

8. 暴風雪災害による影響と対策

北海道では2013（平成25）年3月2日から3日にかけて、猛吹雪によって9名の方が亡くなるという大きな災害が発生した。これを受けて道路情報部会の気象情報WGは、暴風雪による国道への影響と対策をテーマに調査を開始した。当初は吹雪災害をリスクマネジメントの手法で扱おうとスタートしたものの、災害発生要因が多岐にわたりWGの範疇を超えるものであることから、各要因の分析研究を進め平成27年度以降も調査を継続している。

本調査では吹雪災害時の気象資料の収集分析、吹雪災害時の通行規制と事故分析、事故発生時の要因分析を北海道内の多数のデータを用いて行った。成果の一部は気象情報ガイドライン（冬季版）としてまとめ、さらに既往の吹雪予測システムの特徴を整理し道路管理者の吹雪対策の一助となることを目指した。

吹雪現象を扱う際に、状況を的確に表す指標が無いことは、道路管理上の課題の一つである。視程が指標となるものの、計測機器は少なく広域的な吹雪状況を把握する手段が不足しているのが現状である。そこで、国道沿いに多数設置されているCCTV画像を用いた解析を、平成27年度に着手した。静止画像の見づらさを定量化することで、視程不良に結び付けようとする手法である。時間経過とともに吹雪の地域がどの様に移動していくかを、広域的に把握することを目指している。

8.1 吹雪災害事例の気象資料の分析

8.1.1 吹雪災害事例の収集・整理

近年道東での吹雪災害が増加傾向にあることから、釧路開発建設部管内および網走開発建設部管内の最近3年間（2012年度～2014年度）の吹雪通行規制事例を収集し、気象状況の整理を行った。

(1) 吹雪災害事例、気象状況の抽出整理

道東における吹雪通行規制事例については次の通り收集整理した。

- ・対象期間：2012年度～2014年度（3冬期）
- ・対象地域：釧路開発建設部管内および網走開発建設部管内
- ・対象路線：上記管内の国道
- ・収集事例数：合計：52件
 釧路開建：5件（2012年度）、5件（2013年度）、13件（2014年度）
 網走開建：9件（2012年度）、7件（2013年度）、13件（2014年度）

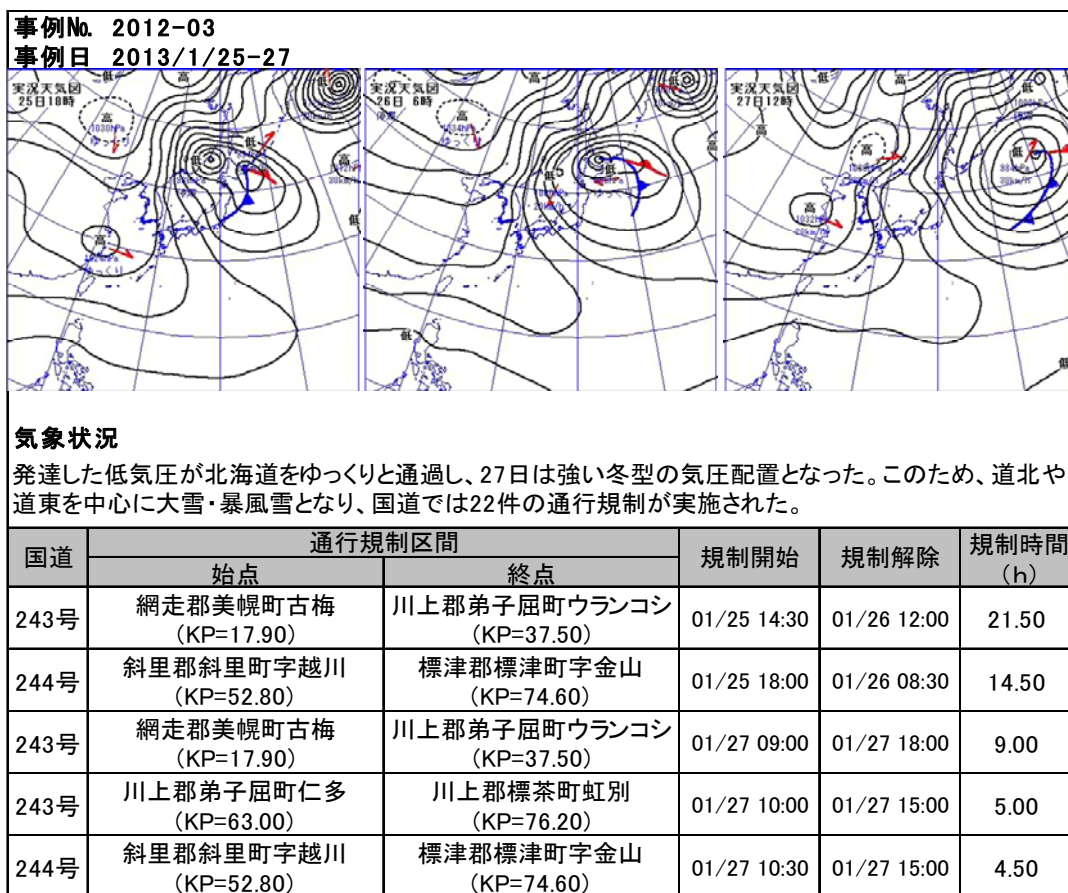


図 8.1 吹雪災害事例収集例（釧路開発建設部 事例 2012-03）

(2) 通行規制と吹雪量の関係分析

2012年度～2014年度（3冬期）において、吹雪による通行規制が増加している釧路開発建設部および網走開発建設部管内を対象に吹雪による通行規制事例を調査した。規制が実施された回数の多い区間について、近傍の観測地点の気象データから吹雪量を算定し、吹雪量の経時的な変化と通行規制日時との関係を分析した。両者の整合性を基に気象観測地点の吹雪量の区間代表性について検討した。表 8.1 および表 8.2 は 238 号網走市～湧別町の区間における区間代表性を評価した結果である。この区間では 6 つの観測地点のうち、3 地点が代表地点として可能と判断した。

- ・対象地域 : 釧路開発建設部、網走開発建設部
- ・対象期間 : 2012 年度、2013 年度、2014 年度の冬期（12 月 1 日～3 月 31 日）
- ・整理分析内容 : 通行規制事例整理
通行規制区間近傍の気象観測地点整理
通行規制区間近傍の気象観測地点の吹雪量算定
通行規制事例と吹雪量の関係分析
気象観測地点の区間代表性検討

区間代表性判定手法

- (1) 各観測地点について基準値を複数設定し、的中率・見逃し率を算出。
 - (2) 算出した的中率・見逃し率から、基準値における通行規制との整合性を判定。
 - ①見逃し率が 30%以上のものは、判定対象から除外。（×：見逃し率[30%以上]）
 - ②各規制基準値における的中率によってランクを付ける。
- ◎（適）[80%以上] ○（可）[50～79%] △（要検討）[30～49%] ×（不可）[30%未満]
- (3) 各基準値での判定結果のうち最も高い評価のものを区間代表地点として採用。

表 8.1 気象観測地点の区間代表性評価例（網走開発建設部）

区間代表性評価 ◎:適 ○:可 △:要検討 ×:不可											
		的中率 30～49%		50～79%		80～100%		見逃し率 30%以上		評価結果として採用	
国道	規制区間	観測地点	基準値① (m ³ /m/3hr)		基準値② (m ³ /m/3hr)		基準値③ (m ³ /m/3hr)		基準値④ (m ³ /m/3hr)		区間 代表性 評価
			0.5	1.0	2.0	3.0					
			的中率	見逃し率	的中率	見逃し率	的中率	見逃し率	的中率	見逃し率	
238号	網走市三眺 (KP1.40) ～湧別町北兵村 (KP77.20)	網走アメダス	43	0	53	7	44	56	11	89	○
		常呂アメダス	29	0	45	0	69	0	40	50	○
		湧別アメダス	33	0	47	6	25	50	11	89	△
		大曲テレメータ	0	90	0	100	0	100	0	100	×
		幌岩テレメータ	22	0	36	0	54	15	56	44	○
		沼の上テレメータ	43	0	40	20	18	64	11	89	△

表 8.2 通行規制区間の吹雪量による区間代表性検討例（網走開発建設部）

国道		規制区間	観測地点	区間代表性評価 ◎:適 ○:可 △:要検討 ×:不可		【規制区間】 区間代表性評価 (観測地点)
				区間 代表性 評価	区間 代表性 評価	
238号	網走市三眺 (KP1.40) ～湧別町北兵村 (KP77.20)	網走アメダス	○	○	○	○
		常呂アメダス	○	○	○	(網走アメダス)
		湧別アメダス	△	△	△	(常呂アメダス)
		大曲テレメータ	×	×	×	(幌岩テレメータ)
		幌岩テレメータ	○	○	○	
		沼の上テレメータ	△	△	△	

8.1.2 気圧の傾きと通行規制の関係

気象予測の現業部門では、気圧の傾きの度合いを北海道にかかる等圧線の本数で把握し、その危険度を経験的に予想することがある。4hPa 毎の等圧線が北海道に 3 本かかると「暴風雪注意報」クラス、5 本かかると「暴風雪警報」クラス、7 本かかると「数年に一度」クラス、というような具合である。そこで、吹雪時の通行規制と気圧の傾きの関係を整理して、天気図の気圧傾度と吹雪による通行止めの関係を分析した。

吹雪災害事例は、平成 20 年(2008)冬季から平成 25 年(2013)冬季で収集・整理を行った。平成 20 年冬季は平成 19 年 12 月から平成 20 年 4 月を示し、全 54 事例を対象とした。吹雪災害は一定以上の規模を対象とするため、複数の建設部で通行規制を行った事例を対象とし、立ち往生が発生した場合をレベル 2、複数の立ち往生が発生した事例をレベル 3 とした。予想天気図から事前に災害規模を想定する目的から、あえて細かなレベル化は行わない事とした。等圧線の本数は 9 時の天気図から読み取り最大値を抽出した（図 8.2 右側）。

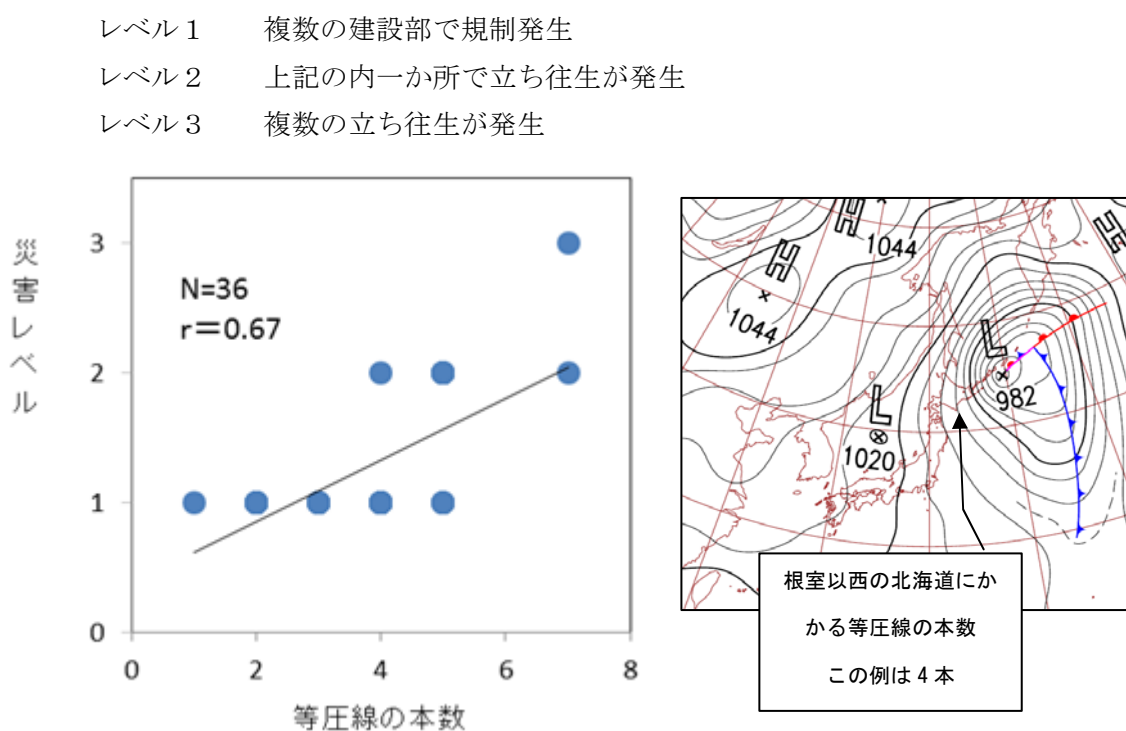


図 8.2 等圧線の本数と災害レベルの関係（低気圧が北海道の南通過か低気圧が二つの事例）

対象とした吹雪事例の内、低気圧が北海道の南側を通過する事例や、二つの低気圧が北海道を挟むような事例を抽出し、等圧線との関係を示したのが図 8.2 の左側である。これらは主に道東に吹雪災害をもたらす低気圧のコースである。事例数は 36 となり相関係数は 0.67 となった。

強い相関があるわけではないが、明日の予想天気図から等圧線の本数を読み取れば、吹雪災害の程度を予想する方法として使えると考える。等圧線が 4 本以上ならレベル 2、等圧線が 6 本以上ならレベル 3 の危険性があるという具合である。

