

大規模店舗駐車場における 退店時の歩行者の経路選択する研究

山田 稔¹

¹正会員 茨城大学 工学部都市システム工学科 (〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1)

E-mail: minoru.yamada.civil@vc.ibaraki.ac.jp

筆者らは、大規模店舗の駐車マスのレイアウト設計を改善する場合における、車と歩行者の安全性評価に重要となる、歩行者の経路選択行動について、モデルの構築と検証を行いその有用性を明らかにしてきた。これらの研究では要因が単純な来店時についての研究であったが、本研究では目的地自体を見失う可能性のある退店時についての調査・分析を行うことで既存モデルの退店時における有効性を確認するとともに、向かうべき自車の場所を見失ってこれを探索する状況での行動についても考察したものである。来店時との違い、カート利用、迷い時の行動特性などを明らかにした。

Key Words : parking lot, pedestrian, route choice model, parking vehicles, improvement

1. はじめに

郊外型の大規模店舗では自動車で来店する利用者の需要を収容するために大規模な平面駐車場を整備する機会が多いが、その場合に、自動車の動線と歩行者の動線の交差に起因する歩行者の安全性と、自動車の利便性・回遊性の両方の視点からレイアウト設計を考える必要がある。

駐車場における歩行者の安全に関して、国土交通省が示した駐車場設計・施工指針¹⁾では、利用者の歩行動線と自動車の交通動線の交錯を少なく設計することが必要とされている。しかし郊外型の大規模店舗では、店舗の一階部分にあたる平面駐車場の容量が大きく、店舗から遠い位置にまで駐車マスが整備されていることが多いため、互いの動線を物理的に分離することは自動車の利便性の低下や整備費用が増大する可能性があり、現実的な整備方法とはいえない。これに対して筆者らは、歩行者にとって好まれる経路の特徴を把握することで横断個所の安全対策をより効率的に整備できると考え、駐車場における歩行者の行動特性や経路選択意識に関する研究²⁾を行ってきた。

しかし以上の研究で扱ってきた歩行者の行動選択データは、要因を安全施設の効果に単純化するため、来店時のみのデータを用いていた。そのため、退店時を含む歩行者流動に対しての適用可能性は明らかになっていなかった。また、退店時は来店時と異なり荷物を載せたカートの利用や、さらには目的地となるべき自車の駐車場所

を見失うことになる迷いの恐れもある。

そこで本研究では、筆者らの既存研究の歩行者行動モデルを基本としつつ、退店時に生じるさまざまな事象を含めたデータにこれを適用することにより、その適用可能性を確認することを第一の目的とした。さらに、カート利用や、自車を見失い探索していると思われる利用者の行動に関しても、来店時との比較で考察することを第二の目的とした。

2. 歩行者の行動調査の概要

(1) 調査の概要

本研究では、実際の駐車場を歩行している利用者動線の観測データを用いた分析を行うためビデオ調査を行った。ビデオ調査の概要を表-1に、対象とした駐車場の調査範囲を図-1に示す。調査場所は駐車容量が約4000台の大規模店舗Aを選定し、約200台の平面駐車マスを撮影範囲とした。撮影した映像から、経路選択に影響すると考えられる要因として、利用した経路が歩行者通路や横断歩道であるか否か、駐車車両間であるか否か、または経路選択をすると考えられる地点での自動車との位置関係を読み取った。さらに退店時の歩行者属性として、カート利用の有無や、映像から読み取れる範囲で歩行者の属性も確認した。

(2) 迷い歩行者の定義

これらの観測に加えて、自車の場所を見失って探索している歩行者か否かを区別することとした。そのためには、対象サンプルの歩行者一人ごとにたどった動線の概略を図上に記録したうえで、以下の条件に該当するものを以下では「迷い歩行者」と呼ぶこととする。

- ・ 図-1の左右方向への移動について、現在位置から自転車停車位置から遠ざかる方向への移動がみられ、かつそれが同図の上下方向の通路を越えた場合
- ・ 図-1の上下方向への移動について、自転車停車位置を通り越し、さらに図の上方向に駐車マス7台分(全体の約1/3)以上のところまで行き過ぎた場合

この結果、迷いでないサンプルは、340人(グループ)、うちカート利用70、迷い歩行者のサンプルは42人(グループ)、カート利用8が得られた。

3. 経路選択モデルについて

歩行者の経路選択モデルとして、筆者らの既存研究^{2,3)}と同様に、予め設定した分岐地点(その付近)に位置した時に、次にどちらの方向に進むかを確率で表現するロジットモデルを使用した。

