

令和元年6月18日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K06245

研究課題名(和文) 大型商業施設駐車場における人・車シミュレータを用いた安全性評価手法の構築

研究課題名(英文) STUDY ON THE EVALUATION OF PARKING LOT DESIGN IN A RETAIL POWER CENTER USING SIMULATION TECHNOLOGY WITH PEDESTRIAN MODEL

研究代表者

山田 稔 (YAMADA, MINORU)

茨城大学・理工学研究科(工学野)・教授

研究者番号：50182556

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：大型商業施設駐車場の内部での歩行者挙動を組み入れた、人・車の両方を主体とするコンピュータシミュレーションを開発し、駐車場設計の評価目的での有用性を検証した。まず、実測調査により歩行者の駐車場内の経路選択モデルを構築した。横断歩行者が存在するときの車側の停止挙動とそれに続く歩行者側の横断開始判断についてもビデオ撮影データからモデルを構築した。そして、これらを組み入れ、駐車場における人と車の両方を組み合わせたシミュレータを構築し、その結果のなかで、利用される横断箇所分布が実測と整合すること、交差点の捌けや待ち時間が単純化した仮定下では理論モデルと整合することを確認し、その有用性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、駐車場レイアウトを評価するためのシミュレータを構築しただけでなく、そこで用いる歩行者及び車両の挙動パラメータを実測から求めることを行い、現実的な条件下での影響評価を可能にした。また、シミュレータでは歩行者の経路選択状況の予測に加え、交錯発生数や車両側の譲りの状況、さらには歩行者や車両に生じる遅れ時間までもを総合的に予測することを可能にした。またケーススタディの知見として、横断箇所を過度に制限して歩行者動線を集中させることは歩行者の利便性に取ってデメリットが生じるだけでなく、交錯の確率が高まり、車両の待ち時間も増大するなどの悪影響について明らかにした。

研究成果の概要(英文)：When considering an improvement of the layout of the parking lot of a retail power center, it is required to estimate the walk route choice of pedestrians so reliable as to evaluate the countermeasures on intersections of car and pedestrian. Prediction model to estimate the walk route was constructed and then its usefulness was clarified by the authors. Taking this pedestrian model into the simulator reproducing the action of the car in a parking lot, it became enabled to estimate the occurrence of crossing on car and pedestrian under the improved situation of layout changes. Also, it was enabled to evaluate the influence to the smoothness of both car and pedestrian. Furthermore, it was clarified that the parallel installation of crossing zone can minimize the travel delays of cars, because of avoiding excessive number of pedestrians concentrating to a certain crossing point.

研究分野：交通計画・都市計画

キーワード：大型商業施設駐車場 駐車場シミュレータ 横断歩道 遅れ時間

1. 研究開始当初の背景

近年の郊外型大型商業施設はマイカー利用を前提とした集客を想定しており、それに見合った大型駐車場が設置される場合が少なくない。このような商業施設は、大店立地法に基づき周辺道路の交通への悪影響を抑えるための事前評価を行うことが一般的であり、店舗入口や駐車場内レイアウトの設計上の工夫による効果を定量的に評価するための手法の開発もされてきた。しかし、ここでは沿道交通への影響のみが評価されるため、敷地内の動線計画にシワ寄せが来て、来店客の入出庫の円滑性や、駐車車両と店舗の間の歩行の安全性で無理が生じる恐れがある。

周辺道路への影響評価や、駐車場内の車の移動の円滑性や安全性の評価の際には、大型商業施設では特に開店時など時間軸上での需要分布に大きな変動が存在するが、そのような場合を評価可能なコンピュータシミュレーションが実用化されている。一方、駐車場で生じる交錯を評価しようとすると、歩行者の経路選択特性や回避行動特性を配慮することが重要となるが、これらを一体的に評価できるような手法は、存在していない。

歩行者の経路選択は、住宅地などの街区を構成する細街路等の選択特性や道路横断での特性に関する研究は数多く存在した。これに加えて筆者の近年の研究¹⁾では、駐車場内も経路選択挙動をモデル化することが可能であり、例えば、遠回りしてでも横断歩道を選択する割合が属性別にどのように変化するかなどを明らかにした。そこで、このモデルを評価シミュレーションに組み込むとともに、交錯が発生した際の回避行動などいくつかの特性データを収集し追加することで、歩行者の挙動を内包するコンピュータシミュレーションの開発が可能となり、それによって多様な歩行者の特性を反映させる、多視点からの評価が可能になると考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、大型商業施設駐車場の内部での歩行者挙動を組み入れた、人・車の両方を主体とするコンピュータシミュレーションを開発し、歩行者危険性の評価目的での有用性を検証することである。具体的には以下の点を明らかにすることを本研究の目的とした。

