

令和4年度 第2回学科専門 解答解説

問1 ③

(a) 正しい 問題文の通り。

天気図は基本的に「等圧面」天気図

地上天気図の気圧は基本的に「海面更正」して、**海拔0mに合わせている**

その際、**静力学平衡の式と気体の状態方程式**を使う

※授業資料(専門1回)24 ページ テキスト 69 ページ

(b) 誤り

基本的に、**気圧以外の観測データは補正しません**

授業でも、飯沼先生から言及がありました

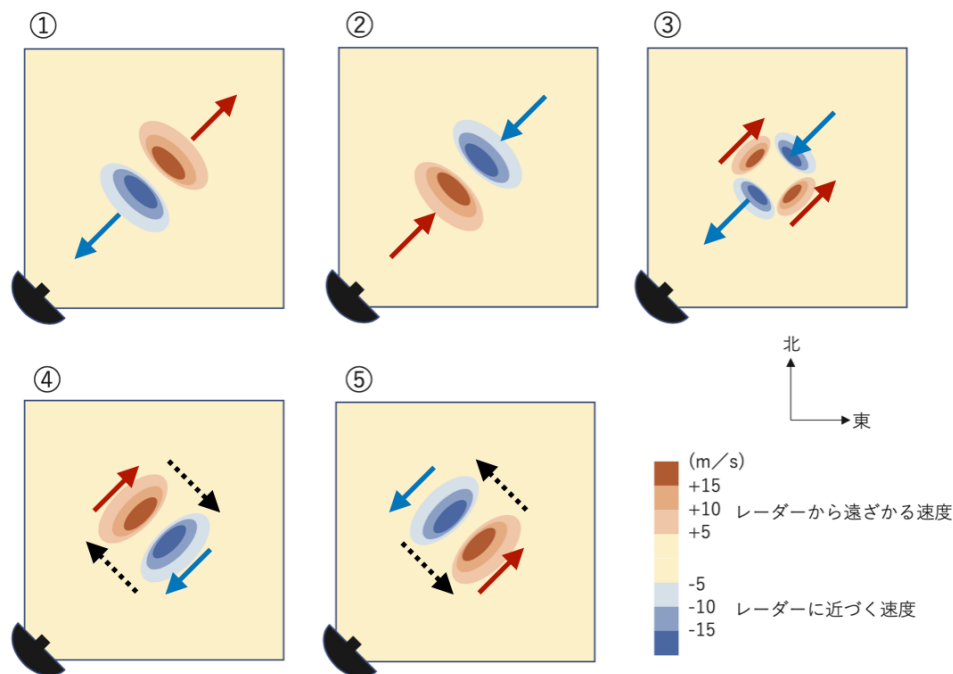
ただし、**ラジオゾンデで観測した気温は日射による影響を除去するため補正する**

