

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

鳥取大学工学部 学生員 山中明夫

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さ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。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。都市施設の利用可能性は地方都市圏の都市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、提案した評価指標を都市施設の利便性の評価問題に適用するとともに、都市施設の整備案の対話型評価システムを開発することとする。本稿では評価指標の導出とその利用方法、および評価システムの有効性に焦点を当てて発表することとする。

2. 「選択の多様性」の評価指標について

機会集合 x_i ($i=1, \dots, m$) を消費者が日常的に利用可能な施設 $z^k_i \in x_i$ ($k=1, \dots, m$) の集合と定義する。消費者の都市施設に対する完備かつ推移的な選好関係 $\succsim_s$ を導入する。家計は状況 s ($s=1, \dots, S$) が生起することにより異なった選好関係を有すると考える。 $z_i \succsim_s z_j$ 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。二項関係 $\succsim_s$ 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。つぎに、機会集合 x_i 間の完備かつ推移的な二項関係を $\succsim$ で表現する。 $\succsim$ は、選択肢の集合である機会集合そのものの望ましさを示す完備かつ推移的な二項関係であり、選択の多様性を表現する順序関係と呼ぶこととする。機会集合間の二項関係 $\succsim$ は施設選択において成立する二項関係 $\succsim_s$ により導出される条件を満足しなければならない。すなわち

「すべての s ($s=1, \dots, S$) とすべての $z_i \in x_i$ に対して $z_i \succsim_s z_j$ なる $z_j \in x_j$ が存在すれば、 $x_i \succsim x_j$ が成立する」ことが必要であり、これを選択の多様性の条件と呼ぶことにする。この条件より、「機会集合間に包含関係がある場合、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」、「どんな時にも利用されないような魅力に乏しい施設が機会集合に加わってもその機会集合の望ましさは変化を与えない」という条件が導出できる。

つぎに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。すなわち、機会集合の選択の多様性を示す評価指標を、 $x_i \succsim x_j$ 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。都市施設の利用の場合、消費者の選択行動を通じて状況依存的選好関係 $\succsim_s$ は観測できる。しかし住民の立地行動は都市施設の選択の多様性の選好結果のみを反映したものでないため機会集合間の二項関係 $\succsim$ は直接観測できない。したがって、機会集合間の二項関係 $\succsim$ は都市施設に関する顕示選好 $\succsim$ によって表現される都市施設の利便性評価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によって導出される機会集合 x_i 間の二項関係は完備ではなく半順序関係となる。このような半順序関係を $\succsim$ で表わす。支配関係 $\succ$ で比較できる一連の順序関係に属する機会集合 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 $x_i \succ x_j$ が成立するための必要十分条件は、任意の s に対して、 $\omega(x_i, s) \geq \omega(x_j, s)$ 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 $\succsim_s$ 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

$$v(x_i) = \delta \circ \Omega(x_i) : R^S \rightarrow R \dots \dots \dots (1)$$

となる。ただし $\Omega(x_i) = \{ \omega(x_i, s) : X \rightarrow R^0 \}$ と表現できる。具体的な評価指標の例として

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

を考えよう。 $\alpha(s)$ は状況 s に対する重みである。消費者の機会集合間の選択行動が観測できないために $\alpha(s)$ を外生的に決定せざるを得ないが、ここでは状況 s が生起する確率 $\pi(s)$ を α として用いることにする。すなわち、次式の評価指標を得る。

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

式(3)を状況 s が連続的に存在する場合に拡張すると

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

となる。ここに $U(z, s)$ は状況依存型効用関数であり確率空間 (H, Σ, P) 上の確率変数である。状況依存型効用関数として確率効用モデル

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

を考える。ここに v は確定効用項であり、確率項 s^k が互いに独立なワイブル分布に従うと仮定する。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。

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

ここに x_i は実際に選択した施設の集合である。 λ はワイブル分布のパラメータである。

3. 計算事例 都市施設の利便性評価のために開発した対話型評価システム適用事例を示す。ここでは図1のような格子状の道路網上に公園 z_i ($i=1, \dots, 6$) を有する仮想的都市を考える。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よう。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。

$$U_i(z^k, s) = 6 + 3A^k - 0.1t_i^k + s^k \cdots \cdots \cdots (7)$$

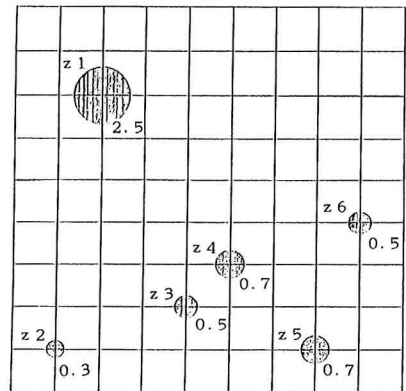
A:面積, t:アクセス時間, s:確率効用

$\lambda=0.5, 0.1$ とした場合の各地点の評価指標値を計算した。その結果を図2, 図3に示す。 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。このように λ の値が小さくなる程(確率項の分散が大きい程)消費者は多様な施設を利用

できることをより積極的に評価する傾向が得られる。対話型システムを用いて都市上の任意の一点に公園を配置することにより、都市内の各地点における都市施設の利便性を等高線により表示することができる。このような対話型評価システムの有用性とそれを用いた分析事例については紙面の都合上省略し、その詳細は発表時に示すこととする。

4. おわりに

本稿は、都市内に居住するある個人にとっての都市施設の利便性の評価尺度について考察した。今後は施設の個人間における利便性の比較に関する基礎的な分析が必要になると考える。



注) 数字は公園の規模を示す。
図1 道路網と公園の配置

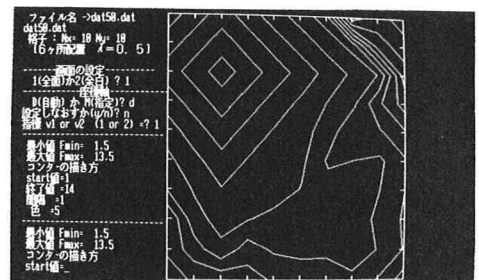


図2 指標の等高線図 $\lambda = 0.5$

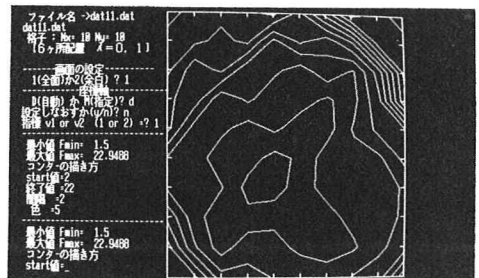


図3 指標の等高線図 $\lambda = 0.1$