

11. 冬期路面モニタリング技術の高度化に関する調査

11.1 調査の概要

11.1.1 調査背景

スタッドレスタイヤ規制以降、冬期の路面管理は交通安全上で重要な問題となっている。冬期路面管理では路面状態の把握が対策（融雪剤の散布など）を行う上での大前提であるが、路面モニタリング技術は目視等が中心であり、他の気象要素（風、気温、積雪など）に比べて機器等の活用による高度化・実用化が遅れている状況である。

11.1.2 調査目的・内容

本調査は、冬期路面の目標管理に資する路面モニタリングの高度化・実用化を目的とする。調査内容（項目）は大きく以下の3項目である。

- 路面判別センサ整備状況・活用実態及びモニタリングの課題把握
- 路面モニタリング高度化の具体的方策検討
- 路面モニタリング高度化施策の導入可能性調査・検証

11.1.3 調査年次計画

調査研究項目	H14	H15	H16	H17	備考
路面判別センサ整備状況・活用実態	●				
路面モニタリングの課題整理	●	●			
モニタリング高度化検討		●			
具体施策の導入可能性調査・検証			●	●	

11.1.4 共同研究分担

	道路管理技術委員会交通情報G	(独)北海道開発土木研究所 交通研究室
現道における 試験調査	当別道路維持事業所管内の道路(国道 275号、231号等)における試験	実験期間中に適宜、すべり摩擦試験車の同走による精度検証
苫小牧寒地試験道路 における試験調査		人口雪氷路面における調査
その他	冬期道路管理の運用手法に関する文献調査	管理水準、運用手法に関する文献調査

11.2 調査結果概要

11.2.1 路面判別センサ（路面凍結検知器）の整備状況と使用実態（H14）

北海道開発局が整備した路面凍結検知器の整備状況（平成14年秋現在）を図11-1に、道路事務所などの使用実態アンケートの結果（凍結防止剤散布の判断）を図11-2に示した。

現在のところ凍結路面探知機は試験的運用であるが、感知精度においても凍結防止剤の散布に際して路面凍結検知器が十分に活用されていない。

一方、路面凍結検知器の精度が向上した場合には、凍結防止剤散布の判断や道路情報に適用したい意向がみられる。また、点の情報を線にすることで有用性が高まることや、現状では、他の情報と組み合わせて使用している状況などが明らかになった。

なお、I T V（C C T V）カメラに関しては、冬期の道路状況のほか、防災関連の監視等に幅広く用いられているため順次整備が進み、平成 14 年度で 638 台が整備されている。

