

## 付録 A 数値予報システムおよびガイダンスの概要一覧表

数値予報課が所掌する数値予報システムとガイダンスの概要、およびプロダクトの送信時刻に関する情報を以下の表に示す（2018年10月現在）。表中の用語については、第II部「数値予報の基礎知識」も参照のこと。

### A.1 数値予報システム<sup>1</sup>

#### A.1.1 全球数値予報システム（全球モデル (GSM) ・全球解析 (GA)）

数値予報モデル	
水平分解能	TL959（格子間隔約 20 km : 0.1875 度） <sup>2</sup>
鉛直層数	100 層（最上層 0.01 hPa）
初期時刻	00, 06, 12, 18UTC
予報時間	132 時間（初期時刻：00, 06, 18UTC） 264 時間（初期時刻：12UTC）
境界値	
地中温度	予測する（初期値は解析値 <sup>3</sup> ）
土壤水分	飽和度を予測する（初期値は気候値）
積雪被覆	積雪水当量を予測する（初期値は全球積雪深解析を日本域の観測で修正したもの）
海面水温	全球海面水温解析値（海洋気象情報室作成：0.25 度格子）の平年偏差を、予報時間により季節変動する気候値に加えたもの
海水分布	南北半球ごとの全球海水密接度解析値（海洋気象情報室作成：0.25 度格子）の海水面積平年偏差を維持するように、海水密接度の初期偏差固定予測値を気候値で修正したもの
解析（データ同化）システム	
データ同化手法	4次元変分法
水平分解能	アウターモデル <sup>4</sup> の水平分解能：TL959（格子間隔約 20 km : 0.1875 度） <sup>2</sup> インナーモデル <sup>4</sup> の水平分解能：TL319（格子間隔約 55 km : 0.5625 度） <sup>2</sup>
鉛直層数	100 層（最上層 0.01 hPa）+地上 <sup>5</sup>
解析時刻	00, 06, 12, 18UTC
同化ウィンドウ	各解析時刻の 3 時間前から 3 時間後まで
観測の待ち受け時間	速報解析 <sup>6</sup> ：2 時間 20 分 サイクル解析 <sup>6</sup> ：11 時間 50 分（初期時刻：00, 12UTC） 7 時間 50 分（初期時刻：06, 18UTC）
利用する主な観測（観測データもしくは算出データ）	ラジオゾンデ（気圧、気温、湿度、風）、ウィンドプロファイラ（風）、航空機（気温、風）、地上（気圧 <sup>5</sup> 、積雪深 <sup>7</sup> ）、船舶・ブイ（気圧 <sup>5</sup> ）、アメダス（積雪深 <sup>7</sup> ）、地上 GNSS（大気遅延量）、衛星可視赤外イメージャ（大気追跡風）、衛星マイクロ波散乱計（海上風）、衛星マイクロ波サウンダ（輝度温度）、衛星マイクロ波イメージャ（輝度温度）、衛星ハイパースペクトル赤外サウンダ（輝度温度）、静止衛星赤外イメージャ（輝度温度）、衛星 GNSS 掩蔽（屈折角）
台風ボーガス	擬似観測値（海面更正気圧、風）を利用

<sup>1</sup> 本田 有機

<sup>2</sup> T は三角形波数切断を、L は線形格子を、数字は切断波数をそれぞれ表す。

<sup>3</sup> 観測データは同化されておらず、解析システム内で予測された値が利用されている。

<sup>4</sup> アウターモデルは第一推定値の計算に用いるモデル。インナーモデルは解析修正量を求める計算に用いるモデル。

<sup>5</sup> 地上観測および船舶・ブイ観測の気温・風・湿度のデータは、2次元最適内挿法による地上解析値作成に利用される。ただし、この地上解析値はモデルの初期値としては使われない。

<sup>6</sup> 全球解析には予報資料を作成するために行う速報解析と観測データを可能な限り集めて正確な実況把握のために行うサイクル解析の 2 種類の計算がある。

<sup>7</sup> 積雪深のデータは積雪被覆の初期状態を計算するために利用される。

### A.1.2 全球アンサンブル予報システム (GEPS)<sup>8</sup>

数値予報モデル			
水平分解能	TL479 (格子間隔約 40 km : 0.375 度) <sup>2</sup>		
鉛直層数	100 層 (最上層 0.01 hPa)		
初期時刻	00, 06, 12, 18UTC <sup>9</sup>		
予報時間	132 時間 (初期時刻 : 06, 18UTC) <sup>9</sup> 264 時間 (初期時刻 : 00, 12UTC)		
メンバー数	27 メンバー (26 摂動ラン+コントロールラン)		
初期値および摂動作成手法			
初期値	全球解析値を TL479 へ解像度変換したもの		
初期摂動作成手法	特異ベクトル (SV) 法及び局所アンサンブル変換カルマンフィルタ (LETKF)		
モデルアンサンブル手法	確率的物理過程強制法 (摂動ランのみ)		
下部境界摂動作成手法	海面水温摂動 (摂動ランのみ)		
SV 計算の詳細			
SV 計算の対象領域	北半球領域	熱帯領域	南半球領域
	30°N~90°N	30°S~30°N	30°S~90°S
接線形・随伴モデルの分解能	TL63 (格子間隔約 270 km) <sup>2</sup> 、鉛直層数 40		
接線形・随伴モデルの物理過程	初期値化、水平拡散、境界層過程、地表面フラックス	(左に加えて) 積雲対流過程、重力波抵抗、長波放射、雲水過程、レイリー摩擦、乾燥対流調節	(北半球領域と同じ)
評価時間	48 時間	24 時間	(北半球領域と同じ)
摂動の大きさの評価 (ノルム)	湿潤トータルエネルギー		
初期摂動の振幅	モデル第 15 層 (約 500 hPa) の気温の二乗平均平方根が 0.23 K	モデル第 6 層 (約 850 hPa) の気温の二乗平均平方根が 0.20 K	(北半球領域と同じ)
SV から初期摂動を合成する手法	バリエンスミニマム法		
利用する SV の数	それぞれの領域で 25 個		
LETKF 計算の詳細			
水平分解能	TL319 (格子間隔約 55 km : 0.5625 度) <sup>2</sup>		
鉛直層数	100 層 (最上層 0.01 hPa)		
メンバー数	50 メンバー <sup>10</sup>		
観測データの利用方法	全球解析に準ずる。但し、衛星ハイパースペクトル赤外サウンダは利用しない。		

<sup>8</sup> GEPS は台風情報、週間天気予報、異常天候早期警戒情報及び 1 か月予報を支援しているが、ここでは台風情報及び週間天気予報への支援に関わる情報のみを記述している。

<sup>9</sup> GEPS の 06, 18UTC 初期時刻は 1 日 2 回を最大として、全般海上予報区 (赤道~北緯 60 度、東経 100~180 度) 内に台風が存在する、または同区内で 24 時間以内に台風になると予想される熱帯低気圧が存在する場合、または、全般海上予報区外に最大風速 34 ノット以上の熱帯低気圧が存在し、24 時間以内に予報円または暴風警戒域が同区内に入ると予想された場合に実行される。なお、GEPS の 06, 18UTC 初期時刻の実行結果は部内の台風予報作業のために利用されており、プロダクトの配信は行っていない。

