

# 地方部における高速鉄道・高速道路整備の地域経済効果計測手法の開発

## Development of a regional economic effect measurement method for development of high-speed rail and expressway in rural areas

佐藤徹治研究室 1674037 吉富 翔一

### 1. はじめに

近年、日本全国で高速鉄道の延伸開業や高速道路の開通が相次いでいる。2015年3月に北陸新幹線の一部（高崎～金沢）が開業した。さらに、北陸新幹線の敦賀～新大阪の整備も計画されている。また、2011年3月に発生した東日本大震災により東北地方で復興道路計画が策定され、2020年に9割が開通する予定である。

高速鉄道や高速道路の整備は、地域間の所要時間を大幅に短縮し、その結果、地域経済に大きな影響を及ぼすと考えられる。高速鉄道整備による地域経済効果を経済モデルにより分析した既往研究は、空間的応用一般均衡（SCGE）モデルによるものと地域計量経済モデルによるものに大別される。

SCGEモデルにより高速鉄道整備の経済効果を計測した既往研究としては、台湾高速鉄道の整備効果を分析した土谷ら（2009）<sup>1)</sup>、韓国高速鉄道とリニア中央新幹線の整備効果を比較分析した宮下ら（2009）<sup>2)</sup>、中央新幹線整備による時系列の効果を地域間人口移動への影響を考慮して分析した Sato（2013）<sup>3)</sup> などがある。しかし、これらの研究では、高速鉄道整備に伴う観光客数の増加、観光行動の変化、企業立地の変化（新規立地・撤退）がもたらす影響が考慮されていない。

地域計量経済モデルにより高速鉄道・高速道路整備の経済効果を計測した既往研究としては、観光客数の増加、物流コストの変化への影響を考慮したモデルを構築した Sato（2015）<sup>4)</sup> や藤原ら（2016）<sup>5)</sup> がある。Sato（2015）は、新幹線等の高速鉄道の整備に伴う域内および域外からの観光客の増加が地域経済に及ぼす時系列的影響を分析可能な地域計量経済モデルの枠組みを提案し、北海道を対象とする実証モデルを構築して、北海道新幹線の整備効果を分析している。藤原ら（2016）は、高速道路整備が大型物流施設の新規立地を誘発し、それに伴う物流コスト削減が企業の潜在生産力の向上や民間資本ストックを増加させることで地域経済に与える影響を分析可能なモデルを構築している。しかし、高速鉄道・高速道路整備に伴う観光行動の変化と企業立地の変化（新規立地・撤退）、物流コスト削減による地域経済への影響のすべてを考慮した既往研究のモデルはみられない。また、既往研究のモデルでは、一国ベースの近年のマクロ計量経済モデルで一般的な財市場の需給ギャップが考慮されていない。

そこで本稿では、需給ギャップを考慮し、高速鉄道・

高速道路整備による観光行動および企業立地の変化、物流コストの削減を考慮した地域経済効果を計測可能な地域計量経済モデルを提案する。さらに、石川県、岩手県を対象とする実証モデルを構築し、北陸新幹線（高崎～金沢）の開通、東北地方の復興道路の整備による地域経済効果を計測する。

### 2. 地域計量経済モデルの構築

#### 2.1 モデルの定式化

Sato（2015）、藤原ら（2016）、樋野ら（2012）<sup>6)</sup> のモデルを参考に、高速鉄道・高速道路整備による観光行動の変化や企業立地の変化、物流コストの削減、需給ギャップの変化を考慮したモデルの構築を行う。

以下にモデルの仮定を示す。

- ①地域内総生産は地域内総支出に等しい額で実現される。
- ②生産要素は労働と資本で、労働は就業者数に労働時間指数を乗じたもの、資本は民間資本ストックに民間資本稼働率指数を乗じたものとする。
- ③就業者数は、人口規模に応じて決定される。
- ④民間資本ストックは、前期の民間資本ストックから減価償却分を減じ、当期の民間設備投資を加えたものと定義される。
- ⑤地域内総支出は、民間消費支出（地域内からの観光、その他）、民間設備投資、民間住宅投資、政府消費支出、公的総資本形成、高速鉄道・高速道路整備による公的総資本形成の増加分、在庫投資、移輸出（地域外からの観光、その他）、移輸入（控除）の和で定義される。
- ⑥地域内からの観光に伴う消費支出は、地域内からの宿泊、日帰りそれぞれの観光入込客数と消費単価によって決定される。観光入込客数は宿泊、日帰りともに名目可処分所得を物価指数（デフレーター）で割った実質可処分所得に影響を受ける。また、観光以外の消費支出については、将来の人口減少を考慮して1人あたりの関数とし、1人あたりの実質可処分所得に影響を受ける。
- ⑦地域外からの観光に伴う消費支出は、地域外からの国内の宿泊、日帰り、海外それぞれの観光入込客数とその消費単価によって決定される。また、観光以外の移輸出については、国内総生産と替替レートに影響を受ける。
- ⑧民間設備投資は、加速度原理およびストック調整原理