※授業資料(専門1回)2ページ テキスト30ページ

(b) 誤り

※授業資料(専門1回)12 ページ テキスト 41 ページ

問2 ⑤ 頻出！



①発散 ②収束 ③収束？ ④高気圧性循環 ⑤低気圧性循環

※授業資料(専門2回3章)34 ページ テキスト 181～187 ページ

問3 ②

(a) 正しい ※問題文の通り

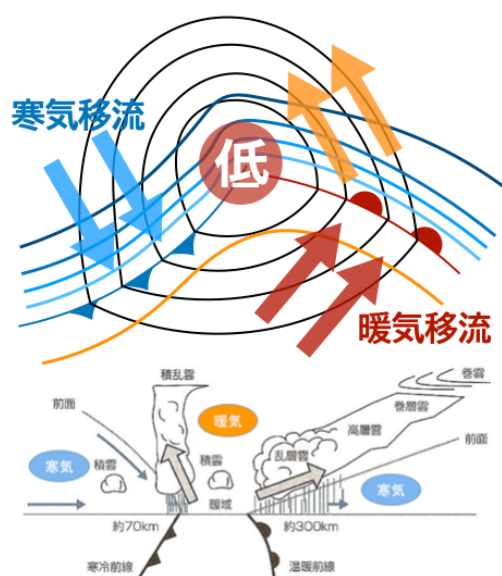
※授業資料(専門2回3章)39 ページ テキスト 189～191 ページ

(b) 誤り

ウィンドプロファイラ:前線の通過や前線の立体構造を把握できる

温暖前線通過:上空から地上にかけて、次第に南よりの風に変化

寒冷前線通過:地上から上空にかけて、次第に北よりの風に変化



温暖前線の接近事例

図3-26 温暖前線の接近のデータ

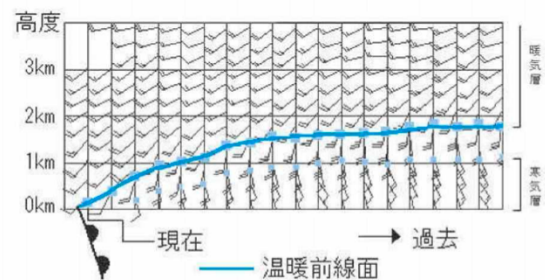
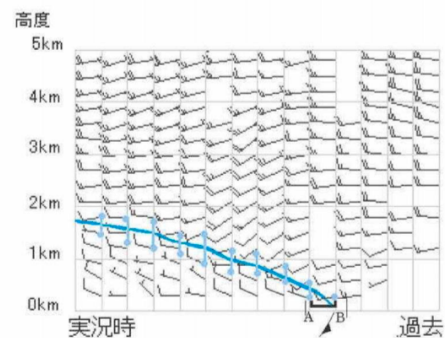


図3-25 寒冷前線の通過データ



問題を解くためには、**低気圧の立体構造**と**ウィンドプロファイラの特徴**を掴む必要

・**低気圧の前面**に**暖気**が流入する

→**暖気**は、低気圧前面にもともとある相対的に気温の低い**寒気**の**上を滑昇**する

・**滑昇する暖気** →**南西**よりの風向

・**寒気** →**南より**(南東気味)の風向

→ウィンドプロファイラで立体的に考えると

前線面より上の滑昇する暖気:南西風

前線面より下の寒気 :南(南東気味)

⇒**上空から地上にかけて、次第に南よりの風に変化**(南西→(南)→南東)

地表付近にある空気の層→もともとあった**寒気層** 次第に**薄くなる**

⇒問題文の後半が明らかに真逆で誤り

※授業資料(専門2回3章)44～46 ページ テキスト196～198ページ

(c) 正しい ※問題文の通り

※授業資料(専門2回3章)40 ページ テキスト 191 ページ

問 4 ④

ガイドンスとは

- ・「数値予報を用いた客観的・統計的翻訳」
- ・過去の数値予報と実況から統計手法等を用いて予測式を作成し、それを最新の数値予報の結果に適用して予測する。



ガイドンスの役割

- ・数値予報が予測していない要素を作成する
- ・数値予報の系統誤差を補正する

◆カルマンフィルター法(KLM)

● 事前に求めておいた予測式の係数を直近の観測値を用いて修正量を最適に補正する方法。

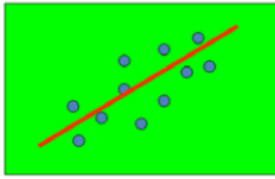
- 説明変数(入力値)と目的変数(出力値)の関係が線形である場合に利用できる。
- 降水量、降水確率、最高・最低気温などの予報に利用する。

◆ニューラルネットワーク法(NRN)

● ある入力値と出力値を与えると、自ら学習しながら最適な対応関係を見つけて適切な結果を出す。

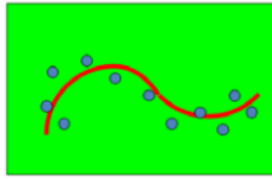
- 説明変数(入力値)と目的変数(出力値)の関係が非線形の場合にも利用できる。
- 天気、最小湿度、大雨確率などの予報に利用する。

線形



入出力関係が直線で表現できる

非線形



入出力関係が曲線でないと表現できない

(a) 誤

初期時刻が異なれば、数値予報結果(入力値)が同じ値であっても、ガイダンスの予測結果(出力値)は異なった値になります。

(b) 正

上記の説明通りです。

【類題】令和元年度第1回専門問6(c)・平成26年度第1回専門問7(c)

(c) 正

昼と夜で予測値の系統誤差の傾向が変化する場合、昼と夜で異なる係数を作成することで、系統誤差を低減できます。これを「係数の層別化」といいます。

【類題】令和元年度第2回専門問5(c)

