



## 農地資源空間風險評估架構與應用

臺北市市立大學城市發展學系  
報告人：黃國慶

# CONTENTS

- 一、背景與目的
- 二、共識：農地資源/氣候調適（定位）
- 三、媒合：農地資源空間風險評估架構與指標系統
- 四、模擬：農地資源空間風險評估指標
- 五、應用：農地資源空間風險評估應用程序與案例
- 六、結論

2023.5.9,5.10

Taiwan

Climate Change Projection Information &  
Adaptation Knowledge Platform

臺灣氣候變遷資料應用研討會

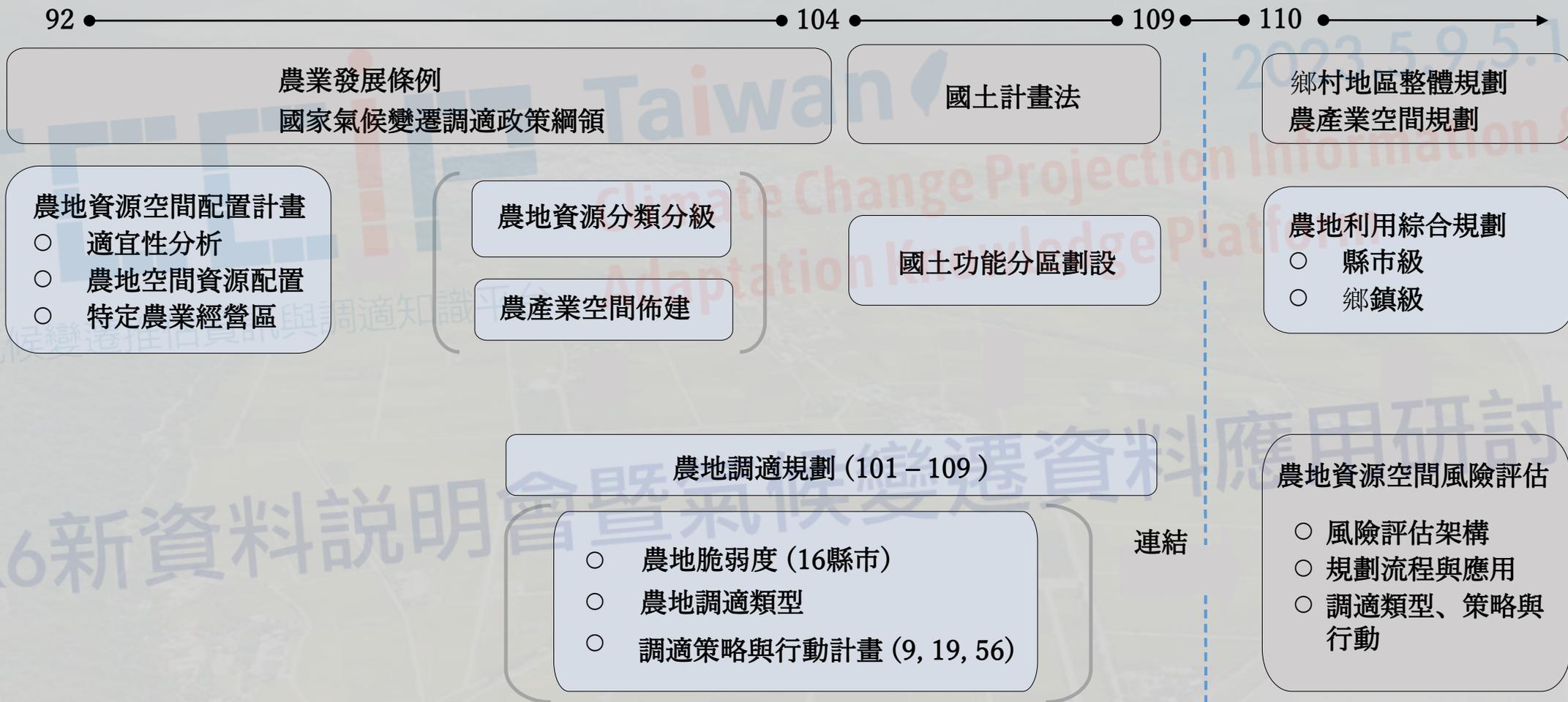
AR6新資料說明會暨氣候變遷資料應用研討會

## 背景與目的

- 為落實氣候變遷調適政策、確保糧食安全及保育優良農地等目的，農委會自2011年起因應氣候變遷推動農地調適規劃作業，銜接縣市國土計畫推動，2016至2019年間輔導地方縣市進行農地脆弱度評估、調適類型與策略研擬等，至今已完成19縣市農地調適行動計畫雛形，其中農地脆弱度評估為衡量地方農地環境及氣候風險的主要依據(黃國慶等人，2020)。
- 傳統上脆弱度與風險評估研究引用氣候預測、災害分布等，整合社會經濟、自然環境等相關資訊，從而繪製風險地圖。然而，無論是國土計畫、農地調適規劃或災害脆弱度等研究，往往忽略氣候風險的變遷動態，進而忽視調適因應手段的投資效益。農業易受到氣候變遷影響，為農地資源要素之一，農產業生產能力改善有助於維護農地資源乃至推動農村整體發展，亦為地方發展的重要課題。
- 本研究擬以雲林縣農業發展地區為對象，嘗試整合風險預測模擬，建構農地資源風險評估架構(sequential agricultural risk assessment framework)，進而檢討既有農地調適策略區位與內容，提供國土規劃、農村規劃乃至企業投資一個不同的思考方向與建議。

