

# ICTおよびAI技術を活用した交通観測の最前線

## —効果的な災害時交通マネジメントに向けて—

東京理科大学 創域理工学部 社会基盤工学科 准教授 やぎぬま ひでき  
柳沼 秀樹

### 1. はじめに

道路や鉄道などの交通ネットワークは、人や物の移動を支える重要な社会基盤施設であり、地域経済の発展に大きく寄与しています。さらに、災害時には速やかな避難や救助を実現し、その後の復旧・復興を加速させる役割を担っています。しかし、昨今の大規模な地震や豪雨災害では、交通ネットワークが被災することで本来の機能を果たせない事態が散見され、喫緊の課題となっています。そのため「災害に強い交通施設整備」と「発災後の効果的な交通マネジメント」の両輪で対処していくことが求められます。

災害時の交通マネジメントでは、時々刻々と変化する被災状況や交通状態を的確に把握し、適切な対応を速やかに実行することが求められます。その際にキーとなるのが交通観測です。本論では、災害時の道路交

通に着目して、効果的な災害時交通マネジメントに向けた交通観測の最前線をご紹介します。

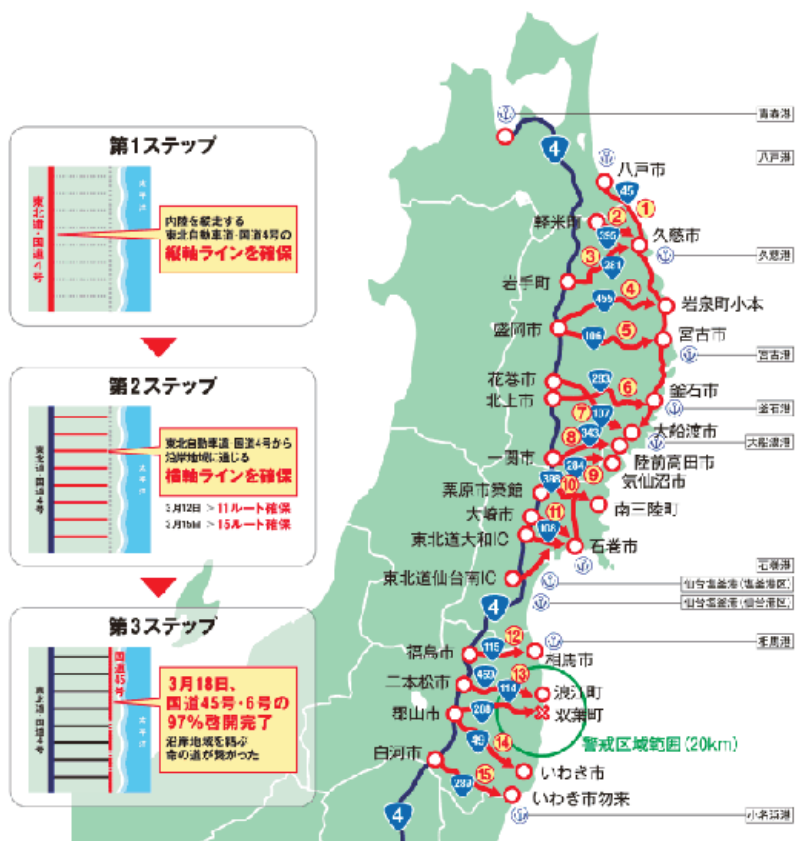
### 2. 災害時における交通観測の重要性

#### 2.1. 東日本大震災における道路被害

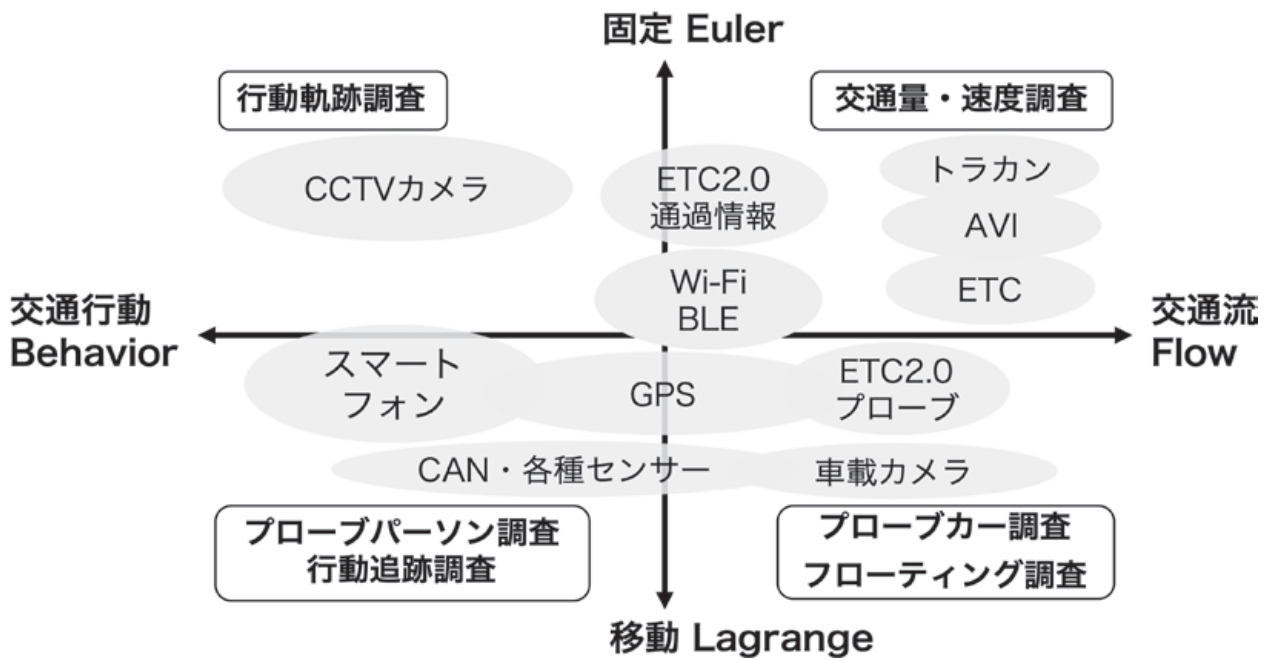
