

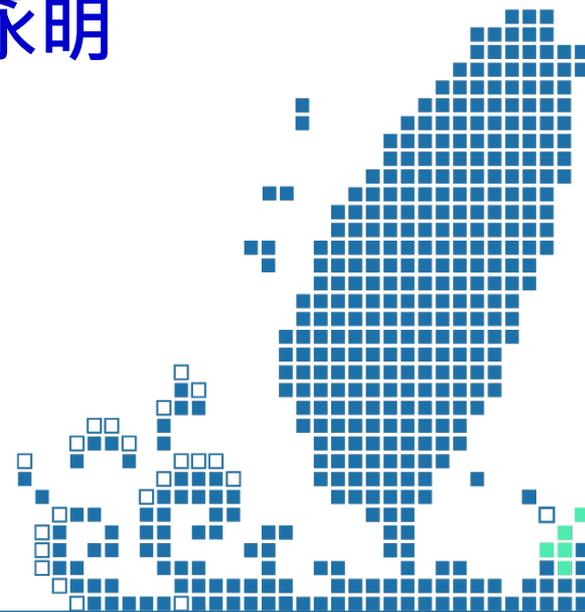
CMIP5之模式挑選應用水資源領域

陳韻如 童裕翔 朱容練 陳永明



行政法人國家災害防救科技中心
National Science and Technology Center
for Disaster Reduction

2017/4/5



大綱

- ➔ 前言
- ➔ 統計降尺度資料
- ➔ GCM模式挑選
- ➔ 挑選模式應用於流量衝擊評估
- ➔ 結論

前言

- ⇒ IPCC提供**多個**排放情境與不同來源之GCM模式結果。
- ⇒ 國際間建議採用**系集平均**(Ensemble mean)，其降雨變化衝擊量相對於低（約 $\pm 5\sim 10\%$ 之變化），對於水資源的衝擊影響相對低。
- ⇒ 如何應用高解析度之**多組GCM**模式在未來氣候推估之研究，是一項重要的課題。
- ⇒ AR4模式應用與AR5之差異

台灣氣候變遷統計降尺度資料

➔ AR5模式數之RCP2.6與RCP6.0基於發生的**可能性低與模式數少**，建議以RCP4.5與RCP8.5為主。

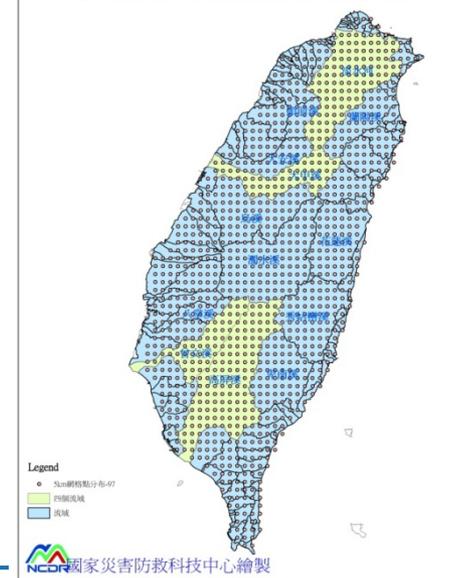
情境	RCP2.6	RCP4.5	RCP6.0	RCP8.5
模式數	26	38	21	41

情境	B1	A1B	A2
模式數	21	24	19

➔ 年份

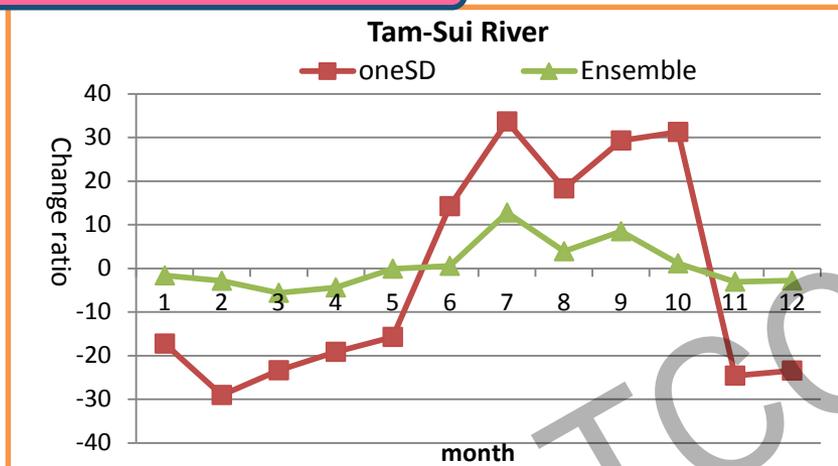
- 1986~2005(基期)
- 2016~2035 (近未來)
- 2081~2100(世紀末)

統計降尺度5km網格點分布



提供給水文領域之GCM模式 (AR4)

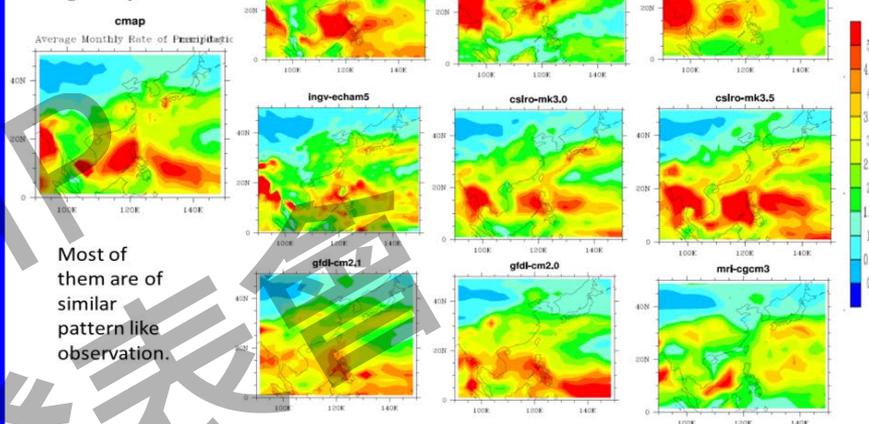
① 假設最劣情境



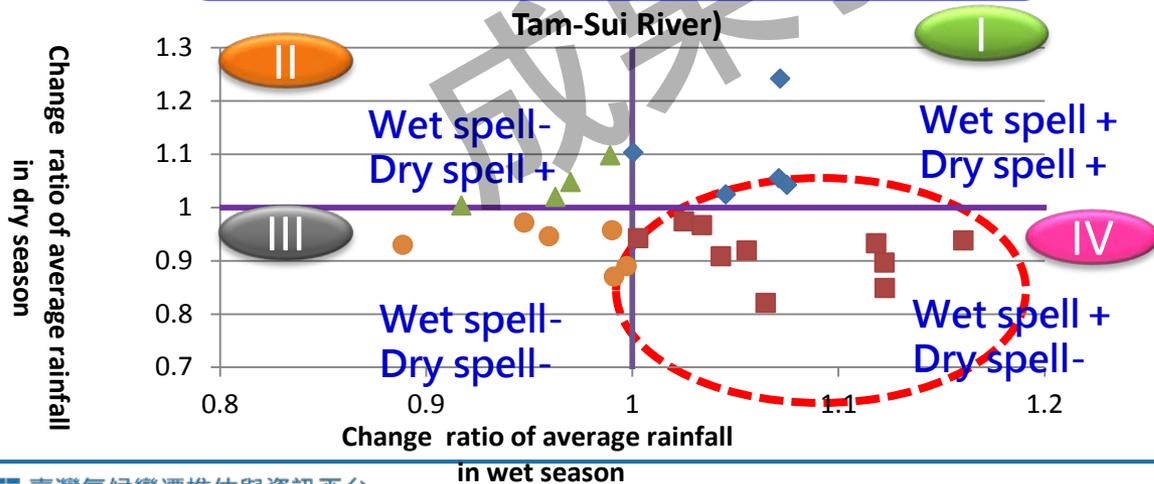
多模式平均 \pm 一倍標準差

② 東亞季風表現好之GCM模式

Precipitation Variability during Mei-yu season



③ 根據豐枯水期降雨改變率挑選模式



Different Strategies are made for Application of Water resource using Projection data of Statistical Downscaling concerning Climate Change

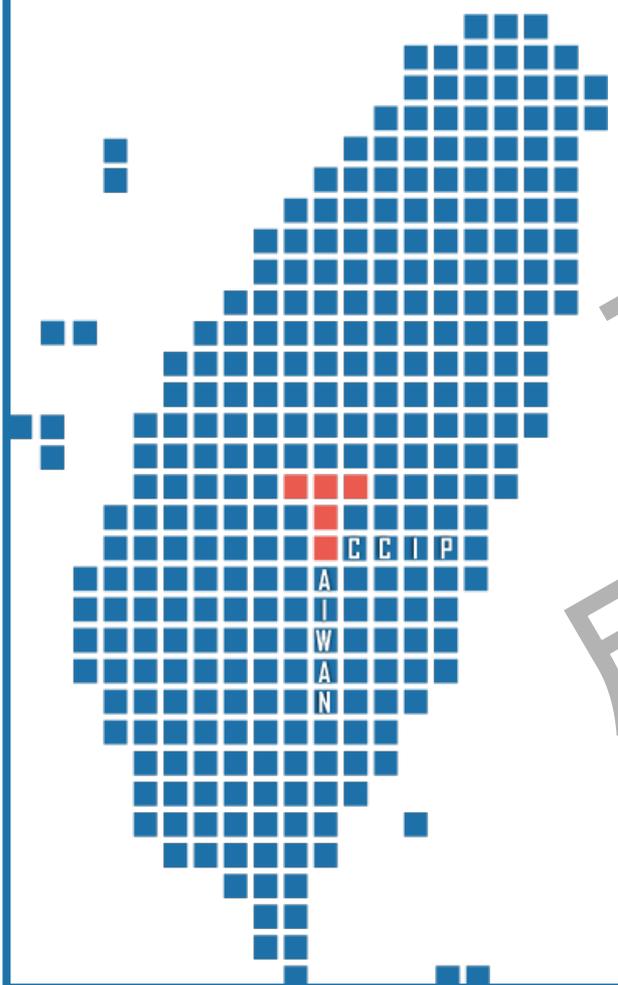
過去挑選模式的應用

	方法一	方法二	方法三	方法四
示意圖				
模式數	單一最劣情境	9個GCM	12個GCM	5個GCM
挑選模式準則	<ol style="list-style-type: none"> 以A1B之24個GCM模式之多模式平均雨量變化為基準。 於豐水期加一倍標準差，於枯水期減一倍標準差，以凸顯降雨衝擊。 	<p>挑選模擬東亞季風之氣候平均值的空間分布較佳之GCM模式。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 依據降雨改變率之平均豐枯水期特性，將GCM模式分為四類 挑選豐水期增加而枯水期減少之特性之GCM模式。 	<ol style="list-style-type: none"> 選擇方法二與三，兩個交集模式共有3個。 另增加「全年少雨」與「全年多雨」之GCM，各挑選1個GCM模式進行分析，並挑選該類別中相對較嚴重之GCM模式。
使用端	土砂災害與防洪衝擊		水資源衝擊評估	



