

# 交通施設の統合的評価手法に関する研究

—拡張した費用便益分析からのアプローチ—

昭和60年8月

吉田哲生

# 交通施設の統合的評価手法に関する研究

—拡張した費用便益分析からのアプローチ—

昭和60年8月

吉 田 哲 生

## 目 次

序 論	1
<b>第 I 編 拡張した費用益分析による評価理論</b>	
第 1 章 費用便益理論の交通施設評価への適用に関する問題点と課題	5
第 2 章 交通施設の統合的便益評価手法	7
2-1 地域厚生の評価要因	7
(1) 交通投資効果の波及の仕方	7
(2) 各主体の評価内容	8
2-2 交通施設整備による便益評価統合化モデル	10
(1) 統合化の意味	10
(2) 主体の行動のモデル化	10
(3) 交通投資便益の定義	14
(4) 交通投資便益の評価	15
(5) 交通投資便益の量的性格	21
2-3 交通投資の地域へのインパクト	27
(1) 輸送へのインパクト	27
(2) 人口・資本の移動へのインパクト	29
2-4 結 言	33
第 3 章 交通施設による便益の定義と評価理論	35
3-1 費用便益理論による交通施設便益の定義と測定	35
(1) 公共財評価の必要性	36
(2) 市場財における便益の定義	36
(3) 費用便益理論による外部財便益の定義	37
(4) 外部財便益の測定可能性	44
(5) 外部財便益計測への適用—時間財と環境財の評価—	46
3-2 費用負担原則への拡張	55
(1) 従来の租税負担原則	56

(2) 交通施設便益を用いた費用負担方式	58
3-3 結 言	61

## 第Ⅱ編 交通施設整備への適用に関する研究

第4章 交通施設整備による住環境変化の予測および評価	65
4-1 交通施設整備と住宅立地行動	65
4-2 住宅立地行動とインパクト分析のモデル化	65
(1) 住宅立地行動のモデル化	65
(2) インパクト分析のモデル化	67
4-3 住環境変化の便益の定義とその測定	67
(1) 便益と一般的定義	67
(2) 便益の定義の妥当性	68
(3) E Vの測定方法	68
4-4 効用関数の推定方法の提案	68
4-5 住環境変化の予測および評価の事例研究	69
(1) データの作成とそのサンプリング	69
(2) 効用関数の特定化と推定方法	71
(3) 特定化した効用関数の理論的性質	72
(4) パラメータの推定結果と考察	73
(5) インパクト分析への適用例	74
(6) 住環境改善便益の測定	75
4-6 結 言	77
第5章 騒音の社会的費用の計測手法	78
5-1 社会的費用概念の役割	78
(1) 社会的費用の諸概念	78
(2) 測定の意義	79
5-2 騒音による社会的費用の計測手法の理論的検討	81
(1) 個人の経済的被害の出現形態	81

(2) 測定手法	81
5-3 事例研究—O空港周辺における航空機騒音の社会的費用—	89
(1) 事例調査のフレーム	
(2) 各測定手法による調査結果	89
5-4 結 言	93
第6章 地域経済便益評価の簡便化手法	95
6-1 地域開発効果体系	95
6-2 時間価値による道路整備の統一的評価	98
(1) 一般均衡アプローチ	98
(2) 従来の計測手法	98
(3) 原単位方式の問題点と改善の方向	99
(4) 本源財（労働），輸入財による評価の提案	100
6-3 旅客時間短縮の経済評価	103
(1) 旅客距離，貨物距離を区分した交易関数	103
(2) 算定のためのフレーム	105
(3) 算定結果	106
6-4 結 言	111
第7章 交通施設整備の費用負担	113
7-1 費用負担方式の比較	113
(1) 均等限界犠牲基準	114
(2) 均等絶対犠牲基準	114
(3) 均等費用便益比基準	115
7-2 所得効用関数の導入	115
7-3 空港整備費用負担への適用	117
(1) 提案方式による費用負担の相違	117
(2) 現行制度との比較	119
7-4 結 言	121
第8章 結 論	122

参考文献	.....	129
謝 辞	.....	133

## 序 論

本研究は、交通施設の整備が地域におよぼす諸便益の定量的計測方法の確立の一環として位置づけられる。

従来から交通施設の便益としては、その提示目的に応じて、便益の内容の一部あるいは地域への波及過程の一断面がとり出され計量化がなされてきた。

しかしながら交通施設整備による経済的、社会的あるいは環境的变化の統一的（一元的）評価指標が直接的には存在しないこと、および効果の波及過程で多様な経済主体を経由する時に効果の独立性あるいは移転性の判断が困難である<sup>1)</sup>ことなどから、それらの個別便益を総合化し整備に帰因する本来の便益をとり出す手法はまだ確立されていない。本研究は、この点をふまえ、交通施設整備の固有の便益の抽出のため整備が経済主体の行動におよぼす影響を考慮しつつ行動の前後における厚生を比較を行う比較静学アプローチによることを基本的前提とする。

比較静学アプローチの特徴は、あるインパクトに対して経済主体の行動を想定していることであり、このアプローチによる場合は諸経済主体の行動のモデル化と行動結果としての新たな均衡状態の評価（特に変化前の均衡状態との相対的比較）の2段階にアプローチが分かれることになる。

インパクトを受けた経済主体の行動は、各主体の合理化行動を前提としてモデル化されるが、この行動に伴って変化する要因が評価の対象となる。本研究は、交通施設の整備による主体の行動をモデル化したうえで、その行動に伴う、評価に影響を与える要因の変化をモデル化することにより、統合的評価手法の確立を行ったものである。ここでの「統合」に対して本研究は二つの意味と意義を持たせている。

第1は、一般均衡論的变化の比較静学アプローチによる評価を前提とすることにより、効果あるいは評価の重複、欠陥を避けることである。このアプローチにより with and without comparison は、明らかに交通施設整備の固有の効果のみを抽出することができることになる。

第2は、変化要因の個別評価の総合化を意味するものであり、交通施設の便益の定

義と測定方法の理論的根拠を主張しつつ、特に経済的要因の評価と非経済的要因の評価との統一尺度化をモデル化したものである。福祉要因が各主体の行動における意志決定要因として、また評価要因として重要性を増しつつある昨今において、この統一尺度化は大きな意義をもつものと考えられる。

本研究は2編からなり、第1編には従来の費用便益分析を拡張することによる交通施設整備の統合的評価手法の理論的展開とその具体的適用方法の考察を行ったものである。第1章は交通施設整備の評価に従来の費用便益理論を適用するにあたっての問題点を指摘し本研究の課題としたものである。第2章では、各主体の行動基準、均衡条件をふまえて交通施設インパクトを一般均衡論的に把握するためのモデル構築を行い、交通施設の統合的評価のための理論フレームを検討した。

第3章では、交通施設の統合的評価の重要な分野である外部財の評価の組み込みについて、従来の費用便益分析の枠組を拡張することにより可能であることを明らかにし、その計測理論についても示した。さらに、交通施設の便益計測が可能であれば、その整備のための費用負担方式についても、「公正性基準」を仮定することにより設定が可能であることを示した。

第2編は、第1編における拡張した費用便益分析による評価理論を用いて、交通施設整備の各分野での適用事例の研究を行ったものである。第4章は、住環境変化の評価と住宅立地行動の予測を同一の効用関数に基づかせたモデルにより、都市交通システムの導入による通勤時間の変化からのインパクト、および便益評価を行ったものである。第5章は外部財の計測理論を航空機騒音の評価に適用し社会的費用の計測事例としたものである。第6章は、交通施設のもたらす経済的效果、ここでは道路整備効果および旅客時間の節約効果について、一般均衡論的アプローチに沿った簡便評価手法についての検討を行った。第7章は、第3章で提案した負担方式に沿って、国と地方自治体間の空港整備費用の負担割合の算定を行い、負担方式間の比較、現行制度との比較を行ったものである。



## 第 I 編 拡張した費用便益分析による評価理論

## 第1章 費用便益理論の交通施設評価への適用に関する問題点と課題

水資源開発計画とともに発展してきた費用便益分析理論は、交通分野に適用されるにおよんでさらに発展をとげた。そもそも交通分野に費用便益分析が適用される理由としては、交通基礎構造の準公共財的性質および交通投資の外部経済効果を考慮して、交通投資が公共的判断のもとに行われる必要があるからである。近年、厚生経済学の展開による補償原理の登場により、費用便益分析はプロジェクトの社会的評価指針としての理論的基盤を確保するに至った。対象プロジェクトが誘発する市場価値と、喪失される市場価値とを単一尺度で比較するという簡明な評価方式であり、システムティックな投資プロジェクト選択基準の、政策上の必要性からも重宝であるといえてよい。

ここで、特に交通施設の費用便益評価に関して出てくる問題点および課題について整理したい。第1に評価項目の問題がある。交通施設の整備は、空間的に時間的に広汎な効果の波及を辿るので、その評価を何に基づいて行えばよいのかということである。交通投資の便益項目について、既往の分類例<sup>1)</sup>もあるが、特に間接効果とよばれているものについては、ありうる諸波及を並べただけであり、プロジェクトの定量的評価のためにはどの側面をみればあるいは定量化すればよいのかが明らかでない。この第1の問題は費用便益理論そのものの問題点ではなく、交通分野への応用のための、効果波及についての理論フレームの不足ということができよう。したがって交通施設整備の固有（ネット）の効果抽出しうる、各主体の行動の均衡モデルフレームが必要となる。第2に、費用便益理論は、個人の支払対価（willingness to pay）に基づく価値づけを前提としており、したがって個人にたいして何らかの効用関数を仮定していることになるが、交通施設整備による各主体の行動の変化、すなわちインパクト分析にさいしては別の行動規準が用いられている場合が多い。主体の行動の予測と行動の評価は同一の行動規準より導かれるべきである。第3に費用便益理論の本来の評価対象は、市場財（すでに支払い対価によって価値づけられた）の獲得、喪失であ

るが、交通施設整備のインパクトとしては、汚染、騒音、震動などの環境財への影響、時間節約などの非市場財のアウトプットが多いことである。これについては、市場財便益を定義する場合と同じく、厚生基準にのっとって便益定義ができるかどうかの検討を必要とするものである。また、同時に実際のプロジェクト評価への適用という観点から、その定義にしたがった計測方法の確立が必要がある。第4は、費用負担問題である。いうまでもなく、費用便益理論は、プロジェクトの社会的視点からの成否の判断材料を提供するのみであり、誰が費用を負担するかについては関与しない。交通施設整備は、一般に多大な投資を要するものが多く、補償理論を一步越えたところから、負担理論への展開を図る必要があると考えられる。

## 第2章 交通施設の統合的便益評価手法

本章では、主な形態の交通投資によって誘発される、さまざまな（市場的、非市場的また直接的、間接的）変化を統合的な手法によって評価する方法論について明らかにする。さらに、この統合的手法によって評価された便益が、交通投資が地域におよぼす開発効果と一体であることを示す。

### 2-1 地域厚生の評価要因

交通施設の評価とは、交通施設の存在、利用により誘発される種々の環境の変化を、それが社会にとってどれだけ望ましいのか、また、そうでないのかを判断することである。

したがってそこでは、誰が判断するものか、判断する材料（厚生に影響する要因、評価要因）は何であるのかを決めることがまず必要となってくる。

上記の評価要因の広がりや従来費用便益手法の直接的な便益（すなわち輸送コスト低下）に限ることなく、この従来の便益も含めて結局“人の厚生、福祉”にプラスするのか、マイナスするのかを、直接・間接のつながりを考慮して分析していくところに本研究の意義のひとつがあると考えられる。

地域厚生は、その地域で行動する各主体の厚生の総和であり、地域の発展、成長とは地域厚生の評価要因のレベルが望ましい方向に変化することを意味している。

#### (1) 交通投資効果の波及の仕方

交通施設の効果の発現は概略すると以下の過程をふむ。

ある主体が施設を提供し、企業、家計は自らの行動の評価基準にもとづいて、この施設の利用を決定する。従来の直接効果による評価の場合はここまでの効果体系を考えていたが、本研究は、これを拡張して上記の直接的利用を契機とする経済・社会の諸変化の評価にふみこむものである。図2.1は交通施設投資による居住環境、生産環

境の変化を受けて、経済主体が新たな最適行動をとる（調整）結果、従前の状況と比較されるべき新たな状況が生み出されることを示している。

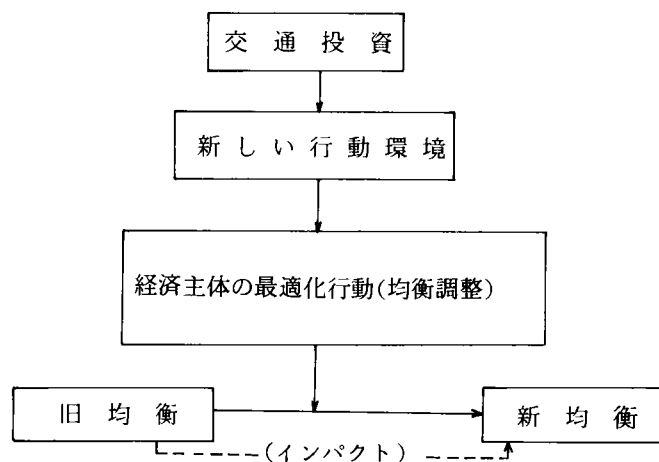


図 2.1 交通インパクトを受けた均衡調整

## (2) 各主体の評価内容

主体は本研究をつうじて以下の分類がなされる。

- ① 家計
- ② 企業
- ③ 政府

この3つの主体の中で家計は下に列挙するような財，サービスの消費，住環境（社会・自然）の享受を通じて，直接的に地域の厚生を実現する，直接的評価主体となる。

- ① 消費する財の量
- ② 居住環境（景観，騒音，雰囲気，便利性，住みやすさなど）
- ③ 消費するレジャーの量

②，③については，消費するということでは①と同じであるが，GNP，GDP 評価等の貨幣評価の可能なもの（市場財）と，②，③のように市場価格の存在しないもの（非市場財，外部財）との区別は，従来の費用便益分析と区別する上において重要な場合がありうるので，概念的に区別を行っている。

企業は直接的な評価主体ではないが，生産活動を通じて，消費の前提となる財，サービスの供給，また労働提供に対する所得支払いを通じて家計（直接的評価主体）の評価に影響を及ぼす。

政府も企業と同様に直接的な評価主体ではないが、交通施設を整備することにより企業行動、家計行動を通じた諸効果を誘導し、最終的に家計の評価に影響を及ぼすものである。したがって交通施設を提供するための負担のあり方、および企業、家計の当該施設に対する評価そのものが政府の評価要因となる。

## 2-2 交通施設整備による便益評価統合化モデル<sup>1)</sup>

### (1) 統合化の意味

交通施設整備による直接的改善内容は、下表2.1のように輸送対象および輸送範囲によって仕分けることができる。

表 2.1 交通施設整備による改善内容

輸送範囲 輸送対象	地 域 内	地 域 間
貨 物	域内貨物輸送交通の改善	域間貨物輸送交通の改善
旅 客	域内旅客交通の改善	域間旅客輸送交通の改善

本章で展開する交通便益評価の統合化モデルは、これらの類別化された交通改善に対して、下記の点で一般化されたものとして提案されるものである。

- ① 基本的モデルのバリエーションとして、それぞれの類別化された便益を表現できること。
- ② 便益の評価は、いずれも帰着（すなわち各主体の経済行動の結果の状態）としての家計の効用の変化に基づいていること。
- ③ 効用概念を導入することにより、市場財と非市場財（環境や時間）とを同一尺度で評価できること。

③は非市場的要因を評価体系にとりこむことを意味している。また②の家計の帰着便益の評価に際しては、一般的均衡論アプローチ<sup>2)</sup>——資源量を固定した場合の諸変化を考慮する——によるインパクトモデルを導入することにより、従来からの間接効果に付随する問題点である“二重計測”からの分離を可能にしている。

### (2) 主体の行動のモデル化

ここでは、交通施設の整備が

- ・家計の効用に与える変化

- ・家計の効用の変化に基づく居住地選択の変化（人口移動）
- ・企業の利潤の変化に基づく生産地（立地場所）選択の変化（資本移動）

を明らかにするための基礎となるべき経済体系をモデル化する。

このモデルは、交通施設の直接的なインパクトによって、整備前後の均衡状態が如何に変わるかを定式化したものであり、特に本研究のひとつの視点である地域開発（帰着）効果の大きな要因となる地域間の人口移動、資本移動のメカニズムを組み込んだものである。

上記の分析目的のため、以下の簡略化のための仮定をおく。

（仮定1）2地域2財の経済を考え、それぞれの地域は一方の財の生産に特化されているものとする。

（仮定2）交通の費用として、ある特定の財の消費および時間の消費を考え、交通施設の整備は、直接的には、これらの財および時間の消費分を軽減するというインパクトを、この経済に与えるものとする<sup>3)</sup>。

（仮定3）両地域の合計の家計数は固定されており、両地域間の家計分布は、両地域の家計の効用が等しくなり移動のメリットのない状態で均衡するものとする。

（仮定4）両地域の合計の資本量は固定されており、両地域の資本分布は両地域の資本に関する生産性が等しくなって資本移動のメリットのない状態で均衡するものとする。

（仮定5）企業の生産は労働投入量および資本設備量に依存する。また生産関数としては収穫一定（Constant Return to Scale : CRS）および生産要素に関しての限界生産性の逓減を仮定する。

（仮定6）財（貨物）の輸送サービスを行う企業は、輸送対象財の生産地での購入費用プラス輸送に要した費用を消費地での売却収入により回収するものとする。

モデルの構造は以下のとおりである。

#### ① 家計分布

二つの地域をそれぞれ地域1，地域2とよび両地域の家計数を $N_i$  ( $i=1, 2$ ，以下この表記は省略する)，総家計数を $N$ とすると（仮定3）は、次式で表わされる。

$$N_1 + N_2 = N \quad (2.1)$$



## ② 労働分布

家計は1単位の労働を、どの家計も固定的に、また居住地域と同一の地域において提供するものとする。この場合、両地域で生産に寄与する労働力は、 $L_i (=N_i)$ 、両地域合計で  $L (=N)$  であり、

$$L_1 + L_2 = L \quad (2.2)$$

となる。各家計は、要素所得として地域1, 2でそれぞれ  $w_1, w_2$  を受けとる。

## ③ 資本分布

資本は両地域全体として  $K$  単位（以下  $K$  とのみ記す）を家計全体が平均的に保有しているものとする。資本の計測単位は任意であるので、家計の保有分を1単位と定義する。どちらの地域の生産に投資を行うかは、全く自由（労働提供が属地的なものに比べて異なる）であり、常に資本利子（レント） $r$  が両地域で等しくなるように、 $K_1, K_2$  に配分される。

$$K_1 + K_2 = K \quad (2.3)$$

したがって両地域の家計は、等しく  $r$  を要素所得として受けとる。

## ④ 企業行動

企業は、両地域において、 $f_i = F_i(E_i, K_i)$  なる生産関数を持っているものとする。ここに  $E_i$  は、労働投入量のうち交通に投入される分を除いた実質的な労働投入量であり、のちの交通投資による時間短縮の効果の分析のため導入された概念である。すなわち、生産量  $f_i$  に応じて、また単位あたりの生産に必要な労働投入量（ $\ell$  とする）に応じて交通への労働投入量が変化し、したがって実質的な生産に回される分が変化するという関係を次の式でモデル化する<sup>1)</sup>。

$$E_i + \ell \cdot f_i = L_i \quad (2.4)$$

交通施設整備による所要時間の短縮は  $\ell$  の減少で表現されることになる。

企業は、上式の制約のもとに、インプットの量を調整することにより利潤を最大化するものとするれば、次の最適化問題として企業行動が定式化できる。

$$\underset{(L, K_i)}{\text{Max}} \pi_i = P_i^i \times f_i - w_i \cdot L_i - rK_i \quad (2.5.a)$$

$$\text{sub. to } E_i + \ell \cdot f_i = L_i \quad (2.5.b)$$

(2.5.a) 式の最適化条件としての

$$(P_i^i - w_i \cdot \ell) \cdot f_{iE_i} = w_i \quad (2.6.a)$$

$$P_i^i \times f_{iK_i} = r \quad (2.6.b)$$

および (2.5.b) を解くことにより企業行動は  $L_i^*(P_i^i, w_i, r, \ell)$ ,  $K_i^*(P_i^i, w_i, r, \ell)$ ,  $E_i^*(P_i^i, w_i, r, \ell)$ ,  $f_i^*(E_i^*, K_i^*)$  等の最適解として,  $P_i^i, w_i, r, \ell$  の関数の形で表わされる。この場合, 企業の最大化された利潤は,

$$\pi^*(P_i^i, w_i, r, \ell) = P_i^i \cdot f_i^* - w_i \cdot L_i^* - r K_i^* \quad (2.7)$$

として間接利潤関数として表わすことができる。ここに  $P_1^1, P_2^2$  は, 二つの財のそれぞれの生産地ベースでの価格であり,  $f_{iL_i}, f_{iK_i}$  は  $f_i$  の  $L_i$  及び  $K_i$  による偏微分, すなわち  $i$  財の生産に関する労働生産性及び資本生産性を示している。

#### ⑤ 家計

家計は, 居住地の選択および二つの財の消費を調整することにより, 効用を最大化するものとする。この行動は下のような最適化問題として表わすことができる。

$$\text{Max}_{\{x_1, x_2\}} U(x_1^i, x_2^i, Q_i) \rightarrow \quad (2.8.a)$$

$$\text{sub. to } P_1^i \cdot x_1^i + P_2^i \cdot x_2^i = y_i \quad (2.8.b)$$

ここに  $x_j^i$  ( $i=1, 2, j=1, 2$ , 以下この表記は省略する) は,  $i$  地域において両財の価格が  $P_1^i, P_2^i$ , 家計の所得が  $y_i$  である場合の  $j$  財の需要量,  $Q_i$  は  $i$  地域での居住環境を表わす。

上記の最適化行動の結果は, 両財に対する需要関数として表わすことができる。

$$x_j^i = D_j(P_1^i, P_2^i, y_i, Q_i) \quad (2.9)$$

#### ⑥ 交通生産

他地域において生産される財に対する需要 ( $x_i^j, i \neq j$ ) は輸送を必要とする。(仮定2)によりこの輸送費用は以下の式で表わすことができる。

$$t_i = x_i^j \times \alpha \quad (i \neq j) \quad (2.10)$$

ここに  $\alpha$  は輸送投入係数, すなわち,  $j$  地域への  $i$  財への輸送にさいして同一財を消費する割合 (スカラー) であり,  $t_i$  は  $i$  財の物量で表示された輸送コストである。

また, ここでは交通企業は (仮定6) により原価を回収するのでその収入および支出は下式のように均衡している。

$$P_i^j \cdot x_i^j - P_i^i \cdot (t_i + x_i^j) = 0 \quad (i \neq j) \quad (2.11)$$

### ⑦ 所得分配

生産要素は労働および資本であり、家計は1単位の労働と資本を提供するので、

$$y_i = w_i + r_i \quad (2.12)$$

が成立する。

### ⑧ 財の需給均衡

二つの財について、両地域での消費需要と輸送投入需要とが生産量に一致しなければならない。したがって以下の需給均衡式が成立する。

$$X_1 = L_1 \cdot x_1^1 + L_1 \cdot x_1^2 + L_2 \cdot t_1 = L_1 \cdot x_1^1 + L_2 \cdot x_1^2 \cdot (1 + \alpha) \quad (2.13. a)$$

$$X_2 = L_2 \cdot x_2^2 + L_1 \cdot x_2^1 + L_1 \cdot t_2 = L_2 \cdot x_2^2 + L_1 \cdot x_2^1 \cdot (1 + \alpha) \quad (2.13. b)$$

なお、 $X_i$  は  $f_i(L_i, K_i)$  で決定される  $i$  財の地域全体の生産量を示している。

### ⑨ 家計の効用の両地域間均衡

地域  $i$  の家計の最大化された効用を間接効用関数の形で  $V_i(P_1^i, P_2^i, y_i)$  で表わすと

$$V_1(P_1^1, P_2^1, y_1) = V_2(P_1^2, P_2^2, y_2) \quad (2.14)$$

の条件においてはじめて人口移動が停止した状態となる。

以上の (2.1) ~ (2.14) の方程式体系は、25個の変数 ( $P_i^j$  (うち  $P_1^j$  はニューメール価格として  $P_1^j \equiv 1$ ),  $y_i, w_i, N_i, K_i, E_i, r, x_i^j, t_i, L_i, X_i$ ) および25個の独立な方程式 (ワルラス法則により全体のうち1個は従属である)<sup>5)</sup> より成っており、経済の均衡体系を記述しているものである。

## (3) 交通投資便益の定義

(1)で構成したモデルにより、交通投資のインパクトを受けた各主体の行動による状態の変化を導くことができる。評価とは、この状態の変化を、望ましさを表現する事であり、ここでは、その望ましさを、次の便益の定義によって尺度化する。なお、この便益の定義の厚生経済理論的裏づけの詳細、また、本研究における評価の一般化のひとつの対象となる公共財 (時間、環境) の評価において、この定義が、理論的整合性をもっていることの説明は、本研究の第3章において詳述する。

厚生経済理論の立場に沿った便益の定義として、補償的変位 (Compensating Variation ; CV) と等価的変位 (Equivalent Variation ; EV) とが従来用いられてき



数，1単位の貨物輸送のために必要なその財の投入量 $\alpha$ の減少，および1単位の生産に必要な旅客投入時間 $l$ の減少が直接的インパクトの定義であり次のように定式化できる。

$$\begin{array}{ccc} \text{(改善前)} & & \text{(改善後)} \\ \alpha = \alpha_0 & \Rightarrow & \alpha = \alpha_1 = \alpha_0(1-h) \quad (0 \leq h \leq 1) \\ l = l_0 & & l = l_1 = \alpha_0(1-h) \quad ( \quad " \quad ) \end{array}$$

ここにサフィックス0および1はそれぞれ，新道路の建設，新港湾の仮置などの交通施設整備による改善の前後の輸送投入係数であることを示す。

以下は， $\alpha$ ， $l$ ，の変化が及ぼす諸影響の評価について明らかにする。

## 2) 家計の便益

前述したように，本研究における交通投資便益は，家計の便益を意味している。1)のインパクトは一般的には，対象とする地域間に異なった量の便益を発生させ，その結果，両地域の居住に関する効用の均衡のための人口移動(migration)を誘発すると考えられる。この人口移動後の状態と，移動前の状態を，EVを用いて比較することにより，家計の便益は，その家計の人口移動のパターンごとに以下のように表わすことができる。前記(2-2,(3))したようにEVはインパクトの前の状態すなわち $P_i^j(0)$ ， $y_i(0)$ が変わらないとした時，インパクト後の効用レベル $V_i(P_i^j(1), y_i(1))$ に達するための所得補償額として便益を定義しているので $B_{ij}$ を $i$ 地域から $j$ 地域へ移動した家計の便益とすると， $B_{ij}$ は次の式を満足する貨幣額となる。

$$V_1(P_1^1(0), P_2^1(0), y_1(0) + B_{11}) = V_1(P_1^1(1), P_2^1(1), y_1(1)) \quad (2.15. a)$$

$$V_1(P_1^1(0), P_2^1(0), y_2(0) + B_{12}) = V_2(P_1^2(1), P_2^2(1), y_2(1)) \quad (2.15. b)$$

$$V_2(P_2^2(0), P_1^2(0), y_2(0) + B_{22}) = V_2(P_1^2(1), P_2^2(1), y_2(1)) \quad (2.15. c)$$

$$V_2(P_2^2(0), P_1^2(0), y_1(0) + B_{21}) = V_1(P_1^1(1), P_2^1(1), y_1(1)) \quad (2.15. d)$$

ここに価格等に付した(0)，(1)はそれぞれ，交通インパクトによる変化の前後における状況を表わすものである。

式(2.15)は消費関数 $e^j$ を用いて解くことができ，したがって各家計の便益は以下のように表わされる。

$$B_{11} = e(P_1^1(0), V_1(1)) - e(P_1^1(0), V_1(0)) \quad (2.16. a)$$

$$B_{12} = e(P^2(0), V_2(1)) - e(P^1(0), V_1(0)) \quad 16. \text{ b)}$$

$$B_{22} = e(P^2(0), V_2(1)) - e(P^2(0), V_2(0)) \quad 16. \text{ c)}$$

$$B_{21} = e(P^2(0), V_1(1)) - e(P^2(0), V_2^2(0)) \quad 16. \text{ d)}$$

ただし  $P^i$  は  $i$  地域での価格ベクトル  $(P^i_1, P^i_2)$  を示すものとする。

ここで (仮定 4) より均衡は,  $V_1(1) = V_2(1)$  が成立するので

$$B_{11} = B_{12} \quad (2. 17. \text{ a})$$

$$B_{22} = B_{21} \quad (2. 15. \text{ b})$$

となる。すなわち移動した家計も居住し続けた家計も同様の便益を享受することになる。

### 3) 地域の便益

社会の便益は家計の便益を総計したものとすると社会 (国) 全体の便益 ( $S_T$ ) は,  $N_{ij}$  を  $i$  から  $j$  へ移動した家計の数とすると, 式 (2. 17) を用いて

$$S_T = S_1 + S_2 = (N_{11} + N_{12}) \cdot B_{11} + (N_{22} + N_{21}) \cdot B_{22} \quad (2. 18)$$

となる。ここに  $S_i$  ( $i = 1, 2$ ) は地域  $i$  の帰属便益である。すなわち, 社会全体の便益の計測にあたっては, 両地域の居住し続ける家計の便益と初期 (変化前) の人口分布があればよいということになる。しかしながら地域別の便益計測の場合は状況が異なる。いま人口移動が生じた場合には, 移動者の便益は移動後の地域に帰属させるものとする, 地域別の便益は

$$S_1 = N_{11} \cdot B_{11} + N_{21} \cdot B_{21} \quad (2. 19. \text{ a})$$

$$S_2 = N_{22} \cdot B_{22} + N_{12} \cdot B_{12} \quad (2. 19. \text{ b})$$

として算定される。この場合は人口移動  $N_{ij}$  のデータ, 事前評価のためには  $N_{ij}$  の予測が必要となる。

### 4) 交通便益の統一的評価式

2), 3) は特に交通にとっての特有な便益に関する定義では無かった。ここで各グループの便益を展開していることにより交通便益の性格を明らかにする。以降,  $P_1$  による偏微分,  $e$  の  $V_1$  による偏微分,  $f_1$  の  $L_1$  による偏微分等は, それぞれ  $V_{1, P_1}$ ,  $e_{V_1}$ ,  $f_{1, L_1}$  と表示する。

いま地域 1 に居住し続ける家計の便益  $B_{11}$  を例にとると (2. 16) 式より次のよう

に表わすことができる。

$$\begin{aligned}
 B_{11} &= e(P_1^1(0), V_1(P_1^1(1), P_2^1(1), Y_1(1), Q_1(1))) & (2.20) \\
 &- e(P_1^1(0), V_1(P_1^1(0), P_2^1(0), Y_1(0), Q_1(0))) \\
 &= \int_{(0) \rightarrow (1)} e \left( V_{1P_1^1} \cdot dP_1^1 + V_{1P_2^1} \cdot dP_2^1 + V_{1Y_1} \cdot dY_1 + V_{1Q_1} \cdot dQ_1 \right)
 \end{aligned}$$

(2.20) 式は  $(P_1^1, P_2^1, y_1)$  についての変化前の状況(A)から変化後の状況(B)までの線積分を表わしている。この  $B_{11}$  は各種々インパクトに対応できかつ、非市場財(環境財  $Q$ ) も含んだ交通投資便益の統一的評価式といえることができる。

#### 5) 交通便益の性格

4)で導いた交通投資の統一的評価式を用いて、1)で想定したインパクト別に、その誘発する便益の性格を明らかにすることができる。

##### (i) 貨物輸送対象投資の場合

この場合は、貨物の輸送費用の低下を表わす  $\alpha$  の減少  $\alpha_0 \rightarrow \alpha_1$  ( $\alpha_0 > \alpha_1$ ) に伴う便益が問題となる。なお、ここでは簡単のため  $l=0$  と仮定する。

まず上記の便益式に要因として含まれている価格については1地域第1財をニューメレール財とすると

$$P_1^1 \equiv 1 \quad (2.21. a)$$

$$P_2^2 = P_2^1 / P_1^1 \equiv P \quad (2.21. b)$$

とすることができる。また移入財の価格  $P_2^1, P_2^2$  については(2.11)より生産地価格に輸送費用を加えたものとなるので次式となる。

$$P_2^1 = (1 + \alpha)P \quad (2.21. c)$$

$$P_2^2 = (1 + \alpha) \cdot P_1^1 = (1 + \alpha) \quad (2.21. d)$$

したがって価格変化については

$$dP_1^1 = 0 \quad (2.22. a)$$

$$dP_2^1 = (1 + \alpha) \cdot P' \cdot d\alpha + P \cdot d\alpha \quad (2.22. b)$$

である。次に Roi の定理<sup>3)</sup>により

$$V_{1P_1^1} = -x_1^1, V_{1P_2^1} = -x_2^1 \quad (2.23)$$

が成立するので(2.21)～(2.23)を用いて便益式(2.20)を書き換えると

次の積分形となる。

$$B_{11} = \int_{\alpha_0}^{\alpha_1} e_{v_1} \cdot \left[ V_1 y_1 \cdot \left\{ -x_2^1 \cdot (P' \cdot \alpha + P' + P) + y_1' \right\} + \frac{dV_1}{dQ_1} Q_1' \right] d\alpha \quad (2.24)$$

