

傾向情報提供による道路交通状態の調節可能性に関する研究*

Study on Possibility of Coordination of Traffic Condition by Provision of Short-Term Trend information*

安 隆浩**・宇野伸宏***・倉内文孝****・田中光久*****

By Yoongho AHN**・Nobuhiro UNO***・Fumitaka Kurauchi****・Mitsuhisa Tanaka*****

1. はじめに

近年の高速道路、主要幹線道路等への可変交通情報板の設置、VICSの普及により道路交通情報が豊富に提供されており、ドライバーがネットワークの交通状況を容易に確認できる環境が整ってきている。利用者サービスの観点から見れば、経路選択に関わる不確実性が緩和されるとの効果が期待される。また、道路交通をマネジメントするという観点からは、ドライバーの合理的な意志決定を支援し、その結果混雑経路の利用を回避することにつながる期待がある。しかしながら、現在提供されている交通情報は、現時点の交通状況に基づいた現在情報が主である。交通状況が時々刻々変化する状況では、現在所要時間情報と実際の到着所要時間に乖離が生じるため、利用交通が適切に配分されない結果に終わる可能性も否定できない。特に、利用者が経験する交通状態と時間差のある情報により、特定経路に交通が集中する結果、交通が各経路に交互に集中する様なハンチング現象が発生する可能性も考えられる。状況によっては、現在情報の提供により、交通状況が情報提供が無い場合より悪化し、その結果、情報の利用者から見た信頼度も大きく低下することもあり得る¹⁾。

本来は、精度の高い予測情報を提供することが理想的ではあるが、技術的に困難と考えられる。本研究では、現在情報を補う情報として、交通状態の変化傾向を示す情報（以下、「傾向情報」と記す）の提供を想定する。傾向情報は現在の交通状況を基準として、その変化方向を示す情報である。例えば、現在の所要時間と比して増大する傾向にあれば上向き矢印、減少する傾向にあれば下向き矢印を掲示するような情報である。

本研究の目的は、傾向情報提供による道路ネットワークのサービス水準向上の可能性を検証することである。

傾向情報は首都高速道路等で先例的に提供が開始されているが、その情報が利用者の経路選択および交通状態に及ぼす影響については調査分析が進んでいるとは言い難い。本研究では、室内実験により傾向情報提供下の経路選択データを収集し、経路選択行動モデルを推定した結果を活用して、交通シミュレーションにより傾向情報の提供効果を分析する。

傾向情報の可能性としては、1)数十分程度先の交通状態の変化傾向を示す情報を提供することで、利用者が交通状態の変化点をより正確に把握することを促し、その結果特定経路への交通の過度の集中を回避可能、2)交通状態の変化傾向という曖昧さのある情報を追加することで、利用者の提供情報に対する反応の多様性が増し、その結果特定経路への交通の過度の集中を回避可能と想定している。本研究では経路選択モデルの推定結果より2)についても少し議論はするが、主に1)の可能性についてシミュレーションにより分析を行う。

2. 傾向情報提供時の経路選択行動

(1) 室内実験の概要

傾向情報提供時の交通流動を予測するためには、その基礎としてドライバーの交通行動を把握する必要がある。本研究では、提供情報の内容・精度を分析者側が体系的に設定できるという利点を考慮し、1OD2経路の簡単なネットワークを想定し、経路選択室内実験を実施した。経路選択室内実験の設計および詳細な分析結果については、参考文献2)を参照いただくこととし、ここでは、経路選択室内実験の構成と経路選択モデルの推定結果を概説する。

(2) 室内実験の構成

傾向情報提供時の経路選択行動を把握するためにPCを用いて経路選択室内実験を行った。被験者は60名、各人60回繰り返し経路を選択する。図-1は実験での経路選択画面を示す。各実験は3Phaseから構成され、対照実験としての情報提供無しのPhase1、現在情報のみ提供するPhase2、傾向情報が加わるPhase3である。また、情報の精度による経路選択行動の差異を把握するために、以下の3ケースを設定した。

*キーワード：交通情報、ITS、交通制御、経路選択

**正員、博士(工)、京都大学大学院工学研究科

(京都市西京区京都大学桂CクラスターC1-438、

TEL075-383-3237, FAX075-383-3236, E-mail ahn@trans.kuci.v.kyoto-u.ac.jp)