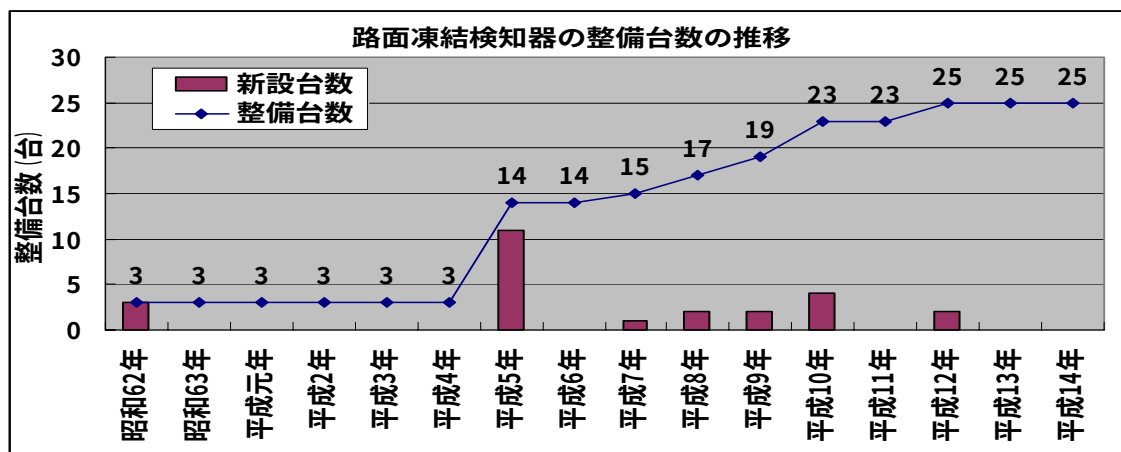


図 1 1－1 路面凍結検知器の整備台数の推移

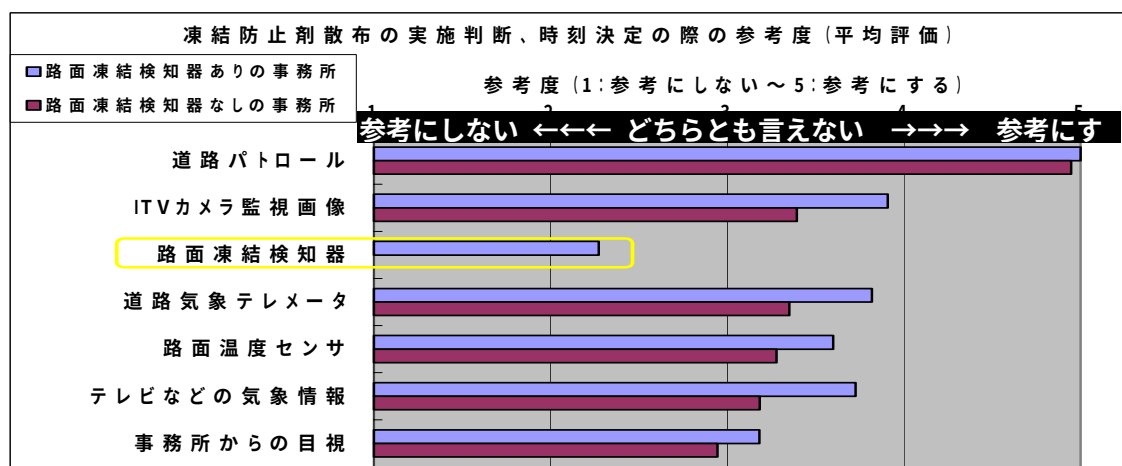


図 1 1－2 凍結防止剤散布の際の参考度

1 1．2．2 路面判別センサの精度検証 (H14)

既存の路面判別センサ、ビデオカメラ（調査期間に設置）、現地での目視による路面観測結果を用いて、路面判別センサの精度検証を行った。路面判別センサの判別結果と路面観測結果の比較を表 1 1－1 に示した。

傾向として路面判別センサと路面状況はおよそ一致していたが、路面状況が「乾燥」の場合においても、「湿潤」「凍結注意」など、異なった判別結果が目立った。

一方、ビデオカメラの画像のみから判別した結果を図 1 1－3 に示しているが、データ数は少ないものの、路面判別センサとほぼ同等レベルで判別することができていることが分かる。夜間においては、「積雪」「凍結」などの判別がやや難しいものの、「乾燥」路面の判別精度は路

面判別センサより高かった。

表 1 1－1 路面判別センサの判別結果と路面観測結果

		路面判別センサの判別結果				
		凍結警告	凍結	積雪	湿潤	乾燥
路面観測結果	凍結	1	1	0	0	0
	積雪	2	0	2	0	0
	湿潤	0	1	0	12	0
	乾燥	1	0	0	12	12

