

# ETC2.0プローブを活用した観光期の 渋滞発生状況分析 - 高速道路のStop and Goの見える化 -

北村 清州<sup>1</sup>・絹田 裕一<sup>1</sup>・牧村 和彦<sup>1</sup>・足立 智之<sup>2</sup>・西田 純二<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 一般財団法人計量計画研究所 社会基盤計画研究室（〒162-0845 東京都新宿区市谷本村町2-9）

E-mail:skitamura@ibs.or.jp, ykinuta@ibs.or.jp, kmakimura@ibs.or.jp

<sup>2</sup>正会員 西日本高速道路株式会社 保全サービス事業部（〒530-0003 大阪市北区堂島1-6-20 堂島アバンザ19F）

E-mail: t.adachi.af@w-nexco.co.jp

<sup>3</sup>正会員 株式会社社会システム総合研究所（〒550-0002 大阪市西区江戸堀1-22-4 肥後橋イシカワビル5F）

E-mail:nishida@jriss.jp

高速道路上の渋滞把握には、これまで主に、定点の観測データであるトラフィックカウンターデータが用いられてきたが、渋滞の起終点位置やStop and Goの発生など、詳細な渋滞の状況を把握することが困難であった。近年、ETC2.0プローブ情報や民間企業の保有する各種プローブデータが広く普及したことで、渋滞や危険挙動発生状況の詳細な解析が可能となった。これらのデータは24時間365日収集され、高速道路上の交通流を詳細に把握可能であることから、それらを活用することにより利用者の適切な行動変容を促す新たな情報提供の可能性も広がっている。

本研究では、2015年の海の日を含む3連休を対象とし、ETC2.0プローブ情報により、渋滞の起終点位置や所要時間、渋滞に巻き込まれた車両の割合など、トラフィックカウンターでは把握困難であった詳細な渋滞状況の解析を行い、さらに、解析結果を用いたドライバーへの情報提供の可能性について考察する。

**Key Words :** traffic congestion analys, probe data, etc2.0, tourist season, stop and go

## 1. はじめに

高速道路上ではサグやトンネル入口において渋滞が発生し易いことが知られており、渋滞の発生要因解明のための様々な研究が行われている<sup>1)2)</sup>。近年の研究では、同一のIC区間内でも渋滞の起点は一定では無く、様々な地点が交通集中による渋滞の発生・定着地点となることや<sup>3)</sup>、初期の渋滞発生地点とボトルネックとされる地点が同一でない場合も多いことが明らかにされている<sup>4)5)</sup>。高速道路上では、渋滞の末尾における追突事故の発生確率が非常に高いことも明らかにされており<sup>6)7)</sup>、渋滞の回避だけでなく交通安全の視点からも、高速道路利用者への正確な渋滞情報の提供が重要であり、渋滞把握のための詳細なデータ収集が必要とされている。

高速道路上の渋滞把握には、これまで主にトラフィックカウンター（以下、トラカン）データが用いられてきた。トラカンは、路面下や路側に設置された観測機器であり、機器設置地点を通過した車両から交通量や旅行速

度が観測される定点観測データである。時々刻々と変化する渋滞の起終点位置やStop and Goの発生位置を把握するためには、数100mの単位でトラカンを設置する必要がある。しかし、機器の設置、維持・管理には大きなコストを要するため、高い密度で渋滞検知用のトラカンが設置されているのは、渋滞が日常的に発生する都市部区間のみである。観光期や大型連休でなければ渋滞が発生しない郊外部区間では、トラカンは基本的にIC間に1箇所しか設置されていないため、これらの区間では渋滞の発生状況を適切に把握することは困難である。

これに対し、近年では、道路管理者の収集するETC2.0プローブ情報や民間企業の保有する各種のプローブデータが広く普及したことで、渋滞や危険挙動発生状況の詳細な解析が可能となった。ETC2.0プローブ情報を用いて高速道路上の渋滞を分析した事例として、鹿野島ら<sup>8)</sup>は、速度変動図の目視確認、及び速度低下状況の数値化により潜在的なボトルネック箇所の抽出を試み、トラカnde

