

# 天気図で学ぶ天気予報と気象学

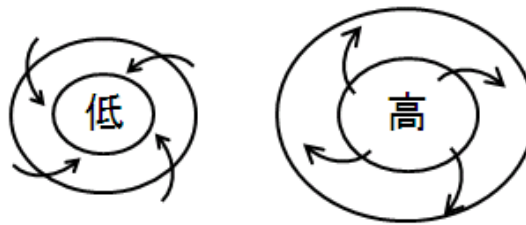
## 1. はじめに

この講習では、中緯度での代表的な気象現象であって日々の天気の変化に密接に関わる温帯低気圧や、時に大雨や強風による災害をもたらす台風を例に挙げ、天気図の作成や利用について学ぶ。天気図を作成、利用する上で必要となる、基礎的な理論を理解したうえで、地上天気図を実際に作成し、天気図を活用した実況把握や将来予測について学習する。中学校の理科第 2 分野の気象に関する部分の指導にあたって有用な知識を習得することを目的とする。

## 2. 低気圧と高気圧の基礎知識

### (1) 低気圧と高気圧

**低気圧**とは周囲より気圧の低いところ、**高気圧**とは周囲より気圧の高いところのことである。**等圧線**とは天気図上で気圧の等しい場所を結んだ線であるが、低気圧や高気圧のまわりでは等圧線は閉じている。北半球の場合、低気圧のまわりでは風が反時計回りに吹き込み、高気圧のまわりでは時計回りに吹き出す。低気圧の付近では上昇気流が生じて雨雲が発達しやすい。逆に、高気圧に覆われると下降気流が生じて雲が発生しにくい。



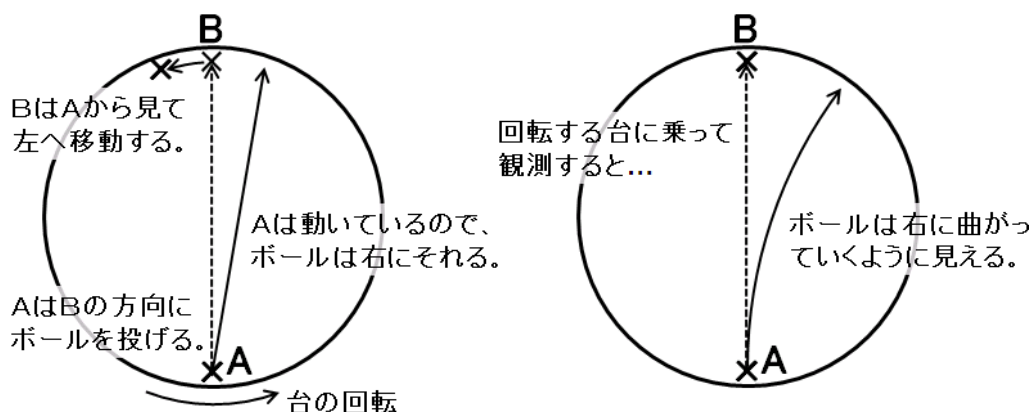
- 低気圧、高気圧の定義、そのまわりの風の様子は、中学校の理科第 2 分野で学習する。

### 参考：コリオリの力と高低気圧のまわりの渦

低気圧のまわり水平面に気圧の差があると風が吹く原因となる。気圧の差によって空気塊にはたらく力を**気圧傾度力**という。気圧傾度力は等圧線と直角に、高圧側から低圧側に向かってはたらく。しかし、天気図で見られる風向と、等圧線とのなす角は直角ではないことが多い。これは、地球の自転の影響によって、地球上を運動する

空気塊に**転向力（コリオリの力）**がはたらくためである。コリオリの力は、北半球では風の吹いていく方向に直角右向きにはたらく。南半球では直角左向きにはたらき、赤道上でははたらかない。

コリオリの力の原理を考えてみよう。回転している台の上で、Aは反対側のBに向かってボールを投げる。台は回転しているので、台に乗っていない観測者から見ると、ボールは右にそれて飛んでいく。しかも、BはAから見て左の方向に移動している。このようすを表したのが左の図である。同じ実験を回転している台に乗っている観測者から見ると右の図のようになる。ボールは台に乗っていない観測者から見ればまっすぐに飛んでいるにもかかわらず、台に乗っている観測者から見ると、右の方向に曲げられ、まっすぐに飛んでいない。つまり、みかけ上、右方向に力を受けている。このみかけの力がコリオリの力である。



- 低気圧のまわりでは反時計回り、高気圧のまわりでは時計回りの渦ができることは中学校の理科第2分野で学習する。しかし、その仕組みについては「地球の自転の効果によって」といった程度の説明にとどまっている。高等学校の地学では、コリオリの力を用いて、高低気圧のまわりで渦ができる仕組みを説明する。

### 参考：角運動量保存則と高低気圧のまわりの渦

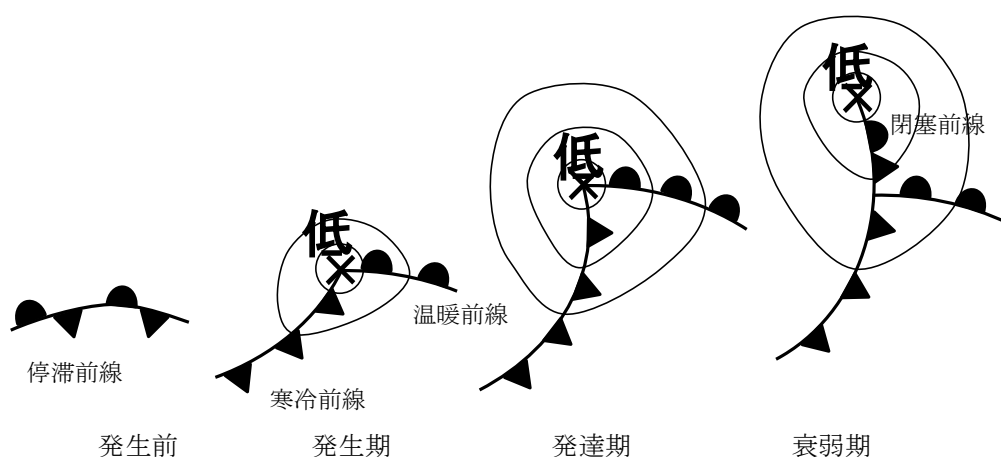
低気圧のまわりで反時計回りに風が吹く仕組みは、角運動量保存則を用いて説明することもできる。**角運動量**とは、中心からの距離と、回転方向の速度との積である。外部から回転する方向に力を加えない限り、角運動量は保存する。これが**角運動量保存則**である。物体が回転の中心に近付くと距離の値が小さくなるので、回転方向の速度の値は大きくなる。ところで、北半球の大気は、地球の自転の効果がはたらくので、仮に地表からみて風速がゼロであったとしても、全体的には反時計回りに回転してい

るとみなせる。この状況で、空気が中心に向かって移動した場合、中心からの距離が小さくなった分だけ、反時計回りに回転する速度が増すことになる。この速度の増分が、地表からみた反時計回りの渦として観測される。

## （２）温帯低気圧と前線

一般に高緯度の空気は寒冷で、低緯度の空気は温暖であることが多い。同じ性質を持った空気のことを**気団**という。**前線面**は異なった気団の境界のことであり、前線面が地表に接している場所を**前線**という。前線面では暖かい空気が上昇し雲が発生しやすい。

