

都心商業・業務地区における路上荷捌き駐車ベイの配置手法*

Allocation Method of On-Street Loading Bays in CBD*

秋田直也**・小谷通泰***・呉曦****

By Naoya AKITA**・Michiyasu ODANI***・Xi WU****

1. はじめに

都心商業・業務地区では、荷捌きスペースの絶対量の不足から、無秩序な路上駐停車による物流車の集荷・配送活動が多くみられる。そこで本研究では、短時間の駐停車で集荷・配送活動が可能な物流車の利用を対象とした路上荷捌き駐車ベイを想定し、P-メディアン問題を適用した配置計画手法を開発することを目的とする。

2. 路上駐停車による集荷・配送活動実態の分析

(1) 分析データの概要

本研究では、近畿トラック協会などが実施した都心商業・業務地区における路上荷捌き実態調査結果を分析データとして用いる¹⁾。本調査は、調査対象地区内において路上駐停車を行った車両のうち、荷物の積み降ろしを行った車両を対象として行われた。調査方法は、主に調査員の目視によって行い、可能であれば、積み降ろし荷物個数についてのみ聞き取り調査が行われた。また調査項目は、物流車両の駐停車行動についての項目（駐停車位置、駐停車開始時刻および出発時刻など）と、集荷・配送活動についての項目（積み降ろし荷物個数、横持ち手段および経路、集配送建物、建物内活動時間など）で、調査対象地区外に立地する建物への集荷・配送活動については、駐停車行動についての項目のみが記録されている。表-1に、調査対象とした大阪府下4地区と調査実施日時を示す。

(2) 路上駐停車による集荷・配送活動にみられる特徴

4地区で観測された路上荷捌き物流車台数は、瓦町地区が312台、心斎橋地区が382台、豊中地区が295台、高槻地区が204台の合計1,193台で

*キーワード：配置計画手法、路上荷捌き活動、実態調査

**正員、商船修、神戸大学海事科学部

(神戸市東灘区深江南町5丁目1-1、

TEL&FAX：078-431-6257)

***正員、工博、神戸大学大学院自然科学研究科

****学生員、神戸大学大学院自然科学研究科

表-1 路上荷捌き実態調査の概要

調査対象地区名	調査対象道路延長	調査対象建物数	調査日	調査時間
瓦町地区	約340m	38棟	平成14年11月28日(木)	9:00~18:00
豊中地区	約600m	91棟	平成14年11月22日(金)	9:00~18:00
心斎橋地区	約250m	93棟	平成15年10月7日(火)	8:30~18:00
高槻地区	約500m	38棟	平成15年10月14日(火)	8:30~18:00

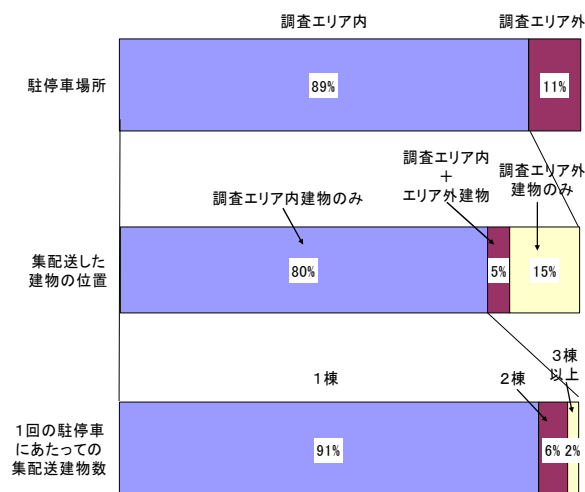


図-1 路上駐停車位置と集荷・配送先建物

ある。そして、調査エリア内に1,058台(89%)が駐停車し、このうち、調査エリア内に立地する建物にのみ847台(80%)が集配送を行っている。さらに、これら847台の約9割にあたる774台が、1回の駐停車の間に1棟のみの建物に対して集配送を行っている(図-1)。

図-2は、調査対象エリア内に駐停車した1,058台と、さらに建物1棟のみに集配送した774台について駐停車時間の累積パーセントの分布を示したものである。これより、全体では駐停車時間15分以内に全車両の8割以上が納まっていることから、これら路上駐停車による集配送活動が非常に短時間で終わっていることがわかる。また、建物1棟のみに集配送する場合、駐停車時間がさらに短時間となる傾向がみられる。