ータ等従来の方法と同程度あるいはより効率的にボトルネックを把握できることを確認している。また、ETC2.0プローブ情報は空間的、時間的に連続なデータを比較的多大な労力をかけずに取得できるため、PDCAサイクルに則った渋滞対策効果把握の迅速化に有効であることを示している。このように、新たなデータを活用した渋滞箇所抽出や対策効果把握の効率化に着眼した研究が進められているが、従来のトラカンと比して、ETC2.0プローブ情報により新たに把握可能となる情報や、その活用方法に関する研究事例は未だ少ない。トラカンに対するETC2.0プローブ情報の優位点として、個々の車両の走行履歴を把握可能である点が挙げられる。車両毎の走行履歴を用いることで任意地点の車両走行状況を把握可能となるため、渋滞の起点位置や渋滞区間を通過する車両の挙動など、詳細な交通状況を把握可能である。また、その活用により高速道路利用者に対し、交通状況に応じた適切な行動変容を促すための新たな情報の提供可能性も広がっている。

そこで本研究では、新たな高速道路データであるETC2.0プローブ情報を活用し、2015年7月18～20日の海の日を含む3連休を対象に、渋滞発生状況の詳細分析を行う。第2章では、トラカンの設置密度が低い路線において渋滞状況の把握を行う際の課題を整理する。第3章では、NEXCO西日本の管内を対象に、現在のETC2.0プローブ情報の収集状況を整理し、データ解析の可能な範囲を考察する。第4章では、渋滞の起終点位置や通過時間、渋滞に巻き込まれた車両の割合等を指標として、詳細な交通状況解析へのETC2.0プローブ情報の活用可能性を考察する。また、頻繁なブレーキ操作を伴うと考えられる時速10km/h未満の超低速度の状態をStop and Goと定義し、Stop and Goの検出可能性を考察する。第5章では、ETC2.0プローブ情報の詳細な渋滞状況解析への活用可能性、解析結果を用いた高速道路利用者への情報提供の可能性について考察を行う。

## 2. トラカンを用いた渋滞状況把握における課題

### (1) NEXCO西日本管内のトラカン設置状況

図-1は、NEXCO西日本管内のトラカンの設置状況を示したものである。管内のトラカンには、設置区間の道路交通状況に応じて、交通量計測を目的としたトラカン（主に郊外部区間）と、これに加えて渋滞検知も目的としたトラカン（近畿地方、広島、福岡等の都市部区間）がある。渋滞検知用のトラカンが整備されている区間は、管内の全区間延長（3,453km）の約18%であり、2km間隔で設置されている。

### (2) トラカン低密度区間の渋滞状況把握における課題

図-2は、2009年11月1日の九州自動車道（菊水IC～南関IC間）を対象に、トラカンとプローブデータ（物流車両）から観測された速度を比較した結果である。当該区間は、渋滞検知用トラカンの設置区間ではなく、交通量把握を目的としてIC間に1箇所のトラカンが設置されている。プローブより観測された速度を見ると、トラカン設置箇所は20km/h程度で走行しているものの、その直後に混雑区間を抜けて80km/hまで回復している。これに対し、トラカンは機器設置箇所の交通状況がIC間の代表値となるため、プローブデータとの差異が生じる。渋滞検知用トラカンが密度高く設置された都市部区間においては、渋滞の起終点位置や延伸状況を把握可能であるが、車両数の把握を目的としてトラカンを設置している郊外部区間では、渋滞発生時にトラカンの情報のみで詳細状況を把握できない点が課題である。

