

# 多機能交通配分プログラムの開発に関する研究

*Traffic Assignment Program for the Multiple Viewpoint Assessment*

○山田 稔\* 石田 康利\*\* 嶋田 喜昭\*\*\* 本多 義明\*\*\*\*  
Minoru YAMADA Yasunori ISHIDA Yoshiaki SHIMADA Yoshiaki HONDA

【抄録】道路網計画を評価する際には、多様な観点からの詳細な予測情報を用いることが必要である。そこで、本研究においては、わが国の交通計画において実績のある交通量分割配分手法をベースに、このような要求に対処するために必要なアルゴリズムの開発を含む、プログラム開発を行った。このプログラムはネットワークへの配分シミュレーションの部分と、その結果から評価に必要な情報を抽出・集計する部分とを独立させた構成となっている。また、このプログラムの応用例として、主要都市間の所要時間比較による都市圏域の道路網整備のバランスについての評価事例、及び都市道路網の車種別規制の影響事例について示した。

[Abstract] On the assessment of the planning of road network, various estimation data from multiple points of view are required. In this study, traffic assignment program that can derive various results of estimation was developed. This effort includes the development of its algorithm. This program is based on usual incremental assignment procedure and has two independent parts, one is the simulation of assignment process and the other is to calculate or count required estimation data. Also, two illustrative applications are shown in this paper. First one is to evaluate the urban area road network. The other is to evaluate the truck restriction as the city-wide measurement.

【キーワード】 道路網計画, 交通量配分, 分割配分法, ダウンサイジング, ユーザインターフェース, 都市圏道路網, 大型車規制

[Keywords] Road network planning, Traffic assignment, Incremental assignment procedure, Down-sizing, User interface, Urban road network, Truck restriction

## 1. はじめに

道路網計画の最近の傾向として、幹線道路の建設による既存の道路網への影響分析や、交差点改良のための交差点交通流解析、あるいは都心地区における大型車の走行規制による影響分析などに関する評価の必要性が高まっている。このような状況に対して、従来の一般的な交通量配分手法は、主として広い地域の幹線道路計画を対象として作成されているため詳細な情報の提供に関しては、あまり考慮されていなかったと思われる。

本研究では、このような点に関して道路計画行政の実務担当者やコンサルタントの技術者からの要望の高い部分を出力できる多くの機能を備えた新たな配分プログラムを作成したものである。また、そのためのアルゴリズムの開発も行った。

以下、まず多機能配分プログラムの構成、出力項目等について説明し、次いでプログラムの適用例について説明する。

\* 大阪大学工学部助手 (吹田市山田丘2-1)

\*\*\* 福井大学大学院 (福井市文京3-9-1)

\*\* 大日コンサルタント(株)交通技術室長 (岐阜市藪田10-3)

\*\*\*\* 福井大学工学部教授 (福井市文京3-9-1)

## 2. 多機能配分プログラムの作成

### (1) プログラムのねらい

先に述べたようにこのプログラムは、道路計画行政の実務担当者（以下、ユーザと呼ぶ）が、すでに整備されたOD交通量情報及び道路ネットワーク情報を用いて、評価対象となる道路区間や交差点の交通の状況を推計するためのものである。

推計の方法は、政策策定において実績のある、分割配分法によるネットワークシミュレーション<sup>11)2)</sup>を用いることとした。すなわち、起終点別の道路交通需要と道路ネットワークの情報が与えられた場合に、各運転者が所要時間が最小になるように経路を選択するという前提のもと、その選択をシミュレートし、各道路区間や交差点にどのような属性の交通がどれだけ通過するのかを求めるものである。分割配分法は厳密な所要時間最小解ではなく近似解しか求まらないが<sup>3)</sup>、実際に耐え得る程度の計算時間で解が得られるため、実際の政策策定には良く用いられている。

