



基礎地科(上) 第4章

大氣的結構與變動

基礎地科(上)

- 4-1 大氣的結構
- 4-2 大氣變化與水循環
- 4-3 天氣系統與變化



基礎地科(上) 4-1 大氣的結構

- 大氣的組成
- 大氣的垂直分布
- 外氣層
- 大氣的分層
- 對流層
- 平流層
- 中氣層
- 增溫層





基礎地科(上) 大氣的組成

- 氮、氧、氫所占比例不隨時間、地點而變，其餘氣體則有較大變化，以水氣的變動最大。

固定成分

氣體名稱	體積百分比
氮 (N ₂)	78.08
氧 (O ₂)	20.95
氫 (Ar)	0.93

變動成分

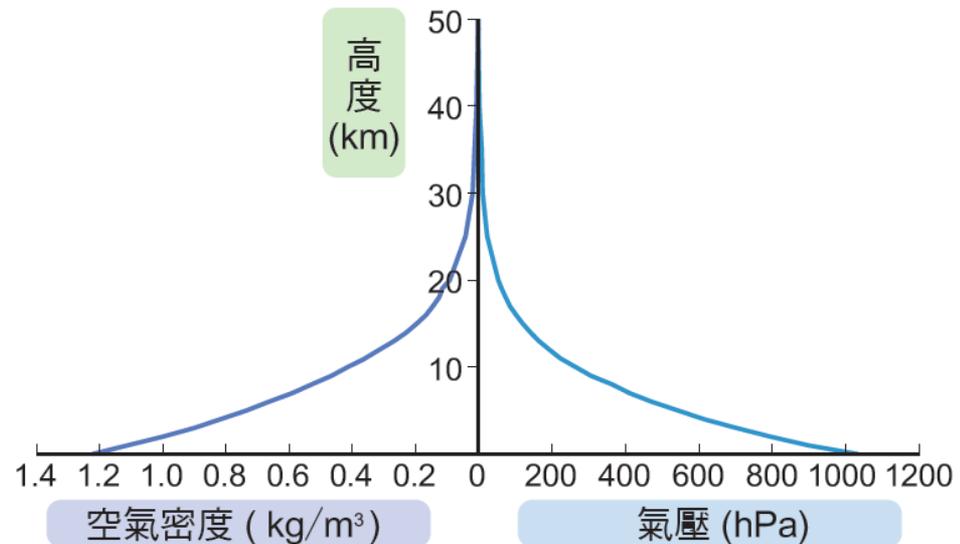
氣體名稱	體積百分比
二氧化碳 (CO ₂)	3.5×10^{-2}
甲烷 (CH ₄)	1.7×10^{-4}
一氧化碳 (CO)	2.0×10^{-5}
臭氧 (O ₃)	4.0×10^{-6}



基礎地科(上) 大氣的垂直分布

● 任一點，其單位面積所承受的大氣重力稱為大氣壓力，簡稱為氣壓，氣象上通用氣壓單位為百帕（hPa、毫巴）。

● 離開地表愈遠的高空密度愈小；距地面數千公尺的大氣層中，約每上升10公尺，氣壓降低1百帕。



基礎地科(上) 外氣層



- 大氣層沒有**固定上限**。
- 在500~600公里高度，也仍有極少量氣體分子，將此最外層大氣稱為**外氣層**。

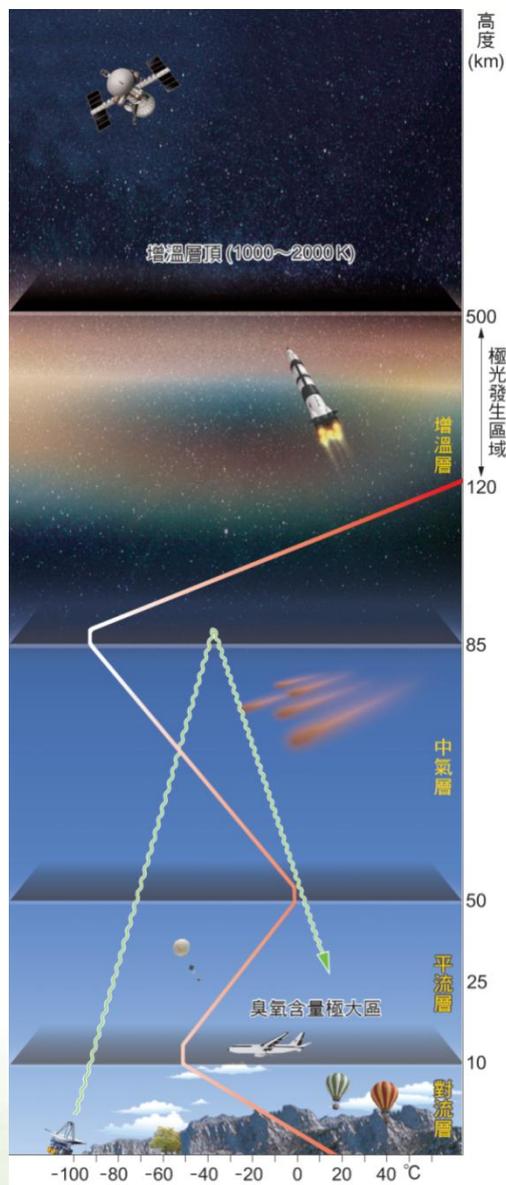


基礎地科(上) 大氣的分層

- 依**成分**結構，大氣可分為**均勻層**（約在中氣層以下）和**非均勻層**。
- 依**電離**結構區分為不帶電的**中性層**（60公里以下）、**電離層**（60～500公里間）和**磁層**（500公里以上）。
- 最常用的是以**溫度**垂直分布來分層，區分為**對流層**、**平流層**、**中氣層**及**增溫層**等四層。



基礎地科(上) 大氣的分層

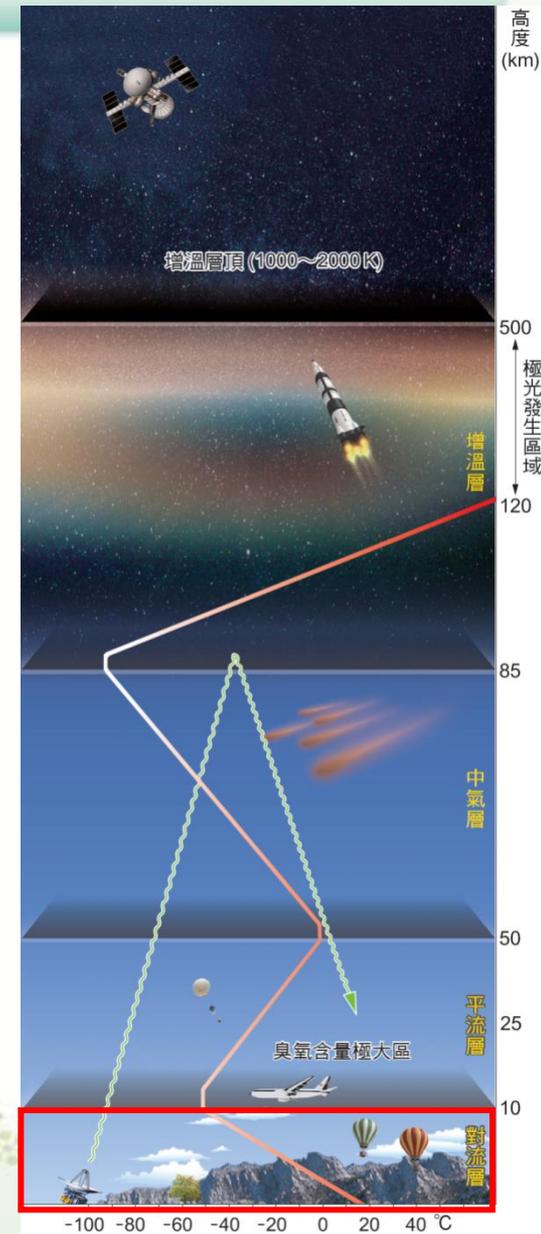


- 大氣溫度垂直分布及大氣分層。



基礎地科(上) 對流層

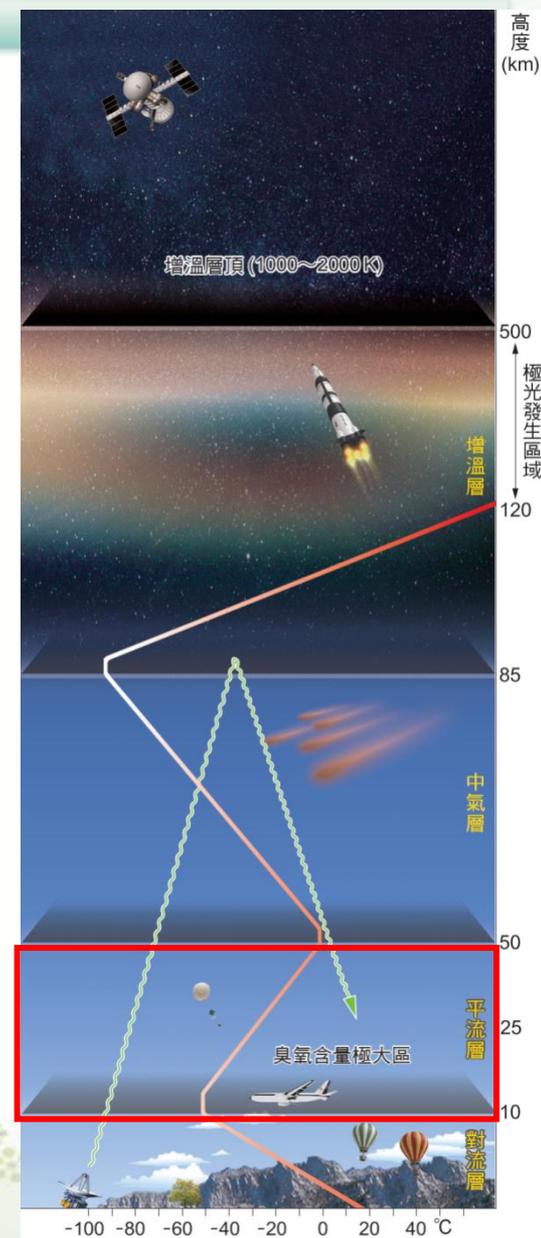
- 溫度隨高度遞減，平均每公里約下降 6.5°C 。
- 空氣容易對流，因此稱為對流層。對流所能達到的上限稱為對流層頂。
- 在大氣層中的厚度最薄，但大氣的大部分質量集中在這裡。
- 大氣中90%以上的水氣集中於此層，在此對流形成如雲、霧、雨、雪、雹等天氣現象，是最主要影響人類生活的大氣分層。





