

IV-100

ゲーム理論を用いた路上駐車選択確率導出法

筑波大学 正員 黒川 洸

筑波大学 学生員 〇松村 直樹

1. はじめに

既成市街地において新しく駐車場を建設しようとする経営者にとって、その駐車場を建設した場合、路上駐車がどれ程減少し、駐車場利用がどれ程増加するかを知ることは興味あるところである。あるいは、路上駐車に対する取り締まりと、駐車場の需要との相互関係を捕えることは非常に有用なことであると思われる。本研究では、駐車場の整備状況による路上駐車割合(率)の変化を明示的に捕えることを目的とし、ゲーム理論にいうミニ・マックス原理、及び、駐車満足度の測定方法として多属性効用関数を応用して、路上駐車選択確率の導出方法の構築を試みた。

2. 路上駐車選択行動の定式化

本研究では、自動車利用者と警察の2主体を考える。利用者は、警察の取り締まりを予期出来ない状況下において、自らの駐車満足度(効用)の最低水準を想定し、その中で最大の満足度が得られる行為を選択する、すなわちミニ・マックス行動をとるものと考ええる。また、利用者側から見れば、警察は対立主体となり得るが、逆に警察から見た場合、自動車利用者を対立主体と見ることは難しいと言える。よって今回は自動車利用者のみの選択行動に注目しそこにミニ・マックス原理のあてはめを試みた。

利用者は駐車に関して、駐車場に停めるか、路上駐車するか2つの選択が可能である。前者を選択する確率を p とすると、利用者の駐車満足度 E は、この p と、警察の取り締まり水準 P_x とによって決まると考えることが出来る。自動車利用者はミニ・マックス値を保証するように p を選択し、この時路上駐車選択確率は $(1-p)$ と決まる。

3. 満足度(効用)の測定方法

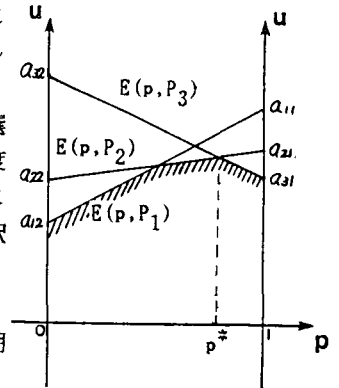
図1に示すような駐車満足度の測定方法として、多属性効用関数の利用を試みた。

利用者が駐車場に停めた時、あるいは路上に停めた時の効用は、複数の評価属性を合成することから得ると考えられる(表1)。また、駐車時間別の路上駐車選択確率を導出する為、30分未満、30分以上2時間未満、2時間以上の3つに区分し、2時間以上の確率を0と仮定した上で、残りの時間帯における効用関数を導出した。実際には、学生2人、社会人1人を対象としたアンケートを行い、3人の平均値をもって自動車利用者を代表する効用関数とした。

駐車場利用の効用関数については、駐車場までの平均歩行距離、平均駐車料金、駐車容量の3属性の間に選好の独立性、効用の独立性が検証された。それら3属性を用いて効用関数は式1・式2のように表せる。

しかし、その3属性に路上駐車を取り締まり水準を加えると、選好の独立、効用の独立が成立しないということがまた検証された為、次の仮説の下に効用関数を想定した。

仮説: 平均歩行距離、料金、容量の各水準が同じでも、周囲の取り締まりが厳しい程、相対的に効用は高くなるものとする。つまり、自動車利用者には、取り締まりが緩いことを知った上で駐車場に停めるということに関して、精神的な抵抗が伴うであろうと仮定する。さらにこの抵抗は、駐車場の整備状況が悪い程大きくなると予想される。



$E(p, P_x)$: 取り締まりの水準 P_x に対する期待効用。

図1 選択確率

表1 評価属性

	評価属性値	MAX	min	
1 利便性	1-1 平均歩行距離	500	10	m
	1-2 駐車容量	1000	250	台
2 経済性	2-1 平均駐車料金	500	0	円/時
3 安全性	3-1 取り締まり	14	0.25	回/週

