

東北縦貫線の開通による東京都市圏への経済的影響の分析

辻 裕之¹・石倉 智樹²・小根山 裕之³・鹿田 成則⁴

¹学生非会員 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 都市環境科学専攻 都市基盤環境学域

²正会員 首都大学東京都市環境学部 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)

E-mail: iskr@tmu.ac.jp

³正会員 首都大学東京都市環境学部 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)

E-mail: oneyama@tmu.ac.jp

⁴正会員 首都大学東京都市環境学部 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)

E-mail: shikata@tmu.ac.jp

東京都市圏は世界的にも巨大な鉄道ネットワークを持ち、人々の生活パターン形成に強く関係している。東京都市圏の都市鉄道ネットワークを変化させるような事業は周辺地域の市町村の住民生活に及ぼす影響も大きく、その社会的影響を無視することができない。現在JR東日本によって、宇都宮・高崎・常磐線の東京駅への乗り入れルートを新設する東北縦貫線事業が進められている。これは都市全体の鉄道ネットワークの中では局所的な小さな変化であるが、特に東京以北からの通勤環境には大きなインパクトをもたらすと予想される。そこで本研究では、通勤環境と居住地選択の相互影響関係に着目し、応用都市経済モデルを用いて、当該事業が地域経済へもたらす影響を分析する。

Key Words : *Computable Urban Economic model Tohoku Through Line*

1.はじめに

東京都市圏は世界的にも巨大な鉄道ネットワークを持ち、人々の生活パターン形成に強く関係している。東京都市圏の都市鉄道は、民間企業によって運営されるものが多いが、鉄道ネットワーク変化をさせるような政策は、周辺地域の市町村の住民の生活に及ぼす影響も大きい。そのため、その社会的影響を無視することができない。現在JR東日本は、現ネットワークでは上野止まりである宇都宮・高崎・常磐線を東京駅に乗り入れるルートを新設する東北縦貫線事業を実施している。これは都市全体の鉄道ネットワークの中では局所的な小さな変化であるが、特に東京以北からの通勤環境には、大きなインパクトをもたらすと予想される。そこで本研究は、当該事業による、地域経済や立地への影響の分析・評価を行う。

2.手法

(1)分析手法

都市鉄道の特徴は、特に通勤交通の要であることにあり、その状況変化は、単に交通行動だけではなく、居住地選択や、居住市場との相互影響関係にも変化をもたらす。本研究では、上田(1991)¹⁾上田(1992)²⁾、武藤・上田・高木(2000)³⁾等によりミクロ

経済学論を基礎として構築された応用都市経済モデルの理論に基づくモデルを構築し、分析、評価を行う。

(2)既存研究

現在の実務での応用都市経済モデルの適用事例では、山崎・武藤(2008)⁴⁾は開発人口、開発・誘発交通の取り扱いの違いについて東京都市圏において分析した。また山崎ら(2008)⁵⁾はアクアラインの料金値下げによる長期的・潜在的な影響・効果を交通面だけでなく土地利用、環境、経済等の幅広い観点から定量的に把握した。開発人口及び交通とは家計や企業の立地変動により新たに発生する人口・交通、また誘発交通とは目的変更や交通手段変更等によって新たに発生する交通のことである。

(3)分析対象地域

本研究での分析対象地域は常磐線、宇都宮線、高崎線及び、その並行路線が運行されている市町村とした。具体的には図1に示す計22個の市町村を対象地域とした。なお本研究では、さいたま市は合併間の市単位である大宮市、与野市、浦安市と旧区画として扱っている。



図 1. 対象地域

3.モデル

(1)モデルの概要

本モデルで想定している経済主体は家計、地主であり、それぞれが価格受容者として効用最大化行動及び利潤最大化行動を行うと想定する。土地市場及び交通市場の均衡条件より、地代、通勤交通費用(私事交通費用は本研究では想定していない)、財の消費、交通需要、土地需要が決定される。全体構造は図1に示す。CUEモデルで想定している主体は家計、企業、地主であり、それぞれが効用最大化行動(または利潤最大化行動)を行い、土地市場及び交通市場で決定される価格(地代、交通費用)によって財(トリップ数、土地面積)の消費・投入量が調整されるモデルであり、各ゾーンにおける土地市場とゾーン間を結ぶ交通市場が同時に均衡する多市場同時均衡モデルである。