國家災害防救科技中心

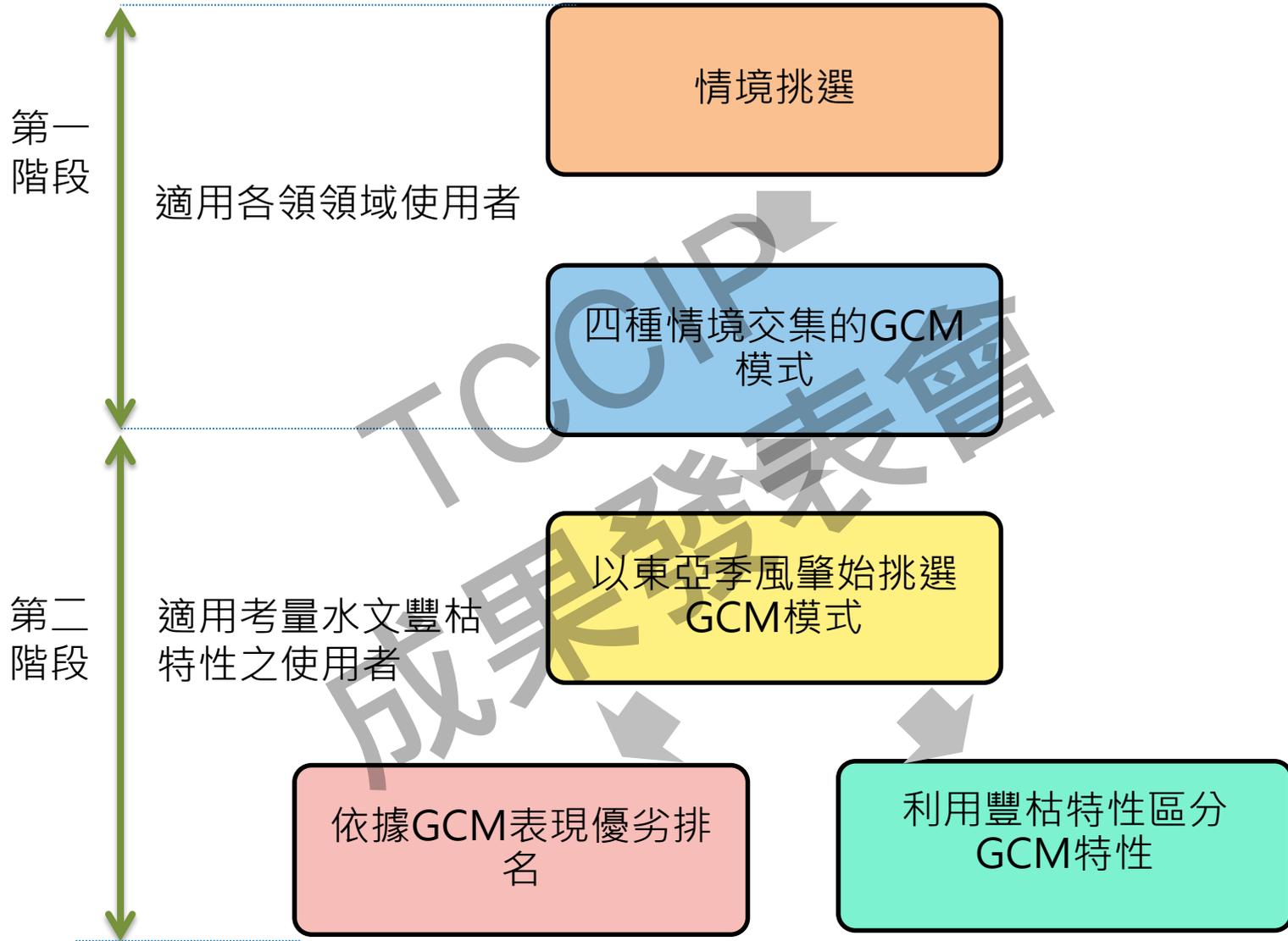
National Science and Technology Center
for Disaster Reduction



GCM模式挑選

TCCIP
成果發表會

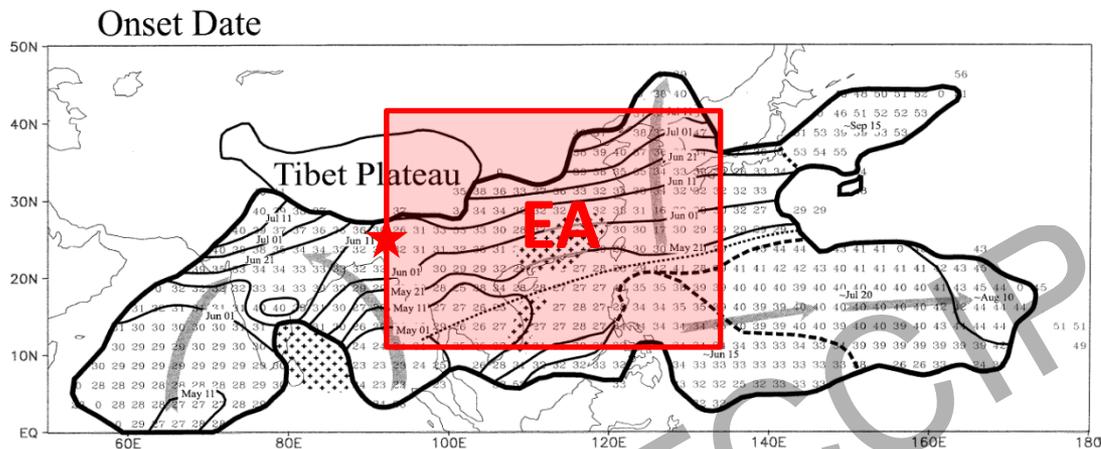
模式挑選流程



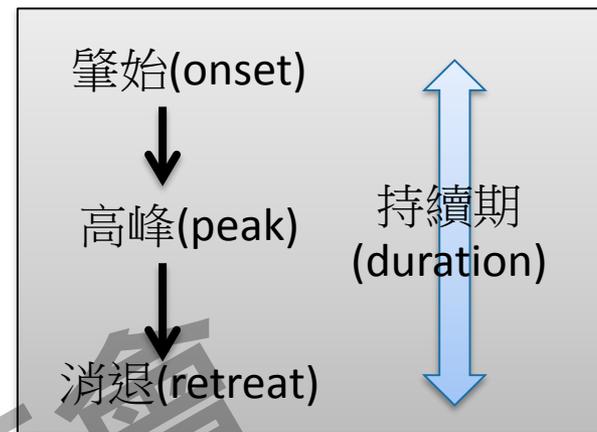
CMIP5 模式表現量評估

- ➔ 氣候模式表現量 (Performance) ，需能呈現大區域的氣候特性，以作為GCM模式挑選依據。
- ➔ 夏季季風為台灣豐水期降雨來源，可反應台灣的氣候重要特性。評估各GCM模式於基期對東亞地區**夏季季風的時序**表現。
- ➔ 依據**表現量表得分**，挑選合適的GCM模式。

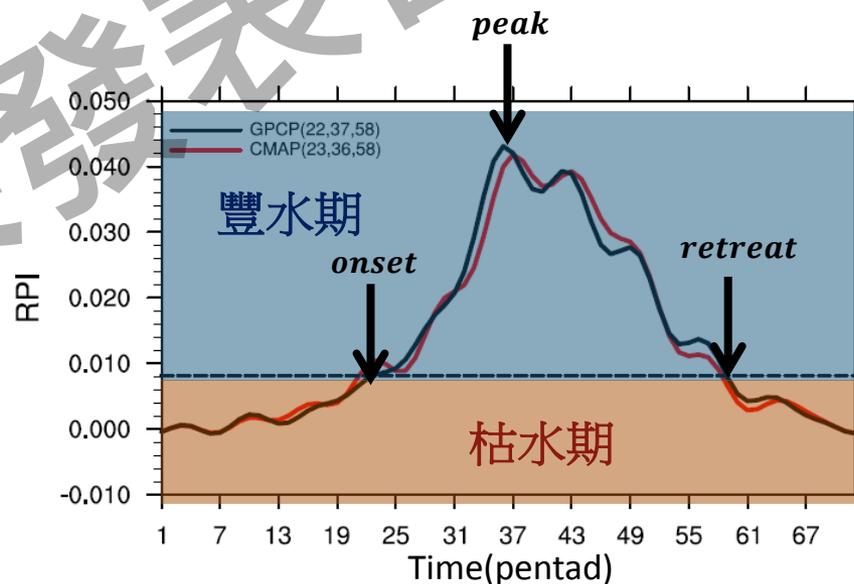
季風肇始



季風降雨時序演進



- East Asia Monsoon(EA) –
90°E-135°E, 10°N-40°N

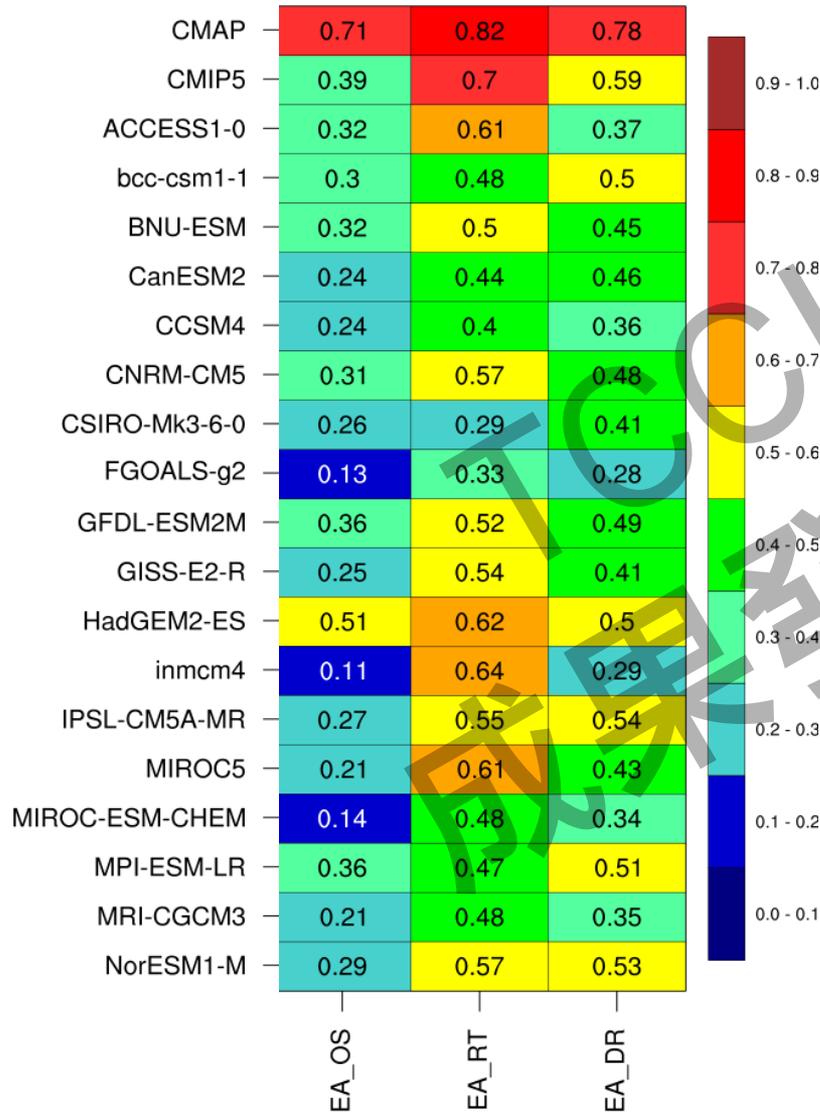


孟加拉灣(21.25N, 91.25E)

