6. 気象情報利用ガイドの活用および気象災害対応向上に向けた検討

6.1 調査実施項目

気候変動の影響により極端な気象現象が増加し、北海道内でも本州並みの豪雨や記録的な大雪が発生するようになっている。気象庁と内閣府は、住民の避難行動につなげるため、警戒レベルの導入や大雨警報の指数化、線状降水帯に関する情報提供など、気象情報の高度化に取り組んでいる。このような状況下で気象部会では二つの項目を実施した。道路管理者に対し、複雑・多様化する気象情報の理解を支援するための気象情報利用ガイドの作成と、低気圧進路予想の情報提供である。両項目とも令和 6 年度で完了した（表 6.1 参照）。

なお、令和 5 年度から「道路・情報部会」が「雪氷部会」と「気象部会」に再編成された。

表 6.1　気象部会での年度別の調査項目

調査実施項目	R4(2022)年度	R5(2023)年度	R6(2024)年度
気象情報ガイドライン	作成	完成	最終校正
開発建設部ヒアリング	釧路・帯広	旭川・室蘭	―
気象解説動画作成	―	2 本作製	3 本作製･公開
低気圧進路予想	試行開始	運用	運用

6.2 気象情報ガイドラインの作成と活用に向けた取り組み

北海道の道路管理においては、冬季の暴風雪災害、夏季の大雨や洪水、土砂災害に加え、春季には融雪災害への対応も求められ、年間を通じて多岐にわたる課題に直面している。

防災対応の出発点となる気象情報は、近年、著しく細分化・高度化しており、タイムライン運用においては、適切な情報の取捨選択と的確な気象状況の把握が重要である。その上で、迅速かつ適切な対応行動を決定するためには、気象情報に関するリテラシーと道路管理の経験が不可欠となる。

気象庁では、災害の発生抑制を目的として、気象情報の精度向上や避難情報の表現方法の改善を進めており、近年では線状降水帯や土壌雨量指数、「キキクル」など新たな指標を次々と導入している。こうした状況に対応するため、「気象情報ガイドライン（案）」を作成し、理解促進を目的とした解説動画も制作した。これらの取り組みを活用することで、道路管理がより安全かつ効率的に行われることが期待される。

6.2.1 構成と提供方法

以前の大雨警報は、1 時間雨量や 24 時間雨量を基準として発表されていたが、現在は土壌雨量指数や表面雨量指数を用いる方式に変わっている。このように気象情報は高度化・多様化しており、その内容を理解してもらうために気象用語の解説を作成した。しかし、令和 4 年に道路管理者へ実施したヒアリングでは、「取りつきにくい」、「関心を持ちにくい」といった意見が寄せられた。むしろ、災害事例を前面に示し、その気象的要因を解説する章立ての方が受け入れられやすいのではないか、との提案をいただいた。

また、吹雪災害への対応にタイムラインが導入されたことにより、どのタイミングでどのよう

な気象情報を確認すべきかを示す必要も生じてきた。これらの背景を踏まえ、三段階の構成（図 6.1 参照）とすることとし、令和 5 年には旭川開発建設部および室蘭開発建設部の 4 事務所でヒアリングを実施した。その結果、動画を含めた解説は「分かりやすく、経験の浅い職員にも関心を持ってもらえるだろう」との評価を得た。

ガイドラインの提供方法については、冊子よりも PDF 形式の方が便利であるとの意見が多かった。理由としては、気象情報は頻繁に改定されるため、冊子では最新版かどうかの確認が煩雑になることが挙げられる。そこで、最新版を確実に提供するため、北海道道路管理技術センターのホームページからパスワード付きで道路管理者へ配布する方式に変更する予定である。

