

プローブデータに基づくエリア流動性情報の

全国展開に向けた取り組み

花房比佐友*¹ 飯島護久*¹ 小宮粹史*¹ 堀口良太*¹

株式会社アイ・トランスポート・ラボ*¹

論文概要

本研究は、プローブデータから求める MFD (Macroscopic Fundamental Diagram) に基づいたエリア流動性情報「トラフィックスコープ」について、全国の道路ネットワークを対象に運用する際の技術的課題を抽出し、その解決策を検討・評価することを目的とする。プローブデータは、走行情報が広域的に網羅できる一方で、エリアごとでサンプル数に偏りがあり、広域にわたって安定した情報提供を行う上での課題となっている。本稿では、プローブデータによるトラフィックスコープの作成方法について解説しながら、特異日における交通状況を解析し、全国版運用に向けた課題解決への取り組みについて紹介する。

An Application of Traffic Information based on Macroscopic Fundamental Diagram to Countrywide Road Network

Hisatomo Hanabusa*¹ Morihisa Iijima*¹ Tadashi Komiya*¹ Ryota Horiguchi*¹

i-Transport Lab. Co., Ltd.*¹

Abstract

This study describes a challenge of the application the traffic information “Traffic Scope” for the nation-wide area. Traffic Scope calculates mainly two indicators of the fluidity and the singularity of road traffic based on Macroscopic Fundamental Diagram using real time probe car data. Now we have some technical issues to be tackled for large scale area because the volatility of probe data depending on the area. Therefore, we first introduce the concept of Traffic Scope and the issues by analyzing the status of the fundamental diagram by probe car data, and we show some analyzed examples in the day of heavy-snow and the day of some hanabi-festivals.

Keyword: Traffic Information, Probe Data, Macroscopic Fundamental Diagram

1. はじめに

堀口ら¹⁾²⁾³⁾が開発したトラフィックスコープは、プローブデータをはじめとするリアルタイム交通データを入力し、解析対象エリアの Macroscopic Fundamental Diagram (以下、MFD) の状態を解析しながら、統計情報とリアルタイム情報を組み合わせ、交通流動性および特異状態 (いつもと異なる状況) を検知する手法である。MFD を活用する交通状況理解に関する研究は、Daganzo, Geroliminis⁴⁾をはじめ、近年様々なアプローチで行われている。その中でも、トラフィックスコープは、リアルタイム交通情報としての情報提供に視点を置き、ある程度データが少ない状態でも混雑の度合い、交通状態の異常を知ることができるように開発されたものである。

現在の日本における交通情報は、道路交通情報センター、VICS (Vehicle Information and Communication System)、プローブ情報を収集している事業者等が配信しており、それは概ね路線単位での混雑情報などである。その交通情報を受信することができるカーナビは、配信された情報を基にして目的地までの経路を探索し、ドライバーに渋滞回避道路へと案内する。このような情報の主な利用者は、運転中のドライバーであることが多い。その際、何か異常な状況が配信されれば、もちろん運転しているドライバーは回避行動をとることができるが、これから運転する人にも認知されれば、自動車での移動をやめるなど、周辺への混乱をきたすリスクを減らす交通行動 (公共交通の利用など) を期待することもできる。テレビやスマートフォン、デジタルサイネージへのデータ放送など、様々なメディアにおいて情報が配信され、直感的でわかりやすい交通情報が広くあまねく市民の目に触れることによって、気象情報のようにより最適な交通行動を選択してもらう一助になると考えている。

現在、筆者らは、リアルタイムプローブデータ⁵⁾による東京 23 区を対象としたオンライン運用デモを行っており、台風時や地下鉄等の事故時など、様々な交通状況に対する分析を進めてきた⁶⁾⁷⁾。たとえば、公共交通のトラブル情報と照らし合わせることによって、トラブルがあった駅周辺の異常が検知され、その周辺の交通の集中・混雑が把握できることも確認されている。ゲリラ豪雨による影響も同様で、降雨地域における速度低下を見られ、いつもとは違う状況であることを示すことができた。しかしながら、今後東京以外の地域に適用する際は、東京 23 区の

