

平成 26 年度

〇〇管内防雪施設設計業務

移動気象観測報告書

平成 26 年 3 月

理研興業株式会社

## <目次>

1. <u>業務概要</u>	
1-1 目的	4
1-2 調査対象路線	4
1-3 調査項目	5
2. <u>調査方法</u>	
2-1 移動気象観測	7
2-1-1 観測項目	7
2-1-2 観測期間	7
2-1-3 観測機器	7
2-2 定点気象観測	8
2-2-1 観測項目	8
2-2-2 観測期間	8
2-2-3 観測機器	8
3. <u>調査結果</u>	
3-1. 平成 25 年度冬期の気象状況	12
3-2. 移動気象観測	17
3-2-1. 移動気象観測実施日	17
3-2-2. 観測結果	18
3-3. 定点気象観測	24
3-3-1. 観測箇所	24
3-3-2. 風向・風速・気温	25
3-4. 吹雪発生状況の推定	28
4. <u>考察</u>	
4-1. 吹雪危険度評価	31
4-2. 防雪対策の提案	33
4-2-1. 防雪対策区間	33
4-2-2. 防雪対策施設	35

## 1. 業務概要

### 1-1. 目的

本業務は、

「尾花沢新庄道路（144.4kp～150.8kp）」と「新庄北道路（150.1kp～155.0kp）」における平成25年度冬期気象観測を実施し、当該区間における現象把握ならびに、既設防雪柵の効果・妥当性検証を行い、今後の防雪対策計画の基礎検討資料を得ることを目的とする。

### 1-2. 調査対象路線

尾花沢新庄道路（144.4kp～150.8kp）

新庄北道路（150.1kp～155.0kp）



図1 調査対象路線位置図

### 1-3. 調査項目

- 1) 現地移動気象観測・・・既設防雪柵の効果検証
- 2) 現地定点気象観測・・・検討の基礎資料
- 3) データ整理・解析・・・各値の評価
- 4) 対策工提案・・・・・・・・追加対策工の必要性判定

項目	摘要
現地移動気象観測	視程・風向・風速・気温:任意の5箇所
現地定点気象観測	風向・風速・気温:調査期間内の20日
観測結果解析	観測値解析、防雪効果の評価
対策工提案	追加対策工の提案

## 2. 調査方法

## 2-1. 移動気象観測

選定した移動気象観測箇所を移動しながら気象観測を行う。観測は吹雪・地吹雪の発生が予測される日時を天気予報等から判断し、期間中 1 回実施する。なお、調査日は調査職員と協議し決定する。

### 2-1-1. 観測項目

視程距離、風向、風速、気温、視程状況（静止画・動画）

### 2-1-2. 観測期間

1月下旬～2月上旬を予定する。

### 2-1-3. 観測機器

車両搭載計器	メーカー	型式
視程計	VAISALA	PWD12
超音波風向風速計	ウィンド ソニック	PGWS-100
温度センサー	Lufft	8150.TF
データロガー	Lufft	OPUS200 8160
パソコン	SONY	VAIO VGN-S_2
デジタル HD ビデオカメラ	SONY	HDR-HC1



## 2-2. 定点気象観測

尾花沢新庄道路のK P = 1 4 9 . 2 地点に定点気象観測機を設置し、気象観測を行う。  
観測は、期間中常時行い、各種検討の基礎データとして活用する。

### 2-2-1. 観測項目

風向、風速、気温

### 2-2-2. 観測期間

2014/1/17 ~ 2014/2/20

### 2-2-3. 観測機器

観測機	機器仕様	使用機器
気温計	検出方法：白金抵抗	PREDE PRS-120
	出力範囲：-50~100℃	
	温度精度：±0.3℃	
	設置方法：地上高 2.5m の通風筒内	
	測定インターバル：1 秒	
	記録方法：10 分間平均値	
超音波 風向風速計	測定範囲：0~359° (16 方位)	PREDE PGWS-100
	出力範囲：0~60m/s	
	精度（風向）：±3 度	
	精度（風速）：±2%	
	設置方法：地上高 2.5m	
	測定インターバル：1 秒	
	記録方法：10 分間平均値	
データロガー	測定インターバル： 1sec~1440min まで任意設定可能	PREDE DT-80
	記録方法：瞬時、最小、最大、平均	
	データ記憶容量：最大 30,000	

以下に、定点気象観測機設置の様子を示す



写真 1-1 (設置地点)



写真 1-2 (設置施工)



写真 1-3 ( 定点気象観測機設置完了 )



写真 1-4 ( 風向風速機 )



写真 1-5 ( データBOX )



写真 1-6 ( データロガー内部 )

### 3. 調査結果

### 3-1 平成25年度冬期の気象状況

該当業務を実施した平成25年度冬期の気象状況を、過年度と比較するため、表4及び図4に示す調査対象路線周辺の地域気象観測所における10年間の観測結果を収集し整理するとともに、平年値との比較を行った。