同様にして  $dP_1^2 = d\alpha$ ,  $dP_2^2 = dP$  なので、地域 2 に居住し続ける家計の便益は次の式で表わすことができる。

$$B_{22} = \int_{\alpha_0}^{\alpha_1} e_{v_2} \left[ V_2 y_2 \cdot \left\{ -x_2^2 \cdot P' - x_1^2 + y_2' \right\} + \frac{dV_2}{dQ_2} \cdot Q_2' \right] \cdot d\alpha \quad (2.25)$$

ここで  $\alpha$  の微小な変化にたいしては

$$e_{v_1} \cdot V_1 y_1 = e_{v_2} \cdot V_2 y_2 = I \quad (2.26)$$

であるので、

$$B_{11} = \int_{\alpha_0}^{\alpha_1} \left[ -x_2^1 \{ P' + (P \alpha)' \} + y_1' + e_{v_1} \frac{dV_1}{dQ_1} Q_1' \right] d\alpha \quad (2.27. a)$$

$$B_{22} = \int_{\alpha_0}^{\alpha_1} \left[ (x_2^2 P' - x_1^2 + y_2') + e_{v_2} \frac{dV_2}{dQ_2} Q_2' \right] d\alpha \quad (2.27. b)$$

さらに  $y_1'$  および  $y_2'$  については  $y_1' = w_1' + r'$ ,  $y_2' = w_2' + r'$  であることから

$$w_1' = f_{1LL} \cdot L_1' + f_{1LK} K_1' \quad (2.28. a)$$

$$w_2' = (f_{2LL} L_2' + f_{2LK} K_2') \times P + f_{2L} \times P' \quad (2.28. b)$$

$$r' = f_{1KL} L_1' + f_{1KK} K_1' = (f_{2KL} L_2' + f_{2KK} K_2') \cdot P + f_{2K} \times P' \quad (2.29)$$

を代入して

$$y_1' = (f_{1LL} + f_{1KL}) L_1' + (f_{1LK} + f_{1KK}) K_1' \quad (2.30)$$

$$y_2' = \{ (f_{2LL} + f_{2KL}) L_2' + (f_{2LK} + f_{2KK}) K_2' \} \times P + (f_{2K} + f_{2L}) \times P' \quad (2.31)$$

と表わすことができる。

ここでは貨物輸送対象投資の場合を考えているので企業行動モデルの (2.4) における時間係数を  $\ell = 0$  とすると  $L_i = E_i$  となり  $f_{iLL} \cdot L_i$ ,  $f_{iKL} \cdot L_i'$  等は生産性の変化を表わすことになる。ここに  $f_{iLL}$ ,  $f_{iLK}$ ,  $f_{iKK}$  等は  $i$  財の生産に関する生産資源の 2 次偏微分であり、 $f_i$  の変化に関連するものは  $L_i$ ,  $K_i$  であるのでサフィックス  $i$  は  $f_i$  の後では以降省略して、 $f_{iLKi}$  等とすべきところを  $f_{iLK}$  等と記すことにする。

以上の  $y_1'$ ,  $y_2'$  の分析により所得変化は  $L_1'$ ,  $L_2'$ ,  $K_1'$ ,  $K_2'$  の資源移動量とそれに基づく  $f_{iLL}$ ,  $f_{iLK}$ ,  $f_{iKK}$  等の生産性の変化、および価格変化  $P'$  によって起きるといふことができる。

これらのことにより、家計の交通便益を構成する要因は、交通費用の低下に直接帰因するもの  $(-x_2^1 \cdot P \cdot d\alpha, -x_1^2 \cdot d\alpha)$ 、誘発された一般財価格  $P$  の変化に帰因す



るもの  $(-x_2^1 \cdot (1 + \alpha) \cdot P', -x_2^2 \cdot P', (f_{2K} + f_{2L}) \cdot P')$  および誘発された資源移動に基づくもの  $((f_{1LL} + f_{1KL}) \cdot L_1' + (f_{1KK} + f_{1KL}) \cdot K_1', \{(f_{2LL} + f_{2KL}) \cdot L_2' + (f_{2LK} + f_{2KK}) \cdot K_2'\} \cdot P)$  の市場財を用いて評価した3類型と市場価格をもたない広義の環境財の変化の評価分  $(e_{vi} \cdot V_i' \cdot dQ_i)$  とに分けることができることが明らかにされた。

ii) 旅客輸送時間短縮 (企業活動に生じたもの)

交通投資の主要なインパクトのひとつである時間短縮の便益について考察する。ここでは、企業行動モデルにおける、生産のための旅客 (業務) 所要時間の減少 ( $\ell_0 \rightarrow \ell_1$ ) に伴う便益が問題となる。

i) の費用節約の場合と同様にEVにしたがうことにより、財価格の変化、所得の変化にもとづいて、 $\ell$ が変化することによる便益は両地域について次のように表わされる。

$$B_{11} = \int_{\ell_0}^{\ell_1} \left[ -(1 + \alpha) \cdot x_2^1 \cdot P' + y_1' + e_{v_1} \cdot \frac{dV_1}{dQ_1} \cdot Q_1' \right] d\ell \quad (2.32)$$

$$B_{22} = \int_{\ell_0}^{\ell_1} \left[ -x_2^2 \cdot P' + y_2' + e_{v_2} \cdot \frac{dV_2}{dQ_2} \cdot Q_2' \right] d\ell \quad (2.33)$$

ここに  $\ell$  の変化による価格の変化については

であることから、

であり、 $B_{11}$ 、 $B_{22}$ は

これらの価格変化が代入された結果である。これらの便益は、貨物輸送節約の場合に比べて、交通費用の低下に直接帰因する、 $-x_2^1 d\alpha$  および、 $-x_2^2 d\alpha$  が落ちた形となっている。所得の変化  $y_1'$ 、 $y_2'$  については貨物輸送費用の場合と同じく、要素所得の変化となるが  $(w_1' + r', w_2' + r')$ 、この中に時間短縮の変化が織り込まれる。このことは次のように説明することができる。

まず (2.6.a) 式により

$$w_1 = \frac{1}{\ell + 1/f_{1E}} \quad (2.34)$$

を導くことができる。この式の分母は追加的な1単位の生産に要する労働力 (必要な旅行時間 (これは常に  $\ell$ ) に追加的な生産に必要な労働時間  $1/f_{1E}$  を加えたもの) を示しており、したがって  $W_1$  は生産の全体系の中に投入される追加的労働力 ( $L_1$ ) の1単位に対する限界生産量を示していることになる。

(2.34) 式で示された要素所得  $w_1$  の  $\ell$  による変化は

$$w_1' = \frac{-(\ell + 1/f_{1E})'}{(\ell + 1/f_{1E})^2} = \frac{-1 - f_{1E}'/f_{1E}^2}{(\ell + 1/f_{1E})^2} \quad (2.35)$$

として表わされる。この式は

$$f_{1E}' = f_{1EE} \cdot dE + f_{1EK} \cdot dK \quad (2.36)$$

および再び制約式 (2.5.b) からの

$$dE_1 = dL_1 - d(\ell \cdot f_1) \quad (2.37)$$

を代入することにより

$$w_1' d\ell = \frac{-d\ell}{(\ell + 1/f_{1E})^2} - \frac{\{dL_1 - d(\ell \cdot f_1)\} \cdot f_{1EE} + f_{1EK} \cdot dK_1}{(\ell \cdot f_{1E} + 1)^2} \quad (2.38)$$

と表わすことができる。同様に、 $w_2, r'$  についても

$$w_2' d\ell = P' \cdot f_{2L} + P' \cdot \left[ \frac{-d\ell}{(\ell + 1/f_{2E})^2} - \frac{\{dL_2 - d(\ell \cdot f_2)\} \cdot f_{2EE} + f_{2EK} \cdot dK_2}{(\ell \cdot f_{2E} + 1)^2} \right] \quad (2.39. a)$$

$$\begin{aligned} r' \cdot d\ell &= f_{1K}' = f_{1KE} \cdot dE_1 + f_{1KK} dK_1 \\ &= f_{1KE} \{dL_1 - d(\ell \cdot f_1)\} + f_{1KK} dK_1 \\ &= f_{2KE} \{dL_2 - d(\ell \cdot f_2)\} + f_{2KK} dK_2 + P' \cdot f_{2K} \end{aligned} \quad (2.39. b)$$

と書くことができる。

以上のことから時間節約をもたらす投資の便益も、 $\ell$  の変化に直接的に帰因する便益 ( $-d\ell / (\ell + 1/f_{1E})^2, -P \cdot d\ell / (\ell + 1/f_{2E})^2$ ), 価格の変化に帰因する便益 ( $-(1 + \alpha) \cdot x_2^1 \cdot P' \cdot f_{2L}, P' \cdot f_{2K}, -x_2^2 \cdot P'$ ) および資源移動による生産性の変化にもとづく便益 ( $-[\{dL_1 - d(\ell \cdot f_1)\} \cdot f_{1EE} + f_{1EK} \cdot dK_1] / (\ell \cdot f_{1E} + 1)^2, -P \cdot [\{dL_2 - d(\ell \cdot f_2)\} \cdot f_{2EE} + f_{2EK} \cdot dK_2] / (\ell \cdot f_{2E} + 1)^2, f_{1KE} \{dL_1 - d(\ell \cdot f_1)\} + f_{1KK} \cdot dK_1, f_{2KE} \{dL_2 - d(\ell \cdot f_2)\} + f_{2KK} dK_2$ ) をその類型として挙げるができる。したがって貨物輸送節約の場合と同じ類型として捕えることができることになる。

##### (5) 交通投資便益の量的性格

(4)においては、交通投資による便益を決定する要因について整理し、仕分けを行った。これらの仕分けの中で環境財の評価については、他の区分の便益に純粹に追加されるものであるが、他の区分の便益については市場財便益であるので独立性や地域的帰属について整理する必要がある。

したがってここでは、それらの市場財便益について、交通投資プロジェクトの評価に資するための、量としての性格、すなわち便益の独立性や地域的帰属について考察する。

### 1) 地域別便益

前項で定式化された便益の中で市場財評価分を再掲すると、交通費用の低下 ( $d\alpha$ )、旅客交通時間の短縮 ( $dl$ ) について共に

$$B_{11} = -x_2^1(P(1+\alpha))'d\alpha + dy_1 = -x_2^1(1+\alpha)dP - x_2^1Pd\alpha + dw_1 + dr \quad (2.40.a)$$

$$B_{22} = -x_1^2d\alpha - x_2^2P'd\alpha + dy_2 = -x_1^2d\alpha - x_2^2P'd\alpha + dw_2 + dr \quad (2.40.b)$$

と表わすことができた。ここで  $dl$  が陽に出てこないのは、 $y_1'$  および  $y_2'$  すなわち所得の変化要因としてしか  $dl$  が影響しないからである。 $dl$  の影響を明らかにするために以下のように  $y_1'$ 、 $y_2'$  を展開する。

いま、企業の行動は (2.5) にしたがって利潤  $\pi$  の最大化を達成している。しかも仮定により生産関数は収穫規模が不変であるので、利潤  $\equiv 0$  である。これは (2.7) より

$$\pi_1^*(p_1^1, w_1, r, l) \equiv 0 \quad (2.41.a)$$

$$\pi_2^*(p_2^2, w_2, r, l) \equiv 0 \quad (2.41.b)$$

として表わすことができる。

両辺の変分を求めると

$$\pi_{1p_1^1} dp_1^1 + \pi_{1w_1} dw_1 + \pi_{1r} dr + \pi_{1l} \cdot dl = 0 \quad (2.42.a)$$

$$\pi_{2p_2^2} dp_2^2 + \pi_{2w_2} dw_2 + \pi_{2r} dr + \pi_{2l} \cdot dl = 0 \quad (2.42.b)$$

ここで Roi の定理により

$$\pi_{1p_1^1} = +X_1^*, \pi_{1w_1} = -L_1^*, \pi_{1r} = -K_1^* \quad (2.43.a)$$

$$\pi_{2p_2^2} = +X_2^*, \pi_{2w_2} = -L_2^*, \pi_{2r} = -K_2^* \quad (2.43.b)$$

が成立する。また  $\pi_{1l}$ 、 $\pi_{2l}$  については以下のようにして

$$\pi_{1l} = -f_1 \cdot f_{1E}, \pi_{2l} = P \cdot (-f_2) \cdot f_{2E} \quad (2.44)$$

を導くことができる。

まず地域 1 についての、時間投入係数  $l$  の変化による利潤  $\pi_1$  の変化は

$$\pi_{1l} = f_{1l} - w_1 L_{1l} - r K_{1l} = (f_{1E} \cdot E_{1l} + f_{1K} \cdot K_{1l}) - w_1 L_{1l} - r K_{1l} \quad (2.45)$$

である。ここで  $\pi_{1l}$  は最適状態間での変化とすると

$$f_{1K} = r = 0 \quad (2.46)$$

$$f_{1L} = f_{1E} E_{L1} = w_1 \quad (2.47)$$

が成立している。企業行動における時間制約式 (2.5.b) 式  $\ell f_1 + E_1 = L_1$  を  $L_1$  で微分することにより、労働の追加的単位雇用による限界的な生産への投入増は次式で表わされる。

$$E_{L1} = 1 - \ell \cdot f_{L1} \quad (2.48)$$

すなわち単位雇用によって結局増加する生産量  $f_{1l}$  に必要な交通に投入される労働  $\ell \cdot f_{1l}$  をさし引いたものが生産に投入されるということを示している。

(2.46) (2.47) および (2.48) を利潤の変分式  $\pi_{1l}$  (2.45) に代入すると

$$\pi_{1l} = f_{1E} \times E_{1l} - w_1 L_{1l} \quad (2.49)$$

$$= f_{1E} \times E_{1l} - f_{1E} (1 - \ell f_{L1}) \cdot L_{1l}$$

$$= f_{1E} (E_{1l} - L_{1l}) + f_{1E} \cdot \ell \cdot f_{L1} \cdot L_{1l}$$

となり、さらにこの式に再び時間制約式をこんどは  $\ell$  で偏微分したもの

$$\ell \cdot f_{1\ell} + f_1 + E_{1\ell} = L_{1\ell} \quad (2.50)$$

を代入すると結局

$$\pi_{1l} = f_{1E} \cdot (-\ell \cdot f_{1\ell} - f_1 + \ell \cdot f_{L1} \cdot L_{1\ell})$$

$$= f_{1E} \cdot (-\ell \cdot f_{1\ell} - f_1 + \ell \cdot f_{1\ell})$$

$$= f_{1E} \cdot (-f_1) \quad (2.51)$$

を導くことができる。

(2.51) は企業にとっての時間投入係数の減少の効果は  $f_{1E} \cdot (-f_1) \cdot dl$ 、すなわち所要時間短縮に伴う労働の生産投入増加分 ( $-f_1 \cdot dl$ ,  $dl < 0$  なのでこれは正) に労働生産性  $f_{1E}$  を乗じたものとして表わすことができるということを示すものである。

地域2の企業についても同様にして

$$\pi_{2l} = P \cdot f_{2E} \cdot (-f_2) \quad (2.52)$$

が成立する。

(2. 42) に (2. 43) 及び  $dP_1^1 = 0$ ,  $dP_2^2 = dP$  を代入するとき, 結局企業行動について

$$-L_1 \cdot dw_1 - K_1 \cdot dr - f_1 \cdot f_{1E} \cdot d\ell = 0 \quad (2. 53. a)$$

$$X_2 \cdot dP - L_2 \cdot dw_2 - K_2 \cdot dr - f_2 \cdot f_{2E} \cdot d\ell = 0 \quad (2. 53. b)$$

が成立することになる。

地域毎の全体便益は, それぞれ  $SB_1$ ,  $SB_2$  とすると

$$SB_1 = L_1 \cdot B_{11} = -L_1 \cdot x_2^1 \cdot (1 + \alpha) \cdot dP - L_1 \cdot x_2^1 \cdot P \cdot d\alpha + L_1 \cdot (dw_1 + dr) \quad (2. 54. a)$$

$$SB_2 = L_2 \cdot B_{22} = -L_2 \cdot x_1^2 \cdot d\alpha - L_2 \cdot x_2^2 \cdot dP + L_2 \cdot (dw_2 + dr) \quad (2. 54. b)$$

である。

(2. 13. b) の  $X_2 = L_2 \cdot X_2^1 \cdot (1 + \alpha)$  および (2. 53) を (2. 54) に代入することにより結局

$$SB_1 = -L_1 \cdot x_2^1 \cdot (1 + \alpha) \cdot dP - L_1 \cdot x_2^1 \cdot P \cdot d\alpha - f_1 \cdot f_{1E} \cdot d\ell \quad (2. 55. a)$$

$$SB_2 = +L_1 \cdot x_2^1 \cdot (1 + \alpha) \cdot dP - L_2 \cdot x_1^2 \cdot d\alpha - P \cdot f_2 \cdot f_{2E} \cdot d\ell \quad (2. 55. b)$$

として, 地域別の便益が表わされる。

$SB_1$ ,  $SB_2$  は, 交通投資の直接的効果である投入係数  $\alpha$ ,  $\ell$  の変化  $d\alpha$ ,  $d\ell$  (共に負) および一般均衡的調整の結果生じる一般財の価格変化  $dP$  の変化, すなわち交通投資にとっては間接的な効果によりなっている。表2.2に効果の仕分け別, 地域別

表 2.2 地域別便益の帰属

地域 効果		1 地域	2 地域
		直接的な効果	
直接的な効果	費用節約のものに	$-L_1 \cdot x_2^1 \cdot P d\alpha$ (財 2 購入額の節約)	$-L_2 \cdot x_1^2 \cdot d\alpha$ (財 1 購入額の節約)
	時間節約のものに	$-f_{1E} \cdot f_1 \cdot d\ell$ (財 1 の生産高増)	$P \cdot f_2 \cdot f_{2E} \cdot d\ell$ (財 2 の生産高増)
間接的効果		$-L_1 \cdot x_2^1 \cdot (1 + \alpha) \cdot dP$ (財 2 購入額の増加)	$L_1 \cdot x_2^1 \cdot (1 + \alpha) \cdot dP$ (財 2 の移出額の増加)

表中の ( ) 書きは,  $d\alpha < 0$ ,  $d\ell < 0$ ,  $dP > 0$  の場合の前提としたものである。

に効果内容を示したが、次のことから明らかにされたと考えられる。

- ① 直接的な効果については、交通を必要としている量（移入量，業務旅客所要量）が大きい地域ほど節約便益が大きい。

これは、 $d\alpha$ ， $d\ell$ が両地域について同一の直接的インパクトであるという仮定にもよるが、この仮定を外して $d\alpha_1$ ， $d\alpha_2$ ， $d\ell_1$ ， $d\ell_2$ としてインパクトに差を与えたとしても、この性質は変わらない。

- ② 間接的な効果は、両地域には正反対の効果となる。生産地での価格変化は、それが移出入される場合には売方と買方で売上げ増と購入増という裏返しの効果となって地域差を生ぜしめる。

- ③（仮定3）より、両地域の家計あたりの便益は均等であるので地域別便益について

$$\frac{SB_1}{L_1} = \frac{SB_2}{L_2}$$
$$TSB = SB_1 + SB_2 \quad (2.56)$$

が成立しているはずである。したがって直接的な効果の発生量の差違が間接的な効果によって上記の均等式が成立するように調整されていることになる。このことは、家計あたりの直接効果便益が等しくない（これが通常である）場合には、必ず一般財価格の変化が起こり、間接的な効果が両地域に誘発されることを示している。

- ④ ③の（2.56）式より両地域の便益 $SB_1$ ， $SB_2$ は共に負かまたは共に正である。ここで後記するように社会全体の便益 $SB_1 + SB_2$ は通常正であることから、交通投資の便益は $SB_1 > 0$ ， $SB_2 > 0$ となり、両地域において正であるといえることができる。

## 2) 社会全体の便益

交通投資を、プロジェクト自体として評価する、すなわち帰属には目を向けず、総計としての評価（国民経済的評価）を行う場合は、両地域の便益合計が問題となる。

社会全体の便益 $TSB$ は両地域便益 $SB_1$ ， $SB_2$ の和であるので（2.55）式より

$$TSB = SB_1 + SB_2 = -L_1 \cdot x_2^1 \cdot P \cdot d\alpha - L_2 \cdot x_1^2 \cdot d\alpha - f_{1E} \cdot f_1 \cdot d\ell - f_{2E} \cdot f_2 \cdot d\ell \quad (2.57)$$

となり、間接的な $dP$ による効果部分が相殺される。したがって社会全体の便益をみる

上では一般財に間接的に及ぼされた価格変化の効果は考慮しなくても良いということがわかる。

通常交通投資の場合は、 $d\alpha < 0$ 、 $dl < 0$ であるので社会全体の便益は明らかに正である。そしてこの事実は地域別便益も正であることの根拠ともなっている。

## 2-3 交通投資の地域へのインパクト

インパクトとは、一般的には、交通施設整備によって変化する経済社会の側面を意味しているが、ここではもっと厳密に、一般均衡体系の変化、すなわち各主体の最適行動の変化の結果生じる新しい均衡と旧均衡との差異として定義することができる。

交通施設整備の直接的インパクトは、交通費用を低下させ( $\alpha$ )、所要時間を節約し( $\ell$ )、騒音、大気汚染の発生のように環境を劣化させる( $q$ )ことの組み合わせから成っている。諸インパクトは、これらの直接インパクトの他に、外的条件(直接インパクト)変化に伴う最適行動の変化としても出てくるが、地域便益に関連するこれらの構造的変化要因は具体的には(2.55)より家計数 $L_1, L_2$ 、家計あたり移入量 $x_1^1, x_2^1$ 、生産量 $X_1, X_2$ および価格 $P$ であることがわかる。

これらの要因の変化(インパクト)は、家計の効用関数及び企業の効用関数を特定化することによって正確に把握することができる。したがって、ここでは、定性的に判断できる事項を、直接的インパクトとして交通費用の低下があった場合についての地域間交通量へのインパクト、人口移動、資本移動へのインパクトに絞って明らかにするものである。

### (1) 輸送へのインパクト

交通量は、第2財についてみると、全体で

$$G_2 = L_1 \cdot x_2^1 \quad (2.58)$$

で表わすことができる。ここに $G_2$ は第2財の地域間輸送量である。交通費用の低下 $d\alpha$ による $G_2$ の変化分(インパクト)は、 $L_1$ および $x_2^1$ を $\alpha$ の関数とみて

$$dG_2 = L_1 \cdot dx_2^1 + x_2^1 \cdot dL_1 \quad (2.59)$$

である。 $dL_1$ 、すなわち $\alpha$ の変化にたいする家計の分布関数(人口移動関数)および $dx_2^1$ 、すなわち地域1における家計の第2財にたいする、 $\alpha$ に関する需要関数がわかればよいことになる。 $L_1, x_2^1$ に限らず他の関連変数も、種々の $\alpha$ を与えた時の、本章(2)の一般均衡モデルの解として需要関数、供給関数、家計の分布関数を知ることがで



きる。 $L_1$ については $\alpha$ の変化によるインパクトは次項で考察する。 $x_2^1$ についての需要関数は、価格体系 $P_1, P_2$ および所得 $y_1$ で決定され、また、これらの変数はすべてひとつの $\alpha$ にたいして1組の値が均衡値として決まることを考慮すると、 $x_2^1$ は

$$x_2^1(\alpha) = x_2^1(P_1^1(\alpha), P_2^1(\alpha), y_1(\alpha)) \quad (2.60)$$

と表わされる。したがって、 $P_1^1(\alpha) \equiv 1, P_2^1(\alpha) = P(\alpha) \cdot (1 + \alpha)$ であるので $\alpha$ による $x_2^1$ の変化は

$$dx_2^1(\alpha) = x_2^1 \cdot \left\{ (1 + \alpha) \cdot dP + P d\alpha \right\} + x_2^1 y_1 \cdot dy_1 \quad (2.61)$$

となる。地域間輸送量の変化は結局

$$dG_2 = L_1 \cdot x_2^1 \cdot P \cdot d\alpha + L_1 \cdot x_2^1 \cdot (1 + \alpha) \cdot dP + L_1 \cdot x_2^1 y_1 + x_2^1 \cdot dL_1 \quad (2.62)$$

で表わされる。すなわち、直接費用の低下のみによるインパクト  $L_1 \cdot x_2^1 \cdot P \cdot d\alpha$  (図2.2のA)、一般財の価格変化によるインパクト  $L_1 \cdot x_2^1 \cdot (1 + \alpha) \cdot dP$  (図2.2のB)、所得の変化によるインパクト  $L_1 \cdot x_2^1 \cdot dy_1$  (図2.2のC)、および家計移動によるインパクト  $x_2^1 dL_1$  (図2.2のD) とにインパクトを仕分けることができる。

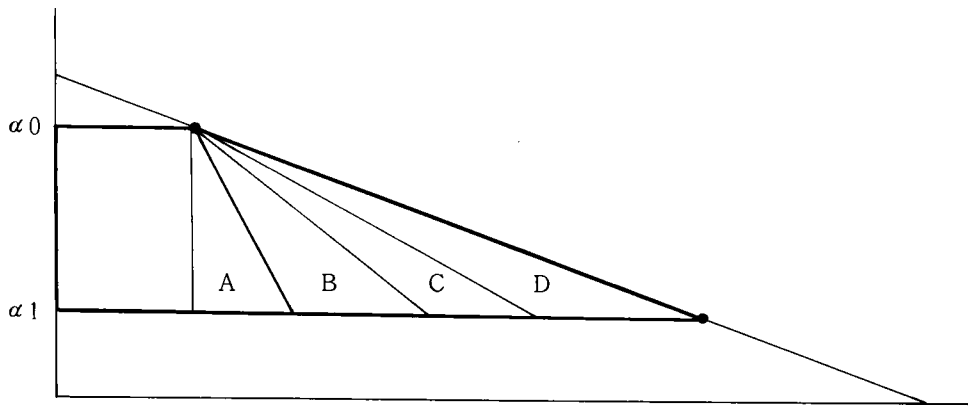


図2.2 交通インパクトの区分

上記の4つの仕分けのインパクトの中で、Aについては $d\alpha < 0, x_{2p_1}^1 < 0$ より通常は正である。他のB, C, Dのインパクトについては、 $dP, dy_1, dL_1$ の符合に依存しており、ここでは決定することはできないが、家計の効用関数および生産関数を特定化すればそれぞれのインパクト、さらにはそれらを総合した輸送量へのインパクト  $dG_2$ を知ることができる。

## (2) 人口・資本の移動へのインパクト

人口の移動の源泉はここでは，両地域間の家計効用の差であり，交通費用の低下という外的要因によって生じた両地域の家計の効用差は，家計がどちらの地域に居住しても同等である状態まで人口移動を通じて調整される。また，資本の移動の源泉は両地域間の資本利子率の差であり，同じように交通費用の低下によって誘発された利子率差は両地域において同等となるまで資本移動を通じて調整される。

これらの2つの種類の調整は，同時になされるので，両資源の移動量は次に示す2つの条件式(2.62)および(2.63)を満足する必要がある。まず人口移動については， $\alpha$ の変化に対して両地域の家計の効用の変化分  $dV_1$ ,  $dV_2$  について

$$dV_1 = dV_2 \quad (2.62)$$

が成立する必要がある。さらに資本移動については両地域の資本利子率の変化分  $dr_1$ ,  $dr_2$  について

$$dr_1 = dr_2 \quad (2.63)$$

が成立しなければならない。

両式について両資源移動量の性格を明らかにするため以下の展開を行う。

まず，(2.62)式は(2.14)式の微分形であり，

$$dV_i = V_i p_1^i \cdot dp_1^i + V_i p_2^i \cdot dp_2^i + V_i y_i \cdot dy_i \quad (i=1,2) \quad (2.64)$$

と表わすことができる。ここで Roi の定理<sup>3)</sup>により

$$V_i p_j^i = -V_i y_i \cdot x_j^i \quad (2.65)$$

式(2.65)は，所得の限界効用と， $j$ 財購入量との積で表わされた，価格  $P_j$  に関する限界効用式でありこれを(2.64)に代入すると

$$dV_i = -V_i y_i \cdot (x_1^i \cdot dp_1^i + x_2^i \cdot dp_2^i - dy_i) \quad (2.66)$$

と書き替えることができ，(2.64)式は結局，次の価格変化，所得変化および購入量で表わすことができる。

$$x_1^1 \cdot dp_1^1 - x_2^1 \cdot dp_2^1 - dy_1 = x_1^2 \cdot dp_1^2 + x_2^2 \cdot dp_2^2 - dy_2 \quad (2.67)$$

(2.67)の中で， $dy_1$ ,  $dy_2$ は，(2.12)式によりそれぞれ  $dw_1 + dr_1$ , および  $dw_2 + dr_2$  に等しいので(2.6)式を微分することにより

$$dy_1 = dw_1 + dr_1 = (f_{1KK} + f_{1LK}) \cdot dK_1 + (f_{1LL} + f_{1LK}) \cdot dL_1 \quad (2.68. a)$$

$$dy_2 = dw_2 + dr_2 = P \cdot (f_{2KK} + f_{2LK}) \cdot dK_2 + P \cdot (f_{2LL} + f_{2LK}) \cdot dL_2 \\ + (f_{2K} + f_{2L}) \cdot dP \quad (2.68. b)$$

となり資源移動量 ( $dL_i, dK_i$ ) および生産物の実質価格の変化による生産性の変化によって表わされることになる。

ここで導入された資源移動量 ( $dL_i, dK_i$ ) についてここでは仮定により両地域で固定されているので

$$dL_2 = -dL_1 \quad (2.69)$$

$$dK_2 = -dK_1 \quad (2.70)$$

が成立する。

さらに (2.67) 式中の価格変化  $dP_1^1, dP_1^2, dP_2^1, dP_2^2$  は前述した方法により、相対価格化により  $dP_1^1 = 0, dP_1^2 = (1 + \alpha) dP + P d\alpha, dP_2^1 = dP, dP_2^2 = d\alpha$  ( $\because P_1^1 = 1, P_1^2 = (1 + \alpha)P, P_2^1 = P, P_2^2 = (1 + \alpha)$ ) と置きかえられるので (2.67) 式は結局、次の (2.71) のような地域 1 の資源移動に関する式として表わすことができる。

$$AdK_2 + BdL_2 = (x_1^2 - x_2^1 \cdot P) \cdot d\alpha - \{(1 + \alpha) \cdot x_2^1 - x_2^2 + f_{2K} + f_{2L}\} \cdot dP \quad (2.71)$$

$$\text{ただし } A = f_{1KK} + f_{1LK} + P \cdot f_{2KK} + P \cdot f_{2LK}$$

$$B = f_{1LL} + f_{1LK} + P \cdot f_{2LL} + P \cdot f_{2LK}$$

である。また、(2.63) 式については  $r_1 = P_1^1 \cdot f_{1K}, r_2 = P_2^2 \cdot f_{2K}$ , および  $P_1^1 = 1, P_2^2 = P$  より

$$dr_1 = f_{1KK} \cdot dK_1 + f_{1KL} \cdot dL_1 \quad (2.72. a)$$

$$dr_2 = dP \cdot f_{2K} + P (f_{2KK} \cdot dK_2 + f_{2KL} \cdot dL_2) \quad (2.72. b)$$

であるので、同じように地域 1 の資源移動の式として表わすことができる。

$$(f_{1KK} + P f_{2KK}) \cdot dK_2 + (f_{1KL} + P f_{2KL}) dL_2 = -f_{2K} \cdot dP \quad (2.73)$$

(2.73) 式を用いると (2.71) 式の独立な部分だけを取り出すことができ、(2.73) - (2.71) 式により、人口移動条件式 (2.71) 式は次の (2.74) 式と書きかえられる。

$$(f_{1LK} + P f_{2LK}) \cdot dK_2 + (f_{1LL} + P f_{2LL}) dL_2 \\ = (x_1^2 - x_2^1 P) d\alpha - \{(1 + \alpha) x_2^1 - x_2^2 + f_{2L}\} dP \quad (2.74)$$

(2.73) 式は、交通投資に誘発された財の価格の変化による資本生産性の変化の両地域間の相違を、また (2.74) 式は、交通費用の低下の両地域間の相違および財の

価格の変化による労働生産性の変化の両地域間の相違を，共に人口および資本の移動による実物労働生産性および実物資本生産性の変化の両地域間の相違によって埋め合わせる（均衡させる）ことを示している。

なお，資本移動による調整の中で，交通費用の低下による効果が表われないのは，仮定により生産関数の中に交通費用を含んでいないことによっている。すなわち，資本移動が生産サイドの利潤最大化行動であるので， $d\alpha$ による直接的な影響は無く，財価格の変化を通じてのみはたらくことになる。この仮定を外しても（2.73）式の右辺に交通費用の変化の項目がつけ加えられるのみで，アプローチの方法は基本的に同じである。

（2.73），（2.74）両式を満たす  $dK_2$ ， $dL_2$  を確定するためには，家計の効用関数（あるいは間接効用関数），企業の生産関数等の特定化を行えばよいが，インパクトの仕分けに応じて次のことは定性的に判断できる。

① 直接効果（ $d\alpha$ ）によるものを考えた場合

（2.73），（2.74）式より  $dK_2$  を消去すると

$$\begin{aligned} & \{ (f_{1KK} + P \cdot f_{2KK})(f_{1LL} + P \cdot f_{2LL}) - (f_{1LK} + P \cdot f_{2LK})^2 \} dL_2 \\ & = (x_1^2 - x_2^1 P) \cdot d\alpha \cdot (f_{1KK} + P \cdot f_{2KK}) \end{aligned} \quad (2.75)$$