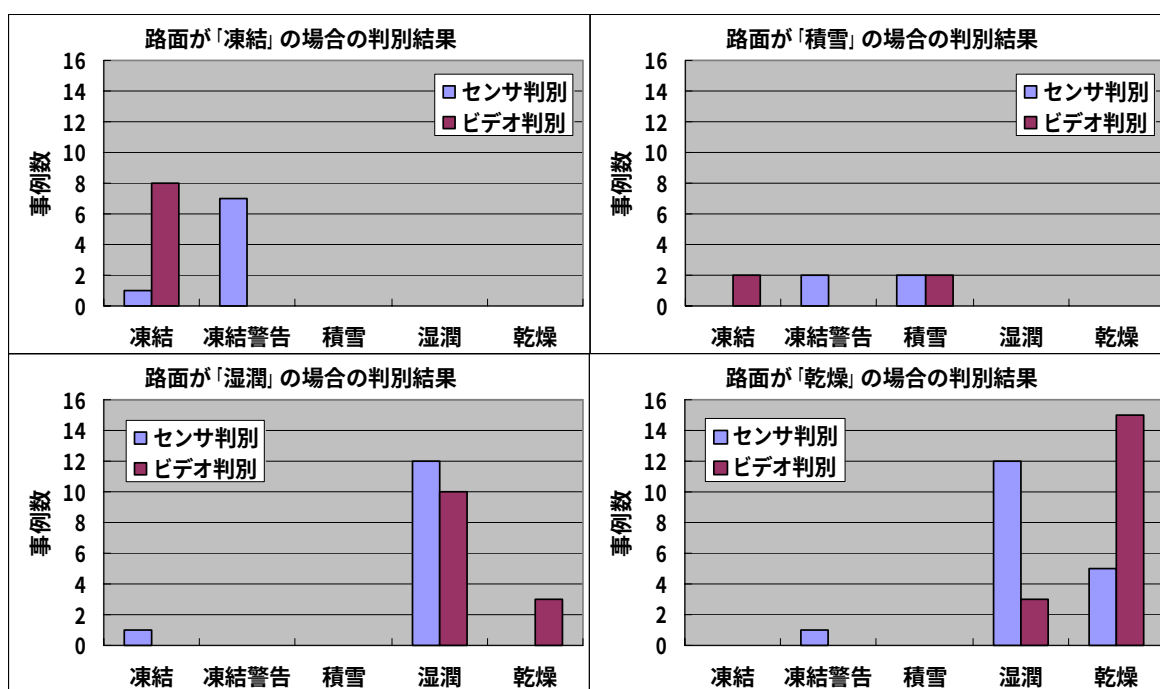


図 1 1－3 路面判別センサとビデオ画像の判別結果の比較

平成 1 4 年度調査のまとめ

- ◆ 現状のセンサには、精度面と情報が点であるという課題が挙げられた。一方、ビデオカメラによる映像からの判別は、比較的精度が高く、既存施設としても設置基数が多いことから、応用性が高いと考えられる。
- ◆ 路面判別センサは、他センサとの組み合わせなどにより精度の高いシステムにすることや、線データを得られるように改良することによって有用性が向上する可能性が高いが、当面は特殊区間の整備と考えられる。
- ◆ 路面モニタリングとしては、判別センサのように間接的な情報から判断するよりは、摩擦係数を直接入手するほうが効果的と考えられる。また、線的な情報として得ることにより価値が高まる。

11.2.3 車載型すべり抵抗測定装置の検証 (H15)

(1) 車載型すべり抵抗測定装置の試験導入による現場操作の課題抽出

平成16年1月中旬より当別道路維持事業所において路面モニタリングを試験導入し、車載型すべり抵抗測定装置の撤去時に、巡回員に対して作業の難度、実道導入への課題についてのヒアリングを実施した。主な結果は以下のとおり。

(車載型すべり抵抗測定装置の操作性)

- ◆ 交通量が多くない区間であれば、路面モニタリングにおけるブレーキロックは難しくない。すなわち、「片側2車線道路の左車線」「交通量の少ない片側1車線道路」は難しくない
- ◆ ボタン操作等については現行システムで特に問題がない

(モニタリングの実施地点、実施回数など)

- ◆ 安全性が高いのは「片側2車線道路の左車線」「交通量の少ない片側1車線道路」
- ◆ 道路パトロールでモニタリングの回数を増やすことは、時間的な制約から難しい

(表示データの有効利用)

- ◆ 融雪剤の散布については、散布後の効果、効果継続の確認には有効と考えられる。

(2) 車載型すべり抵抗測定装置の精度検証

「すべり試験車との測定値の比較調査」、「実道における測定調査」、「融雪剤散布後における測定調査」の3調査のデータを用いて、車載型すべり抵抗測定装置の精度検証を実施した。

