

(84) ボトルネックとその影響範囲を特定するための ETC2.0 プローブ情報の活用に関する研究

加藤 哲¹・橋本 浩良²・瀬戸下 伸介³・松田 奈緒子³

¹ 非会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)
E-mail: katou-s924a@mlit.go.jp

² 正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 企画課 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)
E-mail: hashimoto-h22ab@mlit.go.jp

³ 正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)
E-mail: setoshita-s2n9@mlit.go.jp, matsuda-n8310@mlit.go.jp

渋滞対策を進めていく上では、渋滞の起点がどこなのか、渋滞の影響がどの程度まで及ぶのかを把握する事が重要である。これまでの VICS や一般車プローブを用いた分析ではデジタル道路地図（以下「DRM」という。）区間単位を最小単位とする手法が用いられてきた。本研究では、ETC2.0 プローブ情報における走行履歴情報（走行位置や時刻）を加工することで DRM 区間延長に左右されない等分割区間単位で分析を行う方法を提案した。従来手法と提案手法の評価結果を比較することで、ボトルネック箇所や影響範囲について、より精緻かつ適正に評価するための ETC2.0 プローブ情報活用の有効性を示した。

Key Words: road-traffic-survey, ETC2.0 probe data, congestion locations, bottleneck-points

1. はじめに

(1) 背景

平成 28 年 3 月に設置された「国土交通省生産性革命本部」において、生産性革命プロジェクト¹⁾の1つとして高速道路でのピンポイントの渋滞対策が掲げられている。一般道路においても、首都圏渋滞ボトルネック対策協議会²⁾などが設置され、都道府県単位あるいは都市圏単位で渋滞対策が検討されている。

効果的に渋滞対策を進めていく上では、渋滞箇所の把握、渋滞時間帯の把握、渋滞の原因となるボトルネック箇所の特定等、詳細な交通状況の把握が必要となる。これまでは、コスト面や人的労力等の制約から特定の1日、特定の箇所での人手・目視による調査³⁾に頼ってきた。しかしながら、調査日が必ずしも年間を通じた代表的な交通状況であるとは限らない。また、交通渋滞は道路区間を跨いで影響が及ぶ場合や複数のボトルネックが近接して存在する場合があります、限られた特定の箇所での調査では真の渋滞原因を把握することは困難である。

こうした中、ICT 技術の進展に伴い 24 時間 365 日の道路交通状況を把握することができるプローブデータの活用が進められている。特に、国土交通省が収集している ETC2.0 プローブ情報は、車両の走行履歴情報（プラ

イバシー配慮の観点から、個々の車両は特定できないよう加工されている。）を活用することができ、渋滞状況の効率的かつ効果的な把握が期待されている。

(2) 既往研究のレビューと本研究の位置づけ

門間ら⁴⁾や水木ら⁵⁾は、民間プローブデータを用いて、ボトルネック交差点とボトルネック交差点に隣接する区間の平均旅行速度の変化や隣接する区間相互の単位距離あたりの旅行時間の相関係数からボトルネック交差点の位置とその影響範囲を特定できることを示したものの、広島市の一般国道 2 号を対象にした結果であり、他地域・他路線へ適用する場合に課題があった。

舟橋ら⁶⁾は、VICS データを用いた旅行時間の短期予測手法に関する研究において、VICS 区間毎に旅行速度から渋滞か非渋滞かを判別した後、分析対象区間と下流側区間との渋滞・非渋滞の関係をポイント換算し、そのポイントからボトルネックやその影響範囲を特定する方法を提案している。

木村ら⁷⁾は、札幌市内で観測された VICS の渋滞情報データにシーケンシャルマイニングを適用し、アソシエーション分析と頻出パターンマイニング分析を行い、渋滞発生頻度の少ない地点における渋滞発生ルールの抽出を試みている。ある時間帯に区切ってマイニングを行う

