

# 街路における歩行者と出入交通の交錯 に関する実態分析

鳥海 梓<sup>1</sup>・笠原 光将<sup>2</sup>・大口 敬<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 東京大学 生産技術研究所 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

E-mail: azusa@iis.u-tokyo.ac.jp

<sup>2</sup>非会員 元・東京大学大学院 工学系研究科 社会基盤学専攻 (同上)

(現・野村アセットマネジメント株式会社 (〒135-0061 東京都江東区豊洲2-2-1))

<sup>3</sup>フェロー会員 東京大学 生産技術研究所 (同上)

E-mail: takog@iis.u-tokyo.ac.jp

まちなかの街路にはトリップの起終点が集積するため、路外駐車場や細街路からの車両の出入が頻繁に生じる。これに対して近年では、まちなかを歩きたくなる空間にするための街路改変の動きが進み、駐車場出入口等の設置制限が検討可能となりつつある。しかしながら、街路からの車両出入の完全な排除は難しく、出入交通と歩行者が相互に与える影響を把握し、歩車双方の交通条件に応じて適切な出入制限のあり方を検討することが重要である。本研究では、そのための基礎分析として、街路において細街路から歩道そして本線へ進入する車両と、歩道上の歩行者および本線通過車両との交錯状況を観測し、ギャップ選択挙動のモデル化を行った。その結果、本線通過車両のギャップ選択を行う車両が歩道上に停車し、歩行者が迂回や停止を強いられる事象が確認された。

**Key Words** : urban street, land-access, gap acceptance, pedestrian

## 1. はじめに

### (1) 研究の背景と目的

近年、国内外において、都市の持続可能性や活力、賑わいの向上、市民の健康増進など様々な観点のもと、車中心から人中心へ意識が向くようになり、都市内街路を歩きたくなるウォークアブルな空間にするための動きが進んでいる。我が国でも、官民一体となって「居心地が良く歩きたくなる」空間を創出することを目的とした、歩行者利便増進道路指定制度<sup>1)</sup>や滞在快適性等向上事業<sup>2)</sup>などの制度整備が進んでいる。これにより、都市再生特別措置法の一部が改正され、ウォークアブルな空間づくりを目指す街路(滞在快適性等向上区域)においては、駐車場出入口等の設置制限の検討が可能となった。

ウォークアブルな空間づくりを目指すような、都市の中でも中心性の高い地域(以降、「まちなか」と呼ぶ)の街路には、トリップの起終点が集積しているため、路外駐車場や細街路からの車両の出入が頻繁に生じる箇所が少なからず存在する。このような箇所では、出入車両と歩行者の交錯が避けられず、歩行者の安全性や快適性、円滑性に影響を及ぼすため、ウォークアブルな街路空間の

創出にとって、駐車場出入口の設置制限は重要な施策のひとつといえる。現状では、設置制限は路外駐車場の新設および出入口の変更時に限られるが、既存の駐車場や複数の駐車場を集約した細街路等の出入口も含めて、街路における車両出入のあり方に関する検討が重要性を増していくと予想される。

一方で、多くの都市では、自動車によるまちなかへのアクセスを完全には排除できない現状があり、自動車アクセスの利便性に配慮した自治体や沿道の民間事業者が出入口の設置制限に慎重になる場面も想像される。また、移動制約者や搬出入のための自動車利用も考えると、すべての出入口を排除することは現実的でない。そもそも、自動車の沿道出入は、沿道出入機能(またはアクセス機能; Land-access function)と呼ばれ、道路上を移動するための移動機能(またはトラフィック機能; Through-traffic function)と対をなして、自動車ネットワークに不可欠な基本機能である。著者ら<sup>3)</sup>は、街路ネットワークの機能や利用主体に応じた階層化について論じる中で、移動機能を抑える街路には、沿道出入機能が求められ、かつ歩行者の優先度も高くなるため、優先すべき主体や機能に応じて、沿道出入の一部を制限/許容する必要があるこ

とを整理している。これらを踏まえると、ウォークブルを目指す空間に限らず、それぞれの街路区間において、路外駐車場や細街路からの出入をどこまで許容でき、どこから制限すべきかの検討は極めて重要であるし、その際は、歩行者側だけでなく、沿道出入する自動車側も含めて相互の影響を評価するべきである。

しかしながら、沿道出入する自動車と歩道を歩く歩行者が相互に与える影響や、それを踏まえた自動車の沿道出入制限の範囲や条件に言及した研究は、殆どみられない。前述の都市再生特別措置法の一部改正における駐車場出入口の設置制限は、「自動車の駐車のために供する部分の面積が駐車場出入口制限道路の交通の現状及び滞在快適性等向上区域における催しの実施その他の活動の実施の状況を勘案して、駐車場出入口制限道路への自動車の出入りによる歩行者の安全及び滞在の快適性に及ぼす影響が大きいものとして市町村の条例で定める規模以上のもの」（第六十二条の十）に適用できるとされているが、この影響を評価するための知見は充分とはいえないだろう。

そこで本研究では、出入交通と歩行者が相互に与える影響を把握し、歩車双方の交通条件に応じて適切な出入制限のあり方を検討することを目的とする。本稿では、そのための基礎分析として、細街路から出る自動車と歩行者の交錯状況について実観測を行い、自動車と歩行者が相互に与える影響について分析した結果を紹介する。

## (2) 既往研究のレビュー

路外駐車場や私道、細街路などの出入口の設置可否、設置間隔や構造設計、制御等は、Access Managementのひとつとして、米国を中心に古くから知見の蓄積がなされてきた。Access Managementの発端は、自動車ネットワークに必要な移動機能と沿道出入機能の対立、すなわち、移動機能が求められる高速道路や幹線道路などでは出入口や交差点の制限が不可欠なことにある。それが、2000年前後から、歩行者をはじめ自転車や公共交通など自動車以外の様々な道路利用者への影響を考慮してAccess Managementを行うことの重要性が認識されてきている<sup>9)</sup>。この中で、Falconi<sup>9)</sup>やLayton et al.<sup>7)</sup>は、路外駐車場や私道などの出入口では、出入車両と歩行者の交錯が避けられず、Access Managementが不適切だと歩行者優先が守られない可能性があることを述べている。このような問題意識から、出入車両ドライバーの視距や出入速度、歩行路面の凹凸などを考慮した出入口構造の設計のあり方が示されてきた<sup>5)7)10)</sup>。しかしながら、殆どの知見は道路幾何構造設計上の要件や留意事項を定性的に示すものであり、出入交通が歩行者に与える影響を定量的に示した研究は殆どないことが、Butorac et al.<sup>11)</sup>による文献調査により示さ