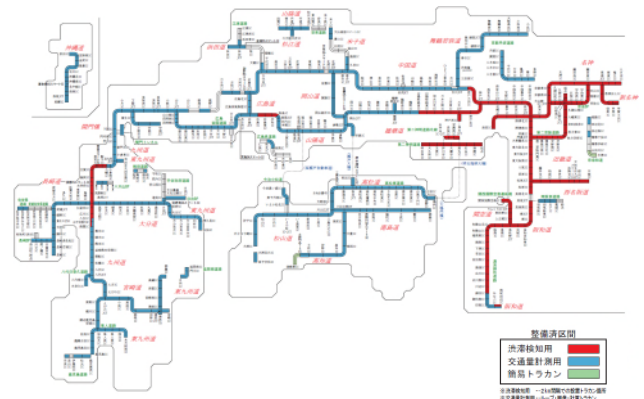


図-1 NEXCO西日本管内のトラカン設置状況（2013.4.1現在）

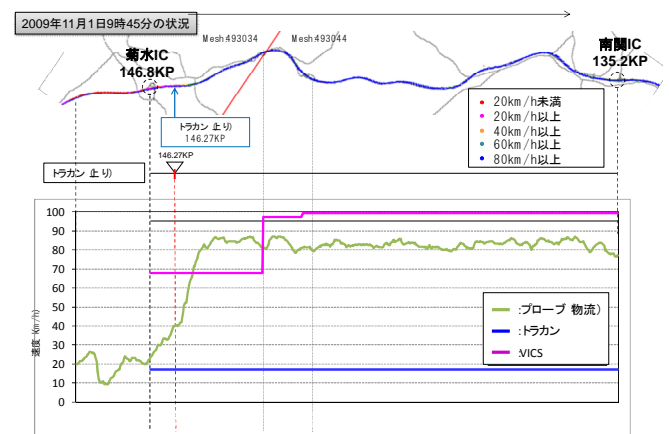


図-2 トラカンとプローブの速度比較

### 3. ETC2.0プローブ情報の収集状況

図-3.4は、2015年6月のNEXCO西日本管内におけるETC2.0プローブ情報の取得状況を充足率として示した結果である。ここでは、15分に1回以上ETC2.0プローブ情報が取得できることを条件とし、15分間（4区分/時間）×24時間×30日の計2,880区分/月に時間帯を区分した際、サンプルが取得された時間帯の割合を充足率と定義している。充足率の高い区間は、一定の頻度でETC2.0プローブ情報が更新されることを意味し、交通状況の変化を正確に把握できる。

近畿地方から九州地方の北部に至る名神高速～山陽自動車道～九州自動車道や高松自動車道の区間は充足率が高い。これら区間では、日別に15分に1台以上のデータが取得できており、任意の1日に着目した詳細な交通状況の分析を行うことも可能である。一方で、中国地方の山間部、九州地方の南東部や高松自動車道以外の四国は充足率が低い。これらの地域は交通量が少ない地域でもあり、特に深夜等交通量の少ない時間帯ではデータが取得されにくい。ETC2.0車載器のセットアップ件数は約110万台（2016年3月時点）で、現在も増加しており<sup>9)</sup>、今後更なる機器の普及により、これら地域のデータ充実が望まれる。

