

交通生産を考慮した SCGE モデルによる中部横断自動車道の便益評価

山梨大学 学生会員 ○平林和樹
山梨大学 正会員 武藤慎一

1. はじめに

現在、新東名高速道路との接続部である新清水 JCT を起点として、上信越自動車道との接続部になる佐久小諸 JCT に至る総延長約 132km の中部横断自動車道の整備が進められている。特に、新清水 JCT-増穂 IC(山梨県南巨摩郡富士川町)間は 2019 年度までに開通する予定であり、その開通に伴う経済効果の発現に大きな期待が寄せられている。

高速道路の経済効果計測に関しては、現在事例収集によるストック効果計測が注目されている。しかし、効果の相殺まで含めた評価を行うには、空間的応用一般均衡(SCGE: Spatial Computable General Equilibrium)モデルの適用が有効と考えられる。

しかし、従来の SCGE モデルには交通生産が組み込まれていないという問題があった。また、自家輸送の扱いも曖昧であった。

そこで本研究では、中部横断自動車道の新清水 JCT-増穂 IC 間整備による経済効果を便益により計測するために、交通生産を明示的に考慮した SCGE モデルを開発することを目的とする。そして、その SCGE モデルが妥当であることを明らかにするため、便益帰着分析を実行し、本 SCGE モデルで計測される等価的偏差 EV と費用便益分析マニュアルで計測される便益とが一致することを示す。さらに、自家輸送部門の付加価値投入および余暇時間について、その扱いを整理することにより域内総生産の定義を改めて明らかにする。そして、交通整備の評価にあたっては域内総生産変化を用いることには問題があり、便益を用いる必要のあることを示した上で中部横断自動車道の便益計測の結果を示す。

2. 分析方法

2.1 費用便益分析マニュアルとストック効果

現在の社会資本整備の評価方法は、費用便益分析(CBA)

マニュアルに基づくものが定着してきている。それは以下の式(1)、(2)により便益を計測するものである。

$$\text{走行時間短縮便益: } BT = BT_o - BT_w \quad (1)$$

$$\text{総走行時間費用: } BT_i = \sum_j \sum_l (Q_{jl} \times T_{jl} \times \alpha_j) \times 365 \quad (2)$$

このうち、 α_j は時間価値を表す。これは車種ごとに表-1のように数値が定められている。式(1)は、一般均衡モデルをベースにショートカット理論に基づき便益の相殺を考慮した結果導かれたものである。ただし、需要固定として実際の計測は行われている。したがって、CBA マニュアルは直接効果のみを計測していることになる。

そこで、間接効果まで含めた評価が行えないかという要望が出され、それが 2015 年 5 月の経済財政諮問会議にて太田昭宏国土交通大臣(当時)が述べた「ストック効果」に着目した評価へとつながる。これに対し、国土交通省近畿地方整備局の事例では、新名神高速道路の開通によるストック効果として、甲賀市での新規工場立地件数の伸び率が示されている。また、近畿豊岡自動車道では観光客数の増加率や松葉ガニの輸送時間短縮がストック効果として示されている。ただし、これを見ても整備費用に見合うだけの効果があったのかを判断することは非常に困難である。そこで、SCGE モデルを用いたストック効果すなわち間接効果を含む便益評価の実施が重要になると言える。

表-1 車種別の時間価値原単位(α_j)

単位: 円/分・台 (平成 20 年価格)

車種(j)	時間価値原単位
乗用車	40.10
バス	374.27
乗用車類	45.78
小型貨物車	47.91
普通貨物車	64.18

2.2 SCGE モデルの問題点

しかし、従来の SCGE モデルには交通サービス生産が組み込まれていないという問題があった。その代表的なものがアイスバーグ型輸送モデルを用いた SCGE モデルである。それは交通費用相当分をその財の追加消費によって表現したものであり、交通整備による効果はその追加の財消費が節約されることによって生じると想定される。ところが、その追加消費がなぜ交通費用相当分と見られるのか、さらには交通整備によりその追加消費が節約されるとは現実にはどのような意味を持つのかといった点についての説明が全くなされておらず、アイスバーグ型輸送モデルでどこまで現実を表せているのかが非常に曖昧であった。

