

駐車場内外の交通状況を考慮した総合的な大規模駐車場管理システムの構築に関する研究*

Study on comprehensive management system of combined large-scale parking facilities considering traffic situation of inside and outside of the site*

山本裕一郎**・久保田尚***・池田正洋****・加藤雅大*****・坂本邦宏*****・高橋洋二*****

By Yuichiro YAMAMOTO・Hisashi KUBOTA・Masahiro IKEDA・Masahiro KATO・Kunihiro SAKAMOTO・Yoji TAKAHASH

1. はじめに

我が国の駐車場は、昭和32年の駐車場法と昭和37年の車庫法という2つの法制化をスタートとして、これまで一貫した量的拡大が図られてきた。しかし近年では、ある程度の整備が進み、利便性・安全性の向上、環境・景観への配慮等の質的な充実への要請が強くなってきていると言える。特に、交通需要の増大を招く大規模駐車場については、周辺交通環境への悪影響が懸念されることから、適切な駐車場管理が求められている。

一方、これまでの駐車場整備は施設単位で個別に行われることがほとんどであったが、最近では、駐車場条例の改定などにより、地域の実情に合わせた駐車場整備が可能になってきている。例えば、複数の駐車場を地下車路等で連結する「駐車場のネットワーク化」は、各種の目的に応じた自動車交通を駐車場内部で効率的・効果的に運用処理するものであり、地区内で駐車場を融通し合うことによる整備の効率化と安心・安全な交通環境づくりに資するものとして注目される。

さらに、ITSの進展により駐車場の位置・満空情報に加え道路混雑状況なども含めた動的かつ総合的な情報を提供することが可能になっており、カーナビゲーションシステムの急速な普及もあって、車両誘導に期する情報提供の可能性は格段に高まってきている。

本研究では、駐車場内外の交通流動に同時に目を向け、「ITS技術を駆使した多彩な情報提供」と「複数の駐車場をネットワーク化することによる出入口の共有・複数化」により、大規模駐車場内外の交通流動を最適化する駐車場管理システムを提案し、その効果についてドライバーの選好意識調査(SP調査)と交通シミュレーションによって把握することを目的とした。

2. ドライバーの駐車行動とニーズの分析

ドライバーの駐車行動と駐車場利用に対するニーズを把握するため、都市計画駐車場と附置義務駐車場のネットワーク化が予定される東京駅八重洲西駐車場にて、RP (Revealed Preference) アンケートと車両挙動調査を平成16年10月24日(日)に実施した。調査の実施内容を表-1に示す。RPアンケートの回収部数は204部であった。

表-1 調査の実施内容

調査項目	調査方法
■ドライバーの駐車行動に関する不明点を 探る調査(現状把握)	
(1) 駐車場利用に関するRPアンケート 調査	降車直後のヒアリング
(2) 駐車場内における車両挙動調査	調査員による観測 ビデオによる観測
(3) 駐車状況調査	駐車券データの集計
■駐車場管理システムの導入を想定したS Pアンケート調査(将来予測)	ヒアリング後に調査票 を配布(郵送回収)

RPアンケートによると、自宅等の出発時から当該駐車場の利用を考えていたリピーターが8割以上であった。これらの人は他の駐車場を選択するための情報を必要としておらず、当該駐車場の満空情報(58.2%)と残りの空き台数(39.1%)を要望していた。情報提供媒体には、カーナビゲーション(48.1%)と路側情報板(44.2%)と出発前より走行中の提供を期待する要望が高かった。

駐車ますの選択については、空いていたのでなんとなく(52.6%)というように、駐車ますの位置を想定しないまま入場し、目にとまった空き区画から停めていく傾向が伺えた。このことより、駐車場規模が大きく進行方向の分岐点が多くある駐車場においては、分岐点付近で速度低下やうろつき交通の発生が懸念されるため、場内誘導が必要と言える。また、駐車ますの予約制に対するニーズは高く(51.7%)、特に身障者用のように数が限られる駐車ますや、混雑時のように残りの空きが少ない状況下でのニーズが高かった。

車両挙動調査からは、特定の駐車ゾーンへの過度な集中はなかったものの、満車に近い時間帯に空き駐車ますを探してうろついた車両が入庫車両の4割に上ったことから、空き駐車ますへの誘導の必要性を確認した。

