

都市近郊デマンドバス運用に関する理論的考察*

Theoretical Analysis of Demand Responsive Bus in the Suburbs*

磯崎 晶光**・吉村 充功***・奥村 誠****

By Akimitsu ISOZAKI**, Mitsunori YOSHIMURA*** and Makoto OKUMURA****

1. はじめに

従来の都心と郊外を結ぶバスは、幹線道路から団地に直接乗り入れるため、各団地を始終着点とする多数の路線が設定されていることが多い。しかし将来的に人口が減少すると、各団地への直行バスを維持できる需要量を確保できなくなり、路線の統廃合が不可避となる。このとき、幹線道路のみを走る幹線バスと、幹線を走りながら各団地に迂回する迂回型バス、利用者の呼び出しに応じて団地に迂回するデマンドバス等に集約されていく可能性がある¹⁾。

デマンドバスは不必要な部分を運行せずにすむという運行の柔軟性が利点とされている²⁾。しかし、呼び出しに応じて迂回することにより、すでに乗車している利用者の所要時間の増加、到着時刻の遅延に起因するこれから乗車する利用者の待ち時間の増加といった負の外部効果が発生する。デマンドバスを効率的に運用するためには、バス運行コストと利用者不効用に影響するこのような外部効果に注目しながら、運行形態の特性を理解することが重要である。

2. 都市近郊におけるデマンドバスと既往研究の概要

(1) デマンドバス運行の実態

地方部や中山間地域では、公共交通機関の確保の必要性が高まっており、高知県の中村市で行われている“中村まちバス”を代表に、多くの実証実験が行われている³⁾。都市部におけるデマンドバスの例は少ないが、東京自由が丘地区の“東急コーチ”、代官山を循環するミニバス“東急トランセ”が本格運用されている。

東急コーチのデマンドバスは一般路線と呼び出しに応じて走行するデマンド路線の組み合わせからなっており、各路線とも高い評価を受けていた⁴⁾。しかし、デ

マンドバスの運行を開始して25年が経ち、利用者が定着した結果、90%以上の便が呼び出しによる迂回路を走行するようになった。それに対応して、デマンドサービスは廃止され、現在は運行ルートが統一化された一般路線となっている。現行の都市近郊のデマンドバスサービスは、1998年に東急バス(株)より分社化された(株)東急トランセが同年7月より代官山で運行しているもの、富山地鉄が2003年より富山市月岡地区で本格実施しているものなど限られている。

しかし、近年の情報通信技術の著しい発展の結果、デマンドバスの呼び出し方法は様々に改良が行われている。これにより、デマンドバスの運行コストが削減でき、従来よりも安価にデマンドバスの導入が可能になっているため、今後、導入が促進される可能性がある。

(2) バス運行による外部効果と既往の研究

乗合バスの利用においては、バスの乗降時間によるバス停での停車時間やデマンドバスを迂回させることによる走行時間の増加といった負の外部効果が不可避免的に発生する。ここで、外部効果とは「ある経済主体が、財・サービスを生産したり、消費したりする行為が、その経済主体の意思に関係なく他の経済主体に対して付随的な効果を市場機構を媒介することなく及ぼす現象」と定義され、市場価格の評価が不完全となる。このような下では市場均衡は社会的に効率的な状態を生み出さない。そのため、外部効果を価格に上乗せし、その影響を及ぼした経済主体に負担させることで外部効果の内部化を図り、社会的に最適な状況に誘導する必要がある⁵⁾。

既往の研究でバス運行に関連する外部効果を明示的に取り上げたものは鈴木⁶⁾に限られる。鈴木は、バスが停留所で停車することで増加する乗車時間に着目し、全利用者の乗車時間の総和を最小化する停留所の最適配置を数理的に論じている。すなわち、利用者のアクセス面のみを考えると、バス停の数は多ければ多いほどバス停が自宅から近くなるため望ましいが、逆に走行速度の低下や停車施設建設コストの上昇がおこるとともに、バスの停車時間の増加が発生する。そこで限られた数の停留所を効率よく配置することが重要であ

