

将来交通所要時間の情報提供が土地利用に与える効果* Information Effect of Future Travel Time on Land Use*

鈴木温**・宮本和明***

By Atsushi SUZUKI and Kazuaki MIYAMOTO

1. はじめに

現在わが国の地方中枢・中核都市の多くでは、モータリゼーションの進行に支えられて、郊外部で人口が増加し、中心部で減少する傾向が続いている。都市の郊外化は、さらなる自動車交通量の増大をもたらし、交通混雑や環境悪化などの深刻な問題を引き起こしている。従来の交通計画では、計画目標年次に想定される人口や就業者分布等を与件として、整備すべきハードおよびソフトの施策立案を行ってきた。しかし、国および多くの自治体財政の現在および将来の状況から整備できる交通施設は極めて限定的であることから、交通計画のアプローチ自体を考え直す時期に来ているといえる。

これに対し、宮本²⁾は、中期的に整備可能な交通施設をまず明確にし、その前提の下で社会的に見て望ましい土地利用分布を誘導する逆転のアプローチを提案している。またその手段として将来の自動車交通所要時間を図面化した「自動車交通長期予測図」、別名「自動車交通ハザードマップ」情報の提供を提案している³⁾。これは、情報の不完全性による市場の失敗を改善するために、郊外化に伴う将来の交通所要時間の増大に関するより正確な情報を提供する趣旨である。しかしその理論的根拠は、まだ十分に示されているとは言えない。そこで本研究では、将来の交通所要時間に関する情報提供の土地利用と交通に与える効果、影響を都市経済学的アプローチを用いて明確にすることを目的としている。

2. 既存研究と本研究の位置付け

都市の居住者がその時々状況に合わせて容易にすなわち、費用がかからず居住地を変更できるならば、立地選択行動において将来の状況を考慮する必要はない。しかし、実際には無視できない移動コストが存在するために容易に居住地を変更する事ができない。そのため将来の状態に対する不確実性の下で立地選択を行わなければならない。

交通費用に関する不確実性が土地利用や都市構造に与える影響は、Ioannides³⁾、Papageorgiou and Pines⁴⁾などによって研究がされている。これらの研究では、燃料費などの社会状況の変動によって外生的に起こる交通費用の不確実性が都市構造に及ぼす影響が分析され、不確実性の増大は、都市構造をコンパクトにする方向に働くことが示されている。しかし、交通費用が都市構造や人口分布と独立に与えられ、情報の提供も明示的に扱われていない。本研究では、交通所要時間が住民の立地に依存すること、また情報提供効果を明示的に分析していることが既存研究とは違う特徴としてあげられる。

Mun and Sasaki⁵⁾は、交通施設整備の開発情報によって、施設供用前からその土地の地代が上昇するアナウンスメント効果を持家世帯の動学的立地モデルを用いて分析している。これは、交通に関する将来の期待が立地に影響を及ぼす例である。

情報提供によって効率的な立地を導くということに関し、類似の考え方は、都市内の土地の位置と災害の危険度を関連付けている災害危険度の地図情報である。これは一般に「ハザードマップ」と言われている。山口・多々納ら⁶⁾は、災害危険度情報の提供効果を単一中心都市を仮定した家計の立地行動モデルによって分析している。災害ハザードマップにおける自然災害のリスクは、発生確率分布が情報を

*キーワード：情報提供、郊外化、市場の失敗、交通混雑

**学生員、工修、東北大学工学研究科土木工学専攻

〒980-8576、宮城県仙台市青葉区川内 TEL:022-217-7567

FAX:022-217-7477, e-mail:asuzuki@rs.civil.tohoku.ac.jp

***フェロー、工博、東北大学東北アジア研究センター

〒980-8576、宮城県仙台市青葉区川内 TEL:022-217-7475

FAX:022-217-7477, e-mail:miyamoto@plan.civil.tohoku.ac.jp

受取る住民の行動とは独立に与えられ、情報提供後も災害発生確率は変化しない。これに対し、将来の交通所要時間は、情報を受取った住民の将来交通所要時間に関する期待が修正され居住地選択行動も変化する。その結果土地利用が変化し、交通所要時間も当初予測していたものとは違いが生じる。将来の状態生起が経済主体の行動に依存しているという点では、ITSにおける経路誘導情報の提供に近い。

