

ナビゲーション情報を考慮した都市道路網における経路誘導効果に関する分析*

An Analysis of Traffic Control in Urban Road Network Considering the Route Navigation System*

小川 圭一**・秋山 孝正***

By Keiichi OGAWA** and Takamasa AKIYAMA***

1. はじめに

近年、VICS 等に代表される車載情報機器を利用することにより、道路利用者はリアルタイムの交通状況にもとづく経路選択行動をおこなえるようになってきている。しかしながら、多種多様な交通情報が氾濫することは、必ずしも道路網全体としての交通状況が最適化されることを意味しているわけではない。そのため交通管理者の側としては、効率的な都市道路網の利用をおこなうため、このような車載情報機器の普及を前提とした、適切な交通管理方法について考える必要がある。

既存研究においても、車載器をもつすべての利用者を最短経路に誘導した場合、特定のリンクに車両が集中することから、かえって道路網全体としては交通状況が悪化する恐れがあることが指摘されている。またこれに対し、たとえば所要時間が2番目、3番目といった代替経路も含めて、交通管理者が最適な組み合わせを考慮して提供することにより、交通状況の悪化を抑制できることが示されている¹⁾。

しかしながら、現実的には経路誘導情報を受けた利用者はすべて誘導にしたがって行動するわけではなく、他の経路との比較によって経路選択行動をおこなっているものと考えられる。そこで本研究では、車載器を搭載した車両の経路選択行動をモデル化し、これを組み入れた分析をおこなうことにする。具体的には、利用者に対してリアルタイムの最短経路のみでなく、代替経路との所要時間差が提供された場

合について、交通管理者が最適な誘導経路の組み合わせをおこなった場合の経路誘導効果について検討することとする。

2. 経路誘導情報と経路選択行動

(1) 想定するナビゲーション情報

本研究では、車載の情報提供機器を利用したナビゲーション情報を想定する。

現在普及している車載ナビゲーション機器は、リアルタイムの交通情報を入手できる VICS 対応のもの、VICS 非対応のものに大別できる。また VICS 対応のものの中でも、さまざまな機種が混在している状況にある。車載器の機種によって運転者に提示される情報の種類はさまざまなものがあるが、たとえば通常の最短経路が混雑している場合に、より所要時間の短い経路を代替経路として提示するもの、また両経路の所要時間の差を提示して運転者の経路選択をうながすものなどがある。

ここでは、車載器から提供される情報として、平常時の交通状況にもとづく最短経路（通常経路）、リアルタイムの交通状況にもとづく最短経路（代替経路）と、両経路の所要時間差を想定する。すなわち利用者は、平常時の最短経路が最短となる場合には通常経路に誘導されるが、交通状況によって平常時とは最短経路が異なる場合には、両経路の所要時間差を考慮して経路選択行動をおこなうものとする。

(2) 利用者の経路選択行動

つぎに、上述のようなナビゲーション情報が提供された場合の経路選択行動について考える。

この場合、通常経路に比較してより所要時間の短い経路（代替経路）が存在する場合にのみ、利用者は両経路の所要時間を比較して経路選択行動をおこ

* キーワード：交通情報，ITS，交通管理

** 正会員，博(工学)，
立命館大学理工学部環境システム工学科 講師
〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1
TEL: 077-561-5033，FAX: 077-561-2667

*** 正会員，工博，岐阜大学工学部社会基盤工学科 教授
〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1
TEL: 058-293-2443，FAX: 058-230-1528

なうことになる。

ここでは、仮想的な所要時間情報が提示された場合の経路選択行動に関する SP 調査をもとに、非集計ロジットモデルを用いて経路選択行動モデルを作成する²⁾。なお、調査は岐阜大学工学部学生を対象に、岐阜市内の幹線道路を対象としておこなったものである。ここでは単純化のため、両経路の所要時間のみを説明変数としたモデルを作成した。具体的には、以下のような効用関数の経路選択行動モデルを用いている。

$$V_i = -0.498 \cdot t_i \quad (1)$$

$$(t = -19.9)$$

ここで、 V_i は経路 i の効用、 t_i は経路 i の所要時間（単位：分）である。

3. 都市道路網における経路誘導効果

(1) 都市道路網の設定

つぎに、仮想的な都市道路網として、図-1 に示すようなノード数 25、リンク数 80、セントロイド数 9 の格子状の道路ネットワークを想定し、この道路網上での最適な交通情報提供方法を考える。ここで、リンクには 2 車線道路（交通容量：4,000[台/時]）、1 車線道路（交通容量：2,000[台/時]）の 2 種が存在する。また、OD 交通量は各セントロイド間に 2,000[台]ずつ存在するものと仮定する。

