道路整備の間接効果計測に関する研究 - 福島西道路を事例に -

A Study on Evaluation of indirect effect in Road Construction Projects

- Application to Fukushima Nishi Doro -

樋野 誠一" 西山 良孝** 林 一成**

By Seiichi HINO, Yoshitaka NISHIYAMA, Kazushige HAYASHI and Akira YOSHIDA

1.はじめに

道路整備評価において通常適用される利用者直接 便益計測法りは、沿道商業活性化や中心市街地空洞 化など地域経済に与える正負の間接効果を把握する ことはできない。これらの間接効果が無視できない 場合は、間接効果計測法による道路整備の評価が説 明責任の点において必要不可欠となる。

本稿は、地方都市における道路整備事業が正また は負の大きな間接効果を挙げることに注目し、国道 13 号福島西道路を対象として、応用一般均衡分析 (CGE)・ヘドニック分析の2つの間接効果計測手 法の適用により道路整備の都市構造変化の評価を試 みる。これまで捉えていない空間的間接効果の影響 を、従来の利用者直接便益と比較することにより間 接効果計測の必要性と手法適用の課題を述べる。

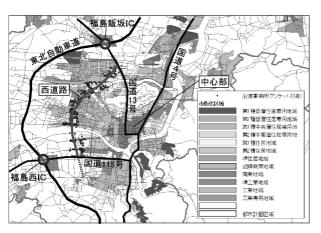


図 - 1 福島西道路の位置と土地利用状況

2.研究の背景

(1)福島西道路の概要

国道 13 号福島西道路は、市中心部の渋滞対策を

目的に平成10年3月に6.4kmが供用された。西 道路は住宅地を通過することから、供用後急速に大 規模商業施設が多数立地し、バイパス沿線地域の商 業活動は活性化したが、一方で、福島市中心市街地 の空洞化の影響が指摘されている(図-1参照)。

(2) 分析の設定

以上の背景を踏まえ、本研究は整備道路沿道の活 性化と中心市街地の空洞化を定量的に評価するモデ ル構築を行う。そのため、本研究は小地域単位での 分析が必要となる。以下の2つの分析では共通して、 ①道路整備が影響する地域として福島二次生活圏を 取り上げ、②分析単位として既存データが有効活用 できる 1 km² メッシュ (メッシュ数: 1353) を採用 し、③ほぼ共通の年次データがそろっている平成8 年を分析基準年次とし、④小地域分析のため不足す る世帯の買物交通 OD データと企業の立地に関する SP (Stated Preference: 表明選好) データは、独 自にアンケート調査を行う、というセットアップに より分析を行う。

また、既存研究では大きな地域単位での都市間道 路の間接効果の分析は行われているが、都市内道路 における小地域単位での分析は存在せず、この点が 本研究の新規性と考える。

3.応用一般均衡分析による間接効果計測

(1) モデルの概略2)

a) 家計

家計の直接効用関数は、住宅面積・財・外部性と して買物効用を構成要素とするログサム型を仮定す る。財価格は買物先の地価水準・交通費の考慮によ リメッシュ間で全て異なる。定式化は下式となる。

^{*}経済社会研究室 **東北事務所 ***東北芸術工科大学

 $\max U(z^{ij}, h^i, \Lambda^{ij})$ $\mathrm{s.t.} p^{ij} z^{ij} + p_h^i h^i = I$

ここで、 z^{ij} : メッシュ i-j 間財需要量、 h^i : メッ シュi 土地需要量、 A^{ii} :居住地i から見た買物先iの特性(買物効用関数) p^{ij} : メッシュ i-j 間交通 費込み財価格、 p^i_{i} :メッシュi 地代、I:土地・交 通部門の余剰含む総所得である。

効用最大化より得られる間接効用はガンベル分布 に従う誤差項を持つと仮定して、ロジット型の居住 地・買物先選択確率式が導出される。

b)企業

本分析では、道路整備により企業立地・売上への 影響を受ける産業として、小売・飲食業・卸売業・ サービス業を考慮する。生産関数は土地・労働を生 産要素とする1次同次のコブ・ダグラス型を仮定し、 利潤最大化行動により労働・土地の要素需要関数と 単位費用関数が導出される。

c)市場均衡

都市圏全体での労働市場、メッシュ別の財市場・ 土地市場について均衡が成立する。これにより内生 変数と方程式数が一致し、ワルラス法則の成立が証 明される。ニュメレールはメッシュ番号1の地価水 準である。数値計算では、都市圏で均衡する労働市 場の超過需要に応じて賃金率が調整される価格調整 アルゴリズムを適用する。