表現量表評估方式

- ➔ 應用CMIP5中的GCM日降雨資料，評估東亞地區夏季季風降雨時序。
- ➔ 以NASA GPCP(Global Precipitation Climatology Project)計畫產製的衛星反演之日雨量觀測資料，**驗證GCM模式於基期之表現**。
- ➔ Kitoh(2006)應用Taylor Skill Score(2001)統合空間相關係數(pattern correlation coefficient)與均方根誤差(root mean square error)的統計因子，分析模式與觀測場間的季風降雨時序變化統計相關性。

CMIP5模式季風特性表現量表



- Poor skill score of onset timing
- 2 items above 0.5, at least

OS(肇始)
RT(消退)
DR(持續期)

TOP5 (Best5)

- bcc-csm1-1
- HadGEM2-ES
- IPSL-CM5A-MR
- MPI-ESM-LR
- NorESM1-M

LAST5 (Worst5)

- CSIRO-Mk3-6-0
- FGOALS-g2
- MIROC-ESM-CHEM
- MRI-CGCM3
- CCSM4

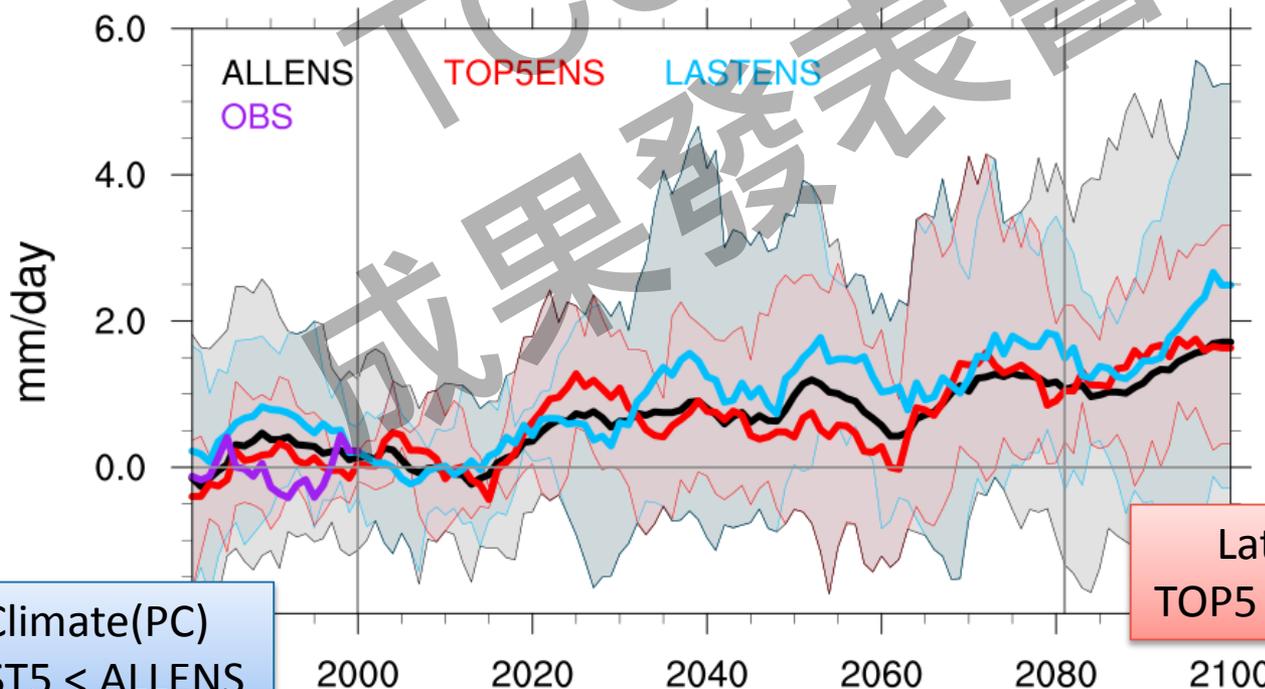
GCM模式不確定性

- ➔ 現今氣候到21世紀末之20年滑動平均時序變化
- ➔ 模擬東亞季風時序表現較佳的五個模式 (TOP5ENS) 可減少多模式間的不確定性。

OBS&CMIP5 over Taiwan(5km)

Pr wet_season 10yr-run mean

PC:1981-2000, LC:2081-2100



Present Climate(PC)
TOP5 < LAST5 < ALLENS

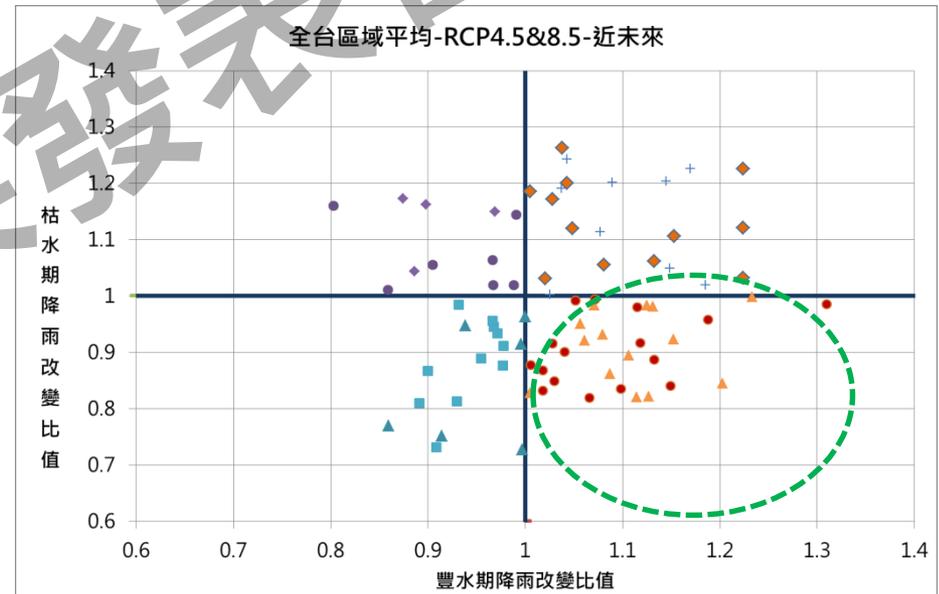
Late Century (LC)
TOP5 < LAST5 < ALLENS

依據豐枯特性挑選模式

- ➔ 全台降雨區域平均，RCP4.5與8.5情境於兩個推估期都是以第IV象限為較多。
- ➔ 在第VI象限的模式降雨改變率約介於
 - 近未來：豐+20% ， 枯-20%
 - 世紀末：豐+40% ， 枯-40%

各象限中的模式數量

象限	RCP4.5		RCP8.5	
	近未來	世紀末	近未來	世紀末
I	9	13	12	8
II	4	6	7	1
III	11	3	6	5
VI	14	16	16	27



GCM模式的降雨豐枯特性

- ➔ 分析近未來兩種情境，79個模式
- ➔ 約38%(30個)的模式呈現豐增枯減的趨勢，以豐水期+0~15%枯水期-10%以上為較多

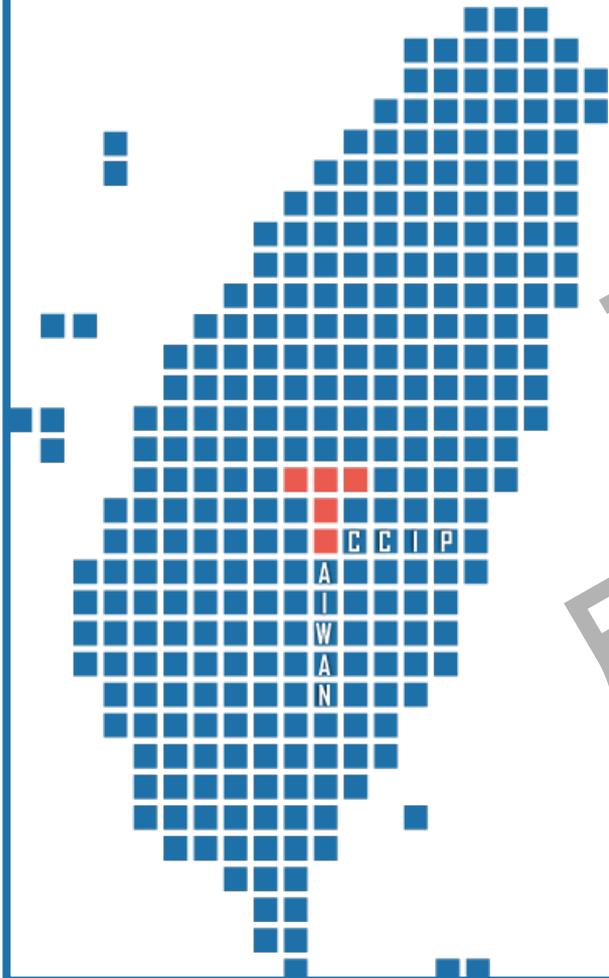
		枯水期平均降雨改變率			
		>15	0~15	-1~-10	<-10
豐水期平均降雨改變率	>15	2	4	4	1
	0~15	8	7	12	13
	-1~-10	1	3	2	3
	<-10	3	0	2	0