このうちすべり試験車との調査では、精度の高いすべり抵抗値との比較が可能で、非常に有効な分析となった(他の2調査は定量的なすべり抵抗値ではなく目視による路面判別値との比較である)。この調査では一般国道231号および275号において、北海道開発土木研究所のすべり試験車とともに縦走測定を実施した。すべり試験車から得たすべり抵抗値と車載型すべり抵抗測定装置の計測値の関係と、代表的な減速度推移のグラフを図11-4に示す。測定時の路面状況は一般国道275号で「圧雪～アイスバーン」、231号で「アイスバーン～湿潤」であり、すべり試験車の平均値で比較した路面のすべり抵抗は275号、231号(2回目)、231号(1回目)の順に小さかった。

比較的すべりやすい275号と231号(2回目)ではすべり試験車との相関が高いのに対し、すべりにくい231号(1回目)はバラつきが大きく、車載型すべり抵抗測定装置の平均値が0.25程度で頭打ちになっている。これはすべりにくい路面においては、運転者が急制動による大きな減速度を受けるのを恐れ、図11-4の右中のグラフのようにブレーキの踏み込みが甘くなったためと考えられる(図11-4の右上、右下は踏み込みがしっかりしている場合の減速度推移)。また、231号の1回目と2回目は同一運転者であるが、1回目に比べ2回目の精度が高い。両調査は2時間程度経過しており、時間の経過とともにややすべりやすい路面となったことを考慮しても、運転者がブレーキを踏むことに慣れることで精度が高まると考えられる。

すなわち、車載型すべり抵抗測定装置の計測値がバラつく要因としては、運転手がブレーキテストに不慣れな場合や路面があまり滑らない場合など、ブレーキロックが上手にできない条件が挙げられた。