(2) パラメータ推定

a)買物効用関数パラメータの推定

効用関数式に含まれる買物効用関数(A^{ij})のパ ラメータ推定を行う。メッシュ単位の世帯の買物先 OD データが存在しないため、独自に福島都市圏約 6,000 世帯への買物 OD アンケート調査を行った (回答率:22%)。調査は郵送法で実施し、2002年7 月 18 日から 7月 24 日までの 1 週間の世帯の買物行 動について買物先店名・買物品目・交通手段を聞い た。推定の手順は、①世帯居住地の緯度経度情報を 得る。②世帯居住地から、買物先メッシュまでの自 動車所要時間を計算し、また、買物先メッシュの小 売業従業人口データを得ることで、説明変数とする。 ③各世帯の買物トリップ回数について、各メッシュ の相対値を被説明変数として最小二乗推定を行う。

具体的な買物効用関数式は下式とする。

$$\Lambda^{ij} = a_1 * t^{ij} + a_2 * ln(L^j) - a_3 * p^j - a_4 * p_h^i$$

ここで、 t^{ij} : メッシュi-j 間自動車所要時間、 L^{j} :買物先メッシュjの小売業従業人口、 p^{j} :買 物先 *j* の fob 財価格である。

推定結果を表 - 1 に示す。

表 - 1 買物効用関数パラメータの推定結果

()内:t值

変数	係数推定值	t 値
メッシュ間所要時間	- 0 2570 E 02	(- 77 9294)
買物先従業人口	0 .8196	(53.7822)
サンプル数		1470
自由度修正済決定係数		0 9108

また、的中率向上のため補正項として、キャリブ レーションにより買物先財価格パラメータ:0.00001 と居住地地価パラメータ:0.002を導入する。

b)生産関数パラメータの推定

生産構造の推定について本分析が対象とする産業 は小売・飲食・卸売・サービス業であるが、土地に 関する統計データが存在しないため3次産業の生産 構造を推定する。また、メッシュ単位の総生産デー タが存在しないため、福島2次生活圏の市町村デー タにより推定する。コブ・ダグラス型生産関数を対 数変換し、説明変数間の多重共線性の存在により、 リッジ回帰を適用する。推定結果を表 - 2 に示す。

表 - 2 生産関数パラメータの推定結果

変数	3 次産業係数推定値		
定数	14 9131		
労働変数	0 8352		
土地変数	0 .1648		
サンプル数	13		

(3) 道路整備有無の条件設定

a)メッシュ間所要時間

メッシュ間所要時間は、平成9年の道路交通セン サス箇所別基本表の道路種別・沿道状況別混雑時平 均旅行速度を、平成 12 年度 DRM リンクデータに 与え、最短所要時間を計測する。西道路ありケース は現況のネットワーク、なしケースは西道路区間 6 Akmを除いたネットワークで所要時間を算定する。

b)容積率

西道路整備に伴う沿道容積率の変更を1km²メッ シュ単位の平均容積率で計測する。西道路ありケー スは平成 13 年現況容積率を適用し、なしケースは 昭和53年都市計画決定前の容積率を適用する。

(4) 社会経済指標の空間的評価

a) 夜間人口分布変化

西道路整備により人口分布が変化しており、西道 路沿線地区では63%増加、市中心部では0.43% 減少している。さらに、伊達郡・飯坂地区等の人口 集中地区においても人口が減少している。

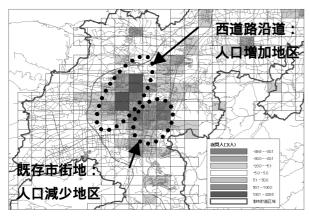


図 - 2 整備有無の夜間人口分布変化

b) 小売・飲食・サービス業総生産の変化

交通費用の低下により西道路沿線の買物行動が活 性化し、更に、容積率増加による利用可能面積の増 大により都市圏総生産が増加する。小売・サービス 総生産は西道路沿道で152億円(73%)の増加する 一方、市中心部では総生産10億円(-026%)減少 となる。都市圏全体では年間54億円の増加となる。