全年多雨	豐增枯減
21	30
豐減枯增	全年偏乾
11	17



國家災害防救科技中心

National Science and Technology Center
for Disaster Reduction



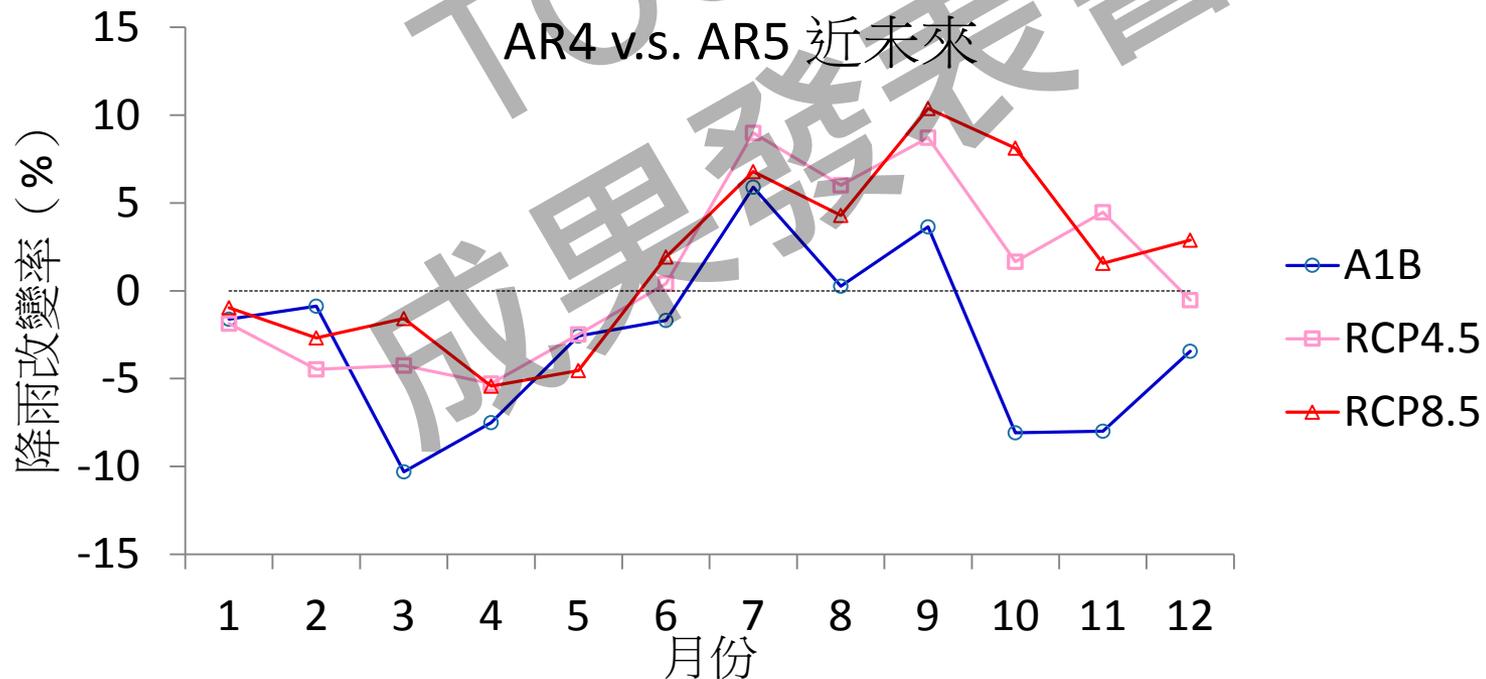
多模式平均與假設最劣情境



TCCIP
成果發表會

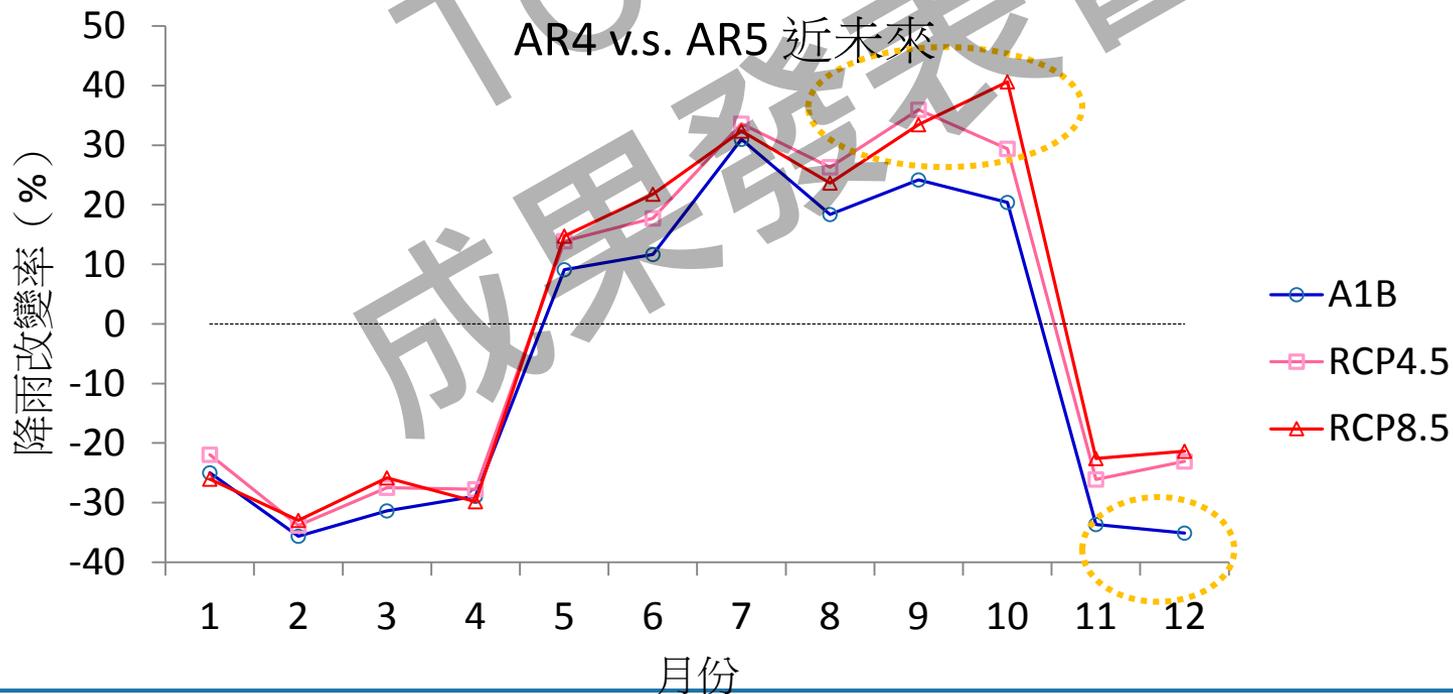
多模式平均 (Ensemble)

- ➔ AR4之Ensemble豐增枯減差異較為顯著，但AR5枯水期的降雨減少趨勢較不顯著，呈現1~6月減少，7~12月降雨增加趨勢。
- ➔ AR5豐水期降雨改變率較大



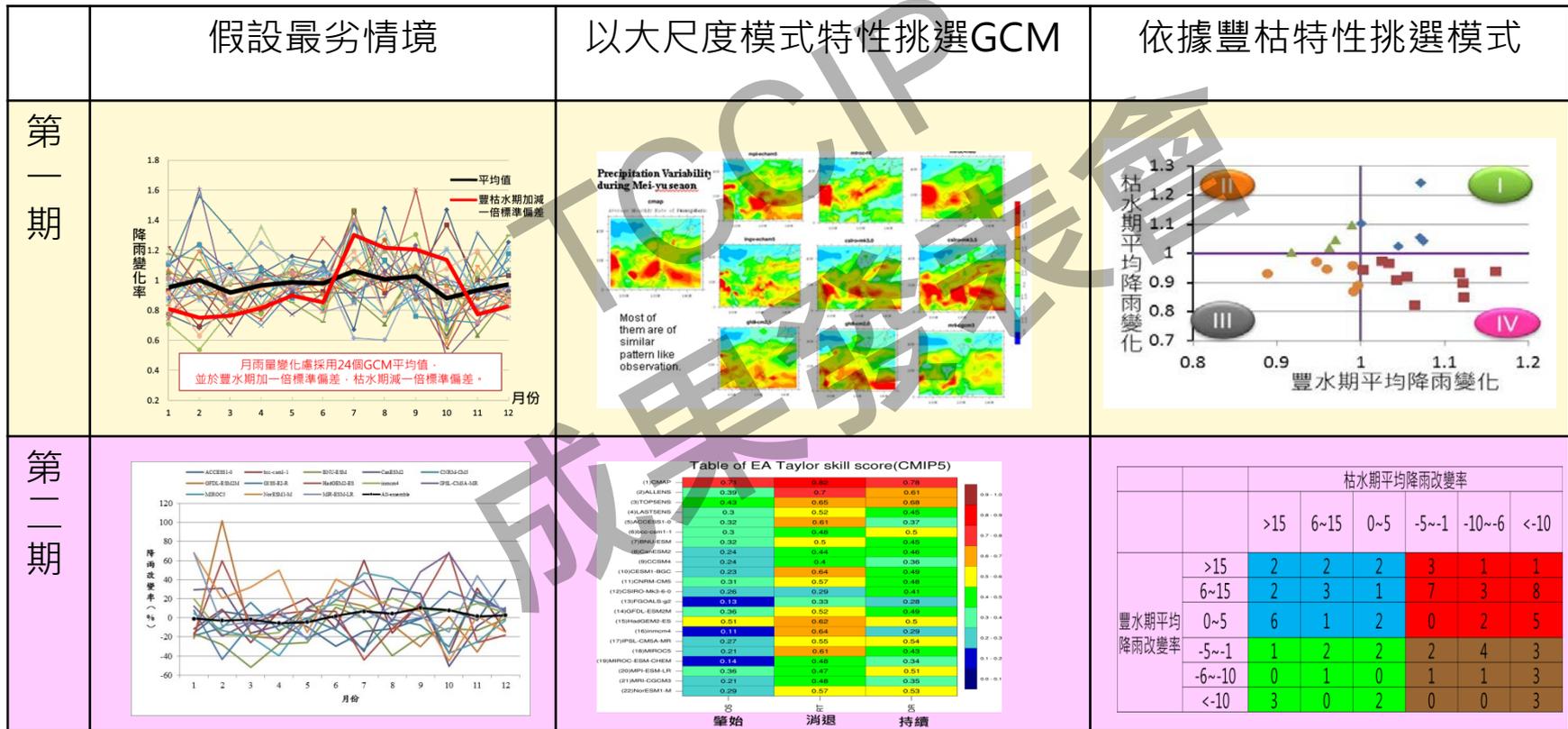
AR4與AR5之假設最劣情境

- ➔ 整體上AR4與AR5差異不大改變率約-30~30之間。
- ➔ AR4於11月與12月降雨衝擊量較AR5大
- ➔ AR5則是在豐水期降雨量改變率增加量較大 (8~10月)
- ➔ RCP4.5假設最劣情境與A1B較為接近



TCCIP不同期模式挑選成果

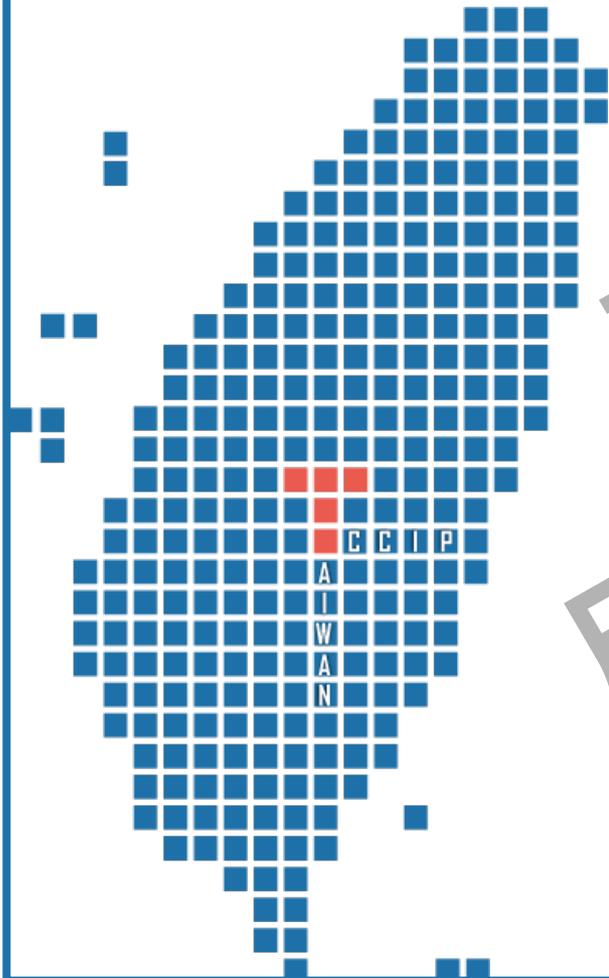
➔ 第二期挑選模式，除了強化挑選模式的準則，並降低模式挑選的不確定性，提供更多資訊。





