

# 天気予報セミナーのまとめ

# 一般知識編

# 温帯低気圧が発達する条件

- 上空の気圧の谷が西にずれている。
  - 地上天気図+500hPa天気図
- 前面で暖気移流、後面で寒気移流。
  - 850hPa天気図
- 前面で上昇流、後面で下降流。
  - 700hPa天気図

# 発達中の温帯低気圧の雲画像

- 雲頂高度が高い(赤外画像で明瞭)。  
↑ 暖気移流＋上昇流→中上層雲。
- 極側の境界：明瞭、高気圧性の曲率(バルジ状)。  
↑ 偏西風の蛇行。

# 前線の定義

- 気団： 同じ性質をもった空気。
  - 前線面： 気団と気団の境界。
  - 前線： 前線面が地表に接している場所。
- 
- 温暖前線： 暖気の勢力のほうが強い前線。
  - 寒冷前線： 寒気の勢力のほうが強い前線。

# 前線の位置の決め方

- 850hPa気温または相当温位。
- 等温線または等相当温位線の集中帯の暖気側。
- 風向も参考にする。

# 温帯低気圧の中心と前線の予想

- 中心位置と示度：
  - 地上気圧予想図に従う。

# 温帯低気圧の中心と前線の予想

- 前線：
  - 850hPa気温予想図と相当温位予想図を使う。
  - 等温線(等相当温位線)の集中帯の暖気側。
  - 暖気と寒気の勢力→温暖、寒冷前線。
  - 寒冷前線と温暖前線がぶつかった場所→閉塞点。
  - 等温線の数: 寒冷前線のほうが多ければ寒冷型閉塞、温暖前線のほうが多ければ温暖型閉塞。
  - 前の時刻からの一貫性、常識的な時間変化。



# 温帯低気圧の発達期と衰弱期

- 発達期：
  - 閉塞していない。
  - 上空の気圧の谷が西にずれている。
- 衰弱期：
  - 閉塞している。
  - 上空の気圧の谷が地上の低気圧の中心と一致。

# 温帯低気圧の閉塞期の 相当温位場

- 前線:
  - 寒冷前線と温暖前線がぶつかった場所→閉塞点
  - ⇔低気圧の中心と一致しない。
- 低気圧の中心付近:
  - 周囲から切り離された高相当温位域。
  - 低相当温位の空気が南から東に回り込む。

# 風の鉛直シアと温度移流

- 温度風＝地衡風の鉛直シア
  - ⇔ 温度の水平勾配
  - 風速が時計回りに変化：暖気移流。
  - 風速が反時計回りに変化：寒気移流。

# 状態曲線と高層風

- 温暖前線の前面：
  - 暖气移流（風速が時計回りに変化）
  - 温暖前線面（逆転層）
- 寒冷前線の後面：
  - 寒気移流（風速が反時計回りに変化）
  - 寒冷前線面（逆転層） cf. 沈降逆転層。
- 暖域：
  - 高温、湿潤
  - 暖气移流（風速が時計回りに変化）。

# 降水の性状と状態曲線

- 対流性の降水
  - 積乱雲。
  - 下層から、湿潤断熱減率、相当温位一定。
  - 冬季の場合、背は低い。
- 連続した降水
  - 乱層雲。
  - 途中の層から、湿潤断熱減率、相当温位一定。

# 台風構造

- 台風之眼
  - 中心付近の雲が少ない領域。
- 壁雲
  - 眼のまわりの、非常に背の高い積乱雲。
- スパイラルバンド
  - 台風を取り巻く帯状の降水帯。
  - やや背の低い積乱雲。

# 台風構造

- 温度分布
  - 対流圏内では高温偏差。
  - 軸対称。
- 降水の非対称性
  - 進行方向右側や前方で強い降水や上昇流。  
↑南風の流入
- 風の非対称性
  - 進行方向右側で強い  
↑台風自身の渦＋台風の移動

