A satellite with solar panels is shown in space against a dark background with a bright light source on the right.

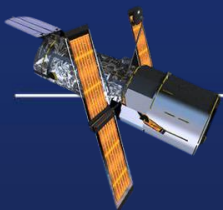
4-1

A solid pink circle is positioned to the left of the title text.

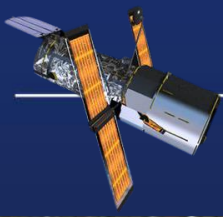
氣象觀測

- 地面觀測
- 高空氣象觀測
- 氣象雷達觀測
- 氣象衛星觀測
- 判讀天氣圖

想一想

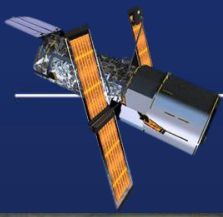


哪些行業要看天吃飯？



機場的設計-桃園國際機場





機場的設計-台北松山機場



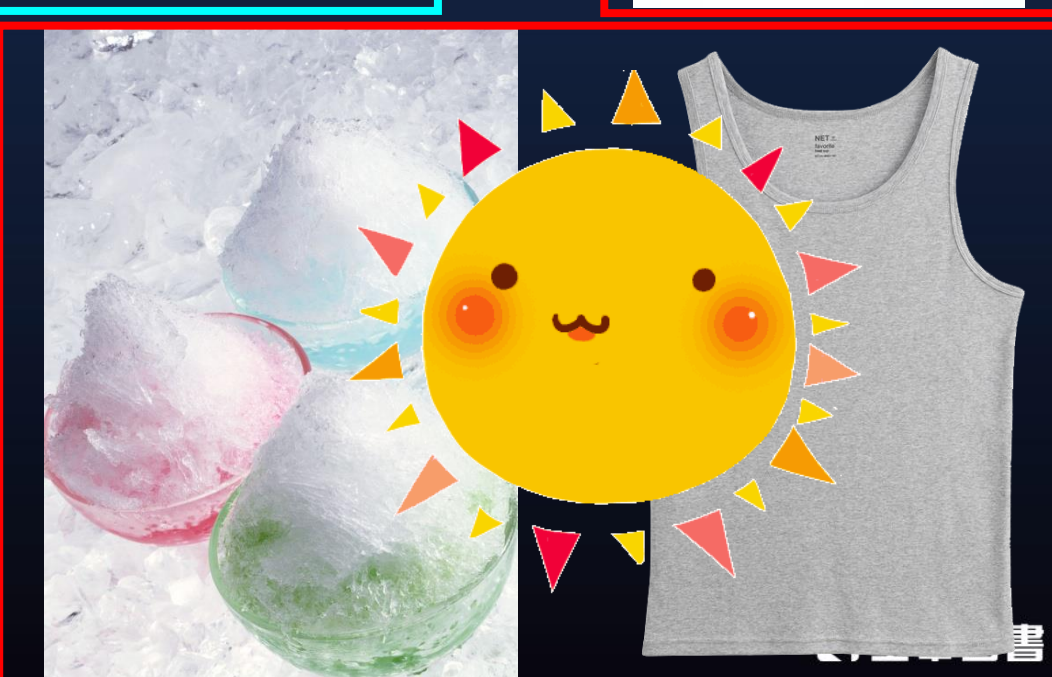
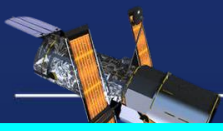
飛機起降須逆風飛行，
因此，機場跑道的方位，
須因應當地盛行風向設計。



❖ 美國 華盛頓州 塔口瑪的鋼纜吊橋，在時速約 61 公里的強風下，因共振而斷裂。



依天候調配貨物供給





諾曼地登陸

❖ 1944年6月6日聯軍在諾曼地搶灘登陸，該日拂曉是連續數天惡劣風雨中，短暫出現的較好天氣。



你所不知的跳傘先鋒 試風員自摺自跳靠經驗

© 2018/05/22 13:49

小 中 大

TVBS
NEWS



圖 / 中央社

國防部今天公開傘訓實況，特別的是，國軍傘員跳傘前都會由「自摺自跳」保傘連試風員先行躍出測試風速、風向數據，並回報給空中修正航向，必須擁絕佳技術與經驗才能勝任。

陸軍航空特戰指揮部17日在台中清泉崗基地，執行反空降跳傘操演，26歲上兵秦良丰於1300呎高空跳傘，因主傘張傘不完全、副傘吃風不足直接落地，連日救治後，病情已趨於穩定。

事發後，外界憂心傘員傘訓，與保傘人員的作業程序發生瑕疵，國防部上午邀集媒體至屏東潮州空降場、空訓中心了解訓練方式與標準作業程序

怎麼才能注意專心學習

三維氣象觀測網

遙測

國際太空站

國際太空站

美國繞極
軌道衛星

高空觀測



地球系統探險者

飛機

探空氣球

海面觀測

浮球



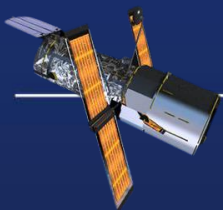
船

地面站

基礎研究

地面觀測

伺服器



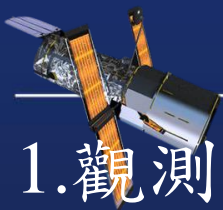
傳統氣象觀測

地面觀測

高空觀測

[按此觀看影片](#)

氣象觀測



一、地面觀測：

1. 觀測項目：氣溫、氣壓、濕度、風、雲、降水

2. 觀測儀器：

(1) 觀測坪

a. 百葉箱：最高最低溫度計、乾濕球溫度計、毛髮濕度 (儀)、(自計式氣壓儀、自計式溫濕儀)





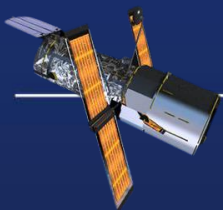
GPS接收儀

蒸發皿

百葉箱

虹吸式雨量計

雨量強度計
與雨量計



百葉箱－測量氣溫

(攝影：黃玫琪)



避免陽光直射

門朝北

避免受地表
輻射影響

1.5
公尺

百葉箱通常設在觀測坪北側角落→避免影子遮住其他儀器。

百葉箱內—測量氣溫和溼度

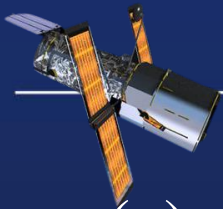
13

最高最低溫度計

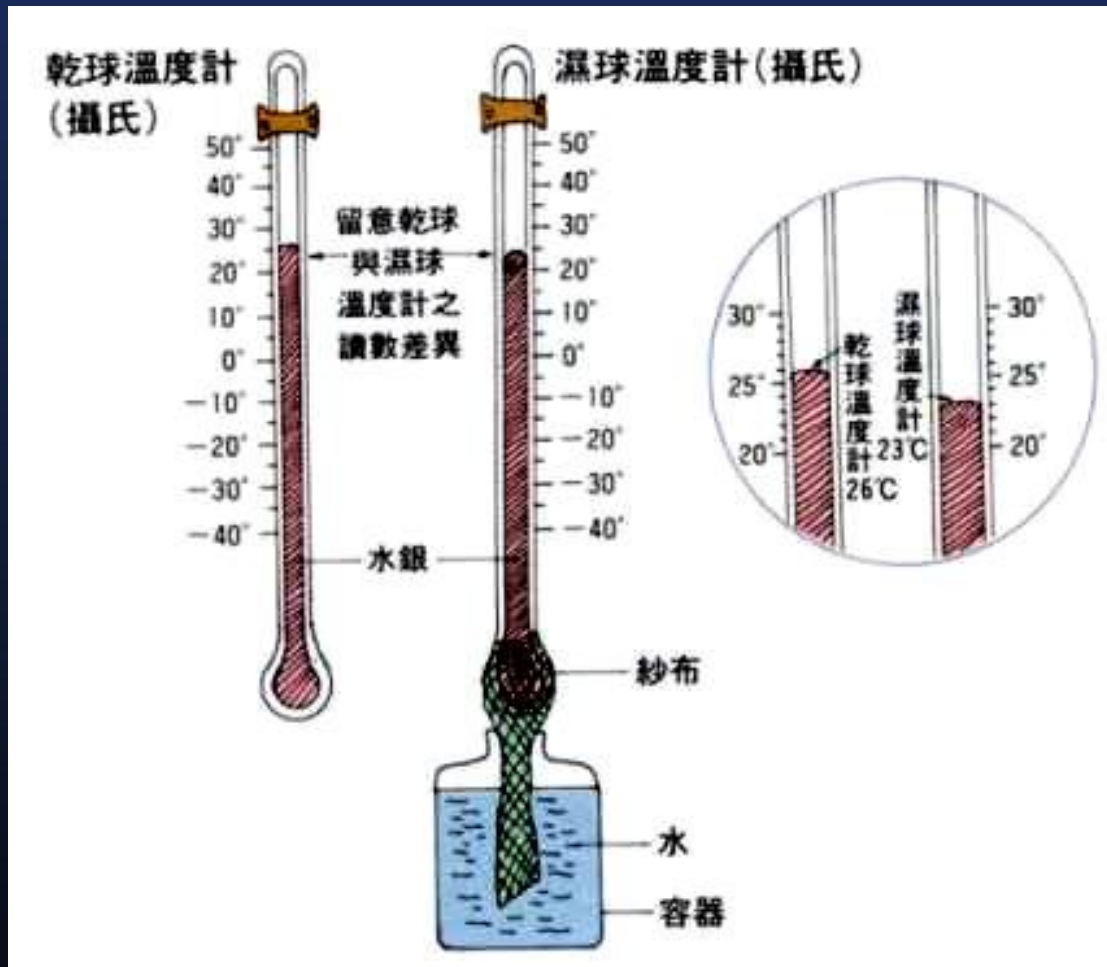
乾溼球溫度計

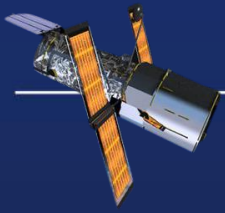
自記式毛髮溫度溼度計

(攝影：黃玫琪)

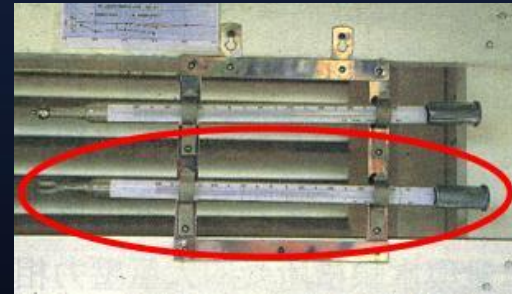
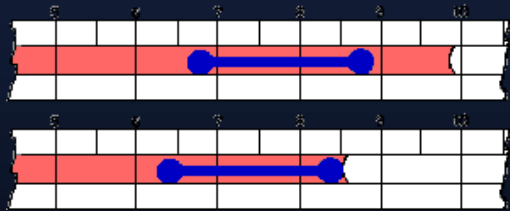
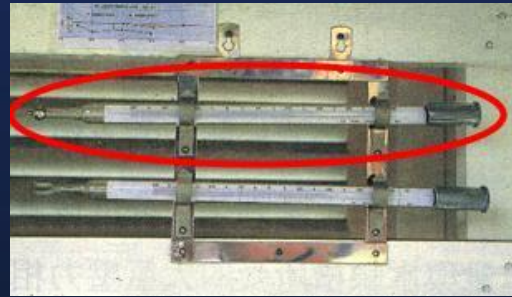
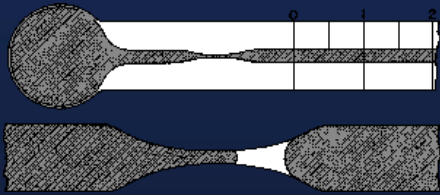


