

## 交差点感知器データを用いたP & R システム導入の 効果予測と駐車場容量の検討 \*

### A Study on The Prediction Method of Introduction Effects of Park and Ride System by Using The Data Base of Vehicle Detectors and Its Parking Capacity

高山純一<sup>\*\*</sup> 野田隆男<sup>\*\*\*</sup> 竹村裕樹<sup>\*\*\*\*</sup> 伊藤久輝<sup>\*\*\*\*\*</sup>

by Jun-ichi Takayama, Takao Noda, Hiroki Takemura and Hisateru Itou

The experimental execution of park and bus-ride system is planned in order to arrange some important problems and to evaluate effects of its practical use in Kanazawa urban area.

In this paper, we predict the introduction effects of park and bus-ride system by using the data base of vehicle detectors. The introduction effects are estimated by using the relation of the degree of traffic congestion and the traffic flow on intersection approach considering the variation in traffic volume. The period of experimental execution is decided by time analysis of attraction trips into the central business district.

#### 1. はじめに.

近年のモータリゼーションの急激な進展に伴って、大都市のみならず地方都市においても、道路の交通混雑は増大し、朝夕の交通渋滞は年々増加の傾向にある。一方、中小地方都市におけるバス交通は面的交通サービスを担う公共交通機関として重要な役割を果たしているが、バス利用者数は自動車交通量の増大に反比例して、年々減少する傾向にある。

道路の交通混雑を解消するための方策としては、

- \* キーワード：P & R システム、交差点車両感知器データ、交通量変動特性、駐車場容量  
\*\* 正会員 工博 金沢大学助教授 工学部土木建設工学科（金沢市小立野2丁目40番20号）  
\*\*\* 石川県土木部都市計画課課長（金沢市広坂2丁目1番1号）  
\*\*\*\* 石川県土木部都市計画課係長（金沢市広坂2丁目1番1号）  
\*\*\*\*\* 金沢市都市政策部交通対策課課長（金沢市広坂1丁目1番1号）

様々なものが考えられるが、短・中期的な既存交通ネットワークのハード的改善策（たとえば、ボトルネック交差点の改良、都心駐車場の整備、バスベイ・バスシェルターの設置など）やソフト的な運用策（たとえば、道路交通情報システムや駐車場案内システムの活用策、道路空間の時間帯別活用策、バスシステムの活性化策、P & R システムの導入など）が実現可能な対策として有効であると考えられる。

そこで、本研究では上記ソフト的運用策の1つであるP & R システムの導入可能性について、金沢市をケーススタディとして検討を行う。具体的には通勤・通学時間帯を対象としたP & B R システム（パーク・アンド・バスライドシステム）導入の効果予測と導入に当たっての駐車場容量の検討を既存交通量データ（主要交差点における車両感知器データ、金沢都市圏パーソントリップ調査データなど）を活用して行う。

特に、今回はP & B R システムの事業化実現の可

能性並びに事業化に当たっての諸計画条件（交通混雑緩和の効果予測を含む）や課題を具体的に明らかにすることを目的として、モニター調査による試行実験を予定している。ここではその実験の具体的実施方法並びにその効果予測についても検討したい。

2. 従来の研究.

P & R システムに関して、これまでいくつかの研究が行われているが、大別すると（A）P & R システムを対象としたものと（B）P & B R システムを対象としたものに分けることができる。

前者の研究としては、たとえば大都市周辺における鉄道駅（地下鉄の駅を含む）での乗り継ぎを対象とした研究<sup>1) - 6)</sup>や海外におけるP & Rシステムの事例を紹介した研究<sup>7)</sup>などがあり、それらの研究では主に、実際のP & Rシステム利用の実態調査をもとに、P & Rの立地特性の分析<sup>1)</sup>やP & R利用の要因分析<sup>1), 2)</sup>、需要予測<sup>2)</sup>、あるいはP & R駐車場の利用特性の分析<sup>3), 6)</sup>やP & R駐車場の整備必要量の試算<sup>4)</sup>、P & R駐車場の設置位置の検討<sup>2), 5)</sup>などP & Rシステムの利用実態に対する分析が行われている。

一方、後者の研究としては主に地方中核都市を対象とした通勤時P & B Rシステム導入の可能性を検討した研究<sup>8)</sup>やイベントあるいは行楽期（観光期）など非日常的な交通を対象とした研究<sup>9), 10)</sup>があるが、いずれもこれまでにそれほど多くの研究が行われてきたとはいえない。

3. 金沢都市圏における交通状況の推移.