- 1) 駐車車両と商業施設間の歩行者の経路選択のモデル化については、筆者の既存研究において概ね確立されているが、さらにさまざまな条件での実測を追加し、本研究が対象とする多様な設計要素を含む歩行者経路ネットワークで使用できるものを目指す。
- 2) 歩行者・自動車の錯綜事象の個々についての観測調査から、歩行者の回避行動や車両側の減速・停止の挙動を明らかにし、シミュレータに組み込める形のモデルを構築する。
- 3) 既存の駐車場内の車両の挙動を再現するマイクロシミュレータに前述の歩行者挙動のモデルを組み入れ、実測データ等と比較して、予測結果の歩行者経路別の交通量や錯綜数について再現性を検証する。また理論モデルとの比較で、遅れ時間の発生の再現性についても確認する。
- 4) 大型商業施設駐車場のレイアウトおよび駐車場設置者が独自に工夫した交錯箇所の安全対策の事例を収集・整理し、本研究で扱う設計要素の範囲を特定する。
- 5) 店舗駐車場の設計変更を行った場合について、構築した評価手法を用いて評価を行い、これらの設計変更の効果の算出が可能であることを確認する。

3. 研究の方法

(1) 退店歩行者の行動データの蓄積とモデル化

目的1) に対し、すでに、筆者らの既存研究¹⁾において歩行者の経路選択の行動データの蓄積と、そのモデル化を行ってきた。これらは、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おり、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い。そこでこれらの研究と同様の方法で退店時のデータを蓄積しモデル化を行うこととした。

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。

歩行者の経路選択モデルとして、筆者らの既存研究と同様に、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、対象サンプルの歩行者一人ごとに観測された動線の略図を作成し、そこから、代表的な経路を抽出し、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。

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

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

-2 の要因を説明変数として用いることにした。

歩行者通路を移動する退店歩行者は、店舗から自転車までの経路で複数の分岐点を通る場合がある。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) 歩行者・自動車の錯綜時の行動データの蓄積とモデル化

目的 2) に対しては、理想的な状況であれば、横断しようとする歩行者が存在する場合にこれに自動車が影響を受けて減速ないしは停止を行うものとして、シミュレータに取り入れる方法が考えられる。しかし、実際の横断場面では、横断歩行者は横断することを意思決定した後も接近する車両の関係などで待ちを行うことが観測されている。そこで本研究ではビデオ調査画面よりその実態を観測し、この挙動のモデルを組み込むこととした。

表-1 に示した調査で得られたデータのうち、商業施設直前の周回通路の横断歩行者の行動データを用いて、横断時の待ちや譲りの発生状況を分析した。

分析では、両者の一連の行動をパターン化し、その発生割合に影響すると考えられる周辺状況を取り上げ、その関係が明らかになるよう集計することとした。

(3) シミュレータの構築

目的 3) のシミュレータの構築について説明する。

シミュレータの全体構成

既存の車シミュレータ²⁾では、車が歩行者の横断に対応するための減速・停止が必要となった場合の挙動はすでにモデル化されており、これを生起させるような歩行者を発生する部分について前述の歩行者挙動モデルの結果を用いるようにした。また、前述した歩行者の発生や経路選択、横断開始判断において周囲の車両の状況に関する情報が必要となるため、車両の現在位置の情報を随時歩行者挙動モデルに伝える機能を追加した。

それ以外には本質的な依存関係がない互いに独立性の高い車シミュレータと歩行者シミュレータで構成することとした。これによって、将来必要な現象のモデルを追加してより精緻化するなどシステムの改良が容易になるように配慮した。

歩行者の発生及び経路選択

シミュレータのなかで、駐車マスに到着した車両から店舗出入口に向かう歩行者を発生させる。また、駐車場観測で得られた平均駐車時間内に歩行者が店舗出入口から発生して車へ移動し帰路につくものとする。

