

# 均衡配分用 BPR 式パラメータの推計

吉田禎雄<sup>1</sup>・原田昇<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 株式会社インテルテック研究所 (〒169-0075 東京都新宿区高田馬場 2-14-6)

<sup>2</sup>正会員 工博 東京大学教授 大学院新領域創成科学研究科環境学専攻 (〒113-8654 東京都文京区本郷 7-3-1)

我が国では、均衡配分に利用する汎用的な BPR 型リンクコスト関数の推計に関する検討事例が少ない。これは、汎用的な BPR 関数を推計する場合に利用できるデータとしての道路交通センサデータの観測誤差が多く、扱いにくいデータとなっていることに起因している。本研究では、道路交通センサデータによる停止時間と旅行速度の現状を検討し、観測誤差を少なくする方法を提案すると共に、信号交差点の影響を別途考慮した BPR 型リンクコスト関数のパラメータ推計を試みた。さらに、この関数を用いて OD 修正法による時間帯均衡配分を実施し、提案する BPR 関数の汎用性が高いことを確認した。

**Key Words :** equilibrium assignment, BPR function, network flow

## 1. はじめに

我が国の交通配分計算でも、より合理的な経路選択行動を反映した均衡配分<sup>1)</sup>が実務で利用され始めた。均衡配分用のリンクコスト関数は、交通量に対して単調増加関数となる必要があり、米国道路局が提案した BPR 型の関数が多く用いられている。我が国で BPR 式のパラメータを推計したものとして、実測データを用いた溝上・松井ら<sup>2)</sup>や西谷・朝倉ら<sup>3)</sup>の研究などがあるが、特定の道路や地域を対象として推計されたものであり、他の地域に適用するには検討を要する。また、近年では、道路交通センサデータによりパラメータを推計した報告が多くなっており、その代表的なものとして松井・山田<sup>4)</sup>の研究がある。松井・山田は道路交通センサデータを用いて自由走行時の旅行時間を沿道 DID 率、規制速度及び信号交差点密度を説明変数とする線形回帰式により設定する形で BPR 関数のパラメータを推計している。この方法は、細かな道路環境を考慮できるが、実際の配分計算に適用した場合の再現性の検討が行われていない。道路交通センサデータを用いたパラメータ推計例の中には八木・溝上<sup>5)</sup>のように停止時間を考慮し渋滞を判定した上でパラメータの推計を行っているものもあるが、データの抽出方法や道路区分に検討の余地が残されている。

本研究では、均衡配分で用いる実用的なリンクコスト関数の推計を目的として、まず道路交通センサデータを用いて道路区分を設定し、区間旅行速度と交通量の実態を分析することでリンクコスト関数に導入する要因を決める。つづいて、道路交通センサデータの観測誤差

を低減して BPR 型リンクコスト関数の推計精度を向上させるための方法について検討を加える。その後、リンクコスト関数の形状と利用サンプルの抽出方法を変えた 3 ケースのパラメータ推計を実施する。最後に、推計された BPR 型リンクコスト関数を適用した実道路網における配分計算によって現況再現性の検討を実施し、汎用性が高いことを確認する。

## 2. 道路区間のリンクコスト関数の考え方

交通量配分計算の 1 本のリンクは、実際には複数の単路部と交差点から構成されており、設定するリンクコスト関数は、道路区間の交通特性を表現したものでなければならない。したがって、リンク全体を単路部とみなせる個所でないかぎり、道路区間全体の情報を元にリンクコスト関数を推計すべきである。道路交通センサの調査区間は、通常、主要交差点間となっており、複数の短路部と交差点を含んでいる。また、配分ネットワークでも一般には 1 リンク内に実際の道路における複数の短路部と交差点を含んでいるので、道路交通センサデータは、配分計算に用いるリンクコスト関数の推計に適したデータといえる。

いま、複数の単路部と交差点からなる 1 つの道路区間を見ると、区間内の旅行時間  $T$  は、単路部の走行時間  $t$  に信号交差点での停止時間  $w_i$ 、その他の要因による遅れ時間  $w_e$  の線形結合によって表現できる。

$$T = t + w_i + w_e \quad (1)$$

その他の要因としては、渋滞時などの先詰まりによる

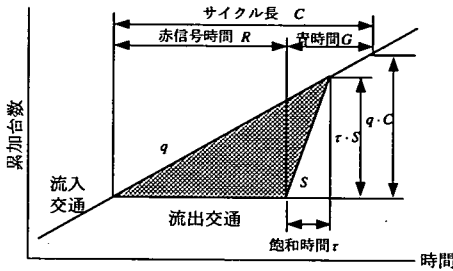


図-1 一様到着時の停止時間

停止や、道路工事、路上駐車車両などによる停止などである。これらの停止は、当該リンクの物理的要因や交通量だけでは説明できない特殊なものであり、リンクコスト関数を推計する上では除外する必要がある。

まず単路部の走行時間については、交通量に関して狭義の単調増加関数として米道路路局で開発された BPR 関数<sup>9)</sup>が適用できる。これは、式(2)に示す形をしており、 $\alpha$ 、 $\beta$ の2つのパラメータを持つもので、米道路路局では、 $\alpha = 0.15$ 、 $\beta = 4$ を用いている。

$$t_a(x_a) = t_{a0} \left\{ 1 + \alpha \left( \frac{x_a}{C_a} \right)^\beta \right\} \quad (2)$$

ここで、 $t_a(x_a)$ は旅行時間、 $t_{a0}$ は自由走行時の旅行時間、 $x_a$ は交通量、 $C_a$ は可能交通容量である。

また、信号交差点交通に交通が一様に到着する場合の平均的停止時間 $w_{i0}$ は、図-1の斜線部分として表現されるため式(3)で表される<sup>7)</sup>。

$$w_{i0} = \frac{R^2}{2C(1-\rho)} = \frac{(1-g)^2}{2(1-\rho)} C \quad (3)$$

ここで、 $R$ は赤信号時間、 $C$ はサイクル長、 $g$ は青時間比、 $\rho$ は正規化交通量(=  $q/S$ )、 $S$ は飽和交通流率、 $q$ は流入交通流率である。

ここで、複数の単路部及び信号交差点が存在する道路区間を考え、簡単のために全ての交差点で同様の交通処理が行われ、かつ単路部での旅行速度は全て等しいと仮定すると、その他の要因による遅れ時間を除く区間の旅行時間 $T$ は、単路部の旅行時間に信号交差点での平均的停止時間を加算した式(4)で表現できる。

$$T = \frac{L}{V} + nw_{i0} \quad (4)$$

ここで、 $L$ は区間長、 $V$ は単路部の速度、 $n$ は信号交差点数、 $w_{i0}$ は信号交差点1箇所での平均的停止時間である。このように信号交差点での停止時間を別途考慮したリンクコスト関数は、信号交差点の改良等による影響を評価する上で取扱いが簡単であるという利点がある。また、信号交差点での平均的停止時間は、交通量の影響を受けないため、リンクコスト関数形としては式(4)の第1項に式(2)の BPR 関数を適用し、第2項については交

表-1 道路区別 VCR 及び旅行時間比の概要

| 道路区分     | VCR   |       | 旅行時間比 |       |
|----------|-------|-------|-------|-------|
|          | 平均値   | 標準偏差  | 平均値   | 標準偏差  |
| 既存 幹線多車線 | 0.467 | 0.218 | 2.295 | 1.259 |
| 準幹線多車線   | 0.354 | 0.171 | 2.318 | 1.116 |
| 研究 幹線2車線 | 0.542 | 0.410 | 1.384 | 0.717 |
| 準幹線2車線   | 0.411 | 0.601 | 1.387 | 0.802 |
| 多車線      | 0.448 | 0.215 | 2.299 | 1.236 |
| 市街地2車線   | 0.793 | 0.411 | 1.854 | 1.107 |
| 平地2車線    | 0.454 | 0.451 | 1.260 | 0.551 |
| 山地2車線    | 0.283 | 0.520 | 1.180 | 0.400 |