また、従来の SCGE モデルは自家輸送の扱いも曖昧だった。少なくとも、現行の地域間産業連関表には自家輸送部門は存在せず、データ作成から進める必要があった。さらに、例えば SCGE モデルにおいて自家輸送が考慮できたとしても、特に家計がマイカーで行う自家輸送に係わる交通時間消費分は現行の国民経済計算体系では付加価値に含まれていないため、それらを国内総生産 GDP あるいは域内総生産 GRP にどのように位置づけるのかを整理する必要があった。

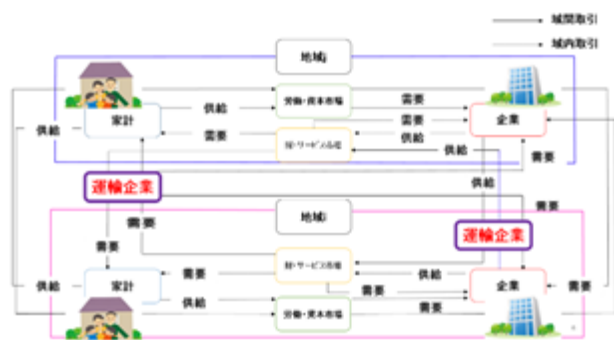


図-1 SCGE モデルの全体構成

3. SCGE モデル分析の概要

本研究で用いる SCGE モデルの運輸企業と家計の行動モデルを示す。

3.1 運輸企業の行動モデル

企業の行動モデルは、運輸企業と基本的には同じである。そこで、ここでは運輸企業の行動モデルのみを示すが、特に図-2 などの生産行動の枠組みは共通であることに注意されたい。運輸企業は他の企業と同様、中間財と

生産要素を投入して費用最小化行動の下、運輸サービスを生産する。その行動モデルのツリーを図-2 に示した。図-2 からは中間財、生産要素とも他地域からの投入も考慮されていることがわかる。また、中間財の他地域からの投入に際しては貨物、旅客からなる運輸サービスの投入が必要であるとしている。この運輸サービスを生産する主体が運輸企業ということになる。

以上より、本 SCGE モデルでは、運輸企業が運輸サービスを生産するために投入する中間財や生産要素の投入構造が明確に考慮されていることがわかる。これにより、アイスバーグ型 SCGE モデルとは異なり、運輸企業における交通生産が明示的に考慮できたものといえる。次に、交通整備が交通生産に与える影響のモデル化について示す。

運輸企業とは、労働と自動車などの輸送機械が主である資本を投入し、交通路を移動してものや人を輸送するという運輸サービスを生産している。このとき、交通整備等により時間短縮効果が生じると、その労働および資本の投入効率が向上することになる。なぜなら、時間短縮が生じれば同じ距離を移動するのに、より早く目的地に到達できることになり、それは同じ運輸サービスを生産するために投入される労働と、拘束時間で捉えた資本投入が少なくて済むことを意味するからである。

以上の現実的な運輸企業の行動が反映できるようにモデルを変更する。まず、運輸企業の生産要素投入行動モデルにおいて、生産技術制約となる合成生産要素関数が交通所要時間と労働、資本に関してゼロ次同次性を有すると仮定する。その意味は、例えば交通整備政策が実施され、OD 間の交通所要時間が半分に削減されたとすると、その OD 間を移動して輸送サービスを生産する運輸企業の労働と資本の投入量も半分で済むということである。なぜなら、既に述べた通り、交通所要時間が半分に削減されれば、同じ運輸サービスを生産するためには半分の時間で済むため、労働と資本の投入量も半分で済むからである。ゼロ次同次性を有する合成生産要素関数は以下のように表される。なお、ここでは貨物運輸 F_m を例にモデル化を示す。

$$cf_{F_m}^{j,k}(t_{F_m}^{j,k}, l_{F_m}^{j,k}, k_{F_m}^{j,k}) = cf_{F_m}^{j,k}(\lambda t_{F_m}^{j,k}, \lambda l_{F_m}^{j,k}, \lambda k_{F_m}^{j,k}) \quad (3)$$

