

大都市郊外駅前広場におけるバスバースの運用方法に関する研究

A STUDY ON OPERATION METHODS OF BUS BERTHS IN A STATION SQUARE

中 村 文 彦*・新 谷 洋 二**

By Fumihiko NAKAMURA and Yoji NIITANI

In this paper, we discussed the operation methods for bus berths in station squares of an urban area. Although there must be quite a few alternatives for operation methods, the evaluation process has not been developed yet.

We developed an evaluation process with a simulation method, which can show the relationship between the number of buses and the number of berths, taking the effect by the variation of demand and operation alternatives into consideration. By applying this process into the Aobadai station square project, we identified this process is very useful.

1. はじめに

大都市郊外では、鉄道端末サービスとしてのバスの役割は非常に大きく、その輸送計画や関連する施設計画について、検討を要する課題は多数存在する。その中で、鉄道端末バスサービスの一拠点である駅前広場のバス乗降施設計画に関しては、通常の駅前広場計画と比べ計画可能空間に関する制約条件が厳しく、その検討は特に重要と考えられる。

駅前広場のバス乗降施設計画段階は、図1のように示される。このうち、需要量、施設量と施設配置が確定している第3段階に関しては、バースの運用方法が、関連各主体に大きく影響を及ぼすことが予想される。しかし、この点については、これまでほとんど検討されておらず、運用方法代替案を評価す

るモデルの構築が重要課題といえる。

施設量（バース数）と需要量（到着バス台数）の関係については、筆者らは、運用方法や需要の変動といった影響要因を余裕度という経験的数値で代替した簡便な関係式を提案し、計画の第1段階での有用性を示してきた¹⁾²⁾。しかし、この関係式では運用方法代替案を評価することは困難であり、評価のためにはシミュレーションモデル等を用いた代替的な手法を開発する必要があると考えられる。

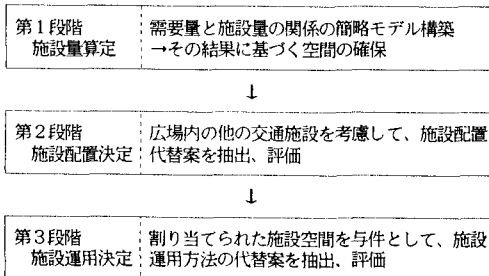


図1. 駅前広場バス乗降施設の計画段階

* 正会員 東京大学助手 工学部都市工学科
** 正会員 東京大学教授 工学部都市工学科
(〒113 東京都文京区本郷7-3-1)

そこで、本研究では、①需要の変動等の要因を取り込んだ、施設量、需要量、運用方法の関係を表すシミュレーションモデルを構築すること、②構築したモデルによって記述される変数間の関係と従来の考え方との整合性を検証し、モデルの妥当性を示すこと、③構築したモデルを用い、運用方法代替案の評価手法として実際のバス乗降施設の運用問題に対して適用し、その有用性を検討すること、の3点を目的として研究を進めた。

以下、2節で、これまでの研究成果や関連分野の研究動向をもとに、各目的のための検討方法を整理した後、3節では目的①②に関して、4節では、目的③に関して検討した。本研究でのシミュレーションモデルには、待ち行列分析等に利用され、汎用性が高いと考えられるGPSSを言語として用いた³⁾。

2. 既存研究成果のまとめと検討方法の整理

(1) 駅前広場バス乗降施設計画に関する研究成果

a) 第1段階：施設量算定段階

筆者らの提案した施設量算定の考え方は、駅前広場の施設量算定に従来用いられた昭和48年式等の面積算定式⁴⁾に代替するものである。面積算定式の考え方では、ある需要量に対し必要な施設量が自動的に算出されるが、算出値の計画値としての意味づけが明確ではなかった。そこで、筆者らは、ある需要量に対して最低限必要な施設量を算出し、その値をある係数で除することで、理想的な施設量も併せて示すかたちをとった。両者の値を、それぞれ、最低サービス水準の施設量、最高サービス水準の施設量と解釈し、値の差は、バースの運用方法や需要のさまざまな変動に対して設定する余裕の度合によって生じるものと考え、先の係数を余裕度と呼んだ。

概念的には図2のように示される。需要量 D^* に対して、最低サービス水準時の施設量 B_1 、最高サービス水準の施設量 B_2 が算出される。需要量 D^* だけでなく、施設量 B^* も既与の場合には、 B^* の D^* に対する計画値としての位置づけが概ね把握できる(図2中の点R)かたちになっている。

