

交通ネットワーク形成効果に関する研究
～ 交通社会資本整備と応用一般均衡分析～

2000年9月
建設省建設政策研究センター

前研究調整官 辻 保人
研究調整官 森田 康夫
研究 官 岡本 嘉久

はじめに

社会資本整備は、国民の経済活動の基盤となる良好な社会資本ストックの形成を通じ、国民生活の質を向上させるという重要な役割をもっている。我が国においても、特に戦後、社会資本整備が着実に進められ、経済社会の発展に重要な役割を果たしてきた。特に、交通社会資本（道路・鉄道等）の着実な整備は、物流・人流の移動コストを著しく減少させ、戦後の我が国経済の高度成長を支える重要な要因となった。しかし近年、我が国の経済が徐々に安定化経済に移行する中で、住民の社会意識の成熟、財政的制約の強まり等を背景とし、実施プロセスの透明性を確保しながら、公共事業をできる限り効率的に実行するよう望む声が従来以上に強まりつつある。そのため、社会資本の整備に際しては、事業の妥当性を客観的に判断できるよう、整備のもたらす様々な効果、影響を適切に評価し、公表することが求められるようになってきている。

こうした流れを受けて、社会資本の整備に先立ち、社会資本整備による社会的経済的効果を客観的・定量的に把握した上で、整備に要する費用と比較を行う、いわゆる「費用対効果分析」が盛んに行われるようになってきている。すでに、各省庁において、事業毎に行うべき費用対効果分析の手順を定めたマニュアルが策定され、実際の運用も開始されている。

しかしながら、現在のところ、実際にそれらのマニュアルを運用する現場において、それぞれの分析手法の特徴や背景にある理論等が、必ずしも明確に理解されているとは言い難い。そのため、以下のような、効果分析をめぐる問題に対する疑問が少なからず発生している。

現在の手法で測れていない効果は存在するのか。もしあるとすれば、それはどのように取り扱うべきか。

様々な手法で把握できる効果のうち、どの効果を加算したら、事業の効果の総量を、二重計測することなしに把握できるのか。

特に、交通社会資本の整備によって地域相互を結ぶネットワークが完成した際には、交流機会の拡大、地域経済の活性化等の「地域開発効果」が発生すると考えられる。こうした効果はどのように把握し、取り扱ったらよいか。

本研究は、こうしたプロジェクト評価にまつわる疑問を解消することを第一の目的として行ったものである。

本稿の主な内容を以下に示す。まず、第1章において、地域開発効果の取り扱いが特に重要な問題となる交通社会資本（特に、ネットワークを形成するもの）の整備を題材とし、プロジェクトにより発生する種々の効果を分類・整理した上で、それらの効果を分析する手法とその特徴・相互の関係について解説

した。第2章においては、近年、プロジェクト評価への応用が研究されている「応用一般均衡アプローチ」につき、概念、特徴等を詳しく紹介した上で、交通プロジェクトの効果分析に適用する際の留意点をまとめた。取りまとめにあたっては、可能な限り多くの方々に内容をご理解いただきたいと考え、できるだけ平易な記述に努めた。御一読のうえ、お気付きの点等あればご教示いただければ幸いである。

なお、本研究を進めるにあたっては、金本良嗣東京大学大学院経済学研究科教授、赤井伸郎神戸商科大学経済研究所助教授、赤松隆東北大学大学院情報科学研究科助教授、上田孝行東京工業大学大学院理工学研究科助教授、城所幸弘東京大学空間情報科学研究センター助教授、文世一京都大学大学院経済学研究科助教授、の6名の学識者から研究会形式で有益かつ貴重なご指導をいただいた。また、補章の執筆にあたっては、上田孝行助教授に多大なるご協力を賜った。ここに改めて謝意を表したい。

平成 12 年 9 月

建設省建設政策研究センター

目 次

本研究の概要

第 1 章 交通プロジェクトの便益評価手法とその特徴について

1. 交通プロジェクトの評価

- (1) 分析の視点・・・効率性と公平性について
- (2) 費用対効果分析と費用便益分析

2. プロジェクトの効果とその波及

- (1) 分析の対象・・・事業評価と施設効果
- (2) プロジェクトの効果とその波及
- (3) プロジェクト効果の整理
- (4) 二重計測の回避
- (5) 波及効果の相殺
- (6) プロジェクト効果の測定

3. 費用便益分析の手法とその特徴

(1) 市場財の効果分析手法

- 消費者余剰法（ショートカット法）
- 応用一般均衡分析

(2) 非市場財の効果分析手法

- ヘドニック法
- 仮想的市場評価法

補論 マーシャルの消費者余剰（CS）、等価変分（CS）、補償変分（EV）について

第 2 章 応用一般均衡アプローチについて

1. 先行的なモデル分析

2. 一般均衡モデル分析の便益評価への応用

3. 国民経済計算体系

- (1) 国民所得勘定
- (2) 産業連関表
- (3) 産業連関表のデータとキャリブレーション手法

4. 応用一般均衡モデル分析の具体的手順

- (1) 経済主体の設定
- (2) 経済主体の行動モデルの定式化
- (3) 各市場の需要関数の導出
- (4) 各市場の均衡条件の定式化
- (5) パラメータの推定

- (6) 数値計算
- (7) 社会的便益の計算
- 5 . 空間的応用一般均衡分析
- 6 . 便益帰着構成表
- 7 . プロジェクト評価に応用一般均衡アプローチを用いる場合の留意点

補章 ネットワークを考慮した応用一般均衡分析について

交通ネットワーク形成効果に関する研究会について

本研究の概要

1．研究の目的

社会資本の整備は、実施プロセスの透明性を確保しつつ、できる限り効率的に行う必要がある。このため、近年では、社会資本整備に先立ち「費用対効果分析」を行うことが一般化している。既に、事業毎に行うべき費用対効果分析の手順を定めたマニュアルが策定され、実際の運用も開始されている。

しかし、実際に事業評価を実施する現場において、それぞれの分析手法の特徴や背景にある理論等が必ずしも明確に理解されているとは言い難い。そのため、便益の二重計測や、地域開発効果の取り扱い等、効果分析をめぐる問題に対する疑問が少なからず発生している。

本研究では、ネットワークを形成する交通社会資本の整備を題材に、プロジェクトにより発生する種々の効果を分類・整理した上で、それらの効果を分析する手法とその特徴、相互の関係を解説することにより、こうしたプロジェクト評価にまつわる疑問を解消することを目的とする。

2．研究の内容

(1) 交通プロジェクトの便益分析手法とその特徴について

1) プロジェクトの効果とその波及

交通社会資本の整備は、交通施設利用者の効用を変化させるのみならず、新たな効果を生じさせ、それを含めて他の主体に効果が波及していくという複雑な構造になっている。プロジェクトの効果を分析する際には、これらの効果の総計を二重計算することなく計測する必要がある。

交通プロジェクトによる施設効果を整理すると、大きく、「市場財の効果」と「非市場財の効果」に分類できる。「市場財の効果」はさらに、交通条件の向上（旅行時間短縮、旅行費用削減、運賃収入増加等）等の「内部効果（交通市場内効果）」、及び、生産性の向上、雇用・所得の増大、税収の増加等の、市場メカニズムを介して他市場に波及する「波及効果（金銭的外部効果）」に分類できる。

「非市場財の効果」は、交通事故減少、環境改善等、市場メカニズムを介さず直接他市場に影響を及ぼすもので、「外部効果（技術的外部効果）」と言い換えられる。

2) 費用便益分析の手法とその特徴

「市場財の効果」は、現実に成立している市場における価格変化として直接観察できるため、効果を受けた市場を直接分析するのが、効率的かつ信頼度が高い方法である。これに対し、「非市場財の効果」は、環境等、市場が現実に

成立していない財に対して及ぼされる効果であり、効果を市場における価格変化により直接観察できない。そのため、効果を実際の貨幣価値に換算する際に一定の工夫が必要となる。

「市場財の効果」の分析手法には、プロジェクトにより直接影響を受ける市場を分析する「消費者余剰法」、波及効果の及ぶ全市場をモデルにより分析する「応用一般均衡分析」等がある。また、「非市場財の効果」の分析手法としては、「ヘドニック法」、「仮想的市場評価法（CVM）」等がある。

（２）応用一般均衡アプローチについて

１）一般均衡モデル分析の便益分析への応用

社会資本の新規整備は、競争均衡の状態にある経済システムへの新しい外的ショックと捉えることができ、その影響は、各市場における均衡価格の変化を介して各経済主体に波及する。しかし、各市場において、それぞれ競争的価格メカニズムが機能することにより、最終的には、全ての市場で需要と供給がバランスした新しい均衡状態が達成される。従って、社会資本整備を行う場合の経済システムと、行わない場合の経済システムを、それぞれモデルを用いて表現し、両者を比較して、社会的な効用水準の差を計測することにより、社会資本整備により経済社会にどれだけの便益がもたらされたかを捉えることができる。これが、応用一般均衡分析による便益分析の基本的な考え方である。

近年、応用一般均衡モデルを発展させ、空間的問題を明示的に取り扱えるようにした「空間的応用一般均衡モデル」が開発され、研究が行われている。これは、経済社会を複数の地域（ゾーン）に分けた上で、応用一般均衡モデル分析を行い、社会資本の整備効果の経済主体別配分の他に、地域別配分についても明らかにするものである。

また、応用一般均衡分析の有効な利用法の一つとして便益帰着構成表が提案されている。これは、プロジェクトの実行により発生する便益の主体別・地域別配分状況を整理した上で、一覧表形式に表し、一目で把握できるように工夫したものである。

２）プロジェクト評価に応用一般均衡アプローチを用いる場合の留意点

交通社会資本の整備は、交通条件を向上させ、交通施設利用者の効用を変化させるのみならず、それが市場を通じて複雑に波及することで、地域における生産性の向上、所得の増大等、様々な波及効果をもたらす。

応用一般均衡分析は、こうした効果の波及過程を一般均衡理論により定式化し、総合モデル的に計測する手法であり、波及効果を明示的に考慮できる他、実務で多く用いられる部分均衡分析的な手法（消費者余剰法）では得られない、地域別・経済主体別の便益配分等の情報を得ることができる。一方、モデルのパラメータ推定に関わる問題・データの制約等の問題があり、総便益の測定精

度に関しては、消費者余剰法に比べ、必ずしも高いとは言えない。

応用一般均衡分析は、消費者余剰法にとって代わるものであると考えるよりは、消費者余剰法を使って得られる情報を補完し、主体別・地域別の便益の帰着関係等の問題を検討するために用いるのが効果的であると考えられる。

第 1 章 交通プロジェクトの便益評価手法とその特徴について

第1章 交通プロジェクトの便益評価手法とその特徴について

社会資本整備は、国民の経済活動の基盤となる良好な社会資本ストックの形成を通じ、国民生活の質を向上させるという重要な役割をもっている。我が国においても、特に戦後、社会資本整備が着実に進められ、経済社会の発展に重要な役割を果たしてきた。特に、交通社会資本（道路・鉄道等）の着実な整備は、物流・人流の移動コストを著しく減少させ、戦後の我が国経済の高度成長を支える重要な要因となった。しかし近年、我が国の経済が徐々に安定化経済に移行する中で、住民の社会意識の成熟、財政的制約の強まり等を背景とし、実施プロセスの透明性を確保しながら、公共事業をできる限り効率的に実行するよう望む声が従来以上に強まりつつある。そのため、社会資本の整備に際しては、事業の妥当性を客観的に判断できるよう、整備のもたらす様々な効果、影響を適切に評価し、公表することが求められるようになってきている。

こうした流れを受けて、社会資本の整備に先立ち、社会資本整備による社会的経済的効果を客観的・定量的に把握した上で、整備に要する費用と比較を行う、いわゆる「費用対効果分析」が盛んに行われるようになってきている。すでに、各省庁において、事業毎に行うべき費用対効果分析の手順を定めたマニュアルが策定され、実際の運用も開始されている。

しかしながら、現在のところ、実際にそれらのマニュアルを運用する現場において、それぞれの分析手法の特徴や背景にある理論等が、必ずしも明確に理解されているとは言い難い。そのため、以下のような、効果分析をめぐる問題に対する疑問が少なからず発生している。

現在の手法で測れていない効果は存在するのか。もしあるとすれば、それはどのように取り扱うべきか。

様々な手法で把握できる効果のうち、どの効果を加算したら、事業の効果の総量を、二重計測することなしに把握できるのか。

特に、交通社会資本の整備によって地域相互を結ぶネットワークが完成した際には、交流機会の拡大、地域経済の活性化等の「地域開発効果」が発生すると考えられる。こうした効果はどのように把握し、取り扱ったらよいか。

本論では、こうした疑問に答えるべく以下の検討を行う。まず第一に、地域開発効果が特に重要な問題となる、ネットワークを形成する交通社会資本の整備を題材とし、プロジェクトにより発生する種々の効果を分類・整理する。その上で、それらの効果を分析する手法とその特徴、相互の関係を解説する。さ

らに、近年研究が進んでいる「応用一般均衡分析」の交通プロジェクト効果分析への適用について検討を行う。

1. 交通プロジェクトの評価

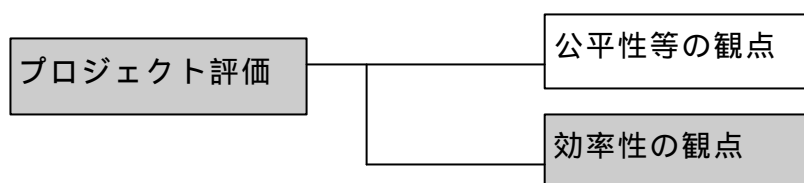
(1) 分析の視点・・・効率性と公平性について

交通プロジェクトを分析する際の視点は、大きく分けて二つある。第一は、事業の実施により、投入する資本（費用）に対して、どれだけの国民経済的效果をあげられるかという問題、すなわち、事業の「効率性」を問う問題である。第二は、事業による効果（または、費用）を、各地域間、経済主体間においてどう配分するのがよいかという問題、すなわち、事業による受益と負担の「公平性」をどう判断すべきかという問題である。

この二つの問題のうち、事業の「効率性」の問題については、事業による国民経済的效果の総額を測定したうえで貨幣価値に換算し、事業実施に要した費用と比較する「費用便益分析」を実施し、その結果をもって判断材料とするのが一般的である。しかし、後者の公平性に関する問題は、個人の価値規範によって最適解が異なる規範的な問題としての性格が強い。したがって、地域政策、産業施策などとの関連からも極めて重要な問題であり、これまでも様々な議論がなされてきているにもかかわらず、万人が正しいと認める答えが存在せず、「費用便益分析」の考え方を適用しにくい。

後述する「応用一般均衡アプローチ」による分析を行えば、便益の地域別・経済主体別の帰着状況に関する情報を得ることができるため、こうした「公平性」の問題を検討する際の判断材料を得ることができる。しかし、「公平性」が実現されるためには具体的にどういう状況が望ましいか、という問題については、個別プロジェクトの費用便益分析とは別の次元で更に検討すべき課題が存在する。従って、本論では対象としないこととする。

図1 - 1 : 分析の視点



(2) 費用対効果分析と費用便益分析

費用対効果分析は、事業に必要な建設費等の費用と、事業により発生する国民経済的效果を対比させ、社会経済上の効率性という観点から分析するものである。その際、事業による様々な影響・効果を、いかにして客観的な形で把握するかが問題となる。通常は、効果を何らかの方法で貨幣価値に換算して把握する方法がとられる。そうすることで、事業に投入する費用と事業の国民経済的

効果を同じ基準で直接対比させ、事業の効率性を分析することが可能になる。費用対効果分析のうち、貨幣換算して表示することが可能な効果を計測し、プロジェクトに必要な費用と比較することで、社会経済上の効率性を分析することを、特に、費用便益分析という。

2. プロジェクトの効果とその波及

(1) 分析の対象・・・事業効果と施設効果

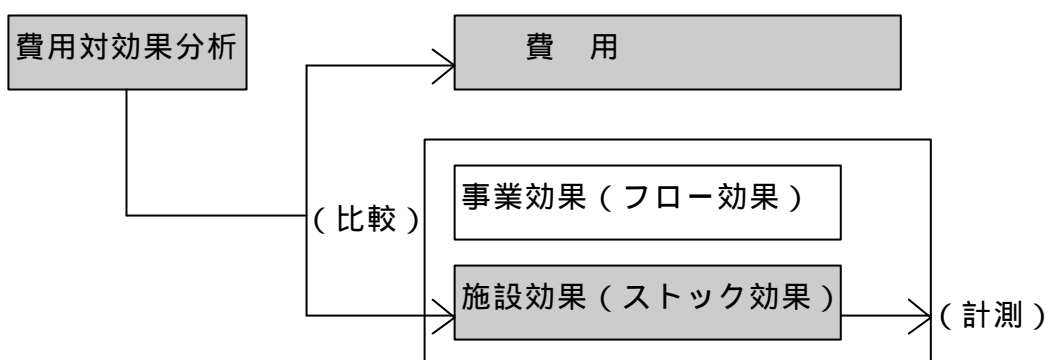
プロジェクトの効果は多岐にわたり、その分類・整理についても、様々な方法が提案されている。ここではまず、費用便益分析の前提条件として、効果の発生原因に着目した分類を行う。

社会資本の整備効果は、その発生の要因の違いにより、大きく「事業効果（フロー効果）」と「施設効果（ストック効果）」に分類できる。

「事業効果」とは、施設の建設事業に起因して発生する効果であり、施設の建設のために労働力や資材あるいは必要な財・サービス等を調達・投入していく段階で発生する効果である。直接的には、まず施設建設のための労働力や資材、設計や施行管理といったサービスを調達する必要が生じ、そのような建設系業種への需要増加が生じる。次に、それらと連関する他の業種（例えば、鉄鋼等の建設資材を生産する部門、建設資材の輸送を行う部門等）に対する需要の増大へと波及的に影響する。この効果は、経済循環のプロセスを通して乗数的に拡大し、経済システム全体へと波及していく。

これに対し、「施設効果」は、施設の供用が開始された後で、施設が実際に利用され、機能することによる効果であり、労働力や資材を投入して形成された社会資本ストックとしての施設が、長期にわたり発揮する効果である。例えば、交通社会資本の整備により新たな交通サービスが提供されようになると、利用者は、以前よりも移動に要する時間や費用を節約できる。利用者に発生した効果の大半は、それらの経済活動を通して、経済システムの各側面に波及して効果を及ぼす。また、交通サービスを運営する主体にも、料金収入の変化等の効果が発生する。さらに、交通施設の沿線の住民にも、騒音、大気汚染等の環境の変化というかたちで影響が及ぶ。これらの効果（影響）は、施設が供用され