問5 ①

(a) 正

客観解析とは

・不規則に分布した観測データから、規則的な格子点での大気の状態を与える過程を客観解析と

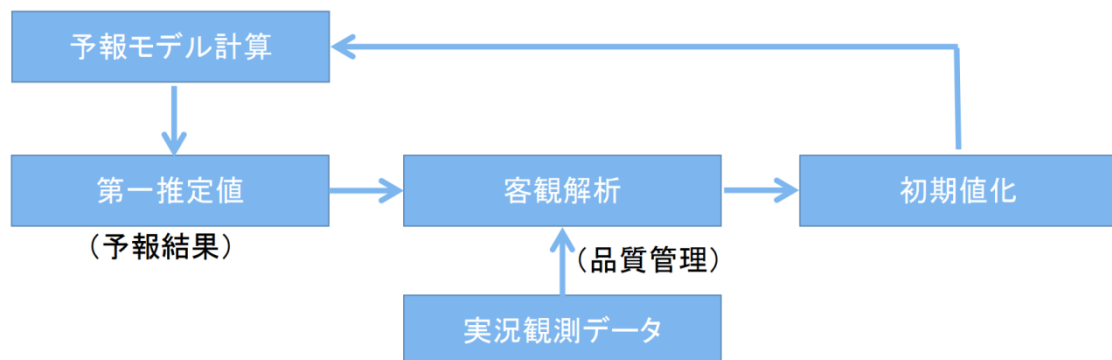
いう。

・三次元空間のすべての格子点で、ある時刻の気温、風、水蒸気量などの大気の状態(初期値と

いう)を与える。

・地上観測だけでなく、高層観測、衛星観測などのデータも客観解析に利用されている。

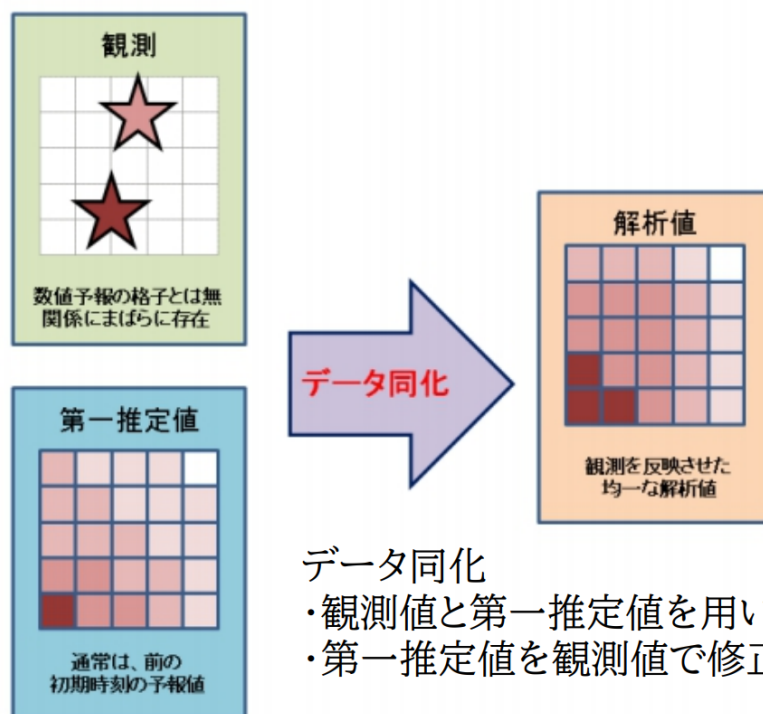
<解析予報サイクル>



前回の現時点の予報値である第一推定値を、現時点での観測データで修正することで、第一

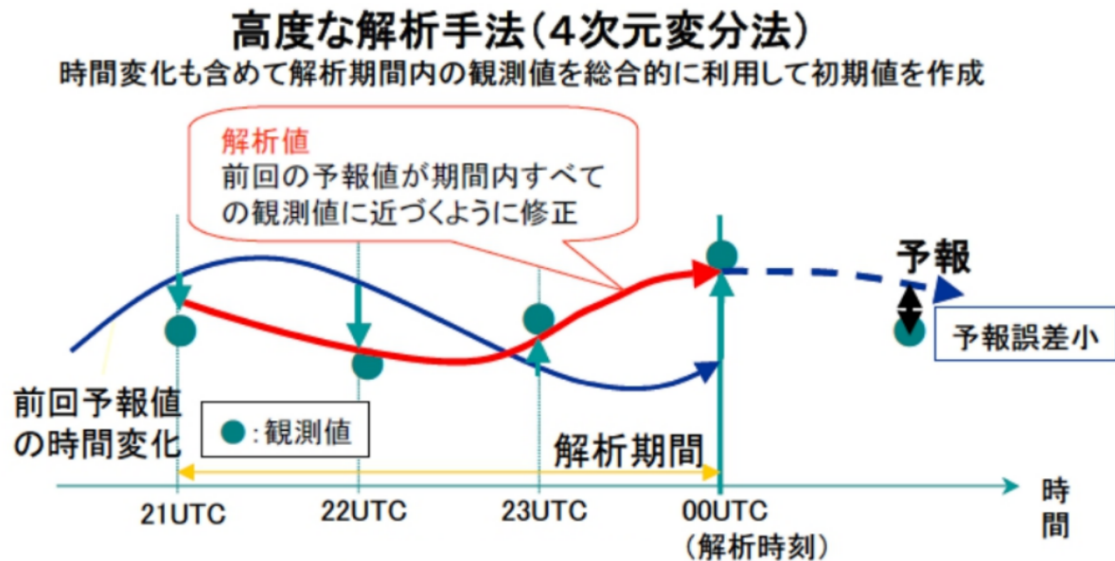
推定値の誤差を縮小して、それぞれの格子点上の値を決定する。

※観測値が正しくても、観測の値がそのまま解析値にはならない。



解析値が観測値側に寄るか第一推定値側に寄るかは、データ同化を実行する際にそれぞれの値の持つ誤差の統計的性質として与えられる「観測誤差」と「背景誤差」(第一推定値の誤差)の設定によって決まることになる。観測誤差が背景誤差より小さい場合は解析値は観測データ側に寄り、逆に観測誤差が大きい場合は解析値は第一推定値側に寄ることになる。つまり、誤差修正量の割合は、都度変化する。

(b) 正