冬期は気象庁の季節区分にならい、12・1・2月とした。

地域気象観測所における

10年間の気温・風速・積雪深さをそれぞれ図5・図6・図7に示す。

また、平成25年度冬期の観測結果と平年値との比較を表5に示す。

表1 地域気象観測所の概要

観測所名	所在地	観測機設置高さ(m)		
		海面上	風速計	温度計
新庄特別地域気象観測所	山形県新庄市 東谷地田町6-4	105	30.8	-

出典：気象庁 地域気象観測所一覧（平成25年12月17日現在）



図2 地域気象観測所位置図

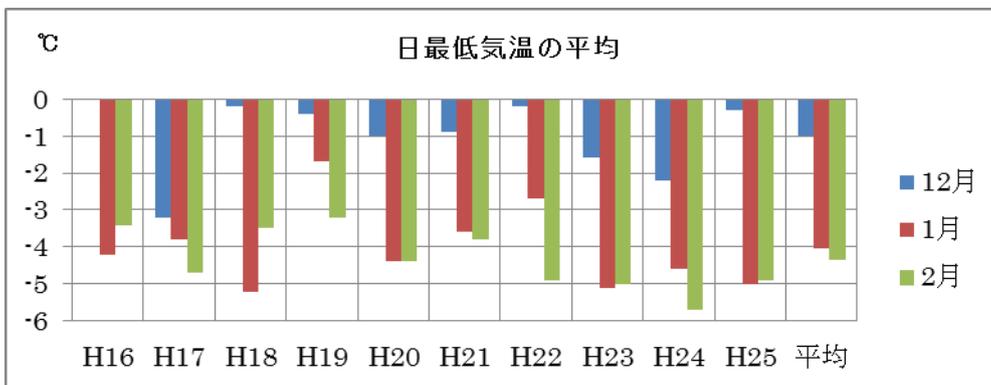
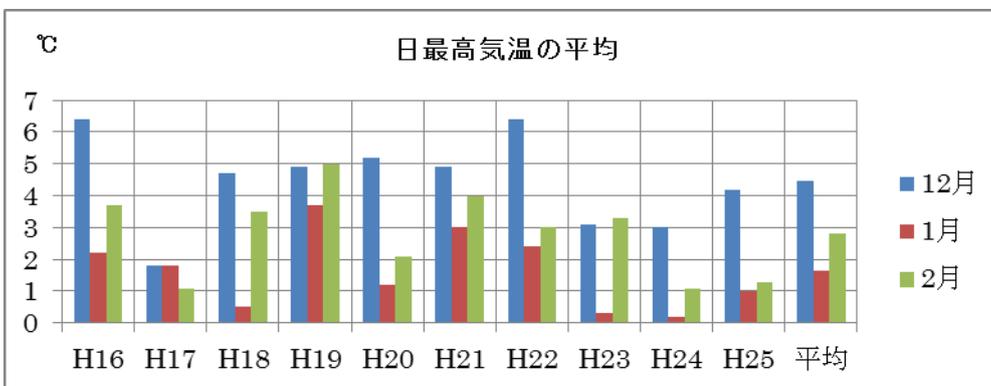
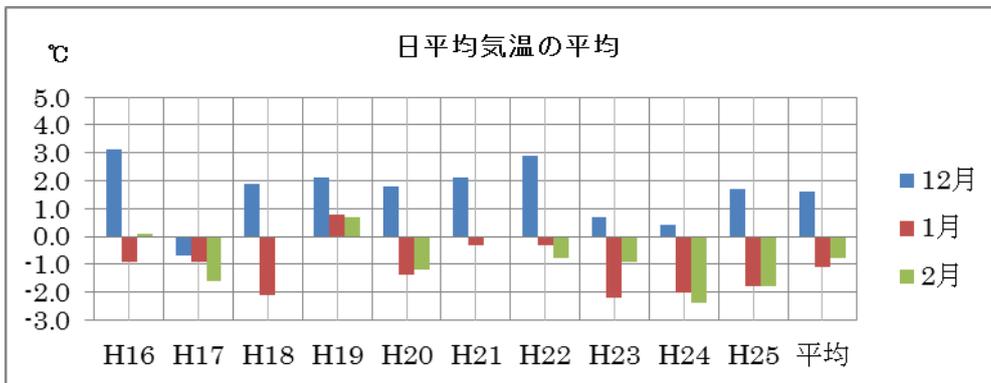


図3 新庄気象観測所観測結果（気温）

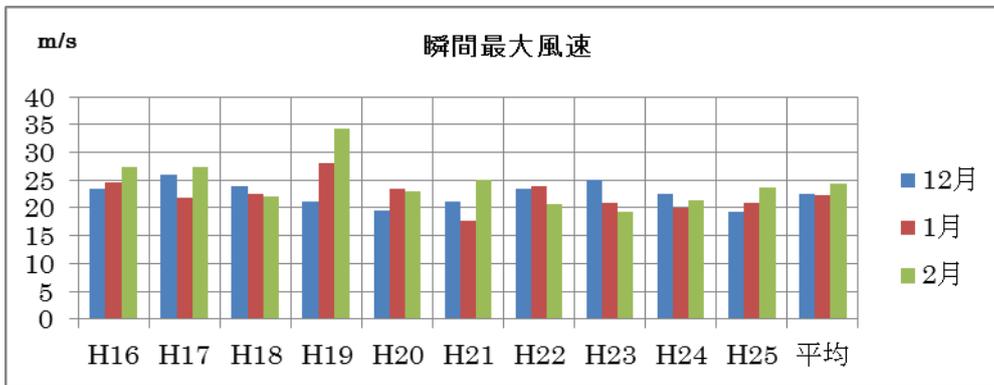
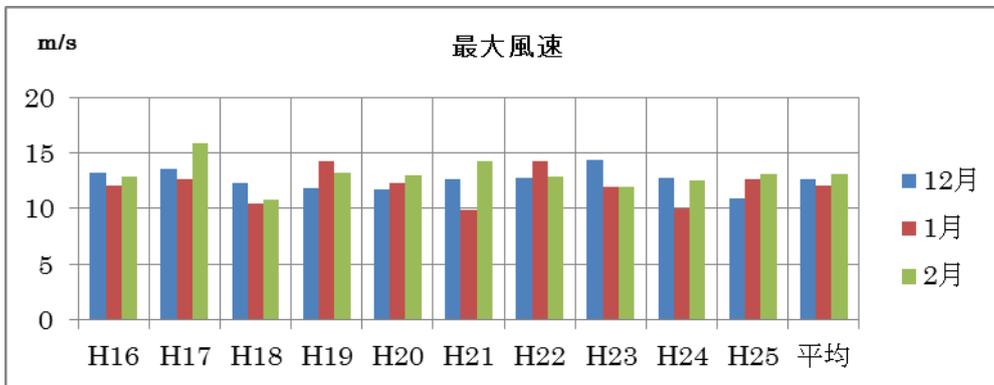
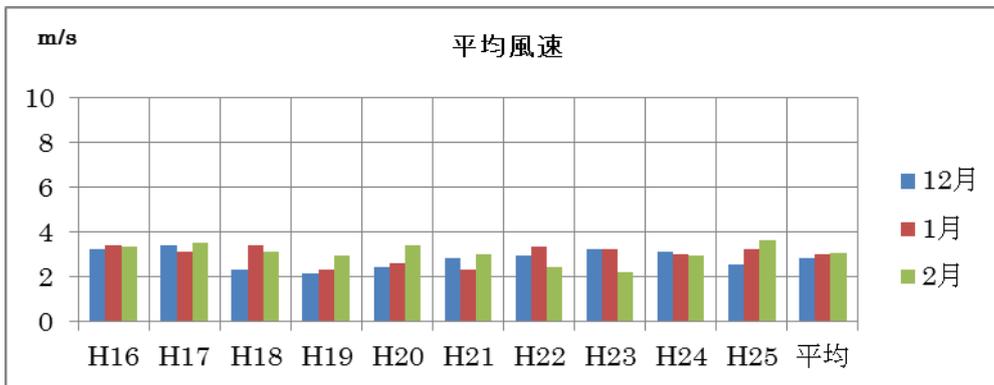
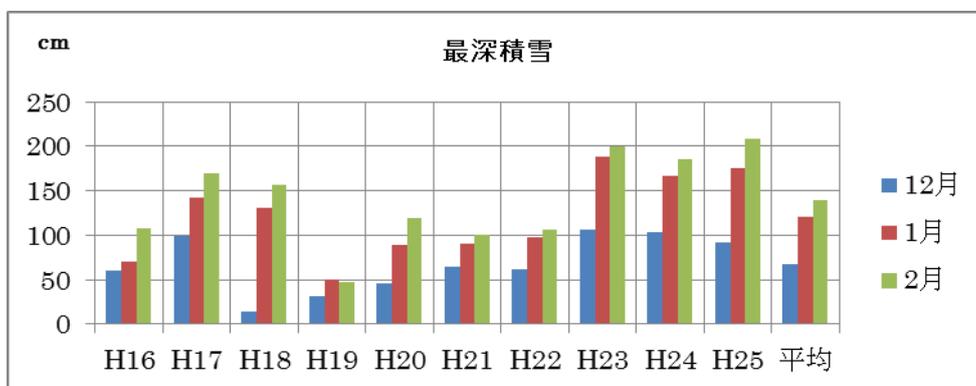
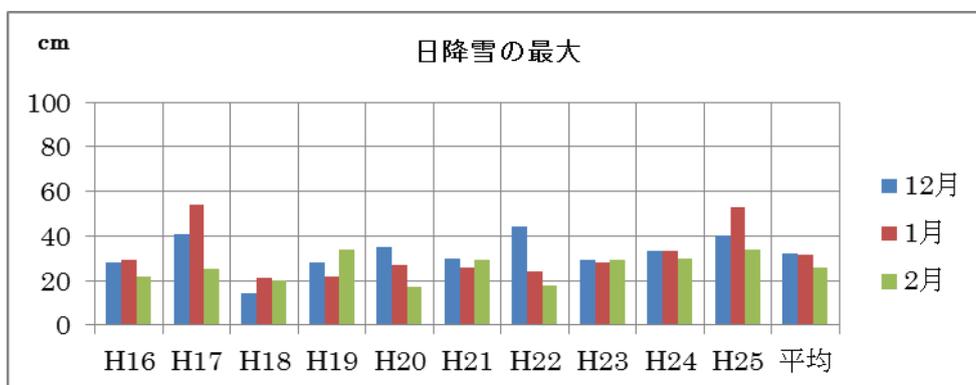
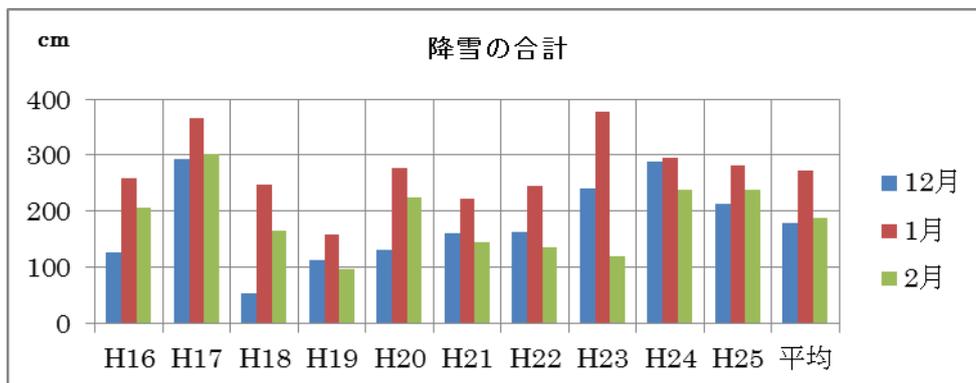