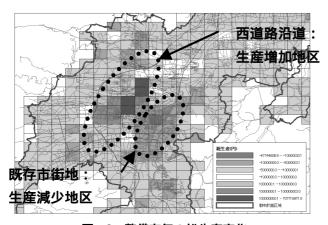


図-3 整備有無の総生産変化

c)従業人口・地価水準

西道路沿線の利便性向上により世帯が買物先とし て西道路沿線を選択する結果、西道路沿線では従業 人口・地価水準が増加し、既存市街地では減少する。 都市圏全体の地価上昇額は483.7億円となる。

d) 便益計測の指標

総合評価は、CV(補償変分)、EV(等価変分)を 対象圏域全体の世帯数で合計することにより得る。 EV、CV による評価は都市圏で年間 24 9、26 9 億 円となり、西道路整備は、都市圏全体として最終的 に正の便益を与える結果となる。

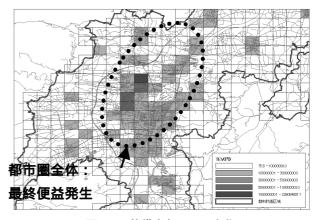


図 - 4 整備有無の EV 変化

4. ヘドニック分析による間接効果計測

(1) 分析に際して

CGE は帰着ベースの分析であることから、モデ ル作成者による恣意性 (モデルのブラックボックス 化)と計測精度に対する信頼性の問題が指摘される3)

そこで本稿では、間接効果額の信頼性を高めるた め、簡便で明快な手法であるヘドニック分析を適用 し、CGE 効果額と併記する。

ヘドニック分析は、対象地域に Small & Open 条 件の成立が必要であり、また、多くの条件設定が必 要であるが、簡便に便益を算定したい場合はCGE よりも適した手法と言える。本ヘドニック分析では、 道路整備の都市構造変化による正・負両方の効果を 考慮した間接効果計測を行う。

(2)地価関数のデータセット

a)推定に使用するデータ

地価データは、平成8年度の地価公示データ(サ

ンプル数:102)を使用する。アクセシビリティ変 数を計算するための前提となる道路ネットワークは、 西道路が暫定供用した平成8年当時のネットワーク を使用する。また、従業人口分布も同様に平成8年 度のものを使用する。その他、必要なデータは GIS により独自に算定する。

b) アクセシビリティの設定 アクセシビリティ変数は次式の通り定義する。

$$ACC_i = \sum_i L_i / t_{ij}^a$$

アクセシビリティ(ACC)変数の分子(L_i)は、平 成8年度事業所・企業統計調査から1km²メッシュ 産業別従業人口を基本とし、分母(tij)はメッシュ間 所要時間の α 乗である。ACC変数により、西道路 整備による時間短縮に伴う道路所要時間の変化(直 接効果)と沿道への商業施設の立地による従業人口 の変化(間接効果)の2つの効果を考慮することが できる。

(3) 地価関数の推定

a) 地価関数の推定

利用データは、平成8年度の福島2次生活圏の地 価公示データのうち、準工業地域・工業地域・工業 専用地域を除いたデータ(96サンプル)を利用す る。さらに、商業地域・市街化調整区域・都市計画 区域外は、地価決定の構造が他と異なると考えられ るため、ダミー変数 (zd9、zd13) を適用する。

b)アクセシビリティ複数ケースを設定

ACC 変数の計算に関して、どの産業のメッシュ 従業人口を考慮するか、また所要時間の減衰パラ メータ (α) をどの水準に設定するかの選定を行う。 従業人口 L については、小売業と飲食業を合計 したケース、3次産業すべてを合計したケース、2 次産業と3次産業を合計したケースの3ケースを設 定する。また、減衰パラメータについては $\alpha=1.0$ 、 15、20の3ケースを設定する。この3x3ケース で地価関数の推定を行い、最も当てはまりの良い推 定式を採用する。推定の結果、従業人口は小売業と 飲食業の合計、減衰パラメータは10となった。複 数の関数形・説明変数の組みあわせを試みた結果、 下式を採用する。推定結果を表 - 3 に示す。

 $\ln price_i = a_0 + a_1 \ln FAR_i + a_2 \ln width_i + a_3 sewage_i$ $+a_4 sttn_i + a_5 \ln ACC_i + a_6 zd 9_i + a_7 zd 13_i$