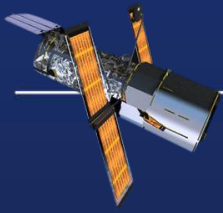
(a) 乾濕球溫度計：可得知相對濕度





(b) 最高最低 溫度計

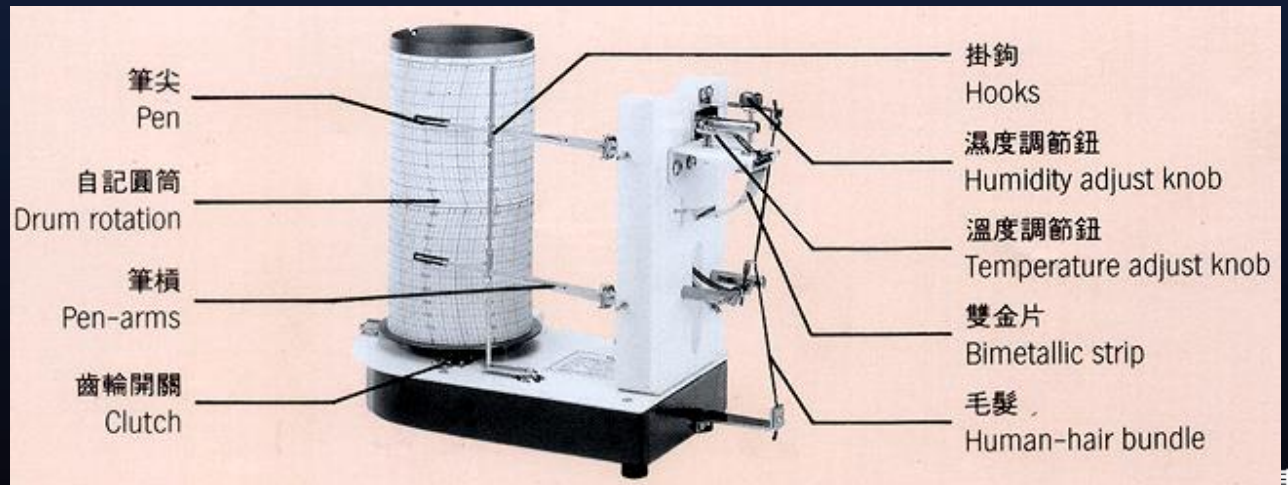




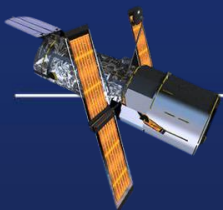
(c) 毛髮 濕度 (儀)



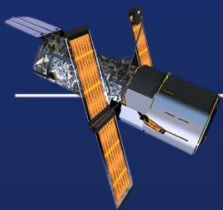
慶鴻儀器



各式雨量計－測量降水量



虹吸式雨量儀



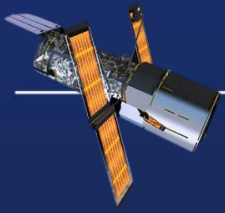
各式雨量計



虹吸式雨量儀



(攝影：黃玫琪)



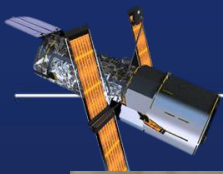
蒸發皿

(攝影：黃玫琪)

傾斗式自記雨量儀



傾倒一次
雨量為0.5mm

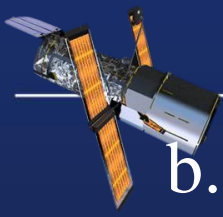


康培司托克日照計



鐵管地溫計

(攝影：黃玫琪)



風向風速計—測量風

b.雨量計：傳統、傾倒式。雨量單位：mm

c.蒸發皿

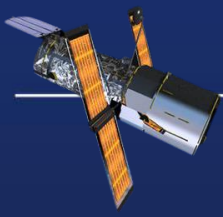
d.地溫計

e.全天輻射儀(被動接收太陽能)

f.GPS接收儀

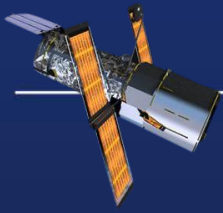
g.風速計：鐵塔上





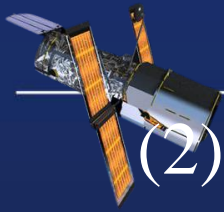
風向風速計





參考下方表格，實驗觀測得乾球溫度計讀數 17.5°C ，溼球溫度計讀數 14.5°C ，此時相對溼度
(A)70% (B)72% (C)74% (D)78%

乾球溫度 ($^{\circ}\text{C}$)	乾溼球溫度差 ($^{\circ}\text{C}$)								
	%	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
15	95	90	85	80	75	70	66	61	
17.5	95	90	86	81	77	72	68	64	
20	95	91	87	82	78	74	70	66	
22.5	96	92	87	83	80	76	72	68	
25	96	92	88	84	81	77	73	70	
27.5	96	92	89	85	82	78	75	71	
30	96	93	89	86	82	79	76	73	



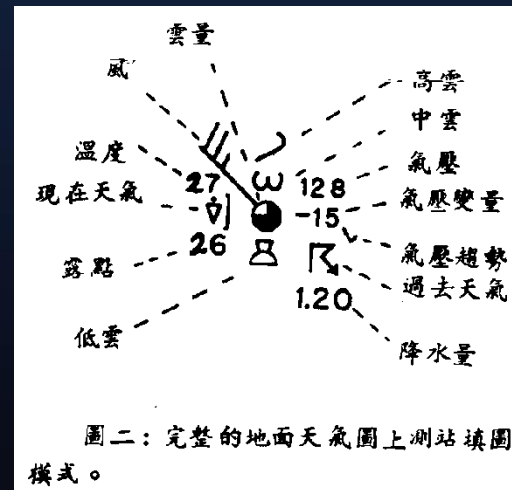
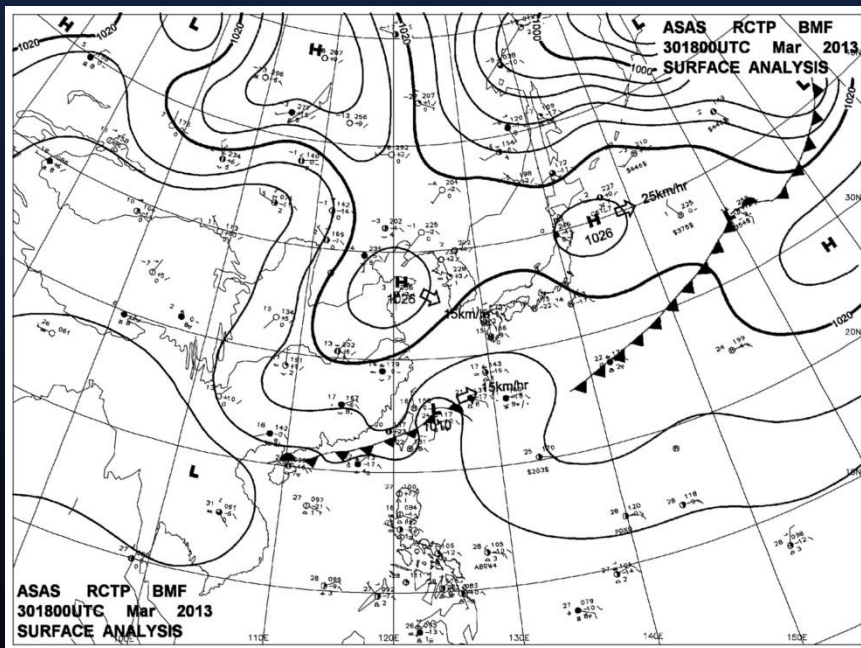
(2)室內：數據處理電腦、氣壓計（晴雨計）

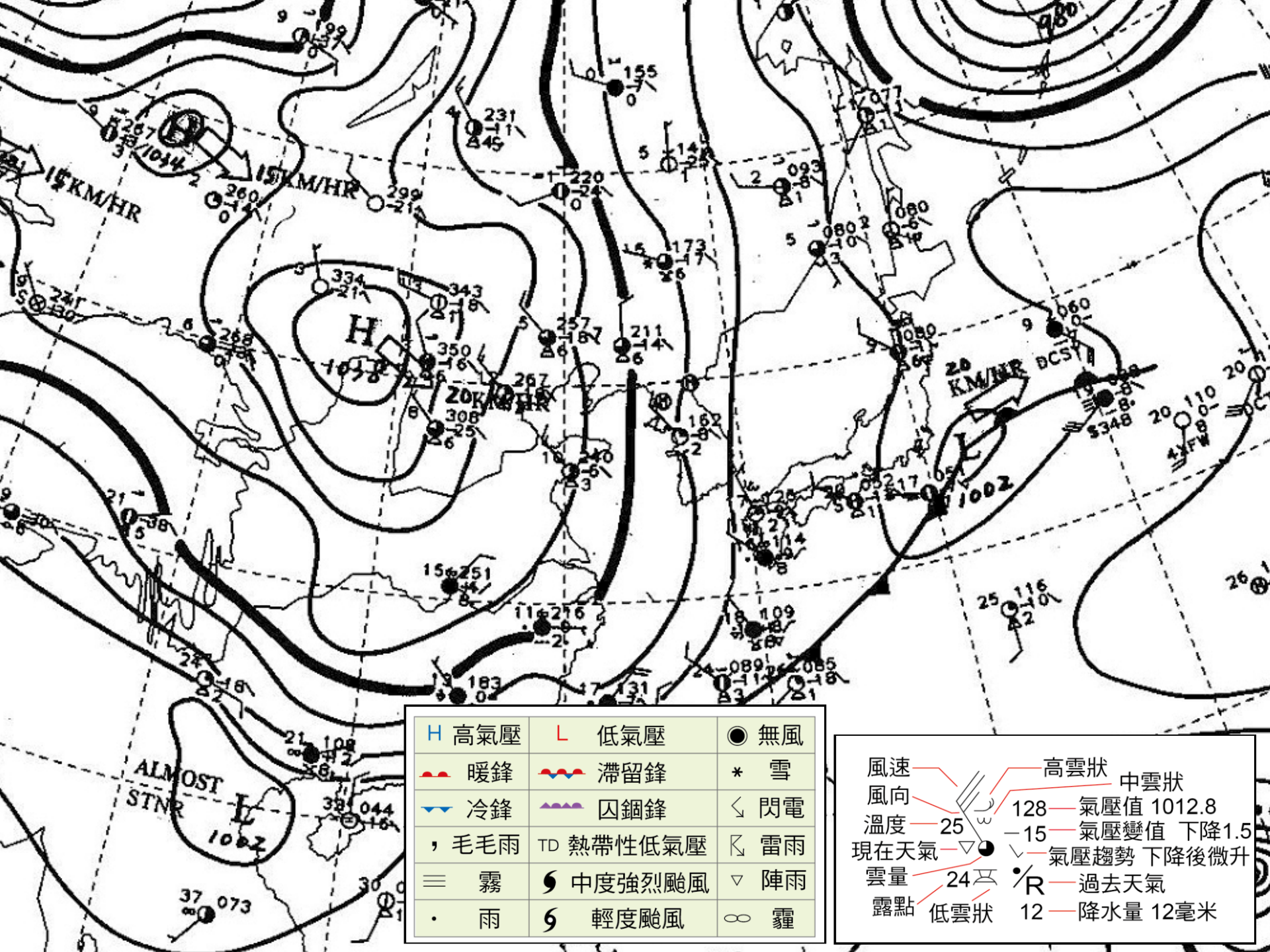
(3)地面遙測：雷達

(4)船舶、漂流浮標

(5)由世界氣象組織(WMO)分享全球地面觀測資源，供各國繪製地面天氣圖

(6)(地面天氣圖中的符號介紹)





