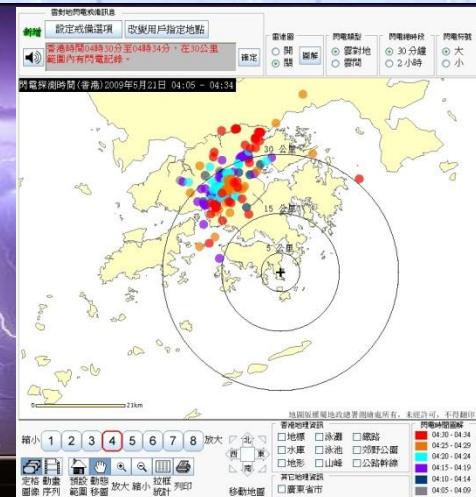


閃電及其測量方法

Lightning and Its Detection



閃電探測器設計比賽

劉迪森

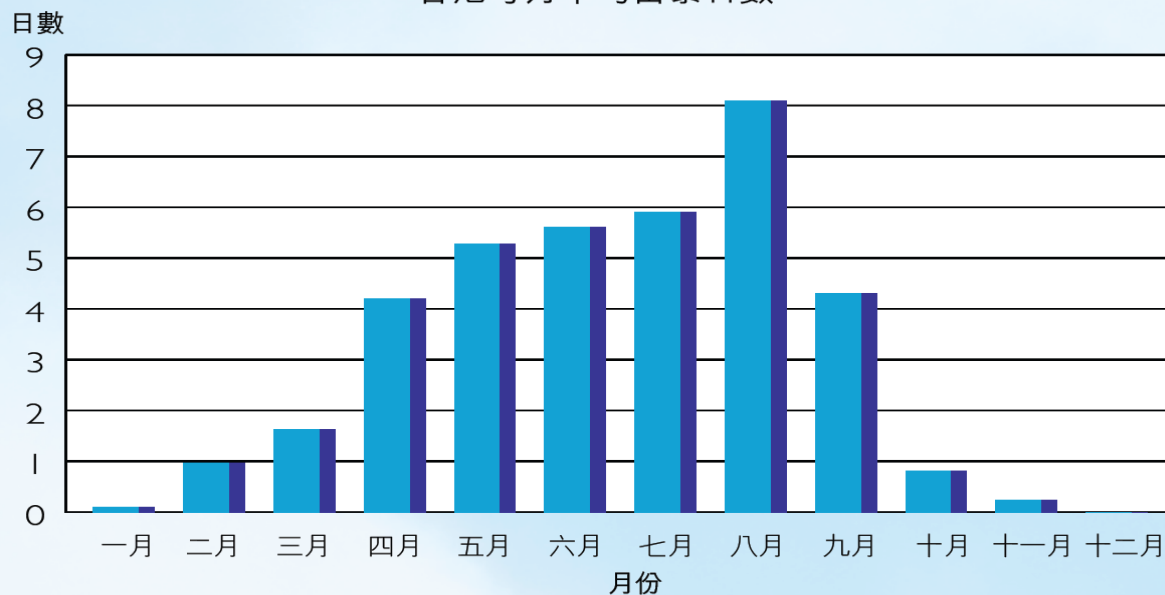
香港天文台學術主任

10-11-2012

雷暴 Thunder

- 閃電和響雷是雷暴的特徵。
 - 雷暴通常出現於春季及夏季。
 - 從 4月到9月，平均每月有5至6日錄得雷暴。
- Characterized by flashes of lightning and rumbles of thunder*
- Thunderstorms occur mainly in spring and summer.*
- On average, thunderstorms are reported on 5 to 6 days each month from April to September*

香港每月平均雷暴日數

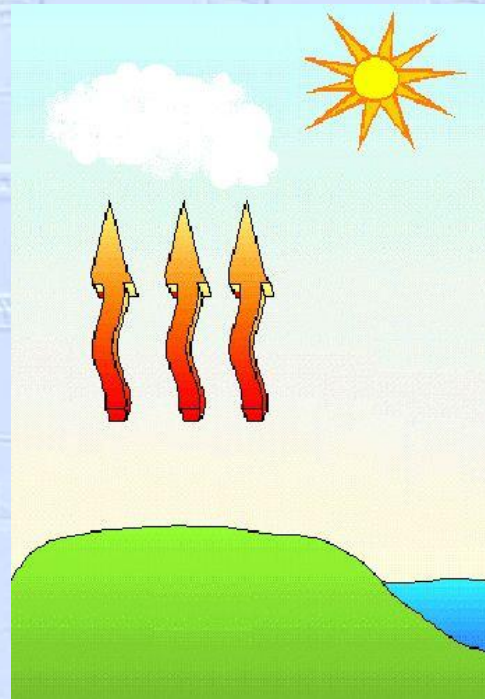


雲的形成

Formation of clouds

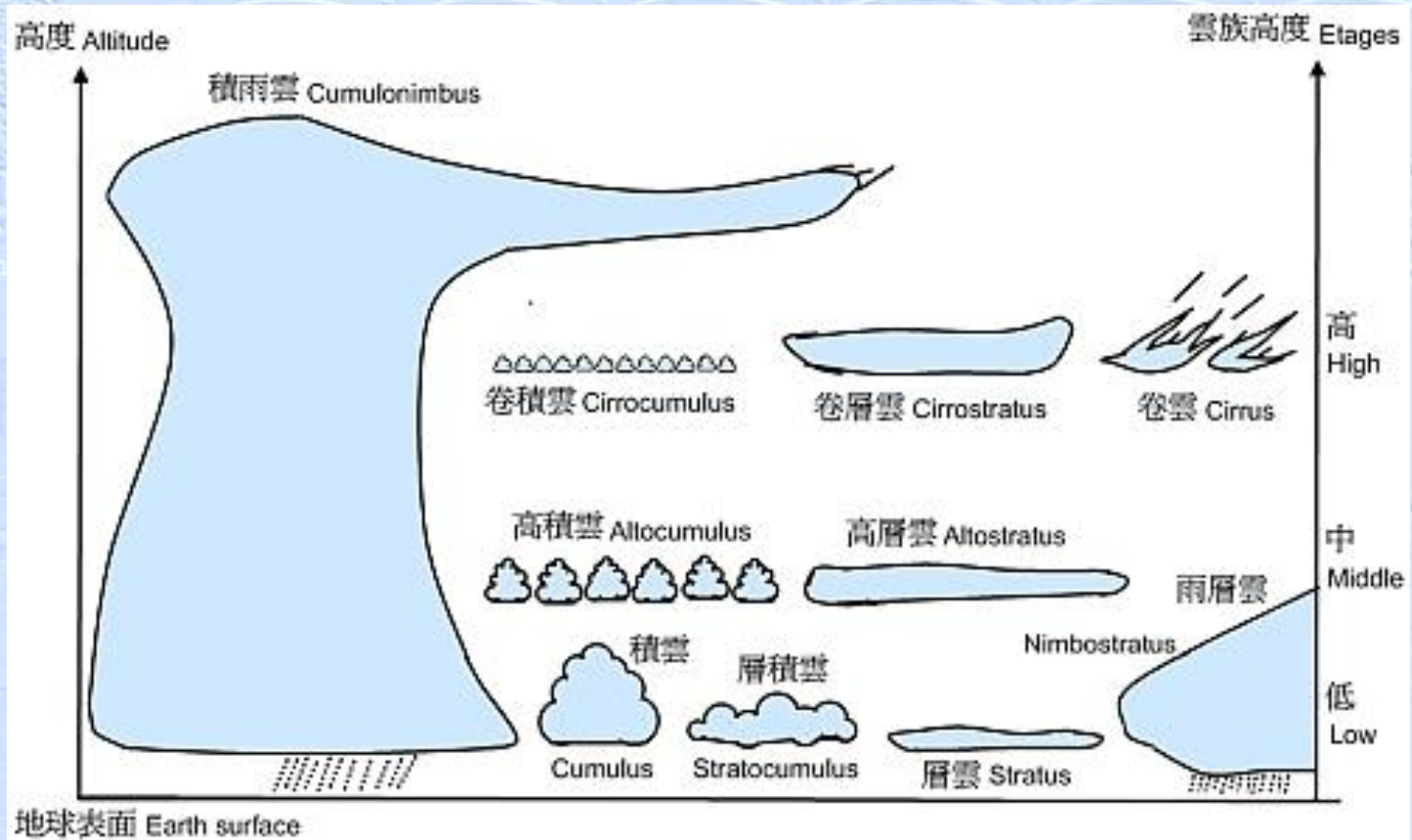
- 地面受太陽照射加熱
- 潮濕的空氣上升
- 空氣中的水分便會遇冷凝結而成為雲

- *solar heating*
- *Uplifting of humid air*
- *Air will be cooled and the moisture in the air will condense to form cloud*



雲的分類

Classification of Clouds



積雲

Cumulus clouds

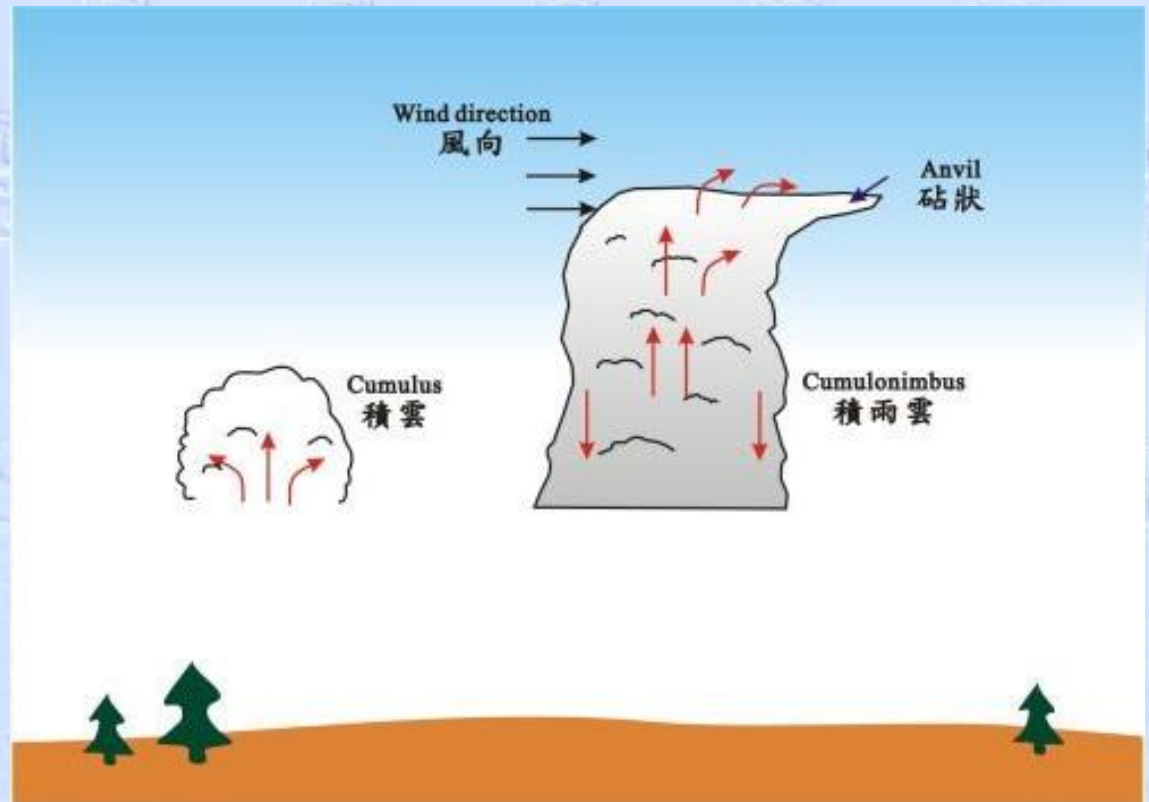


- 一般常見於夏天，高度在1000 - 3000呎 (即約300-1000公尺)。
- 雲底多為平坦，頂部呈塔狀。
- 太陽直射的部份，顯得十分明亮，其他部份則較暗淡。
- *Very common in summer, forming at about 1000-3000 feet (i.e. 300-1000 metres)*
- *Base is usually flat, but they can have towering tops.*
- *Very bright under direct sunlight, but relatively dark elsewhere*

積雨雲的形成

Formation of cumulonimbus clouds

- 潮濕的空氣繼續上升
- 不穩定大氣
- 活躍西南季風、低壓槽、地面受強烈的太陽照射加熱
- Further uplifting of humid air
- Unstable atmosphere
- Active southwest monsoon, trough, strong solar heating



