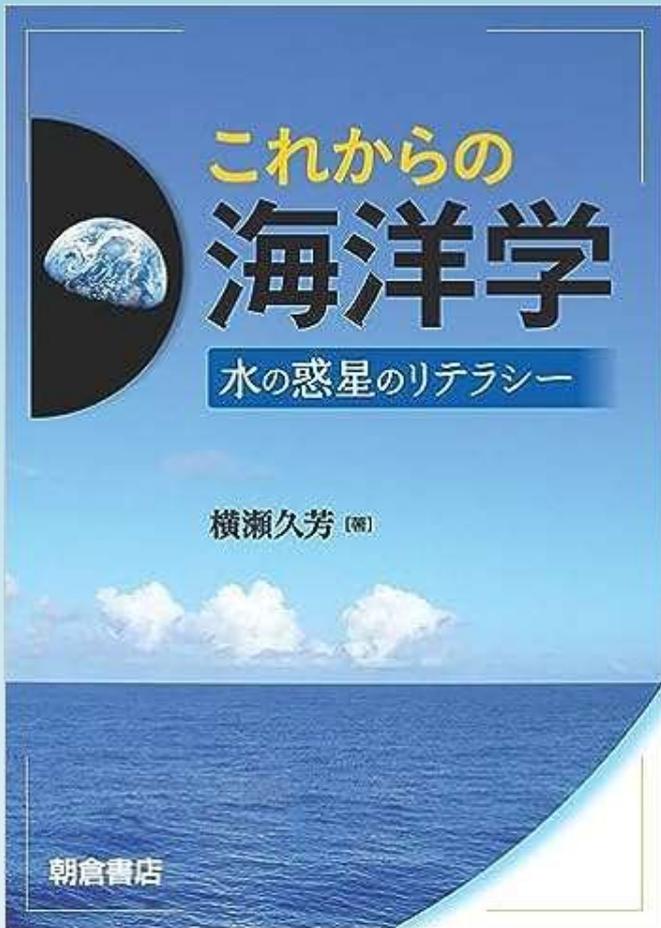


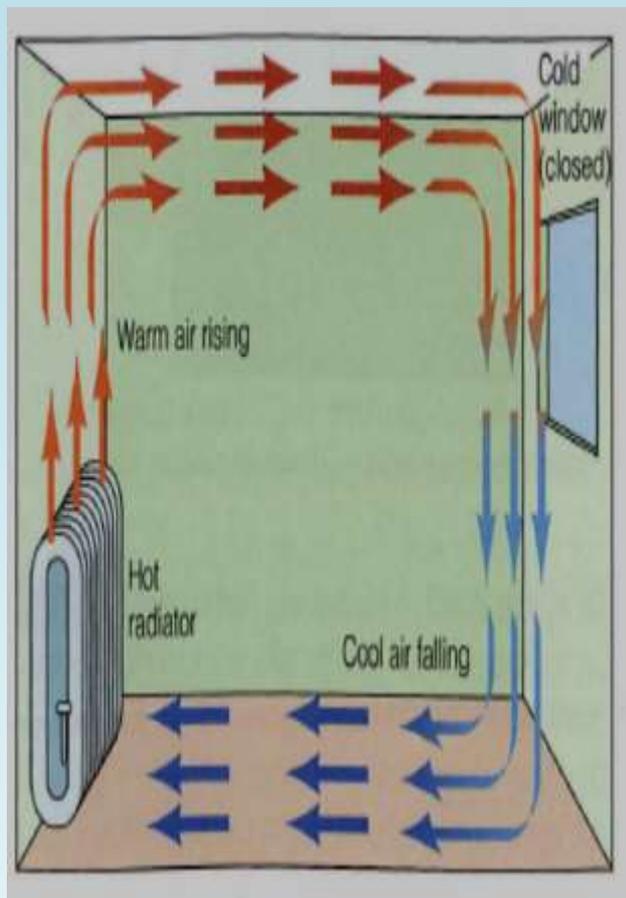
LESSON 5

大気循環とコリオリの効果 p. 30～39

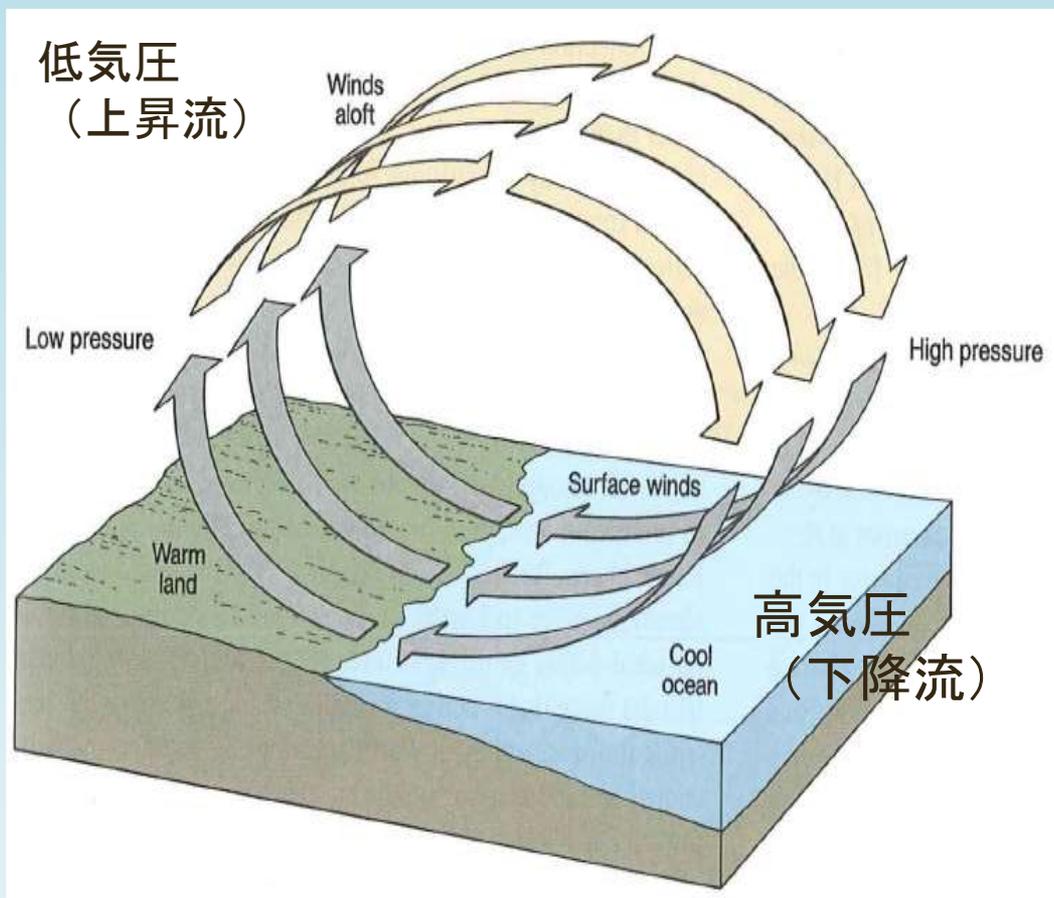


2023年度 教養課程：地球環境科学の最前線 A&B
担当：熊本大学大学院 横瀬久芳（海洋火山学）

上昇した空気塊は冷やされて下降流となる。

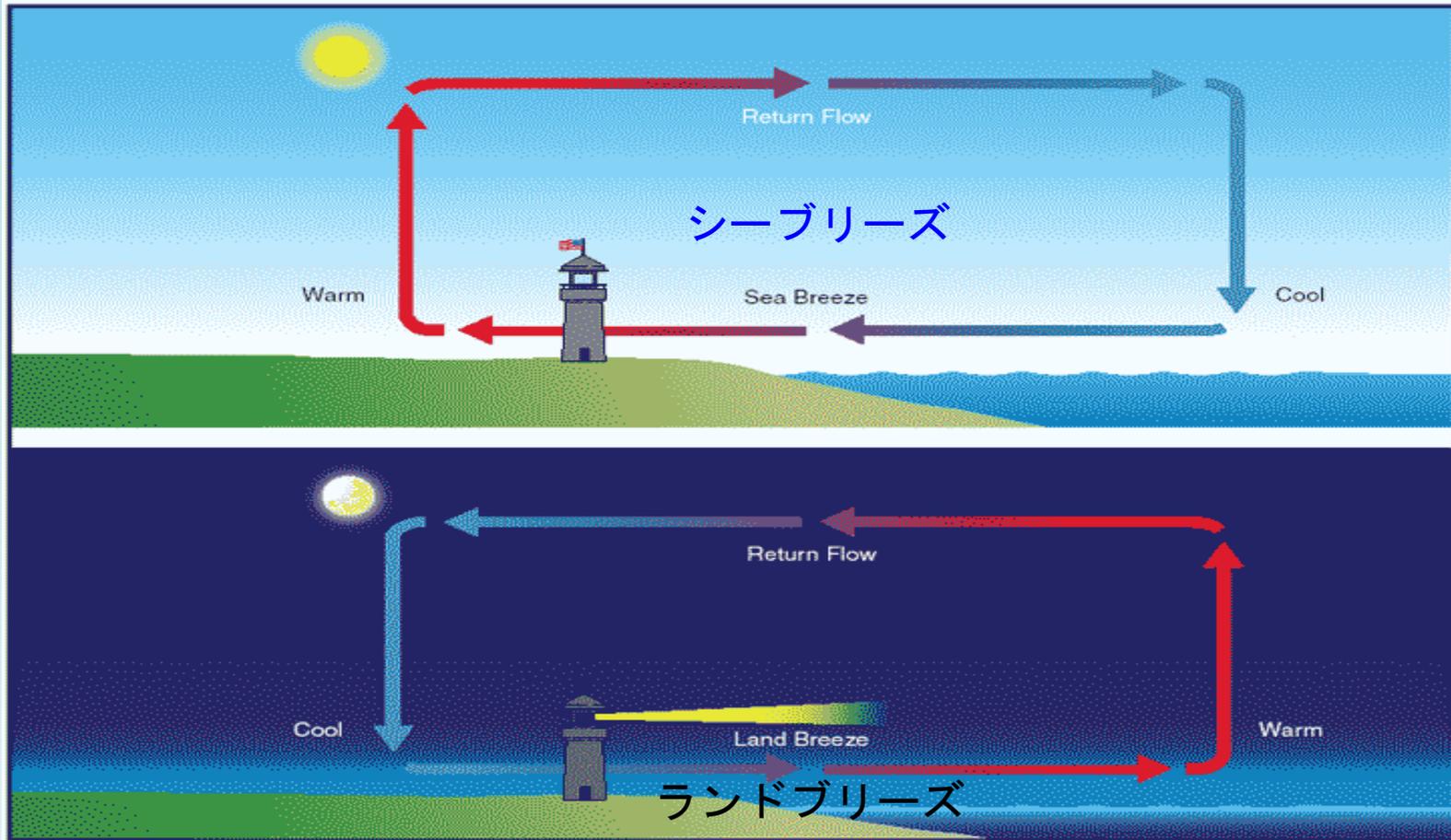


暖められた気体は
軽くなって上昇



冷やされた気体は、重くなって
下降する。

海陸風の原理 (大気循環の局地性)



