

大雪時の交通障害とリアルタイムモニタリングシステムについて

丹治和博*1 桑原雅夫*2 梅田祥吾*2 川崎洋輔*3 堀口良太*4 飯星明*5 須藤哲寛*1

1. 研究目的とDOMINGOプロジェクト

我が国は、大規模地震や集中豪雨、豪雪などの甚大な自然災害を数多く経験している。特に、平成23年東北地方太平洋沖地震や平成29年7月九州北部豪雨などに伴う大規模自然災害においては、防災だけではなく、被害を最小限に食い止める減災対策の重要性が強く認識された。また、平成30年2月の福井豪雪では多数の車両が道路上で長時間立ち往生し、北陸地方の物流や社会生活に甚大な影響を与え、大雪時の道路交通障害を最小限とする方策の重要性が認識された。こうした減災対策を適切に行うためには、被災状況をリアルタイムで的確に把握し、新たな被災の可能性を予見することが求められる。特に、道路交通においては、大地震や大雪等による被災と交通障害の発生状況と発生箇所を迅速に検出、または障害リスクの高まりを把握し、その状況や変化を可視化することが重要である。

そこで筆者らは、東日本大震災の後に東北大学と民間企業7社からなるDOMINGO（Data Oriented Mobility Information Group）共同研究体¹⁾を結成し、災害時の被災リスク把握や避難支援に資する研究開発に着手してきた。現在、DOMINGOは東北大学、愛媛大学と民間企業8社からなる。このDOMINGOでは、主にこれまで次の研究開発を行ってきた。

(1) 避難交通シミュレーション

(2) リアルタイムモニタリング・アラートシステム

このうち、(2)のリアルタイムモニタリング・アラートシステムは、プローブデータや気象データ等の多種多様なデータを収集・解析し、被災と交通状況をリアルタイムでモニタリングするものである。さらに、このリアルタイムモニタリング・アラートシステムは、災害や障害の発生状況や発生リスクを検知するアラート機能を有する。このアラート機能は、収集した多種多様なデータを用いた融合解析から、道路の被災状況や交通障害のリスクを検知し、可視化する機能である。DOMINGOではこうした研究開発を進めてきた(図1)²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾。

本報告では、こうしたDOMINGOの研究開発のうち、気象データとプローブデータなどの融合解析によるリアルタイムモニタリング・アラートシステムについて紹介するとともに、平成29年度冬期に行った試行実験の結果について報告する。



図1 リアルタイムモニタリング・アラートシステム

2. リアルタイムモニタリング・アラートシステム

3.1 収集データ

リアルタイムモニタリング・アラートシステム（以下、本システムと呼ぶ）が収集する様々なデータは次の5種類である。

- ①気象データ（降水量、降雪量）
- ②交通データ（プローブデータ）
- ③ソーシャルメディアデータ（Twitter）
- ④スマートフォン画像
- ⑤土砂災害素因データ（土砂災害危険箇所情報）

ここでは、大雪時の交通障害に大きく関係する①気象データ（降雪量）、②交通データ、③ソーシャルメディアデータについて、データの内容およびデータの可視化、アラート情報の生成・提供について述べる。

①気象データ（降雪量）

本システムが収集する降雪量データは3次メッシュで解析された毎時降雪量の実況推定値である。これは、気象庁の解析雨量を基に、3次メッシュで展開した気温・湿度データによる雨雪判別および雪水比換算を行い、毎時の降雪量の実況値を解析したものである。

②交通データ（プローブデータ）

車の位置情報、速度情報からなるプローブデータを5分毎に本システムで収集し、交通状況を可視化処理した。

*1一般財団法人日本気象協会 *2東北大学大学院情報科学研究科 *3株式会社オリエンタルコンサルタンツ

*4株式会社アイ・トランスポート・ラボ *5本田技研工業株式会社

③ソーシャルメディアデータ (Twitter)

SNS情報としてTwitterデータをリアルタイムで収集した。Twitterは必ずしも位置情報が付随しているとは限らないので、位置、路線、災害や障害などのキーワードによる分析と投稿数の急増を解析し、アラート情報に用いた。

3.2 データの可視化

①本システムのリアルタイムでの可視化の構築

前述した各種データはインターネット経由で入手し、データ処理、可視化を行っている。本システムの可視化では地理院地図上でのブラウザベースのアプリとして開発した。各種データは利用者の選択に応じた重ね合わせ描画を可能とし、データが蓄積されている過去事例に対しても表示させることができる。なお、本システムは5分毎に情報が最新値に更新される。