ようにデータ量も多く、リアルタイム運用も安定して行えるとは限らない。異なる地域でも、同様の処理によって交通状況が把握できるかどうかは、全国版として適用する際に検証すべき事項であり、取り組むべき課題でもあるといえる。

そこで本稿では、トラフィックスコープの概要について解説しながらトラフィックスコープを全国展開するための技術的な課題について述べ、課題解決に向けた取り組みについて紹介する。また、プローブデータを全国版トラフィックスコープシステムに適用し、イベント時や異常気象時における交通状況の特異性について異常検知および把握が可能かを検証した結果について報告する。最後に、全国版システムの運用に向けた展望を述べる。

2. トラフィックスコープの計算手順とオンラインシステムの仕組み

ここで、トラフィックスコープの計算手順について概説する。トラフィックスコープの入力データは、時刻、緯度、経度で構成されたプローブデータを想定し、計算を行う。ただし、リンク単位の集計値 (通過台数、平均旅行時間) でも計算は可能である。

図 1 に計算手順の概要を示す。収集したプローブデータから、まずは過去 1 か月～3 か月分における集計 QK の計算を行い、MFD 上に展開する。次に、展開された集計 QK から近似曲線を求め、通常集計 QK パターンとする。その後、リアルタイムで収集されるプローブデータから今の集計 QK が計算され (過去 1 時間分のプローブ情報で算出)、通常集計 QK パターンからのかい離状況から通常交通状況との違いを指標化した「特異指数」、MFD の特性からわかる交通の流動性を指標化した「混雑指数」が算出される。

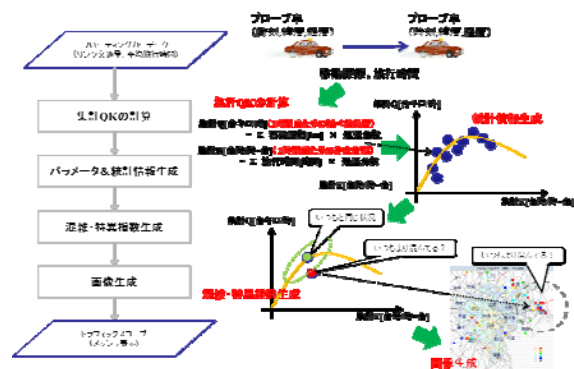


図 1 トラフィックスコープの計算手順

以上の計算は、図 2 に示すオンラインシステム（東京 23 区を対象とした運用デモ）で実行され、結果を画像化して出力している。オンラインシステムにおいては、クラウドサーバを用いてプローブ集計情報を収集し、Web サーバ等で情報を配信する仕組みとしている。現在は 15 分おきに情報更新され、約 3 分の所要時間でトラフィックスコープの計算から画像生成まで行うことができる。



図 2 オンラインシステムの構成

3. 全国展開するための課題

近年のプローブデータ活用に関する技術の発展は目覚ましいものがあり、現在はプローブデータを活用した様々なサービスが展開されている。それは、カーナビに限らず GPS ロガーやスマートフォンなど、様々なデバイスから簡単に収集できるようになってきたことや、収集されるデータ量が膨大になってきたことが背景として考えられる。

最も基本的と思われる時刻、緯度経度から構成されるようなプローブデータが持つ特徴としては、交通状況把握のための広いカバレッジが期待できることや走行軌跡が把握できることである。ただし、車両感知器等、常設しているセンサー系データとは違い、ある路線上を走行するプローブデータの一定時間内におけるサンプル数が総じて安定する保証はない。さらに、データが比較的少ないと考えられる地方部においては、十分なサンプルが得られず、今までと同様の方法で処理ができない可能性も考えられる。

リンク旅行時間情報をプローブデータから推定する技術においては、過去の統計情報と現在直近の情報と組み合わせる手法など、安定した情報を作成できる技術が開発されてきた。トラフィックスコープも同様に、統計情報とリアルタイム情報との組み合わせで指標が計算されるが、全国版への展開のためには、データ量に関わらず、指標が安定的に計算で

きる手法を構築することが急務である。以上のような状況から、全国規模での計算の際は、各地域のプローブデータのデータ量と普段の収集サンプル数レート等を考慮しながら、以下の課題に取り組んでいく必要がある。