***正員、博士(工)、京都大学大学院経営管理研究部

****正員、博士(工)、岐阜大学工学部社会基盤工学科

*****学生員、京都大学大学院工学研究科

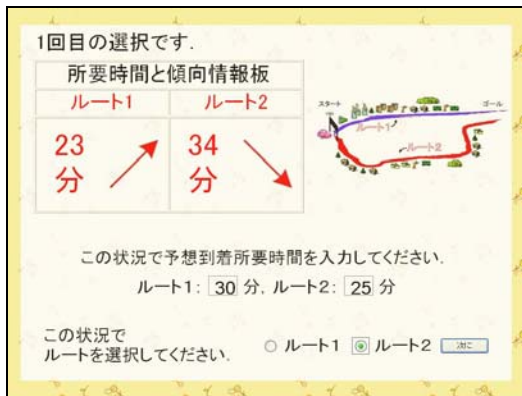


図-1 経路選択室内実験の画面

表-1 傾向情報ダミー変数の定義

ダミー	変数の定義
大上	経路1の所要時間が経路2より大きく、経路1の傾向は上、経路2の傾向は下
小上	経路1の所要時間が経路2より小さく、経路1の傾向は上、経路2の傾向は下
大下	経路1の所要時間が経路2より大きく、経路1の傾向は下、経路2の傾向は上
小下	経路1の所要時間が経路2より小さく、経路1の傾向は下、経路2の傾向は上

HHケース：高精度現在情報，高精度傾向情報を提供
 LHケース：低精度現在情報，高精度傾向情報を提供
 LLケース：低精度現在情報，低精度傾向情報を提供
 本実験においては，所要時間情報の精度を分析者側で設定するため，予め指数分布に従う実際所要時間分布を設定し，そこに精度毎に標準偏差の異なる正規乱数を加味することで所要時間情報を生成した。また，実際所要時間と所要時間情報の差を利用して傾向情報の真方向を決め，一様分布を利用して精度を調節した。実験設計の詳細については参考文献2)を参照いただきたい。

(3) 経路選択モデルの推定結果

今回の実験は1人60回繰り返し実験だったため，実験データをパネルデータとして扱い，MixedLogitモデルとして経路選択モデルの推定を行った。説明変数には所要時間情報，傾向情報ダミー変数，性別，年齢を採用した。表-1には傾向情報ダミー変数の定義を整理する。

説明変数のうち定数項，所要時間情報，傾向情報の小上および大下ダミー変数に対応するパラメータをランダムパラメータとして仮定し，パラメータの平均と標準偏差を推定した。推定は，NLOGIT統計パッケージを利用した。紙面の関係上，表-2にはPhase2の低精度ケースと，Phase3のLHケースの推定結果を示す。

表-2によれば，傾向情報提供の有無に関わらず所要時間情報は，平均，標準偏差ともに有意となっている。すなわち，精度が低い情報であっても，室内実験の結果としては，所要時間情報は経路選択に影響を及ぼす可能性が高いことがわかる。傾向情報が加わったPhase3のLHケースに着目すると，所要時間情報の平均・標準偏差

表-2 経路選択モデルの推定結果

情報の精度	低精度ケース		LHケース	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値
説明変数	-0.218	-0.817	0.511	1.702
	1.123	4.658	0.317	0.681
定数項	-0.178	-6.658	-0.233	-5.873
	0.110	5.371	0.099	4.502
所要時間情報変数	N/A	N/A	-3.910	-5.900
	N/A	N/A	0.297	0.285
小上ダミー	N/A	N/A	2.928	4.446
	N/A	N/A	0.092	0.078
大下ダミー	N/A	N/A	-14.893	-0.020
	N/A	N/A	14.436	0.010
大上ダミー	N/A	N/A		
小下ダミー	N/A	N/A		
性別	-1.824	-1.876	-0.567	-0.745
年齢	0.254	0.556	-0.230	-0.559
サンプル数	800		400	
ρ^2	0.469		0.580	

(ランダムパラメータ変数は上段に平均，下段に標準偏差を表示)
 (色付きは5%非有意)