図 1 - 2 : 事業効果と施設効果



ている限り、継続的に発生する。

このうち、前者の「事業効果」は、社会資本の施設としての機能とは直接関係なく、どのような社会資本整備に際しても必ず発生する上、現実の経済社会に対する影響も決して無視できない効果である。しかし、社会資本整備の最大の目的は、もちろん、社会資本そのものを国民生活の基盤として機能させることによって、中長期的に国民経済を向上させること、すなわち、「施設効果」を発揮させることである。従って、費用対効果分析（費用便益分析）を行うに際しては、通常、「事業効果」は考慮せず、この「施設効果」のみを分析の対象とし、事業に要する費用との比較を行う。

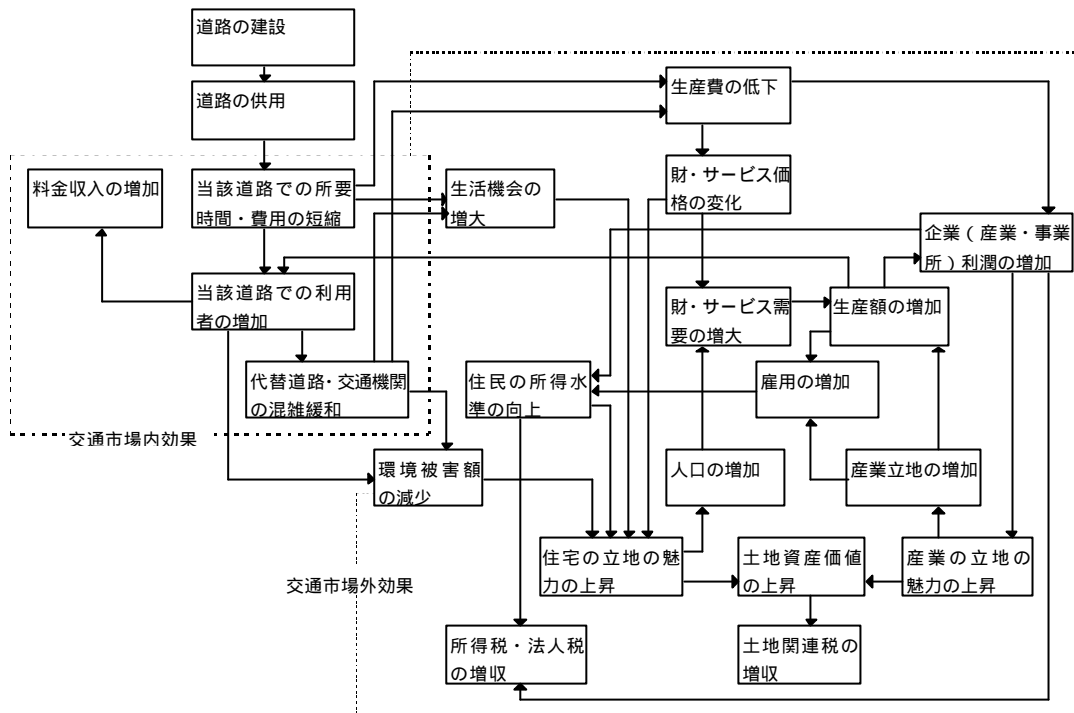
（２）プロジェクトの効果とその波及

交通社会資本が整備されると、単に交通条件が向上するのみならず、多数の経済主体に対して様々な効果が波及的にもたらされる。

新しい道路が新規に整備されたケースを考えてみよう。道路の供用が開始されると、まず道路サービスを利用することによる効果が発生する。利用者は、以前よりも移動に要する時間を節約でき、走行に要する諸経費（燃料費等）も節約できる。また、走行が快適になり、安全性が向上するという効果もある。このように、当該道路の利用者は、道路利用に際して負担する金銭的・時間的・心理的費用を節約することができる。当該道路以外の道路利用者も、新たな路線の開通により、混雑が緩和され、走行時間・費用の節約による効果を受ける。こうした、交通市場内で発生した直接的な効果は、市場メカニズムを介し、経済社会の多方面に波及する。道路輸送にかかる費用が低下すると、その道路を使って輸送される材料・製品の価格が低下し、企業の生産性が向上し、利潤が増加する。また、道路整備によって、従来より遠方より顧客を集めることができ、商圈が拡大して市場競争力が増加する。このように、道路の開通した地域の産業・家計に優位性をもたらされると、当該地域の立地上の魅力が増し、新たに産業・家計の立地が起り、地域経済の活性化、雇用の増大などの効果をもたらされる。そうした効果は、賃金所得、配当所得の増加を通じ、最終的に地域住民の所得水準を向上させる。

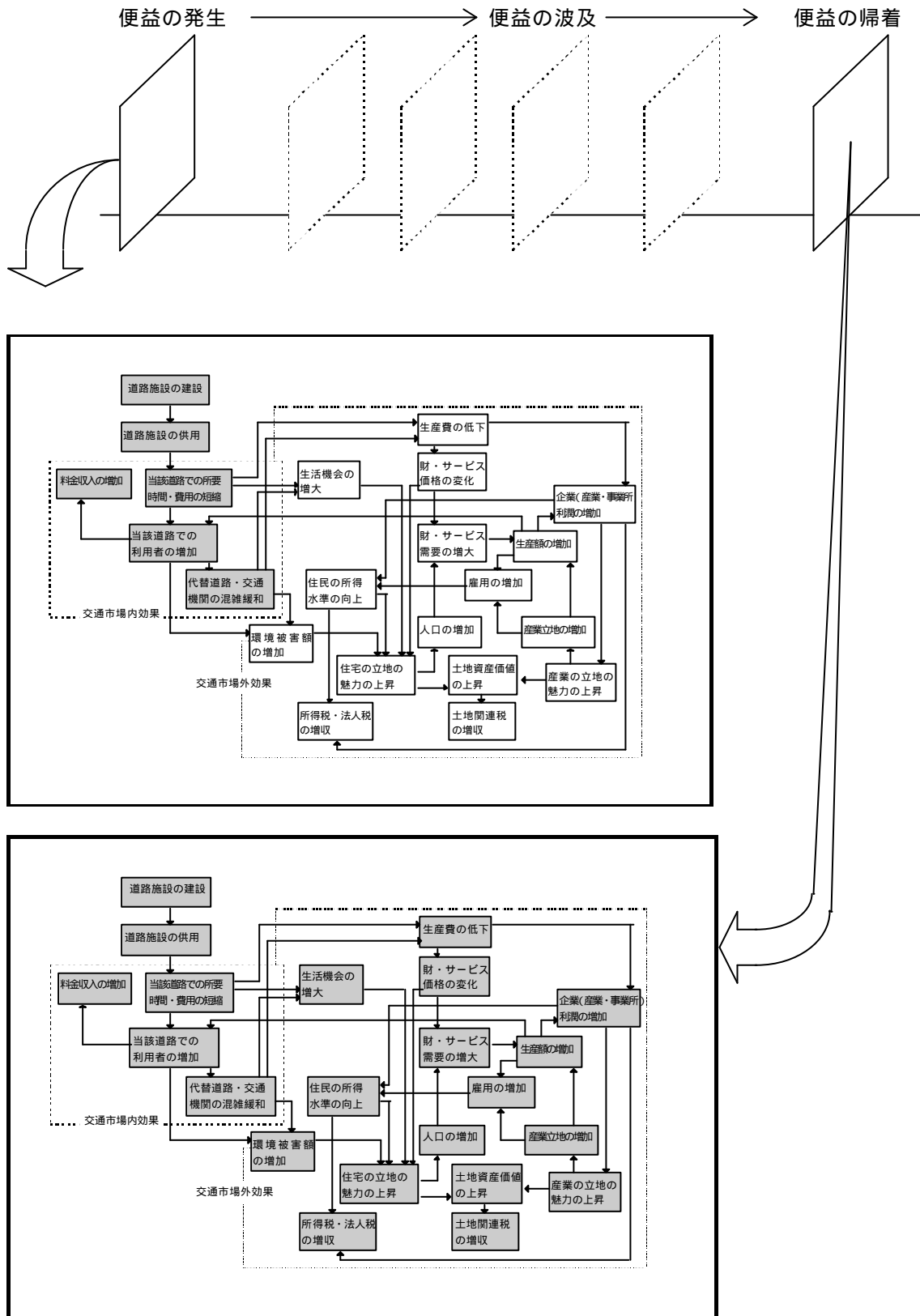
このように、交通社会資本の整備は、交通条件の向上（所要時間の短縮、交通費の削減等）という直接的な効果のみならず、生産性の向上、所得の増大、物価の安定、雇用の拡大等の、市場メカニズムを介して他市場に波及する「波及効果」、及び、騒音・大気汚染等、市場メカニズムを介さずに直接他市場に影響を及ぼす「外部効果」をもたらす。つまり、交通プロジェクトの効果は、必ずしも交通施設利用者の効用を変化させるのみではなく、新たな効果を生じさせ、それを含めて他の主体に効果が波及していくという複雑な構造になっている。

図 1 - 3 : 道路整備による効果の発生から帰着に至る波及プロセスと主な効果



出典：上田孝行(1997)

図 1 - 4 : 便益の発生、波及、帰着



上田孝行(1997)、堤盛人(1997)に基づき作成

このため、総効果（便益）の計測にあたっては、便益の発生から波及、帰着に至る時間軸上の特定の断面で便益を捉え、効果の二重計測がなされることのないよう十分注意することが必要である。

（３）プロジェクト効果の整理

二重計測が回避できているという前提のもとで、「施設効果」は、概ね以下の様に整理することができる。

表 1 - 1 : プロジェクト効果の整理

<p>「総効果」 = 「市場財の効果(A,B,C,D)」 + 「非市場財の効果(E)」 = 「内部効果（交通市場内効果）（A,B,C）」 + 「波及効果（金銭的外部効果）（D）」 + 「外部効果（技術的外部効果）（E）」</p>

市場財の効果	(A)利用者便益 旅行時間短縮、旅行費用減少、旅客快適性向上、乗換利便性向上、車両内混雑緩和等	内部効果 (交通市場内効果)
	(B)供給者便益 運賃収入の増加等 (C)代替道路・交通機関の混雑緩和	波及効果 (金銭的外部効果)
	(D)生産性の向上、雇用・所得の増大、税収の増加等	
非市場財の効果	(E)交通事故減少、 環境改善（大気汚染、騒音、景観、エネルギー等）、 走行快適性の向上、歩行安全性、快適性の向上、 空間の利用、生活機会・交流機会の拡大、 災害時のリダンダンシー等	外部効果 (技術的外部効果)

経済学においては、ある経済主体の活動が他の経済主体の活動に左右されること一般を外部性と呼び、その関係を介して生じる影響を外部効果と呼ぶ場合があることから、(C)の「代替道路・交通機関の混雑緩和」便益については、外部効果（技術的外部効果）であるとする考え方がこれまで多くみられる。しかし、代替的な交通サービスの混雑緩和は広義の利用者便益という表現で交通サービスの市場の内部で発生する効果であるとみなす考え方も提示されているため、従来の外部効果という呼び方は必ずしも交通サービスの市場外に及ぶ効果を指すわけではない。混雑緩和の現象だけではなく、交通投資によって交通需要の総量が増大するといういわゆる誘発交通の発生は整備された道路以外の道路の交通量変化としてとらえられる。したがって、交通サービスの市場を整備された当該道路だけでなく、交通ネットワーク全体として捉え、交通市場内効果はそこでの効果ととらえるほうが適切である。

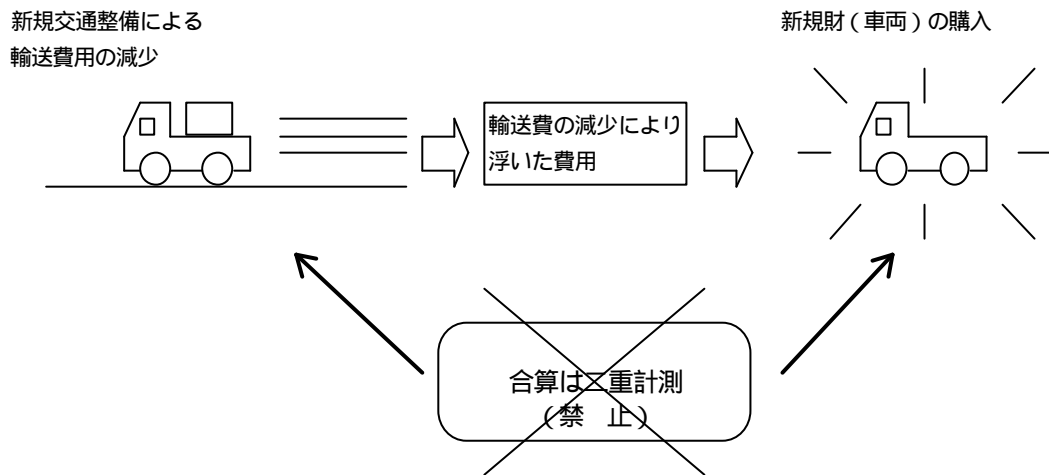
(4) 二重計測の回避

プロジェクトによる効果の総量を分析する際に、最も注意すべきは、便益の二重計測をしてはならないという点である。例えば、交通社会資本の整備に関して言えば、時間短縮便益、走行費用減少便益等の便益を測定して合算する手法が取られているが、こうして算出した便益に、地域開発効果等の便益を別途計測して加算すると、二重計測となることが多い。

新規に道路整備が行われたケースを考えよう。この道路を利用する輸送業者は、目的地により早く到達できるようになり、輸送活動にかかる費用を節減できる。これは、交通社会資本の整備による直接効果である。

次に、この業者が、この費用の減少分を利用し、新規に財（例えば車両）を購入したとする。このとき、直接効果である費用の減少額と、波及効果である財の売上を合算することは、便益の二重計測になる。なぜなら、財の購入原資である輸送費用の減少額は、便益としてすでにカウント済であるからである。

図 1 - 5 : 便益の二重計測



交通条件の向上という直接的な（交通市場内の）効果は、時間とともに別の市場に波及する。そのため、交通市場内及び波及効果の要素それぞれを個別に計測し、それを合算して総便益を求めようとする際には、便益の二重計測をしないよう細心の注意が必要である。

事業による総便益を算出する際、交通市場内の効果及び波及効果の要素それぞれを個別に計測して合算する手法は、便益を二重計測してしまう危険が大きく、実用上問題がある。そこで、事業による便益を、二重計測を回避しつつ分析できる手法の一つとして、「応用一般均衡分析」が提案されている。これは、事業効果が波及する全ての市場の相互関係を、一般均衡理論に基づいたモデルに

よって定式化し、事業による効果とその波及・帰着の状況を総合的に把握する手法であり、便益の二重計測の危険が少ない。（第2章において詳述する。）

しかし、波及効果の及ぶ全市場とその相互関係を、完全に再現するモデルを作成することは、非常に困難である。実際には、単純化のための仮定においてモデルを作成するが、複数の市場を同時に分析することになるため、モデルの構築、データの収集作業等、ある程度の手間がかかるのは避けられない。

ところで、「完全競争の成立する経済では、波及効果は全て相殺され、その合計値はゼロになる。」ことが証明されている。この考え方をを用いると、社会的純便益総額の計測が大幅に簡略化できる。つまり、波及効果が互いに相殺してゼロになるなら、便益の総量を分析する際に、他の市場を考えずに、直接市場（交通サービス市場）における便益の合計値のみを分析すればよい。

森杉壽芳東北大学教授による「ショートカット法」は、この考え方を利用して、交通市場のみから得られる情報で、事業によって発生する便益の総額を推定する考え方である。そこでは、波及効果による交通需要の変化を表現できる一般均衡交通需要関数を用いる必要がある。これに対して、現在、交通社会資本の費用便益分析で一般的に用いられている「消費者余剰アプローチ」は、交通条件以外の変化を反映できない交通需要の推計に基づいている。従って、実務的な方法は、一般均衡的な分析を大幅に簡略化したものであるといえる。

（5）波及効果の相殺

完全競争を仮定すると、社会資本整備による波及効果は全て相殺され、その合計値はゼロになる。このことは、直感的には以下のように説明できる。例えば、完全競争の状態にある経済において、交通市場からの波及効果により、ある市場の財の価格が変化したとする。この場合、その財の売り手は財の価格の上昇により、利益を得るが、財の買い手は、価格の上昇により、売り手が得た利益と同額の損失を被る。よって、差し引きはゼロになる。これが、波及効果を受ける全ての財についてあてはまるため、全体として、波及効果はゼロになる。

もちろん、現実の経済社会は、完全競争の状態にあるとはいえず、価格体系に何らかの歪みがあるセカンドベストの状態にあると考えられる。したがって、間接効果は厳密には相殺されておらず、その影響があることは否定できない。しかし、

現実経済の価格体系の歪みに関する実証的データが十分には得られていないこと

セカンドベストの経済を前提にした便益分析手法が未だ開発途上であること
セカンドベスト経済を前提とした手法が開発できても、データ等に含まれる誤差を考えると、分析精度が必ずしも向上するとは限らないこと。

等の理由により、現在のところ、少なくとも実務上は、完全競争の仮定をおくことによるモデルの単純化、使い勝手の向上等の利益が勝っていると考えられる。

(6) プロジェクト効果の測定

上で述べたように、完全競争の仮定のもとでは、波及効果は相殺されてゼロとなる。重要なのは、あくまでも、波及効果全体として見たときに合計値がゼロとなるだけであり、影響を受ける個々の経済主体にとってみれば、プラスの波及効果を受ける主体、マイナスの波及効果を受ける主体の双方が存在するという事実である。すなわち、経済主体毎に細分化した分析を行うなら、波及効果の分析も同時に行う必要がある。しかし、プロジェクトによる効果の総量のみを分析するだけなら、波及効果は（少なくとも完全競争の仮定のもとでは）無視することができる。

一方、外部効果（マイナスとなる場合もある）については、他の便益との重複を避けつつ、それらのみを合理的に測定できるのなら、別途測定して、総効果と合算することができる。しかし、外部効果の分析手法については、測定の精度等をめぐる議論が、なお現在も行われているものが多く、それゆえ、外部効果の取り扱いについては注意が必要である。

3 . 費用便益分析の手法とその特徴

第2節において解説した通り、交通プロジェクトによる施設効果は、大きく、「市場財の効果」と「非市場財の効果」に分類できる。「市場財の効果」は、さらに、「内部効果（交通市場内効果）」と「波及効果（金銭的外部効果）」に分けられる。また、「非市場財の効果」は「外部効果（技術的外部効果）」とも呼ばれている。本節では、現在までに提案されている、社会資本整備効果の主な分析手法、及び、その特徴につき、上の分類に対応させつつ整理・検討を行う。

