

人流と物流を考慮した 実用型空間的応用一般均衡モデルの構築

小池 淳司¹・片山 慎太郎²・荒賀 嗣人³

¹正会員 神戸大学大学院教授 工学研究科市民工学専攻 (〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町1-1)
E-mail: koike@lion.kobe-u.ac.jp

²正会員 (一社)システム科学研究所 (〒604-8223 京都市中京区新町通四条上ル小結棚町428)
E-mail: katayama@issr-kyoto.or.jp

³非会員 (株)日本政策投資銀行 (〒100-8178 東京都千代田区大手町1丁目9番6号)

現在整備が進められているリニア中央新幹線は、三大都市圏を中心とした沿線地域に大きな効果が予測される一方で、沿線地域外との格差がより広がることが懸念されている。リニア中央新幹線の効果を最大限に引き出し、リニア沿線以外にも効果を適切に波及させていくための交通整備政策には、事前の定量的な分析が不可欠である。道路整備など空間構造を変化させる社会資本整備の効果計測手法として、空間的応用一般均衡モデルがある。空間的応用一般均衡モデルは、主に道路整備の効果計測を対象とした物流モデルと、鉄道整備の効果計測を対象とした人流モデルがあるが、本稿では、人流と物流を同時に扱った小規模多地域の空間的応用一般均衡モデルを構築し、将来計画されている高速道路およびリニア中央新幹線等の地域間高速鉄道整備による効果を計測した。

Key Words : *spatial computable general equilibrium, passenger transport*

1. はじめに

我が国で現在整備が進められているリニア中央新幹線は、東京・名古屋・大阪の三大都市圏間の移動時間を大きく減少させ、人口7千人のスーパーメガリージョンを形成することから、沿線地域を中心に大きな経済効果が予測されており¹⁾、早期整備に向けた動きも活発化している。

その一方で、沿線地域外との経済格差の広がりも懸念されており、リニア中央新幹線の整備効果を最大限に引き出すとともに、沿線地域外にも効果を波及させるための検討が必要である。

交通プロジェクトをはじめとする社会資本整備は、フロー効果（事業効果）とストック効果（施設効果）の大きく2つに分けることができるが、フロー効果は、通常、産業連関分析により算出される。一方、ストック効果の計測は、Ashauer²⁾に代表される生産関数アプローチが挙げられるが、道路や鉄道整備など空間構造を変化させる社会資本整備の特徴を表現できることに加え、算出された効果の空間的帰着状況を分析できるという理由から、空間的応用一般均衡モデル（以降、SCGEモデル）によるストック効果の計測も精力的に行われてきた³⁾。このSCGEモデルは、地域間産業連関表を基礎データとするため、

地域ブロックレベルもしくは都道府県レベルでの分析が従来おこなわれてきた。しかしながら、空間スケールの粗さやデータ年次の古さなどが課題となっていたことから、近年では、地域間交易に集計Logitを用いた小規模な空間スケールでのSCGEモデルが開発され、実務でも数多くの適用事例が報告されている⁴⁾。これらのSCGEモデルでは、主に物流交通を表現したモデルとなっているが、小池ら⁵⁾では、人流交通を表現したSCGEモデルを構築し、新幹線整備プロジェクトを対象とした実証分析への応用がおこなわれている。また、宮下ら⁶⁾では、日本および台湾の都市間高速鉄道を対象に、同じSCGEモデルの枠組みで経済効果や環境への影響を評価し、さらに国間での比較もおこなわれている。

しかしながら、人流交通を表現したSCGEモデルの研究蓄積は、物流交通を扱ったモデルに比べ少なく、さらに小規模な空間スケールに対応したモデルは著者らの知る限り検討されていない。本稿では、物流交通を扱った既存の小規模多地域モデルの枠組み⁷⁾で、人流交通も考慮したモデルへと拡張をおこなった。さらに、将来の高規格幹線道路や、リニア中央新幹線、構想段階である新幹線が整備された場合を整備シナリオとし、スーパーメガリージョンの形成が各地域への程度の経済効果を与える

のかについて定量的な計測を試みた。

2. 既存研究の整理

応用一般均衡モデルは、財政、貿易、環境政策などへの分析を中心に研究が蓄積されてきたが、空間的な交通抵抗を明示し物流交通を扱った先行研究としては、宮城・本部⁸⁾が挙げられ、宮城⁹⁾では東海北陸自動車道や東海環状自動車道の効果計測をおこなっている。また、二次生活圏レベルや市町村レベルといった小規模な空間スケールで分析することを可能とした、より実用型のSCGEモデルとしては、文¹⁰⁾や小池¹¹⁾が挙げられる。さらに、既存研究の多くが完全競争かつ収穫一定技術を前提としていたのに対し、石倉・吉川¹²⁾では、大都市圏を対象とし、集積の外部性を明示的に扱った独占的競争型の小規模多地域モデルの構築およびパラメーターの推定精度向上に向けた検討がおこなわれている。以上のように、物流交通を扱ったSCGEモデルは、多くの研究蓄積、実証分析への応用がおこなわれているといえる。