このモデルを用いるには、予め、対象となる利用者の利用経路を網羅したネットワークを設定する必要があるが、利用者の行動のゆらぎなども含めて現実の行動通りに設定することは現実的ではない。そこで、前述のようにして把握した概略の動線を用いて、代表的な経路とみなされる図-1のような経路を抽出し、実際の行動をこのネットワークで近似表現したものをを用いることとした。

図-1では、駐車マス間の候補動線については省略した表現となっているが、各駐車マスの四隅を分岐点と設定し、そこから上下左右方向の選択肢と、通路に面した点では通路を斜めに横断する経路を、代表的な経路ネットワークとして設定した。

歩行者が分岐点に到着した時点においてその歩行者が入手可能な情報が行動に影響すると考え、そこから先の選択肢経路ごとに定義される表-2の要因を説明変数として用いることにした。

4. ロジットモデルのパラメータ推定

(1) パラメータ推定の方法

パラメータ推定には、前述の迷いなし340人、迷いあり42人の行動データを用いるが、一人の利用者が店舗から自転車までの経路で複数の分岐点を通過する場合がある。最尤法を使ってロジットモデルで説明変数の係数を求め

表-1 調査の概要

調査日	平成 27 年 9 月 26 日(土), 27 日(日)
調査場所	大規模店舗 A, 平面駐車場
調査方法	ビデオ調査(ビデオカメラ 3 台)
調査時間	26 日:14:00~19:30 27 日:13:30~19:30
調査項目	・歩行者の動線データ ・歩行者属性

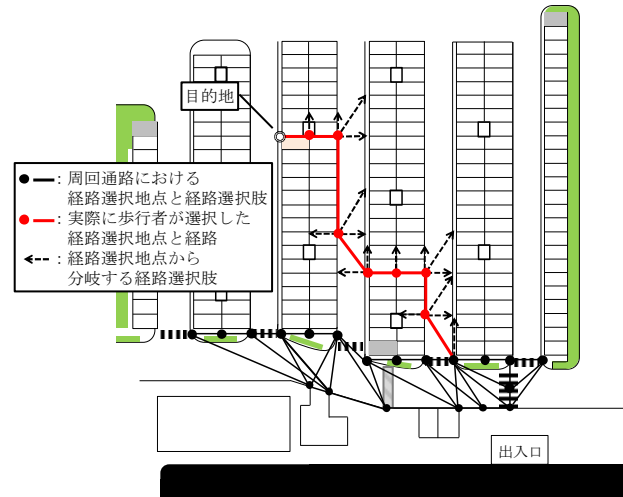


図-1 調査対象範囲の概要

表-2 説明変数の概要

説明変数の名称	概要
自動車接近までの余裕時間(s)	進もうとしている区間が、通路の横断である場合、次に自動車がその地点に到達するまでの時間(s)。上限値を 15 秒とした。
出庫・入庫の有無	進行方向、またはその先の部分で自動車の出庫・入庫行動がみられる場合 1, そうでないとき 0.
進行方向(°)	分岐点から目的地までの直線を基準に、その方向と進もうとしている経路区間の方向のずれの角度
経路距離(m)	進もうとしている経路区間の終端を通り、その後最短経路での目的地までの距離(m).
直進(直進=1, 右左折=0)	進もうとしている経路方向が、その地点までの経路から見て直進であるとき 1, 右左折であるとき 0.
横断歩道・歩行者通路	進もうとしている区間に、横断歩道や歩行者通路があるとき 1, そうでないとき 0.
ハンブに沿った経路	進もうとしている区間がハンブであるとき 1, そうでないとき 0.
周回通路での横断歩道以外の横断	周回通路(図-1 で出入口直前の車の通路)において、横断歩道以外の横断であるとき 1, そうでないとき 0.
駐車マス前の歩行者通路	進もうとしている経路区間あるいはその終端が、駐車マスに面した歩行者通路であるとき 1, そうでないとき 0.
駐車マス間の経路	進もうとしている経路区間が、駐車マスの間を通るとき 1, そうでないとき 0.