積雨雲的形成

Formation of cumulonimbus clouds



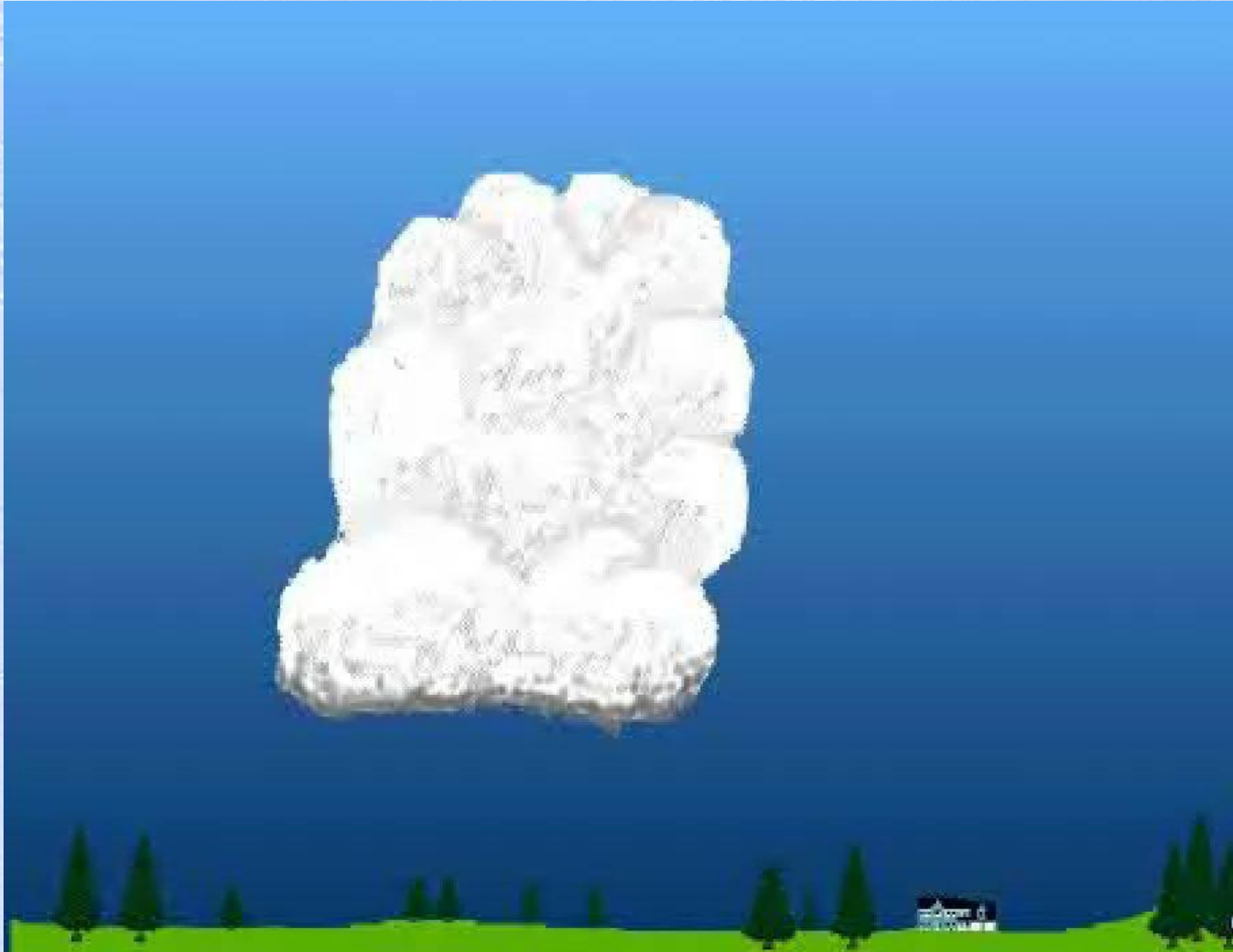
積雲
Cumulus



積雨雲
Cumulonimbus

閃電形成的過程

Formation of lightning



閃電形成的過程

Formation of lightning



閃電形成的過程

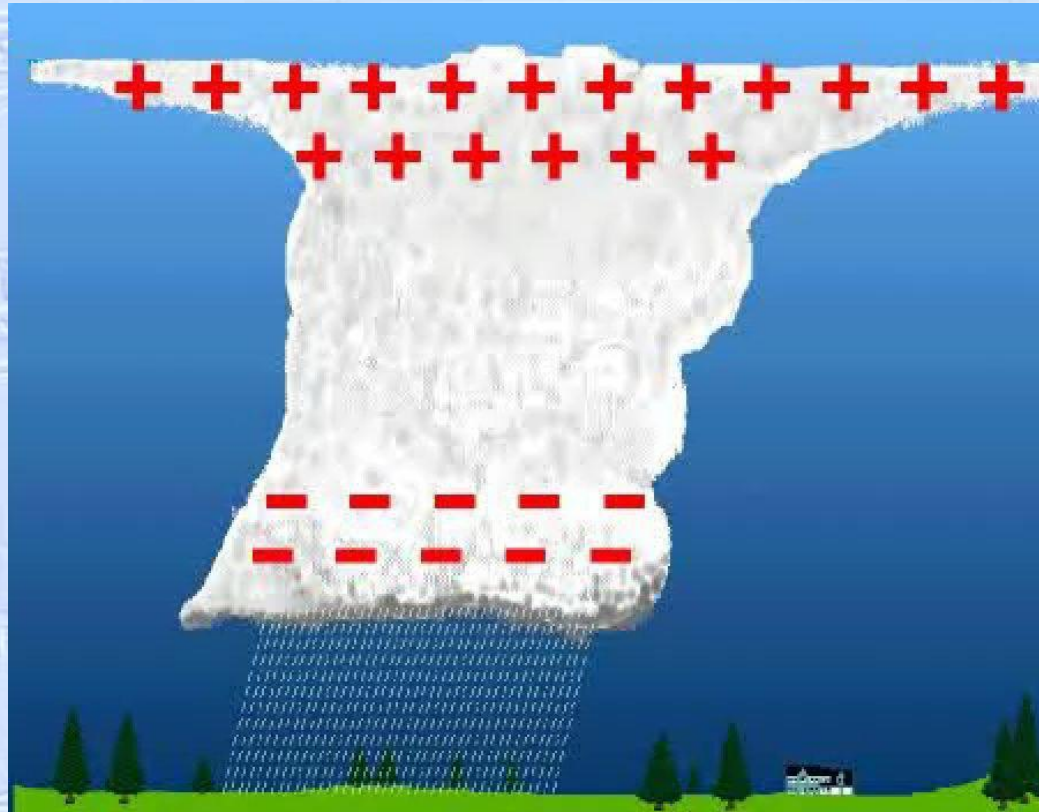
Formation of lightning



- 雲中的水珠會不斷增長。達到高空時溫度會很低，冰粒也會在雲中形成
- *Water droplets in the cloud continue to grow in size. As the cloud extends further upward, ice crystals may form because of low temperature there*

閃電形成的過程

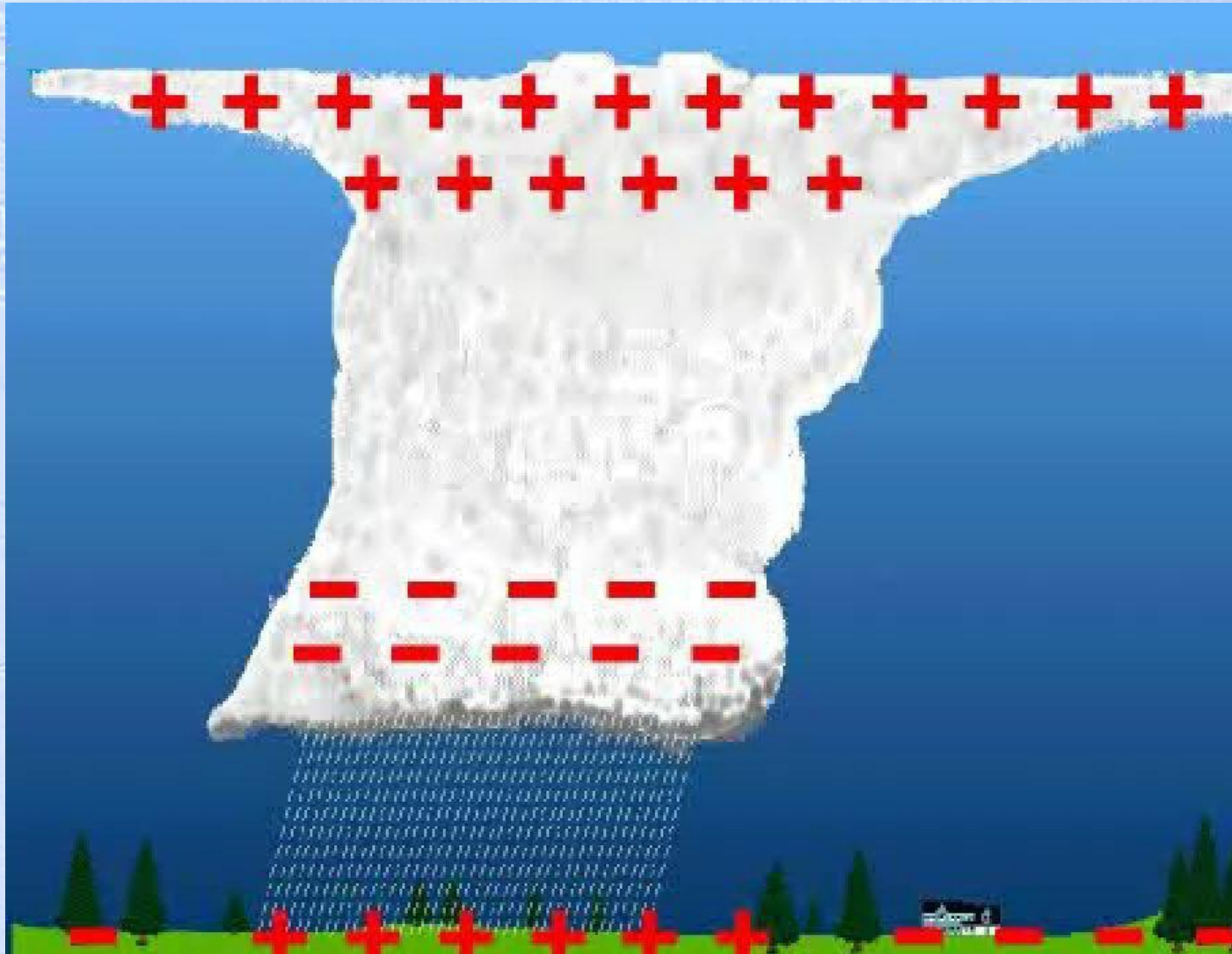
Formation of lightning



- 由於積雨雲內有急劇的氣流擾動，雲中的水珠和冰粒便會分裂而產生電荷
- *Because it is very turbulent inside a cumulonimbus cloud, the water droplets and ice crystals in it will break up and become electrically charged.*

