

「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫」成果交流會

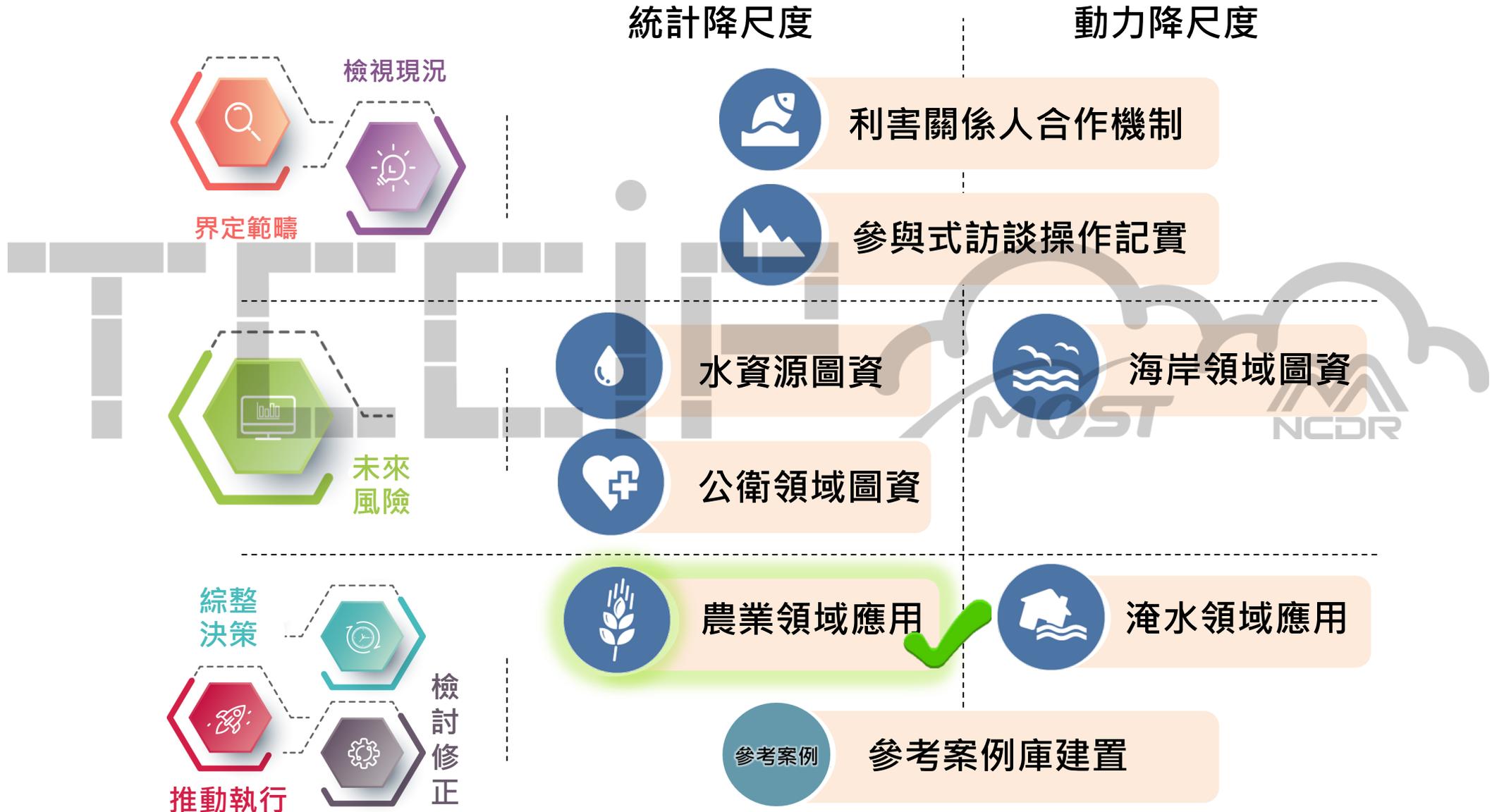
圖資解讀與應用方向 農業領域

臺灣大學生物資源暨農學院
行政院農業委員會農業試驗所
國家災害防救科技中心

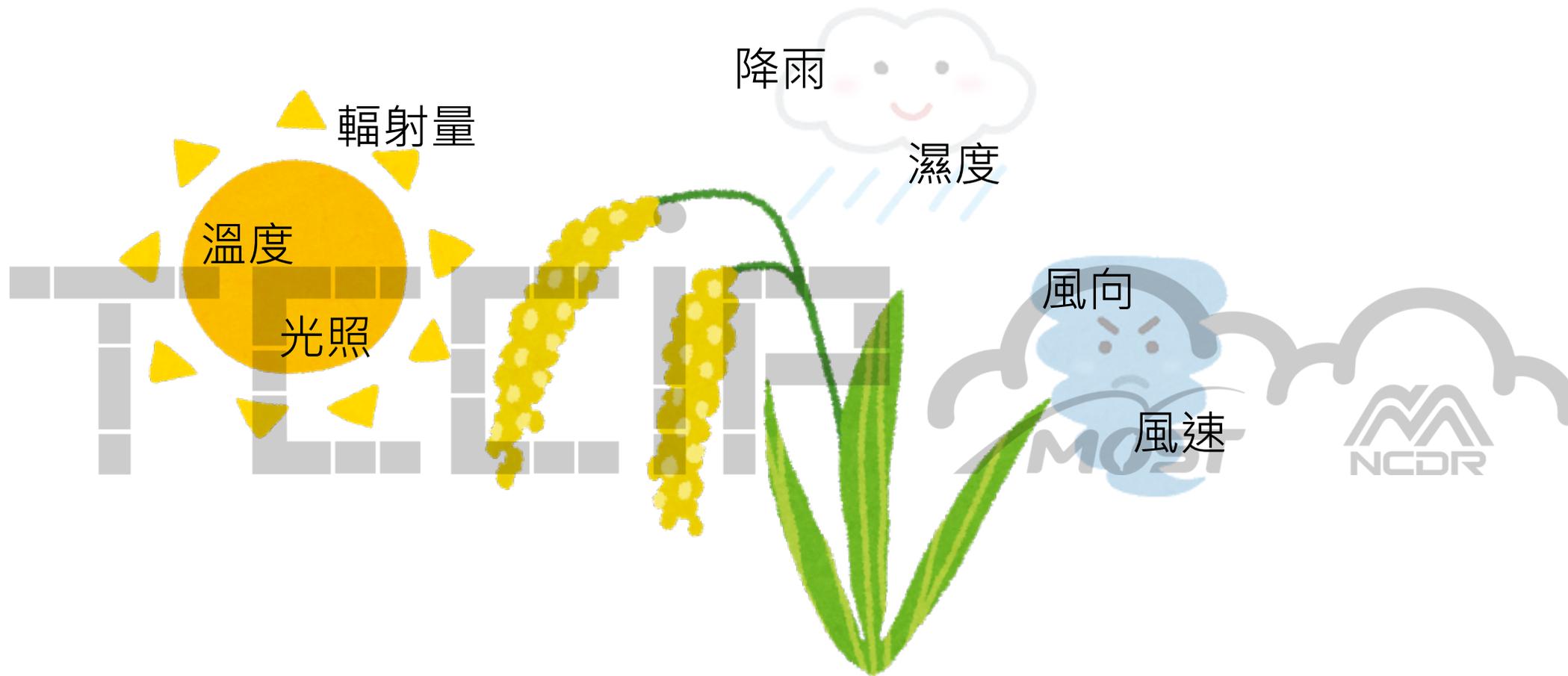
盧虎生 院長
姚銘輝 研究員
徐永衡 助理研究員
劉雨蓁 佐理研究員



報告流程



農業靠天吃飯，氣象與作物生長息息相關



- 光、溫、水影響水稻生長、稻穗發育、穀粒充實成熟，且氣象各因子變化，皆會影響其產量與品質

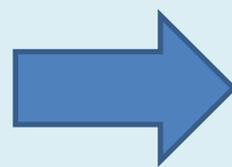


■ 降尺度必要性

- 全球模式解析度過大，**無法呈現台灣氣候特性**
- 水稻一個期作需3-4個月，常以日累積溫度作為推估達到各生長期的評估指標，因此需以**每日資料**進行評估分析