# 農地資源規劃歷程

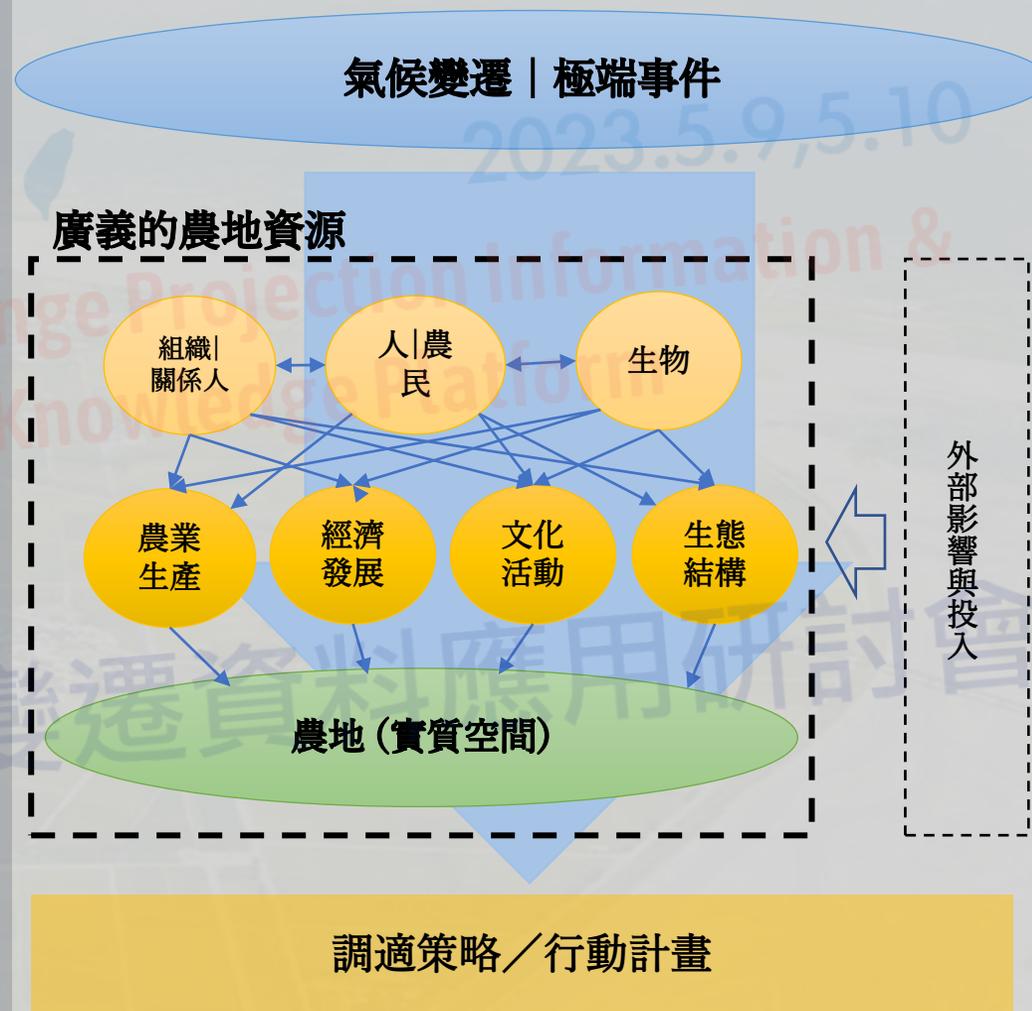
時間:



- 農地規劃利用、水資源規劃利用、品種選擇與技術研發、提升業人力調配能力及省工機械利用、災後重建與復原機制、設施農業、智慧農業、農業產銷整合規劃、農業支援性服務等 9 項策略類型；19 項調適策略方向；56 項行動計畫

# 農地資源 | 氣候調適

- 農地資源：
  - 「農地」是一個普遍被使用的名詞
    - 土地法將農地歸類於直接生產用地；農業發展條例針對「農業用地」與「耕地」給予定義；國土計畫將農地主要規範在「農業發展地區」
    - 農地除具生產糧食功能外，對於農村或地方環境等具有經濟發展、社會安定、生態保育及文化傳承等多項功能。
  - 氣候變遷對農地資源及農地上的人、生物與環境產生一定的影響與衝擊，影響層面可能包括農業生產、農村生活型態、經濟發展、生態結構與文化活動等。
  - 本計畫定義：基於氣候變遷的影響，將農地資源廣義定義為「農地及週邊環境之人，組織，生物所從事之農業生產，經濟發展，文化，生態結構等活動。」



# 韌性規劃概念 for 農地資源

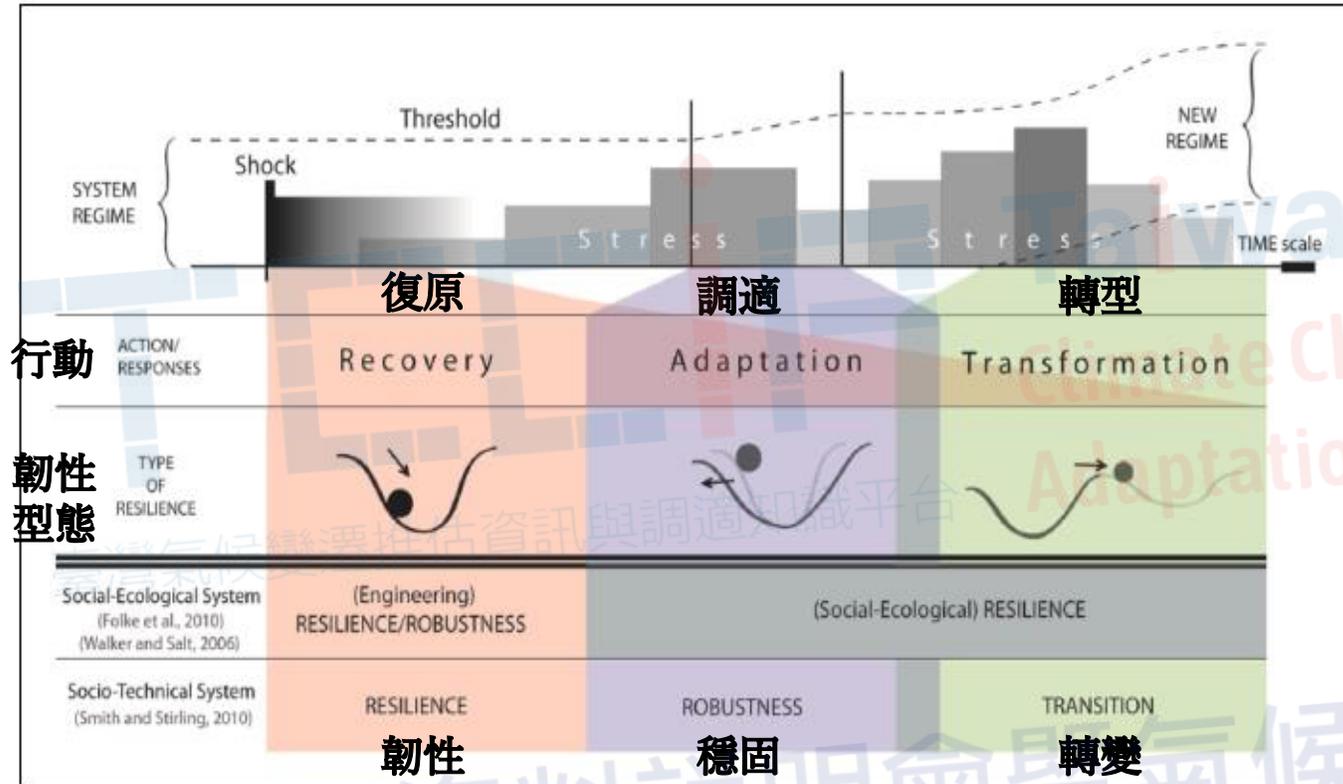


FIGURE 2

Three (partially overlapping) stages of resilience related to short-, medium- and long-term perspectives

SOURCE: Elaborated by the authors and adapted from Chelleri, L and M Olazabal (2012), "Findings and final remarks", in L Chelleri and M Olazabal (editors), *Multidisciplinary perspectives on Urban Resilience: A workshop report*, Basque Centre for Climate Change (BC3), pages 67-75.