②交通データの可視化

本システムが扱うデータのうちプローブデータが最もデータ量が膨大である。そこで、次に示す統計分析を行い様々な角度で交通データを可視化した。

■交通状況 (旅行速度)

プローブデータのGPS軌跡を重ねることで旅行速度を可視化し、10km/h毎に色分けして表示した。また、拡大表示では矢印の向きで進行方向を表現している (図2)。



図2 交通状況 (旅行速度) の可視化

■トラフィックスコープ (平均速度)

プローブデータの車両速度を3次メッシュ上で解析し、現在までの1時間以内の平均速度をメッシュ内交通流の流動性指数として、色の濃淡で表現している (図3)。

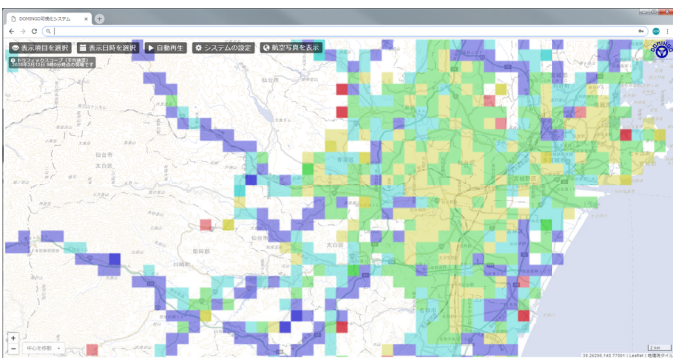


図3 トラフィックスコープ (平均速度) の可視化

■トラフィックスコープ (特異指数)

先の流動性指数と同様に、3次メッシュでプローブデータの走行距離と走行時間を交通状態量として集計し、過去の一定期間の状態量分布に対して、統計的にどの程度稀な状態なのかを情報量として指標化し、これを可視化したものである (図4)。

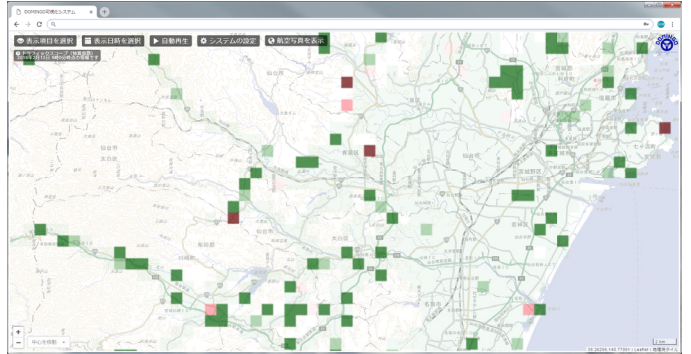


図4 トラフィックスコープ (特異指数) の可視化

2.3 アラート情報の生成・提供

①降雪量と交通データによるアラート情報

筆者らがこれまでにやってきた、プローブデータによる走行速度と降雪量の解析結果⁷⁸⁾から12時間降雪量と1時間降雪量に基準値を設け、これにトラフィックスコープによる交通状況を複合させることで、以下のアラート情報の発信基準を設けた。

アラート条件①: 「12時間降雪量40cm以上」かつ「1時間降雪量5cm以上」で「過去24時間の通行実績がない」

アラート条件②: 「12時間降雪量40cm以上」かつ「メッシュ平均速度20km/h以下」もしくは「トラフィックスコープの特異指数15以上」

このアラート基準の考え方を図5に示すとおりであり、アラート①は交通量が少なく単独走行の走行車が遭難するリスク、アラート②は交通量があり大雪による停滞の発生リスクを意図している。

