

駐輪場内における利用者の位置選好特性の評価

EVALUATION OF USER'S PREFERENCE FOR BICYCLES' PARKING LOT

* ** *** ****
高田直和・家田仁・赤松隆・松本嘉司

By Naokazu TAKATA, Hitoshi IEDA, Takashi AKAMATU and Yoshiji MATUMOTO

Bicycle is one of the most important vehicles when people access to the station. And nowadays many bicycles on the road become a big problem. We must consider how we can manage with the bicycles. In this paper we picked up the topic where bicycle users like to park their bicycles in the parking area. And consider why one place is popular and another place is not so popular. Here we introduce an attractive measure. When we clear what factor influence the popularity, we can image what structure of parking area is good or bad.

Throwing light on this man's behavior, we can try to use limited area much more useful and conveniently. The method we practice in this paper is effective for the business.

1. はじめに

自宅より駅までのアクセス手段として、徒歩あるいはバスと並んで自転車は重要なものである。この自転車利用者の数が、ここ数十年、驚異的な伸び（保有台数の推移をみると、昭和30年当時約1400万台に過ぎなかったものが40年に約2400万台、50年に約4400万台、55年には約5000万台となっている）をみせている。またその自転車は、駅付近の路上に放置され、歩行者の通行や付近住民への迷惑が、社

会問題にまでなっている。

通勤・通学自転車交通は徒歩交通と同じく、時間的、場所的に集中し、発生するといった特徴があり、その置場というのは必要不可欠な設備である。こういった情勢の中で、その施設としての自転車置場をとらえ、人は駐輪の際どのような選択行動をとるのかを明らかにすることは、意義が大きい。

従来、交通手段としての自転車に注目した研究としては、駅へのアクセス手段としての自転車交通と、バス等他の交通機関との分担率を求め、自転車交通を他の交通手段と比較するといったもの、⁸⁾⁹⁾あるいは、自転車置場に関するものとしては、「駅周辺の複数の自転車置場のなかから、利用者がどの自転車置場を選択するか?」といった問題を扱ったものがある。¹⁾

本研究では、自転車置場内部に注目して、その中で自転車の置かれる場所、つまり駐輪箇所（以下パーキングロットと称する）の選択にどのような特性

* 学生会員 東京大学工学部大学院修士課程

(〒113 東京都文京区本郷7-3-1)

** 正会員 工博 東京大学助教授 工学部土木工学科

(〒113 東京都文京区本郷7-3-1)

***学生会員 東京大学工学部大学院修士課程

(〒113 東京都文京区本郷7-3-1)

****正会員 工博 東京大学教授 工学部土木工学科

(〒113 東京都文京区本郷7-3-1)

がみられるかを定量的に明らかにし、またそういった現象が何によって起こるのかを、構造上の因子から把握しようと試みる。さらに実務への応用として、駐輪場内を有効に活用するためには、どのような構造にしたらよいのかということを検討する方法を提案する。

2. 駐輪場内における利用者の選択行動の定式化

(1) ロット選択行動の要因

駐輪場内で、利用者がパーキングロットを自由に選べるとしたら、その時人は一体何をどのように考慮して自分のパーキングロットを決定するのであろうか。

通勤・通学者の場合には、なんといってもまず時間が重要な因子となろう。言い替えれば、所要時間が最小となるように行動すると考えられる。そうなれば駐輪場内で最も駅に近い場所を選択する。しかし、たとえば、駐輪場に到着したときに、すでに最も駅に近い場所に、相当数の自転車があったとしたらその混雑を避けて次に駅に近いと思われる場所を選ぶであろうし、また、利用者のロット選択行動には、時間的要素の他に、種々の要因が影響しているものと考えられる。

ここにその要因を列挙する。

- 1) 混雑度
- 2) 入口からの距離
- 3) 出口からの距離
- 4) 順路からの距離 注)
- 5) 照明による明るさの程度
- 6) 壁の有無
- 7) 柵の有無