<http://www.free-online-private-pilot-ground-school.com/Aviation-Weather-Principles.html>

モンスーン: 巨大な海陸風 大陸と海洋の位置関係で決まる

海洋：比熱が大きい
熱しにくくさめにくい

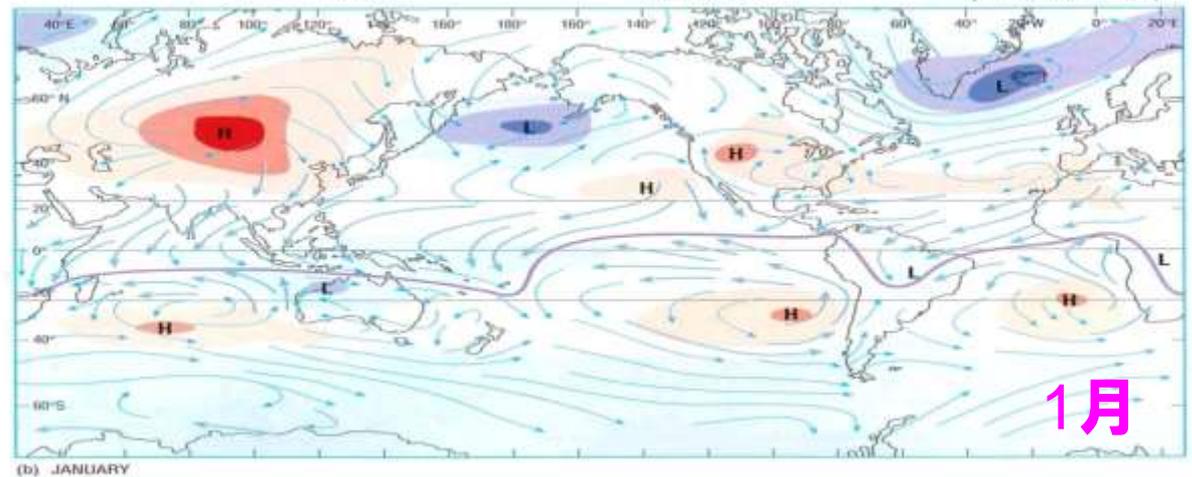
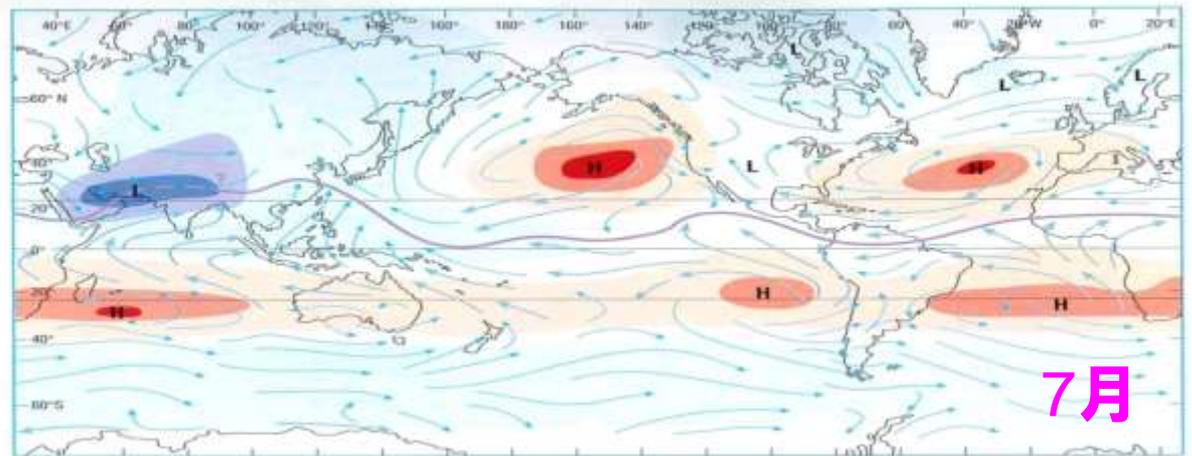
(温度変化が小さい)

水分子の水素結合が影
響

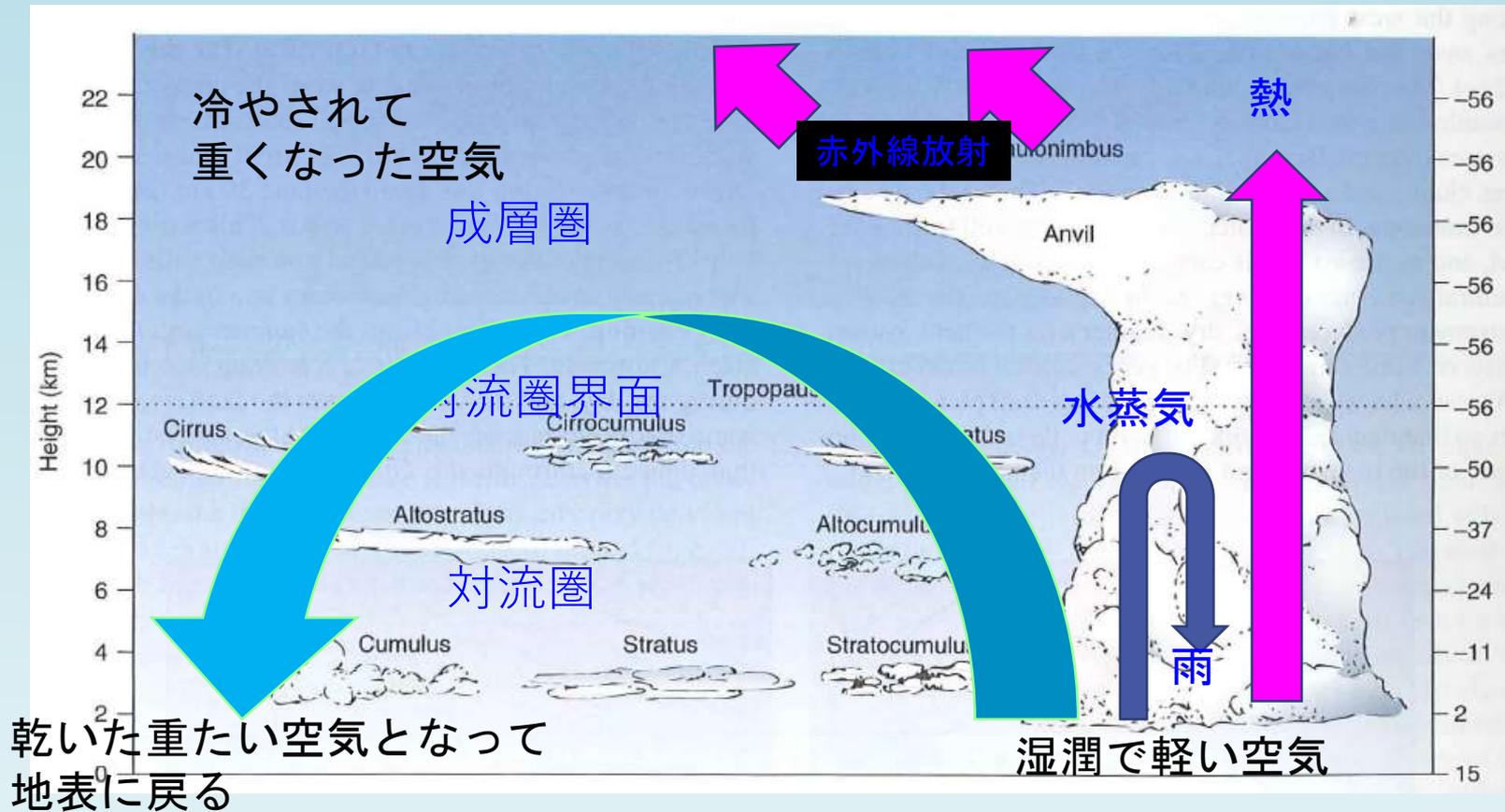
大陸：比熱が小さい
熱しやすくさめやすい

(温度変化が大きい)