表 - 3 推定結果

変数	係数	t 値
定数項	5 <i>4</i> 070	4 .6079
容積率(対数)	0 3221	1 .7365
前面道路幅員(対数)	0 3833	4 .6670
下水ダミー	0 3079	3 5525
最寄り駅距離(対数)	- 0 .1384	- 3 .6072
アクセシビリティ (対数) (α=1 Ω、L=小売飲食業)	0 5435	5 5150
商業地域ダミー	0 3059	1 .6276
市街化調整区域ダミー	- 0 3745	- 2 3386
決定係数		0 .8385
自由度修正済決定係数		0 .8257
サンプル数		96

(5)道路整備有無の条件設定

本稿では、道路整備の効果を交通条件の変化によ る効果(直接効果)と土地利用の変化の効果(間接 効果)に分ける。

a)交通条件に関する条件設定

メッシュ間所要時間は、先の応用一般均衡分析の 設定と同一である。また、前面道路幅員(width)は、 DRM の幅員データより計算される 1 km² メッシュ 内の平均前面道路幅員とする。西道路沿道で前面道 路幅員が変化する構造である。

b)土地利用に関する条件設定

容積率 (FAR) の変化は、先の応用一般均衡分 析の設定と同一である。

従業人口分布 (L_i) の変化の設定は、沿道企業ア ンケート(配布数:450 回答率:44%)に基づき、 以下の通り設定する。西道路ありケースの現況の従 業人口分布は、平成8年の事業所・企業統計調査に 基づく従業人口に、アンケートより得られる西道路 沿道に平成9年以降に立地した小売・飲食業の従業 人口を追加し作成する。西道路なしケースの現況の 従業人口分布は、西道路供用後(平成元年)以降に立 地した小売・飲食業の従業人口を、アンケートに基 づき他メッシュへ移転することにより作成する。都 市圏全体の従業人口は、整備有無で同一水準である。

d) 便益帰着面積の設定

便益が帰着する土地利用区分として、建物用地、 交通用地、その他用地、さらには、転用可能性があ ることから市街化区域内の田畑部分を設定する。1 km² メッシュ土地面積は、平成3年国土数値情報よ り得る。

(5) 便益計測

a)総便益額

道路整備による資産価値の上昇で見た便益総額は 表 - 4の通りである。

表-4 福島都市圏便益総額(H8年価格、単位:億円)

		効果額
直接効果のみ	(交通条件の効果)	391 &
間接効果含む 全効果	(交通条件の効果 +土地利用の効果)	730 &

b) 地区別便益の分布

便益の地区別分布状況を把握する。先ず、道路整 備による所要時間・前面道路幅員の変化が影響する 直接効果の地区別便益分布について、交通条件が改 善する西道路沿道を中心に便益が発生している。一 方、本ケースでは、都市構造の変化による利便性の 向上や低下の効果を考慮していないので、地価下落 地区は存在しない(図-5参照)。

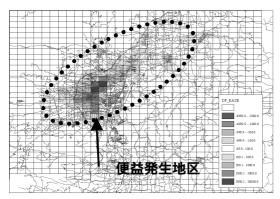


図 - 5 直接効果の地区別便益分布 (円/m²)

次に、従業人口分布の変化と容積率変化の効果を 含む間接効果を考慮した地区別便益分布について以 下に示す(図-6参照)。本ケースでは、負の便益 が発生する地区が存在する。具体的には、中心部地 区において、西道路整備により従業人口が減少する ため、負の効果が生ずる。また4号・115号の沿道 地区は、アンケート調査から西道路整備により従業 人口が減少するとの結論が得られるため負の効果が 生ずる。福島市郊外地区は、アクセシビリティの所 要時間短縮効果(+要因)と従業人口減少効果(-要因)が混在するため、正・負効果は不定となる。

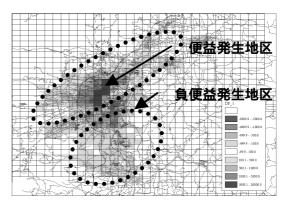


図 - 6 間接効果含む地区別便益分布 (円/m²)

c) 項目別の便益計測

道路整備の総便益額を、前面道路幅員変化・アク セシビリティ変化・容積率変化に分解する。容積率 変化・前面道路幅員変化の効果は、西道路沿道での み局所的に発生しているのに対し、アクセシビリ ティの変化は都市圏の広域に波及しているため、ア クセシビリティ変化は最も大きい効果を示す。

