

交通生産を明示化した SCGE モデルによるリニア中央新幹線の経済評価

山梨大学 正会員 武藤慎一

山梨大学 学生員 ○大柴智

1. はじめに

2011 年 5 月 26 日に国土交通大臣が全国新幹線鉄道整備法に基づきリニア中央新幹線の整備計画を決定し¹⁾、これを受けた JR 東海は、2027 年に東京～名古屋間、2045 年に大阪まで開業させることを発表した。中央新幹線では「時速 500 km」での走行が可能になり、東京～名古屋～大阪が約 1 時間で結ばれる。これにより三大都市圏の時間的距離が短縮され一体的発展が期待されている。

他方、リニア中央新幹線沿線に存在する山梨県でも、リニア中央新幹線の開業により新たな経済圏及び交流圏が広がることによって、既存産業の活性化、新産業創出や企業移転、雇用増加、住居人口増加、交流人口増加などが期待されている²⁾。

そこで本研究では、リニア中央新幹線整備による地域経済への影響を捉えるため、武藤ら³⁾の研究に基づき運輸企業すなわちここではリニア中央新幹線サービス生産企業の生産行動を明示的に組み込んだ空間的応用一般均衡モデル

(SCGE : Spatial Computable General Equilibrium model) を開発し、リニア中央新幹線整備が企業の生産活動や家計の消費活動などにもたらす影響、そしてその結果として生じる便益を計測し、リニア中央新幹線が地域経済にもたらす影響の評価を行う。



図-1 リニア中央新幹線 路線概要図

2. SCGE モデルの構造

(1) SCGE モデルの概要

本研究で用いた SCGE モデルは、リニア中央新幹線の駅設置県を詳細分割したものであり、具体的には、①北海道・東北、②関東（ただし山梨県、長野県、静岡県を除く）、③山梨県、④静岡県、⑤長野県、⑥岐阜県、⑦中部（ただし岐阜県を除く）、⑧近畿、⑨西日本の 9 地域からなる社会経済を対象とする。

各地域には企業、家計、政府、公的投資部門、民間投資部門が存在し、基本的には企業は家計が提供する生産要素（労働・資本）を投入して財・サービスを生産し、それを家計、政府、各投資部門が消費するという経済活動が営まれているとする（図-2）。なお、本モデルでは生産要素の地域間でのやりとりも考慮しており、これによりリニア中央新幹線を用いた地域間通勤への影響も評価可能となっている。

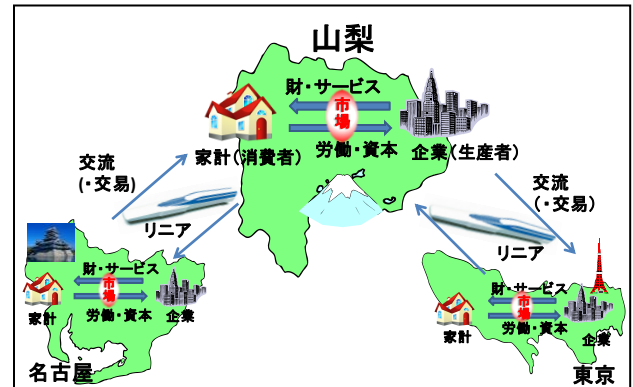


図-2 SCGE モデルの概要図

(2) 既往研究整理と本モデルでの鉄道運輸企業

SCGE モデルをリニア中央新幹線や高速鉄道整備の評価に用いた研究には宮下・小池・上田（2007）⁴⁾や国土交通省（2011）⁵⁾などがある。これらは、鉄道サービス需要を一般化価格モデルにより定式化したものであった。