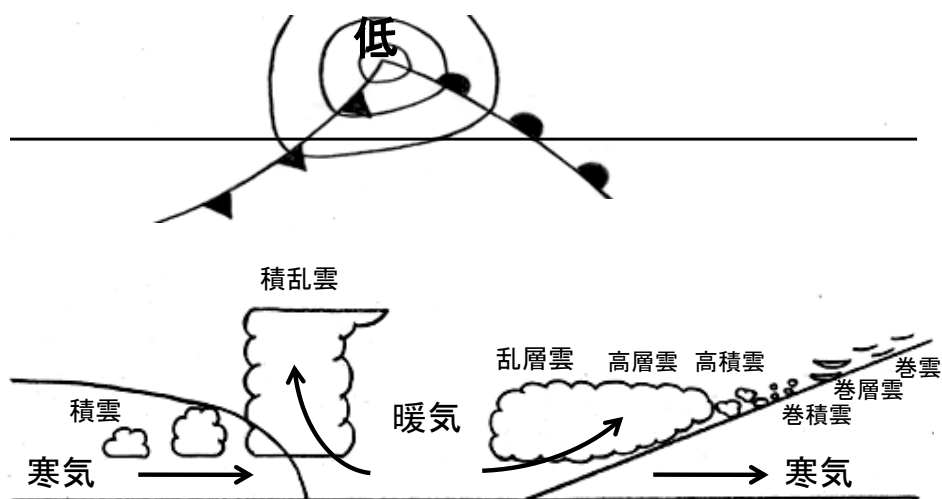
**温帯低気圧**は、暖気と寒気がぶつかり合う中緯度で発生する低気圧で、しばしば前線を伴う。一般に、温帯低気圧は上空の**偏西風**に乗って西から東へ移動する。温帯低気圧の典型的なライフサイクルは図のようになっている。温帯低気圧は**停滞前線**上で発生することが多い。停滞前線は、寒気と暖気が同じ程度の勢力でぶつかっている場所である。前線上で低気圧が発生すると、低気圧の東側では南よりの風が卓越し、暖気の勢力のほうが強くなる。このような前線のことを**温暖前線**という。一方、低気圧の西側では北よりの風が卓越し、寒気の勢力のほうが強くなる。このような前線を**寒冷前線**とよぶ。温帯低気圧は温暖前線と寒冷前線を伴いながら発達する。温暖前線は暖気の勢力のほうが強いので北に、寒冷前線は寒気の勢力のほうが強いので南あるいは南東に移動する。温暖前線よりも寒冷前線の移動のほうが速いことが多いので、やがて寒冷前線は温暖前線に追いつく。こうしてできた前線が**閉塞前線**である。



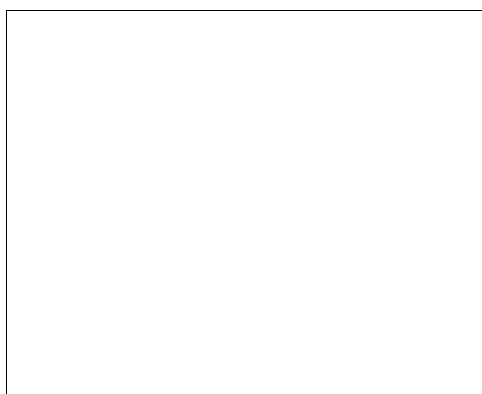
温暖前線付近では南から暖気が流入し、前線面に沿って広い範囲で比較的緩やかな上昇気流が生じている。このため、前線の東側では巻雲や巻層雲などの上層雲が生じ

ることが多い。前線付近では、高層雲や**乱層雲**などの雲が発生しやすく、広い範囲で持続的な降水がもたらされる。温暖前線が通過すると気温は上昇するが、昇温が明瞭でないこともある。

一方、寒冷前線付近では北から寒気が進入し暖気の下に潜りこんでいるので、前線付近の狭い範囲で強い上昇気流が生じる。このため寒冷前線付近では**積乱雲**が発達し、狭い範囲で短時間に強い降水が生じる。通過後には北寄りの風が吹き、気温が急激に低下することが多い。



温帯低気圧や前線に伴う雨雲の分布や動きは、雲画像によって確認できる。



(2011年 4月22日12時)

気象庁のウェブサイトより

温帯低気圧は春や秋によく見られる。次の図のように、春や秋には、温帯低気圧や移動性高気圧が交互に通過することによって、天気が西から東へ周期的に変化するこ

とが多い。



気象庁のウェブサイトより

- 小学校の理科では天気図や低気圧、高気圧を明示的には取り上げない。しかし、雲画像などを用いて天気が西から東へ変わることを教えており、実質的には温帯低気圧を取り扱っている。
- 温帯低気圧や移動性高気圧に伴う雲の量や種類の変化は小学校の理科で取り扱っている。机上の知識ではなく観察を通して教えたい。
  - ☞ 中学校の理科第 2 分野では、小学校の理科の内容と関連づけて学習することが望まれる。
- 小学校の理科においては気温の日変化を測定するが、温帯低気圧や前線の通過に伴う温度変化は中学校の理科第 2 分野で取り扱う。

## 参考：雲と降水

雲にはさまざまな種類があるが、以下の表のように 10 種類に分類することがある。これを十種雲形という。これらの雲のうち、降水をもたらすのはおもに乱層雲と積乱雲である。乱層雲は持続的な降水を、積乱雲は一時的な強い降水をもたらすことが多い。

|              |     |       |
|--------------|-----|-------|
| 上層雲          | 巻雲  | すじ雲   |
|              | 巻積雲 | うろこ雲  |
|              | 巻層雲 | うす雲   |
| 中層雲          | 高積雲 | ひつじ雲  |
|              | 高層雲 | おぼろ雲  |
|              | 乱層雲 | あま雲   |
| 下層雲          | 層雲  | きり雲   |
|              | 層積雲 | うね雲   |
| 下層から<br>上層の雲 | 積雲  | わた雲   |
|              | 積乱雲 | かみなり雲 |

- 十種雲形を取り上げるときは、単純に暗記するのではなく、雲の高さや降水の有無で分類しながら、整理して理解することが望ましい。

## 参考：雨の強さ

雨の強さは降水量として表される。降水量は、降った降水（雨や雪など）が、そのまま地面にとどまった場合に、どの程度の深さになるか示したものである。1 時間あたりの量で表すことが多い。雨の強さと降水量の値との関係は、次の表のとおりである。

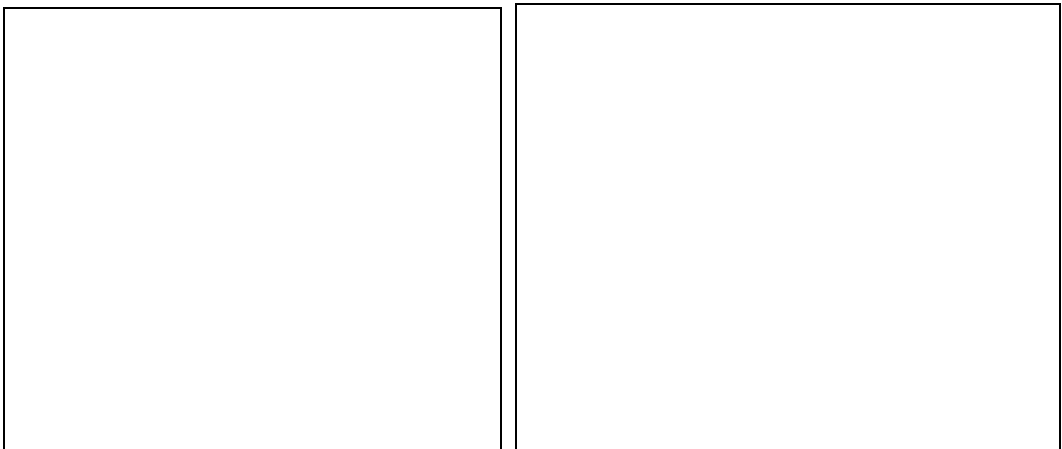
|         |          |
|---------|----------|
| 雨の強さ    | 1 時間雨量   |
| やや強い雨   | 10 mm 以上 |
| 強い雨     | 20 mm 以上 |
| 激しい雨    | 30 mm 以上 |
| 非常に激しい雨 | 50 mm 以上 |
| 猛烈な雨    | 80 mm 以上 |

- 降水量の定義は、中学校の理科第 2 分野で取り扱うことになっている。

### (3) 熱帯低気圧と台風

**熱帯低気圧**とは、熱帯の海洋上で発生する低気圧である。ばらばらに発生していた積乱雲が集まって組織化することによって熱帯低気圧になる。北西太平洋上の熱帯低気圧のうち、中心付近の最大風速が  $17.2 \text{ m/s}$  以上のものを**台風**という。熱帯低気圧や台風は、温帯低気圧とは異なり、前線を伴わない。

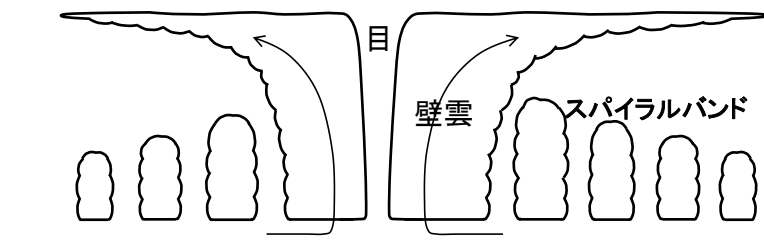
台風は巨大な渦であり、反時計回りに風が吹きこんでいる。台風は温帯低気圧とは違い、軸対称な構造をしている。気象衛星による雲画像を使うと、渦巻き状の構造を確かめることができる。天気図上では、台風の中心のまわりの等圧線は同心円状に密集している。温度分布も軸対称であり、対流圏内では、凝結熱の影響により周囲より気温が高くなっている。これを暖気核という。