ここで、道路ネットワーク上を走行する車両には、ナビゲーション機器を搭載する「誘導車」と、ナビゲーション機器を搭載しない「非誘導車」が存在するものとする。誘導車には道路網上の交通状況に応じた経路誘導がおこなわれ、上述の経路選択行動モデルにしたがって行動するものと仮定する。一方、非誘導車はリアルタイムの交通情報を得られないことから、対象道路網の日常的な交通状況に対する知識にしたがって行動するものと仮定する。具体的には、上述の OD 交通量にもとづく確率的均衡配分によって、非誘導車の経路選択行動を表現する³⁾。

(2) 平常時の経路誘導による結果

図-2 に、すべての誘導車に対して最短経路を誘導経路とした場合の、ネットワーク上の総走行時間の変化を示す。なお、ここでは平常時の交通状況とし

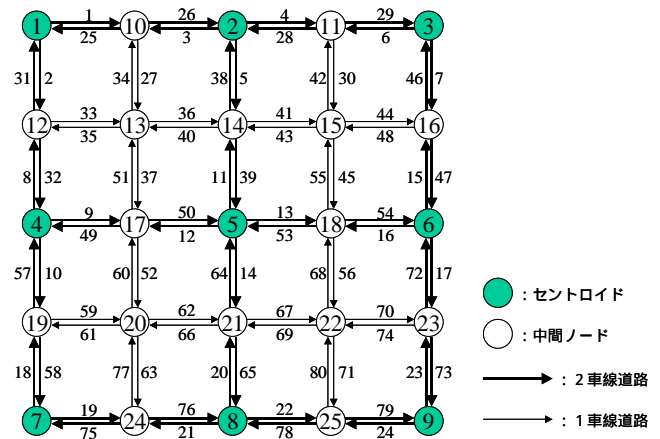


図-1 対象道路ネットワーク

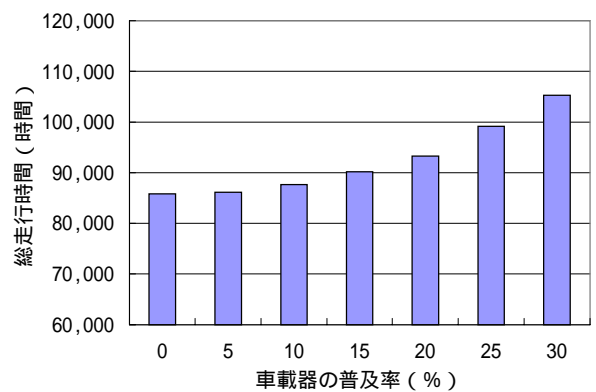


図-2 経路誘導による総走行時間の変化（平常時）

て、確率的均衡配分により推計される交通状況を考える。したがって、すべての誘導車には平常時の最短経路（通常経路）が提示されており、代替経路との経路選択行動はおこなっていない。

これをみると、車載器の普及率が増加するにしたがってネットワーク上の総走行時間が増加していることがわかる。これは、経路誘導をおこなうことによって特定のリンクに交通が集中することにより、かえって交通混雑を増加させているためである。

4. 交通障害発生時の経路誘導効果

(1) 交通障害発生時の経路誘導

一般に、経路誘導や情報提供の効果は、交通障害発生時やイベント実施時など、平常時とは異なる交通状況が発生した場合であると考えられる。またこのような場合において、平常時の最短経路（通常経路）とリアルタイムの最短経路（代替経路）が異なることから、前述のような利用者の経路選択行動が

経路誘導効果に影響を及ぼすことになる。

そこで、前述の道路ネットワーク上で交通障害が発生し、平常時と交通条件が異なる場合を想定する。具体的には、交通障害によって2車線道路のうち1車線が閉塞し、当該リンクの交通容量が2,000[台/時]に減少した場合を想定する。ここでは、交通障害の発生箇所として、リンク10(外周道路)、リンク53(市街中心部)、の2種を想定した。

このような場合、ODによっては平常時の最短経路(通常経路)よりも所要時間の短い経路が存在することから、これがリアルタイムの最短経路(代替経路)として利用者に提示されることになる。

