

専門



最初の方汚いです。すみません。

40

[1] 平均風速 : $\frac{\text{前}}{\text{後}} (0 \text{ min})$
 瞬間風速 : $\frac{\text{前}}{\text{後}} 3 \text{ sec}$

43

強風

: $15 \sim 20 \text{ m/s}$

暴風

: $20 \sim$

P58

近似式

相溫 ↓ 濕 ↓

相當濕度

$$\theta_e = \theta + kw$$

w: 混 (g/kg)

k: 比定

混合比 (kg/kg)

$$w = 0.622 \times \frac{e}{p}$$

e: 水蒸氣壓 (hPa)

p: 氣壓 (hPa)

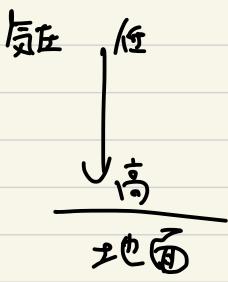
前線：850 hPa 溫度場

等溫線集中帶の南限に注目

気圧：更生する。現地気圧 \Rightarrow ^{海拔0mの} _{海面気圧}

$$\Delta P = -\frac{P}{RdT_m} g \Delta Z \quad \left(\begin{array}{l} \text{from} \\ \Delta P = -\rho g \Delta Z \\ P = \rho RdT_m \end{array} \right)$$

垂直気圧速度 (hPa/h)



負：上昇流 | 正：下降流

$$\Delta P = -\rho g \Delta Z \rightarrow \text{m/s} \approx ?$$

q_2 雲量

T_{10} $2T_{-10}$

αの大きさ

1.(5) 濡霧 \Rightarrow えれで雪として雪量 10

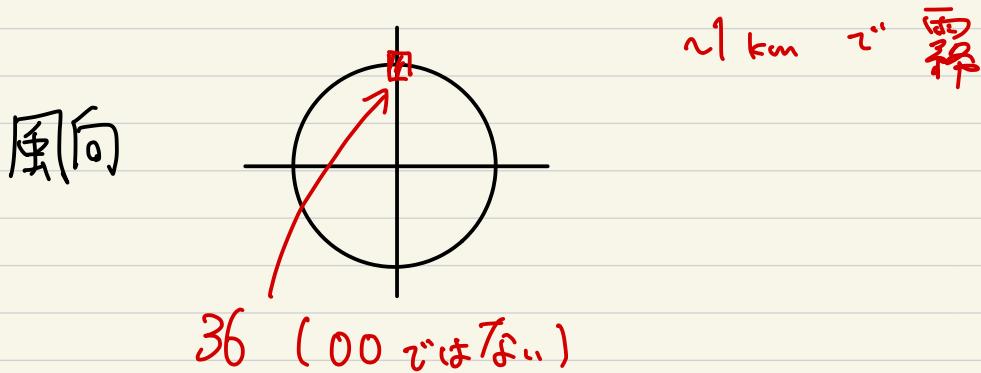
1.(6) 月平均風速：春が一番つよい

1.(7)

1.(8)
114 ダイヤモンドダスト \Rightarrow 雪。

1.(9) 静穏：風速 0.3 m/s 未満。

1.(10) もや：視程 1 km ~ 10 km.



パラメタリゼーション：直接計算できない物理過程を簡略化

[ストリームlining の
流れれい (潜熱の移動) もとと。]

[2] 高層気象観測

① ラジオゾンデ :

観測 → 相対湿度

結果 → 湿数

② エコゲラフ

湿潤域 : 湿数 3°C 未満

対流圈界面 : 気温減率 $2^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 以下

2 km にわたって鏡面下面

(500 hPa 以下は除く)

積乱雲内 : 湿潤域に着目

前線面 : 湿潤層 逆転層
安定層

北東からの風 : 2/3強

→ 木一つ海面気圧 \rightarrow 逆転層, 安定層

日本海

冬： 下層の湿润域へ近い
→ 寒気層に支配

露点
気温
近い部分
寒気層

太平洋

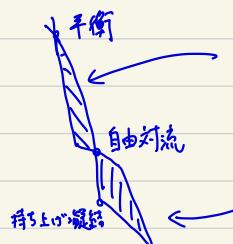
→ 干燥と獨立

SSI : (500 hPa の 気温)

未飽和・乾
飽和・湿

- (850 hPa の 空氣 → 500 hPa に 持ち上げた 気温)

⇒ 負の値： 不安定



CAPE : 対流有効位置エネルギー

CIN : 対流抑制。

$I \geq 7^{\circ}\text{C}$ = 逆転層が あたら成因で発達

オランダ： ドルイ・分光光度計

気象レーダー：後方散乱を利用。

↳ 観測水平分解能は 1 km, 5 分毎に観測

明瞭な筋状の降水エコー：下層の風が強..

