

# 交通ネットワークを考慮したSCGEモデル によるリニア中央新幹線整備の便益評価

芹澤 亮裕<sup>1</sup>・武藤 慎一<sup>2</sup>・森杉 壽芳<sup>3</sup>

<sup>1</sup>学生員 山梨大学大学院 医学工学総合教育部土木環境工学専攻  
(〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11)

<sup>2</sup>正会員 山梨大学大学院准教授 医学工学総合研究部 (〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11)  
E-mail:smutoh@yamanashi.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 日本大学客員教授 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

リニア中央新幹線整備により、東京、名古屋、大阪の三大都市圏が1時間程度で結ばれることになり、交流が活発化することにより大きな経済効果が生じると期待されている。これまで、整備による経済効果が計測されて来ているが、従来型の新幹線からリニア中央新幹線へという質の異なる旅客運輸サービスが提供されることによる効果についてはほとんど考慮されていなかった。本研究では、リニア中央新幹線整備による、料金の変化、さらにそれより供給者便益の計測を行い、さらに利用者便益との関係を整理するため、交通サービスの生産行動を精緻にモデル化した。そして、その鉄道旅客運輸企業の行動モデルを明示的に考慮したSCGEモデルからリニア中央新幹線整備の便益評価を行う。

**Key Words :** traffic network , SCGE model, supplier benefit, clearly of transportation company

## 1. はじめに

リニア中央新幹線は、2027年(平成39年)までに東京(品川)-名古屋間が部分開通し、2045年(平成57年)までに名古屋-大阪間が整備され全線開通する予定である。それにより、東京、名古屋、大阪の三大都市圏が1時間程度で結ばれることになり、交流が活発化することにより大きな経済効果が生じると期待されている。

これまで、リニア中央新幹線整備の経済効果を計測した研究はいくつか存在する。交通政策審議会<sup>1)</sup>や山梨県<sup>2)</sup>などであり、これらはSCGEモデルを用いて交通の活性化としてリニア中央新幹線整備効果の計測がなされている。そこでのモデル分析は、基本的には人々の旅客消費行動を一般化価格モデルにより定式化したものであり、リニア中央新幹線整備により所要時間が短縮されたことによる一般化価格の低下がもたらす便益を計測したものと見える。そこでも、鉄道旅客運輸部門が考慮され、リニア中央新幹線に相当する鉄道旅客運輸サービスを生産するとされているものの、従来型の新幹線からリニア中央新幹線という質の異なる旅客運輸サービスが提供されることによる効果についてはほとんど考慮されていなかった。そのためリニア中央新幹線整備にあたり料金がど

のように変化するのか、それに伴い、「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル(以下、鉄道の費用便益分析マニュアル)<sup>3)</sup>」などで示されている供給者便益をどのように計測するのかといった点にはほとんど触れられていなかった。

そこで本研究では、鉄道旅客運輸企業の行動モデルを明示的に考慮し、その交通サービスの生産行動を精緻にモデル化することにより、料金の変化、さらにそれより供給者便益の計測を行い、さらに利用者便益との関係を整理する。

また、このように鉄道旅客運輸企業の行動モデルを精緻化するにあたり、彼らがどのような形で交通サービスを供給するのかが問題となった。それを本研究ではネットワークのリンクに対して行うものとして整理することにより適切なモデル化が行えたと考えている。運輸企業はリンクに対し旅客運輸サービスを供給し、利用者は経路に対する旅客運輸サービスの消費を行う。こうしたモデル化によって、リニア中央新幹線整備を現実的な形で表現でき、さらに利用者がどのようなメカニズムで効果を楽しむのかが明確となる。

