

駐車場／交通融合シミュレーションを用いた駐車場およびアクセス経路の適正化*

Effectiveness of Parking/Traffic simulation for Optimizing Parking and Route Choice*

坂本邦宏**・梶谷晋士***・久保田尚****

By Kunihiro SAKAMOTO**・Shinji KAJITANI***・Hisashi KUBOTA****

1. はじめに

我が国の駐車場問題を検討する際は、まず駐車場需に対する供給不足という点が指摘されることが多い。確かに都心部やイベント施設等においては、駐車場施設の不足を主要因として駐車場問題が顕在化している場合が多い。しかし、複数の駐車場施設が存在する地区においては、道路上に待ち行列を発生させるほど駐車需要が集中する駐車場がある一方で、利用率が半分にも満たない駐車場も存在しており、駐車場施設の効率的利用に関する視点が重要となる。施設の整備といったハード的な議論ではなく、ソフト的運用による効率的利用のためには、利用者の行動変化を促すために情報提供が有効な手段として考えられる。具体的には、駐車需要の過剰・過小によって発生する利用の不均一状態においては、情報提供による利用の空間的・時間的分散が解決策として挙げられ、既に我が国でも 50 以上の都市で駐車場案内システムが導入されている。この効果としては、待ち行列や駐車場探しの車両の削減などがあり、駐車場を含む道路ネットワーク全体としての効率性向上や環境負荷の軽減が期待できる。また、携帯端末を用いた満空情報・サービス内容の提供等、各種の IT 及び ITS 技術を用いた新しい情報収集・提供の手法も整備されつつある。これらの新しい情報システムは、情報の信頼性や操作性といった点で既存システムよりも高い効果が期待されており、その効果を事前に予測する必要性は高い。

以上のことから、本研究では、複数の駐車場施設が存在する地区において、近い将来に導入されるであろう駐車場情報に関する ITS の効果を検討するために、ミクロシミュレーションへの駐車場情報モデル導入を検討した。その際、既存の駐車場情報システムに加えて、周辺の道路状況を含めた情報提供システムを検討できる構成とした。

2. 駐車場情報システムと本研究の位置付け

(1) 駐車場情報の提供の現状

各都市で既に導入されている駐車場案内システムの主目的は、中心市街地に接近してくるドライバーに対して、路側に設置された情報板によって段階的に駐車場情報を提示して誘導するシステムが一般的である¹⁾。これは、情報伝達手段が固定位置に存在する、固定情報を扱う情報板に依存したシステムであり、適切な配置を行った場合は効果的に情報伝達を行うことができるが、ドライバー側の視点から見れば、必要とするタイミング・内容の取得を行うことに制約があり、情報需要に十分対応しているとはいえない。一部 VICS 等による車載ナビゲーションシステムや、WEB 閲覧機能付きの携帯電話端末といったどこでも情報を取得できる移動端末への駐車場情報提供も行われているが、提供エリアが限定されるなど一般的な普及段階には達してはいない。しかし、車載ナビゲーションシステムと IT の積極的な融合によって、情報提供手法が不十分である問題は解決してきくと思われる。今後の検討課題としては、駐車場情報の取得時期（タイミング）の違いや、内容（コンテンツ）の違いが、駐車場選択および交通行動に及ぼす影響を検討する必要がある。

(2) 駐車場情報の内容と検討課題

駐車場情報に関する検討は従来から実施されてきているが、検討課題に指摘される事項は多い。駐車場待ち時間を選択要因とした²⁾駐車場選択行動モデルの多くは、その待ち時間を詳細に考慮していない／できない。例えば、駐車場入口の待ち行列の考慮だけであったり、駐車場に接近するまでの通常走行に関しては、リンクパフォーマンス関数や簡易的交通シミュレーションモデルを用いたり³⁾と、待ち時間に大きな影響を与える渋滞区間の迂回・誘導といったミクロな交通現象を詳細に検討していない。特に複数の駐車場が選択できる地区においては、駐車場の満空情報や料金だけではなく、周辺道路の交通状況も含めた総合的な交通情報が重要になってくる。表 1 に、駐車場に関する情報の種類（コンテンツ）に着目して既存研究における主な駐車場選択要因を整理した。ここに示すように、単なる所要時間だけではなく、周辺道路の交通状態と、