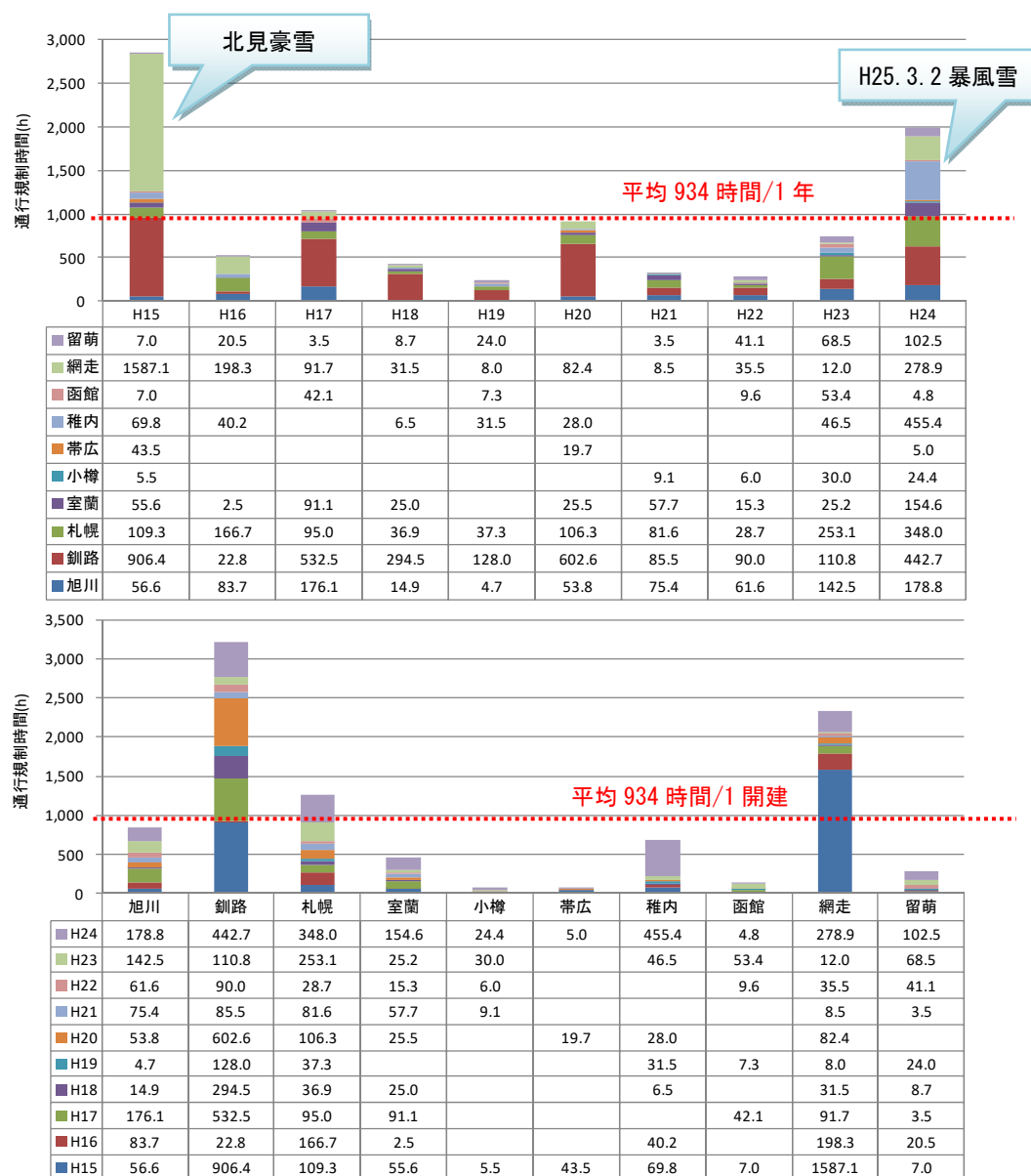
8.2 吹雪災害時の通行規制と事故分析

8.2.1 吹雪災害事例の収集・整理

(1) 吹雪による通行規制の発生状況

北海道内国道の過去 10 年間（平成 15 年 4 月～平成 25 年 3 月まで）における通行止め履歴を集計し、吹雪による通行規制発生状況を整理した。

年度別・地域別（開建別）の通行規制時間の推移を図 8.に示す。吹雪による通行止めは年によりかなりばらつきが見られるが、過去 10 年間では H15 年度（北見豪雪）および H24 年度（H25.3.2 暴風雪災害）で多くなっている。開建別に見ると、全道平均で約 934 時間に対して、釧路及び網走開建管内における通行止め時間は約 2～3 倍と多くなっている。



※H15～H24 年度 国道通行規制履歴

図 8.3 国道の吹雪による年度別・開建別の通行規制時間

(2) 暴風雪災害事例

暴風雪災害による地域への影響を把握するため、新聞記事を収集整理した。

表 8.3 収集記事 一覧

事 象	記 事		概 要
H25 年 3 月 1～3 日	北海道新聞 全道版	H25. 3. 3 朝刊	オホーツク管内を中心とした暴風雪により、視界不良や吹きだまりによる交通障害が相次ぎ、立ち往生や事故の被害が発生した。
	北海道新聞 留萌・宗谷	H25. 3. 3 朝刊	留萌・宗谷管内を中心に大荒れの天気となり、JR やバスの運休、タクシーの配車中止、飛行機の欠航など、交通が寸断した。
	北海道新聞 北見・オホーツク	H25. 3. 3 朝刊	オホーツク管内全域に暴風雪警報が出され、国道や幹線道路の通行止めが相次ぎ、紋別市や網走市などは陸の孤島となった。
	北海道新聞 全道遅版	H25. 3. 4 朝刊	発達した低気圧により台風並みの猛烈な風が吹き、死者がでた地域では過去最大級の最大瞬間風速となった。
	北海道新聞 北見・オホーツク	H25. 3. 4 朝刊	オホーツク管内を襲った暴風雪により、湧別町などで死者が出たほか、各地で停電や車の立ち往生など膨大な被害が発生した。
	北海道新聞 全道遅版	H25. 3. 5 朝刊	2 日の暴風雪で通行止めとなった道道 26 路線では、通行止め後に立ち往生した車が計 65 台にのぼった。
	釧路新聞	H25. 3. 4	釧路、根室管内の国道、道道は通行止めが相次ぎ、中標津町では死亡事故が発生、羅臼町では全世帯で停電が発生した。
H26 年 2 月 17～20 日	北海道新聞 釧路版	H26. 2. 17 朝刊	大雪に見舞われた釧路、根室管内では、JR やバス、空の便の多くが運休・欠航したほか、イベントの中止も相次いだ。
	釧路新聞 釧路版	H26. 2. 17 日刊	大雪の影響で、釧路地方のバスなどの公共交通はまひし、予定されていた大きなイベントなどは軒並み中止となった。
	根室新聞	H26. 2. 17 日刊	根室地方の市内小中学校と高校が全校臨時休校となり、通行止めや相次ぐ立ち往生で交通機関が大混乱した。
	北海道新聞 釧路版	H26. 2. 17 夕刊	中標津町で道道などの幹線道路が通行止めになり、温泉街が陸の孤島となったほか、網走市内も通行止めによる交通混乱が起きた。
	北海道新聞 釧路版	H26. 2. 17 夕刊	釧路管内が大雪に見舞われ、各地で道路の通行止めや JR の運休が相次いだ。
	北海道新聞 根室版	H26. 2. 17 夕刊	根室管内では暴風雪の影響が続き、JR や飛行機が運休したほか、小中学校・高校で臨時休校が相次いだ。
	北海道新聞 釧路版	H26. 2. 18 朝刊	根室管内の通行止めにより、標津町の一部と羅臼町が陸の孤島となったほか、管内酪農地帯では生乳集荷作業にも一部影響が出た。
	釧路新聞 釧路版	H26. 2. 18 日刊	道東などを中心とした暴風雪の影響により、根室管内などで約 1,300 戸が孤立状態になった。
	釧路新聞 釧路版	H26. 2. 18 日刊	根室管内はこの冬一番の猛吹雪となり、国道・道道の通行止めや臨時休校の継続など、住民生活に大きな影響が出た。
	北海道新聞 釧路版	H26. 2. 18 夕刊	根室全域、釧路中部・北部を中心に雪と強風に見舞われ、道路の通行止めや JR の運休が続いた。
	北海道新聞 釧路版	H26. 2. 19 朝刊	長引く暴風雪の影響で、根室管内などでは約 900 戸の孤立状態になっている。JR は計 105 本が運休、高校入試にも影響がでたほか、生乳の集荷にも滞りがでている。
	北海道新聞 釧路版	H26. 2. 19 朝刊	釧路管内標茶町、浜中町では約 320 戸で孤立状態が続いており、通行止めや停電のため、酪農家の生乳集荷にも遅れが出た。
	釧路新聞 釧路版	H26. 2. 19 日刊	根室管内の国道、道道で通行止めが続き、物流に大きな障害が出ている。基幹産業の酪農では牛乳の集荷ができず、一部コンビニでも食料品の入荷が進まない状況となっている。
	釧路新聞 釧路版	H26. 2. 19 日刊	長引く暴風雪の影響で、根室管内では依然として国道、道道の多くが通行止めとなっており、住民生活に大きな影響を及ぼしている。
H26 年 3 月 6～7 日	北海道新聞 釧路版	H26. 3. 7 朝刊	根室管内 4 町に暴風雪警報が発表され、国道、道道の通行止めが相次ぎ、高校入試や生乳集荷などにも影響が出た。
	釧路新聞 釧路版	H26. 3. 7 日刊	根室管内 4 町に暴風雪警報が発令され、国道、道道の通行止めが相次いだ。小中学校が臨時休校を決めたほか、高校入試にも影響が出た。
H26 年 3 月 14～15 日	読売新聞	H26. 3. 14 夕刊	道東を中心とした猛吹雪の影響により、国道 3 路線、道道 13 路線が通行止めとなり、小中学校、高校の多数が臨時休校となった。
	北海道新聞	H26. 3. 14 夕刊	道東を中心に大雪と強風に見舞われ、JR の運休など交通が乱れたほか、公立小中学校 101 校が臨時休校となった。
	朝日新聞	H26. 3. 14 朝刊	道東中心の暴風雪の影響で、標茶町では玉突き事故が発生したほか、JR は計 43 本が運休、オホーツクや釧路、根室管内の公立学校は 116 校が臨時休校となった。
	毎日新聞	H26. 3. 14 朝刊	道東地方を中心とした暴風雪により、オホーツク、根室、釧路管内の小中学校など 116 校が臨時休校となり、25 校で卒業式が延期となった。
H26 年 3 月 21～23 日	北海道新聞	H26. 3. 22 朝刊	道東を中心に暴風雪に見舞われ、釧路、根室、オホーツク管内では帰宅困難になった観光客などのために避難所を開設する市町村が相次いだ。
	北海道新聞	H26. 3. 22 朝刊	道東を中心とした暴風雪により、根室市の積雪が観測最高値となる 115 センチに達した。
	読売新聞	H26. 3. 22 朝刊	風雪の強まりにより、根室市の積雪は観測最高値に達し、JR の運休や空の便に欠航が出た。
	北海道新聞	H26. 3. 22 夕刊	暴風雪に見舞われた道東では、各自自治体が避難所を開設し、帰宅できなくなった人たちが早めに避難した。
	北海道新聞	H26. 3. 22 夕刊	根室管内の 9 市町で避難所が開設され、JR は計 39 本を運休、空の便は 2 便が欠航した。

（3）暴風雪災害時の道路管理者の対応

暴風雪災害時の道路管理者の対応を把握するため、ヒアリング調査を実施した。

①ヒアリング概要

平成 24～25 年度冬期に発生した暴風雪（H25 年 3 月 2 日、H26 年 2 月 16-19 日、3 月 6～7 日、13～14 日、21～22 日）時の通行規制実施に係る具体的な対応について、道路事務所及び年間維持工事請負者に対してヒアリング調査を実施した。

- 対 象 : 被害が顕著であった中標津道路事務所及び網走道路事務所
- 実施日時 : 平成 26 年 6 月 13 日（金）、8 月 8 日（金）
- 実施場所 : 各道路事務所
- 内 容 : 通行規制実施時の時系列ごとの対応状況について

②ヒアリング結果

ヒアリング調査結果を整理して以下に示す。

表 8.4 ヒアリング結果 一覧（1/2）

項 目		釧路開発建設部 中標津道路事務所	網走開発建設部 網走道路事務所
① 通行規制前	事前の情報収集や準備、気象情報、他の関係機関との情報共有など	- 気象情報（寒地土研「吹雪の視界情報」等） - 周辺の道路規制状況（北海道地区道路情報HP） - 事務所の体制準備（人員確認）、リエゾン準備（割り当て） - 道道の通行規制FAX受信 - 自治体の状況確認 - 天気予報 - 気象台からの説明（札幌管区気象台：情報共有WAN） - 警報発表前に釧路地域地方気象台より発表される「気象シナリオ」を活用。気象シナリオを基に事前準備開始	- 各種メディア、CCTV、パトロールで道路状況を確認 - 経験的な側面はあるが、マクロ、ミクロで現地状況の今後の変化を予測している。 - TV、インターネット、MICOS メール等をきっかけに人員確保している。 - 雪見巡回を実施。 - 危なくなりそうなときは、維持業者にパトロールを依頼。目で見た情報が最も有効。 - 事務所付近は晴天でも、局所的に吹雪いている時がある。 - 吹雪く場所はだいたい決まっている。いつもと違う風向の場合は困る。 - 気温、風速の変化に着目している。地吹雪の危険性が高まるため。 - ナウキャストのメッシュ情報は有効。
	利用した気象情報、必要な気象情報	- 気象台からの説明（札幌管区気象台：情報共有WAN） - 雪道巡回、CCTVカメラ、テレメーター - 暴風雪時のスタック車両や視界不良等による停車車両が除雪作業の障害	- 天気は西から崩れる。常呂で気象が悪化したら、東方に連絡している。 - 吹雪いていても走行車両がスタックしなければ問題ない。 - スタックされた場合の弊害（除雪できない、パトロールできない等）が大きいため、通行規制が必要。通行規制を実施し、スタックさせない。
② 通行規制…当日の状況	通行規制関係：通行規制に至るまでの時系列（道路状況）、他の関係機関との情報共有、通行規制実施時の判断要素、通行規制についての事前情報提供先、通行規制に伴う作業内容など	- 雪道巡回・除雪作業の状況→確認→通行止め事前注意喚起（回転灯、電光掲示板）→通行止め準備→関係機関へ事前連絡→道路管理システム登録・iFAX送信→通行止め - 事前電話連絡 - 建設管理部に迂回路の通行確認 - iFAX送信 - 道道の規制情報（i-Fax）はホワイトボードに記入、管内全体を把握・確認（孤立集落の発生状況確認等） - 自治体の対応本部設置の有無 - 雪道巡回での視程と吹きだまりの状況により判断。立ち往生車両や交通事故の発生も要因 - 気象情報のみでは規制の判断はできないため、パトロールによる現地確認で判断 - 気象見込み（継続性） - 事前電話連絡（自治体、警察、建設管理部、一部の孤立世帯） - iFAX送信先 - 事務所：情報連絡（維持業者、本部、関係機関）、道路管理システム登録 - 維持業者：規制ゲートに人員・車両配置、区間内追い出し、単管バリケード設置、ゲート閉鎖	- 吹雪いているときは巡回除雪を実施。除雪車から随時現場の状況を受けている。路側に車が止まりだすとマズイ状況。 - 吹雪がひどい時は、除雪が間に合わなくなる。吹き込み、吹きだまりが発生するとそこでスタック発生。吹き込みしやすいところは事務所、維持業者で把握している。 - 除雪1パーティで1巡するのに要する時間は2時間程度。除雪作業後 30 分で吹きだまりが発生することもある。

