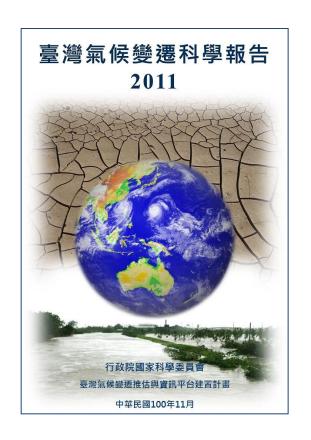
臺灣氣候變遷趨勢特徵與未來推估 一臺灣氣候變遷科學報告2011



演講人: 許晃雄 研究員中研院環境變遷研究中心

科學報告架構

精簡版

- 關鍵議題
- 執行摘要
- 總摘要

完整版

- 關鍵議題
- 執行摘要
- 總摘要
- 一~六章完整內容

「臺灣氣候變遷科學報告2011」下載網址:

http://satis.ncdr.nat.gov.tw/ccsr/

約16萬字

科學報告架構與參與人員

第一章 全球氣候變遷觀測

• 周佳、劉紹臣

第二章 東亞/西北太平洋氣候變遷

• 隋中興、<mark>吳宜昭</mark>、許晃雄、Joo-Hong Kim、劉鵬、湯寶君、周佳、盧孟明、黃威凱、楊竣凱

第三章 氣候自然變異與年代際變化

• 許晃雄、羅資婷、洪致文、洪志誠、李明營、陳雲蘭、黃威凱、盧孟明、隋中興

第四章 臺灣地區氣候變遷

• 盧孟明、卓盈旻、曾于恆、徐堂家、李清縢、林昀靜、李思瑩

第五章 未來氣候變遷推估

• **陳正達**、許晃雄、盧孟明、隋中興、周佳、翁叔平、陳昭銘、林傳堯、鄭兆尊、朱容練、吳宜昭、卓盈旻、陳重功、張雅茹、林士堯、林修立

第六章 氣候變遷與災害衝擊

陳亮全、林李耀、陳永明、張志新、陳韻如、江申、于宜強、游保杉、周仲島

參與單位 (10):43人

中央研究院環境變遷研究中心、國家災害防救科技中心、臺灣大學大氣科學系、臺灣師範大學地球科學系及海洋環境科技所、交通部中央氣象局、臺灣師範大學地理學系、臺北教育大學自然科學系、高雄海洋科技大學航海科技研究所、成功大學成大水利及海洋工程學系

演講大綱

什麼是氣候變遷?那些現象是氣候變遷?那些不是?

IPCC在氣候變遷研究上之貢獻為何?全球氣候變遷的研究成果?

相對於全球的氣候變遷趨勢,臺灣整體的變遷趨勢為何?

什麼是降尺度?臺灣降雨溫度變遷趨勢推估?

推估資料之使用極限與不確定性說明。

結語

什麼是氣候變遷?那些不是?

氣候變遷的定義

- 《政府間氣候變遷專門委員會》(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)定義氣候變遷為氣候狀態的變化,這種變化可由其特性的平均值及/或變動的改變來辨別,且此改變持續一段時期,通常達數個年代或更長。
- 《聯合國氣候變化綱要公約》(United Nations Framework Convention on Climate Change , UNFCCC) 進一步將氣候變 遷定義為 "在相當的比較時期中,所觀測到的自然氣候變 化之外的氣候變化,此改變可直接或間接歸因於人類活動 所導致大氣組成改變的影響('a change of climate which is attributed directly or indirectly to human activity that alters the composition of the global atmosphere and which is in addition to natural climate variability observed over comparable time periods'). "。因此,UNFCCC 所指的氣候變遷專指因人類 活動導致大氣組成改變而引起的氣候變化,與自然原因所 導致的氣候變化做出了明確的區分。

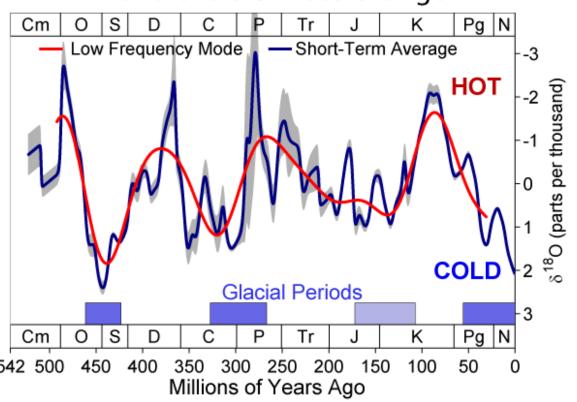
自然因素造成的氣候變化

自然因素:太陽強度變化、板塊與造山運動、溫鹽環流、日地關係、太陽黑子的長期變化、火山爆發、海洋大氣陸地交互作用等

過去5億年的全球溫度變化 (週期: 億年)