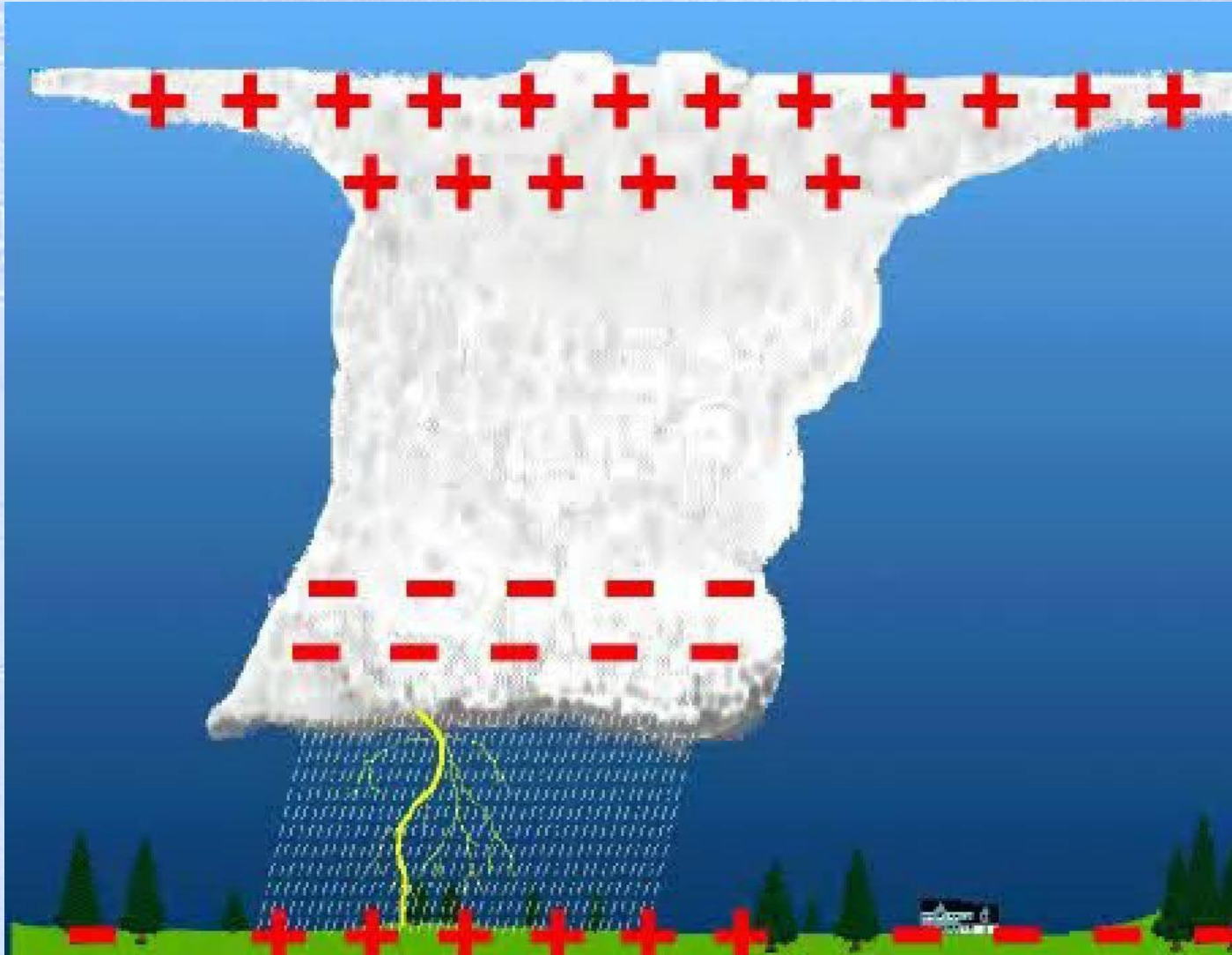
閃電形成的過程

Formation of lightning



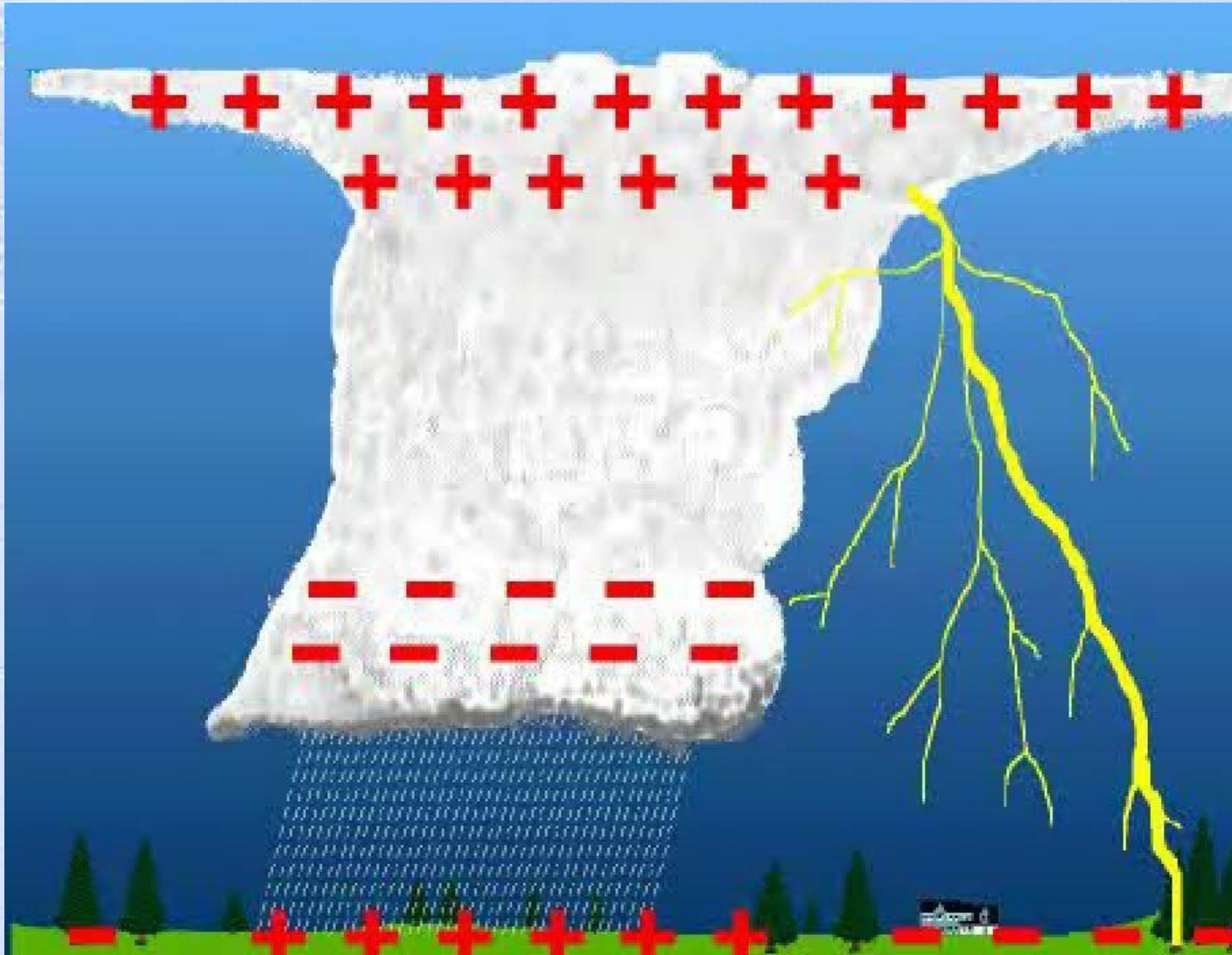
閃電形成的過程

Formation of lightning



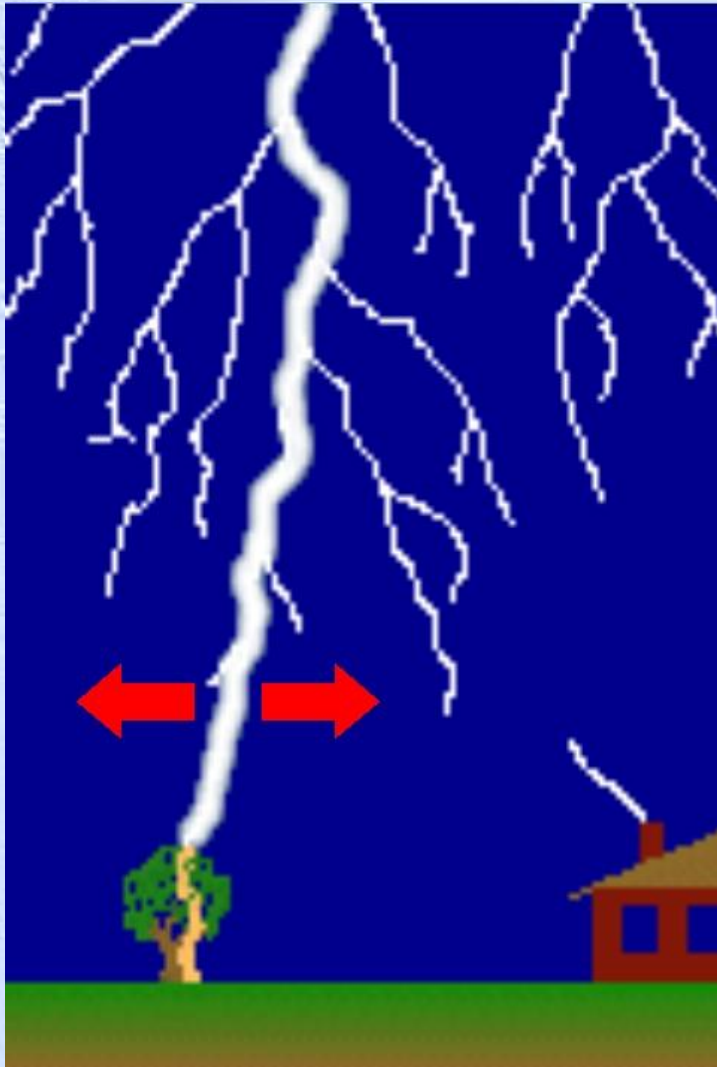
閃電形成的過程

Formation of lightning



雷聲的產生

Generation of rumbles of thunder



放電產生大量熱能(30000 °C)

Generates a large amount of heat (30000 °C)



周圍的空氣急劇膨脹

A very rapid expansion of the local air



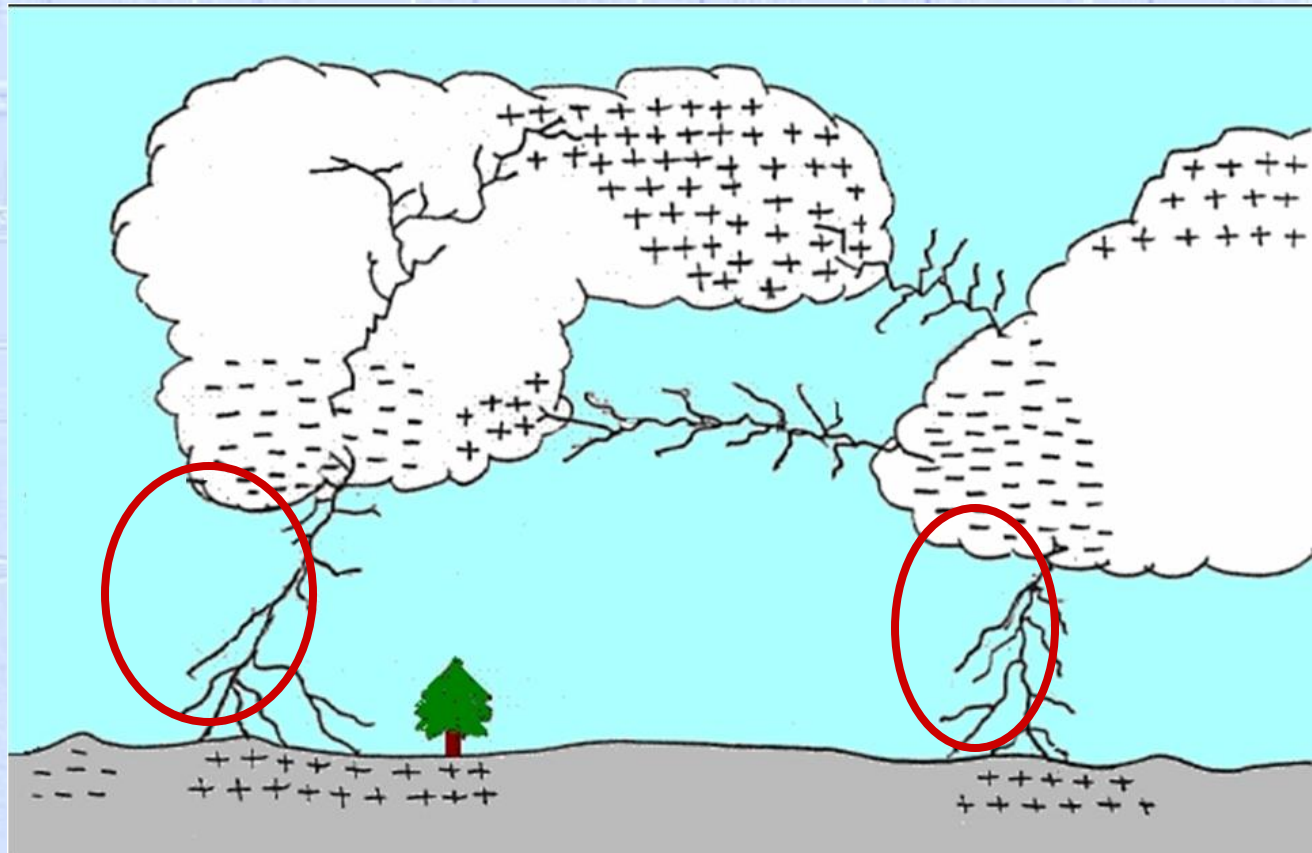
產生巨大的雷聲

Resulting in rumbles of thunder

閃電的種類

Types of lightning

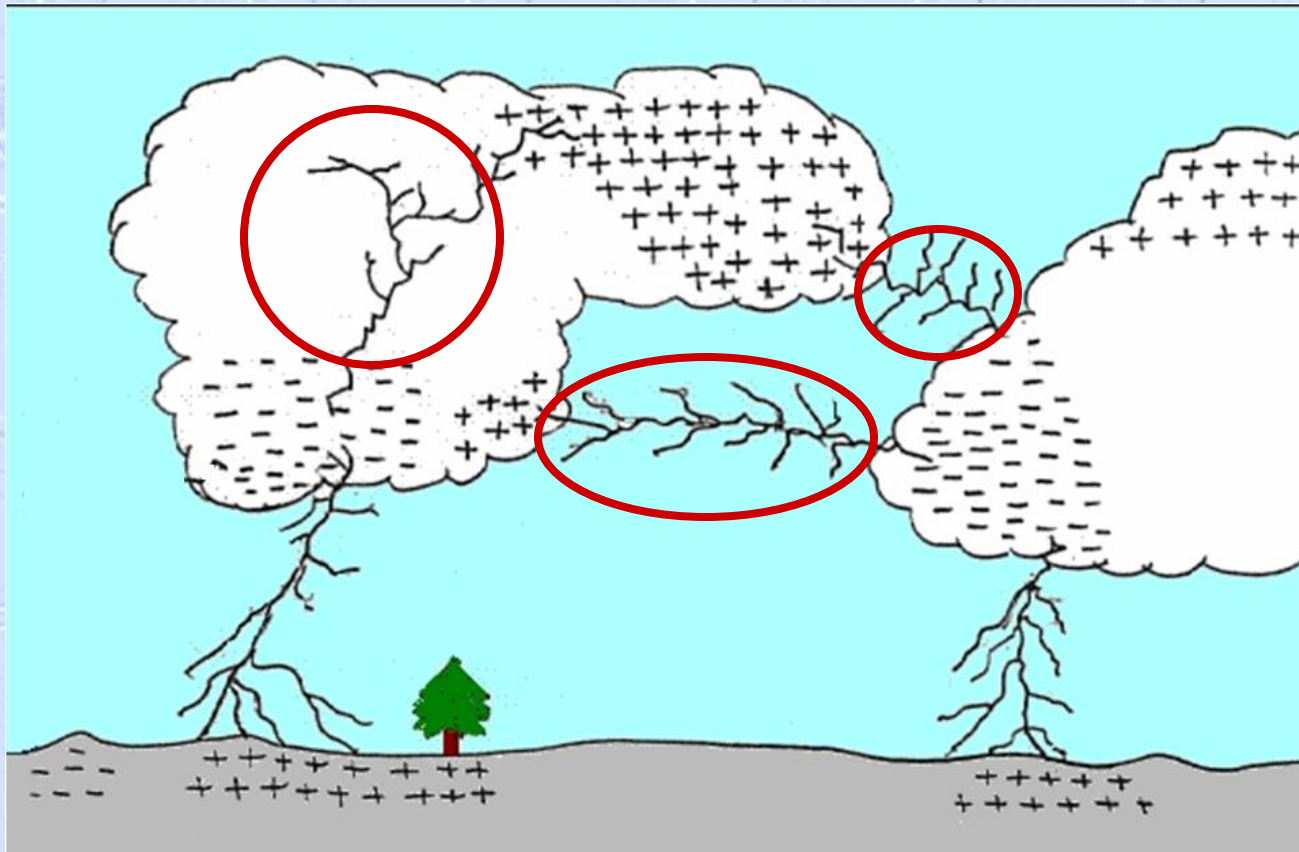
1. 雲對地閃電 Cloud to Ground lightning



閃電的種類

Types of lightning

2. 雲間閃電 (CC) Cloud to Cloud lightning (CC)