キーワード： リニア中央新幹線、SCGE モデル、便益評価

連絡先：〒400-0008 山梨県甲府市武田 4-3-11 E-mail: t09c014@yamanashi.ac.jp

確かに、鉄道の高速化は需要者の鉄道所要時間の短縮につながる。しかし、それに加えて鉄道サービス供給者の生産性向上ももたらすと考えられる。なぜなら、リニア中央新幹線整備による輸送時間の短縮は、鉄道運輸企業が投入する単位生産あたり労働投入量を削減する。さらに、労働だけではなく資本についても、鉄道運輸企業が投入する資本が鉄道車両であると考えれば、その回転率が向上することによって労働と同様に単位生産あたりの資本投入量が削減される。したがって、以上の労働および資本投入の効率化によって生産性が向上すると考えられるのである。

(3) 鉄道旅客運輸企業の行動モデル

ここでは、鉄道旅客運輸企業の行動モデルについて詳細に説明する。なお、他の企業の説明は省略するが、その行動モデルの全体像は運輸企業と基本的には同じである。すなわち、運輸企業を含め企業は図-3のような行動ツリーに基づき各種財、サービスの生産を行うものとする。このうち、企業が投入する業務交通において鉄道旅客運輸を考慮し、図-3の通りそれは鉄道旅客運輸企業が提供する運輸サービスだけではなく、移動に必要な交通時間も投入するものとした。これにより、リニア中央新幹線整備の利用者側の効果は既往研究と同様評価可能となる。その他具体的な定式化については、武藤らを参照されたい。

既に述べたように、本モデルではリニア中央新幹線整備の利用者側の効果だけではなく、鉄道旅客運輸企業の労働、資本の投入行動モデルにおける生産効率の向上に伴う効果も考慮する。これには、次のような定式化を行う。まず、合成労働と合成資本の関数である合成生産要素関数に関し、運輸部門においては、交通所要時間が影響を与えるとする。さらにそれは合成労働、合成資本の投入と0次同次であるとする。

0次同次とは交通所要時間が λ 倍になっても労働投入量、資本投入量とも λ 倍となれば、合成生産要素投入量は変化しないということであり、以下が成立することになる。

$$cf_{pT}^j = cf_{pT}^j(t_p^j, l_{pT}^j, k_{pT}^j) = cf_{pT}^j(\lambda t_p^j, \lambda l_{pT}^j, \lambda k_{pT}^j) \dots (1)$$

ただし、 cf_{pT}^j :合成生産要素投入量、 t_p^j :交通所要時間、

l_{pT}^j :労働投入量、 k_{pT}^j :資本投入量

ここで、 $\lambda = \frac{\overline{t_p^{jA}}}{\overline{t_p^{jB}}}$ とおくと以下が得られる。

なお、 A :整備なしを表わす添字、 B :整備ありを表わす添字 $\overline{t_p^{jA}}$ は整備により変化しないため“—”をつけて表わすこととした。

$$cf_{pT}^j = cf_{pT}^j(\overline{t_p^{jA}}, \frac{\overline{t_p^{jA}}}{\overline{t_p^{jB}}} l_{pT}^j, \frac{\overline{t_p^{jA}}}{\overline{t_p^{jB}}} k_{pT}^j) = cf_{pT}^j(\overline{eff}_p^j l_{pT}^j, \overline{eff}_p^j k_{pT}^j) \dots (1')$$

ただし、 $\overline{eff}_p^j = \frac{\overline{t_p^{jA}}}{\overline{t_p^{jB}}}$

$\overline{eff}_p^j$ はリニア中央新幹線整備に伴う運輸企業の生産要素投入の効率性を表す変数であり、これによりリニア整備が運輸企業の生産性向上にもたらす効果が評価可能となる。