を考慮し、前期の地域内総生産および民間資本ストックで決定される。

- ⑨家計可処分所得は、地域内総生産で決定される。
- ⑩政府消費支出、公的総資本形成、移輸入、在庫投資は外生的に決定される。
- ⑪物価指数は、潜在生産力に対する実現地域内総生産の比率に影響を受ける。
- ⑫物流コストは、地域間の最短所要時間と交通量の積に時間価値を乗じたものとする。

本稿のモデルフローを図-1、図-2に、モデル式を(1)~(17)式に示す。なお、(2-A)、(2-B)式は、それぞれ高速鉄道モデル、高速道路モデルの生産関数を表す。

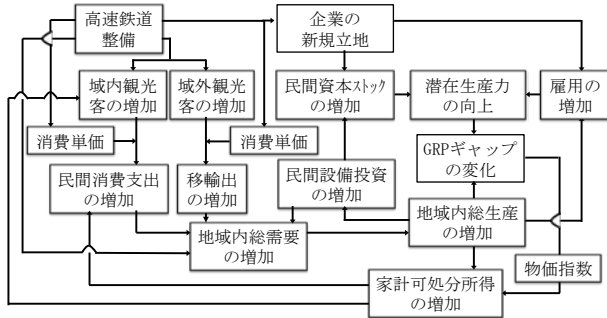


図-1 高速鉄道モデルのフロー

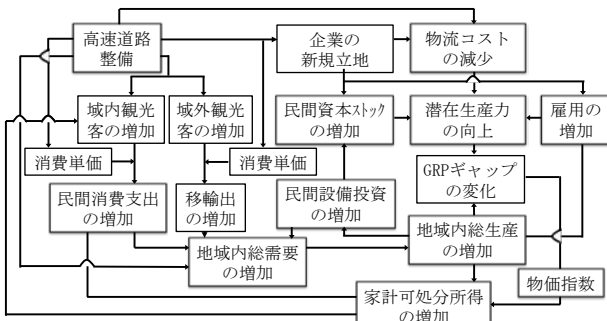


図-2 高速道路モデルのフロー

$$GRP_t = GRE_t \quad (1)$$

$$X_{i,t} = X_{i,t}(ROW_{i,t} \cdot KP_{i,t}, LHR_{i,t} \cdot NW_{i,t}) \quad (2-A)$$

$$X_{i,t} = X_{i,t}(ROW_{i,t} \cdot KP_{i,t}, LHR_{i,t} \cdot NW_{i,t}) - w \Delta T_t \quad (2-B)$$

$$\Delta T_t = \sum_r \sum_s (T_{rs,t}^a \cdot Q_{rs,t}^a - T_{rs,t}^b \cdot Q_{rs,t}^b) \quad (2-b)$$

$$KP_{i,t} = (1-\eta)KP_{i,t-1} + IP_{i,t} + dKP_{i,t} \quad (3)$$

$$NW_{i,t} = NW_{i,t}(POP_t + dPOP_t) \quad (4)$$

$$GRE_t = CP_t + \sum_i IP_{i,t} + IHP_t + CG_t + IG_t + dIG_t + Z_t + E_t - M_t \quad (5)$$

$$CP_t = CP1_t + CP2_t \quad (6)$$

$$CP1_t = u1_t^L \cdot (N1_t^L + dN1_t^L) + u1_t^D \cdot (N1_t^D + dN1_t^D) \quad (7)$$

$$N1_t^L = N1_t^L(YH_t^n / p_t) \quad (8)$$

$$N1_t^D = N1_t^D(YH_t^n / p_t) \quad (9)$$

$$\frac{CP2_t}{POP_t} = \frac{CP2_t}{POP_t} \left( \frac{YH_t^n / p_t}{POP_t} \right) \quad (10)$$