(2) 経路誘導効果の算定結果

このときの経路誘導による総走行時間の変化について、図-3、図-4に示す。ここでは、すべての誘導車が経路誘導にしたがい、所要時間の短い代替経路を走行すると仮定した場合と、上述の経路選択モデルにしたがって経路選択行動をおこなうと仮定した場合との比較を示す。なお、この場合にも非誘導車は交通障害に関する情報が得られないものとし、平常時の交通条件にもとづく確率的均衡配分による経路選択をおこなうものとした。

これをみると、平常時の経路誘導の場合とは異なり、車載器の普及率が15%以下のときには、いずれも総走行時間が減少していることがわかる。これは、交通障害発生箇所での交通混雑を誘導車が回避することにより、道路ネットワーク全体としての交通混雑が緩和されていることを示している。しかしながら、普及率が20%以上になると、平常時の場合と同様に総走行時間が増大している。これは経路誘導によって交通障害発生箇所とは異なる特定のリンクに車両が集中することから、平常時と同様にかえって混雑を増加させることによる。

また、普及率が15%以下の場合、利用者の経路選択行動を考慮した場合には、すべての誘導車が最短経路を利用すると仮定した場合に比較して総走行時間がやや大きくなっている。これは、経路誘導にしたがわない運転者がいることにより、経路誘導効果が小さくなっていることを示している。

しかしながら、普及率が20%以上の場合には、逆に他のリンクへの過度の集中が緩和されることから、

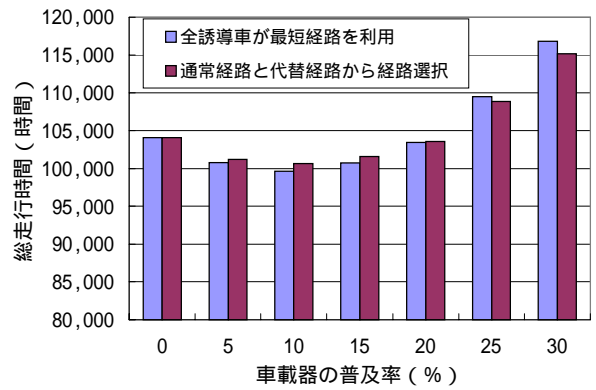


図-3 経路誘導による総走行時間の変化 (リンク10で交通障害が発生した場合)

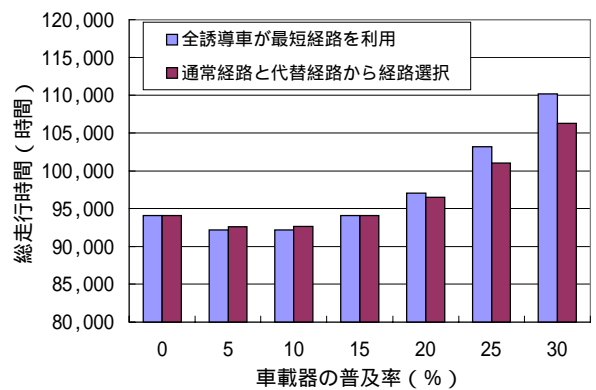


図-4 経路誘導による総走行時間の変化 (リンク53で交通障害が発生した場合)

経路選択行動を考慮した場合の方が、総走行時間が小さくなっている。すなわち、車載器の普及率がある程度以上に進展した状況においては、すべての車両をリアルタイムの最短経路(代替経路)に誘導してしまうのではなく、複数の経路を運転者に提示して、運転者の自由な経路選択行動に委ねた方がよいということがいえる。

5. 最適な誘導経路の組み合わせの検討

(1) 誘導経路の組み合わせ方法

つぎに、交通管理者側の視点から、道路ネットワーク上の交通条件に応じた最適な経路誘導情報の提供方法について検討する。ここでは交通管理者の目的関数として、道路ネットワーク上の車両の総走行時間の最小化を用いる。この目的関数にもとづき、交通管理者は各ODの走行車両に対して最適な経路誘導情報の組み合わせを検討するものとする。

ここでは、OD ごとに所要時間が短い経路を最大 3 つまで選定し、その中から交通管理者が 1 つを選択して、誘導経路として提供することを考える。このとき、交通管理者は道路網全体の総走行時間が最短となるような組み合わせを選定する。ただし、平常時の最短経路（通常経路）よりも所要時間の長い経路を代替経路として提示することは現実的ではないため、通常経路よりも所要時間の短い経路のみを選定の対象とする。

