上記の最大化問題を解くと、家計の消費関数（合成財の需要関数）が導出される。

企業の行動モデル

合成財の生産企業は、生産制約の下で利潤最大化行動をすると仮定し、以下のように定式化される。

$$\max \pi = pX - wL_D - rK_D \quad (6)$$

$$\text{s.t. } X = \eta \cdot L_D^{1-\gamma} \cdot K_D^\gamma \quad (7)$$

ここで、 π は企業利潤、 X は合成財生産量、 L_D は労働投入量、 K_D は資本投入量である。また、 η は分配パラメータ（資本分配率）、 γ は生産効率性を表すパラメータ（効率パラメータ）である。

以上の最大化問題を解くと、労働需要関数、資本需要関数とともに合成財価格が導かれる。

均衡条件式

各期の各財市場、労働市場および資本市場において、次のような均衡条件が成立する。

$$X = C + I \quad (8)$$

$$L = L_D \quad (9)$$

$$K = K_D \quad (10)$$

ここで、 I は企業による設備投資である。

生産要素の時系列変化

労働供給，資本ストックの時系列的な変化を表現する関数は，(11)～(14)式の通りとする。

$$L = LHR \cdot NW \quad (11)$$

$$NW^t = f(NW^{t-1}, X^{t-1}) \quad (12)$$

$$I^t = f(K^{t-1}, X^{t-1}) \quad (13)$$

$$K^t = (1 - \delta)K^{t-1} + I^t \quad (14)$$

ここで、 L は労働供給， LHR は1人あたり平均労働時間， NW は就業者数， X は生産量であり， I は設備投資， K は資本ストック， δ は資本ストックの減耗率である。

なお，現況再現性の比較対象となる一般的な動学的応用一般均衡モデルにおいては，(12)式は考慮されず，就業者数は外生的に与えられる。また，設備投資は，(13)式に代わり，家計貯蓄で決定される。

(3) パラメータ

(12)～(14)式の関数型を特定化した上で，国民所得統計における1981～2000年の時系列データを用い，最小二乗法(OLS)によりパラメータ推定を行う。以下に，(12)，(13)式の推定結果を示す。表中で，()内の数値は各パラメータのt値を表しており，t値に続く**は1%水準で有意，*は10%水準で有意であることを示している。

$$\ln NW^t = \alpha + \beta \ln NW^{t-1} + \gamma \ln GDP^{t-1} + \xi DUM \quad (12)'$$

DUM ：ダミー変数(～1996：0，～2000：1)

				D.W.	AD-R ²
3.2957	0.2927	0.2223	-0.0143	1.439	0.9942
(5.352)	(2.170*)	(5.039**)	(-4.924**)		

$$I^t = \alpha + \beta K^{t-1} + \gamma GDP^{t-1} + \xi DUM \quad (13)'$$

DUM ：ダミー変数(1987～1991：1，その他：0)

				D.W.	AD-R ²
-42.643	-0.0371	0.3135	12.671	1.364	0.9336
(-2.526)	(-1.374*)	(3.790**)	(4.632**)		

(4) 現況再現

1981年の実績データにより算出した生産関数のパラメータを用い，マクロ経済関数を考慮した動学

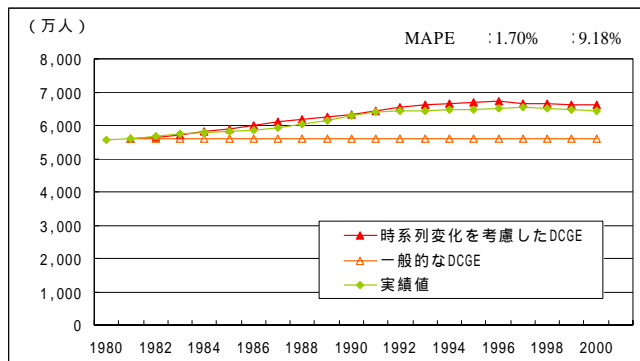


図 - 2 就業者数の現況再現性の比較

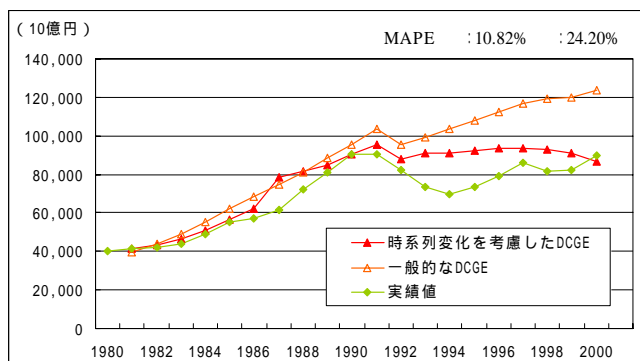


図 - 3 民間設備投資の現況再現性の比較

的応用一般均衡モデルと一般的な応用一般均衡モデルによる就業者数および民間設備投資の現況再現性の比較を図-2，図-3に示す。ここで，一般的な応用一般均衡モデルにおける就業者数は，1981年値を各年の外生変数として用いている。

図-2，図-3より，マクロ経済関数を考慮した動学的応用一般均衡モデルによる就業者数および民間設備投資の現況再現性は，一般的な応用一般均衡モデルによる再現性と比較してかなり高いことが分かる。