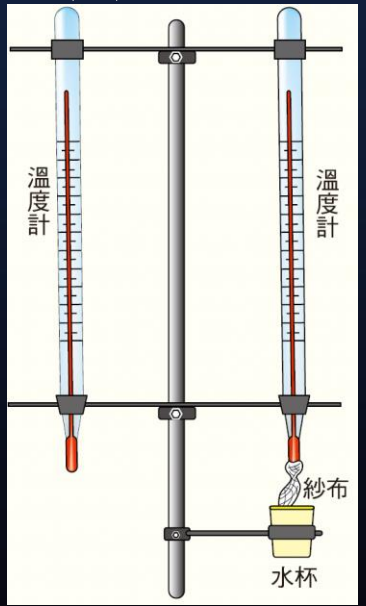
H 高氣壓	L 低氣壓	● 無風
— 暖鋒	— 滯留鋒	* 雪
— 冷鋒	— 囚錮鋒	⚡ 閃電
☁ 毛毛雨	TD 熱帶性低氣壓	⚡ 雷雨
☁ 霧	⚡ 中度強烈颱風	▽ 陣雨
· 雨	⚡ 輕度颱風	∞ 霾

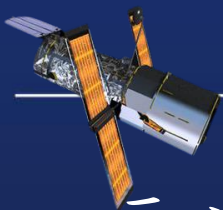
風速	高雲狀	中雲狀
風向	128 — 氣壓值 1012.8	— 15 — 氣壓變值 下降1.5
溫度	25	— 氣壓趨勢 下降後微升
現在天氣	▽ ●	— R — 過去天氣
雲量	24	— 12 — 降水量 12毫米
露點	低雲狀	



1. 下列氣象觀測儀器名稱各是指(a)~(g)中的哪一種儀器？

- (1)水銀氣壓計：
- (2)最高與最低溫度計：
- (3)自記式溫度計：
- (4)乾溼球溫度計：
- (5)自記式溼度計：
- (6)虹吸式雨量計





二、高空觀測

1. 探空氣球+無線電探空儀(雷文送) 00、12UTC

2. 飛機

3. 衛星

4. 投落送



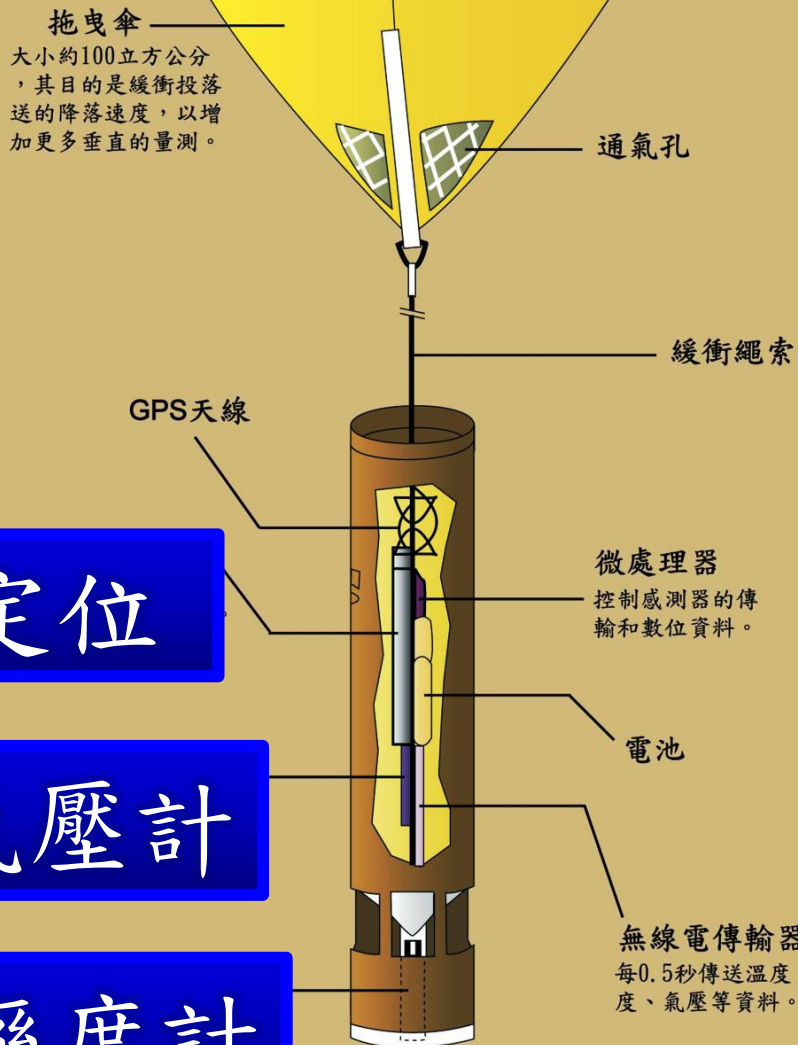
追風計劃與 投落送

測風向. 風速

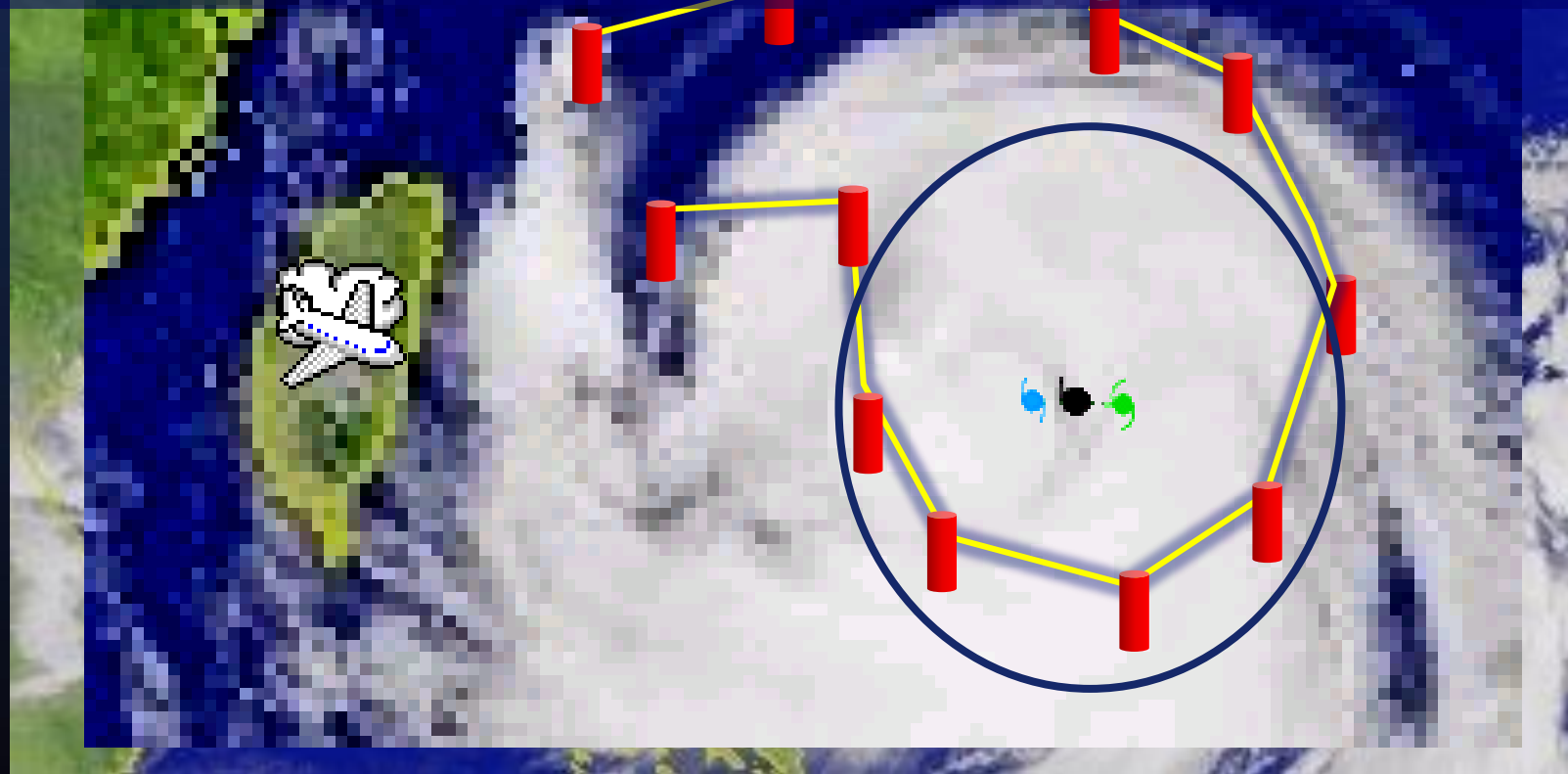
GPS定位

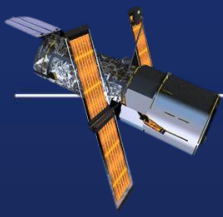
氣壓計

溫度. 溼度計



投落送資料即時進入中央氣象局及世界各國氣象單位之電腦預測系統中，協助預測颱風路徑及分析其周圍結構，如暴風半徑（對放颱風假與否具關鍵性影響）。





無線電探空儀 (雷送)





