

不完全情報を仮定したネットワーク均衡配分と情報提供効果に関する研究*

Traffic assignment considering heterogeneity of network perception*

小林 圭**・森川高行***

By Kei KOBAYASHI**・Takayuki MORIKAWA***

1. はじめに

交通量配分の主な手法である均衡配分法は、ドライバーが全ての経路について完全な情報を得ているという仮定をおいている。しかし実際の交通流において全てのドライバーがこの完全情報仮定を満たしているとは考えにくい。本研究ではそのような不完全情報下での経路選択行動を考慮した均衡配分を行うとともに現況再現性を検証し、さらに、そのようなドライバーに VICS 等により経路情報を提供した場合に得られると期待される効果を分析する。

2. 本研究で用いる均衡配分モデル

(1) リンクコスト関数

本研究では松井・山田⁹⁾によって提案された(2.1)式のようなリンクコスト関数形を採用して、そのパラメータ α 、 β 、 γ を最尤推定法により推定した。この関数形は従来の BPR 型リンクコスト関数を改良し、自由走行時間 t_0 を信号交差点密度 X_1 と指定最高速度の逆数 X_2 の関数として表したものである。本研究では平成 9 年道路交通センサスデータを用い、道路種別や車線数により道路を 6 種類に分類してそれぞれについてパラメータを推定した。推定結果を表 2.1 に示す。

$$t = t_0 \left\{ 1 + \alpha \left(\frac{q}{c} \right)^\beta \right\} \quad (2.1a)$$

$$t_0 = \gamma_0 + \gamma_1 X_1 + \gamma_2 X_2 \quad (2.1b)$$

表 2.1 リンクコスト関数のパラメータ推定値

道路の種類	α	β	定数項 γ_0 (時間)	信号交差点 密度 γ_1 (箇所/km)	指定最高 速度の逆数 γ_2 (h/km)	分散 σ (分)	サンプル数
都市間 高速道路	0.362 (-3.32)	4.53 (5.34)	0.0097 (21.66)	-	0.143 (4.44)	0.0861 (-29.22)	220
都市内 高速道路	0.408 (-7.27)	3.02 (6.18)	0.0138 (-41.63)	-	-	0.199 (-37.28)	342
5車線以上	1.57 (2.67)	1.95 (3.48)	0.0164 (3.37)	0.0037 (12.36)	0.290 (1.18)	1.03 (-2.18)	1233
3車線	1.35 (1.84)	2.99 (7.97)	0.0124 (6.18)	0.0024 (17.11)	0.740 (7.36)	0.813 (-19.22)	2858
4車線	0.351 (-12.26)	1.32 (2.47)	0.0006 (0.42)	0.0037 (23.52)	1.05 (18.90)	1.09 (4.62)	8061
2車線	0.154 (-8.27)	1.82 (2.10)	0.0231 (18.87)	-0.0002 (-0.34)	0.0539 (1.22)	0.276 (-30.23)	308
1車線							

※()内は t 値

全体として良好な t 値が得られ、有意な推定結果であるといえる。信号交差点密度と指定最高速度の逆数は旅行時間を増加させる方向に影響を与える変数であると考えられるが、そのパラメータ γ_1 と γ_2 が正の値に推定されたことも妥当であるといえる。

(2) 配分対象地域と使用データ

名古屋を中心とする 50km 圏域に相当する地域を配分対象とし、279 ゾーンに分割した。ネットワークはノード数 1304、リンク数 4303 である。OD データは第 3 回中京都市圏パーセントリップ調査を中間補完したものを基本とした。

(3) 不完全情報下の経路選択行動

経路情報として、リンクの所要時間を示す所要時間情報と、リンクの存在そのものを示すネットワーク情報の 2 種類を考える。不完全な所要時間情報下ではリンクの距離や沿道条件などからある程度所要時間を推測することはできてもリンク上の交通量に