3. 路上駐停車場所の決定要因の分析

まず、物流車の駐停車場所を、各建物の出入り口前と

仮定して、各建物の前面に駐停車した物流車の台数を集計した。そして、駐停車場所の決定要因として、「建物への来訪物流車台数」「建物の間口長さ」「建物における物流車1台当たりの荷物の集荷・配送個数」「歩道の有無」「交差点から5m以内の地点か否か」という5変数を取りあげ、重回帰分析を行った。その結果を示したものが表-2である。

まず、説明変数として5変数を投入したケース1では、決定係数 (R^2) の値は 0.76 と高く、「建物への来訪物流車台数」と「建物の間口長さ」の有意確率が1%で有意となっている。次に、ケース1で有意であった「建物への来訪物流車台数」と「建物の間口長さ」に、他の変数を個々に加えたケース2~5では、ケース5において、「交差点から5m以内の地点か否か」が有意確率5%で有意となっているほかは、有意となる変数はみられなかった。

こうしたことから、物流車の駐停車場所には、「建物への来訪物流車台数」、「建物の間口長さ」、「交差点から5m以内の地点でないか否か」が影響していると考えられる。また、標準化係数の値から、「建物への来訪物流車台数」が、「建物の間口長さ」の約2倍、「交差点から5m以内の地点でないかどうか」の約4倍のウェイトで、物流車の駐停車場所に最も寄与していることがわかる。

4. 路上荷捌き駐車ベイ配置計画手法の開発

(1) 本研究で想定する路上荷捌き駐車ベイの定義

路上荷捌き行動実態として、1つの建物のみを集荷・配送を行い、短時間の駐停車で完了する物流車が大半を占めること、また駐停車場所は、建物への来訪物流車台数と駐停車のしやすさが影響していた。そこで本研究では、こうした短時間での利用を対象とした路上荷捌きスペースを想定し、「路上荷捌き駐車ベイ」と呼ぶこととする。なお、整備対象とする地域は、路上駐車による荷捌き活動が盛んに行われているものの、一般車や物流車などの路上駐車車両の需要量に対し、許容可能なスペースを路上に有している地域を対象とする。このため、常に路上駐車車両で溢れかえっているといった、路上だけのスペースで処理できない駐車車両の需要量を持つ地域は対象としない。

(2) 路上荷捌き駐車ベイ配置計画の手順

路上荷捌き駐車ベイの配置では、利用対象とする物流車の特性から、路上荷捌き需要量の多い場所に近く、且つ、短時間の利用がなされるように、横持ち距離が短くなるような配置が求められる。そこで本研究では、P-メディアン問題を活用した路上荷捌き駐車ベイ配置計

表-2 駐停車場所の決定要因の分析結果

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5
建物への来訪物流車台数	0.56 **	0.59 **	0.58 **	0.58 **	55.00 **
	(0.57)	(0.59)	(0.58)	(0.58)	(0.56)
建物の間口長さ	0.10 **	0.13 **	0.12 **	0.11 **	0.10 **
	(0.25)	(0.31)	(0.30)	(0.27)	(0.25)
建物における物流車1台あたりの荷物の集荷・配送個数	-0.06	-	0.04	-	-
	(-0.04)		(0.03)		
歩道の有無	0.18	-	-	0.78	-
	(0.02)			(0.09)	
交差点から5m以内の地点か否か	1.09	-	-	-	1.01 *
	(0.14)				(0.13)
決定係数 (R^2)	0.76	0.75	0.75	0.75	0.76