差点密度に応じた平均的停止時間を適用した形状が好ましい。

### 3. リンクコスト関数の説明要因の検討

#### (1) データの抽出と道路区分

本研究で用いたデータは、平成6年度及び平成9年度全国平日箇所別基本表<sup>8)</sup>であり、観測データの無い地点については削除した。可能交通容量は、「道路の交通容量」<sup>7)</sup>により算定した。可能交通容量の算定では、車線幅員による補正、側方余裕による補正、二輪車混入による補正、沿道状況による補正を道路交通センサスの地点別データを用いて実施した。なお、サンプルの分布状況を往復断面の容量で見た場合と、これを1/2した片側車線の容量で見た場合とを比較したが、大差ないため、分析ではピーク時間交通量の多い方向を重方向と考え、断面の可能交通容量を1/2にした片側の可能交通容量を用いて検討を行った。また、交通量はピーク時重方向の交通量を用い、大型車の乗用車換算係数により PCU に換算した。乗用車換算係数については地域や車線数によって異なるものと考えられるが、配分計算において、これらを区別することが困難であるため、配分計算で使用することを前提としたリンクコスト関数の検討においては一律に2.0とした。

配分計算用リンクコスト関数を推計する場合、道路交通容量と旅行速度の関係の類似性をもとに道路を区分して考える必要がある。既存研究<sup>4) 5)</sup>では、道路の区分を①高速道路、②幹線多車線道路、③幹線2車線道路、④準幹線多車線道路、⑤準幹線2車線道路のような道路規格と車線数によって区分するものが多い。しかし、このように分類した場合のピーク時間の VCR (Vehicle Capacity Ratio) と、旅行時間比(=規制速度/実現旅行速度)について散布状況を見ると、高速道路を除き、表-1に示すとおりであり、幹線と準幹線とで平均値等の相違が少ない散布パターンとなっており、道路区別の特徴が明確に表現されるとはいえない。

そこで、道路規格、車線数、沿道状況の組み合わせに

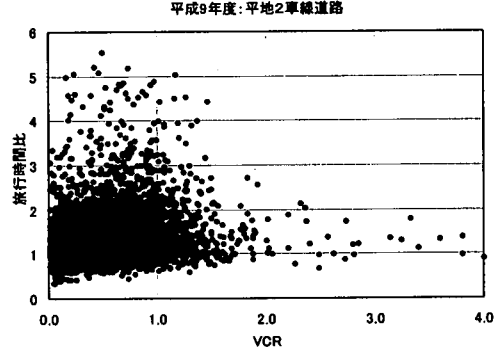
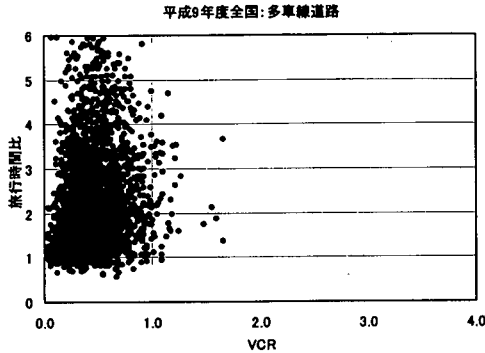
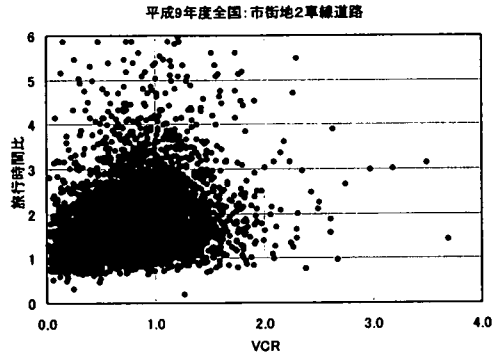
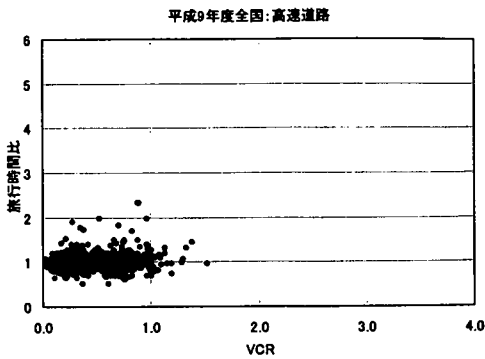


図-2(1) 道路交通センサデータの散布状況

よってデータの散布状況に差が現れる道路区分を検討した結果、図-2 に示す市街地(D I Dを含む)、平地、山地といった沿道状況別・車線数別に区分したものとなった。この区分によれば、表-1 に示すように既存研究の区分に比べてデータの散布状況に差が見られることが分かる。なお、多車線道路については、大部分が市街地にあるため細分しなかった。また、都市高速はサンプル数が少ないため高速道路に含め、さらに信号交差点の無い一般有料道路のような自動車専用道路も高速道路に含めた。以上の結果、道路を①高速道路、②多車線道路、③市街地2車線道路、④平地2車線道路、⑤山地2車線道路の5分類とした。これらによると、高速道路及び多車線道路の交通量は可能交通容量以下であるが、2車線道路では可能交通容量の2倍程度まで流れている。また、多車線道路や市街地2車線道路では速度の分散が大きく、山地では交通量が少ない場合に速度の分散が大きいという特徴が見られる。

## (2) 交差点密度の影響と遅れ時間

リンクコスト関数に信号交差点での遅れ時間を反映させるため、平成6年度及び平成9年度道路交通センサの関東地方旅行速度マスターをもとに信号交差点での停止状況を検討した。ただし、自動車専用道及び異常値は

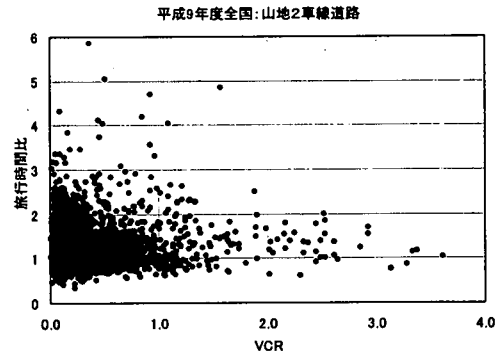


図-2(2) 道路交通センサデータの散布状況

対象から除外した。

同一交差点で信号2回以上の停止を行っているサンプルを「渋滞あり」として、渋滞の有無別に交差点密度ランク別の平均旅行速度を見ると図-3のとおりである。これによると、交差点密度が高くなるに従って旅行速度が低下していることが分かる。また、渋滞ありの場合には旅行速度が低めになっている。さらに、交差点密度が3~4箇所/km程度までは交差点密度の増加に伴う旅行速度の低下率が大きいですが、これ以上の密度になると低下率が小さくなっている。

また、信号交差点密度と単位距離当りの停止回数(単位停止回数)の関係を見ると、図-4に示すとおりであり、交差点密度の増加と共に停止回数がほぼ単調に増加する

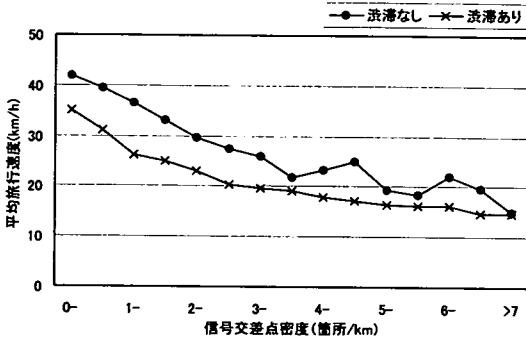


図-3 交差点密度と旅行速度の関係

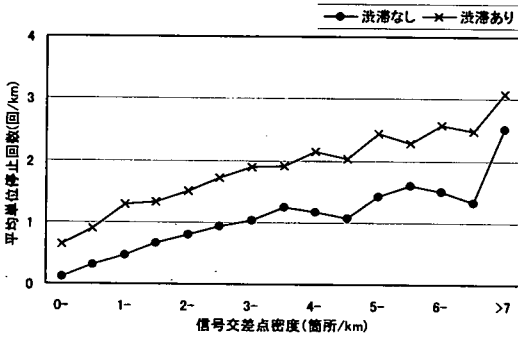


図-4 交差点密度と停止回数の関係

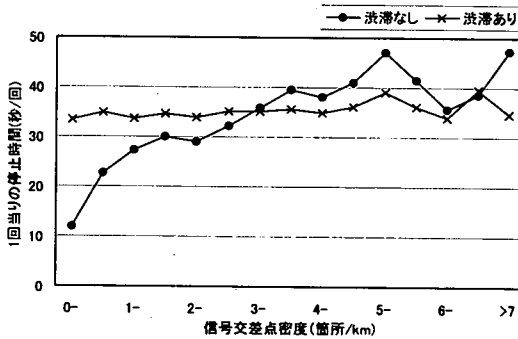


図-5 交差点密度と停止1回当たりの停止時間

傾向が見られる。さらに、信号交差点での停止1回当たりの停止時間を見ると、図-5に示すとおりであり、渋滞のない場合には交差点密度が3~4箇所/kmまでは停止時間は増加するが、これ以上の信号交差点密度では停止時間の増加は少ない。また、渋滞時には1回当たりの停止時間は信号交差点密度に関係なくほぼ一定となっている。

