

# 路面状態を元にした雪氷路面管理水準の検討

吉本 享、後藤 研\*1 伊藤 淳之介\*2

## 1. はじめに

東日本高速道路(株)新潟支社（以下、新潟支社）の管理する高速道路は、冬季において全国でも有数の豪雪地帯や低温となる区間を抱えているため、その管理技術は高いレベルを求められる。新潟支社では(株)ウェザーニューズ（以下、WNI）の道路気象予測に基づき雪氷体制の構築を行い、実際の気象状況・交通状況に応じて雪氷対策作業を行っている。

しかしながら、現状の作業判断にあたっては雪氷従事者の知識と経験による所が大きく、判断の個人差が出ることや、雪氷従事者の高齢化により、その技術伝承に課題がある。

この課題を解決するため、新潟支社とWNIでは平成22年度冬季より、路面状態を元にした路面管理水準の検討を行っている。本報文では、この取り組みの目指すべきゴールと現状の進捗について報告する。

## 2. 本取り組みの狙い

本取り組みでは、路面状況を7分類（乾燥、湿潤、黒シャーベット、白シャーベット、圧雪、積雪、凍結）し、各路面状態における事故発生状況・通行止め発生状況を分析しリスクを定量化する事で適切な管理水準を検討していく。さらに、各路面状態と気象条件の関係を分析する事で、気象予測を元にした適切な雪氷作業を行う事を最終目的とする。ここで言う適切な雪氷作業とは、安全かつ快適な路面状態を確保する事のみならず、新潟支社の持つ雪氷対策能力の限界点を明確化する事で、事故が発生する前に通行止めとする判断も含む。

## 3. 路面状態の観測

冬季路面の出現形態を明確化するに、平成27年度現在新潟支社管内の11箇所WEBカメラを設置し（図1）、12月16日～3月15日の期間、20分毎に路面を撮影した画像を図2の判定フローに従って7分類しデータベース化している。

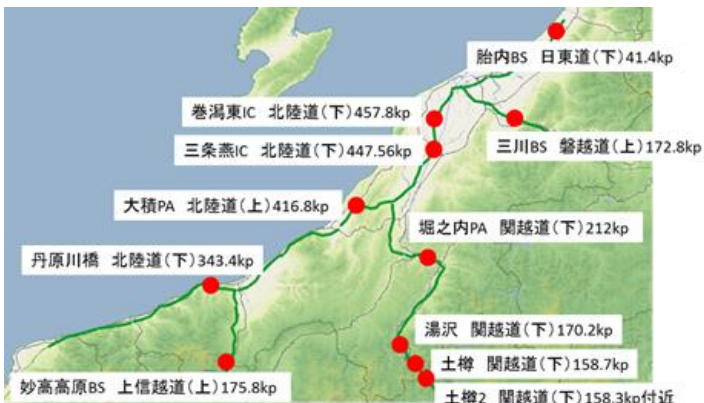


図-1 WEBカメラ設置箇所

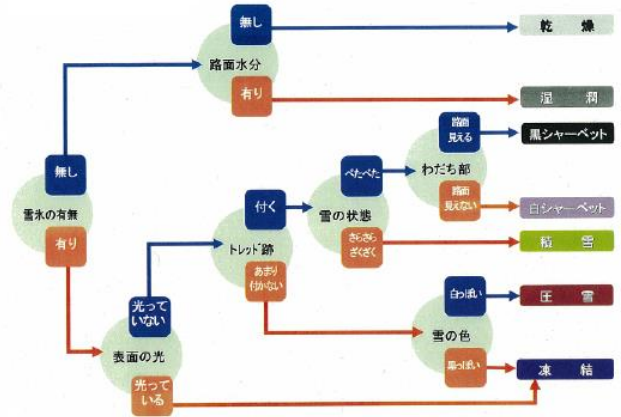


図-2 路面状態判別方法



図-3 各路面状態のサンプル画像

## 4. 具体的事例と気象状況、路面状態

2016年1月24日～25日にかけて、新潟支社管内は上空5,500mに約-42℃という強い寒気が入り込み平野部を中心に豪雪となり、大規模な通行止めが発生した。三条燕ICの時間降雪量、累計降雪量、路面状態の時系列を表-1に示す。通行止めは1月24日12時20分～1月25日7時00分まで続いた（表-1黄色部分の時間帯）。新潟支社の持つ自動積雪深計では時間降雪量9.9cm、累計降雪量61.4cmを記録した。路面状態は時間降雪量9.5cmを記録した1月24日8時から圧雪状態へ変化し、通行止めが発生する12時まで続いた。