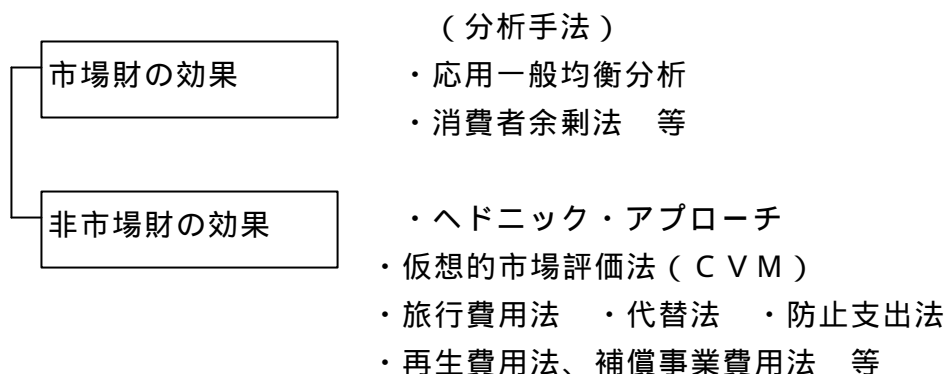
事業による効果の経済分析を行う際に、「市場財の効果」と「非市場財の効果」で最も大きく異なる点は、プロジェクトの効果を、実際に効果の及ぶ市場において、価格の変化として観察できるかどうかという点にある。

「市場財の効果」は、現実には市場が成立している財に対して及ぼされる効果であり、その効果は、具体的に、当該市場における財の需要・供給の変化、及び、それを反映した価格変化として現れる。したがって、対象となる財・サービスの市場を直接分析するのが最も効率的で、信頼度が高い方法である。

これに対し、「非市場財の効果」は、環境など、市場が現実には成立していない財に対して及ぼされる効果であるため、プロジェクトの効果を、市場における価格変化によって直接観察することができない。従って、分析にあたっては、環境変化が現実の資産市場に及ぼす影響をもとに分析を行うなど、効果を実際の貨幣価値に換算する際に、一定の工夫が必要となる。

理論的には、この「市場財の効果」及び「非市場財の効果」をそれぞれ分析した上で、両者を合算すれば、プロジェクトによる総効果を求めることができる。しかし、「非市場財の効果」を分析する手法については、分析精度等をめぐる議論がなお続いているものも多い。実際のところ、交通プロジェクトによる効果の大部分は、直接効果が占めるという議論もあり、現在のところ、まずは「市場財の効果」をきちんと分析したうえで、「非市場財の効果」の合算については、なお慎重に検討を行っていく必要があると思われる。

図1 - 6 : 社会資本整備効果の主な分析手法



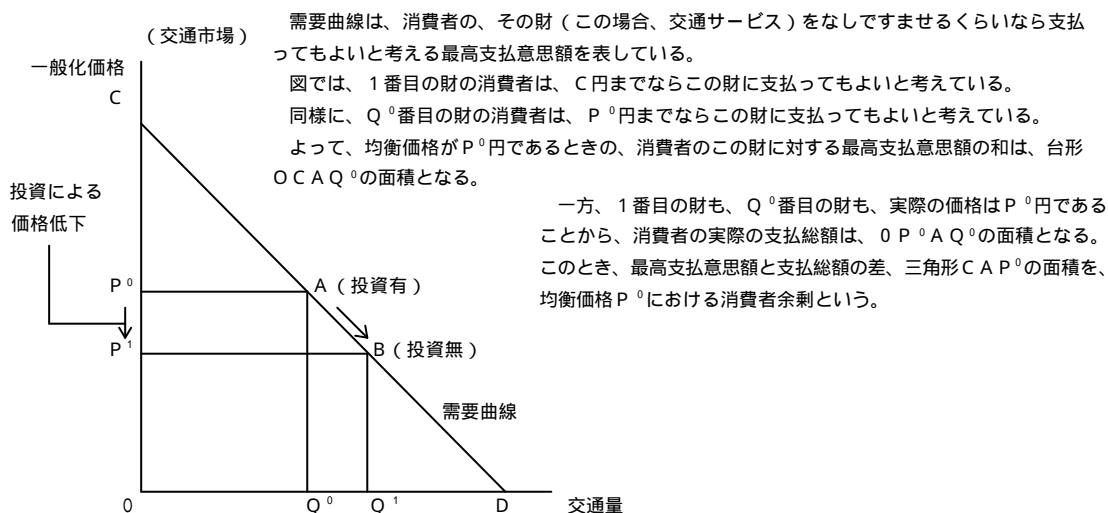
以下では、交通社会資本の整備にあたり用いられることの多い分析手法の概要とその特徴について検討を行った。本章では、市場財の効果分析手法として、消費者余剰法、及び、応用一般均衡分析について、また、非市場財の効果分析手法として、ヘドニック法、仮想的市場評価法（CVM）、について紹介する。

(1) 市場財の効果分析手法

消費者余剰法

現在の交通社会資本の費用便益分析において多く利用されているのが、この消費者余剰法である。この手法では、プロジェクトの実施によって直接に影響を受ける交通サービス市場を分析することによって、プロジェクト実施による効果を測定しようとする。その基本的な考え方を以下に示す。

図1-7：消費者余剰法



今、交通社会資本の整備により、交通サービスの一般化価格が P^0 、 P^1 へ低下したとすると、このとき、消費者余剰は、台形 $P^0 A B P^1$ の面積だけ増加する。この消費者余剰の増加額が、交通社会資本整備の利用者便益を表している。

赤井伸郎・金本良嗣(1999)を参考に作成

交通プロジェクトが実施され、新しい交通施設が供用されると、この交通を利用する利用者にとっては、従来より早く目的地に到着できるようになり（時間短縮便益の発生）、燃料費等、走行に要する費用を節約できるようになる（走行費用節約便益の発生）。これらの事実は、経済学的には、交通サービスの市場における、交通の一般化費用（通常財という価格にあたる）の低下として捉えられる。交通の一般化費用の低下は、消費者余剰の増加をもたらすので、交

通プロジェクトの前後における消費者余剰の増加分を測定することで、交通プロジェクトの効果を計測することができる。

具体的には、まず、プロジェクト実施前の交通量と、交通サービスの一般化価格を求める（点A）。次に、プロジェクト実施後に予想される（増加した）交通量と（低下した）交通サービスの一般化価格を推定する（点B）。最後に、交通サービス市場の需要曲線を直線で近似し、台形公式により幾何的に消費者余剰の増分を計算する。

この手法は単純でわかりやすく、実務においても多く採用されているが、いくつかの疑問が提示されることがある。

まず、消費者余剰という概念について、直感的にわかりやすい尺度であるが、社会的厚生を増加を測定する指標としては、理論的な厳密性に欠けているという問題が指摘されることがある。まず、消費者余剰の変化が、効用水準の変化を貨幣換算したものであるとみなせるのは、厳密に言えば、所得効果が存在しない場合¹などに限られる。また、消費者余剰を求める際に、需要曲線の左側の面積を積分によって求めることとなるが、この積分値は、積分をとる経路によって異なった値を示してしまうことが指摘されている。これを、積分の経路依存性の問題という。

こうした問題を避けるため、厚生指標としては、消費者余剰ではなく、等価変分（EV）や補償変分（CV）など、別の指標を用いるべきだとする意見もある。しかし、消費者余剰は等価変分や補償変分の近似値として用いることができ、近似による誤差は、需要曲線を推定することによる誤差よりはるかに小さいと言われている。従って、消費者余剰の概念を用いることによる、実務上の問題は少ないと考えられる。

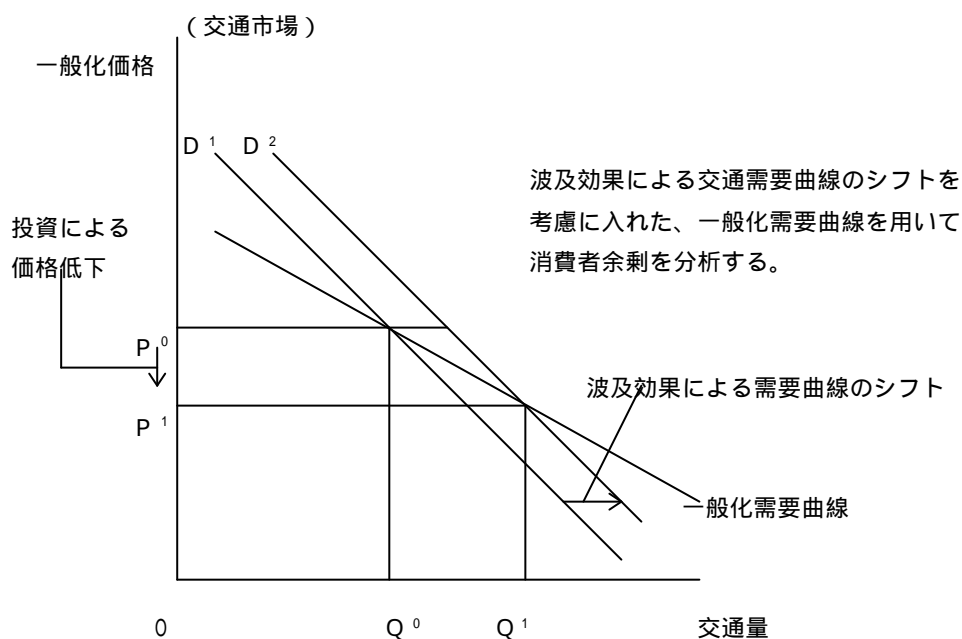
次に、プロジェクトにより影響を受ける多くの市場のうち、交通市場を分析するだけで、効果の測定もれはないのかという疑問が提示されることがある。この問題については、前節にて述べたように、完全競争の仮定のもとでは、波及効果は全体として相殺されるため、内部効果（交通市場内効果）を分析すれば、市場財の効果についてはもれなく測定することができる。

ところで、交通プロジェクトの効果を、交通市場において、波及効果を含めて分析を行う際、より厳密には、交通市場からの波及効果によって、他市場における需給が変化し、それがさらに交通市場に影響を及ぼす、いわゆる「誘発需要」を考慮に入れる必要がある。そのためには、誘発需要による需要曲線のシフトを含めた一般均衡需要曲線を推定して用いる必要がある。

¹ 所得効果が存在しない場合とは、交通需要が利用者の所得水準から影響を受けない場合とも言い換えることができる。このとき、消費者余剰の測定に用いられる需要曲線と、補償需要曲線は一致し、 $EV = \text{消費者余剰の増加分} = CV$ が成立する。

このことを実務に即して考えると、波及効果を明示的に考慮するためには、プロジェクト後の交通需要を推計する際に、誘発需要まで考慮した推計を行う必要がある、ということである。すなわち、プロジェクト効果を波及効果まで含めて正確に測定できるかどうかは、将来交通量を推計する段階で、いかに正確に誘発交通量を推計できるかどうかにかかっている、と言える。

図 1 - 8 : 一般均衡交通需要関数法



赤井伸郎・金本良嗣(1999)に基づき作成

以上のように、いくつかの問題点が指摘されているものの、消費者余剰法は、理論的分かりやすさと、取り扱いの簡単さ、測定精度の高さから、現在のところ、実用性の高い手法ということが出来る。

応用一般均衡分析

消費者余剰法が、交通プロジェクトの効果を、それが直接に現れる市場（交通市場）に着目することで分析する手法であるのに対し、応用一般均衡分析は、波及効果の及ぶ全ての市場に焦点を当てる。具体的には、家計、企業、交通企業、政府などの各経済主体の行動原理を仮定した上で、一般均衡理論にもとづいてモデル化を行い、プロジェクトの効果を、効果の波及過程を明らかにしたうえで測定しようとする手法である。この方法は、波及効果の及ぶ全ての市場

を分析するため、発生する便益の主体別配分や、地域別配分といった、より多くの情報を得ることができる。その反面、モデルが大規模、かつ複雑になってしまう等の欠点が指摘されている。

(第2章において詳述する)

(2) 非市場財の効果分析手法

「非市場財の効果」は、環境など、市場が現実には成立していない財に対して及ぼされる効果であるため、プロジェクトの効果を、市場における価格変化によって直接観察することができない。従って、分析にあたっては、環境変化が現実の資産市場に及ぼす影響をもとに分析を行うなど、効果を実際の貨幣価値に換算する際に、一定の工夫が必要となる。

「非市場財の効果(技術的外部効果)」のうち、交通社会資本の費用便益分析において用いられることの多い計測手法としては、以下のような手法がある。これらの手法は、評価対象となる財の市場を観察し、その情報を利用することができないため、評価対象財の市場における情報を直接利用する「市場財の効果」の計測に比べ、分析精度上不利であるとも言われている。

ヘドニック法

交通施設が新設されると、施設の周辺地域には、騒音や大気汚染等の環境の変化が発生するが、こうした環境変化は、地域の地価に影響を与える。周辺環境など、立地特性が地価に反映されるとする考え方を「資本化仮説」という。ヘドニック法は、この「資本化仮説」にもとづいて、環境条件の違いがどのように地価や住宅価格の違いに反映されているかを観察し、それをもとに環境の価値の分析を行う方法である。

例えば、面積、交通条件、都心からの距離等の条件が同じであり、市場価格が同一である2件の住宅を考える。ここで、一方の住宅の近隣環境が、交通施設の新規整備の影響を受けて変化した結果、両者の市場価格に差が発生したとする。このとき、2件の住宅の市場価格差は、交通施設の整備による環境変化の価値を反映していると考えられるため、この価格差をもって、交通施設の新設による環境条件の変化の便益とみなす考え方である。

ヘドニック法による分析には、二つの枠組みがある。一つは、環境が変化する前と後の地価を比べる方法であり(時系列分析)、もう一つは、同一時点で環境条件の異なる地点を比較する方法(地域間分析)である。実際には、費用便益分析は、プロジェクトを行う前に投資の妥当性を判断するために行うことが多いこと、投資の前後で生じる様々な経済情勢等の変化の中から、プロジェクトの効果のみを抽出することは、非常に困難であることなどから、後者の方法が用いられることが多い。

具体的には、ヘドニック法は、地価を被説明変数とし、これを説明する公共財や環境質を変数とする「付け値関数」を推定し、そのパラメーターから公共財や環境質の価値を推計しようとする。前提としては、公共財や環境質が地価や住宅価格に反映されるという仮説（キャピタリゼーション仮説）が成立している必要がある。

キャピタリゼーション仮説が成り立つためには、以下の仮定が成立することが必要とされている。

地域内外から自由に移動でき、しかも移動費用がかからない（オープン）
消費者が同質的（同じ効用関数と所得を持つ。）

また、ヘドニック法は一般に過大推定となる傾向があり、正しい便益評価を与えるためには、以下のいずれかの条件が満たされる必要がある。

プロジェクトの行われる地域が小さい。
プロジェクトのもたらす整備水準の変化が小さい
土地と他の財の間に代替性がない

これらの条件が満たされる場合には、ヘドニック法で推計した便益と、等価変分（EV）は一致する。

また、多重共線性の問題も指摘されている。多重共線性とは、説明変数間に高い相関がある場合、それらはほとんど同じ動き方をし、個々の回帰係数が定まりにくくなる（推定された回帰係数の分散が異常に大きくなる）現象をいう。ヘドニック法は、地価に影響を与えると考えられる道路、公園、地域の大気などの居住環境の質の評価には適しているが、地価に影響を与えない貴重な自然、国全体に影響を与える環境悪化等の評価には使えない。また、ヘドニック法が正しい結果を導くかどうかは、様々な制約条件の成立に依存しており、測定精度に関しても、市場財の評価に用いられる各手法に比べ、一般に不利であると言われている。

仮想的市場評価法（Contingent Valuation Method：CVM）

仮想的市場評価法（以下、CVMと略す）は、人々に、プロジェクトによる環境の変化等について説明した上で、環境を向上させるために最大いくらまで支払っても良いか（Willingness to Pay：WTP）、もしくは、環境が悪化するの

と引き替えに最低いくらの補償を受けたいか (Willingness to Accept Compensation : W T A) を、アンケート等の手法によって、直接的に調査するものである。

すなわち、C V M は、仮想的な市場を設定した上で、その市場における評価額を、人々に直接回答させる手法であり、回答者が正しく回答していれば、回答額を支払って対象財を受け取った場合の効用水準 (もしくは回答額を受け取って対象財をあきらめた場合の効用水準) ともとの効用水準が等しくなり、その回答者にとって、W T P は補償変分 (C V) と、W T A は等価変分 (E V) と理論上等しくなる。

C V M の最大の特長は、回答者に仮想的な市場を提示することができれば、他の手法によって評価することのできないあらゆる財の評価が理論上可能であり、オプション価値や存在価値等の非利用価値も計測することができる点である。このため、アメリカでは自然環境へのダメージに対する損害賠償額の評価手法として注目され、N O A A (海洋大気局) が C V M に対して肯定的な見解を示すとともに、C V M の使用に当たってのガイドラインを公表しており、政策にも取り入れられるに至っている。²

しかし、「人は仮想状態において、自分の経済的選好を正しく理解できない。」として C V M の使用に反対する学者も少なからず存在する。また、C V M の実施に際しては、仮想市場の設定や質問の方法によって、様々なバイアスが発生することが指摘されている。C V M による便益測定値の信頼度は、こうしたバイアスを、いかにして除去できるかどうかにかかっていると言える。

² エクソン社のタンカー、バルディーズ号が起こした大規模原油流出事故をきっかけに、1990年制定された、油濁防止法 (The Oil Pollution Act) に、自然資源の損害も補償することが明記され、C V M の信頼性を巡る論争が起きた。これに対し、NOAA はノーベル経済学賞受賞者である Allow と Solow を議長とする委員会を設置し、NOAA が示したガイドラインに従った評価結果であれば、C V M はダメージ評価にあたって信頼できるベンチマークをもたらすとの結論を発表した。NOAA のガイドラインの詳細、及び、C V M に含まれるバイアスの問題の詳細等については、建設政策研究センター(1997)を参照。

補論：マーシャルの消費者余剰（CS）、等価変分（CV）、補償変分（EV）について

社会資本整備による社会的厚生の上昇を客観的に判断するためには、厚生変化を何らかの方法で貨幣価値に換算して捉える必要があり、そのための考え方として、いくつかの概念が提案されている。経済学においては、厚生変化を貨幣測度で評価する場合、その厚生変化による個人の効用水準の変化と同等の効用水準の変化をもたらす所得の変化量を、便益の貨幣的測度とする場合が多く、貨幣的測度として、補償変分（Compensating Valuation: CV）、等価変分（Equivalent Valuation: EV）が提案されている。社会資本整備による社会的な厚生の上昇は、個人のCVあるいはEVを合計したものと捉えることができる。