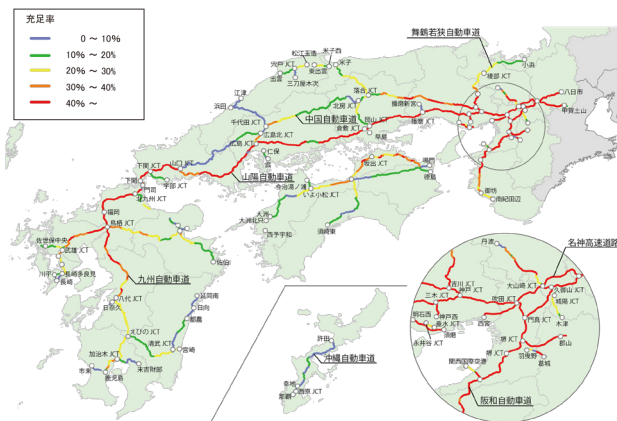


図-3 区間別の充足率（上り方向，2015年6月）

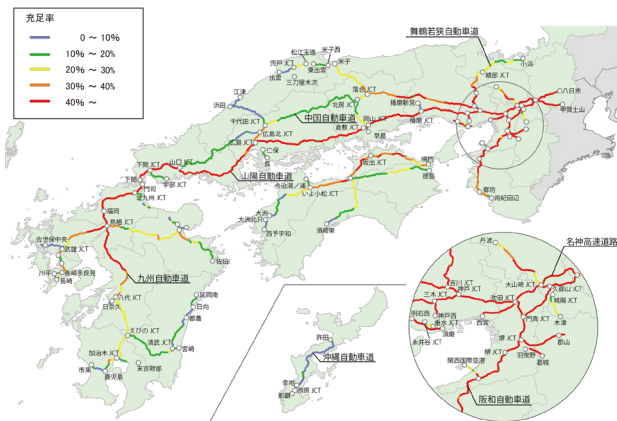


図-4 区間別の充足率（下り方向，2015年6月）

### 4. 観光期の渋滞発生状況の詳細分析

#### (1) 分析目的と概要

ETC2.0プローブ情報を活用することで、トラカンの低密度な区間では把握が困難であった渋滞の起終点位置に関する詳細な分析が可能となる。今回の分析では、トラカンが低密度な区間を分析対象として想定していたが、充足率やデータの取得数を確認した結果、現時点では、郊外部の区間で日別時間帯別の十分なサンプルが得られていないことが明らかとなった。そこで、ETC2.0プローブ情報の取得量が多く、観光期の渋滞が顕著である中国自動車道宝塚トンネル付近を分析対象とし、ドライバーへの情報提供に資する、渋滞の起終点等詳細な交通状況の把握が可能であるかを考察する。分析概要を表-1に、分析指標と各指標の活用の視点を表-2に示す。

ドライバーが高速道路を利用するかどうかを判断する場合、渋滞の範囲（起終点位置）やIC間の所要時間は貴重な情報である。また、渋滞にも様々な状態があり、一定速度で走行可能な状態であるのか、車両が停止するようなのろのろ状態であるのかで、ドライバーへの負荷や渋滞末尾への追突事故の危険性が異なる。そこで、ドライバーに最も負荷がかかると思われる Stop and Go の発生箇所を、ECT2.0データを用いて特定する。

表-1 分析概要

対象区間	・中国自動車道 西宮北 IC～吹田 IC (宝塚トンネルを含む約 29km 区間)
対象日	・2015年7月18～20日 (海の日を含む3連休)
使用データ	・ETC2.0 プローブ情報 ・車両単位の走行履歴データ (約 200m の間隔で取得される、時刻、緯度・経度)
分析方法	・分析対象区間を 100m 単位のリンクに分割 ・個々の車両の走行履歴データを作成した 100m 単位のリンクにマップマッチング ・車両後に、100m リンク単位の走行時間、走行速度を算出

表-2 分析指標と活用の視点

分析指標	活用の視点
(a) 渋滞の起終点位置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・正確な渋滞起終点位置を把握し、ドライバーへの情報提供に活用</li> <li>・高速道路利用時間の調整や、SAPA 休憩を促すことで、ドライバーの負荷軽減、渋滞の早期回復を図る</li> </ul>
(b) 渋滞時の所要時間	<ul style="list-style-type: none"> <li>・100m 区間単位の速度に基づき精度の高い IC 間の所要時間情報を作成</li> <li>・NEXCO の HP 等で、観光期の事前に情報提供を行い、出発時間の選択等ドライバーの自発的な行動変容を促すことで渋滞を緩和する</li> </ul>
(c) 渋滞への巻き込まれ割合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・100m 区間単位の個々の車両が走行した速度構成比を分析し、ボトルネック箇所や区間の安定性を把握</li> <li>・Stop and Go (10km/h を下回るような頻繁なブレーキ操作を伴う渋滞) の発生状況を把握し、ドライバーへの情報提供に活用</li> </ul>