ことでボトルネックやその影響範囲などの渋滞発生ルールが抽出しやすいことを示した。

水木ら⁸⁾は、「旅行速度および隣接区間相互における旅行時間の相関係数による特定方法」、舟橋ら⁹⁾の方法を改良した「ボトルネック指数を用いる特定方法」に加え、木村ら⁷⁾が渋滞発生ルールの抽出を目的として用いた「アソシエーション分析による特定方法」の3つの方法について、実際のボトルネック交差点における人手・目視での調査結果と比較することにより、ボトルネック交差点とその影響範囲を把握する方法としての有効性を確認した。その結果、ボトルネック交差点の特定という点で、分析対象箇所がボトルネック交差点と判定される確率が高かった方法は、「ボトルネック指数を用いる特定方法」であった。

また、橋本ら⁹⁾はボトルネック指数の合計値で評価を行う船橋⁹⁾らの手法、絶対値が大きい方で評価を行う水木ら⁸⁾の手法について、渋滞の起点になりやすく下流側の影響も受けやすい箇所について適正に評価できない可能性を指摘しており、「渋滞の起点へのなりやすさ」と「下流側の影響の受けやすさ」をそれぞれ別に取り扱うことにより両方の傾向を把握することができる手法として提案している。

これらの研究は、いずれも VICS や民間プローブデータ等の区間単位（最小単位は DRM 区間）で集約されたデータとなっており、区間延長は評価対象ごとに異なっている。交差点流入区間等においては交差点に近い区間ほど信号待ちによる停止確率が高くなっており、区間延長が短いほど平均旅行速度は低くなる傾向がある。一方で、評価対象区間の DRM 区間延長が長い場合には区間で平均化された旅行速度が“非渋滞”と判定される確率が高くなり、適正に評価できない可能性がある。

以上を踏まえて本研究においては、ボトルネック箇所とその影響範囲を特定するための、ETC2.0 プローブ情報における車両の走行履歴の点群データ（200m 間隔の位置と時刻）の活用について、DRM 区間単位（従来手法）と等分割区間単位（提案手法）の結果を比較検証することでその有効性を検証した。

2. 分析の概要

(1) 使用データ

【データ】 ETC2.0 プローブ情報

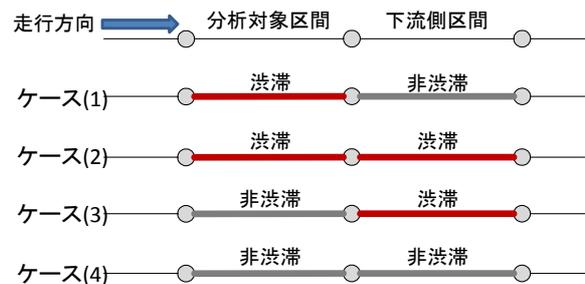
- ・ DRM 区間単位の平均旅行速度情報（従来手法）
- ・ 走行履歴情報（提案手法）

【期間】 平成 28 年 4 月～平成 29 年 3 月の平日

【時間帯】 18 時台



図-1 分析対象区間



ケース	分析対象区間	下流側の区間	ポイント
(1)	渋滞	非渋滞	+1
(2)	渋滞	渋滞	-1
(3)	非渋滞	渋滞	0
(4)	非渋滞	非渋滞	0

図-2 ボトルネック指数の設定の考え方

(2) 分析対象

分析対象区間を示す（図-1）。国道 408 号（茨城県つくば市内区間）を対象とした。対象区間には中心市街地や主要路線との交差部において茨城県の主要渋滞箇所を選定される交差点が 9 箇所あり、朝・夕ピーク時を中心に渋滞が発生している。