金沢都市圏では、過去2回（昭和49年度および昭和59年度）パーソントリップ調査（PT調査）が実施されており、その調査結果を比較すると金沢都市圏における交通状況は次のように推移していることが明らかである<sup>11)</sup>。

まず、都市圏関連の総トリップ数は10年間で約21%（図-1）増加しており、その増加トリップの大多数は自動車トリップとオートバイ・バイク、自転車などの二輪車トリップである（図-2）。自動車トリップは10年間で約37%増加しており、オートバイ・バイクは約180%、そして自転車は約121%と非常に増加率が大きくなっている（図

-2）。

しかし、その反面公共輸送機関の鉄道、バス交通は逆に減少しており、それぞれ約20%（鉄道）、約34%（バス）の減少となっている（図-2）。

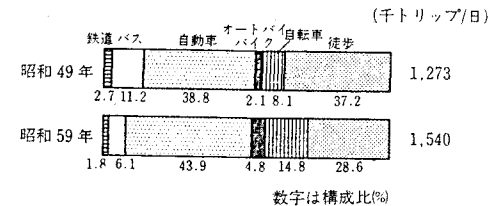


図-1 金沢都市圏における交通手段構成の変化<sup>11)</sup>

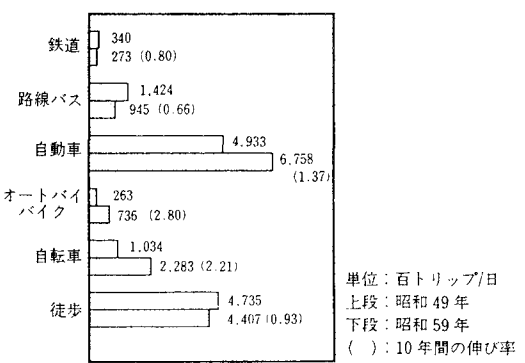


図-2 金沢都市圏における交通手段別トリップ数の変化<sup>11)</sup>

したがって、その結果都市圏における交通混雑は年々激しくなっており、金沢市内主要交差点における年平均日渋滞度数（車両感知器データをもとに算出）の推移を比較しても、昭和54年から平成元年の10年間で、かなり交通混雑が増加していることが明らかである（図-3）。しかも、この傾向は都心部において、特に激しくなっているようである。

なお、本研究で用いている「交差点渋滞度数」は信号交差点手前における信号待ちの車列長（渋滞列長）が、(1) 300m以上～500m未満〔渋滞度1〕、(2) 500m以上～1000m未満〔渋滞度2〕、(3) 1000m以上〔渋滞度3〕の3つの基準で、それぞれ5分間継続した場合に、その回数をカウントし、それぞれ1点、2点、3点の重みをつけて流入方向別に集計した合計値である。したがって、渋滞列長が300m以上、しかも5分間継続しないような場合には、渋滞度数は0点となる。

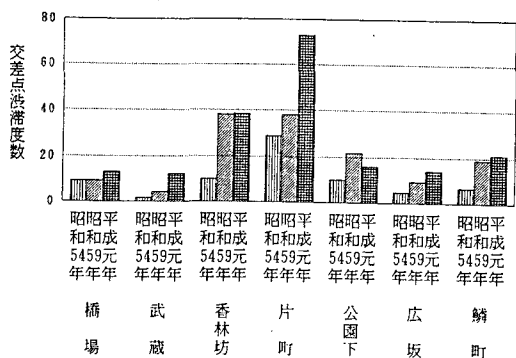


図-3 金沢市内主要交差点における年平均日渋滞度数の推移（流入方向の平均値）

#### 4. 観光ピーク時を対象としたP & B Rシステム。

金沢市では、兼六園周辺の交通渋滞がピークをむかえるゴールデンウィークとお盆休みの観光期を対象に、交通渋滞対策の1つとして臨時的P & B Rシステムを実施している<sup>10)</sup>、<sup>12)</sup>。このシステムは、昭和63年の5月4日に、はじめて試験的に実施されたものであり、自動車で金沢市内の観光地を訪れるマイカー利用者の利便を図るとともに金沢市内中心部（特に、交通渋滞の激しい片町、香林坊、武蔵、広小路、橋場、広坂、兼六園周辺）の交通渋滞を緩和することを目的として導入されたシステムである。

