

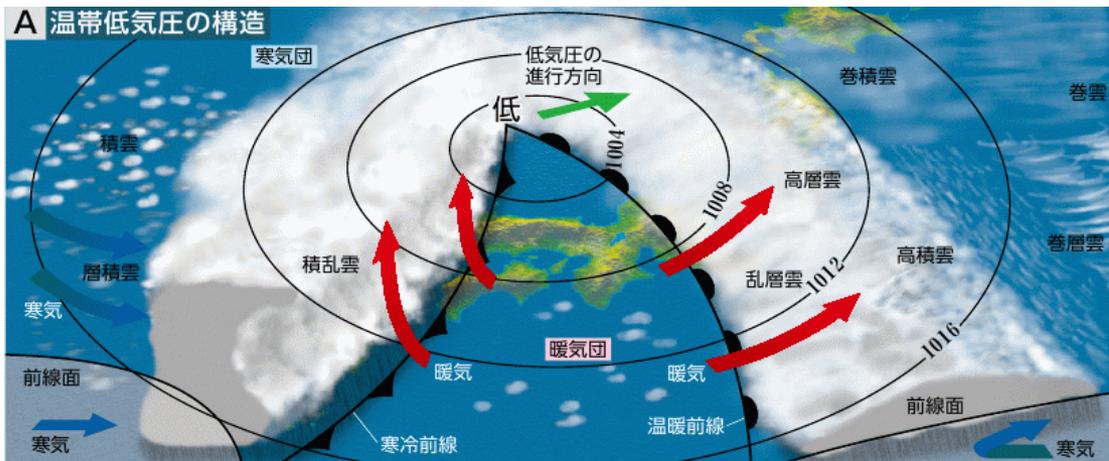
地球惑星科学 II

第5回

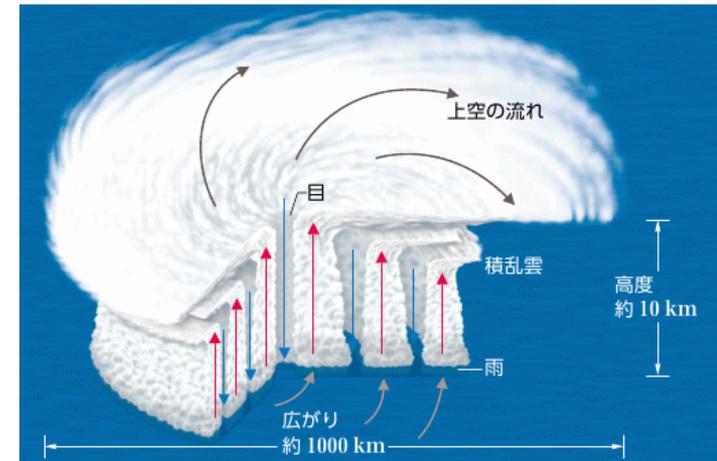
2019年11月14日

今日のテーマ

- 風
- 気圧
- 参照: 地球惑星科学入門20章、22章

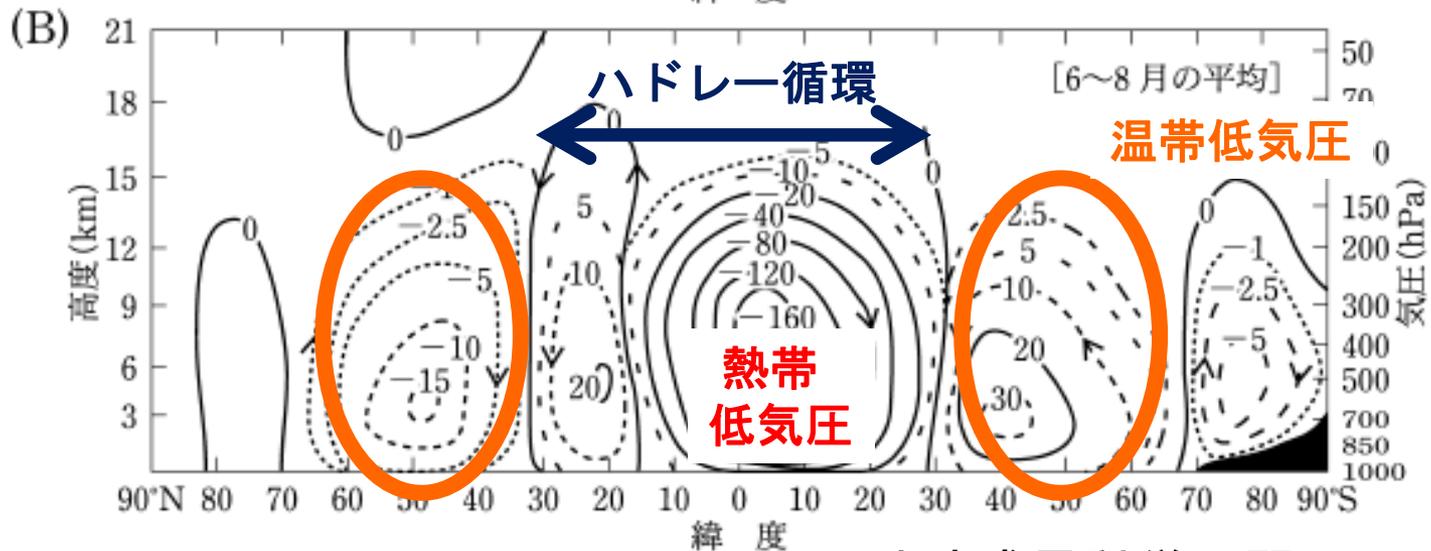
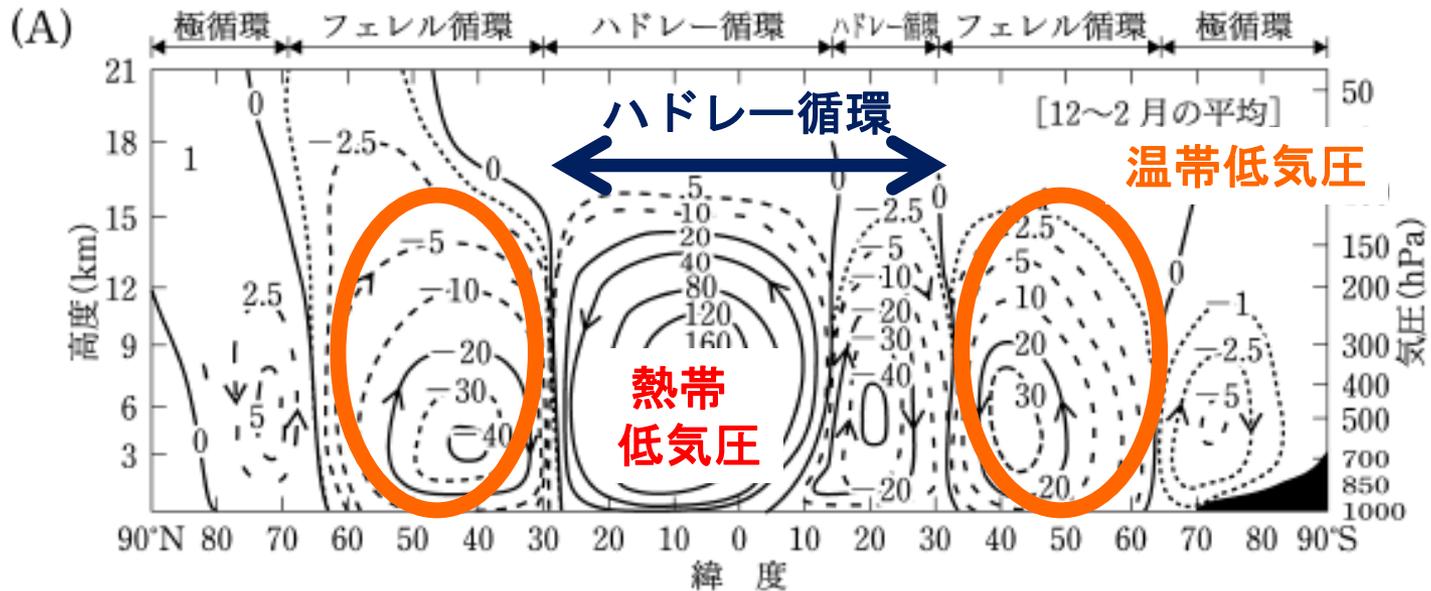