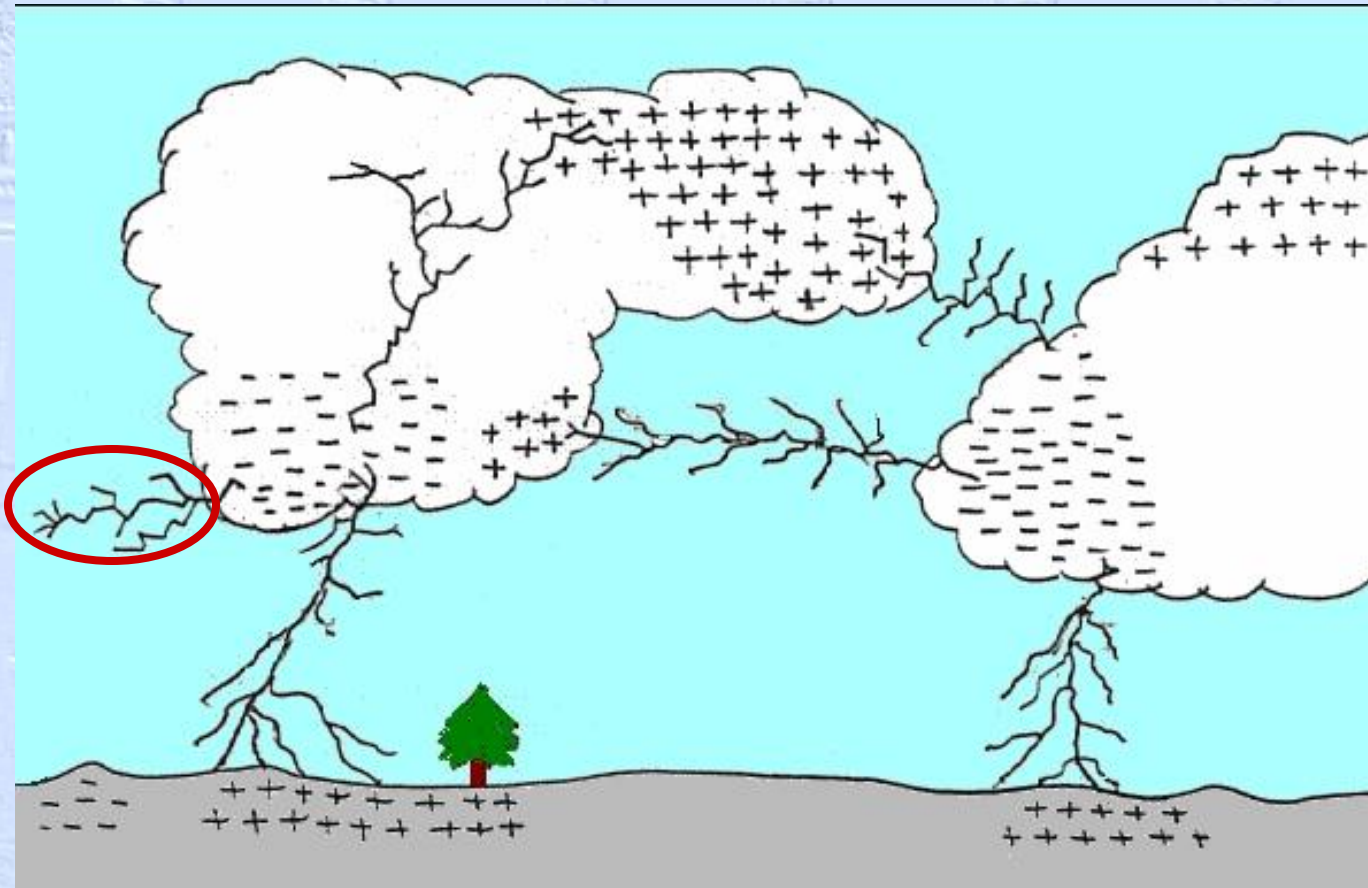


閃電的種類

Types of lightning

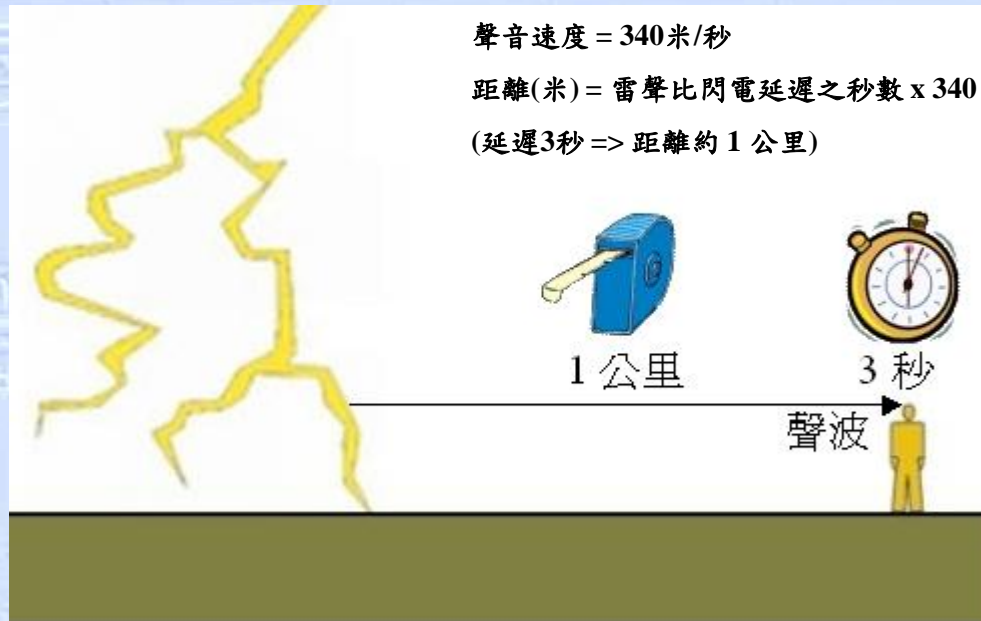
3. 雲對空閃電

Cloud to Air lightning



簡單估計雷暴的距離

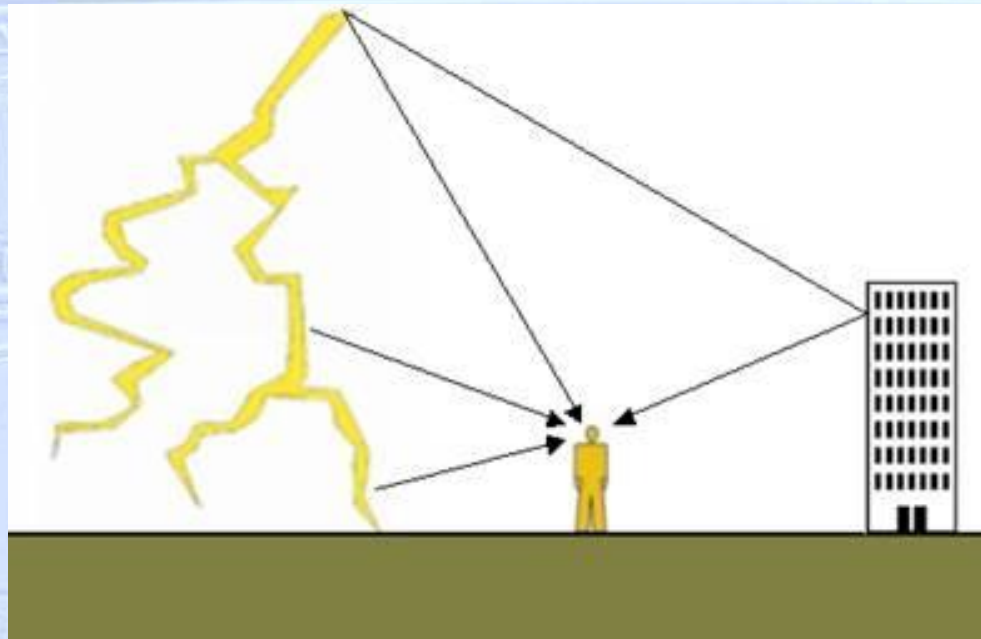
Simple method to estimate distance from the thunderstorm



- 光以大約每秒三億米的速度前行，遠快於聲音每秒340米的傳播速度。
- 一個距離雷暴1000米的人，在閃電發生後幾乎即時便看到閃光，但大約3秒後才聽到雷聲（1000米除以每秒340米）。
- *light at a speed of around 300,000,000 meters per second travels much faster than sound which moves at 340 meters per second.*
- *If one is 1,000 meters away from the thunderstorm, he/she would see the flash almost instantly after lightning occurs, while the thunder arrives only after about 3 seconds (1,000 meters divided by 340 meters per second)*

雷聲

Sound of Thunder



隆隆的雷聲：

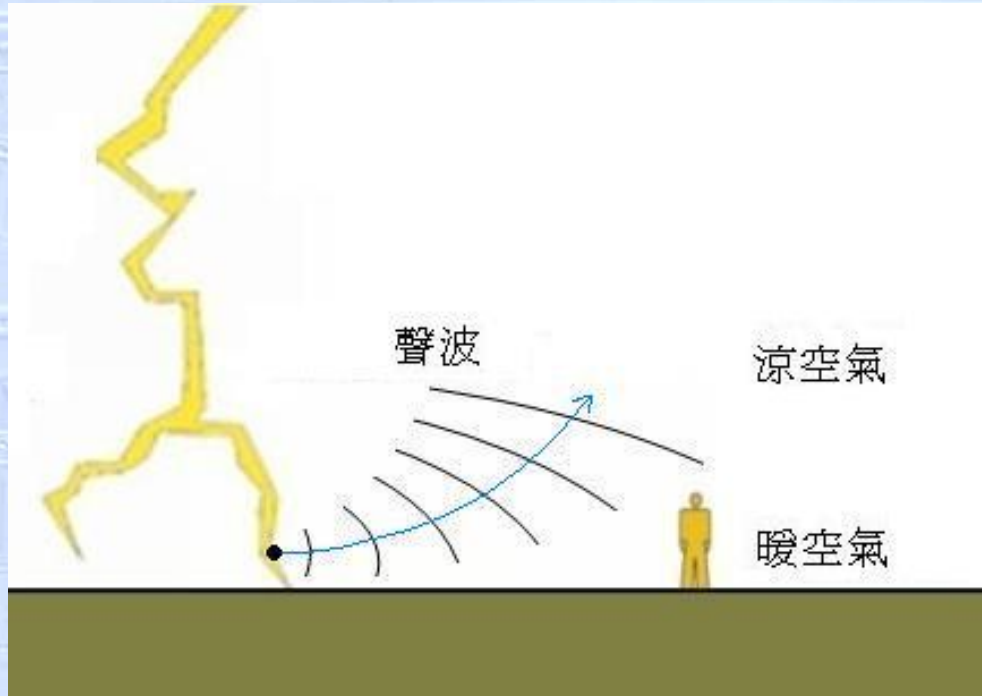
- 聲波來自不同遠近高低的閃電
- 聲波在雲內及經地面物件多次反射

Rumble of thunder:

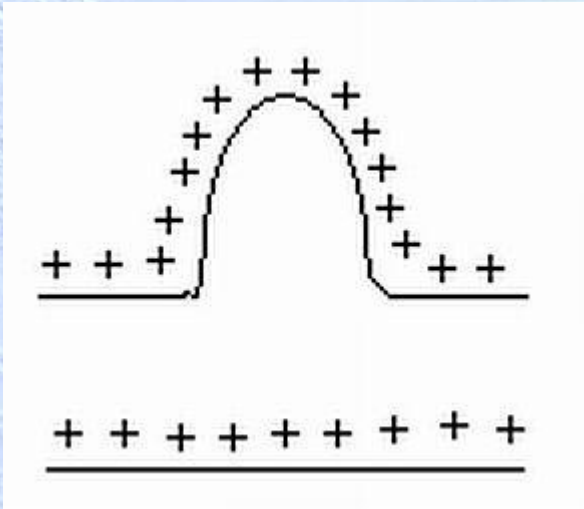
- *From different distances of lightning.*
- *Sounds may bounce off the lower hanging clouds, nearby hills or building.*

遠方閃電的雷聲

Thunder of a distant lightning

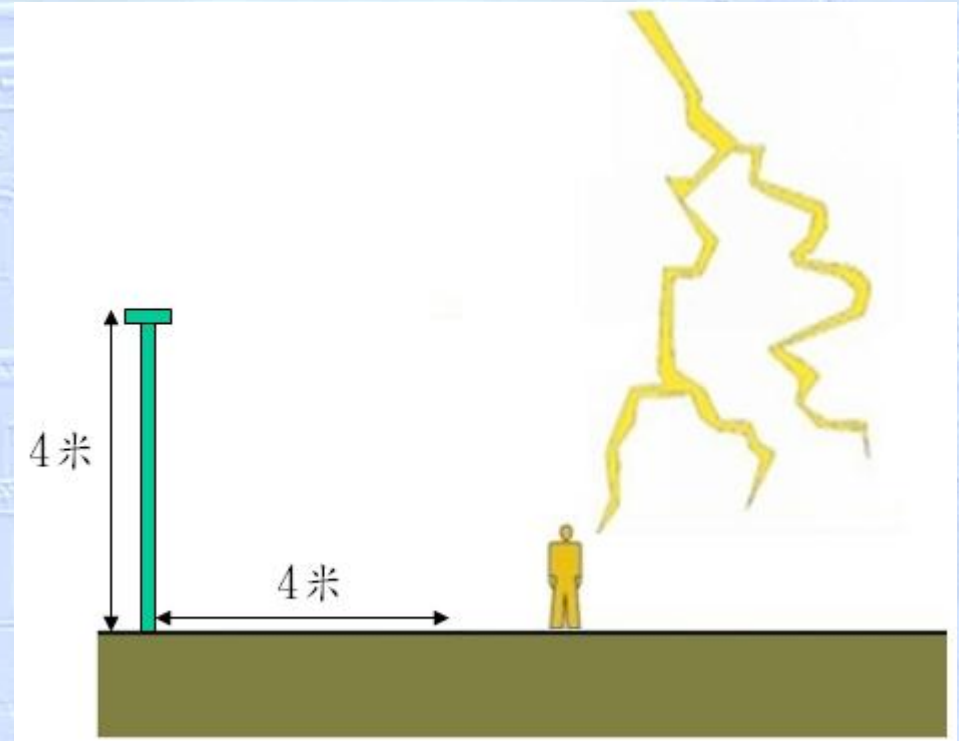


- 由於聲音在大氣中一般會被折射向上，所以我們聽不到太遠的雷聲(>20公里)
- 聲音在暖空氣的傳播速度比在冷空氣中較快
- As sound wave bends upward generally in the atmosphere, so we cannot hear the sound of distant thunder (> 20 km)
- Sound travels faster in warm air than in cool air



