

2011台灣氣候變遷推估與資訊平台(TCCIP)建置計畫成果發表會

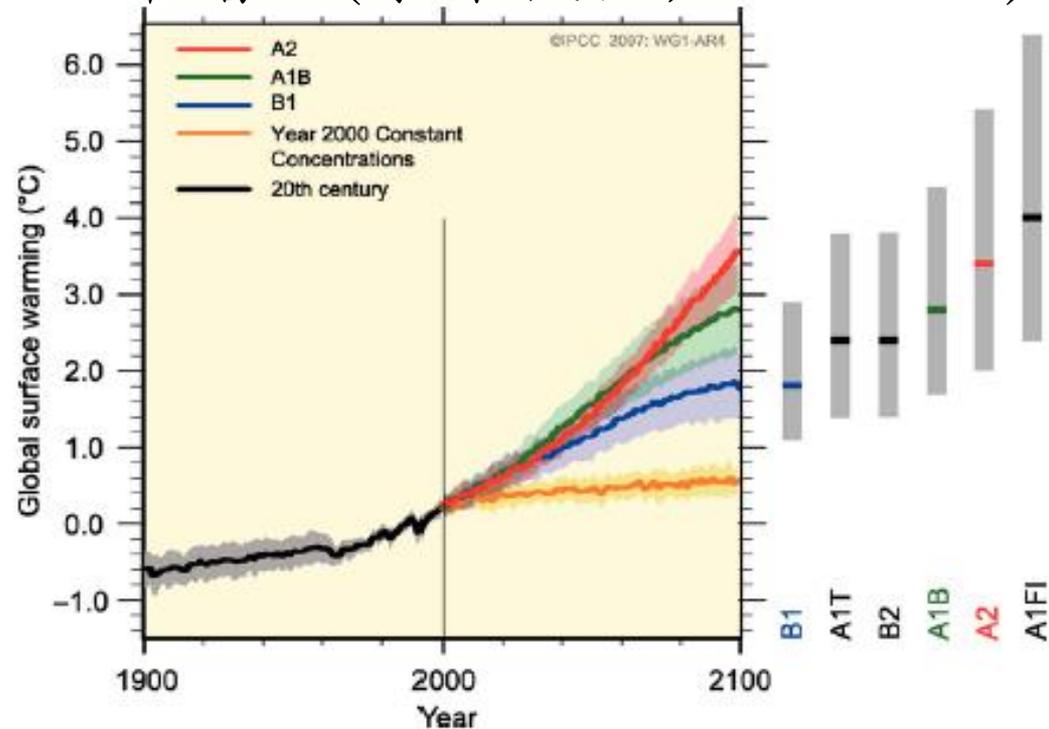
氣候變遷研究之不確定性文獻回顧

劉俊志、魏曉萍

- 前言
 - 1.1 研究源起
 - 1.2 研究目標
- 不確定性量化之研究議題
 - 2.1 不確定性來源
 - 2.2 大氣科學領域之不確定性來源
- 不確定性量化研究之文獻探討
 - 3.1 氣候變遷衝擊影響不確定性的處理與計算
 - 3.2 大氣科學領域之不確定性的處理與計算
 - 3.3 降尺度之不確定性的處理與計算
 - 3.4 不確定性之量化方法與不確定性傳遞分析
- 結果討論
 - 4.1 不確定性結果呈現方式
 - 4.2 氣候變遷衝擊影響研究之示範性分析原則

- 未來氣候估算世紀末全球年增溫 2.8°C (A1B情境)
- 世紀末全球年增溫範圍為 $1.6\sim 4.2^{\circ}\text{C}$ (正負一個標準差)

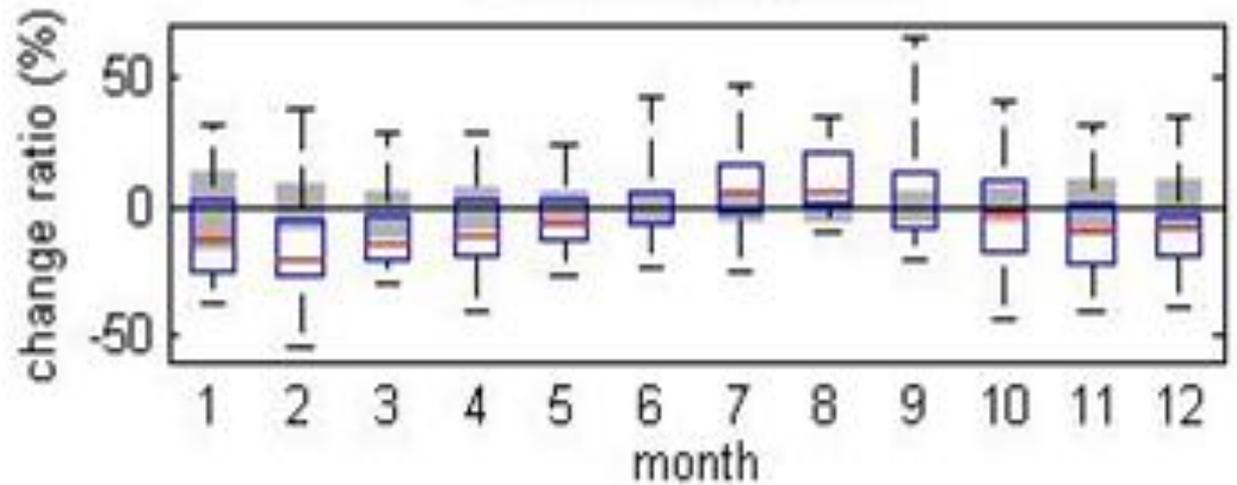
不同未來情境所估算的全球年增溫(系集模擬, IPCC AR4)



