

集中降雪時における立ち往生車リアルタイム検知に向けた一考察

飯田雅之*1 伊藤潤*2

1. はじめに

集中的な降雪による冬期交通障害の発生は、社会的に与える影響が大きく、最小限に留める工夫が必要とされる。そのためには、除雪体制構築のみならず、迅速に立ち往生車両等の発生を検知することや、道路管理者間の情報共有、道路利用者への情報提供に反映させることが重要である。

本検討は、交通ビッグデータなどの交通状況を把握可能な技術が大きく進展している現状を踏まえ、これを如何にして立ち往生車両発生検知等に活用するかを検討した。このようなビッグデータ等を活用した異常検知に関する最近の動向を以下に紹介する。

大宮ら¹⁾は、商用車プローブデータ（以下、商プロ）を用いて災害時における異常発生を検知するロジックを作成・提案しており、過去の交通障害発生事例に適用し、異常状態を検知できることを確認している。丹治ら²⁾は、プローブデータや気象データ、SNS等の多様なデータを収集・解析し、災害時の被災・交通状況をリアルタイムでモニタリングするとともに、交通障害の発生状況や発生リスクを検知・アラートするシステムの開発を行っており、東北の冬期道路管理を対象とした実証実験の結果、一部有用性が確認されるもののアラートの検知条件等に課題があると報告している。一方で国土交通省近畿地方整備局³⁾では、CCTV画像をAI技術により自動で画像解析し、交通障害発生をリアルタイムに検知するシステムの開発を行っており、本格導入に向けた検証が進められているところである。

本検討では、面的な検知技術が将来的に有用であるとの考えから、大宮らが提案する異常検知ロジックに着目し、長時間滞留発生時の交通状況や通常時と大雪時の速度低下、降雪量との関係から、交通障害リアルタイム検知の可能性を検討することを目的とした。

2. 立ち往生車リアルタイム検知の可能性検討

(1) 分析対象地域の選定

分析対象地域は、過去の立ち往生車両発生データ（2017～2019年度）から、その多発箇所と日時を抽出整理し、商プロ走行経路データを用いて立ち往生発生時間帯に概ね3台以上の通行実績があることを条件として、全国から8箇所（上下別では11箇所）選定した（表1）。

(2) 滞留車両の検知条件

商プロの特定区間詳細分析データは、1秒毎の車両の緯

度経度と車両速度などの情報から構成されており、このデータを用いることにより車両の詳細な走行軌跡が分かる。通常の走行では、速度0km/hの状態が一定時間（概ね5分）以上継続していることは、目的地に到着して停車したことを示しているのが一般的であるが、今回は大雪による立ち往生が発生した箇所周辺が対象であるため、目的地到着による停車ではなく、立ち往生等に巻き込まれて滞留している車両のデータが含まれている可能性が高いと想定し「速度0km/hの状態が一定時間（概ね5分）以上継続していること」を滞留と判断する条件とした。

表1 分析対象地域

東北地整	岩手（二戸維持）	R4	上下線
	山形（新庄維持）	R47	上下線
関東地整	横浜（保土ヶ谷維持）	R246	下り
北陸地整	富山（高岡維持）	R8	下り
	金沢（金沢維持）	R8	上り
	金沢（加賀維持）	R8	上下線
中部地整	三重（四日市維持）	R1	上り
近畿地整	滋賀（堅田維持）	R161	下り

(3) 立ち往生車両リアルタイム検知化の分析

分析対象箇所を含む区間のタイムスペース図を作成することで、車両滞留発生状況を可視化した。タイムスペース図による分析例を図1に示す。全体的な傾向として、立ち往生が発生する前にまず速度低下が生じ、時間経過とともに走行データが途切れていくことが確認された（一部では、速度低下の前兆が見られないケースもあり）。本検討では、この部分を車両滞留と判定した。滞留発生後数時間経過すると、再度車両が走行し始めていること、複数の車両が同様の傾向を同時に示すことから、この箇所では立ち往生車両が発生していると推定できた。この部分を把握することでリアルタイム検知の可能性があると考えられる。

もう一つの視点として、降雪時には路面上の降雪量増大に伴い旅行速度は一般的に低下する傾向にあること、立ち往生車が発生した時には大多数の車両の速度が低速帯に集中することから、旅行速度変化やその分布をリアルタイムに把握することによって、交通障害の発生をリアルタイムに検知できる可能性が想定される。この可能性を検証す