* キーワーズ：公共交通運用、交通制御、交通情報

** 学生員、広島大学大学院 工学研究科
(〒739-8527 広島市鏡山 1-4-1, TEL&FAX: 082-424-7849,
E-mail: isoaki@hiroshima-u.ac.jp)

*** 正会員、博(工)、日本文理大学 工学部 建設都市工学科
(〒870-0397 大分市一木 1727-162, TEL: 097-524-2611,
E-mail: yoshimuramt@nbu.ac.jp)

**** 正会員、博(工)、広島大学大学院 工学研究科
(〒739-8527 広島市鏡山 1-4-1, TEL&FAX: 082-424-7827,
E-mail: mokmr@hiroshima-u.ac.jp)

ると述べている。また、都市郊外から都心へのバスの場合には、都心に近づくほど停車時間の増加の影響(外部効果)を受ける乗客数が多くなるため、バス停間隔を長くすることで、外部効果を緩和できることを示している。

(3) 都市部のバスの研究課題と本研究の考え方

乗合バス事業の規制緩和により、都市郊外では路線の統廃合が始まりつつあり、その影響を論理的、かつ具体的に検討する必要性が高まっている。中村⁷⁾によると、これらの問題に対処するためには都市のバス交通に対して、1)交通制御、2)需要、3)供給、4)財源補助制度、5)結節点整備などの施設設計等の側面に分けて課題を検討する必要がある。このうち、需要と供給は相互に影響しあっており、そのあり方を大きく変える政策として路線網の再編、運行方法や運賃制度の見直し、案内情報システムの整備などが挙げられ、いずれも所要時間の不確実性や外部効果の波及の程度に大きく関係する問題となる。路線網の再編に関する既往研究として、中川ら⁸⁾は公共交通の不確実性を考慮した戦略的アプローチの研究を行った。また近年では、高山ら⁹⁾が快速バスを導入した路線網再編に関する研究を行っている。

本研究では、都市郊外の団地やニュータウンの立地形態より、今後予想される人口減少に対応して導入が進められる可能性が高い迂回型デマンドバスに着目する。これまでもデマンドバスに代表される需要応答型の公共交通に関する研究がいくつかなされている^{10),11),12)}。これらは、主にバス利用者の利用特性、最適な運行形態の分析などであり、デマンドによって生じる外部効果の影響といったデマンドバスの特性を明示できていない。

本研究では、需要応答型であるというデマンドバスの特性を明らかにするために、デマンドバスと一般路線である幹線バスの2つの組み合わせを考える。このバスシステムに対し、外部効果を考慮に入れたモデルの構築を行い、利用者不効用とバス運行コストからなる社会的総費用を最小化する運行方法の導出を行う。本研究で取り扱う外部効果は、利用者がデマンドバスを呼び出したことに伴うこれからバスに乗車しようとする利用者へのバス停での待ち時間の増加、すでにバスに乗車していた利用者へのバス乗車時間の増加である。このうち、前者の外部効果は、事前にデマンドの状況が分かれば回避できる効果である。そこで、本研究で扱うデマンドバスのタイプとして、利用時にバス停でボタンを押すことによってデマンドバスの予約を行うため、バス停での待ち時間の不確実性が存在するデマンドバス(以後、直前予約バス)と、利用したい出発時