<sup>10</sup> LETKF による摂動を求めるため、プロダクト作成用途と別にアンサンブル計算を行っており、ここではそのメンバー数を示している。

### A.1.3 メソ数値予報システム（メソモデル (MSM) ・メソ解析 (MA) )

数値予報モデル	
水平分解能と計算領域	格子間隔：5 km、計算領域：東西 4,080 km × 南北 3,300 km
鉛直層数	76 層（最上層約 22 km）
初期時刻	00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21UTC
予報時間	39 時間
境界値	
地中温度	予測する（初期値は 4 層とし、第 1, 2 層は解析値 <sup>3</sup> 、第 3, 4 層は気候値で与え、それを数値予報モデルで用いる 9 層に内挿する）
土壌水分	体積含水率を予測する（初期値は解析値 <sup>3</sup> ）
積雪被覆	全球積雪深解析（日本域以外）及び観測で修正したオフライン陸面モデル（日本域）の被覆分布に固定
海面水温	全球海面水温解析値（海洋気象情報室作成：0.25 度格子）に固定
海水分布	北半球海水解析値（海洋気象情報室作成：0.1 度格子）に固定
側面境界	全球モデル予報値 <sup>12</sup>
解析（データ同化）システム	
データ同化手法	4 次元変分法
水平分解能	アウターモデル <sup>4</sup> の水平格子間隔：5 km インナーモデル <sup>4</sup> の水平格子間隔：15 km
鉛直層数	48 層 <sup>11</sup> （最上層約 22 km）+ 地上 <sup>5</sup>
解析時刻	00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21UTC
同化ウィンドウ	各解析時刻の 3 時間前から解析時刻まで
観測の待ち受け時間	50 分
利用する主な観測（観測データもしくは算出データ）	ラジオゾンデ（気圧、気温、湿度、風）、ウィンドプロファイラ（風）、航空機（気温、風）、地上（気圧 <sup>5</sup> 、積雪深 <sup>7</sup> ）、船舶・ブイ（気圧 <sup>5</sup> ）、アメダス（積雪深 <sup>7</sup> ）、地上 GNSS（可降水量）、空港気象レーダー（ドップラー速度）、気象レーダー（解析雨量、ドップラー速度、反射強度 <sup>13</sup> ）、衛星可視赤外イメージャ（大気追跡風）、衛星マイクロ波散乱計（海上風）、衛星マイクロ波サウンダ（輝度温度）、衛星マイクロ波イメージャ（降水強度、輝度温度）、静止衛星赤外イメージャ（輝度温度）、衛星二周波降水レーダー（反射強度 <sup>13</sup> ）、衛星 GNSS 掩蔽（屈折率）
台風ボーガス	擬似観測値（海面更正気圧、風）を利用

<sup>11</sup> 計算の便宜上設定している最上層と最下層を除く。

<sup>12</sup> 例えば、初期時刻 00UTC の全球モデル予報値を初期時刻 03, 06UTC のメソモデルの側面境界値として利用する。

<sup>13</sup> 反射強度から相対湿度プロファイルを推定して、相対湿度として同化している。

#### A.1.4 局地数値予報システム（局地モデル (LFM) ・局地解析 (LA)）

数値予報モデル	
水平分解能と計算領域	格子間隔：2 km、計算領域：東西 3,160 km × 南北 2,600 km
鉛直層数	58 層（最上層約 20 km）
初期時刻	毎正時
予報時間	9 時間
境界値	
地中温度	予測する（初期値は解析値 <sup>3</sup> ）
土壌水分	体積含水率を予測する（初期値は解析値）
積雪被覆	メソモデルで利用している積雪被覆の内挿値に固定
海面水温	全球海面水温解析値（海洋気象情報室作成：0.25 度格子）に固定
海氷分布	北半球海氷解析値（海洋気象情報室作成：0.1 度格子）に固定
側面境界	メソモデル予報値 <sup>14</sup>
解析（データ同化）システム	
データ同化手法	3次元変分法 <sup>15</sup>
水平分解能	格子間隔：5 km
鉛直層数	48 層（最上層約 22 km）＋地上
解析時刻	毎正時
同化ウィンドウ	各解析時刻の 3 時間前から解析時刻まで
観測の待ち受け時間	30 分
利用する主な観測（観測データもしくは算出データ）	ラジオゾンデ（気圧、気温、湿度、風）、ウィンドプロファイラ（風）、航空機（気温、風）、地上（気圧、湿度）、船舶・ブイ（気圧）、アメダス（気温、風）、空港気象レーダー（ドップラー速度）、気象レーダー（ドップラー速度、反射強度 <sup>13</sup> ）、衛星可視赤外イメージャ（大気追跡風）、地上 GNSS（可降水量）、静止衛星赤外イメージャ（輝度温度）、衛星マイクロ波イメージャ（輝度温度、土壌水分）、衛星マイクロ波サウンダ（輝度温度）、衛星マイクロ波散乱計（土壌水分）
台風ボーガス	利用しない

#### A.1.5 毎時大気解析

解析（データ同化）システム	
データ同化手法	3次元変分法 <sup>16</sup>
水平分解能と計算領域	格子間隔：5 km、計算領域：東西 3,600 km × 南北 2,880 km
鉛直層数	48 層（最上層約 22 km）＋地上 <sup>17</sup>
解析時刻	毎正時
観測の待ち受け時間	18 分
利用する主な観測（観測データもしくは算出データ）	ウィンドプロファイラ（風）、航空機（気温、風）、アメダス <sup>18</sup> （気温、風）、空港気象レーダー（ドップラー速度）、気象レーダー（ドップラー速度）、衛星可視赤外イメージャ（大気追跡風）
台風ボーガス	利用しない
備考	出力要素：風、気温

<sup>14</sup> 局地モデル実行開始時の最新のメソモデル予報値を側面境界値として利用する。初期時刻、日々の計算時間によって変動するものの、通常、局地モデル初期時刻の 1~4 時間前を初期時刻とするメソモデル予報値を利用する。

<sup>15</sup> 解析時刻の 3 時間前を、メソモデル予報値を第一推定値として 3次元変分法により解析する。その後、その解析値からの 1 時間予報値を推定値として 3次元変分法により解析する。これを 3 回繰り返す。なお、第一推定値として用いるメソモデル予報値は、通常 FT=0, 1, 2 を利用する。例えば、初期時刻 00UTC のメソモデル予報値を、FT=0 は 03UTC の、FT=1 は 04UTC の、FT=2 は 05UTC の局地解析の第一推定値にそれぞれ利用する。

<sup>16</sup> メソモデル予報値を第一推定値として、3次元変分法により解析する。なお、第一推定値として用いるメソモデル予報値は、通常 FT=2, 3, 4 を利用する。例えば、初期時刻 00UTC のメソモデル予報値を FT=2 は 02UTC の、FT=3 は 03UTC の、FT=4 は 04UTC の毎時大気解析の第一推定値としてそれぞれ利用する。

<sup>17</sup> 地上と上空を独立に解析した後、境界層内については地上と上空の修正量の線形結合をとり、これを修正量とする。

<sup>18</sup> 特にアメダス観測については、解析値を観測値に強く寄せる設定を用いている。また、海岸付近のアメダス観測の強い影響が海上に及ばないように、解析を実行した後にフィルターを適用している。

## A.2 ガイダンス<sup>1</sup>

### A.2.1 降水ガイダンス

平均降水量ガイダンス (MRR) <sup>2</sup>	
作成対象	GSM, GEPS : 20 km 格子 MSM, LFM : 5 km 格子
作成方法	GSM, MSM, GEPS : カルマンフィルタによる予測降水量を頻度バイアス補正後、降水確率 (PoP) で補正。 LFM : 初期時刻の異なる複数の 1 時間降水量のアンサンブル平均 (LAF 法) を求めた後、頻度バイアス補正。
作成対象とするモデル	GSM, MSM, LFM, GEPS (GEPS は各メンバー)
予報対象時間単位	GSM, MSM, GEPS : 3 時間 LFM : 1 時間
予報期間と間隔	GSM : FT=6 から FT=84 まで 3 時間間隔 MSM : FT=3 から FT=39 まで 3 時間間隔 LFM : FT=1 から FT=9 まで 1 時間間隔 GEPS : FT=6 から FT=219 (06, 18UTC 初期値は 132) まで 3 時間間隔
逐次学習の有無	あり
説明変数	GSM, MSM, GEPS : モデル予測値 <sup>3</sup> (NW85, NE85, SSI, PCWV, QWX, EHQ, OGES, DXQV, FRR) LFM : モデル予測値 <sup>3</sup> (FRR)
目的変数	解析雨量 (1 km 格子) とアメダスの降水量から算出した 20 km (MSM, LFM は 5 km) 格子内の平均降水量。
層別化処理の対象	格子毎、初期時刻、予報時間 (GSM, MSM : 6 時間区切り、LFM : 1 時間区切り、GEPS は 12 時間区切り)
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ GSM, MSM, GEPS は頻度バイアス補正の閾値に 0.5, 1, 5, 10, 20, 30, 50, 80, 120 mm/3h を使用 (GSM の 11~4 月は 1, 3, 50, 80 mm/3h を使用、GEPS は 120mm を使用しない)。</li> <li>・ LFM は 0.5, 1, 3, 5, 10, 20, 30 mm/h を使用。</li> <li>・ 平均降水量ガイダンス (GEPS) の各メンバー予測は、GEPS のコントロールランを用いて最適化した係数で計算している。</li> <li>・ 平均降水量ガイダンス (GEPS) は最大降雪量ガイダンス (GEPS) の入力として利用。</li> </ul>