# 台風の温帯低気圧化

- 温度分布：
  - 中心付近で極大、軸対称
  - 南北に温度勾配
- 強風域が広がることがある。



# 大気鉛直安定度

- ショワルター安定指数 (SSI): 500hPaにおける実際の気温と、850hPa面にある空気を断熱的に500hPa面まで持ち上げたときの温度との差。
- 持ち上げ凝結高度 (LCL): 空気を断熱的に持ち上げて凝結が始まる高度。
- 自由対流高度 (LFC): 空気を断熱的に持ち上げて凝結が始まり、凝結熱による浮力を得られる高度。
- 対流有効位置エネルギー (CAPE): 空気を断熱的に持ち上げると、その温度がまわりの大気の気温より高い層では浮力により運動エネルギーを得る。これをすべて積算したもの。

# 逆転層

- 前線逆転層：
  - 温暖前線面に伴って形成される。
  - 地上天気図の前線や、高層天気図の気温、風などで判断。
- 沈降逆転層：
  - 高気圧や寒気の吹き出し域で形成される。
  - 700hPa上昇流や湿数で判断。
- 接地逆転層：
  - 放射冷却などによって地表付近に形成される。

# 逆転層

- 前線逆転層：
  - 温暖前線面。
  - 逆転層の上で湿潤。
- 沈降逆転層：
  - 高気圧や寒気の吹き出し域。
  - 逆転層の上で乾燥。
  - ※寒冷前線面で同様の逆転層がみられる場合も。
- 接地逆転層：
  - 放射冷却により地表付近に形成される。

# 霧の種類

- 放射霧: 放射冷却
- 移流霧: 暖気 + 冷たい地表面
- 蒸発霧: 冷気 + 暖かい水面
- 前線霧
- 上昇霧

# 地形性の降水

- 暖湿な空気が山地に流入→風上側の斜面で強制上昇→風上側で多量の降水。

# 地形性の大雨

- 暖湿で不安定な空気。
- 南寄りの風＋南向きの斜面⇒上昇流。
- 水平格子の粗いモデルでは予想困難。

# 低気圧前面での前線性の大雨

- 温暖前線：暖湿な空気の流入。
- 気温、相当温位の勾配大。
- 南寄りの風。
  - 850hPa天気図
- 上昇流。
  - 700hPa天気図

# 低気圧後面での前線性の大雨

- 寒冷前線：寒冷な空気の流入。
- 気温、相当温位の勾配大。
- 北寄りの風。
  - 850hPa天気図
- 寒冷前線付近で上昇流、後方で下降流。
  - 700hPa天気図



# 低気圧の暖域での大雨

- 暖湿な空気の流入。
- 気温、相当温位が高い。
  
- 南寄りの風。
  - 850hPa天気図
- 上昇流。
  - 700hPa天気図

# 低気圧前面、暖域での 地形性の大雨

- 暖湿な空気の流入。
- 南向きの斜面。
  
- 南寄りの風。
  - 850hPa天気図
- 上昇流。
  - 700hPa天気図

# ジェット気流

- 亜熱帯ジェット気流:
  - 低緯度側。
  - ハドレー循環の高緯度側。
  - 安定的に存在。
- 寒帯前線ジェット:
  - 高緯度側。
  - 時間、空間変動が大きい。

# ふたつのジェット気流の位相関係

- 同位相の場合:
  - 気圧配置の変化は速い。
- 逆位相の場合:
  - 気圧配置の変化は遅い。
  - ブロッキング。

# ブロッキング

- ジェット気流の蛇行が大きくなり、高気圧や低気圧が切離した状態。
  - ブロッキング高気圧
  - 切離低気圧(カットオフロー、寒冷渦)
    - 同じ意味だが、題意に沿ったものを選ぶのが無難。
- 500hPa天気図で判断。
  - 地上天気図では見えにくい。
- 影響:
  - 気圧配置の変化: 遅くなる。
  - 異常気象。