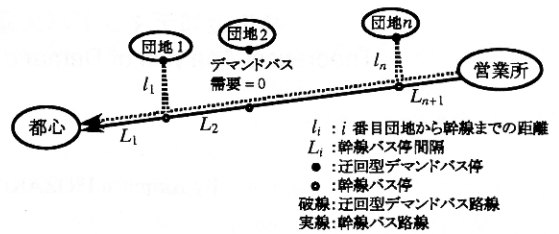


図-1 バス路線の概要

刻までに予約を行い、最寄のバス停へのバスの到着時刻が明らかであるデマンドバス(以後、事前予約バス)の2つの比較を行う。

本研究では、外部効果を考慮したデマンドバスと幹線バスの最適な運行形態を明らかにする。また、デマンドバスの情報提供による影響を明らかにすることを目的とする。

3. 問題の設定と効用の定式化

(1) モデル化の仮定

本研究では図-1のような都市形態を想定し、以下の仮定のもとで分析を行う。

- a) 郊外の営業所と都心を結ぶ幹線道路に沿って n 個の団地が存在する。団地 i の中心部から幹線道路までの距離を l_i (km)、幹線道路上の団地 $(i-1)$ の分岐点から、団地 i の分岐点までの距離を L_i (km) とおく。
- b) 郊外の営業所と都心間には、幹線バス (M) と、デマンドバス (D) が運行される。それぞれの時刻表は所与とし、渋滞などによる遅れは考えない。幹線バスとデマンドバスの運行間隔 (h /台) をそれぞれ I^M, I^D とする。走行速度はバスの種類に関係なく v_b (km/h) で一定とする。
- c) 利用者のアクセスとして、幹線バス利用時の団地中心部から幹線バス停までを考え、その他のアクセス時間は無視する。徒歩速度は v_w (km/h) で一定とする。利用者は、バス到着予定時刻にバス停に到着するとする。また、バス停での停車時間は無視する。
- d) 団地 i の利用者数(需要)は X_i (人/h) とし、全員が都心まで乗車する。なお、利用者の選好は等質とする。
- e) 同一団地ではデマンドバスと幹線バスに運賃差はないとする。
- f) バスの容量制約および車内の混雑は考慮せず、利用者は希望したバスに必ず乗車できるとする。

(2) 幹線バス利用者不効用の定式化

利用者は幹線バス利用とデマンドバス利用の効用を比較し、一方を選択する。ここで利用者の効用はすべて負であるため、以下では不効用として定式化する。

団地 i の利用者が、幹線バスを利用する際の利用者不効用 f_i^M は、バス出発時刻を全く知らない段階での希望出発時刻とバスダイヤとのずれによる利用者の期待不効用（期待スケジュールコスト）、幹線バス停までの徒歩時間の長さによる不効用、乗車後に都心までの乗車時間による不効用と運賃の和によって定義する。

$$f_i^M = a \frac{I^M}{2} + b \frac{l_i}{v_w} + c \sum_{j=1}^i \frac{L_j}{v_b} + Fare_i^M \quad (1)$$

I^M : 幹線バス運行間隔 (h/台)

a : 家での時間価値 (円/h)

b : 徒歩時間価値 (円/h)

c : バス乗車時間価値 (円/h)

v_b : バス速度 (km/h)

v_w : 徒歩速度 (km/h)

L_i : 幹線バス停 ($i-1$) と i の間隔 (km)

l_i : 団地 i の団地と幹線バス停距離 (km)

$Fare_i^M$: 団地 i の利用者の幹線バス運賃 (円)

(3) デマンドバス利用者不効用の定式化

デマンドバスについて、本研究では直前予約バスと事前予約バスの2種類を考える。

a) 直前予約バス

利用者がバス停到着と同時にバス停のボタンを押すことにより呼び出すと仮定する。また、時刻表には郊外側のバス停に全く迂回せず、最短の時間で当該バス停に到着する場合の時刻が記載されていると仮定する。

団地 i の利用者が直前予約バスを利用する際の利用者不効用 f_i^D は、家での待ち時間による期待スケジュールコスト、利用者がバス停に到着した後に上流側団地 $k \in [i+1, n]$ へ迂回して来ることによる遅れ時間と幹線道路から当該団地内バス停に迂回してくる時間からなるバス停での待ち時間、乗車後の幹線道路上の走行時間と下流側団地 $j \in [1, i-1]$ へ迂回することによる追加の所要時間からなる都心までの乗車時間による不効用と運賃の和によって以下のように定義する。

$$f_i^D = a \frac{I^D}{2} + d \left(\sum_{k=i+1}^n \frac{2\delta_k l_k}{v_b} + \frac{l_i}{v_b} \right) + c \left(\sum_{j=1}^i \frac{L_j}{v_b} + \sum_{j=1}^{i-1} \frac{2\delta_j l_j}{v_b} + \frac{l_i}{v_b} \right) + Fare_i^D \quad (2)$$

I^D : デマンドバス運行間隔 (h/台)

d : バス停での待ち時間価値 (円/h)

$Fare_i^D$: 団地 i の利用者のデマンドバス運賃 (円)

