
便益の空間波及を考慮した
都市間交通プロジェクト評価に関する研究

2006年3月

白柳 博章

目次

1. 序論	1
1.1 研究の背景と目的	1
1.2 研究の構成と内容	2
1.2.1 研究の構成	2
1.2.2 研究の内容	2
1.3 結語	5
2. 既往研究の整理と本研究の位置づけ	7
2.1 概説	7
2.2 プロジェクト評価の現状と課題	7
2.2.1 評価手法の概要と課題	7
2.2.2 プロジェクト評価の現状	11
2.2.3 交通プロジェクト評価の課題	12
2.3 本研究の特徴と位置づけ	14
2.4 結語	16
3. 都市間交通プロジェクト評価に用いる交通利便性指標の定義と算出	23
3.1 概説	23
3.2 都市間交通プロジェクト評価に用いる交通利便性指標の問題点	24
3.2.1 所要時間の評価	24
3.2.2 料金の評価	25
3.2.3 時間価値の評価	25
3.3 交通利便性指標に関する既存研究	25
3.3.1 所要時間に関する研究	25
3.3.2 一般化費用に関する研究	26
3.3.3 時間価値に関する研究	27
3.4 交通利便性指標の定義	28
3.4.1 交通モードの考え方	28

3.4.2	出発時刻毎の一般化費用の考え方	28
3.4.3	出発時刻における交通行動の考え方	29
3.4.4	EVGC の定義	30
3.5	EVGC の算出方法	30
3.5.1	自動車交通におけるEVGC の算出方法	30
3.5.2	公共交通におけるEVGC の算出方法	35
3.6	EVGC の算出システムの概要	39
3.6.1	自動車交通におけるEVGC 算出システム	39
3.6.2	公共交通におけるEVGC 算出システム	41
3.7	時間価値の推定方法と推定結果	43
3.7.1	時間価値に用いるデータ	43
3.7.2	時間価値の推定方法	43
3.7.3	時間価値の推定結果	47
3.8	EVGC の算出結果	48
3.8.1	自動車交通におけるEVGC の算出結果	48
3.8.2	公共交通におけるEVGC の算出結果	49
3.9	EVGC の有効性の整理	51
3.10	結語	51
4.	地価指標を用いた都市間交通プロジェクト評価システムの構築	55
4.1	概説	55
4.2	地価指標を用いた都市間交通プロジェクト評価の有効性	55
4.3	わが国における地価動向と地価動向に関する既存研究	56
4.3.1	わが国における地価動向	56
4.3.2	地価動向に関する既存研究	57
4.4	空間波及地価モデルの構築	58
4.4.1	市場地価と収益地価との関係	58
4.4.2	空間波及地価モデルの理論導出	60
4.5	ヘドニック・アプローチにおけるキャピタリゼーション仮説と Small 条件	63
4.5.1	概説	63

4.5.2	定式化.....	63
4.6	地価指標による便益計測システムの構築.....	65
4.6.1	使用データ	65
4.6.2	空間波及地価モデルの構築.....	66
4.6.3	便益計測システムの構築.....	71
4.7	空間波及地価モデルの推定結果.....	73
4.8	結語.....	74
5.	プロジェクト評価における便益の空間波及範囲に関する考察.....	86
5.1	概説.....	86
5.2	便益集計範囲に関する既存研究.....	86
5.2.1	事業評価マニュアルでの便益集計範囲の扱い.....	86
5.2.2	便益集計範囲に関する既存研究.....	88
5.3	便益の空間波及範囲の定義.....	88
5.3.1	便益の空間波及範囲の概説.....	88
5.3.2	本研究における便益の空間波及範囲の考え方.....	90
5.4	プロジェクト実施による地価上昇確率の導出.....	91
5.4.1	推定地価の誤差要因の整理.....	91
5.4.2	空間波及地価モデルを用いたプロジェクト実施による地価上昇確率の導出.....	91
5.5	結語.....	95
6.	都市間交通プロジェクトの評価.....	97
6.1	概説.....	97
6.2	評価対象プロジェクトのケース設定.....	97
6.2.1	ケース設定の留意点.....	97
6.2.2	ケース設定.....	97
6.3	便益計測結果.....	100
6.3.1	地価上昇確率の計測.....	100
6.3.2	便益計測結果.....	101
6.3.3	便益の空間波及範囲に関する基準の提示.....	101

6.4	Small 条件の検証.....	102
6.5	結語.....	103
7.	結論.....	105

1. 序論

1.1 研究の背景と目的

戦後半世紀以上の間に、高度経済成長期を契機として、社会資本の整備がなされ、社会資本の整備水準を向上もしくは維持すべく、多大な投資が現在もなされている。

しかし、現在の日本の社会経済状況を鑑みると、国・地方公共団体の財政事情の逼迫，それに加えて少子高齢化社会への進展などといった要因から、社会資本整備を取り巻く環境は非常に厳しいものとなっている。このような背景から、客観的な視点からの社会資本整備に対する評価が実施され、限られた予算の中でより効率的で効果的な社会資本整備の峻別を行うことは、意思決定プロセスの透明性を確保し説明責任を果たすという観点からも、極めて重要な命題となっている¹⁾。

上記のような背景のもと、社会資本整備に対する評価は、理論的研究のみならず事例研究も含めて膨大な蓄積がなされてきており、社会資本整備を進めていく上で複数のプロジェクトを峻別する際の客観的情報の1つとして重要な役割を占めている。また、評価手法として、効率性のみを価値基準とした評価手法だけでなく、公平性も価値基準とした評価手法、将来に亘る不確実性を考慮した評価手法、環境改善や安全性の向上を考慮した評価手法が開発され、その適用がなされている^{2), 3)}。

社会資本整備の中でも、都市間を結ぶ高速道路や高速鉄道の整備に代表される交通プロジェクト（以下、都市間交通プロジェクトと記す）は、その社会的影響が大きいため、よりの確で精度の高い評価が求められるが⁴⁾、効率性のみを価値基準とした評価手法だけをとっていても、以下に示す課題が残されている。

1つ目は、都市間交通プロジェクトを評価する上で必要不可欠な指標である交通利便性指標の定義に関する課題である。都市間の公共交通については、運行頻度が都市内の公共交通と比べて小さく、所要時間や料金だけでなく、運行頻度の増加や乗り継ぎ時間の減少なども、交通利便性に大きな影響を与えるが、従来から交通プロジェクト評価において用いられてきた交通利便性指標である所要時間や一般化費用は、運行頻度や乗り継ぎといった運行ダイヤ、多種多様な運賃・料金制度ならびに実際の交通行動を正確に反映したものであるとはいえない⁵⁾。よって、都市間交通の特性を考慮した交通利便性指標を定義し、それをを用いて交通プロジェクトの評価を行うことは、多種多様な都市間交通プロジェクトを統一的な視点からの確に評価する上で非常に重要である。

2つ目は、評価するシステムに関する課題である。交通プロジェクト評価においては、評価毎に異なるモデルが構築された上で適用されており、多種多様な都市間交通プロジェクトを統一的な視点から評価するためには、評価に用いるモデルについて統一する必要がある。また、今後のインフラストラクチャーを効率的に整備する観点から、複合交通空間整備を積極的に進めることが望まれているが、従来の整備効果の計測手法は、必ずしも複合機能について考慮していたとはいえない。個別機能のものを別個のものとして加算していく方法には二重計算といった問題が発生するため、統一的単一尺度での計測が望ましい、といえる。その意味で単一尺度である地価指標を用いて便益計測を行うヘドニック・アプローチ（資産価値法）は有力な方法であるとともに、プロジェクトによる便益の空間的帰着を明確にし、地域間の公平性の観点、財政面から議論がなされている開発利益の還元方策の推進を図る上で非常に大きな役割を果たすものと考えられる。

3つ目は、便益の及ぶ範囲に関する課題である。プロジェクト評価を行う際には、便益の及ぶ範囲を人単位あるいは地域単位で集計する必要があるが、この便益の集計方法が便益額に与える影響は非常に大きく、評価値の信頼性の観点からみても非常に重要な問題である。しかしながら、便益の空間波及範囲については、学術面でも十分に議論されておらず、実務的にも、評価者により定性的に決定されており評価を行うにあたっての明確な基準がないのが現状であり大きな課題になっている⁶⁾。それゆえに、便益の空間波及範囲に関する定量的なアプローチがなされることは、プロジェクトによる便益の空間的帰着を明確にし、地域間の公平性の観点、財政面から議論がなされている開発利益の還元方策の提案を行う上で、非常に有効であると考え⁷⁾⁸⁾。

そこで本研究では、上記のような課題に対処すべく、

- ① 都市間交通の特性を考慮した交通利便性指標の計測
- ② 地価指標を用いた都市間交通プロジェクト評価システムの構築
- ③ 便益の空間波及範囲に関する定量的アプローチ

を行い、交通プロジェクトに対する的確な評価や説明責任に資するため地価指標を用いた都市間交通プロジェクト評価システムを構築し便益の空間波及範囲について方法論を提示することを目的とする。

1.2 研究の構成と内容

1.2.1 研究の構成

本研究は図 1.1 に示すように全 7 章で構成する。

1.2.2 研究の内容

効率的で効果的な社会資本整備の峻別を行うことは、意思決定プロセスの透明性を確保し説明責任を果たすという観点から極めて重要である。それゆえに客観的な視点から社会資本整備に対する評価が的確に行われることが求められており、その評価結果がプロジェクト実施の可否を左右するといってもよい。社会資本整備の中でも、特に高速道路、海峡横断道路、整備新幹線に代表されるような都市間交通プロジェクトについては、その社会経済的影響・効果は広範囲かつ長期間に及ぶため、効率性のみならず、公平性の観点からのアプローチ、将来にわたる不確実性を考慮したアプローチも行われるなど、総合的な評価を求められることも多い。

しかしながら、従来から数多くの研究がなされ、実務面においても多大なる蓄積がなされてきた効率性を価値基準とした都市間交通プロジェクト評価において課題も残されている。その課題を明確にした上で、都市間交通プロジェクトに対する的確で精度の高い評価を行うため、都市間交通の特性を考慮した交通利便性指標の計測を行った上で、地価指標を用いた都市間交通プロジェクト評価システムを構築し、便益の空間波及範囲についての方法論を提示することが本研究の目的である。以下では、前節で述べた研究の背景と目的をふまえつつ、研究の内容を章ごとに簡潔にまとめる。

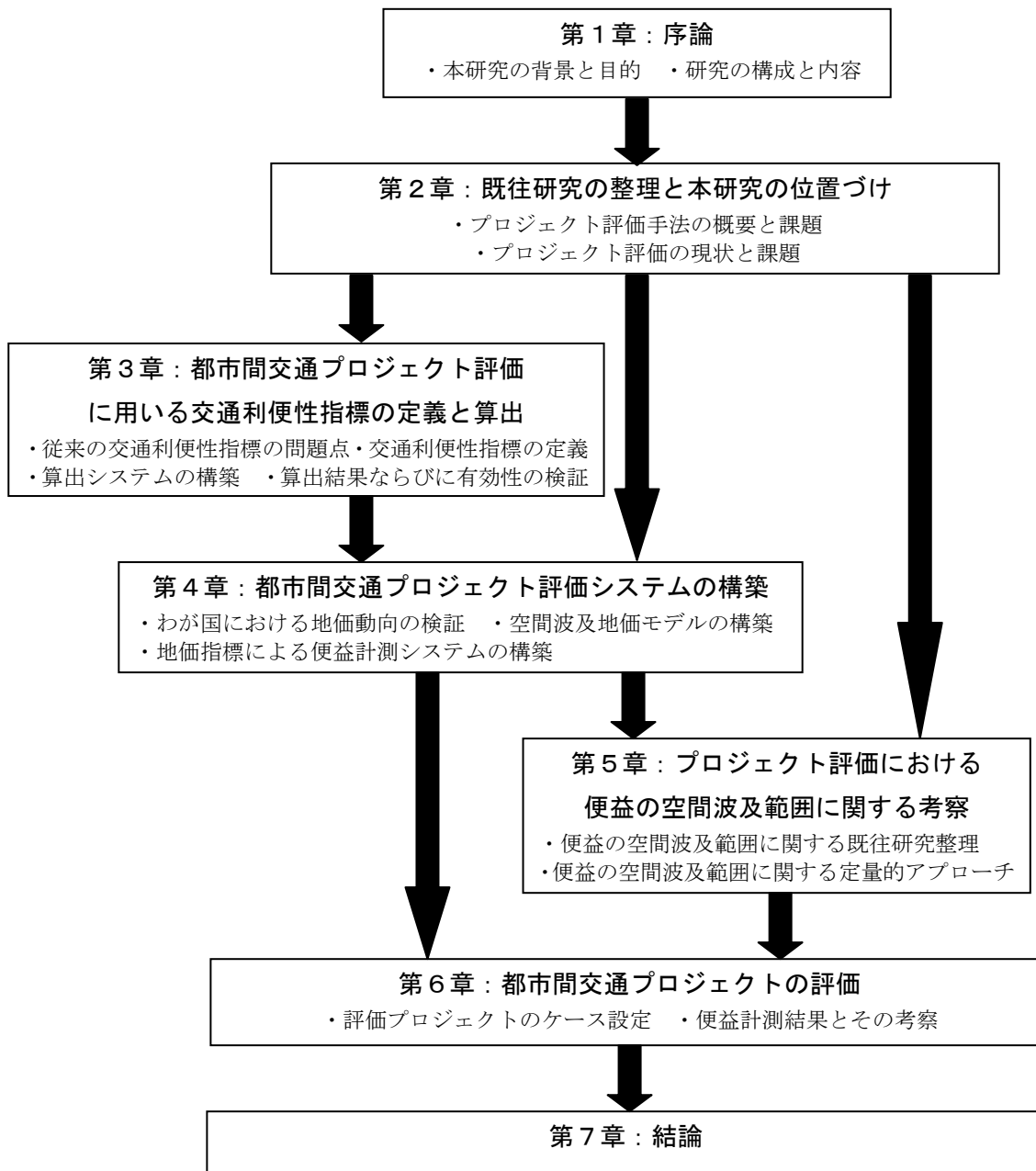


図 1.1 研究の構成

第1章では、研究の背景と目的を述べ、研究の構成と内容について概要を述べる。

第2章では、プロジェクト評価の意義について述べた後、人々の経済行動の結果を元にして間接的に評価を行う顕示選好法 (revealed preferences : RP), 人々の意識を問うことにより評価を行う表明選好法 (stated preferences : SP) を用いた評価手法として、(1) 消費者余剰法, (2) ヘドニック・

アプローチ、(3) 土地利用－交通モデル、(4) 応用一般均衡分析、(5) 代替法と、(6) 仮想評価法、(7) コンジョイント分析、の各評価手法に対する概要と課題について記述する。次に交通プロジェクト評価の現状について、各関連諸官庁でまとめられている公共事業に対するプロジェクト評価マニュアルについて簡潔に述べる。以上より、交通プロジェクト評価がかかえる課題について学術面のみならず実務面からまとめることにより、本研究の特徴を明確にするとともに、本研究の位置づけを明確にする。

第3章では、第2章での課題を踏まえ、従来から交通プロジェクト評価において用いられてきた交通利便性指標である所要時間や一般化費用は、運行頻度や乗り継ぎといった運行ダイヤ、多種多様な運賃・料金制度ならびに実際の交通行動を正確に反映したものであるとはいえない、という問題点について具体例を示して述べる。そして都市間交通の特性を考慮した交通利便性指標の計測を行うべく、日単位ではなく出発時刻毎に一般化費用を算出する交通利便性指標である EVGC (Expected Value of Generalized Costs) を定義する。そして、出発時刻毎に一般化費用を算出するために運行ダイヤや運賃・料金制度を的確に反映することが可能な EVGC 算出システムについて概説する。最後に、EVGC の計測結果を示し、本システムにおける料金・所要時間の現況再現性について検証し、本研究で定義した EVGC の有効性について述べる。

第4章では、第2章での課題を踏まえ、まず、プロジェクトによる便益の空間的帰着を明確にし、地域間の公平性の観点、財政面から議論がなされている開発利益の還元方策の推進を図る上で、地価指標を用いて便益計測を行うヘドニック・アプローチの有効性について述べる。また、ヘドニック・アプローチは、通常1時点横断で行われるものであるが、地価に時間的な変動を与えるマクロ的な要因は一般的に考慮されないため、クロスセクショナルな地価関数は他時点において不安定になり、時点によっては評価値が大きく異なるという指摘がなされており、時間的・空間的要因を考慮した上で、属性要因の安定した評価が行われるような地価モデルの理論的構築が必要である。そこでわが国における地価動向を把握し、地点ごとの地価が他の地点の地価に影響を及ぼしているという空間的要因を考慮した地価モデルの理論を構築した上で、地点の地価はその地点の属性とそのエリアの属性であるエリア内の最高地価により表現される空間波及地価モデルを導出する。そして本モデルを第3章で得られた交通利便性指標を用いて全国レベル、都道府県レベル、市区町村レベルの3段階で適用し、推定を行った上でモデルの妥当性について検証する。最後に、地価指標を用いた都市間交通プロジェクトの評価システムの構築を行う。

第5章では、第2章での課題を踏まえ、まず、便益の及ぶ範囲を人単位あるいは地域単位でどのように集計するべきか、という便益の空間波及範囲については、学術面でも十分に議論されておらず実務的にも評価者により定性的に決定されており、評価を行うにあたっての明確な基準がないのが現状であるといえ、便益値を評価する上で大きな課題である。そこで、便益の空間波及範囲を定量的に把握することの意義を述べ、既往研究ならびに評価マニュアルでの便益の空間波及範囲の扱いについてまとめる。そして、本研究における便益の空間波及範囲の定義について詳述する。具体的には、地価の推定値には誤差を有するものとして、Without 時の地価推定値の分布と With 時の地価推定値の分布を第4章で得られた地価モデルの推定結果を用いて算出する。そして、Without 時と比較して With 時に地価推定値が上昇する確率、地価上昇確率を求めたのち、便益評価値の信頼性の観点から定量的なアプローチにて便益の空間波及範囲を決定する方法について述べる。

第6章では、都市間交通プロジェクトである明石海峡大橋ならびに紀淡連絡道路を対象として、大規模海峡横断道路プロジェクト評価を行う。その際の設定として、評価対象道路周辺の高規格道路の整備がなされていない場合と、整備がなされている場合を考え、評価対象道路の評価にあたって、周辺の高規格道路の整備状況の有無が評価にどのような影響を及ぼすかを検証する。まず、評価を行うにあたって、第3章で構築した都市間交通の特性を考慮した交通利便性指標を用いるため、自動車交通ならびに公共交通それぞれに対して運賃・料金の設定、ダイヤの設定についてのケースごとに詳細を述べる。次に、第4章で構築した地価指標を用いた都市間交通プロジェクト評価システムならびに第5章での便益の空間波及範囲に関する考察からケースごとに便益計測を行い、プロジェクト評価を交通利便性指標、便益評価値、便益の空間波及範囲、といった観点から記述し、都市間交通プロジェクト評価において本研究より得られた知見をまとめる。

最後に、第7章では、研究全体を総括して結論を述べるとともに、プロジェクト評価にあたってのさらなる課題について述べる。

1.3 結語

第1章では、研究の背景について述べ、本研究での目的を明らかにするとともに、研究の構成と内容を記した。

1.1 では、研究の背景として、1) 都市間交通の特性を考慮した交通利便性指標を定義し、それを用いて交通プロジェクトの評価を行うことは、多種多様な都市間交通プロジェクトを統一的な視点からの確に評価する上で非常に重要であること、2) 便益の空間波及範囲に関する定量的なアプローチがなされることは、プロジェクトによる便益の空間的帰着を明確にし、地域間の公平性の観点、財政面から議論がなされている開発利益の還元方策の提案を行う上で、非常に有効であると考え、を述べた。

そして本研究の目的として、第3章において都市間交通の特性を考慮した交通利便性指標の計測、第4章において地価指標を用いた都市間交通プロジェクト評価システムの構築、第5章において便益の空間波及範囲に関する定量的アプローチ、を行い、第6章において、第3章から第5章で得られた結果を用いて大規模海峡横断道路プロジェクト評価を行い、その結果に対する考察を行い、第7章にて本研究を総括し結論を述べる、ことを説明した。

1.2 では、研究の全体構成を明らかにするとともに、各章の概要を簡潔に説明した。

< 1 章 参考文献 >

- 1) 森杉壽芳：公共事業評価の現状と課題，第 40 回運輸政策コロキウム，運輸政策研究 Vol.3 No.3 ,pp.69-74, 2000 Autumn
- 2) 上田孝行，長谷川専，森杉壽芳，吉田哲夫：地域修正係数を導入した費用便益分析，土木計画学研究・論文集，No.16, pp.139～142, 1999
- 3) 多々納裕一：不確実性下のプロジェクト評価：課題と展望，土木計画学研究・論文集，No.15, pp.19～30, 1998
- 4) 中川大・波床正敏：整備新幹線評価論～先入観にとらわれず科学的に評価しよう～，ピーテック出版部，2001
- 5) 加藤義彦・波床正敏・中川大・天野光三：都市間交通における所要時間の概念に関する基礎的研究，土木計画学研究・論文集，No.9, pp.69～76, 1991
- 6) 今野水己：CVMの便益集計範囲の設定に関する課題，土木計画学研究・講演集（春大会），2005
- 7) 小林潔司：地域間公平性を巡る論点と課題，運輸政策研究 Vol.3 No.3 ,2000 Autumn
- 8) 肥田野登，林山泰久：広域的社會資本整備のための開発利益還元方策の検討，土木計画学研究・講演集，No.12, pp.543-546, 1995.1

2. 既往研究の整理と本研究の位置づけ

2.1 概説

本章では、交通プロジェクトの評価に関する既存研究をレビューするとともに本研究の特徴を示し、研究の位置づけを明確にする。2.2 において、まずプロジェクト評価の意義を述べ、開発されてきた評価手法を概説するとともに、その適用の現状を学術面だけでなく評価マニュアルといった実務面から整理した上で、その課題を明らかにする。そして 2.3 では、2.2 を踏まえて、本研究の特徴を示すとともに、研究の位置づけを明確にする。2.4 では、本章のとりまとめを行う。

2.2 プロジェクト評価の現状と課題

交通プロジェクト評価の意義は、プロジェクトに係る事業の果たす役割を常に念頭におきながら、事業実施の意思決定を行うための重要かつ客観的な判断材料を提供することにある。また事業実施の意思決定プロセスの透明性を向上させ、国民に対する説明責任に果たし社会的コンセンサスを得ることにより、限られた予算を有効活用するためのものでもある^{1)~3)}。それゆえに、交通プロジェクト評価に関する研究は 19 世紀よりなされ、多種多様な評価手法が確立されるとともに、膨大な研究事例が存在する。本節では、交通プロジェクトの評価手法についてその概要を説明すると共に、手法適用の現状と課題について整理する。

2.2.1 評価手法の概要と課題

交通プロジェクトに関する評価手法として、人々の経済行動の結果を元にして間接的に評価を行う顕示選好法 (revealed preferences : RP)、もしくは人々の意識を問うことにより評価を行う表明選好法 (stated preferences : SP) を用いた 7 つの手法、(1) 消費者余剰法 (consumer surplus measure)、(2) ヘドニック・アプローチ (hedonic price method)、(3) 土地利用-交通モデル (land-use transport model)、(4) 応用一般均衡分析 (general equilibrium analysis)、(5) 代替法 (environmental surrogates method)、(6) 仮想評価法 (contingent valuation method : CVM) (7) コンジョイント分析 (conjoint analysis) が挙げられる⁴⁾。

以下、(1) から (7) の手法についてその概要を説明するとともに課題についてまとめる。

(1) 消費者余剰法 (consumer surplus measure)

消費者余剰の概念は、1844 年にフランスの Dupuit によって導入され、プロジェクトの社会的便益は、プロジェクト実施による消費者余剰と生産者余剰の変化分の合計であると定義された⁵⁾。その後、イギリスの経済学者の Marshall は、消費者余剰の概念を発展させ、「消費者がその財を無しですませるくらいなら支払ってもよいと考える最高支払い許容額の和から、実際にその財の購入のために支払った金額の合計を差し引いたもの」と定義し、その後の厚生経済学の基礎をなした⁶⁾。

Marshall の消費者余剰は、需要関数の左側の面積を求めるものであり、需要曲線を投資前の価格から投資後の価格まで積分したものである。複数の財の価格が同時に変化する場合にも同様な積分値を求め

ることになるが、その際には、積分する経路を定めた上で線積分を求める必要がある（線積分の経路依存性）。この問題については等価変分（equivalent variation：E V）や補償変分（compensating variation：C V）を用いれば避けることが可能であるが、Marshall の消費者余剰は等価変分や補償変分の近似値として用いることができ、そのことによる誤差は需要関数の推定による誤差よりもはるかに小さい。また、効用水準の変化を金銭換算したものであるとみなせるのは、道路交通需要が利用者の所得水準から影響を受けない場合（所得効果が存在しない場合）などに限られるが、この問題は道路交通に対する支出が利用者の所得の小さな割合しか占めていない場合にはほとんど無視できる⁷⁾。さらに、交通プロジェクトを行うことによる効果は、交通市場にとどまるものではなく、土地利用に変化をもたらす、地域経済に大きなインパクトを与える。これらの波及効果は交通プロジェクトの間接効果と呼ばれるものであるが、ファースト・ベストの条件下では間接効果の純便益はゼロとなるため（Mohring(1976), Kanemoto and Mera(1985)), 発生ベースでの消費者余剰法で得られた値を便益とすればよい⁷⁾。

以上の点から、需要関数を用いた消費者余剰による評価は、プロジェクトの便益を比較的簡便に計測できる有効な手段であることから、交通プロジェクト評価において研究面・実務面で数多くの適用事例がある。^{8) ~10)}

（2）ヘドニック・アプローチ（hedonic price method）

多くの環境や行政サービス水準は地域によって異なるが、その結果土地や住宅の価格も地域によって異なる。この地価や住宅価格データをもとに環境や行政サービスを評価しようとするのが、ヘドニック・アプローチの考え方である¹¹⁾。

ヘドニック・アプローチは1928年にWaughが農産物の価格と品質の関係を評価したものが最初であり^{12) 13)}、その後Rosen(1974)¹⁴⁾や太田ら¹⁵⁾がヘドニック・アプローチの理論的根拠を示したことから研究が発展し、金本ら^{16) 17)}が需要と供給の構造をモデル化した上で、社会資本整備による便益が、土地資産価値に帰着するというキャピタリゼーション仮説（Capitalization Hypothesis）に基づき、土地資産価値の変化分に相当することを示した。キャピタリゼーション仮説には時系列的に捉えるものと、クロスセクション（地域比較的）に捉えるものがあり、クロスセクションなキャピタリゼーション仮説に基づいたものを特にヘドニック・アプローチと呼ぶ¹⁸⁾。金本¹⁷⁾は、キャピタリゼーション仮説として、①開放地域（openness）：地域間の移住が自由で費用がかからない、②小地域（smallness）：社会資本の便益の及ぶ地域が他地域全体と比較して小さい、③同質性（homogeneity）：同じタイプの消費者が多数存在する、④自由参入（free entry）：企業の参入が自由で、超過利潤ゼロの長期均衡が成立している、⑤歪みのない価格体系（no price distortion）：価格体系に歪みが存在しないファーストベストの経済である、の条件がすべて成立していれば、プロジェクトの便益は全て地価に帰着し、これらの条件が成立しないときには過大評価になることを理論的に示している。これからヘドニック・アプローチによる便益評価手法は、影響範囲の小さいプロジェクトを対象にして用いられることが多い。

ヘドニック・アプローチは理論的には人の行動が現れる市場の分析から環境質、社会資本の価値を把握しようとするものである。したがって、現在価値あるものと認識されない潜在的な価値は把握されない。さらに、非常に意識されにくい、たとえば防災施設の価値の価値を把握することは難しい。また、

ヘドニック・アプローチは環境質・社会資本といった属性の差に対する価格付けであるので、現存しない環境レベルやサービスに対するの評価も困難であり、また国全体に均等に効果がもたらされる純粋公共財の評価は不可能である。しかしながら、多くの環境質や社会資本は影響圏が限定される地方公共財の性質を有しており、少なくともその性質に対する評価はヘドニック・アプローチにより可能となる。

これまでに我が国でヘドニック・アプローチにより価値が計測されている社会資本の機能は、道路・鉄道といった交通施設の利便性、快適性といった交通サービス機能ならびに空間機能、さらには水道、下水道のサービス機能、河川にかかわる防災機能および空間機能、公園や街の核となる施設の有する空間機能とシンボル機能など非常に幅広い。また、環境質としては騒音、大気、水質、廃棄物などの典型的な公害のみならず、緑、歴史的文化財などのアメニティについても評価されている。加えて、土地鑑定のための評価や土地にかかわる固定資産税や相続税の評価などにも利用可能である。このようにヘドニック・アプローチの適用範囲は極めて広いといえる。

実務レベルにおいては、道路や鉄道など交通施設の利便性、水道や下水道のサービス機能、河川の防災機能、環境質としての騒音・大気・緑など適用範囲が極めて高い。また、わが国においては、土地のデータが豊富で入手しやすく適用可能性も高い。一方、ヘドニック・アプローチでは地価関数の推定が不可欠であり、その恣意性も指摘されているが、被説明変数である地価自体は明確な価格であり、また説明変数の選択も分析の過程が開示されればきわめて客観性があるといえる¹⁹⁾。

大規模交通プロジェクトの便益評価をヘドニック・アプローチの考え方をを用いて計測したものは少ないが、林山¹⁹⁾は、二地域一般均衡モデルを用いて算出された便益とヘドニック・アプローチより算出された便益とを比較することにより、ヘドニック・アプローチにより算出された便益額は数%の過大評価になることを定量的に示した上で、大規模交通プロジェクトにおいても、ヘドニック・アプローチは適用可能であると結論付けている。また、肥田野・林山・山村²⁰⁾は、国土の50%に影響を及ぼすような社会資本整備においても、ヘドニック・アプローチより算出された便益は10数%の過大評価になるという精度であることを示すことにより、便益が広域に及ぶ大規模交通プロジェクトにおいても、ヘドニック・アプローチは適用可能であると結論付けている。

しかしながら、ヘドニック・アプローチの問題点として、地価関数推定に際しての多重共線性および関数型設定の恣意性がある。多重共線性は地価の説明変数の値が互いに独立であるようなサンプリングを行うことが極めて重要になる。そのためには説明変数自体をなるべくきめ細かい指標とすることが必要となる。たとえば、ある地点の交通利便性を表すアクセシビリティ指標についてみると、物理的な距離ではなく時間距離あるいは一般化費用の形で計測したり、対象としている環境質や社会資本の質的側面を指標化して考えることにより、その点は相当軽減される。

一方、関数型の設定についての恣意性はつねに存在する。しかし、評価対象が現存する環境質の水準や社会水準の範囲内の推定であれば問題は余りないといえる。特に、平均的水準付近の価値を求めている限りはどのような関数型であっても値そのものに大きな差はないといっていよい。

さらに、近年のバブル経済下での地価の高騰やその後の急落から地価が不安定な指標であるとの見方もあるが、地価関数のパラメータは時期によらず比較的安定しており、この方法論の可能性を否定するようなものではない。しかし、ヘドニック・アプローチの適用に際してはパラメータの安定性について常に注意を払う必要があるといえる。

(3) 土地利用－交通モデル (land-use transport model)

土地利用－交通モデルは、交通施設整備による土地利用へのインパクトを表現したモデル（土地利用モデル）と、土地利用のインパクトがさらに交通に及ぼす影響を表現したモデル（交通モデル）とを統合したモデルである 21)。

土地利用－交通モデルは 1964 年に Lowry モデルが発表されて以来、計量経済モデル、空間価値モデル、行動最適化モデルなど種々のタイプが開発されているが、基本的には土地市場、交通市場などといった多市場の同時均衡に立脚するものであり、事例への適用ならびにモデルの精緻化がなされている 22)～24)。

(4) 応用一般均衡分析 (general equilibrium analysis)

交通政策によって交通便利性に変化が起これば、直接的に住宅や企業の立地魅力が変化する。また、立地魅力の変化は資産価値の変動をもたらす、その結果、土地利用・生産性・物流などにも影響が及ぶ。さらにその効果は一般均衡の市場メカニズムを経由して波及していき、最終的には地域社会あるいは国民社会を構成する家計の効用水準の変化という形で帰着する。このような一般均衡分析を経て、交通政策による家計の効用水準の変化分を貨幣換算したものが、交通施策による便益となる。

応用一般均衡分析は、ミクロ経済学の分野で発展してきた一般均衡理論とマクロ経済学の分野で発展してきた国民経済計算体系のデータを融合した分析手法である。この方法は便益の二重計測や計測もれを避けることができるが、正確な計測を行うためには膨大な数の生産関数や効用関数を特定化しなければならないという技術的な問題が残されている。交通整備の評価は上田ら 25) などによって数多くの研究蓄積がなされている。

(5) 代替法 (environmental surrogates method)

代替法とは、ある便益に対する受益者の支払意思額と近似すると考えられる市場財の価格を便益として計測する手法である。例えば、防災関連事業においては、防災事業によって回避される被害額の期待値の差分で表される。比較的簡単に評価できることから、わが国では林野庁が 1973 年に全国の森林の価値を評価するなどの事例がある。

ただし、代替法は相当する市場財が存在しない場合は評価できないことや、その市場財と完全代替の関係にあるとの仮定をしなければならないこと、また人々の効用との関係が明確でないこと、などの問題がある 26)。

(6) 仮想市場法 (contingent valuation method : CVM)

仮想市場法 (CVM) とは、環境や行政サービスの内容を回答者に説明した上で、その水準を向上させるのに対して支払ってもよいと考える金額＝支払意思額 (WTP : Willingness to Pay), あるいは環境や行政サービスが悪化してしまった場合に元の効用を得るのに補償してもらうのに必要な金額＝受入補償額 (WTA : Willingness to Accept Compensation) を質問する方法である。この問いによって得られた金額をもとに評価対象者の数を乗じて総額としての環境や行政サービスの価値を推計する 27)。

CVMの最大の特色は、実在する環境や行政サービスばかりでなく、仮想的な環境や行政サービスに関しても経済的評価が可能であることである。レクリエーションや景観などの利用価値だけでなく、野生動物や生態系などの非利用価値も評価できる。ただし、CVMはアンケートを用いて人々に価値をたずねるため、その評価値はアンケート設計、ならびに回答属性の影響を受けやすく（バイアス）、そのバイアスによって評価額の信頼性が低くなる危険性は否めない²⁸⁾。

この非市場財の価値を直接たずねるアイデアはCiriacy-Wantrup (1947) が最初に提案し²⁹⁾、Davis (1963) がレクリエーション価値を対象に評価を行ったことからCVMの研究が開始された³⁰⁾。海外では1980年代から環境問題に対する社会の関心が高まったことを背景に研究が本格的に展開され、たとえば米国環境保護庁は大気汚染や水質汚濁を防止するための効果を評価するために環境政策にCVMが使われるようになった。また、バルディーズ号の原油流出事故による生態系破壊をめぐって、環境に対する企業の社会的責任が問われ、その損害賠償額の算定にあたってCVMによる評価が用いられた³¹⁾。

わが国では、本格的にCVMの実証研究が開始されたのは1990年代に入ってからであるが、これまでに森林・河川・湿原・干潟などの自然環境、地球温暖化対策、農地保全など様々な環境の価値が評価されている^{32)~35)}。

(7) コンジョイント分析 (conjoint analysis)

コンジョイント分析 (conjoint analysis) は、CVMと同様にアンケートを用いて評価するが、プロフィールと呼ばれるカードを用いて評価対象を属性別に評価するという特徴を持つ手法である。CVMが単一属性の評価に限定されることに対して、コンジョイント分析は多属性の政策代替案の選択結果から属性ごとの支払意思額を明らかにできるという特徴を持つ。

コンジョイント分析は1960年代に計量心理学の分野で誕生し理論構築がなされた [Luce and Tukey (1964)]。その後マーケティング・リサーチの分野で研究が進み [Green and Wind (1973)]、この分野での研究事例は多数ある。1990年代に入ってから環境評価にも応用されるようになったが、CVMと比較して研究蓄積は少ない^{36)~39)}。

評価手順はCVMと同様であるため、その評価値はさまざまなバイアスによって信頼性が低くなる危険性がある。さらにアンケート設計に加えてプロフィールの設計という手順が入るため、プロフィールの設計によるバイアスも無視できない。

2.2.2 プロジェクト評価の現状

交通プロジェクト評価については、高度経済成長の終焉を迎えた後、効率的な社会資本整備の推進、情報公開の必要性、および説明責任の明確化などの社会的ニーズから、1996年11月橋本内閣時における「公共事業の投資効果を高め、その効率化を図る必要があり、公共事業の建設コストの低減対策、費用対効果分析の活用等を計画的に推進されたい」との所信表明以降、公共事業に対するプロジェクト評価が注目された。それに伴い、各関連諸官庁では費用対効果分析を含めたプロジェクト評価の考え方、およびその実施要領を詳述したプロジェクト評価に関するマニュアル（以下、評価マニュアルと記す）

をとりまとめている 8) 9) 40)~50) 。

評価マニュアルにおける定量的な便益評価項目を表 2.1 に示す。道路整備事業や街路整備事業における走行時間短縮便益および走行費用減少便益といった利用者便益の評価手法として消費者余剰法が用いられている。また区画整備事業や再開発事業における容積率緩和便益，都市機能の向上便益，アメニティ向上便益についてはヘドニック・アプローチが用いられている。また，防災対策関連事業では代替法により防災事業特有の不確実性に対する便益項目を評価すべきであるとしている。さらに，環境や景観といった項目も評価対象範囲となりつつあり，そのような場合にはCVMの手法が主に適用されている。

このような評価マニュアルが各事業の関係省庁において整備され，実際の事業評価において適用されていることは，個々のプロジェクトに対して，個々に評価手法を決定するのではなく，多数のプロジェクト評価を統一した視点から実施し，意思決定を行っていく方向にあることを意味している。

それゆえに，プロジェクト評価において用いられる評価理論の確立ならびにその精緻化は緊急な課題の1つであるとともに，分析事例の蓄積を伴うにつれ，評価マニュアルの問題点の抽出が行われ，実証分析のための方法論・手法の確立に対する要求も非常に大きくなっているといえる 51)~54)。

2.2.3 交通プロジェクト評価の課題

理論的にも実用的にもかなり確立され，実際のプロジェクトに適用されるなど，分析事例の蓄積も進んでいるプロジェクト評価において，いまだ残された課題を下記にまとめる。

まず，複数のプロジェクトに対する意思決定プロセスにおける効率性と公平性の問題である。前述してきたプロジェクト評価とは，あくまでもプロジェクトの経済的効率性を評価するものであり，公平性の確保に関しては十分な配慮がなされていない。効率性と公平性とは常に表裏一体のものであり，プロジェクトによって発生する便益と費用のみでプロジェクトの妥当性を判断することには多くの問題がある，との批判がある。この点に関しては，ドイツのRAS-W⁵⁵⁾では，地域格差の是正といった国土政策の観点から，格差を是正すべき地域について他の地域と比較して便益が大きく評価されるよう地域係数が設定されており，公平性に配慮した評価となっている。またわが国においても，道路投資に関する評価においては，地域格差の是正を考慮した評価手法である修正費用便益分析が提案されている 56)。

しかし，交通プロジェクト自体の費用対効果と，交通プロジェクト実施による地域ごとの費用対効果とは相異なるものであると考える。交通プロジェクト実施による効果・影響は，利用者便益のほか，この効果が波及して生じる地域の生産増加，雇用の増加などの経済開発効果，あるいは医療・教育などの地域社会への影響，環境，エネルギー，交通安全，災害時の信頼性（リダンダンシー）の向上など長期間かつ広範囲にもたらされるものであるため，公平性を評価する場合には，交通プロジェクト実施が地域に及ぼす効果・影響を明確にし，地域ごとの交通プロジェクト費用および便益を的確に計測することが求められる。しかし，交通プロジェクト実施による効果・影響がどの地域まで及ぶのかについての理論・実証研究は，十分になされているとはいえず 57)，便益がどの範囲に及ぶのかについての定量的評価に関する議論を進める必要がある。