表 8.5 ヒアリング結果 一覧（2/2）

項 目		釧路開発建設部 中標津道路事務所	網走開発建設部 網走道路事務所
③ 通行規制中	通行規制中の道路状況と管理に関する時系列、他の関係機関との情報共有、規制中の作業内容、通行規制中の対応：緊急車両、沿道事業者、住民	・ CCTV 画像や気象データは携帯で確認可能 ・ GPS 搭載除雪車、無線により除雪状況・道路状況等を把握 ・ 電話やリエゾン派遣による情報共有 ・ 維持業者：除雪作業、入り込んだ車両の追い出しと救出、ゲートにて説得と迂回路の説明 ・ 事務所：他路線の規制対応、問い合わせ苦情対応、本部へ状況報告、先導の調整（相手、自治体、維持業者）、所内体制再構築、隣接事務所の支援検討、点検コンサルの招集 ・ 緊急車両や停電復旧班などを除雪車で先導 ・ 立ち往生車両等への緊急資材の提供	・ 規制中は除雪作業を実施。除雪トラックで対応できない積雪の場合はロータリが出動することもある。 ・ 路線によって対応が異なる。 ・ 人工透析のため除雪車先導を依頼された。小清水町役場からの依頼の際は、個別対応ではなく、バス1台で移動してもらった。 ・ 命に関わるもの、緊急車両については、除雪車先導はやむを得ない。 ・ 生乳輸送等の先導依頼に対しては苦慮。 ・ 土砂崩れは物理的に通行できないが、雪害は除雪車線道でなんとか移動できるという点が他の規制と異なる点。 ・ バリケード前で、「通せ」「通せない」のやりとり発生。規制箇所には警察が立ち会ってもらえると助かるのだが。 ・ 最近は、通行止めに対して利用者が理解してくれているように思う。また、気象情報等で外出を控えるように、といった報道のおかげか、走行車両が減少している気がする。 ・ 2月のときは、吹雪に巻き込まれないように、通行止め実施前から道の駅に避難する大型車が多かった。
	利用者からの問い合わせ、通行規制が長時間になるにつれて起きた課題	・ 「通れるのか」「どこを通れば行けるのか」「なぜ止めているのか」「いつ開くのか」「立ち往生した」等。(2/16～19では500件以上)→事故後、意識は高くなった ・ 利用者からの問い合わせは国道のみではないが、他管理の道路情報は提供しない ・ 車両スタックの救出要請は本来119番（人命救助） ・ 通行規制が長時間になるにつれて起きた内部的な課題：職員と除雪作業員の交代要員不足、開通目途の問い合わせ増加、一時避難車両の対応（緊急資材） ・ 通行規制が長時間になるにつれて起きた地域の課題： ①地域経済…生乳ローリー、観光客滞在、その他物流（コンビニ・物流） ②地域生活…救急患者対応、葬儀など	・ ユーザーは解除がいつになるのかという情報を必要としている。しかしながら、通行止め解除はぎりぎりでの判断。（気象条件と作業進捗を踏まえ） ・ 3月の規制の際は、救助を求める電話が多かった。
④ 通行規制解除	通行規制解除に向けた準備、判断タイミング	・ 通行規制解除に向けた準備 ①年維持業者による路線の点検 ②必要により職員及び点検コンサルの現場確認 ③関係機関への連絡 ・ 基本的に国道→道道の順で解除。 ・ 国道の規制区間は比較的長く、地域によっては天候が回復しているところもあるため苦情が増加。部分的な通行止め解除しても広域交通には対応できない。 ・ 吹雪の通行規制基準は明確ではない。吹きだまりや視程障害状況等、現地状況を確認して判断。	・ 交通の安全が確保可能と判断できれば解除。職員が現地確認を実施している。 ・ 風がいつ止むか、幅員が確保できるか、等を総合的に判断。 ・ 天候が回復しても、幅員が確保できていない場合は解除できない。 ・ 早めに規制し、早めに解除するのが理想。 ・ 解除の判断は、所長による判断。どういう状態なら解除するかは、その時々で判断。経験的なもの、センスである。 ・ 解除1時間前には道、市町村にその旨連絡している。 ・ HPで迂回路情報等を提供しており、他道路管理者の規制状況等を共有する必要がある。連絡は主に電話で。 ・ 今は現地でもインターネットで情報入手が可能。
	気象情報：利用した気象情報、必要な気象情報	・ 天気予報、警報解除、降雪・風予測サイトで見通しを確認	・ 気象庁で、きめ細かい情報が提供されており非常に有効。（レーダー・ナウキャスト、メッシュ予報？） ・ もっと先の予報をきめ細かく提供されるといいのだが。
⑤ その他	通行規制の準備：冬期前の他の関係機関との情報交換、住民との情報交換、準備状況 今年度の通行規制の功罪、今後の課題	・ 道路利用者の安全確保、地域経済と生活活動への影響 ・ 規制のタイミング（止める時、開ける時の接続道道との調整）、自治体での避難施設の確保、除雪車先導による対応 ・ 各自治体で住民や道路利用者への情報伝達ツールが確立していない。暴風雪時の情報を如何に伝えるか、住民や道路利用者の防災意識を風化させないことが重要。 ・ 「暴風雪災害に係る対応検討会（振興局）」準備会含めて7月～11月6日に報告書 ・ 「中標津町雪氷防災対策支援プロジェクト」	・ 網走地方道路防災連絡協議会では、今年度DIGを実施予定（自衛隊も含む）。 ・ あわせて講演会も企画中。利用者に対して悪天候時は外出を控えてもらうことを啓発することが目的。 ・ 他機関との円滑な情報共有、情報収集のためには、お互い顔を合わせておくことが必要。 ・ 道道は事前通行規制区間が多いため、国道に期待がかかるところだが、今後は国道も規制を実施。 ・ 国道だから大丈夫といった認識を変えてもらう、利用者には通行規制に慣れってもらうことが必要。 ・ 他事務所への応援は臨機に実施。（ex. 根室で暴風雪→中標津が応援→中標津管内が手薄→斜里から応援→網走が斜里方面まで越境実施。） ・ 退避のための駐車施設の確保も必要ではないか。協定等で確保できる。（紋別の実験の例） ・ 最近はSNSに非常に多くの情報が挙げられている。事実関係の確認ができないため活用には至っていないが。 ・ 寒地土研で実験している。

8.2.2 通常冬期時と視界不良時の事故発生特徴分析

(1) 分析目的

通常時と暴風雪警報発表時の交通事故発生形態にどのような違いがあるかを確認し、冬期道路管理において交通事故抑制に必要な管理項目、事前対策の基礎資料を得ることを目的としている。

(2) 使用データ

① 気象警報データ¹⁾

データ元 : 暴風雪警報、風雪注意報の発表履歴

分析期間 : 平成 20 年 12 月～平成 25 年 12 月冬期（冬期：12 月～3 月）

② 交通事故データ²⁾

データ元 : 交通事故・道路総合データベース 国道事故別データ

分析期間 : 平成 20 年 12 月～平成 25 年 12 月冬期

(3) 分析条件

暴風雪警報発表時の交通事故の発生状況を分析するにあたり、下記条件でデータを照合し、交通事故発生時の警報・注意報発表の有無により分析した。

- ・ 気象警報・注意報の発表区域（二次細分区域）³⁾ と、交通事故・道路総合データベースの H22 道路交通センサス市町村コードにより照合
- ・ 交通事故データベースの事故発生時間「昼夜」⁴⁾ と、気象警報・注意報の発表継続時間を照合（「昼」は 9:00、「夜」は 21:00 と仮定）
- ・ 集計期間の警報・注意報発表回数は、暴風雪警報 609 回、風雪注意報 4,085 回

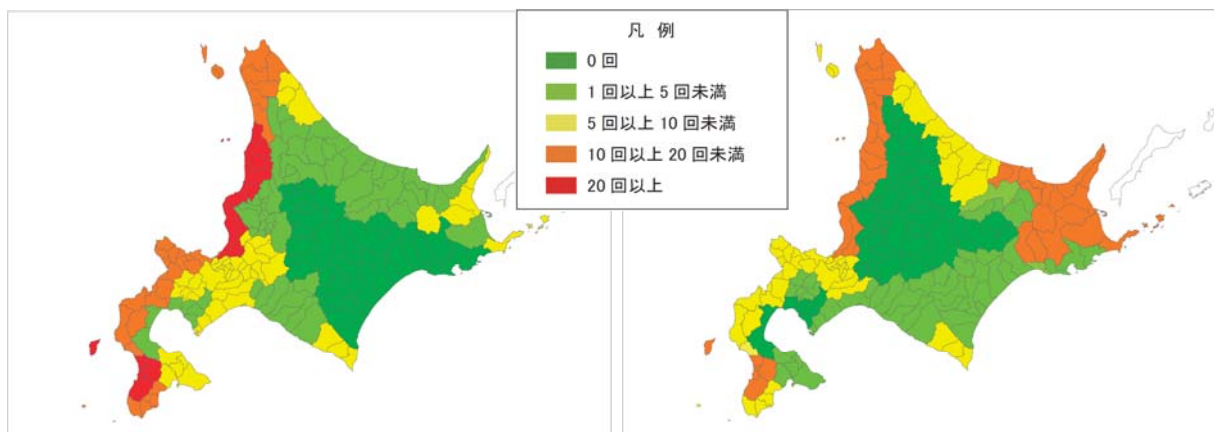


図 8.4 暴風雪警報の発表回数（左：H23-H24 年度 右：H25-H26 年度）

¹⁾ 注意報警報発表履歴：日本気象協会

²⁾ ITARDA 事故別データ：交通事故総合分析センター

³⁾ 気象警報・注意報や天気予報の発表区域：気象庁 HP

⁴⁾ 平成 25 年度事故別データ利用マニュアル（H26.3 版）：公益財団法人交通事故総合分析センター

(4) 事故類型別、法令違反別の特徴

警報・注意報発表状況ごとの事故類型別の事故件数割合を図 8.5(a)～(c)に示す。発表なしに比べ、風雪注意報発表中、暴風雪警報発表中では、「追突（駐停車）」の割合が徐々に高くなっている。

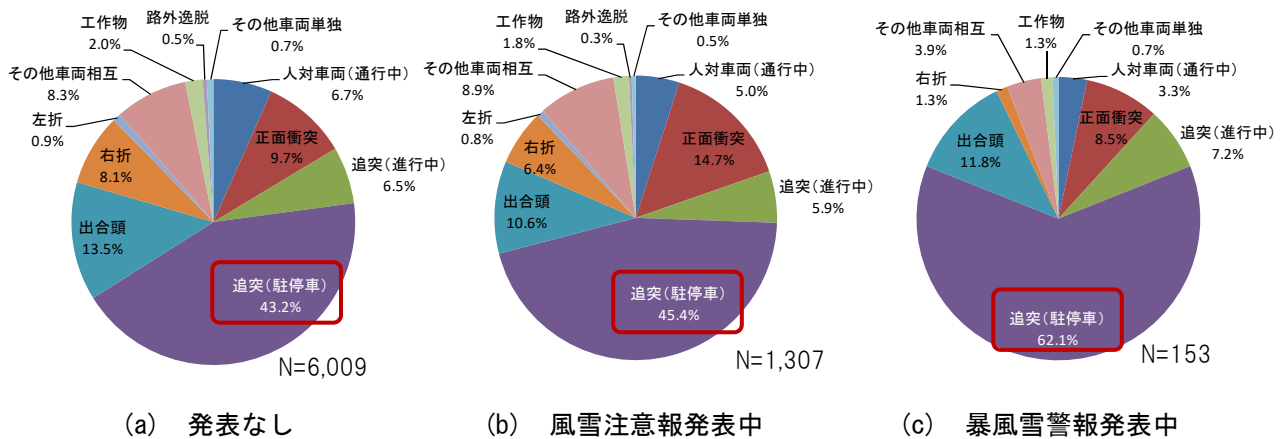
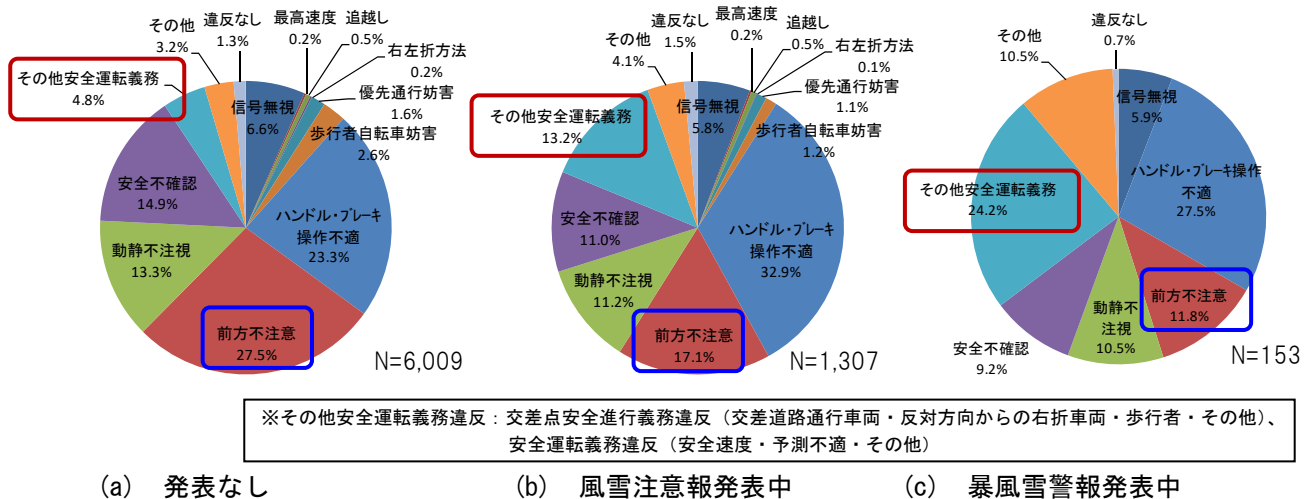


図 8.5 事故類型別の事故件数割合

警報・注意報発表状況ごとの法令違反別の事故件数割合を図 8.6 (a)～(c)に示す。発表なしに比べ、注意報・警報発表中では、「その他安全運転義務」の割合が高くなり、反対に「前方不注意」「安全不確認」の割合が低くなる。



※その他安全運転義務違反：交差点安全進行義務違反（交差道路通行車両・反対方向からの右折車両・歩行者・その他）、安全運転義務違反（安全速度・予測不適・その他）

(a) 発表なし (b) 風雪注意報発表中 (c) 暴風雪警報発表中

図 8.6 法令違反別の事故発生割合

（5）追突（駐停車）の事故率分布

暴風雪警報・風雪注意報発表時の単路部における追突（駐停車）の事故率の分布を図 8.7 に示す。警報・注意報発表回数が少ない地域の事故率が比較的高く、平地部での事故割合が高い。