氣候變遷對洪水之衝擊評估(江,2011)

KW-GIUH (原始)	淡水五堵以上集水區			曾文溪上游集水區		
	現在	近未來	世紀末	現在	近未來	世紀末
5km WRF資料	1	1.05	0.81	1	1.25	1.64
20km MRI資料	1	0.57	0.87	1	1.15	1.91

流量衝擊之不確定性(陳,2011)

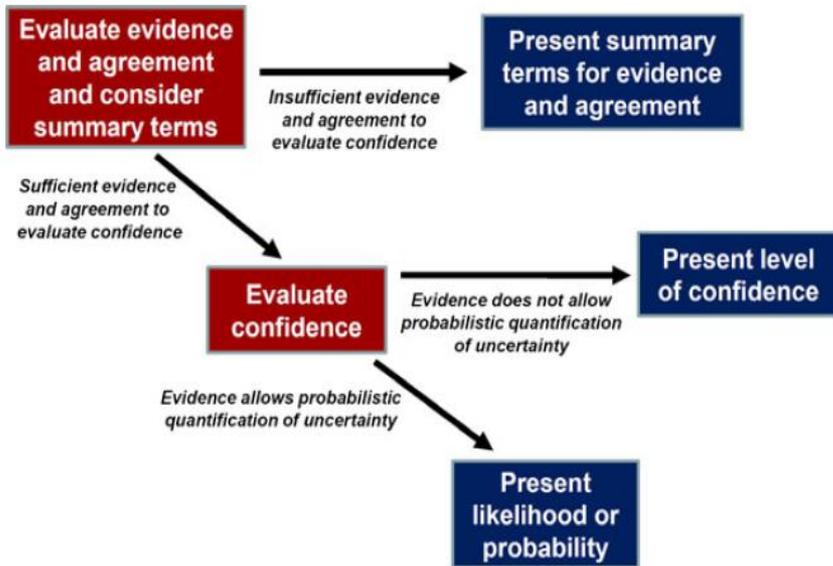


1.1 研究源起

TCCIP執行一年後發現許多不確定性相關問題仍待解決：

- 臺灣氣候變遷未來推估的可信度(reliability)為何？如何告知使用者，對於未來之氣候變遷評估仍有相當的不確定性？
- GCM模式模擬的不確定性
- 自然氣候變動(natural variability)的不確定性
- 未來發展情境(GHGs emission scenario)的不確定性
- 降尺度(downscaling)方法對不確定性的影響
- 下游資料應用端額外引進之不確定性

- IPCC AR4於全球氣候變遷的觀測提供了不少的資訊，然而不確定性議題之討論仍屬不足
- IPCC AR5不確定性之編寫與討論，正持續進行中
- 氣候變遷不確定性分析目前仍屬於學術研究階段



Agreement ↑	High agreement Limited evidence	High agreement Medium evidence	High agreement Robust evidence	Confidence Scale
	Medium agreement Limited evidence	Medium agreement Medium evidence	Medium agreement Robust evidence	
	Low agreement Limited evidence	Low agreement Medium evidence	Low agreement Robust evidence	
	Evidence (type, amount, quality, consistency) →			

Term ^a	Likelihood of the outcome
Virtually certain	99–100% probability
Very likely	90–100% probability
Likely	66–100% probability
About as likely as not	33 to 66% probability
Unlikely	0–33% probability
Very unlikely	0–10% probability
Exceptionally unlikely	0–1% probability

1.2 研究目標

本研究著重於相關文獻之回顧與整理，並訂定以下研究目標：

- 氣候變遷研究可能面對之不確定性及其因應方式
- 編寫本計畫產出GCM資料的使用說明，避免跨領域學者對資料有認知上之誤解
- 不確定性之量化方法、其結果呈現與解讀
- 建議出示範性分析之原則，用以降低或減去其他不確定性來源

