

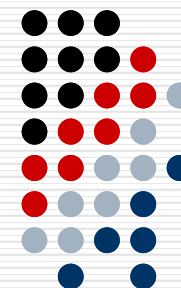
# 氣候變遷的減緩與調適



大葉大學電機系 陳木松

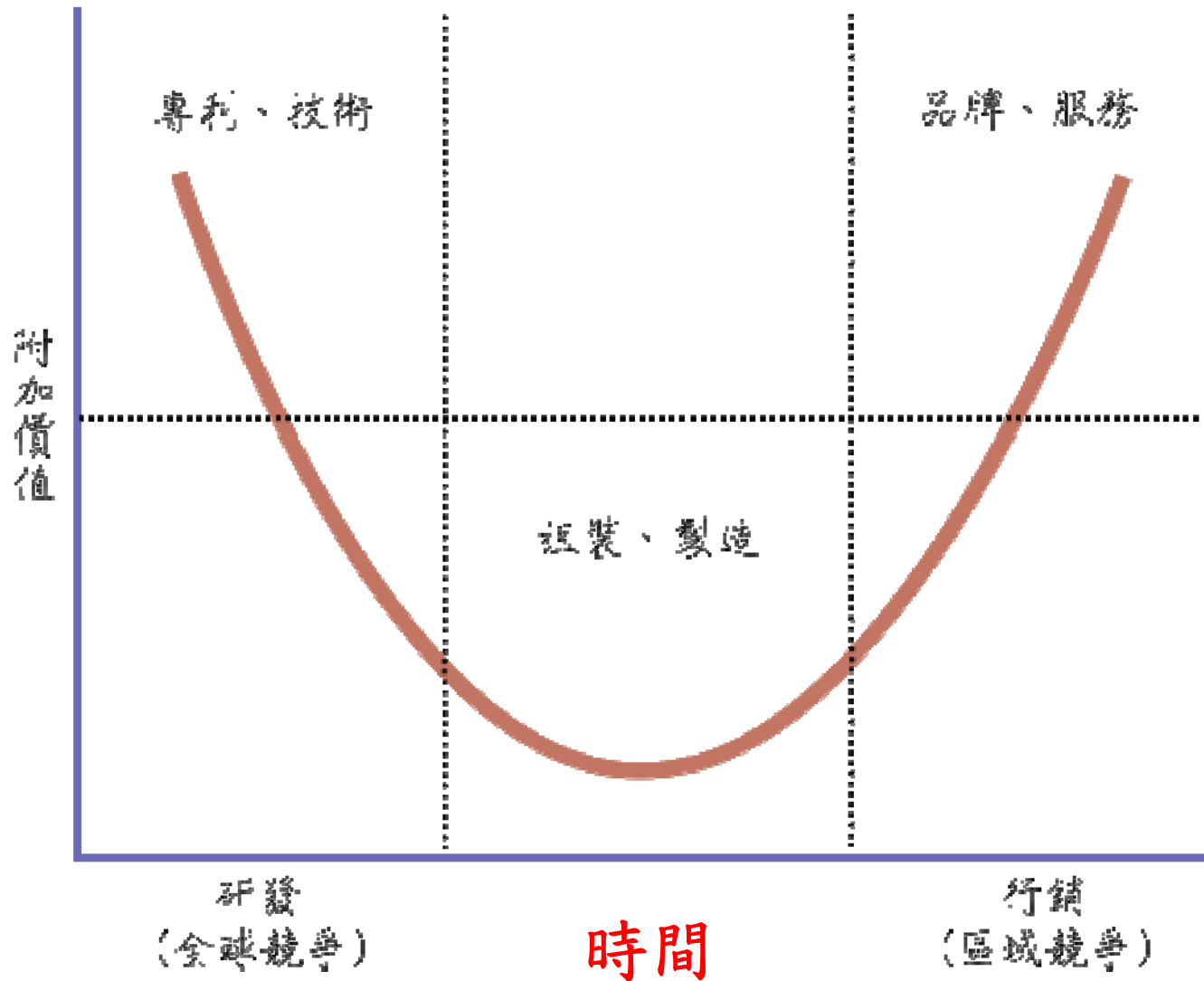
[chenms@mail.dyu.edu.tw](mailto:chenms@mail.dyu.edu.tw)

04-8511888-2167



# 微笑曲線 v.s. 學習曲線

學習效率





# Outlines

---

- 結論
- 氣候變遷抑或氣候異常變遷
- 全球暖化與複合性災害
- 溫室效應
- 地球的未來？(Cross the Rubicon)
- 減緩與調適
- 結論



# 結論

- 氣候異常變遷與全球暖化是**現在進行式**！
- 這是地球暖化的時代，也是地球重生的時代
- 代內/代際正義與地球永續發展
- **調適**政策 - 應時而變 習險解難 - 治標
- **減緩**政策 - 對症下藥 釜底抽薪 - 治本
- 千里之行始於足下，對抗全球暖化就從身體力行做起！

# 蘇軾〈赤壁賦〉



- ✓ 自其變者而觀之，則天地曾不能以一瞬；
- ✓ 自其不變者而觀之，則物與我皆無盡也；

# 普丁：暖化不是人類造成

- 2017年03月31日，俄羅斯總統普丁強調，暖化從1930年代就開始，當時沒有人類因素，例如碳排放，但已經開始暖化。



- @冰川早融化
- 普丁：「問題不在於去阻止暖化，因為不可能阻止，暖化可能與地球的全球循環(global cycles)有關，甚至受到行星影響，因此問題在於想辦法**適應暖化**。」

# 川普：美國退出巴黎氣候協定

- 2017/6/1日，美國總統川普宣布，美國退出巴黎氣候協定。美國是全球排放量第二高的國家，不為緩解全球暖化稍盡義務，將淪為與敘利亞和尼加拉瓜同等層次，成為全球少數幾個未加入巴黎氣候協定的國家。



[@退出巴黎氣候協定](#) [@巴黎協定 1:01](#)

- 科學家表示，若美國背棄其減排承諾，地球升溫可能較快達到危險程度。研究人員估算，美國退出巴黎協定可能導致每年額外多排30億噸二氧化碳，足以使冰層融化更快，海平面升至更高，並引發更多極端氣候現象。



# 碳排放量

## 各国碳排放量情况

创下历史新高  
2013年  
全球的  
二氧化碳排放量  
**361**亿吨

## 2013年全球的二氧化碳排放量

中国已于2006年  
超越美国成为  
全球最大的碳排放国

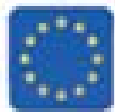


## 1870年—2013年



中国的二氧化碳排放总量为

1610 亿吨



欧盟 28 个国家的排放总量为

3280 亿吨



美国的排放总量为

3700 亿吨

中国经济周刊  
Ceweekly.cn



# 不願面對的真相

- 不願面對的真相(An Inconvenient Truth) 是一部有關氣候變遷的紀錄片，由前美國副總統高爾主演，其中揭露氣候變遷的資料並對此做出預測。



- 高爾指出全球暖化的科學證據、討論全球暖化經濟和政治的層面，並闡述他相信人類製造的溫室氣體若沒有減少，在不久後全球氣候將發生重大變化。
- [@不願面對的真相2](#)

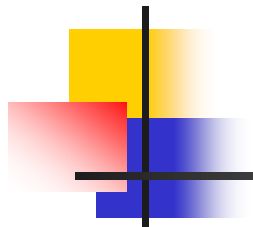
# 洪水來臨前

- 洪水來臨前 (Before the Flood) 紀錄片—李奧納多·狄卡皮歐呼籲：改善氣候變遷行動，刻不容緩！



- [@洪水來臨前，李奧納多的演講](#)
- [@洪水來臨前 地球在哭泣](#)

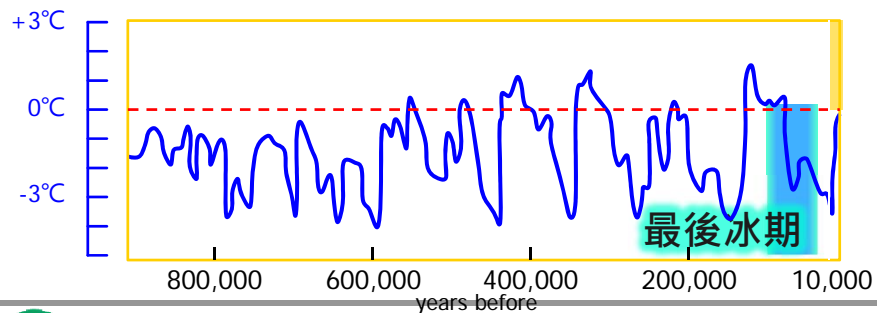
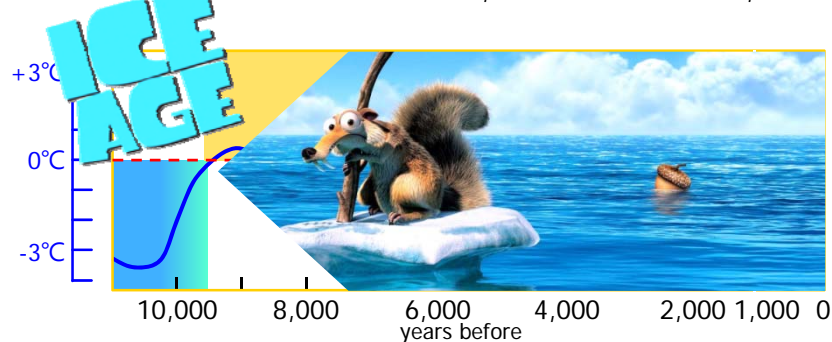
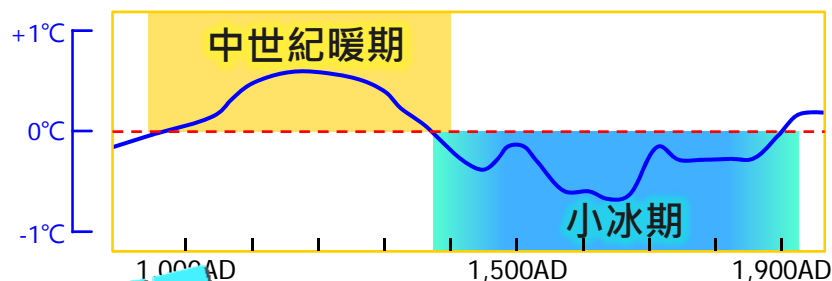
- 這部紀錄片涵蓋「氣候變遷」這個議題大部分面向，包括企業挹注對政治的影響，以及李奧納多造訪世界各國、並探究其他國家如中國、印度，是如何面對氣候變化。
- 「唯有了解，我們才會關心；唯有關心，我們才會幫忙；唯有幫忙，我們才能得救」—珍古德



# ■ 氣候變遷介紹

# 氣候變遷(climate change)

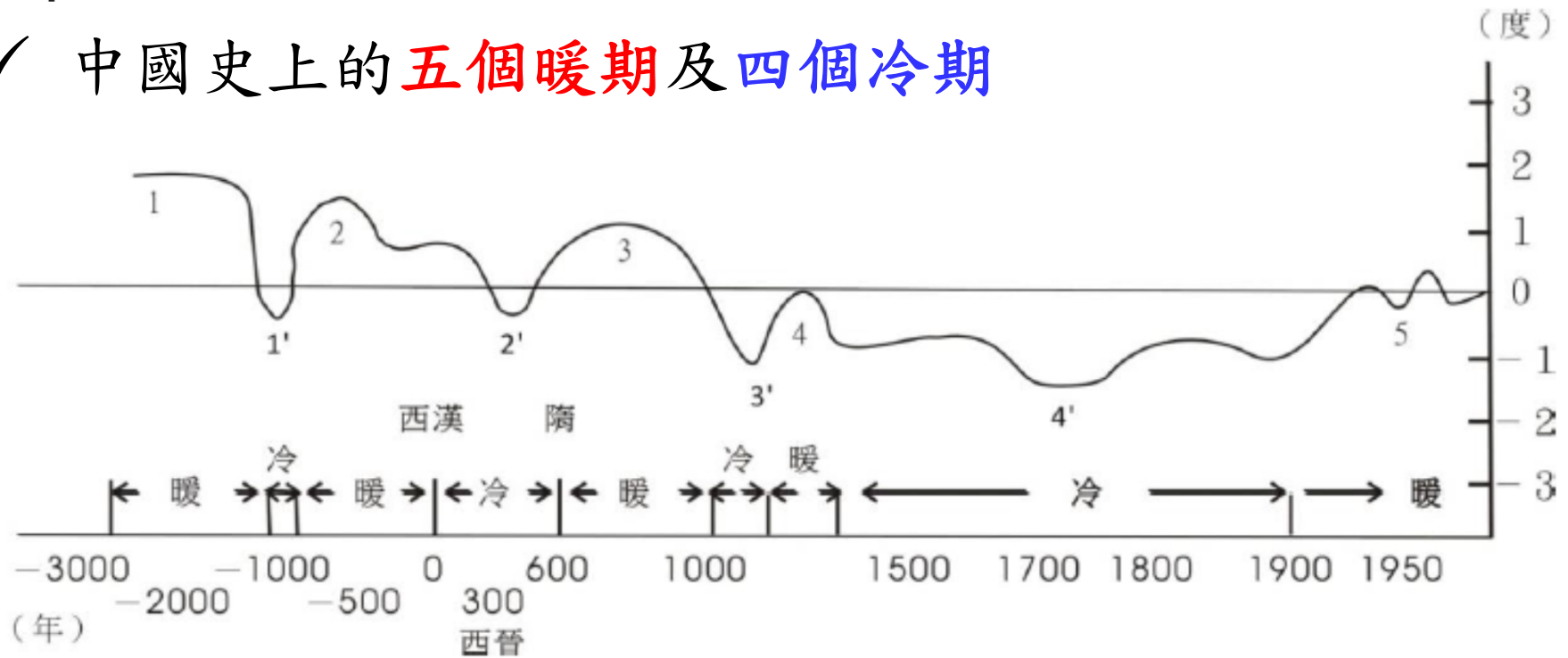
- 氣候變遷是指氣候在一段時間內的波動變化。一段時間也可能是指幾十年或幾百萬年，波動範圍可以是區域性或全球性。



@全球暖化的現象與成因 0:36

# 中國五千年冷暖期之分佈情形

✓ 中國史上的**五個暖期**及**四個冷期**



**五個暖期**分別為：

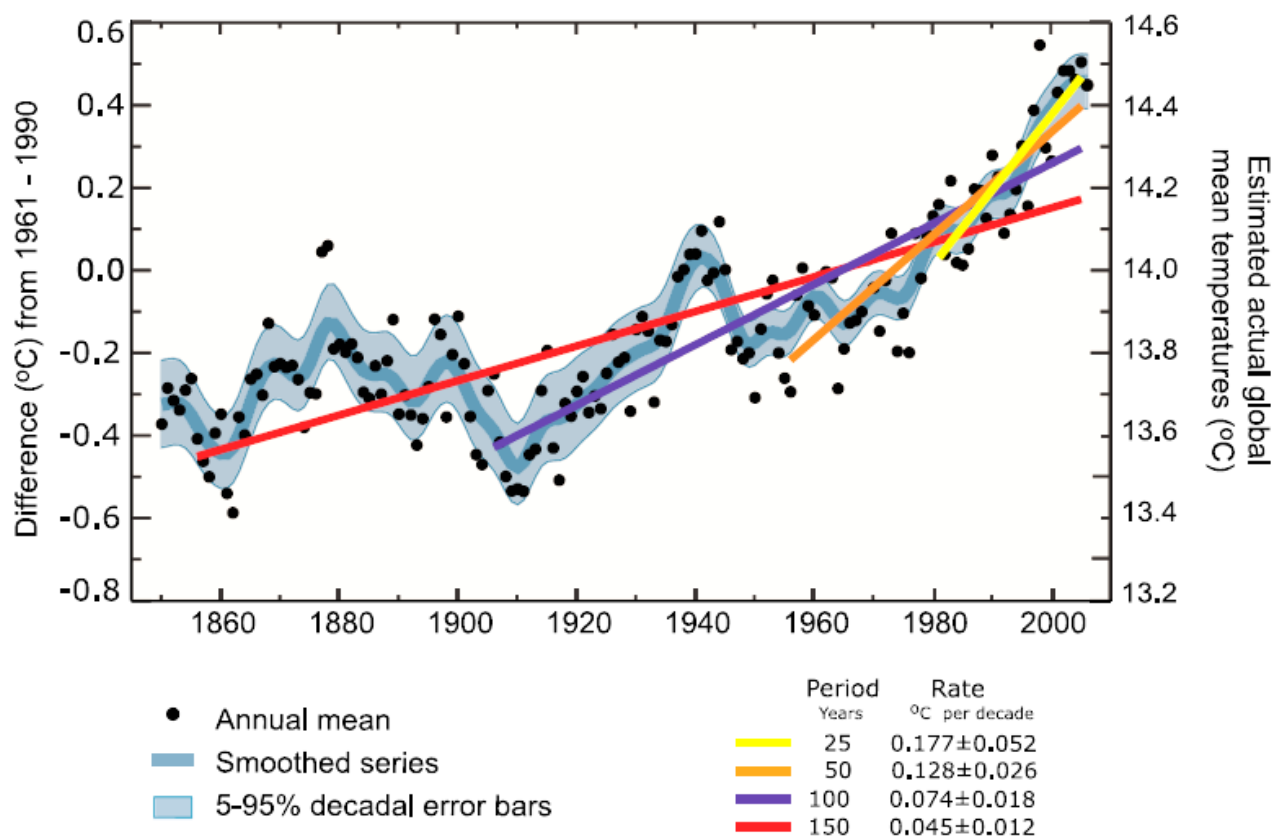
- 一、黃帝之前三百年(前3000)~西周穆王二年(前1000)
- 二、東周平王元年(前770)~西漢成帝建始三年(前30)
- 三、隋文帝開皇二十年(600)~北宋太宗雍熙二年(985)
- 四、南宋光宗紹熙三年(1192)~南宋端宗景元二年(1277)
- 五、**清光緒六年(1880)~現今**