表面のみの熱変化



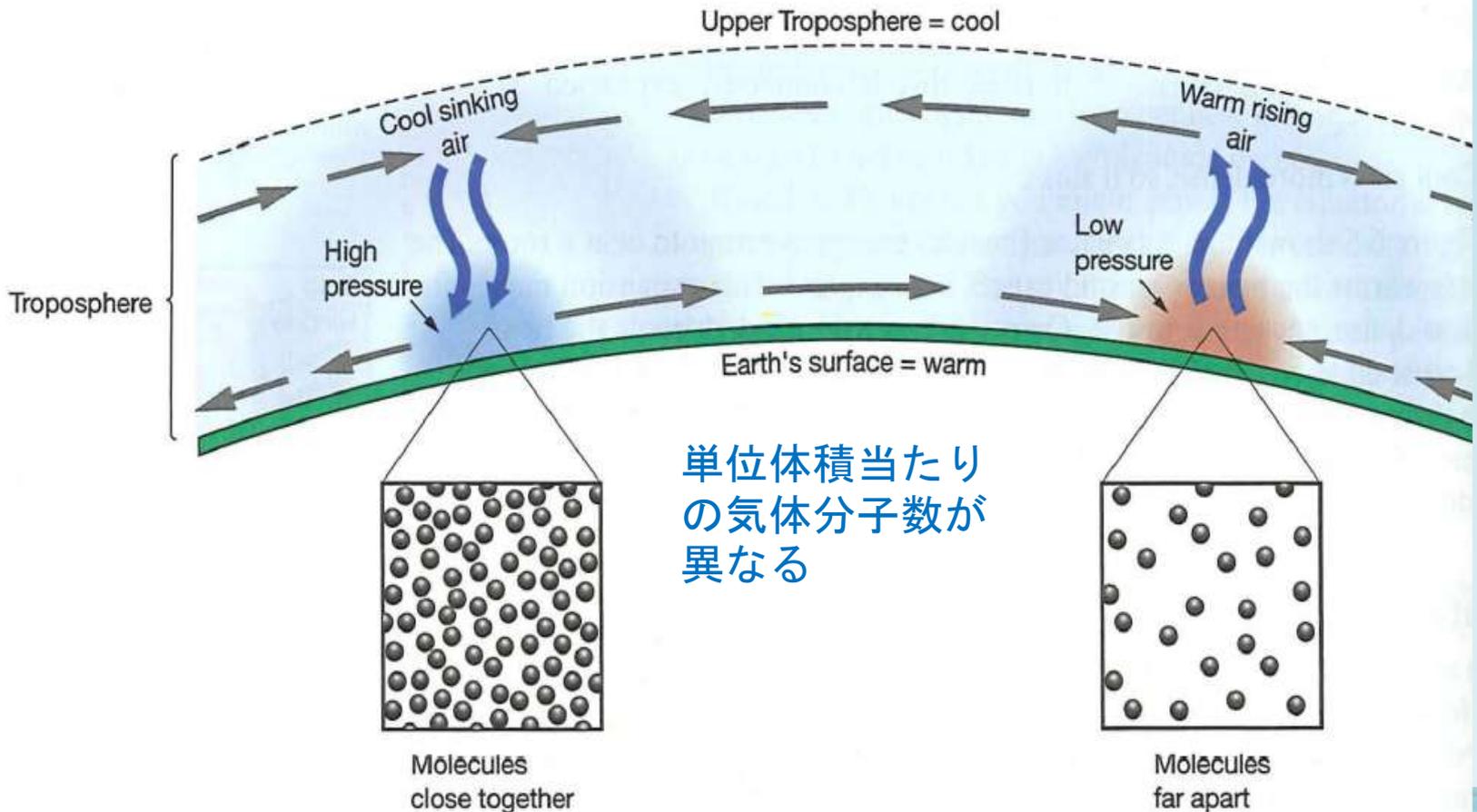
大気の循環が風を起こす！



高気圧

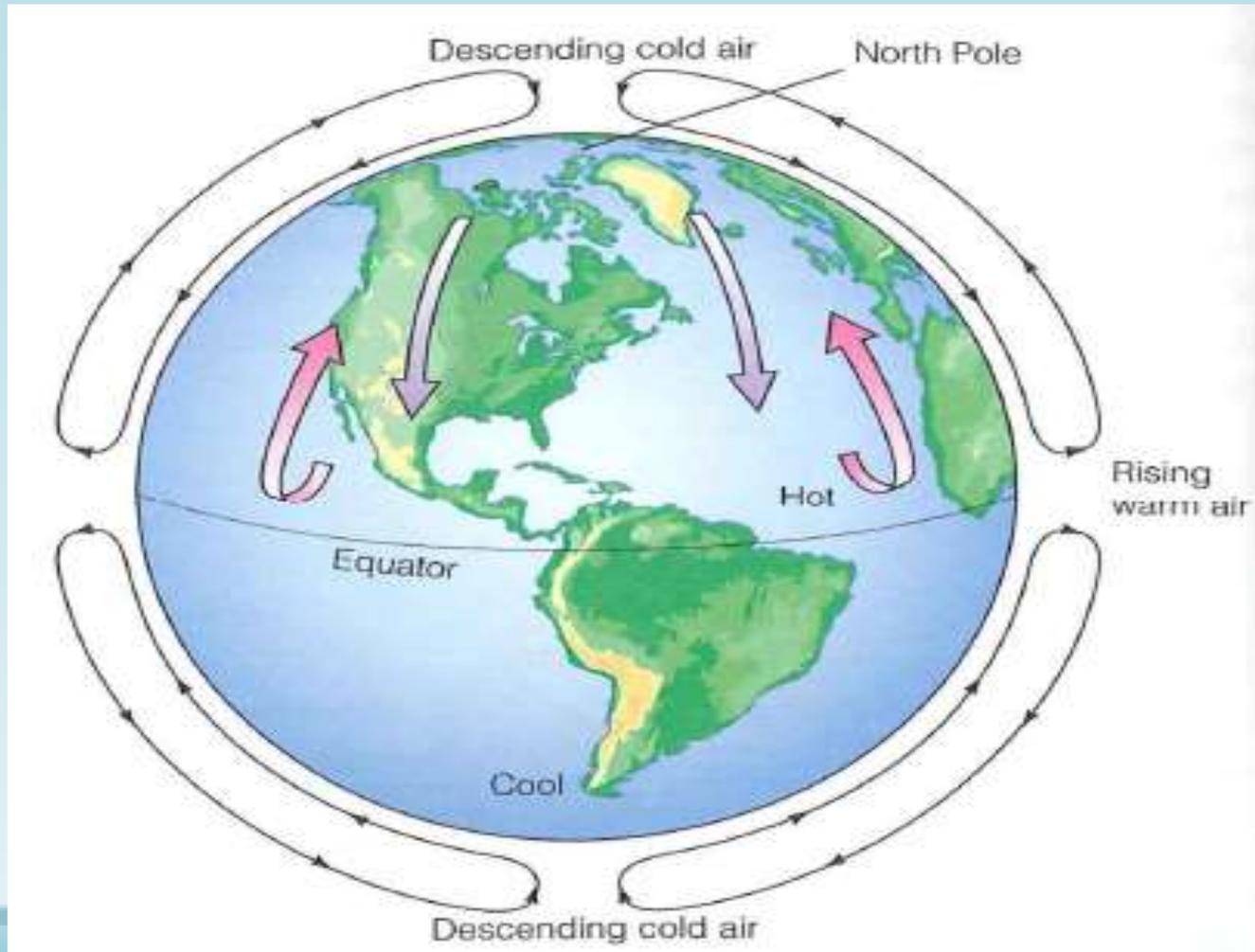
低気圧

暖かくて湿った軽い空気 (低気圧)
冷たくて乾いた重たい空気 (高気圧)