# 寒冷渦

- 寒冷渦の検出：
  - 地上天気図：見えにくい。
  - 高層天気図(500hPa、300hPa)：閉じた等高度線＋低温偏差。
  - 水蒸気画像：暗域。

# 寒冷渦

- 寒冷渦の構造：
  - 軸は直立。
  - 対流圏で低温、成層圏で高温。
  - 圏界面で最も低気圧。
  - 圏界面が低い。
  - 移動が遅い。

# 寒冷渦

- 寒冷渦の影響：
  - 短時間強雨、落雷、ひょう、突風。
  - 南東象限で多い←暖湿な空気の流入。



# 台風

- 台風の構造：
  - 軸は直立。
  - 対流圏で高温。
  - 上空にいくほど高気圧。
  - 上空の風に乗って移動。

# 梅雨前線の特徴

- 比湿の勾配が大きい。
  - 相当温位の勾配が大きい。
    - 850hPa、500hPa天気図で判断。
- 湿舌: 高相当温位域が南西から伸びる。
- 下層ジェット: 前線の南側で南西風。
  - 850hPa風・相当温位解析図で判断。
- 湿潤中立成層。
  - 相当温位が鉛直方向にほぼ一定。

# 梅雨前線の特徴

- メソ低気圧。
  - 前線上に、数100kmから1000km程度のスケールの低気圧。

# やませ吹走時の気象条件

- 東北地方の太平洋側の地上気象:
  - 雨、霧。
  - 低温、湿潤。
  - 視程不良。
  - 北東～東風。
- 日本海側では晴天、高温であることが多い。

# やませ吹走時の 気圧配置と高層気象

- オホーツク海高気圧。
- 地表付近のみで北東～東風。

# やませの農作物への影響

- 低温
- 日照不足

# 山雪と里雪

- 山雪：
  - 北西季節風が強いとき。
  - 等圧線がこみあっている。
  - 平地よりも山地で大雪になりやすい。
- 里雪：
  - 北西季節風はあまり強くないが、上空に強い寒気が入っているとき。
  - 日本海に小さい低気圧が発生することがある。
  - 平地で大雪になりやすい。

# 雨・雪判別

- 気温と湿度。
  - 地上気温 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ 程度が境目。
  - 湿度が低い場合：蒸発熱で冷却→雪になりやすい。
  - 850hPa天気図で $-6^{\circ}\text{C}$ が目安。
    - 地表付近の湿度に注意。
    - 地表付近に冷気がたまっている場合も注意。



# 寒気の吹き出しと雲画像

- 気温が低く、海面水温が高い。
- 雲頂高度の低い筋状の対流雲。
- 寒気が強い→離岸距離が短い(海に出てすぐに雲が発生する)。

# シアライン

- 風の水平シアのある場所。
- 大きな温度勾配を伴うことがある。
- シアライン付近や寒気側では強い積雲対流が生じやすい。
- 落雷、突風、ひょう、短時間強雨。

# 沿岸前線

- 内陸の下層に寒気が滞留。
- 海から暖気が流入。  
→ 海岸に沿って局地的な前線が形成。
- 気温の差が明瞭。
- 前線に沿って対流性の降水が生じやすい。
- 温帯低気圧の前面の暖気移流場で生じやすい。

# 房総不連続線

- 高気圧の張り出しによる北西風が中部山岳で分流。
- 関東平野で北東風＋駿河湾で西風。
- 房総半島付近で合流。
- 不連続線の北側で層積雲、くもりまたは小雨。

# 日本海(寒帯気団)収束帯

- 大陸から吹き出した寒気が白頭山で分流。
- 東側で北風＋西側で北西風。
- 日本海から北陸、山陰地方で合流。
- 落雷、突風、大雪。

# 放射冷却による低温

- 放射冷却によって低温になりやすい条件：
  - 晴天、寒気、弱風。
- 注意すべき現象：
  - 霜、凍結、低温。

# 波高を決める要因

- 風速
- 吹送距離
  - 冬型のときの日本海
- 持続時間や履歴
  - 低気圧の通過後
- 遠方からの伝播
  - 台風からのうねり

# 風向と波浪

- 風向が時間変化しない場合：
  - 持続時間が長い→波高が高くなる。
- 風向が時間変化する場合：
  - 風向と卓越波向が一致しない→三角波。



# 高潮の原因

- 吸い上げ効果：
  - 気圧の低下量に比例。
  - 1cm/1hPa。
- 吹き寄せ効果：
  - 海から陸に向かって風が吹くとき。
  - 風速の2乗に比例。
- 潮位 = 天文潮位 + 潮位偏差。