ここでの余裕度の中身は、各バースへの系統や乗降方法の割当に関わる項と、需要の変動に関わる項の積に分解して経験値を用いることが有効であるとの成果を得ている。具体的には次式のようになる。

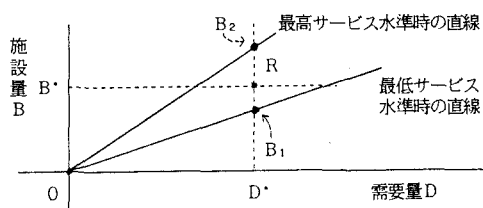


図2. 駅前広場バス乗降施設の需要量と施設量の関係概念図

$$B = (T_{ALL} \times D) / (3600 \times \alpha_1 \times \alpha_2) \quad \cdots \cdots (1)$$

ここで、 B は施設量、 D は需要量、 T_{ALL} はバスの折り返し時間、 α_1 は運用方法に関する余裕度、 α_2 は需要の変動に関する余裕度を表す。余裕度の値としては、HIGHWAY CAPACITY MANUAL等^{5) 6)}での検討を参考に、最高サービス水準時における経験値として、 $\alpha_1 = 0.8$ 、 $\alpha_2 = 0.75$ を設定した。式形より最低サービス水準時には両者とも1となり、次式が成立する。

$$0.8 \leq \alpha_1 \leq 1 \quad \cdots \cdots (2)$$

$$0.75 \leq \alpha_2 \leq 1 \quad \cdots \cdots (3)$$

これらの値については、現実の施設量算定事例にあてはめることにより、その妥当性を確認している¹⁾。

b) 第2段階：施設配置段階

施設配置に関して、筆者らは、駅前広場空間をバス乗降施設、タクシー乗降施設、送迎自家用車(いわゆるキスアンドライド)乗降施設、の3者に区分し、バス以外の施設に対しても算定される施設量のサービス水準を示した。そして、制約された空間に対する配置代替案の評価方法について、関連主体毎の評価指標を定性的なかたちで整理し、フレームワーク法をもとにした定式化を行い、事例適用を通して検討を深めている²⁾。ここにおいて、施設計画に必要な評価項目を整理できたが、定量的な測定指標があまり取り入れられていない点は問題といえる。

(2) バスバースの運用に関する研究の動向

バスバースの運用については、一般的なバスターミナルにおける設計・運用の議論が参考になる。これらに関しては、主に米国で整理されている。

V. R. Vuchicは、STATION CAPACITY(停車施設容量)の概念を導入し、車両の挙動をベースに定式化することで、計算フレームを明確にした⁷⁾。一方、バスターミナルの運用方法についても、いくつかの代替的な考え方を示しているが、それらの比較に関して定量的な計算は行われていない。

HIGHWAY CAPACITY MANUAL⁵⁾では、容量計算をより

厳密に行っている。その計算方法は、ターミナルのさまざまな運用方法に対して有効と考えられる。しかし、運用方法代替案や、実地に適用する際の制約条件については十分には整理されていない。

(3) 検討方法の整理

以上をもとにして、本研究の各目的に対する検討方法を整理した。（図3参照）

a) モデルの構築（3節）

(1)a) 及び(2)より、まず、運用方法代替案と需要の変動に関して整理や類型化を行い、次に、現実的な場面への適用を想定して、取り入れる制約条件を整理する。以上をもとに、バスターミナルの設計手法を参考にシミュレーションモデルを構築する。

b) モデルの整合性の検証（3節）

(1)a) をもとに、運用方法代替案の抽出分類と需要の変動の類型化という2つの側面から、筆者らのこれまでの研究成果で経験的に得られている数値と、シミュレーションモデルによる計算結果を比較し、矛盾のないことを確認し、モデルの妥当性を示す。

c) 運用方法代替案の評価手法としての適用（4節）

(1)b) より、定量的な評価指標の整理が重要となる。その上で、具体的な運用問題事例に適用し、運用方法代替案の評価を行う。この考察を通して、代替案の評価手法としての本モデルの有用性を検討する。