IPCC
全球氣候模式資料

空間解析度: > 100km
時間解析度: monthly、daily



TCCIP
統計降尺度資料

空間解析度: **5km**
時間解析度: monthly、**daily**

農業領域對空間解析度的需求



■ 細緻化網格資料之必要性

– 網格 => 鄉鎮、縣市、四大分區、高程(海拔)、坡度

■ 農糧署實際調查資料皆以鄉鎮為最小單位

各項稻作規模別排序查詢(全部鄉鎮)								
年度: 108	期作: 一期作	作物: 粳稻	縣市/鄉鎮: 全部鄉鎮		排序: 由大到小			
縣市鄉鎮名稱	初步種植面積	實際種植面積	收穫面積	無收穫面積	稻穀總產量	稻穀單位產量	糙米總產量	糙米單位產量
	公頃	公頃	公頃	公頃	公斤	公斤	公斤	公斤
合計	154,659.12	154,930.97	154,930.97	0.00	1,069,609,807	6,904	856,031,109	5,525
桃園市新屋區	4,646.60	4,596.83	4,596.83	0.00	23,430,043	5,097	19,161,089	4,168
雲林縣水林鄉	3,100.00	3,315.00	3,315.00	0.00	25,740,975	7,765	21,036,118	6,346
花蓮縣玉里鎮	3,173.90	3,173.90	3,173.90	0.00	24,327,944	7,665	19,306,656	6,083
台南市後壁區	3,200.00	3,104.60	3,104.60	0.00	21,570,761	6,948	17,690,334	5,698
雲林縣元長鄉	3,000.00	3,000.00	3,000.00	0.00	22,813,000	7,604	18,629,915	6,210
彰化縣二林鎮	2,860.00	2,860.00	2,860.00	0.00	20,471,155	7,158	15,965,372	5,582
嘉義縣新港鄉	2,875.00	2,855.90	2,855.90	0.00	22,264,596	7,796	17,723,715	6,206
嘉義縣民雄鄉	2,505.00	2,457.44	2,457.44	0.00	19,563,680	7,961	15,339,340	6,242
雲林縣大埤鄉	2,250.52	2,298.18	2,298.18	0.00	19,187,505	8,349	15,740,098	6,849
雲林縣二崙鄉	2,200.00	2,220.25	2,220.25	0.00	16,130,116	7,265	12,970,808	5,842
嘉義縣鹿草鄉	2,000.00	2,183.91	2,183.91	0.00	16,429,555	7,523	12,793,345	5,858
嘉義縣太保市	2,164.48	2,094.98	2,094.98	0.00	16,148,106	7,708	12,481,891	5,958
台東縣關山鎮	2,024.54	2,024.54	2,024.54	0.00	14,250,237	7,039	11,652,332	5,756
彰化縣埤頭鄉	1,960.00	1,960.00	1,960.00	0.00	15,285,651	7,799	11,875,978	6,059
台中市大甲區	1,936.65	1,936.65	1,936.65	0.00	13,492,641	6,967	10,504,021	5,424
彰化縣溪州鄉	1,885.00	1,885.00	1,885.00	0.00	13,539,120	7,183	10,473,341	5,556
雲林縣青崙鄉	1,874.44	1,884.44	1,884.44	0.00	15,269,848	8,103	12,453,790	6,609

全球尺度下，氣候變遷推估機率



✓ 21世紀後期(2081~ 2100年) 進一步變遷之推估

氣候指標	現象與趨勢走向	21世紀後期進一步變遷的可能性
溫度	大多數陸地地區變得較暖及 /或寒日及寒夜減少	幾乎確定
	大多數陸地地區變得較暖及 /或暖日及暖夜更頻繁	幾乎確定
	暖期/熱浪: 大多數陸地地區的頻率及 /或持續時間增加	非常可能
雨量	豪大雨事件: 發生的頻率、強度及 /或降雨量增加	非常可能大部分中緯度陸地地區 及潮濕熱帶地區
	乾旱的強度及 /或持續時間增加	可能 (中等可信度) 區域尺度到全球尺度
颱風	強烈熱帶氣旋活動增加	比較可能西北太平洋及北大西洋海域

危害圖需要再進一步加值量化分析

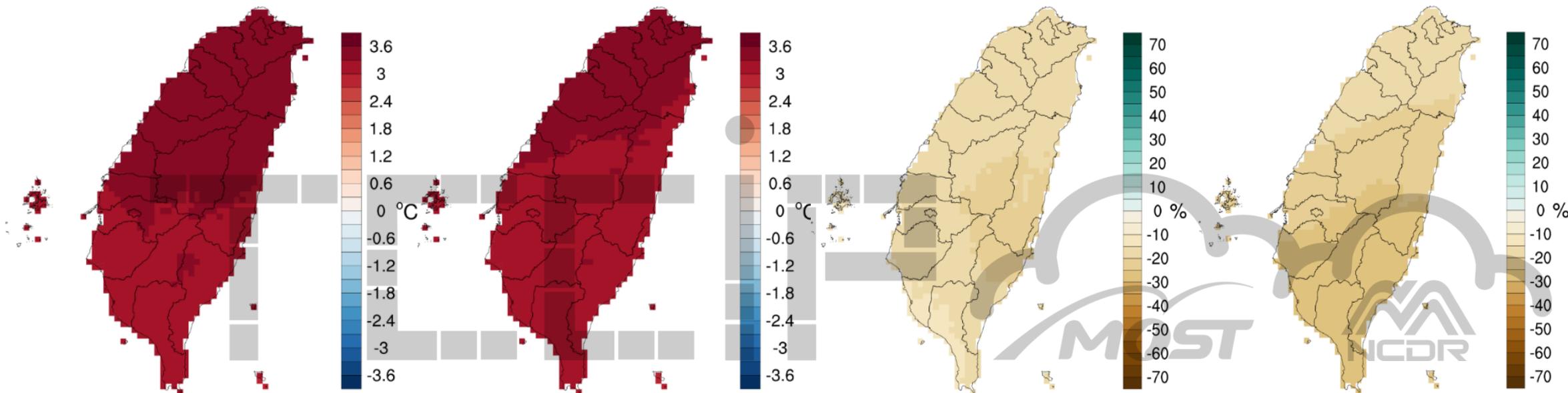


最高溫改變量

最低溫改變量

二月降雨量改變率

三月降雨量改變率



RCP8.5情境世紀末一期作年平均改變量危害圖

- 氣候變遷推估資料需再加值
- 各氣象因子再經綜合分析，量化模擬產量推估
- 利用作物模式模擬產量受衝擊程度：推估值、改變率%

作物模式對於氣象最小資料需求



- 未來水稻產量推估由於栽培條件、作物品種、氣候因子的交互作用影響，且**無法有未來情境的真實環境可進行大規模田間試驗**，故常需借重作物模式模擬推估

模式	日射量*	最高溫	最低溫	降雨量	相對溼度	風速
★ DSSAT	◎	◎	◎	◎		
EPIC	◎	◎	◎	◎	◎	◎
DNDC	◎	◎	◎	◎	◎	◎
Oryza 2000	◎	◎	◎	◎		
CENTURY		◎	◎	◎		