地学図表P.182

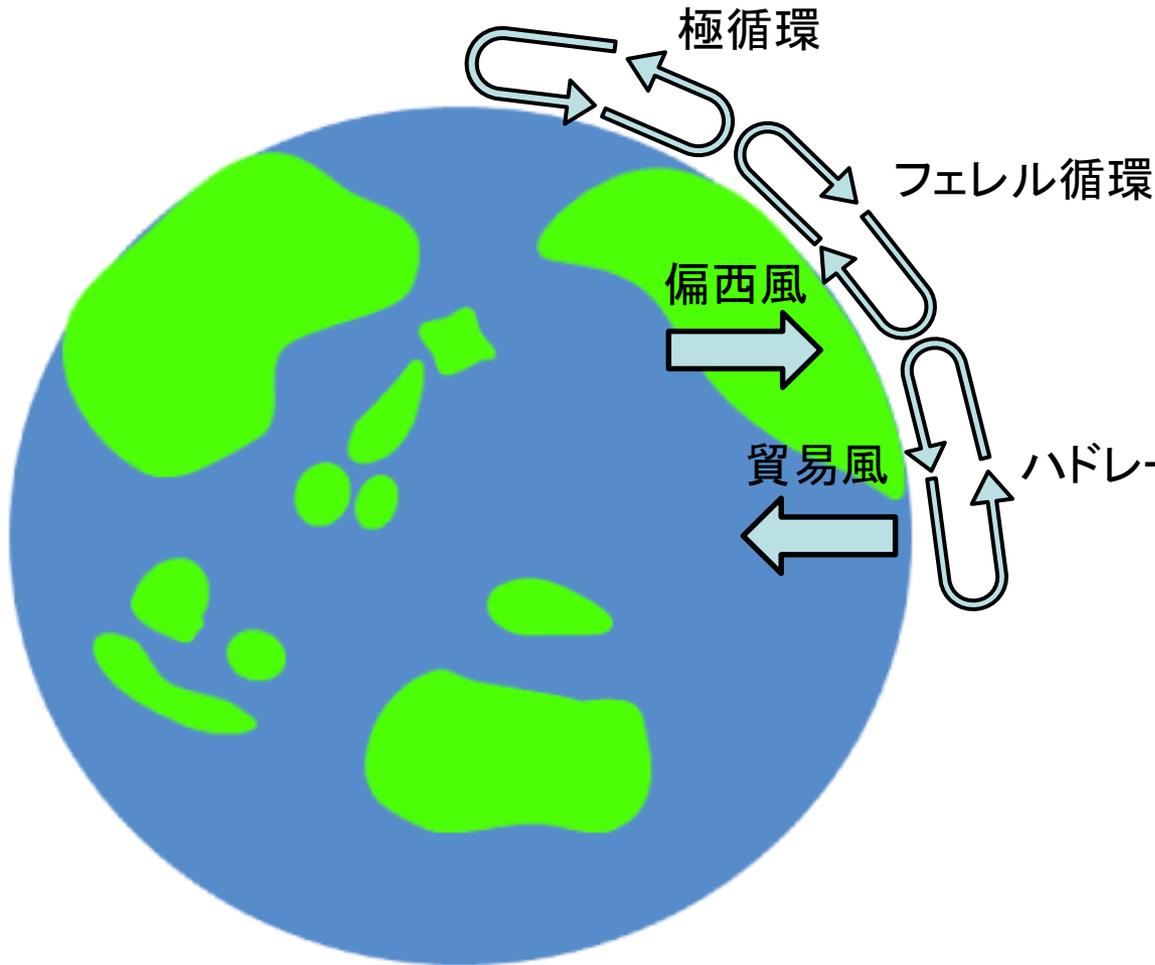


地学図表P.183

復習：地球大気の大規模循環



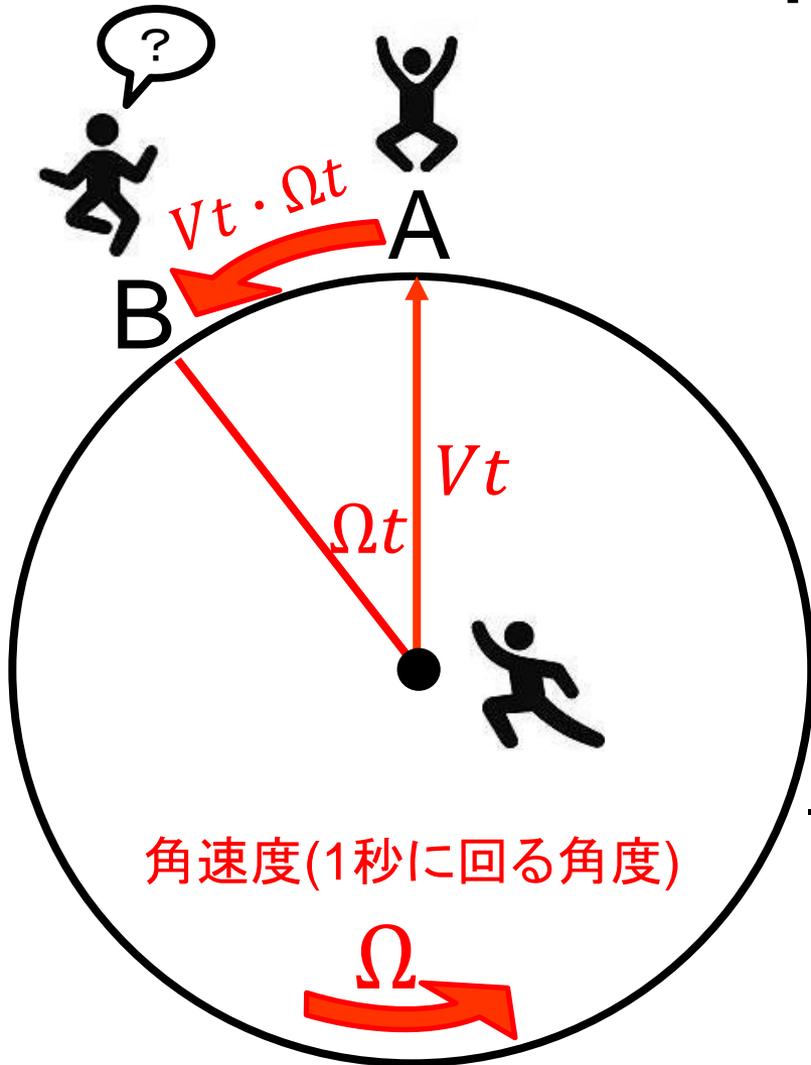
地球大気の大規模循環



- 極域では太陽からの熱供給は極めて少ない。そのため極域上空の大気は冷えて下降する。
- その後緯度60度付近まで戻る

- 赤道付近で太陽熱を多く受けた大気が暖められて上昇
- 上層で北へ移動
- 北緯30度付近で下降
- 地表付近で赤道へ戻る

コリオリ力



1. 回転している円盤上(角速度 Ω)で中心から外に向かって速さ V でボールを投げる