基本的な変分法データ同化では、気候学的背景誤差のみを用いているが、これにアンサンブル予報から見積もられる予報誤差を組み込み、予報誤差の扱いを拡張することができます。

従来の高度な変分法データ同化システムをベースに、アンサンブル予報から見積もられる予報誤差を利用することで、解析値の精度の向上が期待できます。これを「ハイブリッドデータ同化」といい、次世代の現業データ同化システムの候補の一つになっています。

【類題】平成 30 年度第 2 回専門問 3(a)

(c) 正

全球モデルにおける速報解析の場合、解析対象時刻から 2 時間 20 分経過した時点で、解析に移行します。一方、メソモデルの場合は、解析対象時刻から 50 分後です。速報性が重視されるメソモデルのほうが計算処理の開始時刻が早くなっています。

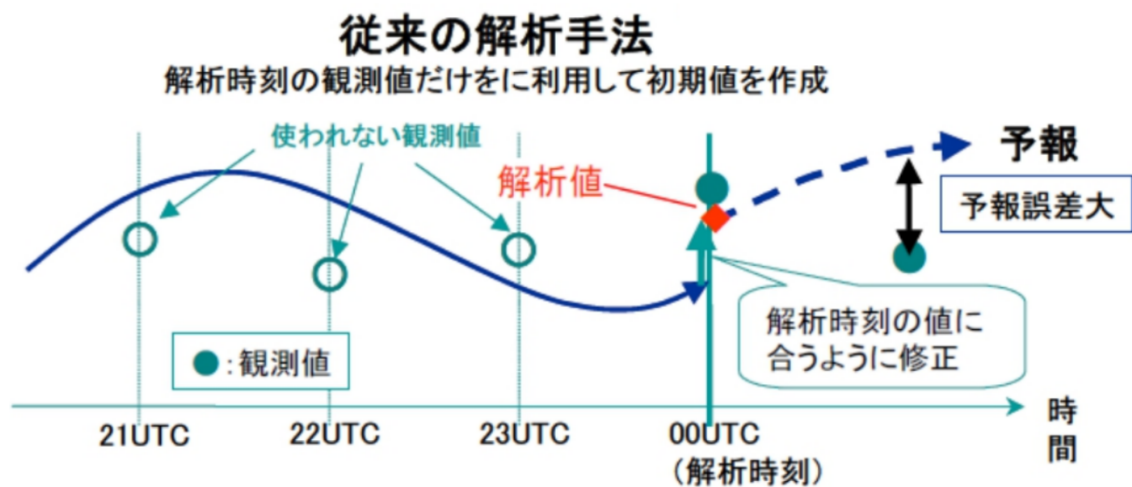
【参考】気象庁情報基盤部『令和 4 年度数値予報解説資料集』2023 年 P486,489

https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/nwpkaisetu/R4/No55_all.pdf

(d) 正

3次元変分法(下図)では、入ってくる観測値を使って予測値を逐次補正することはできないが、4次元変分法(上図)では、時間変化も含めて解析時間内に入ってくる観測値を使って逐次予測値修正している。このため、4次元変分法による解析は、3次元変分法による解析に比べて時間量が多くなります。

