

地価指標による都市間交通施設整備がもたらす便益計測

Measuring the Benefits of Interregional Transportation Improvement Projects
by the Hedonic Approach

肥田野 登* 林山 泰久**

By Noboru HIDANO and Yasuhisa HAYASHIYAMA

The purpose of this study is to measure the benefits of interregional transportation improvement projects by the hedonic approach. First the study constructs a two regional general equilibrium model, in order to evaluate the changed prices due to the improvement in comparison with the net benefits. The study examines the applicability of the method with the case study of the Hokuriku Expressway project. Secondly the study demonstrates the applicability of the cross-sectional land price hedonic approach and shows the advantages of the cross-sectional land market approach.

1. はじめに

ヘドニック・アプローチ¹⁾²⁾による開発利益を計測した研究の多くは都市内の社会資本整備を対象としたものであり³⁾、都市間を結ぶ交通施設整備がもたらす便益の計測を行った事例は少ない。今後、大規模プロジェクトの効果計測に際して、ヘドニック・アプローチを適用する道を開くことは極めて重要であると考えられる。肥田野・林山⁴⁾は都市間交通施設整備がもたらす便益を計測するために、広域な地域におけるキャピタリゼーション仮説の成立度合いを数値解析により定量的に分析している。しかし、企業行動を内生化した二地域モデルを用いた分析であるという成果はあるものの、都市間交通施設を一般的な地方公共財として捉えており、道路網および鉄道網がネットワーク化することにより発生するネットワーク効果という便益を考慮していない。また、この研究では社会資本サービスの供給に要する費用

キーワード：交通施設整備，ヘドニック・アプローチ

* 正会員 工博 東京工業大学教授 工学部社会工学科

** 学生員 工修 東京工業大学大学院 社会工学専攻

(〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1)

を考慮していないという問題を有している。さらに、これらの数値解析は実証データを用いた分析ではないため、ヘドニック・アプローチの実際的な適用性を議論しているとは言えない。

そこで本研究では、第1に都市間交通施設整備という大規模な社会資本整備がもたらす便益、特に、ネットワーク化することにより発生する社会的便益および土地市場（地価）に着目した便益評価値を計測することが可能である一般均衡理論に基づいた二地域モデルを前論文⁴⁾に基づいて構築する。第2にこれを用いた実証分析として北陸自動車道整備をとりあげ、土地市場に着目した便益評価値と社会的便益との比較を行い、本研究が提案する都市間交通施設整備がもたらす便益を土地市場に着目して計測する方法が有用であることを明らかにする。第3に全国を対象とした広域的な地価関数を作成し、都市間交通施設整備がもたらす便益計測手法として、ヘドニック・アプローチが有用であることを示す。

本研究の構成は、まず、2. では理論的研究として、ネットワーク効果を考慮した都市間交通施設整備がもたらす便益を計測するため、企業行動を内生化した二地域一般均衡モデルを構築する。3. では

大規模な社会資本整備がもたらした社会的便益とその帰属先を明確にする。4. では構築したモデルを用い、大規模社会資本整備の実例として北陸自動車道整備という都市間交通施設整備がもたらした社会的便益と土地市場に着目した便益評価値との近似度を実証的に把握する。5. では、都市間交通施設整備がもたらす便益の計測手法として、ヘドニック・アプローチが有用であるか否かを検討するため、広域地価関数を構築する。6. では本研究で得られた知見および今後の課題をとりまとめる。

2. 二地域モデルの構築

ここでは、大規模な社会資本整備という投資を対象とした便益計測を行うために、企業行動を生内化した二地域一般均衡モデルを構築する。また、本研究のモデルは肥田野・林山⁴⁾が構築したモデルに依拠しているため、以下では本質的な改良点についてのみ示し、他の部分については脚注に示す。なお、本研究が想定している大規模な社会資本整備とは都市間交通施設整備である。

(1) ネットワーク効果を考慮した交通施設整備水準

本研究が分析対象としている都市間交通施設は、整備が行われた地域だけに便益をもたらすだけでなく、道路および鉄道等がネットワーク化されるという意味において整備されない地域も利用可能性および広域的利便性が上昇し、便益が発生するものと考えられる。これは、地方公共財の理論という便益のスピルアウト（溢れ出し）という解釈と、都市間交通施設が有する財・サービスの特性という解釈が可能であろう。そこで、本研究では既存のヘドニック・アプローチの理論的研究において用いられた地方公共財のアプローチではなく、ネットワーク化することにより発生する便益は都市間交通施設という財・サービスの特性であると考え、このような社会資本サービス水準を表-1のように表現する。表中の s_i^j とは地域 i ($i=1, 2$) において地域 j に交通を行う際に使用する交通施設整備水準を指し示している。