表 2.1 評価マニュアルにおける定量的な便益評価項目

所管官庁	評価対象財	定量的な便益評価項目	評価手法	備考		
建設省道路局	道路整備事業	走行時間短縮便益	CSM			
		走行費用減少便益	CSM			
		交通事故減少便益	ESM	原単位は事故損失額算定式から算出		
		環境便益(騒音, NOx, CO ₂)	HPM, CVM	さまざまな手法による既存研究の成果から算出		
建設省都市局	街路整備事業	走行時間短縮便益	CSM			
		走行費用減少便益	CSM			
		走行整備の便益	CVM	用途別に歩行者の便益を評価		
		容積率緩和便益	HPM			
	区画整備事業	都市機能の向上便益	HPM	交通利便性向上等		
		アメニティ向上便益	HPM	公園・公開空地整備に伴うアメニティ向		
	再開発事業	事業区域内収益向上便益	ESM	事業区域内の売り上げに伴う収益(粗利)を便益とする		
		都市機能の向上便益	HPM	前面道路拡張による交通利便性向上		
	公園整備事業	アメニティ向上便益	HPM	公園・公開空地整備に伴うアメニティ向		
		環境改善便益	TCM, CVM			
	下水道整備事業	生活環境の改善便益	ESM	悪臭防止等の代替事業費用を積算		
		便所の水洗化便益	ESM	浄化槽の設置等の代替事業費用を積		
		公共用水域の水質保全便益	CVM	水質改善による環境価値の増大		
		浸水の防除便益	ESM	回避される被害額の期待値の差分		
資源利用便益		ESM	覆蓋上部空間の有効利用, 管渠内空間の有効利用, 消雪溝利用, 汚泥利用による直接支出および代替支出の軽減			
建設省河川局	治水整備事業	被害回避便益	ESM	期待被害額の軽減(維持管理費を差し引く)		
	河川環境整備事業	環境改善便益	CVM	水環境の改善, 生物の良好な生息・生育環境の保全, 復元, 良好な景観の形		
運輸省鉄道局	鉄道整備事業	走行時間短縮便益	CSM			
		走行費用減少便益	CSM			
		供給者便益		別途, 補完・競合路線の収益変化も考慮		
		(道路の)事故減少便益	PUM	財務分析結果による純利益の差分		
		環境便益(騒音, NOx, CO ₂)	PUM	道路整備事業の算定式を引用		
運輸省港湾局	港湾整備事業	多目的国際ターミナル, 国内物流ターミナル整備事業	輸送費用の削減便益	CSM	荷主と港湾の陸上輸送距離短縮および海上輸送費用の削減を対象	
			排出ガスの減少便益	ESM		
		防波堤整備事業	輸送費用の削減便益	CSM	荷主と港湾の陸上輸送距離短縮および海上輸送費用の削減を対象	
			海難の減少, 海岸および背後地の浸水被害の回避	ESM	被害の回避額を積算	
		航路・泊地整備事業 臨海道路, 臨港鉄道整備事業	輸送費用の削減便益	CSM	荷主と港湾の陸上輸送距離短縮および海上輸送費用の削減を対象	
			輸送費用の削減便益(貨物)	CSM		
			移動費用の削減便益(旅客)	CSM		
		港湾緑地整備事業	既存道路の混雑緩和便益	CSM		
			排出ガスの減少便益	ESM		
			港湾来訪者の交流機会増加便益	TCM	参考値: 3,676円/人・回	
	港湾就労者の就労環境改善便益		CVM	参考値: 13,439円/人・年, 個別調査を奨励		
	港湾旅客の利用環境改善便益		CVM	参考値: 246円/人・年		
	耐震強化施設整備事業	港湾周辺地域環境の改善便益	CVM	参考値: 4,844円/世帯・年		
		生態系および自然環境保全便益	CVM			
		海岸事業	高潮・津波対策事業	輸送費用の削減便益	ESM	震災発生確率×物資の割引費用差
				施設被害の回避による便益	ESM	震災発生確率×損失した岸壁の整備
			浸水対策事業	浸食防護便益	ESM	浸水被害額がゼロである場合との差である浸水被害期待額
				利用者便益	TCM(CVM)	海水浴やレクリエーション等の海岸利用者に対する便益, CVMの適用も推奨
	海岸環境整備事業		環境便益	TCM(CVM)	良好な景観の形成による地域住民の快適性の向上, CVMの適用も推奨	
			公有地造成護岸等整備事業		事業による便益として見込まれる場合算定	
	航路標識整備事業	局部改良事業		事業による便益として見込まれる場合算定		
航路標識整備事業		海難事故減少便益	ESM	船体・貨物の損失の減少, 危険物流出による漁獲高損失の減少		
農水省構造改善局	土地改良事業	船舶運航経費削減	ESM			
		農業生産向上便益	ESM	作物生産および品質向上による純益の差分		
		農業経営向上便益	ESM	営農経費, 維持管理費および営農に関わる走行費用の差分		
		生産基盤保全便益	ESM	更新効果と災害被害額の軽減額		
		被害軽減便益	ESM	洪水被害および地盤沈下による被害の軽減額		
		生活環境整備便益	ESM	一般交通費および非農地等創設による費用の差分と安全性向上に期待回避		
		地域資産保全・向上便益	ESM	国土造成, 文化財発見, 公共施設保全, 河川流況安定, 地下水かん養, 地域用水, 地籍確定による費用差分		
		景観保全便益	ESM	水辺環境および農道環境改善に要する費用		
		保険休養機能便益	ESM	農業用施設利用およびレクリエーション施設追加による収益額		

出典: 長峯純一・片山泰輔(編著): 公共投資と道路政策, 劉草書房, 2001

CSM: 消費者余剰法, HPM: ヘドニックアプローチ, CVM: 仮想市場法, ESM: 代替法, TCM: 旅行費用法, を表す

便益がどの範囲まで及ぶのか、という問題については第5章にて詳述するが、効率性と公平性についての評価基準を明確にした上で事業の意思決定プロセスに対する国民の合意形成を得ることは、効率的かつ効果的なプロジェクトの峻別ならびに推進を行っていく上で必要不可欠なものであるとともに、昨今の逼迫する財政状況の中で交通プロジェクト実施による開発利益の還元問題に対して有効な示唆を与えるものとする。

また、評価マニュアルについては評価手法ならびに適用項目についてのさらなる精緻化が求められる。各省庁にて作成された評価マニュアルについてまとめると、利用価値については消費者余剰法、その他の価値についてはその他の手法を適用し、それらの評価値を単純和することにより、事業の評価を行っているものが多く、現状においても便益の二重計測の問題・便益の計測漏れなどといった便益計測上きわめて重要な問題・課題を有していると考えられ、これらの課題に対する検討は始まったばかりであるといえる^{58)~60)}。この問題については第4章にて詳述するが、特にCVMによる非市場財の価値計測が可能か否かについては議論が分かれており、CVMによるアンケートのバイアスに関する問題などから、非市場財の価値計測方法に関する議論について、いまだ結論が出ていないのが現状である。

さらに、多種多様な交通プロジェクトに対する評価の問題がある。都市間交通プロジェクトにおいては、高速道路建設や鉄道新線建設により所要時間や一般化費用の減少をもたらすハード面の整備だけでなく、運行頻度の増加による待ち時間の減少や、運行ダイヤ改正による乗り継ぎ時間の減少といったソフト面の整備も交通プロジェクトの1つである。さらに、高度情報化社会の到来にともなう自動料金収受システムの導入や、高齢化社会の急速な進展に伴い既存交通システムに与えられた緊急の課題である交通施設のバリアフリー化・ユニバーサルデザイン化施策も交通プロジェクトであり、これら多種多様な交通プロジェクトを的確に評価することが求められている^{61)~82)}。しかし、交通プロジェクト評価において従来から用いられている最短所要時間や最小一般化費用といった交通利便性指標（アクセシビリティ指標）では、運行頻度が小さく所要時間や料金だけでなく運行頻度や乗り継ぎ時間なども交通利便性に大きな影響を与えているような都市間公共交通の交通利便性は正確に表現されない。この問題については第3章にて詳述するが、都市間交通の特性を考慮した交通利便性指標を定義し、それを用いて交通プロジェクトの評価を行うことは、多種多様な都市間交通プロジェクトを統一的な視点から的確に評価する上で非常に重要である。また、高度情報化社会の到来や、高齢化社会の急速な進展に伴い既存交通システムに求められる施策を評価する際には、従来の交通プロジェクト評価における効率性・採算性といった経済性のみならず、移動制約の緩和・解消による機会均等といった公平性の観点からも評価する必要がある。

以上のように、交通プロジェクト評価に関する課題は未だ多くあり、それゆえに、プロジェクト評価において用いられる評価理論の確立ならびにその精緻化は緊急な課題の1つである。また、評価マニュアルが各事業の関係省庁において整備され、実際の事業評価において適用され、事例が蓄積されるにつれ、評価マニュアルの問題点の抽出が行われ、実証分析のための方法論・手法の確立に対する要求も非常に大きくなっているといえる^{83)~100)}。

2.3 本研究の特徴と位置づけ

本節では2.2で述べた交通プロジェクト評価の現状と課題を鑑み、本研究の特徴ならびに位置づけに

ついて記述する。本研究の特徴は以下の3点でまとめられる。

(1) 都市間交通の特性ならびに実際の交通行動を考慮した交通利便性指標の定義と計測

交通プロジェクト評価において従来から用いられている最短所要時間や最小一般化費用といった交通利便性指標では、運行頻度が小さく所要時間や料金だけでなく運行頻度や乗り継ぎ時間なども交通利便性に大きな影響を与えているような都市間公共交通の交通利便性は正確に表現されない、という指摘が中川、天野によりなされている。この問題を解決すべく、これまでも滞在所要時間、最遅出発時間と目標到達時間との差、期待所要時間（積み上げ所要時間）といった運行ダイヤやフリークエンシーを正確に考慮した所要時間がいくつか提案されている。さらには期待一般化費用、EVGCといった運行ダイヤやフリークエンシーを正確に考慮し、かつ都市間交通の複雑な体系を有する運賃・通行料金を正確に考慮した一般化費用も提案されているが、一般化費用を計測する上で重要な指標である時間価値については、いずれの研究でも所得接近法で得られた値が用いられており、実際の交通選択行動との関係は明確になされていない、という課題を有している。

そこで、第3章においては、実際の交通選択行動を反映した時間価値の推定を行うことにより、都市間交通の特性ならびに実際の交通行動を考慮した交通利便性指標を定義した上で、多種多様な交通プロジェクト評価に対応可能な交通利便性指標の計測システムの構築を行い、実際に計測し、指標の適用可能性を検証する点が、本研究の特徴の1つである。

(2) 都市間交通プロジェクト評価システムの構築

現状では、交通プロジェクト評価においては、評価毎に異なるモデルが構築された上で適用されており、多種多様な都市間交通プロジェクトを統一的な視点から評価するためには、評価に用いるモデルについて統一する必要がある。また、今後のインフラストラクチャーを効率的に整備する観点から、複合交通空間整備を積極的に進めることが望まれているが、従来の整備効果の計測手法に見られるような、個別機能のものを別個のものとして加算していく方法では二重計算といった問題が発生するため、統一的単一尺度での計測が望ましいといえる。その意味で単一尺度である地価指標を用いて便益計測を行うヘドニック・アプローチは有力な方法であり、プロジェクトによる便益の空間的帰着を明確にし、地域間の公平性の観点、財政面から議論がなされている開発利益の還元方策の推進を図る上で非常に大きな役割を果たすものとする。また、ヘドニック・アプローチは、通常1時点横断で行われるものであるが、地価に時間的な変動を与えるマクロ的な要因は一般的に考慮されないため、クロスセクショナルな地価関数は他時点において不安定になり、時点によっては評価値が大きく異なるという指摘がなされており、時間的・空間的要因を考慮した上で、地点属性要因の安定した評価が行われるような地価モデルの構築が必要である。

そこで、第4章においては、わが国における地価動向を把握し、地点ごとの地価が他の地点の地価に影響を及ぼしているという空間的要因を考慮した地価モデルの理論を構築した上で、地点の地価はその地点の属性とそのエリアの属性であるエリア内の最高地価により表現される空間波及地価モデルを導出する。そして本モデルを全国レベル、都道府県レベル、市区町村レベルの3段階で適用し、推定を行った上で、地価指標を用いた都市間交通プロジェクトの評価システムの構築を行い、多種多様な都市間交通プロジェクトを統一的な視点から評価可能な、かつ時点によらず安定した評価が可能なモデルとし

システムを構築することが、本研究の特徴の1つである。

(3) 便益の空間波及範囲に関する評価

交通プロジェクト自体の費用対効果と、交通プロジェクト実施による地域ごとの費用対効果とは相異なるものであり、効率性のみならず公平性の観点からみても、交通プロジェクト実施が地域に及ぼす効果・影響を明確にし、地域ごとの交通プロジェクト費用および便益を的確に計測することが求められる。しかし、交通プロジェクトによる効果・影響がどの地域まで及ぶのか、またどの地域まで計測をおこなえばよいのか、といった観点からの理論・実証研究は、十分になされているとはいえない。

そこで、第5章においては、便益がどの範囲に及ぶのか、という便益の空間波及範囲についての既往研究ならびに評価マニュアルでの取り組みをとりまとめて課題を明らかにする。さらに、都市間交通プロジェクト評価システムを用いて、第6章において、明石海峡大橋や紀淡連絡道路といった大規模海峡横断プロジェクトを対象として便益計測を行い、便益がどの範囲に及ぶかを定量的なアプローチから検証する点が、本研究の特徴の1つである。

2.4 結語

本章では、交通プロジェクト評価の既往研究を整理した上で、その現状と課題について記述し、本研究の特徴と位置づけを行った。

2.2 では、交通プロジェクト評価にかかる7つの手法についてその概要と課題を記した。さらに、プロジェクト評価の現状を学術面のみならず評価マニュアルの整備状況という観点から実務面からも述べるとともに、便益がどの範囲に及ぶのかについての定量的評価に関する議論を進める必要があること、都市間交通の特性を考慮した交通利便性指標を定義し交通プロジェクトの評価を行うこと、といった課題について論じた。

2.3 では、2.2 で記述した課題を踏まえ、本研究の特徴として、(1) 都市間交通の特性ならびに実際の交通行動を考慮した交通利便性指標の定義と計測、(2) 都市間交通プロジェクト評価システムの構築、(3) 便益の空間波及範囲に関する評価、について述べるとともに、本研究の位置づけを明確にした。

< 2章 参考文献 >

- 1) 松中亮治：地域間交通ネットワークの評価と段階的整備計画に関する研究，京都大学工学博士論文，2002
- 2) 北村幸定：経済変動を考慮した市街地再開発事業のフィジビリティに関する研究，京都大学工学博士論文，2003
- 3) 白柳博章：都市間交通プロジェクトの評価システムに関する研究，京都大学修士論文，2000
- 4) 森杉壽芳（編著）：社会資本整備の便益評価，剋草書房
- 5) Dupuit, J.H. : On the Measurement of the Utility of Public works, *Annals des ponts et Chaussées*, Second Series Vol.8, 1844
- 6) Marshall, A. : *Principle of Economics*, London, Mcmillian Press, 1930
- 7) 中村英夫（編）道路投資評価委員会（著）：道路投資の社会経済評価，東洋経済新報社
- 8) 道路投資の評価に関する指針検討委員会：道路投資の評価に関する指針案（第1編），財団法人日本総合研究所，1998
- 9) 鉄道整備の費用対効果分析手法の開発に関する調査委員会：鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル 97，財団法人運輸経済研究センター
- 10) 加藤浩徳，芝海潤，林淳，石田東生：都市鉄道駅における乗継利便性向上施策の評価手法に関する研究，*運輸政策研究* Vol.3, No.2 ,pp.9-19, 2000 Summer
- 11) 肥田野登：環境と社会資本の経済評価～ヘドニック・アプローチの理論と実際～，剋草書房
- 12) Waugh, F.V.: Quality Factors Influenceing Vegetable Prices, *Journal of Farm Economics*, 1928
- 13) Court, A.T. : Hedonic Price Indexes with Automotive Examples, in the *Dynamics of Automobile Demand*, General Motors Corporation, pp.99～117, 1939
- 14) Rosen, S. : Hedonic prices and implicit market: Product Differentiation in Pure Competiton, *Journal of Plitical Economy*, Vol.82 No.1, pp.34～55, 1974
- 15) 太田誠：品質と価格 新しい消費者の理論と計測，創文社，1980
- 16) Kanemoto, Y. : Hedonic Prices and the benefits of public projects, *Econometrica*, Vol.56, pp.981～989, 1988
- 17) 金本良嗣：ヘドニック・アプローチによる便益評価の理論的基礎，*土木学会論文集*, IV-17, pp.47～56, 1992
- 18) 肥田野登：環境と社会資本の経済評価，剋草書房，1997
- 19) 林山泰久：地価指標による都市間交通施設がもたらす便益計測精度の実証的検討，日本交通政策研究会，日公研シリーズ，A-190, pp.1～16, 1995
- 20) 肥田野登・林山泰久・山村能郎：都市間交通施設整備がもたらす便益と地価変動，*土木学会論文集*, No.449/IV-17, pp.67～76, 1992
- 21) 青山吉隆：土地利用モデルの歴史と概念，*土木学会論文集*, No.347/IV-1, pp.19～28, 1984
- 22) 尹鐘進，青山吉隆，中川大，松中亮治：立地変動を考慮した実用的な土地利用・交通モデルの構築，*土木計画学研究・論文集*, No.17, pp.247～256, 2000

-
- 23) JongJin Yoon, Yoshitaka Aoyama, Dai Nakagawa, Ryoji Matsunaka : An Evaluation of Urban and Transport Policy Using a Land-Use/Transport Interaction Model, Proceedings of the 9th World Conference on Transport Research, CD-ROM, 2001
 - 24) 尹鐘進：環境を考慮した土地利用・交通相互作用モデルによる道路交通政策の評価，京都大学学位論文，2002
 - 25) 上田孝行・高木朗義・森杉壽芳・小池敦司：便益帰着構成表アプローチの現状と発展方向について，運輸政策研究，vol.2 No.2, pp.2～11, 1999
 - 26) 大野栄治（編著）：環境経済評価の実務，剋草書房
 - 27) 肥田野登（編著）：環境と行政の経済評価～CVM（仮想市場法）マニュアル～，剋草書房
 - 28) 栗山浩一：環境の価値と評価手法～CVMによる経済評価～，北海道大学図書刊行会，1998
 - 29) Ciriacy-Wantrups, S.V.: Capital Return from Soilconservation Practices, Journal of Farm Economics, Vol.27, pp.1181-1194, 1947
 - 30) Davis, R.K.: The Value of Outdoor Recreation: An Economic Study of Maine Woods, Unpublished PH. D. dissertation, Harvard University, Cambridge, 1963
 - 31) NOAA:Oil Pollution Act of 1990 : Proposed Regulation for Natural Resource Damage Assessment, US Department of Commerce, 1994
 - 32) 林山泰久：仮想的市場評価法による環境質の便益評価，土木学会誌，Vol.83, pp.58～61, 1998
 - 33) Yoshitaka Aoyama, Ryoji Mastunaka and Wataru Kikuchi : The Use Value Measurement of the ITS Services in Japan, 6th World Congress on ITS, CD-ROM, 1999
 - 34) 青山吉隆，松中亮治，鈴木彰一：CVM と顕示選好法を用いた歴史的文化的財の経済的価値計測方法に関する研究，土木計画学研究・論文集，No.17, pp.47～55, 2000
 - 35) 藤原史明，大江真弘，松中亮治，青山吉隆：住民の意識構造を反映した道路整備評価，土木計画学研究・論文集，No.17, pp.99～106, 2000
 - 36) 栗山浩一：コンジョイント分析，大野栄治（編著）環境経済評価の実務，剋草書房，2000
 - 37) 鷺田豊明：環境評価入門，剋草書房，1999
 - 38) 青山吉隆，中川大，松中亮治，大庭哲治：京都市民の意識に基づく古都保存法の経済評価，都市計画論文集 Vol.35, pp.169-174, 2000.11
 - 39) 寺部慎太郎，屋井鉄雄：プロビットモデルによるコンジョイント分析に関する研究，土木計画学論文集，No.14, pp.67-70, 1997
 - 40) 道路投資の評価に関する指針検討委員会：道路投資の評価に関する指針案（第2編，総合評価），財団法人日本総合研究所，1999
 - 41) 社団法人日本公園緑地協会：小規模公園費用対効果分析マニュアル，2000
 - 42) 社団法人日本下水道協会：下水道事業における費用効果分析マニュアル，1998
 - 43) 国土交通省総合政策局・都市・地域整備局・住宅局：都市再生総合整備事業及び市街地環境整備事業の新規採択時評価マニュアル，2002
 - 44) 河川に係る環境整備の経済評価研究会：河川に係る環境整備の経済評価の手引き（試案），2000
 - 45) 国土交通省港湾局：港湾整備事業の費用対効果分析マニュアル，2004
-

-
- 46) 農林水産省構造改善局・水産庁・運輸省港湾局・建設省河川局：海岸事業の費用対効果分析手法（平成9年度版），1997
 - 47) 建設省道路局・都市局：費用便益分析マニュアル（案），1998
 - 48) 運輸省航空局監修：空港整備事業の費用対効果分析マニュアル 1999，財団法人 運輸政策研究機構，1999
 - 49) 奥平聖：道路投資の費用対効果分析，運輸政策研究 Vol.1, No.3 ,pp.47-53, 1999 Winter
 - 50) 小原恒平：港湾投資評価の基本的考え方，運輸政策研究 Vol.2, No.3 ,pp.26-32, 1999 Autumn
 - 51) 長峯純一・片山泰輔（編著）：公共投資と道路政策，剋草書房，2001
 - 52) 貝山道博：社会資本整備評価の理論 交通施設整備を中心として，社会評論社，1993
 - 53) 金本良嗣：交通投資の便益評価．消費者余剰アプローチ，日交研シリーズ，A-201，1996
 - 54) 森杉壽芳：プロジェクト評価に関する最近の話題，土木計画学研究・論文集，No.7, pp.1～33，1989
 - 55) 上田孝行，中村英夫，森杉壽芳：ドイツにおける道路投資評価，道路投資の経済評価 第16章，東洋経済新報社，pp.315～329，1997
 - 56) 上田孝行，長谷川専，森杉壽芳，吉田哲夫：地域修正係数を導入した費用便益分析，土木計画学研究・論文集，No.16, pp.139～142，1999
 - 57) 今野水己：CVMの便益集計範囲の設定に関する課題，土木計画学研究・講演集（春大会），2005
 - 58) 足達健夫，石田宣久，萩原亨，加賀屋誠一：CVMを用いた地方高規格幹線道路の整備評価に関する研究
 - 59) 岩瀬広，今野水己：公共事業評価における非市場財の便益評価，土木計画学研究・講演集，No.22, pp.53～56，1999.10
 - 60) 林山泰久：環境評価手法の現状とその課題－生活の質の評価を事例として－，第27回運輸政策コロキウム，運輸政策研究 Vol.2 No.1 ,pp.68-71, 1999 Spring
 - 61) 白柳博章，青山吉隆，中川大，松中亮治，野村友哉：ヘドニック法による都市間交通プロジェクトの便益計測システムの構築とSmall条件の検証，土木計画学研究・論文集，Vol.17, pp.57～66，2000
 - 62) 野村友哉，青山吉隆，中川大，松中亮治，白柳博章：EVGCを用いた都市間高速鉄道プロジェクトの便益評価に関する研究，土木計画学研究・論文集，Vol.18 No.4, pp.627～636，2001
 - 63) Yoshitaka AOYAMA , Dai NAKAGAWA , Ryoji MATSUNAKA and Hiroaki SHIRAYANAGI : THE RESULTING BENEFITS OF THE LINEAR EXPRESS PROJECT USING THE EXPECTED VALUE OF GENERALIZED COSTS (EVGC), Proceedings of ICIT, Vol.1, pp.175～183, 2002
 - 64) Yoshitaka Aoyama, Dai Nakagawa and Ryoji Matsunaka : The benefits of large-scale transport projects using the expected value of generalized costs (EVGC), 6th RSAI World Congress, 2000
 - 65) 張澤永，青山吉隆，松中亮治，栗林大輔：鉄道サービス水準の評価のためのアクセシビ
-

-
- リティ指標に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.17, pp.75~82, 2000
- 66) Taekyoung JANG, Yoshitaka AOYAMA, Dai NAKAGAWA, Ryoji MATSUNAKA : Comparison of the Effect of Railway Service Improvement on the Attractiveness of Cities in Korea and Japan, International Symposium on City Planning 2000 kobe, Japan, pp.164~171, 2000
- 67) Taekyoung Jang, Yoshitaka Aoyama, Dai Nakagawa and Ryoji Matsunaka : A Study on the Restoration of the Development Value from Urban Railway Projects, Proceedings of the 9th World Conference on Transport Research, CD-ROM, 2001
- 68) 青山吉隆, 山本恒平: 都市機能の需要構造を考慮した地域間交流・連携政策に関する基礎的研究, 土木学会論文集, No.597/IV-40, pp.61~69, 1998
- 69) 中川 大, 波床 正敏, 伊藤 雅, 西澤 洋行: 国際交通分析における利便性指標としての積み上げ所要時間に関する研究, 土木学会論文集, No.590/IV-39, pp.43~50, 1998
- 70) 伊藤 雅, 中川 大, 西澤洋行, 青山吉隆: 期待所要時間を用いた国際空港プロジェクトによる旅客便益の推計, 土木計画学研究・講演集, Vol.21(2), pp.109~112, 1998
- 71) 木田好彦: 国内幹線交通網との持続性を考慮した国際旅客交通網の構造分析, 京都大学学士論文, 2005
- 72) 青山吉隆, 松中亮治, 野村友哉: 大規模高速道路ネットワークの段階的整備プロセスの最適化手法とその応用, 運輸政策研究, Vol.5 No.2, pp.2~13, 2002
- 73) Ryoji Matsunaka, Yoshitaka Aoyama and Dai Nakagawa : An optimization of the construction/improvement process of the urban road network using a Genetic Algorithm, 7th international conference on Computers in Urban Planning and Urban Management, CD-ROM, 2001
- 74) 柚木俊郎, 青山吉隆, 中川大, 松中亮治: わが国における高速道路ネットワークの段階的整備プロセスの事後評価, 土木計画学研究・論文集, Vol.20 No.1, pp.33~42, 2003
- 75) 美濃雄介, 青山吉隆, 中川 大, 松中亮治, 赤堀圭佑: 都市内高速道路網における拡幅プロジェクト実施順序に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.19 No.4, pp.619~626, 2002
- 76) 野村友哉: 高速道路ネットワークの段階的整備プロセスに関する研究, 京都大学修士論文, 2002
- 77) 柚木俊郎: 地域分割された高速道路ネットワークの段階的整備プロセスに関する研究, 京都大学修士論文, 2004
- 78) 赤堀圭祐: ネットワークの動的形成を考慮した最適なプロジェクト実施順序に関する研究, 京都大学修士論文, 2001
- 79) 佐藤寛之, 青山吉隆, 中川 大, 松中亮治, 白柳博章: 都市公共交通ターミナルにおける乗換抵抗の要因分析と低減効果による便益計測に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.19 No.4, pp.803~812, 2002
- 80) 木村一裕, 藤原章正, 森山昌幸, 森島 仁, 北川博巳, 岡本英晃, 三星昭宏, 元田良孝, 清水煌三, 児玉 健, 鈴木義康, 飯田克弘, 新田保次, 松中亮治, 青山吉隆, 都 君燮: 高齢者・障害者の交通需要のとらえ方と交通システム構築, 土木計画学研究・講演集, Vol.24(1), pp.755
-

～762, 2001

- 81) 秋山哲男, 飯田克弘, 磯部友彦, 大森宣暁, 片田敏考, 北川博巳, 木村一裕, 児玉 健, 清水煌三, 大藤武彦, 新田保次, 藤村安則, 溝端光雄, 三星昭宏, 安江雪菜, 山田稔, 横山哲: 高齢社会における交通システム整備の研究領域と緊急課題, 土木計画学研究・講演集, No.23, pp.783～790, 2000.11
- 82) 佐藤寛之: 交通バリアフリー計画における移動支援設備の最適整備実施順序に関する研究, 京都大学修士論文, 2003
- 83) 上田孝行, 小森俊文, 森杉壽芳: 古典的消費者行動モデルによる便益計測手法の比較研究, 土木計画学研究・講演集, No.22(2), pp.1011～1014, 1999.10
- 84) 森杉壽芳: 土地利用モデルの再考, 土木計画学研究・講演集, No.20, pp.505～506, 1997.11
- 85) 岩倉成志, 家田仁: 鉄道プロジェクトの費用対効果分析—実用化の系譜と課題, 運輸政策研究 Vol.1, No.3 ,pp.2-13 ,1999 Winter
- 86) 上田孝行, 高木朗義, 森杉壽芳, 小池淳司: 便益帰着構成表アプローチの現状と発展方向について, 運輸政策研究 Vol.2 No.2 1999 Summer
- 87) 北詰恵一, 宮本和明: 都市交通事業への世代会計導入の試み, 土木計画学研究・講演集, No.20(2), pp.387～390, 1997.11
- 88) 肥田野登, 林山泰久: 広域的社会資本整備のための開発利益還元方策の検討, 土木計画学研究・講演集, No.12, pp.543-546, 1995.1
- 89) 柏谷増男: 公共事業再評価に関する課題の検討, 土木計画学研究・講演集, No.22, pp.651～654, 1999.10
- 90) 中川大, 石橋洋一, 松中亮治: 交通施設整備財源の負担者構成に関する研究, 土木学会論文集 No.506/IV-26, pp.87-97, 1995.1
- 91) 小西砂千夫: 社会資本整備における国と地方の役割分担—財政制度のあり方を考える, 社団法人日本都市計画学会, 都市計画 237, pp.29-32
- 92) 中川大: 鉄道整備に対する固定観念を見直せ, THE21 1月特別増刊号, pp.74～77, 1995.1.
- 93) 松田和香, 石田東生: 我が国の社会資本整備政策・計画におけるパブリック・インボルブメントの現状と課題, 第 37 回日本都市計画学会学術研究論文集, pp325-330, 2002
- 94) 藤見俊夫: パブリック・インボルブメントにおける効果的な情報提供を目的とした住民意識量の定量分析, 社団法人日本都市計画学会, 都市計画 239, pp.96-107
- 95) 円山琢也, 室町泰徳, 原田昇, 太田勝敏: 少子高齢化人口減少社会が都市内公共交通機関に与える定量的影響評価, 第 36 回日本都市計画学会学術研究論文集, pp541-546, 2001
- 96) 三星昭宏, 新田保次: 交通困難者の概念と交通需要について, 土木学会論文集 No.518/IV-28, pp.31-42, 1995.7
- 97) 薄井充裕: 「21世紀の国土のグランドデザイン」の開発論を検証する, 社団法人日本都市計画学会, 都市計画 215, pp.17-20
- 98) 瀬田史彦: 国土政策の転換期における地域格差概念の再定義, 第 37 回日本都市計画学会学術研究論文集, pp829-834, 2002

-
- 99) 中村隆司：わが国の新たな国土計画体系のあり方を考える，社団法人日本都市計画学会，都市計画 215，pp.25-28
- 100) 醍醐昌英：これからの総合交通政策のあり方，第 41 回運輸政策コロキウム，運輸政策研究 Vol.3 No.3 ,pp.75-80, 2000 Autumn

3. 都市間交通プロジェクト評価に用いる交通利便性指標の定義と算出

3.1 概説

都市間の公共交通については、運行頻度が都市内の公共交通と比べて小さく、所要時間や料金だけでなく運行頻度や乗り継ぎ時間なども交通利便性に大きな影響を与えるが、従来から交通プロジェクト評価において用いられてきた交通利便性指標である所要時間や一般化費用は、運行頻度や乗り継ぎといった運行ダイヤを正確に反映したものであるとはいえない。よって、都市間交通の特性を考慮した交通利便性指標を定義し、それを用いて交通プロジェクトの評価を行うことは、多種多様な都市間交通プロジェクトを統一的な視点からの確に評価する上で非常に重要である。

そこで本章では、多種多様な都市間交通プロジェクトを統一的な視点から評価可能な交通利便性指標の計測を行うべく、以下のような構成で記述していく。

3.2 では従来から都市間交通プロジェクト評価に用いられている交通利便性指標の問題点について、所要時間、料金、時間価値の3つの要因から具体例を挙げながら述べ、指標としての問題点を明確にする。

3.3 では交通利便性に関する既存研究について、所要時間、一般化費用、時間価値という観点からまとめるとともに、本研究で定義する交通利便性指標との相違についてまとめる。

3.4 では3.3で明らかとなった課題・得られた知見をふまえて、本研究における交通利便性指標についての考え方を述べ、日単位ではなく出発時刻毎に一般化費用を算出し、出発確率分布より重み付けされた交通利便性指標であるEVGC (Expected Value of Generalized Costs) を定義する。

3.5 では3.4で定義したEVGCの算出にあたっての設定について、自動車交通では走行時間、待ち時間、走行費用原単位、料金という点、公共交通ではダイヤに基づく所要時間、運賃・料金という点からまとめ、EVGCを算出するにあたっての出発確率分布ならびに時間価値の仮定について説明する。

3.6 では3.4で定義したEVGCを算出するためのシステム構築の概要について、自動車交通では道路ネットワークと収録データ、公共交通別については鉄道ネットワークと採用した旅客便のデータの詳細について述べる。

3.7 では、実際の交通行動を反映した交通利便性指標を計測すべく、一般化費用を構成する上での重要なファクターである時間価値を、所得接近法ではなく選好接近法により交通行動のモデル化を行った上で、推定する方法を述べる。そして、時間価値の推定を行い、その結果の妥当性について検証を行う。

3.8 では、推定した時間価値を用いて、都道府県間のEVGCを自動車交通・公共交通別に計測した結果を示し、構築したネットワークならびに構築したEVGC計測システムの妥当性について、実際の料金・所要時間との比較を行うことにより検証を行う。

3.9 では、以上で得られた結果をもとに、交通利便性を表す指標としてのEVGCの有効性についてまとめる。

3.10 では、都市間交通の特性を考慮した交通利便性指標について、本章で得られた知見についてとりまとめを行う。

3.2 都市間交通プロジェクト評価に用いる交通利便性指標の問題点

従来から交通プロジェクト評価において用いられてきた交通利便性指標である最短所要時間や最小一般化費用では、待ち時間・運行頻度・乗り継ぎといった運行ダイヤならびに運賃・料金を正確に反映できず、交通利便性指標としての課題が多い^{1)~3)}。所要時間は乗車するまでの待ち時間、乗車時間、乗り継ぎ時間に分けられ、一般化費用は所要時間に時間価値を乗じたものに料金を加算したもので表される。しかし、これまでの交通利便性指標では所要時間、料金、時間価値といった項目を的確に評価しているとはいえない。以下では、各項目を評価するにあたっての課題を、例を挙げながら説明し、交通利便性指標の問題点について整理する。

3.2.1 所要時間の評価

(1) 待ち時間の評価

A から B へ行く際に、表 3.1 に示すようなダイヤで運行がなされている

場合を考える。A を 9:30 に出発する時の待ち時間は 30 分、10:30 で間は 1 時間 30 分となり、待ち時間はダイヤに依存することがわかる。よって、待ち時間を運行本数から算出するような従来の指標では、乗車するまでの待ち時間を適切に評価できない。

表 3.1 待ち時間が異なるダイヤ

A発	B着
9:00	10:00
10:00	11:00
12:00	13:00
14:00	15:00
16:00	17:00
17:00	18:00

(2) 乗車時間の評価

A から B へ行く際に、表 3.2 に示すようなダイヤで運行がなされている

場合を考える。A を 9:00 に出発する時の乗車時間は 1 時間、10:00 では 1 時間 30 分となり、ダイヤにより乗車時間の変化がある場合には、最短所要時間といった従来の指標では、乗車時間を適切に評価できない。

表 3.2 便により乗車時間が異なるダイヤ

A発	B着
9:00	10:00
10:00	11:30
11:00	12:00
12:00	13:30

(3) 乗り継ぎ時間の評価

A から B を経由し C へ行く際に、表 3.3 に示すようなダイヤで運行がなされている場合を考える。A を 9:00 に出発する時の B での乗り継ぎ時間は 1 時間 30 分、10:00 に出発する時には 30 分となり、A での乗車便により乗り継ぎ時間は異なる。乗り継ぎ時間を一定に設定するような従来の指標では、乗り継ぎ時間を適切に評価できない。

表 3.3 便により乗り継ぎ時間が異なるダイヤ

A発	B着	B発	C着
9:00	10:00		
10:00	11:00	11:30	12:30
11:00	12:00		
12:00	13:00	13:30	14:30
13:00	14:00		
14:00	15:00	15:30	16:30

3.2.2 料金の評価

A から B へ行く際に、表 3.4 に示すようなダイヤならびに料金で運行がなされている場合を考える。時間価値を 40 円/分・人としたとき、A を 9:00 に出発する時の一般化費用は $40 \times 60 + 2,000 = 4,400$ 円 (A9:00⇒B10:00 の便)、A を 10:00 に出発する時の一般化費用は $40 \times 90 + 1,000 = 4,600$ 円 (A10:00⇒B11:00 の便) となり、A での乗車便により料金が異なるような場合には、最短経路に対し一律の料金を設定するような従来の指標では、料金を適切に評価できない。

表 3.4 便により料金が異なるダイヤ

A発	B着	料金
9:00	10:00	2000
10:00	11:30	1000
11:00	12:00	2000
12:00	13:30	1000
13:00	14:00	2000
14:00	15:30	1000

3.2.3 時間価値の評価

表 3.4 に示すようなダイヤならびに料金で運行がなされている場合を考える。時間価値を 10 円/分・人としたとき、A を 9:00 に出発する時の一般化費用を考えると、A9:00⇒B10:00 の便では $10 \times 60 + 2,000 = 2,600$ 円、A10:00⇒B11:00 の便では $10 \times 120 + 1,000 = 2,200$ 円となり、A10:00⇒B11:00 の便が採択される。このように時間価値により一般化費用ならびに乗車便が異なるため、所得接近法により時間価値を設定した場合には、実際の交通行動が反映されていない可能性がある。

3.3 交通利便性指標に関する既存研究

従来から用いられている空間的抵抗としての交通利便性指標として最短所要時間や最小一般化費用が挙げられる。本節では、所要時間ならびに一般化費用に対する既存研究を整理する。

3.3.1 所要時間に関する研究

通常、交通プロジェクト評価に用いられる所要時間は、「各リンクにおける最小の所要時間をそのリンクの所要時間としたネットワークにおいて最短経路を求めた時間」である⁴⁾。しかしこの指標ではダイヤや運行頻度を考慮できず、都市間の交通プロジェクトを評価する上で問題となる。

それゆえに、ダイヤや運行頻度を考慮した所要時間に関する指標として、滞在可能時間⁵⁾、積み上げ所要時間⁶⁾、期待所要時間⁷⁾といった指標がいくつか提案されており、いずれの指標についてもダイヤを考慮した上で出発時刻毎に所要時間の最短経路探索を行っているのが特徴である。これらの所要時間の指標に関しての定義と特徴を表 3.5 に示す。

いずれの指標についても、ダイヤは運行頻度を考慮はしているものの、都市間交通での複雑な運賃や料金は考慮されていない。運賃や料金を考慮した指標である一般化費用に関する既存研究については 3.3.2 にて示す。

表 3.5 交通利便性に関する指標[所要時間での指標]

指標	定義	ダイヤ	運行 頻度	料金	出発 時間	特徴	出典
仮想最速所要時間	各リンクにおける最小の所要時間をそのリンクの所要時間としたネットワークにおいて最短経路を求めた時間	×	×	×	×	これらの指標ではダイヤ・フリークエンシーの考慮可能、考慮不可能にかかわらず、最短経路探索のときに運賃や料金などの費用は考慮されないため、その経路において一般化費用が最小になるとは限らない。	都市間交通における所要時間指標の人口移動分析への適用可能性に関する研究 ⁴⁾ 波床正敏 塚本直幸 山本健司
厳密最短所要時間	一日のうちに利用可能な全ての便の内、実際の乗り継ぎを考慮した上で最も目的地までの所要時間の小さい便の所要時間	○	×	×	×		都市間交通における所要時間指標の人口移動分析への適用可能性に関する研究 ⁴⁾ 波床正敏 塚本直幸 山本健司
滞在可能時間	各都市を移動する際に一定時刻以降に出発し、一定時刻以前に到着する事を条件としたときの訪問地において滞在中の時間	○	○	×	×		交通整備網による都市間の交流可能性の変遷に関する研究 ⁵⁾ 中川 大 波床正敏 加藤義彦
積み上げ所要時間	各時刻における最短所要時間を足し合わせた時間	○	○	×	×		国際交通における都市間の交流可能性に関する研究 ⁶⁾ 三谷 靖
期待所要時間	積み上げ所要時間を計測時間で除した時間	○	○	×	×		国際交通分析における利便性指標としての積み上げ所要時間に関する研究 ⁷⁾ 中川 大 波床正敏 伊藤雅 西澤洋行

3.3.2 一般化費用に関する研究

通常、交通プロジェクト評価に用いられる一般化費用は、「各リンクにおける最小の一般化費用をそのリンクの一般化費用としたネットワークにおいて最短経路を求めた費用」である。しかし、この指標では運賃や料金は考慮されているがダイヤや運行頻度を考慮できず、都市間の交通プロジェクトを評価する上で問題となる。

それゆえに、ダイヤや運行頻度を考慮した所要時間に関する指標として、日平均一般化費用⁸⁾、期待一般化費用 (E V G C)⁹⁾といった指標がいくつか提案されており、いずれの指標についてもダイヤを考慮した上で出発時刻毎に一般化費用の最短経路探索を行っているのが特徴である。これらの一般化費用の指標に関しての定義と特徴を表 3.6 に示す。

これらの指標の中で、野村らの研究で示されている期待一般化費用 (E V G C)⁹⁾は、ダイヤ・フリークエンシーの他に、運賃・料金といった費用を考慮した上で、一般化費用が最小となる経路を探索し、算出される指標である。公共交通の特徴を表すダイヤ・フリークエンシーを考慮しているだけでなく、ダイヤを考慮した最短所要時間である期待所要時間では考慮することができなかった運賃・料金といった費用も考慮した指標であり、従来提案されてきた交通利便性を表す指標の中で、最も交通モードの特徴を表した指標といえる。しかし、東・中・西日本高速道路株式会社（元 日本道路公団）で採用されている高速道路料金の長距離逓減性などの料金制度は考慮がなされておらず、自動車交通の一般化費用が過大に計測されている、という問題を有する。

表 3.6 交通利便性に関する指標[一般化費用での指標]

指標	定義	ダイヤ	運行 頻度	料金	出発 時間	特徴	出典
一般化費用	所要時間に時間価値を乗じて貨幣換算したものと運賃・料金を合計した費用	×	×	○	×	所要時間と運賃のみしか考慮していない	
日平均一般化費用	出発地から目的地までの最小の一般化費用を出発時間ごとにとり、ある計測時間帯ごとにおいて平均を取った費用	○	○	○	×	これらの指標ではダイヤ・フリークエンシー・運賃などの費用は考慮されているが、出発分布を考慮していない	期待一般化費用を用いた大規模プロジェクトの便益計測に関する研究 ⁸⁾
日最小一般化費用	出発地から目的地までの最小の一般化費用を出発時間ごとにとり、ある計測時間のなかで最小の費用	○	○	○	×		期待一般化費用を用いた大規模プロジェクトの便益計測に関する研究 ⁸⁾
期待一般化費用 (EVGC)	出発時刻毎の一般化費用を、その時刻に出発する出発分布を考慮して加重平均した費用	○	○	○	○	全てについて考慮している	EVGCを用いた都市間高速鉄道プロジェクトの便益評価に関する研究 ⁹⁾
							野村友哉 青山吉隆 中川 大 松中亮治 白柳博章

3.3.3 時間価値に関する研究

時間価値については、年間一人あたりの平均所得を年間平均労働時間で除した値を時間価値として用いるいわゆる所得接近法を用いる場合⁹⁾と、交通機関選択モデルの考え方を用いて、選好接近法により時間価値を推定して用いる場合^{10)~13)}が挙げられる。時間価値の推定に関する既存研究例を表 3.7 に示す。