未來氣候推估 - AR5統計降尺度資料



• 情境選用

- 配合Team2其他領域綜合討論，選用RCP4.5、RCP8.5
- 考慮最劣情境RCP8.5，目前全球碳排放極可能朝向此情境發展

資料類型		區域	資料空間尺度	情境	使用資料
統計 降尺度	1976-2005年 (基期, baseline)	全台 (海拔500m 以下網格)	5km	RCP4.5, 8.5	日高溫(°C) 日低溫(°C) 日雨量(mm) 日射量(MJ/m ²)
	2036-2065年 (世紀中, mid-term)		5km	RCP4.5, 8.5	
	2071-2100年 (世紀末, long-term)		5km	RCP4.5, 8.5	

未來一期作水稻產量改變率衝擊圖

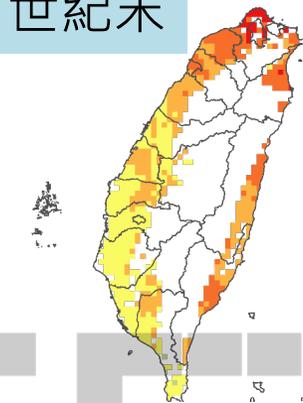
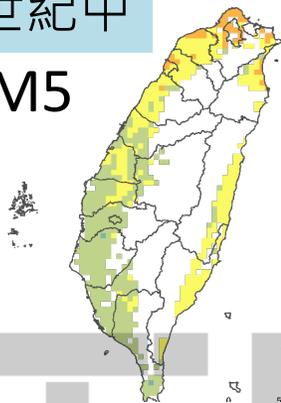


世紀中

世紀末

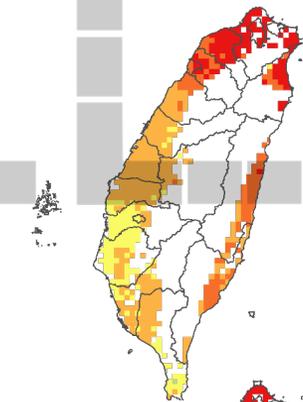
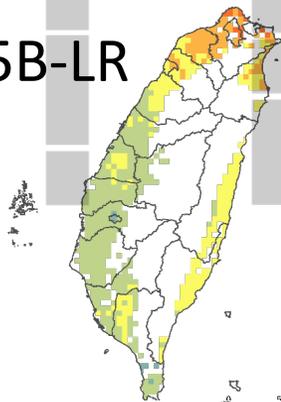
CNRM-CM5

溫度表現好



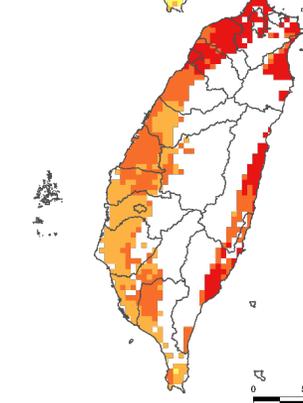
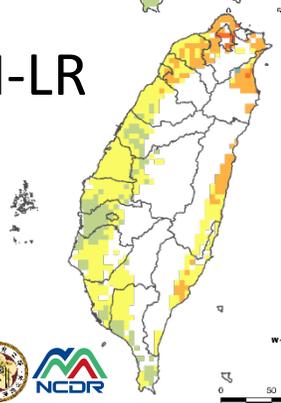
IPSL-CM5B-LR

溫度表現好



MPI-ESM-LR

降雨表現好



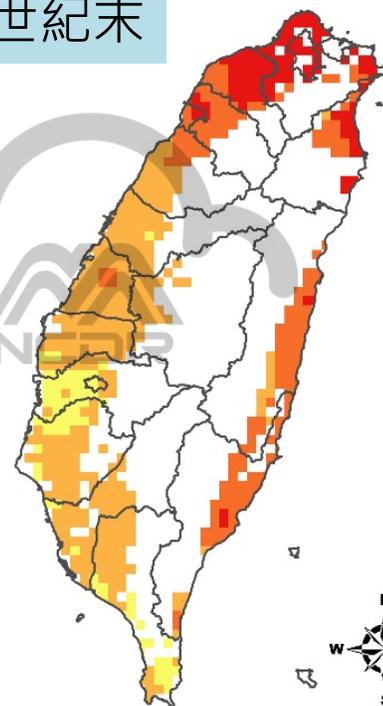
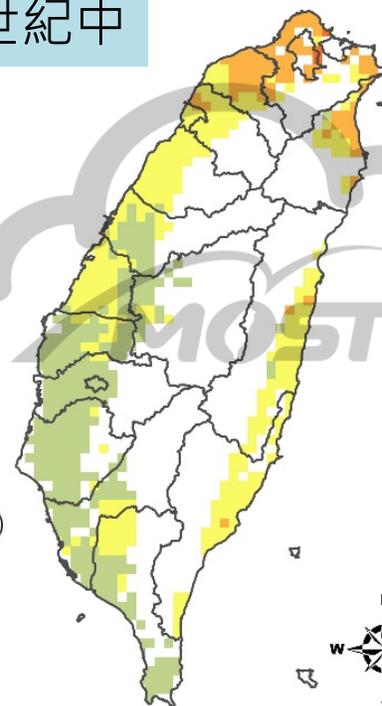
平均



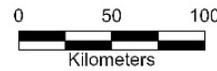
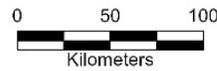
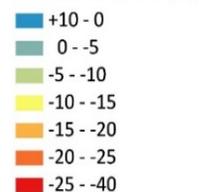
三模式Ensemble

世紀中

世紀末



水稻產量改變率(%)