(2) データの取得状況

分析対象区間のデータ取得状況を図-5に示す。6時から23時までの時間帯は、時間あたり12台（平均5分に1台）以上のデータが取得されており、高い解像度で交通状況の解析が可能である。深夜の時間帯はデータの取得量が少ないものの、概ね時間あたり6～11台のデータが取得できている。

(3) 渋滞発生状況の分析結果

(a) 渋滞の起点位置

図-6は、各車両の走行速度を時間帯別に平均した結果である。16時～20時にかけて、宝塚トンネル付近を起点とした渋滞が発生し、後方に延伸していることが分かる。15時台に速度低下が生じ、16時台に後方約5kmまで渋滞が延伸し、さらに後方5km程度の区間で速度低下が生じている。17時台から18時台にかけて渋滞の先頭が1kmほど後方に推移して定着し、20時台まで渋滞が続いたのち、21時台に渋滞が解消したという詳細な渋滞状況を把握することができる。

ETC2.0プローブ情報は、高速道路上に設置されたITSスポットを通過した際に、通過直前までの走行履歴データがアップリンクされる仕組みである。このため、取得されたデータをドライバーへの情報提供に活用するためには、アップリンク情報をリアルタイム処理するアルゴリズムを開発し、即時に渋滞起終点の位置を把握する必要がある。ただし、渋滞時には車両の走行速度が低下することから、非渋滞時に比べデータがアップリンクされるまでの時間ロスが生じる。渋滞発生から活用可能なデータがサーバにアップリンクされるまでの時間ロスの影響について、今後検証が必要である。

(b) 渋滞時の所要時間

西宮北ICから吹田ICまでの時間帯別所要時間を3連休の3日間で比較した結果が図-7である。連休初日の7/18には、午前9時～11時台に上り方向（西宮北IC⇒吹田IC）の渋滞が発生し、所要時間が非渋滞時の1.7倍（21.5分→37.6分）に増加している。連休中日、最終日には朝の渋滞は発生していないが、夕方から夜にかけて上り方向の