在彎曲的地面上，電荷會比平地多一些

More charges will be accumulated on a curved surface than a flat plain

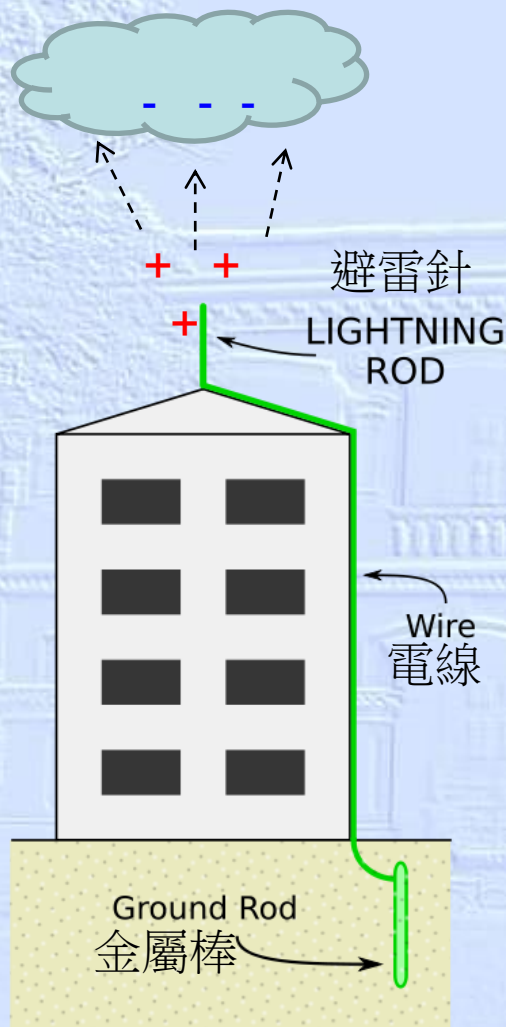


那人不是站在桅桿的有效引雷範圍內，仍有機會被閃電擊中

The man does not stand within the region of lightning attraction of the pole. Therefore, there is still a chance for him to get struck

避雷針

Lightning rod



- 吸引附近的雷電，然後引到地下去
- 從尖端放出正離子去減少屋頂的感應電荷及抵消一些雲底的電荷
- *Attract nearby lightning and lead the electric current into the earth*
- *Streams of positive ions flow out from the spikes reducing the induced charge on the roof and cancelling out some of the charge on the cloud*

閃電定位網的探測站位置

Distribution of lightning sensor stations of the lightning location network



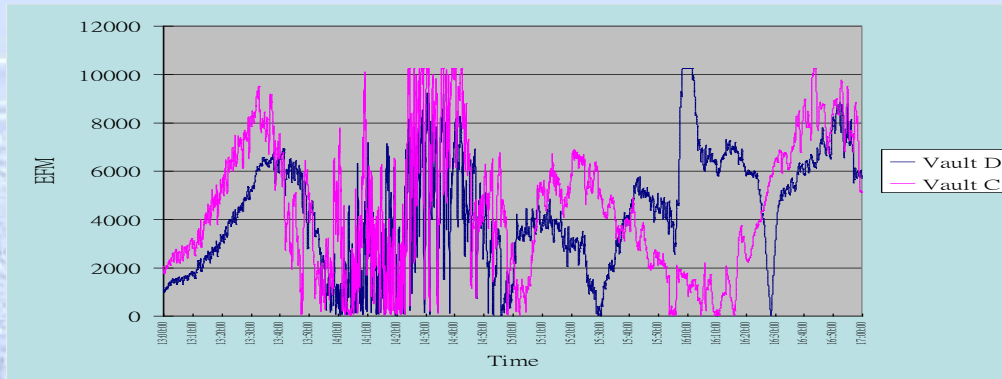


尖鼻咀 Tsim Bei Tsui Station



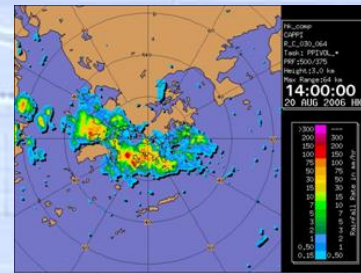
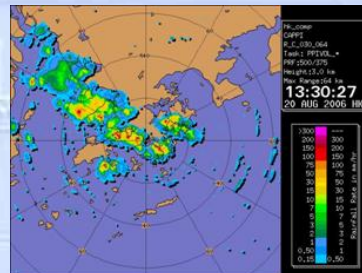
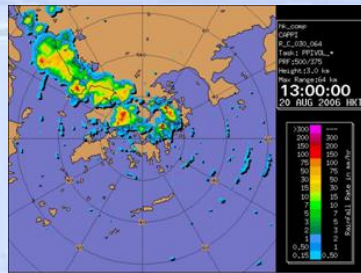
閃電探測

Detection of lightning



電場儀

Electric Field Mill



- 閃電除了產生光和聲音外，也會產生強大的電磁場
- 產生強大電磁場，以光速向四方八面擴散
- 籍着探測這個電磁場，便能知道閃電的存在

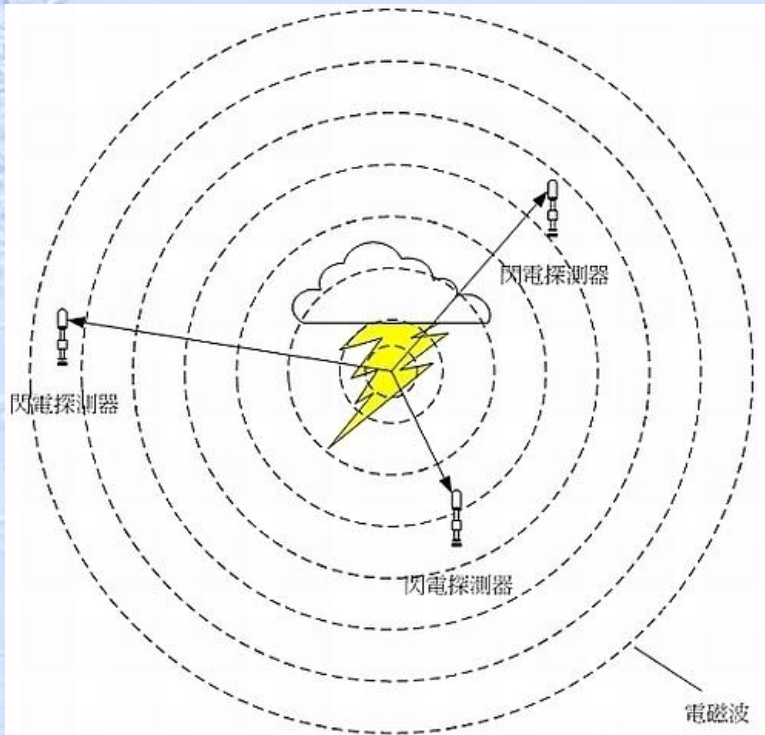
- *Apart from light and sound, lightning also generates a strong electromagnetic field*
- *will generate a very large electromagnetic flux radiating outwards at the speed of light*
- *confirm the occurrence of lightning through the detection of this electromagnetic flux*

閃電定位 Location of lightning



閃電定位

Location of lightning



不同地方的探測器接收同一個閃電的電磁波的方向及時間都有分別

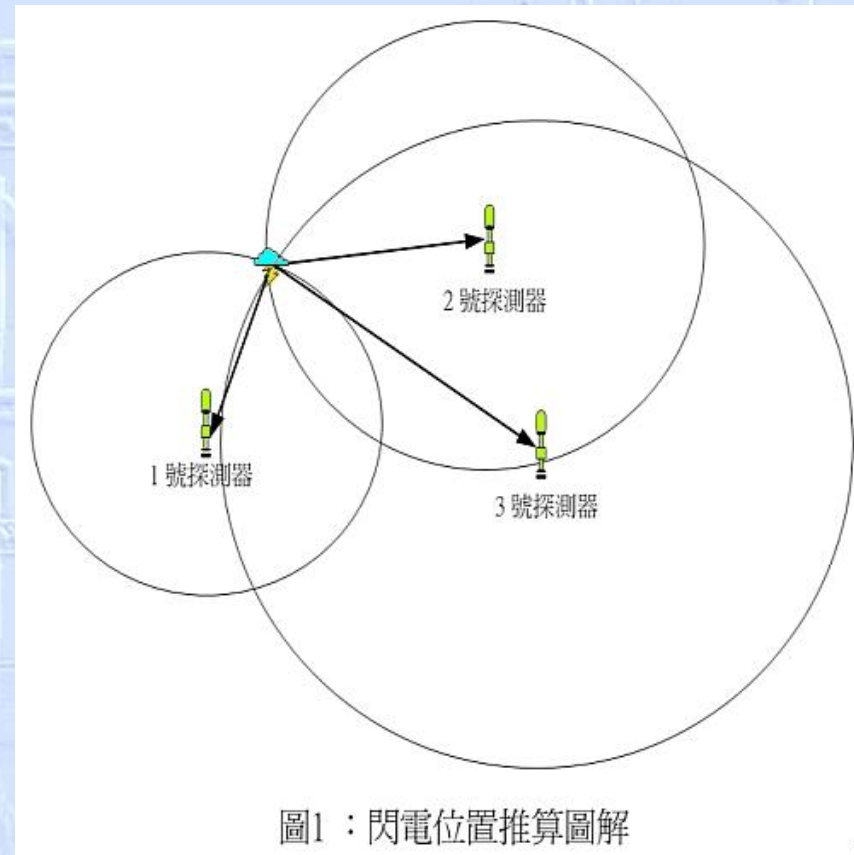
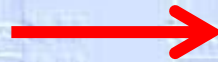
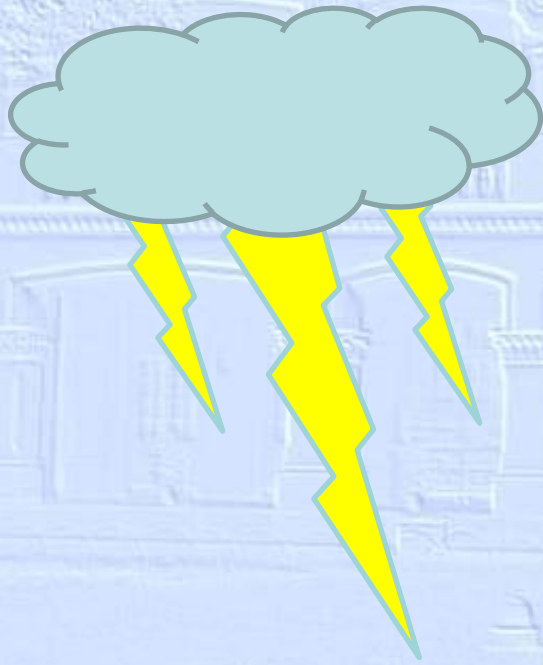


圖1：閃電位置推算圖解

- 每個探測儀器接收閃電釋放出來的低頻電磁波的時間及方向均有差別，閃電定位系統便從這些差別計算出閃電的位置
- *As the sensors are at different locations, the electromagnetic waves from the same lightning stroke reach the sensors in different times and directions, thereby allowing the originating location of the lightning to be computed by the system*

閃電探測

Detection of lightning



1. 電磁波
2. 光
3. 聲音

1. *Electromagnetic waves*
2. *Light*
3. *Sound*

閃電探測

Detection of lightning



1. 電磁波
2. 光
3. 聲音

1. *Electromagnetic waves*
2. *Light*
3. *Sound*



一個簡單製造閃電的的實驗

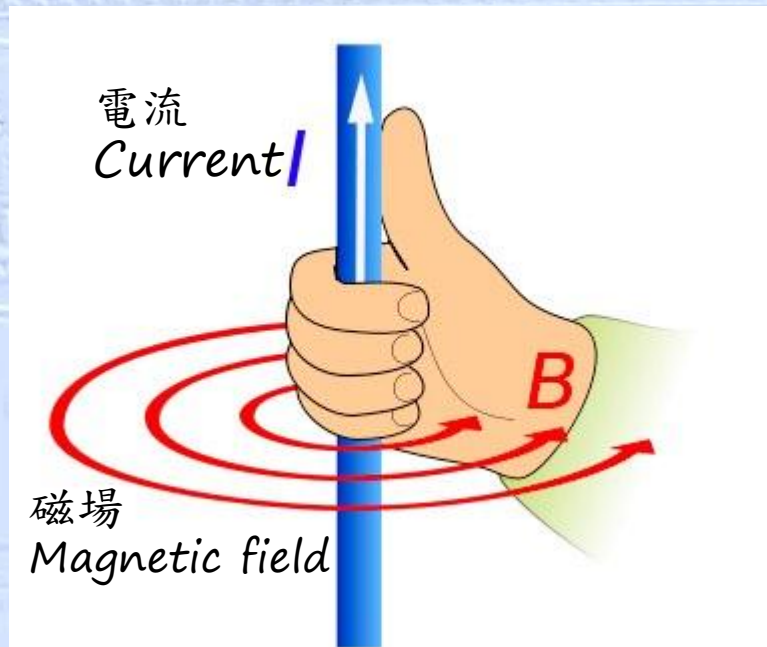
A simple experiment for making lightning

1. 利用一塊羊毛布摩擦一個膨脹的汽球大約10 次
2. 把汽球移近一個萬字夾
3. 在黑暗的房間內進行這個實驗，效果會較好
4. 發出的電光是電磁波的一種

1. Charge an inflated balloon by rubbing it quickly across a piece of wool about 10 times
2. Holding the charged balloon near, but not touching, a paper clip as in the diagram
- 3 Works best in a dark room
- 4 Spark of light is a type of electromagnetic radiation