2.1不確定性來源

2.2大氣科學領域之不確定性來源

不確定性分析流程圖

GCM之輸出資料

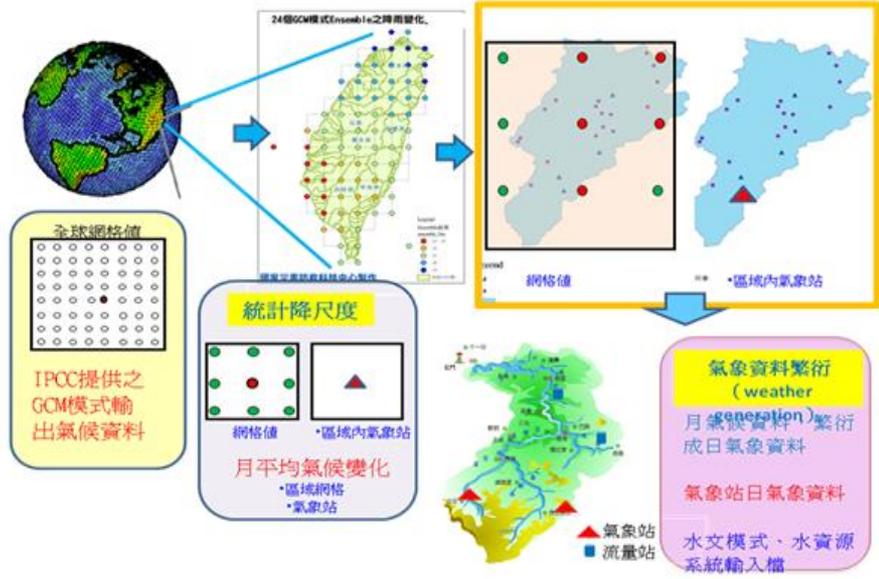
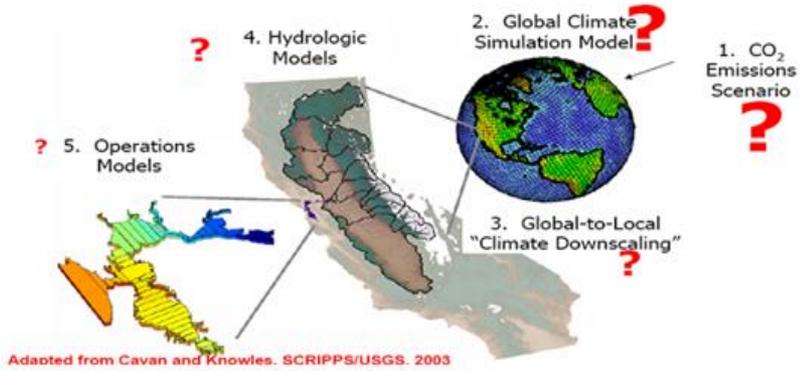
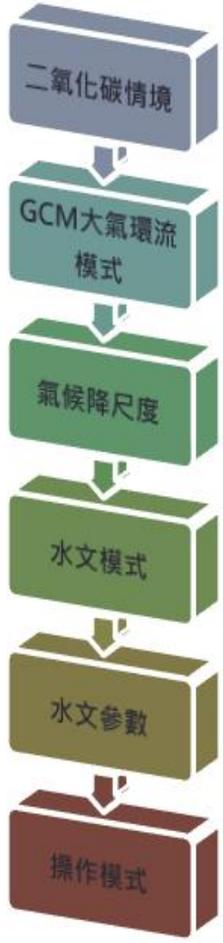
↓

降尺度技術

↓

GCM資料之應用端

可能造成不確定性的來源

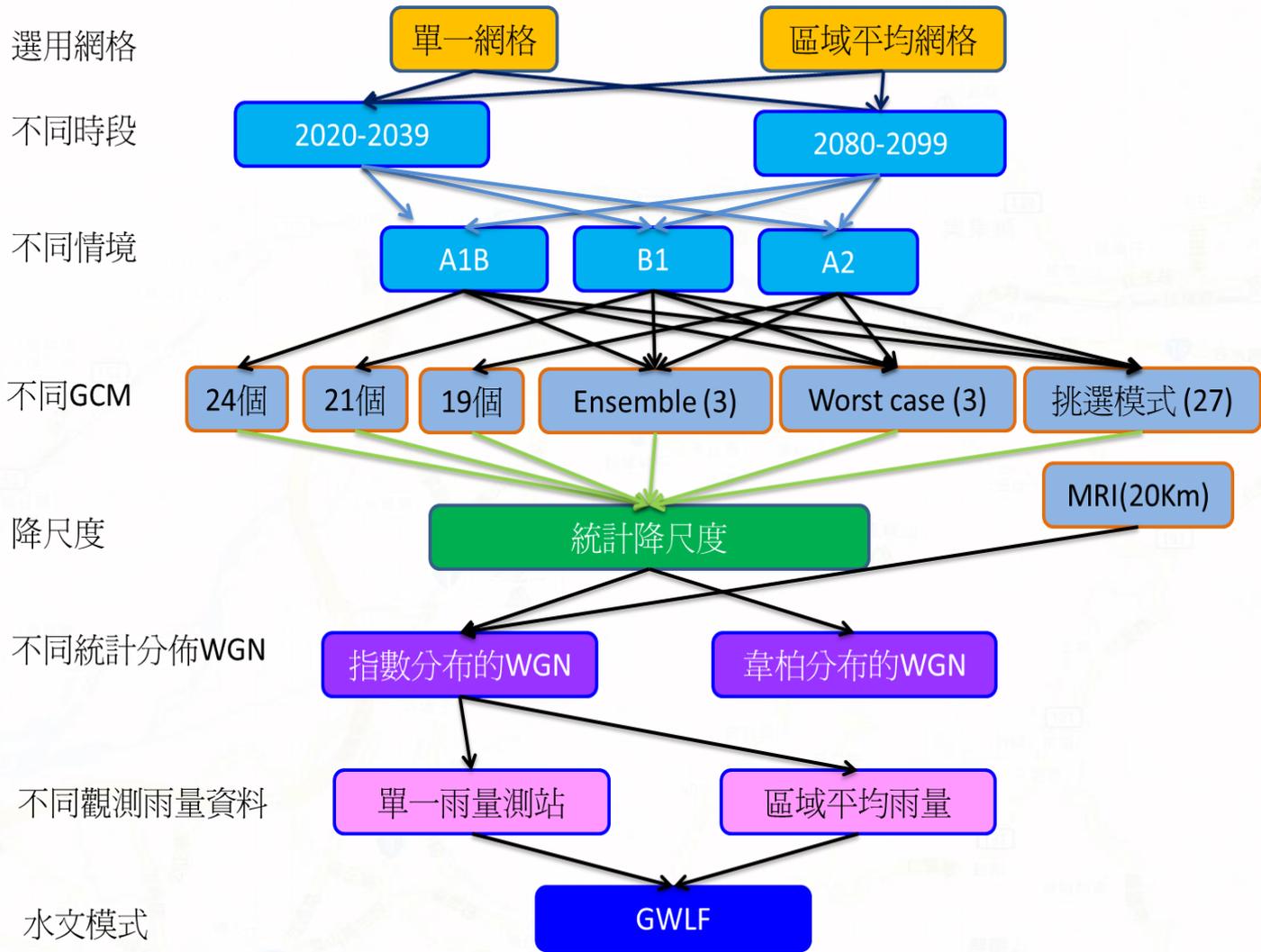


未來氣候變遷推估的主要三個不確定性的來源(陳等人，2010)

