

駐輪施設の選択行動を考慮した施設利用料金の設定方法に関する研究*

Pricing method of the usage of bicycle parking lot considering users' parking facility choice behavior*

高田和幸**・宮川昌美***

By Kazuyuki TAKADA**・Yoshimi MIYAKAWA***

1. はじめに

駅端末交通手段として利便性の高い自転車ではあるが、駅周辺部では放置駐輪が絶え間なく発生しており、歩行者や自転車の通行障害や、放置駐輪対策に掛かる費用負担の問題など、様々な社会問題を誘発している。すでに駐輪場の整備、放置自転車の撤去、キャンペーンの実施など、多種多様な放置駐輪対策がなされており、放置駐輪の抑制に少なからず貢献したといえる。

しかしながら、個々の駐輪施設に目を向けると、利用されている駐輪施設と、あまり利用されていない駐輪施設が偏在している。例えば、同じ駐輪場内でも、スロープや2段式ラック上段の施設では、その利用率が低くなっている。たとえば本論の分析対象地域である成増駅（東京都板橋区）周辺の駐輪施設の瞬間利用率（平日・昼間）を調査すると、スロープを利用しなければならない施設の利用率が低いこと（図1左グラフ）、また2段ラック上段の施設の利用率が低いことが見て取れる（図1右グラフ）。駐輪施設に空きがあるにもかかわらず自転車利用者が放置駐輪をしてしまうのは、駐輪施設のサービスの内容が、自転車利用者のニーズに合致していないためと考えられる。

このような背景を踏まえ、本研究では、自転車利用者の駐輪施設サービスに対するニーズの把握、そして、そのニーズを考慮した施設利用料金の設定方法、および放置駐輪の削減効果について検証した。

2. 既往研究と本研究の位置づけ

自転車利用者の駐輪行動について分析した研究例

* :キーワード:自転車交通, 駐輪施設選択, SP調査,
** :正会員, 博士(工学), 東京電機大学建設環境工学科
(埼玉県比企郡鳩山町石坂, TEL049-296-2911)
*** : 学士(工学)

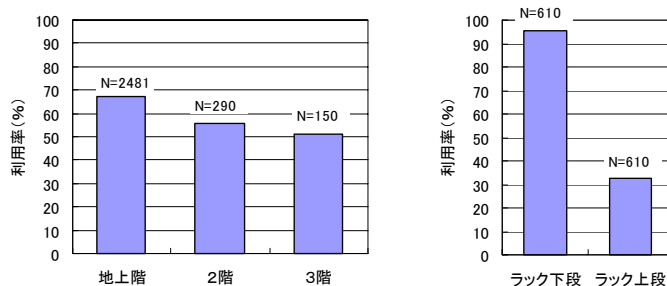


図-1 駐輪施設種別の利用率

をレビューした上で本研究の位置づけを述べる。

明神ら¹⁾は駐輪場整備計画の政策を課題として、駐輪場の容量や利用時間に関する選好意識について分析を行っている。また内田ら²⁾は、AHPを用いて、自転車利用者の駐輪場所選択に関する意識を把握し、その類似性に基づくセグメントを施した上で、駐輪場所の選択行動モデルを推定している。一方、福田ら³⁾は、放置駐輪が更なる放置駐輪を誘発するという社会的相互作用を考慮した駐輪場所の選択行動モデルを推定している。これらの駐輪場の所選択行動モデルを推定した既往研究では、駐輪施設（ロット）の詳細な属性は考慮されておらず、同一駐輪場内の異なる駐輪施設の利用率の差を表現することはできない。そこで本研究では、駅までのアクセス条件や利用料金に加えて、スロープの利用有無、屋根の有無、2段ラック上段の利用有無といった詳細なサービス内容を考慮して、駐輪施設の選択行動モデルを推定する。そして推定した選択行動モデルを用いて、駐輪施設の利用料金の設定問題を数理最適化問題として定式化して解き、放置駐輪の削減に有効であるかを検証する。

3. 分析データ

(1) アンケート調査の概要

本研究では、板橋区成増駅周辺でアンケート調査を実施した。調査概要を表1に示す。なお当地域には、放

置駐輪対策として駅から徒歩5分程度の歩道上に、無料の駐輪区域(以下、容認区域)を設定しており、駐輪場、放置禁止区域、容認区域で調査票を配布した。

調査票の総配布数は1895部、有効回答数は355部であり、有効回答率は20.0%であった。

(2) 駐輪施設の選好意識調査

駐輪施設の選択行動を分析するため、駐輪施設サービスに関する選好意識(SP)を調査した。

SP調査では、駅までのアクセス条件(徒歩時間)、スロープ利用の有無、2段ラック上段利用の有無、屋根の有無、利用料金を駐輪施設のサービス項目とした。なお各サービスに設定した設定値は表-2に示す通りである。