ある個人の効用が社会資本の整備により上昇するケースを考える。このとき、社会資本を整備して効用が上昇するのと引き替えに所得を減少させたところ、結局もとの効用と同じ水準になったとする。このときの所得減少額をCVという。逆に、社会資本を整備せず、その代わりに所得を増やしたところ、事業を実施した場合と同じだけ効用が上昇したとする。このときの所得増加額をEVという。

図補 - 1：マーシャルの消費者余剰・等価変分・補償変分の関係

価格が p_0 、 p_1 と変化するとき

$CV = p_0 ACp_1$ の面積

$CS = p_0 ADp_1$ の面積

$EV = p_0 EDp_1$ の面積である。

よって、 X が正常財なら

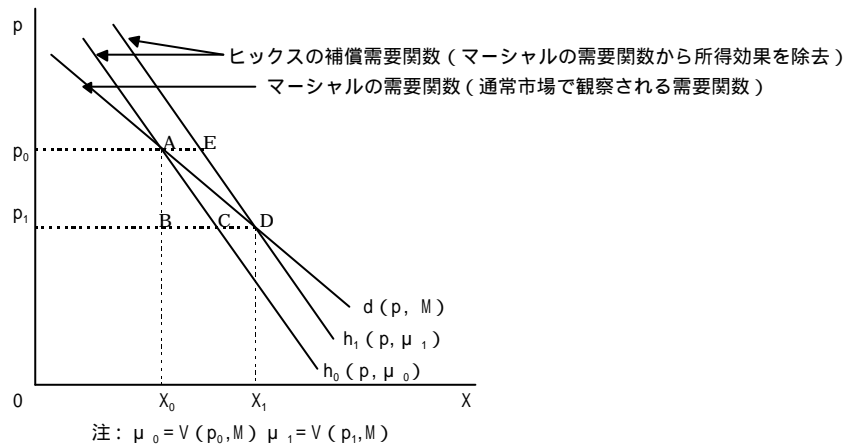
$CV < CS < EV$

が成立する。

特に、所得効果が存在しない時、

$CV = CS = EV$

である。



消費者余剰アプローチは、実際の需要曲線から CS を測定するものである。

これに対し、応用一般均衡アプローチでは、より理論的に厳密な EV または CV を式で定義して求めている研究が多い。

この両者の違いは、所得効果（交通社会資本整備なら、利用者の所得の変化による交通サービスの需要の変化）が小さい場合には、実務上問題にならない場合が多い。

出典：奥野正寛・鈴村興太郎(1985)

EV、CVは、理論的に厳密な厚生変化の貨幣的測度であることがわかっている。ただし、実際の計測は、下に述べるマーシャルの消費者余剰に比しやや手間がかかる。

便益の変化を金銭換算して捉える考え方として、このほかに、マーシャルの消費者余剰（Consumer's Surplus：CS）の変化量が使われることも多い。これは、消費者が、その財をなしですませるくらいなら支払っても良いと考える最高支払い許容額から、実際にその財の購入のために支払った額の合計を差し引いたものであり、マーシャルの需要関数の左側の面積として表すことができる。CS、EV、CVの関係を図補 - 1 に示す。

CSは直感的に理解しやすい上、容易に計測が可能であるが、いくつかの理論的欠陥が指摘されている。まず、CSの変化が、効用水準の変化を金銭換算したものであると見なせるのは、厳密に言えば、所得効果が存在しない場合のみに限られる（このとき、 $CS = EV = CV$ が成立する）。また、CSは需要曲線の左側の面積を求めるもので、需要曲線を投資前の価格から投資後の価格まで積分したものであるが、この積分値は積分をとる経路によって異なった値を示してしまうことが知られている。これを径路依存性の問題という。このような問題を内包しているが、マーシャルの消費者余剰は、計測の容易さから、EV、CVの近似値として広く用いられている。これは、これらの問題に伴う誤差は、通常、需要曲線の推定に伴う誤差よりはるかに小さく、実務上ほとんど問題にならないと考えられているためである。

第2章 応用一般均衡アプローチについて

こうした、交通市場内で発生した直接的な効果は、市場メカニズムを介し、経済社会の多方面に波及する。道路輸送にかかる費用が低下すると、その道路を使って輸送される材料・製品の価格が低下し、企業の生産性が向上し、利潤が増加する。また、道路整備によって、従来より遠方から顧客を集めることができ、商圈が拡大して市場競争力が増大する。このように、道路の開通した地域の産業・家計に優位性がもたらされると、当該地域の立地上の魅力が増し、新たに産業・家計の立地が起こり、地域経済の活性化、雇用の増大などの効果もたらされる。そうした効果は、賃金所得、配当所得の増加を通じ、最終的に地域住民の所得水準を向上させる。

以上のように、プロジェクトにより発生した効果は、市場を介して複雑に相互依存する経済主体の間を連鎖的に波及していき、最終的には、国民所得を向上させるという形で帰着する。こうした一連の効果の波及プロセスを、ミクロ経済学の分野で発展してきた一般均衡理論に基づくモデルを利用して描写し、最終的に、どの経済主体にどのような効果が帰着するのかを把握する目的で考案されたのが、応用一般均衡（Computable General Equilibrium: CGE）アプローチによるモデル分析である。

1．先行的なモデル分析

社会資本整備による様々な効果の相互関係を経済モデルによって表現し、効果の全体を把握しようとする試みとしては、従来からも、計量経済学からの視点による「地域間計量経済分析」や、産業連関表を利用する「地域間投入・産出分析（産業連関分析）」等が研究されてきた。

計量経済分析とは、実際の統計データを経済理論に基づくモデルに適用することで、具体的な経済現象に関する相互依存関係を、統計的手法によって数式化し、分析しようとする考え方である。また、産業連関分析は、経済システムを、産業部門、最終需要部門、及び、付加価値部門に分類し、主に、ある技術的な仮定のもとで、最終需要額を生産するために必要な均衡産出額を、各産業部門ごとに決定しようとする。

いずれにおいても、基本的な考え方は、社会資本整備を行う場合の経済システムと、行わない場合の経済システムを比較することで、社会資本整備により経済社会にどれだけの効果がもたらされたか捉えようとするものである。主に、地域間・産業間の相互依存関係を考慮しつつ、プロジェクトの効果を分析するために用いられてきた。

これらの先行的なモデル分析の特徴としては、その多くにおいて、供給制約を明示的に考慮しない（需要が供給を規定するという）ケインズ型のモデルとなっている点がある。このため、乗数効果が大きくなり、便益が過大推計されやすい傾向がある。これを避けるためには、需要サイドと供給サイドの双方を

同時に推定することが必要であるが、それらの方程式の同定はデータの制約上困難とされる。

応用一般均衡分析では、こうした問題を避け、供給制約を明示した形で分析を行うことができる。反面、応用一般均衡分析では、データの制約上から、統計的手法を用いてモデルのパラメータを推定することが困難である（先行的なモデルでは、一般的に、既存の時系列データなどから統計的手法を用いてパラメータを推定している。）などの問題¹が存在する。

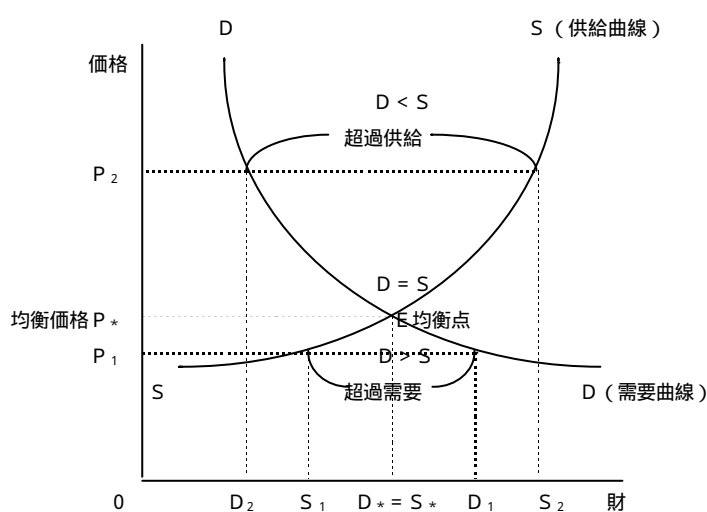
2. 一般均衡モデル分析の便益評価への応用

応用一般均衡分析の理論は、市場競争と一般均衡理論の考え方に基づいて構築されている。ここでは、その基礎的な考え方について解説する。

ミクロ経済学では、家計の財・サービスの消費活動・企業の財・サービスの生産活動といった個々の経済主体の行動に主に焦点を当て、その活動から導かれる需要曲線・供給曲線を用い、市場における均衡を分析することで、価格決定のメカニズムや、資源の最適配分に関わる様々な問題を分析する。

市場における均衡を分析する際の基本的な考え方は以下の通りである。

図 2 - 2 : 単一市場の均衡



出典：西村和雄(1986)

他の市場の影響を考えないで、ある特定の1つの財（サービスを含む。以下、特に断りのない限り、単に「財」とする）の市場を考える（図 2 - 2）。市場に参加する個々の経済主体（企業、家計など）は、市場における財の価格を観察した上で、財の需要量・供給量を決定する。もし市場において需要が供給を上回る状態、すなわち、図の で示すように超過需要が存在する状態であるな

¹ モデルのパラメータ推計に関する問題の詳細については、本章第7節を参照。

ら、品不足が生じ、需要者はより高い価格を払ってでも財を手に入れようと行動するため、価格は上昇する。逆に、供給が需要を上回る状態、すなわち、図の で示すように超過供給が存在する状態なら、財の売れ残りが生じ、供給者は価格を下げて売れ残りを少なくするよう行動するため、価格は低下する。このように、個々の経済主体が財の価格をもとに競争的に行動する結果、最終的には、当該市場における需要と供給が一致する水準に価格が調節され、図の状態になる。すなわち、市場において「均衡」が成立する。このしくみを「競争的価格メカニズム」というが、これが有効に機能するためには、以下の条件を満たすことが必要とされる。

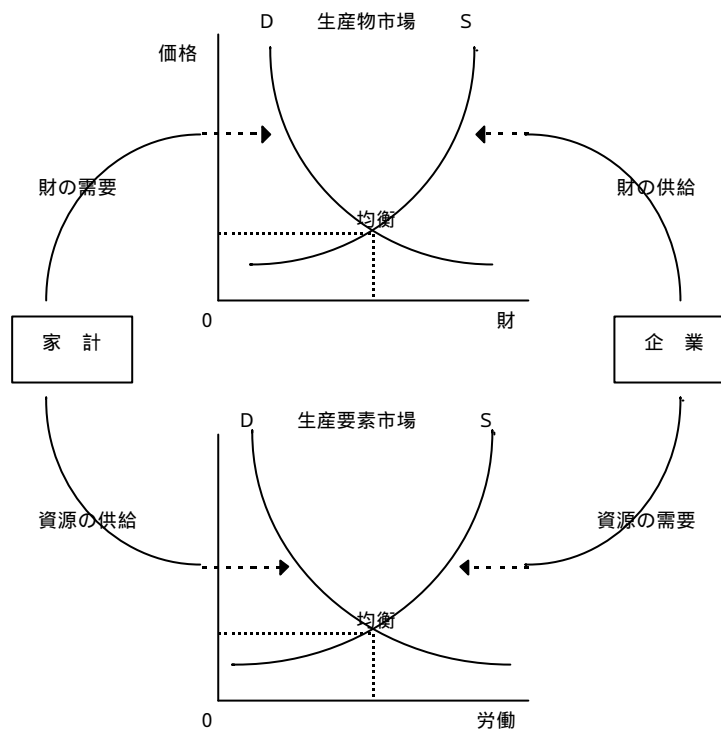
- ・ 個々の経済主体は、他の経済主体に与える影響を考慮せず、価格を所与として合理的に行動する。
- ・ 同種類の財を作る生産者の生産物は同質である。
- ・ 経済主体は多数存在し、個々の取引量は全体に比べて十分小さい。
- ・ 個々の経済主体は、市場価格や財の特性について完全な情報を持っている。
- ・ 市場への参入・退出は長期的に自由である。

現実の経済社会には極めて多くの財が存在するため、分析対象となる市場も多数存在する。そして、それぞれの市場は複雑に関係し合い、相互に影響を及ぼしあっている。しかし、上記の条件が成立する限りにおいて、「競争的価格メカニズム」は、どの市場においても有効に機能する。そして、各市場でこうした適応調節が行われる結果、最終的に全ての財・サービスの市場において均衡が成立すると考えられる。この状態を「一般均衡」と呼ぶ。

ところで、経済学において市場を分析する際、単純化のため、他の市場との相互依存関係を考慮せずに、特定のある1つの市場に焦点を当て、その価格と需要量・供給量の関係を分析することを部分均衡分析という。図2 - 2における分析は、特定の1つの市場について分析を行う部分均衡分析の例である。

これに対し、複数の財の市場を、その相互依存関係を考慮しつつ同時に分析することを一般均衡分析という。その枠組みを、以下において簡単に説明する。家計、企業の2つの経済主体と、生産物（財）市場、生産要素（労働）市場の2市場から成る、単純化された経済における一般均衡を図2 - 3に示した。

図 2 - 3 : 複数市場の均衡



出典：武藤慎一(1998)

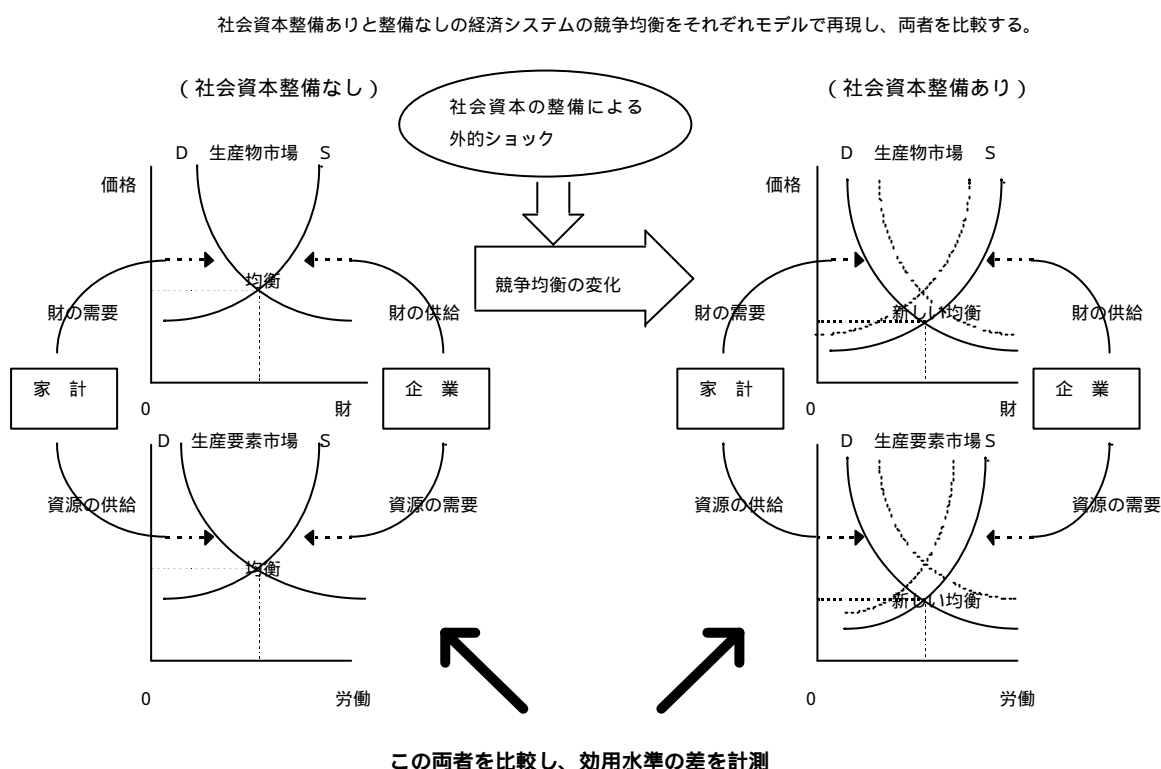
図の上半部では生産物の取引関係が示されている。企業の生産物は、生産物市場を通して企業から家計へ流れる。その裏には、家計から企業へ、生産物の対価としての貨幣の流れが存在する。生産物市場は、生産物の需要と供給が一致する価格で均衡する。一方、下半部では生産要素の取引関係が示されている。生産要素は、生産要素市場を通して家計から企業へ流れる。その裏には、企業から家計へ、生産要素の対価としての貨幣の流れが存在する。生産要素市場は、生産要素の需要と供給が一致する価格で均衡する。こうして、相互に関連する各市場において競争的価格メカニズムが機能する結果、全ての市場で均衡が成立する「競争均衡」が達成される。

このように、経済が「競争均衡」の状態にあるときは、全ての市場において、資源が最も効率的に配分されるように生産、消費が行われており、その結果、その経済における社会的厚生が最大化していることが知られている。これを「パレート最適」の状態という。「パレート最適」とは、ある経済主体の効用を高めるためには、他の経済主体の効用を必ず減少させなければならないという状態であり、この意味で、社会的効率性が最も高い状態となっている。

応用一般均衡分析は、こうした一般均衡分析の考え方を社会資本の整備効果の測定に適用するものである。社会資本の新規整備は、競争均衡の状態にある経済システムへの新しい外的ショックと捉えることができ、その影響は、図 2

- 1で示したように、各市場における均衡価格の変化を介して各経済主体に波及する。しかし、各市場において、それぞれ競争的価格メカニズムが機能することにより、最終的には、全ての市場で需要と供給がバランスした新しい均衡状態が達成される。従って、社会資本整備を行う場合の経済システムと、行わない場合の経済システムを、それぞれモデルを用いて表現し、両者を比較して、社会的な効用水準の差を計測することにより、社会資本整備により経済社会にどれだけの便益がもたらされたかを捉えることができる。これが、応用一般均衡分析による便益評価の基本的な考え方である。

図 2 - 4 : 応用一般均衡分析



武藤慎一(1998)に基づき作成

実際に応用一般均衡分析を行う際には、各市場の需要関数・供給関数を推定し、価格を変数とした数式を使って経済モデルを作成する。そして、各市場における均衡（需要 = 供給が成立している）条件をもとに、それらを連立方程式として解き、一般均衡（価格）解を求めるといった作業が行われる。その作業を、プロジェクトを実施する場合としない場合の両方のケースについて行い、得られた結果を比較して、EV等の概念で定義された社会的便益の増加分を導出する。

