

不用碰就知道天氣的魔法

不需要騎掃把，你也能知道天空中發生了什麼事！



遙測

- ✓ 「不直接碰觸，從遠方偵測目標」的測量方法，無須接觸也能夠得到目標的物理量資訊！
- ✓ 像是望遠鏡、超音波、X光，還有你的眼睛，這些都是遙測的好幫手！



現地觀測

- ✓ 「與目標物直接接觸並測量」的觀測方法！你必須實際碰觸到物體，才能夠得到它的資訊。
- ✓ 像是捲尺、溫度計、雨量筒，還有你的手，這些都是屬於「現地觀測」！

氣象遙測為什麼重要

- ✓ 我們不可能在地球上所有角落都建置氣象站，也無法將浮標儀器遍佈整個海洋，甚至飛到每一朵雲上測量它的溫度。
- ✓ 而遙測技術的出現，讓我們可以從遠方偵測每個角落的天氣變化。



大家好，我是蝠寶！

遙測技術已經是
氣象觀測少不了的重要工具囉！

天空寫給我們的信

光的筆跡，帶領你用科技解讀自然的神秘。



如何進行遙測？

- ✓ 當電磁波在大氣中前進，穿過空氣分子、水滴、冰晶、懸浮微粒時，會讓電磁波能量產生各種不同的變化。
- ✓ 氣象學家透過設備接收能量，並加以分析它的變化，便能了解天氣狀況，就像是解讀來自天空的信件！
- ✓ 遙測方法可分為2大類：主動與被動。



被動式遙測

- ✓ 靜靜等待天空的來信。
- ✓ 儀器不會發出訊號，而是接收來自大自然的電磁波。



電磁波是什麼？

- ✓ 「電磁波」與「光」本質上是相同的，都是電場與磁場交互振動的能量形式。
- ✓ 它傳播的速度相當驚人，每秒鐘可以前進30萬公里，從地球出發，只需要1.28秒就可以抵達月球！



主動式遙測

- ✓ 寄信給天空，並等待它的回信。
- ✓ 儀器主動發出電磁波訊號，並接收反彈回來的能量。

光速每秒鐘可以繞地球7圈半！



電磁波的旅行日誌

「光」從未沉默，你只需要理解它說話的4種方式。

光的吸收



- ✓ **黑煙**：火災黑煙的微粒會吸收大部分的光線，幾乎沒有反射或穿透，由於光都被吃掉了，所以我們看到的就是黑色。
- ✓ **綠色植物**：植物葉綠素會選擇性吸收紅光和藍光，用來進行光合作用，綠光則被反射出來，所以我們能看到大多植物是綠色的。

光的散射



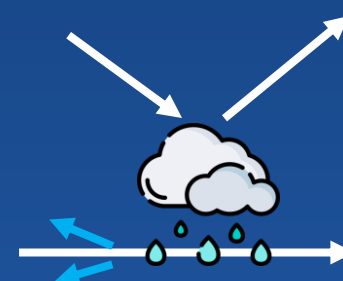
- ✓ **藍天**：陽光進入大氣時，波長較短的藍光最容易被空氣分子散射，所以天空是藍色的。
- ✓ **夕陽紅**：傍晚時太陽角度低，光線要穿過更厚的大氣層才能抵達地表。波長短的藍光和綠光會被大氣散射殆盡，只留下橘紅色的光。

光的發射



- ✓ 當物體溫度高於絕對零度（攝氏零下273.14度），就會發出電磁波。溫度不同，發出的電磁波也會有所差異。
- ✓ **太陽**：表面約攝氏6000度，主要發出「可見光」。
- ✓ **地球**：表面平均約攝氏18度，主要發出「紅外線」。

光的反射



- ✓ **白雲**：雲會把陽光均勻反射出去，讓我們看到白色的雲。如果雲層比較厚，光線因被反射而不容易抵達雲底，就會看到烏雲。
- ✓ **雷達回波**：雷達發射的電磁波屬於「微波」，波長較長，不會受雲粒子干擾。雨滴因為顆粒較大，能反射雷達的微波能量，形成回波。



電磁波的各種效應
是氣象遙測的基礎呢！

氣象衛星：來自宇宙的上帝視角

俯瞰地表的銀翼，將雲霧的脈動收錄在視野之中

什麼是衛星？



- ✓ 繞著行星旋轉的物體，我們稱之為衛星，地球唯一的「天然衛星」是月亮，其他則是由人類所製造的「人造衛星」。
- ✓ 氣象衛星繞著地球運行，來自地球的電磁波會被衛星上的各種光學儀器接收，並轉成數據資料後傳回地球，製作成衛星雲圖等產品。

