

動学的応用一般均衡モデルによる自動車交通外部不経済削減政策の国民経済的評価*

The National Economic Evaluation of Policies for the regulation of Automobile-related

External Diseconomies with Dynamic Computable General Equilibrium Model*

武藤 慎一**, 上田 孝行***, 岡田 英孝****, 森杉 壽芳*****

By Shinichi MUTO**, Takayuki UEDA***, Hidetaka OKADA****, Hisayosi MORISUGI*****

1. 背景・目的

自動車交通は社会経済におけるあらゆる活動を支える一方で外部不経済の問題を発生させている。これに対し近年、外部不経済削減政策が提案・実施されてきているが、政策を実施することはこれまで自動車から享受している便益をあきらめることになり、それによる不便益(市場経済的不便益)を計測した上で政策の有効性を判断する必要がある。これに対し、森杉ら(1997)¹⁾は応用一般均衡(CGE)モデルを用い、市場経済的不便益まで含めた外部不経済削減政策評価の方法論を提案している。しかし、このモデルは静学モデルであったため、時間の経過とともにあらわれる効果を十分評価できないという問題があった。特に外部不経済のような環境問題において長期的な政策分析は不可欠であり、政策による影響の時間変化を考慮して評価するためのモデル開発が必要であった。

そこで、本研究では上記の静学的応用一般均衡(CGE)モデルを動学的応用一般均衡(DCGE)モデルに拡張することを目的し、将来への影響が懸念される環境問題に対する政策の動学的分析を行っていく。

2. 動学モデルの構造

動学モデルの基本的な構造は、上記静学モデルを1期間の均衡と捉え、それに時間の経過を組み入れ、 t 期、 $t+1$ 期、 $t+2$ 期…と続いていく逐次均衡を表現したモデルである。そのため各期における産業・家計の行動など基本的な枠組みは、静学モデル¹⁾と同様である。そこでまず本動学モデルの t 期におけるモデルの仮定を以下に示す。

- 1)社会は、産業(運輸産業を含む)、家計、政府からなるものとし、その相互関係は図1に示すとおりである。
- 2)各産業は労働、自動車資本(運輸産業のみが投入)、非自動車資本からなる生産要素、および中間投入物を投入して生産活動を行う
- 3)市場は各生産物の財市場と、労働、自動車資本および非自動車資本からなる生産要素市場が存在し、それらは完全競争的であるとする。

また、 t 期から $t+1$ 期への変化については、①産業が生産に投入する資本(自動車、非自動車)の蓄積とともに②家計が保有している自家用自動車の蓄積を考慮する必要がある。それらのモデルにおける直接的表現は図-1に示すようなものであるが、具体的な定式化は次節以降に示す。

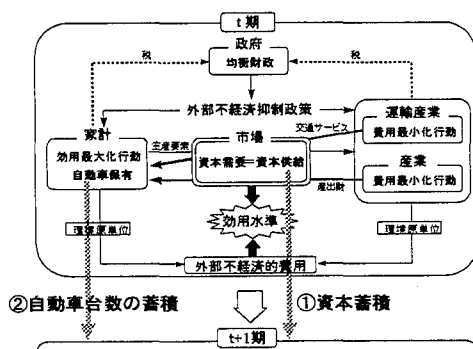


図-1 DCGEモデルの全体構成

2-1 資本蓄積

(1) 基本的構造

まず、資本蓄積のモデル化を行う。本モデルでは資本は各期の投資によって蓄積していくと考える。そして、この投資は内生的に変化する家計の貯蓄行動を通して決定されるとし、それにより資本ストックが蓄積されていくものとした(図-2)。

なお、本モデルでは単位資本ストックは γ (固定)

*キーワード：地球環境問題、交通公害、環境計画

**学生員 岐阜大学大学院 博士後期課程

(〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1, TEL058-293-2465, FAX058-230-1248)

***正会員 工博 岐阜大学助教授 工学部 土木工学科

****学生員 岐阜大学大学院 博士前期課程

*****正会員 工博 東北大学大学院教授 情報科学研究科

の資本サービスを生むと仮定し、それが各期において資本市場に供給されるものとする。なお、本モデルでは資本の減耗(資本減耗率 δ)についても考慮している(図-2)。また、自動車資本と非自動車資本の区別は次の貯蓄・投資行動において考慮する。