パラメータに加えて，傾向情報の影響を表す小上ダミーおよび大下ダミーの平均が統計的に優位となっている。図-1に示す通りに，小上ダミー，大下ダミーが1となる状況では，所要時間情報の経路間での大小関係と傾向情報の上下関係が一致しないこととなる。この状況を本研究ではジレンマケースと呼ぶが，ドライバーはジレンマケースにおいて傾向情報の影響を受ける可能性が高いことがわかる。

3. 交通シミュレーション構築

(1) シミュレーションの概要

本研究は傾向情報提供によるネットワークの交通状態調節の可能性を把握することが目的である。しかし，実際の道路ネットワークで傾向情報が提供されている道路区間は非常に限定されており，傾向情報提供時の交通データを収集することは難しい。したがって，2章で説明した室内実験の結果より推定した経路選択行動モデルを用いて，傾向情報提供の交通状態を分析するための交通シミュレーションを構築した。

(2) シミュレーションの設計

本研究では1章に記した傾向情報の可能性のうち，主に1)利用者が交通状態の変化点をより正確に把握することを促し，その結果特定経路への交通集中を回避に着目し，その効果をシミュレーションにより分析する。

本研究ではシミュレーションを用いて，理想的状況として精度の高い予測情報が提供されるケース，現時点の現実的状況として現在情報が提供されるケース，そして傾向情報提供ケースを比較分析する。つまり，シミュレーションにおいて，3種類の情報が提供され，その情報の影響を受けて経路選択が行われ，交通が経路間で配分されるよう設計しなければならない。このシミュレー

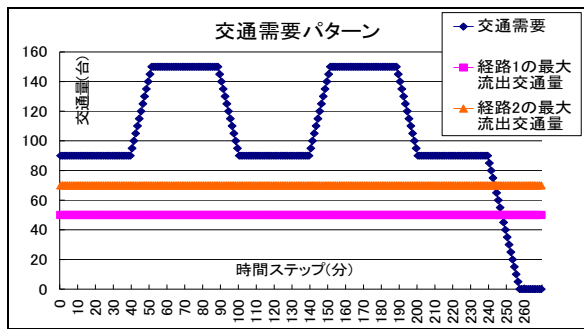


図-2 基本ケースの交通需要

シミュレーションは交通流モジュール、情報提供モジュール、経路選択モジュールから構成されるとする。以下、各モジュールについて説明する。

a) 交通流モジュール

道路ネットワークは1km単位のブロックから構成されるとして、ブロック密度法を利用してネットワーク上の交通状態を記述した。いわゆるマクロ交通シミュレーションの基礎的な考え方に従うものであり、FIFO原理が仮定される。

b) 情報提供モジュール

傾向情報がネットワーク上の交通流に及ぼす影響を予測情報、現在情報の提供時と比較分析するため、この3種類の情報が提供可能な設定とした。上記の交通流モジュールとは別に、前時間帯までの流入交通が目的地に到着するまでの交通流動をシミュレーションする機能を設定し、その実行結果として高精度の予測所要時間を推定する。また、各ブロックの交通状態から計算されたブロック所要時間の合計値を現在所要時間情報として扱い、予測情報と現在情報の差によって傾向情報を設定する。

c) 経路選択モジュール

シミュレーション内の提供情報の精度により、予測情報提供時はPhase2の高精度モデル、現在情報提供時はPhase2の低精度モデル、傾向情報提供時はPhase3のLHケースのモデルを利用し、経路選択を予測する。

(3) 基本ケース

図-2に基本ケースとして2つのピークを持つ渋滞状況の交通需要を示している。対象ネットワークとしては、経路選択可能なものでもっとも単純なものとして、1OD 2経路のネットワークとする。経路間の容量の差異を表