2. t 秒後に外縁(A)に到達、ボールが進んだ距離は Vt
3. その間、観測者は $A \rightarrow B$ に移動
4. B に着いた観測者はからは、A に到達したボールは $Vt \cdot \Omega t$ だけそれたように見える

一定の加速度 a で運動した時の移動距離

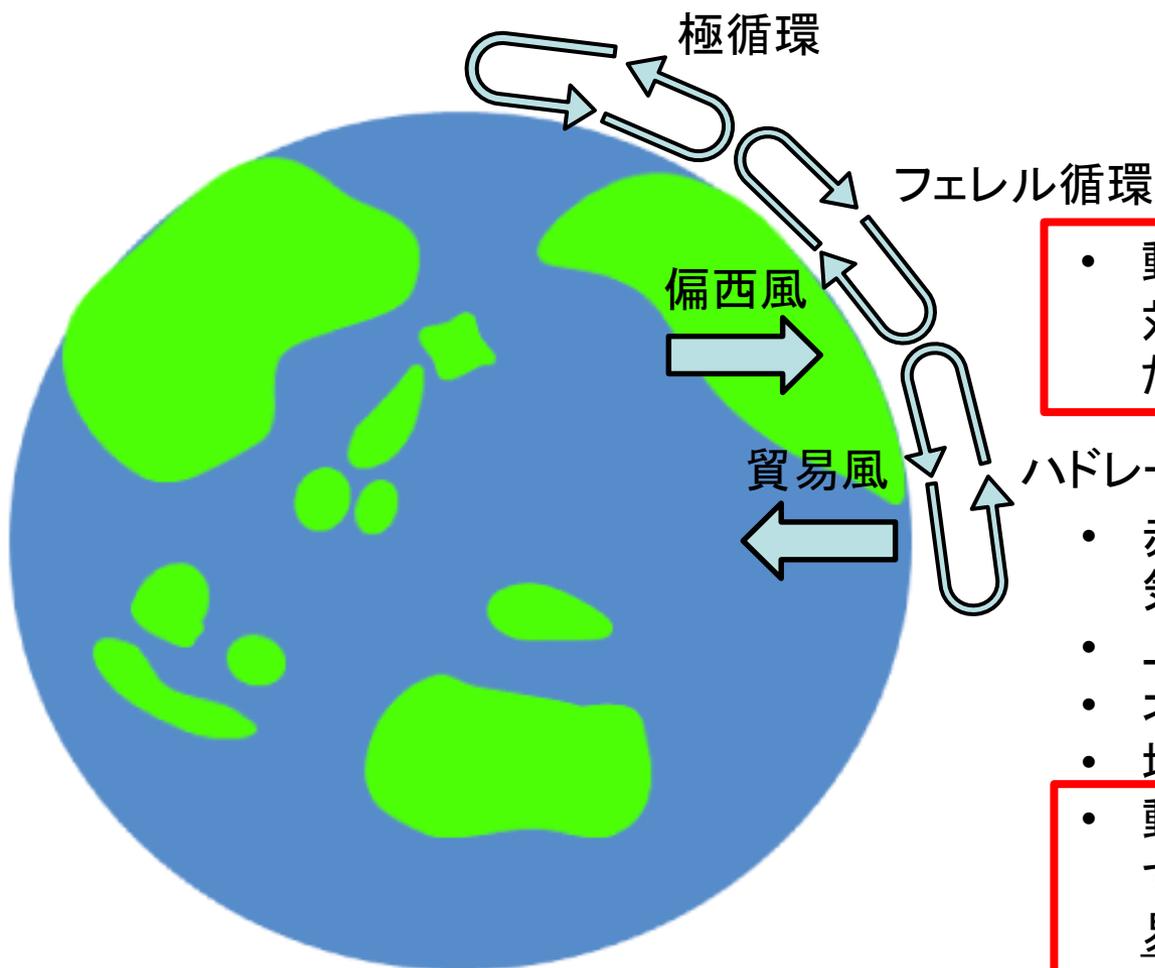
$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$Vt \cdot \Omega t = \frac{1}{2} a t^2$$