图4 新庄气象观测所观测结果（风速）



**図5 新庄気象観測所観測結果（積雪深）**

表2 平年値との比較

観測所	月	気温 (°C)						平均風速 (m/s)		降雪深 (cm)		最大積雪深 (cm)	
		平均		最高		最低		H25年度	平年値	H25年度	平年値	H25年度	平年値
		H25年度	平年値	H25年度	平年値	H25年度	平年値						
新庄	12月	1.7	1.6	9.3	4.7	-6.0	-1.2	2.5	2.9	214	154	92	48
	1月	-1.8	-1.1	3.9	1.7	-9.5	-4.2	3.2	3.1	281	283	175	101
	2月	-1.8	-0.7	7.8	2.6	-10.6	-4.2	3.6	3.1	239	217	208	120

備考) 平年値の統計期間：1981～2010年

表2より、最低気温で5～6℃、H25年度の値が低く、最高気温でH25年度が高くなっている。

最大積雪深においては、H25年度の値が多くなっていることがわかる。

降雪深が平年値とあまり差異がなく、最大積雪深に大きな差がある理由としては、最低気温が平年値を大きく下回っていることが要因と考えられる。

(当然、気温が低い場合、降り積もった雪が残存するためである)

### **3-2 移動気象観測**

移動気象観測システムを搭載した車両を走行させ、尾花沢新庄道路および新庄北道路における吹雪発生時の動画および風向・風速・気温・指定距離について測定を行い、既設防雪柵の効果を検証する。