閃電過程中產生的無線電波示範

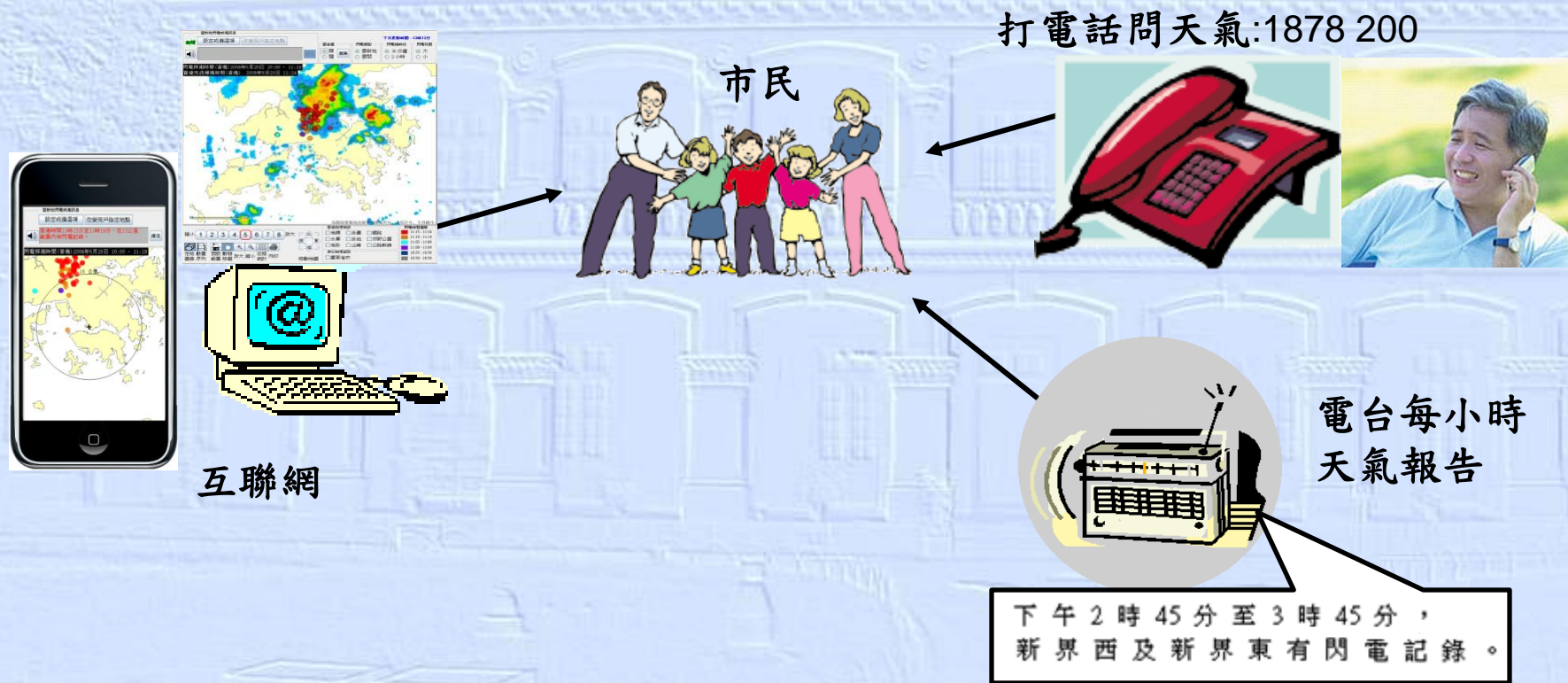
Demonstration of producing radio waves during the discharge of lightning



AM 收音機
AM radio

<http://www.youtube.com/watch?v=-iaDs2LSaR0>

閃電位置資訊服務 Lightning Location Information service



- 讓公眾掌握最新閃電資訊，以評估戶外活動風險，作出適當安排，多渠道發放，方便市民隨時隨地可接收資訊。

- The Observatory provides lightning location information service to the public through various channels. Users can access instant lightning information anywhere, anytime.



- 主頁
- 最新消息
- 關於我們
- 天文台動態
- 服務概覽
- 瀏覽數字
- 新聞公報
- 今日天氣警告
- 本地天氣觀測
- 天氣預報
- 天氣監測圖像
- 電腦預報產品
- 我的天文台
- 熱帶氣旋
- 航空氣象服務
- 海洋氣象服務
- 運動天氣資訊
- 社群天氣資訊
- 中國天氣
- 世界天氣
- 氣候資料服務
- 氣候預報
- 氣候變化
- 厄爾尼諾與拉尼娜
- 地震與海嘯
- 天文、太空天氣及地磁
- 時間與曆法
- 輻射監測、評價及防護
- 教育資源
- 刊物
- 傳媒及信息服務
- 氣象聲畫
- 電子服務
- 世界氣象日
- 世界氣象組織-官方城市預測
- 世界氣象組織-全球惡劣天氣 (英文)
- 公用表格
- 聯絡我們
- 公開資料
- 招標公告(英文)

2012年10月30日 星期二 壬辰, 龍年九月十六日 公曆農曆對照

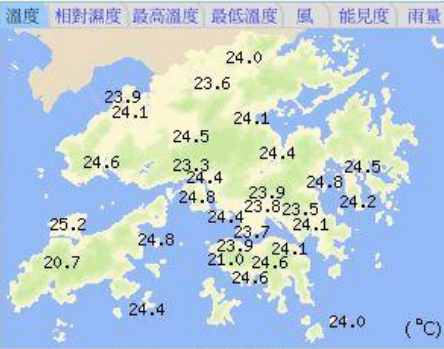
世界惡劣天氣 我的天文台 沙塵 天文台@twitter

天文台 閃電探測器設計比賽 遠足及攀山 社區天氣 Co-WTV 小小天文台

特別天氣提示

位於珠江口以西的雷雨區正逐漸向東移動，並可能在未來一兩小時影響本港，市民應提高警覺。(30-10-2012 05:30)

今日天氣警告 天氣及雨量圖 機場天氣 地震海嘯 熱帶氣旋 其他天氣資料



天氣報告：上午6時
香港天文台：溫度 24 °C 相對濕度 95 %

北角海水溫度：25 °C

天文	潮汐	衛星	雷達	閃電
日出 06:26				
日落 17:17				
月出 18:03				
月落 06:36				
月相				

2012年10月30日 06時10分錄得的氣溫

本港地區天氣預報 香港時間05時45分更新



東北季候風正影響中國東南沿岸。與山神殘餘相關的雨區正影響廣東西部並逐漸向東移動。同時，華中的氣壓正在上升，預料另一股強烈東北季候風會在今日稍後抵達華南沿岸。

本港地區今日天氣預測

天陰，間中有雨，能見度較低。日間最高氣溫約25度，晚間顯著轉涼，氣溫下降至最低約21度。吹清勁偏東風，離岸及高地間中吹強風，稍後轉吹清勁北風。

展望：未來數天早上氣溫在20度或以下。星期三仍然有雨，星期四天色好轉。

按此進入
閃電位置資訊網頁

Click here to enter
Lightning Location Information
webpage



Lightning Location Information webpage

香港特別行政區政府
香港天文台

GovHK 香港政府一站通 简体版 ENGLISH

搜尋 輸入查詢字串 網頁指南

指定地點
閃電戒備網頁

閃電位置資訊

在過去一小時（上午5時00分至5時59分）在香港境內錄得之閃電次數：
雲對地閃電: 0 雲間閃電: 0

- [最近一小時香港境內雲對地閃電次數分佈](#) **新增**
- [近期香港境內雲對地閃電次數分佈](#) **新增**
- [今天及過去三天在香港境內錄得之閃電次數](#)
- [給戶外場地管理人員的"閃電戒備服務"使用指南](#)
- [如欲了解天文台如何探測閃電，請按此觀看影片](#)
- [香港過去的閃電密度圖](#)

日期
2012年10月30日

閃電類型
● 雲對地
○ 雲間

閃電時間圖解

06:40-06:44
06:35-06:39
06:30-06:34
06:25-06:29
06:20-06:24
06:15-06:19

閃電位置資訊網頁

Lightning Location Information webpage

香港天文台閃電位置資訊系統 - Windows Internet Explorer

http://www.hko.gov.hk/wxinfo/lis/gm_indexc.htm

檔案(E) 編輯(E) 檢視(V) 我的最愛(A) 工具(T) 說明(H)

香港天文台閃電位置資訊系統

香港特別行政區政府
香港天文台

GOVHK 香港政府一站通 簡體版 ENGLISH

搜尋 網頁指南

指定地點閃電戒備網頁

閃電位置資訊

在過去一小時(上午10時00分至10時59分)在香港境內錄得之閃電次數: 雲對地閃電: 56 雲間閃電: 20

- 給戶外場地管理人員的“閃電戒備服務”使用指南 [新增](#)
- 今天及過去三天在香港境內錄得之閃電次數
- 如欲了解天文台如何探測閃電, [請按此](#)觀看影片
- 香港過去的閃電密度圖



地圖 衛星 地形

日期: 22 Jun 2008

閃電類型

- 雲對地
- 雲間

閃電時間圖解

11:15-11:19
11:10-11:14
11:05-11:09
11:00-11:04
10:55-10:59
10:50-10:54

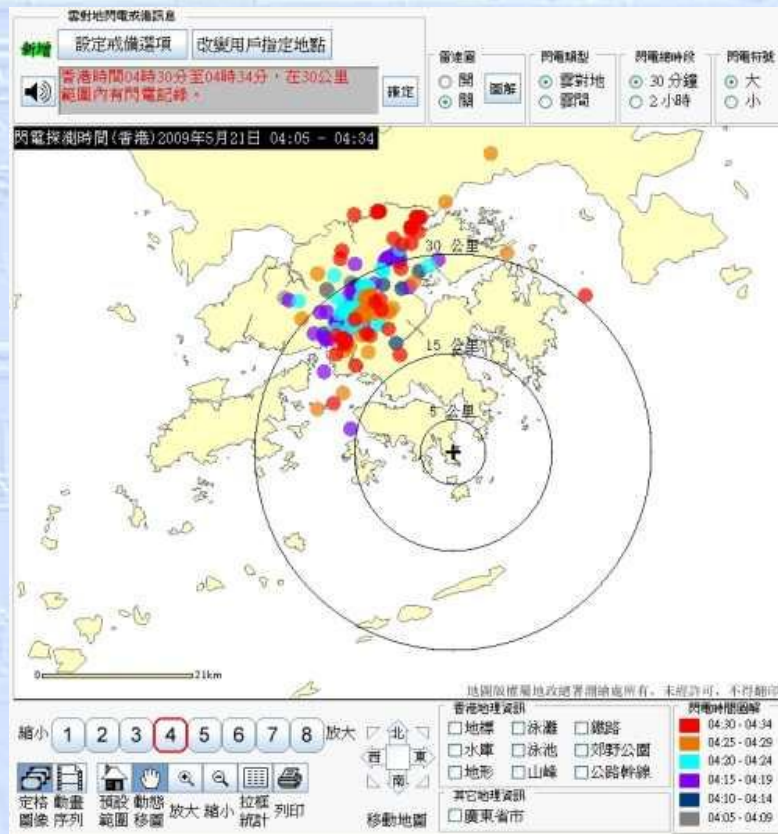
POWERED BY Google

地圖資料 ©2009 Tele Atlas, AND, NFGIS, Europa Technologies - 使用條款

指定地點閃電戒備網頁
Location-specific Lightning Alert webpage

指定地點閃電戒備服務

Location-specific Lightning Alert Service



閃電戒備服務對於在戶外活動或工作的人士尤其適用，可以讓他們準確掌握閃電與戶外活動場地的距離，以決定是否繼續進行戶外活動。

The lightning alert service is most useful to outdoor workers or people engaging in outdoor activities. The service could help determine the proximity of lightning from the place of their outdoor activity.

指定地點閃電戒備網頁

Location-specific Lightning Alert Service webpage

香港天文台閃電位置資訊系統 - Windows Internet Explorer

http://www.hko.gov.hk/wxinfo/lis/alert_indexc.htm

香港天文台閃電位置資訊系統

香港特別行政區政府
香港天文台

GovHK 香港政府一站通 简体版 ENGLISH

搜尋 [] 網頁指南 []

主頁
最新消息
關於我們
刊物及新聞公報
公開資料
公共服務
瀏覽數字
公用表格
電子服務
招標公告(英文)
相關網址
天氣報告及預報
香港分區天氣
世界各地天氣信息
熱帶氣旋
航空氣象服務
海洋氣象服務
地震與海嘯
授時與天文
輻射監測、評價及防護
氣候資料服務
氣候變化
厄爾尼諾與拉尼娜
其他天氣資料
紫外線指數
氣象衛星圖片
天氣雷達圖像
閃電位置資訊
飛行運動天氣指數
水上運動天氣資訊
遠足及登山天氣資訊
園圃長者天氣資訊
學校天氣資訊網頁
天氣圖
數碼天氣預報(試驗版)
電腦模式預測天氣圖
珠三角降雨預報
短期氣候預測
香港水域能见度報告
反動跡路線圖
電視天氣節目
過去天氣
警告及信號資料庫
本地及世界各地氣候資料
天氣精選
天氣報版
天文台簡報
教育資源
公眾的建言
世界氣象日
世界氣象組織-官方城市預測
世界氣象組織-全球惡劣天氣(英文)
聯絡我們

返回閃電位置資訊主網頁

指定地點閃電戒備網頁

使用指南

雷達閃電戒備資訊

設定戒備選項 改變用戶指定地點

香港時間 04時30分至04時34分，在10公里範圍內有閃電記錄。

確定

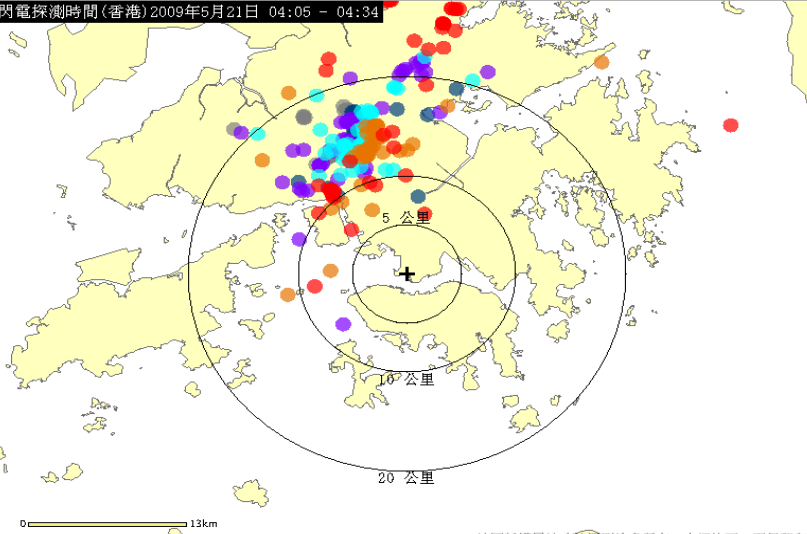
雷達圖
 開 關 圖解

閃電類型
 雲對地 雲間

閃電總時段
 30分鐘 2小時

閃電符號
 大 小

閃電探測時間(香港) 2009年5月21日 04:05 - 04:34



地圖版權屬地政總署測繪處所有，未經許可，不得翻印。

香港地理資訊
 地標 泳灘 鐵路
 水庫 泳池 郊野公園
 地形 山峰 公路幹線
其它地理資訊
 廣東省市

閃電時間圖解
■ 04:30 - 04:34
■ 04:25 - 04:29
■ 04:20 - 04:24
■ 04:15 - 04:19
■ 04:10 - 04:14
■ 04:05 - 04:09