**四個冷期**分別為：

- 一、周穆王二年(前1000)~東周平王東遷(前770)
- 二、西漢成帝建始四年(前29)~隋文帝開皇二十年(600)
- 三、北宋太宗雍熙二年(985)~南宋光宗紹熙三年(1192)
- 四、**明太祖洪武元年(1368)~清光緒六年(1880)**

# 氣候變遷(climate change)

- 十八世紀工業革命後全球經濟產生巨變，帶動能源與自然資源大量消耗，尤其是化石燃料與森林，打亂自然環境系統的碳循環，造成今日的**全球暖化現象**並**導致氣候變遷**。



@全球暖化的現象與成因 3:14



# 若地球均溫升高一度

---

平均溫度升高攝氏一度，全球將有十七億人缺水，30%物種滅絕！

~ 2007年政府間氣候變遷專門委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)



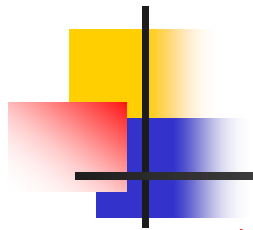
# 氣候異常變遷

SCIENCE CONNECTIONS

## 極端氣候與氣候變遷

→ 目前已有充分證據顯示，人為造成的氣候變遷導致熱浪及海岸溢淹等極端天氣事件增加





# ■ 台灣氣候異常變遷



# 2016年冬至氣溫逾30.6度

- 2016/12/21是冬至，但台灣西半部天氣晴朗且有點熱，中央氣象局觀測，中午中部以北多處氣溫都達攝氏30度以上，多處縣市高溫都破去年冬至紀錄。
- 氣象局統計，2015年冬至罕見溫暖，台北達30.5度，結果2016年冬至更暖。
- 目前史上最熱冬至，是1934年台北31.5度。
- @冬至氣溫逾30度

# 台北冬至飆30.6度 創68年來最高溫

溫度 | 雨量 | 風力 | 紫外線

現在高溫 | 現在低溫 | 日最高溫 | 日最低溫

排行	測站	氣溫(°C>>°F)	時間
1	板橋	30.9	12/21 13:00
2	臺中	30.8	12/21 13:23
3	臺北	30.6	12/21 13:13
4	嘉義	30.1	12/21 13:19
5	淡水	29.5	12/21 12:04
6	基隆	28.8	12/21 13:28
7	新竹	28.7	12/21 11:33
8	恆春	28.6	12/21 12:01
9	臺南	28.0	12/21 12:35
10	高雄	28.0	12/21 13:01

- @台北冬至飆30.6度

# 2017年端午節的低溫

2017/5/27 的低溫排名幾乎都在20度以下，都快6月了，的確頗有涼意！(鄭明典 facebook)

## 今日排行 | 氣象要素排序集

溫度 | 雨量 | 風力 | 紫外線

現在高溫 | 現在低溫 | 日最高溫 | 日最低溫

排行	測站	氣溫(°C>>°F)	時間
1	玉山	3.9	05/27 03:32
2	阿里山	11.2	05/27 05:07
3	鞍部	14.9	05/27 15:38
4	陽明山	16.5	05/27 15:31
5	日月潭	18.6	05/27 18:12
6	彭佳嶼	18.7	05/27 16:06
7	宜蘭	19.4	05/27 19:57
8	基隆	19.7	05/27 15:58
9	臺北	19.7	05/27 15:18
10	蘇澳	20.1	05/27 20:44

# 非颱風的超大豪雨事件

## ■ 2017-6-2 非颱風的超大豪雨事件！

### 今日排行 | 氣象要素排序集

溫度 | 雨量 | 風力 | 紫外線

最近1小時 | 日累積 | 2日累積 | 3日累積

資料時間:06/02 17:10

排行	雨量(毫米)	測站名稱	所在縣市
1	643.5	三芝	新北市三芝區育英路22號(三芝國小)
2	630.5	富貴角	新北市石門區山溪里10鄰九芎林13號(石門國小山溪分班附近)
3	626.0	水利署富貴角	新北市石門區老梅村老梅路10號(老梅國小) - 第10河川局
4	573.0	三和	新北市金山區(三和國小兩湖分校)
5	535.0	金山	新北市金山區中興段404地號(磺港社區活動中心旁)
6	438.5	南天池	高雄市桃源區(長春祠附近)
7	383.5	大坪	新北市萬里區溪底里香員林6-3號
8	375.5	淡水	新北市淡水區中正東路42巷6號
9	358.5	鞍部	臺北市北投區陽明山竹子湖路111號
10	340.5	基隆	基隆市仁愛區港西街6號6樓(海港大樓)



# 非颱風的超大豪雨事件

## ■ 2017-6-7 非颱風的超大豪雨事件！



警特報發布情形

警特報作業說明

大雨特報

發布：2017-06-07 14:05

豪雨 大雨

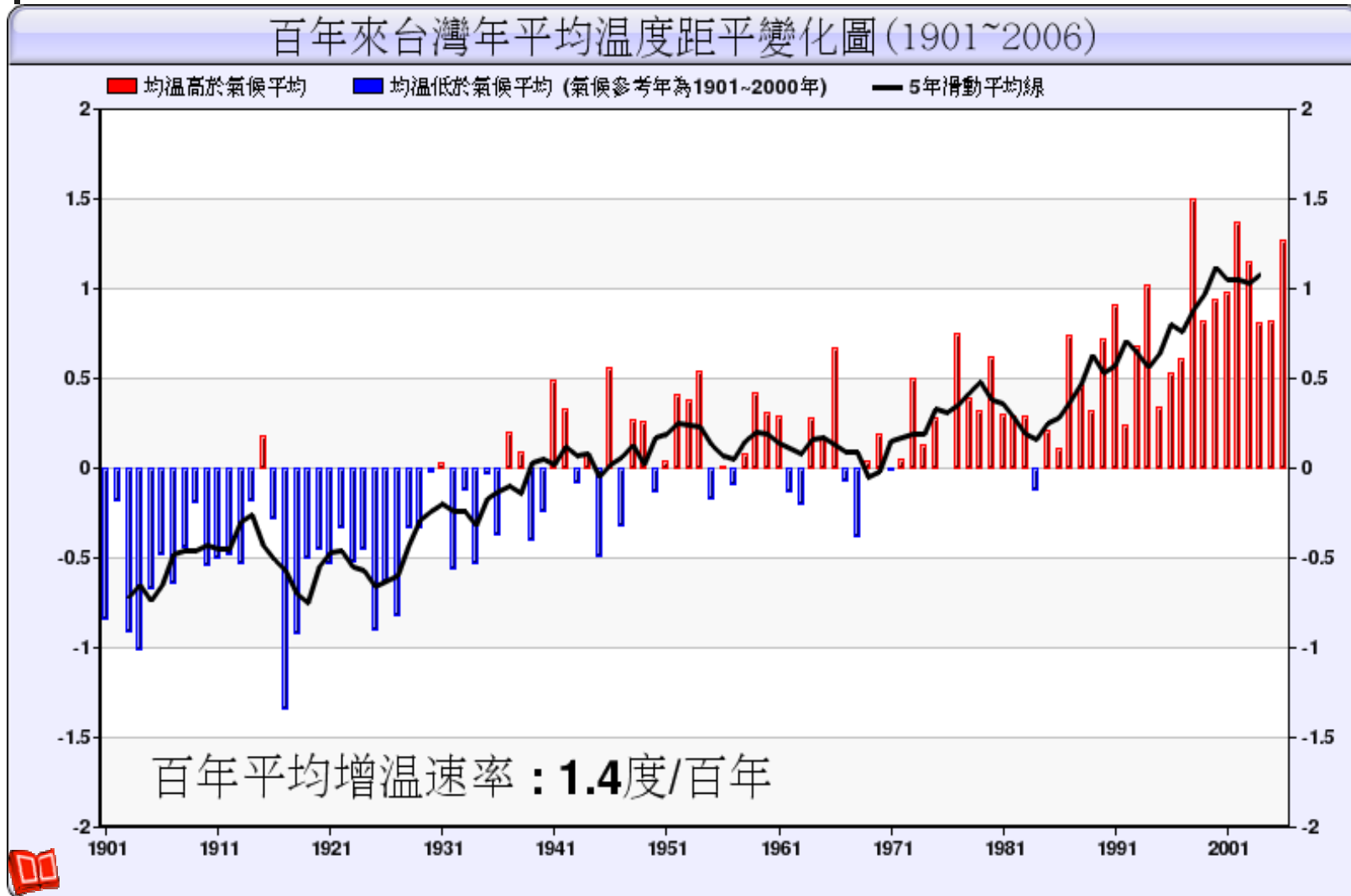
新北市	■	基隆市	
臺北市		宜蘭縣	■
桃園市	■	新竹縣	■
苗栗縣	■	新竹市	
臺中市	■	花蓮縣	■
彰化縣		南投縣	■
雲林縣	■	嘉義縣	■
臺南市	■	嘉義市	
高雄市	■	臺東縣	
連江縣		屏東縣	
金門縣		澎湖縣	

註：各種警特報的表示顏色如上圖示，若同一地區有兩種以上的警特報時，則第二種以上皆改用斜線表示。

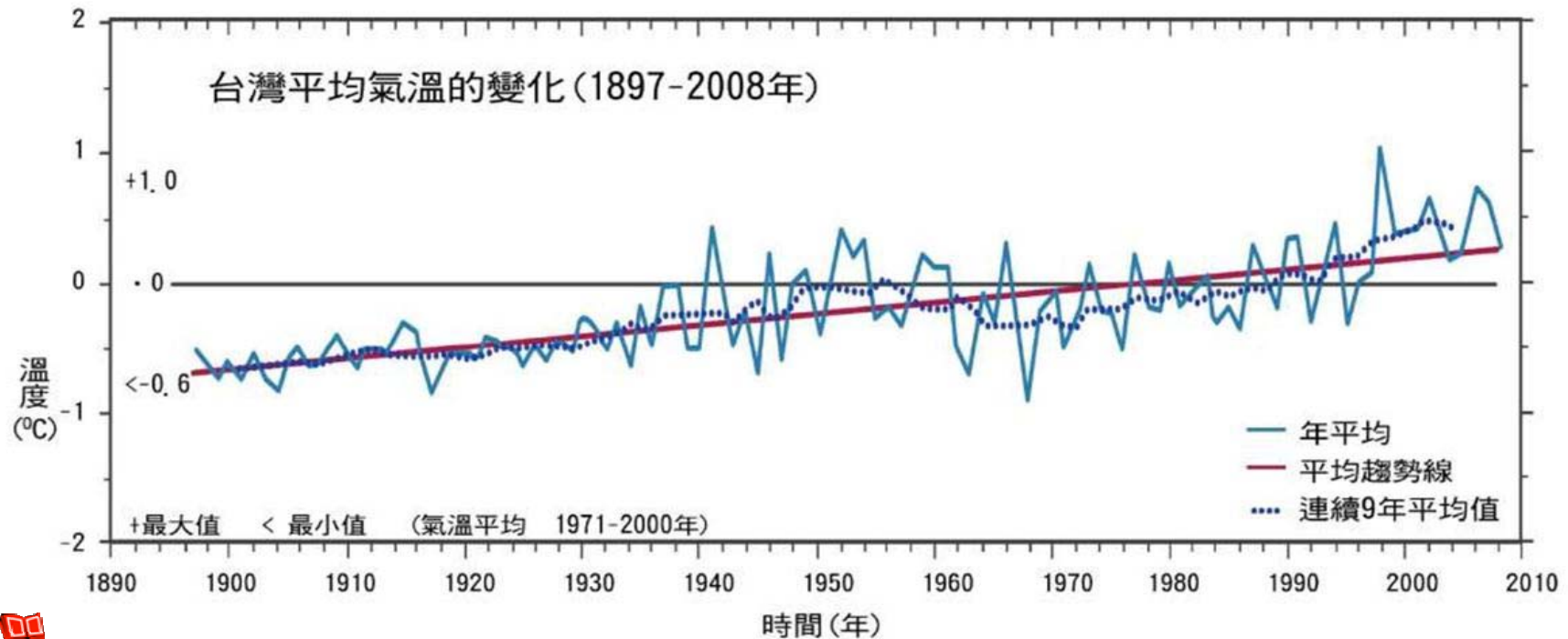
[產品說明文件 \(PDF\)](#)



# 台灣百年(1901-2006)均溫攀升



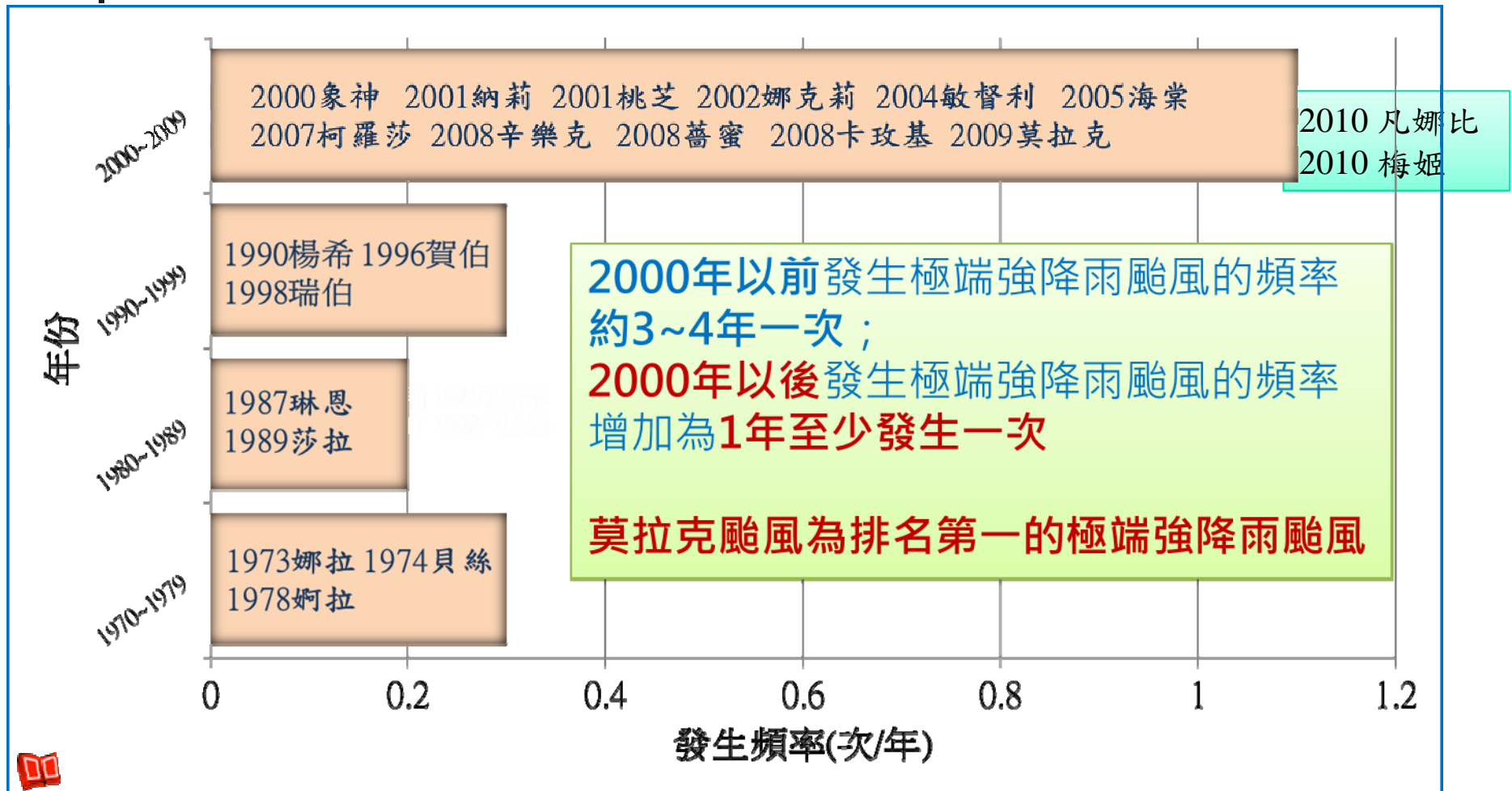
# 台灣百年(1987-2008)均溫攀升



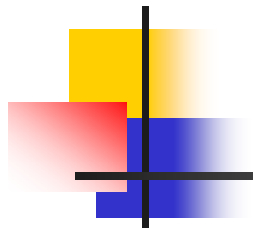
- ✓ 百年來全台平均氣溫上升 $0.8^{\circ}\text{C}$ ，較全球幅度( $0.74^{\circ}\text{C}$ )略高。(都會區平均 $1.4^{\circ}\text{C}$ ，山區平均 $0.6^{\circ}\text{C}$ ；都會區因都市化熱島效應影響，溫度上升幅度較高。)
- ✓ 最高溫度超過 $30^{\circ}\text{C}$ 的日數全台平均增加28天；每日最低溫有增溫的趨勢，最低溫低於 $10^{\circ}\text{C}$ 的日數，近50年山區/平地減少19/1天。