#### **3-2-1 移動気象観測実施日**

2014/2/5 日中

### 3-2-2 移動気象観測結果

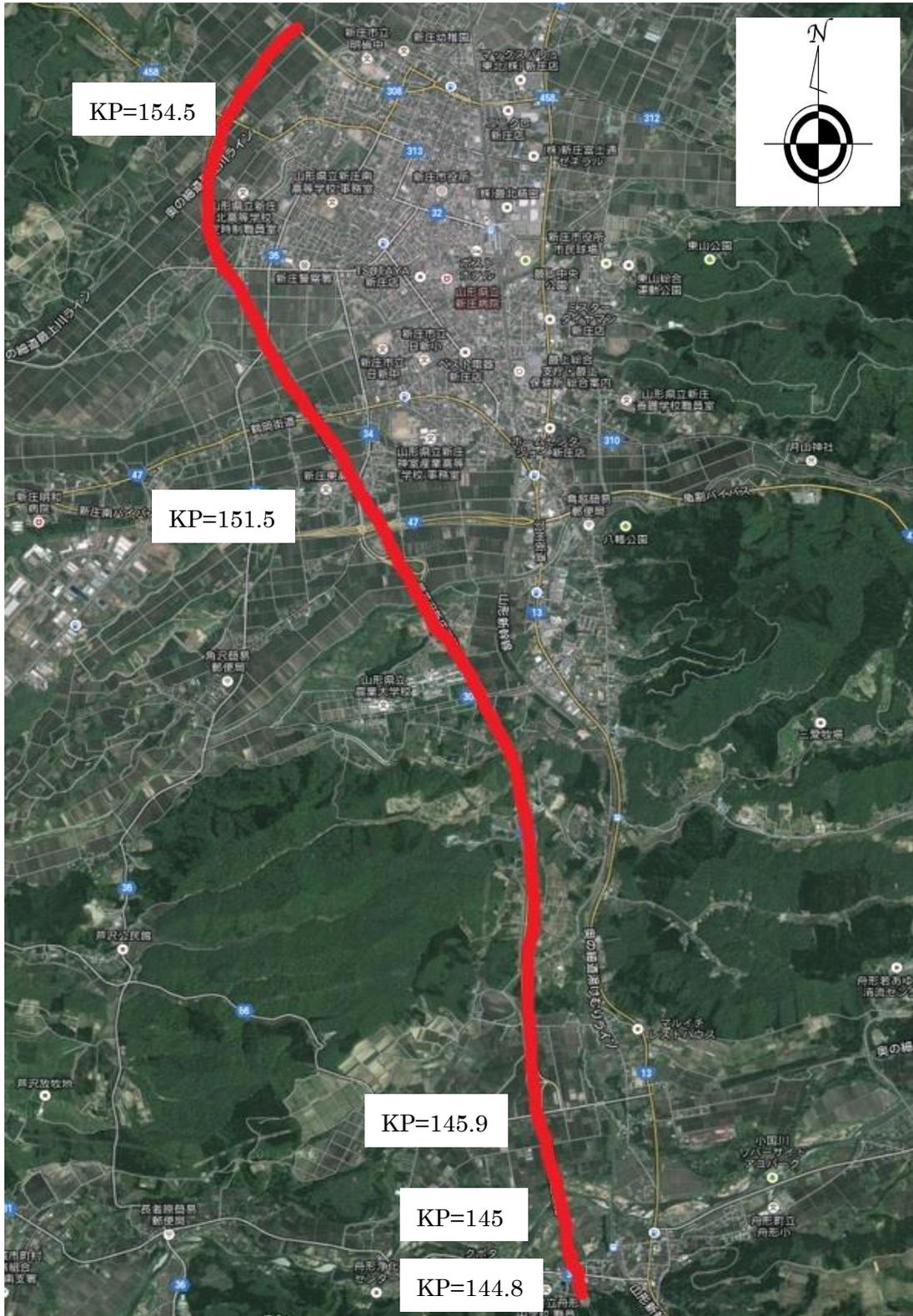
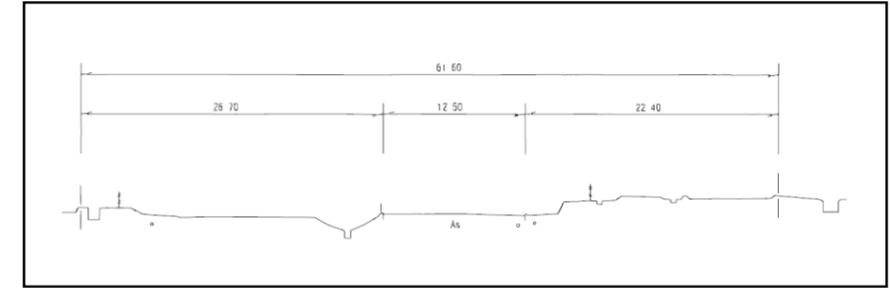
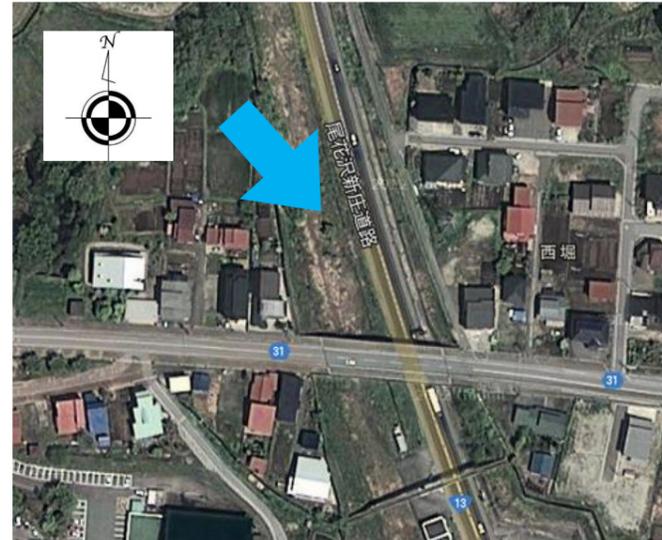


図6 移動気象観測位置：全観測箇所

①移動気象観測結果 (KP=144.8)

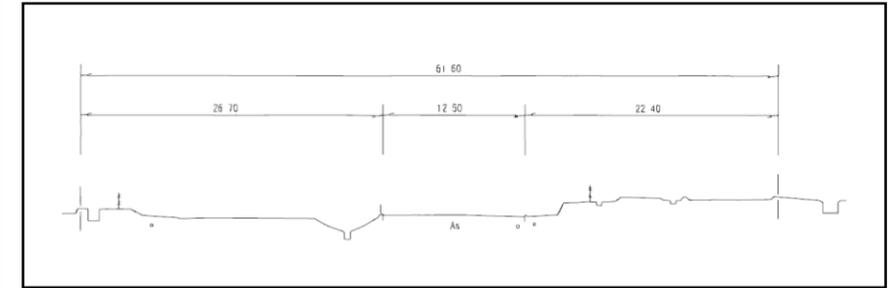
- ・ 該当箇所においては、下り車線からの写真より視程不良が発生していることが明確である。
- ・ 尚、本箇所は防雪対策が施されておらず、風上からの地吹雪が、道路上へ直接吹き付けているためであり、防雪対策が必要と考える。



項目	初期	下り	上り
状況写真			
風向		北西	北
風速 (m/s)		2.29	9.33
気温 (°C)	-	-6.6	6.47
視程距離 (m)		55	117

②移動気象観測結果 (KP=145)

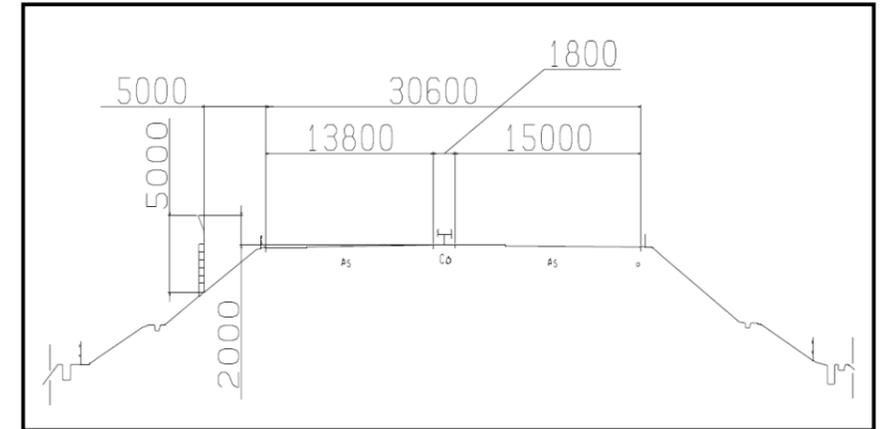
- ・この個所には、忍び返し型吹止柵が設置されているが、道路への吹付角度が小さく、上記防雪柵における視程領域が損なわれていることがわかる。



