

# 製造業の立地を考慮した応用都市経済モデルによる新潟市中央環状線の建設効果の推定

都市交通研究室 13105983 高倉 拓実

指導教員 佐野可寸志

## 1. 研究背景と目的

### 1.1 研究背景

現在新潟市では新潟中央環状線（以下、中央環状）の建設が進められている。中央環状が供用されると、都心へのアクセス性、通勤などの交通利便性の向上や物流軸の構築などの交通に関する効果と、沿線のまちづくりの誘導や物流軸の構築に伴う、製造業などの工場の移転など立地に関する効果の両面が期待される。

また、新潟市内で分譲されている全工業団地 40 のうち残区画がある工業団地はわずか 2 つであり、「新たな工業用地確保に向けた取り組みについて」と題した文教経済常任委員会経済部企業立地課の協議会資料（平成 30 年 2 月 19 日）では 8 地区で 72.3ha の新たな工業用地の開発が提案されている。この様に新潟市内の工業立地の需要は高いと考えられ、中央環状の建設に伴い、多くの立地の変化が起こると予想される。これらの背景から新潟中央環状線の建設による効果と新たに計画されている工業用地が供用された場合の効果を交通と立地の両面から定量的に評価する必要性は非常に高いと考えられる。

### 1.2 既往研究の整理

中央環状の建設効果を土地、交通の両面から評価するために、本研究では土地利用モデルと交通モデルが統合された応用都市経済モデル(CUE モデル: Computable Urban Economic Model)を用いている。小池 (2016) <sup>1)</sup>は、この CUE モデルにおける立地選択行動について、神戸市における 1980 年から 2010 年までのデータを用いて、実証分析を行った。その結果を踏まえ、今後の CUE モデルの発展方向を示している。その内の一つとして立地選択行動への影響因子の特定を挙げている。

瀬谷ら (2011) <sup>2)</sup>は CUE 型住宅モデルを用いた東京 23 区における水害脆弱性を評価するために従来モデルの効用関数に加え、浸水深、河川からの距離、バス停からの距離などを導入し、立地選択行動の影響因子を一部具体化している。また、竹間ら (2017) <sup>3)</sup>は立地適正化計画に基づく居住誘導施策検討のために、豊橋市を対象として、駅、スーパー、小学校までの距離、津波リスク、最大浸水深や年代といった変数を導入した。しかし、CUE モデルにおいて、企業モデルに着目し、立地要因を具体化した研究は未だなされていない。

本研究では新潟中央環状線建設と新たな工業用地の設置により、立地需要が高いと考えられる製造業などの工場立地選択に着目する。そのため、従来行われていない企業の立地選択モデルの選択要因を具体化し、工場の立地選択モデルを構築することを目指す。

### 1.3 研究目的と方法

このような背景から、本研究では応用都市経済モデルにおける土地利用モデルの一部を元に工場立地が考慮可能なモデルを作成する。ここで工場の立地とするのは、製造業はその経営のために工場を利用するケースが多いためである。新潟中央環状線建設による効果を交通と立地の変化から評価すると同時に、新たに計画されている工業用地の立地の効果を定量的に評価することを目的とする。

中央環状線の建設効果と新たな工業用地の設置効果を評価するにあたり、交通モデルと土地利用モデルが統合された CUE モデルを構築し、交通と立地の両面から評価を行う。交通モデルに関しては国土交通省北陸地方整備局新潟国道事務所が推計に使ったデータとモデルを用いることとし、住宅、工場、地主のゾーン区分は推計に用いられ

ている最小単位の C ゾーン区分とした。

土地利用モデルに関して、住宅モデルと地主モデルは従来の CUE モデルを用いて構築する。工場モデルは、従来モデルの企業に関するモデルを元に、工場のみを取り扱うモデルとして構築した。構築の際には工場立地に影響のある要因を新たな変数として導入した。

住宅と工場の立地モデルが完成すると、住宅用地と工場用地の需要量が算出される。また、地主モデルからはそれぞれの供給量が算出される。これらが均衡するまで地代を変化させ、土地の需給量を決定する。それに伴い、発生交通量が変化する（立地位置が変わるため、発ゾーンが変化）。この値を交通モデルの入力とし、新たな発生交通量と、交通費用が出力され、再びこれらを土地利用モデルに入力する事を値が落ち着くまで繰り返す。これを中央環状未供用の状態を基にし、中央環状が建設された状態で行い立地選択の変化や、地価の変化、また交通への影響を定量的に評価する。その後、新潟市が検討している新たな工業用地を設置した場合にどのような効果があるかを検討する。本研究では、以上のような手順で、新潟市中央環状線の建設効果の推計と、新たな工業用地の設置効果を明らかにする。

## 2. 応用都市経済モデルの定式化と使用データ

CUE モデルは大きく土地利用モデルと交通モデルに分けられている。モデルで想定している主体は家計、工場、地主であり、それぞれが効用最大化行動を行い、土地利用モデルと交通モデルによって決定される価格（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。このモデルは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。土地利用モデルの出力としては、住宅モデルからは乗用車発生交通量、工場モデルからは貨物車発生交通量が出力される。図 1 に CUE モデルの全体構造を示す。