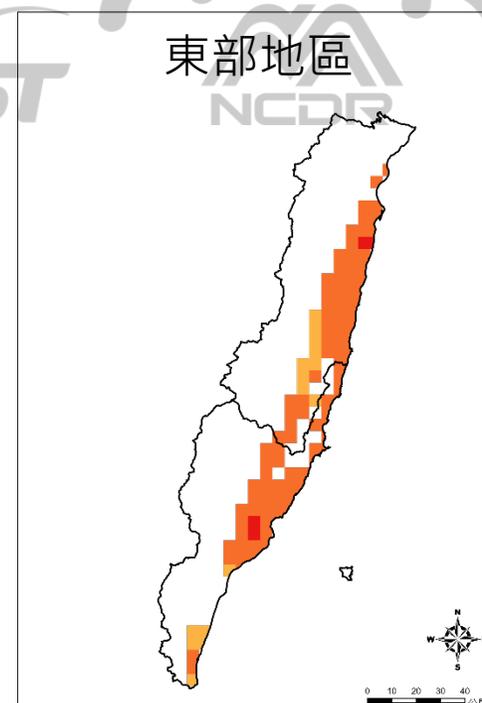
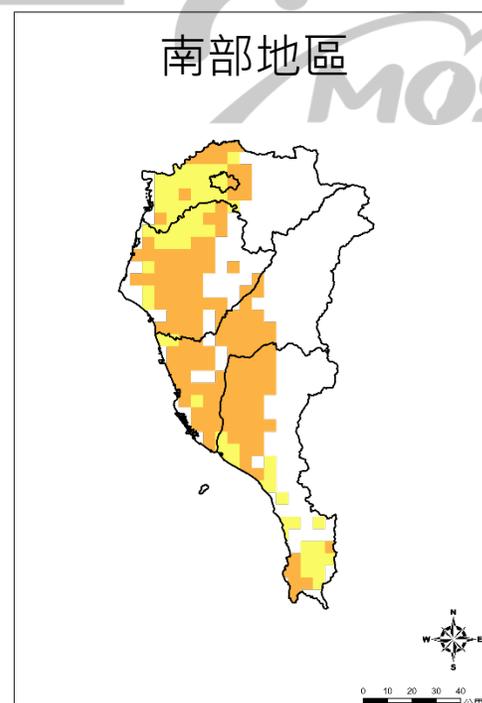
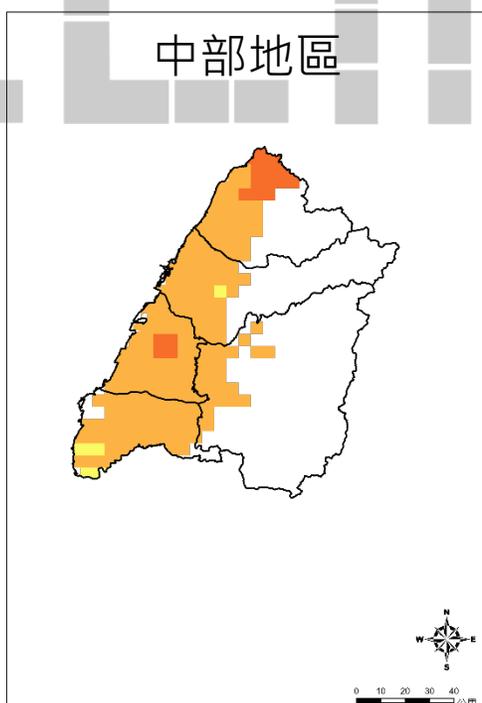
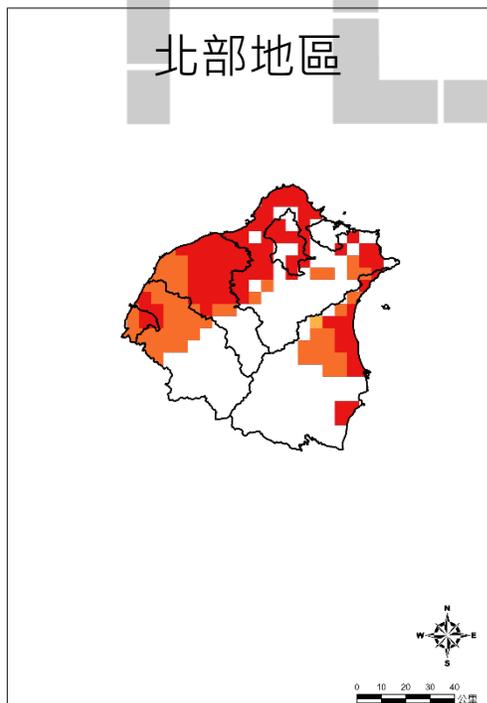


RCP8.5情境

全臺四大分區一期稻作產量改變率



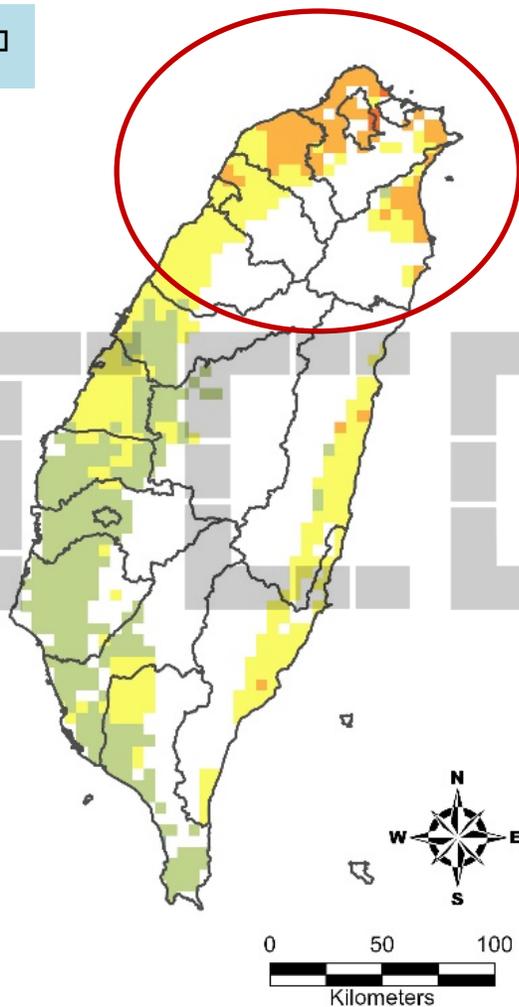
RCP 8.5情境	基期	世紀中		世紀末	
區域	推估產量(kg/ha)	改變率%	推估產量(kg/ha)	改變率%	推估產量(kg/ha)
北部地區	7557.4	-15.5	6408	-25.7	5637
中部地區	8908.1	-10.1	8008.1	-17.8	7332.7
南部地區	9051.4	-8.7	8265.2	-15.8	7624.8
東部地區	8774.2	-12.8	7637	-21.9	6842.7
全臺	8618.9	-11.4	7662.2	-20.0	6956.1