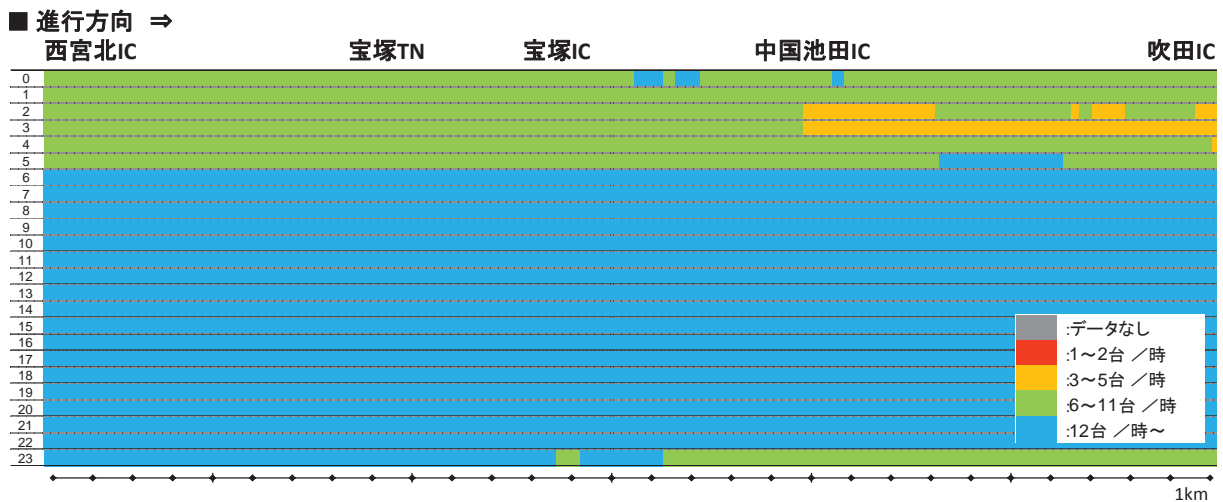


図-5 データの取得状況 【2015/7/19（日）3連休中日】

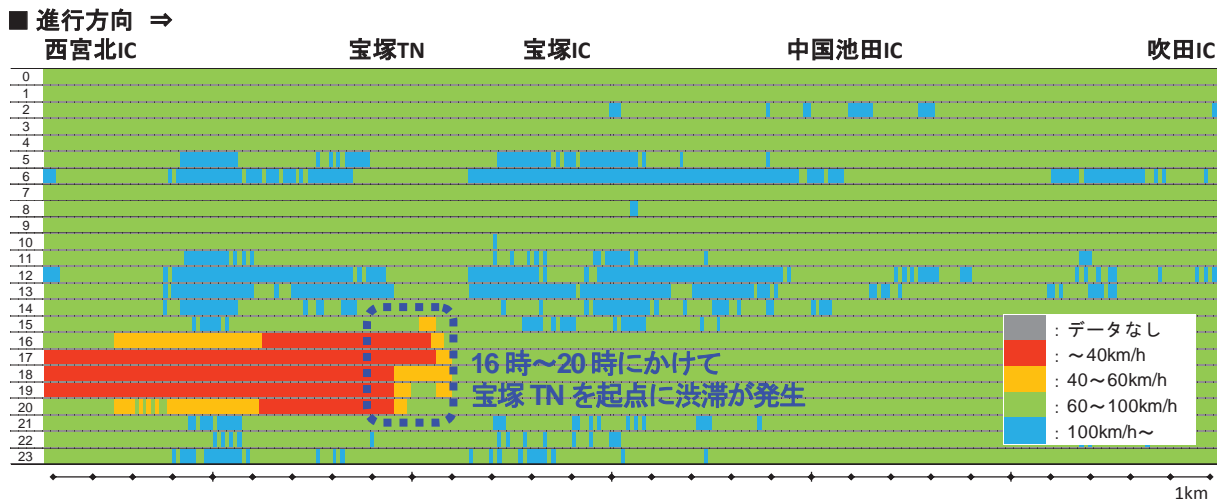
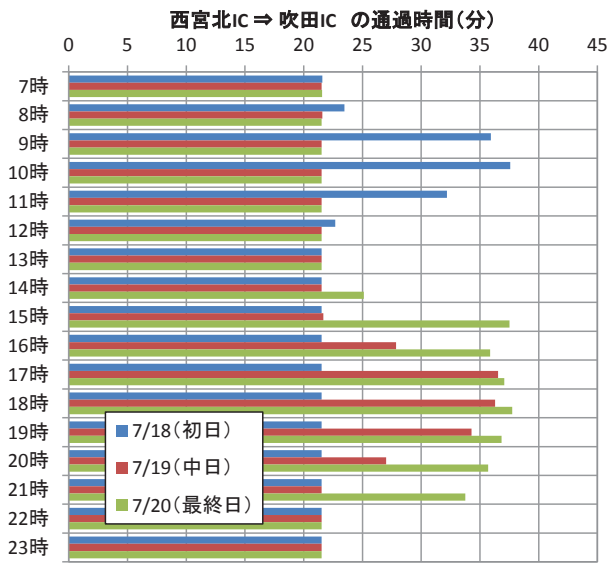


図-6 時間帯別の旅行速度と渋滞の起点 【2015/7/19（日）3連休中日】

渋滞が発生しており、中日に比べ最終日の渋滞発生時間が長く14時～21時台まで渋滞が継続していることが分かる。

蓄積されたETC2.0プローブ情報の活用により、正月やお盆の帰省時、ゴールデンウィークやシルバーウィーク等観光期の交通状況が把握可能となる。前年や類似する観光期の交通状況を解析し、HP等で情報提供を行うことにより、ドライバーは車両の集中する時間帯を事前に把握可能であり、自発的な時間シフトを促すことができる可能性がある。ETC2.0プローブ情報を有効に活用し、ドライバーの適切な行動変容やSA/PAを活用した時間調整を促す情報提供の方法について、引き続き、検討が必要である。