【類題】平成25年度第1回専門問6(a)



問6 ④

(a) 誤

数値予報プロダクトの格子点値は、格子点付近の空間での代表的な値を示しています。

【類題】令和3年度第1回専門問6(a)・平成28年度第2回専門問5(a)

(b) 誤

全球モデルにかかわらず、数値予報の精度は、一般に予報時間が長くなるほど悪くなります。よって、その影響は、予報時間が長くなるほど大きくなることはあっても小さくなることはありません。

【類題】令和2年度第2回専門問4(c)・平成29年度第2回専門問5(b)・平成21年度第2回専門問7(a)

(c) 正

全メンバーの予測を平均したものをアンサンブル平均と呼ぶ。一般に、アンサンブル平均の二乗平均平方根誤差(RMSE)は、コントロールランと比較して小さいことが期待される。

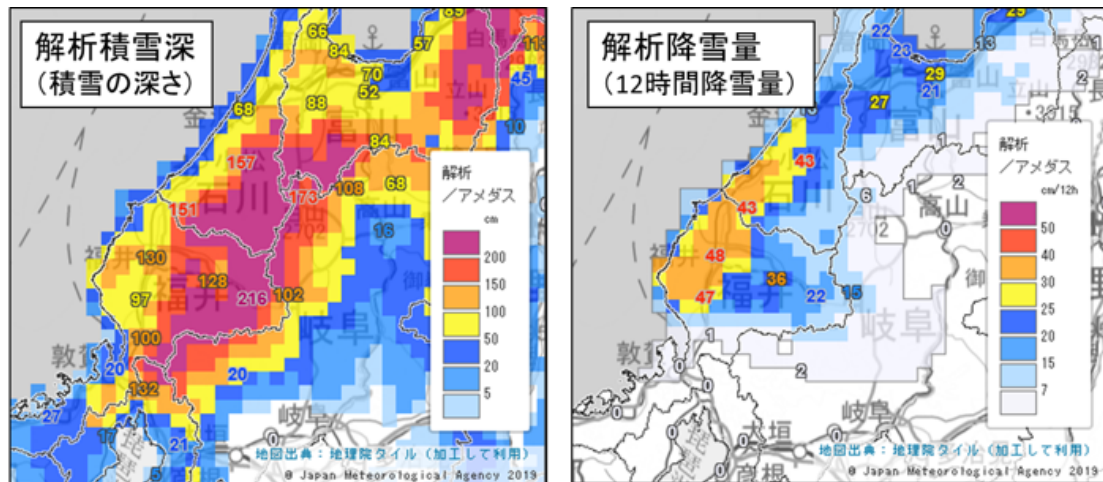
アンサンブル予報では、メンバーの分布は確率分布を表していて、分布がピークとなる予測値が出現する可能性の高い予測となっている。メンバーが正規分布する場合には、アンサンブル平均が最も可能性の高い予測となるが、メンバーが正規分布しない、例えば、複数のピークを持つ分布の場合は、アンサンブル平均と最も可能性の高い予測は一致しない。このため、アンサンブル平均だけで判断するのではなく、メンバーの分布も合わせて確認する必要がある。

また、アンサンブル平均は統計量であるため、数値予報モデルの予報値のように物理量の間で整合した値にはなっていないことにも注意が必要となる。

【参考】気象庁情報基盤部『令和4年度数値予報解説資料集』2023年 P,85 に次のような記述があります。

https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/nwpkaisetu/R4/No55_all.pdf

問 7 ②



解析積雪深と解析降雪量の描画例（平成30年2月6日12時。日本時間）
数字はアメダスの積雪計の観測値。単位はセンチメートル。

解析積雪深・解析降雪量の作成手法

解析積雪深は、解析雨量や局地数値予報モデル(LFM)などの降水量、気温、日射量などを積雪変質モデルに与えて積雪の深さを計算した後、アメダスの積雪計の観測値で補正することにより作成されます。積雪変質モデルでは、新たに積もる雪の量、とける雪の量、時間の経過により積雪が沈み込む深さ等を計算することで積雪の深さを求めます。

解析降雪量は、解析積雪深が1時間に増加した量を1時間降雪量として作成します。例えば、9時の解析降雪量は解析積雪深が8時から9時までに増加した量となります。なお、解析積雪深が減少した場合は0となります。