なお、「気象情報利用ガイドライン（案）」の完成版については資料編に掲載した。

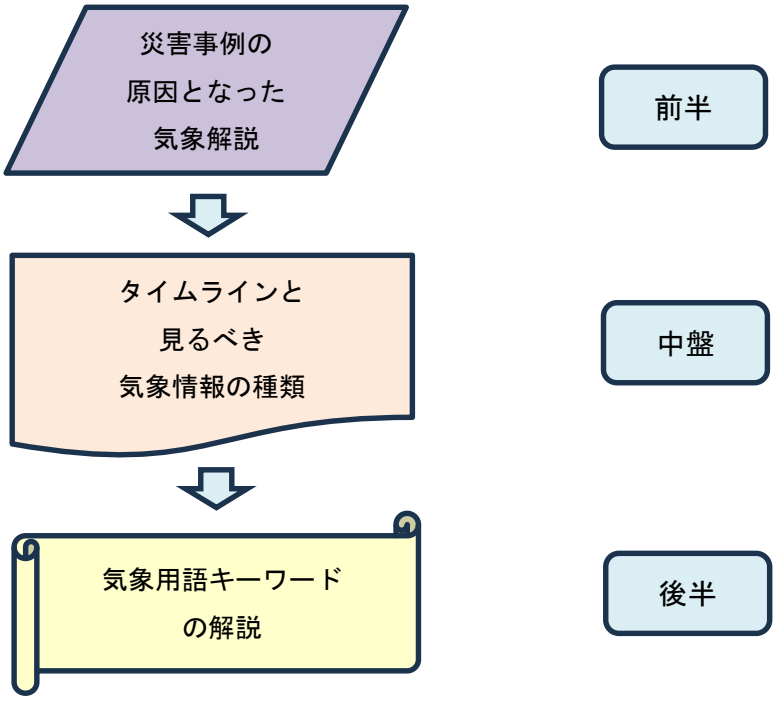


図 6.1　気象情報ガイドラインの構成

6.2.2　開発建設部へのヒアリング

気象情報ガイドラインの作成に当たって、下記の部署へのヒアリングを行い貴重な意見をいただいた（図 6.2 参照）。

令和 4(2022)年 11 月 17 日～18 日

- 釧路開発建設部　道路整備保全課、中標津道路事務所
- 帯広開発建設部　道路整備保全課、帯広道路事務所

令和 5(2023)年 11 月 29 日～30 日

- 旭川開発建設部　道路整備保全課、旭川道路事務所（上川分庁舎）
- 室蘭開発建設部　道路整備保全課、浦河道路事務所

ガイドラインに加え、気象情報の活用方法やタイムラインの運用に関して、ヒアリングでいただいた主な意見は以下のとおりである。

- 開発局職員の関心を引くには、実際の災害とその要因となった気象現象を結びつけて示す

のがよい。例：国道○○号の災害は線状降水帯が原因であった、など。

- 災害事例に加え、タイムライン（「10 日前にはこの情報、3 日前にはこの情報が出ていた」など）と気象情報の解説をセットで示すことが望ましい。
- 気象知識の乏しい職員に対しては、豆知識的な情報も有用である。例：北海道に等圧線が○本以上あるときや、二つ玉低気圧のときは天気が荒れやすい、など。
- 天気図の見方など、基本的な知識は役立つ。希望者がいれば講習会を開催してほしい。
- 動画による解説はイメージしやすく、講習会や勉強会で活用するのが効果的である。
- 動画で最低限のポイントを理解できれば、維持業者も自発的な判断ができるようになるのではないか。
- 情報収集は、まず 1 か月天気図（JWA）を確認し、1 週間～3 日前からは民間会社や気象台など多様な情報を参考にして行動する。
- 天気図で危険が予想される場合には、本部から事務所へ、さらに事務所から維持業者へと注意喚起を伝え、人員や車両の手配に備える。
- 気象台の暴風雪に関する「数年に一度」という表現は判断のトリガーとして有用だが、近年はあまり使われなくなった。そのため、現在は規制判断の早い NEXCO と調整しつつ、通行止めを行うことが多くなっている。



図 6.2　ヒアリングの様子

6.2.3　気象解説動画作成

SNS の社会的影響力が強まるなか、YouTube や TikTok に代表されるように、多くの分野で短時間に興味を引く動画が作成されている。気象情報の解説についても、冊子形式のテキストだけでなく、動画による解説の方が分かりやすく、特に若手や経験の浅い道路管理者に受け入れられやすいのではないかとの発案があった。

この考えを踏まえ、令和 5 年度には 2 本の解説動画を制作した。実際に複数の道路管理者に視聴していただいたところ、「分かりやすい」、「新人研修に活用したい」といった高評価を得た。その成果を受け、令和 6 年度には新たに 3 本の動画を作成している。