- 自然變動
- 對氣候系統的運作不夠瞭解或無法貼切地在模式中描述
- 對於未來影響氣候的溫室氣體排放量的不確定

3. 不確定性量化研究之文獻探討

- 3.1 氣候變遷衝擊影響不確定性的處理與計算
- 3.2 大氣科學領域之不確定性的處理與計算
- 3.3 降尺度之不確定性的處理與計算
- 3.4 不確定性之量化方法與不確定性傳遞分析



3.1 氣候變遷衝擊影響不確定性的處理與計算

3.1.1 氣候變遷對英國河川流量衝擊影響之不確定性評估 (Prudhomme與Davies, 2009)

- 3種GCM、2種降尺度、2種水文模式與自然變異

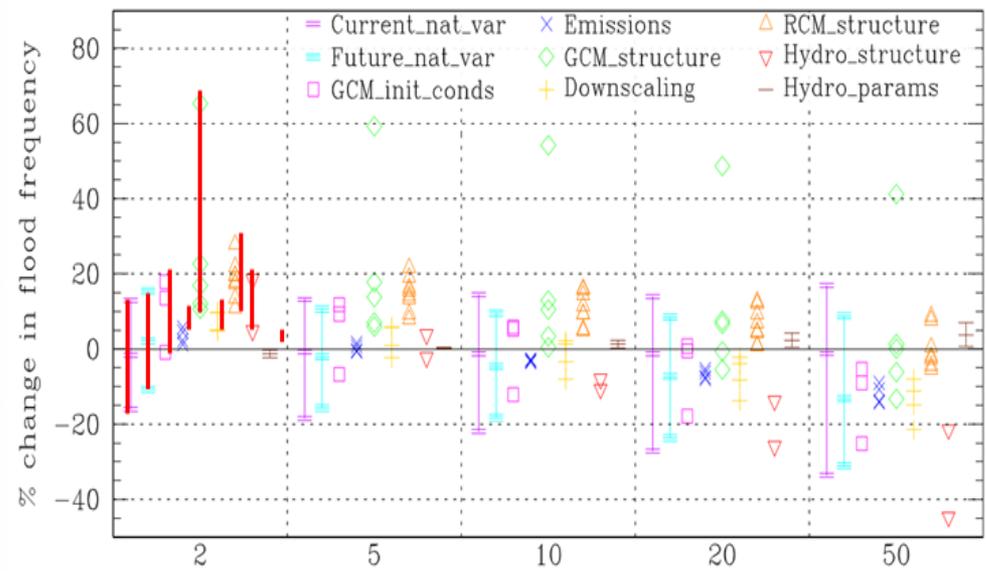
3.1.2 氣候變遷對英格蘭洪水頻率衝擊影響之不確定性來源比較(Kay等人, 2009)

- 溫室氣體排放情境、全球氣候模型的結構、降尺度、水文模型結構、水文模型參數和GCM應用不同的初始條件

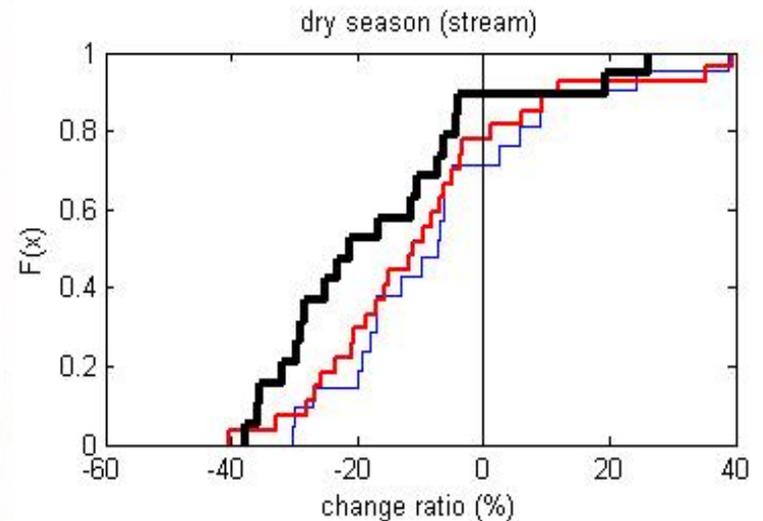
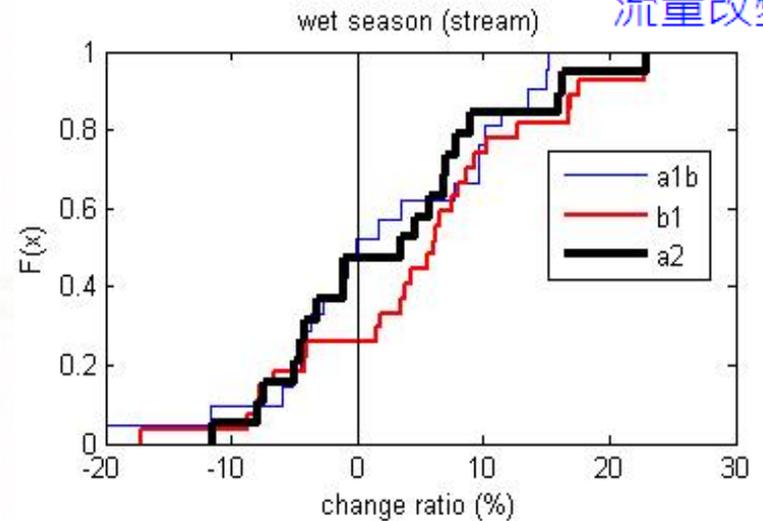
3.1.3 氣候變遷對英國泰晤士河低流量衝擊影響之不確定性分析(Wilby與Harris, 2006)