が導かれるが，ここで生産関数  $f_1$ ， $f_2$  については（仮定3）より収穫一定（CRS）であるので次の理由により（2.75）の左辺の  $\{ \}$  は  $\geq 0$  となる。まず CRS より  $f_i = L_i \cdot f_{iL} + K_i \cdot f_{iK}$  が成立する。この式を  $L_i$  および  $K_i$  で微分するとそれぞれ  $L_i \cdot f_{iLL} + K_i \cdot f_{iKL} = 0$ ， $K_i \cdot f_{iKK} + L_i \cdot f_{iLK} = 0$  となる。この両式の  $K_i/L_i$  を等しくおくと  $f_{iLL} \cdot f_{iKK} = f_{iLK}^2$  が導かれる。 $\{ \}$  内を展開してこの関係を用いると  $\{ \} = P \cdot (f_{2KK} \cdot f_{1LL} + f_{1KK} \cdot f_{2LL} - 2 \cdot f_{1LK} \cdot f_{2LK}) = P \{ (\sqrt{f_{2KK} \cdot f_{1LL}} - \sqrt{f_{1KK} \cdot f_{2LL}})^2 \} \geq 0$  となる。この関係と  $d\alpha < 0$ ，さらに限界生産性は逓減することが仮定されているので  $(f_{1KK} + P f_{2KK}) < 0$  であることから  $dL_2$  の符号は  $(x_1^2 - x_2^1 P)$  の符号に等しいことになる。したがって  $x_1^2 \geq x_2^1 P$  に応じて  $dL_2 \geq 0$  すなわち，他地域からの移入額の大きい方の地域に対して他方地域からの人口移動が生じる。これは直接効果としての交通費用節約はもとの移入額の大きさに比例するため，移入額の大きい方の地域での交通費用節約による家計の効用増の方が他の地域よりも大きくなることを示している。

また (2.75) 式において  $(f_{1KK} + Pf_{2KK}) < 0, (f_{1KL} + Pf_{2KL}) > 0$  であるので、 $dK_2, dL_2$  は同じ等符号である。したがって、人口と同じように交通費用節約額より大きい地域へ資本を移動することになる。

②  $x_2^2$  財価格  $P$  を通じた間接効果 ( $dP$ ) によるものを考えた場合

この種の効果のみをとり出すため、計算上  $d\alpha = 0$  として (2.73), (2.74) より  $dK_2$  を消去すると

$$\begin{aligned} & \{(f_{1KK} + P \cdot f_{2KK}) \cdot (f_{1LL} + P \cdot f_{2LL}) - (f_{1LK} + P \cdot f_{2LK})^2\} \cdot dL_2 \\ & = \{x_2^2 - (1 + \alpha) \cdot x_2^1 - f_{2L}\} \cdot dP \cdot (f_{1KK} + P \cdot f_{2KK}) + f_{2K} \cdot dP \cdot (f_{1KL} + P f_{2KL}) \quad (2.76) \end{aligned}$$

が導かれる。①の直接効果の場合と同じ仮定を生産関数に適用すると、左辺  $\{ \} \geq 0, (f_{1KK} + P \cdot f_{2KK}) < 0$  である。さらに CRS においては上記したように  $f_{iKL} = -L_i \cdot f_{iLL} / K_i > 0$  が成立するので  $(f_{1KL} + P f_{2KL}) > 0$  となる。符号の既知であるものは以上のもののみであるので、この場合の  $dL_2$  については正負、大小の判断を一意に決定することは出来ないが、次のような場合が一例として挙げられる。 $dP > 0$  の場合  $(1 + \alpha) x_2^1$  (他地域への移出),  $f_{2L}$  (第2財の労働生産性),  $f_{2K}$  (第2財の資本生産性) が大きいほど、また  $x_2^2$  (地域2の第2財の購入量) の小さいほど、地域2への人口移動量が大きいことが示されている。すなわち、いずれの項目も ( $dP$ ) を乗ずることにより実質所得の変化を示すものであり地域2の実質所得を高めるほど地域2への流動が起きることが判断できる。

資本の移動は (2.73) 式より、 $dP \gtrless 0$  かつ  $dL_2 \gtrless 0$ , すなわち第2財価格が上昇し、かつ、それも総合的結果として第2地域の実質所得を増加させた場合、 $dK_2$  は  $dL_2$  の符号と一致し、人口移動の方向と同じとなる。

上記の例は、ありうるケースのうちの只一例であり、実際のインパクトは、家計の効用関数、企業の生産関数の特定化をふまえた  $dP, dL_2$  の情報を必要とするものである。

## 2-4 結 言

交通投資の地域的便益について、一般均衡アプローチを導入することにより、各経済主体の最適化行動に基づいて生じる変化を評価するモデルの構築を試みた。そしてこの方向で求められる交通投資便益の定量的性格についての考察を行ったが、得られた結論として次のことが挙げられる。

- ① 家計効用の地域間均衡化の仮定を一般均衡経済体系に導入することにより、家計の地域的分布および資本投入の地域的分布を決定論的に求めるモデルの構築が可能である。このことは、交通投資の影響を広域的な比較の観点から把握することを可能にするものである。
- ② 上記モデルにより、交通投資が、人口移動、その他の経済行動に与える影響（インパクト）を、家計の効用関数および企業の生産関数の特定化を前提として、定量的に計測することが可能である。このことは、便益を等価的変差（Equivalent Variation）による支払対価で定義するとき、この支払対価状態間の効用差に基づいていることから、便益の定量的導出を同時に可能にするのものである。
- ③ 交通便益を誘発する要因は、交通費用の低下に直接帰因するもの、生産活動における所要旅行時間の短縮により生産性が向上することによるもの、誘発された一般財価格の変化によるもの、資源移動による生産性の変化によるものの市場評価できる要因4類型と、家計時間の短縮によるもの、環境質の変化によるものの非市場要因2類型とに分けることができる。
- ④ 交通便益の量的計測にあたっては、交通施設の直接インパクトとして微小なものを考える場合、すなわち他の価格体系、均衡値が変わらない場合（ケース1）、価格体系は変わるが他の均衡値は変わらない場合（ケース2）、均衡体系が変わる場合（ケース3）と3段階に分けて考えることができる。ケース1の場合は従来から実用的に用いられてきた捉え方であり、需要を固定した場合の費用低下による費用節約額、生産性の増加による生産高の増額で便益を計測するものであり、両地域に正の便益が発生する。ケース2の場合は、新たに一般財の価格の変

化の影響が表われる。この影響は、価格変化を正とした場合、その財の移出者に正の便益を、移入者は同量の負の便益として表われる。したがって、移出入の多寡に応じて各地域に異なった便益を誘発するが、社会全体からみると、これらの合計は相殺されてゼロとなる。ここでの負の便益を受けた地域でも、ケース1のいわゆる直接便益を加えると必ず正である。これは各家計は効用が均等化されるように分布し、かつ、社会全体の便益は正（価格変化の効用はゼロでありケース1の便益は正である）であることによる。ケース3の場合は、均衡解の変化を逐一求めるためのインパクト分析を必要とするものである。

- ⑤ インパクト分析は、家計分布、輸送量、生産量などの均衡値の変化（構造的変化）を求めるものであり、交通投資の便益をより正確に把握するためのものである。直接的インパクトの部分については、交通費用低下による輸送量増加、従前の移入額の大きい地域への人口流入などを定性的に明らかにすることができるが、その他の諸々のインパクトについては、家計の効用関数、企業の生産関数の特定化を行ったのちに、本章での一般均衡モデル体系を用いて均衡値の変化を求めることにより定量的、総合的に明らかにすることができる。

### 第3章 交通施設による便益の定義と評価理論

本章は第2章で用いた、等価的変差で定義された支払対価による便益評価（EV 評価）を公共財の評価に拡張し、さらに費用負担方式の決定にも適用が可能であることを明らかにするものである。具体的には、交通施設整備の効果が、非市場財を通して表われるため本来、市場財に関する評価理論である厚生経済学アプローチを拡張し時間や環境などの公共財を含む市場財についても EV による便益評価が可能であることを示した。

また、交通施設そのものが公共財的性格をもつために、私的には供給されず、したがって供給のための費用負担についても評価する必要がある。前者の EV は効率性基準によるものであるが、費用負担は所得配分上の何らかの公平性基準を必要とするものである。

本研究では、租税理論における能力説の考え方から、いくつかの公平性の定義を仮定し、さらに所得の限界効用の計測値を仮定することにより、費用負担方式の決定にも EV の適用が可能であることを示している。

#### 3-1 費用便益理論による交通施設便益の定義と測定

本節は、厚生経済学的根拠に基づいて交通プロジェクトの費用便益分析の展開を行う場合の便益（あるいは費用）の定義およびその定義に沿った計測方法についての考察を行ったものである。計測は、一般的均衡分析的立場に立った場合に言うこと、計測の視点に応じた簡便化をふまえて実際の適用へのあり方を考察したものである。具体的には、交通投資のインパクトが、市場財におよぶ限り、また個別の帰属をみない限り、財価格の変化は所得の変化に相殺されること、したがって実質的な効果は心理的な評価か、実質的な財の増減を外部的にもたらすものかのどちらかにしかよらないことを明らかにしたものである。そしてこれらの実質的な効果の計測方法についての検討を行ったものである。



## (1) 公共財評価の必要性

従来の研究において、私的財、すなわち市場の競争価格が存在している財の世界では、補償所得による便益の定義が、効率性基準に合致したものであることが明らかにされ、このことが費用便益理論の適用についての裏づけを与えてきた。

さらに近年、非市場財を使用（コストとなる）、または供給するプロジェクトについて補償所得評価の枠組の中で評価することが可能であることが、一部の研究において明らかにされている<sup>1)</sup>。交通プロジェクトの提供する効果の中で非市場的なものの占めるウェイトが少なくないことを考慮すると、この結論は、交通プロジェクトの評価に大きな意義をもっているといえよう。

ここでは、費用便益分析（Cost Benefit Analysis ; CBA）の厚生経済学的裏づけに関する近年の主張、すなわち等価的変差 EV による便益定義の主張が、特に公共的性格をもつ交通便益についても妥当であることを明らかにする。

## (2) 市場財における便益の定義

近年、厚生経済学が、CBA の理論的裏づけとして次の主張を示した。その主張は次のように要約することができる。

「公共プロジェクトのすべての損失と利得の貨幣換算値である個人の純利益（Net Benefits）は、等価的変差によって定義すべきである。ここに、EV とは、影響を被った個人が“よい”影響をあきらめるために必要であると考えられる最小補償額あるいは“わるい”影響を避けるために支払うに値すると考える最大支払意思額）と定義する。社会的純便益は、これら個人の EV の合計値  $\Sigma EV$  と定義し、費用便益基準（Cost Benefit Criterion, 略して CB 基準）としては  $\Sigma EV$  が正のときプロジェクトの実行を正当化する基準（これを  $\Sigma EV > 0$  基準という）とすべきである。」

厚生経済学が、上記のように、EV なる概念に基づく CBA の実行を主張している理由は、私的財（Private Goods）のみで成り立つ経済体系下において、以下に述べる 4 つの命題が成立することにその根拠をおいている。すなわち、

- ① EV は、個人の効用関数の単調変換であり、したがって、効用関数のそのもののみならず、誰か損失を被ることなく誰かの効用が増加するとい

うパレート改善 (Pareto Improvement) となる変化に対しては、 $\Sigma EV > 0$  となり、またその逆も成立する。そこで、パレート改善となる変化をもたらすプロジェクトを採用するという判断基準をパレート基準 (Pareto Criterion) とよぶことにすると、 $\Sigma EV > 0$  なる CB 基準は、パレート基準と等価であるといえることができる<sup>2),3)</sup>。

② EV が効用関数のそのものであるという性質より、いかなる社会的厚生関数 (Social Welfare Function, 略して SWF) に対しても、その関数形を与件とすれば、個人の EV を測定することによって、その特定化された SWF に基づくプロジェクトの是非を判断することができる。とくに、 $\Sigma EV > 0$  基準は、それ自身が特殊な SWF そのものとしての性質を備えている<sup>3)</sup>。

③ EV とよく対比される補償的変差 CV に関しては、上記の 3 つの命題のいずれも成立しない<sup>2),4)</sup>。ここに CV とは、“よい” 変化に対してその変化を獲得するために支払うに値すると個人が考える最大支払意思額であり、“わるい” 変化に対してはその変化に耐えるため必要とすると個人が考える最小補償額をいう。また  $\Sigma CV > 0$  基準は、補償基準上の十分条件ではないが、必要条件であることは証明されている<sup>5),6),7)</sup>。

④ EV は、少なくとも私的財に関するかぎり、個人の通常の需要関数を用いて測定することが可能である。すなわち、プロジェクトによる価格と所得の変化、および価格の変化する私的財の需要関数 (および価格の変化する生産要素の供給関数) を知れば、EV を測定することができる<sup>2),3)</sup>。

### (3) 費用便益理論による外部財便益の定義<sup>8)</sup>

— EV の時間財、環境財評価への適用—

上記の私的経済体系下での等価的変差による便益定義の主張の交通プロジェクト評価への適用性についてここで明らかにする。

具体的には、交通プロジェクトは、その特有益効果として時間という資源財を供給し環境財へ少からず影響を与えるということが挙げられるが、これらの一括の公共財 (Public Goods) の評価についても、EV で定義される便益が適当であることを示すも

のである。

## 1) 経済行動のモデル化

私的財に加えて時間という資源と環境財を含む費用便益評価を行うためには、これらの資源および財の存在する世界での家計の効用最大化行動および企業の生産に関する利潤の最大化行動を記述することが必要である。ここでは家計については環境財および時間財がその効用に影響し、また企業においては時間財のみがその利潤に影響するものとした。

### i) 家計の効用最大化行動

時間および環境財を陽に取り入れた、家計の行動モデルは以下のように定式化することができる。

$$v(p, t, p \cdot \bar{x}, Q, T) = \underset{(x)}{\text{Max}} u(x, Q) \quad (3.1.a)$$

$$s.t. \quad P \cdot x = P \cdot \bar{x} \quad (3.1.b)$$

$$t \cdot x = T \quad (3.1.c)$$

ただし、

$x$  : 価格ゼロの余暇時間を含む私的財の消費ベクトルであり、生産要素の供給はマイナスで示す (変数),

$Q$  : 環境水準を示す公共財ベクトル (パラメータ),

$P$  :  $x$  の価格ベクトル (パラメータ),

$t$  : 1 単位の  $x$  を消費するに要する所要時間ベクトル (パラメータ),

$\bar{x}$  : 私的財の所有ベクトルから一括固定税 (Lump Sum Tax) を差し引いた値 (パラメータ),

$T$  : 利用可能総時間 (パラメータ),

$u(\cdot)$  : 効用関数,

$v(\cdot)$  : 達成可能な効用水準 (= 間接効用関数)。

上記の一般的定式を、交通プロジェクトの CBA に適用できるような簡単な場合で応用すると以下のとおりとなる。この簡単な場合には、5つの私的財 (または私的活動) を想定する。すなわち、価格 1 で 1 単位の消費所要時間ゼロの合成財  $z$  , 価格ゼロで 1 単位の消費所要時間 1 の余暇時間  $\ell$  , 価格  $P$  で所要時間  $t$  の

交通利用量  $x$  , 価格 (=賃金)  $w$  で1単位の所要時間1の労働時間  $t_w$  , および価格 (=レント)  $r$  で所要時間ゼロの所有資源量 (=土地)  $K$  である。次に, 1つの環境水準指標  $Q$  と一括固定税  $m$  を想定する。このとき, 個人は, 所得  $(w \cdot t_w + rK - m)$  で, 利用可能な時間の制約下で, 私的財  $z, \ell, x, t_w$  をコントロールして効用を最大化する行動は以下のように定式化できる。

$$v(P, w, t_w, r \cdot K - m, Q, T) = \underset{(z, \ell, x, t_w)}{\text{Max}} u(z, \ell, x, t_w, Q) \quad (3.2.a)$$

$$\text{s.t.} \quad z + P \cdot x - w \cdot t_w = r \cdot K - m \quad (3.2.b)$$

$$\ell + t_w \cdot x + t_w = T \quad (3.2.c)$$

(3.2) 式が (3.1) 式の特珠な場合であることは, (3.1) 式において,

$$x = \begin{bmatrix} z \\ \ell \\ x \\ -t_w \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \bar{x} = \begin{bmatrix} -m \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ K \end{bmatrix}, \quad p = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ p \\ w \\ r \end{bmatrix}, \quad t = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ t \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

とおけばよいことはただちにわかる。

## ii) 生産活動

生産活動への時間財の影響は, 業務旅行に要する時間を介して表われるものとする。(3.1) 式を具体化した (3.2) 式と同じように, 企業活動も具体化した変数でモデル化すると以下のとおりとなる。

いま企業は, 労働投入量  $w_i$  および土地  $K_i$  を用いて  $i$  財の生産を行い,  $w_i$  の中の生産行程にふり向けられる分  $E_i$  と  $K_i$  で  $i$  財の生産量が定まる生産関数  $f_i$  を具えているものとする。企業にとっての労働投入量  $W$  は, 家計の選択する (上記モデルで決まる) 単位家計あたりの労働時間  $t_w$  と, 企業の雇用する労働者 (家計) 数  $L$  の積  $L \times t_w$  によって表わされる。また, この財の生産にあたっては, 商談, 契約業務, 打ち合わせなどのために単位生産量あたり  $\ell$  (人・時間) の業務旅行 (移動) を必要とするものとする。

この場合, 企業行動は価格  $P_i$  の第  $i$  財を, 賃金  $w$ , 土地費用  $r$  のもとに, 雇用

量  $W_i$ , 土地量  $K_i$  をコントロールすることにより, 利潤  $\pi$  を最大化する行動として次のように記述できる。

$$\pi^*(w, r, \ell) = \underset{(w, k)}{\text{Max}} \pi = P_i \cdot X_i - w \cdot W_i - rK_i \quad (3.3.a)$$

$$s.t. \quad X_i = f_i(E, K) \quad (3.3.b)$$

$$\ell \times X_i + E_i = W_i \quad (3.3.c)$$

ここに  $E_i$  は, 全労働投入量  $W_i$  から業務交通への労働投入を除いた生産工程に振り向けられる労働投入量である。

### iii) 支出関数

ここでEVによる便益定義と, i), ii) のような主体の合理化行動を結びつける道具として支出関数 (Expenditure Function) を導入する。支出関数は, 直接的には家計の効用に関連したものであり, 本研究の基本的方向である家計への帰着ベースでの便益定義および測定ということに合致している。なお, 生産活動は, 後に展開するが, それによって家計の獲得する所得を介して間接的に帰着ベース便益に影響する。

家計の効用最大化行動とEVとは, 以下で定義される支出関数  $e(\cdot)$  を介してリンクする。

さて, (3.1) 式を  $x$  について解くと, 個人の私的財需要関数および生産要素の供給関数ベクトル  $x(p, t, p\bar{x}, Q, T)$  を得, これを (3.1.a) 式の効用関数に代入すると, いわゆる, 間接効用関数 (Indirect Utility Function)  $v(p, t, p\bar{x}, Q, T)$  を得る。 $v(\cdot)$  は, 個人にとってのパラメータ  $p, t, p\bar{x}, Q, T$  が与えられたときに, 達成可能な効用レベルを示すものである。この間接効用関数  $v(\cdot)$  は, 所得  $p\bar{x}$  に関して増加関数であることが証明されている。そこで, 一定の効用レベル  $\bar{u}$  を与えて次式

$$v(p, t, e, Q, T) = \bar{u} \quad (3.4)$$

を満足する所得  $e$  についてとくと,

$$e = e(p, t, Q, T, \bar{u}) \quad (3.5)$$

を得るが, この  $e(\cdot)$  を支出関数 (Expenditure Function) とよぶ。支出関数の値は,  $p, t, Q, T$  の値を与件として, 一定の効用レベル  $u$  を達成するために必

要な最小必要所得を示す。すなわち、 $e(\cdot)$ は、次式で定義される目的関数の値である<sup>9),10),11)</sup>。

$$e(p, t, Q, T, \bar{u}) = PC = \underset{(x)}{\text{Min}} Px \quad (3.6.a)$$

$$s.t. \quad u(x, Q) \geq \bar{u} \quad (3.6.b)$$

$$tx = T \quad (3.6.c)$$

ここで定義された $e(\cdot)$ は、ディメンジョンは貨幣であり、しかも同一効用上のものであるので補償所得に関連しており、次に展開する等価的変差による便益定義の基礎となるものである。

#### iv) EV と CV の定義

以上の準備のもとに、交通プロジェクトの効果を考える。第一に、交通プロジェクトの建設費用は、税金で負担されるものとして、1人あたりの一括固定税の増分を $\Delta m$ とする。これは、(3.1)式の一般的定式化では $\bar{x}$ の変化として表現できる。第二に、交通プロジェクトは、交通に要する投入の削減( $\Delta \alpha$ 、第2章の交通費用投入係数( $\alpha$ )の低下)により、交通利用者に交通価格の低下をもたらす、さらに交通利用時間の短縮( $\Delta t$ )をもたらす。第三に、業務交通にも効果( $\Delta \ell$ )をもたらす、生産性の向上という効果をもたらす。第四に直接、間接を問わず環境質の変化 $\Delta Q$ をもたらす。これらの4つの直接的インパクトは相まって市場メカニズムを通して交通価格も含めた価格体系全体を変化させる( $\Delta P, \Delta p\bar{x}$ ) ことにより家計の効用に変化をもたらす。

以上の効果の発現形態のうちEVの前提となる家計の効用においては $\Delta \ell$ は陽には現われず、この影響は家計の獲得する所得の断面でみるものである。したがって交通プロジェクトの効果の帰着は、結局、個人の広義の環境((3.1)式におけるパラメータ)の値 $p, t, p\bar{x}, Q$ の変化として表現することができる。そこで、ある交通プロジェクト以前のパラメータの値が $p^0, t^0, p^0\bar{x}^0, Q^0$ であったものが、このプロジェクトによって $p^1, t^1, p^1\bar{x}^1, Q^1$ に変化したものとする。この変化によって、(3.1)式で示されている個人の最適行動は $x^0$ から $x^1$ に変化し、したがって、達成可能な効用レベルが $v^0$ から $v^1$ に変化したものとする。

このとき、個人の純便益の2つの尺度EV, CVを定義どおりに定式化すると次式を満足するEVとCVの値となる。

$$v(P^0, t^0, p^0 \bar{x}^0 + EV, Q^0, T) = v^1 \quad (3.7.a)$$

$$v(P^1, t^1, p^1 \bar{x}^1, -CV, Q^1, T) = v^0 \quad (3.7.b)$$

ただし  $v^1 = v(P^1, t^1, p^1 \bar{x}^1, Q^1, T)$  (3.8.a)

$$v^0 = v(P^0, t^0, p^0 \bar{x}^0, Q^0, T) \quad (3.8.b)$$

あるいは、支出関数(3.5)式を用いて次式のように表現することもできる<sup>9),11),12)</sup>。

$$EV = e(P^0, t^0, Q^0, T, v^1) - P^0 \bar{x}^0 \quad (3.9.a)$$

$$CV = p^1 \bar{x}^1 - e(P^1, t^1, Q^1, T, v^0) \quad (3.9.b)$$

さらに、(3.6)式より、消費ベクトル  $f$  および  $c$  を(3.10)で定義し、

$$e(P^0, t^0, Q^0, T, v^1) \equiv P^0 f = \underset{(x)}{\text{Min}} \{P^0 x \mid u(x, Q^0) \geq v^1, t^0 x = T\} \quad (3.10.a)$$

$$e(P^1, t^1, Q^1, T, v^0) \equiv p^1 c = \underset{(x)}{\text{Min}} \{p^1 x \mid u(x, Q^1) \geq v^0, t^1 x = T\} \quad (3.10.b)$$

さらに  $P^0 \bar{x}^0 = p^0 \bar{x}^0$ ,  $p^1 \bar{x}^1 = p^1 \bar{x}^1$  を考慮すれば、(3.9)式はつぎのようにも表現できる。

$$EV = P^0(f - \bar{x}^0) = P^0(f - x^0) \quad (3.11.a)$$

$$CV = P^1(\bar{x}^1 - c) = P^1(x^1 - c) \quad (3.11.b)$$

(3.7), (3.9) または (3.11) 式を満足するEVおよびCVの値は、本章(2)で定義したEVおよびCVに等しい。なぜならば、(3.7.a)式において右辺は変化後の効用水準を示し、左辺の個人の環境は変化前の状態であるから、対象とする変化をあきらめている。この変化をあきらめても、もしEVなる補償があれば、変化後の効用を維持することができることを示している。したがって、EVは、変化後の効用  $v^1$  を維持するという条件のもとで変化をあきらめるために個人が必要とすると考える最小補償額を示している。(3.7.b)式で定義されているCVについても全く同様に、変化前の効用  $v^0$  を維持するという条件のもとで、個人が変化後の状態を獲得するために支払うに値すると考える最大支払意思額を示している。

さて、EV が効用関数の単調変換であることは、(3. 9. a) 式からただちにわかる。すなわち、(3. 9. a) 式においてスーパースクリプト 0 のついているパラメータは、プロジェクトによって変化しない。変化するのは、達成可能な効用レベル  $v^1$  のみである。一方、CV については効用関数の単調変換とはいえない。なぜならば、(3. 9. b) 式の右辺の第 1 項  $p^1 x^1$  は  $e(p^1, x^1, Q^1, T, v^1)$  に等しいので CV は  $v^1$  の関数であるが、同時に  $p^1, t^1, Q^1$  の関数でもあるから、 $v^1$  の“単調変換”ではない。たしかに、EV の場合とは逆に、基準を変化後  $v^1$  として、 $v^0$  の関数とみなしたときには、CV は  $v^0$  の単調変換である。しかし、プロジェクトが 2 つ以上ある場合の効用変化の大きさを比較するときには、 $v^1$  と  $v^0$ 、 $v^2$  と  $v^0$  を比較するわけであるから、CV を効用として用いることができなくなる。一方 EV の場合には、複数個のプロジェクトの比較に対しても単調性が保存されている。

以上のことより、厚生経済学のいう第 1 と第 2 の命題が時間と環境財の存在する交通経済の世界でも成立することが明らかにされたことになる。すなわち、EV は個人の効用関数の単調変換であり、したがって、公平性を明示的に考慮したいかなる社会的厚生基準に対しても、EV を使用することができることがわかる。したがって、EV を用いて次のように CBA 基準を設定することができる。

#### v) プロジェクト評価基準

上記において EV 尺度のプロジェクト評価への適用性が述べられた。これを用いてプロジェクトの評価基準を次のように設定することができる。

$\Sigma EV > 0$  基準：EV の値をすべて個人について集計した値  $\Sigma EV$  が正の時、プロジェクトを実行すべきである。

上記の CB 基準は、(3. 10. a) 式を用いてつぎのように表現することができる。すなわち、

$$\Sigma EV > 0 \Leftrightarrow p^0(F - X^0) \quad (3. 12)$$

ただし、

$$X^0 = \Sigma x^0, F = \Sigma f \quad (3. 13)$$

( $\Sigma$ はすべて個人に関して集計することを示す。)



(4) 外部財便益の測定可能性

本節では、EV が、個人の行動が市場で顕在化したところの需要関数を用いて測定することが可能であることを示す。このため、(3. 9. a) のEVの定義にもどり、これに(3. 8. a) 式および  $p^0 x^0 = e(p^0, t^0, Q^0, T, v^0)$  であることを適用すれば、次式が得られる。

$$EV = e(P^0, t^0, R^0, T, v(p^1, t^1, p^1 \bar{x}^1, Q^1, T)) - e(p^0, t^0, Q^0, T, v(p^0, t^0, p^0 \bar{x}^0, Q^0, T)) \quad (3. 14)$$

(3. 14) 式の  $e(\cdot)$  の最初の4つの変数  $p^0, t^0, Q^0, T$  は固定しているパラメータとみなし、 $v(\cdot)$  の内の  $p, t, px, Q$  を変数とみなしたとき、(3. 14) 式の右辺は、 $v(\cdot)$  の中の変数  $(p, x, px, Q)$  に関して、点  $(p^0, t^0, p^0 x^0, Q^0)$  のまわりのテイラー展開を行ったものと考えることができる。したがって、(3. 14) 式は、次式のように近似することができる。

$$\begin{aligned} EV &= e^0_p \cdot dp + e^0_t \cdot dt + e^0_y \cdot dy + e^0_Q \cdot dQ \\ &\quad + \frac{1}{2} \{ e^0_{pp} \cdot dp^2 + e^0_{tt} \cdot dt^2 + e^0_{yy} \cdot dy^2 + e^0_{QQ} \cdot dQ^2 \} \\ &\quad + e^0_{pt} \cdot dpdt + e^0_{py} \cdot dpdy + e^0_{pQ} \cdot dpdQ \\ &\quad + e^0_{ty} \cdot dt dy + e^0_{tQ} \cdot dt dQ + e^0_{yQ} \cdot dy dQ \\ &\quad + \dots \dots \dots \end{aligned} \quad (3. 15)$$

ここに、右下のサブスクリプトをつけた変数は、サブスクリプトに関する微係数ベクトルを示し、右肩のスーパーサブスクリプト0は点  $(p^0, t^0, y^0, Q^0)$  での評価値を示す。また、 $y = p\bar{x}$  としている。さらに、 $dp = p^1 - p^0, dt = t^1 - t^0, dy = y^1 - y^0, dQ = Q^1 - Q^0$  である。

(3. 15) 式を変形していくために、まず、次の恒等式に着目する。

$$e(P^0, t^0, Q^0, T, v(P^0, t^0, y, Q^0, T)) \equiv y \quad (3. 16)$$

両辺を  $y$  で微分すると、

$$e^0_y(y) = 1, e^0_{yy}(y) = 0, \quad (3. 17)$$

次に、(3. 1) 式に包絡定理 (Envelope Theorem) を適用すると<sup>10)</sup>、

$$e_p = e_v \cdot v_p = -e_v \cdot v_y \cdot x = -e_y \cdot x \quad (3. 18. a)$$

$$e_t = e_v \cdot v_t = -e_v \cdot v_T \cdot x = -e_T \cdot x \quad (3. 18. b)$$

$$e_{py} = -e_{yy} \cdot x - e_y \cdot x_y \quad (3.18. c)$$

$$e_{ty} = -e_{Ty} \cdot x - e_T \cdot x_y \quad (3.18. d)$$

$$e_{pp} = -e_{yp} \cdot x - e_y \cdot x_p = e_{yy} x^2 + e_y \cdot x_y \cdot x - e_y \cdot x_p \quad (3.18. e)$$

$$e_{tt} = -e_{Tt} \cdot x - e_T \cdot x_t \quad (3.18. f)$$

$$e_{pt} = -e_{yt} \cdot x - e_y \cdot x_t = e_{Ty} \cdot x^2 + e_T \cdot x_y \cdot x - e_y \cdot x_t \quad (3.18. g)$$

(3.18) 式を点  $(p^0, t^0, y^0, Q^0, T)$  で評価すると (3.17) 式より,

$$\begin{aligned} e^0_p &= -x^0, e^0_t = -e^0_T \cdot x^0, e^0_y = 1, \\ e^0_{pp} &= -x^0_p + x^0 x^0_p, \\ e^0_{tt} &= -e^0_{Tt} \cdot x^0 - e^0_T \cdot x^0, e^0_{yy} = 0 \\ e^0_{pt} &= e^0_{Ty} \cdot (x^0)^2 + e_T \cdot x^0_y \cdot x^0 - x^0_t, \\ e^0_{py} &= -x^0_y, \\ e^0_{ty} &= -e_{Ty} \cdot x^0 e^0_T \cdot x^0_y, \end{aligned} \quad (3.19)$$

となり, (3.19) 式を (3.15) 式に代入すると,

$$\begin{aligned} EV &= -x^0 \cdot dp - e^0_T \cdot x^0 \cdot dt + dy + e^0_Q \cdot dQ \\ &+ \frac{1}{2} \{ (-x^0_p + x^0 \cdot x^0_y) dp^2 + (-e^0_{Tt} \cdot x^0 - e^0_T \cdot x^0_t) \\ &\cdot dt^2 + e^0_{QQ} \cdot dQ^2 \} + \{ e^0_{Ty} \cdot (x^0)^2 + e^0_T \cdot x^0_y \cdot x^0 - x^0_t \} \\ &\cdot dpdt - x^0_y \cdot dpdy - (e^0_{Ty} \cdot x^0 + e_T \cdot x^0_y) \cdot dt dy \\ &+ e^0_{Qt} \cdot dt dQ + e^0_{Qy} \cdot dy dQ + \dots \end{aligned} \quad (3.20)$$

(3.20) 式のうちで,  $x$  およびその導関数は市場の個人の行動より理論的には観測可能である<sup>13)</sup>。また  $e^0_T$  は変化前の限界時間価値<sup>14),15)</sup>,  $e^0_Q$  は公共財に対する変化前の限界価値であり<sup>16),17)</sup>, これらの測定方法には種々の方法が提案されている。したがって, 時間価値と公共財の価値の測定の可能性を前提として, 私的財に対する需要関数を知れば, EV が測定可能であることが判明した。

これで, 厚生経済学のいう命題4が明らかにされたことになる。

なお (3.20) 式において,  $dy$  に着目すると

$$d_y = y^1 - y^0 = p^1 x^1 - p^0 x^0 = (p^1 - p^0) \bar{x}^0 - p^1 (\bar{x}^0 - \bar{x}^1) \quad (3.21)$$

となり, 右辺第1項目はプロジェクトによる所有資産価値の上昇による所得増大効果, 第2項は, プロジェクトコストの個人負担分を示し, いわゆるプロジェクトコス

トにはかならない。また (3. 20) は 2 次項までのテイラー展開に基づいたものであるが、3 次以降についてもまったく同様に展開可能である。したがって、EV は必要に応じていくらかでも正確に測定することができることになる。

#### (5) 外部財便益計測への適用—時間財と環境財の評価—

本章では、(4) の測定理論によって結論された便益定義式に、さらに、一般均衡論的考慮を加えることにより、本研究での外部財の具体的計測方法の明確化（簡便化）を行うものである。