一方、人流交通を扱った先行研究としては小池⁹⁾が挙げられ、本源的生産要素に業務交通を考慮することで、物流交通モデルでは表現できなかった旅客トリップを明示したSCGEモデルを構築し、新幹線整備プロジェクトを対象とした実証分析がおこなわれている。ただし、既述の通り、地域間産業連関表を基礎データとしており、小規模多地域に対応したモデル構造とはなっていないことに加え、財市場が各地域で閉じた経済を想定しているため、他地域への波及効果を十分に捉えることができなかったなどが課題として挙げられる。

また、国外に目を向けると、高速鉄道整備プロジェクトを対象とした代表的なSCGEモデルとして、EUのCGEurope¹³⁾、ノルウェーのPINGO¹⁴⁾などが挙げられるが、地域間交易による物流を都市間交通として表現しているため、モデル内で人流が明示されているわけではない。また、オランダのRAEM3.0¹⁵⁾では、旅客輸送と貨物輸送が明示的に区別されているが、人流に通勤トリップを含むため、モデルで対象とする空間的範囲は小さい。

以上の点から、本稿では物流交通と人流交通を同時に明示した小規模多地域モデルを構築する。また、構築したモデルを基に、道路および鉄道の将来の都市間プロジェクトを対象事例として適用する。

3. モデルの概説

(1) ベースモデルの概説

本稿では、まず小規模多地域のベースモデルとして、小池¹⁶⁾で構築されたSCGEモデルにより物流交通を考慮し、モデルの基本フレームを踏襲しつつ人流交通を考

慮したモデルへと拡張する。

ベースモデルとして想定する社会経済に対しては、以下の仮定を設けるものとし、モデル構造は図-1に示す通りである。

仮定1：多地域多産業で構成された経済を想定する。

仮定2：企業は、家計から提供される生産要素（労働・資本）、他の企業が生産した生産物を投入して、新たな財を生産する。

仮定3：家計は企業に生産要素（労働・資本）を提供して所得を受けとる。そして、その所得をもとに財の消費を行う。

仮定4：財市場および生産要素市場のうち、資本市場は全地域に開放されており、生産要素市場の労働市場は地域内で閉じているものとする。

仮定5：生産される財により輸送費用が支払われるとし、Ice-berg型の交通抵抗を用いる。

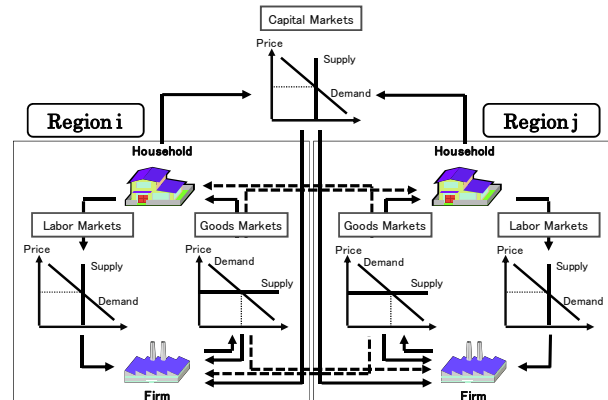


図-1 モデル構造

モデル式内のサフィックスは、以下の通りとする。

地域： $I \in \{1, 2, \dots, i, \dots, j, \dots, o, \dots, I\}$

財： $M \in \{1, 2, \dots, m, \dots, n, \dots, M\}$

a) 企業の行動モデル

地域*i*に立地し、財*m*を生産する企業は、自地域と他地域で生産された中間投入財、本源的生産要素（労働・資本）により構成される生産要素を用いて、生産活動をおこなうものとする。各地域には生産財ごとに1つの企業が存在することを想定し、地域*i*において財*m*を生産する企業の生産関数をLeontief型で仮定すると以下のようなになる。

$$Y_i^m = \min \left\{ \frac{v_i^m}{a_i^{0m}}, \frac{x_i^{1m}}{a_i^{1m}}, \dots, \frac{x_i^{mm}}{a_i^{mm}}, \dots, \frac{x_i^{Nm}}{a_i^{Nm}} \right\} \quad (1)$$

ただし、 Y_i^m ：生産量、 v_i^m ：付加価値、 x_i^{mm} ：中間投入、 a_i^{0m} ：付加価値比率、 a_i^{mm} ：投入係数

企業の付加価値に関する最適化問題は、付加価値1単位当たりの要素費用最小化行動として定式化する。

$$\begin{aligned} \min. \quad & w_i L_i^m + r K_i^m \\ \text{st.} \quad & v_i^m = A_i^m (L_i^m)^{\alpha_i^m} (K_i^m)^{1-\alpha_i^m} \end{aligned} \quad (2)$$

ただし、 w_i : 賃金率、 r : 資本レント、 L_i^m : 労働投入、 K_i^m : 資本投入、 α_i^m : 分配パラメータ、 A_i^m : 効率パラメータ (全要素生産性)