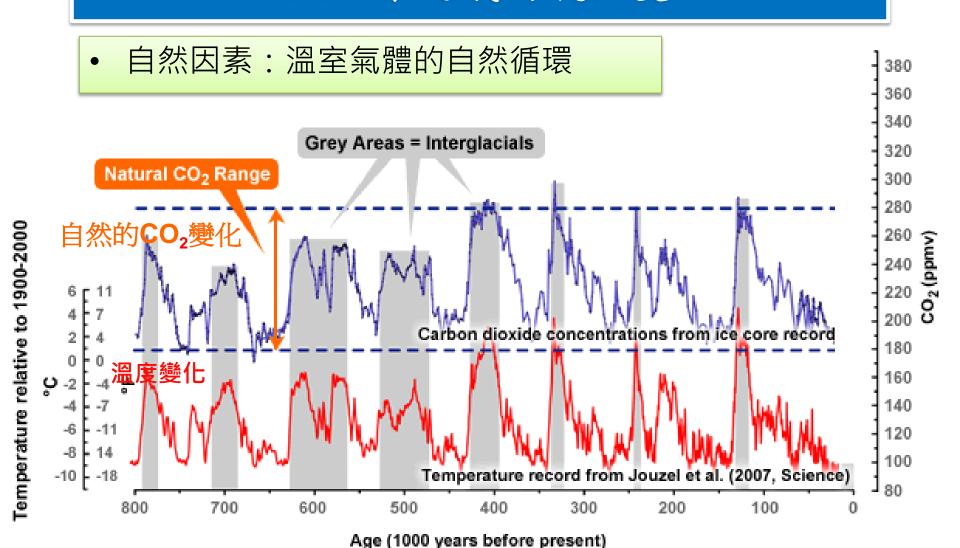
Phanerozoic Climate Change





火山爆發

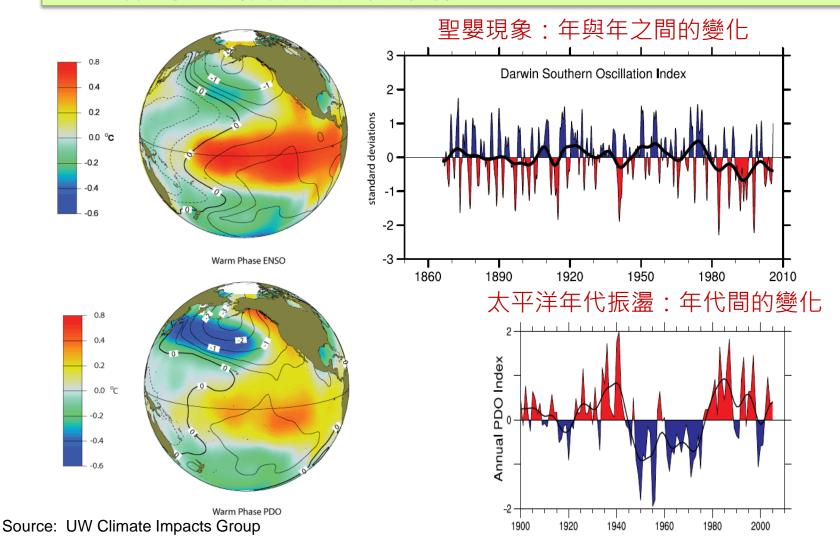
自然因素造成的氣候變化



Courtesy of Dieter Luthi

自然因素造成的氣候變化

• 自然因素:地球氣候系統(海洋大氣陸地...等)間的交互作用造成的自然氣候變化

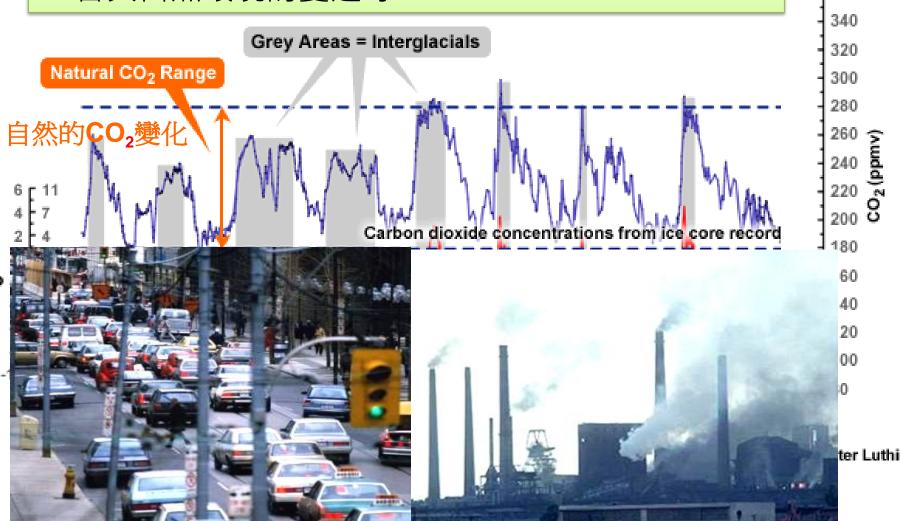


人為因素造成的氣候變化

380

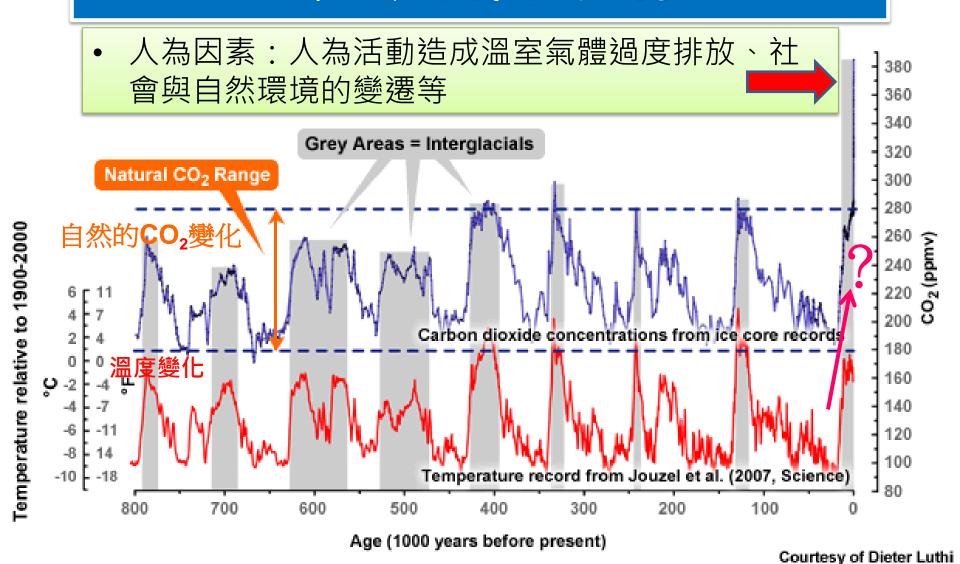
360

人為因素:人為活動造成溫室氣體過度排放、社會與自然環境的變遷等

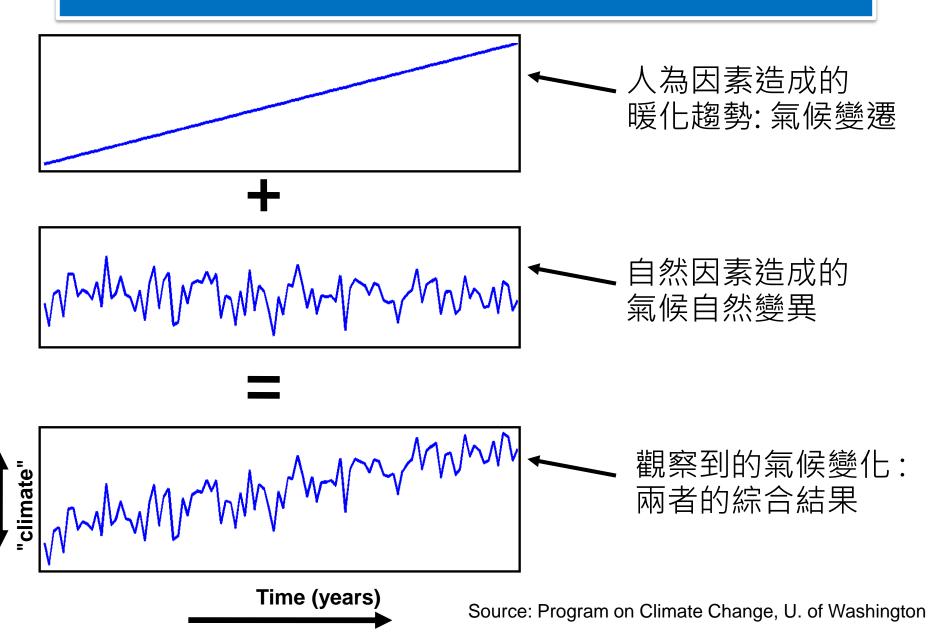


Temperature relative to 1900-2000

人為因素造成的氣候變化



氣候變遷與氣候自然變異



IPCC在氣候變遷研究上之貢獻為何? 全球氣候變遷的研究成果?

氣候變遷研究的科學權威:政府間氣候變遷專門委員會(IPCC)

政府間氣候變遷專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)由世界氣象組織(WMO)與聯合國環境規劃署(UNEP)於1988年所成立

1990

第一次評估 報告,催生 聯合國氣候 變化綱要公 (UNFCCC)

1995

第二次告 Climate Change 1995,催 生京書

2001

第三次評 估報告 Climate Change 2001

2007

第四次評 估報告 Climate Change 2007

有關氣候變遷最為 完整的報告,為近 年來氣候變遷研究 與決策的重要參考 依據 較第三次評估報告 使用更多的資料、 更高解析度的模式, 對氣候變遷的不確 定性描述大幅減少