## 都市系統

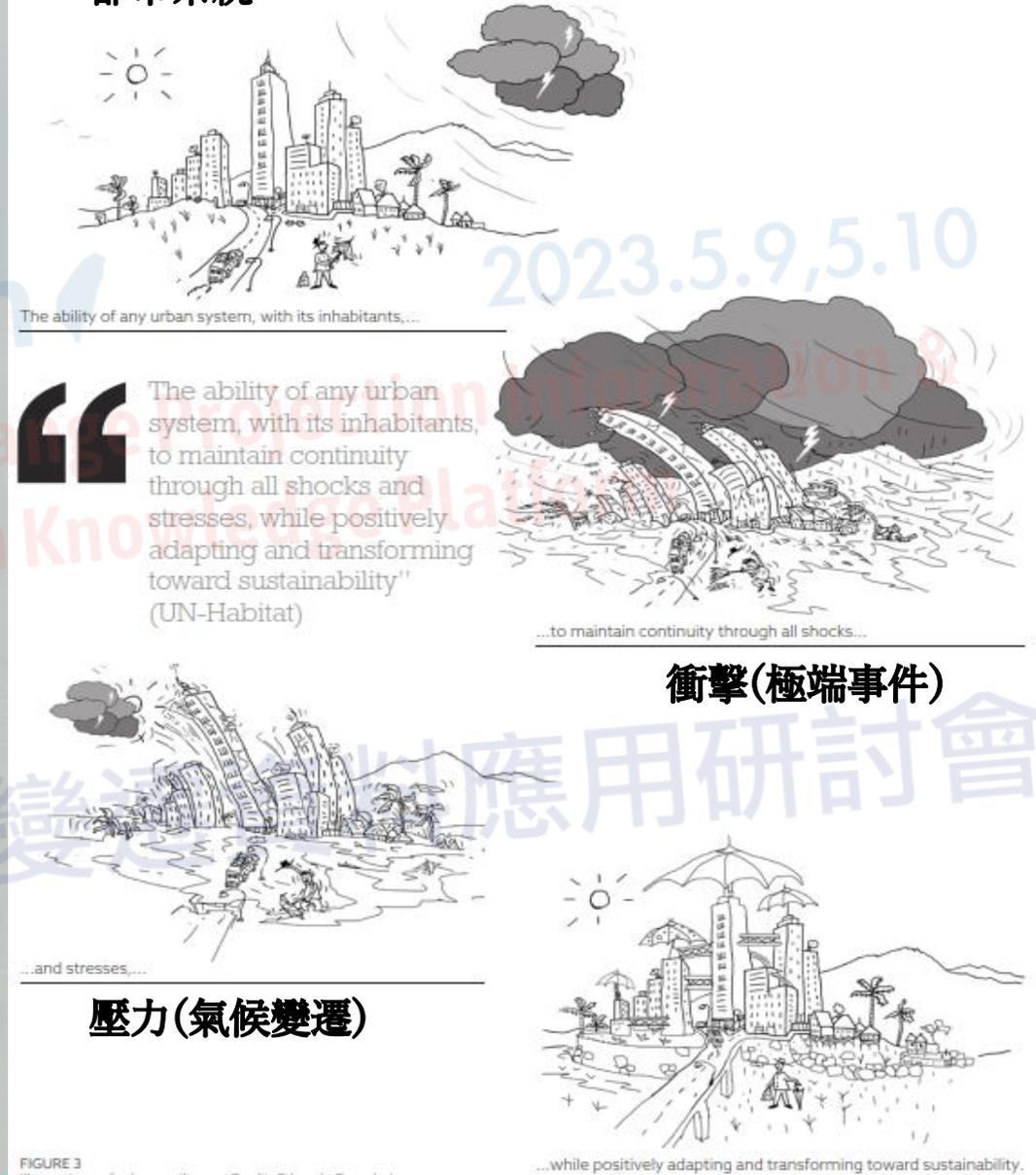


FIGURE 3  
Illustrations of urban resilience. Credit: Eduardo Feuerhake

# 農地資源 | 氣候調適

2023.5.9, 5.10

- 氣候調適：
  - 定位：基於風險考量，進行或規劃現在與未來行動的作為。
  - 性質：考慮之風險為非常態性，或預測，或模擬之結果。
  - 重點方向：
    1. 著重於降低或減緩風險災損，或強化既有規劃目的的主要功能。
    2. 調適性質為農地資源所涵蓋的相關作為，非僅只單純的設施投入，包括人與環境之重塑與運作機制。

