

## 第1章 経済地理シミュレーションモデル

著者	熊谷 聡, 磯野 生茂, 後閑 利隆
権利	Copyrights 日本貿易振興機構 (ジェトロ) アジア 経済研究所 / Institute of Developing Economies, Japan External Trade Organization (IDE-JETRO) <a href="http://www.ide.go.jp">http://www.ide.go.jp</a>
シリーズタイトル	研究双書
シリーズ番号	623
雑誌名	経済地理シミュレーションモデル : 理論と応用
ページ	3-22
発行年	2015
出版者	日本貿易振興機構アジア経済研究所
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2344/00011106">http://hdl.handle.net/2344/00011106</a>

## 第1章

# 経済地理シミュレーションモデル

熊谷 聡, 磯野生茂, 後閑利隆

### 第1節 背景

#### 1. 経済発展の空間的側面の重要性

過去半世紀、東アジア地域の経済発展は、いわゆる「雁行形態」で進んできた。戦後、日本の復興によって開始された東アジア地域の経済発展は、アジア NIEs から先進 ASEAN 4 カ国へと広がり、1990年代以降は中国、さらには後発 ASEAN 諸国がそこに加わった。インドも含めた東アジア地域は、いまや世界の製造業の中心となっており、市場としても、高い成長が期待されている。アジア開発銀行 (ADB) は、これまでのトレンドに沿った順調な経済発展が続いた場合、世界の GDP に占めるアジア地域の比率は、2010年の27%から2050年には52%に達すると予測している (Kohil et al. 2011)。

東アジアの経済発展の一つの特徴は、それが地理的にきわめて不均一に、また、時間差をもって進行している点である。各国間の経済成長率の差に加え、各国国内でも特定地域が先行する形で経済発展が進んでいる。インフラ整備や諸制度が十分整っていない国においても、首都圏や経済特区が先行して経済発展を実現したことがその一因にある。地域間の所得格差は、各国に政治的・社会的緊張をもたらしている。

一方で、東アジアの経済発展は、とくに1985年のプラザ合意以降の海外直

接投資（FDI）による国際的な生産ネットワークの発展と軌を一にしている。2000年代に入ってから自由貿易協定（FTA）や経済連携協定（EPA）の締結によって域内の生産ネットワークはますます緊密になり、ASEAN 地域を中心に地域横断的インフラ開発も進んでいる。

東アジアの経済発展を理解するためには、もはや「国」を単位とした分析では不十分であり、国より下位のサブ・ナショナルな「都市・地域」あるいは国境をまたいだスーパー・ナショナルな「地域」を詳しく観察する必要がある。たとえば、ベトナムの経済発展について考えるとき、北部については中国南部との経済関係が、南部についてはタイとの経済関係も影響する。また、カンボジア、ラオス、ミャンマーの経済発展の見通しは、大メコン地域の国際的な経済回廊の整備によって左右される。

こうした実態面での重要性に反して、東アジア地域における経済発展の地理的側面に関する研究はこれまで一国内の研究にとどまっており、国際的なレベルでは十分とはいえない。その最大の障害は、東アジア地域をカバーする地域レベルの経済データの未整備である。東アジア地域では、ようやく後発国でも国レベルでの各種統計の整備が進んできたものの、国より下位の地理区分での経済データの整備は依然として不十分である。これは、地域統合の先輩格であるヨーロッパ連合（EU）に比べて著しく遅れており、効果的な地域的開発政策の立案・実施の妨げになっている。

## 2. IDE-GSM と空間経済学

「アジア経済研究所・経済地理シミュレーションモデル（Institute of Developing Economies-Geographical Simulation Model: IDE-GSM）」は、東アジアにおける人口と産業の空間的な分布の変化を予測し、さまざまな貿易・交通円滑化の影響を分析することを目的としている。IDE-GSM は、空間経済学に基づいた一般均衡モデルを、途上国の地域レベルでの経済発展分析に応用したものである。IDE-GSM は、2007年度からアジア経済研究所が主体となり、東

アジア・アセアン経済研究センター（Economic Research Institute for ASEAN and East Asia: ERIA）の要請に基づいて開発が進められてきた。メコン地域を中心とした10カ国361地域をカバーするモデルとしてスタートし、現在では東アジアの18の国・地域の約1800地域をカバーしている。また、当初は道路インフラの改善効果を予測できるのみであったが、現在では貿易自由化や非関税障壁の引き下げ、通関の円滑化などを含むさまざまな貿易・交通円滑化措置の影響を分析できるようになっている（表1-1）<sup>(1)</sup>。2009年6月3日の東アジア・サミットで要請されたアジア総合開発計画の策定など、政策提言に広く活用されてきている。

IDE-GSM の理論的な基礎となっている空間経済学では、需要側と供給側の循環的な相互作用の累積により集積が生じる現象を扱うための理論モデルを構築し、輸送費の変化が経済活動の地理的分布に与える影響を分析する。Thünen（1826）は、実際の経済の観察から上記の現象を認識していた。チュ