(2) 魅力度を用いた選択行動の記述

人間はこれらの要因を総合的に判断して最適なロットを選択しているものと考えられる。この選択行動を説明するにあたって 魅力度： π という概念を導入する。ここで、第 i 番目のロットの時刻 T における魅力度を $\pi_i(T)$ と表すことにする。基本的には、利用者は駐輪場に来て、その時点で駐輪場内

脚注：順路とは入口から入って出口から出る道筋のことである。従って順路からの距離とは利用者にとって順当な方向からのずれであって、煩わしさあるいは抵抗と見ることができる。

を観察して最も魅力度の高いロットを選択すると考えられる。

ここで選択行動をする者を個人から集団に拡張しロット i の時刻 T における選択率を $P_i(T)$ とすると魅力度 π は確率的に変動するものと考えられるから Bradley-Terry モデルに従うとすれば

$$P_i(T) = \frac{\pi_i(T)}{\sum_j \pi_j(T)} \quad (1)$$

により得ることができる。¹⁰⁾

各ロットの時刻 T における魅力度、 $\pi_i(T)$ は、前述のような種々の要因により構成されているものと考えられるが、ここでは多様な因子の中で時間的に変化するものは、混雑だけであるとする。

そこで、混雑度を除く要因により決定される魅力度を、時間によらない、各ロットの固有の値と考え、基本魅力度： π_{0i} と表すことにする。さらに、任意の時刻における魅力度： $\pi_i(T)$ は、混雑の進みによって低下していく。この様子を図-1に示す。

ここでは、この魅力度の低下特性を時刻 T の関数、 $H_i(T)$ ：魅力度減衰関数で表し、

$$\pi_i(T) = H_i(T) \cdot \pi_{0i} \quad (2)$$

となるものとする。

自転車の占有率は、そのロットの容量 (CAPACITY) を C とし、時刻 T における駐車台数を $X(T)$ とすると $X(T)/C$ で表わされるが、これはいうならば混雑の程度を表していることになる。この占有率が、0の時が最初の状態で、1の時が最終の状態、つまり満杯の状態である。従って、前述の魅力度減衰関数は、減衰の要因が混雑度によるものであると仮定したことにより、

$$H_i(T) = f_i(X(T)/C) \quad (3)$$

と、表すことができるものと考えられる。

ここで、魅力度減衰関数 $H_i(T)$ の描く曲線を魅力度減衰曲線と呼ぶことにする。図-1は、魅力度と自転車の占有率の関係を表したものである。

(3) 魅力度の評価方法

前節(2)で述べた基本魅力度を実際の駐輪場内での人の行動を観測して得られる結果から評価することを考える。

各時刻において人がパーキングロットを決定する時には、魅力度を評価基準にしている。この魅力度は直接には計測できない。そこで、ここでは魅力度

の評価として次々とやってくる自転車の順番に注目して次のような評価方法を考える。

n 個のロットがある場合、まず連続的な時間軸を適当な間隔で区切る。その時間間隔内でそれぞれのロットに入った自転車の台数の大小で n 個のロットを比較する。一番多く入ったロットに n 点を与え、以下二番目のものに $n-1$ 点、三番目のものに $n-2$ 点、 $\dots$ n 番目のもの、つまり一番人気のなかったロットに 1 点を与える。この方法だと各時間間隔でのトータル点数が常に $n(n+1)/2$ 点で一定となる。なお、ある時間間隔での自転車の駐輪台数がいくつかのロットにおいて同数である場合は、それらのロットが順序づけられたら与えられたであろう点数の平均点を与える。こうすることにより、台数が等しいロット間での差が無くなりかつトータル点数が一定になる。この点数を魅力度とする。こうして推定された各時間区切りごとの魅力度から