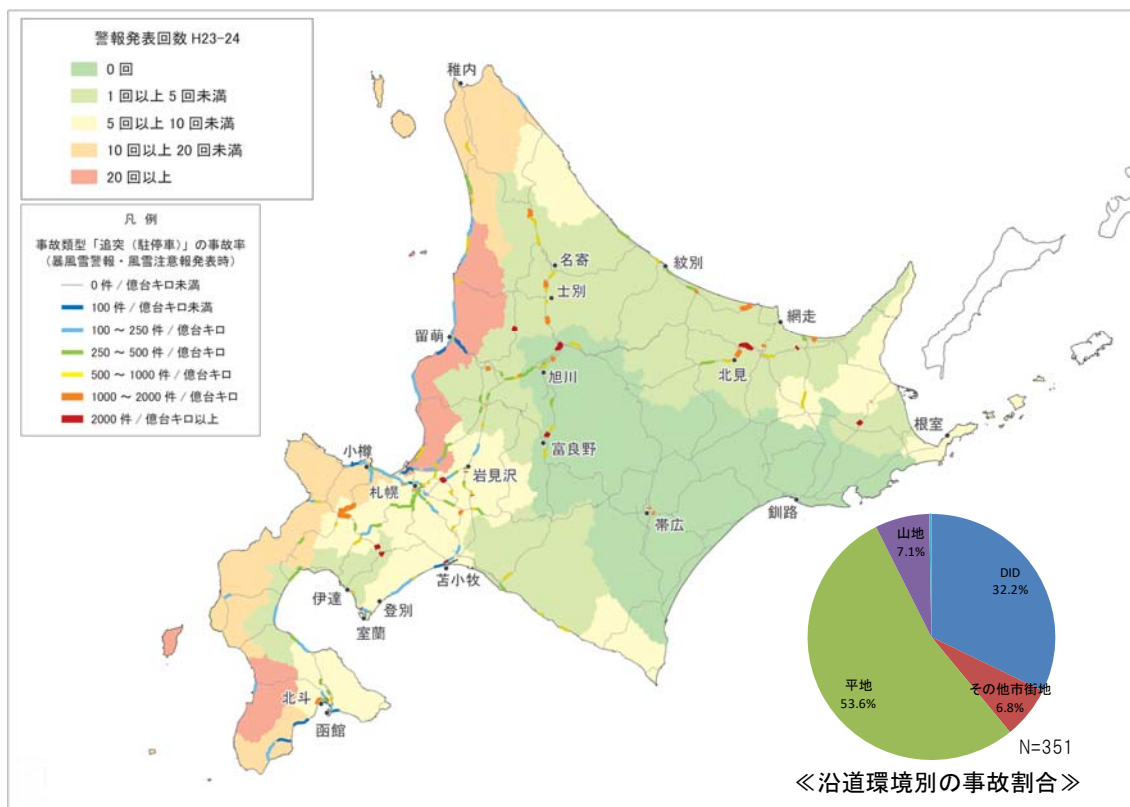


図 8.7 暴風雪警報・風雪注意報発表時の単路部における「追突（駐停車）」の事故率

（6）まとめ

- ・ 暴風雪警報発表時は、駐停車車両への追突事故の発生割合が高い。
- ・ 法令違反では、その他安全運転義務違反の割合が高い。（安全速度・予測不適・その他）
- ・ 上記結果より、暴風雪時には、視程障害等の影響により、前方の視認性が低下し、本線上の駐停車車両への追突事故が起きる可能性が高いと判断できる。
- ・ 警報発表回数との関わりを見ると、警報回数が少ない地域での事故率が高い傾向が見受けられる。
- ・ 暴風雪警報発表時の追突(駐停車) 事故の半数は、平地部・山地部で発生している。
- ・ H25 年までの事故データであり、近年の道東地方における暴風雪の影響を確認できていないため、H25 年度以降の道東地方における暴風雪の多発状況を確認するためには、H25 年度以降の事故データを追加し、モニタリングしていく必要がある。

8.3 吹雪時の交通事故発生状況分析と要因分析

8.3.1 吹雪時の交通事故発生状況分析

(1) 分析データ

分析に用いた事故データは北海道警察が所有する平成23年度から平成25年度の3冬期にわたる人身事故発生一覧である。人身事故発生一覧では、冬期（11月～3月）に発生した事故（冬型事故）が、主たる原因によって分類されている。視界不良事故に分類されたものは、吹雪、地吹雪などで継続的または一時的に視界不良になったことが主たる原因で発生した事故である。冬型事故としては3冬期で15515件が登録されており、原因別ではスリップ事故が3960件、視界不良事故が392件あった。一方、視界不良事故に分類された事故データのうち2件は、天候が「霧」に分類されていた。濃霧時の視界不良事故と吹雪による視界不良事故を分類するために、ここでは、この2件を除いた390件を吹雪時の交通事故として、発生状況の分析を行った。

(2) 時間条件による分析

①発生月による比較

図8.8には、全道の視程観測点14箇所の月別の視程500m未満、視程200m未満の発生割合と、月別の視界不良事故件数を示した。月別の視界不良の発生割合と、視界不良事故の発生件数の多い月は一致しなかった。一方、寒地土木研究所の松澤らは、既存研究¹⁾において、路側（雪堤）の積雪が高くなるほど、視程が悪化することが示している。北海道では2月に最深積雪を記録することが多く、路側の積雪（雪堤）も2月がピークとなりやすい。路側の積雪（雪堤）が大きい2月は、道路上で視界不良が発生しやすいことも考えられる。

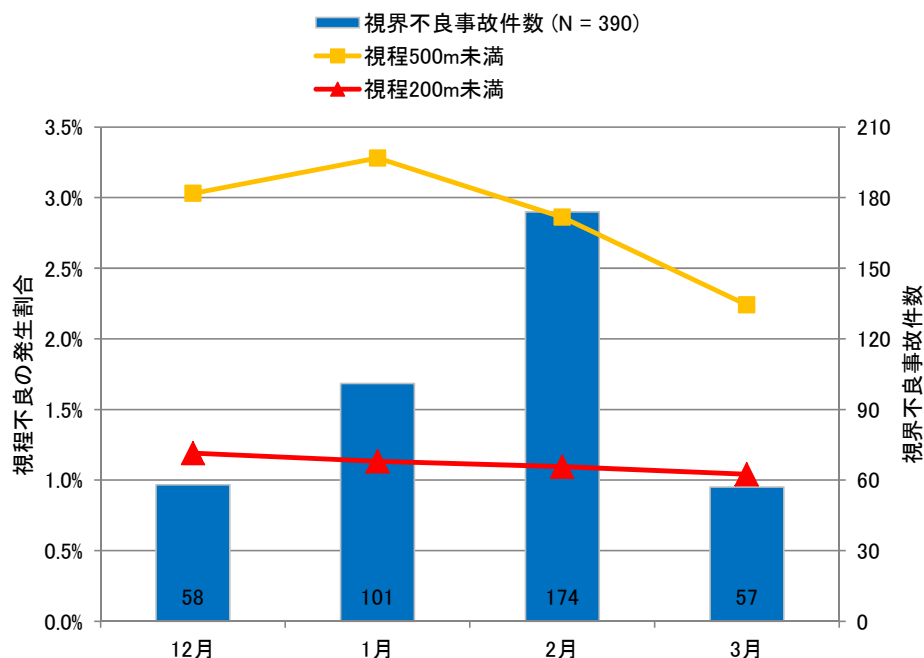


図 8.8 視程 200m 未満・視程 500m 未満の月別発生割合と視界不良事故の月別発生割合

1) Matsuzawa, M. and Kajiya, Y.: Height-Dependent Difference in Visibility on Roads, Proceedings of the 12th Standing International Road Weather Commission Conference, Bingen, 2004.

②発生時刻による比較

毎時の交通量比と視界不良事故の割合を図 8.9 に、スリップ事故の割合を図 8.10 示した。スリップ事故については、図 8.10 のように、交通量比の経過と事故の発生割合が同じような経過を示している。視界不良事故については、図 8.9 のように、交通量比の経過と視界不良事故の発生割合の推移があまり一致していない。時間交通量比と事故発生割合の差が最も大きいのは朝の 8 時であり、時間交通量比より事故発生割合が 6.7% 高かった。11 時と 12 時も、時間交通量比より事故発生割合が 5% 以上高かった。17 時から 20 時にかけては、常に 2.5% 以上、時間交通量比より事故発生割合が低く、17 時は時間交通量比より事故発生割合が 5.4% 低かった。

視界不良事故は、日中の時間帯に 85% が集中しており、日中の時間帯に事故が集中するのは、吹雪時の交通事故の特徴であると言える。

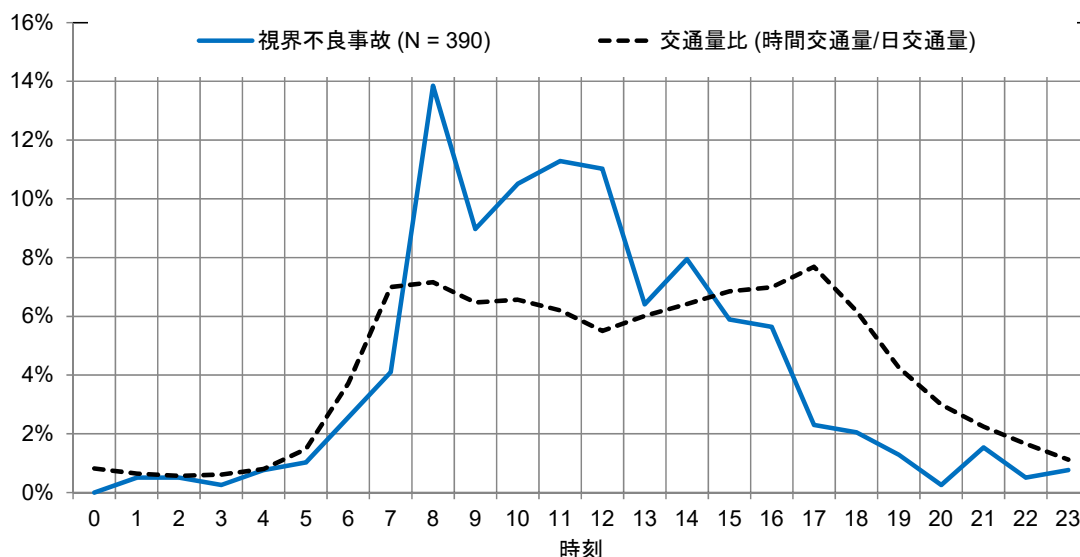


図 8.9 交通量比と視界不良事故の発生割合

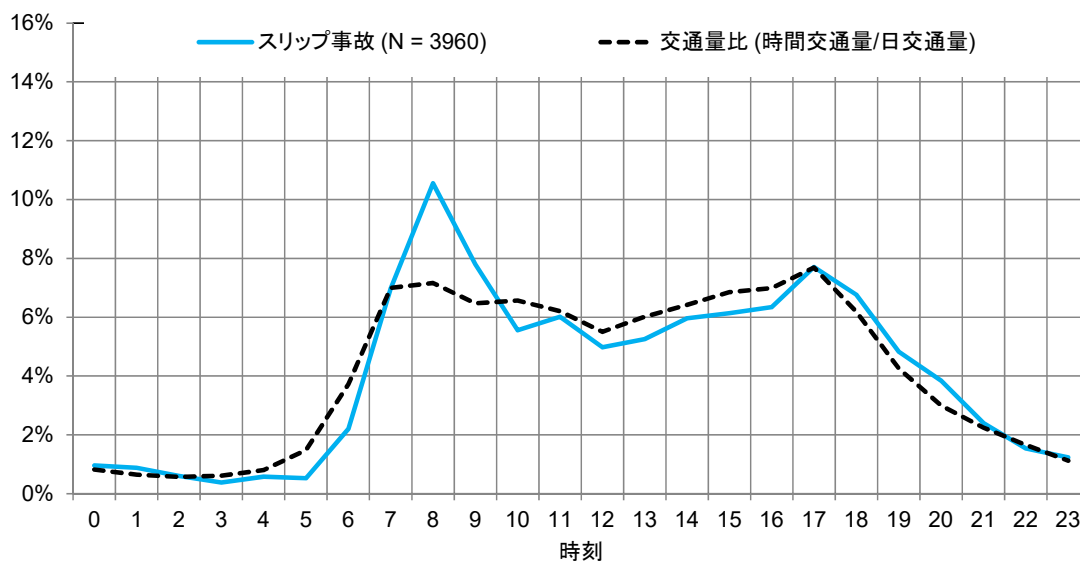


図 8.10 交通量比とスリップ事故の発生割合

（3）道路条件による分析

①路線種別による比較

図 8.11 には、国道と国道以外の道路における視界不良事故、スリップ事故、その他の冬型事故の発生割合を示した。スリップ事故とその他の冬型事故については、国道での事故が 23～24%と、ほぼ等しい値となったが、視界不良事故は 42%と国道での発生割合が高かった。

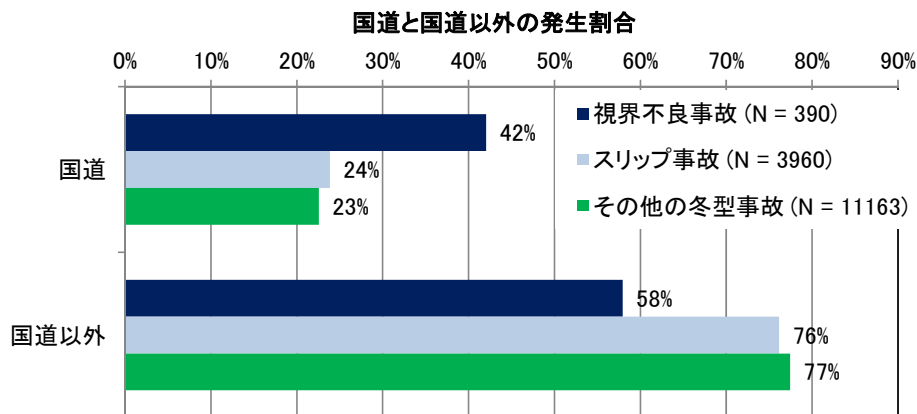


図 8.11 道路種別の発生割合（視界不良事故、スリップ事故、その他の冬型事故）

②地形や道路形状による比較

図 8.12 には、地形別（非市街部、市街他、市街部）の視界不良事故、スリップ事故、その他の冬型事故の発生割合を示した。吹雪による視界不良事故は、約 7 割（268 件）が非市街部で発生していた。一方で、スリップ事故やその他の冬型事故は市街部での発生が約 6 割を占めた。市街部に比べると、非市街部は吹雪の発生させるような建物が少ないため、吹雪や地吹雪が発達しやすいことが考えられる。

また、道路形状による比較を行った結果、吹雪による視界不良事故は、約 7 割が「単路その他」で発生おり、他の事故（30%程度）に比べて、発生割合が高かった。吹雪時の交通事故は、カーブや交差点ではなく、道路形状の変化が少ない単路部で多発していると判断できる。