*キーワード：交通管理、交通情報、ITS、交通シミュレーション

**学生員、埼玉大学工学部建設工学科

埼玉県さいたま市桜区下大久保255、

TEL048-858-3549、FAX048-855-7833

***正員、工博、埼玉大学工学部建設工学科

****正員、(株)都市計画21

****非会員、埼玉大学

*****正員、工博、埼玉大学工学部建設工学科

*****正員、工博、東京海洋大学海洋工学部流通情報工学科

3. 駐車場管理システムの検討

まず、駐車行動に関わる地区交通および駐車場内交通の場面ごとに、交通流動や利便性の面から想定される検討課題を整理した(表2)。ここで言う「地区交通」とは、駐車場施設の周辺地区にという意味で用いている。

表-2 駐車場交通に関わる検討課題

場面	区分	交通流動を阻害する要素	検討課題	
			検討すべき情報提供	検討すべき管理手法
出発 ～駐車場	地区交通	駐車場選択に伴ううろつき交通	駐車場利用状況 交通状況を考慮した最適ルート提示	-
駐車場入口		満車による待ち行列	待ちスペースがある入口への誘導 周辺の空き駐車場の誘導	満車による入庫制限時間における車両誘導方法
入口ゲート	駐車場内交通	発券に伴う一時停止	-	入口ゲートの処理能力の向上
入口ゲート ～駐車ます		駐車位置選択に伴ううろつき交通	目的施設別の駐車ます案内 空き駐車ますへの誘導	-
駐車ます ～出口ゲート		分合流や歩行者横断による速度低下	-	動線計画の検討
駐車ます ～出口ゲート	地区交通	特定出口への出庫車両の集中	目的地と外部の交通状況を考慮した出口への誘導	-
		料金精算に伴う一時停止	-	出口ゲートの処理能力向上 事前精算システムの導入
出庫以降	地区交通	合流による接続道路への負荷	出口の分散に資する接続道路の交通状況	外部の交通状況に応じた出口運用方法

このような検討課題に対し、前章で分析した利用者のニーズと駐車場ネットワーク化の考え方、ITS技術の動向を踏まえて、駐車場管理システムを考案した(図-1)。なお、本研究では「情報提供」と「駐車場のネットワーク化」による交通流動や利便性の向上を目標としており、満車時の緊急対応やゲートの処理方法、動線計画については検討の対象外としている。当該駐車場に向かう車に対しては、駐車場への円滑な誘導を目的として、満空情報と残りの空き台数、周辺の交通状況を考慮した最適ルートを提供する。駐車場に到着すると、駐車ますへの円滑な誘導を目的として、空き駐車ますへの誘導を行う。出庫時には、出口・目的地までの円滑な誘導と接続道路への円滑な合流を目的として、駐車場のネットワーク化により複数となった出口の中から、目的地と地区交通の状況を考慮した最適出口へ誘導する。各車両のカーナビゲーションとの情報通信には、路車間の通信技術が確立しているDSRC(狭域通信)を利用すると仮定した。

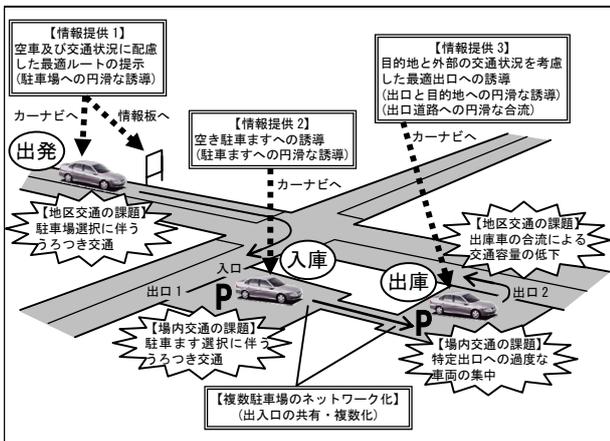


図-1 内外の交通状況を考慮した駐車場管理システム

4. 情報提供に対するドライバーの行動意向

検討した駐車場管理システムについて、その情報提供に対する利用者の行動意向を分析し、駐車場管理システムの導入可能性を考察した。これは、利用経験のある駐車場の場合、ドライバーは自らの経験や希望を優先し、提供された情報に従わない可能性があるためである。そこで、(1)駐車ゾーンの選択行動と、(2)出口が複数ある場合の出口選択行動について、2者択一のロジットモデルをSP(Stated Preference)アンケートにより作成した。SPアンケートは既出のRPアンケート実施の際に調査票を配布し、後日郵送で回収した。SPアンケートの配布・回収状況を表-3に示す。