- 四個GCM、二個溫室氣體排放情境、兩個統計降尺度技術、二個水文模型結構及兩組水文模型參數

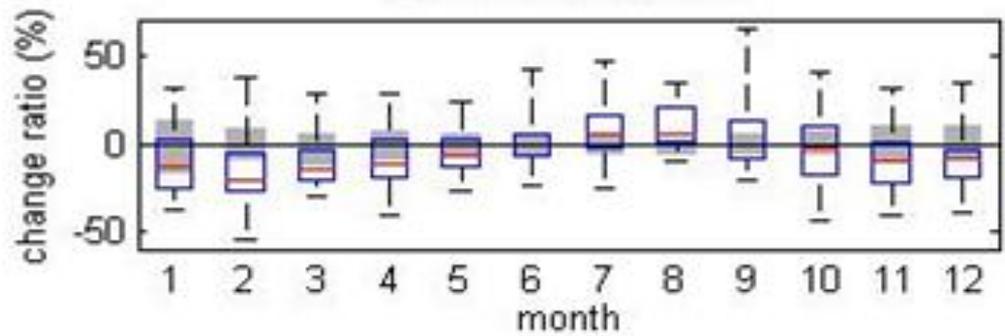
流量改變率



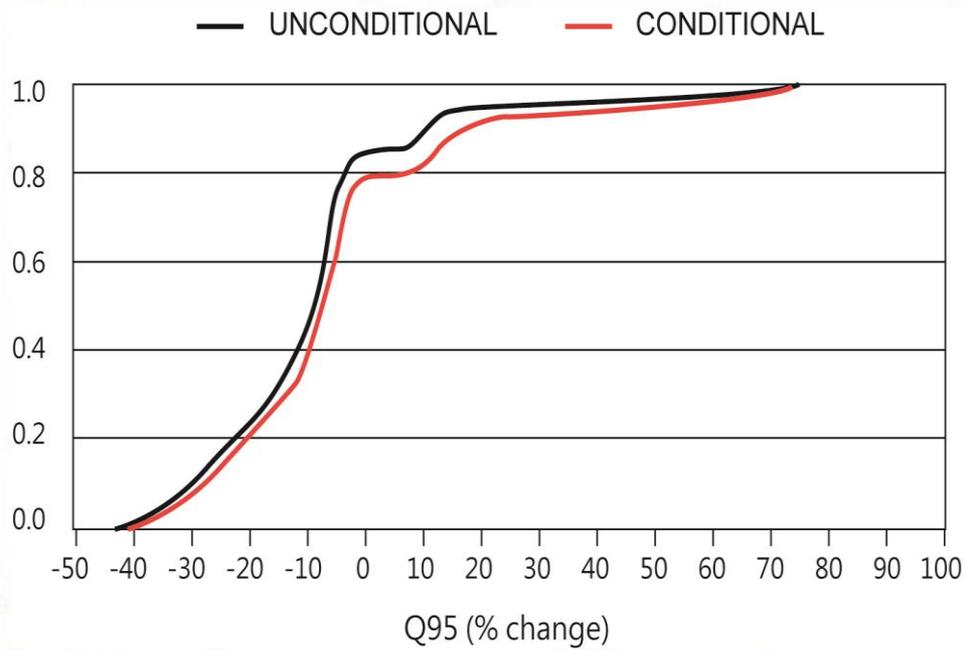
(Kay 等人, 2009)



(陳, 2011)



(陳,2011)



(Wilby and Harris, 2006)

氣候變遷推估不確定性之處理與計算(陳等人，2010)