ただし、 $t_{F_m}^{j,k}$: 交通機関 F_m の地域 $j-k$ 間の交通所要時間、 $l_{F_m}^{j,k}, k_{F_m}^{j,k}$: 労働投入量、資本投入量。

式(3)の λ を以下のようにおく。

$$\lambda = \frac{t_{Fm}^{j,k,A}}{t_{Fm}^{j,k}} \quad (4)$$

ただし、添字 A：交通整備なしを表す。

式(4)を式(3)に代入すると、合成生産要素関数は以下のようになる。

$$cf_{Fm}^{j,k} = cf_{Fm}^{j,k} (eff_{Fm}^{j,k} \times l_{Fm}^{j,k}, eff_{Fm}^{j,k} \times k_{Fm}^{j,k}) \quad (5)$$

ただし、 $eff_{Fm}^{j,k} : \left[\frac{t_{Fm}^{j,k,A}}{t_{Fm}^{j,k}} \right]$ であり、運輸企業の生産要素投入の効率性を表す指標と解釈できる。

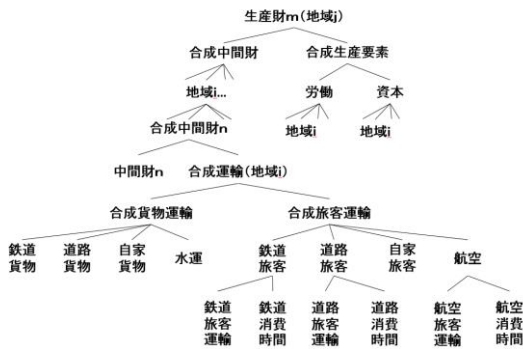


図-2 運輸企業の生産行動モデルのツリー構造

3.2 家計の行動モデル

次に家計の行動モデルを示す。家計は、労働と資本を提供して所得を得て、それを基に支出最小化行動の下、消費財および余暇を消費する。その行動モデルのツリー構造を図-3 に示した。家計も他地域から消費財を購入することができ、その購入に際しては運輸サービスの投入が必要である。

家計は、財および余暇の消費から効用を得るが、紙面の都合上、その最終的な効用を得る部分のモデル化のみを以下に示す。これは、図-3 の最上位の合成消費財と余暇の消費行動モデルである。

$$p_U^j U_H^j = \min_{z_H^j, l_H^j} [q_{ZH}^j z_H^j + w^j l_H^j] \quad (6a)$$

$$s.t. U_H^j = \gamma_H^j \left[\alpha_{ZH}^j \left\{ \beta_{ZH}^j z_H^j \right\}^{\frac{\sigma_H^j-1}{\sigma_H^j}} + (1-\alpha_{ZH}^j) \left\{ (1-\beta_{ZH}^j) l_H^j \right\}^{\frac{\sigma_H^j-1}{\sigma_H^j}} \right]^{\frac{\sigma_H^j}{\sigma_H^j-1}} \quad (6b)$$

ただし、 U_H^j, p_U^j ：地域 j の家計の効用水準とその価格、 z_H^j, q_{ZH}^j ：総合成財消費量とその価格、 l_H^j, w^j ：余暇消費量と賃金率、 $\alpha_{ZH}^j, \beta_{ZH}^j$ ：分配パラメータ、 γ_H^j ：効率パラメータ、 σ_H^j ：代替弾力性パラメータ。