## 2. リニア中央新幹線について

日本の新幹線鉄道は、東海道新幹線の開通に続いて、1971年の全国新幹線鉄道整備法に基づき「建設を開始すべき新幹線鉄道の路線を定める基本計画」で全国新幹線鉄道の基本計画が策定された。そして、1973年に整備新幹線として北海道新幹線、東北新幹線、北陸新幹線、九州新幹線（鹿児島ルート、長崎ルート）の5路線整備計画が決定された。しかし、基本計画路線ではリニア中央新幹線は除かれており、その整備計画が凍結状態となっている。このような国の状況に対し、JR東海は独自で2027年までに東京-名古屋間の部分開通、2045年までに大阪間までの全線開通を目指してリニア中央新幹線の整備を行うことを発表した。これにより、東京、名古屋、大阪の3大都市圏が1時間ほどで結ばれることになり、日本の人口の約半数(6000万人)が含まれる巨大な都市圏が形成される。さらに、リニア中央新幹線沿線の地域振興、企業の生産性向上なども期待されており、山梨県ではリニア中央新幹線開通の効果を「人、モノ、情報の活発な交流」として観光客誘致、企業進出、定住人口増加などの効果があるとの期待を示している。費用についてはJR東海より表-1のように発表されている。

このように大きな効果の期待されているリニア中央新幹線であるが、それがどの地域にどのような効果をもたらすのかを明らかにしておくことは、JR東海という民間企業の行う事業ではあるが、今後の各地域の地域計画を立てる際の重要な情報提供になるものと考えられる。そこで本研究では、SCGEモデルを用いてリニア中央新幹線整備の効果を便益により評価する。

表-1 リニア方式と既存新幹線方式の比較

		東京～名古屋	名古屋～大阪	東京～大阪	東京～甲府
所要時間	リニア方式	40分	27分	67分	25分
	既存新幹線	79分	41分	120分	89分
	短縮時間	39分	14分	53分	64分
建設費	リニア方式	5.43兆円	3.60兆円	9.03兆円	
	既存新幹線	4.42兆円	1.62兆円	6.04兆円	
維持運営費	リニア方式	1620億円/年	1460億円/年	3080億円/年	
	既存新幹線	1030億円/年	740億円/年	1770億円/年	
設備更新費	リニア方式	610億円/年	600億円/年	1210億円/年	
	既存新幹線	340億円/年	220億円/年	560億円/年	

※南アルプスルートの場合

## 3. 交通ネットワークを明示化したSCGEモデル

### (1) 既存研究の整理と本モデルの特長

SCGEモデルはこれまで、交通整備が貨物交通、すなわち取引に及ぼす影響を評価するためのものが主であった。これに対し、旅客交通を対象としたものは、小池らなどそれほど多くはない。小池らでは、旅客交通の利用者行動が一般化価格モデルにより定式化されており、交通整備によって所要時間が削減され、一般化価格が低下することによる効果が便益として計測されていた。そこ

では、旅客運輸企業も存在し、その行動モデルの定式化もなされているが、交通整備が、旅客運輸企業の行動に及ぼす影響は明示的には考慮されていなかった。また、交通整備によって、例えばその運営費が増加した場合などもその影響は考慮されていない。しかし、リニア中央新幹線の場合、表-1にあるとおり、維持運営費、設備更新費などが従来新幹線と異なっており、それをモデルにどのように反映させるのかが課題となっていた。これは、鉄道の費用便益分析マニュアルで考慮されている供給者便益の明示化にもつながる。すなわち、新たな交通機関の運営費の増加は、通常料金の増加で賄われ、その料金収入増が供給者便益として便益評価に追加されるというのが鉄道の費用便益分析マニュアルに記載されていることであり、小池らのモデルはその点が反映できていなかったといえる。

そこで本SCGEモデルでは、まず鉄道旅客運輸部門の行動を精緻に定式化し、さらに交通整備が鉄道運輸企業の生産行動に及ぼす影響も明確に考慮できるようにする。それにより、供給者便益も評価できるようになると考えられる。