表-1 都市間交通施設整備水準の表現方法

	地域内の整備水準	地域間の整備水準
地域1	s_1^1	s_1^2
地域2	s_2^1	$s_2^1 (=s_1^2)$

(2) 社会資本サービス提供者の行動

二地域モデルの前提条件^{<1>}のもとで、地域 i の社会資本サービス提供者（ここでは交通事業者）は、各々の世帯の税負担（或いは料金負担）により社会資本サービスの供給コスト C^T_i を賄っているものとし、社会資本サービスの供給コストは社会資本整備水準と地域の人口の関数 $C^T_i(s_i^1, s_i^2, m_i, n_i)$ ただし $i \neq j$ で表現されるものとする⁵⁾。ここで、 m_i は地域 i の企業数、 n_i は地域 i における私企業当りの労働力を示す。すなわち、本研究では社会資本サービス提供者は地域毎に独立採算性を行っているものと仮定している。さらに、本研究では世帯当りの負担額 c^T_i は平均費用価格形成原理により決定されているものとする。

$$c^T_i = C^T_i(s_i^1, s_i^2, m_i, n_i) / m_i n_i \tag{1}$$

(3) 世帯の行動

地域 i における世帯は、合成財消費量 x_i （ニューメーラル）、住居面積 l^c_i および社会資本サービス水準 s_i^1, s_i^2 で表現され、予算制約のもとで効用最大化行動を行うものとする^{<2>}。また、地代収入はすべての世帯に均等に分配され、社会資本サービス供給コストは地域毎の世帯が均等に負担しているものとする。このとき、間接効用関数 $V(\cdot)$ は(2)式で示される。

$$\begin{aligned} V(w_i + y - c^T_i, r_i, s_i^1, s_i^2) \\ \equiv U(x_i(w_i + y - c^T_i, r_i, s_i^1, s_i^2), \\ l^c_i(w_i + y - c^T_i, r_i, s_i^1, s_i^2), s_i^1, s_i^2) \end{aligned} \tag{2}$$

ここに、 w_i は賃金、 r_i は地代を示している。本研究では、住居地の地代と後述する企業の使用する企業地の地代とを同一視している。これは面積制約下における総地代収入最大化問題を解くことにより容易に導かれる^{<3>}。

(4) 私企業の行動

地域 i の私企業は社会資本サービス水準 s_i^1, s_i^2 のもとで、労働力 n_i と企業地面積 l^p_i の投入により価格1の合成財 x_i を生産するという生産技術制約下で費用最小化行動を行うものと仮定する^{<4>}。

(5) 市場均衡

本研究では土地市場に関する均衡式および労働力市場に関する均衡式が成立しており、二地域モデルの前提条件^{<1>}から効用水準に関する均衡式および単位当たり生産費用に関する均衡式が成立する^{<6>}。

3. 社会資本整備による社会的便益と帰属先

ここでは、社会資本整備がもたらす社会的便益を

等価的偏差EV (Equivalent Variation) の概念を用いて定義する。さらに、この社会的便益と地代の変動分および賃金の変動分との関連を明らかにする⁴⁾。

(1) 世帯

いま、地域1の社会資本サービス水準 s_1^1 、 s_1^2 が s_1^{1A} 、 s_1^{2A} から s_1^{1B} 、 s_1^{2B} に改善されたことを想定する。このとき、表-1に示した条件より、 s_2^1 が s_2^{1A} から s_2^{1B} に改善され、変化しないのは s_2^2 のみである(スーパースクリプトAは改善無し、Bは改善有りの状態を示している)。この社会資本整備により、新たな均衡状態が生じ、地域1の世帯の効用水準は $V_1^A = V(w_1^A + y^A - c^T_1, r_1^A, s_1^{1A}, s_1^{2A})$ から $V_1^B = V(w_1^B + y^B - c^T_1, r_1^B, s_1^{1B}, s_1^{2B})$ に変化する(但し、 $s_2^{2B} = s_2^{2A}$)。この効用の変化分を貨幣タームに換算したものが社会資本整備の便益である。すなわち、社会資本整備の便益とは、社会資本整備に対して、その改善を諦めるに値すると世帯が考える最小補償額であり、一般型で表現すると(3)式となる。

$$V(w_1^A + y^A - c^T_1, r_1^A, s_1^{1A}, s_1^{2A}) - V(w_1^B + y^B - c^T_1, r_1^B, s_1^{1B}, s_1^{2B}) \quad (3)$$

さらに、支出関数 $e(\cdot)$ を用いて表現すると(4)式となる。

$$EV_1 = e(r_1^A, s_1^{1A}, s_1^{2A}, V^B) - e(r_1^A, s_1^{1A}, s_1^{2A}, V^A) \quad (4)$$