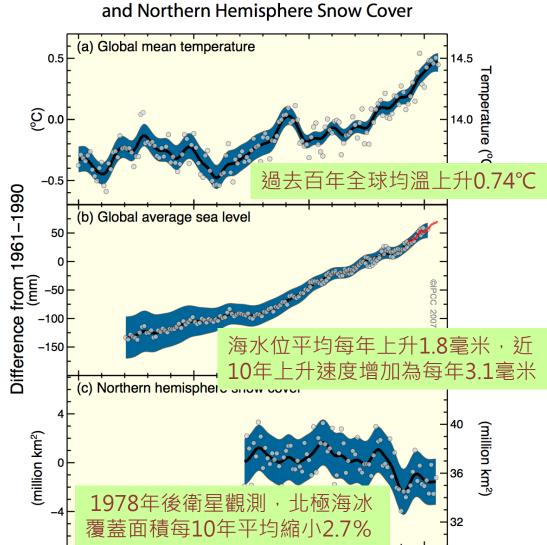
第四次評估報告觀察到的重要氣候變遷

全球平均溫度升高

全球平均海平面高度升高

北半球冰雪覆蓋面積減少

Changes in Temperature, Sea Level and Northern Hemisphere Snow Cover



1950

2000

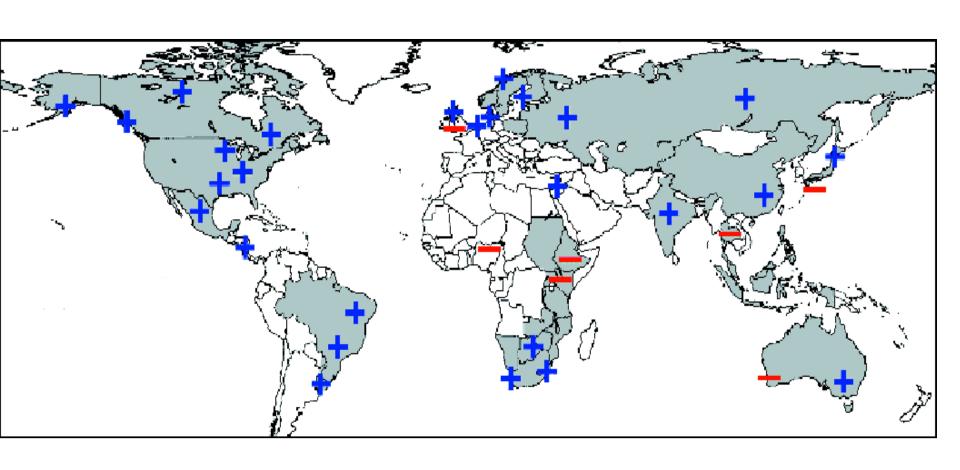
1900

Year

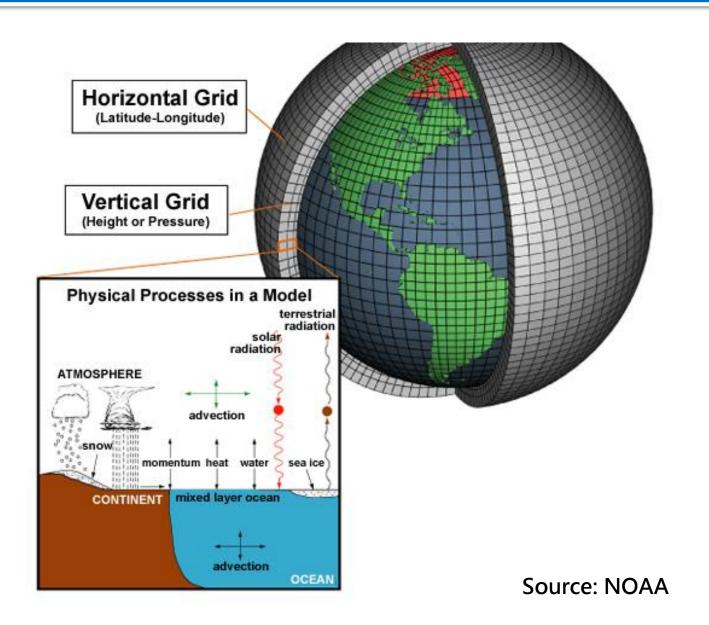
1850

第四次評估報告觀察到的重要氣候變遷

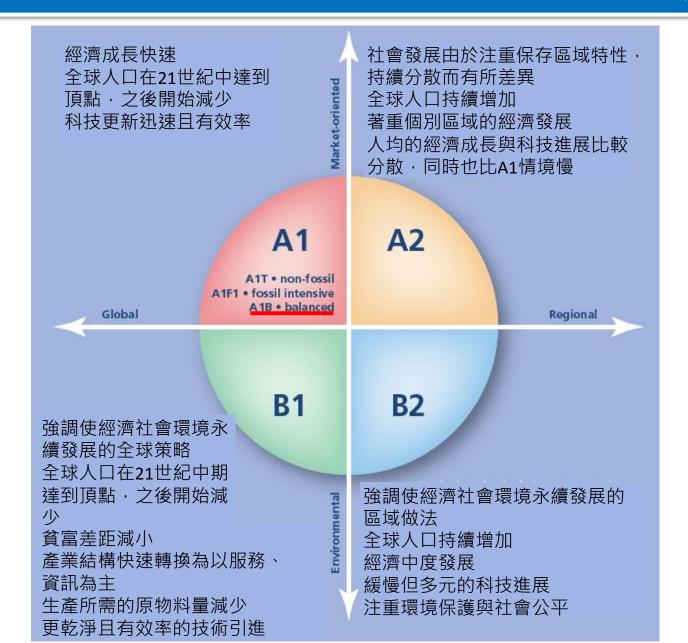
大部分陸地的劇烈降雨有增加趨勢



全球氣候模式是推估未來氣候的主要科學工具

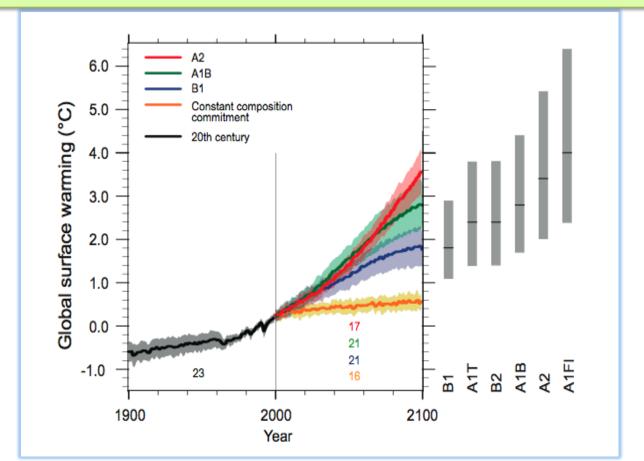


未來氣候變遷推估:各種溫室氣體排放情境



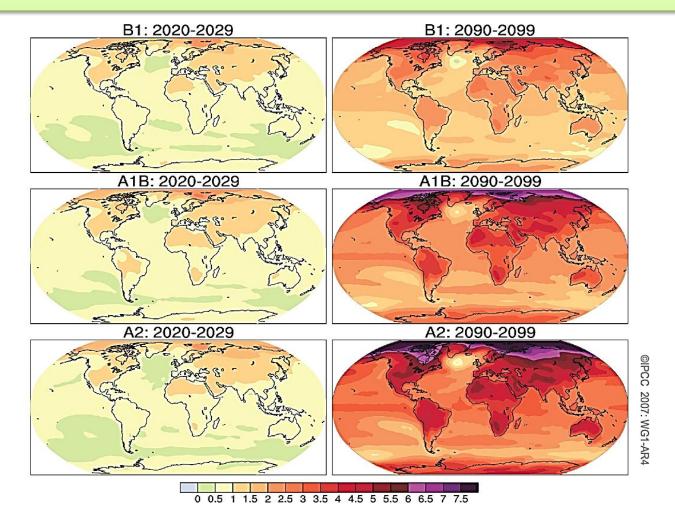
未來可能的增溫

- 雖無法確定增溫程度,所有研究均指出人為影響下,全球持續暖化可能性極高
- 利用不同的情境假設,氣候模式估計的2100年全球氣溫增溫平均值最佳估計為增暖 2.8℃,可能範圍是1.8℃~4.0℃。溫室氣體低排放情境 (B1) 下增溫1.8℃ (可能範圍1.1℃~2.9℃),以及最嚴重的溫室氣體排放情境 (A1FI)下增溫 4.0℃ (可能範圍2.4℃~6.4℃).



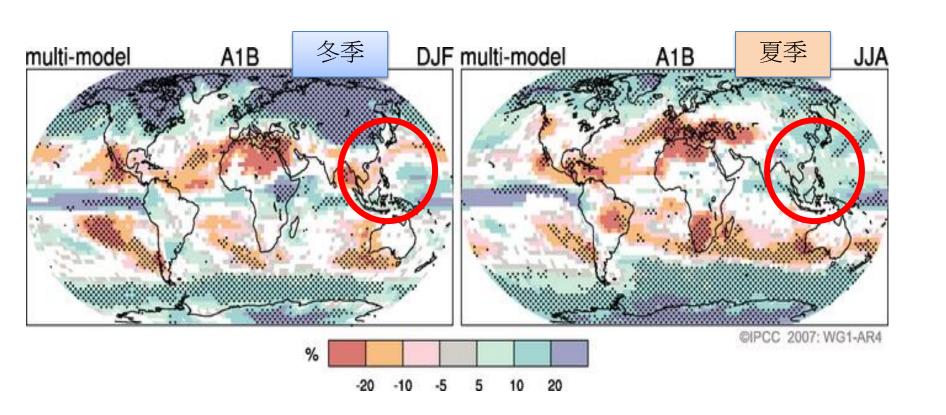
未來可能的增溫

氣候模式推估在本世紀末時,**陸地與北半球的極區溫度上升較顯著,南冰洋與部份北大西洋的表面溫度增暖較小**。極區的溫度上升以冬季較大,夏季較小



未來降雨型態可能改變

高緯度地區雨量增加,副熱帶陸地地區雨量減少。東亞地區雨量 夏天增加、冬天減少,全球乾濕季越趨明顯的趨勢在21世紀將持 續維持,台灣地區出現降雨兩極化的機率也偏高。



全球氣候變遷:過去與未來

IPCC 2007第四次評估報告

過去100年

- 全球平均溫度上升0.74℃
- 海水位平均每年上升1.8毫米,近 10年上升速度增加為每年3.1毫米
- 劇烈降雨與乾旱的頻率與強度有增加趨勢
- 發生極端高溫的頻率增高
- 強烈颱風(颶風)的數目在北大西洋有所增加

未來100年

- 未來溫度將上升1.8℃~4℃,極端 情況將上升6.4℃
- 海平面高度預估平均上升10~20公分分,最嚴重將高達59公分
- 熱浪及豪大雨之頻率極可能會持續增多,乾旱的強度與頻率將會增加
- 預估東亞地區的冬天雨量減少、夏 天雨量增加

相對於全球的氣候變遷趨勢, 臺灣整體的變遷趨勢為何?

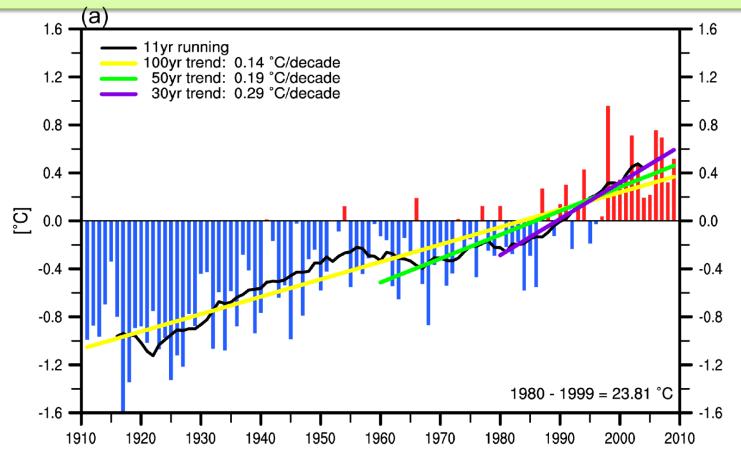
溫度變遷趨勢

- 臺灣平地年平均溫度在1911年至2009年期間 上升了1.4℃,增溫速率相當於每10年上升 0.14℃,較全球平均值高(每10年上升 0.074℃)。
- 臺灣近30年 (1980~2009) 氣溫的增加明顯加快,每10年的上升幅度為0.29℃,幾乎是百年趨勢值的兩倍,與IPCC第四次評估報告結論一致。
- 報告中澄清臺灣的年增溫率計算方法,並說明 全球增溫有地域性的差異,增溫速率較全球平 均值高,並非臺灣獨有的現象。

臺灣平地年均溫百年變遷趨勢

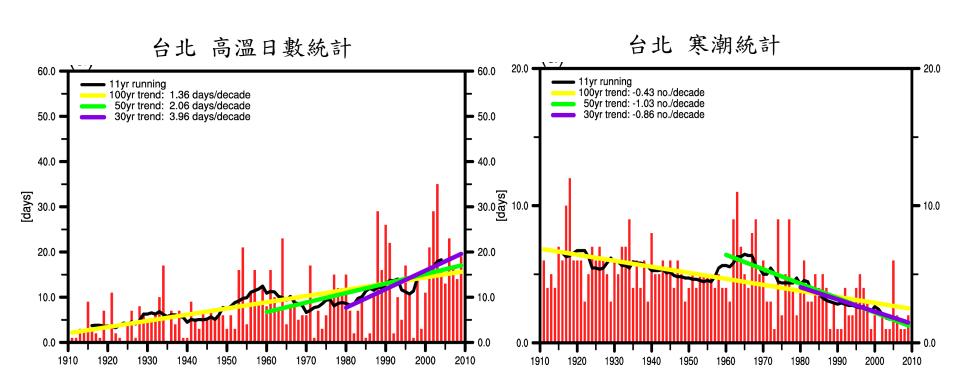
(臺北、臺中、臺南、恆春、臺東、花蓮六個具百年以上測站記錄)

- 臺灣平地年平均溫度在1911年至2009年期間上升了1.4℃,增溫速率相當於每10年上升0.14℃,較全球平均值高(每10年上升0.074℃)。
- 臺灣近30年 (1980~2009) 氣溫的增加明顯加快,每10年的上升幅度為
 0.29℃,幾乎是百年趨勢值的兩倍,與IPCC第四次評估報告結論一致。