$$IP_{i,t} = IP_{i,t}(GRP_{i,t-1}, KP_{i,t-1}) \quad (11)$$

$$IHP_t = IHP_t(POP_t) \quad (12)$$

$$E_t = E1_t + E2_t \quad (13)$$

$$E1_t = u2_t^L \cdot N2_t^L + u2_t^D \cdot N2_t^D + u2_t^F \cdot N2_t^F \quad (14)$$

$$E2_t = E2_t(GDP_t, FXS_t) \quad (15)$$

$$\frac{YH_t^n}{p_t} = \frac{YH_t^n}{p_t}(GRP_t) \quad (16)$$

$$p_t = p_t(GRP_t / X_t) \quad (17)$$

ここで、 $GRP$  は地域内総生産、 $GRE$  は地域内総支出、 $X$  は潜在生産力、 $ROW$  は民間資本稼働率、 $KP$  は民間資本ストック、 $LHR$  は平均労働時間指数、 $NW$  は就業者数、 $w$  は時間価値、 $T$  は地域間の所要時間、 $Q$  は地域間の交通量、上付きの  $a \cdot b$  は整備あり・整備なし、 $r$  と  $s$  は地域である。 $IP$  は民間設備投資、 $dKP$  は企業立地変化による民間資本ストックの変化、 $POP$  は人口、 $dPOP$  は企業立地変化による人口の変化である。 $CP$  は民間消費支出、 $IHP$  は民間住宅投資、 $CG$  は政府消費支出、 $IG$  は公的総固定資本形成、 $dIG$  は公的総固定資本形成の変化分、 $Z$  は在庫投資、 $E$  は移輸出、 $M$  は移輸入である。 $CP1$  は域内の観光消費支出、 $CP2$  は域内の観光以外の消費支出、 $u1$  は域内観光客の消費単価、 $N1$  は域内からの観光入込客数、 $dN1$  は域内からの観光入込客数の変化分、 $L$  は宿泊、 $D$  は日帰り、 $YH^n$  は名目可処分所得、 $p$  は物価指数(デフレータ)である。 $E1$  は域外の観光消費支出、 $E2$  は域外の観光以外の消費支出、 $u2$  は域外観光客の消費単価、 $N2$  は域外からの観光入込客数、 $F$  は海外、 $GDP$  は国内総生産、 $FXS$  は為替レートである。

## 2.2 データ収集

地域計量経済モデルのパラメータ推定は、県民経済計算(内閣府)等の時系列年度データ(2001~2014年度)を用い、OLS(最小二乗法)により行う。各変数の時系列データの出典一覧を表-1に示す。

表-1 時系列データの出典一覧

産業	出典	産業	出典
$X_i$	全産業 県民経済計算(内閣府)	$CP^{Other}$	県民経済計算(内閣府)
$KP_i$	全産業 県民経済計算(内閣府)	$YH^n$	県民経済計算(内閣府)
$LHR_i$	二次 毎月勤労統計調査(厚生労働省)	$E^{Other}$	県民経済計算(内閣府)
	三次 毎月勤労統計調査(厚生労働省)	$GDP$	国民経済計算(内閣府)
$NW_i$	全産業 県民経済計算(内閣府)	$FXS$	外国為替市況(日本銀行)
$POP$	人口問題研究所	$IHP$	県民経済計算(内閣府)
$IP_i$	全産業 県民経済計算(内閣府)	$p$	県民経済計算(内閣府)
$GRP$	県民経済計算(内閣府)	$ROW_i$	二次 鉱工業指数(経済産業省)
$NT1^L$	共通基準による観光入込客統計(観光庁)		三次 第3次産業活動指数(経済産業省)
$NT1^D$	共通基準による観光入込客統計(観光庁)		

## 2.3 定常性の検証

時系列データを用いて各関数のパラメータ推定を行う

際には、定常性の検証が必要となる。時系列データが定常性を満たさない場合、パラメータ推定結果の信頼性が小さいことが知られている。定常性の検証は ADF (Augmented Dickey-Fuller) テストにより行う。検証の結果、p 値が 0.20 未満で定常とみなす。原系列で非定常な変数については、一階の階差を取り再度検証を行う。

検証の結果、石川県の時系列データは資本ストックと民間設備投資の差分（1次産業と3次産業）が、石川県の時系列データは資本ストック（2次産業と3次産業）および資本ストックと民間設備投資の差分（2次産業）が原系列で非定常となった。しかし、これらは資本ストックの定義式の変数であるため、原系列の変数のままで定式化・推定を行う。