SP調査の選択肢集合の設計に際しては、実験計画法を適用し、18のプロファイルを設定した。被験者には、これら18のプロファイルを提示し、利用を選好する施設を順に5つ回答する調査方式とした。なお、これらの選好肢間の比較が容易となるよう、図2に示す調査フォーマットを用いて調査を行った。

4. 駐輪施設選択行動モデルの推定

(1) 選択肢の設定について

駐輪施設のサービス項目のうち、スロープや、2段ラック上段については、実際にそれらの利用経験者でないと、それらの煩わしさを正しくは認識できていないと考えられる。そこでアンケートにて、このような施設の利用経験を聞きだし、スロープの利用経験の無い被験者については、18の選択肢のうちスロープを利用しなければならない6つの選択肢を選択集合から取り除き、また2段ラック上段の利用経験の無い被験者に対しては、選択肢集合から6つの選択肢を取り除くこととした。また、選択結果に取り除いた選択肢が含まれていた場合には、選択順位も順に繰り上げて新たな選好順位データを作成した。

(2) パラメータ推定

SP調査では、利用を選好する上位5位までの回答結果を得た。そこで、ランクロジットモデルを適用して、選択の深さ毎にパラメータ推定を行った。その結果、尤度比、的中率とも、深さ1の場合に最大となった。よって、本論では、深さを1にして推定した結果、つまり通常の変項ロジットモデルにより推定した結果を示す(表2)。

パラメータの推定は、被験者の日常の駐輪形態によ

表-1 調査概要

調査場所	東京都板橋区成増駅(営団成増駅)周辺
調査日時	平成14年12月3日(火)・5日(木)・6日(金)・10日(火)・11日(水)・12日(木)の各16:00~23:00の帰宅時間
調査形態	調査員による手渡し配布、後日郵送回収
調査対象	駅端末交通手段として自転車利用している通勤・通学者(駐輪場、容認区域、放置禁止区域の各所での駐輪者)

表-2 選好調査における比較要因と水準

比較要因	水準	水準数
①駅までの距離	0分・3分・6分	3
②設置場所	地上・屋上	2
③屋根	あり・なし	2
④2段式ラック	上段・下段	2
⑤1ヶ月の利用料金	0円~3000円(500円刻み)	7

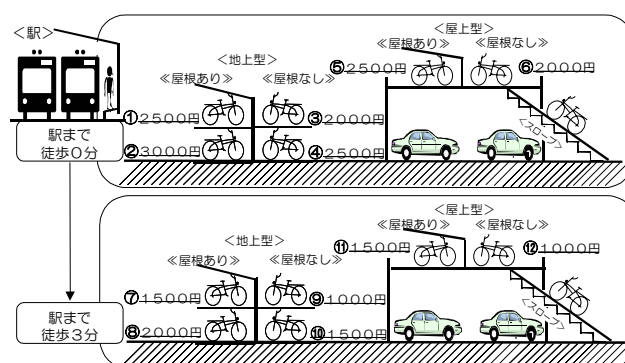


図-3 SP調査のフォーマット(一部抜粋)

りサンプルをセグメントして行った。5つの説明変数を用いてモデル推定を行った結果、容認区域駐輪者の屋根の有無に関するパラメータの符号条件が満たされなかったため、当変数を説明変数から除外して再推定した。

尤度比については、何れのモデルにおいても高い値が得られなかった。これは選択肢数が最大18と多いためであると考えられる。一方、的中率は13~25%程度であるが、選択肢数が18と多いことを考慮すると、ある程度の説明力を有するモデルが推定できたと考えられる。

なお3つのモデルのサンプル数の合計が、アンケートの有効回答数355とならないのは、先述した通り、スロープと上段ラックの利用経験が無いにも関わらず、このような施設を最も利用したい施設に選択したサンプルを除いて推定したためである。

図-4は、日常の駐輪形態による選好意識の差を比較したものである。駐輪場利用者のモデルのパラメータの大きさを1に基準化し、それとの相対的な大きさを示したものである。

放置駐輪をする者は駐輪場利用者と比べて、特に料

表-3 駐輪施設選択行動モデルの推定結果

日常の駐輪形態		駐輪場	容認区域	放置
説明変数	距離(分)	-0.226**	-0.184**	-0.341**
	スロープ(利用=1, 非利用=0)	-1.14**	-1.50**	-0.505*
	ラック(利用=1, 非利用=0)	-0.801**	-1.79**	-1.41**
	屋根(あり=1, なし=0)	1.69**	—	0.370*
	費用(100円単位 of 自然対数)	-0.130*	-0.431**	-0.361**
尤度比		0.153	0.143	0.0891
的中率(%)		25.2	24.6	13.3
サンプル数		163	57	75

