

走行車両データの活用による スタック予兆検知・発生確認システムの 実用化に向けた検討 について

吉澤 寛¹・辻野 清史¹・小坂 豊¹・渡部 恭平¹

1道路部 道路計画課 (〒950-8801 新潟県新潟市中央区美咲町1丁目1番1号)

大雪時における道路管理の効率化および道路利用者への情報提供の高度化・迅速化を図るため、走行車両から収集されるデータの活用により得られるスタック予兆・発生情報を実証実験を通じて検証するとともに、本技術の実用化に向けた検討状況について報告する。

キーワード スタック、予兆検知、大雪、除雪、ITS

1. はじめに

近年の北陸地方では、短時間に集中的な降雪が発生し、道路交通へ大きな影響を及ぼす事例が相次いでいる。令和2年12月には、新潟県湯沢町にて24時間降雪量が観測史上最高記録を更新し、短時間の集中降雪により関越自動車道において、車のスタックを契機とした約2,100台の車両滞留が発生した。この滞留による通行止めは最大約64時間に及び、物流機能や住民生活へ甚大な影響を与えた。

また、令和4年12月には新潟県中越地域を中心に短時間で記録的な降雪を記録。国道8号、17号では高速道路の事故通行止めによる交通の流入や通勤時間帯の交通量増加と集中降雪が重なった影響により、スタック車両に起因する大規模な車両滞留が発生した（写真-1 参照）。

これらの事例はいずれもスタック車両を起点として大規模な車両滞留へ発展したことから、1台のスタック車両が道路ネットワーク全体へ及ぼす影響の大きさが改めて示された。

このような交通障害を防止するためには、スタック発生後の対応だけでは困難であり、スタック発生の兆候を早期に把握し、除雪体制の強化や交通規制の実施、道路利用者への情報提供などの初動対応を迅速に実施することが重要である。



写真-1 スタック車による滞留状況（2022.12柏崎市）

しかし、現在の冬期道路管理では、主に降雪予測を基に除雪体制や交通規制の実施を判断しているため、局所的な降雪状況や実際の路面状態、交通状況を十分に把握することが困難である。また、道路状況の確認にはCCTV映像や道路巡回が活用されているが、広域をリアルタイムに把握することは困難である。このため、CCTV監視範囲外で発生するスタックや路面状況の変化を早期に面的に把握できないことが、冬期道路管理における課題となっている。

近年では、コネクテッドカーの普及に伴い、車両から取得される走行データを道路管理へ活用する取り組みが進められている。車両挙動データには、車速、加速度、アクセル開度、車輪速差、ワイパー作動率など、気象状況や車両挙動を反映する情報が含まれており、これらを活用することで、従来の道路管理手法では把握が困難であった広域の道路状況をリアルタイムに把握し、スタック発生リスクが高まっている区間を早期に抽出することが可能となる。抽出された情報は、除雪体制の強化や通行規制の必要性を判断する際の補助情報として活用が可能となることが考えられる（図-1 参照）。

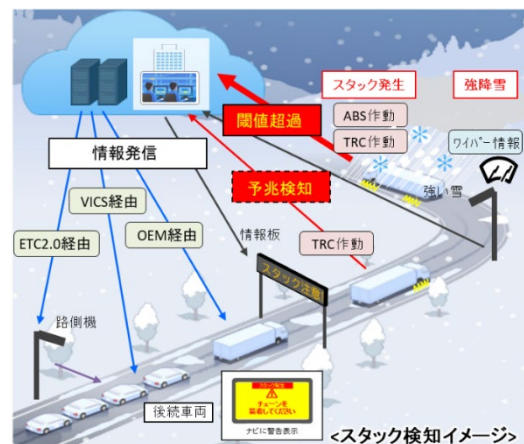


図-1 スタック検知・道路管理への活用イメージ

そのため、本検討では、走行車両より収集されるデータを活用しスタック車両の予兆及び発生をリアルタイムで検知するシステムの構築を進めるとともに、当該データを活用した注意喚起やスタックリスクの高い車両の危険地域への流入防止等への活用といった、中長期の課題解決に向けてどのような機能・データが求められるか、実証実験を通じて得られた成果を報告するものである。

