

キルギス国
運輸道路省

キルギス国

ビシュケクーオシユ道路
地吹雪対策計画

準備調査報告書

平成31年4月
(2019年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

株式会社 片平エンジニアリング・インターナショナル
一般財団法人 日本気象協会

基盤
CR(2)
19-009

序 文

独立行政法人国際協力機構は、キルギス共和国のビシュケク-オシュ道路地吹雪対策計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査を（株）片平エンジニアリング・インターナショナル及び（一財）日本気象協会の共同企業体に委託しました。

調査団は、2017年9月25日から2018年11月29日までキルギスの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援いただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

2019年4月

独立行政法人 国際協力機構
社会基盤・平和構築部 部長 安達 一

要 約

1. 国の概要

キルギス国は、中央アジアに位置する旧ソビエト連邦の共和制国家である。198,500km²の国土に約631万人(2017年:国際通貨基金(IMF))の人口を擁する。国土全体の40%が標高3,000mを超える山岳国である。

キルギス国は、1991年にソビエト連邦の崩壊後に独立した。旧ソ連を構成していた中央アジア5カ国で「最も民主的」といわれる。主要産業は農業及び牧畜業(GDPの約3割)、農畜産物を加工する食品加工業、金採掘を中心とする鉱業であり、エネルギー資源には恵まれていないが、水資源が豊富である。

独立後、1992年の価格自由化を皮切りに、IMFの緊縮財政勧告に従って急進的市場改革路線を推進した。ソ連崩壊の混乱の中で経済不振が続いたが、1996年に独立後初めてGDPがプラスに転じた。その後、1998年ロシア金融危機の影響を受け、財政が逼迫するなど危機もあったが、基本的にはプラス成長が続いている。IMFによる2017年の統計値によるとGDPは71.6億USドルであり、一人当たりのGDPは1,140USドルである。実質経済成長率は4.5%、物価上昇率は3.3%である。2014年には、ユーラシア経済連合に加盟している。

2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

キルギス共和国(以下、キルギス国)は、カザフスタン、ウズベキスタン、タジキスタン、中国に囲まれた内陸国であり、旅客輸送や貨物輸送の約95%を道路交通に依存している。特にビシュケク-オシュ道路(以下、「BO道路」という)は、アジア開発銀行(ADB)の主導する中央アジア地域経済協力(CAREC)の国際回廊(CAREC3)の一部として、当国と周辺国を結んでおり、かつ、首都ビシュケクと第二の都市オシュを結ぶ唯一の主要幹線道路であることから、国内的・国際的にも最も重要な道路の一つに位置付けられる。しかし、当該道路は山岳地帯を通過するため冬期には積雪により、雪崩や風雪等の自然災害が多発しており、さらに、急峻な山岳地帯という地形上、山頂付近から吹き降ろす風が非常に強く、路上への吹きだまりと視程障害の発生により、頻繁に車両の通行障害が発生している。同道路125-129km(Too-Ashuu峠)及び216-222km(Ala-Bel峠)区間では地吹雪に起因する車両通行が困難な状況が頻発しており、特に、2015-2016年冬期においては、それぞれ21回、65回の車輛通行が困難な地吹雪が発生している。このような冬期の地吹雪に起因する通行障害は、国内物資輸送や周辺国との交易に支障をきたし、経済活性化の阻害要因となっている。

キルギス国政府は国家開発計画である「統一・信頼・創造」(2018~2022年)において、運輸・道路セクターの優先課題として、主要都市と周辺都市を繋ぐ主要幹線道路の質の改善を掲げている。しかしながら、前述のとおり、冬期に地吹雪に起因する通行障害が頻発しているため国内物資輸送や周辺国との交易に支障をきたし、経済活性化の阻害要因となっている。地吹雪による車両の通行障害が頻発する主要幹線道路において地吹雪対策を実施する「ビシュケク-オシュ道路地吹雪対策計画」は、国家開発計画に合致し、これを具現化するものとして位置付けられている。

かかる状況の中、キルギス政府は、首都ビシュケクと第二の都市オシユを結ぶ国際幹線道路上における地吹雪対策を通じて冬期の道路輸送能力及び安全性の向上を図る本プロジェクトの要請を行った。

本プロジェクトでは、ビシュケクーオシユ道路において、地吹雪対策を実施することにより、地吹雪に起因する交通障害の低減を図り、もって冬期の車両通行の安全性及び円滑な交通が確保されることを目的としている。

本調査は、要請の必要性及び妥当性を確認するとともに、無償資金協力案件として適切な概略設計を行い、事業計画（調達機材の数量、仕様等）や機材の据え付け計画を策定し、概略事業費を積算することを目的として実施した。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

キルギス国政府の要請を受けて、日本政府は運輸道路省（MOTR）を実施機関とするビシュケクーオシユ道路地吹雪対策計画についての協力準備調査の実施を決定した。JICA は、2017年9月24日から2018年6月21日まで3回にわたり協力準備調査団を現地に派遣し、キルギス国関係者と協議を行うとともに、プロジェクト対象地域における調査を実施した。帰国後、現地調査結果に基づいて最適な事業内容について概略設計を行い、その内容を取りまとめて準備調査報告書（案）を作成した。JICA は準備調査報告書（案）の説明のため、調査団を2018年11月24日から12月2日まで現地に派遣し、その内容についてキルギス国関係者と協議・確認を行った。

要請機材を踏まえた上で、実施機関である MOTR と 11月29日に合意した協議議事録において、本プロジェクトの対象区間に実施する地吹雪対策は、防雪柵と視線誘導施設とし、それぞれの配置位置及び延長を確認した。

対象区間の現状の課題と地吹雪対策の対処方針は表のとおりである。

表 プロジェクト対象区間の課題と地吹雪対策の対処方針

現状の課題	対処方針
【地吹雪による交通障害】 路上への吹きだまりと視程障害による通行障害	(吹きだまり) ・ 主要因（吹雪量、吹きだまり量、主風向・風速、最大積雪深）と周辺地形・道路線形・構造の測定値から解析を行い地吹雪対策施設の計画を行う
	(視程障害) ・ 主要因（吹雪頻度、主風向・風速、降雪量、最大積雪深）と周辺地形・道路線形・構造の測定値から解析を行い地吹雪対策施設の計画を行う

本プロジェクトを進めるうえでの技術指針や参考図書は次のとおりである。

現地調査の結果や DEU 職員への聞き取り、「道路防災対応能力強化技術協力プロジェクト」（以下、「技プロ」とする。）で得た気象観測結果や過去気象資料を解析した結果、第二回現地調査で実施した積雪状況調査や移動気象観測結果などから、対象区間は降雪量が少なく寒冷で風が強く、吹雪量が日本に比べて多いことがわかっている。この吹雪発生条件は北米（ワイオミング州など）の気象環境に近いとみられる。そこで、我が国の技術指針である「道路吹雪対策マニュアル」、「除雪・防雪ハンドブック」、「吹雪時を考慮した視線誘導施設マニュアル（案）」

だけでなく、米国での吹雪対策に係る技術指針「Controlling Blowing and Drifting Snow with Snow Fence and Road Design」も活用して、地吹雪対策の設計を進める。以下、本プロジェクトで参考とする技術指針を技術指針①～④と呼称する。

本プロジェクトで参考とする技術指針等	
①	道路吹雪対策マニュアル（土木研究所寒地土木研究所、2011年3月）
②	防雪・除雪ハンドブック（2005年、雪センター・日本機械化協会）
③	Controlling Blowing and Drifting Snow with Snow Fence and Road Design（2003年、Ronald D. Tabler） （道路設計と防雪柵による吹雪対策）
④	吹雪時を考慮した視線誘導施設マニュアル（案）（国土交通省北海道開発局、2007年5月）

本プロジェクトが対象とする BO 道路（Too-Ashuu 峠、Ala-Bel 峠）の地吹雪の発生状況や地吹雪がもたらす障害は、概ね次の 2 点に集約される。

- ① 対象区間の背後地に地吹雪の発生源となる広大な平坦地を有する
- ② 切土区間では、風上側の切土斜面が急傾斜で道路に近接しているため、地吹雪による吹きだまりを生じやすい。

そこで、地吹雪の対策方針は表に示すように、地吹雪の発生源対策と個別区間対策に分けて考える。道路構造の改変は地形・地質条件から困難であり、地吹雪の発生源対策が主たる方針となる。特に KP128+000-KP129+000、KP215+740-KP216+600 は、区間の風上側に地吹雪の発生源となる広大な平坦地を有すること、KP216+900-KP217+400 は風上側の沢地形からの吹き込み地吹雪によって大きな吹きだまりを生じていることから、これらの区間は万全な地吹雪の発生源対策が必要である。このほかの区間については周辺環境や地形条件、道路線形を踏まえた局所的な地吹雪対策や視線誘導対策を検討する。（KP：km post、BO 道路距離標、+以下は m）

表 地吹雪対策の基本方針

	地吹雪対策の課題	対策方針
周辺環境 気象条件	<ul style="list-style-type: none"> ・ 風上側に平坦地が広がり、吹走距離の長い地吹雪の発生源を有している。 ・ 吹雪量が特に多い。 	<p>【地吹雪の発生源対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 対象区間の風上側で地吹雪の発生を極力抑制・緩和する。 （道路上への地吹雪を抑制する）
道路構造	<ul style="list-style-type: none"> ・ 切土斜面が道路に近く、急傾斜であることが多い。 （道路上に吹きだまりが生じやすい） 	<p>【個別区間対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 吹きだまりを生じにくい道路構造が望ましいが、地形・地質条件から改変は困難である。 ・ 一部の区間では、周辺環境などに応じた防雪柵や視線誘導との併用を検討する。

地吹雪対策の対象とする区間は、第 1 回現地調査結果に加えて第 2 回現地調査で得た冬期の吹きだまり状況や移動気象観測結果などから、以下の表のとおりとする。

表 地吹雪対策の対象区間

対象区間	対策区間	対象区間	対策区間
Too-Ashuu 峠 KP125+000 -KP129+000	KP125+000-KP125+250	Ala-Bel 峠 KP215+740	KP215+740-KP216+600
	KP125+450-KP125+550		KP216+900-KP217+400
	KP125+900-KP126+160	-KP222+000	KP217+700-KP218+450
	KP126+400-KP126+600		KP218+900-KP219+450

対象区間	対策区間	対象区間	対策区間
	KP126+900-KP127+100		KP220+500-KP220+750
	KP127+450-KP127+600		KP221+000-KP221+850
	KP127+850-KP129+000		—

※対策区間：本プロジェクトで地吹雪対策を計画する区間

写真 Too-Ashuu 峠の対策区間



KP125+000-KP125+250



KP125+450-KP125+550



KP125+900-KP126+160



KP126+400-KP126+600



KP126+900-KP127+100



KP127+450-KP127+600



KP127+850-KP129+000

写真 Ala-Bel 峠の対策区間



KP215+740-KP216+600



KP216+900-KP217+400



KP217+700-KP218+450



KP218+900-KP219+450



KP220+500-KP220+750



KP221+000-KP221+850

技術指針①には、地吹雪対策方法について対策種別、対策工種が系統的に整理されている。防雪柵は吹きだめ柵、吹き止め柵、吹き払い柵、吹き上げ防止柵の4種があるが、地吹雪対策の基本方針に照らし合わせると地吹雪の発生源対策としては、風上側と風下側に最も多くの地吹雪をためることができる吹きだめ柵が最適である。本プロジェクトでの地吹雪対策として、吹きだめ柵を適用する。

2016-17及び2017-18年冬期に技プロで実施した気象観測結果から推定された吹雪量の最大値は、Too-Ashuu 峠で416m³/m (146ton/m)、Ala-Bel 峠で268m³/m (94ton/m)であった。また、過去の気象観測データ(降水量)から推定した30年確率最大吹雪量(一般化極値分布)は、地吹雪の吹走距離を1,000mと仮定した場合はToo-Ashuu 峠で282ton/m、Ala-Bel 峠で171ton/mであった。また、地吹雪の吹走距離を500mと仮定した場合はToo-Ashuu 峠で164ton/m、Ala-Bel 峠で99ton/mであった。そこで、風上側に500mを超える平坦地が広がり地吹雪の発生が著しい区間(Too-Ashuu 峠のKP127+850-KP129+000、Ala-Bel 峠のKP215+740-KP216+600、KP216+900-KP217+400)では吹きだめ柵の列数は最大2列程度、他は1列を基本に考える。

表 B0 道路の推定吹雪量

		Too-Ashuu 峠	Ala-Bel 峠
技プロでの気象観測結果による推定値(最大)		416m ³ /m (146ton/m)	268m ³ /m (94ton/m)
過年度気象データによる推定値	平均値	202ton/m	129ton/m
	最大値	275ton/m	173ton/m
	30年確率最大値	282ton/m	171ton/m

この結果、計画する吹きだめ柵の位置と道路からの離れに応じて、以下の3タイプの吹きだめ柵を設置環境に応じて配置することとする。

タイプA：柵高=4.0m、空隙率50% 風下側雪丘長=130m

防雪容量が最大(164ton/m)となり、適用する吹きだめ柵の基本仕様とする。

タイプB：柵高=4.0m、空隙率30% 風下側雪丘長=105m

Ala-Bel 峠において、地形的制約のために道路と吹きだめ柵の離れ(主風向の沿った方向)が130mに満たないと考えられる区間に適用する。

タイプC：柵高=3.0m、空隙率30% 風下側雪丘長=100m

Too-Ashuu 峠のつづら折り区間(KP125-KP128)及びAla-Bel 峠の一部区間では、地吹雪の吹走距離は長くない、地形的制約も考慮してこのタイプCを適用する。

以上の調査結果に加え、地形測量及び現地踏査から防雪柵の配置及び延長を表のように計画した。

表 吹きだめ柵の設置延長と仕様 (Too-Ashuu 峠 : KP125+000-129+000)

防雪柵番号	延長	柵高	空隙率
A - 1	104 m	3 m	30 %
B - 1	72 m	3 m	30 %
B - 2	52 m	3 m	30 %
C - 1	112 m	3 m	30 %
C - 2	28 m	3 m	30 %
D - 1	52 m	3 m	30 %
D - 2	28 m	3 m	30 %
D - 3	88 m	4 m	50 %
D - 4	52 m	4 m	50 %
E - 1	60 m	3 m	30 %
F - 1	280 m	3 m	30 %
F - 2	44 m	3 m	30 %
F - 3	48 m	3 m	30 %
G - 1	36 m	4 m	50 %
G - 2	36 m	4 m	50 %
G - 3	128 m	4 m	50 %
H - 1	44 m	4 m	50 %
I - 1	28 m	4 m	50 %
I - 2	20 m	4 m	50 %
J - 1	64 m	4 m	50 %
K - 1	68 m	4 m	50 %
L - 1	96 m	4 m	50 %
M - 1	40 m	4 m	50 %
N - 1	60 m	4 m	50 %
O - 1	48 m	4 m	50 %
P - 1	24 m	4 m	50 %
P - 2	40 m	4 m	50 %
P - 3	60 m	4 m	50 %
Q - 1	36 m	4 m	50 %
Q - 2	52 m	4 m	50 %
Q - 3	48 m	4 m	50 %
R - 1	60 m	4 m	50 %
総延長	2,008 m		

タイプ	柵高	空隙率	延長
A	4 m	50 %	1,128 m
B	4 m	30 %	0 m
C	3 m	30 %	880 m
総延長			2,008 m

表 吹きだめ柵の設置延長と仕様 (Ala-Bel 峠 : KP215+740-222+000)

防雪柵番号	延長	柵高	空隙率
A - 1	240 m	4 m	50 %
A - 2	240 m	4 m	50 %
A - 3	240 m	4 m	50 %
B - 1	100 m	4 m	50 %
C - 1	120 m	4 m	50 %
D - 1	120 m	4 m	50 %
E - 1	92 m	4 m	50 %
F - 1	44 m	4 m	50 %
F - 2	76 m	4 m	50 %
G - 1	32 m	4 m	50 %
G - 2	24 m	4 m	50 %
G - 3	20 m	4 m	50 %
G - 4	36 m	4 m	50 %
H - 1	76 m	4 m	50 %
H - 2	32 m	4 m	50 %
H - 3	72 m	3 m	30 %
I - 1	92 m	4 m	50 %
J - 1	64 m	4 m	50 %
J - 2	64 m	3 m	30 %
J - 3	32 m	3 m	30 %
K - 1	48 m	4 m	50 %
K - 2	28 m	4 m	50 %
L - 1	40 m	4 m	50 %
L - 2	60 m	4 m	50 %
L - 3	32 m	4 m	50 %
M - 1	60 m	4 m	50 %
N - 1	20 m	3 m	30 %
N - 2	24 m	4 m	50 %
O - 1	16 m	3 m	30 %
O - 2	44 m	4 m	50 %
P - 1	8 m	4 m	50 %
P - 2	24 m	4 m	50 %
P - 3	36 m	4 m	50 %
Q - 1	40 m	4 m	50 %

防雪柵番号	延長	柵高	空隙率
R - 1	76 m	4 m	30 %
R - 2	208 m	4 m	30 %
S - 1	52 m	3 m	30 %
S - 2	68 m	4 m	50 %
T - 1	68 m	4 m	50 %
U - 1	84 m	4 m	30 %
V - 1	80 m	3 m	30 %
V - 2	24 m	3 m	30 %
V - 3	72 m	3 m	30 %
V - 4	288 m	4 m	30 %
V - 5	100 m	4 m	30 %
V - 6	36 m	4 m	50 %
W - 1	52 m	4 m	50 %
W - 2	24 m	4 m	50 %
W - 3	32 m	4 m	50 %
W - 4	36 m	4 m	50 %
X - 1	72 m	4 m	50 %
X - 2	80 m	4 m	50 %
Y - 1	132 m	4 m	50 %
Z - 1	28 m	3 m	30 %
総延長	3,908 m		

タイプ	柵高	空隙率	延長
A	4 m	50 %	2,692 m
B	4 m	30 %	756 m
C	3 m	30 %	460 m
総延長			3,908 m

視線誘導施設（固定式視線誘導柱）は Too-Ashuu 峠と Ala-Bel 峠の対象区間のうち、地吹雪による視程障害が特に著しいと考えられ、かつ急カーブを有する次の区間に適用する。

表 視線誘導柱の概要

場所	区間	延長 (m)	設置本数 (両側)
Too-Ashuu 峠	KP126+240-KP126+520	280	12 基
Ala-Bel 峠	KP215+740-KP216+020	280	12 基
	KP217+030-KP217+470	440	20 基

4. プロジェクトの工期及び概略事業費

本プロジェクトを我が国の無償資金協力により実施する場合、実施設計期間は 6.0 ヶ月、機材調達期間は 22.5 ヶ月と想定される。本プロジェクトの総事業費は 9.91 億円(日本側 9.9 億円、

キルギス国側 56.7 万円) と見込まれる。

5. プロジェクトの評価

(1) 妥当性

BO 道路は、国際回廊 (CAREC 3) の一部として、当国と周辺国を結んでおり、かつ、首都ビシュケクと第二の都市オシュを結ぶ唯一の主要幹線道路であることから、国内的・国際的にも最も重要な道路の一つに位置付けられる。しかし、当該道路は山岳地帯を通過するため冬期には積雪により、雪崩や風雪等の自然災害が多発しており、さらに、急峻な山岳地帯という地形上、山頂付近から吹き降ろす風が非常に強く、路上への吹きだまりと視程障害の発生により、頻繁に車両の通行障害が発生している。なかでも同道路 125~129km 及び 216~222km 地点では地吹雪に起因する車両通行が困難な状況が頻繁に発生している。このような冬期の地吹雪に起因する通行障害は、国内物資輸送や周辺国との取引に支障をきたし、経済活性化の阻害要因となっている。

こうした状況を受け、本プロジェクトは、BO 道路において、地吹雪対策を実施することにより、地吹雪に起因する交通障害の低減を図り、もって冬期の車両通行の安全性及び円滑な交通が確保されることを目的とする。

キルギス国政府は国家開発計画で、運輸・道路セクターの優先課題として主要都市と周辺都市を繋ぐ主要幹線道路の質の改善を掲げており、地吹雪による車両の通行障害が頻発する主要幹線道路において地吹雪対策を実施する本プロジェクトは、国家開発計画に合致し、これを具現化するものとして位置付けられる。また本プロジェクトは、我が国がキルギス国政府の方針に沿う形で、国別援助方針 (2012 年 12 月) で策定された重点分野の一つである「運輸インフラ維持管理と地域間格差の是正」にも合致することから、その実施は妥当であると判断される。

