

# 交通流理論とAI学習による非日常の発見と

## アラート発信に関する研究（2018-2020年度）



### 研究実施体制

桑原 雅夫(代表)	東北大学／教授 (交通)	堀口 良太	(株)アイ・トランスポート・ラボ／ 代表取締役 (交通・データ可視化)
梅田 祥吾	東北大学／研究員 (交通)	丹治 和博	一般財団法人日本気象協会／技術統括(気象)
川崎 洋	九州大学／教授 (AI・画像処理)	浦山 利博	アジア航測株式会社 (防災・GIS)
横山 大作	明治大学／准教授 (AI・データ処理)	吉井 稔雄	愛媛大学／教授 (交通)
江藤 和昭	(株)オリエンタルコンサルタンツ／事業 管理本部長 兼 交通運輸事業部長(交通)	稲垣 宏	(株)富士通交通・道路データサービス (AI・ データ処理)
飯星 明	本田技研工業(株)／技師 (データ処理)		

- ・分野横断的な専門家集団を組織(交通・気象・GIS・AI・画像処理・データ処理)
- ・AIの専門家(東北大学の人工知能学研究会)、国道事務所や高速道路会社等の道路管理者、交通管理者と連携

### 2018年度(1年目)の活動概要

(1) 非日常の発見	1) 平常時・災害時データ収集・整理 2) 車両移動軌跡・経路選択行動をAI学習する枠組みの整理 3) ドラレコ画像から抽出すべき事象および抽出手法の整理 4) 実規模ネットワークに適用可能な2次元状態空間モデルの検討
(2) 非日常の事前アラート発信	1) 災害、観光・イベント時のデータ収集・整理 2) 通行障害・土砂災害の事前アラートのための説明要因の整理
(3) リアルタイム可視化システムの検討	1) リアルタイム可視化システムの改良に関する検討 2) 非日常発見・事前アラートアルゴリズムの組み込みに関する検討
(4) 情報収集	学会への参加などにより本委託研究を遂行するにあたり必要な情報の収集 国内：土木計画学研究発表会、交通工学研究会、ITSシンポジウム、ゆきみらい研究発表会 等 海外：HKSTS、ISTTT 等

# (1)非日常の発見

## 1) 平常時・災害時データ収集・整理

- ・研究対象とする非日常として、**自然災害11事例**(豪雨：8事例、大雪：2事例、地震：1事例)と**イベント・観光6事例**を選定。
- ・平常期間も含めた**各種データ**(プローブ、トラカン、ドラレコ画像、気象データ、JARTIC規制、VICS、DRM、GIS等)を収集。

## 2) 車両移動軌跡・経路選択行動をAI学習する枠組の整理

- ・プローブの車両軌跡や速度などのデータから非日常を発見するための**AI学習の枠組み**として以下の**3手法**を検討。
  - ① 災害による通行規制時の迂回車両軌跡抽出
  - ② Uターン挙動に着目した交通障害発生箇所の検知手法
  - ③ 集計QKを用いた広域的交通異常の発見手法

### ①災害による通行規制時の迂回車両軌跡抽出

- ・災害発生前後の**車両軌跡を学習し、迂回車両を自動で分類**する手法を検討。
  - ・機械学習手法の**One Class Support Vector Machine**を援用。
- ⇒トリップ距離とトリップ時間を特徴量として**西日本豪雨時の車両軌跡を自動で平常と異常に分類**。

- ・OCSVMは、2クラスに分類する手法
- ・教師データを学習し、マージンが最大となる超平面(データを分割する面)を推定

- ・学習データとして6月20日～23日のデータを用意
- ・学習結果を用いて災害時の車両軌跡を分類(青：平常、赤：異常)

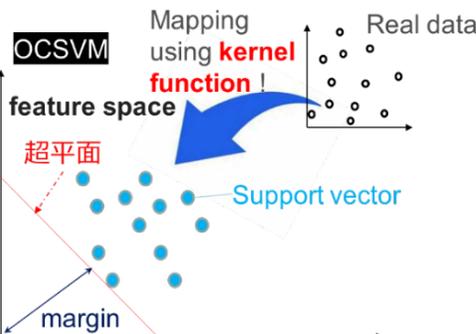


図 OCSVMのイメージ 図 西日本豪雨時の迂回車両の分類

## 3) ドラレコ画像から抽出すべき事象及び抽出手法の整理

- ・ドラレコ画像から**深層学習により冠水を検出する方法**を構築
- ・CGやGAN(深層学習の画像生成手法)を利用し、入手困難な**冠水画像(教師データ)**を人為的に生成。