* キーワード：駐車場、情報提供、ITS、シミュレーション

** 正会員 工学修士 埼玉大学工学部

さいたま市下大久保 255

TEL048-855-7833 FAX048-855-7833

*** 正会員 工学修士 伊藤忠テクノサイエンス（株）

**** 正会員 工学博士 埼玉大学大学院理工学研究科

経路誘導情報の影響を検討を実施するためにマイクロ交通シミュレーションとの融合を行った。

検討した。調査は、2000 年 12 月 9 日（土）、10 日（日）に実施した（表 2）。

表 1 駐車場選択要因の分類と本研究の対象要因

	現行駐車場案内システムで提供されている情報	個々のドライバーにとって駐車場選択に必要な判断材料	既存研究のシミュレーションに取り入れられている駐車場選択要因	本研究で提案するモデルに取り込む駐車場選択要因
静的情報	位置情報	○	○	○
	駐車料金(料金割引)	×	○	△
動的情報	満空情報	○	○	○
	駐車待ち時間	△	-	○
	走行時間	×	-	×
	経路誘導の有無	×	○	×
	所要時間	×	○	×
個人属性	目的施設までの距離	-	○	○
	過去の経験	-	○	△

※○：十分に対応 △：限定的に対応 ×：未対応

待ち時間：駐車場待ち行列最後尾に並んでから入庫するまでの時間。

走行時間：情報提供位置から待ち行列最後尾に並び始める時間。

所要時間：情報提供位置から駐車場入庫までに要する時間（＝待ち時間＋走行時間）

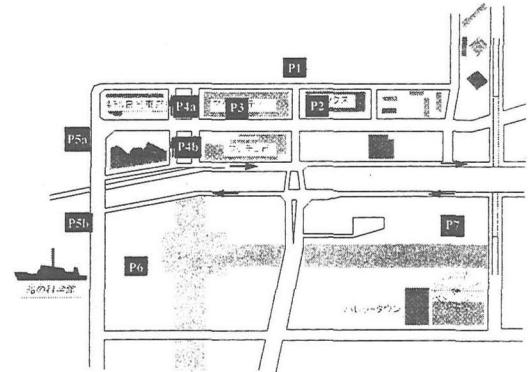


図 1 臨海副都心(お台場地区)



図 2 調査当日の状況写真

3. 駐車場選択モデルの検討

(1) 駐車場選択モデルのための現地調査

本研究ではモデルの対象地域として東京都の臨海副都心(お台場地区)を選定した。この地域には大型商業施設が数多く立地し、地域内に約 20 の大型商業施設が存在するために、ドライバーの駐車場選択行動が顕著に見られる。また、駐車場施設の利用状況は偏りがあり、特定の駐車場では駐車場待ち行列が道路上に発生する一方で、一日を通して満車とならない利用率が低い駐車場も存在する。今回調査対象として7つの駐車場施設と状況写真を図 1、図 2に示す。

この様に複数駐車場施設が存在する地区においては、ドライバーは様々な選択基準を基に駐車場選択行動をとっている。そこで図 1の駐車場施設を対象に、駐車場選択に関する RP 調査を行い、本地区における駐車場選択行動の現状を探った。また現在行われていない駐車場情報(待ち時間、経路誘導等)が得られた場合の行動変化を検討するために SP 調査による選好意識調査を実施し、ITS 情報による駐車場選択モデル化を

表 2 調査内容

調査項目	調査方法・内容
駐車場までの経路	事前に準備した地図上に記載
流入地点	お台場への流入地点の割合
出発地、来訪経験	30 以上「多数」として扱った
目的施設	複数回答可
利用予定時間	1 時間未満／…／4 時間以上
駐車場の選択要因	複数回答可 目的地に近い／料金が安い／…
予定駐車場の決定割合	選択層／探索層
案内板利用度	案内板をどれくらい見たか／参考にしたかどうか
待ち行列の有無	有の場合は、待ち時間も調査
駐車場変更の可能性	代替駐車場情報の効果

(2) 駐車場選択行動の実態

RP 調査は2日間で 972 サンプルを得た。駐車場の選択理由について集計を行うと、目的施設に近い(n=591)が最大となったが、最初の駐車場が利用できなかったため(36)、偶然見つけた(117)なども

多数理由として挙げられた。一般的に影響度が強いと言われる施設割引（特約）は 16 件と少数であった。また、駐車場の立地特性に応じてそれらの割合が大きく異なることも確認された。利用した駐車場の決定時期については、当初から（出発時点）その駐車場を利用する予定かどうかを聞いたところ、約 40%のドライバーが「当初からは考えていなかった」と回答した（表 3）。利用経路については、ドライバーの多くが不経済な経路を選択しており、最短距離経路の利用は、各駐車場とも平均で、75%程度に留まっていた。