國家災害防救科技中心

National Science and Technology Center
for Disaster Reduction



TCCIP
成果發表會



流量衝擊評估

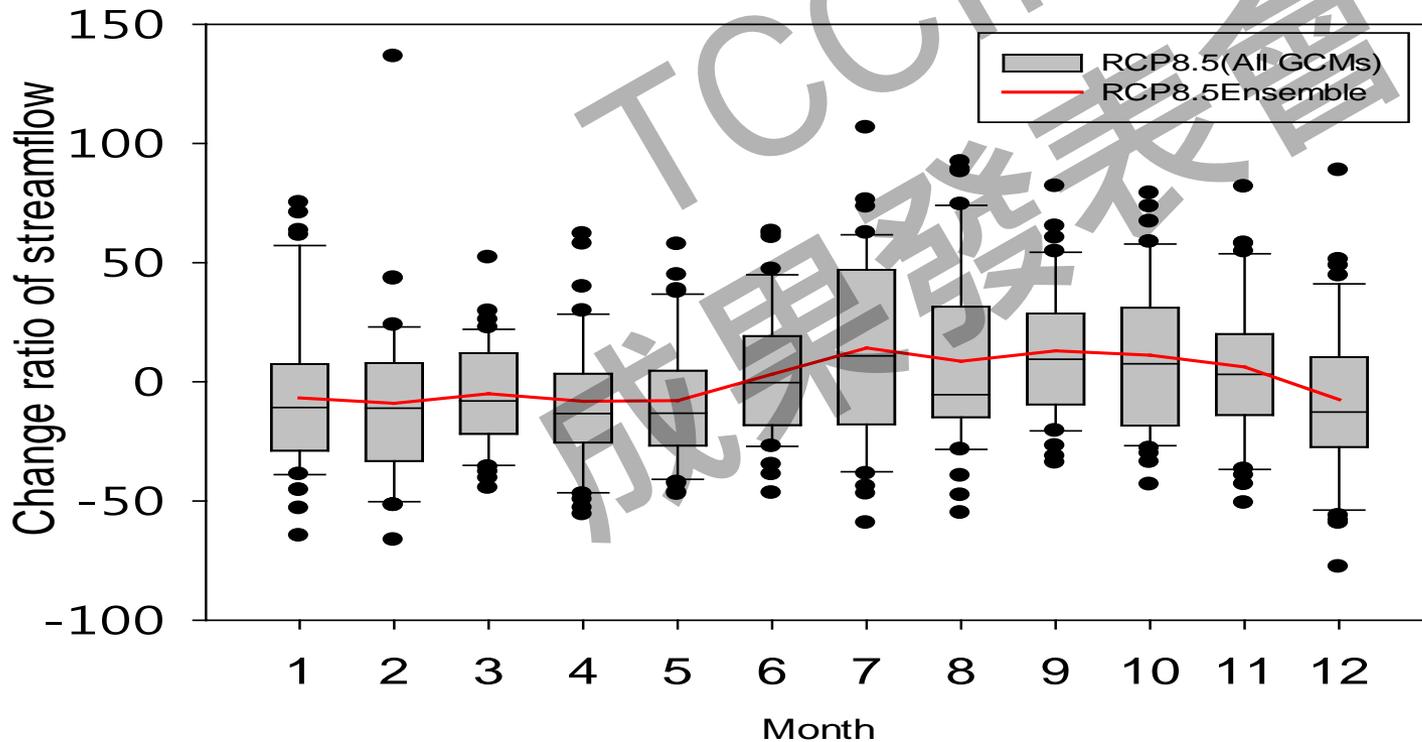
流量衝擊評估流程



月流量流量衝擊評估結果

淡水河流域在RCP8.5情境下，所有模式於各月流量變化，於七八月期間流量變異性較大。

淡水河流域RCP8.5-近未來

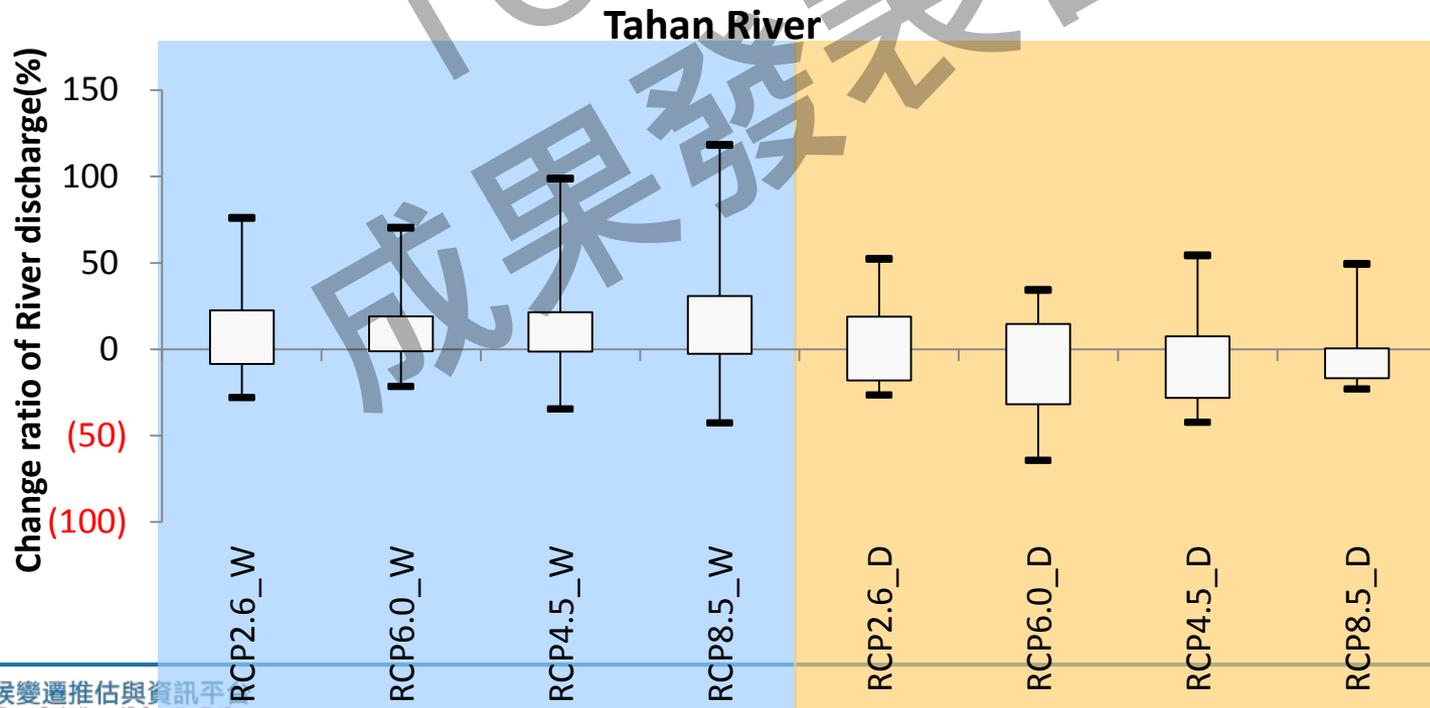


Box plots

- Maximum
- Upper quartile
- Median
- Lower quartile
- Minimum
- Dots are outliers

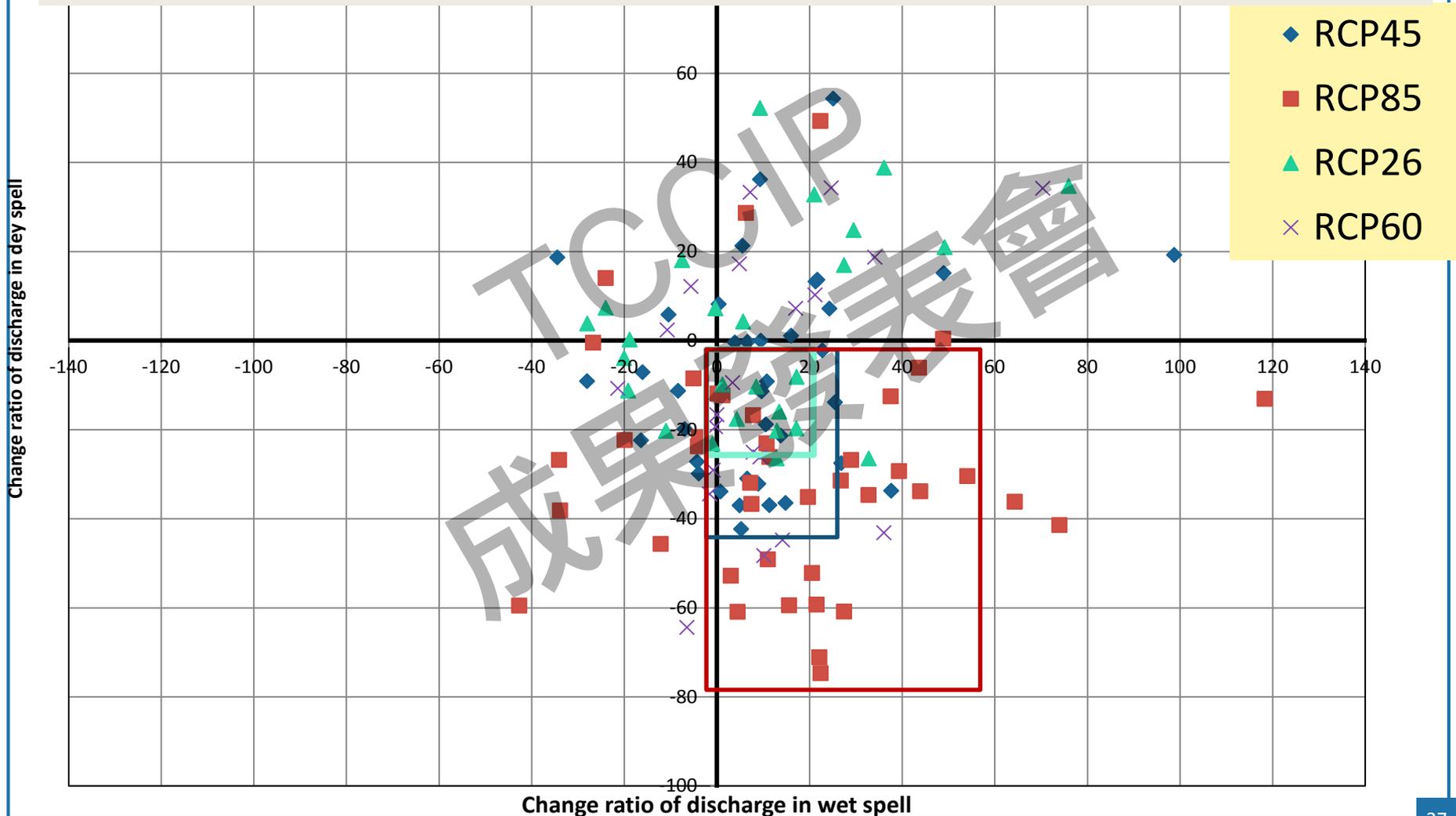
淡水河-大漢溪-AR5

- ➔ 多數情境與模式 (70%) 都符合豐水期增加之趨勢
- ➔ 枯水期除了RCP8.5約90%的模式呈現枯水期減少，其他情境約只有50%模式呈現枯水期減少。
- ➔ 變異性比較：豐水期RCP8.5變異性最大，枯水期則以RCP6.0大。