2. これまでの検討概要

(1) 令和6年度の取組み

①スタック予兆検知・発生確認システムの基礎検討

本検討は令和6年度より開始し、冬期道路におけるスタック車両を早期に検知し、道路管理者の迅速な初動対応を支援することを目的として、スタック予兆検知・発生確認システムの基礎検討を実施した。

システムの構築にあたっては、トヨタ自動車株式会社から提供されたコネクテッドカーのデータ（トヨタ自動車にて統計化や匿名化処理がされたもの）を中心に、気象データ、道路構造データ、交通データ及び過去のスタック発生情報を組み合わせてスタック発生時の特徴を分析した。データには、車両位置、走行速度、加速度、アクセル開度、ブレーキ操作、TCS（Traction Control System）の作動状況、車輪速差、ワイパー作動率などの車両挙動情報が含まれており、車両の走行状態や路面状況を把握するための基礎データとして活用した（図-2参照）。

検証項目	
気象	外気温
	ワイパー
	ヘッドライト
車両挙動	ABS
	TCS
	ESC
	スリップ率
交通流	速度
	ハザード

- ・ABS：急ブレーキ時にタイヤがロックして滑るのを防ぐ安全装置
- ・TCS：発進時や加速時にタイヤの空転を防ぐ安全装置
- ・ESC：横滑りやスピンを防ぎ、車両姿勢を安定させる安全装置

図-2 検証項目リスト

②過去のスタック時の車両挙動分析

さらに、令和4年12月の国道8号、17号の過去のスタック事例を対象に、スタック発生前後の車両挙動と気象条件の変化を分析した。その結果、スタック発生前には平均車速の低下や停止・発進の増加に加え、車輪速差やTCS作動率が増加する傾向が確認され、車両挙動データ

からスタック発生の兆候を把握できる可能性が示された。

これらの分析結果を踏まえ、車両挙動情報及び気象・道路条件を説明変数としたスタック予兆検知モデルを構築した。モデルの構築にあたっては、スタック発生時だけでなく通常走行時のデータについても比較分析を行い、スタック発生時に特徴的となる挙動を抽出した。しかし、過去事例による検証では、降雪時の渋滞や信号待ちなどスタック以外の事象を検知する可能性も多く、誤検知が課題として残る結果となった。

このことから、スタック発生の検知精度向上をするためには、より詳細な車両挙動データの分析が必要であると考え、スタック状態を再現した実験を実施し、実際のスタック発生時における車両挙動の特徴を把握することとした。

③スタック再現実験

スタック発生時における車両挙動の特徴を把握するとともに、過去データ分析等の結果より得られた仮定の検証やOEM^{※1}（Original Equipment Manufacturer）から提供されるコネクテッドカーのデータがスタック予兆検知に活用可能であるかを検証することを目的として、令和7年1月にスタック再現実験を実施した。

実験の内容としては、小型車、大型車別のスタック再現実験、タイヤ種類判別可能性実験、路面状態推定可能性実験の3項目に分けて実施した。

小型車、大型車別のスタック再現実験では、積雪路面において凹み深さ0cm、5cm、10cm、15cmの4パターンを擬似的なスタック再現用の凹みを形成し、車両停止状態から発進操作を行うことで、実際のスタック発生時を想定した車両挙動を再現した（図-3参照）。通常走行時についても同様にデータを取得し、スタック状態との比較分析を行った。

※1 OEM：コネクテッドカーデータを提供する車両メーカー

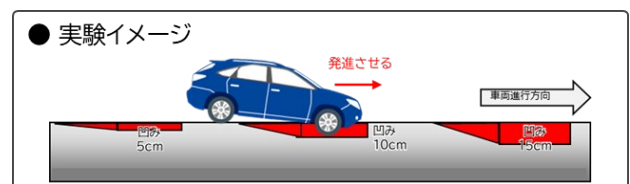


図-3 スタック再現実験イメージ

分析の結果、スタック状態では、一部車輪が回転するが車体は進まず、残りの車輪の回転がゼロの状態が続く、ことが確認された。この結果は、小型車と大型車のどちらも概ね同様な傾向であることが確認された（写真-2参照）。



写真-2 小型車・大型車のスタック実験状況

また、タイヤ種類判別可能性実験では、ノーマル、スタッドレス、ノーマル+チェーンのパターンで実験を行ったが、タイヤの種別毎のスリップ率やABS（Anti-lock Braking System）、TCS等の取得傾向について明確な違いはなく、本実験からはタイヤ種別の判定可能性は見出せなかった（写真-3 参照）。