# 極端強降雨颱風事件頻繁



極端強降雨颱風統計(國家災害防救科技中心製作)

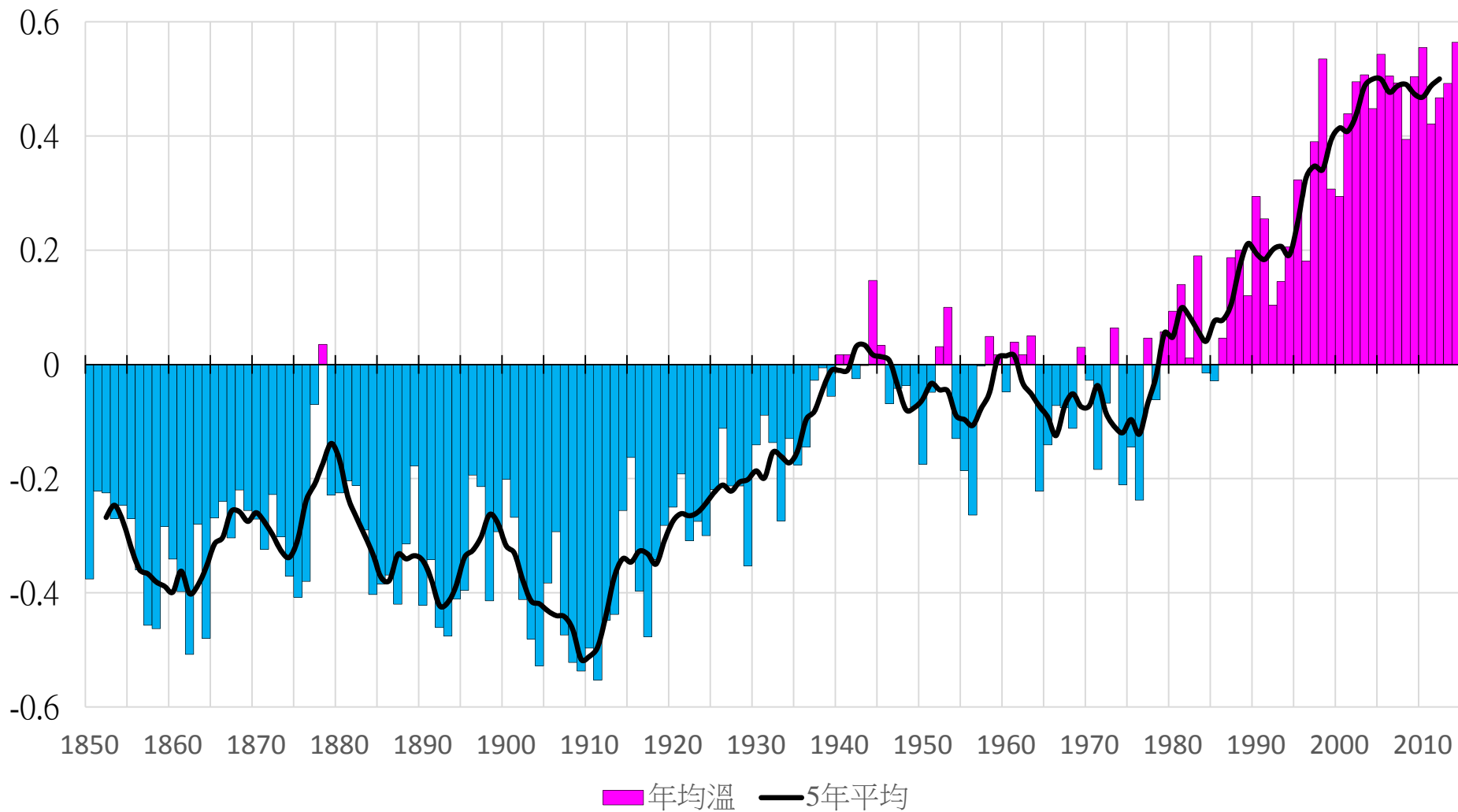


---

- 全球年均溫有上升

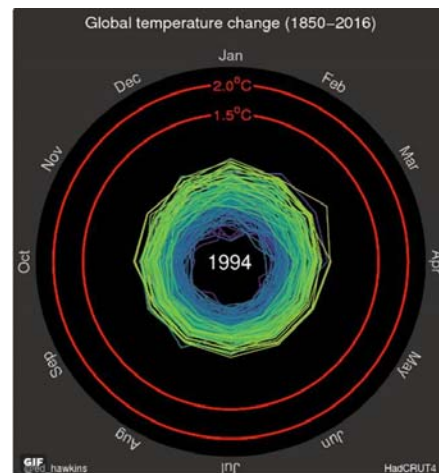
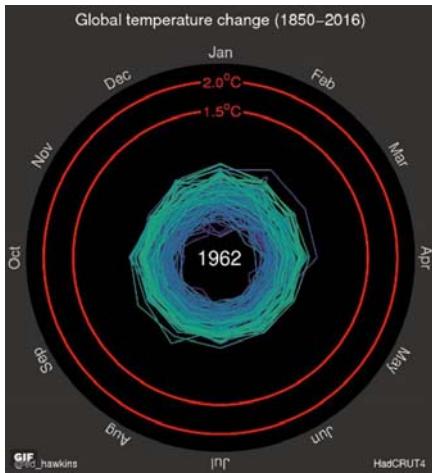
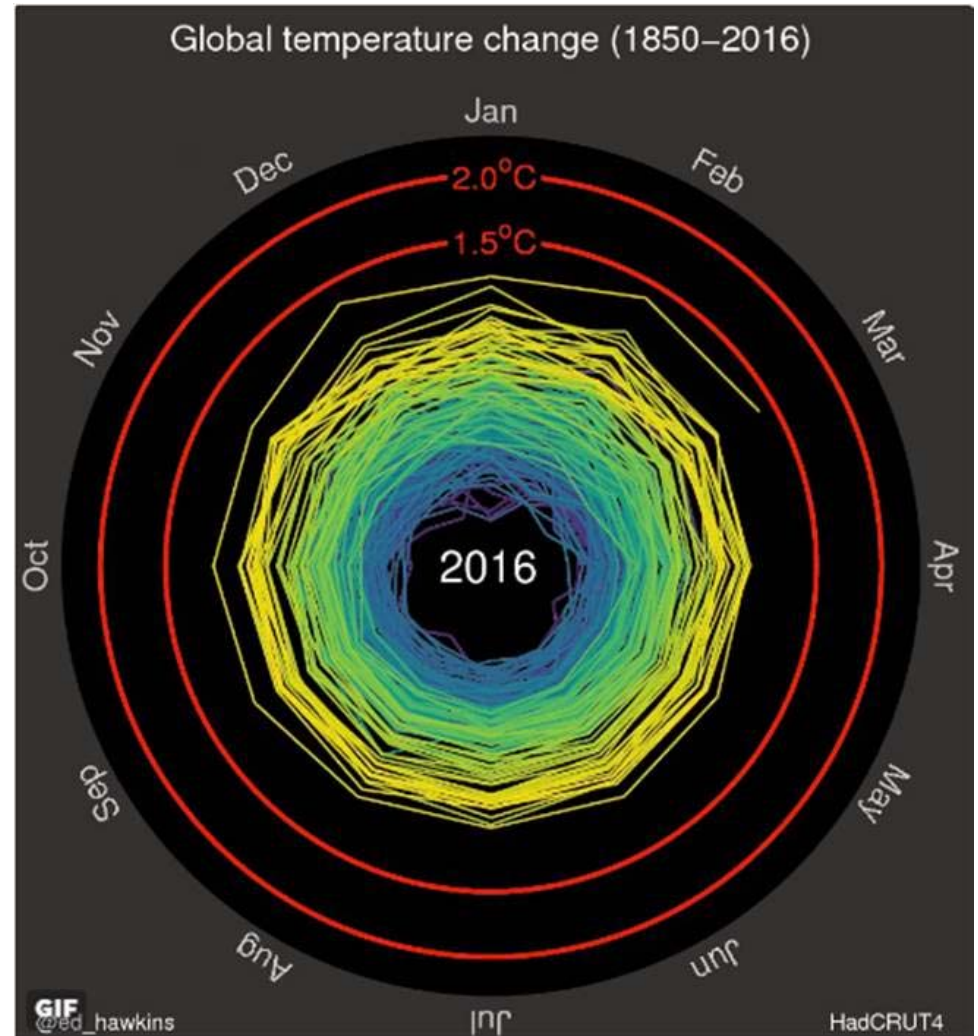
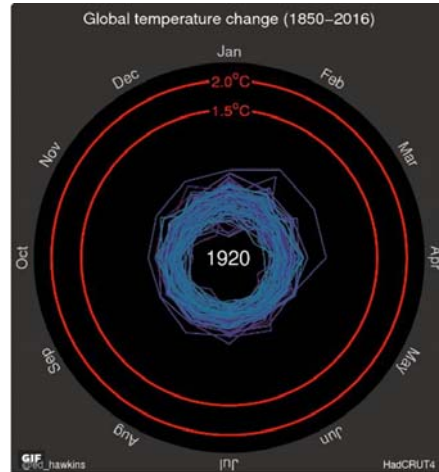
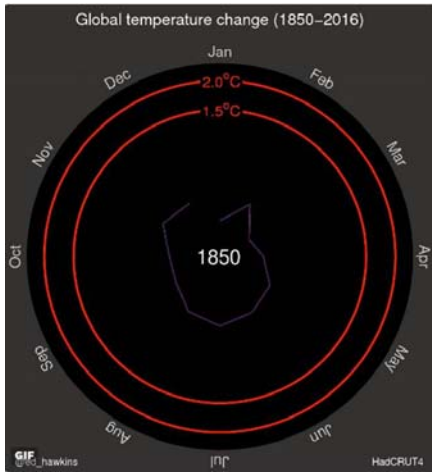
# 全球均溫有上升的趨勢(1850~2010)

130年來上升約0.85°C





# 1850年~2016年地表溫度變化

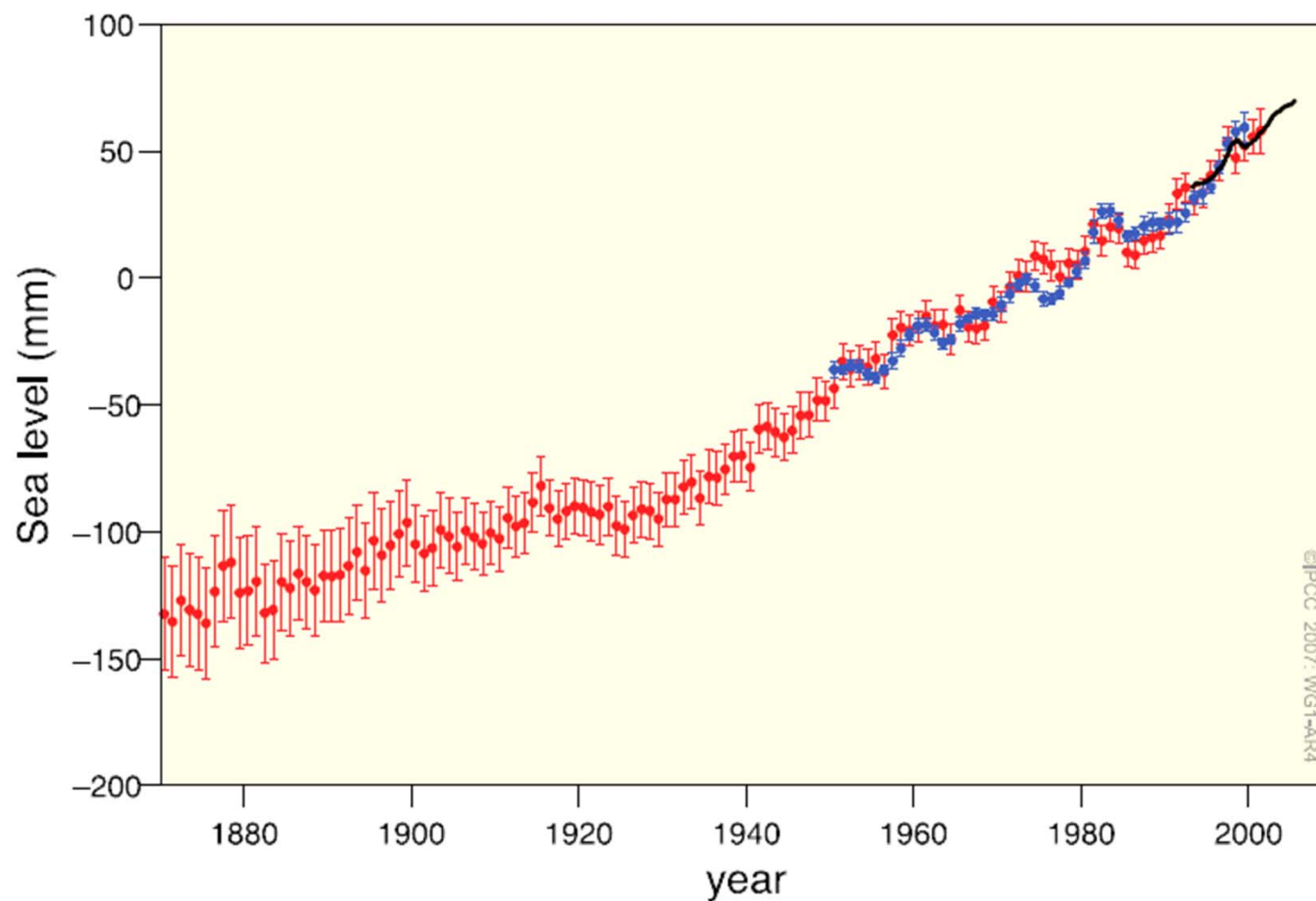


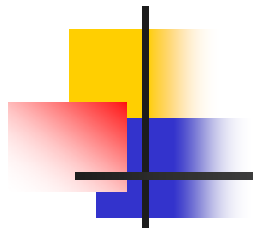


# 海平面上升

過去 140  
年來  
海平面  
平均  
上升  
20  
公分

## GLOBAL MEAN SEA LEVEL





# 全球暖化的可能影響

# 改變世界的6度C

- 氣溫上升攝氏一度，美國西部的嚴重旱災，將會導致全球穀物短缺；
- 氣溫上升兩度，北極熊將因冰原減少，瀕臨絕種；
- 氣溫上升三度，將會出現六級颶風；
- 氣溫上升四度，威尼斯等城市會被完全淹沒；
- 氣溫上升五度，氣候異常造成的難民人數會高達千萬人；
- 氣溫上升六度，世界可能重回億萬年前白堊紀的樣貌。

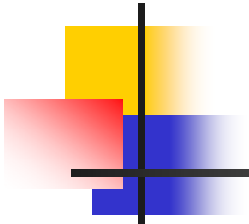


[@國家地理頻道 - 改變世界的6度C](#)

[@全球暖化：改變世界的六度C 0:19](#)

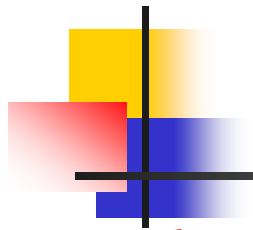
# 全球暖化的可能影響





# 全球暖化的可能影響

- ✓ 全球平均溫度升高，蒸發速率增快，**沙漠化**現象加劇。
- ✓ 兩極和高山**冰川加速融化**，**海水升溫**、**體積膨脹**的影響，將造成平均**海平面上升**，淹沒低窪地區。
- ✓ 加強水循環，水災、旱災及熱浪等**極端天氣現象**，發生次數和嚴重程度可能提高。
- ✓ 溫、寒帶的**植物必須往更高海拔、更高緯度遷移**，繁殖和生活週期也可能隨之改變，甚至可能滅絕。
- ✓ 珊瑚和多種浮游生物也可能因水溫升高而死亡，同時**海水酸化**，進而嚴重影響海洋**食物鏈的平衡**。