小林・井川⁷⁾は、合理的期待形成モデルによって経路誘導情報の効果を研究している。小林・井川によれば、経路誘導方策において、公共主体による経路誘導情報の提示が経路誘導効果を発揮するためには、公共主体とドライバーに何らかの情報の非対称性が存在し、公共主体による情報提示がドライバーの不確実性を軽減するように働く必要があるといわれている。本研究の対象は、経路誘導のような短期的な問題ではなく長期的な立地誘導方策であるが、公共主体は、交通整備計画や宅地開発計画などの住民が容易には知りえない情報を持ち、経路誘導問題と同様に住民の不確実性を軽減し、交通に関してより効率的な土地利用が達成可能であると期待できる。

3. 都市経済モデル

本分析の前提条件は以下の通りである。都市は、図-1に示すように単一の中心業務地区(CBD)を持ち、中心(i=1)と郊外(i=2)の2つの居住地がある。それぞれの地区は、集約的な1本の道路によって結ばれている。CBDと中心居住地を結ぶリンクをj=1、中心居住地と郊外居住地を結ぶリンクをj=2とする。中心居住地、郊外居住地の面積は、それぞれL₁, L₂とする。都市人口は、Nで、同一の選好を持つ個人からなる。都市住民は、全員どちらかの居住地に住み、全員が同時にCBDに通勤する。都市住民は、一定の賃金率wで働く。中心居住地、郊外居住地の人口は、それぞれN₁, N₂で表される。閉鎖都市を仮定し、土地は不在地主が所有する。

都市住民は、予算制約と時間制約の下、合成財z、土地h、余暇t_iを消費し、効用U(z, h, t_i)を得る。交通費用は、金銭費用と時間費用に分けられる。金銭費用は交通量から独立であるとし、将来の不確実性は存在しないと考える。時間費用は交通所要時間に時間価値を乗じた値である。単位距離あたりの自動



図-1 都市構造の仮定

車交通所要時間は、交通量と交通施設整備水準に依存する。将来自動車交通所要時間に関する不確実性の原因は、本研究では、郊外居住地のさらに外延部の人口の増大(減少)や都市の外から都市に流入する通過交通の増大(減少)によって生じると考える。

都市住民は、大きな移住費用のため一度居住地を選択すると住み替えはできないとする。実際、持ち家世帯にとっての移動費用は十分に大きく、特に郊外の持ち家立地者にとっては、妥当な仮定と考えられる。居住地選択は、将来の交通状況があらわれる前に行う。情報提供主体は、将来の交通状況を予測し、住民が居住地を選択する前に情報を知らせる。

交通所要時間 t_k は、将来の都市への流入交通によって変動する。したがって t_k は、確率変数であり、確定的には把握できない。世帯は居住地選択にあたり将来の交通所要時間分布を予測する。居住地iを選択したときの将来交通所要時間の主観的期待を確率密度関数 $\omega(t_{ki})$ であらわす。また、交通所要時間 t_k の期待値と分散は、以下のように与える。

$$\begin{aligned} E[t_{ki}] &= \int t_{ki} \omega(t_{ki}) dt_{ki} = \mu_i \\ E[(t_{ki} - \mu_{ki})^2] &= \int (t_{ki} - \mu_{ki})^2 \omega(t_{ki}) dt_{ki} = \sigma_i^2 \end{aligned} \quad (1)$$

世帯は、将来交通所要時間の不確実性の下、期待効用が最大になるように居住地と各財の選択を行う。居住地選択行動は、以下のように定式化できる。

$$\begin{aligned} \max \quad & E[U_i(z, h, t_i)] \\ \text{subject to} \quad & \begin{cases} z + R_i h + c_i = w t_w \\ t_i + t_w + t_k = \bar{t} \end{cases} \end{aligned} \quad (2)$$