ここで、バスは他の団地の利用者から呼び出された場合のみ迂回するので、利用者はこのバスの効用を確率的に把握することは出来ない。期待値を求めるために、団地でのデマンドバス呼び出し確率を δ_i とする。ここで、各団地の時間当たりの利用者が少ない場合、団地 i へのデマンドバス迂回確率は、利用者のデマンドバス選択確率 σ_i で近似でき、 $\delta_i = \sigma_i$ と仮定できるとする。

デマンドバス選択確率は利用者不効用を用いて以下の2項ロジットモデルで与えられる。ただし、 α は不効用のスケールパラメータである。

$$\sigma_i = \frac{1}{1 + \exp(\alpha(f_i^D - f_i^M))} \quad (3)$$

b) 事前予約バス

利用者は、利用したいバスが出発する一定時刻までに乗車希望の便に予約を入れ、予約後はキャンセルできないものとする。予約センターでは、利用者からの予約を取りまとめ、その便の迂回する団地を決定し、利用者に団地への到着時刻をコールバックすると仮定する。

利用者にコールバックを保証することで、利用者はバス選択において、直前予約バスの利用者不効用(式(2))に比べ、バス停での待ち時間の項を考慮する必要がなくなる。期待乗車時間は、乗車後の各団地へのデマンドバス迂回確率によって決まる。

$$f_i^D = a \frac{I^D}{2} + c \left(\sum_{j=1}^i \frac{L_j}{v_b} + \sum_{j=1}^{i-1} \frac{2\delta_j l_j}{v_b} + \frac{l_i}{v_b} \right) + Fare_i^D \quad (4)$$

具体的な予約システムの設計の際には、コールバックや予約変更をどのように定めるか検討することが必要となる。しかし、本研究のモデルにおいては、バス以外の手段を考慮していないそのため、キャンセルはトリップ自体の取りやめを意味するため、ここではキャンセルは取り扱わないものとする。

(4) バス運行コストの定式化

バス1台あたりの運行コストは、バスの走行時間に比例すると仮定する。幹線バスとデマンドバスの単位時間当たりの総運行コスト g^M, g^D は、それぞれ、1台のバスが単位時間走行した場合のバス運行コスト(一定)と、バスの走行時間の積を運行間隔(h/台)で除したものと定義する。

$$g^M = (MOT) \left(\sum_{j=1}^{n+1} \frac{L_j}{v_b} \right) \frac{1}{I^M} \quad (5)$$

$$g^D = (DOT) \left\{ \sum_{j=1}^n \left(\frac{L_j + 2\delta_j l_j}{v_b} \right) + \frac{L_{n+1}}{v_b} \right\} \frac{1}{I^D} \quad (6)$$

MOT : 幹線バス単位運行コスト (円/h/台)

DOT : デマンドバス単位運行コスト (円/h/台)

(5) 社会的総費用の定式化

運賃は利用者と事業者間での取引額であり、社会全体ではキャンセルされる。そこで、利用者不効用から運賃を引いたものと利用者数の積に、各バス運行コストを加えたものを社会的総費用 TC (円/h)として以下のように定義する。

$$TC = \sum_{i=1}^n \{ (f_i^M - Fare_i^M)(1 - \sigma_i) X_i + (f_i^D - Fare_i^D) \sigma_i X_i \} + (g^M + g^D) \quad (7)$$

4. 社会的総費用最小化問題

社会全体としては、社会的総費用 TC を最小化することが望ましい。よって、社会的総費用最小化問題は次のように定式化できる。

$$\min_{I^M, I^D, Fare_i^M, Fare_i^D} TC \quad (8a)$$

s.t.

$$\left(\frac{2 \sum_{i=1}^{n+1} L_i}{v_b} \right) / I^M + \left(\frac{2 \sum_{i=1}^{n+1} L_i + \sum_{i=1}^n 2l_i}{v_b} \right) / I^D = \text{const.} \quad (8b)$$

$$I^M \geq 0, \quad I^D \geq 0 \quad (8c)$$

式(8b)は総バス台数に関する制約条件である。郊外の営業所から都心へ運行した後、バスは郊外の営業所に戻る。その場合、幹線道路のみを走る幹線バスに比べ、団地に迂回して走行するデマンドバスは余分に所要時間がかかることを考慮し、営業所と都心の最大往復時間を運行間隔で除した総バス台数に制約を設けた。式(8c)は運行間隔の非負条件である。