日	時間	時間降雪量 (cm)	累積降雪量 (cm)	路面状態	日	時間	時間降雪量 (cm)	累積降雪量 (cm)	路面状態
1月24日	6:00	0	2.2	黒シャーベット	1月24日	22:00	3.9	58.8	積雪
	7:00	5.3	7.5	白シャーベット		23:00	0.6	59.4	積雪
	8:00	9.5	17	圧雪		0:00	2	61.4	積雪
	9:00	9.9	26.9	圧雪		1:00	0	61.4	積雪
	10:00	0	26.9	圧雪		2:00	0	61.4	積雪
	11:00	0	26.9	圧雪		3:00	0	61.4	積雪
	12:00	4.4	31.3	圧雪		4:00	0	61.4	積雪
	13:00	3.4	34.7	圧雪		5:00	0	61.4	積雪
	14:00	1.3	36	積雪		6:00	0	61.4	積雪
	15:00	5.3	41.3	積雪		7:00	0	61.4	積雪
	16:00	0	41.3	積雪		8:00	0	61.4	積雪
	17:00	0	41.3	積雪		9:00	0	61.4	積雪
18:00	1	42.3	積雪	10:00	0	61.4	積雪		
19:00	5.9	48.2	積雪	11:00	0	61.4	黒シャーベット		
20:00	0.9	49.1	積雪	12:00	0	61.4	黒シャーベット		
21:00	5.8	54.9	積雪	13:00	0	61.4	湿潤		

表-1 1月24日～1月25日の時間・累積降雪量と路面状態

\*1 (株)ウェザーニューズ道路気象コンテンツサービスチーム

\*2 東日本高速道路(株)新潟支社 保全課

## 5. 気象状況と路面状態の関係性の分析進捗

平成27年度冬季における各路面状態と気象状況との関係を分析した結果を図-4～図-6及び表-2～表-4に示す。気象データはWEBカメラ設置地点の近くで観測している新潟支社の持つ気温、路温、降水量、風速を用いた。なお、設置箇所（日東道（下）41.4kp付近）においては、最寄りの気象観測局は胎内川橋であるが、雨量計がないため、降水量のみ見透川橋の観測値を使用した。

### 5-1. 路面状態と気温との関係

乾燥・湿潤よりも、黒シャーベット・白シャーベット、圧雪・積雪・凍結路面になるほど、出現する気温は低くなる傾向があり、平均値ではマイナスとなった。また、黒シャーベット路面の最高値がかなり高くなっており、出現する気温のばらつきが大きくなった。

乾燥路面の判別については、時間降水量があるにも関わらず、乾燥と判別している事例がある。これは、カメラ画像判定時の判別違いの可能性がある。特に夜間は乾燥と湿潤がいずれも黒い画像になっていることが判別を難しくしており、判別方法に課題がある。

湿潤路面については、時間降水量を観測している場合は気温がプラスで出現した事例が多くみられた。これらは降水相が雨であったと考えられる。また、時間降水量を観測していない場合は気温がマイナスの事例が多くみられた。これらの事例は降水相が雪であったと推定されるが、路面に積雪するほどの降雪強度がなかった、路温が高い状態のため路面に積雪しなかったと考えられる。

黒シャーベット・白シャーベット・圧雪路面は気温がプラスの場合にも出現している事例がある。これは、地上気温が1～2℃程度でも降水が強まると雨ではなく雪になることがあり、その雪がシャーベット状に積雪したものと考えられる。