項目	初期	下り	上り
状況写真			
風向	-	北西	北西
風速 (m/s)	-	5.93	2.08
気温 (°C)	-	-6.45	-6.67
視程距離 (m)	-	73	134

③移動気象観測結果 (KP=145.9)

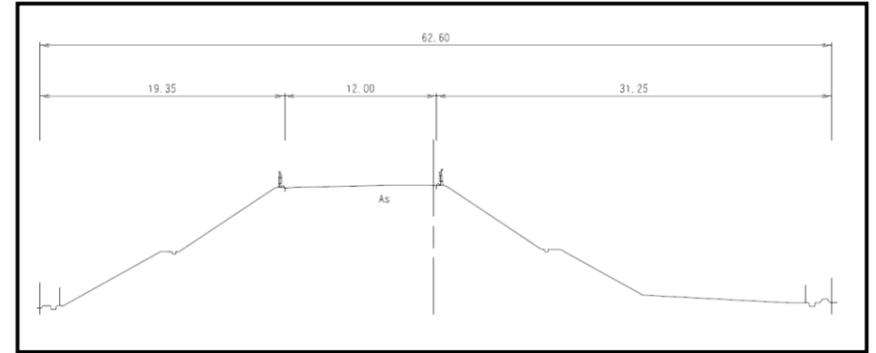
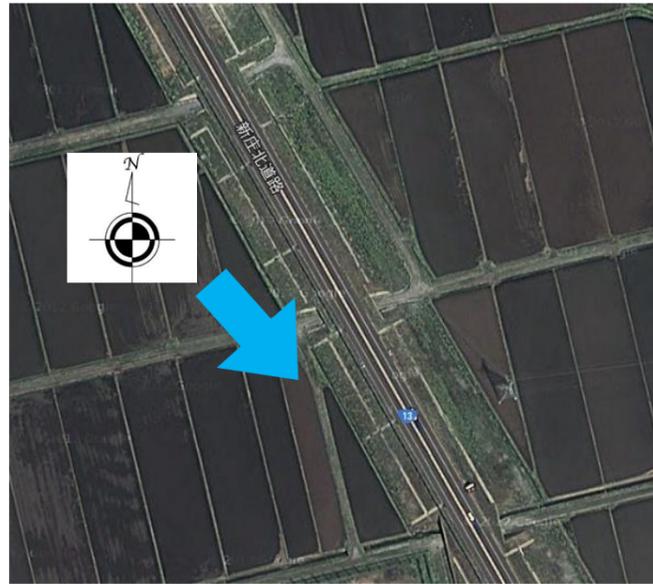
- ・この個所は、路肩から風上側へ3m離れた位置に、柵高さ5mの忍び返し型吹止柵が設置されている。
- ・また、舟形IC付近において、30m超の広幅員となっている。
- ・防雪柵が風上側に設置されているが、視程障害が発生している。
- ・これは、路肩から離れた位置に防雪柵を設置することで、風上側の地吹雪が法面を吹き上がり、柵上部で剥離した渦の再付着点が、法肩近くになることにより、防雪効果が失われているためと考えられる。
- ・対策としては、設置位置を法肩に近づける必要がある。



項目	初期	下り	上り
状況写真			
風向	-	北西	北西
風速 (m/s)	-	3.63	6.62
気温 (°C)	-	-6.79	-6.76
視程距離 (m)	-	70	120

④移動気象観測結果 (KP=151.5)

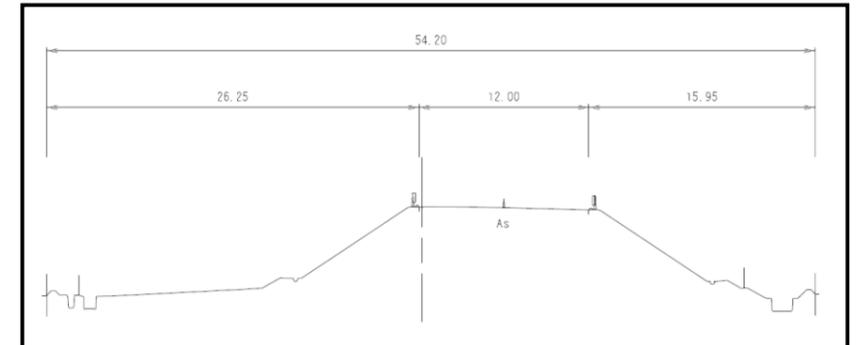
- ・この個所は斜風対応型高性能防雪柵（東京製網製）が設置されている。
- ・道路上の視程は緩和されており、防雪効果がある。



項目	初期	下り	上り
状況写真			交通状況より測定できず →停車上がなかったため
風向		北西	
風速 (m/s)		2.39	
気温 (°C)	-	-6.56	
視程距離 (m)		179	

⑤移動気象観測結果 (KP=154.5)

- ・この個所は高性能防雪柵（誘導板付忍返型）が設置されている。
- ・視程距離は極めて良好である。
- ・また、道路吹付角度としては、他の箇所とほぼ同等であったが、視界は良好である。
- ・これは、柵の上部にある有孔板の誘導板の影響によるものと推測する。
- ・柵近傍の流れ模様（実験結果）を下記に示す

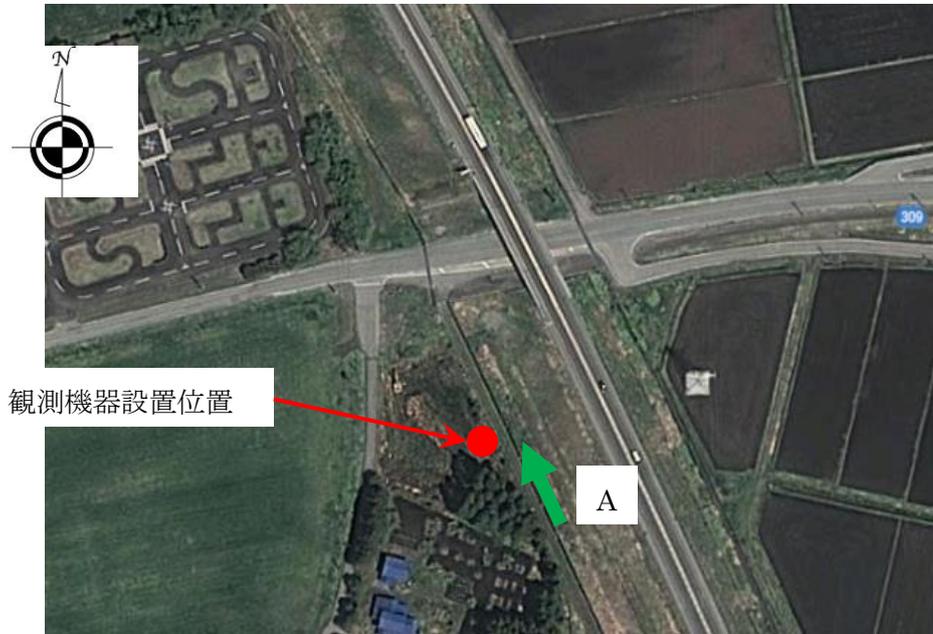


項目	初期	下り	上り
状況写真			
風向		北北西	北北西
風速 (m/s)	—	2.67	14.9
気温 (°C)		-6.37	-6.02
視程距離 (m)		354	691