注)*は有意確率5%で、**は有意確率1%でそれぞれ有意であることを示す。上段の数字は重回帰係数を、下段の()内の数字は標準化係数を示す。

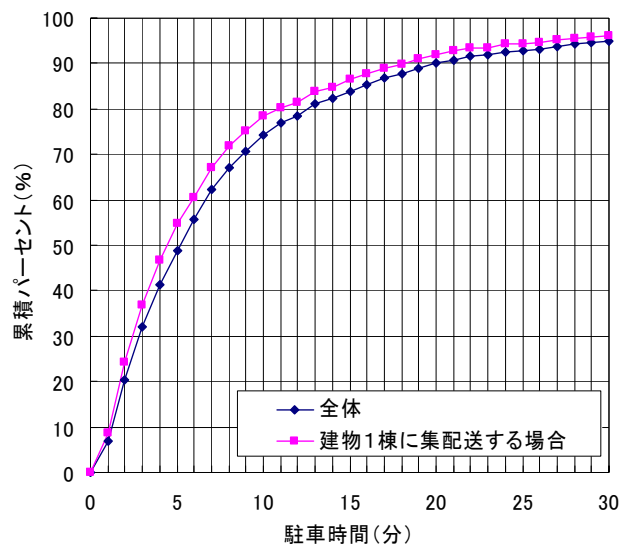


図-2 駐停車時間の累積パーセント分布

画手法を提案する²⁾。

P-メディアン問題とは、ネットワークにおける延べ移動距離を最小にする施設の立地点 P 個と各立地点の所属範囲を求める問題を指す。図-3に示すように定式化され、線形計画問題として最適解を求めることができる。本配置計画手法の作業フローを図-4に示す。

まず Step1 では、建物の玄関位置から道路中心線の垂線の交点にノードを設け、建物の荷捌き需要量の発生集中点とするノードと道路リンクからなる道路ネットワークを構築する。なお、建物内に荷捌き用駐車施設が設置されている建物と荷捌き用駐車施設の付置義務基準を参考に、建物床面積 5,000 m² を超える建物については、その建物自身に設置された荷捌き施設が利用されるものと考え、路上荷捌き需要量はないものとした。その上で、P-メディアン問題として、路上荷捌き駐車ベイを配置する箇所数を1箇所から、2箇所、3箇所と順に

P 箇所まで増やしていき、それぞれの場合についての最適な路上荷捌きベイの配置位置を求める。そして、荷捌き駐車ベイを利用する建物範囲から、各ケースにおける最大横持ち距離を算出した上で、路上荷捌き実態調査結果より得られた横持ち距離を参考に、最小整備箇所数を決定し、その際の最適配置位置を整備候補地とする。

次に Step2 では、荷捌き駐車ベイごとに、利用荷捌き駐車台数を算出した上で、別で求めたピーク率と回転率を用いて、路上荷捌き駐車ベイの必要駐車マス数を算出する。なお、回転率を算出する際の平均駐車時間の推計については、表-3に示す「集荷・配送荷物個数」、「横持ち距離」、「集荷・配送先建物階数」を説明変数とした重回帰モデルを用いた。

最後に Step 3 では、導出された整備箇所数と整備候補地ならびに、それぞれにおける整備マス数について、整備スペースの有無や路上駐停車場所の実態データなどから評価を行い、最終的な整備計画案の策定を行う。

5. ケーススタディによる本配置計画手法の検証

ここでは、ケーススタディとして心斎橋地区をとりあげ、図-4に示した作業フローに従って、路上荷捌き駐車ベイの配置計画案を作成する。

まず Step 1として、P-メディアン問題を適用するために、対象地域のグラフ化を行った結果、路上荷捌き需要量を発生・集中させるノードは 63 個となった。そして、路上荷捌き駐車ベイを1箇所のみ配置させるケースから、順に1箇所ずつ増加させ、63 箇所に配置させるケースまでの 63 ケースを設定し、それぞれについて、最適な施設配置候補位置と候補位置ごとの利用建物範囲を P-メディアン問題として算出した。その上で、各配置候補位置と利用建物との距離を計測し、それぞれのケースにおいて最大となる横持ち距離を求めた。その結果を図-5に示す。ここで、路上荷捌き実態調査結果より、路上駐停車による平均横持ち距離は異なるものの、最大でも 51.0 m以下となっていた。そこで、路上荷捌き駐車ベイを利用する際の限界横持ち距離の範囲を 51.0 m以内と仮定すると、図-5より、整備候補地を5箇所以上とした場合に、本条件を満たすことから、最小の5箇所を整備箇所数と決定し、その際の最適配置位置を整備候補地とする。

次に Step 2として、荷捌き駐車ベイを利用する建物範囲から、荷捌き駐車ベイごとに、来訪物流車台数を算出する。さらに、駐車時間推計モデルを用いて、5箇所の整備候補地それぞれについて、建物ごとの駐車時間を算出した上で、建物への来訪物流車台数で按分して、