表 3 利用した駐車場の事前決定の有無

駐車場	当初からの入庫予定	
	考えていた	考えていなかった
P1 海浜公園	43 (51.2%)	41 (48.8%)
P2 デックス	176 (68.5%)	81 (13.5%)
P3 アクアシティ	251 (59.3%)	172 (40.7%)
P4 プロムナード	9 (24.3%)	28 (75.7%)
P5 潮風公園	22 (62.9%)	13 (37.1%)
P6 青海臨時	43 (56.6%)	33 (43.9%)
P7 青海東臨時	27 (57.4%)	20 (42.6%)
全駐車場	571 (59.5%)	388

(3) 駐車場情報提供の現状

地区内の駐車場情報掲示板の利用率は低く、事情によって駐車場を変更したドライバーは約 1% (8/781) と少ない（図 3）。一方、調査時の交通状況としては、人気の高い駐車場には依然として待ち行列が発生している状況であり、情報が効率的に利用されていないことも明らかになった。

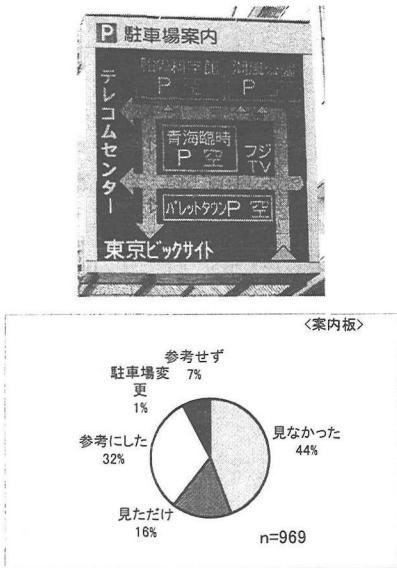


図 3 既存の駐車場情報版とその利用実態

また、もし利用予定の駐車場について混雑状況が提供され、さらに代替駐車場の詳細な情報も提供された場合に、それを利用するかという SP 調査からは、約 86%が「利用する」と、非常に高い情報需要が存在することが判明した（図 4）。

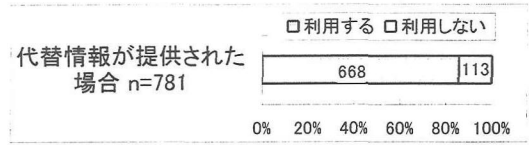


図 4 代替駐車場情報提供時の利用意識

4. 駐車場情報利用モデルの構築

(1) 利用駐車場選択モデルの全体構成

以上のことから、本研究では周辺道路を含めた駐車場情報利用モデルを以下の様に設定した（図 5）。入庫予定駐車場を考えている場合は、案内板などで情報提供された時、他の駐車場と比較して変更するかどうか判断を行う（③）。駐車場を決定して入口に到着した時、待ち行列がない場合はそのまま入庫できるが、待ち行列が存在する場合は並ぶかどうかの判断を行う（④）。並ばない場合は駐車場の再選択を行う。入庫予定駐車場を考えない場合も、情報を受けて最適駐車場を決定することはあるが、カーナビゲーションシステムの搭載されていない車両で、さらに駐車場情報板の設置されている地点を通過しなかった場合はドライバーは来訪経験に基づき駐車場を探すことになる。来訪経験の乏しいドライバーは駐車場を探し回り、不要な走行、いわゆるうろつき行動をおこす。

本研究ではこのフローに基づいた駐車行動モデルを用いたシミュレーションを行うが、フローの中で分岐している個所については、どちらが選択されるかを決定するモデルを作成する必要がある。以下にその調査項目を整理する。

①入庫予定駐車場決定割合：走行時に入庫予定駐車場を考えているか、考えていないかの個人属性の区別。この属性が異なることで、駐車行動に大きな差が出てくると考えられる。

②情報取得可能性と駐車場選択要因：道路情報や各種駐車場情報が得られたかどうかの可能性は個人によって異なる。また、情報が得られた場合のドライバーの駐車場選択行動については、非集計分析によりロジットモデル式を構築する。用いる駐車場選択要因としては、