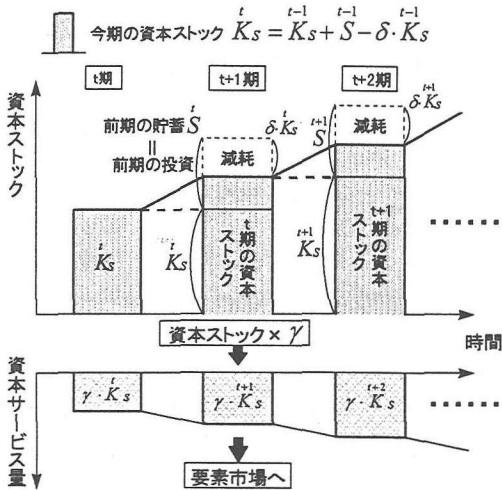


図-2 資本蓄積

(2) 家計の貯蓄・投資行動

続いて、資本蓄積を直接決定する投資のモデル化の説明を行う。 t 期における家計の消費行動モデルは静学モデルと同様、図-3のような階層構造によって定式化する。このうち、図の右側の貯蓄行動モデルから各資本への投資が決定し、それより①資本の蓄積が決定する構造となっている。具体的には、まず家計は各期において、所得を消費にあてるか貯蓄にあてるかを決定する。その最適化問題は以下のように定式化される。

$$\max U(H, C_F) \quad (1.a)$$

$$\text{s.t. } I_D = p_H H + p_F C_F \quad (1.b)$$

ただし、 p_H : 現在消費の価格、 p_F : 貯蓄によりあきらめる消費の単位価格。

これを解くことにより、 H, C_F が求められる。なお、 p_F は次の投資先選択問題において導出される。また、このとき本モデルでは貯蓄はそのまま投資にまわされ则认为。これより投資が決定される。

次に、家計はこの投資を自動車資本にまわすか非自動車資本にまわすかを決定する。ここで、自動車

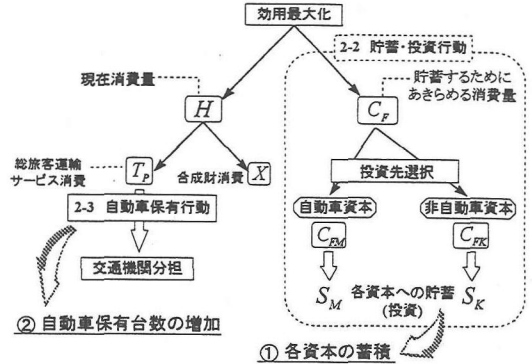


図-3 家計の消費行動モデル

資本と非自動車資本への投資先選択は、以下のような最適化問題として定式化される。

$$SI = \max_{P_{ih}} \left[\sum_h P_{ih} v_h - \frac{1}{\theta} \sum_h P_{ih} (\ln P_{ih} - 1) \right] \quad (2.a)$$

$$\text{s.t. } \sum_h P_{ih} = 1 \quad (2.b)$$

ただし、 v_h : 各資本の効用関数、 h : ($=m$) 自動車資本 ($=k$) 非自動車資本、 P_{ih} : 各資本を選択する確率、 θ : ロジットパラメータ。

式(2)を解くことにより、各資本の投資先選択確率が得られる。

《投資先選択確率》

$$P_{ih} = \frac{\exp \theta(v_h)}{\exp \theta(v_M) + \exp \theta(v_K)} \quad (3)$$

なお、この中の各資本の効用関数 v_h は、各資本への投資によりあきらめる消費の単位価格 p_{Fh} を用いて定義する。この p_{Fh} は貯蓄によって得られる収益と貯蓄のためにあきらめなければならない消費の価値額が等しいとしたバランス式より求められる。具体的には、まずバランス式を変形すると以下のよう形となる。

《バランス式》

$$p_{Sh} \cdot S_h = \left(\frac{p_{Sh}}{p_h \cdot \gamma_h} \right) p_X \cdot C_{Fh} \quad (4)$$

