

鉄道端末バスサービスの改善計画のための交通需要予測モデルの開発と適用*

Development of Disaggregate Modal Demand Models
for Planning of Rail-feeder Bus Services

河上省吾**, 広島康裕***, 溝上章志****

By Shogo KAWAKAMI, Yasuhiro HIROBATA, and Shoshi MIZOKAMI

In this study, firstly we carried out empirical analyses on disaggregate models for mode-switching behavior by using traveler's intention data. Secondly, we developed a planning system of rail-feeder bus network, which incorporates the disaggregate models for mode-switching. As a result, the properties of disaggregate models for mode-switching were examined and applicability of the network planning system were tested.

1. はじめに

従来、交通サービスの変化時の交通需要を予測するための交通需要モデルの開発、特に非集計交通行動モデルの開発においては、①転換抵抗は無視できる、②交通サービスに対する評価の仕方はそれまでの行動結果によらず同一である、という仮説に基づき、1時点の行動に関するクロスセクションデータを用いてモデルを構築することが一般的であった。しかし、短期の予測を考えた場合、予測の対象は同一主体であるため、上記の仮説が妥当でないことも十分に考え得る。特に、マイカーとマストラというサービスの内容が質的に異なる交通手段間での転換

を考えた場合は、その可能性が高いと考えられる。しかるに、これらについての検討はこれまで十分にはなされてこなかった。そこで、筆者らは、これまで上記の逆の仮説、すなわち、①転換抵抗は無視できない、②交通サービスに対する評価構造はそれまでの行動結果によって異なる、という2つの仮説に基づき、交通サービス変化時の交通手段選択行動を予測するための非集計モデルの開発とその実証的検討に関する研究を2つのアプローチによって進めてきた。その1つは、利用交通手段の違いによる交通サービスに対する評価構造の相違を交通手段選択モデルにおいて考慮するために、交通サービスに対する利用者の主観的評価の情報を利用するものである。¹⁾他の1つは、手段選択型のモデルではなく、手段転換型のモデルを構築しようとするもので、そのためのデータとして利用者の交通手段転換意識を用いるものである。²⁾この結果、いずれのアプローチによっても新たな仮説に基づくモデル化の妥当性がある程

* キーワーズ：非集計モデル、交通手段転換、バス輸送計画

** 正会員 工博 名古屋大学教授 工学部土木工学科
(〒464 名古屋市千種区不老町)

*** 正会員 工修 名古屋大学助手 工学部土木工学科
(同上)

**** 正会員 工修 名古屋工業大学助手 工学部土木工学科
(〒466 名古屋市昭和区御器所町)

度確認されている。ただし、これら両者のアプローチにはそれぞれ利点・欠点があり、最終的には、両者による結果を統合する必要があると考えられる。そのためには、まず個々のアプローチについて、理論面と実証面での検討を蓄積することが不可欠である。

本論文では、意識データを用いる非集計転換モデルに関して、これまでの実証的検討が車からマストラへの転換のみを扱っていたのに対し、手段の転換現象をより一般的に明らかにすることを旨としてその検討対象を拡げ、マストラから車への転換とマストラ相互の転換をも対象として検討した結果について報告するものである。ところで、このようなモデル開発は、当然のことながら実際の交通計画の策定への適用ということを目的としているわけであるから、モデル自体の検討と同時にその適用方法についても検討する必要がある。そこで、本研究では、さらに、非集計手段転換モデルを組み込んだ鉄道端末バス輸送計画策定システムを開発し、それを都市郊外部におけるマイカーからマストラへの転換施策としての鉄道端末バス輸送計画の策定に適用した。本論文ではその結果についても報告する。

なお、行動に関する意識調査データを用いて交通需要予測モデルを開発する試みはこれまでいくつかなされているが、^{3), 4)} 転換意識についての調査データを用い、かつ転換抵抗や評価構造差を明示的にモデル化しようと試みたものは少ないと言えよう。⁵⁾ また、非集計交通需要予測モデルを組み込んだバス輸送計画策定システムについての検討例も少ないと言える。⁶⁾