- ・ 目的施設から駐車場までの距離
- ・ 駐車料金

(3) 情報提供による駐車場情報利用モデルと交通シミュレーションの融合

前節のモデルを、筆者らが開発を進めているマイクロ交通シミュレーション (tiss-NET) への実装を行った (図 7)。tiss-NET ではシミュレーション上のネットワーク端点を車両の発生集中点と設定しており、駐車場選択行動を扱う場合は、発生集中地点のいくつかを駐車場に定義する。車両は、OD 表データに基づいて出発点 (O) と目的地 (D)、出発時刻を決定した後、時間最短経路探索を行って走行を開始する。駐車場を目的地としない車両は地区内の通過交通と認識できる。車両はネットワーク上に設置された情報提供板や車内に搭載されたカーナビゲーションシステムから道路状況・駐車場状況の情報を取得するが、その際任意にその「情報利用率」を任意に設定することができる。カーナビゲーションシステムからは、道路上のどこを走行していても、任意に情報を受信できるものとするが、本研究ではシミュレーションに実装するまでには至っていない。

情報取得後は、前節で作成した駐車場選択モデルを用いて、実際に利用する駐車場を決定する。この際、出発地における駐車場と異なる駐車場が選択された場合は、再度経路探索を行い算出された経路を走行して駐車場へ入庫する。

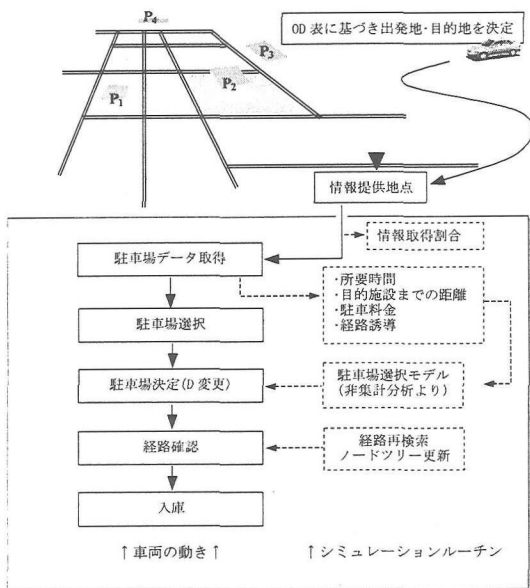


図 7 情報提供による駐車場情報利用モデルと交通シミュレーションの融合

(4) 仮想ネットワークにおける検討

駐車場情報利用モデルを既存の交通流シミュレータ tiss-NET に導入した上で、図 8 に示す仮想ネットワー

クを用いて、情報提供の効果を分析した。ネットワークは約 1km 四方、ノード数 39、有向リンク数 33 で構成した。駐車場は 6 つ、車両の発生集中ノード (セントロイド) は 6 地点、駐車場情報の提供地点は図中に○で示す 6 地点に設置した。また、設定した情報提供レベルを表 6 に示す。

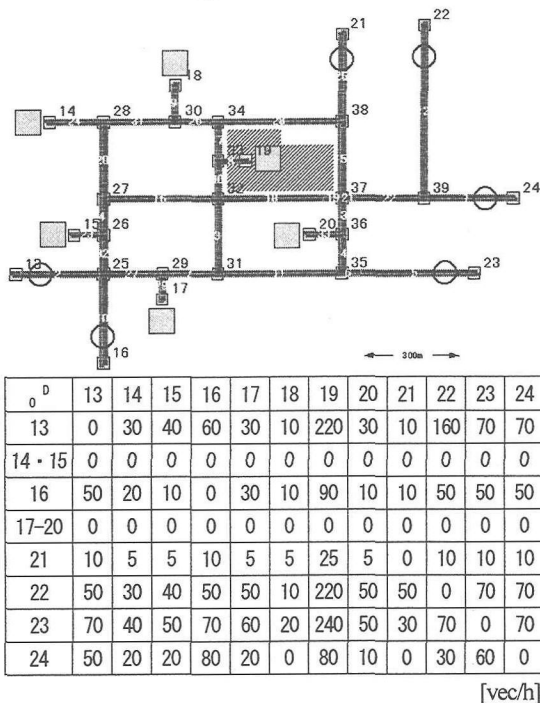


図 8 仮想ネットワークと設定 OD

表 6 仮想ネットワークと情報の設定値

情報の内容		所要時間、料金、経路誘導		
駐車場ノード番号		14, 15, 17, 18, 19, 20 (19 は施設内駐車場)		
発生集中地点番号		13, 16, 21, 22, 23, 24		
駐車車両比率		60% (通過交通: 40%)		
駐車場入口ゲート通過時間		6(秒)		
駐車場番号	収容台数	料金	出発前入庫割合	目的施設からの距離
14	400(台)	400(円/h)	9(%)	600(m)
15	200(台)	400(円/h)	10(%)	800(m)
17	600(台)	300(円/h)	12(%)	750(m)
18	100(台)	300(円/h)	3(%)	200(m)
19	400(台)	500(円/h)	56(%)	0(m)
20	200(台)	500(円/h)	10(%)	200(m)