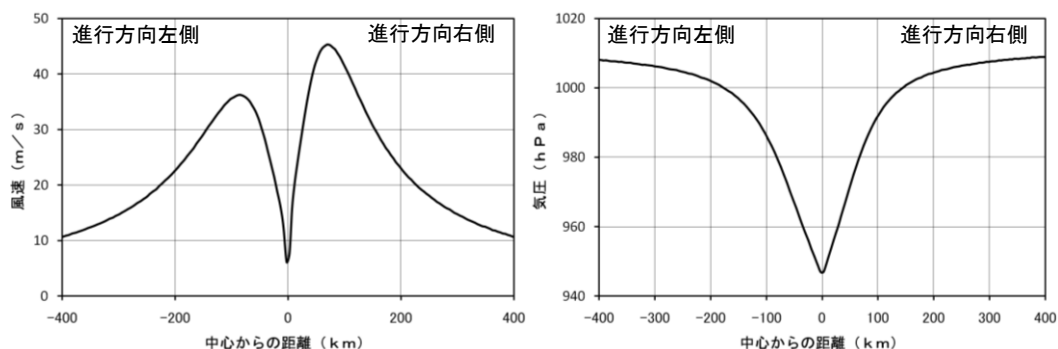
(2012年 8月25日 6時)

気象庁のウェブサイトと高知大学気象情報頁より

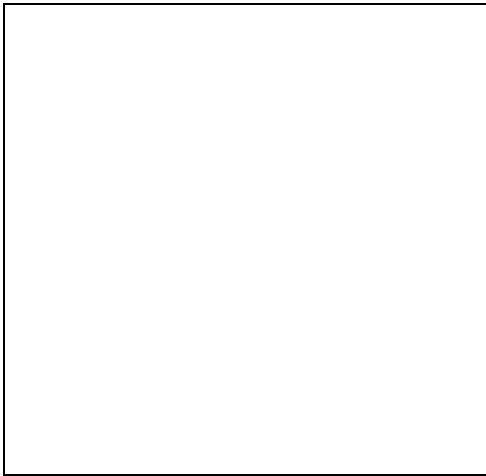
一般に台風は中心に近づくほど風速が大きくなるが、中心付近では風が弱く晴れている場合がある。これを**台風の目**という。台風の目は雲画像で確認できることが多い。台風の目は、中心に向かって吹きこんできた風が遠心力の影響でそれ以上近づくことができない領域であると考えられ、周囲の積乱雲に伴う上昇気流の補償下降気流が生じている。このため、台風の目の中では雲は発達しやすい。台風の目は非常に背の高い積乱雲に囲まれている。これらの積乱雲を**壁雲**という。壁雲の周りでは、やや背の低い積乱雲がらせん状に連なっている。これを**スパイラルバンド**という。



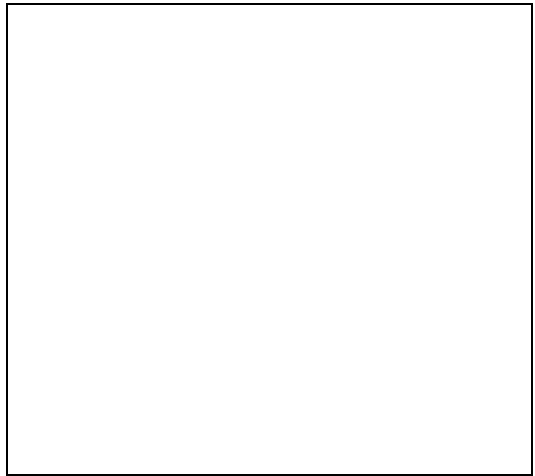
台風は基本的には軸対称な構造を持つが、反時計回りの渦に移動の効果が重なるため、進行方向右側のほうが風が強くなることが多い。



台風の中心から離れていても大雨が降ることがある。図に示した事例では、台風の東側を回りこむ形で、台風の前面に暖気が流入している。このため、高緯度側の寒気との間に前線が生じている。前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込んでいるので、前線付近では大雨が降りやすい。また、台風の東側では南よりの風が吹いているが、この風が本州や四国、九州の山地の南斜面にぶつкаると雨雲が発達し大雨になりやすい。これらの大雨は、台風の中心から離れていても発生するので注意が必要である。



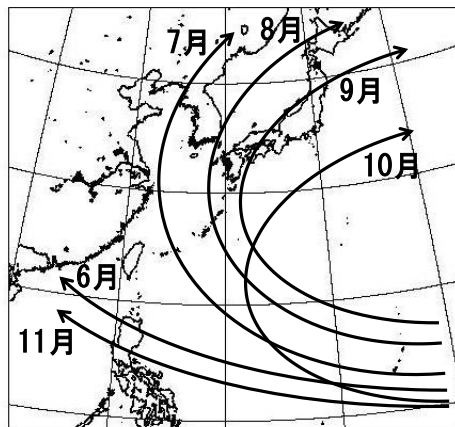
天気図（2014年 8月 8日 9時）



解析雨量（2014年 8月 8日 12時）

気象庁のウェブサイトより

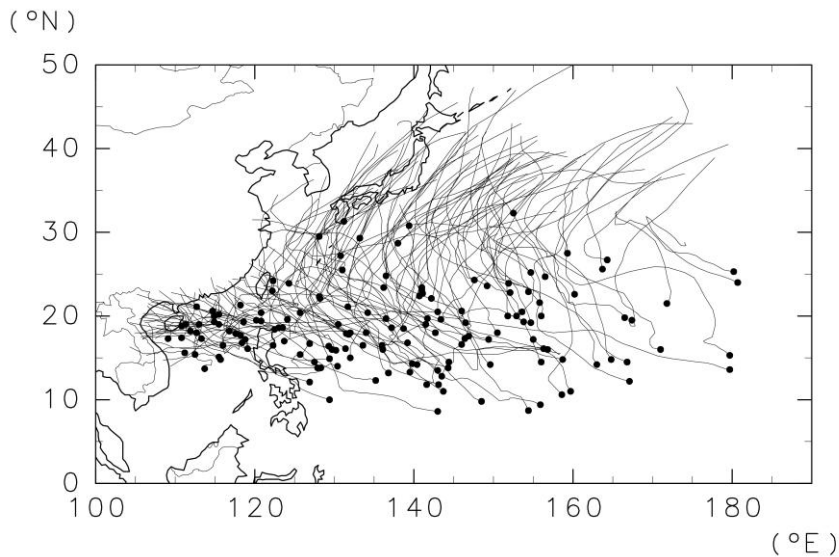
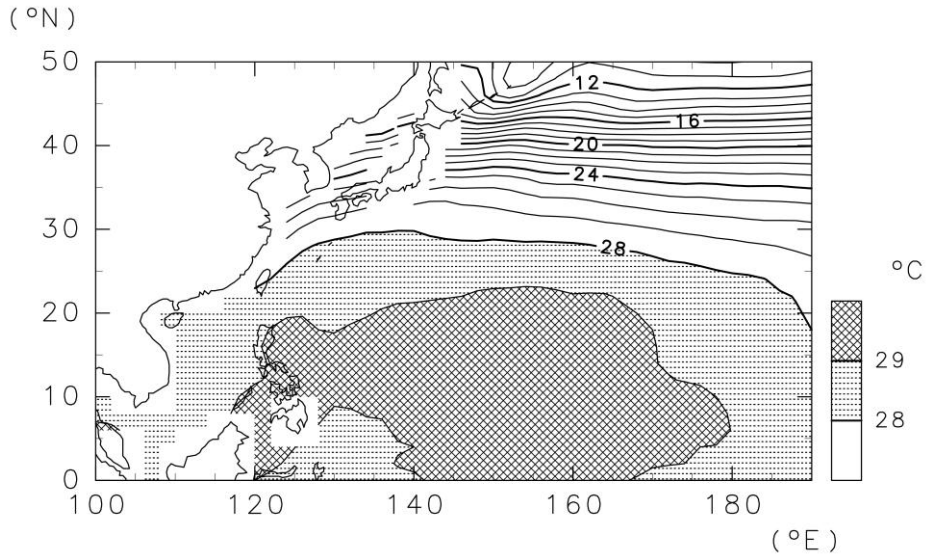
台風は平均して1年に26個発生する。熱帯の海洋上で発生したあと、上空の風に流され、しばしば太平洋高気圧のへりを回るような進路をとって日本にやってくる。台風の典型的な進路は図に示した通りである。夏から秋にかけては、日本に接近したり上陸したりする台風が多い。太平洋高気圧の勢力が強い夏の間は、台風が大陸のほうを大きく回っていくこともあるが、秋になって太平洋高気圧の勢力が弱くなると、日本にやってくるが多くなる。