Minimize:
 $Z = \sum \sum O_i \cdot d_{ij} \cdot X_{ij}$
 Subject to
 $\sum X_{ij} = 1 \quad (i=1,2,3,\dots,n)$
 $X_{ij} \geq X_{ji} \quad (i,j=1,2,\dots,n; i \neq j)$
 $\sum X_{ii} = p$
 $X_{ij} = 1$
 $0 \quad (i,j=1,2,\dots,n)$

ただし、
 O_i : ノード*i*における路上荷捌き需要量
 d_{ij} : ノード*i*からノード*j*への最短距離
 X_{ij} : ノード*i*がノード*j*に立地する路上荷捌き駐車ベイの圏域に属するとき1、そうでないとき0の値をとる決定変数

図-3 P-メディアン問題の定式化

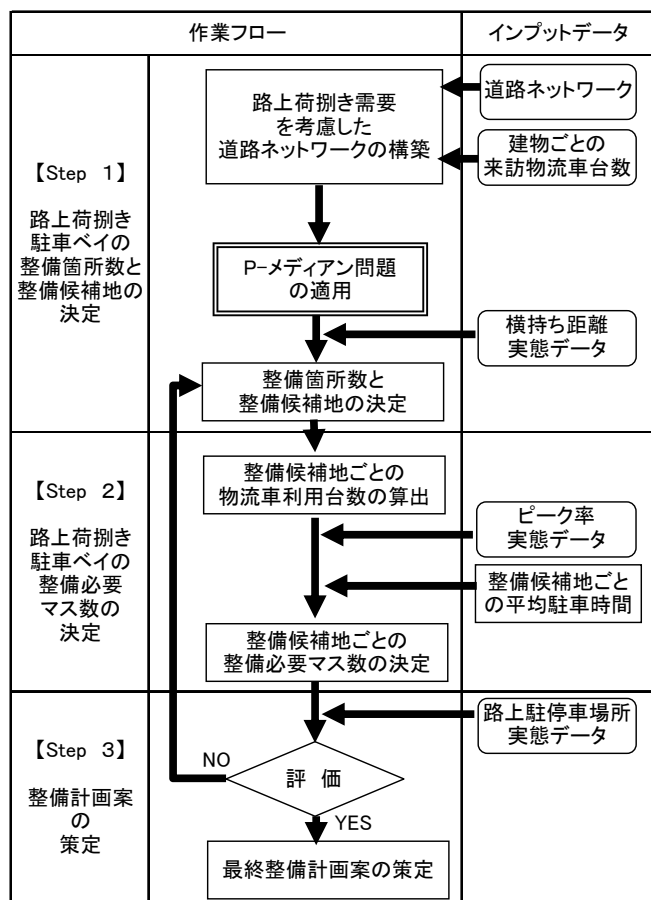


図-4 配置計画手法の作業フロー

表-3 路上駐停車時間推計モデルのパラメータ

説明変数	駐車時間	
	係数	標準化係数
集荷・配送荷物個数	0.333 **	0.320
集荷・配送先建物階数	0.796 **	0.410
横持ち距離	0.042 **	0.120
決定係数(R ²)	0.47	

注)**:有意確率1%

5箇所の整備候補地における平均駐停車時間を算出し、回転率を求めた。そして、ピーク率と算出した回転率を用いて、整備必要マス数を算出した。なお、駐車マス数の決定にあたっては、小数点以下はすべて切り上げた。

最後にStep 3として、図-6は導出された5箇所の整備候補地の位置と各必要マス数を示したものである。また図中では、それぞれの路上荷捌き駐車ベイが担当する建物を色分けするとともに、路上荷捌き実態調査結果より得られた駐停車の多い地点を黒い点で示している。これより、候補地と駐停車の多い地点では、若干のズレがみられるものの、ほぼ一致していることがわかる。こうしたことから、本手法で作成された配置計画が、ある程度、物流車の路上駐停車実態を反映したものとなっているといえる。

6. おわりに

本研究では、P-メディアン問題を適用した路上駐車ベイの配置計画手法を構築し、路上荷捌き実態調査結果をもとに、本手法を用いて大阪市の心斎橋地区における路上荷捌き駐車ベイの配置計画案を作成した。以下に本研究で得られた成果について示す。