<sup>1</sup> 石川 宜広

<sup>2</sup> 詳細は数値予報課報告・別冊第 64 号第 4.2 節、本テキスト第 2.3 節を参照のこと。

<sup>3</sup> 降水ガイダンスに使用する説明変数は以下のもの。

NW85 : 850 hPa の北西成分の風速

NE85 : 850 hPa の北東成分の風速

SSI : ショワルターの安定指数 (850 - 500 hPa)

PCWV : 可降水量 × 850 hPa 風速 × 850 hPa 鉛直速度

QWX :  $\sum$  (鉛直速度 × 比湿 × 湿度 × 層の厚さ)、 $\sum$  は各層の和を示す (以下同じ)

EHQ :  $\sum$  (基準湿度からの超過分 × 比湿 × 湿潤層の厚さ)、湿潤層は基準湿度 (気温で変化) を超える層 (以下同じ)

OGES : 地形性上昇流 × 比湿 × 湿潤層の厚さ

DXQV : 冬型降水の指数 「風向別降水率 × 850 hPa の風速 × (海面と下層温位の飽和比湿差)」

FRR : モデル降水量予報値

RH85 : 850 hPa 相対湿度

NW50 : 500 hPa の北西成分の風速

NE50 : 500 hPa の北東成分の風速

ESHS :  $\sum$  (比湿 × 湿潤層の厚さ) /  $\sum$  飽和比湿

HOCR : 地形性上昇流 × 相対湿度

CFRR : モデル降水量予報値の変換値 「 $FRR^2 / (FRR^2 + 2)$ 」

D850 : 850 hPa 風向

W850 : 850 hPa 風速

OGR : 地形性上昇流 × 比湿

10Q4 : 1000 hPa の比湿と 400 hPa の飽和比湿の差

DWL : 湿潤層の厚さ

降水確率ガイダンス (PoP) <sup>2</sup>	
作成対象	GSM, GEPS : 20 km 格子 MSM : 5 km 格子
作成方法	カルマンフィルタ
作成対象とするモデル	GSM, MSM, GEPS (GEPS は各メンバー)
予報対象時間単位	6 時間
予報期間と間隔	GSM : FT=9 から FT=81 まで 6 時間間隔 MSM : 00, 06, 12, 18UTC 初期値 : FT=9 から FT=39 まで 6 時間間隔 03, 09, 15, 21UTC 初期値 : FT=6 から FT=36 まで 6 時間間隔 GEPS : FT=9 から FT=219 (06, 18UTC 初期値は 129) まで 6 時間間隔
逐次学習の有無	あり
説明変数	モデル予測値 <sup>3</sup> (NW85, NE85, RH85, NW50, NE50, ESHS, HOG, DXQV, CFRR)
目的変数	解析雨量 (1 km 格子) とアメダスの降水量から算出した 20 km (MSM は 5 km) 格子内の降水の有無の平均 (実況降水面積率に同じ)。
層別化処理の対象	格子毎、初期時刻、予報時間 (6 時間区切り、GEPS は 12 時間区切り)
備考	降水確率ガイダンス (GEPS) の各メンバーの予測は、GEPS のコントロールランを用いて最適化した係数で計算している。

最大降水量ガイダンス (RMAX) <sup>2</sup>	
作成対象	GSM, GEPS : 20 km 格子 MSM, LFM : 5 km 格子
作成方法	1, 3 時間最大降水量 (GSM, MSM, GEPS) 及び 24 時間最大降水量 (GEPS) : ニューラルネットワーク (3 層 : 中間層はロジスティック関数 <sup>4</sup> 、出力層は線形関数を使用) 1 時間最大降水量 (LFM) : モデルの降水量予測のばらつきを利用した手法 24 時間最大降水量 (GSM, MSM) : 線形重回帰
作成対象とするモデル	GSM, MSM, LFM, GEPS (GEPS は各メンバー)
予報対象時間単位	1, 3 時間最大降水量 (GSM, MSM) : 3 時間 1 時間最大降水量 (LFM) : 1 時間 24 時間最大降水量 (GSM, MSM) : 24 時間
予報期間と間隔	GSM : 1, 3 時間最大降水量 : FT=6 から FT=84 まで 3 時間間隔 24 時間最大降水量 : FT=27 から FT=84 まで 3 時間間隔 MSM : 1, 3 時間最大降水量 : FT=3 から FT=39 まで 3 時間間隔 24 時間最大降水量 : FT=24 から FT=39 まで 3 時間間隔 LFM : 1 時間最大降水量 : FT=1 から FT=9 まで 1 時間間隔 GEPS : 1, 3 時間最大降水量 : FT=6 から FT=219 (06, 18UTC 初期値は 132) まで 3 時間間隔 24 時間最大降水量 : FT=27 から FT=219 (06, 18UTC 初期値は 132) まで 3 時間間隔
逐次学習の有無	なし
説明変数	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1, 3 時間最大降水量 (GSM, MSM, GEPS) 及び 24 時間最大降水量 (GEPS) : モデル予測値<sup>3</sup> (D850, W850, SSI, OGR, 10Q4, DWL) と 3 時間 (GEPS は 24 時間) 平均降水量</li> <li>・ 1 時間最大降水量 (LFM) : モデル予測値<sup>3</sup> (FRR) の標準偏差と 1 時間平均降水量</li> <li>・ 24 時間最大降水量 (GSM, MSM) : モデル予測値<sup>3</sup> (500 hPa 高度、500 hPa 温位、850 hPa 鉛直 P 速度、850 hPa 相当温位、SSI(850 - 500 hPa)、SSI(925 - 700 hPa)、500 hPa 渦度、500 m 高度水蒸気フラックス、500 m 高度相当温位、500 m 高度と 700 hPa の風速鉛直シアー、地形性上昇流 (下層代表風と風向に応じた地形勾配の積) と下層比湿の積、可降水量、EHQ, ESHS、等温位面渦位 (305, 345, 355 K) の上位主成分から 7 つ) 及び 24 時間平均降水量</li> </ul>
目的変数	解析雨量 (1 km 格子) から算出した 20 km (MSM, LFM は 5 km) 格子内の降水量の最大値。ただし、MSM の 1, 3 時間最大降水量は、5 km 格子を中心とする 20 km 格子内の最大を目的変数としている。
層別化処理の対象	格子毎、平均降水量
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1, 3 時間最大降水量 (GSM, MSM, GEPS) 及び 24 時間最大降水量 (GEPS) は、ニューラルネットで比率 (最大降水量 / 平均降水量) を予測し、平均降水量ガイダンス (MRR) に比率を掛けて RMAX を予測する。</li> <li>・ 1 時間最大降水量 (LFM) は、平均降水量ガイダンスにモデルの降水量予測のばらつきに応じた降水量を加え、さらに解析雨量から作成した関係式で変換して予測する。</li> <li>・ 24 時間最大降水量 (GSM, MSM) は、平均降水量ガイダンス (24 時間) 及びモデル予測値の主成分から線形重回帰式により最大降水量を予測する。</li> </ul>