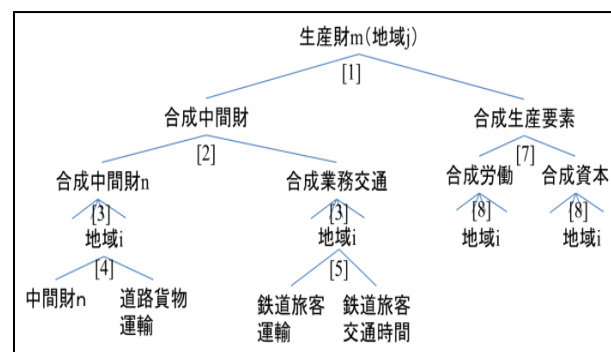


図-3 企業の行動モデル

(4) 家計の行動モデル

家計の行動モデルも、基本的には武藤らの SCGE モデルをベースにモデル化している (図-4)。そのため、詳細な定式化は省略したい。それぞれの家計行動モデルでは、各消費行動は Barro 型 CES 関数に基づく効用水準を一定水準に維持するとの条件下で支出が最小となるように財消費あるいは投資需要を決定するものとして定式化する。

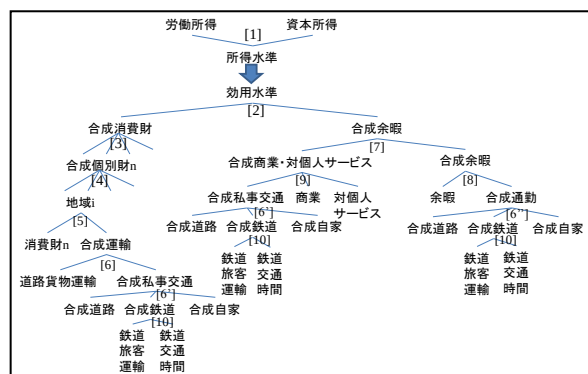


図-4 家計の行動モデル

(5) 經濟效果評價指標

ここでは、計算結果としてアウトプットされる経済効果評価指標の理論化を行う。まず、便益を等価的偏差 EV の概念に基づき定義する。このとき、Barro 型 CES 関数が持つ 1 次同次の性質より支出関数は以下となる。

$$e_H^j = p_H^j U_H^j \dots (2)$$

ただし、 e_H^j :家計出水準、 p_H^j :家計効用価格、 U_H^j :家計効用水準
これより EV は次のように求められる。

$$EV_H^j = p_H^{jA} (U_H^{jB} - U_H^{jA}) \dots (3)$$

なお、均衡条件下では支出水準と所得水準は一致することから、EV は次のように実質所得の差として求められる。

$$EV_H^j = \frac{p_H^{jA}}{p_H^{jB}} (\Omega_H^{jB} - \Omega_H^{jA}) \dots (4)$$

ただし、 Ω_H^j :家計所得

なお、実質所得とは所得（例えば Ω_H^{jB} ）を物価上昇率 p_H^{jB} / p_H^{jA} で除したものである。式(4)に家計所得を代入し、労働、資本の市場均衡条件式を考慮して整理すると EV は以下になる。

$$\begin{aligned}
EV_H^j = & \left[\sum_m \left(\frac{p_H^{jA}}{p_H^{jB}} w_H^{jB} l_m^{jB} - w_H^{jA} l_m^{jA} \right) \right. \\
& + \sum_m \left(\frac{p_H^{jA}}{p_H^{jB}} r_{SH}^{jB} k_m^{jB} - r_{SH}^{jA} k_m^{jA} \right) \\
& + \left(\frac{p_H^{jA}}{p_H^{jB}} w_H^{jB} l_{SH}^{jB} - w_H^{jA} l_{SH}^{jA} \right) \\
& \left. + \left(\frac{p_H^{jA}}{p_H^{jB}} w_H^{jB} x_{TP}^{jB} - w_H^{jA} x_{TP}^{jA} \right) \right] (1 - \tau_H^j) (1 - \kappa_H^j)
\end{aligned}
\tag{5}$$

ただし、 w_H^j :賃金率、 r_{SH}^j :利子率、 l_m^j :企業の労働投入量、 k_m^j :企業の資本投入量、 l_{SH}^j :余暇時間、 t_{TP}^j :交通時間、 x_{TP}^j :交通時間消費量

式(5)の第一項:実質労働所得支払額変化, 第二項:実質資本所得支払額変化, 第三項:実質余暇消費額変化, 第四項:実質交通時間消費額変化を表す. ただし, いずれも家計直接税, 貯蓄分は除いたものとなっている. 式(5)は余暇消費および交通時間消費を含めた〔拡張〕付加価値の各要素となっている. すなわち, 式(5)より等価的偏差 EV は, 実質拡張国内総生産(GDP)変化と一致することがわかる.