縮小 1 2 3 4 5 6 7 8 放大

預設 動態 範圍 移圖 放大 縮小 統計 列印

移動地圖

指定地點閃電戒備服務

Location-specific Lightning Alert Service

設定指定地點及戒備範圍

Set Alert option

雷達閃電戒備訊息

設定戒備選項 改變用戶指定地點

下次更新時間：17時47分

雷達圖 開 關 圖解

閃電類型 雲對地 雲間

閃電總時段 30分鐘 2小時

閃電符號 大 小

閃電探測時間(香港) 2009年5月21日 04:05 - 04:34

閃電戒備模式選擇

根據用戶指定地點

地點選擇

選自地方清單

類別: 地標

地方: 尖沙咀

輸入地方名稱

大廈/屋苑名稱: 搜尋

或街道名稱: 搜尋

戒備範圍及聲響選擇

內圈	半徑	5	公里	聲音	救護車聲	聲音測試
中圈	半徑	10	公里	聲音	救護車聲	聲音測試
外圈	半徑	20	公里	聲音	救護車聲	聲音測試

根據系統預設範圍

區域: 大嶼山 聲音: 無 聲音測試

取消戒備

確定 取消

縮小 1 2 3 4 5 6 7 8 放大

香港地理資訊

<input type="checkbox"/> 地標	<input type="checkbox"/> 泳灘	<input type="checkbox"/> 鐵路
<input type="checkbox"/> 水庫	<input type="checkbox"/> 泳池	<input type="checkbox"/> 郊野公園
<input type="checkbox"/> 地形	<input type="checkbox"/> 山峰	<input type="checkbox"/> 公路幹線

閃電時間圖解

04:30 - 04:34
04:25 - 04:29
04:20 - 04:24
04:15 - 04:19
04:10 - 04:14
04:05 - 04:09

其它地理資訊

廣東省市

不得翻印。

指定地點閃電戒備服務

Location-specific Lightning Alert Service

可透過不同方式選擇關心的位置
Select the location of interest

閃電戒備模式選擇

根據用戶指定地點

地點選擇

選自地方清單

類別: 泳池

地方: 柴灣游泳池

輸入地方名稱

大廈 / 屋苑名稱: 或 街道名稱:

戒備範圍及聲響選擇

內圈	半徑	九龍公園游泳池
中圈	半徑	葵盛游泳池
外圈	半徑	觀塘游泳池

根據系統預設範圍

區域: 大嶼山

取消戒備

閃電戒備模式選擇

根據用戶指定地點

地點選擇

選自地方清單

類別: 地標

地方: 尖沙咀

輸入地方名稱

大廈 / 屋苑名稱: 搜尋

或 街道名稱: 天文台道 搜尋 搜尋成功

戒備範圍及聲響選擇

內圈	半徑	5 公里	聲音	救護車聲	聲音測試
中圈	半徑	15 公里	聲音	響號	聲音測試
外圈	半徑	30 公里	聲音	警報聲	聲音測試

根據系統預設範圍

區域: 大嶼山

聲音: 無 聲音測試

取消戒備

確定 取消

指定地點閃電戒備服務

Location-specific Lightning Alert Service

針對地點閃電戒備訊息

新增 設定戒備選項 **改變用戶指定地點**

香港時間 11時15分至11時19分 在選擇範圍內沒有閃電記錄。

閃電探測時間 (香港) 2008年6月25日 10:50 - 11:19

15 公里

地圖版權屬地政總署測繪處所有，未經許可，不得翻印。

縮小 1 2 3 4 5 6 7 8 放大

北 南 東 西

移動地圖

香港地理資訊

- 地標
- 泳灘
- 鐵路
- 水庫
- 泳池
- 郊野公園
- 地形
- 山峰
- 公路幹線

其它地理資訊

- 廣東省市

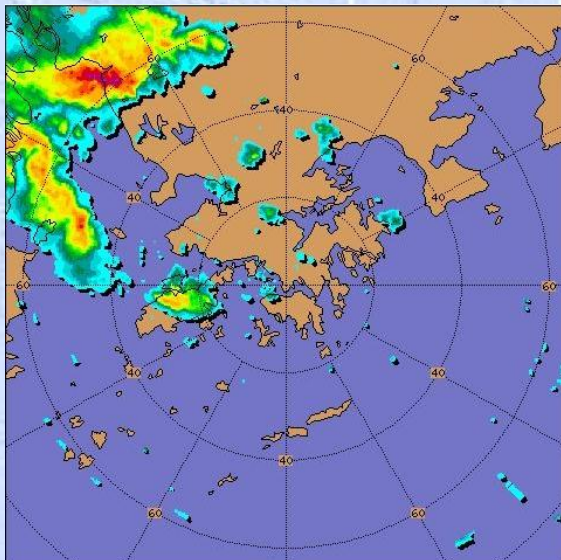
閃電時間圖解

- 11:15 - 11:19
- 11:10 - 11:14
- 11:05 - 11:09
- 11:00 - 11:04
- 10:55 - 10:59
- 10:50 - 10:54

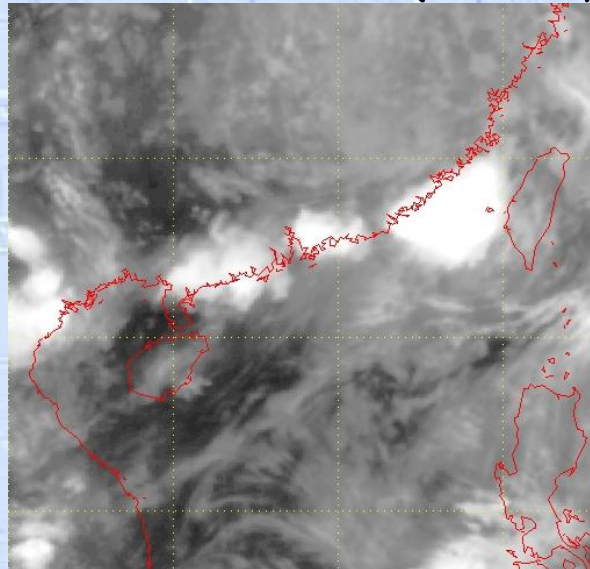
定格 動畫 預設 動態 範圍 移圖 放大 縮小 拉框 統計 列印

雷暴探測 Detection of Thunderstorms

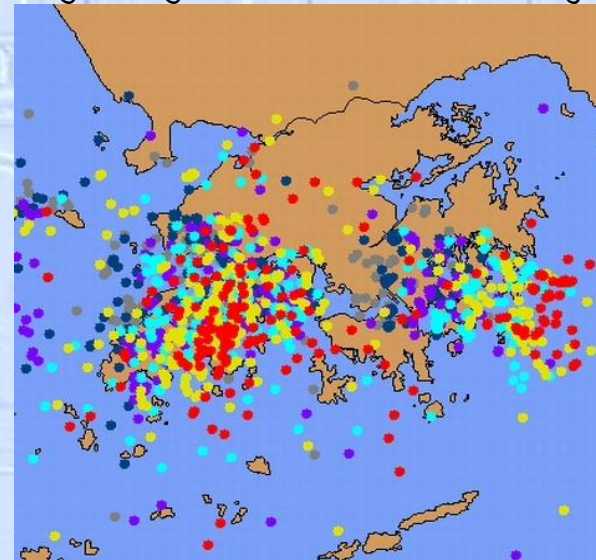
雷達 (雨)
Radar (Rain)



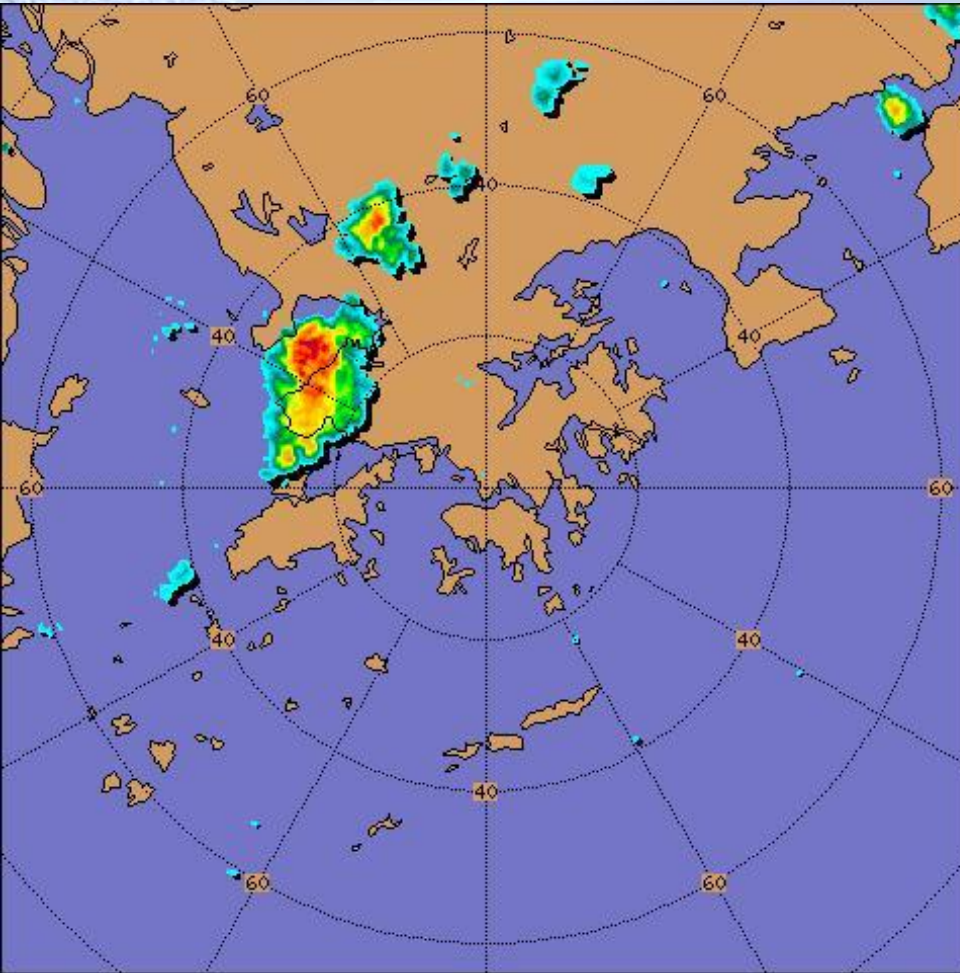
衛星 (雲)
Satellite (Cloud)



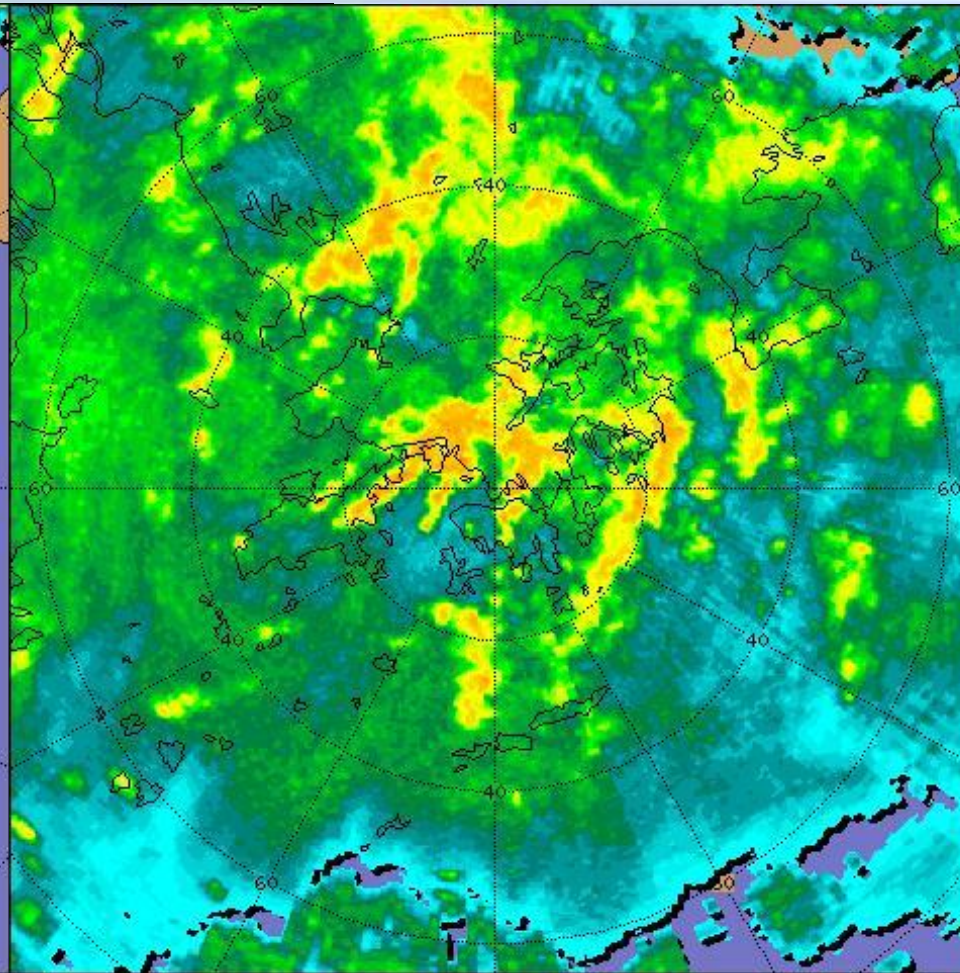
閃電定位系統
Lightning Location Information system