式(2)より、生産要素需要関数 (労働・資本) L_i^m 、 K_i^m と、生産者価格 q_i^m が超過利潤ゼロの条件から平均費用として得られる。

$$L_i^m = \frac{\alpha_i^m}{w_i} a_i^{0m} q_i^m Y_i^m \quad (3)$$

$$K_i^m = \frac{1 - \alpha_i^m}{r} a_i^{0m} q_i^m Y_i^m \quad (4)$$

$$cv_i^m = \frac{a_i^{0m} w_i \alpha_i^m r^{1-\alpha_i^m}}{A_i^m (\alpha_i^m)^{\alpha_i^m} (1 - \alpha_i^m)^{1-\alpha_i^m}} \quad (5)$$

ただし、 q_i^m : 生産財価格、 cv_i^m : 1単位生産あたりの付加価値

b) 家計の行動モデル

各地域には代表的な家計が存在し、自己の効用が最大になるように自地域と他地域からの財を消費すると仮定する。このような家計行動は、以下のような所得制約条件下での効用最大化問題として定式化できる。

$$\begin{aligned} \max. \quad & U_i(d_i^1, d_i^2, \dots, d_i^M) = \sum_{m \in M} \beta^m \ln d_i^m \\ \text{st.} \quad & \bar{l}_i w_i + r \frac{\bar{K}}{T} = \sum_{m \in M} p_i^m d_i^m \end{aligned} \quad (6)$$

ただし、 U_i : 効用関数、 d_i^m : 消費水準、 p_i^m : 消費者価格、 β^m : 消費の分配パラメータ、 \bar{K} : 資本保有量、 \bar{l}_i : 一人当たりの労働投入量、 T : 総人口、

式(6)より、最終需要関数を求めることができる。

$$d_i^m = \beta^m \frac{1}{p_i^m} \left(\bar{l}_i w_i + r \frac{\bar{K}}{T} \right) \quad (7)$$

c) 地域間交易モデル

Harker¹⁷⁾モデルに基づいて、各地域の需要者は消費者価格 (c.i.f.price) が最小となるような生産地の組み合わせを購入先として選ぶとする。地域 j に住む需要者が生産地 i を購入先として選択したとし、その誤差項がガンベル分布に従うと仮定すると、その選択確率は、次式のLogitモデルで表現できる。なお、本稿では、最終需要量と中

間投入需要量を分類し、各財の消費先選択確率を明示したモデルを想定するため、消費先選択確率を最終消費財と中間投入財の2パターンで定義する。ただし、実証分析においては、最終消費財と中間投入財の流動を分別することができないため、 $Fs_{ij}^m = Is_{ij}^m$ とする。

$$Fs_{ij}^m = \frac{FY_i^m \exp[-\lambda_o^m q_i^m (1 + \phi_o^m t_{ij})]}{\sum_{k \in I} FY_k^m \exp[-\lambda_o^m q_k^m (1 + \phi_o^m t_{kj})]} \quad (8)$$

$$Is_{ij}^m = \frac{IY_i^m \exp[-\lambda_o^m q_i^m (1 + \phi_o^m t_{ij})]}{\sum_{k \in I} IY_k^m \exp[-\lambda_o^m q_k^m (1 + \phi_o^m t_{kj})]} \quad (9)$$

ただし、 Fs_{ij}^m : 最終消費財に関する消費先選択確率、 Is_{ij}^m : 中間投入財に関する消費先選択確率、 t_{ij} : 地域間所要時間、 λ_o^m 、 ϕ_o^m : ロジットパラメータ

d) 市場均衡条件

以下の市場均衡条件が成立する。

<本源的生産要素>

$$\sum_{m \in M} L_i^m = \bar{L}_i \quad (10)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{m \in M} K_i^m = \bar{K} \quad (11)$$

<需要 (最終消費財) >

最終需要量に対して、定義した消費先選択確率 Fs_{ij}^m を乗じることで地域間の最終需要流動量を式(12)で算出し、最終需要量を満たす生産量は、式(13)で算出する。

$$Fz_{ij}^m = N_j d_j^m Fs_{ij}^m \quad (12)$$

$$FY_i^m = \sum_{j \in J} (1 + \phi_o^m t_{ij}) Fz_{ij}^m \quad (13)$$

<需要 (中間投入財) >

式(13)の生産量とレオンチェフ逆行列より、最終需要量を拡大させた生産量 (産出計) から、中間投入係数を乗じることで中間投入需要量を算出し、さらに式(9)の消費先選択確率を乗じることで、地域間の中間投入需要流動量を式(16)で算出する。

$$\begin{bmatrix} Ou_Y_i^1 \\ \vdots \\ Ou_Y_i^m \\ \vdots \\ Ou_Y_i^M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - a_i^{11} & \dots & 0 - a_i^{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 - a_i^{M1} & \dots & 1 - a_i^{MN} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} FY_i^1 \\ \vdots \\ FY_i^m \\ \vdots \\ FY_i^M \end{bmatrix} \quad (14)$$

$$IX_j^{mn} = a_j^{mn} Ou_Y_j^m \quad (15)$$

$$Iz_{ij}^{mn} = IX_j^{mn} Is_{ij}^m \quad (16)$$

<供給>

最終需要流動量と中間投入需要流動量に対してIce-berg型の交通抵抗を考慮することで、各地域の生産量は式(17)で算出する。

$$Y_i^m = \sum_{j \in J} (1 + \varphi_o^m t_{ij}) Fz_{ij}^m + \sum_{j \in J} \sum_{n \in N} (1 + \varphi_o^m t_{ij}) Iz_{ij}^{mn} \quad (17)$$