※非渋滞時（平均60km/h以上）は80km/hとして通過時間を算出

図-7 3連休のIC間通過時間の差異

(c) 渋滞への巻き込まれ割合

図-8は、任意地点を通過した車両の走行速度を割合で示している。宝塚トンネルを通過した車両の半数が速度40km/h以下の渋滞時に通過をしていることが分かる。従来はトラカンの設置地点でのみこの割合を把握することが可能であったが、プローブ情報の活用により任意の地点において走行速度別の通過車両の割合が把握可能となり、ボトルネック箇所を正確に把握できる。図-8からは、宝塚トンネルを起点に渋滞が発生し後方に延伸していること、宝塚トンネルの約3km後方及び約8km後方で Stop and Go が発生していることが確認できる。発進や停止を繰り返すような渋滞情報をタイムリーに後方車両に提供することが出来れば、直前ICでの一般道への経路変更や、SA/PAでの休憩を選択することも可能となり、結果として渋滞回復や安全性向上につながると考えられる。

図-8は1日を対象とした分析の結果であるが、複数日にわたり分析を行うことで、渋滞の起終点が常に一定の箇所であるか、日により変化しているのか、その区間の渋滞の発生特性を把握できる。また、任意地点における渋滞への遭遇率や任意区間の所要時間の変動（安定性）などの質的な評価も可能となる。

ETC2.0プローブ情報からは、車両の走行履歴に加え、前後左右方向の急加速度発生地点も把握することができる。図-9は、山陽自動車道広島県周辺における急加速度の発生地点を示した例である。高速道路においては、渋滞の末尾付近やのろのろ運転の状況下において急ブレーキが生じやすいと考えられることから、今後、渋滞の末尾やStop and Goの発生区間と急加速度発生状況の関係を分析し、急加速度データからの渋滞末尾の特定可能性について、検討を行う予定である。