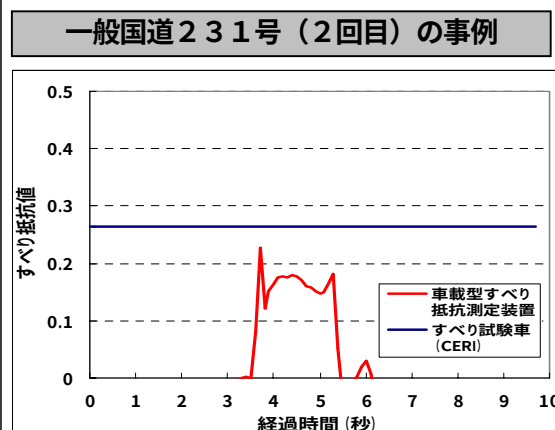
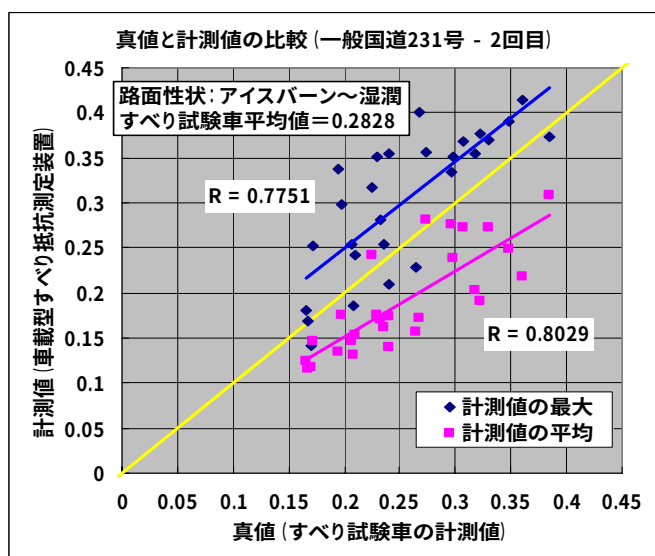
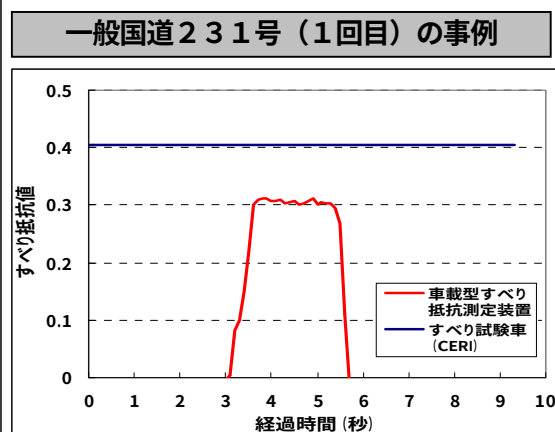
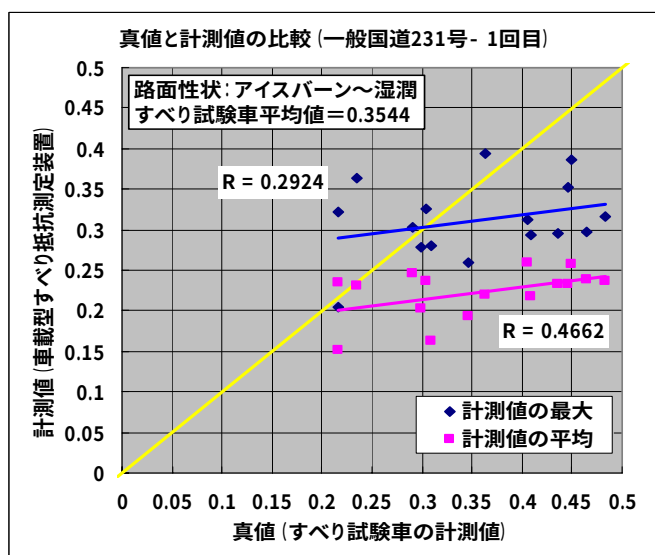
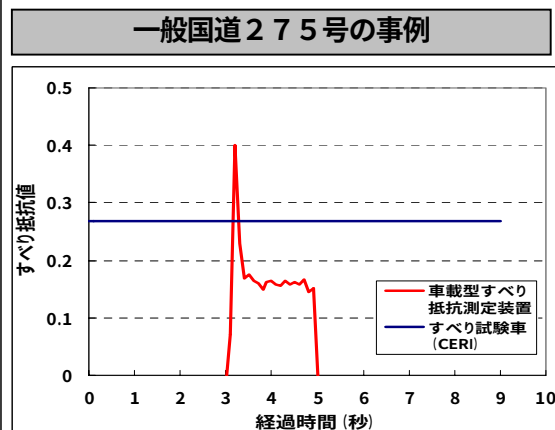
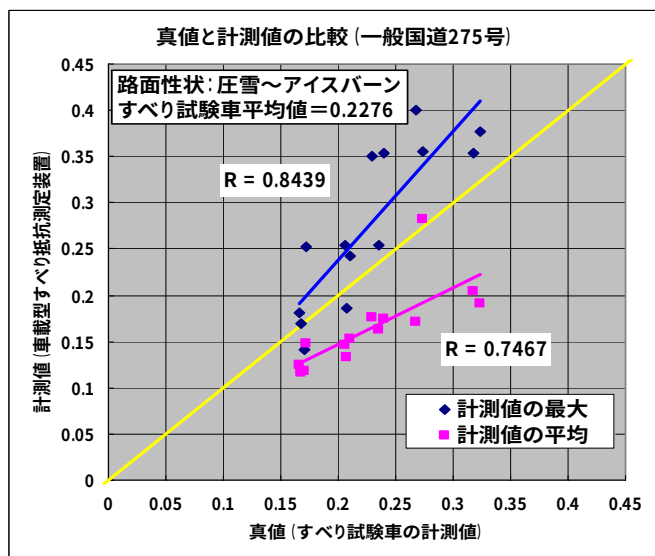