ここで、R: 地代、c: 金銭的交通費用、w: 賃金率、t_w: 労働時間、t_k: 交通所要時間を表す。制約条件の上段は予算制約、下段は時間制約を表している。

(2)式は、t_wとt_iを消去することによって、(3)式のように書きかえられる。

$$\max \quad E[U_i] = \int U_i \left(z, h, \bar{t} - t_k - \frac{c_i + z + R_i h}{w} \right) \omega(t_{ki}) dt_{ki} \quad (3)$$

式(3)の最大化1階条件と式(1)の制約式から合成財、土地、余暇に関するマーシャルの需要関数 $z(\cdot)$, $h(\cdot)$, $t_i(\cdot)$ は、次のように求まる。

$$\begin{aligned} z_i &= z(R_i, w\bar{t}-c_i, \mu_i, \sigma_i^2) \\ h_i &= h(R_i, w\bar{t}-c_i, \mu_i, \sigma_i^2) \\ t_i &= t_i(R_i, w\bar{t}-c_i, \mu_i, \sigma_i^2, t_{ki}) \end{aligned} \tag{5}$$

合成財と土地の需要は、交通所要時間の変動に依存しない確定的な関数となるが、余暇需要は、交通所要時間の変動に連動した確率的な関数となる。つまり交通所要時間の増加は、余暇の減少として住民の効用に影響する。(5)式から間接期待効用関数 $E[V_i(R_i, w\bar{t}-c_i, \mu_i, \sigma_i^2)]$ が求まる。市場均衡条件は、

$$E[V_1]=E[V_2] \tag{6}$$

である。また、閉鎖都市の仮定から、

$$N_1+N_2=N \tag{7}$$

が成り立つ。各居住地の人口は、

$$N_i=L_i/h_i(R_i, w\bar{t}-c_i, \mu_i, \sigma_i^2) \tag{8}$$

と表すことができる。式(6), (7), (8)から均衡地代 R_i^* , 人口 N_i^* , 期待効用水準 EV^* が内生的に求まる。さらに各財の最適消費量 z^*, h^* が決定する。

将来交通所要時間の不確実性の下での土地利用は、住民の主観的な期待によって決定される。しかし実際に達成される将来交通所要時間（事後交通所要時間）は、当初の予想と一致する保証はない。また、実際に得られる効用水準（事後効用水準）も異なるであろう。各リンクの将来交通所要時間 l_j は、都市住民による交通量 q_j , その他の交通量 Q_j , インフラ整備水準 S_j に依存し、リンクパフォーマンス関数 $f_j(q_j, Q_j, S_j)$ によって表される。各居住地の住民の事後交通所要時間は、

$$\begin{aligned} \hat{t}_{k1} &= l_1 = f_1(q_1, Q_1, S_1) \\ \hat{t}_{k2} &= l_1 + l_2 = f_1(q_1, Q_1, S_1) + f_2(q_2, Q_2, S_2) \end{aligned} \tag{9}$$

と表される。なお、リンクパフォーマンス関数は、

$$\frac{\partial f_j}{\partial q} < 0, \frac{\partial f_j}{\partial Q} < 0, \frac{\partial f_j}{\partial S} > 0 \tag{10}$$

とする。都市住民の自動車交通量 q_j は、各居住地の人口 N_i と自動車分担率 θ_i ($\theta_1 < \theta_2$) から

$$\begin{aligned} q_1 &= \theta_1 N_1^* + \theta_2 N_2^* \\ q_2 &= \theta_2 N_2^* \end{aligned} \tag{11}$$

と表せるとする。実際に顕在化する事後交通所要時間は、当初の予測とは異なることから実際に得られる効用水準（事後効用水準）は、当初の期待効用水

準とは異なる。実際に都市住民が得ることのできる事後効用水準は、以下のように与える。

$$\hat{V}_i[z_i^*, h_i^*, t_i(\hat{t}_k)] \tag{12}$$

4. 情報提供効果

将来交通所要時間に関する情報提供によって主観的期待が修正される。主観的期待は、人口分布と均衡地代の解の中に将来交通所要時間の期待値 μ と分散 σ^2 の形であらわれる。本研究では、期待値 μ の変化にしばり、情報提供が土地利用と社会厚生に与える効果を分析する。