- 小学校の理科で台風を取り上げる。大雨や強風がもたらされるだけでなく、進路についても触れる。天気は西から東へ変わるという原則が当てはならないことに注意する。

図に示すように、熱帯の海洋では海面水温が高いことが多い。このような海域では、

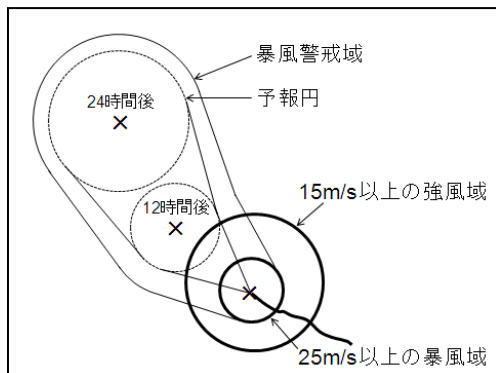
海面から多量の水蒸気が蒸発している。このため、熱帯の海洋上では水蒸気が豊富で、積雲や積乱雲が多く発生する。熱帯低気圧は、このような熱帯の海洋上でばらばらに生じていた積乱雲が集中して組織化することによって発生する。図は、台風の発生場所と進路を表している。海面水温の高い海域で発生していることがわかる。赤道付近は地球の自転の効果がはたらかないため、台風はほとんど発生しない。



気象庁によるデータを用いて作成

台風の勢力は、中心気圧や最大風速によって表すことができる。台風情報は、図のような形で発表される。平均風速が 25 m/s 以上の範囲が**暴風域**、15 m/s 以上の範囲が**強風域**である。**予報円**は、台風が中心が到達すると予想される範囲のことで、実際に

予報円に入る確率は70%である。予報円の中のどの場所に到達するかは不確実性の範囲内であり事前に予想することはできない。台風の中心が予報円内に進んだときに暴風域に入るおそれのある領域を**暴風警戒域**として示す。台風情報は3日後まで発表されるが、3日後以降も引き続き台風と予想される場合は、5日後まで発表される。



- 小学校の理科においても、教科書によっては、台風情報の利用に言及している。防災の観点からも、ぜひ教えておきたい。

### 参考：風の強さ

風の強さは風速（または風力）として表される。風速は、空気が流れる速さである。通常は m/s で表す。10分間の平均風速を用いることが多い。風の強さと平均風速の値との関係は、次の表のとおりである。

| 風の強さ   | 平均風速      |
|--------|-----------|
| やや強い風  | 10 m/s 以上 |
| 強い風    | 15 m/s 以上 |
| 非常に強い風 | 20 m/s 以上 |
| 猛烈な雨   | 30 m/s 以上 |

### 3. 日本の気象と気候

#### (1) 日本付近の気圧配置

中緯度に位置する日本では、季節の変化が明瞭であり、現れやすい気圧配置も季節によって異なっている。ここでは、日本付近の天気図にみられる気圧配置を、冬型、気圧の谷型、移動性高気圧型、前線型、夏型、台風型の6つに分類して、それぞれの特徴を考えてみる。

冬型

気圧の谷型

移動性高気圧型

前線型

### ①冬型（西高東低型）

大陸に**シベリア高気圧**、日本の東海上に**アリューシャン低気圧**がみられる気圧配置である。この気圧配置は、おもに冬季に現れる。

冬季には、海洋に比べて熱容量の小さい大陸は特に冷やされる。冷やされた空気は重いので、大陸は高気圧となる。このようにして形成された高気圧がシベリア高気圧である。逆に、相対的に温度の高い太平洋は低気圧になる。これがアリューシャン低気圧である。この気圧配置が現れると、大陸のシベリア高気圧から寒気が吹き出し、日本付近では北西季節風が吹く。寒気はもともと乾燥している。しかし、日本海上を通るときに多量の水蒸気を含み、日本海側の地方に大雪をもたらす。一方で、太平洋側では乾燥した晴天が続く。

### ②気圧の谷型

この気圧配置は、温帯低気圧が日本を通過するときにみられる。春や秋に多いが冬季にも現れる。低気圧が日本海を通過する場合には**日本海低気圧**、日本の南岸を通過する場合には**南岸低気圧**と呼ばれる。また、日本海と南岸の両方に低気圧がみられるときには、**二つ玉低気圧**と呼ぶことがある。日本海低気圧の場合には、全国的に荒れた天気となることが多い。低気圧の進路の南側では、通過前から通過時にかけて暖気が流入する。**春一番**はこのような気圧配置のときに吹くことが多い。一方、南岸低気圧の場合には、日本の南岸を中心に降水がもたらされる。冬季に南岸低気圧が通過す

ると、関東地方で大雪が降ることがある。

日本海低気圧

南岸低気圧

二ツ玉低気圧

(気象庁のウェブサイトより)

### ③移動性高気圧型

全国的に移動性高気圧に覆われているような気圧配置である。春や秋に多くみられる。高気圧に覆われているので、全国的に晴れて、おだやかな天気になることが多い。高気圧の中心が北日本を通る場合には、東日本や西日本の太平洋側では雲が多くなることもある。一方で、高気圧の中心が本州や日本の南海上を通る場合には全国的によく晴れる傾向がある。一般に高気圧の後面よりも前面のほう晴れやすい。移動性高気圧が带状に連なっていると晴天が長続きする。このような高気圧を**带状高気圧**という。

北日本を通る場合

日本の南海上を通る場合

帯状高気圧

(気象庁のウェブサイトより)

#### ④前線型

この気圧配置は、日本付近に前線が停滞しているときにみられる。梅雨期や秋雨期に現れる。くずついた天気になることが多い。前線の北側では低温、南側では高温になる傾向がある。梅雨期に日本付近に停滞する前線を**梅雨前線**という。梅雨前線は季節の進行とともに北上していく。梅雨末期には、梅雨前線に向かって南西から高温多湿な空気が流れ込み(**湿舌**)、大雨になることがある。また、秋雨期に日本付近に停滞する前線を**秋雨前線**という。

#### ⑤夏型（南高北低型）

日本の南や東から**太平洋高気圧**（**北太平洋高気圧**）に覆われる気圧配置である。この気圧配置は、おもに夏季にみられる。

夏季には、大陸に比べて熱容量の大きい海洋は相対的に低温である。このため、海洋上に高気圧が形成される。このようにして北太平洋上に形成された高気圧が太平洋高気圧である。逆に、温度の高い大陸は低気圧になる。この気圧配置が現れると、日本には弱い南東風がもたらされ、晴れて蒸し暑くなる。強い日射によって雷が発生することもある。

## ⑥台風型

台風が日本に接近または上陸しているような気圧配置のことである。8～9月に多く見られる。台風は太平洋高気圧のへりに沿って北上してくることが多い。特に台風に近い場所では、強風や大雨になりやすい。

## （２）日本周辺の気団

日本は、中緯度に位置し、大陸と海洋の境目でもあるので、さまざまな気団の影響を受ける。気団とは、広い領域で同じ性質を持った空気のことである。一般には、高緯度の空気は寒冷で、低緯度の空気は温暖である。また、大陸上の空気は乾燥し、海洋上の空気は湿潤である。このような緯度や海陸の違いによって、気団の性質に違いが生じる。ある気団は、対応する特定の気圧配置に伴って日本に運ばれてくることが多い。ここでは、日本の気候に影響を与える気団の特徴を、気圧配置とともに整理してみる。

### ①シベリア気団

寒冷で乾燥した大陸性の気団。冬型の気圧配置のときに、シベリア高気圧によってもたらされる。日本海上を通るときに変質をうけて湿潤になるので、日本海側に大雪が降ることがある。