以上のことから、信号交差点での遅れ時間は、交差点密度が3~4箇所/kmまでとそれ以降とでは増加率は異なるものの、交差点密度の増加に伴って増加する傾向があり、リンクコスト関数に交差点密度の影響を加味する必要があると言える。

表-2 道路区別信号交差点の現状と停止時間

| 道路種別   | サンプル数 | 信号交差点密度 (箇所/km) | 青時間比 (%) | 単位停止時間 (秒/km) | 単位停止回数 (回/km) |
|--------|-------|-----------------|----------|---------------|---------------|
| 多車線道路  | 398   | 3.03            | 48.9     | 34.1          | 0.85          |
| 市街地2車線 | 600   | 1.99            | 45.3     | 29.5          | 0.78          |
| 平地2車線  | 1,564 | 0.87            | 42.3     | 11.2          | 0.36          |
| 山地2車線  | 461   | 0.45            | 44.9     | 4.4           | 0.17          |
| 全体     | 3,023 | 1.31            | 44.2     | 16.8          | 0.48          |

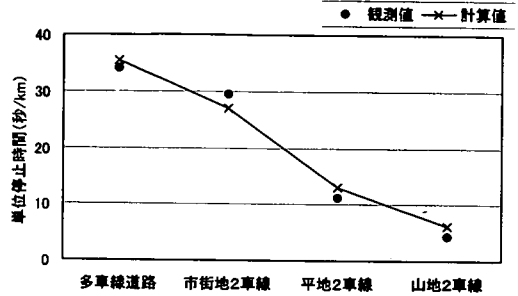


図-6 道路区別単位停止時間

信号交差点での遅れ時間の導入方法は、式(4)で示したように遅れ時間を交通量に影響を受けない形で導入する方法と、既存研究<sup>4), 5)</sup>のようにリンクコスト関数の自由走行速度の算定に導入する方法がある。後者については、後述する実際のパラメータ推計で検討するものとし、ここでは前者の方法について検討を加える。なお、渋滞のある場合の遅れ時間を配分計算用リンクコスト関数で考慮することは困難であるため、渋滞のない場合について遅れ時間の設定を試みる。

本節で用いたサンプルより、渋滞がなく、かつ青時間比など交差点情報の得られるサンプルを抽出して道路区別の信号交差点の状況及び単位距離当たりの停止時間(単位停止時間)について平均値を求めると表-2に示すとおりである。また、交差点での遅れ時間の計算を簡単にするため青現示になってからの流出の遅れがなく、飽和交通流率は十分大きいと仮定すると、遅れ時間は赤現示時間に到着した車両のみで算定すればよく、式(3)は式(5)と簡単になる。

$$w_{i0} = \frac{C(1-g)^2}{2} \quad (5)$$

一般にサイクル長は60秒~120秒程度であるため、中間の90秒と仮定して表-2の道路区別平均青時間比と平均信号交差点密度を用いて式(5)により平均的な遅れ時間を求め、これと実測値を比較すると、図-6に示すとおりである。計算値は概ね実測値に一致しており、信号交差点での遅れ時間は、式(5)により算定することが可能であると考えられる。

表-3 平成9年度オリジナルデータによる  
リンクコスト関数パラメータ

| 道路区分       | 定数項<br>$k_0$      | 規制速度<br>$k_1$     | 信号交差              |                  | $\beta$ | 重相関係数 | データ数  |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|---------|-------|-------|
|            |                   |                   | 点密度<br>$k_2$      | VCR<br>$k_3$     |         |       |       |
| 高速道路       | 0.6347<br>(18.84) | 0.0044<br>(10.88) |                   | 0.1417<br>(7.01) | 2.0     | 0.377 | 834   |
| 多車線        | 0.2446<br>*(1.40) | 0.0216<br>(6.62)  | 0.1869<br>(19.33) | 0.7645<br>(8.08) | 1.0     | 0.333 | 3455  |
| 市街地<br>2車線 | 0.4035<br>(4.30)  | 0.0187<br>(8.61)  | 0.2073<br>(25.50) | 0.2679<br>(7.70) | 1.0     | 0.374 | 5582  |
| 平地<br>2車線  | 0.4334<br>(14.75) | 0.0137<br>(22.35) | 0.2617<br>(38.44) | 0.0697<br>(6.20) | 1.0     | 0.413 | 10838 |
| 山地<br>2車線  | 0.3312<br>(15.24) | 0.0181<br>(39.55) | 0.0995<br>(6.62)  | 0.0265<br>(2.99) | 1.0     | 0.453 | 6213  |

注) \*印:有意水準5%で有意, 他は1%で有意

( ) 内はt値

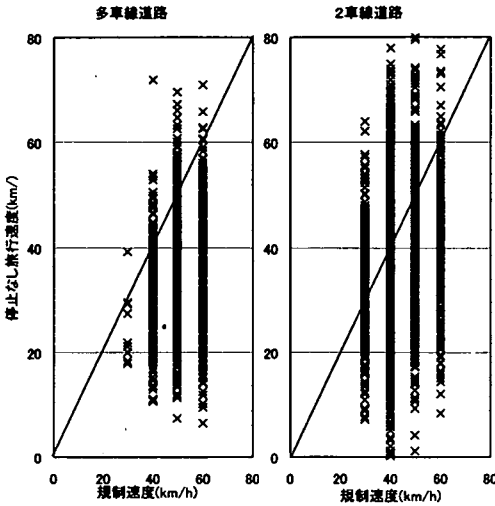


図-7 規制速度と旅行速度の関係

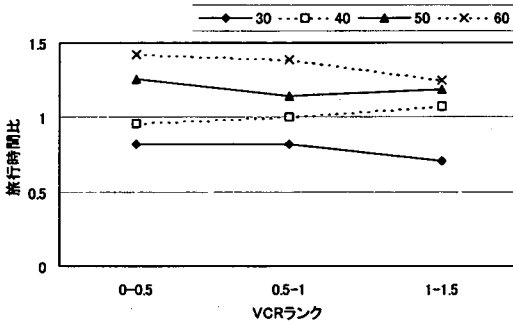


図-8 規制速度と旅行時間比の関係例

### (3) 規制速度の影響

規制速度が旅行速度に及ぼす影響を見るため、規制速度別に旅行速度の分布を示すと図-7のとおりである。ここで用いた旅行速度は、総旅行時間より停止時間を差し引いて算定した速度（停止なし旅行速度）である。これによると、道路交通センサスの観測がピーク時の旅行速度であるにもかかわらず規制速度を超えるものが多く、この傾向は規制速度の低い道路で顕著である。

関東地方の平地2車線の場合を例に規制速度を「停止なし旅行速度」で除して得られる旅行時間比をVCRランク別に示したものが図-8である。これによっても、規制速度の低い道路で旅行時間比が低く、逆に規制速度の高い道路では旅行時間比が高くなっている。これらのことから、リンクコスト関数を推計する場合、規制速度に対する旅行時間比は、必ずしも規制速度に比例しないものの、その影響を考慮する必要がある。