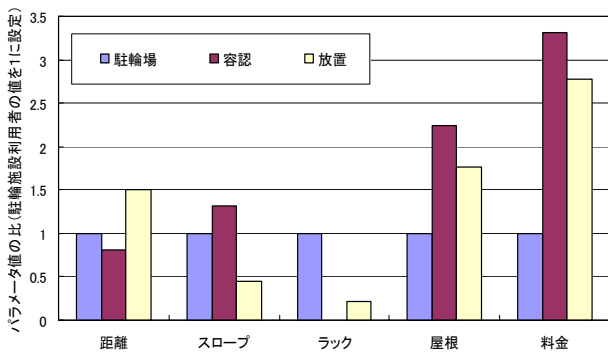


図-4 駐輪施設のサービスに対する感度の比較

金、および駅までの距離に対する感度が高いことが示されている。一方、容認区域に駐輪している者は、駐輪利用者に比べて、料金に対する感度は高いが、距離に関する感度は高くはないことが示されている。上段のラックの利用に対しては、駐輪場の利用者が最も感度が高い。これは、普段駐輪場を利用している者の方が、ラック上段の利用に対する煩わしさを明確に認識しているためと推察される。

5. 駐輪施設の利用料金の設定方法について

十分に利用されない駐輪施設があることは先述した通りである。そこで、既存の駐輪施設を出来る限り利用者のニーズに合わせることで利用率を向上できないかを考える。なお既存の駐輪施設であるため、ハード面の変更は考慮しないこととする。つまり利用料金を設定して他のサービス条件を補償することを考える。

駐輪施設の利用料金設定問題を以下の数理最適化問題として定式化し、数値解を求める。数理計画問題の定式化、ケーススタディで設定した条件、解の評価を順に記す。

(1) 料金設定問題の定式化

自転車利用者は、駅までの距離や利用料金などのサ

ービス水準を比較して自身の効用が最大となる駐輪行動(特定の駐輪施設を利用するか、あるいは放置駐輪をするか)を行う。そして自治体は、駐輪場の利用料金などから得られる収入と、駐輪場の管理や、放置自転車の撤去や管理等に掛かる費用を考慮し、これらの差額で定義される余剰が最大となるように料金を設定する。

なお自治体は、放置自転車の数に応じて放置駐輪管理者を雇うこととした。また撤去した自転車は、利用者が対価を払って引き取りにくる場合、リサイクル自転車として売却する場合、業者が自治体から代金を受領して処理する場合があることを考えた。

各主体の行動を上記のとおりを設定し、以下の料金設定問題を考えた。

$$\max W(\theta) = \sum_{i=1}^I \theta_i \cdot x_i(\theta) + c_1 \cdot \alpha_1 \cdot s \cdot x_0(\theta) + c_2 \cdot \alpha_2 \cdot s \cdot x_0(\theta) - c_3 \cdot \alpha_3 \cdot s \cdot x_0(\theta) - c_4 \cdot n(x_0(\theta)) - c_5 \cdot I \quad (1)$$

$$s.t. \quad x_i(\theta) = \sum_{k \in K} n_k \cdot \frac{\exp(V_{ik}(\theta))}{\sum_{i=0}^I \exp(V_{ik}(\theta))} \quad (\forall i) \quad (2)$$

$$V_{ik}(\theta) = \sum_{m \in M} \beta_{mk} z_{mi}, \quad \text{ただし } m = M \text{ のとき } z_{mi} = \theta_i$$

$$n(x_0(\theta)) = x_0(\theta) / 100$$

$$\sum_{i \in I} x_i(\theta) = N$$

$$0 \leq x_i(\theta) \leq \max_i \quad (3)$$

$$0 \leq \theta_i \leq 3000 \quad (\forall i) \quad (4)$$

ここで、 W は自治体の余剰、 θ_i は駐輪施設*i*の利用料金、 x_i は駐輪施設*i*の利用台数(但し*i*=0のときは放置駐輪台数を表す)、 c :収入・費用に関する金額の原単位、 α :放置自転車の撤去後の処理方法の割合、 s :放置自転車の撤去される確率、 n :放置自転車の撤去作業員・撤去自転車の管理員の雇用者数、 I :駐輪場の数(駐輪場管理者の雇用者数)、 n :駐輪行動(*k*)別自転車利用者数(台数)、 β_{mk} :効用関数パラメータ(駐輪形態*k*の利用者の駐輪施設のサービス属性*m*に対する係数、 z_{mi} :駐輪施設*i*の*m*番目のサービス属性、 N :自転車総数、をそれぞれ表す。