(2) 有効性

1) 定量的効果

本プロジェクトにおける定量的効果は以下のとおりである。

表 定量的効果

指標名	基準値 (2018 年) *1	目標値 (2024 年) *2
1. 地吹雪発生時の除雪作業 (時間×機材台数/回) a: KP125-129 区間、b: KP216-222 区間	a : 51.5 b : 74.0	a : 33.5 b : 37.8
2. 地吹雪発生時の車両通行が困難な時間 (時間/回) a: KP125-129 区間、b: KP216-222 区間	a : 7.25 b : 12.33	a : 4.72 b : 6.30

*1 : 基準値は過去 4 冬期 (2014—2018 年) の平均値

*2 : 事業完了 (2021 年) の 3 年後 2024 年を想定。3 冬期 (2021—2023 年) の平均値

目標値は吹雪・吹きだまりの数値シミュレーションの結果から、防雪柵の設置前後の路線上の吹きだまり速度の低減効果から算出した。

2) 定性的効果

本計画における定性的効果は以下のとおりである。

- ① 安全で円滑な冬期通行性の向上
- ② 冬期通行の利用促進

目 次

序 文

要 約

目 次

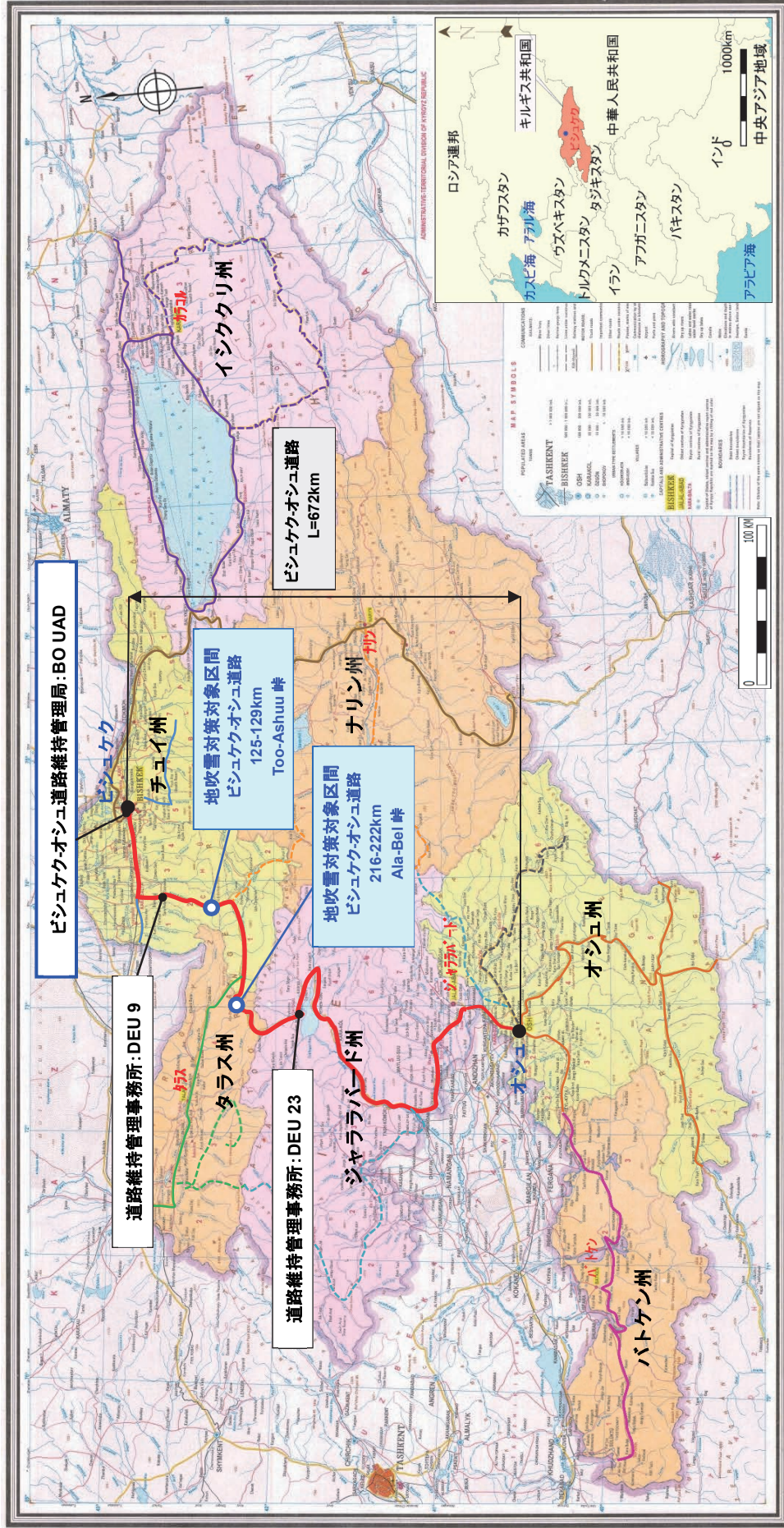
調査対象位置図／完成予想図／現況写真

図表リスト／略語表

頁

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯.....	1-1
1-1 当該セクターの現状と課題.....	1-1
1-1-1 現状と課題.....	1-1
1-1-2 開発計画.....	1-2
1-1-3 社会経済状況.....	1-2
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要.....	1-3
1-3 我が国の援助動向.....	1-3
1-4 他ドナーの援助動向.....	1-5
第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況.....	2-1
2-1 プロジェクトの実施体制.....	2-1
2-1-1 組織・人員.....	2-1
2-1-2 財政・予算.....	2-2
2-1-3 技術水準.....	2-3
2-1-4 既存施設・機材.....	2-5
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	2-9
2-2-1 対象区間の気象概況.....	2-9
2-2-2 地吹雪による通行障害.....	2-17
2-2-3 地吹雪及び吹きだまりの発生要因.....	2-21
2-2-4 対象区間の積雪状況（積雪深さと吹きだまり発生状況）.....	2-25
2-2-5 対象区間の地吹雪時の気象分布.....	2-42
2-2-6 吹雪・吹きだまりの数値シミュレーションによる地吹雪発生状況の再現調査.....	2-53
2-2-7 風洞実験調査.....	2-63
2-2-8 防雪柵設置箇所の調査.....	2-68
2-2-9 交通調査及び将来交通量.....	2-73
2-2-10 地形・地質調査.....	2-86
2-2-11 プロジェクトサイトの用地.....	2-88
2-2-12 環境社会配慮.....	2-89

第 3 章 プロジェクトの内容	3-1
3-1 プロジェクトの概要	3-1
3-2 協力対象事業の概略設計	3-1
3-2-1 設計方針	3-1
3-2-2 基本計画（機材計画）	3-4
3-2-3 調達計画	3-25
3-3 相手国側分担事業の概要	3-30
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画	3-30
3-5 プロジェクトの概略事業費	3-31
3-5-1 協力対象事業の概略事業費	3-31
3-5-2 運営・維持管理費	3-31
第 4 章 プロジェクトの評価	4-1
4-1 事業実施のための前提条件	4-1
4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項	4-1
4-3 外部条件	4-1
4-4 プロジェクトの評価	4-2
4-4-1 妥当性	4-2
4-4-2 有効性	4-2
【資料】	
1 調査団員氏名、所属	A-1
2 調査日程	A-3
3 相手国関係者リスト	A-7
4 討議議事録 第 1 回現地調査	A-8
5 討議議事録 第 2 回現地調査	A-35
6 討議議事録 第 4 回現地調査	A-64
7 テクニカルノート 運輸道路省	A-95
8 参考資料／収集資料リスト	A-106
9 Project Monitoring Report	A-107
10 技術資料	A-115

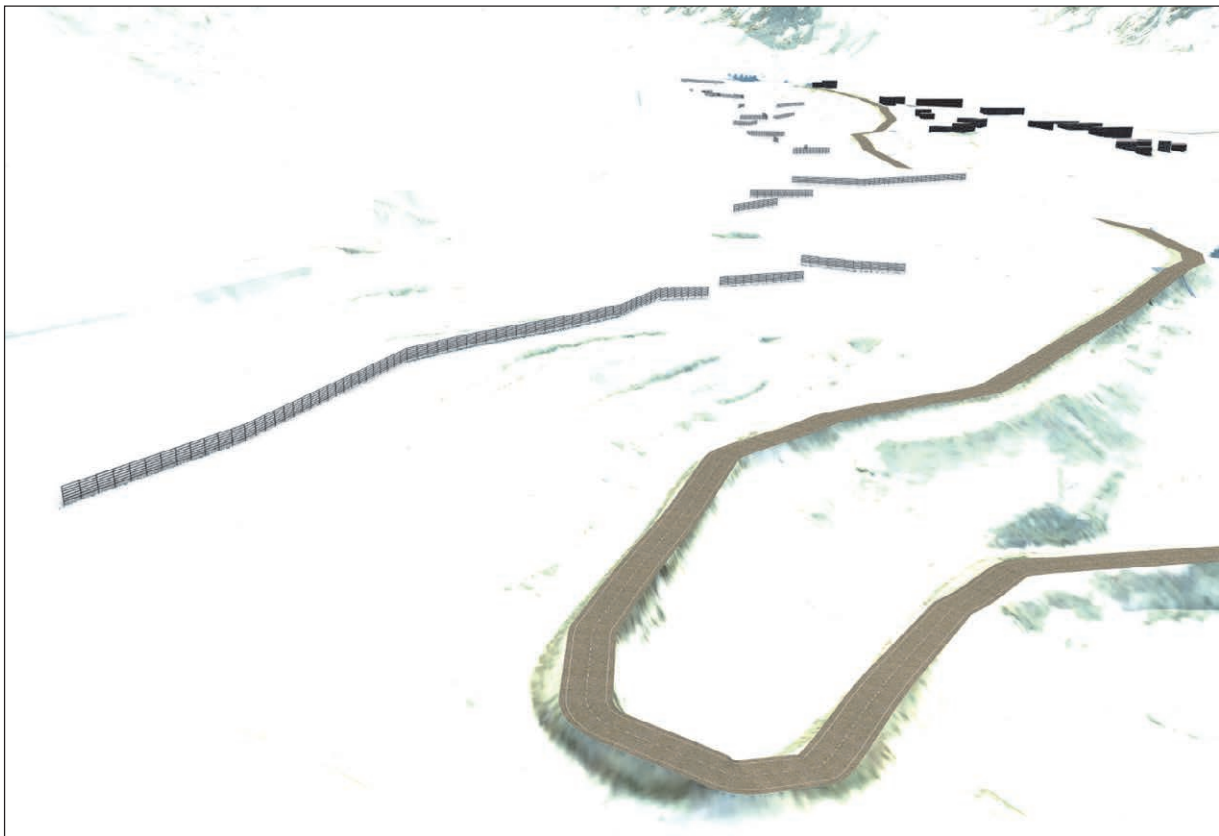


調査対象位置図

完成予想図 (1/4)

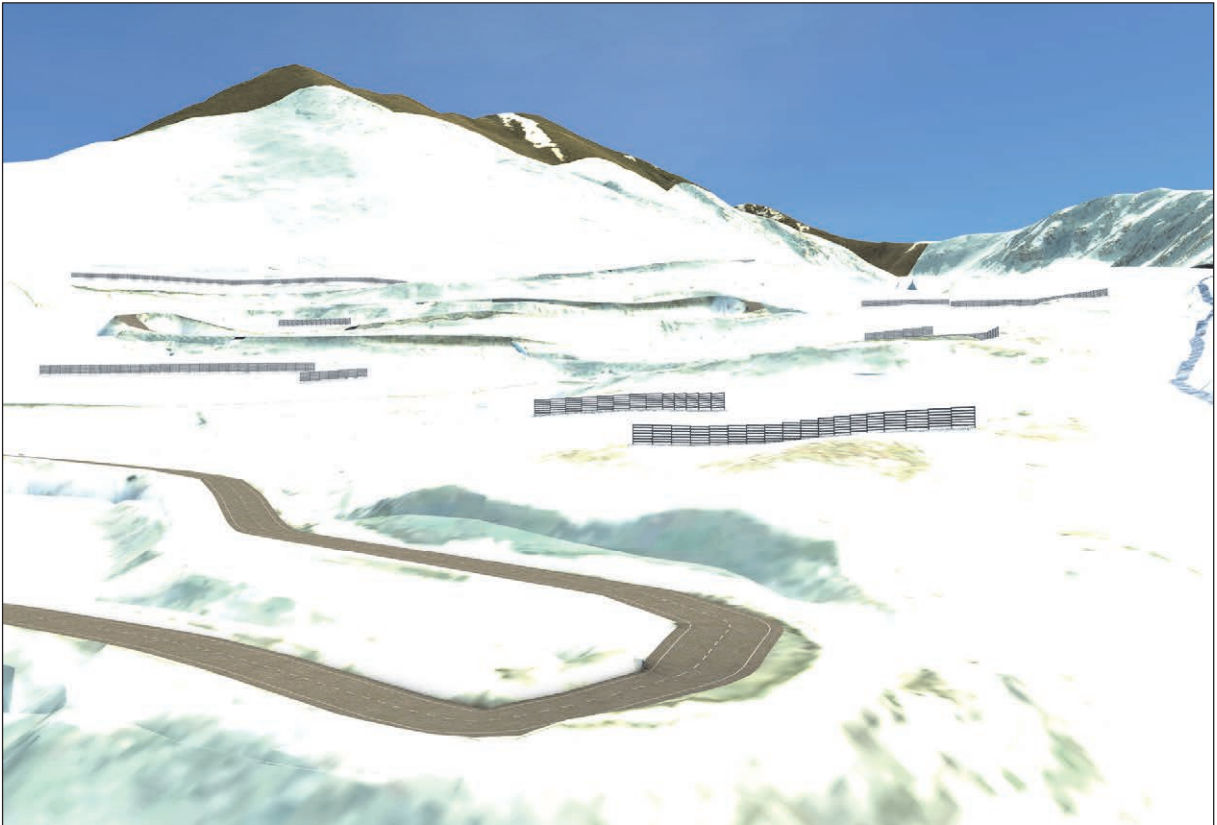


完成予想図 Too-Ashuu (全景)

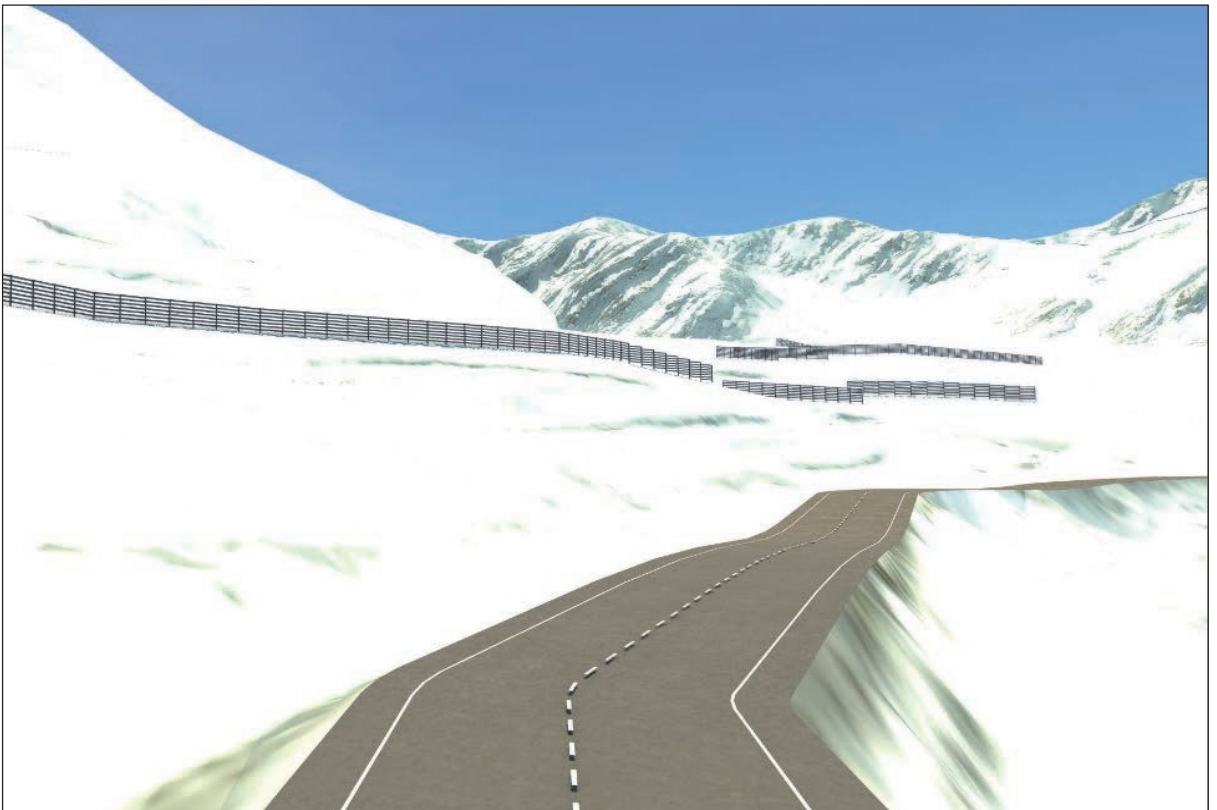


完成予想図 Too-Ashuu (KP 127+850)

完成予想図 (2/4)

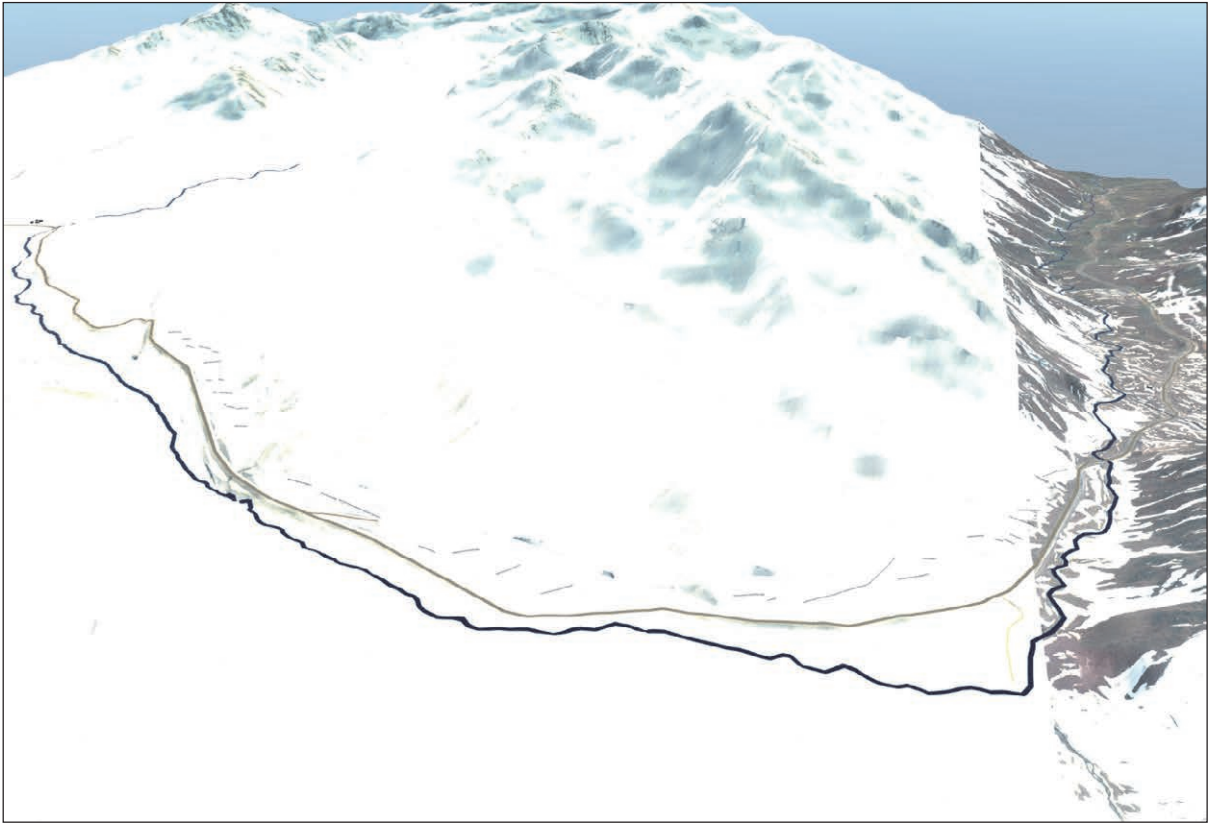


完成予想図 Too-Ashuu (KP 126+400)