なお、本研究では地域1と地域2では事前の地代および賃金が異なっているため、地域1における価格を用いるものとする^{2) 6)}。また、市場均衡式⁶⁾より $E V_1 = EV_2$ が成立するため(以下、EVと記す)、世帯が享受する総便益NEVは(5)式により計測される。

$$NEV = \bar{N} \cdot EV \quad (5)$$

(2) 他の行動主体

私企業はモデルの前提条件¹⁾により(超過)利潤

はゼロとなり、社会資本サービス提供者は独立採算性を維持しているため、何れも社会資本サービス水準の改善による便益は享受しない。

(3) 社会的便益

以上のように、社会資本サービス改善の便益を享受するのは世帯のみであるため、社会的便益ΣEVは(5)式と一致する。

(4) 土地市場に着目した便益評価値

既存研究^{1) 2) 4)}において、地域1の社会資本サービス水準が地域2と同水準になるような改善が行われた場合のヘドニック・アプローチによる便益評価値 B^{LP} は(6)式で表現することができる。

$$B^{LP} = (r_2^A - r_1^A) \bar{L}_1 \quad (6)$$

これに対して、社会資本サービス水準の改善によって、地域1と地域2の整備水準が等しくならない場合には(6)式が成立しない。この場合、様々な指標が考えられ、本研究では事前情報のみで表現した(7)式を提案する。ここで、 s_1^1 、 s_1^1 から構成される社会資本サービス水準を ACC_1 とする。

$$B^{LP} = (r_2^A - r_1^A) \bar{L}_1 \cdot \frac{ACC_1^B - ACC_1^A}{ACC_2^A - ACC_1^A} \quad (7)$$

4. 社会的便益とヘドニック地代の比較

ここでは3.において構築したモデルを用いて、北陸自動車道整備という大規模な社会資本整備がもたらした社会的便益および土地市場に着目した便益評価値を計測し、後者の評価値と社会的便益との近似度を実証的に把握する。

(1) データの作成

以下に、本研究で用いたデータ項目別にその作成方法について説明を行う。なお、本研究で用いたデータは全て1985年価格にデフレートしている。

① 二地域モデルの前提条件

- ① 国は二地域から構成され、各々の地域に世帯と私企業および社会資本サービス提供者が行動を行っている。
- ② 企業の参入は自由であり、世界市場と連動して長期均衡が成立している。
- ③ 住居移転費用、都市内交通費用はゼロである。
- ④ 両地域には世帯および私企業が必ず存在する。

② 世帯の行動

- $$\max_{x_1, l_1} U(x_1, l_1, s_1^1, s_1^2)$$
- $$s.t. \quad w_1 + y = x_1 + l_1 r_1 + c_1$$
- ここで、 $y = \pi^L / N$ であり、 π^L は総地代収入、 N は総人口を示す。

③ 面積制約下の総地代収入最大化問題

- 地主としての世帯は、地域 i における総面積 L_i の制約下で、 π^L を最大化する行動を行うものとする。ここに、 r_i^C は住居地の地代、 r_i^P は企業地の地代を示す。
- $$\max_{l_1, l_2} \pi^L = \sum_i (r_i^C l_i^C + r_i^P l_i^P)$$
- $$s.t. \quad L_1 = l_1^C + l_1^P, L_2 = l_2^C + l_2^P$$
- これより、 $r_1^C = r_1$ 、 $r_2^C = r_2$ が導かれるため、本文中では r_i と表現している。