基礎地科(上) 平流層

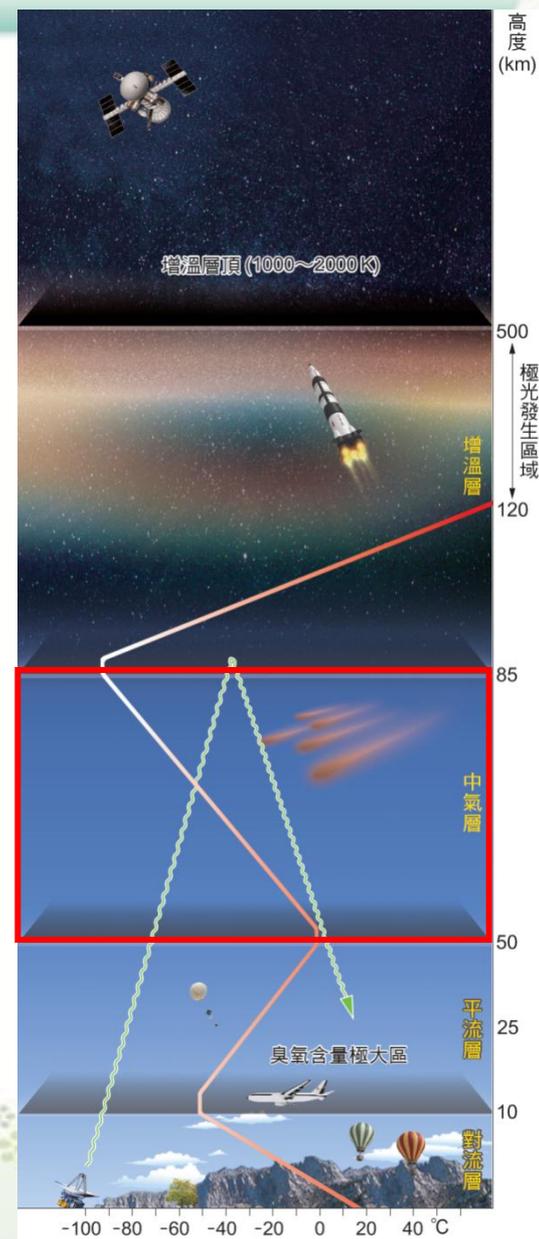
- 自對流層頂向上延伸到距離地表約**50公里**的高度。
- 此層氣溫先是變化極小，之後會隨高度增加而快速增溫，大氣呈現較穩定狀態。
- 大氣運動以**水平方向**為主，缺乏垂直對流運動，無天氣現象。
- 平流層的溫度會升高是因為**臭氧分子**聚集於此層，吸收紫外線能量。





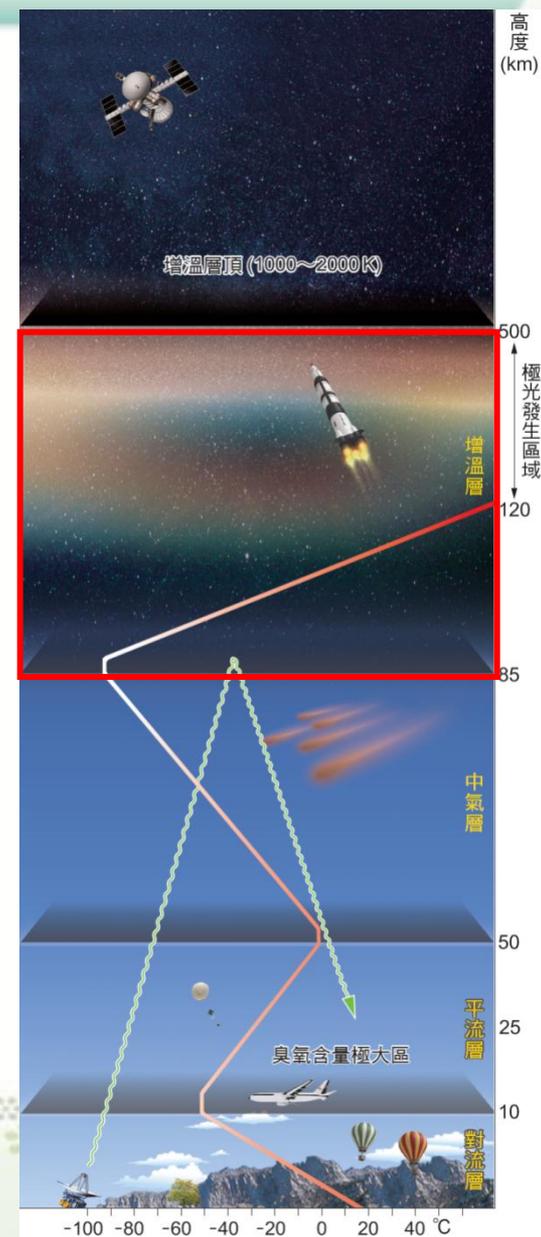
基礎地科(上) 中氣層

- 指平流層頂到約**85公里**高度的大氣層。
- 氣溫隨高度的**升高而降低**。
- 中氣層頂，氣溫已降至約**-90°C**，是大氣層中**溫度最低**的地方。



基礎地科(上) 增溫層

- 中氣層頂以上，**溫度再度隨高度升高**的區域。
- 太陽的能量最先在此層被吸收，造成此層溫度高（理論值可達上千 $^{\circ}\text{C}$ ），但因空氣極度稀薄，所以**感受非常寒冷**。