小池らのモデルが一般化価格モデルであることは既に述べたが、そこでは交通整備により地域間所要時間の低下が一般化価格の中の交通所要時間に影響するとして評価がなされている。この点では、OD明示的に考慮されており、ODごとに交通整備の評価が可能になっているものといえる。しかし、ODの移動に際しては、それに対応した運輸サービスを投入するのが現実的と思われるが、小池らのモデルでは運輸サービスがODごとに供給されているのかが明確ではなかった。本モデルでは、鉄道運輸企業の行動モデルを精緻に定式化するが、しかしその運輸サービスをどのような形で供給するのかが依然として曖昧であった。

そこで、ここではリニア中央新幹線の整備評価にあたり、高速鉄道ネットワークを作成し、そのリンクに対して鉄道旅客運輸企業は運輸サービスを供給するものとした。具体的には、リンクに対して新幹線運輸サービスか、あるいはリニア中央新幹線運輸サービスを供給するものとし、それぞれ費用を賄うように価格が決定されるものとした。特に、リニア中央新幹線の場合、建設費を含む費用を賄う価格付けがなされるとした。その結果、リニア中央新幹線の場合、建設費および新幹線と比較して増加した運営費分、価格が高くなることになる。その分、利用者が享受する時間短縮便益（利用者便益）は小さくなるが、鉄道旅客運輸企業の収入は増加することになる。鉄道の費用便益分析マニュアル等で考慮されている供給者便益とは、この運輸企業の料金収入増であり、以上のSCGEモデルの改良により、本モデルにおいても供給者便益の計測が可能なるものといえる。

## (2) 交通ネットワークを考慮した SCGE モデルの提案

そこで、本研究では産業に鉄道運輸（鉄道旅客、鉄道貨物）部門を明示化している。鉄道運輸部門が1つの企業として独立しており、労働・資本投入により運輸サービスの提供を行う。

### SCGE モデルの概要

全国を北海道・東北、関東、山梨、静岡、長野、岐阜、中部、近畿、西日本に分けた9地域を対象とした SCGE モデルを構築する。各企業には24部門の産業と8部門の運輸からなる企業部門、そして家計部門、政府部門、公的投資部門、民間投資部門が存在する。企業は、家計が提供する生産要素（労働、資本）および中間財を投入して財・サービスを生産し、家計は生産要素（労働、資本）を供給して所得を得て、その所得を基に企業の生産した財・サービスを消費するという経済活動を行うものとする。また、政府は企業から間接税、家計から所得税を徴収し、その一部を公共投資にまわし残りを政府消費に充てる。公共投資部門は、政府から公共投資にまわされた財源を受け取り、公的投資需要により公共投資を実行する。民間投資部門は、基本的には家計貯蓄を受け取り、民間投資需要を生じさせることにより民間投資を実行する。なお、財・サービスは、他地域の企業からも交易を通じて投入し、需要することができる。ただし、地域間のやり取りには貨物運輸サービス投入が必要とされる。また旅客運輸サービスは、企業が業務トリップ、家計が買い物等の私事トリップ、通勤トリップ、帰宅トリップを生じさせる際に必要となるものとする。

### 運輸企業の行動モデル

本モデルでは、運輸企業は企業あるいは家計等の交通利用者の利用するリンクに対して運輸サービスを提供するものとする。具体的には自身の立地する地域に属するリンク（これを  $h, a$  と表す、ただし  $h$  : 運輸企業の立地する地域を表す添字、 $a$  : リンクを表す添字）それぞれにおいて、交通利用者に対し運輸サービスを提供する。その行動モデルは、後に示す企業の行動モデルと枠組みは同じである。ただし、労働および資本の投入行動モデルに関しては、リンク所要時間がその投入効率性に影響を与えるものとして、交通整備を反映させたモデル化を行う。具体的には以下のとおりである。

運輸企業の合成生産要素関数に関しては、リンク所要時間と労働、資本の各投入量に対し、ゼロ次同次性が成立すると仮定する。これは以下のように表される。

$$cf_{F_n}^{h,a} = cf_{F_n}^{h,a}(t^{h,a}, l_{F_n}^{h,a}, k_{F_n}^{h,a}) = cf_{F_n}^{h,a}(\lambda^{h,a}, \mu_{F_n}^{h,a}, \lambda k_{F_n}^{h,a}) \quad (1)$$