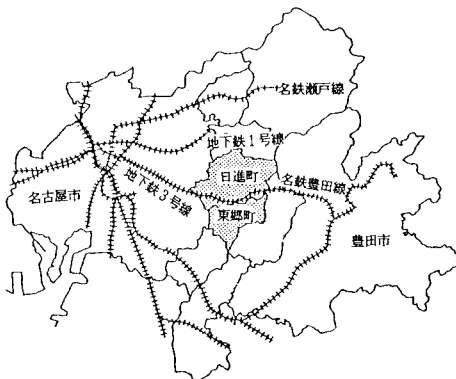


図1. 調査対象地域

2. 調査の概要

アンケート調査は、昭和58年11月に、図1に示す名古屋市の東部に隣接する日進・東郷の両町域のうち鉄道駅から半径500m以内を除く地域を対象地域として実施した。本調査は、対象地域内から名古屋市内への通勤通学者とし、調査員による調査票の訪問配布・訪問回収の方法によって実施し、配布世帯数1,011世帯に対し、回収率は86.9%であった。本調査では、通勤通学者の交通実態を把握するとともに、鉄道端末バスの再編による交通手段・経路の選択行動の変化予測のためのモデル構築において必要となるデータを収集するという点に重点が置かれている。調査票の主な構成は、①各種属性、②通勤通学状況、③利用手段・代替手段に関する実態とその評価など、④代替手段への転換意志の有無、サービス項目ごとに、そのみが変化するとした場合のサービスの最低条件（転換条件）である。なお、本調査では現在の利用手段別に表1に示すような代替手段を指定している。以下、本論文では、表1の略記号を用いて交通手段を表わす場合がある。

現況の手段別分担率は車直行が46.9%、B&Rが26.0%、B以外&Rが22.4%となっている。代替手段のサービス改善（あるいは利用手段のサービス変化）による代替手段への転換意志率（これはチョイスの割合を示す）は、付1に示す通りで、利用手段と代替手段の組み合わせが同一である手段組の転換意志率は互いにほぼ等しいが、組み合わせが異なる手段組の間での転換意志率は異なっていることがわかる。また、転換意志を有するサンプルについての、サービス項目別転換意志率は付2に示す通りで、全ての手段において総所要時間の改善（悪化）に対する転換意志率が最も高いことがわかる。

表1. 利用手段別に指定した代替手段

現況	代替			
	車直行	バス以外 &ライド	バス直行	バス &ライド
車直行 (C)		○	—	○
バス以外 &ライド (B以外&R)	○		—	○
バス直行 (B)	○	—		—
バス &ライド (B&R)	○	○	—	

注) ○印設問あり、—印設問なし

3. 非集計手段転換モデルについての実証的検討

(1) モデルの概要

非集計手段転換モデルの定式化と意識データに基づくモデル推定のためのデータの作成方法については既に発表しているので、²⁾ここではその概要のみを述べておく。

a) モデルの考え方

ここで開発したモデルは、個人の行動規範としては、通常非集計行動モデルと同じくランダム効用理論に基づく効用最大化仮説を採用している。上記①の仮説を考慮するために、モデル推定は現在の利用交通手段別に行われる。②の仮説を考慮するために、モデルの定式化において転換抵抗項が導入される。このとき、転換抵抗項、効用の確率項の性質のそれぞれについて異なった仮定をおくことにより、異なったモデルが導かれる。²⁾そのうち、今回の検討においては、手段転換確率が次式で表わされるモデルを用いる。

$$p = 1 / [1 + \exp \{ \beta_0 + \sum_k \beta_k (x_{1k}^N - x_{2k}^N) - \sum_k \alpha_k (x_{1k}^G - x_{2k}^G) \}]$$

ここで、 $\beta: k$ 番目変数のパラメータ、 X_{1k}^N (X_{1k}^G) : サービス変化後 (前) の現利用手段の k 番目変数のサービス値、 X_{2k}^N (X_{2k}^G) : サービス変化後 (前) の代替手段の k 番目変数のサービス値である。このモデルは、効用の確率項はサービス変化前後の水準とは全く独立にランダムに分布するが、転換抵

抗項はサービス変化前のサービス水準の関数であるという仮定に基づいたもので、交通サービスに変化がない時でも正の転換確率を与えるという理論上の問題は残るが、これまでの実証的検討の結果では適合性がある程度高いことがわかっている。²⁾

b) モデル推定のためのデータ作成方法

意識データを用いる非集計手段転換モデル推定のためのデータは、各個人の現在の利用交通手段および代替交通手段のサービス水準と代替手段への転換のためのサービス改善の限度値の回答値を用いて作成される。その手順は以下の通りである。まず、各個人について、現在の利用交通手段と代替手段のサービス条件から、ある1つのサービス項目のみが改善された条件を設定する。次に、その条件とそのサービス項目についての転換条件の回答値とを比較し、改善された条件の方が良ければその個人はその条件下で手段を転換するものとする。このような操作を全ての個人、全てのサービス項目について繰り返すことによってモデル推定のためのデータを得る。