表1-1 IDE-GSM の拡張と改良

年度	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
国・地域数	10	13	13	13	16	18	18	18
地域数	361	361	956	1,654	1,715	1,790	1,848	1,858
都市（ノード）数	545	545	1,676	3,123	4,226	5,616	5,756	5,801
ルート数	690	692	2,691	4,937	7,044	10,792	10,278	10,859
輸送モード数	道	道	道海空	道海空鉄	道海空鉄	道海空鉄	道海空鉄	道海空鉄
産業部門数	3	7	7	7	7	7	7	7
中間財投入	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
NTB	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
アジア以外の世界（ROW）	No	No	No	EU/USA	EU/USA	63カ国	63カ国	63カ国
関税率データ	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
災害/SEZ	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
物流量予測	No	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes
衛星画像利用	No	No	No	No	No	ミャンマー	ミャンマー	ミャンマー
GPGPU	No	No	No	No	No	No	Yes	Yes
混雑計算	No	No	No	No	No	No	Yes	Yes

（出所）筆者作成。

ーネンの理論は、一般均衡理論であるだけでなく、比較優位やマルサス・ウエスト・リカードの地代理論、要素価格とヘクシャー・オーリンとストルパー・サミュエルソン理論、レオンチェフなどの投入産出関係の概念がすでに含まれている (Samuelson 1983)。しかしながら、Thünen (1826) では、上記の現象の理論化は将来の課題とされた。その後、およそ150年が経過し、Dixit-Stiglitz モデル (Dixit and Stiglitz 1977) が開発されたことで、クルーグマンは収穫逓増と不完全競争を取り入れた貿易モデルを発表し (Krugman 1979)、さらに、労働者の地域間の移動を取り入れることで、Krugman (1991) として、空間経済学を誕生させた。その後、1990年代に空間経済学の研究は急速に進展し、1999年に発表された藤田、クルーグマン、ベナブルズの『空間経済学』(Fujita, Krugman and Venables 1999) によって、一つの学問分野へと押し上げられたといえる。

空間経済学の形成へ向かっての近年の研究は、EU や北米自由貿易協定 (NAFTA) のような国境を越えたさまざまな地域経済圏への形成に代表される、国際経済のボーダレス化にも後押しされている。空間経済学は、都市、地域、国際貿易など、従来は異なった学問の一分野として細分化されていた空間を対象とした経済理論を統一して分析することができるため、実際に、EU の経済統合に関する実証研究にも応用され、着実に成果を上げている。

### 3. 空間経済学とシミュレーションモデル

空間経済学の理論的な側面は1990年代に大きく進歩した一方で、それを応用したシミュレーションについては、きわめて例が少ない (Fujita and Mori 2005, 396-397)。空間経済学を用いたシミュレーションモデルには、二つの系統が存在する。一つは、特定の政策、とくに交通政策が経済の空間的な構造にどう影響するかを評価するモデルである。Teixeira (2006) は空間経済学に基づいたシミュレーションモデルをポルトガルの交通政策の評価に応用し、これまでの交通政策は国土の均衡した発展に寄与していないと結論づけてい

る。また、Bosker et al. (2007) は、EUを194の地域に分割し、EUのさらなる統合がどのような影響を各地域に及ぼすかを検証した。そこでは、さらなる経済統合が産業の集積を促進することが示されている。ほかにも、Roberts et al. (2012) では、空間経済学のシミュレーションモデルを用い中国の高速道路建設が中国の実質所得に与える影響を調べた。

空間経済学を応用したシミュレーションモデルの第2の系統は、シミュレーションによって創出された空間構造を現実と比較することで、モデルの妥当性を検証するものである。たとえば、Fingleton (2006) はイギリスの賃金の地理的な構造について、空間経済学よりも都市経済学のモデルの方が説得力があることを示した。一方で、Stelder (2005) はEUを2627のグリッドに分割し、空間経済学のモデルが実際のEU内の集積を再現できるか実験し、相当程度再現できると結論づけている。

IDE-GSMは第1の系統に属するが、先行する研究と比較して、いくつかの特徴をもっている。第1に、IDE-GSMは過去の政策の評価ではなく、将来の政策効果の予測に力点をおいている。これは、おもに、東アジア地域において過去の政策を検証することが可能な経済地理データが存在しないためである。第2に、多くのシミュレーションが欧州を対象としているのに対し、IDE-GSMは東アジアを分析対象としている点である。これはデータの制約からくるもので、東アジアの分析を行うためには、データの構築から始める必要があった。Roberts et al. (2012) が中国1国を扱っているように、国レベルのモデルは散見されるが東アジア全体をカバーしたモデルは皆無である。第3に、IDE-GSMは現実的な交通網と輸送モード選択をモデルに取り入れている点で、他のモデルに対して大きなアドバンテージをもつ。これは、交通インフラ整備の効果をより正確に評価することを可能にする。