- プローブデータのデータ量に応じた統計情報の生成、およびトラフィックスコープの計算方法の検討。
- トラフィックスコープの画像化する際の表示（特異指数、混雑指数の色分け）をどの地域においても示す状態が同様になる閾値設定の手法を検討していく。
- 全国のデータを処理できる計算手法およびシステム構成の検討。

4. 全国版に向けた取り組みと実データによる解析

前章にて挙げた課題に対して、筆者らは表 1 に示す対策に取り組んでおり、実装と検証を行っている。なお、全国版トラフィックスコープにおいても、情報更新間隔は 15 分とし、プローブ取得から画像作成までの目標処理時間を 3 分としている。

表 1 全国版に向けた対応策

課題	東京 23 区	全国版
データ量に応じた統計情報の生成	過去 1 か月の平均値を集計.	地域に応じて過去 3 か月までの平均値を集計.
データ量に応じたリアルタイム情報（集計 QK 値）の生成	過去 1 時間分のプローブデータで生成.	地域に応じて 2 時間程度までのプローブデータで生成.
画像の作成（閾値設定）	特異指数の 95 パーセント以上を異常と判断.	地域に応じて判別閾値（パーセント値）を変更するモデル式.
システム構成（クラウドサーバ上での運用）	1 CPU による計算.	複数 CPU による広域エリア単位での並列計算.

ここで、実データによるトラフィックスコープの解析結果を紹介する。本研究においては、2014 年 2 月 14 日に振った大雪における関東圏から中京圏における交通状況、および 2014 年 8 月 1 日に開催された花火大会による影響について解析を行った。

図 3 に 2 月 14 日の大雪時の特異指数の時間遷移，図 4 に通常時（2 月 7 日）との速度差，図 5 に速度差の図をさらに拡大したものを示す。大雪は 9 時前後に名古屋付近を通過し，午後 5 時頃に関東圏へ到達している。その際，山梨の山間部においては車両が通行できないなどの交通障害が発生し，大混乱をもたらした。トラフィックスコープからもその様子がうかがうことができ，雪の降り始めと思われる時間帯に異常が起こり始め，次第にその状況が関東西側の山間部から伝わり，大きな速度低下を引き起

こしていることがわかる。特に図 5 の拡大図においては，降雪の直後に通行実績がなく，通行できなくなったと思われる区間が検知された。実際に通行止めとなった区間もあり，トラフィックスコープによって時々刻々と状況が遷移していく様子が確認できた。また，エラー! 参照元が見つかりません。に 2014 年 8 月 15 日の花火大会開催時の特異指数を示す。当日開催された花火大会によって，通常とは異なる交通状況になっていることが確認された。