大漢溪-流量豐枯水期變化-世紀末

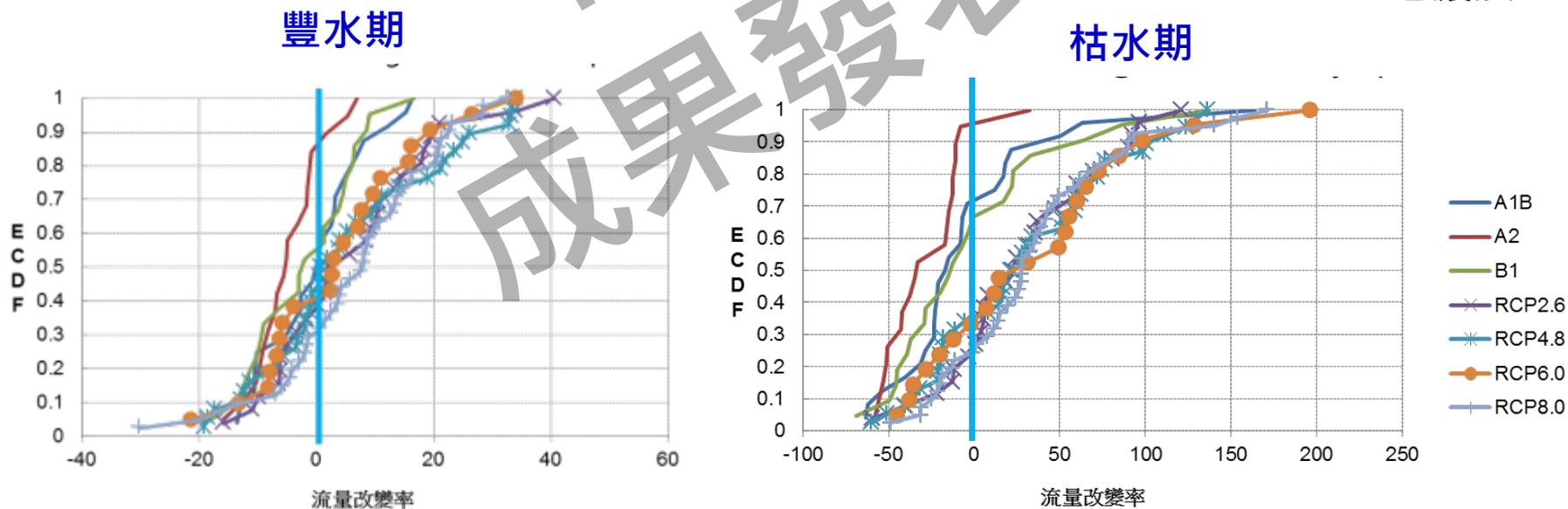
不同RCP情境下流量豐枯變化，第四象限之**豐增枯減**的特性的GCM模式，符合**RCP**濃度越高衝擊量越大，但RCP6.0較不明顯。



AR4與AR5流量衝擊結果比較（荖濃溪流域）

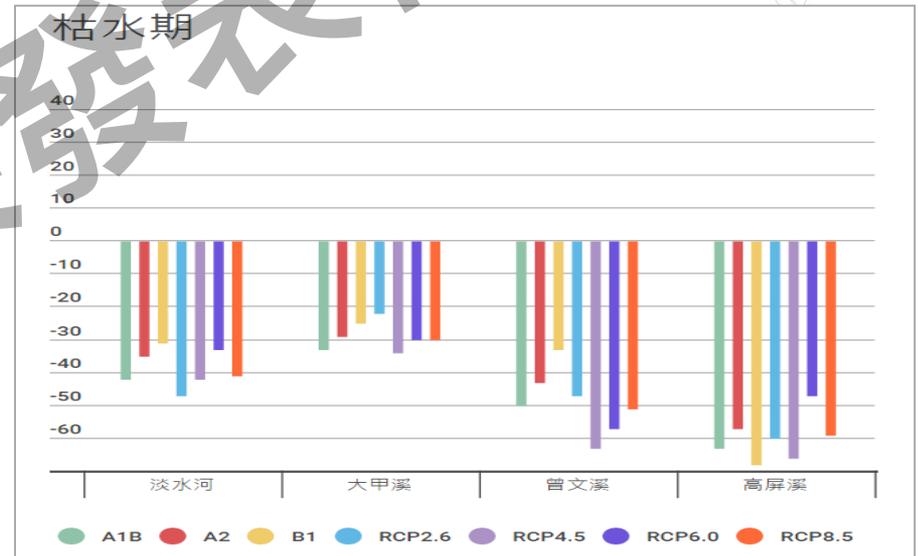
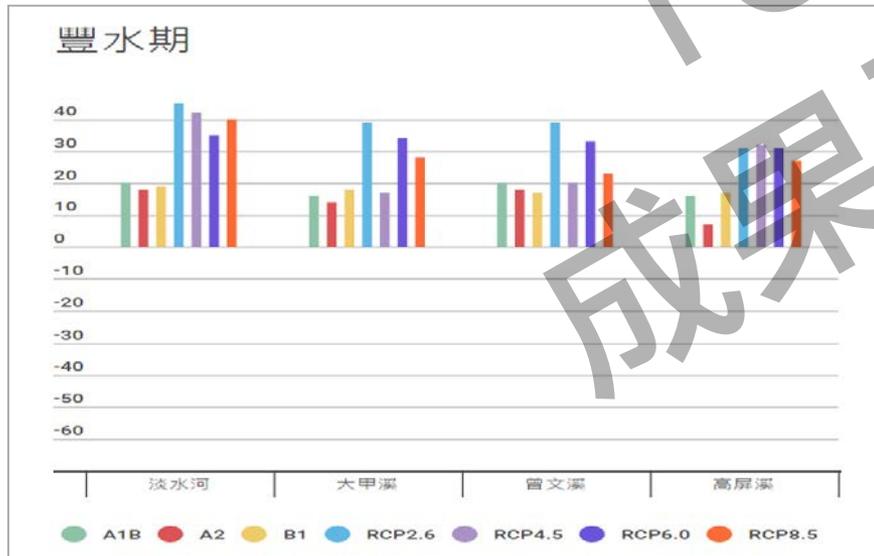
- ➔ 在AR4情境下多數模式呈現豐增枯減的趨勢。
- ➔ 近未來期間，AR5情境下，豐水期的流量衝擊更為嚴峻，但枯水期的流量變化是增加的趨勢，於世紀末期間則是維持豐增枯減的。