このような全体的な枠組みの中で、本プログラムは以下の条件を満たすよう考慮した。

- a) 中規模(32bitパーソナルコンピュータ)以上の計算機環境で実用的速度で処理が可能であること
- b) データ入力の際に既存データベースを用いることを想定し、その際のインタフェースが良好なこと
- c) 多面的な視点からの政策評価を行うに必要となる交通状況量を推計し出力できること
- d) 交通状況を出力すべき評価対象区間・地点の選定、及びその追加や変更が容易であること

以下、このような条件を満たすよう具体化したプログラムの入出力仕様について述べ、さらにそれを実現するために用いたプログラムの構成及びそこで用いているアルゴリズムの特徴について説明する。

### (2) プログラムの構成

#### a) 入出力情報の仕様

プログラムの入力として、道路ネットワークの情報とそこを流す交通の起終点の情報を与える必要があるが、その際に表-1に示すように詳細なデータを用意しておけば、それを配分計算に反映させることができる仕様とした。

出力項目については、本プログラムがめざす多面的な政策評価に用いることができるよう、表-2のような項目が出力できるような仕様とした。さらに、これらの項目はユーザが指定する道路区間あるいは交差点に関するものだけを抽出して出力できるようにするとともに、車種別の出力や道路区間の進行方向別の集計結果の出力も、ユーザの要求により可能であることとした。

表-1 入力項目の仕様

<input type="checkbox"/> 各リンク(道路区間)の情報(ネットワーク情報)
【必要項目】
・両端のノードに与えられた識別番号
・リンク長                      ・交通量-速度特性
【任意項目】
・車種ごとの交通量-速度特性
・一方通行か双方方向通行可能かの別
・総走行時間の計算等に用いる通常リンクか、そうでないダイミリンクかの別
<input type="checkbox"/> 需要交通量情報
【必要項目】
・起終点ノード別の需要交通量
【任意項目】
・需要交通量の車種別内訳
・各車種の乗用車換算係数
・分割配分の繰り返し数と分割比率

表-2 出力項目の仕様

<input type="checkbox"/> 全体の統計量
・総走行距離    ・総走行時間    ・平均トリップ長
・平均走行速度
<input type="checkbox"/> 各リンクの基本的な交通状況
・リンク交通量
・リンクの所要時間
・リンクの走行速度
<input type="checkbox"/> 交通需要の起終点に関して得られる情報
・起終点間の経路の平均長
・起終点間の経路の平均所要時間
・起終点間の経路の平均走行速度
<input type="checkbox"/> 各リンクの通過交通量の交通属性別内訳
・各リンクの通過交通量の起終点別の内訳
・各リンク通過交通量の起点および終点が計画対象地域内か地域外かの別でみた内訳(域内外の定義は適宜自由に機種りも設定できる)
・各リンク通過交通の、起終点間の、総走行距離、総走行時間、平均トリップ長、平均走行速度
<input type="checkbox"/> 交通量配分経路の情報
・各起終点間で交通量が流れる経路、およびその長さ、所要時間
<input type="checkbox"/> ノードの流入流出方向別交通量