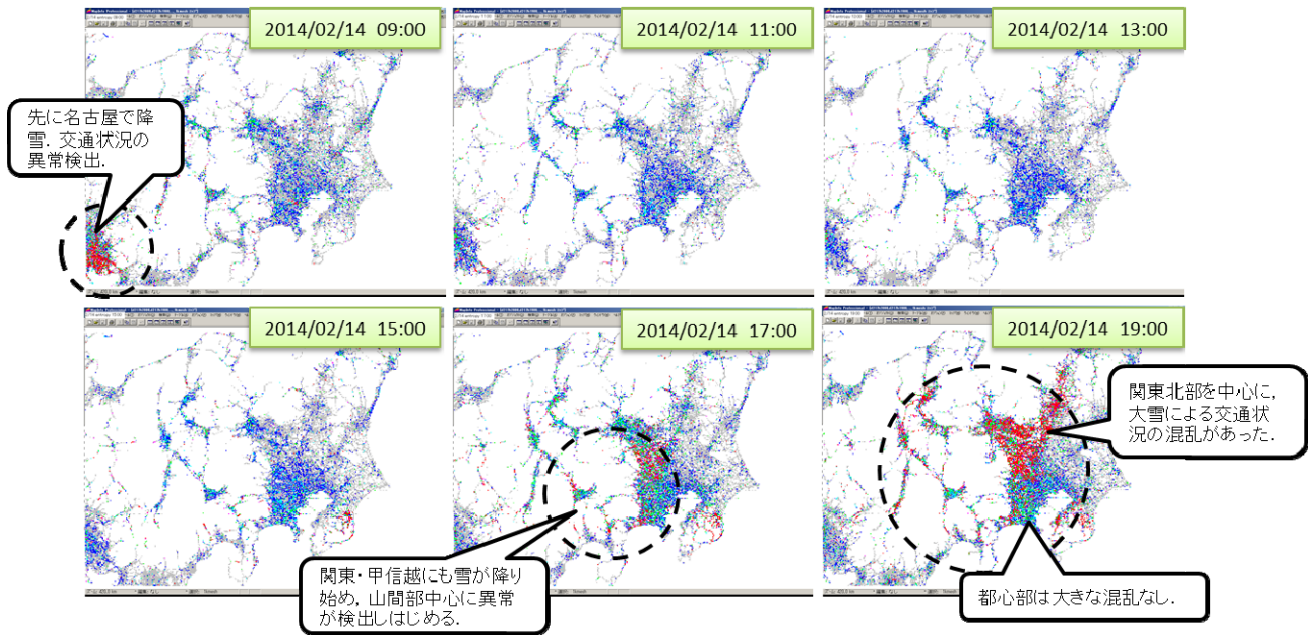


図 3 2014 年 2 月 14 日（大雪）の特異指数

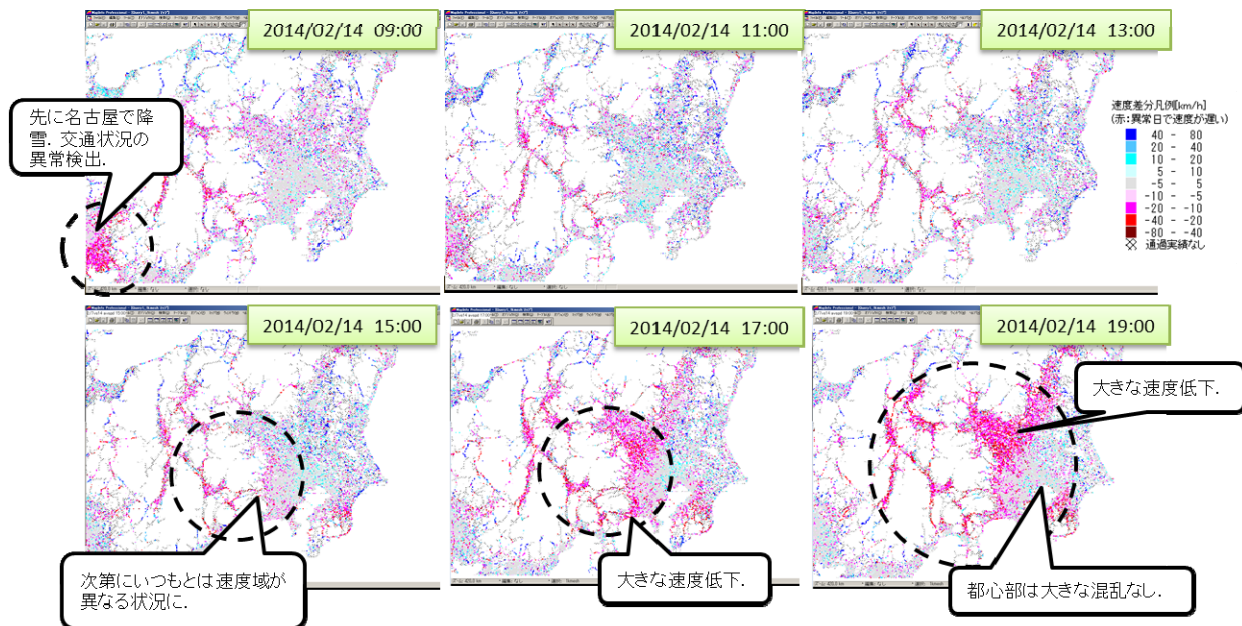