繞極衛星



- ✓ 這種衛星飛得低且速度快，約每90分鐘即可繞地球 1 圈，軌道通常經過南北兩極，適合觀察高緯度地區的天氣。
- ✓ 它可以拍攝更清晰的影像，甚至能捕捉微弱的微波能量訊號，提供更多元的地球環境資訊，延伸出各種進階應用！

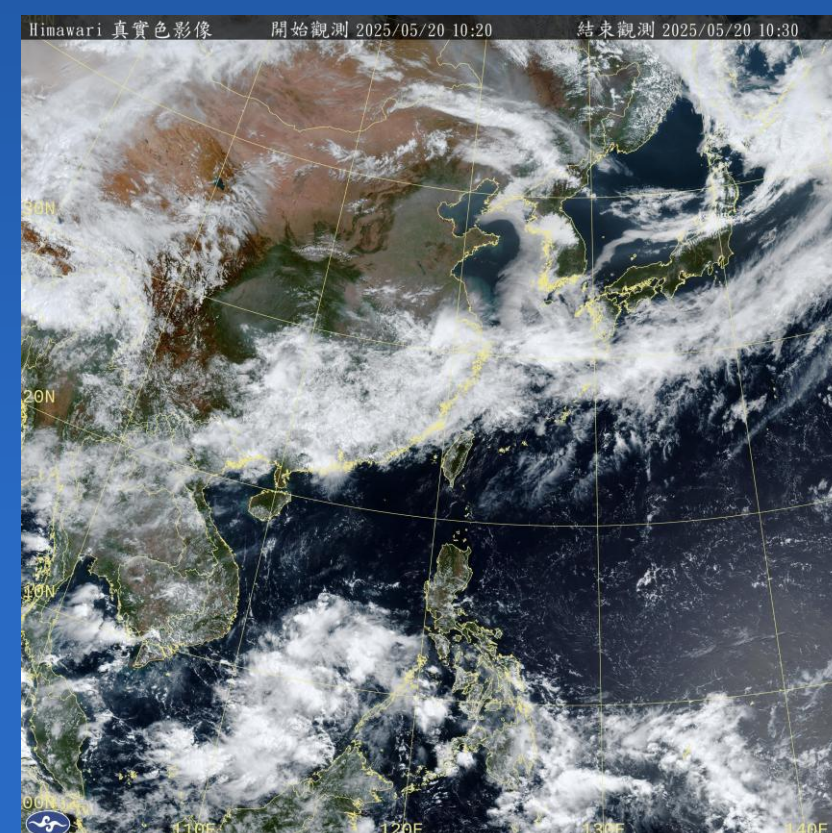
同步衛星



- ✓ 這類衛星位在赤道上約 36,000 公里的高空，繞行地球1圈正好是 24 小時，因與地球自轉同步而得名。
- ✓ 從地面看，它始終在固定天空中不動，始終觀察地球的同一面，是長時間追蹤天氣變化的主力！



新聞上的衛星雲圖，都是
同步衛星的數據資料喔！



真實色衛星雲圖

氣象雷達：向蝙蝠學習以聲繪影

傾聽尚未落下的雨滴，捕捉呼嘯而過的疾風

雷達和蝙蝠有點像！



- ✓ 蝙蝠在黑暗中飛行時，會發出超音波，等聲波碰到東西反彈回來，牠們就知道前方有障礙物。
- ✓ 雷達則是使用「電磁波」來偵測天空，電磁波遇到雨滴會反射回來，只要分析這些回波，氣象學家就知道哪裡正在下雨！

都卜勒雷達



- ✓ 偵測風的速度！
- ✓ 空中的雨滴會被風吹著跑，而當雨滴接近或遠離雷達時，會產生「都卜勒效應」，氣象學家便能知道雨滴接近或遠離雷達的速度，進一步推估大氣中的風。

傳統雷達



- ✓ 偵測降雨的位置與強度。
- ✓ 天空的雨滴將電磁波會反射回來後，配合光速、時間差及觀測角度等資訊，計算出降雨的位置及強度。雖然功能簡單，但以當時的觀測技術來說已是重大突破！