局部地區有雷暴
Isolated thunderstorms



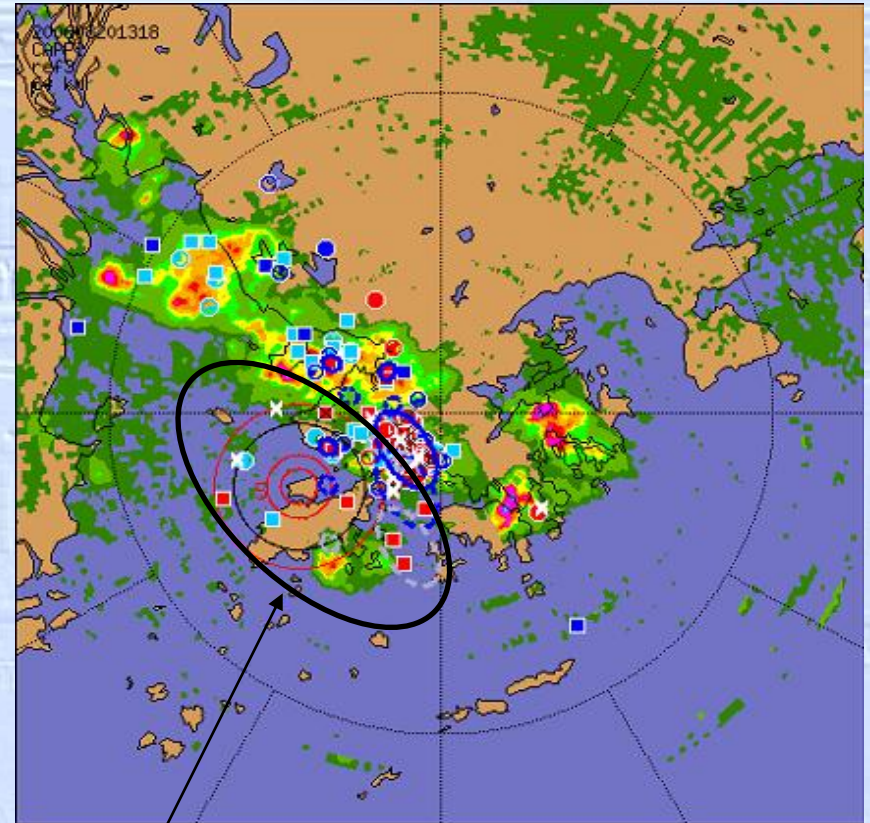
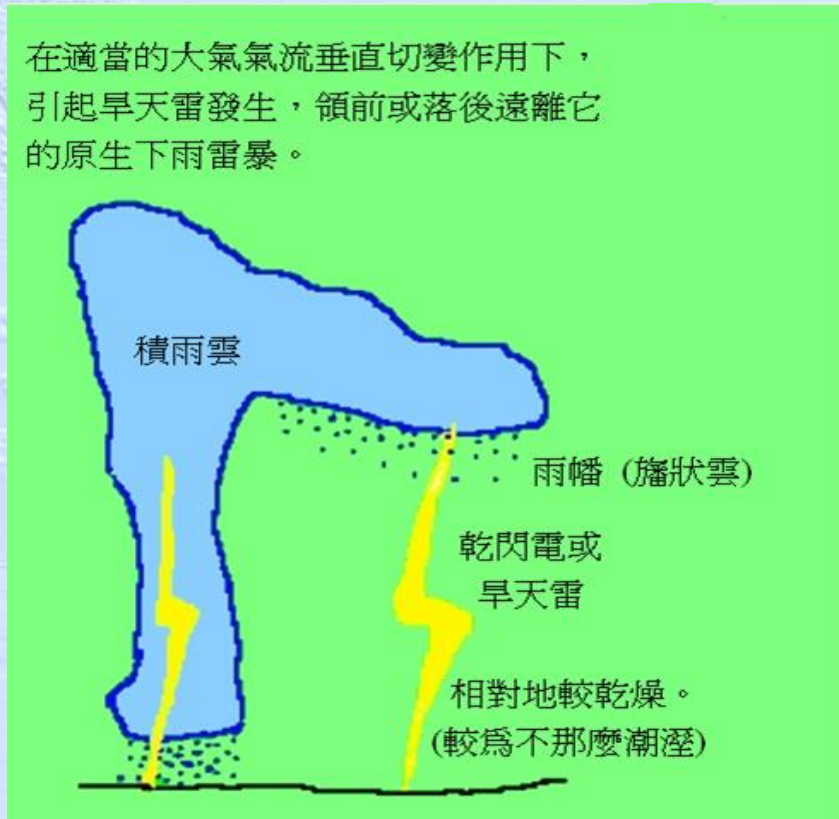
廣泛地區有雷暴
Widespread thunderstorms



閃電與雷暴的關係

Relationship between lightning and thunder

在適當的大氣氣流垂直切變作用下，引起旱天雷發生，領前或落後遠離它的原生下雨雷暴。

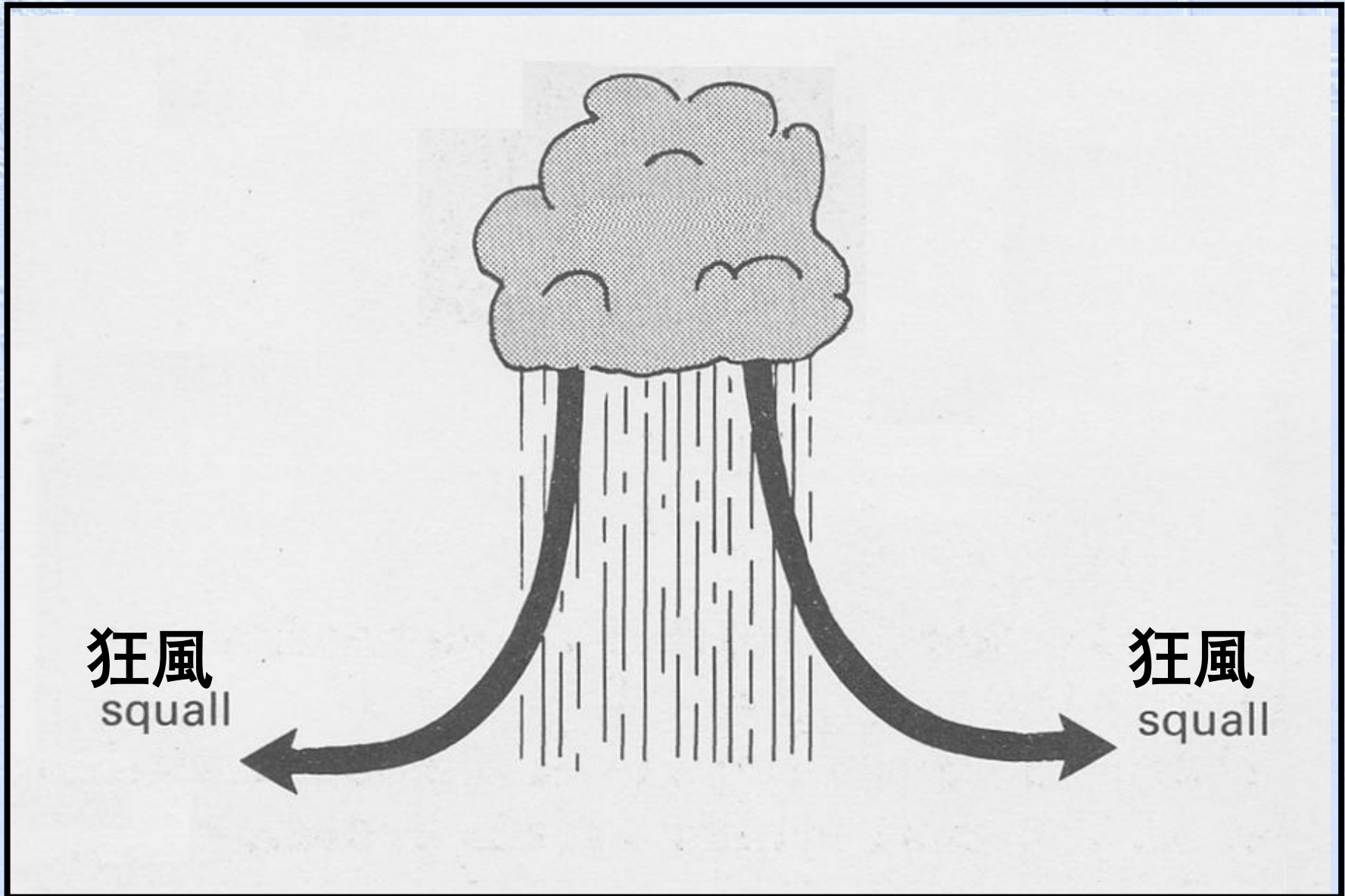


旱天雷和後延雷暴

Dry thunderstorm and "Bolt from the blue"

與雷暴相關的狂風

Squalls associated with thunderstorms



香港國際機場閃電警報服務 HKIA Lightning Warning Service



當紅色警報發出時

- 停機坪所有活動會立即停止，包括行李處理、補充飛機燃油及補給航機膳食等。
- 旅客登機、下機和認領行李的時間可能會因此延長。

When RED lightning warning is issued

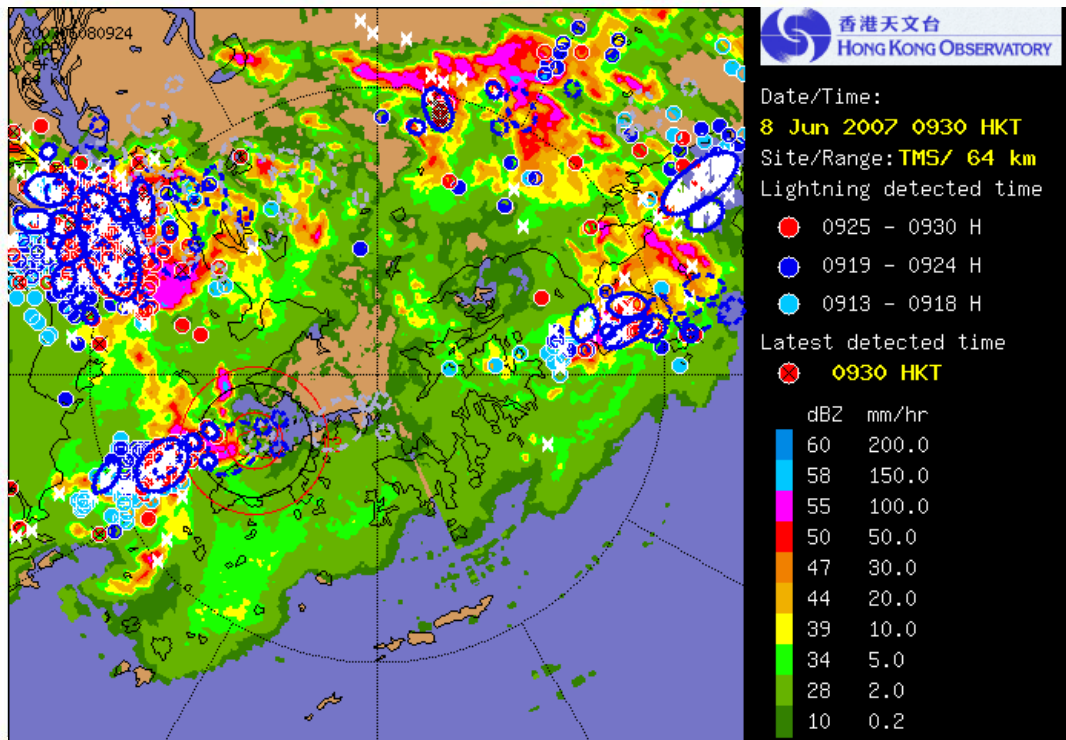
- All services and activities at the ground surface will stop
- Boarding and baggage claim will be delayed/lengthened.

香港機場雷暴及閃電預警系統

Airport Thunderstorm and Lightning Alerting system (ATLAS)

Airport Thunderstorm and Lightning Alerting System (ATLAS)

HKO ATLAS status : **RED** 



Control:

- Latest
- Play
- Pause
- Next
- Prev
- Slow
- Normal
- Fast



雷暴警告

Thunderstorm Warning

• 注意事項

- 應留在室內，不要在山頂或空曠地方逗留。樹木或桅杆容易被閃電擊中，應盡量遠離。
- 泳池及室外運動場主管應提高警覺，留意局部地區天氣的突然變化，採取適當的措施以保障泳客及使用者安全。
- 在雷暴下，切勿游泳或進行其他水上運動。離開水面及找尋地方躲避。
- 切勿觸摸天線、水管、鐵絲網等一類金屬裝置。
- 切勿處理以開口容器盛載的易燃物品。
- 閃電擊中物體之後，電流會經地面傳開，因此不要躺在地上，潮濕地面尤其危險。應該蹲著並盡量減少與地面接觸的面積。
- 留意強雷暴會帶來猛烈陣風，引致棚架、高空物件及船隻被吹翻。

• Point to note

- **Stay indoor**, Do not stand on hill tops or near any highly conductive objects. Keep away from trees or masts which are likely to be struck by lightning.
- Managers of outdoor sports facilities, playgrounds or lifeguards at swimming pools should be vigilant about changes of the state of sky and give appropriate instructions to users of the facilities.
- Do not swim or engage in other water sports. Leave the water and seek shelter.
- Avoid using telephone or other plugged-in electrical appliances.
- Do not handle inflammable materials in open containers.
- Since lightning current is conducted away through the ground, you should not lie down especially when the ground is wet. Instead you should crouch down to minimise the area in contact between you and the ground.
- Alert to intense gusts, People on small boats on the open sea should watch out for the approach of squalls.



雷暴警告

Thunderstorm Warning

信號的意義

- 提醒市民雷暴有可能在**短時間內**（一兩小時內）**影響香港境內任何地方**。
- 無論雷暴**影響範圍廣泛**或**只涉及某一地區**，天文台都會發出雷暴警告。
- 如果雷暴在短時間內**只影響某一地區**，天文台會在雷暴警告中說明雷暴影響的區域。
- 如果雷暴**影響範圍廣泛**或**影響的地區不斷轉移**，天文台會在雷暴警告中指出雷暴將影響本港而不會特別提及個別地區。
- 如果雷暴有可能**持續一段較長時間**或**影響境內其他地區**，天文台會延長雷暴警告。

Definitions of the warning

- **Give short-term** (within one to two hours) **notice of the likelihood of thunderstorms affecting any part of Hong Kong.**
- Thunderstorm warnings are issued **irrespective of whether thunderstorms are widespread or isolated.**
- For isolated thunderstorms, the warning issued by the Observatory will indicate the regions that will be affected
- When thunderstorms are widespread or the areas being affected vary, it will be mentioned in the thunderstorm warning that Hong Kong will be affected by thunderstorms without specific reference to individual regions. °
- If thunderstorms are expected to persist or affect other parts of the territory, the warning will be extended.

~ 謝謝 ~