## 2.4 パラメータ推定

石川県及び岩手県の時系列データを用いてパラメータ推定を行う。ここでは石川県のパラメータ推定結果のみを記載する。推定結果、推定式を表-2、式(2-A)~(17)'に示す。

表-2 パラメータ推定結果（石川県）

産業	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	$\lambda$	D.W.	R <sup>2</sup>
(2-A)' 一次	-1.902 (-2.868)	0.3551 (2.296**)		0 (3.481**)		1.929	0.639
二次	-0.225 (-0.663)	0.2741 (2.472**)		0 (-2.525**)	0 (4.926**)	2.035	0.867
三次	2 (9.642)	0.765 (12.203**)				1.409	0.925
(3)' 一次		0.9775 (3084.654**)				1.700	0.972
二次		0.9527 (287.004**)				1.552	0.985
三次		0.9502 (265.424**)				2.104	0.963
(4)' 一次		0.0186 (105.300**)		-2.465 (-8.771**)		1.833	0.893
二次		0.1539 (88.404**)		-12.122 (-4.385**)		0.929	0.725
三次	263.952 (5.582)		0.0219 (1.599)	2.444 (2.515**)		1.850	0.712
(8)'		0.4293 (154.308**)		-140.166 (-9.962**)		2.263	0.819
(9)'		1.3374 (21.821**)		1,844,568 (5.623**)	2,271,321 (5.940**)	1.232	0.832
(10)'	-2 (-1.830)	1.8167 (4.143**)		0 (3.408**)	0 (4.744**)	2.263	0.768
(11)' 一次	-1.763 (-0.092)	0.5590 (1.456)		-9.182 (-3.859**)		1.776	0.726
二次	55.528 (0.839)	0.0447 (2.349**)		99,349 (7.276**)		1.977	0.857
三次	205,442 (5.570)	0.025133 (3.623**)		32,106 (6.061**)		2.075	0.792
(12)'		0.1016 (29.157**)		37,270 (5.976**)		1.726	0.763
(13)'	-1,450,992 (-1.181)	0.0064 (3.085**)	8,665 (3.077**)	401,618 (5.846**)		2.207	0.861
(16)'	2,154,117 (5.782)	0.1275 (1.601)		80,830 (3.677**)	-56,633 (-2.062*)	1.476	0.883
(17)'	0.4529 (5.440)	0.4700 (5.968**)		0.0887 (9.096**)		2.240	0.913

注) ( )内は t 値。\*\*は1%有意、\*は5%有意。

DUM 1(一次):1(2008), 0(その他)  
DUM 2(二次):1(2013), 0(その他)  
DUM 3(三次):1(2006-2011), 0(その他)  
DUM 4:1(2005-2007), 0(その他)  
DUM 6:1(2013-2014), 0(その他)  
DUM 8:1(2010-2014), 0(その他)  
DUM 9(二次):1(2006-2008), 0(その他)  
DUM 10:1(2001-2006), 0(その他)  
DUM 12:1(2004-2007), 0(その他)  
DUM 14:1(2002-2004), 0(その他)  
DUM 1(二次):1(2009,2010), 0(その他)  
DUM 3(一次):1(2008-2014), 0(その他)  
DUM 3(三次):1(2013), 0(その他)  
DUM 5:1(2008-2010), 0(その他)  
DUM 7:1(2008), 0(その他)  
DUM 9(一次):1(2008-2012), 0(その他)  
DUM 9(三次):1(2004-2007), 0(その他)  
DUM 11:1(2005-2009), 0(その他)  
DUM 13:1(2011-2013), 0(その他)

$$\ln\left(\frac{X_{i,t}}{ROW_{i,t} \cdot KP_{i,t}}\right) = \alpha + \beta \ln\left(\frac{LHR_{i,t} \cdot NW_{i,t}}{ROW_{i,t} \cdot KP_{i,t}}\right) + \delta DUM1_{i,t} + \lambda DUM2_{i,t} \quad (2-A)'$$

$$KP_{i,t} - IP_{i,t} = \beta KP_{i,t-1} \quad (3)'$$

$$NW_{i,t} = \alpha + \beta(POP_t + dPOP_t) + \gamma X_{i,t-1} + \delta DUM3_{i,t} \quad (4)'$$