ただし、 p_{Sh} : 各資本の貯蓄財価格、 p_h : 各資本の価格 p_X : 合成消費財価格

ここで、式(4)の C_{Fh} の係数はその単位価格 p_{Fh} と見なすことができ、これより p_{Fh} が求められる。

また、式(3,a)の導出に付随して、貯蓄によりあきらめる消費の合成価格 P_F が求められる。

$$p_F = \sum_h p_{Fh} \cdot \exp \theta (v_h - S^i) \quad (5)$$

ただし、 S^i : 満足度関数 $\left[= \frac{1}{\theta} \ln \sum_h \exp(\theta v_h) \right]$ 。

2-2 家計の自動車保有行動

次に、図-3の左側より決定される自動車の保有選択が②家計の保有する自動車台数の蓄積を決定するメカニズムについて説明する。本モデルでは、家計の保有する自動車も資本同様、蓄積していくとし、各期における家計の自動車保有率 Pr は次式のように前期($t-1$ 期)台数と今期(t 期)の新規登録台数によってあらわされる。

《自動車保有率》

$$Pr^t = \frac{(1 - \delta_t) D^{t-1} + x_a^t}{\bar{D}^t} \quad (6)$$

ただし、 $\bar{D}^t$: t 期において潜在的に全世帯が保有したいと考える自家用自動車の台数、 δ_t : 自家用自動車の減耗率、 D^{t-1} : $t-1$ 期に家計が保有する自動車台数、 x_a : 家計における新規登録台数。

なお、台数の蓄積を直接決定する自動車の新規登録台数 x_a は次式から求まる。

$$x_a^t = \{ \bar{D}^t - (1 - \delta_t) D^{t-1} \} Pt^t \quad (7)$$

ここで、 Pt は自動車を保有していない者が自動車を購入するか否かの選択確率であり、次式的最適化問題を解くことにより求まる。

$$S = \max_{Pt_0} \left[\sum_0 Pt_0 v_0 - \frac{1}{\theta_i} \sum_0 Pt_0 (\ln Pt_0 - 1) \right] \quad (8,a)$$

$$\text{s.t.} \sum_0 Pt_0 = 1 \quad (8,b)$$

ただし、 0 : (=a)自動車保有 (=b)自動車非保有、 θ_i : ロジットパラメータ。

式(8)より、 Pt_0 は次式のようになる。

$$Pt_0 = \frac{\exp(\theta_i v_0)}{\sum_0 \exp(\theta_i v_0)} \quad (9)$$

また、式(8),(9)の各効用関数は次のように定義される。

$$v_a = \bar{v}_a - x_a \cdot p_a / Z_{Auto} \quad (10,a)$$

$$v_b = \bar{v}_b \quad (10,b)$$

ただし、 P_a : 車体価格、 Z_{Auto} : 家計が保有する自動車のトリップ消費、 $\bar{v}_a, \bar{v}_b$: 保有者・非保有者の交通機関選択によって得られる最大期待効用。

以上より、家計の自動車保有台数は保有率が内生的に上昇することで蓄積されていくことがわかる。

2-3 便益定義

本動学モデルは静学モデル同様、効用理論に基づいているため、価的偏差 EV を定義することが可能である。ただし、動学モデルでは貯蓄が将来の消費財購入に利用されるので、貯蓄による効用分がトータルで考えると2重動定になるため、下のように現在消費による効用 H により t 期での EV_t を定義直す。

$$H_t^A \{ p_t^A, (I_D)_t^A + EV_t, r_t^A \} = H_t^B \quad (11)$$

ただし、A,B:それぞれ政策前、政策後を表す、 I_D : 貯蓄分を除いた所得、 r : 外部不経済レベル、 H : 現在消費による効用、 p : 価格ベクトル。

そして、純便益 SNB は以下のように定義する。

$$SNB = \sum_{i=0}^n \frac{EV^i}{(1+i)^i} \quad (12)$$

ただし、 i : 社会的割引率。

3. 政策シミュレーション

本研究では、自動車による外部不経済削減政策として税制政策を取り上げ検討を行う。以下にその結果を示すがその前に現況値の再現性について説明を行う。

3-1 再現シミュレーション

本動学モデルにおいても、各パラメータはキャリブレーション手法により求める。なお、現在までに実測値として得られる自動車資本ストック(1990～1996)、自動車総台数(1990～1996)とモデルから導出