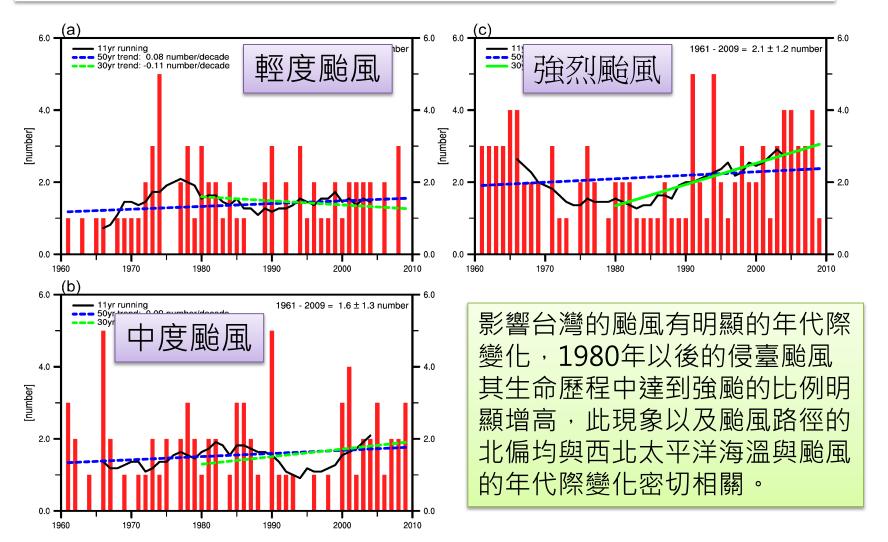


極端高溫日數增加、低溫日數減少

台灣地區高溫日數增加,寒潮事件發生頻率逐漸減少,且強度也有逐漸減弱的趨勢。



影響台灣颱風個數與強度統計



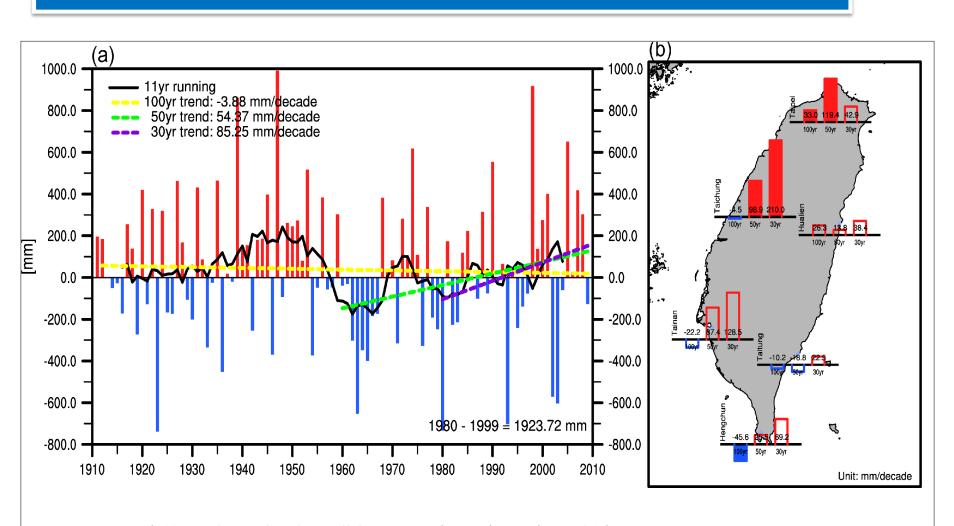
「影響臺灣颱風」在生命史中為 (a) 輕度,或曾達 (b) 中度,(c) 強烈颱風個數統計。

雨量變遷趨勢

- 台灣年平均雨量雖有數十年尺度的乾濕變化 特徵,100年的線性變化趨勢並不明顯。
- 臺灣降雨日數有較一致的變化,普遍呈現減少的趨勢。
- 大豪雨日數(日雨量大於200mm)在近50年 和近30年有明顯增多的趨勢,存在著大約 50~60年週期的年代際變化現象。

臺灣平地年均雨量變遷

(臺北、臺中、臺南、恆春、臺東、花蓮六個具百年以上測站記錄)

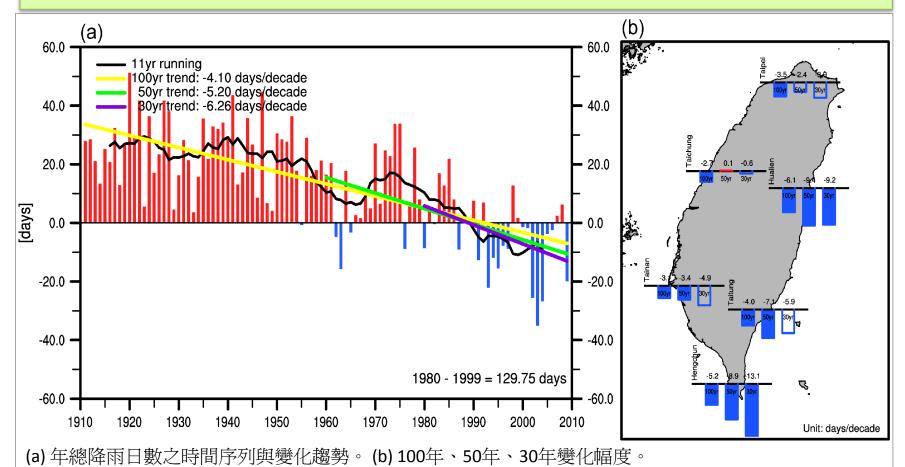


(a) 年總雨量之時間序列與變化趨勢。 (b) 100年、50年、30年變化幅度。 實心長條圖表示變化趨勢通過95%的信心度檢定,空心長條則表示未通過。

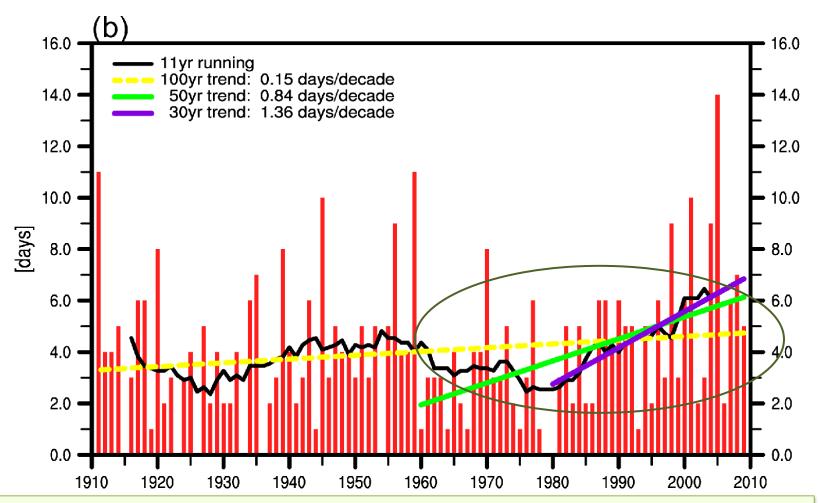
臺灣平地年總降雨日數有減少趨勢

- 全島平均的年總降雨日數不論是在100年、50年與30年都有明顯下降的趨勢。
- 100年趨勢為每10年減少4天,30年則增至每10年減少6天

實心長條圖表示變化趨勢通過95%的信心度檢定,空心長條則表示未通過。



臺灣大豪雨日數統計



臺灣地區大豪兩日數在近30年有明顯增多的趨勢,大約有50~60年週期的年代際變化現象。小兩日數則大幅度減少,百年趨勢為每10年減少2天,而近30年增加為每10年減少4天。

海平面高度趨勢

臺灣周遭海域驗潮站測得的海平面高度資料分析結果顯示1993~2003年間臺灣附近的平均海平面上升速率為每年5.7mm,略高於衛星所測得的每年5.3mm,遠大於全球平均值 (1961~2003年間全球海平面高度平均每年上升約1.8mm,1993~2003年間則平均每年上升約3.1±0.7mm)。

	1993~2003	1961~2003	1955~2003	Entire periods
Hong Kong (HK)	4.0	2.1	0.2	0.6 (1951~2006)
Kaohsiung (KS)	7.3	4.9	3.4	1.9 (1949~2006)
Xiamen (XM)	7.8	2.7	2.3	2.3 (1955~2003)
Penghu (PH)	17.1	4.3	11.0	10.5 (1956~2006)
Keelung (KL)	-0.34	0.8	0.5	0.8 (1948~2006)
Kanmen (KM)	2.0	1.7	-	1.4 (1960~2007)
NASE (NS)	4.3	0.4	-	-0.1 (1959~2007)
NAHA (NH)	3.5	2.51	-	3.4 (1968~2007)
Mean (tide gauges)	5.7	2.4	3.5	
Mean (altimetry)	5.3			5.0 (1993~2007)
Global (IPCC, 2007)	3.1	1.8		

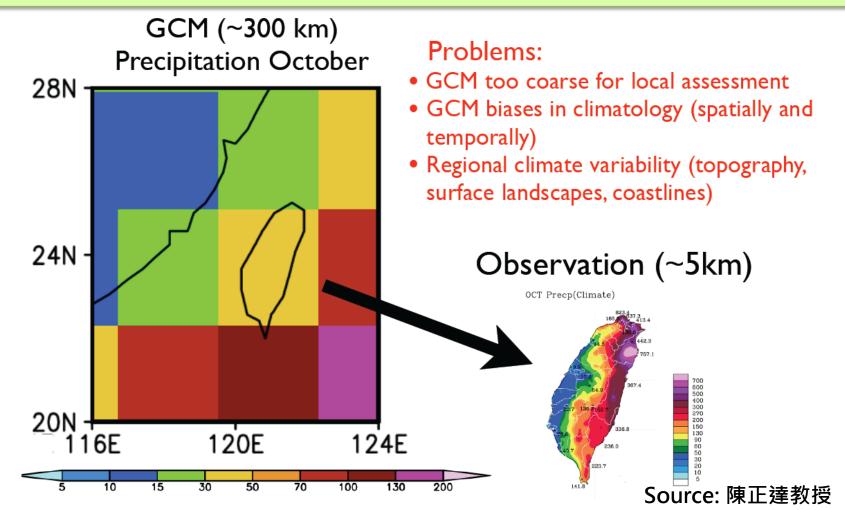
臺灣周遭海域海 平面高度上升的 可能的原因:

- 近幾十年東太平洋海平面持續下降、
- 西太平洋海平 面持續上升、
- 聖嬰現象等氣 候現象的影響, 以及
- 鄰近海域 (如南海) 海平面的改變。

什麼是降尺度? 臺灣降雨、溫度變遷趨勢推估

降尺度可提升全球氣候模式模擬的空間解析度

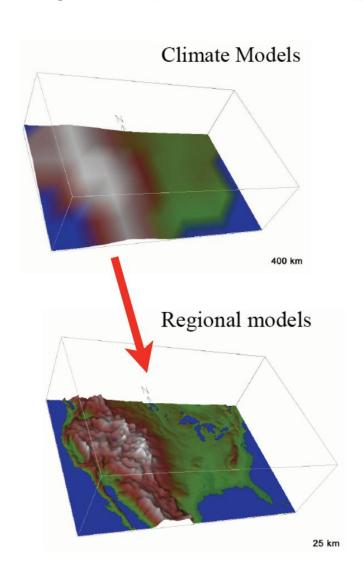
運用統計或動力方法將全球氣候模式模擬推估的較低解析度資料 (IPCC AR4 平均資料網格點距離約300公里) 降尺度 (亦即提升空間解析度到數十公里或更小),推估局地 (如臺灣) 氣候變遷。

