

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** 吉田 朗***

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¹⁾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)・ヘッドニック分析の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。

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1km²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。

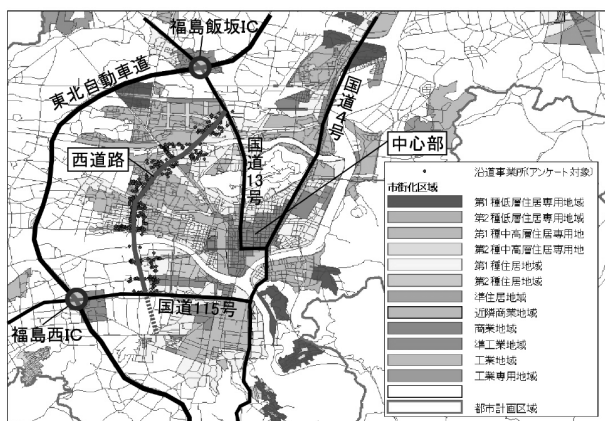


図-1 福島西道路の位置と土地利用状況

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

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・交通費の考慮により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

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

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、 Λ^{ij} ：居住地*i*から見た買物先*j*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_h^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。ニュー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 (Λ^{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員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*の小売業従業員人口、 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値

変数	係数推定値	t値
メッシュ間所要時間	-0.2570 E 02	(-77.9294)
買物先従業員人口	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：0.000001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6.4km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6.3%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。

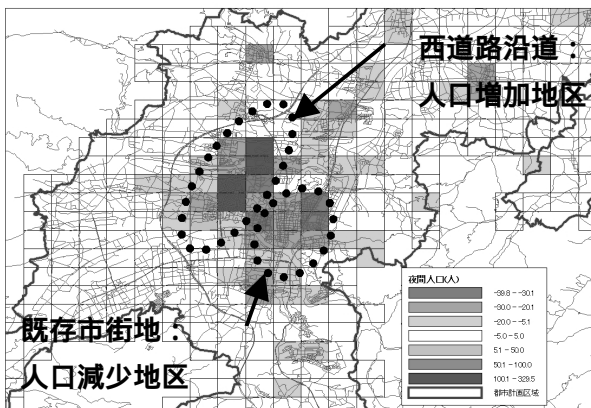


図-2 整備有無の夜間人口分布変化

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15.2億円(7.3%)の増加する一方、市中心部では総生産1.0億円(-0.26%)減少となる。都市圏全体では年間5.4億円の増加となる。

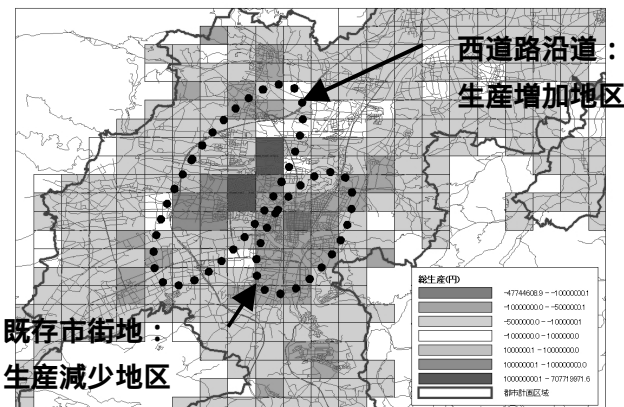


図-3 整備有無の総生産変化

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。

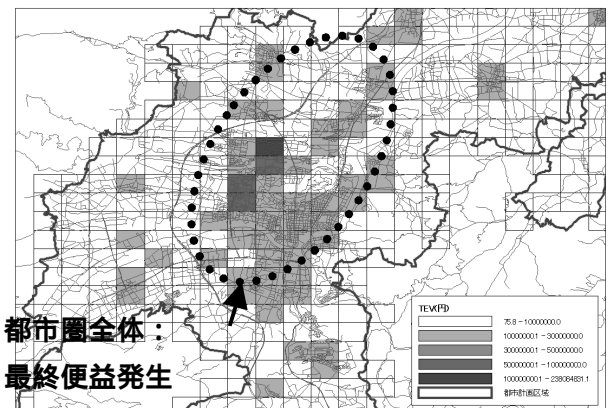


図-4 整備有無のEV変化

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。

$$ACC_i = \sum_j L_j / t_{ij}^\alpha$$

アクセシビリティ(ACC)変数の分子(L_j)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(t_{ij})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_j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α=1.0、1.5、2.0の3ケースを設定する。この3×3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1.0となった。複数の関数形・説明変数の組み合わせを試みた結果、下式を採用する。推定結果を表-3に示す。

$$\ln price_i = a_0 + a_1 \ln FAR_i + a_2 \ln width_i + a_3 sewage_i + a_4 sttn_i + a_5 \ln ACC_i + a_6 zd9_i + a_7 zd13_i$$

表-3 推定結果

変数	係数	t値
定数項	5.4070	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=1.0、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1km²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_j)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)	391.8
間接効果含む全効果 (交通条件の効果 + 土地利用の効果)	730.8

b) 地区別便益の分布

便益の地区別分布状況を把握する。まず、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)。

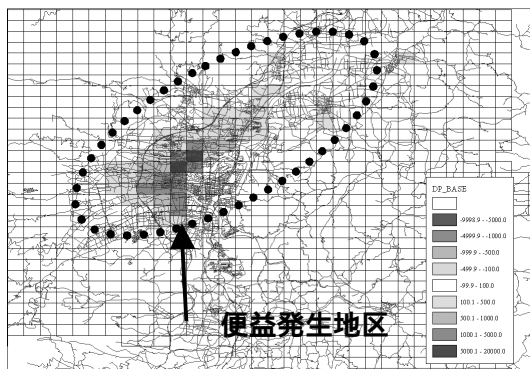


図-5 直接効果の地区別便益分布 (円/m²)

次に、従業員人口分布の変化と容積率変化の効果を含まない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員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員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)と従業員人口減少効果(-要因)が混在するため、正・負効果は不定となる。

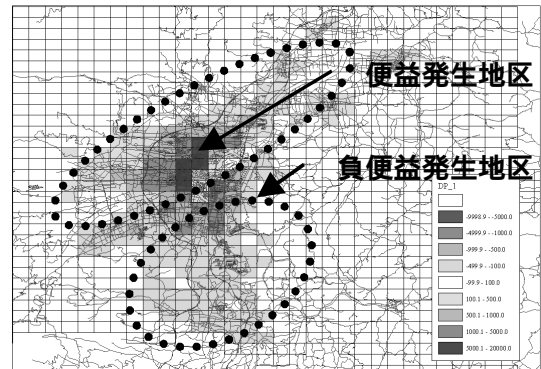


図-6 間接効果含む地区別便益分布 (円/m²)

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%利率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439.2億円となる。

(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1.0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和分析上の課題

Venables (1999)³⁾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⁴⁾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の問題研究会編：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.