↳ エコーの存在：風が収束している

・ レーダー方程式 $\left\{ \begin{array}{l} r^2 \text{に反比例} \\ \text{水は氷より5倍反射やすい。} \end{array} \right.$

・ 電波の後方散乱：降水粒子の直径の6乗に比例。

- | | | |
|-------|-----------|-----------|
| ・ エコー | ① ゲラントエコー | 山、地形 |
| | ② シーグラム | 波しお |
| | ③ エンゼルエコー | 大気の屈折率の乱れ |

・ ブラストバンド：雪 → 雨 環状バンド

・ X-MP 気象レーダー：降水強度を偏波間の位相比較により解析。
(波長が短いので観測エリアが狭くなる)

気象ドップラーレーダー：動径速度を分かる



上層に向かって風向が

時計回り：暖気潮流
反時計回り：寒気潮流

EC: 温帯低気圧

ヘンドロフォライド観測 : 乾燥している観測にくい、データの欠落

品質管理

- ① 渡り鳥エコー
- ② 地形エコー
- ③ 局所的に矛盾するデータ
- ④ 大きな鉛直シア : 融解層
- ⑤ 降水域の始まりや終わりのデータ

融解層 : 下降気流が急増、鉛直シアが大きくなることも

↑ 気温が 0°C 附近で起こるに留意 ($0.6^{\circ}\text{C} / 100\text{m}$)

4章

气象衛星観測

- { 静止気象衛星 : 赤道 3万64 km
極軌道衛星 : 1日2回

可視画像

: これだけ 空間分解能 1 km (他の 4 km)

赤外画像

: 輝度 温度

水蒸気画像

: 中・上層 加湿潤

→ 暗域と明域の境界 : ジェット気流の推定

→ 上層寒冷渦 : 渦中心域で雲がみられない。

→ 热帶低気圧

→ 明化 : 上昇流が強まる。 } EC の前後

暗化 : 下降流 "

低気圧が閉塞 (ドライスロット)

→ 後面から乾燥した寒気の流入。

5章

数値予報のやり方： 4次元変分法.

品質管理もする。

[1] 水平格子 を作る

[2] 格子点上の値を決める (客観解析)

[3] 初期化 (慣性重力波の除去)

[4] 予想計算 (パラメタリゼーション)

↑

格子点周辺の観測値から求めた値と

第一推定値 を用いる。

↑過去の予報した現在の予報値。

数値予報モデル。

	解像度	期間
非静	局地 モデル	2 km 9h
静	メソ モデル	5 km 39(36)h 防災気象情報 ナウキャスト 在地に用いる。
↑ 気象アヤマの問題	全球 モデル	20 km 11日 or 84h 台風と梅雨前線との
↑ 対流性の隔離化 小さな予想される	台風アオシール予報モデル	40 km 5日
	週間アンサンブル予報モデル	40 km 11日

・解像度 \times (5~8) のスケールの現象から解析できる。

{ 台風のスケールは 200 km <-->
梅雨前線のスケールは 1000 km <--> → 全球モデル

天気予報 ガイダンス : 予報値 から 天気に翻訳。

MOS 手法 : 統計的に決定
カルマンフィルター : 予測式の係数を観測値から最適に修正。

ニューラルネットワーク : 非線形対応を見出せる。

↳ 系統的誤差の軽減が可能 (数値予報結果・誤差は修正不可)

6章

ナウキャスト

間隔、予報時間 分解能

- 降水ナウキャスト : 5分毎、1時間先、1km.

↑ 降水強度 : $N \text{ mm/h}$ という形式にする。

- 雷ナウキャスト : 10分毎、1時間先、1km

{ 活動度 1 : 雷の可能性あり (今は落雷している)
活動度 2 : 雷あり or 今は発雷していないが間もなく落雷の可能性
活動度 3 : やや激しい雷発生
活動度 4 : 激しい雷発生

1時間以内に目安

間もなく落雷の可能性

30分以内

数時間前から発表

* 雷注意報 : 数値予報の結果から、雷ナウキャストから発表ではない。
ただし、雷ナウキャストの活動度有 ⇒ 雷注意報は発表

- 竜巣発生確度ナウキャスト : 10分毎、1時間先、10km.

{ 発生確度 1 : 適中率は低いが見逃しは少々..