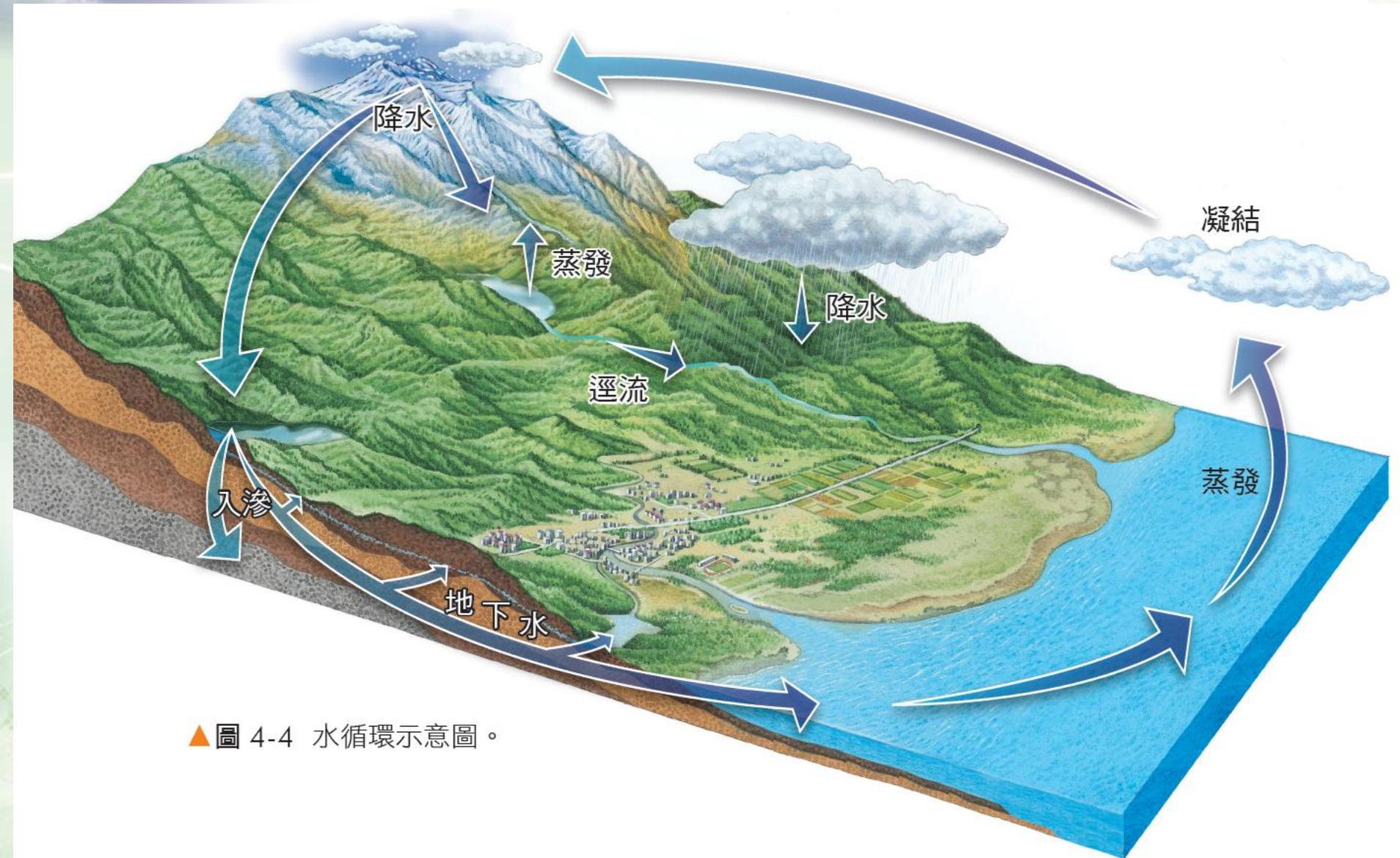
基礎地科(上) 4-2 大氣變化與水循環

- 水循環
- 水氣飽和與冷卻
- 空氣塊的舉升
- 水氣凝結與凝固
- 氣壓梯度力
- 科氏力
- 地轉風
- 地面風
- 氣流立體結構
- 地面天氣圖





基礎地科(上) 水循環



▲圖 4-4 水循環示意圖。



基礎地科(上) 水氣飽和與冷卻

● 飽和方式：

1. 增加水氣
2. 降低溫度

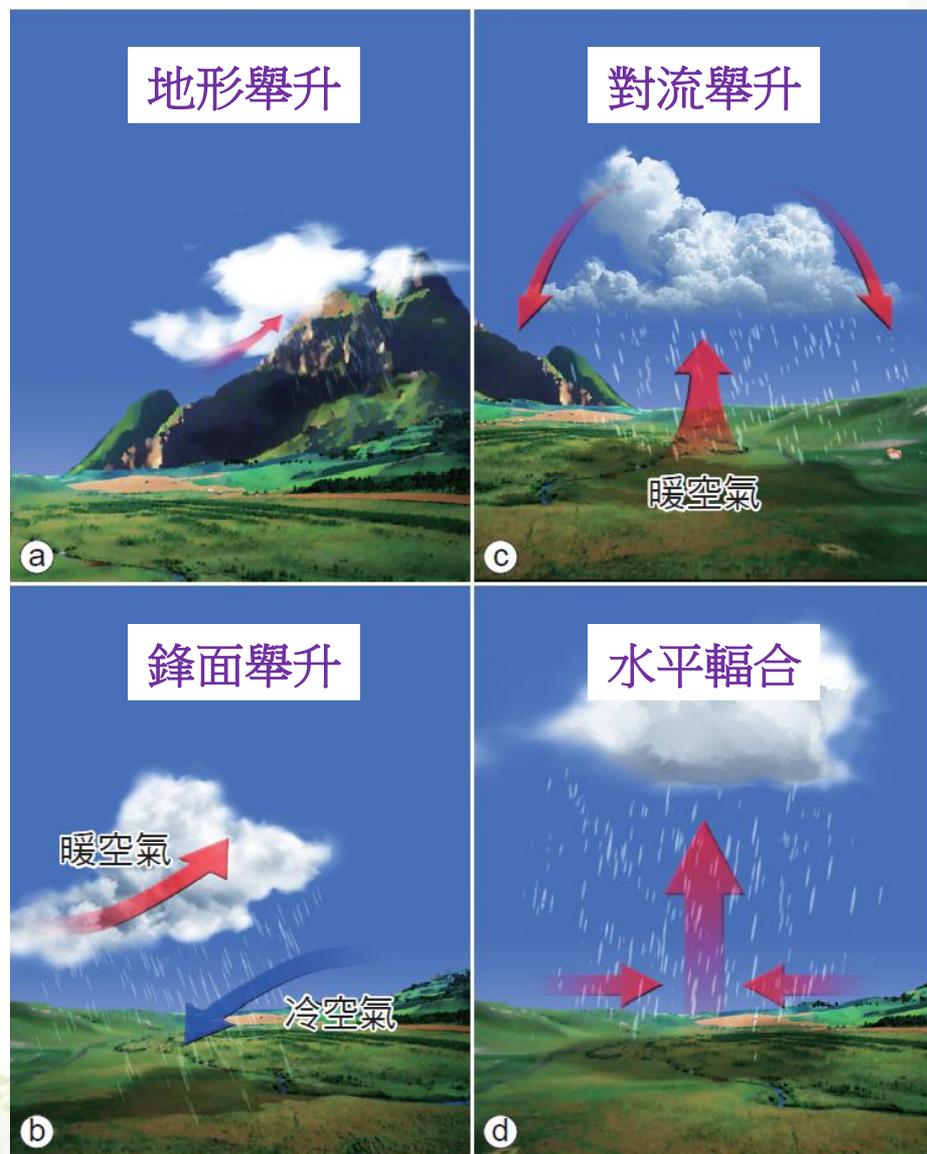
● 冷卻方式：

1. 空氣塊舉升的絕熱膨脹冷卻。
2. 暖空氣流至較冷處的平流冷卻。
3. 空氣輻射冷卻。
4. 冷暖空氣塊的混合冷卻。

基礎地科(上) 空氣塊的舉升



空氣塊的舉升為雲形成的主要原因。



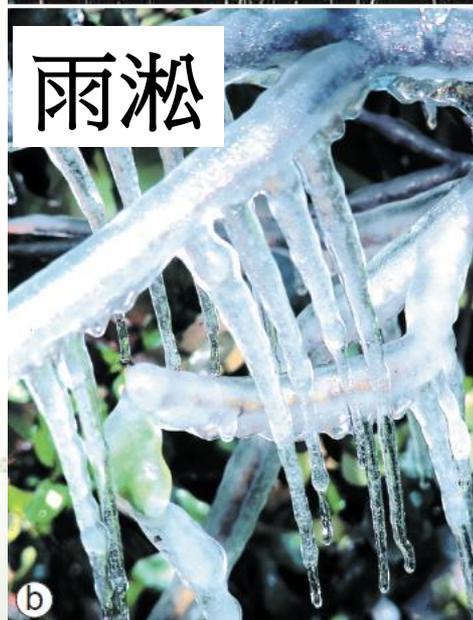
基礎地科(上) 水氣凝結與凝固

- 當空氣因冷卻達到飽和時，配合足夠的凝結核，水氣就會附著在其上形成水滴或冰晶。若此現象發生在空中就形成雲，在地面附近則是霧。
- 此現象發生在地面且附著在較冷的物體上時，則會形成露、霜、霧凇或雨凇。

霧凇



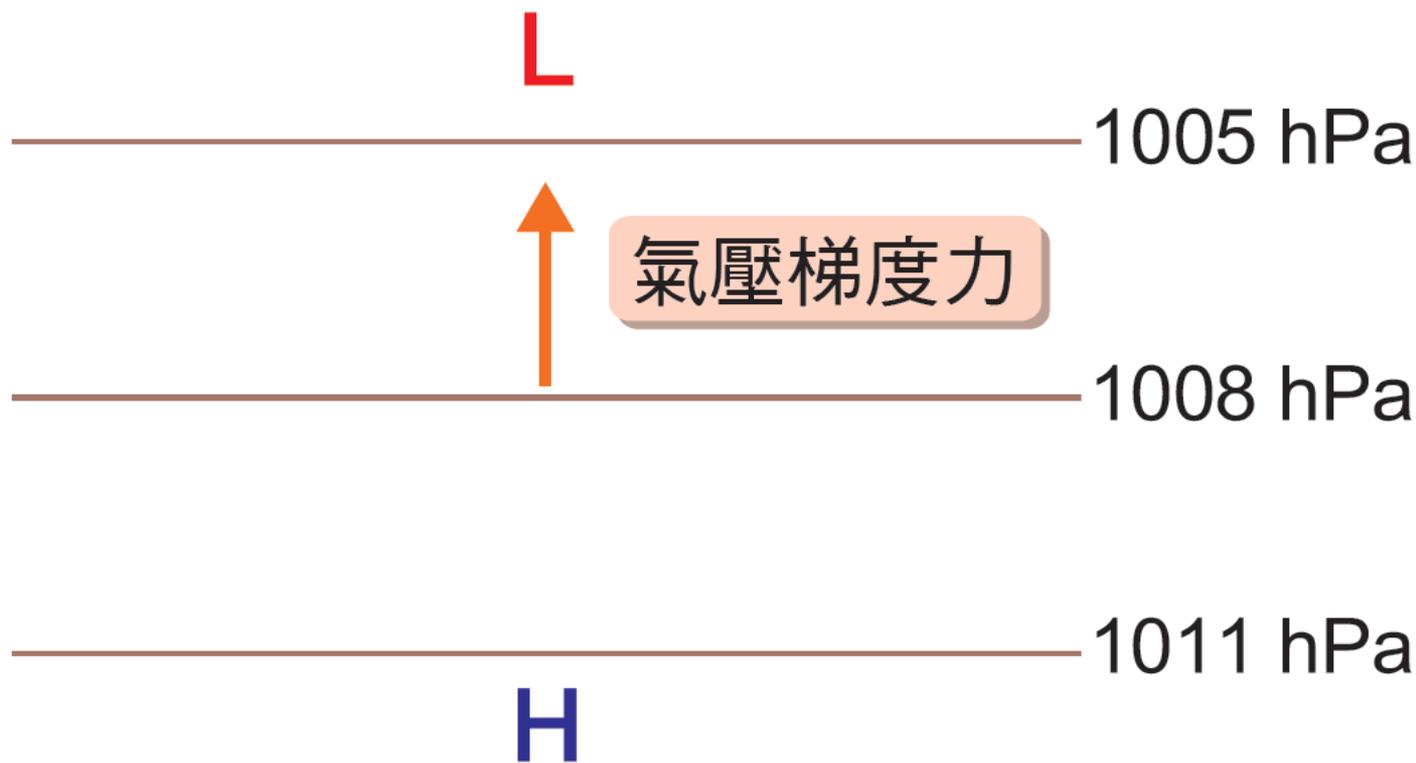
雨凇





基礎地科(上) 氣壓梯度力

- 氣壓梯度力 = 兩地間的氣壓差 / 兩地距離，其方向為風向。



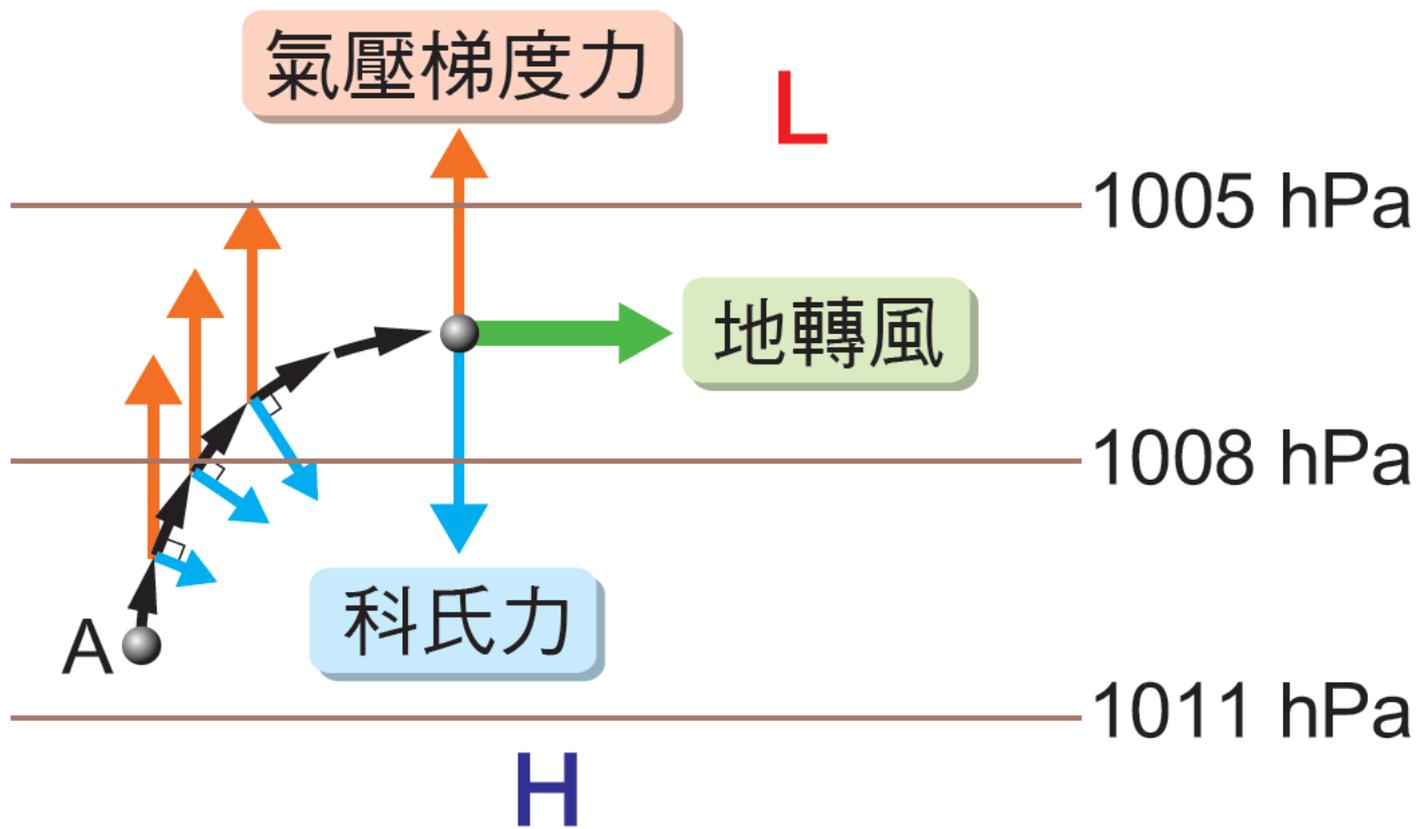
基礎地科(上) 科氏力

- 地球自轉對地表運動的物體會產生偏向力。
- 為紀念法國人科里奧利首先以數學方式解釋地轉偏向力而命名。
- 特性：
 1. 永遠和風向垂直
 2. 大小與緯度有關
 3. 與物體的運動速度成正比