探空氣球

充氫或氦氣

升至約30km爆破

降落傘

氣壓、溫度、
溼度感應器
GPS定位

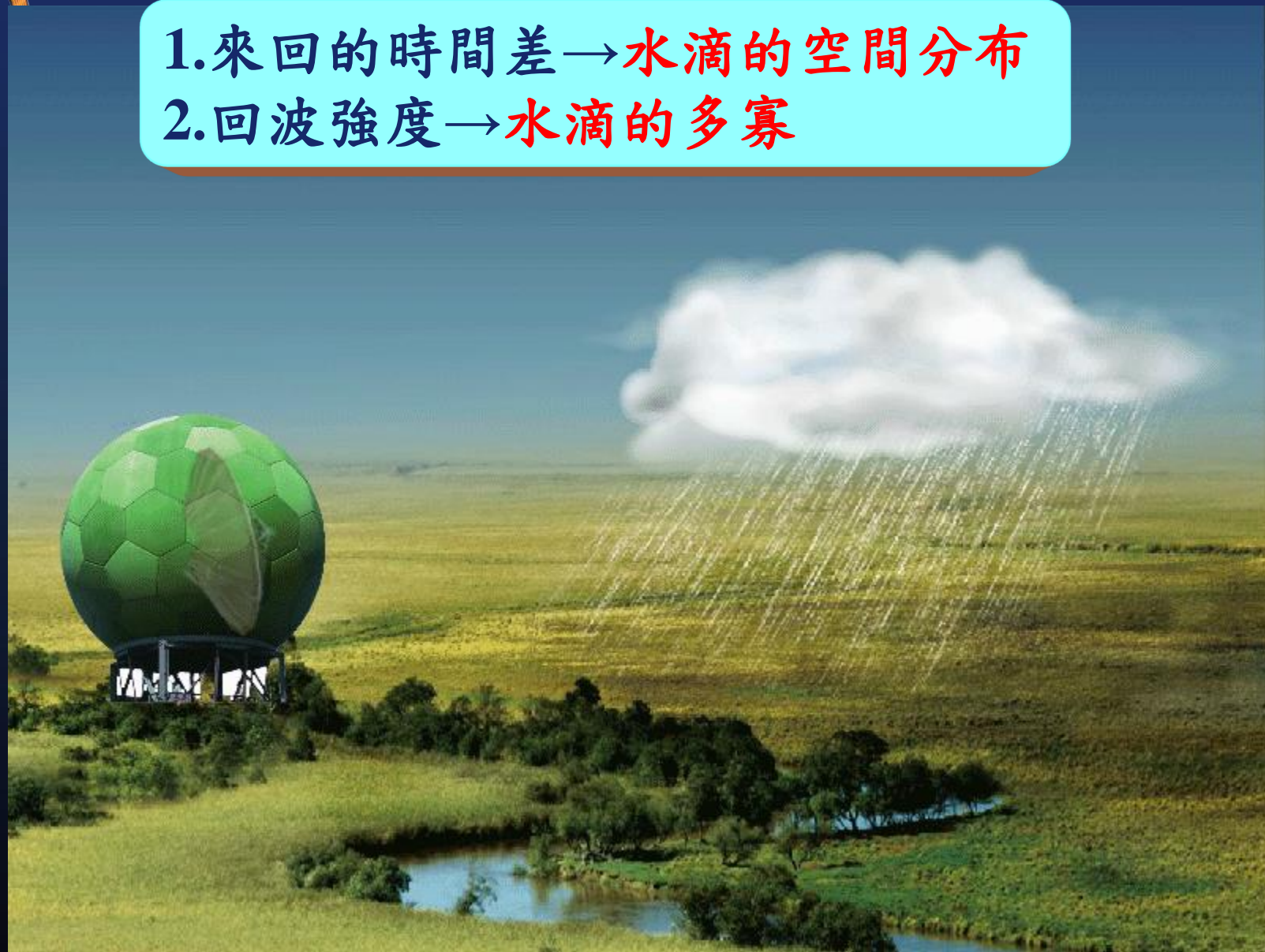
無線電探空儀



1. 來回的時間差 → 水滴的空間分布
2. 回波強度 → 水滴的多寡

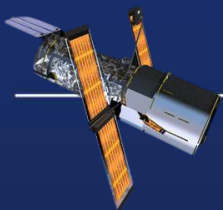


1. 來回的時間差 → 水滴的空間分布
2. 回波強度 → 水滴的多寡

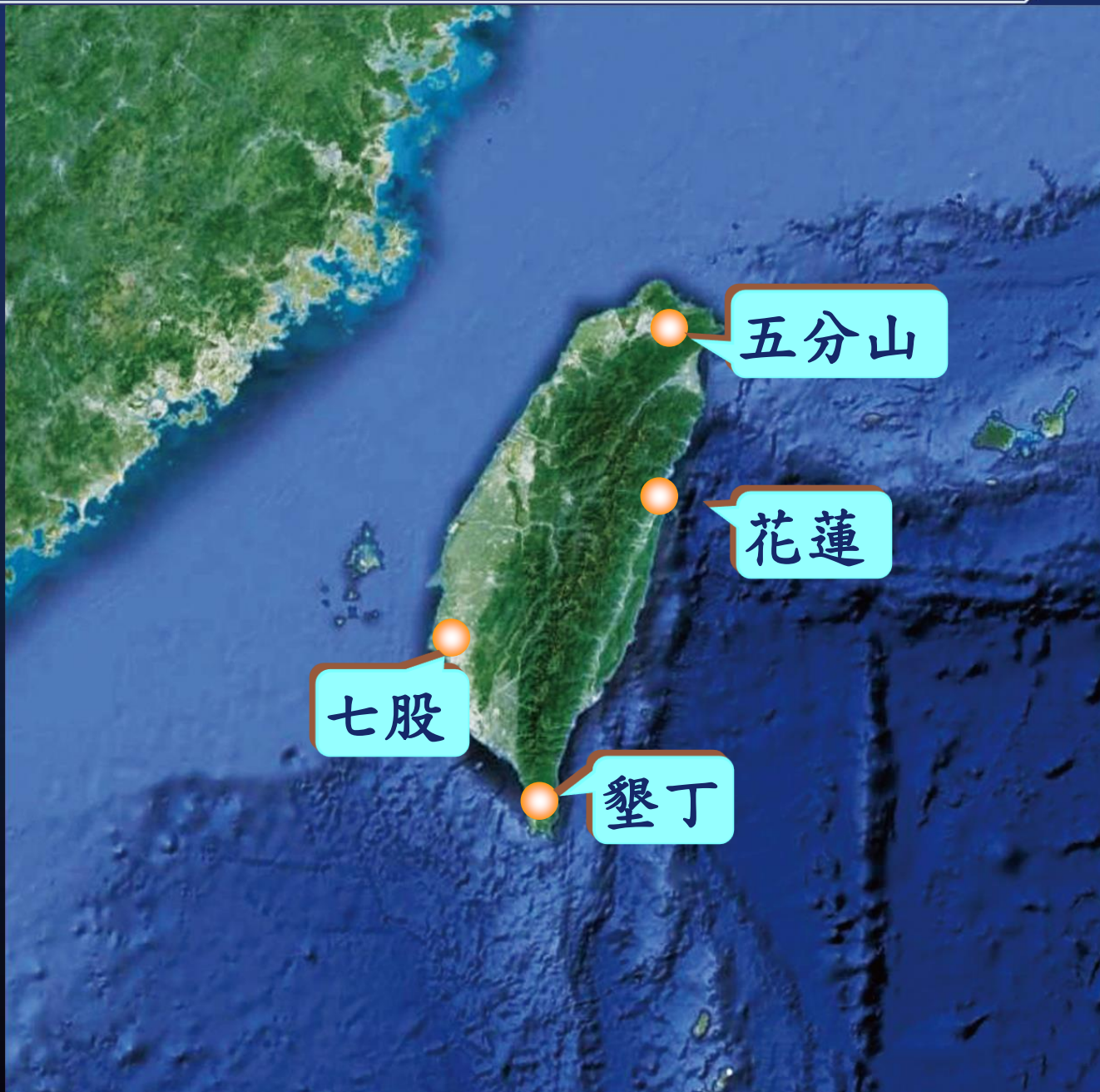


1. 來回的時間差 → 水滴的空間分布
2. 回波強度 → 水滴的多寡





都卜勒氣象雷達

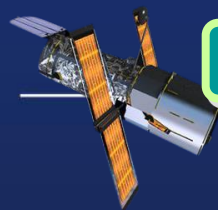


五分山

花蓮

七股

墾丁



按此觀看影片

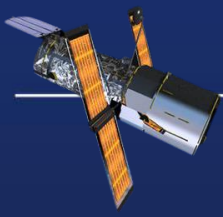
都卜勒氣象雷達

監測颱風的
都卜勒雷達

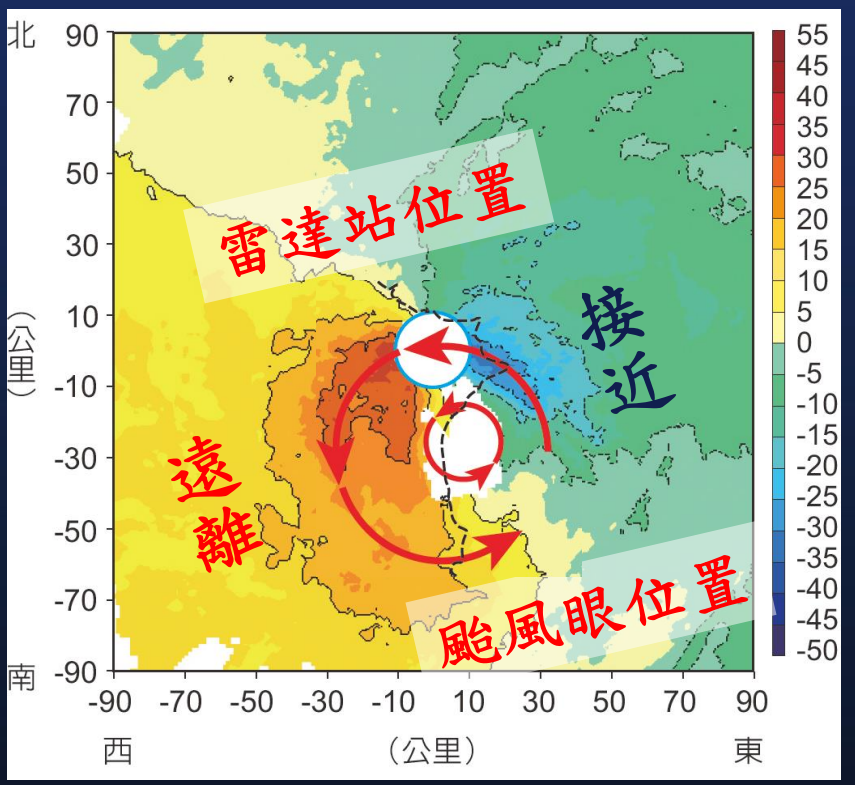
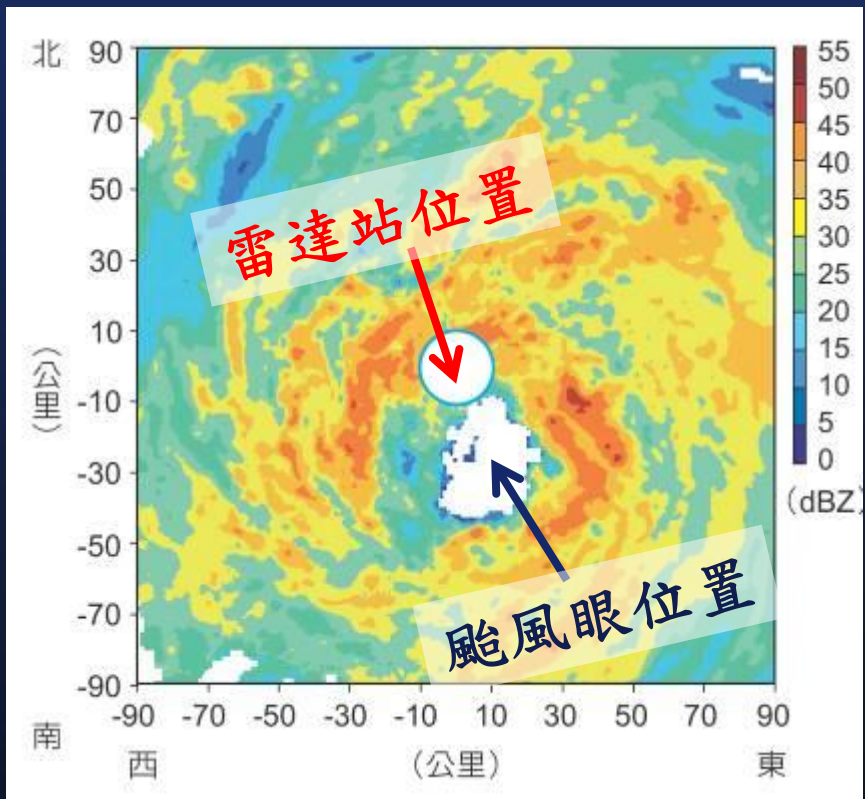
觀測方法：