5.費用便益比

(1) 便益・費用の割引現在価値

a) 便益の割引現在価値

便益を現在価値化する。応用一般均衡分析で得ら れる CV、EV は年間の支払意思額であるので、便 益額を道路の耐用年数である40年間積み上げ、社 会的割引率 4% で現在価値化する(割引基準年次: 平成8年)。また、ヘドニック分析より得られる資 産価値便益はストック額であるので、4%利子率 で地代フローに変換し、40年間積み上げ、割引現 在価値化する。

b)費用の割引現在価値

公表されている西道路整備事業費は名目値であり、 物価水準の統一が必要である。そこで、①建設工事 費デフレータの一般道路のデータを用いて名目事業 費を平成8年の物価水準に実質価値化する。②4% 割引率で平成8年へ現在価値化の手順で算定する。

事業費項目は道路マニュアルに従い、名目事業費・ 維持管理費・期末残存価値を計上する。割引現在価 値は4392億円となる。

(2) 各分析による費用便益比の比較

各手法により得られる B/C 値はそれぞれ 1 Ω 以 上となり、西道路整備の妥当性は判断できる。ここ での注意は、本研究に置けるCV、EV、ヘドニッ ク分析における B/C は利用者直接便益 (他調査で 実施した参考値)よりも低くなる点である。本分析 が - の間接効果を考慮する手法であり、道路整備に よる負の影響を得る地区を考慮しているためである。 本研究の間接効果計測の特徴はここに表れる。

表-5 費用便益比(価格水準: H8年、単位:億円)

	CV	EV	ヘドニック	(参考値) 直接便益
便益	511 .7	473 8	556 3	
費用	439 2	439 2	439 2	
B/C	1 2	1 .1	1 3	2.7

6.間接効果計測の必要性と分析上の課題

Venables (1999) がは、社会資本整備による間接 効果(累積効果や集積経済)が大きい場合は、これ までの伝統的な費用便益分析では不十分であり、一 般均衡モデル構築による間接効果計測の必要性を指 摘している。

海外事例においては、ドイツ連邦交通路計画うに おいて道路整備の評価メニューとして、利用者便益 と環境影響評価以外に SIA (Spatial Impact Assessment;空間影響評価)が必要であると述べている。

日本では、今後の公共投資における説明責任の必 要性から、正の効果のみでなく負の効果も含めた情 報の開示が要求される。今後、間接効果の事業評価 機会が増加すると予想される。

以上の背景から、本稿では、道路整備の間接効果 を計測する2つの分析手法の適用を試みた。以下の 特徴が得られる。①社会資本整備による地域経済へ の帰着ベース分析が可能となり、空間的間接効果の

影響を把握することができる。②B / C 値は、直接 利用者計測法よりも間接効果計測法が低く、負の影 響を考慮した結果となる。③CGE は複数の経済指 標の空間的評価ができ、ヘドニック分析は単一指標 (地価)により簡便に評価できる特徴を持つ。間接 効果計測法としてどちらを適用するかについては、 地域特性や間接効果の特徴により判断すべきである。

分析上の課題として、小地域単位での分析は統計 データ不足の問題があり、パラメータ推定が困難な 点が挙げられる。データ取得のために独自のアン ケート調査実施をすれば、調査費用が増加する問題 がある。また、CGE は地域毎に間接効果計測モデ ルが異なるため(モデルがブラックボックスといわ れる理由、全国一律での評価が出来ない。今後は、 全国の横並びでの評価が可能な、統一化された間接 効果評価モデルの構築が必要と考える。

謝辞

本稿は、平成13~14年度に開催された「福島西 道路整備効果研究会」の検討成果をまとめたもので ある。本稿執筆にあたり、研究会委員各位には多大 なご指導を頂いた。また、福島河川国道事務所調査 第二課長横山真幸氏には本研究を通して多大なるご 協力を頂いた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 道路投資の評価に関する指針検討委員会編:道路 投資の評価に関する指針(案),(財)日本総合研究 所,1998.
- 2) Mun, S.: Transport network and system of cities, Journal of Urban Economics, 42, pp. 205 221, 1997.
- 3)社会資本整備の費用効果分析に係る経済学的問題 研究会編:費用便益分析に係る経済学的基本問題, 1999
- 4) Anthony J. Venables: The Socio-economic impact of projects financed by the Cohesion Fund, A modeling approach, Vol. 2, European Commission, 1999.
- 5) Federal Ministry of Transport, Building and Housing: Federal Transport Infrastructure Plan 2003, The Federal Republic of Germany, 2003.