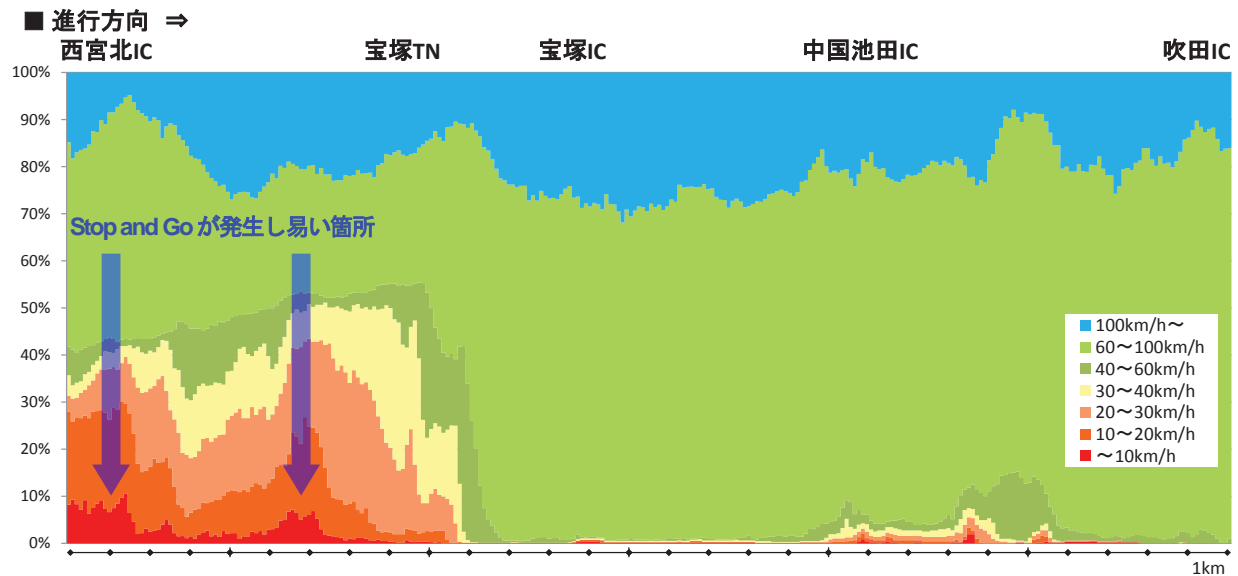


図-8 渋滞への巻き込まれ割合（走行速度の構成比）【2015/7/20（月）3連休最終日】



図-9 急加速の発生状況の例 山陽自動車道広島県周辺（下り方向）

## 5. まとめ

本研究では、ETC2.0プローブ情報を活用し、2015年7月18～20日の海の日を含む3連休を対象に渋滞状況の分析を行った。分析の結果、渋滞の起終点位置や通過時間、渋滞に巻き込まれた車両の割合など、従来のトラカンでは観測が困難、あるいは、機器が設置された定点のみでしか観測ができなかった詳細な交通状況を把握可能となることを明らかにした。ETC2.0車載器のセットアップが更に進むことで大量に蓄積される車両走行履歴データを活用し、ドライバーへ適切な情報提供を行うことにより、適切な行動変容を促すことが可能となると考えられる。

今後、本研究で用いた分析結果を活用し、渋滞の回避や渋滞発生後の迅速な回復、渋滞時に多発する追突事故の抑制を実現するために、いかにして効果的な情報提供を実施していくかを引き続き検討していきたい。

## 参考文献

- 1) 越正毅, 桑原雅夫, 赤羽弘和: 高速道路のトンネル, サグにおける渋滞現象に関する研究、土木学会論文集, Vol.458/IV-18, pp.65-71, 1993.
- 2) 大口敬: 高速道路サグにおける渋滞の発生と道路線形

- との関係、土木学会論文集, No.524/IV-29, pp.69-78, 1995.
- 3) 稲野晃, 中村英樹, 内海泰輔: 複数 ボトルネックを含む高速道路区間における渋滞現象の確率的解析, 高速道路と自動車, Vol.52, No.1, pp.19-29, 2009.
- 4) 野中康弘, 石田貴志, 内山久雄: 都市間高速道路単路部における渋滞定着要因に関する一考察, 土木計画学研究・講演集, Vol.26, 2002.
- 5) 野中康弘, 石田貴志, 長井伸太郎: 高速道路単路部における渋滞定着地点の幾何構造特性に関する一考察, 第23回交通工学研究発表会論文報告集, pp.5-8, 2003.
- 6) 大口敬, 赤羽弘和, 山田芳嗣: 高速道路交通流の臨界領域における事故率の検討, 高速道路と自動車, Vol.47 No.5, pp.41-45, 2004.
- 7) 藤井大地, 宇野伸宏, 嶋本寛, 塩見康博: 都市間高速道路における追突事故発生影響要因に関する統計的分析, 第31回交通工学研究発表会論文集(CD-ROM), 2011.
- 8) 鹿野島秀行, 鈴木一史, 野中康弘, 牧野浩志: ETC2.0プローブデータの高速道路単路部ボトルネック分析への適用, 第31回交通工学研究発表会論文集(CD-ROM), 2015.
- 9) 一般財団法人 ITS サービス高度化機構: ETC 総合情報ポータルサイト ETC2.0 セットアップ件数の推移, <http://www.go-etc.jp/fukyu/etc2/index.html>, 2016.4 時点.

(2016.4.22 受付)

## TRAFFIC CONGESTION ANALYSIS OF TOURIST SEASON BY ETC2.0 PROBE DATA

Seishu KITAMURA, Yuichi KINUTA, Kazuhiko MAKIMURA,  
Tomoyuki ADACHI and Junji NISHIDA