##### 1) 理論的便益式の実際の適用

(4) で結論された便益の定義式は理論的には、市場において観測可能であることが明らかにされた。しかしながら便益の実際の計測という観点からは、テイラーの近似式の多次数にわたる観察は不可能であり、ここでは簡便化という目的から理論便益式の中の一次形の部分を取りあげる。

すなわち、

$$DB_1 = -x^0 \cdot dp - e^0_T \cdot x^0 \cdot dt + dy + e^0_Q \cdot dQ$$

$$DB_2 = +\frac{1}{2} \{e^0_{pp} \cdot dp^2 + e^0_{tt} \cdot dt^2 + e^0_{yy} \cdot dy^2 + e^0_{QQ} \cdot dQ^2\}$$

$$+ e^0_{pt} \cdot dpdt + e^0_{py} \cdot dpdy + e^0_{pQ} \cdot dpdQ \quad (3. 22)$$

$$+ e^0_{ty} \cdot dt dy + e^0_{tQ} \cdot dt dQ + e^0_{yQ} \cdot dy dQ + \dots \quad (3. 23)$$

とすると、

$$EV \cong DB_1 \quad (3. 24)$$

とおくことのできる状況を考える。この状況としては、

① 外部環境の変化， $dt$ ， $dQ$  等が非常に小さく， $(dp)^2$ ， $(dQ)^2$ ， $(dt)^2$ ， $(ddp \cdot dQ)$ ，……等がゼロとみなされる場合。

② 概略的な効果を見る場合。

などが考えられる。EV の  $DB_1$  でのおきかえが、概略的であるという条件においては許されるのは、第 1 に従来費用便益評価においては「直接効果」としてこの部分を用いてきたこと、第 2 に近年の研究において、EV の全体のうち約 80% 程度が  $DB_1$  によって説明されるという実証的研究例<sup>18)</sup>もあることによっている。

## 2) 計測項目の抽出

ここで  $EV = DB_i$  と近似した場合に実際の交通便益の計測上、結局何を測れば良いのかを議論する。

このため、 $DB_i$  を構成する変化要因の重複性の整理を、一般均衡体系の考慮のもとに行い、第1に、その結果として結論されることになるネット（純）の変化要因を抽出する。結論的には、直接的交通費用、生産活動面および家計行動面における時間短縮、環境変化が抽出されるが、第2にこれらの変化についての、便益計測方法の検討を行う。

まず  $DB_i$  を構成する変化要因は、 $dp$ ,  $dt$ ,  $dy$ ,  $dQ$  であるが、これらの要因は、何らかのインパクトを受けて均衡状態が変化した場合のそれぞれの動きでありすべてが相互に独立ではない。したがって計測方法の検討のためには、これらの変数についての整理、すなわち独立な変数によって便益式が構成されることがのぞましい。

いま、これらの変数についての関連は、すでに本章の(4)に述べたことであるが、交通施設の改善による直接的インパクト  $\Delta \alpha_i$ （単位交通利用あたりに費す  $i$  財の量、第2章では用いたものと同一である）、 $\Delta t$ （家計交通所得時間の短縮）、 $\Delta \ell$ （業務交通所要時間の短縮）、 $\Delta Q$ （環境状態の変化）を独立的な変化要因として、これらのインパクトの均衡調整の結果として  $DB_i$  を構成する要因が変化するという図式があてはまる。帰着結果としての均衡価格の変化  $\Delta p$  は、下記の整理のためには、交通サービス価格変化  $\Delta P_T$ （ $\Delta \alpha_i$  の影響に間接的な一般財価格変化の影響も加わったもの）、労働財価格（賃金）変化（ $\Delta w$ ）、およびその他一般財価格変化  $\Delta P_G$  に分けることができる。

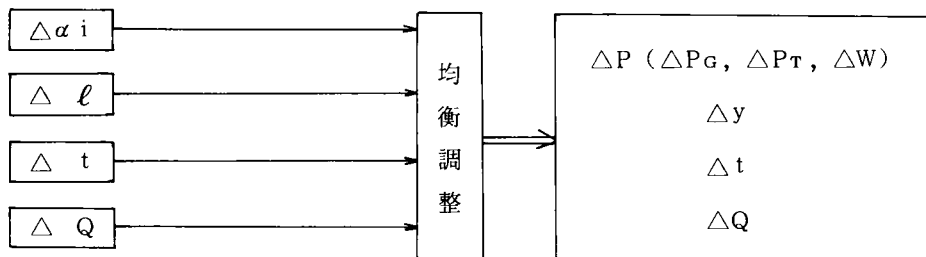


図 3.1 直接インパクトと帰着

ここで、 $x$ ,  $p$ を、交通サービス ( $x_T$ ), 労働サービス財 ( $t_w$ ), その他の一般財 ( $x_C$ ) に区別し、対応する価格をそれぞれ  $P_T$ ,  $w$ ,  $P_C$  とすると (3.22) の  $DB_1$  は次式で表わすことができる。

$$DB_1 = -x_C \cdot dP_C - x_T \cdot dP_T - e_T \cdot x_T \cdot dt + dy + e_Q \cdot dQ + t_w \cdot dw \quad (3.25)$$

この時、誘発される一般財の価格変化  $dP_C$  および、いわゆる、所得の変化 ( $dy + t_w \cdot dw$ ) すなわち市場的变化の部分の  $DB_1$  への影響は、結局  $-x_T \cdot P_T$  に等しくなる。すなわち第2章での結論と同じように、市場(貨幣的)的波及は相殺しあい、直接的な交通費用低下の効果のみとなる。

具体的には、ここでは以下のようにこのことが導かれる。

まず (3.3) の間接利潤関数は、収穫一定を仮定する限り常にゼロの値となる。すなわち、

$$\pi_i^* \equiv 0 \quad (3.26)$$

である。また、この利潤の変分は  $\pi_i^*$  がすでに最適化されたものであるので第2章(5)で記述したと同様に、

$$d\pi_i^* = X_i \cdot dP_i - K_i \cdot dr - W_i \cdot dw + \pi_{i\ell} \cdot d\ell \quad (3.27)$$

と書くことができる。 $d\pi_i^*$  はやはりゼロであるので、

$$X_i \cdot dP_i + \pi_{i\ell} \cdot d\ell = W_i \cdot dW + K_i \cdot dr \quad (3.28)$$

ここに  $X_i$ ,  $W_i$ ,  $K_i$  はそれぞれ  $i$  財の生産量、その生産に関する雇用全体量、および投下する資本の合計である。

ここで  $i$  財の需給について、 $x_T$  の交通は  $\alpha_i \cdot x_T$  だけの  $i$  財を消費すること、またどの家計も均一であることから、

$$X_i = L \cdot (x_i + \alpha_i x_T) \quad (3.29)$$

すなわち  $i$  財の供給(生産)量と単位家計の需要(交通の消費  $\alpha_i x_T$  と交通以外の消費  $x_i$ ) に家計数を乗じた総需要に等しい。この関係を (3.28) に代入することにより、

$$L \cdot (X_i + \alpha_i X_T) \cdot dp_i + \pi_{i\ell} \cdot d\ell = K_i \cdot dr + W_i \cdot dw \quad (3.30)$$

となる。

再びどの家計も均一であることから  $\sum K_i / L = K$ ,  $\sum W_i / L = t_w$  であるので、

(3.30) 式を財全体について合計することにより,

$$\sum (X_i + \alpha_i x_T) dP_i + \sum (\pi_{i\ell} / L) d\ell = K \cdot dr + t_w \cdot dw \quad (3.31)$$

を得る。(3.31) 式は (3.25) 式の市場的变化の一部である次式を導くことができる。

$$-x_G \cdot dP_G + dy + t_w \cdot dw = (\sum \alpha_i dP_i) \cdot x_T + (\sum \pi_{i\ell} / L) d\ell \quad (3.32)$$

残りの市場的变化  $-x_T \cdot dP_T$  については以下のように加えることができる。交通費用は価格  $P_i$  の  $i$  財を  $\alpha_i$  単位ずつ消費するので,

$$P_T = \sum \alpha_i P_i \quad (3.32)$$

である。したがって、その変分は次式である。

$$dP_T = \sum (\alpha_i dP_i + P_i d\alpha_i) \quad (3.33)$$

以上により、市場的(貨幣的)変化の全体としては(3.32)式に(3.33)式からの  $dp_T$  を用いた  $-x_T \cdot dP_T$  を加えることにより次式で表わすことができる。

$$-x_G \cdot dP_G - x_T \cdot dP_T + dy + t_w \cdot dw = -x_T \cdot \sum P_i \cdot d\alpha_i + \sum (\pi_{i\ell} / L) d\ell \quad (3.34)$$

(3.34) 式は交通便益  $DB_1$  のうちの市場的評価の部分は、交通費用係数 ( $\alpha_i$ ) の低下  $d\alpha_i$  に基づく直接的費用の低下  $\sum P_i d\alpha_i$  による効果  $-x_T \cdot \sum P_i \cdot d\alpha_i$  と生産側面から生じる利潤向上分  $\sum (\pi_{i\ell} / L) \cdot d\ell$  とに帰着させることができることを示している。したがって  $DB_1$  の最終形は,

$$DB_1 = -x_T \cdot (\sum P_i \cdot d\alpha_i) - e_T \cdot x_T \cdot dt + e_Q dQ + \sum (\pi_{i\ell} / L) d\ell \quad (3.35)$$

となり、それぞれの項目を計測して合計すれば、二重計測はないことがわかる。

次にそれぞれの項目の計測方法について考察する。

### 3) 外部財便益の計測

上記により、交通投資による便益は、

- ① 交通費用の低下によるもの ( $d\alpha$ )
- ② 交通時間の短縮によるもので業務交通に生じるもの ( $d\ell$ )
- ③ 交通時間の短縮によるもので家計の消費する交通に生じるもの ( $dt$ )
- ④ 交通による環境変化によるもの ( $dQ$ )

による効果を計測すれば良いことが結論された。

交通投資自体が税金(政府支出)でまかなわれるので、広義では①~④すべて

が、交通施設利用者にとっては外部効果といえる。しかしながら本研究では、外部性を狭義にとり、発生した効果に対する市場（マーケット）の存在の有無により仕分けることにし、この意味で①，②は市場財，③，④は外部財とした。①，②についてはその評価方法を第2章で述べた。ここでは③，④の外部財の評価計測についてその方法論をそれぞれ家計交通時間の時間価値評価，環境価値評価として順に展開する。

#### i) 家計交通時間の時間価値

家計における交通所要時間の変化  $dt$  の評価は  $EV$  に基づく便益式 (3.35) 式によれば、この式中の

$$e_T^0 \cdot x_T^0 \cdot d_t \quad (3.36)$$

を求めることに帰着する。上記したように、 $x_T$  については市場に顕現する交通需要を、プロジェクトによる変化前の時点について計測すればよく、したがって  $e_T^0$  の計測が課題となる。ここでは、 $e_T^0$  が市場賃金率  $w$  によってほぼ近似できることを明らかにする。

まず  $e_T^0$  を次のように変形する。

$$e_T^0 = e_v^0 \cdot v_y^0 \cdot (v_T^0 / v_y^0) \quad (3.37)$$

ここで (3.17) 式により  $e_v^0 \cdot v_y^0 = 1.0$  であるので

$$e_T^0 = v_T^0 / v_y^0 \quad (3.38)$$

である。 $v_T$ ， $v_y$  については (3.2) 式の最大化のためのラグランジェアン式

$$\Phi = u + \lambda (z + t_w + t \cdot x_T - T) + \mu (x_C \cdot P_C + P_T \cdot x_T - w \cdot t_w) \quad (3.39)$$

に包絡定理<sup>10)</sup>を適用することにより

$$v_T = -\lambda \quad (3.40)$$

$$v_y = -\mu \quad (3.41)$$

を導くことができる。したがって (3.38) 式に代入して

$$e_T^0 = \lambda^0 / \mu^0 \quad (3.42)$$

が求める限界時間価値となる。

ここで (3.2) 式の最適化において労働時間とレジャー時間が自由に選択できる場合には、最適化の条件のひとつとして

$$\frac{\partial \Phi}{\partial t_w} = u_{rw} + \lambda - \mu \cdot w = 0 \quad (3.43)$$

が成立する。しかしながら、労働市場が不完全なため、労働時間の選択が自由にできない場合は、(3.43)式の左辺は次の2とおりの雇用状況に応じて正または負の値となる。

第一の状況として、雇用機会が不足していて望むだけの労働時間が確保できないような場合には

$$\frac{\partial \Phi}{\partial t_w} = u_{rw} + \lambda - \mu \cdot w > 0 \quad (3.44)$$

であると考えられる。 $\partial \Phi / \partial t_w < 0$ であるならば、現状の時間以上の労働は家計効用を減ずることになり、より多くの労働を望むはずがないことがその理由である。

次に、第2の状況として、何らかの理由で希望以上の労働時間振り向けを強いられているような場合には、(3.44)式とは逆に

$$\frac{\partial \Phi}{\partial t_w} = u_{rw} + \lambda - \mu \cdot w > 0 \quad (3.45)$$

であると考えられる。希望以上の労働に従事している事自体がすでに、労働の限界効用が負に転じていることを示しているからである。

(3.43)～(3.45)式における  $u_{rw}$  は労働そのものの限界効用であるので、簡単のため、ここでは  $u_{rw} = 0$  と仮定すると、これらの関係を用いて  $e_r$  の値は次のように整理することができる。

$$\textcircled{1} \quad e_r = w \quad (\text{労働市場が完全な場合}) \quad (3.46. a)$$

$$\textcircled{2} \quad e_r < w \quad (\text{雇用機会が不足している場合}) \quad (3.46. b)$$

$$\textcircled{3} \quad e_r > w \quad (\text{過重労働を強いられている場合}) \quad (3.46. c)$$

したがって、 $e_r^0$  としては雇用機会が不足しているような場合には賃金率  $w$  を用いるのは過大評価となるので賃金率より低い値を用いなければならない。また、希望以上の残業等により過重労働の状況となっている場合には、 $e_r^0$  として  $w$  を用いるのは過小評価となるので、賃金率より高い値を用いなければならない。そして、これらのような労働市場の歪みがなく、自由に労働時間を選択する場合には、賃金率  $w$  による評価が正当な  $e_r^0$  を与えることになる。

## ii) 環境価値の評価



i) の時間価値と同様に, EVに基づく便益式を構成する $e_0 \cdot dQ$ を計測するものである。

$e_0$ は下に述べる, 環境状態の変化の家計効用への影響を貨幣タームで定義した経済的被害というべきものであり, 一般的には, 以下のように定式化される。

任意の家計を取りあげ, この家計の効用 $U_h$ は, 簡単化のため, この家計の所得 $y$ および環境状態 $Q$ のみによって決定される。すなわち

$$u_h = u_h(y, Q) \quad (3.47)$$

であるものとする。いま, 環境状態が $\bar{Q}$ , この家計の所得は $\bar{y}$ であるとすれば, この家計の享受している効用のレベルは $\bar{u}_h (= u_h(\bar{y}, \bar{Q}))$ である。ここで何らかの環境改変行為によって環境状態 $\bar{Q}$ が $Q$ に変わったとき $\bar{Q} \rightarrow Q$ が環境状態の悪化をますものならば $u_h < u_h(\bar{y}, \bar{Q})$ であり, 効用レベルは低下することになる。この場合, 効用レベルが $u_h$ に低下するのを防ぐためには, いくらの所得支払いに应ずるかという支払対価がEVによる等効用貨幣換算額である。

環境が $\bar{Q}$ から $Q$ に変わるとき, 他の場合と同様に支出関数を次のように定義すると, 上のEVによる支払い対価を表わすことができる。

$$\begin{aligned} e_h(Q) &= e_h(\bar{Q} : u_h(\bar{Q})) - e(\bar{Q} : u_h(Q)) \\ &= e_h(\bar{Q} : \bar{u}_h) - e(\bar{Q} : u_h(Q)) \end{aligned} \quad (3.48)$$

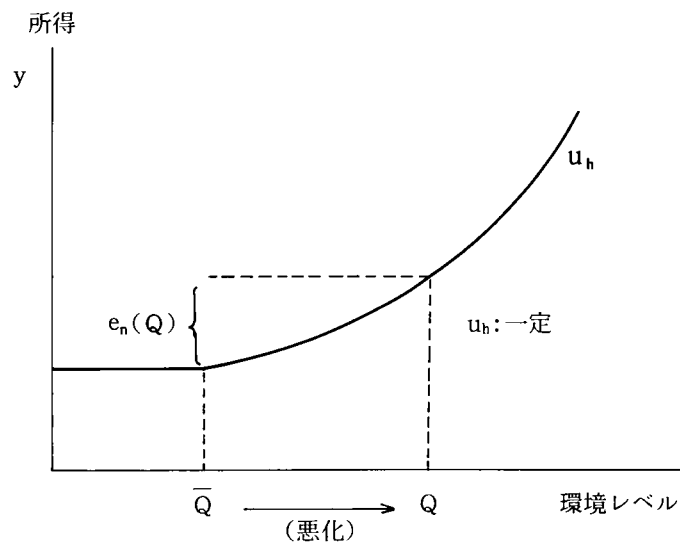


図 3.1 支払対価による環境価値 ( $e_h(Q)$ )

変化前の環境レベルとして $\bar{Q}$ を閾値水準 ( $Q \leq \bar{Q}$ では効用に影響がない)をとると、環境価値 $e_q(Q)$ がまさに経済的被害として、閾値水準からの環境変化による効用の損失と同等の効用をもたらす貨幣量、等効用貨幣 (money equivalent) として、また変化が微小な場合には、貨幣と環境との限界代替率として定義されたといいかえることができる。さらにいいかえれば、上の補償所得は、環境の悪化 (改善) に対して家計が以前と同一の効用を保つうえでその対価として支払ってもよい最高額を示しているので、個々の家計による環境変化に対する支払い対価 (Willingness to pay) として経済的被害が定義されたことになる。

以上のような環境価値の一般的定義にしたがえば、図3.1においては環境レベルの変化した分に応じた、無差別曲線上の所得変化分がEVに沿った環境価値ということになる。

ここで、計測すべき $e_q^0$ はこのような一般的定義による計測方法の簡便化されたものであることが以下のように示される。

まず $e_q$ は次のように変形することができる。

$$e_q = e_v \cdot v_y \cdot (v_Q / v_y) \quad (3.49)$$

EVの定義上、 $dv = 0$ であるので、簡単のため、間接効用関数を $v(Q, y)$ で表すと

$$v_Q dQ + v_y dy = 0 \quad (3.50)$$

したがって

$$v_Q / v_y = -dy / dQ \quad (3.51)$$

が成立する。

(3.17) 式による $e_v^0 \cdot v_y^0 = 1.0$ および(3.51)式で(3.49)式に代入することにより

$$e_q = -dy / dQ \quad (3.52)$$

が導かれる。この(3.52)式の右辺は等効用上のものであるので、結局、図3.1における無差別曲線の傾き、すなわち微小な環境の変化に対応した等効用貨幣量、あるいは環境と貨幣の限界代替率であることがわかる。したがって $e_q^0$ は、上記の一般的定義に沿い、かつ一次近似を行ったものといえることができる。この

$e_0$ の定義に沿った、実際の計測方法としては

- ① 環境変化による資産価値の変動を、自由な市場調整ということを前提として支払い対価とするもの。
- ② 環境質への選好を被害者の主観に委ねて、支払対価を導くもの。
- ③ 環境変化への対応の際の経済的支出（騒音防止壁など）を支払対価とするもの。

などが挙げられ、従来からも事例研究がなされている。実際の計測例、各方法の理論的特質については第5章の騒音の評価事例に詳述する。

## 3-2 費用負担原則への拡張

3-1で展開したEVによる便益評価方法あるいは便益の定義は、厚生経済学理論における効率性基準としての潜在的パレート基準（potential parate：補償を前提とするパレートの成立性）を前提としてプロジェクト実施の妥当性を評価する場合に合目的である。

周知ながら潜在的パレート基準は、個人間の効用の比較可能性を前提としていない。潜在的パレートである限り、プロジェクトの費用を誰が負担するかについては、答えを出していない。すなわち、 $\sum_i EV_i \geq 0$ が成立したとしても、同じ答えを出すプロジェクト費用の各主体の負担  $C_i$  の組み合わせは無限にありうる。したがって、プロジェクトの費用負担については、潜在的パレートを超える必要がある。このため、ここでは租税負担原則をよりどころとして、交通施設便益をとり入れた費用負担方式について一試論を展開する。

実際の負担を前提とするアプローチは、公共財政学における租税理論にその切り口をみることができる。租税理論では利益説と能力説を二大原則としており、前者は享受する利益に応じた負担、後者は支払能力に応じた負担を、両極端であるがその特徴としている。

本研究では、これらの租税負担原則に基づいて、便益に基づく方式、費用に基づく方式を整理し、これらの両方式の折衷案をとるという形で交通施設便益を用いた費用負担方式の提案を行う。

便益に基づく方式は、受益者負担方式の現実化、費用に基づく方式は、便益は特定の構成員に帰属させることができない状況において、負担支払による効用損失の公正化を意図したものである。これに対して、両者の折衷案は、便益の推計を外生的に行うことにより、利益に基づく方式の弱点を補正し、さらに負担費用の効用損失の考慮を加えたものといえることができる。

## (1) 従来 of 租税負担原則

### 1) 利益説による方法 (便益に基づく方式)

#### i) リンダールの方法<sup>19)</sup>

利益説に基づく場合の最も市場原理に近い負担方式の例として、次のようなリンダールの導いた、公共財の最適供給量および供給費用の負担の同時決定方法 (リンダールの解) があげられる。

まず政府、あるいは公共体が問題となっている公共財 (施設) の供給費用 ( $G$ ) の各人の負担率 ( $t_i$ ) を任意に設定し、この負担率を前提とした場合の、各人の公共財需要量 ( $D_i$ ) を申告させる。この場合構成員  $N$  人について

$$D_1 = D_2 = D_3 = \dots = D_i = \dots = D_N \equiv D^* \quad (3.53)$$

が成立すれば  $D^*$  単位の公共財供給が、各人の  $t_i \times G$  の負担によって合意されることになる。(3.53) 式の成立は  $t_i$  を適当に設定することにより可能となるが、その  $t_i$  の性質は次のように説明することができる。

個人  $i$  は合理的に、すなわち公共財の需要規模に関して、自らの効用を最大化しているものとする、公共財の消費 ( $D_i$ ) と、それに伴う負担  $t_i \times G$  については、それぞれの消費の限界効用  $U_{D_i}^i$  と負担の限界費用  $t_i \times G_{D_i}$  について、

$$u_{D_i}^i = t_i \times G_{D_i} \quad (3.54)$$

が成立している。ここで  $D_i$  を各人について等しく  $D^*$  とおくと、

$$u_{D^*}^i = t_i \times G_{D^*} \quad (3.55)$$

となる。 $G_{D^*}$  は各人にとって共通であるので、 $t_i$  は  $U_{D^*}^i$ 、すなわち各人の申告する公共財消費の限界効用 (需要量を申告することによって顕現する) あるいは、支払対価に比例することがわかる。

このリンダールの方法による  $D^*$  の決定が最適供給量であることは、

$$\sum_i u_{D_i}^i = \sum_i t_i G_{D^*} = G_{D^*} \quad (3.56)$$

すなわち、社会的限界評価 ( $\sum u_{D^*}^i$ ) = 公共財供給の限界費用 ( $G_{D^*}$ ) が成立していることにより明らかである。

#### ii) 適用上の問題点

リンダールの方法は、上記したように供給量を最適に設定し ( $D^*$ )、また同時

に費用負担も  $t_i$  を求めることにより決めることができる。

しかしながら、個人の支払対価の正直な申告を期待できない面が問題（フリーライド問題）となる。すなわち支払対価の大きさに比例して負担が決まるので、

① 社会的に批判がない。

② 社会の構成員が多く、個人的決定が社会全体の決定に影響しない。

場合には、過少な支払い対価、あるいはより小さい需要量を申告した方が負担が少なくて済み、かつ社会全体の公共財規模には影響しないので、公共財の性質から正直に申告した場合と同じ消費ができる。したがって正直な申告のインセンティブがなくなることになる。

社会の構成員が少ないような場合では、過小な需要量申告が、公共財供給量を小さくすることになって必ずしも有利にはならなくなるので、過小申告の問題は、社会が大きくなる程、実用上の欠陥となってくるということができる。

上記のような状況では、社会構成員の各人について、過小申告の動機がはたつき、公共財の生産規模が最適量  $D^*$  より小さいものになってしまうことによる。

したがって、リンダールの方法による負担方式の決定は実用上の問題点があり、各人の支払対価について、便益の推計などの何らかの外生的決定が必要となる。

## 2) 能力説による原則（費用に基づく方式）

次に能力説について検討を加える。能力説の場合は、所得の限界効用  $\lambda$  が重要な役割を果たしており、まず次の仮定を必要とする。

仮定：所得の限界効用は所得の増大と共に低下する。

負担能力の指標は、負担の犠牲感の大きさであり、この犠牲感の小さいほど負担能力があるとする。犠牲感は（＝効用の喪失感）、失った所得（負担）に限界効用を乗じたものである。また、この能力説は、犠牲感の個人間比較を行うため

仮定：個人の間効用は犠牲感（負担費用  $\times \lambda$ ）によって比較できるを前提としているということができる。効用の喪失量（＝犠牲量）を（所得  $\times \lambda$ ）で定義して定量的比較を可能にすることにより、能力説においては公正の具体化として、2つの負担方法が提案されている。

### i) 総犠牲最小化方法

全体の効用が大きければ帰属は問わないことを社会が合意した場合である。家計の総和を最も小さくする費用負担が求められる。今、家計1と家計2で、それぞれの負担を $C_1$ 、 $C_2$ 、プロジェクト費用を $C$ とすると、次の最小化問題

$$\lambda_1 C_1 + \lambda_2 C_2 \rightarrow \text{Min} \quad (3.57. a)$$

$$C_1 + C_2 = C \quad (3.57. b)$$

の解として、全体の犠牲量を最小にする負担費用が決定される。ここに $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ は家計1および家計2における所得の限界効用である。

目的関数が一次であるので、 $\lambda_1$ と $\lambda_2$ の小さい方の家計が全体の所得が等しくなるまで全費用を負担し、残余については同額ずつ折半して負担することになる。

### ii) 犠牲均等方法

両主体の犠牲を等しくすることによる公正性を定義した場合であり、これを負担原則とする。この方法は、上と同じ記号を用いて

$$\lambda_1 C_1 = \lambda_2 C_2 \quad (3.58)$$

が成立するので、所得の限界効用の比に応じて負担することになる。

以上の能力税に基づく方法は、所得の限界効用に大きく依存しており、この計測については、いくつかの研究例が存在する<sup>20),21)</sup>。

### iii) 適用上の問題点

上記の両方式共、公正に対する価値判断が入っており、社会の合意が必要である。また便益を考えない公正は、例えば便益帰属が個人に特定できない純粋な公共財の負担においては合理的であるが、便益帰着の差異が明確な場合には合意には至りにくいと考えられる。

## (2) 交通施設便益を用いた費用負担方式

上記した負担原則について、利益説は、利益の評価の顕現システムが存在しないため、自発的負担が不可能である。また能力説は、総犠牲量の最小化や公正についての定義に関して合意を得る必要があること、また、プロジェクトから得る利益については言及していないことなどの理由で、十分な原則とはいえない。

したがって負担原則の構築に向けては

- ① 利益に応じた負担はパレート基準にみるように現在までの社会的合意の唯一のものであること。
- ② 現実的租税制度においては累進税が一般的であり、このことから類推するに、能力説にしたがって各家計の限界効用に応じた負担も一応の社会的合意と考えられること。

の理由により、便益を組み込んだ上での能力負担方式の検討が考えられよう。

3-1の評価手法によって計測された貨幣タームでの各主体便益を  $B_1, B_2$  とすると、能力説における方法に便益を考慮した形として次のものが、負担方式として考えられる。

#### 1) 総効用最大化基準

次の効用最大化モデルによって決定されるものである。

$$\lambda_1 \cdot B_1 + \lambda_2 \cdot B_2 - \lambda_1 \cdot C_1 - \lambda_2 \cdot C_2 \rightarrow \text{Max}_{(C_1, C_2)} \quad (3.59. a)$$

$$C_1 + C_2 = C \quad (3.59. b)$$

いま、 $B_1, B_2$  が、負担には無関係に生じているとすると、この方法は能力説におけるものと全く同じになる。

#### 2) 等純効用基準

以下の式に充たすように負担を決定する。

$$\lambda_1 \cdot (B_1 - C_1) = \lambda_2 \cdot (B_2 - C_2) \quad (3.60)$$

#### 3) 等純効用比基準

以下の式を充たすように負担を決定するものである。

$$\frac{\lambda_1 (B_1 - C_1)}{u(Y_1)} = \frac{\lambda_2 (B_2 - C_2)}{u(Y_2)} \quad (3.61)$$

ここに、 $u(\cdot)$  は所得で決まる効用関数である。

#### 4) 等費用便益比基準

2) の変形として犠牲と効用の比を等しくするものであるが、この比は、

$$\frac{\lambda_i \cdot B_i}{\lambda_i \cdot C_i} = \frac{B_i}{C_i} \quad (3.62)$$

となり、結局貨幣タームの費用便益比を等しくするという基準となる。

以上の1) ~ 4) の方式の是非についても“公正性”の定義についての社会的合意



を必要とするが、受益者負担が考慮された分だけ、より社会的合意に近いと考えられる。

### 3-3 結 言

本章においては、交通施設投資の評価にあたって、従来の費用便益理論の枠組を拡張して、交通施設投資のもたらす外部財（環境財，時間財）の評価手法の検討および、評価便益の費用負担方式への適用を試みた。ここで得られた結論は下記のものである。

- ① 費用便益理論における便益の定義方法のひとつである等価的変差（Equivalent Variation：EV）は市場財の評価について厚生経済学的に理論づけられたものであるが、ここではこのEVが公共財（外部財）としての効果が含まれる交通施設便益の評価方法としても有用である。
- ② 費用便益理論においては、便益定義の方法として補償的変差（Compensating Variation：CV）の考え方もあるが、いくつものプロジェクトによる効用変化の大きさを比較するような場合には、EVの方がのぞましい。これはEVによる便益が効用関数値の変化の単調変換になっていることによる。
- ③ 交通施設整備のインパクトによる構造的変化を考えない場合は、市場的变化（この場合は諸価格）の正と負が社会全体では相殺されてゼロとなる。この結果、結局評価計測すべきは、変化前の価格体系，均衡値体系を用いた、交通費用の低下（事前の交通量  $(x_T) \times$  交通投入係数低下による交通価格低下  $(\sum P_i \cdot \Delta \alpha_i)$ ），企業活動で業務旅客に生じた時間節約  $(f \cdot \Delta \ell)$  による生産上昇  $(-f \cdot \Delta \ell \cdot f_e)$ ，家計に生じた時間価値  $(e_T \cdot x_T \cdot dt)$ ，および環境価値  $(e_Q \cdot dQ)$  である。
- ④ ③の計測項目のうち、 $e_T$  および  $e_Q$  については、非市場的效果であるが、いずれも家計効用を用いて、その計測を行うことができる。 $e_T$  については自由に労働時間を選択できるならば、家計に生じた時間は賃金で評価してよいこと、また雇用機会不足だったり、過重な労働が強いられている場合には賃金率による評価は、それぞれ真の時間価値を過大、および過小評価することになる。環境価値  $e_Q$  については、資産価値へのネットの影響を抽出する方法や、アンケートによってEVの定義に沿った計測が可能である。

- ⑤ 交通施設の整備費用負担のあり方について、「利益説」によるものは公共財への需要顕示が困難であることにより、また「能力説」によるものは受益者負担の原則とまったくかけ離れてしまうことから、そのまま適用することは不可能である。しかしながら上で得られた便益を用いることにより、両方を折衷した方法を新しく考えることができる。

## 第Ⅱ編 交通施設整備への適用に関する研究

## 第4章 交通施設整備による住環境変化の予測および評価<sup>1)</sup>

### 4-1 交通施設整備と住宅立地行動

住宅立地行動モデルを研究するにあたっては従来さまざまなアプローチが試みられてきたが、その多くは住宅立地の需要そのものや、交通施設整備の住宅地におよぼす影響そのもの、あるいは、交通施設や住環境の評価そのものという個別目的をそれぞれ個別に分析するというものが主であった。しかし、本来、影響分析と評価とは立地予測の結果に大きく左右されるものであり、それ故、予測モデルと評価モデルには理論的斉合性をもつ必要がある。

この認識から従来の研究を概観してみると、効果予測モデルのための土地利用・住宅立地モデルそのものに関しては、古くは、Lowry<sup>2)</sup>、NBER<sup>3)</sup>、青山<sup>4)</sup>、最近の日本では、浅野<sup>5)</sup>、中村、林、宮本<sup>6)</sup>などの研究にみられるように多大の進展がみられた。一方、住環境評価のための費用便益分析やその他の総合評価モデルそのものにおいても、三菱総研<sup>7)</sup>、戸田<sup>8)</sup>、御巫、森杉<sup>9)</sup>によってまとめられているように、実用化の段階に達している。しかし予測モデルと評価モデルの分析の前提が異なるために、予測から評価までの作業を一貫して推進することが未だ不可能な状態にあり、また、そのような試みの研究もほとんど見当たらない。

以上の問題意識のもとに、本研究では、交通施設整備の効果をみるため時間制約を住宅立地行動に明示的に組み入れ、さらに住宅財と他財一般との選好関係、所得制約も組み込むことにより、予測からその評価までの斉合性を保ちうるような実用的モデルを確立し、その予測および評価の統合手法を提案することを目的とする。