分析の結果、情報利用率に応じて利用駐車場を変更する割合が高くなった (図 9)。一方、道路上に発生する待ち行列については、施設内駐車場 (19) への集中が回避され緩和されたが、他の駐車場で新たな待ち

行列が発生し、道路網全体としての効果は情報利用率に比例しない結果となった(図 10)。この原因の一つは、提案した 4 要因だけでは、情報利用率が高い場合にモデル精度が不十分なことが考えられる。

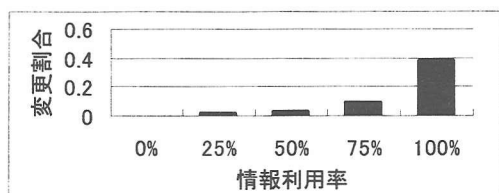


図 9 情報利用率と駐車場変更

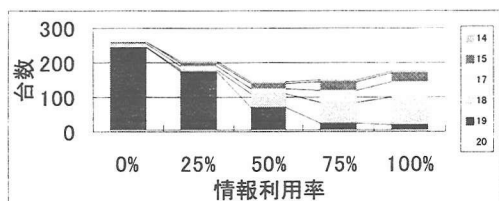


図 10 情報利用率と待ち行列の発生台数

5. まとめ

本研究では、駐車場の選択行動が見られる地区を対象として、高度な駐車場情報の提供による駐車場と道路網の効率的な利用の可能性を見当した。経路誘導や

駐車場までの全所要時間(待ち行列内での待ち時間を含む)といった高度情報がドライバーの駐車場選択に大きな影響を与えることや、情報の利用率を高めることだけではネットワーク全体の効率的利用に直結しないことも明らかになった。今後は、ドライバーが既知である駐車場情報の有無(選択肢集合)といった属性の影響検討を含めて、駐車場情報取得のタイミング、異なった情報精度を考慮した分析、情報精度のシステム最適化の視点にたった効率化を含めて、実道路網での検討を行うことが課題である。

【謝辞】

本研究は国土交通省の受託研究「ITS に関する基礎的先端的研究」の一部として実施したものである。土木系主査の桑原雅夫教授(東京大学)をはじめ、関係者各位に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) [HTTP://www.city.kochi.kochi.jp/park/](http://www.city.kochi.kochi.jp/park/)
- 2) 朝倉康夫、柏谷増男、坂本志郎：ネットワーク上での駐車場選択シミュレーションモデル、土木計画学研究・論文集 Vol.12、pp.621-632、1995
- 3) 倉内文孝、飯田恭敬、吉矢康人：駐車場案内情報の交通流への影響評価のためのシミュレーションモデル、土木計画学研究・講演集 NO.21(1)、pp.555-558

駐車場/交通融合シミュレーションを用いた駐車場及びアクセス経路の適正化

坂本邦宏・梶谷晋士・久保田尚

本研究では、駐車場の選択行動が見られる地区を対象として、高度な駐車場情報の提供による駐車場と道路網の効率的な利用の可能性を検討した。運転者の情報に対する行動モデルを作成した上で、マイクロ交通シミュレーターtiss-NETに実装を行った。シミュレーションの結果からは、経路誘導や駐車場までの全所要時間(待ち行列内での待ち時間を含む)といった高度情報がドライバーの駐車場選択に大きな影響を与えることや、情報の利用率を高めることだけではネットワーク全体の効率的利用に直結しないことも明らかになった。

Effectiveness of Parking/Traffic simulation for Optimizing Parking and Route Choice

By Kunihiro SAKAMOTO・Shinji KAJITANI・Hisashi KUBOTA

The purpose of this research is an examination of the possibility of efficient use of parking facilities and road network according to offer of advanced parking information for the area where selection action of a parking is seen. First, parking information was conducted to know influence on a driver's action, and created the action model. Then, information of all time required (the waiting time within queuing is included) to the course guidance from the result of a simulation or a parking has big influence to parking selection of a driver or not to link with efficient use of the whole network directly only by raising the information rate of use.