

# パーソントリップデータを活用したベトナムにおける交通プロジェクト評価に関する一考察

松島格也<sup>1</sup>・Nguyen Trong Hiep<sup>2</sup>・小林潔司<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 京都大学大学院工学研究科都市社会学専攻 (〒 615-8540 京都市西京区京都大学桂)  
E-mail: matsushima.kakuya.7u@kyoto-u.ac.jp

<sup>2</sup>学生会員 京都大学大学院工学研究科都市社会学専攻 (〒 615-8540 京都市西京区京都大学桂)  
E-mail: nguyentronghiep@gmail.com

<sup>3</sup>フェロー会員 京都大学大学院経営管理研究部 (〒 606-8501 京都市左京区吉田本町)  
E-mail: kobayashi.kiyoshi.6n@kyoto-u.ac.jp

近年の東南アジア各国における経済成長はめざましく、それとともに必要とされる交通インフラも急速に整備されつつある。それに伴い、プロジェクトによりもたらされる便益を適切に評価し、適切なインフラへの投資へとつなげる必要性が高まっている。また、近年アジア各国においてパーソントリップ調査が広く実施されるようになってきている。同調査で整備されたパーソントリップデータは交通分析のみならず、プロジェクト便益評価においてもきわめて有用である。そこで本稿では、急速にその必要性が求められている、ベトナムにおける交通インフラプロジェクトを対象として、パーソントリップデータを用いた便益評価の取り組みを紹介する。交通プロジェクトの効果は、時間短縮効果など直接的に交通行動にもたらされるものにとどまらず、立地変化などを通じた地域経済へも影響を及ぼす。ハノイ都市圏を対象とした Computable Urban Economic Model (CUE) モデルを構築し、それを活用して交通プロジェクトの便益を定量的に評価する。

*Key Words : person trip data, Vietnam, transportation, project evaluation*

## 1. はじめに

近年の東南アジア各国における経済成長はめざましく、それとともに必要とされる交通インフラも急速に整備されつつある。それに伴い、プロジェクトによりもたらされる便益を適切に評価し、適切なインフラへの投資へとつなげる必要性が高まっている。また、近年アジア各国においてパーソントリップ調査が広く実施されるようになってきている。同調査で整備されたパーソントリップデータは交通分析のみならず、プロジェクト便益評価においてもきわめて有用である。そこで本稿では、急速にその必要性が求められている、ベトナムにおける交通インフラプロジェクトを対象として、パーソントリップデータを用いた便益評価の取り組みを紹介する。交通プロジェクトの効果は、時間短縮効果など直接的に交通行動にもたらされるものにとどまらず、立地変化などを通じた地域経済へも影響を及ぼす。ハノイ都市圏を対象とした Computable Urban Economic Model (CUE)<sup>1)</sup> モデルを構築し、それを活用して交通プロジェクトの便益を定量的に評価する。