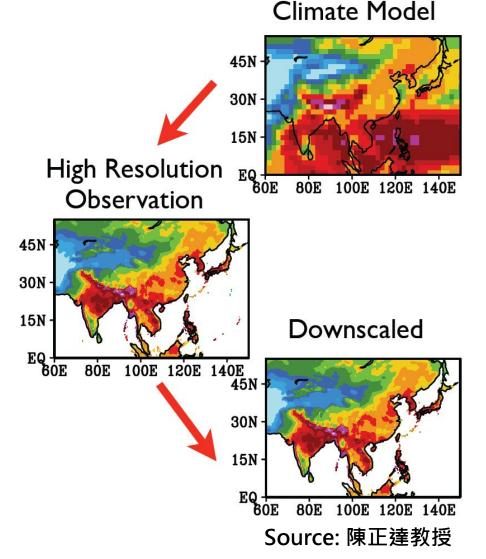


降尺度技術:動力與統計降尺度

Dynamical Downscaling

Statistical Downscaling





降尺度可產製高空間解析度氣候推估資訊供衝擊評估使用

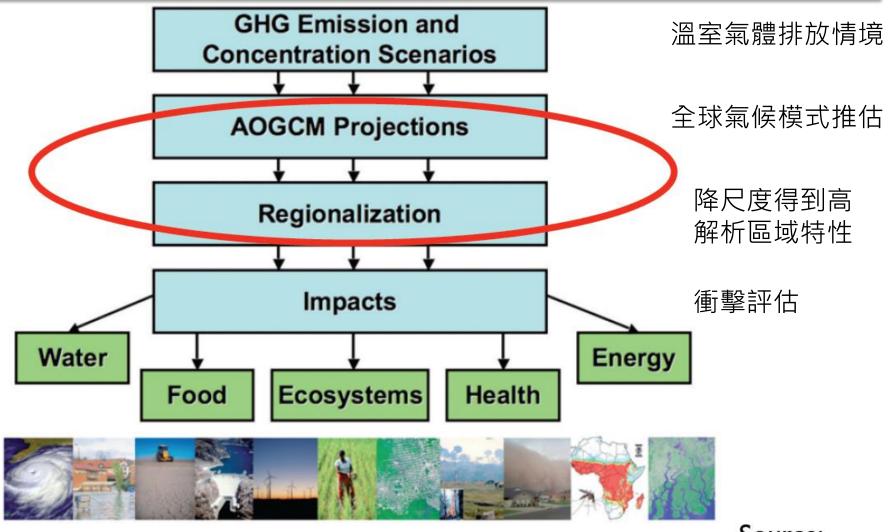


Figure 3 — Schematic depiction of the steps involved in the production of climate change information usable for impact assessment work via regionalization methods

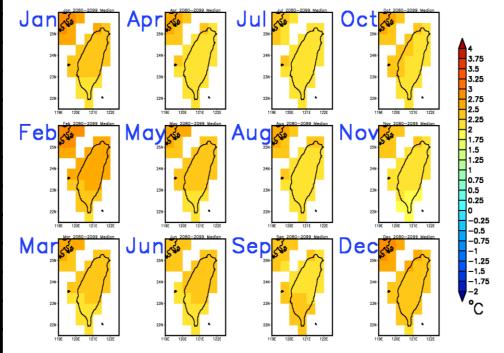
Source: Giorgi (2008)

A1B情境下臺灣地區未來溫度變化推估

(2080~2099年減去1980~1999年平均)

	近地表氣溫平均變化 (°C)							
區域	季節	最小	10	25	50	75	90	最大
	冬(DJF)	1.1	1.4	1.9	2.4	2.9	3	3.7
北 臺	春(MAM)	1.6	1.7	1.9	2.3	2.6	2.7	3.5
灣	夏(JJA)	1.2	1.4	1.9	2.3	2.6	3	3.6
	秋(SON)	1.3	1.4	2	2.2	2.7	3	3.5
	冬(DJF)	1.1	1.3	1.8	2.3	2.7	3.1	3.4
中臺	春(MAM)	1.6	1.6	1.9	2.3	2.6	2.8	3.5
灣	夏(JJA)	1.2	1.4	1.9	2.2	2.6	3	3.6
	秋(SON)	1.3	1.4	2	2.2	2.7	2.9	3.4
	冬(DJF)	1	1.4	1.8	2.2	2.5	2.9	3.2
南臺	春(MAM)	1.5	1.6	1.8	2.2	2.4	2.7	3.3
室 灣	夏(JJA)	1.2	1.3	1.9	2.1	2.5	2.9	3.7
	秋(SON)	1.2	1.4	1.9	2.1	2.6	2.8	3.4
	冬(DJF)	1	1.3	1.9	2.3	2.7	2.9	3.5
東臺	春(MAM)	1.6	1.6	1.8	2.2	2.6	2.7	3.5
灣	夏(JJA)	1.2	1.3	1.9	2.2	2.6	2.9	3.7
	秋(SON)	1.2	1.4	2	2.2	2.7	2.9	3.5

區域季節平均變化中位數介於 2.1℃~2.4℃間,**北臺灣較南臺灣的增** 溫幅度略高,而秋季較其他季節略低

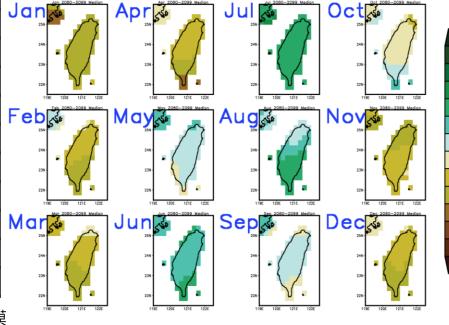


A1B情境下臺灣地區未來雨量變化推估

(2080~2099年減去1980~1999年平均)

	降水量平均百分比變化 (%)							
區域	季節	最小	10	25	50	75	90	最大
	冬(DJF)	-39	-34	-21	-13	0	6	30
北 臺	春(MAM)	-24	-23	-15	-3	8	13	20
室灣	夏(JJA)	-12	-10	-3	13	26	36	43
	秋(SON)	-25	-23	-12	-3	11	14	38
	冬(DJF)	-41	-38	-22	-15	0	6	34
中臺	春(MAM)	-27	-26	-18	-3	8	11	29
~ 灣	夏(JJA)	-9	-8	-4	15	28	34	47
	秋(SON)	-26	-20	-11	-2	14	18	47
	冬(DJF)	-37	-35	-23	-16	-2	6	35
南臺	春(MAM)	-31	-29	-22	-7	4	10	35
室灣	夏(JJA)	-16	-14	-3	19	28	34	52
	秋(SON)	-25	-20	-9	-1	15	22	55
	冬(DJF)	-37	-34	-20	-15	-1	6	26
東臺	春(MAM)	-27	-26	-19	-4	6	10	28
室灣	夏(JJA)	-14	-12	-3	16	28	33	43
	秋(SON)	-24	-21	-11	-3	13	18	48

模式推估未來冬季平均雨量多半是減少的,夏季平均雨量多是增加的。對於臺灣未來的水資源調配是一大挑戰。



降水量變化部分有標記顏色的表示其至少有**3/4**以上的模式都有相同的符號,橘色為減少。

臺灣未來趨勢推估

- 温度:多數氣候模式顯示A1B排放情境下21世紀末 臺灣地區的溫度上升幅度介於2.1℃至2.4℃之間 (相對於20世紀末)。
- 雨量:臺灣的未來冬季平均雨量多半都是減少的, 約有一半的模式推估減少幅度介於-1%至-23%之間。未來夏季平均雨量變化多數是增加的,約有 一半的模式認為未來夏季平均雨量變化介於+15% 至+45%之間。
- 這種原本多雨期間的雨量增加,而少雨季節雨量減少的未來發展情境,對於臺灣未來的水資源調配是一大挑戰。

推估資料之使用極限不確定性說明

未來氣候變遷推估的不確定性

·源自於對地球氣候系統瞭解的不足 與模式的不完善。

- 不同氣候模式對物理過程描述與模擬方式結構的差異,造成氣候系統複雜交互作用以及各種不同的正負反饋過程,所得到的地表氣溫與降水長期平均變化反應也還是可能有所差距。
- 許多重要的物理、化學、生物過程(例如碳循環、生態系統等)對於推估的未來氣候變遷,有一定程度的影響,但是尚未完整包含在目前的氣候模式中。

源自地球氣候系統的內部動力過程 與外部自然驅力的變化。

- 未來外部自然驅力(如太陽輻射量、火山噴發的懸浮微粒等)的變化無法預知,因此也未能被包括在目前的推估中。

未來發展情境的不確

定性

- 源自無法確定未來世界的實際發展情況,以及其所對應的溫室氣體排放量與濃度隨時間的變化。
- 過去IPCC設計了一些未來世界發展的故事情境,並據之規劃不同的數值模擬實驗,由24個全球氣候模式執行。但真實驗,由24個全球氣候模式執行。但真實的未來發展未必依循所設計的特定發展情境,也無法估算未來發展情境的可能發生與否,只能依據所選的未來情境討論。氣候推估資料使用者必須瞭解這些不同的未來情境以及其假設。

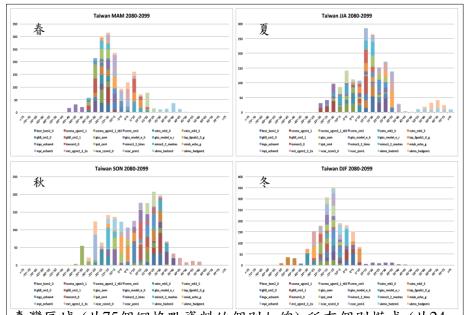
運用統計或動力方法將全球氣候模式模擬推估的較低解析度降尺度(亦即提升空間解析度),推估局地氣候變遷,會引進額外的誤差與不確定性。

- 一般而言,先前所提及的不確定性的範圍往往比降尺度方法所帶來的不確定性大。
- 降尺度方法所造成的誤差與雜訊,並不會明顯加大臺灣區域氣候變遷模擬推估的不確定範圍,但仍應量化降尺度過程所引進的不確定性。