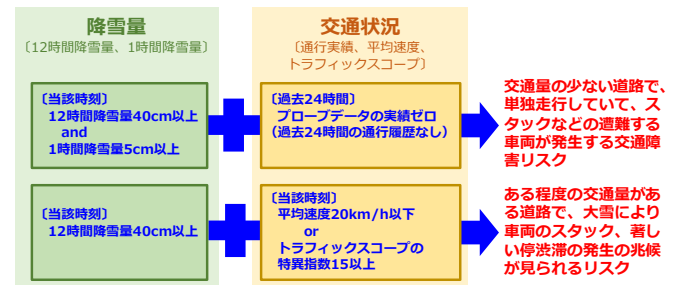


図5 降雪量と交通データによるアラート基準の考え方

②Twitter情報によるアラート情報

道路関連の異常事象や交通障害、障害の恐れのある事象をキーワードに、場所を示す路線名や地名が含まれたツイートを本システムで可視化した。可視化したTwitter情報によるアラートは、そのアイコンをクリックすることで内容やツイート件数を表示することができる (図6)。

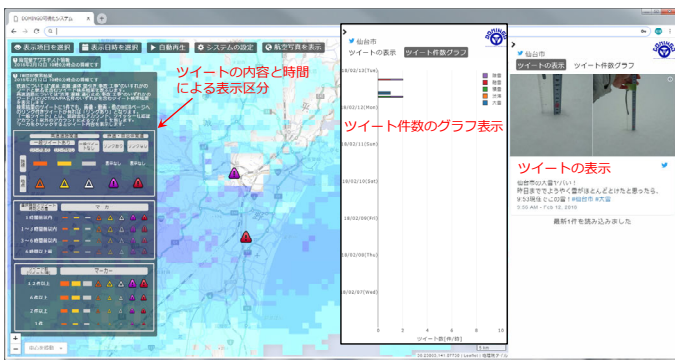


図6 Twitter情報によるアラートの表示例

3. 2017-2018冬期の実証実験

3.1 実証実験の概要

本システムの冬期における有用性や課題を把握するための実証実験を2017-2018冬期に実施した。実証実験はこれまでも2回実施（2017年1月25日～2月25日，2017年10月25日～11月30日）しているが，この実証実験では降雪量と交通データによるアラート検知機能の実装に加えて，過去2回の実証実験による改良を行った。実証実験に際しては，実験対象である東北地方の直轄国道および高速道路の道路管理者に本システムの試用を依頼した。

実験期間：2018年1月23日～2月28日（24時間稼働）

実験対象：国土交通省東北地方整備局，能代河川国道
東日本高速道路株式会社東北支社

実証実験の終了後には，本システムの有用性や課題を把握するため，道路管理者へのアンケートを実施した。

3.2 大雪時の本システムの稼働状況

大雪時における本システムの稼働状況として，2018年2月12日10時の画面表示例を図7に示す。この日は山形県の山間部を中心に大雪となり，山形県庄内地方から宮城県仙台市に至る範囲でまとまった雪が降った（日降雪量は山形県肘折で71cm，新庄市31cm，仙台市15cmなど）。

図7から，山形県内の国道112号（月山道路）や国道47号の最上川沿いで，降雪量と交通データの複合によるアラートが表示されていることがわかる。また，仙台市付近ではTwitterによるアラート情報が検知されている。

3.3 アンケートによる本システムの評価

①本システムのリアルタイムモニタリングの活用性

本システムの冬期道路管理への活用性については，2017-2018冬期実証実験で初めて本システムを試用した4名のうち2名が活用できると回答した。なお，2017年秋期の実証実験では29名中25名が活用できると回答していた。冬期に本システムが活用できる理由としては，管理外の他の一般道の混雑状況が把握できること，気象急変時の車両の動きが事後検証に活用できること，通行規制の可能性の高い地域を事前に把握できることなどであった。