- 多重氣候模式系集的客觀統計估算
- 統計模型運用
- 運用觀測資料與模式過去模擬表現的加權推估

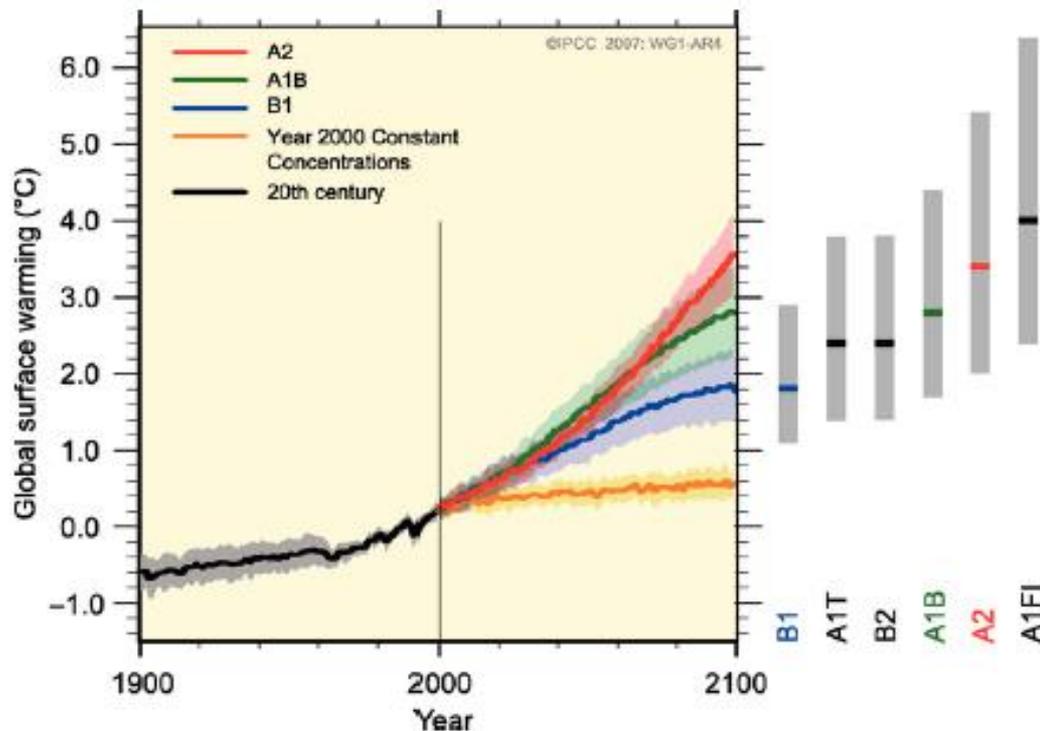


圖 5.4：全球平均近地表氣溫隨時間變化的情形，粗實線為多模式的系集平均結果，黑色是針對 20 世紀的模擬，其他不同顏色代表未來發展情境的推估模擬，實線上下的陰影區代表模式間差異的正負一個標準差。右側的灰色區塊是各個未來發展情境所對應的可能範圍，而區塊內的黑線則是該情境氣溫上升量的最佳估計（摘自 IPCC WG1 Fourth Assessment Report，Figure SPM.5）。

3.2.2 使用機率性氣候變遷資訊進行衝擊評估之挑戰

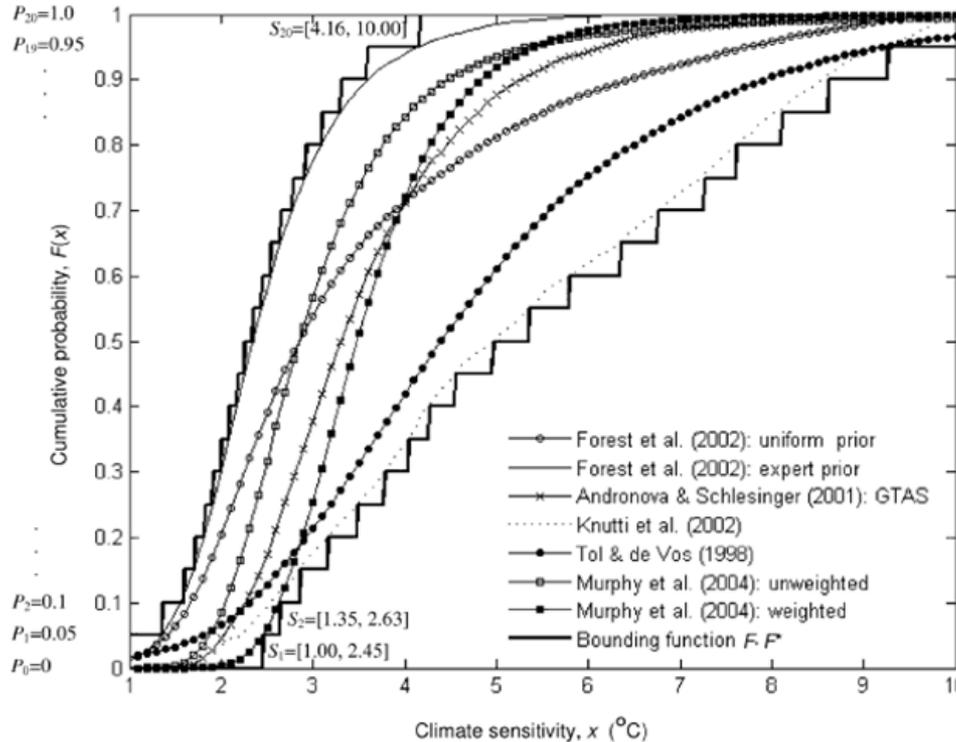


圖 3.2.2-1 前人對氣候模式溫度變異之常見統計模型。(Hall et al., 2007)

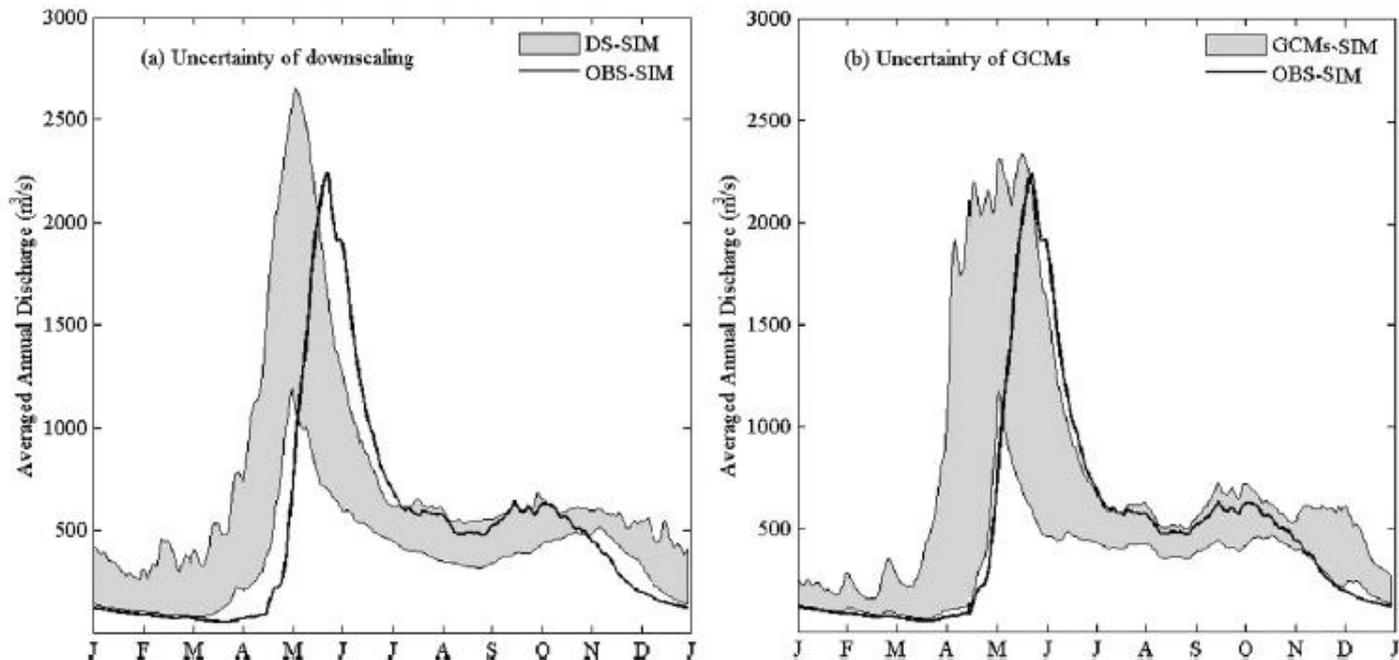
- Luo 等人(2005)將(1)各溫室氣體排放情境之 **CO2 濃度**，(2)氣候敏感 **度因子** λ ，(3)當地氣候之 **溫度改變率** 等3項因子視為 uniform 分布
- Tebaldi 等人(2004)假設現期與未來 **溫度** 均為對稱之常態分布