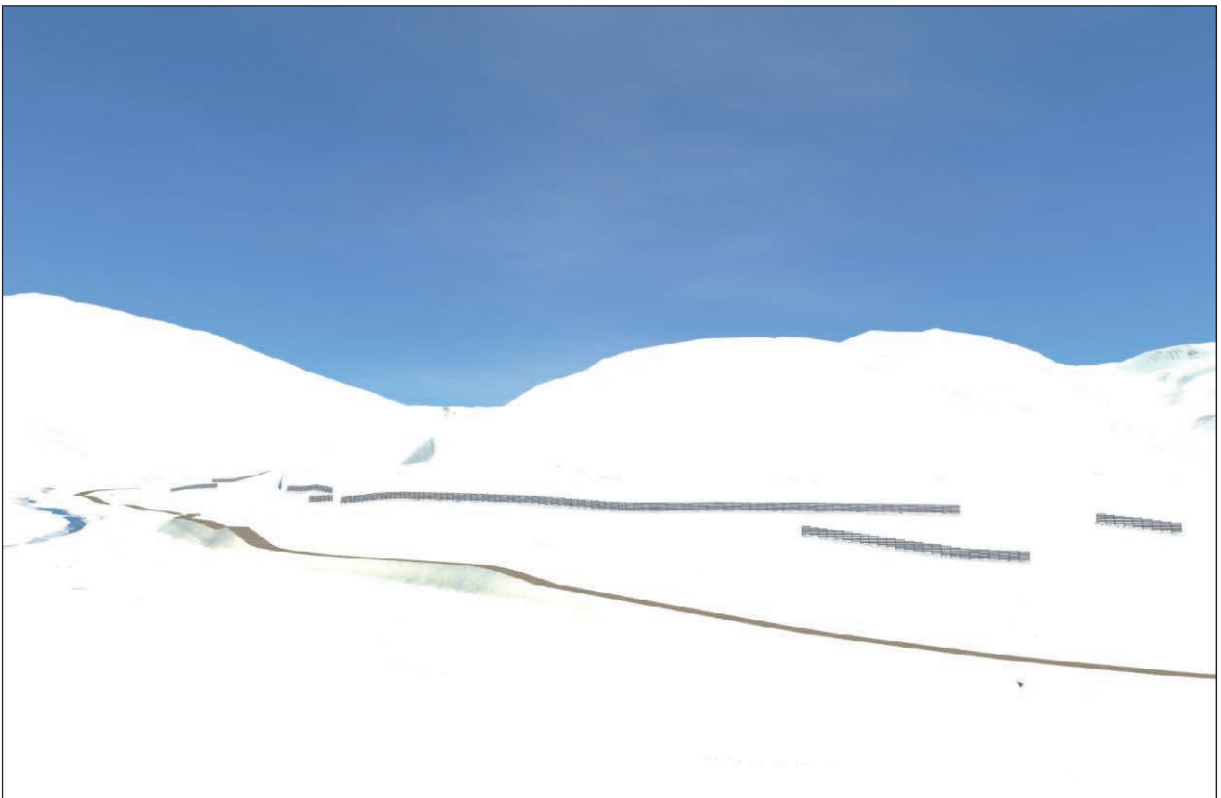


完成予想図 Too-Ashuu (KP 127+850)

完成予想図 (3/4)



完成予想図 Ala-Bel (全景)

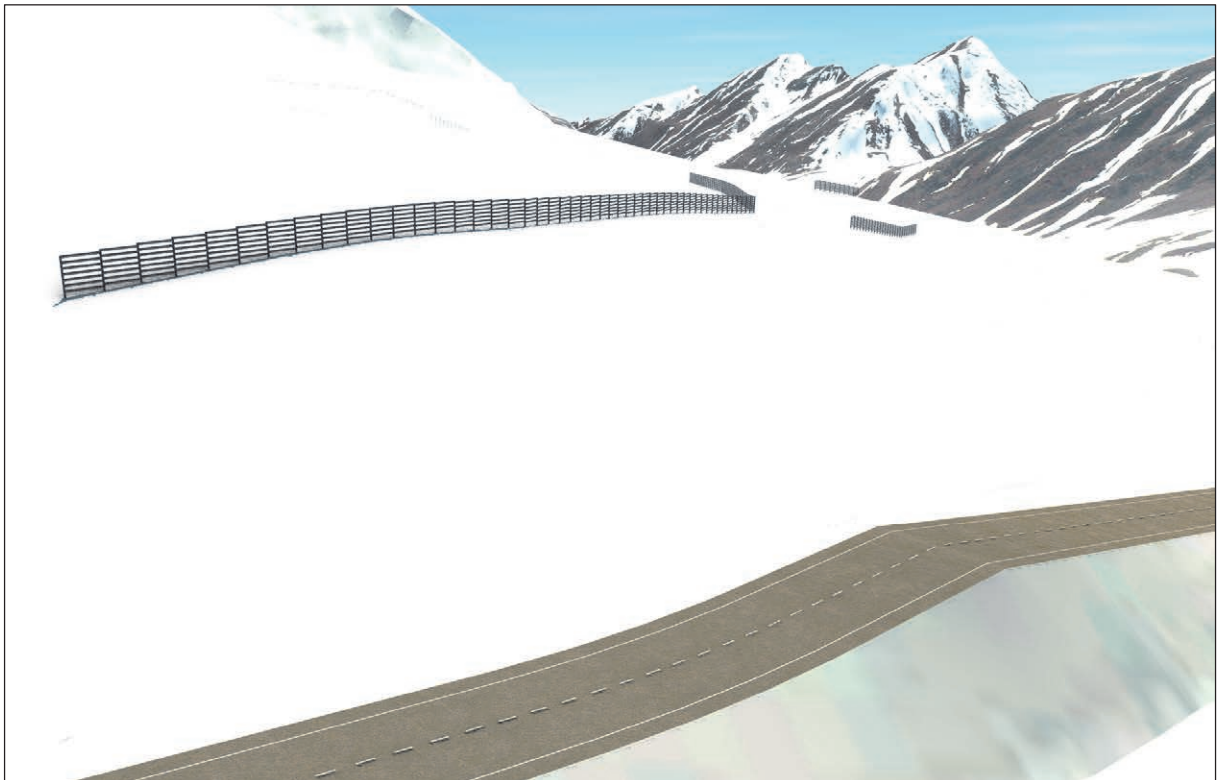


完成予想図 Ala-Bel (KP 220+500)

完成予想図 (4/4)



完成予想図 Ala-Bel (KP 219+450)



完成予想図 Ala-Bel (KP 220+200)

現況写真 (KP125-129:Too-Ashuu Pass)



KP125+850 南方向に平坦地が広がり、切土斜面でもあり、地吹雪による吹きだまりの要因となる



KP128+200 南南東方向に平坦な谷地形が広がり、地吹雪の発生域となっている可能性が高い



KP126+000 斜め方向からの吹きだまりが路側に発生している



KP128+300 風上側の平坦地から発生した吹きだまりが道路側に成長している



KP126+150 地吹雪による視程障害の発生状況



KP128+400 地吹雪による視程障害の発生状況

現況写真 (KP216-222:Ala-Bel Pass)



KP215+850 南からの河川に沿った谷地形が広がり、地吹雪の影響を受けやすい地形となっている



KP219+900 道路南側の小高い地形の背後に平坦地が広がり、地吹雪の影響を受けやすい



KP215+900 カーブ区間の終点側の切土斜面には吹きだまりが生じた痕跡がある



KP220+150 起点側からの鋭角な風向による小規模な吹きだまりが発生した痕跡がある



KP220+100 小規模な地吹雪発生状況



移動気象観測車

図表リスト

		頁
図 1-1.1	BO 道路と周辺国との物流関係.....	1-1
図 2-1-1.1	実施機関組織図.....	2-1
図 2-1-1.2	RMD 組織図.....	2-2
図 2-2-1.1	過去 10 冬期の降水量の推移 (Too-Ashuu 観測所)	2-10
図 2-2-1.2	過去 10 冬期の降水量の推移 (It-Agar 観測所)	2-11
図 2-2-1.3	吹走距離と最大吹走距離.....	2-13
図 2-2-1.4	風向別吹雪量 (Too-Ashuu 峠)	2-15
図 2-2-1.5	風向別吹雪量 (Ala-Bel 峠)	2-16
図 2-2-2.1	地吹雪による通行障害回数.....	2-17
図 2-2-2.2	地吹雪による通行障害区間 (Too-Ashuu 峠)	2-19
図 2-2-2.3	地吹雪による通行障害区間 (Ala-Bel 峠)	2-20
図 2-2-4.1	Too-Ashuu 峠の積雪分布.....	2-26
図 2-2-4.2 (1)	Ala-Bel 峠の積雪分布.....	2-27
図 2-2-4.2 (2)	Ala-Bel 峠の積雪分布.....	2-28
図 2-2-4.3	Too-Ashuu 峠の吹きだまり発生状況.....	2-30
図 2-2-4.4 (1)	Ala-Bel 峠の吹きだまり発生状況.....	2-36
図 2-2-4.4 (2)	Ala-Bel 峠の吹きだまり発生状況.....	2-37
図 2-2-4.4 (3)	Ala-Bel 峠の吹きだまり発生状況.....	2-38
図 2-2-5.1	2 月 6 日 (Run17) 移動気象観測経過図 (Too-Ashuu 峠)	2-45
図 2-2-5.2	観測データから算出した区間 10m 毎の最大風速の出現頻度 (Too-Ashuu 峠)	2-46
図 2-2-5.3 (1)	1 月 31 日 (Run04) 移動気象観測経過図 (Ala-Bel 峠) 起点側 (KP215+700-KP220+400)	2-48
図 2-2-5.3 (2)	2 月 6 日 (Run14) 移動気象観測経過図 (Ala-Bel 峠) 終点側 (KP220+410-KP222+000)	2-49
図 2-2-5.3 (3)	2 月 15 日 (Run27) 移動気象観測経過図 (Ala-Bel 峠) (北系の風況時の吹雪事例)	2-50
図 2-2-5.4 (1)	観測データから算出した区間 10m 毎の最大風速の出現頻度 (Ala-Bel 峠) 起点側 (KP215+700-KP220+400)	2-51
図 2-2-5.4 (2)	観測データから算出した区間 10m 毎の最大風速の出現頻度 (Ala-Bel 峠) 終点側 (KP220+410-KP222+000)	2-52
図 2-2-6.1	吹雪・吹きだまりの数値シミュレーションの実施領域.....	2-53
図 2-2-6.2	吹雪・吹きだまりの数値シミュレーションによる地雪の再現結果 (Too-Ashuu 峠)	2-55
図 2-2-6.3	道路上の風速(Ws)、吹きだまり速度(SR)、視程(VS)の比較 (Too-Ashuu 峠)	2-56
図 2-2-6.4	吹雪・吹きだまりの数値シミュレーションによる地吹雪の再現結果 (Ala-Bel	

	峠、領域 A)	2-58
図 2-2-6.5	吹雪・吹きだまりの数値シミュレーションによる地吹雪の再現結果 (Ala-Bel 峠、領域 B と領域 C の風速 (H=1.5m))	2-59
図 2-2-6.6	吹雪・吹きだまりの数値シミュレーションによる地吹雪の再現結果 (Ala-Bel 峠、領域 B と C の吹きだまり速度)	2-60
図 2-2-6.7	吹雪・吹きだまりの数値シミュレーションによる地吹雪の再現結果 (Ala-Bel 峠、領域 B と C の視程)	2-61
図 2-2-6.8	道路上の風速(Ws)、吹きだまり速度(SR)、視程(VS)の比較 (Ala-Bel 峠)	2-62
図 2-2-7.1	風洞実験装置の概要	2-63
図 2-2-7.2	風洞実験の範囲 (左 : Too-Ashuu 峠、右 : Ala-Bel 峠)	2-64
図 2-2-7.3	空隙率の違いによる吹きだめ柵の風洞実験結果	2-65
図 2-2-7.4	Too-Ashuu 峠 (KP128+200 付近) での風洞実験結果	2-66
図 2-2-7.5	Ala-Bel 峠 (KP217+300 付近) での風洞実験結果	2-67
図 2-2-9.1	交通調査地点	2-73
図 2-2-9.2	冬期・夏期／平日・休日別の交通量	2-74
図 2-2-9.3	地吹雪の経験有無 (KP81)	2-81
図 2-2-9.4	地吹雪の経験有無 (KP271+500)	2-81
図 2-2-9.5	地吹雪による影響 (KP81)	2-81
図 2-2-9.6	地吹雪による影響 (KP271+500)	2-81
図 2-2-9.7	地吹雪の経験有無 (KP81)	2-82
図 2-2-9.8	地吹雪の経験有無 (KP271+500)	2-82
図 2-2-9.9	地吹雪による影響 (KP81)	2-82
図 2-2-9.10	地吹雪による影響 (KP271+500)	2-82
図 2-2-9.11	年別自動車登録台数(商業用・乗用車).....	2-83
図 2-2-9.12	年別自動車登録台数(国際貨物車)	2-83
図 2-2-9.13	BO 道路 (KP81 と KP391) の年間交通量の推移.....	2-84
図 2-2-11.1	対象区間の標準道路断面	2-88
図 2-2-12.1	対象地域周辺保護区位置図	2-92
図 2-2-12.2	SAEPF 本庁組織図.....	2-97
図 3-2-2.1	道路と主風向との角度が 55 度に満たないときの吹きだめ柵設置の模式図.....	3-9
図 3-2-2.2	主風向が道路に平行なときの吹きだめ柵設置の模式図	3-10
図 3-2-2.3	風上側が一様に 18%以上の上り勾配を持つ箇所における吹きだめ柵と作業道路の配置.....	3-11
図 3-2-2.4	風上側が一様に 18%以下かつ地形の形状によっては、風下側に作業道路を配置.....	3-11
図 3-2-2.5	吹きだめ柵一般図 タイプ A～C.....	3-13
図 3-2-2.6	防雪対策の配置案 (Too-Ashuu 峠)	3-14
図 3-2-2.7 (1)	防雪対策の配置案 (Ala-Bel 峠)	3-17
図 3-2-2.7 (2)	防雪対策の配置案 (Ala-Bel 峠)	3-18

図 3-2-2.7 (3)	防雪対策の配置案 (Ala-Bel 峠)	3-19
図 3-2-2.8	視線誘導柱の配置	3-22
図 3-2-2.9	視線誘導柱の一般図	3-23
図 3-2-3.1	事業実施関係図	3-25
表 1-1.1	運輸・道路セクターの主要開発目標	1-2
表 1-3.1	我が国の技術協力案件 (運輸交通分野)	1-3
表 1-3.2	我が国有償資金協力案件 (運輸交通分野)	1-3
表 1-3.3	我が国の無償資金協力案件 (運輸交通分野)	1-4
表 1-4.1	他ドナー国・国際機関による援助実績	1-5
表 1-4.2	ビシュケクーオシユ道路改修事業 (フェーズ 4) 事業概要	1-6
表 2-1-1.1	DEU9 及び DEU23 の職員数	2-2
表 2-1-2.1	実施機関の予算実績	2-2
表 2-1-3.1	DEU 9 及び DEU 23 の道路維持管理機材 (冬期)	2-3
表 2-1-3.2	PBM 担当職員数	2-3
表 2-1-3.3	PBM の道路維持管理機材 (冬期)	2-4
表 2-1-4.1	KP 125-KP 129 区間 (Too-Ashuu) 整備履歴	2-5
表 2-1-4.2	既設防雪柵(1)	2-6
表 2-1-4.3	KP 216-KP 222 区間 (Ala-Bel) 整備履歴	2-7
表 2-1-4.4	既設防雪柵(2)	2-8
表 2-2-1.1	過去 10 冬期の月別降水量 (Too-Ashuu 観測所)	2-9
表 2-2-1.2	過去 10 冬期の月別降水量 (It-Agar 観測所)	2-10
表 2-2-1.3	対象区間の吹雪量	2-12
表 2-2-1.4	降水量データによる推定吹雪量	2-13
表 2-2-1.5	年平均吹雪量による吹雪の厳しさ	2-14
表 2-2-2.1	過去 4 冬期の地吹雪による通行障害記録	2-17
表 2-2-2.2	地吹雪による通行障害区間 (Too-Ashuu 峠)	2-18
表 2-2-2.3	地吹雪による通行障害区間 (Ala-Bel 峠)	2-18
表 2-2-5.1	移動気象観測の観測項目と観測目的	2-42
表 2-2-5.2	移動気象観測の実施日・回数	2-43
表 2-2-6.1	吹雪・吹きだまりの数値シミュレーションを行った気象条件	2-53
表 2-2-7.1	吹雪風洞の諸元	2-63
表 2-2-9.1	KP81 (ソスノフカ料金所)	2-74
表 2-2-9.2	KP271+500 (警察のチェックポイント)	2-74
表 2-2-9.3	冬期と夏期の走行速度結果 (Too-Ashuu 峠)	2-75
表 2-2-9.4	冬期と夏期の走行速度結果 (Ala-Bel 峠)	2-76
表 2-2-9.5	インタビューのサンプル率	2-76
表 2-2-9.6	平均乗車人員	2-76
表 2-2-9.7	乗用車類 (バス含む) 交通移動の発着地点 (KP81 ソスノフカ料金所)	

	(冬期).....	2-77
表 2-2-9.8	乗用車類（バス含む）交通移動の発着地点（KP81 ソスノフカ料金所） (夏期).....	2-77
表 2-2-9.9	トラック交通移動の発着地点（KP81 ソスノフカ料金所）（冬期）	2-78
表 2-2-9.10	トラック交通移動の発着地点（KP81 ソスノフカ料金所）（夏期）.....	2-78
表 2-2-9.11	乗用車類（バス含む）交通移動の発着地点（KP271+500 警察のチェック ポイント）（冬期）	2-79
表 2-2-9.12	乗用車類（バス含む）交通移動の発着地点（KP271+500 警察のチェック ポイント）（夏期）	2-79
表 2-2-9.13	トラック交通移動の発着地点（KP271+500 警察のチェックポイント） （冬期）	2-80
表 2-2-9.14	トラック交通移動の発着地点（KP271+500 警察のチェックポイント） （夏期）	2-80
表 2-2-9.15	各機関の GDP 発表値.....	2-83
表 2-2-9.16	季節変動の補正係数（冬期 11 月-4 月の平均）	2-84
表 2-2-9.17	季節変動の補正係数（夏期 5 月-10 月の平均）	2-84
表 2-2-9.18	平日と休日の曜日変動の補正係数.....	2-84
表 2-2-9.19	冬期・夏期の将来交通量（KP124-129）	2-85
表 2-2-9.20	冬期・夏期の将来交通量（KP216-222）	2-85
表 2-2-10.1	地質調査結果.....	2-87
表 2-2-11.1	プロジェクトサイトの所轄地区.....	2-88
表 2-2-12.1	対象地域の行政地区・面積・人口	2-89
表 2-2-12.2	環境ベースライン調査概要	2-90
表 2-2-12.3	大気質調査結果概要	2-90
表 2-2-12.4	騒音・振動調査結果概要	2-90
表 2-2-12.5	水質調査結果概要	2-91
表 2-2-12.6	動物相調査結果.....	2-91
表 2-2-12.7	植物相調査結果.....	2-92
表 2-2-12.8	環境に関する法令等	2-93
表 2-2-12.9	EIA の対象となる経済活動	2-94
表 2-2-12.10	大気質基準（抜粋）	2-95
表 2-2-12.11	水質基準（抜粋）	2-95
表 2-2-12.12	騒音の基準（抜粋）	2-95
表 2-2-12.13	振動の基準(カテゴリ 2).....	2-96
表 2-2-12.14	EIA 実施に係る関係者および役割	2-96
表 2-2-12.15	環境社会配慮面における工事中の留意事項.....	2-98
表 2-2-12.16	ステークホルダー協議概要.....	2-98
表 3-2-1.1	BO 道路（Too-Ashuu 峠、Ala-Bel 峠）の課題と地吹雪対策の対処方針	3-1
表 3-2-2.1	地吹雪対策の基本方針.....	3-4