制約条件の式(2)は、自治体は駐輪形態別の自転車利用者数と、それらの効用関数を予め知っていることを示している。また式(3)は、施設*i*に駐輪できる台数は、非負かつ駐輪場の容量以下であることを示している。また式(4)は、料金は非負かつ最大設定額以下となることを示している。

(2) ケーススタディの設定条件

ケーススタディの設定条件を以下に記す。

設定した駐輪施設のサービス属性(z)は表4に示すとおりである。利用料金の初期値は一律2000円/月とした。また各施設の駐輪容量(\max_i)も表4に示す値を設定した。放置自転車が撤去される確率(s)は0.1とし、撤去された

表-4 駐輪施設のサービスと利用台数

施設ID	施設のサービス内容					料金変更前		料金変更後	
	距離 (分)	スロープ	ラック	屋根	容量 (台)	料金 (円/月)	利用台数 (台)	利用料金 (円/月)	利用台数 (台)
A-1	1	無	無	有	1500	2000	1437	3000	1107
A-2	1	無	有	有	500	2000	478	3000	398
A-3	1	有	無	有	500	2000	318	207	500
A-4	1	有	有	有	200	2000	83	53	200
B-1	4	無	無	有	1500	2000	657	3000	518
B-2	4	無	有	有	500	2000	224	3000	191
B-3	4	有	無	無	500	2000	129	16	500
B-4	4	有	有	無	200	2000	34	4	200
C-1	7	無	無	有	1500	2000	311	3000	249
C-2	7	無	有	有	500	2000	107	3000	93
C-3	7	有	無	無	500	2000	54	3000	36
C-4	7	有	有	無	200	2000	14	2962	10
放置	1	無	無	無		1000	653		497

		料金変更前	料金変更後	変化
駐輪形態	駐輪施設 (台)	3847	→ 4194	347
	放置 (台)	653	→ 306	-347
収入	料金収入 (100万円/年)	92.3	→ 95.2	2.8
	撤去自転車返却代金 (100万円/年)	18.8	→ 14.3	-4.5
	リサイクル販売費 (100万円/年)	0.2	→ 0.1	0.0
費用	撤去自転車処分費 (100万円/年)	137.1	→ 104.4	-32.7
	駐輪場管理者雇用費 (100万円/年)	46.1	→ 46.1	0.0
	撤去作業員雇用費 (100万円/年)	125.3	→ 95.4	-29.9
自治体の余剰 (100万円/年)		-197.2	→ -136.2	61.0

自転車のうち、所有者が引き取りに来る割合(α_1)を0.65、リサイクル製品として売却する割合(α_2)を0.05、業者に引き取ってもらう割合(α_3)を0.35とした。収支に関する条件として、利用者が撤去自転車を引き取る場合には2000円(c_1)を自治体に支払う。リサイクル自転車は1台5000円(c_2)とし、放置自転車の撤去作業員の月額雇用費(c_3)は、160,000円/人、駐輪場管理者の月額雇用費(c_4)は320,000円/人とした。駐輪施設サービスの選好意識のタイプ毎の自転車利用者数は、駐輪利用選好型(n_1)2500人(台)、容認地域利用型(n_2)500人(台)、放置駐輪型(n_3)2500人(台)とした。

利用料金を初期条件に設定した場合と、自治体の余剰最大化問題を解いて得た料金を設定した場合の、各駐輪場の利用台数を表4に示す。最適化計算により求められた料金には、最高額の3000円に設定された施設がある一方、非常に料金を安く設定する施設があることが示されている。また表5は、収入、費用、余剰の変化を項目毎に記した表である。

料金を施設サービスの内容に応じて設定することで、放置駐輪台数を約350台削減できたことが示されている。また料金収入は大きく変化していないが、放置自転車が減少することで、撤去自転車の処理費用と撤去作業

者の雇用費が削減されており、最終的に自治体の余剰も大幅に増加していることが示されている。

このことは、既存の駐輪施設の利用料金を、利用者のニーズに合わせて設定することで、自治体や納税者である住民にとって、よい望ましい状況に移行できることを示している。

6. まとめ

本論では、駐輪施設が利用者ニーズに合致していないために利用率の低い駐輪施設があることに着目し、施設サービスの内容に応じて料金を弾力的に設定することで、放置自転車が減少し、自治体の余剰も増加できる場合があることを示した。

参考文献

- 1) 明神証・山田正人:岡山氏における自転車交通の調査分析事例, 土木計画学研究, No.15, pp.569-574 (1992)
- 2) 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.409-414.2002-9.
- 3) 福田大輔, 森地 茂:社会的相互作用の影響に関するマイクロ計量分析:自転車駐輪行動をケース・スタディとして, 土木計画学研究・講演集(CD-ROM), vol.26, 2002.