

都市施設の選択の多様性の評価に関する研究

鳥取大学工学部 学生員 ○山中明夫 松下電器産業株式会社 松本 茂
鳥取大学工学部 正会員 小林潔司 鳥取大学工学部 正会員 岡田憲夫

1. はじめに

都市施設の利便性を検討する場合、個々の施設の望ましきだけでなく施設選択の範囲の大きさ（選択の多様性）が問題となる。大都市圏では規模や利用のしやすさなどの違う多くの施設が存在する。従って、消費者は気分やニーズに合わせて望ましいと考える施設を利用できる。しかし、地方生活圏では数少ない施設の中から選択をせざるを得ないケースが少なくない。このような選択の多様性は、施設の利便性を評価するための一つの尺度と考えることができる。本研究では施設選択の多様性を「個人の選択時における気分やニーズに応じて望ましい施設を選択できること」と定義する。そして、このような「選択の多様性」を考慮した上で選択可能な施設の集合の望ましさを比較検討できるような評価指標を提案する。さらに、評価指標を都市施設の利便性の評価問題に適用し、具体的利用法やその有効性を検討する。

2. 「選択の多様性」の評価指標について

本研究では機会集合と呼ぶ概念を導入する。機会集合 x_i ($i=1, \dots, m$) は消費者が日常的に利用可能な施設 $z^k_i \in x_i$ ($k=1, \dots, m$) の集合である。ここで消費者の選択可能集合に完備かつ推移的な二項関係 $\succeq_s$ を導入しよう。 $z_i \succeq_s z_j$ は「状況 s が実現した時、消費者が施設 z_i を施設 z_j と少なくとも同程度かまたはより好ましいと考える」ことを意味する。この二項関係 $\succeq_s$ は状況に応じて変化する消費者の選好を $s=1, \dots, S$ という添字によって表現しており、状況依存的選好と呼ぶこととする。次に、機会集合 x_i 間の完備かつ推移的な選好関係を $\succeq$ で表現する。 $\succeq$ は、選択の多様性を表現する順序関係である。機会集合間の二項関係 $\succeq$ は施設選択において成立する二項関係 $\succeq_s$ により導出される条件を満足しなければならない。その条件とは、上述の記号を用いて「すべての $\succeq_s$ ($s=1, \dots, S$) とすべての $z_j \in x_j$ に対して $z_i \succeq_s z_j$ なる $z_i \in x_i$ が存在すれば、 $x_i \succeq x_j$ が成立する」ことであり、これを選択の多様性の条件と呼ぶことにする。この条件によって、機会集合間に包含関係があるときには、包含する集合の方が包含される集合よりも同等もしくはより望ましいと評価される。また、どんな時にも利用されないよ

うな魅力に乏しい施設がいくつ増えても機会集合の望ましさに影響を与えないような評価がなされる。機会集合間の二項関係 $\succeq$ がこの条件を満たしているならば選択の多様性は考慮されていると考える。ここでは、選択の多様性の条件を満足するような評価指標の一般形を求める。そこで、機会集合の選択の多様性を示す評価指標を、 $x_i \succeq x_j$ である時のみ $v(x_i) \geq v(x_j)$ が成立し、また、 $x_i \succ x_j$ であれば $v(x_i) > v(x_j)$ であるような機会集合 X から実数値 R への集合関数 $v(\cdot)$ として定義する。施設利用の場合、消費者の選択行動

$$v(x_i) = \delta \circ \Omega(x_i) \dots\dots\dots (1)$$

$$R^s \rightarrow R \text{ ただし } \Omega(x_i) = \{ \omega(x_i, s) \} : X \rightarrow R^s$$

$$v(x_i) = \sum_s \alpha(s) \omega(x_i, s) : (\alpha > \alpha(s) > 0) \dots\dots (2)$$

$$v(x_i) = \sum_s \pi(s) \omega(x_i, s) \dots\dots\dots (3)$$

$$v(x_i) = \int_H \sup_{z \in x_i} U(z, s) dP(s) \dots\dots\dots (4)$$

$$U(z, s) : \text{確率空間}(H, \Sigma, P) \text{ 上の確率変数}$$

$$U(z^k, s) = V(z^k, s^k) = v(z^k) + s^k \dots\dots\dots (5)$$

$$v : \text{確定効用}$$

$$v(x_i) = (1/\lambda) \ln \sum_{z^k \in x_i} \exp [\lambda v(z^k)] \dots\dots\dots (6)$$

$$U_i(z^k, s) = 6 + 3A^k - 0.1t^k_i + s^k_i \dots\dots\dots (7)$$

$$A : \text{面積, } t : \text{7ヶ月時間, } s : \text{確率効用}$$

を通じて状況依存的選好関係 $\succeq_s$ は観測できるが、機会集合間の二項関係 $\succeq$ は直接観測できない。したがって、 $\succeq$ は $\succeq_s$ によって表現される観測結果と矛盾するものであってはならない。すなわち、選択の多様性の条件だけで決定される機会集合 x_i 間の順序関係は半順序関係となる。このような半順序関係を $\succeq$ で表わす。支配関係 $\succeq$ で比較できる一連の順序関係に属する x_i の集合を鎖と呼ぶことにする。この同一の鎖に含まれる任意の機会集合 x_i と x_j に対して $x_i \succeq x_j$ が成立するための必要十分条件は、任意の s に対して、 $\omega(x_i, s) \geq$