## 4. パラメータ推計用データの検討

### (1) リンクコスト関数の形状と推計方法

全国の道路交通センサスデータをそのまま用いてリンクコスト関数を推計し、パラメータ推計用データとして十分な精度を得るための方法について検討を加える。

推計する関数形は、3章で検討した規制速度と交差点密度を説明変数に含めた式(6)に示すとおりとした。なお、交差点での遅れ時間については、式(4)のようにBPR型関数とは別に考慮する方法もあるが、本章で検討したデータを用いて後ほど検討する。また、規制速度については、規制速度のランクを示すカテゴリー変数でも良いが、ここでは規制速度値そのものをカテゴリー変数として利用した。

$$\frac{t}{t_0} = k_0 + k_1 V_r + k_2 m + k_3 \left( \frac{x}{C} \right)^\beta \quad (6)$$

ここで、 $k_0, k_1, k_2, k_3, \beta$ : パラメータ

$x$ : 交通量

$C$ : 交通容量

$V_r$ : 規制速度(km/h)

$m$ : 信号交差点密度(箇所/km)

$t_0$ : 規制速度で走行した場合の旅行時間

式(6)は直接回帰することができない。そのため、パラメータ $\beta$ を固定して線形回帰を行い、 $\beta$ を0.1刻みで変化させて最も適合度の高い $k_0, k_1, k_2, k_3$ を求めることとした。なお、リンクコスト関数の形状は、交通流理論から下に凸となるため、 $\beta$ の最小値は1.0とした。

平成9年度道路交通センサスデータをそのまま用いた回帰分析の結果は、表-3に示すとおりである。なお、高速道路を除く道路種別では、相関係数が最大となる $\beta$ の値が1.0以上とはならず、実質的にはパラメータが推計できない結果となった。これは、旅行時間比の分散が大きい上に、VCRの高い部分で特異なサンプルが多いため

表-4 平成6年度と平成9年度とで交通量と速度の関係が矛盾しているデータの割合

| 道路区分     | 走行条件が同一と考えられるサンプル数 | 矛盾サンプル数 | 矛盾割合 (%) |
|----------|--------------------|---------|----------|
| 高速道路     | 571                | 326     | 57.1     |
| 多車線道路    | 2,327              | 1,156   | 49.7     |
| 市街地2車線道路 | 3,954              | 1,916   | 48.5     |
| 平地2車線道路  | 7,754              | 3,795   | 48.9     |
| 山地2車線道路  | 4,005              | 1,937   | 48.4     |
| 合計       | 18,611             | 9,130   | 49.1     |

ではないかと考えられる。

平成9年度道路交通センサスデータをそのまま利用した場合の推計結果は好ましいものではないため、予測精度の高いリンクコスト関数を得るためにはデータの加工や異常値の除去などを実施する必要がある。

### (2) データの平均化

一般に、道路交通センサスの交通量と旅行速度の観測日は異なっており、箇所別基本表に掲載されているピーク時交通量と旅行速度との間には直接的な関係はない。また、旅行速度調査は1回の走行結果(DIDは6回の平均)であるため、観測された旅行速度が平均的なものであると考えるには無理があり、誤差が含まれていると考えるのが妥当である。例として、平成6年度と平成9年度の調査結果から、幾何構造や規制速度などの走行条件が両年度で同一と考えられる調査区間を抽出し、交通量と旅行速度の関係を比較した。その結果、表-4に示すように走行条件に変化が無いにも関わらず2カ年の間で交通量の多い場合に旅行速度が高い(または、その逆)といった理論的に矛盾する観測地点がほぼ半数で見られる。

そこで、道路交通センサスデータが年間の平均的なものであるとするならば、平成6年度及び平成9年度で大きな変化のない調査区間の交通量及び旅行速度データの平均値を用いることに大きな問題はないと考えた。このように、2カ年の調査結果の平均値を用いることで、観測日特有の誤差を軽減することが可能であると考えられる。

### (3) 補正容量の適用

BPR 関数を使用した場合の交通容量には可能交通容量が用いられるが、これは BPR 関数が停止のない単路部に対して設定されているためである。しかし、実際の交差点が存在する道路区間では道路の容量が交差点の交通容量で決まることが多い。そのため、道路区間のリンクコスト関数を設定する場合の交通容量については、信号交差点の交通容量を考慮するのが妥当と思われる。また、信号交差点の交通容量を考慮することにより、交通

表-5 道路区分別・沿道状況別平均信号交差点密度

(単位:箇所/km, ( )内は3箇所/km以上となる道路の割合)

| 道路区分   | DID             | 市街地             | 平地              | 山地             | 総計              |
|--------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 多車線道路  | 4.20<br>(71.0%) | 2.34<br>(28.2%) | 1.73<br>(12.9%) | 0.94<br>(1.2%) | 3.49<br>(54.5%) |
| 市街地2車線 | 2.92<br>(43.6%) | 1.30<br>(7.7%)  |                 |                | 2.17<br>(27.0%) |
| 平地2車線  |                 |                 | 0.61<br>(1.2%)  |                | 0.61<br>(1.2%)  |
| 山地2車線  |                 |                 |                 | 0.15<br>(0.1%) | 0.15<br>(0.1%)  |

量配分計算でボトルネックとなっている交差点の改良効果を計測することが期待できる。

単路部に影響を及ぼす交差点密度について、文献<sup>7)</sup>では、2車線道路について追い越しの可能性をもとに交差点密度が2箇所/km以上の区間については交差点容量を考慮することとしている。しかし、道路交通センサスデータによると、既述したように信号交差点密度が3~4箇所/km以上では平均的遅れ時間や旅行速度などに交差点間隔が密であることの影響を受けて交差点密度の低い区間と異なる傾向が見られるため、本研究では信号交差点密度の平均値が概ね3箇所/km以上の区間については交差点の影響があるため単路部とはみなせない区間とし、可能交通容量と交差点容量のいずれか小さい方を用いたものを交通容量(以後「補正容量」と呼ぶ)とした。なお、交差点容量は「道路の交通容量」<sup>7)</sup>に従って算定すべきであるが、本研究ではサンプル数が多く、個別の交差点について詳細な情報が得られないことから、道路交通センサス箇所別基本表に挙げられた情報を元に道路交通センサス<sup>8)</sup>と同様の算定方法で交差点容量を求めた。また、一般には交差点容量は単路部の可能交通容量より小さいが、交差点流入部の車線数が単路部よりも2車線以上多い箇所などは交差点容量が可能交通容量を越える箇所もあるため、可能交通容量と交差点容量のいずれか小さい方を補正容量と考えた。

配分計算ではリンク毎に信号交差点密度に従って補正容量または可能交通容量を設定することが望ましいが、多くのリンクにリンクコスト関数を設定しなければならない実務上は、リンクを個別に調査することが困難な場合が多く、簡便な方法が必要となる。全国の道路種類別・沿道状況別の信号交差点密度を見ると、表-5に示すとおりであり、DIDと市街地の多車線道路及びDIDの市街地2車線道路で信号交差点密度が概ね3箇所/km以上となっている。そのため、DID及び市街地の道路に対して補正容量を適用するという簡便な方法が適用可能と思われる。

3箇所/km以上の信号交差点密度となる道路が多い多車線道路について、可能交通容量を用いた場合と補正容量を用いた場合についてデータの散布状況を示すと図

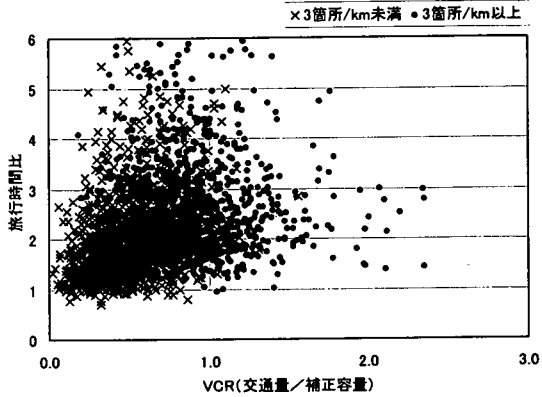
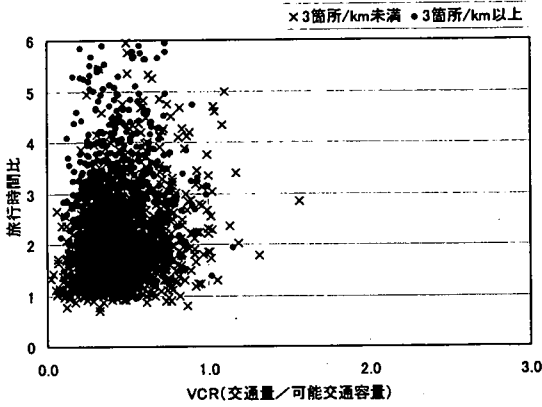