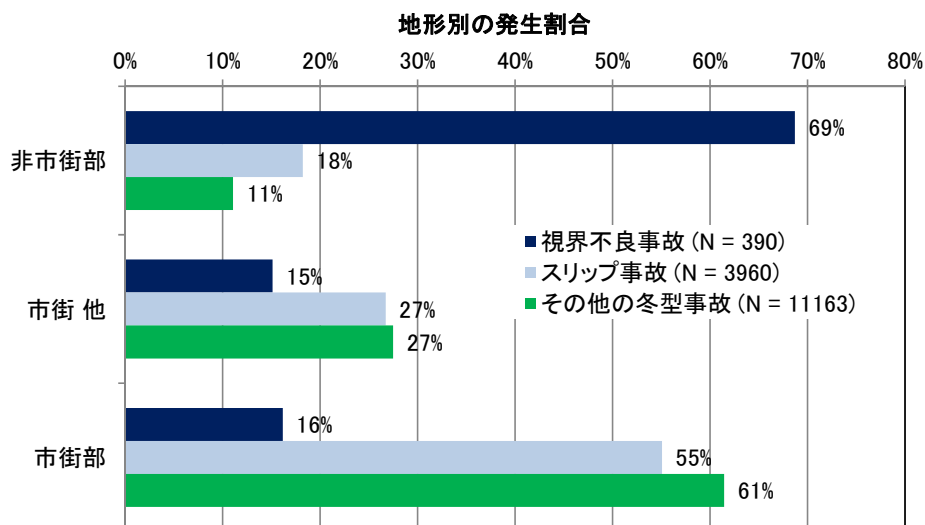


図 8.12 地形別の発生割合（視界不良事故、スリップ事故、その他の冬型事故）

（4）車両条件による分析

①車種別の比較

第1当事者と第2当事者の車種別の割合を図8.13に示した。事故において相対的に過失が重い当事者が第1当事者であり、他の当事者が第2当事者である。いずれの事故においても、大型車や中型車が、第2当事者でなく第1当事者になりやすい傾向があったが、その中でも視界不良事故は、大型車や中型車の第1当事者の割合が、第2当事者の3倍以上と高かった。

さらに、追突事故直前の第1当事者（追突している側）行動類型の割合を図8.14に示した。大型車は全ての事例で「直進等速」であった。「直進等速」の割合は、中型車94%、軽貨物90%、普通車83%と、車両が大きくなるほど、高くなっていた。吹雪によって見づらくなった小さい車両に気付かずに、大型車や中型車が追突事故を起こしている状況が考えられる。

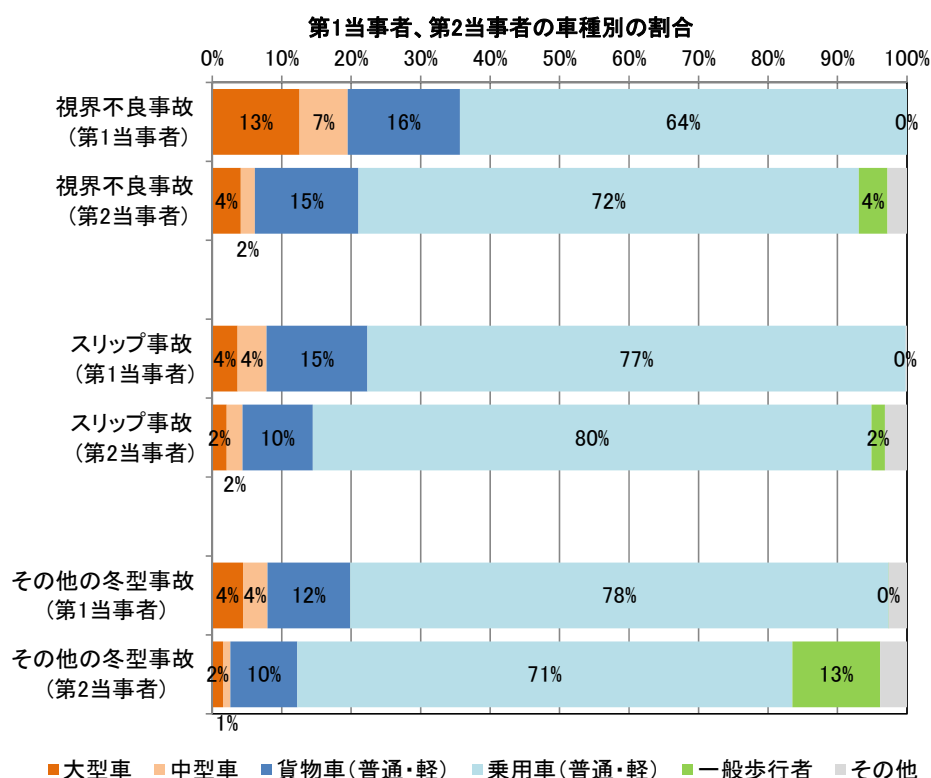


図 8.13 各事故の第1当事者と第2当事者の車種別発生割合の比較

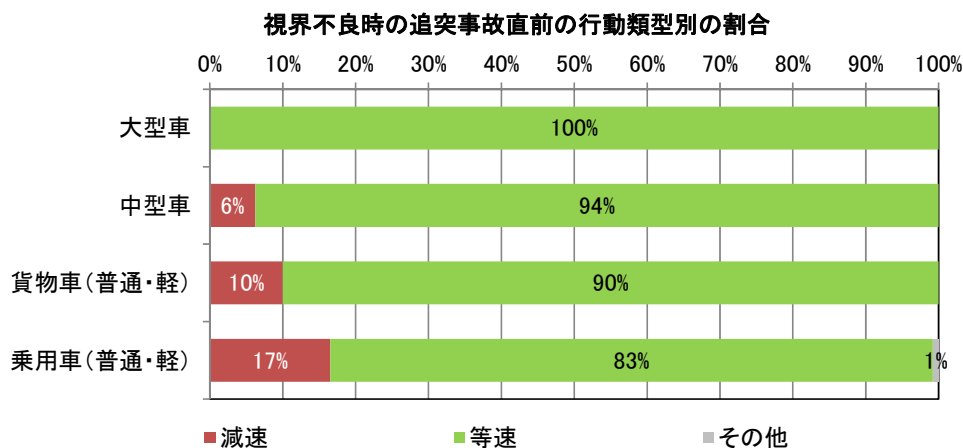


図 8.14 視界不良時の追突事故直前の第1当事者の行動類型別の割合

8.3.2 視界不良事故についての要因分析

視界不良事故が発生する際の気象要因を分析するため、決定木分析を行った。決定木分析は、データマイニング手法の一つで、全体データ（目的変数）を説明変数によって段階的に分割しながら関係性を分析する手法であり、マーケティングやリスクマネジメントなどで活用されている。

（1）分析のフィールドとデータ

分析は、岩見沢市、江別市、当別町、新篠津村をフィールドとした。分析フィールドと視界不良事故の発生箇所を図 8.15 に示した。このエリアを分析フィールドとしたのは以下の理由である。

- ・ 同エリアには気象庁の岩見沢測候所があり、視程計による視程の観測が行われていること
- ・ 同エリアでは視界不良が頻発していること
- ・ 同エリアでは道路周辺環境が比較的似ていること

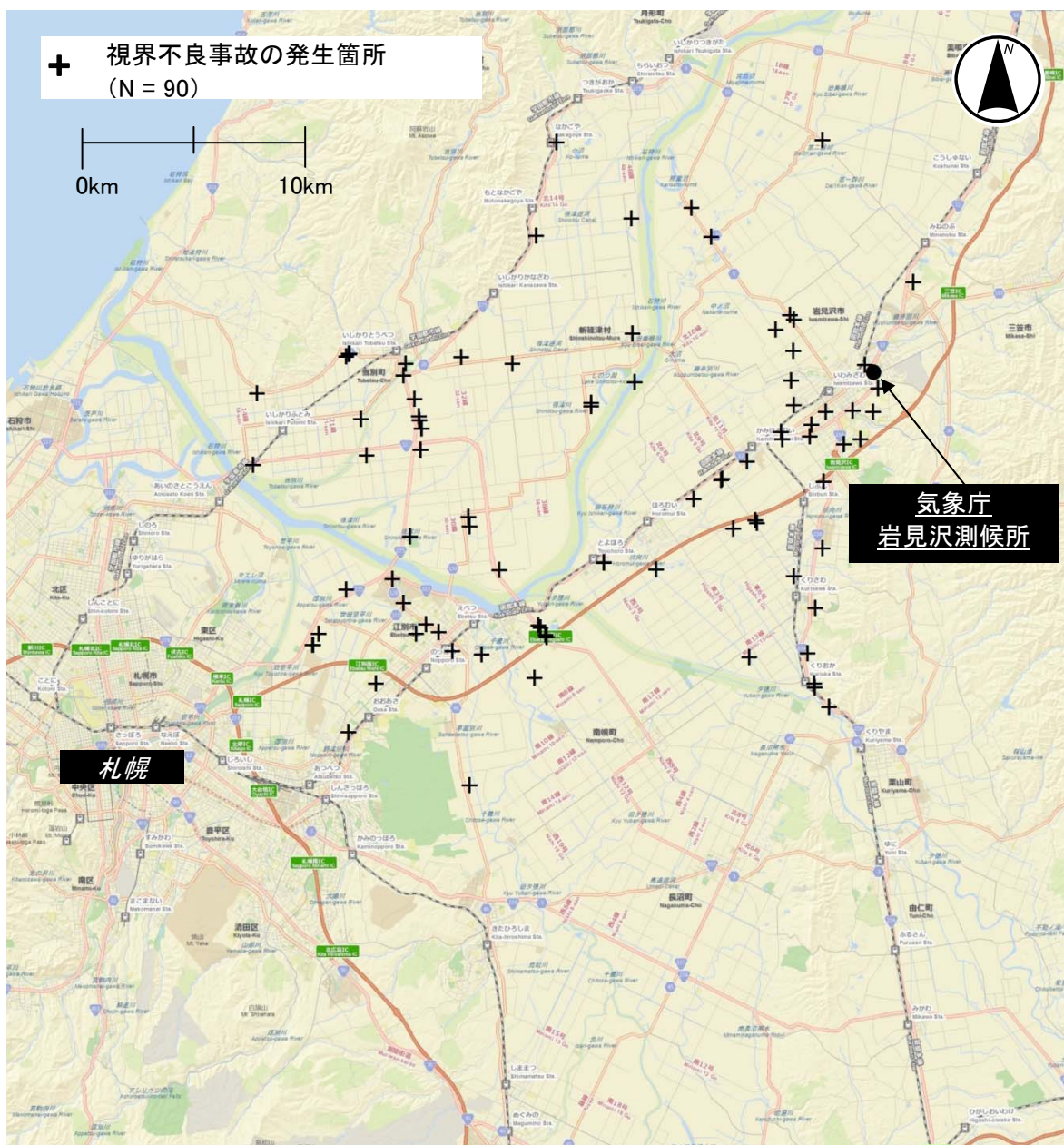


図 8.15 分析フィールドと視界不良事故の発生箇所

①目的変数

決定木分析に用いる目的変数は、1 時間あたりの視界不良事故の発生件数とした。分析に用いた事故データは、前述の北海道警察が所有する平成 23 年度から平成 25 年度の 3 冬期にわたる人身事故発生一覧のうちの、視界不良事故データである。3 冬期（12 月～1 月）、364 日、8736 時間を分析期間とした。

分析フィールドにおいては、図 8.15 のように、3 冬期で 90 件の視界不良事故が発生していた。視界不良事故の件数別の発生時間数を表 8.6 に示した。最大で 1 時間に 7 件の視界不良事故が発生していた。視界不良事故が 5 件、4 件発生した事例が 1 時間ずつあり、3 件が 2 時間、2 件が 6 時間、1 件が 56 時間あった。その他の 8669 時間では、視界不良事故は 1 件も発生していなかった。

表 8.6 視界不良事故の件数別の発生時間数

視界不良事故の件数	発生時間	発生日時
7 件	1 時間	9:00 (2012/2/15)
5 件	1 時間	8:00 (2012/2/8)
4 件	1 時間	12:00 (2011/12/5)
3 件	2 時間	15:00 (2012/2/12), 15:00 (2012/2/26)
2 件	6 時間	13:00 (2011/12/5), 10:00 (2013/2/5) ほか
1 件	56 時間	12:00 (2013/1/6), 9:00 (2012/1/10) ほか
0 件	8669 時間	

②説明変数

図 8.9 より、日中の時間帯に視界不良事故の 85%が集中していることから、視界不良事故件数を説明する説明変数には、昼夜の条件を含めるべきと考えた。その他の条件としては、気象要因の分析が目的となっていることから、気象庁岩見沢測候所の視程、風速、気温、降雪量、積雪深、天気（降雪の有無）を用いた。説明変数を表 8.7 に整理した。

表 8.7 決定木分析の説明変数

変数名	型式	単位	備考
昼夜	昼 or 夜	—	昼(7 時～16 時)、夜(17 時～6 時)
視程	連続値	M	岩見沢測候所観測地(毎時データ)、欠測 21 時間
風速	連続値	m/s	岩見沢測候所観測地(毎時データ)、欠測 4 時間
気温	連続値	℃	岩見沢測候所観測地(毎時データ)、欠測 4 時間
降雪量	連続値	cm	岩見沢測候所観測地(毎時データ)、欠測 64 時間
積雪深	連続値	cm	岩見沢測候所観測地(毎時データ)、欠測 60 時間
天気	雪 or 雪以外	—	岩見沢測候所観測地(降雪量より判断)、欠測 31 時間

（2）分析結果

決定木分析の結果、得られた決定木を図 8.16 に示した。交通事故件数はポアソン分布に従う現象であることが知られており、今回の決定木分析においては、視界不良事故の発生件数はポアソン分布に従うことを仮定している。図 8.16 に示された黒字は、ポアソン分布に従うとした場合の説明変数の条件で分類した際の、1 事例（1 時間）あたりの視界不良事故の発生件数である。例えば、視程 165m 未満の日中であれば、1 時間あたりに 0.224 件の視界不良事故が発生することを示している。

はじめにルートとして、全 8736 事例が用意されている。1 つ目のノードでは、「視程」の値で視程 165m 未満の 68 事例と、視程 165m 以上の 8647 事例に分類された。視程が視界不良事故の発生に最も大きな影響を与えていると考えられる。視程 165m 未満の 68 事例は、2 つ目のノードで、「昼夜」で分類されている。日中の 28 事例については、反応率が 0.224 となり、今回の分析の最大値となった。最も事故が発生しやすい条件として、視程が 165m を下回る日中の条件が選定された。

視程 165m 以上の 8647 事例は、2 つ目のノードで、「積雪深」の値で分類されている。積雪深が 203.5cm 以上の 8 データと、積雪深が 203.5cm 未満の 8583 データである。なお、この分類の際に、56 事例が欠測値であったため、分類不能となっている。積雪深が 203.5cm 以上の 8 事例については、反応率が 0.095 となり、2 番目に大きい反応率となった。前述の松澤らの既存研究¹⁾においても、道路路側の雪堤が高くなると、道路の視程が悪化しやすくなることが示されており、この結果と合致する。積雪深が 203.5cm という大雪時の状況が視界不良事故の発生しやすい条件として評価されていた。