3. シミュレーションモデルの構築

(1) 検討対象に関わる制約条件の整理

大都市郊外の鉄道駅前広場におけるバス乗降施

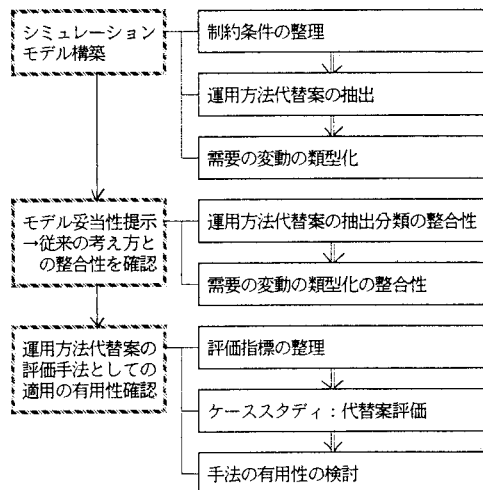


図3. 本研究の検討方法

設の施設量は、朝ピーク時の需要量で決定される。そこで、本研究では、これまでの検討¹⁾²⁾と同様に、大都市郊外の鉄道端末バス輸送の朝ピーク時の需要量と、そのための施設量を念頭に議論を進めている。今回の研究では、以下のような制約条件を設定した。

①全バス系統の終点を駅とする……大都市郊外鉄道端末バス輸送では、バスに乗車のまま駅を通過する人員は相当少なく、また、そのような利用者の利便性を考慮に入れることはきわめて困難なため、今回は全系統の終点を駅とした。

②バス乗降施設内はバスの専用空間であり、バス車両と他の車両との交錯、バス利用者と他の歩行者との交錯は生じない……本来駅前広場内は交通手段毎に空間を区分するべきであるとの考えに基づき、他の車両との交錯をモデル内に取り込まなかった。歩行者に関しては、周辺街路状況、土地利用、施設分布の影響をすべて考える必要があり、モデルが複雑になるため省略した。但し、バス乗降客の広場内での歩行動線とバス車両動線の交錯は、評価の際に考慮すべき項目とした。

③バスが広場内で行う作業は、全乗客を降ろすこと（降車挙動）、時間調整を行うこと（待機挙動）、新たな乗客を乗せること（乗車挙動）の3挙動であるが、乗車客数はきわめて少ない（逆輸送系統は存在しない）……挙動を3種類に区分することは海外の文献でも行われている汎用性のある方法である。バス系統沿線に大規模な就業先、通学先が存在すると逆輸送が生じるが、輸送計画上の対処方法の点で特異な要因であるので、今回は省略した。

④バスの折り返し時間は、ダイヤ上全車一定であり、運転手は駅では休憩をとらない……朝ピークの輸送計画では、本来、車両及び運転者の余計な休憩時間を最小にすべきであり、結果的に駅での長時間休憩は起こるべきではないと考え、考慮に入れなかった。管理上不可避の休息は営業所等とするものとする。

⑤バスの運行管理システム等の車両管理の技術水準は、実用上最高のレベルとする……運用方法によっては、バス運転者に走行中に停車すべきバスバスの位置を知らせ、利用者にも到着するバスの乗車位置を知らせるリアルタイムのシステムが必要となる。現在、わが国のいくつかの事業者で使用されているバス運行管理システムは、機能的には上記の要請に

見合うものであり、ここではその配備を前提とした。
⑥各バースは、バスが前進で進入して、前進のまま退出できるものとし、車庫型や鋸型ではない……運行頻度の多い都市内系統のバス乗降施設では、通常は安全性や走行上の理由から、後退を必要とする方式はとっておらず、今後もこの傾向は続くと考え、前進進入前進退出を前提とした。

⑦同一系統では同一サイズのバスが運行する。また乗降に要する時間はどのサイズでも同一とする……多様な車両サイズの存在は認めるが、同一時間帯は同一サイズによる運行が、鉄道端末輸送計画に、必要かつ効率的であるとの研究成果⁸⁾に基づいた。

(2) 運用方法代替案の抽出

a) 代替案の理論的な分類

バスの折り返し挙動を考えた場合、駅前広場での乗降用バースの運用方法代替案は、①複数のバースを共有することでバスを到着順にランダムに割り当てる方式（以下シェア方式）を採用するかどうか、②バースを降車専用と乗車専用とに区別する方式（以下スプリット方式）を採用するかどうか、の2点から4つのタイプに分類することが適当と考えた。4つのタイプの命名と、各タイプの基本的な考え方を表1の左欄と中央欄にまとめた。なお、ひとつの系統を複数のバースで処理するものはシェア方式に含み、ひとつのバースで複数の系統を処理するものはシェア方式に含まないこととした。

b) 制約条件下での現実的な代替案の整理

理論的には、特に(10)タイプや(11)タイプにおいては、多様な方式が存在するが、バス事業者へのヒアリング結果等を参考にした場合、現実的な制約条件として、いくつかの点が指摘できる。以下は、今回の検討で考慮に入れたものである。