- ・教師データ数及び画像生成方法の違いによる**異常検知精度**を検証。
- ⇒**人為的な画像**でも生成枚数を増やすことにより**検知精度が向上**。

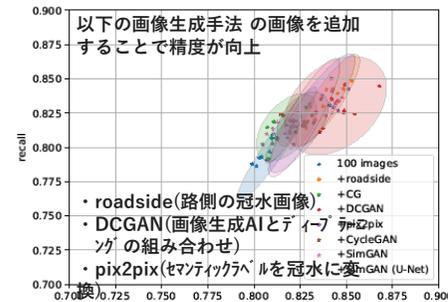


図 画像生成手法の精度比較

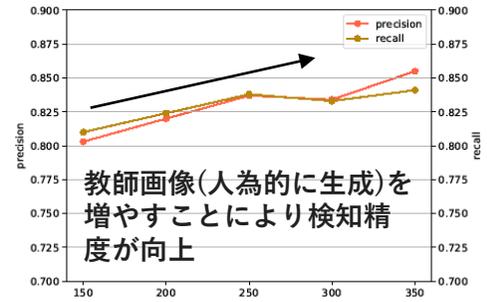


図 生成画像数と検知精度

## 4) 実規模ネットワークに適用可能な2次元状態空間モデルの検討

- ・**実規模ネットワーク**を対象に**交通状態をモニタリング**するための2次元状態空間モデルの構築を目標に研究を実施。
- ・既往モデルを改良し、逐次パラメータと交通状態を推定。
- ・**プローブ車両密度と分岐率**を用いて、交通流モデルの**セル密度と経路選択**を逐次更新することが可能なモデルを構築。

## (2)非日常の事前アラート発信

### 1) 通行障害・土砂災害の事前アラートのための説明要因の整理

#### ①土砂災害の事前アラート手法

- ・ H29.7九州北部豪雨の事例を対象にAI学習を用いた土砂災害の事前アラート手法を検討。
- ・ 収集した流木発生域の判読データのうち、「山林(山腹の崩壊地)」を教師データとして使用。
- ・ 素因(地形)データとして、標高データより作成した赤色立体地図を使用し、地形の危険箇所を学習。

⇒危険箇所を過少評価する傾向が大きいことが分かったため、今後は、誘因データとして、土壤雨量指数を考慮予定。

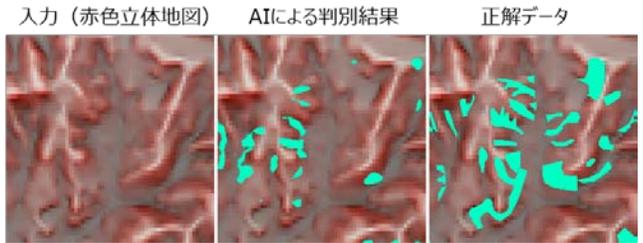


図 AIによる土砂災害リスクの判別

#### ②大雪による立ち往生の予兆検知手法

- ・ 平常時の速度と積雪量のデータを学習した時系列モデルによる予測と状態空間モデルによる速度が乖離した場合を予兆と判定。
- ・ 福井豪雪時の立往生データに適用し、予兆検知タイミングを検証

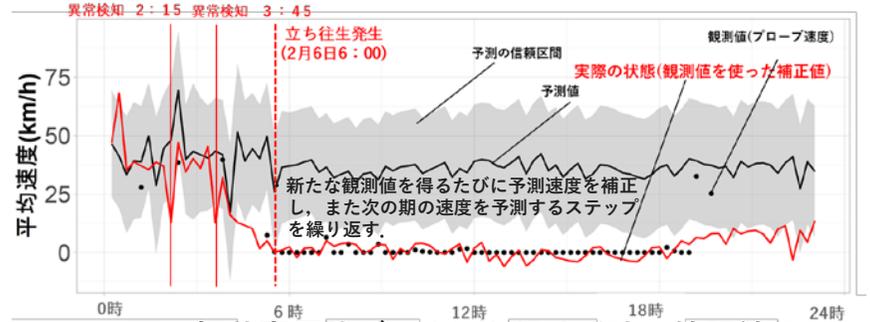


図 福井豪雪時データにおける手法の検証結果

## (3)リアルタイム可視化システムの検討

### 1) 可視化システムの改良に関する検討

- ・ 以下の期間において、道路管理者等に対して、リアルタイムモニタリングシステム実証実験を実施。  
 実験期間 : 平成30年9月3日(月)～ 10月31日(水)  
 試用依頼先: 東北地方整備局, 仙台河川国道事務所, NEXCO東日本, 日本道路交通センター等
- ・ 実証実験結果等に基づき、システムの改良方針を整理。