*キーワード：交通情報、ITS、配分交通

**正員、工修、株式会社 長大

(東京都北区東田端二丁目 1 番 3 号、

TEL: 03-3894-3235、FAX: 03-3894-3265)

***正員、工博、名古屋大学大学院環境学研究科都市環境学専攻

(名古屋市千種区不老町、

TEL: 052-789-3564、FAX: 052-789-3738)

よる影響を明確に把握することはできないと考えられるため、モデル上ではゼロフロー時のリンク所要時間（(2.1b)式の t_0 ）のみに基づいて最短経路を選択させる。このモデル化により、リンク上の交通量が変化してもドライバーが認知する所要時間は変化

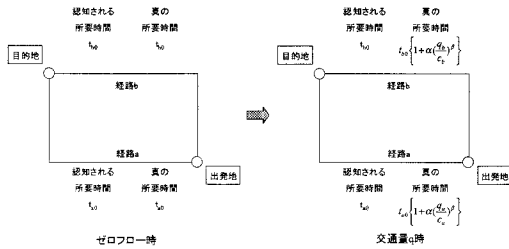


図 2.1 不完全な所要時間情報下の経路所要時間の認知

しないことになる（図 2.1 参照）。また、不完全なネットワーク情報下ではドライバーは補助幹線道路のような認知度の低い道路の存在を知らず、高速道路や幹線道路などの認知度の高い道路のみを経路選択肢として、その中で最短経路選択を行うと考えられたため、モデル上では 3 車線以上の道路を優先して経路選択をさせる。2 車線以下の道路については、出発地及び目的地周辺の道路、つまり出発地・目的地とその周辺に位置する幹線道路を結ぶ道路ならば存在を知っているものとする（図 2.2 参照）。

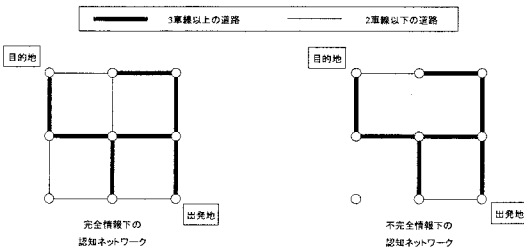


図 2.2 不完全なネットワーク情報下のネットワーク認知

3. 不完全情報を考慮した均衡配分結果

まず所要時間情報が不完全なドライバーの存在を考慮した均衡配分を行った。全てのドライバーの何%が不完全な所要時間情報下で経路選択を行っているのか、その比率を 0 から 1 まで変化させたときの現況再現性の变化をみた。比率と現況再現性の関係を図 3.1 に示す。比率に対して相関係数は単調減少、RMS 誤差は単調増加となり、比率を 0 とした

とき最も現況再現性が良くなった。しかし現況で不完全な所要時間情報を基に経路選択をしているドライバーは存在しないとは考えにくい。そこで図 3.1 のグラフの傾きに注目する。相関係数、RMS 誤差とも比率が小さいときは傾きが小さいものの、比率の増加に伴い指数関数的に大きくなっていることに留意すれば、次のような解釈ができる。不完全情報下のドライバーは確かに存在しているものの、完全情報下のドライバーが不完全情報下のドライバーの「誤った」経路選択行動を補う形で経路選択を行うため、結果的に均衡に近い状態に達しているのではないだろうか。

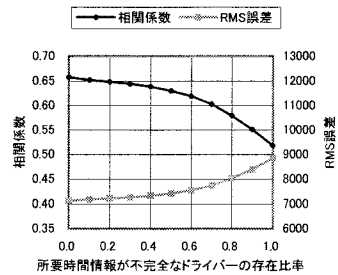


図 3.1 存在比率と現況再現性

次にネットワーク情報が不完全なドライバーの存在を考慮した均衡配分を行った。一般に通勤・通学を目的としたドライバーに比べて自由行動・業務を目的としたドライバーはネットワーク情報が不完全であると考えられる。そこで、自由行動・業務目的のドライバーについて、そのうち何%が不完全なネットワーク情報下で経路選択を行っているのか、その比率を変化させたときの現況再現性の变化をみた。それ以外の目的のドライバーについては完全情報を仮定した。比率と現況再現性の関係を図 3.2 に示す。