①スプリット方式に関する制約

- ・降車専用バースでは、あらかじめ系統を割り当てても、利用者、運転者のいずれに対しても特にメリットを生じないと考えられる。そこで、降車専用バースでは、必ずシェア方式をとり、全バースを全系統でシェアする。
- ・待機挙動は、適宜空いている空間（降車用バース、走行路、待機用空間、乗車用バース）で行う。

②シェア方式に関する制約

- ・乗車専用あるいは乗降用バースをシェアする場合、

乗車客の混乱を最小限にするという意味で、一群のまとまりとして扱うバース数は4つ以下とし、さらに縦列に連続している場合のみとする。

なお、スプリット方式で、降車バースを乗車バースよりも、施設内走行経路上手前に置くべきであるという制約条件も考えられたが、バス専用の空間である乗降施設内をバスが2周することを認めれば、この制約条件は必須とは言い難く、取り上げなかった。

以上のような制約条件下での、各タイプの特性について、表1右欄にまとめ、考えられる典型的な運用方法代替案を表2に例示した。

(3) 需要の変動の類型化

a) 変動の考え方

需要の変動としては、①系統毎の運行間隔設定値の差異、②系統毎の平均乗車人員（駅での降車人員）の設定値の差異、③同一系統内の便毎に生じる乗車人員のばらつき、④同一系統内の便間の運行間隔の設定値（ダイヤ）の乱れ、の4項があげられる。理論的には、上記各項に対して変動の分布形を推定し、

表1. 運用方法代替案の形態分類

タイプ名 採用方式	各バースの役割	現実的制約条件
(00) ×シェア ×スプリット	・降車、待機、乗車 ・使用系統を固定	
(10) ○シェア ×スプリット	・降車、待機、乗車 ・使用系統を固定せず …数系統の処理共有	・共有バース数≤4 ・共有バースは連続的配置
(01) ×シェア ○スプリット	・降車専用か乗車専用 ・使用系統を固定	・降車用は全系統で共有 ・待機挙動は任意の場所で
(11) ○シェア ○スプリット	・降車専用か乗車専用 ・使用系統を固定せず …数系統の処理共有	・降車用は全系統で共有 ・乗車用共有バース数≤4 ・共有バースは連続的配置 ・待機挙動は任意の場所で

※タイプ欄：その方式を取り入れている→○、いない→×

表2. バースの運用方法代替案の典型例

代替案 No.	タイプ	割り当てる役割（系統番号と挙動マークで表示）					
		第1 バース	第2 バース	第3 バース	第4 バース	第5 バース	第6 バース
1	00	①△	②△	③△	④△	⑤△	⑥△
2	10	①②③▲			④⑤⑥▲		
3	01	①～⑥×			①②○	③④○	⑤⑥○
4	11	①～⑥×			①○	②～⑥●	

※①～⑥：系統番号を表す

※挙動マーク ○…乗車（シェアせず）、●…乗車（シェア）

×…降車 △…乗降（シェアせず）、▲…乗降（シェア）

※第1～第3、第4～第6バースは各々1列に配置されている

シミュレーションモデルに適用する必要がある。

b) 制約条件下での現実的な類型化

当該施設の将来運用を扱う場合、上記各項の変動の推定は、必要な情報が不足するために困難となることが多い。そこで、何らかの分布形を先験的に与える必要がある。ここでは、簡便かつ安全な計算方法として、平均値 m に対する変動の幅 v を仮定し、 $m-v$ から $m+v$ の間で、平均値が m となるように乱数を発生させる方法をとる。この方法では、実際には幅 v の乱れが小さめに表れる傾向が強く、各種分布形を代替するものとして適しているといえる。

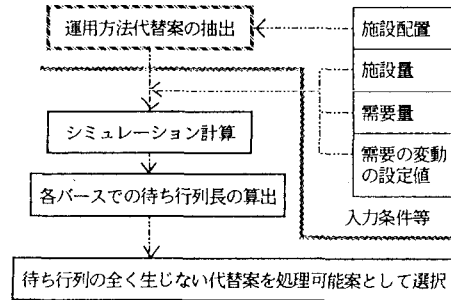
変動の幅については、首都圏のいくつかの鉄道端末系統での運行状況や筆者らの鉄道端末輸送に関する分析結果⁸⁾等を参考に、表3のような段階を仮定した。ここでは、都心部のバスの状況などに比べて変動の幅が小さくとられているが、鉄道端末系統としては妥当と考えられる。なお、系統毎の変動については、先の研究成果⁸⁾等に基づき、頻度と乗車人員は独立とはせず、高頻度で乗車人員が少ないという設定値の組み合わせはとらないこととした。具体的には、バスの運行間隔を最大15分とし、その中で平均乗車人員が最大となる段階を選ぶかたちをとる。