3. リニア中央新幹線整備の数値計算結果

(1) データセットとパラメータ推定

数値計算にあたり、SCGEモデルのパラメータを推定する必要がある。本研究では、基準年を平成17年とし、経済産業省から公表されている平成17年9地域間産業連関表を元に、2.(1)の冒頭に示した地域に集約あるいは山梨県、長野県、静岡県、岐阜県の産業連関表を組み込んだ地域間産業連関表を作成し、そこから地域間社会会計行列を構築しパラメータ推定を行った。その結果は、紙面の都合上割愛したい。

(2) SCGE モデルの妥当性の検証

まず、本研究に用いるSCGEモデルの妥当性を検証するため、1997年開業、2007年に事後評価⁶⁾が行われた長野新幹線（高崎～長野間）の経済効果を本モデルで計測し、事後評価や統計データと比較検討した。長野新幹線の開通により、高崎～長野間の所要時間が204分から49分の155分（76%）削減された。

図-5は長野県の産業別の総生産額のSCGEモデルによる推計値と統計データの実測値を産業別にプロットしたものである。本モデルでは運輸企業の労働及び資本生産性の向上効果を明示的に捉えており、その分運輸通信業において計測値の方が大きい値になっているが、その他の産業ではおおそ直線上にあり、SCGEモデルでの評価が概ね妥当であると思われる。また、長野新幹線整備による便益は、本SCGEモデルによる計測値が2.32兆円、事後評価での実測値が2.81兆円となっている。これを見ても、本モデルの評価が妥当と判断できる。

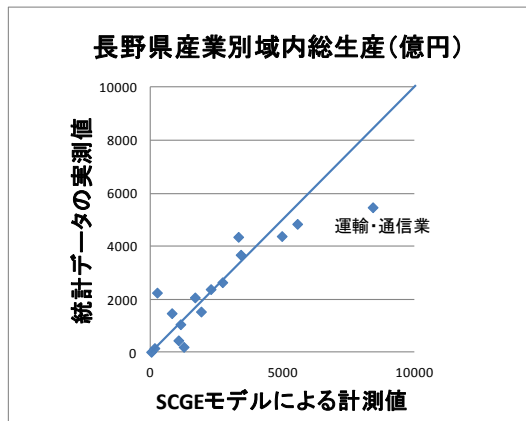


図-5 計測値と実測値の比較

(3) リニア中央新幹線整備による所要時間設定

リニア中央新幹線整備に伴うゾーン間所要時間は、簡易な交通ネットワークを構築し最短経路探索から求めた。なお、リニア中間駅が新たに建設される地域は、現在の主要駅をセントロイドとして現在の主要駅とリニア中間駅間の移動を考慮した。以上より求めたゾーン間所要時間の変化率を表-1に示す。

表-1 ゾーン間所要時間変化率

	北海道・東	山梨	静岡	長野	岐阜	中部	近畿	西日本
北海道・東	0.0%	0.0%	-17.3%	0.0%	-2.7%	-16.8%	-15.4%	-25.3%
関東	0.0%	-0.6%	-36.5%	0.0%	-7.2%	-27.8%	-27.9%	-42.3%
山梨	-17.3%	-36.5%	0.0%	-19.4%	-3.6%	-58.3%	-60.5%	-63.3%
静岡	0.0%	0.0%	-19.4%	0.0%	-4.4%	-2.0%	0.0%	-35.1%
長野	-2.7%	-7.2%	-3.6%	-4.4%	-16.5%	-12.8%	-12.3%	-34.2%
岐阜	-16.8%	-27.8%	-58.3%	-2.0%	-12.8%	-38.0%	-6.1%	-42.5%
中部	-15.3%	-27.9%	-60.8%	0.0%	-12.0%	-6.1%	0.0%	-42.3%
近畿	-25.2%	-42.4%	-63.3%	-35.1%	-34.2%	-42.5%	-42.3%	0.0%
西日本	-18.5%	-26.4%	-45.0%	-17.6%	-23.8%	-18.5%	-19.3%	0.0%