図9 多車線道路における旅行時間比と VCR—可能交通容量と補正容量—

9 のとおりである。可能交通容量を用いた場合の VCR は概ね 1.0 以下となっているが、補正容量を用いた場合には VCR が 2.0 近くまで広がり、他の道路区分と類似したデータ散布状況が得られる。

#### (4) 特異サンプルの除去

##### a) 短距離区間データの除去

旅行時間調査では、ストップウォッチにより調査区間の起終点通過時間を記録し、区間長で除することで速度を得ている。そのため、短距離区間については、通過時間や区間長の 100m 未満の丸め誤差が算定される速度に大きく影響する。例えば、100m 区間を 60km/h で走行した場合旅行時間は 6 秒であるが、1 秒の丸め誤差があったときには旅行速度は 75km/h または 51km/h と算定され 20% 以上の差が発生する。そのため、短距離区間のデータについては、旅行速度の計算誤差による影響が大きくなっていると考えられ、分析から除去する必要がある。例として道路交通センサデータより、300m 以下の区間のみを取り出してそのデータ散布状況を示すと図-10 のとおりであり、旅行時間比の分散が大きいことが分かる。そのため、調査区間長が 300m 以下のサンプル

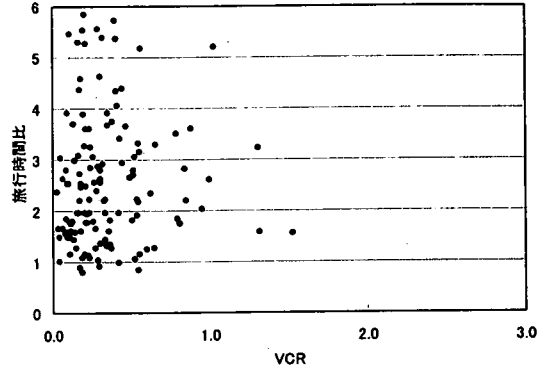


図-10 短距離区間データの散布状況

は除去することとした。

##### b) 渋滞領域サンプルの除去

道路交通センサデータでは、旅行速度が極端に遅いものや可能交通容量を越える交通量があるものなど異常と思われるデータが多く存在する。可能交通容量を越えた交通量が流れることはあり得ず、可能交通容量の算定で使用した道路構造データが不適当か、あるいは可能交通容量算定式が個別の地点での現実と大きく乖離しているためと考えられる。そのため、補正容量を用いた VCR が 1.5 以上のデータについては、信頼性が低いと考えて除去する。

さらに、旅行速度が極端に低いものについては渋滞領域と考えられるのことが多い。高速道路においては、40km/h 未満の領域は渋滞と見なすことが多く、本研究でも渋滞領域として除外する。一般道路については、信号交差点での停止時間を含めた旅行速度が箇所別基本表に掲載されているため特定の速度をもって渋滞か否かの判断が困難である。Q-V 関係の理論式<sup>1)</sup>からは  $VCR=1.0$  のときの速度は自由走行速度の 1/2 であり、仮に規制速度で自由走行するとすれば、単路部で規制速度の 1/2 以下で走行している状況は渋滞状態での走行と考えられる。ここで、表-2 の多車線道路の単位停止時間 34.1 秒/km を使い、単路部は規制速度の 1/2 で走行しているとして旅行速度を逆算すると、規制速度 30km/h の場合で 13km/h、規制速度 60km/h で 23km/h となる。そのため、安全側としてたとえ停止時間が含まれていたとしても 10km/h 以下で走行している状況は渋滞と見なしても差し支えないものと考えてデータを除去することとした。

## 5. リンクコスト関数のパラメータ推計

ここでは、補正容量の適用と特異サンプルの除去を行ったデータを用いて以下の 3 ケースのリンクコスト関数

表-6 平均値データによるリンクコスト関数パラメータ (ケース1)

( ) 内はt値

| 道路区分       | 定数項<br>$k_0$      | 規制速度<br>$k_1$     | 信号交差点密度<br>$k_2$  | VCR<br>$k_3$      | $\beta$ | 重相関係数 | データ数 |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------|-------|------|
| 高速道路       | 0.5693<br>(13.79) | 0.0053<br>(11.14) |                   | 0.2402<br>(9.71)  | 2.1     | 0.499 | 534  |
| 多車線        | 0.0780<br>*(0.52) | 0.0254<br>(9.25)  | 0.1360<br>(14.98) | 0.6105<br>(10.95) | 1.1     | 0.445 | 2181 |
| 市街地<br>2車線 | 0.8560<br>(13.12) | 0.0079<br>(5.14)  | 0.1682<br>(25.43) | 0.3024<br>(12.71) | 1.4     | 0.533 | 3566 |
| 平地<br>2車線  | 0.4905<br>(20.46) | 0.0126<br>(25.15) | 0.2063<br>(32.77) | 0.1510<br>(12.48) | 2.1     | 0.500 | 7693 |
| 山地<br>2車線  | 0.3197<br>(14.83) | 0.0181<br>(39.98) | 0.1065<br>(7.41)  | 0.0783<br>(5.12)  | 3.9     | 0.542 | 3971 |

注) \*は有意水準10%でも有意でない, 他は1%で有意

を推計する。なお, 推計結果の妥当性については次章で検討する。

- ケース1: 全国データについて平成6年度と平成9年度の交通量及び速度の平均値を用いたもの
- ケース2: 関東地方データで停止時間を除いたもの
- ケース3: ケース2と同様に停止時間を除き, かつ平成6年度と平成9年度の交通量及び速度の平均値を用いたもの

(1) 全国データによるパラメータ推計 (ケース1)

特異サンプルを除く全国のデータについて平成6年度と9年度観測値の平均値を用いたもので式(6)に示すリンクコスト関数のパラメータを推計した結果は, 表-6に示すとおりである。

これらの結果と表-3の結果とを比較すると, いずれの道路区分においても相関係数が高く, より精度が高い推計となっている。なお, 交差点密度の高い多車線道路及び市街地の2車線道路では $\beta$ が1.0に近く, 直線に近いリンクコスト関数の形状となったままであるが, 補正容量の適用により相関係数が上がっている。

(2) 停止時間を除いた関東地方データによるパラメータ推計 (ケース2)

ケース1のリンクコスト関数の推計では, 相関係数が高いものの一部のパラメータで満足できるが推計精度とならなかった。この原因として, 信号交差点での停止時間の評価が不十分であるためと考え, 停止を除く旅行速度を用いたリンクコスト関数として式(7)に示す関数形を用いた推計を行った。ここでは, 次に述べる平均値を用いたケース3と比較するためオリジナルデータを用いたパラメータの推計を行っている。なお, 平成6年度と平成9年度のデータの散布状況はほとんど同じであることから, 推計用サンプル数を増加するために両年度のデータを用いた。なお, この関数形を配分計算で使用する

表-7 関東地方オリジナルデータによるリンクコスト関数パラメータ(ケース2)

( ) 内はt値

| 道路区分       | 定数項<br>$k_0$      | 規制速度<br>$k_1$     | VCR<br>$k_3$      | $\beta$ | 重相関係数 | データ数 |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------|-------|------|
| 高速道路       | 0.6422<br>(8.73)  | 0.0044<br>(5.15)  | 0.4992<br>(7.71)  | 3.5     | 0.491 | 245  |
| 多車線        | 0.3800<br>(4.31)  | 0.0175<br>(10.28) | 0.3797<br>(10.29) | 1.1     | 0.385 | 1184 |
| 市街地<br>2車線 | 0.5149<br>(9.33)  | 0.0164<br>(12.19) | 0.1629<br>(10.39) | 1.7     | 0.349 | 2167 |
| 平地<br>2車線  | 0.3245<br>(10.88) | 0.0164<br>(24.47) | 0.1051<br>(8.71)  | 2.1     | 0.438 | 3151 |
| 山地<br>2車線  | 0.2649<br>(6.80)  | 0.0180<br>(20.45) | 0.0659<br>*(2.45) | 3.5     | 0.508 | 1221 |