### ②オホーツク海気団

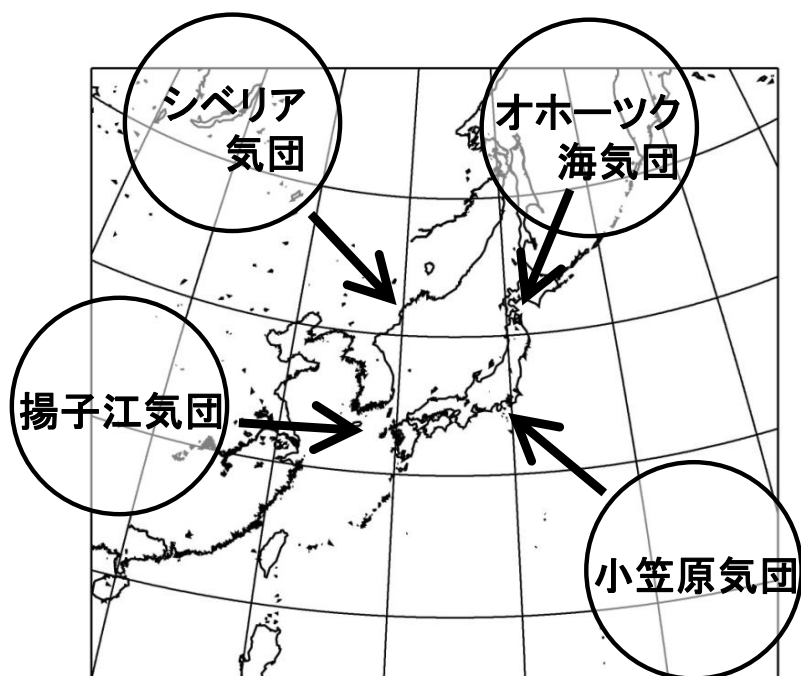
冷涼で湿潤な海洋性の気団。梅雨期や秋雨期に現れることが多い。オホーツク海高気圧に伴って、日本付近に冷湿な天候をもたらす。梅雨前線や秋雨前線は、オホーツク海高気圧と、後で述べられている小笠原気団との境目に形成される前線である。東北地方の太平洋側にやませという冷たい北東風をもたらし、冷害を発生させることがある。

### ③揚子江気団

温暖で乾燥した大陸性の気団。おもに春や秋に移動性高気圧によって運ばれてくる。  
この気団がやってくると、乾燥した晴天になる。

#### ④小笠原気団

高温多湿な海洋性の気団。夏型の気圧配置のときに、太平洋高気圧によってもたらされる。日本は、晴れて蒸し暑い天候になる。



## 4. 天気図の読み方と書き方

### (1) はじめに

気象通報は、気象庁が発表した各地の天気、船舶などの報告、漁業気象を放送する番組である。NHKラジオ第2放送（東京では 693 kHz）が1日3回放送を行っている。放送時間は、

9 : 10 ~ 9 : 30 (06 : 00の実況)

16 : 00 ~ 16 : 20 (12 : 00の実況)

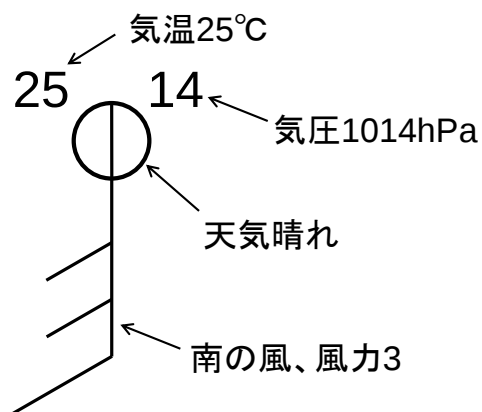
22 : 00 ~ 22 : 20 (18 : 00の実況)

である（注：2014年3月31日以降は1日1回、16 : 00 ~ 16 : 20のみ放送されている）。放送されたデータをラジオ用天気図用紙に記入し地上天気図を作成することにより、天気の予想に役立てることができる。実際の放送では、各地の天気、船舶の報告、漁業気象の順に放送され、放送終了後に自分で等圧線を引く。この講習では、放送内容があらかじめ記入されている天気図を用い、自分で等圧線を引いて天気図を完成させる。

### (2) 各地の天気

天気図には観測地点の風向（16方位）、風力、天気、気圧、気温が記入されている。記号の読み方は、天気図用紙No. 1の左下に一覧が示されているのでそれを参考にする。

- ✓ 風向、風力は矢羽根で表す。矢の伸びている方向が風向である。北の風であれば北の方向に矢を伸ばす。ここで風向とは、風が「吹いてくる方向」であって「吹いてゆく方向」ではないことに注意する。風力は羽根の数で表す。
- ✓ 天気は日本式天気記号で記入されている。天気図用紙左下の記入例を参考にする。
- ✓ 気圧は円の右上、気温は円の左上に数字で示されている。気圧は下2ケタを記入する。



天気記号

| 天気   | 天気記号                                                                                | 天気   | 天気記号                                                                                | 天気     | 天気記号                                                                                 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 快晴   |    | 雪    |    | 雷強し    |    |
| 晴れ   |    | 雪強し  |    | 霧      |    |
| くもり  |   | にわか雪 |   | 煙霧     |   |
| 雨    |  | みぞれ  |  | ちり煙霧   |  |
| 雨強し  |  | あられ  |  | 砂じんあらし |  |
| にわか雨 |  | ひょう  |  | 地ふぶき   |  |
| 霧雨   |  | 雷    |  | 天気不明   |  |

### ビューフォート風力階級

| 風力階級 | 風速 (m/s)  | 地上物の状態 (陸上)                         |
|------|-----------|-------------------------------------|
| 0    | 0.0～0.2   | 静穏。煙はまっすぐに昇る。                       |
| 1    | 0.3～1.5   | 風向きは煙がなびくのでわかるが、風見には感じない。           |
| 2    | 1.6～3.3   | 顔に風を感じる。木の葉が動く。風見も動きだす。             |
| 3    | 3.4～5.4   | 木の葉や細かい小枝がたえず動く。軽く旗が開く。             |
| 4    | 5.5～7.9   | 砂埃がたち、紙片が舞い上がる。小枝が動く。               |
| 5    | 8.0～10.7  | 葉のある灌木がゆれはじめる。池や沼の水面に波頭がたつ。         |
| 6    | 10.8～13.8 | 大枝が動く。電線が鳴る。傘はさしにくい。                |
| 7    | 13.9～17.1 | 樹木全体がゆれる。風に向かっては歩きにくい。              |
| 8    | 17.2～20.7 | 小枝が折れる。風に向かっては歩けない。                 |
| 9    | 20.8～24.4 | 人家にわずかの損害がおこる。                      |
| 10   | 24.5～28.4 | 陸地の内部ではめずらしい。樹木が根こそぎになる。人家に大損害がおこる。 |
| 11   | 28.5～32.6 | めったに起こらない広い範囲の破壊を伴う。                |
| 12   | 32.7～     |                                     |

### 風力の記号

| 風力 | 記号 | 風力 | 記号 | 風力 | 記号 |
|----|----|----|----|----|----|
| 1  |    | 5  |    | 9  |    |
| 2  |    | 6  |    | 10 |    |
| 3  |    | 7  |    | 11 |    |
| 4  |    | 8  |    | 12 |    |

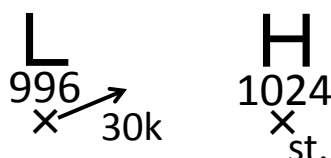
- 中学校の理科第 2 分野で天気図記号を学習する。天気については、快晴、晴れ、くもり、雨、雪の記号を取り上げる。風向・風力の記号も取り扱う。

### (3) 低気圧、高気圧や前線

台風、低気圧、前線、高気圧の位置や移動方向、日本付近を通る代表的な等圧線の位置が放送される。慣れないうちは天気図用紙 No. 1 の左側のメモ欄に放送内容を

記入し、あとで地図に書き入れればよい。

- ✓ 低気圧（熱帯低気圧、台風）は赤で、高気圧は青で、それぞれ、「L（TD、T）」、「H」と書かれている。数字は示度を表わす。矢印は移動方向を示し、移動速度は「40k」のように数字で書かれている。「s t.」は「ほとんど停滞」、「s l.」は「ゆっくり」。