基礎地科(上) 地轉風

- A點空氣受到氣壓作用向上運動，並受到科氏力的影響偏轉至平行等壓線。



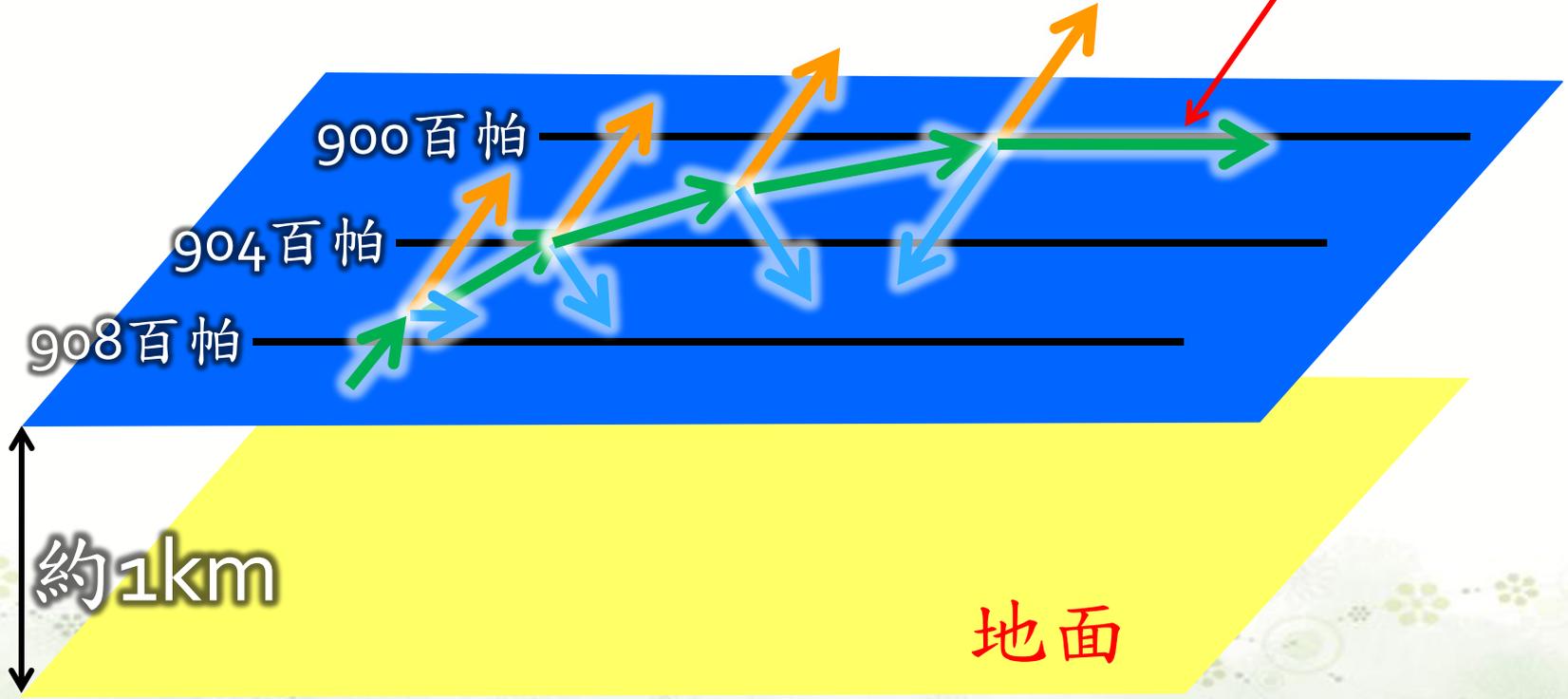


基礎地科(上) 地轉風

↗ 水平氣壓梯度力(垂直等壓線)

↖ 科氏力 ↗ 風向

風向將平行等壓線



約1km

地面



基礎地科(上) 地轉風

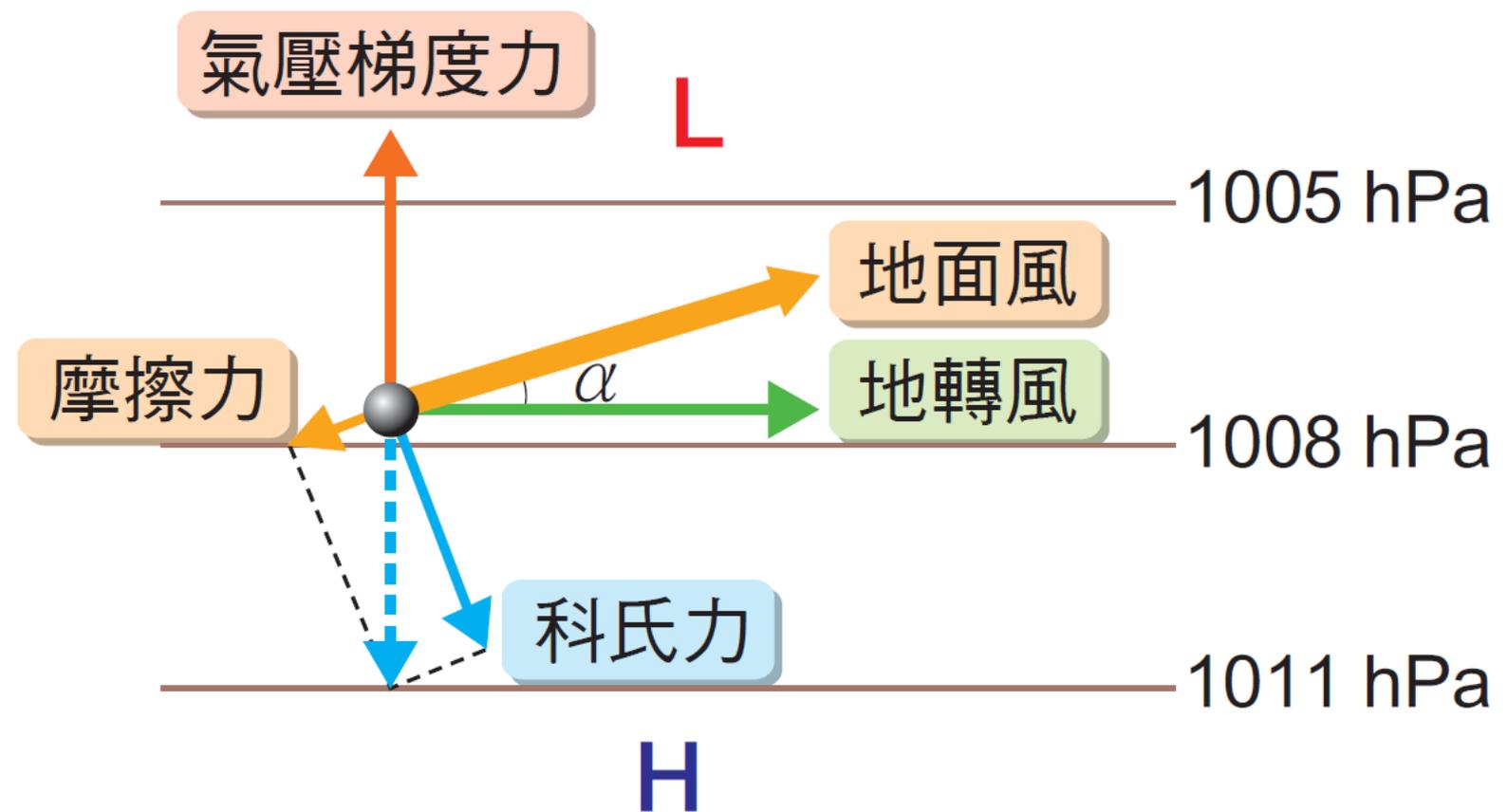
注意: 1. 水平氣壓梯度力和科氏力兩力
平衡的結果

2. 必平行等壓線等速率運動

3. 必於高空形成

1公里高以上

基礎地科(上) 地面風





基礎地科(上) 地面風

↗ 水平氣壓梯度力(垂直等壓線)