<生産者価格体系>

生産者価格と消費者価格については、各財（最終消費財・中間投入財）の消費先選択確率を用いることで下式の通り定義されるが、実証分析においては、 $Fs_{ij}^m = Is_{ij}^m$ とする。

$$q_j^n = a_j^{0n} cv_j^n + \sum_{m \in M} a_j^{mn} \sum_{i \in I} Is_{ij}^m q_i^m (1 + \varphi_o^m t_{ij}) \quad (18)$$

$$p_j^m = \sum_{i \in I} Fs_{ij}^m q_i^m (1 + \varphi_o^m t_{ij}) \quad (19)$$

ただし、 Fz_{ij}^m ：最終需要流動量、 FY_i^m ：最終需要量を満たす生産量、 X_i^m ：財の消費量、 $Ou_Y_i^m$ ：生産量（産出計）、 Ix_i^{mn} ：中間投入需要量、 Iz_{ij}^{mn} ：中間投入需要流動量

e) 便益の定義

政策実施による効果を計測する指標として経済的效果を等価変分 (EV:Equivalent Variation) を用いて以下のように定義した。

$$EV_i = \left(w_i^0 \bar{t}_i^0 + r \frac{K^0}{T} \right) \left(\frac{e^{U_i^1} - e^{U_i^0}}{e^{U_i^0}} \right) \quad (20)$$

ただし、 EV_i ：一人当たりの等価変分、0,1：政策実施の有無を表すサフィックス (0:without, 1:with)

(2) 人流交通を考慮したモデルへの拡張

前節で構築したモデルをベースとし、人流交通を考慮したモデルへと拡張を行う。既存の物流交通を対象としたSCGEモデルでは、サービス産業の地域間取引は考慮せずに分析されることが多いが、本稿ではサービス産業における中間投入財および最終消費財の一定割合を人流交通として捉え、サービス産業から人流交通を除いた価格にマークアップさせることで、人流交通を明示したSCGEモデルを構築する。

a) 企業の行動モデル

サービス産業における中間投入財の一定割合を人流交通として捉え、交通影響を受けない内々取引と、交通影響を受ける地域間取引の2つに分けることで、サービス産業の中間投入財を定義する。

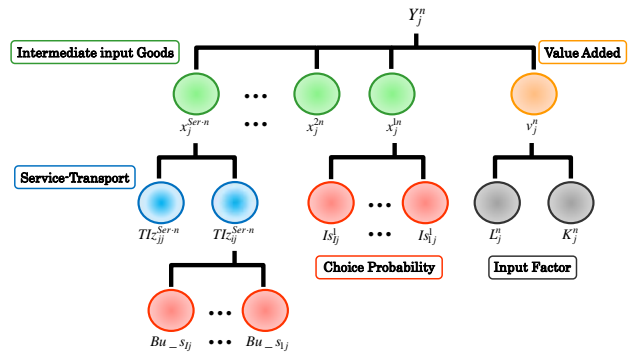


図-2 企業の生産関数構造

b) 家計の行動モデル

サービス産業における最終消費財の一定割合を人流交通として捉え、交通影響を受けない内々取引と、交通影響を受ける地域間取引の2つに分けることで、サービス産業の最終消費財を定義する。

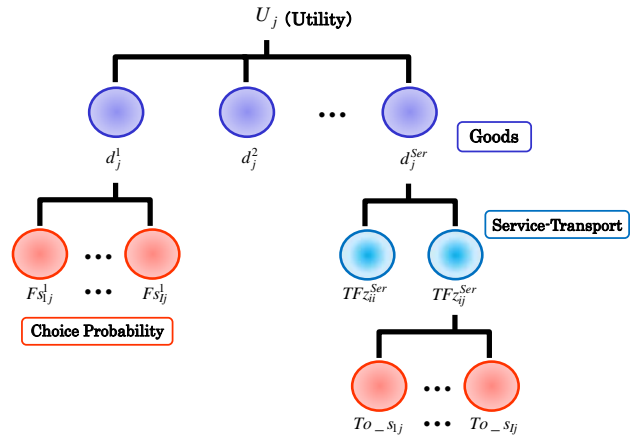


図-3 家計の効用関数構造

c) 地域間取引モデル

式(8), (9)で定義した集計Logitモデルをベースとし、業務目的および自由目的の選択確率をそれぞれ次式のLogitモデルで定義する。ただし、三大都市圏である東京、名古屋、大阪については、他都市に比べ人流交通の影響が大きいと想定されることから、ダミー変数を導入した。

$$Bu_s_{ij} = \frac{N_i \exp[-\lambda_o^{Bu} q_i^{Ser} (1 + \varphi_o^{Bu} t_{ij}^{rail}) + D1_i + D2_i]}{\sum_{k \in I} N_k \exp[-\lambda_o^{Bu} q_k^{Ser} (1 + \varphi_o^{Bu} t_{kj}^{rail}) + D1_k + D2_k]} \quad (21)$$

$$To_s_{ij} = \frac{N_i \exp[-\lambda_o^{To} q_i^{Ser} (1 + \varphi_o^{To} t_{ij}^{rail}) + D1_i + D2_i]}{\sum_{k \in I} N_k \exp[-\lambda_o^{To} q_k^{Ser} (1 + \varphi_o^{To} t_{kj}^{rail}) + D1_k + D2_k]} \quad (22)$$