積雪深 203.5cm 未満の 8583 事例 3 つ目のノードで、「天気」で分類されている。天気が雪の 3311 事例と、天気が雪以外の 5265 事例である。なお、この分類の際に、7 事例が欠測値のため分類不能となっている。雪以外の 5265 事例については、4 つ目のノードで「気温」で分類されている。気温が 3.65℃以上の 2823 事例は、反応率が 0.0003、気温が -3.65℃未満の 2442 事例の反応率は 0.004 であった。2823 事例が分類された 0.0003 という反応率は、今回の分析で最も小さい値であった。視界良好で、積雪が多くなく、天気が雪以外で気温が高い条件では、視界不良事故が発生しづらいと評価されたこととなる。適切な分析結果であると考えられる。

天気が雪の 3311 事例は、4 つ目のノードで「昼夜」で分類されている。夜間の 1980 事例の反応率は 0.004 であった。日中の 1331 事例は、5 つ目のノードで「風速」で分類された。風速が 6.05m/s 以上の 167 事例の反応率は 0.064 であった。今回の分析で 3 番目に大きい反応率となっている。降雪のある日中に、風が強いと視界不良事故が発生しやすいと評価された。風速が 6.05m/s 未満の 1164 事例は、6 つ目のノードで「気温」で分類された。気温 -3.55℃以上の 374 事例の反応率は 0.002、気温 -3.55℃未満の 790 事例の反応率は 0.025 であった。気温が低いほど、視界不良事故が発生しやすい評価となり、吹雪は気温が低いほど発生しやすいという条件とも合致する。

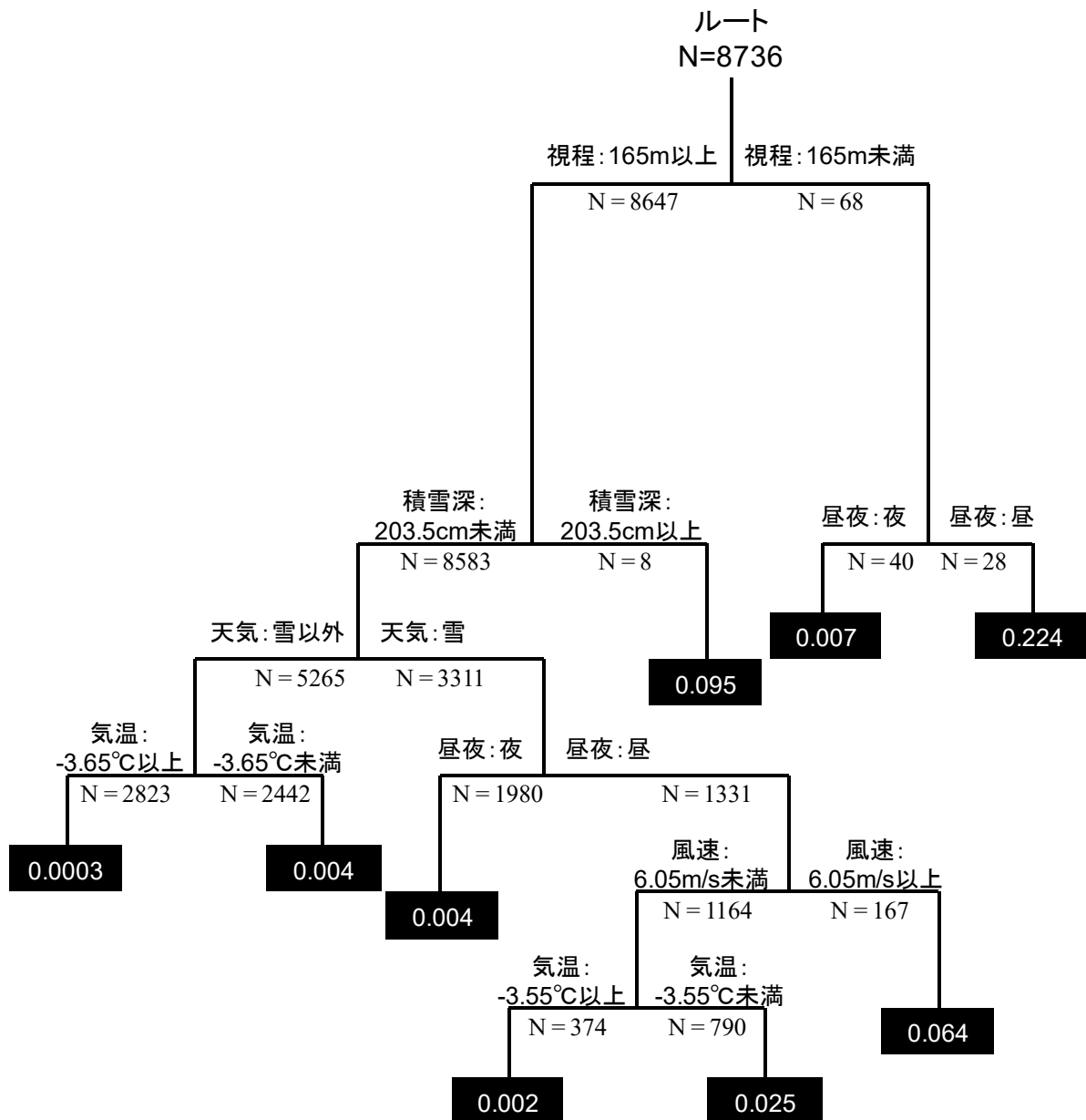


図 8.16 分析で得られた決定

(3) 分析結果の評価

図 8.16 の決定木によって求められた反応率と、視界不良事故の 1 時間毎の経過図の一例を図 8.17 に示した。視界不良事故が発生している時間帯は、反応率が上昇する傾向が確認できる。視界不良事故の件数が多い事例については、反応率が大きくなることが多く、決定木分析による視界不良事故の抽出は概ね妥当であった。

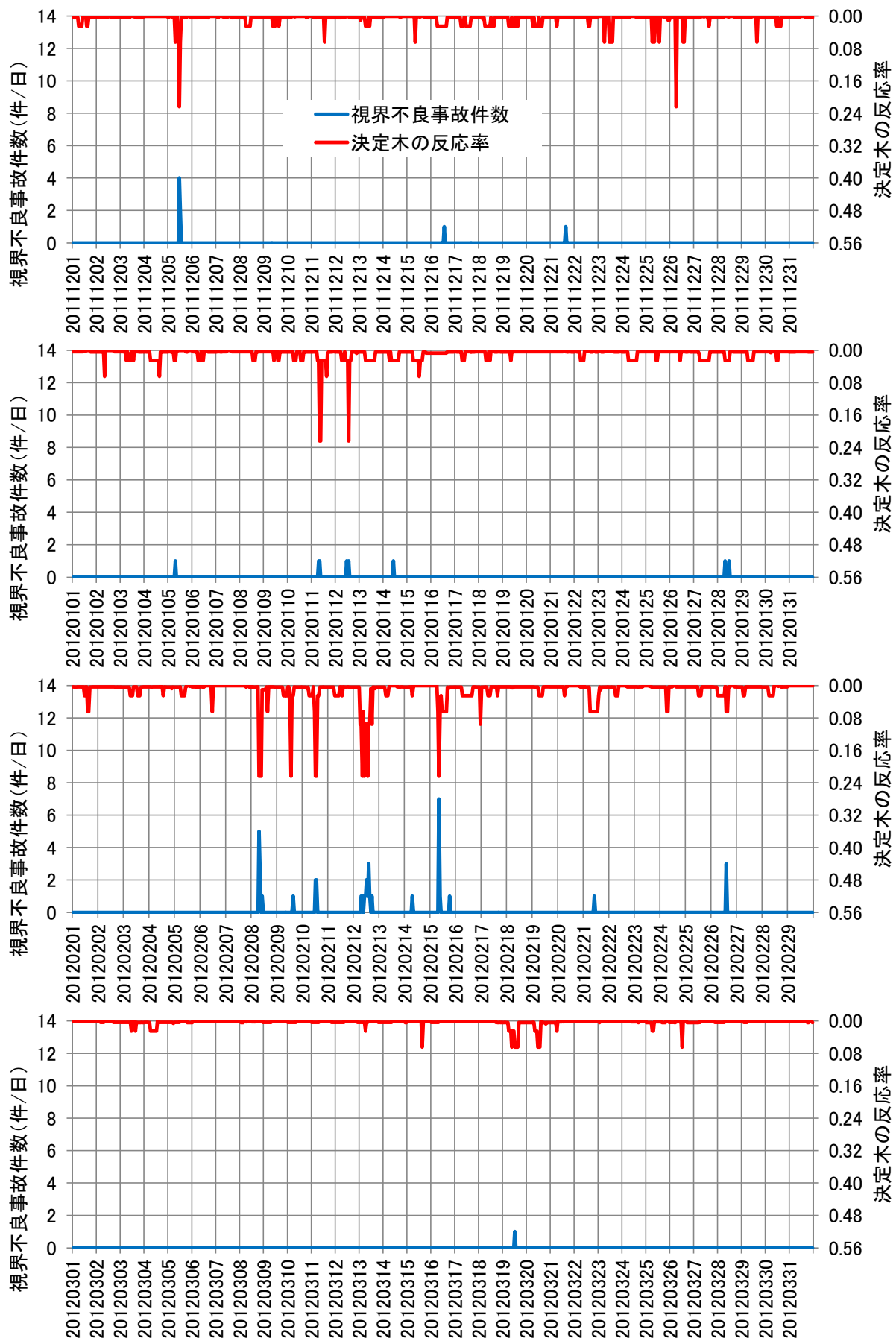


図 8.17 視界不良事故件数と決定木分析結果の比較（2011 年度冬期）

8.4 既往の吹雪予測システムの特徴

北海道内で運用されている主な吹雪予測システム¹⁾について、調査を行い、表 8.8 にまとめた。

今回、調査の対象としたのは、以下の4つのシステムである。1つ目は「吹雪の視界情報」（国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所（以下、寒地土研と略す））、2つ目は「冬期吹雪視程予測システム」（寒地土研）、3つ目は「冬期道路予測システム」（一般財団法人 日本気象協会（以下、気象協会と略す））、4つ目は「吹雪発生予測システム」（国立研究開発法人 防災科学技術研究所（以下、防災科研と略す））である。

全ての予測システムにおいて、吹雪時の視程を予測の要素としており、防災科研以外のシステムは、松澤・竹内⁸⁾(2002)、松澤⁹⁾(2007)を基本とした予測ロジックを採用していた。さらに「吹雪の視界情報」（寒地土研）では先述の2つの論文をさらに発展させた武知ほか⁵⁾(2012)、國分ほか(2015)の内容²³⁾を適用していた。

システムから発表された情報を閲覧する対象者は「吹雪の視界情報」（寒地土研）のみが、一般ドライバーを対象としており、残りのシステムは道路管理者を対象としていた（但し、個々のシステムにより、対象とする道路管理者の所属機関（国、道、市町村）や維持業者を含めるかどうかは異なる）。

予測対象のエリアは、「吹雪発生予測システム」（防災科研）のみ中標津町周辺を対象としており、他のシステムは全道をカバーしていた。但し、「吹雪発生システム」（防災科研）は文部科学省「地域防災対策支援研究プロジェクト」（H25年度～H29年度（予定））に基づく試験運用の位置づけであり、今後、領域が変更される可能性もある。

計算の入力データに関しては、「吹雪の視界情報」（寒地土研）は気象庁によるデータ（一般財団法人気象業務支援センターによる配信）をそのまま利用しており、「冬期吹雪視程予測システム」（寒地土研）および「冬期道路予測システム」（気象協会）は気象協会独自の1kmメッシュデータを利用し、「吹雪発生予測システム」（防災科研）は気象庁によるデータを、防災科研により気象庁の非静力学モデル（NHM）を用いて再度計算したデータを入力値に用いていた。

活用状況については、「吹雪の視界情報」（寒地土研）は一般ドライバー向けと言うこともあり、写真投稿機能も有することから、一般市民の吹雪に関する関心および事前の対策への意識が増加している背景も有り、年々サイトへのアクセスが増加傾向を示している。同じく寒地土研による「冬期吹雪視程予測システム」は、道路管理者によって、除雪出動や体制判断の利用に最も利用されている³⁾（國分ほか, 2015）。併せて、道では通行止めの判断に、市町村では住民の周知に利用されている実態が分かった⁴⁾（國分ほか, 2016）。「冬期道路予測システム」（気象協会）は気象会社の特性を活かし、独自の予測データを基に地点毎の予測を提供していることから、北海道開発局や道の建設管理部向けのポイント予測が活用されている¹⁾（川村ほか, 2014）。「吹雪発生予測システム」（防災科研）では DoCoMo 環境センサーや防災科研が独自に設置した観測機器の観測データの面的分布や、カメラ画像も閲覧出来るという特徴があった。また、試験運用期間中に対象とする中標津町の暴風雪対応本部に対し、予測に基づく吹雪の対応アドバイスも実施していた^{6) 7)}（根本ほか, 2015）（文部科学省 防災科学技術委員会（第17回、第18回）配布資料）。

表 8.8 道内で運用されている吹雪情報システムの概要（2016 年 5 月末時点の情報）

	吹雪の視界情報 (寒地土研)	冬期吹雪視程予測システム (寒地土研)	冬期道路予測システム (気象協会)	吹雪発生予測システム (防災科研)
目的	道路利用者への冬期道路行動の判断支援	道路管理者に対する冬期防災の判断支援	道路管理者に対する冬期防災の判断支援	自治体防災担当者、道路管理者向け実証実験(試験運用)
対象	一般ドライバー	道路管理者(国、道、市町村) (H26年度122機関)	道路管理者(国、道)、維持業者	道路管理者(道、市町村)
予測エリア	全道221エリア(旧市町村を基本)	全道1kmメッシュ	全道1kmメッシュ(視程のみ) 地点予測	中標津町を中心とした約50km四方の領域メッシュおよび任意地点の時系列グラフ
配信間隔	現況、1～6時間、9、12、18、24時間先の視程 (更新間隔:3時間)	1～6時間先の視程 (更新間隔:1時間)	現況、1～24時間先の視程、吹雪量 (更新間隔:1時間)	1～29時間先の視程、吹雪量、吹きだまりポテンシャル量 (更新間隔:3時間)
予測手法	吹雪時の視程を推定する手法に関する研究 (2002、2007、2012、2015、気象データから吹雪時の視程を推定)	吹雪時の視程を推定する手法に関する研究 (2002、2007、気象データから吹雪時の視程を推定)	吹雪時の視程を推定する手法に関する研究 (2002、2007、気象データから吹雪時の視程を推定) 「雪氷調査法」(1991、日本雪氷学会北海道支部編) 「道路吹雪対策マニュアル」(2011、寒地土木研究所)	竹内の経験式、河村の砂飛の理論、乱流拡散理論、風洞実験による経験的パラメータを用いた独自1次元モデル
気象データ	風速、気温: 気象庁MSM(5kmメッシュ) 現況値と33時間先まで1時間毎の予測値 3時間毎配信 降水強度: 気象庁解析雨量・降水短時間(1kmメッシュ) 現況値と6時間先までの1時間毎の予測値 30分毎配信	降水強度、風速、気温: JWA独自メッシュ(1kmメッシュ) 現況値と6時間先まで1時間毎の予測値 毎時更新(風速メッシュ以外は実況を加味) 直接計算には用いないが判定には1kmメッシュ積雪深メッシュも利用	降水強度、風速、気温: JWA独自メッシュ(1kmメッシュ) 現況値と24時間先まで1時間毎の予測値 毎時更新(風速メッシュ以外は実況を加味) 直接計算には用いないが判定には1kmメッシュ積雪深メッシュも利用	降水強度、風速、気温: 気象庁MSM(5kmメッシュ)を防災科研保有の気象庁NHMにより2kmメッシュで再計算したメッシュ
活用状況	・サイトへのアクセス数は増加傾向 (平成26年度:日平均4,154件、日最大33,547件) ・写真投稿機能あり(平成26年度登録者432人、日最大投稿35件) ・交通行動を変更する実態が明らかに (出発時刻変更、中止、ルート変更など) ・メール受信後の積極的なサイトへのアクセスを確認 ・深夜時間帯はメール配信停止	・除雪出動や体制判断の利用が最も多い。続いて、道では通行止めの判断に利用、市町村では住民の周知に利用	・近年の暴風雪を背景に、吹雪量のポイント予測を国や道の道路管理者が利用している。 ・顧客ごとに任意の基準でメール配信	・現地の独自観測、Docomo環境センサーの観測値分布を面的に見ることが可能。 ・カメラ画像(過去データ含む)、アメダス観測値を閲覧可能。 ・試験運用期間中、暴風雪対応本部に対し、予測に基づく吹雪対応アドバイスを行っていた。 ・吹雪発生後は、町の防災担当者、道路管理者に対し吹雪状況ヒアリングを行っていた。