# 世界性的災害

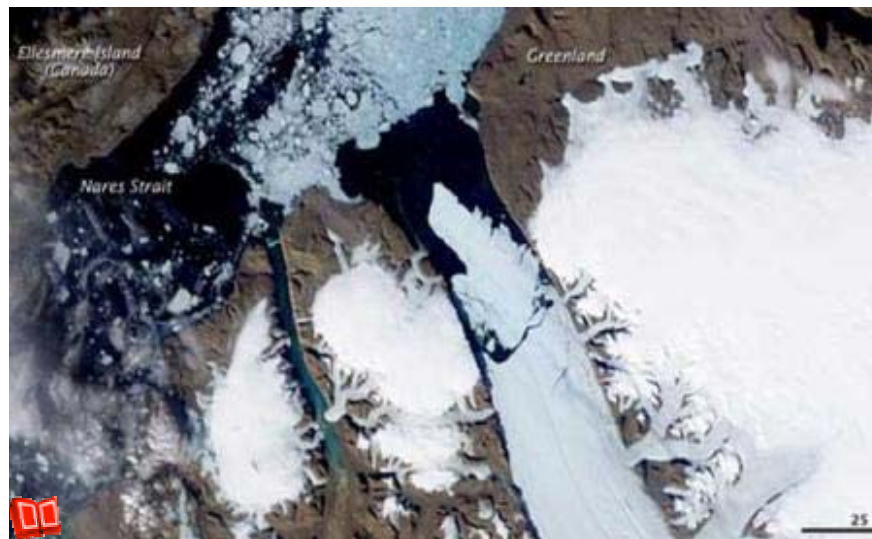


# 格陵蘭冰川崩裂

- 全球第一大島**格陵蘭島**的冰川，因為全球暖化，以驚人的速度融化
- 科學家表示，在2010年8月5日，有一塊冰山崩落入海，這塊冰山足足有一個台北市大小(18公里長、16公里寬)，厚度則有紐約帝國大廈的一半，是北極近50年來最大的浮冰島

@格陵蘭冰川消融 十年退縮15公里

@格陵蘭與冰島的名稱之謎





# 冰河的消退

美國阿拉斯加Portage 1914年與2004年之比較



# 全球氣候的異常—水災

## ■ 2010年12月~2011年1月澳洲水災

- 十二月底昆士蘭省累計將近400毫米，受災區域幾佔全國1/3面積，經濟成長可能因而損失1%，相當於減少近130億美元



## ■ 2011年1月巴西里約、聖保羅洪水災

- 巴西東南方里約熱內盧省和聖保羅省山區下起暴雨，災區在不到廿四小時內降下260毫米的驚人雨量，造成里約省歷來最大災難



# 全球氣候的異常——旱災

## 2011年春中國華北、黃淮等地旱災

- 河北、北京、天津、河南、山西、山東、安徽、江蘇、湖北等地均出現不同程度的乾旱
- 山東、河南等省大部出現中到**重旱**，河南中部和山東部分地區達**特旱等級**
- 截至2011年2月9日為止，河南、河北、山東、山西、安徽、江蘇、甘肅、陝西等8省**冬小麥受旱面積達11,595萬畝**，其中**嚴重受旱面積2,536萬畝**，受旱面積佔8省冬小麥播種面積的**42.4%**



1月27日，山東省東莊市市中區十里廟村農民在乾涸農田裏播種。



# 氣候難民



## 吐瓦魯 Tuvalu

- ✓ 總面積26km<sup>2</sup>，總人口1.1萬人，由9個環狀珊瑚小島構成這個國家，最高海拔4.5公尺。
- ✓ 2000年2月18日，該國的大部分地區被海水淹沒，首都的機場及部分房屋都泡在了汪洋大海之中。2月19日下午5時海平面上升至3.2米。



馬英九總統 (2011/3/4) 接見友邦吐瓦魯總理兼內政部長泰拉維 (H. E. Willy Telavi) 伉儷一行。吐瓦魯跟中華民國在1979年建交，是太平洋島國的邦交國中，邦誼最悠久的國家。



# 熱帶雨林破壞

- ✓ 熱帶雨林面積不及全球7%，但擁有50-70%的物種



熱帶雨林分布圖

- ✓ 亞馬遜熱帶雨林(40%的氧氣在此產生)稱為「**地球之肺**」，若消失則地球氧氣減少1/3。
- ✓ 亞馬遜熱帶雨林儲蓄的淡水佔地表淡水總量23%。
- ✓ 減緩溫室效應、調節氣候、維持水循環及水土保持等功能。
- ✓ 提供食物資源及醫學研究、保持生物多樣性。



# 環境生態改變

## 糧食危機

- 預估產量損失約 10-20%
- 糧食危機會更引發政治不穩定

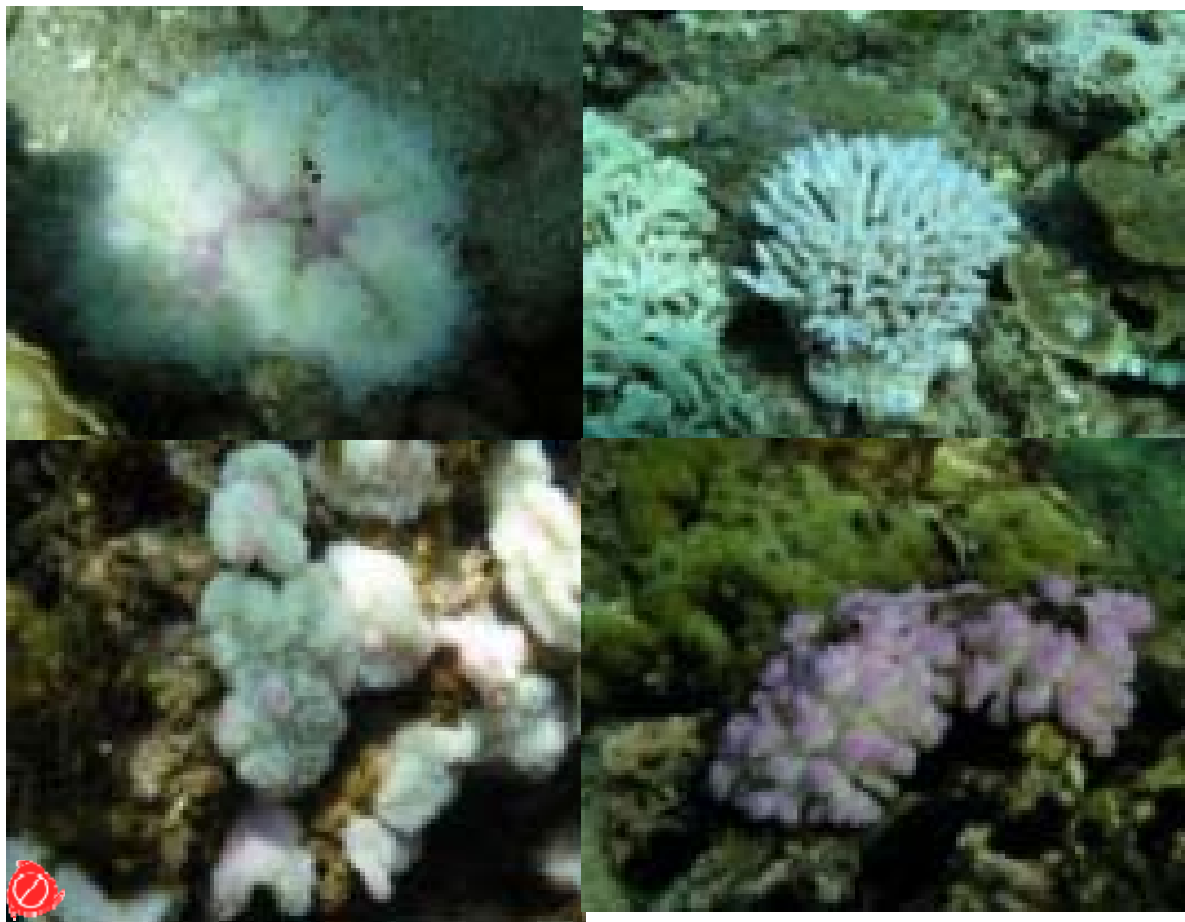
## 300年後地球將不適宜人類居住

- 澳洲新南威爾斯大學和美國普度大學的科學家發現：
  - ✓ 當全球平均氣溫上升約攝氏7度，若干地區的居住環境將成問題
  - ✓ 當氣溫上升攝氏11-12度，絕大部份區域將不適合人類居住



# 環境生態改變

- ✓ 近年來海水溫度上升，造成珊瑚白化現象日趨嚴重
- ✓ @為什麼珊瑚會白化？
- ✓ 水旱災頻率增加，植物開花、落葉等時序錯亂問題，造成櫻花季提前等現象



<http://www.pixnet.net/album/vekin/1899231>





# 生態改變與生物多樣性的衝擊

---

- ✓ 生態系統調節功能的喪失
- ✓ 物種的滅絕與消失
- ✓ 生物分布、遷移及物候的改變



## (1) 生態系統調節功能的喪失

- ✓ 生態系統受到氣候變遷之相關擾動(如洪災、乾旱、野火、海平面上升等)和其它驅動因子(如土地利用變化、汙染、破碎化等)的加成作用所影響而喪失功能。
- ✓ 大氣之二氧化碳濃度增加，在生態系統結構和功能及交互作用等方面，出現重大變化，在生物多樣性及資源方面(如森林、水、土和糧食供應等)產生非常不利的後果。



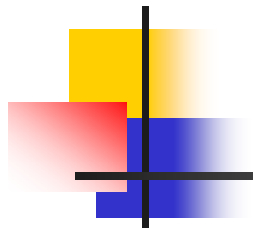
## (2)物種的滅絕與消失

- ✓ 氣候變遷會導致棲地的改變或縮小，影響物種生存，導致物種的滅絕與消失，造成生物多樣性的嚴重降低。
- ✓ 2002年澳洲的大堡礁因海水溫度上升，導致珊瑚死亡，受害最嚴重地區，有90%之珊瑚礁被害。甚至有科學家預測，全球的珊瑚礁將會因氣候暖化而在50年內消失。
- ✓ 科學家預測到下一世紀末北極熊會絕種



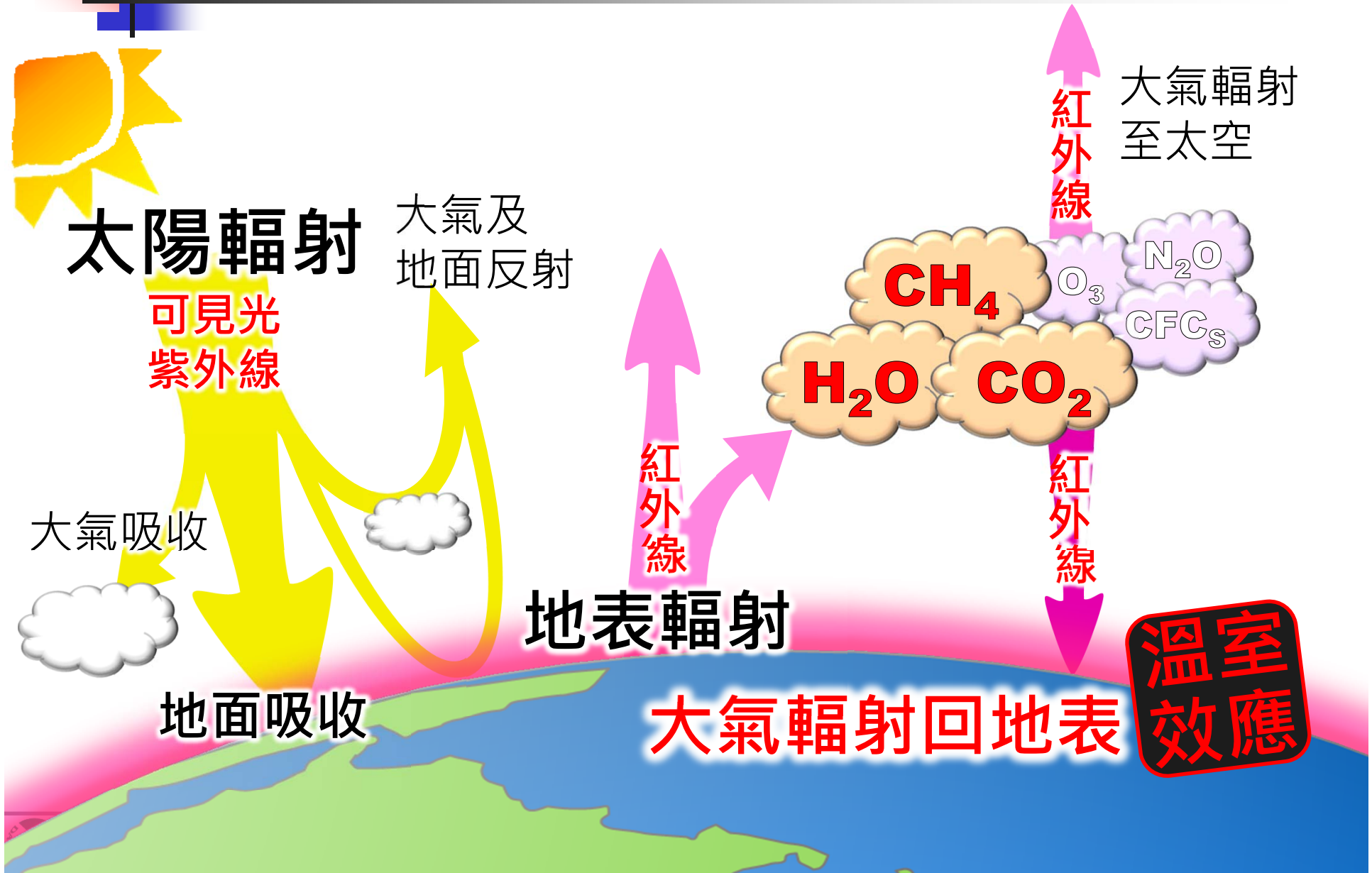
### (3) 生物分布、遷移及物候的改變

- ✓ 諸如於海拔高度及緯度分布的改變、遷移機制的改變、增加外來物種入侵之機會、植物開花結實及昆蟲生活週期或發生期等物候的變化，對整體生態系平衡或農業生產之衝擊等。
- ✓ 美國林務署的研究：內華達山區的植群受乾旱及酷熱的影響，在過去100年中，森林界限已向高山上移了100呎。



# 溫室效應

# 溫室效應



# 溫室氣體

甲烷比二氧化碳  
暖化強度超過72  
倍，又只會在大  
氣層中存留8年，  
二氧化碳卻會留  
存一百年





# 六大溫室氣體



京都議定書管制6大溫室氣體種類

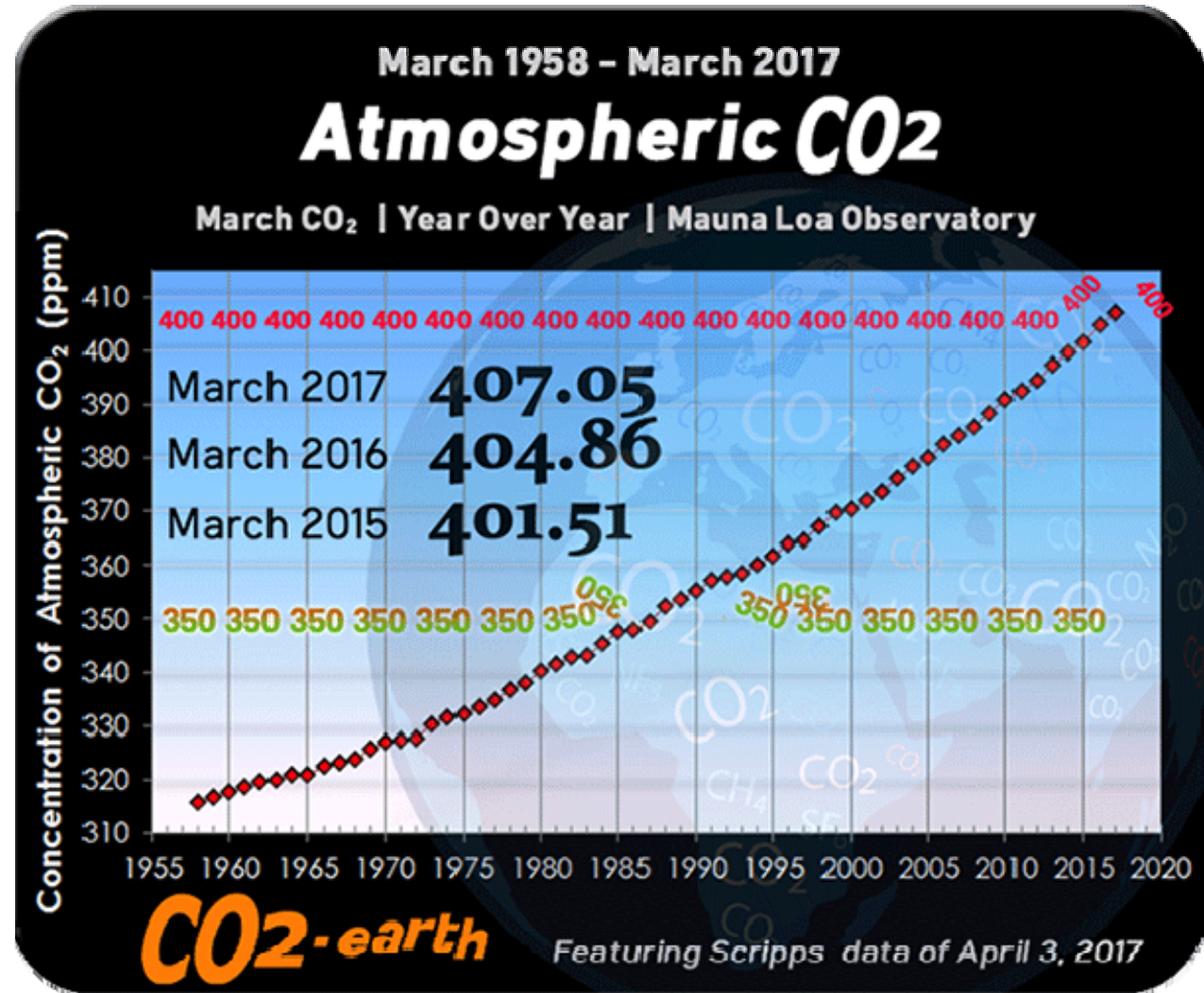


溫室氣體	二氧化碳 CO <sub>2</sub>	甲烷 CH <sub>4</sub>	氧化亞氮 N <sub>2</sub> O	全氟碳化物 PFCs	氫氟碳化物 HFCs	六氟化硫 SF <sub>6</sub>
來源	<ol style="list-style-type: none"> <li>石化燃料</li> <li>改變土地的使用(砍伐森林)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>生物體的燃燒</li> <li>家畜腸道發酵作用</li> <li>水稻</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>生物體的燃燒</li> <li>燃料</li> <li>化肥</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>半導體製程</li> <li>光電產業</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>半導體製程</li> <li>光電產業</li> <li>冰箱及汽車冷氣系統主要冷媒</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>電力業</li> <li>滅火器</li> <li>半導體製程 光電產業</li> </ol>
對氣候的影響	吸收紅外線輻射，影響大氣平流層中O <sub>3</sub> 的濃度。	吸收紅外線輻射，影響對流層中O <sub>3</sub> 及OH的濃度，影響平流層中O <sub>3</sub> 和H <sub>2</sub> O的濃度，產生CO <sub>2</sub> 。	吸收紅外線輻射，影響大氣平流層中O <sub>3</sub> 的濃度。	吸收紅外線輻射能力強(吸收大量地表熱及低空輻射熱)。	吸收紅外線輻射能力強(吸收大量地表熱及低空輻射熱)。	吸收紅外線輻射能力強(吸收大量地表熱及低空輻射熱)。
GWP	1	25	298	7390~12200	124~14800	22800