これらの動画は、北海道道路管理技術センターのホームページ上で、道路管理技術委員会の成果として一般公開されている（図 6.3、6.4 参照）。

https://rmec.or.jp/business/research-technology/#youtube

■悪天の原因別の解説

北海道の大雨パターンー北海道の広い範囲で大雨となる天気図の特徴

地形性降雨ー山が大雨を降らせる原因や特徴

爆弾低気圧ー冬の暴風雪災害を発生させる急速に発達する低気圧の特徴

■雨の降り方別の解説

線状降水帯ー線のように狭い範囲で大雨となり災害につながる

集中豪雨ーゲリラ豪雨・局地的大雨がより発達した降りかたで予測が難しい



図 6.3　気象解説動画の例

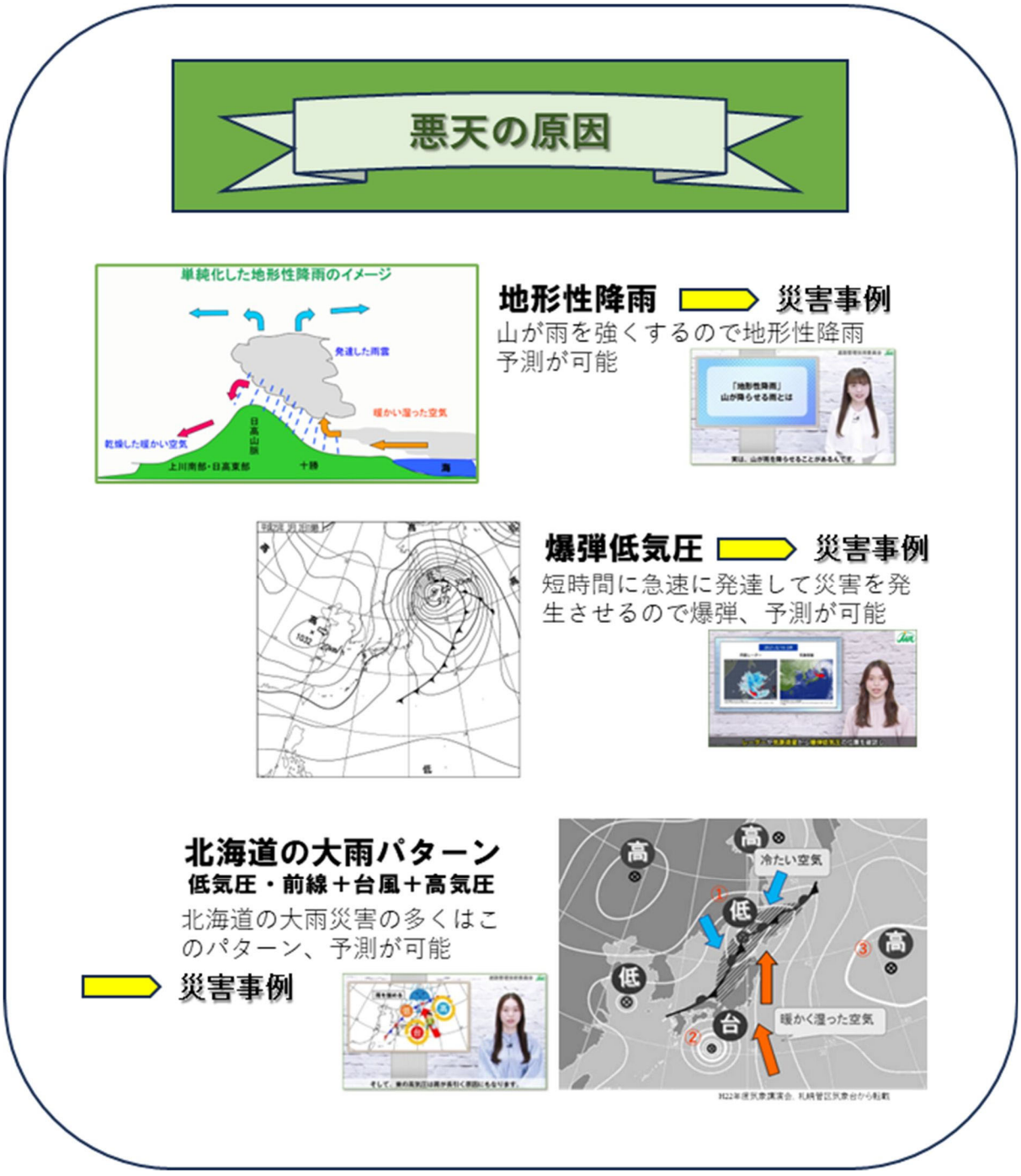


図 6.4(1)　動画の位置づけ

悪天の原因別

気象ガイドラインの災害事例の解説として動画へ誘導する構成とした

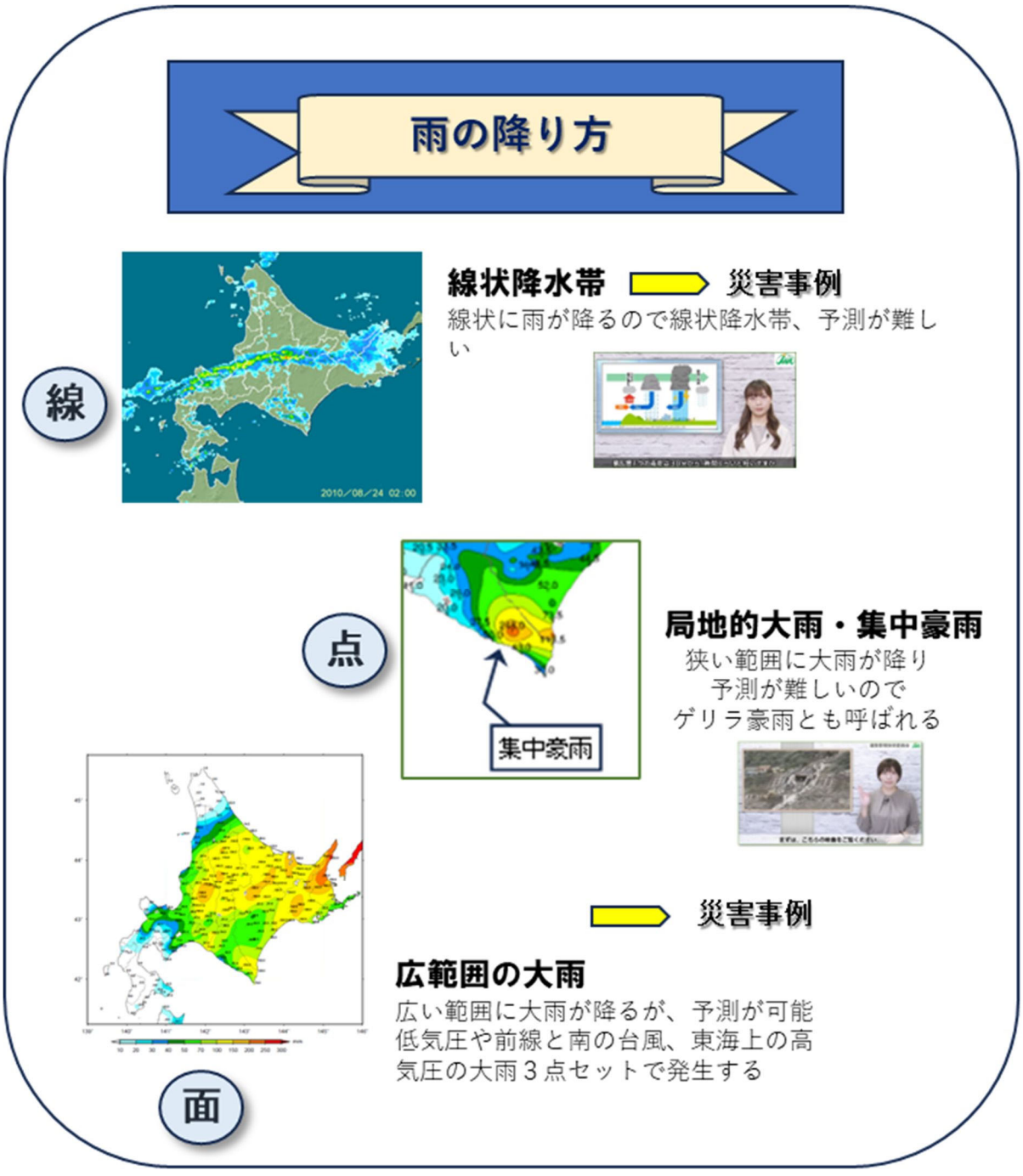


図 6.4(2)　動画の位置づけ

雨の降り方別

気象ガイドラインの災害事例の解説として動画へ誘導する構成とした

6.3　低気圧進路予想を活用した災害対応

6.3.1　低気圧経路予想のシステム構築