利用上の留意点

解析積雪深・解析降雪量、降雪短時間予報は約5km四方の平均的な値のため、局地的な降雪の多寡は表現できません。

降雪量は少なめに予想する傾向があります。格子の値そのものを直接利用せず、積雪の深さや降雪量の大きな分布状況・予報を把握するために利用してください。

解析積雪深・解析降雪量の値は、個別地点における観測値と必ずしも一致しません。

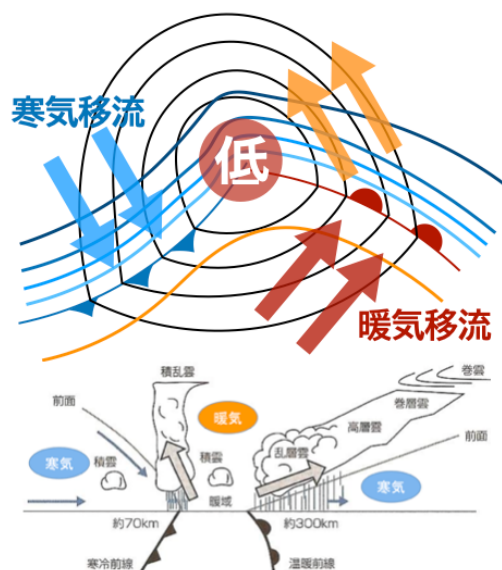
次のような気象条件の場合、解析・予報の精度が低下する可能性があります。

- ・ 風が強い場合：雪が風で流されるため
- ・ 地上の気温が1～3℃の時：雨雪の判別が難しいため
- ・ 上空に温かい空気が入っているとき：上空で雪がとけてしまうため

【参考】気象庁ホームページ

<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/kurashi/snow.html>

問 8 ④、または⑤



(a)正しい

寒冷前線の通過前 南西風

寒冷前線の通過後 北西風

⇒風向は時計回りに変化

また通過後は乾燥した空気が入る

そのため露点温度は低くなる

⇒一般知識の該当部分も復習を！

(b)正しい

暖域でも暖気と寒気のぶつかりがあるから積乱雲が発達することになる

(c)正しい

先ほどの一般知識でも取り扱ったもの

低気圧の後面で寒気が流入

→層厚が小さくなり

中上層の等圧面高度が下降

下層は密度の重い空気では気圧が上昇

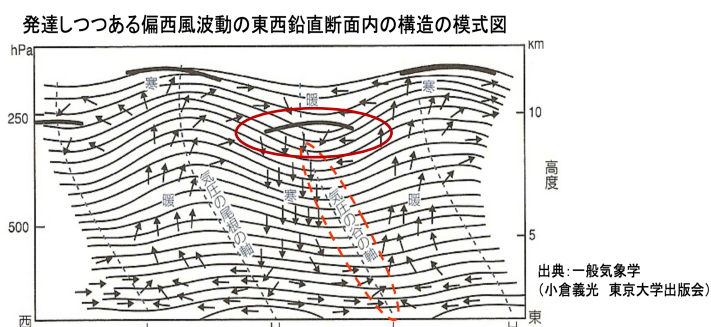
(d)基本的には正しい

ただし、閉塞前線が形成されてしばらくは、多少気圧が下がる事例もある

→http://www.jmbasc.or.jp/jp/examination/pdf/cwfe_59_e.pdf

※授業資料(専門7回 10 章)2～13 ページ テキスト 484～496 ページ

一般知識の該当部分も復習を！



問 9 ④

(a) 正

可視画像で灰白色、赤外面像で灰色なので、中層雲または中・下層雲と考えられる。

(b) 正

可視画像で灰色、赤外面像で暗いので、霧または層雲である。

(c) 正

可視画像で灰白色、赤外面像で非常に明るい団塊状の雲のなので、発達した積乱雲である。

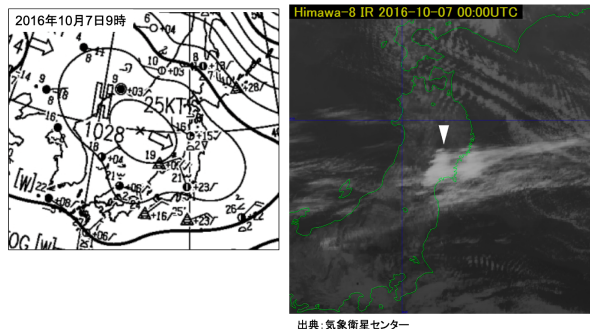
(d) 誤

地形性巻雲は、山脈の風下側に発生する停滞性の上層雲で、赤外面像では白く表示され、風上側の雲縁が山脈と平行な直線状となり、風下側に長く伸びる。風上の縁はほとんど移動せず同じ場所に留まります。