予約方法の違いに着目してデマンドバスの特性把握を行うという本研究の目的により、ここでは、運賃は団地ごとにバスの種類によらず一定値が設定され、運賃差によって利用者の誘導ができない状況を想定する。このとき、社会的総費用最小化問題(8)は、制御変数がバス運行間隔 I^M, I^D のみの利用者最適問題を考えることになる。

その場合の均衡解を解析的に求めることは出来ず数値計算に頼る必要がある。まず、同一団地には運賃差がないので、各利用者は運賃を除いた $\tilde{f}_i^M (= f_i^M - Fare_i^M)$ と $\tilde{f}_i^D (= f_i^D - Fare_i^D)$ に基づいて、幹線バスとデマンドバスの比較を行うことになる。

初期値としてバス運行間隔を与える。ここで、運行間隔はデマンドバス I^D か幹線バス I^M のどちらかを与えると、式(8b)より、もう一方も決まることになる。さらに、団地ごとのデマンドバス選択確率 δ_i を与え、式(3)の右辺より $\sigma_i (= \delta_i)$ を計算により求める。求めた σ_i

表-1 社会的総費用, 運行間隔

| | TC | I^D | I^M |
|---------|----------|-------|-------|
| 直前予約+幹線 | ¥508,378 | 0.49 | 0.41 |
| 事前予約+幹線 | ¥501,322 | 0.62 | 0.34 |

表-2 バス運行コスト

| | g^D | g^M | 合計 |
|---------|---------|----------|----------|
| 直前予約+幹線 | ¥99,627 | ¥107,317 | ¥206,944 |
| 事前予約+幹線 | ¥99,083 | ¥129,411 | ¥228,494 |

と初期値として与えた δ_i の整合が取れるように、 δ_i を更新しながら繰り返し計算を行う。与えた運行間隔ごとに得られた社会的総費用を比較し、最も小さくなった組み合わせを最適解とする。

5. 最適運用に関する数値計算

直前予約バス、事前予約バスのそれぞれと幹線バスを組み合わせた2つのケースについて最適解の社会的総費用を比較した。単純化のため、幹線バス停間隔 L_i 、団地と幹線バス停の間隔 l_i 、需要 X_i を一定とし、それぞれ L, l, X とおく。定数値は、家での時間価値 $a = 1,000$ (円/h)、徒歩時間価値 $b = 5,000$ (円/h)、バス乗車時間価値 $c = 1,500$ (円/h)、バス停での待ち時間価値 $d = 2,000$ (円/h)、バス運行費用 $MOT = DOT = 20,000$ (円/h/台)、需要 $X = 10$ (人/h)、バス速度 $v_b = 15.0$ (km/h)、徒歩速度 $v_w = 3.0$ (km/h)、幹線バス停間隔 $L = 3.0$ (km)、団地~幹線間隔 $l = 0.8$ (km)、団地数 $n = 10$ (個)、スケールパラメータ $\alpha = 0.01$ 、総バス台数は22台として計算を行った。

(1) 社会的総費用と運行間隔の比較

表-1、表-2に各デマンドバスと幹線バスを組み合わせた社会的総費用、運行間隔およびバス運行コストの数値計算結果を示す。

運行間隔は、どちらのケースにおいても幹線バスよりもデマンドバスのほうが大きな値をとり、運行頻度が少ないという結果となった。これは、単位時間当たりの運行費用は幹線バス、デマンドバスともに同じものの、走行距離が幹線バスのほうが短いため、効率的な運行を行うためには幹線バスを利用させる方が有利になるためであると考えられる。運行コストについては、事前予約バス+幹線バスに比べて直前予約バス+幹線バスの組み合わせが約21,500円程度安くなった。

(2) 利用者のバス選択行動

デマンドバス選択確率の計算結果を表-3に示す。

直前予約バスを導入した場合、直前予約バス利用者は100人のうち23人(残りの77人が幹線バス利用者)