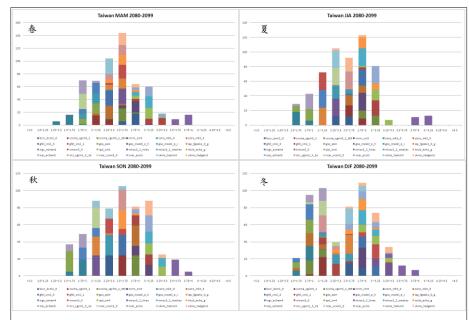
降尺度方法的影響

以機率密度函數的方式呈現科學推估知識的不確定性

- □運用機率方式科學與客觀地呈現上述氣候 模式差異、自然氣候變動以及降尺度方法 所疊加的不確定性估計,同時區域的自然 氣候變動特性也可以用以評估我們對未來 臺灣氣候變遷推估的信心度。
 - 多重氣候模式系集的客觀統計估算
 - 運用觀測資料與模式過去模擬表現的加權推估



臺灣區域 (共75個網格點資料的個別加總) 所有個別模式 (共24個氣候模式分別累計) 四個不同季節 平均 降水氣候百分比變化的機率密度函數分布。不同顏色代表不同氣候模式的結果,A1B為模式所用的未來情境,降水百分比變化單位:%。



臺灣區域(共24個網格點資料的個別加總)所有個別模式(共24個 氣候模式分別累計)四個**季節平均近地面氣溫平均值**變化的機 率密度函數分布。不同顏色代表不同氣候模式的結果,A1B為 模式所用的未來情境,氣溫變化單位:℃。

如何看待氣候變遷的不確定性

對臺灣而言,因為天氣系統複雜且面積很小,進行氣候變遷的未來推估複雜度與困難度相當高,尤其是在「量」的部分。

- 政府與民眾必須了解科學的極限與未來推估資訊可能的不確定性, 在氣候變遷的趨勢上進行風險溝通,如當極端天氣受氣候變遷影響可能有增加的趨勢,我們該如何因應?雖然氣候變遷變化量的 多寡與機率的高低會影響政策的強度與共識的形成,但關於「如何解讀數據」我們仍需要在觀念上彼此學習。
- 資料產製者 (如學者或研究機構)必須善盡職責提供可能的科學數據,與使用者(如決策者與民眾)進行溝通,讓科學數據轉化成可用與明確的資訊,把可能的風險對資料使用者進行說明與意見溝通,避免使用者錯誤的引用數據造成恐慌或漠視。
- 政府可依據現有的科學評估結果的共識基礎上,衡量國家永續發展的願景與國家可運用的資源,強化民眾溝通與社會共識形成, 進行決策與風險評估。

結語 (1)

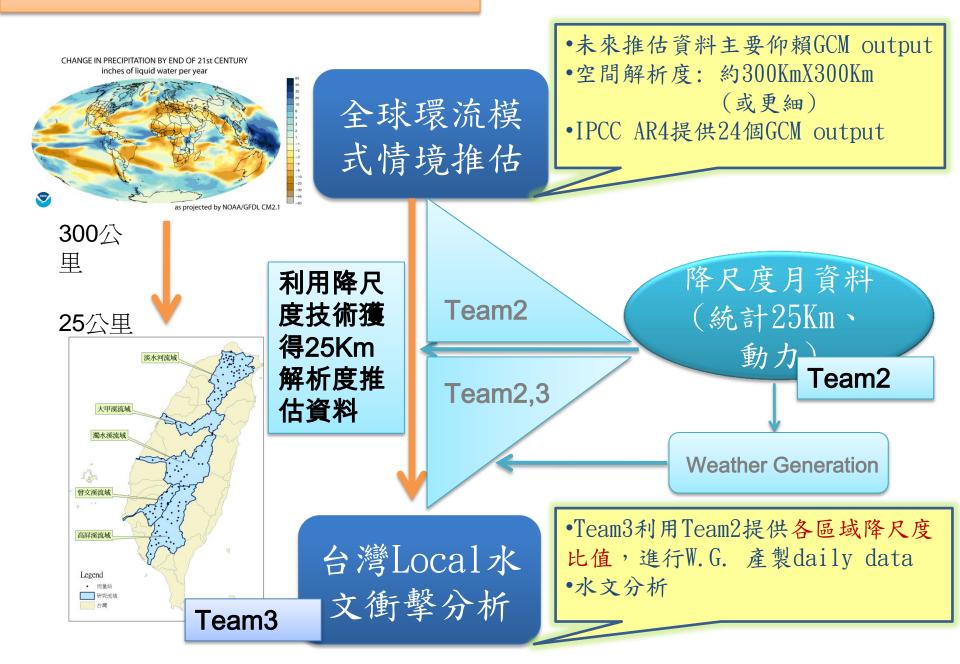
- 本科學報告由參與該計畫團隊的學者專家共同撰寫,針對 全球及臺灣過去以及現有最新的氣候變遷研究成果進行彙 整,提供現階段最新研究成果與科學進展,作為氣候變遷 研究相關領域學術研究與政府部門在推動氣候變遷相關政 策時的參考依據。
- 氣候變遷研究與推估是一個滾動的研究過程,人類對氣候變遷的瞭解日與具增,用來推估的氣候模式也日益改良。 台灣的氣候變遷研究與推估也必須是一個持續性的滾動過程,反覆運用IPCC的最新資料,針對台灣未來氣候變遷提出更新的推估。

結語 (2)

- 根據本報告之氣候變遷推估,臺灣未來面臨豐水期降雨越豐、枯水期降雨越枯的可能衝擊,亦即過去所觀測到的現象有可能受氣候變遷影響,情形更為嚴重。
- 未來面對極端氣候與環境變遷所帶來之可能國土環境衝擊 現有防災工作與國土保安也面臨了不同的挑戰,包括極端 個案常態化、災害型態改變以及災害規模超過歷史經驗與 現有防護能力,因此政府部門在面對氣候與環境變遷衝擊 下可能的災害衝擊,必須有新的思維與行動,強化國土環 境的安全性,擬訂因應氣候與環境變遷之防災調適策略, 有效因應氣候變遷可能帶來的衝擊。

簡報結束 敬請指教

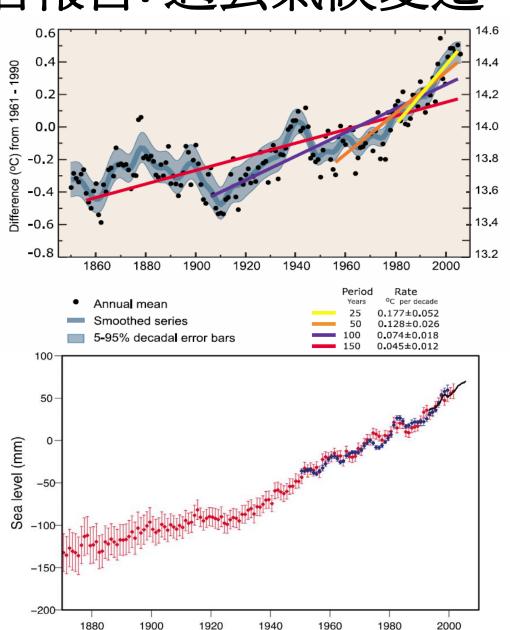
統計降尺度資料介接簡介



IPCC第四次評估報告:過去氣候變遷

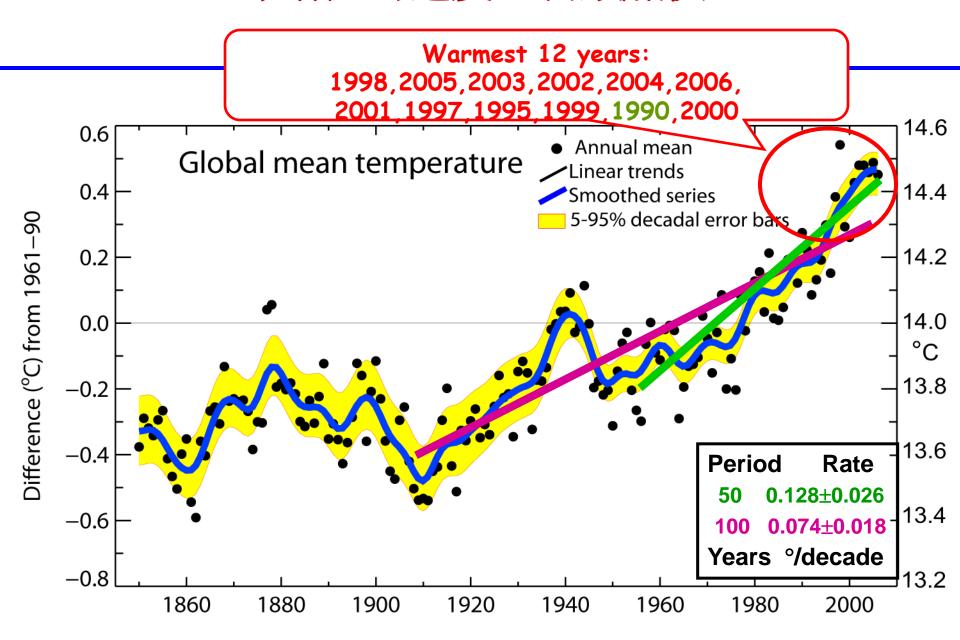
地表氣溫的上升是最明顯且一致的氣候變遷,在過去百年中 (1906~2005) 地表溫度大約上升了0.74℃

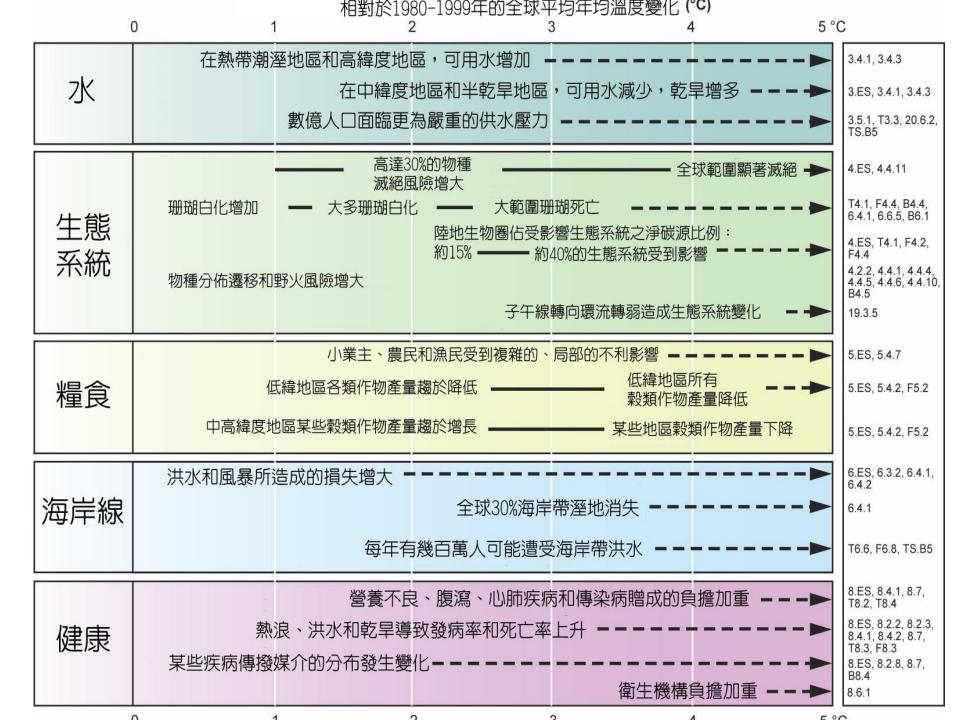
1961~2003年間海平面高度平均每年上升約1.7mm,1993~2003年間則平均每年上升約3.1±0.7mm,顯示海平面上升速率有隨時間加快的跡象