雪氷部会では、道路管理者を対象に、過去の大規模風雪害発生時の気象状況、通行止めの履歴、CCTV を活用した視界不良レベルなどを提供する「北海道暴風雪道路災害アーカイブ」を作成し、試行した。過去の災害履歴を活用することで、想定される事態への事前準備や、経験の浅い担当者に対する教材としての活用が期待されている。一方、このアーカイブは低気圧のコースを分類キーとしているため、低気圧経路の予測が不可欠である。しかし、台風進路予想図のように、数日先までの低気圧経路を示す既存のサービスは現時点では存在しない。そこで、北海道大学理学研究院と株式会社北海道気象技術センターが共同で進めている低気圧経路分類の研究成果を活用し、開発を進めることとした。

本低気圧経路予測システムは、気象庁が提供する予報モデルの解析値（初期値）および予測値を用いて低気圧の経路を計算し、その結果を自動的にメール配信する統合システムである。以下では、本システムの概要と、経路予測に用いられる計算モデルについて説明する。

(1)　システム概要

図 6.5 に本低気圧経路予測システムの概要を示す。本システムは以下の手順で構成されている。

1) 気象庁から提供される海面更正気圧の解析値（初期値）および予測値を取得する。ここで海面更正気圧とは、解析または予測された標高依存の地上気圧データを、標高 0 m に換算した推定値である。
2) 低気圧経路予測モデルを用いて、予測される低気圧の経路を算出し、その結果を地図上にマッピングする。
3) 計算結果は、png 形式の低気圧経路予測図（cyclone_tracks_YYYYmmdd09.png）として出力され、規定の時刻（毎日 13 時 30 分～45 分）に電子メールで自動配信される。