一方，Googleなどの無料サービスの存在や，プローブデータの母数が不明なので通行不能か走行車がないだけなのかが不明である，という否定的意見もあった。

②降雪量と交通データによるアラートの活用性

冬期の実証実験の大きな目的である降雪量と交通データによるアラートに対しては，活用できる（5名）が活用

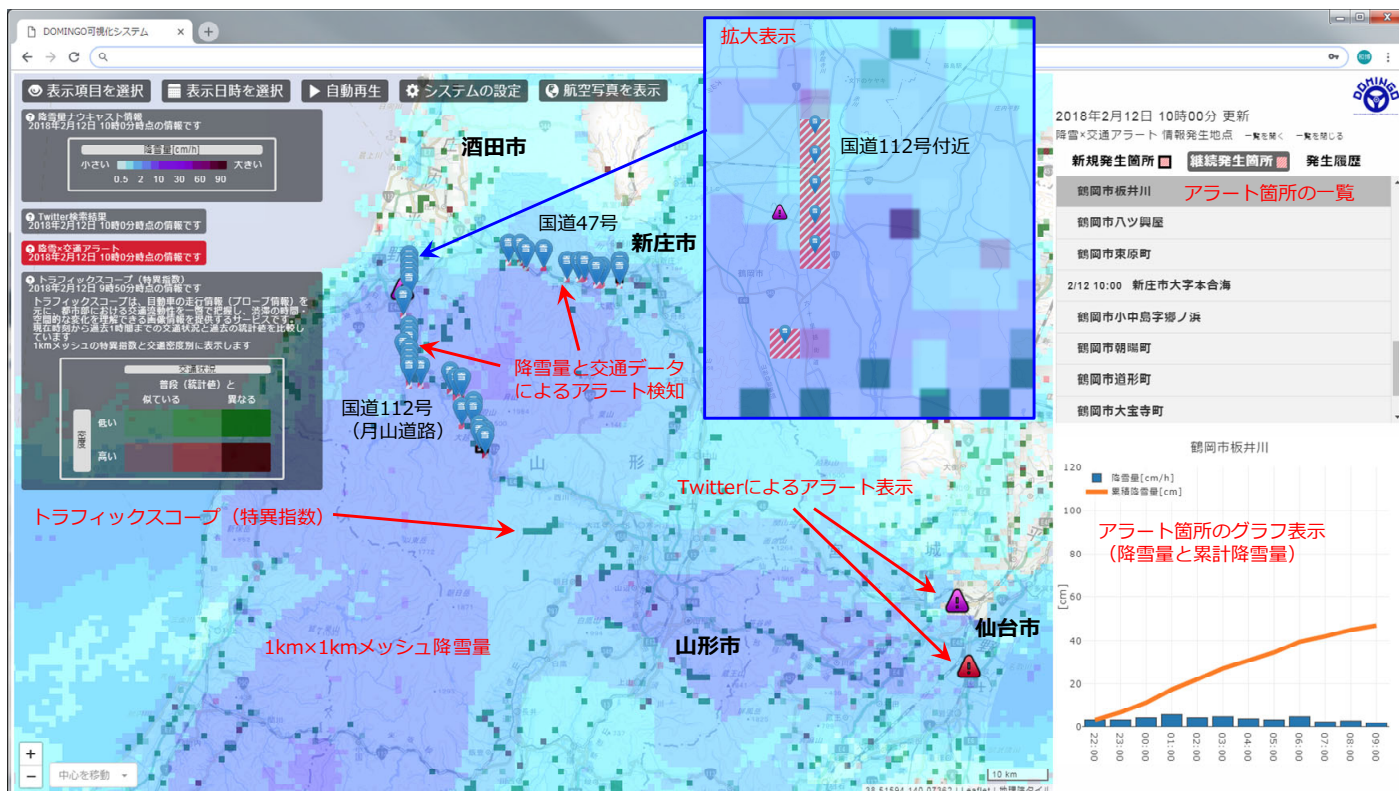


図7 大雪時のリアルタイムモニタリング・アラートシステムの表示例（2018年2月12日10時）

できない(2名)を上回った。道路管理への活用場面としては、道路パトロールや除雪車出動、凍結防止剤散布の実施判断、事前の除雪体制確保、CCTVによる情報確認の実施などが挙げられた。なお、本システムを初めて試用した人と過去の実証実験での試用経験のある人では、設問を変えているので回答者総数は設問によって異なる。

③降雪量と交通データの複合によるアラートの検知条件

2017-2018冬期実証実験から導入した降雪量と交通データの複合によるアラートの検知条件については、7名中2名が次のような理由により適切ではないと回答した。

- ・スタックの発生は経験的にその発生傾向が不明なので、アラートの検知条件を設定するのは困難と考える。
- ・実証実験のアラートの検知条件が厳しいため、異常事象として既に道路管理者が対応している可能性がある。
- ・異常事象の発生しそうな箇所を予め把握し、そこに対してアラートを予測する方が道路管理者としては有効。
- ・除雪体制や交通量によってもアラートの検知条件が異なるのではないかと。