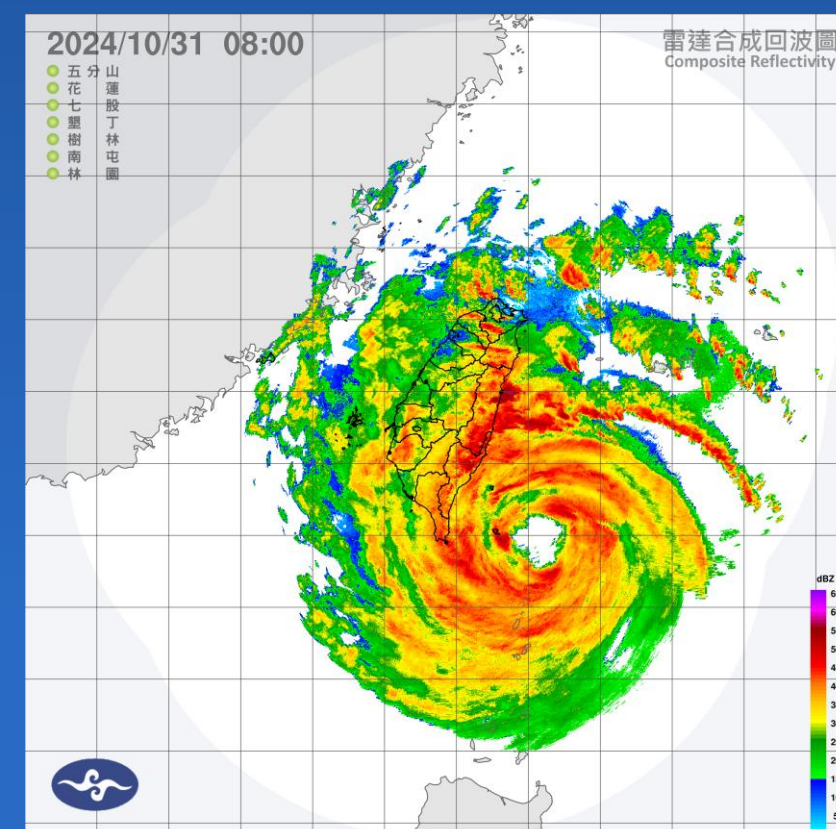
雙偏極化雷達



- ✓ 看見雨滴的形狀！
- ✓ 同時使用垂直與水平2種方向的電磁波進行偵測，能觀察到雨滴的形狀與均勻度特徵，大幅提昇降雨估計與資料品質的準確度。



台灣的氣象雷達已全面升級為雙偏極化雷達了喔！



整合雷達回波圖

海洋雷達：矗立於岸邊的美人魚

凝視著浪濤的寧靜與洶湧，悄悄寫下風與流的秘密

波流觀測的進化



- ✓ 過去，我們仰賴浮標回報海洋動態現況。現在，岸上的海洋雷達能同時觀察整片大海，視野所及之處都無所遁形。
- ✓ 極端天氣來臨前，海洋雷達可以提早發現異常流速或風浪，預先掌握海面的異動，漁船能事先規劃最安全的路線，避開風險！

布拉格散射



- ✓ 這是一種特殊的散射效應。當海面波的波長恰好是雷達訊號波長的一半時，將會產生強烈的回波。
- ✓ 這些回波中藏著資訊，經過運算後可得知海流方向、速度及浪況，如同聽懂了一首來自大海的歌。

海洋雷達的外觀



- ✓ 陣列式雷達：一根根天線排成整齊，組成「雷達陣列」。這類雷達常見於台灣沿海，是偵測海流的主力。



- ✓ X波段微波雷達：通常架設在觀測塔或建築物上，透過雷達天線360度旋轉，掃描整片海面，回傳高解析度的海象資訊。



彭佳嶼的海象雷達
可以看到200公里的外海喔！



光達：用光編織的風之地圖

肉眼看不見的高空氣流，將清晰地展現在你我眼前！

什麼是光達？



- ✓ 光達 (LIDAR) 是一種利用「雷射光」探測的儀器。它是天空的測量師，發射光束到高空，光線會被大氣中微粒散射並產生「都卜勒效應」，藉此推算出高空環境的風向與速度。
- ✓ 簡單來說，光達就是用「光」在測量風！

為什麼需要光達？



- ✓ 過去氣象學家測量高空環境，需要透過探空氣球，不但費工，還無法進行連續性觀測。相比之下，光達能進行即時且持續性的高空風監測。
- ✓ 光達的高機動性、量測彈性高的特點，能大量蒐集高空風場資料，對風力發電的選址、設計、效益評估有所幫助。