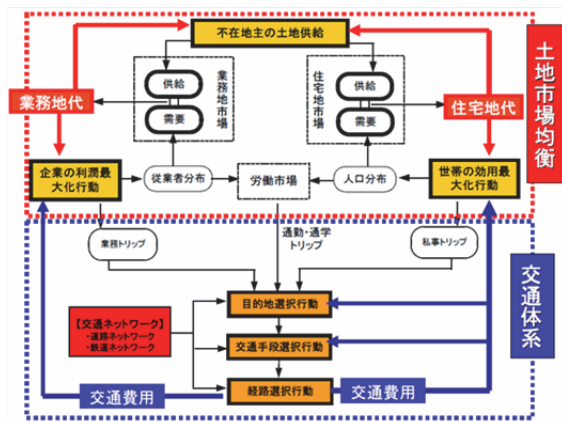


図 1. 応用都市経済モデルの全体構造

(2)定式化の前提条件

a)家計及び地主の行動における前提条件

CUEモデルの基本構成は踏襲しているが今回の分析に合わせて構築し、モデルを定式化した。全体構造は図2、3に示す通りである。また本分析での前提条件は以下に示す。

①経済主体は同一の選考を持つ人口1人当りで捉えた家計、不在地主を考えている。

- ②対象地域内の空間は*i*個のゾーンに分割されており、各ゾーン内における同一用途内は同質である。
- ③閉鎖都市モデルであり、対象地域の総人口は外生的に与えられる。
- ④土地市場は等効用原則に基づく均衡土地利用を確立的拡張した。
- ⑤家計は効用最大化行動に従い、立地選択を行う。

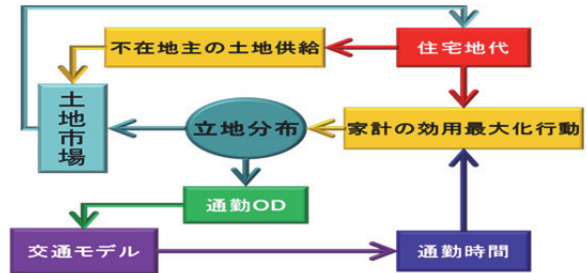


図 2. 本研究で構築したモデル

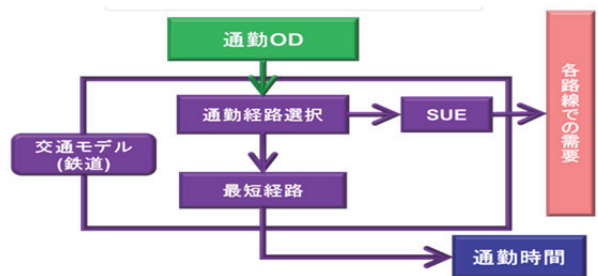


図 3. 本研究で構築した交通モデル

b)交通行動における前提条件

交通行動は経済主体である家計の消費するトリップの目的地、交通手段、経路を決定するものであるが、本分析では鉄道通勤交通だけに着目し、通勤目的地の変更は考えないものとする。

(3) 家計の行動モデル

a)財消費行動

家計は所得制約の下で、自身の効用が最大化されるように土地、合成財を消費し、その結果として得られる効用値に基づき居住地の選択を行う。家計の効用最大化行動は(1a)、(1b)のように定式化しており、土地(住宅地)、合成財を剤として、効用関数は一次同時の対数線形で特定化している。また所得は利用可能時間と移動の短縮時間の和に賃金率を乗じた消費者の潜在所得であり、実際に得られた所得額とは異なる額である。