荖濃溪



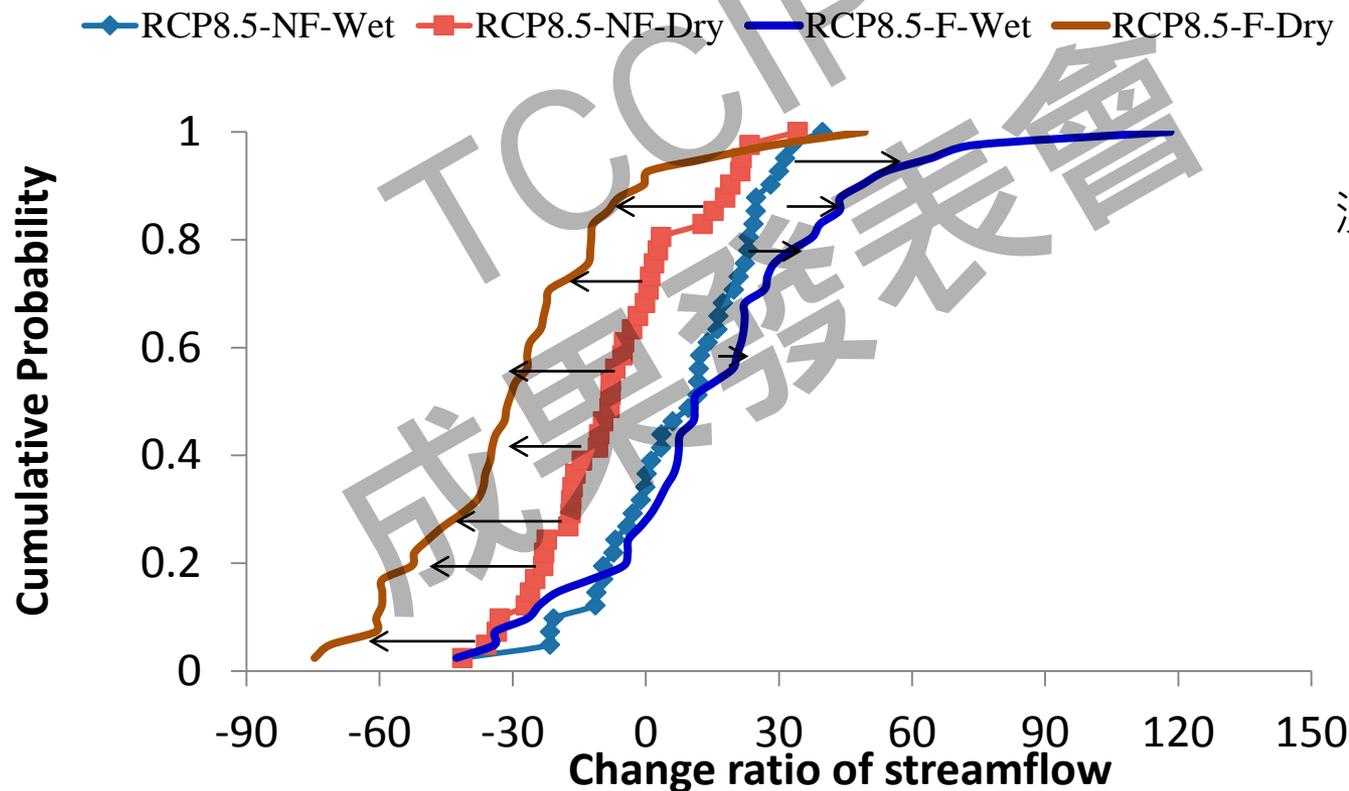
AR4與AR5流量衝擊比較

- ➔ 流域之豐枯水期流量最大改變率
- ➔ 淡水河與曾文溪維持豐越豐，枯越枯的特性，且AR5情境下的流量衝擊大於AR4的情境。



不同推估期流量變化

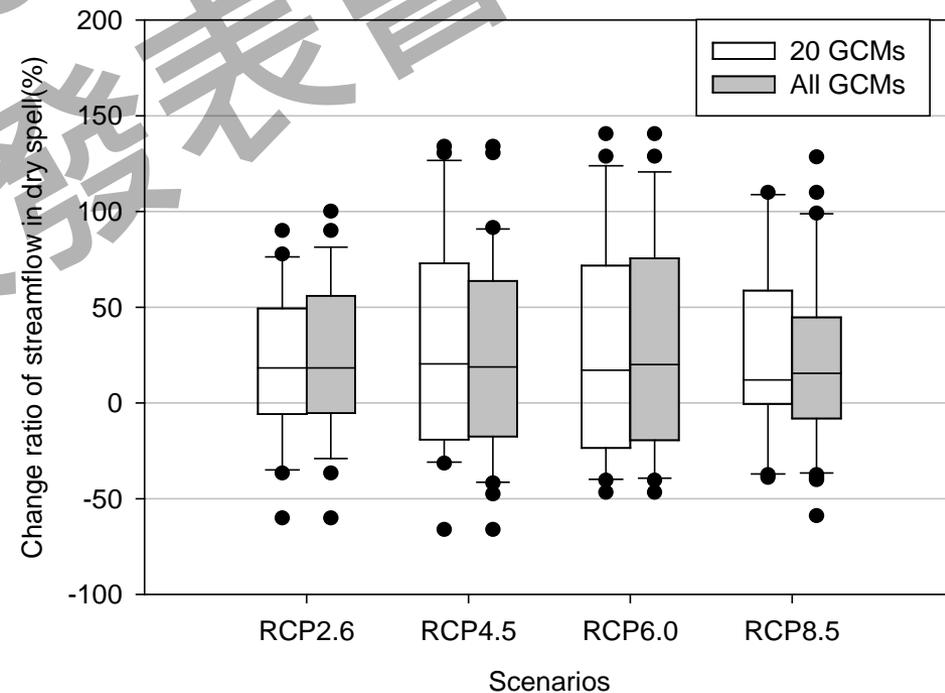
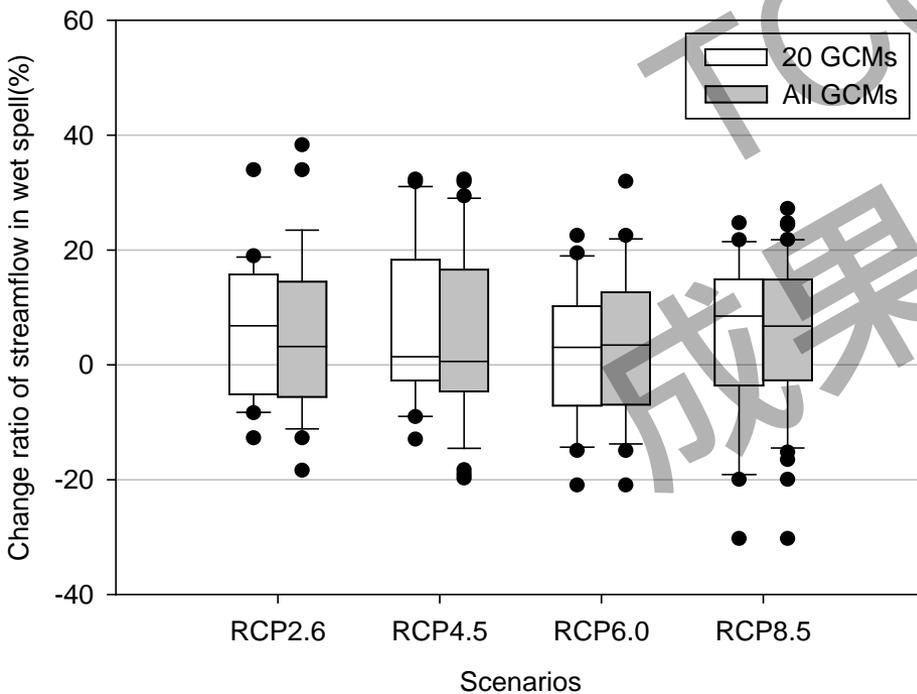
➔ 世紀末流量衝擊加重，豐水期的改變率為 -40~120%，枯水期則是 -80~50%。



淡水河流域

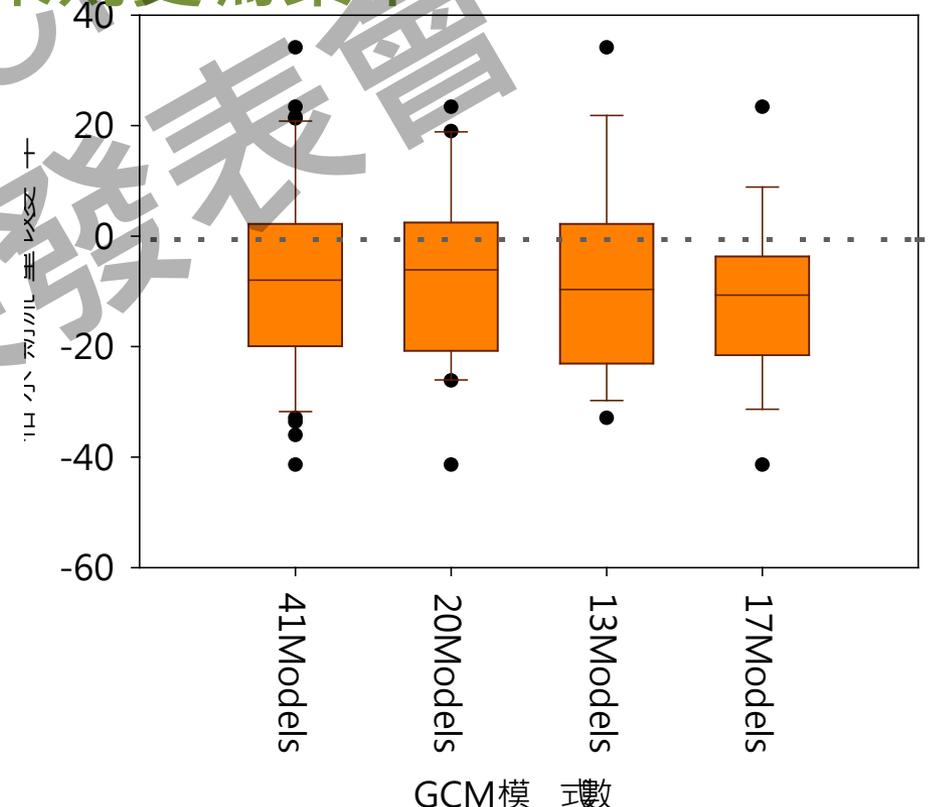
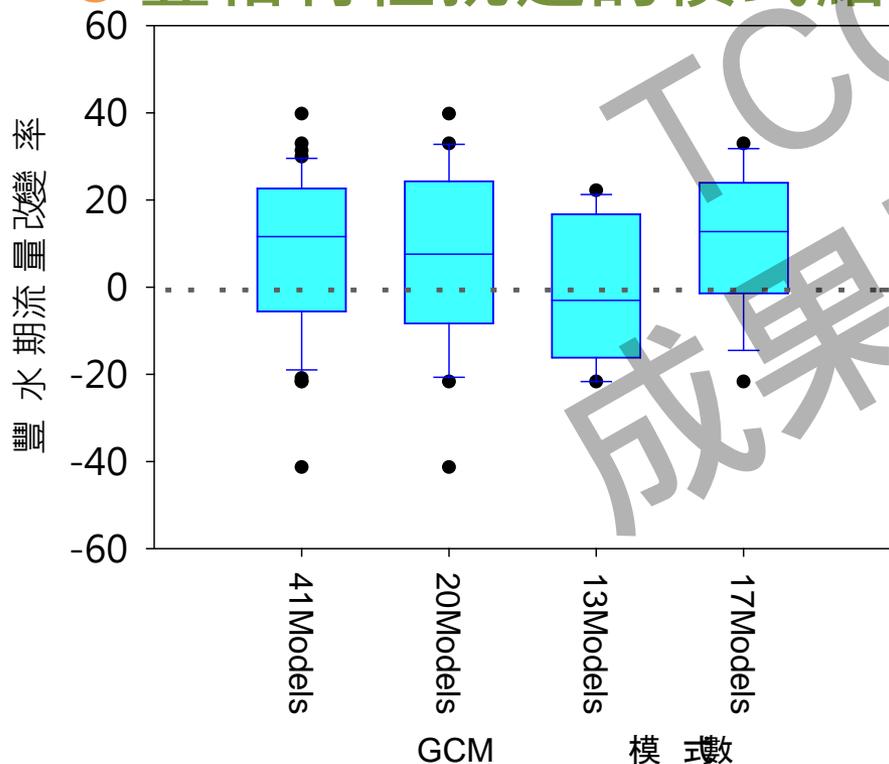
不同情境結果比較（荖濃溪為例）

- 所有GCM模式與20個模式流量分析結果差異不大
- 使用者可用20個模式以表示所有模式之不確定性範圍。



挑選模式的結果比較

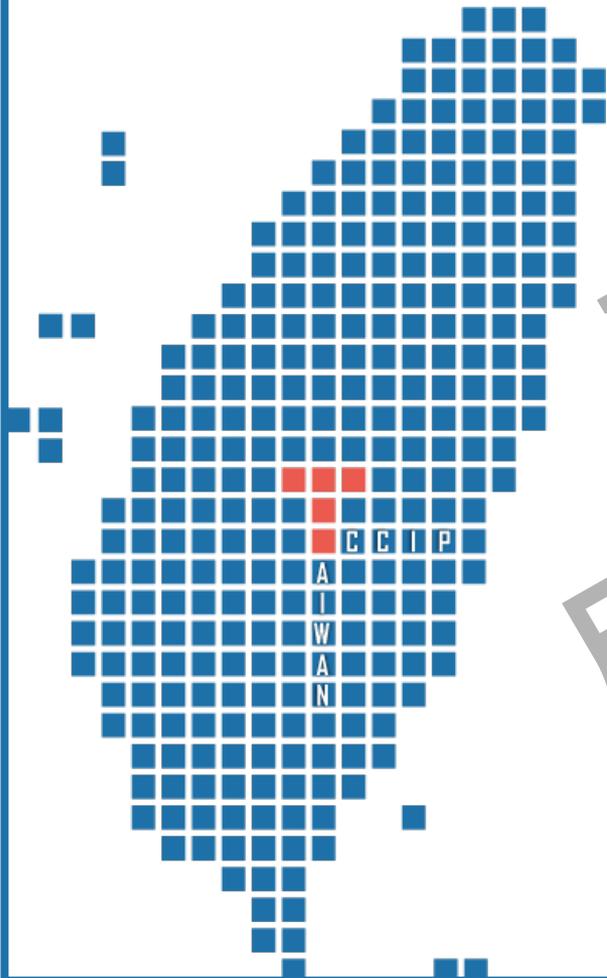
- 採用20個GCM模式結果其變異性與所有模式的結果相差無幾
- 季風特性挑選的模式可減少outlier
- 豐枯特性挑選的模式結果則更為集中





