

駐輪場内における自転車利用者の駐輪行動に関する基礎的研究*

A primary study on bicycle-parking behavior of the cyclists in a parking stall *

上村寿志** 李強*** 松岡淳**** 角知憲*****

By Hisashi UEMURA**, Qiang LI***, Jun MATUOKA ****, Tomonori SUMI*****

1. はじめに

近年の自転車交通の著しい増加には目を見張るものがある。この現象は、様々な自動車規制や道路混雑によりバス交通が不便になったこと、また人々の省エネ、健康、環境保護に対する意識の向上などによるものと考えられる。自転車は安価でエネルギー効率も良く、無公害で操作性に優れており、また免許も不要とあって、端末交通として非常に便利な交通手段である。

都市部およびその郊外においては、通勤・通学やレジャー交通の増加に伴い、自転車も過密化してきた。そのため、歩道や駅周辺等への放置自転車の急激な増加を生みだし、現在では、歩行者・車両への交通障害のみでなく、街の景観の低下といった社会問題にまで発展している。その上、路上の放置自転車の撤去や処分作業にかかる人手やコストは無視できない状況である。

この現象を受けて都市部においては駐輪場の数も飛躍的に増加はしているが、いくつかの駐輪場では利用率が極端に小さく、駐輪場の周りに放置自転車が多数見られるケースがある。その理由としていくつかの原因が挙げられるが、そのひとつとして、効率的な駐輪場の設計がなされていないのではないかと考えられる。

自転車利用者の駐輪行動に関しては、これまで様々な研究がなされており、自転車利用意識と施設

*キーワード：自転車交通計画，自転車交通行動

**学生会員 九州大学大学院 工学部

(〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1)

TEL:092-642-3275 FAX:092-642-3306

***正会員，工修，九州大学大学院 工学研究院

****正会員，福岡市役所

*****正会員，工博，九州大学大学院 工学研究院

整備の関連性に関する研究¹⁾やロケーション問題を応用した駐輪場最適配置分析に関する研究²⁾、非集計モデルを利用した駐輪場所選択行動分析³⁾⁴⁾等マクロ的な研究が多い。しかし、自転車利用者の駐輪行動を取り扱うには、駐輪場内における駐輪位置決定に関する分析および研究といったミクロ的な研究も重要ではないかと考えられる。

本研究は、慢性的に利用されないスペースが存在しないような、効率的な駐輪場を設計するための足がかりとして、大学内や住宅地等で良く設置されてあるオープンな片側収容式の駐輪場において、実際の駐輪行動を分析し、政策的に制御可能な変数を中心とした駐輪場内における自転車利用者の駐輪行動モデルを作成することを目的とする。

2. 自転車利用者の駐輪行動モデル

(1) 駐輪場内における非効用関数の仮定

自転車利用者の駐輪場内における駐輪位置の決定の際に影響を及ぼす要因として、大きく分けて駐輪場に関する要因と自転車利用者に関する要因の2つの要因が考えられる。

本研究では、駐輪行動のモデル化を行うにあたって、操作が可能な前者の要因に着目した。

今回、駐輪場内に関する影響要因を以下の3つとし、各々に以下に示す非効用関数を仮定した。

(a) 既存駐輪に対する非効用 D_i

自転車利用者が駐輪場内において駐輪位置を決定する際、既存駐輪に近いほど駐輪行動の障害になりやすく、非効用は大きくなると考えられる。そこで、既存駐輪1台に対して以下の非効用関数 D_i を以下の(1)(2)(3)式で仮定した。

$$D_{iL} = e^{\alpha_i \{X - (Z - 0.3)\}} \quad (X < Z - 0.3) \quad (1)$$

$$D_1 = 1.0 \quad (Z - 0.3 \leq X \leq Z + 0.3 + \alpha_3) \quad (2)$$

$$D_{1R} = e^{-\alpha_2 \{X - (Z + 0.3 + \alpha_3)\}} \quad (X > Z + 0.3 + \alpha_3) \quad (3)$$