ただし、 $cf_{F_n}^{h,a}$  : 地域  $h$  の鉄道旅客運輸企業のリンク  $a$  における合成生産要素関数、 $l_{F_n}^{h,a}$  : 労働投入量、 $k_{F_n}^{h,a}$  : 資本投入量、 $t^{h,a}$  : リンク所要時間。

ここで、 $\lambda = \frac{\{t^{h,a}\}^A}{t^{h,a}}$  とおく。ただし、 $A$  : 整備なしを表す添字。この結果、式(1)は以下ようになる。

$$cf_{F_n}^{h,a} = cf_{F_n}^{h,a}(\{t^{h,a}\}^A, eff^{h,a} \cdot l_{F_n}^{h,a}, eff^{h,a} \cdot k_{F_n}^{h,a}) \quad (2)$$

ただし、 $eff^{h,a} = \frac{\{t^{h,a}\}^A}{t^{h,a}}$ 。

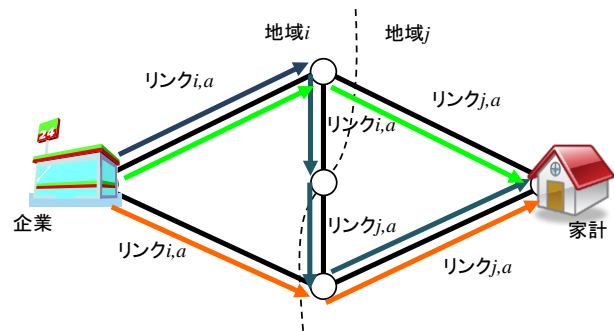


図-1 リンクを対象とした交通生産モデル

### 企業の行動モデル

企業の行動モデルは、森杉で定式化したものと同様である。企業の行動モデルツリーを図-2に示す。

企業は、まず合成中間財と合成生産要素の投入量を決め、その合成中間財に対しどの地域から投入するか地域選択を行う。その地域  $h$  からの合成中間財に対し中間財  $n$  の合成投入量を決定する。業務交通を考慮するため、どの地域に業務交通を発生させるか、さらに自家旅客輸送を含む交通機関選択を行うとした。経路の決定方法については、各 OD 間に一本の経路のみが存在し

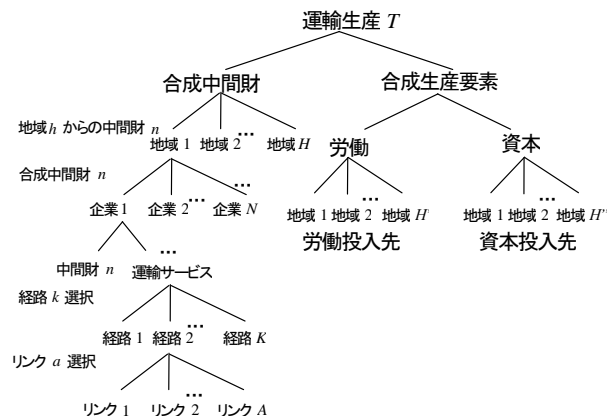


図-2 運輸企業の行動モデルツリー

ていると考え、最短経路探索によって経路選択を行い、リンク選択についてはレオンチェフ型生産関数によって配分する。

合成生産要素に関しては、労働、資本の各投入量を決定する。そして、労働、資本とも、どの地から投入するかの地域選択を行うとした。

以上の行動モデルは、いずれも Barro 型 CES 生産技術制約下での費用最小化行動により定式化される。

まず、合成中間財の投入地域選択モデルを示す。

$$q_{F_n m}^{ij} z_{F_n m}^{ij} = \min_{z_{F_n m}^{ij,k}} \left[ \sum_k q_{F_n m}^{ij,k} z_{F_n m}^{ij,k} \right] \quad (3a)$$