(3) 分析方法

a) ボトルネック指数の概念と算定方法

ボトルネック指数の算定方法を示す。ボトルネック指数は、隣接する道路区間間の「渋滞」と「非渋滞」の組合せから算定する。

例えば、7 時台のボトルネック指数の算定を考える。

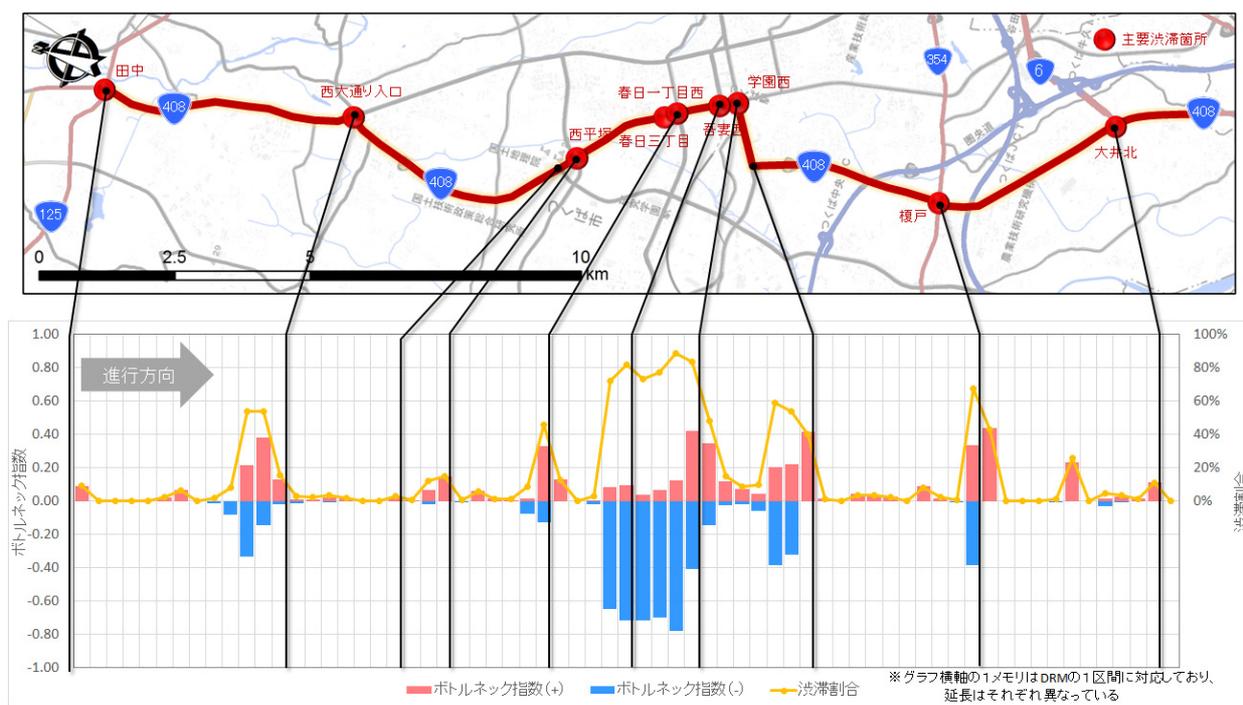


図-3 DRM 区間単位のボトルネック指数 (従来手法)

任意の日において、分析対象区間が渋滞し、下流側の区間が非渋滞であれば、分析対象区間が渋滞の先頭となっていると判断し「+1」、分析対象区間と下流側の区間がともに渋滞していれば、分析対象区間は下流側の渋滞の影響を受けていると判断し「-1」、その他は「0」のポイントを付与する (図-2)。次に、分析対象期間内で、同じ 7 時台を対象として、「+1」を付与された日数分、「-1」を付与された日数分ポイントを合算し、それぞれ 7 時台のデータ取得日数で除して、ボトルネック指数を算定する。ボトルネック指数は、分析対象箇所について時間帯別に算定する。

本研究では、橋本ら⁹⁾が「+1」を付与された日数を除して算定されたボトルネック指数を「ボトルネック指数 (+)」、「-1」を付与された日数を除して算定されたボトルネック指数を「ボトルネック指数 (-)」と定義付けて提案している手法を用いた。ボトルネック指数 (+) の絶対値が大きいほど分析対象区間下流側の交差点がボトルネック交差点になりやすく、ボトルネック指数 (-) の絶対値が大きいほど分析対象区間は下流側区間の渋滞の影響を受けやすいと判定される。

b) ボトルネック箇所とその影響範囲の特定手順

STEP1 渋滞の発生頻度の確認

日々の渋滞発生頻度 (渋滞割合) を確認する。本研究では、VICS で配信する渋滞情報における一般道路の「混雑」に該当する 20km/h 以下を渋滞として定義し、渋滞発生頻度を確認する。