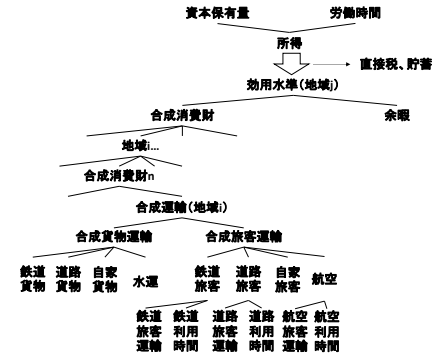


図-3 家計の財消費モデルのツリー構造

4. 便益計測と便益帰着分析

中部横断自動車道整備に対し、各地域別家計の効用水準変化を等価的偏差 EV の概念に基づき便益換算する。それは以下のようなになる。

$$EV^j = p_U^j \left(U_H^{j,B} - U_H^{j,A} \right) \quad (7)$$

ただし、添字 B：交通整備ありを表す

これに、政府、公的投資需要、民間投資需要に係る EV を足し合わせたものを社会的な EV(SEV)と呼び、便益帰着分析を実行すると最終的に以下のようなになる。

$$SEV = \sum_j \oint_{A \rightarrow B} \frac{P_U^j}{P_U^j} \left[\sum_i \left(- \sum_n w_n^j x_{T_{pm}^n}^{ij} dt_{T_{pm}^n}^{ij} - w^j x_{T_{pm}^H}^{ij} dt_{T_{pm}^H}^{ij} \right) + \sum_i \left(w_{T_{pm}^j}^{j,i} \frac{l_{T_{pm}^j}^{j,i}}{t_{T_{pm}^j}^{j,i}} + r_{T_{pm}^j}^{j,i} \frac{k_{T_{pm}^j}^{j,i}}{t_{T_{pm}^j}^{j,i}} \right) dt_{T_{pm}^j}^{j,i} \right] \quad (8)$$

式(8)は、政府消費から得られる便益と、公的および民間投資から得られる便益が足し合わされている。このうち、投資から得られる便益とは、投資により資本蓄積が進み将来の生産性が向上することで、将来の家計の消費が効率化されることによる便益に帰着する。また、政府消費から得られる便益も政府の意思決定に基づき実施されるものであり、必ずしも便益が家計に帰着するわけではない。以上より、便益の二重計測という問題を避けるためにも、純粋な便益としては式(8)より式(7)の方が望ましいと考えられる。

また、i 地域における n 企業の実質 GRP 変化は以下のようなになる。

$$\Delta GRP_n^i = (w_n^A l_n^B + r_n^A k_n^B) (1 + \tau_n^B) - (w_n^A l_n^A + r_n^A k_n^A) (1 + \tau_n^A) \quad (9)$$

なお、GRP は最終需要額と一致することから、式(9)は式(8)の SEV に近い概念であり、政府消費と公的、民間投資需要への効果が含まれるとともに、自家輸送の付加価値と余暇が含まれないことには注意が必要である。

5. SCGE モデルを用いた計算

4章で説明した SCGE モデルと 5章で説明した便益帰着分析を用いて中部横断自動車道(新清水 JCT—双葉 JCT 間, 約 74.5km) の整備評価を行った。所要時間の変化率を図-4 に示す。これにより、山梨—静岡、静岡—長野間などで大きく所要時間が短縮されていることがわかる。

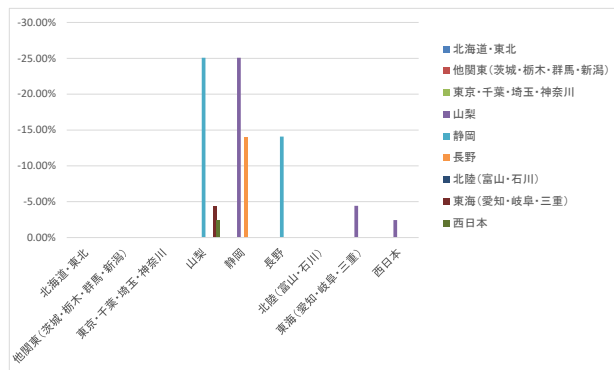


図-4 旅客交通所要時間変化率

5.1.1 便益結果

式(7)に基づく家計の地域帰着便益は図-5 である。また、折れ線は一人当たりの便益を表す。なお、参考までに OD 交通量とゾーン間の所要時間変化の値にマニュアルに基づく時間価値を乗じて時間短縮便益を算出した結果も示している。