る場合には、これらのすべての分岐点通過を個々の観測サンプルとして扱い、さらにそれら分岐点から接続しているすべての候補経路について、それを選択したとした

場合の説明変数の値を求めたものに、最尤法を適用した。
 また、説明変数の係数が有意でないものが得られた場合には共線性の恐れがあることから、その変数を除いた残りの変数で分析をし直す、いわゆる変数減少法によってモデルを得ることとした。

(2) 推定結果の来店時モデルとの比較

「迷い」とカート利用の歩行者を除いた経路データ(分岐点サンプル数 1200)を用いてパラメータ推定を行った結果を表-4に示す。筆者らの既存研究での来店時の同種のパラメータの推定結果を表-5,6に示した。

表-4より、退店歩行者は、自動車が接近していない経路、方向や距離でみて目的地に最短で向かう経路、右左折が少ない経路、横断歩道やハンプ等車から見て特別な部分の横断、歩行者通路の利用に関して、選択する傾向が強いことがわかる。これらについては、概ね来店時の既存研究の結果と共通の傾向にある。

一般的に退店時は来店時よりパラメータの信頼性が相対的に低く出ている。これは、この分析では本研究で定義した「迷い」は除いているものの、それでも目的地があやふやなまま移動していて、結果的に若干の遠回りが生じたものや、横断歩道のあるところで横断すべきことを失念してあとで横断歩道のないところで横断するようなケースが生じているものと考えられる。

また、既存研究では駐車マス間の通行は、狭くて通行しづらいために嫌われる傾向があると考えられた。しかし、今回の退店時においては、むしろ駐車マス間の経路が好まれる傾向にある。これは駐車マス間の経路のほうが自車を発見しやすいこと(通路に面した経路では通路を通る自動車で視野がさえぎられる可能性がある)、また、横断歩道選択と同様に予め図-1の横方向に移動すべきだったところを失念してあとから車両間を抜ける形で横方向に移動する経路がより選択されやすかったことなどが影響しているものと考えられる。

なお、表-4では、駐車マスの前を移動している際に、経路が駐車マスに入庫する車両でさえぎられている場合に、これがより好まれるという結果が得られた。これは、このような歩行者は分岐点において、入庫の完了を待ってさえぎられていた経路を利用するか、または、車の通路を横断するなど入庫車の影響がない方向に進路変更するかの選択が可能である。しかし後者については実際の歩行者からみれば入庫車がその経路へも影響を及ぼす可能性を否定できない場合が少なくないため、それほど好まれることがなかったものと考えられる。

(3) カート利用者の特性

カートの利用は、店舗から自車までカートを利用し、その後カート置き場へ返却する場合と、店舗からカート

表-4 退店時モデルのパラメータ (迷いなし、カートなし)

説明変数	パラメータ	t 値
自動車接近までの余裕時間(s)	0.0798	4.50*
出庫・入庫車の有無	1.27	2.61*
進行方向(°)	-0.00119	-2.51*
経路距離(m)	-0.306	-18.4*
直進(直進=1, 右左折=0)	0.549	5.46*
横断歩道・歩行通路	2.33	5.17*
ハンプを通行	1.79	12.9*
周回通路での横断歩道以外横断	-1.12	-7.75*
駐車マス前の歩行者通路	0.357	2.77*
駐車マス間の通行	1.20	4.86*
的中率(%)	68.4	
χ^2	1070*	
ρ^2	0.374	

(** : 1%有意, * : 5%有意)

表-5 来店時モデルのパラメータ²⁾

説明変数	パラメータ	t 値
自動車接近までの余裕時間(s)	0.222	8.27**
進行方向(°)	-0.0258	-6.57**
直進(直進=1, 右左折=0)	1.33	9.76**
横断回数(回)	-0.657	-2.67**
横断歩道・歩行通路	1.26	3.98**
ハンプを通行	0.626	2.95**
駐車マス前の歩行者通路	1.17	5.91**
的中率(%)	70.6	
χ^2	365**	
ρ^2	0.306	

(** : 1%有意, * : 5%有意)

表-6 来店時モデルのパラメータ³⁾

説明変数	パラメータ	t 値
自動車接近までの余裕時間(s)	0.218	7.44**
直進(直進=1, 右左折=0)	0.417	4.21**
駐車マス前の歩行者通路	1.21	6.42**
駐車マス間の通行	-0.888	-3.81**
的中率(%)	73.0	
χ^2	183**	
ρ^2	0.181	

(** : 1%有意, * : 5%有意)

表-7 退店時モデルのパラメータ (迷いなし、カートあり)

説明変数	パラメータ	t 値
出庫・入庫車の有無	1.58	2.52*
進行方向(°)	-0.00387	-3.96*
経路距離(m)	-0.279	-10.0*
直進(直進=1, 右左折=0)	0.723	3.81*
横断歩道・歩行通路	2.89	9.87*
周回通路での横断歩道以外横断	-1.96	-6.36*
的中率(%)	82.2	
χ^2	466*	
ρ^2	0.507	

(** : 1%有意, * : 5%有意)