北部地區未來一期稻作減產衝擊程度高

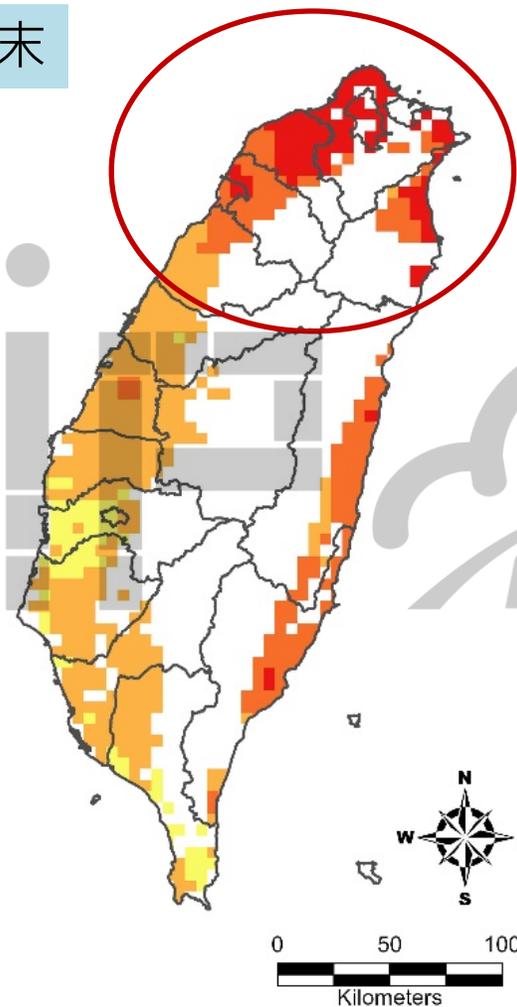


世紀中



平均產量減少10.5%

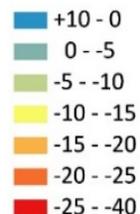
世紀末



平均產量減少18.1%

- RCP8.5世紀中情境下，部分北部區域減產20%
- 隨著往世紀末時段，減產程度越趨嚴重且差異更大

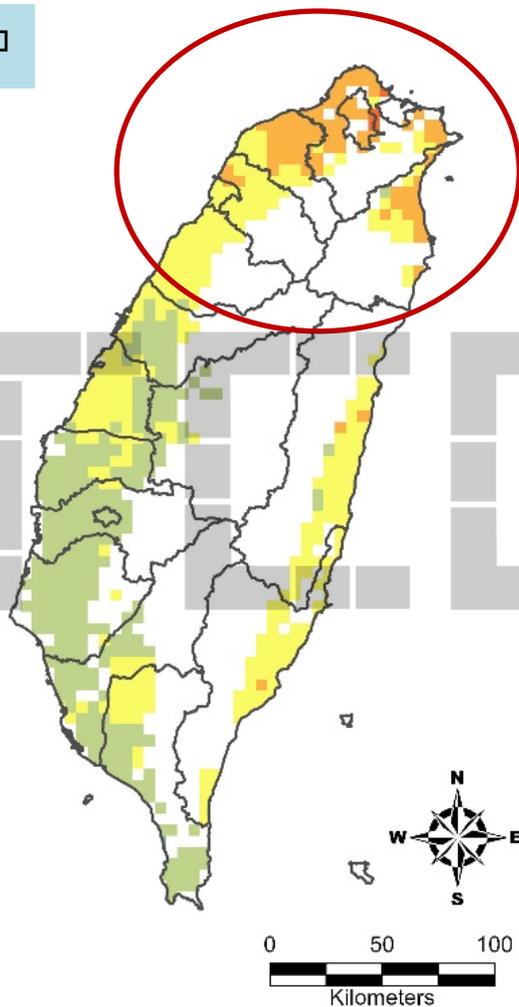
水稻產量改變率(%)