実施当初（昭和63年）は、北陸自動車道金沢西インターから流出するマイカーを西インター付近の駐車場（収容能力約600台）へ誘導し、そこに自動車を駐車させて観光客を無料循環バスに寄せ、金沢市内の観光地（兼六園や武家屋敷など4箇所に停留所を設置）へ輸送するというシステムであったが、その後実施日を追加したり、また金沢西インターからのコースのみではなく、北陸自動車道金沢東インターからのコースも増設するなど、システムの拡充をはかるとともに、臨時の交通規制（たとえば、兼六園外周道路の一方通行規制やP & B Rシステムの運行コースの一部バスレーン設置）や駐車場案内システムを導入するなどの対策を行うことにより、P & B Rシステム実施以前に比較して、大幅に交通渋滞（渋滞総延長が昭和62年に比較して約1/4に、また駐車場探しの迷走車両が約1/3に減少）の緩和が実現している<sup>10)</sup>。

また、このP & B Rシステムは利用者に対しても非常に好評で、アンケート調査結果では「機会があればまた利用したい」と回答した割合が、95%であり、システムの定着に向けた財源確保と受益者負担の原則に基づき徴収しているシステム協力費についても、「概ね妥当な金額」あるいは「安い」と回答した割合が合計95%と大変好評である<sup>10)</sup>。

#### 5. 通勤時を対象としたP & B Rシステム。

金沢市の都心部における交通混雑は、前述のごとく年々増大してきており、特に通勤時間帯における交通渋滞は激しく、渋滞列長が1kmを超えるボトルネック交差点が都心およびその周辺で、合計7箇所（金沢市アクションプログラムによる）観測されている。

道路交通混雑の解消には、計画されている都市計画街路の整備やボトルネック交差点の改良、路外駐車場の整備など都市基盤の体系的な整備推進が不可欠であるが、短期的には限られた道路空間を効率的に利用するソフト的方策も非常に有効な方法といえる。そこで、金沢市では道路空間の効率的利用を目的として、平成元年度より3カ年にわたって「金沢市パークアンドライド研究会」を設け、バスシステムの有効活用（通勤時におけるP & B Rシステムの導入可能性）についての検討を行ってきた<sup>13)</sup>。

システム導入の可能性を検討するためには、まず（A）ターミナル（駐車場）建設可能位置の選定を含めたP & B Rシステムの導入可能路線の選定が必要であり、次に（B）P & B Rシステムを導入した場合の需要予測とそれによる交通混雑緩和効果の予測が必要である。自動車利用からP & B Rシステムへ転換する需要交通量の予測には、転換による利便性向上の程度とシステムの利用料金（バス料金と駐車場利用料金）が大きく影響するものと考えられ、一定程度以上の転換交通量を見込むためには、少なくとも自動車利用のために必要な経費（都心駐車場の借料とガソリン代金）の範囲内にシステム利用料金を設定する必要があるだろう。ただし、システム利用料金の設定問題は、ターミナル（駐車場）の建設・管理運用およびバス事業の運営問題（事業収支）とも密接に関連しており、まだまだ不確定な要素が多い。そこで、ここではまず道路交通混雑の緩和を実