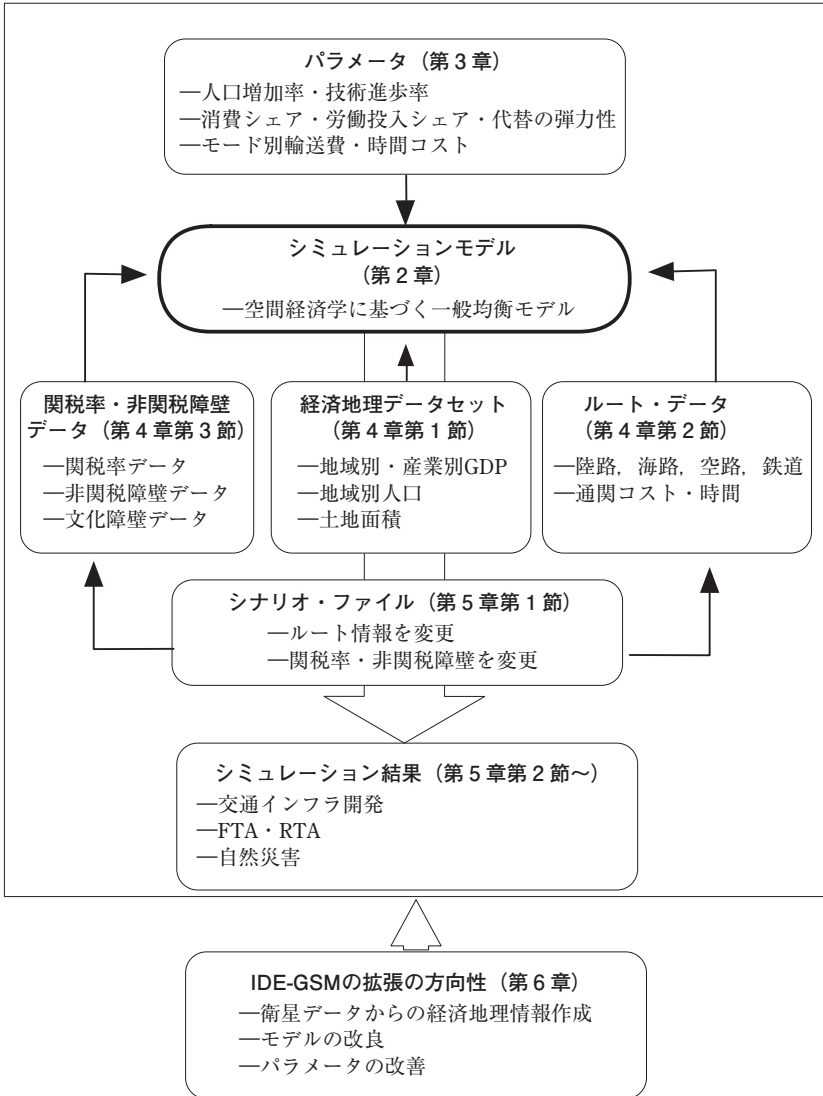
## 第2節 基本構造

### 1. IDE-GSM の構成

IDE-GSM は、(1)シミュレーションモデル、(2)経済地理データ、(3)ルート・データ、(4)関税・非関税障壁データ、(5)シナリオ・ファイルの五つの要素から構成されている(図1-1)。IDE-GSM のシミュレーションモデル本体は、空間経済学に基づく一般均衡モデルの一種である。IDE-GSM の初期のモデルは、空間経済学の標準的なモデル<sup>2)</sup>をほぼそのまま実際の東アジアの地理に適用したものとしてスタートした。すなわち、(1)経済は農業部門と製造業部門からなり、前者は収穫に対して一定の生産費と輸送費がかからないことを、後者は収穫増と輸送費の存在を仮定する、(2)実質賃金の格差に応じて、地域間の人口移動が生じる、という構造である。その後、農業部門では生産要素として労働に加えて土地を、製造業部門は労働に加えて中間財投入を考慮した形となり、製造業部門は輸送費や代替の弾力性が異なる五つの部門(自動車、電気機械、繊維製品・衣服、食料品・飲料・たばこ、その他製造業)に分割され、サービス業を加えた3産業7部門のモデルとなって現在に至るが、空間経済学の標準的なモデルの特徴は現在も継承されている。

シミュレーション分析に必要な経済地理データとして、IDE-GSM ではアジア経済地理データセット(Geo-Economic Dataset for Asia: GEDA)と呼ばれるデータセットを新たに作成した。東アジアの18の国・地域(ASEAN10、日本、中国、韓国、台湾、香港、マカオ、インド、バングラデシュ)の約1800地域、人口で約32億人(世界の49%)、GDPで約10兆ドル(同22%)をカバーしている。本データセットは、各国各地域の人口・面積のほか、農林漁業、鉱業、製造業(最大16部門)、サービス業(最大6部門)、建設業の最大25部門の産業別域内総生産(Gross Regional Product: GRP)からなっている。これを前述の製造業5部門に農林水産業・鉱業とサービス業・建設業を加えた7部門のデ