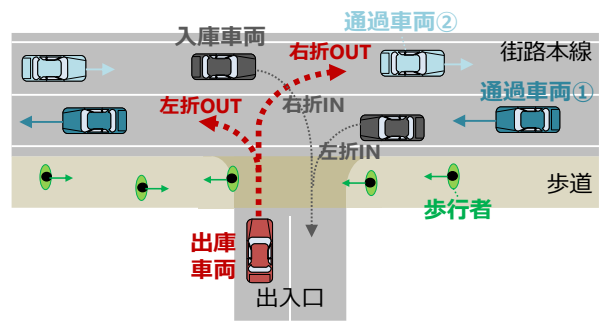


図-1 街路における出入交通と交錯する歩行者、通過交通

れている。例えば、Bowman and Vecellio<sup>12)</sup>は、道路に中央分離帯を設置し右折（左側通行の場合；米国での左折に相当）による出入を禁止することによる歩行者事故件数の削減効果を示しているが、出入交通と歩行者が交錯する際の相互の影響について具体的に示された例はみられない。

日本では、まだ出入交通を対象とした研究自体が限られ、かつその殆どが、沿道出入が移動機能に与える影響に関するものである<sup>13)15)</sup>。歩行者への影響に関するものとして、松本・青野<sup>16)</sup>は歩道上における人対車両事故のうち駐車場出入時に発生したものは約47.4%にも及ぶことを示しているが、その要因解明には至っていない。

以上のように、出入交通が歩行者に与える影響については、知見が限られる。車両と歩行者の交錯発生頻度は、出入交通、歩行者交通また通過交通の条件によって異なるとともに、ドライバーおよび歩行者の互いに対する反応や挙動も交通状況によって変化すると考えられるが、実際に歩車間で生じる影響を詳細に分析し、影響が大きくなる条件等を明らかにした研究はみられない。本研究では、以上の課題意識のもと、出入車両と歩行者の間で生じる交錯を実観測し、相互の影響に関する基礎的な知見を得ることを試みた。

## 2. 出入交通と歩行者の交錯

本研究では、移動機能よりも沿道出入機能が優先され、かつ一定の歩行者が通行するようなまちなかの街路として、まずは、往復二車線で歩道のある街路を扱う。図-1は、このような街路における路外駐車場や細街路等の出入口で生じる交錯の主要な利用主体を描いている。

出入口からの出入交通には、街路本線から路外駐車場や細街路等へ入る車両（Ingress）と路外駐車場や細街路等から街路本線へ出ていく車両（Egress）が存在し、本研究ではこれらをそれぞれ「入庫車両」、「出庫車両」と呼ぶこととする。ここで、細街路からの出入交通は、厳密には出庫・入庫とは異なるが、街路との関係におけ

る出と入を明確に区別するため、このように統一的に呼称する。基本的に、入庫車両には、出入口に近い側の街路本線車線から左折して入る「左折IN」と遠い側の車線から右折して入る「右折IN」が存在し、同様に出庫車両には、出口から近い側の車線に左折して合流する「左折OUT」と、遠い側の車線に右折して合流する「右折OUT」が存在しえる。これらの出入車両は、歩道を通行する歩行者および街路本線を通行する通過車両に対して非優先側であるため、歩行者や通過車両のギャップを見つけて通行しなければならない。

図-1に示す通り、全ての出入車両は出入口正面の歩道を横切る必要があり、このとき、歩行者との交錯が生じるが、入庫と出庫ではその性質が異なる。具体的には、入庫車両の左折INは、出庫車両に比べて速度が高い状態から減速し、かつ歩行者のギャップを確認しなければならないのに対して、出庫車両の左折OUTでは、速度はそれほど高くないが、歩行者のギャップに加えて流入先である通過車両①のギャップを確認しなければならない。右折IN、OUTにも、同様の違いがあるが、左折IN、OUTに加えてさらに確認する車線が増えるため複雑さが増す。

これらのうち、今回は、出庫車両と歩行者の交錯を対象に分析を行った。その主な理由は、出庫車両は、歩行者に加えて通過交通のギャップを確認しなければならず、この複雑さから歩行者の優先権が守られず安全性に影響を与えると考えられること、また、このためにじわじわと歩道上に進入したり、歩道上に停止したりすることにより、歩行者が停止、減速あるいは進路を少し変えて出庫車両の後方または前方に迂回するといった影響が観察され、このような影響が歩行者の快適性や円滑性を左右していると考えられることである。一方、入庫車両との交錯は、車両の速度が比較的高いことから歩行者と衝突した場合の重度が高いと予想される点で非常に重要であるが、逆に、車両を歩道進入前に充分減速させることができれば、判断は出庫時ほど複雑ではなく、また、歩道上で入庫車両が停止するという状況は起こらないので、歩行者への影響は比較的小さいと考えられる。

なお、出庫時、入庫時には、既往研究<sup>13)・15)</sup>で分析されているように、本線を通行する通過車両に影響が生じる場合があるが、本研究では前述の通り、移動機能よりも沿道出入機能が優先される街路を対象としているため、今回は考慮しない。

また、図-1は街路における出入口の一例を示したもので、実際には、出入口付近の街路構造には、出口と入口が離れていたり、右折IN/OUTが禁止されていたり、出入口手前部分の歩道が横断歩道になっていたり、車道、歩道や路側帯の幅員などにも様々なパターンがあり得る。加えて、沿道出入機能が優先されて歩行者が多いという



(対象出口と反対側の歩道は省略している)

図-2 観測調査地点の幾何構造概要

街路の性質上、本線上での駐停車や歩行者の横断など、図-1に示す以外の多様な挙動が生じる可能性が高い。これらについて複合的に検討を行うことは今後の課題としている。

### 3. 観測調査

#### (1) 対象地点

今回は、往復二車線で一定量の歩行者が通行し、かつある程度多くの出庫車両を観測可能な地点として、千葉県柏市の柏駅近くの市道・高島屋フラワー通りにある細街路出口を対象に調査を実施した。この通りは、柏駅西口と国道6号を接続しており、駅西側の住宅地と駅の往来に加えて、沿道に大型百貨店をはじめ飲食店、商店やスポーツクラブ、時間貸路外駐車場等が並び、多くの歩行者が通行すると共に、沿道施設および駅にアクセスする車両も多い。