<sup>4</sup> 入力を  $x$  とした時に、出力が  $1/(1 + \exp(-wx))$  の形で表される関数 ( $w$  は係数)。

## A.2.2 降雪ガイダンス

最大降雪量ガイダンス <sup>5</sup>	
作成対象	5 km 格子
作成方法	平均降水量ガイダンスに雪水比をかけて算出する。雪水比は、ロジスティック関数による非線形回帰で決定した回帰式に、格子形式気温ガイダンスを入力して予測する。 1時間毎の降雪量（1時間に線形内挿した3時間平均降水量ガイダンス×1時間雪水比）を計算し、それを積算して3, 6, 12, 24時間降雪量を算出。
作成対象とするモデル	GSM, MSM
予報対象時間単位	3, 6, 12, 24時間
予報期間と間隔	GSM：3時間：FT=6 から FT=84 まで3時間間隔 6時間：FT=9 から FT=84 まで3時間間隔 12時間：FT=15 から FT=84 まで3時間間隔 24時間：FT=27 から FT=84 まで3時間間隔 MSM：3時間：FT=3 から FT=39 まで3時間間隔 6時間：FT=6 から FT=39 まで3時間間隔 12時間：FT=12 から FT=39 まで3時間間隔 24時間：FT=24 から FT=39 まで3時間間隔
逐次学習の有無	なし（入力としている平均降水量ガイダンスはあり）
説明変数	平均降水量：A.2.1 降水ガイダンス参照 雪水比：格子形式気温ガイダンス
層別化処理の対象	雪水比：降水量
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>・GSM, MSM の雪水比は格子形式気温ガイダンス（A.2.3 参照）を回帰式に入力して予測する。</li> <li>・GSM, MSM は、1時間毎の降雪量（3時間平均降水量ガイダンスを3等分×1時間雪水比）を計算し、それを積算して3, 6, 12, 24時間降雪量を算出。</li> <li>・天気ガイダンス（降水種別）（A.2.5 参照）が「雨」の場合または、格子形式気温ガイダンスの地上気温が+2°C 以上の場合には降雪量を0 cm とする。</li> </ul>

<sup>5</sup> 詳細は数値予報課報告・別冊第64号第4.3節を参照のこと。

<sup>6</sup> 雪水比のような上下限値を持つ連続な目的変数に用いられる回帰分析。ロジスティック関数を用いて、最小二乗法で回帰係数を求める。



降雪量地点ガイダンス <sup>5</sup>	
作成対象	積雪深計設置のアメダス
作成方法	GSM, MSM：ニューラルネットワーク（3層：中間、出力ともロジスティック関数 <sup>4</sup> を使用）による予測に頻度バイアス補正を行う。 GEPS：最大降雪量ガイダンスと同じ手法（ただし、格子ではなくアメダス地点で計算）による予測に頻度バイアス補正を行う。
作成対象とするモデル	GSM, MSM, GEPS
予報対象時間単位	6, 12, 24 時間（GEPS は 24 時間のみ）
予報期間と間隔	GSM：6 時間：FT=9 から FT=84 まで 3 時間間隔 12 時間：FT=15 から FT=84 まで 3 時間間隔 24 時間：FT=27 から FT=84 まで 3 時間間隔 MSM：6 時間：FT=6 から FT=39 まで 3 時間間隔 12 時間：FT=12 から FT=39 まで 3 時間間隔 24 時間：FT=24 から FT=39 まで 3 時間間隔 GEPS：24 時間：FT=27 から FT=219 まで 6 時間間隔
逐次学習の有無	GSM, MSM：あり（ニューラルネットワーク、頻度バイアス補正） GEPS：あり（頻度バイアス補正）
説明変数	GSM, MSM：モデル予測値（地上・925・850・700・500 hPa の気温、地上・925・850・700 hPa の相対湿度、700・500 hPa の高度、925・850・700・500 hPa の風向、925・850・700・500 hPa の風速、「海面水温 - 925 hPa の気温」、「925・850・700 hPa の上昇流」、「地上 - 850 hPa」、「925 - 700 hPa」の SSI <sup>3</sup> 、地形性降水指数、降水量、地上気圧、気温で層別化した雪水比にモデル降水量を乗じた降雪量）
目的変数	GSM, MSM：アメダスの積雪深計で観測された 6, 12 時間降雪量 GEPS：アメダスの積雪深計で観測された 24 時間降雪量
層別化処理の対象	GSM, MSM：作成対象地点、初期時刻、予報時間（3 時間毎 1 日分） GEPS：作成対象地点、初期時刻、予報時間
備考	・ GSM, MSM：頻度バイアス補正の閾値は 6 時間降雪量が 1, 5, 15, 30 cm、12 時間降雪量が 3, 10, 20, 40 cm を使用。24 時間降雪量は 12 時間降雪量を積算して算出。 ・ GEPS：説明変数は最大降雪量ガイダンスを参照。

### A.2.3 気温ガイダンス

時系列気温ガイダンス <sup>7</sup>	
作成対象	アメダス、空港
作成方法	カルマンフィルタ
作成対象とするモデル	アメダス：GSM, MSM, GEPS (GEPS は各メンバー) 空港：MSM
予報対象時間	毎正時
予報期間と間隔	GSM：FT=3 から FT=84 まで 1 時間間隔 MSM：FT=1 から FT=39 まで 1 時間間隔 GEPS：FT=3 から FT=219 まで 3 時間間隔
逐次学習の有無	あり
説明変数	モデル予測値 (地上の西・東・南・北風成分、地上風速、地上気温、中・下層雲量、気温減率、降水量、前日との気温差)
目的変数	アメダス：アメダスで観測された毎正時 (GEPS は 3 時間毎の正時) の気温 空港：定時飛行場実況観測 (METAR) または自動飛行場実況観測 (METAR AUTO) の毎正時の気温
層別化処理の対象	作成対象地点、初期時刻、予報時間、季節 (暖候期 (4~9 月)、寒候期 (10~3 月)) 暖・寒候期の係数切替前に 1 か月間の事前学習を行う。
備考	時系列気温ガイダンス (GSM, MSM) を格子に分配して格子形式気温ガイダンスが作成され、降雪量ガイダンス (雪水比)、天気ガイダンス (降水種別) に利用される。

<sup>7</sup> 詳細は数値予報課報告・別冊第 64 号第 4.4 節を参照のこと。

最高・最低気温ガイダンス <sup>7</sup>				
作成対象	アメダス、空港			
作成方法	カルマンフィルタ			
作成対象とするモデル	アメダス：GSM, MSM 空港：MSM			
予報対象時間単位	9 時間（最低気温 15～00UTC、最高気温 00～09UTC） 24 時間（週間予報用の明後日の最高・最低気温）			
予報期間（対象要素）	GSM：アメダス			
	初期値	当日	翌日	翌々日
	00UTC	最高	最高・最低	最高・最低
	06UTC		最高・最低	最高・最低
	12UTC		最高・最低	最高・最低
	18UTC	最高	最高・最低	最高・最低
	MSM：アメダス、空港			
	初期値	当日	翌日	翌々日
	00UTC	(最高)	最高・最低	
	03UTC		最高・最低	
	06UTC		最高・最低	
	09UTC		最高・最低	(最低)
12UTC		最高・最低	(最低)	
15UTC	最高（・最低）	(最高・) 最低		
18UTC	最高	(最高・) 最低		
21UTC	最高	(最高・) 最低		
「翌日」等は、日本時間で初期時刻から見た日付を示す、()内はアメダスのみ				
逐次学習の有無	あり			
説明変数	モデル予測値（地上の西・東・南・北風成分、地上風速、地上気温、中・下層雲量、気温減率、降水量、前日との気温差）			
目的変数	アメダス：アメダスの気温観測（1分値）から算出した最高・最低気温 空港：METAR, METAR AUTO, 特別飛行場実況観測 (SPECI) から算出した最高・最低気温 当日・翌日の、最高気温は 00～09UTC の最高気温、最低気温は 15～00UTC の最低気温。			
層別化処理の対象	作成対象地点、初期時刻、季節（暖候期（4～9月）、寒候期（10～3月））、予報対象要素（最高気温、最低気温）、予報時間（日単位） 暖・寒候期の係数切替前に 1 か月間の事前学習を行う。			