図11-4 すべり試験車と車載型すべり抵抗測定装置の計測値の関係と代表的な減速度推移

11.2.4 路面判別フローの作成と検証 (H15)

日中と夜間の2条件について路面判別フロー（図11-5、図11-6）を作成した。その路面判別フローを用い、目視による観測結果（真値）と、同時刻の路面画像から路面判別フローによって推測した判別値との比較を行った。

表11-2は札幌市内の2箇所において、約300事例を比較した結果である。いずれも正答数と安全側の判別結果を含めると9割程度を占めるものの、実際の正答数は5割程度となっている。正答数の割合が低い理由としては、安全側の配慮から左よりの矢印に進むため、凍結路面と判別されやすいことが挙げられる。特に表11-2（左）においては、真値が「積雪」時に「凍結」と判定されるケースが非常に多い。このケースを分析した結果、真値が「つぶ雪下層氷板」の場合が半分以上を占めていた。「つぶ雪下層氷板」は凍結防止剤散布の関係もあり、色が白一色でない場合や路面が一様でない場合が多く、「凍結」と判別されやすいと考えられる。また表11-2（右）では真値が「湿潤」時に、「凍結」と判別されるケースが多い。「湿潤」と「凍結」は、画像の判別において最も難しい部分であると考えられ、特に今回使用したようなタイムラプス画像や静止画像では水しぶきの飛び散りの確認が難しく、気温や路温などの情報との組み合わせなど必要と考える。

一方、夜間については表11-3に比較結果を示したが、それぞれの地点で若干の特徴があるものの、正答数の低下などは見られなかった。今回のように、街灯である程度の明るさが確保されている地点では、夜間の判別も大きな支障はないと予想される。