資料來源：2007年IPCC第四次評估報告(IPCC Fourth Assessment Report:Climate Change 2007)

# 大氣二氧化碳濃度

2015年是1百  
萬年來首度  
突破400 ppm



[@https://www.co2.earth/](https://www.co2.earth/)

# 化石燃料 v.s. 二氧化碳

**98.6億公噸碳**  
9.86Gtc/yr

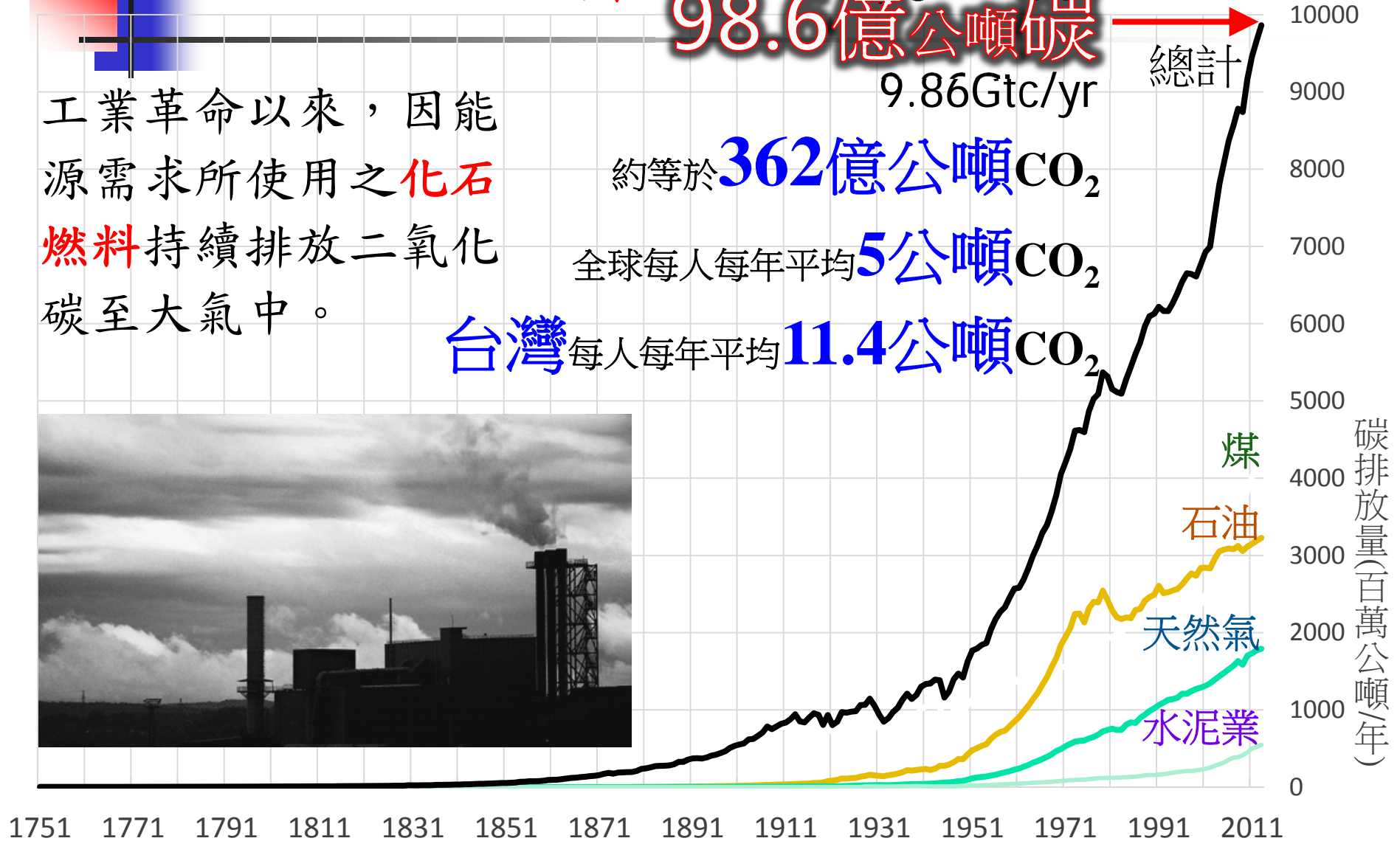
總計

工業革命以來，因能源需求所使用之**化石燃料**持續排放二氧化碳至大氣中。

約等於**362億公噸CO<sub>2</sub>**

全球每人每年平均**5公噸CO<sub>2</sub>**

**台灣**每人每年平均**11.4公噸CO<sub>2</sub>**



煤 — 石油 — 天然氣 — 水泥業 — 總計



Source: [http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/meth\\_reg.html](http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/meth_reg.html)

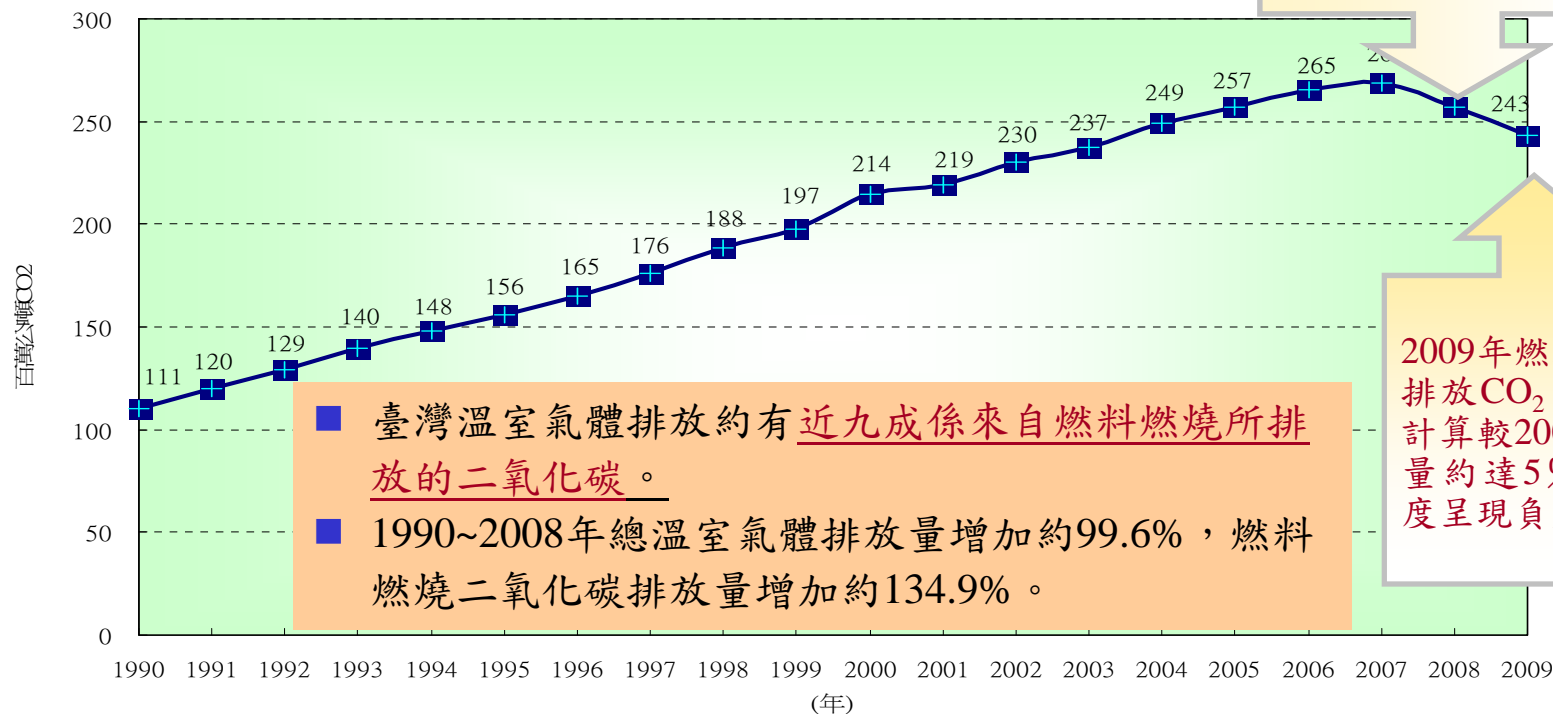
1959-2010 : Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC) at Oak Ridge National Laboratory. 2011 and 2013 : BP.



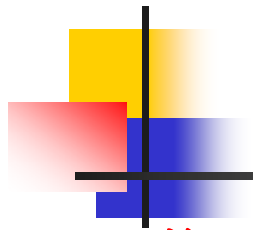
# 臺灣溫室氣體排放

- ◆ 我國2008年燃料燃燒二氧化碳人均排放量之年成長率首度呈現負成長(-4.8%)，排放總量成長率為-4.4%。
- ◆ 原因為：政府積極推動節能減碳政策措施、油電價格合理調整後實質反應能源需求減緩現象及全球性金融風暴造成經濟衰退等因素。

2008年燃料燃燒排放CO<sub>2</sub>，較2007年減量4.4%，為20年來首度呈現的負成長。



2009年燃料燃燒排放CO<sub>2</sub>，初步計算較2008年減量約達5%，再度呈現負成長。



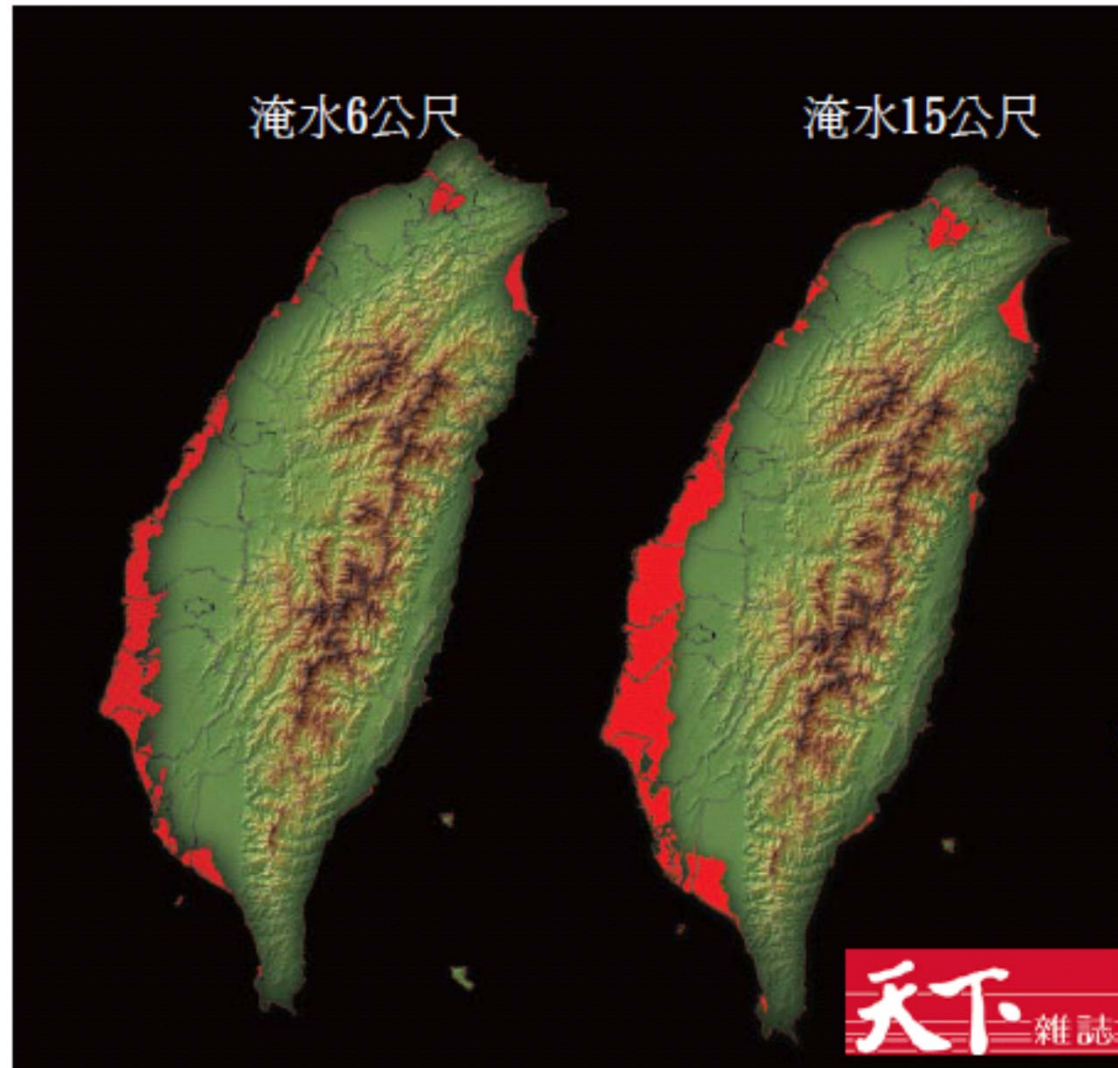
# 台灣的災害



# 海平面上升6米及15米之影響

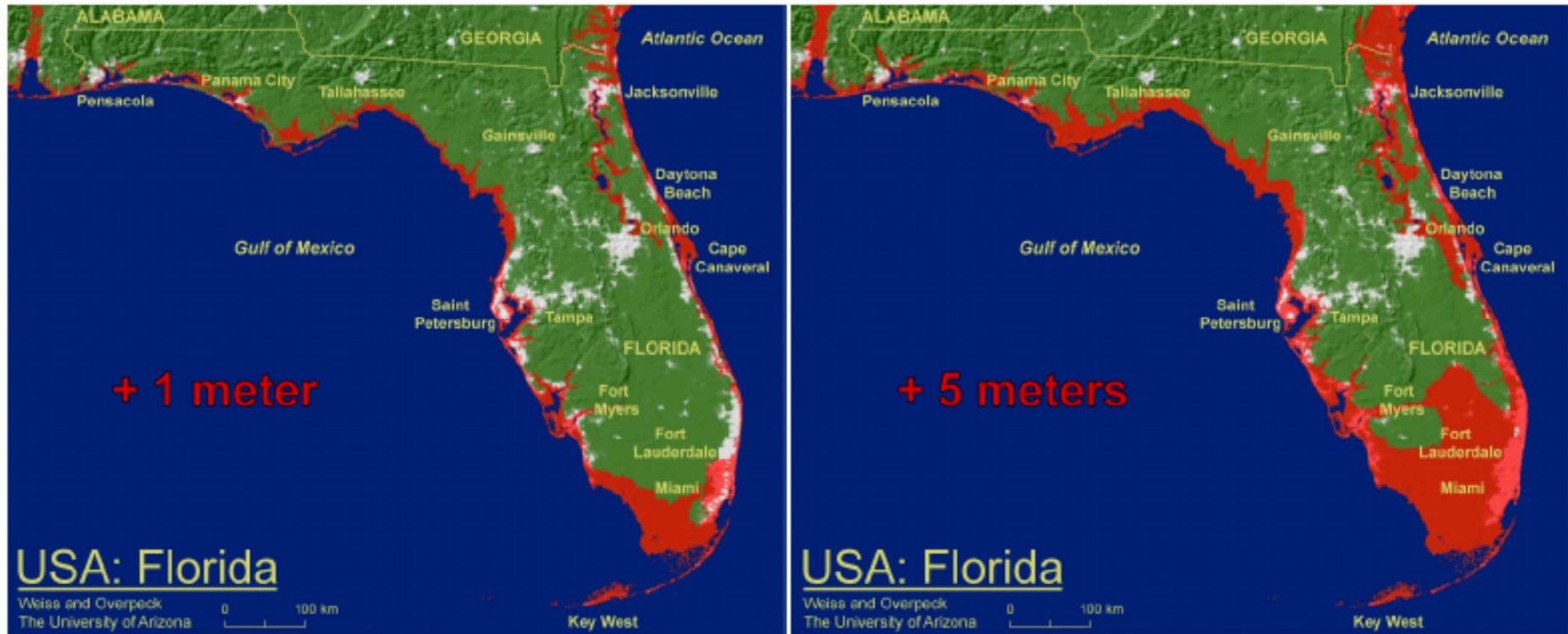
@如果地球暖化...台灣哪些地方會泡在水裡?