## A.2.4 風ガイダンス

定時風ガイダンス <sup>8</sup>	
作成対象	アメダス、空港
作成方法	カルマンフィルタによる予測に風速の頻度バイアス補正を行う。
作成対象とするモデル	アメダス：GSM, MSM 空港：MSM
予報対象時間	3時間毎の正時 (GSM)、毎正時 (MSM)
予報期間と間隔	アメダス (GSM)：FT=3 から FT=84 まで 3 時間間隔 アメダス (MSM)：FT=1 から FT=39 まで 1 時間間隔 空港 (MSM)：FT=2 から FT=39 まで 1 時間間隔
逐次学習の有無	あり
説明変数	モデル予測値（地上風の東西・南北成分）
目的変数	実況とモデルの地上風の東西・南北成分との差 アメダス：アメダスで観測された 1, 3 時間毎の正時の風の東西・南北成分 空港：METAR, METAR AUTO（毎正時）の風の東西・南北成分
層別化処理の対象	作成対象地点、初期時刻、予報対象時刻（1 時間毎 1 日分）、 風向（4 方位：北東、南東、南西、北西）
備考	頻度バイアス補正の閾値はアメダスには 2.5, 5.5, 9.5, 13.0 m/s、空港には 5.0, 11.0, 18.0, 24.0 ノットを使用。

最大風速ガイダンス <sup>8</sup>	
作成対象	アメダス、空港
作成方法	カルマンフィルタによる予測に風速の頻度バイアス補正を行う。
作成対象とするモデル	アメダス：GSM, MSM, GEPS（GEPS は各メンバー） 空港：MSM
予報対象時間単位	3 時間（アメダス）、1 時間（空港）
予報期間と間隔	アメダス (GSM)：FT=3 から FT=84 まで 3 時間間隔 アメダス (MSM)：FT=3 から FT=39 まで 3 時間間隔 アメダス (GEPS)：FT=3 から FT=219 まで 3 時間間隔 空港 (MSM)：FT=2 から FT=39 まで 1 時間間隔
逐次学習の有無	あり
説明変数	モデル予測値（地上風の東西・南北成分）
目的変数	実況とモデルの地上風の東西・南北成分との差 アメダス：前 3 時間の最大風速時（10 分毎の観測から算出）の風の東西・南北成分 空港：前 1 時間の最大風速時（METAR, SPECI, METAR AUTO から算出）の風の東西・南北成分
層別化処理の対象	作成対象地点、初期時刻、予報対象時刻（1 時間毎 1 日分、GEPS は 3 時間毎 1 日分）、 風向（4 方位：北東、南東、南西、北西）
備考	頻度バイアス補正の閾値はアメダスには 3.0, 7.0, 11.0, 15.0 m/s、空港には 6.0, 13.0, 20.0, 25.0 ノットを使用。

<sup>8</sup> 詳細は数値予報課報告・別冊第 64 号第 4.5 節を参照のこと。

ガスト発生確率ガイダンス <sup>8</sup>	
作成対象	空港
作成方法	ロジスティック回帰
作成対象とするモデル	MSM
予報対象時間単位	3 時間
予報時間と間隔	FT=3 から FT=39 まで 3 時間間隔
逐次学習の有無	なし
説明変数	下表にガスト発生確率ガイダンスの説明変数をまとめる。
目的変数	空港における前 3 時間のガスト通報の有無 (METAR, SPECI, SCAN, METAR AUTO から算出)
層別化処理の対象	作成対象地点、風向 (8 方位: 北、北東、東、南東、南、南西、西、北西)

ガスト発生確率ガイダンスの説明変数	
説明変数	内容
地上風速最大値 (地上風速の前 1 時間最大値)	<p>モデルが予測した地上 10 m の風速 (地上風速) と乱流による風速の変動の前 1 時間最大値の和。乱流による地上 10 m 風速の変動とは、次の式で定義される平均風速の揺らぎ <math>C_{ugn}, \sigma_u</math> のことである。</p> $\sigma_u = 2.29u_* \cdot \max \left[ \left( 1 - \frac{1}{24} \frac{z_i}{L} \right)^{\frac{1}{3}}, 1.0 \right]$ <p>ここで、<math>C_{ugn} = 7.71</math>、<math>z_i = 1000</math> m、<math>L</math> は Monin-Obukov 長、<math>u_*</math> は摩擦速度 <math>u_* = \left( \overline{u'w'^2} + \overline{v'w'^2} \right)^{\frac{1}{4}}</math> である。</p>
境界層最大風速	境界層に含まれる気圧面風速の最大値。境界層を「地上から上層までの大気が混合し得る領域」と定義し、地上から等温位または不安定である層を判定して境界層の高さと算出する。気圧の上限は 500 hPa とする。
水平風の鉛直シア	地上風と境界層最大風との差分ベクトルの風速を 1000 ft 当りに換算した値。地上と最大風の気圧面との高度差が 1000 ft 未満の場合は、差分ベクトルの値とする。
SSI	ショワルターの安定指数 (850 hPa-500 hPa)。
$\omega_{925}$	925 hPa 面の鉛直 p 速度。

ガスト風速、最大瞬間風速ガイダンス <sup>8</sup>	
作成対象	ガスト風速：空港 最大瞬間風速：アメダス
作成方法	ガスト風速 A：カルマンフィルタ ガスト風速 B：カルマンフィルタによる予測に風速の頻度バイアス補正を行う。 ※ モデルの地上風速が 10 m/s 未満の場合はガスト風速 A を、10 m/s 以上の場合はガスト風速 B をガスト風速ガイダンスの予測値とする。  最大瞬間風速 A、最大瞬間風速 B：カルマンフィルタによる予測に風速の頻度バイアス補正を行う。 ※ モデルの地上風速が 10 m/s 未満の場合は最大瞬間風速 A を、10 m/s 以上の場合は最大瞬間風速 B を最大瞬間風速ガイダンスの予測値とする。
作成対象とするモデル	MSM
予報対象時間単位	1 時間
予報時間と間隔	ガスト風速 A、ガスト風速 B：FT=2 から FT=39 まで 1 時間間隔 最大瞬間風速 A、最大瞬間風速 B：FT=1 から FT=39 まで 1 時間間隔
逐次学習の有無	あり
説明変数	ガスト風速 A、最大瞬間風速 A：モデル予測値（地上風速最大値、地上風速、境界層最大風速）（ガスト発生確率ガイダンスの説明変数を参照） ガスト風速 B、最大瞬間風速 B：モデル予測値（地上風速の東西・南北成分）
目的変数	ガスト風速 A、最大瞬間風速 A：実況と地上風速最大値との差 ガスト風速 B、最大瞬間風速 B：実況とモデルの地上風速の東西・南北成分との差 ※ 実況：ガスト風速は空港における前 3 時間のガストの最大値（METAR, SPECI, SCAN, METAR AUTO でガストの通報があった場合に限る）、最大瞬間風速はアメダスで観測された 1 時間毎の最大瞬間風速の東西・南北成分
層別化処理の対象	ガスト風速 A：作成対象地点、初期時刻、予報対象時刻（3 時間毎 1 日分） ガスト風速 B：作成対象地点、初期時刻、予報対象時刻（3 時間毎 1 日分）、風向（4 方位：北東、南東、南西、北西） 最大瞬間風速 A、最大瞬間風速 B：作成対象地点、初期時刻、予報対象時刻（1 時間毎 1 日分）
頻度バイアス補正の閾値	ガスト風速 B には、1.0, 25.0, 35.0 ノット。 最大瞬間風速 A と最大瞬間風速 B には、13.0, 18.0, 23.0 m/s。

## A.2.5 天気ガイダンス

日照率（曇天率）ガイダンス <sup>9</sup>	
作成対象	20 km 格子 (GSM) 、5 km 格子 (MSM)
作成方法	ニューラルネットワーク
作成対象とするモデル	GSM, MSM
予報対象時間単位	前3時間
予報期間と間隔	GSM: FT=6~84 の3時間間隔、MSM: FT=3~39 の3時間間隔
逐次学習の有無	あり
説明変数	各層 (1000, 925, 850, 700, 500, 400, 300 hPa) の前3時間平均相対湿度 [%]、 前3時間平均気温差 (850 hPa–500 hPa) [K]、 前3時間降水量 (FT–3 h, FT±0 h, FT+3 h) [mm] ただし、降水量は $\log_{10}(1 + \text{降水量})$ で変換する。
目的変数	12, 15JST の前3時間日照率（観測された前3時間の日照時間を3時間で割った値）。
層別化処理の対象	対象地点、暖候期（4~9月）と寒候期（10~3月） 暖・寒候期の係数切替の30日前から事前学習を行う。
備考	アメダス地点でニューラルネットワークを作成し、それを元に格子形式の日照率を計算する。 予測結果は曇天率（1–日照率）として配信する。

