



氣候變遷不確定性下之水資源調適 規劃機制



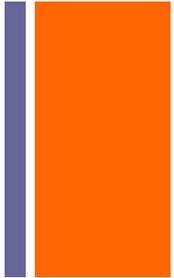
國立台灣大學生物環境系統工程學系

童慶斌 教授

國立中央大學水文與海洋科學研究所

李明旭 教授

內容

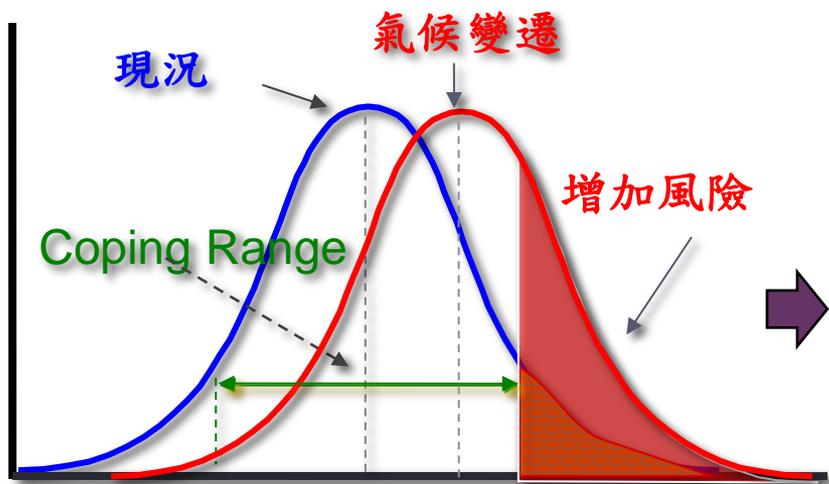
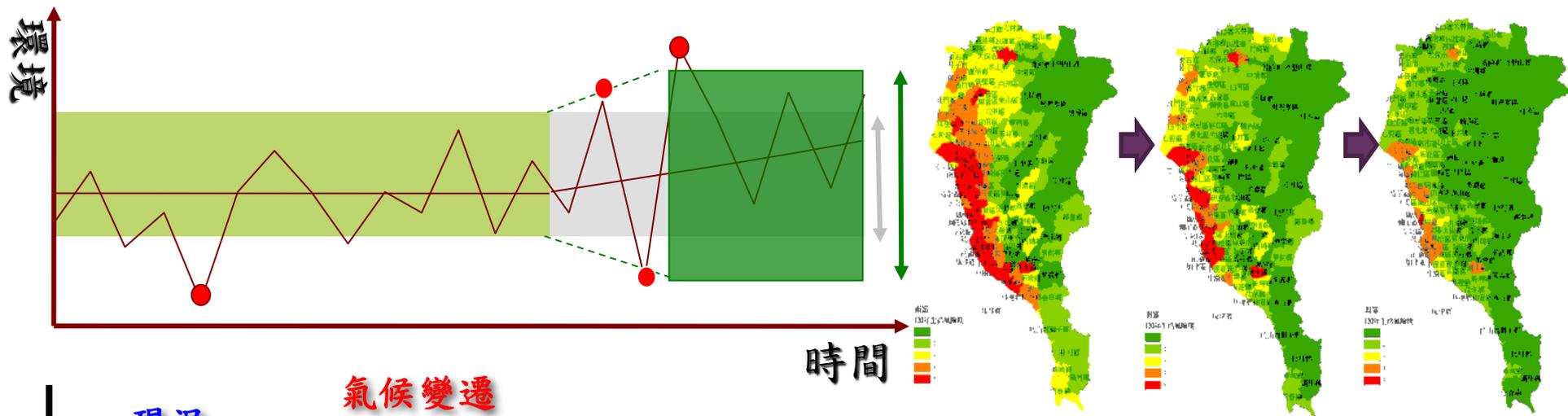
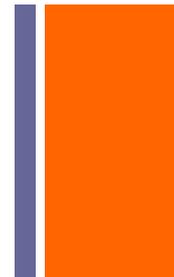


- 緣起與目的
- 評估不確定性來源
- 考量不確定性之決策機制
- 氣候變遷調適科技整合研究計畫 (TaiCCAT)
- 結論與建議

緣起與目的

- 極端天氣帶來之嚴重衝擊，使大家體認面對未來氣候變遷必須實質推動調適方案，若要擬定調適方案之執行計畫就必須合理掌握可能之變因與不確定性。
- 水資源系統本身即存在如降雨與流量等之自然系統不確定性或是水資源規劃方案推動過程政治與社會接受之人為不確定性，此部分在過去水利工程人員進行水資源規劃已納入考量。
- 透過大氣環流模式（General Circulation Model, GCM）推估氣候資料與以水文模式模擬河川的流量會帶來科學上之不確定性。