$$s.t. \quad z_{F_n m}^{ij} = \gamma_{F_n m}^{ij} \left[ \sum_k \alpha_{F_n m}^{ij,k} \left\{ \beta_{F_n m}^{ij,k} z_{F_n m}^{ij,k} \right\}^{\frac{\sigma_{F_n m}^{ij}-1}{\sigma_{F_n m}^{ij}}} \right]^{\frac{\sigma_{F_n m}^{ij}}{\sigma_{F_n m}^{ij}-1}} \quad (3b)$$

ただし、 $x_{F_n m}^{ij,k}, q_{F_n m}^{ij,k}$  : 貨物運輸の交通機関  $F_n$  における経路  $k$  の貨物運輸サービス投入量と貨物運輸の経路価格,  $\alpha_{F_n m}^{ij,k}, \beta_{F_n m}^{ij,k}, \gamma_{F_n m}^{ij}$  : 分配パラメータ ( $\sum_n \alpha_{F_n m}^{ij,k} = 1, \sum_n \beta_{F_n m}^{ij,k} = 1$ ) および効率パラメータ,  $\sigma_{F_n m}^{ij}$  : 代替弾力パラメータ。

式(3)を解くと、以下の需要関数が求められる。

$$z_{F_n m}^{ij,k} = \frac{1}{\gamma_{F_n m}^{ij} \left( \beta_{F_n m}^{ij,k} \right)^{1-\sigma_{F_n m}^{ij}}} \left( \frac{\alpha_{F_n m}^{ij,k}}{q_{F_n m}^{ij,k}} \right)^{\frac{\sigma_{F_n m}^{ij}}{\sigma_{F_n m}^{ij}-1}} \psi_{F_n m}^{ij} \frac{\sigma_{F_n m}^{ij}}{1-\sigma_{F_n m}^{ij}} z_{F_n m}^{ij} \quad (4)$$

$$\text{ただし、} \psi_{F_n m}^{ij} = \sum_k \left( \alpha_{F_n m}^{ij,k} \right)^{\frac{\sigma_{F_n m}^{ij}}{\sigma_{F_n m}^{ij}-1}} \left( \frac{q_{F_n m}^{ij,k}}{\beta_{F_n m}^{ij,k}} \right)^{1-\frac{\sigma_{F_n m}^{ij}}{\sigma_{F_n m}^{ij}-1}}$$

ここで得られた合成旅客運輸投入量から、交通機関選択および経路選択、利用リンクの決定まで行う。

目的地選択モデル、交通機関選択モデルは、経路選択モデルと同様、Barro 型 CES 生産技術制約下での費用最小化行動により定式化する。

最後に最短経路を選択した鉄道旅客運輸サービスから、その経路上のリンク運輸サービス消費量を求める。これは、交通ネットワークの均衡配分の考え方と異なっているため、まず概要を説明する。交通ネットワーク均衡配分では、経路交通量とリンク交通量は完全に一致する。経路を選択した交通がリンクも走行するためである。そのため、リンク選択モデルというものはない。その代わりにリンク・パス・インシデントマトリクスによって、経路交通量がリンク交通量に変換される。一方、本モデルでは、交通ネットワーク均衡配分でいうところ

の交通量を求めるのではなく、あくまで運輸サービス投入量を求めようとしている点が重要である。そのため、経路における運輸サービス投入量が導出された後、それを経路上の各リンクに対して、それぞれどの程度投入されるのかを決定する問題が必要となるのである。生産関数の概念に基づけば、これはリンク別運輸サービスを投入して経路運輸サービスを生産するものと考えモデル化できる。ただし、リンク別運輸サービスは非代替的と考えられる。例えばある経路を走行するのに、一部のリンクが整備されたからといって別のリンクの運輸サービス投入を減らしてそのリンクの運輸サービス投入を増やすというのは不可能だからである。そこで、ここでは完全非代替の財選択を意味するレオンチェフ型技術に基づきモデル化を行うこととした。レオンチェフ型技術は Barro 型 CES 関数において代替弾力性パラメータをゼロに設定することで誘導できる。具体的には以下のような式になる。

$$z_{F_n m}^{ij,k} = \gamma_{F_n m}^{ij,k} \min \left[ \dots, \beta_{F_n m}^{ij,k} z_{F_n m}^{ij,k}, \dots \right] \quad (5)$$