表-3 SPアンケート調査の実施結果

配布部数	288部
回収部数	78部(回収率27.1%)

(1) 駐車ゾーンの選択行動

駐車場入口に到着したドライバーが、駐車場管理システムにより場内の駐車ゾーン別混雑情報や空き駐車ますへのルート案内を与えられた時、「①自分の経験に基づいて利用を希望する駐車ゾーン」と「②駐車場管理システムで誘導された駐車ゾーン」のどちらを選択するかで、2者択一のロジットモデルを作成した。駐車ゾーンの選択要因には「駐車ゾーンの満空状況」「目的施設へ続く階段への距離」「経路誘導の有無」を設定している。

206サンプルの有効回答から推定したパラメータを表-4に示す。経路誘導の効果が大きく、提供情報に対するドライバーの信頼の高さが確認できた。

(2) 出口が複数ある場合の出口選択行動

駐車場の出口が複数ある場合、駐車ますから出発して自宅等の目的地に向かう場面において、複数ある出口のそれぞれから目的地までの距離の比較と交通状況を与えられた時、「①目的地方向の道路に接続している出口」と「②目的地と違う方向の道路に接続している出口」のどちらを選択するかで、2者択一のロジットモデルを作成した。駐車場出口の選択要因には「目的地までの距離」と「道路混雑による時間損失」を設定した。209サンプルの有効回答から推定したパラメータを表-4に示す。出口の先の渋滞情報の効果は大きく、提供情報に対するドライバーの信頼の高さが確認できた。

表-4 パラメータ推定結果

	駐車ゾーンの選択		駐車場出口の選択	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値
駐車ゾーンの満空	-1.7187	-3.46		
目的地までの距離(m)	-0.0035	-4.21		
階段への距離(m)	-0.0319	-3.75		
渋滞通過時間(分)			-0.1598	-6.87
経路誘導(有無)	2.5255	3.97		
尤度比			0.44322	
尤度比	0.54485		77.99%	
的中率	84.95%			
サンプル数	206		209	

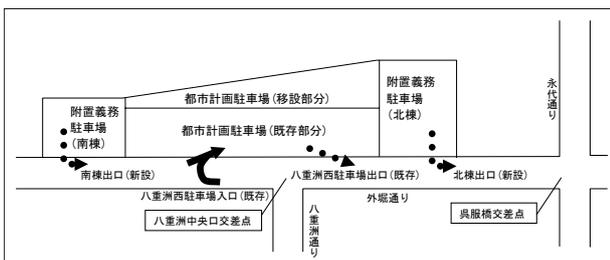
5. 交通シミュレーションによる交通流動の分析

駐車場管理システムを導入した場合の交通流動に対する効果について分析するため、交通シミュレーションtiss-NETを用いて駐車場内外それぞれの交通流動の再現を行った。ケーススタディは、東京駅八重洲口開発事業における駐車場計画において実施した。

(1) ケーススタディ

ー八重洲駐車場ネットワーク計画の概要

東京駅八重洲口開発事業は、2011年3月の完成を目指して、2つの超高層タワーとそれを結ぶ中央部のデッキ、および地下駐車場から構成されている。駐車場部分については、従来292台であった都市計画駐車場が、地下2階で299台・地下3・4階で243台の合計542台となる計画である。さらに、南北2つ超高層タワーの開発に伴う附置義務駐車場が確保されることになるが、ここでは都市計画駐車場と併せた一体整備が計画された。これは、八重洲駅前広場や八重洲西駐車場などの公共施設整備と八重洲開発が同時期に整備されることから、八重洲西駐車場（都市計画駐車場）と附置義務駐車場のネットワーク化を図り、地上交通負荷の軽減を目的として、各種自動車交通（一般用途・オフィス用途・物流）に関する出入口の共有化・集約化により地区交通に寄与しようとするもので、この計画の特筆すべき点である。この駐車場ネットワーク化により、現在はそれぞれ1箇所ずつである一般道に接続する出入口が、入口1箇所、出口3箇所となる。なお、八重洲西駐車場は、従来から地下で首都高速八重洲線北行に接続している。これは今後も変わらないことから、この駐車場のネットワーク化により、新設される附置義務駐車場からも首都高速が直接利用可能となる。