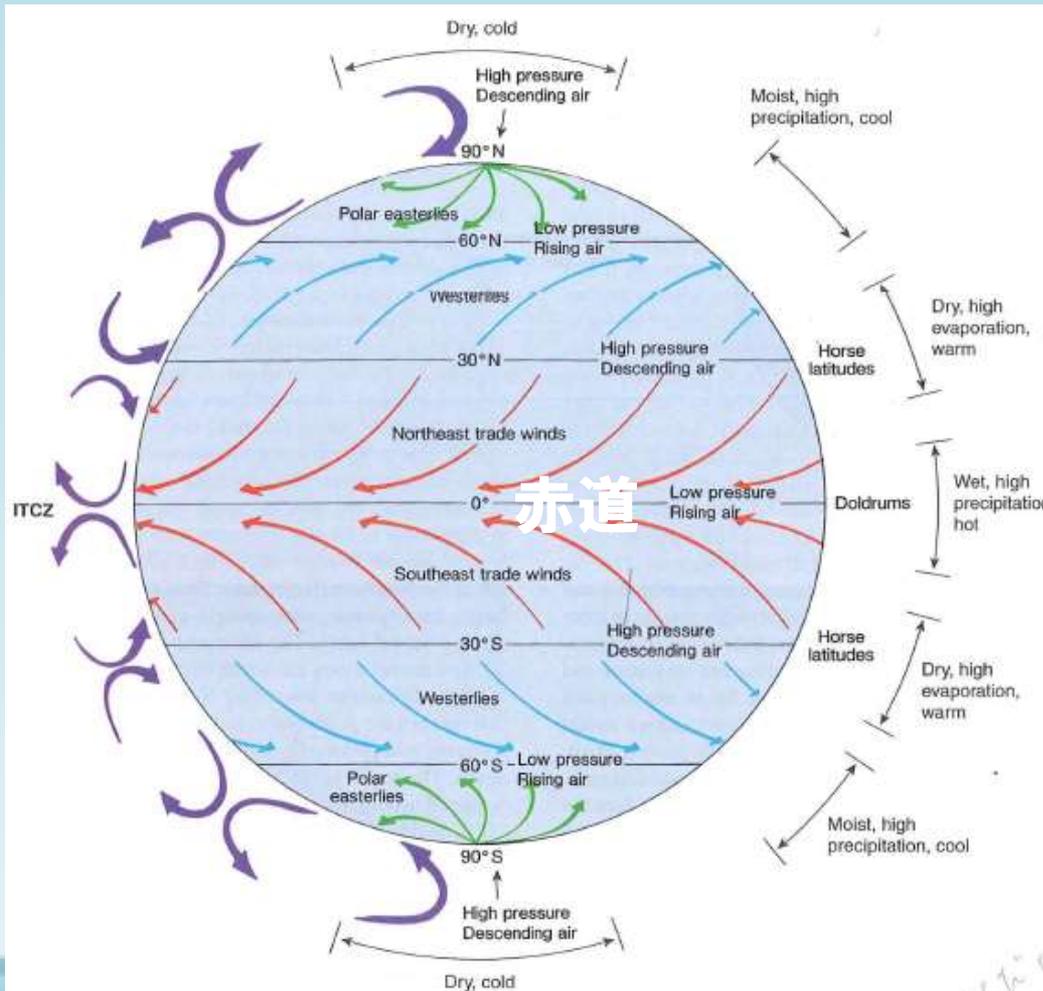
熱帯地域で上昇して、極域で下降する簡単なセルだろうか？

赤道は年中暑く水蒸気が豊富だから、上昇流が卓越する



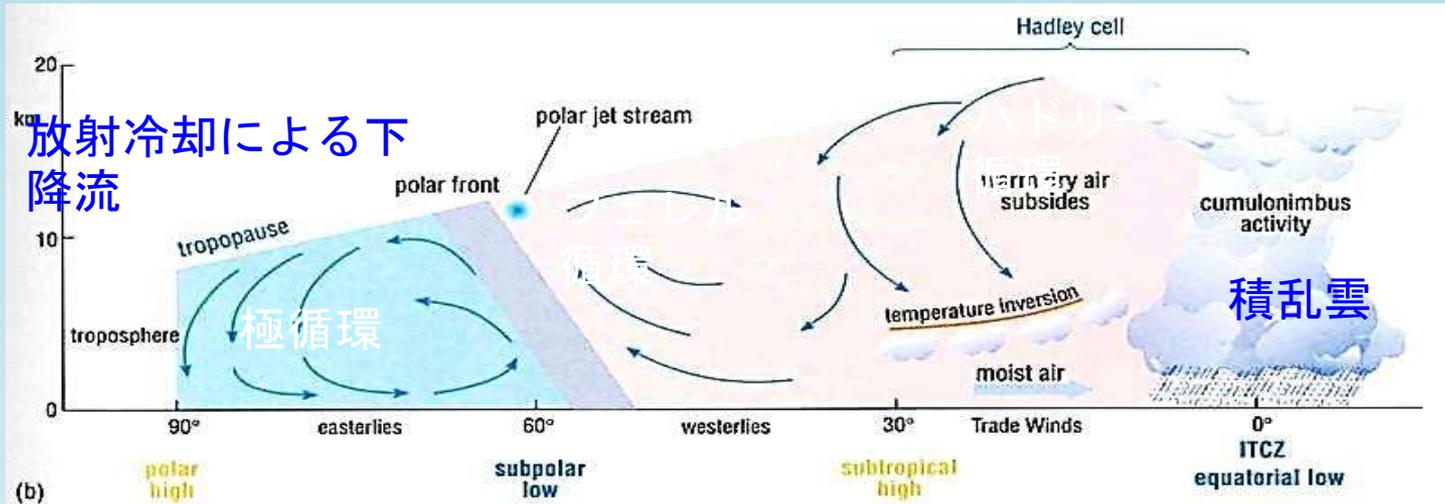
極域は、年中寒いから空気が冷やされて、降りてくる。

高緯度, 中緯度, 低緯度 (30° 刻み)



高緯度	極東風
— 60° N —	
中緯度	偏西風
— 30° N —	
低緯度	貿易風
— 0° —	
低緯度	貿易風
— 30° S —	
中緯度	偏西風
— 60° S —	
高緯度	極東風

もっと複雑な循環セルを地球は持っています。



複雑さは、地球の自転によってもたらされます。

コリオリの効果（力）

ガスパール＝ギュスター
ヴ・**コリオリ**（**Gaspard-
Gustave Coriolis** 1792年
5月21日 - 1843年9月19日）
は、フランス生まれの物
理学者・数学者・天文学者。

