

神戸大学工学部 正 員 黒田勝彦
神戸大学大学院 学生員 ○大西正毅

1. はじめに

近年においては、余暇施設の需要が増大してきている。その中でも、水辺に対する関心は増加する傾向にあり、現在、都市周辺のウォーターフロントでは親水性を考慮した施設の開発が各地で計画されてきている。

そこで本研究では、親水施設の需要を予測するモデルを余暇時間や所得の制約条件の下で構築し、そのモデルを用いての理論的考察を行う。

2. 効用関数による需要予測モデルの定式化¹⁾

①時間制約のみ

②時間制約と予算制約(滞在費用が一定)

③時間制約と予算制約(滞在費用が滞在時間に比例)

という3パターンの制約条件の下で、本研究では次のように最大化問題を定式化する。

$$\text{Max } U_i^k = \sum_j Z_j \cdot (n_{ij}^k)^\gamma \cdot (\tau_{ij}^k)^\alpha$$

$$\text{s.t. } ① \sum_j n_{ij}^k (t_{ij} + \tau_{ij}^k) \leq T^k$$

$$② \left\{ \begin{array}{l} \sum_j n_{ij}^k (t_{ij} + \tau_{ij}^k) \leq T^k \\ \sum_j n_{ij}^k (c_{ij} t_{ij} + p_j^0) \leq I^k \end{array} \right. \quad ③ \left\{ \begin{array}{l} \sum_j n_{ij}^k (t_{ij} + \tau_{ij}^k) \leq T^k \\ \sum_j n_{ij}^k (c_{ij} t_{ij} + p_j \tau_{ij}^k) \leq I^k \end{array} \right.$$

ただし、

U_i^k : 居住地 i の個人 k がすべての親水施設を訪れることによって得る総効用

Z_j : 親水施設 j の魅力度

n_{ij}^k : 居住地 i の個人 k の親水施設 j への訪問回数

τ_{ij}^k : 居住地 i の個人 k の親水施設 j での滞在時間

t_{ij} : 居住地 i から親水施設 j までの交通所要時間

T^k : 個人 k が親水施設までの移動とその滞在に使用できる余暇時間

c_{ij} : 居住地 i から親水施設 j までの単位時間交通費用

p_j^0 : 親水施設 j での滞在費用

I^k : 個人 k が親水施設までの移動とその滞在に使用できる所得

p_j : 親水施設 j での単位時間滞在費用

α, γ : パラメータ ($0 < \alpha < \gamma < 1$)

キューン・タッカーの定理を用いて、この最大化問題を解くと、訪問回数 n_{ij}^k と滞在時間 τ_{ij}^k の最適解を求めることができる。表-1にそれぞれの制約条件における訪問回数 n_{ij}^k 、滞在時間 τ_{ij}^k をまとめたものを示す。

3. 需要予測モデルに関する考察

(1) 訪問回数について

a) 制約条件が①, ②, ③($U_a \geq U_b$) のとき

時間制約式と表-1の訪問回数式、滞在時間式より最大可能訪問回数を表す以下の式(1)が求められる。

$$n_{ij}^k = \frac{\gamma - \alpha}{\gamma} \cdot \frac{T^k}{t_{ij}} \quad \dots (1)$$

式(1)と訪問回数式より、親水施設の魅力度と訪問回数との関係を図示すると図-1となり、施設までの交通所要時間が短いほど訪問回数は多くなることが分かる。ただし、式(1)より施設の魅力度がいくら増加しても、任意の親水施設 j を訪問する回数は $\frac{\gamma - \alpha}{\gamma} \cdot \frac{T^k}{t_{ij}}$ を越えることはない。

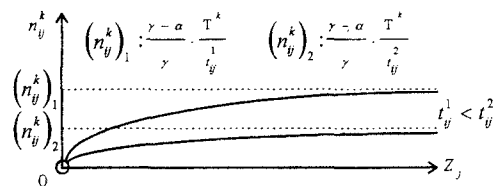


図-1 魅力度と訪問回数との関係

b) 制約条件が③($U_a < U_b$) のとき

a) と同様にして最大可能訪問回数は以下の式(2)のように表される。

$$n_{ij}^k = \frac{\gamma - \alpha}{\gamma} \cdot \frac{I^k}{c_{ij} t_{ij}} \quad \dots (2)$$

式(2)より、施設までの交通所要時間が短いほど、さらに単位時間交通費用が安いほど訪問回数は多くなることが分かる。

表－1 訪問回数と滞在時間の最適解

制約条件	①時間制約のみ	時間制約と予算制約		
		②滞在費用が一定	③滞在費用が滞在時間に比例	
			$U_a \geq U_b$	$U_a < U_b$
滞在時間 τ_{ij}^k	$\frac{\alpha}{\gamma - \alpha} t_{ij}$	$\frac{\alpha}{\gamma - \alpha} t_{ij}$	$\frac{\alpha}{\gamma - \alpha} t_{ij}$	$\frac{\alpha}{\gamma - \alpha} \frac{c_{ij}}{p_j} t_{ij}$
訪問回数 n_{ij}^k	$\frac{T^k}{K_i^1} \left(\frac{Z_j}{t_{ij}^{1-\alpha}} \right)^\beta$	$\frac{T^k}{K_i^1} \left(\frac{Z_j}{t_{ij}^{1-\alpha}} \right)^\beta$	$\frac{T^k}{K_i^1} \left(\frac{Z_j}{t_{ij}^{1-\alpha}} \right)^\beta$	$\frac{T^k}{K_i^2} \left(\frac{Z_j}{p_j^a c_{ij}^{1-\alpha} t_{ij}^{1-\alpha}} \right)^\beta$