〔参考文献〕

- 1)川村文芳・小松麻美・丹治和博・西村浩一・斯波俊二・黄瀬雅巳, 2014: 冬期道路管理における気象予測情報の新たな活用について ～吹雪量予測・雪崩危険度予測の取り組み～, 2014 ふゆトピア・フェア in 釧路予稿集.
- 2)Kokubu, T., H.Takeuchi, Y.Harada, S.Omiya, M.Matsuzawa, Y.Sakai, 2016: Provision of Snowstorm Visibility Information, TRB 95th Annual Meeting Compendium of Papers, 16, 2189-2204.
- 3)國分徹哉・原田裕介・武知洋太・大宮哲・松澤勝, 2015: 吹雪時の視界予測情報提供と活用状況について, 寒地土木研究所月報, 750, 47-53.
- 4)國分徹哉・原田裕介・武知洋太・大宮哲・松澤勝, 2016: ドライバーや道路管理者への吹雪視界予測情報の提供とその効果, ゆきみらい 2016in 盛岡予稿集
- 5)武知洋太・川中敏朗・松澤勝・金子学・原田裕介, 2012: 降雪を伴わない地吹雪発生時の気象条件に関する一考察, 第 28 回 寒地技術シンポジウム予稿集, 198-203.
- 6)根本征樹・上石勲・中村一樹, 2015: 北海道中標津町における吹雪予測システムの試験運用についてー2014/15 年冬期ー, 雪氷研究大会（2015・松本）予稿集, 14.
- 7)文部科学省 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 防災科学技術委員会, 議事要旨・議事録・配付資料, 第 17 回（平成 26 年 4 月 18 日）配布資料 1-2, 第 18 回（平成 26 年 6 月 18 日）配布資料 2-7,2-8.
- 8)http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/054/giji_list/index.htm
松澤勝・竹内政夫, 2002: 気象条件から視程を推定する手法の研究. 雪氷, 64, 77-85.
- 9)松澤勝, 2007: 吹雪時の視程推定手法の改良に関する研究. 雪氷, 69, 79-92.

8.5 気象情報利用ガイド(案)〈冬季版〉について

吹雪災害を分析するにあたって多くの気象資料を収集整理し、吹雪災害が発生する際の気象的な特徴も把握することができた。これら資料を埋没させないために、道路管理者向けの「気象情報利用ガイド(案)〈冬季版〉」を作成することとした。災害に結びつく事象だけでなく、知っておくべき気象の知識も含めてまとめることにし、第一段階として次の10項目を作成した。

あまり専門的にならないように、かつポイントを把握できるように、一つの項目を見開き2ページとしてまとめることにした。

- 大雪警報、暴風雪警報
- 大雪特別警報
- 冬型
- 冬型の筋状雲
- 西岸带状雲
- 西岸小低気圧
- 爆弾低気圧
- 吹雪時の気象情報チェック項目
- 気象庁発表の気象シナリオ
- 吹雪量

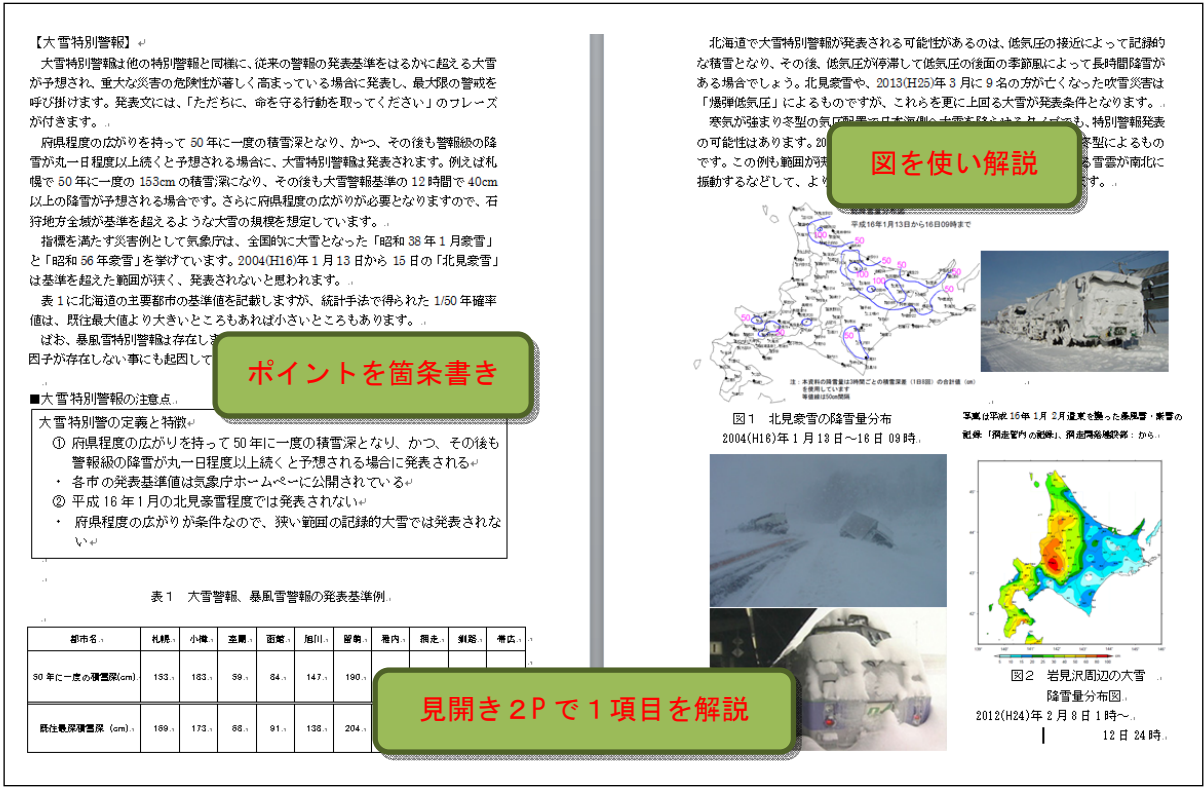


図 8.18 気象情報利用ガイド(案)〈冬季版〉の構成例

8.6 CCTV 画像を用いた吹雪の定量・広域的把握の可能性について

近年、これまであまり吹雪の発生しなかった地域での吹雪の発生や、局所的な豪雪により、吹きだまりや視程障害などの道路障害が発生している。吹雪の現況把握については、視程計を用いる現地観測が行われてきたが、メンテナンスの難しさやコストの面から、広域的な導入には至っていない。一方で、吹雪は局所的に発生するとともに、時間変動が激しいことから、道路に沿って広域的に現地状況を把握することへのニーズが高い。

8.6.1 CCTV 画像を用いた吹雪の定量的評価方法

(1) 画像評価方法

北海道大学の萩原らは、CCTV カメラの画像から吹雪時の視界状況を判定する手法として、人間のコントラスト感度関数に着目した研究を行ってきた。

図 8.19 は Campbell-Robson CSF chart¹⁾ と呼ばれ、横軸に縞の細かさ（空間周波数）、縦軸に縞の輝度の比（コントラスト）を変化させている図である。縞模様に見える部分と縞模様に見えない部分の境目が、

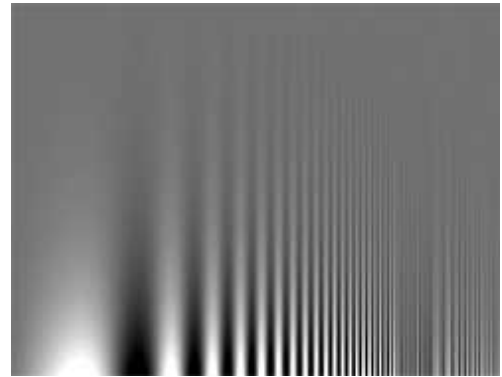


図 8.19 Campbell-Robson CSF chart

我々がコントラストを認識できる限界のコントラストである。図 8.19 から分かるように、人間の視覚は縞の細かさによって縞を認識できる輝度の限界が異なるという特性がある。

萩原らの開発した評価方法は、視界不良の評価指標として画像の空間周波数を利用し、人間のコントラスト感度を利用したバンドパスフィルタ処理により、人間にとって見やすい領域の空間周波数から画像の見づらさを定量化するものである²⁾³⁾。定量化した指標(WIPS: Weighted Intensity of Power Spectrum)の算出プロセスを以下に示す。

①CCTV 道路画像から視界情報算出エリアの静止画像を切り出し、グレースケールに変換する。

②各画素の明るさの分布を 2 次元フーリエ変換によって、空間周波数成分に分解し、得られた各々の空間周波数に対応するパワースペクトルを算出する。

③パワースペクトルにおいて、1.5～18cpd の範囲が人間の感じることのできる空間周波数の範囲であり、この範囲内のパワースペクトルの合計値を WIPS とする。

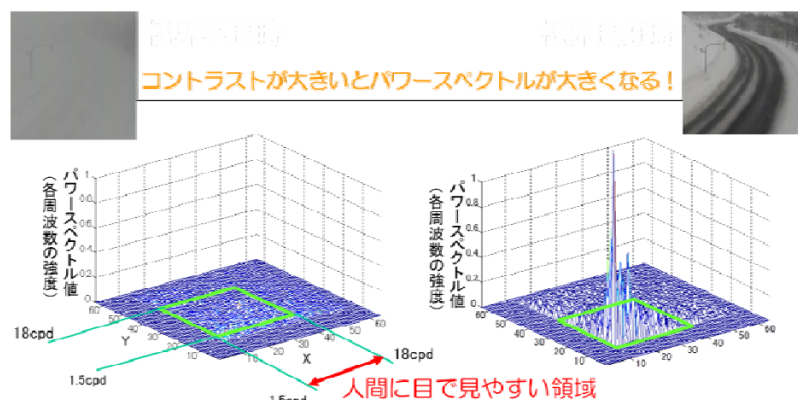


図 8.20 視界不良時と良好時の画像のパワースペクトル値

(参考文献)

- 1) Campbell, F.W. and Robson, J.G., Application of Fourier Analysis to the Visibility of Gratings, Journal of Physiology, Vol.197, pp. 551-566, 1968.
- 2) Hagiwara, T., Kizaka, K. and Fujita, S.; Development of Visibility Assessment Methods with Digital Images under Foggy Conditions, Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board, No.1862, pp.95-108, 2004.
- 3) Hagiwara, T., Ota, Y., Kaneda, Y., Nagata, Y. and Araki, K.; A Method of Processing CCTV Digital Images for Poor Visibility, Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board, No.1973, pp.95-104, 2006.

図 8.20 のように、視界不良時の静止画像は、パワースペクトル値が全体的に非常に小さい。一方、視界良好時の静止画像はパワースペクトル値が大きく、人間の目で見やすい領域のパワースペクトルも大きな値となる。図 8.21 には CCTV カメラの静止画像を示した。視界が悪いと感じる画像は、画像全体が灰色もしくは白っぽくなっており、画像のコントラストが小さく、パワースペクトルの合計値（WIPS）も小さい。ここでは、この画像評価方法を用いて、分析を行った。



図 8.21 画像の視界状況とパワースペクトルの合計値の関係

(2) 視界情報処理システムの活用

道路監視用 CCTV の静止画像から視界状況を自動的に数値化、評価する方法として、北海道大学と北海道開発技術センターで開発した「視界情報処理システム」の一部機能を使用した。視界情報処理システムの核心部には、WIPS (Weighted Intensity of Power Spectrum) による評価が組み込まれている。視界情報処理システムは、図 8.22 のように 3 つの装置（画像数値化装置、収集装置、送信装置）で構成されている。

視界情報処理システムによって視界状況を評価するためには静止画像が必要である。システム稼働の前段階として、静止画像収集システムが、「北海道地区道路情報（管理者サイト）」で提供されている静止画像を一定時間間隔で保存する。平成 27 年度冬期については、「北海道地区道路情報」の更新間隔が 15 分であったことを踏まえ、15 分間隔で静止画像を保存した。保存した静止画像は、視界情報処理システム内のデータベースに蓄積した。

画像数値化装置は、静止画像から視認性情報 WIPS を算出する。WIPS の算出には、グレースケール化した上で、256 ピクセル×256 ピクセルのエリアを切り抜くが、今回は地点数が多く、全箇所の設定が難しいため、横方向は画像の中央、縦方向は画像の中央のやや上方の位置で切り抜くこととした。この点については、今後、精度向上のために改善できる可能性がある。算出した WIPS の値についても、視界情報システム内のデータベースに蓄積した。