### 4-2 住宅立地行動とインパクト分析のモデル化

#### (1) 住宅立地行動のモデル化

世帯の効用 $U$ が、一般財の消費量 $Z$ 、地域公共財としての住環境（これは、都心ま

での時間距離，騒音，公共施設などのようにゾーン内においては一定であり，世帯はゾーンを移動する以外には制御不可能な財のベクトルであり，狭義の住環境という。なお広義の住環境とは， $Q$ と通勤時間 $t_i$ の両者の総称をいう。)それ以外の住宅属性 $X$ (これは広さなどの住宅それ自身の制御可能な属性ベクトルであり，住宅属性という。(X, Q)あるいは(X, Q,  $t_i$ )を総称して立地条件という。), および余暇時間 $l$ , によって説明できるとすると，一般に世帯の住宅選択行動は次のような予算制約と時間制約条件下での効用最大化行動として表わされる。

$$\begin{aligned}
 & \text{Max} \sum_{i=1}^n U(Z_i, X_i, Q_i, l_i) \delta_i, \\
 \text{s.t.}, & \textcircled{a} \sum_{i=1}^n \{Z_i + R_i\} \delta_i = I + \bar{R}_j, \\
 & \textcircled{b} \sum_{i=1}^n (l_i + t_i) \delta_i = T - t_w, \\
 & \textcircled{c} \sum_{i=1}^n \delta_i = 1, \\
 & \textcircled{d} R_i = R(X_i, Q_i), \\
 & \textcircled{e} \bar{R}_j = R(\bar{X}_j, \bar{Q}_j)
 \end{aligned} \tag{4.1}$$

ただし， $R_i$ ：地域 $i$ の立地条件が $(X_i, Q_i)$ である住宅価格， $\bar{R}_j$ ：ゾーン $j$ に所有している住宅の立地条件が $(\bar{X}_j, \bar{Q}_j)$ であるときの住宅価格， $I$ ：住宅賃貸収入以外の年間所得， $\delta_i$ ：住宅立地地域の選択変数（ゾーン $i$ を選択したとき1，それ以外は0の0，1変数）， $l_i$ ：余暇時間， $t_w$ ：労働時間， $T$ ：総活動時間， $t_i$ ：ゾーン $i$ での通勤時間

なお，住宅価格 $R$ とは，市場で売買される住宅価格を年費用に換算したものである。さて，ある特定ゾーン $i$ に立地したとすると，総活動時間 $T$ と労働時間 $t_w$ は固定されていると仮定できるので， $T - t_w \equiv \Omega$ とおくと $\Omega$ は通勤と余暇への配分対象時間を意味し $l_i = \Omega - t_i$ となる。この式の制約式 $\textcircled{a}$ および $\textcircled{b}$ を(4.1)式の目的関数に代入すると，次のゾーン別住宅属性別間接効用関数 $V(X_i)$ が得られる。

$$V_i(X_i) = U(I + \bar{R}_j - R_i, X_i, Q_i, \Omega - t_i) \tag{4.2}$$

(4.2)式は(4.1)式と等価であり，最適な住宅属性 $X_i^0$ を求めるには，(4.2)式を $X_i$ で偏微分してゼロとおき， $X_i^0$ を求め，これを再び(4.2)式に代入すると，今度はゾーン別間接効用関数 $V_i$ をうる。すなわち，

$$V_i = U(I + \bar{R}_j - R_i^0, X_i^0, Q_i, \Omega - t_i) = \text{Max}_{(X_i)} U(I + \bar{R}_j - R_i, X_i, Q_i, \Omega - t_i) \tag{4.3}$$

ここに， $R_i^0$ は $X_i^0$ を代入したときの住宅価格関数の値を示す。

最後に、住宅地の選択は、(4. 3) 式の  $V_i$  を最大にするゾーン  $i^0$  を選択する行動として表わされる。すなわち

$$V_{i^0} = \underset{(i)}{\text{Max}} V_i \quad (4. 4)$$

## (2) インパクト分析のモデル化

住宅立地行動におけるインパクト分析とは、(4. 2) 式における  $X_i$  以外のパラメータ ( $I, \bar{X}_j, \bar{Q}_j, Q_i, t_i$ ) または住宅価格関数 ( $\bar{R}_j$  および  $R_i$ ) が、何らかの原因により変化したとき、(4. 3) 式および (4. 4) 式で求める  $X_i^0$  および  $i^0$  がいかに変化するかを知ることである。たとえば、転勤は  $t_i$  の変化、減歩は  $\bar{X}_j$  の変化となり、一般に交通施設整備や環境改善などの公共プロジェクトは、直接効果の  $t_i$  あるいは  $Q_i, \bar{Q}_j$  の変化のみならず市場メカニズムを通じて、所得  $I$  や住宅価格関数  $R_i, \bar{R}_j$  の関数型をも変化させる。

本研究の分析範囲は、これらのパラメータと価格関数の変化（これを、以下インパクトという）が既知と仮定し、このときの住宅属性  $X_i^0$  と居住地  $i^0$  の変化を知るという目的に限定する。この前提のもとでは、もしも効用関数型  $U$  を知ることができれば、建増や住み替えなどを一般的に示す  $X_i^0$  と  $i^0$  を知ることができる。この意味で (4. 2) (4. 3) および (4. 4) 式によりあらゆる立地行動の原因と結果を知ることができる。そのための最重要事項は、効用関数 (4. 2) を知ることであるが、その方法については 4-4 において述べる。

## 4-3 住環境変化の便益と定義とその測定

### (1) 便益の一般的定義

今、ある政策によって、所得、狭義の住環境、通勤時間、および住宅価格関数が、 $I, Q_i, t_i, R$  から  $I', Q'_i, t'_i, R'$  に変化したために、 $j$  ゾーンの住宅を所有し、かつ、ゾーン  $iA$  に住んでいたある持家所帯を考え、彼はゾーン  $iB$  ( $iB=iA$  を含む) に住み替えを行ったとする。このとき、彼の効用は、 $V_{iA}$  から  $V'_{iB}$  に変化する。ここに、(4. 4) 式により、' のついた変数を変化後とすると、

$$V_{iA} = U(I + \bar{R}_j - R_{iA}^0 X_{iA}^0, Q_{iA}, \Omega - t_{iA}), V_{iB} = U(I' + \bar{R}'_j - R_{iB}^0 X_{iB}^0, Q'_{iB}, \Omega - t'_{iB}) \quad (4.5)$$

この効用の変化分を貨幣タームに換算したものが（広義の）住環境変化の便益にはかならない。この便益を次のように定義する。すなわち、住環境変化に対して、ある世帯が変化後の効用 $V'_{iB}$ を維持するという条件のもとに、変化前の状態にとどまるためにその世帯が必要とすると考える最小補償額（または最大支払い意思額）という。また社会的便益とは世帯の便益を単純に合計したものをいう。

この定義に基づく便益は、容易にわかるように次式を満足するEVである。すなわち、

$$U(I + \bar{R}_j - R_{jA}^0 + EV, X_{jA}^0, Q_{iA}, \Omega - t_{iA}) = V'_{iB} \quad (4.6)$$

なおEVは、改善に対してプラス、悪化に対してマイナスとなるように定義されている。また、上記の定義は持家世帯一般を対象としているが、借家世帯に対しては、 $R_j^0 = 0$ とすればよく、持家自宅居住世帯に対しては、 $\bar{R}_j = R_{iA}^0$ とすればよい。

## (2) 便益の定義の妥当性

上記の定義は、いわゆる等価的変差<sup>10)</sup>に基づくものであり、この定義の理論的妥当性、および補償的変差からみた優位性<sup>11),12),13)</sup>については第3章に述べたとおりである。

## (3) EVの測定方法

EVを知るには、インパクト分析の場合と同じくインパクト自身を与件とすれば効用関数Uを知ればよい。このようにインパクト分析と便益評価の総合モデルのための焦点は以下に述べる効用関数の推定にある。

## 4-4 効用関数の推定方法の提案

(3)式で定義したゾーン別住宅属性別効用関数 $V(X_i) = U(I + \bar{R}_j - R_i, X_i, Q_i, \Omega - t_i)$ に着目し、以下の手順で効用関数を推定する。

手順① 効用関数の特定化：これについては、4-5、事例研究において述べる。

手順② データの収集：データの収集法には、実績の場合とアンケートによる方法の2つがある。アンケート調査の場合は、一対比較法によって次のようにして行う。



すなわち、ある一組の立地条件と価格をもつ住宅Aを基準の住宅とし、次に価格と、ある1組の立地条件の中の1個の条件だけを住宅Aと異なるように変化させた住宅をBとする。そして、住宅Bの価格、または1個の立地条件指標の水準を順次変化させ、それぞれの対ごとの住宅Aと住宅Bの好ましさを各世帯に判断してもらう。一方、実績データを用いる場合には、実際に立地している立地条件と住宅価格およびその世帯属性を収集すればよい。そうして、このデータにおいて、居住（または購入）した住宅を選好し、その他のすべての住宅を選好しなかったと考えればよい。

手順③ 効用関数の推定法：手順②で述べた選好結果は、2つの代替案のうちで、効用関数  $V(X_i) = U(I + R_j - \bar{R}_i, X_i, Q_i, \Omega - t_i)$  の値が大きい方を選択したとみなしうる。ここで、まったく同一の世帯属性をもっている世帯でも効用関数はまったく同一でないと考えられるので、本研究では、効用関数  $V(X_i)$  に加法型で誤差項を導入する。すなわち、 $U = V(X_i) + \varepsilon_i$  とし、 $\varepsilon_i$  は一定の分布をする確率変数を示すものとする。このとき、任意の住宅Aと住宅Bの比較において、住宅Aおよび住宅Bを選択する確率  $P_A$  および  $P_B$  は、 $P_A = \text{Prob}(U_A \geq U_B)$ 、 $P_B = \text{Prob}(U_A \leq U_B)$  となる。 $P_A$  は、もし  $\varepsilon_i$  を平均0、分散  $\sigma^2$  のワイブル分布に従うと仮定すると Logit モデルが誘導され、 $P_A = 1 / [1 + \exp\{\alpha(V_B - V_A)\}]$  となる。ただし、 $\alpha = \pi / \sqrt{6} \sigma$  である。また、 $\varepsilon_i$  を平均0、分散  $\sigma^2$  の正規分布に従うと仮定すると、いわゆる Probit モデルが誘導される。これらのパラメータの推定法には最尤法が使用され、非集計モデルの推定方法として周知のものである<sup>15)</sup>。

#### 4-5 住環境変化の予測および評価の事例研究<sup>14)</sup>

##### (1) データの作成とそのサンプリング

本方法の手順は、①データの作成、②効用関数の特定化とその推定、③インパクト分析、④便益評価、となる。以下に手順を追いつつ事例研究の結果を述べる。

本研究で用いたデータは、昭和52年7月に行われたアンケート結果<sup>7)</sup>を利用した。調査対象者は、伊丹市全域と川西市の一部に住む自宅居住者であり、有効回収数255である。上記した方法による一対比較質問は、表4.1に示すように立地条件と住宅価

表 4.1 一対比較質問の例

回答例 最寄駅までの距離と住宅価格

	基礎とする住宅A	住宅A がよい	甲乙つ けがた い	住宅B がよい	比較される住宅B
条件①	最寄駅まで歩いて15分 値段は、2000万円	○			最寄駅まで歩いて2分で便利であるが、住宅Aより150万円高い
条件②	同上		○		最寄駅まで歩いて2分で便利であるが、住宅Aより100万円高い
条件③	同上			○	最寄駅まで歩いて2分で便利であるが、住宅Aより50万円高い

条件①において住宅Aの方が住宅Bよりも好ましいと思われたら、上記のように「住宅Aがよい」の欄に○印をつけて下さい。条件②、③についても同様にお答え下さい。尚比較される住宅Bについて、記されていない他の条件は住宅Aと同じであるとします。

格の異なる住宅A、Bを提示し、それぞれに「Aが好ましい」「Bが好ましい」「甲乙つけ難い」の3つの選択肢の中から1つの回答を求めるものである。

本研究ではこの255のアンケート票から、次のようにして30個のアンケート票を抽出した。まずアンケート1票につき表4.1に示すような質問群が、属性の組み合わせを変えて7種類用意されたが、このうち3つ以上の質問群について、条件は変わってもすべてAまたはBを選択しているアンケート票を除外した。次に残ったデータから、所得層別に所得別頻度分布に比例して合計30個のランダムサンプリングを行った。抽出したアンケート1票あたりの一対比較質問33個のうち、「甲乙つけ難い」を選択したデータを上記 $33 \times 30 = 990$ 個のデータより除外した。これは以下の理由による。すなわち、世帯が「甲乙つけ難い」の回答を選ぶのは、住宅A、Bから得られる各々の効用が本当に無差別である場合に加えて無知であることも考えられ、この回答からただちに両者の効用が等しいとするには疑問が残るためである。このことは、便益の定義が一定の値ではなくある範囲になるということをも意味し、推移律が成立せず効用関数の仮定に反する。結局、パラメータ推定の対象とした一対比較質問数（すなわちデータ数）は、781である。

## (2) 効用関数の特定化と推定方法

上記のアンケート調査は、敷地面積、日当たり、公共サービス、航空機騒音、買物の便および通勤時間なる立地条件指標を選んでいる。なお、航空機騒音レベルについてはアンケート調査では「まったく気にならない」から「耐えられない程うるさい」まで6段階の主観的記述表現を用いて一対比較を行っているが、この記述表現を、現地の観測結果をもとに騒音レベル  $dB(A)$  との対応関数を回帰分析によって求め、 $dB(A)$  に交換しているのでこの結果を用いた。

解析方法としては Probit モデルと Logit モデルを用いた。適合性を判断する基準としては、推定された選好確率と実際の集計選択比率との重相関係数 COR、的中率 HitR および  $t$  値である。

特定化した効用関数型とその変数は、以下のとおりである。

### ①線型

$$U = \alpha(I + \bar{R} - R) + \beta_1 X_1 + \beta_2(\Omega - t) + \beta_3 X_2 + \beta_4(B - X_3) + \gamma(A - Q) \quad (4.7.a)$$

### ②対数線型

$$U = \alpha \ln(I + \bar{R} - R) + \beta_1 \ln(X_1) + \beta_2 \ln(\Omega - t) + \beta_3 \ln(X_2) + \beta_4 \ln(B - X_3) + \gamma \ln(A - Q) \quad (4.7.b)$$

### ③CES型

$$U = -\frac{h}{\rho} \ln \left[ \alpha(I + \bar{R} - R)^{-\rho} + \beta_1(X_1)^{-\rho} + \beta_2(\Omega - t)^{-\rho} + \beta_3(X_2)^{-\rho} + \beta_4(B - X_3)^{-\rho} + \gamma(A - Q)^{-\rho} \right] \quad (4.7.c)$$

### ④VES型

$$U = \alpha \ln(I + \bar{R} - R) + \beta_1 \ln(X_1) + \beta_2 \ln(\Omega - t) + \beta_3 \ln(X_2) + \beta_4 \ln(B - X_3) + \gamma \ln(A - Q) + \alpha \left( 1 + \frac{X_1}{C(I + \bar{R} - R)} \right)^{\beta_1} \left( 1 + \frac{\Omega - t}{C(I + \bar{R} - R)} \right)^{\beta_2} \left( 1 + \frac{X_2}{C(I + \bar{R} - R)} \right)^{\beta_3} \left( 1 + \frac{B - X_3}{C(I + \bar{R} - R)} \right)^{\beta_4} \left( 1 + \frac{A - Q}{C(I + \bar{R} - R)} \right)^{\gamma} \quad (4.7.d)$$

ただし、 $I$ ：住宅賃収入以外の年間所得（万円/年）、 $\bar{R}$ ：持家住宅価格（万円/年）、 $R$ ：住宅価格（万円/年）、 $X_1$ ：敷地面積（ $\text{m}^2$ ）、 $t$ ：通勤時間（分）、 $X_2$ ：日当り（時間）、 $X_3$ ：公共サービス（便利1，不便2）、 $Q$ ：騒音レベル（dB(A))、 $A, B, C, \Omega, \alpha, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \gamma, \rho, \lambda, h$ ：パラメーター

なお、買い物の便という属性については最初は考慮したが、 $t$  値が低いいため分析の対象から削除した。

### (3) 特定化した効用関数の理論的性質

線型効用関数（4. 7. a）式は最も一般的で単純な関数型であるが、以下の2つの欠点をもつ。1つは、立地予測などにおいて Logit モデルや Probit モデルのような2つの代替案の効用差より選択確率を求めるモデルに線型効用関数を適用した場合、代替案の選択確率が所得レベルに無関係になるという点である。もう1つは、（4. 6）式および（4. 7. a）式によりわかるように住環境評価において線型効用関数を仮定した場合、所得レベルの影響が無いため環境改善による便益と悪化による被害が一致することになり、環境変化の規模が大きくなった場合には現実にそぐわないという点である。したがって、もしも予測評価において所得の影響が無視できる程度ならば、線型が他の関数型の近似式として適用性が保持されるといえよう。

線型の次に簡単で非線型である関数は対数線型であるので（4. 7. b）式を考慮した。

次の CES 関数（4. 7. c）の主な特徴は次の2つである。すなわち、第1に代替弾力性  $\epsilon (= 1 / (1 + \rho))$  が一定であること、第2に代替パラメータ  $\rho$  の値に応じて線型 ( $\rho = -1$ )、対数線型 ( $\rho = 0$ )、L字型 ( $\rho \rightarrow \infty$ ) をその特殊型として含む一般的な関数であることである。なお、代替弾力性とは、財の量の比率の変化率  $d(X_2/X_1)/(X_2/X_1)$  を限界効用の比率の変化率  $d(U_1/U_2)/(U_1/U_2)$ （ただし、 $U_i = \partial U / \partial X_i$ ）で除した値である。

VES型関数は、CESに対応する呼称で  $\epsilon$  が変動する関数の総数であるが、本研究では対数線型を拡張した型である超越関数を採用する。この他にも VES 関数の追求には数々の接近法があり、必ずしもこの超越関数の仮定が良好な結果をもたらすという保証はないが、対数線型の素直な拡張であるので対象とした。

(4) パラメータの推定結果と考察

上記の効用関数の推定結果を表4.2に示す。(4.7.a)～(4.7.d)のいずれの関数型に対しても十分な $t$ 値, 相関係数COR, 適中率HitRを得た。相関係数および適中率でみるかぎり, 線型とCESの精度がほとんど差がなく最上位にあり, 以下, VES, 対数線型の順である。この4つの型の主な相異点は, 無差別曲線の曲率(限界代替率)の違いにある。表4.2の結果は, 現実には, その曲率よりもかなり小さいことを示している。

表 4.2 推定パラメータ

	A	Q	B	$\alpha$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$
Linear /Logit/	120	150	5	0.220 (10.235)	0.255 (10.199)	0.186 (9.941)	0.656 (9.320)
/Probit/	120	150	5	0.165 (6.790)	0.190 (7.027)	0.140 (7.246)	0.505 (6.550)
Log-linear /Logit/	120	150	5	16.976 (7.357)	12.243 (7.137)	8.554 (7.906)	2.625 (6.564)
/Probit/	120	150	5	3.367 (3.439)	2.716 (4.709)	1.920 (5.555)	0.605 (3.184)
CES	150	180	4	27.882 (1.976)	27.280 (2.024)	19.150 (2.070)	27.226 (3.079)
VES	150	180	4	23.032 (8.469)	13.921 (6.190)	11.734 (8.560)	2.918 (6.337)

$\beta_4$	$r$	$\rho$	$h$	HitR.	COR
4.436 (9.787)	0.343 (9.752)			0.892	0.966
3.435 (7.096)	0.254 (7.393)			0.892	0.962
8.095 (7.428)	7.473 (8.731)			0.823	0.832
1.828 (4.575)	1.694 (6.771)			0.818	0.797
121.692 (4.201)	29.017 (2.224)	-0.673 (38.515)	124.442 (7.317)	0.886	0.954
6.301 (105.086)	12.699 (8.704)	40	0.883 (3.674)	0.834	0.875

( ) : t-value

次に Logit モデルと Probit モデルによる推定法の違いについて検討してみると, 線型, 対数型共に COR や HitR は, 両者の間ではほとんど差はない。このことにより Probit モデルと Logit モデルの精度の優劣は, 甲乙つけ難いといえる。しかし, モデルの関数形の複雑さに帰因する計算に要する手間を考え合わせると, Logit モデルの方が有効であると考えられる。

(5) インパクト分析への適用例

インパクトの例として、交通施設改善によって、都心までの時間距離が短縮され、その結果、

①住宅Bの通勤時間  $t_i$

②住宅AおよびBの住宅価格関数  $R_i$

の2つが変化した場合を想定する。具体的には、Bの通勤時間の短縮と、AおよびBの住宅価格が、表4.3の3および4欄のように変化したとする。図4.1は、用いた関数型別に、住宅AB別所得層別の、上記インパクトによる選択確率の変化を示したものである。まず、変化前での選択比率の結果より、Aには低所得者（年収225万円と想定）、Bには高所得者（年収375万円と想定）が住んでいた可能性が高い。このような予測は線型モデルでは不可能であることは、理論的にも実用的にも図4.1より明らかである。

表 4.3 交通改善インパクトに対する選好比率の推移

立地条件	初期状態		変化後	
	住宅A	住宅B	住宅A	住宅B
価格(万円)	2000	2200	1900	2350
騒音レベル(dB/A)	72	63	72	63
敷地面積( $m^2$ )	90	120	90	120
通勤時間(分)	40	60	40	20
日当たり(時間/日)	12	12	12	12
公共の便(log 2)	1	1	1	1

すなわち、図4.1より線型モデルでは、当然のことながら、所得レベルで選択確率はかわらない。ところが非線型の結果より明らかなように、変化後はむしろ、Bは高所得層に、Aは低所得層にさらに純化することが予想され、本事例は、所得の選択確率への影響を無視できないことを示している。したがって、インパクト分析のためには、線型効用関数の仮定は不適當であり、精度が同程度であるCES型が最良であるといえる。また、以下のこともわかる。すなわち、従来の立地分析においては、住み替

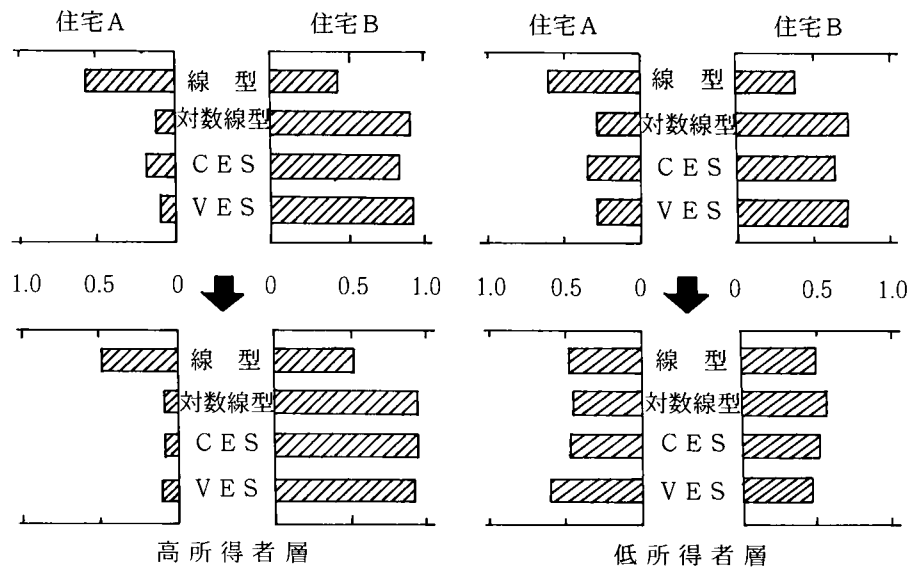


図 4.1 交通改善インパクトに対する選好比率の推移

えをずるとしたときの最適案と居住し続ける案とを比較するので、2段階選択になっていた。これに対して、本研究の理論は、他財と住宅資金との代替を考慮しているため(4.3)式は常に最適案の情報を含んでおり、この式の $V_i$ を(4.4)式で比較するという1段階選択である。また、その推定方法においてもNested Logitモデル<sup>17)</sup>と比較して同程度の簡便さを有している。

#### (6) 住環境改善便益の測定

便益評価の事例として、騒音レベルが改善された場合( $EV_1$ )と悪化した場合( $EV_2$ )をとりあげ、騒音変化のある地域に居住しつづける持家世帯のうける便益(被害費用)を評価する。居住しつづける世帯の $EV$ は(4.5)式の $V_{iB}$ に対して

$$iB' = iA \quad X_{iB}^0 = X_{iA}^0 \quad \bar{R}'_{jA} = R_{iA}^0 \quad t'_{iB} = t_{iA} \quad (4.8)$$

を代入すれば、 $V'_{iB}$ が求まる。次に求まった $V'_{iB}$ と(4.8)式を(4.6)式に代入すれば、 $EV$ が求まる。

以上の手順を、インパクト分析において不相当と判定した線型以外の3つの非線型効用関数に適用した結果を図4.2～図4.4に示す。これらの図より以下のことがわかる。

まず、 $EV_1$ (便益)、 $EV_2$ (被害費用)の相対的な大小関係について検討すると、同

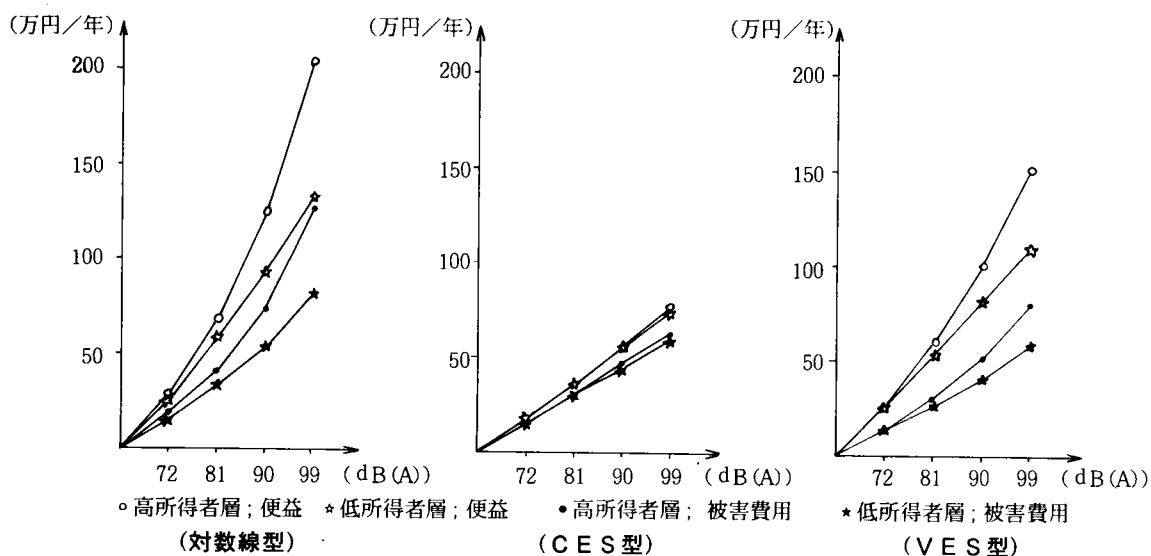


図 4.2 効用関数別 EV

じ程度の逆向きの騒音の変化に対して高所得者層と低所得者層のそれぞれにおいて便益が被害費用に比較して絶対値で大きい。すなわち、 $|EV_1| > |EV_2|$  となっている。もう 1 つは、 $EV_1$  と  $EV_2$  のそれぞれにおいて、高所得層の方が低所得層より EV の値は大きくなっていることである。この 2 つの結果は所得の限界効用の逓減を前提とすれば便益の定義より明らかである。

ただし、CES 型における  $EV_1$  と  $EV_2$  の差は対数型と VES 型に比べて非常に小さい。これは以下の理由による。CES 型のパラメータ  $\rho$  は理論的には  $-1$  から無限大までの値をとりうるが、 $\rho \rightarrow -1$  のとき線型となるので  $EV_1 = EV_2$  となることがわかる。パラメータ推定で得られた  $\rho$  の値は  $-0.67$  で  $-1$  に近いため、 $EV_1$  と  $EV_2$  の差が小さくなったものと考えられる。

データに対する適合性から判断すると、CES 型によって測定された  $EV_1$  と  $EV_2$  が、真の  $EV_1$  と  $EV_2$  の値に最も近いと思われ、対数線型と VES 型はその無差別曲線の曲率が大きいため、便益評価に対しては敏感すぎるといえる。

最後に CES 型の結果によると、便益と被害との差は実用的に無視できる程度であるが、所得の影響は無視できないことがわかる。すなわち、 $1 \text{ dB(A)}$  の改善に対する便益  $EV_1$  は、年収 325 万円の世帯では  $18,600$  円/年 (1,550 円/月)、年収 225 万円の世帯では、 $15,300$  円/年 (1,275 円/月) とかなりの便益の差を認めることができる。



## 4-6 結 言

本研究で得られた結論は以下のとおりである。

- ① 本統合モデルが、住宅立地の予測および住環境の便益評価の両者に、理論的にも実用的にも斉合性をもって適用可能であることを示した。
- ② 従来の立地予測手法では段階的予測が主であった。すなわち、いくつかの代替地から最適な代替地を選択し、次に現在の住居地と比較して移住するかどうかを決定していた。しかし、本研究で提示したモデルは予算制約と時間制約を明示的に導入することにより、現在の居住地も代替地の1つとして含め、最適住宅の選定と移住地選定を同時に説明することが可能となった。また、その予測方法も従来の代表的手法である Nested Logit Model と同程度の簡便さを有していることを示した。
- ③ 世帯の効用関数の型としては、線型、対数線型の性質をも一般的に持ち合わせている CES 関数が、理論的にも実証的にも最もふさわしく、相関係数、適中率、 $t$  値の全ての面で十分なる適用力を有している。
- ④ 従来の非集計で使用されている線型効用関数は、理論的にも実用的にも、予測および便益評価において所得レベルの変化あるいは相違による影響を抽出できないという意味で適当でない。

## 第5章 騒音の社会的費用の計測手法

本章では、第3章において交通施設整備のもたらす外部財効果として体系づけられた環境価値について、騒音の発生による生活環境の低下にもたらす社会的費用（貨幣的評価）を例にとって実際的評価、計測を試みるものである<sup>1)</sup>。

このため、本章を次の3つの部分で構成する。

- ① 社会的費用測定の意義……環境の悪化による効用の低下を貨幣換算する（社会的費用）ことの意義を明らかにしている。
- ② 騒音の評価方法の理論的検討……種々の騒音評価事例の中から3つの典型的アプローチを抽出し、本研究で定義した社会的費用の概念からみた、これらのアプローチの長所、短所について考察している。
- ③ ケース・スタディ……O空港の周辺地域で行われた騒音に関するアンケート調査の結果をもとにして、上記の3つのアプローチに従って社会的費用の算定を行い、算定結果についての比較検討を行っている。

### 5-1 社会的費用概念の役割

#### (1) 社会的費用の諸概念

生活環境の低下を評価するにあたっては、従来、さまざまな視点からのアプローチが試みられてきた。ここでは、この環境の評価を、公共施設計画や環境管理計画等の具体的な計画評価が可能のように、費用便益分析の枠組の中に組み入れることを試みる。それは費用便益分析が、プロジェクトによるすべての変化を同一尺度上で評価することを要求しており、環境評価の尺度の統一化が計画の総合評価の可能性を広げるからである。この場合、人間の効用に影響を与えるもののうちで、環境質のように外部性の大きい財の変化を評価する手段として「社会的費用」の概念が有用である。それはこの概念が「ある経済主体がある経済活動を行ったとき、そのときに発生する外部不経済効果を、他の経済主体がどのように評価するかを、なんらかの形で実質的な

タムで測って、すべての経済主体について集計したもの」として、広義に確立されたものであり、本研究の「市場的価値と同一尺度上での環境変化の評価」という目的に沿っていると考えられるからである。

ミハエルスキは、社会的費用という概念の解釈として次の4つをあげている<sup>2)</sup>。

- ① 国民経済的総費用
- ② 社会経済的最適からのかい離によって生じる損失
- ③ 非市場財であるため、じゃっ起者が負担しないで第三者に転嫁される費用
- ④ 公共政策実施費用

本研究ではこれらの4つの解釈のうちの③の立場からの社会的費用に焦点をあてて研究を進めている。その理由として第1に、環境質の変化の重要性が最近とみに認識されつつあることから示されるように、①の国民経済的総費用中に占める、③の外部不経済の割合が過去に比べて増加していること、第2に、①の概念は、③の外部不経済の評価が行われて初めて意味をもつこと、第3に経済効率という問題を越えて、汚染者負担原則、受益者負担原則等を例とする所得分配上のシステムの確立に資する可能性があること等があげられる。

## (2) 測定の意義

ある特性の社会経済状態における社会的費用を計測することは、その状態の厚生 の度合をより厳密に示す指標を作成するうえで非常に重要である。特に環境変化による社会的費用の計測は次のような点で意義をもつ。

第1は環境の悪化の程度を、たとえばGNPのような経済指標と対比しうることになるので、社会の厚生状態をさらに厳格に示しうるような指標の開発に寄与しうることである。第2には、環境管理政策の重要な課題の1つである経済的効率性基準に基づく最適環境水準という概念は、環境改善にもやはり費用を要することから、環境悪化による社会的費用との兼ね合いで環境水準を維持しようとするところからきている。すなわち、 $D(a)$ を環境水準  $a$  が悪化するにつれて増加する社会的費用、 $C(a)$ を環境水準を  $a$  に維持するための防止費用（あるいは経済活動の規制低下分）とすると、もし双方が同一の尺度で測られているならば、

$$\text{Min}_{(a)} \{D(a) + C(a)\} \quad (5.1)$$

として最適環境水準が求まることになる（図5.1の $a^*$ ）。通常、防止費用は、たとえば脱硫装置の設備投資、防音壁の設置、生産ダウンによる収益の減少等、貨幣尺度で測られる。このことが、環境悪化の評価、特に貨幣尺度による計測の要請されるゆえんである。