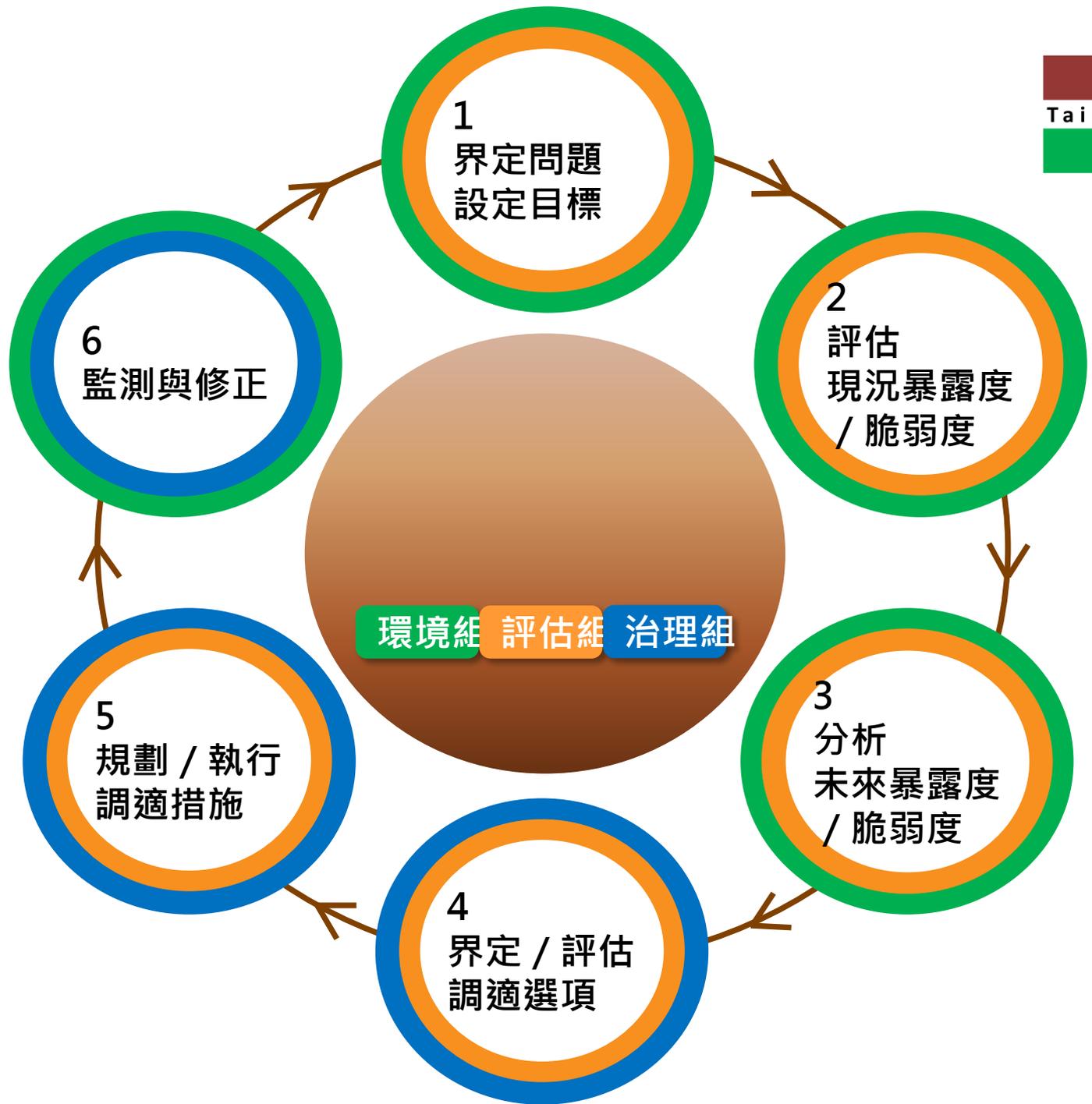
緣起與目的



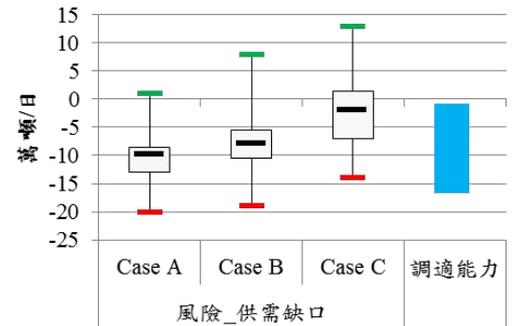
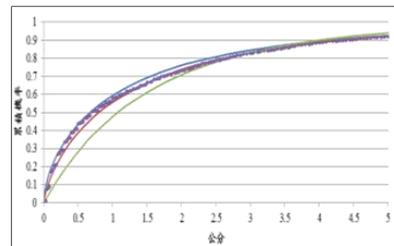
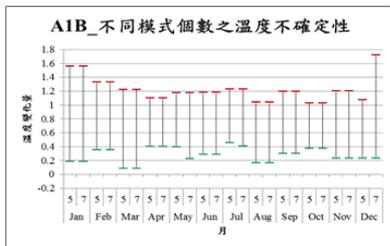
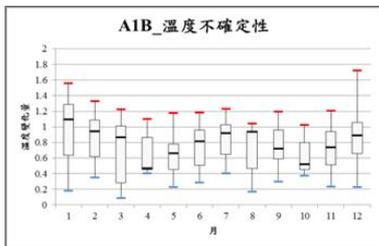
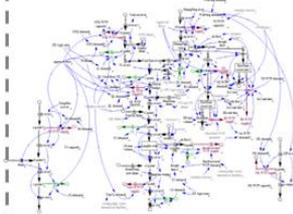
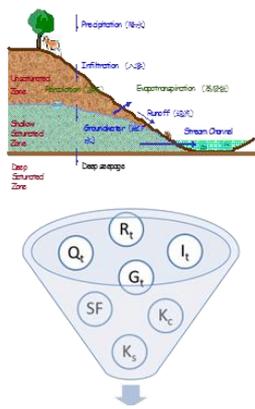
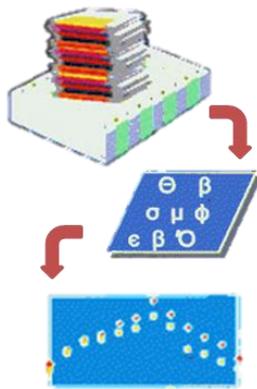
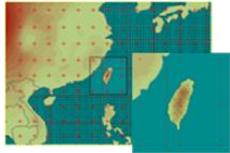
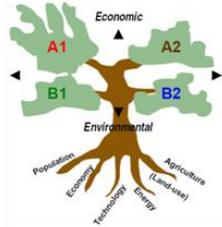
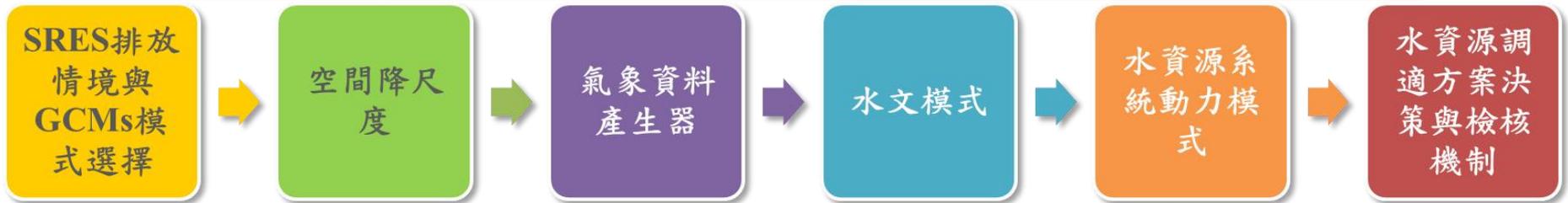
風險
供應能力
調適能力



