

## 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(2017年11月現在)。表中の用語については、平成24年度数値予報研修テキストも参照のこと。

### 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))

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	84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)の年間偏差を、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)の海水面積年間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(風、気温)、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> )、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)、地上GNSS(大気遅延量)
台風ボーガス	擬似観測値(海面更正気圧、風)を利用

<sup>1</sup> 石田 純一

<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>

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	パリアンスミニマム法		
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。		

表中の用語については、数値予報課報告・別冊第 55 号の第 3, 4 章や数値予報課報告・別冊第 62 号を参照のこと。

<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))

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(風、気温)、地上(気圧 <sup>5</sup> 、積雪深 <sup>7</sup> )、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> )、船舶・ブイ(気圧 <sup>5</sup> )、アメダス(積雪深 <sup>7</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)、地上 GNSS(可降水量)
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) )

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( 風、気温)、地上( 気圧、比湿)、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> 、船舶・ブイ( 気圧)、アメダス( 気温、風)、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)、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)、アメダス <sup>18</sup> ( 気温、風)、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> 例えば、初期時刻 00UTC のメソモデル予報値を初期時刻 02, 03, 04UTC の局地モデルの側面境界値として利用する。

<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、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: 5 km 格子
作成方法	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。
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	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 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	モデル予測値 <sup>3</sup> (NW85, NE85, SSI, PCWV, QWX, EHQ, OGES, DXQV, 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 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 ( 6 時間区切り、GEPS は 12 時間区切り)
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 頻度バイアス補正の閾値は 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>・ 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> 高田 伸一

<sup>2</sup> 詳細は平成 19 年度数値予報研修テキスト 第 3.2 節、平成 22 年度数値予報研修テキスト 第 3.1 節及び平成 28 年度数値予報研修テキスト 第 3.3 節及び本テキスト 第 4.1 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

HOGR: 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>4</sup>	
作成対象	GSM, GEPS: 20 km 格子 MSM: 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 (3 層: 中間層はシグモイド関数 <sup>5</sup> 、出力層は 1 次関数を使用) 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, 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: 3 時間 24 時間最大降水量: 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 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	・ 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 ・ 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、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
目的変数	解析雨量 ( 1 km 格子) から算出した 20 km ( MSM 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	・ 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。 ・ 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。

<sup>4</sup> 詳細は平成 21 年度数値予報研修テキスト 第 2.1.2 項、平成 22 年度数値予報研修テキスト 第 3.1 節、平成 25 年度数値予報研修テキスト 第 3.1 節及び平成 28 年度数値予報研修テキスト 第 3.3 節を参照のこと。

<sup>5</sup> 入力を  $x$  とした時に、出力が  $1/(1 + \exp(-ax))$  の形で表される関数 ( $a$  は係数)。

## A.2.2 降雪ガイダンス

最大降雪量ガイダンス <sup>6</sup>	
作成対象	5 km 格子
作成方法	各格子において平均降水量ガイダンス( A.2.1 参照) 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 <sup>7</sup> で作成した予測式を全格子(5 km) に適用する。
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: 地上気温
目的変数	平均降水量: A.2.1 降水ガイダンス参照 雪水比: 気象官署( 特別地域気象観測所含む) で観測された降雪量(cm)/降水量(mm)
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>6</sup> 詳細は平成 21 年度数値予報研修テキスト 第 2.1.3 項及び平成 22 年数値予報研修テキスト 第 3.2 節を参照のこと。

<sup>7</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( シグモイド関数<sup>5</sup> に同じ) 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>8</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(3層: 中間、出力ともシグモイド関数 <sup>5</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)
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 GEPS: 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	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
層別化処理の対象	GSM, MSM: 作成対象地点、初期時刻、予報対象時間( 3 時間毎 1 日分)
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、目的変数及び層別化処理の対象は最大降雪量ガイダンスを参照。

<sup>8</sup> 詳細は平成 20 年度数値予報研修テキスト 第 3.1.5 項、平成 26 年度数値予報研修テキスト 第 3.2 節、平成 28 年度数値予報テキスト 第 3.2 節を参照のこと。