また、地形性巻雲は、高気圧の圏内で山頂付近から対流圏上部までほぼ安定成層を成し、風向がほぼ一定の時に発生します。

本問では、風上側の雲縁が山脈と平行な直線状の形状は見られず、風下側にのびる雲の帯も明らかに長すぎます。

領域 D の雲の帯は、前線の北側に位置していることから、強風軸帯に対応するシーラスストリークと思われます。



問10 ③



最接近時

北寄りの風: 台風はその地点の東側を通過

南寄りの風: 台風はその地点の西側を通過

A 地点では、11 時と 12 時に風速が急に弱まっており、同時に海面気圧が他の地点と比べても最も低くなっています。すなわち、A 地点のすぐそばを台風が通過したことを示唆します。

時間の風向変化を見ると、B 地点が時計回りに、他は反時計回りに変化しています。このことから、B 地点は北上する台風の東側に位置し、C 地点と D 地点は台風の西側に位置していたと考えられます。

さらに、C 地点と D 地点では、D 地点のほうが海面気圧の最低値が低いことから、台風を中心により近い位置を通ったことがわかります。

よって、A 地点は石垣島 B 地点は宮古島 C 地点は与那国島 D 地点は西表島、となり、台風の移動経路は③になります。

【類題】令和 4 年度第 1 回専門問 3

問 11 ①

熱的低気圧は、日中の強い日射により地表面が加熱されることで、大気下層が加熱されて上昇流が発生することによって生じる局地的な低気圧です。季節的には、日射が強い春から夏の時期には発生しやすくなります。

以下、日本気象学会編『気象科学事典』東京書籍 1988 年 P445 より

気圧が下がるのは、海拔 1～2 kmまでであり、気温上昇量と気圧低下量との関係は静力学平衡の式でほぼ表現される。谷や盆地では谷風循環に伴う下降気流によって断熱昇温が起きるため、気圧の低下量が大きく、中部山岳域の盆地では沿岸部との気圧差が 2hPa を超える。

よって、(a)(b)(c)は、いずれも正しい。

問 12 ①

(a)正しい ※問題文の通り

※授業資料(6 回9章)42 ページ テキスト 467～468ページ

(b)正しい ※問題文の通り

※授業資料(6 回9章)41 ページ テキスト 467 ページ

(c)正しい ※問題文の通り

https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/keihou.html

問 13 ②

(a)正しい ※問題文の通り

※授業資料(8回11章)52ページ また、各指数情報を参考に

(b)正しい ※問題文の通り

※授業資料(8回11章)52ページ

(c)誤り

※現在すべて、基本的に指数を使っている

土砂キキクル:土壌雨量指数+60 分間積算雨量(39～40ページ)

浸水キキクル:表面雨量指数

洪水キキクル:流域雨量指数と表面雨量指数

問14 ②

まず、ささっと表を作る

		予報					予報			
予報区A		あり	なし	計		予報区B		あり	なし	計
実況	あり	3	1	4		実況	あり	2	1	3
	なし	2	1	3			なし	1	3	4
	計	5	2	7			計	3	4	7

(a)正しい

		予報						予報		
予報区A		あり	なし	計		予報区B		あり	なし	計
実況	あり	3	1	4		実況	あり	2	1	3
	なし	2	1	3			なし	1	3	4
	計	5	2	7			計	3	4	7

この問題の場合、降水の有無の的中率なので

「ありあり」「なしなし」の回数を予報回数で割ればいい

$$A:(3+1)\div7=0.57 \quad B:(2+3)\div7=0.71$$

⇒Bのほうが的中率が高い

(b)正しい

予報区A		あり	なし	計		予報区B		あり	なし	計
実況	あり	3	1	4		実況	あり	2	1	3
	なし	2	1	3			なし	1	3	4
	計	5	2	7			計	3	4	7

スレットスコア

予報・実況とも「降水なし」の回数を除外して計算した適中率

発生頻度の少ない予報を評価する方法

実況「現象あり」(A)÷(予報を発表した回数－予報・実況とも「現象なし」)

$$= \text{実況「現象あり」}(A) \div (A+B+C)$$

$$A:3 \div (3+1+2)=0.5 \quad B:2 \div (2+1+1)=0.5$$

(c)誤り

ブライアスコア

①確率予報値を 0～1 の値にする(例:60%→0.6)

②実況値 降水なし:0 降水あり:1 とする

③予報値から実況値の差を取り、2乗し、足し上げる

④予報回数で割る

(③、④で平均値を取ってやる)

⇒値が小さいほど精度が良い(完全予報は「0」)

