

SCGE モデルのラムゼイ動学と逐次動学との比較に関する研究 —交通整備の便益計測を対象として—

日本大学大学院 学生会員 ○東山 洋平
日本大学 正会員 森杉 壽芳
日本大学 正会員 福田 敦

1. はじめに

近年、交通整備の便益計測に SCGE（空間的応用一般均衡）モデルが使われ始めている。この SCGE モデルを用いて将来の便益計測ができるように動学化が進められている。この動学化はラムゼイ最適成長理論に基づいて計算するのが望ましいが、ラムゼイ動学モデルは時系列での同時計算となるため莫大な計算量となり、モデルの規模が大きいと計算が困難になる。これに対し逐次動学モデルは、経済成長理論には従っていないため理論的根拠に乏しいが、単年度の計算を時系列の回数だけ行えばよいので計算量が比較的少なくてよいメリットがある。これまで一般には簡便さから逐次動学モデルが使われることが多かったが、ラムゼイ動学モデルとの差異がどの程度存在するか把握する必要がある。そこで、実際の地域間産業連関表を用いて交通整備による便益計測が逐次動学モデルで実用に耐えうるか検証することを目的とする。

2. SCGE モデルの概要

SCGE モデルを用いて将来の経済状態を推計するのに、伴は数値計算ソフト GAMS 上で動学 SCGE モデル（以下、伴モデル）のプログラムを構築している。このプログラムを用いて、2000 年の地域間産業連関表を入力データとして財政負担の是正や労働力人口の減少、企業減税などの経済環境変化の影響による、将来に渡っての実質域内総生産や実質賃金率などの経済指標の推計を試みている。

伴モデルにおける家計の消費構造、企業の生産構造、政府の消費・投資構造を図 1—図 3 に示す。図の見方は下層にある財・生産要素（労働と資本）を(1)-(2)式の CES（代替弾力性一定）関数で合成して上層の財・生産要素を産出する。なお、(1)式は費用最小化

行動、(2)式は下層の財・生産要素の数量制約である。

$$p^B x^B = \min \sum_i p_i^A x_i^A \quad (1)$$

$$s.t. \quad x^B = \gamma \left(\sum_i a_i x_i^A \frac{\sigma-1}{\sigma} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (2)$$

p_i^A ：下層の財・生産要素の種類 i の価格、 p^B ：上層の財・生産要素の価格、 x_i^A ：下層の財・生産要素の種類 i の数量、 x^B ：上層の財・生産要素の数量、 a_i ：下層の財・生産要素の投入割合係数、 γ ：効率性パラメータ、 σ ：下層の財・生産要素間の代替弾力性

3. SCGE モデルの動学化

SCGE モデルでは家計と政府の貯蓄は、銀行がその貯蓄分を企業に投資するので、家計と政府が直接的に企業へ投資していることと同様に扱う。投資によって、企業は資本（フロー）を増やすことができ、それにより資本ストックが蓄積される。この資本ストックは投資により増加するが、資本減耗によって減少するため、ある程度資本ストックが増大した時点で均衡が生じる。SCGE モデルの静学モデルと動学モデルの違いはこの資本蓄積の有無で、静学モデルは単年度の計算のため時系列に増加する資本蓄積を扱うことができず、動学モデルは時系列での計算のため資本蓄積を扱うことができる特徴がある。

資本蓄積の増加は将来の資本が増加することから、企業の生産性が向上してより多くの財を生産し、財消費から得られる家計の効用は増大する効果が生じる。

4. ラムゼイ動学モデルと逐次動学モデル

ラムゼイ動学モデルは経済成長理論に従った理論的根拠のある動学モデルである。動学型伴モデルで

キーワード SCGE モデル、動学モデル、費用便益分析、交通整備、GAMS、

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 739C 日本大学理工学部交通システム工学科 交通システム研究室