前章で得られた均衡地代と人口を将来交通所要時間の期待値 μ_i によって偏微分すると、表－1の結果が得られる。紙面の都合上証明は省略する。

表－1 均衡土地利用の比較静学結果

	$E[V]$	R_1	R_2	N_1	N_2
Increase in μ_1	－	－	＋	－	＋
Increase in μ_2	－	＋	－	＋	－

将来交通所要時間情報を提供する場合、 μ_1 と μ_2 が同時に変化することがほとんどであろう。そのとき、住民がどちらの居住地に移動するかを検討する。そこで(13)式の N_i を μ_1 と μ_2 について全微分する。

$$dN_i = \frac{\partial N_i}{\partial \mu_1} d\mu_1 + \frac{\partial N_i}{\partial \mu_2} d\mu_2 \tag{13}$$

$$\left| \frac{\partial N_1}{\partial \mu_1} \right| < \left| \frac{\partial N_1}{\partial \mu_2} \right| \tag{14}$$

情報提供によって郊外居住地の将来交通所要時間の主観的期待値の増加が中心居住地のそれと同等かそれ以上ならば、情報提供をしない場合と比べ、中心居住地の人口、地代が増加が上昇する。この結果は、郊外居住地の住民の交通所要時間は、中心居住地と比べると長いため、時間制約式から余暇時間は短くなる。余暇に関する限界効用減滅の性質から余暇時間の短い郊外の方が交通所要時間の増加による限界不効用が大きくなる。

μ_1 , μ_2 が変化したときの事後交通所要時間・事後効用水準は、表－2のように得られる。中心居住地の符号は、(15)式に示すように決まらない。中心居住地人口の増加は、地代の上昇と交通量が減少すること（中心居住地の方が自動車の発生量が少ない）による交通所要時間の減少がトレードオフになるため関数やパラメータによって符号が異なる。また、

μ_1 , μ_2 が同時に変化したときの事後交通所要時間・事後効用の変化は人口変化に依存し、表-3 のようになる。中心部の事後効用の符号は先ほどのトレードオフのため一意に定まらない。

表-2 事後交通所要時間、事後効用の変化(1)

	$\hat{t}_{k1}$	$\hat{t}_{k2}$	$\hat{V}_1$	$\hat{V}_2$
Increase in μ_1	+	+	?	-
Increase in μ_2	-	-	?	+

表-3 事後交通所要時間、事後効用の変化(2)

		$\hat{t}_{k1}$	$\hat{t}_{k2}$	$\hat{V}_1$	$\hat{V}_2$
N1	+	-	-	?	+
	-	+	+	?	-

$$\frac{\partial \hat{V}_1}{\partial \mu_1} = \frac{\partial \hat{V}_1}{\partial R_1} \frac{\partial R_1}{\partial \mu_1} + \frac{\partial \hat{V}_1}{\partial \hat{t}_{k1}} \frac{\partial \hat{t}_{k1}}{\partial \mu_1} \frac{\partial \hat{V}_1}{\partial \mu_2} = \frac{\partial \hat{V}_1}{\partial R_1} \frac{\partial R_1}{\partial \mu_2} + \frac{\partial \hat{V}_1}{\partial \hat{t}_{k1}} \frac{\partial \hat{t}_{k1}}{\partial \mu_2} \quad (15)$$

(-) (-) (-) (+) (-) (+) (-) (-)

情報提供による土地利用変化を図-2に示す。図-2の上图は、事後効用を示し、下图は、期待効用を示している。人口配分は、交通所要時間の不確実性の下で期待効用が両居住地で一致するところで決定される(A点)。そのとき事後効用は一致するとは限らない。郊外交通所要時間の予測が過小の場合、期待効用は両地域で一致するが、事後効用は、 $\hat{V}_1 > \hat{V}_2$ (C, D点)となる。事後効用は、長期的には移動を繰り返すことによって交通市場と土地市場が同時に均衡するE点に落ち着く。情報提供(図-2では、郊外居住地の交通所要時間期待値が増大)によって期待が修正され人口配分が長期均衡に近づくことができる。