$$N1_t^L = \beta(YH_t^n / p_t) + \delta DUM4_t \quad (8)'$$

$$N1_t^D = \beta(YH_t^n / p_t) + \delta DUM5_t + \lambda DUM6_t \quad (9)'$$

$$\frac{CP_t^{Other}}{POP_t} = \alpha + \beta \frac{(YH_t^n / p)}{POP_t} + \delta DUM7_t + \lambda DUM8_t \quad (10)'$$

$$IP_{i,t} = \alpha + \beta X_{i,t} + \gamma KP_{i,t-1} + \delta DUM9_{i,t} \quad (11)'$$

$$IHP_t = \beta POP_t + \delta DUM10_t \quad (12)'$$

$$E2_t = \alpha + \beta GDP_t + \gamma FXS_t + \delta DUM11_t \quad (13)'$$

$$\frac{YH_t^n}{p_t} = \alpha + \beta X_t + \delta DUM12_t + \lambda DUM13_t \quad (16)'$$

$$p_t = \alpha + \beta(GRP_t / X_t) + \delta DUM14_t \quad (17)'$$

## 2.5 現況再現性

推定された各関数を用いた高速鉄道・高速道路モデルによる地域内総生産の現況再現性を図-3、図-4に示す。推計値と実績値の平均絶対誤差率 (MAPE) は高速鉄道モデルが 1.777%、高速道路モデルが 2.535%となり、モデルは良好な再現性を有していると言える。

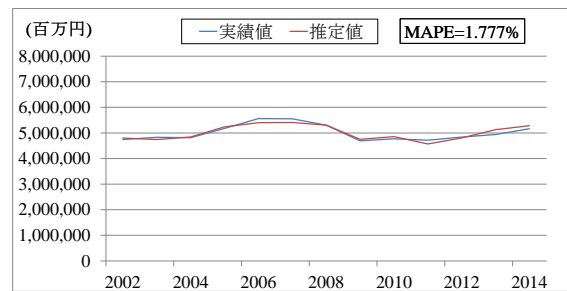


図-3 高速鉄道モデルの現況再現性（地域内総生産）

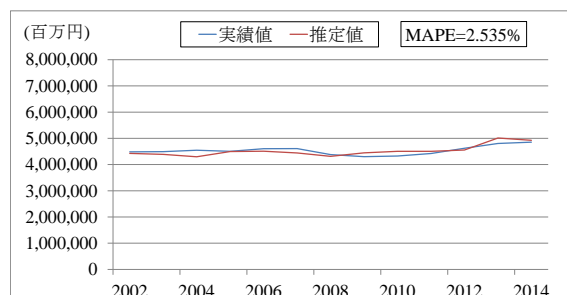


図-4 高速道路モデルの現況再現性（地域内総生産）

## 3. 実証分析

### 3.1 北陸新幹線整備が石川県の地域経済に及ぼす影響

北陸新幹線整備が石川県の地域経済に及ぼす影響を分析するため、以下のような条件を設定する。

①建設費である 1 兆 7801 億円を 2001~2014 年で均等配分（公的資本形成の増加）

②域内・海外からの観光客、国内の域外からの日帰り観

光客の消費単価は開通前後で変化なし

- ③国内の域外からの宿泊観光客の消費単価は開通前後で変化
- ④企業の新規立地により域内人口が開業前後で変化
- ⑤上記以外の外生変数は最新値で固定

なお、北陸新幹線開業前後の観光客の消費単価は、2014年の観光統計データ、北陸新幹線の有無による消費単価の変化を把握するために行ったアンケート調査の結果から推計する。観光消費単価の推計結果を表-3に示す。

表-3 観光消費単価の推計結果(円)

	域内		域外		
	宿泊	日帰り	宿泊	日帰り	海外
整備なし	22,726	5,229	31,859	10,212	67,877
整備あり	22,726	5,229	32,198	10,212	67,877

以上の条件で 2002~2040 年の期間で北陸新幹線がある場合とない場合を仮定し、シミュレーション分析を行う。北陸新幹線(高崎~金沢)の整備による石川県の地域内総生産への影響の分析結果を表-4に示す。

表-4 石川県の GRP への影響(北陸新幹線)