(2) 交通手段転換モデルの推定結果とその検討

ここで推定した交通手段転換モデルは、①自動車直行からB&Rへの転換、②B以外&RからB&Rへの転換③B&Rから自動車直行への転換、④B&RからB以外Rへの転換という4つのモデルである。ここでは、あとで検討するところの鉄道端末バスサービス改善計画の評価へのモデルの適用ということ

表2. 各種の転換モデルおよび選択モデルの推定結果

変数	車直行とB&R &Rの選択モデル	B&RとB以外 &Rの選択モデル	車直行からB&R への転換モデル	B以外&Rから車 直行への転換モデル	B&Rから車直行 への転換モデル	B&RからB以外 &Rへの転換モデル
定数項	-0.738E+01 (-2.74)	-0.272E+01 (-1.41)	0.335E+01 (2.60)	0.114E+01 (0.97)	0.328E+01 (3.66)	0.127E+01 (0.82)
性別 (男性=1)	0.196E+01 (1.51)					
年齢 19以下	-0.133E+01 (-0.96)					
20~29	-0.962E+00 (-0.81)					
30~39	0.601E+00 (-0.90)					
40~	-0.310E-01 (-0.06)					
免許の有無 (有=1)	0.141E+01 (0.96)					
車の有無 (有=1)	0.273E+01 (3.30)	0.232E+00 (0.30)				
年収 ~ 100万円	0.168E+01 (1.03)		0.533E+00 (0.51)		-0.513E+00 (-0.78)	
100万~ 300万円	0.124E+01 (0.78)	0.105E+01 (0.80)	0.161E+01 (1.10)		-0.863E+00 (-1.17)	
300万~ 600万円	0.800E+00 (0.76)	-0.135E+01 (-1.12)	-0.390E+00 (-0.50)		0.179E+00 (0.30)	
600万~1000万円	0.193E+01 (1.63)	-0.445E+00 (-0.53)	-0.112E+01 (-1.53)			
現利用手段 (B&R=1)				0.556E+00 (0.92)		
所要時間差 (後)	-0.628E-04 (-4.88)	-0.575E-01 (-2.35)	-0.689E-01 (-4.10)	-0.425E-01 (-2.13)	-0.671E-01 (-4.92)	-0.257E-01 (-1.16)
(前)			0.807E-02 (0.43)	0.149E-01 (0.67)	0.159E+00 (7.60)	-0.237E-01 (-0.66)
待ち時間 (後)	0.292E-01 (0.70)	-0.982E-01 (-1.63)	-0.225E+00 (-3.05)			-0.634E-01 (-0.34)
(前)			0.260E+00 (3.53)			0.147E+00 (0.55)
徒歩時間 (後)	0.359E-01 (1.03)	-0.469E-01 (-0.95)	-0.290E-01 (-0.18)	-0.150E+00 (-2.16)	-0.139E+00 (-2.74)	-0.108E+00 (-1.36)
(前)			0.104E+00 (0.65)	0.190E+00 (1.97)	0.203E-02 (0.03)	0.817E-01 (0.85)
出発時間 (後)	-0.549E-01 (-1.31)	-0.719E-01 (-1.21)	-0.238E+00 (-4.15)	-0.121E+00 (-1.80)	-0.122E+00 (-2.54)	-0.637E-01 (-0.84)
運行間隔 (前)			0.173E+00 (3.41)	0.133E-01 (0.18)	0.912E-01 (1.50)	0.972E-01 (0.84)
バス着席可能性		0.780E+00 (-1.75)				
バス車内混雑度		-0.144E+00 (-0.37)				
サンプル数	178 (B&R 0.365)	76 (B&R 0.382)	236 (転換者 28)	99 (転換者 17)	403 (転換者 92)	82 (転換者 12)
的中率	82.0%	80.3%	89.0%	82.8%	88.4%	85.4%
ρ 値	0.39	0.37	0.64	0.42	0.75	0.46