④ 私企業の行動

- $$C(w_1, r_1, X_1) = \min_{n_1, l_1} w_1 n_1 + r_1 l_1$$

$$s.t. \quad X_1 = X_1(n_1, l_1, s_1^1, s_1^2)$$

これより、費用関数 $C(\cdot)$ は以下で表現される。

$$C(w_1, r_1, s_1^1, s_1^2, X_1) = w_1 n_1 + r_1 l_1$$

$$= w_1 n_1 + r_1 l_1(w_1, r_1, s_1^1, s_1^2, X_1)$$

また、仮定②に示した自由参入の条件より、利潤がゼロになるまで企業の参入が継続される。

⑤ 市場均衡式

$$L_1 = l_1^C + l_1^P, L_2 = l_2^C + l_2^P$$

$$N = n_1 + n_2$$

$$V(w_1 + y - c_1, r_1, s_1^1, s_1^2) = V(w_2 + y - c_2, r_2, s_2^1, s_2^2)$$

$$C(w_1, r_1, s_1^1, s_1^2) = C(w_2, r_2, s_2^1, s_2^2) = 1$$

a) 修正地価の算出

本研究では都道府県別用途別地価を算出する際に公示地価の単純平均値を用いず、都道府県別用途別修正地価（以下、修正地価と略す）という概念を導入した⁷⁾。これは、単純平均では問題となるサンプリングの恣意性を排除し、第1に地点の情報をコントロールすることができること、第2に調査地点が異なるデータから定点の時系列データを作成することができるという長所を有する概念である。また、修正地価は地価公示から都道府県別に代表都市の中からサンプルを抽出し（住宅地:30, 商業・業務地:15）、都道府県別用途別修正地価関数を推定した上で、設定した地点属性を代入することにより算出される。ここで、修正地価関数とは地価公示から得られる地点属性と地点の利便性を表現するために、地図情報から得られる都市の中心地、中心駅および大都市中心からの直線距離を説明変数とした関数である。

表-2 および表-3 には修正地価関数の推定例および地点属性の設定値を示す。また、推定した修正地価関数の決定係数は何れも0.49～0.96の範囲内であることから、実用上の問題は無いものと考えられる。なお、本研究で使用したデータは1985年地価公示である。

表-2 修正地価関数の推定例 (埼玉県浦和市の住宅地)

変数名(変数: E_i)	推定値 (t 値)
下水道の有無 (有:1)	23842 (2.8)
ガスの有無 (有:1)	29059 (3.4)
CBDまでの距離 (km)	-25223 (-2.1)
最寄り駅までの距離 (km)	-59526 (-4.8)
定数項	0.2910E+06
サンプル数	30
決定係数	0.87
平均絶対誤差率 (%)	6.7

$P(E_i) = \sum \alpha_i E_i + \text{定数項}$, $P(E_i)$: 地価 (円/㎡)

表-3 設定した地点属性値

地点属性 \ 用途	住宅地	商業・業務地
第一種住専ゾー (Yes:1)	1	—
商業地域ゾー (Yes:1)	—	1
下水道の有無 (有:1)	1	1
ガスの有無 (有:1)	1	1
接面道路幅員 (m)	8.0	20.0
中心駅、CBDまでの距離 (km)	3.0	1.0
最寄り駅までの距離 (km)	1.0	0.2
大都市圏中心までの距離 (km)	首都圏:30 大阪圏:25	—

b) 地代データ

地代データを作成するために、まず、a) で示し

た用途別修正地価データを後述する用途別土地面積で加重平均することにより都道府県地価データ (円/㎡) を作成した。さらに、本研究では $p = r_t / i$ を用いて、割引率を5%と設定した場合の都道府県別地代 (円/㎡・年) を算出した。ここで、 p は地価、 r_t は将来の t 年後の予想地代収入 (地代)、 i は割引率を示している。

c) 賃金データ

賃金データは1986年毎月勤労統計要覧 (労働大臣官房政策調査部) の1985年現金給与総額を年換算した値を用いた。

d) 土地面積データ

用途別面積データは国土地理院発行の土地利用調査図 (国土地理院) より道路面積、田畑および公共用地等を除いた都道府県別住宅地面積、商業・業務地面積工業地面積を作成した。さらに、住宅地面積は1985年国勢調査より得られる世帯数で除すことにより世帯当たり住宅地面積に換算し、商業・業務地面積および工業地面積は1986年事業所統計より得られる事業所数で除すことにより事業所当たり企業地面積を算出した。

e) 労働力データ

私企業の労働力データは1985年国勢調査より得られる産業別従業地就業人口 (但し、農林水産業従事者は除く) を用いた。

f) 生産額データ

都道府県別生産額には県民経済計算年報 (経済企画庁) における1985年経済活動別実質県内総生産の農林水産業を除いた全産業計の値を用いた⁸⁾。

g) 社会資本サービス供給コストに関するデータ

社会資本サービス供給コストは、北陸自動車道整備の建設投資額 (建設省、但し、用地費・補償費は除く) および維持修繕費 (建設省、高速道路延長当りの維持修繕費に北陸自動車道の供用延長を乗じて算出) を合計した値を割引率5%でレント化し、総人口で除すことにより作成した。本研究では(1)式に示したように、社会資本サービス供給コストは地域毎の世帯が均等に負担しているものと仮定したが、実証分析においては全ての世帯が均等に負担するものとする。すなわち、 $c^T_1 = c^T_2$ が成立するものとし、以下では c^T と表現する。なお、 c^T_0 はゼロとする。