この間に選択する経路に関しては、すでに筆者らの既存研究¹⁾で構築されている経路選択モデル、および目的 1) で構築する退店時のモデルを使用することで、横断箇所が横断歩道であるか否か等による選好の違い、横断箇所上に車両がすでに存在している場合や接近しつつある場合にはこの横断箇所を使用せず車道に沿って移動して異なる箇所を横断する傾向、それらと同時にできるだけ短い経路を選択しようとする傾向などが反映されるようにした。

これらの経路選択モデルは、個々の分岐選択箇所における選択行動を表現するロジットモデルであるが、歩行者が分岐箇所へ到達することにこのモデルを用いてその先の経路選択を計算することが可能であり、そのままシミュレータに導入する。

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)。
横断回数	分岐点から目的地までの間の横断回数
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。
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。
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。
斜め横断	進もうとしている区間が、車道の斜め横断であるとき1、そうでないとき0

歩行者・自動車の錯綜時の挙動モデル

実際の横断場面では、横断歩行者は横断することを意思決定した後も接近する車両の関係などで行う待ちをもモデル化するために目的2)で構築したシミュレータに組み込めるように配慮したモデルを用いる。

(4) レイアウト変更の効果の評価

目的4)のケーススタディにおけるケース設定の決定に当たっては、筆者らの既存研究¹⁾やその中で示されている事業者の意向から、横断歩道等の安全性が高いと考えられる経路を少数、整備し、利用者をそこに誘導することにより、交錯箇所を削減して必要に応じて、誘導員を配置する方法が考えられていることが少なくない。そこで、これの妥当性を検討するためのケース設定を行うこととした。

こういった対策は駐車場内を移動する自動車の立場からも、潜在的な交差の可能性のある箇所を減らすことができれば、安全性確保のための負担が小さくてすむことが期待される。また、危険が予想される箇所を減らすことができれば円滑性での向上も期待できると考えられる。

しかしその一方で、横断箇所を集約することによって箇所当たりの横断歩行者数が過大になってしまうと、通過車両は自分が通過できるギャップを見つけることが困難になり、大きな遅れが生じる可能性が考えられる。同時に、遅れにより生じるあせりによって安全上好ましくない運転行動をとることも懸念される。実際に大規模店舗駐車場において、自動車交通量の多い箇所に大量の歩行者が集中して横断するレイアウトの場合には、必要に応じて誘導員によって歩行者の横断の方を制御することが行われることも少なくない。

そこで、本研究では過度に横断歩行者の横断箇所を集約させることによって生じる問題を定量的に明らかにするために、横断箇所数が異なるケースを比較することとした。

具体的には、比較的自動車交通量の多いある特定の道路区間のなかに、複数の横断箇所を設定するか、あるいはより集約するかを比較検討することとする。その際に、問題の本質を明確にするため、比較する代替案の間では、複数の横断箇所を利用する歩行者の総量は変化しないものとし、また自動車交通量も同じ条件の場合での比較を行うこととする。危険性については歩行者・自動車の交差機会の総量で評価することが可能ではあるが、ここではそれが一定の条件下で、円滑性指標で評価するものとする。

目的5)に対しては、シミュレーションの対象を前述の再現性検証と同様に表-1の調査を行った駐車場とし、やはり実際の利用量をベースにシミュレーションを行うこととした。また、利用量が上昇していくときの評価指標の変化についても求め、これらから、横断箇所数の変化の効果算出が可能であることを確認する。

4. 研究成果

(1) 退店歩行者の行動データの蓄積とモデル化

ビデオ調査で撮影されたデータからサンプリングを行い、迷いなし、カート利用無の270人(グループ)の経路データ(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-3に示す。筆者らの既存研究¹⁾での来店時の同種のパラメータの推定結果を表-4に示した。

表-3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。

全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、この分析では先に明らかな迷い歩行者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い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。

表-3 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の横断	-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	
²	1070*	
²	0.374	

(** : 1%有意, * : 5%有意)

表-4 来店時モデルのパラメータ¹⁾

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	
²	365**	
²	0.306	

(** : 1%有意, * : 5%有意)

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、退店時では、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転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見えがさげられる可能性がある)、また、曲がるべきところを失念してあとから車両間を抜ける形で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。

(2) 歩行者・自動車の錯綜時の行動データの蓄積とモデル化

横断しようとする歩行者が、横断箇所に到着して直ちに横断を開始したか、それとも接近しつつある車両の減速の兆しを確認しようとしての待ちが生じたかで区別した。さらに後者の場合にはその後に車側が減速したことによって横断を開始した場合、車が減速し停止しても歩行者側がその車を譲った場合、そしてそれ以外、すなわち車が歩行者より先に横断箇所に進み結果的に歩行者が車に譲った形になった場合の3種類に分類した。これを横断歩道の箇所と、そうでない箇所での横断に分け、さらに、最初の瞬間における歩車間の距離でも分類して集計した。