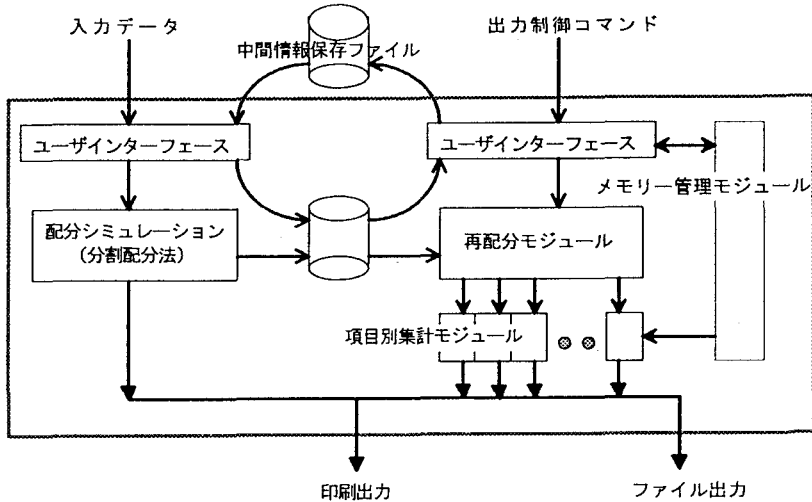


図-1 プログラムの全体構成

**b) プログラムの全体構成**

本プログラムの構成上の特徴として、ネットワークシミュレーションを実行する部分と、多面的な集計項目をユーザの要求に応じて実行し結果を出力する部分とを独立させた構成とすることとした。概略を図-1に示す。このようにした理由は以下の通りである。

まず第一に、配分計算で最も計算時間を要するのはネットワークシミュレーションの最短経路探索を行う部分であり、不必要な繰り返しは避けることが望ましい。一方、ユーザは多面的な出力項目の中から必要とする項目や区間を選択することが一般的であるが、その際に、一度出力した結果について検討した後で、さらに項目や対象を追加するといった繰り返しが容易にできることが望ましい。そこで両者のプログラムを独立させ、後者のみを必要最小限の計算時間で繰り返し実行できるように考慮したためである。

第二の理由は主記憶量が節約できるためである。配分結果を集計するには、集計結果出力と同じだけの主記憶を割り当て用いることが効率的である。従って、大量の出力結果が必要な場合にはそれに伴い多大な主記憶が必要となる。しかし、集計のプログラムをネットワークシミュレーションの部分から独立させることにより、両者が主記憶を共有することができ必要量の節約が可能となる。さらに、それでも主記憶が不足するような膨大な集計出力が要求される場合にも、そ

の要求を何度かに分けて集計を繰り返すことで、予め主記憶量が限られていても集計出力がそれに制約されないという利点がある。

ここで、両者の間で授受されるべきデータ（以下、「中間情報」と呼ぶ）は、シミュレーション結果のすべてを表現するものであることが必要である。従って、そのために要する主記憶量や外部記憶を用いる際のデータ量及び入出力アルゴリズムが十分に効率的でなければ、このような構成のプログラムは実現できない。これまでこういう構成でのプログラム開発の前例はみられず、そのため、本プログラムでは独自にこれの形式を開発した。その具体的な内容については次節で述べる。

本プログラムは Fortranを用いてコーディングし、約4000行のソースコードとなった。必要とする主記憶量はネットワークシミュレーションの大きさに依存するが、リンク数が2000、ノード数が1200の場合には、約1MB必要である。なお取り扱うネットワークにあわせて、必要な主記憶量を設定し直すことも可能である。

**c) 自由書式とエラーチェックを備えた入力ユーザインターフェース**

入力データは、すでにデータファイルとして作成されているものあるいはデータベースから抽出したものに多少の修正を加えて用いる場合と、本プログラムの

実行のために各種統計データからファイルを新たに作成する場合とが考えられる。いずれの場合においても簡便に作成できるよう、本プログラムではファイルのカラムに拘束されない自由書式を基本としたユーザインタフェースを用いることとした。同時に、簡便さの代償として入力の実確性が損なわれることのないよう、入力データに対する可能な限りのエラーチェックと、確認リスト出力の機能を備えることとした。

#### d) 車種分割・多段階分割が可能な経路配分

ネットワークシミュレーションによる経路配分の部分では、入力ネットワーク情報の整理、ダイクストラ法による最短経路探索、探索経路への交通量の配分、主要結果(表-2の「全体の統計量」と「各リンクの基本的な交通状況」)の出力、中間情報の外部記憶への出力が主な内容である。

#### e) 会話処理と主記憶管理に基づく多面的集計機能

ユーザからの要求のあった出力項目のみの集計を実行し、その結果を出力する部分の機能について述べる。

集計は、中間情報を外部記憶から読み込む必要があるが、その読み込み回数をなるべく少なくすることが計算時間の効率上望まれる。そこで、ユーザから集計出力を要求するコマンドが入力されるとそれをプールし、また同時にその分析に必要な主記憶量を計算することとした。そして、必要量が与えられた主記憶量を超える場合にのみ、中間情報を読み込んで要求された集計計算を行ってその結果を出力し、再びユーザからの次のコマンドを受け付けるような構成とした。