X : 目的地に最も近い位置を原点としたときの
駐輪場内における座標

Z : 既存の自転車の中心座標

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$: 正のパラメータ

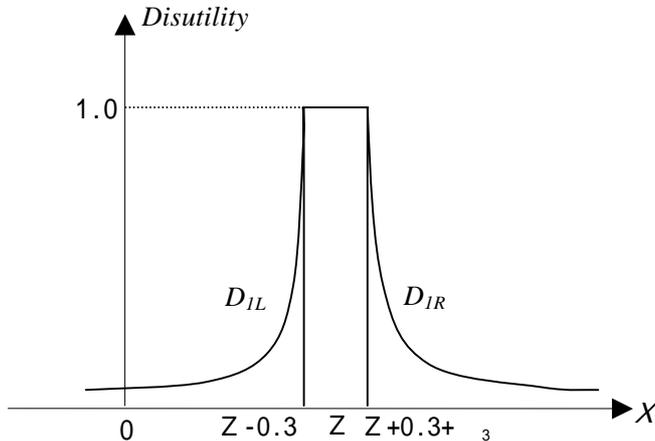


図 1 既存駐輪に関する非効用

本研究では、自転車一台分の幅を 0.60 m とし⁵⁾、既存駐輪が存在する位置、即ち駐輪不可能である位置の非効用を 1.0 とする。

また、駐輪行動の際、既存駐輪の左右で非効用の大きさは異なると考えられるため、既存駐輪の左側の非効用を D_{IL} 、右側を D_{IR} とした。さらに、既存駐輪の右側は自転車から降りる際、特に影響を与えるため、自転車右端に α_3 を加えた。図 - 1 に既存駐輪に関する非効用を示す。

(b) 乗車距離に対する非効用 D_2

本研究ではオープンな駐輪場を対象にしている。したがって乗車距離とは、駐輪場出入口から駐輪位置までの距離と定義する。乗車距離に対する非効用 D_2 は、自転車に乗車している距離が長いほど大きくなると考え、(4)式で仮定した。

$$D_2 = \alpha_4 L_1(X) \quad (4)$$

$L_1(X)$: 乗車距離 (m)

α_4 : 正のパラメータ

また、乗車距離は駐輪場内の座標によって決定され、その距離を $L_1(X)$ とする。図 - 2 に乗車距離に関する非効用を示す。

(c) 歩行距離に対する非効用 D_3

歩行距離に対する非効用 D_3 は、駐輪後、目的地

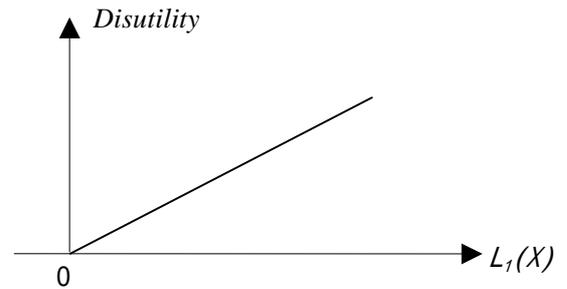


図 2 乗車距離に関する非効用

までの歩行距離が長いほど大きくなると考え、(5)式で仮定した。

$$D_3 = \alpha_5 L_2(X) \quad (5)$$

$L_2(X)$: 歩行距離 (m)

α_5 : 正のパラメータ

また、乗車距離と同様に、歩行距離も駐輪場内の座標によって決定され、その距離を $L_2(X)$ とする。図 - 3 に歩行距離に関する非効用を示す。

(d) 駐輪位置決定における総非効用 D_m

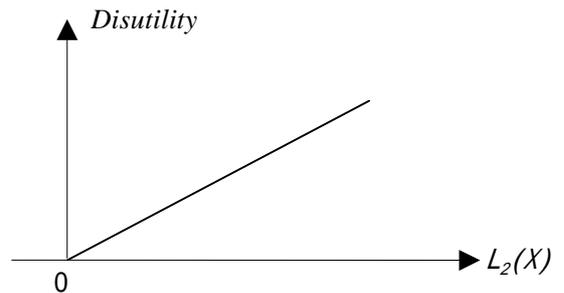


図 3 歩行距離に関する非効用

以上に仮定した非効用関数を用い、駐輪場内における総非効用を表現する。既存駐輪 N 台分の非効用を $D_1(N)$ とすると自転車が N 台存在する場合の総非効用 D_m は(6)式で表すことができる。