図 4 2014 年 2 月 14 日（大雪）における（通常時との速度差）

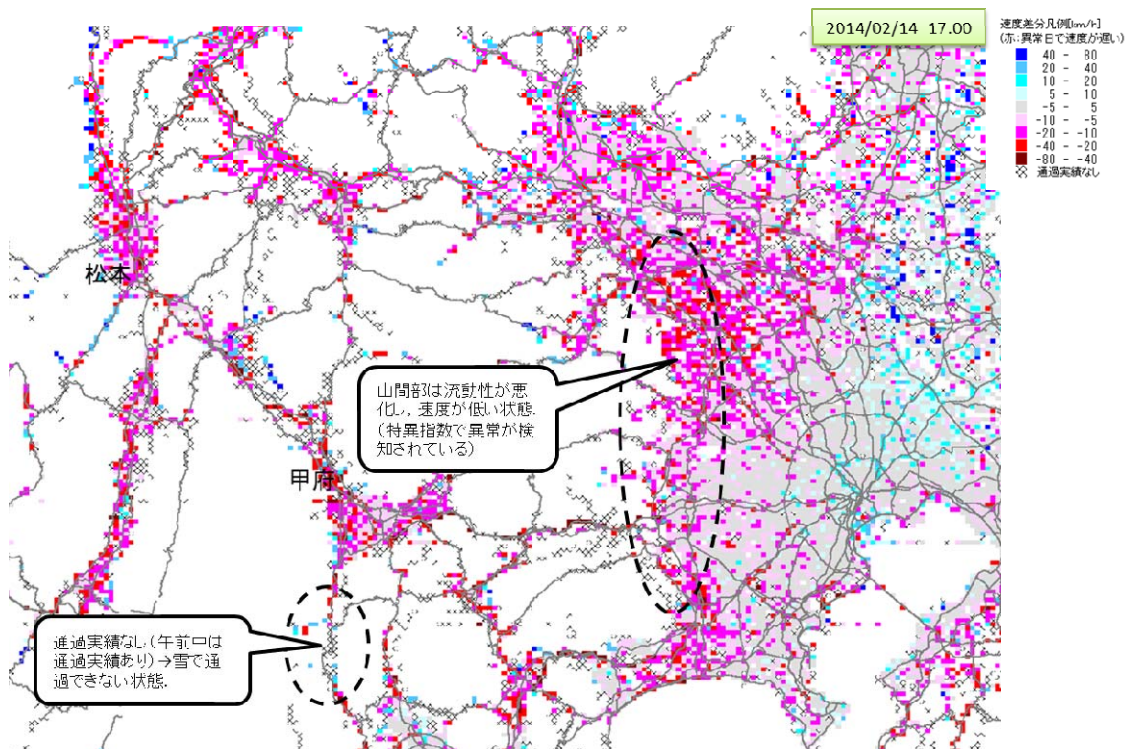


図 5 2014年2月14日(大雪)における(通常時との速度差, 山梨周辺)