北部地區未來一期稻作如何降低減產衝擊？

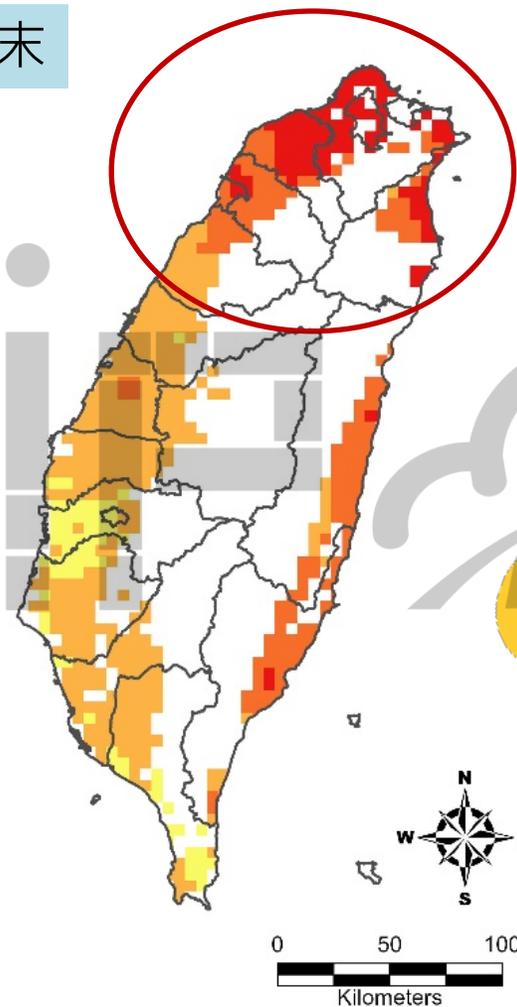


世紀中



平均產量減少10.5%

世紀末



平均產量減少18.1%

- RCP8.5世紀中情境下，部分北部區域減產20%
- 隨著往世紀末時段，減產程度越趨嚴重且差異更大

可能調適選項

- 抗逆境品種選育
- 栽培時序調整
- 其他



調適示範區應用分析

新竹新豐鄉水稻產區



讓氣候變遷調適從理論到實踐



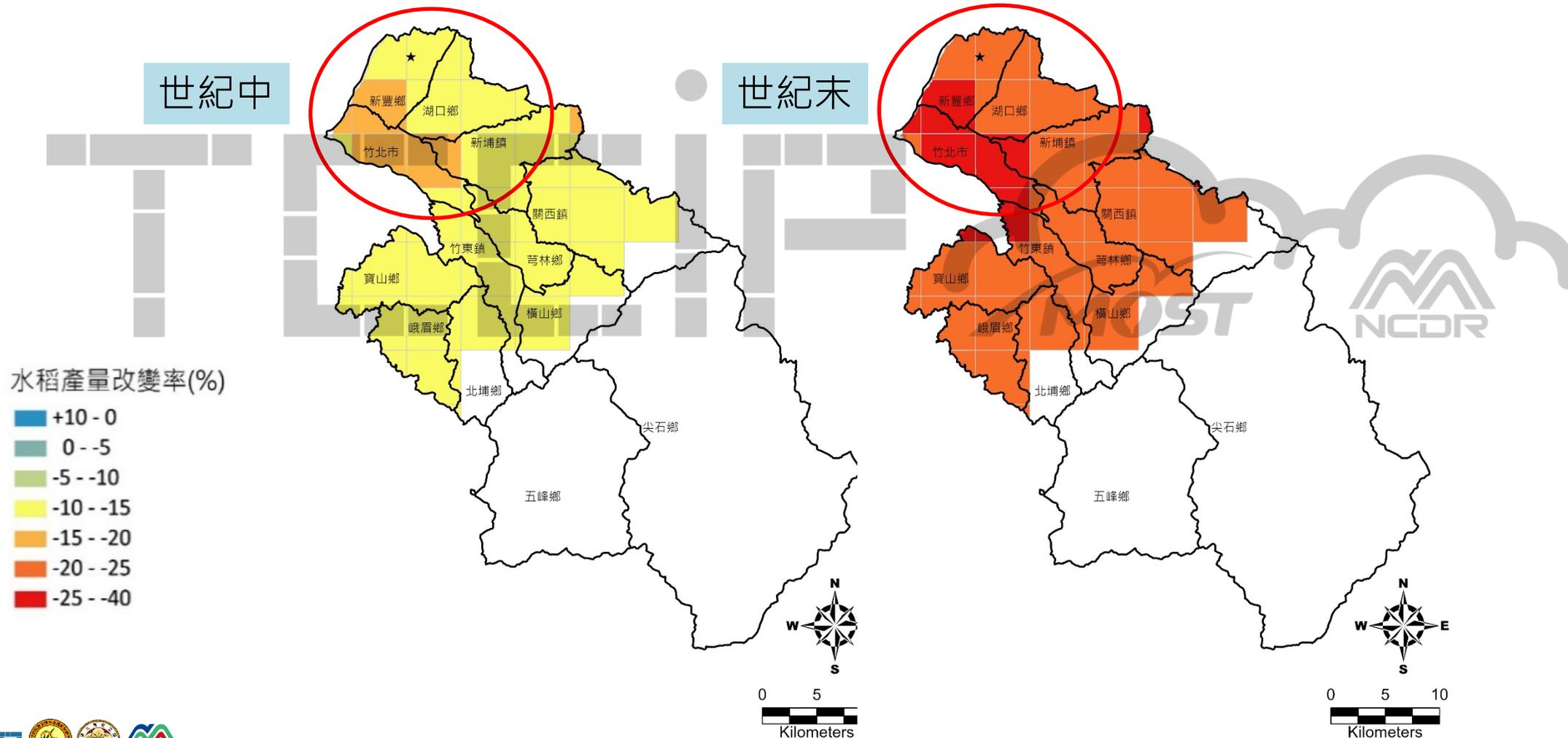
■ 科技部、農委會、產業 三方合作之調適行動



新竹地區未來一期稻作產衝擊推估



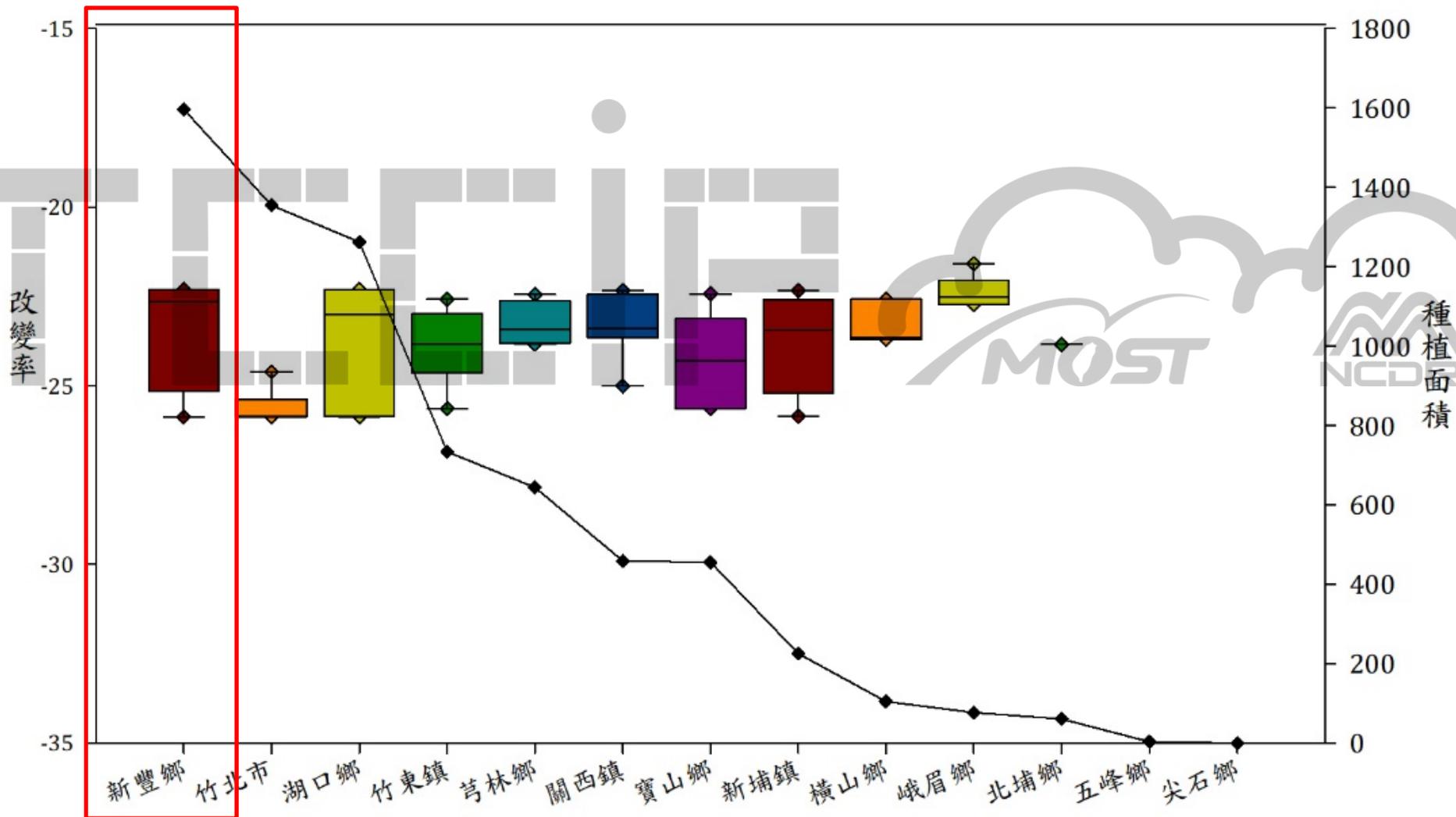
- 新竹北部減少幅度較高，在RCP8.5情境下，世紀中-14.0%、世紀末-23.6%
- 衝擊高於全台平均世紀中-10.5%、世紀末-18.1%