$$D_m = D_1(N) + D_2 + D_3 \quad (6)$$

(2) 自転車利用者の駐輪行動モデル

図 - 4 は、左入口から駐輪場内へ進入する自転車利用者に対して、駐輪場内に 1 台の既存駐輪が存在する場合における自転車利用者の駐輪行動モデルの概略図である。 L は駐輪場の幅である。横軸を目的地に最も近い位置を原点とした座標軸とし、縦軸を非効用とした。

$$\frac{\partial D_m}{\partial X_o} = 0 \quad (7)$$

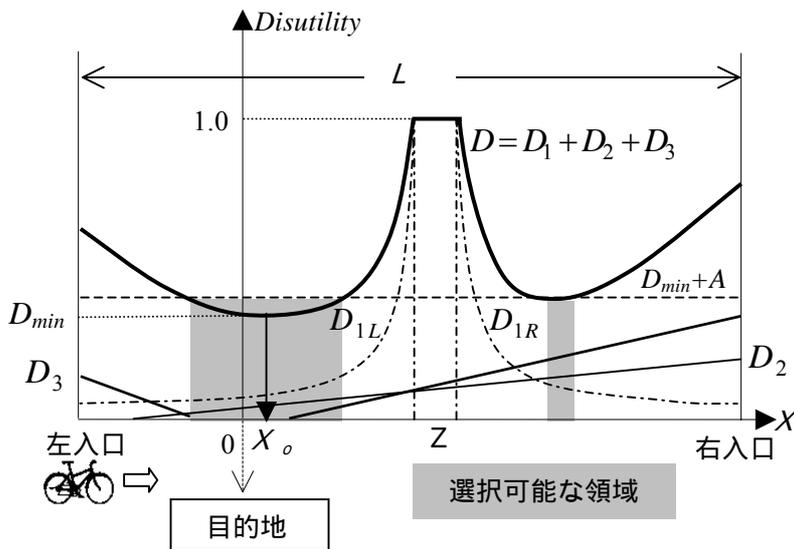


図 4 駐輪行動モデル

駐輪場内の総非効用 D_m は図中の太線の様に表現される。自転車利用者は(7)式より、駐輪位置 x_0 を決定すると仮定する。そして、駐輪位置 x_0 には新しい D_1 が発生し、次の自転車が進入してきた時の既存駐輪に対する非効用は $D_1(N+1)$ となる。

しかし、実際に自転車利用者が駐輪場内で駐輪行動を行う際、非効用に対する分別の感度には限界があると予想される。すなわち、自転車利用者は、非効用の差がある値以下ならば、非効用の大小を区別できないと考えられる。そこで、 D_m に駐輪位置選択領域に関する分別閾値 A を設定し、 D_m の最小値を D_{min} とすると、 $D_{min} + A$ 以下ならば、駐輪位置決定における選択可能な領域であると仮定した。

3. モデルのキャリブレーション

(1) 調査概要

上記に仮定した駐輪行動モデルの適合性を検討するために、実際の駐輪場内における自転車利用者の駐輪行動を調査した。調査対象となる駐輪場の条件として、(1) データを収集が効率的であること (2) オープンな片側収容式の駐輪場であり、駐輪場を管理する人がいないこと (3) 駐輪後の目的地がはっきりしていることという3つの条件を満たすものが望ましい。そこで、本調査では、九州大学内にある駐輪場を調査場所とした。駐輪場の概略図を図-5に示す。