TEL. 047-469-5355 E-mail : csyo13015@g.nihon-u.ac.jp

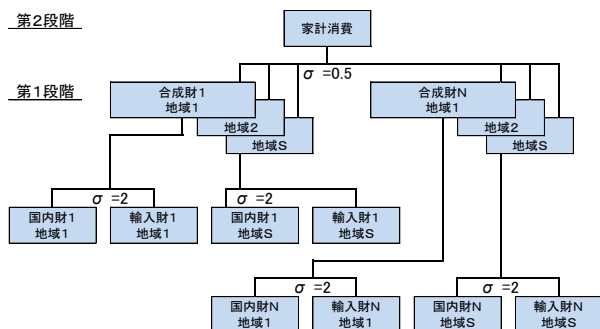


図1 家計の消費構造

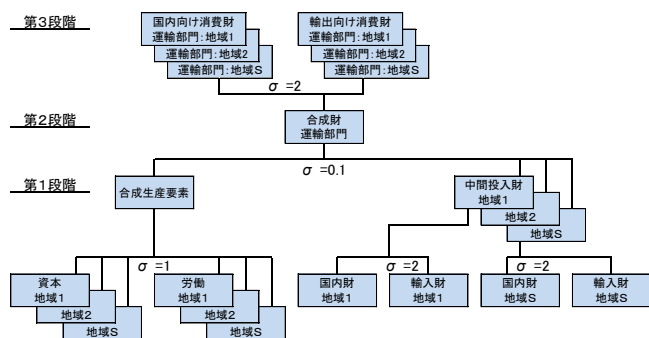


図2 企業の生産構造

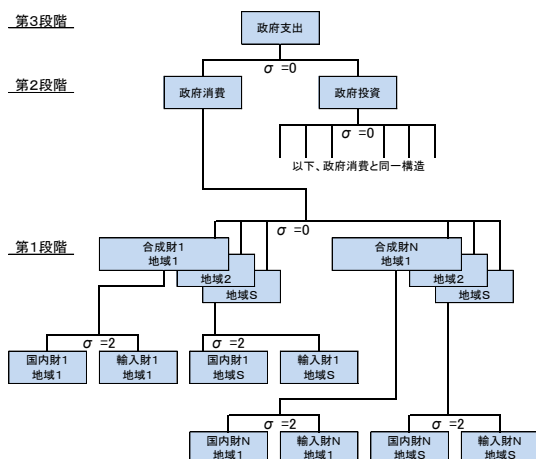


図3 政府の消費・投資構造

表1 パラメータの設定

ラムゼイ型最適成長モデル	
時間選好率: ρ	0.05
効率単位の労働力人口 L_t 増加率: n	0
資本減耗率: δ	0.04
異時点間の代替弾力性: σ^t	0.5
産業の生産構造	
資本と労働の代替弾力性: σ	1
国内財と輸入財の代替弾力性: σ	2
合成生産要素と中間投入財の代替弾力性: σ	0.1
合成財の変形代替弾力性: σ	2
家計の消費構造	
国内財と輸入財の代替弾力性: σ	2
アーミントン合成財の代替弾力性: σ	0.5
政府の消費・投資構造	
国内財と輸入財の代替弾力性: σ	2
アーミントン合成財の代替弾力性: σ	0
政府消費と政府投資の代替弾力性: σ	0

は SCGE モデルの動学化に、(3)–(7)式のラムゼイ最適成長モデルを組み込んでいる。

$$V = \max_{C_t} \sum_{t=0}^{\infty} \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^t u(C_t) \quad (3)$$

$$Y_t = f(K_t, L_t) \quad (4)$$

$$I_t = Y_t - C_t \quad (5)$$

$$K_{t+1} = I_t + (1-\delta)K_t \quad (6)$$

$$L_t = (1+n)^t L_0 \quad (7)$$

V : 生涯効用（無限年に渡る効用の現在価値の和）、
 $u(C_t)$: t 年の1年間の効用、 C_t : t 年家計の財消費量、
 ρ : 時間選好率、 Y_t : t 年の所得、 K_t : t 年の資本、 L_t : t 年の効率単位の労働力人口、 I_t : t 年の投資、 δ : 資本減耗率、 n : 効率単位の労働力増加率

このラムゼイ動学モデルの特徴は、将来の資本ストック水準、労働力水準などの経済状態を考慮して、それ以前時点での、家計の効用最大化行動に伴う貯蓄率ならびに投資水準が決定されることである。これは、時系列での同時計算を必要とするため、計算量が莫大となる欠点がある。

逐次動学モデルは t 期の均衡計算を行って求めた投資水準から資本減耗を差し引いた分を、 $t+1$ 期に繰り越して時系列で逐次に均衡計算を行っている。ラムゼイ動学モデルの定常均衡時の貯蓄率に等しいソローモデルということができる。したがって、基準均衡の時系列は、完全にラムゼイ動学モデルに一致する。しかし、仮想均衡の計算には、基準均衡の貯蓄率を与えることにより、時系列の順に計算を行っているため、将来の経済状態は考慮しておらず理論的根拠に乏しい欠点がある。これは、過去のデータに基づいて推計された行動を不変なものと仮定して政策評価を行うことはできないとするルーカス批判の対象となる。しかしながら、単年度の計算を時系列の回数繰り返して計算を行うので、計算量が比較的少なく済むメリットがある。逐次動学モデルの計算には逐次型伴モデルを用いた。