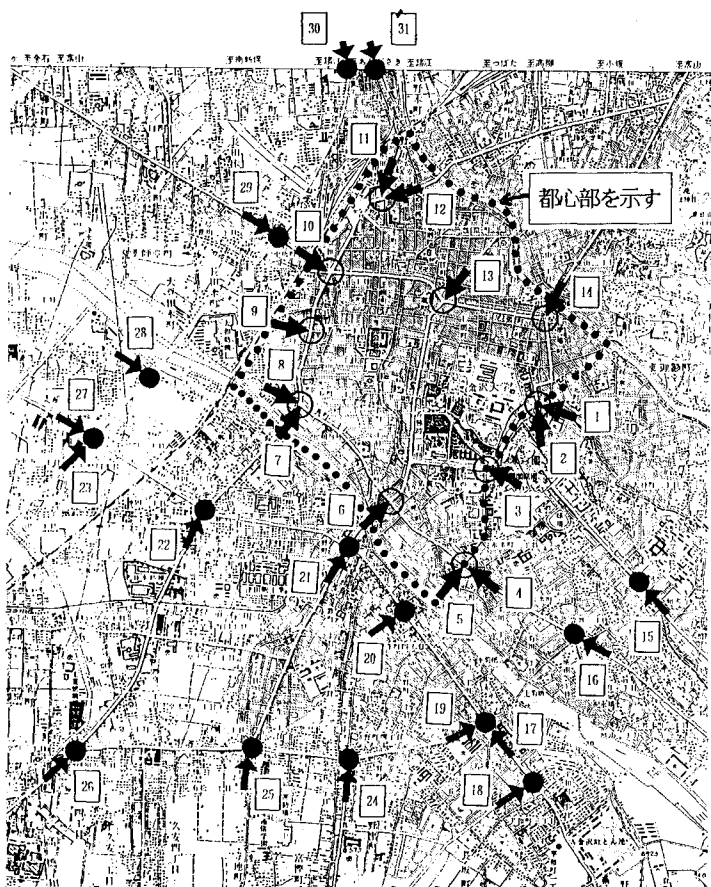


図-4 金沢市都心部における主要交差点

現するために必要な交通量削減量(目標量)の設定を車両感知器データを用いて行うとともに、モニター調査による試行実験の具体的実施方法についても検討する。

#### (1) 車両感知器データによる交通渋滞状況

金沢市の中心部は犀川と浅野川の2つの河川に挟まれているため、南北方向に移動する場合には必ず犀川と浅野川に架かるいずれかの橋を渡らなければならない。また、東側は台地(小立野台地)となっており、やはり都心(ここでは、犀川、浅野川、小立野台地、JR北陸本線で囲まれた地域を指す、図-4において・・・で囲む地域)流入方向の主要道路は数本に限定されている。その結果、都心部への集中交通量が多い通勤時において、特に交通渋滞が激しくなっている。

図-5は都心部主要交差点の都心流入断面におけるピーク時(7:00～9:00)交通量と渋滞度数の

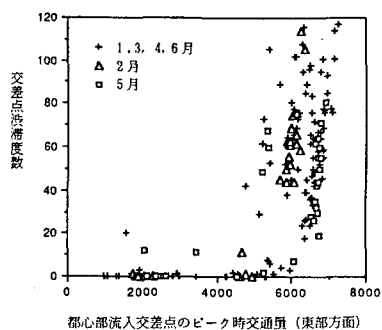
関係を流入方向別に示したものであり、東部断面は図-4に示す1～4の4つの交差点流入方向の合計値として表したものである。同様に、南部断面は5～7の3流入方向の合計値であり、また西部断面は8～11の4流入方向の合計値である。そして北部断面は12～14の3流入方向の合計値である。図は1990年1月1日～12月31までの365日の感知器データを上期(1～6月)と下期(7～12月)に分けて示してある。

これらの図より、都心流入断面別に交通渋滞の状況が多少異なることが明らかである。たとえば、交通渋滞の激しいのは、東部断面(小立野断面)と南部断面(犀川断面)であり、北部断面は東部、南部断面のほぼ半分程度である。そして、JR北陸本線の高架化事業が完成した西部断面ではほとんど大きな渋滞は見られず、ある特定の日に多少渋滞が見られる程度である。

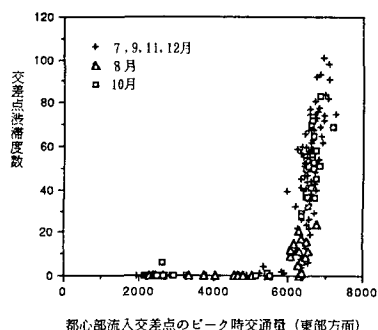
また、東部断面(上期)では2月(積雪期)と5月(無雪期)のピー

ク時交通量と渋滞度数の関係に明らかに違いが見られ、積雪期の2月では5月に比較して少ないピーク時交通量で交通渋滞が発生し始めている状況がうかがえる。これは、東部断面の場合、小立野台地から都心平野部へ下る路線が含まれるために、積雪時には特に交通容量が減少するためと考えられる。なお東部断面ほどはっきりとはしていないが、北部断面においてもこの傾向が多少見られる。

