

# 空間的応用一般均衡分析を適用した都市高速道路の整備効果計測

## Economic Evaluation of Metropolitan Expressway Construction Project by SCGE Analysis

高坂登志子\*・中前茂之\*・橋本幹雄\*・樋野誠一\*\*

By Toshiko KOSAKA\*・Sigeyuki NAKAMAE\*・Mikio HASHIMOTO\*・Seiichi HINO\*\*

### 1. はじめに

都市の経済活動に与える都市高速道路の整備効果を帰着効果の視点で捉え、都市財政への影響について分析を行う。

本稿では、帰着効果の分析手法として、費用便益分析やミクロ経済理論と整合的であり、道路整備の効果を多様な指標で計測できる空間的応用一般均衡モデル (Spatial Computable General Equilibrium model, 以下 SCGE モデルと記す) を適用する。

以下、2.では対象とする都市高速道路の概要、3.では SCGE モデルの提示、4.では都市高速道路の整備効果計測について、便益の変化及び税収の変化を捉える。5.ではまとめを行う。

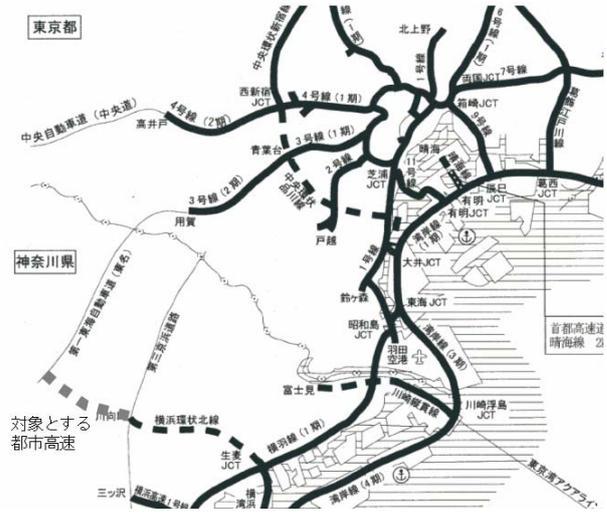


図1 対象とする都市高速道路

### 2. 対象とする都市高速道路

本稿で分析対象とする都市高速道路は、東名高速道路と第三京浜道路を結び、現在事業中の横浜環状北線と一体となって横浜市の北西部と臨海部をつなぎ、市の骨格的な道路ネットワークを形成する延長約 7km の自動車専用道路である (図参照)。

現状では、自動車製造業が多く立地する首都圏内陸部から横浜港へ通じる唯一の高規格道路は国道 16 号・保土ヶ谷バイパスであるが、慢性的な渋滞が生じており、輸送費の上昇等の課題が存在する。都市高速道路の整備により、横浜港への輸送費が低下し、輸出の増加に寄与すること等、生産活動の効率化が期待される。本稿ではこれら効果を実証的に分析するものである。

対象とする都市高速道路の供用年次は平成 32 年 (2020 年) を予定しており、平成 32 年さらにはその 10 年後の平成 42 年の道路網に基づき分析を行う。

### 3. SCGEモデル

#### (1) 仮定

本稿のモデルは新経済地理学の特徴を反映している。モデルの仮定は以下であり、一般的な新経済地理学の仮定に基づく。

- ・ 家計は、ゾーン毎に異なる財を消費する。
- ・ 財の輸送費は iceberg 型を考える。
- ・ 企業は独占的競争を行う。

#### (2) 家計

ゾーン  $j$  に居住し、ゾーン  $i$  に通勤する家計の予算制約に基づく効用最大化問題を解くと、合成財・土地に関する需要関数が求められる。

$$\text{Maximize } U_{ij} = (M_{ij})^\mu (H_{ij})^{1-\mu} \quad \forall i, j \quad (1)$$

$$\text{subject to } E_i = G_j M_{ij} + r_j H_{ij}$$

ここで、 $U_{ij}$ : 効用関数、 $M_{ij}$ : 合成財需要、 $H_{ij}$ : 土地需要、 $G_j$ : 合成財価格、 $E_i = w_i + \Omega$ : 所得、 $\mu$ : 財消費支出割合、 $w_i$ : 賃金、 $\Omega$ : 均等分配所得。

合成財は地域で異なる財を考える。地域  $j$  の総需要  $D_j$  は多数の地域  $k$  からの需要  $m_{kj}$  により構成される。需要一定下における支出最小化問題は下式であり、各地域財の需要が求まる。