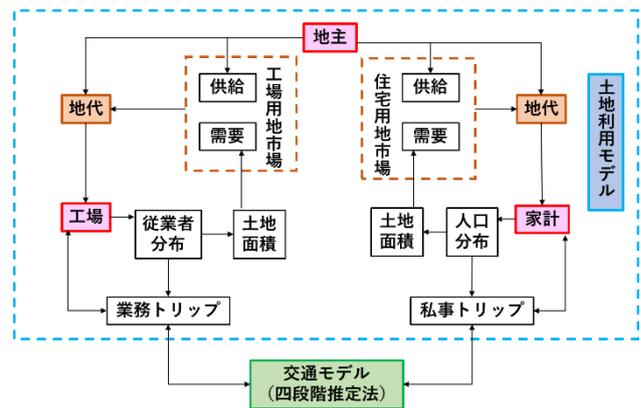


図 1 応用都市経済モデルの概要図

### 2.1 モデルの前提条件

CUE モデルの構築の際は以下の前提条件の下で行う。以下のゾーン数  $N$  は新潟国道事務所が将来経路交通量の推計に用いたゾーン区分を元にする。人口等が等しくなるようにゾーン区分が行われており、ゾーン数  $N=212$  と設定されている。

1. 経済主体として、同一の選好を持つ人口 1 人あたりで、捉えた家計、工場、地主を考える。
2. 都市圏内の空間は  $N$  個のゾーンに分割されており、各ゾーン内における家計は同質である。
3. 閉鎖都市モデルであり、対象地域の総人口と総従業者数は外生的に与えられる。
4. 本モデルは効用最大化行動に従って立地選択を行い、立地の変化による追加的な費用は生じないと仮定する。
5. 全ての家計、工場は移住もしくは移転を行う事が可能とし、外部からの移転もしくは新設は考慮しない。
6. 交通市場では移動目的地の変更は考慮しない。

### 2.2 土地利用モデル

#### (1) 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住宅用地面積、合成財、余暇の消費を決定する。家計の効用最大化行動は式 (1.a)

により表される。所得については労働時間と賃金率との積により与えられる。式 (1.b) は家計の総収入を予算制約とし、その中で効用  $V_i$  を最大化するように行動するというをあらわしている。

$$V_i(q_i^h, r_i^h, I_i) = \max(\alpha_z \ln z_i^h + \alpha_x \ln x_i^h + \alpha_l \ln l_i^h) \quad (1.a)$$

$$s. t. z_i^h + q_i^h x_i^h + r_i^h l_i^h = I_i \quad (1.b)$$

$i$  : ゾーンを表すラベル  $h$  : 住宅を表すラベル

$V_i$  : 世帯の効用  $I_i$  : 総所得

$z_i^h$  : 1人当たり合成財消費量

$x_i^h$  : 1人当たりトリップ数

$l_i^h$  : 1人当たり住宅土地面積消費量

$q_i^h$  : 乗用車トリップ平均費用

$r_i^h$  : ゾーン  $i$  における住宅地代

$\alpha_z, \alpha_x, \alpha_l$  : 支出配分パラメータ

$$(\alpha_z + \alpha_x + \alpha_l = 1)$$

式 (1) の最適化問題を解くと、各財の消費量が求められる。この最適化問題はクーンタッカー条件を用いて解く事ができる。

$$z_i^h = \alpha_z I_i \quad (2)$$

$$x_i^h = \alpha_x \frac{I_i}{q_i^h} \quad (3)$$

$$l_i^h = \alpha_l \frac{I_i}{r_i^h} \quad (4)$$

式 (2) ~ (4) を式 (1.a) に代入する事で以下の間接効用関数が導出される。

$$V_i = \ln I_i - \alpha_x \ln q_i^h - \alpha_l \ln r_i^h + C \quad (5)$$

$$C = \alpha_z \ln \alpha_z + \alpha_l \ln \alpha_l + \alpha_x \ln \alpha_x \quad (6)$$

## B) 立地選択行動

ここで想定する立地行動は確率的立地選択であり、家計は効用  $V_i$  のより高いゾーンへと立地変更

できるものとする。ただし、前提条件に示したとおり、立地変更の際にかかる費用は考慮しないものとする。立地選択行動をロジットモデルにより定式化した式を以下の式 (7) に示す。

$$P_i^h = \frac{\exp\theta(V_i + \tau_i)}{\sum_i \exp\theta(V_i + \tau_i)} \quad (7)$$

$P_i^h$  : 家計の立地選択確率

$\theta$  : 分散パラメータ

$\tau_i$  : 調整項

上式で示される  $\theta$  は 1 と設定してもよい事が小池<sup>3)</sup>により示されているため、本研究では 1 とした。また、調整項  $\tau_i$  は総人口より求められる立地選択割合と完全に一致するように設定されるものであり、効用関数に含まれない選択要因として考慮する。

