

旅行速度情報の把握を目的とした ETC2.0プローブにおける地点情報の補間方法の提案

加藤 哲・松田奈緒子・瀧本真理・瀬戸下伸介

1. はじめに

一般道路において首都圏渋滞ボトルネック対策協議会などが設置され、都道府県(或いは都市圏)単位で渋滞対策が検討されている。また、2016年3月に設置された国土交通省生産性革命プロジェクト¹⁾の1つとして高速道路におけるピンポイント渋滞対策が選定され、プローブデータ等を活用した効率的な渋滞対策の検討が進められている。プローブデータの活用により、従来の人手・目視による渋滞調査の効率化や調査項目の代替、これまで把握が困難であった渋滞状況の把握が可能であり、活用方法の検討が進められている。

特に、ETC2.0プローブ情報は地点情報を活用することで従来用いられてきたデジタル道路地図(以下「DRM」という。)区間単位(基本的には交差点間を1区間としている。)のプローブデータでは把握出来ない数十m区間単位の精緻な旅行速度の把握が可能である。しかしながら、ETC2.0プローブ情報は民間のプローブデータに比べて普及率が低く、なおかつ200m(或いは進行方位45度以上の変化)ごとにデータが記録されるため、区間や期間によってサンプル数が少ない、或いは地点単位の走行履歴情報が偏在する(200m間隔で少なくなる)等の課題がある。

このため、実務において数十mの単位で旅行速度状況を評価する際にサンプル数が少なく、隣接区間間の不連続性が発生する等、分析結果の信頼性が低くなってしまいう事が課題であった。そこで本研究では、200mのデータ記録地点間を補間することで数十m単位の精緻なデータに加工し、より実態に近く隣接区間間の連続性が保たれた旅行速度状況を把握する手法を提案する。

2. 各種プローブデータの特徴

2.1 ETC2.0プローブ情報について

ETC2.0プローブ情報は対応車載器を積んだ車

両の走行履歴情報等を路側機(主に高速道路と直轄国道に設置されている。)を通過した際に収集し、蓄積している。走行履歴情報は、200m走行(或いは進行方位45度以上の変化)によって時刻・位置情報・地点速度等が記録されている。地点単位の走行履歴情報を分析利用できるため、個車の経路情報や旅行時間を精緻に把握することが可能である。一方で、対応車載器の普及状況の地域的な偏りや、路側機から離れた都道府県道等におけるサンプルの少なさ等に課題がある。

2.2 民間のプローブデータについて

これまで道路行政に用いられてきた民間プローブデータは主に2種類ある。1つ目は、対応するカーナビを搭載した車両(主に乗用車)から得られる走行データで、収集された地点単位のデータは統計処理され、DRM区間単位の旅行時間データに加工されている。普及率はETC2.0プローブ情報に比べて高いものの、DRM区間単位で集計されたデータのみ提供となっており、DRM区間より詳細な分析はできない。

2つ目は、商用車に搭載されたデジタルタコグラフ等で記録される点群の走行履歴情報である。数秒程度の時間間隔でデータが記録されており、特に渋滞等の低速度の場合にはETC2.0プローブ情報よりも密に地点単位の速度情報が得られる。一方で、特定の車種(大型車)に偏りがあり、幅員の狭い道路や規格の低い道路等においてサンプル数が少ないという課題がある。

3. 既往研究のレビューと本研究の位置付け

プローブデータを用いた渋滞状況の分析について、橋本ら²⁾は交差点流入区間のみ右左折直進車両の区別が可能な民間のプローブデータを用いて右折、左折、直進別の旅行時間の差異を確認している。この研究においては流出方向別という視点で分解能を高めているものの、DRM区間単位での旅行時間(旅行速度)の分析であり、DRM区間延長より細かい渋滞状況の把握はできない。

この課題に対して、筆者ら³⁾は地点単位の速度

Study on an Advanced Method for Interpolating ETC2.0 Probe-based Position Information to Monitor Traffic Congestion