\* キーワーズ: 応用一般均衡分析, 経済波及効果, 税収  
\* 正会員, 横浜市 道路局 事業調整課 (横浜市中区港町1-1, tel: 045-671-3986, to02-kousaka@city.yokohama.jp)  
\*\* (財)計量計画研究所 経済社会研究室 (東京都新宿区西谷本村町2-9, tel: 03-3268-9740, shino@ibs.or.jp)

$$\text{Minimize } G_j D_j = \sum_k^R n_k p_{kj} m_{kj} \quad \forall j \quad (2)$$

$$\text{subject to } D_j = \left[ \sum_k^R n_k \left( m_{kj} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

ここで、 $D_j$ ：地域  $j$  の総需要、 $n_k$ ：ゾーン  $k$  の財の種類・企業数、 $m_{kj}$ ：ゾーン  $k$  からの需要量、

$p_{kj} = p_k \tau_{kj}$ ：財の輸送費込みの価格（iceberg 型を

考慮）、 $\tau_{kj}$ ：ゾーン  $k$  から  $j$  への輸送費。

これより合成財価格と個別財需要が求められる。

$$G_j = \left[ \sum_k^R n_k \left( p_{kj} \right)^{1-\sigma} \right]^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad \forall j \quad (3)$$

$$m_{kj} = D_j \cdot \left( p_{kj} \right)^{-\sigma} \left( G_j \right)^{\sigma} \quad \forall k, j \quad (4)$$

各発地域の財供給量  $q_k$  は各地域の需要量を満たすように地域  $k$  の企業は生産を行う。

$$\begin{aligned} q_k &= \sum_j^R m_{kj} \tau_{kj} \\ &= \left( p_k \right)^{-\sigma} \sum_j^R D_j \left( G_j \right)^{\sigma} \left( \tau_{kj} \right)^{1-\sigma} \quad \forall k \end{aligned} \quad (5)$$

ここで、 $q_k$ ：ゾーン  $k$  における供給量。

間接効用関数  $V_{ij}$  は、効用関数  $U_{ij}$  に最適消費量を代入することで得られる。

$$V_{ij} = \frac{\eta E_i}{\left( G_j \right)^{\mu} \left( r_j \right)^{1-\mu}} Z_{ij}^{\zeta} \quad \forall i, j \quad (6)$$

ここで、 $V_{ij}$ ：間接効用関数、 $Z_{ij}$ ：実態に合わせるための補正項（センサスデータ活用）、 $\eta$ ：係数。

家計のゾーン  $i$  への立地選択確率  $\text{Pr}[i, j]$  は、居住地選択の誤差項がガンベル分布に従うと仮定して、下式で求められる。

$$\text{Pr}[i, j] = \frac{\exp(\lambda V_{ij})}{\sum_{i', j'} \exp(\lambda V_{i', j'})} \quad \forall i, j \quad (7)$$

ここで、 $\text{Pr}[i, j]$ ：家計がゾーン  $j$  に居住し、ゾーン  $i$  へ通勤する選択確率、 $\lambda$ ：家計の立地の適合度

が向上する。

ゾーン人口  $N_i$  は下式となる。

$$N_i = \bar{N} \sum_j \text{Pr}[i, j] \quad \forall i \quad (8)$$

ここで、 $\bar{N}$ ：都市圏総人口である。

### (3) 企業

企業  $i$  の利潤関数  $\pi_i$  は下式となる。右辺第 1 項：収入、第 2 項：費用である。

$$\text{Maximize } \pi_i = p_i q_i - c_i (F + q_i) \quad \forall i \quad (9)$$

ここで、 $\pi_i$ ：利潤、 $p_i$ ：価格、 $q_i$ ：生産量、 $c_i$ ：単位費用、 $F$ ：固定費。

独占的競争企業の利潤最大化問題から、財価格  $p_i$  は単位費用  $c_i$  からマークアップ分の上昇となる。

$$p_i = \frac{\sigma}{\sigma-1} c_i \quad \forall i \quad (10)$$

ここで、 $\sigma$  ( $= -dq_i / q_i / dp_i / p_i$ )：価格の需要弾力性。

単位費用  $c_i$  は費用最少化により、生産各要素需要の導出の後、求められる。右辺第 1 項：労働支出、第 2 項：土地支出、第 3 項：中間投入支出である。

$$\text{Minimize } c_i Y_i = w_i L_i + r_i T_i + G_i X_i$$

$$\text{subject to } Y_i = \gamma (L_i)^{\alpha_1} (T_i)^{\alpha_2} (X_i)^{\alpha_3} \quad (11)$$

ここで、 $w_i$ ：賃金、 $r_i$ ：地代、投入量： $Y_i$ 、 $L_i$ ：労働投入、 $T_i$ ：土地投入、 $X_i$ ：中間投入、 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$ ：投入シェア ( $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$ )、 $\gamma$ ：規模係数。