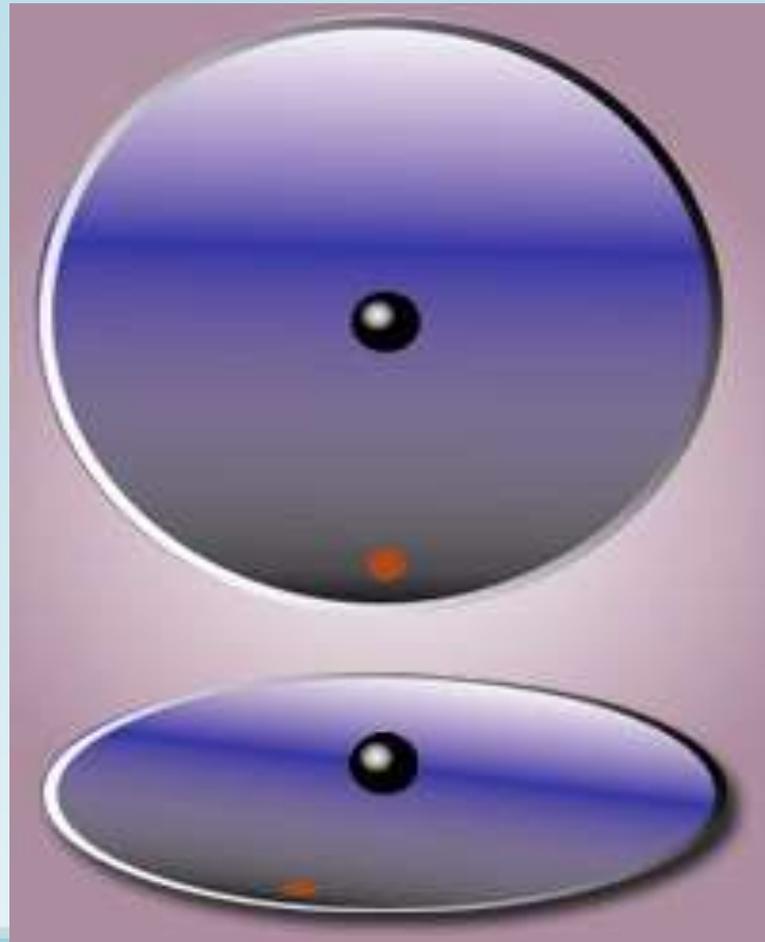
回転座標系における慣性
力的一种であるコリオリの
力（転向力）を提唱した。



回転している場での物の動き



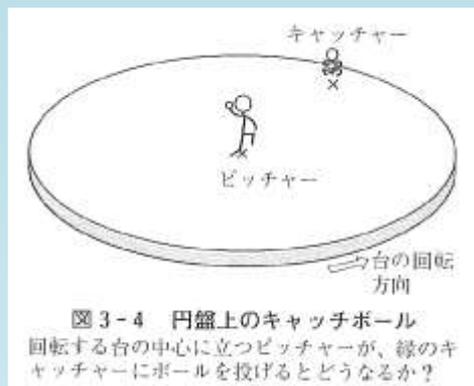
その場でみると、曲がっているけど。
外側から見ると意外とまっすぐ！



赤道の両サイドで渦巻は変わらない



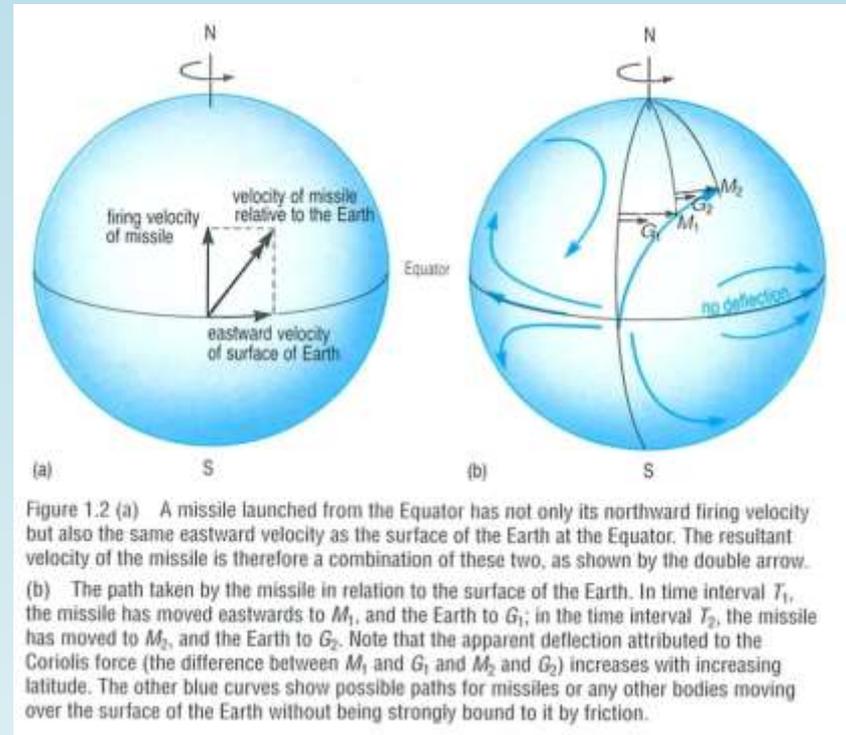
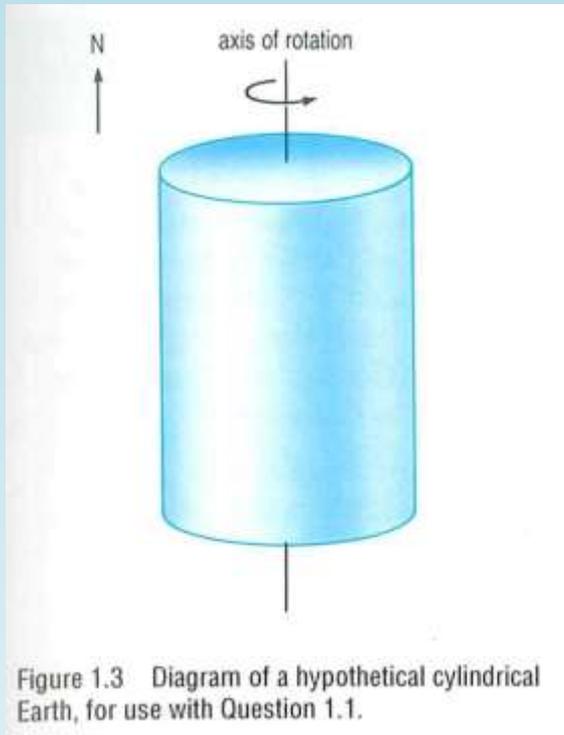
再びコリオリの力(速度の差)



我々は、意識として静止しているつもりでも、実際は地球が自転しているため、宇宙から眺めた場合移動する存在となる。この意識と現実のギャップを埋めて地球規模の現象を理解するために必要なアイテムがコリオリの力となる。

実感できない仮想的な力 = コリオリの力

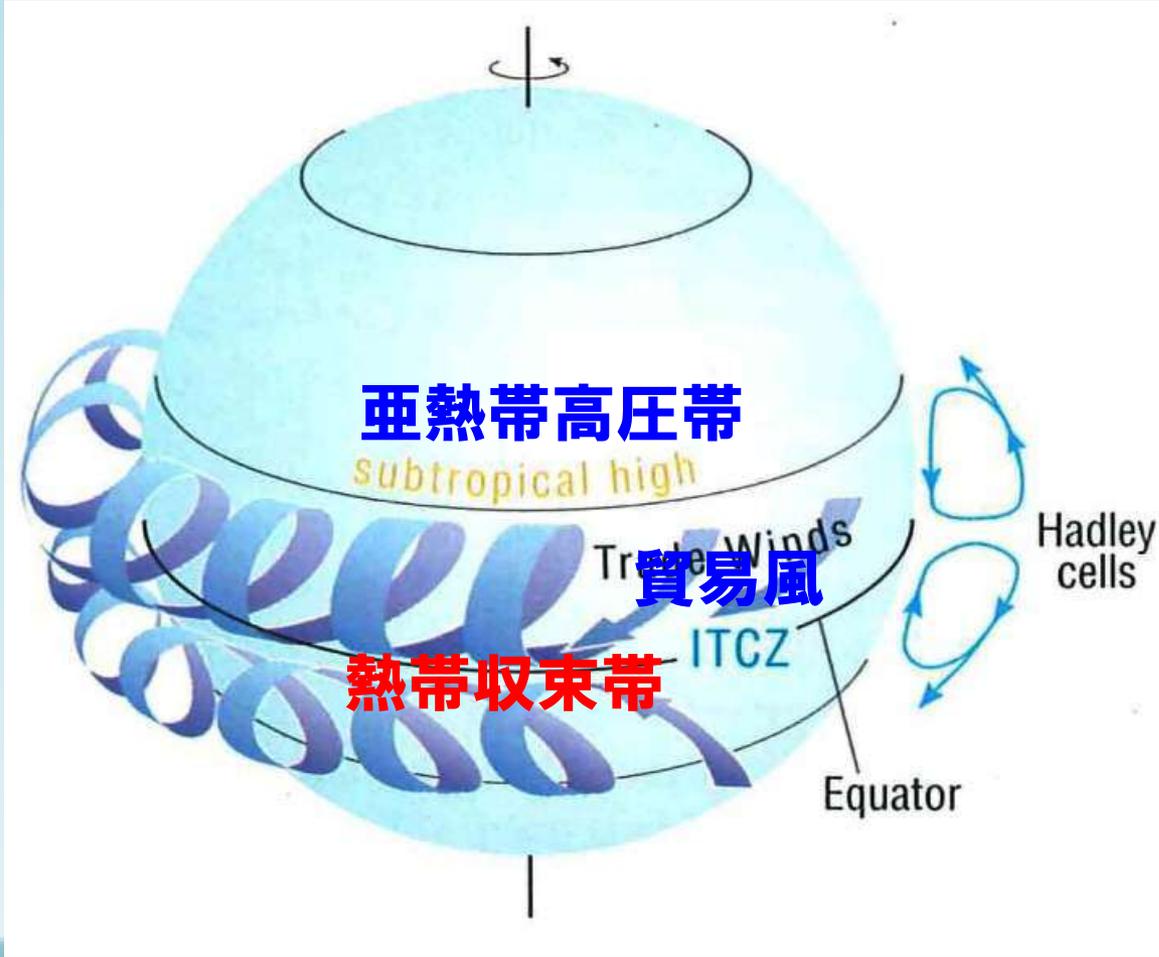
地球は回転する球体



ちなみに：自転スピードは赤道上で500m/sec（音速：330m/sec）
公転スピードは、30km/sec

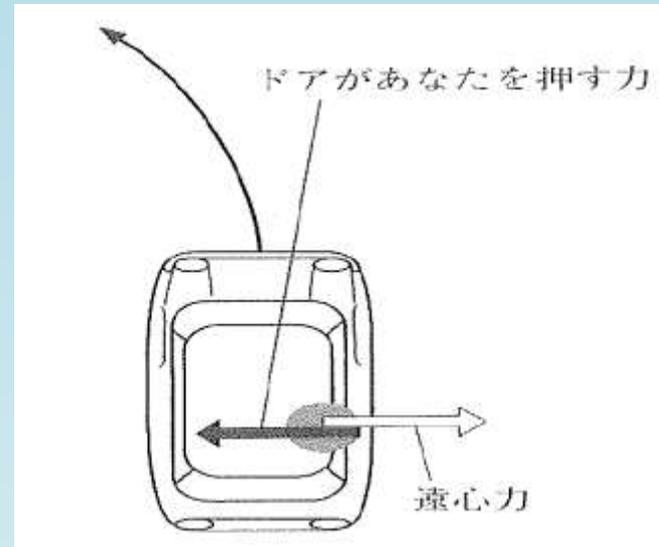
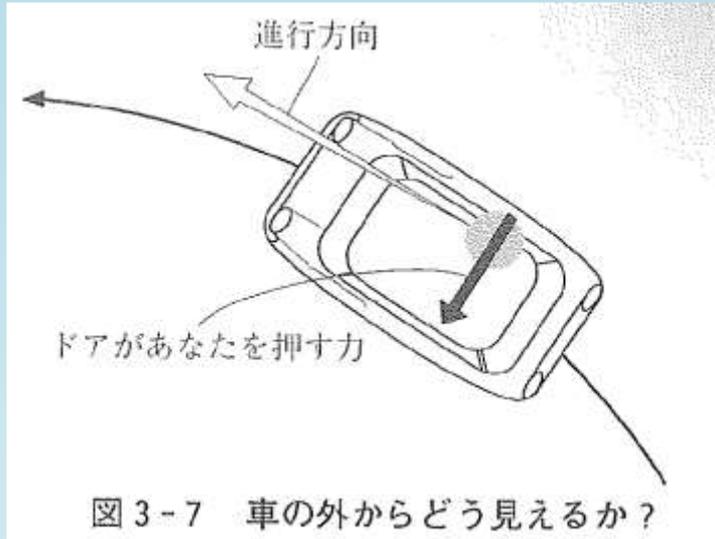
貿易風：コリオリ力による渦巻き