これら一連のプロセスは、株式会社北海道気象技術センターが管理する HowTecc 計算サーバー上で実行された。

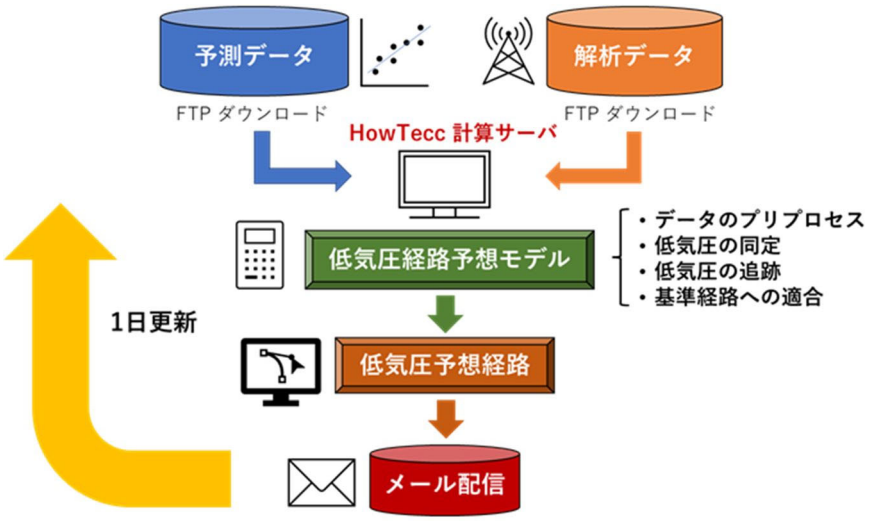


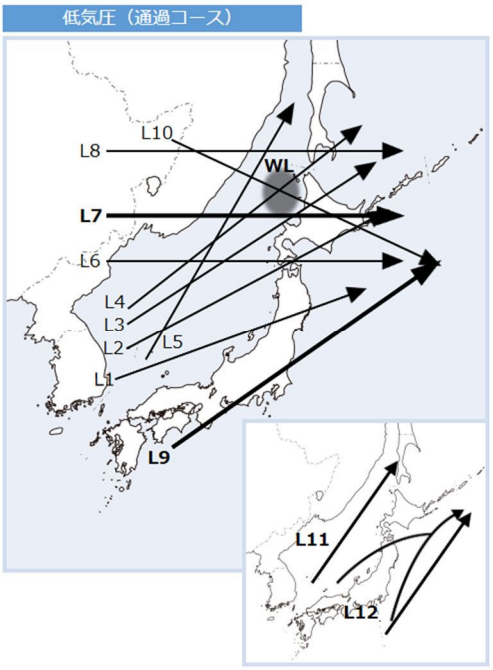
図 6.5　低気圧経路予想システムの概要

(2) 低気圧経路予想モデル

本システムで用いられる低気圧の経路予想モデルは主に、1)入力のための気象データを前処理するためのプリプロセス、2)各予報時刻における低気圧の同定、3)予報時刻ごとの低気圧の追跡、4)各低気圧経路の基準経路への適合の 4 段階から構成される。モデルの各要素の概要について、以下で簡単に示した。

① 基準経路

北海道暴風雪道路災害アーカイブにおいて、大雨や大雪・吹雪災害の過去災害事例と関連づけるため、本予想システムでは 12 種類の基準となる低気圧移動経路が考慮される。図 6.6 にその基準経路とそれに該当する記号を示した。これらの基準経路は、予想される低気圧の経路と一定の条件で適合するかどうかを後述する図 6.9 に示す手法で判定する。西岸小低気圧 WL は令和 6 年度に追加された。



	記号	概要	事例
低気圧	L1	低気圧が日本海西部から東北東に進んで、東北地方中部・北部を通過	－
	L2	低気圧が日本海西部から東北東に進んで、津軽海峡を通過	－
	L3	低気圧が日本海中部から北東に進んで、北海道北部から宗谷海峡を通過	－
	L4	低気圧が日本海西部から北東ないし北北東に進んで、宗谷海峡を通過	－
	L5	低気圧が日本海西部から北北東に進んで、間宮海峡に達する	－
	L6	低気圧が日本海中部から東に進んで、津軽海峡を通過	－
	L7	**低気圧が日本海中部から東に進んで、北海道中部を横断**	○
	L8	低気圧が沿海州から東に進んで、宗谷海峡を通過	－
	L9	**低気圧が三陸沖を北東に進む**	○
	L10	低気圧が沿海州北部から南東に進んで、北海道中部を通過	－
二つ玉低気圧	**L11**	**2つの低気圧が北海道を挟んで北東に進む**	○
	L12	**2つの低気圧の内、日本海の低気圧が太平洋の低気圧に吸収**	○
西岸小低気圧	**WL**	**冬型に加えて北海道西岸に小低気圧が発生**	○

図 6.6 低気圧の基準経路とその記号

② 気象データとプリプロセス

本予想システムでは、気象庁から提供される全球数値予報モデル (GSM) の海面更正気圧の解析値 (初期値) および予測値が用いられる。その情報を表 6.2 に示した。取得される気圧データは、中心の緯度と経度の情報によって定められる各メッシュ領域 (約 13km×約 13km) 内の代表値の集まりである。

表 6.2 気象庁から提供される全球数値予報モデル (GSM) による海面更正気圧の情報

初期時刻	00UTC (09JST)、06UTC (15JST)、12UTC (21JST)、18UTC (03JST) UTC：協定世界時、JST：日本標準時　　JST = UTC + 9 時間
予報時間	0 ～ 132 時間　　(配信遅れ：初期時刻から約 3.5 時間) 135 ～ 264 時間 (配信遅れ：初期時刻から約 6.5 時間)
メッシュ領域	北緯 20 度～50 度　　(約 13km 間隔) 東経 120 度～150 度 (約 13km 間隔)

計算テクニックとして、気圧の等値線を閉じさせるため、気圧データを 11 日目までの予報の平均値から引いて偏差とする。実際の低気圧の同定や追跡は、84 時間先 (1 時間おき) までの予測値の偏差データを用いておこなわれた。

③　低気圧の同定

図 6.7 に低気圧の同定の概念図を示した。気圧配置図を走査し、海面気圧偏差が極小かつ 300km 以内でその値が最小となる場合に、その値が属するメッシュを低気圧の中心であると仮定する。

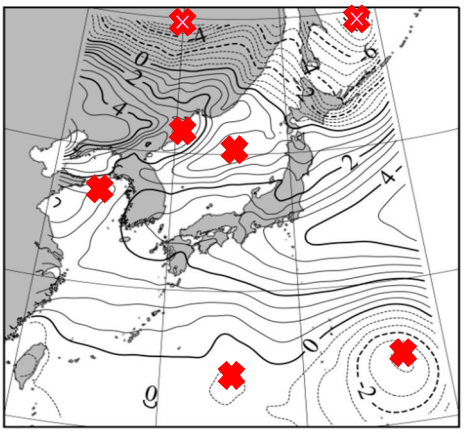
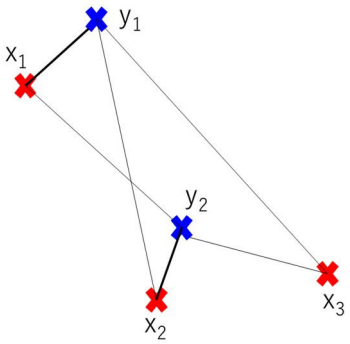