(4) 数値計算結果

今回の数値計算結果は、東京～大阪間のリニア中央新幹線整備を行った場合のものである。

図-6は、リニア中央新幹線整備による山梨県産業別実質総生産変化額(百万円/年)を示したものである。機械系産業や建設業、商業、サービス業で大きな変化が見られた。

図-7は地域別の帰着便益、1人当たり便益を示したものである。地域別帰着便益では、関東、近畿、次いで中部の順で便益が生じており、3大都市圏を中心に大きな効果が発生していることが分かる。しかし、地域別帰着便益を地域人口で除した1人当たり便益では山梨県や長野県といった沿線各県で大きくなっている。

表-2は費用便益分析の結果である。ここでの総費用は、建設費と維持運営費、設備更新費を足してプロジェクトライフ 50年で現在価値換算を

行い算出したものである⁷⁾。結果として、総便益は20.8兆円、費用便益比は1.15となった。

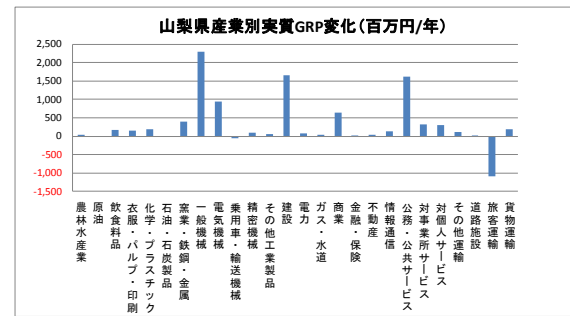


図-6 山梨県産業別実質生産変化額

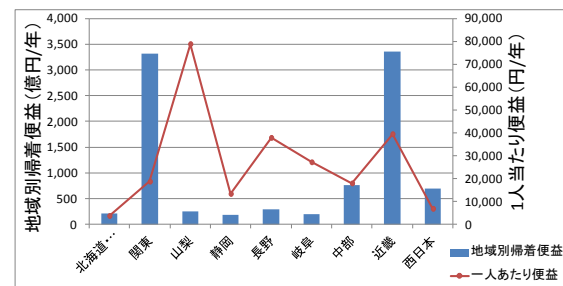


図-7 地域別帰着便益、1人当たり便益

表-2 費用便益分析の結果

区間	東京～大阪 (全線開通)	東京～名古屋 (部分開通)
総費用 (維持管理費含む)	18.1(兆円)	9.8(兆円)
総便益 (SCGEモデルによる計測)	20.8(兆円)	10.1(兆円)
費用便益比	1.15	1.03

4. おわりに

本研究では、交通生産を明示化したSCGEモデルを用いて、リニア中央新幹線の便益評価を行った。しかし、今回の数値計算結果は試算段階のものであり、今後はさらにモデルの精査をしたうえで数値計算結果を示す予定である。

参考文献

- 国土交通省：交通政策審議会陸上交通分科会鉄道部会中央新幹線小委員会
- 山梨県：山梨県リニア活用基本構想骨子(案)
- 武藤慎一：岸昭雄，森杉壽芳，河野達仁，上泉俊雄，青木優：SCGEモデルによる新東名高速道路整備の便益評価，2012
- 宮下光弘，小池淳司，上田孝行：空間的応用一般均衡モデルによる韓国高速鉄道(KTX)及びリニア中央新幹線(MGLEV)の整備効果分析，2007.
- 独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構：北陸新幹線(高崎・長野間)事業に関する事後評価
- 東海旅客鉄道：中央新幹線の維持運営費，設備更新費，輸送需要量について