$$a = 2\Omega V$$

運動方程式: $F = ma = m \cdot 2\Omega V$

地球大気の大規模循環



- 極域では太陽からの熱供給は極めて少ない。そのため極域上空の大気は冷えて下降する
- その後緯度60度付近まで戻る

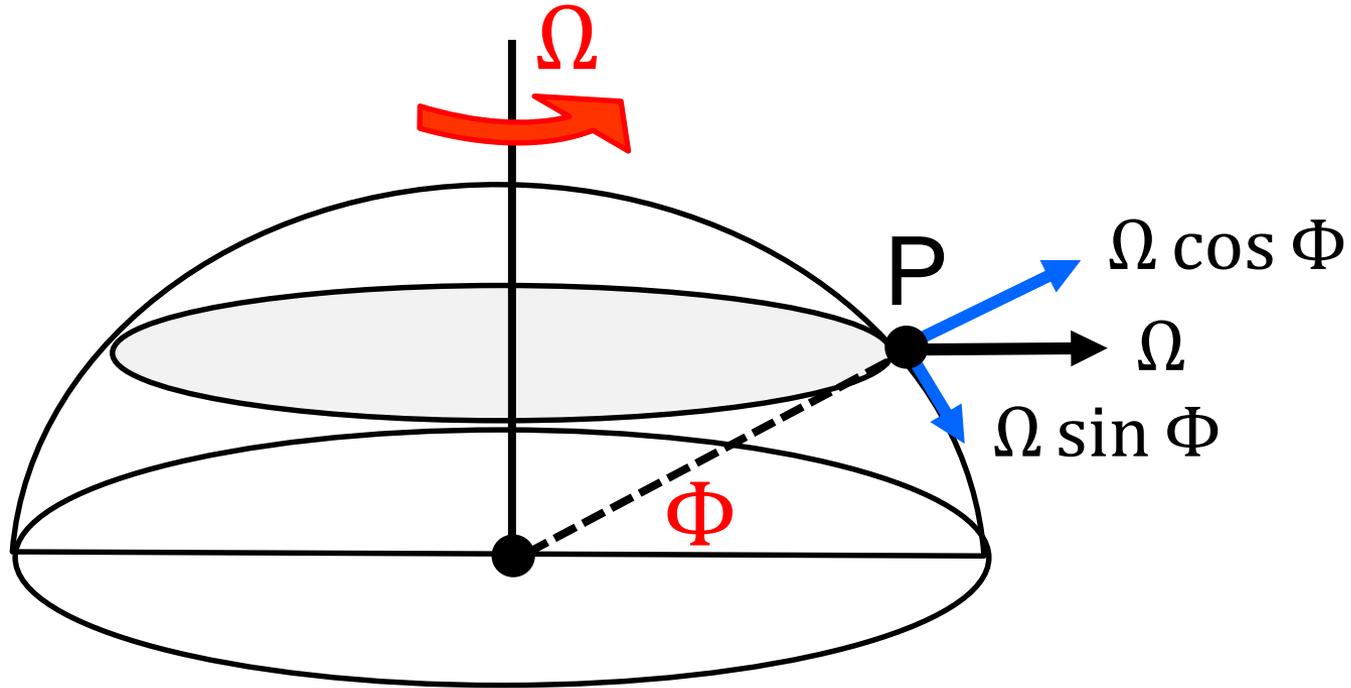
- 動くものは進行方向(南→北)に対して、右へ曲がる力を受けるため、偏西風(西→東)が吹く

ハドレー循環

- 赤道付近で太陽熱を多く受けた大気が暖められて上昇
- 上層で北へ移動
- 北緯30度付近で下降
- 地表付近で赤道へ戻る

- 動くものは進行方向(北→南)に対して、右へ曲がる力を受けるため、貿易風(東→西)が吹く

コリオリ力

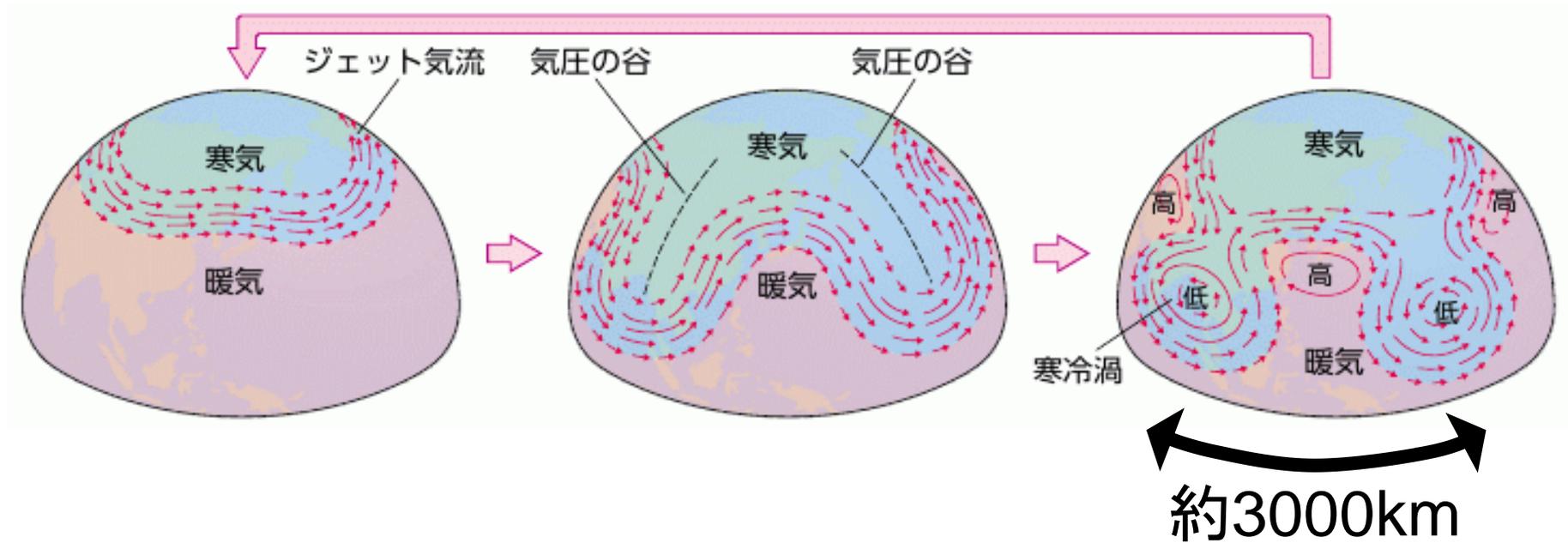


1. 円盤を地球に置き換える(地球は角速度 Ω で自転)
2. 地点P(緯度 Φ)での地平面内の南北方向の角速度は $\Omega \sin \Phi$
3. 運動方程式は $F = ma = m \cdot \underline{2\Omega \sin \Phi V}$