図 6.7 低気圧同定の概念図
海面気圧偏差が極小かつ 300km 内最小の場合に低気圧中心とする

④　低気圧の追跡

低気圧同定によってその存在が認められると、低気圧が時間とともにどのように移動するかを追跡する必要がある。本予想システムでは、隣接時刻における低気圧中心同士の距離行列を作成し、500km 以内に存在する低気圧中心の最近傍点同士を連結する。この連結された低気圧が進行する低気圧の経路となる。たとえば、図 6.8 のように予報時刻 t1 に 3 つの低気圧 x1, x2, x3 が同定され、隣接する予報時刻 t2 には 2 つの低気圧 y1, y2 が同定されたとする。



バツ印は同定された低気圧の中心の位置、xi は時刻 t1 に予想される i 番目の低気圧の位置ベクトル、yi は時刻 t2 に予想される i 番目の低気圧の位置ベクトル、太線は低気圧追跡によって決定された低気圧のたどる計算上の経路を表す

図 6.8 低気圧追跡の概念図

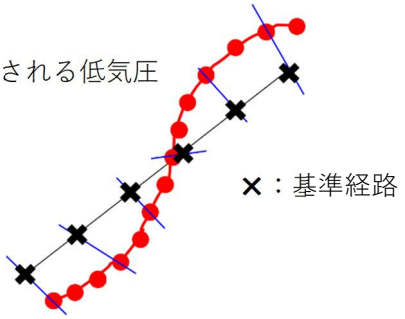
このとき、距離行列 R は

$$\mathbf{R} = \begin{pmatrix} ||\mathbf{x_1} - \mathbf{y_1}|| & ||\mathbf{x_1} - \mathbf{y_2}|| \\ ||\mathbf{x_2} - \mathbf{y_1}|| & ||\mathbf{x_2} - \mathbf{y_2}|| \\ ||\mathbf{x_3} - \mathbf{y_1}|| & ||\mathbf{x_3} - \mathbf{y_2}|| \end{pmatrix}$$

で与えられる。図 6.8 では、隣接時刻における 500km 以内の最近傍点同志として $x_1 \rightarrow y_1$ 、$x_2 \rightarrow y_2$ が当てはまったとして太線で表した。ただし、ここで当てはまらなかった x_3 の低気圧や低気圧の継続時間が 6 時間より短いものについては低気圧経路予想図には表示しないとする。

⑤　基準経路への適合

低気圧追跡によって同定された低気圧経路は、図 6.6 で示した 12 種類の基準経路と比較される。図 6.9 は、予想された低気圧経路 (赤) が基準経路 (黒) とどのようにして適合させるかを示した概念図である。これらの経路の最近接低気圧中心間距離の平均値が求められ、その値が 300km 以内であるとき、本予測システムはその予想低気圧経路が基準経路に適合したと判定する。



丸印で結んだ線は予想される低気圧経路、バツ印で結んだ線は基準経路を表す。最近接低気圧中心間距離の平均値が 300km 以内であれば適合したと判定される

図 6.9 予想される低気圧経路の基準経路への適合の概念図

6.3.2 低気圧進路予想の実施

各年度の低気圧経路予想の情報提供期間は下記のとおりである。

令和 5(2023)年 1 月 4 日から令和 5(2023)年 3 月 28 日
令和 5(2023)年 12 月 1 日から令和 6(2024)年 3 月 25 日
令和 6(2024)年 12 月 1 日から令和 7(2025)年 3 月 31 日

本予想結果の伝達手段はメールによる関係者への自動配信とし、その発表は 1 日 1 回 13 時 30 分～45 分におこなった。配信メールの一例を図 6.10 に示した。本システムはすべて自動で稼働しているが、計算エラーによる誤った結果の伝達を防ぐため、株式会社 北海道気象技術センターが前もって自動計算結果の確認をおこなった上で、メールを配信した。

なお、アーカイブ内容については、試行のため適宜追記・修正等をおこなった。



図 6.10 本低気圧経路予想システムで配信されるメールの一例

過去 3 年度の予想低気圧経路の L1～L12 への適合数を表 6.3 にまとめた。適合無しの N/A が 44%を占め、コースでは L6 が一位で L1、L8 が続いた。なお、令和 6(2024)年度から追加した、気象予報士による西岸小低気圧(WL)の出現は無かった。西岸小低気圧はスケールの小さな現象で

あるため本システムでは抽出できないので、気象予報士による監視を行った。

表 6.3　予想低気圧経路の基準経路への適合数

期　　間	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	N/A	計
2023/ 1/4~2023/3/28	11	2	1	3	0	9	7	5	1	0	0	1	44	84
2023/12/1~2024/3/25	7	0	2	2	2	25	14	11	0	0	1	3	49	116
2024/12/1~2025/3/31	13	8	0	1	0	22	6	17	5	0	0	0	49	121
3 年間計	31	10	3	6	2	56	27	33	6	0	1	4	142	321
3 年間出現率	10%	3%	1%	2%	1%	17%	8%	10%	2%	0%	0%	1%	44%	100%