$$V_i = \max_{z_i, a_i} [\alpha z \ln z_i + \alpha a \ln a_i] \quad (1.a)$$

$$s.t. z_i + r_i a_i = w(T - t_i) \quad (1.b)$$

i:ゾーンを表す添え字,

V_i:ゾーン*i*の世帯の効用水準,

z_i:価格を1とした合成財の消費量,

a_i:住宅消費量,

α, α_a:家計の分配パラメータ,

T:総利用可能時間,

t_i:ゾーン*i*での移動時間,

w:賃金率,

r_i:地域*i*での住宅地代

(1)式を解くと、各財の消費量が求められる。

$$z_i = \alpha z l_i \quad (2)$$

$$a_i = \frac{\alpha a}{r_i} l_i \quad (3)$$

$$l_i = w(T - t_i) \quad (4)$$

(2), (3), (4)式を(1)式に代入し、間接効用関数が導出される。本モデルでは土地の需要は所得の影響を受ける構造となる。

$$V_i = \ln l_i - \alpha a \ln r_i + C \quad (5)$$

$$C = \alpha z \ln \alpha z + \alpha a \ln \alpha a \quad (6)$$

b)立地選択行動

家計の立地選択行動は、(5), (6)式から導かれる間接効用及び住環境や地形的要因等の地域固有の指標から構成される「立地余剰」に基づき、宮城ら(1985)⁶⁾により定義されえた「選択の公式」で立地選択行動を行う。なお、地域固有の指標(ei)はキャリブレーションで計測されるものである。

$$S = \max_{P_i} \left[\sum_i P_i v_i - \frac{1}{\theta} \sum_i P_i \ln(p_i) \right] \quad (7.a)$$

s.t.

$$\sum_i P_i = 1 \quad (7.b)$$

$$v_i = V_i + e_i \quad (8)$$

P_i : 立地選択確率,

e_i : 住環境や地形的要因等の地域固有指標,

θ : 立地選択パラメータ,

S : 期待最大効用,

(7), (8)式を解くことにより、以下のような立地選択確立及び期待最大効用が導出される。

$$P_i = \frac{\exp(\theta v_i)}{\sum_i \exp(\theta v_i)} \quad (9)$$

$$S = \frac{1}{\theta} \ln \sum_i \exp(\theta v_i) \quad (10)$$

c)立地行動での留保層の考慮

現在の土地利用・交通相互作用モデルや応用都市経済モデルでは、対象地域の世帯の全てが主体を立地配分する場合が多い。しかしながら、実際には対象地域の全ての主体が立地点を変更するわけではない。そこで本分析では尹ら⁷⁾と同様に主体を立地変動別に「留保層」と「変動層」に分類し、変動層のみを立地配分対象とする。

(4)不在地主の行動モデル

不在地主は家計に対し利用可能な土地をすべて提供し地代収入を得る。不在地主は供給可能面積のうち何割を市場供給するのかが決定する。不在地主は家計へ土地を供給し、地代収入による利潤を得る。その不在地主の土地供給関数を山崎・武藤(2008)⁴⁾、山崎・上田ら(2008)⁵⁾と同様に以下のように定式化する。式(11)、の式の()内は0~1までの値をとるものとし、不在地主が供給可能面積のうち何割を市場

に供給するのかが決定される。

$$y_i = \bar{y}_i \left(1 - \frac{\sigma_i}{r_i} \right) \quad (11)$$

y_i : 居住用土地供給,

\bar{y}_i : 土地供給可能面積, σ_i : パラメータ,

(5)均衡条件

家計の立地選択確立は以下のように表され、変動層及び固定層を考慮して、立地均衡条件は以下の(12), (13), (14)式ようになる。

$$NT = \sum_i N_i \quad (12)$$

$$N_i = N_i R + N_i S \quad (13)$$

$$N_i S = P_i N T \quad (14)$$

NT : 対象地域総人口,

N_i : ゾーン人口,

$N_i R$: 留保人口,

$N_i S$: 変動人口,

P_i : 家計の立地選択確率

また本モデルで明示的に扱われている市場は土地市場である。居住用土地市場の市場均衡は以下の(15)式のようにあらわされる。

$$a_i(r_i) N_i = y_i(r_i) \quad (15)$$

(6)交通量の算出

OD交通量の推定には二重制約型のグラビティモデルを用いた。以下に定式化した式を(16~21)式に示す。なお本分析では通勤目的地の変更は考えていないため、集中交通量の変化はないものとしている。

$$q_{ij} = \exp[\alpha] \frac{O_i^\beta D_j^\gamma}{T_{ij}^\delta} \quad (16)$$

$$\exp[\alpha] = a_{ij} b_j \quad (17)$$

$$a_i = \frac{O_i}{\sum_{j=1}^N b_j O_i^\beta D_j^\gamma T_{ij}^{-\delta}} \quad (18)$$

$$b_j = \frac{D_j}{\sum_{i=1}^N a_i O_i^\beta D_j^\gamma T_{ij}^{-\delta}} \quad (19)$$

s.t.