表 3-2-2.2	地吹雪対策の対象区間.....	3-4
表 3-2-2.3	地吹雪対策方法の選定.....	3-5
表 3-2-2.4	BO 道路の推定吹雪量.....	3-8
表 3-2-2.5	吹きだめ柵のタイプ.....	3-12
表 3-2-2.6	吹きだめ柵の設置延長と仕様 (Too-Ashuu 峠 : KP125+000-KP129+000)	3-15
表 3-2-2.7	吹きだめ柵の設置延長と仕様 (Ala-Bel 峠 : KP215+740-KP222+000)	3-20
表 3-2-2.8	視線誘導柱の概要.....	3-21
表 3-2-2.9	予備部品 (案)	3-24
表 3-2-3.1	両国政府の負担区分.....	3-26
表 3-2-3.2	主要資材調達区分.....	3-27
表 3-2-3.3	初期操作指導・運用指導.....	3-29
表 3-2-3.4	事業実施工程.....	3-29
表 4-1.1	事業実施のための前提条件.....	4-1
表 4-2.1	相手方投入 (負担) 事項.....	4-1
表 4-3.1	外部条件.....	4-1
表 4-4.1	定量的効果.....	4-2
写真 2-2-3.1(1)	Too-Ashuu 峠.....	2-21
写真 2-2-3.1(2)	Too-Ashuu 峠.....	2-22
写真 2-2-3.2(1)	Ala-Bel 峠.....	2-23
写真 2-2-3.2(2)	Ala-Bel 峠.....	2-24
写真 2-2-4.1(1)	Too-Ashuu 峠での地吹雪発生後の吹きだまり状況.....	2-31
写真 2-2-4.1(2)	Too-Ashuu 峠での地吹雪発生後の吹きだまり状況.....	2-32
写真 2-2-4.1(3)	Too-Ashuu 峠での地吹雪発生後の吹きだまり状況.....	2-33
写真 2-2-4.1(4)	Too-Ashuu 峠での地吹雪発生後の吹きだまり状況.....	2-34
写真 2-2-4.2(1)	Ala-Bel 峠での吹きだまりや吹雪の発生状況.....	2-39
写真 2-2-4.2(2)	Ala-Bel 峠での吹きだまりや吹雪の発生状況.....	2-40
写真 2-2-4.2(3)	Ala-Bel 峠での吹きだまりや吹雪の発生状況.....	2-41
写真 2-2-4.2(4)	Ala-Bel 峠での吹きだまりや吹雪の発生状況.....	2-42
写真 2-2-5.1	移動気象観測車全景.....	2-43
写真 2-2-7.1	風洞実験に用いた模型と設置状況.....	2-65
写真 2-2-8.1	細かい凹凸と傾斜から防雪柵の配置を調整した (Ala-Bel 峠 : KP217+300 付近南側の地形の様子)	2-68
写真 2-2-8.2	地形図には表現されない凹凸を利用して防雪柵の配置を調整した (Too-Ashuu 峠 : KP129 付近東側の地形の様子)	2-69
写真 2-2-8.3	防雪柵の設置位置と道路との離れを確認 (Too-Ashuu 峠 : KP125+200 付近南側の防雪柵予定箇所と道路の位置関係)	2-70
写真 2-2-8.4	防雪柵の設置位置を尾根状地形の上に修正 (Ala-Bel 峠 : KP221+400 付近南側の積雪状況)	2-70

写真 2-2-8.5	道路線形の確認による視線誘導柱の設置位置の確認と調整 (Too-Ashuu 峠 : KP126+500 付近)	2-71
写真 2-2-8.6	視線誘導柱設置箇所之路肩の確認 (Ala-Bel 峠 : KP217+300 付近之路肩の様子)	2-72
写真 2-2-9.1	道路之路面状況	2-75
写真 2-2-12.1	Apollo Butterfly	2-91
写真 2-2-12.2	Cinereous vulture	2-91
写真 2-2-12.3	Rhodiola litwinowii Boriss.....	2-92
写真 2-2-12.4	ステークホルダー協議	2-99
写真 3-2-2.1	吹きだめ柵の設置事例 (左 : 日本国北海道、右 : 米国ワイオミング州)	3-6
写真 3-2-2.2	視線誘導柱の設置例 (視線誘導対策)	3-6

略 語 表

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
B/A	Banking Arrangements	銀行取極め
CAREC	Central Asia Regional Economic Cooperation	中央アジア地域経済協力
DEU	Local Level Roads Management Unit	道路維持管理事務所
EDB	Eurasian Development Bank	ユーラシア開発銀行
EIA	Environment Impact Assessment	環境影響評価
E/N	Exchange of Notes	交換公文
EU	European Union	欧州連合
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GNI	Gross National Income	国民総所得
GoK	Government of Kyrgyz	キルギス政府
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IsDB	Islamic Development Bank	イスラム開発銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
KP	Km Post	道路距離標
M/D	Minutes of Discussions	協議議事録
MOTR	Ministry of Transport and Roads	運輸道路省
NSDS	National Sustainable Development Strategy	国家開発戦略
PBM	Performance-Based Maintenance	性能規定型維持管理
PLUAD	Obrast Level Roads Management Unit	地方道路維持管理局
RMD	Road Maintenance Department	道路維持管理部
SAEPF	State Agency for Environmental Protection and Forestry	環境保護・森林庁
UAD	Main Roads Management Unit	主要道路維持管理局
WB	World Bank	世界銀行

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

キルギス共和国（以下、キルギス国）は、カザフスタン、ウズベキスタン、タジキスタン、中国に囲まれた内陸国であり、旅客輸送や貨物輸送の約 95%を道路交通に依存している。特にビシュケク-オシュ道路（以下、「BO 道路」という）は、アジア開発銀行（ADB）の主導する中央アジア地域経済協力（CAREC）¹の国際回廊（CAREC Corridor 3）の一部として、本国と周辺国を結んでおり、かつ、首都ビシュケクと第二の都市オシュを結ぶ唯一の主要幹線道路であることから、国内的・国際的にも最も重要な道路の一つに位置付けられる。しかし、当該道路は山岳地帯を通過するため冬期には積雪により、雪崩や風雪等の自然災害が多発しており、さらに、急峻な山岳地帯という地形上、山頂付近から吹き降ろす風が非常に強く、路上への吹きだまりと視程障害の発生により、頻繁に車両の通行障害が発生している。同道路 125-129km 区間（Too-Ashuu 峠：3,130m）及び 216-222km 区間（Ala-Bel 峠：3,184m）では地吹雪に起因する車両通行が困難な状況が頻発しており、特に、2015-2016 年冬期においては、それぞれ 21 回、65 回の車両通行が困難な地吹雪が発生している。このような冬期の地吹雪に起因する通行障害は、国内物資輸送や周辺国との交易に支障をきたし、経済活性化の阻害要因となっている。



図 1-1.1 BO 道路と周辺国との物流関係

¹ Central Asia Regional Economic Cooperation Corridor : アジア全体の物流の円滑化、経済の発展を図るべく整備されつつある国際回廊

1-1-2 開発計画

キルギス国政府は2018年4月に国家開発計画「統一・信頼・創造」（2018～2022年）を承認し、その重点分野の1つに「戦略的経済産業の開発」を掲げている。また、運輸・道路セクターの主要開発目標は下表の通りであり、特に国内道路網及び国際幹線道路の拡充・改修を優先項目としている。

表 1-1.1 運輸・道路セクターの主要開発目標

(1) 国内道路網及び国際輸送回廊の拡充
(2) 代替南北道路建設・国際幹線道路（5路線）改修、新国際道路（2路線）建設
(3) 主要都市の道路インフラの質の向上、公共交通・鉄道網整備
(4) 国内主要空港の近代化
(5) “空の自由化”の推進及び航空業の改善
(6) ユーラシア経済連合加盟国の主要指針に従った輸送政策の推進

「国家持続的開発戦略 2013-2017」（National Sustainable Development Strategy 以下、「NSDS」という）は取り組むべき優先分野として経済産業の発展を掲げ、運輸・道路セクターの優先課題として、内陸国で港湾へのアクセスが限定された「ランドロックカントリー」のキルギスにおいて、周辺地域と国内市場へのアクセスを確保することにより「交通」の要衝国へと転換することを掲げていた。NSDSは依然として重要であり、国家開発計画「統一・信頼・創造」（2018～2022年）はNSDSの実績の継続性と一貫性を維持することを目的としている。

対象道路は、国内及び国際物流の道路ネットワークとして重要な役割を担う国際幹線道路と位置付けられており、本事業の妥当性は高い。

1-1-3 社会経済状況

キルギス国は、中央アジアに位置する旧ソビエト連邦の共和制国家である。198,500km²の国土に約631万人（2017年：国際通貨基金（IMF））の人口を擁する。国土全体の40%が標高3,000mを超える山国である。国土は東西に長く、緯度は北緯40度であり、中国との国境には天山山脈が延びる。南に位置するタジキスタンに向かってパミール高原が広がる。

夏季に雨が少ない温帯の地中海性気候に相当する。山地は亜寒帯湿潤気候、特に高地は高山気候となる。最も暑い時期は7月と8月で平均最高気温は30度～33度程度、また、気温が最も低い時期の平均最低気温は12月～2月で-5度～-7度である。夏期は降水が少なく、冬期は一定の降水があり、年間降水量は462mmである。

キルギス国は、1991年にソビエト連邦の崩壊後に独立した。旧ソ連を構成していた中央アジア5カ国で「最も民主的」といわれる。主要産業は農業及び牧畜業（GDPの約3割）、農畜産物を加工する食品加工業、金採掘を中心とする鉱業であり、エネルギー資源には恵まれていないが、水資源が豊富である。

独立後、1992年の価格自由化を皮切りに、IMFの緊縮財政勧告に従って急進的市場改革路線を推進した。ソ連崩壊の混乱の中で経済不振が続いたが、1996年に独立後初めてGDPがプラスに転じた。その後、1998年ロシア金融危機の影響を受け、財政が逼迫するなど危機もあったが、基本的にはプラス成長が続いている。IMFによる2017年の統計値によるとGDPは71.6億USドルであり、一人当たりのGDPは1,140USドルである。実質経済成長率は4.5%、物価上昇率は3.3%である。2014年には、ユーラシア経済連合に加盟している。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

キルギス国政府は国家開発計画である「統一・信頼・創造」(2018～2022年)において、運輸・道路セクターの優先課題として、主要都市と周辺都市を繋ぐ主要幹線道路の質の改善を掲げている。しかしながら、前述のとおり、冬期に地吹雪に起因する通行障害が頻発しているため国内物資輸送や周辺国との交易に支障をきたし、経済活性化の阻害要因となっている。地吹雪による車両の通行障害が頻発する主要幹線道路において地吹雪対策を実施する「ビシュケク-オシュ道路地吹雪対策計画」(以下、「本プロジェクト」とする。)は、国家開発計画に合致し、これを具現化するものとして位置付けられている。

かかる状況の中、キルギス政府は、首都ビシュケクと第二の都市オシュを結ぶ国際幹線道路上における地吹雪対策を通じて冬期の道路輸送能力及び安全性の向上を図る本プロジェクトの要請を行った。

本調査は、要請の必要性及び妥当性を確認するとともに、無償資金協力案件として適切な概略設計を行い、事業計画(調達機材の数量、仕様等)や機材の据え付け計画を策定し、概略事業費を積算することを目的として実施した。

1-3 我が国の援助動向

運輸交通分野における我が国の援助実績(技術協力プロジェクト、有償資金協力および無償資金協力)を表 1-3.1(技術協力プロジェクト)、表 1-3.2(有償資金協力)および表 1-3.3(無償資金協力)に示す。

表 1-3.1 我が国の技術協力案件(運輸交通分野)

協力内容	実施年度	案件名	概要
専門家派遣	2008-	道路行政アドバイザー	MOTRによる道路行政に関する助言・支援
技術協力プロジェクト	2008-2011	道路維持管理能力向上プロジェクト	MOTRの道路(舗装)維持管理能力の向上
開発計画調査型技術協力	2011-2013	ビシュケク市交通改善計画調査	都市交通マスタープランの策定、適切な交通計画の立案および継続実施のための技術移転
技術協力プロジェクト	2013-2015	橋梁・トンネル維持管理能力向上プロジェクト	橋梁・トンネルに関する情報のデータベース開発や維持管理計画の作成などを支援し、橋梁・トンネルのメンテナンス能力を向上
技術協力プロジェクト	2016-2019	道路防災対応能力強化技術協力プロジェクト	道路防災点検・分析能力の向上、道路防災データベース管理システムの構築および運用、道路防災管理計画策定能力を向上し、斜面災害、雪害に対する道路交通の安全性を向上

表 1-3.2 我が国有償資金協力案件(運輸交通分野)

協力内容	L/A 調印年度	案件名	概要
有償資金協力	1997	ビシュケク-オシュ道路改修事業(I)	ビシュケク-オシュ道路(約 672km)のうち緊急性の高い区間(約 38km)の改修
有償資金協力	1998	ビシュケク-オシュ道路改修事業(II)	ビシュケク-オシュ道路(約 672km)のうち緊急性の高い区間(約 128km)の改修
有償資金協力	2015	国際幹線道路改善事業	南部の主要都市であるオシュ、バトケン、イスファナを結ぶ国際幹線道路の改修及び首都ビシュケクと第2の都市オシュを結ぶ国際幹線道路における防災対策

表 1-3.3 我が国の無償資金協力案件（運輸交通分野）

贈与契約 締結年度	案件名	供与限度額 (単位:億円)	概要
2006	ナリン州道路維持管理用機材整備計画	5.78	ナリン州における道路維持管理用機材の整備
2008	チュイ州橋梁架け替え計画	6.35	老朽化している3橋梁 (アラメジン橋、アラアルチャ橋、ケンブルン橋)の架け替え
2010	イシククリ州・チュイ州道路維持管理機材整備計画	9.74	イシククリ州・チュイ州における道路維持管理用機材の整備
2013	ビシュケクーオシユ道路クガルト橋架け替え計画	11.96	建設から40年以上経過し、老朽化しているクガルト橋の架け替え
2013	オシユ州, ジャララバード州及びタラス州道路維持管理機材整備計画	24.91	オシユ、ジャララバード、タラス3州における、道路補修機材や除雪・融雪機材等の整備
2017	道路維持管理機材整備場改善計画	4.41	6ヶ所の道路維持管理機材整備場におけるメンテナンス機材の整備
2017	ビシュケクーオシユ道路雪崩対策計画	42.88	ビシュケクーオシユ道路246km地点においてスノーシェッドの建設
2018	タラスータラズ道路ウルマラル川橋梁架け替え計画	—	老朽化しているタラス州ウルマラル川橋梁の架け替え

1-4 他ドナーの援助動向

運輸交通分野における他ドナーのキルギス国への援助実績を表 1-4.1 に示す。

表 1-4.1 他ドナー国・国際機関による援助実績

(運輸交通分野 単位：千 US ドル)

実施年度	機関名	案件名	金額	援助形態	概要
2004-2010	IsDB (イスラム開発銀行)	タラズータラスースーサミル道路改修 (フェーズ1)	12,800	有償	タラズータラスースーサミル道路の改修
2007	中国	オシューイルケシタン道路改修	8,000	有償	オシューイルケシタン道路の改修
2007-2010	ADB	南部運輸回廊改修 (オシューサリタシューイルケシタン)	32,800	有償	南部運輸回廊の改修
2007-2010	IsDB	オシューバトケンーイスファナ道路改修	17,300	有償	オシューバトケンーイスファナ道路の改修
2008-2010	EU (欧州連合)	オシューバトケンーイスファナ道路改修	18,000	有償	オシューバトケンーイスファナ道路の改修
2008-2012	ADB	CAREC 地域道路回廊改善	48,600	無償 有償	CAREC 地域道路回廊の改善
2008-2014	ADB	ビシュケクートルガルト道路改修	20,000	無償	ビシュケクートルガルト道路の改修
2009-2011	IsDB	タラズータラスースーサミル道路改修 (フェーズ2)	11,200	有償	タラズータラスースーサミル道路の改修
2009-2013	ADB	ビシュケクートルガルト道路改修 (フェーズ2)	50,000	無償 有償	ビシュケクートルガルト道路の改修
2009-2010	EU	オシューバトケンーイスファナ道路改修	35,000	有償	オシューバトケンーイスファナ道路の改修
2009-2011	ADB	サリタシューカルイク道路改修	25,600	有償	サリタシューカルイク道路の改修
2010-2012	WB	オシューバトケンーイスファナ道路改修	25,000	有償	オシューバトケンーイスファナ道路の改修
2012-2016	ADB	ビシュケクートルガルト道路改修 (フェーズ3)	70,100	無償 有償	ビシュケクートルガルト道路の改修
2013-2017	IsDB	ビシュケクーナリントルガルト道路改修	66,250	有償	ビシュケクーナリントルガルト道路改修
2014-	中国	南北道路建設	400,000	有償	バルクチージャララバードを結ぶ道路の建設
2014-2018	IsDB サウジ開発基金	タラズータラスースーサミル道路改修 (フェーズ3)	20,000	有償	タラズータラスースーサミル道路の改修
2014-2019	WB	オシューバトケンーイスファナ道路改修	25,000	無償 有償	オシューバトケンーイスファナ道路の改修
2015-2019	IsDB	オシューバトケンーイスファナ道路改修	17,300	有償	オシューバトケンーイスファナ道路の改修
2014-2020	ADB	ビシュケクーオシュ道路改修 (フェーズ4)	100,000	無償 有償	ビシュケクーカラバルタ間52.5kmの改修
2014-2020	Eurasian Development Bank (EDB)		60,000	有償	マダニヤットージャラルアバッド間67kmの改修
2015-2020	IsDB サウジ開発基金	南北道路建設	32,000	有償	ジャララバードーバルクチ間の南北道路建設

キルギスの道路セクターに対するドナー支援は、特に国際道路整備に集中している。道路整備費用の約 87%は海外からの支援が占めている。これらのプロジェクトは、わが国をはじめ、ADB、IsDB、WB、中国などの支援により実施されてきており、特にわが国及び ADB、WB、などの支援額が大きい。

本プロジェクトと同様の地吹雪対策にかかる他ドナーの事業は、ADB による BO 道路改修事業において 2003 年にプロジェクト対象区間で防雪柵が設置されたが、効果的な機能を果たしておらず損傷も激しい状態となっている。現状で今後の実施は予定されていない。

現在 ADB の事業（有償：65%、無償：35%）によりビシュケクーオシュ道路改修事業（フェーズ 4）が実施されている。本体事業は、BO 道路のビシュケク（KP 8+500）ーカラバルタ（KP 61）間 52.5km の道路改修、橋梁架け替え及びパイロットプロジェクトとしてカラバルタ（KP 61）ーカラバエフ・トンネル（KP 129+500）間 68.5km の道路維持管理を民間企業に委託する事業で実施されている。（KP：km post、BO 道路距離標、+以下は m）

表 1-4.2 ビシュケクーオシュ道路改修事業（フェーズ 4）事業概要

<p>【資金】 ADB：100.0 million USD EDB：60.0 million USD GoK：31.8 million USD （キルギス政府資金） 合計：191.8 million USD</p>	<p>【事業内容】 ADB：ビシュケクーカラバルタ間（52.5km） ・道路改修（4車線×43.5km、6車線×9km） ・橋梁架け替え×6橋、橋梁補修×2橋 ・<u>パイロットプロジェクト PBM（68.5km）</u> ・道路安全プログラム EDB：マダニヤットージャラルアバッド間（67km） ・道路改修、橋梁架け替え GoK：用地所得、税金、政府職員雇用等</p>
--	---

出典：ADB 資料より調査団作成

パイロットプロジェクトによる民間委託は、道路維持管理業務を性能規定型維持管理（Performance-Based Maintenance：PBM）によって 2018 年 1 月ー2020 年 12 月の 3 年間にわたり実施している。PBM はキルギスの民間建設会社である MostDorStroy が受託し、パイロットプロジェクト期間は 3 年間、契約金額は 4.2 百万ドルとなっている。契約金額のうち 60%を ADB が支援し、40%をキルギス政府が拠出している。

PBM は冬期の道路維持管理も含み、本プロジェクトの対象区間である BO 道路 KP125-KP129 区間も管理範囲であるが、無償資金協力が実施された場合、防雪柵設置の完了時には PBM の契約は終了し、PBM の延長は予定されていない。