北半球では、進行方向に対して右に曲がる性質がある。



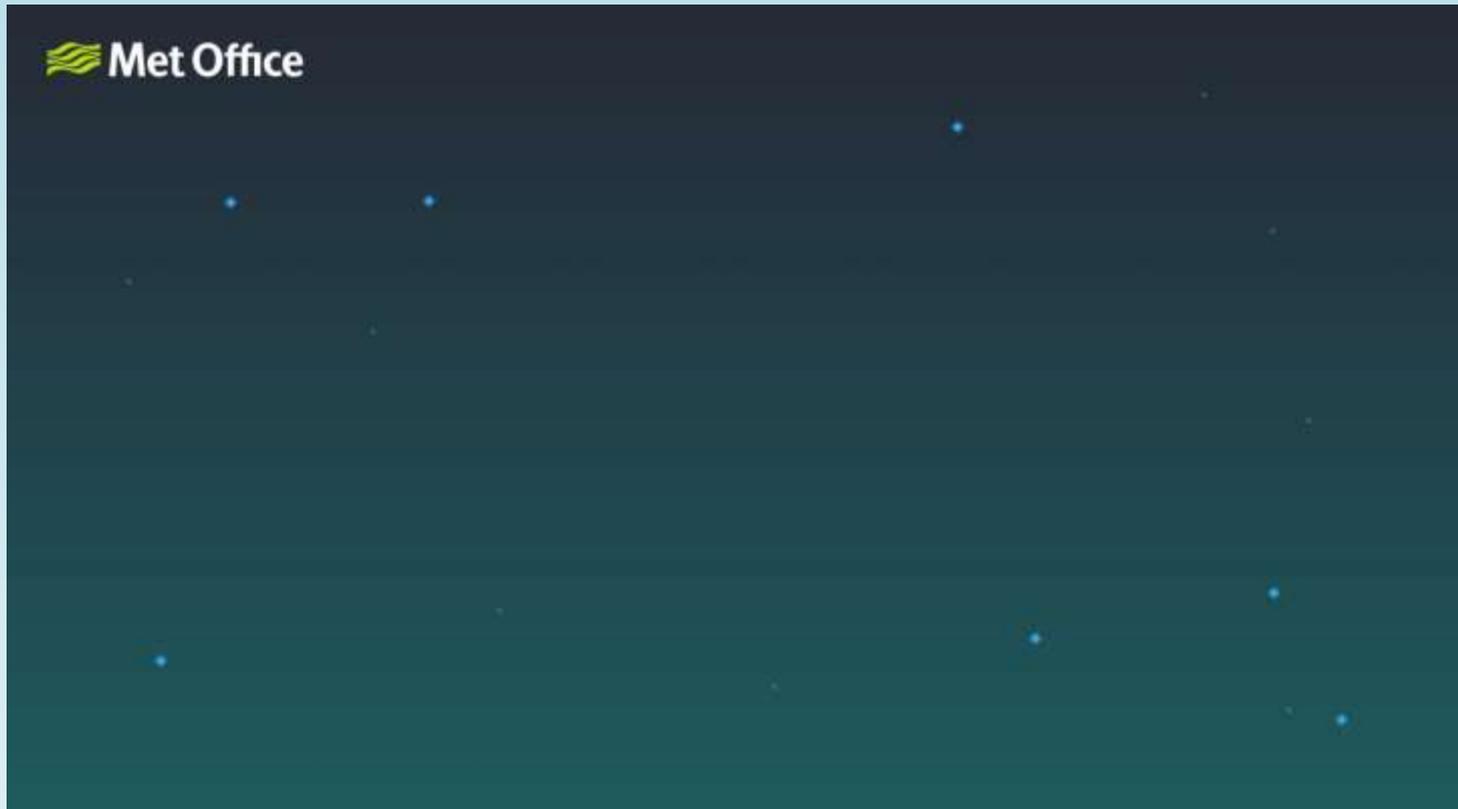
南半球では、進行方向に対して左に曲がる性質がある。

コリオリの効果と遠心力

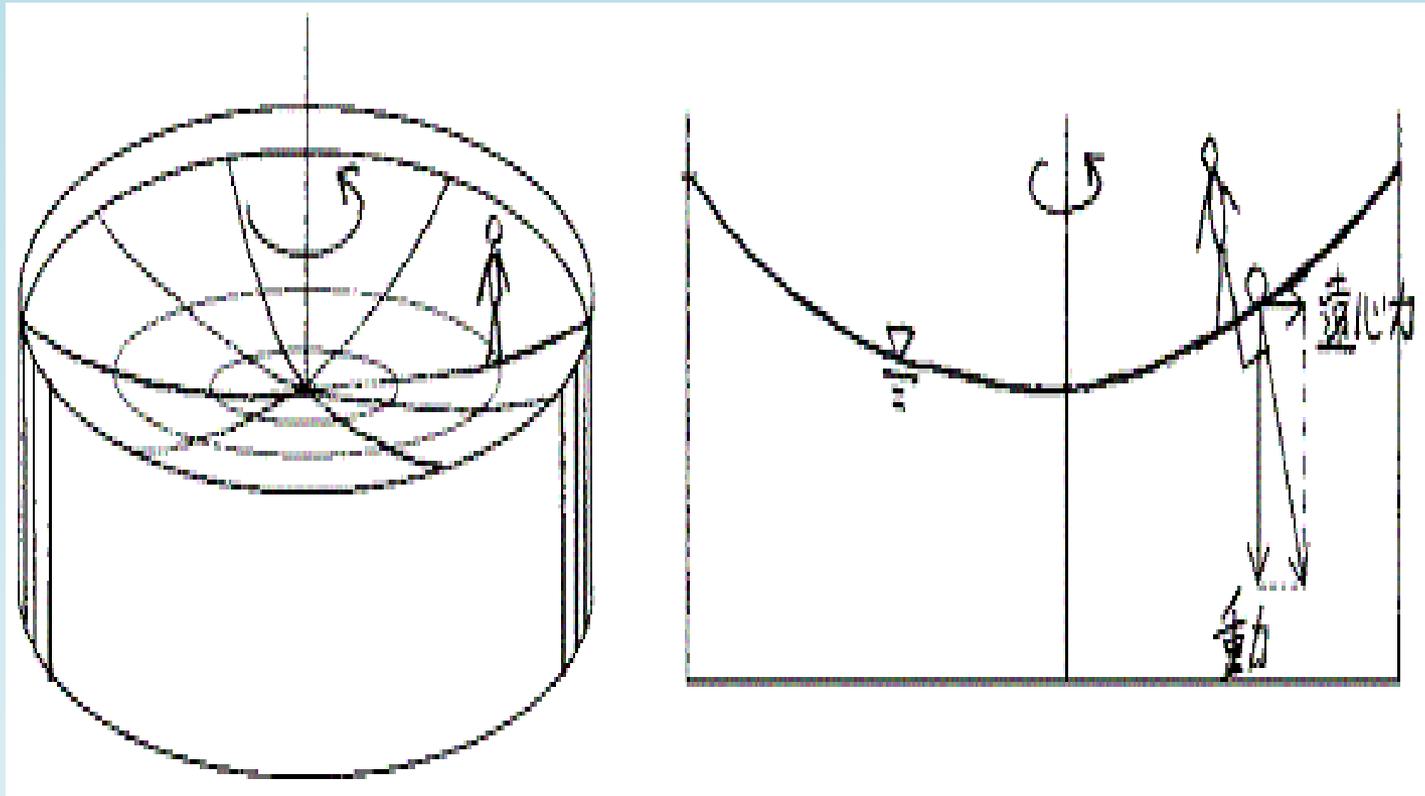


回転している物体に乗っている自分から見た場合、“遠心力によって車外に投げ出されそうになった”という表現になるが、車外にいる人から見ると、“まっすぐ進もうとしたのに、ドアが私を内側に押さえつけた！”という表現に変わる。視点をどこに置くかで表現が変わる。地球の自転を体感できない我々は、自己中心的な発想から“コリオリの効果”を生み出すこととなる。