### A.2.3 気温ガイダンス

時系列気温ガイダンス <sup>9</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 30 日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 <sup>10</sup> 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>9</sup> 詳細は平成 19 年度数値予報研修テキスト 第 3.3 節及び平成 26 年度研修テキスト 第 3.1 節を参照のこと。

<sup>10</sup> 詳細は平成 21 年度数値予報研修テキスト 第 2.1.3 項、平成 22 年度数値予報研修テキスト 第 3.2.2 項、平成 26 年度数値予報研修テキスト 第 3.1 節及び本テキスト 第 4.2 節を参照のこと。

最高・最低気温ガイダンス <sup>9</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																																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>初期値</th> <th>当日</th> <th>翌日</th> <th>翌々日</th> <th>3日後</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>00UTC</td> <td>最高</td> <td>最高・最低</td> <td>最高・最低</td> <td>最低</td> </tr> <tr> <td>06UTC</td> <td></td> <td>最高・最低</td> <td>最高・最低</td> <td>最高・最低</td> </tr> <tr> <td>12UTC</td> <td></td> <td>最高・最低</td> <td>最高・最低</td> <td>最高・最低</td> </tr> <tr> <td>18UTC</td> <td>最高</td> <td>最高・最低</td> <td>最高・最低</td> <td>最低</td> </tr> </tbody> </table>	初期値	当日	翌日	翌々日	3日後	00UTC	最高	最高・最低	最高・最低	最低	06UTC		最高・最低	最高・最低	最高・最低	12UTC		最高・最低	最高・最低	最高・最低	18UTC	最高	最高・最低	最高・最低	最低											
	初期値	当日	翌日	翌々日	3日後																																
	00UTC	最高	最高・最低	最高・最低	最低																																
	06UTC		最高・最低	最高・最低	最高・最低																																
	12UTC		最高・最低	最高・最低	最高・最低																																
	18UTC	最高	最高・最低	最高・最低	最低																																
	MSM: アメダス、空港																																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>初期値</th> <th>当日</th> <th>翌日</th> <th>翌々日</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>00UTC</td> <td>(最高)</td> <td>最高・最低</td> <td></td> </tr> <tr> <td>03UTC</td> <td></td> <td>最高・最低</td> <td></td> </tr> <tr> <td>06UTC</td> <td></td> <td>最高・最低</td> <td></td> </tr> <tr> <td>09UTC</td> <td></td> <td>最高・最低</td> <td>(最低)</td> </tr> <tr> <td>12UTC</td> <td></td> <td>最高・最低</td> <td>(最低)</td> </tr> <tr> <td>15UTC</td> <td>最高(・最低)</td> <td>(最高・)最低</td> <td></td> </tr> <tr> <td>18UTC</td> <td>最高</td> <td>(最高・)最低</td> <td></td> </tr> <tr> <td>21UTC</td> <td>最高</td> <td>(最高・)最低</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	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	
	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																																				
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30日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>11</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	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(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>11</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	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(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>11</sup> 詳細は平成 19 年度数値予報研修テキスト 第 3.4 節及び平成 25 年度数値予報研修テキスト 第 3.2 節を参照のこと。

ガストガイドンス <sup>12</sup>	
作成対象	空港
作成方法	ガスト発生確率: ロジスティック回帰 <sup>13</sup> 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 をガスト風速ガイド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(ガスト風速 A、ガスト風速 B)、3 時間(ガスト発生確率)
予報期間と間隔	ガスト発生確率: FT=3 から FT=39 まで 3 時間間隔 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
逐次学習の有無	ガスト発生確率: なし ガスト風速 A、ガスト風速 B: あり
説明変数	ガスト発生確率: モデル予測値(地上風速の前 1 時間最大値、境界層最大風速、水平風鉛直シア、SSI <sup>3</sup> 、925 hPa 鉛直速度) ガスト風速 A: モデル予測値(地上風速最大値) ガスト風速 B: モデル予測値(地上風の東西・南北成分)
目的変数	ガスト発生確率: 空港における前 3 時間のガスト通報の有無(METAR, SPECI, METAR AUTO から算出) ガスト: 空港における前 1 時間のガストの最大値(METAR, SPECI, METAR AUTO でガスト通報があった場合の事例に限る)
層別化処理の対象	ガスト発生確率: 作成対象地点、風向(8 方位) 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(北東、南東、南西、北西)
備考	頻度バイアス補正の閾値は 1.0, 25.0, 35.0 ノットを使用(ガスト風速 B)。