(4) モデルの構築

以上をもとに、施設量、需要量、需要の変動、施設配置を入力条件として、施設配置から与えられる運用方法代替案毎に、バスの動きを調べるシミュレーションモデルを、図4に示す構造で構築した。バスにバスの待ち行列を生じる代替案は、交通処理上問題があると判断できるため、検討過程で棄却するかたちをとる。したがって、待ち行列発生をチェックを容易に行える言語を用いてシミュレーションモデルを構築する必要があり、本研究ではGPS言語を用いた。具体的には、バスを窓口に、バスを人間（移動体）に例えて、広場内の挙動を待ち行列モデルで記述した。モデル内では、まず、表3に

表3. 需要の変動の類型化

変動の種類		類型化による設定値
系統毎の変動	運行間隔（分間隔）	4段階→3、5、10、15
	平均乗車人員（人/台）	3段階→40、30、20
同一系統内の便毎の変動	到着間隔変動幅（分）	4段階→0、1、2、3
	乗車人員変動幅（人）	2段階→5、10



○待ち行列の生じる代替案は棄却

図4. 構築したシミュレーションモデルの概念図

示した運行間隔値とその変動値に従って発生したバスが広場に到着する。到着したバスは与えられた運用方法代替案に従って所定のバスに入り、同じく表3に示された人数の降車客を降ろす。到着バスが乗降用バスの場合は、そのまま微少数の乗客を乗せて、折り返し時間経過後に広場を出る。降車専用バスの場合は、一旦バスを離れ、広場内をまわり、適当な空間で待機した後、所定のバスで微少数の乗客を乗せて広場を出る。1時間の間、バスを発生させ、各バスの状況や諸指標を観測する。

(5) 従来の考え方との整合性の検討

a) 運用方法代替案の抽出分類の整合性

2(1)a)でレビューした、筆者らによる従来の考え方では、さまざまな運用方法代替案による必要施設量の変動の幅を(2)式に示す範囲で与えている。ここでは、前節で抽出した運用方法代替案で考えた場合、この係数が妥当なものであるかどうかを検討した。なお、需要の変動の影響については、従来の考え方と同じ条件で比較するため、(3)式を前提として計算した。具体的には、何種類かの需要量を与え、需要を変動させずに運用方法代替案毎にシミュレーションした結果を最低サービス水準施設量として、この施設量に(3)式の余裕度を用いて計算した値と、(1)～(3)式で計算した値とを比較した。

需要量を100台/時、折り返し時間を4分とした場合の施設量を表4に示す。施設量は整数値であり、1未満は切り上げて表した。表中下線を付した値は、全代替案中の上限及び下限値であり、これが、従来の方法の上限下限と一致している。他の何種類かの値についても概ね一致する結果を得た。よって、運用方法代替案の抽出、分類方法は、従来の考え方での余裕度と整合していると考えられる。

b) 需要の変動の類型化の整合性

次に、前項で確認された、運用方法代替案の分類に従って、需要の変動について検討した。ここでは、ある需要量に対して、類型化した需要の変動条件をもとに、仮想的に何種類かの入力条件を与えてシミュレーションを行い、その結果得られる施設量の算出値の幅を、(1)～(3)式から計算した値と比較した。

先と同一の需要量と折り返し時間の値を用いた場合について、運用方法代替案毎に算出した施設量を表5に示す。表4と比べ、最大限必要な施設量がやや少ない。これは、前述のように、本モデルでは変動の幅を都心部等より小さく設定していることに起因すると考えられる。他の需要量についても同様の傾向を得た。よって、本モデルでの需要量と施設量の関係は、従来の考え方で示された値の範囲内に納まっているという意味で、整合性があるといえる。

以上より、本モデルは、従来の考え方とも矛盾なく、施設量と需要量の関係を示すモデルとしては妥当であると考察できる。

4. 運用方法代替案評価手法としての適用

本節では、3節で構築したモデルをもとに、本研究の最終目的の運用方法代替案の評価を行った。そこで、まず、評価手法としてこのモデルを用いるために、評価指標の整理を行い、次にケーススタディを通して、評価手法としての有用性を検討した。