$$K_i^1 = \frac{\gamma}{\gamma - \alpha} \sum_j \left\{ \left(Z_j / t_{ij}^{1-\alpha} \right)^\beta \cdot t_{ij} \right\}$$

$$K_i^2 = \frac{\gamma}{\gamma - \alpha} \sum_j \left\{ \left(Z_j / p_j^a c_{ij}^{1-\alpha} t_{ij}^{1-\alpha} \right)^\beta \cdot c_{ij} t_{ij} \right\}$$

$$U_a = \left(\alpha / \gamma - \alpha \right)^\alpha \cdot \left(T^1 / K_i^1 \right)^\gamma \sum_j Z_j^\delta t_{ij}^\phi$$

$$U_b = \left(\alpha / \gamma - \alpha \right)^\alpha \cdot \left(T^1 / K_i^2 \right)^\gamma \sum_j Z_j^\delta p_j^\phi c_{ij}^\phi t_{ij}^\phi$$

$$\beta = 1 / 1 - \gamma, \quad \delta = \beta \gamma + 1$$

$$\phi = \beta \gamma (\alpha - 1) + \alpha, \quad \varphi = -\alpha (\beta \gamma + 1)$$

(2) 勢力圏について

a) 制約条件が①, ②, ③($U_a \geq U_b$) のとき

訪問回数式において, $j = m$ が他のすべての $j \neq m$ に対し, $n_{im}^k > n_{ij}^k$ のとき, i は m の勢力圏に含まれるとする。

そこで, いま $j = A, B$ の2つの親水施設において

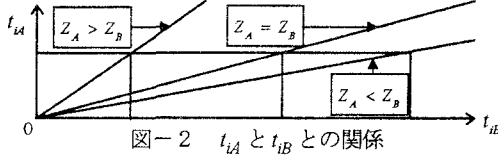
$$n_{ia}^k = n_{ib}^k \quad \therefore Z_A / t_{ia}^{1-\alpha} = Z_B / t_{ib}^{1-\alpha} \quad \cdots (3)$$

が成り立つとき, 親水施設 A, B に対して i は境界勢力圏といえる。

さらに, 式(3)において施設 A, B の魅力度が等しいときは $t_{ia} = t_{ib}$ となり, A, B は居住地 i からの交通所要時間が等しくなるところに立地していることになる。

また, 施設 A, B の魅力度が異なる場合は式(3)を図示した図－2より, 訪問回数が等しい場合の居住地 i からの交通所要時間は魅力度の大きい施設の方が長くなる。これは, 施設の魅力度が増加すると, その施設の勢力範囲が広がることを示している。

つまり, 施設の勢力範囲を広げるためには, 施設の魅力度を上げることから可能であることが分かる。



図－2 t_{ia} と t_{ib} との関係

b) 制約条件が③($U_a < U_b$) のとき

a) と同様にして

$$Z_A / p_A^a c_{ia}^{1-\alpha} t_{ia}^{1-\alpha} = Z_B / p_B^a c_{ib}^{1-\alpha} t_{ib}^{1-\alpha} \quad \cdots (4)$$

が成り立つとき, i は境界勢力圏といえる。

さらに, 式(4)において施設 A, B の魅力度が等しいときは $p_A^a c_{ia}^{1-\alpha} t_{ia}^{1-\alpha} = p_B^a c_{ib}^{1-\alpha} t_{ib}^{1-\alpha}$ となり, A, B は修正単位時間施設滞在費用, 修正単位時間交通費用, 修正交通所要時間の積が等しくなるところに立地していることになる。

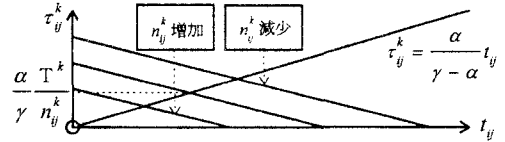
(3) 滞在時間について

a) 制約条件が①, ②, ③($U_a \geq U_b$) のとき

時間制約式と表－1の滞在時間式より最大可能滞在時間を表す以下の式(5)が求められる。

$$\tau_{ij}^k = \frac{\alpha}{\gamma} \frac{T^k}{n_{ij}^k} \quad \cdots (5)$$

式(5)と時間制約式より, 交通所要時間と滞在時間との関係を図示すると図－3となり, 施設への訪問回数が減少したときに滞在時間の最大値が増加することが分かる。



図－3 交通所要時間と滞在時間との関係

b) 制約条件が③($U_a < U_b$) のとき

a) と同様にして最大可能滞在時間は以下の式(6)のように表される。

$$\tau_{ij}^k = \frac{\alpha}{\gamma} \frac{T^k}{n_{ij}^k p_j} \quad \cdots (6)$$

式(6)より, 単位時間施設滞在費用は一定と考えられるので, 施設への訪問回数が減少したときに滞在時間の最大値が増加することが分かる。

4. おわりに

本研究では, 訪問回数と滞在時間の最適解や最大可能訪問回数などを表現することができた。

今後の検討課題としては, 施設の魅力度を定量化することなどが挙げられる。

《参考文献》

- 1) 近藤光男・青山吉隆: 幹線道路整備が買物行動に及ぼす影響の計量, 土木計画学研究・論文集, pp. 113～120, 1990年11月