置き場までの間をカート利用し返却した後は荷物を持って自車まで移動するケースが多くみられた。

ここでは、前者の店舗から自車までの間と、降車の店

舗からカート置き場までの間の両方について、その区間における各分岐点を通じた時のデータを用いて、前節と同様にパラメータを求め、カート非利用時との比較を行う。

「迷い歩行者」を除くカート利用者(分岐点サンプル数382)から得られたパラメータの値を表-7に示す。サンプル数が少ないこともあっていくつかの説明変数はパラメータが有意でなくなったため、表から外れている。

一般的にパラメータの符号は表-4と一致しており、その大きさは概ね同程度であり、傾向としては類似の傾向にあると言える。

さらにパラメータの絶対値の大小を比較すると、カート利用者は「経路距離」に対して相対的に「横断歩道・歩行通路」「直進」「周回通路での横断歩道以外横断」が大きな値になっていることから、カート非利用に比べて、これらをより強く好む傾向にあるということが出来る。カート利用では俊敏に車接近から回避することが困難なため、より安全な経路を選ぶ可能性が高いものと考えられる。また「駐車マス間の通行」は有意でない結果となったことから、カート非利用者ほどは好まれていないということが出来る。

(4) 迷い歩行者の特性

「迷い歩行者」(分岐点サンプル数328)の分析結果を表-8に示す。

やはり、一般的な傾向は表-4と同様であるとみることが出来る。「経路距離」の影響が弱く、「進行方向」の影響も有意でない。これは迷っている状態のため、目的地を的確に認識していないことから当然と言えよう。

さらに、「自動車接近までの余裕時間」に対して相対的に「横断歩道・歩行者経路」「周回通路での横断歩道以外横断」の影響が小さくなっていることがわかる。このことから、一度迷ってしまった歩行者は、横断歩道などの安全性があると考えられる施設を好んで利用することが困難となってしまう、結果的に無秩序な横断となっている可能性があることが裏付けられたといえよう。

5. まとめ

本研究では、大型商業施設の平面駐車場における筆者らの既存研究の来店時の歩行者の経路選択行動と対比させて退店歩行者の行動特性を分析したものである。

表-8 退店時モデルのパラメータ(迷い歩行者)

説明変数	パラメータ	t 値
自動車接近までの余裕時間(s)	0.0740	1.78*
進行方向(°)	-0.00315	-4.05*
経路距離(m)	-0.0474	-3.74*
横断歩道・歩行通路	1.50	6.27*
周回通路での横断歩道以外横断	-0.726	-2.55*
駐車マス間の通行	0.715	3.53*
的中率(%)	54.6	
χ^2	101*	
p^2	0.109	

(** : 1%有意, * : 5%有意)

その結果、来店時には見られない、迷い行動が観測され、通常時とは横断歩道の選好の度合いがより低くなるなどの特徴がみられた。レイアウト設計では迷い自体をなくす工夫がより一層重要であると言えるだけでなく、迷い歩行者を安全に通行・横断させるための配慮も望まれると考えられる。

また、一般的には来店時と同様のメカニズムで経路を選択していると考えられることから、歩行者行動全体を統一したモデルで記述することが可能であると考えられ、駐車場内のマイクロシミュレーションの中に本モデルを取り入れて歩行者流動を推計することが可能であると感られる。

このような、歩行者と車を統合化するシミュレーションモデルは、例えば、特定の駐車場所の入庫あるいは出庫が集中するような場合には、そのための歩行者の集中によってより車の通行がしづらくなるような相互作用までも評価することができるようになると考えられ、より大域的な最適化に向けた誘導やマス配置のあり方を検討する上で有用と考えられる。

謝辞：本研究の調査実施にあたり、茨城大学交通・地域計画研究室学生 石井洋輔 氏の多大なご協力を得た。またマイクロシミュレーションの応用に関し赤津典生氏との議論により示唆を得た。記して感謝する。また科研費 15K06245の助成を受けたものである。

【参考文献】

- 1) 駐車場設計・施工指針, 改正平成6年9月
<http://www.mlit.go.jp/road/sign/kijyun/pdf/19920610tyuusyajou.pdf>
- 2) 山田稔, 赤津典生: 「大規模店舗駐車場における利用者の経路選択挙動と安全意識に関する研究」, 都市計画論文集, vol.47No.3, pp.805-810, 日本都市計画学会, 2012.
- 3) 江刺宏紀, 山田稔: 「大規模店舗駐車場における駐車マス間の通行に着目した歩行者の経路選択モデルの改良に関する研究」, 土木計画学研究発表会・講演集CD-ROM, vol.49, No.287, 2014.

(2016.7.31 受付)

STUDY ON A PEDESTRIANS' ROUTE CHOICE OF OUT GOING DIRECTION IN A RETAIL POWER CENTER PARKING LOT

Minoru YAMADA