## C) 住宅土地需要量

ゾーン別人口は式 (7) で求めた立地選択確率に新潟市内の総人口をかけることにより求められる。

$$N_i = P_i^h * N_T \quad (8)$$

$N_i$  : ゾーン別人口

$N_T$  : 新潟市内総人口

家計の土地需要量  $D_i^h$  は上式 (8) と式 (4) を乗じて以下のように表される。

$$D_i^h = N_i * l_i^h \quad (9)$$

## (2) 工場の行動モデル

### A) 財生産行動

工場を持つ企業は代表的 1 人の従業者とし、土地 (業務用地)、貨物車トリップを投入して、生産技術制約の下で利潤が最大となるように生産を行

っているものとし、生産関数をコブ・ダグラス型技術により定められる。

$$\Pi_i(a_i^f, x_i^f) = \max(z_i^f - r_i^f a_i^f - q_i^f x_i^f) \quad (10.a)$$

$$s.t. Z_i = \eta_i(a_i^f)^{\beta_a}(x_i^f)^{\beta_x} \quad (10.b)$$

f : 工場を表す添え字

$\Pi_i$  : 工場の効用

$z_i^f$  : 1 工場当たり合成財生産量

$x_i^f$  : 1 工場当たりトリップ数

$a_i^f$  : 1 工場当たり土地面積消費量

$q_i^f$  : 貨物車トリップ平均費用

$r_i^f$  : ゾーン i における工場用地地代

$\eta_i$  : 生産効率パラメータ

$\beta_a, \beta_x$  : 配分パラメータ

本来上式のモデルは全企業を一まとめにしてモデル化することが多いが、本研究では工場のみを取り扱うため、従来のモデルに加え、工場立地に影響すると考えられる要因を新たな変数として導入した。導入する変数は工業系用途地域面積（工業専用地域、工業地域、準工業地域の合計）とゾーン内加工・製造業の重心と最寄りの IC までの距離とした。以下の式 (11.a) , (11.b) に本研究で用いた効用関数を示す。

$$\Pi_i(a_i^f, x_i^f) = \max((z_i^f - r_i^f a_i^f - q_i^f x_i^f) + \gamma A_i + \delta D_i) \quad (11.a)$$

$$s.t. Z_i = \eta_i(a_i^f)^{\beta_a}(x_i^f)^{\beta_x} \quad (11.b)$$

$A_i$  : 工業系用途地域面積

$D_i$  : 加工製造業の重心と最寄りの IC までの距離

式 (11) の最適化問題を解くと、各財の生産関数が求められる。

$$a_i^f = \left\{ \frac{1}{\eta_i} \left( \frac{r_i^f}{\beta_a} \right)^{1-\beta_x} \left( \frac{\beta_x}{q_i} \right)^{-\beta_x} \right\}^{\frac{1}{\beta_a+\beta_x-1}} \quad (12)$$

$$x_i^f = \left\{ \frac{1}{\eta_i} \left( \frac{q_i^f}{\beta_x} \right)^{1-\beta_a} \left( \frac{\beta_a}{r_i^f} \right)^{-\beta_a} \right\}^{\frac{1}{\beta_a+\beta_x-1}} \quad (13)$$

また、式 (12) , (13) を式 (11) に代入すると合成財の生産関数が求められる。

$$z_i^f = \left\{ \frac{1}{\eta_i} \left( \frac{r_i^f}{\beta_a} \right)^{\beta_a} \left( \frac{q_i^f}{\beta_x} \right)^{\beta_x} \right\}^{\frac{1}{\beta_a+\beta_x-1}} \quad (14)$$

さらに、式 (12) ~ (14) を式 (11.a) に代入する事により、間接効用関数が求められる。

$$\Pi_i = (1 - \beta_a - \beta_x) \left\{ \frac{1}{\eta_i} \left( \frac{r_i^f}{\beta_a} \right)^{\beta_a} \left( \frac{q_i^f}{\beta_x} \right)^{\beta_x} \right\}^{\frac{1}{\beta_a+\beta_x-1}} + \delta A_i + \varepsilon D_i \quad (15)$$

## B) 立地選択行動

ここで想定する立地行動は住宅の場合と同様に確率的立地選択であり、家計は効用  $V_i$  のより高いゾーンへと立地変更できるものとする。立地選択行動をロジットモデルにより定式化した式を以下の式 (16) に示す。

$$P_i^f = \frac{\exp\theta(\Pi_i + \pi_i)}{\sum_i \exp\theta(\Pi_i + \pi_i)} \quad (16)$$

$P_i^f$  : 工場の立地選択確率

$\theta$  : 分散パラメータ (=1)

$\pi_i$  : 調整項

## C) 工場の土地需要量

ゾーン別代表的一人の従業者は式 (16) で求めた立地選択確率に新潟市内の総工場数をかけることにより求められる。

$$F_i = P_i^f * N_F \quad (17)$$

$F_i$  : ゾーン別工場数  
 $N_F$  : 新潟市内総工場数

$$\sum_i F_i = N_F \quad (22.a)$$

$$\sum_i N_i = N_T \quad (22.b)$$

工場の土地需要量 $D_i^f$ は上式 (17) と式 (12) を乗じて以下のように表される。

$$D_i^f = F_i * a_i^f \quad (18)$$

### (3) 地主の土地供給モデル

地主は家計と工場にそれぞれ住宅用地、工場用地を供給する。その行動を利潤最大化行動として以下のように定式化する。

$$V_i^S = \max (r_i y_i - C(y_i)) \quad (19.a)$$

$$s.t. C(y_i) = -\sigma_i y_i \ln \left( 1 - \frac{y_i}{\bar{Y}_i} \right) \quad (19.b)$$