3 . 国民経済計算体系

応用一般均衡分析で、プロジェクトが経済社会に与える影響を正確に測定するには、現実の経済社会システムをできるだけ忠実に再現するモデルを作らなくてはならない。そのためには、モデルを構築する連立方程式のパラメータを、現実の経済に適合するよう設定する必要がある。応用一般均衡分析では、パラメータの推定を行うに際し、国民経済計算体系における産業連関表のデータが用いられる。

国民経済計算体系とは、一国の経済の生産・消費・投資というフロー面の実態や資産・負債というストック面の実態を包括的に描写し、国民経済の活動全体を把握するために考えられた、種々の統計的記録手法、及び、統計数値の体系のことであり、下記の5つの勘定体系から構成されている。

国民所得勘定（国民所得表）

産業連関表（投入産出法、I O表）

資金循環表

国際収支表

国民貸借対照表

このうち、応用一般均衡分析と関係の深い、 の国民所得勘定、及び の産業連関表について解説する。

（1）国民所得勘定

国民所得勘定は、ある国の経済が、一定期間に新たに生み出した財・サービスの付加価値額の総額、すなわち国民総生産に焦点を当て、これを生産・分配・支出という経済循環の諸側面から捉えることで、一定期間における国民経済のフローの状況を分析するものである。一般に、国外への経常移転を考えなければ、ある国において一定期間に生産された付加価値の合計（国民総生産）は、必ず家計・企業・政府などいずれかの経済主体に分配され（国民所得）、消費・投資のいずれかの方法で支出される（国民総支出）。このように、国民所得勘定においては、国民総生産は、生産面（国民総生産）、分配面（国民所得）、支出面（国民総支出）のどの視点から見ても同じ値となる。これを「三面等価の原則」という。国民経済の活動を、異なる三面の視点から捉えられるということは、経済の相互依存関係を分析する上で基本的な視点となる。

（2）産業連関表

国民経済を構成する各産業部門は、相互に網の目のように結び付き合いなが

ら、最終需要部門に対して必要な財・サービスの供給を行っている。ある一つの産業部門は、他の産業部門から原材料や燃料等を購入（投入）し、これを加工（労働・資本等を投入）して別の財・サービスを生産する。そして、その財・サービスを別の産業部門における生産の原材料等として、あるいは家計部門等に最終需要として販売（産出）する。このように、国民経済における各産業部門は「購入 - 生産 - 販売」という関係によって連鎖的につながり、最終的には、各産業部門から家計、政府、輸出などの最終需要部門に財・サービスが供給されて、取引は終了する。このようにして、財・サービスが最終需要部門に至るまでに、各産業部門間でどのような投入・産出という取引過程を経て、生産・販売されたものであるのかを、一定期間にわたって記録し、その結果を行列（マトリクス）の形で一覧表に取りまとめたものが産業連関表である。

図 2 - 5 : 産業連関表の構造

		内 生 部 門				外 生 部 門				
		中 間 需 要			計	最 終 需 要			輸 入	国 内 生 産 額
需要部門 (買い手)	供給部門 (売り手)	2 鉱業	3 製造業	...	A	消 費	投 資	在 庫	輸 入	国 内 生 産 額
		行 列				費	資	庫	B	C
		原材料及び 付加価値の構成 (投入)				出				A + B - C
内 生 部 門	1. 農林水産業									
	2. 鉱業									
	3. 製造業									
	計 D									
外 生 部 門	雇 用 者 所 得									
	営 業 余 剰									
	計 E									
国内生産額 D + E										

出典：総務庁(1994)

産業連関表を部門ごとにタテ方向に見てある列部門の計数を読むと、その部門の財・サービスの国内生産額とその生産に用いられた投入費用構成の情報が得られる。また、部門ごとにヨコ方向に見てある行部門の計数を読むと、その部門の財・サービスの国内生産額がどの部門でどれだけ需要されたかの産出（販売）先構成の情報が得られる。このため、産業連関表は「投入産出表」とも呼ばれている。

(3) 産業連関表のデータとキャリブレーション手法

産業連関表の数字は、ある特定の基準年において、産業部門相互間で財・サービスがどれだけ取引されたかの金銭フロー(財価格×取引量)を表している。すなわち、このデータから、特定の基準年に各市場において実際に取引された財の量・価格の情報を得ることができる。従って、モデルを構成する連立方程式に対し、産業連関表から得られた情報を解とみなして代入し、その解を満足するように、モデルの各パラメータを設定することで、産業連関表の基準年の経済を再現するモデルを作成することが可能である。こうしてパラメータを推定する方法のことを「キャリブレーション手法」といい、応用一般均衡分析を行う際に最も一般的に用いられている。

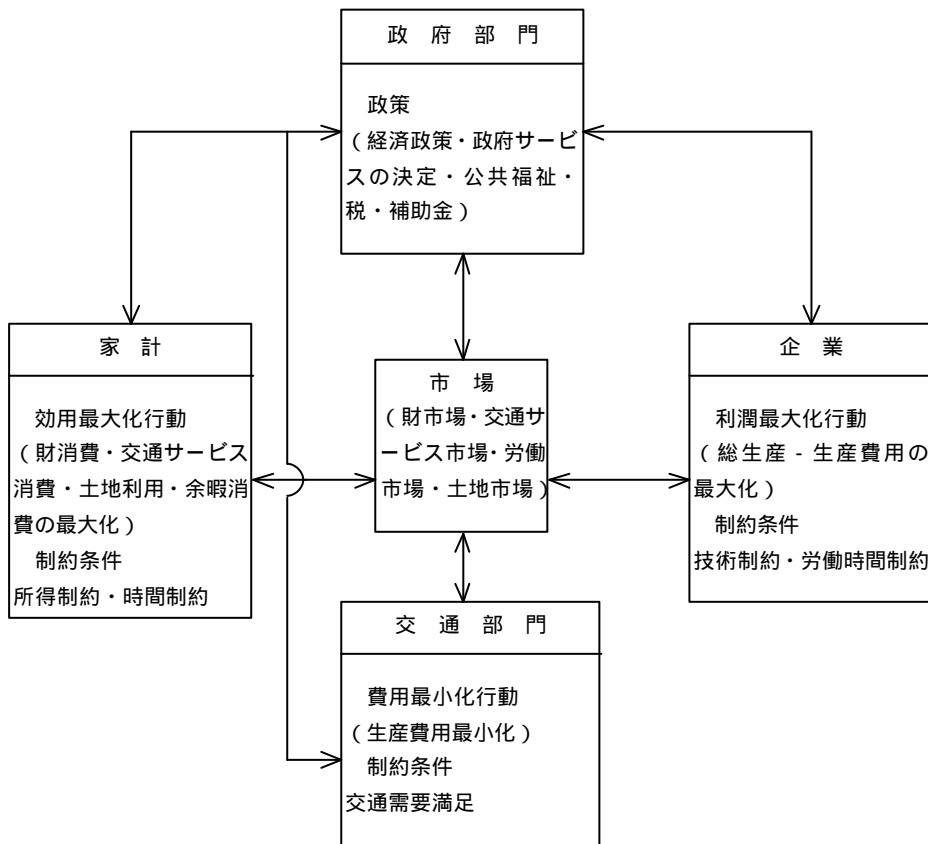
4. 応用一般均衡モデル分析の具体的手順

ここでは、交通社会資本の整備効果を応用一般均衡モデルを用いて分析する場合の具体的な流れを順を追って解説する。ただし、ここで想定しているのは、完全競争が成立している経済社会における、空間を考慮しない単一地域モデルである。

(1) 経済主体の設定

分析対象とする経済主体を設定する。モデルによって異なるが、通常、交通部門・企業・家計・政府部門等を置く。

図 2 - 6 : 経済主体の設定



森杉壽芳・大野栄治(1997)に基づき作成

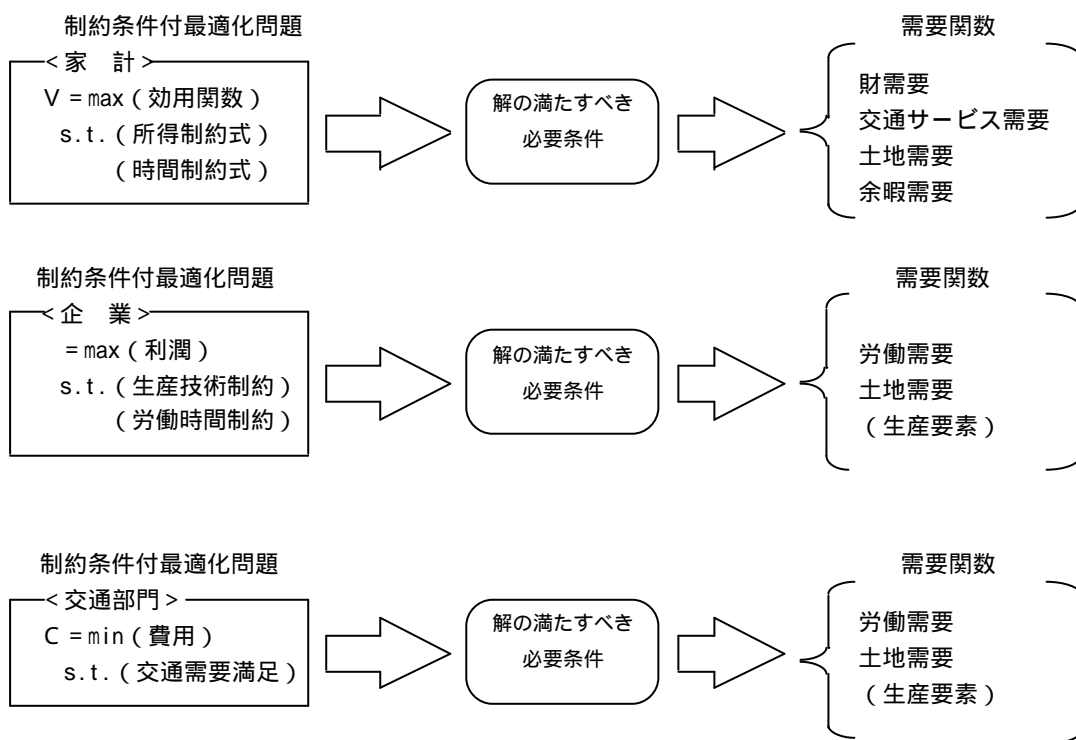
(2) 経済主体の行動モデルの定式化

各経済主体の経済行動を仮定し、数学的に定式化する。例えば、家計は予算制約、時間制約のもとで効用最大化行動を行い、企業は技術制約のもとで利潤最大化 (= 費用最小化) 行動を行うなどとして仮定する。これらの行動は、数学的には制約条件付の目的関数 (効用関数、費用関数) の最適化問題として定式化できる。

(3) 各市場の需要関数の導出

(2) で定式化した制約条件付最適化問題を解き、解の満たすべき必要条件から、各市場において取引される労働、土地等の生産要素・財・交通サービスの需要関数を導出する。

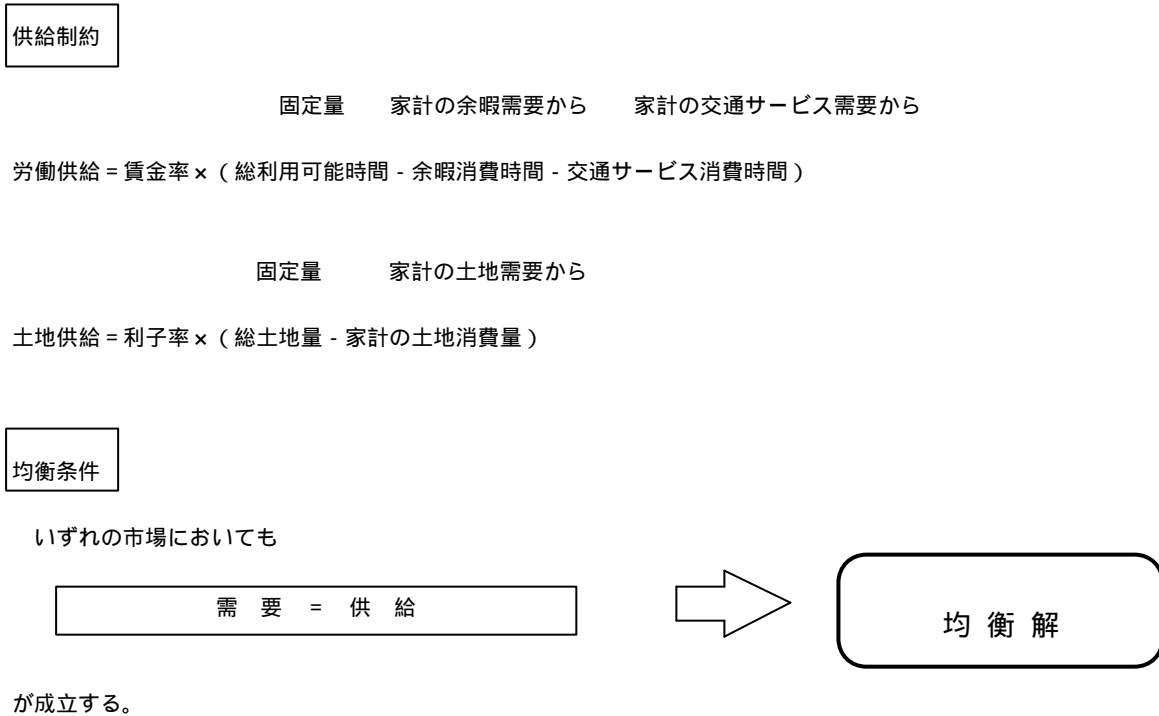
図 2 - 7 : 行動モデルの定式化 需要関数の導出



(4) 各市場の均衡条件の定式化

各財・生産要素の供給制約をもとに、需要 = 供給の関係が成り立つように、市場の均衡条件を定式化し、導き出す。

図 2 - 8 : 均衡条件の定式化



(5) パラメータの推定

(2) ~ (4) の作業により導出されたモデルの条件式のパラメータを、キャリブレーション法により、現実の経済システムに合致するよう推定する。

(6) 数値計算

推定したパラメータを均衡条件式に適用した上で、モデルの均衡計算を行い、各財・生産要素の価格、需要量、供給量を求める。

(7) 社会的便益の計算

(1) から (6) の作業を、社会資本整備ありのケースとなしのケースについて行い、比較する。社会的便益は、等差的偏差 (EV)、補償的偏差 (CV)、消費者余剰の変分 (MD) の概念を用いて定義し、それぞれの均衡解をもとに計算できる。また、モデル計算で得られた情報を主体別に整理し直すことにより、社会的便益・費用の主体別の帰着状況についての情報も得ることができる。

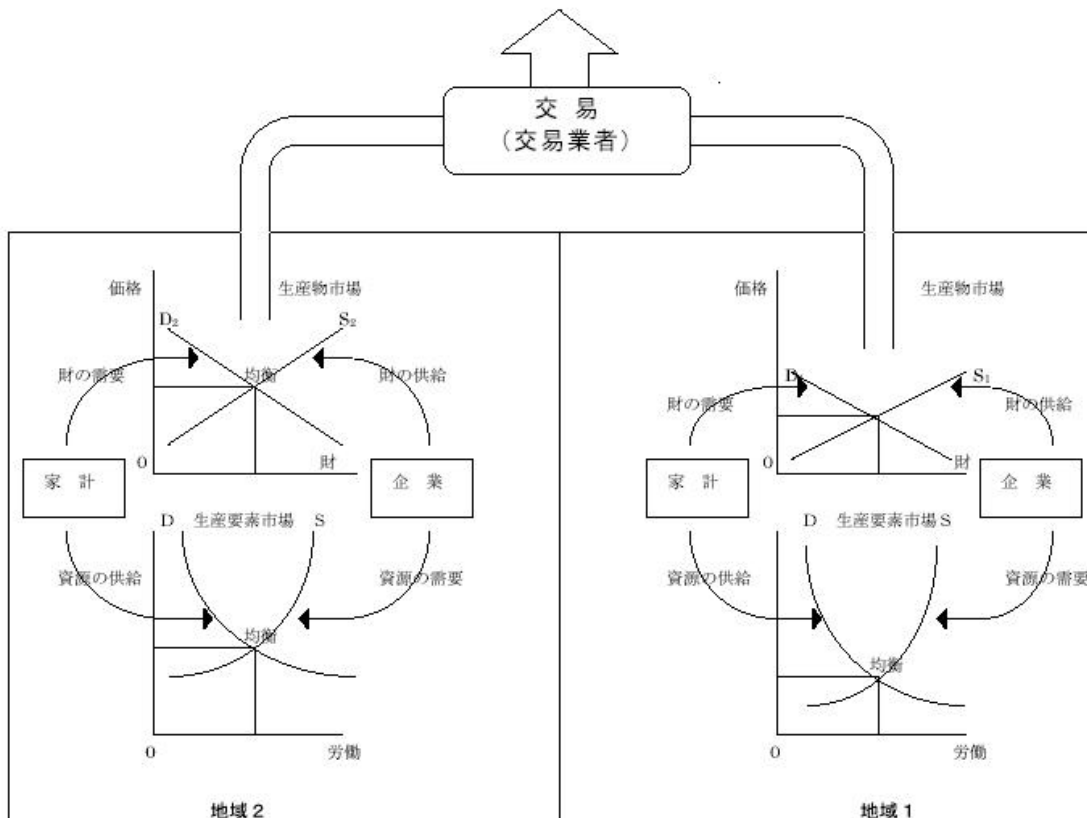
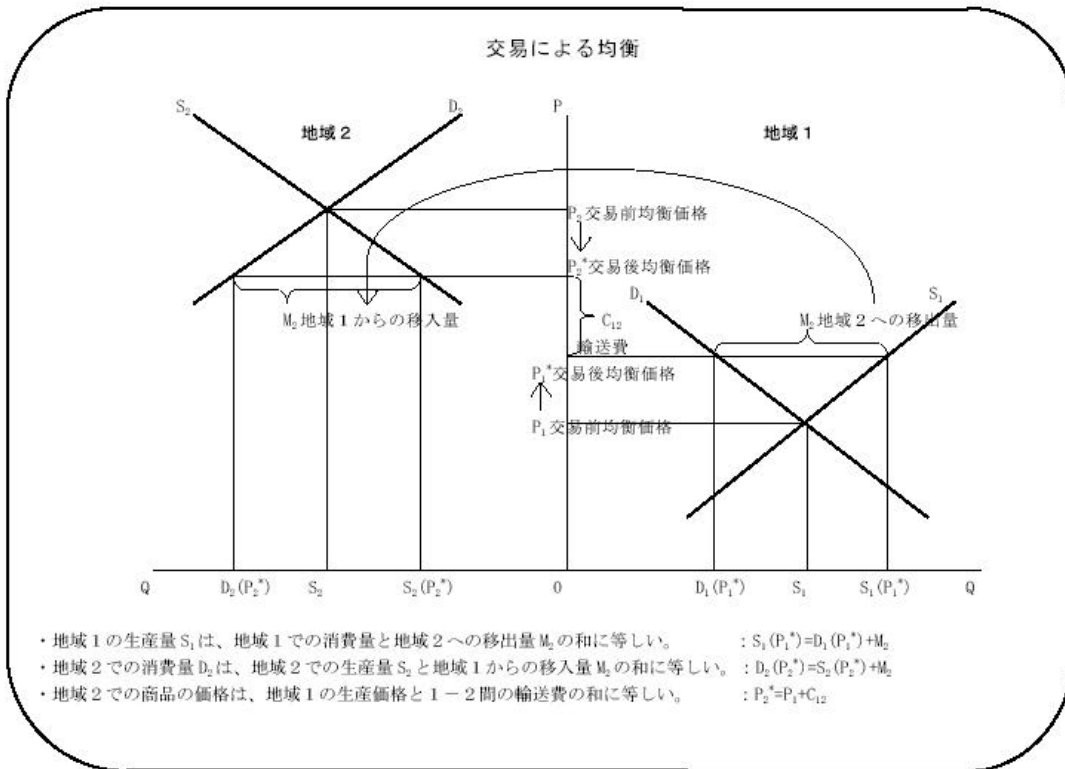
5 . 空間的応用一般均衡分析