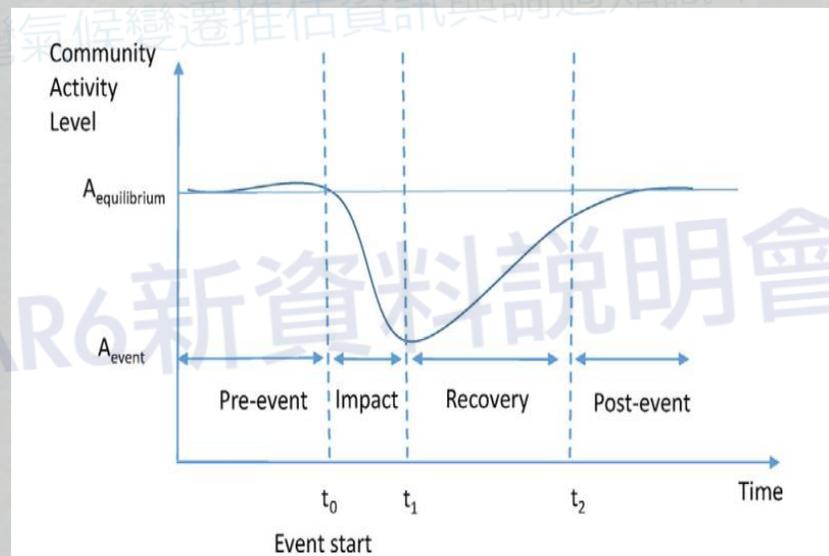
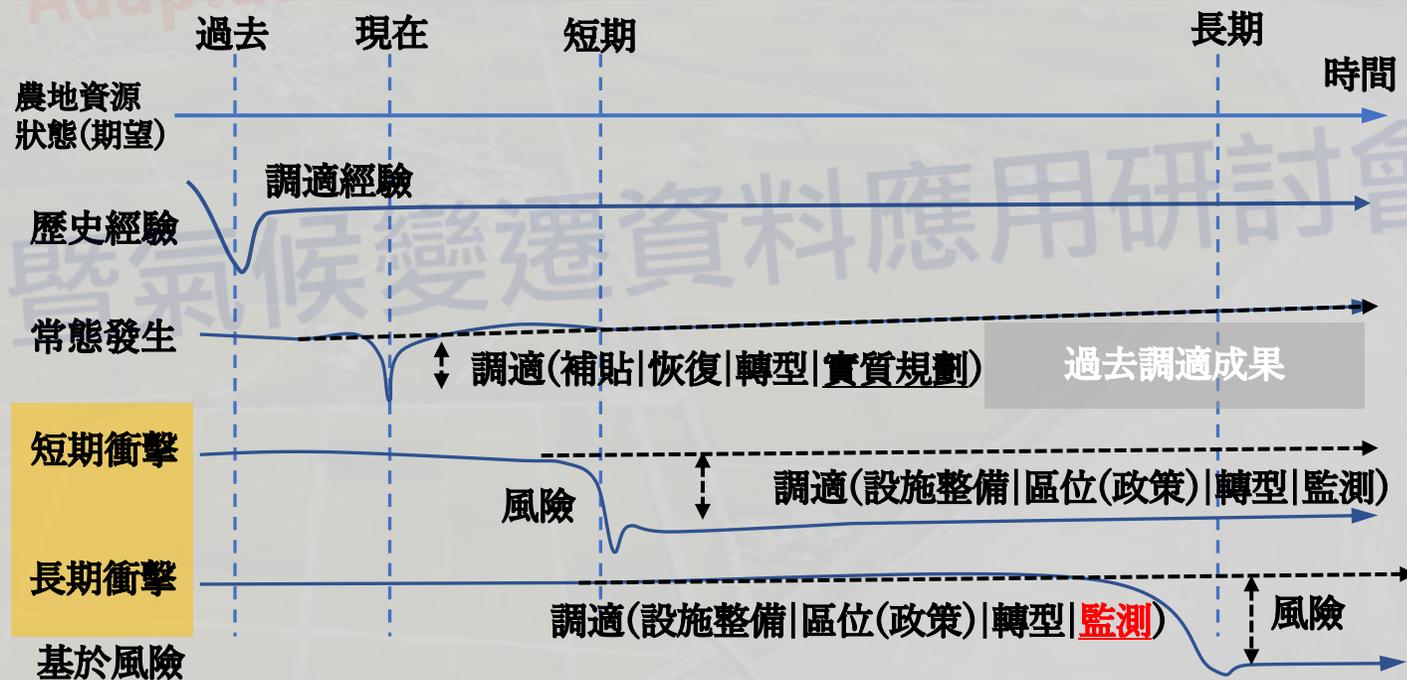


Fig. 1. Conceptual depiction of resilience capacity with event occurring at time  $t_0$ .