新竹縣水稻種植面積與產量推估改變率



■ 新豐鄉面積最多，RCP8.5情境下減產幅度達世紀中-13.1%、世紀末-22.9%



新竹新豐鄉水稻調適示範操作



問題：已面臨缺水休耕



因應：開發因應此危機之手段

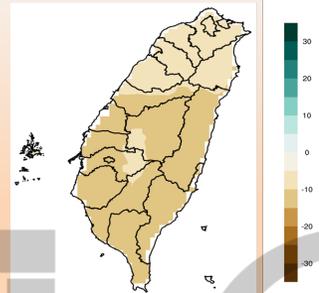


測試調適選項：水稻旱田直播



氣候變遷危害衝擊：降雨變遷趨勢加劇

春季降雨變遷趨勢

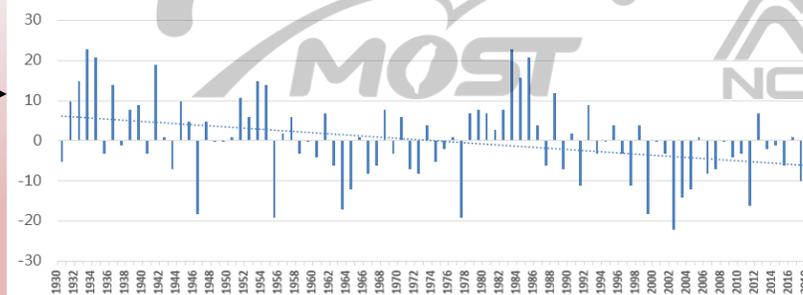


北部地區
不降雨日數變遷趨勢



整理歷史觀測資料：分析降雨量化資訊

新竹地區(2-4月)降雨日數 平均43日



分析效益：用水、成本、米質、產量

白米化學性質

處理	QEV	Protein	Amylose
直播	69.00	4.35%*	18.63
插秧	66.13	6.84	18.66

*significant difference at t-test at P<0.05

*QEV可代表食味品質高低，數值越高表示越好



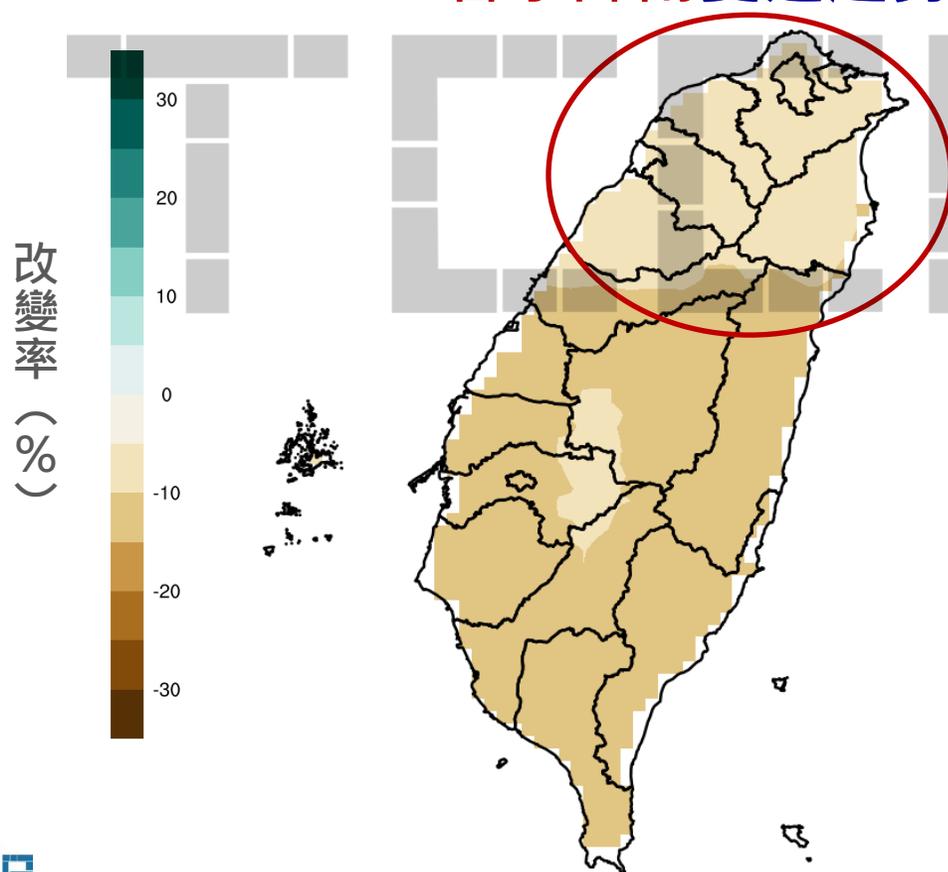
未來趨勢：乾季降雨更少、乾旱風險增加



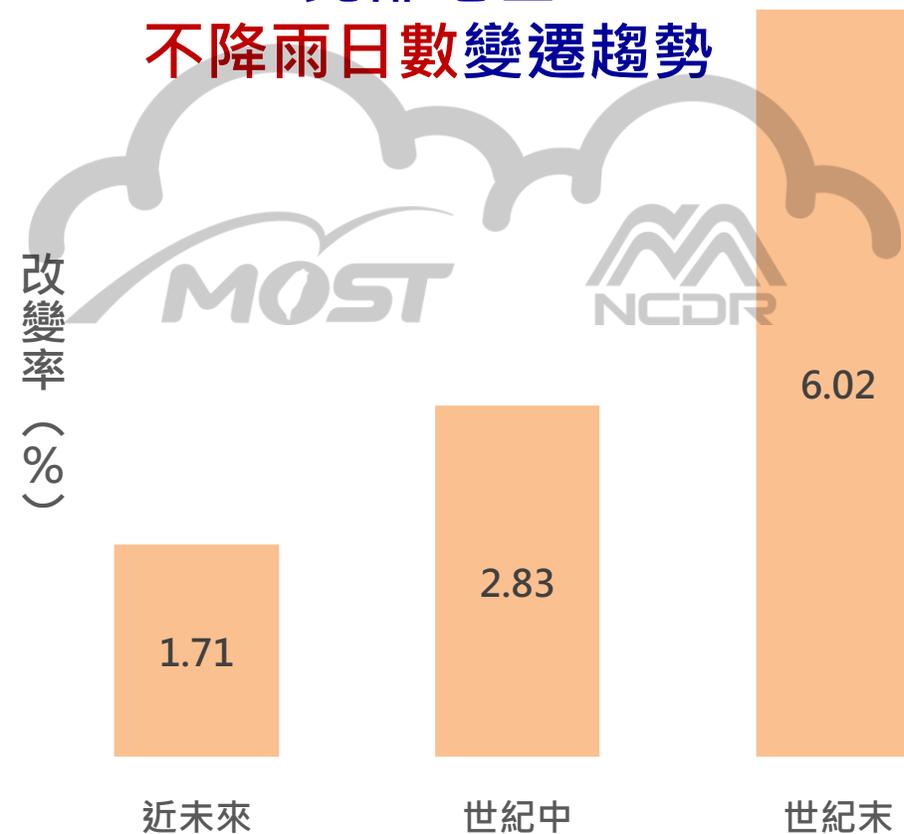
■ 根據TCCIP氣候變遷推估資料

■ 未來乾旱強度增加約15%，石門灌區農業用水更加短缺

春季降雨變遷趨勢



北部地區 不降雨日數變遷趨勢



地理位置弱勢 風頭水尾/新竹新豐



■ 地處石門灌區末端，農業灌溉水源競爭處於弱勢

種植環境主要問題

- 一期作：農業用水供給不穩
- 二期作：東北季風侵襲

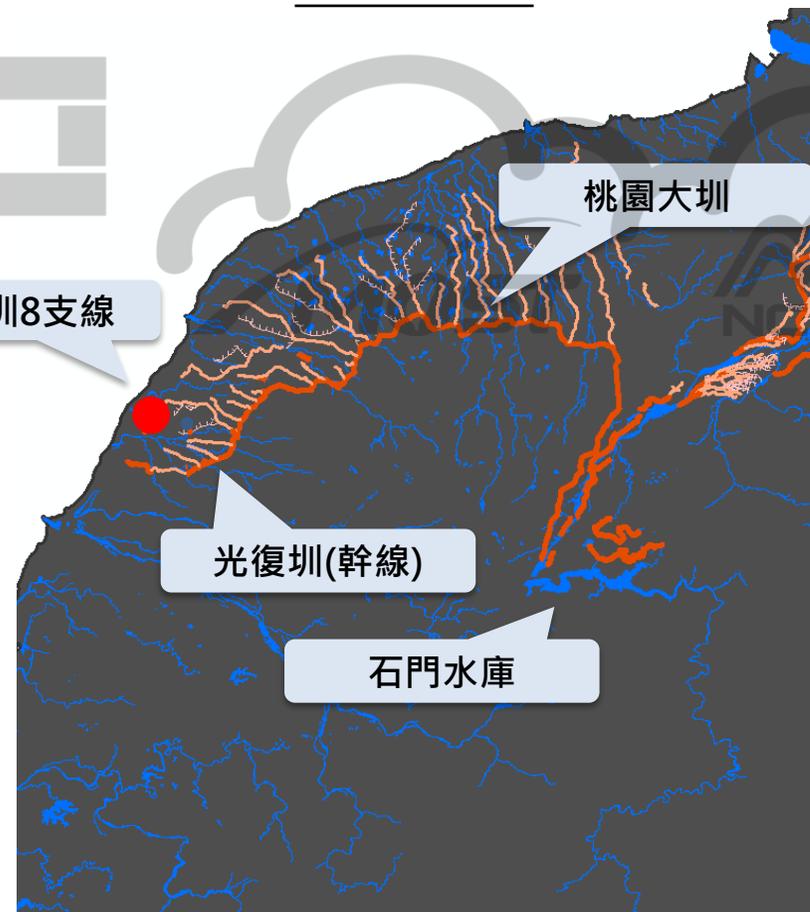
新竹縣新豐鄉
水稻示範田區



光復圳8支線

石門水庫

水源與圳路



桃園大圳

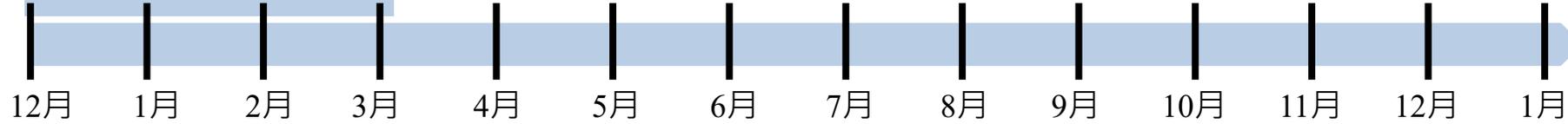
光復圳(幹線)

石門水庫

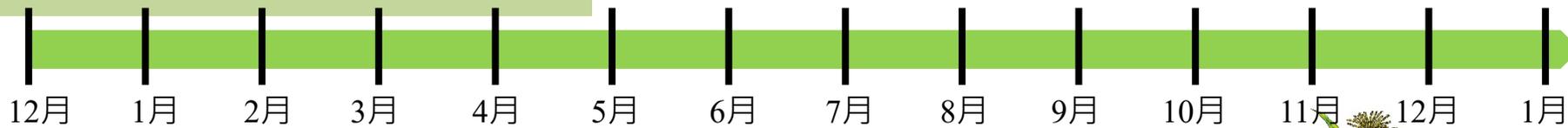
氣候變遷調適一、二期栽培制度調整



傳統慣行插秧



氣候變遷調適栽培制度



旱田直播與傳統插秧相比 品質相近



- 旱田直播與傳統插秧皆採用**相同品種(台南11號)**
- 細微差異為天候所造成之影響

各項指標	傳統插秧 ^a		旱田直播 ^b		b與a差異
	2019	2020	2019	2020	
年度結果	2019	2020	2019	2020	b與a差異
穗長 (cm)	16.10	15.83	17.39	17.75	10.10%
單位面積穗數	448.00	602.00	491.13	511.88	-2.67%
每穗平均粒數	72.80	73.90	94.54	85.40	26.30%
稔實率 (%)	92	94	88	82	-8.20%
千粒重 (g)	27.01	24.61	24.89	21.38	-10.49%
白米化學性質 (a與b相比)	蛋白質含量 較高	蛋白質 直鏈澱粉 QEV品質 無差異	蛋白質含量 較低	蛋白質 直鏈澱粉 QEV品質 無差異	兩種方法 白米品質相近

- 自創品牌產銷