集計は出力項目の内、集計処理や出力情報の主記憶での管理方法が類似の項目に分類し、それぞれの種類の集計プログラムモジュールを作成した。この分類は表-2の分類に対応している。なお、このモジュールは、比較的容易にユーザが追加することも可能であるよう考慮した。

### (3) アルゴリズムの特徴

#### a) ネットワークシミュレーションにおける最短経路探索

最短経路探索は、最も高速で必要とする主記憶量も少なくすむダイクストラ法<sup>1) 4) 5)</sup>を採用した。ダイクストラ法の各ステップでは、探索されたノードの部分集合の中から起点ノードからの所要時間が最短のノ

ードを探索するが、その際にはこれまでにいくつか提案されている方法の中で、Ordered-Linked-Listを用いる方法を採用することとした。この方法は対象となるノードを常に起点ノードからの近い順に整順しておくものである。実用的な配分規模(ノード数1000程度)においては部分集合のノード数はせいぜい100個どまりであり、アルゴリズムだけでなくコーディングの簡潔さも実行時間に大きな影響を及ぼす。そこで、試行の結果より、最も良好な結果であったこの方法を採用することとした。

#### b) ネットワークシミュレーションの結果の保存と、再配分による集計

前節で述べたように、本プログラムの構成上の特徴として、ネットワークシミュレーションによる配分計算と、その結果の集計とは、データを介して分離したものである。ここで、その保存の方法とその利用方法について述べる。

まず、ノードやリンクの数、及び各リンクの両端のノード番号については主記憶に保管しておき2つの部分で共通に使用することとした。それ以外の情報は、3つの順編成ファイルに分けて保存することとした。

その第一は配分対象とする起終点別の交通需要量のデータであり入力されたものと同じ内容のものである。

2番目は、分割配分の各ステップにおいて検索された、各起点ノードからの最短経路ツリーの情報である。これは、配分ステップごと起点ノードごとに、ツリーを構成するノードだけを抽出し、そのそれぞれについて一つ上流側のノードの番号が保存される。

3番目は分割配分の最終段階で得られる各リンクの走行所要時間の情報である。

これら4種類の情報を元に、最短経路に交通量を割り当てる処理を再度行い、それと平行してユーザが指定した道路区間や交差点を通る交通の属性別集計を行うこととした。また、各リンクの所要時間をこの交通量で重み付けて累加し平均することにより、指定した起終点間の平均所要時間等を求めるものである。

なお、これら4種類の情報を、ユーザの指定したファイルへ保存する機能、およびそれを再読み込みする機能を用意した。

### 3. 配分プログラムの適用例

#### (1) 交通量配分経路の情報を用いた、都市圏道路網の評価

都市活動のバランスのとれた発展をめざすには、都市圏内の道路網を整備するにあたって都市圏全体をとらえた上で、その中の整備上の問題点を効率よく抽出することが不可欠である。この節では、福井都市圏を対象にしてこのような道路網整備上の問題箇所を抽出するために前述の配分プログラムを活用した事例について述べる。

##### a) 都市間所要時間による評価

都市圏内の各都市(市町村)間における現在の道路網による最短所要時間を求め、そのバランスを評価する。配分プログラムに用いる交通需要データは、福井都市圏におけるパーソントリップ調査<sup>6)</sup>より得られるBゾーン間の自動車OD交通量(全目的)とした。また、道路ネットワークは図-2に示すような高速自動車道・国道・主要地方道の全路線及び、幹線の性格の強い県道からなる幹線道路網を設定した。