@Which sea level will we lock in?



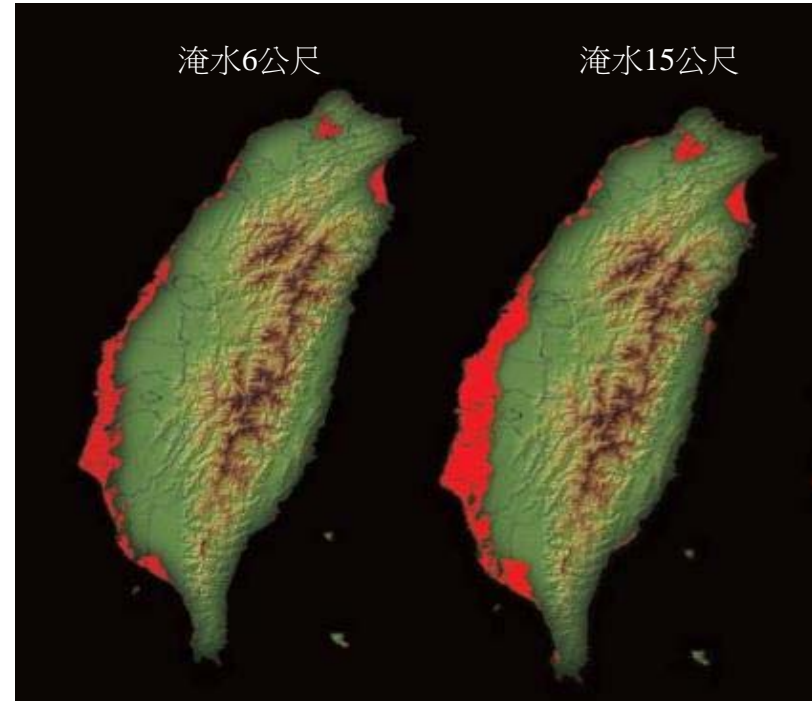
# 海平面上升1米及5米之影響

- 美國，海平面上升50cm的經濟損失為300~400億美元





# 海水量增加！海平面上升！



@Google Earth Shows 30 Years of Climate Change Climate Central

@ 暖化海平面上升 台灣淹一半

@如果海平面上升100米, 北台灣會變成怎樣?

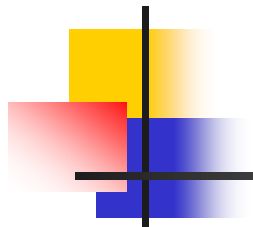
@暖化加劇 海平面上升 生存危機背後的生態省思 T觀點

# 消失的西部海岸線-胖番薯變瘦地瓜



過去3、40年，受到人為設施，如海岸工業區、港口興建等，以及天然沙源減少等因素影響，台灣海岸侵蝕問題日益嚴重，氣候變遷加劇、海平面上升、颱風波浪和暴潮增強等，可以預見未來狀況只會比現況更糟

@西南海岸線倒退

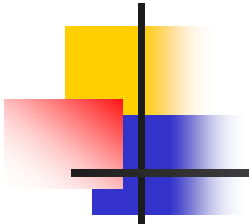


# 氣候高峰會議



# 地球的未來

- 氣候變遷不僅是影響廣泛的政治與社會問題，也是道德問題。
- 解決全球氣候問題必須兼顧**代際正義**和**代內正義**的實現，而代內正義的實踐是實現代際正義的前提。
- 道德與氣候變遷的關係主要源自於兩方面：
  - **人類與自然(包括氣候)的關係**：關注人類對自然的態度，重視經濟、社會、科技和工程發展對環境造成的影響。
  - **氣候責任的分配**：人類面對氣候變遷所應承擔的責任，以及因此衍生的道德問題。



# 永續發展的基本原則

## 永續性原則

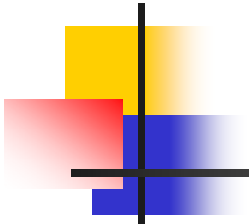
永續性原則的核心是經濟成長與社會發展**不能超過環境的容受力**。

## 公平性原則

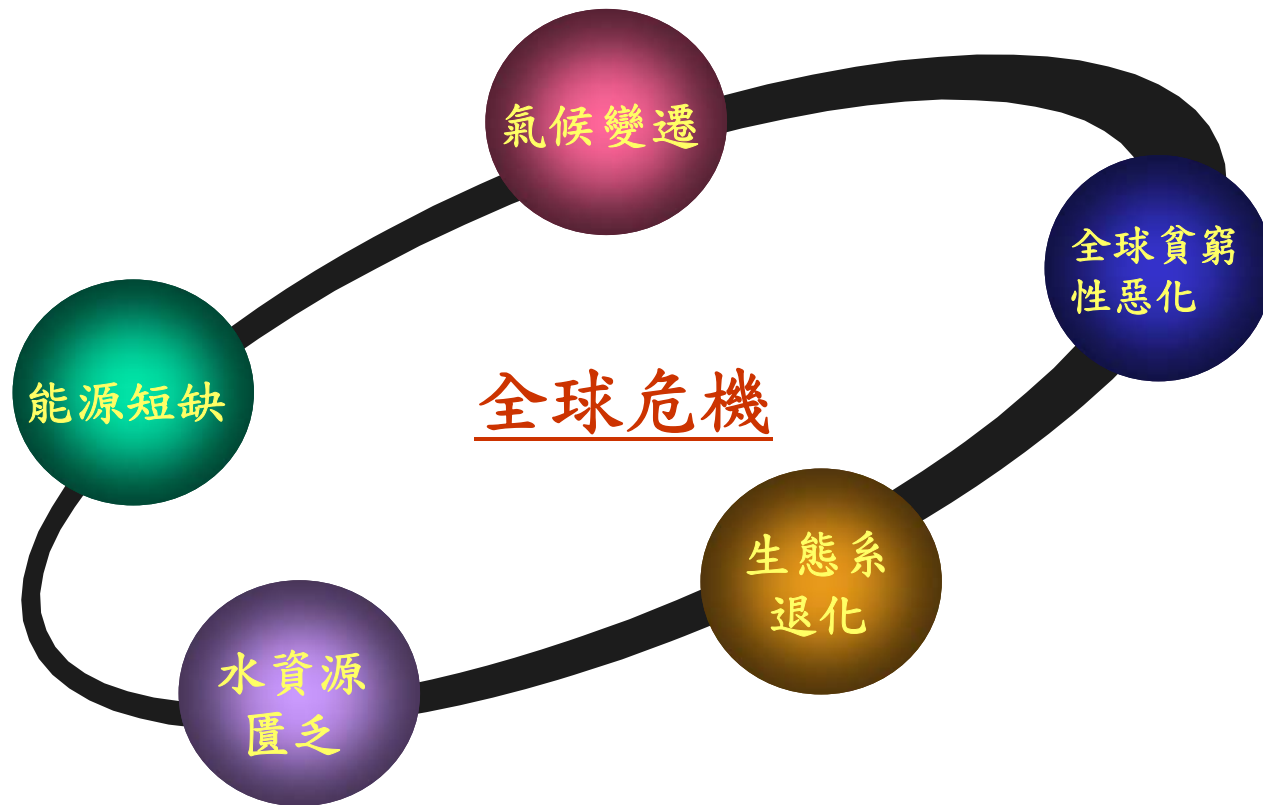
人類有權在與自然合和諧相處中享受健康、豐富的高品質生活，但發展**絕不能損及當代及後代子孫在環境與發展中的需求**。

## 共同性原則

世界各國歷史背景不同，文化和發展水平不一，因此關於永續發展的目標、政策和實施步驟不可能是唯一的，**永續發展做為全球發展的總目標**，所體現的永續性和公平性是共同的。

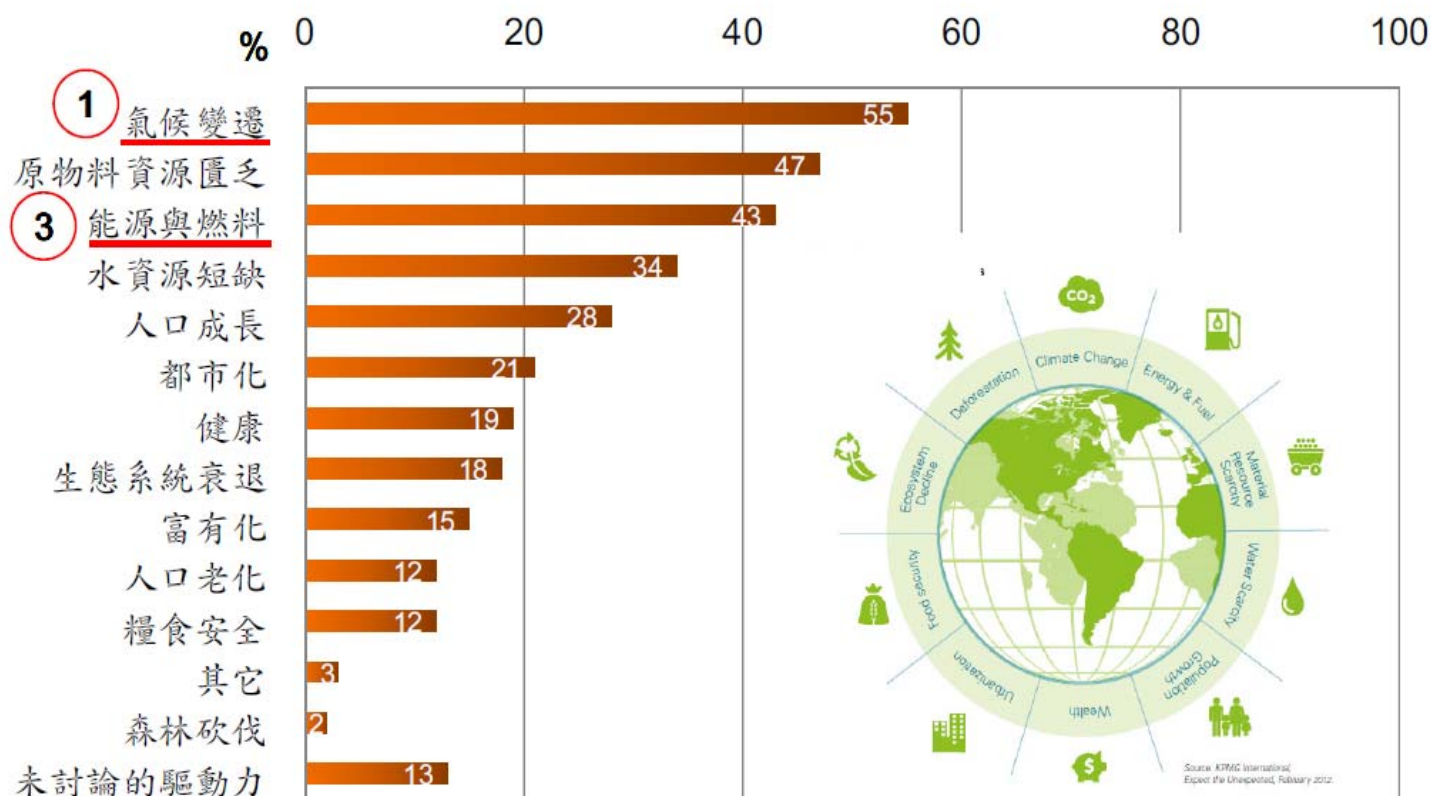


# 全球面對的永續挑戰





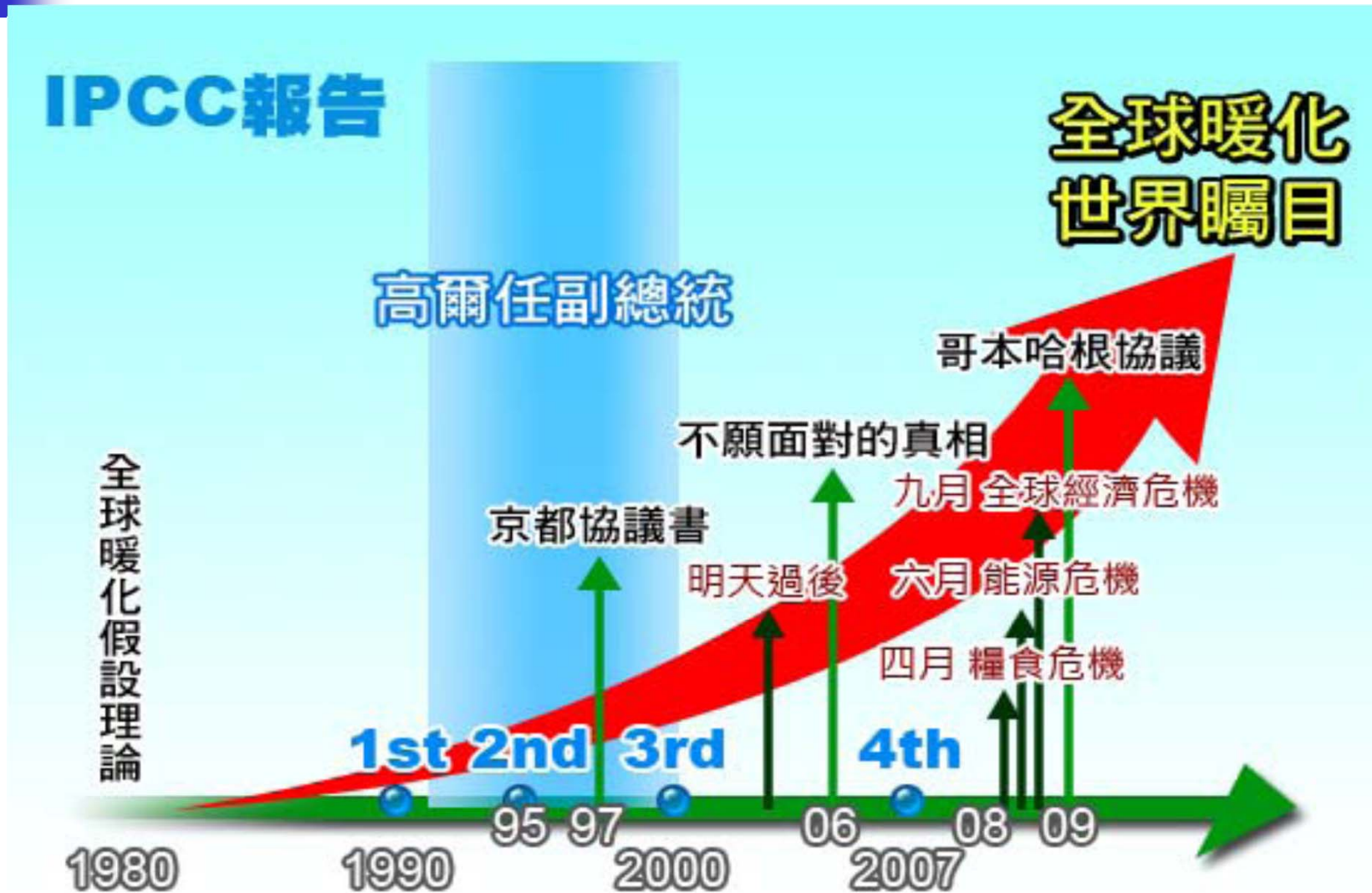
- 主導全球永續發展的驅動力，以氣候變遷占第一位，能源與燃料占第三位。



The KPMG Survey of Corporate Responsibility Reporting 2013



# 全球暖化議題



# 1997年「京都議定書」

- ✓ 1996年，聯合國「政府間氣候變遷研究小組」(IPCC)認為若要在**21世紀末將二氧化碳濃度穩定在工業革命前的兩倍(550ppm)**，則目前全球**排放量必須削減一半**。

- ✓ 聯合國於1997年簽署「**京都議定書**」，規範38個國家及歐盟國家，以個別或共同的方式控制人為之溫室氣體排放量，以期減少溫室效應對全球環境所造成的影響。