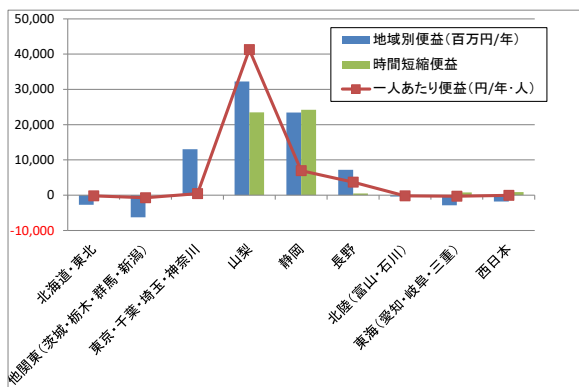


図-5 地域別便益計測結果

次に、式(8)に基づき帰着便益を項目分解した結果を図-6 に示す。

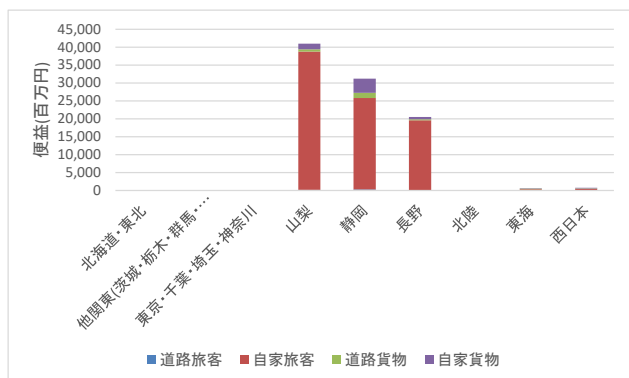


図-6 便益帰着分析結果

これより自家旅客部門において多くの便益が発生していることがわかる。

5.1.2 GRP 変化

最後に GRP 変化の結果を図-7 に示す。

これらを見ると GRP 変化はマイナスである。なお、GRP には自家旅客、余暇分を含めていない。便益が正值で、GRP が負値であることを考えると自家旅客と余暇には効果が非常に大きいものと想像される。

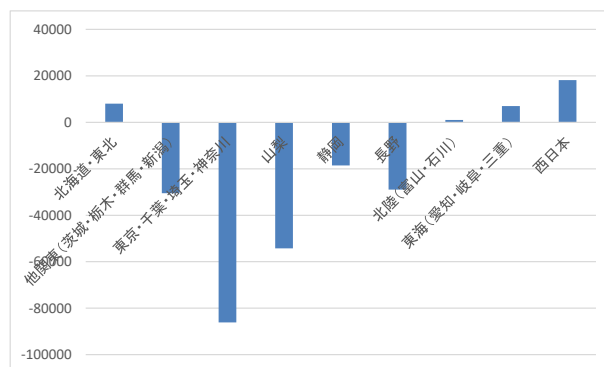


図-7 地域別実質 GRP 変化

6. 結論

本研究では、交通生産を考慮した SCGE モデルによる中部横断自動車道の便益評価として、交通費用を内生化した SCGE モデルを構築し、便益帰着分析も用いることで、山梨県に関連する中部横断自動車道の整備評価を行った。その結果、山梨県において、便益は「プラス」の値で算出されながらも、実質 GRP は「マイナス」になるという結果を得た。これは、図-6 で行った項目分解において自家旅客に大きな便益が出ていることを考えると、山梨県民は中部横断自動車道が完成したことにより節約した時間を余暇に多く使うことで、静岡県などに遊びに出掛けることなどが原因ではないかと考えられる。

今後はなぜこのような結果となったかを考察し、山梨県の GRP をどのようにすれば伸ばせるのかを考えるとともに、高速交通網の整備評価として全国に視野を広げていきたい。

参考文献

- 1) 国土交通省: 費用便益分析マニュアル, 2008
http://www.mlit.go.jp/road/ir/hyouka/plcy/kijun/bin-ekiH20_11.pdf
- 2) 内閣府 第6回記者会見要旨: 平成27年 会議結果
<http://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/minutes/2015/0519/interview.html>
- 3) 国土交通省近畿地方整備局: 新名神高速道路のストック効果
<http://www.kkr.mlit.go.jp/road/stock/pdf/shinmeishin.pdf>
- 4) 国土交通省近畿地方整備局: 北近畿豊岡自動車道のストック効果
<http://www.kkr.mlit.go.jp/road/stock/pdf/kitakinkitoooka.pdf>