### (4) 均衡

中間投入と最終需要を考慮したゾーン別の財需要量は下式である。左辺：総需要、右辺：中間投入と最終需要の和である。

$$\begin{aligned} D_j &= X_j + \sum_i N_{ij} M_{ij} \\ &= \frac{(\alpha_3 c_j Y_j + \mu \sum_i N_{ij} E_i)}{G_j} \quad \forall j \end{aligned} \quad (12)$$

土地のゾーン別市場均衡は下式である。左辺：土地需要（企業と家計の合計），右辺：土地供給。

$$n_j T_j + \sum_i N_{ij} H_{ij} = \bar{H}_j \quad \forall j \quad (13)$$

ここで、 $\bar{H}_j$ ：ゾーン  $j$  建物用地面積。これにより地代  $r_j$  が求まる。

労働のゾーン別市場均衡は下式である。左辺：労働需要，右辺：労働供給（居住地  $j$  での合計）。

$$n_i L_i = \sum_j N_{ij} \quad \forall i \quad (14)$$

これにより賃金  $w_i$  が求まる。

以上のモデル構築により数値解析を行う。

### （５）実証分析の設定

都市高速道路は首都圏全般の交通流動や経済活動に影響を及ぼすと考えられることから、分析の対象地域は東京都市圏パーソントリップ調査の範囲である1都4県（東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県、茨城県南部）を分析対象とする。また、分析単位も、東京都市圏パーソントリップ調査のゾーン単位を設定する。神奈川県は154ゾーンの詳細ゾーン設定、その他の都市圏地域は102ゾーンの合計256ゾーンを設定する。

道路の供用年次は平成32年（2020年）であるため、将来OD表として平成32年（2020年）及び平成42年（2030年）OD表を分割配分することにより、ゾーン間交通条件を算定する。これに「費用便益分析マニュアル 平成20年11月国土交通省道路局 都市・地域整備局」を活用して、利用者直接便益を算定する。

その他、投入シェア、支出シェア等の経済パラメータは都市圏の各県産業連関表を用いて設定する。

## 4. 都市高速道路の整備効果計測

### （１）便益の変化

横浜市港北区、都筑区、青葉区の周辺、及び東京都区部南部地域、相模原市周辺において大きく改善するゾーン間交通条件の変化を、SCGEモデルのインプットとすると、横浜市の都市高速道路整備による実質所得（帰着便益）の増加が得られる。都市

高速道路沿線、横浜市及び自動車製造業が多く立地する首都圏内陸部（町田市、八王子市）に効果が帰着する。その額は、最大で50億円／年超となる。

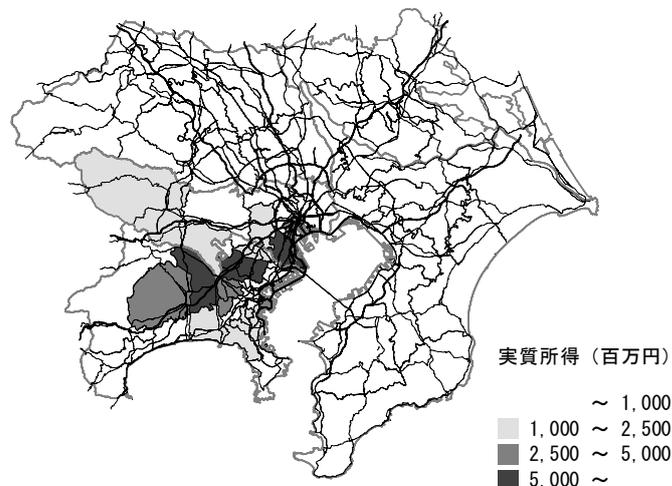


図2 便益の分布（平成32年）

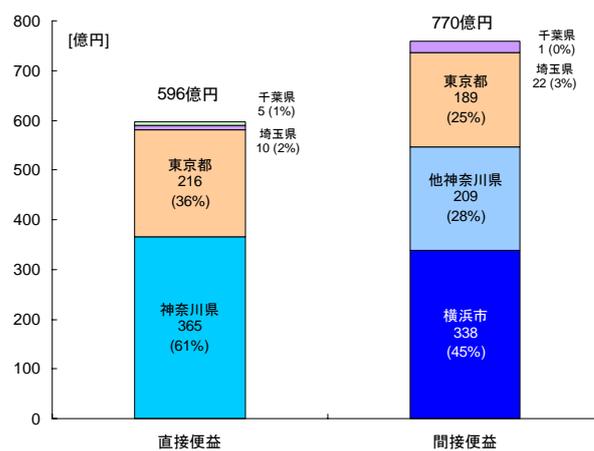


図3 地域別の波及効果（平成32年）

県別には、神奈川県で全体の約72%の間接効果を得る。平成32年の間接効果は、東京都市圏全体で捉えると年間約770億円と試算される。間接効果は、直接効果（約600億円）の1.28倍の波及効果である。これら自治体に帰着便益が生じ、道路整備の財源負担の割合にも対応する。このように、SCGEのメリットは、どの地域にどれだけ効果が帰着するかが判断でき、その額に応じた道路整備の負担割合の議論の手法に活用できる点が挙げられる。