## 京都議定書

簽訂日期：1997年12月11日

簽訂地點：日本京都

生效時間：2005年2月16日

參與國家：183國

時空背景：IPCC預測1990年到2100年間，全球氣溫將升高1.4°C至5.8°C。

主要内容：2008年至2012年間，參與國碳排放量比1990年削減5%

挑戰：

1. 僅已開發大國納入規範，造成已開發與開發中國家對立。
2. 已開發國家認為經濟為減排付出代價太大，陸續撤出。





# 1997年「京都議定書」

- 由於美國的退出和俄羅斯遲遲不肯簽訂議定書，使得這部公約始終無法成為生效的國際法。
- 經過國際社會的努力，2004年11月俄羅斯總統普丁正式簽署後，「京都議定書」歷經六年的談判，正式於2005年2月對128個簽署國具有法律拘束力。
- 2012年12月8日，在卡達召開的第18屆聯合國氣候變化大會上，本應於2012年到期的京都議定書被同意 **延長至2020年**。

@地球宣言2010-12-14 日本與《京都議定書》



# 「京都議定書」內容

管制溫室氣體	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )、甲烷 (CH <sub>4</sub> )、氧化亞氮 (N <sub>2</sub> O)、 氫氟碳化物類 (HFC <sub>s</sub> )、全氟碳化物 (PFC <sub>s</sub> )、六氟化硫 (SF <sub>6</sub> )
減量期程	減量目標年為2008至2012年，將以此5年的平均值為準
減量基準年	以1990年為溫室氣體減量基準年
減量目標	管制38個已開發國家及歐洲聯盟的溫室氣體排放平均排放量 比基準年1990年減少5.2%，其中歐盟削減8%、美國減7%、 日本減6%
「京都議定書」 生效條件	1. 應獲得至少55個「氣候變化綱要公約」的締約國的簽署同意。 2. 簽署同意的國家中，被列為「京都議定書」的附件一國家 在1990年的溫室氣體排放量總和必須達到所有附件一國家 總和的55%。



# 美國退出

- 美國若要達到京都議定書的減量目標，電費將提高86%，汽油漲價53%。小布希表示美國仍會和友邦一起進行二氧化碳減量工作，可是不願損及美國經濟及就業機會。
- 全球4%的人口，卻排放全球近25%的二氧化碳。
- 私下投入58億美金研究相關科技，特別是捕捉和固化二氧化碳的相關技術。



# 已開發國家享受，開發中國家買單

- 二氧化碳在大氣中的生命週期可長達50至200年。
- 近一世紀的排放量中，已開發國家佔80%，享盡工業化的好處，溫室效應的苦果卻要全球買單。
- 開發中國家排放二氧化碳是為求生存，因此中、印追究歷史責任，要求已開發國家提供財務支援和技術轉移。





# 俄羅斯撈好處

- 京都議定書是俄羅斯在世界貿易組織(WTO)入會談判的重要籌碼。歐盟因此不再堅持俄羅斯國內的天然氣價格與全球同步化。
- 俄國斯的最終目的是加入歐盟，京都議定書不但為俄羅斯撈到不少好處，也贏得了國際形象。
- 俄羅斯擁有巨額溫室氣體排放權可供出售。



# 中國引進資金及技術

- 中國總是樂意配合各種盤查和減量計畫，透過「清潔發展機制」，藉機索求國際資金投入和技術協助達成減量。
- 日本成立「日本溫室氣體減量基金」，將在開發中國家投資再生能源、廢棄物減量和造林等相關專案，取得信用額度。
- 南韓積極參與國際技術合作，致力發展氫能與燃料電池科技，不斷提昇因應能力。



# 京都議定書創造新商機

- 企業將「碳」列入帳本，溫室氣體的排放將成為會計制度的一環以供查核。排放量的交易亦形成新的期貨市場。
- 「清潔發展機制」將讓企業抱著資金，投資全球各減量計畫以獲得排放額。



# 京都議定書的悲觀面

- 拒簽的美、澳加上非附件一國家的排放量佔全球75%，為目標埋下潛在變數。
- 附件一國家排放量僅佔全球25%，即使達成目標，對全球變遷的趨勢恐怕於事無補。
- 彈性機制的交易恐淪為金錢交易，最後溫室氣體可能根本就沒有減量。
- 附件一國家：係指經濟合作暨發展組織(OECD)中除墨西哥外的所有成員、歐盟、前蘇聯各共和國及前東歐共產國家，合計37個成員，及摩洛哥與列支敦斯登。

# 2015年巴黎協議

- 巴黎協議是由聯合國195個成員國，於2015年12月12日在聯合國氣候峰會中通過的氣候協議；
- [@ 遏阻全球暖化 195國達成協議 \(video\)](#)

- 取代京都議定書，冀望能加強《聯合國氣候變化框架公約》(UNFCCC)的效力。



資料來源／法新社

製表／王麗娟

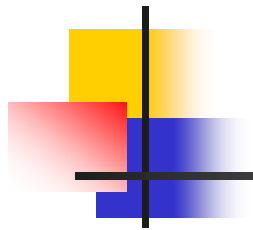
聯合報



# 2015年巴黎協議

- 全球平均氣溫升幅控制在工業革命前水平以上低於 $2^{\circ}\text{C}$ 之內，並努力將氣溫升幅限制在工業化前水平以上 $1.5^{\circ}\text{C}$ 之內，同時認識到這將大大減少氣候變遷的風險和影響。
- 《京都議定書》只規範先進國家降低排放及訂定排放目標；《巴黎協議》則是首次全球參與的抗暖化國際條約。
- @巴黎氣候協定三大重點





# ■ 減緩與調適

# 減緩與調適



# 減緩與調適



# 臺灣氣候變遷導致的問題

全球暖化



全球氣候變異

臺灣

季風氣候區  
颱風侵襲路徑上



氣候變遷所  
帶來的衝擊

- 極端氣候增加的威脅
- 颱風降雨強度增強
- 降雨型態改變
- 乾旱發生頻率與強度增加
- 海水位上升



- 淹水機會與時間增加
- 嚴重水土複合性災害機率增加
- 防災體系應變與復原能力不足
- 沿海低窪地區排水困難度增加
- 二次災害風險與復原難度提高



- 國人生命財產
- 維生基礎設施
- 水資源
- 國土流失糧食安全
- 人體健康
- 生態環境等

# 臺灣氣候變遷導致問題

國人生命財產  
維生基礎設施  
水資源  
糧食安全  
國土流失  
人體健康  
生態環境等



災害防救

維生基礎建設

土地利用規劃及管理

海岸土地保護

水資源管理

能源與產業經濟

農業與生物多樣性

健康維護



# 國家氣候變遷調適政策綱領

**災害**  
(NCDR、經濟部、農委會、國防部、交通部、內政部)

災害防救人力與資源、綜合流域治理、脆弱度、環境監測等

**維生基礎設施**  
(交通部、經濟部、農委會、內政部)

重要維基礎建設保護

**水資源**  
(經濟部、環保署)

- 水資源調度困難
- 水患治理問題

**土地使用**  
(內政部、農委會)

- 國土保安復育重點地區 劃設及復育
- 土地使用規劃與管理

**海岸**  
(內政部、經濟部、交通部)

- 海岸地區的自然災害加劇
- 沿海地區地層下陷、土地流失

**能源供給及產業**  
(經濟部、交通部、環保署)

- 產業結構之調整
- 能源需求型態的改變

**農業生產及生物多樣性**  
(農委會、內政部)

- 農產量及品質可能下降，危及糧食安全
- 生物多樣性流失

**健康**  
(衛生署、環保署)

- 升高傳染性疾病流行的可能性
- 加重公共衛生與醫療體系的負擔





# 調適 (Adaptation)

- 為因應實際或預期的氣候衝擊或其影響，而在自然或人類系統所做的調整，以減輕危害或發展有利的機會。
- 目的在於降低人類與自然系統處於氣候變遷影響與效應下的**脆弱度**(vulnerability)，使得人類與自然系統在極端天氣事件與暖化效應下的負面衝擊最小，且配合氣候變化的獲益能夠最大。

## 脆弱度(vulnerability)

依據IPCC 的定義，脆弱度係指某個系統受氣候變遷(包括氣候的變異性及極端情況)負面影響及無法因應的程度，脆弱度會受到下列因子的影響：系統暴露在氣候變遷及其變化的特性、強度、頻率、敏感度及調適能力。

# 調適 (Adaptation)

## 調適

調整人類社會運作方式，以適應氣候變遷所帶來不可避免的影響，降低衝擊。



**海岸地區**

因應國土流失的調整



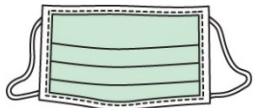
**水資源**

水源、水質確保及洪水防治



**農業**

糧食安全及病蟲害防治



**公共衛生**

傳染病預防



**基礎建設**

能源供給、水利、交通系統



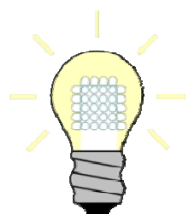
# 減緩 (Mitigation)

- 氣候變遷減緩
  - 以人為干預方式減少溫室氣體的排放量或增加其儲存量，以緩和氣候變遷的發生速度或規模。
- 簡單來說，減緩是指藉由減少溫室氣體的排放或將溫室氣體吸收貯存的方式，來降低大氣中溫室氣體的含量，例如節能減碳、使用替代能源等。

# 減緩 (Mitigation)

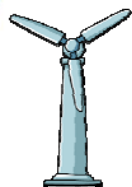
## 減緩

藉由減少溫室氣體產生或將其捕捉貯存，以降低溫室氣體排放對大氣的影響。



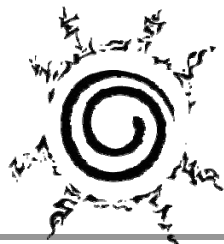
### 能源效率提升

節能材料、設備及系統能源整合



### 再生能源的開發

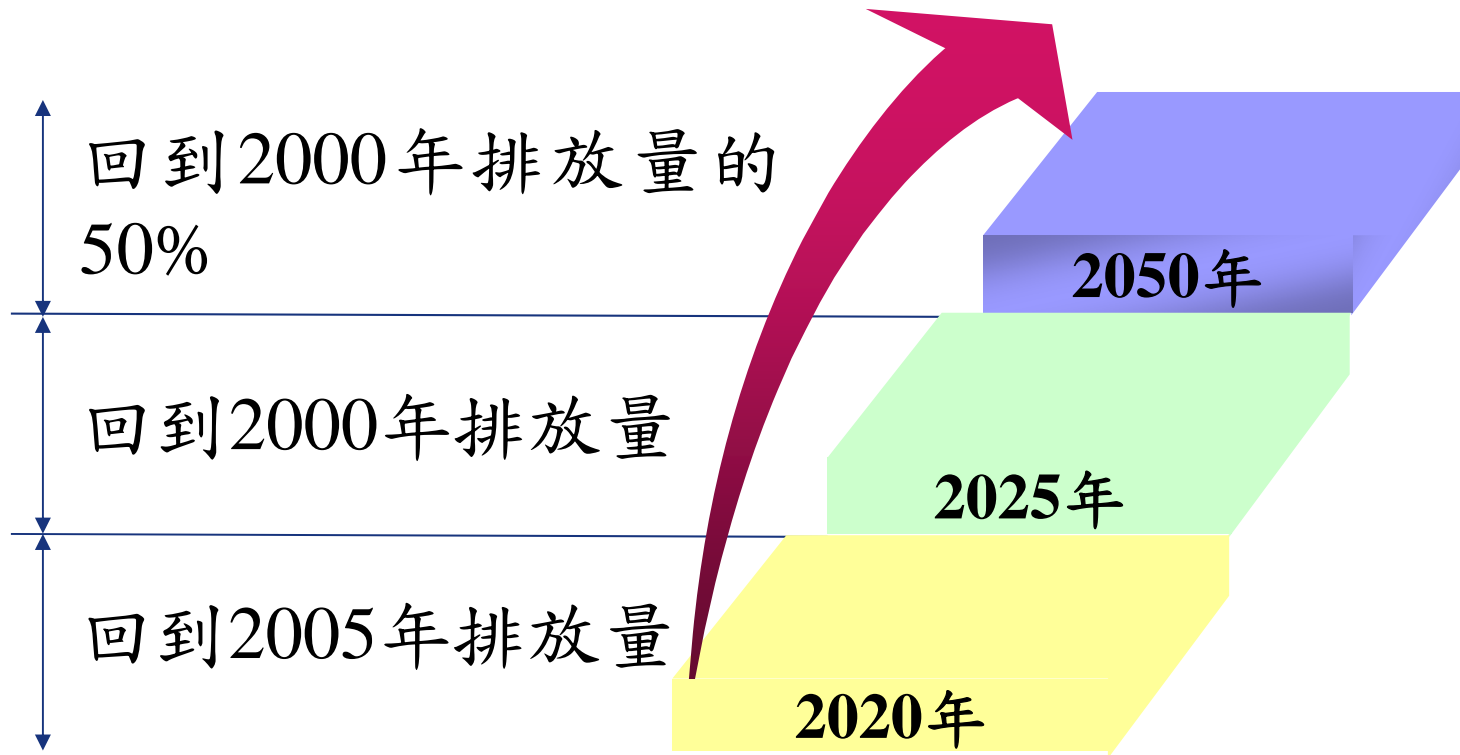
太陽能、風力、水力、地熱、生質能



### 碳捕捉與封存

二氧化碳捕獲、轉化、封存

# 台灣減緩行動目標

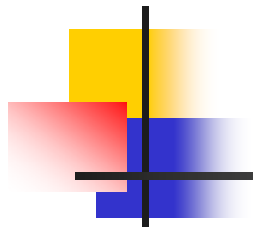




# 聯合國氣候變遷減緩策略







# ■ 再生能源

# 再生能源

## 再生能源的種類



太陽能



風力能



生質能



水力能



海洋能



地熱能

## 背景說明

- 全球正處在**能源轉型**的關鍵時代，**綠色能源**將是驅動**經濟發展**的新引擎。
- 台灣已推動**綠能科技產業創新方案**，以國內綠色需求為基礎，引進國內外大型投資，增加優質就業並帶動我國綠能科技及產業的躍升。
- 2025能源政策目標
  - ✓ 非核家園：核能▼0%
  - ✓ 能源配比：燃煤▼30%、燃氣▲50%、**再生能源▲20%**

2016發電占比(%)		
火力	燃煤	45.4
	燃氣	32.4
	燃油	4.2
核能		12.0
再生能源		4.8
抽蓄水力		1.2

2025發電占比(%)		
火力	燃煤▼	30
	燃氣▲	50
核能▼		0
再生能源▲		20



# 綠能科技創新產業

打造綠能科技  
研發與產業重鎮

創新綠能科技園區：台南沙崙(研發中心)

產業群聚(全台灣)