氣候變遷調適能力建構



不確定性影響決策之示意圖



緣起與目的

不
確
定
性

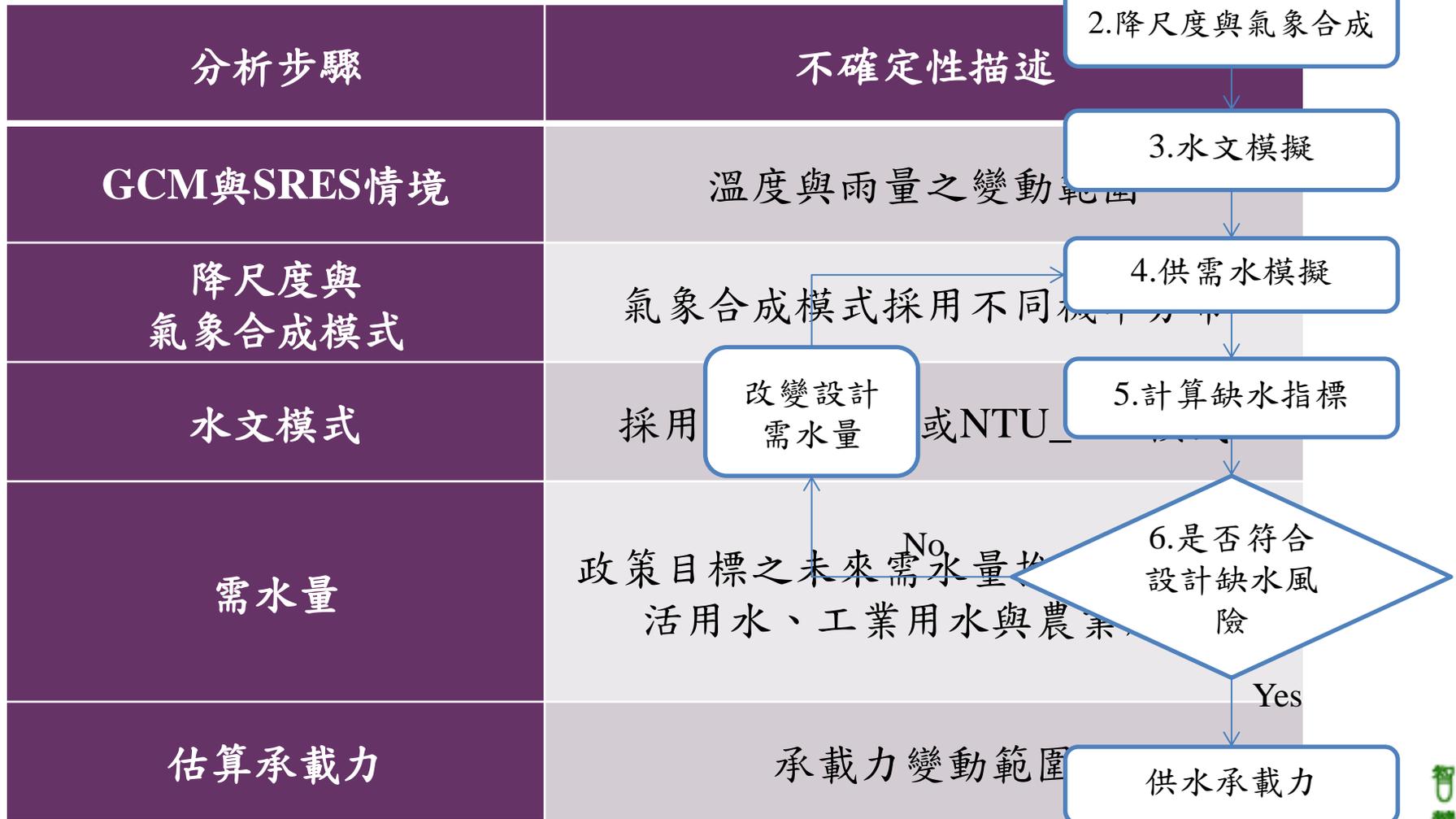
衝擊程度 (Impact)	風險管理採取行動 (Risk Management Actions)		
顯著	可考慮採取 管理行動	一定採取 管理行動 並監測風險	最積極的 管理行動
一般	可能接受與 持續監測風險	值得努力推動 管理行動	必須努力推動 管理行動
不顯著	接受風險	接受與持續 監測風險	管理與 監測風險
	低	中	高

可能性

需解決問題

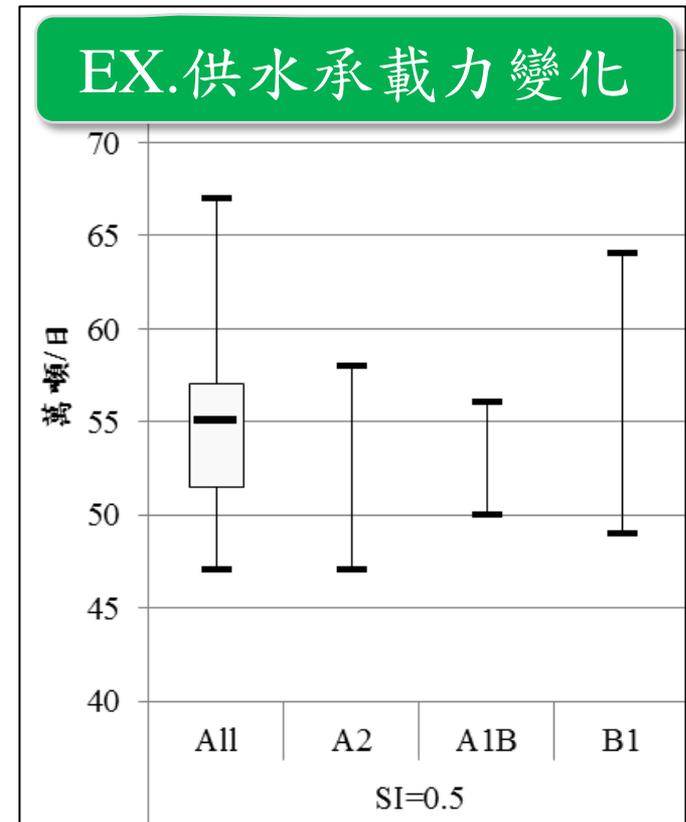
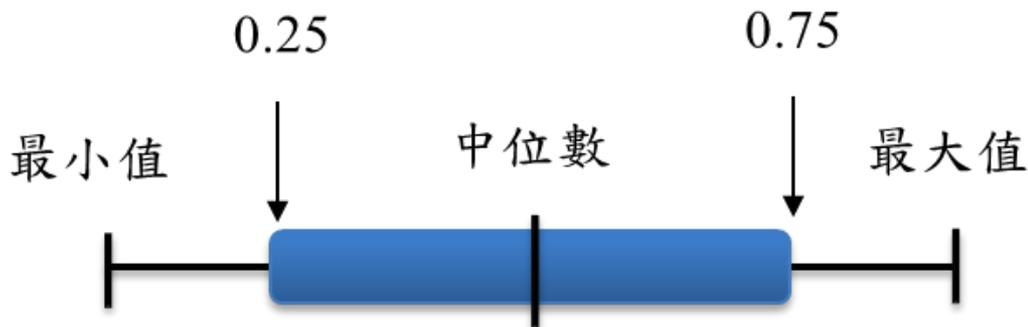
- 氣候變遷研究主要不確定性來源
- 氣候變遷下不確定性的量化方法
- 面對氣候變遷之不確定性如何進行決策
 - 空間熱點區域界定
 - 採取行動之時間考量
 - 調適行動之修正機制