### （２）税収の変化

本稿のSCGEモデルにおいては課税行動を考慮していないため、計量分析に基づく税モデルを

SCGE の結果に外部的に付加して税収に与える影響を捉える。対象とする税目は横浜市の税収に関連する地方税とし、所得が課税ベースとなる法人市民税・事業所税、地代が課税ベースとする固定資産税・都市計画税、人頭税的な個人市民税とする。

先のSCGE分析により、横浜市の名目所得上昇分は、500億円／年（平成32年）と試算され、これらは労働分440億円／年（平成32年）、固定資産分60億円／年（平成32年）に分けられる。この結果に基づき、都市高速道路整備が横浜市税収への寄与を捉えるのが本節の分析である。

#### a) 法人市民税の増加

法人市民税は均等割と法人税割に分けられるが、ここでは簡便化のため、下式の法人市民税総額と横浜市総生産の回帰分析により影響を捉える。

法人市民税／横浜市GRPデフレータ $=a \times$ 横浜市実質GRP $+b \times$ 事業所数 $+c$

ここで $a$ は0.04と得られ、 $t$ 値は3.0と有意である。都市高速道路整備による横浜市内の所得上昇分は約500億円（平成32年）と得ているので、 $500 \times 0.04$ により法人市民税の増加20億円（平成32年）が算出される。

一方、事業所税は、給与支払に対して0.25%乗ずることにより算出する。給与支払として、労働分配率を横浜市民経済計算平成17年度の市内雇用者報酬／市内総生産により算定し、設定する。その結果、総生産増加500億円（平成32年） $\times$ 労働分配率（54%） $\times$ 0.25% $=$ 事業所税増加0.7億円（平成32年）と算出される。

以上より、横浜市の法人市民税・事業所税が約20.7億円／年（平成32年）増加する。

#### b) 固定資産税・都市計画税の増加

都市高速道路整備により、横浜市の地代および固定資産が約70億円（平成32年）増加すると試算される。それに、固定資産税率1.4%、都市計画税率0.3%を乗ずることにより固定資産税、都市計画税が算定される。

横浜市の固定資産税・都市計画税が約1.2億円／年（平成32年）増加する。

#### c) 個人市民税の増加

都市高速道路整備により、横浜市の従業人口は

約6,200人（平成32年）増加すると試算され、平成17年横浜市就従比（0.83）、平成17年横浜市就業率（0.48）を設定することにより、横浜市の人口は約1.5万人（平成32年）増加すると試算される。平成19年度実績個人市民税／横浜市人口 $=8.3$ 万円を人口に乗ずることにより、個人市民税が算定される。

横浜市の個人市民税が約12.8億円／年（平成32年）増加する。

以上より、都市高速道路整備による横浜市税収の増加への寄与は合計で約35億円／年（平成32年）、14億円／年（平成42年）と試算される。この税収の増加は、都市高速道路の道路の供用期間を50年と仮定することにより、平成32年試算値は10年間、平成42年試算値は40年間継続すると仮定すると、税収増加は約1,000億円に相当する。これは、都市高速道路の総事業費をおよそ約2,400億円とすると、その約4割程度が市税として還流されることを意味しており、投資の妥当性が判断できる。

## 5. まとめ

本稿では、横浜市に関連する都市高速道路の整備効果を、SCGE分析の適用により、横浜市の社会経済活動に与える波及効果からの視点から計測を行った。帰着便益は横浜市において高く、道路整備の妥当性が判断できる。さらに、横浜市税の増加が見込まれ、総事業費の4割程度が横浜市財政へ還流されることが期待でき、投資の有効性が判断できる。

今後は、税体系をSCGEモデル体系に内生的に組み込んで分析し、そのもとでの投資の有効性を評価することが求められる。

#### 参考文献

- 1) Fujita, M., Krugman, P., Venables, A.J.: The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade, MIT Press, 1999.7. (訳) 藤田昌久, Krugman, P., Venables, A. J.: 空間経済学—都市・地域・国際貿易の新しい分析—, 東洋経済新報社, 2000.9.