発生確度 2 : 適中率は高いが見逃しも多々

→ 竜巣注意情報 (20分後予想以内に発生確度2が予想), 1時間有効

* 竜巣は秋(最多は9月)に発生しやすい

↳ 積乱雲が秋に発生しやすい

↳ 海面温度が9月に最大、太平洋高気圧の後退で上空で寒気が流入しやすい。成層状態が悪い。

↑ ダウバーストやガストフロントに対する注意も含まれている。

降水短時間予報

・ 初期値とて 解析雨量 を用いる

レーダー、アメダスなどの地上雨量計
のデータから推定する

↖ 前1時間の降水量 (水平分解能 1km), 30分毎に作成

↳ 補外(外挿)予報を行う。

↳ ある程度時間が経つと、メソモデルより精度が低くなる

↓

初めは補外予報、時間が経つとメソモデル数値予報の比率を高めて予報。

{ 1~6 時間先： 10 分ごとに更新

7~15 時間先： 1 時間ごとに更新

短期予報

ex) 府県天気予報 や 地方天気予報,
注意報、警報

用:

一次細分区域：地方ごと

二次細分区域：原則市町村、一部は市町村を分割

降水確率予報

0% ~ 100%までの 10%刻み 11 区分

ex) 4期間 20%のとき全体の降水確率は

$$\{ 1 - \left(1 - \frac{1}{5}\right)^4 \} \times 100 = \underline{\underline{59\%}} \quad (\text{余事象})$$

天気分布予報

: 格子ごとにアニメーションで表示

時系列予報

: 一次細分区域単位で時系列にて表示

} 見やすい

週間予報（中間予報）

・全般週間天気予報 : 全国

・地方週間天気予報 : 各地方 ex) 関東甲信地方

・府県週間天気予報

信頼度は3段階 (A, B, C)

平年値 : 過去30年の平均値

{ 降水量 : 7日間の平年並の範囲

 | 気温 : 予報4日目の平年値

7章

アンサンブル予報 : 黒字の初期値で予報計算。

→ アンサンブル平均から予報誤差の縮小、系統的誤差は直せない。

・週間アンサンブル予報

{ スペード 0.3 <=> : 予報精度は高..
 | スペード 0.5 <=> : 疑いあり

※ 暖冬 : 日本海側で降水量減、太平洋側増

 | 厳冬はその逆

夏 : 猛暑では千葉ト高気圧の存在か。

冬 : 負偏差、上空にトウガ張り出で寒気が流入すると西高東低に。

季節予報 (予報期間が1ヶ月以上)

1ヶ月予報
3ヶ月予報
暖候期予報
寒候期予報

↑ 力学的
統計的 ↳

地表面状態などの境界条件が重要
(エリニーニオとか)

気候的出現率 → 過去30年間のデータの高い順で11~20番目: 年並
年並より高い: 高い, 低い: 低い

⇒ これらの33%ずつの3つの階級のこと。

暖冬: 冬(12~2月)の平均気温が平年値の中で高いに分類
(厳冬、猛暑、冷夏も同じ感じ)

1ヶ月予報: 気温や降水量を「低い」「年並」「高い」で表現
気候出現率は10%単位。

東西指標: 偏西風の強さの指標

if, 大きい → 偏西風が強い → 天気の周期的变化

小さい → 弱い → 蛇行が大きい → 天気の偏り → 寒暖も偏る。

月平均天気図 (1ヶ月予報関連でよく出題)

正偏差: 暖, 負偏差: 寒

北極振動指数: 正 (北極域地上気圧が低い → 中緯度で高い: 暖冬傾向)

負 (" " 高い → " " 低い: 厳冬傾向)

↳ 日本の気温偏差に対応する

春: 3~5月, 夏: 6~8月, 秋: 9~11月, 冬: 12~2月,

8章

予報精度の評価

		予報		合計
		現象あり	なし	
実況	現象あり	A	B	G
	なし	C	D	H
合計		E	F	N

$N = 100$

カテゴリ一予報

$$\text{適中率} : (A + D) \div N$$

$$\text{空振り率} : C \div N$$

$$\text{見逃し率} : B \div N$$

$$\text{スレットスコア} : A \div (A + B + C) \quad \leftarrow \text{稀な現象の適中率}$$

$$\text{ペイアススコア} : (A + C) \div (A + B) \quad \leftarrow (\text{予報の現象あり}) \div (\text{実況のあり})$$

注意報・警報

$$\text{適中率} : A \div E$$

$$\text{空振り率} : C \div E$$

$$\text{見逃し率} : B \div G$$

$$\text{2乗平均平方根誤差} : \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \{F(i) - A(i)\}^2}{N}}$$

