

平成 30 年 6 月 1 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H04059

研究課題名(和文) ダブルネットワーク道路整備の社会経済分析とその効果計測手法の提案

研究課題名(英文) Social economic analysis and evaluation method for dabble-network road investments.

研究代表者

小池 淳司 (KOIKE, Atsushi)

神戸大学・工学研究科・教授

研究者番号：60262747

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 8,700,000円

研究成果の概要(和文)：我が国は、世界的にも有数の自然災害大国であり、防災・減災対策に向けた取組は極めて重要である。災害時においては、道路ネットワークのリダンダンシーが被害軽減に大きな役割を果たすが、通常時の渋滞時等においてもその効果を発揮するものと考えられる。通常時におけるリダンダンシーは、企業の生産活動へ大きな影響を与えると想定されるが、これらの影響・効果が定量的に分析された事例はない。そこで本研究では、固定効果モデルによるパネルデータ分析手法を用いて、リダンダンシー(第2最短経路)と企業立地の関係を統計的に分析した。その結果、有意な地域がいくつか得られ、リダンダンシーによる企業立地効果を捉えることができた。

研究成果の概要(英文)：In order to decrease a risk in case of emergency such as traffic congestion due to catastrophic events, to build a double or triple network of highway seems effective. It clearly shows that new manufacturing factory locates in the area where the alternative route to major cities is developed. "Redundancy Effects" in this study means that shortening of transportation time of the alternative route to major cities promotes manufacturing factory location. The purpose of this study is to estimate this effect by using fixed effect model. As a result of estimation, redundancy effects were observed in some areas. Many of these areas are far from the urban area.

研究分野：土木計画学

キーワード：リダンダンシー 固定効果 パネルデータ

1. 研究開始当初の背景

我が国は、世界的にも有数の自然災害大国であり、平成23年3月11日に発生した東日本大震災では甚大なる被害が報告されている。将来的に発生が確実視されている東海・東南海地震等の大規模災害による被害軽減に向けて、防災・減災対策への取組みは極めて重要であるといえる。災害発生後の状況下では、被災地への物資輸送、負傷者の搬送等、道路が果たすべき役割は非常に大きく、とりわけ道路ネットワークの多重化（リダンダンシー）が被害軽減に寄与することが知られている。例えば、避難経路および物資輸送経路の確保や、企業のサプライチェーン寸断を防ぐことも大きな効果の1つとして挙げられ、既往研究では、仮想的市場評価法や空間的応用一般均衡モデルによって災害時のリダンダンシー効果の定量的な計測が試みられている。しかしながら、多くの既存研究では、主に「災害時」を想定した効果計測が試みられているが、「平常時」においても、都市間モビリティの向上・選択経路数の増加に伴う多様性向上といったリダンダンシー機能が発揮されるため、平常時におけるリダンダンシー効果の検討も重要であると考えられる。

2. 研究の目的

平常時におけるリダンダンシー効果は、特に企業への生産活動（生産リスクの低減・新規企業立地等）へ大きな影響を与えるものと推察されるが、これまでに平常時のリダンダンシー効果を定量的に検討した調査・研究等は、ほとんどない。そこで、本研究では、近畿地方を対象とし、既存研究で考案された固定効果モデルによるパネルデータ分析手法を用いて、リダンダンシー（第2最短経路）の所要時間短縮が企業立地等へ与える影響を定量的に分析する。

3. 研究の方法

(1) リダンダンシー経路の考え方

既存のリダンダンシー経路の考え方と、本研究でのリダンダンシー経路の考え方の違いを表-1に整理する。まず、本研究では、平常時における企業の生産活動への影響を分析するために、経路探索方法は最短経路（速達性の評価）として考える。これは、制約のある労働時間内で、より効率的に生産活動が行われているものと想定するためである。よって、本研究でのリダンダンシー経路（第2経路）は、「第1最短所要時間経路を除いたリンクでの最短所要時間経路」と定義し、第1経路と第2経路が重複しないように設定する。

また、本研究のもう1つの大きな特徴として、多時点での分析を行っている点が挙げられる。既存の評価手法では、評価時点を1時点とし、対象事業のあり・なしによって分析

が行われていたが、本研究では多時点のネットワークを扱った時系列分析を行うため、この点も新たな試みの1つといえる。ただし、多時点でのリダンダンシー経路を考える場合、経年変化のパターンに注意が必要である。表-2は、多時点での最短経路探索を行うことで考えられる第1経路および第2経路の所要時間の経年変化パターンである。このうち、パターン[6]～パターン[9]は、最短経路を前提とする上で、発生し得ることはないパターンであるが、分析を行う上で問題となり得るパターンは[3]である。これは、ある道路が第2経路上に整備され第1経路となった場合、第2経路はこれまでの経路よりも大きく迂回する経路となるパターンである。本研究では、パターン[3]が発生した場合、「前年からの所要時間の変化なし」と設定し、第2経路所要時間の増加は発生しないように設定した。