多くの学生が駐輪行動を行う大学の始業時間にあ

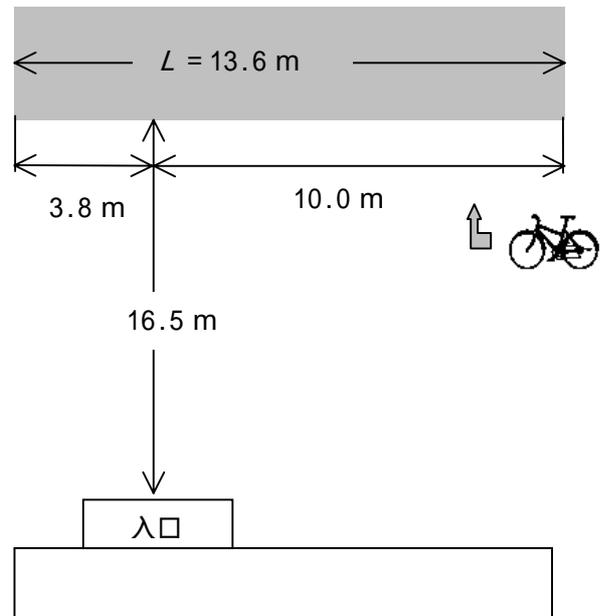


図 5 駐輪場概略図

わせて、調査対象時間帯を朝の8:00~9:00とし、9日間ビデオ撮影によって調査した。

収集したデータは、調査開始から1台目の自転車が駐輪場に進入してくる前の時点での既存駐輪(初期既存駐輪)の台数および位置、自転車の進入方向(右 or 左)、自転車の駐輪位置、駐輪位置までの乗車距離、駐輪位置から大学入口までの歩行距離の6項目である。調査結果を表1に示す。

自転車一台の平均駐輪幅を0.60mとすれば、この駐輪場は約23台の駐輪が可能である。したがって調査結果より、調査期間中の駐輪場内は容量に対しておおよそ満車の状態であったといえる。

表 - 1 調査結果

調査日	既存駐輪 N(台)	サンプル数(台)		総駐輪台数 (台)
		右から進入	左から進入	
1日目	8	9	5	22
2日目	7	7	4	18
3日目	6	10	4	20
4日目	7	9	2	18
5日目	5	8	5	18
6日目	6	9	5	20
7日目	5	12	3	20
8日目	6	15	4	25
9日目	3	11	6	20

(2) パラメータの推定と結果

得られた調査結果より、本モデルにおけるパラメータを推定した。パラメータ推定のフローチャートを図-6に示す。推定方法としては、パラメータに初期値を与えて、駐輪選択領域 $D_{min} + A$ を計算し、