情報を扱うことができるETC2.0プローブ情報を用い、DRM区間より細かい単位での流出方向別の渋滞状況の把握手法を提案している。この手法においては、ETC2.0プローブ情報のデータ記録間隔は200mであるため、それより細かい区間で集計する場合には隣接する区間で異なる車両（例えば、50m区間単位で分析した場合、ある区間とその隣接区間では全く異なる車両）のサンプルを集計しており、分析結果への影響が懸念される。この点について、1秒間隔で地点情報が得られる商用車プローブを用いた検証により、200サンプル程度確保されている場合においては20m～50m区間の単位で速度の低下状況を把握することが可能であり、短い区間単位で分析をすることによる分析結果への影響が小さいことを示している。

しかしながら、サンプル数を確保するために昼12時間の全サンプルによる集計値での検証となっており、実務における要因分析等に必要ないピーク時間帯に絞った分析には至っていない。そこで、本研究ではETC2.0プローブ情報のサンプル数が少ない場合でも数十mの区間単位で連続性のある旅行速度状況を把握するためのデータの補間方法を提案し、商用車プローブ（1秒の等時間間隔でデータが記録されているため、隣接区間で旅行速度の連続性が保たれている）による集計結果との比較によって検証し、手法の妥当性の確認を行った。

4. 提案する補間方法の概要

地点単位の走行履歴情報を用いたデータ記録地点間の補間方法を図-1及び以下に示す。

STEP1 分析対象区間の設定と対象車両の抽出

分析対象とする任意の道路区間（DRM区間単位）を設定する。また、隣接する上流側区間及び下流側区間（それぞれ200m以上となる区間）を設定し、これら3つの区間全てにデータが存在する車両を抽出する。

STEP2 分割区間の設定と各区間の所要時間の算出

分析対象区間の下流端を0mとして任意の一定距離間隔で分割区間を設定する。（本研究では、20m間隔とした。）また、ETC2.0プローブ情報の地点情報から2地点間を等速走行したと仮定した各分割区間の個別車両ごとの所要時間を算出する。

STEP3 分割区間の所要時間の算出

各分割区間において全車両サンプルの平均所要時間を算出する。なお、平均所要時間は交通状況別（本研究では、一般財団法人道路交通情報通信システムセンターが提供するVICSにおいて“混雑”の判定に用いられている「20km/h」を閾値とし、データ記録地点間の平均旅行速度が閾値以上か否かで区分）に算出する。

STEP4 分割区間の所要時間比率を用いた補間

車両ごとに補間したいデータ記録地点間の所要時間を各分割区間の交通状況別の平均所要時間の比率によって案分する。この際、案分に用いる分割区間の交通状況別の平均所要時間比率は、STEP3で算出した平均所要時間により算出したものを用いる。

5. 提案手法の検証方法

5.1 検証の流れ

提案手法の検証の流れを以下に示す。

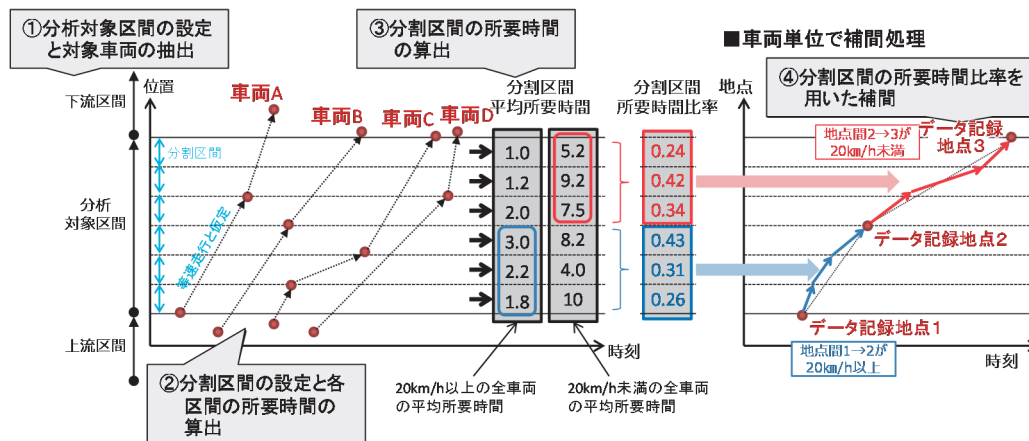


図-1 所要時間の補間方法の考え方

5.1.1 ETC2.0プローブ情報の直接集計結果と補間処理後の集計結果の比較（比較①）

ETC2.0プローブ情報の地点単位の生データから20m区間ごとに速度帯別のサンプル構成割合とサンプル数を直接集計する。次に、前述した手法による補間処理を行った上で20m区間単位の速度帯別のサンプル構成割合を整理し、生データから直接集計した結果と比較する。