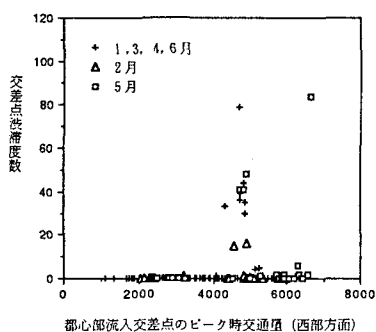
したがって、上期の東部断面および北部断面を除けば、いずれの図においても渋滞度数が大きくなり始める点(渋滞度数が立ち上がり始める点)のピーク時交通量がかなりはっきりしており、その交通量よりも少なくなるように断面交通量を削減すれば、交通渋滞をかなり緩和することが可能であると予想される。そこで、ここでは交通渋滞の激しい東部断面と南部断面について、交通量削減量とそれによる効果(渋滞度数の減少量)の関係を統計的に明らか



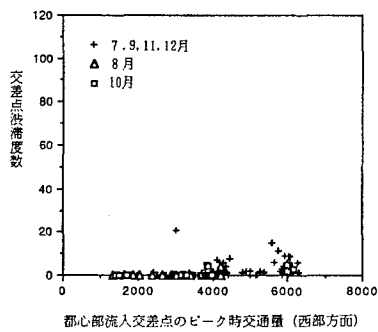
(1) 東部断面 (1月～6月)



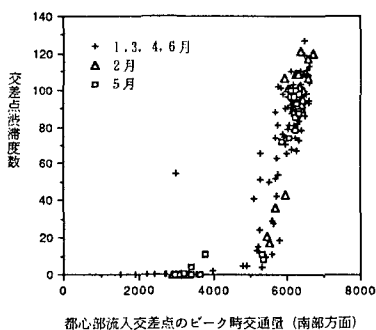
(2) 東部断面 (7月～12月)



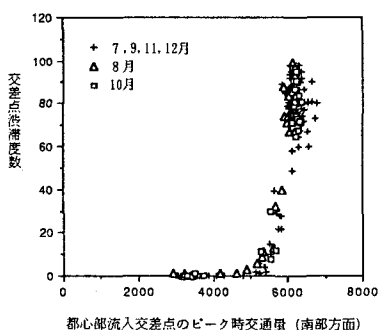
(3) 西部断面 (1月～6月)



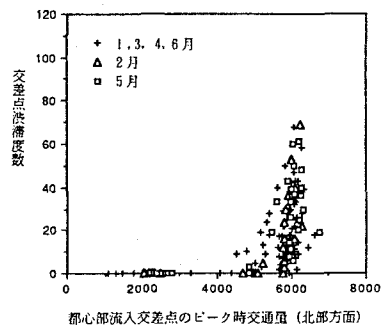
(4) 西部断面 (7月～12月)



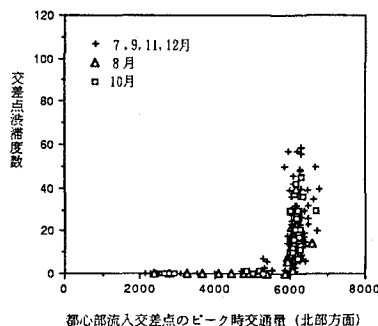
(5) 南部断面 (1月～6月)



(6) 南部断面 (7月～12月)



(7) 北部断面 (1月～6月)



(8) 北部断面 (7月～12月)

図一五 都心部流入断面別にみたピーク時流入交通量と交差点渋滞度数の関係 (7:00～9:00)

にしたい。

図-6および図-7はそれぞれ東部断面（4月～12月）および南部断面（1月～12月）におけるピーク時流入交通量を200台ごとに層別化（グループ分け）して集計し、それぞれのグループにおける渋滞度数の平均値（ $\mu$ ）と標準偏差（ $\sigma$ ）を求め、偏差上限値（ $\mu + \sigma$ ）および偏差下限値（ $\mu - \sigma$ ）を計算して、最大値、最小値とともに表示したものである。