表 3.7 時間価値の推定に関する既存研究例

	論文名	時間価値推定方法	時間価値評価値
所得 接近 法	江口 ³⁾ : 期待一般化費用を用いた大規模交通プロジェクトの便益評価に関する研究	年間一人あたりの平均所得を年間平均労働時間で除することにより、時間価値を推定している。	26 円/分・人 (1998 年)
選好 接近 法	屋井・岩倉・伊東 ⁴⁾ : 鉄道ネットワークの需要と余剰の推計法について	東京圏における通勤目的のデータを用いて、選好接近法により、乗車時間、アクセス時間、イグレス時間の時間価値を推定	26 円/分・人 (乗車時間) 33 円/分・人 (アクセス時間) 40 円/分・人 (イグレス時間)
	近藤・青山・廣瀬・山口 ⁵⁾ : 1960年以降の全国高速交通体系のサービス水準の変化とその評価	時間価値に確率分布を仮定して、各交通機関の選好比率を推定するモデルを構築することにより、都市部、地方部に分類して時間価値を推定	40 円/分・人
	道路投資の評価に関する指針検討委員会 ⁶⁾	東京圏における高速道路選択モデルに、1 台あたりの平均乗車人数を考慮することにより、平休日、車種別に時間価値を設定している。	67 円/分・台 (平日の乗用車類)

所得接近法により推定された時間価値では、実際の交通行動を反映したものとはいえないこと、また待ち時間、乗車時間ごとの時間価値を算出することはできないことなどの問題点が挙げられる。そこで本研究では、自動車交通と公共交通の交通機関選択モデルを構築した上で、実際の都市間の交通行動を反映した選好接近法により、時間価値を推定することにする。

3.4 交通利便性指標の定義

3.3 で述べた課題を克服すべく、本研究における所要時間、料金、時間価値といった各項目を的確に評価するための交通利便性指標の考え方ならびに定義を述べる。

3.4.1 交通モードの考え方

交通モードは、鉄道・航空・旅客船・バスのような時刻表に従って運行がなされ人の行動はその運行ダイヤによって制約を受けるような機関と、自動車のような時刻表によらずに自由に走行する機関、の2つに大別することができる。前者を公共交通、後者を自動車交通と呼ぶこととする。

また、都市間を移動するにあたっては、パーク・アンド・ライド等のような自動車交通・公共交通が混合したトリップの割合はそれほど大きくないと考えられるため、都市間の移動における全トリップは自動車交通もしくは公共交通のいずれかでを行うものとし、かつ2つの交通モードは独立である、という仮定を置き、自動車交通と公共交通に対する交通利便性指標を考える。

3.4.2 出発時刻毎の一般化費用の考え方

前節で述べた所要時間や料金に関する課題に対し、待ち時間・運行頻度・乗り継ぎといった運行ダイヤならびに運賃・料金を正確に反映するためには、一般化費用を1日単位ではなく、出発時刻毎に定義し、評価すべきであると考えられる。

表 3.8 運行ダイヤの例

A発	B着	料金
9:00	10:00	1000
10:00	11:30	1000
11:00	12:00	1000
12:00	13:30	1000

出発時刻毎の一般化費用の考え方を、具体例を用いて説明する。表 3.8 に示すような運行ダイヤがあるとき、A から B へ行くときの一般化費用を考える。時間価値を 40 円/分・人としたとき、A を 9:00 に出発したときの一般化費用は所要時間 60 分、料金 1,000 円で $60 \times 40 + 1,000 = 3,400$ 円となり、A を 9:30 に出発したときの一般化費用は所要時間 120 分（待ち時間 30 分、乗車時間 90 分）料金 1,000 円で $120 \times 40 + 1,000 = 5,800$ 円となる。同様に出発時刻毎に一般化費用を計測し、縦軸に A から B までの一般化費用、横軸に A の出発時刻をとって図に表したものを図 3.1 に示す。

出発時刻 t における一般化費用は図の①で表される。また、一般化費用①の内、料金に相当する部分は②、所要時間のうちの乗車時間を貨幣換算した部分は③、待ち時間を貨幣換算した部分は④で表されており、出発時刻毎の一般化費用を算出することにより、待ち時間や乗車時間といった運行ダイヤが的確に評価できることがわかる。

実際のネットワークに適用する際には、鉄道・航空・バスなど非常に多くの便数を有すること、複雑な料金体系に基づき特急料金・運賃の料金の計算がなされることから、ネットワークデータを構築した上で、複雑な料金体系を加味した一般化費用の計測システムを構築する必要がある¹⁴⁾。その詳細については 3.5 に記す。

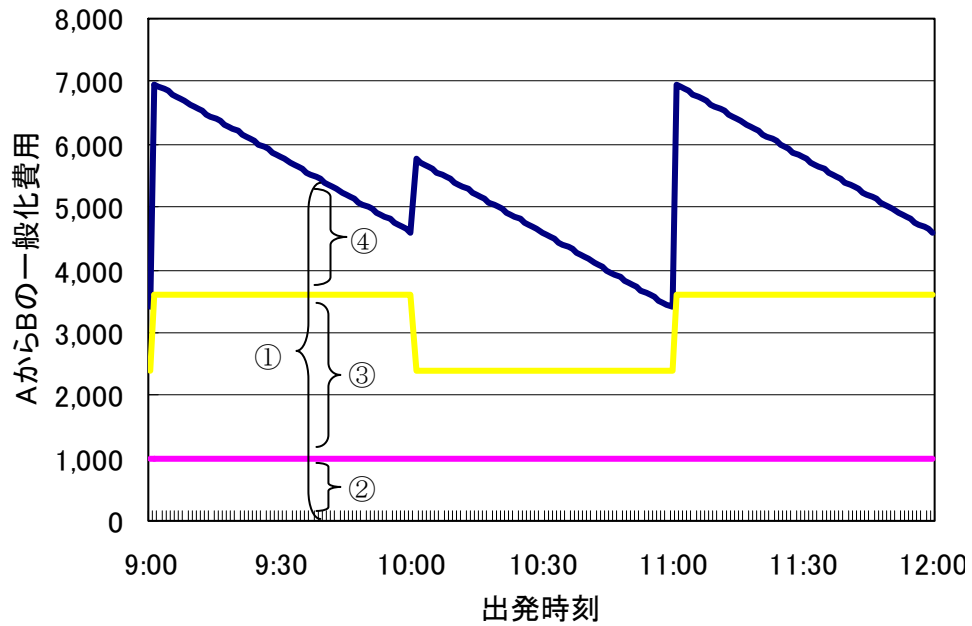


図 3.1 A から B までの出発時刻毎の一般化費用

3.4.3 出発時刻における交通行動の考え方

出発時刻における交通行動は、その出発時刻時での交通需要に相当すると考えられる^{15)~19)}。1日の交通需要における出発時刻時での交通需要を、本研究では出発確率分布と呼ぶことにする。出発確率分布は一般的には図 3.2 のように表すことができる。

出発確率分布

$$f_{i \rightarrow j, m}(t)$$

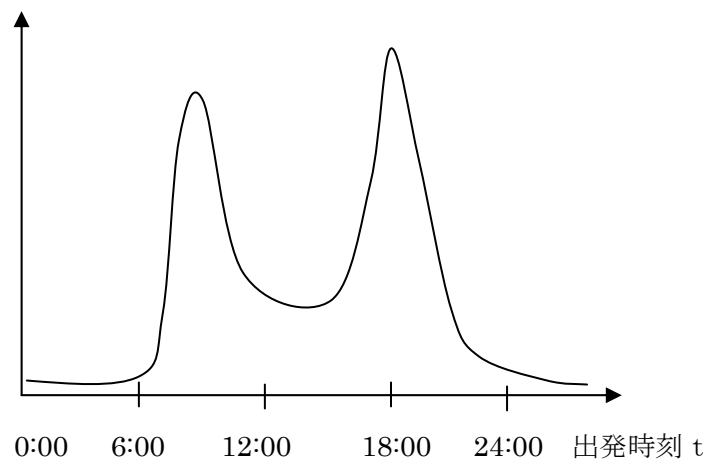


図 3.2 一般的な出発確率分布

さらに、出発時刻毎の一般化費用に、出発時刻における交通行動を反映することにより、実際の交通行動を反映した一般化費用を計測可能である。交通行動の考え方については 3.6 にて詳述する。

3.4.4 EVGC の定義

以上の考え方に基づいて、地域間の交通利便性を表す指標として「出発時刻毎の一般化費用を、出発確率分布を考慮して加重平均したもの」とし、本研究ではこの指標を EVGC (Expected Value of Generalized Costs) と呼ぶことにする。これを式で表すと式 (3.1) のように表される。

$$EVGC_{i \rightarrow j, m} = \int_0^T GC_{i \rightarrow j, m}(t) f_{i \rightarrow j, m}(t) dt \quad (3.1)$$

$$\text{s.t.} \quad \int_0^T f_{i \rightarrow j, m}(t) dt = 1$$

ただし

i, j : ゾーン

m : 交通モード ($m=1$: 自動車交通, $m=2$: 公共交通)

t : 出発時刻

T : 24 時間

$EVGC_{i \rightarrow j, m}$: 交通モード m におけるゾーン i j 間の EVGC (円/人)

$GC_{i \rightarrow j, m}(t)$: ゾーン i を時刻 t に出発するときのゾーン i j 間の一般化費用

$f_{i \rightarrow j, m}(t)$: ゾーン i j 間において、ゾーン i を出発時刻 t に出発する確率

しかし、本研究においては、データ入手の困難性や指標計測の簡便性を考慮して、出発時刻毎の一般化費用ならびに出発確率分布に関して仮定をおき、EVGC の算出を行うものとする。3.4 にて自動車交通ならびに公共交通の EVGC の算出方法について述べる。

3.5 EVGC の算出方法

本節では、3.4 で定義した EVGC の具体的な算出方法について、自動車交通と公共交通のそれぞれで述べる。

3.5.1 自動車交通における EVGC の算出方法

(1) リンク一般化費用

リンク一般化費用は出発時刻によらず一定であると仮定して、時間価値に所要時間を乗じた値と 1 人あたりの料金と走行費用を合計したものとした。定義式を式 (3.2) に示す。

$$LinkGC_l = w \times (LinkT_l + WT_l) \times 60 + (RC_l \times D_l + FC_l) / Ride \quad (3.2)$$

ただし

l : リンク

$LinkGC_l$: リンク l の一般化費用 (円/人)

w : 時間価値 (円/分・人)

$LinkT_l$: リンク l における走行時間 (分)

WT_l : リンク l における待ち時間 (分)

RC_l : リンク l における 1km あたりの走行費用原単位 (円/台/km)

D_l : リンク l の距離 (km/h)

FC_l : リンク l における料金 (円/台)

$Ride$: 1 台当たりの乗車人数 (=1.44 人/台)

以下において、各項目の値の算出方法について述べる。

1) リンク交通量

リンク交通量については道路交通センサス一般交通量調査 20) の 24 時間交通量を用いることとした。ただし、将来予測などでリンク交通量が未知である場合には、分割配分法による OD 交通量配分によりリンク交通量を決定した。

2) 走行速度

走行速度については、リンクの種・級や車線数などのリンク属性を考慮して、リンク交通量と走行速度の関係式 (Q-V 式) を下記のように定めた。Q-V 式を図 3.3 に示す。

$$V_l = \begin{cases} V_{l,1} & (0 \leq Q_l < Q_{l,1}) \\ \frac{Q_l - Q_{l,1}}{Q_{l,2} - Q_{l,1}} (V_{l,2} - V_{l,1}) + V_{l,1} & (Q_{l,1} \leq Q_l < Q_{l,2}) \\ V_{l,3} & (Q_{l,2} \leq Q_l) \end{cases}$$

ただし

l : リンク

V_l : リンク l の走行速度

$V_{l,1}$: リンク l の自由流速度 (指定最高速度と設定)

$V_{l,2}$: リンク l の限界速度 (指定最高速度の 1/2 と設定)

$V_{l,3}$: リンク l の渋滞速度 (一律 10km/h と設定)

Q_l : リンク l の 24 時間交通量

$Q_{l,1}$: リンク l の自由流限界交通量 (可能交通量に道路サービス水準を乗じた値)

$Q_{l,2}$: リンク l の可能交通量 (可能交通容量と設定)

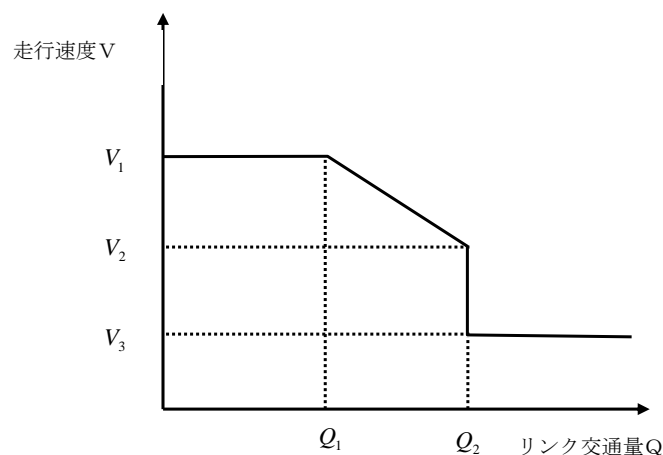


図 3.3 適用する Q-V 式

3) 走行時間および待ち時間

走行時間について、道路の場合ではリンク距離を 2) で算出された走行速度で除すことにより算定した。フェリーの場合では、時刻表 21) に記載されている所要時間を用いた。

待ち時間について、信号のある一般道路の場合では、信号による待ち時間を式 (3.3) より算定した 22) 23)。フェリーについては運行間隔が 1 日を通してほぼ一定であることから、平均運行間隔の半分の時間を待ち時間とした。

$$WT_l = \frac{C_l(1-g_l)^2}{2\left(1 - \frac{Q_l}{Lane_l \times 48,000}\right)} \times \sqrt{n_l} \quad (3.3)$$

ただし

C_l : リンク l における信号の平均サイクル長

g_l : リンク l における信号の平均青時間比

Q_l : リンク l の 24 時間交通量

$Lane_l$: リンク l の両側車線数

n_l : リンク l にある信号数

4) 走行費用原単位

走行費用原単位は、道路投資の評価に関する指針案 (第 1 編) 12) を参考にして、燃料費、オイル、タイヤ・チューブ、維持・修繕のための車両整備、車両償却の 5 項目の費用を合計したものとし、走行速度とリンク属性により、乗用車類と普通貨物車の台・キロ比で加重平均して走行費用原単位を算出した。縦軸に走行費用原単位、横軸に走行速度をとりリンク属性 (一般道路 (市街地, 平地, 山地), 高速道路) ごとに示したものを図 3.4 に示す。なお、フェリーに乗車する場合の走行費用原単位は 0 とした。

なお、走行費用原単位は1台あたりで算定されるため、1999年における1台あたりの平均乗車台数1.44人で除すことにより、一人あたりの走行費用を算出した。

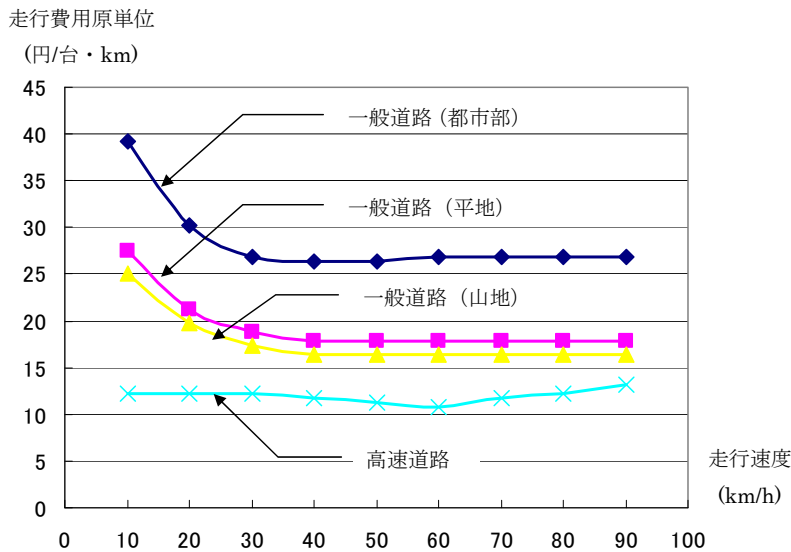


図 3.4 リンク属性ごとの走行速度と走行費用原単位との関係

5) 料金

高速料金については、1999年時点での普通車の料金と貨物車の料金を、1999年道路交通センサス起終点調査²⁴⁾に基づく普通車と貨物車以上の走行台数比(0.577 : 0.423)で加重平均したものとした。有料道路の料金制度は日本道路公団(以下JHと略す)で主に用いられている対キロ制と、都市高速道路で主に用いられる区間均一制に分けることができるが、両制度を適切に表現できるようネットワーク作成を行った^{25) 26)}。またJHにおいては、長距離の連続走行において料金を割り引く制度(長距離通減制)が採用されているが、この制度についても考慮した算出システムを構築した。

フェリー料金については、普通車(車長5m未満)の料金と貨物車(車長5m以上~12m未満)の料金を、高速料金と同様に加重平均した。

なお、料金は1台あたりで算定されるため、1999年における1台あたりの平均乗車台数1.44人で除すことにより、一人あたりの料金を算出した。

(2) ゾーン間の一般化費用

(1)で算出したリンク毎の一般化費用を用いて、Dijkstra法を用いることにより、一般化費用が最小となる経路を決定し、式(3.4)よりゾーン間の一般化費用を算出する。

$$GC_{i \rightarrow j, l} = \sum_l (\delta_{i \rightarrow j, l} \times LinkGc_l) \quad (3.4)$$

ただし

i : 発ゾーン

j : 着ゾーン

$GC_{i \rightarrow j, l}$: ゾーン $i \rightarrow$ ゾーン j への一般化費用

l : ネットワーク内のリンク

$\delta_{i \rightarrow j, l}$: ゾーン $i \rightarrow$ ゾーン j への一般化費用が最小となる経路に, リンク l が該当したときに 1, 該当しないときに 0 となる変数

(3) 時間価値

時間価値は全ての時間, 全ての OD によらず一定であるとした.

(4) 出発確率分布

自動車交通における出発確率分布については, どの出発時刻においても一定の値をとると仮定し, 式 (3.5) のように表す. 図 3.5 に出発時刻と出発確率分布との関係を示す.

$$f_{i \rightarrow j, m}(t) = \frac{1}{T} \quad (0 \leq t \leq T) \quad (3.5)$$

(1) ~ (3) による EVGC の算出手順のフローを図 3.6 に示す.

出発確率分布

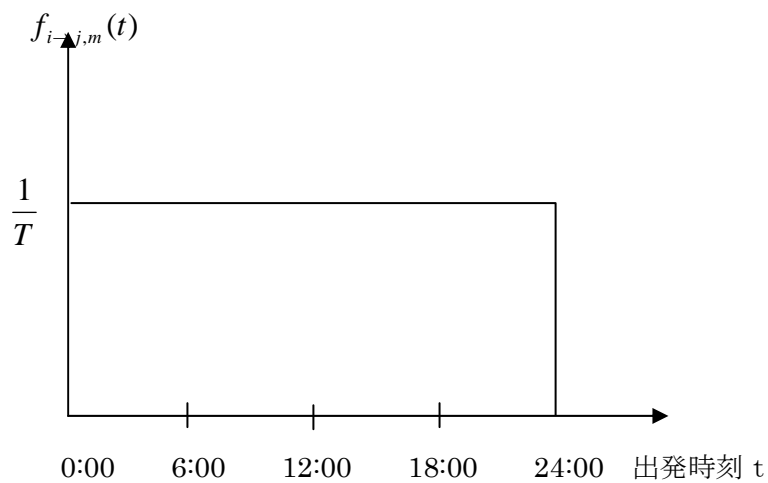


図 3.5 本研究で仮定した出発確率分布 (自動車交通)

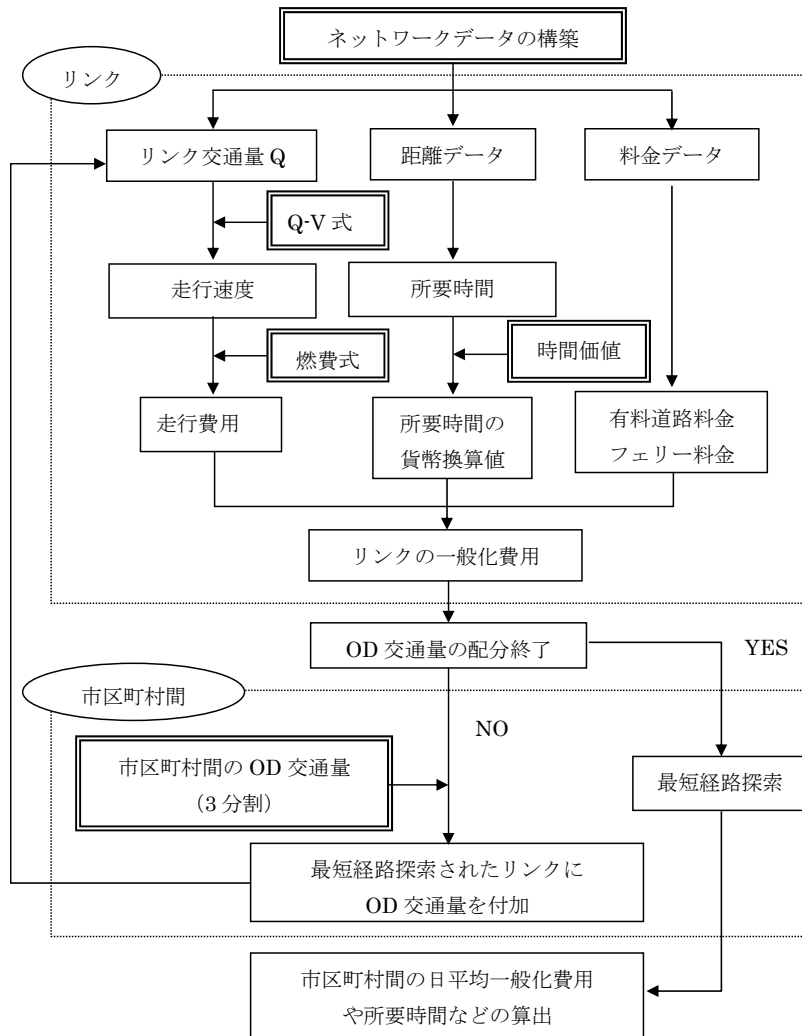


図 3.6 EVGC算出システムのフロー（自動車交通）

3.5.2 公共交通におけるEVGCの算出方法

(1) 出発時刻毎の一般化費用

公共交通における一般化費用は運行ダイヤにより出発時刻毎に大きく異なる値をとるものと考えられる。出発時刻毎の一般化費用を、式 (3.6) のように定義する。

$$GC_{i \rightarrow j, m}(t) = T_{i \rightarrow j, m}(t) \times w + FC_{i \rightarrow j, m}(t) \quad (3.6)$$

ただし

i : 発ゾーン

j : 着ゾーン

m : 交通モード ($m = 1$: 自動車交通, $m = 2$: 公共交通)

t : 出発時刻

$GC_{i \rightarrow j, m}(t)$: 公共交通における出発時刻 t でのゾーン i j 間の一般化費用 (円/人)

$T_{i \rightarrow j, m}(t)$: 公共交通における出発時刻 t でのゾーン i j 間の所要時間 (分)

w : 時間価値 (円/分・人)

$FC_{i \rightarrow j, m}(t)$: 公共交通における出発時刻 t でのゾーン i j 間の運賃・料金の合計額 (円/人)

1) 所要時間

所要時間とは乗車時間の他に、乗り換え時間、待ち時間を含めた時間のことであり、一般化費用が最小となるような経路を通ったときの所要時間である。本研究では、都市間交通の移動に関連する便の時刻表より乗車時間の他に、乗り換え時間、待ち時間を含めた所要時間を算出した。

2) 運賃・料金

運賃・料金の合計額とは、一般化費用が最小となるような経路を通ったときの運賃・料金の合計額であり、JRの特急・急行料金や運賃、フェリーの2等運賃や航空の通常料金から算出される。

ここで、本研究で構築する計測システムで適用する考え方を具体例とともに簡単に説明する。

図 3.7 に示すノードAとノードBを結ぶリンク①と、ノードBとノードCを結ぶリンク②、ノードCとノードDを結ぶリンク③があり、Aの出発時刻が 9:00 のときの各ノードへの最小一般化費用を考える。運行ダイヤおよび料金表を表 3.9 に示す。なお、便を乗り換えた場合でも料金は出発ノードと到着ノードのみで決定されるものとし、時間価値は1分あたり40円とする。

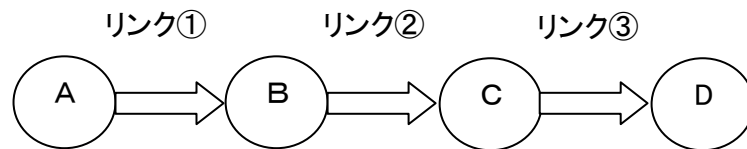


図 3.7 リンクとノード

表 3.9 運行ダイヤおよび料金表

	ノードA	ノードB		ノードC		ノードD
	発	着	発	着	発	着
1便	9:00	10:00	10:15	11:15	11:15	12:15
2便	9:15	⇒	⇒	11:00	-	-
3便	9:30	10:30	10:45	11:45	11:45	12:45
4便	9:45	⇒	⇒	11:30	-	-

ノードA	1,000	1,700	2,500
ノードB		1,000	1,700
ノードC			1,000
ノードD			

ノードBまでの最小一般化費用を下記の考え方にに基づき算定する。

「Aの出発時刻（9:00）以降の出発便を Pick UP した上で、Aからの各出発便について一般化費用を算定し、Bまでの一般化費用が最小となる便を選択する」

これよりA9:00 発の1便が選択され、Bまでの最小一般化費用は $60 \times 40 + 1,000 = 3,400$ 円と算定される。

次に、ノードCまでの最小一般化費用を下記の考え方にに基づき算定する。

1) ノードBまでの最小一般化費用での選択便を基準として、Bの到着時刻（10:00）以降の出発便を Pick UP した上で、Bからの各出発便について一般化費用を算定し、Cまでの一般化費用が最小となる便を選択する。

2) 1) 以外でAの出発時刻（9:00）以降の出発便を Pick UP し、Aからの各出発便について一般化費用を算定し、Cまでの一般化費用が最小となる便を選択する。

3) 1) 2) よりCまでの一般化費用が最小となる便を決定する。

1) ではB10:15 発の1便が選択され、Cまでの一般化費用は $135 \times 40 + 1,700 = 7,100$ 円となる。ここで注意しなければならないのは、Cまでの一般化費用は、通常の Dijkstra 法の考え方に基づいたBまでの最小一般化費用 3,400 円にB⇒C間の最小一般化費用 $75 \times 40 + 1,000 = 4,000$ 円を加えた 7,400 円ではない点である。これはA⇒Cの料金がA⇒Bの料金とB⇒Cの料金の合計と一致しないためであり、一般化費用計算時に、ノードCに至るまでのルート情報、運行ダイヤ情報を的確に反映させる計算システムを構築する必要がある。

2) ではA9:15 発の2便が選択され、Cまでの一般化費用は $120 \times 40 + 1,700 = 6,500$ 円となる。

3) よりA9:15 発の2便が選択されることになり、Cまでの最小一般化費用は 6,500 円となる。

また、ノードDまでの最小一般化費用を考えると、A9:00 発の1便が選択され、そのときの一般化費用は $195 \times 40 + 2,500 = 10,300$ 円となる。

以上より、公共交通の場合にはダイヤに従って運行がなされ、料金体系も複雑であるため、通常の最短経路探索に用いられている Dijkstra 法のようにリンクの所要時間・一般化費用を順次足し合わせ比較・更新することにより最短所要時間経路・最小一般化費用を特定していくアルゴリズムを単純に適用することはできず、ノードに至るまでのルート情報、運行ダイヤ情報を的確に反映させた最小一般化費用計測システムを構築する必要がある¹⁴⁾。

(2) 時間価値

時間価値は全ての時間、全てのODによらず一定であるとし、自動車交通における時間価値と同一であるとした。

(3) 出発確率分布

出発確率分布については、コアタイム内においては一定の値、コアタイム以外では0になると仮定する。これは公共交通において深夜に出発する場合には、早朝まで待って出発する場合がほとんどであり、深夜に出発する確率はほぼ0であると考えられるためである。本研究では、コアタイムを、時刻 $t_{i \rightarrow j, m}^{start}$ か

ら時刻 $t_{i \rightarrow j, m}^{end}$ までと定義し、出発確率分布 $f_{i \rightarrow j, m}(t)$ は式(3.7)のように表す。図3.8に出発確率分布と出発時刻との関係を示す。

$$f_{i \rightarrow j, m}(t) = \begin{cases} \frac{1}{t_{i \rightarrow j, m}^{end} - t_{i \rightarrow j, m}^{start}} & (t_{i \rightarrow j, m}^{start} \leq t \leq t_{i \rightarrow j, m}^{end}) \\ 0 & (t < t_{i \rightarrow j, m}^{start}, t_{i \rightarrow j, m}^{end} < t) \end{cases} \quad (3.7)$$

ただし

$t_{i \rightarrow j, m}^{start}$: ゾーン*i*の出発時刻 (一律 6:00 と設定する)

$t_{i \rightarrow j, m}^{end}$: その日のうちにゾーン*j*に到達しうるゾーン*i*の最遅出発時刻

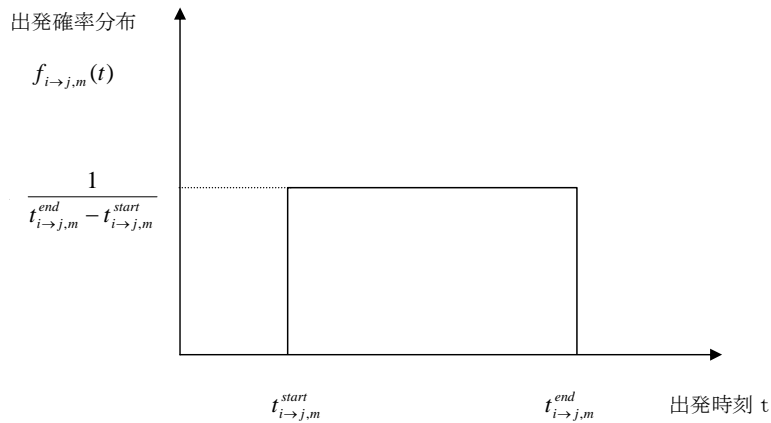


図 3.8 本研究で仮定した出発確率分布 (公共交通)

公共交通におけるEVGCを算出する際には、計算時間の都合上、10分刻みで出発時刻を変化させて各時刻における最小一般化費用を計算し、コアタイム内の出発時刻別の一般化費用を単純平均することにより算出を行うことにする。公共交通におけるEVGCの算出手順を図3.9に示す。

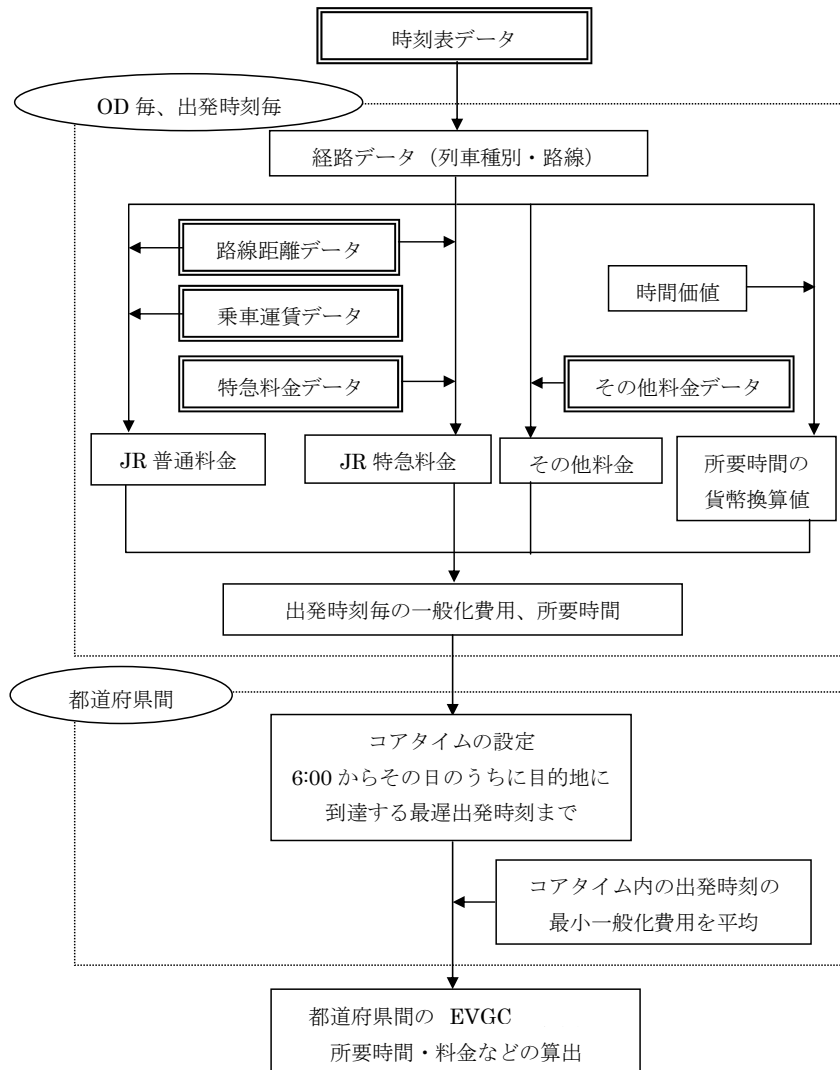


図 3.9 EVGC算出システムのフロー（公共交通）

3.6 EVGCの算出システムの概要

本節では、EVGCの算出，ならびにアクセシビリティ指標の算出のために構築したシステムの概要について述べる。

3.6.1 自動車交通におけるEVGC算出システム

自動車交通におけるEVGC算出システムにおいて作成した道路・フェリーのネットワークは，平成11年（1999年）の道路交通センサス一般交通量調査²⁰⁾を基に，道路地図データ²⁷⁾を参考にして，離島を除く全国（北海道ならびに沖縄本島を含む）の高速道路，都市高速道路，一般国道，主要地方道，都道府県道，航送可能なフェリーを対象にした．リンク数は69,276，ノード数は44,076であり，離島を

除いた全国の 3,245 市区町村間（1999 年 1 月時点）の一般化費用といった交通利便性指標の算出が可能である。構築した自動車交通のネットワークを図示したものを図 3.10 に示す。また、自動車交通の EVGC 算出システムにおいて、算出システムの詳細を表 3.10 に、算出システムにおいて収録したデータの詳細を表 3.11 に示す。

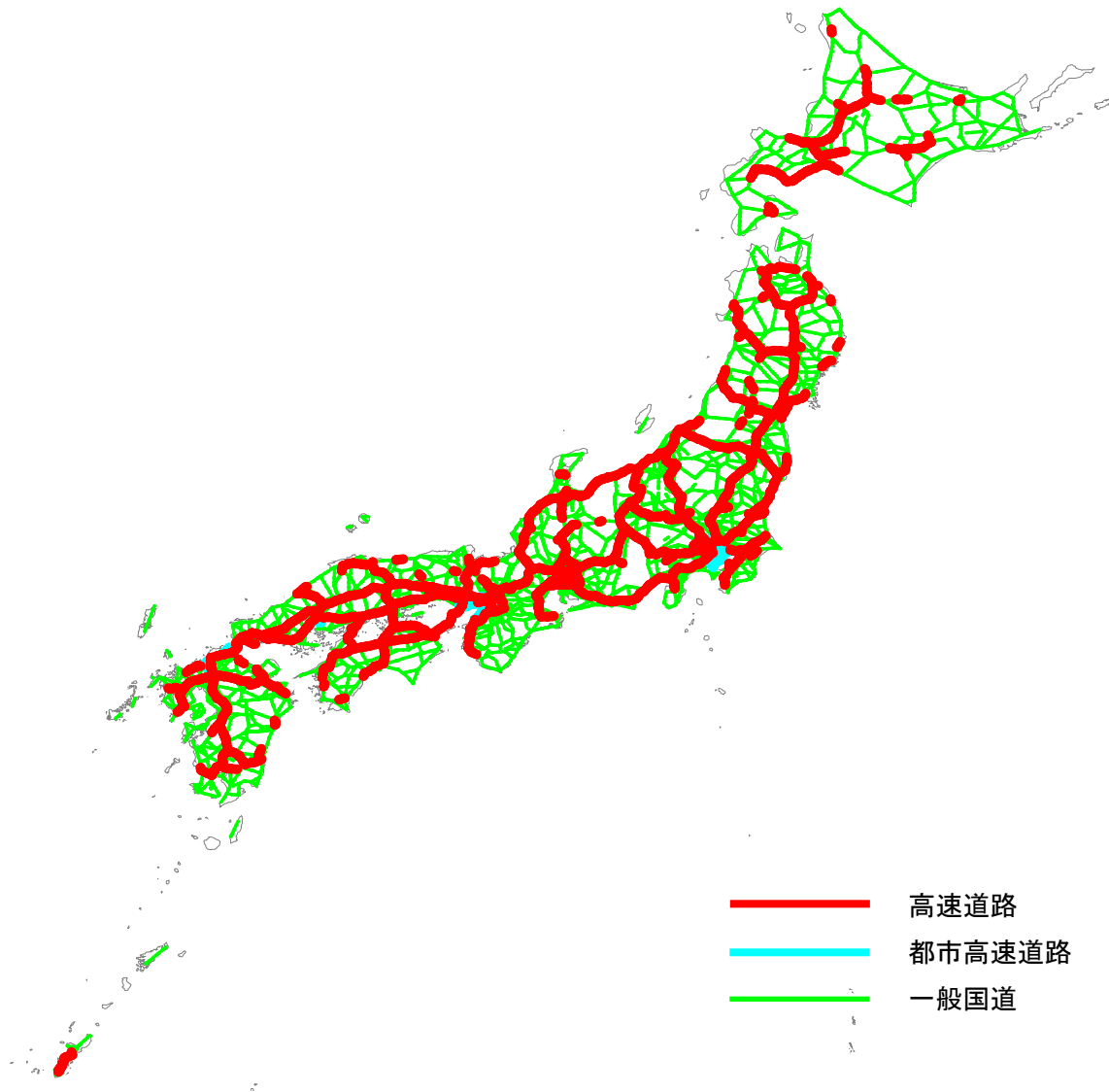


図 3.10 構築した自動車交通ネットワーク
(一般国道以上のみ表示)

表 3.10 EVGC算出システムの詳細（自動車交通）

	概要
構築したネットワークに採用したリンク	<ul style="list-style-type: none"> ・高速自動車国道、都市高速道路、国道、主要な都道府県道、その他の都道府県道、主要な地方道、その他の地方道 ・都道府県間の移動に必要なと考えられる航送可能なフェリー ・各市区町村の役場と最寄りのノードを結ぶリンク
走行費用の設定	<ul style="list-style-type: none"> ・道路投資の評価に対する指針案（第1編）に基づいて、道路条件（一般道路・高規格道路）、沿道状況（市街地・平地・山地）と平均走行速度から、乗用車種の走行費用原単位を算出し、走行費用を求めている。
料金の設定	<ul style="list-style-type: none"> ・フェリーに関しては、車長4～5mの乗用車の航送料金を採用 ・有料道路の料金に関しては、95年における普通車の通行料金を採用 ・高速自動車国道における特別料金・均一料金は考慮する ・高速自動車国道における長距離通減制などの割引制度は考慮していない

表 3.11 EVGCの算出システムに収録されているデータ（自動車交通）

	収録されているデータ
リンク	<ul style="list-style-type: none"> ・リンク両端のノード番号、管理者コード、道路種別、行政コード、リンク長、リンク種別コード、自専コード、有料コード、車線数、車道幅員、交通規制コード、指定最高速度、沿道状況 ・センサが行われているリンクに関しては、センサの調査番号のデータを付加 ・リンクが有料道路の場合には路線番号・料金コードのデータを付加 ・リンクが高速自動車国道の場合には開通年次、建設費コードのデータを付加
ノード	<ul style="list-style-type: none"> ・ノード番号、ノードの位置 ・ノードが市区町村役場の場合は役場の名称をデータに追加

3.6.2 公共交通におけるEVGC算出システム

公共交通におけるEVGC算出システムにおいて作成した鉄道・航空・旅客船のネットワークは、平成11年（1999年）の時刻表データ²¹⁾を基にした。ノード数は177、リンク数は434で、データ収録した鉄道・航空・旅客船の数は1万便であり、全国の都道府県庁間のEVGCなどの指標の算出が可能である。構築した公共交通のネットワークを図示したものを図3.11に示す。