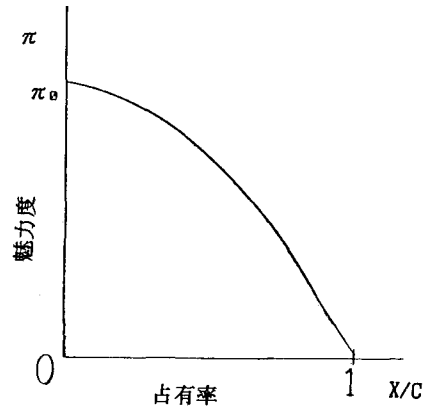
$$\pi_{0i} = \frac{\pi_i(T)}{f_i(X(T)/C)} \quad (4)$$

の関係を用いて基本魅力度を計算することができる。この基本魅力度は各ロットに固有の値があるとして、いるから、もし魅力度減衰関数 $H(T)$ が現実の魅力度の低下の状況をよくあらわしているならその $H(T)$ を用いて計算した π_{0i} の値はいずれの時間区切りの場合にも一定値になるはずである。ここでは魅力度減衰関数としていくつかの関数型（一次直線関数、階段関数、ロジスティック曲線関数）を考えて最も安定した基本魅力度を得ることのできるものを採用することとする。

その $H(T)$ を用いて計算される基本魅力度のトータルは各時間間隔での魅力度のトータル $n \cdot (n+1)/2$ に影響されるのでより一般性を持たせるためにトータルを 1 にして基準化する。

この様にして、駐輪状況を観測して、その結果から人の駐輪場内での選択行動を定量的に表現する指標としての魅力度を評価することとする。

図 1 魅力度減衰関数



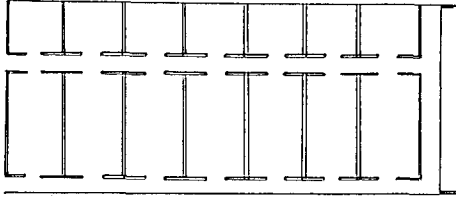
3. 実測調査と解析結果

本研究では国鉄総武線新検見川駅前駐輪場、同京浜東北線大井町駅前駐輪場、同大森駅前駐輪場において調査を行った。本調査は平日の、通勤・通学時間帯において 8 日間行った。その結果魅力度減衰関数としてはロジスティック曲線をあてはめ、また時間区切りは 20 台間隔とするのが最も適合性が良いことが明らかとなった。これは算出される基本魅力度の変動係数が最も小さくなるものを選んだ結果である。また、調査から得られた結果について時間的再現性の検討をした結果、相関図、相関係数 (0.84) より時間的再現性が成り立つものと判断され、各調査の平均をとって魅力度の評価値とした。

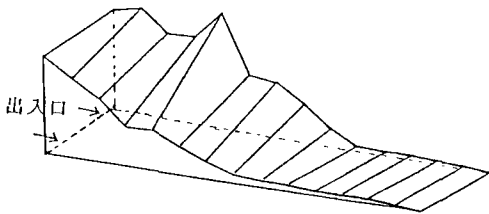
基本魅力度を高さにとって駐輪場内における基本魅力度の分布図を書くことになる。大井町の場合は道路に面した出入口から近いところで高く、遠くなるに従って低くなるという常識的なものとなったが、大森の場合、出入口が異なっている、あるいは構造が単純ではないといった状況が魅力度を決めていると考えられる。そこで次に大森駅前駐輪場に注目してどのような要因が基本魅力度を決めているのかを考えてみる。

図2 構造図と魅力度の分布図

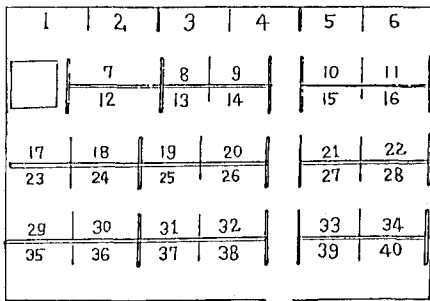
(1) 大井町駅前駐輪場 構造図



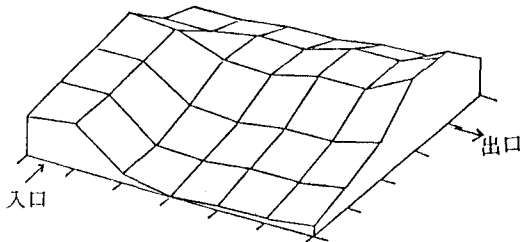
大井町魅力度分布図



(2) 大森駅前駐輪場 構造図



大森魅力度分布図



4. 基本魅力度の要因分析 (大森)