ただし、 $z_{F_n m}^{ij,k}$  : 経路  $k$  上のリンク  $a$  の貨物運輸サービス消費量,  $\beta_{F_n m}^{ij,k}, z_{F_n m}^{ij,k}$  : 分配パラメータ ( $\sum_a \beta_{F_n m}^{ij,ka} = 1$ ) および効率性パラメータ。

式(5)を基に、リンク選択問題を定式化すると以下のような式になる。

$$q_{F_n m}^{ij,k} z_{F_n m}^{ij,k} = \min_{x_{F_n m}^{ij,ka}} \left[ \sum_a p_{F_n}^{h,a} x_{F_n m}^{ij,ka} \right] \quad (6a)$$

$$s.t. \quad z_{F_n m}^{ij,k} = \gamma_{F_n m}^{ij,k} \min \left[ \dots, \beta_{F_n m}^{ij,k} z_{F_n m}^{ij,k}, \dots \right] \quad (6b)$$

ただし、 $x_{F_n m}^{ij,ka}$  : 企業  $m$  が貨物運輸の交通機関  $F_n$  に対し、地域  $ij$  間の経路  $k$  上のリンク  $a$  の貨物運輸サービス投入量,  $p_{F_n}^{h,a}$  : 貨物運輸の交通機関  $F_n$  が地域  $h$  のリンク  $a$  に対して供給する貨物運輸サービスの価格  
式(6)を解くと、以下の需要関数が求められる。

$$x_{F_n m}^{ij,k} = \frac{1}{\gamma_{F_n m}^{ij,k} \beta_{F_n m}^{ij,ka}} z_{F_n m}^{ij,k} \quad (7)$$

これを式(6)の目的関数に代入すると、貨物運輸の交通機関  $F_n$  の貨物運輸の経路価格が求められる。

$$q_{F_n m}^{ij,k} = \frac{1}{\gamma_{F_n m}^{ij,k}} \sum_a \frac{1}{\beta_{F_n m}^{ij,ka}} p_{F_n}^{h,a} \quad (8)$$

以上により、交通モデルが定式化できた。

## 家計の行動モデル

本稿での家計の行動モデルは、森杉と枠組みは同様である。ただし、ここでは経路選択、リンク選択まで考慮している。しかし、それらのモデル化は企業と同様であるため、ここでは家計行動モデルのツリーを図-3示し、その詳細な定式化は割愛したい。