また、公共交通のEVGC算出システムにおいて、算出システムの詳細を表3.12に、算出システムにおいて収録したデータの詳細を表3.13に示す。

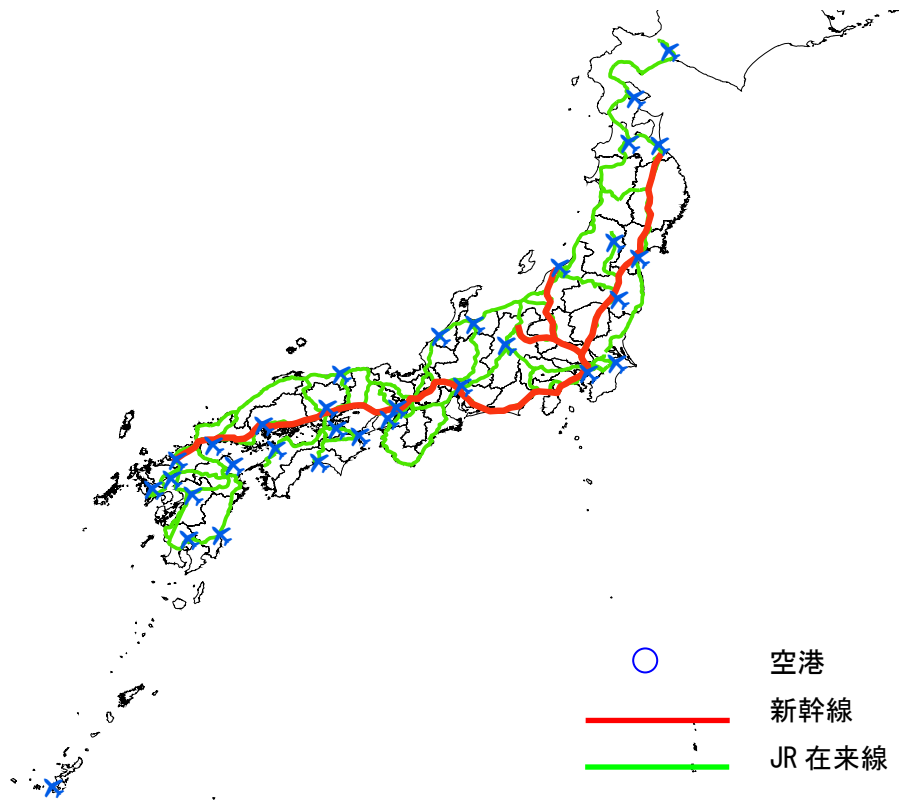


図 3.11 構築した公共交通ネットワーク

表 3.12 E V G C算出システムの詳細（公共交通）

	鉄道	航空	バス・フェリー
考慮する ノード	<ul style="list-style-type: none"> ・計算対象となる各都道府県庁所在地の最寄駅 ・路線相互の乗換駅 ・JRの料金体系が異なる境界駅 	<ul style="list-style-type: none"> ・都道府県庁間の移動に必要と考えられる空港 	<ul style="list-style-type: none"> ・都道府県庁間の移動に必要と考えられるバスターミナル、あるいは港湾
考慮する 便	<ul style="list-style-type: none"> ・上記のノードを通り、都市間移動に利用される主要な鉄道路線を走行する列車を考慮 ・新幹線、特急、急行は上記リンクに含まれるものは全て考慮 ・優等列車の頻度が少ない場合、快速、普通列車を考慮 	<ul style="list-style-type: none"> ・上記のノードを通る全航空便 	<ul style="list-style-type: none"> ・都道府県庁間の移動に必要と考えられる高速バス・深夜バス ・都道府県庁間の移動に必要と考えられるフェリー ・空港・バスターミナル・港湾と鉄道駅とを結ぶバス
考慮する 運賃制度	<ul style="list-style-type: none"> ・各種特急料金（各種新幹線料金、A特急料金、B特急料金） ・JR各社で定める運賃制度 ・新幹線と特急の乗り継ぐことによる特急料金の乗継割引 	<ul style="list-style-type: none"> ・通常期料金 	<ul style="list-style-type: none"> ・通常期料金
考慮しない 運賃制度	<ul style="list-style-type: none"> ・東京、大阪都市圏特定運賃 ・加算運賃設定区間における加算運賃 	<ul style="list-style-type: none"> ・各種割引料金 	<ul style="list-style-type: none"> ・各種割引料金（往復料金）

表 3.13 E V G C算出システムに収録したデータ（公共交通）

	収録されているデータ
便	種別、便が通るノードの到着時刻と発車時刻
ノード	ノード番号、ノードの位置、ノードの名称
運賃計算に必要なデータ	JR 運賃、JR 特急料金…駅間の距離 新幹線、私鉄、フェリー、バス料金…駅間の料金

3.7 時間価値の推定方法と推定結果

本節では、自動車交通と公共交通の交通機関選択モデルから、実際の交通行動を反映した時間価値が得られる選好接近法の考え方をを用いて、都市間交通における時間価値を推定する方法について述べ、都道府県間の交通モード別の OD 交通量と E V G C から時間価値の推定を行う。

3.7.1 時間価値に用いるデータ

(1) OD 交通量

旅客交通需要に関して自動車交通、公共交通の両方が得られるデータとしては、全国幹線旅客純流動調査²⁸⁾、大都市交通センサス²⁹⁾、旅客地域流動調査³⁰⁾などが挙げられる。

旅客純流動調査については、首都圏・中部圏・近畿圏といった大都市圏の内々の交通量のデータが得られないことなどの問題があり、また、大都市交通センサスでは、大都市圏に関連する OD しかデータが得られないことから、都道府県単位ですべての OD パターンでの交通需要量が得られ、年間での人員データが記載されている旅客流動調査（1999 年）を本研究では用いた。

(2) E V G C

3.5 で構築した自動車交通・公共交通における E V G C 算出システムを用い、都道府県庁間の一般化費用を算出する。

3.7.2 時間価値の推定方法

交通需要分析とは、交通プロジェクトの実施に伴い、交通モードの転換を引き起こすというように、需要や目的地、あるいは交通手段や経路など、交通行動への広範囲の影響を分析するものである^{31)~33)}。

その中で交通機関選択モデルに関する既存研究として、藤井³⁴⁾、兵藤ら³⁵⁾は生活行動という観点から選択行動モデルを構築し、藤原ら³⁶⁾³⁷⁾は意識データをもとに選択行動モデルを構築しその信頼性を検証している。また吉田ら³⁸⁾は所要時間や運賃のみならず駅の乗り換えや結節交通手段をも加味した上で総合的な交通手段選択モデルを構築し、玉石ら³⁹⁾は長距離旅客を対象として時系列的に機関選択行動を分析している。しかしいずれの研究についても選択行動モデルに用いられる所要時間や一般化費用については運行ダイヤが考慮されていない、という問題点を有する。

そこで本研究では、都道府県 i に居住する人が、都道府県 j を目的地として交通機関 m を選択するとき、同時選択ロジットモデルが成立しているものとして、交通行動モデルを構築した上で、本研究で定

義した EVGC を用いて時間価値を推定する方法について述べるものとする

(1) 交通行動のモデル化

交通行動モデルは図 3.12 に示されるような 2 段階の選択ツリーで構成し、1 段階にて交通機関を選択し、2 段階にて目的地を選択する構造を考える。交通機関の選択肢を m ($m=1$:自動車交通, $m=2$:公共交通), 目的地の選択肢を j ($j=1 \sim 47$) で表す。

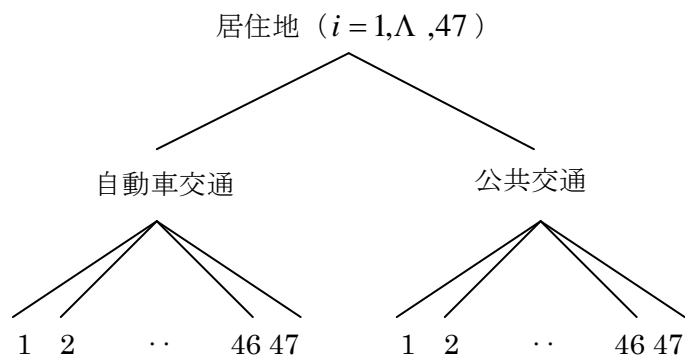


図 3.12 交通行動モデルのツリー

このとき、都道府県 i に居住する人が、都道府県 j を目的地として交通機関 m を選択するときの効用 $U_{i \rightarrow j, m}$ は、式 (3.8) のように分解して表すことができる。ただし、式の煩雑さを避けるため、個人を表す添え字は省略している。

$$U_{i \rightarrow j, m} = V_m + V_j + V_{i \rightarrow j, m} + \varepsilon_j + \varepsilon_{i \rightarrow j, m} \tag{3.8}$$

ここで

V_m : 交通機関 m に特有な効用の確定項

V_j : 着ゾーン j に特有な効用の確定項

$V_{i \rightarrow j, m}$: 発ゾーン i から着ゾーン j , 交通機関 m の組み合わせで決まる効用の確定項

ε_j : 着ゾーン j に特有な効用の確率項

$\varepsilon_{i \rightarrow j, m}$: 発ゾーン i から着ゾーン j , 交通機関 m の組み合わせで決まる効用の確率項

このとき、発ゾーン i から着ゾーン j への交通機関 m の同時選択確率 $P_{i \rightarrow j, m}$ は、ロジットモデルの考え方を用いると、式 (3.9) のように表される。

$$P_{i \rightarrow j, m} = \frac{\exp(V_m + V_j + V_{i \rightarrow j, m})}{\sum_{m=1}^2 \sum_{j=1}^{47} \exp(V_m + V_j + V_{i \rightarrow j, m})} \quad (3.9)$$

さらに、発ゾーン*i*に居住する人が交通機関*m*を選択する確率*P_{i,m}*は式(3.10)のように表される。

$$P_{i, m} = \sum_{j=1}^{47} P_{i \rightarrow j, m} \quad (3.10)$$

式(3.9)を式(3.10)に代入すると、式(3.11)となる

$$P_{i, m} = \frac{\exp(V_m) \sum_{j=1}^{47} \exp(V_j + V_{i \rightarrow j, m})}{\sum_{m=1}^2 \exp(V_m) \sum_{j=1}^{47} \exp(V_j + V_{i \rightarrow j, m})} \quad (3.11)$$

ここで、交通機関*m*に関連した効用の合成変数(ログサム変数) Λ_m を式(3.12)のように定義する。この合成変数は都道府県*i*における交通機関*m*のポテンシャルを表していると考えられる。

$$\Lambda_m = \ln \left[\sum_{j=1}^{47} \exp(V_j + V_{i \rightarrow j, m}) \right] \quad (3.12)$$

式(3.12)を式(3.11)に代入すると、式(3.13)となる

$$P_{i, m} = \frac{\exp(V_m + \Lambda_m)}{\sum_{m=1}^2 \exp(V_m + \Lambda_m)} \quad (3.13)$$

また、発ゾーン*i*から着ゾーン*j*、交通機関*m*の組み合わせで決まる効用の確定項*V_{i→j,m}*が³⁾、式(3.14)に示すようにEVGCで表されるとする。

$$V_{i \rightarrow j, m} = \alpha EVGC_{i \rightarrow j, m}$$

$$EVGC_{i \rightarrow j, m} = wEVT_{i \rightarrow j, m} + EVC_{i \rightarrow j, m} \quad (3.14)$$

ただし

EVGC_{i→j,m} : ゾーン*i j*間、交通モード*m*におけるEVGC

EVT_{i→j,m} : ゾーン*i j*間、交通モード*m*における平均所要時間

EVC_{i→j,m} : ゾーン*i j*間、交通モード*m*における平均費用

(自動車の場合は走行費用+料金、公共交通機関の場合は運賃+料金)

α : パラメータ

w : 時間価値

目的地 j に特有な効用の確定項 V_j が、着ゾーン j のポテンシャルである人口指標で式 (3.15) のように表されると仮定する.

$$V_j = \beta \ln Pop_j \quad (3.15)$$

ただし

Pop_j : 着ゾーン j の人口

β : パラメータ

さらに、交通機関 m に特有な効用の確定項 V_m が式 (3.16) のように表されると仮定する.

$$V_m = \gamma Dummy_m \quad (3.16)$$

ただし

$Dummy_m$: 公共交通 ($m = 1$) のとき 1, 自動車交通 ($m = 2$) のとき 0 となるダミー変数

γ : パラメータ

以上を踏まえ、式 (3.14), 式 (3.15), 式 (3.16) を式 (3.9) に代入すると式 (3.17) が得られる.

$$\begin{aligned} P_{i \rightarrow j, m} &= \frac{\exp(V_m + V_j + V_{i \rightarrow j, m})}{\sum_{m=1}^2 \sum_{j=1}^{47} \exp(V_m + V_j + V_{i \rightarrow j, m})} \\ &= \frac{\exp(\gamma Dummy_m + \beta \ln Pop_j + \alpha EVGC_{i \rightarrow j, m})}{\sum_{m=1}^2 \sum_{j=1}^{47} \exp(\gamma Dummy_m + \beta \ln Pop_j + \alpha EVGC_{i \rightarrow j, m})} \\ &= \frac{Pop_j^\beta \exp(\gamma Dummy_m + \alpha EVGC_{i \rightarrow j, m})}{\sum_{m=1}^2 \sum_{j=1}^{47} Pop_j^\beta \exp(\gamma Dummy_m + \alpha EVGC_{i \rightarrow j, m})} \quad (\beta > 0, \alpha < 0) \quad (3.17) \end{aligned}$$

これより、出発地 i から目的地 j への交通機関 m の同時選択確率 $P_{i \rightarrow j, m}$ は、目的地におけるポテンシャルと、 i j 間の空間的抵抗により決定され、目的地のポテンシャルが大きくなるにつれ同時選択確率が増加し、空間的抵抗が小さくなるほど同時選択確率が大きくなることがわかる.

(2) 時間価値の推定方法

ここでは、式 (3.17) において示されている同時選択確率を用いて、時間価値を推定する方法について述べる.

出発地 i から目的地 j への交通機関 m の OD 交通量を $OD_{i \rightarrow j, m}$ と表す。発ゾーン i を固定した上で、すべての着ゾーン j ($j = 1 \sim 47$)、交通機関 m ($m = 1 \sim 2$) の中で最大の OD 交通量となる j, m の組み合わせを J_i, M_i とすると、式 (3.17) より式 (3.18) が導かれる。

$$P_{i \rightarrow J_i, M_i} = \frac{\exp(V_{M_i} + V_{J_i} + V_{i \rightarrow J_i, M_i})}{\sum_{m=1}^2 \sum_{j=1}^{47} \exp(V_m + V_j + V_{i \rightarrow j, m})} \quad (3.18)$$

$$OD_{i \rightarrow J_i, M_i} = \text{Max}_{j, m} (OD_{i \rightarrow j, m})$$

式 (3.9) を式 (3.18) で除すことにより、式 (3.19) が導かれる。

$$\begin{aligned} \frac{P_{i \rightarrow j, m}}{P_{i \rightarrow J_i, M_i}} &= \frac{\exp(V_m + V_j + V_{i \rightarrow j, m})}{\exp(V_{M_i} + V_{J_i} + V_{i \rightarrow J_i, M_i})} \\ \ln \left(\frac{P_{i \rightarrow j, m}}{P_{i \rightarrow J_i, M_i}} \right) &= (V_m - V_{M_i}) + (V_j - V_{J_i}) + (V_{i \rightarrow j, m} - V_{i \rightarrow J_i, M_i}) \\ &= \gamma (\text{Dummy}_m - \text{Dummy}_{M_i}) + \beta \ln \frac{\text{Pop}_j}{\text{Pop}_{J_i}} + \alpha \omega (EVT_{i \rightarrow j, m} - EVT_{i \rightarrow J_i, M_i}) \\ &\quad + \alpha (EVC_{i \rightarrow j, m} - EVC_{i \rightarrow J_i, M_i}) \end{aligned} \quad (3.19)$$

式 (3.19) の左式は 1999 年における旅客流動調査の OD 交通量、右式の第 2 項については 1999 年の都道府県別人口の値、第 3 項・第 4 項については 3.5 で構築した E V G C 算出システムにて時間価値を設定した上で計測した所要時間、料金の値を用い、最小 2 乗法にてパラメータ α 、 $\alpha \omega$ 、 β 、 γ を推定した。

時間価値として、5 ～ 200 円／人・分の 5 円毎、計 40 パターンを設定した上で、時間価値の設定値と、上記で述べた最小 2 乗法での推定により求められる時間価値とが一致したときを、本研究で用いる時間価値とした。

3.7.3 時間価値の推定結果

3.7.2 で述べた方法を用いて、時間価値の推定を行った。その結果を図 3.13 に示す。図 3.13 は横軸を設定した時間価値、縦軸を最小 2 乗法により推定したときの時間価値をとって図で表したものであり、曲線は設定した時間価値と推定した時間価値をプロットとしたもの、45 度線は設定した時間価値と推定した時間価値とが一致した線を表し、曲線と 45 度線の交点が時間価値であるとし、時間価値は $w = 60$ (円/分・人) と推定された。また、表 3.14 に時間価値 60 円のときのパラメータの値を示す。自由度修正済み決定係数は 0.580 であるが、パラメータの符号条件は一致し、 t 値の絶対値も高いことから良好な結果であるといえ、交通行動モデルの妥当性が示されたといえる。

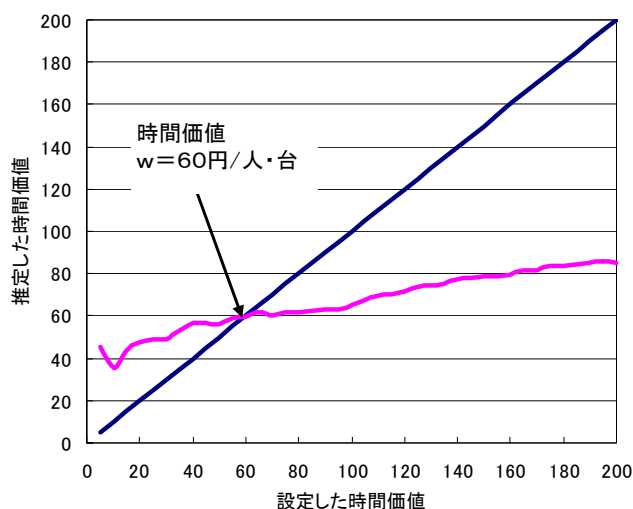


図 3.13 設定した時間価値と推定した時間価値

なお、自動車交通においては、H11 年道路交通センサスによる 1 台あたり 1.44 人の平均乗車人数を乗じると時間価値は $w = 86.4$ (円/分・台) となる。

道路投資の評価に関する指針(案)12)では、1999 年における時間価値について、乗用車類は平日 67 (円/分・台)、休日 101 (円/分・台)、普通貨物車は平日休日とも 101 (円/分・台) という値が設定されている。乗用車類と普通貨物車の割合 (57.68% : 42.32%、道路交通センサス交通量調査 (1999 年))、ならびに平日と休日の割合 (243:122) を考慮して加重平均すると、時間価値は 87.9 (円/分・台) となり、本研究で得られた時間価値と比較して大きな相違はなく、本研究で推定した時間価値は妥当な結果といえる。

表 3.12 時間価値 60 円のときのパラメータの推定値

	係数	t
γ (ダミー変数)	-2.2673217	-34.4824
β (人口)	1.0007543	32.53764
$\alpha \omega$ (時間)	-0.0061813	-15.2281
α (料金)	-0.0001035	-17.2151
サンプル数	2702	
補正 R2	0.580	

3.8 EVGCの算出結果

3.7 で推定した時間価値 $w = 60$ (円/分・人) を用いて、本節では、1999 年における自動車交通ならびに公共交通における EVGC を算出結果について述べる。

3.8.1 自動車交通における EVGC の算出結果

自動車交通における EVGC の出力結果の一例として、京都⇄広島間、京都⇄高知間での EVGC の算出結果を距離、所要時間、料金 (長距離逓減による割引含む)、走行費用の項目で表 3.15 に示す。

表 3.15 京都⇄広島間，京都⇄高知間でのEVGC（自動車交通）

区間	距離	EVGC	所要時間	料金	走行費用
	(km)	(円/人)	(分)	(円/人)	(円/人)
京都⇄広島	358.3	25,968	284	5727	3,213
京都⇄高知	365.6	29,336	292	8532	3,284

京都から広島，高知の空間的距離はほぼ同じであり，所要時間・走行費用についてもほぼ同じ値となっているが，料金については本四間の架橋部が通常の高速道路よりキロあたりでかなり割高であることから，京都⇄高知間が京都⇄広島間より割高となっている。

また，計測された料金を普通車1台あたりに換算した上で，長距離通減による割引分，割引率，実際の通行料金を記したものを表 3.16 に示す。

表 3.16 京都⇄広島間，京都⇄高知間での料金の詳細（自動車交通）

	計測した料金			実際の通行料金(1999)	
	料金	内割引分	割引率	区間	料金
	(円/台)	(円/台)	(%)		(円/台)
京都⇄広島	7,603	1,809	23.8%	京都南IC～広島東IC，広島高速1号線	7,650
京都⇄高知	11,328	1,628	14.4%	京都南IC～高知IC（瀬戸大橋経由）	10,950

表 3.16 は本システムで計測した料金と，探索した経路での実際の通行料金（1999年）とを比較したものであり，料金の現況再現性という観点からみると，構築したEVGC算出システムはネットワーク構築を含めて極めて高い精度を有しているといえる。また，高速道路の長距離通減による料金割引率は京都⇄広島間で約 24%あり，都市間の自動車交通の一般化費用を考える上で無視できない項目であるが，本システムでは長距離通減による割引制度も適切に考慮されている。

3.8.2 公共交通におけるEVGCの算出結果

公共交通におけるEVGCの出力結果の一例として，京都⇄広島間，京都⇄高知間でのEVGC，所要時間，料金，コアタイムを表 3.17 に示す。また，縦軸に一般化費用，横軸に出発時刻をとり出発時刻ごとの一般化費用を図示したものを，京都⇄広島間については図 3.14(1)(2)に，京都⇄高知間については図 3.15(1)(2)に示す。

表 3.17 京都⇄広島間，京都⇄高知間のEVGCの詳細

区間	コアタイム	EVGC	所要時間	料金
京都⇒広島	6:00～21:50	19,785	144	11,135
	日平均	23,124	197	11,300
広島⇒京都	6:00～22:10	19,226	132	11,336
	日平均	22,869	193	11,272
京都⇒高知	6:00～19:40	26,732	252	11,618
	日平均	31,228	343	10,664
高知⇒京都	6:00～19:40	26,553	243	11,986
	日平均	32,046	335	11,950

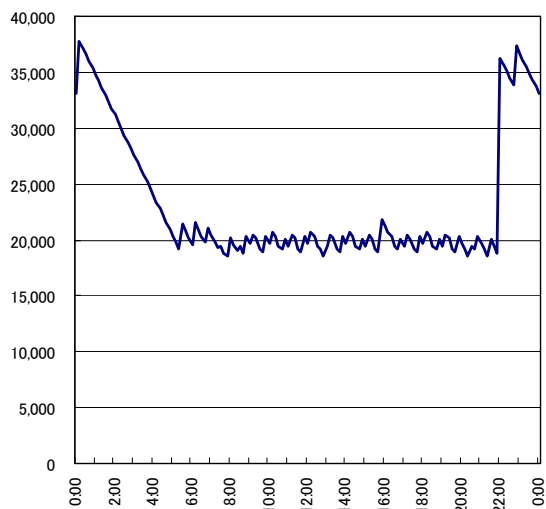


図 3.14(1) 出発時刻ごとの一般化費用
(京都⇒広島)

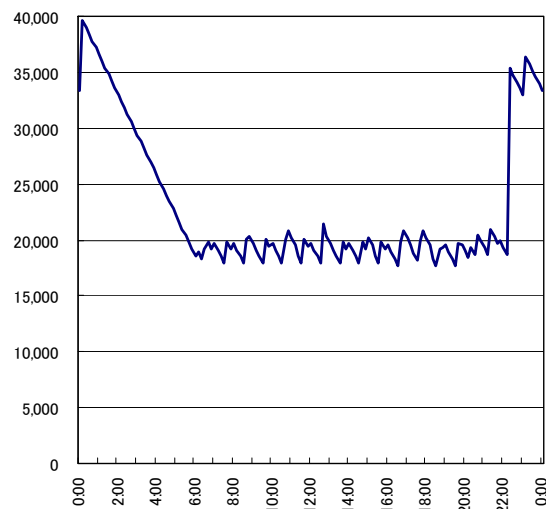


図 3.14(2) 出発時刻ごとの一般化費用
(広島⇒京都)

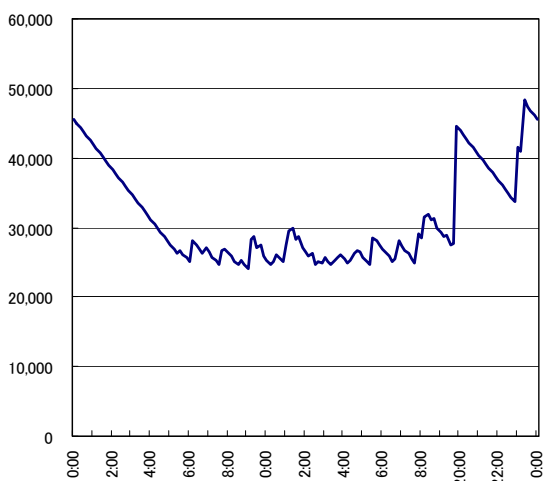


図 3.15(1) 出発時刻ごとの一般化費用
(京都⇒高知)

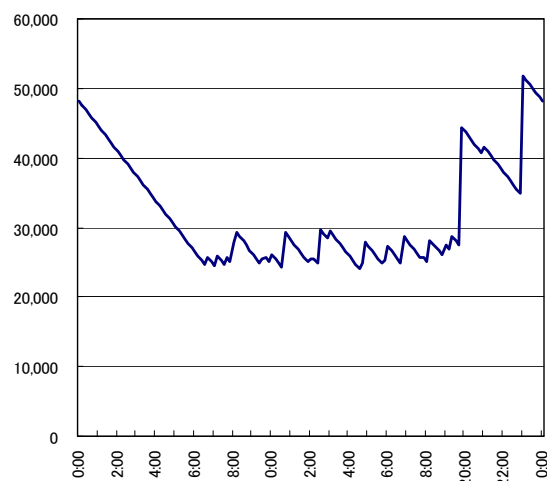


図 3.15(2) 出発時刻ごとの一般化費用
(高知⇒京都)

表 3.17, 図 3.14(1)(2), 図 3.15(1)(2)より, 出発時刻が同じであっても運行ダイヤの違いにより京都⇒広島, 広島⇒京都での一般化費用は異なっており, 本システムで計測された出発時刻ごとの一般化費用が運行ダイヤを的確に反映したものであるといえる。

京都⇔広島間では新幹線が直通しており所要時間も2時間程度であるため, 22:00 前後まで当日内の到着が可能であるのに対し, 京都⇔高知では新幹線と在来線の乗り継ぎがあり所要時間も4時間程度かかるため, 19:40 まで当日内の到着が可能である。このようにコアタイムについては, 都市間の乗車時間・乗り継ぎ時間を含む所要時間や運行ダイヤにより計測がなされるため, 都市間の交通利便性を表す

指標の1つとなる。

また、深夜発の一般化費用が昼間発の一般化費用に対して非常に大きな値となっている。これは深夜発の出発便がなく朝の出発便まで待つため、待ち時間が長くそれが一般化費用に大きな影響を与えているからである。

3.9 EVGCの有効性の整理

本節では、EVGCの有効性を自動車交通ならびに公共交通にて示すために、従来から交通プロジェクト評価で用いられている最短所要時間や最小一般化費用などの交通利便性指標と比較して、本研究で定義したEVGCが優れている点について整理する。

(1) 運行頻度や乗り継ぎ時間を的確に表現できるようになった点

都市間交通においては、都市内交通よりフリークエンシーが小さく、乗車便によっては乗り継ぎ時間にばらつきがあるなど、従来のダイヤを考慮しない所要時間や一般化費用では、都市間交通の利便性を的確に表しているとは言い難い。本研究では、公共交通において通常のノードとリンクで構築されたネットワークを用いて一般化費用を算出するのではなく、時刻表データを直接用いることにより、出発時刻毎の一般化費用を算出し、EVGCを計測することにより、都市間交通の交通利便性指標の重要なファクターである運行頻度や乗り継ぎ時間を的確に表現することが可能となった。

(2) 複雑な料金制度を的確に評価することが可能になった点

都市間交通においては、JHの長距離通減制を考慮した高速料金やJRの複雑な料金制度を的確に表現する必要があるが、通常のノードとリンクで構築されたネットワークを用い、通常のDijkstra法で所要時間や一般化費用を計測されるシステムでは、そのような料金を的確に計測できない。本研究で構築したEVGC算出システムではこのような料金体系を的確に評価しており、都市間の交通利便性をより正確に表現することが可能である。

(3) 多種多様な交通プロジェクトの的確な評価が可能である点

従来の指標では都市間の所要時間が短縮されるようなプロジェクトは評価可能であったが、運行本数の増大や、乗り継ぎ時間の短縮といったダイヤ設定の変更を伴うプロジェクトは、従来の指標では的確に評価できなかったが、EVGCではそのようなプロジェクトでも的確に評価することが可能である。また、複雑な料金体系を考慮可能な本システムは、運賃体系の見直しといったプロジェクトも的確に評価することが可能であり、多種多様な交通プロジェクトをEVGCという交通利便性指標を用いて統一的な視点から評価することが可能である。

3.10 結語

本章では、多種多様な都市間交通プロジェクトを統一的な視点から評価可能な交通利便性指標の計測を行うべく、その課題を明確にするとともに、出発確率分布より出発時刻毎の一般化費用を重み付けした交通利便性指標であるEVGC (Expected Value of Generalized Costs) を定義し、運行ダイヤや複

雑な料金体系を考慮可能な EVGC 算出システムを構築した上で、都道府県間の EVGC を算出し、その有用性について検討を行った。

3.2, 3.3 では従来から都市間交通プロジェクト評価に用いられている交通利便性指標の問題点について具体例を挙げながら述べ、運行頻度が都市内の公共交通と比べて小さく、所要時間や料金だけでなく、運行頻度や乗り継ぎ時間なども、交通利便性に大きな影響を与えるが、従来から交通プロジェクト評価において用いられてきた交通利便性指標である所要時間や一般化費用は、運行頻度や乗り継ぎといった運行ダイヤを正確に反映したものであるとはいえない点を既存研究との比較も行ったうえで明確にした。そして、交通機関選択モデルを構築した上で選好接近法により時間価値を推定することにより、実際の交通行動を反映した交通利便性指標を算出した。

3.4 では明らかとなった課題をふまえて、出発確率分布より出発時刻毎の一般化費用を重み付けした交通利便性指標である EVGC (Expected Value of Generalized Costs) を定義し、具体例を用いて EVGC の算出方法を概説した。

3.5, 3.6 では 3.4 で定義した EVGC の算出にあたっての設定ならびにシステム構築の概要について、自動車交通ならびに公共交通ごとに述べた。そして、都市間交通の交通利便性を表現する際には、JH の長距離逓減制を考慮した高速料金や JR の複雑な料金制度を的確に表現する必要があるが、通常のノードとリンクで構築されたネットワークを用い、通常の Dijkstra 法で所要時間や一般化費用を計測されるシステムでは、そのような料金を的確に計測できないことを簡単な例でもって示すとともに、本研究で構築した膨大なる道路ネットワークデータ、旅客便データを含む EVGC 算出システムはこのような料金体系を的確に評価し、都市間の交通利便性をより正確に表現することが可能であることを述べた。

3.7 では、実際の交通行動を反映した交通利便性指標を計測すべく、一般化費用を構成する上での重要なファクターである時間価値を、所得接近法ではなく選好接近法により交通行動のモデル化を行った上で、推定した結果、時間価値は 1 人・1 分あたり 60 円と計測された。この値については道路投資の評価に関する指針(案)に記載されている値とほぼ同じであることから、推定した時間価値は妥当であると結論づけた。

3.8 では、3.7 で推定した時間価値を用いて、都道府県間の EVGC を自動車交通・公共交通別に京都⇔広島、高知間にて計測した結果を示し、自動車交通については JH の長距離逓減制を含んだ通行料金が的確に表現されていることを、また公共交通については、運賃や新幹線特急料金ならびに新幹線と在来線特急との乗継割引といった複雑な運賃制度が的確に表現されていることを明らかにし、構築したネットワークならびに構築した EVGC 計測システムの有効性について論じた。

3.9 では、以上で得られた結果をもとに、交通利便性を表す指標として(1) 運行頻度や乗り継ぎ時間を的確に表現できるようになった点、(2) 複雑な料金制度を的確に評価することが可能になった点、(3) 多種多様な交通プロジェクトの的確な評価が可能である点、について記述し、本研究で定義した EVGC の有用性についてまとめを行った。

< 3章 参考文献 >

- 1) 加藤義彦・波床正敏・中川大・天野光三：都市間交通における所要時間の概念に関する基礎的研究，土木計画学研究・論文集，No.9，pp.69～76，1991
- 2) 波床正敏，天野光三，中川大，長谷川強：「滞在可能時間」と「積み上げ所要時間」の特徴と都市間の交流可能性，土木計画学研究・講演集，No.15，pp.513～520，1992
- 3) 波床正敏：明治期以降の交通網整備が我が国の地域構造に及ぼした影響に関する研究，京都大学博士論文，1997
- 4) 波床正敏，塚本直幸，山本健司：都市間交通における所要時間指標の人口移動分布への適用可能性に関する研究，土木計画学研究・講演集，No.21，pp.177～180，1998
- 5) 中川大，波床正敏，加藤義彦：交通網整備による都市間の交流可能性の変遷に関する研究，土木学会論文集 No.482/IV-22，pp.47～56，1994.1
- 6) 三谷靖：国際交通における都市間の交流可能性に関する研究，京都大学大学院修士論文
- 7) 中川大，波床正敏，伊藤雅，西澤洋行：国際交通分析における利便性指標としての積み上げ所要時間に関する研究，土木学会論文集 No.590/IV-39，pp.43～50，1998
- 8) 江口英毅：期待一般化費用を用いた大規模交通プロジェクトの便益評価に関する研究，京都大学修士論文，1999
- 9) 野村友哉，青山吉隆，中川大，松中亮治，白柳博章：EVGCを用いた都市間高速鉄道プロジェクトの便益評価に関する研究，土木計画学研究・論文集，Vol.18 No.4，pp.627～636，2001
- 10) 屋井鉄雄・岩倉成志・伊東誠：鉄道ネットワークの需要と余剰の推計法について，土木計画学研究・論文集，No.11，pp.81～88，1994
- 11) 近藤光男・青山吉隆・廣瀬義伸・山口行一：1960年以降の全国高速交通体系のサービス水準の変化とその評価，土木計画学研究・講演集，No.18 (1)，pp.365～368，1995
- 12) 道路投資の評価に関する指針検討委員会：道路投資の評価に関する指針案（第1編），財団法人日本総合研究所，1998
- 13) Alam Md, Jobair Bin, N. Harata and K. Ohta : Modified MD Model To Analyze Value of Time, 土木計画学研究・講演集，No.18(2)，pp.333～336，1995.12
- 14) 波床正敏，中川大：公共交通利用における都市間の所要時間指標算出システム，土木情報システム論文，Vol.7，pp.169～176，1998
- 15) 小林潔司，奥村誠，永野光三：鉄道通勤交通における出発時刻分布に関する研究，土木計画学研究・論文集，No.14，pp.895～906，1997
- 16) 奥村誠，永野光三，小林潔司：始業時間の設定が鉄道通勤交通に及ぼす影響に関する研究，土木計画学研究・論文集，No.15，pp.831～840，1998
- 17) 家田仁，土谷和之，ファン レ ビン，岡村敏之：大都市圏鉄道需要の時刻集中特性予測モデルの構築と首都圏鉄道ネットワークへの適用，土木学会論文集 No.702/IV-55，pp.65-79，2002.4
- 18) 桑原雅夫：道路交通における出発時刻選択に関する研究解説，土木学会論文集 No.604/IV-41，pp.73～84，1998.10

-
- 19) 高嶋裕治, 荒井徹, 谷下雅義, 鹿島茂: 所要時間の不確実性を考慮した自動車運転者の出発行動モデルの構築, 土木計画学研究・講演集, No.19(2), pp.815~818, 1996.11
 - 20) 建設省道路局(編): 道路交通センサス一般交通量調査, 1999
 - 21) JTB: JTB時刻表, 1995-1999
 - 22) 飯田恭敬(編著): 交通工学, 国民科学社, pp.247~252, 1992
 - 23) 李薫基, 太田勝敏, 原田昇: 信号交差点を考慮した集計 Q-V 式と戦略交通モデルへの応用, 第33回日本都市計画学会学術研究論文集, pp.187-192, 1998
 - 24) 建設省道路局(編): 道路交通センサス起終点調査, 1999
 - 25) 国土交通省道路局(監修): 高速道路便覧 2001年版, 全国高速道路建設協議会, 2001
 - 26) 日本道路公団: 日本道路公団(JH)年報 平成12年版, 2000
 - 27) 財団法人日本デジタル道路地図協会: DRM デジタル道路地図, 1998
 - 28) 国土交通省政策統括官付政策調整官室: 第2回全国幹線旅客純流動調査, 1995
 - 29) http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/01/011021_.html: 国土交通省総合政策局交通計画課
 - 30) 運輸省大臣官房情報管理部: 旅客地域流動調査, 財団法人運輸経済研究センター, 1991-1995
 - 31) 土木学会(編): 非集計行動モデルの理論と実際
 - 32) 社団法人交通工学研究会編: やさしい非集計分析, 丸善株式会社, 2003
 - 33) 北村隆一・森川高行編著, 佐々木邦明・藤井聡・山本俊行著: 交通行動の分析とモニタリング理論/モデル/調査/応用, 技報堂出版, 2002
 - 34) 藤井聡: 生活行動を考慮した交通需要予測ならびに交通政策評価手法に関する研究, 京都大学博士論文, 1997
 - 35) 兵藤哲朗, 室町泰徳: 個人選択行動モデルの最近の開発動向に関するレビュー, 土木計画学研究・講演集, No.23(2), pp.275~278, 2000
 - 36) 藤原章正, 杉恵頼寧: 選好意識データに基づく交通手段選択モデルの信頼性, 土木計画学研究・論文集, No.8, pp.49~56, 1990
 - 37) 藤原章正: 交通機関選択モデル構築における選好意識データの信頼性に関する研究, 広島大学博士論文, 1993
 - 38) 吉田朗, 原田昇: 鉄道の路線・駅・結節交通手段の選択を含む総合的な交通手段選択モデルの研究, 土木学会論文集 No.542/IV-32, pp.19~31, 1996.7
 - 39) 玉石修介, 大塚俊介, 角知憲, 松本嘉司: 旅行費用の変化に伴う長距離旅客の機関選択行動の時系列的分析方法, 土木学会論文集 第371号/IV-5, 1986.7

4. 地価指標を用いた都市間交通プロジェクト評価システムの構築

4.1 概説

本章では、まず、プロジェクトによる便益の空間的帰着を明確にし、地域間の公平性の観点、財政面から議論がなされている開発利益の還元方策の推進に資するものとして、地価指標を用いた都市間交通プロジェクト評価システムを構築することを目的としており、以下のような構成で記述していく。

4.2 では、便益と費用の公平化を図り、受益者にはそれ相応の負担を課すべきであるという議論がなされていることを鑑み、地価指標を用いた都市間交通プロジェクトの有効性について述べる。

4.3 では、都道府県地価調査を用いてわが国における地価動向を把握し、地価動向に係る既存研究についてまとめる。

4.4 では、時間的・空間的要因を考慮した上で、属性要因の安定した評価が行われるような地価モデルの理論的構築が必要であることを鑑み、地点ごとの地価が他の地点の地価に影響を及ぼしているという空間的要因を考慮した地価モデルの理論を構築した上で、地点の地価はその地点の属性とそのエリアの属性であるエリア内の最高地価により表現される空間波及地価モデルを導出する。

4.5 では、地価指標による便益計測手法について概要を示すとともに、ヘドニック・アプローチにかかるキャピタリゼーション仮説や Small 条件についてその理論背景を概説する。

4.6 では、4.4 で導出した空間波及地価モデルを、第3章で得られた交通利便性指標を用いて全国レベル（上位モデル）、都道府県レベル（中位モデル）、市区町村レベル（下位モデル）の3段階で適用する際の使用データなどの概説を行う。

4.7 では、4.6 で述べた3段階の空間波及地価モデルの推定を行った上で、本研究で構築するモデル推定の妥当性について検証する。

最後に、4.8 で地価指標を用いた都市間交通プロジェクトの評価システムに関して、本章で得られた知見についてとりまとめを行う。

4.2 地価指標を用いた都市間交通プロジェクト評価の有効性

近年、公共事業の実施に際しては、便益と費用の公平化を図り、受益者にはそれ相応の負担を課すべきであるという議論がなされている。受益者負担金という形で受益者が事業費の一部を負担している事業としては、わが国では下水道事業の例があるが、道路事業においては、道路整備特定財源制度と有料道路制度によって、道路整備による直接の受益者と考えられる自動車利用者にも負担を求めている。一方、一般道路においては、地方自治体の一般財源という形で自動車利用者以外による負担分も少なくないが、これはその沿道地域を中心として様々な波及効果が発生していることに対応していると考えられる。このように、道路事業においては、概念的にはある程度便益と負担との対応関係が考慮されているが、厳密に公平を保つためには、どの主体にどれだけの便益が帰属し、またどれだけの負担を行っているのかということ、定量的に明らかにする必要がある。

交通整備に伴う様々な効果を計測する試みは数多くなされているが、まず交通機能についてみれば、交通整備に伴う全ての財の価格変化を記述しようとする一般均衡論を直接適用する方法、便益の帰着ベースで主として計量経済モデルを用いる指数基準法、及び、同様に帰着ベースで効果を主に資産価値の

変化でとらえようとするヘドニック・アプローチに大別される。一般均衡的アプローチによった分析として、例えば森杉らの研究がある。また計量経済モデルを利用する方法では、データの入手可能性ならびに関数の定式化において、種々の問題が発生することになる。これに対して、データの入手可能性、客観性、市場価格として現実の市場で機能しているという点から市場価格関数を用いるヘドニック・アプローチは、他の方法と比較して有力である。また、便益の享受と負担の公平性の議論を行うためには、交通プロジェクトによって便益を受ける主体および負担をしている主体が明示的であり、その主体別の便益、負担の大きさが統一的な尺度で二重計算及びもれなく計測されることが必要である。その意味で単一尺度である地価指標を用いて便益計測を行う手法としてもヘドニック・アプローチは有力である。

ヘドニック・アプローチを用いて交通プロジェクトを評価した研究は都市内交通といった比較的便益の及ぶ範囲が狭いものが多い。肥田野ら^{1) 2)}は都市近郊鉄道の整備効果を計測するとともに、それに付随して整備される関連施設の効果を複合交通空間整備効果として計測を行っている。中川ら³⁾は広域幹線道路整備の効果を主体別に計測するとともに、その費用負担について計測を行っている。宮本ら^{4) 5)}は都市交通基盤および関連施設整備がもたらす便益の相乗効果を計測し、その起源分離を試みているなど、便益の享受と負担の公平性の議論を行うための研究が数多くなされている。大規模交通プロジェクトの便益評価をヘドニック・アプローチの考え方をを用いて計測したものは少ないが、肥田野・林山・山村⁶⁾は、二地域一般均衡モデルを用いて算出された便益とヘドニック・アプローチより算出された便益とを比較することにより、国土の50%に影響を及ぼすような社会資本整備においても、ヘドニック・アプローチより算出された便益は10数%の過大評価になるという精度であることを示すことにより、便益が広域に及ぶ大規模交通プロジェクトにおいても、ヘドニック・アプローチは適用可能であると結論付けている。