最大瞬間風速ガイドンス <sup>12</sup>	
作成対象	アメダス
作成方法	最大瞬間風速 A: 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。 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ド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
予報期間と間隔	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	最大瞬間風速 A: モデル予測値(地上風速最大値) 最大瞬間風速 B: モデル予測値(地上風の東西・南北成分)
目的変数	アメダスで観測された前 1 時間の最大瞬間風速の東西・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)
備考	頻度バイアス補正の閾値は 13.0, 18.0, 23.0 m/s を使用。

<sup>12</sup> 詳細は平成 23 年度数値予報研修テキスト 第 1.7 節を参照のこと。

<sup>13</sup> 目的変数が 0,1 の二値データに適した回帰分析。確率を  $p$ 、回帰係数を  $a$ 、説明変数を  $x$  とすると、 $\ln(p/(1-p)) = a_0 + a_1x_1 + \dots + a_nx_n$  と仮定し、最尤法により回帰係数を求める。

## A.2.5 天気ガイダンス

天気ガイダンス <sup>14</sup>																																																			
作成対象	20 km 格子 (GSM)、5 km 格子 (MSM)、空港 (MSM)																																																		
作成方法	GSM, MSM: 日照率(ニューラルネット: 3層。中間層はシグモイド関数 <sup>5</sup> 、出力層は1次関数を使用)、降水種別(診断法で雨、雨か雪、雪か雨、雪を判別)及び降水量ガイダンスから天気を算出。 ・ 降水の有無は降水量ガイダンスが 1.0 mm(雪、雪か雨は 0.5 mm) 以上/未満で判別。 ・ 晴れ/曇りは日照率が 0.5 以上/未満で判別。 MSM(空港): お天気マップ方式 <sup>15</sup>																																																		
作成対象とするモデル	GSM, MSM																																																		
予報対象時間単位	GSM, MSM: 3時間 MSM(空港): 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 MSM(空港): FT=2 から FT=39 まで 1時間間隔																																																		
逐次学習の有無	日照率のみあり																																																		
説明変数	日照率: モデル予測値(1000・925・850・700・500・400・300 hPaの相対湿度、降水量、850 hPaと500 hPaの気温差) 降水種別: 格子形式気温ガイダンス、モデル予測値(850・800・700 hPa 気温、地上相対湿度) MSM(空港): 時系列気温ガイダンス、モデル予測値(850 hPa 気温、地上湿度、降水量、下層・中層・上層雲量)																																																		
目的変数	日照率: アメダスで観測された前3時間(9-12時、12-15時)の日照率 降水種別: 気象官署で目視観測された降水種別(雨、雪) MSM(空港): METAR, SPECI から算出した卓越天気																																																		
層別化処理の対象	日照率: 作成対象地点、暖候期(4~9月)と寒候期(10~3月) 暖・寒候期の係数切替時には30日分の事前学習を行う。 降水種別、MSM(空港): なし																																																		
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>日照率は、アメダスの日照率を格子に分配する。</li> <li>降水種別<sup>6</sup>は、格子気温ガイダンス及びモデル予想値(地上相対湿度)から雨雪判別を行い、加えて T850, T800, T700、標高、補正前の種別に応じて下表の通り補正する。</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>標高</th> <th>T850</th> <th>T800</th> <th>T700</th> <th>補正前</th> <th>補正後</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>標高によらず</td> <td colspan="3">2°C 以上</td> <td></td> <td>雨</td> </tr> <tr> <td>1,500 m 以上~ 2,000 m 未満</td> <td colspan="3">2°C 以上</td> <td></td> <td>雨</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">1,500 m 未満</td> <td>2°C 以上</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>雨</td> </tr> <tr> <td>1°C 以上</td> <td></td> <td></td> <td>雪</td> <td>雪か雨</td> </tr> <tr> <td>2°C 未満</td> <td></td> <td></td> <td>雪以外</td> <td>雨</td> </tr> <tr> <td>0°C 以上</td> <td></td> <td></td> <td>雪</td> <td>雪か雨</td> </tr> <tr> <td>1°C 未満</td> <td></td> <td></td> <td>雪か雨</td> <td>雨か雪</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>雨か雪</td> <td>雨</td> </tr> </tbody> </table> <p>※表の空欄は条件によらないことを示す。            ※ T850, T800, T700: それぞれモデルの 850 hPa, 800 hPa, 700 hPa の気温            ・ MSM(空港)はお天気マップ方式だが、モデル1時間降水量から弱・並・強の降水強度も予測。雨雪判別に時系列気温ガイダンス(空港)を利用。</p>	標高	T850	T800	T700	補正前	補正後	標高によらず	2°C 以上				雨	1,500 m 以上~ 2,000 m 未満	2°C 以上				雨	1,500 m 未満	2°C 以上				雨	1°C 以上			雪	雪か雨	2°C 未満			雪以外	雨	0°C 以上			雪	雪か雨	1°C 未満			雪か雨	雨か雪					雨か雪	雨
標高	T850	T800	T700	補正前	補正後																																														
標高によらず	2°C 以上				雨																																														
1,500 m 以上~ 2,000 m 未満	2°C 以上				雨																																														
1,500 m 未満	2°C 以上				雨																																														
	1°C 以上			雪	雪か雨																																														
	2°C 未満			雪以外	雨																																														
	0°C 以上			雪	雪か雨																																														
	1°C 未満			雪か雨	雨か雪																																														
				雨か雪	雨																																														