この対象出口周辺の幾何構造概要を図-2に示す。この細街路は、大型百貨店とその立体駐車場の間にあり、立体駐車場出口および百貨店の搬出入口等がとりついている。そのため、図-1に示したような基本的な出入口構造と異なり、街路本線と細街路の交差する無信号交差点になっているが、細街路からの流出交通の殆どが百貨店駐車場からの出庫車両及び百貨店等への搬出入車両であること、歩行者、出庫車両とも一定の交通量があり交錯を効率的に観測可能なことから今回対象とした。その他にも対象地点にはいくつか複雑な点があり、以下の点に留意する必要がある。

- ・百貨店立体駐車場の利用客は、街路本線にとりついた入口(図-2の②)から入庫し、細街路にとりついた出口から出庫する。入庫口は、常に交通誘導員による誘導が行われているため、今回、分析対象としていない。
- ・対象とする細街路出口の対向車線にある入口(図-2の①)は、搬出入車両を中心に利用されている。



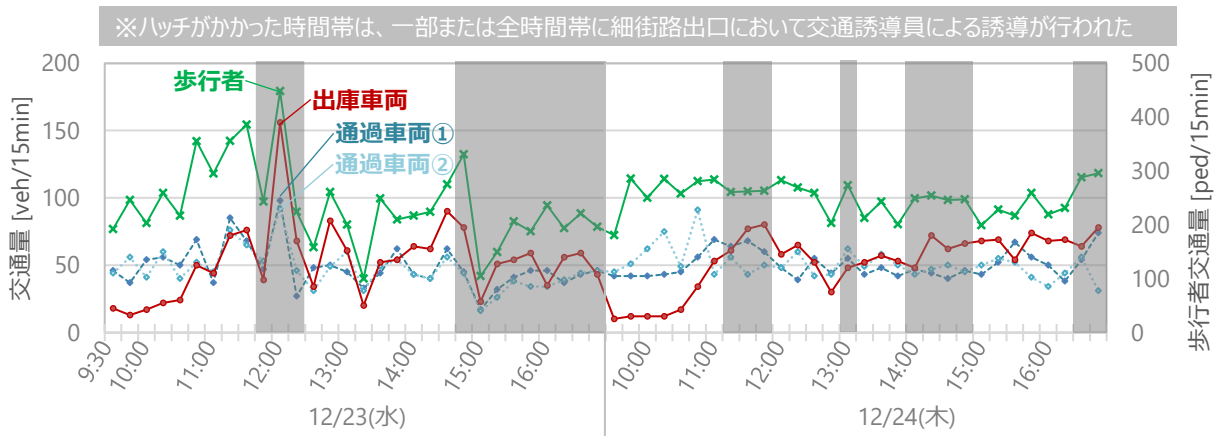


図-4 観測時間帯の車両および歩行者交通量集計結果

このような細街路入口への車両を，本分析では「入庫車両」と呼ぶこととする。

- ・ 細街路を左折 OUT した先に横断歩道（本線横断歩道）がとりついており，歩道から街路沿いに通行する歩行者だけでなく，横断歩行者が出庫車両の挙動に影響を与える可能性がある。
- ・ 細街路と遠い側の車線上流に細街路がとりついてはいるが，出入車両は少なく無視できるものとする。



図-3 観測対象出口の撮影動画イメージ

(2) 観測調査の概要

観測調査は，2020年12月23日（水），24日（木）の9:30~17:00の計15時間，対象細街路出口付近の照明柱にビューポール®<sup>17</sup>を設置し，高所からビデオ撮影すると共に，定期的に調査員が巡回して交通状況を記録することにより実施した。撮影動画のイメージを図-3に示す。撮影にあたって，歩道~横断歩道沿いおよび細街路出口沿いにそれぞれ1m, 0.5m間隔に目印を設置し，これを参考にしながら，画像解析ソフト・ビューリーダー®<sup>18</sup>を用いて，交錯する歩行者および出入車両の位置や通過時刻を記録した。

(3) 観測地点の交通状況

観測時間帯中に，対象細街路出口正面の横断歩道を通行した歩行者，出口から出庫した出庫車両，および，本線の通過車両①（左折OUTする車線），通過車両②（右折OUTする車線）の交通量を15分単位で計測した結果を図-4に示す。図-4より，歩行者数は300ped/15min前後で推移している。また，出庫車両交通量が車線当たり通過交通量とほぼ同程度になっており，出入が卓越した状況であることがわかる。

なお，当該出口では，本線車線が混雑し出庫車両が出庫困難な状況が続くと，交通誘導員が出口周辺に立ち，歩行者および通過車両①，②を制御して，出庫車両を誘導することがあった。調査においては，このような誘導

が行われた時間帯を記録し，分析項目の測定対象外とした。図-4に灰色でハッチをかけた時間帯は，各15分のうち一部または全時間帯において，このような誘導が行われたことを示す。また，緊急車両の通行など，下記(4)に挙げる分析項目に影響を与える可能性のある挙動が発生した場合も対象外とした。

(4) 分析項目

a) 出庫車両に対する歩行者の行動の分類

出庫車両が歩行者に与える影響を把握するため，対象出口前の横断歩道上を通行した歩行者に対して，出庫車両との交錯の有無，および，出庫車に対してとった行動の分類を行った。詳細は，4(1)に後述する。

b) 出庫車両のギャップ選択とその影響要因

出庫車両が横断歩道へ進入する際，どのような要因を元に判断を行っているかを分析するため，出庫車両の歩行者ギャップ選択とその影響要因となりえる事項について記録した。詳細は，5(1)に後述する。