される1990年以降のデータは95%以上整合しており、本モデルの再現性は高いといえる。

3-2 燃料税・重量税増徴策

ここでは、税政策について特に利用レベルと保有レベルに対して課した場合の違いをシミュレーション分析を通して説明する。すなわち、利用レベルとは自動車燃料税増徴策であり、保有レベルとは自動車重量税増徴策である。その設定条件は、燃料税においては燃料価格98(円/ℓ)、重量税においては重量税率10.3%の税水準とし、また評価期間を15年、社会的割引率を1.5%とした。これは、静学モデルの実証分析において得られた最適とされる税水準である。

表-1 政策による便益

	燃料税	重量税
市場経済不利益	-5.75	-3.46
外部不経済削減便益	0.22	0.92
税収	2.93	3.09
純便益	-2.60	0.55

(兆円)

その結果、表-1のように重量税増徴策のほうが燃料税増徴策より純便益が大きくなる結果となり、重量税増徴策の方が有効的であるとの結果が示された。このような結果になった理由として次の2点が考えられる。

1) 外部不経済削減便益

重量税増徴策は自動車の保有に対し課税する政策であるため、自動車台数の伸びの抑制に効果を発揮し(政策無しの場合に比べ1.78%の削減)、台数の抑制を通じて自動車利用も抑制されるため、時間の経過と共に外部不経済削減政策による効果が大きくあらわれたためと考えられる。これに対し、燃料税増徴策は台数の伸びにはそれほど影響を与えず(政策無しに比べ0.14%の削減)、各期において独立に自動車利用が抑制されるにすぎないといえる。その結果、時間の経過に関わらず各期においてほぼ一定の効果しか発揮できず、重量税増徴策の方が効果が大きくなったと考えられる(図-6)。

2) 市場経済的不便益

政策開始の頃は、両政策とも不便益が徐々に大きくなっているのに対し、1999年ころから重量税増徴策の方は不便益が小さくなっている(図-7)。これは各政策による現在消費価格の所得に対する相対的

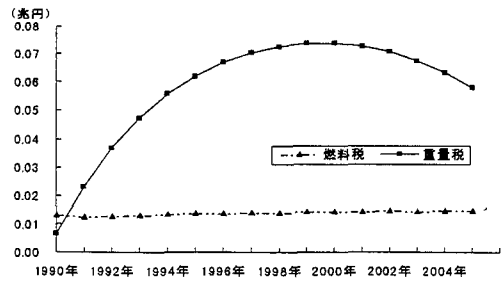


図-6 外部不経済削減便益

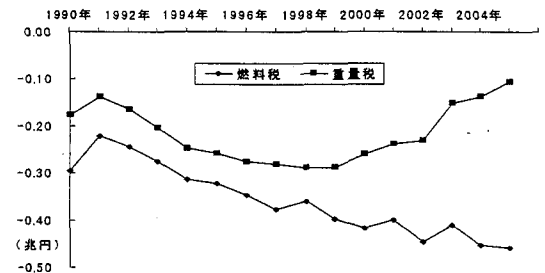


図-7 市場経済的不便益

な低下の度合い(重量税による低下>燃料税による低下)と、不安定な均衡計算によるものだと考えられる。

4. 結論

本研究では、自動車交通に起因する外部不経済削減政策を動学的な視点から評価するため、応用一般均衡理論に基づく動学モデルの構築を行い、各政策の有効性について検討した。その結果、自動車の保有レベルに関する政策は外部不経済削減政策として有効であるということが示された。また、ハイブリッドカーが量産化されている現在の状況を踏まえ、自動車の技術開発により電気自動車等の低公害車が普及したシナリオを想定することを考えている。具体的には、技術パラメータを変化させることで政策シミュレーションを行い、講演時にその結果を紹介する予定である。

【参考文献】

- 1) 上田孝行, 武藤慎一, 森杉壽芳: 自動車による外部不経済抑制策の国民経済的評価, 運輸政策研究, 1998(印刷中)。
- 2) S. MUTO, T. UEDA, and H. MORISUGI: The National Economic Evaluation of Policies to Regulate External Diseconomies Caused by Automobiles, Paper to be presented at the 8th WCTR, Antwerp, Belgium, 1998