h) 社会資本サービス水準を示すデータ

2. の理論モデルでは地域*i*の社会資本サービスを s_i^1, s_i^2 として表現した。そこで、本研究の実証分析では、地域内および地域間のサービス水準を同時に表現し得るアクセシビリティ指標⁷⁾⁸⁾なる概念を導入した。アクセシビリティ指標とは北陸自動車道有無両場合における交通機関別一般化費用を都道府県毎にDID人口をウェイト付けした上で合計していることから、交通施設整備によるネットワーク効果をも表現し得る指標であると考えられる。ここで、DID人口によるウェイト付けを採用した理由として、DID人口は一種の都市が有するポテンシャルであると解釈し得ることが挙げられる。また、ここでいう交通機関とは道路(高速道路, 一般道路), 鉄道(在来線, 新幹線), 航空を示しており、全ての交通機関の所要時間および費用を算出する際には、全国を対象とした交通機関別ネットワークを作成し、最短経路探索を行っている¹⁰⁾。

$$\text{アクセシビリティ指標}_m(\text{ACC}_m) = \left[\sum_n \frac{\text{DIDPOP}_n}{\alpha} \cdot \text{DIDPOP}_m \right]^{1/2}$$

$$q_{mn} = \min(p_{mn}^* + w \cdot t_{mn}^*)$$

ここに、 m, n は都道府県、 DIDPOP_m は地域*m*のDID人口(人)、 q_{mn} は*m-n*間最速交通機関の一般化費用(円)、 p_{mn} は交通機関*m-n*間の費用(円)、 t_{mn} は交通機関*m-n*間の所要時間(時間)、 w は時間価値(2,600円/時間)、 α は距離抵抗を表現するパラメータ($\alpha=2$)

また、時間価値の値についてはc)で作成した賃金データを年平均総労働時間(経済企画庁)で除すことにより作成した。

なお、アクセシビリティ指標については、代替経路を含めたログサム関数を用いた方法があり得るが、そのためには交通経路選択モデルを構築する必要がある。本研究では選択モデルに主眼を置いていないことから、比較的簡便なアクセシビリティ指標を用いるものとした。

(2) 需要関数および生産関数の推定

北陸自動車道整備がもたらした社会的便益を計測するために、効用関数および生産関数の特定化を行う。効用関数は被説明変数が効用という顕在化しない指標であるため、一般的な手法として、需要関数を用いて統計解析により構造推定を行う。本研究では効用および生産関数の関数型にはCES (Constant Elasticity of Substitution) 型関数を採用した。特定化した効用関数を(8)式、生産関数を(9)式に示

す。これら関数は47都道府県毎のデータを用いたクロスセクション推定により構造推定を行う。

$$U(x_i, l_i^1, s_i^1, s_i^2) = [\alpha x_i^{-\rho} + \beta l_i^1{}^{-\rho} + \gamma \text{ACC}_i^{-\rho}]^{-1/\rho} \quad (8)$$

$$X(n_i, l_i^1, s_i^1, s_i^2) = [\delta n_i^{-\sigma} + \varepsilon l_i^1{}^{-\sigma} + \zeta \text{ACC}_i^{-\sigma}]^{-1/\sigma} \quad (9)$$

ここで、 $\alpha, \beta, \gamma, \rho, \delta, \varepsilon, \sigma, \zeta$ はパラメータを示している。

次に、選好は効用を単調変換しても変わらないという性質を用いて、効用関数から住宅地需要関数を導出すると(10)式が得られ²⁾、 $\beta=1$ とすると最小二乗法により構造推定が可能となる。表-4には住宅地需要関数の構造推定結果を示す。

$$\ln\left(\frac{l_i^1}{w_i + y - c \cdot l_i^1} + r_i\right) = -\frac{1}{\rho+1} \ln r_i - \frac{1}{\rho+1} \ln \frac{\alpha}{\beta} \quad (10)$$

表-4 住宅地需要関数の構造推定結果

パラメータ	推定値(t値)
$-\frac{1}{\rho+1}$	-0.672 (-5.2)
$-\frac{1}{\rho+1} \ln \frac{\alpha}{\beta}$	-0.535 (-12.5)
サンプル数	47
決定係数	0.832
平均絶対誤差率(%)	12.9

表-5 効用関数のパラメータ

α	2.095
β	1.000
γ	0.5
ρ	0.382

表-4をみると、住宅地需要関数の構造推定結果は統計的に有意であるものと判断される。

さらに、得られた住宅地需要関数のパラメータから効用関数のパラメータを算出した(表-5を参照)。なお、社会資本サービス水準(アクセシビリティ指標)のパラメータは推定ができなため、肥田野・林山⁴⁾の数値解析結果の値を用いた。

次に、生産関数の構造推定を行う。本研究では生産関数を(9)式のように特定化しているため、線型の最小二乗法は適用できないことから、非線型最小二乗法により構造推定を行った。なお、推定には「Time Series Processor Version 4.1B」のLSQコマンドを用いた。表-6には生産関数の構造推定結果を示す。表-6をみると、私企業の土地面積に係るパラメータ ε のt値が若干低いものの、他のパラメータ