を考慮したため、B & Rに関するモデルが中心となっている。本調査では、仮想的に交通状況変化後のレベルを設定できるサービス項目を17項目採りあげており、①予測時に制御可能なサービス変数であること、②符号条件の合理性、③パラメータの統計的有意性、④的中率や ρ^2 値、等を考慮しながら、説明変数を逐次入れかえる方法を用いて各転換モデルの構築を行った。表2に各転換モデルの推定結果との中状況を示す。なお、この表には後でのモデルの比較検討のために、実際の行動データを用いた手段選択型のロジットモデルの推定結果も示している。サービス変数に対するパラメータの符号条件は、B & RからB以外&Rへの転換モデルにおけるサービス変化前の所要時間差だけが常識とは逆の結果となっているだけで、他は合理的である。統計的に有意とは言えない変数がいくつかあるものの、的中率はすべてのモデルで80%以上で、 ρ^2 値も0.4以上であり、適合性がかなり高いモデルになっていると言える。

ところで、本研究でのモデルの仮説が妥当であるなら、上記のモデルの推定結果の間には以下に示すような傾向が見られるはずである。

(i) 逆向きの転換行動、たとえば自動車直行からB & Rへの転換とB & Rから自動車直行への転換には統計的に有意で、かつ、同符号の0でない定数項があらわれ、それらは有意に差がある。

(ii) 逆向きの転換行動を表わす2つのモデル間では、同一の交通サービス変数のパラメータに有意な差がある説明変数いくつか存在する。

(iii) 現在用いている交通手段が同じで転換対象手段が異なるモデル間では、同一の交通サービス変数のパラメータは類似している。

(iv) クロスセクションデータによるバイナリー型の選択モデルの交通サービス変数に関するパラメータの値は、逆向きの転換行動を表わす2つの転換モデルのパラメータの中間にあると考えられる。

(i)は転換抵抗に関係し、(ii)～(iv)は利用手段によるサービスに対する評価構造の差に関係する。

以上の特性を検討するためには、各転換モデルが同一変数組から構成され、かつ、すべての変数が統計的に有意であるようなモデルを構築する必要がある。

しかし、前述の①～④の条件やサンプル数の確保ということを考慮した結果、先の表2に示すような推定モデルがそれぞれで最良となったため、ここでの目的にとって不十分ではあるが、以下ではこれらの推定モデルを用いて検討するものとする。

(i)について・・・車直行からB & Rへの転換モデルとその逆のモデルの定数項のパラメータは、ともに同符号で、かつ、その値は統計的に有意であることから、現利用手段により異なる転換抵抗が存在することが分かる。一方、B以外&RからB & Rへの転換モデルとその逆方向のモデルの定数項のパラメータの差は、統計的に有意ではない。これは、B以外&RとB & Rのようにフィーダー交通手段だけが異なり、主要交通手段が同一であるような類似した手段相互の転換行動においては転換抵抗が小さいことを示している。

(ii)について・・・車直行とB & R相互の転換モデルにおけるサービス変化後の所要時間差のパラメータの差が有意となっており予想に一致した。

(iii)について・・・現B & R利用者が、車直行へ転換するか、あるいはB & Rへ転換するかという両モデルにおいて、パラメータに差があるのは所要時間だけであり、他の変数は間には差がなく、予想にはほぼ一致した。

(iv)について・・・選択モデルでは、サービス変化前の変数を用いることができないため変数組が転換モデルとは大きく異なり、厳密な比較検討は困難であるが、一応検討した結果、いずれも転換モデルのパラメータの方が選択モデルのそれより大きくなり、予想には一致しなかった。この原因として、今回のような意識データに基づく転換モデルのパラメータは敏感になりすぎる傾向にあり、実際の行動データとの対応づけのためにはスケール・ファクター等による修正が必要であるということが挙げられる。²⁾ 以上の結果により、交通手段の転換に関する本研究での仮説はほぼ妥当であると考えられる。