コリオリ因子(緯度のみの関数)

緯度によるコリオリの変化: 惑星ベータ効果

偏西風波動

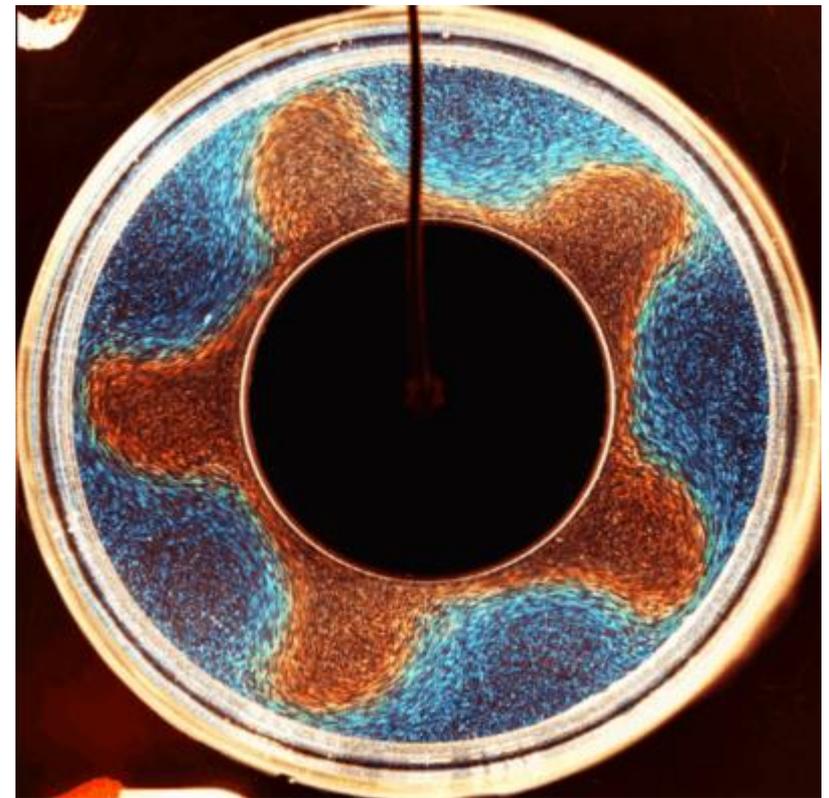
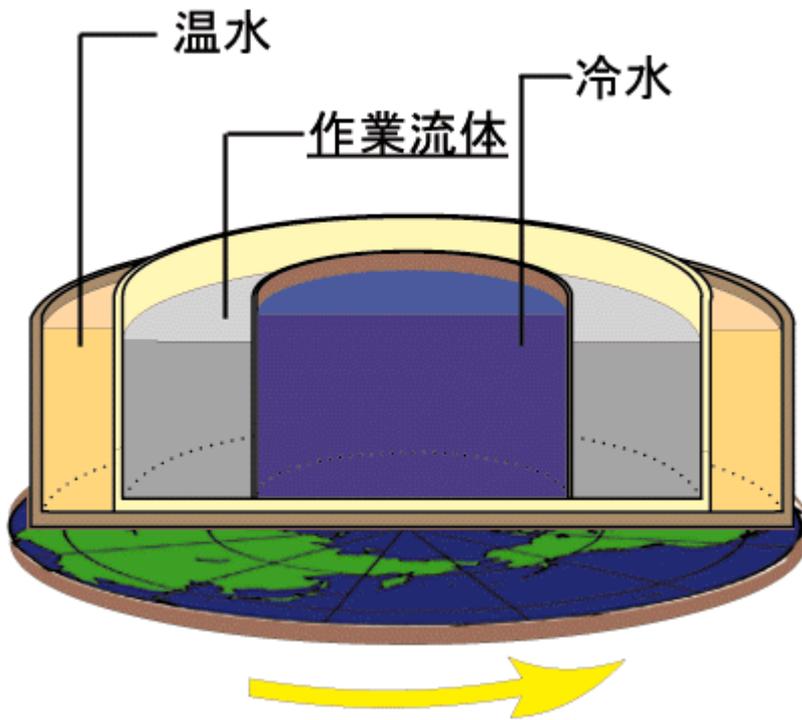


極と赤道の温度差による

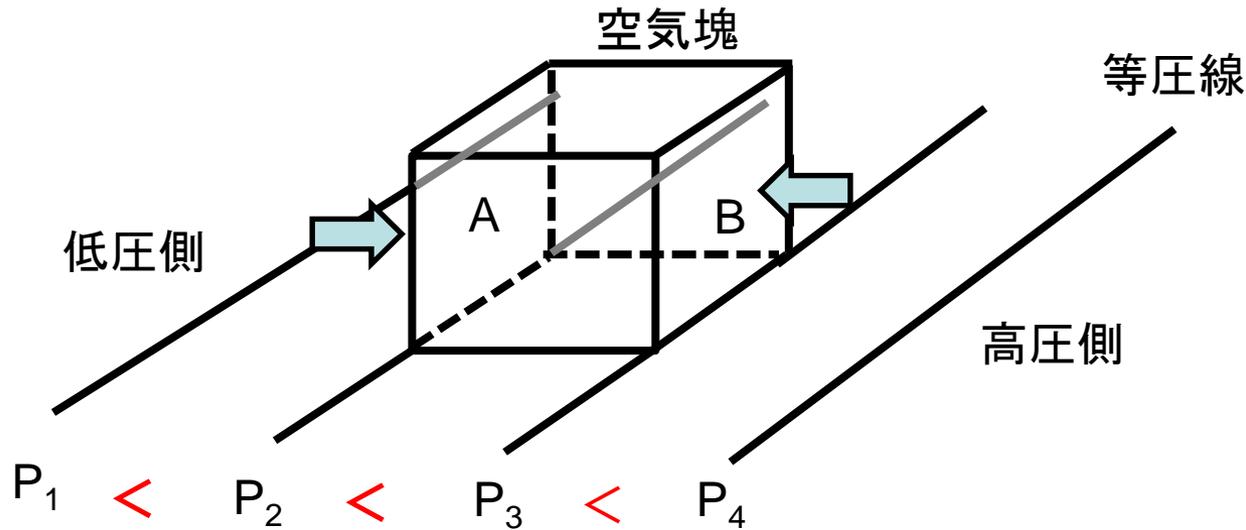
[地学図表P.185]