# 層厚と気温

- 静水圧平衡:  $\frac{dp}{dz} = -\rho g$

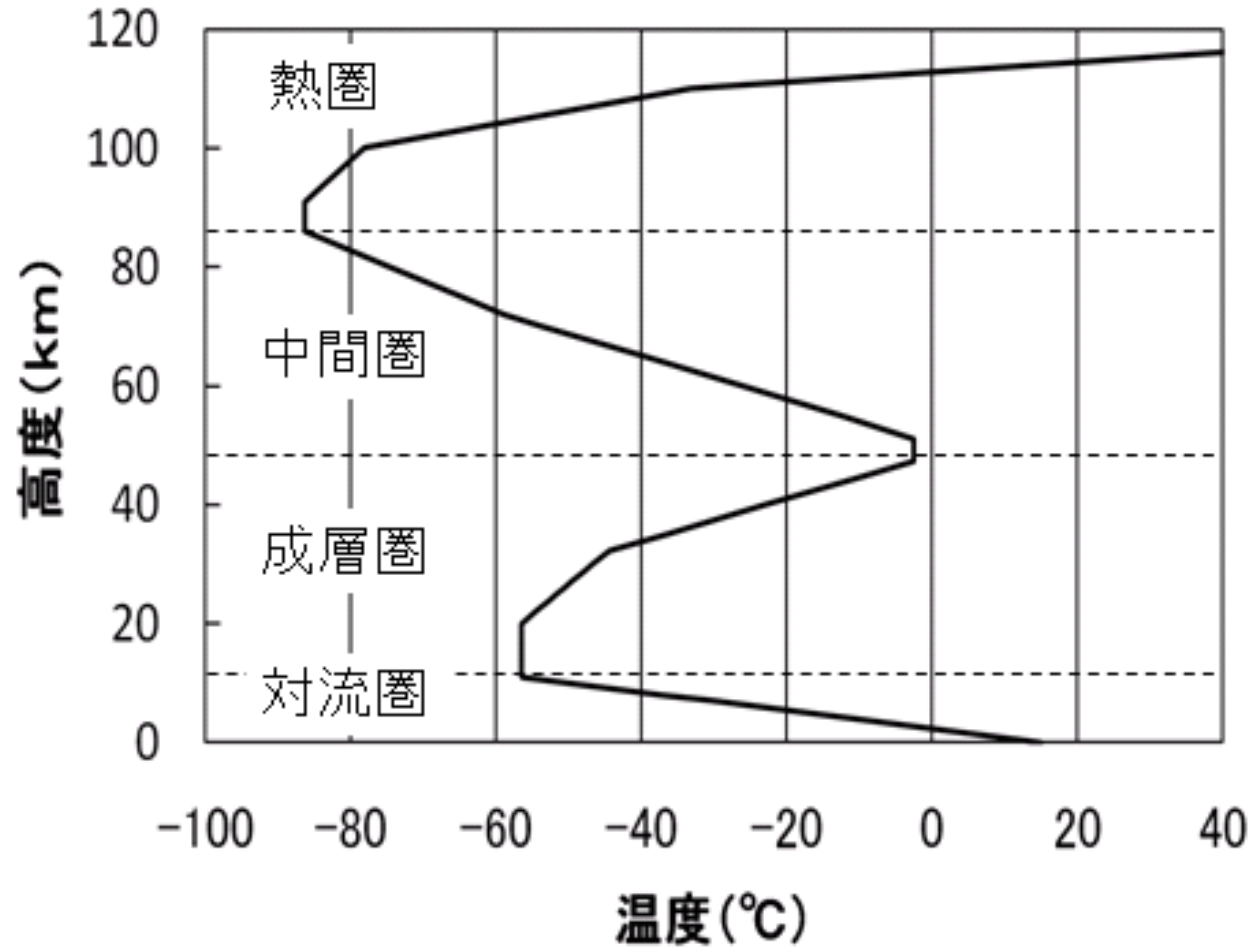
- 理想気体の状態方程式:  $p = \rho RT$

$$\Rightarrow \text{層厚} = -\frac{dz}{dp} = \frac{1}{\rho g} = \frac{RT}{pg}$$

- 層厚は温度に比例

→鉛直平均した温度を表す。

# 地球大気の層構造



# 対流圏と成層圏

- 対流圏: 温度減率 = 6.5K/km程度。

$$\frac{dT}{dz} < 0 \quad \frac{d\theta}{dz} > 0$$

温度減率の違い

- 成層圏: 温度減率はゼロまたは負。

$$\frac{dT}{dz} \geq 0 \quad \frac{d\theta}{dz} \gg 0$$

オゾンによる加熱

→ 上空に行くほど高温で安定成層。

# 空間スケールの分類

- 全球規模: 10000km～
  - プラネタリー波
- 総観規模: 2000～10000km
  - 傾圧不安定波、温帯低気圧
- メソ $\alpha$ スケール: 200～2000km
  - 台風、前線
- メソ $\beta$ スケール: 20～200km
  - 海陸風、スーパーセル
- メソ $\gamma$ スケール: 2～20km
  - 積乱雲
- ミクロスケール: ～2km
  - 竜巻

# 專門知識編

# 気象庁天気種類表

番号	天気種類	説明
1	快晴	雲量が1以下の状態
2	晴	雲量が2以上8以下の状態