4.3 わが国における地価動向と地価動向に関する既存研究

4.3.1 わが国における地価動向

近年のわが国における地価動向に関する考察を行うにあたって、1980年から1996年までの全国の都道府県地価調査を用いて、東京都、首都圏（千葉県、埼玉県、神奈川県）、近畿圏（滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県）、その他の地域の4地域における地価上昇率を経年的に計算したものを図4.1に示す。図4.1より、1980年代後半における地価高騰、および1990年以降の地価下落現象は、空間的に同一に発生したのではなく、東京都から首都圏、近畿圏、その他の地方へ時間的なずれを伴いながら空間的に波及していることがわかる。このような地価動向を本研究では地価の時空間的波及構造と呼ぶことにする。

80年代後半における期待要因の急激な高まりによって生じた地価の高騰には、金融緩和に伴う余剰資金の増加が影響を与えていたことが指摘されており、不動産業への貸出残高の急激な伸びなどもその要因の1つにあげられる。この時期に発生した余剰資金は、土地の投機的行動を活発にし、地価の値上がり期待がさらに値上がりを呼ぶという好循環的なサイクルで、期待要因が急激に上昇したものと思われる。一方、バブル崩壊後の地価下落の要因としては、金融引き締めによる余剰資金の減少があげられており、土地の売却による地価の下落がさらなる地価の下落を招くという悪循環的なサイクルで、期待要因が収縮したものと考えられる。余剰資金や不動産業への貸出以外にも、地価監視制度や地価税などの

土地政策要因が考えられる。

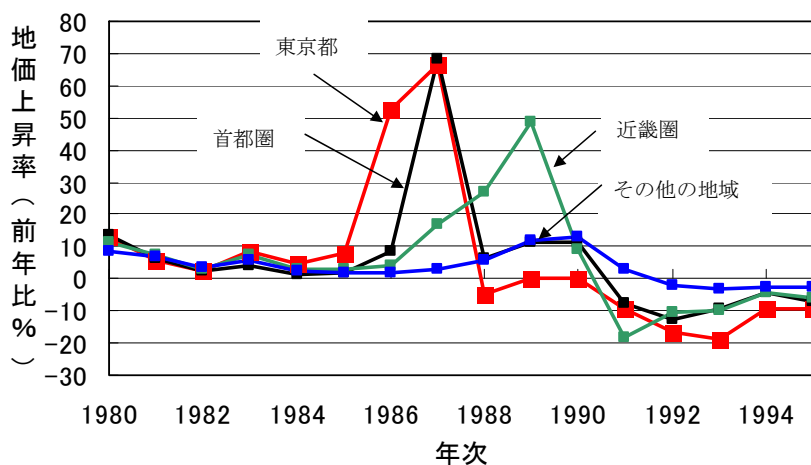


図 4.1 各地域（東京都・首都圏・近畿圏・その他の地域）における地価動向

4.3.2 地価動向に関する既存研究

このような地価の時空間的波及構造は、金融市場・土地市場の需給均衡、および市場間の資金流動により生じるものと考えられ、この点に関する定量的な分析を行った既存研究として、青山ら^{7)~14)}は、地価形成要因として金融、経済、所得などの他に、地域間の時空間的波及や用途間波及によるものが存在していることを示し、地価波及の構造をさまざまな形でモデル化している。また、実際の都市において地価データを用いてこの構造を把握した研究^{15)~21)}も数多い。また、地価形成要因は、マクロ要因とミクロ要因に大別されるが、不動産鑑定評価上は、マクロ要因は一般的要因、ミクロ要因はさらに細かく地域要因と個別要因に分類されている。地価は時空間的に形成される性質をもっているため、マクロ要因とミクロ要因という2つの要因を含めた形でさまざまな分析が行われている^{22)~28)}。

しかし、ヘドニック・アプローチは、通常1時点横断で行われるため、地価に空間的な格差を与えるミクロ的な要因が説明変数として地価関数に取り込まれるが、地価に時間的な変動を与えるマクロ的な要因は一般的に考慮されないため、クロスセクショナルな地価関数は他時点において不安定になり、時点によっては評価値が大きく異なるといった現象も生じるため、環境質や土地属性などのミクロ要因が地価形成に与える真の影響度を評価するためには、時間的・空間的要因を考慮した上で、どの時点においても安定に属性要因の評価が行われるような地価モデルの理論的構築が必要である。

従来の地価モデルでは、地価を形成する要因として、土地が有する属性、および地域の社会・経済状況などが挙げられ、これらを説明変数とした地価関数を推定することが多いが、地価の時空間的波及構造を考慮することはできない。そこで、地価の時空間的波及構造を考慮した、具体的には都道府県レベル→市区町村レベル→地点レベルで地価が決定されていくような地価モデルを構築する。そのような地価モデルを本研究では空間波及地価モデルと呼ぶことにし、その考え方ならびに理論展開について次節で示すこととする。

4.4 空間波及地価モデルの構築

前節より、空間を越えて、ある地点の市場地価の変動が、他の地点の市場地価の変動のかなりの部分を引き起こしていったと考えられる。このような市場地価の変動を説明するためには、こうした地価変動の伝播作用を考慮する必要がある。従来の地価理論にはこうした市場地価の空間的波及という視点が欠けているために、わが国で生じている地価変動のメカニズムをうまく説明することができない

従来の地価を用いた評価手法では、モデルの構築は収益地価に基づくものが大多数であるが、その一方で、モデルでの推定にはデータの入手の容易さから市場地価が用いられることがほとんどである。市場地価と収益地価との関係を明確にすることは、プロジェクトの便益評価において地価指標を用いた場合の精度を考える上で、非常に重要な事項である。

実際の市場地価は収益地価と期待地価の和であらわされており、このような地価変動を説明するためには、期待地価に関する理論的な解明が必要である。そこで本節では市場地価と収益地価、期待地価との関係を明らかにする。

4.4.1 市場地価と収益地価との関係

ある大きさの空間の都市地域を対象とし、この都市地域は n 個の地区に分割されているとする。それぞれの地区の内部は均一で、1つの代表的な地点の地価を有しているものとする。

都市地域に属する地点 i の市場地価が p_i で表され、またこの地区から一期間に得られる収益地価（地代）を r_i 、この地区の一期後の地価の期待地価を q_i とすると、これらには式 (4.1) の関係がある。

$$p_i = r_i + q_i \quad (i = 1, 2, \Lambda, n) \quad (4.1)$$

ここで、収益地価 r_i は立地条件に最も強い影響を受けると考えられるから、 r_i は地点 i の立地条件の関数である。

一方、期待地価が形成されるプロセスは非常に複雑であり、多くの要因が作用していると考えられる。しかし最も強く影響する要因は、その空間内のすべての地価の過去の動向であろう。いま地点 i の収益地価が立地条件の関数として与えられているとし、この収益地価によって各地点の期待地価が形成される。最初の1回目の波及効果による期待値を $q_i^{(1)}$ とおけば、式 (4.2) のように表すことができる。

$$q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n w_{i,j} \cdot r_j \quad (i = 1, 2, \Lambda, n) \quad (4.2)$$

ここに、 $w_{i,j}$ は、地点 j の地価が、地点 i の期待地価に及ぼす波及効果を表す係数である。

さらに、 $q_i^{(1)}$ を要素するベクトルを $Q^{(1)} = \{q_i^{(1)}\}$ 、 r_i を要素するベクトルを $R = \{r_i\}$ 、 $w_{i,j}$ を要素とする行列を $W = \{w_{i,j}\}$ としたとき、式 (4.2) は式 (4.3) のように行列の形で表される。

$$Q^{(1)} = \begin{bmatrix} q_1^{(1)} \\ q_2^{(1)} \\ \mathbf{M} \\ q_n^{(1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{1,1} & w_{1,2} & \Lambda & w_{1,n} \\ w_{2,1} & w_{2,2} & \Lambda & w_{2,n} \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{O} & \mathbf{M} \\ w_{n,1} & w_{n,2} & \Lambda & w_{n,n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ \mathbf{M} \\ r_n \end{bmatrix} = WR \quad (4.3)$$

1回目の波及過程の結果生じた期待地価は、続けて他の地点へ2回目の波及効果を及ぼすものと考え、2回目の波及効果による期待地価ベクトル $Q^{(2)}$ は式(4.4)のように表される。

$$Q^{(2)} = \begin{bmatrix} q_1^{(2)} \\ q_2^{(2)} \\ \mathbf{M} \\ q_n^{(2)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{1,1} & w_{1,2} & \Lambda & w_{1,n} \\ w_{2,1} & w_{2,2} & \Lambda & w_{2,n} \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{O} & \mathbf{M} \\ w_{n,1} & w_{n,2} & \Lambda & w_{n,n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q_1^{(1)} \\ q_2^{(1)} \\ \mathbf{M} \\ q_n^{(1)} \end{bmatrix} = WQ^{(1)} = W^2R \quad (4.4)$$

以下、同様にして、 k 回目の波及効果による期待地価は、式(4.5)で表される。

$$Q^{(k)} = W^k R \quad (4.5)$$

式(4.5)より、市場地価ベクトル $P = \{p_i\}$ は、収益地価ベクトルと各波及過程における期待地価ベクトルの和として、式(4.6)のように与えられる。

$$\begin{aligned} P &= R + Q^{(1)} + Q^{(2)} + \Lambda \\ &= R + WR + W^2R + W^3R + \Lambda \\ &= (I + W + W^2 + W^3 + \Lambda)R \end{aligned} \quad (4.6)$$

$0 \leq w_{i,j} < 1$ で、波及効果は回数と経るにつれ逡減すると考えられるため、式(4.7)を仮定することができる。

$$\lim_{k \rightarrow \infty} W^k = 0 \quad (4.7)$$

式(4.7)が成立するとき、行列 $I - W$ の逆行列が存在し、式(4.7)は式(4.8)のように表される。

$$P = (I - W)^{-1} R \quad (4.8)$$

定常状態における期待地価を q_i とし、そのベクトルを Q とおくと、式(4.8)より式(4.9)を得る。

$$\begin{aligned} P &= R + WP \\ Q &= P - R = WP \end{aligned} \quad (4.9)$$

$$Q = \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ \mathbf{M} \\ q_n \end{bmatrix} \quad P = \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \mathbf{M} \\ p_n \end{bmatrix} \quad R = \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ \mathbf{M} \\ r_n \end{bmatrix}$$

ゆえに、期待地価は、空間内のすべての地点の市場地価が相互に関連して決定されることになる。

4.4.2 空間波及地価モデルの理論導出

前項での理論展開を踏まえ、本章では市場地価の導出を行う。

都市地域がミクロな領域であるとし、都市地域に属する地点 i ($i = 1, 2, \Lambda, n$) の市場地価を高い水準から低い水準に並び替えたものを、新たに地点 $1, 2, \Lambda, n$ と呼びかえることにする。

期待地価はすべての市場地価が相互に関連して決定されるが、ミクロな領域を考えると、波及効果は自地点ならびに隣接する地点 i (高地価) から地点 $i+1$ (低地価) ($i = 1, 2, \Lambda, n-1$) のみであると考えてもよい。すなわち式 (4.10) が成立する。

$$W = \begin{bmatrix} w_{1,1} & w_{1,2} & \Lambda & w_{1,n-1} & w_{1,n} \\ w_{2,1} & w_{2,2} & \Lambda & w_{2,n-1} & w_{2,n} \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{O} & \mathbf{M} & \mathbf{M} \\ w_{n-1,1} & w_{n-1,2} & \Lambda & w_{n-1,n-1} & w_{n-1,n} \\ w_{n,1} & w_{n,2} & \Lambda & w_{n,n-1} & w_{n,n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{1,1} & 0 & \Lambda & 0 & 0 \\ w_{2,1} & w_{2,2} & \Lambda & 0 & 0 \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{O} & \mathbf{M} & \mathbf{M} \\ 0 & 0 & \Lambda & w_{n-1,n-1} & 0 \\ 0 & 0 & \Lambda & w_{n,n-1} & w_{n,n} \end{bmatrix} \quad (4.10)$$

これを $R = (I - W)P$ に代入すると式 (4.11) が得られる

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ \mathbf{M} \\ r_{n-1} \\ r_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - w_{1,1} & 0 & \Lambda & 0 & 0 \\ -w_{2,1} & 1 - w_{2,2} & \Lambda & 0 & 0 \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{O} & \mathbf{M} & \mathbf{M} \\ 0 & 0 & \Lambda & 1 - w_{n-1,n-1} & 0 \\ 0 & 0 & \Lambda & -w_{n,n-1} & 1 - w_{n,n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \mathbf{M} \\ p_{n-1} \\ p_n \end{bmatrix} \quad (4.11)$$

式 (4.11) より、式 (4.12) が得られる

$$p_1 = \frac{1}{1 - w_{1,1}} r_1$$

$$p_i = \frac{w_{i,i-1}}{1 - w_{i,i}} p_{i-1} + \frac{1}{1 - w_{i,i}} r_i \quad (i = 2, \Lambda, n-1) \quad (4.12)$$

ここで、都市地域がミクロな領域である場合には、波及効果を表す係数 $w_{i,j}$ については地点によら

ず一定の値をとると考えてよく、式 (4.13) が成立するものと仮定する。

$$w_{i,i} = w \quad (i = 1, 2, \Lambda, n)$$

$$w_{i,i-1} = w_e \quad (i = 2, \Lambda, n) \quad (4.13)$$

そして、式 (4.13) の条件下で式 (4.12) を p_i について解くと式 (4.14) が得られる。

$$p_i = \frac{1}{1-w} \sum_{k=1}^i r_k \cdot \left(\frac{w_e}{1-w} \right)^{i-k} \quad (4.14)$$

さらに、市場地価は統計的にみて対数正規分布に非常に近い分布を形成していることを考えると、その収益地価も同様に対数正規分布に従うものと考えられ、論文)、収益地価が地価に空間的な格差を与える土地属性要因から構成されるものと考え、地点 k における収益地価 r_k は、式 (4.15) のように表される。

$$r_k = \prod_{m=0}^M z_{k,m}^{\delta_m} \quad (4.15)$$

m : 属性 ($m = 0, 1, \Lambda, M$)

k : 地点

$z_{k,m}$: 地点 k , 属性 m での値

δ_m : 属性 m にかかるパラメータ

隣接する地点 k と地点 $k+1$ ($k = 1, 2, \Lambda, n-1$) とでは属性 0 の値が Δz_0 ($\ll z_{k,0}$) だけ異なり他の属性値は等しいとする。地点 $k+1$ での属性 0 の値を $z_{k+1,0} = z_{k,0} - \Delta z_0$ と表したとき、地点 $k+1$ での収益地価は式 (4.16) のように表される。

$$r_{k+1} = (z_{k,0} - \Delta z_0)^{\delta_0} \prod_{m=1}^M z_{k,m}^{\delta_m} \quad (4.16)$$

式 (4.16) を $\Delta z_0 / z_{k,0} \ll 1$ より近似すると、式 (4.17) が得られる。

$$r_{k+1} = r_k \left(1 - \delta_0 \cdot \frac{\Delta z_0}{z_{k,0}} \right) = r_k (1 - \alpha \cdot \Delta z_0) \quad (k = 1, 2, \Lambda, n-1) \quad (4.17)$$

α : 定数

なお、各地点はマイクロな領域に含まれるため、 $z_{k,0}$ は地点によらずほぼ同じ属性値をとると考えると、

$\frac{\delta_0}{z_{k,0}}$ は定数と考えてよい。そして式 (4.17) より、式 (4.18) が得られる

$$r_k = r_1(1 - \alpha \cdot \Delta z_0)^{n-1} \quad (4.18)$$

上記の式を式 (4.14) に代入すると、式 (4.19) が得られる

$$\begin{aligned} p_i &= \frac{1}{1-w} \sum_{k=1}^i r_1(1 - \alpha \cdot \Delta z_0)^{k-1} \cdot \left(\frac{w_e}{1-w} \right)^{i-k} \\ &= \frac{r_1}{1-w} \cdot \frac{(1 - \alpha \cdot \Delta z_0)^i - \left(\frac{w_e}{1-w} \right)^i}{(1 - \alpha \cdot \Delta z_0) - \frac{w_e}{1-w}} \end{aligned} \quad (4.19)$$

ここで、 $i = \frac{\beta \cdot z_0}{\Delta z_0}$ 、 $\frac{w_e}{1-w} < 1$ として $\Delta z_0 \rightarrow 0$ の極限をとる。 $\Delta z_0 \rightarrow 0$ であるから $i \rightarrow \infty$ であり、

$\lim_{h \rightarrow 0} (1+h)^{1/h} = e$ を用いると、式 (4.19) は式 (4.20) のように表される。

$$p(z_0) = p_1 \cdot \frac{\exp(-\alpha\beta z_0)}{1 - \frac{w_e}{1-w}} = K p_1 \exp(-K_0 z_0) \quad (4.20)$$

$$K : \text{定数} = \frac{1}{1 - \frac{w_e}{1-w}} > 0$$

$$K_0 : \text{定数} = \alpha\beta$$

これを拡張して属性 m ($m = 0, 1, \Lambda, M$) について考えると、式 (4.20) は式 (4.21) のように表される。

$$p(z_0, z_1, \Lambda, z_m, \Lambda, z_M) = K p_1 \exp\left(-\sum_{m=0}^M K_m z_m\right) \quad (4.21)$$

K : 定数

K_m : 属性 m にかかる定数

以上のことから、属性値 z_m ($m = 0, 1, \Lambda, M$) を有する地点の市場地価 $p(z_0, z_1, \Lambda, z_m, \Lambda, z_M)$ は、波及効果を考慮すると、地点を含む都市地域での最高市場地価 p_1 とその地点の属性値 z_m

($m = 0, 1, \Lambda, M$) により決定されることとなる。

4.5 ヘドニック・アプローチにおけるキャピタリゼーション仮説と Small 条件

4.5.1 概説

地価の変化によって、環境質や社会資本の改善などの便益を計測しようとする試みは数多く存在する。この際、まず問題となるのはどのような条件下でこれらの便益が地価にどの程度転移するのかということである。便益が地価に転移する、いわゆるキャピタリゼーション仮説の成立要件が満足されるか否かはその地域の土地、住宅市場における需要と、それを規定している制度、政策に大きく依存している。

キャピタリゼーション仮説における仮定は、次のとおりである

- ① 地域の開放性 (openness) : 二地域の移住は自由で移住コストは0である
- ② 消費者の同質性 : すべての消費者が同じ効用関数と所得をもつ

北詰ら (32)~(35) は開放性の有無ならびに消費者の同質性の有無がヘドニック・アプローチによる便益推定値に及ぼす影響を理論的に、また実際の交通プロジェクトを対象として評価している。

このキャピタリゼーション仮説を前提として、便益評価値が真値を表す条件は、下記のいずれかの条件のうち1つでも成立すればよい、とされている。

- i) プロジェクトが小さく、環境質・社会資本水準の変化が小さい。
- ii) 影響をうける地域の面積が小さい。
- iii) 土地と他の財の間に代替性がない。

4.5.2 定式化

(1) 構成

対象とする社会が、地域1, 2の二地域で構成されているとする。この二地域の立地条件の差は社会資本水準だけであるとする。その水準を z_1, z_2 とする。また地域1, 2の面積をそれぞれ H_1, H_2 とする。

(2) 消費者の行動の定式化

消費者は全体で N 人おり、いずれの地域にも移住可能で、所得として賃金所得 w と地代収入 s を得ているものとする。

消費者の効用関数が市場財の消費量 x 、敷地面積 h 、ならびに社会資本水準 z により $u(x, h, z)$ と表される時、消費者は式 (4.22) で表される所得制約下で効用最大化の行動をとる。

$$u(x_i, h_i, z_i) \rightarrow \max \tag{4.22}$$

$$\text{subject to } px_i + r_i h_i \leq w + s$$

i : 地域 ($i = 1, 2$)

x_i : 地域 i における1人あたりの市場財の消費量

h_i : 地域 i における1人あたりの敷地面積

z_i : 地域 i における社会資本水準

p : 市場財の価格

r_i : 地域 i における地代

地代収入 s は、全消費者に均等に分配されているものとする、式 (4.23) と表される。

$$s = \frac{r_1 H_1 + r_2 H_2}{N} \quad (4.23)$$

ここで、式 (4.23) の双対問題を考える。すなわち、効用 u を一定として、それを達成するのに必要な所得を最小にすることを考える。

$$E(p, r_i, z_i, u_i) = px_i + r_i h_i \rightarrow \min \quad (4.24)$$

subject to $u(x_i, h_i, z_i) \geq u_i$

$E(p, r_i, z_i, u_i)$: 支出関数

u_i : 地域 i における効用

(3) 市場均衡条件の定式化

シェパードの補題より、消費量 x_i 、敷地面積 h_i は式 (4.25) で表される。ここで、合成財の価格を 1 とし、その表記を省略する

$$x_i = \frac{\partial E(r_i, z_i, u_i)}{\partial p} = E_p(r_i, z_i, u_i) \quad (4.25)$$

$$h_i = \frac{\partial E(r_i, z_i, u)}{\partial r} = E_r(r_i, z_i, u_i)$$

キャピタリゼーション仮説により、地域 1、2 の効用、所得は等しくなるので、式 (4.26) が成立する。

$$u_1 = u_2 = u \quad (4.26)$$

$$E(r_1, z_1, u) = E(r_2, z_2, u) = w + s$$

土地の需要量は式 (4.27)、消費者数は式 (4.28) で表される。

$$H_1 = N_1 \cdot E_r(r_1, z_1, u) \quad (4.27)$$

$$H_2 = N_2 \cdot E_r(r_2, z_2, u)$$

$$N_1 + N_2 = N \quad (4.28)$$

N_1, N_2 : 地域 1, 2 の消費者数

式 (4.26)、式 (4.27)、式 (4.28) より均衡状態での解 r_1, r_2, N_1, N_2, u が得られる。

(4) プロジェクトの実施による便益評価値の定義

交通プロジェクトにより社会資本水準が地域 1 では z_1 から z_1^* 、地域 2 では z_2 から z_2^* に変化することを考える。このときの均衡状況を * で表すと、地域 1、2 での効用は等しくなるので u^* で表すこととする。

支出関数は式 (4.29) で表される。

$$E(r_1^*, z_1^*, u^*) = E(r_2^*, z_2^*, u^*) = w + s^* \quad (4.29)$$

所得は、コスト C を考慮し消費者全体で負担するものとする式 (4.30) で表される。

$$s^* = \frac{r_1^* H_1 + r_2^* H_2 - C}{N} \quad (4.30)$$

土地の需要量は式 (4.31)、消費者数は式 (4.32) で表される。

$$H_1 = N_1^* \cdot E_r(r_1^*, z_1^*, u^*) \quad (4.31)$$

$$H_2 = N_2^* \cdot E_r(r_2^*, z_2^*, u^*)$$

$$N_1 + N_2 = N \quad (4.32)$$

ヘドニック・アプローチによる地代を用いた便益評価値 B は、式 (4.33) のように表される。

$$B \equiv (r_1^* - r_1)H_1 + (r_2^* - r_2)H_2 \quad (4.33)$$

また、等価的偏差で定義される便益評価値 EV は、式 (4.34) のように表される。

$$EV \equiv N_1[E(r_1^*, z_1^*, u^*) - E(r_1, z_1, u)] + N_2[E(r_2^*, z_2^*, u^*) - E(r_2, z_2, u)] \quad (4.34)$$

(5) Small 条件の定式化

地代で定義される便益評価値 $B - C$ と等価的偏差で定義される EV の大小関係について考える。式 (4.33) に式 (4.23) 式 (4.30) を代入すると式 (4.35) が得られる。

$$\begin{aligned} B - C &= (r_1^* H_1 + r_2^* H_2) - (r_1 H_1 + r_2 H_2) - C \\ &= N(s^* - s) \\ &= N_1[E(r_1^*, z_1^*, u^*) - E(r_1, z_1, u)] + N_2[E(r_2^*, z_2^*, u^*) - E(r_2, z_2, u)] \end{aligned} \quad (4.35)$$

式 (4.34)、式 (4.35) より式 (4.36) が得られる。

$$B - C - EV = N_1[E(r_1^*, z_1^*, u^*) - E(r_1, z_1, u^*)] + N_2[E(r_2^*, z_2^*, u^*) - E(r_2, z_2, u^*)] \quad (4.36)$$

便益評価値 $B - C$ と等価的偏差で定義される EV が一致するための条件は、次のように表され、これは一般的に Small 条件と呼ばれている。

- i) $z_1^* \rightarrow z_1$ かつ $z_2^* \rightarrow z_2$
- ii) $H_1 \rightarrow 0$ もしくは $H_2 \rightarrow 0$

本研究では都市間交通プロジェクトの Small 条件について検証を行うことにより、便益評価値の信頼性についての考察を行う。

4.6 地価指標による便益計測システムの構築

4.6.1 使用データ

(1) 分析対象地域

分析対象地域は、離島を除いた 3,245 市区町村である。この市区町村数は 1999 年 1 月を基準としている。

(2) 地価データ

全国にわたって、統一的な視点から長年にわたってとられており、比較的データとして入手しやすい

地価データとしては、地価公示データと都道府県地価調査が挙げられる。ただし、地価公示データは離島や山間部の市区町村でデータがとられていない、という問題を有することから、本研究では、分析対象地域の全ての市区町村でデータの得られる都道府県地価調査を地価データとして用いることとする。

(3) 用途地域

用途地域は下記に示す4種類に統合した上で分析を行った

1. 住宅地
2. 商業地
3. 工業地
4. 用途地域外（1， 2， 3以外）

4.6.2 空間波及地価モデルの構築

本研究では、地価の時空間的波及構造を考慮した、より精度の高い地価モデルを構築するために、全国の地点の地価を推定するモデルを3段階に分け、全国の地価動向を表すモデル（上位モデル）、都道府県内の地価動向を表すモデル（中位モデル）、市区町村内の地価動向を表すモデル（下位モデル）を構築する。このような3段階の地価モデルを構築する理由は、都道府県毎に地価モデルを推定することにより、地点の地価の推定精度が高まると考えられるからである。以下では、地価モデルの概要について述べることとする。また、構築する地価モデルの概略を図4.2に示す。

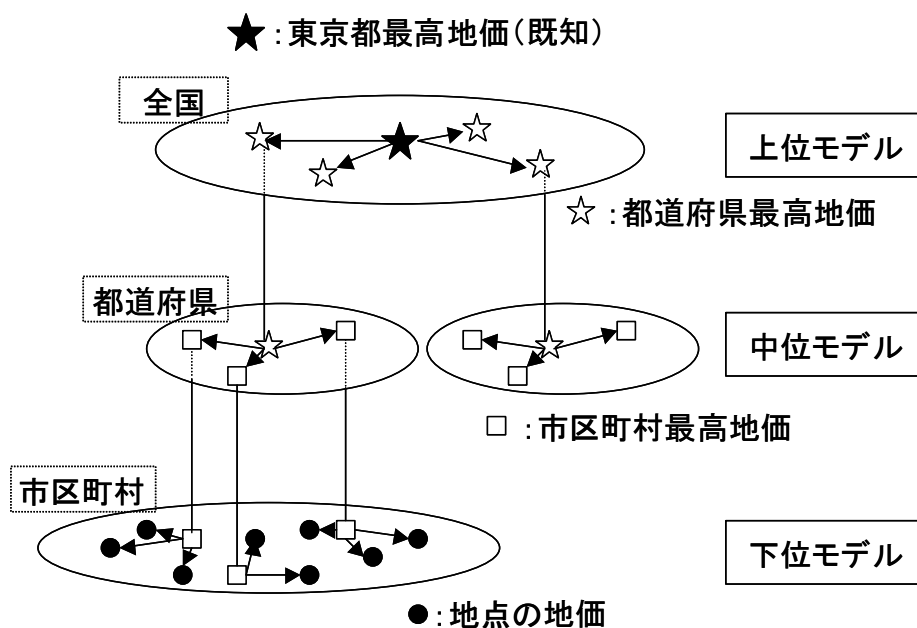


図 4.2 地価モデルの概略

(1) 上位モデル

都道府県の地価変動を表す代表地点を都道府県の最高地価を有する地点として、各都道府県の最高地

価を全国の最高地価および都道府県の社会経済属性によって決定するモデルである。一般的に地価に対数をとった対数型の地価関数は、線形型の地価関数よりも精度がよいとされているため、本研究においては、式(4.37)に示すような関数型を考えて、用途地域ごとに推定を行うものとする。

$$\ln(R_{I,T,U}) = \alpha_{U,0} + \sum_k \alpha_{U,k} X_{I,T,U,k} + \beta_U ACC_{I,T} + \gamma_U \ln(MAXR_T) \quad (4.37)$$

ただし

I : 都道府県

T : 年次 (1985・1990・1995年)

U : 用途地域 ($U=1$:住宅地, $U=2$:商業地, $U=3$:工業地, $U=4$:用途地域外)

$R_{I,T,U}$: 都道府県 I , 年次 T , 用途地域 U における最高地価

$MAXR_T$: 年次 T における全国の最高地価

k : 説明変数

$X_{I,T,U,k}$: 都道府県 I , 年次 T , 用途地域 U における社会経済属性を表す指標

$ACC_{I,T}$: 都道府県 I , 年次 T における交通利便性指標

$\alpha_{U,k}, \beta_U, \gamma_U$: パラメータ

なお、地価データは、全ての市区町村で地価計測が行われている都道府県地価調査を用いている。説明変数として、東京都の最高地価のほかに、交通利便性指標として、式(4.38)に示すログサム変数で表されるアクセシビリティ指標を用いる。

$$ACC_I = \Lambda_1 + \Lambda_2 \quad (4.38)$$

ただし

Λ_m : 交通機関 m ($1=自動車交通, 2=公共交通$) に関連した効用の合成変数 (3.12より)

$$\Lambda_m = \ln \left[\sum_{j=1}^{47} \exp(V_m + V_j + V_{i \rightarrow j, m}) \right]$$

$V_{i \rightarrow j, m}$: 発ゾーン i から着ゾーン j , 交通機関 m の組み合わせで決まる効用の確定項 (3.14より)

$$V_{i \rightarrow j, m} = \alpha EVGC_{i \rightarrow j, m}$$

$$EVGC_{i \rightarrow j, m} = w EVT_{i \rightarrow j, m} + EVC_{i \rightarrow j, m}$$

$EVGC_{i \rightarrow j, m}$: ゾーン i j 間, 交通モード m における EVGC

$EVT_{i \rightarrow j, m}$: ゾーン i j 間, 交通モード m における平均所要時間

$EVC_{i \rightarrow j, m}$: ゾーン i j 間, 交通モード m における平均費用

(自動車の場合は走行費用+料金, 公共交通機関の場合は運賃+料金)

α : パラメータ

w : 時間価値

V_j : 目的地 j に特有な効用の確定項 (3.15 より)

$$V_j = \beta \ln Pop_j$$

Pop_j : 着ゾーン j の人口

β : パラメータ

V_m : 交通機関 m に特有な効用の確定項 (3.16 より)

$$V_m = \gamma Dummy_m$$

$Dummy_m$: 公共交通 ($m = 1$) のとき 1, 自動車交通 ($m = 2$) のとき 0 となるダミー変数

γ : パラメータ

また、都道府県の社会経済属性を表す指標として、一人当たりの預貯金総額、公共下水道整備率、可住地人口密度、人口集中地区人口密度、一人当たりの銀行貸出残高、一人当たりの県民所得、一人当たりの小売業商店年間販売額を説明変数として考慮し、最適な結果が得られるように地価関数を推定する。地価モデルの推定に用いた指標に関しては表 4.1 に、各モデルで推計に採用したデータに関しては表 4.2 にまとめて記す。

表 4.1 地価指標による便益評価に用いたデータ^{35)~40)}一覧 (交通利便性指標を除く)

	元データ	使用・作成データ
地価 地点属性	85年～95年の都道府県地価調査	水道・ガス・下水の有無, 最寄駅までの距離, 容積率, 用途区分
面積に関する データ	国土地理院数値地図の土地利用データ, 国土庁の土地利用データ	市区町村毎の用途別面積 建物用地面積
その他	85年～95年の住民基本台帳人口	市区町村ごとの人口
市区町村属性 都道府県属性	99民力	一人当たりの預貯金総額, 一人当たりの銀行貸出残高, 一人当たりの県民所得, 公共下水道整備率, 人口密度, 可住地人口密度, 人口集中地区人口密度, 一人当たりの小売業商店年間販売額, 一人当たりの工業製品出荷額, 昼夜間人口比

表 4.2 地価関数推定において用いた説明変数

	被説明変数	説明変数
上位 モデル	都道府県 最高地価	全国の最高地価，アクセシビリティ，一人当たりの預貯金総額，公共下水道整備率，可住地人口密度，人口集中地区人口密度，一人当たりの銀行貸出残高，一人当たりの県民所得，一人当たりの小売業商店年間販売額
中位 モデル	市区町村 最高地価	都道府県の最高地価，自動車交通の都道府県庁までの一般化費用，昼夜間人口比，一人当たりの商店年間販売額，人口密度，一人当たりの工業製品出荷額，用途地域ダミー
下位 モデル	地点の地価	市区町村の最高地価，容積率，用途地域ダミー，下水道の有無
中下位 モデル	地点の地価	都道府県の最高地価，自動車交通の都道府県庁までの一般化費用，昼夜間人口比，一人当たり商店年間販売額，人口密度，一人当たり工業製品出荷額，用途地域ダミー，容積率，下水道の有無

(2) 中位モデル

市区町村の地価変動を表す代表地点を市区町村の最高地価を有する地点として，各市区町村の最高地価を，市区町村の社会経済属性および都道府県の最高地価によって決定するモデルとする．本研究においては，式 (4.39) に示すような関数型を考えて，都道府県，用途地域毎に推定を行うものとする．

$$\ln(Q_{J,T,U}) = \alpha_{I,U,0} + \sum_k \alpha_{I,U,k} X_{J,T,U,k} + \beta_{I,U} ACC_{J,T} + \gamma_{I,U} \ln(R_{I,T,U}) \quad (4.39)$$

ただし

I : 都道府県

T : 年次 (1985・1990・1995 年)

J : 都道府県 I に属する市区町村

U : 用途地域 ($U = 1$: 住宅地, $U = 2$: 商業地, $U = 3$: 工業地, $U = 4$: 用途地域外)

$Q_{J,T,U}$: 市区町村 J ，年次 T ，用途地域 U における最高地価

$R_{I,T,U}$: 都道府県 I ，年次 T ，用途地域 U における最高地価

k : 説明変数

$X_{J,T,U,k}$: 市区町村 J ，年次 T ，用途地域 U における社会経済属性を表す指標

$ACC_{J,T}$: 市区町村 J ，年次 T における交通利便性指標

$\alpha_{I,U,k}, \beta_{I,U}, \gamma_{I,U}$: パラメータ

説明変数として、都道府県の各用途地域最高地価のほかに、交通利便性指標として、市区町村役場から都道府県庁までの自動車交通のE V G Cを用いる。また、市区町村の社会経済属性を表す指標として、昼夜間人口比、一人当たりの商店年間販売額、人口密度、一人当たりの工業製品出荷額、などを説明変数として考慮し、最適な結果が得られるように地価関数を推定する。

(3) 下位モデル

各地点の地価を、地点の属性、および市区町村の最高地価によって決定するモデルとする。下位モデルでは、市区町村内の地価測定地点が限られてくるため、市区町村毎に地価関数を推定することは困難であると考えられる。そこで、式(4.40)に示すような関数型を考えて、都道府県、用途地域毎に推定を行うものとする。

$$\ln(LP_{P,T,U}) = \alpha_{I,U,0} + \sum_k \alpha_{I,U,k} X_{P,T,U,k} + \gamma_{I,U} \ln(Q_{J,T,U}) \quad (4.40)$$

ただし

I : 都道府県

T : 年次 (1985・1990・1995年)

J : 都道府県 I に属する市区町村

P : 市区町村 J に属する地点

U : 用途地域 ($U=1$:住宅地, $U=2$:商業地, $U=3$:工業地, $U=4$:用途地域外)

$Q_{J,T,U}$: 市区町村 J , 年次 T , 用途地域 U における最高地価

$LP_{P,T,U}$: 地点 P , 年次 T , 用途地域 U における地価

k : 説明変数

$X_{P,T,U,k}$: 地点 P , 年次 T , 用途地域 U における地点属性

$\alpha_{I,U,k}, \gamma_{I,U}$: パラメータ

なお、説明変数として市区町村の最高地価のほかに、地点属性として容積率、用途地域ダミー、下水道の有無などの指標を考慮し、最適な結果が得られるように地価関数を推定する。

(4) 中下位モデル

以上で説明した上位モデル・中位モデル・下位モデルにより、全国の各地点の地価を推定することが可能であるが、用途地域によっては、都道府県内の地点数の制約があり、地価関数が推定不可能な場合が見られた。そこで、中位モデルと下位モデルを合わせたモデル(以下、中下位モデルと呼ぶ)を構築し、都道府県の最高地価から、直接各地点の地価を推定するモデルを構築する。

中下位モデルでは、式(4.41)に示すような関数型を考えて、都道府県、用途地域毎に推定を行うも

のとする.

$$\ln(LP_{P,T,U}) = \alpha_{I,U,0} + \sum_k \alpha_{I,U,k} X_{P,T,U,k} + \sum_k \alpha'_{I,U,k} X'_{J,T,U,k} + \beta_{I,U} ACC_{J,T} + \gamma_{I,U} \ln(R_{I,T,U}) \quad (4.41)$$

ただし

T : 年次 (1985・1990・1995 年)

I : 都道府県

J : 都道府県 I に属する市区町村

P : 市区町村 J に属する地点

U : 用途地域 ($U = 1$: 住宅地, $U = 2$: 商業地, $U = 3$: 工業地, $U = 4$: 用途地域外)

$LP_{P,T,U}$: 地点 P , 年次 T , 用途地域 U における地価

$R_{I,T,U}$: 都道府県 I , 年次 T , 用途地域 U における最高地価

k : 説明変数

$X'_{J,T,U,k}$: 市区町村 J , 年次 T , 用途地域 U における社会経済属性を表す指標

$ACC_{J,T}$: 市区町村 J , 年次 T における交通利便性指標

$X_{P,T,U,k}$: 地点 P , 年次 T , 用途地域 U における地点属性

$\alpha_{I,U,k}, \alpha'_{I,U,k}, \beta_{I,U}, \gamma_{I,U}$: パラメータ

なお, 説明変数として都道府県の最高地価のほかに, 地点属性として, 容積率, 用途地域ダミー, 下水道の有無, 市区町村の属性として自動車交通による都道府県庁までのEVGC, 昼夜間人口比, 一人当たりの商店年間販売額, 人口密度, 一人当たりの工業製品出荷額, 用途地域ダミー, 容積率, 下水道の有無, などの指標を考慮し, 最適な結果が得られるように地価関数を推定する.

4.6.3 便益計測システムの構築

ヘドニック・アプローチとは, 社会資本整備による便益が全て地価に帰着するというキャピタリゼーション仮説に基づいた理論で, 地価データや地点属性, 社会資本属性等を用いて地価モデルを構築, 推定し, 社会資本整備を行った場合 (With Case) と行わなかった場合 (Without Case) の地価の差額を計測し, それに便益計測対象地域の面積を乗ずることでその社会資本整備の便益額を計測する方法であり, 便益額の帰着先を明確にすることが可能である.