### 5-2. 路面状態と路温との関係

乾燥・湿潤よりも、黒シャーベット・白シャーベットや圧雪・凍結になるほど、出現する路温は低くなる傾向がある。気温と比較すると、黒シャーベット・白シャーベット・圧雪路面の平均値の差は小さく、積雪後の路温変化は小さい。

湿潤路面については、時間降水量を観測している場合の多くは路温がプラス時に出現している。これは降水が雨のために路温が低下しなかったか、高い路温の時から降雪となりマイナスになることがなかったためと考えられる。

黒シャーベット・白シャーベット・圧雪・積雪路面は乾燥・湿潤路面と比較すると低い路温で出現した事例が多く、平均値もマイナスとなった。また、気温と比較すると、黒シャーベット・白シャーベット・圧雪・積雪路面の平均値の差は小さくなっている。気温の差は0.5～1℃前後あるのに対し、路温の差は0.1～0.3℃程度となっている。積雪後の路温変化が小さいことの表れである。

### 5-3. 路面状態と風速との関係

風速の関係をみると、どの風速においても各種の路面状態が発生している。平均値はいずれの路面状態でも2.0～3.0m/s程度となっており、路面状態と風速に明確な関係性は考えにくい。

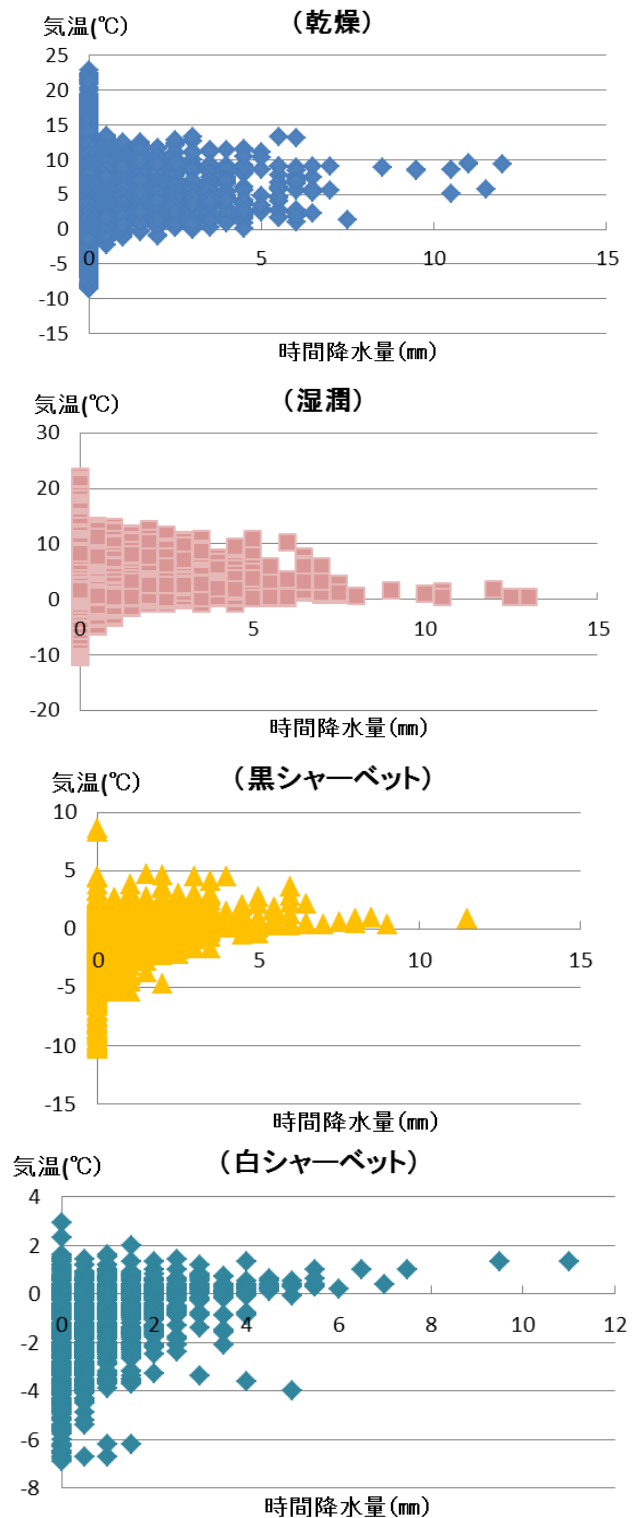


図-4 全地点の路面状態別の時間降水量と気温との関係

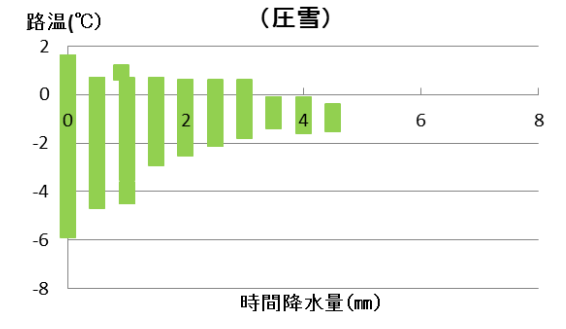
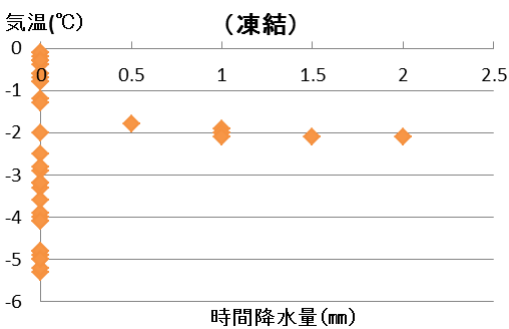
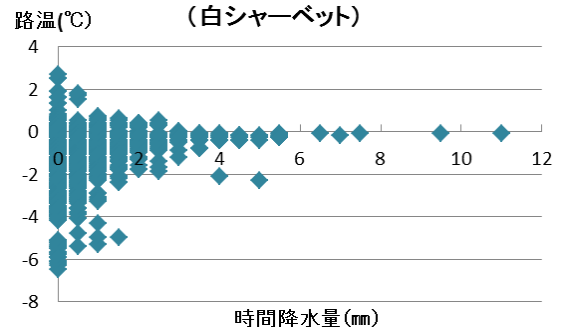
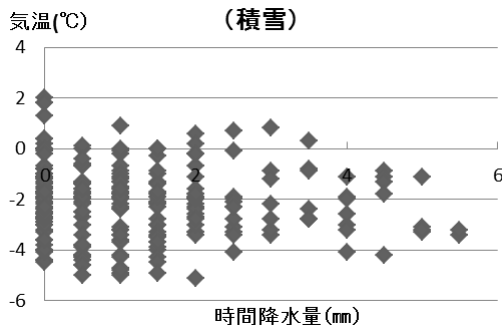
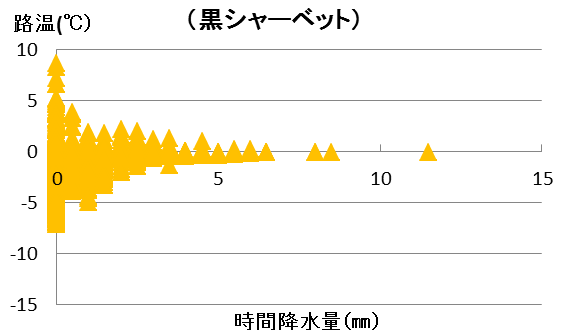
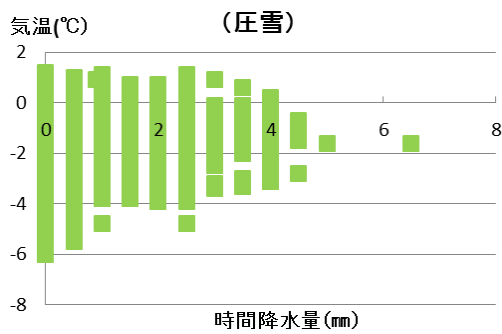