ここでは、遺伝的アルゴリズム（GA）を用いて最適な組み合わせの探索をおこない、経路誘導効果を算定することとした。

（2）経路誘導効果の算定結果

図-5、図-6 に、最適な組み合わせをおこなった場合の経路誘導にもとづく総走行時間を示す。

これをみると、交通管理者が誘導経路を適切に組み合わせることにより、リアルタイムの最短経路のみを提供する場合に比較して、道路ネットワーク全体の総走行時間を短縮することが可能であることがわかる。とくに、車載器の普及率が増加した場合における、特定リンクへの集中による総走行時間の増大を抑制することが可能であることがわかる。

6．おわりに

本研究では、仮想的な都市道路網を対象として、経路誘導情報の提供効果の分析をおこなった。これにより、以下のような点が示された。

車載器の普及率が増加した状況では、すべての車両をリアルタイムの最短経路に誘導するのではなく、複数の経路を提示して利用者の経路選択に委ねる方が、総走行時間の短縮が可能になる。

交通管理者が適切な経路誘導の組み合わせをおこなうことにより、経路誘導による特定リンクへの車両の集中による総走行時間の増大を抑制することが可能である。

今後の課題としては、対象道路網の規模や交通障害の発生状況、OD 交通量の変動状況などによる結果の違いを把握し、これらの結論の一般性を確認することが挙げられる。また本研究では運転者の経路選択行動を所要時間のみを変数として表現したが、

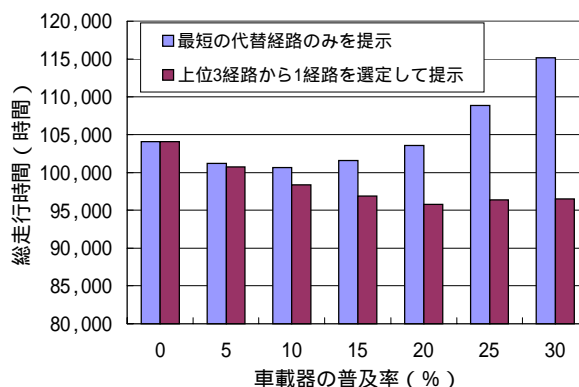


図-5 経路誘導の組み合わせによる効果（リンク 10 で交通障害が発生した場合）

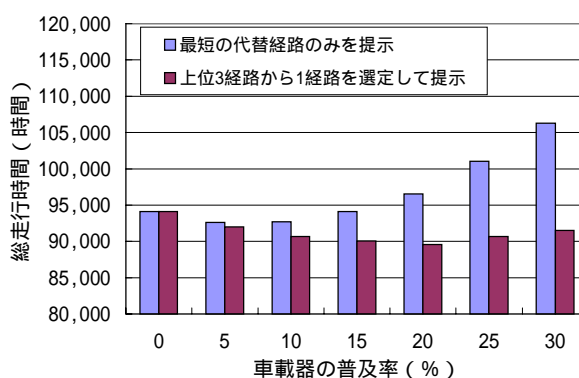


図-6 経路誘導の組み合わせによる効果（リンク 53 で交通障害が発生した場合）

経路誘導を受ける運転者の行動をより詳細に分析、モデル化することが必要であると考えられる。

謝辞

本研究は、財団法人佐川交通社会財団 平成 14 年度交通安全対策振興助成研究（地域研究）による成果の一部である。研究助成をいただいた同財団に感謝の意を申し上げる。また、計算に当たっては、岐阜大学工学部学生（現・滋賀県庁勤務）今宿雄史氏のご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を申し上げる。

参考文献

- 1) 小川圭一，秋山孝正：経路誘導情報を想定した都市道路網の効率的利用に関する検討，土木学会第 57 回年次学術講演会講演概要集，CD-ROM, 2002.
- 2) 小川圭一，田中俊祐，秋山孝正：多種情報を考慮した経路選択行動記述に基づく交通情報提供方法の検討，第 21 回交通工学研究発表会論文報告集，pp.285-288, 2001.
- 3) Takamasa Akiyama, Koji Iwata: Evaluation of Traffic Information Provision with Stochastic User Equilibrium, 土木学会第 55 回年次学術講演会講演概要集，CD-ROM, -368, 2000.