3	薄曇	雲量が9以上で、巻雲、巻積雲または巻層雲が見かけ上最も多い状態
4	曇	雲量が9以上で、高積雲、高層雲、乱層雲、層積雲、層雲、積雲または積乱雲が見かけ上最も多い状態
5	煙霧	煙霧、ちり煙霧、黄砂、煙もしくは降灰があって、そのために視程が1km未満になっている状態または視程が1km以上であって全天がおおわれている状態
6	砂じんあらし	砂じんあらしがあって、そのために視程が1km未満になっている状態




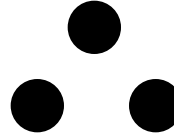

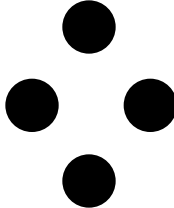
# 気象庁天気種類表

番号	天気種類	説明
7	地ふぶき	高い地ふぶきがあつて、そのため視程が1km未満になっている状態
8	霧	霧または氷霧があつて、そのため視程が1km未満になっている状態
9	霧雨	霧雨が降っている状態
10	雨	雨が降っている状態
11	みぞれ	みぞれが降っている状態
12	雪	雪、霧雪または細氷が降っている状態
13	あられ	雪あられ、氷あられまたは凍雨が降っている状態
14	ひょう	ひょうが降っている状態
15	雷	雷電または雷鳴がある状態

※同時に二種類以上の天気に該当する場合には、種類番号の大きいもの一つを選ぶものとする。



# 国際式天気記号

					
弱い雨。 前1時間内に 止み間が あった。	弱い雨。 前1時間内に 止み間がな かった。	並の雨。 前1時間内に 止み間が あった。	並の雨。 前1時間内に 止み間がな かった。	強い雨。 前1時間内に 止み間が あった。	強い雨。 前1時間内に 止み間がな かった。