↗ 科氏力

↗ 風向

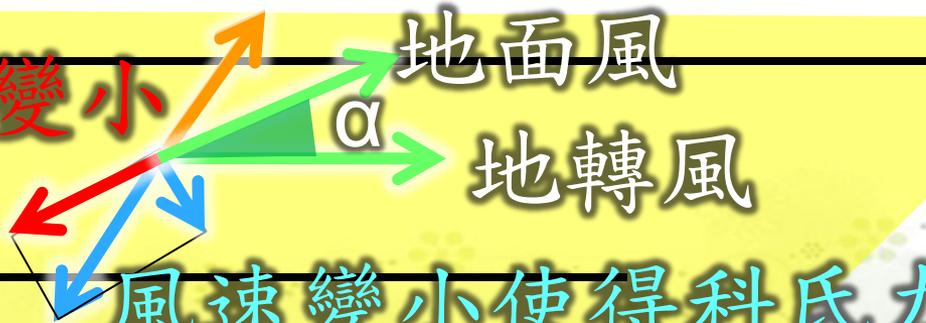
↗ 摩擦力

梯度風

摩擦力愈大， α 愈大

風向與等壓線斜交

摩擦力將使風速變小



908百帕

風速變小使得科氏力變小

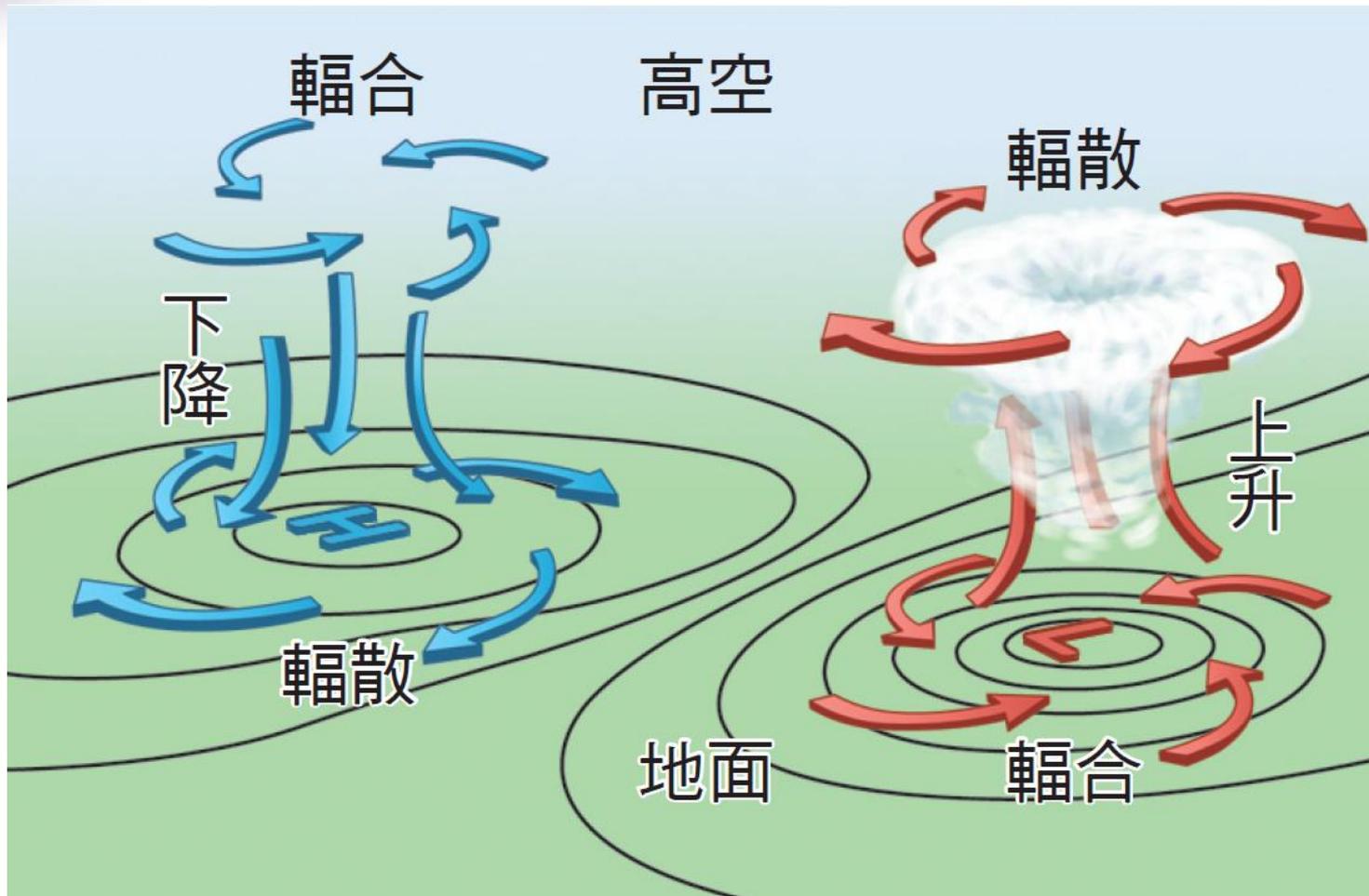


基礎地科(上) 地面風

- 注意: 1. 水平氣壓梯度力、科氏力和
摩擦力三力平衡的結果
2. 必斜交等壓線運動
3. 於近地面形成

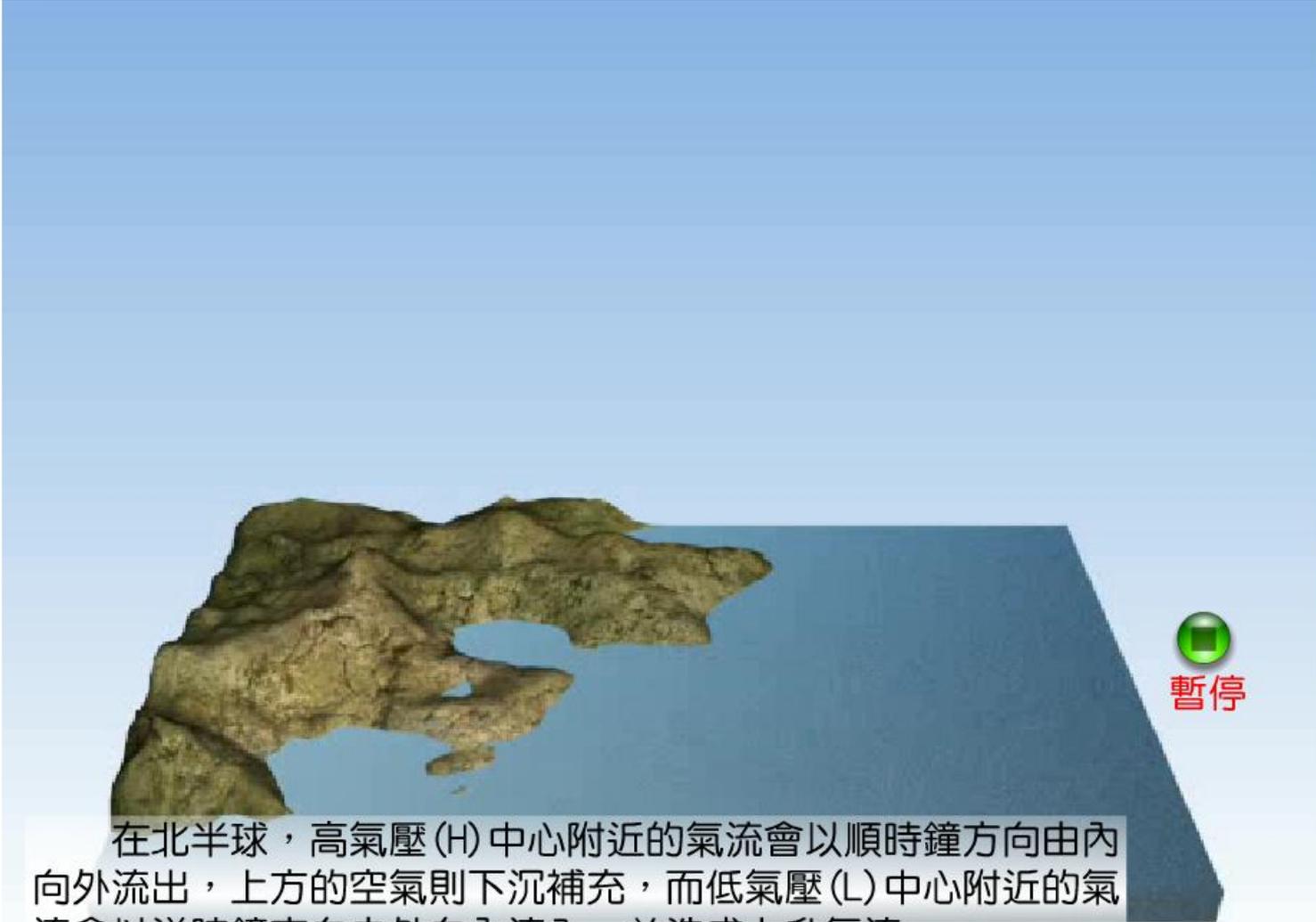


基礎地科(上) 氣流立體結構





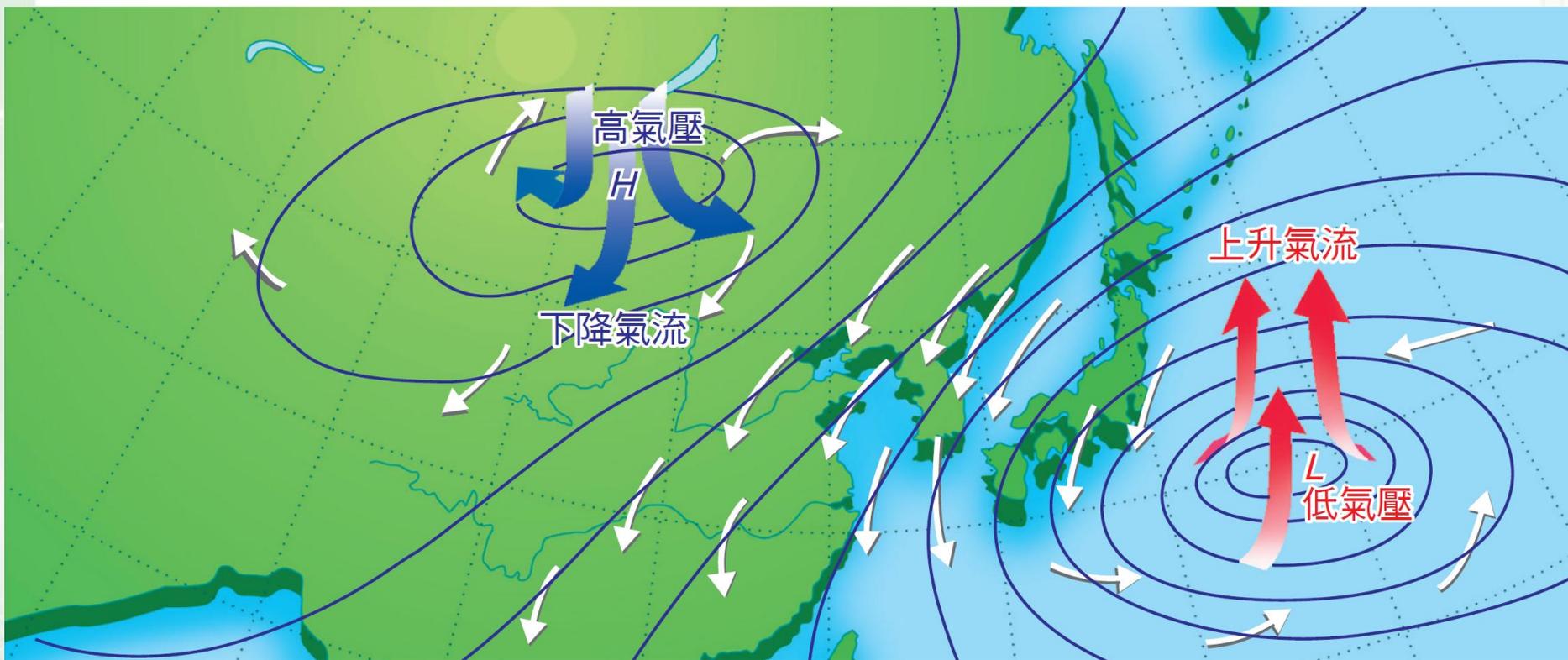
基礎地科(上) 氣流立體結構



在北半球，高氣壓(H)中心附近的氣流會以順時鐘方向由內向外流出，上方的空氣則下沉補充，而低氣壓(L)中心附近的氣流會以逆時鐘方向由外向內流入，並造成上升氣流。



基礎地科(上) 地面天氣圖



基礎地科(上) 4-3 天氣系統與變化

- 氣團
- 鋒面
- 鋒面衛星雲圖與天氣圖
- 梅雨



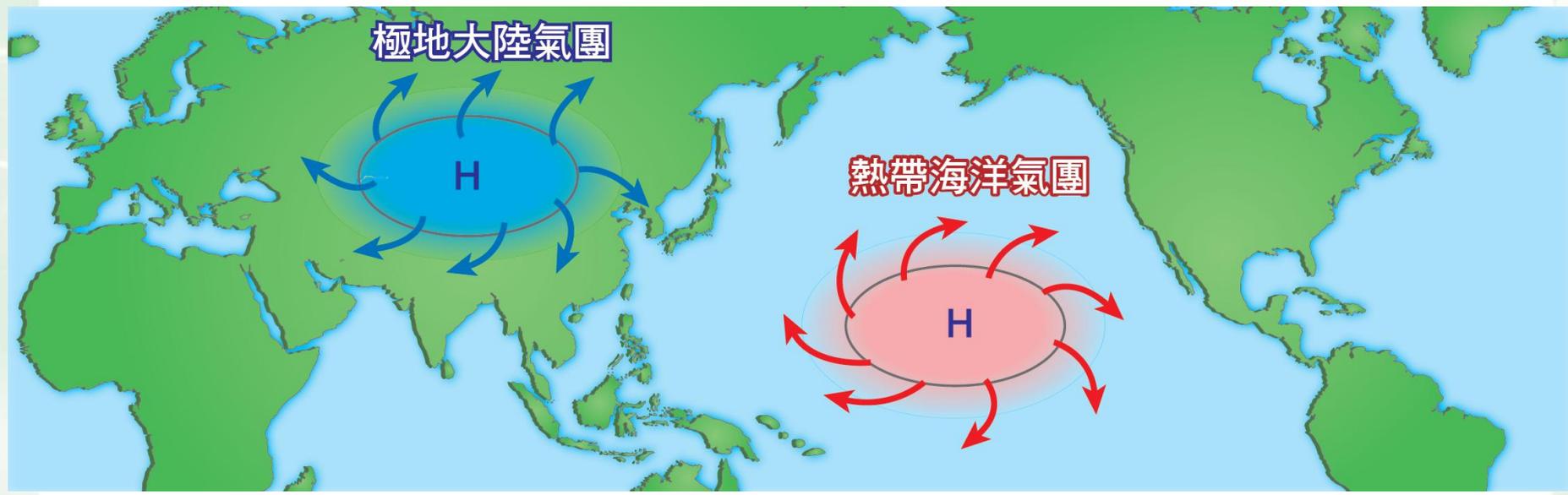


基礎地科(上) 氣 團

- 大範圍空氣在同一地區，**溫度及溼度**等物理性質均勻且相似稱之。
- 東亞地區的氣團：
 1. 冬季受發源於西伯利亞、蒙古草原的極地大陸氣團影響。
 2. 夏季時主要受太平洋的熱帶海洋氣團影響。