5.1.2 ETC2.0プローブ情報の補間後の集計結果と商用車プローブの集計結果の比較（比較②）

1秒間隔でデータが記録されており、20m区間単位にしても隣接区間に同一車両のサンプルが連続して記録されている商用車プローブについて、車両ごとに20mに1サンプルとなるように（20m区間の中に1車両1サンプルとなるように）データを間引いた上で速度帯別のサンプル構成割合を整理し、ETC2.0プローブ情報の生データを補間処理した整理結果と比較することで手法の妥当性について検証を行う。

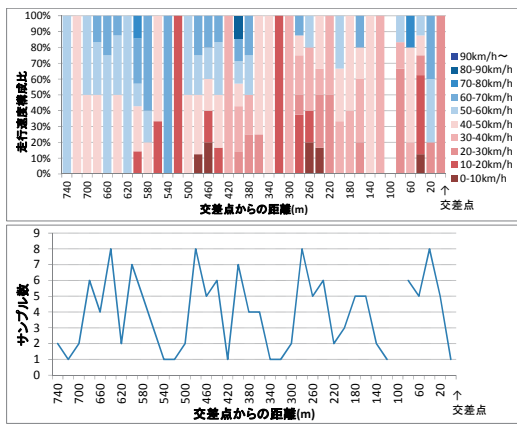


図-2 直接集計による直進車の速度構成（上段）及びサンプル数（下段）

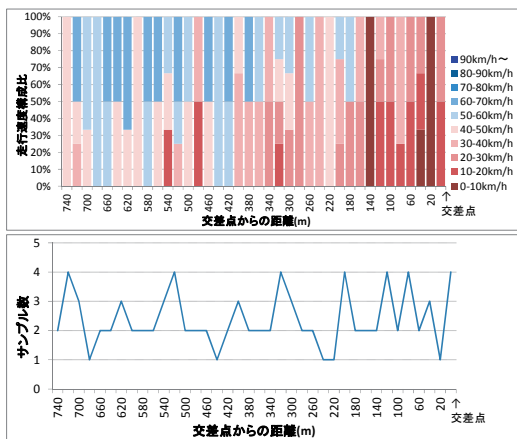


図-3 直接集計による右折車の速度構成（上段）及びサンプル数（下段）

5.2 対象交差点の概要

サンプル数等を勘案して茨城県つくば市の西大通り入口交差点における筑波山方面からの流入区間（760m）を選定した。この区間は片側2車線であり、茨城県の主要渋滞箇所を選定されている。H27全国道路・街路交通情勢調査における当該区間の交通量は、約1.1万台/12hであり、特に牛久方面へ右折する交通においては需要が高く、右折レーンから溢れて滞留している状況となっている。