は統計的に有意であるといえる。

表－6 生産関数の構造推定結果

パラメータ	推定値 (t 値)
δ	1.131 (3.4)
ε	0.064 (1.2)
σ	0.031 (2.2)
γ	0.721 (2.5)
サンプル数	47
決定係数	0.875
平均絶対誤差率 (%)	27.5

(3) 社会的便益と土地市場に着目した

便益評価値の計測

ここでは、(2)で推定された効用関数および生産関数のパラメータを用いて北陸自動車道整備がもたらした社会的便益、土地市場および労働市場に着目した便益評価値の計測を行う。

本研究の実証分析では、2.で構築した二地域一般均衡モデルという地域1として、表－7のように実際に北陸自動車道が供用された地域を設定した。

表－7 実証分析における地域設定

地域1	地域2
新潟、富山、石川、福井、滋賀	地域1に属さない都道府県

また、本研究が依拠しているモデルは二地域モデルであるため、市場均衡式に代入する地域*i*の土地面積($\bar{L}_i$)および人口($m_{i,n}$)は地域*i*に属する都道府県の合計値であり、アクセシビリティ指標(ACC_i)は地域*i*に属する都道府県の平均値とした。ゆえに、北陸自動車道整備がもたらした社会的便益は $\bar{L}_i$ 、 ACC_i^A 、 ACC_i^B 、 r_i^A 、 r_i^B 、 w_i^A 、 w_i^B 、 y^A 、 y^B 、 c^{TB} の値を得る事ができれば計測可能となる。しかし、 r_i^A 、 r_i^B 、 w_i^A 、 w_i^B 、 y^A 、 y^B は、 $\bar{L}_i$ 、 $\bar{N}$ 、 ACC_i^A 、 ACC_i^B 、 c^{TB} を与件とした場合に各均衡式⁶⁾によって決定されるため、 $\bar{L}_i$ 、 $\bar{N}$ 、 ACC_i^A 、 ACC_i^B 、 c^{TB} および(2)で推定されたパラメータ群を与件として、Newton-Raphson法により r_i^A 、 r_i^B 、 w_i^A 、 w_i^B を算出する(y^A 、 y^B は r_i^A 、 r_i^B が算出されることにより自動的に決定する)。

さらに、本研究ではアクセシビリティ指標(ACC_i 或いは ACC_m)を算出する際にDID人口を用いていることから、北陸自動車道整備による人口移動がDID人口に及ぼす影響を考慮するために、A状態の都道府県別人口に対するDID人口比率を与件として、その比率に人口移動による増減分を乗じ、アクセシビリティ指標を再計算してNewton-Raphson法を行っている。

なお、均衡式と未知数の数が一致していても解が存在しない場合、あるいは解が存在しても唯一解ではない場合も考えられるものの、本研究では唯一解が存在するものと仮定する。

表－8には北陸自動車道整備がもたらした便益を示す。表－8をみると、北陸自動車道整備がもたらした社会的便益は2兆2,358億円と試算された。ここで、本研究でアクセシビリティ指標の算出時に用いた交通機関別所要時間から直接的に時間短縮便益を計測するため、交通機関別一般化費用の変化分に交通機関別交通量を乗じ、割引率を5%と設定して現在価値化すると約1兆9,974億円となり、この値は社会的便益の約89%にあたる。これは、社会的便益は一般均衡モデルに依拠する均衡解から算出された値であり、時間短縮便益といった直接的効果のみならず人口移動、企業立地および土地利用の変化等の間接的效果をも含んでいるためであると考えられる。

また、土地市場に着目した便益評価値は2兆4,457億円であり、社会的便益に較べて約9%の過大評価を示している。この結果はKanemoto¹⁾の理論分析および肥田野・林山⁴⁾の数値解析と同様な傾向を示している。これより、便益計測精度という観点から見ると、土地市場に着目した便益計測手法はある程度の精度を有するものと判断される。

表－8 北陸自動車道整備がもたらした便益の比較

指 標	計測値(億円)	②に対する指数
① B^{LP}	24,457	1.094
② ΣEV	22,358	1.000
③ 時間短縮便益	19,974	0.893

(4) 便益の計測精度に関する感度分析

本研究では効用関数の推定時に社会資本サービス水準に関するパラメータである γ を外生的に与えており、それに基づく分析結果は恣意性を含んだものとなる。そこで、本研究では第1の感度分析として、 γ に関する感度分析を行う。また、第2に本研究で新たに考慮したネットワーク効果が存在する場合と、存在しない場合との相違を明らかにするために感度分析を行う。さらに、本研究では整備有りの場合における均衡解の算出時に、人口移動によりアクセシビリティ指標を変化させるというメカニズムを導入している。そこで、本研究では第3の感度分析として、社会資本サービス水準が人口移動により影響を