基礎地科(上) 氣 團



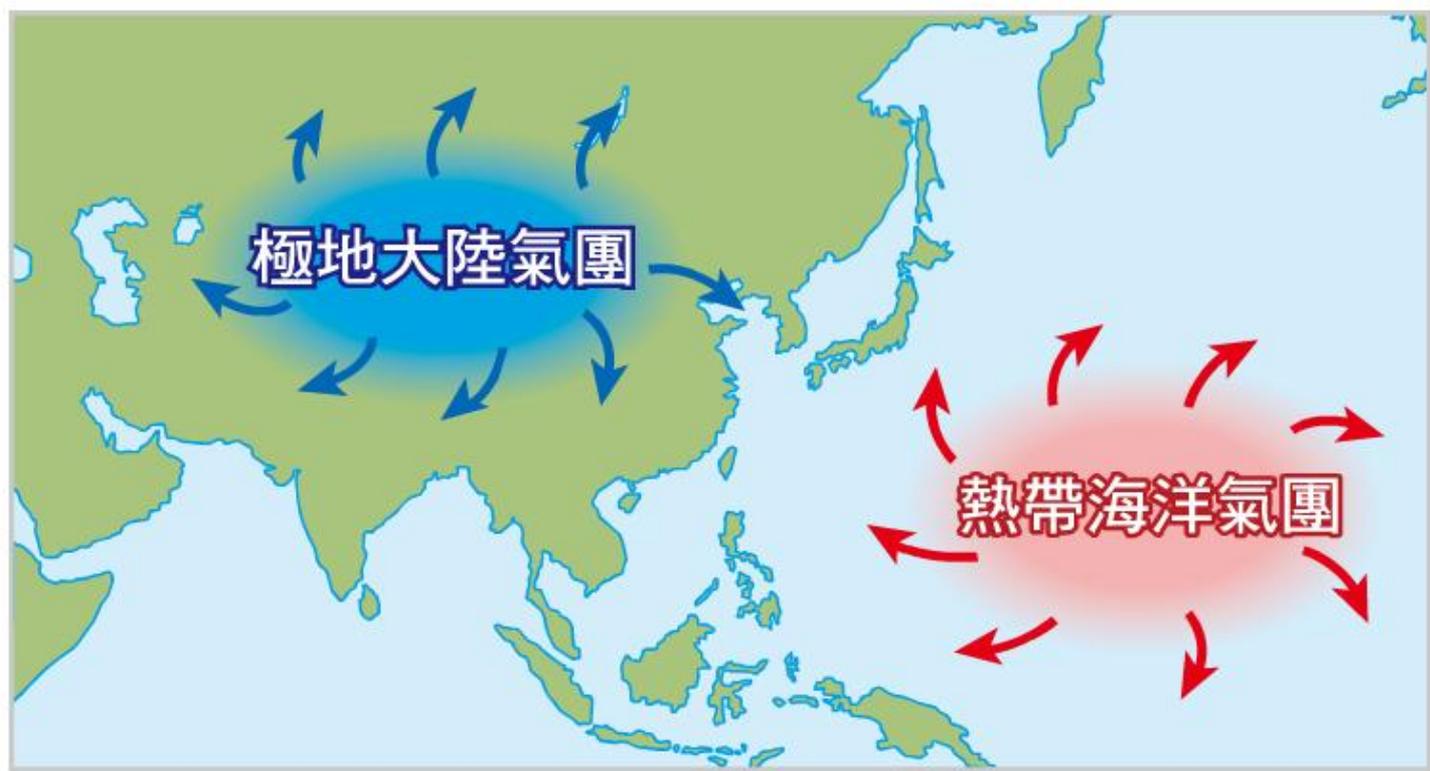


基礎地科(上) 鋒 面

- 兩種性質差異較大的氣團相遇，在交界面上形成一條**溫度、溼度及風向**明顯變化的狹長地帶。
- 分為四種：
 1. **冷鋒**
 2. **暖鋒**
 3. **滯留鋒**
 4. **囚錮鋒**