表-1 リダンダンシー経路の考え方の比較

	防災機能評価 マニュアル	接続脆弱性 評価分析	本研究
考え方	最短経路	経路数最大	最短経路
評価視点	速達性	接続性	速達性
想定状況	災害時	平常時	平常時
時点	1時点	1時点	多時点

表-2 最短経路探索の経年変化パターン

	第1経路	第2経路	可能性
パターン[1]	↘ 減少	↘ 減少	
パターン[2]	↘ 減少	→ 変化なし	
パターン[3]	↘ 減少	↗ 増加	
パターン[4]	→ 変化なし	↘ 減少	
パターン[5]	→ 変化なし	→ 変化なし	
パターン[6]	→ 変化なし	↗ 増加	×
パターン[7]	↗ 増加	↘ 減少	×
パターン[8]	↗ 増加	→ 変化なし	×
パターン[9]	↗ 増加	↗ 増加	×

(2) 固定効果モデルによる分析

モデルの定式化

高速道路整備の影響が地域別に異なる傾きと個別効果をもつことを前提とし、標準的固定効果モデルに主体別のダミー変数を加えたモデルを構築する。これにより、個別効果だけでなく、経済主体で異なる傾きが推定でき、地域間で比較分析が可能となる。本研究では、被説明変数に企業の立地を表す経済指標を用い、説明変数に道路整備水準を表すアクセシビリティ指標を用いる。なお、第1経路及び第2経路のアクセシビリティ指標を

インプットデータとするが、本研究では以下の3ケースの設定で分析を行った。まず、第1経路アクセシビリティのみを説明変数とするケース、第2経路アクセシビリティのみを説明変数とするケース、そして両アクセシビリティを同時に説明変数とするケースとした。なお、両アクセシビリティを同時に説明変数とするケースでは、両説明変数の回帰パラメータを推定し、推定された第2アクセシビリティのパラメータの符号条件や統計的信頼性により、リダンダンシー効果の有無を判断するものである。

$$\ln y_{it} = \alpha + (f_1 F_1 + \dots + f_p F_p) \ln x1_{it} + (f'_1 F_1 + \dots + f'_p F_p) \ln x2_{it} + d_1 D_1 + \dots + d_p D_p + \gamma M_t \quad (1)$$

$$\ln y_{it} = \alpha + (f_1 F_1 + \dots + f_p F_p) \ln x1_{it} + d_1 D_1 + \dots + d_p D_p + \gamma M_t \quad (2)$$

$$\ln y_{it} = \alpha + (f'_1 F_1 + \dots + f'_p F_p) \ln x2_{it} + d_1 D_1 + \dots + d_p D_p + \gamma M_t \quad (3)$$

ただし、 y_{it} ：経済指標（事業所数や従業員数など企業立地を表す指標）またはその変化率、 $x1_{it}$ ：地域*i*の第1経路に関するアクセシビリティまたはその変化率、 $x2_{it}$ ：地域*i*の第2経路に関するアクセシビリティまたはその変化率、 α, f, d, γ ：パラメータ、 F, D ：地域別ダミー変数、 i, t ：地域、年を表すサフィックス、 p ：分析対象地域数、 M_t ：マクロ変数（被説明変数に対応した各年次の近畿管内合計値）

アクセシビリティの定式化

本研究では、目的地の社会経済規模（人口、製造出荷額、商品販売額等）と経年の所要時間で表現された交通抵抗による関数から、アクセシビリティを定式化する。具体的には、下式の通りであり、第1経路と第2経路に関するアクセシビリティを算出する。

$$x1_{it} = \sum_{j \in J} \exp(-t1_{ijt}) w_{jt} \quad (4)$$

$$x2_{it} = \sum_{j \in J} \exp(-t2_{ijt}) w_{jt} \quad (5)$$

ただし、 $t1_{ijt}$ ： t 年の地域*i*から*j*までの最短所要時間、 $t2_{ijt}$ ： t 年の地域*i*から*j*までの第2最短所要時間、 w_{jt} ： t 年における地域*j*の社会経済規模（夜間人口）