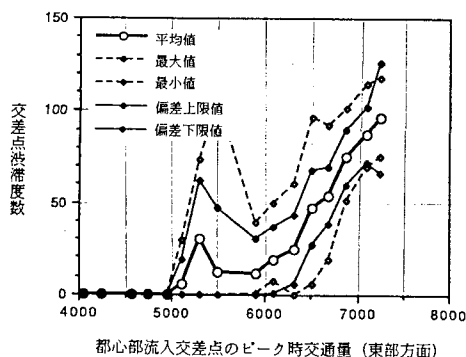


図-6 層別にみた交通量と渋滞度数の関係  
（東部断面，7:00～9:00）

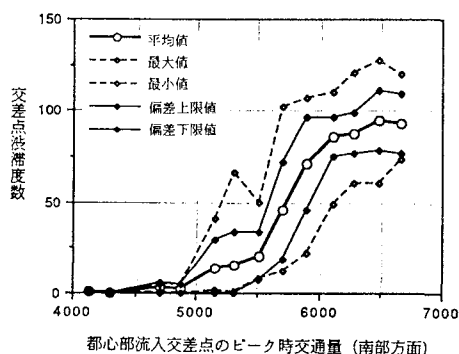


図-7 層別にみた交通量と渋滞度数の関係  
（南部断面，7:00～9:00）

図-6より、ピーク時交通量が5000台から6000台の間に多少渋滞度数の大きな値がみられるが、これは12月に一時的に降る積雪の影響が含まれているものと考えられるので、この影響を無視すれば、ほぼピーク時交通量が6000台を超える位から急激に交通渋滞が増加していることがわかる。しかも、平均値的には交通量の増加と渋滞度数の増加がほぼ直線関係にあることが明らかである。したがって、こ

のことより逆に、平均値的には最も渋滞度数が大きくなる時の交通量（約7300台）から概ね800台程度の交通量を削減すれば、渋滞度数も約100程度から50程度にまで緩和することができる。ただし、渋滞度数には変動が含まれるため、平均値回りの標準偏差（ $\pm \sigma$ ）でみれば約70（ $\mu + \sigma$ ）から約30（ $\mu - \sigma$ ）の範囲となる。同様に、約1200台程度の交通量を削減すれば、さらに渋滞度数が減少し、平均値で約20程度、偏差上限値（ $\mu + \sigma$ ）でも約40程度にまで、渋滞を緩和できるものと推定される。

一方、南部断面（図-7）ではピーク時交通量が5000台を超えた位から渋滞度数が増加し、6000台を超えるとその増加率が通減して、頭打ちの傾向が見られる。したがって、平均値的には最も渋滞度数が大きくなる時の交通量（約6700台）から、概ね600台程度の交通量を削減してもほとんど渋滞度数の減少は見られず、600台以上約1000台程度の交通量を削減しなければ渋滞度を半分程度にすることはできないようである。しかも、その場合においてもやはり、渋滞度数には変動が含まれるため、平均値回りの標準偏差（ $\pm \sigma$ ）でみれば約70（ $\mu + \sigma$ ）から約20（ $\mu - \sigma$ ）の範囲となる確率がかなり大きいと予想される。また同様に、約1600台程度の交通量を削減できれば、さらに渋滞度を小さくすることが可能であり、平均値で約15程度、偏差上限値でも約30程度にまで、渋滞を緩和することが可能であると推定される。ただし、ここでは渋滞度数の変動分布型（正規分布）についての検定は行っていないので、 $\pm 1 \sigma$ の範囲内にはいる確率の計算は不可能である。

以上の結果より、朝の7時から9時までの2時間に、東部断面では約800台、南部断面では約1000台の交通量を削減すれば、約半分程度の渋滞度数まで交通渋滞を緩和することが可能である。しかし、都心部に目的地を持つ通勤トリップ（自動車利用）の走行経路をアンケート調査したところ、南部方面から東部方面へ迂回して都心部へアクセスする交通がかなり見られた<sup>13)</sup>。このことから考えると、東部断面における交通渋滞は南部方面からの迂回交通量によるところが大きく、結局のところ南部方面からの自動車交通をP & B Rシステムへ転換させなければ、実質的な効果は望めないものと予想される。