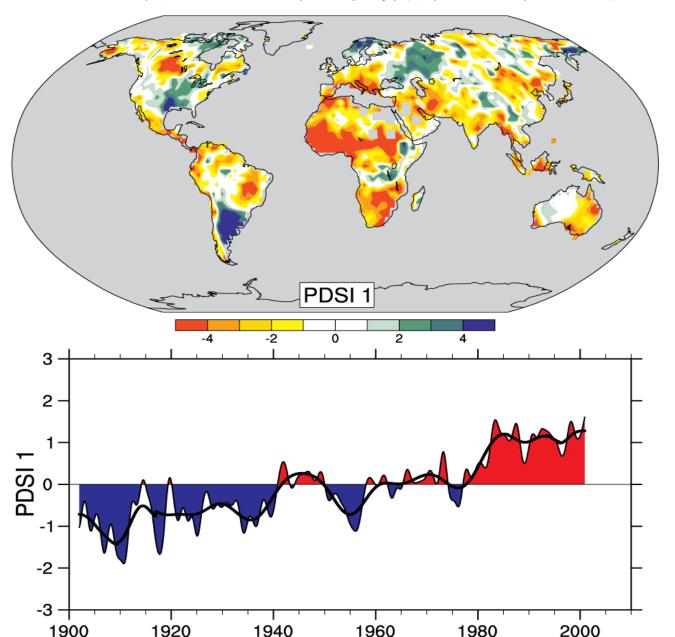
vear

全球增溫的速度已明顯加快





大部分地區乾旱情形越來越嚴重



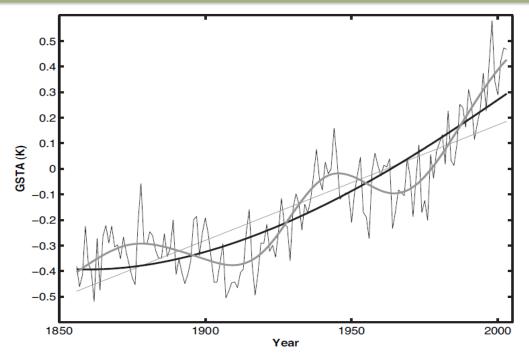
1900~2002乾 旱指數 Palmer Drought Severity Index (PDSI) 空間分 佈(上) 與時 間序列(下)

關鍵議題三:氣候變遷與聖嬰現象、 北極振盪等氣候變異的關係?

過去一百多年的全球氣溫變化,除了

長期的上升趨勢,還有周期長達數十年的年代際變化。這些年代 際變化可能是海洋環流引起的自然氣候變化,不見得與人為全球 暖化有關,真正原因仍不甚清楚。

最近研究發現,年代際變化與長期暖化趨勢的合併效果可能 造成近數十年全球暖化加速的現象,但年代際變化本身無法解釋 百年的長期趨勢。



全球平均地表溫度距平(相對於1961~1999年平均值)的逐年變化(輕黑線)、線性迴歸線(灰直線)、利用Empirical Mode Decomposition (EMD) 求得的overall adaptive trend (黑曲線),以及多年代曲線 (overall adaptive trend加上一個多年代振盪,厚灰曲線)。(摘自Wu et al. 2007)

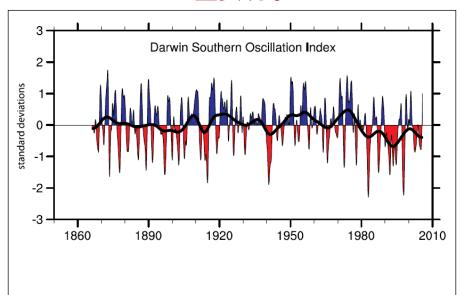
關鍵議題三:氣候變遷與聖嬰現象、 北極振盪等氣候變異的關係?

氣候變化具有多重時間尺度的特性,

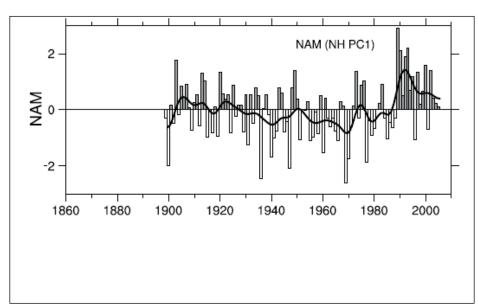
聖嬰現象、北極震盪等現象屬於氣候自然變異的一部分。

近年來觀察到的異常氣候在將來持續暖化的大環境中,發生頻率與強度是否會有明顯改變,則是值得吾人密切注意的訊息,也是氣候變遷研究與推估中相當重要且待突破的一環。

聖嬰現象



北極震盪



南方振盪指標 (正負値分別代表反聖嬰與聖嬰) 的逐年變化。 (摘自Trenberth et al. 2007)

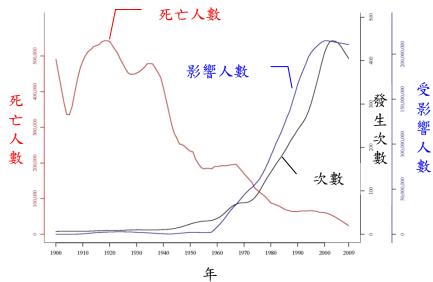
颱風與氣候變遷

- 西北太平洋颱風以及影響台灣的個數與強度,受 年代際變化(Inter-decadal Variability)影響較大, 直接受氣候變遷影響之線性變化趨勢則並不明顯。
- 根據大多數氣候模式預測,在暖化的氣候條件下, 未來全球颱風個數偏少的機率偏高,但颱風增強 的機率會有增加的可能,意味著未來一方面颱風 個數變少減少水資源的挹注,另一方面極端颱風 降雨事件出現的機率有增加的可能,提高颱洪災 害的風險。

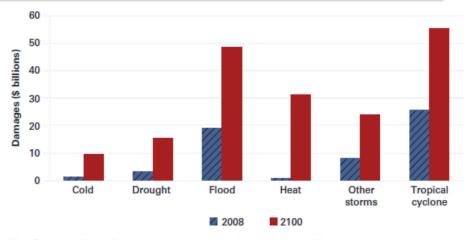
災害的增加與極端氣候及社會經濟發展兩者有關

關鍵議題四:臺灣近年來的災害似乎有 越來越嚴重的趨勢,與氣候變遷的關係 為何?

在未來災害的趨勢推估上,IPCC第四次評估報告指出,在氣候暖化影響下,未來極端事件(如熱浪、豪大雨、乾旱、颱風強度增加、海平面升高)發生的機率偏高(66%~90%),再加上全球經濟發展與人口成長趨勢,世界銀行預估未來災害的次數、受影響人口與災害損失將會大幅增加。



1900年至2009年天然災害發生次數、死亡 及受影響人數趨勢分析,三條曲線為線性 內差與平滑後結果。(資料來源:EM-DAT)



Note: Damages without climate change are projected to increase because of income and population growth. Source: Mendelsohn and Saher 2010.

2100年全球天然災害損失推估(不考慮氣候變遷因素) 及與2008年全球災害損失比較 (摘自Mendelsonhn and Saher 2010)

近年台灣颱洪災害特性與規模改變

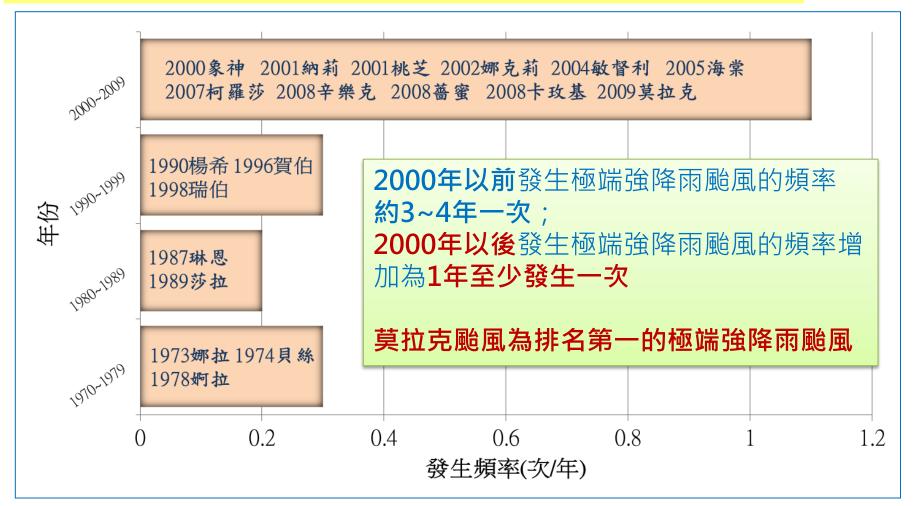
關鍵議題四:臺灣近年來的災害似乎有 越來越嚴重的趨勢,與氣候變遷的關係 為何?