配分プログラムにより得られた都市圏内市町村間の所要時間を基に主要都市(5市)とその周辺町村間の所要時間30分以下のペアを抽出した結果が図-3である。これより高速道路のインターチェンジに近い、松岡町、永平寺町は武生市までが30分圏に含まれることが分かる。一方、福井市へはその北部の隣接町から30分以上かかっており、この方向での幹線道路整備、ボトルネック対策が緊急の課題であることが分かる。

##### b) 災害時・事故時等のルート遮断の評価

災害や事故が発生して道路ネットワークのリンクが途絶しても、交通流動に多大な影響を及ぼさないように各都市間でそれに対応でき得る柔軟な代替性のある道路網が構成されていることが望ましい。そこで、リンク途絶のシミュレーションを行い、その際の都市圏内市町村間の所要時間を先の配分プログラムを用いて評価することとした。用いた交通量データ及びネットワークデータは先のもと同じである。リンクの途絶は乱数により一度に10箇所を完全切断したものをひとつのケースとし、10ケースについてシミュレーションを行った。

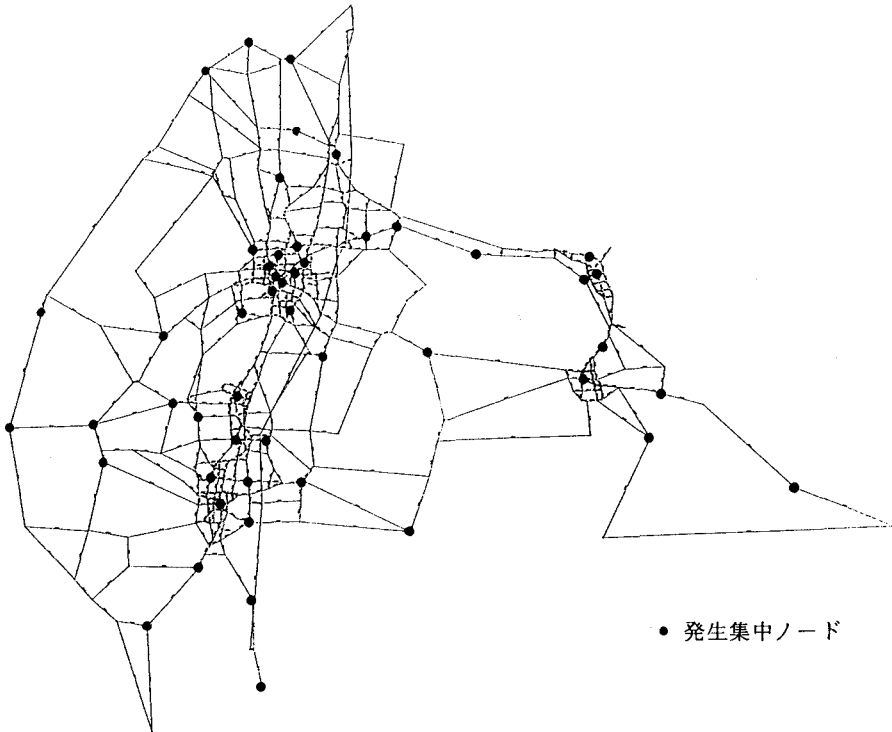


図-2 福井都市圏の道路ネットワーク

その結果の一部として、福井市と他の町村間との所要時間についての、切断の無いとき(平常時)との差・比及び10ケースの間の変動係数を表-3に示す。変動係数の値が高いほどケース間で所要時間がばらついていることから、リンク切断が交通流動に及ぼす影響が不安定であるといえる。

この結果の中から特に変動が大きいものとして、福井市と上志比村との間、及び福井市と今庄町との間を

挙げることができる。これらについて各ケースでの平常時との所要時間差を示したのが図-4であり、それぞれ特定のリンクが途絶したケースで他のケースに比べ著しく所要時間を要することが分かる。その際の途絶リンクは、具体的には国道416号あるいは国道365号といった現状ではさほど混雑の無い国道であるが、途絶の回避及び代替路の確保の必要性が高い道路であることが明らかになった。