第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況

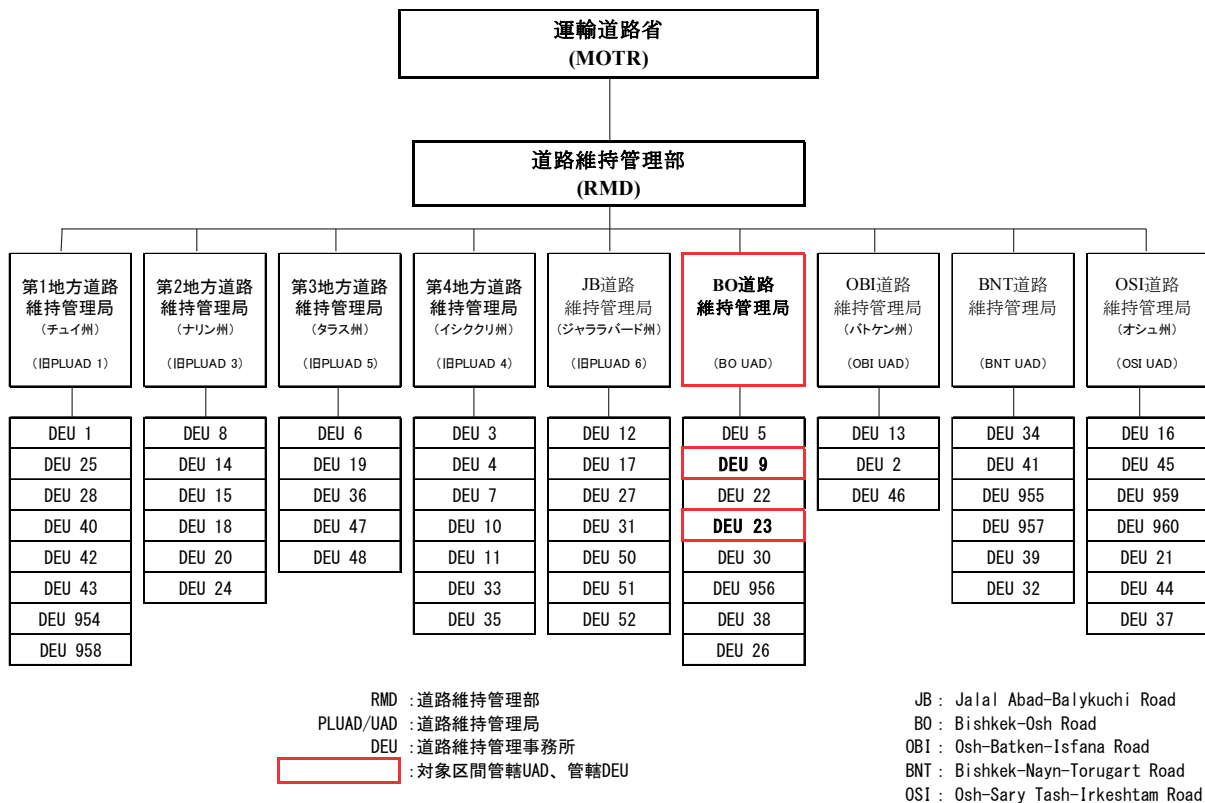
2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

(1) 組織体制

本プロジェクトの実施機関は運輸道路省（Ministry of Transport and Roads : MOTR）である。MOTR 本省内における本プロジェクト関係部署である道路維持管理部（Road Maintenance Department : RMD）は MOTR が管轄する道路の維持管理計画の作成、予算管理、調達業務等を実施している。

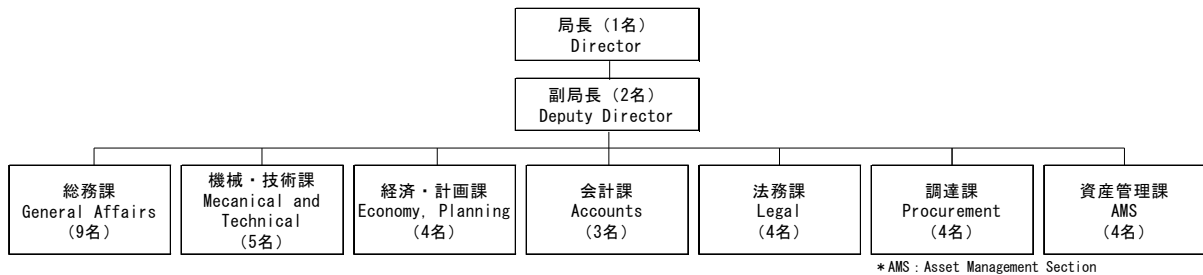
また、本プロジェクトの対象道路となるビシュケクーオシュ道路（BO 道路）を管轄しているのは、ビシュケクーオシュ道路維持管理局（BO UAD）で対象区間 KP 125-KP 129 を管理しているのは、第 9 道路維持管理事務所（DEU 9）、KP 216-KP 222 を管轄しているのは、第 23 道路維持管理事務所（DEU 23）である。



出典：MOTR 資料より調査団作成

図 2-1-1.1 実施機関組織図

RMD では、2017 年 2 月に道路維持管理局の名称について一部変更を行った。従来 PLUAD と呼称していたものを「地方道路維持管理局（Regional Department of RMD）」として、第 1 から第 4 までを設けた。また、ジャララバード州内の道路を管轄していた PLUAD 6 については、現在建設中のジャララバードーバルクチ道路が完成する 2018 年（予定）までは、ジャララバードーバルクチ道路維持管理局（JB UAD）と呼称し、当道路が完成後は、ジャララバード州内と JB 道路を管轄する第 5 地方道路維持管理局とする予定となっている。



出典：MOTR 資料より調査団作成

図 2-1-1.2 RMD 組織図

(2) 人員体制

DEU 9 及び DEU 23 の人員は、下表に示すとおりである。道路維持管理のための運転手／オペレータと作業員が大半を占める。

表 2-1-1.1 DEU9 及び DEU23 の職員数

役職・担当	DEU 9 (人)	DEU 23 (人)
所長	1	1
チーフエンジニア	1	1
エンジニア (high education)	12	5
エンジニア (secondary education)	6	4
運転手／オペレータ	48	22
作業員	39	44
機械操作員	1	15
警備員	13	3
合計	121	95

出典：MOTR 資料より調査団作成

2-1-2 財政・予算

BO 道路維持管理局及び DEU 9、DEU 23 の道路維持管理に関する近年の予算実績を表 2-1-2.1 に示す。

表 2-1-2.1 実施機関の予算実績

		(mil. som)	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
BO道路維持管理局	計画		281.7	327.2	315.6	316.5	286.0
	実施		336.9	335.0	357.8	320.4	453.6
	実施/計画		119.6%	102.4%	113.4%	101.2%	158.6%
DEU 9	冬期維持管理	計画	14.0	12.6	14.8	19.1	19.6
		実施	14.6	17.3	23.9	23.1	27.1
	全体予算	計画	62.0	50.0	54.5	52.8	102.7
		実施	46.0	43.5	63.3	56.9	91.1
		実施/計画	74.2%	87.0%	116.1%	107.8%	88.7%
DEU 23	冬期維持管理	計画	16.4	15.8	16.0	18.1	17.2
		実施	15.0	20.4	21.3	20.0	19.7
	全体予算	計画	30.1	54.3	43.8	33.5	39.4
		実施	30.1	56.1	47.7	35.2	48.0
		実施/計画	100.0%	103.3%	108.9%	105.1%	121.8%

出典：MOTR 資料より調査団作成

2-1-3 技術水準

(1) プロジェクトサイトの道路維持管理

DEU 9 は BO 道路の KP 9-KP209 区間を DEU 23 は KP 209-KP318 区間を管轄し、年間を通して道路の維持管理を実施している。夏季(5-9月)はポットホール補修、クラック補修、路面への落石除去等が主な作業となる。

冬期は、各 DEU とも本プロジェクトの対象区間を含む標高 3,000m 以上の山岳部を含め、積雪や吹きだまりの除雪及び防滑剤(砂、スラグ)を散布して、滑り止めと凍結防止を行っている。路面の積雪や結氷は、モーターグレーダにより除去する。吹きだまり箇所は、ホイールローダで除雪を行っている。また、雪崩発生時には路面に堆積した雪の除去作業を行う。各 DEU は冬期の間、山間部の出張所に人員・機材を配置し 24 時間体制で、これらの作業を行っている。

表 2-1-3.1 DEU 9 及び DEU 23 の道路維持管理機材 (冬期)

機 材 名	DEU 9(台)	DEU 23(台)
モーターグレーダ	4	3
ホイールローダ	3	1
ダンプトラック	4	1
多目的作業車 (UNI Mog)	—	1
ロータリー除雪車	—	1
防滑剤散布用トラック	—	2

出典：MOTR 資料より調査団作成

(2) パイロットプロジェクトによる性能規定型維持管理

DEU 9 が管轄していたプロジェクト対象区間 KP 125-129 の道路維持管理は、2018 年 1 月よりビシュケクーオシュ道路改修事業(フェーズ 4)のパイロットプロジェクトとして実施している性能規定型維持管理(Performance-Based Maintenance : PBM)により行われている。PBM はキルギスの民間建設会社である Most Dor Stroy 社が受託し、業務内容は道路パトロール、路肩の転石除去などの日常維持管理及びポットホールやクラック補修などの道路補修業務となっている。冬期は主に除雪・防滑剤の散布作業を行い、路面に積雪が生じた場合は、7 時間以内に除雪することとなっている。基本的には DEU が実施していた冬期作業と同様であるが、Most Dor Stroy 社は DEU と比較して新しい機材を保有している。

表 2-1-3.2 PBM 担当職員数

役職・担当	人数
ゼネラルマネージャー	1
冬期維持管理マネージャー	1
作業長	1
オペレータ (モーターグレーダ)	2
オペレータ (ホイールローダ)	3
オペレータ (エクスカベータ)	2
運転手 (トラック)	8
作業員	6
合 計	24

出典：MostDorStroy 社資料より調査団作成

表 2-1-3.3 PBM の道路維持管理機材（冬期）

機 材 名	台数
モーターグレーダ	2
ホイールローダ	3
エクスカベータ	2
ダンプトラック	5
防滑剤散布用トラック（スノウプラウ付）	4
合 計	16

出典：MostDorStroy 資料より調査団作成

PBM によって道路維持管理が行われる場合においても、道路及び付帯施設は国有であり、その管理責任者は MOTR となる。よって、本プロジェクト対象区間において将来的に PBM が再導入された場合でも MOTR 管理のもとプロジェクト施設の維持管理は適切に実施される。

2-1-4 既存施設・機材

(1) KP 125-KP 129 区間 (Too-Ashuu)

下表に当該区間の整備履歴を示す。

表 2-1-4.1 KP 125-KP 129 区間 (Too-Ashuu) 整備履歴



1963 年	カラバエフトンネル (2.2km) 開通
1984 年	防雪柵 (吹き払い) 設置
1990 年	防雪柵 (古タイヤ使用) 設置
1998-2001 年	ADB による改良工事 <ul style="list-style-type: none"> ・ 2~7m の拡幅 ・ 工事中に吹き払い柵は撤去 (拡幅の影響のため。移設ではなく撤去を MOTR が指示した) ・ 道路カテゴリ²が 5 から 3 に変更
2001 年	改良工事完了、供用開始
2003 年	既設防雪柵は ADB に追加要請し設置

出典：MOTR 資料より調査団作成

² 道路カテゴリ






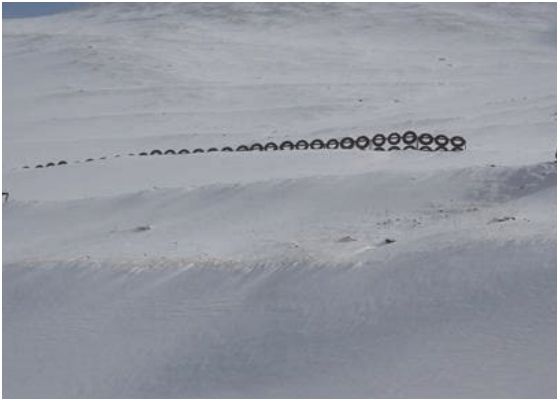
1A：国際幹線・主要国道 (9,000 台/日以上)、1B：国際幹線・主要国道 (7,000 台/日以上)

2：国際幹線・主要国道 (3,000 台/日以上)、3：国際幹線・主要国道 (1,000-3,000 台/日)

4：国道、地方道 (100-1,000 台/日)、5：地方道 (100 台/日以下)

当該区間に設置されている既設防雪柵を下表に示す。

表 2-1-4.2 既設防雪柵(1)

	
<p>KP 127+500 付近 路肩から約 40m に設置</p>	<p>柵高約 2m コンクリート製の柵で一部崩壊している</p>
	
<p>KP 128+000 付近 路肩から約 60m に設置</p>	<p>柵高約 2m 古タイヤを利用している</p>
	
<p>冬期状況 KP 127+500 付近 柵前後には吹きだまりは殆ど見られない (柵の吹きだめ効果は低い)</p>	<p>冬期状況 KP 128 付近 柵背後の吹きだまりは小さい (柵の吹きだめ効果は低い)</p>

(2) KP 216-KP 222 区間 (Ala-Bel)

下表に当該区間の整備履歴を示す。

表 2-1-4.3 KP 216-KP 222 区間 (Ala-Bel) 整備履歴

	
1996-2001 年	ADB による道路改良 ・改良は線形改良と拡幅 (2~7m の拡幅) で大きくルートは変えていない (旧道は衛星写真で確認可) ・道路カテゴリーが 5 から 3 に変更
2001 年	改良工事完了、供用開始
2003 年	既設防雪柵は ADB に追加要請し設置
2012 年	人工雪崩により防雪柵の一部倒壊
-2018 年	人工雪崩は倒壊した防雪柵位置までは達していない

出典：MOTR 資料より調査団作成

当該区間に設置されている既設防雪柵を下表に示す。

表 2-1-4.4 既設防雪柵 (2)

	
<p>KP 216+500 付近 路肩から約 30m に設置</p>	<p>コンクリート支柱に鋼製の防雪柵</p>
	
<p>KP 220-222 付近 路肩から約 30m に設置</p>	<p>2012 年の人工雪崩によって一部倒壊している</p>
	
<p>冬期状況 KP 216+500 付近 柵前後に吹きだまりは見られない (柵の吹きだめ効果はない)</p>	<p>冬期状況 KP 220-222 付近 柵前後に吹きだまりは見られない (吹きだめ効果はない)</p>

2-2 プロジェクトサイト及び周辺状況

2-2-1 対象区間の気象概況

(1) 対象区間近傍の降水量

2017-18年冬期（調査時）を含めた過去10年間の降水量データを収集した。収集した降水量は、Too-Ashuu区間の南側にあるToo-Ashuu観測所（KP132付近、標高3,225m）と、Ala-Bel区間の南東にあるIt-Agar観測所（KP237付近、標高1,967m）である。両観測所とも対象区間からは離れるが、各冬期の降雪量をおよそ把握できると考えられる。なお、対象区間は標高が3,000mを越えるため、この時期の降水は降雪と考えて差し支えない。

Too-Ashuu観測所（Too-Ashuu区間の近傍）

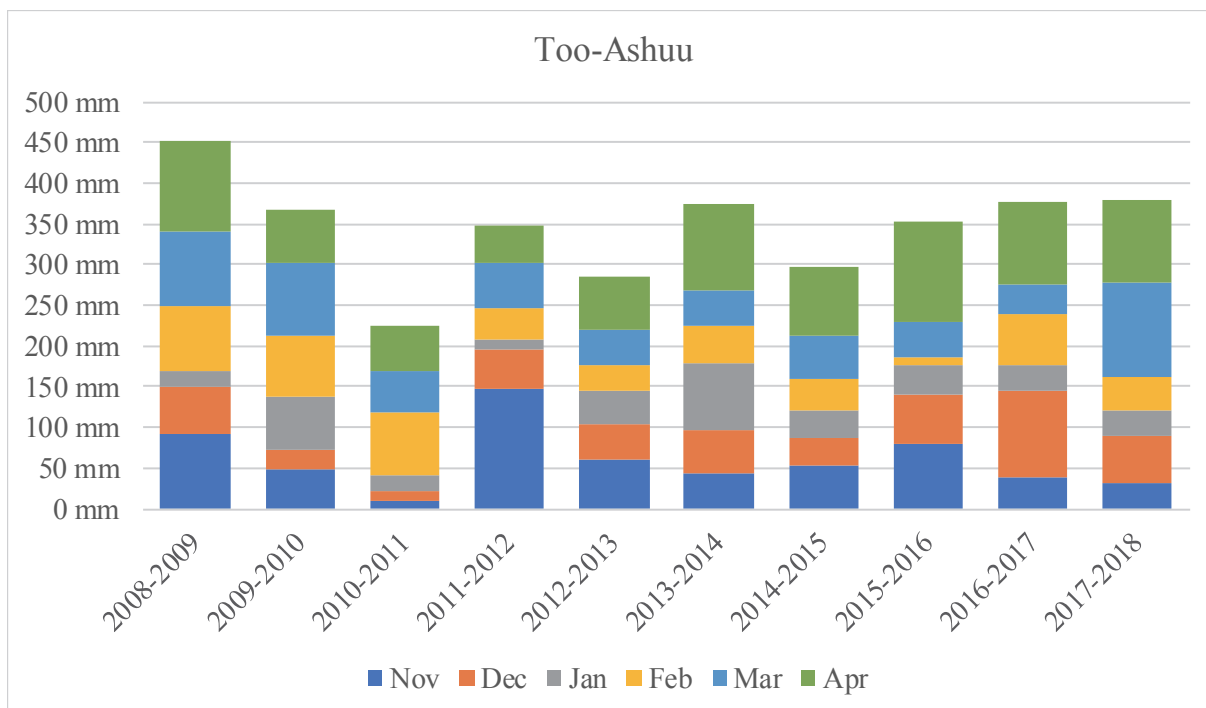
Too-Ashuu観測所の過去10年間の11月～4月の降水量を表2-2-1.1、図2-2-1.1に示す。

11月～4月のToo-Ashuu観測所の降水量は10年間平均で346.0mmであり、今冬期は380.2mmで例年よりやや多い。しかし、2017-18年冬期は3月～4月の降水量が10年間で最も多く、11月、1月～2月の降水量は例年より少ない。今冬のToo-Ashuu区間では、厳冬の降雪量が少なく、地吹雪の発生も少なかった可能性がある。

表 2-2-1.1 過去10年間の月別降水量（Too-Ashuu観測所）

Year	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	Total
2008-2009	91.5 mm	58.8 mm	18.6 mm	80.5 mm	92.2 mm	109.6 mm	451.2 mm
2009-2010	47.5 mm	24.5 mm	66.4 mm	73.3 mm	90.3 mm	65.5 mm	367.5 mm
2010-2011	10.8 mm	11.9 mm	19.7 mm	76.6 mm	51.2 mm	55.2 mm	225.4 mm
2011-2012	148.0 mm	48.1 mm	12.7 mm	36.7 mm	56.9 mm	46.3 mm	348.7 mm
2012-2013	61.2 mm	42.0 mm	42.7 mm	31.6 mm	42.1 mm	65.4 mm	285.0 mm
2013-2014	43.7 mm	53.4 mm	82.4 mm	44.9 mm	43.2 mm	105.8 mm	373.4 mm
2014-2015	52.8 mm	35.5 mm	33.4 mm	37.5 mm	53.7 mm	85.2 mm	298.1 mm
2015-2016	79.9 mm	59.5 mm	37.8 mm	10.1 mm	43.4 mm	122.4 mm	353.1 mm
2016-2017	39.9 mm	106.2 mm	31.3 mm	63.0 mm	34.6 mm	102.0 mm	377.0 mm
2017-2018	30.6 mm	60.2 mm	30.6 mm	40.5 mm	116.3 mm	102.0 mm	380.2 mm
Average	60.6 mm	50.0 mm	37.6 mm	49.5 mm	62.4 mm	85.9 mm	346.0 mm

出典：気象局資料より調査団作成



出典：気象局資料より調査団作成

図 2-2-1.1 過去 10 冬期の降水量の推移 (Too-Ashuu 観測所)

It-Agar 観測所 (Ala-Bel 区間の近傍)

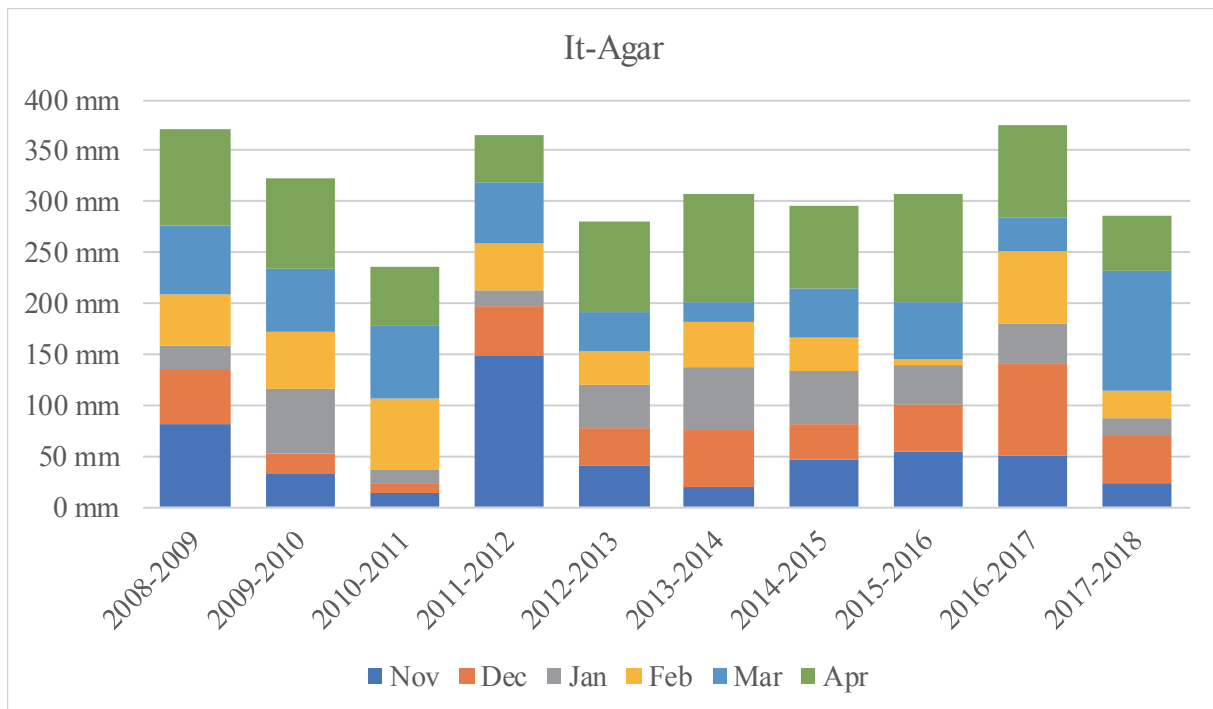
It-Agar 観測所の過去 10 年間の 11 月～4 月の降水量を表 2-2-1.2、図 2-2-1.2 に示す。