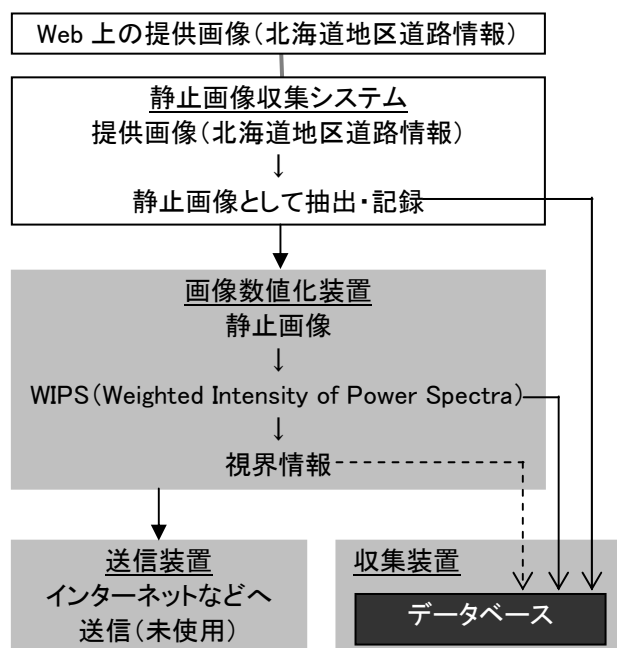


図 8.22 本分析で用いた視界情報処理システム

(3) 対象とする CCTV カメラ

最新の道路監視用 CCTV カメラのリストから、視界不良の発生しないトンネル区間のカメラと、市街部にあり、電柱や電線などの影響で道路遠方が確認できないカメラを除き、対象とする CCTV カメラの地点を絞った。なお、この段階でも地点数がかなり多かったため、連続する CCTV カメラについては間引きを行い、最終的に一般国道 630 箇所、高規格幹線道路などから 63 箇所の計 693 箇所を対象とすることとした。路線ごとの箇所数を表 8.9 に示した。

画像の収集は、平成 27 年 12 月 1 日から開始し、平成 28 年 3 月 31 日まで行った。

表 8.9 路線ごとの対象カメラ箇所数

国道番号	箇所数	国道番号	箇所数	国道番号	箇所数	高規格など	箇所数
国道 5 号	33 箇所	国道 235 号	9 箇所	国道 277 号	3 箇所	北見道路	4 箇所
国道 12 号	11 箇所	国道 236 号	3 箇所	国道 278 号	5 箇所	旭川紋別自動車道	13 箇所
国道 36 号	14 箇所	国道 237 号	15 箇所	国道 333 号	2 箇所	白鳥大橋	2 箇所
国道 37 号	14 箇所	国道 238 号	54 箇所	国道 334 号	4 箇所	黒松内新道	1 箇所
国道 38 号	30 箇所	国道 239 号	9 箇所	国道 335 号	16 箇所	深川留萌道	9 箇所
国道 39 号	26 箇所	国道 240 号	9 箇所	国道 336 号	13 箇所	帯広広尾自動車道	8 箇所
国道 40 号	26 箇所	国道 241 号	6 箇所	国道 337 号	21 箇所	道東自動車道	4 箇所
国道 44 号	17 箇所	国道 242 号	5 箇所	国道 391 号	3 箇所	日高自動車道	4 箇所
国道 228 号	11 箇所	国道 243 号	17 箇所	国道 392 号	1 箇所	函館江差道	3 箇所
国道 229 号	28 箇所	国道 244 号	25 箇所	国道 393 号	8 箇所	函館新道	2 箇所
国道 230 号	31 箇所	国道 272 号	14 箇所	国道 451 号	1 箇所	函館新外環状道路	1 箇所
国道 231 号	21 箇所	国道 273 号	7 箇所	国道 452 号	1 箇所	美幌バイパス	2 箇所
国道 232 号	28 箇所	国道 274 号	32 箇所	国道 453 号	13 箇所	豊富バイパス	3 箇所
国道 233 号	4 箇所	国道 275 号	15 箇所			幌富バイパス	2 箇所
国道 234 号	4 箇所	国道 276 号	21 箇所			名寄美深道路	5 箇所
				合計	630 箇所	合計	63 箇所

8.6.2 CCTV 画像を用いた吹雪の定量的評価結果

(1) 画像収集結果

平成 27 年度は、北海道地区道路情報で提供されている CCTV カメラの画像を、広域的、安定的に収集することが大きな目的であった。図 8.22 に示した静止画像収集システムは、平成 27 年 12 月 1 日から平成 28 年 3 月 31 日までの 122 日間にわたり、安定的に静止画像を収集、蓄積することができた。一方、表 8.9 に示した対象地点のうち、国道 230 号の「豊平峡入口」、国道 231 号の「浜益村タンパケ」と「阿分」、国道 232 号の 12 箇所（下サロベツ、天塩町振老、遠別町北里、遠別町北浜、金浦、共成、明里、第 2 栄、築別、興津、北香川、苫前町上平）、国道 239 号の 3 箇所（霧立峠霧立 ST、東川、長島）、国道 243 号の「R243 弟子屈道路 美幌峠 1」については、期間を通じてメンテナンス中の画面が多数を占めていた。

(2) 吹雪の定量的評価の可能性

平成 27 年度は吹雪の発生が少ない冬期であったが、それでも通行止めを伴うような吹雪が何度か発生した。表 8.10 には、道東地域を中心に吹雪が発生した平成 28 年 2 月 29 日～3 月 1 日を含む、平成 28 年 2 月 28 日～3 月 2 日までの、国道 243 号での WIPS の低下量を示した。表中の数字は、好天時の WIPS からの低下量を示しており、吹雪などによって画像のコントラストが低下すると、数値が大きくなる。白色のセルは WIPS の低下量が 2.5 未満であり、あまり視界が悪化していない状況（レベル 1）、黄色のセルは WIPS が 2.5～4.0 下がっておりやや視界不良の状況（レベル 2）、橙色のセルは WIPS が 4.0～5.0 下がっており視界不良の状況（レベル 3）、赤色のセルは WIPS が 5.0 以上下がっており厳しい視界不良の状況（レベル 4）を示している。

表 8.10 のように、美幌峠 3 では、2 月 29 日の午前中から視界不良が発生し、12 時以降には厳しい視界不良となっている。実際に国道 243 号美幌峠では、2 月 29 日の 13 時 30 分から吹雪によって通行止めとなり、3 月 2 日 7 時の解除まで通行止めが継続した。標茶町虹別でも、2 月 29 日の午後から視界不良が発生しており、3 月 1 日の 11 時には、厳しい視界不良となっている。実際に国道 243 号虹別付近は、3 月 1 日 10 時 30 分から吹雪による通行止めとなり、3 月 1 日 18 時 30 分の解除まで通行止めが継続した。ただし、虹別では 3 月 1 日の午後から、カメラの前面に着雪が形成されて始めており、3 月 2 日の視界不良はその影響を受けていた。

表 8.10 吹雪発生時における視界状況の定量的評価（国道 243 号）

2 月 28 日	6 時	7 時	8 時	9 時	10 時	11 時	12 時	13 時	14 時	15 時	16 時	17 時
美幌峠 3	1.20	1.19	0.64	0.55	0.98	1.07	0.98	0.68	0.19	0.27	1.69	1.35
札友内	1.74	1.76	1.72	1.57	1.46	1.35	1.56	1.58	1.84	1.82	1.52	1.43
標茶町虹別	0.32	0.00	0.39	0.29	0.32	0.36	0.37	0.68	0.73	0.51	0.16	0.21
西春別 1	1.90	1.88	1.15	1.29	1.16	1.50	1.37	1.41	1.34	1.32	1.08	1.16
中西別	0.00	1.27	1.23	1.22	1.20	1.16	1.14	1.06	1.46	1.07	1.06	1.07
シカルナイ	1.47	1.34	0.88	0.95	1.02	1.02	0.94	0.91	0.95	0.63	0.85	1.82
2 月 29 日	6 時	7 時	8 時	9 時	10 時	11 時	12 時	13 時	14 時	15 時	16 時	17 時
美幌峠 3	1.89	1.20	2.97	4.07	3.27	4.77	5.24	6.00	5.04	5.26	3.97	3.15
札友内	1.08	2.06	1.87	2.12	2.07	3.55	3.82	3.80	3.85	4.12	3.46	3.99
標茶町虹別	0.47	0.61	0.48	0.84	0.69	1.75	2.50	2.61	2.77	3.63	2.61	3.26
西春別 1	1.49	1.58	1.63	1.63	2.13	3.29	3.50	3.10	3.11	3.97	2.47	2.77
中西別	0.00	1.49	1.41	1.45	1.40	2.89	3.19	3.19	3.20	3.63	4.06	0.00
シカルナイ	1.99	1.15	1.21	1.21	1.16	2.36	2.73	2.11	2.00	2.89	3.86	3.09
3 月 1 日	6 時	7 時	8 時	9 時	10 時	11 時	12 時	13 時	14 時	15 時	16 時	17 時
美幌峠 3	1.68	3.70	3.58	7.68	7.27	7.71	7.38	6.27	5.40	5.07	5.11	3.98
札友内	1.93	2.33	2.88	3.40	4.32	3.87	3.23	2.67	1.79	2.22	1.61	1.92
標茶町虹別	1.38	1.65	2.51	2.82	2.34	5.25	4.14	5.09	4.54	5.23	2.97	3.79
西春別 1	1.18	2.14	2.35	1.99	2.27	4.06	3.97	3.66	3.47	2.99	2.72	3.09
中西別	0.00	3.29	3.53	3.36	3.40	3.58	4.65	4.22	4.25	3.90	4.12	3.86
シカルナイ	2.81	2.87	2.85	2.37	1.83	2.07	2.59	2.62	2.42	2.63	2.68	2.51
3 月 2 日	6 時	7 時	8 時	9 時	10 時	11 時	12 時	13 時	14 時	15 時	16 時	17 時
美幌峠 3	1.81	2.04	2.19	0.86	0.93	1.49	1.26	0.99	5.61	1.54	1.29	1.51
札友内	0.40	0.88	0.81	0.72	1.09	1.05	0.97	0.81	1.01	0.59	0.74	1.16
標茶町虹別	4.84	4.53	4.34	4.15	4.26	3.02	3.00	2.44	5.14	5.54	6.02	6.33
西春別 1	1.04	1.91	1.77	1.82	1.78	2.19	1.69	1.22	1.02	0.88	1.76	1.65
中西別	3.40	2.51	2.69	2.31	2.30	1.99	2.18	1.78	1.42	1.30	0.86	1.16
シカルナイ	1.70	1.71	1.24	1.14	1.17	1.35	1.27	1.11	1.12	0.51	0.12	1.71

（3）吹雪の広域的把握の可能性

吹雪の定量的評価と同様な方法で、全道の WIPS の低下状況を広域的に地図上にプロットした。平成 28 年 2 月 29 日の 9 時、11 時、13 時、15 時の状況を図 8.23 に示した。レベル 1 はあまり視界が悪化していない状況、レベル 2 はやや視界不良、レベル 3 は視界不良、レベル 4 は厳しい視界不良の状況になっていると考えられる。図より、同日の朝の段階では、道央や日高地方で視界不良が発生しており、一方で、釧路地方や根室地方はほとんど視界不良が発生していない。昼前の 11 時になると、道央や日高地方の視界不良はほぼ解消しており、視界不良の中心が、道北や十勝地方に移っていた。13 時には、視界不良の発生地域が道北と十勝地方から、徐々に道東に広がる一方で、道央はほぼ視界不良が解消している。15 時には、道北の視界不良も徐々に解消しており、十勝から釧路、根室地方で厳しい視界不良が発生していた。平成 28 年 2 月 29 日は、発達した低気圧が北海道の北部に近づいており、低気圧の位置によって、視界不良の位置が道央から道北、道東へと経過していったことが考えられる。

このように、CCTV 画像から吹雪を定量的、広域的に評価することで、広域的な視界不良、吹雪の推移の把握が可能になると考えられる。

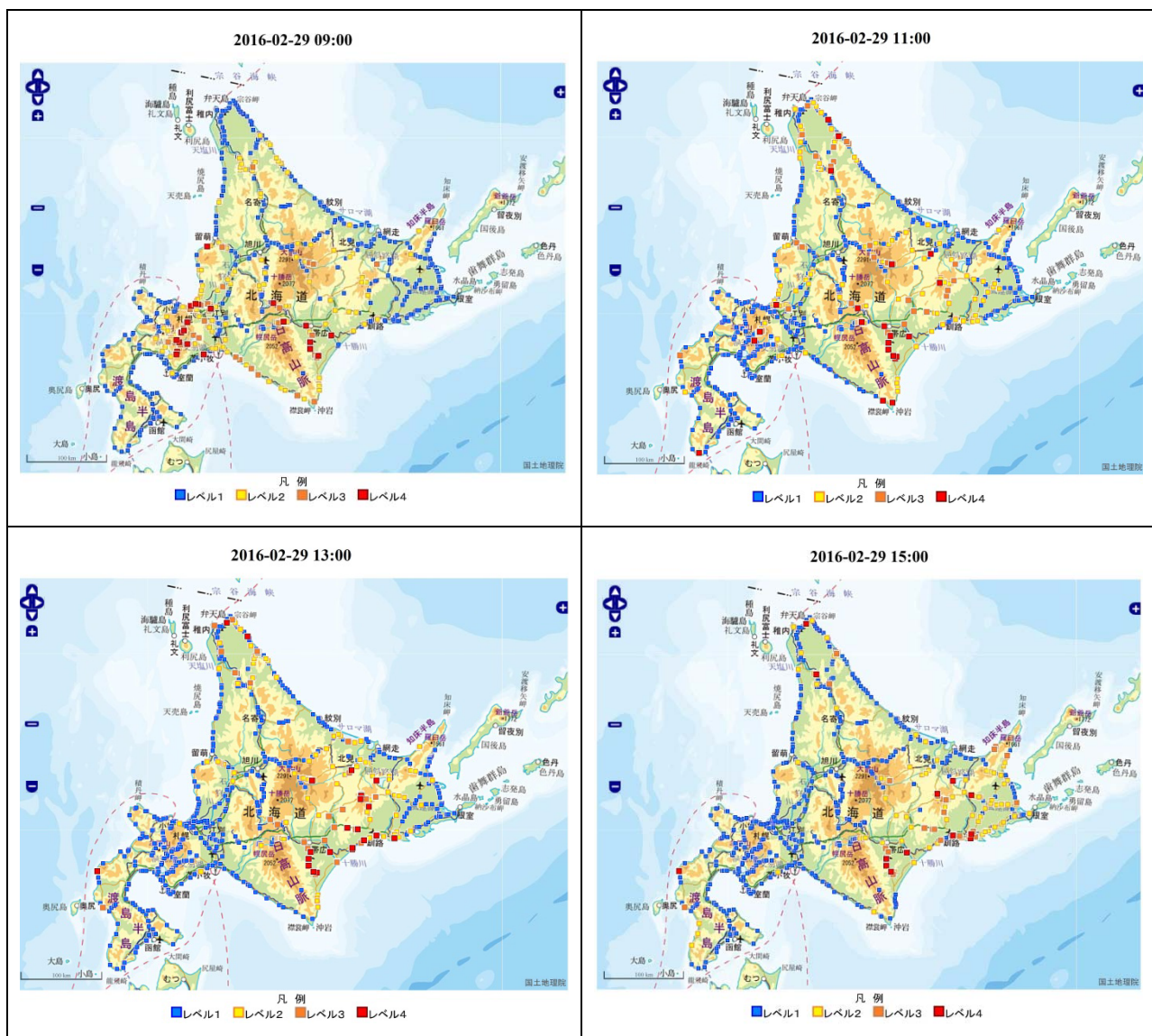


図 8.23 全道の視界状況をプロットした事例（平成 28 年 2 月 29 日）