4. 交通整備による所要時間短縮の表現方法

SCGE モデルでの交通整備による所要時間短縮の表現には、武藤の提案を引用して運輸企業の生産関数の労働と資本（図2の第1段階の合成生産要素）の効率性パラメータを変化させる。労働と資本の効率性パラメータとは、企業の生産活動での労働と資本の投入から、生産量の産出の大きさを決めるパラメータである。効率性パラメータが大きいと、同じ労働と資本の投入でより多くの生産量が産出できるのである。交通整備による所要時間短縮は、運輸企業は同じ労働と資本の投入で、より多くの運輸サービスを提供できることと考えられる。すなわち、労働と資本の回転率が向上したと捉えることができる。

本研究では入力データとして新井らが作成した2000年の地域間産業連関表を用いた。この地域間産業連関表を8地域22産業にまとめて用いている。2000年時点でのデータを使うため、2000年を基準として将来にかけて動学計算を行う。全国的な交通整備によって交通整備が無かった時と比べて、所要時間が全国一律2割短縮されたと仮定する。地域間産業連関表のデータそのままである基準均衡と、それから交通整備無しの影響を与えた仮想均衡は以下の通りである。

1) 基準均衡（交通整備有り）

過去に交通整備が行われた2000年が定常均衡（持続均衡）であるとしたときの現況の経済環境。ラムゼイ動学モデルと逐次動学モデルは、完全に一致している。

2) 仮想均衡（交通整備無し）

過去から2000年までに交通整備が行われていない仮想の経済環境。現況と比べて所要時間が全国一律で2割増加したと仮定して、運輸企業の合成生産要素（労働・資本）関数の効率性パラメータを基準均衡から2割低下と設定。

なお、計算期間は50年とした。

5. 計算結果

5-1 便益の比較

ラムゼイ動学モデルは経済成長理論に厳密な計算であるため、ラムゼイ動学モデルを基準として逐次動学モデルの乖離度合いを評価する。

ラムゼイ動学モデルと逐次動学モデルの全国で合計した便益（EV）を図4に示した。便益はラムゼイ

動学モデルと逐次動学モデルでおおよそ一致しているが、時系列の終盤はやや乖離（1.2%）が生じている。

逐次動学モデルの便益からラムゼイ動学モデルの便益を引いた差額は、全国では初年度に399億円、中盤に-68億円、終盤には178億円である。地域別では、便益の差額が地域によりプラスを示すところもあれば、マイナスを示すところもある。GRP（域内総生産）が最も大きい関東は便益が最も多く推計されたが、差額も最も大きかった。

5-2 民間投資増加額の比較

ラムゼイ動学モデルと逐次動学モデルの民間投資（家計からの投資）増加額を図6に示す。ラムゼイ動学モデルは将来にかけて民間投資増加額が減少していくのに対し、逐次動学モデルは増加している。それにより、時系列を追うごとに乖離が大きく生じ、終盤では乖離幅が79%と大きい。

逐次動学モデルの民間投資増加額からラムゼイ動学モデルの民間投資増加額を引いた差額（図7）は、地域によって傾向が異なり、関東は初期でマイナスを示すが中盤からプラスを示す。その他の地域は北海道の一部年次を除いて、すべてプラスを示している。

6. 考察

前述の通り、ラムゼイ動学モデルと逐次動学モデルで民間投資増加額の乖離が生じるのは、経済成長理論に基づいて、貯蓄率が決定されるか否かの違いである。ラムゼイ動学モデルは将来に渡って得られる生涯効用を最大とするように貯蓄率を決めるため毎年異なる値となる。計算結果は民間投資増加額（図6）で下降を示したが、これは将来の効用を増やす（＝財消費を増やす）ため初期の投資を増やしていることを示している。対して、逐次動学モデルは、貯蓄率を年次一定での単年度の均衡計算を時系列で繰り返している。そのため投資は累積的に増加していくが、資本の限界生産性が逡減していくため、グラフ（図6）は上昇で逡減した形を示す。