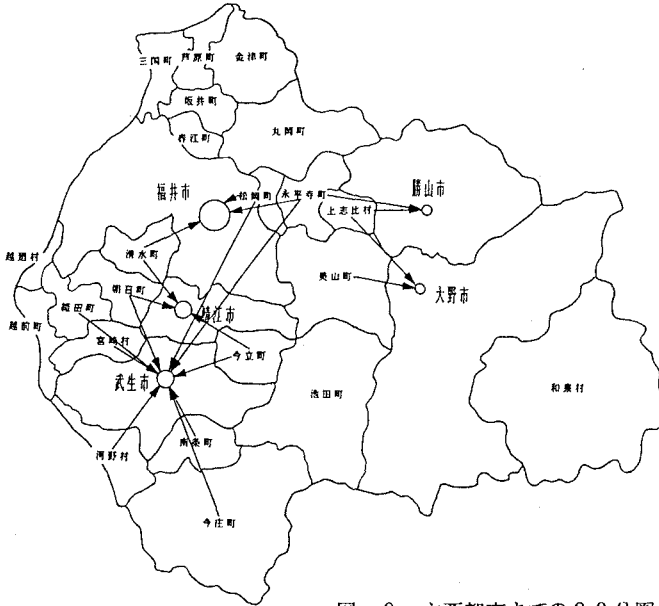


図-3 主要都市までの30分圏域

表-3 リンク切断による影響

福井市↔	差(平均)	比(平均)	変動係数
和泉村	* 17.2	1.19	0.186
三国町	3.2	1.09	0.139
芦原町	3.5	1.07	0.130
金津町	2.9	1.06	0.221
丸岡町	2.3	1.07	0.139
春江町	0.7	1.02	0.074
坂井町	2.8	1.07	0.132
松岡町	1.2	1.07	0.200
永平寺町	4.6	* 1.23	0.373
上志比村	* 13.4	* 1.43	* 0.588
美山町	7.9	1.19	0.350
南条町	5.1	1.12	0.098
今庄町	* 11.6	* 1.27	* 0.437
河野村	6.5	1.12	0.100
朝日町	0.4	1.01	0.151
宮崎村	3.1	1.06	0.167
越前町	6.4	1.12	0.188
越前村	2.9	1.06	0.062
織田町	6.4	1.15	0.230
清水町	8.8	* 1.33	* 0.509
今立町	-0.3	0.99	0.102
池田町	0.7	1.01	0.070

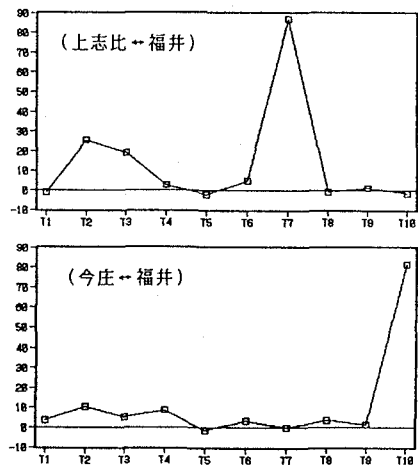


図-4 平常時と各ケース(T1~T10)の所要時間差

(2) 車種別交通規制による都市道路網への影響の評価

都市内の生活環境の確保のために、環状道路をつくり通過交通を都市内から排除することが必要である。しかし、地方都市においては大都市に比べ都市内幹線の渋滞がひどくはないため環状道路と都市内通過との時間差があまり大きくなく、通過交通の利用経路転換を促すことは難しい場合がある。そのような場合に、都市内の主要幹線において広範に大型車規制を行って、通過交通の転換を促進させることが考えられる。しかしその際に逆に大型車が周辺道路へ過集中しないよう、規制区間の設定には十分な検討が必要である。