基本魅力度に影響を及ぼす要因として、1) 混雑度 2) 入口からの距離 3) 出口からの距離 4) 順路からの距離 5) 照明 6) 壁の有無 7) 柵の有無などが考えられる。これらの中で本研究で適当と思われるものを挙げそれらを説明変数として魅力度を目的変数として多変量解析を行った。まず重回帰分析によれば、基本魅力度は次の式で推定できることがわかった。

$$y = 7.96 \cdot x_1 - 0.266 x_2 - 0.134 \quad (5)$$

x_1 : 出口からの距離

x_2 : 順路からの距離

この式を用いて計算された値(推定値)と実測値との相関を検討した結果、相関係数も0.73と比較的高いので、この式は魅力度の推定式として妥当なものであると判断した。

重回帰分析の結果として、出口からの距離と順路からの距離という二つの要因のみが残り他は変数選択の結果、脱落してしまったが、数量化理論Ⅰ類による分析結果として以下に述べるように壁の有無も魅力度に影響するものとして確認できた。

ここでは重回帰分析で用いた要因のなかで実測値をそのまま用いた距離をカテゴリカルに分類し、壁の有無と同じ様にカテゴリー数量にする。このカテゴリー数量の変化する範囲(RANGE)が大きいほど、その説明変数が目的変数に与える影響が強いので、このRANGEを比較することによって各要因について考えることができる。カテゴリカルに分類する方法として、距離で計られた要因を5m毎、10m毎、15m毎といろいろな距離単位で区分してみる。そして、相関係数およびそれぞれのカテゴリーの重み係数を比較して、どういったカテゴリー分類が適当であるか検討する。

数量化理論Ⅰ類によって得られた最適な魅力度推定式は次式である。

$$y = \begin{bmatrix} 0.046 \\ 0.044 \\ 0.053 \end{bmatrix} x_1 + \begin{bmatrix} 0.000 \\ -0.010 \\ -0.006 \end{bmatrix} x_2 + \begin{bmatrix} 0.000 \\ 0.010 \\ -0.012 \end{bmatrix} x_3 + \begin{bmatrix} 0.000 \\ 0.000 \\ -0.006 \end{bmatrix} x_4$$

カテゴリー (6)

$$x_1: \text{入口からの距離: } \begin{bmatrix} 0-10 \text{ m} \\ 10-20 \text{ m} \\ 20- \text{ m} \end{bmatrix}$$

ここで得られた結果を用いて、それではいったい駐輪場をつくるにあたってどのような構造にしたら利用者にとって便益性・合理性の高い駐輪場にすることができるのかを実務への応用として考えてみる。

本研究では駐輪場内における利用者のロット選択行動をとりあつたが、駐輪場建設の立場からすれば、資源の有効利用という観点から、限られた用地内なるべく多くの自転車を駐輪させることに加えて、場内各ロットがなるべく均等に利用されるということが重要である。

森駅前駐輪場の現状及びいくつかの改良型としてのモデルケースについてそれぞれの魅力度を計算した結果よりよい駐輪場の構造としてcase 1を提案できた。よりよい駐輪場とは各部分での魅力度の変動が小さいものである。魅力度の高低差が大きいと魅力度の高い所に自転車が集まって、低い所を有効に利用できない。case 1は通路を新たに設けることによって駐輪場内の魅力度のばらつきが小さくなり、利用者にとってよりよい駐輪場だと考えられる。

CASE1

1	2	3	4	5	6
7 12	8 9 13 14	10 11 15 16			
17 18 23 24	19 20 25 26	21 22 27 28			
29 30 35 36	31 32 37 38	33 34 39 40			