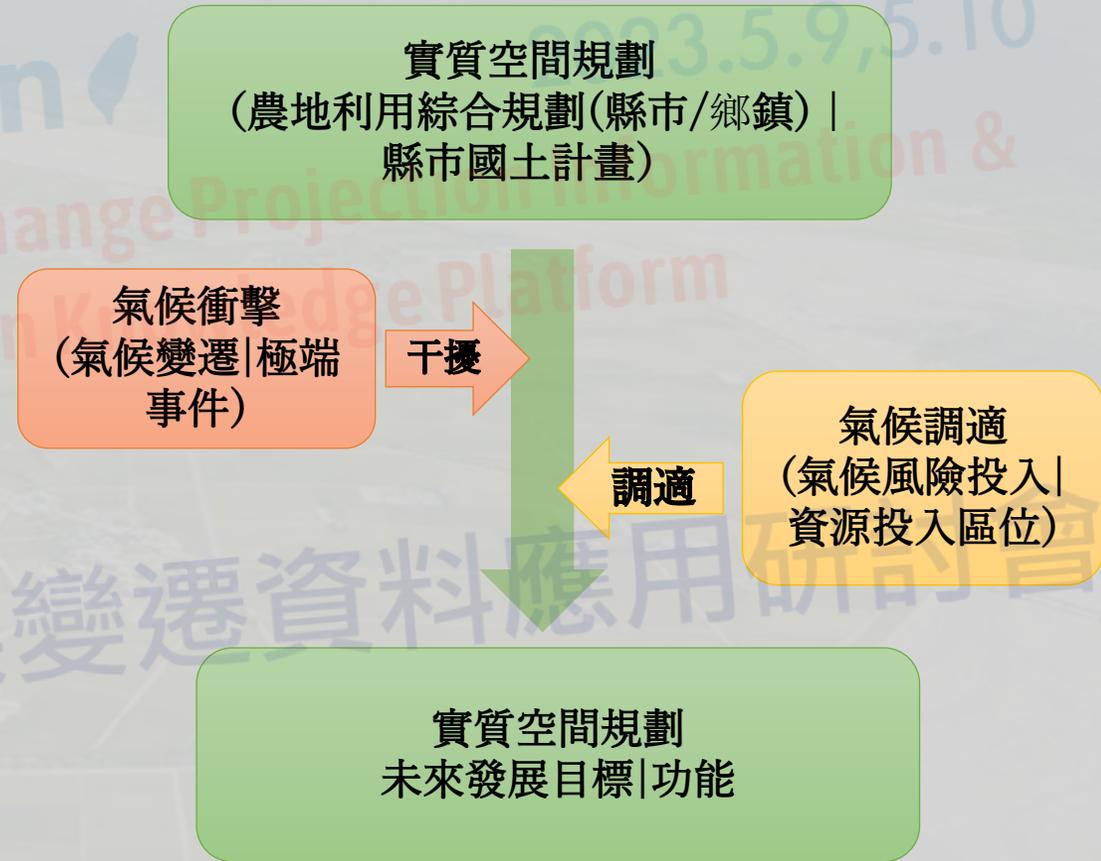
單一事件



基於風險

# 農地資源|氣候調適

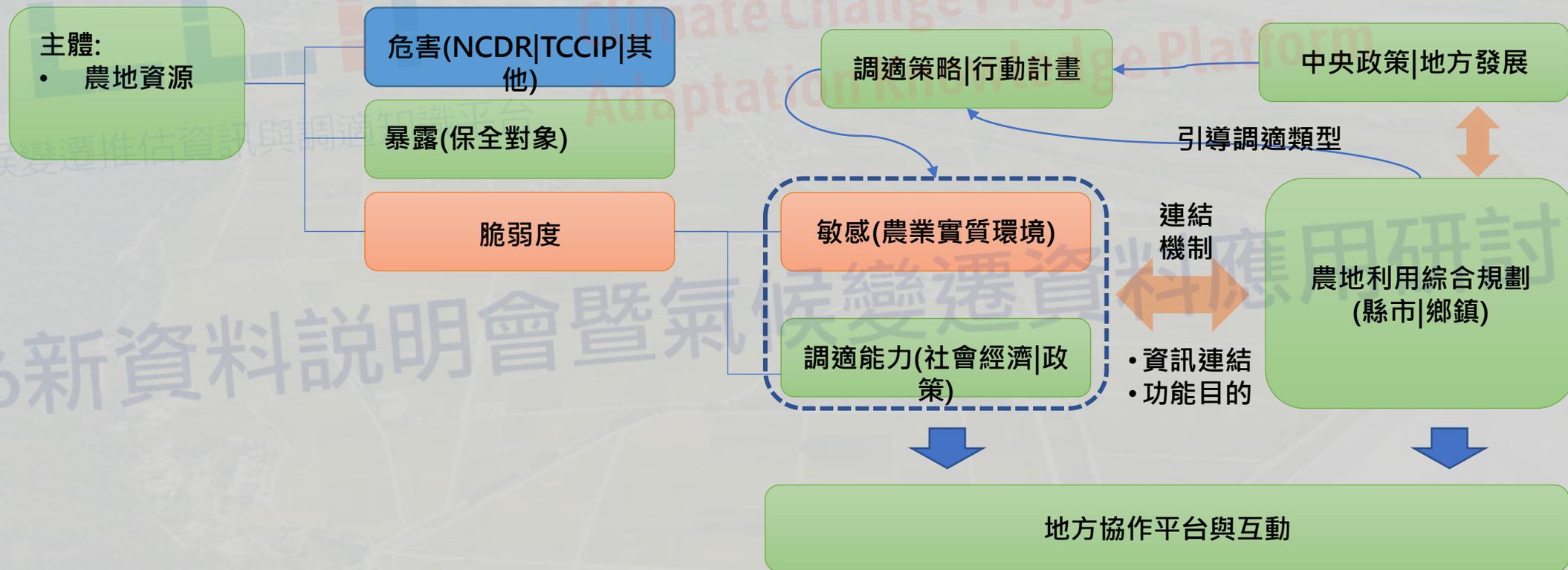
- 氣候調適位階：
  - 農地資源透過縣市國土計畫|農業部門空間計畫|農地資源空間規劃|農地利用綜合規劃(縣市/鄉鎮)等**實質空間規劃**，基於可量測之因素與目的，進行空間區位設計。
  - 氣候調適為**氣候風險投入**基於風險考量，為減緩與降低可能衝擊，或強化實質空間規劃成果，進而進行設施、體制與政策等行動投入的過程，屬於不確定性考量下之投入。
- **調適時機**：
  - 區域氣候認知：教育 | 平時 | 規劃前期
  - 常態衝擊：納入綜合規劃 | 補貼
  - 短期風險：綜合規劃 | 地方發展 | 中央政策
  - 長期風險：綜合規劃 | 中央政策