偏西風波動の流体実験

- 簡単な装置で偏西風波動を作ることができる
 - <http://www.gfd-dennou.org/>



気圧と風



A面： $P_2 a^2$ の力を受けている(右向き)

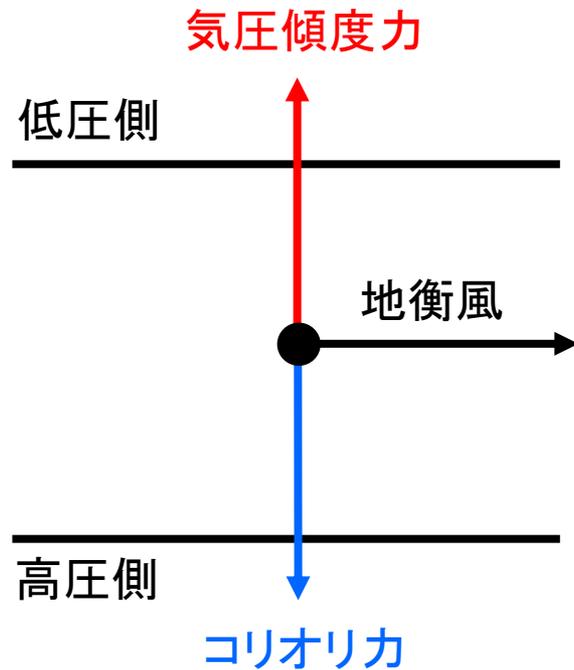
B面： $P_3 a^2$ の力を受けている(左向き)

空気塊全体には、 $(P_3 - P_2) a^2$ の力(左向き)がかかっている、空気塊は左へ動く

風は気圧傾度力により高圧側から低圧側へ

地衡風(北半球)

等圧線が曲がっていない場合

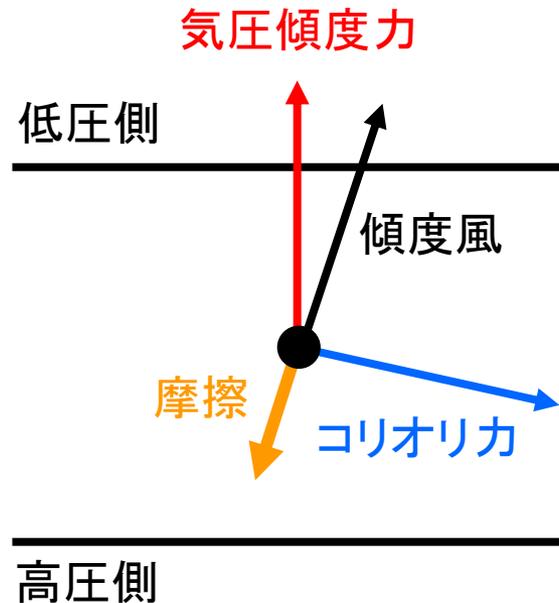


1. 気圧傾度力により高压→低压へ動く
2. 北半球では、動いているものに対して右側へコリオリ力が働く
3. 最終的に2つの力は釣り合う(地衡風平衡)
4. 上空では、地衡風は等圧線に平行に吹く

$$\text{気圧傾度力} = \text{コリオリ力}$$

地衡風(北半球)

等圧線が曲がっていない場合

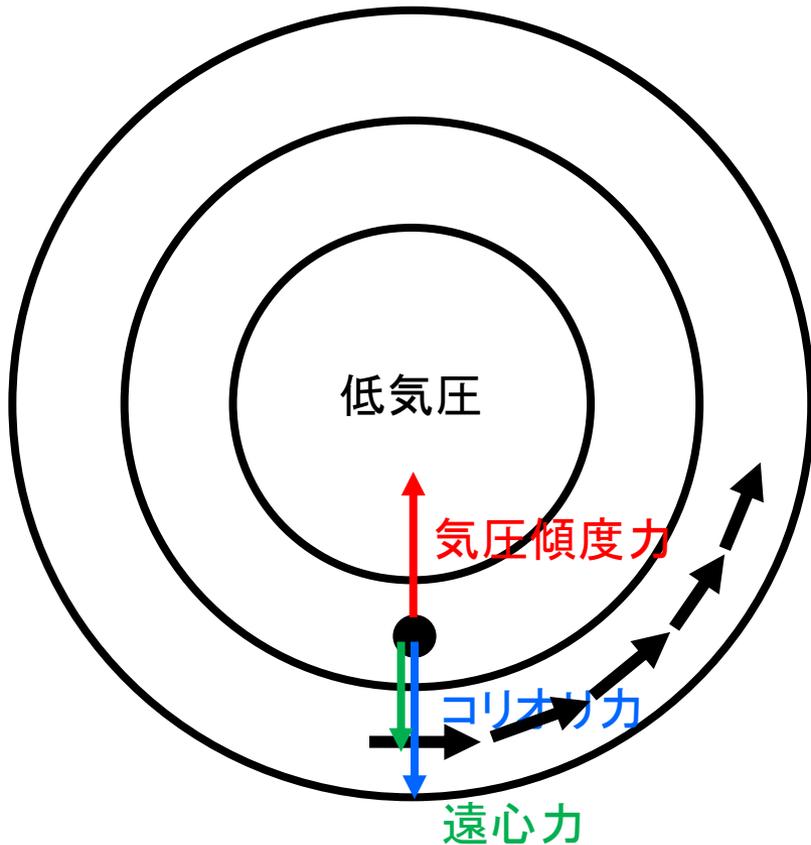


1. 気圧傾度力により高圧→低圧へ動く
2. 北半球では、動いているものに対して右側へコリオリ力が働く
3. 地表付近では、風向きと逆方向に摩擦が働き、風は低圧側へ吹き込む
4. 地表で収束した空気は上昇

$$\text{気圧傾度力} = \text{コリオリ力} + \text{摩擦力}$$

地衡風(北半球)