2乗



$$\text{ペライアスコア} : \frac{\sum_{i=1}^N \{F(i) - A(i)\}^2}{N}$$

↓
値は 0 に近いほど 精度が良い。

$\begin{cases} F : \text{実況} \\ A : \text{予報} \\ N : 回数 \end{cases}$

$$1 \text{ kt} = 0.514 \text{ m/s}$$

スキルスコア：予報の技術的な難易度を除外した評価法。
完全予報で1，適当な予報で0，適中率が悪いと負。

$$\frac{(A+D) - S}{N - S} \quad \text{ただし } S = \frac{E \times G + F \times H}{N}$$

捕捉率： $A \div B$

9章

台風：北緯5~25度、海面温度26.5°C以上で発生。

500 hPa の風の流れる傾向あり

def 最大風速が 17.2 m/s 以上 (34 kt 以上)

* ハリケーンは 64 kt 以上 (1分間平均風速の最大値)

予報用：台風中心から70%の確率に入る部分。

4日前、5日前、台風進路予想は省略される。

台風情報

特徴

5日予報：予想進路のみ

72時間予報：

24時間予報：

台風接近時：

3時間毎の中心位置

1時間後の推定位置

中心位置
中心気圧
最大風速
最大瞬間風速
暴風警戒域

中心が海岸線から300km以内。

暴風域に入る確率の解釈

→ 変化量に着目する

暴風域に入る確率が急増： 暴風域に入る確率が大きくなる
" 大きく減少：" " 始める "

- 台風領域外に存在する雨域： アウト - バンド。
- 台風のエネルギー源は多量の水蒸気の凝結で放出される潜熱
- 第2種条件付不安定 (CISK)
- 大気上層ほど低気圧性は不明瞭に。
- 界面附近 (200 hPa 附近) で発散。
- 台風の発生と上陸は8月で最大、僅差で9月。
- 台風の通過 → 海水の上下混合 → 海水温の下降。
- 吹き寄せ効果、吸い上げ効果により高潮の発生

10章

傾圧性のある大気：等圧面と等温線が交差

→ 温度風の関係から風の鉛直シアが大きい。

梅雨：南西モンスーンの流入、クラウドクラスターの存在。

アロッキンゲ高気圧：亜熱帯ジェット気流が分化、気圧の尾根をつくる。



寒冷低気圧：下層の寒気流入は不明瞭だが

中上層に低気圧性循環の寒気

- 500 hPa 気温図にて寒気核が存在 ↙ 500hPaに着目する
- 南東象限が悪天になりやすい傾向をもつ

冬型の気圧配置：日本付近を等圧線が縦に横切る

- 離岸距離：大陸の海岸から筋状の雲が現れるまでの距離。

短いほど大陸からの寒気の吹き出しが強い。

- 気団変質：乾燥した寒気が海面からの潜熱や頭熱を受け
大気の性質が大きく変化すること。

- 上空の寒気が強く、風速が大きい程 筋状の雲が増加。

雪：相対湿度が低.. 4~5℃^{以下の}

高いと 1~2℃くらいは70%^{以下の}

雪が降らな-

雪密度、雪水比、看雪度

気温が大きいほど値は大きい。

0°C < シグマ < 1.0

日本海に強い寒気が存在。

里雪型：日本海に小低気圧 or ドラフが存在する

→ 等圧線は南北からやや西に傾く。

→ 平野部で大雪になりやすい。

日本の東のドラフ

山雪型：等圧線が南北に横切る。

→ 山岳部で降雪量が増えた。

大気の状態曲線

雲がある部分は湿润域になる

上空の寒気による沈降性逆転層が存在。



南岸低気圧：本州南岸を通る低気圧。

冬季から春先にかけて太平洋側に降雪をもたらす。

→ 南岸低気圧の北側の地表付近、下層の大気は北東から北よりの寒気が南へ誘導。

状態曲線では前線性逆転層に着目（下：寒気層

上：前線面の上の暖気 および 湿潤層）



地表付近の大気が乾燥しているほど降水の直後に気温は低くなりやすい。

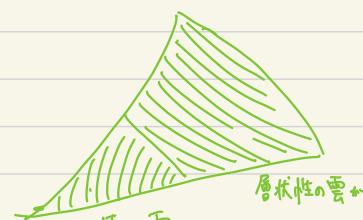
積乱雲

・気団性単一セル：夕立とか

・マルチセル型巨大雷雨：梅雨期に多く

鉛直シブが大きいと発生

・スーパーセル型巨大雷雨：日本では少ない



テ-パリシグクラウド：雲塊の形が人参(毛筆形)