*1 開発技建株式会社 交通計画部

*2 開発技建株式会社 調査計画部

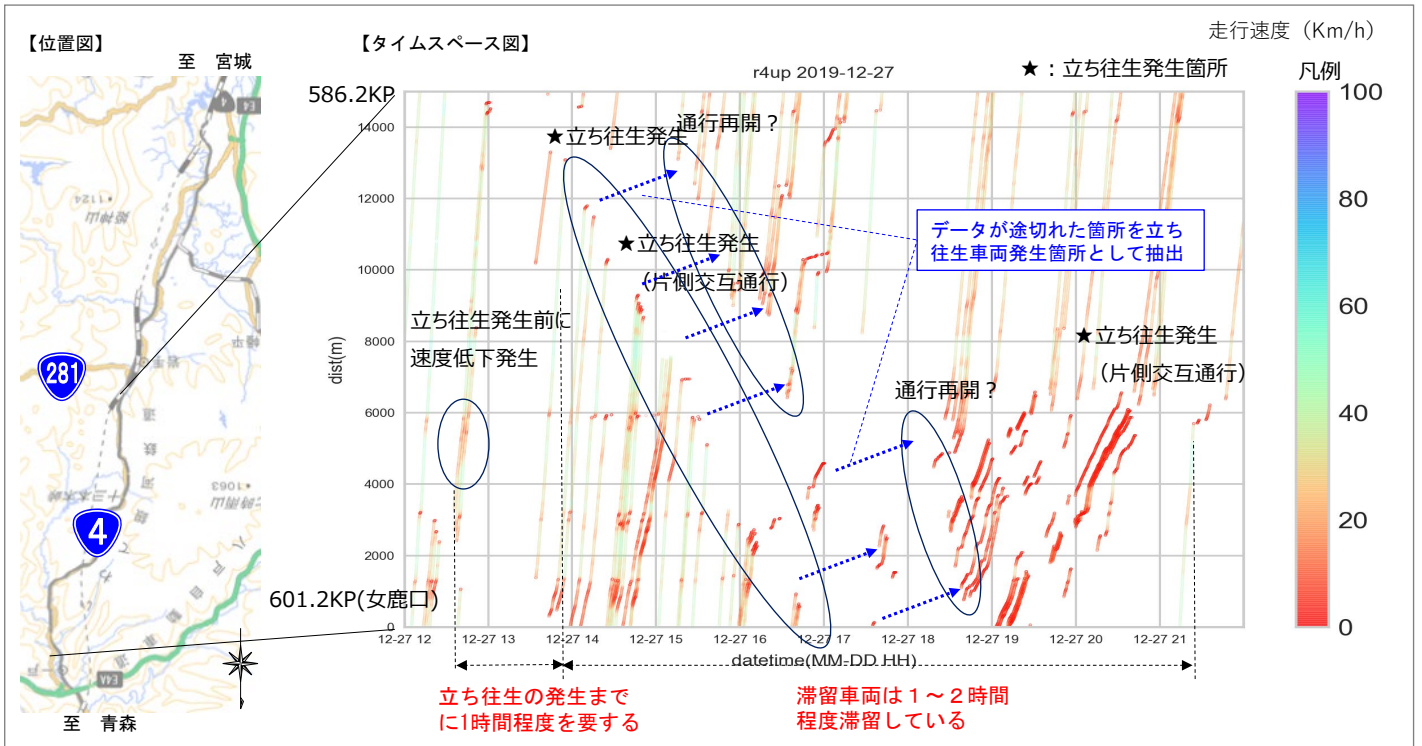


図1 タイムスペース図による分析例 (国道4号上り, 二戸)

るために、立ち往生が発生した地点の少し上流のリンクを分析断面として設定して、旅行速度と旅行時間分布から通常時と大雪時の差異を分析した。

図2に、国道4号上りを例に通常時と集中降雪時の速度変化を時系列で示した。通常時平均速度は約55km/hである。これに対し、集中降雪時には6:00までは通常時と同じ交通状況であるが、立ち往生が発生した14:00台にかけて緩やかに速度低下が発生し、概ね30km/h程度となっている。立ち往生車両発生後は20km/h未満に速度低下(約60%低下)している状況が確認できた。このような状況をリアルタイムに把握することができれば、立ち往生発

