

動的な交通特性を考慮した 通行止情報の最適提供位置の検討手法*

A study on the most suitable offering point of traffic closure information considering dynamic traffic behavior

高山純一**・酒井大輔***・永田恭裕****・川上光彦*****

By Junichi TAKAYAMA**, Daisuke SAKAI***, Yasuhiro NAGATA**** and Mitsuhiro KAWAKAMI*****

1.はじめに

様々な交通問題が発生している現在において、円滑で快適な交通を確保するためには、ドライバーにとって有効な交通情報を提供する事が重要なポイントとなっている。高速道路では道路交通情報板等を用いて様々な情報を提供し、重大事象（大規模渋滞、異常気象、交通事故）については、特に優先的に情報の提供を行っている。しかし、交通情報の提供状況によっては、ドライバーに不利益をもたらしたり、混乱を生じさせたりするおそれがある場合があると考えられる。

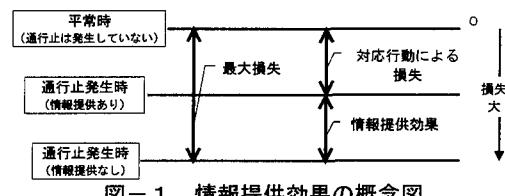
著者らはこれまでに、高速道路の通行止情報の最適な提供位置について、通行止に関連する要因からその考え方を明らかにするとともに、情報提供による効果を用いた最適情報提供位置の検討手法を提案してきた。具体的には、仮想ネットワークを用いた数値シミュレーションにより、その適用性を明らかにしている。^{2) 3)}しかし、これまでの研究は、ある時間帯に発生した交通のみを対象とした静的なモデルであるため、時々刻々変化する交通状況や交通情報に十分対応できていないのが現状である。

そこで、本研究では、情報提供施設の有効利用に

焦点をおき、これまでの検討手法に動的な交通状況の変化、ならびにドライバーの動的な交通行動特性を盛り込むことによって、より現実的な情報提供方法を検討するためのモデル（拡張モデル）の開発を目的としている。

2.情報提供位置検討手法の基本的な考え方

(1) 最適提供位置の決定について



具体的には図-1に示す概念図にあるように、平常時に比べて通行止発生時に情報提供がなされない場合のドライバーの被る損失を最大損失と考え、この最大損失と情報提供が行われる場合にドライバーの被る損失の差を情報提供効果と考える。ここでは、この値の大きな地点が通行止情報の提供位置として最適であると考えている。

(2) 複数箇所における情報提供について

複数箇所で情報を提供する場合に留意するべき点としては、提供する情報の重複が挙げられる。予算等のかねあいから、なるべく少ない情報提供施設を用いて大きな効果をあげることが望まれている。したがって、同じ情報を何度も同じドライバーに提供することが無いように検討することも重要である。そのためには、同一の最短経路上および同一のODペアに対して重複した情報提供を行わないよう、情報提供位置の組み合わせを決定することが必要となる。

*キーワード：交通情報、最適提供位置

**正会員、工博、金沢大学教授 工学部土木建設工学科、住所 〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 TEL 076-234-4650, FAX 076-234-4644,
E-mail takayama@t.kanazawa-u.ac.jp

***学生会員、金沢大学大学院 自然科学研究科 環境基盤工学専攻

****正会員、工修、(株)長大、住所 〒550-0013 大阪市西区新町 2-20-6 新町グレースビル
TEL 06-541-5793, FAX 06-541-5811,
E-mail nagata-y@chodai.co.jp

*****正会員、工博、金沢大学教授 工学部土木建設工学科 住所 〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 TEL 076-234-4649, FAX 076-234-4644,
E-mail kawakami@t.kanazawa-u.ac.jp

(3) 動的な交通について

ここでは、短い時間単位で時々刻々変動する交通流を厳密に再現するモデルではなく、ある程度の時間幅（時間帯、具体的には、30分あるいは1時間程度の時間間隔）を考え、その時間帯内に出発する交通を一つの群としてとらえるマクロ的な考え方を用いる。経路選択についてはODペアごとに行われ、時間が移り変わった段階での最短経路を選択するものとする。