表 実証実験を踏まえたシステム改良方針

目的	改良方針
プローブ旅行速度の方向判別	● 方向(上り/下り)を判別できるように、車両軌跡の座標を進行方向左にオフセットする。
トラフィックスコアの改良	● 特異指数の高いメッシュが特定地域に集中して隣接している場合、メッシュ外縁部を太枠で強調してハイライトする。
平常時との比較	● 特定日時(ex1日前, 1週間前)の情報にすぐに切り替えができるように、特定日への切り替えボタンを用意する。
過去の統計情報のグラフ化	● 旅行時間情報: 指定した区間の旅行時間の統計値をグラフ化する。旅行時間を算定する区間は、複数のメッシュ(≒経路)をユーザーが指定し、設定する仕様とする。 ● 気象統計情報: プリセットした地点(eg. 市町村中心)の統計グラフを表示する。
多様なプローブ情報の可視化	● 富士通交通・道路データサービスから提供される商用車プローブデータを取り込んで可視化する。

### 2) 非日常発見・事前アラートアルゴリズムの組み込みに関する検討

- ・ 非日常の発見及び事前アラート発信機能をリアルタイム可視化システムへ組み込む方式として、以下の機能を実装する。
- アラート発報時にブラウザのポップアップ機能を利用して、ユーザーに通知
- オプションで、アラート発報時に登録ユーザーにメールで通知

## ■ 成果の進捗 (研究全体)

- 初年度はデータ収集・整理, AI学習の枠組構築を予定していたが, **既に「非日常の発見」及び「事前のアラート発信」共に, 手法構築から実データへの適用を実施。** (次年度以降の課題・目標も整理済)
- リアルタイム可視化システム **実証実験を実施し, 道路管理者からの意見を収集。**

	主な成果	初年度進捗	次年度以降の見通し
非日常の発見	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 災害による通行規制時の迂回車両軌跡抽出の検討 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 西日本豪雨時のプローブデータに適用。</li> <li>・ 道路管理者への<b>ヒアリングからニーズが高い。</b></li> <li>・ 本手法により道路管理者は災害の規制の影響を把握可能。</li> </ul> </li> <li>② Uターンに着目した交通障害発生検知手法の検討 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 北海道胆振東部地震時のプローブデータに適用。</li> <li>・ ネットワーク全体でも<b>少ない計算量, メモリ量でUターンを検知。</b></li> </ul> </li> <li>③ ドラレコ画像からの道路冠水の検知手法の検討 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 冠水を対象に自動教師データ生成, 画像枚数, 画像生成手法別の検知精度の検証を実施。<b>人為的な画像でも精度が向上。</b></li> </ul> </li> <li>④ 実規模ネットワークに適用可能な2次元状態空間モデルの検討 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 冠水を対象に自動教師データ生成, 画像枚数, 画像生成手法別の検知精度の検証を実施。<b>人為的な画像でも精度が向上。</b></li> </ul> </li> </ul>	<u>100%</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 項目毎に目標・課題を整理</li> <li>① その他事象や事例への適用検証を予定。</li> <li>② 平常時のUターン箇所を事前に学習し, 高精度での異常検知を目標に手法を改良。</li> <li>③ その他事象への適用検証を予定。実災害時のドラレコ映像を収集予定</li> <li>④ 経路選択行動を学習できるモデルを構築し精度を検証。</li> </ul>
事前アラートの発信	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 土砂災害の事前アラート手法の検討 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ H29.7九州北部豪雨の流木発生域の判読データを用いて, 地形の危険箇所を学習する手法を構築。</li> </ul> </li> <li>② 大雪による立ち往生の予兆検知手法の検討 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 福井豪雪の国道8号の立往生, 首都圏の大雪時の首都高中央環状線外回りの立往生時のプローブ, 気象データに適用。</li> <li>・ <b>交通と気象データを考慮し, 一般道を含むネットワークを対象としている</b>点に新規性。</li> </ul> </li> </ul>	<u>100%</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 誘因データとして, 土壌雨量指数を考慮予定。</li> <li>②-1 立往生等の発生メカニズム詳細に分析し, 具体手法の提案, 改良。</li> <li>②-2 空間的な相関関係をモデルに考慮。</li> </ul>
システム可視化の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 改良検討及び実証実験の実施 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実証実験結果等に基づき, システムの改良方針を整理済。</li> </ul> </li> </ul>	<u>100%</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①-1 第2回実証実験を実施。</li> <li>①-2 収集した意見を踏まえた機能の実装予定。</li> </ul>