1. 檢測回波與發射波之間的頻率變化
2. 利用都卜勒效應算出雨滴移動的速率
3. 推算風速和降水系統移動的情形





納莉颱風雷達回波圖



雷達回波圖：
顏色表示回波強度。

都卜勒徑向速度圖：
顏色表示風離開或靠近雷達的分量。

雷文送

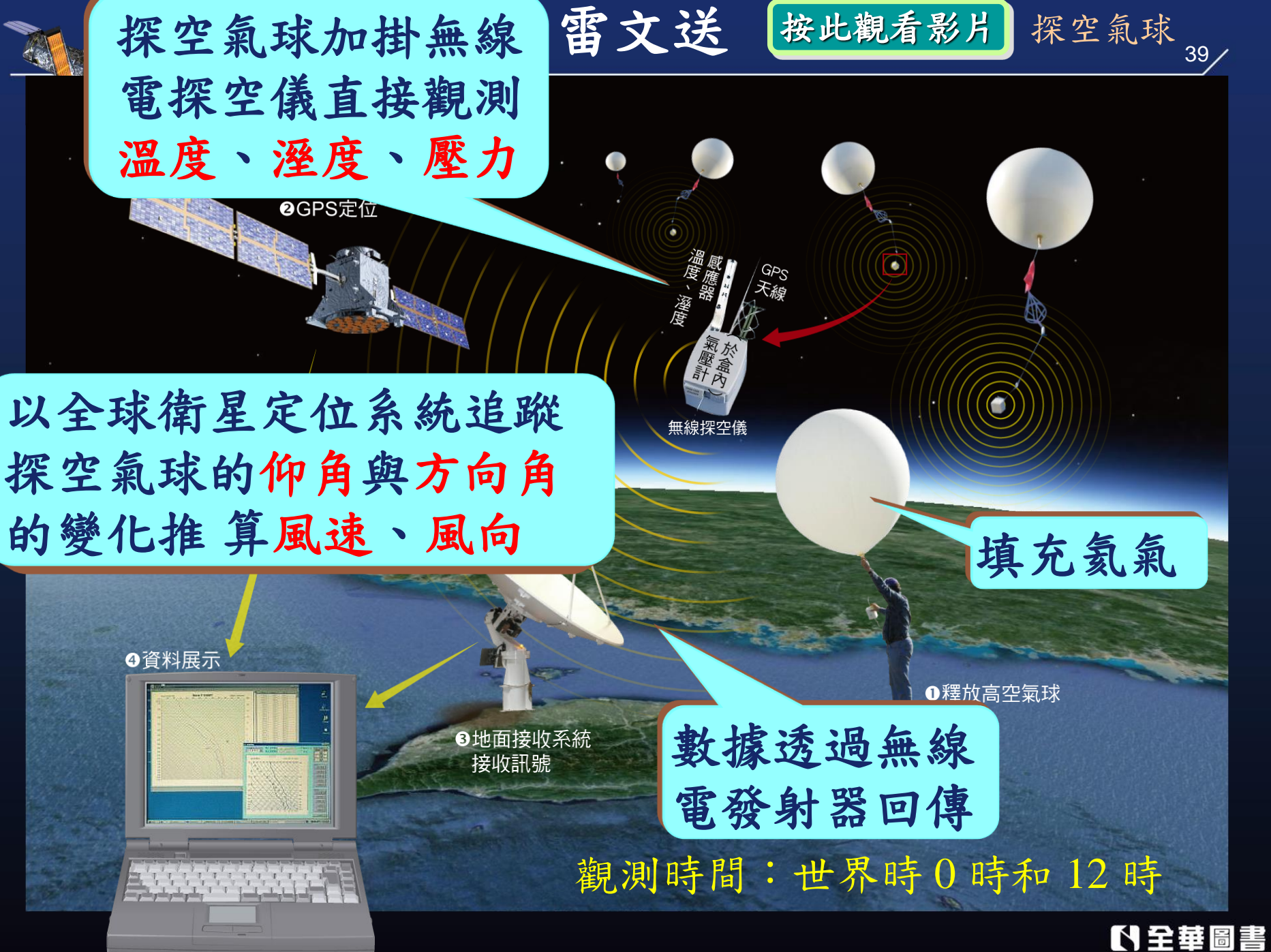
探空氣球加掛無線電探空儀直接觀測
溫度、溼度、壓力

以全球衛星定位系統追蹤探空氣球的仰角與方向角的變化推算風速、風向

填充氦氣

數據透過無線電發射器回傳

觀測時間：世界時 0 時和 12 時



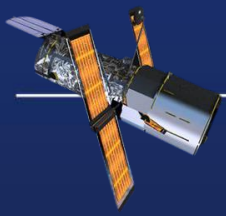
GPS定位

感應器 溫度、溼度
於盒內 氣壓計
GPS 天線
無線探空儀

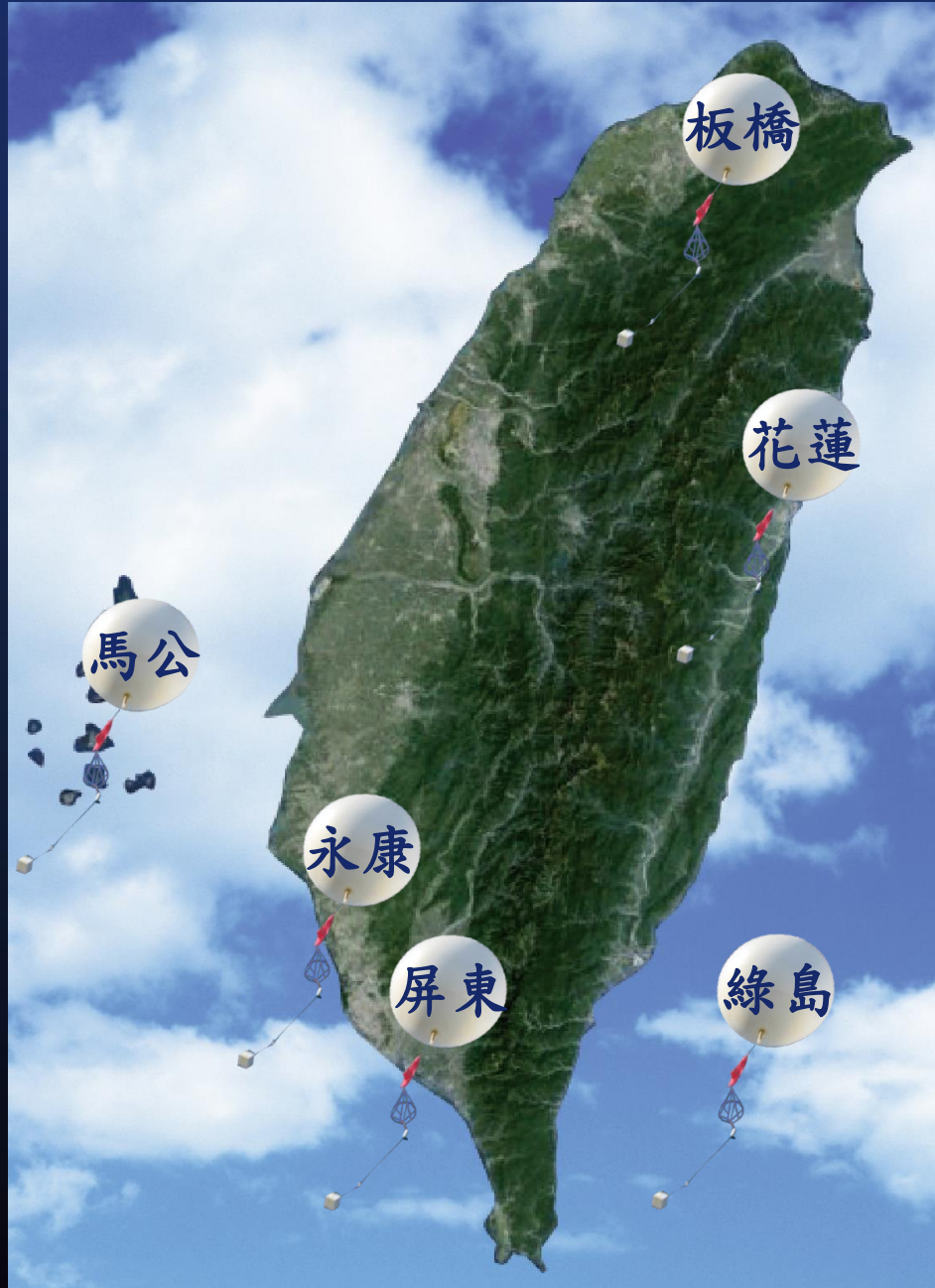
釋放高空氣球

資料展示

地面接收系統
接收訊號

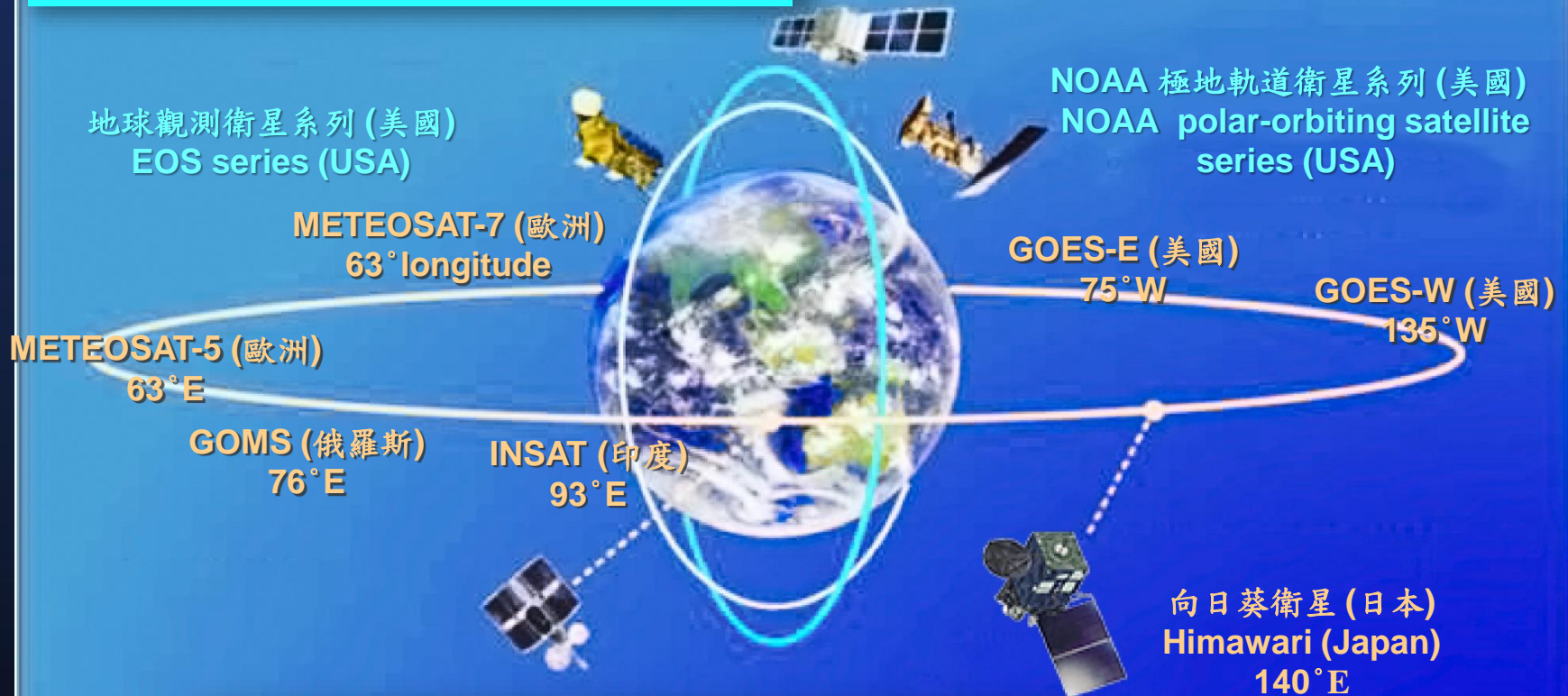


臺灣的高空氣象觀測站分布圖



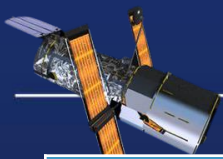
極地軌道氣象衛星

Polar-orbiting meteorological satellites



地球同步氣象衛星

Geostationary meteorological satellites



繞極衛星與同步衛星比較

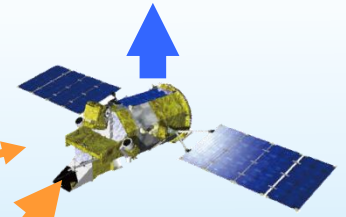
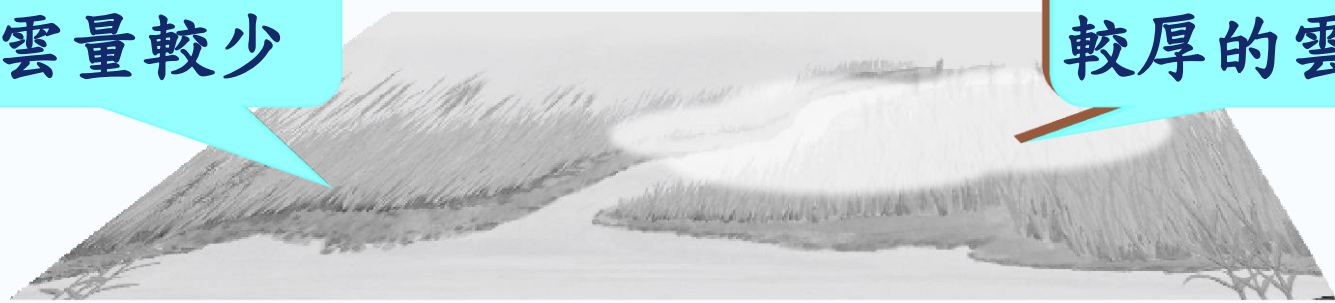
	繞極衛星	地球同步衛星
飛行高度	600~900 km	36,000 km
軌道特性	軌道幾乎與經度線平行	固定於赤道上空
繞行週期	102分鐘	24小時
解析度	較高	較低
視野範圍	較小	較大
缺點	每天觀測同一地區 兩次 ，無法充分掌握天氣的連續變化。	同一個角度 24小時 觀測同一個地點。