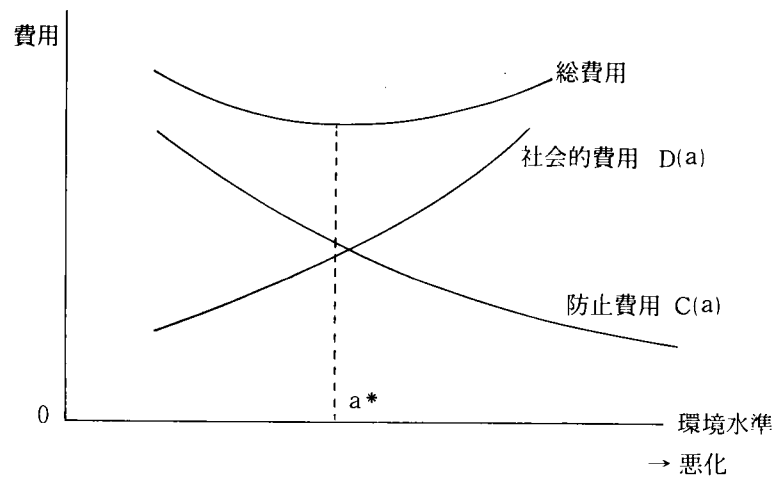


図5.1 最適コントロールレベル

## 5-2 騒音による社会的費用の計測手法の理論的検討

環境悪化による効用の低下を第3章においてEVを基にして定義された経済的被害としてとらえるための理論的検討をここで行う。このため最初に環境の悪化による被害がいかなる形で現れているかを検討し、その被害と定義された形での被害額がどのように直接、間接に関連しているかを検討する。なお以下では、環境を騒音環境に特定化して述べている。これは騒音被害が多分に心理的満足感を低下させるものであり、この満足感の低下の貨幣換算が社会的費用計測の重要な課題であることによる。

### (1) 個人の経済的被害の出現形態

個人の経済的被害とは、定義に従えば、環境悪化によって影響を受けたものの中で、個人が補償してもらいたいと感じるものであり、これは図5.2に示すように金銭的被害と心理的被害とからなる。金銭的被害は市場での個人の売買行動を通じて顕在化する被害であり、騒音による治療費や、防音設備費のように実際の支出増となるものと、これらの環境悪化地域における家賃の低下などのような収入の減少となるものに分かれる。一方、心理的被害は、健康の悪化、いらいらする感情のような満足感の低下、レクリエーション価値などのように直接には市場に顕在しない心理的価値の減少として出現する。

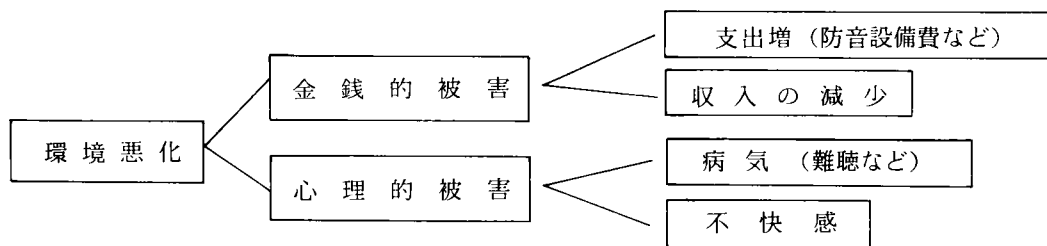


図5.2 環境悪化の2つのタイプ

### (2) 測定手法

騒音による環境の悪化がもたらす被害を計測する方法として、従来用いられているアプローチとして次のものがあることはすでに第3章で述べた。

- ① 騒音による資産価値の変動を利用するもの。<sup>3)~6)</sup>

② 騒音または静けさに対する変動を利用するもの。<sup>7~9)</sup>

③ 直接に補償額を聞くもの。<sup>10)</sup>

これらの方法のうち、①は騒音によって被害を被った個人（家計）の市場における行動から現出した市場的均衡値（市場価格）から経済的被害を計測するものであり、②③は被害者の主観に委ねて騒音に対する選好度、あるいは直接補償額を知ろうとするものである。以下、これらのそれぞれのアプローチと、定義された経済的被害との理論的関連、一致のための必要条件について述べる。

1) 騒音発生による資産価値の変動を利用するもの

(i) 理論的検討<sup>11)</sup>

騒音の発生によって生じた心理的苦痛を含む、効用低下要因が市場での家計行動を通じて資産価値へ転嫁される。本方法は騒音による経済的被害が資産価値に帰属された断面でとらえようとするものである。騒音レベルが家計の経済的被害を通して、どのように資産価値に反映しているかは次に述べるとおりである。いま、資産価値を家賃  $r$  として特定化し、この  $r$  は、その家の広さ、都心への接近性等のいわゆる住宅サービスレベル  $h$  および、その場所での騒音レベル  $N$  との関数  $r(h, N)$  として表されるものとする。もし、この家賃  $r$  が通常の商品財と同様に家計の効用最大化行動によって決定されるならば、 $r(h, N)$  は次式のような、家計の効用の最大化問題の解として表わされる。

$$U(X, h, N) \rightarrow \text{Max} \quad (5.2.a)$$

$$\text{const. } PX + r(h, N) = I \quad (5.2.b)$$

ここに、

$U$  : 住宅サービス、騒音レベル、およびその他一般財の消費量によって表わされる家計の効用関数

$X$  : その他一般財消費量

$P$  : その他一般財価格

$I$  : 家計の可処分所得

各家計は、限られた所得を、一般財と家賃支払いに費すことにより、効用を最大化しようとする。上の問題の解の必要条件として次の式 (5.3) が成立する。

$$\frac{\partial U}{\partial N} / \lambda = \frac{\partial r}{\partial N} \quad (5.3)$$

ここに、 $\lambda$ はラグランジュ未定定数であり、具体的には、 $\lambda = \partial U / \partial I$ が成立するので貨幣（所得）の限界効用を示している。式の左辺は騒音レベルの減少（ $N$ を静けさの増加する方向を正にとる）による効用の限界増加分を貨幣（所得）の限界効用で除すことから、騒音環境の良化による効用に等しい効用をもつ貨幣額、すなわち定義された経済的被害額（もし騒音レベルが増加した場合）である。右辺は家賃の騒音レベルの変化による限界変化分である。したがって、各家計の騒音レベルの限界変化に対する経済的被害に等しくなるように家賃の騒音レベルによる差が決定され、市場における均衡家賃を構成することになる。以上が騒音による経済的被害が市場における資産価値に影響する仕方であり、社会的費用を測定する根拠になっている。たとえば、資産価値をさまざまな騒音レベルを含む要因で説明する重回帰分析があるが、それは家賃関数を次式のように特定化し、現実の市場データからの係数の推定を行うものである。

$$r(h, N) = a_1 h + a_2 N + a_3 \quad (5.4)$$

式(5.4)から、 $\partial r / \partial N = a_2$ であり、説明力を保持する騒音レベルの範囲で式(5.3)によって、騒音レベルにかかる係数 $a_2$ をもって、効用低下の等効用貨幣量すなわち経済的被害とみなすことができる。

## (ii) 問題点

資産価値の騒音レベル方向の限界変化が、経済的被害に一致するためには、居住者の完全流動性（移動に関するコストが零であること）が保証されねばならない。しかしながら、現実の資産価値市場においては、移動費用が存在するために式(5.2)で定式化した家計の自由な居住地の選択による最適化行動が現実合わなくなる。この場合は市場の変動からの経済的被害額は過小評価になる。理由は次のとおりである。資産価値市場の均衡は、各家計が移動による損得が零のところで起こる。上の場合でいえば、

$$\frac{1}{\lambda} \frac{\partial U}{\partial N} - \frac{\partial r}{\partial N} = 0 \quad (5.5)$$

が成立している。これは騒音レベルの小さい場所に移ることによる便益が $\frac{1}{\lambda} \frac{\partial U}{\partial N}$ であり、そのときの家計費用の上昇が $\frac{\partial r}{\partial N}$ であるので、移動による損得が零である

ことを示している。いま、移動に際して費用  $m$  がかかるとすれば、もの均衡条件は、

$$\frac{1}{\lambda} \frac{\partial U}{\partial N} + \left( -\frac{\partial r}{\partial N} \right) + (-m) = 0 \quad (5.6)$$

となる。すなわち移動による便益  $\frac{1}{\lambda} \frac{\partial U}{\partial N}$  と移動による損失  $\left( \frac{\partial r}{\partial N} + m \right)$  が家計について等しくなったときに均衡が達成される。したがって、 $\frac{\partial r}{\partial N}$  で経済的被害額とみなすならば、移動費用  $m$  だけ、定義された経済的被害  $\frac{1}{\lambda} \frac{\partial U}{\partial N}$  を過小評価することになる。極端な例で、移動費用が無限大の場合であれば、いかに環境のよい住宅が売りに出されても、その住宅に移り住むことの便益は負であるから、決して比較的悪い環境の住宅との家賃差は生じない。便益が負の移動に対しては、移動に対する値づけである家賃差は生じようがないからである。したがって、たしかに存在する経済的被害  $\frac{1}{\lambda} \frac{\partial U}{\partial N}$  を家賃差で評価すると零で評価することになってしまう。

## 2) 騒音に対する価値意識によるもの

### (i) 理論的検討

通常の市場化された、価格の存在する財であれば、完全市場下という条件において、その価格がその財の獲得（喪失）に対する限界便益（費用）、すなわち、等効用をもたらす貨幣量を示す。これは価格が、無差別曲線上での財の組み合わせの変動に対する財の限界効用と所得（貨幣）との限界効用の比、すなわち限界代替率、あるいは無差別曲線に対する接線の傾きに等しく決定されるからである。しかしながら騒音環境は、そのみが独立した財としては、市場化されておらずその価格をもって経済的被害を測定することは不可能である。価格意識による方法は、市場に顕現するデータに頼らずに、各財に対する選好関係をなんらかの方法で知ることにより、騒音と貨幣との限界代替率を推定しようとするものである。この方法は、選択行動の結果から限界代替率を逆に推定するという意味では、前記した1)の方法とともにいわゆる選好行動分析に含まれるものである。ただ、1)の場合は市場での現実の結果を選好行動の結果とするのに対して、価値意識による方法は、直接のアンケート<sup>7),8)</sup>や工夫されたシミュレーション<sup>7)</sup>装置による選好結果をもとにする点で異なっている。この方法は具体的には、アンケートや質問から効用関数を構成する方



法とまったく同一であり、構成された効用関数から限界代替率を知るためには、この効用関数は、その属性として所得および騒音を含んだ、多属性効用関数でなければならない。いま、2つの住宅A、Bがあって、それぞれの住宅のもつ騒音レベル、住宅価格、通勤時間等の属性ベクトルを $a^A, a^B$ とすると、このときの多属性効用関数とは次式のように選好関係と実数値の大小関係を対応づける実数値関数 $U(a)$ である。

$$a^A \underset{>}{\sim} a^B \Leftrightarrow u(a^A) \underset{>}{=} u(a^B) \quad (5.7)$$

ただし、 $\underset{>}{\sim}$ は選好関係、 $\underset{>}{=}$ は実数の大小関係である。

したがって、種々の組み合わせの1対の住宅についての各個人の選好関係 $\underset{>}{\sim}$ を聞くことにより、それを最もよく再現するような $U(a)$ の関数形を求めることが、効用関数の構成の基本的方法である。Keeny<sup>12)</sup>の方法を除けば次のような加法的効用関数が仮定されることが多い。<sup>8),9)</sup>

$$u(a) = \omega_1 \cdot u_1(a_1) + \omega_2 \cdot u_2(a_2) + \dots + \omega_n \cdot u_n(a_n) \quad (5.8)$$

式(5.8)で、 $u_i$ は属性別効用関数、 $\omega_i$ は重みとよばれる。この属性別効用関数の重みの推定について種々の方法が提案されており、ここでは詳細は参考文献に譲るとして、簡単な方法論について一括して表5.1に示しておく。いずれの方法においても、効用関数が構成された後は、 $(\omega_i \cdot \partial u_i / \partial a_i) / (\omega_j \cdot \partial u_j / \partial a_j)$  ( $a_i$ は騒音レベル、 $a_j$ は住宅価格)によって限界代替率を計算し、単位レベルの騒音増加に伴う住宅価格の減少額 (money equivalent な経済被害額)を知ることができる。

## (ii) 問題点

価値意識による測定は、騒音環境と貨幣との限界代替率を求めるものであるから、経済的被害の定義には合致している。この方法によった場合の問題点は、代替率を求めるためにアンケートの実施およびその分析を必要とすることに由来する。得られた結果の信頼性を高めるためには、上記の種々の方法はいずれの場合においても、サンプル数、質問数を十分に大きくとらなければならない、この点でアンケートの実施費用の増加が問題となっている。

表 5.1 価値意識の測定方法

方法の名称		方法の概要	備考
個人の価値意識の測定方法	1. Keeneyの方法 <sup>12)</sup>	1対のくじに対する意思決定者の選好を聞くことにより、乗法的または加法的多属性効用関数を構成する方法である。	期待効用仮設に基づく方法で効用関数の構成方法は、Keeneyによる。
	2. Probitの分析法 <sup>13)</sup>	2つの代替案に関する個人の選好判断が効用差に基づくものと考え、選好判断のデータから最尤推定法によって個人の加法的効用関数を構成する。	計量経済学の分野で開発されている Probit 分析法の応用である。
	3. ベイズ推定論的方法 <sup>14)</sup>	2つの代替案に関する個人の選好判断が効用差に基づくものと考え、加法的効用関数の重みの事後確率密度関数を逐次的に選好判断かむベイズ推定する。	
	4. 回帰判別関数法 <sup>16)</sup>	2つの代替案の選好判断結果が、1次元尺度上多群に分離できるものと考え、1次元尺度上のモデルによる代替案の評価値とアンケート調査結果の相関比が最大となるように回帰判別関数を構成する。	この方法は、間隔尺度の構成方法の1つである。
集団の価値意識の測定方法	5. トレード・オフ法 <sup>15)</sup>	集団の平均的価値意識を多属性の価値関数の形にモデル化する方法である。 2つの代替案の選好をアンケート調査し、集団の選択比率から価値関数を推定する。	
	6. サーストンの1対比較法 <sup>17)</sup>	集団の平均的価値意識を多属性の価値関数の形にモデル化する方法である点で、トレードオフ法と類似しているが、質問形式と数理モデルに相違がある。	計量心理学の分野で開発された方法の応用である。

注) 上記の方法以外にも、心理学的尺度構成方法等が数多く提案されているが、本研究では、環境要因による被害を抽出できる方法を開発するという意図から、多属性の価値関数の構成に重点をおいたものを取り出している。

### 3) 直接に補償額を聞くもの

#### (i) 理論的検討

これは騒音被害者に対して、直接に騒音による被害額を聴取する方法である。被害額を騒音による効用の損失と等価な貨幣額、すなわち経済的被害として聞き出すためには次のような2通りの質問の仕方が考えられる。一方は、「あなたに対して、どれだけの補償があれば、いま被っている騒音があってもよいと思いますか」という聞き方であり、他方は、「あなたが、いま被っている騒音が完全に取り除かれるとしたら、いくら支払ってもよいと思いますか」という聞き方である。前者においては、騒音のもたらした効用の低下と同等の効用をもたらす貨幣量を聞いており、また後者では、騒音環境の向上のもたらす効用の増加と同等の効用の低下をもたらす所得の損失を聞いている。したがって、両者ともに、騒音環境の変化に対する等効用貨幣量を聞き出そうとしており、したがって経済的被害の定義に沿った測定方法であるということが出来るが、本研究の便益あるいは費用のEVによる定義から後者の聞き方をとるべきである。これは後者が、支払が無ければ騒音はそのまま取り除かれることはないということを前提とした聞き方であり、したがって回答者は騒音を被っている状況での効用を下回らない支払額を提示すると考えられるからである。騒音を被っている状況は変化後であり、変化後の効用に到達するための支払いを、騒音を取り除かれるという状況、すなわち変化前の状況で提示することになるので後者がEVの定義による評価ということになる。明らかに前者の聞き方は、前記したCV概念によるものである。

#### (ii) 問題点

この方法のもつ問題点は、質問技術上のものと、EVに沿った質問の仕方の正しい使い方の区別に関するものとに分かれる。前者は、アンケート調査に通常伴う、回答結果の不安定性の問題であり、ここでは、質問が効用変化を貨幣に置き換えることを直接に要求するものであることから答えにくくかつ恣意の入り込む余地のあることが問題である。次に後者の問題は、上記の2つの質問方法がともに、同等の効用変化に対する貨幣への置き換えを聞き点では区別はないが、質問対象者の環境権の保有の有無によって区別されねばならないということである。すなわち、上記

の質問のうちの補償額を聞き出す方は、すなわち CV 概念によるものは、環境を静穏にしておくことに対する権利の保有者が、騒音によってその権利を冒されるときに減少する効用を補償する貨幣量が聞かれるものである。これに対して、支払ってもよい額を聞くものは、すなわち EV に沿った方法は、上記の権利を保有しない者に対して、その権利獲得による効用の上昇と同等の貨幣損失（所得支払い）を聞くものである。図 5.3 において、 $U_1, U_2$  ( $U_1 > U_2$ ) は効用レベルであり、騒音が  $A_0 \rightarrow A_1$  と悪化したときの効用低下を示している。

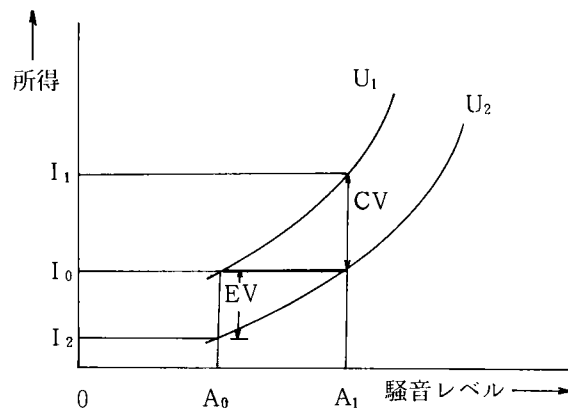


図 5.3 2 種類の等効用貨幣量

このとき第 1 の質問とすると、図中 CV が回答結果となり、第 2 の質問をすると、図中 EV が回答結果となる。前者は  $A_0 \rightarrow A_1$  の騒音悪化による効用の低下  $U_0 \rightarrow U_1$  を  $I_0 \rightarrow I_1$  の所得上昇で取りもどそうとする（以前と効用を等しくする）からであり、後者は何もしなければ  $U_2$  の効用に甘んじなければならないが（環境権をもたない）、もし騒音レベルを  $A_0$  にすることで効用が  $U_2 \rightarrow U_1$  と増加するならば、 $U_2$  の効用に等しくなるまでは、所得は  $I_0 \rightarrow I_2$  と減少してもよいと考えるからである。したがって環境権の所在が EV の定義に整合している必要があることになり、この点に関しては、CV による定義の援用も考慮する余地があると考えられる。

### 5-3 事例研究 —O空港周辺における航空機騒音の社会的費用—

ここでは、社会的費用の測定方法を、騒音環境悪化の事例に適用することによって、測定方法の妥当性の検討を行う。このため、O空港周辺地域の航空機騒音問題を取りあげ、前章で述べた3つの方法による社会的費用の計測を、この地域でのアンケート調査および不動産売買事例調査に基づいて行っている。

#### (1) 事例調査のフレーム

事例調査対象地域は、O空港周辺地域であり、調査方法、有効回収数は表5.2の示すとおりである。また、前章で述べた測定方法のそれぞれに対応する、アンケートにおける質問の仕方、および不動産売買事例の分析方法も表5.2に一括して示すとおりである。

表 5.2 事例調査のフレーム

調査名	調査地域	調査方法	調査対象	有効回収数
アンケート調査	伊丹市全域と川西市の一部	面接-配布-面接回収方式	自宅居住者	259票
			借家居住者	259票
不動産売買事例調査	伊丹市、豊中市、池田市、川西市	不動産業に対する聞き取り調査	昭和51年以後の売買事例	85事例

#### (2) 各測定手法による調査結果

ここで、前章であげた3つの方法の具体的な適用例と、その適用結果を述べる。

##### 1) 資産価値によるもの

対象地域の昭和51年度以降の不動産売買の実態を、特に土地の取り引き価格に限定してヒアリングすることにより分析用のデータとした。本章5-2の(2)によれば、この取り引き価格（地価 $V$ ）は、その土地のもつ騒音レベルも含めたサービス属性の関数であり、この関数の騒音レベル方向の傾きが経済的被害を示すことになる。

ここでは、この地価関数として、 $LP$  (地価(千円/㎡)) を  $LL$  (宅地のレベル：1. 農村集落, 2. 普通, 3. 中級, 4. 高級),  $D_1$  (最寄駅までの距離(m)),  $D_2$  (最寄駅から都市までの所要時間(分)),  $C_s$  (日照・通風・乾湿等の条件：1. 不良, 2. 普通, 3. 良),  $CW_1$  (上水道の条件：1. 無, 2. 下水道, 3. 公共下水),  $CW_2$  (下水道の条件：1. 無, 2. 下水道, 3. 公共下水),  $NL$  (騒音レベル(dB(A)))らで説明させる線形関数を仮定して、その係数の決定のために、取り引き事例データを用いて重回帰分析を行った。その結果は次の式(5.9)式である。

$$LP = \frac{5.043}{(1.44)} LL - \frac{0.0025}{(0.45)} D_1 - \frac{0.265}{(0.68)} D_2 + \frac{4.629}{(1.04)} C_s + \frac{21.238}{(0.96)} CW_1 + \frac{1.351}{(0.46)} CW_2 - \frac{0.767}{(1.62)} NL + 87.78 \quad (R=0.4348) \quad (5.9)$$

ただし、 $R$ は重相関係数、( )内は  $t$  値である。

この結果、騒音レベル1 dB上昇当りの地価への影響は約770円/㎡の低下であり、この係数は  $\partial(LP)/\partial(NL)$  に等しいことから、この値が経済的被害(1 dB上昇当りの)を示しているといえる。O空港周辺の1戸当り平均宅地面積は、約140㎡であり、このことから騒音レベルが80 dB→100 dBと上昇した場合の1戸当り平均土地価格低下は、

$$770 \text{円}/\text{㎡} \cdot \text{dB} \times 140 \text{㎡} \times 20 \text{dB} = 215.6 \text{万円} \quad (5.10)$$

となる。この値を年間価格の低下という形に換算すると、約13万円/年間・戸となる。毎年価格の換算は次のように考えた。

まず、不動産価格  $P$  円の住宅を購入し、毎年定額  $P$  円で賃貸することによって収入を得る場合を想定する。耐用年数を  $n$ 、将来価値の割引率を  $i$  とすれば、この  $P$  は  $P \cdot i / (1 - 1/(1+i)^n)$  で表すことができる。 $P$  円には土地価格も含まれているので、 $n$  を十分に大きくとれば、毎年価格  $P$  は  $P \cdot i$  であり、割引率を金利なみの6%と考え、総被害215.6万円の6%すなわち約13万円の毎年被害額とした。測定結果として得られた地価関数は、実価格と推定値との相関が悪く、また各係数の  $t$  値も低いので、線形式以外の他の関数形による推定も考えられるべきであるが、幅をもって解釈すれば、上記の算定値が経済的被害であるといえる。

## 2) 価値意識による方法

アンケート調査の住宅の選好に関する1対比較質問のデータに基づいて、集団の価値意識の測定方法であるトレードオフ法を用いて、価値関数の推計を行った。価値関数を構成する属性としては、 $x_1$  (住宅の売り値 (万円)),  $x_2$  (敷地面積と土地面積 (㎡)),  $x_3$  (通勤時間 (分)),  $x_4$  (日照 (時間)),  $x_5$  (買物の便, 所要時間 (分)),  $x_6$  (公共サービスの便 (便利: 1, 不便: 2)),  $x_7$  (騒音レベル (dB(A))) の7項目をとった。1対比較法の質問では騒音レベルと住宅価格に関するトレードオフ関係を質問した。

質問では騒音がほとんど気にならない住宅 (ピーク時で60 dB(A)) を基準案として、他の属性は好ましいが騒音レベルは大きい住宅を代案として選好結果を求めた。このモデルでは、騒音レベルも含めたこれらの属性の差によって住宅選好が変化すると想定されている。価値関数の推定結果は次の式 (5.11) のとおりである。

$$U = -1.0x_1 + 11.4x_2 - 8.2x_3 + 35.1x_4 - 11.5x_5 - 260.4x_6 - 20.1x_7 \quad (5.11)$$

ここに、 $U$  は貨幣換算された効用 (万円/戸) である。この価値関数を用いたときの選択比率の推計値と実データによる選択比率との相関係数は0.945であり、良好な再現性を示しているといえる。したがって、この価値関数を用いて、集団としての貨幣と経済的被害との限界代替率、すなわち経済的被害をかなりの精度で推定することができる。すなわち、式 (5.11) の結果によれば、1 dB(A) の騒音レベルの上昇と、住宅価格20.1万円の下降が効用値を不変におくことになるので、1 dB(A) 当りの経済的被害が約20万円であるといえる。ただし、この額は将来にわたる住宅サービスへの支払い総計なので、上述した年間換算法を用いると、80 dB(A) から100 dB(A) の上昇に対しての年間経済被害額は、年間換算で約24万円ということになる。

### 3) 直接質問による方法

アンケート調査により、「もし航空機騒音がなくなるならば、お宅では1カ月当たりいくらお金を支払ってもよいとお考えですか」というEVに沿った形での支払い対価を直接質問している。回答結果は表5.3のとおりである。この結果によれば、回答者の平均的支払い対価としては9千円/月であり、また騒音レベル別にみ

ると、騒音レベルの上昇とともに支払い対価は増加し、80 dB(A)未満の地域で2千円/月、100 dB以上の地域で約3万円/月が支払対価として回答されている。この差を用いると、80 dB(A)から100 dB(A)への騒音レベルの増加に伴う経済的被害は年間約25万円～35万円ということが出来る。ただ、注目されるのは表5.3にも示されているように無効票率の高さである。これは騒音被害を受けている実感

表 5.3 航空機騒音の除去に対する  
支払対価（月）

騒音レベル (dB)	世帯平均 (百円)	無効票率* (%)
80 未満	21.1	65.9
80 ~ 85	75.3	41.9
85 90	25.0	60.0
90 95	48.4	62.7
95 100	74.7	65.2
100 以上	307.9	62.5
全 地 域	93.0	57.1

\*無効票とは、支払金額の回答がなかったものをいう。

と、支払い対価、すなわち損失すべき所得額とは結びつきにくいことが一因になっていると思われる。これは前節にも述べた環境権の問題であり、補償されるべきだと思っている回答者に対しては騒音の除去に対して支払いに値する額を聞くよりは、「あなたにどれだけ支払われれば耐えられるか」の形で補償額を聞く方がはるかに回答が容易であろう。したがって、環境権の帰属状況に沿った質問の設定が、精度を高めるために必要であると思われる。



## 5-4 結 言

社会的費用の計測の意義およびその意義に沿った被害計測方法について考察を加えてきた。

実際のアンケートおよび売買事例調査を通じてそれぞれの手法による経済的被害測定を行った。その結果を、騒音レベルが80dB(A)から100dB(A)に上昇した場合の年間世帯当り被害額について表5.4に一括して示している。

表 5.4 各計測方法による年間世帯当り被害額

計 測 方 法	騒音レベルが80dBから100dBに上がった場合の年間世帯当り被害額
直接質問による計測	25～35万円/年
価値意識による計測	24万円/年
地価分析による計測	13万円/年

注) 資産価値を年間換算する場合は、6%の償却率を用いた。  
本表は主として自宅居住者に対するアンケートからの作成である。

これらの事から得られる結論は次のとおりである。

- ① 経済的被害の測定結果は手法によって差異はあるものの約10～35万円（1世帯・1年間当り）とほぼ安定した数値を得た。しかも、この幅は、主観的な意識量を直接に抽出した場合と、市場データによった場合の差から生じるものであり、これは5-2の理論的検討、問題点でふれたような理由による、市場データを利用した場合の過小評価の可能性から裏づけできるものである。このことは、定義に沿った経済的被害が、ある程度の信頼性をもって計測されることの可能性を示すものである。
- ② 経済的被害を意識量のまま抽出する方法は、直接に支払い対価（補償額）を聞くものと、1対比較質問から作成する価値関数によるものがある。前者については、経済的被害の定義どおりの質問形態ではあるものの、無効票率が高く、回答の信頼性が低い欠点をもっている。また、EVに沿った聞き方と、環境権の帰属との不整合が回答を困難にする可能性がある。これに比較して、後者の価値意識を価値関数から得る方法はアンケートのうえでの単なる比較選好の結果をもとにす

るものであり、前者に比べて信頼性は非常に高い。事実、今回の調査においても無効票率は非常に少なかった。ただし、今回用いたトレードオフ法は、回答者が同一の価値関数をもつと仮定した場合の平均的価値意識を抽出するものであり、個人の価値意識を合成する問題はまだ残っているといえよう。

- ③ 地価分析による方法は、収集した売買事例データの信頼性によるところが大きい。今回の事例研究においても、欧米各国のものとは比べるとモデルの説明力は低かった。この方法は、モデルの説明力および各係数の信頼性についての統計的検定を満たせば、被害の抽出方法として非常に優れているが、実データから構成されたモデルはなかなかこの検定を満たしにくい。これは地価決定のシステムを容易に特定化できないことが反映しているものと考えられる。
- ④ 被害の意識量から直接抽出したもの（直接質問、対比較法）と、いったん市場データに反映した側面にとらえたもの（地価分析、個別支出）との被害額で、前者は約24～35万円、後者は約13～14万円と差が出た。地価分析の方が低くなっている理由のひとつとしては、移動障壁、すなわち移動費用の存在により、地価の市場データが地域的環境の差を敏感に反映しないことから、騒音に対する評価を低くしていることが考えられる。

## 第6章 地域経済便益評価の簡便化手法

第2章および第3章において、交通施設の整備が地域に及ぼす便益の評価理論が示された。第4章、第5章において、これらの評価理論の、市場評価し得ない便益についての評価手法への適用例を示した。ここでは、市場評価できるもの、すなわち経済評価の手法への、特に地域帰属便益の簡便化評価手法への適用例を述べるものである。

### 6-1 地域開発効果体系

交通施設の整備が地域にもたらす便益を明らかにするにあたっては、交通施設の利用に由来する種々の波及効果の因果関係を包括的なシステムとして把えておく必要がある。図6.1は、その目的で描かれたものであり、各種の効果が時間軸、空間軸さらに帰属軸の空間中に位置づけられ、さらにそれらの因果関係についても把握できるようになっている。

まず時間については、諸効果の誘発される時期に応じて、短期（瞬時、1～2年）、中期（5～6年）、長期（10年以降）に分割するのが都合がよいと思われる。シミュレーションモデルによる効果把握などではもっと細かな分割も可能であるが、諸効果の様相が異なってくるのを把握するためにはこの程度の大まかな分割の方が適当である。この時間軸に沿って効果の波及を把えていくと、次のようにまとめることができる。

短期においては、間接効果波及は交通調整効果と乗数波及効果<sup>1)</sup>により誘発される。交通調整効果は交通施設の設置、改善に対応して生ずる交易パターンあるいは貨物・人口流動パターンの変化を意味している。しかしながら短期という限られた時間においては地域的取引関係の変化を通じての、需要量の変化はないと考えられる。したがって効果は輸送上のものに限定される。一方、乗数波及効果は、改善交通施設の利用によって利益を享受した主体の再支出から誘発され、その需要を充たすための地域生産量の増加という形をとる。メリットが確認されると、中期になると、短期におい

では不可能であった供給力の増加に由来する産業調整効果が主なものとなる。短期においては生産要素—労働力，資本—の移動が充分でなかったのものが，より望ましい交易・流動状態に向けての圧力—立地先の変更，契約先の変更—の故に中期においてはそれが充たされ，供給力の増加を促すわけである。いわゆる産業開発効果であり，対象地域の未雇用生産要素もかりだされるということになると資源開発効果<sup>2)</sup>という側面ももっている。長期で見ると，より恒久的な効果が誘発される。蓄積された供給力は集積の効果を介して当地域の競争力を高める。このことは労働力の定着を通じた地域人口の定住，増加につながり，これらの人によって地域コミュニティ，地域文化が形成されることになる。

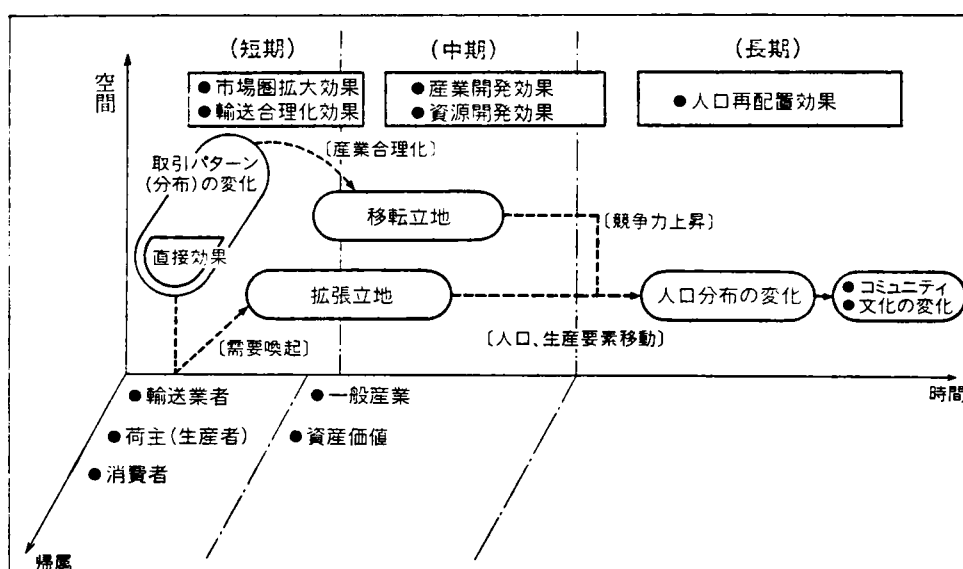


図 6.1 間接波及の体系

上記のような連関波及にしたがって，地域帰属便益を求めるためには，因果関係のひとつひとつをモデル化した地域計量モデルのアプローチによるのが一般的であり，従来からの研究も多い。しかしながら，このようなアプローチでは，一般にモデル構成の複雑さ，計算量の多さによって，交通施設の整備の地域に与える影響を明確には表現しにくく，また政策上の効果を求めるためのオペレーションも簡単とはいえない。