(1) 評価指標の整理

駅前広場バス乗降施設計画の第2段階（図1参照）で、筆者らに取り上げた駅前広場計画関連主体のうち、バス乗降施設に関連するのは、バス利用者、バス運転者、バス事業者、周辺住民である。与えられ

表4. 運用方法代替案の抽出分類方法の整合性の検討

計算方法	従来方法	運用方法代替案タイプ毎の計算			
		(0,0)	(1,0)	(0,1)	(1,1)
最高LOS施設量	12バース	12	11	10	9
最低LOS施設量	7	9	8	8	7

※需要量=100台/時 折り返し時間=4分

表5. 需要の変動の類型化の整合性の検討

運用方法代替案タイプ	(0,0)	(1,0)	(0,1)	(1,1)
最大変動する場合の施設量	11	10	9	8
変動しない場合の施設量	9	8	8	7

た需要量、施設量、需要変動の設定値のもとで運用方法代替案を評価するために、各主体に関わる評価指標を定量的なカタチで設定して、表6にまとめた。

この他に、定性的指標として、①複数のバースを乗降用あるいは乗車用バースとして共用する際に利用者の混乱が生じる可能性、②設定した運用方法代替案が他の時間帯にはふさわしくないため、オフピーク時と運用を異なるカタチにした結果、利用者の混乱が生じる可能性、などが考えられるが、利用者を朝ピークの降車客に絞って行うため、これらの指標は直接的には扱わなかった。但し、前述のように、バス降車客（乗車客は微少につき略）の歩行動線とバス車両動線の交錯は、評価時に考慮する。

なお、本研究では、駅前広場という計画の性質上、利用者に関わる評価指標を重視して評価を進めた。

(2) ケーススタディ

a) 対象事例の概要

事例としては、筆者らのこれまでの検討¹¹⁾²⁾⁸⁾で扱った、横浜市緑区の東京急行電鉄田園都市線青葉台駅駅前広場計画を取り上げた。選定理由は、1)筆者らが研究を継続的に進めておりデータ等が充実していること、2)大規模なバス乗降施設計画であり、運用方法検討の重要性が高いと考えられること、の2点である。ここでは、既に完成した広場に西暦2000年の予測値を当てはめて、将来の運用のあり方を検討した。現在は、(00)タイプの運用がされている。

b) 計算に関わる条件の整理

(i) 需要量とその変動

まず、現況の13系統（系統数はこれより多いが方

表6. 評価に用いた定量的評価指標

関連主体	評価指標と測定方法（丸数字は指標番号）
バス利用者	①鉄道乗継ぎ所要時間 バスが施設内に進入してから、最後に降車した利用者が改札口に到達するまでの時間
バス運転者	②ターミナル内滞在時間 バスが施設内に進入してから、次の運用として施設外に退出するまでのバスの走行時間と停車時間の和 ③ターミナル内運転時間 ②より停車時間を減じたもの ④動線の交錯 施設内のバス車両同士の交錯の発生数
バス事業者	⑤ダイヤ混乱時の安全性 バースの占有率の平均値
周辺住民	⑥騒音（ターミナル内運転時間③で代替）

面毎に集約した)の系統網を前提とし、西暦2000年における青葉台駅勢圏内の各系統の朝ピーク時の将来利用者数(駅方向)推定結果を用いて、バスの本数と頻度を設定した。車両サイズについては、現況を踏襲し1系統のみミニサイズとして計算した。各系統の需要は現況でもピーク1時間は大きく変動しないことから、変動幅を一律5人/台とした。到着間隔の変動は、現況観測値をもとに、将来混雑が予想される街路を経由する系統では、現況よりもやや大きく設定した。結果としてダイヤ通り運行された場合、132台/時のバスが駅へ到着することになる。参考までに、この値はこれまでの検討で用いた将来需要量130台/時ともほぼ一致している。

(ii) 施設量とその配置

将来需要量130台/時に対して、施設量算定段階では、12～17バースを算出し、その他の制約条件から、施設量として13バースを決定している。本研究でも、この検討結果を踏襲して、施設量を13バースとした。なお、配置図の概略を図5に示す。