$V_i^S$  : 地主の供給に関わる利潤

$\sigma_i$  : パラメータ

$y_i$  : 住宅地または工場地の供給面積

$\bar{Y}_i$  : 住宅地または工場地の供給可能面積

式 (19) の最大化問題を解く事により、土地供給関数が導かれる。

$$y_i = \left( 1 - \frac{\sigma_i}{r_i} \right) \bar{Y}_i \quad (20)$$

### (4) 均衡条件

各ゾーンに土地市場が存在し、家計と工場それぞれが土地市場で土地を需要していると想定する。土地市場の均衡条件は以下の式の通りである。

$$y_i^f = D_i^h \quad (21.a)$$

$$y_i^f = D_i^f \quad (21.b)$$

式 (21) は住宅、工場それぞれの土地市場での需給一致を表しており、式 (22) は総家計数と総工場数の制約を表している。

## 2.3 交通モデル

交通モデルは国土交通省北陸地方整備局新潟国道事務所が平成 22 年の交通センサスを基に推計したものをを用いる。生成交通量、発生集中量は原単位法、分布交通量は現在パターン法、配分交通量は分割配分法により求められており、配分交通量は Strada,ver4 により算出されている。この国土交通省による推計を用いる理由としては、道路交通センサスに基づき、現況再現が行われてあるデータを用いることで、より現実に近い状態での推計が行えると考えたためである。

## 2.4 使用データ

以下の表 1 に、本研究で用いたデータの一覧を示す。このうち総所得 $I_i$ はゾーン内年齢別人口に年代別平均年収を乗じ、ゾーン内合計年収を算出した後、ゾーン内人口で割ることで求めた。人口は国土交通省が推計した将来人口を用いたため、他のデータは手に入る最新のデータを用いた。

表 1 使用データ一覧

	使用したデータ	データ出典
住宅、工場の両モデルに使用	$x_i^h$ : 一人当たりトリップ数	新潟国道事務所推計データ
	$x_i^f$ : 一工場当たりトリップ数	
	$r_i^h, r_i^f$ : 地価	地価公示(H29)
	$\alpha_x, \alpha_y, \alpha_l$ : 支出配分パラメータ	詳細な設定方法は3.1.2参照
住宅モデル	$\tau_i, \pi_i$ : 調整項	詳細な設定方法は3.1.6参照
	$I_i$ : 総所得	社会生活基本調査
	$N_T$ : 新潟市内総人口	新潟国道事務所推計将来人口(H42)
工場モデル	$z_i^f$ : 一工場当たり合成財生産量	工業統計 (H29) 加工業、製造業の生産額合計
	$\eta_i$ : 生産効率パラメータ	詳細な設定方法は3.1.3参照
	$\beta_a, \beta_x$ : 配分パラメータ	詳細な設定方法は3.1.4参照
	$N_F$ : 新潟市内総工場数	固定資産課税台帳(H29)
	$A_i$ : 工業系用途地域面積	新潟市用途地域
地主モデル	$D_i$ : 加工製造業の重心と最寄のICまでの距離	詳細な設定方法を2.3.2参照
	$y_i$ : 住宅地または工場地の供給面積	固定資産課税台帳(H29)
	$\bar{Y}_i$ : 住宅地または工場地の供給可能面積	新潟市用途地域
	$\sigma_i$ : パラメータ	詳細な設定方法は3.1.7参照

### 3. 製造業の立地を考慮した GUE モデルの構築

#### 3.1 工場モデルのパラメータ推定

工場モデルパラメータの推定では様々な変数を検討した。この変数の設定は式 (16) の調整項 $\pi_i$ によってこれまで表現されていた効用関数外の立地要因を一部具体化することである。パラメータの推定は式 (16) を用いて行った。(16) 式はロジットモデルであるが、工場の立地者が選択しなかった土地の効用が分からないため集計モデルとして考え (選択されなかった選択肢に関するデータが用意できない)、パラメータの推計を行った。そのために、(16) 式の比を取った以下の式を利用した。

$$\ln\left(\frac{P_i}{P_j}\right) = \gamma(\Pi_i - \Pi_j) + \delta(A_i - A_j) + \varepsilon(D_i - D_j) \quad (23)$$

パラメータの推計は選択確率に各ゾーンの立地工場数から求めた立地選択割合 (実数値) を用いて最小二乗法で行った。ただし、現在工場が 1 件も立地していないゾーンに関しては対象外とした。推定によって得られたパラメータを表 2 に示す。決定係数  $R^2$  は 0.484 と高い値ではないものの、t 値は全てのパラメータにおいて十分な値であったため、これらのパラメータを採用した。推計された切片の値は (16) 式の調整項 $\pi_i$ の値の一部と考え、 $\pi_i$ に加えた。従来モデルの効用関数は式 (10) にある様に、地価と貨物車のトリップ費用の関数であり、本研究で追加した変数である加工、製造業の重心と IC までの距離と工業系用途地域面積の 4 つを考慮できるモデルとなった。