4. 出庫車両と歩行者の交錯発生状況

(1) 出庫車両に対する歩行者の行動の分類

対象とする細街路出口前を通行する歩行者について，出庫車両との交錯の有無や出庫車両から受ける影響を把

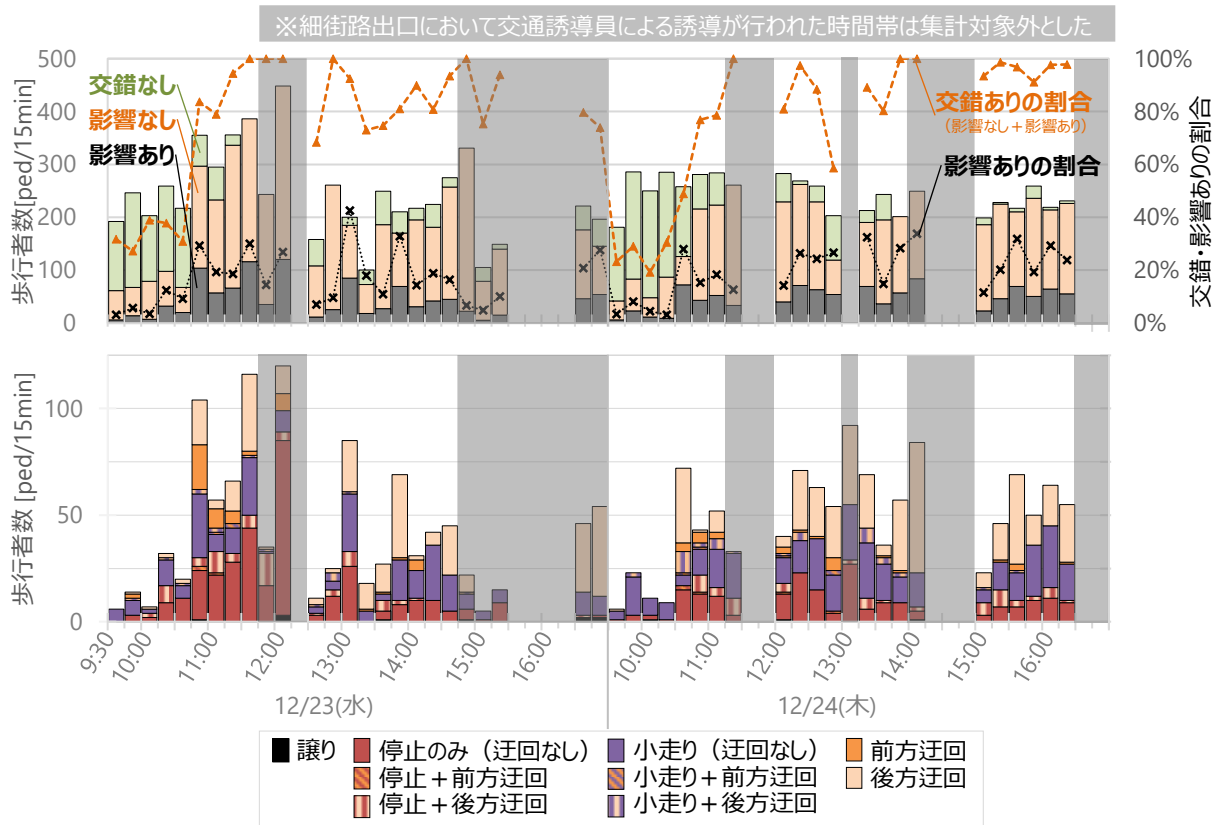


図-5 出庫車両との交錯および影響の有無別歩行者数 (上) と影響ありの内訳 (下)

握するため、以下の分類を行った。

出庫車両との交錯の有無については、歩行者が細街路出口前の横断歩道の半分を横断した時点で、出庫車両が細街路出口停止線の約15m上流から横断歩道上に存在しない状況で通行した歩行者を「交錯なし」とし、逆に、停止線手前から横断歩道上まで間に庫車両が存在する状況で横断した歩行者を「交錯あり」とした。ただし、歩行者が、後述する「譲り」あるいは「停止」の行動をとった結果、出庫車両がいなくなった後に歩行者が通行した場合は「交錯あり」とした。

「交錯あり」については、さらに、出庫車両から影響を受けたと思われる行動について、目視による観測により、以下の分類を行った。

- ・ 譲り：出庫車両に対してジェスチャーをして譲る
- ・ 停止：出庫車両に対して立ち止まる
- ・ 小走り：出庫車両を気にして小走りになる
- ・ 前方迂回：横断歩道上の出庫車両の前方に回り込んで通行
- ・ 後方迂回：横断歩道上の出庫車両の後方に回り込んで通行

これらのうち、譲り、停止、小走りは、歩行者が出庫車両に対して自身の歩行速度を変更したのに対して、前方/後方迂回は歩行軌跡を変更したものと大別できる。また、出庫車両に対して立ち止まった (停止) のち、出

庫車両が横断歩道に進入するのに合わせてその後方を迂回して通行する、といった複合的な行動も観測されたため、これら挙動の組み合わせを記録した。なお、「交錯あり」の状況下で通行したにも関わらず、上記のような行動が明確に確認できなかった歩行者は、優先権のもと歩行速度や軌跡を大幅に変えることなく通行したものとみなして「影響なし」に分類した。

## (2) 結果

図-5は、出庫車両との交錯および影響の有無別 (上図)、および影響ありの歩行者の行動別 (下図) に15分単位で集計した結果である。両日とも11:00過ぎから夕方まで、出庫車両との交錯ありの割合は約80%以上の状況が続いており、影響ありの歩行者の割合は平均約18%、最大で43%に及んでいる。図-4の交通量と影響ありの割合の相関係数を確認したところ、特に、出庫車両交通量とやや相関がある ( $r=0.49$ ) 一方で、歩行者交通量 ( $r=0.11$ ) や通過交通量 (①と②の合計;  $r=0.15$ ) とは相関が弱かった。このことから、出庫車両が多いほど、出庫車両が強引に横断歩道に進入したり、歩行者が出庫車に気を使ったり安全を気にしたりして停止・迂回することで、歩行者優先が弱まっていることが予想されるが、通過車両も含めた各利用者の到着状況と挙動が複雑に作用して歩行者に影響を及ぼしていると予想される。

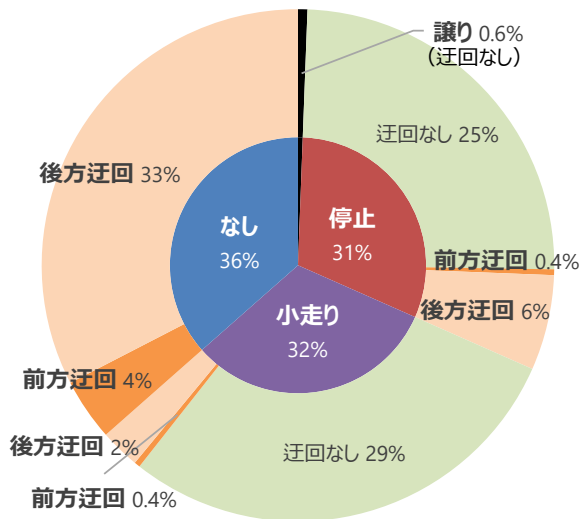


図-6 出入車両から影響を受けた歩行者の行動  
(サンプル数: 1663)