氣候變遷下供水承載力與供需缺口之不確定性評估



不確定性之量化分析方法

- 以盒鬚圖說明資料分布範圍
- 標示最大值、最小值、介於25%至75%百分位、中位數

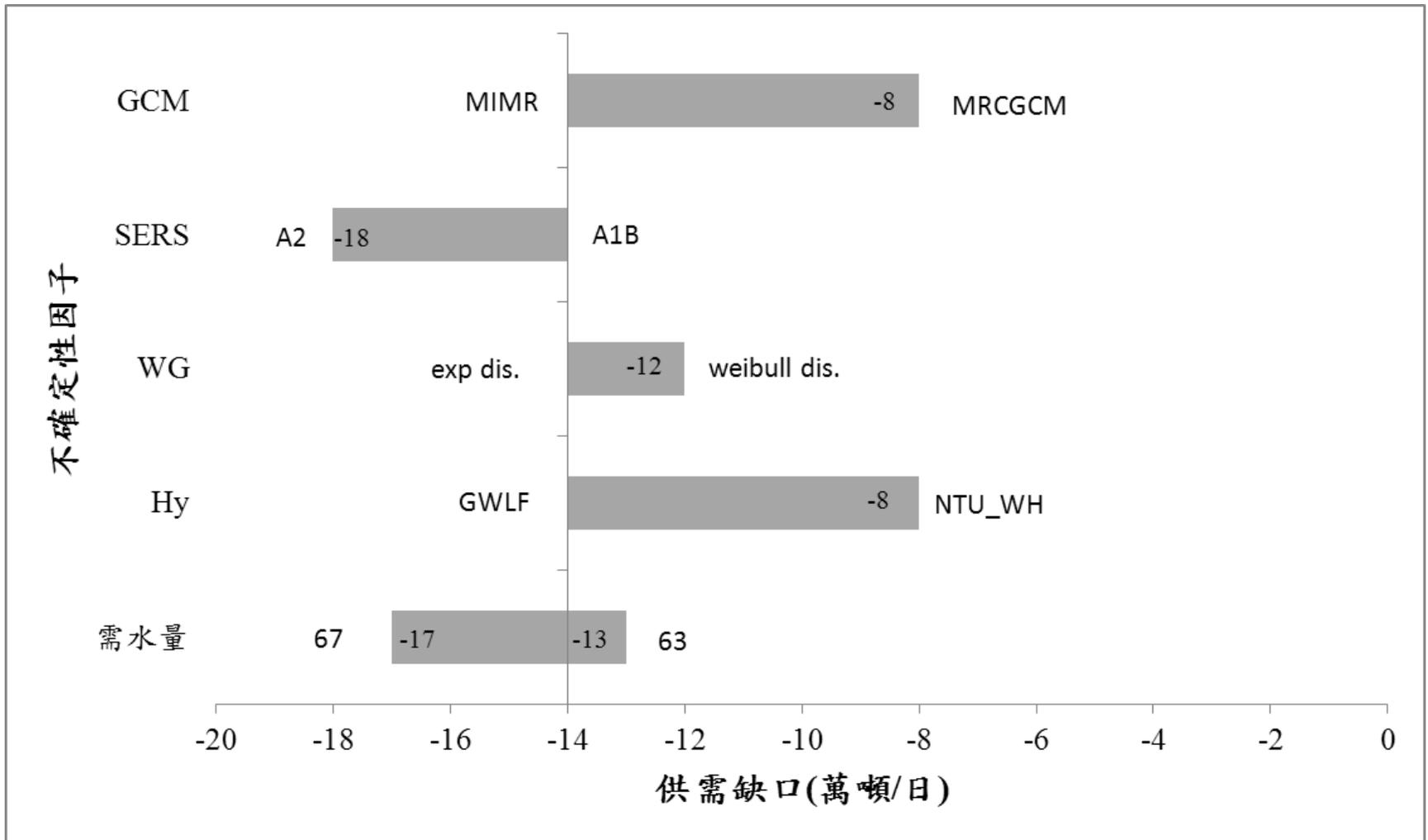


探討與分析氣候變遷風險評估不確定性來源

- 目標：
 - 建立風險評估之不確定性分析流程
 - 鑑別**主要不確定性來源因子**
- 工作項目
 - 1. 氣候變遷推估資料來源
 - 2. 降尺度方法
 - 3. 水文模式
 - 4. 水資源供水系統動力模式與管理制度
 - 5. 社會經濟發展



各因子造成供需缺口範圍



供水承載力不確定性之Case說明

Case	GCMs	SRES	雨量機率分布	水文模式設定
Case A	5	3	單參數韋伯分布	GWLF
Case B	5	3	指數分布	GWLF
Case C	5	3	單參數韋伯分布	NTU_WH