按此觀看影片 衛星與氣象

可見光雲圖

偏白色代表較厚的雲

偏灰色代表較薄的雲或雲量較少



光被薄雲
反射較弱

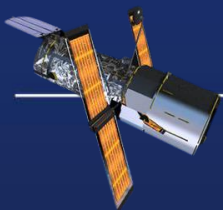
光被厚雲
反射較強

利用太陽光的反射強弱判斷，故只能在白天觀測。

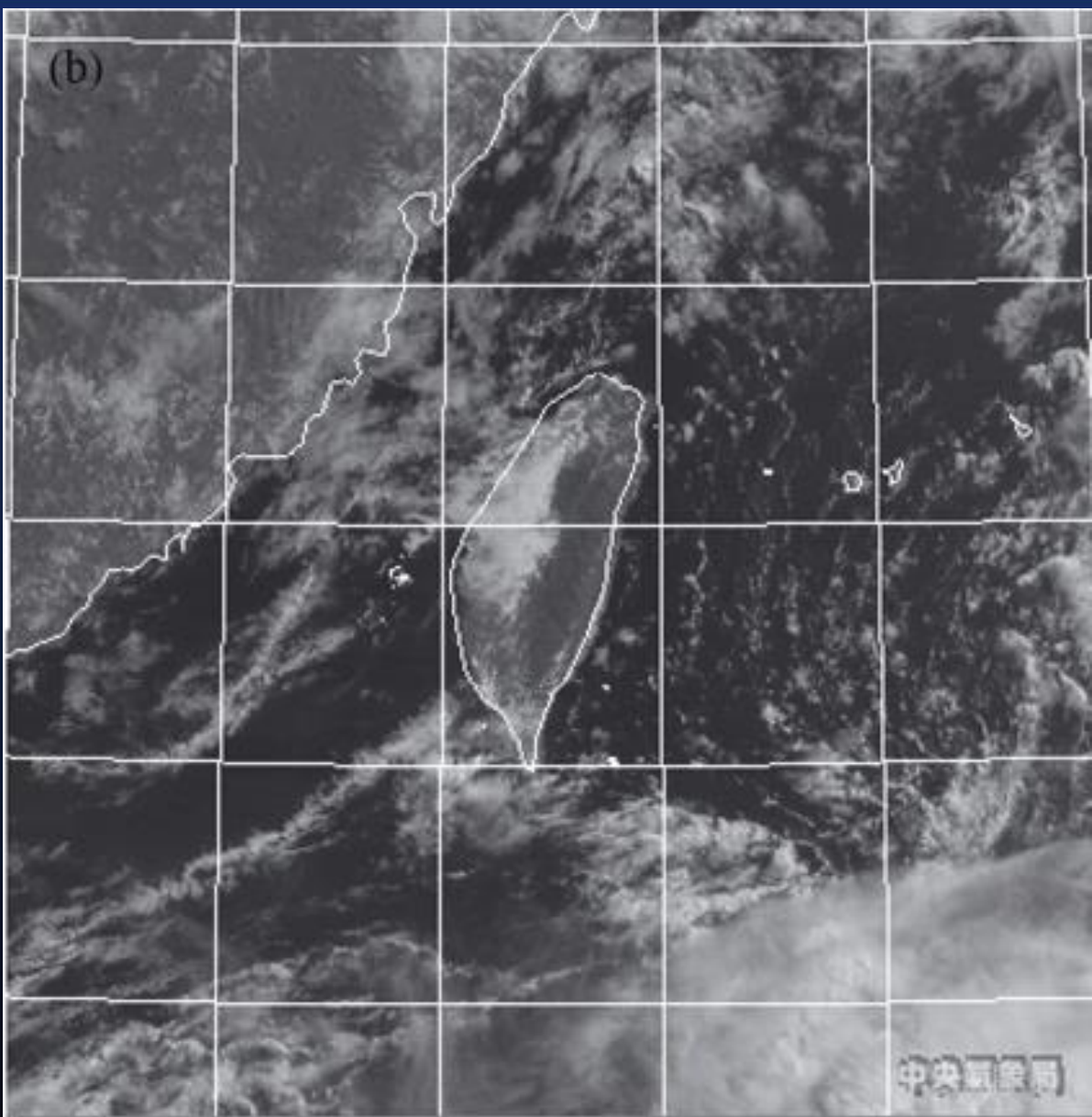
光被地球表面反射

地球表面





可見光雲圖

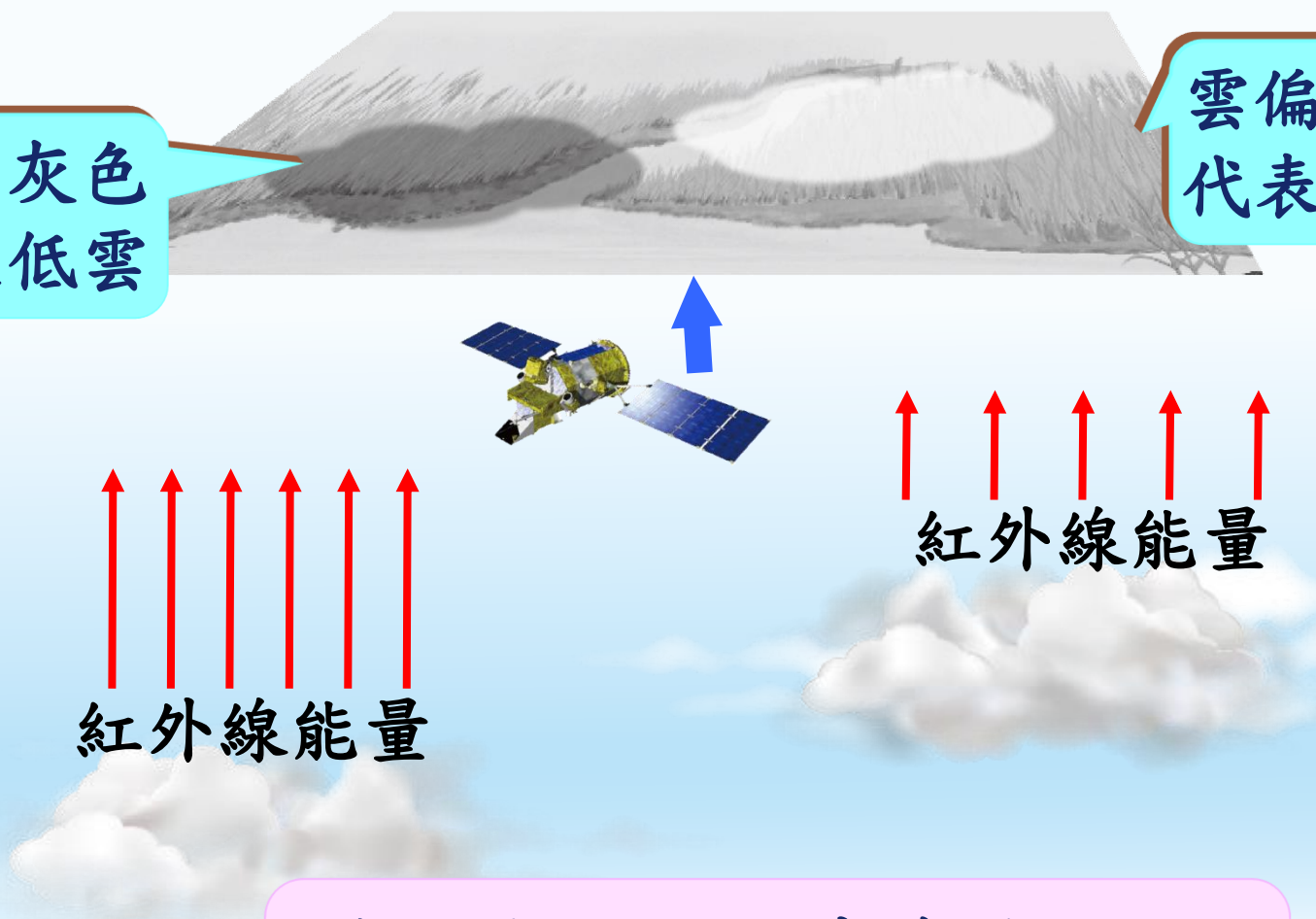


MTSAT 可見光雲圖 6/18 09:00

紅外線雲圖

雲偏灰色
代表低雲

雲偏白色
代表高雲

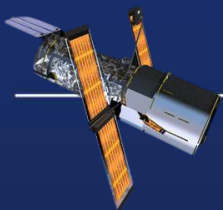


紅外線能量

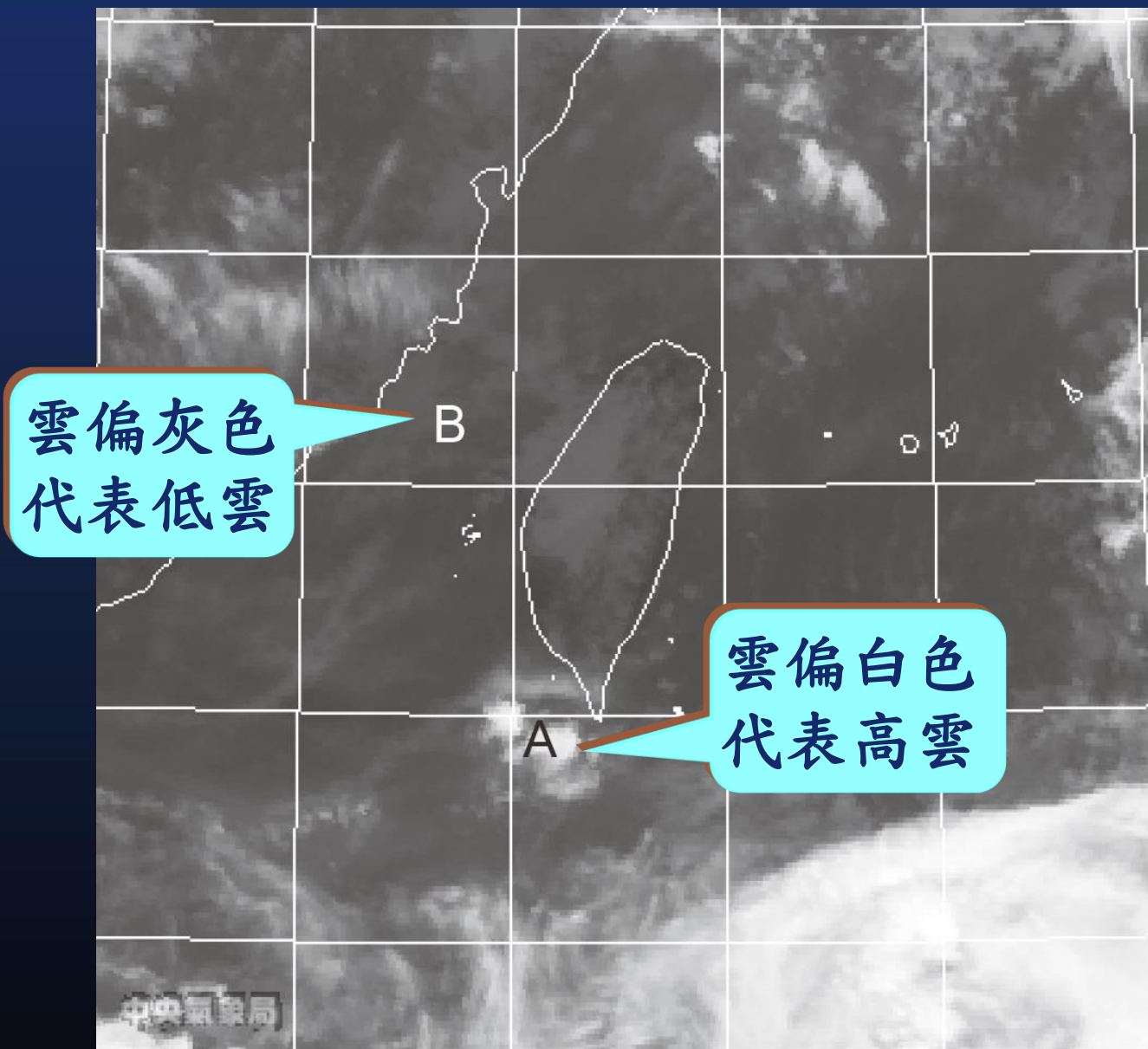
紅外線能量