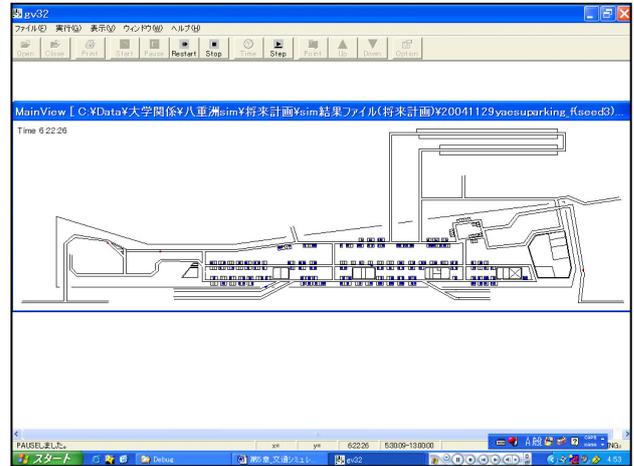
図ー2 八重洲開発における駐車場計画図

(2) 駐車場内シミュレーション

八重洲西駐車場の将来計画案（駐車容量542台）を対象として個々の車両の駐車挙動を再現した（図ー3）。シミュレーション対象は、最も利用が予想される休日について、午前6時から入庫ピークを過ぎた午後1時までとした。駐車行動に伴う車両挙動の各種設定入力値は、既出の車両挙動調査の結果を利用している（表ー5）。

表ー5 駐車場内シミュレーションの設定値

交通量(OD)	既存データ(ピーク日)を利用
入口ゲートの一時停止時間	7.5 秒
駐車行動時の一時停止時間	22 秒
一般道出口ゲートの一時停止時間	10 秒
首都高出口ゲートの一時停止時間	25 秒
車路の走行速度	8km/h(規制速度)
駐車時間	既存データ(ピーク日)を利用



図ー3 駐車場内シミュレーションの出力画面

駐車場管理システムによる空き駐車スペースへの誘導効果を分析するため、空き駐車スペースを探すうろつき行動を、車両挙動を駐車スペースが埋まる優先順位と走行経路の設定により再現した。すなわち、駐車場管理システムがない場合は、ある程度駐車スペースが埋まってきた段階で、空き駐車スペースを探してうろつき車両を再現するため、地下2階の299台のうち、車両挙動調査の結果を参考にしながら、優先順位の低い41台分について、入口からの最短ルートではなく、一度奥の駐車ゾーンまで遠回りをしてから駐車するように走行経路を設定した。一方、駐車場管理システムがある場合には、ドライバーは空き駐車スペースへの誘導に従ううろつき交通は発生しないとして、すべての駐車スペースに最短ルートで到着できるように設定した。

空き駐車スペース誘導の効果の分析として、空き駐車スペースへの誘導の有無を再現した2つのシミュレーションそれぞれについて、午前6時から午後1時までに入庫→駐車→出庫した車両の総走行距離を算出した。誘導がないと、午前6時から午後1時までに入出庫した車両(542台)の空き駐車スペースを探すうろつき行動の総延長が18.1kmに上ることがわかり、誘導の効果と必要性が確認できた。

表ー6 駐車場管理システム有無による走行距離の比較

	総走行距離 (km)	計測対象車両 (台)	平均走行距離 (m)
駐車場管理システムなし (うろつきあり)	477.87	542	2204.2
駐車場管理システムあり (うろつきなし)	459.73	542	2120.5
差(うろつき延長)	18.14		83.7

(3) 地区交通シミュレーション

八重洲西駐車場の将来計画案（一般道：入口1箇所・出口3箇所、首都高速：入口1箇所・出口1箇所）を対象に、接続道路である外堀通りの車両挙動を再現した(図-4)。シミュレーション対象は、平成32年交通量推計におけるピーク1時間とした。入力ODについては、通過交通のほか、駅前広場に発生集中する車両（バス・タクシー等）についても予測値を用いて設定した。

駐車場管理システムによる目的地別の出口誘導の効果を分析するため、3箇所の出口から出庫する車両の割合を変動させて、パターン計算を行った。シミュレーション対象の1時間に出庫する282台を、表-7のように各出口に配分した。