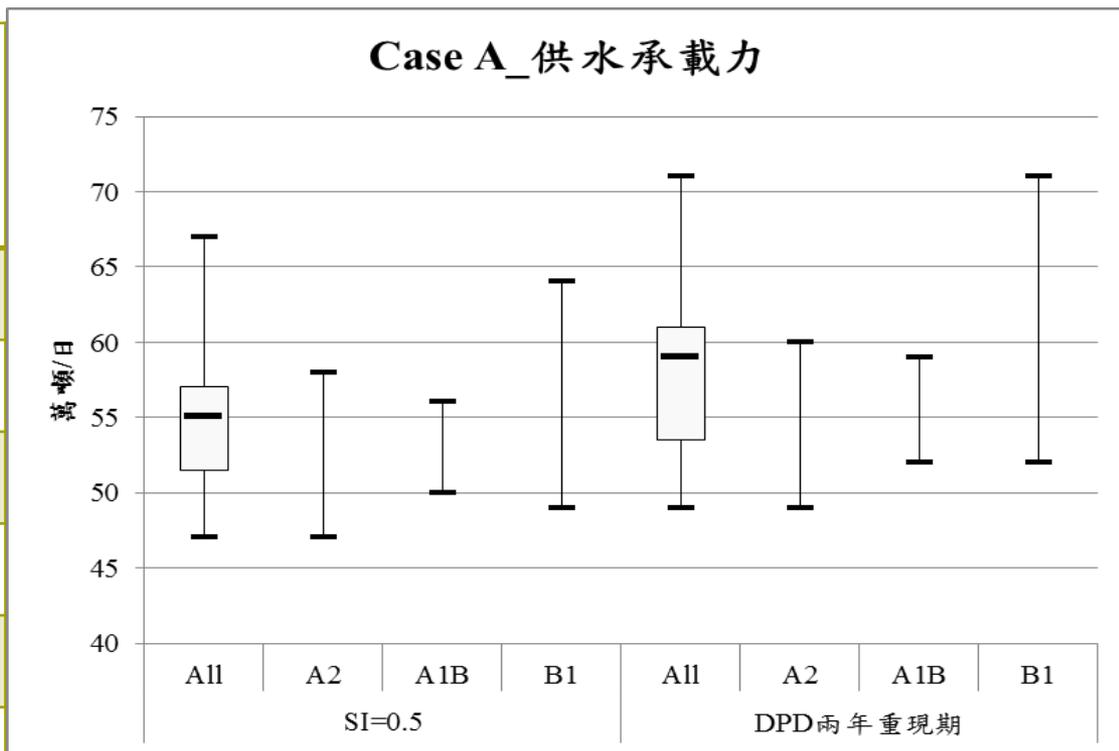
	氣候變遷推估資料		空間 降尺度	氣象 合成模式	水文模式	系統 動力模式	分析項目	
	GCM	SRES					承載力	供需缺口
項目	CSMK35	A2	25km×25km	指數 分布	GWLF	新竹 供水系統	承 載 力	供 需 缺 口
	GFCM21							
	MIMR	A1B		單參數 韋伯分布	GWLF			
	MPEH5				NTU_WH			
	MRCGCM	B1						

GCMs及SRES對供水承載力之影

響

Case	GCMs	SRES	雨量機率分布	水文模式設定
Case A	5	3	單參數韋伯分布	GWLF

門檻訂立依據	SI=0.5	DPD兩年重現期
Min	47	49
Q1	51.5	53.5
Q2	55	59
Q3	57	61
Max	67	71
Average	54.8	58.1