注) \*は有意水準5%で有意, 他は1%で有意

表-8 関東地方平均データによるリンクコスト関数パラメータ (ケース3)

( ) 内はt値

| 道路区分       | 定数項<br>$k_0$      | 規制速度<br>$k_1$     | VCR<br>$k_3$       | $\beta$ | 重相関係数 | データ数 |
|------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------|-------|------|
| 高速道路       | 0.3698<br>(3.42)  | 0.0072<br>(5.63)  | 0.8053<br>(9.94)   | 2.5     | 0.801 | 71   |
| 多車線        | 0.2843<br>*(2.02) | 0.0188<br>(6.79)  | 0.4329<br>(7.45)   | 1.1     | 0.435 | 434  |
| 市街地<br>2車線 | 0.6420<br>(7.62)  | 0.0124<br>(6.00)  | 0.2298<br>(7.43)   | 1.2     | 0.346 | 808  |
| 平地<br>2車線  | 0.3310<br>(7.33)  | 0.0163<br>(15.82) | 0.1175<br>(6.82)   | 2.3     | 0.477 | 1180 |
| 山地<br>2車線  | 0.3389<br>(5.28)  | 0.0160<br>(11.10) | 0.1013<br>**(1.88) | 3.7     | 0.484 | 411  |

注) \*\*は有意水準10%で有意, \*は有意水準5%で有意, 他は1%で有意

場合には, 交差点密度の高い道路において, 式(7)より求められる旅行時間に前述の平均的遅れ時間を別途加算する必要がある。

$$\frac{t}{t_0} = k_0 + k_1 V_r + k_3 \left( \frac{x}{c} \right)^\beta \quad (7)$$

パラメータの推計結果は, 表-7に示すとおりである。これらの結果とケース1とを比較すると, いずれの道路種別においても相関係数は低めであるが, パラメータのt値で問題のあるものは無くなっている。また, 旅行速度に信号交差点での遅れ時間が含まれていないため, VCRに対するパラメータ $k_3$ はケース1に比べ低めの値となっている。

(3) 停止時間を除く関東地方の平均値データによるパラメータ推計 (ケース3)

続いて, ケース2と同様に停止時間を除いた関東地方のデータで2カ年の平均値を使用してパラメータの推計を行った。結果は, 表-8に示すとおりである。なお, この関数形もケース2と同様に, 交差点密度の高い道路における旅行時間の算定には平均的遅れ時間を別途加算する必要がある。



表-9 規制速度を仮定した時のパラメータ例

| 道路区分   | 規制速度<br>$V_r$ (km/h) | $\alpha_0$ | $\beta$ | 自由走行速度<br>$V_0$ (km/h) |
|--------|----------------------|------------|---------|------------------------|
| 高速道路   | 100                  | 0.742      | 2.5     | 92.1                   |
| 多車線道路  | 60                   | 0.306      | 1.1     | 42.4                   |
| 市街地2車線 | 40                   | 0.202      | 1.2     | 35.1                   |
| 平地2車線  | 50                   | 0.103      | 2.3     | 43.7                   |
| 山地2車線  | 40                   | 0.103      | 3.7     | 40.8                   |

表-10 既存モデルのパラメータの抜粋

| モデル                          | $\alpha$  | $\beta$   | 備考     |
|------------------------------|-----------|-----------|--------|
| BPR式 <sup>6)</sup>           | 0.15      | 4.0       | 米国道路局  |
| 溝上・松井(1989) <sup>2)</sup>    | 0.96      | 1.2       | 日BPR式  |
| 西谷・朝倉・柏谷(1991) <sup>3)</sup> | 0.8~1.0   | 3.0       | 2車線道路  |
|                              | 0.7~0.9   | 1.5~2.0   | 多車線道路  |
| 松井・山田(1998) <sup>4)</sup>    | 0.54      | 3.3       | 都市間高速  |
|                              | 0.54      | 2.4       | 幹線多車線  |
|                              | 0.44      | 3.1       | 幹線2車線  |
|                              | 0.49      | 2.4       | 準幹線2車線 |
| 八木・溝上(2000) <sup>5)</sup>    | 0.28~0.58 | 0.97~3.35 | 高速道路   |
|                              | 0.87~1.26 | 1.21~1.75 | 多車線道路  |
|                              | 0.37~0.66 | 1.58~1.60 | 2車線道路  |

注) 松井式については、説明変数に全国平均値を適用した場合である。

この結果とケース2とを比較すると、全体に相関係数が高くなっている。また、パラメータのt値で有意水準が低いものがあるが、概ね満足できる有意性をもっている。なお、山地部道路では図-2に示したようにVCRの小さな時に旅行時間比の分散が大きくなっており、旅行速度に及ぼす影響要因として縦断勾配と旅行速度の観測方向や道路線形の影響などVCRや規制速度以外にも要因があると思われる。

#### (4) 推計関数の特徴

相関係数が相対的に高いケース3のリンクコスト関数に対して道路区分別に規制速度 $V_r$ を仮定して式(8a)、式(8b)により式(2)で示すBPR式の基本形に変換してパラメータ $\alpha_0$ 及び自由走行速度を $V_0$ 求めると表-9に示すとおりとなる。

$$V_0 = \frac{V_r}{k_0 + k_1 V_r} \quad (8a)$$

$$\alpha_0 = \frac{k_3}{k_0 + k_1 V_r} \quad (8b)$$

多車線道路や市街地2車線道路といった市街地の道路については $\alpha_0$ 値が0.2~0.3、 $\beta$ 値が1.1~1.2であり、平地、山地の2車線道路では $\alpha_0$ 値が0.1、 $\beta$ 値が2.3~3.7となっている。関数形を、既存のパラメータを抜粋した表-10と比較すると、高速道路については $\alpha$ が大きめ、 $\beta$ は小さ目ではあるが、概ね類似したものとなっている。多車線道路では、既存モデルに比べ $\alpha$ 、 $\beta$ 共に小さめであり、VCRが増加しても速度の低下が少ない形状となっている。2車線道路では、既存モデルに比べ $\alpha$ は

米国BPR式と同様に極端に小さく、 $\beta$ については市街地道路で小さく、平地、山地では既存モデルと類似した値となっている。市街地2車線の形状は沿道状況が類似している多車線道路に近くなっている。また、山地2車線道路の形状は米国BPR式に近い形状を示しており、VCRが1.0を超えてから急激に速度低下が起こる形状となっている。なお、表-10にある既存研究<sup>4), 5)</sup>の道路区分によるパラメータ推計では、明確なパラメータの相違が少ないが、本研究では2車線道路の道路区分を沿道状況により設定しているため、道路区分毎に異なる関数形を得ることができた。

## 6. BPR式パラメータの検証

推計されたリンクコスト関数の妥当性については、実際の配分計算上における予測精度で検討されるべきものである。そのため、首都圏の道路網に推計されたリンクコスト関数を適用して配分計算を行い、再現性の面から妥当性を検証する。

### (1) 検証の方法

推計されたリンクコスト関数の妥当性を検証するため配分計算を実施し、道路交通センサデータと比較した。検証対象のネットワークは、首都圏の約20,000リンクで構成され、ゾーン数は約500ゾーンである。また、利用したOD表は、平成6年度道路交通センサの現況BゾーンOD表であり、首都圏周辺についてはゾーンの統合を行った。検証地点は対象地域にある24時間観測地点の全ての264箇所とした。