3.2.3 由AOGCM模擬計算區域氣候改變之平均值、不確定性範圍與可信度

- Giorgi與Mearns(2002)提出可靠度系集（9個AOGCM各兩種溫室氣體排放情境）平均法計算次大陸尺度（全球陸地分成22個區域）之氣候改變（季節尺度之溫度與降水）。該方法同時考慮（1）**模式過去模擬表現之可靠度**與（2）**模式與其他模式間氣候改變之收斂度**，可降低部分模式表現不佳離群值之影響，減少不確定性。
- Wilby與Harris(2006)使用**模式過去模擬表現有效降雨**（降雨量減去蒸發散量）**均值偏差之比例**進行不同GCM模式之權重修正。

3.3.1 氣候變遷水文衝擊降尺度方法之不確定性

- Chen等人(2011)比較六種降尺度方法之不確定性，並量化其氣候變遷對水文衝擊影響。所有降尺度結果可繪成降尺度不確定性之包絡線，並與28GCM模擬結果之不確定性包絡線相比較，仍以GCM不確定性為較大。



3.3.2使用系集區域氣候模擬評估西班牙均值與極端之降水

- Herrera等人(2010)使用9個RCM的結果測試其對**均值與極端降雨**之重現能力。結果顯示RCM降尺對**均值以及年循環之降雨**有較佳表現能力，但會高估降雨發生頻率次數，造成降雨事件延時與持續不降雨時間之錯誤表現，另外，對於極端降雨事件之總量以及空間分布之描述能力不足。

- Katz(2004)整理出可作為評估不確定性之量化方法，(1)情境分析、(2)敏感度分析、(3)蒙地卡羅模擬、(4)馬可夫鍊蒙地卡羅模擬，本研究另外加入(5)重新取樣法(如拔靴法)

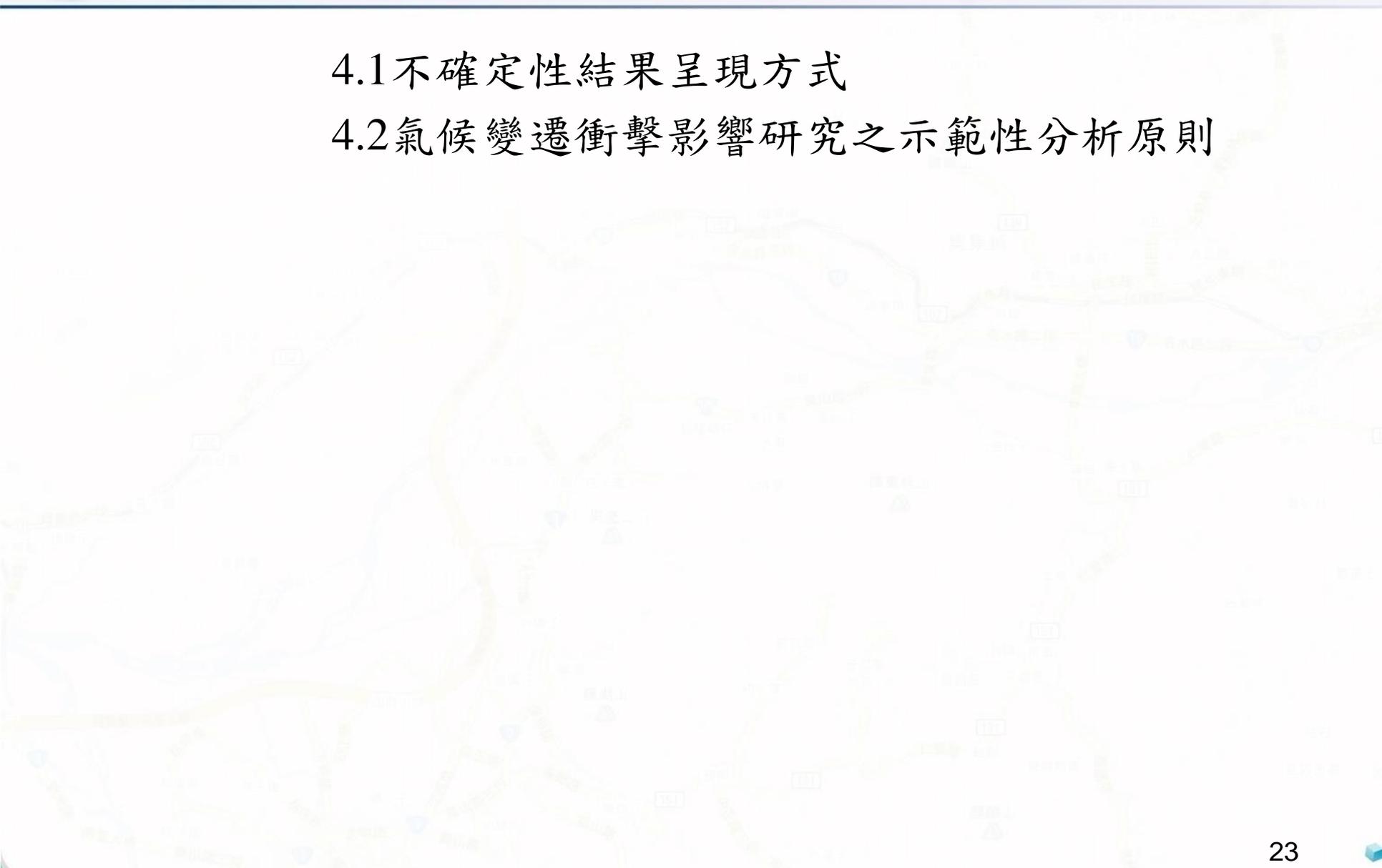
3.4.1 蒙地卡羅模擬(Luo等人，2005)