- 2020年一期作種植規模約10公頃

- 旱田直播水稻種植面積希望能逐步成長



旱田直播在缺水期，可節省灌溉用水



■ 根據示範區田間狀況粗估，前期每公頃可節水：

- 2019年約
383噸
- 2020年約
587噸
- 平均約485噸

- 農試所量測水稻灌溉水量田間試驗經驗
 - 實際操作上不易從量測進水量中精確分離實際用水量
 - 土壤特性、蒸發散量、降雨、滲透量、溢流、鄰田干擾...等
 - 田間試驗設計常採裂區設計，需進行多年期試驗及投入大量資源



拜訪農試所作物組專家



用水量測試驗田區配置

- 以故事背景、操作流程、調適方法、操作紀實完整呈現示範案例



TCCIP  關於我們 ▾ 資料服務站 ▾ 調適百寶箱 ▾ 知識專欄 ▾ 出版品 ▾ 技術支援 ▾ 登入 ENG

調適百寶箱 / 調適領域 / 農業調適示範

調適領域  農業調適示範

透過各領域示範區，展示TCCIP團隊如何運用氣候變遷調適知識、氣候變遷推估科學數據、利害關係者溝通與配合，將理論與實務操作扣接，供執行調適計畫的單位進行參考。

故事背景 Background

操作流程 Procedure

調適方法 Method

操作紀實 Adaptation Logs

一陣帶著清甜醬香的肉燥被老闆撈起，熟練地放到被堆疊到八分滿的米飯上，醬汁隨著大勺邊緣緩緩滲入晶瑩透白的米粒間，將大片的白染上了金黃的顏色，一碗夢幻滷肉飯就此上桌。肉燥是滷肉飯的精髓，但它的「飯」卻是能決定顧客是否鍾情於此店家的致勝關鍵，從粳米到秈米，各店家用到的種類、品質、比例都不相同，但因顧客對米的口感需求不一，擁護者也各自有之。台灣人這項對「吃米」的執著，透過滷肉飯就能看見端倪。

受米食文化影響極深的台灣，傳統農業自古就緊扣著稻米種植，據估計，全台灣每年可生產約140萬公噸的稻米，總種植面積約27萬公頃(2018年)，栽培地區遍布全台各地，成為了農業人口的主要經濟來源，也是保證台灣糧食安全的重要作物，平時耳熟能詳的花蓮池上鄉、雲林大埤鄉等地，更是種植高品質稻米的代表性鄉鎮。

較少人提及的北部稻米產區—新竹縣新豐鄉，是新竹縣稻米的最大產區，這個西臨台灣海峽，南與竹北接壤的鄉鎮，粗估每年產量約1萬公噸，放到全台尺度上來看，雖是個不起眼的數字，但新豐鄉在種稻時所面臨的挑戰，卻比其他地區在稻米種植上嚴峻的許多。

新豐鄉 顯示詳細地圖

紅樹林生態保護區 新豐鄉 小叮噠科學主題樂園 湖口服務區 北向

Google 地圖資料 ©2020 Google 使用條款



明確的因果關係

- 推估資料之各項氣候因子，需考慮與研究目標本身之直接(間接)因果關係



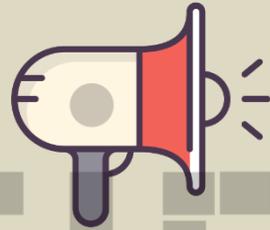
客製化的加值分析

- 最少需求氣候項目之確認，資料是否能到位
- 運算資源考量、模式的不確定性



模擬劇本挑選

- 產量推估為**高溫**、**低溫**、**雨量**因子之綜合模擬結果
- 作物遺傳參數設定已根據實際田間產量數值校正調整
- 模式農業灌溉用水設定供給無虞
- 模式對於逆境模擬的不確定性



下午議程預告：
更精采的水稻旱田直播調適技術分享

與談人：

全國模範農民 劉政祐 先生

謝謝聆聽
敬請指教