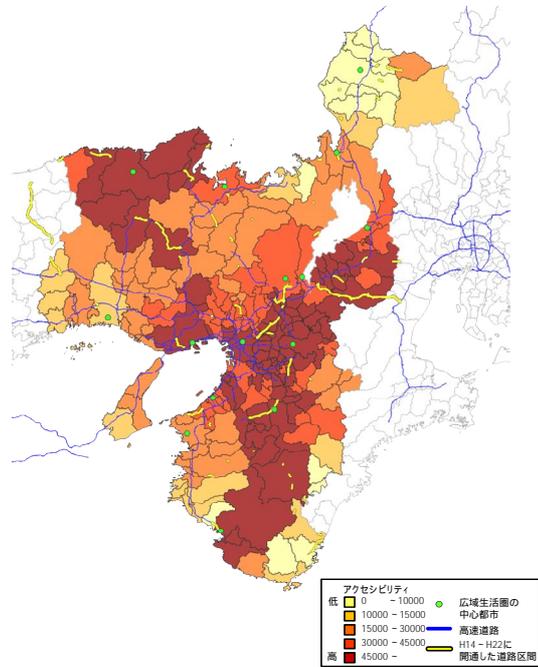


図-1 第1経路のアクセシビリティの変化

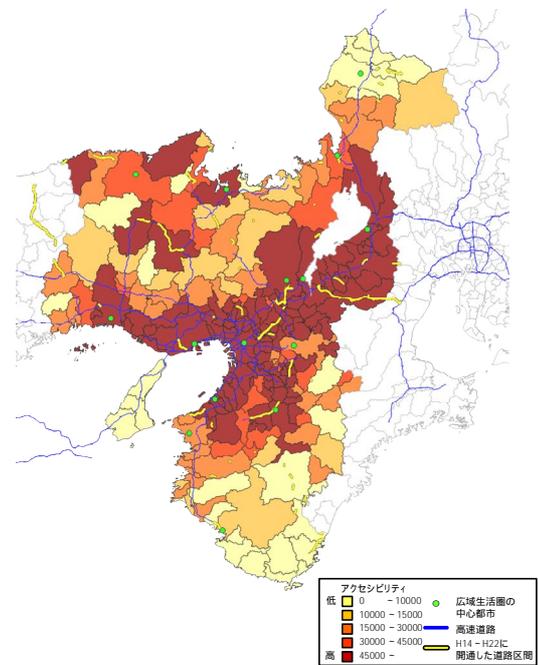


図-2 第2経路のアクセシビリティの変化

4. 研究成果

地域別に推定されたパラメータを見ると、リダンダンシー経路（第2経路）と経済指標との間に有意に相関のある地域を確認することができた（事業所数での和束町、従業員数の日野町・甲良町・由良町、製造品出荷額での門真市・十津川村等）。これらの地域の特徴としては、いずれも都市圏から離れた地方都市にあり、地域高規格道路である第二京阪道路が各都市からの第2経路の時間短縮に貢献していることが挙げられる。この第二京阪道路は、日本の大動脈である名神高速道路の並行路線に位置づけられ、まさに都市間の

第2経路として機能していることから，有意な結果が得られたものと考えられる．

表-3 パラメータ推定結果（事業所数）

市町村	式(1)		式(2)	式(3)
	第1経路	第2経路		
三方郡美浜町	7.84	0.12	8.46 *	3.53 *
宇治市	0.71	0.30	0.92	0.76
宇治田原町	1.10	0.25	1.56	0.85
笠置町	8.28	0.19	9.04 **	2.81 *
和束町	-58.70 ***	12.43 ***	-7.79	0.24
豊能町	-31.85	9.18	-2.47	1.14
芦屋市	3.22	1.52	8.96	2.34
伊丹市	5.63	0.06	6.69	1.13
加古川市	12.13	0.12	13.79	1.86
稲美町	8.96	1.24	18.97 *	2.32 *
福崎町	1.57	0.37	3.17	1.16
東吉野村	3.21	1.84	5.10 *	4.67 *
紀の川市	0.92	0.77	3.52	1.08
高野町	0.59	0.63	0.91	1.60
印南町	2.40	0.07	4.43	0.19

(***; 99.9%有意, **; 99%有意, *; 95%有意)