3.4.2 馬可夫鍊蒙地卡羅模擬(Tebaldi等人，2004)

3.4.3 拔靴法(Prudhomme與Davies，2009；Kay等人，2009；Wilby與Harris，2006)

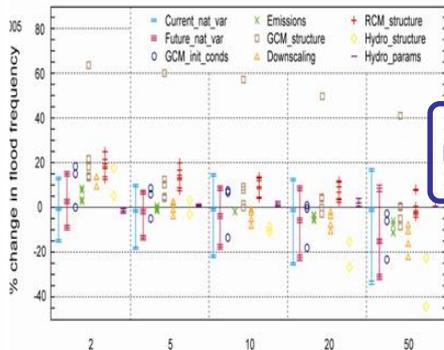
4.1 不確定性結果呈現方式

4.2 氣候變遷衝擊影響研究之示範性分析原則



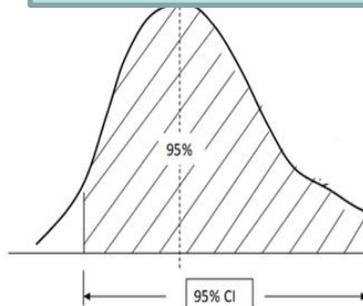
4.1 不確定性結果呈現方式

Scatter Diagram



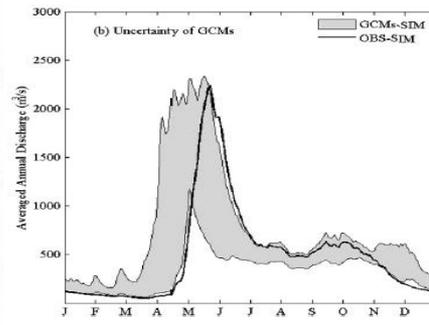
range

Confidence interval

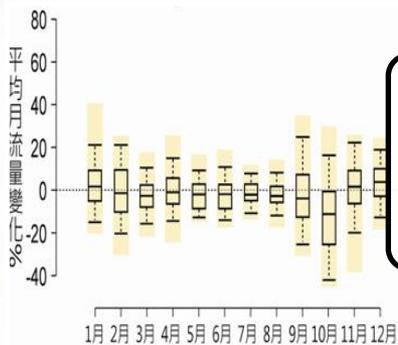


95% Confidence interval
Mean Value ± Standard Deviation

Envelope

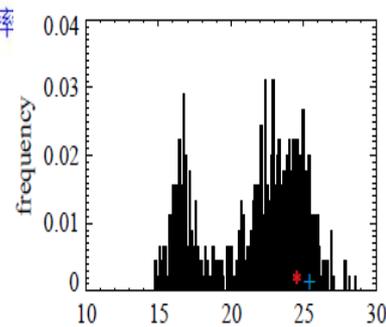
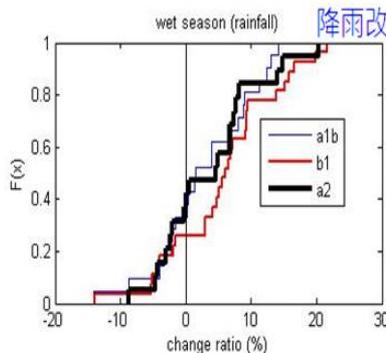


Box-and-whisker plot



median

Probability Plot



Probability Density Function, PDF
Cumulative Distribution Function CDF

4.2 氣候變遷衝擊影響研究之示範性分析原則

氣候變遷對環境之衝擊結果隱含高度風險之原因

- 氣候變遷評估之不確定來源眾多
- 前後不確定來源有傳遞性影響
- 氣候模式複雜，難以相互比較
- 氣候模式與應用端模式之空間尺度差異大，必需引用降尺度技術
- 涵蓋之科學領域亦為廣學者間不易溝通整合

由文獻以及專家經驗(CORDEX, 2011)中整理出幾項進行氣候變遷衝擊影響之示範性分析原則：

- 使用多種氣候模式使用多種降尺度方法
- 使用多種水文模式、多種參數推估法及多種操作應用
- 確實進行跨領域溝通
- 進行不同空間尺度之衝擊影響評估
- 進行模式資料之偏差較正

簡報完畢
敬請指教