予報区A	1	2	3	4	5	6	7
降水確率	0	0	0.5	1	1	0.5	1
降水	0	1	0	1	1	0	1
差	0	-1	0.5	0	0	0.5	0
差の2乗	0	1	0.25	0	0	0.25	0
							1.5
予報区B	1	2	3	4	5	6	7
降水確率	0	0	0	0.5	1	0.5	0
降水	0	0	1	1	1	0	0
差	0	0	-1	-0.5	0	0.5	0
差の2乗	0	0	1	0.25	0	0.25	0
							1.5

問15 ⑤

外向き長波放射量(OLR)

⇒地球の上空から見た、長波放射の様子

太陽の短波放射が地球で吸収され、長波放射として放射される様子を
上空から観察しているイメージ

値がプラス:長波放射が盛ん ⇒晴れ

値マイナス:長波放射の観察ができない⇒雲が多い 対流活動が活発な可能性

また、出題されているのはテレコネクションの「PJ パターン」

フィリピン付近:対流活動が盛ん 北隣の日本あたりは晴天

フィリピン付近:対流活動不活発 北隣の日本あたりは雲が多い

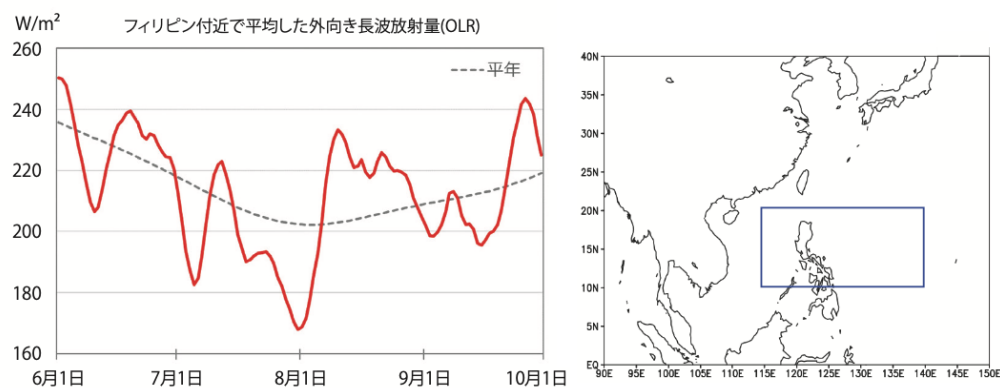


図1 ある年の6～9月のフィリピン付近(右図の矩形領域)で平均した外向き長波放射量(OLR)の変動(赤実線、7日移動平均)と平年の値(灰色破線)。単位は W/m^2 。

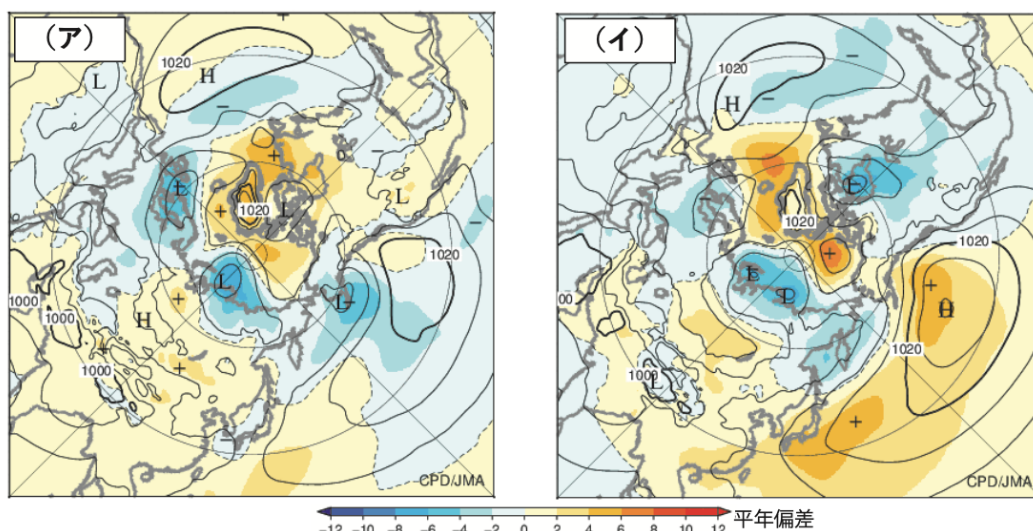


図2 8月の月平均海面気圧と平年偏差。 実線:気圧(hPa)、陰影:平年偏差(hPa)