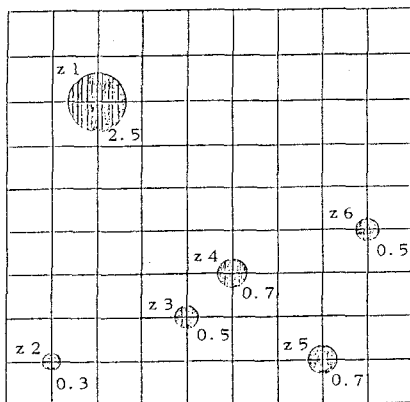
$\omega(x_i, s)$ が成立することである。ただし $\omega(x_i, s) = \max_{z \in x_i} U(z, s)$ であり、 $U(z, s)$ は z を数値表現する状況依存型効用関数である。 ω は S 次元のベクトルでありこれを強単調に変換する関数 δ を用いることによって評価指標の一般形は式(1)のように表現できる。そして具体的な評価指標の例として式(2)のような表現が考えられる。 $\alpha(s)$ は状況 s に対する重みであるが消費者の機会集合間の選択行動が観測できないために決定できない。そこで状況 s が生起する確率 $\pi(s)$ を α として用いることにする(式(3))。式(3)を状況 s が連続的に存在する場合に拡張すると式(4)になる。状況依存型効用関数として式(5)のような確率効用モデルを考え s^k が互いに独立なワイブル分布に従うと仮定しよう。この時ランダム効用理論から導出される合成効用指標(6)は選択の多様性条件を満足する。ここに x_i^* は実際に選択した施設の集合である。

3. 計算事例

選択の多様性指標を簡単な都市に適用する。図1のような格子状の道路網上に公園 z_i ($i=1, \dots, 6$) があるとす。各リンクの移動所用時間はすべて10分と仮定する。図1上の各地点から1時間以内にアクセスできる公園をその地点における公園の機会集合と考える。効用関数は本来消費者の選択行動を観測してパラメータを推計しなければならない。しかし、ここでは評価指標(6)の特性を考察することを目的としているため式(7)のような効用関数を想定しよう。 $\lambda=0.5, 0.1$ とした場合の各地点の評価指標値を計算し、その結果を図2、図3に等高線で表現している。評価指標(6)の値は、数値の大小による順序関係のみに意味がある。そこで図2、図3は等高線の高低を示すために評価指標値を基準化して示してある。 λ が小さい時 ($\lambda=0.1$) は評価指標(6)は選択可能な施設の多さをより高く評価し、 λ が大きい時 ($\lambda=0.5$) は評価指標(6)は規模の大きい施設をより高く評価していることがわかる。 λ は確率効用の分散の程度を示す。 λ が小さいほど、確率効用の分散は大きくなり、状況に応じて様々な選択が為される可能性が大きい時の結果を示す。従って、 λ が小さいほど選択の範囲の大きさを重視した評価結果が得られる。

4. おわりに

本研究では、対象地域の都市施設の利便性を選択の多様性という視点から評価する指標を提案した。今後の研究課題として各地点の評価指標値を何らかの方法で集計し、都市施設の望ましい整備方法について分析できる方法を開発することが考えられる。



注) 数字は公園の規模を示す。

図1 道路網と公園の配置

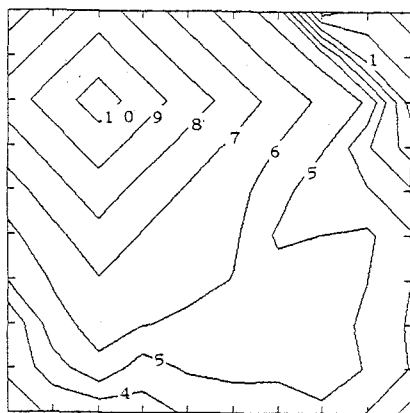


図2 指標の等高線図 $\lambda = 0.5$

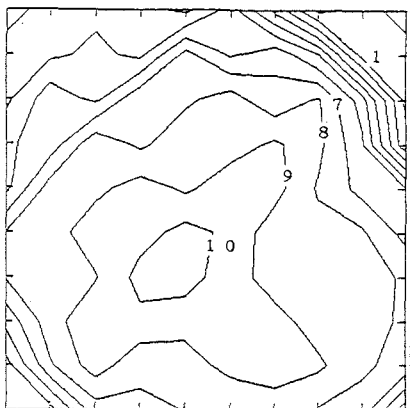


図3 指標の等高線図 $\lambda = 0.1$