受ける場合と否である場合の計測精度を検討する。

表-9は第1の感度分析として、効用関数の社会資本サービス水準に関するパラメータである γ を変化させた時、社会的便益に対する土地市場および労働市場に着目した便益評価値の指数の変化を示したものである。これより、パラメータの変化に対して各々の指数の変化は鈍感であることから、効用関数におけるアクセシビリティ指標の代替率が変化しても表-8に示した便益の計測精度には大きな影響を与えないことが分かる。

表-9 γ に関する感度分析

γ	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
$B^{LP} / \Sigma EV$	1.09	1.09	1.09	1.09	1.10	1.10

表-10は第2の感度分析として、北陸自動車道整備がもたらすネットワーク効果により変化する地域2の ACC_2^B を ACC_2^A の水準に変化させた時、社会的便益に対する土地市場に着目した便益評価値の指数の変化を示したものである。表-10の表頭は、北陸自動車道整備有りの場合の社会資本サービス水準 $ACC_2^{B*} (= \tau ACC_2^A + \nu ACC_2^B)$ 、但し、 $\tau + \nu = 1$ として τ 、 ν を変化させたことを示している。表に示した指数の推移をみると、ネットワーク効果を考慮しない場合には過大評価傾向が大きくなること分かり、都市間交通施設のようにネットワーク化することにより発生する便益を捉えることの重要性を指し示していると言えよう。

表-10 ネットワーク効果に関する感度分析

$\tau : \nu$	1.0 : 0.0	0.5 : 0.5	0.0 : 1.0
$B^{LP} / \Sigma EV$	1.21	1.15	1.09

最後に、第3の感度分析、すなわち、アクセシビリティ指標を算出する際に用いたDID人口を外生化した場合と内生化した場合（表-8と同値）について感度分析を行った結果、両者に差異はみられなかった。これは、北陸自動車道整備有無における移動人口が総人口に占める割合の0.9%に満たないことに起因するものと考えられる。

(5) 土地所有形態を変化させた場合

これまでの実証分析の前提とした二地域一般均衡モデルは2. (3)に示したように、地代収入は両地域の世帯に均等配分されるものとしていた。ここではその対極のケースとして、両地域には土地所有者が存在せず、両地域の土地は全て国外居住の世帯

が所有している場合（両地域に配分なしの場合）について検討する。すなわち、 $y=0$ の場合において前述したパラメータ群を用いて、クロスセクショナルな意味でのキャピタリゼーション仮説の成立度合いを検討する。表-11をみると、均等配分する場合と配分なしの場合の社会的便益 ΣEV は若干低い値が計測されている。また、社会的便益に対する土地市場に着目した便益評価値は約7%程度の過大評価となっており、便益計測精度に大きな差異はみられない。

表-11 土地所有形態を変化させた場合

指標	計測値(億円)	ケース別 ΣEV に対する指数
均等配分 (再記)	B^{LP} 24,457	1.094
	ΣEV 22,358	1.000
配分なし	地主の便益 17,789	0.930
	B^{LP} 20,531	1.074
	ΣEV 19,124	1.000

5. ヘドニック・アプローチによる便益計測

本研究では、都市間交通施設整備がもたらす便益の計測手法として、ヘドニック・アプローチが有用であるか否かを検討する。すなわち、4. (1) a)で作成した修正地価を用いて、全国を対象とした用途別広域地価関数を推定し、北陸自動車道整備がもたらした便益を計測する。さらに、4.で計測した社会的便益と土地市場に着目した便益評価値を相互比較し、計測精度を検討する。

(1) 用途別広域地価関数の推定

本研究における用途別広域地価関数は、都道府県別の地域特性、社会資本整備状況および交通利便性を示すアクセシビリティ指標を説明変数とした関数である⁴⁾⁷⁾⁹⁾。表-12には用途別広域地価関数の構造推定結果を示す。これをみると両関数とも統計的に有意であるものと判断される。

(2) 用途別広域地価関数による便益計測

ヘドニック・アプローチにより北陸自動車道整備がもたらした便益を計測するため、(1)で推定された関数に北陸自動車道整備有無両場合のアクセシビリティ指標を代入することにより(DID人口の変化は考慮しない)、1㎡当りの便益を算出した。さらに、都道府県別住宅地面積および商業・業務地面積の集計値を乗じることにより、北陸自動車道整備がもたらした便益を計測した。その計測結果を表-13に