④道路管理者として冬期に望ましいアラートについて

冬期道路管理に必要なアラートとしては、スタックがピンポイントで発生するのでアラートはできるだけ細かい方が良く、アラートの発信条件は緩和した方が対応しやすいという要望があった。また、異常事象の発生検知ではなく、異常事象の発生を予測するアラートが望ましいとの指摘もあった。本システムのアラートは大雪時の交通障害が対象であるが、地吹雪による交通障害や路面凍結による事故に対するアラートの必要性も指摘された。

4. まとめと今後の研究開発について

筆者らのDOMINGO共同研究体では、災害時の交通障害や被災状況を可視化・検知するための本システムの技術開発を行ってきた。2018年1月～2月には、特に冬期道路管理を対象に本システムの実証実験を実施したところ、本システムの活用性については道路管理者からある程度の評価を得たが、アラートの検知条件や必要なアラートなどに関する課題も明らかになった。

こうした実証実験での課題を踏まえ、筆者らは次のような視点で本システムについて、将来的な高度化を目指したいと考えている。

- ・本システムの可視化機能を高度化するために、より高い操作性と速達性を両立できるシステム改善も行う。
- ・プローブデータに加えてドライブレコーダーから得られる情報なども含めるとともに、AI学習による異常事象の発見・アラート検知の技術開発を目指す。
- ・これまでは自然現象(大雪、大雨、土砂災害など)を誘因とする異常事象を対象としたが、将来的には観光

やイベントによる交通障害などを視野に入れた道路交通上の異常事象も対象に研究開発を進める。

本報告では冬期の大雪を対象を絞って本システムの取り組みを紹介したが、将来的には東京オリンピック・パラリンピックのような大規模イベント時の交通ネットワークの障害や異常事象なども可視化・検知できるよう研究開発を進める予定である。

謝辞：本研究は国土交通省の「道路施策の質の向上に資する技術研究開発」の研究テーマ「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」によって実施されている。ここの記して感謝の意を表す。また、2017-2018冬期の実証実験では、国土交通省東北地方整備局、能代河川国道事務所および東日本高速道路株式会社東北支社で実際に本システムを利用し、アンケート調査への協力を頂いた。併せてここに深く感謝の意を表す。

参考・引用文献

- 1) DOMINGOホームページ
<http://www.cps-project.sakura.ne.jp/domingo-web/index.htm>
- 2) 川崎洋輔, 桑原雅夫, 木村洋一, 戸高弘統, 大坪裕哉, 松沼毅, 松永義徳, 永井慎一, 小宮粹史, 堀口良太: 多様なデータ融合による災害時のモビリティ支援に向けた災害時のリアルタイムシステムの開発, 第13回ITSシンポジウム, 2015.
- 3) 丹治和博, 川崎洋輔, 原祐輔, 桑原雅夫, 古市信道, 須藤哲寛, 浦山利博, 松永義徳, 池田晃三, 永井慎一: 多様なデータ融合による災害時のモビリティ支援に向けた災害リスク情報生成に関する研究, 第13回ITSシンポジウム, 2015
- 4) 川崎洋輔, 桑原雅夫, 原祐輔, 堀口良太, 小宮粹史, 戸高弘統, 浦山利博, 大坪裕哉, 永井慎一: 災害時のリアルタイムアラート情報提供システムの構築, 第14回ITSシンポジウム, 2016
- 5) 川崎洋輔, 桑原雅夫, 堀口良太, 小宮粹史, 戸高弘統, 須藤哲寛, 浦山博, 田中淳, 永井慎一: 災害時のリアルタイムモニタリング・アラートシステムの開発と検証, 第15回ITSシンポジウム, 2017.
- 6) 川崎洋輔, 桑原雅夫, 梅田祥吾, 堀口良太, 小宮粹史, 永井慎一, 大畑長, 浦山利博, 戸高弘統: 災害時のリアルタイムモニタリング・アラートシステムの実証的検証, 第16回ITSシンポジウム, 2018
- 7) 丹治和博, 桑原雅夫, 川崎洋輔, 須藤哲寛, 浦山利博, 高遠陶子, 永井慎一: 豪雨および豪雪時の交通障害アラート情報の構築, 第14回ITSシンポジウム, 2016
- 8) 丹治和博, 桑原雅夫, 梅田祥吾, 川崎洋輔, 須藤哲寛, 野村茂行, 浦山利博, 高山陶子, 飯星明, 今井武: 豪雨時の交通障害アラート検出と情報提供支援技術の開発, 第15回ITSシンポジウム, 2017