これに対して本章では，第 2 章での便益評価手法の結論に基づいて，交通施設整備によってもたらされる地域経済便益の簡便化評価手法についてのいくつかの提案を行

うものである。

本章で考察した手法は、第2章、第3章における結論の中の

- ① 節約時間は、家計において発生したものでも、産業で発生したものでも評価でき、適当な時間価値を用いる事により便益とすることができる。
- ② 家計の所得変化はそのまま便益とすることができる。

といった事実に着目した次の2つのものである。

いずれも比較的容易に観察しうる交通施設の直接的利用者に発生する個人的利益を加工することによって地域経済便益を推計する手法であり、第1のものは直接利用者に生じた時間以外の経費等節約も結局時間価値によって評価しうる（輸入財の評価を除けば）ことを明らかにするものであり、上記の①の結論につなぐことができる。この第2の評価手法は、道路整備評価への適用例として考察した。また第2のものは、上記の②に基づくべく、交通施設改善と地域所得向上との直接的関連を統計的に把握するものであり、空港整備による旅客移動時間短縮の評価への適用例として考察した。

## 6-2 時間価値による道路整備の統一的評価

本節は、道路整備の経済効果計測にあたって、特に直接便益計測手法について、一般均衡分析視点から評価計測する場合は、時間価値を便益評価の統一尺度とすることができることを明らかにする。

### (1) 一般均衡アプローチ

交通施設整備の経済効果の計測手法として、効果波及の把握のカバレッジの区別から、部分均衡アプローチと一般均衡アプローチとがあり、これを、道路整備効果の評価方法という形で整理すると簡単には次のようになる。

- 部分均衡アプローチ……当該道路施設利用による経費節約分や利用者の所要時間節約に時間価値を乗じたもの<sup>3)</sup>。
- 一般均衡アプローチ……上の経費節約や、時間短縮の結果、誘発される新しい均衡状態を従前の均衡状態と比較するもの<sup>4)</sup>。

従来、政策適用上は、簡便さが求められる故に部分均衡アプローチによった場合が多いが、より正確な評価のためには、可能なかぎり後者のアプローチにしたがう事がのぞましい。ここでは、経費節約の部分について、一般均衡アプローチをとり入れた形での評価手法について考察したものである。

### (2) 従来 of 計測手法

道路施設整備の経済評価を部分均衡アプローチ（あるいは直接効果アプローチ）によって行う場合は、従来から

- 経費節約
- 時間節約
- 事故節約

等を、それぞれ交通施設利用による距離節約量、時間節約量、事故率の減少量に、経費原単位（円/km）、時間価値原単位（円/時間）、事故被害額原単位を乗じて経済価

値に換算する方法，いわば原単位方式をとってきた。道路施設の場合を例にとると，それらの原単位の構成因子は表6.1のように具体例として示すことができる。

表 6.1 交通費用原単位の例

走行経費	時間価値	事故被害額
<ul style="list-style-type: none"> <li>・燃料費</li> <li>・油脂費</li> <li>・タイヤ・チューブ費</li> <li>・整備費</li> <li>・車両償却費</li> <li>・人件費</li> </ul>	(以下の方法が適宜用いられる) <ul style="list-style-type: none"> <li>・国民生産所得方式(GNP/労働時間)</li> <li>・均衡距離方式</li> <li>・車両留置料金方式</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・修理費</li> <li>・治療費</li> <li>・死亡保険支払い</li> </ul>

### (3) 原単位方式の問題点と改善の方向

(2)の直接効果アプローチ，あるいは，原単位方式は，経済評価の簡便法として，政策適用上，非常に便利であるが，手法全体の整合性に関して次のような問題点を持っている。

- ① 評価の視点が明らかでない。走行経費節約の計上は利用者だけの便益評価であるが，時間価値原単位で用いられている国民所得方式は，どちらかといえば，労働時間単位の諸インパクトの総合化されたものとしてのGNPを用いる点で，国民経済的立場（帰属を明らかにしない経済全体としての立場）からの視点である。
- ② 国民経済的視点からの立場が明確でないので，「ガソリン節約は，ガソリンスタンドの損失により相殺されるのではないか」というような間接的波及の結果にたいする評価の仕方について何も教えない。直接的利用者を経由して便益が波及することになるが，こういった帰着ベースでの便益評価と，原単位方式による評価との関連が明らかでない。

本研究は，上記の問題点をふまえ，国民経済的評価という明確な視点からの計測方法として，究極的な経済全体の資源節約を労働及び輸入財（我が国にとっては本源財）の節約で評価することにより表6.1のような直接的節約形態に因らない統一的評価手法を提案するものである。

(4) 本源財（労働）、輸入財による評価の提案<sup>5)</sup>

1) 経費節約の帰着形態

交通施設整備による地域経済効果は国民（地域）経済的な視点からは本源財としての労働及び輸入財の節約に帰着される。

たとえば、道路整備により、ガソリンが節約される場合、ガソリンの生産・流通過程は図6.2のようであり、究極的には輸入財としての原油、および原油の精製、ガソリンの販売に投入される労働が節約されることになる。ガソリン自体は売買されて所有の主体が変化するのみである。また、道路整備による人件費の節約は、明らかに労働節約である。ガソリン、人件費以外の諸走行経費、事故被害費用、修理費用についても、これらの節約は、上記と同様に産業連関波及経路を逆に辿ることにより、結局労働と輸入財の節約ということに帰着する。時間短縮は、そのまま労

表 6.2 本源財としての費用項目

	労働（時間）	輸入材
・燃料費	○	○（原油）
・油脂費	○	○（ ）
・タイヤ・チューブ費	○	○（生ゴム）
・整備費	○	○
・車両償却費	○	○
・人件費	○	
・時間*	○	
・修理費	○	○
・治療費	○	○
・死亡保険支払い	○	

\* 本研究において、貨物の時間価値は考慮しない。

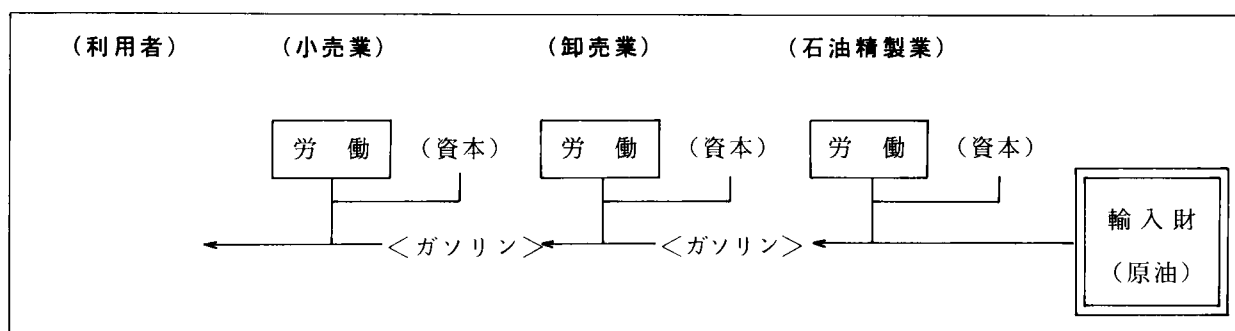


図 6.2 ガソリンの生産・流通過程



働節約（貨物の時間価値は本研究で一貫して対象外としている）につながるので、本項目の冒頭に示したとおり、交通施設整備による地域経済効果は本源財としての労働および輸入財の節約に帰着できる。表6.2は各項目の節約が労働節約、輸入財節約につながる可能性を示したものである。この労働の節約は第2, 3章での時間短縮による便益に関する結論に結びつくものである。なお、生産に必要となる機械設備等の資本の節約も、長期的には労働と輸入財の節約と考えることができるとみなして、ここでは本源財とはしていない。

## 2) 計測の方法

交通施設整備による節約の形態的な表現である経費節約、時間短縮、事故軽減等は、上記したように産業連関波及を辿ることにより節約を伝ぱんさせるので、産業連関投入係数および輸（移）入係数を用いることにより、本源財・輸入財の節約として以下のように統一的に換算することができる。

$$H = h \cdot X \quad (6.1)$$

$$M = m \cdot X \quad (6.2)$$

$$X = [\mathbb{I} - (\mathbb{I} - m)A]^{-1} \cdot f \dots \quad (6.3)$$

ここに、H, Mは、産業別労働時間節約ベクトル、産業別輸入財節約ベクトルであり、本研究の提案方法によるアウトプットである。hは必要労働時間原単位ベクトルである。fは、形態別の節約を直接的な産業別財節約（ガソリンは販売業、タイヤはゴム製造品業）に置換したもの（ベクトル）である。m, A, Xは、産業連関分析における輸（移）入率、投入係数マトリクス、均衡生産額ベクトル（この場合は節約生産額）である。この(6.1)式～(6.3)式を用いることにより非常に簡単に、産業別に生じた労働節約および輸入財節約を定量的に把握できる事になる。

## 3) 評価の方法

2)の計測方法により輸入財および時間節約が交通施設整備の効果として算定されるが、いまひとつ経済効果への統一的尺度化を行うためには、時間節約の経済評価が必要である。これについては、第2章における、企業活動に生じた節約時間価値、および、第3章における家計に生じた節約時間価値の計測方法を用いればよい。

直接的には、産業波及を辿ることから、企業活動に生じた節約時間といえるが、当該企業の労働需要如何によっては家計に生じることになる可能性もある。これについては、結果としては陽に出していないが、第3章のモデル体系で、(3.3)式で生産側からの労働需要量、(3.2)式で労働側から供給量が可変に決められており、具体的に均衡値を得ることができる。

### 6-3 旅客時間短縮の経済評価

人の動きが地域経済に与える効果のひとつとして「接触の便益」とよばれる、具体的には「商取引」「打合わせ」「商機」の増加を通じて発生するものがある。

この「接触の便益」については、従来、定性的に述べられているのみで、その定量的方法についてはほとんど未開発であった。ここでは、この「接触の便益」を含む旅客時間短縮便益についての定量化に交易関数を用いるひとつのアプローチを試みたものである。

#### (1) 旅客距離、貨物距離を区分した交易関数

ここでは、人の動きが地域経済全体に与える影響として、生産所得増をとりあつかう。このため日本のブロック相互間での取り引きに基づく交易係数の変動がどれだけ接触のしやすさ、すなわち旅客距離に依存しているかを、重回帰分析によって把握する。このあと、推定された関数を用いて、旅客距離の短縮に伴う交易係数の変化、すなわち、最終需要増および生産所得増の変化を求める。

##### 1) 交易関数

第  $j$  財の交易係数 ( $t_{rs}^j$ ) を販売地域 ( $r$ ) の  $j$  財生産資本ストック ( $K_r^j$ ) の全国に占めるシェア、販売地域→購入地域 ( $S$ ) 間の貨物距離 ( $d_{rs}^g$ ) および旅客距離 ( $d_{rs}^p$ ) で説明するものとした。ここに  $S$  地域  $j$  財の  $r$  地域に対する交易関数  $t_{rs}^j$  は、 $S$  地域  $j$  財の総購入量に占める  $r$  地域からの購入量のシェアとして定義されている。

この関数は、 $r$  地域の  $S$  地域に対する  $j$  財販売力が、 $r$  地域のもっている  $j$  財供給力、 $r \rightarrow S$  地域の距離抵抗に依存するであろうという推論を定式化したものである。

##### 2) 交易関数の型

1) の交易関数は次の3つの要因に依存するものとする。

- ① その地域の資本ストック量の全国量に占めるシェア
- ② 旅客距離

### ③ 貨物距離

①の資本ストックシェアは、その地域の供給力を示すものであり、供給量の大きさ、あるいは、これに由来する価格面の有利性を反映させたものである。②、③の両距離は、販売力に対して負の要因であり、②の旅客距離の増大は「取引」「打ち合わせ」に伴うコストの増加、「商機」低下、また③の貨物距離の増大は貨物の輸送に伴うコストの増加が、販売力を低下させることを考慮している。従来この異種の距離が総合化されたものとして説明要因とされていたが、ここでは、これらの異種の距離を区別し、旅客距離独自の影響をみるものである。

交易関数は次のように特定化する。

$$t_j^{rs} = \frac{k(K_j^r)^{\gamma}}{(d_P^{rs})^{\beta} \cdot (d_G^{rs})^{\gamma}} \quad (6.4)$$

$t_j^{rs}$ : 交易係数

$K_j^r$ :  $r$  地域の資本ストック ( $j$  財生産) の全国に占めるシェア

$d_G^{rs}$ :  $r \rightarrow S$  間・貨物距離

$d_P^{rs}$ :  $r \rightarrow S$  間・旅客距離

$k \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \gamma$ : 推定パラメータ

$\beta$  および  $\gamma$  はそれぞれ旅客距離、貨物距離のウェイトであり、それぞれの距離のちがいによる交易係数の実績データの変動の大きさを反映するように推定される。

### 3) 貨物距離，旅客距離

距離は、所要時間および料金の合成値であり、所要時間は時間評価値を乗ずることにより料金と同一単位とした。輸送手段が複数個存在する場合は、輸送分担シェアにより加重平均する。したがって以下の式に従う。

$$d = T \times W + F \quad T = \sum_k t_k \cdot r_k \quad (6.5.a)$$

$$F = \sum_k f_k \cdot r_k \quad (6.5.b)$$

$d$  : 経済距離

$T$  : 所要時間

$F$  : 料金

$W$  : 時間評価値

$t_k$  : 手段  $k$  を用いた時の所要時間

$f_k$  : 手段  $k$  を用いた時の料金

$r_k$  : 全輸送手段に占める手段  $k$  の輸送量シェア (輸送分担率)

## (2) 算定のためのフレーム

### 1) 対象地域

交易係数データは地域産業連関表における地域間取引額をベースにして求めることから、対象地域としては現存の地域間産業連関表にならって下記の全国9ブロックとした。

1. 北海道
2. 東北
3. 関東
4. 東海
5. 北陸
6. 近畿
7. 中国
8. 四国
9. 九州

### 2) 対象財

交易関数は財(産業)の種類によってそのパラメータが異なる。本調査では、資本ストックデータの制約により、次の5つの財(産業)を対象とした。

1. 農業
2. 鉱業
3. 製造業
4. 電気・ガス・水道供給業
5. サービス業

### 3) ブロック中心

距離算定のためのブロック中心は、ブロックの重心、輸送量のシェアを考慮して表6.3のように設定した。

表6.3 ブロックの中心地

ブロック	ブロック中心
北海道	札幌
東北	仙台
関東	東京
東海	名古屋
北陸	小松
近畿	大阪
中国	広島
四国	松山
九州	各県の県庁所在地を統合*

\*九州以外のブロック中心から九州各県までの距離を九州各県の人口でウェイトづけて距離を算出した。

### (3) 算定結果

#### 1) 距離

時間評価値原単位としては表6.4に示すものを用いた。表中、旅客については第3章に述べたことより賃金率を用いた。貨物については既存データの存在を重視して表中の算定根拠のものを用いた。

表 6.4 時間価原単位

	w	算 定 根 拠
旅 客	21.0 円/分	給与所得者実働時間 174.7 時間 / 月 平均給与 219.62 千円 / 月 毎月勤労統計調査報告 (地方調査)
貨 物	5.67 円/分	「運輸省・建設省協定の有料道路料金設定」のための時間評価算定値

輸送手段によるウェイトづけについては、中心地の所属する都道府県間の流動に関する輸送分担シェアを用いた。旅客流動については昭和51年度実施の旅客地域流動調査による分担シェア、貨物流動については、昭和50年度実施の貨物純流動調査による貨物流動の分担シェアを用いた。表6.5, 表6.6は各々の距離の算定結果である。

表 6.5 旅客距離算定結果

	北海道	東北	関東	東海	北陸	近畿	中国	四国	九州
北海道 (札幌)		621	180	200	611	200	1,388	1,475	455
	10,782	11,753	19,565	24,000	18,588	29,260	24,950	26,040	36,266
東北 (仙台)			266	386	607	475	546	702	763
	4,751	5,300	10,886	11,800	15,250	14,200	17,900	18,990	21,723
関東 (東京)				121	318	211	308	266	253
	4,256	6,600	9,141	16,628	9,950	9,300	12,700	15,315	18,550
東海 (名古屋)					207	143	191	198	224
	3,288	4,550	8,897	7,319	4,316	9,200	10,243	13,760	18,464
北陸 (小松)						409	597	420	523
	3,910	8,813	14,440	13,210	17,402	26,977	22,030	17,891	28,874
近畿 (大阪)							122	301	226
	3,288	6,200	5,700	10,802	8,762	12,021	15,548		
中国 (広島)								87	191
	2,987	4,600	3,427	7,438	6,427				
四国 (松山)									259
	2,987	3,324	8,763						
九州 (各県の荷 重平均)									3,222

所要時間(分)  
料 金(円)  
トリップ費用(円)

トリップ費用 = 所要時間 × w + 料金  
w : 時間評価値 = 21.0円/分

表 6.6 貨物距離算定結果

	北海道	東北	関東	東海	北陸	近畿	中国	四国	九州
北海道		1,185	3,134	4,681	1,930	3,543	4,730	3,555	3,508
		11,429	3,658	6,449	17,157	15,520	6,550	10,093	14,390
	12,159	18,148	21,428	32,990	28,100	35,609	33,369	40,250	34,280
東北			642	1,183	1,105	2,099	1,940	2,299	2,146
		6,180	5,584	8,665	10,813	4,726	11,681	19,995	13,371
関東				666	905	1,002	2,400	2,067	2,647
		6,180	6,180	7,690	9,273	10,023	10,273	12,259	13,162
東海					501	336	938	966	1,844
				4,610	5,406	4,975	9,528	9,742	15,411
北陸						830	1,432	1,460	1,545
					5,525	9,078	13,329	13,544	11,444
近畿							1,289	2,673	1,680
						4,610	4,086	7,923	9,122
中国								1,449	2,011
							7,634	3,193	3,450
四国									2,045
								7,644	8,108
九州									
									9,951

所要時間(分)
料金(円)
トリップ費用(円)

トリップ費用=所要時間×w+料金

w: 時間評価値=5.67円/分



## 2) 交易係数・資本ストックシェア

交易関数の被説明変数である交易係数は、「S.45年9ブロック地域間産業連関表」より次の式で求めた。

$$t_j^{rs} = \frac{C_j^{rs}}{C_j^s (= \sum_k^q C_j^{ks})} \quad (6.6)$$

ここに  $C_j^s$  は、S地域が、r地域から購入したj財の購入額を示している（図6.3参照）。

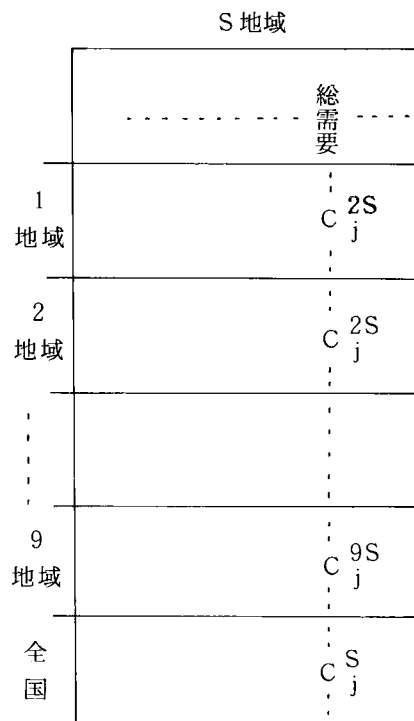


図 6.3 地域間産業連関

次に資本ストックシェアについては「地域分散政策とその効果」<sup>6)</sup>における推計データを用いた。

## 3) 推定結果

交易関数  $t_j^{rs} = e^k \cdot (K_j^r)^\alpha / (t_p^{rs})^\beta \cdot (t_G^{rs})^\gamma$  のパラメータ  $k, \alpha, \beta, \gamma$  の推定結果は以下の表6.7のとおりである。

表 6.7 推定結果一覧表

業種	パラメータ $k$	$\alpha$	$\beta$	$r$	$R$ 重相関係数
農 業	14.405	0.939	0.488	1.173	0.6502
鉱 山 業	24.247	1.257	0.982	1.677	0.7865
製 造 業	12.127	0.806	0.702	0.666	0.8808
電・ガス・水道	40.585	0.823	0.162	4.495	0.7593
サ ー ビ ス	23.049	0.927	1.310	1.350	0.8255

#### 4) 結果のまとめ

対象5業種共に係数の符号条件は満たされており、説明力も農業（重相関係数=0.6502）を除いて、ほぼ満たされるといえよう。旅客距離にかかる係数をみるとサービス業が1.310ともっとも大きく、競争力を決めるうえで旅客距離の占める重要性が証されたことになる。もちろん旅客距離の単位変化による交易係数の変化の大きさは、対数線型式であるのでこの係数のみでは決まらずに、他の要因の絶対的大きさにも依存している。しかしながら、他の要因が全く同等であれば、旅客距離短縮による交易係数の変化量は、サービス業が最も大きくこうむると考えられる。旅客距離と貨物距離との比較では、貨物距離にかかる係数の方が一般に大きく、依然として貨物輸送の産業に占める重要性が表われている。製造業において旅客距離にかかる係数が貨物距離のそれを上回っていることについては、統計的不安定性を考慮すれば明確な意味づけを行うことはできないが、サービス業と共に旅客距離の重要性は大きいと考えられる。得られた交易関数を用いる事により、交通条件の変化（ $t_0$ ）が交易係数に与える影響、すなわち他地域への出荷量の変化を抽出することができる。出荷量が増加である場合には、その地域にとっての最終需要増となるので、産業連関分析手法を適用することにより、地域所得の上昇を導くことができる。

## 6-4 結 言

本章では、市場評価の可能な交通施設整備による効果について、効果の最終的帰着断面での便益評価の簡便化をふたとおりの方法で試みた。得られた結論として次のものが挙げられる。

まず、道路整備効果の評価については、

- ① 従来の利用者限定した原単位方式による便益評価は、特に経費節約による評価について、それが地域便益を正当に表わさない場合もある。実際の経費が公定価格の設定などにより支払対価を示していない場合がこのケースにあてはまる。また、利用者限定しているために当然、その帰属については明らかでない。
- ② ①の従来方式の問題点を考慮して、経費節約を産業連関波及に沿って本源財に分解し、帰着としての労働節約と輸入財節約で評価する方法を提案した。この方式によって、時間価値という単一の評価尺度で統一的に便益評価が可能となる。
- ③ ②の方式は、産業連関波及を用いる方法であるので、従来の産業連関分析手法を適用することにより、定量的に評価が可能である。また、産業別の帰属および地域移入（地域の自給率）を考慮することにより、分析の対象とする地域への帰着も定量的に明らかにすることができる。

などを挙げることができる。

次に旅客時間短縮の経済評価については

- ① 地域経済（ここでは交易）の向上に果たす経済距離（トリップに要する費用と時間）の役割について、貨物の輸送と旅客の輸送とに区別して、統計的な手法により定量化することができた。
- ② 旅客輸送と貨物輸送の重要性について、交易関数のパラメータを観察することにより、産業間の差違を確認することができた。サービス業において、旅客距離の重要度が高いことは実感もに合っており、得られたパラメータに対する信頼性を高めていると考えられる。
- ③ 推定された交易関数を用いることにより、交通施設の特性一主として旅客輸送

を対象としたものか、主として貨物輸送を対象としたものか—に応じた施設間の整備効果の比較を行うことができる。

## 第7章 交通施設整備の費用負担<sup>1)</sup>

本章では、公共交通施設の整備費用の負担方式を合理的に決定するための2, 3の方式を提案し、提案した方式を現行のものと比較することにより、その長所短所を検討する。負担問題の例として国庫補助率の設定の場合をとり、国と地方公共団体の2者の負担を考える。ここでは対象とする施設の受益者と、その享受する便益は既知のものとする。

### 7-1 費用負担方式の比較

費用負担方式の決定について、租税負担原則を参考とすることが考えられるが、第3章で「利益説」も「能力説」もいずれも現実の費用負担を決定するにあたっては説得力をもちえないこと、したがって、両者の折衷案として、負担による犠牲と便益を含む、負担方式が必要となることを指摘した。本章では、実際の負担問題への適用を「能力説」方式と「折衷」方式について行いその差異を検討したものである。「利益説」方式は形としては、「折衷」方式と同じであるので、ここでは比較の対象とならない。ここでとり上げた方式は下記のとおりであり、方式1は第3章(3.57)式に方式2は同(3.58)式に対応しておりいずれも「能力説」にもとづくものである。また、方式3は同(3.62)式に対応しており、第3章で便益を用いた負担方式とよんだところの「折衷」方式である。

方式1. 均等限界犠牲基準……費用負担によって減ずる効用低下で測った国民経済的総犠牲量を最小にする。

方式2. 均等絶対犠牲基準……費用負担によって減ずる効用低下で測った犠牲量を均等化する。

方式3. 均等費用便益比基準…費用負担によって減ずる効用低下で測った犠牲量の便益による効用の増分に対する比率を均等化する。

以下にこれらの3つの方式による負担を比較する。3つのいずれの案も社会の構成

員の誰もが所得に関して同一の効用関数をもっているものと仮定している。

### (1) 均等限界犠牲基準

これは、費用を効用に変換したとき、費用を貧しい地域（または人）が負担するか、豊かな地域（または人）が負担するかによって、一定額の費用であっても、効用（または犠牲量）では変化するという事実に着目し、その総犠牲量を最小にしようとする基準であり、次式で定式化することができる。

$$\begin{aligned} \text{Min } SW = & \sum_{i=1}^N P_i \{U(Y_i) - U(Y_i - C_i X_i / P_i)\} \\ & + P_0 \{U(Y_0) - U(Y_0 - \sum_{i=1}^N C_i (1 - X_i) / P_0)\} \\ \text{s.t. } & 0 \leq X_i \leq 1 \quad i=1, \dots, N \end{aligned} \quad (7.1)$$

ここに、SW：国民経済的総犠牲量、 $P_i$ ：地域  $i$  の人口、 $P_0$ ：国全体の人口、 $Y_i$ ：地域  $i$  の人口ひとりあたりの地域（県民）所得、 $Y_0$ ：1人あたりの国民所得、 $C_i$ ：地域  $i$  における公共施設の整備費用、 $B_i$ ：公共施設の便益のうちで地域  $i$  に帰属する便益、 $B_0$ ：地域  $i$  に整備される施設の国民経済的総便益、 $x_i$ ：地域  $i$  の負担割合、 $U$ ：1人あたりの効用関数、 $x_i$ ：地域  $i$  の費用負担率（したがって、 $(1 - x_i)$  が国の負担率）

(7.1) 式を地域  $i$  の費用負担率  $x_i$  について微分したものをゼロとおくと次式を得る。

$$\begin{aligned} (\partial U / \partial Y) \Big|_{Y_i - C_i X_i / P_i} &= (\partial U / \partial Y) \Big|_{Y_0 - \sum C_i X_i / P_0} \\ \text{for } & 0 \leq X_i \leq 1, i=1, \dots, N \end{aligned} \quad (7.2)$$

(7.2) 式は、負担率がゼロまたは1でないかぎり、各地域の1人あたりの限界犠牲量が全て等しくなることを示し、表記のように方式1は、限界犠牲量を等しくする基準であるということができる。

### (2) 均等絶対犠牲基準

本方式は、負担による犠牲量そのものを全ての地域の1人あたりについて等しくするように負担割合を決定する基準であり、次式で示される。

$$U(Y_i) - U(Y_i - C_i X_i / P_i) = U(Y_0) - U(Y_0 - \sum_{i=1}^N C_i (1 - X_i) / P_0), \quad (7.3)$$

$$0 \leq X_i < 1, i=1, \dots, N$$

(7.3)式は、 $0 \leq x_i \leq 1$ という範囲内で必ずしも成立するとはかぎらない。すなわち、均等犠牲を実現するには、整備費額 $C_i$ 以上の負担を課すことが必要な場合が発生する。このため、負担率をできるだけ(7.3)式に近づける補助基準が必要となるので、本研究では、この補助基準として、最小自乗型の(7.4)式を採用する。

$$\begin{aligned} \text{Min} \sum_{(x) i=1}^N [ \{ U(Y_i) - U(Y_i - C_i X_i / P_i) \} \\ / \{ U(Y_0) - U(Y_0 - \sum_i C_i (1 - X_i) / P_0) \} - 1.0 ]^2 \\ \text{s.t.} \quad 0 \leq X_i \leq 1, \quad i=1, \dots, N \end{aligned} \quad (7.4)$$

### (3) 均等費用便益比基準

本方式は、対象とする公共施設の存在する地域に帰属すると考えられる施設整備の便益による効用の増分に対する、費用負担によって蒙る当該地域の1人あたりの犠牲量の比率が、各地域について等しくなるように負担方式を決定する基準であり、次式を満足する負担率 $x_i$ で示される。

$$\begin{aligned} [U(Y_i) - U(Y_i - C_i X_i / P_i)] / [U(Y_i + B_i / P_i) - U(Y_i)] \\ = [U(Y_0) - U(Y_0 - \sum_i C_i (1 - X_i) / P_0)] / [U(Y_0 + \sum_i B_i / P_0) - U(Y_0)] \\ 0 \leq X_i \leq 1, i=1, \dots, N \end{aligned} \quad (7.5)$$

本方式も、(2)の均等絶対犠牲基準と同様に、全ての地域について(7.5)式を満足する完全な均等比率を実現することができない場合があるので、(7.4)式と同様の最小自乗型の補助基準を用いて負担率を決定するものとする。

## 7-2 所得効用関数の導入

ここでは、既往の研究成果を用いて、限界効用の所得弾力性 $\omega (= (\partial \lambda / \lambda) / (\partial Y / Y))$ ,  $\lambda = \partial U / \partial Y$ が所得に関係せず一定の値をもっている効用関数を仮定する<sup>2)</sup>すなわち(7.6)式を仮定し、これをとくと(7.7)式を得る。

$$(\partial \lambda / \lambda) / (\partial Y / Y) = \omega (= \text{constant}), \quad \lambda = \partial U / \partial Y \quad (7.6)$$

$$U = (k / \omega + 1) Y^{\omega + 1} + U_0. \quad (k > 0, U_0 : \text{constant}) \quad (7.7)$$

ここでは、(7. 7) 式の  $(k/w + 1)$  および  $U_0$  は (7. 1), (7. 4), (7. 5) 式を満足する負担割合  $x_i$  に影響しないため、 $U_0 = 0$ ,  $(k/w + 1) = -1$  とする。また、 $w$  の値は、1965年に経済企画庁が家計消費データを用いて推定した値である  $-1.465$  を用いる。この  $w$  の値は、他の多くの外国（主に先進国）における事例ともよく一致している。<sup>3),4)</sup>したがって、本研究の事例研究において用いる効用関数は (7. 8) 式を仮定する。

$$U = -Y^{-0.465} \quad (7. 8)$$



## 7-3 空港整備費用負担への適用

### (1) 提案方式による費用負担の相違

第3次5ヶ年計画による整備事業に残事業を加えた昭和50～60年の予定累積空港整備への適用結果を以下に示す。このため、第1に、累積整備費を単年度費用に換算し、第2に、関連資料にもとづく利用者便益をOD利用者数の出発地比率による配分によって帰属便益を計算し、第3に昭和50年度の県別人口、県民所得を用いて、上記3費用負担方式を適用した。その結果は表7.1に示すとおりであり、以下のようにまとめることができる。

#### 1) 方式1（均等限界犠牲基準）による結果

第1に、1人当りの県民所得の高い自治体ほど負担率が高くなる。第2に、ひとりあたりの整備費用の大小による影響は、県民所得によって異なる。県民所得が全国平均をうわまわる（下まわる）県では、1人当りの整備費用が大きくなるにつれて負担率が増加（減少）する。第3に、1人当りの整備費用が約300円/人年をこえる大きい場合、1人当りの県民所得に応じて、金額を地方が負担する空港（東京、大阪、名古屋など）と、全額を国が負担する空港（新潟、宇部、高松など）とにはほぼ完全に分れる。このように、本方式は、累進性が著しい傾向をもち、ほぼ完全な能力説に近い結果となる。

#### 2) 方式2（均等絶対犠牲基準）による結果

方式1と同様に、負担率に影響するものは県民所得と整備費用である。しかしながら、影響の与え方は、方式1とは異なり、一意的である。すなわち、県民所得の大きいほど、整備費用の小さいほど、負担率が高くなる。計算結果によれば、整備費用が約300円/人年以下では、全て自治体が負担することになり、費用が高いときのみ、県民所得レベルに応じて10～40%と変化する。