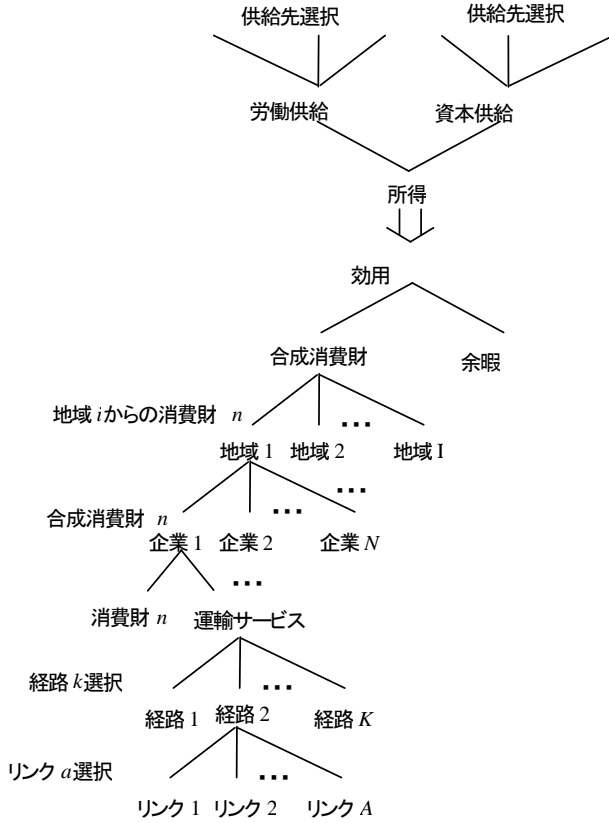


図-3 家計の行動モデルツリー

## 市場均衡条件

本 SCGE モデルの市場均衡条件は以下のとおりである。

$$\sum_m \sum_j x_{nm}^{ij} + \sum_j (x_{nH}^{ij} + x_{nGC}^{ij} + x_{nGI}^{ij} + x_{nI}^{ij}) = Q_n^i \quad (9a)$$

$$\sum_m l_m^{ij} + \sum_a \left( \sum_{F_n} l_{F_n}^{ji,a} + \sum_{P_n} l_{P_n}^{ji,a} \right) = T_H^{ij} - l_{SH}^{ij} \quad (9b)$$

$$\sum_m k_m^{ji} = K_H^{ij} \quad (9c)$$

ただし、 $x_{nm}^{ij}, x_{nH}^{ij}, x_{nGC}^{ij}, x_{nGI}^{ij}, x_{nI}^{ij}$  : それぞれ地域  $j$  の企業  $m$ 、家計、政府、公的投資部門、民間投資部門が地域  $i$  から投入する財  $n$  消費量、 $Q_n^i$  : 地域  $i$  における財  $n$  の国内供給財供給量、添字  $F_n$  : 交通機関  $n$  の貨物運輸を表す、添字  $P_n$  : 交通機関  $n$  の旅客運輸を表す、

$x_{F_n,m}^{ij,ka}, x_{F_n,H}^{ij,ka}, x_{F_n,GC}^{ij,ka}, x_{F_n,GI}^{ij,ka}, x_{F_n,I}^{ij,ka}$ 、 $x_{P_n,m}^{ij,ka}, x_{P_n,H}^{ij,ka}, x_{P_n,GC}^{ij,ka}, x_{P_n,GI}^{ij,ka}, x_{P_n,I}^{ij,ka}$  : それぞれ地域  $j$  の企業  $m$ 、家計、政府、公的投資部門、

民間投資部門が地域  $i$  から経路  $k$  を通って投入される交通機関  $F_n$  の貨物運輸サービスおよび交通機関  $P_n$  の旅客運輸サービスのリンク  $a$  における消費量、 $p_{F_n}^{h,a}, p_{P_n}^{h,a}$  : それぞれ交通機関  $F_n$  の貨物運輸サービス価格および交通機関  $P_n$  の旅客運輸サービス価格、 $l_m^{ji}$  : 地域  $i$  の企業  $m$  が地域  $j$  から投入する労働投入量、 $l_{F_n}^{ji,a}, l_{P_n}^{ji,a}$  : 地域  $i$  のリンク  $a$  に運輸サービスを提供する貨物運輸企業  $F_n$  および旅客運輸企業  $P_n$  が地域  $j$  から投入する労働投入量、 $T_H^{ij}$  : 地域  $j$  への労働供給する地域  $j$  の家計の総利用可能時間、 $l_{SH}^{ij}$  : 地域  $i$  へ労働供給する地域  $j$  の家計の余暇消費時間、 $K_H^{ij}$  : 地域  $j$  の家計の地域  $i$  への資本供給量。