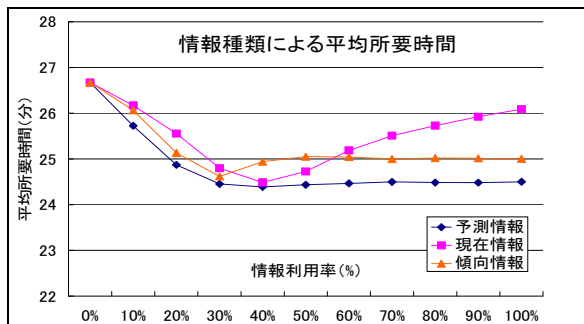


図-3 情報種類による平均所要時間

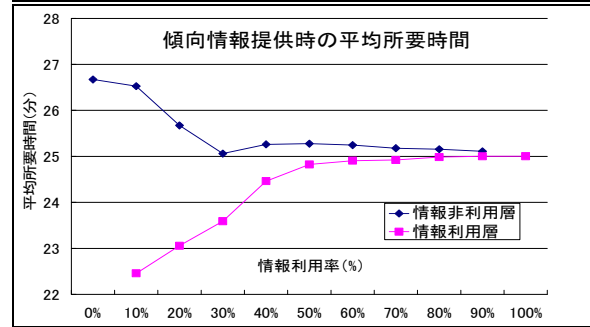
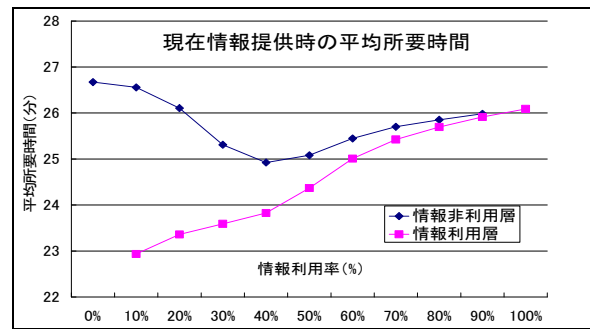


図-4 情報利用層と非利用層の平均所要時間

すため、最下流の最大流出量を経路間で異なるものとした。また、シミュレーション内のドライバーは、情報利用層と情報非利用層に分けられると仮定する。

4. シミュレーション結果

(1) ネットワークの平均所要時間

図-3より情報提供により、情報の種類に関わらず、全ドライバーでの平均所要時間は、情報利用が無い場合と比較して、短縮される傾向にあることが分かる。一方、傾向情報で情報利用率が40%、現在情報で50%を以上となれば、平均所要時間は増加に転じる。情報利用層がさらに増加すれば、予測情報、傾向情報、現在情報の順で、平均所要時間は小さくなる可能性があることが示されている。

図-4は情報利用層と情報非利用層を区別して平均所要時間を示している。現在情報、傾向情報の提供時に共通して、情報利用率が30~40%までの範囲では、情報利用率の増加に伴い情報非利用層の平均所要時間は減少する一方、情報利用層の平均所要時間は増加の傾向にある。40%~50%を超えると現在情報提供時には情報利用層・情報非利用層ともに平均所要時間が単調増加するのに対して、傾向情報提供時には平均所要時間25分のラインに漸近する傾向にある。この差異が、現在情報提供時と傾向情報提供時の利用者全体での平均所要時間の差異を導いたと考えられる。このような差異が生じた要因については、次の(2)の結果を用いて考察する。