2011年に発生した東日本大震災では、地震動による道路路面の陥没や道路構造物の崩壊、津波による道路本体の消失や津波漂流物の堆積など、多くの道路被害が発生しました。特に、津波による被害は深刻であり、太平洋沿岸の岩手県、宮城県、福島県では、これまでに類を見ない広域での道路遮断が発生し、沿岸地域が孤立する状況に陥りました。そのような大混乱の中、国土交通省では「くしの歯作戦」と呼ばれる道路啓開（道路を通れるようにする応急的な復旧作業）を展開

しました【図1】。第1ステップで主軸となる内陸の縦軸、第2ステップで沿岸部への横軸、最後の第3ステップで沿岸部の縦軸の順序で啓開を実施しました。その結果、発災後7日間で約9割の道路啓開が完了しました。まさに状況に応じた適切な災害時マネジメントにより驚異的なスピードで啓開を実施し、その後の復旧・復興の足掛かりとなりました。

一方、首都圏では、直接被害は少ない状況でしたが、発災直後に大規模なグリッドロック現象が発生しました。グリッドロックとは、交差点に想定を超える車両が流入することで著しく走行速度が低下し、最終的には交通麻痺となる状態です。発災直後から鉄道の運休により、送迎や帰宅などの交通需要が大幅に増加した結果、数時間後には多くの道路区間で速度が5 km/h以下の渋滞状態となり、広域かつ長時間に渡って交通が麻痺しました。鉄道やバス、高速道路を運営する



【図1】 東日本大震災における「くしの歯作戦」の概要  
出典：東北地方整備局震災伝承館 <https://infra-archive311.jp/s-kushinoha.html>