路面状況判別フロー：日中用

フローにおいて判断に迷う場合には、左よりの矢印へと進むようにしてください

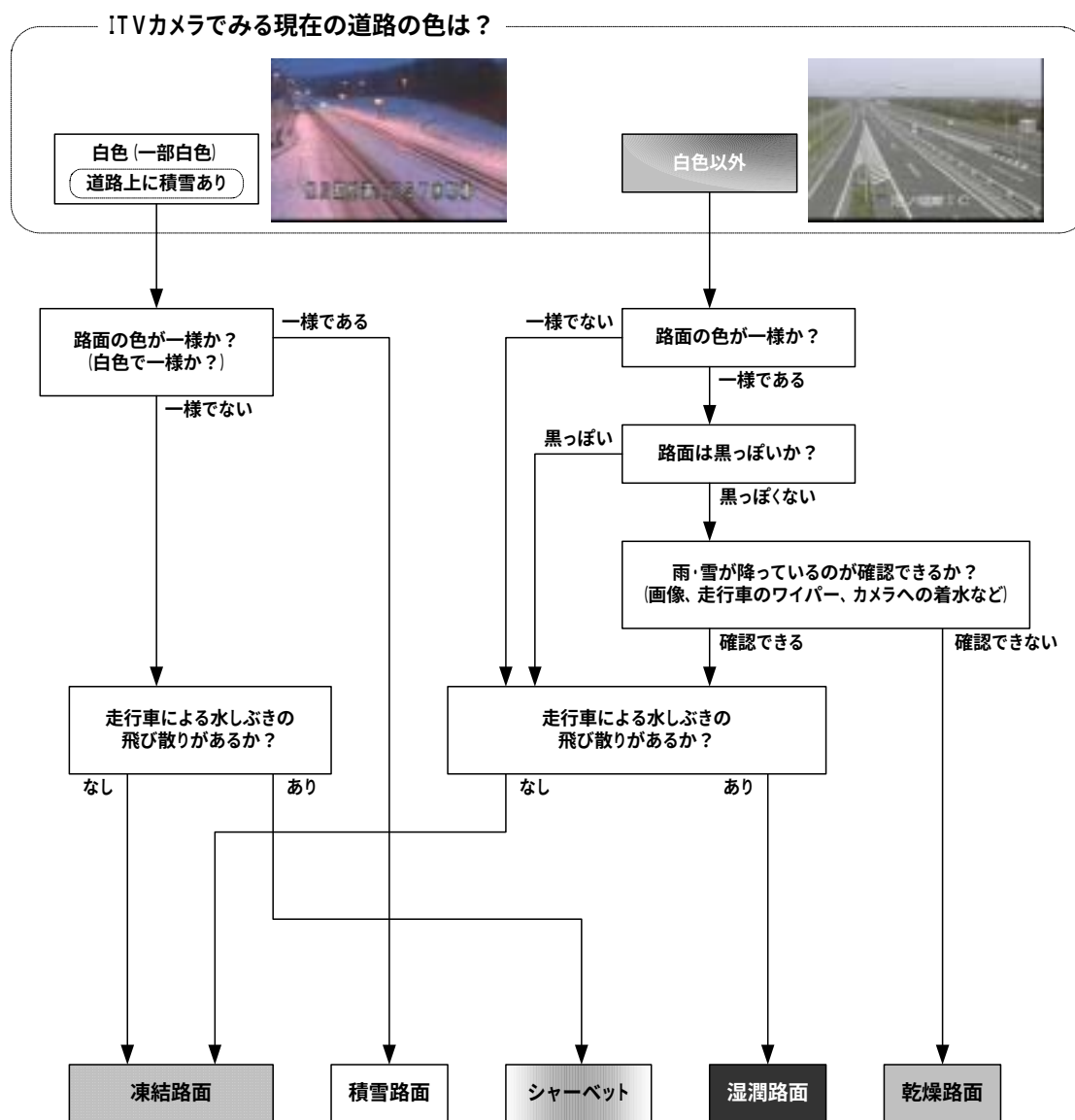


図 1 1 - 5 路面判別フロー（日中用）

表 1 1 - 2 路面判別フローによる判別値と真値の比較（左：調査地点A、右：調査地点B）

全データ		真値（現地観測の値）				
		凍結路面	積雪路面	シャーベット	湿潤路面	乾燥路面
路面判別フローによる判別値	凍結路面	37	74	2	14	11
	積雪路面	8	25	0	0	0
	シャーベット	1	1	3	0	0
	湿潤路面	5	5	9	37	9
	乾燥路面	3	0	0	4	53
正答率		51%				
安全側		37%				
危険側		12%				

※黄色は正当数、緑は安全側の判別結果、橙は危険側の判別結果

全データ		真値（現地観測の値）				
		凍結路面	積雪路面	シャーベット	湿潤路面	乾燥路面
路面判別フローによる判別値	凍結路面	47	26	12	52	12
	積雪路面	5	11	0	0	0
	シャーベット	0	0	4	1	0
	湿潤路面	1	0	2	18	0
	乾燥路面	3	2	1	15	80
正答率		55%				
安全側		35%				
危険側		10%				