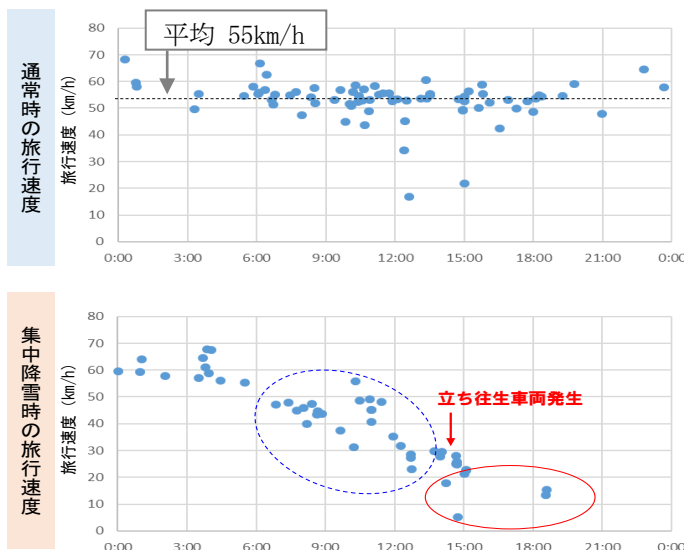


図2 集中降雪時の旅行速度変化 (国道4号上り)

生の予防的な注意喚起としても活用可能と考えられる。

なお、大宮らにより提案された異常状態検知の閾値は『平均旅行時間+3σ』を指標としており、これが一定時間内に連続して出現した場合に異常と検知するものである。今回の分析においてもこれを検証しており、その結果を図3に示した。国道4号上りの例では、当該指標値は約30km/hとなり、概ね図-2に示した立ち往生発生時の旅行速度と同程度であり、異常状態が検知できる可能性を示した。

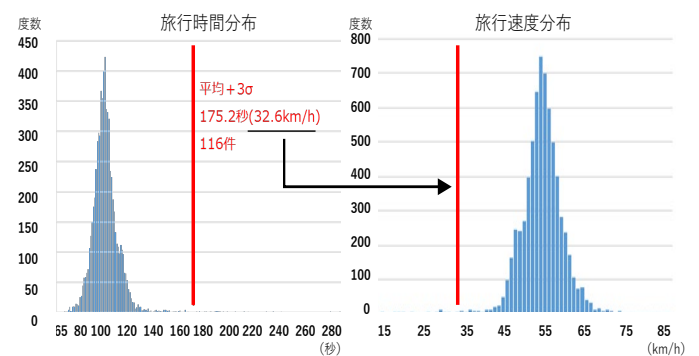


図3 旅行時間及び速度分布 (国道4号上り)

3. 立ち往生発生時の各種条件分析

滞留の直接的原因となる降雪量との関係から、大雪による速度低下と判定するための降雪条件等を検討した。降雪量及び積雪量は、気象庁公開データ⁴⁾から対象箇所に近傍のデータを用いた。

(1) 降雪と旅行速度低下の関係

図4に、国道4号上りの分析データを例示した。これは図-1と同じく、2019年12月27日の状況（14時過ぎに立ち往生発生、降雪量は岩手県二戸のデータ）である。早朝からの降雪により積雪が増えるに伴って旅行速度が低下し、累計降雪量10cm超で約3割の速度低下、20cm超で急激な低下を示している。

同様に、対象11箇所全てについて分析した結果（表2）、降雪が旅行速度低下や滞留に影響を与えているとみられる箇所は5箇所確認できた。しかし、降雪が殆どない時刻に旅行速度低下や滞留が発生していて明確な関係性が見られない箇所も5箇所、どちらも言えない箇所が1箇所あった。この要因は、立ち往生が実際に発生したポイントの気象データを入手できなかったため、近隣の観測値点におけるデータを適用したことにより、適切に評価することができなかったことに起因するものと考えられる。