	颱風事件	最大降雨強度(mm/hr)	總累積雨量 (mm)	疏散撤離 (人)	死亡與 失蹤(人)	
	90.7.28 桃芝颱風	147,花蓮縣光復鄉	757,南投縣信義鄉		214	
	90.9.17 納莉颱風	142、宜蘭縣大同鄉	1,462·宜蘭縣大同鄉	24,000	104	
	93.6.30 敏督利颱風	167,南投縣國姓鄉	2,005,高雄縣桃源鄉	9,500	41	主動預警
	94.7.18 海棠颱風	177 · 屏東縣三地門鄉	2,124 · 屏東縣三地門鄉	1,208	15	•
	94.9.1 泰利颱風	119·嘉義縣阿里山	766.高雄縣桃源鄉	1,207	5	災害減少
	95.7.12 碧利斯颱風	95 · 屏東縣鹽埔鄉	1,013 · 屏東縣三地門	409	3	沙
	96.08.16 聖帕颱風	122,屏東縣瑪家鄉	1,399,屏東縣瑪家鄉	2531	1	
-	97.07.16 卡玫基颱風	161,台南縣南化鄉	1,027.高雄縣六龜鄉	179	26	複極
	97.09.10 辛樂克颱風	97,南投縣中寮鄉	1,608,台中縣太平鄉	1,987	22	複合型災害規模擴大極端強降雨,
	98.08.08 莫拉克颱風	140,嘉義縣番路鄉	3,060·嘉義縣阿里山	24,775	693	害 兩
	99.9.19 凡娜比颱風	125,高雄縣大社鄉	1,128,屏東縣瑪家鄉	16,568	2	模擔
	99.10.21 梅姬颱風	182,宜蘭縣蘇澳鎮	1,195 · 宜蘭縣蘇澳鎮	3,453	38	大 57

極端事件愈趨頻繁

關鍵議題四:臺灣近年來的災害似乎有 越來越嚴重的趨勢,與氣候變遷的關係 為何?

造成台灣重大災害的往往是極端事件,而極端強降兩颱風事件發生機率愈趨頻繁,行政部門面臨災害風險管理之嚴峻挑戰!

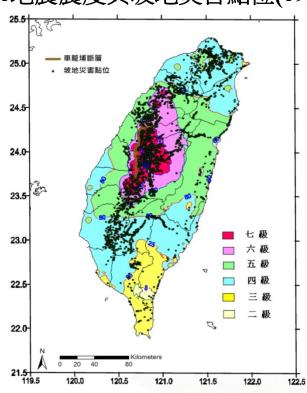


極端強降雨颱風統計(國家災害防救科技中心製作)

「關鍵議題四:臺灣近年來的災害似乎有 越來越嚴重的趨勢,與氣候變遷的關係 為何?

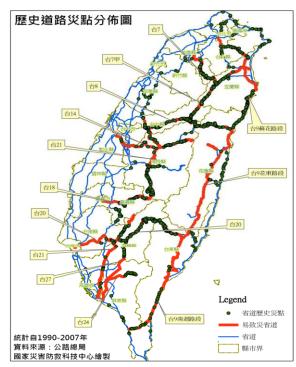
自然環境變異

921地震震度與坡地災害點位(1999~2008)



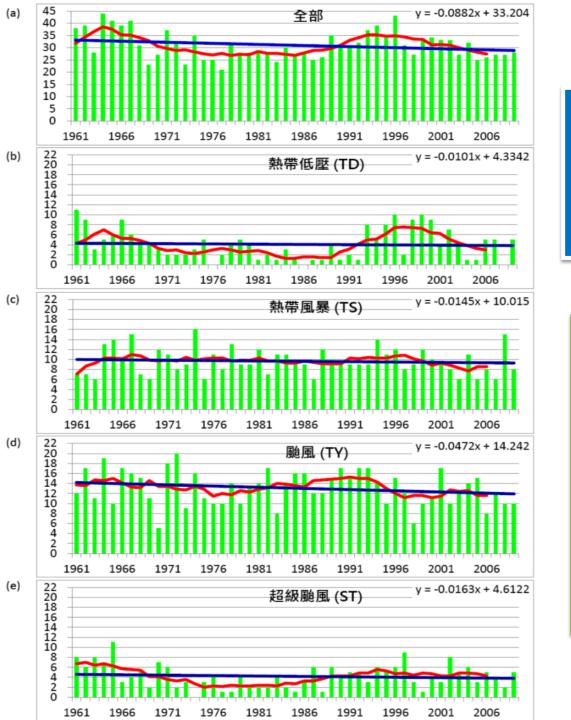
人為環境變異

山區道路開發易引致坡地災害



過去歷史的災點(資料來源:國家災害防救科技中心1990-2007)

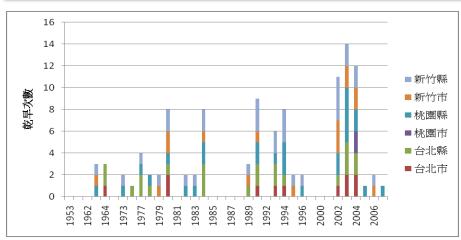
臺灣近年災害的程度加劇,除了伴隨者氣候上極端事件的增加外,台灣環境變遷也是重要因素之一,包括921地震後的影響、地層下陷問題、山區的過度開發與建設、都市化與經濟發展需求...等,都是導致災害更為嚴重的重要因素。因此,面對災害日增,須同時兼顧氣候與環境變遷之問題。

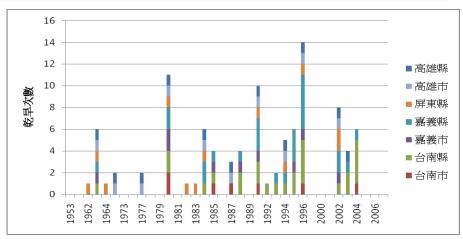


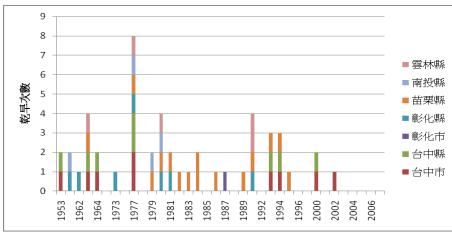
關鍵議題二:颱風、暴雨 乾旱、熱浪、寒潮等災害 性天氣受氣候變遷影響的 程度為何?未來是不是會 更為劇烈或頻繁?

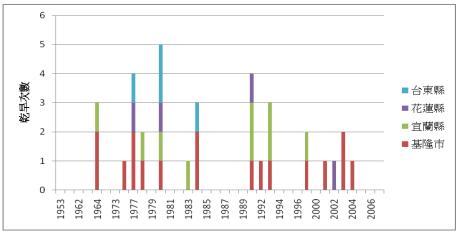
西北太平洋颱風個數與強度變化

1953~2007年臺灣各縣市乾旱發生頻率









- □ 近十年北部與南部地區發生乾旱頻率較高,東部受乾旱的影響較小。
- □北部與南部地區發生乾旱的情形有逐年增加的趨勢,而中部與東部則是相反。
- □ 2002~2004年各縣市乾旱多寡次數乾旱影響範圍也較過去多。
- □ 近年乾旱的現象於北部與南部發生的頻率增加,且影響的範圍呈現逐漸增加的情形。

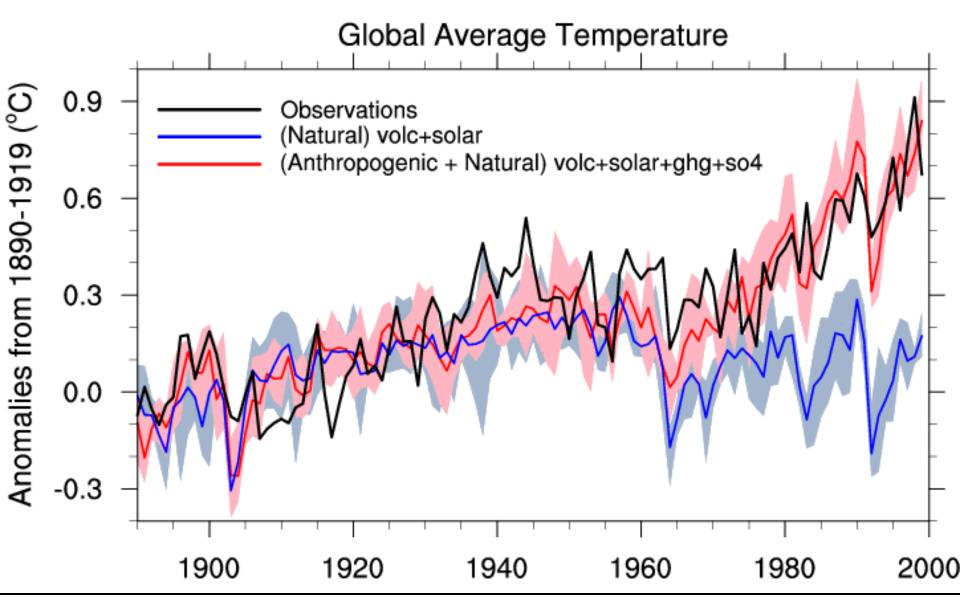
Climate change Climate change refers to a change in the state of the climate that can be identified (e.g., by using statistical tests) by changes in the mean and/or the variability of its properties, and that persists for an extended period, typically decades or longer. Climate change may be due to natural internal processes or external forcings, or to persistent anthropogenic changes in the composition of the atmosphere or in land use. Note that the Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), in its Article 1, defines climate change as: 'a change of climate which is attributed directly or indirectly to human activity that alters the composition of the global atmosphere and which is in addition to natural climate variability observed over comparable time periods'. The UNFCCC thus makes a distinction between climate change attributable to human activities altering the atmospheric composition, and *climate* variability attributable to natural causes.

政府間氣候變遷專門委員會(IPCC)及第四次 評估報告(AR4)

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)由 WMO (世界氣象組織)和UNEP(聯合國環境規劃署)於 1988年建立,旨在全面、客觀、公開和透明的基礎上,評估世界上有關全球氣候變遷的最好的現有科學、技術和社會經濟資訊。IPCC所編寫的一系列報告已成爲決策者、科學家、其他專家和學生廣泛使用的參考書目。

•經過6年的研究與分析, IPCC 集結了全球超過 2,500 位專家對氣候變遷最新的科學研究與進展之回顧,於 2007出版第四次評估報告(Forth Assessment, AR4). 並於當年榮獲諾貝爾和平獎。

PCM Ensembles



Source: Jerry Meehl, National Center for Atmospheric Research