図 2 に実数値に対しての、従来モデルと提案モデルの推計選択確率の比較を示した。また、図 3 ~ 図 5 にそれぞれ工場の選択割合、従来モデル、提案モデルの推計選択確率を地図上に表したものを示す。従来モデルは一部のゾーンに過度に立地が集中する結果となり、それに伴い、他のゾーンの立地選択確率が低く推計されている。特に図 4

にある様に、新潟市南部の市の境界にあるゾーンでは選択確率が約 29% という結果になった。これはもともとの効用関数が地価と貨物車の発生交通量の関数であり、このゾーンは発生交通量が高く、地価も比較的安いことからこのような結果になったと考えられる。それに対して、提案モデルでは立地選択確率の過度な集中が軽減されている事が図 5 から分かる。また、図 2 における実数値の傾きが 1 なのに対して、従来モデルの傾きは 1.43 であり、提案モデルの傾きが 1.04 であることから実数値に近づいていることが分かる。ただし、立地選択確率が低く推計されているゾーンが従来モデルと同様に多いため一概にモデルの推定精度がよくなったとは言えない。完全にこれまで調整項 $\pi_i$ で表現されていた地域ごとの立地要因を新たな変数によって表現できたわけではないが、一部、調整項 $\pi_i$ の特定化ができたと考えている。本研究ではこれらのパラメータに加え 3.1.6 にて設定する調整項 $\pi_i$ を用いて実数値と完全に一致させたものを工場モデルとして扱うこととする。

表 2 工場モデルの推計パラメータ一覧

	係数	t 値
$\gamma$ (for 間接効用)	0.596	98.001
$\delta$ (for 工業系用途地域面積)	0.139	21.904
$\varepsilon$ (for 加工、製造業の重心から IC までの距離)	-0.122	-20.403
切片	-0.223	-26.388