等圧線が曲がっている場合

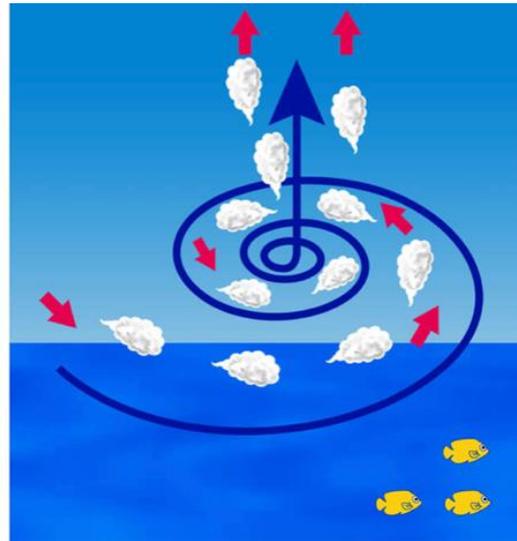
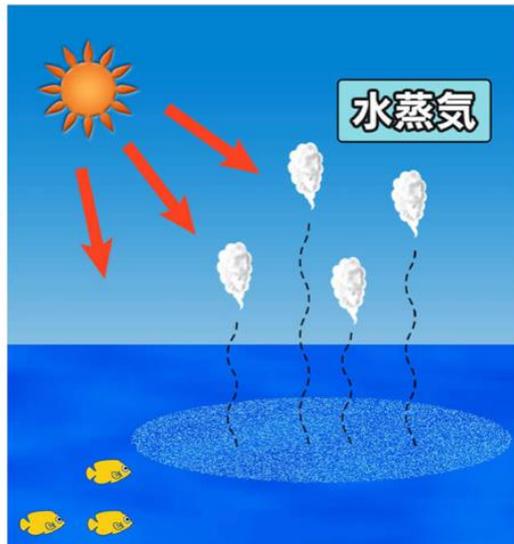


1. 気圧傾度力で高圧→低圧へ動く
2. 北半球では、動いているものに対して右側へコリオリ力が働く
3. 等圧線に沿って風が吹く。等圧線が曲がっているため、遠心力が働く

地表付近では、低気圧の中に空気が吹き込み渦を巻き上へ

$$\text{気圧傾度力} = \text{コリオリ力} + \text{遠心力}$$

熱帯低気圧

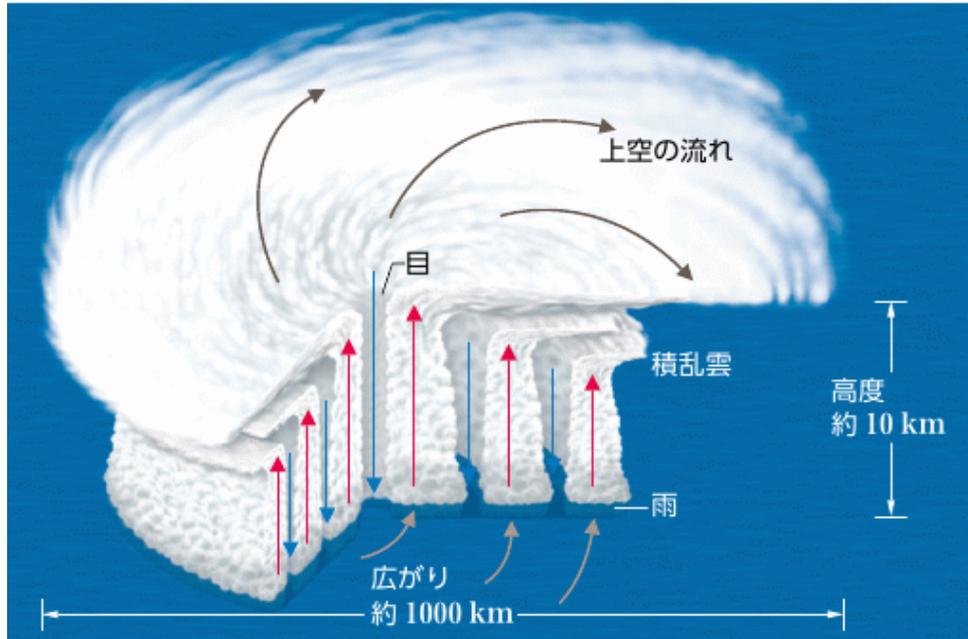


[tenki.jp]

熱帯・亜熱帯の暖められた海面から発生する水蒸気を大量に含んだ大気が上昇

上空で雲ができ、積乱雲にまで発達。雲ができる(水蒸気が凝結する)過程で多量の熱を放出し周囲の空気を暖める。暖められた空気は密度が低いため中心気圧が低下し、その結果熱帯低気圧に吹き込んでくる空気量は増加。より多くの熱が放出されるためさらに中心気圧は低下する。この連鎖により熱帯低気圧は発達していく。