國家災害防救科技中心

National Science and Technology Center
for Disaster Reduction



TCCIP
成果發表會



結論

結語(1/2)

- ➔ RCP2.6與6.0基於發生的可能性低與模式數少，故不分析，以分析RCP4.5與RCP8.5為主。
- ➔ 假設最劣情境與多模式平均中，AR4與AR5大致趨勢相近，RCP45與A1B降雨改變率較為接近，而RCP8.5有較大的改變率。
- ➔ 使用者可應用20個GCM評估未來可能的衝擊，其模式變異性與所有模式一同評估差異不大。
- ➔ 利用東亞季風時序的特性，挑選五個較佳的GCM模式提供給使用者，BCC-CSM1.1, HadGEM2-ES, IPSL-CM5A-MR, MPI-ESM-LR and NorESM1-M。

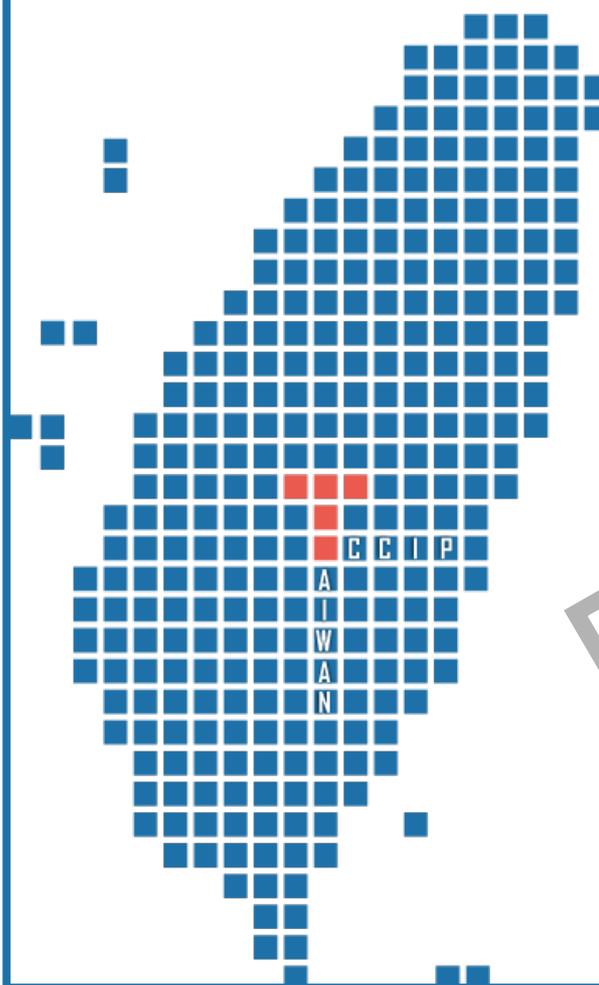
結語(2/2)

- ➔ 根據多數GCM模式評估流量結果，未來氣候變遷情境下仍是呈現**豐增枯減**（約40%）的趨勢。
- ➔ 應用**盒鬚圖**表示挑選模式的**不確定**，決策者可參考不確定性以採取合適的調適措施。
- ➔ AR5與AR4情境相互比較，其結果顯示，**AR5**情境下流量衝擊**更為嚴重**。
- ➔ 洪災評估因考量豐水期降雨增加，AR5趨勢不變，水資源評估，**除高屏溪流域外**，整體趨勢不變。高屏溪流域建議可另行評估**全年多雨**趨勢（亦即枯水期降雨增加的量對流量及水資源管理的影響）



國家災害防救科技中心

National Science and Technology Center
for Disaster Reduction



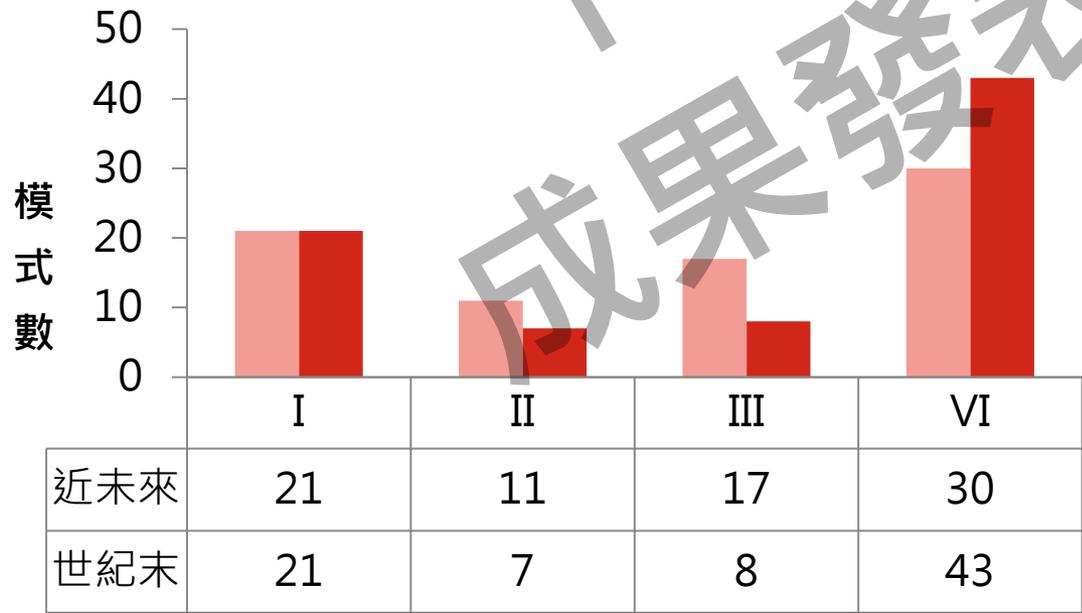
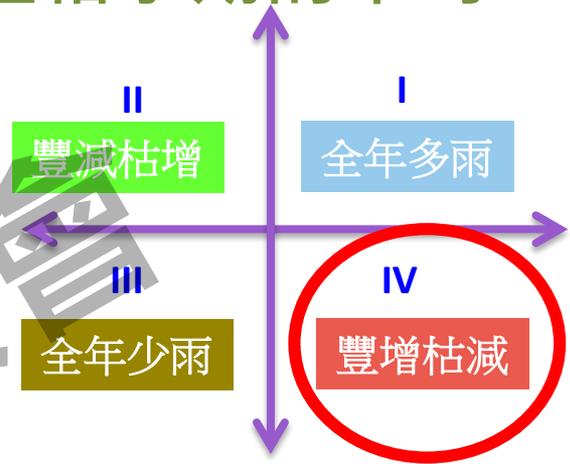
報告完畢 敬請指教

TCCIP
成果發表會

GCM模式之降雨豐枯特性

- ➔ 以全台網格平均降雨改變率，評估豐枯特性。
- ➔ 以RCP4.5與8.5的共79個模式，於豐枯水期的平均改變率，於各個象限的模式數量
- ➔ 模式數最多第四象限

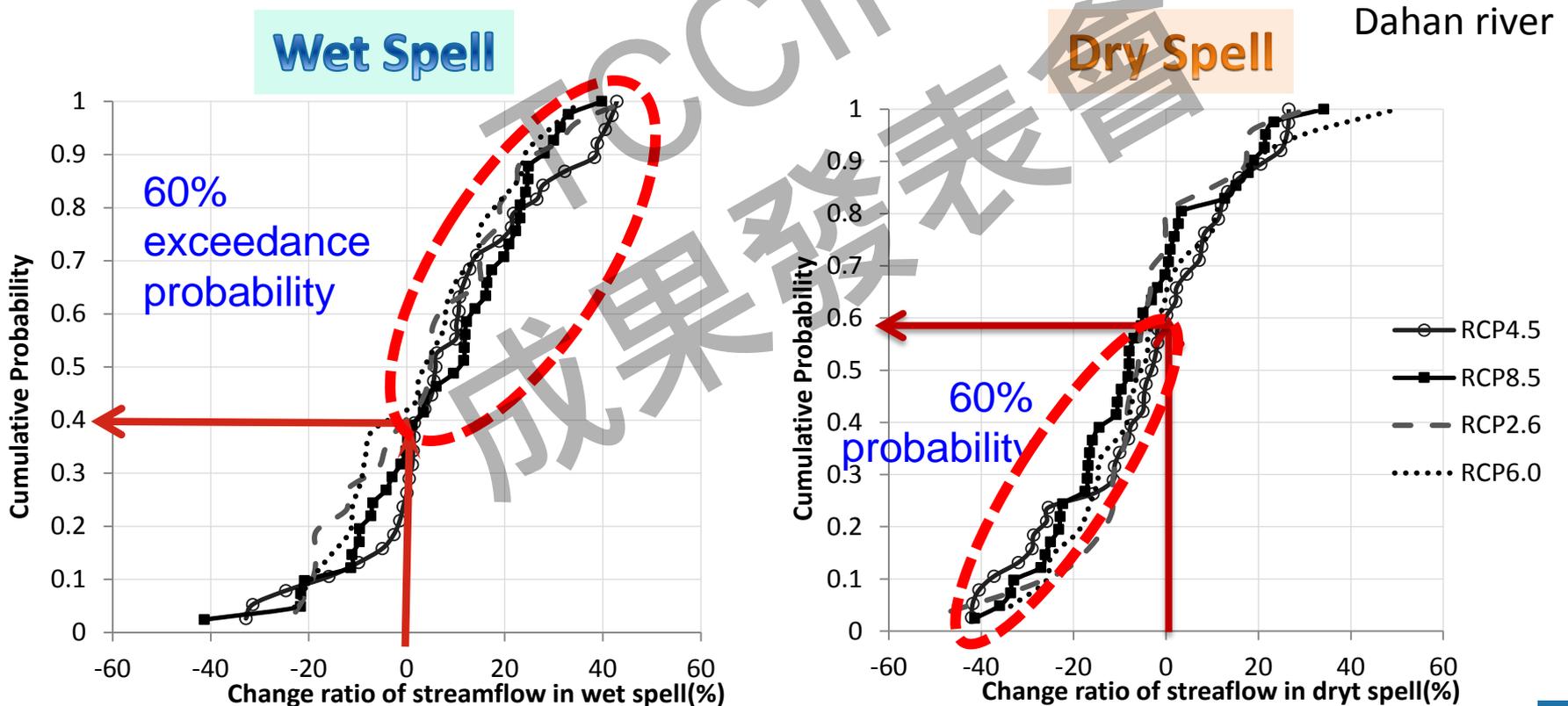
RCP 4.5& 8.5



■ 近未來
■ 世紀末

Change rate of streamflow

- ➔ The more than 60% of all GCMs are shown stream flow increase in wet spell and decrease in dry spell in near future.
- ➔ Range of change rate of stream flow is -40~40% and -40~50% in wet and dry spell, respectively.



小結 (2/2)

➔ 位於第四象限的模式其降雨改變率區間

- 近未來：豐+20% ， 枯-20%
- 世紀末：豐+40% ， 枯-40%

TCCIP
成果發表會

Change rate of streamflow in different projection period