利用雲頂的紅外線強弱判斷，故全天皆可觀測。

地球表面

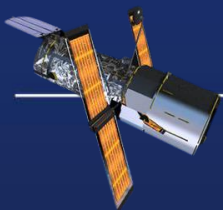


紅外線雲圖



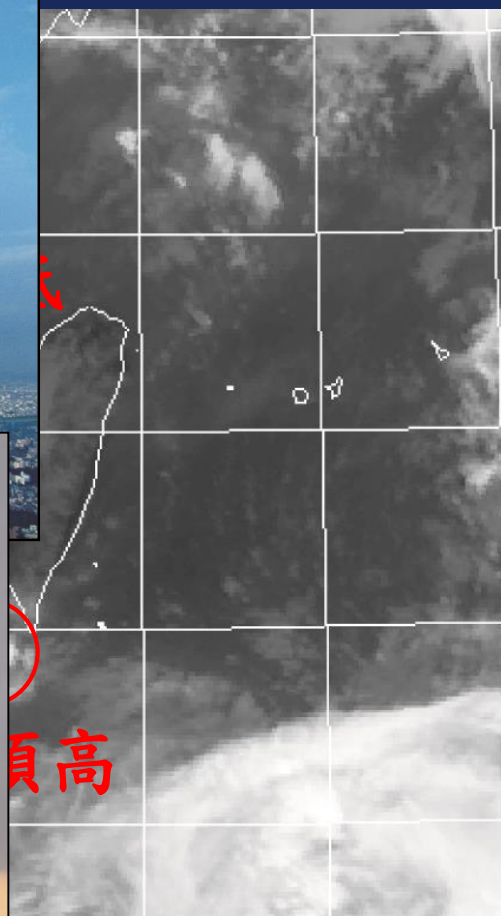
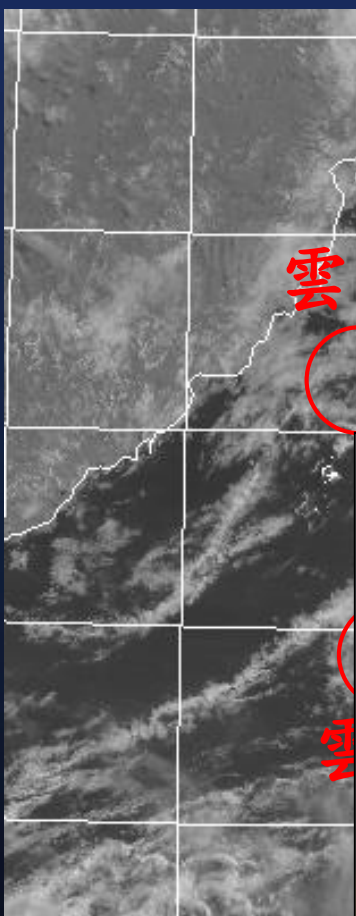
雲偏灰色
代表低雲

雲偏白色
代表高雲



比較兩種衛星雲圖可判斷雲種

高度發展的對流雲區域，在可見光雲圖和紅外線雲圖都呈現白色。

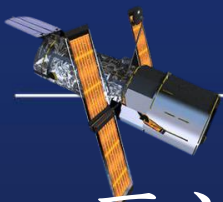


MTSAT 可見光雲圖

6/18 09:00



4-2 如何做氣象預報？



一、氣象預報的流程與方法

1. 觀測資料的收集與初步分析

(1) 地面天氣圖、高空天氣圖、衛星雲圖

(2) 彙整到WMO(世界氣象組織)天氣監測站，一天四次(00 06 12 18UTC)