図1-1 IDE-GSMの基本構造



(出所) 筆者作成。



ータに統合し、さらに緯度経度情報などを付け加えて IDE-GSM 内で使用している。東アジア地域以外の国々については、1カ国を首都で代表される1地域として扱い、63カ国のデータを組み込んでいる。その結果、東アジア経済地理データセットと合わせて、IDE-GSM によってカバーされている地域の人口は51.8億人、GDP は42.5兆米ドルに達し、これは、世界全体の人口の80%、GDP の93.9%となっている。

ルート・データについては、四つの輸送モード（陸路、海路、空路、鉄道）について、GEDA と同様の国・地域に対し実際の道路網を再現する形でデータが作成されている。ルート数は、陸路が約6550、海路が約950、空路が2050、鉄道が450となっている。また、国境をまたぐルートについては、通関の金銭コストおよび待ち時間のデータが設定されている。

関税・非関税障壁データは、2005年以降の関税率および非関税障壁の推移を財別・二国間別に算出したものである。このデータをベースに、関税率・非関税障壁を変化させてシミュレーションを行うことで、FTA や地域貿易協定（RTA）の経済効果を算出することが可能となる。

シナリオ・ファイルは、ルート・データ、関税・非関税障壁データをどのようなタイミングで、どのように変化させるかを記述したファイルである。経済効果を算出したい交通・貿易円滑化のシナリオがどのようなものか、シミュレーションを何年分実施するかなどを、具体的にこのファイルで指定する。

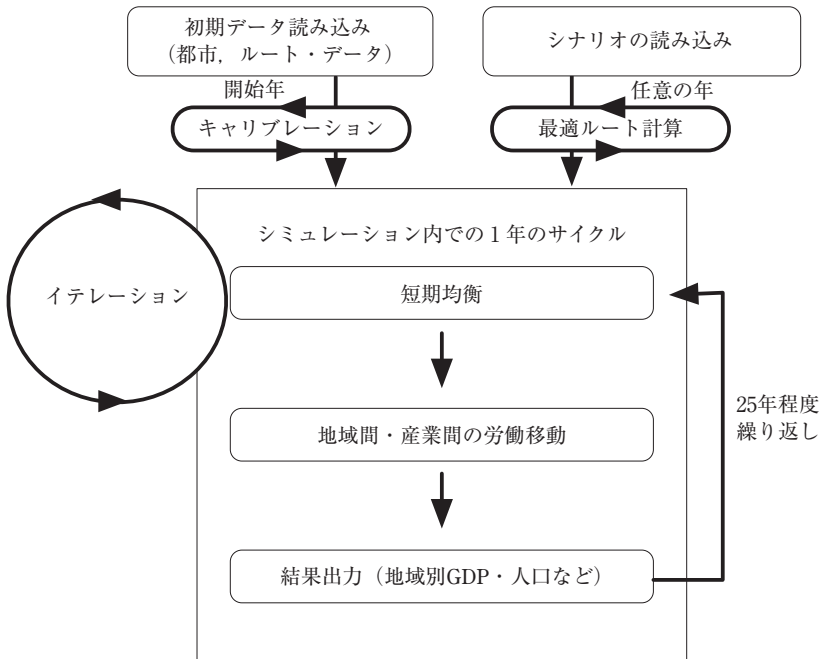
## 2. シミュレーションの流れ

IDE-GSM におけるシミュレーションの核となるのは、地域別・産業別の実質賃金の計算と、その格差に基づく人口移動である。IDE-GSM では、空間経済学の標準的なモデルに従って、自地域および輸送費を考慮した周辺地域の市場規模・物価水準から、当該地域の賃金水準と物価水準が決定される。賃金水準と物価水準が決まれば、実質賃金を求めることができる。

IDE-GSM では、実質賃金の低い地域から高い地域へと人口が移動する。また、同時に、同一地域内で実質賃金<sup>(3)</sup>の低い産業から高い産業へ人口が移動する。この人口移動は瞬時に実質賃金を均等化することではなく、比較的ゆっくりとした速度で進む。人口移動の速度は、実質賃金が平均の2倍の場合には年率2%増加というようなパラメータによって規定されている。実質賃金計算から人口移動までを1年とするサイクルでシミュレーション内での時間が規定される。次の年には、人口移動後の新しい人口分布に従って、新たに実質賃金が計算され、再び人口移動が生じることになる。

シミュレーションの具体的な流れは以下のとおりである（図1-2）。

図1-2 シミュレーションの流れ



(出所) 筆者作成。

(1)初期状態として、東アジア各地域の人口および産業別 GRP のデータと、地域間を結ぶルート・データが読み込まれる。

(2)初期状態のデータに基づいて、各地域の産業別 GRP の理論値が計算される。実際の GRP と、理論値の間に乖離が生じるため、この差を各都市・産業の生産性パラメータ  $A$  の差として吸収し、両者を一致させる（キャリブレーション）。また、同時に各地の名目賃金、物価指数、実質賃金が計算される。これらについては信頼できる実際の地域別データを得ることができないため、名目賃金の初期値については各地域の一人当たり GRP と一致すると仮定している。