4. 鉄道端末バス輸送計画策定システムの開発とその適用結果

ここでは、以上で検討した非集計交通手段転換モデルによる交通需要予測プロセスを組み込んだ鉄道端末バス輸送計画策定システムの概要およびその適

用結果について述べる。

(1) バス輸送計画策定システムの概要

一般に、バス輸送計画を策定する場合、何らかの評価基準を設定し、それに基づく目的関数を最適化するような計画案を作り出す方法と、複数の代替案の中から相対評価によって最良の代替案を選択する方法が考えられる。また、バスの系統網と各系統の運行頻度を同時に決定する方法とそれらを段階的に決める方法が考えられる。このうち、本研究では代替案選択方法で、系統網と各系統の運行頻度を段階的に決定する方法を用いた。すなわち、図2に示すフローに従って、まず、複数個設定したバス系統網代替案のそれぞれに対して交通需要予測と評価指標の算出を行い、それらの相対評価に基づいて比較的希望ましいと考えられる系統網代替案を選択する。次に、選ばれた系統網代替案に対し、弾力性分析を用いて各系統の運行本数を修正し、最適な運行頻度計画案を決定する。ただし、このような段階型決定方式においては、系統網の選択段階で各系統の運行本数を与えておかねばならないが、その与え方によって選ばれる系統網代替案が異なることが十分に考えられるという問題がある。

(2) バス系統網代替案に対するバス利用者数の予測方法

代替案の評価のためにはバス利用者数の予測が不可欠であるが、ここでは、バスサービスの変化による交通行動の変化は交通手段の選択とB&Rの経路の選択のみに現われ、ODの変化はないものとして、B&Rの利用者数を予測するものとした。また、本システムでは非集計手段転換モデルによって代替案ごとの需要変動を考慮するためその集計化が必要である。ここでは調査から得られたサンプルを用いたサンプリング法による集計予測法を採用するものとした。すなわち、対象地域をメッシュに分割し、メッシュごとの拡大率を求めておき、モデルから得られる各サンプルの選択確率はそれが属するメッシュについての拡大率の人数分の母集団の選択確率を与え、その値に拡大率を乗じて利用者数を算出するものとした。今回のバス輸送計画の策定のような短期の需要変化を考慮する計画の評価においては、このような実サンプルを用いる集計化法が適していると考えられる。なお、本研究では対象地域を

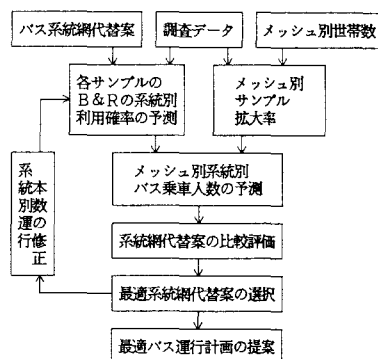


図2. バス輸送計画策定の手順

500m×750mのメッシュ94個に分割し、以下の分析を行っている。

B&R利用者数の予測手順を図3に示す。

まず、以下の①～③によって各代替案に対するサービス条件を算定する。

- ①各駅-目的地間の鉄道利用の各種サービス条件の平均値を調査結果から求めておく。これは全てのバス系統網代替案に対して一定であるとする。
- ②バス系統網代替案ごとに、各居住地メッシュ-駅間のバスの各種サービス条件を算定する。
- ③①～②の結果から、メッシュ-目的地別にB&Rの各経路のサービス条件を求める。

次に、サンプルごとに、居住地メッシュと目的地のデータから利用可能なB&R経路の条件を求め、B&R以外の交通手段の条件は各サンプルの回答値を用いて④～⑧の手順で各代替案に対する利用者数を算定する。