ただし、 Bu_s_{ij} ：業務目的の選択確率、 To_s_{ij} ：自由

目的の選択確率, t_{ij}^{rail} : 鉄道の地域間所要時間, λ_o^{bu} , φ_o^{bu} : 業務目的に関するロジットパラメータ, λ_o^{to} , φ_o^{to} : 自由目的に関するロジットパラメータ, $D1_i$: 東京ダミー, $D2_i$: 名古屋・大阪ダミー

d) 人流ODの作成

我が国の幹線交通機関における旅客流動を捉えた調査として、全国幹線旅客純流動調査¹⁸⁾があり、代表交通機関別・目的別のODを定量的に把握することが可能である。ただし、把握可能なデータは人ベースのデータであるため、本稿では下図のフローおよび式(23), (24)に従い金額ベースのODデータを作成した。

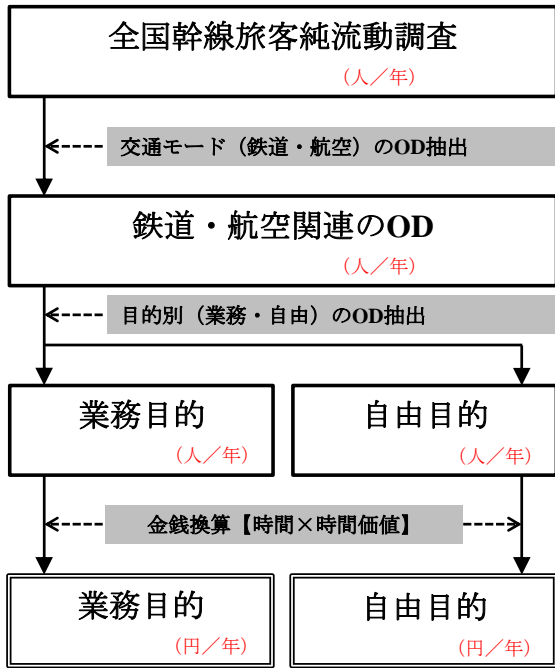


図4 人流ODデータの作成フロー

$$Va_j^{bu} = \sum_{i \in I} Bu_OD_{ij} \times \omega \times t_{ij}^{rail0} \quad (23)$$

$$Va_j^{to} = \sum_{i \in I} To_OD_{ij} \times \omega \times t_{ij}^{rail0} \quad (24)$$

ただし, Va_j^{bu} : 業務目的の人流OD (金額ベース), Va_j^{to} : 自由目的の人流OD (金額ベース), Bu_OD_{ij} : 業務目的の人流OD (人ベース), To_OD_{ij} : 自由目的の人流OD (人ベース), ω : 時間価値 (100 (円/人) と設定)

e) 市場均衡条件

以下の市場均衡条件が成立する。

<需要 (最終消費財) >

交通の影響を受けると想定される地域間取引は、自由目的の人流ODに式(22)の選択確率を乗じた式(25)で算出する。

$$TF_{zij}^{Ser} = Va_j^{to} \times To_s_{ij} \quad (25)$$

次に、交通の影響を受けない地域内取引は、式(12)より算出されたサービス産業の総消費量から自由目的の人流OD (金額ベース) を減じ、さらに式(25)の地域内取引分を加えた式(26)で算出する。

$$TF_{zii}^{Ser} = N_i d_i^{Ser} - Va_i^{to} + (Va_i^{to} \times To_s_{ii}) \quad (26)$$

<需要 (中間投入財) >

最終消費財と同様に、交通の影響を受けると想定される地域間取引は、業務目的の人流ODに式(21)を乗じ、さらに各地域のサービス業に関する中間投入係数の比率を乗じることで、中間投入需要量を算出する。

$$TZ_{ij}^{Ser-n} = Va_j^{bu} \frac{a_j^{Ser-n}}{\sum_{n \in N} a_j^{Ser-n}} Bu_s_{ij} \quad (27)$$

次に、交通の影響を受けない地域内取引は、式(15)より算出されたサービス産業の総取引量から、業務目的の人流OD (金額ベース) を減じ、さらに式(27)の地域内取引分を加えた式(28)で算出する。

$$TZ_{zii}^{Ser-n} = \left(IX_i^{Ser-n} - Va_i^{bu} \frac{a_i^{Ser-n}}{\sum_{n \in N} a_i^{Ser-n}} \right) + \left(Va_i^{bu} \frac{a_i^{Ser-n}}{\sum_{n \in N} a_i^{Ser-n}} Bu_s_{ii} \right) \quad (28)$$