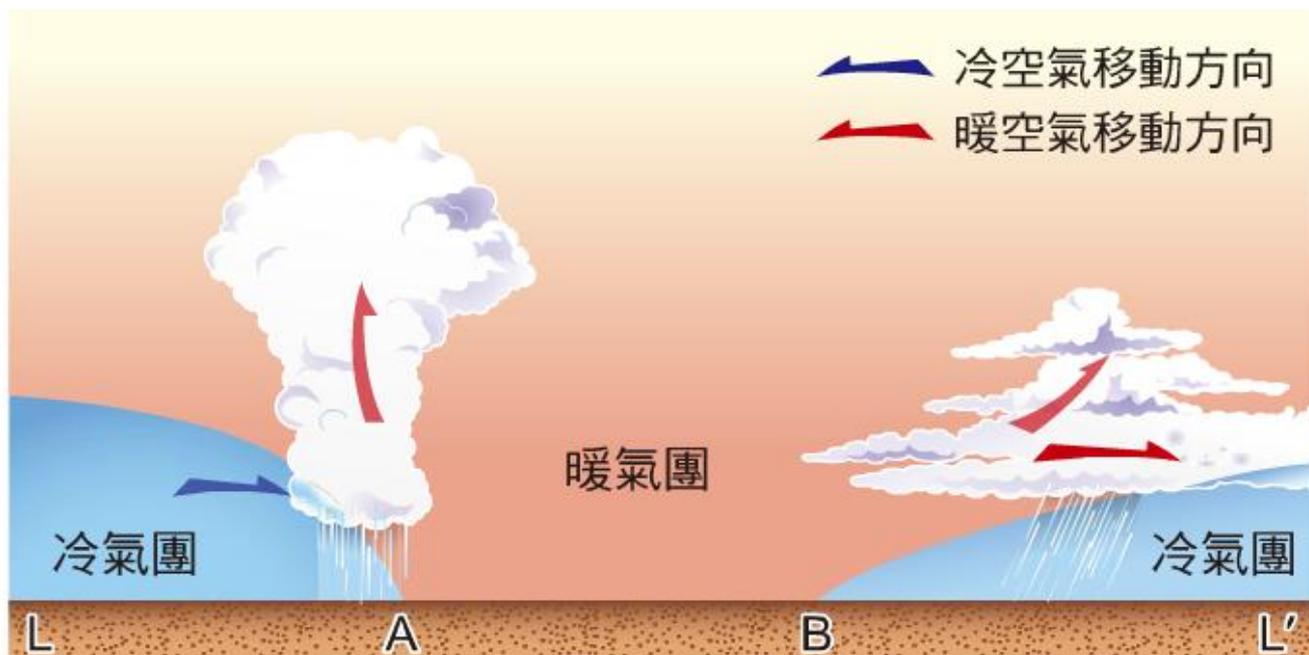


基礎地科(上) 鋒 面



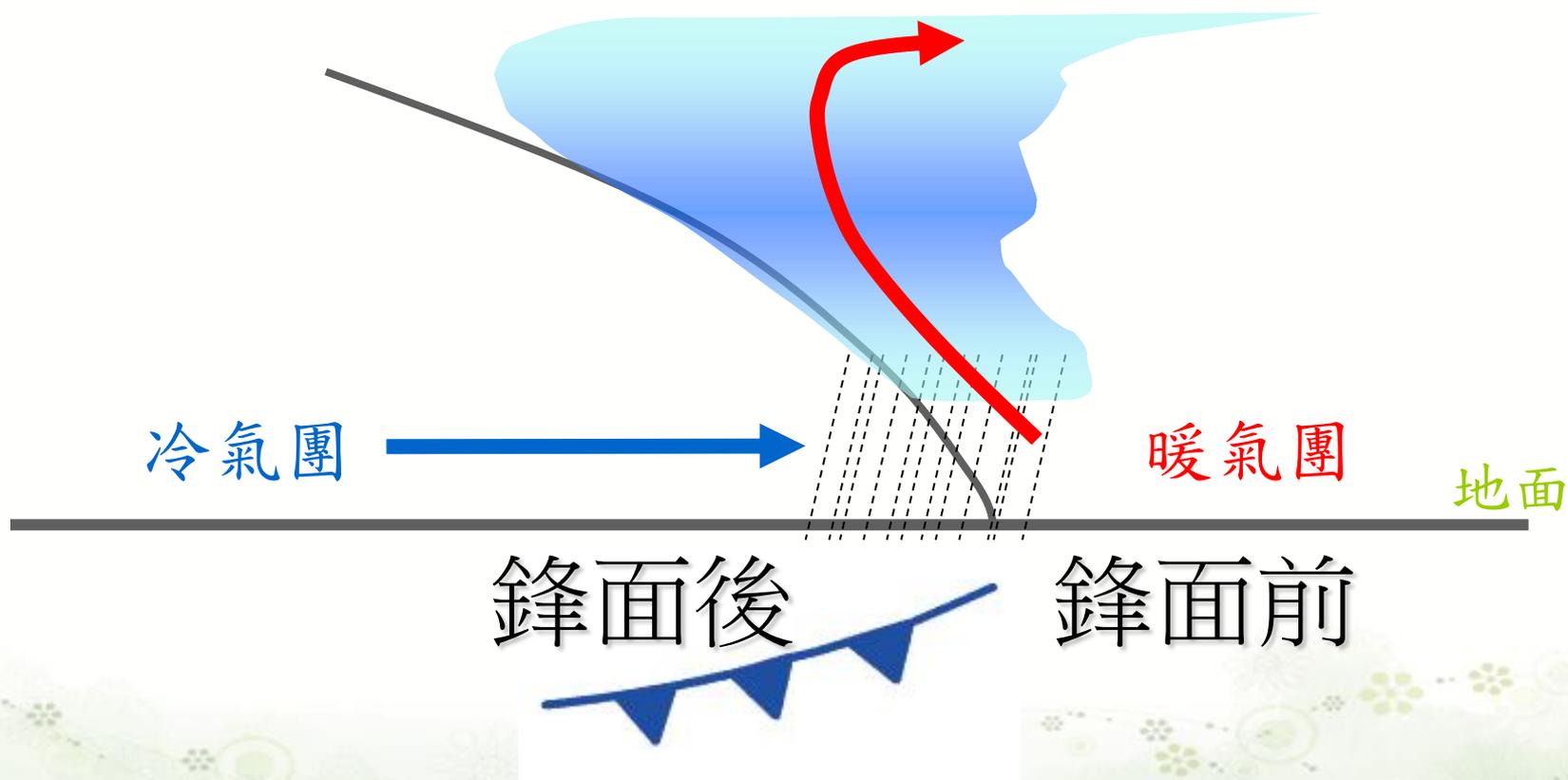
影響東亞地區的氣團示意圖

基礎地科(上) 鋒 面

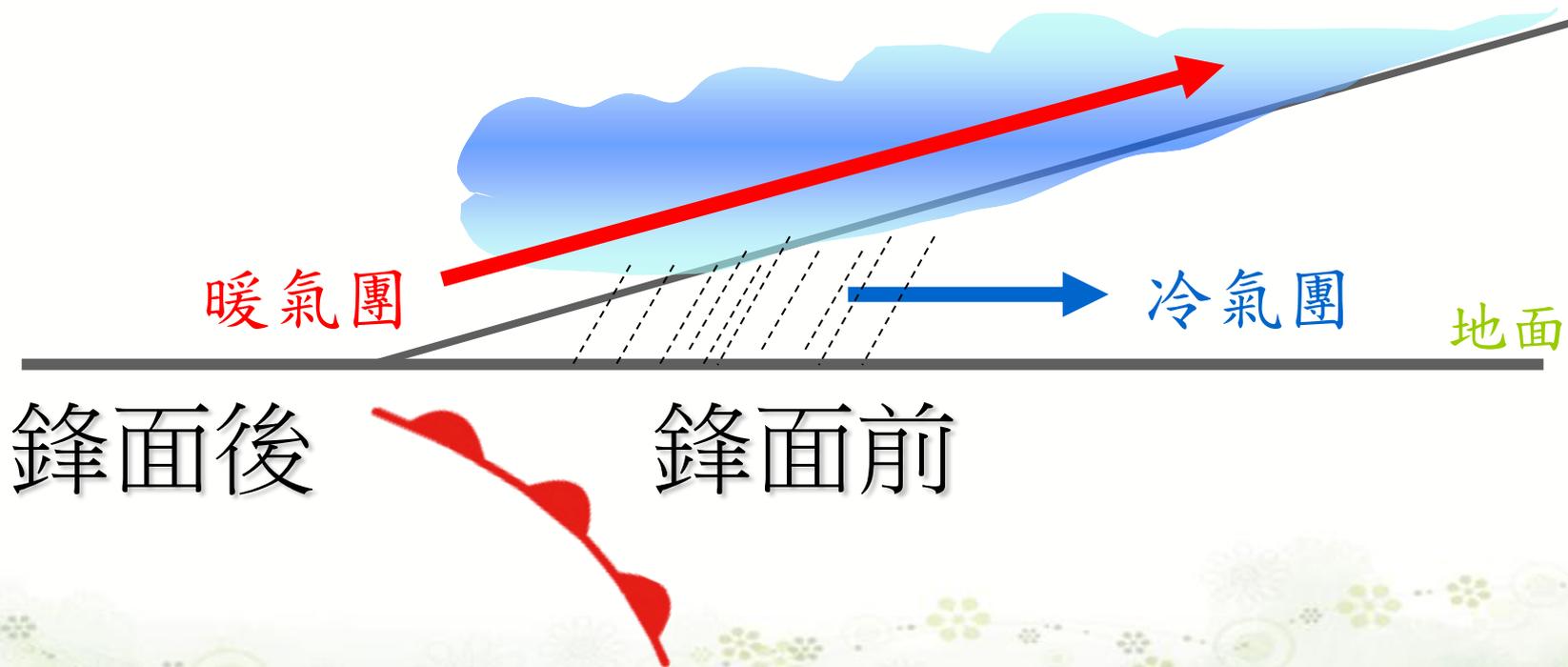


沿著圖 5-13 中 LL' 線所繪出的垂直剖面圖。
A 及 B 點分別代表地面冷鋒及暖鋒的位置。

- 鋒面坡度較陡，形成積狀雲。
- 鋒面過境天氣變化：氣溫下降、陣雨。



- 鋒面坡度較緩，形成層狀雲，造成鋒面前的連續性降水。
- 鋒面過境天氣變化：氣溫上升、放晴。



- 冷暖氣團勢力相當，鋒面移動緩慢。
- 鋒面剖面與冷鋒近似。
- 梅雨季節即多道滯留鋒在臺灣附近徘徊，造成連續多日的陰雨綿綿。



基礎地科(上) 閃錮鋒的發展

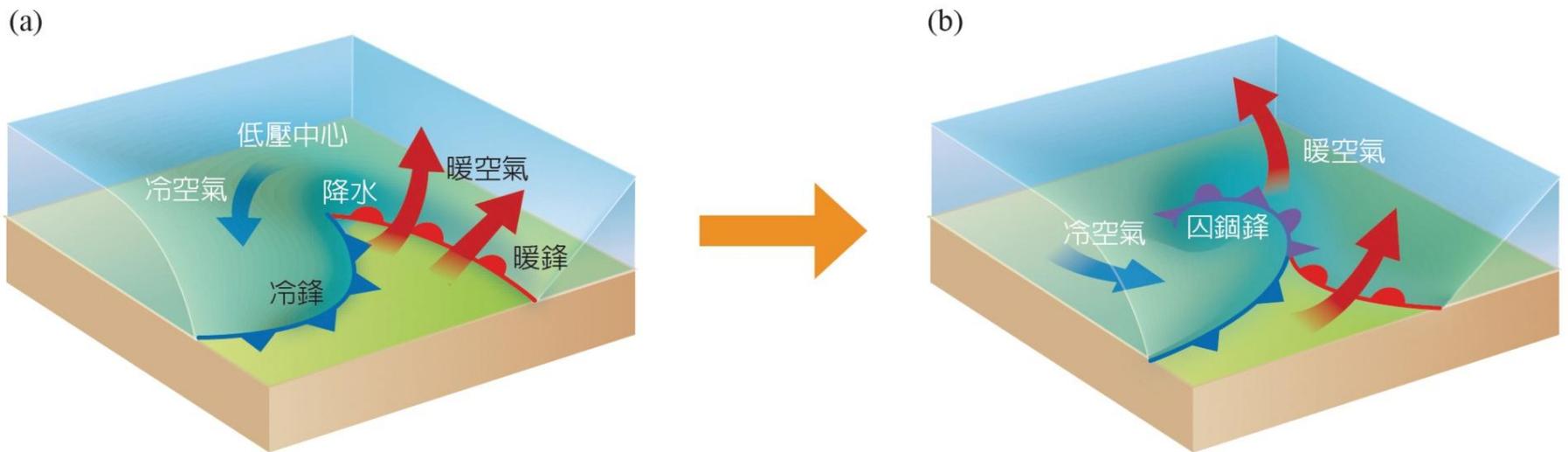
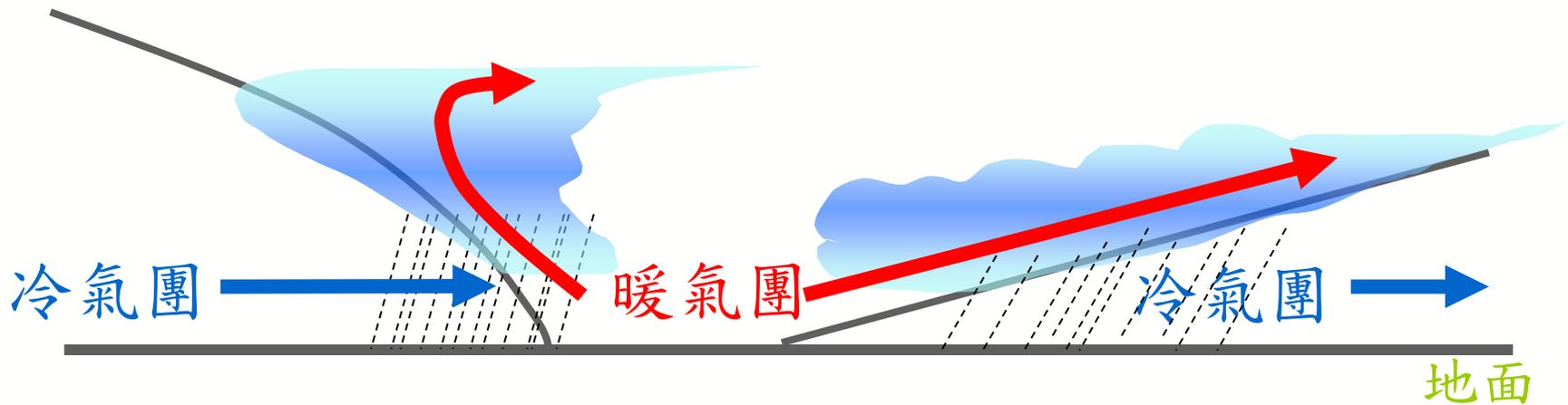


圖 5-13 閃錮鋒發展示意圖 (a) → (b)。

基礎地科(上) 閃錮鋒的發展

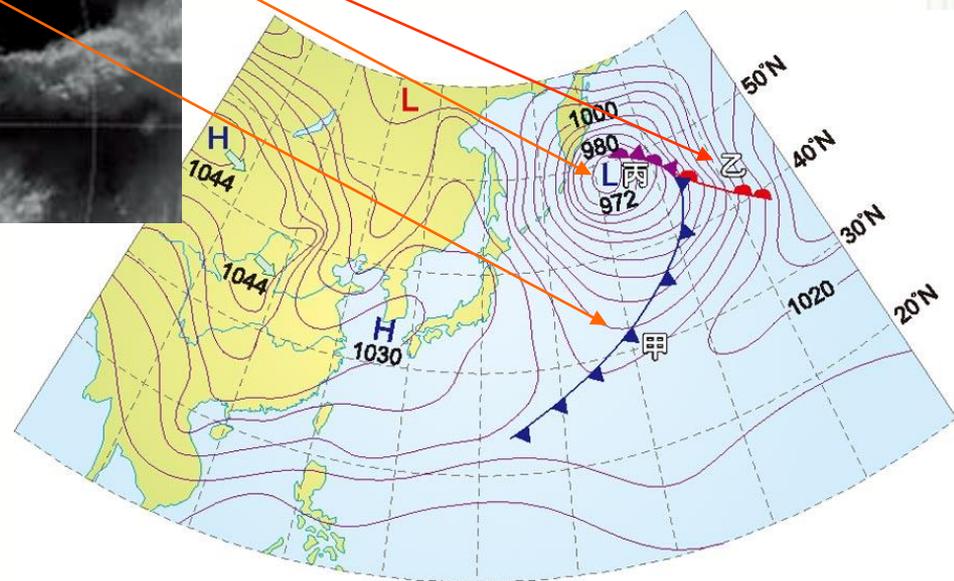
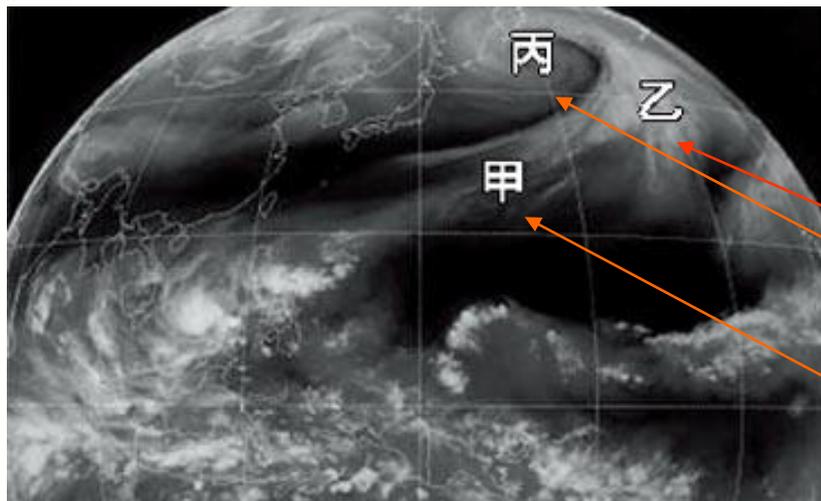


基礎地科(上) 鋒 面

- 冷空氣在後方向前推動暖空氣，形成的鋒面稱為**冷鋒**（）。
- 暖空氣推動冷空氣而形成，稱為**暖鋒**（）。
- 冷、暖空氣的勢力相當時，使鋒面來回擺動而近似停留不動，稱為**滯留鋒**（）。
- 冷鋒追上暖鋒時，將暖空氣完全抬離地面，稱為**囚錮鋒**（）。