以上より導出した効用関数は式3・式4のようである。

$$\begin{aligned}
 &\text{駐車時間30分未満} \quad \text{式1} \quad \text{式3} \\
 &1 - 0.381 U_p = (1 - 0.381 \times 0.185 \times U_1) \quad 1 - 0.381 U_p = (1 - 0.381 \times 0.185 \times 2.782 \times 10^{-3} \times (500 - (a+b \times U_R) \times X_1)^{0.950}) \\
 &\quad \times (1 - 0.381 \times 0.515 \times U_2) \quad \times (1 - 0.381 \times 0.515 \times 7.562 \times 10^{-3} \times (500 - U_R \times X_2)^{0.786}) \\
 &\quad \times (1 - 0.381 \times 0.450 \times U_3) \quad \times (1 - 0.381 \times 0.450 \times 1.087 \times 10^{-2} \times ((c-d \times U_R) \times X_3 - D/2) / \alpha)^{0.683} \\
 &\text{駐車時間30分以上} \quad \text{式2} \quad \text{式4} \\
 &1 + 0.119 U_p = (1 + 0.119 \times 0.165 \times U_1) \quad 1 + 0.119 U_p = (1 + 0.119 \times 0.165 \times 2.328 \times 10^{-2} \times (500 - (a+b \times U_R) \times X_1)^{0.607}) \\
 &\quad \times (1 + 0.119 \times 0.400 \times U_2) \quad \times (1 + 0.119 \times 0.400 \times 1.147 \times 10^{-2} \times (500 - U_R \times X_2)^{0.791}) \\
 &\quad \times (1 + 0.119 \times 0.400 \times U_3) \quad \times (1 + 0.119 \times 0.400 \times 1.810 \times 10^{-2} \times ((c-d \times U_R) \times X_3 - D/2) / \alpha)^{0.606} \\
 &\text{駐車時間30分未満} \quad \text{式5} \quad \text{駐車時間30分以上} \quad \text{式6} \\
 &U_R = 7.286 \times 10^{-3} \times (14 - X_4)^{1.865} \quad U_R = 2.517 \times 10^{-9} \times (14 - X_4)^{7.499}
 \end{aligned}$$

U_1 歩行距離による、 U_2 駐車料金による、 U_3 駐車容量による、 U_4 取り締まりによる各効用関数。
 U_p 駐車場利用の効用関数。 U_R 路上駐車の効用関数。 X_1 平均歩行距離、 X_2 平均駐車料金、 X_3 駐車容量、 X_4 取り締まりの各水準。 D ：駐車需要、 $\alpha = D/500$ （需要を500台^{*}に基準化するためのパラメータ）。 a, b ：取り締まりが最も厳しい場合（ $U_R = 0$ のとき） $X_1 = 10$ 、取り締まりが最も緩い場合（ $U_R = 1$ のとき） $X_1 = X_1$ とする為のパラメータ（ $a, b \geq 0$ ）。 c, d ：取り締まりが最も厳しい場合 $X_3 = 2D$ 、取り締まりが最も緩い場合 $X_3 = X_3$ とする為のパラメータ。（ $c, d \geq 0$ ）

4. 適用性の検討

土浦市、駅前商店街・中央地区商店街をケースとして、路上駐車選択確率を求めた（表2）。

その結果と比較の為に、全国街路交通情勢調査報告書 表2 属性値と選択確率

書における他地方都市の路上駐車割合を見ると表3のようになっている。計算結果の方が低い値を示しているが、その一因と考えられるのは、2時間以上の駐車車両に占める路上駐車割合が、実際は（上記の資料によれば）15～23%と高い数字を示すことである（先に、これを0と仮定している）。そこで、30分以上2時間未満の選択確率を2時間以上にも適用し、補正した値を表4に示す。

	距離 (m)	料金 (円/時)	容量 (台)	選択確率 (%)
駅前商店街	302	211	1139	17.5
中央地区商店街	226	200	504	21.1

表3 各都市圏における路上駐車割合

	青森	福島	小山	小松	平均 (%)
路上駐車割合	30.2	27.9	23.4	34.7	28.1

5. おわりに

計算結果（表4）は、他都市での観測値よりやや低い値を示すもののその差異はそれ程大きくない。効用関数をさらに精緻かつ信頼出来るものにし、対象とする地区の自動車利用者の満足度（ゲームの得点）をより正確に与えてやる事が出来れば、本研究で用いた方法により、駐車場整備に伴う路上駐車の変化を捕えることは可能となりそうである。

参考文献

- 1) 佐伯 胖：『きめ方』の理論 東京大学出版会 1980
- 2) 鈴木 光男：ゲームの理論 勁草書房 1978
- 3) 市川 惇信 他：多目的決定の理論と方法 社団法人計測自動制御学会 1980
- 4) 青森県：昭和55年度 全国街路交通情勢調査報告書（青森都市圏）1981
- 5) 福島県：昭和55年度 全国街路交通情勢調査報告書（福島都市圏）1981
- 6) 栃木県土木部：昭和55年度 全国街路交通情勢調査報告書（小山都市圏）1981
- 7) 石川県：昭和55年度 小松都市圏自動車OD調査集計業務報告書 1981

* アンケート中で、駐車需要を500台と仮定したため。

表4 選択確率（補正後）

	選択確率 (%)
駅前商店街	21.0
中央地区商店街	25.3