<生産者価格体系>

人流費用に関するマークアップ率を式(29)で算出することにより、人流に関する消費者価格については、選択確率を用いることで式(30)で定義される。

$$\tau_j = \frac{Va_j^{to}}{N_j d_j^{Ser} - Va_j^{to}} \quad (29)$$

$$p_j^{Ser} = \sum_{i \in I} To_s_{ij} q_i^{Ser} (1 + \tau_j^{rail}) \quad (30)$$

ただし, τ_j : 人流のマークアップ率

4. 都市間交通プロジェクトへの適用

(1) シナリオの設定

本稿では、将来的な整備が計画されている道路および鉄道の都市間プロジェクトを対象とし、モデルによる実証分析をおこなった。

まず、基本ケースとして、道路は平成27年時点を想定

し、交通量配分（実用5分割）により地域間所要時間データの作成をおこなった。鉄道における現況の地域間所要時間データについては、全国幹線旅客純流動調査¹⁸⁾のサービス水準データ（鉄道）を使用するが、最新年次が平成22年であったことから、道路との時点にずれが生じるものの、平成22時時点を想定した。

次に、整備ケースとして、表-1に示す3つのシナリオを想定した。まず、鉄道のみを分析対象とするScenario1ではリニア中央新幹線（東京～大阪）と北陸新幹線（長野～大阪）の整備シナリオ、Scenario2ではScenario1に加え、中国新幹線（大阪～松江）と四国新幹線（岡山～四国の各県庁所在地のある都市）の整備シナリオを想定する。これらの鉄道整備のシナリオにScenario3として道路整備（高規格幹線道路14,000km）を加え、各シナリオでの効果計測をおこなう。

表-1 分析ケース

	道路整備シナリオ	鉄道整備シナリオ
Scenario1	×	リニア+北陸新幹線
Scenario2	×	Scenario1+山陰・四国新幹線
Scenario3	高規格幹線道路	Scenario1+山陰・四国新幹線

本稿で検討する道路および鉄道ネットワークは下図に示す通りである。このうち、鉄道の各シナリオでの所要時間については、ダイクストラ法により計算をおこなうが、北陸・山陰・四国新幹線については、並行する在来線の路線距離を想定速度（180km/h）で除すことで作成した。なお、全国幹線旅客純流動調査¹⁸⁾の所要時間データは、各生活圏内の複数地点から中心駅までのアクセス時間が含まれているが、本稿ではあくまで中心駅間の所要時間で算出している点に留意が必要である。

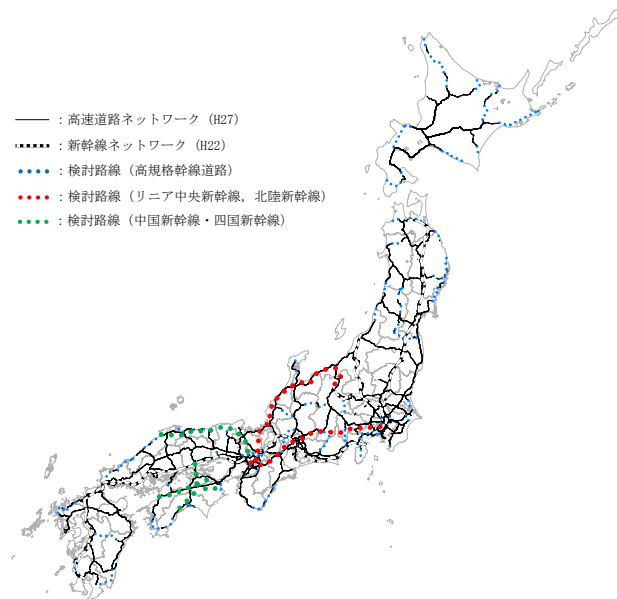


図-5 検討路線（道路・鉄道）

(2) 対象範囲とゾーニング

SCGEモデルによって実証分析を行う場合、明確な設定基準が定められているわけではないが、対象とする社会資本整備による影響が及ぶ範囲、すなわち、現況での経済的取引が多い範囲を網羅できるように設定することが望ましいと考えられる。本稿で検討対象とするリニア中央新幹線や高規格幹線道路の整備効果は、非常に広範囲にわたると考えられることから、全国47都道府県を対象とする。また、ゾーニングの設定については、下図に示す全国幹線旅客純流動調査¹⁸⁾の207生活圏とする。



図-6 対象範囲とゾーニング¹⁸⁾

(3) 産業分類

県民経済計算の産業分類を基本とし、下記に示す16分類で分析をおこなった。

表-2 産業分類

No.	産業名	No.	産業名
1	農林水産業	9	鉄鋼・非鉄金属・金属製品
2	鉱業	10	一般機械
3	飲食料品	11	電気機械・情報・通信機器
4	繊維製品	12	輸送機械
5	パルプ・紙・木製品	13	その他の製造工業製品
6	化学製品	14	建設
7	石油・石炭製品	15	電力・ガス・水道
8	窯業・土石製品	16	サービス