大気循環とコリオリの効果（地球の自転）

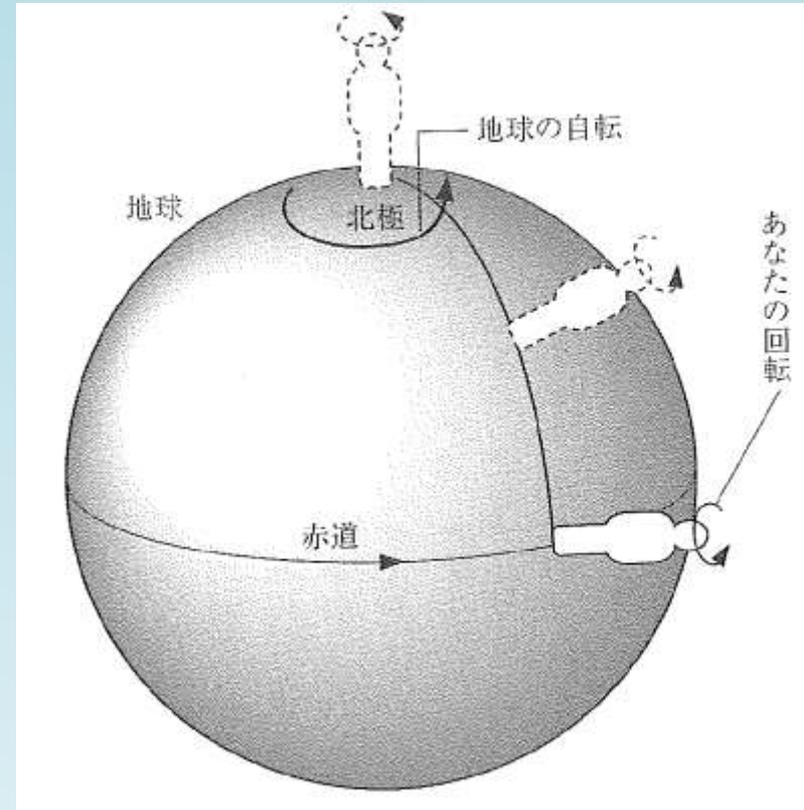
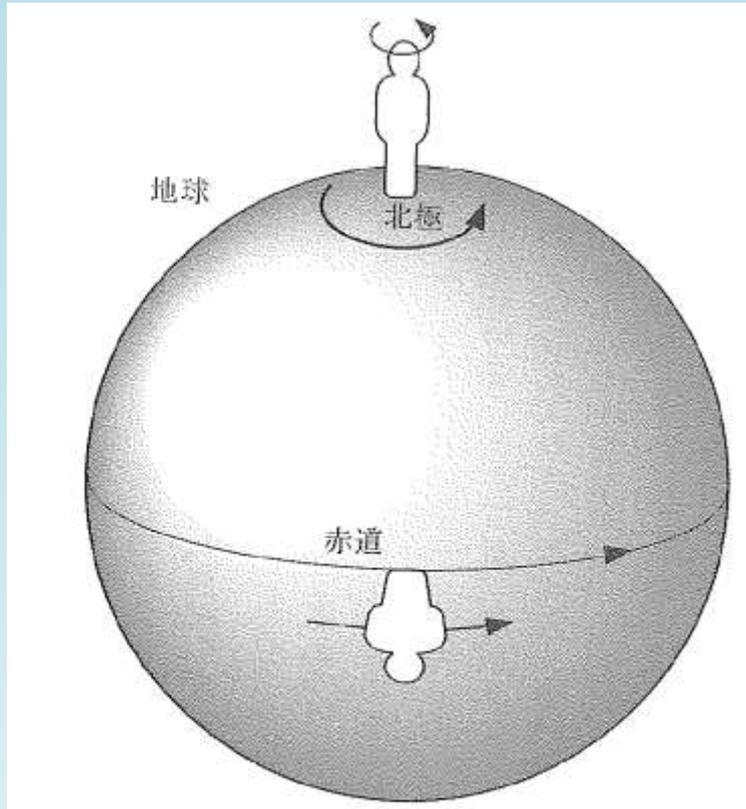


東西方向に移動におけるコリオリの効果



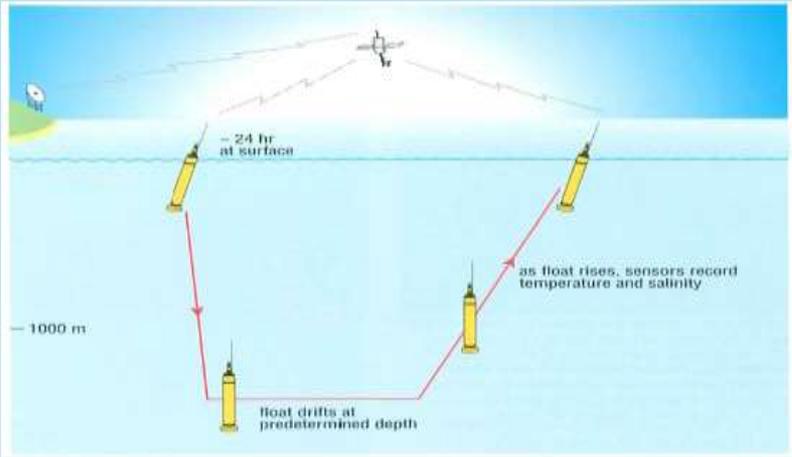
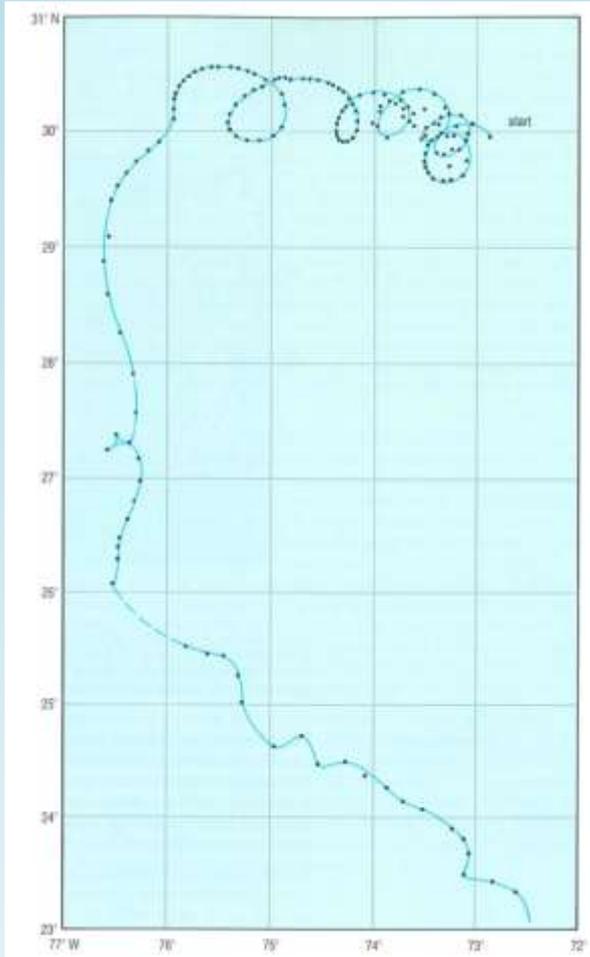
自転スピード：赤道上で $467\text{m}/\text{sec}$ （音速： $330\text{m}/\text{sec}$ ）
公転スピード： $30\text{km}/\text{sec}$

コリオリの効果2 (スピン成分：渦)