図-6は、全時間帯を対象に、出入車両から影響を受けた歩行者の行動の割合を示し、内側の円は歩行速度の変更の有無、外側の円は歩行軌跡の変更（迂回）の有無で分類している。なお、譲りかつ前方／後方迂回した歩行者はいなかったため、譲りは内側、外側両方の円に含めている。これより、ジェスチャーなどで明確に譲りの意思表示をする歩行者は少ないことがわかる。また、歩行速度の変更は、停止、小走り、なし（軌跡のみを変更）の割合がほぼ同程度にわかれ、出入車両に対する歩行者の反応は多様といえる。

歩行軌跡の変更については、前方または後方迂回した歩行者は全体の46%と約半数に及んでいる。これは、出入車両が本線通過交通のギャップ待ちを横断歩道上でしていることによる影響が大きい。迂回する歩行者の多くは出入車両の後方を通行する一方、車両前方を迂回する者も存在している。これは、出入車両が横断歩道のどの位置に停止したかや、出入車両の車長など様々な要因が作用していると考えられる。迂回を行った歩行者の中には、横断歩道外に出ていた者も観測されている。今回は、道路構造条件上、出入車両が歩行経路上に停車しても、車両後方に回り込みやすい形状だったが、細街路ではない路外駐車場出口の場合などには、このような迂回がとりづらくなると予想される。

## 5. 出入車両のギャップ選択挙動

前章では、歩行者が出入車両から受ける影響について分析したが、一方で、出入車両は歩行者のギャップを確認して横断歩道への進入判断を行っていると考えられる。これに対する影響要因を把握することは、出入車両が歩

行者から受ける影響を評価するためだけでなく、出入車両のギャップ選択の結果として歩行者側が受ける影響を考察するうえでも重要と考えられる。

### (1) ギャップと影響要因の定義および計測方法

ここでは、出入車両が細街路出口正面の横断歩道を通行する歩行者間のギャップを確認し、その長さに応じて横断歩道に進入する／しないの判断を行うと仮定して、分析を行う。このようなギャップ選択は、優先関係のある交差点における非優先側の通過判断を説明するものとして用いられており、歩車の交錯では、信号交差点左折時の進入判断<sup>9)</sup>などで同様の分析がなされている。

ギャップは、ある断面における通過時刻の差で定義されることが多いが、前述の分析からも示唆される通り、今回の分析箇所では、歩行者が出入車両の影響を受けて行動している場合があり、例えば、出口手前の断面通過時刻の差を計測しても、それは、出入車両が進入判断を行った際に予想したギャップとは異なる可能性が高い。

そのため、今回は、以下の方法でギャップを計測する。

- ・ 出入車両は、向かってくる歩行者までの距離を見て概ねの到着時刻を予想していると考えられる。そこで、ギャップを歩行者から出口車線中心線までの距離[m]で定義する。距離は、0.5m 単位で計測する。
- ・ 出入車両は、出口の停止線 2m 手前から判断を開始すると仮定する。出入車両が判断を開始した時点で、最も横断歩道に近い歩行者までの距離を、その出入車両が最初に判断するギャップ（厳密には、ラグ）とする。出入車両がその歩行者を見送り、次の歩行者が連続して通行する場合、最初の歩行者が出口車線中心線を通過した時点で次の歩行者までの距離が、次のギャップとなる。判断開始時点または前の歩行者が中心線を通過した時点で、既に次の歩行者が出口車線幅員の範囲内を通行している場合は、ギャップの計測を行わない。
- ・ 歩行者がジェスチャーで譲った場合（4章の譲り）および自転車が通行した場合は分析対象外とする。
- ・ 出入車両から見て左側から向かってくる歩行者のうち、出口を左折 OUT した先の本線横断歩道を渡る歩行者は、実際には出入車両と交錯しないが、出入車両が進入可否を判断する時点において、歩行者の動線が明確に横断歩道に向かっていないものについては、ギャップとして位置の計測を行う。
- ・ 出入車両が横断歩道に進入した場合には、向かってくる歩行者までの距離で定義されるギャップを「受入た (Accepted)」とし、侵入しなければ「棄却した (Rejected)」とする。ただし、横断歩道進

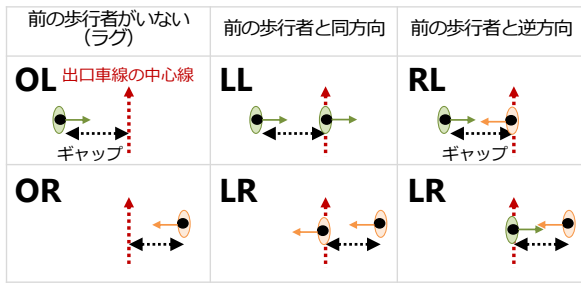


図-7 歩行者の進行方向パターン

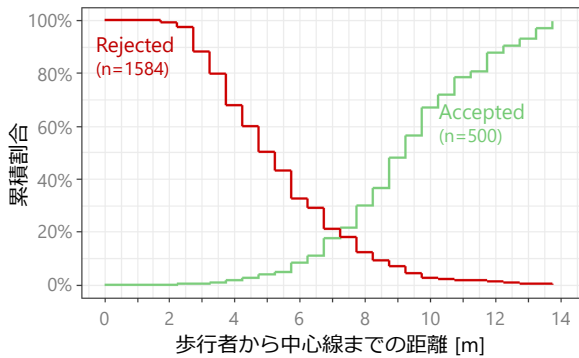


図-8 ギャップ（歩行者から中心線までの距離）と選択結果

入後に横断歩道上で急停止し、向かってくる歩行者を通行させたケース（14件）は、判断の変更が行われたものとして、今回は分析から除外する。

さらに、ギャップ選択に影響を与える可能性のある要因のうち歩行者に関する情報として、目の前の歩行者および向かってくる歩行者の進行方向、向かってくる歩行者の年齢層と人数を記録した。歩行者の進行方向は、図-7に示す6パターンに分類した。年齢層は、高齢者とそれ以外の一般、その他（ベビーカー等）に分類した。また、人数は1人と2人以上に分類した。