(4) 分析結果

各シナリオでの便益（単年度）総額については、表-3 に示す通りであるが、まず、本稿で算出した便益総額のオーダー感を確認する。既往のリニア中央新幹線（東京～大阪）の整備による試算結果¹⁾では、約16.8兆円（50年間に発現する年間便益を現在価値化して総和したもの）との報告がある。この整備ケースと最も想定に近いScenario1を対象とし50年換算（割引率4%）すると、約16.8兆円となり、本稿での結果がやや過少ではあるものの、ほぼ同じオーダーであることが分かる。

次に、各シナリオでの結果を見ると、Scenario1・Scenario3の結果では、全国に占める西日本の割合が約50%、Scenario2の結果では約70%となっており、他の2つのシナリオに比べ、やや西日本に便益が集中した結果となっていることが分かる。

表-3 便益の総額

	全国	西日本 ^{**}
Scenario1	7,779 (億円/年)	3,783 (億円/年)
Scenario2	8,531 (億円/年)	5,844 (億円/年)
Scenario3	20,366 (億円/年)	10,585 (億円/年)

※近畿地方（2府4県）+中国地方（5県）+四国地方（4県）

次に、各シナリオでの帰着便益の結果を見ると、Scenario1では、三大都市圏である名古屋・大阪の他、沿線地域を中心にプラスの便益が帰着していることが分かるが、同時に兵庫県より西側のエリアでは効果が十分に波及していないことが分かる。つまり、便益の総額では、西日本に効果があることが確認されたが、その効果の多くが大阪に集中すると想定されるため、経済格差の拡大が懸念される。また、Scenario2の結果を見ると、Scenario1と同様に沿線地域でプラスの便益が帰着しており、兵庫県北部や山陰といったこれまで社会資本の整備が都市部に比べ遅れていた地域への効果が期待される。さらに、Scenario3での結果を見ると、山陽や九州地域でもプラスの便益が帰着しており、道路整備も同時に進めることで、西日本全域にわたって効果が波及することが確認できる。

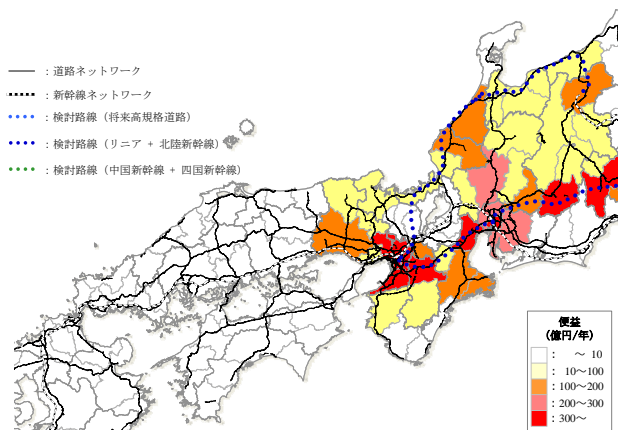


図-7 Scenario1での帰着便益

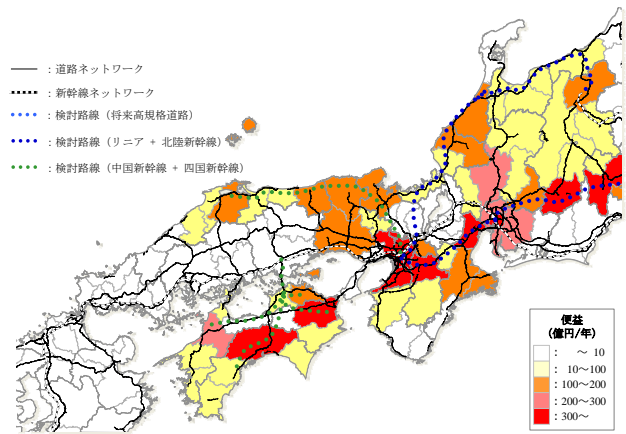


図-8 Scenario2での帰着便益

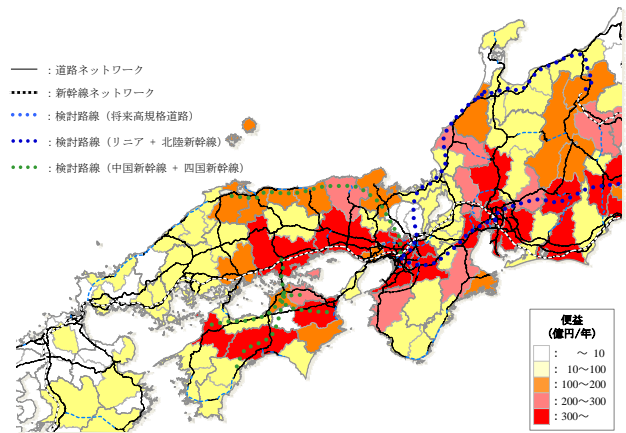


図-9 Scenario3での帰着便益

5. まとめ

本稿では、物流交通を対象とした既存の小規模多地域モデルをベースとし、人流交通も考慮したモデルへと拡張をおこなった。さらに、道路整備シナリオとして将来の高規格幹線道路、鉄道整備シナリオとしてリニア中央新幹線や構想段階である新幹線をそれぞれ想定し、地域経済への波及効果について定量的な計測を試みた。その結果として、現在整備が進められているリニア中央新幹線や北陸新幹線は、沿線地域を中心にプラスの効果が期待される一方で、三大都市圏へ効果が集中するため西日本の各地域との経済格差の拡大が懸念されること、山陰・四国新幹線や高速道路整備を並行して進めることで、ようやく西日本の広いエリアで効果が顕在化することが明らかとなった。