配分計算はOD修正法<sup>9)</sup>を適用し、その演算時間帯は2時間単位とした。2時間OD表の作成方法はいくつか考えられるが、道路交通センサマスターデータより、発時刻ベースで2時間OD表を作成した。また、各リンクに設定するリンクコスト関数は、道路区分別・規制速度別々に設定した。さらにケース2, 3については信号交差点密度の高い多車線道路及び市街地2車線道路に対して、リンクコスト関数で求めた旅行時間に平均的遅れ時間を加算した。平均的遅れ時間は、表-2に示す多車線道路の単位停止時間より0.01時間/km(=36秒/km)を設定した。また、本研究との比較対象として本研究と同様の道路交通センサデータを用いた松井・山田<sup>4)</sup>が推計したBPR式を選定し、表-11に示す関東地方の道路区分別の平均交差点密度及び平均DID率を用いてリンクコスト関数を設定した。

なお、推計したリンクコスト関数は1時間に対応するものであり、配分計算を2時間単位で実施する場合には

表-11 道路区分別交差点密度, DID 率(関東地方)

| 道路区分     | 平均交差点密度<br>(箇所/km) | 平均 DID 率<br>(%) |
|----------|--------------------|-----------------|
| 幹線多車線道路  | 2.87               | 64.8            |
| 幹線2車線道路  | 1.25               | 22.7            |
| 準幹線多車線道路 | 4.07               | 79.3            |
| 準幹線2車線道路 | 1.04               | 21.7            |

表-12 日交通量の相関係数

| 松井式    | ケース1   | ケース2   | ケース3   |
|--------|--------|--------|--------|
| 0.7366 | 0.7188 | 0.7740 | 0.7741 |

表-13 時間交通量の相関係数

| 松井式    | ケース1   | ケース2   | ケース3   |
|--------|--------|--------|--------|
| 0.7786 | 0.7452 | 0.8030 | 0.8021 |

2 時間に対応したリンクコスト関数を用いる必要がある。溝上ら<sup>2)</sup>は、リンク  $a$  を 1 日に走行する車両の日平均所要時間  $\bar{t}_a$  は、各時間帯の交通量による加重平均値に等しいと仮定し、時間帯  $i$  に走行する車両の平均所要時間  $\bar{t}_{ai}$  より式(9)で求められることを示している。

$$\bar{t}_a = \frac{\sum_i q_{ai} \bar{t}_{ai}}{\sum_i q_{ai}} = \frac{1}{x_a} \sum_i q_{ai} \bar{t}_{ai} \quad (9)$$

$$= t_{a0} \left\{ 1 + \alpha \frac{\sum_i \eta_{ai}^{\beta+1}}{p_a^\beta} \left( \frac{x_a}{Q_a} \right)^\beta \right\}$$

ここで、 $\bar{t}_{ai}$  は時間帯  $i$  の車両の平均所要時間、 $q_{ai}$  は時間帯  $i$  のリンク交通量、 $q_{a0}$  は可能交通容量、 $t_{a0}$  は自由走行速度、 $x_a$  は日交通量 ( $= \sum_i q_{ai}$ )、 $\eta_{ai}$  は時間係数 ( $= q_{ai}/x_a$ )、 $Q_a$  は日交通容量 ( $= q_{a0}/p_a$ )、 $p_a$  はピーク率である。

式(9)は、日交通容量を用いたときの BPR 関数は、時間単位の BPR 関数の  $\beta$  値をそのままとし、 $\alpha$  の値だけを補正するか、または、パラメータ  $\alpha$ 、 $\beta$  はそのまま、交通容量を日交通容量に置き換えるかのいずれかで変換できることを示している。2 時間の BPR 関数への変換も同様に実施できるが、リンク毎に時間係数  $\eta_{ai}$  を求める必要があり、実用上ほとんど不可能に近い。そこで、隣り合った 2 時間の時間係数は大きく変化しないと仮定し、2 時間対応の BPR 関数は可能交通容量を 2 倍した容量を持つものとした。

## (2) 配分結果の検証

### a) リンク交通量の比較

時間帯別の配分結果を合算して日交通量を求め、センサデータと比較した。表-12 に示すとおり、いずれの

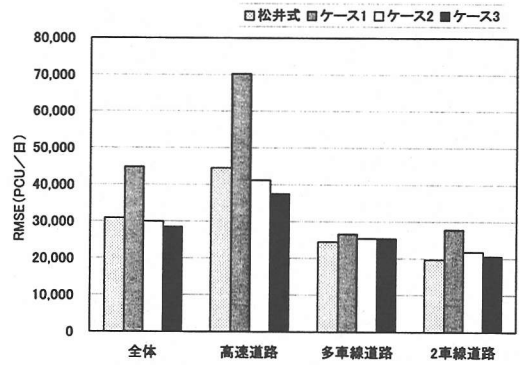


図-11 日交通量の RMSE

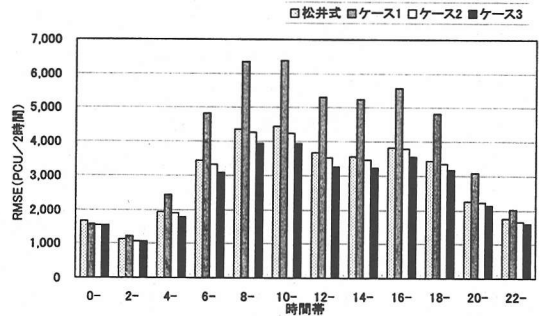


図-12 時間帯別交通量の RMSE

ケースも全体での相関係数は約 0.7 以上あり大きな差ではないがケース 3 が最も良い。RMSE は、図-11 に示すとおりであり、ケース 1 の誤差が大きく、ケース 3 の誤差が少ない結果となった。

また、時間帯別交通量について比較すると、表-13、図-12 に示すとおりであり、日交通量と同様にケース 1 の誤差が多く、ケース 3 の誤差が少ないという傾向がある。この傾向は、昼間で強く現れており、交通量の少ない夜間ではいずれのケースも大きな差は現れていない。

なお、誤差の少ないケース 2、3 は関東地方のデータによりパラメータ推計を行ったものであり、配分対象地域が首都圏であることから予測精度が高くなったとも考えられる。

### b) 旅行速度

リンク別に最も配分交通量の多い時間帯をピーク時と考慮して道路交通センサのピーク時旅行速度と比較した。相関係数は、表-14 に示すとおりであり、あまり高いとは言えないが、ケース 2、3 の相関係数が相対的に高くなっている。また、道路種類別に RMSE を求めた結果が図-13 である。ケース 3 の精度がやや高くなっているものの、いずれのモデルも RMSE は大きく、リンク別速度の推計精度は低く、リンク別旅行速度を評価に利用

表-14 リンク速度の相関係数

| 松井式    | ケース1   | ケース2   | ケース3   |
|--------|--------|--------|--------|
| 0.5880 | 0.5923 | 0.6149 | 0.6203 |

表-15 ゾーン間時間の相関係数

| 松井式    | ケース1   | ケース2   | ケース3   |
|--------|--------|--------|--------|
| 0.2983 | 0.5066 | 0.5024 | 0.5325 |

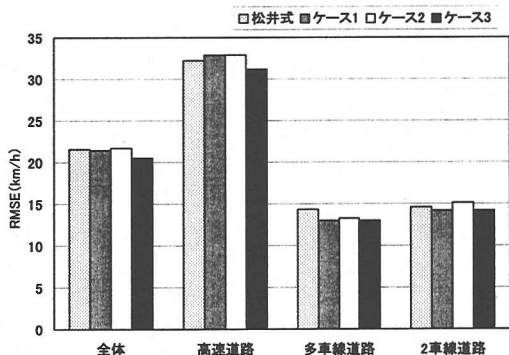


図-13 リンク速度のRMSE

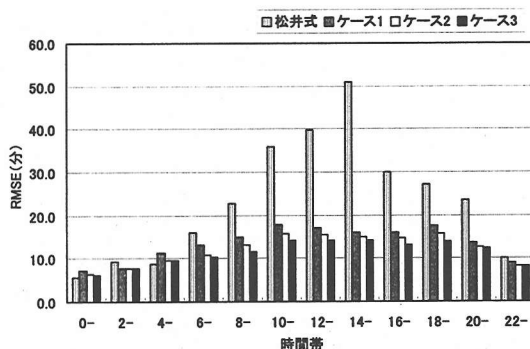


図-14 時間帯別ゾーン間旅行時間のRMSE

する場合には検討の余地がある。

ゾーン間旅行時間について配分結果と道路交通センサスとを比較したものが表-15, 図-14, 図-15 である。配分結果については、各時間帯での配分計算後に最短経路の探索を実施してゾーン間旅行時間を求めた。道路交通センサスでは、マスターファイルに記録されているサンプルの発着時刻から旅行時間を算定した。ただし、ゾーンペア間で同一時間帯に複数のサンプルが得られなかった時間帯別のゾーンペアについては、比較対象から除外した。これによると松井式の推定精度が低く、ケース3の精度が高くなっている。また、信号交差点での遅れ時間を BPR 式に含めたケース1と別途考慮したケース2, 3との差は少なく、いずれを用いても大きな差はないと考えられ、多くのリンクにある程度機械的に条件を設定せざるを得ない実務上は、BPR 式とは別に遅れ時間を設定する方法が便利であろう。