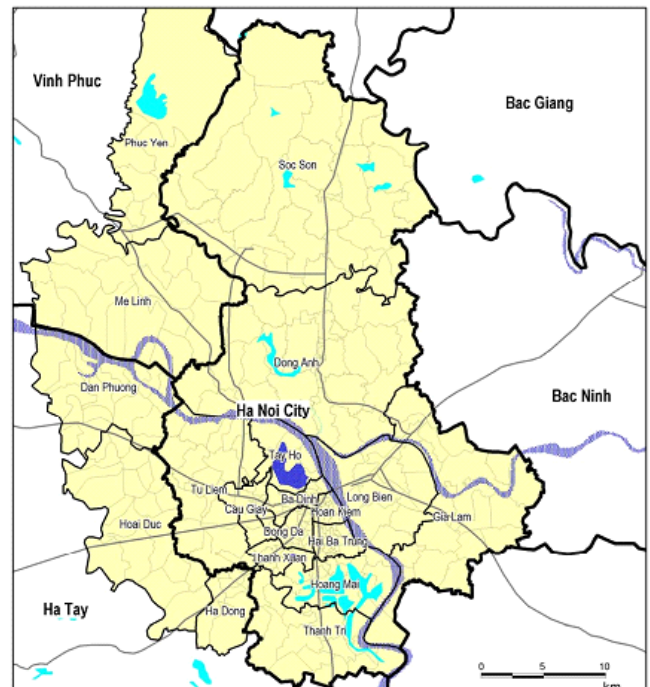


図 - 1 ハノイ都市圏

## 2. ハノイ PT 調査

ベトナム・ハノイにおけるパーソントリップ調査は、JICA により 2005 年に実施された。旧ハノイ市街地に

表 - 1 14 ゾーン間 OD 表

Zone	Ba Dinh	Tay Ho	Hoan Kiem	Hai Ba Trung	Dong Da	Thanh Xuan	Cau Giay	Hoang Mai	Long Bien	Soc Son	Dong Anh	Tu Liem	Thanh Tri	Gia Lam
Ba Dinh	269,325	40,283	111,762	71,294	75,130	21,402	31,994	18,571	28,069	47	505	14,135	5,964	8,137
Tay Ho	40,857	191,321	35,699	27,570	14,279	4,674	16,128	6,212	12,435	93	35	8,704	1,892	2,894
Hoan Kiem	114,489	36,992	234,202	78,477	135,421	35,878	42,633	23,386	33,181	3,491	4,588	22,428	8,069	12,479
Hai Ba Trung	79,042	28,410	77,750	438,539	148,700	61,973	43,200	58,680	21,314	1,990	6,239	20,097	13,244	8,230
Dong Da	76,335	14,789	135,048	140,314	415,119	59,138	35,020	34,897	37,003	970	542	15,940	11,464	9,366
Thanh Xuan	22,015	4,791	37,394	60,132	59,564	229,646	14,334	28,635	13,521	47	439	12,475	10,091	3,575
Cau Giay	31,193	15,743	42,445	43,362	36,195	14,550	221,602	11,373	15,362	40	155	34,383	3,932	4,267
Hoang Mai	18,080	6,139	22,705	58,940	38,615	29,205	13,217	228,399	5,278	934	2,399	6,628	21,098	2,175
Long Bien	27,574	11,098	20,938	14,269	37,121	14,754	14,253	4,720	319,038	14,892	13,003	9,922	3,008	34,346
Soc Son	199	169	3,234	1,920	942	15	97	1,468	11,557	576,610	6,856	118	256	2,604
Dong Anh	173	37	5,930	5,511	242	47	233	2,014	14,103	6,903	603,012	170	1,219	10,770
Tu Liem	14,145	8,804	22,945	21,848	15,803	12,390	34,618	5,584	8,592	56	508	396,746	3,694	2,494
Thanh Tri	6,527	2,099	7,202	12,610	10,801	11,492	3,417	20,988	3,272	243	474	3,814	259,654	1,479
Gia Lam	8,625	3,231	8,019	5,960	11,640	3,878	4,099	1,714	36,838	1,499	11,150	3,883	1,156	405,800

加えて Ha Tay Province と Vinh Phuc Province を含むエリアを、小ゾーン単位で 301 のゾーニングがなされている。2.23%の抽出率により約 20,000 世帯のサンプルが抽出され、78,996 名分ののトリップデータが集められた。以下で構築するモデルにおいては、ハノイ都市圏を 14 のゾーンに分割する (図-1 参照)。14 ゾーン間の OD 表を表 - 1 に示す。なお、パーソントリップ調査の詳細については、JICA による報告書<sup>2)</sup>などを参照されたい。

### 3. プロジェクト評価モデル

#### (1) 前提条件

都市内交通プロジェクト事業を評価するために、CUE モデルを構築する。消費者は居住するゾーンと勤務するゾーンとを同時に決定する。この消費者による居住地・勤務地決定行動を通じて、ゾーン間の通勤トリップが内生的に求まる。各ゾーンにはそれぞれ、一つずつ企業が立地している。各企業は労働と土地を投入して財を生産する。消費者は各ゾーンで生産される財を消費することと、余暇時間を消費することによって効用を獲得する。なお、表 - 2 に変数とパラメータの一覧を示す。

#### (2) 消費者行動

各ゾーンに立地する消費者は、以下に示す効用最大化問題を解く。

$$\max_{Z_z, b} U_{ij} = \alpha \ln \left( \sum_{z \in Z} (Z_{z|ij})^\eta \right)^{\frac{1}{\eta}} + \beta \ln b_{ij} + e_{ij} \quad (1)$$

subject to

$$\sum_{z \in Z} (p_z + c_{ij} g_{iz}) Z_{z|ij} + b_{ij} R_i + d g_{ij} = \left( H - d G_{ij} - \sum_{z \in Z} c_{ij} Z_{z|ij} G_{iz} \right) w_j + M \quad (1a)$$

$$\text{and} \quad H - d G_{ij} - \sum_{z \in Z} c_{ij} Z_{z|ij} G_{iz} \geq 0 \quad (1b)$$

予算制約式を書き直すと、

$$\sum_{z \in Z} [p_z + c_{ij} (g_{iz} + w_j G_{iz})] Z_{z|ij} + b R_i = (H - d G_{ij}) w_j + M - d g_{ij}. \quad (2)$$

となる。Full price condition より、

$$\psi_{z|ij} \equiv p_z + c_{ij} (g_{iz} + w_j G_{iz}), \quad (3)$$

が成立する。集計化して、

$$\Psi_{ij} \equiv (H - d G_{ij}) w_j + M - d g_{ij}. \quad (4)$$

が導出出来る。

マーシャルの需要関数は

$$Z_{z|ij} = \frac{\psi_{z|ij}^{\frac{1}{\eta-1}}}{\sum_{s \in Z} \psi_{s|ij}^{\frac{1}{\eta-1}}} \alpha \Psi_{ij}, \quad (5)$$

と

$$b_{ij} = \beta \frac{\Psi_{ij}}{R_i}. \quad (6)$$

として求まる。また、労働時間は

$$H_{ij} = H - d G_{ij} - \sum_{z \in Z} c_{ij} Z_{z|ij} G_{iz} \geq 0 \quad (7)$$