(3)現在の人口・産業別 GRP、ルートに基づく輸送費を所与として、地域ごとに産業別 GRP、名目賃金、価格指数、実質賃金などの短期均衡値を求める。以降、こうした値はモデルに従い内生的に求められる。

(4)産業別・地域別の実質賃金に基づき、人口移動を計算する。人口は、実質賃金の低い地域から高い地域へ、実質賃金の低い産業から高い産業へと移動する。ただし、人口移動は現実に近い「ゆるやかな」速度で、実質賃金が 1 回の人口移動で即時均等化することは通常はない。ここまでがモデル内の 1 年となる。

(5)当該年に特定の貿易・交通円滑化が実施されることがシナリオ・ファイル内で指定されている場合、それによってルート・データや関税データなどを変更し、最適なルートを再計算する。

(6)再び短期均衡値を求めるステップ(3)へ戻る。

この手順を繰り返すことで、将来の人口・産業の地理的な分布を予測する。

IDE-GSM において、外生的に与えられる重要なパラメータは二つある。第 1 に、各国の国レベルでの人口増加率である。シミュレーション期間中の人口増加率は、国連人口部（UN Population Division）の中位推計値を採用している。第 2 に、産業の生産性パラメータ  $A$  の上昇率である。生産性上昇率は、

2005年からシミュレーションを開始した場合、2010年の国レベルでの実質GDPの現実値に近づくように、国ごとに調整される。

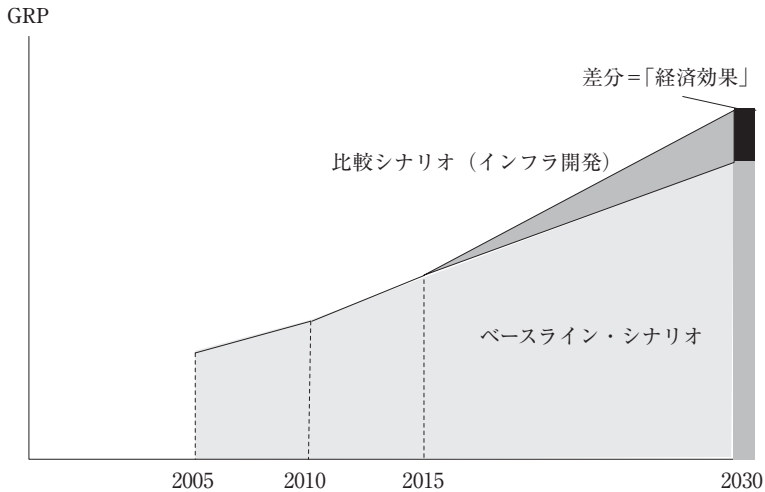
### 3. 経済効果の算出

貿易・交通円滑化の経済効果は、そうした政策が実施されなかった場合（ベースライン・シナリオ）の地域ごとのGRPと、そうした政策が実施された場合（開発シナリオ）の地域ごとのGRPの、ある将来時点での差として算出される（図1-3）。

IDE-GSMで算出される交通インフラストラクチャー（インフラ）建設の経済効果は、一般的な費用・便益分析で求められる経済効果と異なっている。一般に考え得る経済学的な費用と供益は、以下のような要素からなる（表1-2）。

一般的な費用便益分析では、建設時の費用、供用後の維持費といった費用

図1-3 経済効果の算出方法



(出所) 筆者作成。

表1-2 交通インフラ建設の経済効果

	建設時	供用直後（短期）	供用後（中長期）
費用	土地取用費 建設費		維持費
便益		私的便益： > 運賃・料金による 事業者収入  社会的便益： > 金銭費用の節約 > 輸送時間の節約 > 交通事故減 > 燃料消費減 > CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SPM の削減	私的便益： > 運賃・料金による 事業者収入  社会的便益： > 金銭費用の節約 > 輸送時間の節約 > 交通事故減 > 燃料消費減 > CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SPM の削減 > 地価の上昇 > 経済活動の誘発

（出所）筆者作成。

（注）■はIDE-GSMで考慮される要素。

と、私的便益、つまり、運賃・料金による事業者収入を比較するケースと、私的便益に加え、インフラ利用者の金銭費用の節約、利用者の輸送時間の短縮から導かれる費用の節約、混雑の減少からもたらされる費用の節約、CO<sub>2</sub>の削減といった社会的便益を導出して分析するケースがある。IDE-GSMでは、インフラ建設がもたらす輸送時間・金銭費用の節約<sup>(4)</sup>と経済活動の誘発に伴う経済効果を算出し、建設費・維持費や、運賃・料金からなる私的便益などはモデル内で扱っていない。すなわち、IDE-GSMは特定の交通インフラの収益性や投資適格性を算出することを目的としていない。交通インフラ建設がもたらす社会的便益の地域的な広がりの中長期的な視野に立って試算し、インフラ開発をとりまく幅広い公共政策の立案に資することを目的としている。