出庫車両に関する情報として、進行方向を左折と右折、車種をトラック等とそれ以外に分類した。また、出庫車両が歩行者を待ちながら横断歩道に向かってじわじわと前進する挙動が多くみられたため、ギャップを計測する各時点での停止線からの位置を0.5m単位（停止線下流が正）で測定した。さらに、出庫車両が前の車両に連続して進入しようとする挙動を考慮するため、出庫車両が判断を開始した時点で、まだ前の車両の車体の一部が横断歩道上に残っている状態だった場合を追従、そうでない場合を非追従とした。

さらに、細街路出口の対向車線（図-2の①）に入庫する車両の影響を考慮するため、入庫車両が入庫する間（左折INの場合は左折前の停止線から／右折INの場合は当該出口正面から、横断歩道下流5m程度まで）にギャップ判断を行った場合にフラグを立てた。

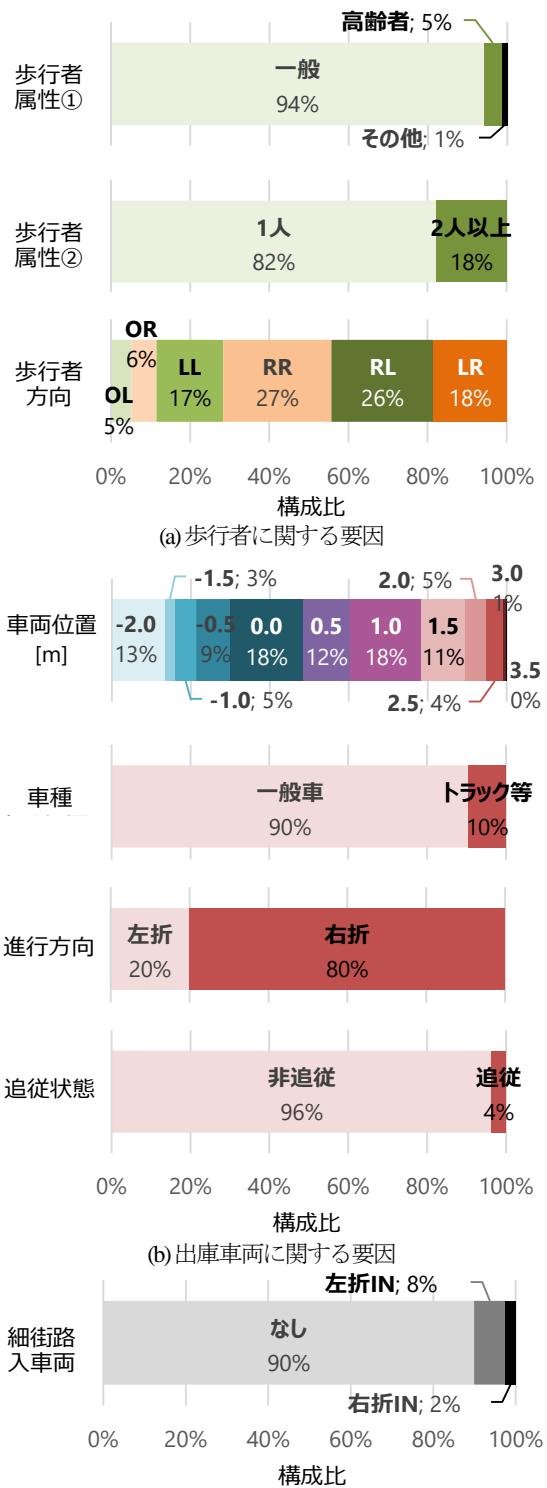


図-9 ギャップ選択に対する影響要因候補の分布状況

(2) ギャップ選択結果とサンプル数

観測されたギャップ（歩行者から出口中心線までの距離）合計2,088件について、受入／棄却別に累積割合を示したものを図-8に示す。これより、ギャップが7.0m～7.5mの間で、ギャップの受入割合が棄却割合を上回るようになり、このあたりを境界として判断が分かれている



ことがわかる。また、前述の影響要因候補の分布状況は図-9に示す通りである。

(3) ロジットモデルによる影響要因の推定

図-9に示した影響要因候補がギャップ判断に及ぼす影響を把握するため、出庫車両のギャップ受入確率を推定するロジットモデルの推定を行った。

ロジットモデルでは、ギャップを受入ることに対する効用 $V_{accept}$ をギャップ（歩行者から出口中心線までの距離）および他の影響要因によって式(1b)のように表し、出庫車両のギャップ受入確率 $P_{accept}$ を推定する。

$$P_{accept} = \frac{\exp(V_{accept})}{1 + \exp(V_{accept})} \quad (1a)$$

$$V_{accept} = \alpha_0 + \sum \alpha_i x_i \quad (1b)$$

ここに、 $x_i$ : 説明変数（ギャップおよび他の影響要因を表す変数） $\alpha_i$ : 説明変数の係数、 $\alpha_0$ : 定数項である。

複数の説明変数の組み合わせでモデル推定を行い比較した結果、説明変数の符号条件の妥当性、統計的有意性が確認され、かつモデルの適合度が高かったものを表-1に示す。前節で候補に挙げたうち、歩行者属性のその他ダミーと、歩行者人数（2人以上ダミー）、出庫車両の進行方向（右折ダミー）は有意でなかった。モデルの適合度は85.3%と高いものの、実際に受入であったギャップを正しく受入と推定できた割合（真陽性率）は57%にとどまる。この理由として、通過交通の状況に関する変数を考慮できていないことや、向かってくる歩行者の行動の変化などの詳細な状況が充分表せていないことが考えられる。

ギャップ選択への影響が有意だと確認された変数について感度分析を行った結果を図-10に示す。ここでは、歩行者の進行方向がLLで非高齢者かつ入庫車両なし、出庫車両は停止線に停止し（出庫車両の位置は0m）、常用車（トラック等ではない）で非追従状態の場合を「基本ケース」として灰色の線で描画している。

ギャップ（歩行者から中心線までの位置）は、歩行者の進行方向パターンと入庫車両の有無によって確認の煩雑さが異なることが判断に影響すると考えられるため、これらの因子変数との交差項として表現している。歩行者の進行方向×入庫車両あり/なしの計12パターン全てについて、ギャップに係る係数が正であり、向かってくる歩行者までの距離が遠いほどギャップを受入やすいことを意味している。