(4)迂回と待機の判断の考え方^{1),2)}

本研究では、迂回するか、あるいは待機するかの判断を図-3に示す迂回による損益分岐曲線により行うものとする。具体的には、以下に示す方法により、損益曲線を作成し、それにもとづいて迂回、待機の判断を行う。なお、表-1は損益曲線を作成するために必要な数値をまとめたものであり、それを図化したものが図-3である。

表-1 損益分岐曲線作成のためのデータ^{1),2)}

目的地	迂回による 損失時間(分)	目的地の比率(%)	累計(%)
A	30	10	10
B	40	35	45
C	55	25	70
D	60	18	88
E	75	12	100

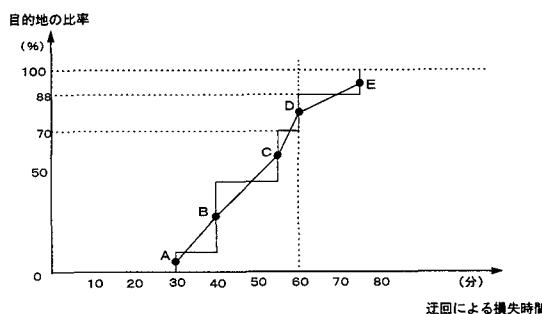


図-3迂回による損益分岐曲線^{1),2)}

損益曲線は、情報提供候補地点と通行止を考える地点の両方を通過する交通に対して、目的地を整理し、その目的地ごとのOD構成比率と迂回をした場合の損失時間との関係を示したものである。これによって、目的地別に、待機した場合と迂回した場合のどちらが早く到着できるのか（どちら

の便益が大きいか）を知ることができる。

図-3において、通行止の提供時間が30分未満であれば、この情報提供位置を通過するすべてのドライバーは、迂回するよりも待機した方が早く到着できることになる。また、仮に継続時間が60分であったとすれば、この情報提供位置を通過するドライバーの70%は迂回した方が早く、12%は待機した方が早いことになり、残りの18%はどちらのルートをとっても同じ時間（便益）となる。

本研究で用いている損益曲線は、簡単のため、図-3で言えば、60分の継続時間の場合は、目的地がA点、B点、C点であるドライバーは迂回した方が早く、目的地がD点、E点のドライバーは待機した方が早いものとして取り扱う。

また、迂回、待機の検討には、ドライバーが考える実質継続時間を継続時間として用いている。これは、情報板で示された時間から、通行止地点までに要する時間を差し引いたもので、情報が提供されなければ、ドライバーは、この時間分だけ待機しなければならない。ここでは、迂回した場合の、待機した場合と比較した便益を求めるため、この値を用いている。

(5)情報提供効果の定式化

迂回する場合については、通常時と迂回時における所要時間の差がドライバーの被る損失であると考えられるため、通常時と迂回時（通行止発生時）における所要時間差を時間価値を用いて便益に変換したもの（交通量で重み付けしたもの）と、高速道路の利用料金の和から、ドライバー（情報利用者）の迂回による損失を算出する。交通量による重みは、交通量による情報提供効果への影響を考慮するため、与えた交通量をそのまま乗じていている。

また、情報提供がなされないと考える最大損失については、情報の継続時間についてのみがドライバーの被る損失として考えることができるため、これを損失の算出要因として取り上げ、迂回の場合と同様に時間価値を用いて変換したもの要用いる。

以下にそれぞれの計算式を示す。ただし、 τ は対象時間帯を表す。

・迂回の場合の損失 $L_u(\tau)$

$$L_u(\tau) = \sum_i \sum_j 60(t'_{ij} - t_{ij})\alpha \rho_{ij}(\tau) + \sum_i \sum_j (l'_{ij} - l_{ij})\beta_{ij} \rho_{ij}(\tau)$$

t'_{ij} : ODペア ij のドライバーが迂回する場合の所要時間（時）

l'_{ij} : ODペア ij のドライバーが迂回する場合の走行距離 (km)

t_{ij} : ODペア ij のドライバーの通常時の所要時間（時）

l_{ij} : ODペア ij のドライバーの通常時の走行距離 (km)