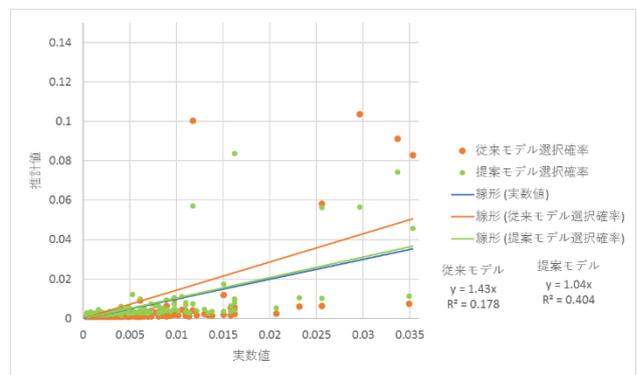


図 2 実数値と従来モデル、提案モデルの比較

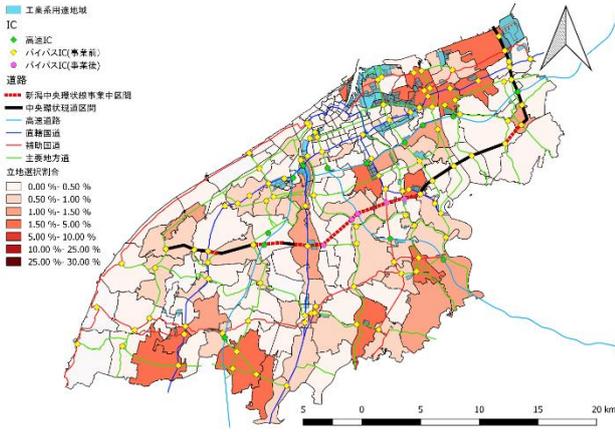


図3 各ゾーンの工場選択割合（実数値）

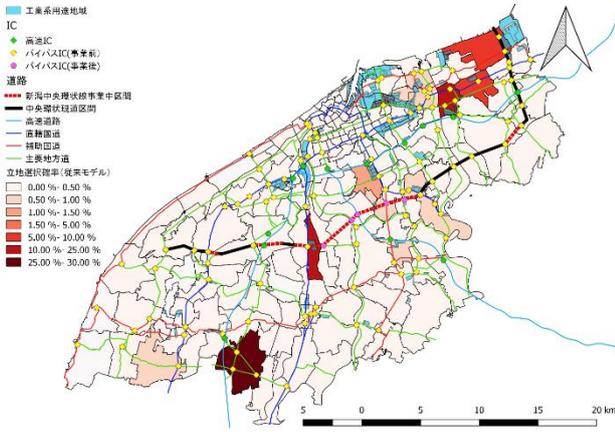


図4 従来モデルにより推計された立地選択確率

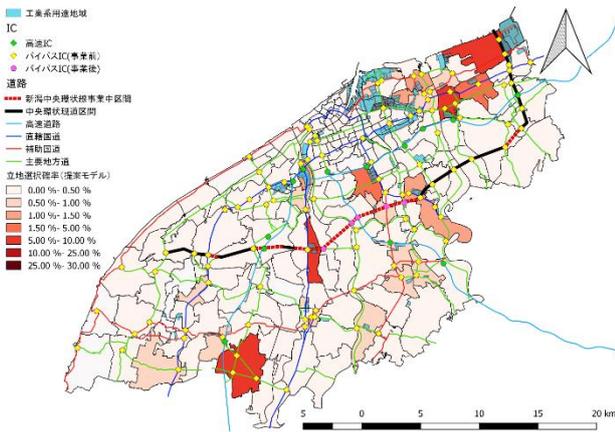


図5 提案モデルにより推計された立地選択確率

### 3.2 地価の均衡計算

地価の均衡計算は住宅と工場それぞれ式 (21.a)、式 (21.b) を用いて行う。本研究では、ワルラス

探索による方法を用いた。地価 $r_i$ の更新量は以下の式 (24) の通りである。

$$r_{i(n+1)} = r_{i(n)} + k * \frac{y_i - D_i}{y_i + D_i} \quad (24)$$

n : 地価の更新回数

k : ステップサイズ

地価の均衡の収束条件は、住宅、工場それぞれの需給の差の絶対値が、1 件あたり平均用地面積より面積が小さくなった時点とする。これは、各ゾーン内での土地の過不足が 1 件分に収まるため、平均的な用地面積を持つ主体が立地できないことがないことを想定した条件である。住宅の一人当たり住宅用地は 113.5m<sup>2</sup>、工場 1 件当たりの用地面積は 2288 m<sup>2</sup>であり、需給の差がこれらの値以下になるまで地代の更新を繰り返す。

## 4. 新潟中央環状線の建設効果

### 4.1 総走行台キロ、台時の削減

作成したモデルを用いて新潟中央環状線を建設した場合のシミュレーションを行った。

その結果、総走行台キロは中央環状未供用の状態と供用後の状態を比べて-0.59%となった。総走行台時も同様に比較すると-0.85%となった。微減ではあるが総走行台キロと総走行台時が減少した理由としては郊外での移動において、狭く直線でない道や、中央環状線開通に伴う新たな橋の建設により河川横断の際に遠回りをする必要がなくなったことなどが考えられる。また、新潟バイパスや新新バイパスなどでの渋滞損失時間の減少が見られたため、中央環状線への交通量の分散が起こったと考えられ、総走行台時がより減少量が少なかったのではないかと考えられる。

表3 総走行台キロ、総走行台時の増減

	中央環状なし	中央環状あり
総走行台キロ増減割合	—	-1.42%
総走行台時増減割合	—	-0.59%

## 4.2 渋滞損失時間の削減

表 4 に渋滞損失時間の増減を示した。中央環状線供用後は渋滞損失時間が新潟市内全体で 14.1% 減少している。また、図 6 に経路毎の渋滞損失の増減を、図 7 に新潟バイパスの紫竹山 IC 周辺の渋滞損失の増減を示す。図 7 を見ると新潟バイパスで渋滞損失時間が減少していることが分かる。これは新潟中央環状線の供用により、新潟バイパスを利用して交通が中央環状に分散したためだと考えられる。