$$\sum_{j=1}^N q_{ij} = O_i \quad (20)$$

$$\sum_{i=1}^N q_{ij} = D_j \quad (21)$$

q_{ij} : i から j への交通量,

T_{ij} : i から j への所要時間,

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$: 重力パラメータ,

O_i : ゾーン i での発生交通量,

D_j : ゾーン j での集中交通量,

経路配分交通量の算出については、確率的利用者均衡配分(SUE)の一つであるDial法を用いた。各ゾーンの移動時間指標についてはOD交通量で重み付けした荷重平均とした。

$$t_i = \frac{\sum_{j=1}^N T_{ij} \times q_{ij}^{with}}{O_i} \quad (22)$$

T_{ij} : i から j への所要時間 ,
 q_{ij} : 整備後の i から j への交通量 ,
 O_i : 整備後のゾーン i での発生交通量 ,
 t_i : ゾーン i での移動時間 ,

(7) 便益計測

a) 家計便益

CUEモデルではゾーンごとに便益計測を行うことが可能である。家計の便益は地域別の地域ごとの居住者の効用水準を用いて定義されており、武藤・山崎ら(2000)⁸⁾によって定義された以下の(23), (24)式を用いて計測する。以下、AはWithout (施策なし)、B: With (施策あり)であることを表す。

$$ZCEV_i^H = \frac{I_i^B}{\left[\frac{r_i^B}{r_i^A} \right]^{aa}} - I_i^A \quad (23)$$

$$SNB_i = ZCEV_i \frac{N_i^A + N_i^B}{2} \quad (24)$$

$ZCEV_i^H$: 人口一人当たり便益,

I : 所得,

r : 地代,

N_i : ゾーン i の人口,

SNB_i^H : ゾーンに帰着する家計の便益,

b) 地主の便益

地主の便益は以下の(25)式で計測する。

$$SNB_i^L = \frac{1}{2} (L_i^A + L_i^B) (r_i^B - r_i^A) \quad (25)$$

L : 土地供給面積

r : 地代,

SNB_i^L : ゾーンに帰着する地主の便益,

4. 結果

(1) 条件設定と使用データ

山崎・武藤(2008)⁴⁾, 山崎・上田ら(2008)⁵⁾よりと同様に国税庁祖に算出すると、都県により変動があるが、平均全体で約70%である。詳細な値は表1の通りである。

表1 対象地域の留保率

対象地域の留保率	国勢調査(2000年)の人口移動集計データより作成
東京都	62.43%
茨城県	76.51%
埼玉県	71.47%
千葉県	69.88%
平均	70.07%

賃金率は雇用者所得を総労働時間で除す「所得接近法」で推定する。推定結果は以下のとおりである。賃金率は3494(円/h)である。上記の値を利用する場合、人口一人当たりの所得の最大値は約560万円となる。この所得は統計値としての所得ではなく、利用可能時間をすべて所得機会に充当させた場に獲得される潜在的な所得である。詳細なデータは表2, 3に示す通りである。

CUEモデルでは、土地市場を取り扱っており、均衡モデルを扱うためには価格(地代)を利用する必要がある。本分析では山崎ら⁵⁾データを利用した。

交通と土地利用の使用データは表4の通りである。

表2 賃金率の算出結果

	対象地域平均(H18)	出所等
利用可能時間(時間/日)	4.41	生活時間調査(NHK)
一人年間利用可能時間(時間/年)	1.610	×365
総就業者数(人)	1,979,339	東京都統計調査等
総年間利用可能時間:T	3,186,043,021	
総雇用者所得(円/年)	11,130,840,937,349	
賃金率(円/時): ω	3,494	

表3 モデルでの潜在的所得の最大値

モデルでの潜在的所得の最大値	対象地域平均	出所等
利用可能時間(時間/日)	4.41	生活時間調査(NHK)
一人年間利用可能時間(時間/年)	1.610	×365
賃金率	3,494	
一人当たりの所得(円/年)	5,623,514	

表4 交通と土地利用のデータ

モデルの変数	分類	出典	
利用可能面積	住宅別	市街化区域面積	都市計画年報
土地供給量	住宅別	宅地面積	各都県統計書
人口	年齢階層分類なし	国勢調査	総務省統計局
従業者	産業分類なし	国勢調査	総務省統計局
旅客トリップ	通勤	東京都市圏パーソントリップ調査	東京都市圏交通計画協議会