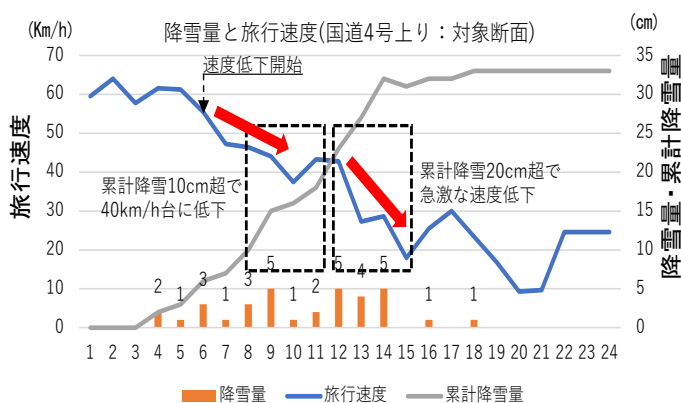


図4 降雪量と旅行速度の関係（国道4号上り）

表2 降雪と旅行速度低下の関係性分析結果

分析箇所		降雪と速度低下の関係性	
1	岩手（二戸維持）	R4 上り	<u>関係あり</u>
2		R4 下り	<u>関係あり</u>
3	山形（新庄維持）	R47 上り	確認できず
4		R47 下り	確認できず
5	横浜（保土ヶ谷維持）	R246 下り	<u>関係あり</u>
6	富山（高岡維持）	R8 下り	確認できず
7	金沢（金沢維持）	R8 上り	判定不可
8	金沢（加賀維持）	R8 上り	<u>関係あり</u>
9		R8 下り	<u>関係あり</u>
10	三重（四日市維持）	R1 上り	確認できず
11	滋賀（堅田維持）	R161 下り	確認できず

(2) 立ち往生発生に至るまでの時間

次に、速度低下開始から立ち往生発生に至るまでの時

間を分析すると、その平均値は4.5時間であった（図5）。当然のことであるが、その時の降雪状況や地域特性（車両装備・運転技術等）に左右されるためバラつきはみられるものの、多くは速度低下開始から3～6時間程度で立ち往生に至っている。今後、大雪予報時の除雪体制構築には、このような定量的指標を考慮することも、除雪効率化につながる可能性がある。

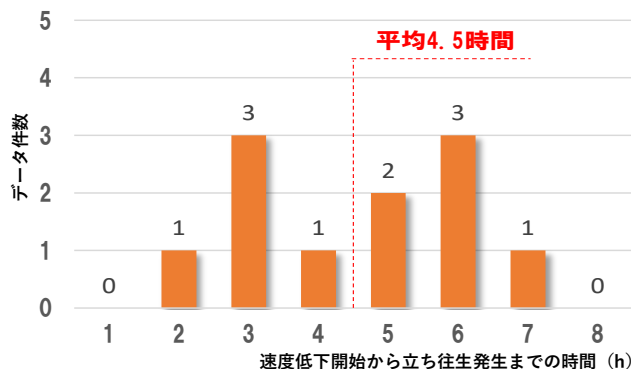


図5 速度低下開始～立ち往生発生までの時間

(3) 立ち往生発生時の降雪量

図6に、表2で「降雪と速度低下に関係あり」と判定された5箇所を対象として、立ち往生が発生するまでの降雪量を分析した結果を示した。この結果、R246（神奈川県横浜）の少雪地域を除けば、時間3cm程度の強降雪が継続している状況が確認された。一方、少雪地域では車両装備や雪道の運転経験等も影響することから、少量の降雪でも十分な注意が必要となる。

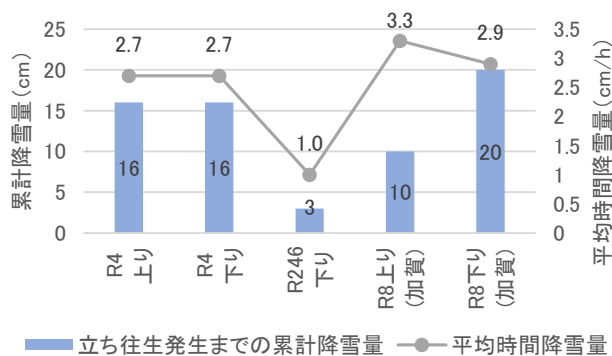


図6 立ち往生発生時の降雪量

(4) 立ち往生発生時のプローブデータ数

図7は、通常時と立ち往生発生時に取得されるプローブデータ数に着目して分析した結果を示したものであり、両者のデータ件数の比率を示している。立ち往生発生時には商プロデータ件数自体が減少傾向（平均1割減）にあり、これを立ち往生発生の予兆として捉え、活用することも考えられる。