$\rho_{ij}(\tau)$: OD交通量による重み α : 時間価値 (円／分)

β_{ij} : 高速料金 (円／km)

・情報提供がない場合の最大損失 $L_{max}(\tau)$

$$L_{max}(\tau) = \sum_i \sum_j 60t_{ij}\alpha \rho_{ij}(\tau)$$

t_{ij} : 待機時間（時）

・情報提供の効果 $E(\tau)$

$$E(\tau) = L_{max}(\tau) - L_u(\tau)$$

この場合の情報提供効果は、その情報提供候補位置を通過する全ドライバーの受ける便益をすべて合計した値を示している。

本研究で用いる時間価値としては 45 円／分を用いた。また、高速道路の料金は、(ターミナルチャージ + 単価 * 距離) で計算されており、本研究で用いる高速料金の単価は 25 円／km と設定した。

3. 最適提供位置の検討手順

情報提供位置に関する最適解の探索には、遺伝的アルゴリズム (GA) を用いている。詳しい手順は以下に示す通りであり、これを時間帯 (τ) ごとに行って、時間帯ごとの最適情報提供位置を決定している。ある時間帯 (τ) での検討フローは図-2 に示す通りである。

①全ての道路区間について、通常時における所要時間を計算し、所要時間が最小となる経路（最小所要時間経路：これを利用予定経路とする）を選定する。

②情報提供候補位置ならびに通行止区間の両方を最小所要時間経路に含んでいるODペアを選び出す。

③情報の重複した提供が起こらないことを考慮して、候補位置の組み合わせ遺伝子を発生させる。

④通行止時に情報提供候補地点から目的地までかかる時間を迂回時間、通行止区間の直前まで進んだときに待機に要する時間を待機時間とし、

これを全てのODペアについて求める。

⑤⑥の迂回時間および待機時間をもとに、ODごとに迂回すべきか、待機すべきかの検討を行う。

迂回する場合には、迂回に必要な所要時間から、その損失を計算し、最大損失との差をもって情報提供効果を算出する。待機する場合は、通行止区間の直前で待機するものと考えて、情報提供効果はないものとして扱う。

⑦設定した世代まで遺伝子操作（淘汰、交差、突然変異）を行う。

⑧①～⑥までの作業を時間帯ごとに繰り返すことにより、時間帯ごとの最適情報提供位置を決定する。

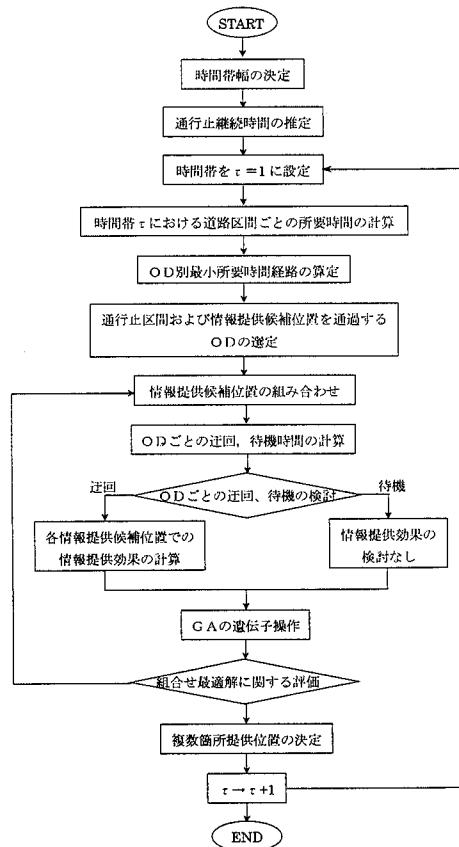


図-2 検討手法のフロー

4. シミュレーションの概要

(1) シミュレーションの概要

ここでは、図-4に示す仮想のネットワークを対象に、3章で提案した通行止情報の提供位置に対する評価手法の適用性を検討する。

実際に、通行止が発生する地点においては、様々な影響要因が考えられるが、本研究のシミュレーションでは、発生交通量の地点別の大小と継続時間の大小によって、最適位置にどのような傾向が見られるのかを探るものとする。