ゾーン間旅行時間で大きな精度の差が出た松井式とケース3の配分結果についてゾーンペア別にセンサス値と比較すると、図-15 に示すとおりであり、松井式では配分計算による推計値が大きいものが多く存在している。これは、松井式により算定される高速道路や2車線道路の自由走行速度が低いこと、及びパラメータ  $\beta$  値が松井式では大きく、関東地方のような混雑した地域では旅行速度の低下が大きくなりすぎることなどが原因と考えられ、BPR 関数のパラメータとしては、本研究のケース3のように VCR の増加により速度低下が低いモデルが適していると言える。しかし、全体的にゾーン間旅行時間についてもリンク旅行速度と同様に予測精度は高くなく、今後の課題として残される。

なお、前述のリンク別ピーク時旅行速度の比較においては、松井式と本研究との再現性に大きな相違は無かつ

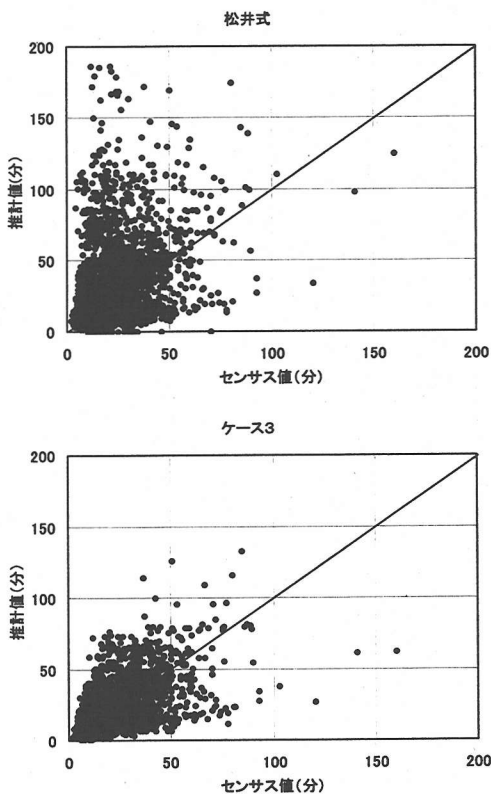


図-15 ゾーン間旅行時間の比較

たが、ゾーン間旅行時間については大きな差が生じている。これは、リンク旅行速度の検討対象リンクは、24 時間観測地点という一部の幹線道路であるが、ゾーン間旅行時間は幹線道路の他にも多くのリンクを経由した結果としての時間であり、かつ実測値の観測方法が異なるために出た相違と思われる。

## 7. まとめ

### (1) 結論

本研究では、道路交通センサデータに含まれる観測のひずみを平均値を用いることで軽減する方法を示すと共に、沿道条件を考慮した道路区分の設定、信号交差点での遅れ時間を BPR 関数とは別に与える方法などを提案した。また、推計されたリンクコスト関数の妥当性を配分計算によって確認し、本研究のリンクコスト関数を用いた場合に予測精度が高いことが確認された。

本研究で得られた成果は以下のとおりである。

- ① 道路交通センサデータに含まれる観測のひずみを2ヵ年度の情報の平均値を採用することで実用的なリンクコスト関数が構築できる。
- ② BPR 型リンクコスト関数に交差点密度を組み込むよりもリンクコスト関数に信号交差点での平均的遅れ時間を別途加算することで旅行時間の予測精度を高め、実務での扱いが容易となる。
- ③ 交差点密度が高い市街地においては、単路部の可能交通容量のみでなく、交差点の容量を考慮することで予測精度を高めることができると共に、交差点改良の効果計測上も扱い易い関数となる。
- ④ 配分計算による再現性から見て、多車線道路や市街地2車線道路の BPR 関数のパラメータ  $\beta$  は既存研究に比べて小さく、VCR が高くなっても速度低下が少ない関数形が配分計算に用いる道路区間のリンクコスト関数として妥当と考えられる。

### (2) 今後の課題

首都圏の配分で BPR 式の妥当性を検討し、関東地方のデータより推計したリンクコスト関数を用いたケースの精度が高かった。しかし、これは配分対象地域と同じ地域のデータを用いたためとの考えも捨てきれない。そのため、本研究で提案する方法により他地域のリンクコスト関数の推計を行い、地域間の比較検討を行う必要がある。

道路交通センサでは、特に旅行速度の観測誤差が大きく、交通量と速度の関係が不正確なものが多いため、今後のデータ収集精度の向上が望まれる。また、道路交

通センサ情報によって算定した可能交通容量を越えた交通量が観測されている地点が多く、基本的に可能交通容量を超えて交通は流れないという原則から考えると、可能交通容量の算定方法が個別地点の現実に則していない可能性もあり、算定方法の見直しを行うことでより精度の高いリンクコスト関数が構築できる。さらに、リンクコスト関数を推計する場合、渋滞などの異常値を除く必要があるが、その判別方法が確立されていないため、本研究では旅行速度により明らかな渋滞のみ除去した。より精度の高いリンクコスト関数を求めるためには渋滞や異常データの除去方法の検討及びデータ収集時の異常等記録方法などを検討する必要がある。

謝辞：本論文をまとめるにあたり、細部にわたり注意深く原稿に目を通し、多くの貴重なコメントを下さった査読者の方々に、ここに深く感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 土木学会：交通ネットワークの均衡分析、1998。
- 2) 溝上章志，松井寛，可知隆：日交通量配分に用いるリンクコスト関数の開発，土木学会論文集，No.401/IV-10，pp.99-107，1989。
- 3) 西谷仁志，朝倉康夫，柏谷増男：交通量配分に用いる走行時間関数のパラメータ推計と影響分析，土木計画学研究講演集，14(1)，pp.315-322，1991。
- 4) 松井寛，山田周治：道路交通センサデータに基づく BPR 関数の設定，交通工学，No6/Vol.33，pp.9-16，1998。
- 5) 八木勇司，溝上章志：時間帯別交通量配分に用いるリンクコスト関数の推定，土木学会第55回年次学術講演会概要講演集，IV-364，2000-など。
- 6) Bureau of Public Roads: Traffic assignment manual, Urban Planning Division, US Department of Commerce, Washington DC, 1964.
- 7) 日本道路協会：道路の交通容量，1984。
- 8) 建設省道路局：平成6年度及び平成9年度全国道路交通情勢調査 一般交通量調査箇所別基本表，1994 1，1997。
- 9) 藤田素弘，松井寛，溝上章志：時間帯別交通量配分モデルの開発と実用化に関する研究，土木学会論文集，No.389/IV-8，pp.111-119，1988。

(2001. 4. 15 受付)

## ESTIMATION OF THE BPR PARAMETERS FOR EQUILIBRIUM ASSIGNMENT

Yoshio YOSHIDA and Noboru HARATA

In Japan, there are few studies about the estimation of BPR type link cost function used for equilibrium assignment. These are many observation errors in the road traffic census data, which are used for the estimation of BPR function, and the errors are hard to treat. In this paper, the present condition of the stop time and travel speed by road traffic census data is examined, and the method of lessening observation errors is proposed. The parameter estimation of BPR type link cost function, which took the influence of a signal crossing into consideration separately, is tried. Furthermore, time of day user equilibrium assignment by the OD correcting method is carried out using estimated function, and it confirmed the applicability of BPR function to be proposed.