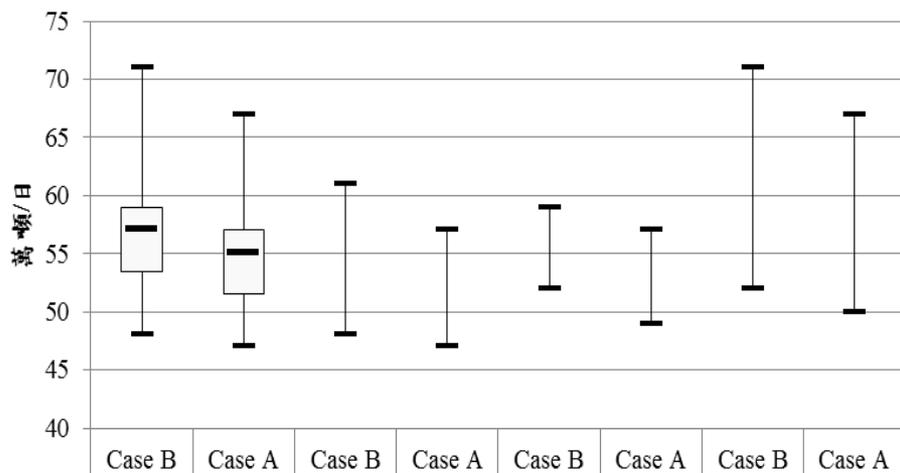


不同選擇會造成至少30%的水量差異

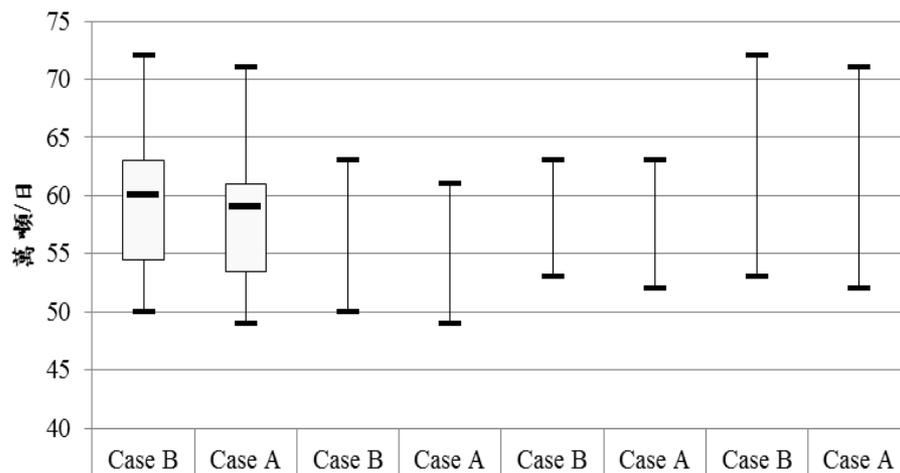
氣象合成模式對供水承載力之影響

Case	GCMs	SRES	雨量機率分布	水文模式設定
Case A	5	3	單參數韋伯分布	GWLF
Case B	5	3	指數分布	GWLF

SI=0.5下供水承載力



DPD兩年重現期下供水承載力

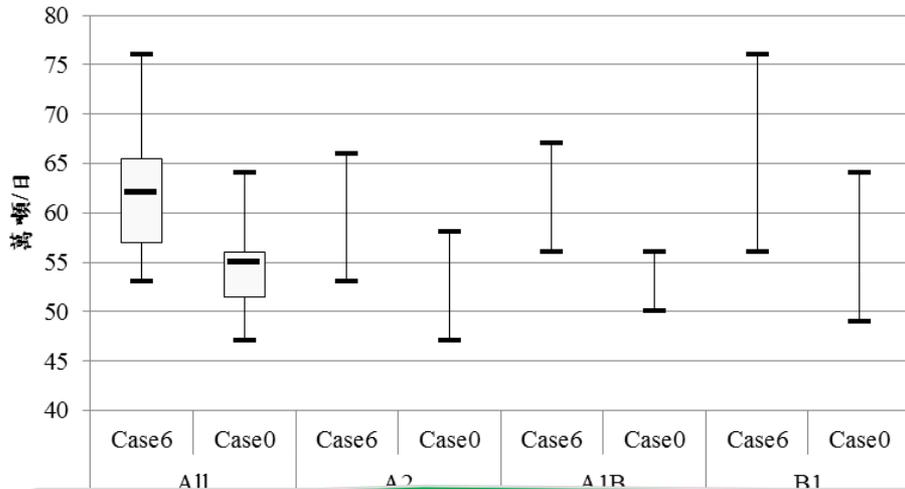


選擇指數分布將使新竹地區之供水承載力較高，建議選用符合該區降雨情形之單參數韋伯分布

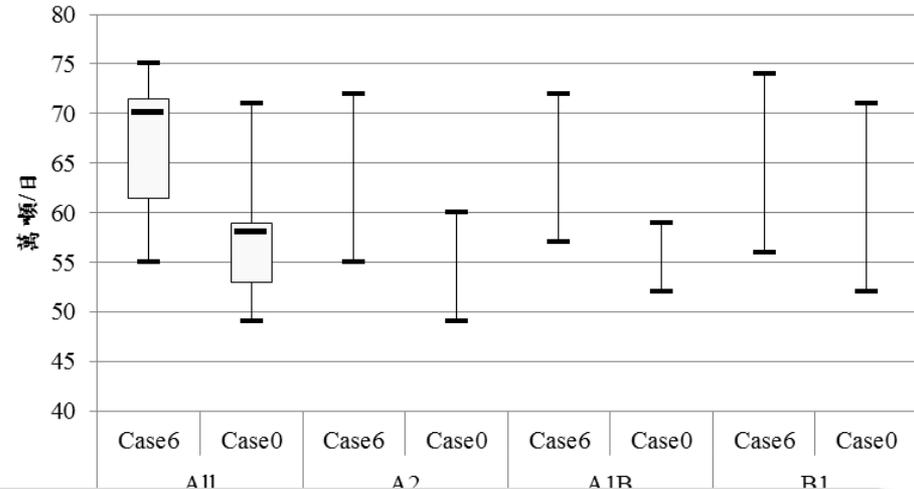
水文模式對供水承載力之影響

Case	GCMs	SRES	雨量機率分布	水文模式設定
Case A	5	3	單參數韋伯分布	GWLF
Case C	5	3	單參數韋伯分布	NTU_WH

SI=0.5下供水承載力



DPD兩年重現期下供水承載力



選擇GWLF與NTU_WH，對於供水承載力之結果會有平均每日約10萬噸之差異。

評估步驟	分析項目	不確定性大小
氣候變遷推估資料來源	GCMs模式	大
	SRES情境	大
降尺度	空間降尺度	TCCIP偏差量校正，小？
	氣象合成模式	採用最接近之降雨機率分布
水文模式	水文參數	小
	水文歷程	大
水資源供水系統動力模式與管理制度	系統動力模式	小
	配水規則	受政策影響
社會經濟發展	生活用水	考量與GDP之相關性，小
	工業用水	當低成長—B1情境，中成長—A1B情境，高成長—A2情境，不確定性小。並進一步考量6種組合，分析可能性
	農業用水	受政策影響

考量不確定性之決策機制

- 目標：建立考量不確定性之空間熱點分析方法，並建立應用PERT法於不確定性分析之決策路徑流程
- 工作項目
 - 1. 建立考量不確定性下之**決策機制**
 - 2. 考量不確定性下之**空間熱點鑑別**
 - 3. 考量不確定性下之**時間排程與修正機制**
- 研究方法
 - 探討不確定性之量化分析成果，建立考量風險分類方式
 - 結合計畫評核術(PERT)進行不確定性分析，發展調適措施執行路徑