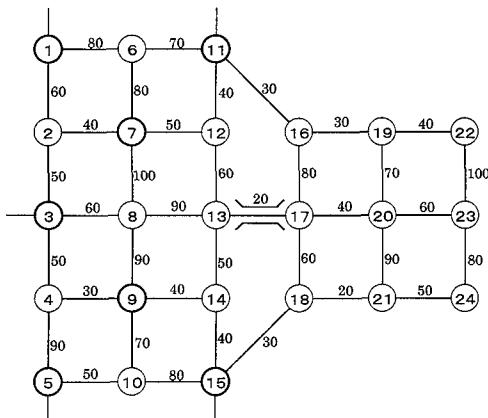


図-4 ネットワークの概要 (km)

(2) シミュレーションを行うにあたっての前提条件

ここで扱う評価手法では、以下の前提条件を与えるものとする。

- ① 対象ネットワーク上で新たに発生するOD交通量（発時刻別OD交通量）は、時間帯ごとに外生的に与えられるものとする。
- ② 対象ネットワークは、すべて高速道路網とし、迂回路も、その中から選択されるものとする。
- ③ 高速道路の利用者は、通常時、非常時（通行止発生後の迂回時）のどちらにおいても、走行する経路は所要費用（利用料金）、所要時間等が最小となる経路を選択するものとする。
- ④ 各時間帯における交通量は①、②、③の結果をもとに、選択経路を予測して評価に利用するものとする。

⑤ 情報提供を行う候補地点は、IC、JCT（ネットワーク上のノード）の手前のみとする。

⑥ 通行止の継続時間は、通行止の原因（交通事故の発生、異常気象等）別に推定可能であると仮定し、通行止情報の継続時間もこれに等しいとする（情報の時間的な遅れは考慮しない）。

(3) 評価関数

本研究では、目的関数を情報提供候補位置の組み合わせによる総情報提供効果とし、この最大化を命題とする。制約条件は設置箇所数の上限と組み合わせの際の情報の重複提供の回避とし、遺伝子作成段階において評価手法の中に盛り込んで考えている。

5. おわりに

本研究では、動的な交通を用いて、通行止発生時に、情報提供施設を有効に運用するための、最適な提供位置を検討する手法の提案を行なった。なお計算結果の詳細については、講演時に発表したい。今後の研究課題としては、動的なOD交通量の推計との組み合わせをはじめとするモデルの精緻化、および実在の道路網（一般道路を含んだもの等）への適用を検討していきたい。

最後に本研究を行うにあたり、(社)北陸建設弘済会ならびに文部省科学研究費（基盤研究(B)(1))の研究補助をいただいた。ここに記して感謝したい。

[参考文献]

- 1) 永田恭裕、川上光彦、高山純一；「高速道路における通行止情報の提供位置に関する研究」、土木計画学研究・論文集、No14, pp. 935~942, 1997年
- 2) 酒井大輔、高山純一、永田恭裕、川上光彦；「高速道路の通行止情報の最適提供位置決定のための検討手法」、都市計画論文集, pp. 97~102, 1997年
- 3) 高山純一、酒井大輔、永田恭裕、川上光彦；「高速道路の通行止を対象とした情報提供位置検討手法に関する研究」、土木学会中部支部研究発表会講演集, pp. 673~674, 1998年
- 4) 堀田都、横田孝義；「シミュレーションによる交通情報提供効果の評価」、第13回交通工学研究発表会論文集, pp. 81~84, 1993年