(iii) 運用方法代替案の抽出

理論的には無数にある代替案から、検討対象代替案を抽出するに当たり、3(2)b)で示した制約条件の他に、利用者評価指標を重視する点から、①スプリット方式を採用しない代替案では、利用者の多い系統順に改札口に近いバースを割り当てる、②スプリット方式を採用する代替案では、降車に必要な5バース(別途計算結果による)を改札口近く連続している第2～第6バースに割り当てる、③シェア方式を採用する代替案では、シェアを行うバース群は、シェア可能で最も改札口に近いバースから選ぶものとする、といった条件を加えて、検討する代替案数を絞った。なお、運行間隔が折り返し時間を下回るような系統では、折り返し用バースを2バース以上を割り当てる必要がある。このようにして、代替案を絞った結果、(00)タイプの代替案は消滅し、抽出される代替案は24通りとなった。各代替案について、

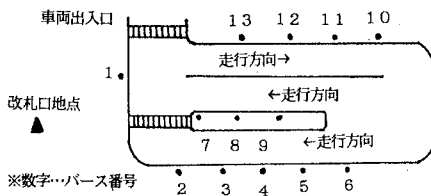


図5. 青葉台駅前広場バス乗降施設バース配置略図

そのタイプ区分と各バースが担う挙動(乗車、降車、乗降)を、表2と同様の形式で表7にまとめた。

c) 計算結果の考察

各運用方法代替案に関してシミュレーションを繰り返し行なった。待ち行列が生じた代替案を棄却し、残存した14通りの代替案に関して、先の評価指標を計算した結果(平均値)を表8に示す。発生される乱数の幅が比較的小さく、一方、バスの台数が相当量あったため、各指標ともその値の散らばりはほとんどなく、この算出値をもとに以下の点を考察した。

まず各サイドの評価指標値から代替案を評価した。

(i) 利用者サイドの評価指標

スプリット方式を採用する全代替案が、改札口ま

表7. 検討対象とした代替案一覧

No.	タイプ	各バースに割り当てた挙動の役割(数字はバース番号)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	10	△	▲		▲	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2	10	△	▲		▲	△	△	△	△	△	△	△	△	△
3	10	△	▲		▲	△	△	△	△	△	△	△	△	△
4	10	△	▲		▲	△	△	△	△	△	△	△	△	△
5	10	△	▲		▲	△	△	△	△	△	△	△	△	△
6	10	△	▲		▲	△	△	△	△	△	△	△	△	△
7	10	△	▲		▲	△	△	△	△	△	△	△	△	△
8	10	△	▲		▲	△	△	△	△	△	△	△	△	△
9	10	△	▲		▲	△	△	△	△	△	△	△	△	△
10	10	△	▲		▲	△	△	△	△	△	△	△	△	△
11	10	△	▲		▲	△	△	△	△	△	△	△	△	△
12	10	△	▲		▲	△	△	△	△	△	△	△	△	△
13	10	△	▲		▲	△	△	△	△	△	△	△	△	△
14	10	△	▲		▲	△	△	△	△	△	△	△	△	△
15	10	△	▲		▲	△	△	△	△	△	△	△	△	△
16	01	○		×				○	○	○	○	○	○	○
17	11	○		×				●	○	○	○	○	○	○
18	11	○		×				●	○	○	○	○	○	○
19	11	○		×				●	○	○	○	○	○	○
20	11	○		×				●	○	○	○	○	○	○
21	11	○		×				●	○	○	○	○	○	○
22	11	○		×				●	○	○	○	○	○	○
23	11	○		×				●	○	○	○	○	○	○
24	11	○		×				●	○	○	○	○	○	○

※挙動マーク ○…乗車(シェアせず)、●…乗車(シェア)
×…降車 △…乗降(シェアせず)、▲…乗降(シェア)

表8. 残存代替案の評価指標計算値(指標番号は表6参照)

No.	タイプ	指標① 秒/人	指標② 秒/台	指標③ 秒/台	指標④ 台/時	指標⑤	指標⑥ 秒/台
2	10	139.3	283.3	54.6	0	0.610	54.6
7	10	140.4	281.5	55.0	0	0.605	55.0
10	10	152.4	280.2	53.7	0	0.605	53.7
11	10	135.0	279.0	50.7	0	0.600	50.7
12	10	134.9	279.0	50.7	0	0.600	50.7
13	10	135.0	279.0	50.7	0	0.600	50.7
14	10	134.4	279.0	50.7	0	0.600	50.7
15	10	148.6	279.0	50.7	0	0.600	50.7
16	01	126.9	284.9	135.2	81.0	0.425	135.2
20	11	126.9	282.2	130.3	81.0	0.431	130.3
21	11	126.9	282.2	130.3	81.0	0.431	130.3
22	11	126.9	282.0	131.6	81.0	0.427	131.6
23	11	126.9	282.2	130.3	81.0	0.431	130.3
24	11	126.9	282.3	128.3	81.0	0.437	128.3