参考文献

- 1) 加藤義人：リニア時代到来への期待，三菱UFJリサーチ&コンサルティング政策研究レポート，2013。
- 2) Aschauer, D. A. : Is public expenditure productive?, Journal of Monetary Economics, Vol.23, pp.177-200, 1989.
- 3) 小池淳司：経済均衡モデルによる公共事業評価ー地域の変化を測るー，運輸政策研究, Vol.8 No.2, pp.72-73,

- 2005.
- 4) 小池淳司, 佐藤啓輔, 川本信秀: 帰着便益分析による道路ネットワーク整備の公平性評価—RAEM-Light モデルを用いたアプローチ, 高速道路と自動車, Vol.51, No.12, pp.27-33, 2008.
 - 5) 小池淳司, 上田孝行, 宮下光宏: 旅客トリップを明示した SCGE モデルの構築とその応用, 土木計画学研究・論文集, No.17, pp.237-245, 2000.
 - 6) 宮下光弘, 小池淳司, 上田孝行: アジア高速鉄道整備の経済・環境影響の国際比較-旅客を考慮した SCGE モデルによる計量分析-, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.68, No.4, pp.316-332, 2012.
 - 7) 小池淳司, 佐藤啓輔, 片山慎太郎: 中間投入構造を明示した小規模多地域応用一般均衡モデルの構築, 第 53 回土木計画学研究発表会・講演集, pp.1297-1302, 2016.
 - 8) 宮城俊彦, 本部賢一: 応用一般均衡分析を基礎にした地域間交易モデルに関する研究, 土木学会論文集, No.530/IV-30, pp.31-40, 1996.
 - 9) 宮城俊彦, 本部賢一, 水谷彰秀, 大橋謙一: SCGE モデルによる東海北陸自動車道・東海環状自動車道の経済効果測定, 土木計画学研究・講演集, No.19(1), 1996.
 - 10) 文世一: 地域幹線道路網整備の評価—集積の経済にもとづく多地域モデルの適用—, 土木計画学ワンデーセミナー・シリーズ 15, 応用一般均衡モデルの公共投資評価への適用, 1998.
 - 11) 小池淳司, 佐藤啓輔, 川本信秀: 空間的応用一般均衡モデル「RAEM-Light」を用いた道路ネットワーク評価—地域間公平性の視点からの実務的アプローチ—, 土木計画学研究・論文集, Vol.26, No.1, pp.161-168, 2009.
 - 12) 石倉智樹, 吉川光志: 大都市圏における交通整備評価のための空間的応用一般均衡モデル, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.73, No.4, pp.228-243, 2017.
 - 13) Bröcker, J., Meyer, R., Schneekloth, N., Schürmann, C., Spiekermann, K., Wegener, M.: Modelling the Socio-economic and Spatial Impacts of EU Transport Policy, IASON, Deliverable 6, 2004.
 - 14) Vold, A., and Jean-Hansen, V.: PINGO a Model for prediction of regional and interregional freight transport in Norway. TOI report 899, 2007.
 - 15) Ivanova, O., Heyndrickx C., Spitaels K., Tavasszy L., Manshanden W., Snelder M., Koops O.: RAEM: version 3.0 First Report, Transport & Mobility Leuven 2007.
 - 16) 小池淳司, 佐藤啓輔, 片山慎太郎: 中間投入構造を明示した小規模多地域応用一般均衡モデルの構築, 第 53 回土木計画学研究発表会・講演集, pp.1297-1302, 2016.
 - 17) Harker, P. T.: Predicting Intercity Freight Flows, VNU Science Press BV, 1987.
 - 18) 国土交通省: 全国幹線旅客純流動調査, http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/sogoseisaku_soukou_fr_000016.html

(2018. 4. 27 受付)

SCGE MODELING CONSIDERING PASSENGER AND FREIGHT TRANSPORT

Atsushi KOIKE, Shintaro KATAYAMA and Tsuguto ARAGA

The Linear Chuo Shinkansen is expected to have economic effects in the three metropolitan areas. Meanwhile, there is concern that the gap between urban and rural areas will expand. The Spatial Computable General Equilibrium (SCGE) models have an advantage which can describe the distribution of the effect by social infrastructure developments. We have proposed the empirical SCGE model applying aggregated logit model for subdivided area where only value added data is prepared without Input-Output table. However, these model are developed for only freight transport improvement. So, the purpose of this study is development of the SCGE model that considers passenger and freight transport, and we measured the economic impacts of highways and interregional high-speed railways.