①路上駐停車で行われている物流車の集配活動の大半が、荷物の集配先のある建物の近傍に駐停車した上で、1棟の建物だけに集配送を行うものであった。このため、8割以上の物流車が、駐停車時間15分以内となっており、路上駐停車による集配活動が非常に短時間で進んでいることがわかった。

②本研究で提案する路上荷捌き駐車ベイ整備計画手法を適用したケーススタディとして、心斎橋地区における配置計画案を導出した。その結果、導出された整備候補地と、実態として駐停車の多い地点では、若干のズレがみられるものの、ほぼ一致していた。このことから、P-メディアン問題を適用することによって、建物における路上荷捌き需要量を反映させた配置計画案を導出することが可能であることが示された。

最後に、本研究に残された課題として、本整備計画手法では、荷捌き施設をもつ建物と荷捌き用駐車施設の附置義務基準を参考に延べ床面積が5,000㎡の建物は、その建物自身に設置された荷捌き施設が利用されるものと考え、路上荷捌き需要量はないものとして取扱った。しかしながら、路上荷捌き実態調査では、このような建物への集配活動を行う物流車も多く観測されたことから、今後、延べ床面積の大きな建物における路上荷捌き需要量の推計手法を検討する必要がある。

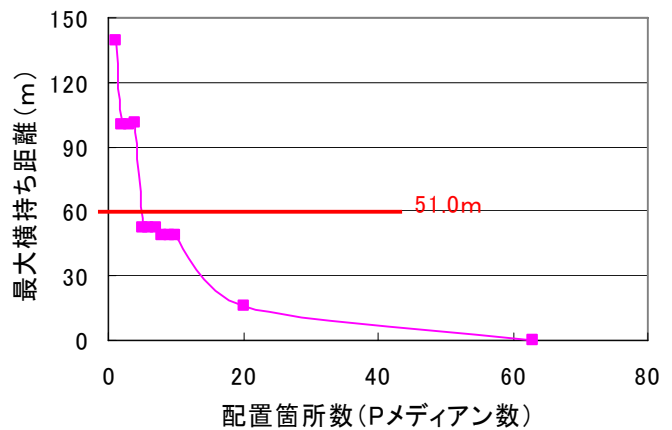


図-5 配置箇所数ごとの最大横持ち距離

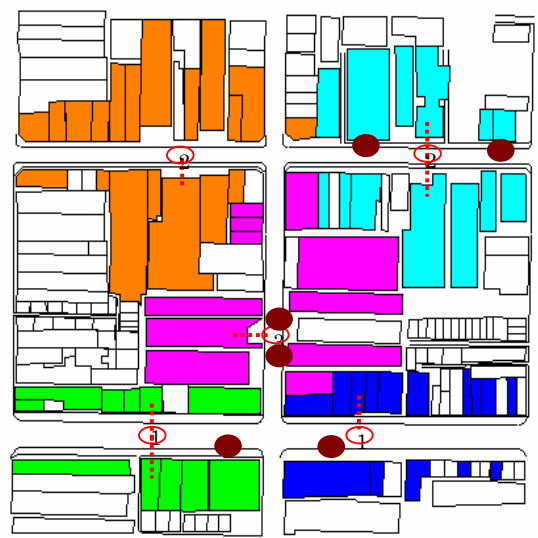


図-6 導出された配置計画案の結果 (心斎橋地区)

謝辞

本研究で使用した路上荷捌き活動の実態調査は、筆者らも参加して、近畿トラック協会、国土交通省近畿運輸局、(財)関西交通経済研究センター、(社)システム科学研究所によって実施されたものである。関係各位のご協力に対して、感謝の意を表する次第である。

本稿によって、土木計画学研究発表・論文集の審査用論文の作成がスムーズになされれば望外の幸せである。

参考文献

- 1) 国土交通省近畿局・近畿トラック協会：都市内物流における荷捌き施設整備需要の把握に関する調査研究報告、2004
- 2) 小谷・田中・中村：都心商業・業務地区における荷捌き行動の特性に関する考察、第23回交通工学研究発表会論文報告集、pp. 305-308、2003