It-Agar 観測所の 11 月～4 月の降水量は 10 年間平均で 314.8mm である。2017-18 年冬期の 11 月～4 月の降水量は 285.8mm であり、例年よりも少ない。しかも、1 月～2 月の 2 ヶ月間の降水量は過去 10 年間で最も少ない。そのため、2017-18 年冬期の Ala-Bel 区間では厳冬の降雪量が少なく、地吹雪の発生も少なかった可能性が高い。

表 2-2-1.2 過去 10 冬期の月別降水量 (It-Agar 観測所)

Year	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	Total
2008-2009	81.2 mm	53.3 mm	24.1 mm	50.0 mm	67.4 mm	95.8 mm	371.8 mm
2009-2010	33.3 mm	19.2 mm	63.7 mm	55.4 mm	62.3 mm	88.8 mm	322.7 mm
2010-2011	14.0 mm	9.3 mm	13.1 mm	70.9 mm	70.9 mm	58.5 mm	236.7 mm
2011-2012	148.9 mm	49.2 mm	13.7 mm	47.2 mm	59.9 mm	45.5 mm	364.4 mm
2012-2013	40.8 mm	36.1 mm	42.3 mm	33.8 mm	37.8 mm	90.0 mm	280.8 mm
2013-2014	18.7 mm	57.0 mm	61.2 mm	44.3 mm	20.3 mm	105.6 mm	307.1 mm
2014-2015	47.5 mm	33.0 mm	53.3 mm	31.7 mm	48.8 mm	80.8 mm	295.1 mm
2015-2016	54.7 mm	46.7 mm	38.7 mm	5.5 mm	56.2 mm	105.8 mm	307.6 mm
2016-2017	50.5 mm	90.2 mm	39.2 mm	70.7 mm	32.9 mm	92.2 mm	375.7 mm
2017-2018	22.6 mm	46.9 mm	16.7 mm	28.1 mm	117.6 mm	53.9 mm	285.8 mm
Average	51.2 mm	44.1 mm	36.6 mm	43.8 mm	57.4 mm	81.7 mm	314.8 mm

出典：気象局資料より調査団作成



出典：気象局資料より調査団作成

図 2-2-1.2 過去 10 冬期の降水量の推移 (It-Agar 観測所)

(2) 過去 2 年間の対象区間の気象

本調査の対象である BO 道路 (Too-Ashuu 峠 KP 125-129、Ala-Bel 峠 KP 126-222) の風向別吹雪量を図 2-2-1.4、図 2-2-1.5 に示す。なお、この風向別吹雪量は「キルギス国道路防災対応能力強化技術協力プロジェクト」(以下、「技プロ」とする。)で得た気象観測結果に基づく、2016-17 年および 2017-18 年冬期の吹雪量である。この風向別吹雪量から本調査の対象区間の地吹雪の発生状況は次のように読み取れる。

[Too-Ashuu 峠]

- ・全体を通して吹雪時の主風向は東南東～南南東であり、これ以外の風向での吹雪の発生はない。
- ・この吹雪時の風向は山地から吹き降ろしてくる方向である。
- ・対象区間が概ね南南東－北北西に開けた谷地形であり、この地形に沿って地吹雪が発生する。
- ・技プロで得た気象観測では 2m を超える積雪深を観測している箇所が 1 地点あるが、他 2 地点の直近 2 年間の最深積雪は 39～65cm であり、厳冬期は 30cm 前後を推移していた。また、第 2 回現地調査時に計測した積雪は 0～5cm と少なかった。このことから現地の降雪量そのものはそれほど多くなく、冬期の積雪深は 10～40cm 程度と考えられる。

[Ala-Bel 峠]

- ・区間の起点側では東～南南東が吹雪時の主風向であり、この区間に並行する谷地形に一致する。
- ・一方、区間の終点側では、吹雪時の主風向は南または北であり、この区間が南北方向の谷となっている点に一致する。
- ・区間の地形条件に照らし合わせると、道路に沿ったまたは道路を横切る谷地形と一致した風

が卓越し、これによる地吹雪が発生すると考えられる。

- 区間の南側には広大な裸地が広がっており、地吹雪が十分に発達するための吹走距離がある。

技プロで実施した定点気象観測結果による対象区間の推定吹雪量を表 2-2-1.3 にまとめた。今冬期の吹雪量は、Too-Ashuu 区間、Ala-Bel 区間ともに 2016-17 年冬期よりやや少ない。2017-18 年冬期の吹雪量は Too-Ashuu 区間で最大 378.7m³/m (SITE-B)、Ala-Bel 区間で 265.8m³/m (SITE-C) であり、地点による吹雪量の大小の傾向は昨年と変わらない。

表 2-2-1.3 対象区間の吹雪量

Too-Ashuu		m ³ /m	
	SITE-A	SITE-B	SITE-C
KP	126.4	128.7	129.8
2016-2017	203.6	461.5	125.0
2017-2018	157.2	378.7	101.6

Ala-Bel		m ³ /m	
	SITE-A	SITE-B	SITE-C
KP	216.0	217.5	220.8
2016-2017	106.6	86.1	288.7
2017-2018	74.0	90.8	265.8

出典：技プロ気象観測データから調査団作成

また、本調査では、調査対象箇所からやや離れるものの過去の累年気象データを入手した (Too-Ashuu 峠：1987-88～2015-16 冬期、Ala-Bel 峠：1961-62～1985-86 冬期)。この気象データの降水量から現地の吹雪量を推定する。吹雪量の推定に際しては、調査対象箇所は標高が高く寒冷であるため、10月～4月の降水はすべて雪として降ると仮定した。また、降水量(R)から吹雪量(Q)を推定する手法は、アメリカにおける地吹雪対策の技術指針である「Controlling Blowing and Drifting Snow with Snow Fence and Road Design (2003, Ronal D. Tabler)」に記載されている考え方などから、次式を用いた。

$$Q=0.5 \times T \times R \times \theta \times (1-0.14^{F/T})$$

Q：吹雪量 (ton/m)

R：10月～4月の合計降水量 (mm)

θ：再配置係数 (シベリアやワイオミングの最大値から 0.7 とした)

降雪の総量 (水当量) に対する、風によって飛ばされる降雪量 (水当量) の割合

F：吹走距離 (現地の地形条件などから 1000m と 500m を仮定した値を計算)

地吹雪によって雪粒子を風下側に運ぶ距離の長さ (この場合は、道路の風上側の平坦な地形の長さ)

T：最大吹走距離 (米国ワイオミングでの一般的な値として 3000m)

平均的な大きさの雪粒子が完全に昇華してしまうまでの移動距離)

吹走距離と最大吹走距離の考え方の概念図を図 2-2-1-3 に示す。

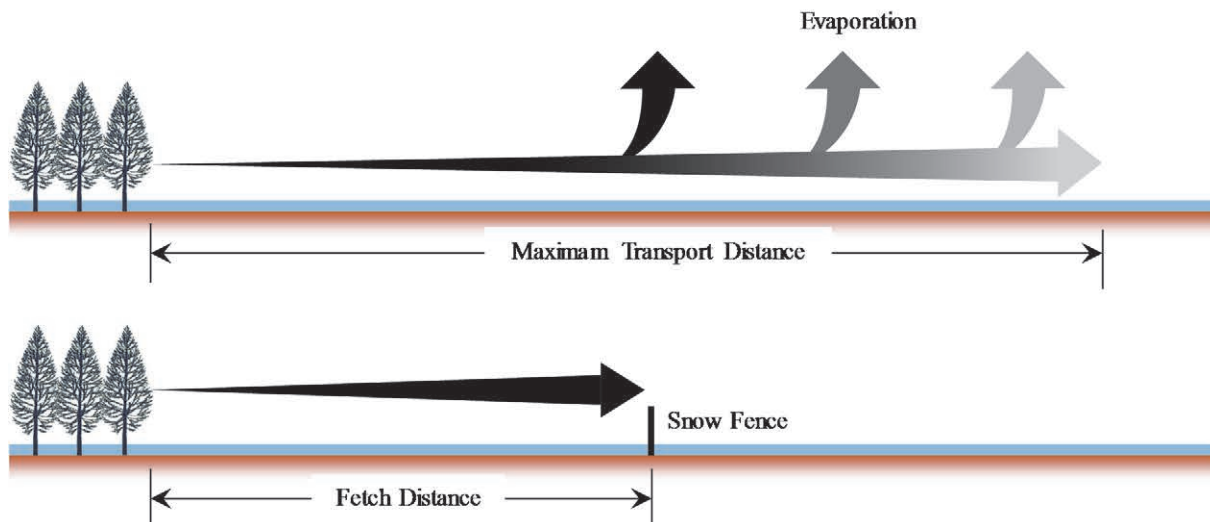


図 2-2-1.3 吹走距離と最大吹走距離

なお、第 1 回、第 2 回現地調査の結果から風上側に平坦地が広がる区間、つづら折り区間や山地斜面近くの区間があることに配慮し、吹走距離はそれぞれ 1,000m、500m と仮定して吹雪量を推定した。

この結果を表 2-2-1.4 に示す。また、この表では期間中の降水量の 30 年確率最大値も算出し、これを基にした吹雪量の 30 年確率最大値も併記した。なお技プロで実施した気象観測結果から推定された吹雪量の最大値は、Too-Ashuu 峠で 462m³/m (162ton/m)、Ala-Bel 峠で 289m³/m (101ton/m) であり、表 2-2-1.4 の吹走距離を 500m と仮定した吹雪量と同程度である。

表 2-2-1.4 降水量データによる推定吹雪量

①Too-Ashuu

1987-88~2015-16 冬期データより

	降水量	吹走距離=1000m		吹走距離=500m		備考
平均値	400.3mm	202.1ton/m	577.3m ³ /m	117.4ton/m	335.5m ³ /m	
最大値	545.6mm	275.4ton/m	786.9m ³ /m	160.1ton/m	457.3m ³ /m	
30 年確率値	558.3mm	281.8ton/m	805.2m ³ /m	163.8ton/m	468.0m ³ /m	一般化極値分布

②Ala-Bel

1961-62~1985-86 冬期データより

	降水量	吹走距離=1000m		吹走距離=500m		備考
平均値	254.9mm	128.6ton/m	367.6m ³ /m	74.8ton/m	213.6m ³ /m	
最大値	342.0mm	172.6ton/m	493.3m ³ /m	100.3ton/m	286.7m ³ /m	
30 年確率値	338.8mm	171.0ton/m	488.6m ³ /m	99.4ton/m	284.0m ³ /m	一般化極値分布

注) Ala-Bel 気象観測所は、1987 年以降廃止されたため、それ以前のデータを用いた。

出典：気象局資料より調査団作成

また、「Controlling Blowing and Drifting Snow with Snow Fence and Road Design」には、年平均吹雪量のランクとして表 2-2-1.5 を提示しており、この表に基づけば Too-Ashuu 峠、Ala-Bel 峠ともに Moderately severe から Severe のランクに位置づけられる。これは 7 段階のラン

クのうち厳しい方から2番目に相当する吹雪量である。

表 2-2-1.5 年平均吹雪量による吹雪の厳しさ

Class	Snow Transport (t/m)	Description
1	< 10	Very light
2	10 - 20	Light
3	20 - 40	Light-to-moderate
4	40 - 80	Moderate
5	80 - 160	Moderately severe
6	160 - 320	Severe
7	> 320	Extreme

出典：Controlling Blowing and Drifting Snow with Snow Fence and Road Design (2003年、Ronald D.Tabler)
※Snow Transport：年平均吹雪量（単位幅あたりを通過する地吹雪の総重量）

2 冬期に及ぶ推定吹雪量をそれぞれ風向別に示したのが、図 2-2-1.4、図 2-2-1.5 である。2016-2017 冬期と 2017-2018 冬期を比較すると、両者の傾向にほとんど差はない。Too-Ashuu 区間の主風向は、SITE-A が南東または南南東、SITE-B が南南東、SITE-C が南東に偏っており、沢地形に沿った地吹雪の発生になっている。また、これ以外の風向による地吹雪はほぼない。

Ala-Bel 区間も同様に 2 冬期の傾向に差はない。SITE-A は東南東、SITE-B では南東を中心とした地吹雪が卓越している。また、SITE-C は南～南南西からの地吹雪のほか、北からの地吹雪の発生も見られる。

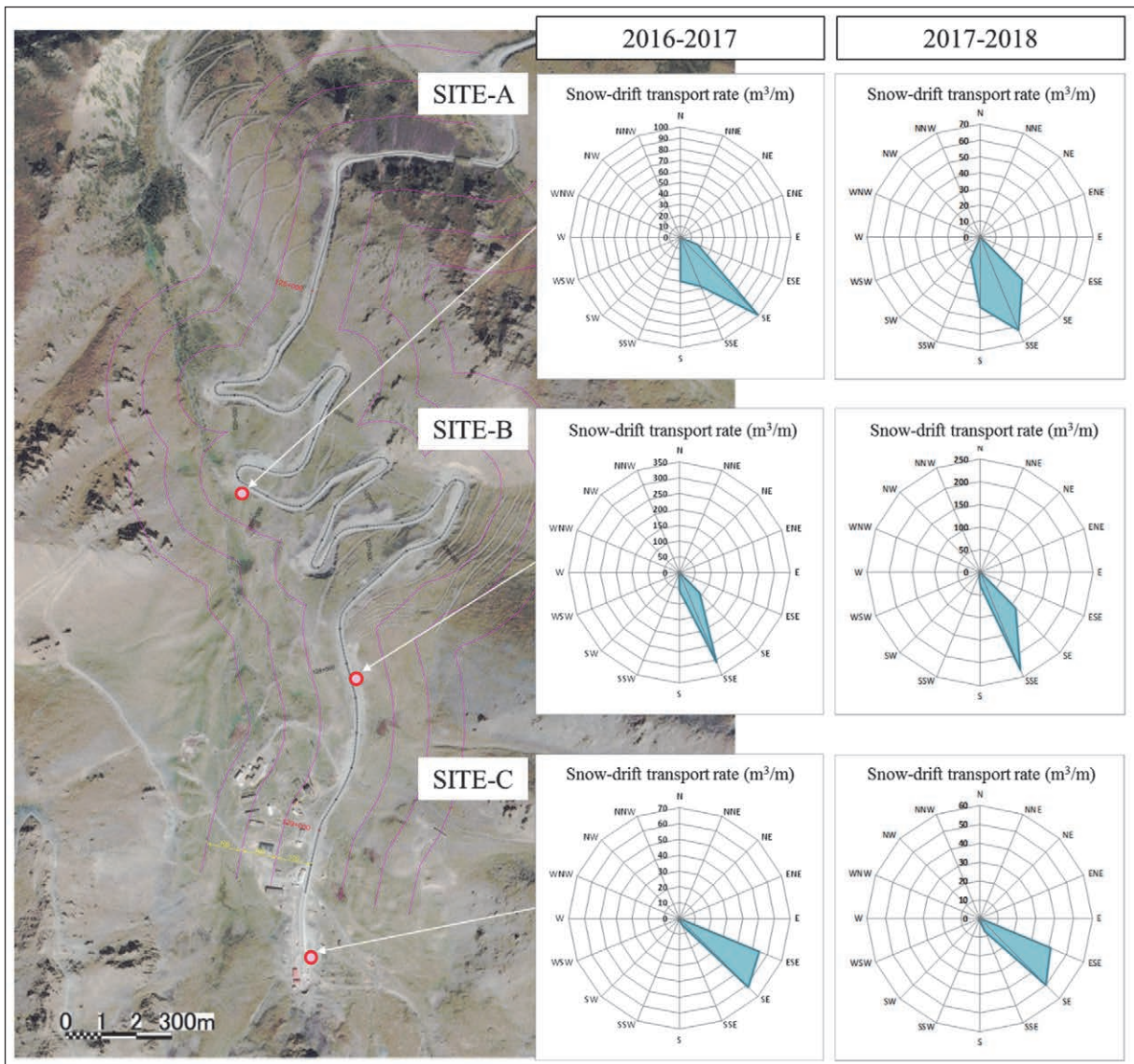


図 2-2-1.4 風向別吹雪量 (Too-Ashuu 峠)

※Snow-drift transport rate : 吹雪量 (単位幅あたりを通過する地吹雪の体積量)

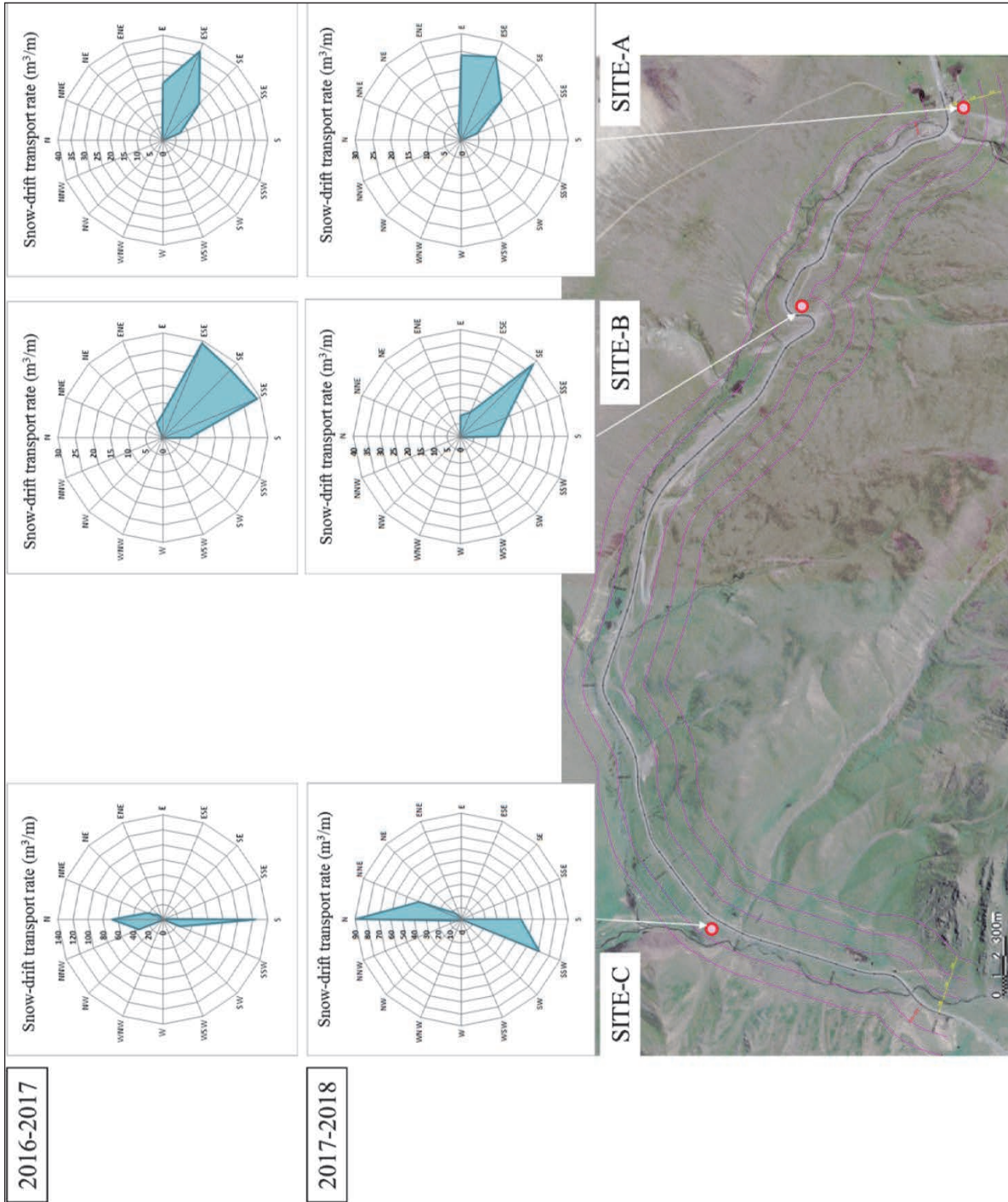


図 2-2-1.5 風向別吹雪量 (Ala-Bel 峠)