図-4 全地点の路面状態別の時間降水量と気温との関係

気温(°C)	乾燥	湿潤	黒シャーベット	白シャーベット	圧雪	積雪	凍結
最高値	22.8	22.1	8.6	2.9	1.2	2.0	-0.1
平均	4.2	1.5	-0.8	-1.3	-1.8	-2.1	-2.4
最低値	-8.5	-10.3	-10.3	-6.9	-6	-5.1	-5.3

表-2 全地点における路面状態別の気温極値

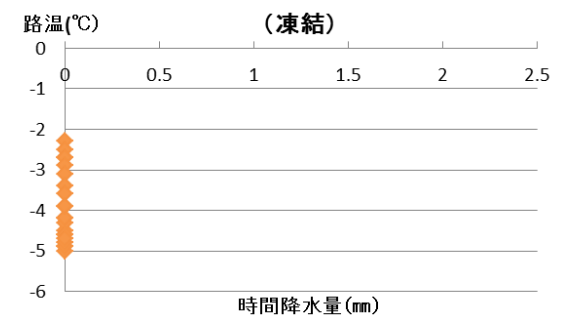
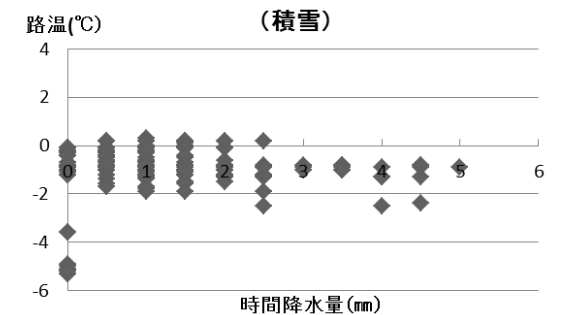
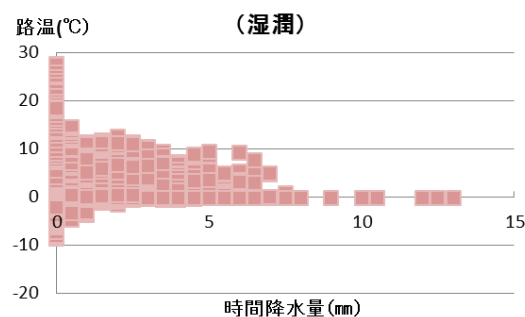
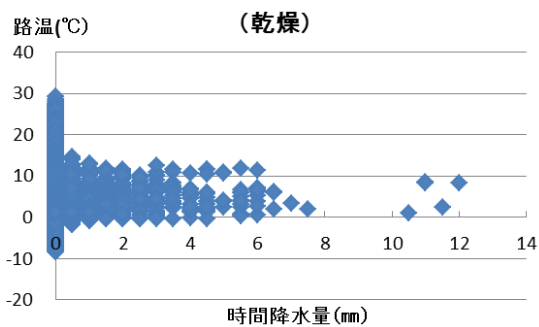


図-5 全地点の路面状態別の時間降水量と路温との関係



路温(°C)	乾燥	湿潤	黒シャーベット	白シャーベット	圧雪	積雪	凍結
最高値	29.3	27.6	8.6	2.7	1.3	0.3	-2.3
平均	5.2	2.0	-1.0	-1.1	-1.1	-0.8	-3.9
最低値	-8.5	-8.5	-7.1	-6.5	-5.6	-5.3	-5