シミュレータ内の歩行者の挙動としては、以上の集計結果のうち横断歩道と横断歩道以外で差が小さかった部分ではそれらを平均化したものをパラメータとし、差が見られた歩車間距離0~18mの場合での歩行者を認識した車が減速するか否かの割合についてのみ、観測結果に基づき横断歩道とそれ以外で異なるパラメータの値を用いることとした。その結果を表-5に示す。

これを見ればわかるように、歩車間距離が短い場合には歩行者が譲る傾向が強くなるのがわかる。また横断歩道であっても多くの歩行者が待ちあるいは譲りの行動を取り、結果的に車が先に進むケースが少なくないことがわかる。横断歩道とそうでない箇所とを比較すると、横断歩道では、歩行者が待った後に車が停止して横断を開始する割合が、横断歩道でない場合に比べてやや高くなる傾向がみられる。

以上の結果から、シミュレーションでは横断歩道が完全な歩行者優先の空間と考えることは妥当ではなく、現実に応じた状況を再現するための仕組みが必要であるといえる。

(3) 歩行者の経路選択の再現性確認

表-1の調査結果についてシミュレータで再現を行った。一本の店舗前車道を横断するとき設置されている横断歩道を使用するかそうでなければそれ以外のどこを横断するかについて、シミュレーションの結果と観測データを比較した。結果は図-1のようになり、相関係数は0.989であり、良好に再現できていることが確認できた。

(4) レイアウト変更の効果の評価

評価シミュレーションでは、一本の店舗前の周回通路で観測される4か所の横断箇所(順に[A]~[D]と呼ぶ。うち1箇所[A]は横断歩道である)について、[B]~[D]の順に横断歩道としての整備を一つずつ追加した場合の4通りについて比較した。また、対象エリア内の駐車マスの利用交通量および通過交通は、表-1の実測で得られた30分ごとの観測データをそのまま使用した。調査2日目の13:30~19:00のデータを用い、対象エリアへの流入部箇所の合計交通量は時間平均で106[台/時]になる。さらにこの対象エリアを通過する交通についても、各車両流入部間のODデータの形でやはり30分ごとに得られたデータを用いた。こちらは各OD計の時間平均で161[台/時]であった。

さらに、より交通量が増えた場合のケースとして、通過交通の方が2倍したものおよび3倍したものをケースとして実行することにした。

通過交通のみの交通量を変化させたのは、この調査日の状況では駐車マスは満杯に近い状態が続いていたため、そのまま駐車マス利用交通量を増加させると駐車マス容量に対して過飽和状態のシミュレーションになってしまい、単純な比較ができなくなると考えたためである。

シミュレーションの結果の一例として、図-2に横断歩行者が利用した横断箇所の利用率を示す。各ケースでは[A]~[D]の4箇所を一つずつ横断歩道に置き換えていっており図で○で示してある点が横断歩道に設定されている箇所である。

表-5 シミュレータで用いる横断開始判断パラメータ

	歩車間距離	直ちに横断開始	車減速後横断開始	車停止後譲る	その他譲る
横断歩道	0~4m	18%	19%	8%	55%
	~11m	28%	17%	7%	48%
	~18m	35%	15%	6%	44%
	~30m	58%	6%	3%	33%
	それ以上	100%	0%	0%	0%
横断歩道以外	0~4m	18%	14%	6%	62%
	~11m	28%	13%	5%	54%
	~18m	35%	11%	5%	49%
	~30m	58%	6%	3%	33%
	それ以上	100%	0%	0%	0%

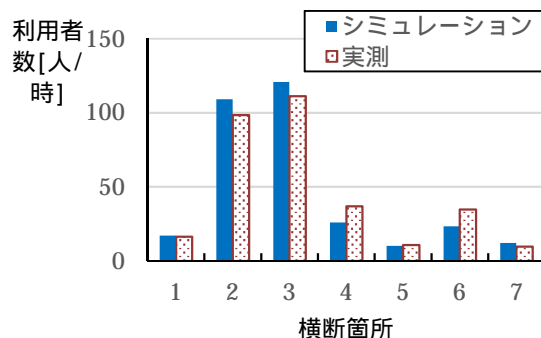


図-1 利用横断箇所の現況再現

横断歩道になると利用が増えることがわかる。また[A]は4ケースすべてで横断歩道に設定されているが、他の箇所の設定の変更に伴って利用が減っていることがわかる。

図-3は、歩行者横断によって各車に生じた遅れ時間について示したものである。各流入部から駐車マスまでと駐車マスから流出までの所要時間の総合計について、各ケースと歩行者の影響が全くないケースとの差を求めた上で1台当たりの平均遅れ時間を算出した。