路面状況判別フロー：夜間用

フローにおいて判断に迷う場合には、左よりの矢印へと進むようにしてください

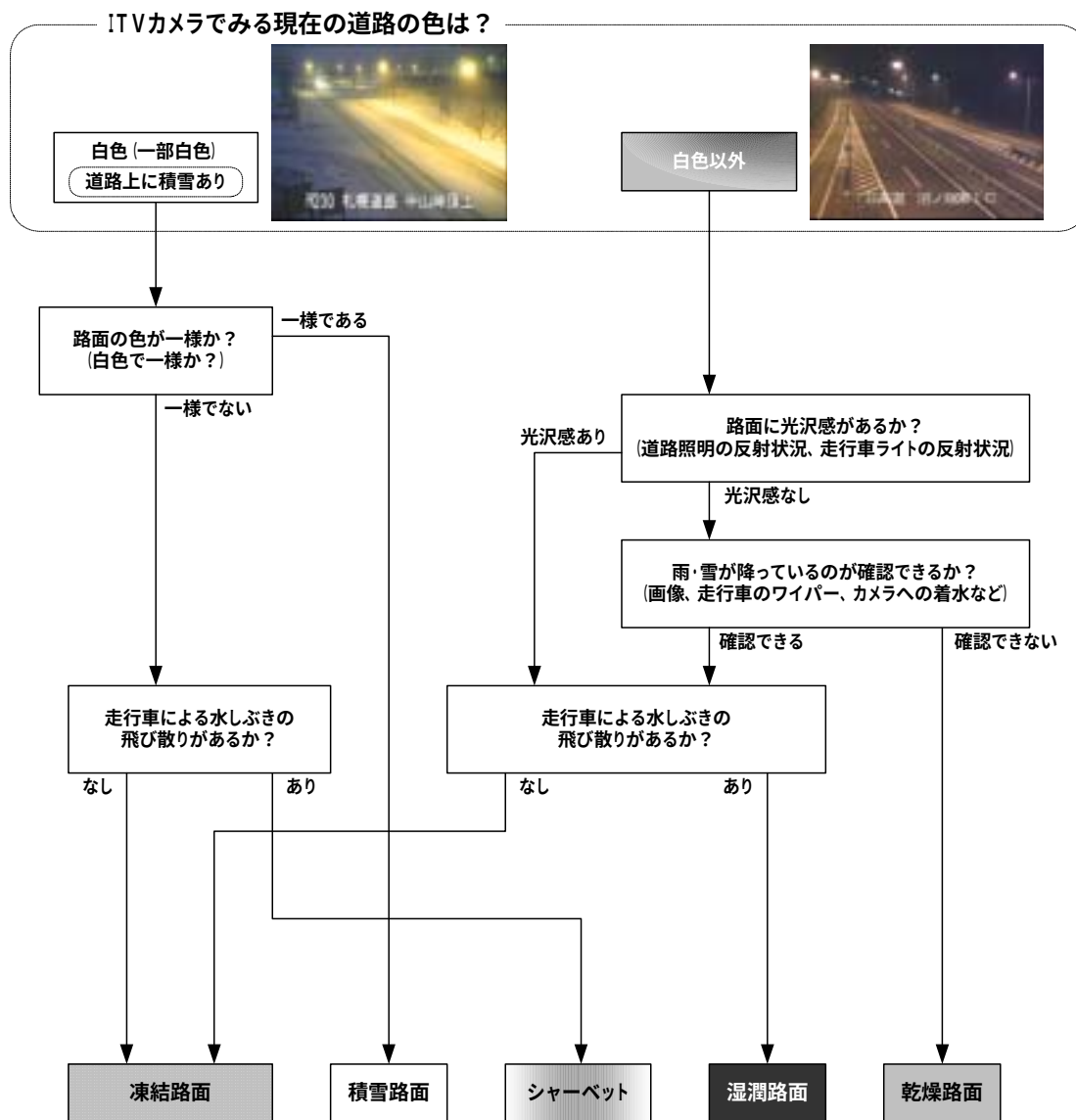


図 1 1 - 6 路面判別フロー（夜間用）

表 1 1 - 3 路面判別フローによる夜間の判別値と真値の比較（左：調査地点A、右：調査地点B）

路面判別フロー による判別値	夜間	真値（現地観測の値）				
		凍結路面	積雪路面	シャーベット	湿潤路面	乾燥路面
	凍結路面	17	20	0	5	6
	積雪路面	5	12	0	0	0
	シャーベット	0	0	2	0	0
	湿潤路面	3	0	0	5	2
	乾燥路面	1	0	0	0	22

正答率	58%
安全側	33%
危険側	9%

※黄色は正当数、緑は安全側の判別結果、橙は危険側の判別結果

路面判別フロー による判別値	夜間	真値（現地観測の値）				
		凍結路面	積雪路面	シャーベット	湿潤路面	乾燥路面
	凍結路面	26	10	1	8	4
	積雪路面	3	7	0	0	0
	シャーベット	0	0	1	0	0
	湿潤路面	1	0	0	2	0
	乾燥路面	3	1	1	2	27

正答率	65%
安全側	24%
危険側	11%