## (2) モニター調査による試行実験

都心流入断面での交通渋滞状況を比較すると、東部および南部断面での交通渋滞が激しいようであるが、東部断面は南部方面からの迂回交通による影響が大きいと考えれば、実質的に最もP&Rシステム導入の必要性が高いのは、南部方面であり、次いで北部方面になると考えられる。そこで、システムの本格実施に向けての課題や効果を分析する目的で南北両方面(図-8、図-9)からP&Rシステムを試験的に実施することを現在計画之中である。こ

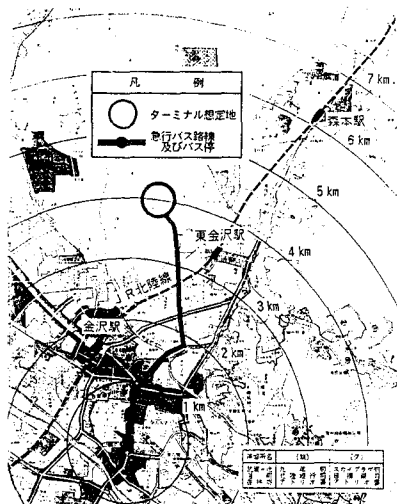


図-8 P & R システムの試行実験実施ルートと駐車場予定地(北部方面)<sup>13)</sup>

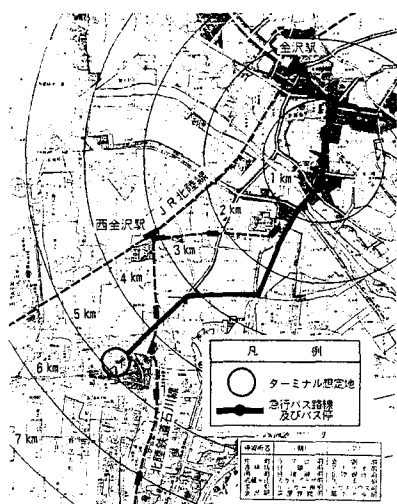


図-9 P & R システムの試行実験実施ルートと駐車場予定地(南部方面)<sup>13)</sup>

の試行実験により、システム利用の可能性並びにシステム実施の効果・影響などを調査したい。

試行実験では、確保できる駐車場規模に制限があるため、システム導入時間帯を限定して、できるだけ実施効果が大きくなるように、モニターの選定を行うことが必要である。

図-10は昭和59年度秋期に行われたパーソントリップ調査データ(MTデータ)をもとに、全目的の自動車利用(乗用車のみ)トリップを着ベースで30分ごとに集計し、都心部にはほぼ対応する2つのゾーン(Bゾーン1およびBゾーン2)について示したものである。また、図-11は通勤目的のトリップのみを取り出して、同様に集計したものである。

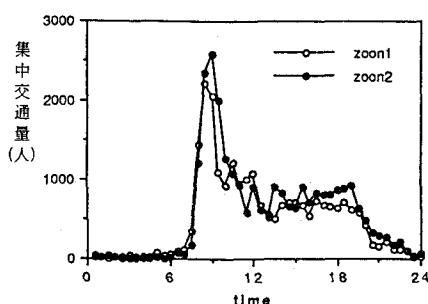


図-10 全目的乗用車トリップの時間別集重量(着ベース、30分、都心Bゾーン)

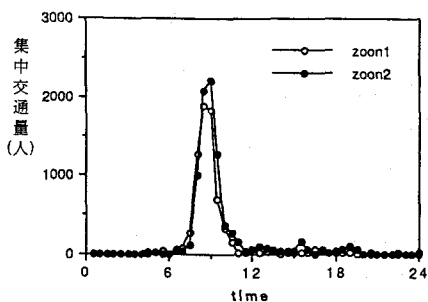


図-11 通勤目的乗用車トリップの時間別集重量(着ベース、30分、都心Bゾーン)

これらの図より、ゾーン1もゾーン2もどちらも同じような傾向を示しており、7時30分を過ぎた頃から交通量が急激に増加し、ゾーン1では8時～8時30分の間に、またゾーン2では8時30分～9時の間にそれぞれ到着のピークがあることがわかる。ただし、8時～8時30分と8時30分～9時