<sup>14</sup> 詳細は平成19年度数値予報研修テキスト第3.5節を参照のこと。

<sup>15</sup> 詳細は平成19年度数値予報研修テキスト第3.8節、第3.9節及び平成27年度数値予報研修テキスト第4.3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>16</sup>	
作成対象	20 km 格子
作成方法	ロジスティック回帰 <sup>13</sup>
作成対象とするモデル	GSM, MSM
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	以下のモデル予測値の説明変数候補(仮予測因子) 11 個から層別化毎に異なる 6 個の説明変数を選択するが、下線を引いたものは必ず選択する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <u>SSI</u>: ショワルター安定指数。-10°C 高度が 3 km 以上の場合は SSI(850 - 500 hPa)、3 km 未満の場合は SSI(925 - 700 hPa) とする。</li> <li>・ <u>CAPE</u>: 対流有効位置エネルギー(地上または 925 hPa から持ち上げの高い方を選択)</li> <li>・ 前 3 時間降水量(20 km 格子内の最大値)</li> <li>・ 鉛直シア(850 - 500 hPa)</li> <li>・ 500 hPa の渦度(200 km 平均)</li> <li>・ 気温が -10°C となる高度</li> <li>・ 下層風(700 hPa 以下)の X 軸成分</li> <li>・ 同 Y 軸成分</li> <li>・ 850 hPa 以下の気温減率</li> <li>・ 冬型降水の指数: 風向別降水率 × 850 hPa 風速 × (海面と下層温位の飽和比湿差)。ただし -10°C 高度が 5 km 未満の時のみ利用する。</li> <li>・ 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</li> </ul>
目的変数	対象とする 20 km 格子を含む周辺 9 格子(60 km 四方)における発雷の有無。雷監視システム(LIDEN)をレーダー観測を使って品質管理し、かつ飛行場実況通報と一般気象官署の記事を含めて作成している。
層別化処理の対象	35 区域、予報時間(GSM は FT=0~12, 12~24, ..., 72~84 の 7 段階、MSM は FT=3~9, 9~15, 15~21, 21~27, 27~33, 33~39 の 6 段階)、-10°C 高度(3 km 未満、3~5 km、5 km 以上)、対象時刻(-10°C 高度が 5 km 以上の場合に午前(12~03UTC)と午後(03~12UTC)に分ける)
備考	予測は LAF (Lagged Average Forecast) 及び LAF なしの 2 つを作成している。LAF は GSM では過去 2 初期値、MSM では過去 8 初期値を使って、重み付き平均としており、古い初期値ほど重みを減らすようにしている。