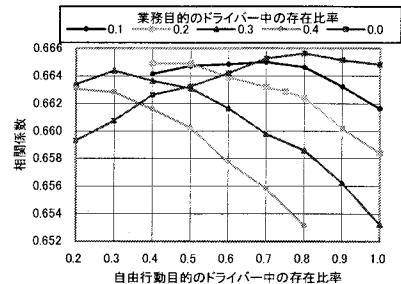


図 3.2a 存在比率と現況再現性（相関係数）

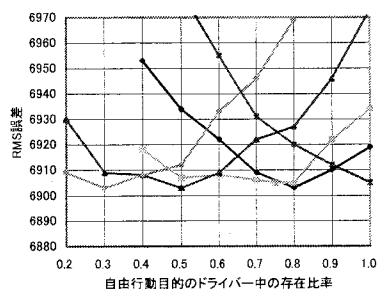


図 3.2b 存在比率と現況再現性(RMS 誤差)

現況再現性が最も良いときの比率から、現況で自由行動目的の 50%程度、業務目的の 30%程度が不完全なネットワーク情報を基に経路選択を行っていると考えられる。この時の相関係数は 0.663、RMS 誤差は 6903 である。この状態が現況を表しているものとして情報提供効果の分析を行う。

4. 情報提供効果の分析

(1) 平常時の旅行時間短縮効果

まず情報提供による平常時の旅行時間短縮効果を分析する。情報提供後には全てのドライバーが情報に従って最短経路選択を行い均衡状態に達すると仮定すると、昼間 12 時間の総旅行時間は現況 1 億 2811 万分から情報提供後 1 億 2349 万分に、462 万分減少した。時間価値 57.5 円とすれば、便益は 2 億 6517 万円、年間 967 億 8658 万円である。この便益の大部分(78%)は情報提供を受けたドライバー（それまで不完全なネットワーク情報下にあったドライバー）の旅行時間が短縮したことによるものであり、1 台あたり年間約 7 万円程度の便益となる。現況で不完全なネットワーク情報下のドライバーが仮に 15 万円の VICS 情報受信機器を購入する場合、その機器を 2 年程度使用し続ければ購入額に見合った効用が得られることになる。実際には VICS 情報の効用は所要時間減少以外にも様々あると思われるため、購入額が還元されるまでに必要な期間はさらに短くなる可能性がある。

一方、現況でも完全情報下で経路選択を行っているドライバーの旅行時間も僅かに減少しており、1

台あたり年間 2 千円程度の便益がある。現況で不完全情報下のドライバーが享受する効用に比べれば非常に小さい値であるが、現況で不完全情報下のドライバーが VICS 等により経路情報を入手することで、もともと完全情報を得ていたドライバーも効用を得ることができ、情報提供は直接情報を受信しないドライバーも含む全てのドライバーに対して効用を与えることができるといえる。

(2) 緊急時の迂回行動支援

次に、事故・災害などにより突発的にリンクが遮断された場合の迂回行動支援効果を分析する。突発的にリンクが遮断された場合、ドライバーは事前に情報提供を受けなければ遮断された地点に到達するまでリンクが遮断されていることを知ることができない。そこで初めて迂回行動を行うが、このような応急的な迂回行動では必然的に代替経路の選択肢は非常に限定されたものとなり、ほぼ選択の余地はないものと考えられる。この場合は迂回路の混雑状況にかかわらずその迂回路を選択せざるを得ず、部分的に Flow Independent な状態になる。このことを考慮して、現況における迂回行動を以下のようにモデル化する。