表-3 全地点における路面状態別の路温極値

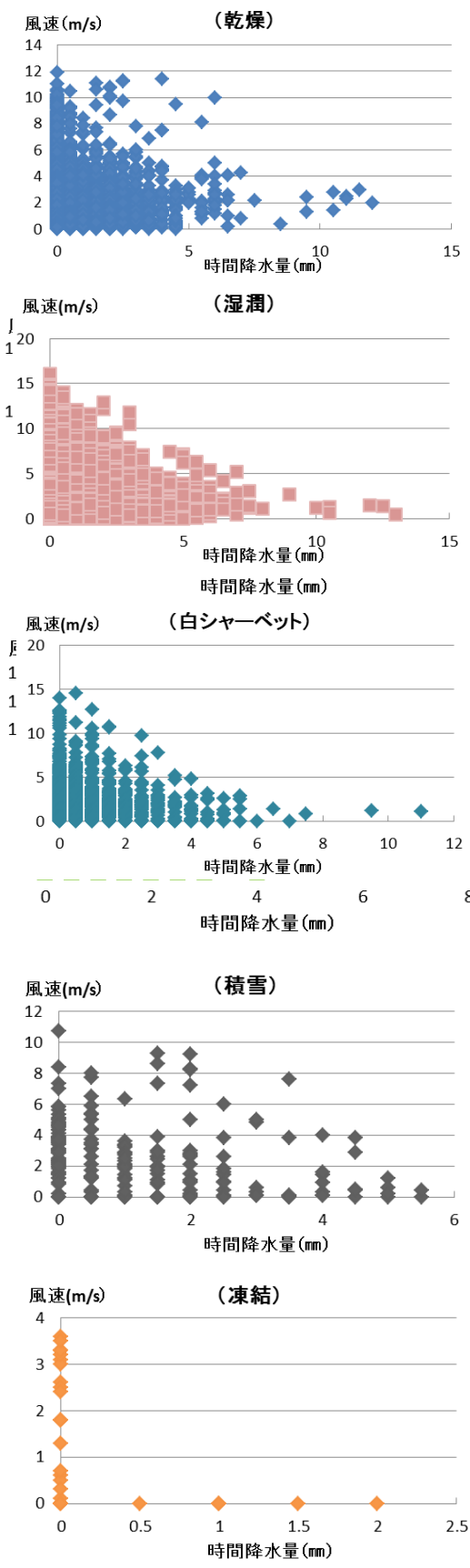


図-6 全地点の路面状態別の時間降水量と風速との関係

風速(m/s)	乾燥	湿潤	黒シャーベット	白シャーベット	圧雪	積雪	凍結
最高値	11.9	16.1	13.7	14.5	12.4	10.7	3.6
平均	1.8	2.0	1.9	2.0	2.4	2.1	1.1
最低値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表-2 全地点における路面状態別の風速極値

6. 課題抽出と考察

路面状態の判定においては以下の課題が挙げられる。

1) 判定方法  
特に夜間の判定において連続性に欠けるデータが多く見られたため、夜間の画像判定方法の見直しや使用するデータの時間帯を限定する等の見直しが必要である。

2) 気象状況との分析方法  
各路面状態が発生する気象条件は気温、路温、降水量、風速条件が複合的に関係している可能性があるため、各気象要素毎に分析するのではなく、重回帰分析を行う等分析方法の見直しが必要である。

3) 外的要因の加味  
実際の路面状態は交通量や雪氷作業（散布、除雪等）により大きく変化する。分析に使用する路面状態データは交通量の多少や雪氷作業の前後によって場合分けする等の見直しが必要である。

7. 今後の展望、計画

現状では各路面状態と気象状況との関係を各気象要素毎に分析する事までは実施した。今後路面管理水準を定量化するために以下のステップを踏んで分析を行っていく。

1) 外的要因を考慮した路面状態と気象データとの関係分析  
路面状態の判定を交通量データ（区間、通過台数、計測期間）と雪氷作業情報（作業時刻、作業区間、作業内容（散布、除雪等））によって場合分けし、路面状態と気象データとの関係の分析を行う。

2) 事故リスクの定量化  
各路面状態と事故データ（発生場所、発生時刻、事象（スリップ、スタック等））との関係を分析し、各路面状態における事故発生率と発生しやすい事故事象を整理する。

3) 路面管理水準の定量化  
路面管理水準は体制基準のみならず、除雪能力の限界点を明確化する事で、除雪体制の見直しなどに今後活用する予定である。

4) 気象予測を元にした路面状態予測による雪氷対策  
各路面状態と気象要素との関係性から、気象予測を元にした路面状態予測により雪氷対策判断を行う。