天気ガイダンス <sup>9</sup>	
作成対象	20 km 格子 (GSM) 、5 km 格子 (MSM)
作成方法	日照率、降水量、降水種別から天気を判別。 天気を晴れ、曇り、雨、雨または雪、雪に判別。
作成対象とするモデル	GSM, MSM
予報対象時間単位	前3時間
予報期間と間隔	GSM: FT=6~84 の3時間間隔、MSM: FT=3~39 の3時間間隔

<sup>9</sup> 詳細は数値予報課報告・別冊第64号第4.6節を参照のこと。

## A.2.6 発雷確率ガイダンス

発雷確率ガイダンス <sup>10</sup>	
作成対象	GSM：20 km 格子、MSM：5 km 格子
作成方法	ロジスティック回帰
予報対象時間単位	3 時間
予報期間と間隔	GSM：FT=6 から FT=84 まで 3 時間間隔、MSM：FT=3 から FT=39 まで 3 時間間隔
逐次学習の有無	なし
説明変数	下表に発雷確率ガイダンスの説明変数をまとめる。
目的変数	対象とする 20 km 格子を含む周囲 9 格子（60 km 四方）における前 3 時間の発雷の有無。LIDEN、飛行場観測、地上気象観測から作成する。
層別化処理の対象	地域、 $-10^{\circ}\text{C}$ 高度、予報時間、予報対象時刻。
備考	予測は LAF（過去初期値との重み付き平均）ありと LAF なしを作成する。

	変数名	発雷確率ガイダンスの説明変数
必須変数	FRR3	数値予報モデルの 3 時間降水量予測 [mm/3h]。 $\log_{10}(1 + \text{FRR3})$ と変換する。
	CAPE	対流有効位置エネルギー [ $\text{J kg}^{-1}$ ]。モデル地上面及び 925 hPa 面から持ち上げた CAPE のうち大きい方を選択。 $\text{CAPE} \times 1/1000$ と変換する。
	SSI	ショワルターの安定指数。 $-10^{\circ}\text{C}$ 高度が 3 km 未満の場合には 925 hPa と 700 hPa の間で計算した SSI9 を用いる。
候補変数	ZM10	$-10^{\circ}\text{C}$ 高度 [km](大気の温度が $-10^{\circ}\text{C}$ となる高度)。
	LLU	地上から 700 hPa の間の平均風の東西成分 [m/s]。 $-10^{\circ}\text{C}$ 高度が 3 km 以上のときは最大 15 m/s に制限する。
	LLV	地上から 700 hPa の間の平均風の南北成分 [m/s]。 $-10^{\circ}\text{C}$ 高度が 3 km 以上のときは最大 15 m/s に制限する。
	TPWR	気柱相対湿度。鉛直方向に飽和していると仮定した飽和可降水量に対する可降水量の比率。
	VOR5	500 hPa 渦度 [ $10^{-6}\text{s}^{-1}$ ]。最大 $99 \times 10^{-6}\text{s}^{-1}$ に制限する。
	LAPS	地上から 850 hPa の間の気温減率 [ $^{\circ}\text{C km}^{-1}$ ]。
	DXQV	冬の降水指数。風向別降水率 $\times$ 850 hPa の風速 [m/s] $\times$ 海面と下層温位の飽和比湿差 [ $\text{g kg}^{-1}$ ]。詳細は降水ガイダンス (A.2.1) を参照。
	VSHR	850 hPa と 500 hPa の間の風ベクトル差の大きさ [m/s]

<sup>10</sup> 詳細は数値予報課報告・別冊第 64 号第 4.7 節を参照のこと。



## A.2.7 湿度ガイダンス

最小湿度ガイダンス <sup>11</sup>																																																																					
作成対象	気象官署（特別地域気象観測所含む）																																																																				
作成方法	ニューラルネットワーク																																																																				
作成対象とするモデル	GSM, MSM																																																																				
予報対象時間単位	24 時間 (15~15UTC)																																																																				
初期時刻と予報対象日	<p>使用する数値予報モデルと予報対象日は以下のとおり。「翌日」等は、日本時間で初期時刻から見た日付を示す。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>モデル</th> <th>初期時刻</th> <th>当日</th> <th>翌日</th> <th>2 日後</th> <th>3 日後</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">GSM</td> <td>00UTC</td> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>06UTC</td> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>12UTC</td> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>18UTC</td> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="8">MSM</td> <td>00UTC</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>03UTC</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>06UTC</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>09UTC</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12UTC</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>15UTC</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>18UTC</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>21UTC</td> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	モデル	初期時刻	当日	翌日	2 日後	3 日後	GSM	00UTC		○	○		06UTC		○	○	○	12UTC		○	○	○	18UTC		○	○		MSM	00UTC		○			03UTC		○			06UTC		○			09UTC		○			12UTC		○			15UTC	○				18UTC					21UTC			○	
モデル	初期時刻	当日	翌日	2 日後	3 日後																																																																
GSM	00UTC		○	○																																																																	
	06UTC		○	○	○																																																																
	12UTC		○	○	○																																																																
	18UTC		○	○																																																																	
MSM	00UTC		○																																																																		
	03UTC		○																																																																		
	06UTC		○																																																																		
	09UTC		○																																																																		
	12UTC		○																																																																		
	15UTC	○																																																																			
	18UTC																																																																				
	21UTC			○																																																																	
逐次学習の有無	あり																																																																				
説明変数	予報対象日における、 03, 12, 21JST の地上気温、03, 12, 21JST の 850 hPa 風速、 03, 12, 21JST の 3 層 (1000, 925, 800 hPa) 平均相対湿度、 03, 12, 21JST の 1000-700 hPa 間気温減率、地上最高気温、 地上と 925 hPa の日最高気温出現時の比湿、地上最小比湿、地上最小湿度、 各層（地上、1000, 925, 850, 700, 500 hPa）の日平均相対湿度																																																																				
目的変数	観測された日最小湿度（1 分値から算出）																																																																				
層別化処理の対象	作成対象地点、夏期（4 月～9 月）、冬期（10 月～3 月）。																																																																				

<sup>11</sup> 詳細は数値予報課報告・別冊第 64 号第 4.8 節を参照のこと。

時系列湿度ガイダンス <sup>11</sup>																																																																					
作成対象	気象官署（特別地域気象観測所含む）																																																																				
統計手法	カルマンフィルタ																																																																				
予報対象とするモデル	GSM, MSM																																																																				
予報対象時間	毎正時																																																																				
予報期間と間隔	GSM：FT=3 から FT=84 まで 1 時間間隔 MSM：FT=1 から FT=39 まで 1 時間間隔																																																																				
逐次学習の有無	あり																																																																				
説明変数	モデル予測値（地上相対湿度、地上の東・西・南・北風成分、地上風速、中・下層雲量、前 1 時間降水量、海面更正気圧） ただし、各風成分と地上風速は作成対象地点に最も近い格子点のモデル予測値を使用し、それ以外は GSM では周囲の 4 格子から線形内挿、MSM ではモデルの海陸分布を考慮した内挿値を用いる。																																																																				
目的変数	湿度観測値 – モデルの湿度予測値																																																																				
層別化処理の対象	作成対象地点、初期時刻、予報時間																																																																				
備考	<p>予測した毎正時の湿度から、日平均湿度と実効湿度を予測している。 日平均湿度と実効湿度の初期時刻に対する予報対象日は以下のとおり。 「翌日」等は、日本時間で初期時刻から見た日付を示す。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>モデル</th> <th>初期時刻</th> <th>当日</th> <th>翌日</th> <th>2日後</th> <th>3日後</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">GSM</td> <td>00UTC</td> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>06UTC</td> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>12UTC</td> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>18UTC</td> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="8">MSM</td> <td>00UTC</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>03UTC</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>06UTC</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>09UTC</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12UTC</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>15UTC</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>18UTC</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>21UTC</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	モデル	初期時刻	当日	翌日	2日後	3日後	GSM	00UTC		○	○		06UTC		○	○	○	12UTC		○	○	○	18UTC		○	○		MSM	00UTC		○			03UTC		○			06UTC		○			09UTC		○			12UTC		○			15UTC	○				18UTC					21UTC				
モデル	初期時刻	当日	翌日	2日後	3日後																																																																
GSM	00UTC		○	○																																																																	
	06UTC		○	○	○																																																																
	12UTC		○	○	○																																																																
	18UTC		○	○																																																																	
MSM	00UTC		○																																																																		
	03UTC		○																																																																		
	06UTC		○																																																																		
	09UTC		○																																																																		
	12UTC		○																																																																		
	15UTC	○																																																																			
	18UTC																																																																				
	21UTC																																																																				