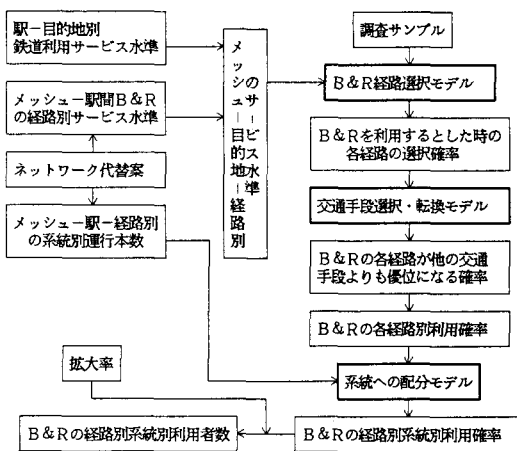


図3. B&R利用者の予測手順

- ④B & Rの経路選択モデルを用いて、B & Rを利用するとした場合の各経路の選択確率を求める。
- ⑤B & Rの各経路それぞれについて、B & Rがそのサンプルに利用可能な全ての交通手段の中から選択される確率を転換モデルを用いて求める。このとき、サンプルの現在の利用交通手段によって異なる転換モデルを適用する。
- ⑥④と⑤との確率を乗じて、B & Rの経路別利用確率を求める。
- ⑦B & Rの経路別系統別利用確率を求める。この時、同一の経路（すなわち、同一のメッシュー駅間）に複数の系統が運行されている場合は、最短時間の系統を利用するものとし、さらに、最短時間の系統が複数個ある場合は、各系統の利用比率は運行頻度に比例するものとする。
- ⑧B & Rの経路別系統別利用確率に拡大率を乗じ、各サンプルが代表している通勤通学者母集団のB & R経路別系統別利用者数を求める。ここでは、拡大率は2段階で設定する。1つは、メッシュ別の抽出率および対象者比率の違いを考慮した上で対象地域の対象者数を推定するために用いるもので、他の1つは、メッシュ別利用手段別にモデル適用における有効サンプル比率が異なることを考慮しつつ、メッシュ別手段別の利用者数を推定するために用いるものである。これら2つの拡大率を乗じたものが各サンプルの拡大率となる。

以上の方法でB & R利用者数を予測するためには、3で既に説明した4つの転換モデル、B & Rと車直行とのバイナリー型の選択手段モデルの他に、B以外&Rと車直行とのバイナリー型の手段選択モデルとB & Rの経路選択モデルを作成する必要がある。これらのモデルの推定結果は以下に述べる通りである。

a) 車直行とB以外&Rとの選択モデル

モデルの推定結果は表3の通りである。各パラメータの符号は合理的であるが、統計的に有意なものは所要時間差だけである。また、的中率は全体で81.7%であることから、適合性はかなり高いモデルと言えよう。

b) B & Rの経路（利用駅）選択モデル

名鉄豊田線の米野駅、日進駅、赤池駅、平針駅、地下鉄1号線の星ヶ丘駅、藤ヶ丘駅を経由する6経

路を選択肢として取り上げ、B & R経路選択モデルを作成した。

モデルのパラメータ推定においては、現在のB & R利用者のサンプルだけでなく、現利用手段の代替手段としてB & Rを利用するサンプルも用いるものとしたが、本調査では、個人に対して1つのB & R経路とそのサービス状況しか質問していないため、その個人が他の利用可能なB & R経路を利用する場合のサービス条件は不明であり、モデルを作成することができない。そこで、本研究では、B & Rをする場合の各居住地メッシュー各目的地ゾーン間の各交通サービス変数の平均値を調査の回答値から求めておき、この情報を、各個人の居住地メッシュと目的地ゾーンの組み合わせに対して、各B & R経路の交通サービス変数値として与えた。

説明要因としては、各経路を利用する場合の総所要時間、総乗りかえ時間、駅までのバス運行間隔、乗りかえ回数、総徒歩時間の5要因を考え、それらの組み合わせについていくつかのモデルを推定した。そのうち、比較的妥当な結果が得られた変数組についての推定結果を表4に示す。すべてのパラメータの符号は合理的であり、バス運行間隔のt値がやや小さいものの他の要因は統計的に有意となっている。的中率は61.6%であるが、選択肢が6ヶと多いことを考えるならばこのモデルの適合性は良好であると言えよう。

(3) バス輸送計画策定システムの適用結果

a) 本研究の交通需要予測方法の適用性の検討

表3. 車直行とNB&Rとの手段選択ロジットモデル

変 数	BETA	T-VAL
定 数	-0.1734E+01	-1.188
年収	-0.1597E+01	-1.239
100～300万円	-0.9878E+00	-0.689
300～600万円	0.5204E-01	0.049
600～1000万円	0.1059E+01	0.903
自由な車の有無（有=1）	0.1453E+01	1.685
所要時間差	-0.9231E-01	-4.179
徒歩時間	-0.1155E-01	-0.305
待ち時間	-0.5484E-01	-0.732

表4. B & Rの経路選択ロジットモデル

	BETA	T値
総所要時間	-0.3829E-01	-3.26
バス運行間隔	-0.2461E-01	-1.13
待ち時間	-0.1196E+00	-2.17

ここでは、本研究で開発した交通需要予測方法の適用可能性を検討する。そのために、まず、現在のB&R利用者のみを対象として、経路選択モデルと拡大率とから図4に示す現況バスネットワーク条件のもとで経路別利用者の算定を行った。その結果、全系統のB&R利用者は、3,074人となった。