【図 2】実空間上における交通観測の体系的な整理

行政と民間との連携が十分に機能せず、その後の計画停電もあり、首都圏の交通ネットワークが回復するまで数週間の時間を要しました。

## 2.2. 東日本大震災の教訓

東日本大震災の教訓を踏まえて、全国で災害時緊急輸送道路の指定と運用，地震時の道路啓開計画の策定，災害時のパニックや交通混雑，帰宅困難を回避するために行政や自治体，民間レベルで各種避難マニュアルの整備が実施されました。このような災害時マネジメントに関する「事前の取り決め」は，2016年の熊本地震でその有効性が確認されました。

当時は交通観測体制が十分ではなく，改めてその重要性が再認識されました。より効果的な道路啓開の実施や交通渋滞の制御等を実施するため，研究と実務の双方から交通観測技術の開発と実装が進められてきました。

## 3. ICTとAI技術を活用した交通観測の最前線

### 3.1. 交通計測技術の体系

時々刻々と変化する交通状態を観測することは平常時・災害時を問わずデータに基づく実態の把握や施策の検討，マネジメントの実施に有益な情報となります。そのため，時間的・空間的に高解像度での観測が求められており，最新技術が積極的に導入されています。

昨今の技術的動向を踏まえて，主な交通観測の技術を体系的に整理しました【図 2】。縦軸に観測方法（固定観測と移動観測），横軸に観測対象（交通流と交通行動）を配置した4つのパターンに分類しています。

固定観測は，自動車や人などを定点から観測する方法で，長期に渡ってほぼ全数に近いデータを取得可能ですが，観測領域が定点付近に限定されます。一方，移動観測は，GPSやCAN（エンジン回転数やドアの開閉などの自動車の電子制御情報）のように移動体と共に動きながら観測する方法です。移動体の詳細な行動を緯度経度のドットレベルで取得可能ですが，取得されるデータは計測センサーを搭載した車両のみであり，限定的なサンプル調査に留まります。

ここ10年の技術的な進歩は目覚ましいものがあります。カメラやセンサーなどの観測デバイスの軽量化や低コスト化，人工知能（AI）などの情報処理技術の進歩を背景に固定観測と移動観測の双方で高精度かつ大規模な常時観測データを収集できる可能性が高まりつつあります。以下では，最新の技術を活用したキーとなる交通観測手法を紹介します。