図-10(a)から、「歩行者の進行方向」-「入庫車両あり/なし」のパターンによって、向かってくる歩行者までの距離が判断に与える影響の感度が異なる傾向が確認で

表-1 ロジットモデル推定結果

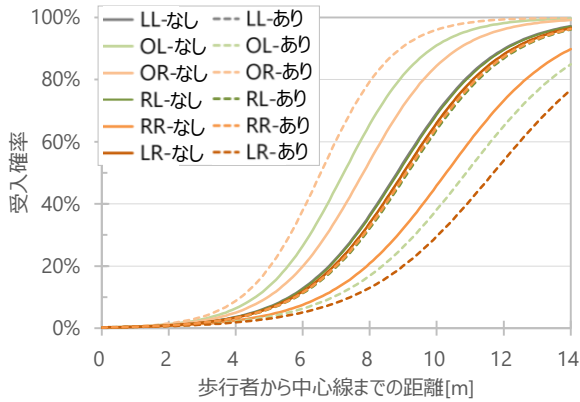
変数	係数	z値
歩行者から中心線までの距離[m]（ギャップ）		
OLかつ入庫車両なし	0.83	15.29
OLかつ入庫車両あり	0.55	4.92
ORかつ入庫車両なし	0.77	13.04
ORかつ入庫車両あり	0.92	5.09
LLかつ入庫車両なし	0.68	17.96
LLかつ入庫車両あり	0.67	9.75
RRかつ入庫車両なし	0.58	13.83
RRかつ入庫車両あり	0.66	8.71
RLかつ入庫車両なし	0.68	19.42
RLかつ入庫車両あり	0.66	12.30
LRかつ入庫車両なし	0.67	15.21
LRかつ入庫車両あり	0.51	5.82
高齢者ダミー	1.32	4.48
出庫車両の位置[m]	0.43	6.16
出庫車両・トラック等ダミー	-0.81	-3.12
出庫車両・追従ダミー	0.85	2.35
定数項	-6.02	-21.97
サンプル数	2084	
AIC	1428	
Hosmer-Lemeshow検定有意確率	0.4%	
的中率	85.3%	
受入の的中率（真陽性率）	57.0%	

きる。例えば、入庫車両なしの場合、OLやORは他のケースに比べて短いギャップが選択されやすくなっており、前の歩行者がいない影響が表れていると考えられる。また、歩行者が片側からしか来ない場合は、左からに比べて右からの方が、同じギャップでも選択確率が低くなっている（OLなし>ORなし、LLなし>RRなし）。これは、当該出口が横断歩道である構造上、同じ距離でもまだ歩道上にいる左からの歩行者よりも、既に横断歩道に進入済みの右側の歩行者に対して、進入を躊躇うためと考えられる。

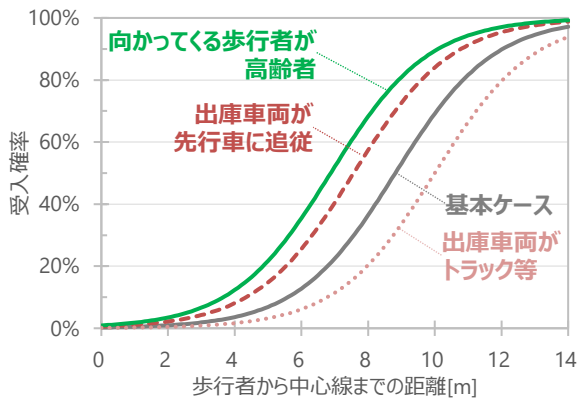
さらに、右から左に通行する者のみであるORやRRでは、入庫車両がある場合に短いギャップでも選択されやすくなる傾向がある。これは、入庫車両によって歩行者がブロックされたり、入庫車両に配慮した歩行者が減速したり立ち止まったりすることを予想することによって考えられる。一方で、RRなしの受入確率が他に比べて非常に低かったり、OLなしに比べてOLありの受入確率が著しく低下したりなど、解釈が困難な傾向も示されており、精査が必要である。

また、図-10(b)では向かってくる歩行者が高齢者の場

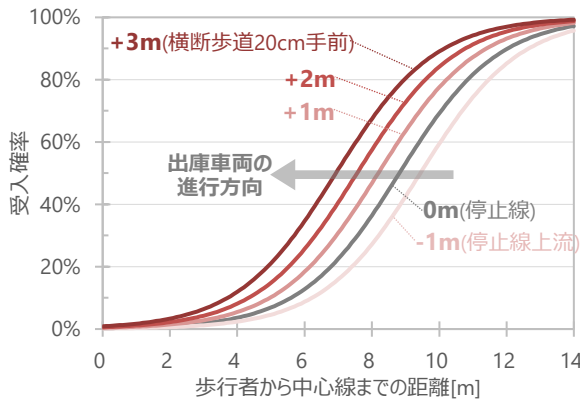




(a) 歩行者の方向と入庫車両の有無



(b) 歩行者属性, 出庫車両の車種, 追従状態



(c) 出庫車両の位置

図-10 説明変数の感度分析結果

合には、ギャップが受入れやすい傾向がわかる。これは、高齢者の方が歩行速度が遅く、出口までの到着に時間がかかると、ドライバーが予想するためと考えられる。また、出庫車両が追従状態のときに短いギャップでも進入しやすくなるという仮説通りの傾向が示された。出庫車両がトラック等の場合には、車長が長い等の影響で、乗用車の場合よりもギャップを受入にくい傾向となっている。

さらに、図-10(c)は、出庫車両の位置が停止線から横

断歩道へ近づくほど、短いギャップを選択しやすくなることを示している。この理由の一つは、出庫車両は自転車が横断歩道を通行し終わるのに必要な時間を予測して判断していることが考えられるが、他方で、出庫車両は、歩行者のギャップを確認する間にじわじわと横断歩道に接近することで自身の存在を歩行者に認識させ、譲ってもらいやすい状況を生み出そうとしているとも考えられる。このような挙動は、歩行者にとっては不安やストレスを感じやすく、譲りや停止を強いられる可能性があり、歩車の相互作用について詳細な分析が重要といえよう。