	整備あり	整備なし	あり-なし
2002	4,800,440	4,695,730	104,710
2005	5,239,816	5,135,106	104,710
2010	4,854,445	4,749,735	104,710
2014	5,283,587	5,178,876	104,711
2015	5,112,470	5,074,855	37,615
2020	5,197,198	5,159,577	37,621
2025	5,290,835	5,253,208	37,627
2030	5,389,588	5,351,955	37,633
2035	5,493,064	5,455,424	37,640
2040	5,600,397	5,562,750	37,647

分析の結果、新幹線整備が石川県の地域内総生産にもたらすフロー効果は年間約 1050 億円、2015 年以降のストック効果は年間約 380 億円であることが示唆される。

### 3.2 復興道路整備が岩手県の地域経済に及ぼす影響

復興道路整備が岩手県の地域経済に及ぼす影響を分析するため、以下のような条件を設定する。

- ①着工時期の 2013 年から全線開通予定の 2018 年まで総事業費である 1670 億円を均等配分(公的資本形成の増加)
- ②全線開通後の所要時間が最大 1 時間 36 分短縮、交通量は 2015 年時点で 1900 台/日増加
- ③時間価値は国土交通省が公開している費用便益マニュアルの車種別時間価値原単位より 64.18 (円/分・台)を使用
- ④観光入込客数は復興道路開通前後で 10%増加
- ⑤企業の立地変化による域内人口の変化はなし
- ⑥上記以外の外生変数は最新値で固定

以上の条件で 2013~2040 年の期間で復興道路がある

場合とない場合を仮定し、シミュレーション分析を行う。東北地方の復興道路整備による岩手県の地域内総生産への影響の分析結果を表-5に示す。

表-5 岩手県の GRP への影響(復興道路)

	整備あり	整備なし	あり-なし
2013	5,047,090	5,013,690	33,400
2015	5,191,044	5,157,644	33,400
2017	5,214,052	5,180,652	33,400
2018	5,225,402	5,218,028	7,374
2020	5,300,265	5,292,891	7,374
2025	5,513,658	5,506,284	7,374
2030	5,739,633	5,732,259	7,374
2035	5,978,170	5,970,795	7,375
2040	6,235,447	6,228,073	7,374

分析の結果、復興道路整備が岩手県の地域内総生産にもたらすフロー効果は年間約 334 億円、2018 年以降のストック効果は年間約 74 億円であることが示唆される。

## 4. おわりに

本稿では、マクロ財市場の需給ギャップを考慮し、高速鉄道整備による観光行動および企業立地の変化を考慮した地域経済効果を計測可能な地域計量経済モデルを提案するとともに、石川県と岩手県を対象とする実証モデルを構築した。

さらに、このモデルを用いて、北陸新幹線整備と東北地方の復興道路整備による物流コストの変化、観光行動および企業立地の変化を考慮した地域経済効果(石川県、岩手県の地域内総生産等の変化)のシミュレーション分析を行った。分析の結果、北陸新幹線・復興道路ともにフロー効果がストック効果を上回ることが示された。

## 参考文献

- 1) 土谷和之、林山泰久、上田孝行:空間的応用一般均衡モデルによる台湾高速鉄道の整備効果分析, 土木計画学研究・講演集(CD-Rom)、Vol.40、320、2009.
- 2) 宮下光宏、小池淳司、上田孝行:空間的応用一般均衡モデルによる韓国高速鉄道(KTX)及びロシア中央新幹線(MGLEV)の整備効果分析, 土木計画学研究・講演集(CD-Rom)、Vol.40、321、2009.
- 3) Sato, T.: Measuring the Impact of the Development of the Chuo Shinkansen Using a Quasi-Dynamic SCGE Model that considers the Population Movement, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.10, pp.350-362, 2013.
- 4) Sato, T.: Evaluation method of regional economic impact of high-speed railway development considering effects on tourism demand, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.11, pp.10-125, 2015.
- 5) 藤原真、佐藤徹治:東京都市圏物流流動調査を用いた圏央道整備による物流コスト削減効果と地域経済効果の計測, 土木計画学研究・講演集(CD-Rom)、Vol.54、232、2016.
- 6) 樋野誠一、門間俊幸、小池淳司、中野剛志、藤井聡:インフレ・デフレ状況を内生化したケインズモデルによる公共投資効果の分析, 土木学会論文集、F4(建設マネジメント)、Vol.68、No.4、I\_21-I\_32、2012.
- 7) Sato, T., Yositori, S.: Regional Economic Effect of Development of Hokuriku Shinkansen Considering Actual Change in Tourist Behavior, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.11, 34, 2017.