積雲

→ 850hPa天気図でシアラインが存在、風の鉛直シブが大きい。

下層の大気が暖湿。

11章 気象現象と災害

大雨：一般的な目安として $100 \text{ mm} / 24\text{h}$ を観測 or 予想

条件 [1] 条件付不安定

[2] 対流不安定層

[3] 地形性上昇

[4] 暖湿な空気の下層で収束

災害

浸水害（水害）

河川の増水

{ 内水氾濫 : 多くは二ヶ所 ⇒ 低地の浸水
外水氾濫

崖崩れ、土石流

短時間強雨（強雨）：一時的に強雨が降る ($20 \sim 50 \text{ mm/h}$)

{ 強風 : $15 \sim 20 \text{ m/s}$ の風速

暴風 : $20 \sim 30 \text{ m/s}$

→ キットで高波などを考える

{ 露 : 視程 1 km 未満

濃霧 : " 500m 以下

もや : " $1 \text{ km} \sim 10 \text{ km}$

(真冬日 : Max 0°C 未満の日

冬日 : Min 0°C 未満の日

(夏日 : Max $25 \sim 30$ の日

真夏日 : Max $30 \sim$ の日

猛暑日 : Max $35 \sim$ の日

熱帯夜 : Min $25 \sim$ の日

7種類 (気象警報:大雨,大雪,暴風,暴風雪)

警報: 重大な災害が発生するおそれがある場合にその旨を警告する予報

注意報: 災害が発生するおそれがある場合にその旨を注意する予報

16種類

* 特別警報: 警報よりも上

大雨警報の基準

{ R1, R3 の基準値 : 大雨警報 (浸水害)
土壌雨量指数基準 : 大雨警報 (土砂災害)

大雨発生時の流れ.

大雨に関する気象情報 : 大雨の可能性が高くなる. 1日前~前



大雨注意報, 大雨警報 : 半日~数時間前

↪ 補完: 大雨に関する気象情報.



土砂災害警戒情報: 土砂災害の危険性(高)

基準: AND / OR 方式, 連携案方式 (府県・気象台)
タンクモデルで求め子.



記録的短時間大雨情報 : 故年に一度、猛烈な雨

数年に一度の激しい短時間の大雨を観測, 解析時に発表

必ず大雨警報は発表されている

↑ 予想ではない, R1とR3

異常天候早期警戒情報: 発表から5~14日後の期間で異常天候の発生の可能性(高)

↪ 過去30年のデータの上位(下位)10%の割合(割合)の出現率予想が30%以上.

指定河川洪水情報: 国交省や都道府県と共に発表するものもある.

レベル5: 河川氾濫発生情報

レベル3, 4: 河川氾濫危険情報

レベル2: 河川氾濫注意情報

レベル5: 泥濁発生水位.

レベル3: 避難判断水位.

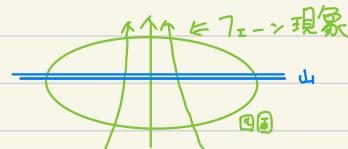
お孤風：山を越えて吹き下りる風。

12章

日本三大局地風

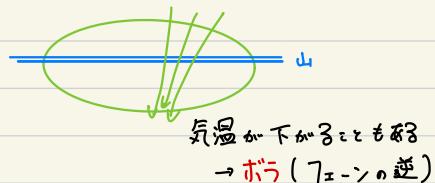
[1] やまじ風（四国）

- ・大気の成層が安定、逆転層ありで走りやすい
- ・愛媛県東部でみられる南よりの強い局地風
- ・日本海上に低気圧、台風



[2] 広戸風（岡山）

- ・やまじ風の逆
- ・太平洋側に低気圧、台風



[3] 清川だし（山形）

- ・北側と南側の山地の渓谷を通過際に水平収束



ジェット気流

・寒帯前線ジェット

↳ 500 hPa の高層天気図で解析。

・亜熱帯ジェット

↳ 300 hPa (できれば 200, 250 hPa) の高層天気図で解析。

- ・下層ジェット：梅雨期に大雨を降らす。前線の南側に発生。
 - ↳ 梅雨前線の少し離れた南側に存在する 40~50 kt の 強風帶 (850 hPa)
 - ↳ 多量の水蒸気を輸送。
- ・雨による減衰：波長が短く、周波数が大きいほど減衰が大きい (Xバンド)
↑ $\lambda = f \lambda$
- ・雷の発生：金沢が一番多い。ピークは夏は夕方(午後)、冬は夜(まばら)
- ・吹き寄せ効果：風速の^{2乗}に比例。