		
霧雨	雨	雪

# 雲画像の種類

雲画像の種類	特徴
赤外画像	雲頂高度が高い雲⇒白
可視画像	厚い(=雲水量が多い)雲⇒白
水蒸気画像	対流圏中上層の水蒸気が多い領域⇒白

# 雲画像での見えかた

雲の種類	赤外画像	可視画像	形状
積乱雲	白	白	団塊状
巻雲、巻層雲	白	灰色	なめらか
層雲	暗	白	なめらか

※層雲は海岸線に沿った形になることが多い。

# 雲画像の見方

- バルジ
  - 温帯低気圧の雲域の極側の境界が明瞭で高気圧性の曲率(バルジ状)。
- テーパーリングクラウド(にんじん状雲)
  - 対流圏上・中層の風上側に向かって細くなっている雲域。
  - 積乱雲＋対流圏上層の風下側に流されたたかなとこ巻雲。
- トランスバースライン
  - 流れの方向と交差する縞模様の雲列。
  - 強いジェット気流に伴う。
  - 晴天乱気流に注意。

# 雲画像の見方

## かなとこ巻雲

最盛期から衰弱期の積乱雲において、雲頂が圏界面によって抑えられ、対流圏上層の雲が風下側に流れ出し、「かなとこ」状の構造を形成したものの。

## バルジ

前線性雲バンドが、極側(寒気側)に凸状に膨らむ現象。トラフの接近による前線波動や低気圧の発達に対応。

## クラウドクラスター

積乱雲が集合して形成された巨大な塊。梅雨期の東シナ海で多く発生し、日本に大雨をもたらす。

## テイパーリングクラウド (にんじん状雲)

対流圏上・中層の風上側に向かって、次第に細くなっている「毛筆状」あるいは「にんじん状」の雲域。積乱雲と対流圏上層の風下側に流されたかなとこ巻雲から構成。

気象衛星センターホームページより

# 熱帯低気圧の勢力の推定

- ドボラック法
  - 衛星画像を用いて、熱帯低気圧の勢力を推定。



# レーダーエコーの特性

- 層状エコー
  - なめらかに広がったエコー。
  - 地雨性の降水
- 対流性エコー
  - 狭い範囲で強いエコー。
  - しゅう雨性の降水。

# レーダーエコーの特性

- スパイラルバンド
  - 台風の周囲のらせん状のエコー。
- フックエコー
  - スーパーセルに伴うかぎ状のエコー。
- ブライトバンド
  - 降水粒子の融解に伴う強いエコー。
- エンゼルエコー
  - 鳥や昆虫、空気の密度変化によるエコー。

# 降水の実況と予想

- 解析雨量
  - レーダー＋アメダス。
  - 30分ごと、1kmメッシュ。
- 降水ナウキャスト
  - レーダー＋アメダス。
  - 雨雲の移動。
  - 10分ごと、1時間後まで。
- 降水短時間予報
  - レーダー＋アメダス。
  - 雨雲の移動、地形による発達、(数値予報)。
  - 30分ごと、6時間後まで。

# 降水の実況と予想

- 土壌雨量指数
  - 土壌中にたまっている雨水を指数化。
  - 解析雨量＋降水短時間予報。
  - タンクモデル。
  - 土砂災害。
- 流域雨量指数
  - 流域に降った雨が下流に与える影響を指数化。
  - 解析雨量＋降水短時間予報。
  - 流出過程(土壌雨量指数と同様)＋流下過程。
  - 洪水災害(河川の氾濫など)。

# 大雨に関する防災気象情報

- 大雨注意報
- 大雨警報
- 記録的短時間大雨情報
- 土砂災害警戒情報

# 府県気象情報

- 予告的な役割:
  - 警報や注意報に先立って現象を予告し、注意を呼びかける。
- 補完的な役割:
  - 警報や注意報の内容を補完して現象の経過や予想、防災上の注意点を解説する。

# 府県気象情報

- 持続的な大雨(温暖前線、停滞前線):
  - 土砂災害、低い土地の浸水、河川の増水や氾濫。
  - 対応する注意報: 大雨、洪水。
- 一時的な大雨(寒冷前線):
  - 短時間強雨、落雷、ひょう、突風。
  - 対応する注意報: 大雨、洪水、雷、強風、波浪。