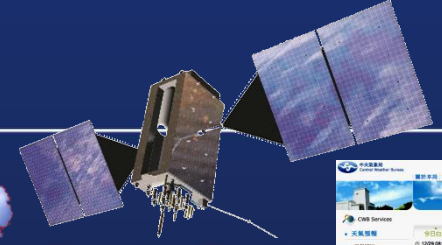
地面觀測



雷達資料



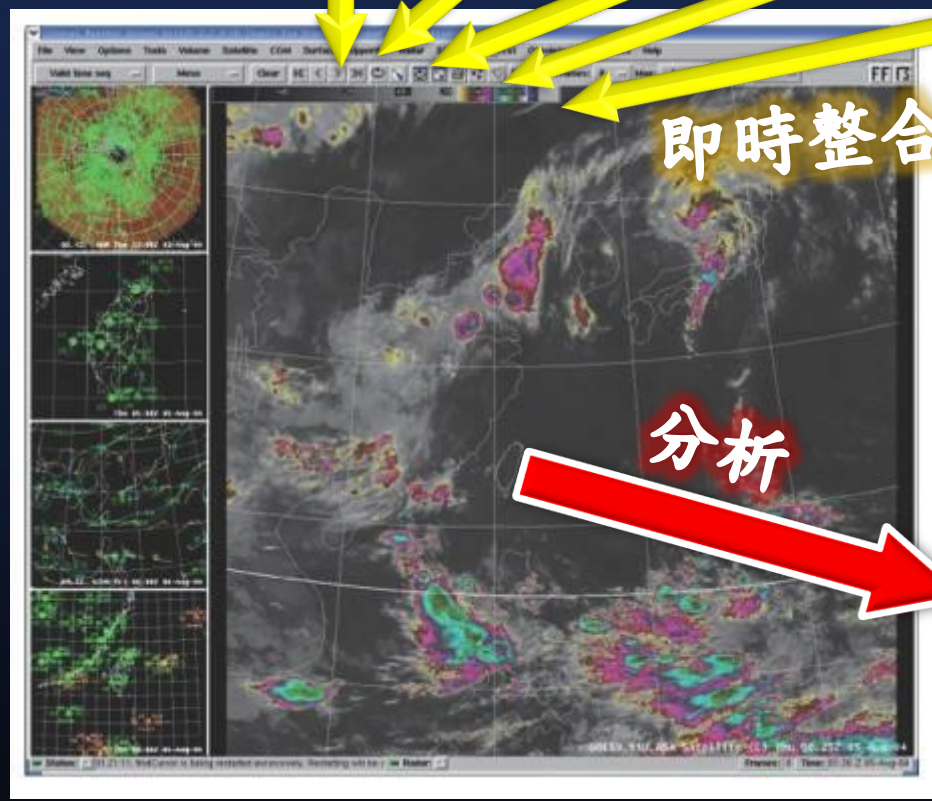
高空觀測



衛星資料



數值天氣預報



即時整合

分析

有效掌握中小尺度的天氣系統，降低可能造成的氣象災害

即時天氣預報



2. 數值預報與研判討論

(1) 物理方程式、流體力學、經驗方程式+人員研判

(2) 天氣資料整合與即時預報系統(WINS)

(3) 預報的誤差

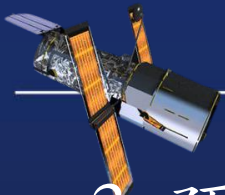
a. 觀測儀器精確度不足

b. 測站數目有限

c. 測站空間分布不均勻

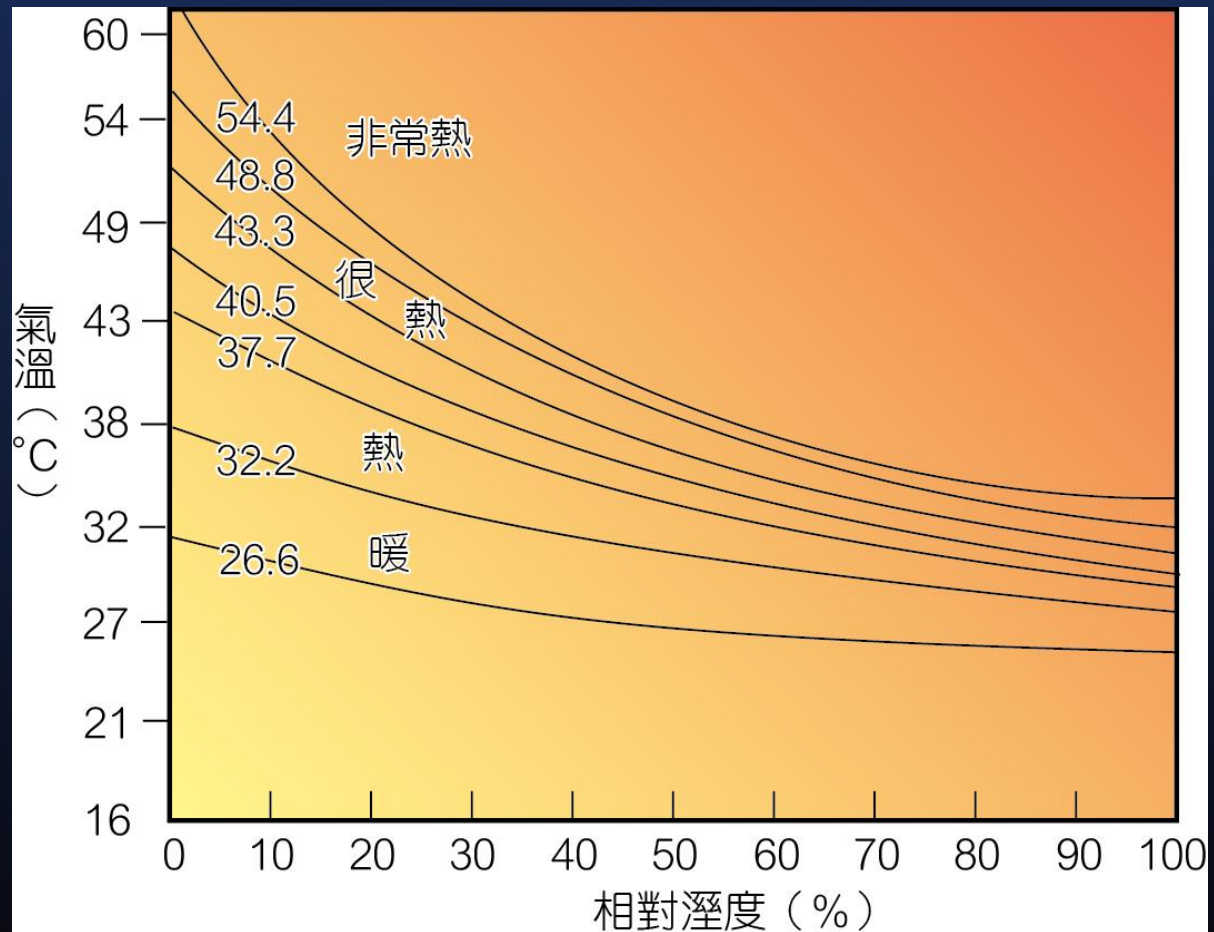
d. 方程式輸入的參數不夠精確

(4) 觀測人員的專業素養



3. 預報結果之發布

即時預報(數小時)，長期預報(一週)



星期

天

時

分

秒

西風帶

高氣壓
低氣壓
鋒面

熱帶
低氣壓

山谷風
焚風 海陸風

龍捲風 沙塵暴
雷暴

小型渦流

5000km

2000km

20km

2m

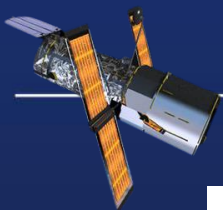
行星尺度

綜觀尺度

中尺度

小尺度

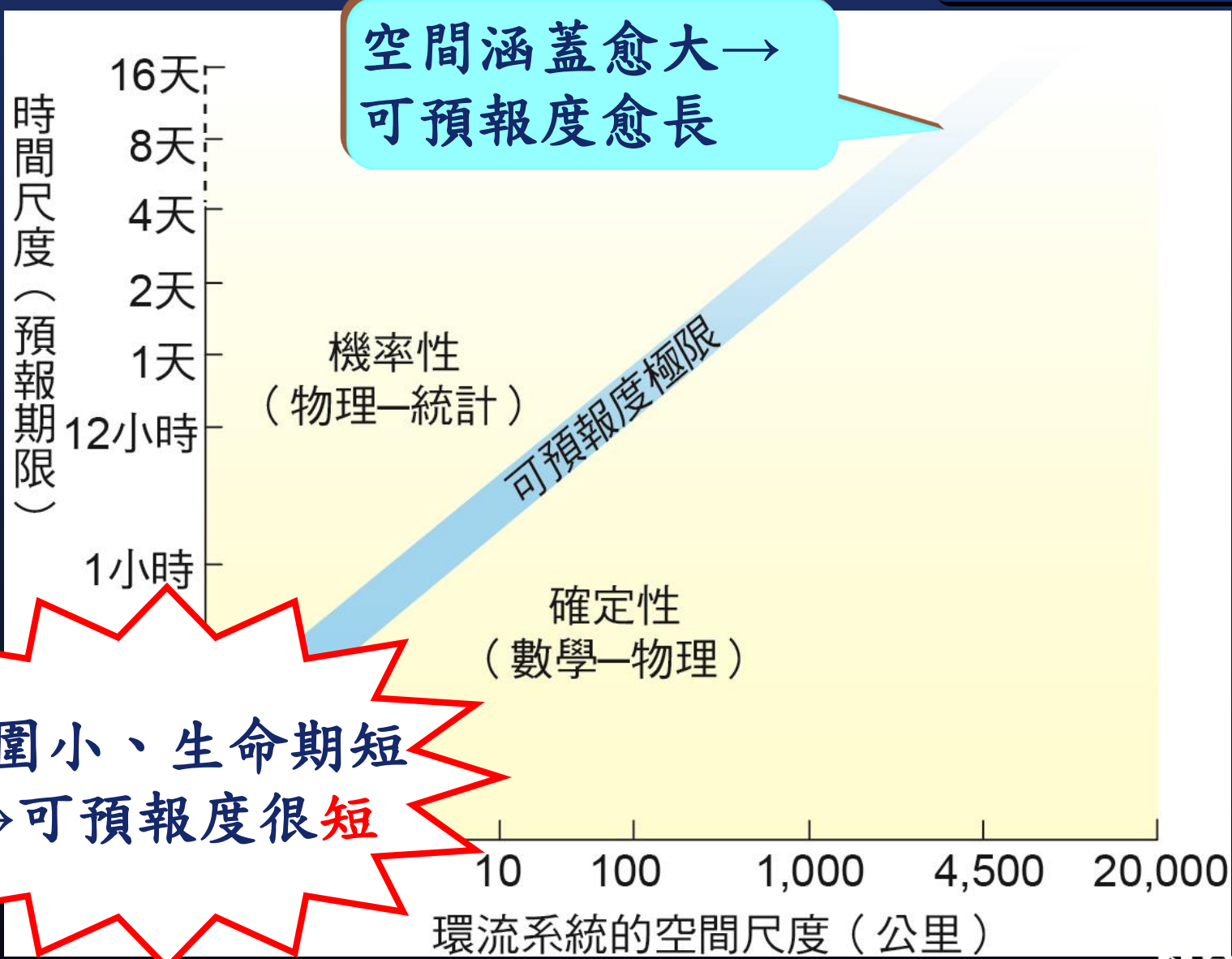
大尺度



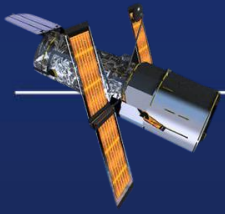
可預報度

請看課本p.99

百寶箱 4-4 混沌效應



範圍小、生命期短
→ 可預報度很短



END