社会資本整備による地価の差額を算出する際には, With Case と Without Case それぞれについて, 上位モデルを用いて都道府県の最高地価を推定し, 次に, 推定した都道府県の最高地価と中位モデルを用いて市区町村の最高地価を推定し, さらに, 推定した市区町村の最高地価と下位モデルを用いて地点

の地価を推定する。そして、地点ごとに算出された地価の差額より、市区町村毎に地価の差額の平均を算出し、用途地域面積あるいは建物用地面積を乗じることにより、市区町村に帰着する便益を算出する。なお、首都圏・中部圏・近畿圏の3大都市圏においては、市区町村毎、用途地域毎に地価の差額の平均を算出し、住宅地・商業地・工業地の用途地域面積を乗じることにより、市区町村毎に帰着する便益を算出することが可能となる。これを集計することにより、プロジェクトによる便益額が算出される。以上で述べた地価指標による都市間交通プロジェクトの評価システムの概略を図 4.3 に示す。

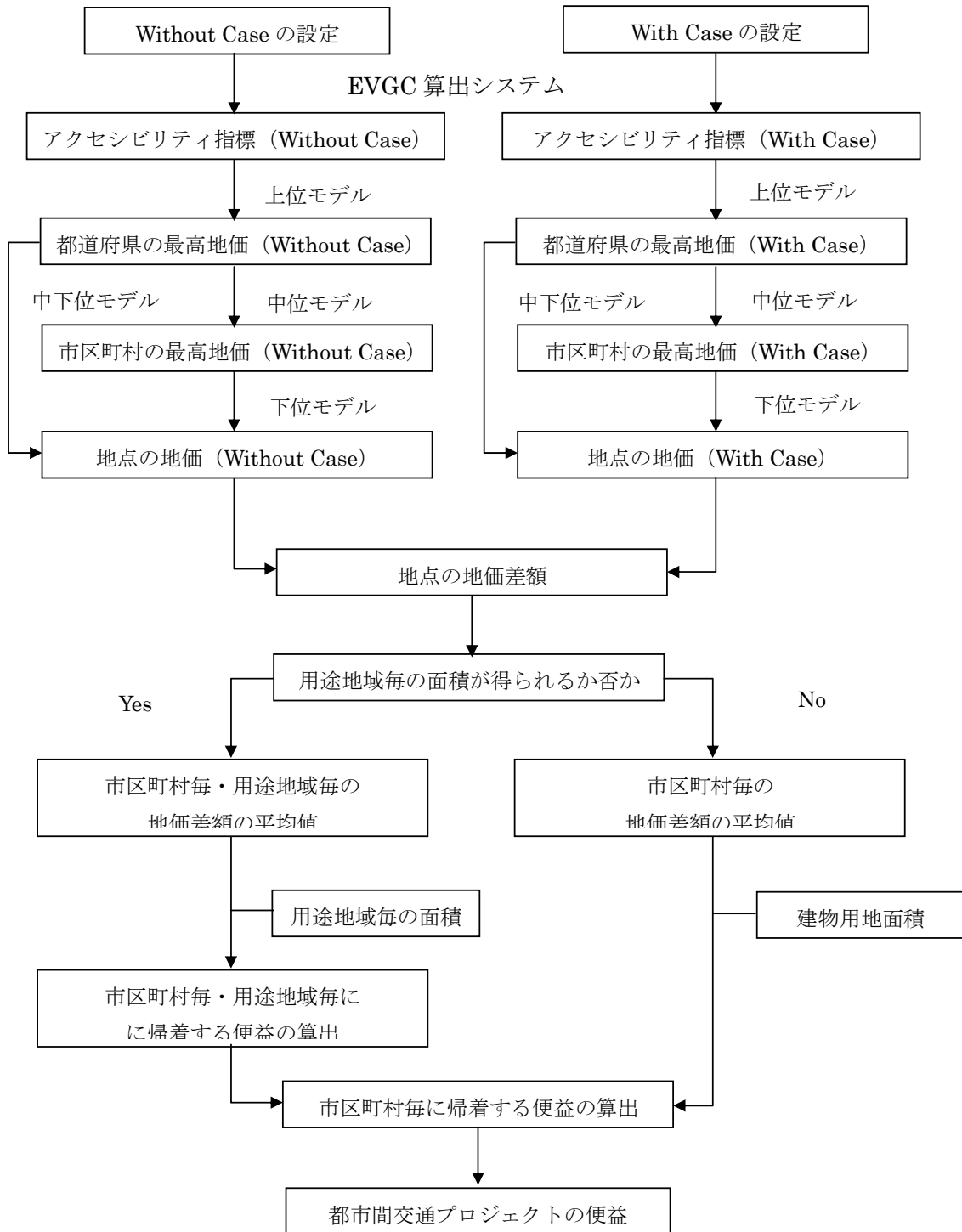


図 4.3 地価指標による便益計測システムの概要

4.7 空間波及地価モデルの推定結果

前節で示した地価モデルの推定結果について、モデルごと、都道府県ごと、用途地域ごとに自由度修正済み決定係数を抽出したものを表 4.3 に示す。パラメータ値などの詳細については、上位モデルについては付録 4.1 に、中位モデルについては付録 4.2, 4.3 に、下位モデルについては付録 4.4, 4.5 に、中下位モデルについては付録 4.6, 4.7 に示す。

表 4.3 地価モデルの推定結果のまとめ

用途地域 モデル	住宅地				商業地+工業地			
	上位	中位	下位	中下位	上位	中位	下位	中下位
全国	0.739	-	-	-	0.698	-	-	-
北海道	-	**	0.847	0.573	-	0.603	0.793	0.326
青森	-	**	0.776	0.526	-	0.822	0.828	0.768
岩手	-	0.387	0.793	0.694	-	0.608	0.824	0.663
宮城	-	0.506	0.826	0.648	-	0.614	0.839	0.740
秋田	-	**	0.754	0.569	-	0.626	0.777	0.728
山形	-	0.698	0.829	0.718	-	0.714	0.877	0.788
福島	-	0.613	0.827	0.701	-	0.658	0.663	0.327
茨城	-	0.618	0.844	0.721	-	0.736	0.757	0.779
栃木	-	0.241	0.846	0.722	-	0.670	0.887	0.769
群馬	-	0.502	0.848	0.718	-	0.639	0.783	0.746
埼玉	-	0.792	0.921	0.860	-	0.790	0.842	0.836
千葉	-	0.600	0.878	0.773	-	0.787	0.841	0.861
東京	-	0.877	0.902	0.860	-	0.873	0.882	0.852
神奈川	-	0.839	0.836	0.757	-	0.810	0.769	0.789
新潟	-	0.627	0.867	0.730	-	0.352	0.886	0.531
富山	-	0.595	0.676	0.503	-	0.256	0.748	0.656
石川	-	0.364	0.850	0.563	-	0.298	0.820	0.575
福井	-	0.536	0.857	0.544	-	0.628	0.668	0.763
山梨	-	0.547	0.747	0.569	-	0.667	0.812	0.778
長野	-	0.506	0.868	0.676	-	0.525	0.637	0.678
岐阜	-	0.625	0.843	0.706	-	0.603	0.771	0.806
静岡	-	0.272	0.844	0.707	-	0.256	0.768	0.759
愛知	-	0.731	0.870	0.813	-	0.779	0.823	0.832
三重	-	0.287	0.745	0.443	-	0.667	0.663	0.636
滋賀	-	0.537	0.876	0.797	-	0.681	0.818	0.808
京都	-	0.564	0.891	0.765	-	0.792	0.824	0.865
大阪	-	0.774	0.918	0.798	-	0.859	0.854	0.880
兵庫	-	0.528	0.871	0.697	-	0.658	0.782	0.723
奈良	-	0.766	0.903	0.805	-	0.793	0.784	0.810
和歌山	-	0.413	0.805	0.597	-	0.569	0.720	0.772
鳥取	-	0.506	0.717	0.557	-	**	0.781	0.729
島根	-	0.502	0.835	0.608	-	0.226	0.750	0.631
岡山	-	0.681	0.811	0.640	-	0.593	0.708	0.688
広島	-	0.578	0.898	0.720	-	0.556	0.714	0.752
山口	-	0.500	0.769	0.456	-	0.501	0.758	0.658
徳島	-	0.407	0.742	0.532	-	0.633	0.817	0.698
香川	-	0.377	0.752	0.527	-	0.703	0.828	0.662
愛媛	-	**	0.736	0.503	-	0.591	0.725	0.721
高知	-	0.309	0.703	0.395	-	0.694	0.566	0.629
福岡	-	0.549	0.865	0.751	-	0.672	0.796	0.786
佐賀	-	0.573	0.713	0.533	-	0.676	0.866	0.742
長崎	-	**	0.747	0.526	-	0.245	0.749	0.627
熊本	-	0.537	0.850	0.590	-	0.585	0.880	0.829
大分	-	0.485	0.812	0.597	-	0.637	0.663	0.325
宮崎	-	0.398	0.839	0.760	-	0.518	0.860	0.688
鹿児島	-	**	0.790	0.545	-	**	0.780	0.779

-は推定を行っていない。**は推定を行ったもののすべてのパターンで符号条件が一致しなかった

上位モデルに関しては、用途地域毎に推定を行った。住宅地・商業地の地価モデルの決定係数は 0.7 以上であり、良好な結果であるといえる。また、すべての説明変数において、T 値は有効な値を示して

いる。

中位モデルに関しては、住宅地と用途地域外で合わせたもの（以降、住宅地系と呼ぶ）と、商業地と工業地（以降、商業地系と呼ぶ）を合わせたものとの2つに用途地域を統合した上で、都道府県毎に地価モデルの推定を行っている。住宅地系に関しては、北海道・青森などの6道県、商業地系に関しては鳥取・鹿児島との2県で、パラメータの符合条件が合わずに推定不可能であった。この理由として、市区町村の最高地価と都道府県の最高地価との地価動向が異なっていたことが考えられる。また、決定係数が0.5以下である都道府県は住宅地系においては13、商業地系においては10あるため、そのような都道府県において中位モデルを用いることは便益額を正確に計測するという観点から問題があるといえるため、中下位モデルを用いて便益計測を行うことにする。

下位モデルに関しては、住宅地系・商業地系について都道府県毎に地価モデルの推定を行っている。住宅地系・商業地系についてすべての都道府県において決定係数が0.6以上であり、良好な結果であるといえる。

中下位モデルに関しては、住宅地系・商業地系について都道府県毎に地価モデルの推定を行っている。決定係数が0.5以下である都道府県は住宅地系において3、商業地系においては3あるが、これらの都道府県においては中位モデル・下位モデルが有意であり、便益計測の際には中下位モデルを用いないため、問題はないといえる。

4.8 結語

本章では、多種多様な都市間交通プロジェクトを統一的な視点からの的確に評価する上で非常に重要であるという視点に立ち、統一的単一尺度である地価指標を用いて便益計測を行うヘドニック・アプローチは、プロジェクトによる便益の空間的帰着を明確にし、地域間の公平性の観点、財政面から議論がなされている開発利益の還元方策の推進を図る上で非常に大きな役割を果たすものとする。そのような観点から、ヘドニック・アプローチが抱える課題について整理した後、その課題に対応すべく空間波及地価モデルの理論について述べ、全国の地価を的確に表現できる地価モデルの構築を行った上で、地価指標を用いた都市間交通プロジェクト評価システムの構築を行った。以下では節ごとに得られた知見をまとめていく。

4.2 では、プロジェクトによる便益の空間的帰着を明確にし、地域間の公平性の観点、財政面から議論がなされている開発利益の還元方策の推進に資する便益計測手法として、また、主体別の便益、負担の大きさが統一的な尺度で二重計算及びもれなく計測されることが必要であることから、単一尺度である地価指標を用いて便益計測を行う手法として、ヘドニック・アプローチを用いた都市間交通プロジェクトが非常に有効であることを示した。

4.3 では、都道府県地価調査を用いてわが国における地価動向を把握し、その結果、1980年代後半における地価高騰、および1990年以降の地価下落現象は、空間的に同一に発生したものではなく、東京都から首都圏、近畿圏、その他の地方へ時間的なずれを伴いながら空間的に波及している地価の時空間的波及構造を明らかにした。そしてこのような地価動向に係る既存研究についてまとめを行い、地価指標を用いて都市間交通プロジェクト評価を行った研究において、このような地価動向の考慮がなされていない、という指摘を行った。

4.4 では、ヘドニック・アプローチは、通常1時点横断で行われ地価に時間的な変動を与えるマクロ的な要因は一般的に考慮されないので、クロスセクショナルな地価関数は他時点において不安定になり、時点によっては評価値が大きく異なるという点を指摘した。そして、属性要因の安定した評価が行われるような地価モデルとして、また4.3で指摘したある地点の地価が他の地点の地価に影響を及ぼしあっていることを考慮した地価モデルとして、本研究では空間波及地価モデルを提案し、市場地価と収益地価との関係を明らかにするとともに、属性値 z_m ($m = 0, 1, \Lambda, M$) を有する地点の市場地価 $p(z_0, z_1, \Lambda, z_m, \Lambda, z_M)$ は、波及効果を考慮すると、地点を含む都市地域での最高市場地価 p_1 とその地点の属性値 z_m ($m = 0, 1, \Lambda, M$) により決定されることを示した。

4.5, 4.6 では、ヘドニック・アプローチにかかるキャピタリゼーション仮説や Small 条件についてその理論背景を概説した上で、本研究で提案した空間波及地価モデルを用い、地価指標を用いた都市間交通プロジェクトの評価システムについて説明を行った。この評価システムを用いることにより、多種多様な都市間交通プロジェクトを統一的な視点から統一的単一尺度である地価指標を用いて的確に便益計測することが可能になることを述べた。

4.7 では、4.4 で示した空間波及地価モデルを、第3章で得られた交通利便性指標を用いて全国レベル（上位モデル）、都道府県レベル（中位モデル）、市区町村レベル（下位モデル）の3段階で適用し、地価モデルの推定を行った。その結果、どのモデルにおいても推定結果は良好であり、本研究で提案した空間波及地価モデルの有用性を示すにいった。

最後に、4.8 で4章で得られた知見についてとりまとめを行った。

< 4 章 参考文献 >

- 1) 肥田野登, 中村英夫, 荒津有紀, 長沢一秀: 資産価値に基づいた都市近郊鉄道の整備効果の計測, 土木学会論文集 第 365 号/IV-4, 1986.1
- 2) 肥田野登, 武林雅衛: 大都市における複合交通空間整備効果の計測, 土木計画学研究・論文集, No.8, pp.121~128, 1990
- 3) 中川大, 肥田野登, 清水教行: 広域幹線道路整備による主体別便益と負担の計測, 土木計画学研究・論文集, No.5, pp.187~194, 1987
- 4) 宮本和明, 北詰恵一, 磯野文暁: 都市交通基盤および関連施設整備がもたらす便益の相乗効果を考慮した起源別計測, 日本不動産学会誌 第 15 巻第 4 号, 2002.1
- 5) 宮本和明・北詰恵一・磯野文暁: 関連開発を含めた都市内交通プロジェクトの効果計測とその起源分離の試み, 土木計画学研究・講演集, No.20 (2), pp.231~234, 1997
- 6) 肥田野登・林山泰久・山村能郎: 都市間交通施設整備がもたらす便益と地価変動, 土木学会論文集, No.449/IV-17, pp.67~76, 1992.
- 7) 廣瀬義伸・青山吉隆・井上雅晴: 地価の空間波及要因に関するパネルデータ分析, 土木計画学研究・講演集, No.17, pp.139~142, 1995
- 8) 廣瀬義伸・青山吉隆・井上雅晴: 同時連立方程式による地価変動波及メカニズムに関する研究, 土木計画学研究・講演集, No.18 (2), pp.673~676, 1995
- 9) 青山吉隆・廣瀬義伸: 土地制度と地価の空間波及, 土木計画学研究・講演集, No.15 (2), pp.117~122, 1992
- 10) 大橋健一・青山吉隆・近藤光男: 土地需給を考慮した市街化過程のマクロモデルの時系列データへの適用, 土木計画学研究・論文集, No.12, pp.215~222, 1995
- 11) 大橋健一・青山吉隆: 土地需給均衡モデルによる土地税制の効果の計量化に関する研究, 日本不動産学会誌, vol.3 No.3, pp.44~54, 1988
- 12) 青山吉隆: 土木計画における土地不動産研究, 土木計画学研究・論文集 (招待論文), No.11, pp.1~11, 1994
- 13) 青山吉隆: 土地市場への流入資金の乗数効果と空間波及に関するマクロ理論, 土木学会論文集, IV-17, pp.185~191, 1992
- 14) 青山吉隆: 地価の動的・空間的連関構造に関する基礎的研究, 土木学会論文集, IV-14, pp.127~133, 1991
- 15) 吉岡孝昭, 山田浩之: 戦後日本の地価変動の時系列分析, 日本不動産学会誌 第 16 巻第 2 号, 2002.9
- 16) 安藤朝夫, 森川謙: 東京都市圏における地価の時空間自己相関分析, 応用地域学研究 No.6 pp.89~98, 2001
- 17) 加藤尚史: 空間自己相関を考慮したヘドニック価格関数の特定化と推定, 応用地域学研究 No.6, pp.99~110, 1996
- 18) 山田浩久: 東京都心部における地価変動現象の変化に関する研究, 社団法人日本都市計画学会, 都市計画 220, pp.49-54

-
- 19) 肥田野登, 山村能郎, 土井康資: 市場価格データを用いた東京都南西区部住宅地における地価変動分析, 社団法人日本都市計画学会, 都市計画 224, pp.56-66
 - 20) 吉澤光三, 宇於崎勝也, 根上彰生, 小嶋勝衛: 地価形成要因に関する実証的研究—宇都宮市の郊外路線商業地域を対象として—, 社団法人日本都市計画学会, 都市計画 226, pp.42-45
 - 21) 小野宏哉, 清水千弘: 地域間地価格差要因に関する統計的検討, 日本不動産学会平成8年度秋季全国大会梗概集, pp.121-124
 - 22) 伊藤大悟, 近藤光男, 廣瀬義伸: 時間要因と空間要因を考慮した指数関数型地価形成モデルの理論的構築, 日本不動産学会誌 第16巻第2号, 2002.9
 - 23) 高塚創, 樋口洋一郎: 期待の空間的依存性を考慮した地価モデル: その定式化と推定法, 応用地域学研究 No.2 pp.53~63, 1996
 - 24) 伊藤大悟, 廣瀬義伸, 近藤光男: 期待要因を考慮した地価変動分析と土地政策による地価抑制効果, 土木計画学研究・講演集, No.23(2), pp.479~482, 2000.11
 - 25) 鈴木大, 荒川浩一, 島崎敏一: 地価高騰期における地価モデル, 土木計画学研究・講演集, No.19(2), pp.379~382, 1996.11
 - 26) 廣瀬義伸, 伊東大悟, 近藤光男: 地価変動の地域間時空間波及構造に関するモデル分析と土地政策シミュレーション, 第35回日本都市計画学会学術研究論文集, pp.475-480, 2000
 - 27) 安藤朝夫, 内田隆一, 吉田克明: 2大都市圏における地価関数の推定結果を用いた地価変動の時空間分析, 土木学会論文集 No.449/IV-17, pp.77-86, 1992.7
 - 28) 伊東大悟, 近藤光男, 廣瀬義伸: 地価形成モデル構築のための順位規模分布に関する基礎分析, 土木学会論文集 No.723/IV-58, pp.29-40, 2003.1
 - 29) 基礎土木工学シリーズ 22 土木計画システム分析—最適化編—, 飯田恭敬編著, 1997.1, 森北出版株式会社
 - 30) 基礎土木工学シリーズ 23 土木計画システム分析—現象分析編—, 飯田恭敬/岡田憲夫編著, 1992.12, 森北出版株式会社
 - 31) 北詰恵一, 須藤琢也, 宮本和明: 開放性条件がヘドニックアプローチによる便益推定値に及ぼす影響, 土木計画学研究・講演集, No.16, pp.97~100, 1999
 - 32) 柿本竜治, 安藤朝夫: 地下鉄開業に伴う通勤者便益の地価帰属による都市の Open 性の評価, 土木学会論文集 No.488/IV-23, pp.57-66, 1994.4
 - 33) 北詰恵一, 小野寺大介, 宮本和明: 住民の異質性を考慮したヘドニックアプローチによる便益推計, 土木計画学研究・講演集, No.23(1), pp.171~174, 2000.11
 - 34) 北詰恵一, 宮本和明: 住民の異質な属性による付け値曲線の違いの実証研究, 第36回日本都市計画学会学術研究論文集, pp.661-666, 2001
 - 35) 財団法人日本地図センター (編): 数値地図ユーザーズガイド (第2版補訂版), 建設省国土地理院
 - 36) 財団法人日本地図センター (編): 国土数値情報・細密数値情報, 建設省国土地理院
 - 37) 自治省行政局振興課 (編): 平成6年版全国市町村要覧, 第一法規, 1994
 - 38) 総務省統計局統計センター: 2000年国勢調査, 2001
-

-
- 39) 国立社会保障・人口問題研究所（編）：都道府県別将来推計人口，厚生統計協会，1997
- 40) 朝日新聞社（編）：民力 1999 年度版，1999.

付録 4.1 上位モデル推定結果

住宅地(U=1)

説明変数名	パラメータ	T値
東京都最高地価	0.35557	4.08
アクセシビリティ指標	0.20223	2.66
人口集中地区人口密度	0.00037	11.20
小売業商店年間販売額	0.01903	8.28
定数項	-0.76934	-0.41
決定係数	0.747	
自由度補正済み決定係数	0.739	
サンプル数	138	

商業地(U=2)

説明変数名	パラメータ	T値
東京都最高地価	0.53454	5.37
アクセシビリティ指標	0.19125	2.21
人口集中地区人口密度	0.00040	9.11
小売業商店年間販売額	0.02936	10.56
定数項	-2.73150	-1.29
決定係数	0.707	
自由度補正済み決定係数	0.698	
サンプル数	138	

工業地(U=3)

説明変数名	パラメータ	T値
東京都最高地価	0.27279	3.41
アクセシビリティ指標	0.23592	3.39
人口集中地区人口密度	0.00023	7.70
小売業商店年間販売額	0.02123	10.06
定数項	0.32544	0.19
決定係数	0.712	
自由度補正済み決定係数	0.703	
サンプル数	138	

付録 4.4 地価モデルの推定結果（下位モデル・住宅地+用途地域外）

都道府県	容積率	T値	駅までの距離	T値	下水道の有無	T値	市区町村の最高地価	T値	用途地域ダミー (用途地域外=1)	T値	定数項	T値	決定係数	自由度補正済み決定係数	サンプル数
北海道	0.00093	6.07	-0.000024	-5.62	0.24603	13.01	0.76400	73.85	-0.34409	-10.34	1.49652	12.81	0.847	0.847	2,694
青森	0.00054	2.68	-0.000006	-3.42	0.26211	6.89	0.50724	23.49	-0.50684	-8.16	4.61863	18.05	0.778	0.778	716
岩手	0.00068	2.89	-0.000008	-3.35	0.28430	7.34	0.62096	25.83	-0.40704	-12.66	3.46771	12.66	0.795	0.793	632
宮城	0.00071	2.45	-0.000019	-3.47	0.49827	16.00	0.52407	29.79	-0.42778	-7.18	4.46930	21.82	0.827	0.826	1,149
秋田	0.00173	4.73	-0.000009	-2.55	0.23842	6.06	0.56835	20.53	-0.12757	-2.65	3.70761	11.40	0.756	0.754	645
山形	---	---	-0.000009	-2.04	0.27326	8.43	0.83761	31.28	-0.30871	-7.69	1.22372	4.34	0.831	0.829	481
福島	---	---	-0.000013	-6.30	0.30065	9.77	0.47098	26.95	-0.63662	-17.42	5.24255	25.68	0.828	0.827	1,049
茨城	0.00099	4.16	-0.000033	-12.60	0.22060	7.88	0.61646	36.01	-0.24708	-4.85	3.70969	19.05	0.844	0.844	1,143
栃木	---	---	-0.000035	-9.72	0.26203	9.55	0.61244	34.68	-0.37613	-10.00	3.84477	19.15	0.846	0.846	896
群馬	0.00043	3.21	-0.000016	-8.79	0.22024	9.06	0.69051	36.56	-0.14639	-2.34	3.35580	15.63	0.849	0.848	854
埼玉	0.00043	3.22	-0.000037	-13.87	0.15272	10.62	0.77430	75.05	-0.18214	-5.10	2.35481	18.19	0.921	0.921	1,520
千葉	0.00060	2.94	-0.000025	-7.17	0.19010	9.36	0.80374	67.40	-0.33114	-7.91	1.86452	12.05	0.878	0.878	1,861
東京	0.00058	8.23	-0.000076	-17.86	0.26619	16.14	0.77384	103.76	0.23129	6.84	2.39020	24.56	0.902	0.902	2,253
神奈川	0.00035	3.96	-0.000041	-4.01	0.14178	11.38	0.74164	74.43	0.14727	4.29	2.85400	22.39	0.837	0.836	1,792
新潟	0.00071	2.82	-0.000039	-13.34	0.09910	3.26	0.76091	39.30	-0.32275	-4.04	2.11573	8.84	0.868	0.867	937
富山	0.00130	2.51	-0.000022	-3.89	0.19625	4.59	0.44939	15.24	-0.43378	-3.67	5.32434	14.39	0.680	0.676	422
石川	0.00223	4.71	-0.000013	-4.91	0.17941	5.13	0.66381	33.31	-0.04037	-1.43	2.66341	10.16	0.852	0.850	570
福井	---	---	-0.000004	-2.19	0.13654	2.98	0.90806	31.70	-0.42973	-7.72	0.51226	2.56	0.858	0.857	358
山梨	---	---	-0.000019	-4.04	0.12949	2.40	0.69722	24.29	-0.39800	-8.25	3.02981	8.87	0.749	0.747	562
長野	0.00108	3.43	-0.000017	-7.92	0.28164	8.59	0.71877	45.07	-0.26530	-4.56	2.46783	13.22	0.869	0.868	995
岐阜	0.00129	3.39	-0.000006	-3.34	0.16420	4.16	0.73423	36.45	-0.36813	-4.76	2.44337	9.62	0.844	0.843	964
静岡	---	---	-0.000025	-13.45	0.10743	6.07	0.73774	55.27	-0.15172	-7.52	2.72936	16.84	0.844	0.844	1,439
愛知	0.00075	5.18	-0.000030	-15.87	0.19406	14.02	0.81088	58.47	-0.04829	-2.40	1.81352	10.72	0.871	0.870	1,853
三重	0.00068	2.74	-0.000015	-6.44	0.14418	3.45	0.62042	30.39	-0.29048	-3.71	3.58723	14.58	0.746	0.745	941
滋賀	---	---	-0.000027	-5.61	0.23880	8.12	0.74883	37.35	-0.33055	-8.48	2.41704	10.33	0.877	0.876	707
京都	---	---	-0.000064	-9.08	0.29421	6.90	0.80487	38.32	-0.96545	-18.78	1.99133	7.71	0.892	0.891	1,082
大阪	---	---	-0.000047	-10.95	0.13043	12.65	0.88716	112.31	0.04454	2.39	1.12451	11.20	0.919	0.918	1,644
兵庫	---	---	-0.000022	-12.79	0.19135	7.27	0.78002	55.70	-0.59159	-18.93	2.11963	12.11	0.871	0.871	2,099
奈良	---	---	-0.000006	-3.27	0.14106	4.19	0.75367	40.12	-0.32388	-6.33	2.45148	10.88	0.904	0.903	536
和歌山	0.00134	2.86	-0.000033	-14.64	0.25045	3.44	0.52138	15.38	-0.25968	-2.88	5.00463	11.15	0.806	0.805	691
鳥取	0.00282	2.97	-0.000083	-9.06	0.26777	4.53	0.67183	13.80	-0.03920	-1.15	2.73939	4.23	0.721	0.717	403
島根	---	---	-0.000048	-5.31	0.20245	3.57	0.80416	31.56	-0.47816	-9.70	1.76582	6.29	0.837	0.835	489
岡山	---	---	---	---	0.29300	7.02	0.74673	36.42	-0.52037	-11.45	2.09308	8.65	0.812	0.811	1,027
広島	0.00223	5.54	-0.000010	-4.99	0.27405	8.06	0.77405	44.70	-0.18765	-2.25	1.64566	7.39	0.899	0.898	1,147
山口	0.00120	3.79	-0.000017	-6.95	0.25129	7.89	0.72086	27.32	-0.04481	-1.64	2.32482	7.74	0.771	0.769	890
徳島	0.00113	2.10	-0.000005	-3.06	0.39227	3.53	0.70982	20.80	-0.27773	-2.39	2.59089	5.67	0.744	0.742	568
香川	---	---	-0.000033	-5.88	0.37400	6.61	0.39626	14.12	-0.41727	-3.74	6.37971	17.57	0.755	0.752	488
愛媛	---	---	-0.000074	-4.57	0.19375	3.40	0.59692	20.28	-0.61441	-10.77	4.12003	11.59	0.738	0.736	633
高知	---	---	-0.000028	-2.71	0.26786	2.73	0.72872	22.65	-0.61697	-8.50	2.58794	6.58	0.705	0.703	532
福岡	0.00036	2.97	-0.000026	-12.03	0.21689	8.31	0.69377	39.17	-0.56967	-14.88	3.37448	17.54	0.866	0.865	1,569
佐賀	---	---	-0.000004	-6.31	0.18267	2.55	0.70425	15.90	-0.38883	-7.21	2.84785	5.84	0.716	0.713	436
長崎	0.00168	4.53	---	---	0.39181	9.77	0.47189	19.57	-0.23130	-3.18	4.93403	17.29	0.748	0.747	804
熊本	0.00073	2.68	-0.000012	-7.86	0.33202	8.85	0.59481	38.46	-0.51249	-6.43	3.73363	19.77	0.851	0.850	1,100
大分	0.00430	5.33	-0.000010	-3.52	0.37811	6.67	0.60507	21.90	-0.11512	-1.69	2.89097	7.94	0.813	0.812	731
宮崎	---	---	---	---	0.28470	6.43	0.67207	21.33	-0.68501	-13.56	2.97947	8.85	0.840	0.839	412
鹿児島	0.00400	7.09	-0.000104	-3.48	0.45882	6.21	0.57033	18.18	-0.20071	-2.80	3.51140	9.28	0.792	0.790	738

付録 4.5 地価モデルの推定結果 (下位モデル・商業地+工業地)

都道府県	容積率	T値	駅までの距離	T値	下水道の有無	T値	市区町村の最高地価	T値	用途地域ダミー (工業地=1)	T値	定数項	T値	決定係数	自由度補正済み決定係数	サンプル数
北海道	0.00268	8.75	-0.000048	-3.80	0.60146	7.34	0.48940	16.10	0.10650	2.19	4.04178	10.66	0.796	0.793	370
青森	0.00287	6.46	---	---	---	0.38770	2.61	0.62597	6.54	1.93	2.35538	2.90	0.837	0.828	75
岩手	0.00151	2.37	-0.000100	-2.84	0.51026	3.00	0.37048	4.51	-1.53553	-4.37	6.55712	6.40	0.853	0.824	32
宮城	0.00590	8.69	---	---	0.41371	2.94	0.35232	7.56	0.10011	1.54	5.23039	8.21	0.844	0.839	135
秋田	0.00327	6.71	-0.000102	-2.33	0.08602	1.59	0.54234	8.02	0.10084	1.51	3.66048	4.24	0.788	0.777	103
山形	0.00348	6.49	---	---	0.08075	1.60	0.47945	8.54	-0.30576	-2.04	4.34680	6.54	0.882	0.877	92
福島	---	---	---	---	---	---	0.42606	6.78	-0.60395	-3.17	6.29734	7.35	0.667	0.663	172
茨城	0.00226	4.33	-0.000042	-3.24	0.22111	2.71	0.36664	6.35	-0.42193	-2.44	6.47908	8.65	0.767	0.757	118
栃木	0.00259	8.82	-0.000064	-2.62	0.29388	3.61	0.57323	21.05	0.18878	2.83	3.70428	10.60	0.891	0.887	151
群馬	0.00293	7.65	-0.000055	-2.50	0.08759	1.94	0.54315	11.70	0.11196	1.96	4.12488	6.65	0.789	0.783	164
埼玉	0.00232	7.55	-0.000086	-2.26	0.22554	2.93	0.68188	19.91	0.53736	5.06	2.89638	5.56	0.847	0.842	173
千葉	---	---	-0.000177	-3.51	0.009577	1.06	0.78706	22.43	0.27706	2.68	2.26144	4.51	0.844	0.841	193
東京	0.00217	25.83	---	---	0.22490	2.99	0.67812	58.96	0.50109	14.08	2.75822	16.04	0.882	0.882	1,456
神奈川	0.00207	11.19	-0.000023	-2.12	0.32908	4.90	0.51344	18.24	0.09493	2.18	5.00655	13.24	0.772	0.769	460
新潟	0.00336	10.32	-0.000054	-2.42	0.28663	3.28	0.56545	15.24	0.34136	2.41	3.31682	6.37	0.890	0.886	142
富山	0.00369	7.05	---	---	0.22248	2.42	0.46094	5.08	-0.19076	-1.85	4.38957	3.30	0.757	0.748	110
石川	0.00409	8.58	-0.000079	-3.76	0.53203	5.32	0.38713	7.71	0.28033	2.98	5.56783	8.23	0.827	0.820	131
福井	---	---	-0.000096	-2.26	0.64974	3.34	0.44904	4.81	0.34411	2.54	5.75403	4.38	0.697	0.688	74
山梨	0.00364	5.82	---	---	0.00659	1.02	0.49603	3.99	-0.13266	-1.38	4.50028	2.64	0.837	0.812	31
長野	0.00251	4.39	-0.000139	-3.20	0.24192	2.87	0.40757	7.31	-0.40596	-2.22	5.78070	7.66	0.654	0.637	104
岐阜	---	---	---	---	---	---	0.51081	11.30	-0.24071	-2.86	5.56320	8.65	0.773	0.771	158
静岡	0.00337	13.37	-0.000067	-5.10	0.16099	2.41	0.45156	16.85	0.43991	5.15	5.13460	14.33	0.771	0.768	334
愛知	0.00208	11.88	-0.000078	-4.26	0.29436	6.36	0.42978	20.03	-0.07880	-2.49	6.02252	23.42	0.825	0.823	649
三重	---	---	---	---	---	---	0.38795	6.45	-0.49517	-3.94	6.87729	8.59	0.669	0.663	177
滋賀	0.00110	3.94	-0.000085	-2.69	0.18712	2.32	0.69416	16.21	0.18793	2.81	2.85237	5.17	0.824	0.818	151
京都	0.00032	2.11	-0.000104	-2.18	0.40507	4.02	0.58538	18.56	0.11629	2.21	4.58166	11.42	0.829	0.824	205
大阪	0.00118	7.25	-0.000061	-2.96	0.13416	2.51	0.61116	28.50	0.20688	3.06	4.23243	14.78	0.895	0.894	569
兵庫	0.00096	3.10	-0.000072	-2.30	0.30187	2.72	0.77749	18.83	0.18966	2.77	1.84798	3.08	0.787	0.782	260
奈良	0.00093	2.23	-0.000121	-2.21	0.01449	1.13	0.74966	12.60	0.08096	1.40	2.39859	3.13	0.797	0.784	84
和歌山	---	---	-0.000139	-2.26	0.17354	2.23	0.70357	7.89	-0.13770	-1.63	3.24119	2.61	0.740	0.720	56
鳥取	0.00183	2.13	-0.000073	-2.28	0.09699	1.59	0.59847	3.99	-0.40090	-2.42	3.75489	2.82	0.803	0.781	51
島根	---	---	---	---	---	---	0.71909	4.57	-0.70660	-2.11	2.96828	2.48	0.772	0.750	24
岡山	0.00308	7.08	---	---	0.26087	2.99	0.40072	12.32	0.01238	1.12	5.54471	12.22	0.713	0.708	242
広島	0.00191	4.11	-0.000068	-3.53	0.55488	5.65	0.47359	8.90	-0.16297	-2.12	5.25827	7.86	0.722	0.714	191
山口	0.00209	4.66	---	---	0.05413	1.67	0.37579	8.22	-0.40028	-3.60	6.23129	11.30	0.766	0.758	114
徳島	0.00393	5.49	---	---	0.36314	2.25	0.24897	3.44	-0.18494	-1.69	7.72172	7.20	0.835	0.817	42
香川	0.00570	7.98	---	---	0.22079	2.82	0.37749	6.91	0.05230	1.29	5.43598	6.79	0.840	0.828	58
愛媛	0.00239	4.70	-0.000150	-2.94	0.30657	2.46	0.55085	11.74	0.48488	2.57	4.00911	6.15	0.738	0.725	106
高知	---	---	-0.000066	-2.06	0.50378	2.98	0.36423	3.72	-0.09453	-1.36	7.38296	5.51	0.600	0.566	53
福岡	0.00300	8.83	-0.000059	-2.57	0.23229	2.09	0.52729	16.49	0.12113	2.05	4.17287	10.32	0.799	0.796	316
佐賀	0.00266	2.91	---	---	0.01506	1.10	0.51444	4.33	-0.22155	-1.84	4.50113	3.08	0.884	0.866	30
長崎	0.00373	4.96	---	---	0.56138	4.00	0.50343	7.18	0.40288	2.63	3.81581	3.80	0.799	0.749	105
熊本	0.00640	15.24	---	---	0.23590	2.59	0.54190	12.78	1.06011	5.60	2.17875	3.43	0.885	0.880	109
大分	0.00287	4.96	-0.000187	-4.41	0.17259	2.35	0.35402	6.10	-0.08375	-1.48	6.42261	8.03	0.661	0.663	94
宮崎	0.00165	2.99	-0.000070	-2.38	0.19906	2.31	0.82758	10.29	-0.14149	-1.79	3.10044	3.77	0.869	0.860	87
鹿児島	0.00204	4.53	---	---	0.09300	1.33	0.49000	4.99	-0.08052	-1.34	5.17534	4.36	0.793	0.780	67

付録 4.6 地価モデルの推定結果（中下位モデル・住宅地+用途地域外）

都道府県	容積率	T値	駅までの距離	T値	下水道の有無	T値	都道府県の最高地価	T値	都道府県の平均単価	T値	都道府県の人口密度	T値	一人あたり商店年間販売額	T値	工業製品年間出荷額等	T値	用途地域	T値	定数項	T値	決定係数	自由度補正係数	サンプル数	
北海道	0.00273	20.72	-	0.55296	-2.02	1.86	-0.000002	-2.02	0.00015	5.46	0.00038	31.48	-	-	-	-	-	8.74421	32.05	0.574	0.573	3,441		
青森	0.00086	2.77	-	0.02555	1.07	0.02555	1.07	-0.000014	-2.85	0.03895	17.56	-	-	-	-	-	-	6.36941	2.40	0.529	0.526	986		
岩手	-	-	-	0.41282	7.88	0.09798	2.29	-0.000004	-1.74	0.02477	9.74	-	-	-	-	-	-0.39441	-4.08	6.63011	6.82	0.698	0.694	842	
宮城	-	-	-	0.58293	15.62	0.35241	9.61	-0.000049	-8.49	0.00465	6.26	-	-	-	-	-	-0.82710	-22.98	5.87007	12.87	0.650	0.648	1,454	
秋田	0.00121	2.88	-	0.23526	-5.49	0.09304	2.60	-0.000018	-2.78	0.01363	6.82	-	-	-	-	-	-0.19809	-2.23	7.40593	7.84	0.572	0.569	882	
山形	-	-	-	0.30484	9.19	0.50138	4.48	-0.000024	-6.23	0.01128	6.05	-	-	-	-	-	-0.47456	-13.30	2.99739	2.30	0.721	0.718	670	
福島	-	-	-	-10.27	0.27976	8.32	0.01853	1.71	-0.000033	-8.97	-	-	-	-	-	-	-	-0.75232	-22.33	10.11454	32.08	0.702	0.701	1,406
茨城	0.00142	5.03	-	0.42586	13.28	0.27817	11.23	-0.000005	-1.88	-	-	-	-	-	-	-	-0.81597	-15.54	6.72466	21.56	0.722	0.721	1,566	
栃木	-	-	-	0.39809	12.65	0.29446	11.84	-0.000007	-1.93	0.00538	3.44	-	-	-	-	-	-0.84924	-24.94	6.22576	18.68	0.723	0.722	1,152	
群馬	0.00057	2.53	-	0.27001	9.08	0.54952	16.20	-0.000034	-5.54	0.01228	8.32	-	-	-	-	-	-0.32174	-4.45	2.85664	6.58	0.720	0.718	1,146	
埼玉県	0.00018	2.03	-	0.25743	14.00	0.63025	38.10	-0.000101	-20.74	-	-	-	-	-	-	-	-0.69246	-18.13	3.84064	17.68	0.860	0.860	1,981	
千葉県	0.00043	2.60	-	0.34499	13.37	0.68281	33.05	-0.000044	-9.12	-	-	-	-	-	-	-	-0.65305	-12.72	2.55630	9.33	0.774	0.773	2,228	
東京都	0.00055	6.15	-	0.21124	10.25	0.51585	67.34	-0.000152	-20.68	0.00096	20.92	-	-	-	-	-	-0.52570	-14.21	5.18996	41.15	0.861	0.860	2,422	
神奈川県	0.00027	2.36	-	0.18834	11.94	0.56281	46.86	-0.000059	-15.59	-	-	-	-	-	-	-	-0.39364	-12.65	4.82864	29.95	0.758	0.757	2,059	
新潟県	0.00048	2.01	-	0.28211	7.92	0.37856	4.94	-0.000048	-9.26	0.02047	10.98	-	-	-	-	-	-0.58664	-6.09	4.09576	4.17	0.731	0.730	1,366	
富山県	0.00076	2.20	-	0.23819	4.99	0.41367	3.81	-0.000064	-4.32	-	-	-	-	-	-	-	-0.56840	-4.40	5.58057	4.21	0.510	0.503	550	
石川県	0.00319	9.16	-	-0.000034	-8.94	0.26791	5.03	-0.000002	-1.34	0.03333	13.64	-	-	-	-	-	-0.40152	-5.68	4.01522	5.68	0.566	0.563	717	
福井県	0.00317	9.17	-	0.14274	2.22	0.37472	3.62	-0.000012	-1.99	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00011	3.90	0.549	0.544	487		
山梨県	-	-	-	0.32223	15.13	0.87743	11.89	-0.000038	-2.80	0.00700	4.17	-	-	-	-	-	-0.43003	-7.77	-0.73663	-1.78	0.573	0.569	794	
長野県	0.00077	2.73	-	0.40924	9.40	0.13176	3.94	-0.000038	-10.59	0.01066	6.14	-	-	-	-	-	-0.39548	-4.78	7.78406	17.56	0.678	0.676	1,419	
岐阜県	0.00049	2.17	-	0.27626	6.05	0.47085	9.27	-0.000032	-6.93	-	-	-	-	-	-	-	-0.30721	-3.30	4.55312	7.19	0.707	0.706	1,327	
静岡県	0.00167	13.60	-	0.14113	6.44	0.39423	15.42	-0.000002	-1.59	-	-	-	-	-	-	-	-	5.80920	17.97	0.709	0.707	1,780		
愛知県	-	-	-	0.25095	-29.97	0.46591	29.65	-0.000033	-9.94	0.00184	4.84	-	-	-	-	-	-0.49736	-24.88	5.30384	25.90	0.814	0.813	2,311	
三重県	-	-	-	0.46499	8.19	0.47196	8.82	-0.000001	-1.11	0.02320	14.52	-	-	-	-	-	-	2.43929	3.58	0.445	0.445	1,228		
滋賀県	-	-	-	0.26772	8.44	0.57653	18.03	-0.000125	-20.96	0.01310	9.72	-	-	-	-	-	-0.68873	-18.83	3.02122	7.37	0.798	0.797	947	
京都府	-	-	-	0.51146	9.42	0.35044	13.42	-0.000097	-16.52	-	-	-	-	-	-	-	-1.40634	-25.09	6.49953	15.45	0.766	0.765	1,304	
大阪府	-	-	-	0.25273	15.12	0.91691	60.15	-0.000050	-4.70	0.00108	5.97	-	-	-	-	-	-0.63260	-19.55	-0.28781	-2.39	0.799	0.798	1,928	
兵庫県	-	-	-	0.26672	7.24	0.29389	14.46	-0.000013	-2.77	-	-	-	-	-	-	-	-0.91603	-22.79	7.49979	26.93	0.698	0.697	2,492	
奈良県	-	-	-	0.29653	6.72	0.39496	14.73	-0.000104	-10.21	-	-	-	-	-	-	-	-0.91276	-18.76	6.11713	18.01	0.807	0.805	753	
和歌山県	-	-	-	0.30684	3.39	0.36086	5.18	-0.000026	-7.09	0.01931	9.00	-	-	-	-	-	-	4.93233	5.36	0.600	0.597	865		
鳥取県	0.00184	2.17	-	0.30476	5.11	0.35852	2.82	-0.000036	-5.62	-	-	-	-	-	-	-	-0.37962	-2.21	5.89344	3.53	0.564	0.557	529	
島根県	-	-	-	0.28445	3.30	0.22882	2.87	-0.000011	-2.48	0.01154	3.87	-	-	-	-	-	-1.04545	-14.36	6.77638	4.85	0.614	0.608	668	
岡山県	0.00086	2.53	-	0.30527	6.23	0.48989	10.98	-0.000071	-8.85	0.01020	5.91	-	-	-	-	-	-0.63327	-5.82	3.42806	5.86	0.642	0.640	1,323	
広島県	0.00103	2.93	-	-	-	0.36116	5.09	-0.000054	-10.48	-	-	-	-	-	-	-	-0.99302	-9.51	6.61901	7.12	0.721	0.720	1,481	
山口県	-	-	-	-	-	0.24333	2.63	-0.000007	-1.86	-	-	-	-	-	-	-	-	6.88165	6.31	0.459	0.456	1,103		
徳島県	-	-	-	0.31183	2.45	0.36597	2.78	-0.000030	-3.65	-	-	-	-	-	-	-	-0.52449	-8.03	6.08928	2.37	0.536	0.532	747	
香川県	-	-	-	-	-	0.35279	5.06	-0.000067	-4.61	0.01093	4.74	-	-	-	-	-	-0.58040	-4.40	5.58057	4.21	0.510	0.503	634	
愛媛県	0.00076	2.20	-	0.23819	4.99	0.41367	3.81	-0.000064	-4.32	-	-	-	-	-	-	-	-	5.24735	5.76	0.531	0.527	634		
高知県	-	-	-	0.56788	4.01	0.38475	2.48	-0.000058	-8.71	0.02828	7.52	-	-	-	-	-	-	3.51010	2.08	0.399	0.399	708		
福岡県	0.00049	4.40	-	0.20963	13.66	0.29212	8.15	-0.000086	-17.80	0.00135	2.57	-	-	-	-	-	-0.45942	-10.38	7.76048	21.56	0.752	0.751	2,021	
佐賀県	-	-	-	0.30963	2.74	0.22998	2.85	-0.000002	-1.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.46004	-9.00	7.52016	8.09	0.538	0.533	616
長門県	0.00147	3.09	-	0.44889	8.92	0.06487	2.44	-0.000003	-1.58	-	-	-	-	-	-	-	-0.15755	-2.65	9.12648	16.39	0.530	0.526	976	
熊本県	-	-	-	-	-	0.35929	7.48	-0.000023	-3.22	0.01344	5.88	-	-	-	-	-	-0.81885	-16.38	4.77838	7.55	0.592	0.590	1,417	
大分県	0.00408	9.97	-	0.46805	6.64	0.42395	2.91	-0.000019	-2.68	0.02415	4.28	-	-	-	-	-	-	2.18190	2.14	0.600	0.597	918		
宮崎県	0.00063	2.33	-	0.33443	7.69	0.04286	1.45	-0.000008	-2.91	0.01603	5.10	-	-	-	-	-	-0.64689	-6.77	7.70034	6.70	0.763	0.760	574	
鹿児島県	-	-	-	-	-	0.06775	1.55	-0.000141	-17.93	0.03260	10.22	-	-	-	-	-	-	6.75060	4.31	0.548	0.545	1,025		