基礎地科(上) 鋒面衛星雲圖與天氣圖

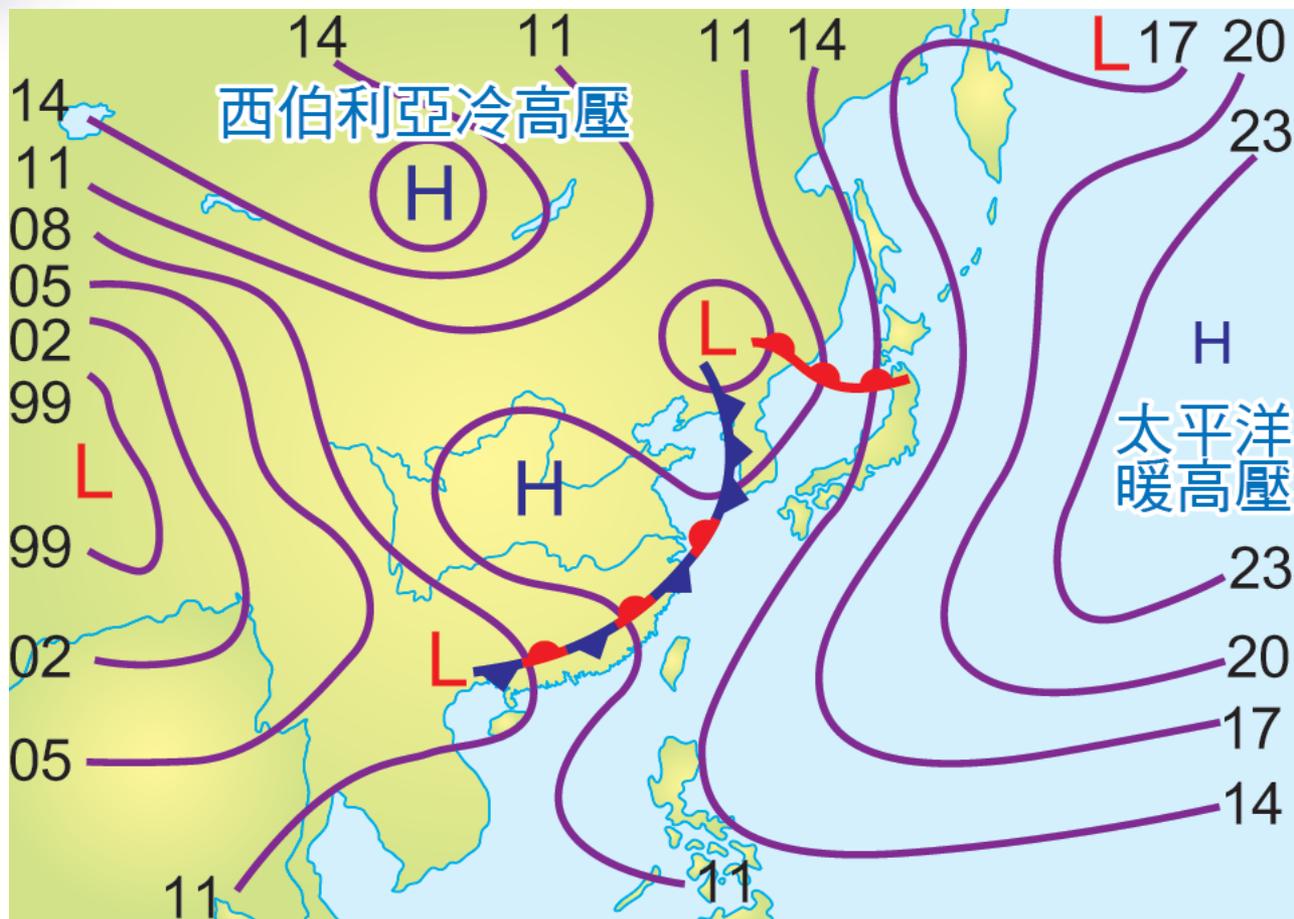


基礎地科(上) 梅 雨

- 東亞地區獨特的天氣與氣候現象，發生地點在臺灣、日本與長江中、下游的華南地區。
- 春末夏初季節轉換時，冷、暖空氣相會，形成滯留鋒。
- 適逢長江中、下游一帶梅子成熟季節，所以稱為「梅雨」。
- 豐沛的雨量是臺灣重要水資源。



基礎地科(上) 梅雨季節天氣圖

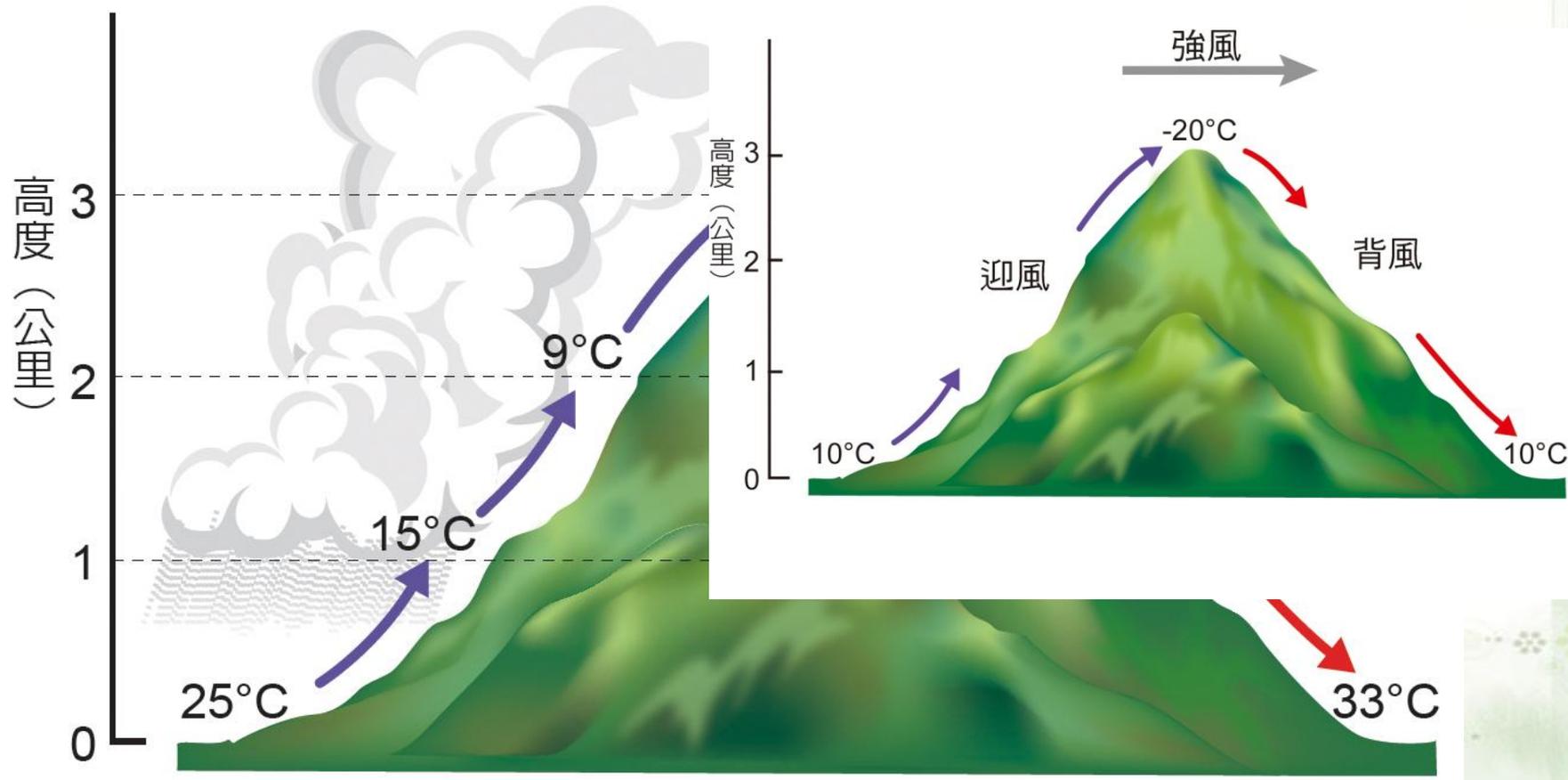


大氣的垂直運動：地形抬升



基礎地科(上)

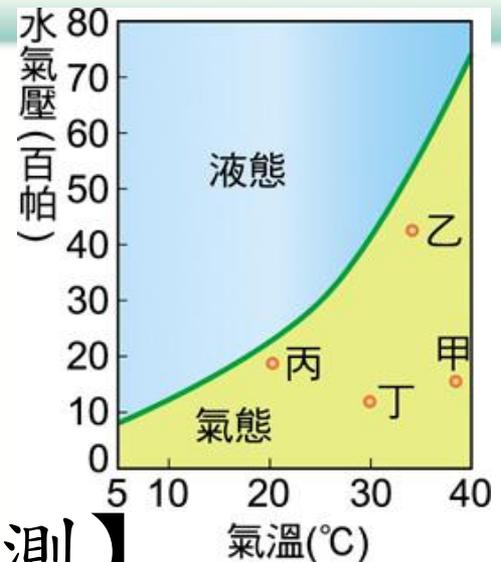
- 未飽和氣塊垂直運動氣溫變化率約 $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。
- 已飽和氣塊垂直運動氣溫變化率以 $0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 計算。



範例 1

基礎知識(上)

科學家們發現在現今的氣候狀況下，海溫高於 26°C 是颱風形成的必要條件之一。基本上，海面的水氣蒸發量與海溫相關，而飽和水氣壓也和溫度相關，右圖綠色曲線顯示飽和水氣壓和溫度之間的關係。海溫上升，颱風頻率會不會增加？颱風強度會不會增強？這些議題仍在熱烈爭辯中。試依資料回答問題：



【95.學測】

- (1) 試問在海溫由 25°C 上升至 30°C 的狀況下，飽和水氣壓會如何變化？
- (A)減少約5百帕 (B)增加約5百帕 (C)增加約10百帕
(D)不變
- (2) 一般而言，強烈颱風伴隨劇烈的風雨，試問圖中的甲、乙、丙、丁四點，何者最能代表颱風雲雨區，近地面大氣的氣溫和飽和水氣壓狀況？
- (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁

基礎地科(上)

[答案] (1)C；(2)B或C（B較佳）

解析

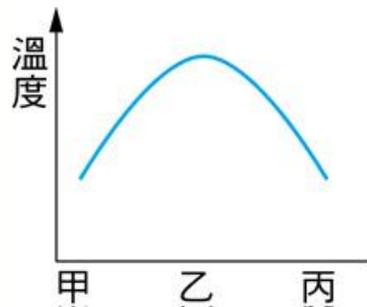
- (1) 25 °C 時飽和水氣壓約為30百帕，30 °C 時飽和水氣壓約為40百帕，故溫度自25 °C 到30 °C 飽和水氣壓約上升10百帕。
- (2) 颱風雲雨區水氣飽和或接近飽和曲線，但乙氣溫較高，有利颱風發展，故(B)較佳。

範例 2

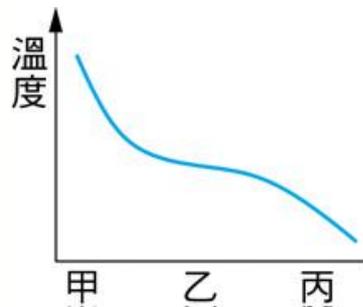
基礎題(上)

一團空氣從甲處上升，越過一座山峰（乙處），再下降至丙處。若這團空氣與周圍環境之間沒有熱量交換，則下列哪一圖最能代表這團空氣由甲處至丙處的溫度變化？【98.學測】

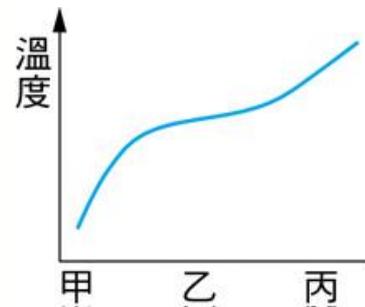
(A)



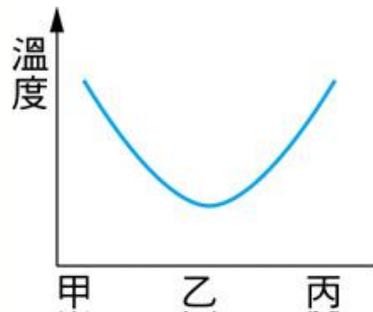
(B)



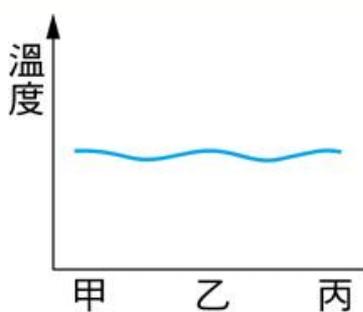
(C)



(D)



(E)



[答案] D

解析

空氣上升，絕熱膨脹，溫度下降(甲)；經過山峰(乙)，氣流開始下沉，絕熱收縮，溫度因此上升(丙)。

基礎地科(上)

THE END