STEP2 ボトルネック交差点とその影響範囲の特定

渋滞割合とボトルネック指数から、ボトルネック交差点を特定する。次に、ボトルネック指数を用いて、ボト

ルネック交差点に接続する上流側の道路区間を対象に、ボトルネック交差点の影響を受けているかどうかを確認し、ボトルネック交差点の影響範囲の特定を行う。

c) 従来手法と提案手法の評価結果の比較

従来手法と提案手法のボトルネック位置とその影響範囲を比較し、特に DRM 区間の延長が長い区間における両者の評価結果の違いによって ETC2.0 プローブ情報活用の有効性について検討する。

3. 分析結果

(1) DRM 区間単位のボトルネック指数の算定

ETC2.0 プローブ情報を用いて従来手法である“DRM 区間単位”での分析を行った。分析結果を図-3に示す。主要渋滞交差点を先頭にボトルネック (+) が高くなっており、対象路線におけるボトルネックの位置とその影響範囲を把握することができる。一方で、対象区間における DRM 区間の延長は最小で 11m、最大で 1,577m となっており、ボトルネック指数 (+) とボトルネック指数 (-) がそれぞれ適正に評価されていない可能性がある。

(2) 走行履歴情報を用いた等分割区間単位のボトルネック指数の算定

ETC2.0 プローブ情報における車両の走行履歴の点群データ (200m 間隔の位置と時刻) を用いてボトルネック指数を以下の方法で算定した。まず、位置情報と時刻から 2 点間の所要時間を算出し、対象区間を 100m で等分割した各区間に要する所要時間を延長で按分して算出

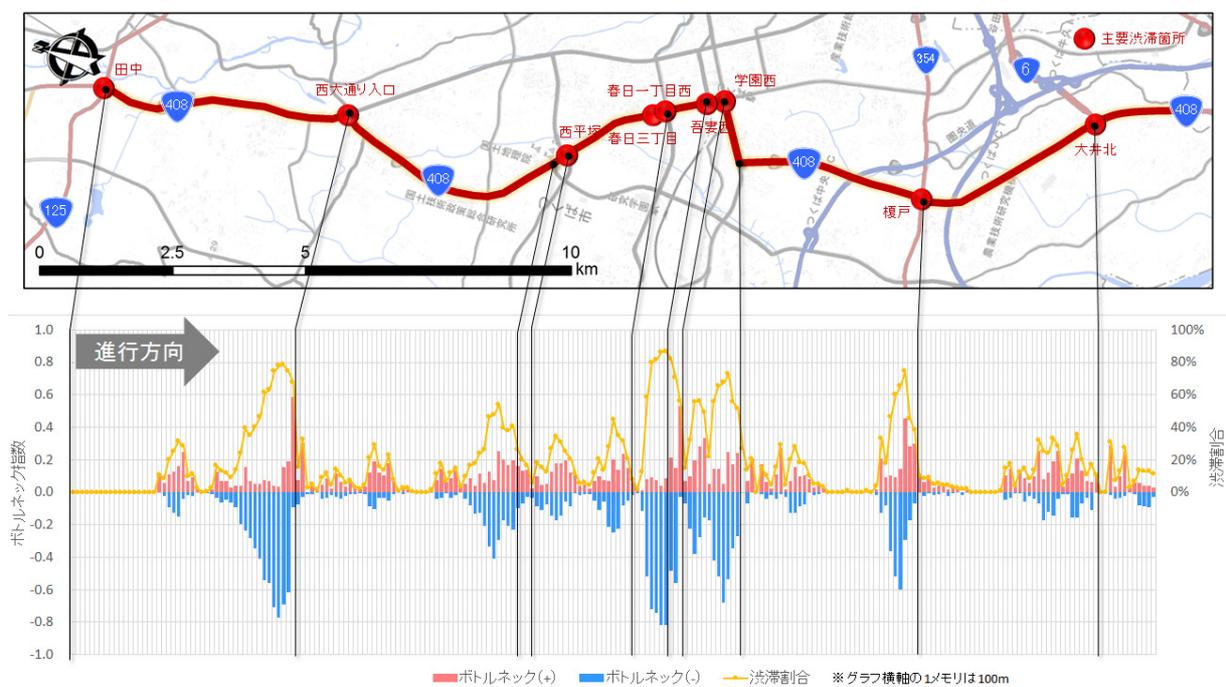


図-4 等分割(100m)区間単位のボトルネック指数(提案手法)