5.3 検証データの集計期間

商用車プローブ、ETC2.0プローブ情報ともに2016年10月の平日7～9時台（朝ピーク）

6. 提案手法の検証結果

6.1 ETC2.0プローブ情報の直接集計結果と補間処理後の集計結果の比較（比較①）

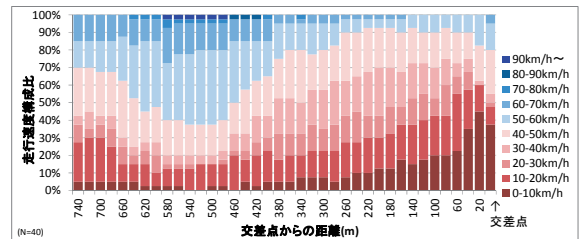


図-4 補間後の集計結果（直進車）

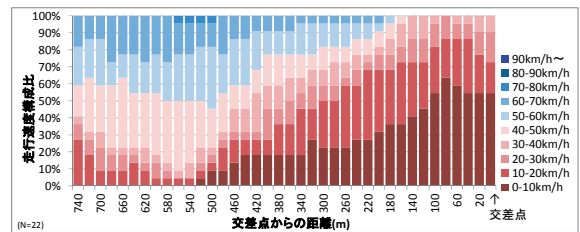


図-5 補間後の集計結果（右折車）

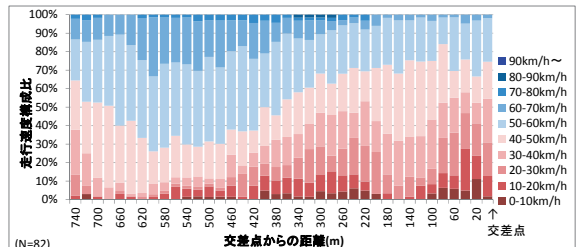


図-6 商用車プローブによる集計結果（直進車）

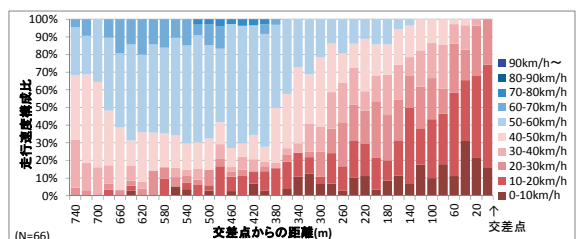


図-7 商用車プローブによる集計結果（右折車）

ETC2.0プローブ情報における朝ピークの地点速度を直接集計した結果を図-2～図-3、補間処理後の集計結果を図-4～図-5に示す。直接集計した結果ではサンプル数が少なく、車両ごとの地点情報は200m(100m)間隔で記録されているため、サンプル数の山が概ね200m間隔で高くなっており、隣接区間で速度の構成割合に連続性が見受けられない。また、地点情報が全く記録されない区間も存在しており、データが空間的に偏在している。一方で、補間後は20m区間ごとにサンプル数が確保され、データの連続性が保たれている。

6.2 ETC2.0プローブ情報の集計結果と商用車プローブの集計結果の比較（比較②）

商用車プローブでの集計結果を示す（図-6～図-7）。全体的にETC2.0プローブ情報の補間後の集計結果は商用車プローブより低い速度帯の割合が高い。これは、補間処理による集計では地点情報（位置と時刻）から区間速度を算出しているため信号待ち等の停車時間も考慮されている一方で、商用車プローブでは地点速度を集計しているため、停車時間が考慮されていないためである。

これを踏まえると、直接集計の結果より補間処理後の集計結果の方が商用車プローブの集計結果に類似していると言え、「20km/h以下の速度帯の構成割合が高い区間がどの程度まで延びているのか」、「右折車の滞留が右折車線長を超えて延伸しているか」といった状況を把握することが可能であると考える。

なお、提案手法では信号交差点を跨ぐ200mの地点間の補間において、信号交差点の上流側での信号待ちの影響を信号交差点の下流側の区間にも距離案分してしまうため、交差点上流側では実際

よりも速度が早い、下流側では遅い傾向となる場合があり、特に滞留や渋滞の長さを考察する際に留意が必要である。

7. おわりに

本研究によって得られた知見を以下に示す。

- ・ 距離案分した各分割区間の所要時間に20km/h未満・以上別で2地点間の平均所要時間比率を乗じることでETC2.0プローブ情報の地点情報を補間する方法を提案した。
- ・ 提案した補間手法により、サンプルの偏在や欠落無く集計を行う事ができ、直接集計するよりも商用車プローブの集計結果に近い旅行速度情報を把握することが出来た。

提案手法により、「サンプル数の確保が難しい区間」や「事前事後比較等の期間が限定されることによってサンプル数の確保が難しい場合」において、サンプルの欠落や偏在による影響を受けずに旅行速度情報を把握できることが期待され、引き続き検証も含めて分析を進めていきたい。

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>(2017.7.27入手)
- 2) 橋本浩良、水木智英、門間俊幸、上坂克巳、田名部淳：プローブデータを用いた交差点における交通動向分析のケーススタディ、土木計画学研究・講演集、Vol.45、2012
- 3) 加藤哲、田中良寛、橋本浩良、瀬戸下伸介、立川太一：ETC2.0プローブ情報を活用した渋滞状況の把握手法の効率化・高度化に関する研究、第55回土木計画学研究発表会論文集、CD-ROM、2017

加藤 哲



研究当時 国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室交流研究員、現 八千代エンジニアリング(株)
Satoshi KATO

松田奈緒子



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室 主任研究官
Naoko MATSUDA

瀧本真理



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室 研究官
Masamichi TAKIMOTO

瀬戸下伸介



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室長
Shinsuke SETOSHITA