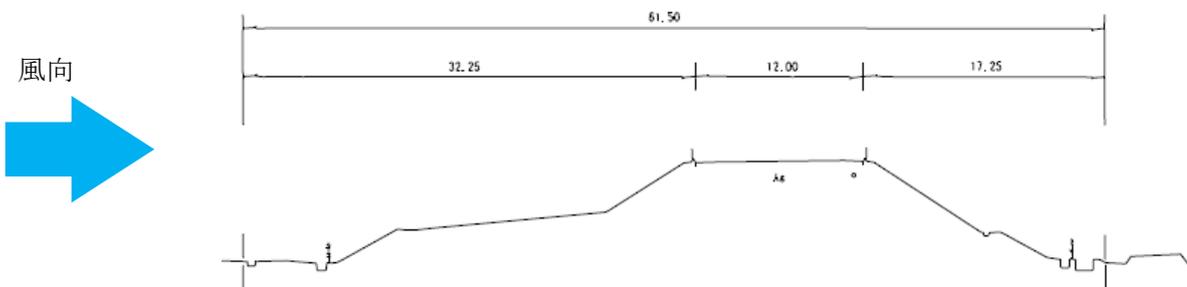
### 3-3 定点気象観測

尾花沢新庄道路における、今後の防雪対策計画箇所（KP=149.2）について実施した。観測期間は平成26年1月17日～平成26年2月20日までの35日間である。

#### 3-3-1 観測箇所



A矢視



横断面

### 3-3-2 風向・風速・気温

KP=149.2における風向・風速および気温の観測結果を、表3～4・図7～9に示す。

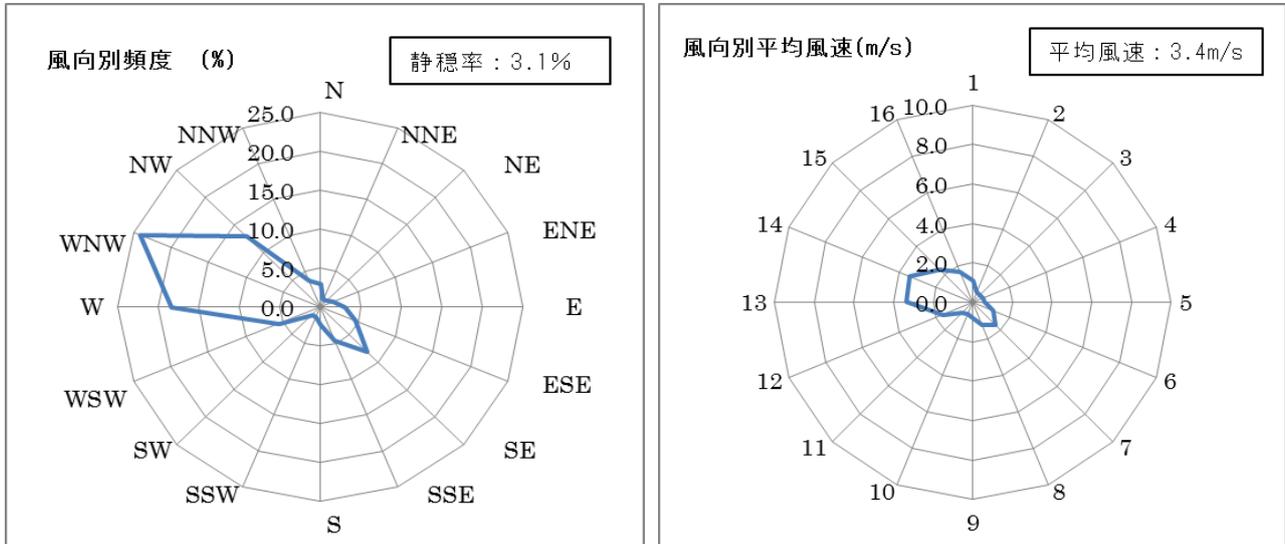


図7 定点気象観測結果（風向・風速）

表3 定点気象観測結果（風向・風速）

平均風速 m/s	最多風向 16方位	最大瞬間風速		
		風速 m/s	風向 16方位	起時 日時：分
3.4	WNW	20	SE	08:40:16

表4 定点気象観測結果（気温）

平均気温 ℃	最高気温 ℃	最低気温 ℃	冬日 日数	冬日 出現率 %	真冬日 日数	真冬日 出現率 %
-1.6	7.6	-10.0	66	100	35	53.0