#### 3) 方式3（均等費用便益比基準）による結果

本方式の負担率に影響を与えるものは、県民所得と費用便益比率であり、県民所得が高いほど、費用便益比率が大きいほど、負担率が高くなる。このように、

表 7.1 現行負担率と提案方式による地方自治体負担率

空 港	方 式	県民所得 (千円/ 人・年)	整備費用 (千円)	空港便益 (千円)	県民1人 当り整備 費用 (円/人)	県民1人 当り帰属 便益 (円/人)	帰属便益	方式1	方式2	方式3	空港整備法その 他による				
											基本 施設	付帯 施設			
第1種	1 トウキョウ(東京)	1,631	57,542	166,367	5,075.6	3,520	0.694	1.000	0.356	0.251	0	0			
	2 オオサカ(大阪)	1,386	38,647	72,208	4,863.1	2,630	0.542	1.000	0.357	0.175					
第2種 空 港	3 ハコダテ(北海道)	969	587	5,711	111.1	551	4.96	0.0	1.000	1.000	0.25	0			
	4 センダイ(宮城)	958	200	3,176	104.6	531	5.08	0.300	1.000	1.000					
	5 ニイガタ(新潟)	919	1,070	134	450.0	175	0.38	0.0	0.951	0.109					
	6 ナゴヤ(愛知)	1,197	1,631	13,744	290.6	903	3.11	1.000	1.000	0.910					
	7 ヒロシマ(広島)	1,148	413	226	159.4	32.9	0.208	0.583	1.000	0.059					
	8 タカマツ(香川)	1,012	7,433	1,058	7,832.5	346	4.41	0.0	0.107	0.012					
	9 マツヤマ(愛媛)	963	316	7,462	215.3	1,630	7.39	0.197	1.000	1.000					
	10 コウチ(高知)	895	5,011	5,300	6,140.9	2,270	0.370	0.1	0.102	0.106					
	11 フクオカ(福岡)	1,117	949	31,284	227.1	2,550	11.2	0.537	1.000	1.000					
	12 キタ キュウシュウ( " )	1,117	156	99	37.5	7.37	0.197	0.506	1.000	0.055					
	13 ナガサキ(長崎)	857	1,693	4,096	1,066.5	857	0.803	0.0	0.644	0.229					
	14 オオイタ(大分)	870	2,856	2,976	2,412.2	754	0.313	0.0	0.234	0.089					
	15 ミヤザキ(宮崎)	798	3,594	15,007	3,340.1	3,770	1.13	0.0	0.159	0.325					
	16 カゴシマ(鹿児島)	731	943	25,563	542.6	4,710	8.67	0.0	0.955	1.000					
	17 クマモト(熊本)	813	361	5,125	212.0	1,160	5.45	0.0	1.000	1.000					
	18 ナハ(沖縄)	761	1,767	7,658	1,700.7	14,900	8.76	0.0	0.271	1.000					
	第3種 空 港	19 アオモリ(青森)	747	14	116	9.4	14.0	1.49	0.454	0.191			0.417	0.50	0.50
		20 ハナマキ(岩手)	800	1,136	162	811.4	22.0	2.71	0.0	0.722			0.008		
21 アキタ(秋田)		901	4,177	1,345	3,338.9	280	8.37	0.0	0.191	0.024					
22 ヤマガタ(山形)		870	1,030	141	849.1	325	3.83	0.0	0.759	0.011					
23 トヤマ(富山)		1,001	16	219	15.1	81.1	5.38	0.489	1.000	1.000					
24 フクイ(福井)		946	1	17	1.3	1.61	0.461	0.493	1.000	0.130					
25 マツモト(長野)		959	7	239	1.9	26.8	14.3	0.478	1.000	1.000					
26 ナンキンシマ(和歌山)		939	2	197	249.7	959	0.386	0.265	1.000	0.108					
27 トットリ(鳥取)		826	105	589	136.0	160	1.18	0.264	1.000	0.333					
28 イヅモ(島根)		1,136	37	115	20.5	24.8	1.21	0.505	1.000	0.340					
29 オカヤマ(岡山)		1,023	1,607	227	1,044.9	42.7	4.10	0.0	0.890	0.012					
30 ウベ(山口)		969	4,856	92,276	919.2	8,730	9.50	0.0	0.899	1.000					
31 チトセ(北海道)		996	58	887	55.1	229	4.13	0.459	1.000	1.000					

本方式は、提案した3つの方式の中では、最も受益者負担の色彩が強いものであることがわかる。

## (2) 現行制度との比較

表7.1に示すように、現行制度の負担率は、北海道、沖縄、離島を特別として、第1種0%、第2種25%、第3種50%の地方自治体負担となっている。このことから、地方との結びつきが密接な空港ほど地方の負担割合が高くなっており、ほぼ「利益説」に近い考え方であるといえよう。この現行制度と提案した3つの方式とを比較してみると以下のとおりのことがいえる。

第1種空港については、地方の負担率の高い順序は、〔方式1－方式2－方式3－現行〕となり、現行制度に最も近い値は、方式3である。現行制度には、東京、大阪に国際線が発着するという事実が考慮されていると考えれば、方式3は、ほぼ現行制度の値と等しくなるような基準であるといえよう。

第2種空港については、県民所得の高いグループ（名古屋、福岡、広島、仙台）と低いグループ（四国、九州、ただし福岡、北九州を除く各空港）とに分れる。前者の高所得グループにおいては、広島を唯一の例外として（この理由は広島の費用便益比率が0.2と極端に小さいためである）、各空港ともいずれの方式においても現行の負担率よりも高い率を示している。したがって、これらの県民所得の高い県に対しては、負担率を他県よりも高くすることは、少なくとも、能力説の考え方には合致した合理的な方策といえるであろう。一方、低所得グループについては、整備費用と帰属便益に応じて変動があり、一言ではいい表わせない。しかし、大体の傾向としては、方式1→方式3→方式2の順に負担率が低下する傾向があるといえよう。

第3種空港およびその他（防衛庁管理で表7.1には千歳と小松のみを記している）においても、全般的には、第2種空港についてと同様の傾向がある。すなわち、高県民所得グループに着目すると、和歌山、富山、岡山、小松の4空港であり、これらについては、いずれの方式においても50～100%の地方負担率となっている。これらの空港の地方負担率についても、他のグループの空港の負担率よりも高くする方策は1つの合理的な代替案となりうるものと思われる。

以上の分析の結果をまとめて各方式の特徴を示したものが表7.2である。

表 7.2 各方式による負担割合の特性

負担方式	割合に影響を与える要因	要因の影響の仕方*	等負担割合曲線の概形**
1. 均等限界犠牲基準	1人当り県民所得	負担割合を大きくする	
	1人当り整備費用	負担割合を大きくする (県民所得が全国平均よりも大きいとき) 負担割合を小さくする (県民所得が全国平均よりも小さいとき)	
2. 均等絶対犠牲基準	1人当り県民所得	負担割合を大きくする	
	1人当り整備費用	負担割合を小さくする	
3. 均等比率犠牲基準	1人当り県民所得	負担割合を大きくする (この方式の場合 影響が少い)	
	費用受益費 (自治体帰属受益 整備費用)	負担割合を大きくする	

\* 要因の増加に対する負担割合の増減を示す。

\*\* 図中、実線は等負担割合曲線(コンター)、すなわち負担割合の等しくなる、1人当り県民所得と1人当り整備費用あるいは受益/整備費用との組み合わせを実線で結んだものである。破線の矢印はこの方向に負担割合が高くなることを示している。

## 7-4 結 言

以上、想定した負担方式のそれぞれについて負担割合を算定、相互比較、現行制度との比較を行ったが、とりまとめとして次のことが挙げられる。

- ① 負担割合に影響する要因として、まず1人当り県民所得の高さは、どの方式においても負担割合を高くする。つぎに、1人当り整備費用の大小による影響は、当該県の県民所得の大きさによって異なる。県民所得が全国平均を上回っているところでは、これが大きくなるにつれて負担割合が増加する。これは整備費用の増加分を負担感の小さい、すなわち県民所得の大きい県が負担した方が、総犠牲量として小さくなることからきている。費用便益比の増加は方式3の負担割合を増加させる。
- ② 現行制度との比較では、まず現行制度の負担率は地方との結びつきが密接な空港ほど地方の負担割合が高くなっており「利益説」に近い考え方であるといえる。第1種空港においては、方式3が現行制度に近いことはこの現われのひとつである。第2種、第3種空港においては、県民所得の高い県に属する空港については、どの方式を用いても現行の負担率より高いシェアがモデル上は出ている。したがって、これらの県に属する空港についての負担率を現行のものより高める方策は検討に値すると考えられる。

## 第8章 結 論

本研究は、交通施設の整備が地域にもたらす広範な効果を、統一的な視点によって評価することの重要性にたいする理論的、実証的考察を行い、さらに、そういった評価のための手法の整備を行ったものである。本研究では統一的な評価視点として、以下のようなアプローチでの効果の把握を考えた。社会を構成する諸主体は、各自の行動を決定する行動目的関数を持ち、例えば交通施設の整備状況などの外的条件のもとに、主体間の均衡状態をつくっている。交通施設の整備は、この外的条件を変えることであり、新たな均衡状態をつくり出すと考えられる。この新旧の均衡の変化が、交通施設のインパクトであり、この差を各主体の独自の行動目的関数によって評価することがすなわち交通施設整備の評価である。このような効果の把握の仕方によれば、第1に、効果の重複、欠如なしに交通施設整備のみの効果を抽出することができ、第2に、環境の変化のような外部財の変化であっても、行動目的関数の中にその要因を組み込むことにより、市場財の変化の評価との統一尺度化ができ、第3に、交通施設整備によるインパクトの予測と評価を同じ行動目的関数を用いて行うことができる、といった従来の交通施設整備評価を一步超えた形での評価手法を確立することができる。この評価手法の確立の過程を、各章毎の考察によって得られた結論を要約すると以下のとおりとなる。

まず、第2章では、一般的均衡論的評価のためのモデル構築、行動目的関数の特定化をふまえた等価的変差による便益の定義を行うことにより、交通施設整備によるインパクト、交通便益の性格について以下のことが明らかにされた。

- ① 家計効用の地域間均等化の仮定を一般均衡経済体系に導入することにより、家計の地域的分布および資本投入の地域的分布を決定論的に求めるモデルの構築が可能である。このことは、交通投資の影響を広域的な比較の観点から把握することを可能にするものである。
- ② 上記モデルにより、交通投資が、人口移動、その他の経済行動に与える影響（インパクト）を、家計の効用関数および企業の生産関数の特定化を前提とし

て、定量的に計測することが可能である。このことは、便益を等価的変差 (Equivalent Variation) による支払対価で定義するとき、この支払対価は最適状態間の効用差にもとづいていることから、便益の定量的導出を同時に可能にするものである。

- ③ 交通便益を誘発する要因は、交通費用の低下に直接帰因するもの、生産活動における所要旅行時間の短縮により生産性が向上することによるもの、誘発された一般財価格の変化によるもの、資源移動による生産性の変化によるものの市場評価できる要因 4 類型と、家計時間の短縮によるもの、環境質の変化によるものの非市場要因 2 類型とに分けることができる。
- ④ 交通便益の量的計測にあたっては、交通施設の直接インパクトとして微少なものを考える場合、すなわち他の価格体系、均衡値が変わらない場合 (ケース 1)、価格体系は変わるが他の均衡値は変わらない場合 (ケース 2)、均衡体系が全部変わる場合 (ケース 3) と 3 段階に分けて考えることができる。ケース 1 の場合は従来から実用的に用いられてきた捉え方であり、需要を固定した場合の費用低下による費用節約額、生産性の増加による生産高の増額で便益を計測するものであり、両地域に正の便益が発生する。ケース 2 の場合は、新たに一般財の価格の変化の影響が表われる。この影響は、価格変化を正とした場合、その財の移出者に正の便益を、移入者は同量の負の便益として表われる。したがって、移出入の多寡に応じて各地域に異った便益を誘発するが、社会全体からみると、これらの合計は相殺されてゼロとなる。ここでの負の便益を受けた地域でも、ケース 1 のいわゆる直接便益を加えると必ず正である。これは各家計は効用が均等化されるように分布し、かつ、社会全体の便益は正 (価格変化の効果はゼロでありケース 1 の便益は正である) であることによる。ケース 3 の場合は、均衡解の変化を逐一求めるためのインパクト分析を必要とするものである。
- ⑤ インパクト分析は、家計分布、輸送量、生産量などの均衡値の変化 (構造的変化) を求めるものであり、交通投資の便益をより正確に把握するためのものである。直接的インパクトの部分については、交通費用低下による輸送量増加、従前の移入類の大きい地域への人口流入などを定性的に明らかにすることができる

が、その他の諸々のインパクトについては、家計の効用関数、企業の生産関数の特定化を行ったのちに、本章での一般均衡モデル体系を用いて均衡値の変化を求めることにより定量的、総合的に明らかにすることができる。

以上、第2章においては、効用関数の特定化を前提として、インパクト分析→評価の方向が可能である事が明らかにされた。ただ、第2章においては、依拠した便益の定義（等価的変差による支払対価）は市場財を対象としたものであった。第3章では、この点を考慮して、まず従来の費用便益理論の枠組を拡張した、交通施設整備のもたらす外部財（環境財、時間財）の評価手法の検討及び、評価便益の費用負担方式への適用を試みた。ここで得られた評価は下記のものである。

- ① 費用便益理論における便益の定義方法のひとつである等価的変差（Equivalent Variation: EV）は、市場財の評価について厚生経済学的に理論づけられたものであるが、ここではこのEVが、公共財（外部財）としての効果が含まれる交通施設便益の評価方法としても有用である。
- ② 費用便益理論においては、便益定義の方法として補償的変差（Compensating Variation: CV）の考え方もあるが、いくつかのプロジェクトによる効用変化の大きさを比較するような場合には、EVの方がのぞましい。これはEVによる便益が効用関数値の変化の単調変換になっていることによる。
- ③ 交通施設整備のインパクトによる構造的変化を考えない場合は、間接的市場的变化（この場合は諸価格）の正と負が社会全体では相殺されてゼロとなる。この結果、結局評価計測すべきは、変化前の価格体系、均衡値体系を用いた、交通費用の低下（事前の交通量  $(x_T) \times$  交通投入係数低下による交通価格低下  $(\sum P_i \cdot \Delta \alpha_i)$ ）、企業活動で業務旅客に生じた時間節約  $(f \cdot \Delta l)$  による生産性上昇  $(-f \cdot \Delta l \cdot f_e)$ 、家計に生じた時間価値  $(e_T \cdot x_T \cdot dt)$ 、環境価値  $(e_Q \cdot dQ)$  である。
- ④ ③の計測項目のうち、 $e_T$  および  $e_Q$  については、非市場的效果であるが、いずれもEVによる方法でその計測を行う事ができる。 $e_T$  については、自由に労働時間を選択できるならば、家計に生じた時間は賃金で評価してよい事、また雇用機会不足だったり、過重な労働が強いられている場合には賃金率による評価は、それ



ぞれ真の時間価値を過大、および過小評価することになる。環境価値  $e_0$  については、資産価値へのネットの影響を抽出する方法や、アンケートによって EV の定義に沿った計測が可能である。

- ⑤ 交通施設の整備費用負担のあり方について、「利益説」によるものは公共財への需要顕示が困難であることにより、また「能力説」によるものは受益負担原則と全くかけ離れてしまうことから、そのまま適用する事は不可能である。しかしながら上で得られた便益を用いることにより、両方を折衷した方法を新しく考えることができる。

以上、第2章、第3章によって、統合的評価手法の理論的確立を行った。以下の章においては、ここで確立された手法をそのまま援用、あるいは簡便化を行う事により、具体的評価を行った例を示した。

第4章では、同一の効用関数により、住環境の選択（住宅立地）へのインパクトの予測とその評価とを行った事例を示したものである。この事例研究の結果、効用関数の特定化の方法等について以下の事が明らかにされた。

- ① 住環境因子を含んだ効用関数に基づく住宅地立地予測と、同効用関数を用いた EV 評価とを統合したモデルが、住宅立地の予測とまた住環境の便益評価の両者に、理論的にも実用的にも斉合性をもって適用可能であることを示した。
- ② 従来の立地予測手法では段階的予測が主であった。すなわち、いくつかの代替地から最適な代替地を選択し、次に現在の住居地と比較して移住するかどうかを決定していた。しかし、本研究で提示したモデルは予算制約と時間制約を明示的に導入することにより、現在の居住地も代替地の1つとして含め、最適住宅の選定と移住地の選定を同時に説明することが可能となった。また、その予測方法も従来の代表的手法である Nested Logit Model と同程度の簡便さを有していることを示した。
- ③ 世帯の効用関数の型としては、線型、対数線型の性質をも一般的に持ち合わせている CES 関数が、理論的にも実証的にも最もふさわしく、相関係数、適中率、 $t$  値の全ての面で十分なる適用力を有している。
- ④ 従来の非集計で使用されている線型効用関数は、理論的にも実用的にも、予測

および便益評価において所得レベルの変化あるいは相違による影響を抽出できないという意味で適当でない。

第5章は、外部財の価値評価の典型例として騒音を評価した事例を示すものであり、評価手法、評価結果により、以下の事が明らかとなった。

- ① 経済的被害の測定結果は、手法によって差異はあるものの約10～35万円（1世帯・1年間当り）とほぼ安定した数値を得た。しかも、この幅は、主観的な意識量を直接に抽出した場合と、市場データによった場合の差から生じるものであり、これは同章5－2の理論的検討、問題点でふれたような理由による、市場データを利用した場合の過小評価の可能性から裏づけできるものである。このことは、定義に沿った経済的被害が、ある程度の信頼性をもって計測されることの可能性を示すものである。
- ② 経済的被害を意識量のまま抽出する方法は、直接に支払い対価（補償額）を聞くものと、1対比較質問から作成する価値関数によるものがある。前者については、経済的被害の定義どおりの質問形態ではあるものの、無効票率が高く、回答の信頼性が低い欠点をもっている。また、EVに沿った聞き方と環境権の帰属との不整合が回答を困難にする可能性がある。これに比較して、後者の価値意識を価値関数から得る方法はアンケートのうえでの単なる比較選好の結果をもとにするものであり、前者に比べて信頼性は非常に高い。事実、今回の調査においても無効票率は非常に少なかった。ただし、今回用いたトレードオフ法は、回答者が同一の価値関数をもつと仮定した場合の平均的価値意識を抽出するものであり、個人の価値意識を合成する問題はまだ残っているといえよう。
- ③ 地価分析による方法は、収集した売買事例データの信頼性によるところが大きい。今回の事例研究においても、欧米各国のもの比べるとモデルの説明力は低かった。この方法は、モデルの説明力および各係数の信頼性についての統計的検定を満たせば、被害の抽出方法として非常に優れているが、実データから構成されたモデルはなかなかこの検定を満たしにくい。これは地価決定のシステムを容易に特定化できないことが反映しているものと考えられる。
- ④ 被害の意識量から直接抽出したもの（直接質問、一対比較法）と、いったん市場

データに反映した側面でもとらえたもの（地価分析）との被害額で、前者は約24～35万円、後者は約13～14万円と差が出た。地価分析の方が低くなっている理由のひとつとしては、移動障壁すなわち移動費用の存在により、地価の市場データが地域的環境の差を敏感に反映しないことから、騒音にたいする評価を低くしていることが考えられる。

第6章においては、交通施設整備が地域経済に与える影響の評価手法、すなわち経済評価の手法について、その簡便化を試みた。道路整備効果の評価、旅客時間短縮の経済評価について簡便化手法の検討を行ったが、以下の事が明らかにされた。

まず、道路整備効果の評価については、

- ① 従来の利用者に限定した原単位方式による便益評価は、特に経費節約による評価について、それが地域便益を正当に表わさない場合もある。実際の経費が公定価格の設定などにより支払対価を示していない場合がこのケースにあてはまる。また、利用者に限定しているために当然、その帰属については明らかでない。
- ② ①の従来方式の問題点を考慮して、経費節約を産業連関波及に沿って本源財に分解し、帰着としての労働節約と輸入財節約で評価する方式を提案した。この方式によって、時間価値という単一の評価尺度で統一的に便益評価が可能となる。
- ③ ②の方式は、連業連関波及を用いる方法であるので、従来の産業連関分析手法を適用することにより、定量的に評価が可能である。また、産業別の帰属および地域移入係数（地域の自給率）を考慮することにより、分析の対象とする地域への帰属も定量的に明らかにすることができる。

などを挙げることができる。

次に旅客時間短縮の経済評価については、

- ① 地域経済（ここでは交易）の向上に果たす経済距離（トリップに要する費用と時間）の役割について、貨物の輸送と旅客の輸送とに区別して、統計的手法により定量化することができた。
- ② 旅客輸送と貨物輸送の重要性について、交易関数のパラメータを観察することにより、産業間の差を確認することができた。サービス業において、旅客距離の重要度が高いことは実感にも合っており、得られたパラメータに対する信頼性

を高めていると考えられる。

- ③ 推定された交易関数を用いることにより、交通施設の特性—主として旅客輸送を対象としたものか、主として貨物輸送を対象としたものか—に応じた施設間の整備効果の比較を行うことができる。

第7章では、第3章で整理した費用負担方式を、国と地方自治体の2者の負担問題にたいして適用した。負担方式毎の負担割合を算定し、他方式、現行制度との比較を行ったが、その結果は以下のようによまとめることができる。

- ① 負担割合に影響する要因として、まず1人当り県民所得の高さは、どの方式においても負担割合を高くする。つぎに、1人当り整備費用の大小による影響は、当該県の県民所得の大きさによって異なる。県民所得が全国平均を上回っているところでは、これが大きくなるにつれて負担割合が増加する。これは整備費用の増加分を負担感の小さい、すなわち県民所得の大きい県が負担した方が、総犠牲量として小さくなることからきている。費用便益比の増加は方式3の負担割合を増加させる。
- ② 現行制度との比較では、まず現行制度の負担率は地方との結びつきが密接な空港ほど地方の負担割合が高くなっており「利益説」に近い考え方であるといえる。第1種空港において方式3が現行制度に近い事はこの現われのひとつである。第2種、第3種空港においては、県民所得の高い県に属する空港についてはどの方式を用いても現行の負担率より高いシェアがモデル上は出ている。したがってこれらの県に属する空港についての負担率を現行のものより高める方策は検討に値すると思われる。

以上、第4章～第7章において、実際の評価事例を述べてきたが、各章において妥当な結論が得られており、統一的評価手法の適用可能性を示していると考えられる。

## 参考文献

### 序 章

- 1) 河野博忠 (1976): 「間接経済効果の形成過程」, 高速道路と自動車, VOL. XIX, No. 4.

### 第1章

- 1) 佐々木・他 (1965): 道路の経済効果と投資基準, 〈交通工学シリーズ〉, 技術書院, PP. 12-16.

### 第2章

- 1) 吉田哲生 (1985): 交通投資が地域に及ぼす便益の統一的評価手法に関する研究, 土木計画学研究・論文集2, 土木学会, pp. 181-187.
- 2) 今井・宇沢・小宮・根岸・村上 (1971): 価格理論 I, 岩波書店, pp. 218-231.
- 3) Yoshitsugu Kanemoto and Koichi Mera (1983): 'GENERAL EQUILIBRIUM ANALYSIS OF THE BENEFITS OF LARGE TRANSPORTATION IMPROVEMENTS'.
- 4) 御巫清泰・森杉寿芳 (1981): 土木学会編, 新体系土木工学49「社会資本と公共投資」, 技報堂出版, pp. 266-269.
- 5) Dorfman, R., P. A. Samuelson and R. Solow (1958): *Linear programming and Economic Analysis*, Wiley.
- 6) Mishan, E. J. (1982): *Cost Benefit Analysis*. Third edition, Allen and Unwin, pp. 133-138.
- 7) Varian, H. R. (1978): *Microeconomic Analysis*, Norton and Company, pp. 89-95.

### 第3章

- 1) 森杉寿芳・宮武信春・吉田哲生 (1980): 騒音の社会的費用の計測方法に関する研究, 土木学会論文報告集, No. 302, pp. 113-124.
- 2) McKenzie, G. W. and I. F. Pearce (1982). Welfare measurement—a synthesis, *American Economic Review*, Vol. 72, No. 4, pp. 669-682.
- 3) McKenzie, G. W. (1983), *Measuring Economic Welfare: New Methods*, Cambridge University Press.
- 4) Morisugi, H. (1983a), Chapter 10 Welfare implications of cost-benefit analysis. *International and Regional Conflict: Analytical Approaches*, eds. by W. Isard and Y. Nagao, Ballinger, pp. 161-186.
- 5) Boadway, R. W. (1974). The welfare foundations of cost-benefit analysis, *Economic Journal*, Vol. 84, pp. 926-939.
- 6) 吉田雅敏 (1976): 費用便益分析の基本的諸問題〔I〕, 高速道路と自動車, Vol. 19, No. 5, pp. 29-35.
- 7) 吉田雅敏 (1976): 費用便益分析の基本的諸問題〔II〕, 高速道路と自動車, Vol. 19, No. 6, pp. 25-31.
- 8) 吉田哲生・森杉寿芳 (1986): 等価の変差による交通施設の外部財評価方法に関する研

究, 土木計画学研究・論文集 3, 投稿中.

- 9) Maler, K. G. (1974), *Environment Economics : A Theoretical Inquiry*, Johns Hopkins University, Press, pp. 125-148.
- 10) Varian, H. R. (1978), *Microeconomic Analysis*, Norton and Company, pp. 267-269.
- 11) 河野博忠, 小川哲夫, 吉田雅敏 (1979): 社会的費用と公害評価率—間接効用関数および支出関数に依拠して—, 地域学研究, No. 9, pp. 59-76.
- 12) Morisugi, H. (1983b) A basic definition of transport benefits —advocating equivalent variation—, presented at *The World Conference on Transport Research*, Hambrug, 26-29 April, 1983.
- 13) Deaton, A (1981), *Essays in the Theory and Measurement of Consumer Behaviour*, Cambridge University Press.
- 14) Bruzelius, N. (1979), *The Value of Travel Time*, Croom Helm London.
- 15) 河野博忠 (1974): 時間便益の理論と計測, 高速道路と自動車, Vol. 17, No. 1, pp. 21-29.
- 16) Freeman, A. M. (1979), *The Benefits of Environmental Improvement —Theory and Practices—*, Johns Hopkins University Press.
- 17) Kohno, H. and M. Yoshida (1981), The Theory and Measurement of The Marginal Rate of Valuation of a Public Nuisance, *Papers of the Regional Science Association*, Vol. 46, pp. 45-59.
- 18) 山田芳久 (1985): 時間価値を用いた交通プロジェクト評価手法の研究, 岐阜大学学士論文.
- 19) 野口悠紀雄 (1982): 公共経済学, 日本評論社, pp. 169-171.
- 20) Pigou, A. C. (1912): *Study in Public Finance*, Macmillan.
- 21) Simons, M. C. (1938): *Personal Income Taxation*, Chicago University Press.

#### 第4章

- 1) Morisugi, H. and Yoshida, T (1985): Forms of Utility Function for Residential Behavior Analysis and Neighborhood Benefits Estimation, *Environmental Planning*, To be appeared.
- 2) Lowry, I. S. (1964): *A Model of Metropolis*, THE RAND Corporation.
- 3) Ingram, G. K., J. F. Kain and J. R. Ginn (1972): *The Detroit Prototype of the NBER Urban Simulation Model*, National Bureau of Economic Research, Columbia Univ. Press.
- 4) 青山吉隆 (1972): 都市施設配置計画のシステムズ・アプローチに関する方法論的研究, 京都大学学位論文.
- 5) 浅野光行 (1979): 都市における交通—活動分布モデルに関する基礎的研究, 土木学会論文報告集, No. 285 pp. 85-99.
- 6) 中村英夫・林良嗣・宮本和明 (1983): 広域都市圏土地利用交通分析システム, 土木学会論文報告集, No. 335, pp. 141-153.
- 7) 三菱総合研究所 (1979): 環境悪化の社会的費用の測定方法に関する研究.
- 8) 戸田常一 (1980): 交通施設計画の総合評価とその応用に関する研究, 京都大学学位論文.

- 9) 御巫清泰・森杉寿芳 (1981) : 新体系土木工学49, 社会資本と公共投資, 第4章, 技報堂。
- 10) Mishan, E. J. (1982) : Cost-Benefit Analysis, Third Edition, George Allen & Unwin.
- 11) Morisugi, H. (1983) : A basic definition of transport benefits –Advocating equivalent variation–, Submitted to the World Conference on Transport Research, held on April 26–29.
- 12) Morisugi, H. (1983) : Welfare implications of cost benefit analysis, in International and Regional Conflict, eds. W. Isard and Y. Nagao, Ballinger, pp. 161–185.
- 13) Morisugi, H. (1982) : Measurement of noise damage cost by means of a multiattribute utility function –A comparison of Compensation and equivalent variation– Modiling and Simulation, Vol. 13, part 3, pp. 1193–1198.
- 14) 森杉寿芳・宮武信春・吉田哲生 (1980) : 騒音の社会的費用の計測方法に関する研究, 土木学会論文報告集, No. 302, pp. 113–124.
- 15) McFadden, D. (1979) : Quantitative methods for analysing travel behaviour of individuals, some recent developments, in Behavioural Travel Modelling, eds. D. A. Hensher, and P. R. Stopher, Croom Helm.
- 16) 熊谷尚美・篠原三代平編 (1975) : 経済学大辞典 I, 東洋経済, pp. 187–189.
- 17) 林良嗣・礎部友彦・富田安夫 (1983) : 非集計手法を用いた住宅需要分析モデル, 第5回土木計画学研究発表会講演集, pp. 547–555.

## 第5章

- 1) 森杉寿芳・宮武信春・吉田哲生 (1980) : 騒音の社会的費用の計測方法に関する研究, 土木学会論文報告集, No. 302, pp. 113–124.
- 2) Michalski, W. (1965) : Grundrueg Eines Operationalen, Konzepts Der “Social Costs”.
- 3) Roskill Comission (1971) : Report of the Comissin on the Third London Airport.
- 4) Colman, Allan H. (1972) : Aircraft Noise Effects on Property Values, Environmental Standards Circular, City of Inglewood, California. Feb.
- 5) Emerson, Frank C. (1969) : The Determinants of Residential Value with Special Reference to the Effect of Aircraft Nuisance and Other Environmental Featrues, Ph. D. Thesis, University of Minnesota.
- 6) Walters, A. A. (1975) : Noise & Prices, Clarendon Press. Oxford.
- 7) Hoinville G. and R. Berthoud (1970) : Identifying Preference Value, Social and Community Planning Research, August.
- 8) 三菱総合研究所 (1977) : 環境悪化の社会的費用に関する研究。
- 9) Morisugi, H., N. Miyatake and T. Yoshida (1978) : A Psychometric Model for Estimatiog Noise Pollution Damage Costs, Proceedings of Institutional Conference on Cybernetics and Society, I. E. E. E.
- 10) British Airports Authority : Evidence Presented at Stage V of CTLA Proceedings, Documents 5006 A. B. and C.
- 11) Small, K. A. (1976) : Air Pollution and Property Values, Further Comment, Vol. 50, pp. 105–107.
- 12) keeney, R. L. (1976) : Multiplicative Utility Functions, Operational Research, Vol. 23.

No. 2.

- 13) 宮武信春・中村 豊 (1979) : 個人の価値意識の計量化方法の比較。計測自動制御学会論文集, Vol. 15-2.
- 14) 宮武信春・森 正三・古田勝久 (1978) : 多属性効用関数のベイズ推定と評価問題への応用, 計測自動制御学会論文集, Vol. 14-4.
- 15) 奥野健夫ほか (1971) : 多変量解析法, 日科技連。
- 16) 谷 明良・宮武信春 (1977) : 通勤経路選好特性の計量化手法, 土木学会論文報告集, 第267号。
- 17) Thurstone, L. L. (1970) : The Measurement of Values, 4th Impression. University of Chicago Press.

## 第6章

- 1) 吉田哲生・西宮良一 (1981) : 間接効果測定のための乗数分析の応用に関する研究, 土木学会第38回年次学術講演会講演概要集, PP. 223-234.
- 2) 増井健一 (1973) : 交通経済学, 東洋経済, PP. 42-46.
- 3) 吉田哲生・伊藤雅之 (1982) : 道路整備五カ年計画の実施による道路利用者の便益測定について, 道路交通経済, No. 21, PP. 14-29.
- 4) Tinbergen, J. and M. C. Bos (1962) : Mathematical Models of Economic Growth.
- 5) 吉田哲生・笠島勝治 (1983) : 国民経済的交通費用原単位に関する基礎的研究, 土木学会第38回年次学術講演会講演概要集, PP. 237-238.
- 6) 三菱総合研究所 (1972) : 地域分散政策とその効果。

## 第7章

- 1) 森杉寿芳・吉田哲生 (1980) : 公共施設整備費用の負担方式について。土木計画学研究発表会講演集, 土木学会, pp. 240-243.
- 2) Theil, H. (1975) : Theory and Measurement of Consumer Demand, Vol. 1, North-Holland, 1975, pp. 29-30.
- 3) 森杉寿芳 (1977) : 公共土木計画への費用便益分析適用性に関する研究, (学位論文), pp. 66-71.
- 4) Frisch, R. (1959) : A Complete Scheme for Computing All Direct and Cross Demand Elasticities in a Model with Many Sectors, *Econometrica*, 27, pp. 177-166.



謝

辞

本論文の作成にあたって、終始、御指導、御鞭達を賜わった京都大学長尾義三教授に心から深甚の謝意を表する次第である。また、研究の展開にあたって内容の指導と共に心からの激励を常にいただいた岐阜大学森杉寿芳教授に心から感謝の意を表す。

一方、本研究は㈱三菱総合研究所の杉野システム科学部門長、青木社会公共システム次長、宮武第一社会公共システム室長をはじめとする㈱三菱総合研究所の諸兄からの絶大なる御好意がなくてはありえなかった。ここに記して謝す。

昭和60年8月

吉 田 哲 生