<sup>16</sup> 詳細は平成 21 年度数値予報研修テキスト 第 2.1 節及び平成 27 年度数値予報研修テキスト 第 4.1 節を参照のこと。

## A.2.7 雲ガイダンス

雲ガイダンス <sup>17</sup>	
作成対象	空港
作成方法	ニューラルネット(3層: 中間、出力ともにシグモイド関数 <sup>5</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>18</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	以下のモデル予測値 ・前3時間降水量(雨+雪+霰) ・前3時間降水量(雪) ・925 hPa(松本空港は 850 hPa)と地上の平均気温減率 ・各空港の標高(モデル)から 1000 ft, 600 ft の高度における相対湿度、風の東西・南北成分、雲量(CVR)、(雲水量+雲氷量)(CWC)
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)

<sup>17</sup> 詳細は平成 17 年度数値予報研修テキスト 第 6.3 節を参照のこと。

<sup>18</sup> 詳細は平成 22 年度数値予報研修テキスト 第 3.4 節を参照のこと。



## A.2.8 湿度ガイダンス

最小湿度ガイダンス <sup>19</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(3層:中間層はシグモイド関数 <sup>5</sup> 、出力層は1次関数を使用)																																												
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)																																												
予報期間と間隔	GSM <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>初期値</th> <th>翌日</th> <th>翌々日</th> <th>3日後</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>00UTC</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>06UTC</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>12UTC</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>18UTC</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> MSM(18UTCは作成されない) <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>初期値</th> <th>当日</th> <th>翌日</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>00UTC</td> <td></td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>03UTC</td> <td></td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>06UTC</td> <td></td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>09UTC</td> <td></td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>12UTC</td> <td></td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>15UTC</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>21UTC</td> <td></td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table> 「翌日」等は、日本時間で初期時刻から見た日付を示す。	初期値	翌日	翌々日	3日後	00UTC	○	○		06UTC	○	○	○	12UTC	○	○	○	18UTC	○	○		初期値	当日	翌日	00UTC		○	03UTC		○	06UTC		○	09UTC		○	12UTC		○	15UTC	○		21UTC		○
初期値	翌日	翌々日	3日後																																										
00UTC	○	○																																											
06UTC	○	○	○																																										
12UTC	○	○	○																																										
18UTC	○	○																																											
初期値	当日	翌日																																											
00UTC		○																																											
03UTC		○																																											
06UTC		○																																											
09UTC		○																																											
12UTC		○																																											
15UTC	○																																												
21UTC		○																																											
逐次学習の有無	あり																																												
説明変数	モデル予測値(地上気温、850 hPa 風速、1000・925・850 hPa 平均相対湿度、地上最小湿度、地上最小比湿、1000~700 hPa 気温減率、地上最高気温、地上最高気温出現時の比湿、925 hPa 最高気温出現時の比湿、地上・1000・925・850・700・500 hPa の日平均相対湿度)																																												
目的変数	気象官署(特別地域気象観測所含む)の日最小湿度(1分値から算出)																																												
層別化処理の対象	作成対象地点(気象官署及び特別地域気象観測所)、夏期(4~9月)、冬期(10~3月)。寒・暖候期の係数切替時には30日間の事前学習を行う。																																												

時系列湿度ガイダンス <sup>20</sup>	
作成対象	気象官署(特別地域気象観測所含む)
作成方法	カルマンフィルタ
作成対象とするモデル	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、地上の西・東・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)
目的変数	気象官署(特別地域気象観測所含む)の毎正時の湿度
層別化処理の対象	作成対象地点、初期時刻、予報時間
備考	時系列湿度ガイダンスと観測から計算した日平均・実効湿度も作成している。