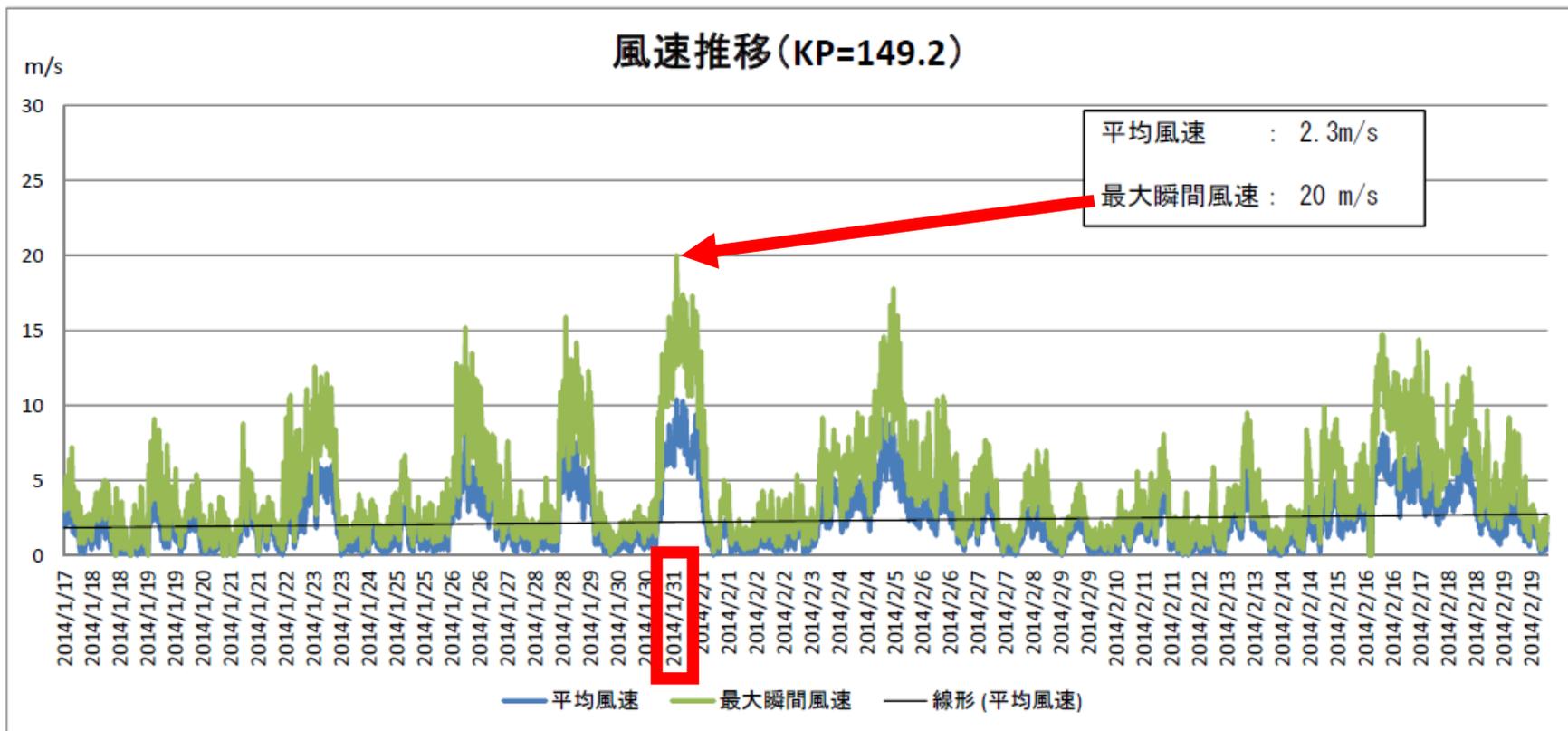


图8 定点气象观测结果：风速

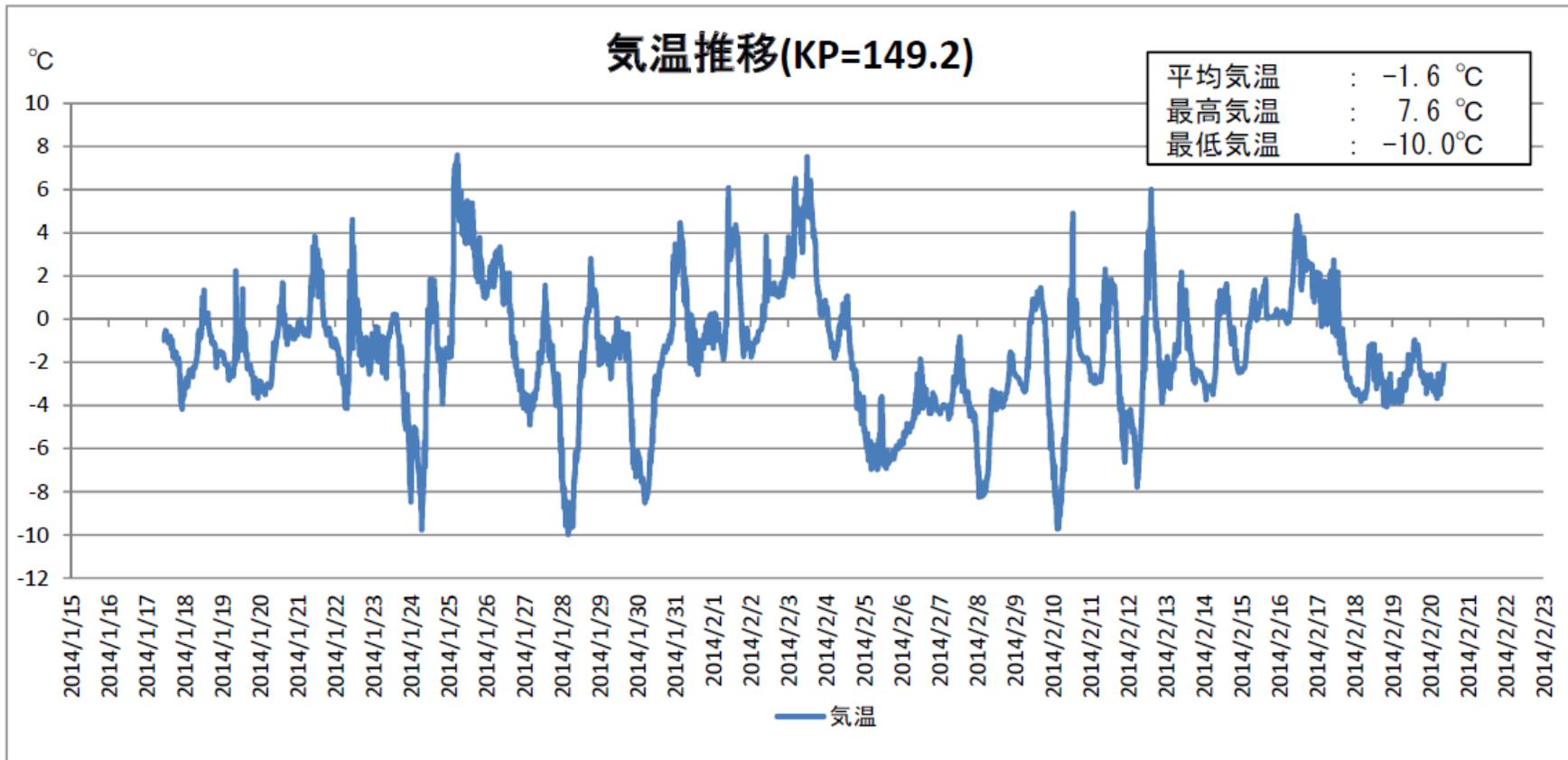


图9 定点气象观测结果：气温

### 3-4 吹雪発生状況の推定

吹雪量Q [g/m/s] の期間内の和を吹雪量ΣQ [t/m] とすると、吹雪量は次式より求められる。

$$\Sigma Q = 0.005 \Sigma U_{1.2}^4 \cdot t_i \dots\dots\dots (1) \text{ 式}$$

U<sub>1.2</sub>=1.2m高の風速 [m/s] , t<sub>i</sub>=吹雪の継続時間 [sec]