# 府県気象情報

- 日本海側での大雪：
  - 雪による交通障害、雪による視程障害、電線や樹木への着雪、なだれ、屋根からの落雪、落雷、突風。
- 太平洋側での大雪：
  - 雪による交通障害、路面の凍結、電線や樹木への着雪、農作物の管理。



# 突風に関する気象情報

- 気象情報
  - 半日～1日前。
- 雷注意報
  - 数時間前。
- 竜巻注意情報
  - 現在、発表から1時間有効。
  - 気象台の担当地域ごと。

# 突風に関する気象情報

- 竜巻発生確度ナウキャスト
  - 10分おき、1時間先まで。
  - 発生確度1、2。
  - 発生確度2→竜巻注意情報。

# 警報

- 大雨警報: 大雨による重大な災害のおそれ。
- 洪水警報: 河川の増水による...
- 大雪警報: 大雪による重大な災害のおそれ。
- 暴風警報: 暴風による重大な災害のおそれ。
- 暴風雪警報: 暴風+雪(による視程障害)による...
- 波浪警報: 高い波による重大な災害のおそれ。
- 高潮警報: 異常な海面の上昇による...

# 注意報

- 大雨、洪水、強風、風雪、大雪、波浪、高潮。
- 雷、融雪、濃霧、乾燥、なだれ、低温、霜、着氷、着雪。

# 寒候期の注意報

- 大雪注意報：大雪による災害のおそれ。
- 風雪注意報：強風+雪(による視程障害)による...
- 融雪注意報：融雪による災害のおそれ。
- なだれ注意報：なだれによる災害のおそれ。
- 低温注意報：低温による農作物や水道管への被害のおそれ。
- 霜注意報：霜による農作物への被害のおそれ。
- 着氷注意報：着氷による電線への被害(本州以南)や船体着氷(北海道)のおそれ。
- 着雪注意報：電線や船体への着雪による被害のおそれ。

# 寒候期の警報・注意報 (北海道石狩北部)

- 暴風雪警報: 平均風速 陸上 18m/s 雪による視程障害を伴う。
- 大雪警報: 12時間降雪の深さ50cm。
- 風雪注意報: 平均風速 陸上 11m/s 雪による視程障害を伴う。
- 大雪注意報: 12時間降雪の深さ30cm。
- 融雪注意報: 24時間雨量と融雪量(相当水量)の合計70mm以上。
- なだれ注意報: ①24時間降雪の深さ30cm以上 ②積雪の深さ50cm以上で、日平均気温5°C以上。
- 低温注意報: (平均気温) 平年より8°C以上低い。
- 霜注意報: 最低気温3°C以下。
- 着氷注意報: 船体着氷: 水温4°C以下 気温-5°C以下で風速8m/s以上。
- 着雪注意報: 気温0°Cくらいで、強度並以上の雪が数時間以上継続

# 寒候期の警報・注意報 (東京都23区西部)

- 暴風雪警報: 平均風速 25m/s 雪を伴う。
- 大雪警報: 24時間降雪の深さ20cm。
- 風雪注意報: 平均風速 13m/s 雪を伴う。
- 大雪注意報: 24時間降雪の深さ5cm。
- 低温注意報: 冬季(最低気温) $-7^{\circ}\text{C}$ 以下。
- 霜注意報: 4月10日~5月15日 最低気温 $2^{\circ}\text{C}$ 以下。
- 着氷・着雪注意報: 大雪警報の条件下で気温が $-2^{\circ}\text{C}\sim 2^{\circ}\text{C}$ の時。

# 週間天気予報

- 全球数値予報モデルによるアンサンブル予報。
- 51メンバー。
- グループ化→クラスター。
- アンサンブル平均: 全メンバーの平均。
- クラスター平均: クラスターのメンバーの平均。
- センタークラスター: アンサンブル平均に近いメンバーによるクラスター。
- センタークラスター平均: センタークラスターのクラスター平均。



# 週間天気予報

- 信頼度＝メンバーのばらつき。
- 予想期間が長くなると信頼度低下。
- 前線や低気圧の付近では信頼度低下。