空間熱點不確定性分析方法

- 風險度 = 危害度 × 脆弱度
- 熱點(Hotspot)：風險度與結果可能性最高之地區
- 建構調適行動風險與可能性分析圖

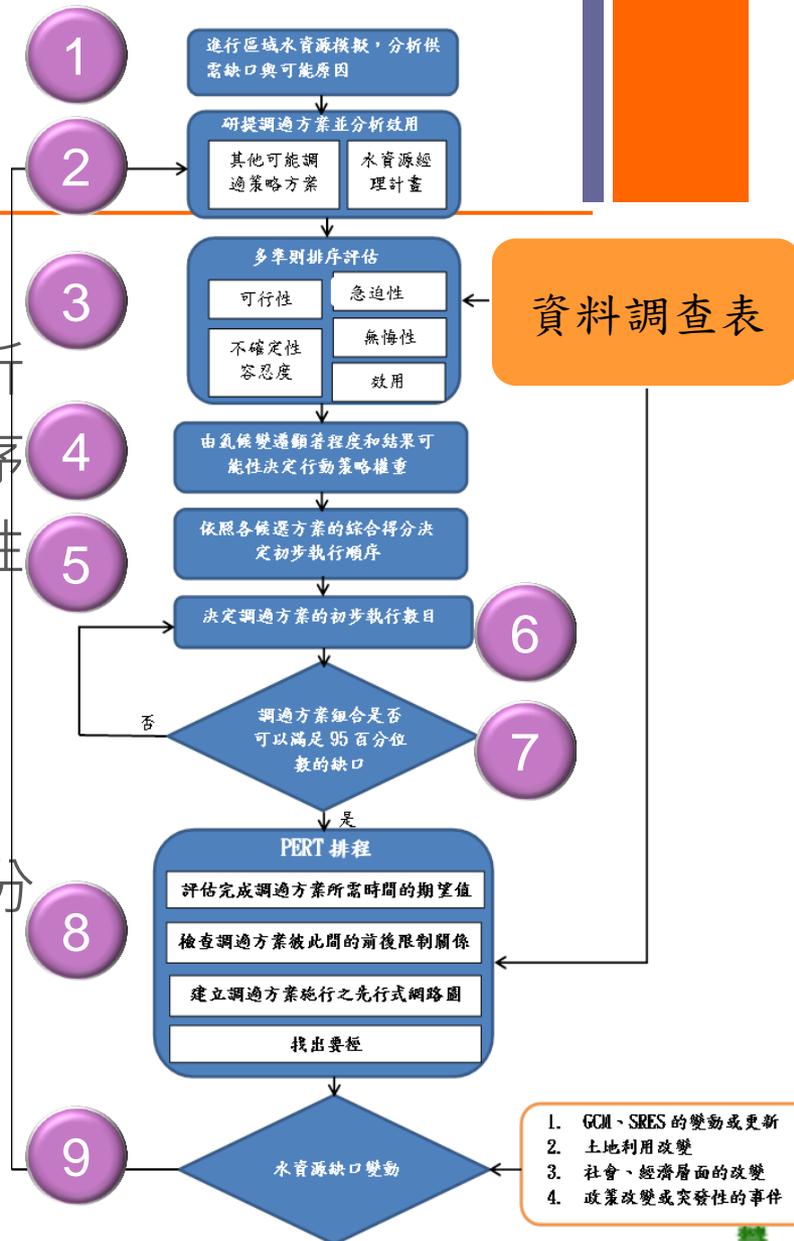
風險	採取調適行動				
	1	2	3	4	5
5			盡快		急迫
4					
3	進一步分析與配合謹慎措施				
2					
1			觀察		
	1	2	3	4	5

可能性分級	結果可能性
5	>90%
4	66%~90%
3	33%~66%
2	10%~33%
1	<10%

可能性

決策機制流程圖

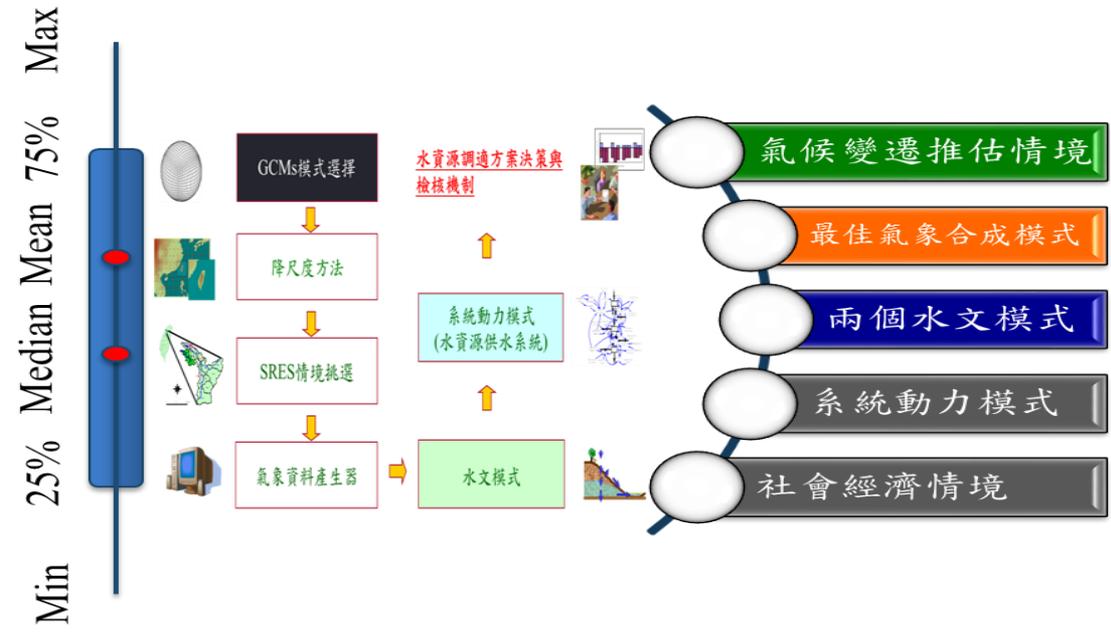
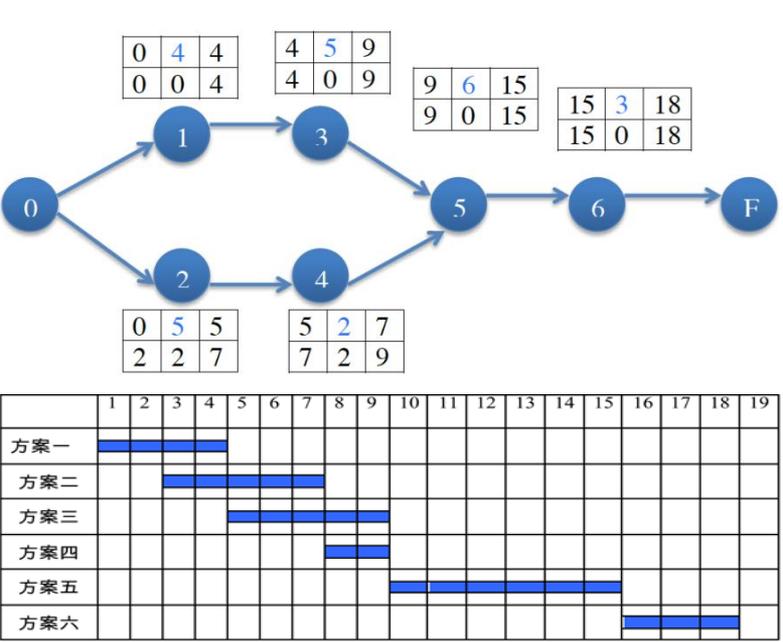
- ① 模擬分析供需缺口與可能原因
- ② 研提候選調適方案並進行效用分析
- ③ 多準則排序評估法，擬定優先順序
- ④ 由氣候變遷顯著程度和結果可能性決定行動策略權重
- ⑤ 調適方案的挑選順序
- ⑥ 決定調適方案組合
- ⑦ 檢視調適方案是否可以滿足95百分位數之缺口
- ⑧ 運用計畫評核術進行方案排程
- ⑨ 因應未來水資源變動之調整機制