- ✓ 前線は天気図用紙左下の記入例にしたがって示されている。温暖前線は赤、寒冷前線は青、閉塞前線は紫色で表示されている。停滞前線は赤と青を交互に用いて示されている。



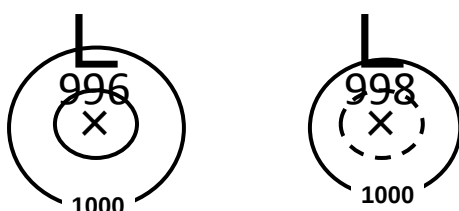
- 前線の種類や記号、温帯低気圧と前線の関係、温帯低気圧のライフサイクルは、中学校の理科第2分野で学習する。

#### （４）等圧線の引き方

等圧線は修正できるよう鉛筆で引く。原則として 4 hPa ごとに引き、20 hPa ごとに太くし、1000、1020 のように値を示す。

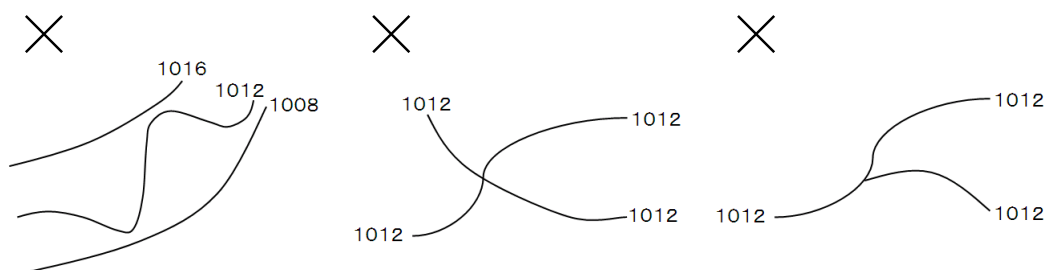
はじめに、漁業気象で報じられた等圧線を描く。等圧線が折れ曲がったり不自然な凹凸が生じたりしないように注意しながら、放送された地点をなめらかに結んでいく。放送された地点以外に、気圧の観測値や、低気圧、高気圧、前線の位置なども参考にする。漁業気象で報じられた等圧線以外の等圧線を引くときには陸上などの比較的観測点の多いところから、また、漁業気象で報じられた等圧線に隣り合うものから引いていくとよい。低気圧や高気圧のまわりでは閉じた等圧線を引く。とくに低気圧の場合、等圧線は小さく閉じる。最も中心に近い等圧線の値は低気圧や高気圧の示度の値に等しい。示度が4の倍数でないとき（たとえば 998 hPa のような値のとき）には、低

気圧や高気圧の示度に等しい等圧線を点線で引いて閉じる。

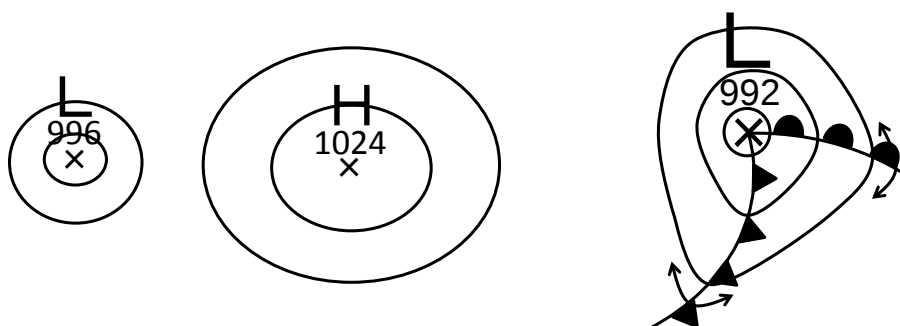


台風や熱帯低気圧の中心のまわりでは等圧線は同心円状に密集することが多い。中心気圧の低い台風の場合、狭い範囲に多数の等圧線を描く必要があるが勝手に省略してはいけな。どうしても描ききれないときは、中心付近では20 hPa ほどの太線だけを引く。

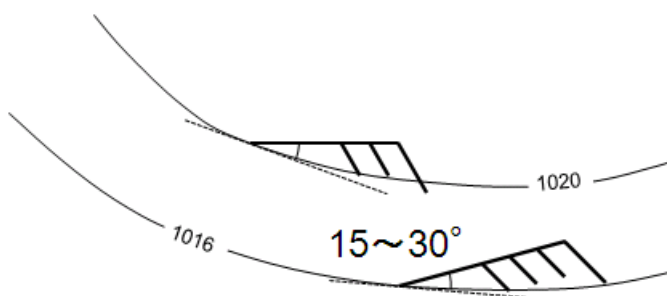
- ✓ 隣り合った等圧線は比較的平行であり、等圧線の間隔は急に広がったり、狭まったりしない。交わったり、分岐したりすることもない。



- ✓ 資料のないところは観測点間の内挿や外挿を用いて気圧の値を推測する。気圧の観測値は四捨五入などの原因で誤差を含むことがあるので、厳密に観測値に従うのではなく、なめらかに引くようにする。
- ✓ 低気圧の中心付近では等圧線の間隔は狭くなり、高気圧の中心付近では広がる。
- ✓ 前線を横切るときには気圧の低いほうに急に曲がるが、それ以外の場合に急に曲がることはない。



- ✓ 特に海上では、風向も参考になる。風が等圧線を横切る角度は、海上では  $15 \sim 30^\circ$  程度であることが多い。



気圧配置は 24 時間程度の時間ではあまり変化しないので、新聞等に出ている最新の天気図を参照できるときは参考にして引くとよい。

- 中学校の理科第 2 分野では、天気図を描くという作業は必須ではないが、最低でも天気図を読むことができるようにする。
- また、非常時にはテレビや電話、インターネットなどは使えないので、ラジオのみで気象情報を把握できるように訓練しておきたい。

## 5. 各種気象データの活用

天気図以外の資料として、雲画像やアメダスによる観測データを参考にすることができる。

### (1) 雲画像

気象衛星による雲画像（雲写真）には**可視画像**と**赤外画像**がある。可視画像は可視光で見た雲のようすを表している。厚い雲ほど白く見える。夜間は撮影できない。一方、赤外画像は赤外線で見えた雲のようすを表しており、温度の低い場所が白く表現されている。雲頂高度の高い雲ほど白く見える。上層まで発達した積乱雲を識別するときによく使われる。夜間も撮影可能である。理科の教科書や天気予報では赤外画像が使われることが多い。

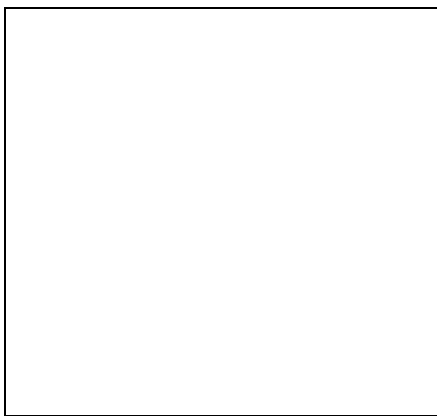
雲の種類と雲画像での見えかた

| 雲の種類        | 赤外画像 | 可視画像 | 形状   |
|-------------|------|------|------|
| 積乱雲         | 白    | 白    | 団塊状  |
| 上層雲（巻雲、巻層雲） | 白    | 灰色   | なめらか |
| 下層雲（層雲、層積雲） | 暗    | 白    | なめらか |

雲画像は30分間隔で撮影されている。ウェブサイトなどでは1時間ごとの画像を公開している場合もある。また、春と秋の真夜中には、気象衛星が地球の影に入り太陽電池による電力を確保できないため撮影されないことがある。

下の図は、2003年8月16日9時の赤外画像と可視画像である。この年は記録的な冷夏であり、天気図にみられるように、真夏になっても日本付近に前線が停滞している。北海道や東北地方の太平洋沿岸では、冷たい北東風に伴って、層雲が発生している。可視画像では太平洋沿岸の層雲がはっきりと見えているが、雲頂高度が低いため赤外画像ではほとんど見えない。

赤外画像



可視画像（左と同じ領域）

（2003年 8月16日 9時）

天気図

雲画像は高知大学気象情報頁から、天気図は気象庁天気図から入手

- 小学校の理科や中学校の理科第2分野で雲画像の活用を学ぶ。赤外画像と可視画像の違いについて直接言及することはないが、指導する立場からは、両者の違いを理解しておくといよい。
  - 中学校の理科第2分野では、赤外画像と可視画像の違いに言及している教科書もある。
- 層積雲や層雲のような雲頂の低い雲を赤外画像で見ると、地上から観察すると曇りであっても、雲画像では白く写っていないことがある。雲画像と天気を比較するときには、このような点に注意が必要である。