付録 4.7 地価モデルの推定結果（中下位モデル・商業地+工業地）

都道府県	容積率	T値	駅までの距離	T値	下水道の有無	T値	都道府県の最高地価	T値	都道府県の平均1日平均一般化費用	T値	一人あたり商店年間販売額	T値	市区町村人口密度	T値	工業製品年間出荷額等	T値	用途地域	T値	定数項	T値	決定係数	自由度補正係数	サンプル数		
北海道	0.00349	9.94	-0.000047	-2.97		0.35457	5.96	-0.000024	-7.18	0.01254	6.58							4.56495	4.80	0.330	0.326	880			
青森	0.00140	2.80				0.20055	2.91	0.000082	-7.82	0.05566	10.87							-1.08933	-10.90	2.68482	2.73	0.774	0.768	203	
岩手	0.00539	9.03					0.12267	2.99	0.000000	-1.01	0.03645	7.34						-1.22009	-10.92	5.75007	6.04	0.673	0.663	175	
宮城	0.00363	9.18	-0.000086	-3.99	0.26939	2.59	0.44897	5.92	0.000070	-4.54	0.01329	7.02	0.00014	3.31				-0.24534	-2.87	1.68135	2.42	0.746	0.740	286	
秋田	0.00258	6.08	-0.000026	-2.04	0.16205	2.98	0.24831	2.21	0.000030	-2.97	0.01708	3.61	0.00100	3.19				-0.40598	-4.24	4.95749	2.73	0.739	0.728	211	
山形					0.30955	3.96	0.43293	3.28	0.000025	-3.71	0.02443	5.36	0.00109	5.66				-0.77607	-8.85	1.74757	1.94	0.795	0.788	248	
福島							0.39999	2.63	0.000017	-2.02									5.68149	2.59	0.339	0.327	310		
茨城	0.00301	9.56	-0.000008	-2.22	0.32220	5.38	0.43667	5.70	0.000018	-2.34			0.00033	2.82				-0.72287	-11.09	4.17903	3.93	0.784	0.779	348	
栃木	0.00340	10.49	-0.000026	-2.56	0.08938	2.23	0.37633	6.26	0.000065	-4.18			0.00100	11.68				-0.75226	-9.63	4.99981	5.62	0.775	0.769	273	
群馬	0.00334	11.63	-0.000043	-2.84			0.55613	7.66	0.000006	-1.41	0.00693	8.83						-0.41323	-6.18	1.93619	2.79	0.752	0.746	287	
埼玉	0.00325	13.71	-0.000067	-5.23	0.24704	4.92	0.73191	15.90	0.000101	-7.20			0.00010	8.74				-0.68443	-12.55	0.60819	1.87	0.839	0.836	435	
千葉	0.00278	10.80	-0.000147	-6.57	0.32442	5.46	0.75002	19.35	0.000098	-8.21			0.00016	2.84				-0.67149	-8.25	0.51518	1.87	0.864	0.861	386	
東京	0.00343	39.04	-0.000242	-10.16			0.96155	42.14	0.000148	-18.11	0.00042	17.43						-0.19259	-5.43	-3.01575	-7.81	0.852	0.852	1699	
神奈川	0.00299	18.60	-0.000056	-6.03	0.25332	5.28	0.75795	21.87	0.000052	-5.40			0.00001	2.94				-0.56251	-11.17	0.33871	1.62	0.792	0.789	697	
新潟							0.36813	4.37	0.000111	-10.00									-1.27280	-14.02	7.24369	5.77	0.537	0.531	344
富山	0.00376	9.24	-0.000052	-3.20	0.23362	2.49	0.93000	3.32	0.000012	-1.38	0.02493	4.92						-0.57165	-5.63	-5.31416	-2.30	0.665	0.656	227	
石川							0.36193	3.97	0.000238	-8.95									7.43373	5.52	0.585	0.575	196		
福井	0.00394	11.88			0.36453	5.11	0.53556	4.71	0.000011	-1.78	0.01925	2.83							0.62457	1.27	0.771	0.763	171		
山梨	0.00371	7.85	-0.000039	-2.68	0.15853	2.25	0.55340	4.51	0.000096	-2.95								-0.62459	-5.21	2.90235	2.63	0.792	0.778	110	
長野	0.00243	5.81	-0.000079	-3.79			0.21438	4.62	0.000039	-5.02	0.03784	8.82	0.00069	3.90				-0.44636	-4.97	4.12870	5.36	0.685	0.678	323	
岐阜	0.00324	10.75	-0.000062	-2.73	0.23662	4.33	0.53010	9.40	0.000008	-1.82	0.01156	4.60	0.00037	7.74				-0.35575	-5.36	1.64157	2.90	0.811	0.806	318	
静岡	0.00387	17.03	-0.000084	-8.33	0.33491	6.68	0.48363	13.05	0.000033	-5.59	0.02804	10.58						-0.29002	-4.93	1.16776	2.94	0.763	0.759	527	
愛知	0.00293	21.36	-0.000028	-3.01	0.22982	6.54	0.43746	20.79	0.000107	-2.18								-0.47158	-13.90	4.19063	12.23	0.834	0.832	980	
三重					0.44575	4.33	0.35441	6.70	0.000001	-1.05									-0.46018	-4.85	6.61889	8.88	0.648	0.636	282
滋賀	0.00184	7.24	-0.000129	-6.23	0.35241	5.36	0.61102	12.56	0.000093	-8.91								-0.28189	-4.20	2.57991	3.85	0.813	0.808	298	
京都	0.00196	10.18	-0.000094	-3.30	0.39436	6.61	0.56038	21.21	0.000157	-21.21									-0.37980	-6.04	3.90247	9.28	0.867	0.865	333
大阪	0.00279	21.28	-0.000084	-4.37	0.25255	6.45	0.89623	39.86	0.000022	-2.05								-0.54219	-13.06	-2.46652	-6.65	0.881	0.880	865	
兵庫	0.00210	6.57	-0.000084	-2.94	0.23279	2.96	0.44555	11.68	0.000084	-7.51								-0.64522	-8.02	5.27077	8.60	0.728	0.723	431	
奈良	0.00276	5.43	-0.000139	-4.34	0.08833	2.14	0.77968	14.70	0.000134	-7.27								-0.41016	-3.77	0.77757	2.00	0.818	0.810	167	
和歌山	0.00251	5.54			0.23790	2.85	0.66006	4.95	0.000045	-5.18								-0.65426	-5.36	1.82118	1.96	0.785	0.772	104	
鳥取	0.00223	2.64	-0.000175	-3.47			0.56028	2.16	0.000025	-2.18	0.06766	3.18						-0.79687	-4.28	-3.65011	-1.52	0.756	0.729	172	
島根	0.00203	2.30					1.42309	2.64	0.000011	-2.10	0.03508	5.28						-0.70205	-3.86	-11.73812	-2.03	0.651	0.631	112	
岡山	0.00374	10.47					0.36717	7.20	0.000022	-2.16								-0.69739	-9.38	4.77608	6.37	0.693	0.688	345	
広島	0.00261	8.51	-0.000061	-6.51	0.33803	4.93	0.30475	7.32	0.000036	-4.58								-0.48460	-6.25	6.64490	10.17	0.757	0.752	344	
山口	0.00322	7.07	-0.000053	-2.27			0.37425	4.48	0.000003	-1.16								-0.36258	-3.19	5.07207	4.39	0.676	0.658	218	
徳島							0.35922	3.33	0.000030	-2.25	0.02941	6.73						-0.91032	-7.49	4.20468	2.59	0.710	0.698	87	
香川					0.58176	5.02	0.21158	2.86	0.000144	-4.05	0.01857	3.00						-0.99257	-8.12	7.28249	5.39	0.679	0.662	101	
愛媛	0.00261	6.57	-0.000089	-2.74	0.14535	2.87	0.28123	3.39	0.000044	-4.04	0.04214	7.10						-0.51562	-6.63	2.87640	2.13	0.731	0.721	238	
高知							0.20980	2.98	0.000052	-3.72	0.04399	3.81						-0.93901	-5.23	5.03668	2.61	0.661	0.629	71	
福岡	0.00399	14.50	-0.000044	-3.72	0.53582	8.32	0.37377	8.20	0.000113	-11.07	0.03226	3.74						-0.48441	-7.24	4.81062	6.70	0.789	0.786	618	
佐賀	0.00352	4.92			0.19370	2.35	0.20888	3.28	0.000041	-2.91	0.01018	2.21						-0.79569	-7.23	8.66344	7.18	0.759	0.742	97	
長崎					1.03802	6.86	0.35071	2.42	0.000068	-3.57	0.03968	3.05							-0.35677	-3.01	2.77100	2.09	0.643	0.627	151
熊本	0.00568	12.66					0.35572	5.98	0.000020	-1.89	0.03117	4.92							-0.35677	-3.01	0.83947	1.78	0.835	0.829	196
大分							0.37432	2.75	0.000070	-3.38	0.02279	2.70							-0.92523	-11.37	3.99457	2.19	0.344	0.325	181
宮崎							0.21307	2.56	0.000024	-2.89	0.07811	14.83							-0.92523	-11.37	1.04891	1.53	0.695	0.688	221
鹿児島	0.00183	4.04			0.67069	5.90	0.17800	2.90	0.000098	-6.18	0.03411	6.21						-0.88303	-7.38	5.45633	3.74	0.788	0.779	159	

5. プロジェクト評価における便益の空間波及範囲に関する考察

5.1 概説

本章では、便益の及ぶ範囲を人単位あるいは地域単位でどのように集計するべきか、という便益の空間波及範囲に関する考察を行う。便益の空間波及範囲については、学術面でも十分に議論されておらず実務的にも評価者により定性的に決定されており、評価を行うにあたっての明確な基準がないのが現状である。便益の空間波及範囲を評価することは、便益値を評価する上で大きな課題であるとともに、便益値の評価の信頼性にかかわる重要な問題であるといえる。

5.2 では、評価マニュアルでの便益の空間波及範囲の扱いについてまとめた上で、便益の空間波及範囲を定量的に把握することの意義を述べるとともに、既存研究のまとめを行う。

5.3 では、便益の空間波及範囲の決定方法について、(a) 分析対象範囲によるもの、(b) 評価値によるもの、(c) 評価値以外の指標によるもの、(d) 評価値の信頼性によるもの、の4つに分類した上で概説し、本研究における便益の空間波及範囲の定義について詳述する。

5.4 では、便益評価値の信頼性の観点から定量的なアプローチにて便益の空間波及範囲を決定する方法について述べる。具体的には、地価の推定値には誤差を有するものとして、地価の推定値には分布が存在すると考える。そして、プロジェクト実施前（Without 時）の地価推定値の分布とプロジェクト実施後（With 時）の地価推定値の分布を第4章で得られた地価モデルの推定結果を用いて算出する。そして、Without 時と比較して With 時に地価推定値が上昇する確率、地価上昇確率を求める方法について理論展開した上で、便益の空間波及範囲を決定する方法について述べる。

5.5 では、本章で得られた知見についてまとめを行う。

5.2 便益集計範囲に関する既存研究

5.2.1 事業評価マニュアルでの便益集計範囲の扱い

2章で詳述したように、現在各事業において事業評価のための評価マニュアルが策定されている。評価マニュアルに記述されている便益の集計範囲に関する取り扱いについて表 5.1、表 5.2 にまとめる。

表 5.1 により SP による便益計測では、世帯あたりの支払意思額（WTP : Willingness to Pay）に集計範囲世帯数を乗じて便益を計測するが、その集計世帯数を集落単位でとるのか、市区町村単位でとるのか、都道府県単位でとるのか、日本あるいは世界でとるのかにより便益値は大きく異なる。WTP の信頼性に関しては、各種研究がなされ定量的な評価もなされつつあるが、集計範囲についてはいまだ明確な基準がないのが現状である。

表 5.2 により RP による便益計測では、ネットワークを構築した上でリンク交通量や OD 交通量を計測し、それを用いて便益を計測する、とある。ただ、集計範囲については、影響範囲が広範であること等の実務的な限界が存在することを鑑みて適切な対象ネットワークとする、との定性的な表記にとどまっており、集計範囲についてはいまだ明確な基準がないのが現状である。

以上の点から、現行の評価マニュアルでは、調査範囲、分析範囲や集計範囲について具体的な指針が示されていない。それゆえに、事業評価の際には、評価者が事業ごとに、調査範囲、分析範囲や集計範囲をどのように設定するのかを検討しなければならない、という課題があることがわかる。便益計測に

における集計範囲については拠るべき基準などが無いため、便益値に関する信頼性が懸念され、事業に対する説明責任を果たす上で大きな問題になっているといえる。

表 5.1 評価マニュアルにおける集計範囲の取り扱い（SP によるもの）

事業	所管部局	対象効果	集計範囲
小規模公園整備事業	国土交通省都市・地域整備局	遺跡・史跡の保存・シンボリック役割等	最大でも所在県まで
下水道事業	国土交通省都市・地域整備局	公共用水域の水質保全効果	環境価値を認めるであろう全ての家屋（水質が向上する全体計画区域内の家屋、処理水の放出先より下流かつ該当公共用水域関連世帯、等）
都市再生総合整備事業・市街地環境整備事業	国土交通省総合政策局、都市・地域整備局、住宅局	施設存在便益、文化向上便益等	受益者の地域分布を考慮し、適切なエリアでアンケートすること
河川環境整備事業	国土交通省河川局	河川環境（水環境、河川形状、生物等の多様性、河川空間等）の価値変化	既存調査事例等をもとに適切な集計範囲を想定し、それを含む市町村等を単位として調査範囲を設定。集計範囲は調査範囲を限度として、WTPの信頼性に関する要素を検証した上で設定
港湾整備事業	国土交通省港湾局	公害の防止、生態系や自然環境の回復・保全	港湾緑地整備箇所の周辺に居住する住民に対するアンケート調査の実施等により、プロジェクトの認知度、利用意識等を分析し、受益範囲を設定することが望ましい
海岸事業	国土交通省河川局、港湾局	災害による精神的被害軽減、海岸利用・海岸環境保全	明記されていない

出典：今野水己，CVM の便益集計範囲の設定に関する課題¹⁾，土木計画学会（春大会），2005

表 5.2 評価マニュアルにおける集計範囲の取り扱い（RP によるもの）

マニュアル	所管部局	対象効果	集計範囲
鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル99	国土交通省鉄道局	利用者便益	消費者余剰分析を採用し、便益の計測にあたっては、各ODペアごとに行い、それらを足し合わせることによって行う、とあるが、その範囲については明記されていない
		供給者便益	事業実施に伴い競合、補完する施設の供給者便益については可能な限り計測することが望ましい。ただ多くの場合、その影響範囲が広範であること等の実務的な限界が存在するとともに、長期の計算期間の中ではその評価が困難であることが明記されている。
		環境等改善便益	原則的に鉄道整備により環境等が影響を受けるすべての鉄道、道路等とする。ただし、影響範囲が広範であること等の実務的な限界が存在するため、各事業の特性を勘案して、適切な影響範囲を設定するものとする
道路投資の評価に関する指針（案）	国土交通省道路局	利用者便益	整備対象の当該道路、および代替道路路線の利用について計測する、と明記
		交通事故減少便益	対象ネットワーク内とする、と明記
		環境改善便益	影響を受ける地域は道路整備により環境への影響が変化する道路、すなわち車種別リンク交通量および走行速度が変化する全ての道路とする、と明記

5.2.2 便益集計範囲に関する既存研究

便益評価値の信頼性について定量化した研究として、川除ら²⁾~⁵⁾はCVMによる推計便益の信頼区間推定を行うとともに、費用便益分析指標を基にしたプロジェクト採択のリスク分析を評価値に確率分布を仮定することにより行っている。堤ら⁶⁾~⁸⁾は線形回帰モデルにおける誤差の空間的依存性を仮定した上で、統計的推測手法に関する考察を行い、評価値の信頼性について検証を行っているが、便益集計範囲について定量化された考察を行った研究は皆無である。

5.3 便益の空間波及範囲の定義

5.3.1 便益の空間波及範囲の概説

便益値の総額 TV は、事業の実施に伴う受益範囲 A に属する受益者 i の便益値 V_i を合計したものであり、式(5.1)のように表される。

$$TV = \sum_{i \in A} V_i \quad (5.1)$$

しかし、受益範囲に属するすべての受益者の便益値をひとりずつ的確に計測することは膨大な時間と費用を有するため、ゾーン単位で便益値を計測し、ゾーンの受益者数を乗じて合計することが集計作業として行われており、式(5.2)のように表される。

$$TV = \sum_{z \in A} N(z) \cdot V(z) \quad (5.2)$$

ここで

TV : 便益値の総額

A : 受益範囲

Z : ゾーン

$N(z)$: ゾーン Z の受益者数

$V(z)$: ゾーン Z の受益者の便益値

ここで、ゾーン Z が事業箇所から x の距離にあり、受益範囲が事業箇所から距離 X まで及ぶものとすると、式(5.2)は式(5.3)のように積分の形で表される。

$$TV = \int_0^X N(x) \cdot V(x) dx \quad (5.3)$$

TV : 便益値の総額

x : 事業箇所からの距離

X : 受益範囲の及ぶ距離

$N(x)$: 位置 x における受益者数

$V(x)$: 位置 x における便益値

$V(x)$ は適用するモデルにより計測がなされるため、受益範囲 X をどう決定するのか、という課題が便益値を評価する際に残される。

受益範囲の設定方法については(a)分析対象範囲によるもの、(b)評価値によるもの、(c)評価値以外の指標によるもの、(d)評価値の信頼性によるもの、の4つに大別される。それぞれの設定方

法について詳述する。

(a) 分析対象範囲によるもの

分析対象範囲そのものを受益範囲とする考え方である。大多数の研究はこれによっている。

(b) 評価値によるもの

評価値が0になるところまでを受益範囲とするものである。

$V(x)$ が距離減衰する。すなわち、すべての x について $\frac{dV}{dx} < 0$ であり、かつ $V(x) = 0$ となる x が存在するとき、図 5.1 の①に示すように、受益範囲 $X = V^{-1}(0)$ と表すことが出来る。観光資源の利用価値を計測する際に用いられる旅行費用法ではこの考え方が用いられていることが多い。

しかし、 $V(x) = 0$ となる x が存在しない場合も多く(図 5.1 の②)、そのような場合には受益範囲をあらかじめ設定する。そのときには(a)の手法に準じることとなる。

(c) 評価値以外の指標によるもの

事業箇所の利用経験や、事業箇所の現状あるいは事業の必要性などに対する認識がある場合には、事業に対する評価値があると考えられるが、利用経験がなかったり事業そのものを認知していない場合には評価値はほぼ0であると考えられる。

そこで、事業箇所の利用率や事業の認知度を求め、それをもとに受益範囲を設定する方法が考えられる。

位置 x における利用率や認知度を $u(x)$ としたとき、 $u(x)$ は距離減衰する、すなわち、すべての x について $\frac{du}{dx} < 0$ になると考えられ、利用率や認知度が一定のしきい値 u_0 以下になる場合には評価値を0と考える。つまり、受益範囲 $X = u^{-1}(u_0)$ とする考え方である。

しかしながら、この手法についても(b)と同様に、利用率や認知度が0になる距離が存在するとは

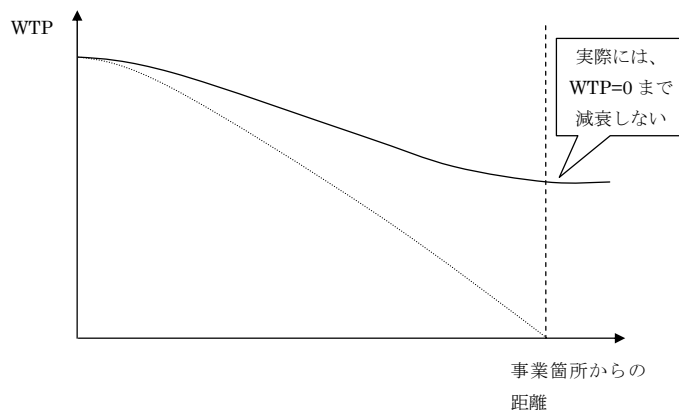


図 5.1 距離と評価値との関係

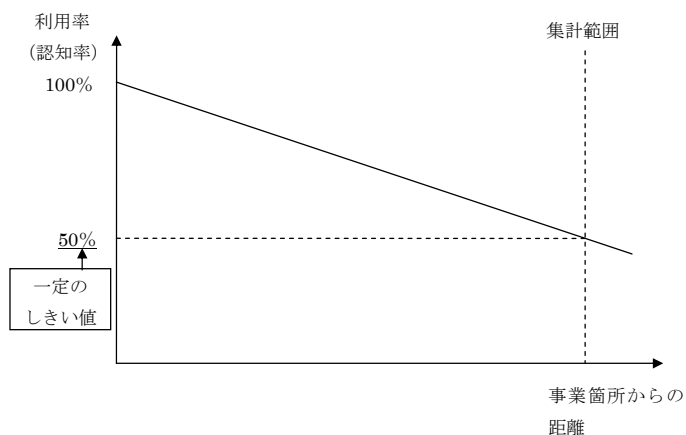


図 5.2 距離と利用率・認知度との関係

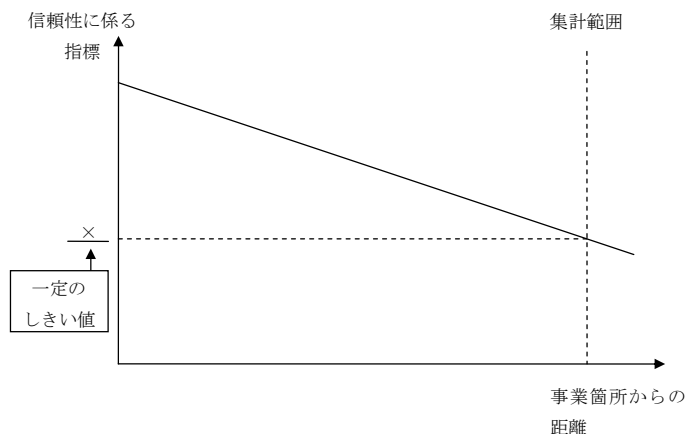


図 5.3 距離と信頼性との関係

限らないため、何らかのしきい値 u_0 を定める必要があるが、その値に対する明確な基準がないという問題を有する。

(d) 評価値の信頼性によるもの

事業に対する評価値については、モデルにより計測がなされるため、評価値の信頼性に疑問がある場合には、事業に対する評価値を 0 とみなす、という方法が考えられる。

そこで、評価値に関する信頼性を定義した上で、それをもとに受益範囲を設定する方法が考えられる。位置 x における信頼性を $R(x)$ としたとき、信頼性が一定のしきい値 R_0 以下になる場合には評価値を 0 と考える。つまり、受益範囲 $X = R^{-1}(R_0)$ とする考え方である。

しかしながら、この手法については信頼性の有無を判断する指標の決め方が明確でないこと、ならびにしきい値 R_0 を定める必要があるがその値に対する明確な基準がない、という問題を有する。

5.3.2 本研究における便益の空間波及範囲の考え方

評価値は適用するモデルにより計測がなされるため、評価値自体がモデルの推定誤差により誤差を有している。これより、従来より計測されている評価値自体は期待値を表し、真の評価値はある確率分布を有しているものと考えられる。

これを、横軸に評価値 v 、縦軸にその評価値をとる確率をとり図で表現すると、従来より計測されている評価値は図 5.4 のように、期待値 $V(x)$ のところで確率 1 をとる形となる。一方、本研究で考える評価値は、評価値 v のところである確率を有する図 5.5 のような形で表すことができる。

評価値の信頼性を検証するためには、評価値がどのような確率分布を有するのか、これすなわちどのような誤差を有しているのか、の検証は不可欠であるといえるが、ヘドニック・アプローチを用いた評価において、このような検証がなされた既存研究は皆無である。

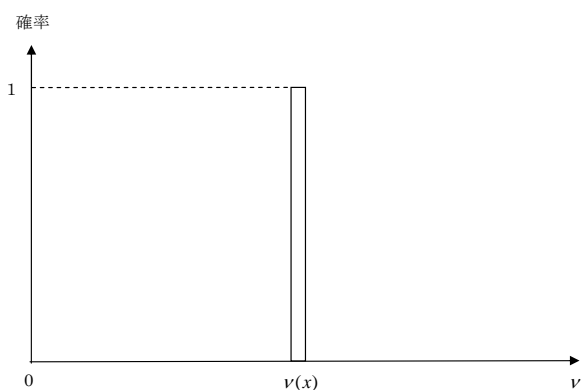


図 5.4 従来の評価値の考え方

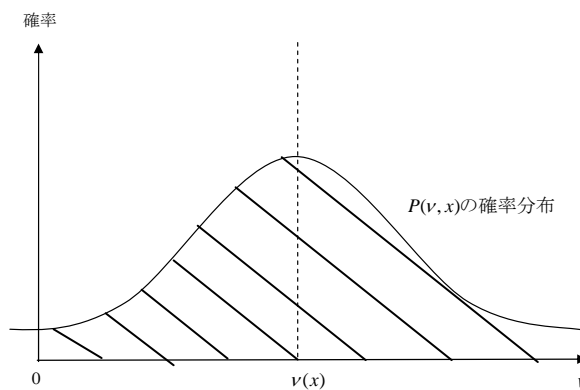


図 5.5 本研究における評価値の考え方

さらに、期待値 $V(x)$ が評価値 v となる確率を $P(v, x)$ で表すものとする、式 (5.4) 式 (5.5) が成立する

$$\int_{-\infty}^{\infty} P(v, x) dv = 1 \quad (5.4)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} vP(v, x) dv = V(x) \quad (5.5)$$

これより、評価値が 0 以上となる確率は、式 (5.6) のように表される。これは図 5.5 における網掛けの部分の面積を表している。

$$\Pr(x) = \int_0^{\infty} P(v, x) dv \quad (5.6)$$

本研究では、評価値が 0 以上となる確率が、一定値 δ 以上になる箇所を、便益の空間波及範囲と定義し、式 (5.7) のように表す。

$$\Pr(x) \geq \delta \quad (5.7)$$

$\Pr(x)$ が x について単調減少なる関数であるならば、式 (5.8) のように表される。この x_δ を便益の空間波及範囲と定義する。

$$x \leq x_\delta \quad (5.8)$$

5.4 プロジェクト実施による地価上昇確率の導出

本節では、まず推定地価に影響を及ぼす誤差要因について整理する。そして、空間波及地価モデルを用いてプロジェクト実施により推定地価が上昇する確率（以下地価上昇確率と呼ぶことにする）を導出する。

5.4.1 推定地価の誤差要因の整理

推定地価に影響を及ぼす誤差要因についてまとめておくと、地価モデルに含まれるパラメータの値は、地価モデルの推定誤差により、誤差が存在していることになる。また、説明変数であるアクセシビリティ指標も、ネットワークや Q-V 式の設定などによる各 OD 間の一般化費用の算出誤差、時間価値を推定することにより発生する推定誤差などから、誤差を有している。しかし、地価モデルを推定する際には、アクセシビリティ指標の誤差は地価モデルの推定誤差に反映されており、アクセシビリティ指標の誤差が推定地価に及ぼす影響は小さいと考えられる。そこで、地価上昇確率を導出する際には地価モデルの推定誤差のみを考慮し、推定地価の確率分布に反映させるものとする。

5.4.2 空間波及地価モデルを用いたプロジェクト実施による地価上昇確率の導出

本項では、まず (1) において都道府県最高地価の推定地価の確率分布を求め、それにもとづいてプロジェクト実施前 (Without 時) の地価推定値の分布とプロジェクト実施後 (With 時) の地価推定値の分布の算出方法について述べる。そして (2) において、(1) で得られた Without 時、With 時の地価推定値の確率分布より、Without 時と比較して With 時に地価推定値が上昇する確率、すなわち地価

上昇確率の導出を行う。

(1) 都道府県最高地価の推定地価の確率分布の算出

都道府県における最高地価の推定値は、上位モデルの式 (4.37) より式 (5.9) のように表される。

$$\ln(\hat{LR}_{I,T,U}) = \hat{\alpha}_{U,0} + \sum_k \hat{\alpha}_{U,k} X_{I,T,U,k} + \hat{\beta}_U ACC_{I,T} + \hat{\gamma}_U \ln(MAXLR_T) \quad (5.9)$$

ここで $\ln(\hat{LR}_{I,T,U})$: 最高地価の推定値

$\hat{\alpha}_{U,0}$ などのパラメータ : パラメータの推定値

次に都道府県における最高地価の回帰式は式 (5.10) のように表される。

$$\ln(LR_{I,T,U}) = \alpha_{U,0} + \sum_k \alpha_{U,k} X_{I,T,U,k} + \beta_U ACC_{I,T} + \gamma_U \ln(MAXLR_T) + \varepsilon_{I,T,U} \quad (5.10)$$

$\varepsilon_{I,T,U}$: 都道府県 I ・年次 T ・用途 U の都道府県における最高地価の対数のモデルでは観測不可能な確率変数 (誤差)

$\ln(LR_{I,T,U})$: 最高地価

$\alpha_{U,0}$, β_U , γ_U : パラメータ

上位モデルのパラメータの推定値は期待値・標準偏差を有するため、被説明変数である最高地価の推定値についても、期待値・標準偏差を有することになる。ここで、年次 T ・用途 U に関する文字を省略し、 $\ln(\hat{LR}_{I,T,U})$ の期待値を μ_I 、標準偏差を σ_I と表すことにする。誤差 $\varepsilon_{I,T,U}$ は互いに独立で、不偏性、等分散性を有する正規分布に従うものとする、期待値 μ_I は式 (5.11)、標準偏差 σ_I は式 (5.12) のように表され、 $\ln(\hat{LR}_{I,T,U})$ は $N(\mu_I, \sigma_I^2)$ なる正規分布に従う。

$$\mu_I = \ln(LR_{I,T,U}) \quad (5.11)$$

$$\sigma_I^2 = \sqrt{\left(1 + \frac{1}{N} + D_I^2\right) \frac{S_E}{N - M - 1}} \quad (5.12)$$

ただし

N : サンプル数

M : 説明変数の数

S_E : 残差平方和

$$S_E = \sum_{i=1}^N (\ln \overline{LR}_i - \ln \hat{LR}_i)^2$$

\overline{LR}_i : 都道府県 I における最高地価の実測値

D_i^2 : マハラノビスの汎距離を $N-1$ で除したもの

$$D_i^2 = \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^M \{ (Y_{i,j} - \bar{Y}_j)(Y_{i,k} - \bar{Y}_k) S^{jk} \}$$

$Y_{i,j}$: 都道府県 I における説明変数 j の値 (説明変数としてアクセシビリティ指標も含む)

\bar{Y}_j : 説明変数 j の平均値

S^{jk} : 平方和・積和行列 S の逆行列における j 行 k 列目の成分 ($j=1, \Lambda, M, k=1, \Lambda, M$)

式 (5.11) ~ 式 (5.12) を用い, 上位モデルの推定により得られたパラメータ, 属性値および Without 時, With 時でのアクセシビリティ指標の値を代入することにより, Without 時での各都道府県の最高地価推定値の対数 $\ln(\hat{LR}_i^o)$ の期待値 μ_i^o , 標準偏差 σ_i^o , ならびに With 時での各都道府県の最高地価推定値の対数 $\ln(\hat{LR}_i^w)$ の期待値 μ_i^w , 標準偏差 σ_i^w が算出される. これより, Without 時での各都道府県の最高地価推定値の対数 $\ln(\hat{LR}_i^o)$ は $N(\mu_i^o, \sigma_i^o{}^2)$ の正規分布, With 時での各都道府県の最高地価推定値の対数 $\ln(\hat{LR}_i^w)$ は $N(\mu_i^w, \sigma_i^w{}^2)$ の正規分布に従う.

(2) 地価上昇確率の算出

(1) で得られた最高地価推定値の確率分布により, 地価上昇確率を算出する.

横軸に各都道府県の最高地価推定値の対数, 縦軸に確率をとると, Without 時, With 時での各都道府県の最高地価推定値の対数をとったものの確率分布は図 5.6 のように表される.

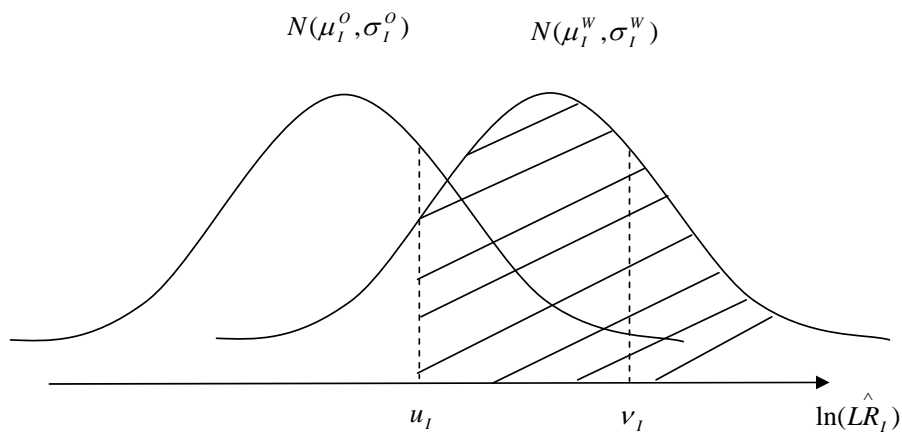


図 5.6 Without 時, With 時での各都道府県の最高地価推定値の対数をとったものの確率分布

都道府県 I の最高地価推定値が上昇する確率を $\Pr(I)$ とおくと、式 (5.13) のように表される。ここで、式 (5.13) における $\{ \}$ 内の式は、 $u = u_I$ のときに $v \geq u_I$ 、すなわち With 時のほうが Without 時より最高地価推定値が大きくなる確率を表しており、図 5.6 においては斜線の部分の面積で表わされる。これを u について $-\infty \sim \infty$ まで積分することにより、地価上昇確率が求められる。

$$\begin{aligned} \Pr(I) &= \Pr(u_I \leq v_I) \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} \left\{ \int_{u_I}^{\infty} f(u_I, v_I) dv_I \right\} du_I \end{aligned} \quad (5.13)$$

$$\text{ただし、} \ln(\hat{L}R_I^O) = u_I, \quad \ln(\hat{L}R_I^W) = v_I$$

次に、 u_I, v_I の同時確率密度関数 $f(u_I, v_I)$ は式 (5.14) のように表され⁹⁾。ここで、相関係数 ρ は $\ln(\hat{L}R^W)$ と $\ln(\hat{L}R^O)$ の推定値より算出する。

$$f(u_I, v_I) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_I^O} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{u_I - \mu_I^O}{\sigma_I^O}\right)^2\right\} \times \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_I^W \sqrt{1-\rho^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{v_I - (\mu_I^W + \rho\sigma_I^W(u_I - \mu_I^O)/\sigma_I^O)}{\sigma_I^W \sqrt{1-\rho^2}}\right)^2\right\} \quad (5.14)$$

ρ : u と v の相関係数

式 (5.13) に式 (5.14) を代入して変数変換を行い式変形を行うと、 $\Pr(I)$ は式 (5.15) のように表される。

$$\Pr(I) = \int_{-\infty}^{\infty} \left\{ \phi(w) \cdot \Phi(\bar{w}) \right\} dw \quad (5.15)$$

$\phi(w)$: 標準正規分布の確率密度関数

$$\phi(w) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{w^2}{2}\right)$$

$\Phi(\bar{w})$: 標準正規分布の分布関数

$$\begin{aligned} \Phi(\bar{w}) &= \int_{-\infty}^{\bar{w}} \phi(w) dw \\ \bar{w} &= \frac{w(\rho\sigma_I^W - \sigma_I^O) + (\mu_I^W - \mu_I^O)}{\sigma_I^W \sqrt{1-\rho^2}} \end{aligned}$$

以上より都道府県 I における地価上昇確率 $\Pr(I)$ は、Without 時での各都道府県の最高地価推定値の対数の期待値 μ_I^O 、標準偏差 σ_I^O 、ならびに With 時での各都道府県の最高地価推定値の対数の期待値 μ_I^W 、標準偏差 σ_I^W 、 $\ln(\hat{L}R^W)$ と $\ln(\hat{L}R^O)$ の推定値より得られる相関係数 ρ の値を式 (5.15) に代入すること

により算出される．式 (5.15) の積分計算については理論的に求めることができないため，区分求積法によりプログラムを用いて計算を行う．

5.5 結語

本章では，便益の及ぶ範囲を人単位あるいは地域単位でどのように集計するべきか，という便益値の信頼性に係る問題について考察を行った．便益の空間波及範囲については，学術面でも十分に議論されておらず実務的にも評価者により定性的に決定されており，評価を行うにあたっての明確な基準がないのが現状である．便益の空間波及範囲を評価することは，便益値を評価する上で大きな課題であるといえる．以下では節ごとに得られた知見をまとめていく．

5.2 において，現行の評価マニュアルでは，SP・RPによる便益計測において，便益の集計範囲に関する明確な基準がないことを述べ，事業評価の際には，評価者が事業ごとに，調査範囲，分析範囲や集計範囲をどのように設定するのかを検討しなければならない，という課題を指摘した．そして，便益計測における集計範囲については拠るべき基準などがいないため，便益値に関する信頼性が懸念され，事業に対する説明責任を果たす上で大きな問題になっていることを指摘した．また，既存研究のサーベイを行うことにより，便益の空間波及範囲を定量的に把握することの重要性を述べた．

5.3 では，便益の空間波及範囲の決定方法について，(a) 分析対象範囲によるもの，(b) 評価値によるもの，(c) 評価値以外の指標によるもの，(d) 評価値の信頼性によるもの，の4つに分類した上で概説した．そこで，評価値は適用するモデルにより計測がなされるため，評価値自体がモデルの推定誤差により誤差を有しているが，評価値の信頼性を検証するためには，評価値がどのような確率分布を有するのか，これすなわちどのような誤差を有しているのか，の検証は評価値の信頼性を考える上で不可欠であることを指摘した上で，本研究においては (d) の評価値の信頼性によるもの，の考え方に基づき，便益評価値が0以上になる確率がある一定値を越える箇所を便益の空間波及範囲とする，という定義について説明を行った．

5.4 では，便益評価値の信頼性の観点から定量的なアプローチにて便益の空間波及範囲を決定する方法について定式化した．まず空間波及地価モデルにより得られる推定地価の誤差要因について整理を行った．次に，地価の推定値には誤差を有するものとして，地価の推定値には分布が存在すると考え，プロジェクト実施前 (Without 時) の地価推定値の分布とプロジェクト実施後 (With 時) の地価推定値の分布を求め，プロジェクト実施による地価上昇確率を求める方法について理論展開した．その結果，都道府県 I における地価上昇確率 $\Pr(I)$ は，Without 時での各都道府県の最高地価推定値の対数の期待値 μ_I^O ，標準偏差 σ_I^O ，ならびに With 時での各都道府県の最高地価推定値の対数の期待値 μ_I^W ，標準偏差 σ_I^W ， $\ln(\hat{L}R^W)$ と $\ln(\hat{L}R^O)$ の推定値より得られる相関係数 ρ により計測されることを示した．