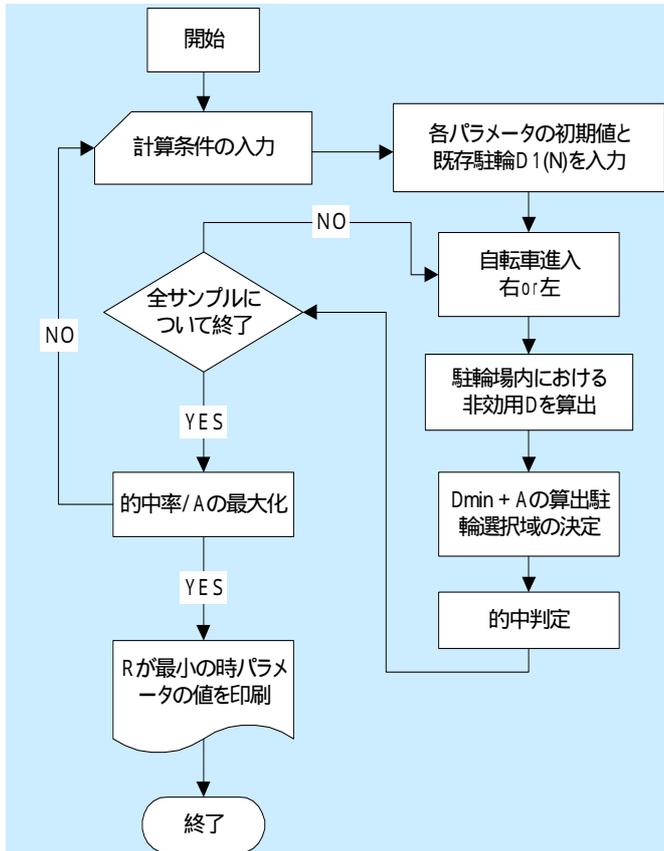


図 - 6 パラメータ推定のフローチャート

各サンプルが実際に駐輪した位置が、その決定された領域に入っている場合を的中とみなす。そして、全サンプルに対する的中率を算出し、(7)式に示すように、この的中率を駐輪位置選択領域に関する分別閾値で除した値 R が最大となるようにパラメータの値を推定した。推定パラメータおよび的中率を表 2 に示す。

$R \rightarrow Max$

$$R = (Hit - ratio) / A \quad (7)$$

Hit-ratio：的中率

A：駐輪位置選択領域に関する分別閾値

なお、駐輪位置選択領域に関する分別閾値 A は $A=0.29$ であった。この値は歩行距離に関するパラメータを用いて歩行距離に換算すると、約 3.1 m と同等な値である。また、的中率は約 70% と比較的良好な結果が得られたことから、適応性の高い駐輪行動モデルを作成できたといえる。

表 - 2 推定パラメータ

推定パラメータ		閾値(m)	
既存駐輪(左)	1	1.32	乗車距離 4 1.32E-02
既存駐輪(右)	2	2.87	歩行距離 5 9.45E-02
乗車距離	3	0.40	分別閾値 A 0.29
的中率(%)		70.3	

5. 結論および今後の課題

本研究では、駐輪場内に関する影響要因を非効用関数として表すことにより、駐輪場内における自転車利用者の駐輪位置決定モデルを作成した。このモデルを九州大学内の駐輪場に適用したところ、その再現性は概ね良好であった。本モデルより、自転車利用者の駐輪行動を把握した上、駐輪位置を予測することで、慢性的に利用されないスペースが存在しない、効率的な駐輪場の設計の足がかりになると考えられる。

また、推定パラメータより、駐輪行動者にとって歩行距離 1 m 当たりの非効用は、乗車距離 1 m 当たりの非効用の 7 倍以上であり、歩行距離に関して大きな影響を受けていることが分かる。すなわち、駐輪位置決定の際、既存駐輪の位置（駐輪幅）→歩行距離→乗車距離の順に考慮する傾向があるといえる。

今後の課題として、本研究では駐輪場に関する影響要因のみに着目したが、自転車利用者に関する要因も考慮したモデルへの拡張が必要であると考えられる。また、本研究でモデルを適用した駐輪場は規模が小さく、形状が限定された単純な駐輪場を選択したが、実際に都市部で利用されているような、大規模駐輪場や様々な形状における本モデルの適用および、条件に対応したモデルへの拡張が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 伊藤薫, 古池弘隆, 森本章典: 自転車利用意識と施設整備の関連性に関する研究, 土木計画学研究講演集 No.21, pp.287-290, 1998
- 2) 佐竹鑑, 鈴木崇児, 宮城俊彦: 路上駐輪を考慮した駐輪場最適配置分析, 土木計画学研究講演集 No.21, pp.291-294, 1998
- 3) 家田仁, 加藤浩徳: 大都市郊外駅へのアクセス交通における自転車利用者行動の分析, 都市計画論文集 No.30, pp.643-648, 1995
- 4) 内田武史, 細見昭, 黒川洗: 違法駐輪に関する意識を考慮した自転車利用者の駐輪場所選択行動特性分析, 土木計画学研究・論文集 Vol.19, No.3 pp.409-414, 2002
- 5) 自転車駐輪場研究会: 自転車駐輪場整備マニュアル, pp.164