## （2）アメダス

アメダスとは、地域気象観測システムのことである。全国約1300地点で、降水量を測定している。このうち、約850地点では、風向・風速、気温、日照時間も観測して

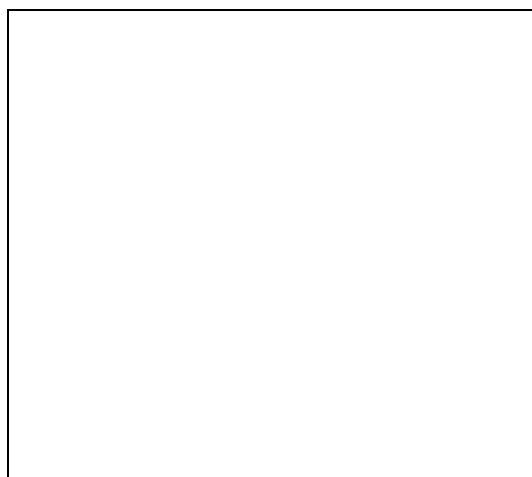
いる。また、積雪の多い地域では、積雪の深さも測定している。降水量に関しては、おおむね 17 km 間隔にデータが得られる。雨や雪の分布を調べるときに有効である。天気予報やウェブページでよく用いられる分布図は、直前 1 時間の積算降水量である。たとえば、6 時の降水量データは 5 時 0 分から 6 時 0 分までの 1 時間の降水量を示している。

### (3) 解析雨量（レーダー）

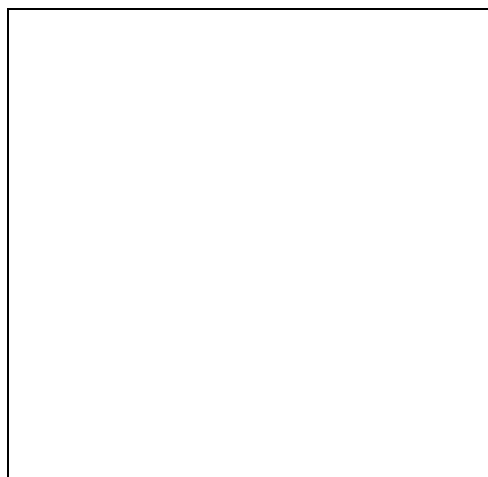
レーダーは、電波を発射し、雨雲による反射を観測することによって、雨雲の分布を調べている。雨量計のない場所であっても雨の分布を知ることができる。大きな雨粒を多く含んでいる雲のほうが電波をよく反射するので、雨雲の強さも測定できる。レーダーの電波は、雨粒に反射されるが、雨粒よりも小さい雲粒には反射されない。したがって、雨粒を含まない雲はレーダーには映らない。

この講習で用いているデータは、厳密にいうと、レーダーの観測値をアメダスの観測値を用いて補正した「解析雨量」とよばれるデータである。解析雨量は 30 分間隔で発表されているが、アメダスの降水量と同様、直前 1 時間の積算降水量を示している。たとえば、6 時 30 分のデータは 5 時 30 分から 6 時 30 分までの 1 時間の降水量である。

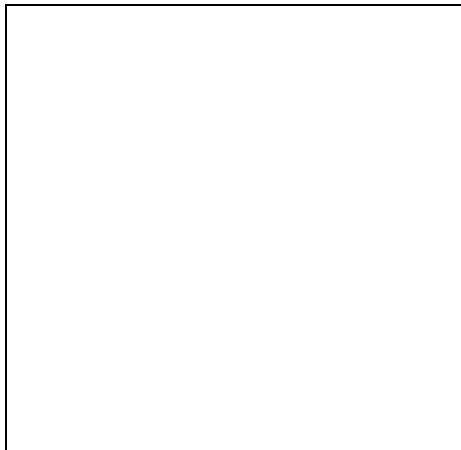
下の図は、寒冷前線が通過するときに、アメダスによって観測された降水量の分布と、同時刻の解析雨量を示したものである。アメダスによる観測のある陸上では、どちらのデータも同じような値を示すが、海上では、解析雨量のデータしか使えないため、両者では印象が違って見える。



アメダスの降水量



解析雨量（左と同時刻）



(2010年 4月29日 6時)

天気図

気象庁のウェブサイトより

- 小学校の理科や中学校の理科第2分野では、降水量の分布を調べるときに、アメダスを用いることが多い。しかし、解析雨量を利用することも可能である。
- 小学校の理科では、降水量の数値を扱わずに、「強い」、「弱い」というような定性的な表現でよい。

## 6. 天気図を用いた天気の詳細

### (1) 地上天気図による予想

一般的な傾向として、低気圧の周辺では天気が悪く、高気圧の周辺では天気がよい。したがって、高低気圧の位置がわかれば大体の天気は予測できる。気象通報では、漁業気象で高低気圧の移動速度（進行方向、速さ）を放送している。大雑把にはその速度が持続するとして線形外挿を行ない、後の時刻の高低気圧の位置を推測するとよい（緯度1度が約110 kmである）。また、低気圧のライフサイクルを考慮すると、閉塞前線ができる前の温帯低気圧は発達し、閉塞前線ができている低気圧は衰弱していくと予想できる（閉塞前線ができても発達が続くこともある）。前線の通過が予想される場合には、気温の急激な変化も予想される。

### (2) 専門天気図の活用

近年では、ウェブサイトを通して、専門天気図を入手することができる。専門天気図を活用すると、より正確な予想が可能になる。また、気象学に関する理解を深めるうえでも有効である。専門天気図は、地上天気図、高層天気図のような実況の解析図と、各種予想図に分けられる。予想図は、基本的には数値計算によって得られたものである。

#### ①850 hPa 気温・風、700 hPa 鉛直流解析図

はじめに「850 hPa 気温・風、700 hPa 鉛直流解析図」を用いて、低気圧と前線との関係を確認する。この天気図は、温度分布から前線の位置を決めるために使われる。また、温度移流の判断にも用いられる。地上天気図上で日本付近に低気圧があったら、低気圧の中心と、それに伴う前線を描き写す。前線は、等温線の間隔がつかまっている場所（厳密には、間隔がつかまっている場所の南側）に位置していることが確認できるであろう。

#### ②地上気圧・降水量・風予想図（1）

各種予想図のうち、もっとも利用しやすいのは「地上気圧・降水量・風予想図」であろう。12時間おきの地上気圧の分布の予想が描かれているので、これに沿って予想天気図を作成すればよい。予想はあくまで予想であるが、最近の数値予報は精度が向上しているので、1～2日程度であれば、多くの場合、数値予報の通りに経過すると考えてよい。

まず、12時間後の予想図上で、低気圧と高気圧の中心を×印で示す。数値予報資料

では、計算機が出力した結果をそのまま作図しているので、等圧線が不自然な形になっていることがある。印刷されている低気圧や高気圧の中心の位置も、計算結果から機械的に位置を決めたものである。したがって、天気図として自然なように、平滑化して理解するとよい。予想天気図を作成するときには、基本的には数値予報に従いながらも、天気図として自然なように描く必要がある。

### ③850 hPa 気温・風、700 hPa 鉛直流予想図

次に、「850 hPa 気温・風、700 hPa 鉛直流 12 時間予想図」を用いて、温帯低気圧に伴う前線の位置を予想する。温帯低気圧に伴う前線は、低気圧のライフサイクルや等圧線の形から、ある程度予想することができる。しかし、前線の定義は気団と気団の境界であるから、気温分布をみたほうが正確に予想できる。はじめに、12 時間後の「地上気圧・降水量・風予想図」に描きこんだ、低気圧、高気圧の中心を描き写す。そのうえで、前線の位置を予想して、所定の色で描きこむ。「850 hPa 気温・風、700 hPa 鉛直流解析図」と同様に、等温線の間隔が狭くなっている場所が前線である。正確には、等温線が集中している場所の暖気側に前線を引く。前線の種類は、気温と風の分布から、寒気と暖気の勢力（北風か南風か）を考慮して判断するのが基本であるが、温帯低気圧の一般的な構造を想定して決めてよい。また、実況天気図における等温線と前線との関係を参考にしてよい。