表 3 渋滞損失時間の増減

	中央環状なし	中央環状あり
渋滞損失時間(h)	8301	7130
渋滞損失時間増減割合	—	-14.1%



図 6 新潟市内の渋滞損失時間（青：増加、赤：減少、緑：変化なし（±1 未満））

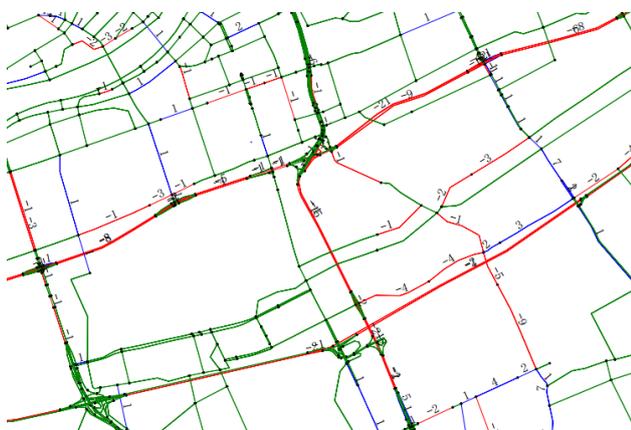


図 7 渋滞損失時間バイパス周辺

## 4.3 新潟市中心部通過交通量の削減

本研究では新潟中央環状線の内側を新潟市の中心部と定義する。中心部のゾーンを選定する際には、中央環状線が縦断もしくは横断しているゾーンは含めないこととした。

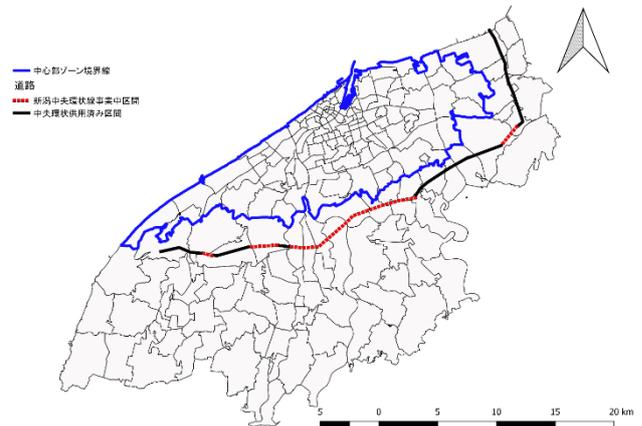


図 8 新潟市の中心ゾーン

通過交通量は中心ゾーンを発着ゾーンとしないトリップとする。この通過交通量の中央環状線供用前と供用後の値を表 5 に示す。供用後は乗用車の通過交通量が-14.65%、貨物車の通過交通量は-7.40%となり、新潟市の中心部を通過する車両が減少したことが分かる。中央環状線の供用により、中心部を通過するトリップが中央環状線を通って移動した事を示唆している。図 9 のネットワーク上に示した通過交通量を見ると、中央区や西区などでは通過交通量が減少していない。しかし、中央区の外側で、中央環状線の内側のネットワークでは通過交通量が減少しているリンクが多いことが分かる。これは新潟中央環状線の供用は中央区などの市の中心部の通過交通量を減少させるほどの効果は無い事が示唆される。この理由として、新潟バイパス（国道 7,8 号）や新新バイパス（国道 7 号）の交通容量が大きく、それらの道路の通貨交通の減少が見られるものの、これらの道路を通る交通を誘導するほどの力はないためだと考えられる。

表 5 中心部通過交通量の増減

	乗用車の通過交通量		貨物車の通過交通量	
	中央環状なし	中央環状あり	中央環状なし	中央環状あり
通過交通量	27363	23355	11798	10930
増減割合	—	-14.9%	—	-7.4%

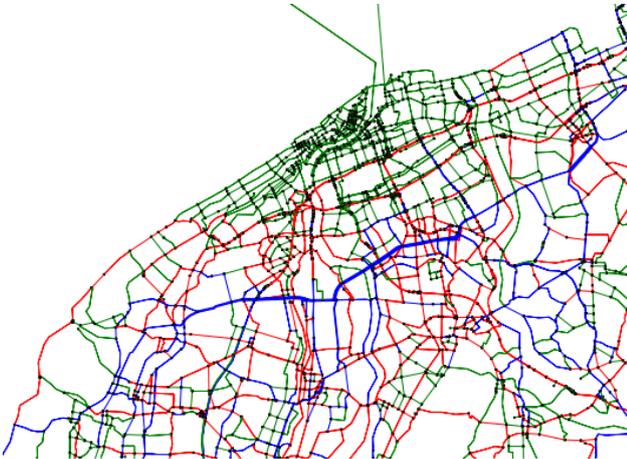


図 9 中心部通過交通量 (青：増加、赤：減少、緑：変化なし (±1 未満))

### 5. 渋滞損失時間の削減

図 4-18 に工場の立地選択確率の増減を示す。新潟中央環状線の供用により新たに増える主要道路との交点が存在するゾーン周辺の工場立地選択確率が一部上昇していることが分かる。他の多くのゾーンでは立地選択確率が減少している。これはモデルの前提条件から移転のみを扱うモデルのため、相対的に選択確率が減少したためだと考えられる。

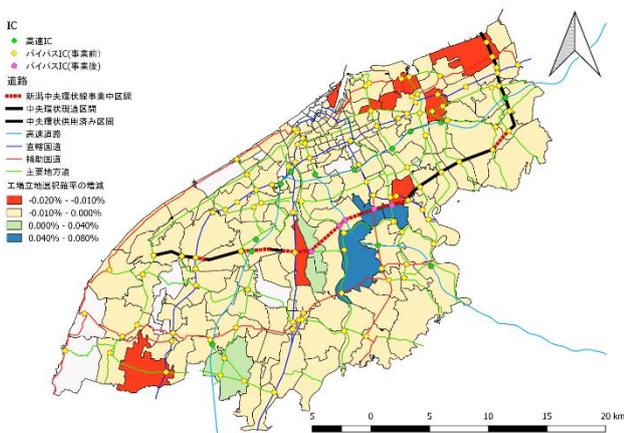


図 10 工場の立地選択確率の増減 (青：増加、赤：減少)

### 5. 新工場用地設置シミュレーション

新潟市が検討している新工場用地の設置に加え、新潟市内の工業系用途地域外または工業団地以外に工場が立地する工場を新工場用地への移転を促すこととした。その理由は図 10 に示すように工業系用途地域もしくは工業団地以外に立地する工場が存在し、特に新潟市の中心部では建物の用途の混在が考えられ、周辺的环境に悪影響を与えている可能性があるためである。シミュレーションでは新潟市内の工業系用途地域外または工業団地以外に工場が立地しているゾーンのうち、新潟市中心ゾーンに属する工場供給可能面積 $\bar{Y}_i$ を 0 にした。

図 11 に新工場設置後の工場面積の増減量を示した。工業系用途地域もしくは工業団地外の工場面積が減り、新たな工場用地に多く移転する結果となった。これにより、現在新潟市で計画されている新工場用地の設置位置は、混在する工場の移転を促した場合に、移転先として有効である可能性が示唆された。

しかし、図 4-28 に示した新工場用地設置後発生交通量の増減を見ると貨物車の発生交通量の増減は少ない事が分かる。最大でも 74 台の増加、-49 台の減少という結果であった。そのため、新潟市中心部から郊外に移転させた場合には交通に与える効果はあまり無い事が予想される。