情報提供効果を議論するため社会厚生関数を

$$W = N_1 \hat{V}_1 + N_2 \hat{V}_2 \quad (16)$$

と定義する。(16)式を μ_2 で偏微分すると、

$$\frac{\partial W}{\partial \mu_2} = \frac{\partial N_1}{\partial \mu_2} (\hat{V}_1 - \hat{V}_2) + N_1 \frac{\partial \hat{V}_1}{\partial \mu_2} + N_2 \frac{\partial \hat{V}_2}{\partial \mu_2} \quad (17)$$

(+) (2) (+)

(17)式の第一項は、期待が修正されたため郊外から中心に選択を変えた世帯の効用の変化分、第二項は、居住地変更による中心居住者への外部性、第三項は、郊外居住者への外部性をあらわす。第二項の符号は前述のようにトレードオフがあり定まらないが、 $\hat{V}_1 > \hat{V}_2$ のとき第一項と第三項が正であり、 $|\partial V_1 / \partial \mu_2| < |\partial V_2 / \partial \mu_2|$ を考慮すると社会厚生は改善される可能性が高い。

事後効用の長期的市場均衡点は、交通混雑が発生

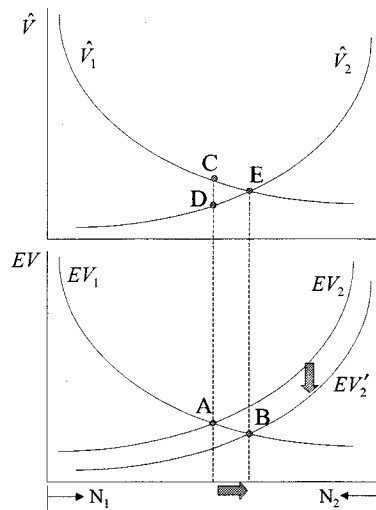


図-2 情報提供による土地利用変化

しているため混雑税を課すことによりさらに社会厚生を改善することが可能である。しかし情報提供のみではこの社会的最適を達成することは難しいため立地課徴金等の政策とあわせて考える必要がある。

5. おわりに

本研究では、将来交通所要時間情報の提供による立地誘導効果を都市経済モデルによって分析した。その結果、将来交通所要時間情報の提供は、立地選好の変化を通じ、交通に関しより効率的な土地利用に誘導する効果があることが示せた。

不確実性の軽減と期待値の修正が同時に起こる場合、立地税を課す場合、期待形成メカニズムと情報に対する反応などが今後の課題である。

参考文献

- 1)宮本和明：交通計画における逆転のアプローチ-交通施設整備を与件とした土地利用の誘導-，運輸と経済，第60巻，第6号，pp24-25,2000
- 2)仙台都市圏総合都市交通計画協議会：仙台都市圏都市交通の提言，仙台都市圏総合都市交通体系調査のあらまし,2000
- 3)Ioannides,Y：Location Decisions under Uncertainty and the Urban Model, Economics Letters 11, pp 291- 295, 1982
- 4)Papageorgiou,Y and Pines,D：The Impact of Transportation Cost Uncertainty on Urban Structure, Regional Science and Urban Economics, 18, pp 247-260, 1988
- 5)Mun,S and Sasaki, K, Effects of Urban Transportation System Change on Land Price in the Setting of Owner-Occupied Residence, Journal of Urban Economics 32, pp351-366, 1992
- 6)山口健太郎・多々納裕一・田中成尚・岡田憲夫，単一中心都市における甚大な災害リスクに関する情報の提供効果に関する分析，土木計画学研究・論文集，No.16,pp333-340,1999
- 7)小林潔司・井川修：交通情報によるドライバーの経路誘導効果に関する研究，土木学会論文集，No.470,IV-20, pp.185-194,1993