## A.2.8 視程ガイダンス

視程ガイダンス <sup>12</sup>	
作成対象	空港
作成方法	カルマンフィルタの予測に頻度バイアス補正を行う。
作成対象とするモデル	MSM
予報対象時間単位	1時間（視程）、3時間（視程確率）
予報期間と間隔	視程：FT=2 から FT=39 まで 1 時間間隔 視程確率：FT=6 から FT=39 まで 3 時間間隔
逐次学習の有無	あり
説明変数	モデル予測値（地上相対湿度、雲水量、地上気温、地上風速、降水量）
予測対象	視程：前 1 時間の最小視程と平均視程。 視程確率：前 3 時間最小視程が 5 km, 1.6 km 未満 (1) か否か (0) 観測は METAR, SPECI, SCAN をから利用し、METAR AUTO は利用しない。
層別化処理の対象	作成対象地点（空港）、天気（無降水、雨、雪）、予報対象時刻（3 時間毎 1 日分、無降水のみ）
備考	頻度バイアス補正の閾値には以下を使用する。 視程：0.8, 1.6, 3.2, 5.0, 10.0 km 視程確率：0.0, 0.2, 0.35, 0.5, 6.5, 1.00

視程分布予想 (MSM) <sup>12</sup>	
作成対象	5 km 格子（等緯度経度格子）
作成方法	消散係数による診断法 視程 $VIS = 3 / (\sigma_p + \sigma_c + \sigma_r + \sigma_s)$ [km] $\sigma_p = 0.12 (1 - RH)^{-0.5}$ : 浮遊塵の消散係数 $\sigma_c = 12.0 \times QC^{0.9}$ : 雲の消散係数 $\sigma_r = 0.45 \times RAIN^{0.55}$ : 雨の消散係数 $\sigma_s = 7.5 \times SNOW^{0.7} + 0.07 \times FF$ : 雪の消散係数
作成対象とするモデル	MSM
予報対象時間単位	3 時間
予報期間と間隔	FT=3 から FT=39 まで 3 時間間隔
逐次学習の有無	なし
説明変数	モデル予測値 QC : モデル面第 2~9 層の雲水量の和 [g/kg] RAIN : モデル内の前 1 時間降水量（雨）の予測 [mm/h] SNOW : モデル内の前 1 時間降水量（雪、霰、雲氷）の予測 [mm/h] RH : モデル面第 1 層の湿度 [%]。85%を上限。 FF : モデル面第 1 層の風速 [m/s]
目的変数	各格子の前 3 時間の最小視程
層別化処理の対象	なし
備考	・ MSM（ランベルト）とガイダンス（等緯度経度）の座標系の違いにより、南北端で一部欠損値が入る。 ・ 視程 VIS の他に雲の消散係数 $\sigma_c$ から計算した視程、雨の消散係数 $\sigma_r$ から計算した視程、雪の消散係数 $\sigma_s$ から計算した視程も作成している。

<sup>12</sup> 詳細は数値予報課報告・別冊第 64 号第 4.9 節を参照のこと。

視程分布予想 (GSM) <sup>12</sup>	
作成対象	20 km 格子 (等緯度経度格子)、赤道～65 °N, 100～180 °E
作成方法	消散係数による診断法 $\text{視程 VIS} = 3 / (\sigma_p + \sigma_c) \text{ [km]}$ $\sigma_p = 0.162 (1 - \text{RH})^{-0.5} \text{ : 浮遊塵の消散係数}$ $\sigma_c = 22.7 \times \text{CWC}_3^{0.96} \text{ : 雲の消散係数 (オホーツク海 : 45～60°N, 140～155°E)}$ $\sigma_c = 29.3 \times \text{CWC}_2^{0.96} \text{ : 雲の消散係数 (オホーツク海以外)}$ $\sigma_r = 0.403 \times \text{RAIN}^{0.5} \text{ : 雨の消散係数}$ $\sigma_s = 2.14 \times \text{RAIN}^{0.7} + 0.167 \times \text{FF} \text{ : 雪の消散係数}$
作成対象とするモデル	GSM
予報対象時間単位	3 時間
予報期間と間隔	FT=3 から FT=84 まで 3 時間間隔
逐次学習の有無	なし
説明変数	モデル予測値 $\text{CWC}_3$ : 地表気圧より上層の P 面 3 層の雲水量の和 [g/kg] $\text{CWC}_2$ : 地表気圧より上層の P 面 2 層の雲水量の和 [g/kg] $\text{RH}$ : 地上面の湿度 [%]。85%を上限。 $\text{RAIN}$ : 降水量 (3 時間内の 1 時間降水量の最大) [mm/h] $\text{FF}$ : 地上面の風速 [m/s]
目的変数	各格子の前 3 時間の最小視程
層別化処理の対象	なし
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 降水の雨雪判別は天気ガイダンス (降水種別) に準じている。</li> <li>・ 視程 VIS の他に雲の消散係数 <math>\sigma_c</math> から計算した視程、雨の消散係数 <math>\sigma_r</math> から計算した視程、雪の消散係数 <math>\sigma_s</math> から計算した視程も作成している。</li> </ul>

## A.2.9 雲ガイダンス

雲ガイダンス <sup>13</sup>	
作成対象	空港
作成方法	ニューラルネットワーク（3層：中間、出力ともにロジスティック関数 <sup>4</sup> を使用）による予測に頻度バイアス補正を行う。
作成対象とするモデル	MSM
予報対象時間単位	1時間
予報期間と間隔	FT=2 から FT=39 まで 1時間間隔
逐次学習の有無	あり
説明変数	モデル予測値（モデル面湿度、降水量、925 hPa（松本空港は 850 hPa）と地上の平均気温減率）
目的変数	METAR, SPECI から算出した上空 38 層の雲量。METAR がない時間帯は METAR AUTO を利用。
層別化処理の対象	作成対象地点（空港）、予報対象時刻（1時間毎 1日分）、季節（暖候期（4～10月）、寒候期（11～3月）） 寒・暖候期の係数切替前に 30 日間の事前学習を行う。
備考	・ニューラルネットでは空港上空の 38 層の雲量を求め、それを下から検索することによって 3 層の雲層を抽出している。 ・頻度バイアス補正の閾値は 0/8, 1/8, 3/8, 5/8, 8/8 雲量を使用。

雲底確率ガイダンス <sup>13</sup>	
作成対象	空港
作成方法	ロジスティック回帰
作成対象とするモデル	MSM
予報対象時間単位	3時間
予報期間と間隔	FT=6 から FT=39 まで 3時間間隔
逐次学習の有無	なし
説明変数	下表に示す雲底確率ガイダンスの説明変数から 6 つ選択する。
目的変数	METAR, SPECI から算出した前 3 時間の最低シーリングが 1000 ft 及び 600 ft 未満 (1) か否か (0)。METAR がない時間帯は METAR AUTO を利用。
層別化処理の対象	作成対象地点（空港）、季節（暖候期（4～10月）、寒候期（11～3月））、予報時間（6時間区切り）、予報対象時刻（3時間毎 1日分）

	雲底確率ガイダンスの説明変数
必須選択	前 3 時間における相対湿度の最大値 前 3 時間における雲量 (CVR) の最大値
二者択一	降水量の前 3 時間積算を周囲 20 km で平均した値 雪の降水量の前 3 時間積算を周囲 20 km で平均した値
3 つ選択	前 3 時間における地上と 925 hPa との間で算出した平均気温減率の平均値 前 3 時間における東西風の平均値 前 3 時間における南北風の平均値 前 3 時間における雲水量と雲氷量の和 (CWC) の最大値