<道路吹雪対策マニュアルP1-4-39>

風速の高度分布は対数法則に従って、1.2 [m] の高さの風速に換算された値である。次式より定点気象観測の風速値を求める。

$$U(z) = \frac{U_*}{k} \ln \left( \frac{z}{z_0} \right) \dots\dots\dots (2) \text{ 式}$$

U(z)=任意高度 z の風速 [m/s] , U<sub>\*</sub>=摩擦速度 [m/s]

k =カルマン定数 [=0.4] , Z =高度 [m] , Z<sub>0</sub>=粗度長 [m]

<道路吹雪対策マニュアルP1-4-40>

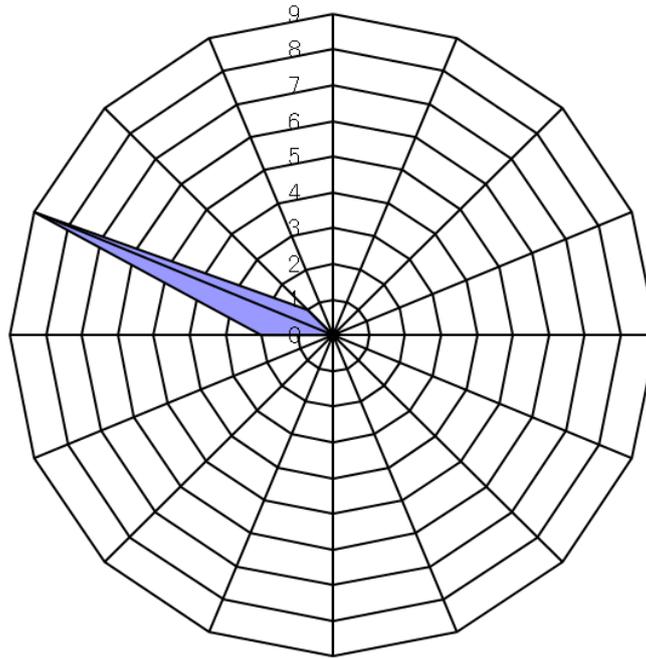
吹溜量 [m<sup>3</sup>/m] は吹雪量 [t/m] を雪密度 0.35 [t/m<sup>3</sup>] で割ることにより算出できる。

上記の式に定点観測結果から得られた値を元に、2014年1月17日～2014年2月20日までの吹雪発生日数・回数・吹雪量・吹溜量を表8に、吹雪発生時の主風向を図12に、示す。

表5 吹雪発生日数・回数・吹雪量・吹溜量

発生日数	発生回数	吹雪量[t/m]	吹溜量[m <sup>3</sup> /m]
12	0.21	0.61	78

2014/1/17 ~ 2014/2/20



(集計)

方位	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
回数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	1	0

図10 吹雪発生時の風配図

## 4. 考察

#### 4—1 吹雪危険度評価

定点気象観測結果及び吹雪発生状況より、「3-3-2 吹雪危険度の算定」に基づき、尾花沢新庄道路（KP=149.2）における吹雪危険度評価を行った。（表9・図15）

吹雪危険度評価の結果、「B：吹雪による障害の危険性がある」と判定があり、KP=149.2において、防雪対策が必要であると判断する。

表6 吹雪危険度評価結果一覧

吹きだまり 要因	視程障害 要因	合計	判定 結果	判定結果の主要因
15	15	30	<b>B</b>	主風向と道路の角度 最深積雪深 降雪量

「道路吹雪対策マニュアル（平成23年改訂版）」

（平成23年独立行政法人土木研究所 寒地土木研究所）

# 1. 要因

## 【吹きだまり要因】

### ●危険要因

(1) 主要因（気象条件）

項目	基準値	評点	0
吹雪量	20 m <sup>2</sup> /m以上	3	
	30 m <sup>2</sup> /m以上	6	
	40 m <sup>2</sup> /m以上	9	
主風向と道路の角度	30°未満	1	3
	30°以上～60°未満	2	
	60°以上	3	
最深積雪深	50 cm以上	2	6
	100 cm以上	4	
	150 cm以上	6	
合計（D1）			9

(2) 拡大要因（周辺環境・道路構造）

項目	基準値	評点	9
風上側平坦地の長さ	平坦地あり	3	
	100 m以上	6	
	300 m以上	9	
切土のり勾配	1:3.0未満	3	
合計（D2）			9

### ○安全要因

項目	基準値	評点	0
風上側の樹林帯、連続した家屋、市街地	幅10 m以上	4	
	幅30 m以上	6	
盛土高さ	最深積雪×1.3以上	3	
路側の堆雪スペース	あり	3	3
合計（S1）			3

D1 - S1  
6

D1 - S1 > 0 ならば、(D1 - S1) + D2

D1 - S1 ≤ 0 ならば、D1 - S1

Pfd  
15

## 【視程障害要因】

### ●危険要因

(1) 主要因（気象条件）

項目	基準値	評点	6
吹雪頻度	20日/年以上	3	
	30日/年以上	6	
	40日/年以上	9	
降雪量（最深積雪）	200 cm未満（80 cm未満）	3	6
	200 cm以上（80 cm以上）	6	
	300 cm以上（140 cm以上）	9	
合計（D1）			12

(2) 拡大要因（周辺環境・道路構造）

項目	基準値	評点	3
地形の急変箇所（切盛境、沢筋など）	小規模または部分的	2	
	大規模または連続的	3	
	盛土のり勾配	1:2.0未満	3
カーブ区間（曲率半径）	あり	1	0
	200 m未満	2	
	100 m未満	3	
トンネル坑口、橋梁端部、立体交差部	あり	3	0
合計（D2）			3

D1 - S1  
12

D1 - S1 > 0 ならば、(D1 - S1) + D2

D1 - S1 ≤ 0 ならば、D1 - S1

Pfv  
15

### ○安全要因

項目	基準値	評点	0
風上側の樹林帯、連続した家屋、市街地	断続的にあり	2	
	幅10 m以上	4	
	幅30 m以上	6	
中央分離帯	あり	3	0
道路照明	あり	3	0
合計（S1）			0

# 2. 履歴

項目	基準値	評点	0
吹雪による通行規制回数	1回/数年	3	
	1回程度/年	9	
	数回/年	15	
視界不良事故など事故件数	1件/数年	2	0
	1件程度/年	6	
	数件/年	10	
維持管理上の障害状況	1回/数年	1	0
	1回程度/年	3	
	数回/年	5	
合計（C1）			0

Pf  
30

P  
30

# 3. 判定

ランク	総合評点（要因のみの場合）	判定
A	44以上（35以上）	吹雪による障害の危険性が極めて高い
B	21～43（15～34）	吹雪による障害の危険性がある
C	1～20（1～14）	吹雪による障害に対して注意を要する
D	0以下（0以下）	吹雪対策の必要なし

判定結果  
B

図11 吹雪危険度評価計算表