ここまでは、経済社会内部における地域性の問題は特に考慮せず、社会全体が空間的に一つであると考えて説明を行った。しかし、実際には、社会資本整備の影響は、経済社会内に均一に行き渡るのではなく、地域的にある程度偏って発生し、帰着すると考えられる。例えば、地域間幹線道路を整備するケースについても、当該道路の沿線地域とそれ以外の地域とでは、当然のことながら、整備によって受ける影響は大きく異なる。こうした問題を考える際に、これまで説明したような、空間を考慮しない応用一般均衡分析では、社会資本の整備による効果が、どの経済主体に帰着するかの情報は得られるが、どの地域に帰着するかの情報を得ることはできない。

これに対し、近年、応用一般均衡モデルを発展させ、空間的問題を明示的に取り扱えるようにした「空間的応用一般均衡モデル」(Spatial Computable General Equilibrium: SCGE)が開発され、研究が行われている。これは、経済社会を複数の地域(ゾーン)に分けて考えた上で、地域相互間の取引を考慮に入れた新しい競争均衡モデルを作成し、そのモデルにより、社会資本整備が行われる前と後の両方の経済システムの競争均衡を再現・比較することで、社会資本の整備効果の経済主体別配分の他に、地域別配分についても明らかにしようとするものである。以下、その基本的な概念を説明する。

まず、経済社会は複数の地域からなり、各地域毎に、家計・企業等の経済主体が活動しているものとする。財・生産要素等の市場も地域毎に成立している。次に、地域相互間で財の取引が行われると考える。輸送業者が取引を仲介し、輸送費を得ている。この設定のもとで、各経済主体が、各市場において価格競争を行い、効用(利潤)最大化行動を行うことで、経済社会がどのような競争均衡に到達するかを考える。

2地域からなる経済における、地域間取引によって達成される競争均衡を以下に示す。地域間で財の取引が可能であるため、財は、価格の安い地域から、高い地域に移出され、生産地の価格に輸送費を上乗せした価格で供給される。両地域の財市場において価格競争が行われる結果、最終的には、両地域における財の均衡価格の差が輸送費に等しくなるように、両市場は均衡する。財市場の均衡が決定されれば、それに基づいて、それぞれの地域における生産要素市場の均衡も決定され、経済システム全体の競争均衡が確定する。こうした一連のしくみは、空間を考慮しない応用一般均衡モデルと同様に、価格を変数とした数式を用いて表現することができる。



宮城俊彦(1997)・武藤慎一(1998)に基づき作成

このようにして、複数地域からなる経済システムの競争均衡をモデル化できれば、あとは、先述の応用一般均衡分析と同様にして、社会資本整備が行われる前と後の両方の経済システムの競争均衡をモデルで再現し、比較することで、社会資本の整備効果を捉えることができる。経済社会を複数地域に分けて考えているため、便益・費用の主体別配分に関する情報の他、地域別の配分に関する情報も得ることができる。

6. 便益帰着構成表

応用一般均衡分析の最大の特長は、プロジェクトの影響を受ける全ての市場の相互関係をモデル化して分析することによって、非常に多くの情報を得ることができる点である。その有効な利用法の一つとして、プロジェクトの実行により発生する便益が主体別、地域別にどのように配分されるかについての情報を整理し、一覧表形式で表せるよう工夫した、便益帰着構成表の作成が森杉壽芳教授らにより提案されている。

便益帰着連関表の例を以下に示す。この例は、空間を考慮しない分析により作成される表の例であるが、地域別の便益・費用の帰着に関する情報を含んだ、地域別便益帰着連関表も、同様にして作成が可能である。

図 2 - 10 : 便益帰着構成表の例

(単位: 億円)						
項目	主体交通事業者	世帯	私企業	地	主政	府合 計
投資額	- 3 1					- 3 1
運営費	- 5					- 5
料金収入	1 2					1 2
交通の便益 (交通価格減少)		2 1	3 7			5 8
交通の便益 (交通時間減少)		1 5	1 9			3 4
財の便益 (価格の変化)		- 3	3			0
土地の便益 (地代の変化)		- 9	- 1 3	2 2		0
労働の便益 (賃金率の変化)		8	- 8			0
補助金	2 4				- 2 4	0
税金		- 2	- 4	- 1 5	2 1	0
合計	0	3 0	3 4	7	3	6 8

森杉壽芳・大野栄治(1997)に基づき作成

便益帰着連関表の各列には経済主体が配置されており、各主体毎に列内の数字を合計したものは、各主体が最終的に受ける純便益額を表している。従って、表をタテ方向に見ることにより、各主体が最終的に受ける便益・費用を把握することができる。

各行には便益及び費用が項目別に配置されている。従って、表をヨコ方向に見ることにより、プロジェクトにより発生する各種の便益・費用が主体別にどのように配分されるのか知ることができる。

注目すべきは、財・土地・労働の便益の各項目で、便益・費用の合計値がゼロになっている点である。これらの項目は、プロジェクトの影響により各市場の均衡価格が一般均衡的に変化したことで生じたものだが、それらは経済社会全体としては、完全に相殺される（すなわち、社会的総便益には関係ない）ことを意味している。このことは、直感的には以下のように説明される。均衡価格が上昇すると、財の売り手は利益を得るが、買い手は全く同額の損失を被るので、需給が均衡しているときには市場における効果は相殺し、ゼロになるのである。²また、税金・補助金の項目についても、市場外における主体間の単なる金銭的移転に過ぎないため、合計額はゼロになる。

右端の便益項目毎の小計の総和と下端の主体毎の小計の総和は一致し、それが社会的総便益を表す。環境への影響等の技術的外部効果を別にすれば、上述の相殺された便益項目の小計はゼロであるため、結局は、社会的総便益は利用者便益と事業者便益の総和に一致することになる。

7. プロジェクト評価に応用一般均衡アプローチを用いる場合の留意点

交通社会資本の整備効果の分析手法のうち、現在、実務的に最も一般的に利用されているのは、「消費者余剰アプローチ」と呼ばれる方法である。これは、プロジェクトの実施によって直接影響を受ける交通市場に焦点を当て、交通サービスの一般化費用が低下することによる消費者余剰の増加量を計測することで、便益評価を行う方法である。具体的には、プロジェクト実施前の交通量と、交通サービスの一般化価格、プロジェクト実施後に予想される交通量と交通サービスの一般化価格を導出し、需要曲線を直線で近似して、台形公式により幾何的に消費者余剰の増分を計算する。この手法は、特定の1つのサービスの市場に焦点を当て、他の市場との相互依存関係を考慮せずに、分析を行っていることから、部分均衡分析的なアプローチとすることができる。

この部分均衡分析的手法の利点は、モデルが単純で計算が容易であることその他、分析に必要なデータの種類が少なく済む（交通需要量の実績値と予測、交通サービスの一般化価格の実績値と予測など）ため、データの入手が容易であり、基本的にはどのような交通プロジェクトに対しても適用できる点が挙げられる。また、データの収集に際して起こる誤差がモデルにおいて累積され、誤差が拡大する恐れも少ない。逆に、欠点としては、他の市場との相互依存関

² 厳密には、このように波及効果が相殺されるのは、ファースト・ベストの経済の仮定があるときに限られる。

係を明示的に考慮せずに分析を行っている（他の事情を一定として分析する）ため、市場相互の関係を介して他市場に波及する効果を考慮することができない。したがって、大規模な波及効果の発生が見込まれるプロジェクトについて、便益の推定値に誤差が発生する恐れがないとはいえない。また、この手法で推定できるのはマーシャルの定義した意味での消費者余剰であり、積分経路に依存して測定値が変わってしまうという問題も指摘されている。

消費者余剰アプローチの考え方によったまま、経済全体への波及効果をとらえる方法として、一般均衡交通需要関数を用いる方法がある。これは、完全競争の仮定のもとでは、交通市場以外の市場における波及効果がキャンセルアウトされてゼロになることを利用し、一般均衡分析的な枠組みに則りながら、交通市場から得られる情報のみで総便益値を導き出すものである。実務に即して考えると、将来交通量を予測する際に、波及効果による誘発需要も含め、理論的に適切な方法で予測できれば、波及効果を含めた便益を計測できることになる。

応用一般均衡アプローチの利点は、モデルによりあらゆる市場の相互依存関係を明示的に考慮し、多くの情報を得ることができる点である。例えば、主体別、地域別にどれだけの便益費用が帰着するか一覧表形式に表した、便益帰着配分表を作成することができる。

欠点としては、以下の諸点が挙げられる。まず、精緻なモデルを追求するほど、モデルが大規模になるため、実際にそれを作成するためには、どうしても専門的知識を持った人手と手間が必要になり、データの入手も困難になる。例えば、応用一般均衡モデルのパラメータを推定する際には、産業連関表のデータを用いることが多いが、産業連関表は、全国表のほか、都道府県レベルのものまでしか整備されていない。そのため、広域幹線道路など、比較的大規模なプロジェクトの評価は行えるものの、都市内のバイパス道路等、比較的小規模なプロジェクトの評価は、データの制約上困難である。また、全国表にしても5年に1度程度の頻度で集計が行われるのみである。

パラメータの推定に関してもう一つ問題がある。応用一般均衡モデルのパラメータを推定するには、先に述べたキャリブレーション手法が主に用いられるが、こうして得られたパラメータは、基準年における均衡解を満たしているといえるだけであり、それ以外の時点における経済状況を何ら反映していない。したがって、予測すべき将来の経済状況にどの程度適合するか、統計的に何ら確証がない。

さらに、応用一般均衡モデルでは、一部のパラメータを他の先行研究で推計された値を参考にして設定したり、部分的に時系列データを用いて推計したものを採用したりする。その際にモデル作成者の恣意性が入る余地が残されている。

この他の欠点として、用いるデータの種類が増えるほど、個々のデータに含まれる誤差がモデルにおいて合成される危険も大きくなることがある。また、算出された数字は、あくまで、完全競争、消費者の効用最大化行動、企業の利潤最大化行動等の各種の仮定を以て作成されたモデル上で計算された数値であり、これらの数値が現実に生じた費用または便益とどの程度合っているかについては、まだ十分な検証がない。

表 2 - 1 : 応用一般均衡アプローチと消費者余剰アプローチの比較

	消費者余剰アプローチ	応用一般均衡アプローチ
分析手法	部分均衡分析	一般均衡分析
考慮する市場	特定の一つの市場 (交通市場)	全ての市場 (交通市場・財市場・ 土地市場・労働市場等)
モデル構築・計算の手間	単純・容易	やや複雑・手間がかかる
必要なデータ	少ない (将来交通量・価格)	多い (産業連関表を利用)
分析できる対象	全プロジェクト	比較的大規模なプロジェクト (データの制約により、県単位程度 以上のものに限られる。)
他市場への波及効果	将来交通量を、 波及効果も含めて予測 できれば測定可能	測定可能
出力される便益の尺度	EV・CVの近似値としてのCS	EV・CVいずれも可
地域別・主体別の便益配分	測定不可能	測定可能

社会資本整備による便益の総量を評価するにあたり、消費者余剰アプローチと応用一般均衡アプローチとどちらがより精度の高い分析が行えるのかについては、一概には言うことができない。消費者余剰アプローチによる分析によって得られるのは、投資による便益額の近似的な値であるが、近似による誤差はわずかであり、利用する将来交通量などのデータが正確であれば、相当正確な便益分析を行うことができる(消費者余剰アプローチによる便益分析の信頼度は、将来交通量を、波及効果を含めていかに正確に予測できるかにかかっている)との議論もある。

一方、応用一般均衡アプローチの精度は、現実経済をモデルでいかに正確に再現できるか、キャリブレーション手法により推定したパラメータがどの程度妥当であるかにかかっているが、実際のところ、現実の経済社会システムは非

常に複雑であり、この動きを完全に再現するモデルを作成することは不可能に近い。また、モデルのパラメータも、現実には、日々刻々と変動していると考えられる。

応用一般均衡分析による便益総額の計測については、現在の手法を前提にすると、より多くの手間をかけただけの測定精度の向上が可能かどうかは明確でない。今のところ、応用一般均衡分析は、消費者余剰アプローチにとって代わるものであると考えるよりは、消費者余剰アプローチを使って得られる情報を補完し、主体別・地域別の便益の帰着関係等の問題を検討するために用いるのが効果的であろう。交通市場外への波及効果が比較的小さい、都市内バイパス道路等の建設効果の総量を測定するのなら、現在用いられている消費者余剰アプローチで十分に実用的な精度が得られていると思われる。県間にまたがるような広域幹線道路など、比較的大規模で波及効果の大きいプロジェクトについて、便益の総額の外に、公平性などの観点から、地域別・主体別の便益・費用の配分に関する情報を検討する必要がある際に、消費者余剰アプローチと応用一般均衡分析を併用して便益帰着分析表を作成するといった使い方が有効であると考えられる。

補章 ネットワークを考慮した応用一般均衡分析について

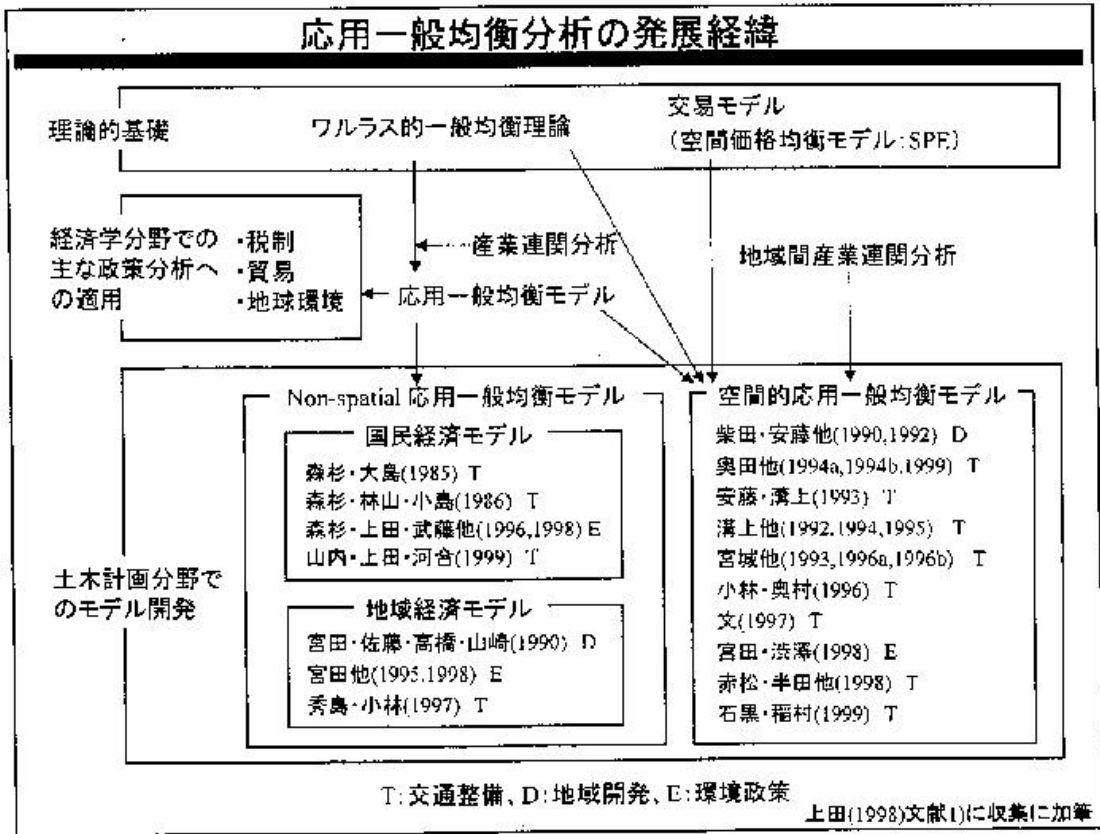
補章 ネットワークを考慮した応用一般均衡分析について

平成 11 年度、建設政策研究センターでは、ネットワークを形成する交通インフラの整備効果について、近年の理論的な分析や実証的研究例を整理するとともに、今後の評価手法に関する論点整理を行うことを目的として、経済学、土木工学の分野から有識者を招聘し、「交通ネットワーク形成効果に関する研究会」を開催した。以下では、平成 12 年 2 月 18 日に行われた第 3 回研究会において、上田 孝行 東京工業大学大学院理工学研究科助教授 が担当して行われた「ネットワークを考慮した応用一般均衡分析について」の講演資料と講演内容を、建設政策研究センターの責任のもとに要約し、掲載するものである。

交通ネットワーク研究会（2000/02/18）

ネットワークを考慮した 応用一般均衡分析について

東京工業大学
国際開発工学専攻 上田孝行



応用一般均衡分析は、経済学の理論体系である一般均衡理論を基礎に発展してきた。初期の基礎的な経済学においては、空間的問題が必ずしも十分に取り扱われてこなかったが、経済資源の地域間流動・地域間価格差等の空間的問題を分析するため、空間価格均衡モデル等のモデル分析が次第に開発され、また、こうした理論的基礎をもとに、産業連関分析等により、実際の経済データも蓄積されてきた。一般均衡理論に基づくモデルを、産業連関分析によるデータを使って組み立て、実際の制度分析に応用するものが応用一般均衡分析であるといえる。