また対象地域内の全鉄道路線ネットワークについて、停車駅と駅間所要時間を考慮した、ネットワークデータを作成しており、路線間での乗り換え時間は一回乗り換えを行う度に一律で5分有するものとした。また東北縦貫線事業によって新設される区間をネットワーク内の新たなリンクとして加えることで、鉄道ネットワーク変化を表現した。

(2) パラメータの設定

a) 効用関数のパラメータ

家計調査から推定し表5のように設定した。しかし、上記の設定したパラメータを用いても、実測値と合致しない。そこで実測値を合致させるため、定数項修正を行う。ここでは以下の(13)式のように実測値と推計値の差による補正定数を導入する。

表5 効用関数パラメータ

家計	対象地域
合成財: αz	0.91660455
土地: αa	0.08339545

$$ai = \frac{\alpha a}{ri} Li + Ga \quad (26)$$

$Ga = \bar{ai} - ai$: 実測値 - 推測値

b) 立地選択モデルのパラメータ

(a)で推定したパラメータを用いることで家計の間接効用関数と住環境や地形的要因等のゾーン固有指標から構成される「立地余剰」に基づき立地選択確立が導入される²⁾。本モデルでは以下の(27), (28)式を用いて、ゾーン固有指標はキャリブレーションにより計測する。

$$\bar{P}_i = \frac{\exp(\theta vi)}{\sum_i \exp(\theta vi)} \quad (27)$$

$$vi = Vi + ei \quad (28)$$

d) 発生・集中モデルのパラメータ

二重制約型グラビティモデルのパラメータの推定には非線形最小二乗法により推定を行った。以下に推定結果(表6)を示す。

表6 グラビティモデルのパラメータ

α	β	γ	δ
-13.7195	0.985264	1.326189	1.113705

5. 結果

(1) 人口と地代の変化

居住人口の変動の様子は図1のように、千代田区、品川区、港区の都心部と千葉・茨城県では減少し、埼玉県側では増加するという結果を得た。ただし、埼玉県では減少する市町村も見られた。また地代の変動については図2のように、多くの対象地域において地代が上昇し、平均で43円程度上昇するという結果が得られた。

(2) 事業による便益計測

表1では事業による全体の便益をまとめた表であり、この事業により年間で約3639億円の便益を生むという傾向が得られた。各地域で見た地主、家計の便益は図3, 4で示す分布となった。地主の便益では千葉・茨城県側よりも埼玉県側の地主が、家計でも埼玉県側の人々がより多くの便益を得るという結果が得られた。

表1 総便益

便益 (億円/年)	家計便益	
	家計便益	3549
	地主便益	90
	合計	3639

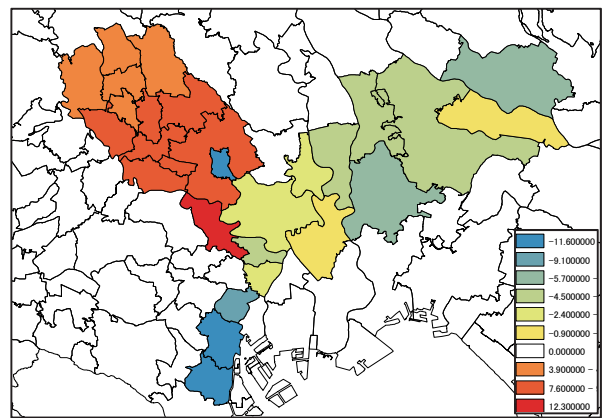


図1 整備後の各市町村の人口変化率(%)

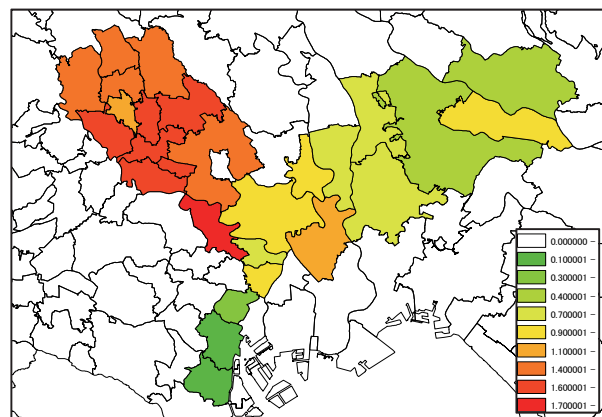


図2 地代の変動率(%)