光達小秘密



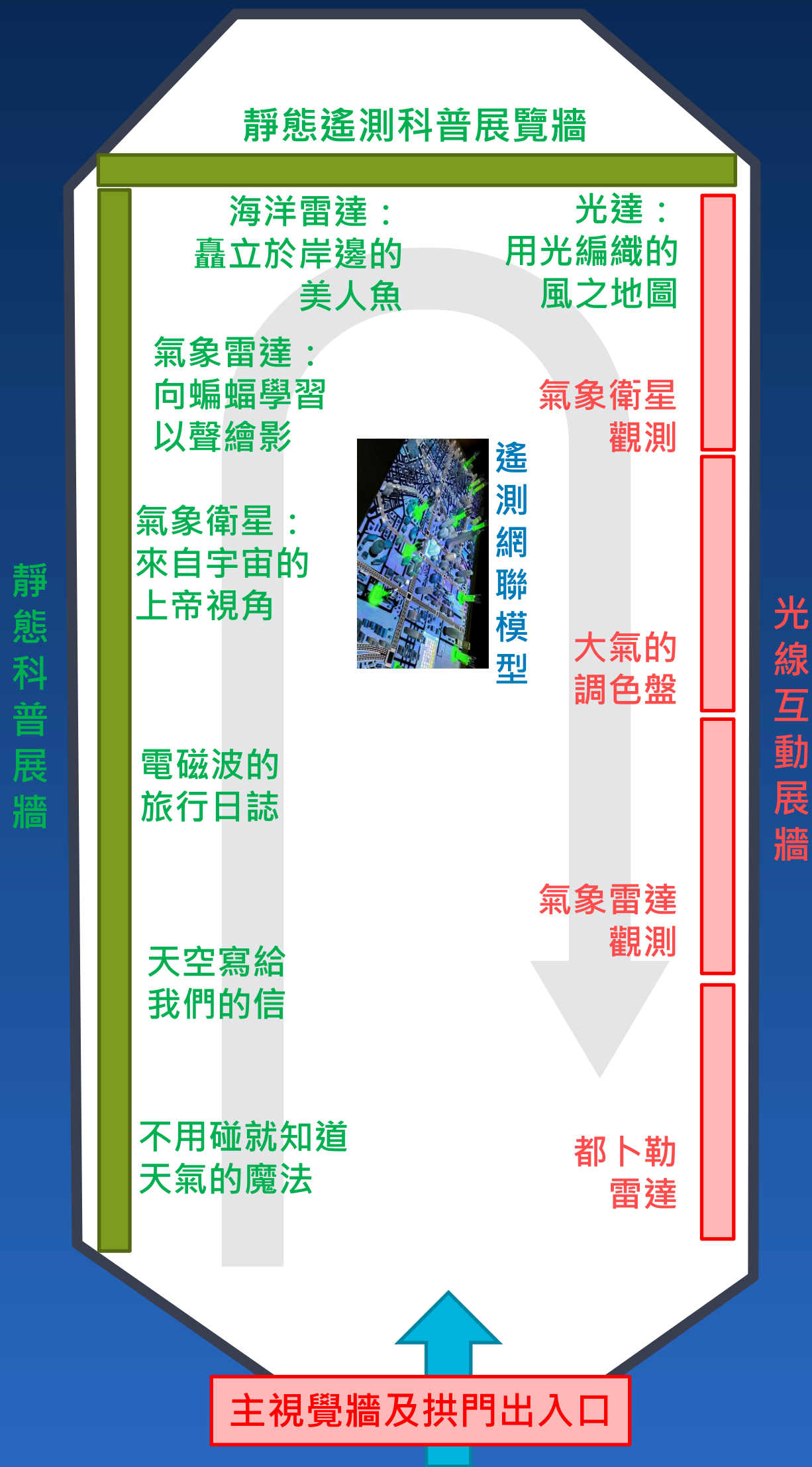
- ✓ 中央氣象署的光達波長為1.55微米，測量範圍為10至300公尺之間，可自訂10層不同的觀測高度。
- ✓ 光達有許多種類，除了風速之外，有的還具備測量空氣污染的能力，應用涵蓋氣象、綠能與環境監測！



吡吡.....

氣象署光達的觀測仰角是**60度**！

311展場配置與動線



風格參考
請依照此風格進行美編設計