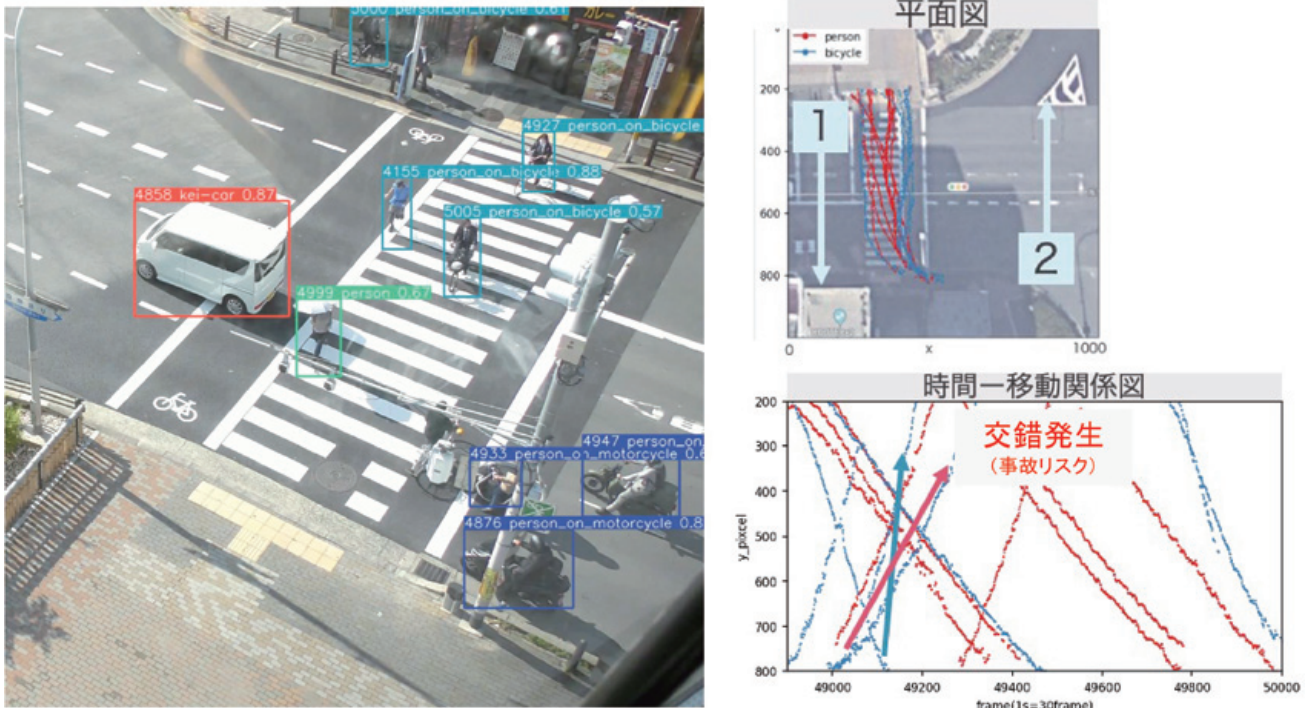
### 3.2. AI技術を活用した固定観測技術

道路上には管理用CCTVカメラが設置されており，取得した動画を活用した交通量の観測が行われています。その背景には，第3次AI（人工知能）ブームの火付け役である深層学習（Deep Learning）が大きく寄与しています。深層学習では，畳み込みニューラルネ