表-3 デマンドバス選択確率

| | δ_1 | δ_2 | δ_3 | δ_4 | δ_5 |
|---------|------------|------------|------------|------------|---------------|
| 直前予約+幹線 | 0.025 | 0.035 | 0.047 | 0.064 | 0.086 |
| 事前予約+幹線 | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.995 |
| | δ_6 | δ_7 | δ_8 | δ_9 | δ_{10} |
| 直前予約+幹線 | 0.196 | 0.283 | 0.390 | 0.508 | 0.625 |
| 事前予約+幹線 | 0.981 | 0.923 | 0.739 | 0.401 | 0.137 |

であり、事前予約バスを導入した場合、事前予約バス利用者は82人(残りの18人が幹線バス利用者)であった。このことより、情報提供により待ち時間の不確実性を減少させることで、デマンドバスの利用者の大幅な増加が期待できることが分かる。

直前予約バスは、バス停待ち時間価値が効いているために、都心側の利用者は郊外での迂回の影響を避けて幹線バスをよく利用するという結果になっている。

また、2つのケースの団地ごとの $\bar{f}_i^D - \bar{f}_i^M$ の値をプロットしたグラフを図-2に示す。このとき、各ケースでの利用者不効用の差 $\bar{f}_i^D - \bar{f}_i^M$ には、以下のような関係がある。

直前予約バス + 幹線バス :

$$\bar{f}_i^D - \bar{f}_i^M = \frac{a}{2}(I^D - I^M) - b \frac{l}{v_w} + d \left(\sum_{k=i+1}^n \frac{2\delta_k l_k}{v_b} + \frac{l_i}{v_b} \right) + c \left(\sum_{j=1}^{i-1} \frac{2\delta_j l_j}{v_b} + \frac{l_i}{v_b} \right) \quad (9)$$

右辺第1項はスケジュールコストの差、第2項は徒歩による不効用、第3項はバス停待ち時間による不効用、第4項はデマンドバスと幹線バスの乗車時間の差であり、乗車後の団地と幹線道路の間を走行する不効用となっている。

事前予約バス + 幹線バス :

$$\bar{f}_i^D - \bar{f}_i^M = \frac{a}{2}(I^D - I^M) - b \frac{l}{v_w} + c \left(\sum_{j=1}^{i-1} \frac{2\sigma_j l_j}{v_b} + \frac{l_i}{v_b} \right) \quad (10)$$

事前予約のケースの場合、直前予約バスに比べ、バス停待ち時間による不効用がない。

事前予約バスは、郊外側の影響を受けない一方で、都心側の団地ほど乗車後の迂回による乗車時間の増加が小さくなる。そのため式(10)が負に大きな値となって、デマンドバス選択確率が1に近づくため表-3のように都心側の団地のほとんどの利用者がデマンドバスを利用する。一方、直前予約バスは、都心側ほどバス停での待ち時間による不効用が卓越するため、これとは正反対の結果となっている。

運行コストを比較すると、約21,500円ほど事前予約バス+幹線バスのほうが高いにもかかわらず、バス停

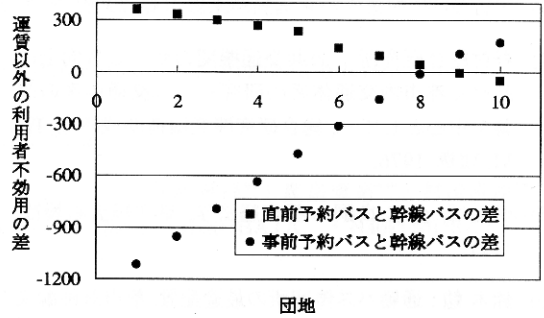


図-2 デマンドバスと幹線バスの利用者不効用の差

待ち時間の不確実性がないため利用者不効用が小さくなる影響を強く受ける。そのため、社会的総費用は約7,000円ほど安いという結果になった。

以上の計算結果は各定数値を仮定した結果であり、具体的な場所を想定して実証的な値の下で計算することが望まれる。

6. おわりに

本研究では、デマンドバスは柔軟な運行ができるという正の効果の一方で、他の利用者に対して所要時間の増加などの外部不経済をもたらすことに着目して、社会的総費用を最小にする最適な運行形態についての分析を行った。また、2種類の予約方法を比較することで、情報提供による不確実性の削減効果を考察した。