(2) 実所要時間の変化

図-5には情報利用率90%時の現在情報と傾向情報の実所要時間の変化を示している。現在情報提供時には

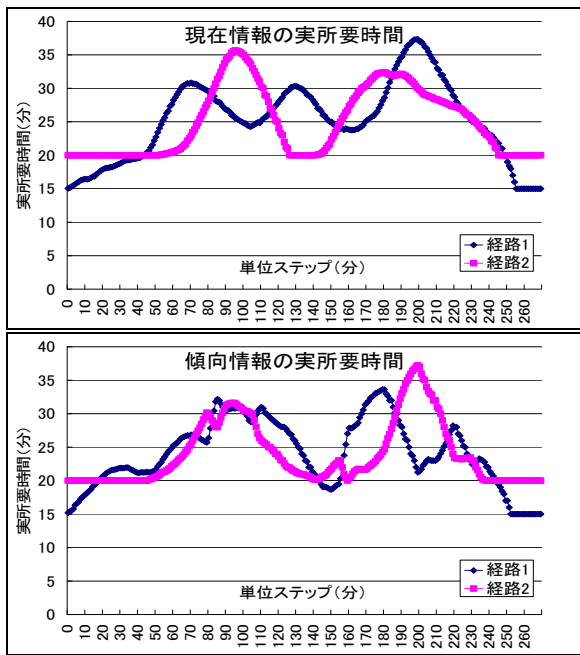


図-5 実所要時間の変化

各経路に交互に交通が集中しているため、計算結果としての実所要時間も大きく変動するものと推察される。すなわち、提供される現在情報が示唆する交通状態と、実際の交通状態とが乖離する可能性があるため、情報依存度が高い状況下では、経路容量に比して過剰な交通が配分される結果となり、4. (1)で示した平均所要時間の増加につながった可能性が考えられる。ある容量を超えた交通の所要時間は容量下に交通量が減少しても、しばらく渋滞は続けて所要時間が遅くなる。つまり、両経路の平均所要時間が遅くなり、サービス水準が悪化する。

図-5 下図に示すとおり傾向情報提供時には、実所要時間の経時変動が、現在情報提供時と比して収まる傾向にあることが確認できる。とりわけ、現在情報提供時に観測された前半部分の変動は、大きく緩和される傾向にあると言える。すなわち、傾向情報は現在情報が示唆する交通状態と実際の交通状態との乖離のために、特定経路に交通集中が生じることを抑制し、他の経路に分散させている可能性があることがわかる。これは、交通状態の変化点を傾向情報が伝えたことにより、交通状態がある程度コーディネートされた結果といえる。

(3) 各経路の所要時間の安定性

表-3には提供情報の種類別に各経路の実所要時間分布の平均と標準偏差を示す。表-3を見ると、経路に関わらず現在情報提供時より傾向情報提供時の実所要時

表-3 各経路の所要時間分布の平均と標準偏差

	経路1		経路2	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
予測情報	24.487	4.811	23.896	3.660
現在情報	25.710	5.659	25.313	5.024
傾向情報	25.099	4.265	24.314	4.527

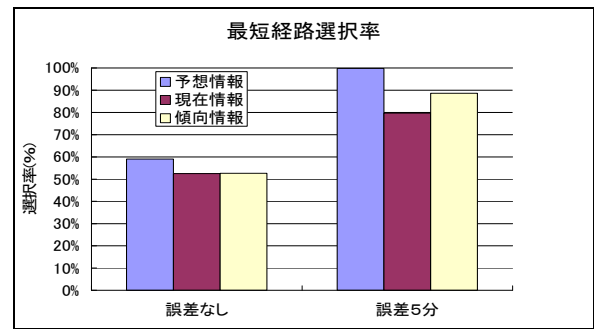


図-6 最短経路選択率

間分布の標準偏差が小さい。すなわち、傾向情報提供により、経路の所要時間が全般的に安定化した可能性が考えられる。統計的に各情報の標準偏差が異なるかを検証するために分散分析を行った結果、経路1と経路2のF値が3.932, 6.997であり、有意水準5%のF値3.007, 3.008より各々高く、両経路の情報別標準偏差が統計的に有意に異なることがわかった。

(4) 最短経路選択率

傾向情報提供によるネットワークの所要時間が安定化され、ドライバーのサービス水準も向上すると考えられる。図-6には情報の種類による最短経路選択率を示している。ドライバーは経験した所要時間を正確に認知していないことを考慮すれば、認知誤差を5分にした場合は傾向情報の最短経路選択率は現在情報より10%高く、より多くのドライバーが早い経路を選択した。

5. おわりに

本研究では傾向情報提供による道路交通状態の調節可能性に関して、簡易な交通シミュレーションを用いて分析した。また、予測情報、現在情報と比較しながら、傾向情報の影響を分析した。結果的に、渋滞が発生して交通が交互に集中するネットワークケースにおいて、傾向情報の提供により、道路交通状態はネットワークのサービス水準が向上する方向にコーディネートされる可能性が示唆された。また、各経路の実所要時間の変動も傾向情報の提供により抑制される可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 大口 敬ほか：渋滞時の代替経路選択行動に与える交通情報提供効果，土木計画研究論文集，Vol.22, No.4, pp.799-804, 2005.10.
- 2) 田中光久ほか：室内実験による傾向情報の経路選択に及ぼす影響分析，第6回ITSシンポジウム論文集，pp.373-378, 2007.12.
- 3) 安 隆浩ほか：室内実験による交通傾向情報提供下の所要時間予測メカニズム，土木学会第61回年次学術講演会概要集，CD-ROM, 2006.9.