ここでは、このような規制の可能性を調べるため、図-5に示す地方中核都市の道路網に仮想的環状線建設と大型車規制を試み、その影響を先の配分プログラムを用いて検討することとした。プログラムの出力結果の一部を表-4に示す。これをみると、規制によって総走行時間が大型車・小型車ともにわずかに増加している一方で、交通量1万台以上のリンク延長及び混雑度1以上のリンク延長に明確な減少がみられ、沿道の生活環境や生活交通へ良い影響をもたらすことがわかる。しかし、混雑度2以上のリンクがやや増加していることからこれらのリンクで過集中を引き起こしていると考えられ、さらなる代替案の検討が望まれるといえよう。

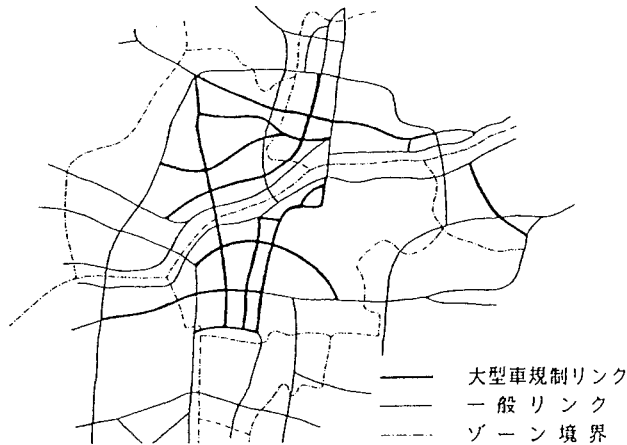


図-5 都市道路網における大型車規制の一例

表-4 大型車規制による効果

評価項目	大型車規制前			大型車規制後		
	TOTAL	小型車	大型車	TOTAL	小型車	大型車
規制区間延長(km)	0.0	-	-	34.0	-	-
総対象リンク延長(km)	910.6	-	-	910.6	-	-
総走行台キロ(千台・km)	15021.4	7935.7	2404.8	14821.7	7766.4	2403.7
総走行時間(千台・h)	1447.8	975.6	129.6	1455.2	980.3	130.4
平均トリップ長(km)	7.0	5.0	19.4	6.9	4.9	19.3
平均走行速度(km/h)	10	8	19	10	8	18
混雑度1.0以上のリンク延長(km)	432.2 (47.5%)	-	-	407.4 (44.7%)	-	-
混雑度2.0以上のリンク延長(km)	104.5 (11.5%)	-	-	109.7 (12.0%)	-	-
交通量10,000台以上のリンク延長(km)	368.9 (40.5%)	-	-	359.7 (39.5%)	-	-
交通量40,000台以上のリンク延長(km)	40.0 (4.4%)	-	-	39.2 (4.3%)	-	-

#### 4. まとめ

本研究では、道路計画行政の実務担当者が、道路網計画の多面的な評価を行う際に必要となる道路区間や交差点での交通状況を推計し、出力することを支援する目的で、多面的な出力が可能な交通量配分プログラムを開発した。そして、主に地方都市圏の道路網を考える上で必要と考えられる新しい視点からの評価を、実際の事例を用いて試みた。

本プログラムの構成上の特徴として、交通量配分計算と推計結果の出力計算とを分離させることにより、限られた主記憶のもとで多様な出力が要求される場合でも、実質的な処理速度を確保することが可能となった。そのため、計画現場で使用されれば、より手軽な計算機環境でより多くの代替案の検討やより多くの視点からの計画評価が、実用的に行われるものと期待される。

#### 参考文献

- 1)建設産業調査会編：道路ハンドブック，  
pp.126～136，1980.
- 2)土木学会編：土木工学ハンドブック，技報堂出版，  
pp.2466～2467，1989.
- 3)同上，pp.2501～2503.
- 4)Van-Vliet,D.：Improved shortest path algorithms for transport network, Transpn. Res.,  
Vol.12, pp.7-20, 1978.
- 5)Thomas,R.：Traffic assignment techniques,  
Avebury Technical, pp.53-85, 1991.
- 6)第2回福井都市圏<sup>ハ</sup>-ツトリ<sup>7</sup>7<sup>7</sup>調査報告書，1990.