8

運用計畫評核術(PERT)進行方案排程

- (1) 評估調適方案完成時間的期望值
- (2) 檢查方案間的順序限制及先後關係
- (3) 建立先行式網路圖
- (4) 計算時間、找出要徑和方案之最晚開始時間

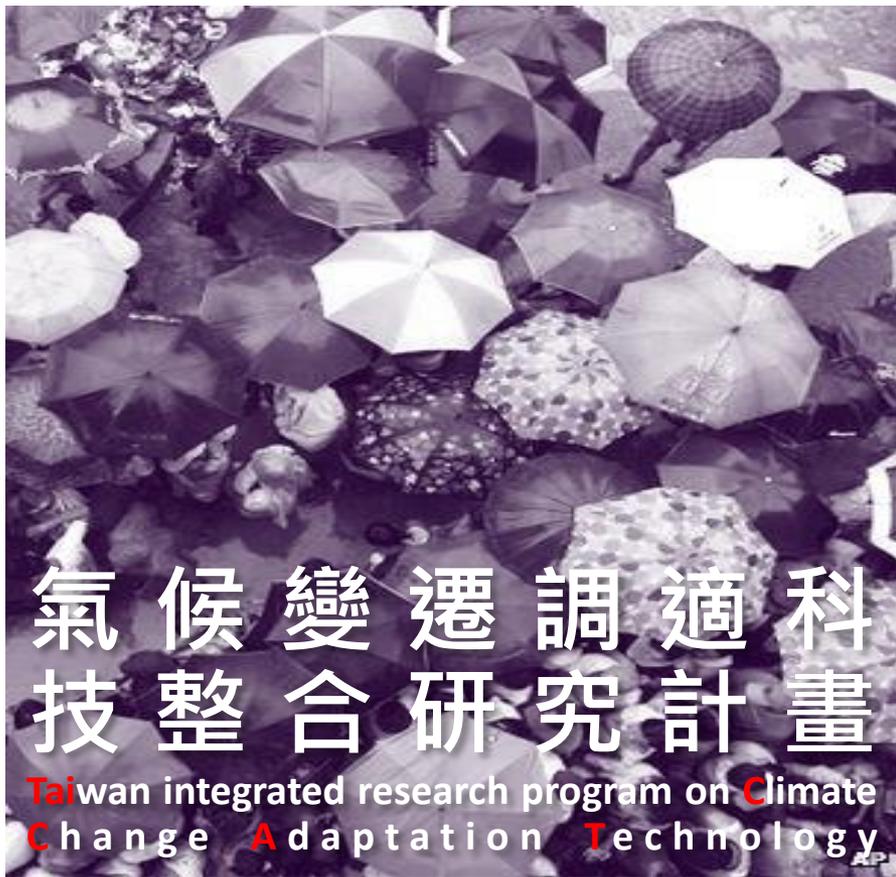


結論與建議

1. 在氣候變遷衝擊評估時，主要不確定性來源有氣候變遷推估資料來源，包括GCMs模式與SRES情境、空間降尺度與時間降尺度、水文模式、水資源供水系統動力模式與管理制度以及因社會經濟發展對需水量推估之不確定性。
2. 在氣候變遷推估資料來源不確定性方面，溫度變化之不確定性在低溫之月份其變化量不確定性較高，雨量部分在枯水期之不確定性則較豐水期為高；
3. 空間降尺度具有較小之不確定性，但在時間降尺度上，則會因降雨機率分布的選擇對雨量繁衍結果造成影響，需先挑選適合之機率分布後再進行雨量繁衍，以降低時間降尺度之不確定性。

結論與建議

3. 在水文模式不確定性上，不同水文參數包括土壤水分限制、二階退水公式、CN值、作物覆蓋係數等，其不確定性較小；不同水文歷程之分析，在流量模擬上均可提供合理之模擬結果，其中NTU_WH模式可得到較合理之連續低流量模擬，對於整體模式效率的改進顯著。
4. 本研究所建立之評估流程可應用於其他地區，惟在GCMs挑選時，必須考慮該區域之氣候特性，挑選適當之GCMs模式。



TaiCCAT

主持人 劉振榮 副校長

群組整合架構



評估組計畫目標與預期產出





AR4: IPCC 第四次評估報告 (WGII)

AR5: IPCC 第五次評估報告概要 (WGII)

AR4 主要缺口

AR5 主要主題



Taiwan integrated research program on
Climate Change Adaptation Technology

架構

臺灣氣候變遷調適科技知識平台
Taiwan Climate Adaptation Knowledge Platform

提供
服務

Google Search



決策幫手

知識庫

電子報

詞彙表

知識交流

相關連結

下載專區

簡介與聯絡

最新消息

聯合國氣候變遷綱要公約第19屆會議 聚焦氣候融資
12 Nov 2013

美國總統歐巴馬宣布對抗氣候變遷新計畫大綱
09 Jul 2013

聯合國2013第2輪氣候變遷會議，於6月14日於德國-伯恩閉幕
17 Jun 2013

行政院經建會政策方向：因地制宜，積極推動地方氣候變遷調適
09 May 2013

More

更新
內容

主要功能



影音分享



聯合國教科文組織-水資源研究所：學習與行動聯盟及地方政府的改變



丹麥與格陵蘭地質調查局：氣候變遷調適的歐洲案例

More

More

國際調適新知



敬請指教