次に、現況バスネットワークの条件下で本交通需要予測方法を用いて系統別の利用者数の予測を行い、経路選択モデルから得られた経路別推定利用者数との比較を行った。本来なら、現況ネットワーク条件下での交通手段転換者は0のはずであるが、ここで用いた手段転換モデルを適用するとそのモデルの構造上の性質やサービス水準の設定誤差等のために手段転換者が幾分生じる。しかし、現B&R利用者から他の手段に転換すると予測される人数と他の手段からB&Rに転換すると予測される人数とがほぼ等しく、互いに相殺されて、B&R利用総人数の予測値は3,090人となり、この値は現在のB&R利用者数にほぼ一致している。また、バス系統別にみても、本方法による予測値と現B&R利用者を経路別配分した結果との間に大きな差は見られない。以上のことから、本システムを用いてバスネットワーク代替案の比較評価を行うことに大きな問題は生じないものと考えられる。

c) バス系統代替案とその比較評価

ここでは、以下に示すような特性をもつバス系統網代替案を6ケース考え、評価指標のうち、①B&R総利用者数、②乗車人キロ、③利用者数/運行本数により代替案の比較評価を行った。各バス系統網代替案は、①居住人口の多い地区を多くの系統が通過する。②運行間隔は20分以下とする。③3号線への接続は赤池駅とする。④現在のバス総走行台Kmの値を大きく越えない範囲で増便を考える、等のことを考慮して以下の6ケースを設定している。各ケースの特徴は以下の通りである。

ケース1：現況を一部修正し、対象地域の南部方面のサービスを強化する。

ケース2：現在の系統のうち、利用者の少ないものを廃止し、要望の強い系統を新設する

ケース3：現況を大幅に変更し、南北方向の系統を強化し、地下鉄1号線の各駅へ系統を集中させる

ケース4：現況を大幅に変更し、東西方向の系統を

強化し、地下鉄3号線赤池駅へ系統を集中させる

ケース5：系統を名鉄豊田線の各駅へ分散させる

ケース6：系統の集中点を名鉄豊田線と地下鉄1号線とに分離させる

ここで、本交通需要予測方法を用いて計算した各評価指標をまとめて、表5に示す。バス利用者数で見ると、総系統数は最も少ないが運行台キロが2番目に大きいケース3が最大で、ケース4が最小である。乗車人キロはケース1が最大で、次いでケース3であり、ケース4が最小である。運行本数当たりの利用者数はケース3が最大でケース4が最小となっている。以上の結果より、系統数は少ないが利用者総数が最大であり、運行台キロ当たりの利用者数も他のケースに比べてそれほど小さくないケース3が最も望ましいバス系統網代替案であると考えられる。

d) バス運行頻度の決定

ケース3で設定されたバス系統網における最適バス運行頻度を策定するために、各系統の利用需要に対する各系統の運行頻度の弾力性分析により、各系統の運行頻度の修正を行った最終結果は、ケース3と比較して総運行頻度、運行台キロとも減少しているのにもかかわらず、4.7%のB&R利用者増を、

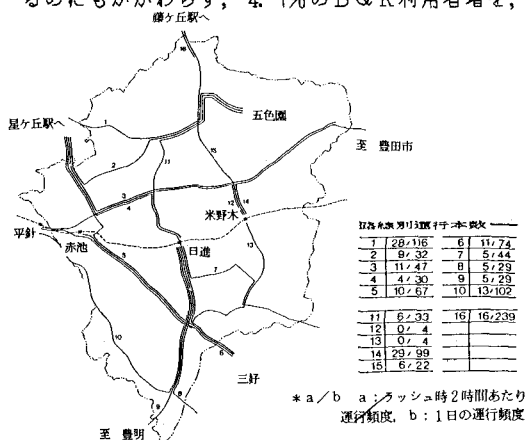


図4. 現況バスネットワーク

表5. 評価指標

項目	ケース	現況	1	2	3	4	5	6
総系統数 (本)		16	14	12	8	14	15	12
片道ラッシュ時運行本数 (本)		79	105	77	63	80	85	69.5
総延長 (km)		129	130	100	81	95	120	89
総運行台キロ (km)		614	656	612	686	583	672	529
バス利用者数 (人)		3,074	3,406	3,154	3,464	3,037	3,271	3,003
乗車人キロ		15,533	17,200	16,016	17,152	11,484	15,437	11,777
利用者/運行本数		38.9	39.1	48.3	41.0	55.0	38.0	38.5