である。

間接効用関数は以下のように求まる。

$$U_{ij}^* = \alpha \ln \alpha + \beta \ln \beta + \ln \Psi_{ij} - \beta \ln R_i + \alpha \frac{(1-\eta)}{\eta} \ln \left( \sum_{z \in Z} \psi_{z|ij}^{\frac{\eta}{\eta-1}} \right) + e_{ij} \quad (8)$$

表 - 2 変数・パラメーター一覧

Households	
Parameters	
$\alpha$	the elasticity of utility with respect to the sub-utility of retail goods
$\beta$	the elasticity of utility with respect to residential land areas
$\eta$	$\frac{1}{1-\eta}$ is the elasticity of substitution between any two retail varieties
$\lambda$	dispersion parameter of i.i.d.Gumbel idiosyncratic utilities
Variables	
$U_{ij}^*$	systematic part of the utility of consumer lives in zone $i$ and work in zone $j$
$\psi_{z ij}$	delivered price (inclusive of the opportunity cost of travel) of retail goods produced in zone $z$ for consumers working in model zone $j$ and residing in model zone $i$
$\Psi_{z ij}$	full income of consumer in skill level $f$ net of the opportunity cost of commuting and taxes
$M$	non-wage annual income per consumer
$Z_{z ij}$	Marshallian demand for retail goods in model zone $z$ for consumer working in model zone $j$ and residing in model zone $i$
$b_{ij}$	Marshallian demand for residential land area by a worker working in model zone $j$ and residing in model zone $i$
$H_{ij}$	annual labor hours supplied to producers in model zone $j$ by consumers who reside in zone $i$
$P_{ij}$	probability that a consumer will choose to reside in model zone $i$ while working in model zone $j$
$G_{ij}$	round trip travel time per person-trip from zone $i$ to zone $j$ by a traveler
$g_{ij}$	round trip monetary cost per person-trip from zone $i$ to zone $j$ by a traveler
Firms	
Parameters	
$\delta$	elasticity of output with respect to labor input
$\mu$	elasticity of output with respect to land input
Variables	
$L_j^*$	labor used as input in production in zone $j$
$S_j^*$	land area used as input in production in zone $j$
Endogenous Variables	
$X_j$	aggregate output produced in zone $j$
$p_j$	price of output in zone $j$
$w_j$	wage rate paid to labor hired by producers in zone $j$
$R_j$	rental price of land in zone $j$

さらに，居住地  $i$ ，勤務地  $j$  を選択する確率は，

$$P_{ij} = \frac{\exp(\lambda U_{ij}^*)}{\sum_{\forall(s,t)} \exp(\lambda U_{st}^*)} \quad \text{with} \quad \sum_{\forall(i,j)} P_{ij} = 1 \quad (9)$$

である．

### (3) 企業行動

各ゾーンに立地する企業の生産関数は，以下のよう  
に表される．

$$X_j = AL_j^\delta S_j^\mu \quad (10)$$

当該企業の費用最小化行動は

$$\min_{L,S} C_j = w_j L_j + R_j S_j \quad (11)$$

ゾーン  $j$  に立地する企業の条件付き要素需要関数は

$$L_j^* = A^{-\frac{1}{\delta+\mu}} \left( \frac{\delta R_j}{\mu w_j} \right)^{\frac{\mu}{\delta+\mu}} X_j^{\frac{1}{\delta+\mu}} \quad (12)$$

$$S_j^* = A^{-\frac{1}{\delta+\mu}} \left( \frac{\delta R_j}{\mu w_j} \right)^{-\frac{\delta}{\delta+\mu}} X_j^{\frac{1}{\delta+\mu}} \quad (13)$$

となる．ゼロ利潤条件により，ゾーン  $j$  における価格は

$$p_j = \frac{w_j L_j^* + R_j S_j^*}{A (L_j^*)^\delta (S_j^*)^\mu} \quad (14)$$

と求まる．

#### (4) 市場均衡条件

不在地主によるレントは全人口に等しく配分される。  
したがって、

$$M = \frac{\sum_{\forall(i)} R_i Q_i}{N} \quad (15)$$

が成立する。また、生産物市場の需給式から、

$$N \sum_{\forall(n,s)} Z_{i|ns} P_{ns} = X_i \quad (16)$$

が成立する。一方、ゾーン  $i$  の土地市場は

$$S_i + N \sum_{\forall j} P_{ij} b_{ij} = Q_i \quad (17)$$

を満たす。最後に、労働市場均衡式は

$$L_j = N \sum_{\forall i} \left( H - dG_{ij} - c_{ij} \sum_{\forall z} G_{iz} Z_{z|ij} \right) P_{ij} \quad (18)$$

となる。

#### 4. おわりに

実証分析結果については講演時に発表する。

#### References

- 1) 堤 盛人, 山崎 清, 小池 淳司, 瀬谷 創, 応用都市経済モデルの課題と展望, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.68, No.4, pp.344-357, 2012.
- 2) JICA, 都市交通計画策定にかかるプロジェクト研究, <http://www.jica.go.jp/activities/issues/transport/ku57pq00000zzbte-att/finalreport02.pdf>, 2013年5月1日アクセス。