ドライバーが最短経路を選択しようとするとき、実際には途中のリンクが遮断されていてもドライバーはそれを認知していない。したがって最短経路探索は通常のネットワーク状態に基づいて行う。すると本来遮断されているリンクにも交通量が配分されることになるが、遮断されているリンクに配分された交通量を、あらかじめ指定した迂回路に交通量を配分し直すことで迂回行動を表現する(図 4.1 参照)。

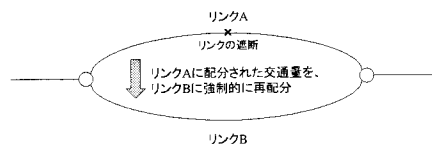


図 4.1 応急的な迂回行動のモデル化

一方、情報提供により事前に遮断を知ることができれば、あらかじめ遮断リンク付近の混雑を避けるような形で経路選択を行うことができ、効率的な迂回行動が可能になる。

名古屋駅付近の「太閤通3」交差点（図4.2参照）での事故を想定し、交差点につながる道路を昼間12時間遮断した。交差点周辺の道路を走行する車両の価値高時間は平常時13万分から遮断時39万分に、26万分増加した。しかし情報提供後には19万分となり、遮断による損失は20万分減少し6万分に抑えられる。この時の便益は1179万円となる。事故によるリンクの遮断時間を2時間、頻度を1日1回と仮定すると、年間7億1723万円の便益が得られることになる。

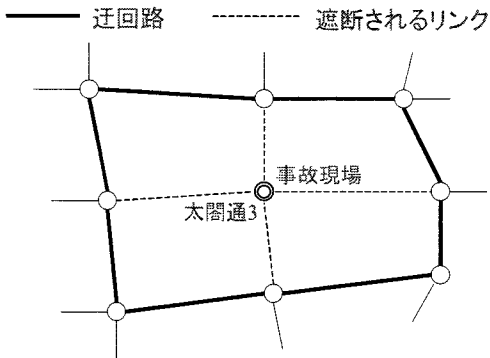


図4.2「太閤通3」交差点見取り図

(3) 情報影響効果の総合的評価

(1)及び(2)でみたように、ネットワークを走行中のドライバーに情報を提供することにより大きな便益が得られることがわかる。また、本研究では主として旅行時間の短縮を貨幣換算して便益として扱ったが、その他にも旅行時間の短縮により燃料消費の減少や自動車への負担減少、さらには排出ガスの減少による環境保護への寄与など、情報提供により導かれる2次的、3次的な便益も考えれば高度な情報提供システムの早期運用が強く望まれる。

5. 今後の課題

本研究では全てのドライバーが提供された情報に常に従って最短経路選択を行うという仮定において情報提供効果の分析を行ったが、情報が示す最短経路を選択せずに他の経路を選択してしまうようなドライバーの存在は否定できない。つまり所要時間以外の要素がドライバーの経路選択に影響を与えてい

る可能性が十分に考えられる。本来ならばそのようなドライバーをも考慮した上で情報提供効果を分析する必要があると思われる。そのためには情報を得た時のドライバーの行動を把握できるデータを収集しなければならない。

参考文献

- 1) 土木学会：交通ネットワークの均衡分析、1998.
- 2) 名古屋高速道路公社・財団法人名古屋高速道路協会：名古屋高速道路の交通量配分手法に関する実証的調査研究委員会 報告書、pp.47-49、1997.
- 3) 日本道路協会：道路の交通容量、1984.
- 4) 本田秀太・溝上章志：多種流確率均衡モデルに基づいた VICS 情報の利用率予測と便益評価、土木計画学研究・講演集、No.23(2)、pp.759-762、2000.
- 5) 松井寛・山田周治：道路交通センサスデータに基づく BPR 関数の設定、交通工学、Vol.33、No.6、pp.9-16、1998.
- 6) 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、第401号/IV-10、pp.99-107、1989.
- 7) Yang, H.: Multiple Equilibrium Behaviors and Advanced Traveler Information Systems With Endogenous Market Penetration, Transportation Research.-B, Vol.32, No.3, pp.205-218、1998.