した。次に各車両の等分割(100m)区間毎の所要時間を足し合わせ、各区間のサンプル数で除すことで平均所要時間を計算し、等分割(100m)区間毎の平均旅行速度を算出した。

ボトルネック指数の算定結果を図-4に示す。従来のDRM区間単位での分析に比べて精緻にボトルネック箇所とその影響範囲を把握することができる事がわかる。

(3) 2手法の評価結果の比較による検証

主要渋滞箇所である榎戸交差点において、DRM区間単位での分析では交差点に接続する1区間でボトルネック(+が高くなっているものの、等分割(100m)区間単位での分析では数百mにわたってボトルネック指数(+及びボトルネック指数(-)が続いている。この要因として、DRM区間単位では榎戸交差点に接続する区間の上流側区間の延長が1,577mと長く、区間全体で平均化された旅行速度が渋滞の判定に用いている「20km/h」を下回らないことが考えられ、等分割(100m)区間単位での分析によって適正に評価できたものと考えられる。

4. おわりに

ETC2.0プローブ情報における車両の走行履歴の点群データ(200m間隔の位置と時刻)を活用することにより、従来手法では把握が困難であったDRM区間延長が長い区間のボトルネック箇所やその影響範囲を精緻かつ適正に捉えることができた。本稿で提案した手法を用いることにより、区間延長の大小に影響を受けずにボトルネック相互の影響関係や範囲について把握する事が可能

である。また、提案手法を用いることにより、交差点間を基本とするDRM区間単位での分析方法では把握することができない単路部のボトルネック(カーブやサグ、幅員狭小、トンネル等)についても把握できる可能性があり、その有効性について引き続き検討が必要である。

参考文献

- 1) 国土交通省；国土交通省生産性革命プロジェクト、<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/point/sosei_point_tk_000021.html>、(2017.6.28入手)。
- 2) 国土交通省関東地方整備局；首都圏渋滞ボトルネック対策協議会、<<http://www.ktr.mlit.go.jp/road/shihon/jutai.html>>、(2017.6.28入手)。
- 3) 社団法人 交通工学研究会；交通調査実務の手引、2008。
- 4) 門間俊幸、橋本浩良、河野友彦、上坂克己；常時観測データを用いた新たな道路サービスレベル指標に関する研究、土木計画学研究・講演集、Vol.43、2011。
- 5) 水木智英、橋本浩良、門間俊幸、上坂克己、中西雅一；常時観測道路交通データを用いた渋滞状況の動的変化に関する分析、土木計画学研究・講演集、Vol.45、2012。
- 6) 舟橋賢二、西村茂樹、堀口良太、赤羽弘和、桑原雅夫、小根山裕之；VICS蓄積データを用いた旅行時間短期予測手法に関する研究、土木計画学研究・講演集、Vol.27、2003。
- 7) 木村洋平、長谷川裕修、内藤利幸、田村亨；札幌市における交通渋滞の発現特性と空間分布に関する研究、土木学会北海道支部論文報告集、第66号、2009。
- 8) 水木智英、橋本浩良、小塚清、高宮進、前川友宏；民間プローブデータを用いたボトルネック交差点とその影響範囲の特定方法に関する分析、土木計画学研究・講演集、Vol.47、2013。
- 9) 橋本浩良、水木智英、高宮進；プローブデータを利用したボトルネック交差点とその影響範囲の特定方法、土木学会論文集D3(土木計画学)、Vol.70、No.5(土木計画学研究・論文集第31巻)、2014。