### ④地上気圧・降水量・風予想図（2）

降水域が点線で示されているので、12 時間後、24 時間後の予想図において、降水のある場所（点線で囲まれている場所）を緑色で塗りつぶす。ここで示されている降水は、予想時刻の瞬間の降水の強さではなく、予想時刻 12 時間前から予想時刻までの 12 時間の積算値であることに注意する。予想時刻の時点で降水がある場合、予想時刻 12 時間前から予想時刻までの 12 時間の積算値も、予想時刻から予想時刻 12 時間後までの 12 時間の積算値も正の値をとるはずである。したがって、たとえば 12 時間後の時点で降水域を知りたい場合は、12 時間後の予想図に示されている降水域と、24 時間後の予想図に示されている降水域の重なりに注目するとよい。また、局地的な降水は数値予報では正確に予想できない場合もあるので注意する。

- 中学校の理科第 2 分野では、翌日の気圧配置を自分で予想したうえで、天気を予想する。中学校の理科第 2 分野や高等学校の地学の教科書には数値予報についての解説もあるが、数値予報を利用して気圧配置を予想するわけではない。
- 小学校、中学校、高等学校とも、天気図や雲画像は 24 時間おきに取り扱うことが

多い。しかし、日本国内のみの比較的狭い範囲での天気の変りに注目する場合には、12時間おきのデータを用いたほうがよい場合もある。

## 課題（低気圧編）

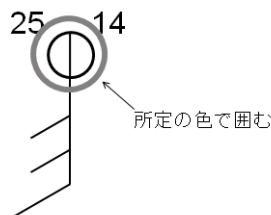
天気図用紙に等圧線を描き加えて天気図として完成させたいうえで、以下の問いに答えなさい。

（１）自分が作成した天気図（31 日 6 時）に描かれている、日本海にある低気圧の中心の位置と、それに伴う前線を解答欄に描き写しなさい（中心気圧、移動方向、等圧線は写さなくてよい）。次に、その低気圧と前線の 30 日 6 時と 18 時の位置（低気圧が発生していない場合は前線のみ）を同じように描き写しなさい。それぞれが 3 つの時刻のうちのどれに対応するか適宜日時を書き入れて示すこと。また、低気圧や前線の移動や変化について、描き写した図を見てわかることを書きなさい。

（２）自分が作成した天気図と、同時刻の降水の分布や雲画像を比較し、わかることを書きなさい。

（３）自分が作成した天気図で、気温が 10℃以下の地点を青い丸で、11～15℃の地点を緑の丸で、16℃以上の地点を赤い丸で囲みなさい。

記入例：



そのうえで、日本海にある低気圧に伴う前線の周辺における気温や風向・風力の分布について、わかることを書きなさい。

（４）福岡では 31 日 6 時の数時間前に寒冷前線が通過している。福岡における、30 日 9 時から 31 日 9 時までの 24 時間の気温、湿度と天気、風向・風力の時間変化をグラフに示しなさい。

- ✓ 気温、湿度は毎時の値を折れ線グラフで表す（気温の目盛りは左側の縦軸に、湿度の目盛りは右側の縦軸に適切に設定する）。凡例も適宜示すこと。
- ✓ 天気と風向・風力は天気記号と矢羽根を用いて 3 時間ごとに横軸の下に表示する。

（５）課題（４）で作成したグラフにおいて気温が最も急激に低下しているのは、何時から何時の間か。また、この前後において天気、風向・風力、湿度はどのように変

化したか、答えなさい。

- 寒冷前線が通過したときの天気、気温、風向・風速の変化のほうが、温暖前線の場合よりもはっきり現れることが多く、授業では扱いやすい。
- 前線通過時の気温の時間変化には、日変化など前線通過とは直接には関係のない要素が重なり、典型的な変化が見えにくくなっていることも多い。空間分布で見ることも検討するとよい。

（６）自分が作成した天気図（31 日 6 時）に描かれている、日本海にある低気圧の、12 時間後（31 日 18 時）の中心の位置と、それに伴う前線の位置を予想して、課題（１）の図に描き入れなさい。専門天気図を活用してよい。

（７）課題（６）の結果に基づいて、31 日 18 時の札幌、東京、福岡の天気を予想しなさい。専門天気図を活用してよい。

## 課題（台風編）

天気図用紙に等圧線を描き加えて天気図として完成させたいうえで、以下の問いに答えなさい。

（１）自分が作成した天気図（20 日 18 時）に描かれている、台風 15 号の中心の位置と中心気圧を解答欄に描き写しなさい（移動方向、等圧線は写さなくてよい）。次に、台風 15 号の 14～19 日 18 時の位置と中心気圧を同じように描き写して経路を示しなさい。また、現在（20 日 18 時）の暴風域と強風域、24 時間後（21 日 18 時）の予報円と暴風警戒域を描き入れなさい（12 時間後の予報円は描かなくてよい）。そのうえで、台風の移動や強さの変化について、図を見てわかることを書きなさい。

（２）自分が作成した天気図をみて、台風のまわりの風向・風力の分布について、わかることを書きなさい。

（３）自分が作成した天気図をみて、台風のまわり降水の分布や雲画像について、わかることを書きなさい。

（４）専門天気図（地上天気図）での台風の中心と前線の位置を、専門天気図（850hPa 気温・風、700hPa 鉛直流解析図）に描き写しなさい。そのうえで、台風や前線の周辺における気温の分布について、わかることを書きなさい。

（５）台風 15 号は熊谷の近くを通過した。熊谷における、21 日 6 時から 22 日 6 時までの 24 時間の気圧、平均風速、最大瞬間風速、天気、風向・風力の時間変化をグラフに示しなさい。

- ✓ 気圧、平均風速、最大瞬間風速は毎時の値を折れ線グラフで表す（気圧の目盛りは左側の縦軸に、風速の目盛りは右側の縦軸に適切に設定する）。凡例も適宜示すこと。
- ✓ 天気と風向・風力は天気記号と矢羽根を用いて 3 時間ごとに横軸の下に表示する。

（６）課題（５）で作成したグラフにおいて台風が熊谷に最も接近したのは何時頃と考えられるか。また、この前後において気圧、天気、風向・風力はどのように変化したか、考察しなさい。

## 天気図や観測データの入手について

過去の天気図、アメダスなどの観測データは、気象庁のウェブサイトで入手できる。

- 気象庁 <http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>
  - 過去の天気図 <http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/index.html>
  - アメダスの観測データ <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
  - 天気図 <http://www.jma.go.jp/jp/g3/>
  - 雲画像 <http://www.jma.go.jp/jp/gms/>
  - アメダス分布図 <http://www.jma.go.jp/jp/amedas/>
  - 解析雨量（レーダー） <http://www.jma.go.jp/jp/radame/>

} 過去半日～2日程度

また、過去の雲画像は、

- 高知大学気象情報頁 <http://weather.is.kochi-u.ac.jp/>
  - 赤外画像 <http://weather.is.kochi-u.ac.jp/sat/gms.fareast/>
  - 可視画像 <http://weather.is.kochi-u.ac.jp/sat/JPN/>

で入手可能である。さらに、最新の専門的な天気図を入手することができるウェブサイトとしては以下のものが挙げられる。

- 北海道放送 <http://www.hbc.co.jp/weather/pro-weather.html>
  - 天気図の使い方の解説や、過去2週間程度のアーカイブもある。
- いであ（株） <http://www.bioweather.net/detailed/rfax.htm>
- 国際気象海洋（株） <http://www.imocwx.com/wxfax.htm>
- （株）サニースポット <http://www.sunny-spot.net/chart/senmon.html>
  - アーカイブが充実している。
- 気象庁 <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/kurashi/tenkizu.html>

また、過去の天気図、気象観測データについては、（財）気象業務支援センターでCD-ROMの形で入手できる（有料）。

- （財）気象業務支援センター <http://www.jmbse.or.jp/>

※興味のある事例を見つけたら、天気図、雲画像、アメダス分布図、解析雨量（レーダー）を気象庁のウェブページから早めにダウンロードしておくのが無難です。過去にさかのぼる場合は、地上天気図は、気象庁のウェブページから過去の天気図（1か月でひとまとまりになったPDF形式のファイル）を入手して必要なところを切り出して利用し、雲画像は、高知大学気象情報頁から入手することができます。アメダスや解析雨量については、調べた範囲では無償で入手できるサイトはないようです。