応用一般均衡分析の適用が試みられている分野には、主に、税制・貿易・地球環境問題等がある。公共投資の評価への適用は、およそ1990年代後半から開始され、特に、空間的問題を考慮した一般均衡モデルの研究は、ここ数年に集中している。

応用一般均衡分析には、空間的問題を明示的に考慮しない(Non-Spatial)応用一般均衡モデルと、空間的問題を含めて分析する空間的応用一般均衡モデルがある。交通ネットワークを分析する際は、主に、空間的応用一般均衡モデルが用いられる。

わが国の公共投資評価における応用一般均衡分析の適用状況

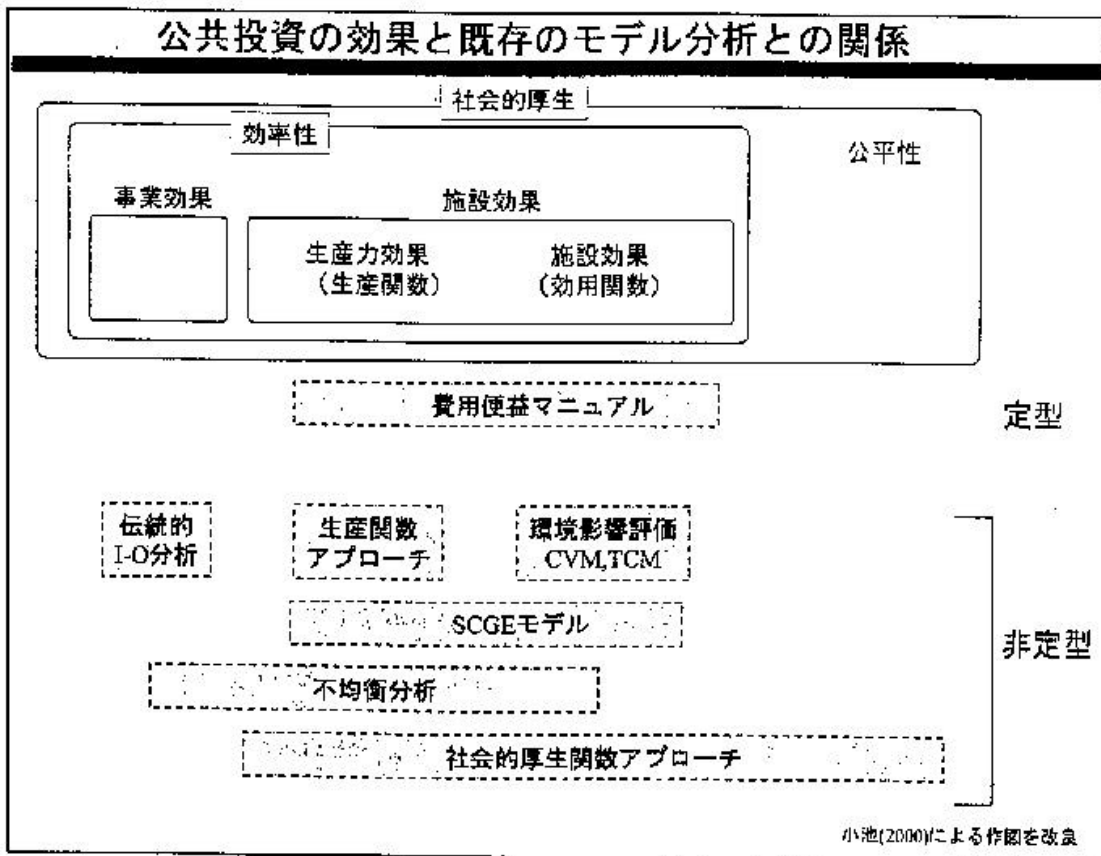
# 大規模道路投資	建設省、国土庁、 日本道路公団、 高速道路調査会、 三菱総合研究所、 東海総合研究所、 三和総合研究所、 名古屋大学(奥田)、 岐阜大学(宮城)、 京都大学(文)
国土幹線または海峡横断道	
地域幹線	
# 大規模港湾整備	東北大学(石黒)
国際物流港湾	
# 高速鉄道整備	長岡技術科学大学(小池)
リニア新幹線	
整備新幹線	
# 廃棄物処理対策	豊橋技術科学大学(宮田)
# 水質改善施策	岐阜大学(高木・武藤)
# 公共交通整備	岐阜大学(武藤)

わが国の公共投資評価における応用一般均衡分析の適用研究状況について概説する。

大規模道路投資に対しては、国土幹線・海峡横断道路・地域幹線の整備につき、適用が試みられている。港湾整備については、特に国際港湾について応用されつつある。以上は、旅客流動ではなく、物流変化を対象に分析を行っている。

旅客流動を明示的に考慮した分析としては、リニア新幹線・整備新幹線等、地方高速鉄道整備等に関する研究がある。

その他、廃棄物処理施策・水質改善施策・公共交通整備による環境改善効果等も研究されている。水質改善施策の分野では、下水道の流入制限や、海洋浄化プロジェクトが行われた際の、地域毎の便益帰着状況、費用負担のあり方等を分析する。公共交通整備の分野では、CO₂の排出量の変化、及びその国民経済的便益等について分析が行われている。



ここでは、公共投資の効果と、それを分析するための、既存のモデル分析の適用範囲の関係について示す。

これまで、公共投資の評価手法について様々な場所で議論が行われてきた。これまでに各省庁にて作成された、どの分野における費用便益分析のマニュアルも、プロジェクトにより施設が完成し、サービスが提供されて生じる生産力効果や、家計で利便性が変わる効果について取り扱っており、定型的な分析手法を定めている。一方、応用一般均衡分析は現在のところ非定型であり、具体的な利用法も定められておらず、結果を実際意思決定に使うこととなっていない。

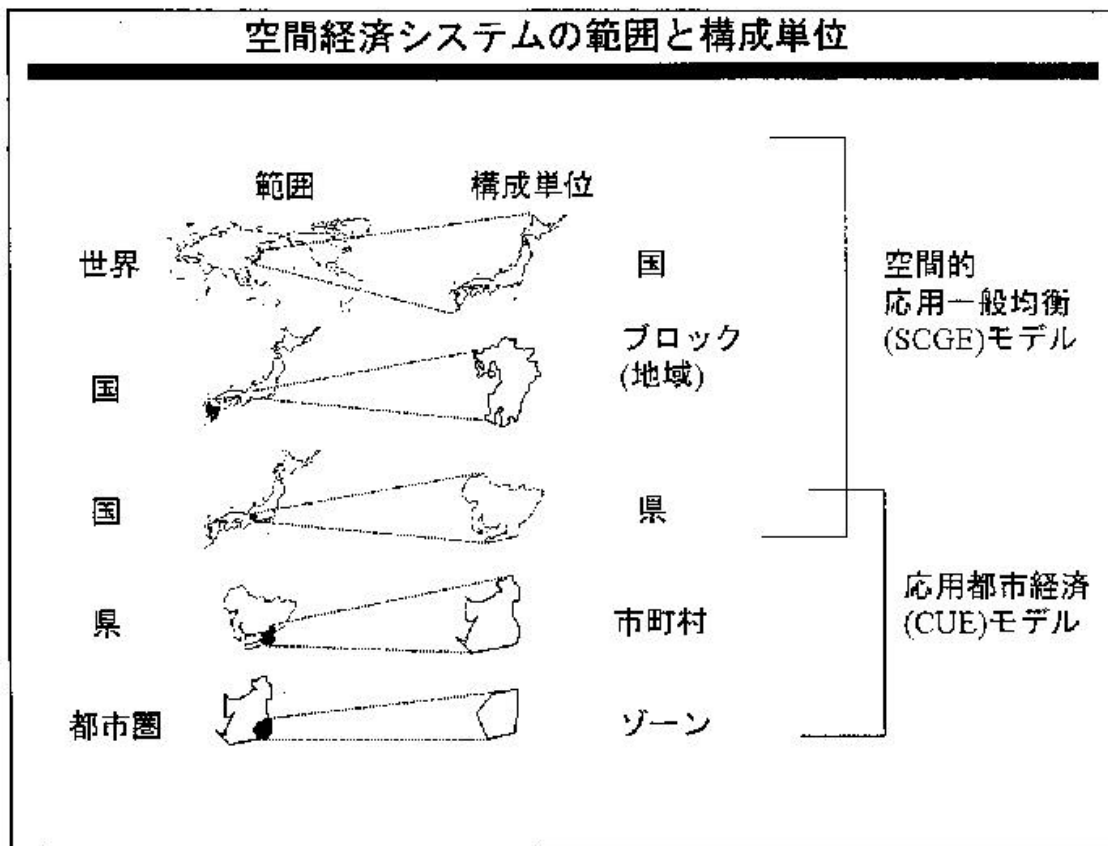
これまでに定められた各事業分野の費用便益分析マニュアルは、事業規模、予算規模において一定の範囲のもので、1年間に何百も実施されるような案件を対象にしている。一方、海峡横断道などの大プロジェクトは、こういうマニュアルを利用した分析のレベルを超えているとも思われる。

応用一般均衡分析を巡る誤解と問題点

- (1) 対象とする空間と地理的単位
- (2) 分析できる事業と影響項目
- (3) パラメータの推定方法
- (4) 伝統的交通分析との整合性
- (5) モデルに対する理解と結果に対する理解



応用一般均衡分析の実際のプロジェクト評価への適用に関しては、これまでも、様々な誤解が生じており、また問題点もいくつか指摘されている。以下では、応用一般均衡分析を巡って指摘されている、主な誤解や問題点について、解説を行う。

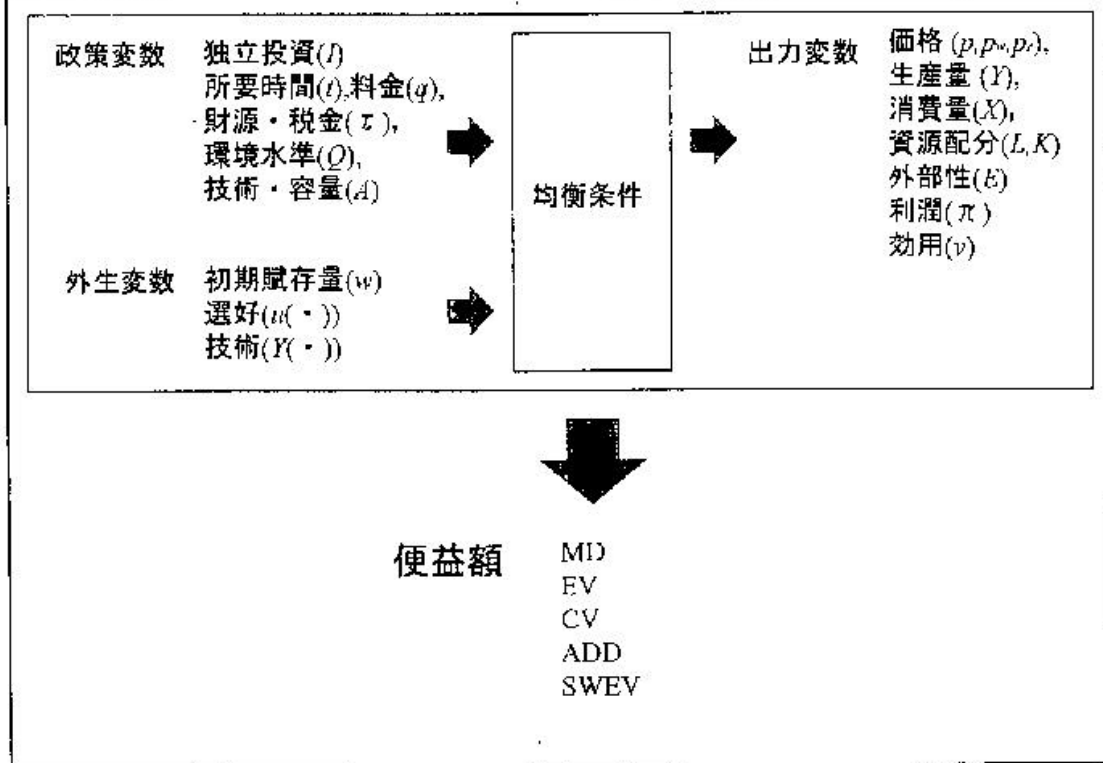


第1に、分析の対象となる空間の範囲についての誤解がある。

応用一般均衡分析を国際貿易の分析に用いる際は、世界全体を、北米・アジア・ヨーロッパ・その他、程度に分けて分析を行うか、国単位で分析を行って結果を合計し、ある地域をカバーすることが多い。また、国土幹線道路等の整備が国内経済に及ぼす影響を分析する際も、国内経済全体を分析対象とし、それを産業連関分析における地域表程度の規模に分割し、分析単位にする。さらに、県や政令指定都市単位のデータを加工すれば、都道府県単位に分割した地域間産業連関表も作成し、分析を行うことができる。応用一般均衡分析はそうしたレベルで行う。

しかし、都市内の環状道路や公共交通の整備は、例えば市町村単位のレベルである。交通のパーソントリップやセンサス等は、都市圏、通勤圏の中を細かいゾーンに分けて考えるもので、区単位か、それをさらに小さく分けたようなレベルである。そうした小規模なものは、応用都市経済モデル等、都市圏の中の経済活動を表現できる別の手法で分析する必要がある。応用一般均衡分析はもう少し広くて単位も大きいものしか取り扱えず、データもそのようなレベルでしか整備できない。

応用一般均衡分析で把握できる事業と影響項目



第2に、応用一般均衡分析で把握できる事業と影響項目に関する誤解がある。応用一般均衡分析を用いれば、どんな事業の効果も分析できると誤解している人達がいる一方、必要以上に限定的にしか利用できないと誤解している人達も多い。

基本的なモデル分析では、独立投資（政府部門の投資、政策的に決められる部分）・所要時間・料金・税率・税額（通常は単純に一括税の形で考える場合が多い）・環境水準（CO₂のレベル等）・各産業の生産セクターの技術や、生産のキャパシティーを、入力する政策変数として推定する。例えば、何パーセント増減するかシナリオを作成するなどして推定する。

外生変数としては、他には、資源・人口・もとの経済全体の資本財の量・効用関数・生産関数・技術等がある。

出力変数としては、価格・生産量・消費量の予測が出力される。例えば、何かの生産に伴い環境排出が出るという別のモデルがあれば、環境排出の外部性等も同時に出力される。プロジェクトの効果は、消費者余剰の増分・EV・CV等の様々な概念を使って計算できる。こうした価格・生産額・消費量を、実際のデータと突き合わせ、どれくらい再現性があるか、短期的影響も検討することが多い。

応用一般均衡モデルにおけるパラメータの推定方法

統計的推定

$$\text{Find } (\alpha_0, \beta_0) = \arg \max_{\alpha, \beta} L((\hat{X}(t))_{t=0, \dots, T}, (Y(t))_{t=0, \dots, T}, \alpha, \beta)$$

where $(\hat{X}(t))_{t=0, \dots, T}$ is given.

キャリブレーション

$$\text{Find } \beta^* \text{ such that } F(\hat{X}(0), Y(0), \alpha, \beta^*) = 0$$

where $\hat{X}(0), \alpha$ are given.

α :他の既往研究での推定値を援用

第3に、応用一般均衡モデルのパラメータの推定に関する問題がある。

既存の様々な交通分析モデルでも、伝統的な計量経済学においても、基本的には、最小二乗法を用いたり、誘導関数などを作成し、パラメータを統計的に推定する。

しかし、応用一般均衡分析ではキャリブレーションという方法でパラメータを推定する。この方法は、データが時系列的に得られない場合、観測した1年か2年分を基準年とし、その時点でモデルの均衡方程式が成立していると仮定してパラメータを決定するものである。しかし、推定すべきパラメータの数が多すぎて全部は決まらないことがある。そのときは、未知のパラメータの一部を他の研究から持ってきて、値を与え、残りの未知パラメータについては、この方程式を満たすように、クロスセクションで、観測時点の再現性を満たすようデータを決める。したがって、この方法で推定したパラメータには、統計的な背景はなく、パラメータにどういう意味、誤差があるのかも知ることができない。

そうはいつでも、例えば、他の研究成果から持ってくるパラメータについて、感度分析、すなわち、あるパラメータを動かした時、全体の結果がどう変わるかチェックする方法もある。

もっと大きな問題が生じることもある。例えば、既往の交通分析モデルと応用一般均衡分析を組み合わせる際、交通分析モデルのパラメータは、パーソントリップ調査や旅客流動のデータを使い、統計的にパラメータを推定する。しかし、応用一般均衡分析のモデルのパラメータは先程述べた方法で推定しており、両者を合わせると、別々の方法で推計したパラメータが一つのモデルの中に入ることになる。これでは、統計的にどういう意味を持ち、どう検定すればいいのか、ますますわからなくなる。

伝統的交通分析との整合性(1) 空間経済の表現から見て

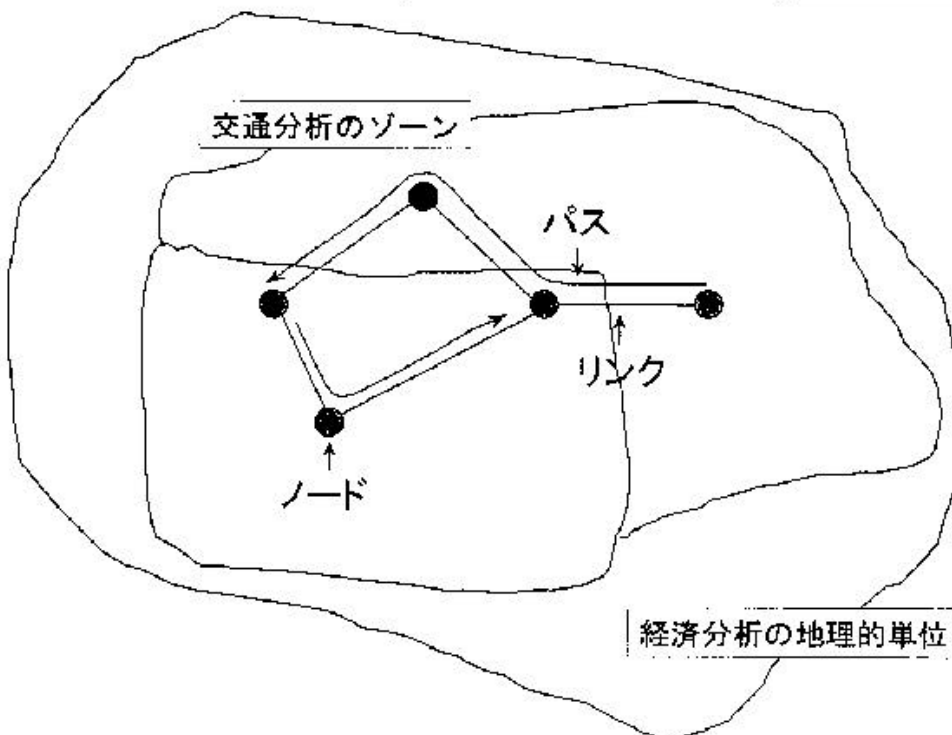
空間経済システムの特徴

- 生産・消費活動のための場所 ... 立地
- 場所の間での人・物の流動 ... 交通

空間の捉え方

- 範囲
- 離散的な構成単位 ← 利用可能データの制約
- ネットワーク ノード, リンク, パス

伝統的交通分析との整合性(2) ネットワークの表現とゾーン



第 4 に、伝統的交通分析との整合性の問題がある。応用一般均衡分析のモデルと、伝統的な交通分析モデルとの関係を見ると、根本的に、空間の捉え方、表示方法に違いがある。

応用一般均衡分析では、ブロック・県・国という単位で、空間内部の構造は問わず、ある均質な範囲を、一つの空間経済単位として分析対象とする。

交通分析モデルにおいても、ゾーンという表現で、それと類似したものを考えるが、もう一つ重要なものに、ネットワークの表現がある。離散的な空間の単位ではなく、ノード、リンク、パス（経路）など、どういう道筋かということである。これらを組み合わせて分析を行う際、単位の違うものを、どう組み合わせたらよいかという問題が発生する。

既往の交通モデル分析で都市内交通を分析する際に、想定されるノードは、市町村レベル以下の非常に小さい単位のものである。一方で、応用一般均衡分析を用い、旅客・貨物の地域間流動を分析する際の分析単位は県レベル以上の大きさになる。そのため、リンクやノードで、細かく交通のネットワークを表現しつつ、応用一般均衡分析と組み合わせた分析を行おうとしても、表現の細かさが大きく異なるために、うまくいかないという問題がある。

均衡と均衡分析の考え方

均衡の一般的な定義

- ①経済主体の合理的行動 (max utility, max profit, min cost)
- ②経済主体間の相互作用 (transaction, externality)



どの主体も、もはや選択(行動)を変更する誘因を持たない状態

代表的な均衡概念

- ①ゲーム論 ... ナッシュ均衡
- ②ミクロ経済学 ... ワルラス一般均衡
- ③交通分析 ... ワードロップ均衡
- ④立地分析 ... アロンゾ均衡(?)