また現在のバス利用者よりも17.3%の利用者増を得ることができる。(表6参照)

表6. 最適バス運行計画

総延長 (km)	ケース3			代替案2		
	運行頻度 (台/時)	運行台 (km)	需要量 (人)	運行頻度 (台/時)	運行台 (km)	需要量(人)
81.0	63.0	589.2	3,464	60.0 (-2.0)	587.6 (-1.5)	3,626 (+162) 増加率 4.7%

5 おわりに

本研究では、①意識データを用いる非集計手段転換モデルについての実証的検討を行い、②非集計手段転換モデルを交通需要予測モデルとして組み込んだ鉄道端末バス輸送計画策定システムを開発し、実際の地域を対象としてその適用を試みた。

①に関しては、まず意識データを用いて、現在の利用手段別に各代替案への転換モデルを推定し、その適合度を検討した。次に、それら各転換モデル相互間の比較および各転換モデルとそれぞれに対応するバイナリー型の手段選択モデルの推定結果との比較を行った。これらを通じて、手段転換に関する仮定の妥当性とそれに基づく転換モデルを意識データを用いて推定する方法の有用性を実証的に検討した。この結果、それらの妥当性・有用性はある程度示されたとも考えられるが、今回用いたデータの不十分さ等のために未だ不明な点も多い。また転換モデルの理論的側面、モデル推定用のデータ作成方法、アンケートでの意識質問の方法、さらには転換モデルと選択モデルの比較などに関して、今後検討すべき課題が残されている。

②に関して、本研究で開発した鉄道端末バス輸送計画策定システムは、非集計モデルを用いているのでメッシュ別、系統別にバス利用者数を予測でき、バス輸送計画代替案の評価においてはより詳細な検討が可能になるという利点を持つ。しかし、本策定システムでの交通需要予測は各手段別ペア間の転換モデルを基本としているため、モデルの数が、通常の手段選択型モデルに比べて多くなり、予測プロセスが複雑になるという欠点を持つ。したがって、必ずしも転換型モデルを必要としない手段間については、選択型モデルを用いることも考える必要がある

と言える。

<<参考文献>>

- 1) 河上・広島・奥山：交通施設整備に伴う交通手段選択の変化過程に関する研究，第5回土木計画学研究発表会講演集，pp. 413-419，1983
- 2) 河上・広島・溝上：意識データに基づく非集計交通手段転換モデルの構築の試み，土木計画学研究・論文集，vol. 1，pp. 11-18，1984
- 3) 谷・宮武：通勤経路選択特性の計量化手法，土木学会論文報告集，No. 267，pp. 83-87，1977
- 4) 田村・佐藤・五十嵐：意識調査データによるモーダルスプリットモデルの構築に関する研究，地域学会研究，vol. 12，pp. 139-159，1981
- 5) 定井・藤川：パークアンド・バスアンドライドへの転換促進策に関する研究，交通工学，vol. 15，No. 4，pp. 4-10，1980
- 6) 原田：非集計ロジックモデルによる駅周辺施設計画の評価，第17回日本都市計画学会学術研究発表会論文集，pp. 361-366，1982

付1 転換意志率

C → MT MT 改善	P&R → P&R BUS改善	B&R → P&R BUS悪化	MT → C MT 悪化
33.90	52.28	50.00	39.34

付2 項目別 転換意志率

項目	手段組 C → MT MT 改善	P&R → P&R BUS改善	B&R → P&R BUS悪化	MT → C MT 悪化
総所要時間	69.23		80.20	68.13
総所要時間変動	37.10	36.56	78.00	51.27
バス乗車時間	30.58	44.68	74.75	45.27
電車乗車時間	36.07			44.44
乗換回数	39.67			58.23
乗換時間	23.73	23.16	58.95	46.79
発着の正確さ	34.71	36.46	73.53	54.49
徒歩時間	35.83	38.30	57.73	47.37
冷房の整備	29.31	23.91		35.81
電車内混雑	39.50			41.83
バス内混雑	38.26	31.52	51.49	45.89
出発時間運行間隔	52.50	46.81	63.37	43.71
帰宅時間運行間隔	51.67	54.74	65.35	43.05
所要費用	37.82			43.42
バス料金	25.64	35.48	67.65	37.67
始発時刻	21.74	15.22	53.47	33.33
終発時刻	31.03	32.26	55.45	38.56