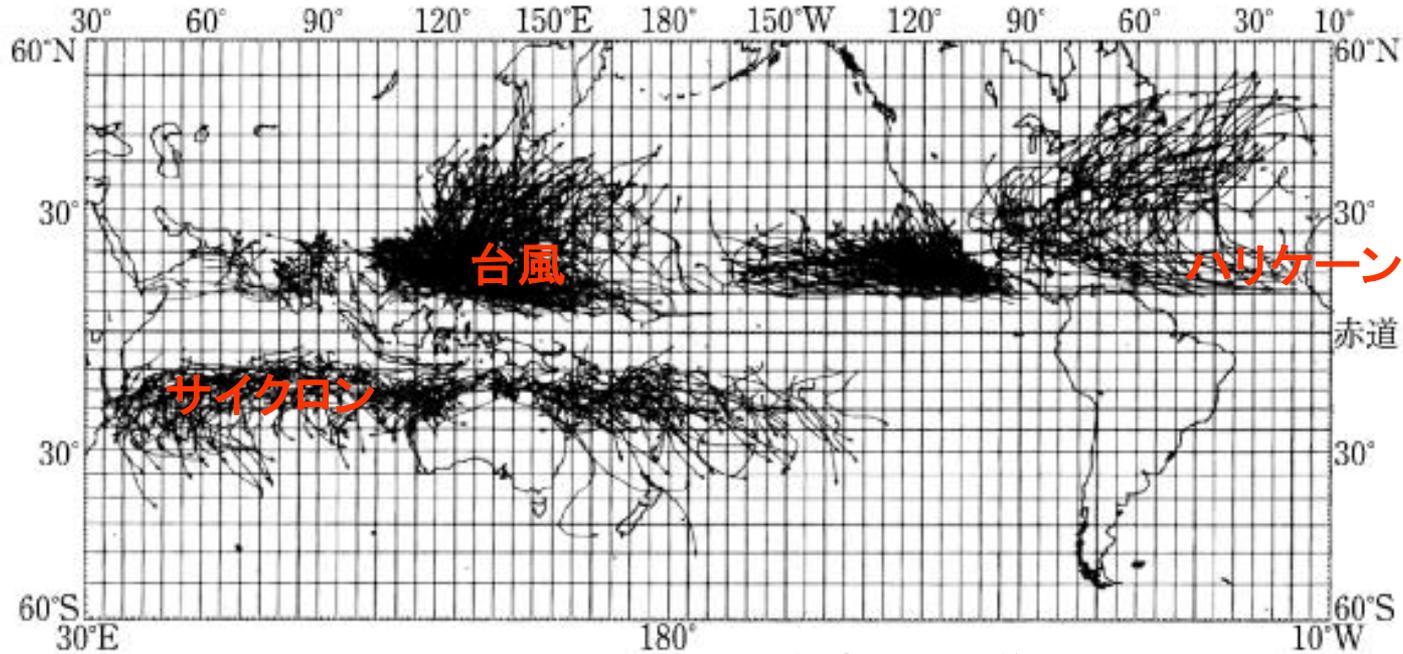
台風(熱帯低気圧)の構造



[地学図表P.183]

- 全体が暖かい空気だけででき
ており、渦の最大風速(10分
平均の風速の最大値)が17.2
m/s を超えると「台風」と呼ば
れる
- 直径: 100-500 km, 時に1000
kmになることも
- 高さ: 10-15 km

熱帯低気圧の発生場所・経路



[地球惑星科学入門 P.267]

- 熱帯低気圧は発生場所により名前が異なる
 - 北半球太平洋：台風
 - インド洋：サイクロン
 - 大西洋：ハリケーン
- 台風発生後、貿易風に流されて西へ進み、沖縄付近に達すると向きを北へ変える(転向)。

台風 その後

- 海面水温が熱帯よりも低い日本付近に来る/上陸すると、海からの水蒸気の供給が減少する
- 熱帯低気圧や温帯低気圧へ変化する

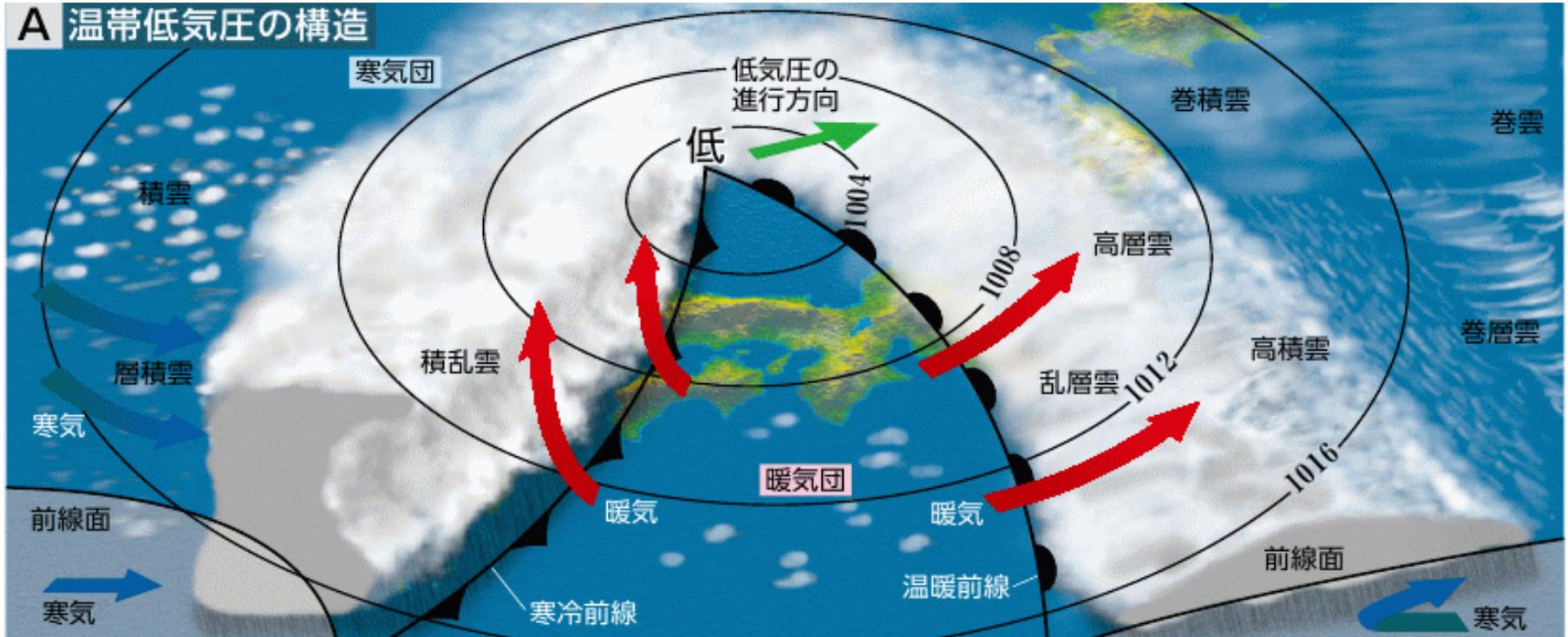
定義1: 全体が暖かい空気だけでできている

北からの寒気の影響が加わると「温帯低気圧」へ

定義2: 渦の最大風速が17.2 m/s を超える

風速が17.2 m/s 未満になると「熱帯低気圧」へ

温帯低気圧



[地学図表P.182]