数値計算の結果、バス運行コストの点からは直前予約方式のほうが有利であるにもかかわらず、利用者に生じる不確実性が大きいために、社会的総費用を見ると事前予約方式に劣るケースがあることが確認できた。このことから、デマンドバス運行では、呼び出しのもらす所要時間の不確実性を無視できないことが分かった。

事前予約のデマンドバスは不確実性の削減は行われるものの、情報提供の方法などさまざまな課題がある。今後、バスロケーションシステムの更なる開発、普及によってデマンドバスが効率的な運行を行えるようになり、利用しやすいものになっていくことを期待する。

現在の均衡解は解析的に求めることが出来ない。今後、団地数を減少させるなどにより、解析的に解を求める必要があると考える。

参考文献

- 1) 鈴木 文彦: 路線バスの現在・未来, グランプリ出版, 2001.
- 2) 秋山 哲男・中村 文彦 編: バスはやみがえる, 日本評論社, 2000.

- 3) 中村市：中村まちバス実験結果報告書，2000.
- 4) 野村総合研究所：公共交通機関のサービス向上に基づく都市内交通体系の研究－バス交通体系の改善を中心として－，総合研究開発機構助成研究，IV，VI，VII章，1976.
- 5) 例えば，金本 良嗣：都市経済学，東洋経済新報社，1997.
- 6) 鈴木 勉：通勤バス停留所の最適配置，都市計画論文集，No.22，pp.247-252，1987.
- 7) 中村 文彦：都市部のバス交通に関する研究課題，土木計画学研究・講演集，Vol.25，講演番号 2，2002.
- 8) 中川 大・天野 光三・戸田 常一：公共交通網計画へのAIDA手法の適用，土木計画学研究・講演集，No.9，pp.233-240，1986.
- 9) 高山 純一・宮崎 耕輔・塩土 圭介：快速バスの導入計画評価に関する研究，土木計画学研究・講演集，No.20，pp.703-706，1997.
- 10) 金 載炅・秋山 哲男：フレックス型の中村まちバスの利用特性とサービスの質に関する基礎的研究，土木計画学研究・講演集，Vol.26，講演番号 242，2002.
- 11) 土肥 徹・室町 泰徳・原田 昇・太田 勝敏：需要応答型公共交通システムの適用可能性に関する研究，土木計画学研究・講演集，No.23(1)，pp.511-514，2000.
- 12) 平田 敏之・野田 五十樹・太田 正幸・篠田 孝祐：シミュレーションによるデマンドバスにおける有用性の考察，人工知能学会全国大会，講演番号 3B4-04，2003.

都市近郊デマンドバス運用に関する理論的考察*

磯崎 晶光**・吉村 充功***・奥村 誠****

近年，デマンドバスが運行柔軟性の利点から注目されている．そこで，都市近郊のデマンドバスの特性を明らかにするため，同一地域にデマンドバスと幹線バスを組み合わせ導入した場合のバス運行コストと全利用者の不効用からなる社会的総費用を最小化する幹線バス，デマンドバスの最適な運行間隔を理論的に導出する．本研究ではデマンドバスの不確実性に着目し，デマンドバスの予約方式としてバス停で予約，利用時に予約の2つのタイプについて社会的総費用の比較を行った．数値計算より，バス運行コストの点からは直前予約方式のほうが有利であるが，所要時間の不確実性が大きく社会的総費用では事前予約方式に劣るケースがあることを示した．

Theoretical Analysis of Demand Responsive Bus in the Suburbs*

By Akimitsu ISOZAKI**, Mitsunori YOSHIMURA*** and Makoto OKUMURA****

Recently, demand responsive bus attracts attention because of the merit of flexibility on operation. In order to clarify usefulness of demand responsive bus in suburbs, this study calculates the optimal operation minimizing the social cost, which consists of operation cost and user disutility. In this study, two rules of reservation for demand responsive bus are compared. One is on-spot reservation at bus stop just before using the bus, the other is previous reservation system. In numerical example, even though operation cost for the former rule became less, it gain larger social cost, became of large user cost due to large uncertainty of bus operation.