### 第3節 IDE-GSM の特徴

他の経済シミュレーションモデルに対する IDE-GSM の最大の特徴は、貿易・交通促進政策の効果を少ない手順で算出できる点にある。通常、交通インフラの経済効果を求める際には、交通量の測定や交通需要の予測のためのさまざまな調査が必要となってくる。IDE-GSM の場合には、交通インフラの開発を、おもに輸送速度の引き上げや地域間を新規ルートで結ぶという形でモデルに組み込み、交通需要や交通量はモデル内で内生的に計算される。比較的簡単な設定の変更でさまざまな貿易・交通円滑化の経済効果の計算を行うことを可能にしているのは、ネットワーク型の地理表現による現実的な輸送路選択である。

#### 1. ネットワーク型の地理表現

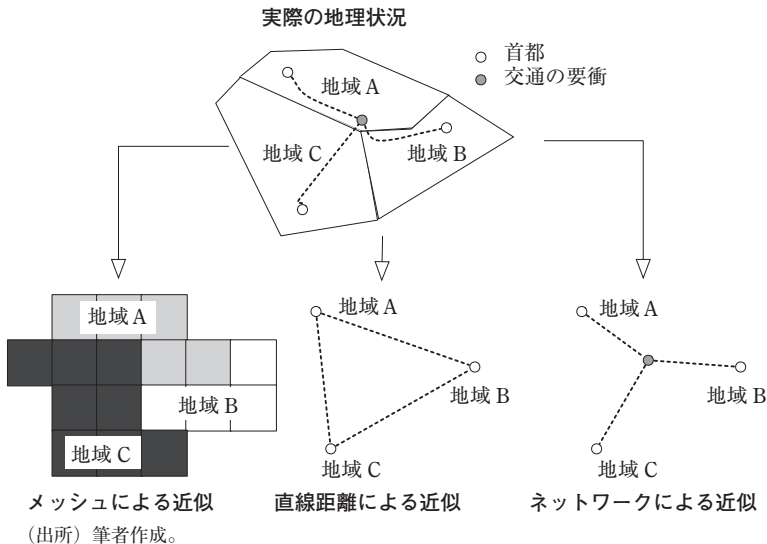
シミュレーション上で現実の地理的状況を表現する方法としては、以下の三つの方法が考えられる(図1-4)。第1に、メッシュによる表現である。メッシュによる表現は、経済活動の空間的な分布を正確に表現できる点にメリットがある。一方で、正確な空間的表現を行うためには、メッシュの大きさを小さくすることが望ましく、そのためには多くの経済データをメッシュ単位で整備する必要がある。多くの場合、発展途上国の正確な経済データをメッシュ単位で入手することは難しい。

第2の表現として、都市や行政区画を点で代表し、都市・行政区画間を直線で結んで輸送費を計算する方法がある。国際貿易における重力方程式の推計では、このような地理的な単純化が行われている。この方法では、メッシュによる表現に比べて必要なデータが少なく済むメリットがある。一方で、地理的な状況の再現性については、メッシュによる表現に劣る。最大の問題は、都市・行政区画間の輸送路が直線で近似されている点で、道路ネットワ

ークなどを正確に再現することが難しい。

第3の表現としては、ネットワーク型の表現があり、IDE-GSMではこれを採用している。都市や行政区画を点で代表させる一方で、各地点を結ぶルートについては、直線ではなく、実際のルートに基づいた、ネットワーク型の表現が用いられている。この方法は、必要な経済データがメッシュ型に比べて少なく済むという第2の表現のメリットを継承する一方で、交通状況をより現実的に表現できるメリットを併せもつ。ネットワーク型の表現をシミュレーションで用いる際の最大の問題は、複雑なルート情報に基づいてすべての都市の組み合わせの最短距離・最小費用を求める必要がある点であるが、これについては、フロイド・ワーシャル（Floyd-Warshall）法という確立されたアルゴリズムがあるため、比較的容易に解決できる。ただし、同方法による最短距離・最小費用マトリクスの計算には都市数の3乗に比例した計算量が発生するため、シミュレーションを効率的に行うにはGPGPU（General-purpose computing on graphics processing units）などの手法を積極的に用いて