写真-3 タイヤ種別

路面状態推定可能性実験では、通常路面（湿潤）、圧雪路面、新雪路面において、条件の異なる路面を各車両で走行し、その際に取得されるOEM提供データを比較、分析を行ったが、路面毎のスリップ率は、湿潤 < 圧雪 < 新雪の順でマイナス側に大きくなる傾向となり、2WDは、新雪時にはTCSが細かく作動する傾向があったが、4WDではその傾向は見られなかった。このことより、2WDのスリップ率とTCSデータにて、路面状態の変化を捉えられる可能性が確認された（写真-4 参照）。



写真-4 実験で使った路面状態

これらの結果から、車輪速差及びTCS作動率をはじめとする車両挙動項目は、スタック予兆を検知する上で有効な説明変数となることが確認された。

また、車両挙動データに加え、降雪量、気温等の外部条件を説明変数として組み合わせたスタック予兆検知モデルを構築した（図-4 参照）。

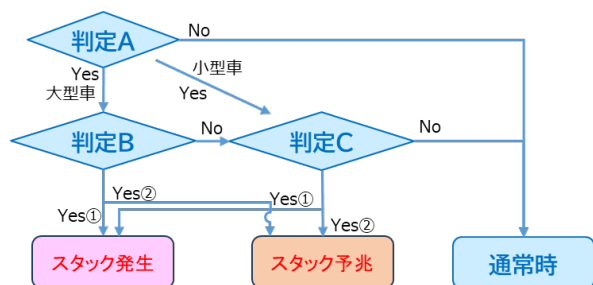


図-4 予兆検知モデルイメージ

構築したモデルについて過去のスタック事例を用いて検証した結果、スタック発生前の兆候を一定程度検知できることを確認した。一方で、降雪時の渋滞や信号待ちなどスタック以外の事象についても未だに検知するケー

スがあり、道路管理への実運用を見据えると、検知精度の向上が今後の課題であることが明らかとなった。

これらの課題を踏まえ、令和7年度はスタック予兆検知モデルの精度向上を図るとともに、道路管理者向けの情報提供システムを構築し、その有効性を実証実験により検証している。

(2) 令和7年度の取組み

令和7年度は、令和6年度に構築したスタック予兆検知モデルの実運用を見据え、これまでの分析結果及びスタック再現実験で得られた知見を踏まえた検知ロジックの見直しを実施し、道路管理者向けに、OEMから提供される車両データをリアルタイムで地図上へ表示する簡易システムの構築・実証実験を実施した。

①スタック予兆検知モデルの改良

令和6年度のモデルでは、TCS作動率を主な判定指標としていたが、スタック再現実験の結果から、車輪速差がスタック発生時の特徴を表す有効な指標であることが確認された。このため、令和7年度は車輪速差を新たな判定項目として追加するとともに、外気温、ワイパー作動率等の気象条件と組み合わせた新たな判定ロジックを構築した（図-5 参照）。

さらに、スタック発生前後における車両挙動の変化を考慮した判定方法を導入することで、一時的な速度低下や停止をスタックと誤判定しにくいロジックへ改良を行った。

改良後のモデルについて過去のスタック事例を用いて評価した結果、スタック発生区間を正しく検知できた割合（再現率）は向上した。

一方で、適合率としてはスタックが発生していない区間を検知する事例も確認され、降雪時の渋滞や発進停止の繰り返しなど、スタックと類似した車両挙動を示す場面が依然として存在するためであり、今後は交通状況や路面情報を組み合わせた判定ロジックの高度化が必要である。