實質空間規劃、氣候風險投入與  
氣候衝擊關係圖

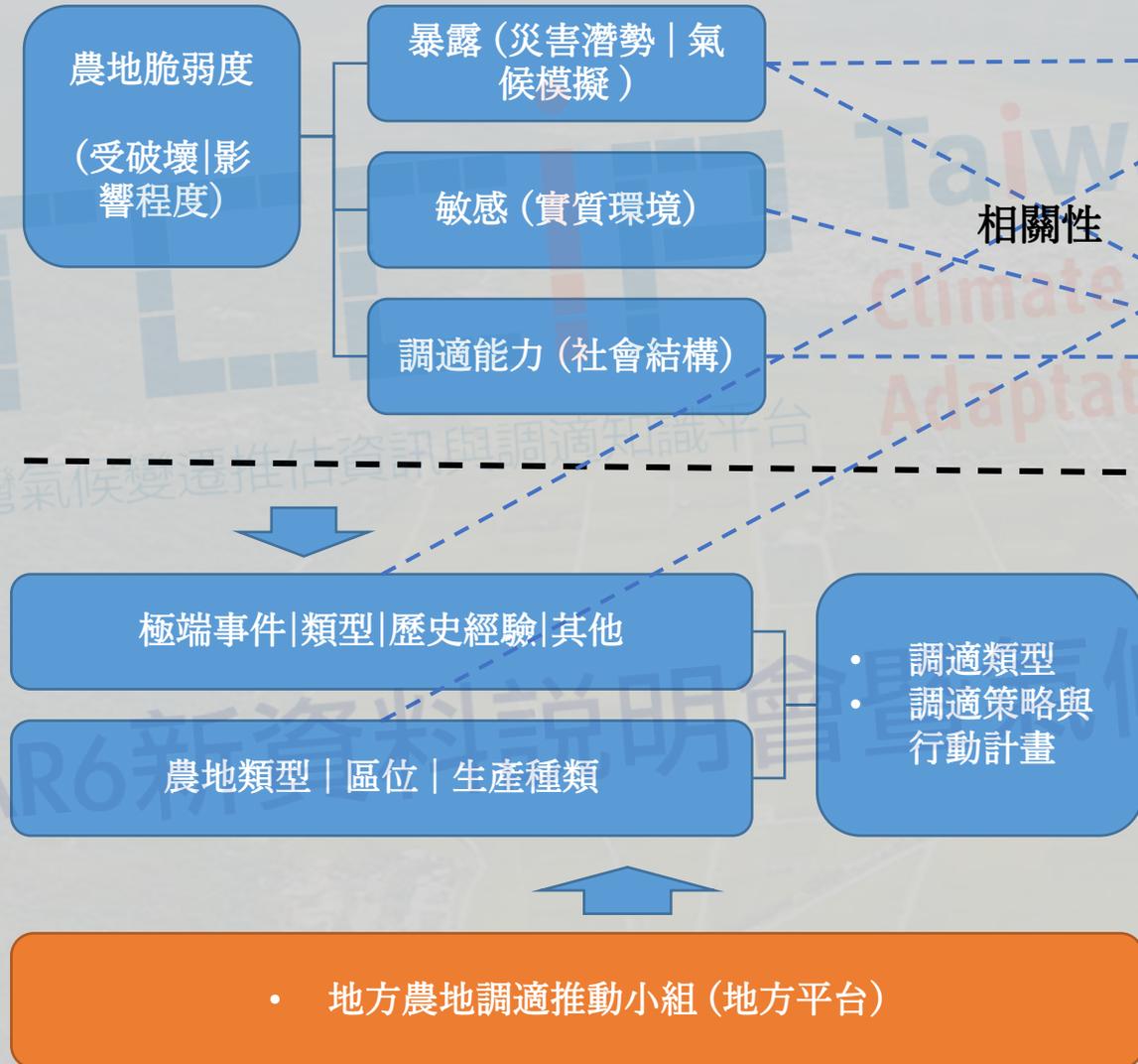
# 農地資源空間風險評估架構調整與發展

- 2012 – 2018: AR4：農地脆弱度與農地調適規劃程序 – 調適類型 – 推動小組 – 調適策略與行動計畫(缺乏社會經濟|時程規劃|型態|效益)
- 2018 ~：AR5|AR6：農地資源風險評估 - 強調時程轉變

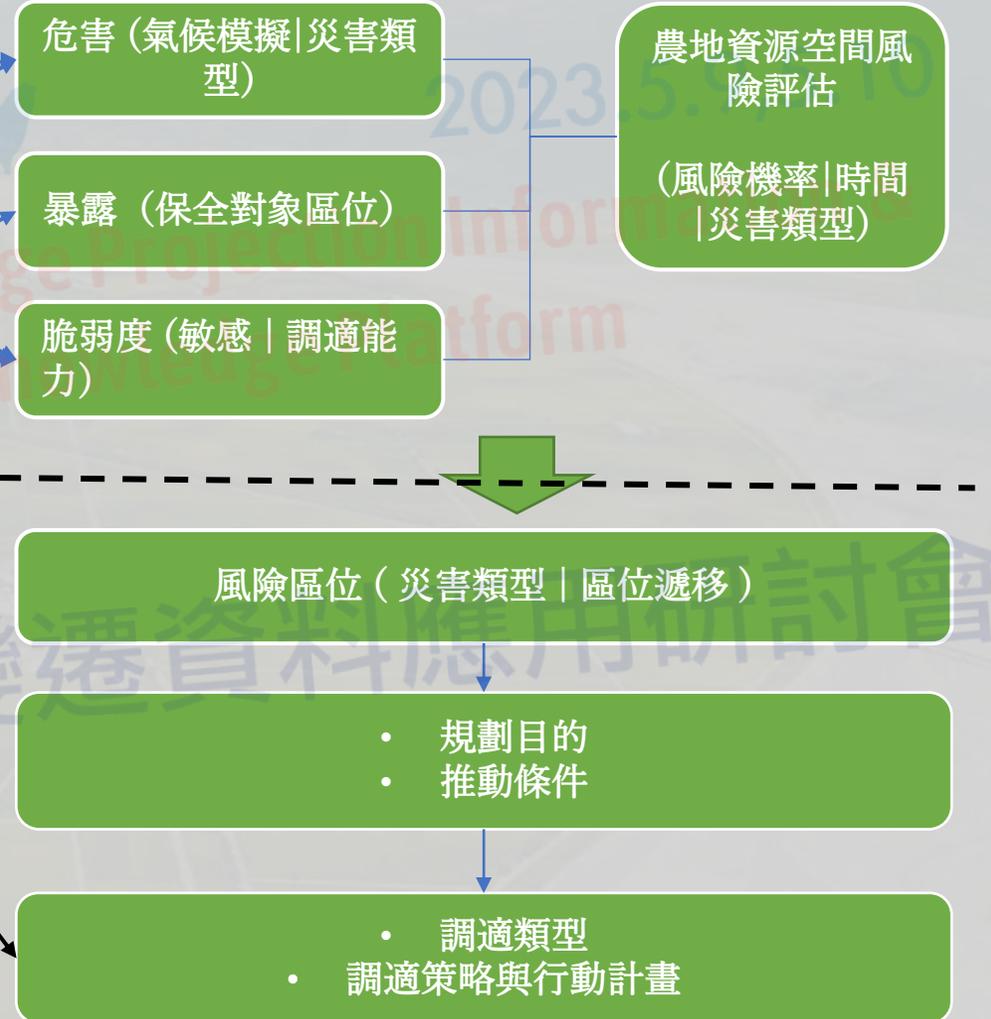


# 風險評估機制演變

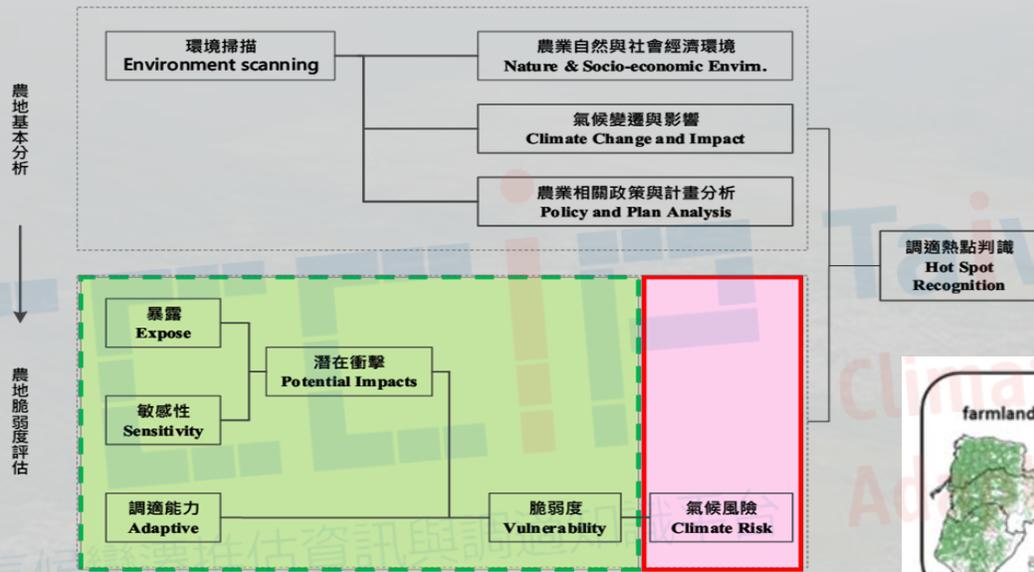
- (AR4|AR5)TCCIP-TAR-SRES & TCCIP-AR5-RCP