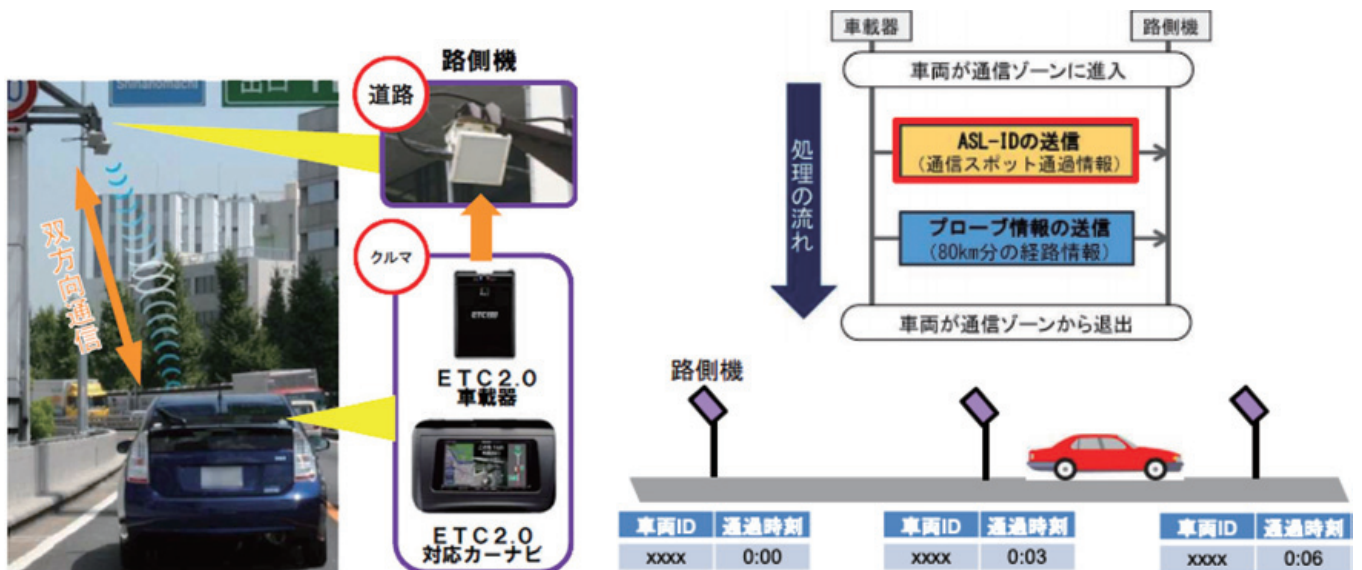




【図3】AIを活用した車種別交通量検出と車両移動軌跡の可視化



【図4】AIを活用した横断歩道における自転車と歩行者の検知および交錯状況の可視化



【図5】ETC2.0 プローブデータの収集方法  
 出典：ETC 総合情報ポータルサイト <https://www.go-etc.jp/etc2/>



ットワーク (CNN) を下敷きとしたモデルによって、画像内から車種別の自動車を精度よく検知することができます。また、Deep-SORTやByte Trackなどの追跡アルゴリズムを活用すれば、移動軌跡を描くことが可能であり、交通量・速度調査のみならず、移動軌跡調査も同時に実現できます【図3】。また、AIが学習することで自動車以外にも二輪車や歩行者などの観測も可能となります【図4】。CCTVカメラが設置されていない災害現場にあっても市販のビデオカメラを活用すればAI観測が可能であり、必要に応じて柔軟に短期間で観測体制を構築できます。

### 3.3. ICT技術を活用した移動観測技術

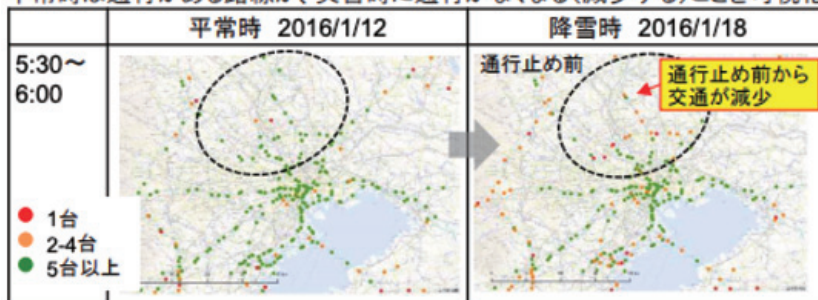
2000年代からセンシング技術を活用したプローブ調査が広く普及しており、GPSを利用した詳細な行動データが収集可能となっています。2011年に国土交通省が運用を開始したETC2.0プローブデータは、路側機単位のスポット通過情報（固定観測）と車両単位の走行履歴情報（移動観測）を統合処理したデータです【図5】。スポット通過情報は5分周期でのリアルタイム観測を実現しており、時系列での通過交通量が取得できます。また、若干の加工を施すことで、路側機間の交通量や所要時間、速度を求めることが可能です。また、走行履歴情報は、走行経路や運転挙動（急加減速など）の詳細な行動が観測可能であり、事故などの実態把握に活用されています。

ETC2.0スポット通過情報を活用した事例として、2016年に発生した首都圏での降雪時の分析では、発生直後から通過交通の有無や通過台数等の変化を可視化することで、道路上の異常を早期に捉えることに成功しています【図6】。このような観測システムを活用することで、リアルタイムな交通状態のモニタリングと異常発生の早期検知に資することが期待されます。

## 発生直後 ASL-IDの活用によるリアルタイム把握

### 1) 路側機の通過有無の把握

平常時は通行がある路線が、災害時に通行がなくなる(減少する)ことを可視化



### 2) 路側機間のODの把握

路側機間をリンクとして通行有無を把握



### 3) 路側機間の所要時間の把握

平常時と災害時の所要時間比較で異常有無を把握



【図6】 ETC2.0通過情報を活用したリアルタイム交通モニタリング

出典：国土交通省 地域道路経済戦略研究会

[https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/keizai\\_senryaku/pdf05/3.pdf](https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/keizai_senryaku/pdf05/3.pdf)

## 4. おわりに

これまでの交通観測は人手による調査が主流でしたが、最新技術の積極的な導入により、高解像度かつ高精度なデータを自動かつ安価で取得可能となりつつあります。これにより、自動運転やMaasなどの新たな交通サービスの台頭、激甚化する自然災害への対応など、平常時および災害時において、交通観測に基づくデータ駆動型のマネジメントがより加速すると期待されます。さらに、観測・可視化・分析・評価・施策提案などをシステム上でシームレスに一気通貫で実現することが真の意味で道路DX・防災DXの実現に繋がります。引き続き安全・安心な社会を創ることに貢献する研究開発を推進していくことが重要であると考えます。