(5) シミュレーション

ここでは，交通施設整備プロジェクトにより2001年に交通近接性が5%向上(効率パラメータが4.5%向上⁵⁾)すると仮定し，2001～2040年の40年間におけるプロジェクトありのケースとなしのケースにおける経済諸変数を比較するシミュレーションを行い，同プロジェクトによる帰着便益(EV，CV)の計測を行う。

図-4，図-5に，プロジェクトありの状況(with)およびなしの状況(without)における実質国内

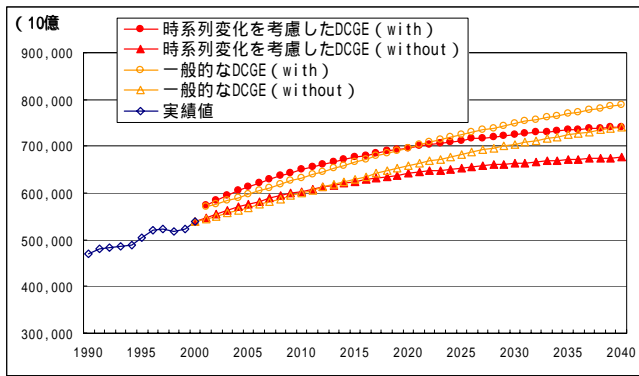


図 - 4 シミュレーション結果（国内総生産）

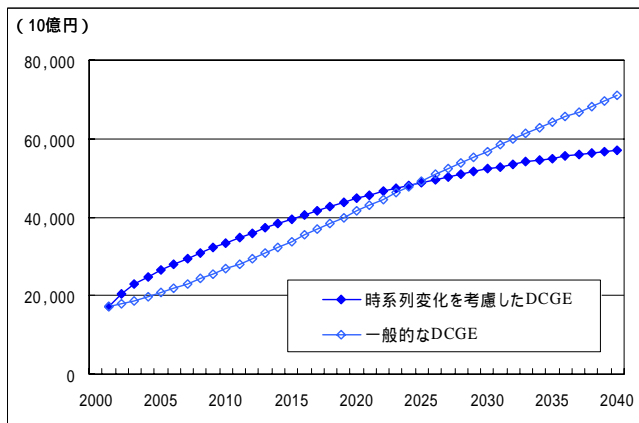


図 - 5 シミュレーション結果（帰着便益）

総生産のシミュレーション結果および帰着便益（EV，割引前）の計測結果を示す。

生産要素の時系列変化を考慮した動学的応用一般均衡モデルおよび一般的な動学的応用一般均衡モデルによる各年次の帰着便益を比較すると、2024年までは時系列変化を考慮したモデルによる計測結果が一般的なモデルによる計測結果を上回っており、2025年以降は逆転している。このため、割引率を4%とした場合の40年間の帰着便益の割引現在価値を計算すると、時系列変化を考慮した場合は約789兆円、一般的なモデルの場合は約739兆円となる。

両モデルによる計測結果の違いは、明らかに、時系列変化を考慮した動学的応用一般均衡モデルが就業者数および資本ストックの時系列的な変化を反映していることによるものであろう。すなわち、これまで行われてきた一般的な動学的応用一般均衡モデルによる交通施設整備の便益計測結果は過小になっている可能性が示唆される。また、通常の非動学的な応用一般均衡モデルによるプロジェクト評価の場

合、初期時点の便益がプロジェクト期間にわたって各年次で等しいと仮定されるため、さらに過小評価になっていると考えられる。

4. おわりに

本稿では、従来の動学的応用一般均衡モデルの現況再現性が低いという短所に対処するため、生産要素（労働、資本）の時系列変化を表現する関数を組み合わせた動学的応用一般均衡モデルの開発を行った。

国民経済レベルの実証分析では、一般的な動学的応用一般均衡モデルとの現況再現性およびシミュレーションの比較を行った。その結果、開発した生産要素の時系列変化を考慮した動学的応用一般均衡モデルでは、従来の一般的なモデルと比較して、就業者数や民間設備投資等において明らかに高い現況説明力を有すること、交通施設整備による帰着便益の計測結果が大きくなることが示された。これは、従来の応用一般均衡モデルや一般的な動学的応用一般均衡モデルによって計測される帰着便益が過小に評価されている可能性が高いことを示唆している。

謝辞

本研究を進めるにあたり、東京工業大学 上田孝行助教授、鳥取大学 小池淳司助教授から多くのご示唆をいただいた。深く謝意を表したい。

参考文献

- 1) 佐藤 徹治：マクロ経済関数を考慮した動学的応用一般均衡モデルの開発，IBS Annual Report 2003，pp.64-69，2004
- 2) 佐藤 徹治，武藤 慎一，上田 孝行：交通施設整備評価におけるマクロ計量モデルと一般均衡モデル，土木計画学研究・講演集（CD-Rom）、Vol.25、71、2002.6
- 3) S. Robinson and L. Tyson: Modeling structural adjustment: micro and macro elements in a general equilibrium framework, "Applied general equilibrium analysis", pp.243-274, Cambridge university press, 1984