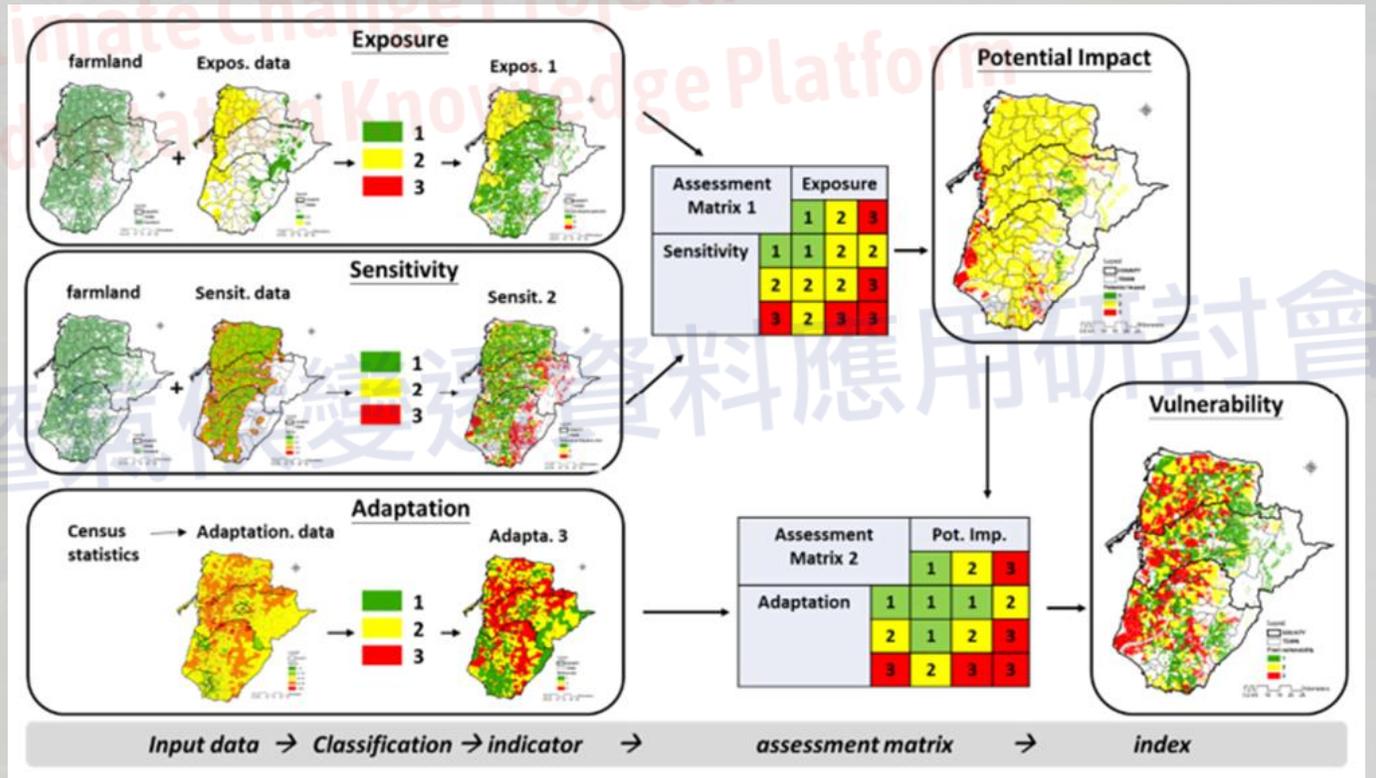
- TCCIP-AR5-RCP & TCCIP-AR6-SSPs-RCPs



# 農地脆弱度評估(Huang et al., 2020)

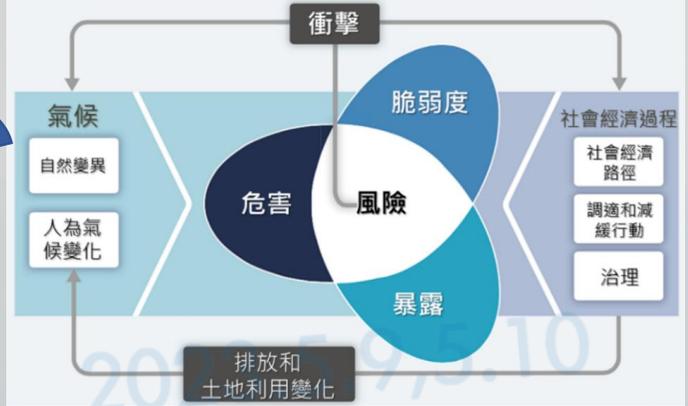


農地脆弱度評估架構圖(李承嘉、詹士樑, 2017)