ラムゼイ動学モデルと逐次動学モデルで便益の乖離が出るのは、この民間投資増加額が異なることによって、資本蓄積が異なるためである。これにより、企業の財産出量に差異が出ることから便益にも差異が出る。

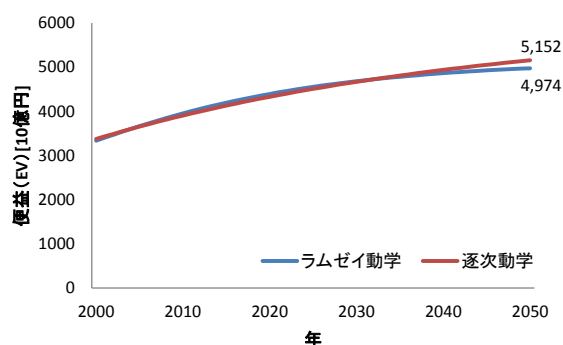


図4 ラムゼイ動学モデルと逐次動学モデルの全国便益比較

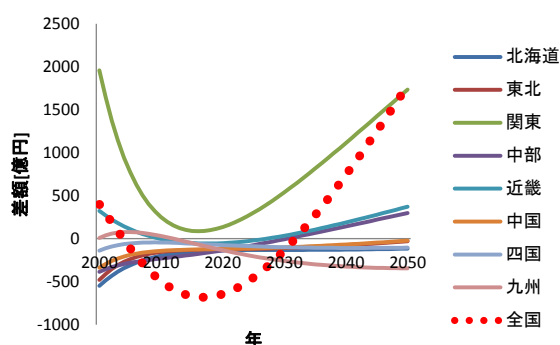


図5 便益の差額（逐次動学－ラムゼイ動学）

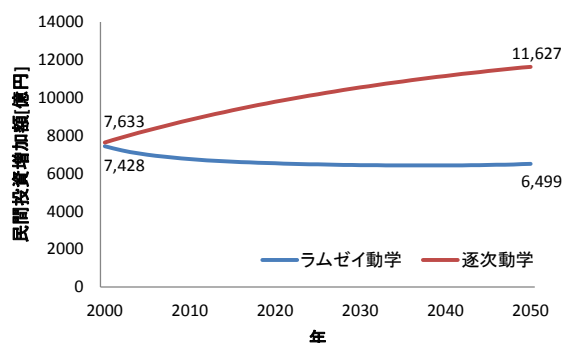


図6 全国民間投資増加額の比較

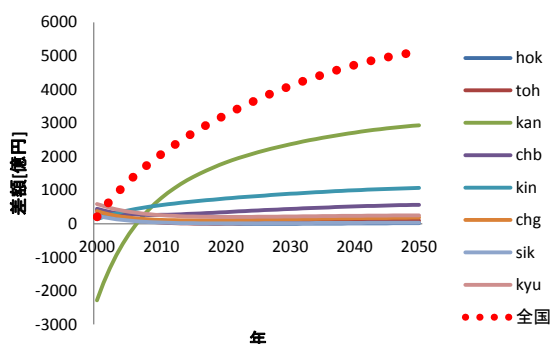


図7 民間投資増加額の差額（逐次動学－ラムゼイ動学）

7. おわりに

本研究では、SCGE モデルのラムゼイ動学モデルと逐次動学モデルの計算結果を比較して、民間投資増加額と便益の差異がそれぞれの程度存在するかを検証した。その結果、民間投資増加額がラムゼイ動学モデルと逐次動学モデルで異なる年次推移を示し、その影響で便益が異なることが示された。本研究では、逐次動学モデルが便益の全国値の乖離が少なく実用に耐えうると考えられるが、地域別には乖離が大きかったので地域別の計算結果には留意する必要がある。

謝辞：本研究を進めるにあたり、大阪大学の伴金美先生が構築した GAMS プログラムを援用いたしました。ここに、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 伴金美：日本経済の多地域動学的応用一般均衡モデルの開発 Forward Looking の視点に基づく地域経済分析, RIETI Discussion Paper Series 07-J-010, 2007.
- 2) 武藤慎一, 岸昭雄, 森杉壽芳, 河野達仁, 上泉雅雄, 青木優：SCGE モデルに新東名高速道路整備の便益評価, 土木計画学研究・講演集(CD-ROM), Vol.45, 2012.
- 3) 新井園枝, 尾形正之：平成12年試算地域間産業連関表の概要, 経済統計研究 34-3 1-22, 2006.