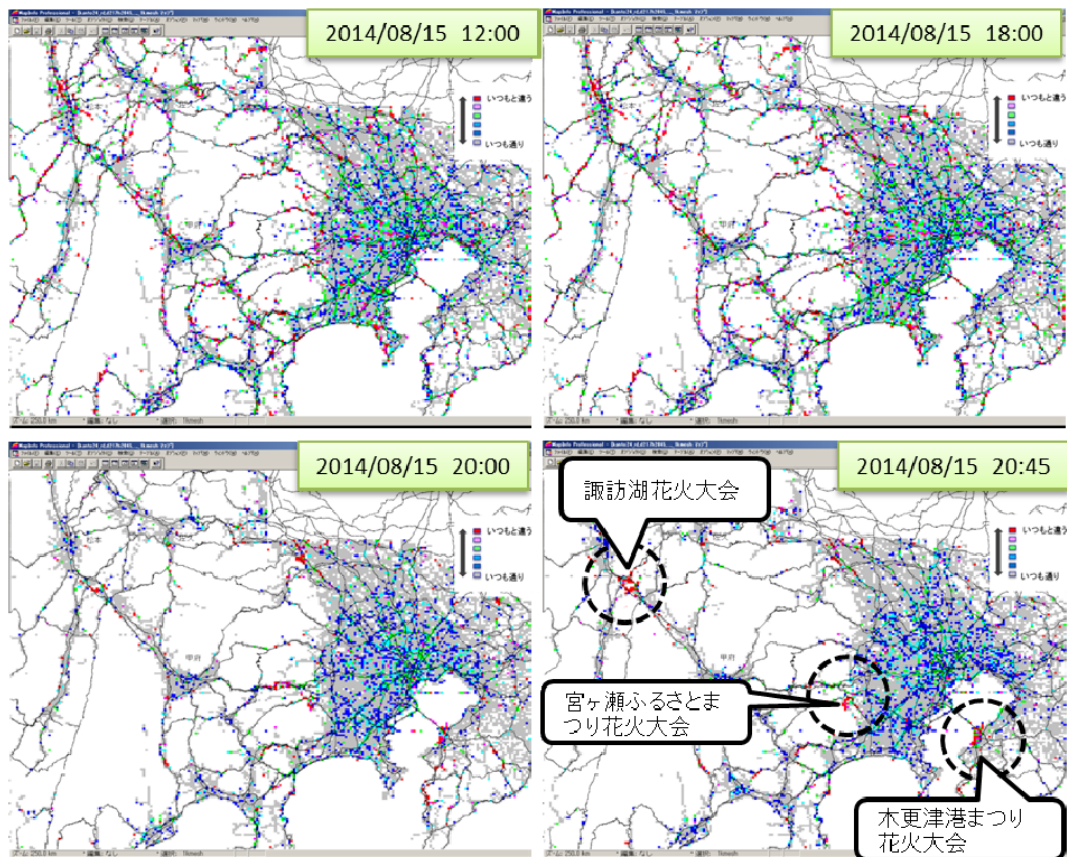


図 6 2014年8月15日(花火大会イベント)における特異指数

5. 今後の展開

今後は、全国版トラフィックスコープシステムの構築とともに、長期間にわたる運用を想定し、年間の統計情報を生成し、リアルタイムに運用した際の交通状況や異常検出状況の確認を行う。また、トラフィックスコープの表示方法についても研究を行い、どの地域においても混雑度レベルや異常検出条件になるべく差異が出ないように表示手法も検討していく。その次のステップとして、公共交通機関に関する情報、あるいはSNS情報との組み合わせ等、イベント情報に関する情報との融合によって、異常検出された場所における詳細状況を説明できる手法について検討を行っていく予定である。

謝辞：

本研究の実施にあたり、東京大学生産技術研究所の柴崎教授、関本准教授、瀬戸助教、金杉研究員には、全国版トラフィックスコープシステム開発に向けて多くの助言をいただいた。また、本田技研工業株式会社様には、プローブデータ利用についてのご協力をいただいた。ここに感謝の意を表します。

参考文献：

- 1) R.Horiguchi, M. Iijima and H. Hanabusa:Traffic Information Provision Suitable for TV Broadcasting Based on Macroscopic Fundamental Diagram from Floating Car Data, Proceedings of 13th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Madeira Island, Portugal, 19-22 September 2010.
- 2) R. Horiguchi, M. Iijima, M. Kobayashi and H. Hanabusa: Incident detection for the surface street network with the mesh - wised traffic indices on the macroscopic fundamental diagramLATSIS 2012 - 1st European Symposium on Quantitative Methods in Transportation Systems, Lausanne, 4-7 September, 2012.
- 3) R. Horiguchi, M. Iijima, M. Kobayashi and H. Hanabusa:Traffic anomaly detection for surface street networks with the mesh-wised traffic indices on macroscopic fundamental diagram, OPTIMUM2013 - International Symposium on Recent Advances in Transport Modelling, Kingscliff, NSW, Australia, 21-23 April, 2013.
- 4) An analytical approximation for the macroscopic

fundamental diagram of urban traffic, Transportation Research Part B: Methodological, Volume 42, Issue 9, November 2008, Pages 771-781

- 5) FUJITSU Intelligent Society Solution SPATIOWL (スペーシオウル)位置情報サービス タクシープローブ交通情報サービス メッシュ交通情報デモンストラーション, <http://www.fujitsu.com/jp/solutions/business-technology/intelligent-data-services/convergence/spatiowl/function/trafficinfo/mesh-demo/index.html>
- 6) 飯島護久, 堀口良太: プローブデータに基づくエリア流動性情報提供に関する研究, 第9回ITSシンポジウム2010 予稿集, pp.1-4, 2010.12.
- 7) 飯島護久, 堀口良太: 東日本大震災時のメッシュ交通情報を用いた都区部における交通流動性分析, 第29回日本道路会議, 2011.11.1-2.