の差は小さく、ほぼ同程度のピークである。

以上の結果より、P & B R システムの試行実験により、交通渋滞のピークカットを行うには、都心地域へ8時～8時30分の間に到着予定のマイカー通勤者を対象にモニターの選定を行い、P & B R システム利用への協力をお願いする必要がある。また特に、試験実施ルート上を通勤経路として日頃利用している通勤者を選定できれば、さらに効果があがるものと予想される。

## 6. まとめと今後の課題.

本研究では、通勤・通学時間帯を対象としたP & B R システム導入の効果予測と導入に当たっての駐車場容量の検討を既存交通量データを利用して行った。結果をまとめると次のようになる。

(1) 都心部流入断面別に集計したピーク時流入交通量と渋滞度数の関係から、自動車交通量の削減量と渋滞緩和の関係を明らかにした。

(2) そして、日々変動する流入交通量と渋滞度数の変動特性を考慮して、交通渋滞の緩和レベルに応じたP & B R システムによる交通量削減目標を設定した。

(3) パーソントリップ調査データをもとに、マイカー通勤による都心到着トリップの時間分布を推計し、その到着分布交通量をもとに、試行実験実施に協力して頂くモニターの選定範囲を大まかに限定した。

ただし、今回の分析ではデータの制約から通勤時間帯2時間の車両感知器データを用いたが、試行実験実施のためにはさらに詳細な検討を行う必要がある。具体的には、10分～15分単位で集計した車両感知器データや都心流入断面における実際の交通渋滞状況の観測データ(渋滞列長、渋滞継続時間、断面交通量など)を利用して分析する必要がある。また、モニターの選定においても、着地ベースのみではなく、通勤経路や出発時刻、あるいは発地とターミナル(駐車場)の位置関係などについても今後詳細に検討する必要がある。

最後に、本研究は平成元年度から3カ年にわたって行ってきた「金沢市パークアンドライド研究会」での研究成果をベースに、石川県警交通管制センターから提供して頂いた車両感知器データを利用して

分析したものであり、研究会のメンバーをはじめ、調査に協力して頂いた各位に対し心から感謝の意を表したい。

## 7. 参考文献.

- 1) 渡辺新三, 松井 寛: 名古屋周辺部におけるパークアンドライド用駐車場計画のための調査研究, 都市計画, 第86号, pp.19～29, 1976年.
- 2) 本多, 川上, 加藤: 地方都市におけるパークアンドライド方式の導入に関する研究, 都市計画別冊, 第11号, pp.109～113, 1976年.
- 3) 金丸次男: パーク・アンド・ライドの利用特性, 第18回日本道路会議一般論文集, pp.1176～1177, 1989年.
- 4) 猿田, 本田, 高野: 札幌市におけるパークアンドライド駐車場の整備, 第19回日本道路会議特定課題論文集, pp.313～315, 1991年.
- 5) 中山, 渡辺, 毛利: パーク・アンド・ライド駐車場配置の調査研究, 第11回日本道路会議一般論文集, pp.821～822, 1973年.
- 6) 枝村俊郎: 都市交通計画と駐車場——神戸市の実態分析を中心として——, 都市計画別冊, 第10号, pp.43～48, 1975年.
- 7) 山川 仁: 西ドイツにおける都市交通——ミュンヘン, ハンブルクを例として——, 都市計画, 第78号, pp.30～41, 1974年.
- 8) 定井, 藤川, 足立: パークアンド・バスライド方式のフィージビリティ研究, 国際交通安全学会誌, Vol.4, No.4, pp.40～50, 1978年.
- 9) 北原, 林, 杉田: なら・シルクロード博覧会におけるパークアンドライド方式について, 第18回日本道路会議一般論文集, pp.1178～1179, 1989年.
- 10) 長瀬, 西岡, 前平: 金沢市パークアンドバスライドシステム, 第18回日本道路会議特定課題論文集, pp.312～314, 1989年.
- 11) 第2回金沢都市圏パーソントリップ調査報告書(2. 現況分析編), 金沢都市圏総合交通計画調査会, 1986年.
- 12) 「「ひと」と「まち」, 「くらし」にやさしい”みち”づくり」, 金沢市総合交通ネットワーク整備推進協議会提言書, 1992年.
- 13) 「金沢市総合都市交通施設整備計画調査・報告書」, 金沢市パークアンドライド研究会, 1992年.