表-4 パラメータ推定結果（従業者数）

市町村	式(1)		式(2)	式(3)
	第1経路	第2経路		
草津市	2.13	0.86	3.88 *	1.36 **
米原市	3.64	0.52	6.89	1.14 *
日野町	11.43	0.01	11.93 ***	0.61 ***
豊郷町	-17.40 **	3.29 *	-4.09	0.11
甲良町	0.43	2.43 **	3.19 *	2.70 ***
八幡市	0.27	0.37	0.56	0.58
宇治田原町	0.66	0.40	1.31	0.79
和束町	-57.43 ***	12.85 ***	-4.99	0.95
堺市	0.06	0.82	4.64	1.03
池田市	3.22	0.95	6.71	1.99
箕面市	1.20	1.92	8.75	2.50
豊能町	-38.20 *	11.16 *	-3.03	1.55
千早赤阪村	2.92	2.00	7.31	3.03
神戸市	0.67	2.17	7.86	2.67
姫路市	7.80	0.13	9.13	1.52
芦屋市	1.20	2.15	8.70	2.69
加古川市	4.93	0.86	10.78	1.72
三田市	3.38	8.35	8.65	14.27 *
葛城市	3.23	1.36	6.36	2.48
紀の川市	0.88	0.90	3.74	1.21
岩出市	-8.00	2.00	-0.43	0.36
日高町	3.50	0.38	5.43	1.10
由良町	8.45	2.26	17.34 **	3.93 ***
印南町	3.10	0.10	5.55	0.25
上富田町	0.15	2.86	1.25 *	3.23 **

(***; 99.9%有意, **; 99%有意, *; 95%有意)

表-5 パラメータ推定結果（製造品出荷額）

市町村	式(1)		式(2)	式(3)
	第1経路	第2経路		
草津市	1.89	0.53	3.06	0.89
甲賀市	7.75	0.05	8.61	0.60
東近江市	6.19	0.64	9.22	1.67
甲良町	4.61	0.77	5.62 *	2.42
長岡京市	-14.29	1.16	-4.09	0.44
宇治田原町	1.12	0.48	1.87	1.06
堺市	25.82	0.07	27.01 *	3.39
門真市	-53.00 *	2.68 *	-2.63	0.55
姫路市	6.63	1.61	15.97	2.60
神河町	23.97	8.35	36.98 ***	21.99 **
十津川村	-2.04 ***	12.61 **	-0.48	1.27

(***; 99.9%有意, **; 99%有意, *; 95%有意)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計5件)

Atsushi Koike and Ryota Okumura : Transportation Investments and Productivity Analysis of a Japanese Case Study, MATEC Web of Conferences 103, 09016, 2017. (査読有)
DOI:10.1051/mateconf/201710309016.

Atsushi Koike and Yoshinao Miyamoto : Short-run Economic Assessment of the Transportation Recovery Policy After an Earthquake, MATEC Web of Conferences 103, 2017. (査読有)
DOI:10.1051/mateconf/201710309017

山崎雅人, 小池淳司, 曾根好徳, 南海トラフ巨大地震による製油所被災の経済被害推計: 多地域応用一般均衡モデルによる分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.72, No.5, I_111-I_121, 2016. (査読有)

小池淳司, 定金乾一郎, 古市英士, 片山慎太郎, 高速道路のリダンダンシー効果が地域経済に与える影響分析, 土木計画学論文集 D3 (土木計画学), Vol.71, No.5, I_201-I_208, 2015. (査読有)

小池淳司, 片山慎太郎, 古市英士, 物流拠点を經由する都市間物流モデルの構築, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.71, No.5, I_533-I_545, 2015. (査読有)

〔学会発表〕(計 6 件)

織田澤利守, 明定俊行, 企業間取引ネットワークの変化が企業の生産性に及ぼす影響- 都市間交通基盤整備に着目した実証分析-, 第 55 回土木計画学研究発表会, 2017

小川智之, 土屋哲, 谷本圭志, 長曾我部まどか, 災害時の地域間流動推計による農産品の代替生産地に関する研究, 第 56 回土木計画学研究発表会, 2017

Y.Davydenko, H.Thissen, A.Koike, L.A.Tavasszy, Approaches for modelling of distribution centers in freight transport models, 14th world Conference on Transport Research, Shanghai, China, 2016.

Tomoki Ishikura and Atsushi Koike: Perfect and Imperfect Modeling on Spatial CGE Analysis, 56th European Congress of the Regional Science Association International (ERSA2016), Vienna, Austria, 2016.

Tomoki Ishikura: Metropolitan CGE for transport project appraisal, 56th European Congress of the Regional Science Association International (ERSA2016), Vienna, Austria, 2016.

大平悠季, 織田澤利守, 社会ネットワークに基づくコミュニケーション行動と政策分析, 第 52 回土木計画学研究発表会, 2015

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小池 淳司 (KOIKE, Atsushi)
神戸大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 60262747

(2) 研究分担者

石倉 智樹 (ISHIKURA, Tomoki)
首都大学東京・都市環境科学研究科
・准教授
研究者番号: 30356050

織田澤利守 (OTAZAWA, Toshimori)
神戸大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号: 30374987

土屋 哲 (TSUCHIYA, Satoshi)
鳥取大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号: 70422623

桑野 将司 (KUWANO, Masashi)
鳥取大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号: 70432680

(3) 連携研究者

(4) 研究協力者

Lori. A. Tavasszy
TU Delft ・ Professor