最後に，5.5 で5章で得られた知見についてとりまとめを行った．

< 5章 参考文献 >

- 1) 今野水己：CVMの便益集計範囲の設定に関する課題，土木計画学研究・講演集（春大会），2005
- 2) 川除隆広，多々納裕一，岡田憲夫：支払意思額の異質分散性を考慮したCVMによる推計便益の信頼区間推定法，土木計画学研究・論文集，No.16，pp.319～322，1999
- 3) 川除隆広，多々納裕一，岡田憲夫：離散選択モデルを用いたレクリエーション便益に関する信頼区間推定法，土木計画学研究・論文集，No.17，pp.42～51，2000
- 4) 川除隆広，多々納裕一，岡田憲夫：費用便益分析指標を基にしたプロジェクト採択のリスク分析法，土木計画学研究・論文集，No.18，pp.223～230，2001
- 5) 川除隆広，多々納裕一，岡田憲夫：プロジェクトの経済性評価の信頼性分析に関する基礎的研究，土木計画学研究・講演集，No.23(1)，pp.223～226，2000.11
- 6) 堤盛人，井出裕史，清水英範：空間的自己相関を記述するための重み行列の構造が分析結果に及ぼす影響，土木計画学研究・論文集，No.17，2000
- 7) 福本潤也，堤盛人，清水英範：空間的依存性を考慮した空間計量モデルの統計的推測手法に関する考察，土木計画学研究・講演集，No.20，pp.59～62，1997.11
- 8) 堤盛人，清水英範，松葉保考：線形回帰モデルにおける多重共線性とその改善手法に関する逆解析的考察，土木計画学研究・講演集，No.20(1)，pp.67～70，1997.11
- 9) 春名攻・池淵周一・亀田弘行：新体系土木工学 2 確率・統計解析，土木学会，1983

6. 都市間交通プロジェクトの評価

6.1 概説

本章では、都市間交通プロジェクトである明石海峡大橋ならびに紀淡連絡道路を対象として、3章から5章で構築したシステムを用いてプロジェクト評価を行う。本章は以下のような構成で記述していく。

6.2 では、評価を行うにあたって、第3章で構築した都市間交通の特性を考慮した交通利便性指標を用いるため、自動車交通ならびに公共交通それぞれに対して運賃・料金の設定、ダイヤの設定についてのケースごとに詳細を述べ、分析を行うにあたっての前提条件に関する留意点についてまとめる。また、本研究では、評価対象道路周辺の高規格道路の整備がなされていない場合と、整備がなされている場合を考え、評価対象道路の評価にあたって、周辺の高規格道路の整備状況の有無が評価にどのような影響を及ぼすかを検証する。

6.3 では、第4章で構築した地価指標を用いた都市間交通プロジェクト評価システムならびに第5章での便益の空間波及範囲に関する考察からケースごとに便益計測を行い、プロジェクト評価の結果について交通利便性指標の変化、便益評価値、便益の空間波及範囲、といった観点から記述する。

6.4 では、ヘドニック・アプローチが真値を示す条件である Small 条件についての検証を行う。

最後に、6.5 では、6章をまとめることにより都市間交通プロジェクト評価において本研究より得られた知見をまとめる。

6.2 評価対象プロジェクトのケース設定

本節では、構築したヘドニック・アプローチによる便益計測システムを用いて明石海峡大橋ならびに紀淡連絡道路の便益計測を行うためのケース設定の詳細について述べる。評価対象プロジェクトは、1998年4月に開通した明石海峡大橋と現在計画段階にある紀淡連絡道路とする。まず、With Case と Without Case の設定の留意点について述べる。次に、本研究で対象とする明石海峡大橋と紀淡連絡道路について With Case と Without Case の設定を詳細に述べる。なお、紀淡連絡道路の評価に関しては、周辺の高規格道路が紀淡連絡道路の便益評価に与える影響を定量的に明らかにするため、(i) 周辺の高規格道路を整備しない状態での紀淡連絡道路、(ii) 周辺の高規格道路を整備した状態での紀淡連絡道路、の2通りのケース設定を行うものとする。

6.2.1 ケース設定の留意点

本研究では評価対象として、明石海峡大橋と紀淡連絡道路を取り上げるが、その際には、海峡横断道路の開通により一般化費用が変化するだけでなく、既存フェリー路線の便の廃止・変更などによるフリークエンシーの変化により、EVGC の値が変化する。そこで、このような点にも考慮しつつケース設定を行う必要がある。また、周辺の交通プロジェクトについても明確に With Case と Without Case の設定を行う必要があると考えられる。

6.2.2 ケース設定

本研究で便益計測を行う明石海峡大橋，周辺の高規格道路を整備しない状態での紀淡連絡道路，周辺の高規格道路を整備した状態での紀淡連絡道路，に関する With Case と Without Case の詳細な設定を行う。ここで，周辺の高規格道路とは，本州側では京奈和自動車道，四国側では四国横断自動車道，四国縦貫自動車道，本州と四国を結ぶ海峡横断道路では西瀬戸自動車道の 4 路線を総称したものである。これらの路線の位置関係を図 6.1 に示す。



図 6.1 評価対象プロジェクトに関連する路線の位置

明石海峡大橋は淡路島と本州を結ぶ海峡横断道路である。これと同時に山陽自動車道などの本州側の高速道路網も整備されたため，Without Case を 1995 年の道路網（山陽自動車道を含む），With Case に関しては，Without Case に明石海峡大橋を整備した場合として，明石海峡大橋の開通に伴って廃止・減便された旅客航路も考慮した上で設定を行っている。

次に，紀淡連絡道路は，淡路島と本州を結ぶ第 2 の海峡横断道路として現在構想段階にある。紀淡連絡道路の便益評価を行う際には，周辺の高規格道路の整備有無が評価対象の便益評価に大きく影響されるものと考えられる。そこで，周辺の高規格道路を整備しない状態での紀淡連絡道路の便益計測では，Without Case を 1995 年の道路網（山陽自動車道・明石海峡大橋を含む），With Case を Without Case に紀淡連絡道路を整備した場合と設定し，紀淡連絡道路の開通に伴って廃止されると考えられる旅客航路についてもケース設定を行っている。

また，周辺の高規格道路を整備した状態での紀淡連絡道路の便益計測では，Without Case を 1995 年の道路網（山陽自動車道・明石海峡大橋・周辺の高規格道路を含む），With Case を Without Case に紀淡連絡道路を整備した場合と設定する。評価対象となるプロジェクトに関する概要を表 6.1 にまとめる。また，(i) 周辺の高規格道路を整備しない状態での紀淡連絡道路の評価にあたっての設定を表 6.2 に，(ii) 周辺の高規格道路を整備した状態での紀淡連絡道路の評価にあたっての設定を表 6.3 にまとめて記す。

表 6.1 評価対象となる自動車交通プロジェクトの概要

プロジェクト		概要	
明石海峡大橋	区間	津名一宮 IC～神戸西 IC（神戸淡路鳴門自動車道）、および神戸西 IC～三木 JCT（西神自動車道）	
	距離	約 54km	
	開通年次	1998 年 4 月	
	建設費	約 1 兆円（神戸～鳴門 1 兆 3,782 億円）	
	設定	阪神地域～淡路島～徳島を結ぶフェリーの廃止・減便 本州～徳島間の高速バスの設定 全線 4 車線、最高時速 100km	
紀淡連絡道路	区間	洲本市と和歌山市を結ぶ海峡横断道路	
	距離	約 35km	
	開通年次	未定	
	建設費	約 1 兆円（推定）	
	設定	大阪南部・和歌山～淡路島・徳島を結ぶフェリーの廃止・減便、和歌山～徳島間の高速バスの設定 全線 4 車線、最高時速 100km	
周辺の高規格道路	四国内	区間	徳島 IC～川之江東 JCT（四国縦貫自動車道）
		距離	約 95km
		開通年次	2000 年 3 月全線開通予定
		設定	全線 2 車線、最高時速 80km
	四国内	区間	鳴門 IC～高松西 IC（四国横断自動車道と高松東道路）
		距離	約 65km
		開通年次	未定（高松東道路は開通）
		設定	全線 4 車線、最高時速 100km
	本四間	区間	尾道 IC～今治南 IC（西瀬戸自動車道）
		距離	約 70km
開通年次		1999 年 5 月全線開通	

表 6.2 周辺の高規格道路を整備しないと仮定した場合の紀淡連絡道路評価における Without Case と With Case の設定

	Without Case	With Case
自動車交通システム	<ul style="list-style-type: none"> ・1995 年までに開通した道路を基準 ・山陽自動車道の山陽姫路東 IC～神戸 JCT を開通に設定 ・神戸淡路鳴門自動車道の津名一宮 IC～神戸西 IC を開通に設定 ・西神自動車道の神戸西 IC～三木 JCT を開通に設定 ・大阪～徳島間、大磯～須磨間、津名～大阪南港間のフェリーを廃止に設定 	<p>Without Case の設定に以下の設定を付加</p> <ul style="list-style-type: none"> ・紀淡連絡道路の洲本 IC～和歌山 JCT を開通に設定 ・和歌山～徳島間、津名～泉佐野間のフェリーを廃止に設定
公共交通システム	<ul style="list-style-type: none"> ・1995 年時刻表を基準 ・大阪～徳島間のフェリーを廃止に設定 ・東京・名古屋・京都・大阪・三ノ宮～徳島間の高速バスを設定 	<p>Without Case の設定に以下の設定を付加</p> <ul style="list-style-type: none"> ・和歌山～徳島間のフェリーを廃止に設定 ・和歌山～徳島間の高速バスを 1 時間毎に設定（所要時間 1:45、料金 3,000 円）

表 6.3 周辺の高規格道路を整備したと仮定した場合の
紀淡連絡道路評価における Without Case と With Case の設定

	Without Case	With Case
自動車交通システム	<ul style="list-style-type: none"> ・1995年までに開通した道路を基準 ・山陽自動車道の山陽姫路東 IC～神戸 JCT を開通に設定 ・神戸淡路鳴門自動車道の津名一宮 IC～神戸西 IC を開通に設定 ・西神自動車道の神戸西 IC～三木 JCT を開通に設定 ・大阪～徳島間、大磯～須磨間、津名～大阪南港間のフェリーを廃止に設定 ・四国縦貫自動車道の徳島 IC～川之江東 JCT を開通に設定 ・四国横断自動車道の鳴門 IC～高松西 IC を開通に設定 ・西瀬戸自動車道の尾道 IC～今治南 IC を開通に設定 ・京奈和自動車道の和歌山 JCT～城陽 IC を開通に設定 ・三原～今治間のフェリーを廃止に設定 	Without Case の設定に以下の設定を付加 <ul style="list-style-type: none"> ・紀淡連絡道路の洲本 IC～和歌山 JCT を開通に設定 ・和歌山～徳島間、津名～泉佐野間のフェリーを廃止に設定
公共交通システム	<ul style="list-style-type: none"> ・1995年時刻表を基準 ・大阪～徳島間のフェリーを廃止に設定 ・東京・名古屋・京都・大阪・三ノ宮～徳島間の高速バスを設定 ・1999年時刻表を用いて、広島・尾道・福山～今治・松山間の高速バスを設定 	Without Case の設定に以下の設定を付加 <ul style="list-style-type: none"> ・和歌山～徳島間のフェリーを廃止に設定 ・和歌山～徳島間の高速バスを1時間毎に設定（所要時間 1:45、料金 3,000 円）

6.3 便益計測結果

6.3.1 地価上昇確率の計測

式 (5.15) を用いて、各都道府県において地価上昇確率を算出し、その結果を図示したものを図 6.2 に示す。

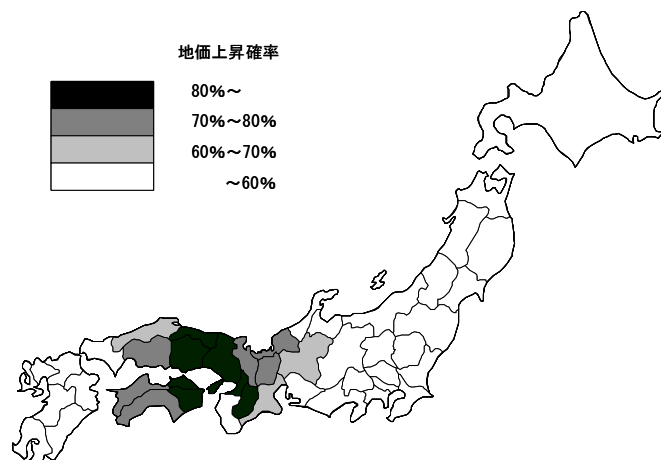


図 6.2 各都道府県における地価上昇確率（明石海峡大橋の場合）

ここで、プロジェクトの有無により、実際には With Case の地価と Without Case の地価が変化しないにもかかわらず、地価モデルより算出された With Case での地価の推定値が Without Case での地価の推定値より大きくなるという誤りをおかす確率を考えると、これは、推定地価の誤差に関する有意水準とみなすことができる。このような誤りが発生する確率は、1 から上記で算出される地価上昇確率を引いた確率として求められ、例えば地価上昇確率が 80% の場合、有意水準は 20% となる。

地価上昇確率が高い都道府県では、有意水準が低くなる、すなわち、地価モデルによる推定誤差が発生する確率が低くなるため、便益評価値の信頼性が高くなる。よって地価上昇確率がある程度より大きい都道府県を便益の空間波及範囲として扱うことが望ましいといえる。

6.3.2 便益計測結果

次に、構築した便益計測システムを用いて、推定地価の有意水準を考慮した便益計測結果を示す。

明石海峡大橋、周辺の高規格道路を整備しない状態での紀淡連絡道路、周辺の高規格道路を整備した状態での紀淡連絡道路の 3 パターンについて、有意水準を 10%、20%、30% とした場合と、考慮しない場合についての便益計測結果を表 6.4 に示す。

表 6.4 有意水準を考慮したときの便益計測結果

	明石海峡大橋	周辺の高規格道路を整備しない場合の紀淡連絡道路	周辺の高規格道路を整備した場合の紀淡連絡道路
有意水準 10%	3,620 億円	2,900 億円	3,313 億円
有意水準 20%	6,149 億円	2,900 億円	4,068 億円
有意水準 30%	6,664 億円	2,946 億円	4,163 億円
有意水準考慮せず	7,177 億円	3,773 億円	5,134 億円

表 6.4 より、明石海峡大橋の場合には有意水準 10% と 20% で便益額に 3,620 億円と 6,149 億円の大きな差が表れているが、これは有意水準 10%～20% の都道府県として大阪府や兵庫県などの地価水準の高い都道府県が属するためである。また、周辺の高規格道路を考慮しない状態での紀淡連絡道路の場合には、有意水準が増加しても便益額はほとんど変化しておらず、他の 2 つの場合と比べると、便益が帰着する地域が日本全体と比較して小さい地域であるといえる。

また、周辺の高規格道路を整備した状態での紀淡連絡道路の便益額と、整備しない状態での紀淡連絡道路の便益額を比較すると、紀淡連絡道路の便益計測において、周辺の高規格道路の整備有無が紀淡連絡道路の便益評価に及ぼす影響が大きく、また影響範囲は整備した状態の方が整備しない状態よりも大きいことがわかる。

6.3.3 便益の空間波及範囲に関する基準の提示

明石海峡大橋を対象として、横軸に地価上昇確率、縦軸に便益評価値累計を可住地面積累計の 0.25 乗で序した値をとったものを図 6.3 に示す。可住地面積は費用対効果分析における調査コストを表す指標であるとすれば、縦軸で示されている値は調査コスト 1 単位を投入したときの便益評価値を表す指標であると考えことができ、この指標が最大になる地価上昇確率までを便益計測することが望ましいといえる。結果、地価上昇確率が 0.8 のところでこの指標が最大となった。それゆえに、地価上昇確率が 0.8 以上のところで便益集計を行い、そこまでが便益の空間波及範囲であるとする事ができる。

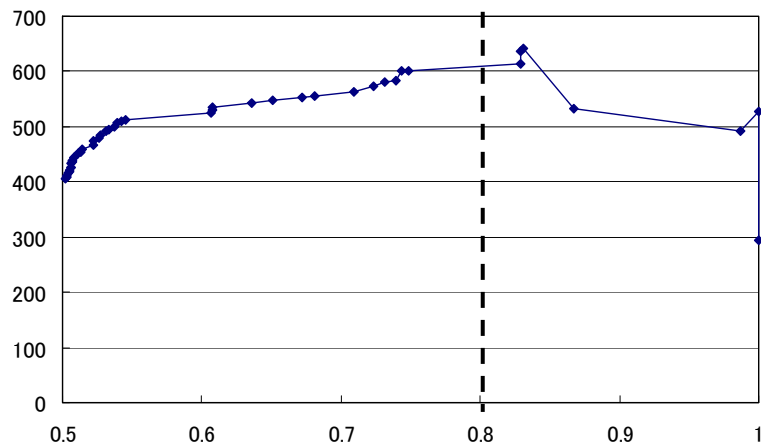


図 6.3 地価上昇確率と便益評価値累計/可住地面積累計^{0.25}との関係(明石海峡大橋の場合)

便益の信頼性を定量化した指標として、本研究では地価上昇確率を定義した。そして、その確率が高ければ高いほど評価値の信頼性が高いと考えられる。調査コストという視点から地価上昇確率の下限値を決定し、その下限値以上の箇所を便益の空間波及範囲とすることにより、評価値の信頼性の観点から便益の空間波及範囲を決定する定量的な基準を提示したものとする。

6.4 Small 条件の検証

本節では都市間交通プロジェクトにおける Small 条件の検証を前節で構築した有意水準に関する考え方をを用いて行う。

まず、ヘドニック・アプローチによる便益評価手法について理論的アプローチを行った既存研究として、金本は、キャピタリゼーション仮説が成立するときにプロジェクトの便益は全て地価に帰着し、この条件が成立しないときには過大評価になることを理論的に示している。

キャピタリゼーション仮説とは、世帯の同質性と地域の開放性 (Open) の2つのことを指し、さらに、プロジェクトが行われる地域が他の地域に比較して小さい (Small) という条件が成立するときには過大評価の程度が小さくなることが示されている。

ここで、Open の条件は、便益計測対象地域を限定した場合には、便益計測地域内と外で地域間の移動が保証されているものとする、この条件は成立しているものと考えられる。そこで本研究では、明石海峡大橋や紀淡連絡道路といった大規模交通プロジェクトにおいて Small 条件が成立しているかどうかの確認を行う必要がある。しかし、どのくらいの割合の地域であれば Small 条件に適合するのかを理論的に検証することは不可能であるため、本研究では、日本全体に対する便益計測対象地域の割合を示すことにより、Small 条件について検証を行うことにする。

有意水準が 20% を下回るような都道府県で便益計測を行うものとする、地価上昇確率が 80% を越える都道府県のみが便益計測対象地域となる。図 6.2 より明石海峡大橋の場合には、便益計測対象地域は明石海峡大橋周辺の 1 府 6 県のみとなり、便益計測対象地域は日本全体からみると小さい地域となっており、Small 条件は成立しているものと考えられる。

さらに、肥田野・林山・山村は、一般均衡理論アプローチとヘドニック・アプローチによる便益計測結果を比較することにより、国土の50%に影響を及ぼすような社会資本整備においても、ヘドニック・アプローチより算出された便益は10数%の過大評価になるという精度であることを定量的に示している。このことから、本研究で得られた便益額は妥当な結果であるといえる。

6.5 結語

本章では、都市間交通プロジェクトである明石海峡大橋ならびに紀淡連絡道路を対象として、3章から5章で構築したシステムを用いて大規模海峡横断道路プロジェクト評価を行った。以下では本章で得られた知見をまとめる。

6.2 では、評価を行うにあたってケース設定の留意点として、自動車交通ならびに公共交通それぞれに対して運賃・料金の設定、ダイヤの設定を明確に行うべきであることを指摘した上で、評価対象道路の評価にあたって、周辺の高規格道路の整備状況の有無が評価にどのような影響を及ぼすかを検証するため、紀淡連絡道路については2通りのケース設定（周辺の高規格道路を整備した状態と整備しない状態）の詳細について記述した。

6.3 では、第5章で定義した地価上昇確率の式を用いて、実際に都道府県ごとの地価上昇確率を計測した。そして、地価上昇確率が高い都道府県では有意水準がある程度より低くなる、すなわち、地価モデルによる推定誤差が発生する確率が低くなるため、便益評価値の信頼性が高くなる。よって地価上昇確率がある程度より大きい都道府県を便益の空間波及範囲として扱うべきである、とした

そして、明石海峡大橋、周辺の高規格道路を整備しない状態での紀淡連絡道路、周辺の高規格道路を整備した状態での紀淡連絡道路の3パターンについて、有意水準を10%、20%、30%とした場合と、考慮しない場合についての便益計測を行い、周辺の高規格道路を整備しない状態と整備した状態での便益計測結果に有意な差が現れたことから、評価プロジェクトにおけるケース設定の重要性について述べるとともに、3パターンについての空間波及範囲に関する考察を行った。

最後に、調査コスト1単位を投入したときの便益評価値を表す指標を定義した上で、地価上昇確率の下限値を設定し、その下限値以上の箇所が便益の空間波及範囲である、として、便益の空間波及範囲に関する定量的かつ明確な基準を提示した。

6.4 では、ヘドニック・アプローチが真値を示す条件である Small 条件についての検証を行い、どのプロジェクトにおいても Small 条件が成立している、と結論付け、まとめを行った。

< 6章 参考文献 >

- 1) Yoshitaka Aoyama, Dai Nakagawa, Ryoji Mastunaka, Hiroaki Shirayanagi : An Application of Hedonic Approach For Calculating the Benefit of significant cross channel transport projects- Case studies for Akashi and Kitan Channel Bridges in Japan, SIGI/NECTAR CLUSTER 3 SEMINAR, 1999
- 2) 西井和夫, 近藤勝直, 海老哲夫 : 誘発交通需要のとらえ方とその基礎分析 : 明石海峡大橋供用をケーススタディとして, 土木計画学研究・講演集, No.23(1), pp.687~690, 2000.11
- 3) 財団法人 大阪湾ベイエリア開発推進機構 : 大阪湾ベイエリア経済調査業務 (2/2) 報告書, 1999.3

7. 結論

現在の日本の社会経済状況を鑑みると、国・地方公共団体の財政事情の逼迫、それに加えて少子高齢化社会への進展などといった要因から、社会資本整備を取り巻く環境は非常に厳しいものとなっている。このような背景から、客観的な視点からの社会資本整備に対する評価が実施され、限られた予算の中でより効率的で効果的な社会資本整備の峻別を行うことは、意思決定プロセスの透明性を確保し説明責任を果たすという観点からも、極めて重要な命題となっている。

社会資本整備の中でも、都市間を結ぶ高速道路や高速鉄道の整備に代表される交通プロジェクト（以下、都市間交通プロジェクトと記す）は、その社会的影響が大きいと、よりの確で精度の高い評価が求められるが、効率性のみを価値基準とした評価手法だけをとってみても、①都市間交通プロジェクトを評価する上で必要不可欠な指標である交通利便性指標の定義に関する課題、②評価するシステムに関する課題、③便益の及ぶ範囲に関する課題、が残されている。

その課題に取り組むべく、①都市間交通の特性を考慮した交通利便性指標の計測、②地価指標を用いた都市間交通プロジェクト評価システムの構築、③便益の空間波及範囲に関する定量的アプローチ、を行い、交通プロジェクトに対する的確な評価や説明責任に資するため地価指標を用いた都市間交通プロジェクト評価システムを構築し便益の空間波及範囲について方法論を提示することが本研究の目的であった。

2章では、交通プロジェクト評価の既往研究を整理した上で、その現状と課題について記述し、本研究の特徴と位置づけを行った。2.2では、交通プロジェクト評価手法について、人々の経済行動の結果を元にして間接的に評価を行う顕示選好法（revealed preferences：RP）と、人々の意識を問うことにより評価を行う表明選好法（stated preferences：SP）に大別した上で、各手法について概要と課題を記した。さらに、プロジェクト評価の現状を学術面のみならず評価マニュアルの整備状況という観点から実務面からも述べるとともに、便益がどの範囲に及ぶのかについての定量的評価に関する議論を進める必要があること、都市間交通の特性を考慮した交通利便性指標を定義し交通プロジェクトの評価を行うこと、といった2点の課題について論じた。2.3では、本研究の特徴として、（1）都市間交通の特性ならびに実際の交通行動を考慮した交通利便性指標の定義と計測、（2）都市間交通プロジェクト評価システムの構築、（3）便益の空間波及範囲に関する評価、について述べるとともに、本研究の位置づけを明確にした。

3章では、多種多様な都市間交通プロジェクトを統一的な視点から評価可能な交通利便性指標の計測を行うべく、その課題を明確にするるとともに、出発確率分布より出発時刻毎の一般化費用を重み付けした交通利便性指標であるEVGC（Expected Value of Generalized Costs）を定義し、運行ダイヤや複雑な料金体系を考慮可能なEVGC算出システムを構築した上で、都道府県間のEVGCを算出し、その有用性について検討を行った。3.2、3.3では従来から都市間交通プロジェクト評価に用いられている交通利便性指標の問題点について具体例を挙げながら述べ、運行頻度が都市内の公共交通と比べて小さく、所要時間や料金だけでなく、運行頻度や乗り継ぎ時間なども、交通利便性に大きな影響を与えるが、従

来から交通プロジェクト評価において用いられてきた交通利便性指標である所要時間や一般化費用は、運行頻度や乗り継ぎといった運行ダイヤを正確に反映したものであるとはいえない点を既存研究との比較も行ったうえで明確にした。そして、交通機関選択モデルを構築した上で選好接近法により時間価値を推定することにより、実際の交通行動を反映した交通利便性指標を算出した。3.4 では明らかとなった課題をふまえて、出発確率分布より出発時刻毎の一般化費用を重み付けした交通利便性指標であるEVGC (Expected Value of Generalized Costs) を定義し、具体例を用いてEVGCの算出方法を概説した。3.5, 3.6 では3.4 で定義したEVGCの算出にあたっての設定ならびにシステム構築の概要について、自動車交通ならびに公共交通ごとに述べた。そして、都市間交通の交通利便性を表現する際には、JHの長距離通減制を考慮した高速料金やJRの複雑な料金制度を的確に表現する必要があるが、通常のノードとリンクで構築されたネットワークを用い、通常のDijkstra法で所要時間や一般化費用を計測されるシステムでは、そのような料金を的確に計測できないことを簡単な例でもって示すとともに、本研究で構築した膨大なる道路ネットワークデータ、旅客便データを含むEVGC算出システムはこのような料金体系を的確に評価し、都市間の交通利便性をより正確に表現することが可能であることを述べた。3.7 では、実際の交通行動を反映した交通利便性指標を計測すべく、一般化費用を構成する上での重要なファクターである時間価値を、所得接近法ではなく選好接近法により交通行動のモデル化を行った上で、推定した結果、時間価値は1人・1分あたり60円と計測された。この値については道路投資の評価に関する指針(案)に記載されている値とほぼ同じであることから、推定した時間価値は妥当であると結論づけた。3.8 では、3.7 で推定した時間価値を用いて、都道府県間のEVGCを自動車交通・公共交通別に京都⇄広島、高知間にて計測した結果を示し、自動車交通についてはJHの長距離通減制を含んだ通行料金が的確に表現されていることを、また公共交通については、運賃や新幹線特急料金ならびに新幹線と在来線特急との乗継割引といった複雑な運賃制度が的確に表現されていることを明らかにし、構築したネットワークならびに構築したEVGC計測システムの有効性について論じた。3.9 では、以上で得られた結果をもとに、交通利便性を表す指標として(1)運行頻度や乗り継ぎ時間を的確に表現できるようになった点、(2)複雑な料金制度を的確に評価することが可能になった点、(3)多種多様な交通プロジェクトの的確な評価が可能である点、について記述し、本研究で定義したEVGCの有用性についてまとめを行った。

4章では、多種多様な都市間交通プロジェクトを統一的な視点から的確に評価する上で非常に重要であるという視点に立ち、統一的単一尺度である地価指標を用いて便益計測を行うヘドニック・アプローチは、プロジェクトによる便益の空間的帰着を明確にし、地域間の公平性の観点、財政面から議論がなされている開発利益の還元方策の推進を図る上で非常に大きな役割を果たすものとする。そのような観点から、ヘドニック・アプローチが抱える課題について整理した後、その課題に対応すべく空間波及地価モデルの理論について述べ、全国の地価を的確に表現できる地価モデルの構築を行った上で、地価指標を用いた都市間交通プロジェクト評価システムの構築を行った。4.2 では、プロジェクトによる便益の空間的帰着を明確にし、地域間の公平性の観点、財政面から議論がなされている開発利益の還元方策の推進に資する便益計測手法として、また、主体別の便益、負担の大きさが統一的な尺度で二重計算及びもれなく計測されることが必要であることから、単一尺度である地価指標を用いて便益計測を行う

手法として、ヘドニック・アプローチを用いた都市間交通プロジェクトが非常に有効であることを示した。4.3では、都道府県地価調査を用いてわが国における地価動向を把握し、その結果、1980年代後半における地価高騰、および1990年以降の地価下落現象は、空間的に同一に発生したのではなく、東京都から首都圏、近畿圏、その他の地方へ時間的なずれを伴いながら空間的に波及している地価の時空間的波及構造を明らかにした。そしてこのような地価動向に係る既存研究についてまとめを行い、地価指標を用いて都市間交通プロジェクト評価を行った研究において、このような地価動向の考慮がなされていない、という指摘を行った。4.4では、ヘドニック・アプローチは、通常1時点横断で行われ地価に時間的な変動を与えるマクロ的な要因は一般的に考慮されないため、クロスセクショナルな地価関数は他時点において不安定になり、時点によっては評価値が大きく異なるという点を指摘した。そして、属性要因の安定した評価が行われるような地価モデルとして、本研究では空間波及地価モデルを提案し、市場地価と収益地価との関係を明らかにするとともに、属性値 z_m ($m = 0, 1, \Lambda, M$)を有する地点の市場地価 $p(z_0, z_1, \Lambda, z_m, \Lambda, z_M)$ は、波及効果を考慮すると、地点を含む都市地域での最高市場地価 p_1 とその地点の属性値 z_m ($m = 0, 1, \Lambda, M$)により決定されることを示した。4.5, 4.6では、ヘドニック・アプローチにかかるキャピタリゼーション仮説やSmall条件についてその理論背景を概説した上で、本研究で提案した空間波及地価モデルを用い、地価指標を用いた都市間交通プロジェクトの評価システムについて説明を行った。この評価システムを用いることにより、多種多様な都市間交通プロジェクトを統一的な視点から統一的単一尺度である地価指標を用いて的確に便益計測することが可能になることを述べた。4.7では、4.4で示した空間波及地価モデルを、全国レベル（上位モデル）、都道府県レベル（中位モデル）、市区町村レベル（下位モデル）の3段階で適用し、地価モデルの推定を行った。その結果、どのモデルにおいても推定結果は良好であり、本研究で提案した空間波及地価モデルの有用性を示すにいたった。

5章では、便益の及ぶ範囲を人単位あるいは地域単位でどのように集計するべきか、という便益値の信頼性に係る問題について考察を行った。便益の空間波及範囲については、学術面でも十分に議論されておらず実務的にも評価者により定性的に決定されており、評価を行うにあたっての明確な基準がないのが現状である。便益の空間波及範囲を評価することは、便益値を評価する上で大きな課題であるといえることを指摘し、その課題に対処する方法について述べた。5.2において、現行の評価マニュアルでは、SP・RPによる便益計測において、便益の集計範囲に関する明確な基準がないことを述べ、事業評価の際には、評価者が事業ごとに、調査範囲、分析範囲や集計範囲をどのように設定するのかを検討しなければならない、という課題を指摘した。そして、便益計測における集計範囲については拠るべき基準などがなく、便益値に関する信頼性が懸念され、事業に対する説明責任を果たす上で大きな問題になっていることを指摘した。また、既存研究のサーベイを行うことにより、便益の空間波及範囲を定量的に把握することの重要性を述べた。5.3では、便益の空間波及範囲の決定方法について、(a)分析対象範囲によるもの、(b)評価値によるもの、(c)評価値以外の指標によるもの、(d)評価値の信頼性によるもの、の4つに分類した上で概説した。そこで、評価値は適用するモデルにより計測がなされるため、評価値自体がモデルの推定誤差により誤差を有しているが、評価値の信頼性を検証するためには、評価値がどのような確率分布を有するのか、これすなわちどのような誤差を有しているのか、

の検証は評価値の信頼性を考える上で不可欠であることを指摘した上で、本研究においては（d）の評価値の信頼性によるもの、の考え方にに基づき、便益評価値が0以上になる確率がある一定値を越える箇所を便益の空間波及範囲とする、という定義について説明を行った。5.4 では、便益評価値の信頼性の観点から定量的なアプローチにて便益の空間波及範囲を決定する方法について定式化した。まず空間波及地価モデルにより得られる推定地価の誤差要因について整理を行った。次に、地価の推定値には誤差を有するものとして、地価の推定値には分布が存在すると考え、プロジェクト実施前（Without 時）の地価推定値の分布とプロジェクト実施後（With 時）の地価推定値の分布を求め、プロジェクト実施による地価上昇確率を求める方法について理論展開した。その結果、都道府県 I における地価上昇確率 $\Pr(I)$ は、Without 時での各都道府県の最高地価推定値の対数の期待値 μ_I^O 、標準偏差 σ_I^O 、ならびに With 時での各都道府県の最高地価推定値の対数の期待値 μ_I^W 、標準偏差 σ_I^W 、 $\ln(\hat{L}R^W)$ と $\ln(\hat{L}R^O)$ の推定値より得られる相関係数 ρ により計測されることを示した。

6章では、都市間交通プロジェクトである明石海峡大橋ならびに紀淡連絡道路を対象として、3章から5章で構築したシステムを用いて大規模海峡横断道路プロジェクト評価を行った。6.2 では、評価を行うにあたってケース設定の留意点として、自動車交通ならびに公共交通それぞれに対して運賃・料金の設定、ダイヤの設定を明確に行うべきであることを指摘した上で、評価対象道路の評価にあたって、周辺の高規格道路の整備状況の有無が評価にどのような影響を及ぼすかを検証するため、紀淡連絡道路については2通りのケース設定（周辺の高規格道路を整備した状態と整備しない状態）の詳細について記述した。6.3 では、第5章で定義した地価上昇確率の式を用いて、実際に都道府県ごとの地価上昇確率を計測した。そして、地価上昇確率が高い都道府県では有意水準がある程度より低くなる、すなわち、地価モデルによる推定誤差が発生する確率が低くなるため、便益評価値の信頼性が高くなる。よって地価上昇確率がある程度より大きい都道府県を便益の空間波及範囲として扱うべきである、とした。そして、明石海峡大橋、周辺の高規格道路を整備しない状態での紀淡連絡道路、周辺の高規格道路を整備した状態での紀淡連絡道路の3パターンについて、有意水準を10%、20%、30%とした場合と、考慮しない場合についての便益計測を行い、周辺の高規格道路を整備しない状態と整備した状態での便益計測結果に有意な差が現れたことから、評価プロジェクトにおけるケース設定の重要性について述べるとともに、3パターンについての空間波及範囲に関する考察を行った。最後に、調査コスト1単位を投入したときの便益評価値を表す指標を定義した上で、地価上昇確率の下限値を設定し、その下限値以上の箇所が便益の空間波及範囲である、として、評価値の信頼性の観点に基づく便益の空間波及範囲に関する定量的な基準を提示した。6.4 では、ヘドニック・アプローチが真値を示す条件である Small 条件についての検証を行い、どのプロジェクトにおいても Small 条件が成立している、と結論付けた。

本研究では、都市間交通プロジェクトである明石海峡大橋ならびに紀淡連絡道路を対象として、①都市間交通の特性を考慮した交通利便性指標の計測、②地価指標を用いた都市間交通プロジェクト評価システムの構築、③便益の空間波及範囲に関する定量的アプローチにより、大規模海峡横断道路プロジェクト評価を行う。交通プロジェクトに対する的確な評価や説明責任に資するため地価指標を用いた都市

間交通プロジェクト評価システムを構築し便益の空間波及範囲について方法論を提示した。

本研究における今後の課題として、空間波及だけでなく時間的波及も考慮した上で信頼性の評価を行うことが、不確実性の評価とともに必要となつてこよう。また、財政的に厳しい状況が続く中、今後注目されるであろうプロジェクトによる開発利益の還元方策に対して実現可能性の高い具体的な方策を提案することは、事業に関する説明責任（アカウンタビリティ）を推進し、社会的に有益な事業を早期に実施する重要な要素となるであろう。

既存ストックの維持管理の重要性が増すとともに、高度情報化社会の到来や、高齢化社会の急速な進展に伴い、交通システムに求められる施策も様変わりしつつある。従来の交通プロジェクト評価における効率性・採算性といった経済性のみならず、移動制約の緩和・解消による機会均等といった公平性の観点からの評価に重きがおかれると考える。21世紀という時代を迎え、社会構造がめまぐるしく変化していく今、本研究のアプローチが社会に対してささやかな手助けとなり、人々に対してよりよいものを提供する材料の1つとなりうるのであれば、筆者にとってこれほどの幸せなことではない。

謝 辞

はじめに、本論文の審査にあたっては、代表委員である青山 吉隆 先生、調査委員である北村 隆一 先生、中川 大 先生の3人の先生方には大変お世話になりました。心より感謝の意を表します。また、本論文を結ぶにあたり、本研究を遂行する上で御指導、御協力いただいた方々に対して、心より感謝の意を表します。

京都大学大学院 工学研究科 教授の青山 吉隆 先生には、私が土木システム工学専攻 社会システム工学講座 都市地域計画研究室（現 都市社会工学専攻 都市社会計画学講座 都市地域計画研究室）に在籍した学部1年、修士課程2年、博士後期課程3年、ならびに社会人3年の計9年の長きにわたり、学士論文、修士論文、博士論文など本研究の全体に対して適切かつ的確なる御指導ならびに御鞭撻をいただきました。その発想の豊かさと先見の明にいつも感心するとともに、研究のあり方に対する態度を自らの身をもってお示しになっていたことは、私の今後の人生に多大なる影響を与えていただきました。深く御礼申し上げます。

京都大学 大学院工学研究科 助教授の中川 大 先生には、私が当研究室に配属されて以来、本研究に対して適切かつ的確なる御指導をいただきました。学士論文、修士論文、博士論文の作成に当たり、論文の道筋のみならず分析方法やその妥当性に対し御指導をいただきました。公共交通に対する熱い思いを語る姿は、物事を真摯に受け止め考えることの大切さを学びました。心より感謝申し上げます。

岡山大学 環境学研究科 社会基盤環境学専攻 都市環境創成学講座 助教授（前 京都大学 大学院工学研究科 助手）の松中 亮治 先生には、修士論文、博士論文の作成に当たり、論文の道筋のみならず分析方法やその妥当性に対し、細部にわたって丁寧な御指導をいただきました。その研究に対する真摯な態度に同感するところも多く、私の研究の礎をなすところでもあります。深く御礼申し上げます。

京都大学 大学院工学研究科 助手の柄谷 友香 先生には、私が社会人になってからの研究活動に対し、ご多分なる配慮をしていただき、深く御礼申し上げます。そして、私が京都大学に在学中、授業や研究活動を通して、飯田 恭敬 名誉教授、北村 隆一 教授、谷口 栄一 教授、小林 潔司 教授をはじめとする数多くの諸先生方にレベルの高い指導をしていただき、それが本論文の礎となったことはいまでもありません。そして学会発表や論文手続きなどの事務的手続きに際して、権田 理奈氏（前秘書）、西村 知晃氏（前秘書）をはじめ、八木 智子氏（現秘書）に大変お世話になりました。この場を借りて御礼申し上げます。

そして、京都大学 大学院工学研究科 土木システム工学専攻 社会システム工学講座 都市地域計画分野の研究室に在籍している間、多数の先輩方、諸兄に貴重な御意見、御助言をいただきました。

1年先輩である江口 英毅氏については、貴重な研究成果を引継ぎ、本論文の礎を構築していただきました。また尹 鐘進氏、張 澤永氏については留学生という立場から幅広い視点で研究に対して貴重な御意見を頂戴し大変勉強になりました。同期の赤星 健太郎氏、鈴木 彰一氏、中島 卓哉氏、西尾 健司氏については研究室での生活を共に行き、ときには励ましあいときには切磋琢磨したよき仲間であります。赤堀 圭祐氏には分析にあたっての基礎データ作成に尽力していただきました。野村 友哉氏には修士論文作成の上でデータならびにプログラム作成に共に汗を流すとともに、鋭い視点で研究を見ていただき、誠にありがとうございました。服部 誠氏、佐藤 寛之氏、美濃 雄介氏、柚木 俊郎氏、藤澤 友

晴氏、近成 純氏、村田 洋介氏には公私ともにお世話になると共に、議論の場を提供され、幅広い見地から貴重な御意見、御助言をいただき、大変有益な時間を過ごさせていただきました。特に、社会人ドクターである北村 幸定氏は、同じ地方公務員という立場から、研究のみならず幅広い視点で物事を見ることの大切さを教えていただき、仕事と学業との両立をうまくなされている姿を拝見することは、私に本論文を書くにあたって多大なる勇気を与えてくださいました。本当にありがとうございました。

当論文の提出時にいたっては、大庭 哲治氏、蔣 恩氏には土日に関係なく、研究室での論文執筆活動にお付き合いしていただくとともに、互いの博士論文に対して切磋琢磨し、議論し、非常に貴重な御意見、御指導をいただいたことは非常に有意義でありました。木田 好彦氏には分析に必要なデータを提供していただき本当に助かりました。土井 俊祐氏とともに非常に鋭い視点で研究を見つめていただき、自身の至らなさを痛感すると共に、貴重な御意見をいただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

最後に、仕事と学業との両立を行う上で、現在所属する奈良県桜井土木事務所の職場の方々には大変お世話になりました。また、博士前期のみならず博士後期課程に進学させていただき勉学するというわがまを許していただいた両親に対しこの場を借りて心より感謝申し上げます。

2006年3月
白柳 博章