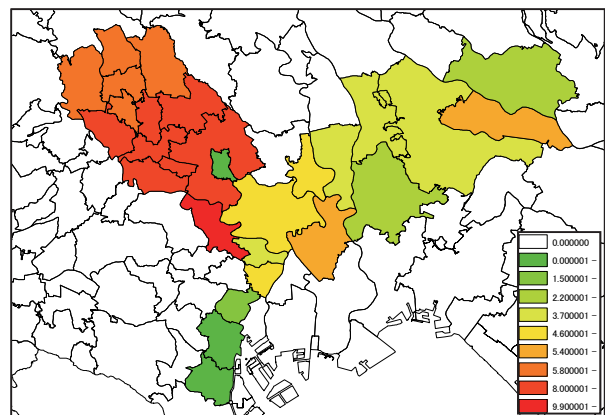


図3 一人あたりの家計の便益(万円)

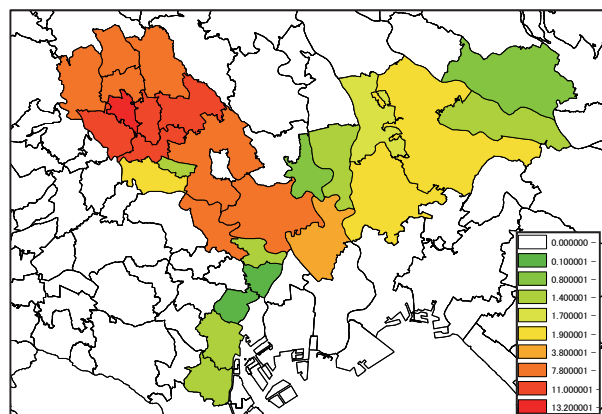


図4 地主の便益(億円)

(3)各路線での利用者数の変化

本分析では、鉄道路線別、利用者別の旅客数も算出される。事業による影響が大きい駅での結果のみを図5~7に示す。図5は北千住駅を出発地とする人が最初に利用する旅客数を路線毎に示している。図6の赤羽駅についても同様である。また図7は東京駅を目的地とする人が最後に利用する路線の旅客数を路線毎に示している。

千葉県方面である北千住駅(図5)は、日比谷線の旅客数が減少し、整備された常磐線快速に旅客数が増加する傾向がみられた。また埼玉県方面である赤羽駅(図6)は、整備により宇都宮線、京浜東北線、埼京線の旅客数は増加し、湘南新宿ライン旅客数が減少する傾向がみられた。

整備箇所付近である都心部方面の東京駅(図7)では、整備された宇都宮・高崎線、常磐線、東海道線の旅客数が増加する傾向がみられた。整備箇所付近であることと、整備により郊外部に乗り換えなしで通勤可能となることにより、旅客数の変化の傾向が大きくなるという結果が得られた。

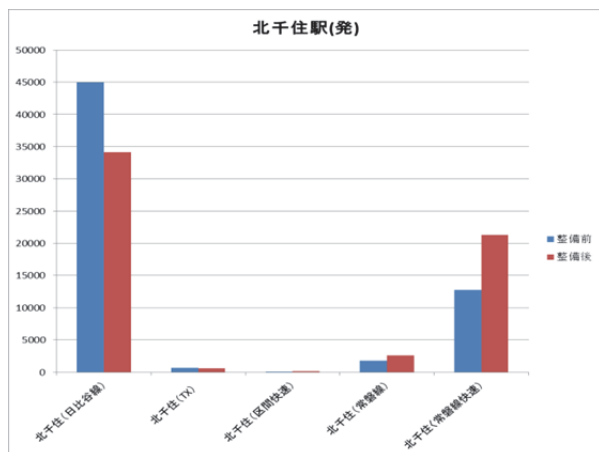


図5 北千住駅(発)(人)