* 適合なし (Not Applicable)

6.3.3　進路予想の改善

進路予想は低気圧の発達度合いを考慮せずに経路のみを対象としている。このため発達の程度を見るには、三日先までの予想天気図を一つずつ確認する必要があった。

改善策として、令和 6 年度から低気圧が通過後の冬型の強さ「北海道の気圧傾度の強さ」で表現することとした。気象台では予報官の経験則として、北海道に 4hPa 毎の等圧線がかかる本数を目安としている。７・５・３（シチ・ゴ・サン）と呼んで、7 本なら災害クラス、5 本は警報レベル、3 本は注意報レベルとして警戒する。

予報結果をどのように表現して道路管理者に伝えるかを検討し、これまでのメール通知の際の進路予想図に等圧線の本数と対応する色で表現することにした（図 6.11）。図 6.12 は実際の天気図である。提供例を図 6.13 に示す。

予想される
等圧線本数　日付の色
3 本　　黄色
5 本　　赤色
7 本　　紫色
色は気象庁キキクルの表示に合わせた

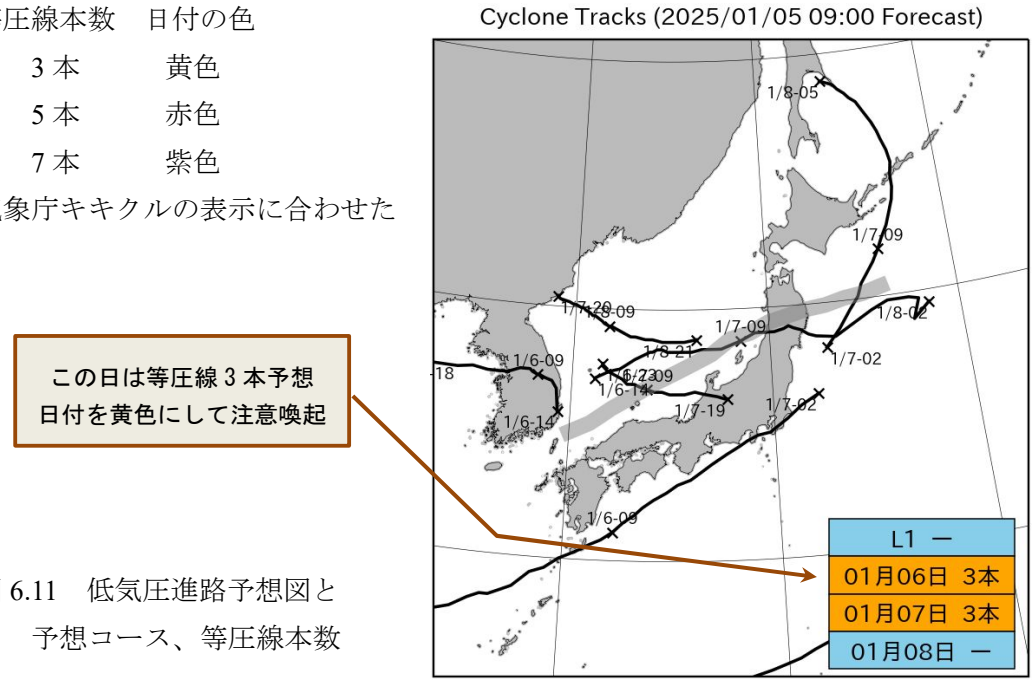


図 6.11　低気圧進路予想図と
予想コース、等圧線本数

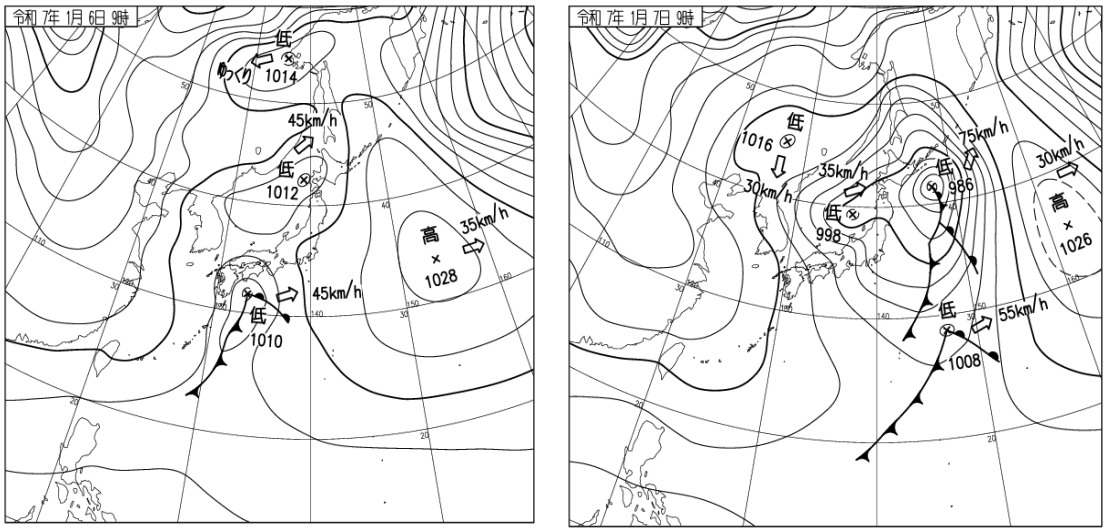


図 6.12　実際の天気図

低気圧の進路予想が当たり、過去の災害事例を参考にして事前の準備を行っていても、実際に起こる気象現象は複雑で、想定どおりにならないのが現実である。よく「同じ天気図は二つとない」と言われるように、低気圧に伴う雪や風の状況は毎回異なる。特に吹雪による災害は、地形や建物など周囲の環境、道路の構造によって大きく左右される。このため、気象予報だけから道路災害の発生状況を直接判断することは難しく、そこに極端な気象現象への対応における道路管理の難しさがある。今回作成した「気象情報ガイドライン（案）」や解説動画が、こうした難しさを理解し、判断や準備を行う際の参考資料となることを期待している。