## 6. まとめと今後の課題

本稿では、実観測により取得したデータ分析により、細街路出口前を通行する歩行者が、出庫車両の影響を受けて歩行速度や軌跡を変更するといった行動をとることが示された。また、出庫車両が向かってくる歩行者までの距離に応じて横断歩道に進入する判断を行う際に、歩行者の向かってくる方向や属性に影響を受けること、出庫車両が出口に向かって前進しているほど、歩行者が近くにいると進入しやすくなること、入庫車両の存在が影響を及ぼすことが示された。

出庫車両の判断には、今回考慮した要因に加えて、街路本線の通過交通の通過タイミングや混雑状況が影響を与えている可能性が高い。また、出庫車両は街路本線への進入判断を行う間、横断歩道上で停止する可能性が高く、このことが歩行者の停止や前方/後方迂回の原因となっている。発表時では、このような通過交通に関する分析を含めて紹介したい。

今後の展望として、観測地点を増やすことで、出入口周辺の構造条件が与える影響を確認したり、今回観測されたような挙動を交通シミュレーションに反映しながら交通需要による影響の変化を推定し、路外駐車場や細街路出口の設置要件等の整理に繋げていきたい。

**謝辞:** 本研究はJSPS科研費 JP20K14845および公益財団法人国際交通安全学会「ウォーカビリティ創出のための街路ネットワーク構成に関する研究」の助成を受けたものです。また、観測調査にあたっては、柏西口商店会、株式会社道路計画をはじめとする関係各位に多大なるご協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 国土交通省: 「賑わいのある道路空間」のさらなる普及に向けて一歩行者利便増進道路制度の創設一、<https://www.mlit.go.jp/toshi/content/001330823.pdf>, 2020. (2021/3/7閲覧)

- 2) 国土交通省：「居心地が良く歩きたくなる」まちなかづくり支援制度（法律・税制・予算等）の概要，<https://www.mlit.go.jp/toshi/content/001373727.pdf>（2021/3/7閲覧）
- 3) 鳥海梓，大口敬：多様な道路利用主体を考慮した街路ネットワークの機能階層化に関わる論点整理，土木計画学研究・講演集，Vol.51，10pages，2020.
- 4) 松本浩和，青野貞康：駐車場出入り時における自動車対歩行者の事故特性に関する研究，第40回交通工学研究発表会論文集，pp.8-11，2020.
- 5) Sokolow, G., Williams, K., Levinson, H.: The changing focus of access management, *Access Management Theories and Practices*, pp.54-65, 2014.
- 6) Falconi, X.R.: Relationship between access management and the design of bicycle and pedestrian facilities, the 3rd National on Access Management Conference Proceedings, pp.115-121, 1998.
- 7) Layton, R., Hodgson, G., Hunter-Zaworski, K.: Pedestrian and bicyclist impacts of access management, the 3rd National on Access Management Conference Proceedings, pp.105-114, 1998.
- 8) Gattis, J.L., Gluck, J.S., Barlow, J.M., Eck, R.W., Hecker, W.F., Levinson, H.S.: *Guide for the Geometric Design of Driveways (NCHRP Report 659)*, National Academy of Sciences, Washington, D. C., USA, 2010.
- 9) Transportation Research Board of the National Academies (TRB): *Access Management Manual - Second Edition*, TRB, Washington D.C., USA, 2014.
- 10) Dixon, K., Van Schalkwyk, I., Layton, R.: Balancing Urban driveway design demands based on stopping sight distance. *Transportation Research Record*, No.2120, pp.18-27, 2009.
- 11) Butorac, M., Bonneson, J., Connolly, K., Ryus, P., Schroeder, B., Williams, K., Gluck, J.: *Assessing Interactions Between Access Management Treatments and Multimodal Users (NCHRP Web-Only Document 256)*, National Academy of Sciences, Washington, D. C., USA., 2018.
- 12) Bowman, B.L., Vecellio, R.L.: Effect of urban and suburban median types on both vehicular and pedestrian safety, *Transportation Research Record*, No.1445, pp.169-179, 1994.
- 13) 早河辰郎，中村英樹：幹線街路における沿道アクセス機能に応じた旅行速度性能曲線の定式化，土木計画学研究・講演集，Vol.39，4pages，2009.
- 14) 柿元祐史，中村英樹：道路のアクセス機能が旅行速度の低下量に与える影響分析，土木計画学研究・講演集，Vol.58，6pages，2018.
- 15) 田部井優也，大森宜暁，長田哲平：駐車場出入口の構造の違いが自動車交通流に与える影響に関する分析，交通工学研究発表会論文集，Vol.40，6pages，2020.
- 16) 松本浩和，青野貞康：駐車場出入り時における自動車対歩行者の事故特性に関する研究，第40回交通工学研究発表会論文集，pp.8-11，2020.
- 17) 株式会社道路計画：可搬式・高所・ビデオ調査装置ビューポール®，<https://www.kotsu-chosa.com/vp-site/vp-top.html>，2019。（2021/3/7閲覧）
- 18) 株式会社道路計画：映像解析サービス&ソフトウェアビューリーダー®，<https://www.kotsu-chosa.com/vr-site/vr-top.html>，2019。（2021/3/7閲覧）
- 19) Alhajyaseen W.K.M., Asano, M. and Nakamura, H.: Left-turn Gap Acceptance Models Considering Pedestrian Movement Characteristics, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.50, pp.175-185, 2013.

## EMPIRICAL ANALYSIS ON THE CONFLICTS BETWEEN EGRESS VEHICLES AND PEDESTRIANS ON AN URBAN STREET

Azusa TORIUMI, Kosuke KASAHARA and Takashi OGUCHI

A land-access function that allows vehicles to enter and exit from off-street parking lots and minor streets is important for urban streets where many trips are generated and attracted. In recent years, efforts have been made to modify urban streets to enhance pedestrian walkability. As an important aspect that affects pedestrian walkability, traffic engineers have to consider the restrictions on the entries and exits of off-street parking lots onto streets to avoid conflicts between pedestrians and egress, based on vehicular and pedestrian traffic conditions. In this study, as a basic analysis to quantify the impact of egress vehicles on pedestrians and vice versa, we observed the conflicts of egress vehicles exiting from a minor street with pedestrians on the main street, and modeled a gap acceptance behavior. As a result, it was observed that pedestrians on the surveyed street were forced to take a detour or stop because of egress vehicles from the minor street that were waiting for gaps in the through-vehicle traffic on the main street.