式(9a)は財  $n$  に関する市場均衡条件である。この財  $n$  の国内供給量  $Q_n^i$  は以下のように国内財と輸入財から決定される。

$$p_{Q_n}^i Q_n^i = p_{D_n}^i x_{D_n}^i + p_{M_n}^i x_{M_n}^i \quad (10)$$

ただし、 $P_{Q_n}^i$  : 国内供給価格、 $x_{D_n}^i, p_{D_n}^i$  : 国内財投入量とその価格、 $x_{M_n}^i, p_{M_n}^i$  : 輸入財投入量と輸入価格（輸入価格は固定）。

$$p_n^i y_n^i = p_{D_n}^i x_{D_n}^i + p_{E_n}^i x_{E_n}^i \quad (11)$$

式(9a)の国内財投入量は、生産財を輸入財と国内財に分けることから求められる。

$$p_{Q_n}^i Q_n^i = p_n^i y_n^i + (p_{E_n}^i x_{E_n}^i - p_{M_n}^i x_{M_n}^i) \quad (12)$$

ただし、 $x_{E_n}^i, p_{E_n}^i$  : 輸出財投入量と輸出価格（輸出価格は固定）。

式と式より  $x_{D_n}^i, p_{D_n}^i$  を消去すると、が得られる。

式の市場均衡条件の両辺に  $p_{Q_n}^i$  を乗じ、式を代入し整理すると以下が求められる。

$$\sum_m \sum_j p_{Q_n}^i x_{nm}^{ij} + \sum_j (p_{Q_n}^i x_{nH}^{ij} + p_{Q_n}^i x_{nGC}^{ij} + p_{Q_n}^i x_{nGI}^{ij} + p_{Q_n}^i x_{nI}^{ij}) + (p_{E_n}^i x_{E_n}^i - p_{M_n}^i x_{M_n}^i) = p_n^i y_n^i \quad (13)$$

これにより、式にて解くべき価格は  $p_{Q_n}^i$  であることがわかる。そして、これを満たす  $p_{Q_n}^i$  が求められれば、同時に式も成立することから、式と式は等価な関係といえる。

また、式(9b)と(9c)はそれぞれ交通機関別の貨物運輸、旅客運輸の市場均衡条件式である。これらは、本章で説明したとおり、リンクごとに需要と供給が一致するという市場均衡条件になっている。

#### 4. おわりに

既存の SCGE モデルは、交通ネットワークが含まれていなかったため、交通整備に伴う地域間所要時間の計測は SCGE 分析とは別の交通ネットワーク分析によって求められていた。そこで、SCGE 分析と交通ネットワークの不整合を解消するために、交通ネットワークを組み込んだ SCGE モデルを開発した。

まず、交通利用者である企業と家計の交通行動モデルにおいて、従来の交通発生、目的地選択、交通機関選択に対し経路選択、リンク選択モデルを追加してモデル化した。一方、運輸企業はリンクに対し、運輸サービスを提供するものとしてモデル化した。そして、運輸サービス市場は、リンクごとに需要と供給が一致するという形で成立するものと想定した。

今後は、実際に数値計算を行い、リニア中央新幹線整備の便益評価を実施する。その結果は講演時に報告する予定である。

#### 参考文献

- 1) 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：費用対効果分析等の調査結果について、第 9 回 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資料，2010.
- 2) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング：リニア影響基礎調査業務 報告書，山梨県，2009.
- 3) 国土交通省鉄道局：鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル（2012年改訂版），2012.
- 4) 森杉壽芳：SCGEモデルによる道路整備効果計測と効果の便益帰着表による整理，日本交通政策研究会，2013.
- 5) 武藤慎一，桐越信：Barro 型 CES 関数に基づく空間的応用一般均衡（SCGE）モデルの一般性向上—交通モデルを中心に—，pp.225-264，交通学研究／2010 年研究年報，2011.
- 6) 土木学会土木計画額研究委員会交通ネットワーク出版小委員会：交通ネットワークの均衡分析—最新の理論と開放，土木学会，2011.
- 7) 細江宣裕，我澤賢之，橋本日出男：テキストブック 応用一般均衡モデリング プログラムからシミュレーションまで，東京大学出版会，2004.