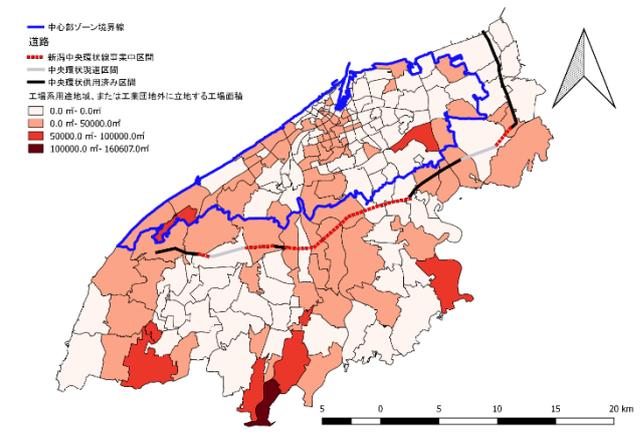


図 11 工業系用途地域外に立地する工場面積

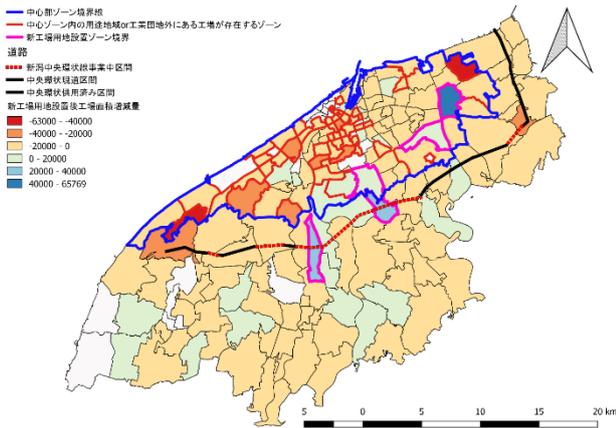


図 12 新工場用地設置後の工場面積増減量

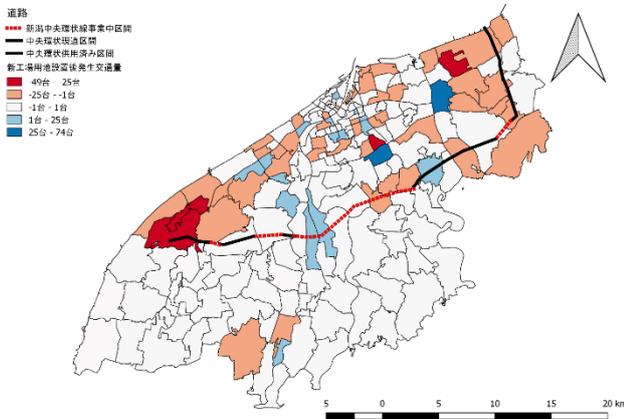


図 13 新工場用地設置後の発生交通量の増減

## 6. 総括

### (1) まとめ

本研究は、CUE モデルを用いて、新潟市中央環状線の建設効果と、現在新潟市で検討されている新工場用地の設置効果を定量的に示すことを目的として行った。製造業の立地を考慮するために従来モデルでは調整項 $\pi_i$ により表現されていたゾーン毎の立地要因を一部特定化した。これにより、提案モデルでは、従来モデルの  $R^2$  値が 0.178 だったのに対し、 $R^2$  値が 0.404 まで上昇した。立地選択要因として特定した工場系用途地域面積と加工、製造業から IC までの距離はどちらも有意なパラメータとして得られた。新潟中央環状線の建設効果としては、総走行台キロ、総走行時間、渋滞損

失時間、中心部通過交通が減少した。また、立地に関する効果として、特に環状線の事業中区間周辺の一部のゾーンで工場の立地が増加することが確認された。最後に、新潟市が検討している新工場用地を設置した場合の効果を検証した。その結果として、新潟市が検討している新工場用地の設置位置は、市内中心部に立地している工場の移転を促す場合に有効であることが示唆された。

### (2) 今後の課題

本研究では応用都市経済モデルにおける企業モデルを、工場の立地が推定できるように、調整項 $\pi_i$ により表現されていた、ゾーン毎の立地要因の特定を行ったが、他の業種に用いられるような店舗や倉庫などの立地要因の特定化を行う事が望まれる。これを行う事で、より現実に近い企業の立地選択を表現することができると考えられる。また、工場のモデルに関しても立地選択要因の全てが特定できたわけでは無いため、さらなる要因の特定が必要になる。また、新設や他地域からの転入を考慮可能なモデルの作成や移転の有無を考慮したモデルの作成も望まれる。

### 参考文献

- 1) 小池淳司,友國純志,山本浩道(2016):応用年経済モデルにおける立地選択モデルの事後評価と発展方向,土木計画学研究・論文集,33,pp, I\_695-I\_705
- 2) 竹間 美夏,佐藤 徹治:立地適正化計画に基づく居住誘導施策検討のための都市内人口分布推計手法の開発都市計画論文集,Vol.52,No,3,pp.1124-1129
- 3) 石倉智樹,藤井修平,辻 裕之:集積外部性と建物床市場を考慮した応用都市経済モデル,土木計画学研究・論文集,Vol.73, I\_95-I\_103
- 4) 上田孝行(2010):Excel で学ぶ地域・都市経済分析,コロナ社