駐車場内を移動する車の交通量が小さい場合には横断歩道箇所数の影響は見られないが、通過車322台/時の場合には、横断歩道3箇所の場合が、歩行者の影響による遅れ時間が最も小さくなることがわかる。横断歩道が1箇所の場合に比べて、約30%の減少となっている。

通過車483台/時の場合には全般的に歩行者による遅れの影響が小さくなっている。これは、車両の増加による混雑が激しくなっているために、歩行者の影響が表れにくい結果となっていると考えられる。具体的には、混雑によって停止に近い状態にある車両の前を横断するような場合には、これによる遅れが相対的に小さくなるが、このような状況が多く発生していると考えられる。

通過車483台/時の場合には、横断歩道2箇所の時に最も歩行者の影響が小さくなっている。

以上のことから、シミュレーションを行うことにより、横断歩道を増設することで横断挙動が分散され、そのことが全体的な遅れ時間が削減できる効果があることが明らかになった。その一方で、分散箇所数が4になると逆に遅れが増大することがわかった。

この効果は、交通量条件によって変わるが、少なくとも横断歩道の1箇所の増設で、現状から通過交通が3倍程度増えたとしても効果が見られることがわかった。

<参考文献>

- 1) 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, No.47-3, pp.805-810, 2012.
- 2) 赤津典生: 大型商用施設改装に伴う駐車場内部レイアウト変更でのシミュレーション技術適用への取り組み, 都市計画論文集, vol.49, No.3, pp.387-392, 2014.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計2件)

山田 稔: 人・車シミュレータを用いた大規模店舗駐車場のレイアウト評価, 土木計画学研究・講演集, 査読なし, No.58, pp.87_1-6, 2018.11.

山田 稔: 大規模店舗駐車場における退店時の歩行者の経路選択に関する研究, 土木計画学研究・講演集, 査読なし, Vol.54, pp.1590-1593, 2016.11.

6. 研究組織

(1)研究分担者

なし

(2)研究協力者

なし

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

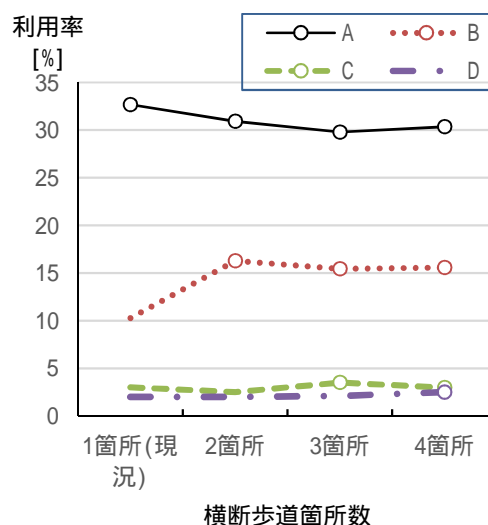


図-2 シミュレーションによる横断歩道箇所数別の横断位置利用率

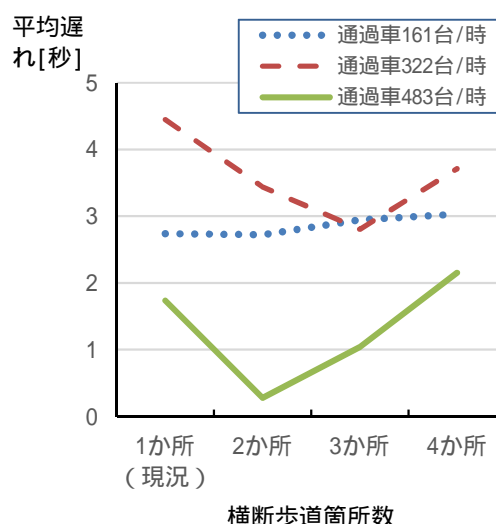


図-3 シミュレーションによる評価結果