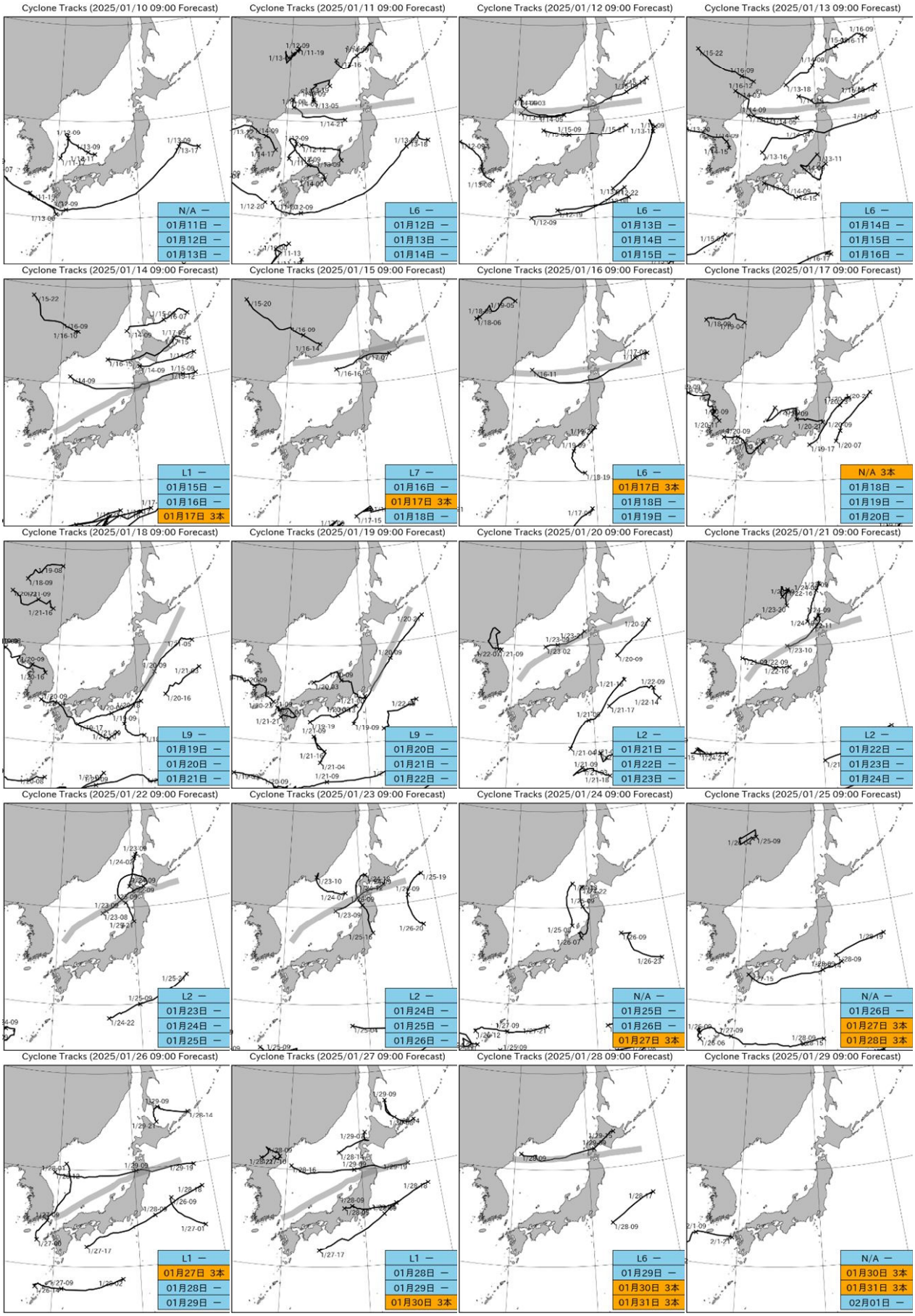


図 6.13 低気圧経路予想の結果 (2025/1/10 - 2025/1/29)　　黒実線が低気圧の予想経路、太灰色線は、右下に記されている予想経路に適合された基準経路。実線上の×印に低気圧の予想時刻が記載されている。

6.3.4　進路予想の終了

3 年間の運用で安定した進路予想や発達の度合いの情報を提供してきたが、寒地土木研究所の「暴風雪・大雪災害事例表示システム」が運用を開始し、同様の情報を含めた内容が提供されることから本システムを終了することとした。

なお、本システムを利用して夏期の低気圧経路予想を開始する予定である。