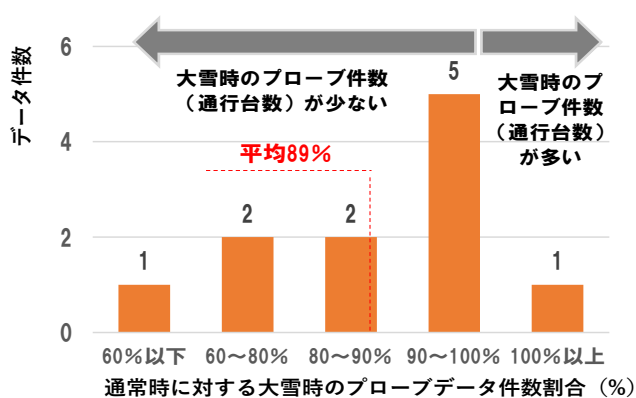


図7 プローブデータ数からみた立ち往生発生時の傾向

4. おわりに

本検討から、プローブデータによる立ち往生検知の可能性を確認することができた。また、本分析から定量化された立ち往生発生時の各種条件（速度低下から立ち往生発生までの時間、その時の降雪量等）は、一つの目安として冬期道路管理の体制構築に寄与するものと考えられる。

一方で、解決すべき課題も多く残っている。第一に如何にしてリアルタイムでプローブデータを取得するかである。例えば国交省主体のETC2.0プローブデータであれば、ITSスポット通過情報に限ってはリアルタイム性が高いものであるが、通過したという実績のみであり旅行速度には対応していない。リアルタイムに対応したシステム変更の可否や採算性についても検討する必要がある。

第二に、ETC2.0による同様の分析の可否やその他民間業者所有データとの連携がある。今回は商プロという民間業者所有データにて分析を実施したが、一般に立ち往生発生が多い山間部等の地域は交通量が少ないため、プローブ取得件数も少ない傾向にあり、精度よく検知するには、各種プローブデータを組合せた分析が望ましい。

第三に、AIカメラによるリアルタイム検知との連携である。このAIカメラについては、CCTVを利用しているため直轄国道が主となる。しかし、大雪時に招集される情報連絡本部は、直轄国道以外の道路も含め、面的に交通状況を把握することが求められるため、そういった場面ではプローブによるリアルタイム検知が非常に有効に機能するのではないかと考えられる。これら技術の最適な組合せについても考えていく余地がある。

第四に、各種プローブデータの他にコネクティッドカー等からスリップ情報などを取得し、過去の危険地点や

リアルタイムでのスリップ情報を発信する取り組みが実施されている⁵⁾。これらのデータを活用することで、立ち往生車両検知の分析精度は向上すると考えられる。また、スマートフォンなどを活用して路面の凹凸を計測する仕組みも研究⁶⁾されており、この技術が積雪路面にも適用可能であれば、立ち往生車両の検知の可能性はさらに広がるものと考えられる。

最後となるが、本検討で実施したような分析を実施していくためには、図4で述べたように交通障害発生箇所近傍の気象観測データの有無が重要となる。必要に応じた観測体制の強化や、気象レーダー観測の活用可能性に関する研究⁷⁾にも期待されることである。

謝辞：本検討は、国土交通省北陸地方整備局道路部の委託業務として検討した結果をまとめたものである。検討にあたり、多大なるご協力を頂きました発注担当課の皆様、関係各位にこの場を借り深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 大宮清英, 吉田幸司：災害時における商用車データのリアルタイム情報提供に向けた一考察, 第33回日本道路会議, 2019.
- 2) 丹治和博, 桑原雅夫, 梅田祥吾, 川崎洋輔, 坂口良太, 飯星明, 須藤哲寛：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, ゆきみらい2019in新庄, 2019.
- 3) AI技術を活用した交通障害自動検知システム, 国土交通省近畿地方整備局プレスリリース, 2018.12.26. <https://www-1.kkr.mlit.go.jp/fukui/press/h30/pdf/2018122601.pdf>
- 4) 気象庁, 過去の気象データ検索, <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>
- 5) 日産自動車ニュースリリース, 2008.10.10. <https://global.nissannews.com/ja-JP/releases/release-1c09be121b297b4f1ee09bba6413dc04-081010-01-j>
- 6) 渡邊一弘, 久保和幸：舗装路面の新たな点検手法の動向と土木研究所の取組み, 土木技術資料57-8, pp. 18-21, 2015.
- 7) 柴田堅太, 熊倉俊郎, 中井専入：レーダー観測と地上観測における降雪の時空間的な整合性について, 雪氷北信越第41号, pp. 52, 2021.