CASE2

	1	2	3	4	5	6
43	7 13	8 14	9 15	10 16	11 17	12 18
44	19 25	20 26	21 27	22 28	23 29	24 30
45	31 37	32 38	33 39	34 40	35 41	36 42

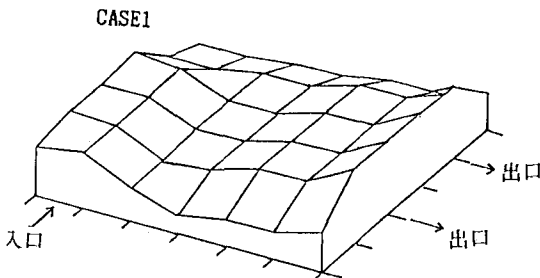
CASE3

1	2	3	4	5	6
7 11	15 19	23 27	31 35	39 43	47
8 12	16 20	24 28	32 36	40 44	48
9 13	17 21	25 29	33 37	41 45	49
10 14	18 22	26 30	34 38	42 46	50

表1 魅力度の平均、分散、変動係数

	平均	分散	変動係数
現在	3.18	0.315	0.177
CASE1	3.51	0.256	0.144
CASE2	3.57	0.502	0.198
CASE3	3.87	1.053	0.265

図4 魅力度の分布図



6. 結論および今後の課題

(1) 結論

本研究の成果として得られた結論を以下に示す。

- 1) 駐輪場内でのパーキングロット選択行動は魅力度という概念を導入し「魅力度の高いロットを選択する」と説明することができる。
- 2) 魅力度は自転車の駐輪台数（混雑度）の増加にともなって低下して行きその低下の様子はロジスティック曲線で表すのが適当である。
- 3) 魅力度は出口からの距離と順路からの距離の二つの要因に影響され、国鉄大森駅前駐輪場の場合、前出の推定式を提案する事ができる。
- 4) 上式は、5. 実務への応用 で示したように実際の駐輪場の設計に活用することができ、実務面で有用である。

(2) 今後の課題

本研究を通して今後の課題として以下のものがある。

- 1) 本研究においては国鉄新検見川駅前駐輪場、同大井町駅前駐輪場、同大森駅前駐輪場の3ヶ所についてのみを対象としておこなったがもっと汎用性をもたすためにも数多くの駐輪場を取り扱った解析へと発展させる必要がある。
- 2) 本研究では現象をとらえそれをモデル化するというスタンスで行ったが、できたモデルをまた現象へとフィードバックさせてモデルの厳密性を高めることが必要である。

7. あとがき

本研究を実施するにあたって、調査実施を快諾していただいたばかりでなく、貴重な資料まで提供して下さった東京都大田区役所、品川区役所、千葉市役所の関係各位、並びに調査にあたった本学研究室の各位に深く感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 毛利正光・渡辺千賀恵・本井敏雄：鉄道駅への集中する通勤自転車交通の置場選択特性、土木学会論文報告集 第271号、1978年3月 pp.97-105
- 2) 吉田和男：交通シンポジウム—都市と自転車、朝日新聞 東京本社企画部交通シンポジウム事務局、1981
- 3) 中川澄人：都市と駐車場、大成出版社、1970
- 4) Boris.S.Pushkarev・Jeffery.M.Zupan（月尾嘉男訳）：Urban Space for Pedestrians（「歩行者のための都市空間」）、鹿島出版会、1972
- 5) 近藤次郎：社会科学のための数学入門 数学モデルの作り方、東洋経済新報社、1973
- 6) 坂元慶行・石黒真樹夫・北川源四郎：情報量統計学、共立出版、1983
- 7) 服部四土主：自転車の科学、講談社、1982
- 8) 後藤貞二：鉄道駅へのアクセスモードとしての自転車の効用に関する研究、東京大学卒業論文、1984
- 9) 荒井俊之：通勤者の駅へのアクセス行動に関する基礎的研究、東京大学卒業論文、1985
- 10) 竹内啓：現象と行動のなかの統計数理、1980、新曜社