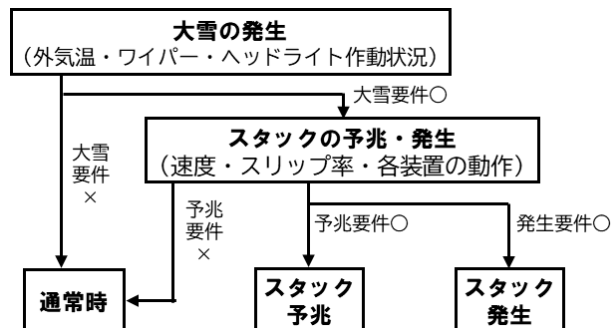
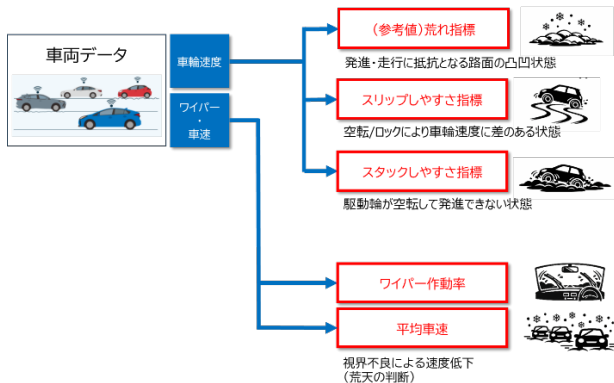


図-5 改良後の予兆検知モデルイメージ

②道路管理者向け簡易情報提供システムの構築

検知したスタック予兆情報を道路管理へ活用するため、道路管理者向け情報提供システムを構築した。本システ

ムでは、OEMから取得した車両挙動データをリアルタイムで処理し、スタックしやすさ指標、スリップしやすさ指標、荒れ指標、平均車速、ワイパー作動率等を地図上へ表示できる機能を実装した（図－6 参照）。また、CCTV映像及び気象情報を同一画面へ表示することで、道路状況を総合的に把握できるダッシュボードを構築した。



図－6 簡易システムの表示指標

リアルタイム検証では、多少の時差はあるものの車両挙動データをリアルタイムでシステムへ表示できることを確認した（図－7 参照）。また、OEMのシステムからデータを受信するまでの時間は、冬期道路管理におけるリアルタイム運用が可能であることを確認した。一方、蓄積データ量の増加に伴い、表示データの生成処理時間が増加する傾向も確認され、システム処理の効率化が今後の課題となった。

さらに、実際のスタック事例について検証した結果、スタック発生前から「スリップしやすさ指標」が上昇する傾向が確認され、スタックリスクの高まりを事前に把握できる可能性が示された。一方で、実運用に向けては過検知の低減など、さらなる精度向上が必要であることが確認された。



図－7 スタック情報提供簡易システムイメージ

3. 今年度（令和8年度）の取組み

令和6年度にはスタック予兆検知モデルの構築及びスタック再現実験を実施し、令和7年度には検知ロジックの改良並びに道路管理者向けの情報提供システムの構築を行った。これらの成果を踏まえ、令和8年度は、社会実装を見据えた実証実験を実施し、スタック予兆情報の有効性及び運用性を検証することを目的とする。

実証実験では、北陸地方整備局管内の直轄国道にて対象区間を選定し、OEMからのリアルタイムデータを活用した道路管理者向けおよび道路利用者向けの情報提供システムの構築・実証をする予定である。

4. おわりに

本検討では、コネクテッドカーのデータを活用し、冬期道路におけるスタック予兆検知・発生確認システムの構築に取組み、従来の降雪予測やCCTV映像では把握が困難であった広域の道路状況やスタックリスクを把握できる可能性を見出した。また、道路管理者による除雪体制の見直しや交通規制の判断、道路利用者への注意喚起など、冬期道路管理への活用可能性を確認した。

一方で、過検知の低減や検知精度のさらなる向上、情報提供手法の改善など、実運用に向けた課題も明らかとなった。令和8年度は実証実験を通じてシステムの有効性及び運用性を検証し、その結果を踏まえて検知ロジック及び情報提供機能の高度化を図る予定である。

本システムはコネクテッドカーのデータを活用することから、特定路線や地域に限定されない汎用的な活用が可能となることが考えられる。今後、北陸地方整備局管内における先行的な取組みを通じて、道路管理への適用方法や運用上の課題を整理することで、冬期道路管理の高度化に向けた検討の一助となることが期待される。

5. 参考文献

(1) 「今冬の記録」以下URL参照

<https://www.hrr.mlit.go.jp/road/kiroku/kiroku.html>

(2) 「令和4年度新潟県内の冬期道路に関する対策検討会」以下URL参照

<https://www.hrr.mlit.go.jp/chokoku/9076/>