図1-4 シミュレーション上の代表的な地理的表現方法



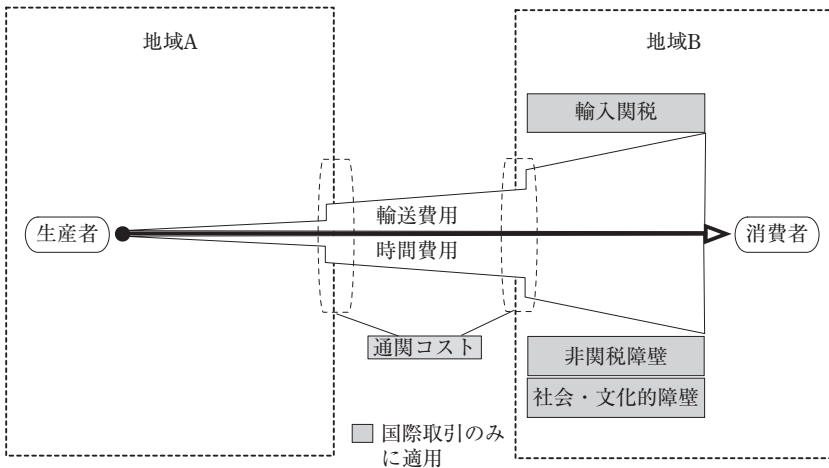
計算時間を短縮する必要がある。

## 2. 現実的な輸送経路選択

前述のとおり，IDE-GSMでは任意の2都市間の輸送経路選択を直線距離ではなく，ルート・ネットワークに基づく現実的なものになっている。また，IDE-GSMでは「広義の輸送費」をモデル内で扱っており，狭義の輸送費に加えて，広義の輸送費に影響する貿易や輸送にかかわるさまざまな政策を分析できる（図1-5）。

IDE-GSMでは都市間の最適な輸送ルートは，あらゆるルートとモードの組み合わせのうち，時間費用を含めて最もコストが安くなるものが選択される。たとえば，電子・電機産業のように時間コストの高い産業の場合，キロメートル当たりの運賃が高くて，短時間で目的地まで輸送でき，時間コストを節約できる空路が積極的に選択される。一方で，時間コストがそれほど大きくない産業の場合，キロメートル当たりの運賃が低い海路がおもに選択

図1-5 広義の輸送費



(出所) 筆者作成。



される。

IDE-GSM では現実的な輸送路選択がモデル内で行われているため、新しいルートを設定したり、既存ルートの平均走行速度を上昇させた場合、変更したルートの近傍以外にも多くの都市間の最適ルートが変化し、広範囲に影響を及ぼす可能性が出てくる。これは、都市間のルート・モードの選択はそのままに、輸送費だけが一定割合下がると仮定するモデルに比べて、より現実的な経済効果を試算することを可能にする。

### 3. 他の一般均衡モデルとの比較

GTAP (Global Trade Analysis Project) モデルなどの他の応用一般均衡モデルと比較した場合の IDE-GSM のメリットは、(1)国より小さい地理区分での分析が可能、(2)国境円滑化や道路改善など、交通インフラ改善効果の試算が容易、という2点である。たとえば、FTA の影響について分析する際に IDE-GSM を利用することで、国レベルの経済効果だけでなく、各国各地域の産業構造の差違や貿易相手国との地理的な近接性なども考慮した地域レベルの経済効果を算出することができる。これは、特定の FTA によって地域間格差を拡大するのか、縮小するのか、拡大する場合にはどのような政策を同時に実施すべきか、といった政策分析を可能にする。

交通インフラ改善効果については、前項で解説したように、IDE-GSM ではモデル内で明示的に特定ルートの輸送費や時間を扱っているため、分析が容易である。空間経済学のモデルに基づいて、たとえば国際的な経済回廊を整備した場合、国境周辺と首都圏、あるいは経済回廊に近い地域と遠い地域でどのように経済効果が異なるかを算出することができる。国より小さい地理区分での分析が可能という点と併せて、一般的な道路整備の経済効果では算出が容易ではない、インフラが整備されていない地域への影響も含めた判断ができるため、開発政策をより包括的なものにできるメリットがある。

IDE-GSM は、インフラ開発計画立案の初期段階で、数多くのシナリオに

について検討するのに適している。IDE-GSM でさまざまなシナリオの経済効果やその地理的分布を予測し、それに基づいて優先すべきプロジェクトを絞り込むことや、各プロジェクトについてメリット・デメリットのあたりをつけて、どのような点をより詳細に調査すべきかを、事前に検討することが可能となる。

#### 第4節 IDE-GSM の公開状況

ここで、IDE-GSM の2015年4月現在の公開状況と利用可能性について明示しておきたい。現時点では、IDE-GSM は誰でも実行可能なかたちで配布されていない。その理由は次の二つである。

第1に、IDE-GSM は一般的な数学・統計パッケージを利用しておらず、JAVA 言語によってすべて記述されている。また、演算の高速化を図るために特殊な手法を用いており、実行するハードウェア環境に依存したプログラムとなっている。こうした技術的な理由から、汎用的な環境での実行を保証できないため、一般への配布が難しくなっている。

第2に、IDE-GSM はモデル、プログラム、パラメータ、データ、シナリオが密接に関連しており、それぞれをよりよいものにするための改善が続けられている。シミュレーション結果についても、相互に関連する要素についてそれぞれの担当者が確認しながら、その確からしさやインプリケーションについて検討を重ねている。こうした状況では、開発者以外によって導き出されたシミュレーション結果について、正しい手順を踏んで算出されたものであるかどうか確認することができない。

一方で、IDE-GSM の大枠については開発開始から7年を経たおむね固まっており、本書はそうした枠組みについて解説するものである。これは、IDE-GSM そのものについての理解を得るためであるとともに、同種のモデルの開発を促す目的ももっている。また、シミュレーションの構成要素であ