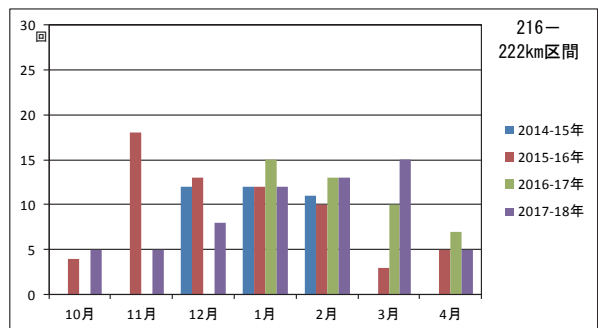
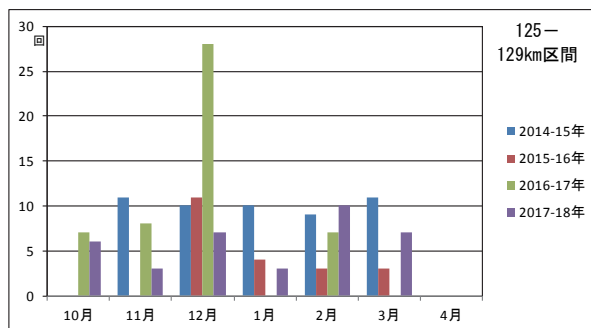
※Snow-drift transport rate : 吹雪量 (単位幅あたりを通過する地吹雪の体積量)

2-2-2 地吹雪による通行障害

DEU 9 および DEU 23 がまとめた 2014-15～2017-18 冬期における地吹雪による通行障害が発生した回数及び地吹雪発生時あたりの通行障害時間は次に示すとおりである。

表 2-2-2.1 過去 4 冬期の地吹雪による通行障害記録

通行障害回数 (KP125-129区間)					通行障害回数 (KP216-222区間)				
	2014-15年	2015-16年	2016-17年	2017-18年		2014-15年	2015-16年	2016-17年	2017-18年
10月	0	0	7	6	10月	0	4	0	5
11月	11	0	8	3	11月	0	18	0	5
12月	10	11	28	7	12月	12	13	0	8
1月	10	4	0	3	1月	12	12	15	12
2月	9	3	7	10	2月	11	10	13	13
3月	11	3	0	7	3月	0	3	10	15
4月	0	0	0	0	4月	0	5	7	5
合計	51	21	50	36	合計	35	65	45	63
発生時の 平均時間/回	12.7	4.2	7.8	4.3	発生時の 平均時間/回	10.1	8.7	22.3	8.1



出典：MOTR 資料より調査団作成

図 2-2-2.1 地吹雪による通行障害回数

2017年9月27-28日および9月30日-10月1日に現地およびDEU事務所にて、DEU職員から聞き取った地吹雪発生状況を表2-2-2.2及び表2-2-2.3に示す。また、DEU職員から聞き取った地吹雪による障害箇所を図2-2-2.2及び、図2-2-2.3に示す。

表 2-2-2.2 地吹雪による通行障害区間 (Too-Ashuu 峠)

区間	地吹雪による通行障害の概要
KP125+000～KP125+250	<ul style="list-style-type: none"> 切土側に大きな吹きだまりが発生する。 吹雪時の主風向は南（道路に対してやや鋭角な風向）。
KP125+870～KP126+200	<ul style="list-style-type: none"> 切土側に大きな吹きだまりが発生する。 吹雪時の主風向は南（道路に対してやや鋭角な風向）。
KP126+400～KP126+600	<ul style="list-style-type: none"> 切土側に大きな吹きだまりが発生する。 吹雪時の主風向は南（道路に対してほぼ直交）。
KP126+800～KP127+050	<ul style="list-style-type: none"> 切土側に大きな吹きだまりが発生する。 吹雪時の主風向は南（道路に対してやや鋭角な風向）。
KP127+830～KP128+360	<ul style="list-style-type: none"> 道路に対してやや鋭角な風向で風が強い。 吹きだまりだけでなく、視程障害も著しい Too-Ashuu 峠では最も地吹雪による通行障害が著しい。 (1990年に設置された防雪柵が残っている)
KP128+360～KP129+000	<ul style="list-style-type: none"> 道路に対して風向はほぼ平行に近い。 強い風による地吹雪の発生、視程障害が著しい。 (一部区間にはソ連時代に設置された防雪柵がある)

表 2-2-2.3 地吹雪による通行障害区間 (Ala-Bel 峠)

区間	地吹雪による通行障害の概要
KP215+740～KP216+170	<ul style="list-style-type: none"> 沢に沿って吹く地吹雪による視程障害が著しい。 道路上に大きな吹きだまりが生じる。 吹きだまりの規模は最大で上下車線に及ぶ。
KP216+900～KP217+500	<ul style="list-style-type: none"> 沢に沿って吹く地吹雪が著しい。 山地側を中心に道路上に大きな吹きだまりを生じる。 (2003年にADBが設置した防雪柵がある)
KP218+340～KP219+700	<ul style="list-style-type: none"> 道路を横切る方向で、南側からの地吹雪が著しい。 道路南側の切土斜面を中心に大きな吹きだまりを生じる。 (一部に2003年にADBが設置した防雪柵がある)
KP220+000～KP220+700	<ul style="list-style-type: none"> 地吹雪による視程障害が発生する。 風向は沢に沿った南系であるが、まれに北風による地吹雪も発生する。 (2003年にADBが設置した防雪柵がある))
KP220+700～KP221+900	<ul style="list-style-type: none"> 道路に平行または鋭角な風向での地吹雪の発生が著しい。 人工雪崩による雪崩防災が行われている。 (2003年にADBが設置した防雪柵があるが、一部倒壊している)



図 2-2-2.2 地吹雪による通行障害区間（Too-Ashuu 峠）

2-2-3 地吹雪及び吹きだまりの発生要因

(1) KP125 - KP129 (Too-Ashuu 峠)

Too-Ashuu 峠の主な箇所の写真を写真 2-2-3.1 に示す。地形条件や道路構造から、この区間での地吹雪による吹きだまりや視程障害の発生要因は次のようにまとめられる。

- ・吹雪時の主風向は南寄りであり、峠から吹き降ろす強い風によって地吹雪が発生する。
- ・トンネル坑口の南南東方向に大きく開けた谷地形があり、坑口東側にまで平坦地が広がり、地吹雪の供給源となっている。
- ・南が切土となっている区間では、切土斜面の勾配が大きく道路に切土が近いため、道路上に地吹雪が吹き込みやすく、吹きだまりが生じやすい。
- ・特に、つづら折り区間のうち、斜面上の道路との距離が離れている箇所では、斜面上で再び地吹雪によって吹きだまりの影響を受けやすいと考えられる。



KP 125+050
山地斜面側に急傾斜の切土斜面があり、吹きだまり発生の要因となっている。



KP 125+400
切土斜面が大きくかつ急傾斜であり、背後の平坦地も大きく、吹きだまりの要因となりうる。



KP 125+850
南方向に平坦地が広がり、切土斜面でもあり、地吹雪による吹きだまりの要因となる。



KP 126+250
切土が連続し、その上部には平坦な山地斜面が広がり、地吹雪の発生要因となっている。

写真 2-2-3.1(1) Too-Ashuu 峠



KP 126+600
 大きな切土斜面が道路に迫り、吹きだまりの発生要因となっている。



KP 127+50
 平坦な山地斜面が南側に広がり、地吹雪の影響を受けやすい地形となっている。



KP 127+400
 大きな切土斜面が道路に迫り、吹きだまりの発生が考えられる。



KP 127+400
 南側に平坦な地形が広がり、地吹雪の影響を受けやすい地形となっている。



KP 128+200
 道路の南東側に平坦な山地斜面が広がり、地吹雪の影響を受けやすくなっている。



KP 129+200
 南南東方向に平坦な谷地形が広がり、地吹雪の発生域となっている可能性が高い。

写真 2-2-3.1 (2) Too-Ashuu 峠

(2) KP216 - KP222 (Ala-Bel 峠)

Ala-Bel 峠の主な箇所の写真写真を写真 2-2-3.2 に示す。地形条件や道路構造から、この区間での地吹雪による吹きだまりや視程障害の発生要因は次のようにまとめられる。

- ・吹雪時の主風向は南寄りであり、南の山地地形を回り込むように吹く強い風によって地吹雪が引き起こされる。
- ・路線の南側には緩やかに傾斜した平坦な斜面が広がり、これが地吹雪の発生源となっている。
- ・特に、KP 215+800 付近や KP 217+300 では沢に沿って収束して吹く風によって、著しい吹きだまりを生じると考えられる。
- ・道路南側が切土となっている区間では、切土斜面が道路に近く、その傾斜が大きいいため、切土の上の平坦地で発達した地吹雪の影響を受けて、吹きだまりが生じやすい。



KP 215+850

南からの河川に沿った谷地形が広がり、地吹雪の影響を受けやすい地形となっている。



KP 217+200

南からの小河川に伴う沢地形と南側の切土斜面のため、吹きだまりが生じやすい。



KP 217+200

道路の南側には平坦地が広がり、路線全体が地吹雪の影響を受けやすい。



KP 218+300

南側に平坦地を控えた切土斜面になっているため、吹きだまりが生じやすい。

写真 2-2-3.2 (1) Ala-Bel 峠



KP 218+750
道路南側の切土斜面の背後に平坦地が広がり、地吹雪の影響を受けやすい。



KP 219+250
道路南側の切土斜面の背後に平坦地が広がり、地吹雪の影響を受けやすい。



KP 219+900
道路南側の小高い地形の背後に平坦地が広がり、地吹雪の影響を受けやすい。



KP 221+250
道路の東方向には坦な地形が連続し、地吹雪の発生源となっている。



KP 221+250
道路南東方向に平坦な地形が連続し、地吹雪の発生源となっている。



KP 222+000
道路の周囲に平坦地が広がり、地吹雪による吹きだまりや視程障害が発生しやすい。

写真 2-2-3.2 (2) Ala-Bel 峠

2-2-4 対象区間の積雪状況（積雪深さと吹きだまり発生状況）

現地調査を実施した 2017-18 年冬期は積雪が少なく DEU からの聴き取りでは、例年の 30-50% 程度とのことであった。以下調査結果についてもそれを踏まえた上で解析に用いる必要がある。

(1) 対象区間の積雪分布

Too-Ashuu 峠と Ala-Bel 峠の対象区間において、現状の積雪状況を把握するために積雪観測を実施した。観測位置は、Too-Ashuu 峠においては KP125+200 付近、KP216+100 付近、KP127+000 付近及び KP 128+100 付近の計 4 箇所、Ala-Bel 峠においては KP216+000 付近、KP217+000 付近、KP218+900 付近、KP220+500 付近及び KP221+400 付近の計 5 箇所にて行った。

Too-Ashuu 峠は図 2-2-4.1 に示すとおり、積雪が吹き払われていて非常に少ない状況であり、0cm～5cm 程度の積雪深であった。

Ala-Bel 峠は図 2-2-4.2 に示すとおり、20cm～40cm 程度の積雪である場所が多かったが、KP220+500 付近では積雪が 85cm～90cm 程度と比較的多くなっていた。

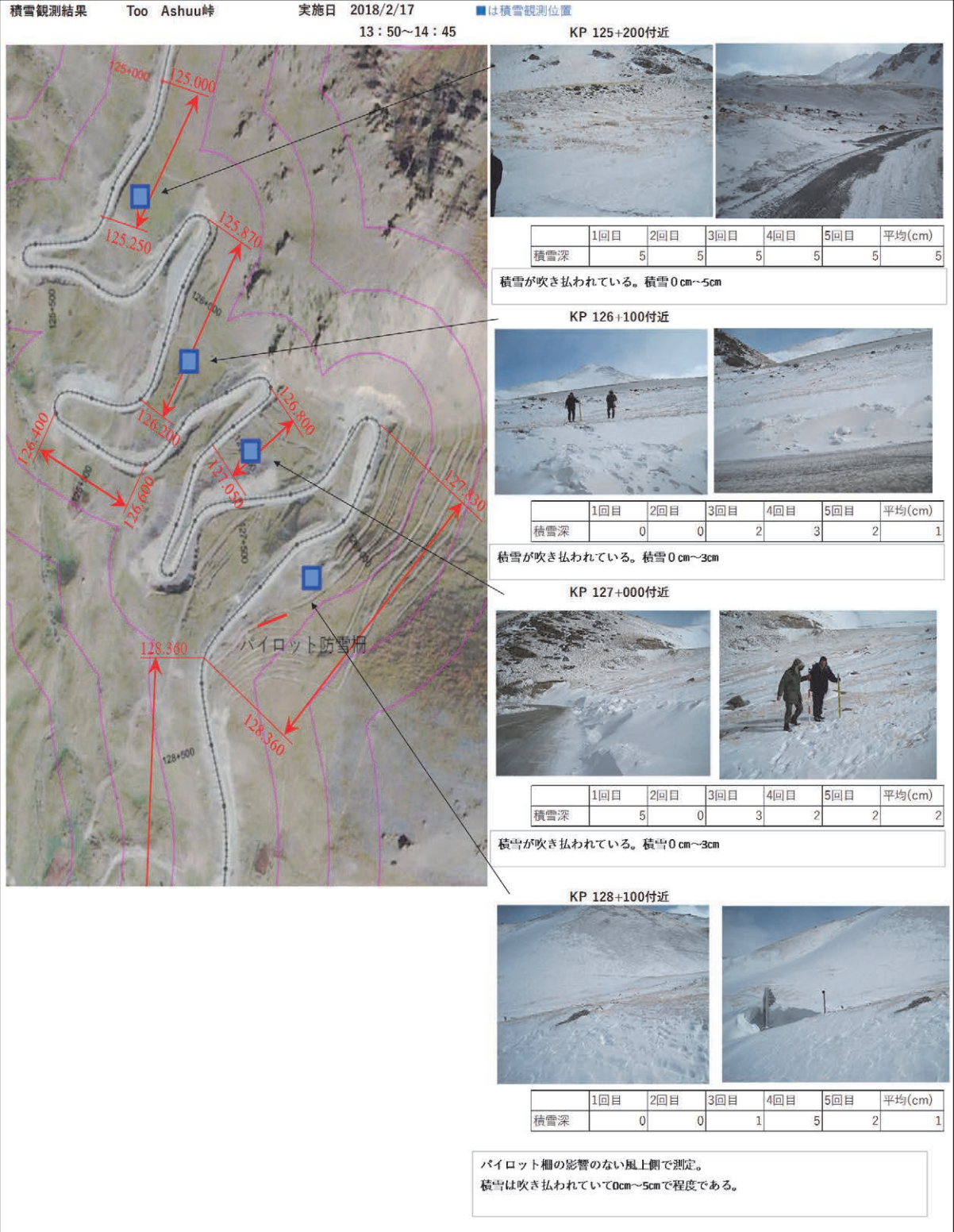


図 2-2-4.1 Too-Ashuu 峠の積雪分布

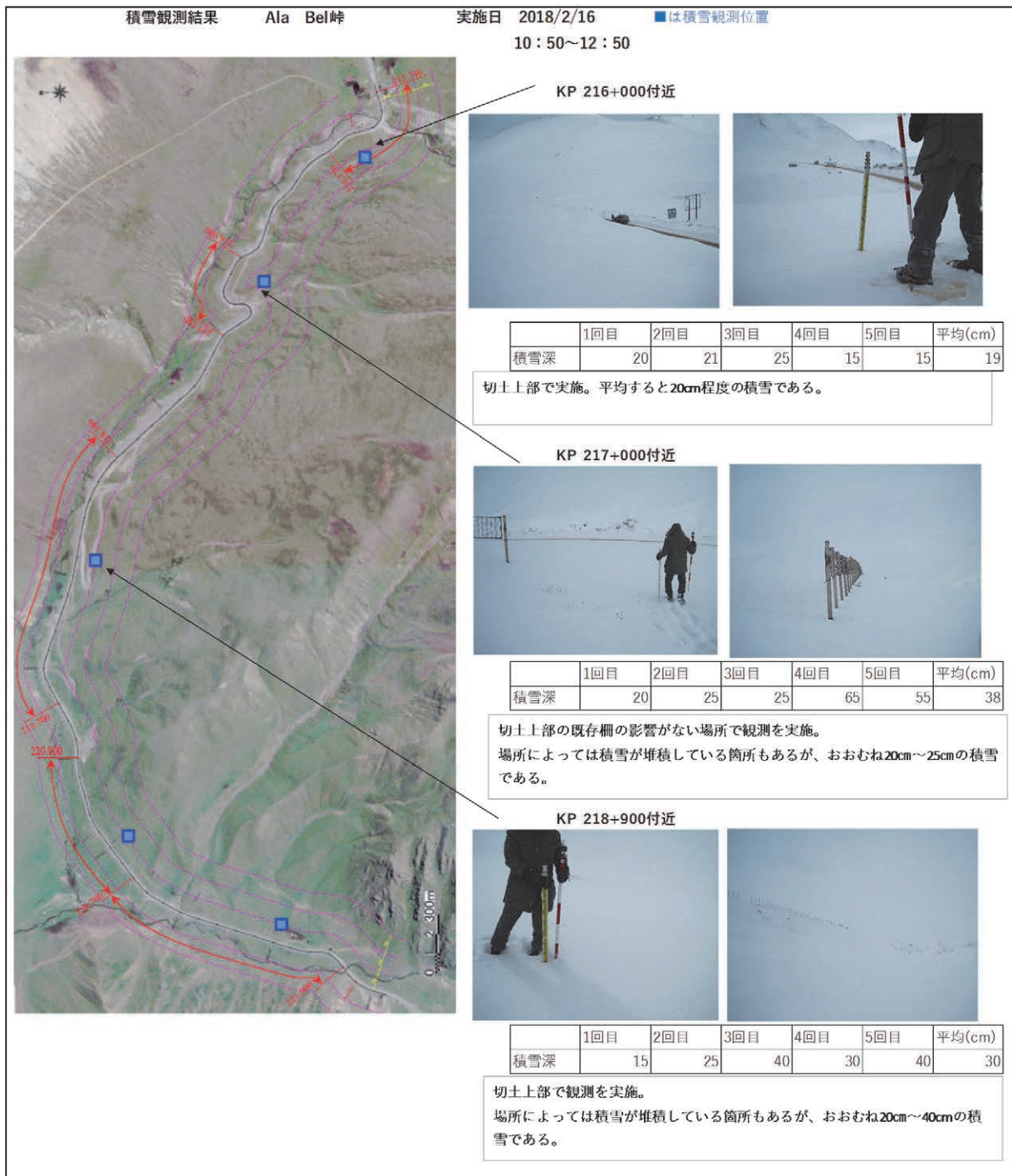


図 2-2-4.2 (1) Ala-Bel 峠の積雪分布



図 2-2-4.2 (2) Ala-Bel 峠の積雪分布

(2) 対象区間の吹きだまり発生状況

本調査が対象とする BO 道路（Too-Ashuu 峠、Ala-Bel 峠）の雪況調査を実施した。この雪況調査は、道路周辺での吹きだまりの発生状況や雪面模様などから、対象区間で地吹雪対策が必要となる区間を抽出し、地吹雪対策の基本方針や考え方を導くことが目的である。対象区間の冬期雪況は以下の日時の現地調査結果から検討して結果をとりまとめた。

Too-Ashuu 峠：2018 年 2 月 7 日（激しい地吹雪が発生した 2 月 6 日の翌日）の積雪状況

Ala-Bel 峠：2018 年 1 月 25 日および 2 月 1 日の積雪状況

1) Too-Ashuu 峠（KP125-KP129 区間）の吹きだまり発生状況

Too-Ashuu 峠の吹きだまり発生状況を図 2-2-4.3 にまとめた。また、図 2-2-4.3 にアルファベットで示した箇所の積雪状況や吹きだまり状況などを写真 2-2-4.1 (1)～(4)に示す。吹きだまりを生じる風の向きは、区間を通じて南南東からの風向であり、広い谷地形から吹き降ろす冬期の主風向に合致している。特に、吹きだまりの発生や地吹雪の影響が顕著な区間を以下に列記する。