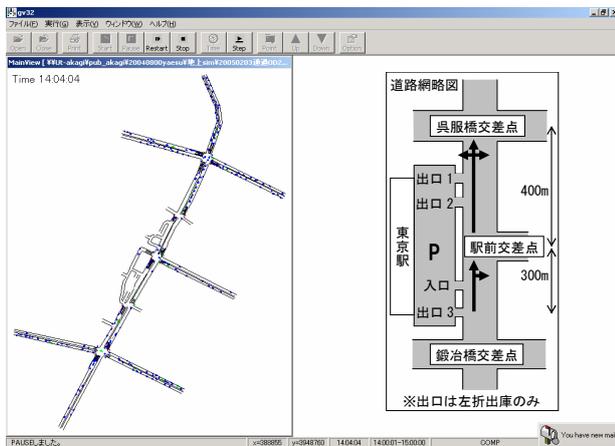


図-4 地区交通シミュレーションの出力画面

表-7 出庫車両の出口配分

＜駐車場管理システム(出口誘導)なしの場合＞

	呉服橋左折	呉服橋直進	呉服橋右折	駅前右折	合計
北棟出口	19	12	11	—	42
都市計画出口	36	24	21	—	81
南棟出口	50	47	14	48	159
合計	105	83	46	48	282

＜駐車場管理システム(出口誘導)ありの場合＞

	呉服橋左折	呉服橋直進	呉服橋右折	駅前右折	合計
北棟出口	44	0	0	—	44
都市計画出口	61	51	0	—	112
南棟出口	0	32	0	94	126
合計	105	83	0	94	282

駐車場管理システムにより出口誘導の効果の分析として、代表的な交差点間の旅行時間を計測した結果が図-5である。出口誘導を行わないと、特に南棟からの出庫車両を原因として駅前交差点付近に滞留が発生し、時間損失を生じることがわかった。これに対し、目的地別出口誘導を行った場合は、時間損失は生じておらず、地区交通への負荷軽減に対して出口誘導の効果があることが確認できた。

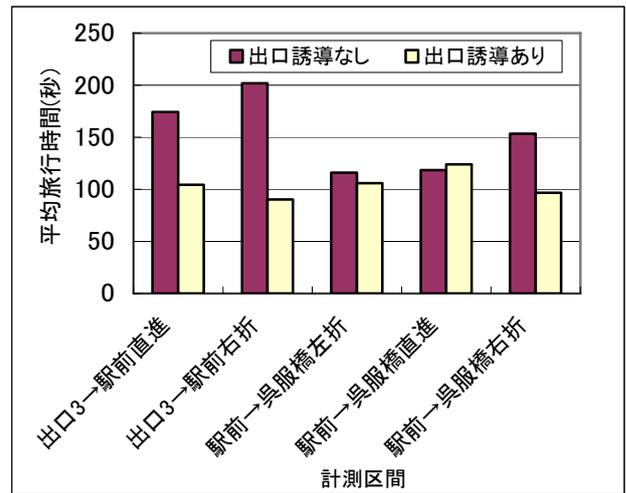


図-5 区間平均旅行時間の比較

6. まとめと今後の課題

本研究では、ITS技術を駆使した情報提供と複数の駐車場のネットワーク化による出入口の共有・複数化で、大規模駐車場内外の交通流動最適化を試み、ドライバーのニーズの把握のもと、うろつき交通の削減に対する空き駐車スペース誘導の効果と、地区交通への負荷軽減に対する方面別出口誘導の必要性を確認した。今後は、利用者の属性や駐車場と接続道路の幾何構造の違いを考慮した事例分析を重ね、実際のシステム運用に関する知見を増やしていく必要がある。

謝辞

本研究を進めるに当たり、「東京駅八重洲口開発事業に係わる駐車場計画検討委員会」での検討結果を活用させていただいた。関係各位に謝意を表する次第である。ただし、図-5に示したシミュレーション結果は、筆者らの独自の検討結果であることをお断りしておく。

参考文献

- 1) (財)駐車場整備推進機構：駐車場整備ガイドブック 2004-2005(本編)、2004。
- 2) 都市計画中央審議会(現社会資本整備審議会)：経済社会の変化に対応した都市交通施設整備のあり方とその整備推進方策についての中間答申、1991。
- 3) 国土交通省道路局 ITS ホームページ <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/index.html>
- 4) 細淵功：既設の都市計画駐車場と新設する八重洲口開発ビル駐車場を接続しネットワークを形成した新しい「一体駐車場」の創造, PARKING, NO. 171、2005。