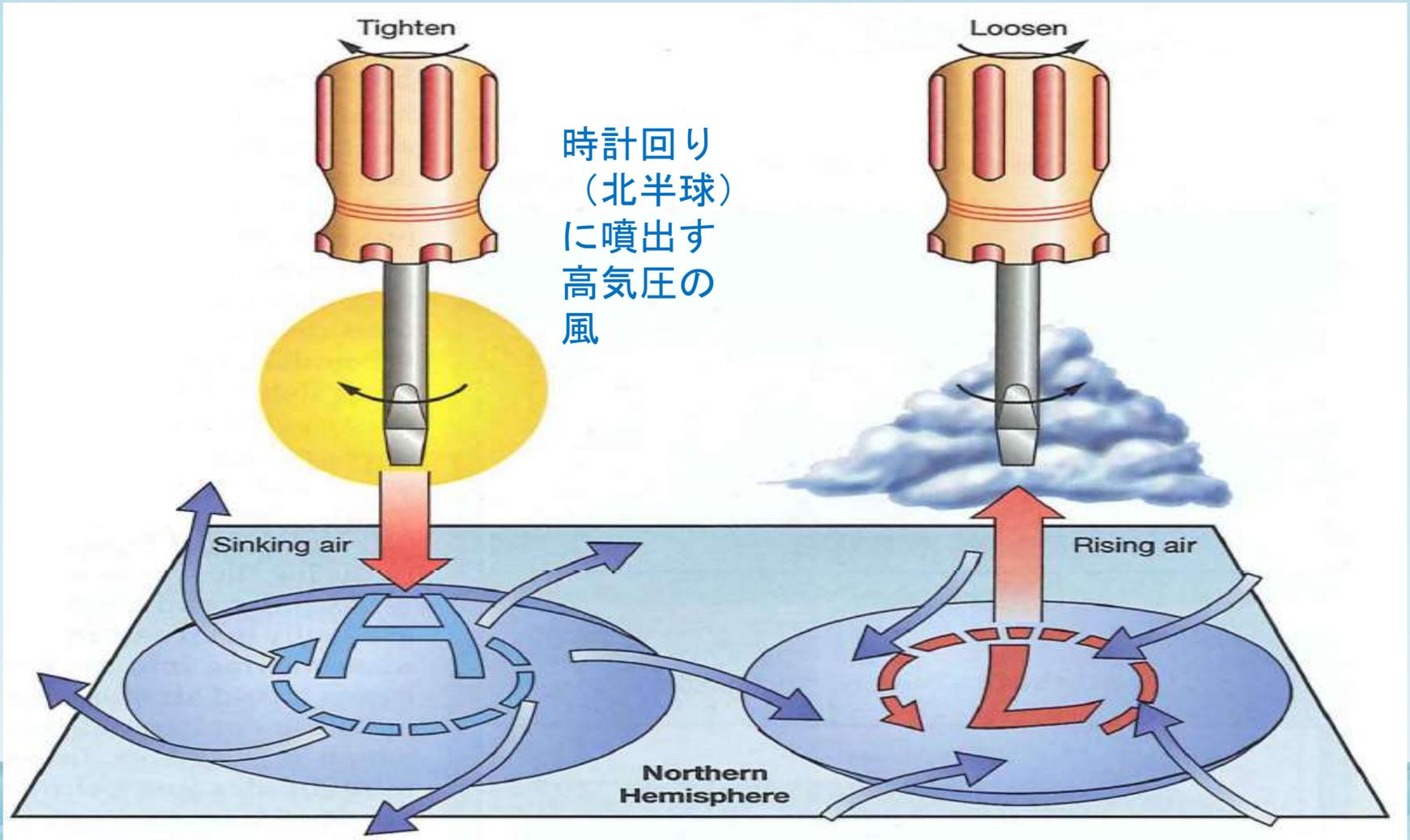


流れに対して直角右向きに作用するコリオリ力は、極で最大になり赤道で0になる。北上流に対しての β 効果は、時計回りの回転を与える。南下流に対しての β 効果は、北上流の場合とは逆に、反時計回りの回転を与える。地球は、自転している上に球体であるという特徴を持つため、このような効果が自然現象に現れる。ただ、地球規模の現象だから、実生活で体感することはまず不可能である。

海流を計る (ARGOブイ)



高気圧・低気圧の風向き



モンスーン: 巨大な海陸風

西高東低→北風, 東高西低→南風

海洋: 比熱が大きい
熱しにくくさめにくい

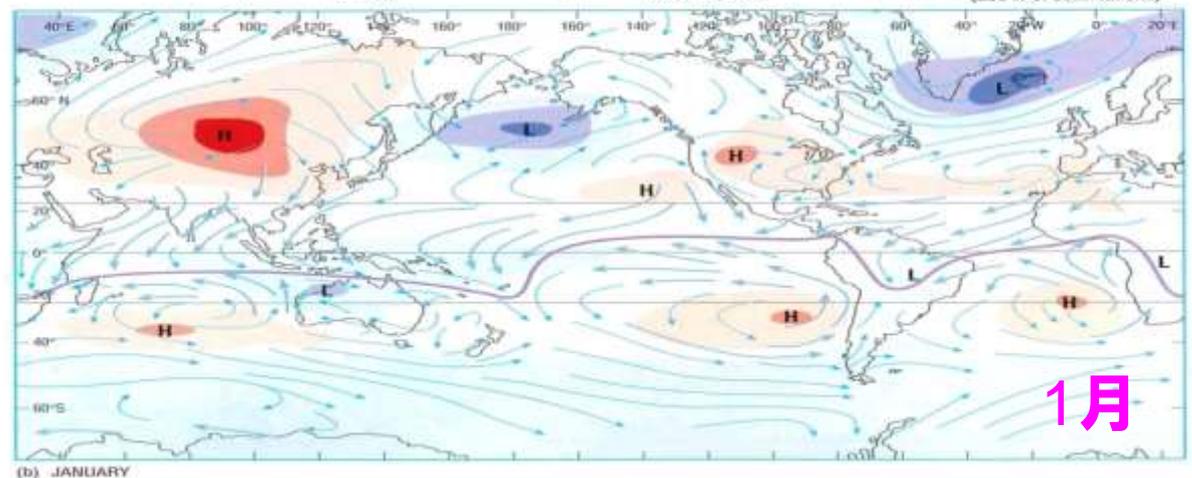
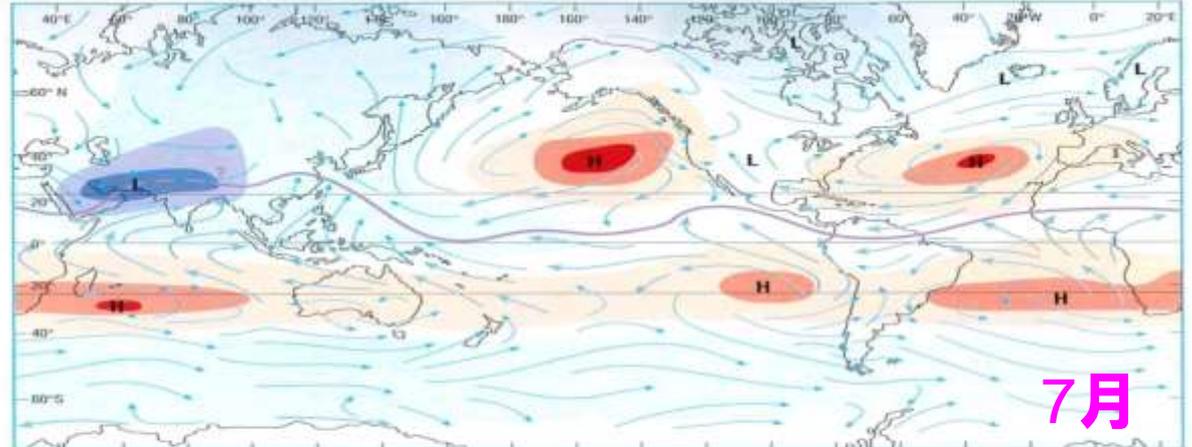
(温度変化が小さい)

水分子の水素結合が影響

大陸: 比熱が小さい
熱しやすくさめやすい

(温度変化が大きい)

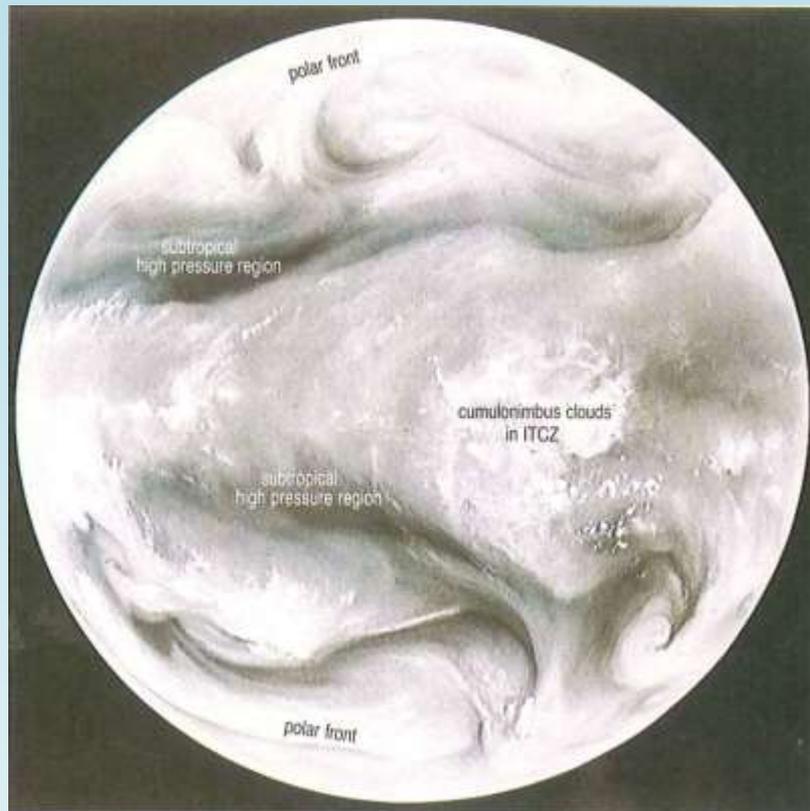
表面のみの熱変化



砂漠地帯がある緯度地域に帯になる



可視光イメージ



波長6000nmイメージ
水蒸気の多いところは白く、少ないところは、黒く示される。

赤道の両サイドで渦巻は変わらない



コリオリの効果 = $2 * \text{地球自転の角速度} * \sin(\text{緯度}) * \text{物体の速度} * \text{物体の質量}$
地球自転の角速度 = $7.3 * 10^{-5}$ 赤道 : $\sin 0 = 0$ (緯度1度は、110km)
 $\sin 0.00001 = 1.74 * 10^{-7}$)

Coriolis Force