示す。この結果、ヘドニック・アプローチによる計測値はΣEVに対して約13%程度の過大評価となっているものの、オーダー的にはヘドニック・アプローチは都市間交通施設整備という大規模な社会資本整備の便益計測において有用であると言える。また、ヘドニック・アプローチによる便益値は本研究で提案した便益評価値と比較して、ほぼ一致した値を示している。すなわち、(7)式は事前の情報のみで、極めて簡便な式で便益のオーダーを把握することができるという意味で有用な指標であると言える。

表－12 用途別広域地価関数の構造推定結果

変数名	住宅地 広域地価関数	商業・業務地 広域地価関数
年間賃金(千円)	0.868E-3(2.3)	0.467E-3(1.9)
降雪日数 ^{ダミ}	-0.0722(-1.9)	—
下水道普及率 ^{ダミ}	—	0.182 (2.1)
病院病床数(床)	0.271E-5(2.0)	0.116E-4(3.0)
7ヶ世 ^{ダミ} リ ^{ダミ} 指 ^{ダミ} 標	0.138E-3(2.1)	0.135E-3(2.0)
定数項	4.2513	6.4587
サンプル数	47	47
決定係数	0.68	0.72
平均絶対誤差率 (%)	23.1	28.4

注1)各ダミーは全国平均以上を1としている。また、括弧内はt値を示す。
注2)地価関数は $\ln(P(Ei)) = \sum \alpha_j Ei + \text{定数項}$ 、 $P(Ei)$:地価(単位:百円/㎡、1985年価格)

表－13 便益値の相互比較

指 標	計測値(億円)	ΣEV に対する指数
地価		
住宅地	12,987	0.581
商業・業務地	12,185	0.545
合 計	25,172	1.126
B ^{LP} (均等配分)	24,457	1.094
ΣEV	22,358	1.000

6. 結論と今後の課題

本研究では、第1に都市間交通施設整備という大規模な社会資本整備がもたらす便益、特に、ネットワーク化によることにより発生する社会的便益、土地市場（地価）に着目した便益評価値を計測することができる一般均衡理論に基づいた二地域モデルを構築し、第2にこれを用いた実証分析として北陸自動車道整備を分析対象とし、土地市場に着目した便益評価値との相互比較を行った。第3に全国を対象とした用途別広域地価関数を推定し、土地市場に着目した便益評価値と社会的便益の相互比較を行った。

① その結果、全国二地域モデルを用いた実証分析により、ネットワーク効果を考慮した便益をクロ

スセクショナルな地価の差を用いた指標によって近似することが可能であることを示した。

② さらに、全国を対象とした用途別広域地価関数を推定することにより、北陸自動車道整備がもたらした便益を計測し、また、二地域一般均衡モデルによってもたらされる社会的便益とオーダー的に一致しているという意味で、大規模な社会資本整備がもたらす便益計測に対するヘドニック・アプローチの適用可能性を示した。

③ 本研究で提案した事前情報による便益評価指標および広域地価関数による方法は、地域計量経済モデルのような大規模モデルに較べて簡便な手法であることから、その有用性は極めて高いものであると言える。

④ 従来の平均地価の問題点を克服し得る概念として、地点属性をコントロールすることができ、地点観測値に補正することができる用途別修正地価を提示した。

また、本研究における重要な課題として、大規模社会資本整備に伴う便益計測と費用負担論の関連分析が挙げられる。

なお、本稿を草するにあたり、修正地価関数の推定作業には東京工業大学木村善栄氏（現在、西日本旅客鉄道株式会社）、データ処理作業には財団法人計量計画研究所名倉俊明氏の御協力を得た。ここに記して謝意を表する。

【 参 考 文 献 】

1) Kanemoto, Y.: Hedonic Prices and the Benefits of Public Projects, *Econometrica*, Vol. 56, No. 4, pp. 981-989, 1988
2) 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, No. 449/IV-17, pp. 47-56, 1992
3) 例えば、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
4) 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
5) 例えば、金本良嗣:東京一極集中の経済学, 最速都市を考える, 第4章, 東京大学出版会, pp. 95-105, 1992
6) 森杉壽芳・大野栄治・宮城俊彦:住環境整備による住み替え便益の定義と計測モデル, 土木学会論文集, No. 425/IV-14, pp. 117-125, 1991
7) 林山泰久・木村善栄・肥田野登:土地市場と労働市場に着目した都市間交通施設整備効果の計測手法の比較, 土木学会第47回年次学術講演要集, No. 4, 1992(投稿中)
8) 黒田昌裕:実証経済学入門, 日本評論社, pp. 154-168, 1984
9) 山村能郎・肥田野登:都市間交通施設整備の効果計測のための地価関数推定, 土木学会第46回年次学術講演要集, No. 4, pp. 456-457, 1991
10) (財)計量計画研究所:総合交通体系データベースに関する調査報告書, 1989