る経済地理データについては、その一部を「アジア経済地理データセット (GEDA)」としてウェブ上で公開している (第4章参照)。今後、公開できるものについては、速やかに公開する体制を整えていく。

## 第5節 本書の構成

本章では、IDE-GSM の概要、構造、特徴、シミュレーションの流れについて概観した。第2章では、IDE-GSM の理論的な背景である空間経済学について概観するとともに、IDE-GSM のモデルについて詳細に説明している。第3章では、IDE-GSM 内で用いられている各種パラメータについて説明している。とくに、輸送費に関連するパラメータの推計方法について詳しく解説している。また、パラメータの変化がシミュレーション結果に与える影響についても述べられている。第4章では、IDE-GSM を実行するために必要な、経済地理データ、ルート・データ、関税・非関税障壁データについて解説している。第5章では、IDE-GSM を用いた分析例を紹介している。メコン地域の経済回廊やタイ洪水の事例をはじめ、東アジア地域包括的経済連携 (RCEP) の経済効果を試算している。第6章では、IDE-GSM の将来的な拡張の方向性が述べられている。モデル本体の拡張、パラメータ推計の改善、経済地理データを作成する際に、リモートセンシング技術を用いる可能性などについて述べている。

## 第6節 まとめ

IDE-GSM は東アジア地域を対象とし、空間経済学に基づいて国より下位の地理区分の人口や産業別 GRP の推移を予測するシミュレーション・モデルである。東アジア地域全体を対象としたものとしては同種のモデルはほと

んどなく、経済地理データの整備されていない国・地域を含むため、モデル本体の開発、関連データの整備、パラメータの推計を同時並行して進めてきた。現在、モデルは3産業7部門で構成され、1800以上の国より下位の行政区分を対象とし、四つのモードの約1万のルートを考慮して輸送費を計算している。関税・非関税障壁のデータも整備され、交通インフラ開発のほか、FTA/RTAの経済効果を地域ごとに算出することも可能となっている。IDE-GSMの最大の特徴は、貿易・交通促進政策の効果を少ない手順で算出できる点にある。これは、インフラ開発計画立案の初期段階で、数多くのシナリオについて検討する際に大きなメリットとなる。本書は、IDE-GSMの現状についてできるだけ詳しく解説し、将来の改善・拡張の方向性を示すものである。

〔注〕 \_\_\_\_\_

- (1) IDE-GSMの改良と拡張の詳細は第6章第1節を参照。
- (2) 空間経済学の標準的モデルについてはFujita et al. (1999) 第4章を参照。
- (3) 産業間の人口移動は同一地域内で生じ、同一地域内では物価水準は同じになるから、実質賃金の差と名目賃金の差は同等となる。
- (4) 金銭費用の節約と輸送時間の節約は便益の一部として直接算出されるわけではなく、モデル内の各利用者の意思決定に条件として組み込まれる。よって、最終的に経済活動の誘発分がベースライン・シナリオとの差となって表出する。

## 〔参考文献〕

### <英語文献>

- Bosker, M., S. Brakman, H. Garretsen and M. Schramm 2007. "Adding Geography to the New Economic Geography." CESifo Working Paper 2038.
- Dixit, A. K. and J. E. Stiglitz 1977. "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity." *The American Economic Review* 86(3): 623-629.
- Fingleton, Bernard 2006. "The New Economic Geography versus Urban Economics: An Evaluation Using Local Wage Rates in Great Britain." *Oxford Economic Papers* 58(3): 501-530.

- Fujita, M., P. Krugman and A. J. Venables 1999. *The Spatial Economy: Cities, Regions and International Trade*. Cambridge MA: MIT Press.
- Fujita, Masahisa and Tomoya Mori 2005. "Frontiers of New Economic Geography." *Papers in Regional Science* 84(3): 377-405.
- Kohli, H. S., A. Sharma and A. Sood eds. 2011. *Asia 2050: Realizing the Asian Century*. New Delhi: SAGE Publications India.
- Krugman, P. R. 1979. "Increasing Returns, Monopolistic Competition, and International Trade." *Journal of international Economics* 9 (4): 469-479.
- 1991. "Increasing Returns and Economic Geography." *Journal of Political Economy* 99(3):483-499.
- Roberts, M., U. Deichmann, B. Fingleton and T. Shi 2012 "Evaluating China's Road to Prosperity: A New Economic Geography Approach." *Regional Science and Urban Economics* 42(4): 580-594.
- Samuelson, A. P. 1983. "Thünen at Two Hundred." *Journal of Economic Literature* 21 (4) : 1468-1488.
- Stelder, Dirk 2005. "Where Do Cities Form? A Geographical Agglomeration Model for Europe." *Journal of Regional Science* 45(4): 657-679.
- Teixeira, Antonio Carlos 2006. "Transport Policies in Light of the New Economic Geography: The Portuguese Experience." *Regional Science and Urban Economics* 36 (4): 450-466.
- Thünen, J. H. von 1826. *Der Isolierte Staat in Beziehung Auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*. Hamburg: Perthes (English translation: *The Isolated State*. Oxford: Pergammon Press, 1966).