での所要時間が少なく評価は高い。スプリット方式を採用しない場合は、改札口から遠いバース以外でシェア方式を行う代替案の評価が高い。なお、バス降車客の歩行動線の交錯については、14通りの代替案のうち、スプリット方式を採用している6通りの代替案の方が、降車客を集約しているため交錯発生の可能性が低く、望ましいと考えられる。

(ii) 運転者サイドの評価指標

スプリット方式を採用しない代替案は、滞在時間も走行時間も交錯発生数も少なく評価は高い。本事例で設定したかたちのスプリット方式は、運転者の負担の点では評価は低い。

(iii) 事業者サイドの評価指標

走行時間が増す分、バースの占有時間に余裕ができるスプリット方式は、評価が高いといえる。割り当てた系統の運行特性の差から、No.16の代替案の占有率が最も低く、評価が高い。

(iv) 周辺住民サイドの評価指標

スプリット方式は走行騒音の点で評価は低い。

次に、利用者サイドの評価を優先させて、各代替案を評価した結果、利用者サイドの評価が最も高い6代替案の中では、運転者にとってはNo.22が、事業者にとってはNo.16が、周辺住民にとってはNo.24が最善の代替案となることが、表8よりわかった。

これらの結果より、青葉台駅駅前広場のバス乗降施設においては、現在の運用方法では、将来対処できず、朝ピークの降車客や周辺住民を中心に考えるならば、(11)タイプのNo.24の代替案の採用を検討するべきであろう。しかし、この案の他の時間帯への有効性等の点についての検討が必要となる。

以上のように、本モデルを用いることで、代替案の評価を比較的明快に進めることができ、また各代替案の得失も具体的に表現でき、本モデルによる評価手法は有用であると考えられる。

5. 結論と今後の課題

本研究では、駅前広場のバス乗降施設の運用問題に関して、運用方法代替案の評価を行うために、需要の変動等の要因を取り込んだ、施設量、需要量、運用方法の関係を表すシミュレーションモデルを構築し、実際の運用問題事例に対して適用を行った。その結果、以下の点を明らかにできた。

①モデルの構築に際して、運用方法代替案を明確に整理できた。そして、需要の変動の類型化を伴うことで、大都市郊外の駅前広場のバス乗降施設運用問題に対して比較的汎用性が高いと考えられるシミュレーションモデルを構築できた。

②構築したモデルは、施設量算定段階で用いる考え方とも整合しており、需要量と施設量の関係式を示すモデルとして妥当であるといえる。

③運用方法代替案の評価指標を整理し、実際の運用問題に適用した結果、代替案の評価を比較的明確に行うことができた。

以上のように、本モデルは、大都市郊外の鉄道駅のバス乗降施設の運用方法代替案の評価手法として、有用なものであることがわかった。

今後の課題としては、1)評価指標を増やすこと、制約条件を段階的に取り払うことなどによって、本モデルの汎用性を高める、2)需要の変動の段階を動かす等の感度分析を行い、本モデルを駅周辺街路のバス優先方策の効果測定手法として発展させる、等が考えられる。

<謝辞>

本研究を進めるに当たり、(株)東京急行電鉄交通事業部の八方隆邦氏、(株)パシフィックコンサルタンツの高橋仁氏、東京大学の太田勝敏助教授、原田昇助手をはじめとする関係者各位に大変お世話になりました。ここに感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 中村、新谷：駅前広場におけるバス乗降施設計画手法に関する研究、土木計画学研究講演集、第11巻、pp.551-558、1988
- 2) 中村・新谷：駅前広場における交通施設配置計画代替案の評価に関する研究、都市計画別冊：都市計画論文集、第24巻、pp.283-288、1989
- 3) 恵羅・岩田・寺西：システムシミュレーション：GPS入門、日刊工業新聞社、1970
- 4) 依田：駅前広場・駐車場とターミナル、技術書院
- 5) T.R.B. : T.R.B.Special Report 209 : HIGHWAY CAPACITY MANUAL、pp.12.1-12.46、1986
- 6) T.R.B. : N.C.H.R.P.Report 155 : BUS USE OF HIGHWAYS、pp.136-154、1975
- 7) V.R.Vuchic : urban public transportation、pp.516-591、1981
- 8) 中村、太田、新谷：時間帯需要変動を考慮した鉄道端末バス輸送計画の検討、都市計画別冊：都市計画論文集、第23巻、pp.379-384、1988