科技研發

國際連結

節能

創能

儲能

系統整合

- 智慧電網與電表
- 節能設備、能源  
資通訊
- 汽電共生、熱電  
整合等

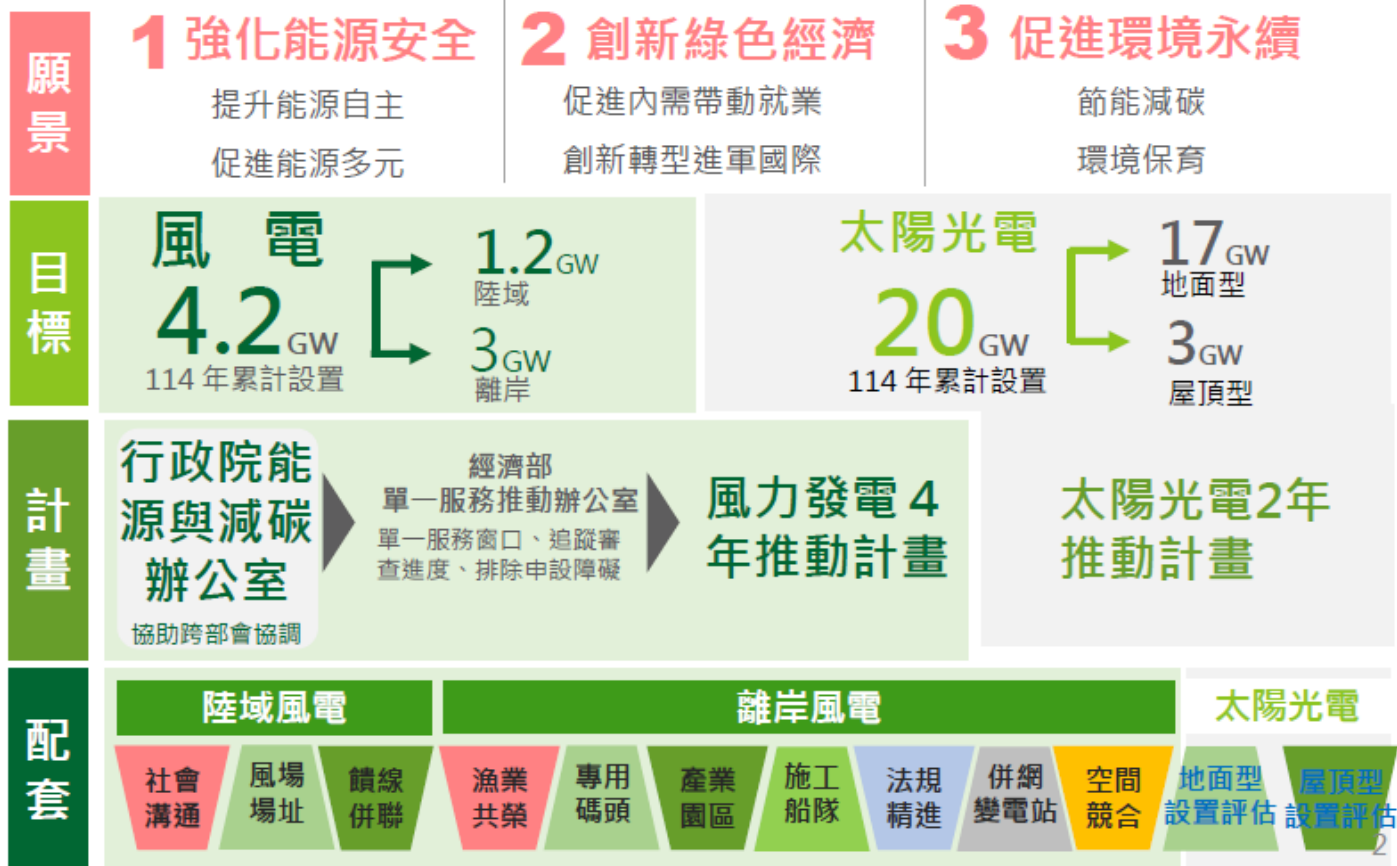
- 太陽光電
- 離岸風電
- 生質能、地熱、  
海洋能等

- 鋰電池、氫能與  
燃料電池
- 電力品質提升與  
調度技術

- IOT、ESCO、顧問諮  
詢產業
- 系統整合商

# 我國綠能政策之推動策略

## 願景、目標、政策及配套



資料提供：經濟部

# 身體力行 節能減碳

- ✓ **冷氣控溫不外洩**：少開冷氣，多開窗；非特定場合不穿西裝領帶；冷氣控溫26-28°C且不外洩。
- ✓ **隨手關燈拔插頭**：隨手關燈關機、拔插頭；檢討採光需求，提升照明績效，減少多餘燈管數。
- ✓ **省電燈具更省錢**：將傳統鎢絲燈泡逐步改為省電燈泡，一樣亮度更省電、壽命更長、更省錢。
- ✓ **節能省水看標章**：選購環保標章、節能標章、省水標章及EER值高的商品，節能減碳又環保。
- ✓ **鐵馬步行兼保健**：多走樓梯，少坐電梯，上班外出常騎鐵馬，多走路，增加運動健身的時間。
- ✓ **每週一天不開車**：多搭乘公共運輸工具；減少一人開車騎機車次數；每週至少一天不開車。
- ✓ **選車用車助減碳**：選用油氣雙燃料、油電混合或電動車輛與動力機具，養成停車就熄火習慣。
- ✓ **多吃蔬食少吃肉**：愛用當地食材；每週一天或每日一餐蔬食；吃多少點多少，減少碳排量。
- ✓ **自備杯筷帕與袋**：自備隨身杯、環保筷、手帕及購物袋；少喝瓶裝水；少用一次即丟商品。
- ✓ **惜用資源顧地球**：雙面用紙；選用再生紙、省水龍頭及馬桶；不用過度包裝商品；回收資源。



■ 騎車一公里 = 0.062公斤碳



■ 開車一公里 = 0.25公斤碳



■ 搭一層電梯 = 0.218公斤碳



■ 開冷氣1小時 = 0.621公斤碳



■ 1度水 = 0.194公斤碳



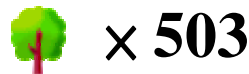
■ 1度電 = 0.638公斤碳



■ 100公克肉 = 3.64公斤碳



■ 1份牛排肉 = 16.5公斤碳



代表需要一棵樹耗費一天的時間才能將二氧化碳吸收完畢

# 畜牧業的暖化效應

- 2006年聯合國糧食及農業組織(FAO)評估報告：畜牧業溫室氣體排放量佔全球總量18%。
- 2009年世界銀行報告：畜牧業溫室氣體排放量佔全球總量50%。

## 二氧化碳

- 大部分是由於草場和用來生產飼料作物的可耕地擴大導致
- 畜牧業佔9%的排放量

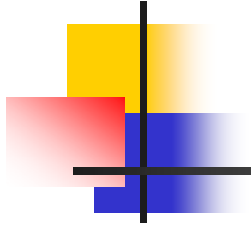
## 甲烷

- 主要來自反芻動物腸內發酵
- 暖化潛能是二氧化碳的23倍
- 畜牧業佔35~40%的排放量

## 氧化亞氮

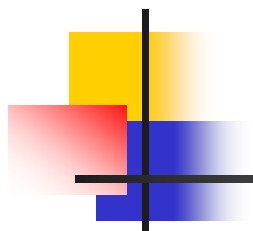
- 主要來自廢肥
- 暖化潛能是二氧化碳的296倍
- 畜牧業佔65%的排放量

96



**Thank you for your attention !**





---

# ■ DELETE

# 氣候變遷形成、特性與威脅

氣候變化  
現象  
雨量改變

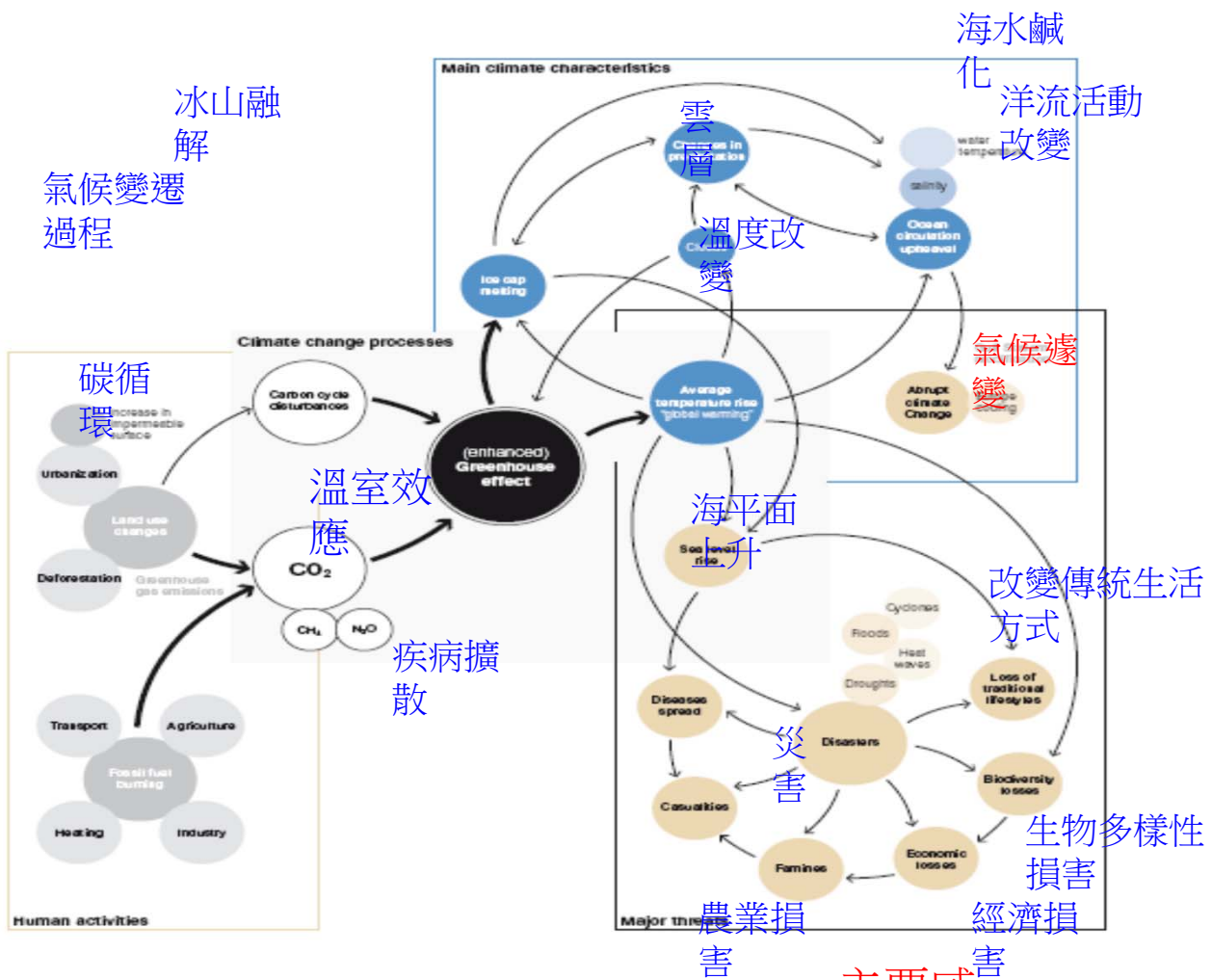
土地使用  
改變

燃燒化石  
燃料

增加地表  
傷害

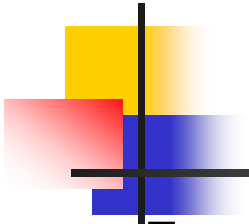
排放  
GHG

人類活  
動



主要威  
脅





「這是最美好的時代，也是最壞的時代；這是智慧的時代，也是愚蠢的時代；這是篤信的時代，也是疑慮的時代；這是光明的季節，也是黑暗的季節」。英國大文豪查理斯-狄更斯(Charles Dickens)在《雙城記》一書作如是開場引言。雖然時光移轉近百年，對照今天地球的情境，我們面臨同樣的困境。地球看似欣欣向榮的繁榮景象，卻是內藏危機重重的生態難題。2016年李奧納多(Leonardo DiCaprio)因為『神鬼獵人』一片，勇奪奧斯卡金像獎最佳男主角。『神鬼獵人』敘述人與自然環境的關係，原木叶片預計只在上海





# 全球氣候系統變化觀察

[http://www.chinesege.org.tw/geonline/html/publish/publish\\_pub.php?Pub\\_Sn=151&Sn=2218](http://www.chinesege.org.tw/geonline/html/publish/publish_pub.php?Pub_Sn=151&Sn=2218)

全球暖化的危機何嘗不是一個轉機，《周易》「習險解難」之道，啟示我們要敬畏自然，向大自然學習，要維持人與環境的和諧的倫理關係，如此才能化險為夷，化危機為轉機。而習險解難之道，其實就是憂患意識思想的實踐之道。我們要敬畏自然，向大自然學習，要維持人與環境的和諧倫理關係。此外，還要有正向的環境態度、發展環境友善的科技與綠色經濟等具體作為，如此才能化險為夷、趨吉避凶。

。

包括大學通識教育制度在內的任何制度恆處於變革之中，《莊子·天運》云：「禮義法度者，應時而變者也」，郭象(252-312)注：「彼以為美而此或以為惡，故當應時而變，然後皆適也。」成玄英疏云：「帝王之迹，蓋無常準，應時而變，不可執留，豈得膠柱刻船，居今行古也！」<sup>1</sup>這些講法很能說明：一切制度皆無常準，「應時而變，然後皆適也」，我們也應該以這樣的態度，來思考包括臺大在內的通識教育制度的變革。



# 蘇軾〈赤壁賦〉

✓自其變者而觀之，則天地曾不能以一瞬；

若從變的角度來看，那麼天地間的一切萬物竟不能有一刻的時間永恆不變；

古希臘哲學家赫列克-裏特斯即說：[世上唯一永恆不變的事，就是事物不斷在改變。]

✓自其不變者而觀之，則物與我皆無盡也；

從不變的角度來看，則萬物和我的生命都是同樣永遠存在

生命永遠處在無常的狀態。名利無常、權位無常、氣候無常、悲歡無常、生死無常了一切都不停地變化。

逝者如斯，而未嘗往也；盈虛者如彼，而卒莫消長也

江水流轉不停，然千古以來江水依然；月亮盈虛圓缺，然本體始終未嘗增減。

天地萬象，變中也有不變者。

# 蘇軾〈赤壁賦〉

✓ 逝者如斯，而未嘗往也；  
盈虛者如彼，而卒莫消長也；

✓ 江水流轉不停，然千古以來江水依然；月亮盈虛圓缺，然本體始終未嘗增減。天地萬象，變中也有不變者。



✓ 自其變者而觀之，則天地曾不能以一瞬；

若從變的角度來看，那麼天地間的一切萬物竟不能有一刻的時間永恆不變；

古希臘哲學家赫列克-里特斯即說：**【世上唯一永恆不變的事，就是事物不斷在改變。】**

✓ 自其不變者而觀之，則物與我皆無盡也；

從不變的角度來看，則萬物和我的生命都是同樣永遠存在

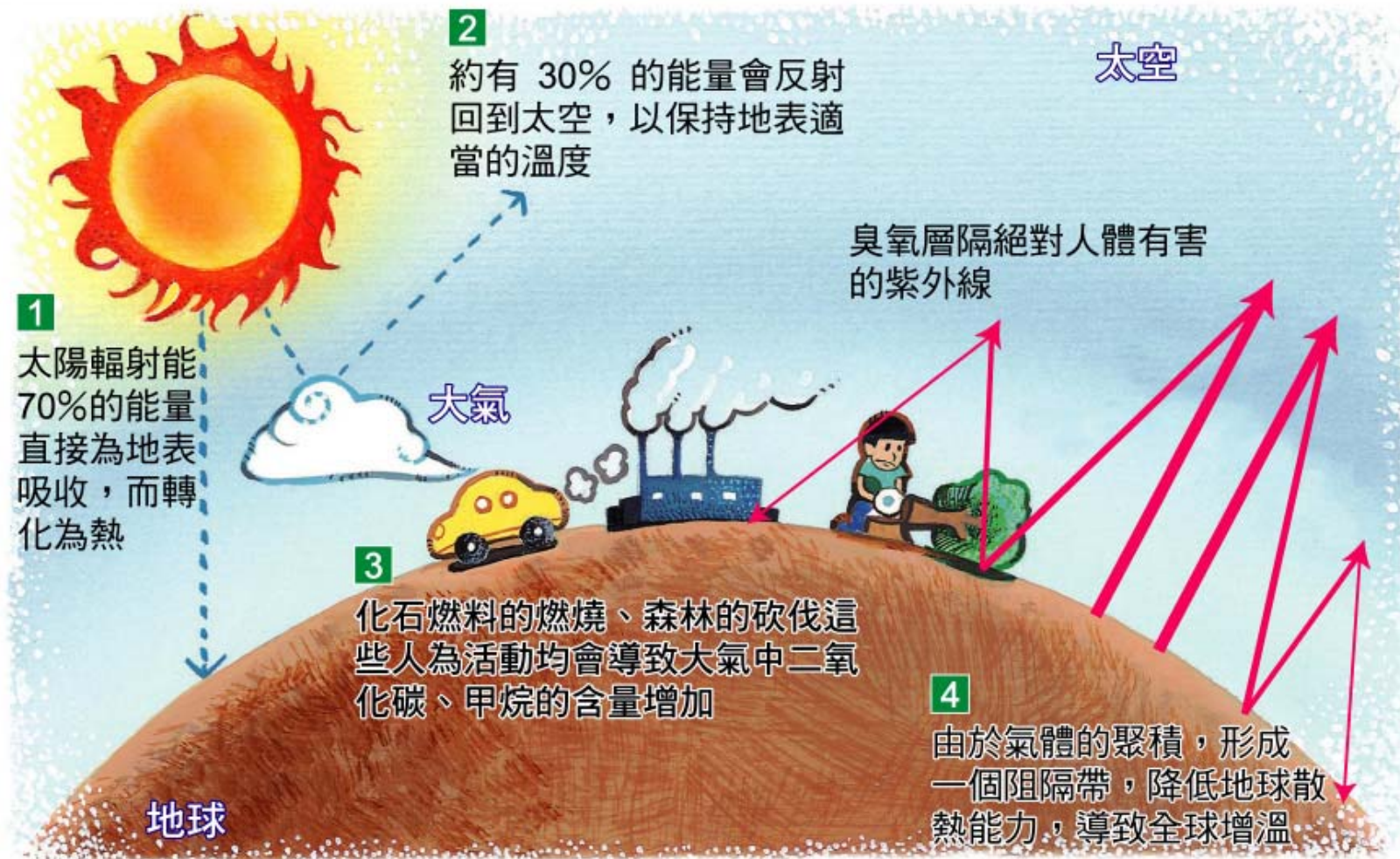
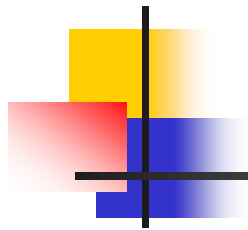


# 結論

---

- 「渡過盧比孔河」 (Cross the Rubicon)
- 調適 (Adaptation)-治標 @暖化的減緩與調適  
5:43
- 減緩 (Mitigation) -治本 @暖化的減緩與調適  
2:38







# 對抗全球暖化個人能做的事情

減少垃圾

資源回收

少開車，多走路、多騎單車、多使用大眾捷系統

使用綠色能源

使用短的蓮蓬頭

安裝出水量少的蓮蓬頭

未使用的電器，把插座拔離，這些都是個人可以做的





# 對抗全球暖化個人能做的事情

- 換新節能路燈
- 改用省電燈泡
- 不打領帶，少洗衣服
- 多開窗戶，少開冷氣
- 吃新鮮的、當地的食物最好
- 檢查車胎，淨空後車廂
- 支持綠色消費
- 多使用網路
- 多種竹子
- 動手計算自己的二氧化碳排放量