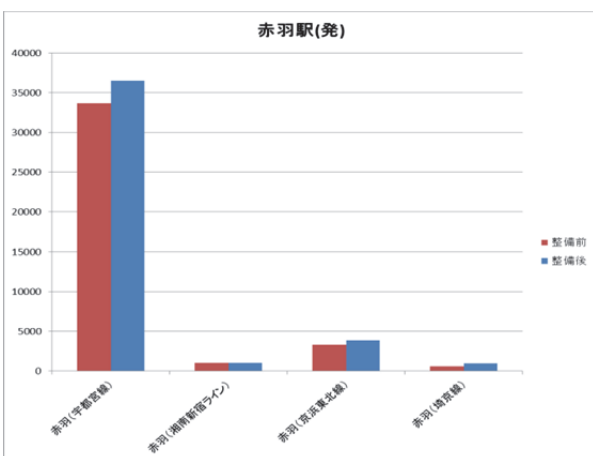


図6 赤羽駅(発)(人)

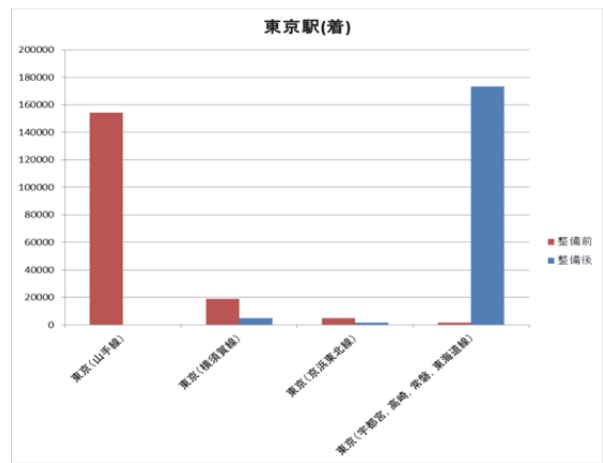


図7 東京駅(着)(人)

6.おわりに

本研究では東北縦貫線事業を対象として応用都市経済モデルを適用し、立地変化や経済効果を定量的に評価した。その結果、プロジェクトの地理的な規模としては、都心部での局所的な鉄道ネットワーク変化であるにもかかわらず、都心部以上に、広範な郊外部での経済効果が大きいことが示された。居住地選択についても、都心から遠い方へ移る傾向がみられ、概ね直感的に予想される方向への社会経済状態の変化が示された。

しかし、本研究の分析過程において、立地選択パラメータ、経路選択パラメータの設定如何によって、得られる結果が敏感に変化することが確認されている。頑健な出力特性が得られるようなモデル改善や、パラメータ推定の精度向上が今後の課題と言える。

謝辞:

本稿をとりまとめるにあたり、株式会社価値総合研究所の山崎清氏から貴重なデータとコメントをいただいた。ここに記して、感謝の意を申し上げる。

参考文献

- 1) 上田孝行: 交通改善による生活機会の増大が人口移動に及ぼす影響のモデル分析, 土木計画学・論文集, No. 9, 1991.
- 2) 上田孝行: 拡張された立地余剰を用いた一般均衡モデル, 土木計画学研究・論文集, No. 10, 1992.
- 3) 武藤慎一, 上田孝行, 高木朗義, 富田貴弘: 応用都市経済モデルによる立地変化を考慮した便益評価に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol. 17, 2000.
- 4) 山崎清, 武藤慎一: 開発・誘発交通を考慮した道路整備効果の分析, 運輸政策研究, Vol11, No2, 2008.
- 5) 山崎清, 上田孝行, 岩上一騎: 開発人口及び誘発・開発交通を考慮した東京湾アクアラインの料金値下げ効果の計測, 高速道路と自動車, 第51巻, 第6号, 2008.
- 6) 宮城俊彦, 小川俊幸: 共役理論を基礎とした交通配分モデルについて, 土木計画額研究・講演集,

No7, 1985.

- 7) 尹鍾進, 青山吉隆, 中川大, 松中亮治: 立地変動を考慮した実用的な土地利用・交通モデルの構築, 土木計画額研究・論文集, No17, 2000.
- 8) 武藤慎一, 上田孝行, 高木朗義, 富田貴弘: 応用都市経済モデルによる立地変化を考慮した便益評価に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol17, pp.257-266, 2000.
- 9) 東北縦幹線事業概要(東日本旅客株式会社)
- 10) 土木学会:交通ネットワーク均衡分析-最新の理論と解法, 土木学会, 1998.
- 11) 上田孝行編著: Excel で学ぶ地域・都市経済分析, コロナ社, 2010.