<sup>13</sup> 詳細は数値予報課報告・別冊第 64 号第 4.10 節を参照のこと。

## A.2.10 航空悪天 GPV<sup>14</sup>

航空悪天 GPV		
作成対象とするモデル	MSM, LFM	
作成対象	MSM：40 km 格子（ポーラーステレオ座標） LFM：10 km 格子（ポーラーステレオ座標）	
作成層と要素	地上面	風の X・Y 方向成分、気温、相対湿度、高度、海面更正気圧、圏界面気圧、積算降水量、中層雲量、下層雲量、積乱雲量（LFM は付録 A.2.8 の視程分布予想に示した視程も含む）
	FL 面 <sup>15</sup>	風の X・Y・Z 方向成分、気温、相対湿度、高度、乱気流指数、鉛直シア、着氷指数（LFM は水蒸気混合比も含む）
	積乱雲頂高度	高度、気圧
作成方法（モデル直接出力を除く）	乱気流指数 <sup>16</sup> ：ロジスティック回帰 着氷指数 <sup>17</sup> ：診断法 積乱雲量・雲頂高度 <sup>18</sup> ：パーセル法に基づく診断法 圏界面気圧：第 1 圏界面の定義（高層気象観測指針第 2.3.1 節）に基づく診断法	
予報対象時間	毎正時	
予報期間と間隔	MSM：FT=0 から FT=39 まで 1 時間間隔 LFM：FT=0 から FT=9 まで 1 時間間隔	
逐次学習の有無	なし	

北太平洋航空悪天 GPV		
作成対象とするモデル	GSM	
作成対象	格子間隔 0.5 度（等緯度経度座標）、20°S～65°N, 80°E～110°W	
作成層と要素	地上面	風の東西・南北成分、気温、相対湿度、海面更正気圧、積算降水量、全雲量、下層雲量、中層雲量、上層雲量
	FL 面 <sup>15</sup>	風の東西・南北成分、鉛直 P 速度、気温、相対湿度、高度、乱気流指数、鉛直シア、着氷指数
	積乱雲頂高度	高度
	最大風速面	高度、気圧、風の東西・南北成分、気温
	圏界面	高度、風の東西・南北成分、気温
作成方法（モデル直接出力を除く）	乱気流指数 <sup>16</sup> ：ロジスティック回帰 着氷指数 <sup>17</sup> ：診断法 積乱雲頂高度 <sup>18</sup> ：パーセル法に基づく診断法 圏界面高度：第 1 圏界面の定義（高層気象観測指針第 2.3.1 節）に基づく診断法	
予報対象時間	3 時間毎の正時	
予報期間と間隔	FT=0 から FT=42 まで 3 時間間隔	
逐次学習の有無	なし	

<sup>14</sup> 統計処理を行っていないモデルの直接出力の要素も含まれているが、航空悪天 GPV の仕様を示すために、全ての要素を示す。

<sup>15</sup> MSM と北太平洋は FL010 から FL550 まで 2000 ft 間隔。LFM は FL010 から FL450 まで 1000 ft 間隔。FL はフライトレベルで、標準大気における気圧高度 (ft) を 100 で割った値。

<sup>16</sup> 詳細は数値予報課報告・別冊第 64 号第 4.11 節を参照のこと。

<sup>17</sup> 詳細は数値予報課報告・別冊第 64 号第 4.12 節を参照のこと。

<sup>18</sup> 詳細は数値予報課報告・別冊第 64 号第 4.13 節を参照のこと。

全球航空悪天 GPV		
作成対象とするモデル	GSM	
作成対象	格子間隔 1.25 度（等緯度経度座標）	
作成層と要素	気圧面 <sup>19</sup>	乱気流指数、鉛直シア
	積乱雲頂高度	高度
	最大風速面	高度、風の東西・南北成分、気温
	圏界面	高度、風の東西・南北成分、気温
作成方法（モデル直接出力を除く）	乱気流指数 <sup>16</sup> ：ロジスティック回帰 積乱雲頂高度 <sup>18</sup> ：パーセル法に基づく診断法 圏界面高度：第 1 圏界面の定義（高層気象観測指針第 2.3.1 節）に基づく診断法	
予報対象時間	6 時間毎の正時	
予報期間と間隔	FT=0 から FT=36 まで 6 時間間隔	
逐次学習の有無	なし	

<sup>19</sup> 700, 600, 500, 400, 300, 250, 200, 150, 100 hPa

### A.3 プロダクトの送信時刻<sup>1</sup>

スーパーコンピュータシステムでは、数値予報モデルによる予測計算終了後に、その計算結果をユーザーの利用目的に合った各種プロダクトに加工して気象情報伝送処理システム（アデス）等に送信し、気象庁内外に配信している。

2018年10月末現在のプロダクト送信終了時刻を、表 A.3.1 に示す。なお、解析や予測にかかる計算時間は日々変化するため、送信終了時刻も日々変動する。これらの変動も考慮しプロダクト利用者には気象業務支援センターを通じてあらかじめ表 A.3.2 のように周知している。

表 A.3.1 プロダクトの送信終了時刻（2018年10月末現在）

	数値予報モデル等と初期時刻	プロダクトの送信終了時刻 <sup>2</sup>
全球モデル	00, 06, 12, 18UTC 延長プロダクト <sup>3</sup> 12UTC	初期時刻 + 3時間 45分程度 初期時刻 + 6時間 30分程度
全球アンサンブル予報モデル (週間プロダクト)	00UTC 12UTC	初期時刻 + 5時間 55分程度 初期時刻 + 7時間 55分程度
全球アンサンブル予報モデル (台風プロダクト)	00, 06, 12, 18UTC	配信なし（気象庁内利用のみ）
メソモデル	00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21UTC	初期時刻 + 2時間 15分程度
局地モデル	毎正時	初期時刻 + 1時間 20分程度
毎時大気解析	毎正時	初期時刻 + 27分程度

表 A.3.2 プロダクト利用者にあらかじめ周知した送信時刻（2018年10月末現在）

	数値予報モデル等と初期時刻	周知したプロダクト送信時刻 <sup>4</sup>
全球モデル (GPV、ガイダンス、FAX)	00, 06, 12, 18UTC 延長プロダクト <sup>3</sup> 12UTC	初期時刻 + 4時間以内 初期時刻 + 7時間以内
全球アンサンブル予報モデル (週間プロダクト GPV/FAX)	00UTC 12UTC	初期時刻 + 6時間以内 初期時刻 + 8時間以内
メソモデル (GPV、ガイダンス、FAX <sup>5</sup> )	00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21UTC	初期時刻 + 2時間 30分以内
局地モデル (GPV)	毎正時	初期時刻 + 1時間 30分以内
毎時大気解析 (GPV)	毎正時	初期時刻 + 30分以内

（補足）周知した送信時刻より30分以上の遅延が生じるか遅延が見込まれる場合には、その旨を伝える連絡報を発信する。送信時刻は以下の文書を参照。

- 「お知らせ（配信資料に関する技術情報（気象編）第480号関連）」（平成30年5月29日）
- 「配信資料に関する技術情報（気象編）第389号」（平成26年1月27日）
- 「配信資料に関する技術情報（気象編）第388号」（平成26年1月27日）
- 「お知らせ（配信資料に関する技術情報（気象編）第383号関連）」（平成26年1月23日）
- 「配信資料に関する技術情報（気象編）第373号」（平成25年5月15日）
- 「配信資料に関する技術情報（気象編）第269号」（平成19年9月27日）
- 「お知らせ（配信資料に関する技術情報（気象編）第205号関連）」（平成18年2月6日）
- 「配信資料に関する技術情報（気象編）第196号」（平成17年4月28日）

<sup>1</sup> 栗原 茂久

<sup>2</sup> スーパーコンピュータシステムからアデス等への送信が終了した時刻のこと。

<sup>3</sup> 延長プロダクトの予測時間は135~264時間である。但し12UTCの一部プロダクトについては87時間から延長プロダクトとして配信される。

<sup>4</sup> 気象業務支援センターへの配信が終了する時刻のこと。

<sup>5</sup> 国内航空路6, 12時間予想断面図、および国内悪天12時間予想図を送信している。