<sup>19</sup> 詳細は平成 19 年度数値予報研修テキスト 第 3.6.2 項を参照のこと。

<sup>20</sup> 詳細は平成 27 年度数値予報研修テキスト 第 4.2 節を参照のこと。

## A.2.9 視程ガイダンス

視程ガイダンス <sup>21</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)
目的変数	視程: METAR, SPECI から算出した前 1 時間の最小視程と平均視程。 視程確率: METAR, SPECI から算出した前 3 時間最小視程が 5 km, 1.6 km 未満 (1) か否か (0)
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	・ 視程は前 1 時間の最小視程及び平均視程を予想する。 ・ 頻度バイアス補正の閾値は 0.8, 1.6, 3.2, 5.0, 10.0 km を使用。

視程分布予想 (MSM) <sup>22</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 $VIS = 3 / (\sigma_p + \sigma_c + \sigma_r + \sigma_s)$ $\sigma_p = 0.1(1 - RH)^{-0.5}$ : 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: モデル内の降水量(雨)の予測 [mm/h] SNOW: モデル内の降水量(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>21</sup> 詳細は平成 17 年度数値予報研修テキスト 第 6.3.3 項及び平成 22 年度数値予報研修テキスト 第 3.4.2 項を参照のこと。

<sup>22</sup> 詳細は平成 23 年度数値予報研修テキスト 第 1.6 節及び本テキスト 第 2.3 節を参照のこと。

視程分布予想 (GSM) <sup>23</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 視程 $VIS = 3 / (\sigma_p + \sigma_c)$ $\sigma_p = 0.162 (1 - RH)^{-0.5}$ : 浮遊塵の消散係数 $\sigma_c = 22.7 \times CWC_3^{0.96}$ : 雲の消散係数 ( オホーツク海: 45～60°N、140～155°E) $\sigma_c = 29.3 \times CWC_2^{0.96}$ : 雲の消散係数 ( オホーツク海以外) $\sigma_r = 0.403 \times RAIN^{0.5}$ : 雨の消散係数 $\sigma_s = 2.14 \times RAIN^{0.7} + 0.167 \times FF$ : 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 CWC <sub>3</sub> : 地表気圧より上層の P 面 3 層の雲水量の和 [g/kg] CWC <sub>2</sub> : 地表気圧より上層の P 面 2 層の雲水量の和 [g/kg] RH : 地上面の湿度 [%]。85%を上限。 RAIN : 降水量 ( 3 時間内の 1 時間降水量の最大) 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>

<sup>23</sup> 詳細は平成 25 年度数値予報研修テキスト 第 3.3 節を参照のこと。

## A.2.10 航空悪天 GPV<sup>24</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.2.9 の視程分布予想に示した視程も含む)
	FL 面 <sup>25</sup>	風の X・Y・Z 方向成分、気温、相対湿度、高度、乱気流指数、鉛直シアー、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>26</sup> : ロジスティック回帰 <sup>13</sup> 着氷指数 <sup>27</sup> : 診断法 積乱雲頂高度 <sup>28</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)、10°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>25</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、鉛直シアー、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>29</sup> : ロジスティック回帰 <sup>13</sup> 着氷指数 <sup>27</sup> : 診断法 積乱雲頂高度 <sup>28</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=36 まで 3 時間間隔	
逐次学習の有無	なし	

<sup>24</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んでいるが、航空悪天 GPV の仕様を示すために、全ての要素を示す。

<sup>25</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>26</sup> 詳細は平成 22 年度数値予報研修テキスト 第 3.5 節及び平成 26 年度数値予報研修テキスト 第 3.3 節を参照のこと。

<sup>27</sup> 詳細は平成 20 年度数値予報研修テキスト 第 3.3 節及び本テキスト 第 4.3 節を参照のこと。

<sup>28</sup> 詳細は航空気象ノート 第 69・70 号( p1~8) を参照のこと。

<sup>29</sup> 詳細は平成 28 年度数値予報研修テキスト 第 3.1 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>30</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>29</sup> : ロジスティック回帰 <sup>13</sup> 積乱雲頂高度 <sup>28</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>30</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。

2017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。

上記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(2017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(2017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。

- 「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87~264時間である。

<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。