均衡 vs 社会的最適

政策介入の必要性

均衡分析に対する批判について

合理的行動仮説への懐疑

観測者にとっての合理性

Rational Modeling of Irrational Behavior

Simple Modeling of Simple Behavior = Simple-Minded Modeling ?

現実としての不均衡

現実的制約の中での選択行動

Bench Markとしての均衡



計算の困難

他のアプローチでも同様

均衡の仮定による計算の簡単化(?)

限定合理性, 異質性
への安直な志向



「原寸大の地図」の愚

第5に、行動モデルの作り方や均衡に対し、多様な考え方があって議論がかみ合わないことがある。交通の整備効果の分析といっても、様々な考え方の人がいるが、我々は、均衡という概念を使えば、交通、立地、経済分析も、基本的に同様な原理で表現でき、同様なスタンスで分析できると考えている。均衡、合理的行動という考え方を受け入れている人達の交通モデルは、経済モデル、一般均衡のモデルと整合的に結びつく。

しかし、一方で均衡という考え方を受け入れない研究者もあり、議論がかみあわない。交通の均衡という考え方を受け入れたくない人達は、不均衡もあるし、実際は、各経済主体は必ずしも合理的に行動するわけではないと主張している。

応用一般均衡分析に関する代表的文献(1)

- 1) 土木学会：応用一般均衡モデルの公共投資評価への適用，土木計画学ワンデーセミナーシリーズ15，1996。
- 2) Shoven, J. B. and J. Whalley：Applying General Equilibrium, Cambridge University Press, 1992。
 (『応用一般均衡分析：理論と実践』，小平均訳，東洋経済新報社，1993。)
- 3) Greenaway, D., S. L. Laybourne, G. V. Reed and J. Whalley：Applied General Equilibrium Modeling: Applications, Limitations and Future Development, HMSO。
- 4) 橋本俊昭・市岡博・中島榮一：応用一般均衡モデルと公共政策，経済分析第120号，経済企画庁経済研究所，1996。
- 5) Miyagi T.：Recent Development in Multiregional General Equilibrium Modeling, Economic-Transport Interaction Models, Studies in Regional Science, Vol.27, pp.213-228, 1997。
- 6) Takayama, T. and C. Judge：Equilibrium among separated markets: A reformulation, Econometrica 32, pp.510-524, 1964。
- 7) 藤形善芳・林山泰久：明治・大正期鉄道網形成の社会的便益，土木学会論文集，No.440/V-16, pp.71-80, 1992。
- 8) 山内弘隆・上田孝行・河合敏治：一般均衡モデルによる高速道路の費用便益分析，高速道路と自動車，第42巻，第2号，pp.22-36, 1999。
- 9) 折えは，小林潔司・奥村誠：高速交通体系が都市システムの発展に及ぼす影響に関する研究，土木計画学研究・講演集，No.18, 221-224, 1995。
- 10) Xiang S. Becker：The Economic Approach to Human Behavior, The University of Chicago Press, 1978。
- 11) 総務庁：平成2年地域間産業連関表，総務庁，1994。
- 12) 市岡博：応用一般均衡分析，有斐閣，1991。
- 13) 運輸省運輸政策局・国土庁計画調整局：幹線旅客輸送調査，1992。
- 14) 総務庁統計局：平成6年家計調査年報，1994。
- 15) 生活科学情報センター編：余暇・レジャー総合統計年報，1995。
- 16) 藤形善芳編著：社会資本整備の便益評価——一般均衡理論によるアプローチ，勁草書房，1997。

応用一般均衡分析に関する代表的文献(2)

【国中の参考文献】

- 17) 藤形善芳・大島伸弘：幹線交通網形成の簡便な事後評価モデルの提案，土木計画学研究・講演集No.7, pp.125-132, 1985。
- 18) 藤形善芳・林山泰久・小島信二：交通プロジェクトにおける時間便益評価—簡便化率益の実用化と精度の検討—，土木計画学研究・論文集，No.4, pp.149-156, 1986。
- 19) 藤形善芳・上田孝行・武蔵慎一・近藤有一郎：運輸政策を取り入れた応用一般均衡モデルの開発，土木計画学研究・論文集，No.13, pp.342-366, 1996。
- 20) 武蔵慎一・上田孝行・園田基康・藤形善芳：動的応用一般均衡モデルによる自動車交通外部不経済削減政策の国民経済的評価，土木計画学研究・講演集No.21(2), pp.669-672, 1998。
- 21) 山内弘隆・上田孝行・河合敏治：前出8)
- 22) 宮田謙・佐藤泰久・高橋誠一・山崎尚子：地域経済の一般均衡モデル—CGEモデルからの視点—，土木計画学研究・講演集No.13, pp.42-52, 1990。
- 23) Miyata, Y.：A General Equilibrium Analysis of The Waste-economic System—A CGE Modeling Approach—，土木計画学研究・論文集No.12, pp.239-270, 1991。
- 24) 宮田謙・佐藤泰久：廃棄物対策の経済影響分析—CGEアプローチ—，土木計画学研究・論文集，No.15, pp.305-316, 1998。
- 25) 秀島繁三・小林深朗：地方生活圏の都市システム構造に関する応用一般均衡モデル，土木計画学研究・講演集No.20(1), pp.259-262, 1997。
- 26) 柴田貴徳・安藤明夫・奥村誠夫：中国多地域モデルのための経済指標の既得資料からの推定可能性について，土木計画学研究・講演集No.13, pp.45-52, 1990。
- 27) 柴田貴徳・安藤明夫：多地域計・価格均衡に基づく中国幹線交通施設整備の効果分析，土木計画学研究・論文集，No.10, pp.167-174, 1991。
- 28) 柴田明明：陸軍論に基づく多地域一般均衡モデル—地域政策分析のための応用一般均衡モデルとして—，地域学研究，第24巻，第1号，pp.117-131, 1994。
- 29) 柴田明明・林真訓：高速道路の整備効果に関する一般均衡分析—CGEモデルを用いた実証分析—，地域学研究，第25巻，第1号，pp.45-56, 1994。
- 30) 柴田明明：企業の情報検索活動を考慮した応用一般均衡モデルの開発—交通・情報通信インフラの整備効果分析に向けて—，土木計画学研究・講演集，No.22(2), pp.487-496, 1999。
- 31) 安藤明夫・清上章志：土木計画学における均衡概念と応用一般均衡(AGE)分析，土木計画学研究・論文集，No.11, pp.23-40, 1993。
- 32) 清上章志：地域間産業連関と価格均衡の分布フレームを用いた物質流動モデル，土木計画学研究・講演集No.15(1), pp.629-634, 1992。
- 33) 清上章志：産業間の連関性と空間的な価格均衡を考慮した物質流動モデル構築の試み，土木学会論文集，No.494/IV-24, pp.53-61, 1994。
- 34) 清上章志・林真訓・中嶋康博：一般均衡分析による交通施設整備評価のための多地域計量モデル，土木計画学研究・講演集No.18(1), pp.873-880, 1995。
- 35) 宮城健彦・本節賢一：SCGEモデルによる地域間交易量の推定法に関する研究，土木計画学研究・講演集No.16, pp.879-886, 1993。
- 36) 宮城健彦・本節賢一：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。
- 37) 宮城健彦・本節賢一・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), pp.189-192, 1996。
- 38) 小林潔司・奥村誠：高速交通体系が都市システムの発展に及ぼす影響に関する研究，土木計画学研究・論文集，No.13, pp.57-66, 1996。
- 39) 文世一：地域間人口配分から見た交通ネットワークの評価—集積の経済を考慮した多地域一般均衡分析—，東北建設協会研究報告書集，1997。
- 40) 宮田謙・池澤博幸・藤自力：中東エネルギー供給に関する多地域一般均衡分析，土木計画学研究・論文集，No.15, pp.359-366, 1998。
- 41) 赤松隆・半田正樹・長江剛志：変分不等式アプローチによる多地域一般均衡モデル，土木計画学研究・論文集，No.15, pp.175-186, 1998。
- 42) 石原一彦・相村誠：長距離基幹幹線における国際貨物コンテナ貨物需要予測SCGEモデルの検討，土木計画学研究・講演集No.22(2), pp.745-748, 1999。

交通ネットワーク形成効果に関する研究会について

平成 11 年度、建設政策研究センターでは、「ネットワーク効果・特性」を有する交通インフラの整備効果について、近年の理論的な分析や実証的研究例を整理するとともに、今後の評価手法に関する論点整理を行うことを目的として、経済学、土木工学の分野から有識者を招聘し、「交通ネットワーク形成効果に関する研究会」を開催した。以下にその概要につき紹介する。

1. 研究会メンバー（学識者のみ、順不同）

座長 金本 良嗣 東京大学大学院経済学研究科教授
赤松 隆 東北大学大学院情報科学研究科助教授
赤井 伸郎 神戸商科大学経済研究所助教授
上田 孝行 東京工業大学大学院理工学研究科助教授
城所 幸弘 東京大学空間情報科学研究センター助教授
文 世一 京都大学大学院経済学研究科助教授

2. 内 容

(1)第 1 回研究会

日 時：平成 11 年 9 月 3 日（金）

内 容：平成 9 年度に文助教授が実施した研究「地域間人口配分からみた交通ネットワークの評価」について、紹介、議論を行った。同研究は、集積の経済を考慮した多地域応用一般均衡モデルを作成し、それを東北地方における高速道路ネットワークの整備に実際にあてはめ、交通ネットワークの整備により、各地域の人口、所得等がどのように変化するのか分析を試みたもの。

講演者：文 世一 京都大学大学院経済学研究科助教授

(2)第 2 回研究会

日 時：平成 12 年 2 月 1 日（火）

内 容：城所助教授による論文「ネットワークに対する費用便益分析」について紹介、議論を行った。同研究は、経済活動が行われる点と点が結びつけられ、ネットワークを形成していると考えた場合に、費用便益分析をどのように適用したらよいか、また、その結論がどのように修正されるか等について分析を行ったもの。

講演者：城所 幸弘 東京大学空間情報科学研究センター助教授

(3)第 3 回研究会

日 時：平成 12 年 2 月 18 日（金）

内 容：ネットワークの問題を考慮した応用一般均衡分析の発展経緯、既往研究状況、及び、それに対する誤解、現状の問題点等につき、講演、議論を行った。（詳細は補章に掲載）

講演者：上田 孝行 東京工業大学大学院理工学研究科助教授

参考文献

- ・赤井伸郎・金本良嗣(1999)「費用便益分析における地域開発効果」
社会資本の費用効果分析に係る経済学的問題研究会
『費用便益分析に係る経済学的基本問題』第4章
- ・上田孝行(1997)「道路投資の主な効果とその分類」
道路投資評価研究会『道路投資の社会経済評価』東洋経済新報社 第4章
- ・上田孝行(1999)「ネットワークの特性と費用便益分析」
社会資本の費用効果分析に係る経済学的問題研究会
『費用便益分析に係る経済学的基本問題』第5章
- ・上田孝行・森杉壽芳(1997)「便益の帰着関係の把握」
道路投資評価研究会『道路投資の社会経済評価』東洋経済新報社 第14章
- ・運輸省鉄道局監修(1999)『鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル99』
(財)運輸政策研究機構
- ・運輸省航空局監修(1999)『空港整備事業の費用対効果分析マニュアル1999』
(財)運輸政策研究機構
- ・太田和博(1992)「投資理論と投資政策」藤井彌太郎・中条潮編
『現代交通政策』東京大学出版会 第6章
- ・大野栄治(1997)「空間経済系における便益帰着構成表」
森杉壽芳編著『社会資本整備の便益評価』勁草書房 第3章
- ・大野栄治・堤盛人(1997)「交通整備事業の便益計測法 - 都市内幹線道路を例として - 」
森杉壽芳編著『社会資本整備の便益評価』勁草書房 第5章
- ・大野栄治・林山泰久(1997)「プロジェクト評価理論の発展経緯」
森杉壽芳編著『社会資本整備の便益評価』勁草書房 第1章
- ・奥野正寛・鈴村興太郎(1985)『ミクロ経済学』岩波書店
- ・奥野正寛・鈴村興太郎(1988)『ミクロ経済学』岩波書店
- ・金本良嗣(1996)「交通投資の便益評価・消費者余剰アプローチ」
日本交通政策研究会『日交研シリーズ』A-201
- ・金本良嗣(1997a)「開発利益の計測とヘドニック・アプローチ」
道路投資評価研究会『道路投資の社会経済評価』東洋経済新報社 第8章
- ・金本良嗣(1997b)『都市経済学』東洋経済新報社
- ・金本良嗣(1999)「費用便益分析における効率と公平」
社会資本の費用効果分析に係る経済学的問題研究会
『費用便益分析に係る経済学的基本問題』第1章
- ・金本良嗣・長尾重信(1997)「便益計測の基礎的考え方」

- 道路投資評価研究会『道路投資の社会経済評価』東洋経済新報社 第5章
- ・建設省建設政策研究センター(1997)『社会資本整備の便益評価等に関する研究』
PRC Note 第14号
 - ・建設省建設政策研究センター(1998)『環境等の便益評価に関する研究 - ヘドニック法とCVMの適用可能性について - 』PRC Note 第20号
 - ・総務庁(1994)『平成2年(1990年)産業連関表』総合解説編
 - ・堤盛人(1997)「代表的な便益計測手法」
森杉壽芳編著『社会資本整備の便益評価』勁草書房 第4章
 - ・常木淳(1989)「交通投資」奥野正寛・篠原総一・金本良嗣編
『交通政策の経済学』日本経済新聞社 第2章
 - ・常木淳(1990)『公共経済学』新世社
 - ・道路投資の評価に関する指針検討委員会(1998)
『道路投資の評価に関する指針(案)』日本総合研究所
 - ・道路投資の評価に関する指針検討委員会(1999)
『道路投資の評価に関する指針(案)第2編総合評価』日本総合研究所
 - ・中村隆英・新家健精・美添泰人・豊田敬(1983)『経済統計入門』東京大学出版社
 - ・西村和雄(1986)『ミクロ経済学入門』岩波書店
 - ・日本開発銀行(1998)『プロジェクトの経済評価ハンドブック』
 - ・宮城俊彦(1997)「空間的応用一般均衡モデルによる交通整備・産業開発事業の評価」
岐阜大学『公共投資の評価手法』 3-2
 - ・宮城俊彦(1998a)「応用一般均衡分析の発展経緯 - 基礎理論と応用 - 」
土木学会土木計画学研究委員会『応用一般均衡モデルの公共投資評価への適用』
土木計画学ワンデーセミナーシリーズ 15 1-1
 - ・宮城俊彦(1998b)「国土幹線交通整備の評価 - 東海北陸自動車道を例に - 」
土木学会土木計画学研究委員会『応用一般均衡モデルの公共投資評価への適用』
土木計画学ワンデーセミナーシリーズ 15 2-1
 - ・宮城俊彦・本部賢一(1996)「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 / -30,pp31-40
 - ・文世一(1998)「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 - 」
土木学会土木計画学研究委員会『応用一般均衡モデルの公共投資評価への

適用』

土木計画学ワンデーセミナーシリーズ 15 2-2

- ・ 武藤慎一(1998)「一般均衡理論の基礎」「応用一般均衡モデルの適用」

土木学会土木計画学研究委員会『応用一般均衡モデルの公共投資評価への適用』

土木計画学ワンデーセミナーシリーズ 15 0-1, 0-2

- ・ 森杉壽芳(1998a)「プロジェクト評価との関係」

土木学会土木計画学研究委員会『応用一般均衡モデルの公共投資評価への適用』

土木計画学ワンデーセミナーシリーズ 15 1-2

- ・ 森杉壽芳(1998b)「プロジェクト評価に関する最近の話題」

土木計画学論文集 No.8, pp1-33

- ・ 森杉壽芳・大野栄治(1997)「便益評価の基礎理論と便益帰着構成表」

森杉壽芳編著『社会資本整備の便益評価』勁草書房 第2章

本資料は、建設政策研究センターにおける研究活動の成果を執筆者個人の見解としてとりまとめたものです。
本資料が皆様の業務の参考となれば幸いです。

交通ネットワーク形成効果に関する研究
～ 交通社会資本整備と応用一般均衡分析～

2000年9月発行
発行 **建設省建設政策研究センター**
〒100-0013 東京都千代田区霞が関3-1-1
中央合同庁舎第4号館
Tel (03) 3503-7681 (直通番号)
Fax (03) 3503-7684