KP125+000-KP125+200 (a)：山地斜面側から吹きだまりが発生する。

KP125+450-KP125+550 (c)：山地側の切土斜面に大きな吹きだまりが発生する。

KP125+900-KP126+100 (d)：道路に対して鋭角の方向から吹きだまりが発生する。

KP126+450-KP126+550 (f)：大きな吹きだまりはないが地吹雪の痕跡が顕著である。

KP126+900-KP127+100 (g)：山地斜面側から吹きだまりが連続的に発生する。

KP127+850-KP128+100 (i)：山地斜面側から鋭角な方向で、吹きだまりが連続的に発生する。

KP128+200-KP128+450 (k)：峠方向から規模の大きな吹きだまりが発生する。

KP128+550-KP129+000 (m)：道路に対して鋭角な方向からの地吹雪の発生が顕著である。



図 2-2-4.3 Too-Ashuu 島の吹きだまり発生状況



路側に連続した吹きだまりが発生している。吹きだまりの形状から主風向は道路に対して、やや鋭角である (図 2-2-4.3 の a)。



場所によっては大きな吹きだまりが成長している (図 2-2-4.3 の a)。



吹きだまりの痕跡が見られるが、その規模は大きくない (図 2-2-4.3 の b)。



切土斜面に大きな吹きだまりが形成されている (図 2-2-4.3 の c)。



斜め方向からの吹きだまりが路側に発生している (図 2-2-4.3 の d)。

写真 2-2-4.1(1) Too-Ashuu 峠での地吹雪発生後の吹きだまり状況



風上側の平坦地を供給源とする吹きだまりが路側に成長している（図 2-2-4.3 の d）。



やや鋭角な風向による小規模な吹きだまりが発生している（図 2-2-4.3 の e）。



道路付近に吹きだまりは生じていないが、風上側の平坦地には吹雪の痕跡が残り、視程障害を生じやすいことが推察できる（図 2-2-4.3 の f）。



路側に連続した吹きだまりが発生している（図 2-2-4.3 の g）。



写真 2-2-4.1 (2) Too-Ashuu 峠での地吹雪発生後の吹きだまり状況



道路にほぼ直角な風向による小さな吹きだまりが発生している（図 2-2-4.3 の h）。



路側に連続的に規模の大きな吹きだまりが発生している（図 2-2-4.3 の i）。



道路の山側に規模の大きな吹きだまりが連続的に発生している（図 2-2-4.3 の i）。



パイロット柵の風下側では吹きだまりの規模は小さい（図 2-2-4.3 の j）。



風上側の平坦地から発生した吹きだまりが道路側に成長している（図 2-2-4.3 の k）。

写真 2-2-4.1 (3) Too-Ashuu 峠での地吹雪発生後の吹きだまり状況



山地側の平坦地を供給源とする吹きだまりが連続的に発生し、一部は雪庇状になっている（図 2-2-4.3 の k）。



路側の吹きだまりは道路線形に応じて、道路に鋭角な方向で生じている（図 2-2-4.3 の k）。



大きな吹きだまりは見られないが、鋭角な風向での吹雪発生の際の痕跡が顕著である（図 2-2-4.3 の l）。



谷状地形に広がる平坦地から発生した地吹雪の痕跡が顕著にみられる（図 2-2-4.3 の m）。

写真 2-2-4.1 (4) Too-Ashuu 峠での地吹雪発生後の吹きだまり状況

2) Ala-Bel 峠 (KP216-KP222 区間) の吹きだまり発生状況

Ala-Bel 峠の吹きだまり発生状況を図 2-2-4.4 (1)～(3)にまとめた。Ala-Bel 峠では顕著な地吹雪発生がほとんど見られなかったため、1月25日および2月1日の積雪状況から道路周辺の吹きだまりの発生状況を推し量った。また、このときの道路状況や積雪状況を写真 2-2-4.2 (1)～(4)にまとめた。Ala-Bel 峠の区間は大きな沢状地形の中にあり、その沢に沿った風向が支配的である。区間の東側では南東～南南東を主風向とする地吹雪の痕跡が見られ、KP218+500 付近からは緩やかに風向が変化し、次第に道路に平行な南を主風向とする地吹雪の痕跡を確認した。小さな沢地形が横切る区間では、沢筋に沿った風が風向に影響を与えている可能性がある。なお、第一回現地調査でこの区間の地吹雪対策の起点は KP216+000 から KP215+740 に延長している。Ala-Bel 峠で特に地吹雪の影響が顕著だと考えられる区間は次のとおりである。

- KP215+740-KP215+800 (a) : 風上側に広大な平坦地が広がり、風上側の道路雪堤の高さから吹きだまりの発生が推察される。
- KP215+800-KP216+200 (d) : 道路に対して鋭角な風向による吹きだまりの痕跡が切土斜面にある。
- KP216+500-KP216+600 (g) : 道路に対して鋭角な風向による吹きだまりの痕跡が切土斜面にある。
- KP217+100-KP217+250 (i) : カーブ内側の台地上の地形から吹きだまりが発生した痕跡がある。また、沢筋に沿って吹きだまりが成長している。
- KP217+300-KP217+400 (k) : 切土斜面に沿って吹きだまりが発生した痕跡がある。
- KP220+650-KP220+900 (q) : 南側の山地斜面からの吹きだまりの痕跡がある。
- KP221+350-KP221+850 (r) : 雪面模様から道路にほぼ平行となる南からの地吹雪の痕跡がある。

このほか、KP217+400-KP220+650 間などでも、小規模ながらも地吹雪による吹きだまりが生じた可能性がある区間がある。

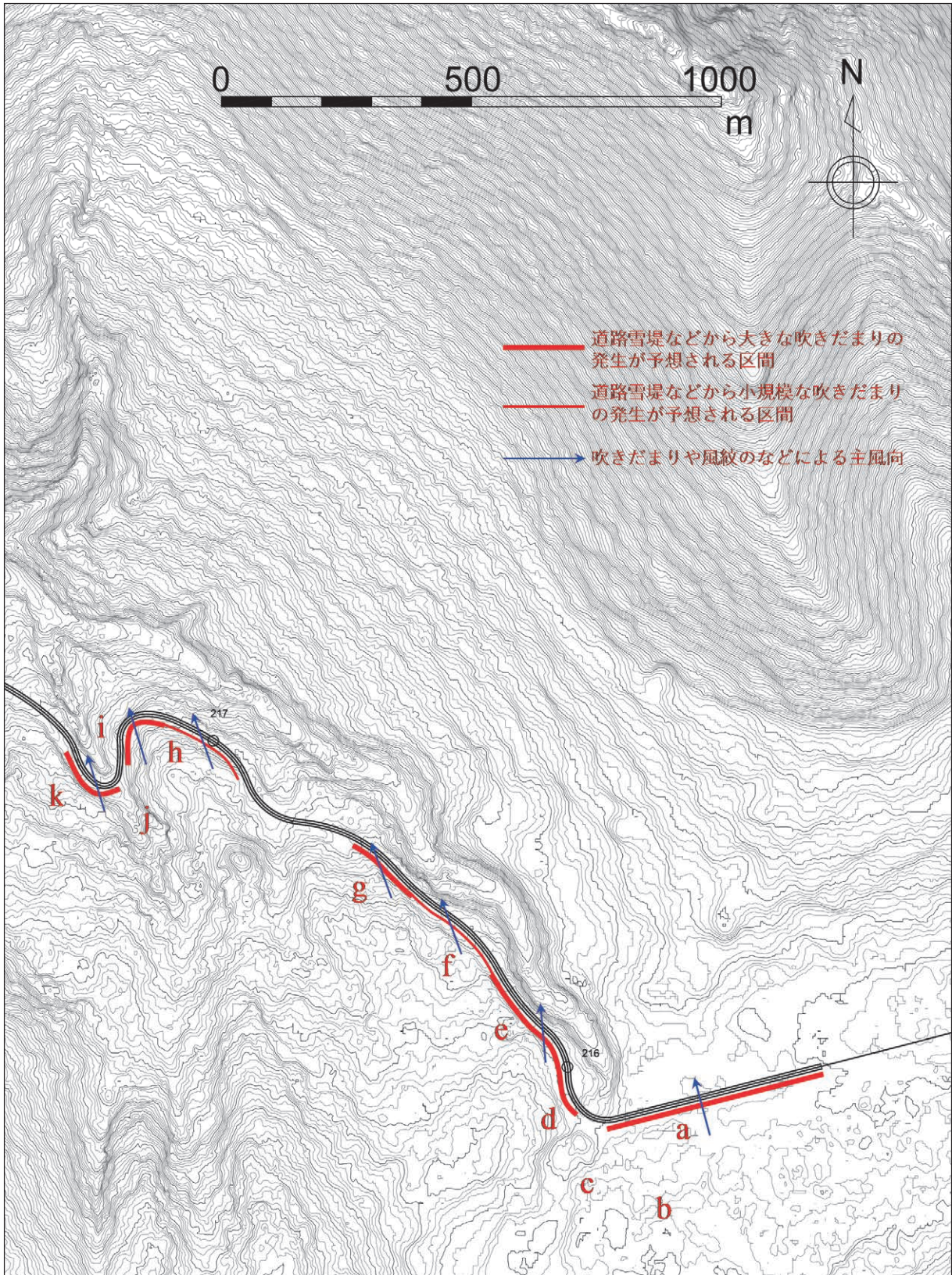


図 2-2-4.4 (1) Ala-Bel 峠の吹きだまり発生状況

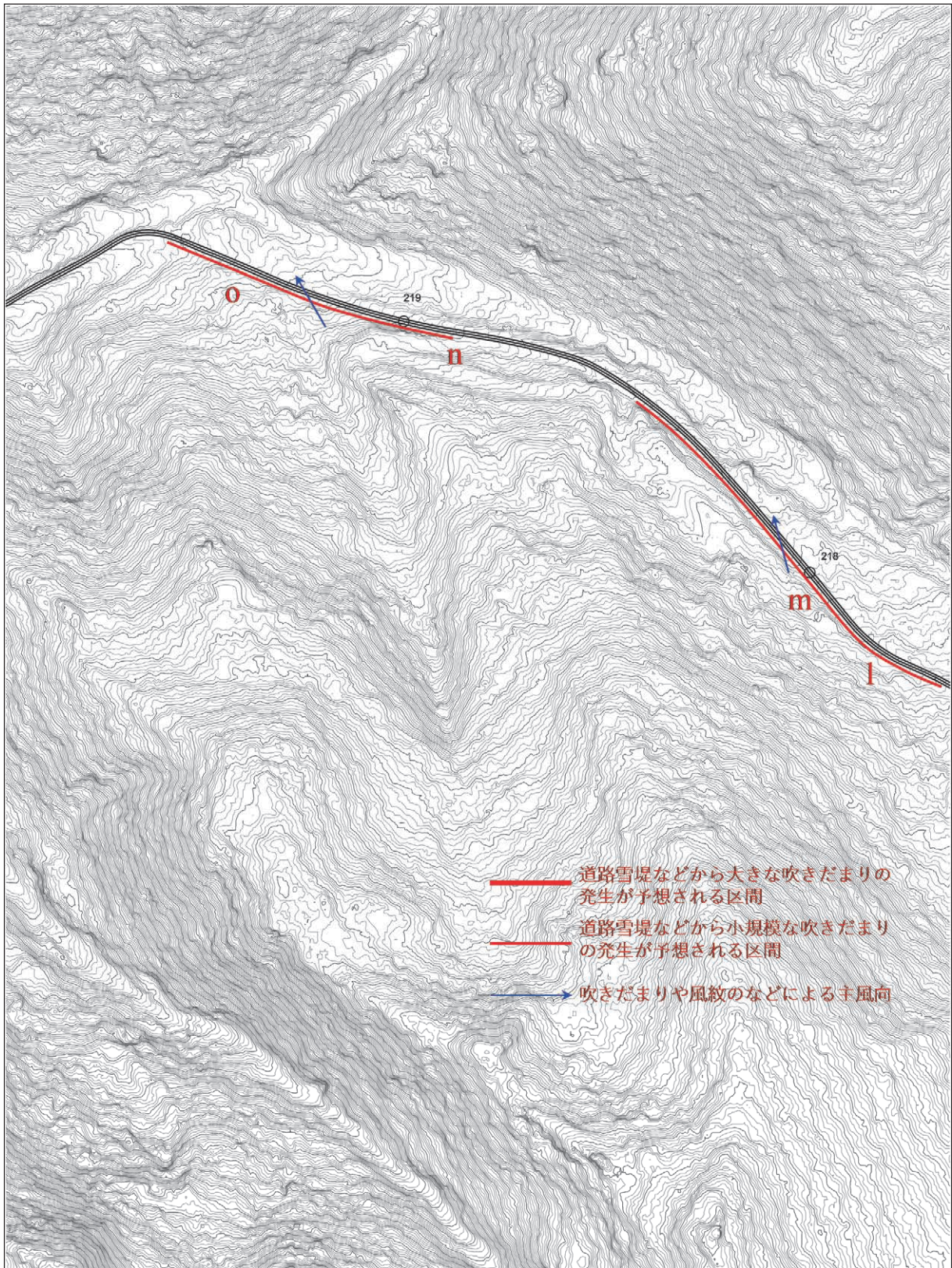


図 2-2-4.4 (2) Ala-Bel 峠の吹きだまり発生状況

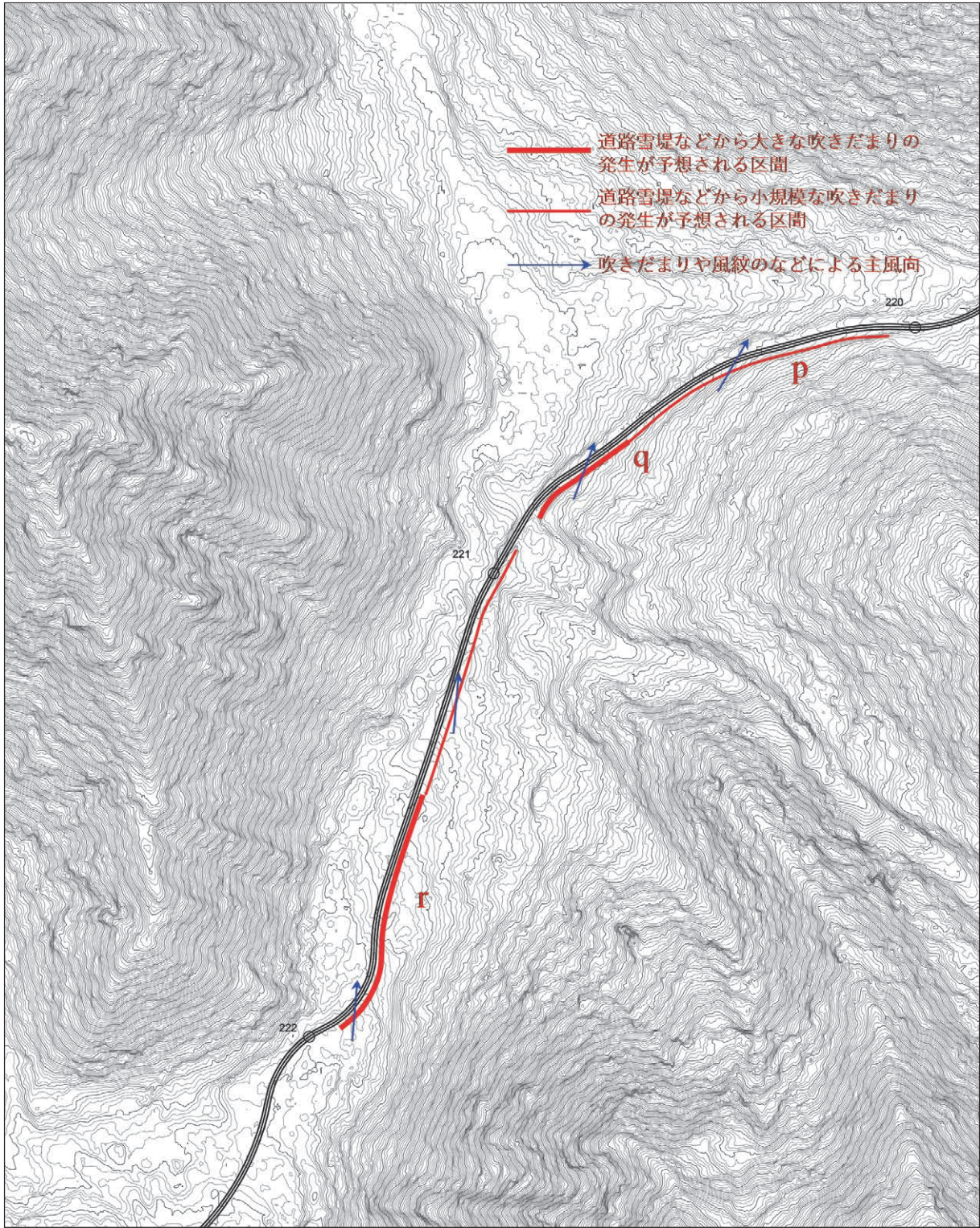


図 2-2-4.4 (3) Ala-Bel 峠の吹きだまり発生状況



風上側に除雪による大きな雪堤があり、吹きだまりの影響を受けている可能性が高い（図 2-2-4.4 (1)の a）。



道路の風上側には広大な平坦地が広がり、地吹雪の発生源となっている（図 2-2-4.4 (1)の b）。



風上側の平坦地で発生した地吹雪が沢地形で大規模な吹きだまりを形成している（図 2-2-4.4 (1)の c）。



カーブ付近は吹き払い領域となり、終点側では吹きだまりを生じた痕跡がある（図 2-2-4.4 (1)の d）。



カーブ区間の終点側の切土斜面には吹きだまりが生じた痕跡がある（図 2-2-4.4 (1)の d）。



道路に対して鋭角な方向で小規模な吹きだまりが生じた痕跡がある（図 2-2-4.4 (1)の e）。

写真 2-2-4.2 (1) Ala-Bel 峠での吹きだまりや吹雪の発生状況



道路に対して鋭角な方向で小規模な吹きだまりが生じた痕跡がある（図 2-2-4.4 (1)の f）。



路側の切土斜面に吹きだまりを生じた痕跡がある（図 2-2-4.4 (1)の g）。



カーブに従って主風向との角度が大きくなり、道路上に吹きだまりを生じた痕跡が見られる（図 2-2-4.4 (1)の h）。

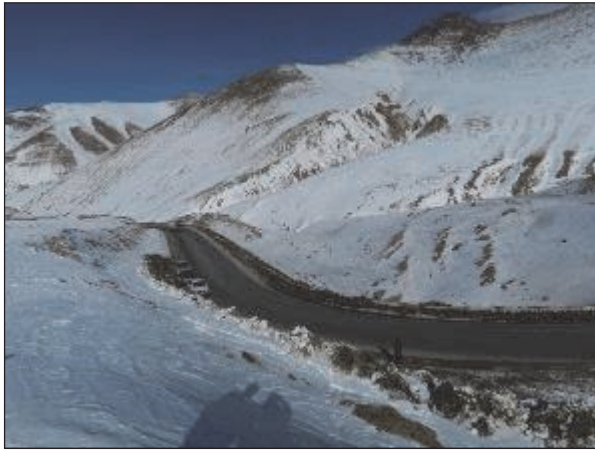


谷地形の起点側では斜面に沿って大規模な吹きだまりが成長している（図 2-2-4.4 (1)の i）。



風上側の沢地形は複雑で、吹きだまり領域になっているとみられる（図 2-2-4.4 (1)の j）。

写真 2-2-4.2 (2) Ala-Bel 峠での吹きだまりや吹雪の発生状況



切土斜面に沿って吹きだまりが生じた可能性がある (図 2-2-4.4 (1)の k)。



道路の山側から小規模な吹きだまりが発生した可能性がある (図 2-2-4.4 (2)の l)。



道路の南側には広大な平坦地があり、切土区間では吹きだまりの影響を受ける可能性が高い (図 2-2-4.4 (2)の l を遠望)。



道路の山側から吹きだまりが発生した可能性がある (図 2-2-4.4 (2)の m)。



切土斜面では山側から小規模な吹きだまりが発生した痕跡が見られる (図 2-2-4.4 (2)の n)。



山側の切土斜面に沿って小規模な吹きだまりが連続的に発生した痕跡がある (図 2-2-4.4 (2)の o)。

写真 2-2-4.2 (3) Ala-Bel 峠での吹きだまりや吹雪の発生状況