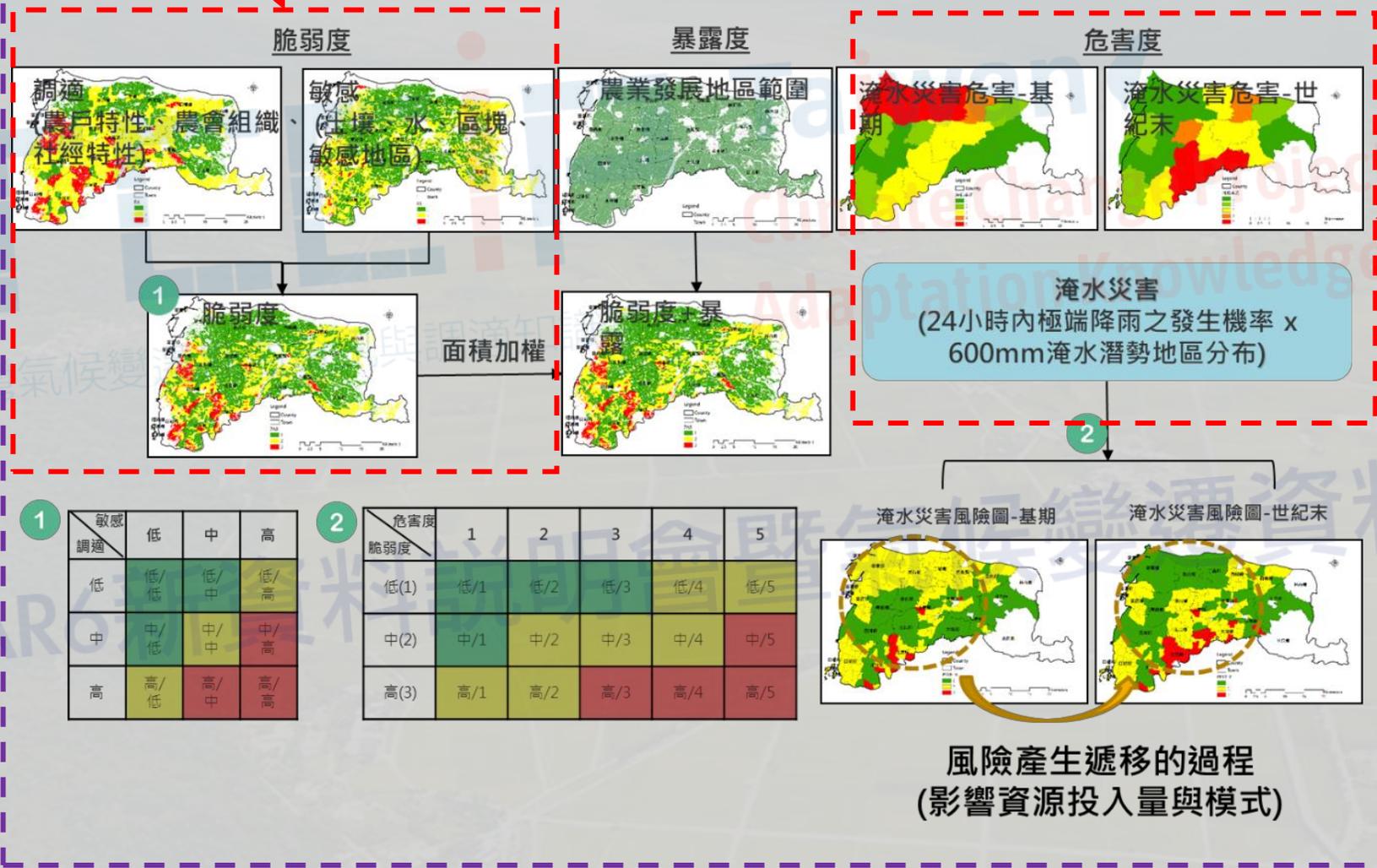


雲嘉南農地脆弱度評估(Huang et al., 2020)

# 農地資源風險評估架構



## 基於農地脆弱度評估指標



1

敏感	低	中	高
調適	低/低	低/中	低/高
中	中/低	中/中	中/高
高	高/低	高/中	高/高

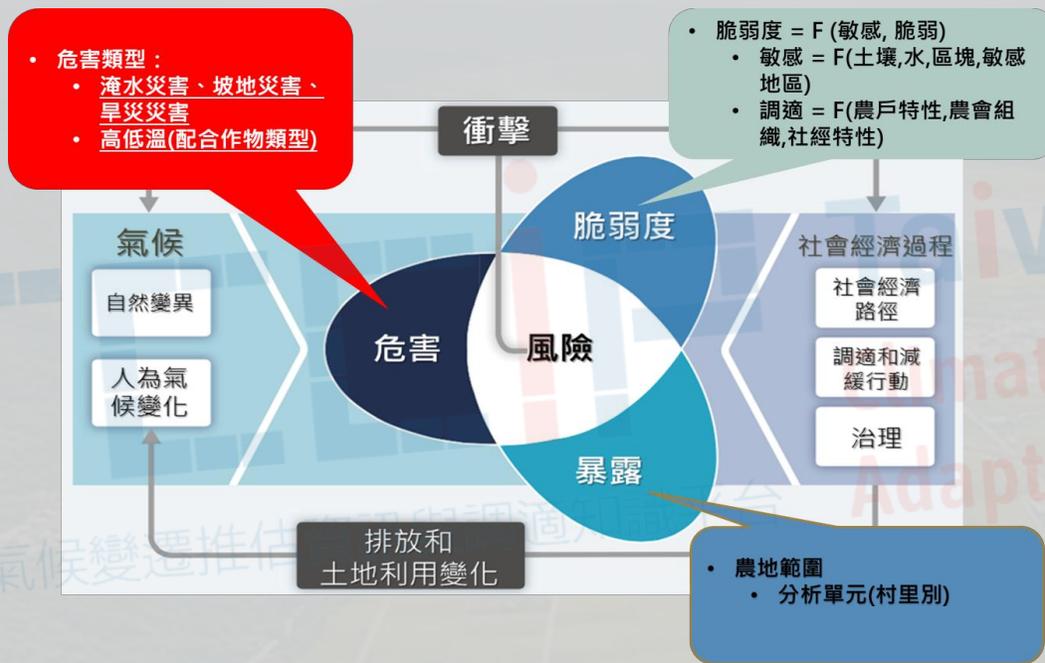
2

危害度	1	2	3	4	5
脆弱度					
低(1)	低/1	低/2	低/3	低/4	低/5
中(2)	中/1	中/2	中/3	中/4	中/5
高(3)	高/1	高/2	高/3	高/4	高/5

- NCDR:
- TCCIP-TAR-SRES
  - TCCIP-AR5-RCP
  - TCCIP-AR6-SSPs-RCPs: 9種情境組合

- 統計降尺度/動力降尺度模擬
- 氣候變遷(溫度/降雨)模擬
  - 極端事件模擬

# 農地資源風險評估架構 - 危害類型



類型	計算方式	說明
淹水災害類型	24小時內極端降雨之發生機率及600mm淹水潛勢地區分布之乘積	涵蓋氣候事件型態包括颱風、暴雨、強降雨及非氣候之淹水等特性
坡地災害類型	24小時內極端降雨之發生機率及坡地災害脆弱度之乘積	涵蓋氣候事件型態包括颱風、暴雨、強降雨及坡地特性。
旱災災害類型	鄉鎮市區下SPI指標之乾旱強度及水利署農業缺水潛勢分析之乘積。	涵蓋氣候事件型態包括旱災

• 需同時呈現基期 (1979~2003年) 與推估時期 (2075~2099年) 兩時間之風險變遷

未來應用

領域	空間範圍	情境	指標名稱
海岸	全臺 + 縣市沿海鄉鎮	RCP8.5世紀末	海面風速
水資源	北中南東四分區	2°C、RCP4.5/8.5世紀中	水資源危害指標 (如不降雨日數、季雨量)
淹水	全臺 + 九分區	RCP8.5世紀中	不同延時累積雨量改變率
坡地	全臺 + 集水區	RCP8.5世紀中	不同延時累積雨量改變率
漁業	全臺	2°C	高/低溫指標持續天數
農業	全臺	RCP8.5世紀中/末	季節溫度指標改變量、降雨指標改變率
公衛	全臺	2°C、RCP8.5/4.5世紀中/末	季節溫度、降雨指標改變量

## 農地資源空間風險評估指標系統 (以淹水災害為例)

Aspect	Group *	Item *	Operation Index	References
危害 Hazard (H)	基期.Flood Hazard Base (FH1)	Flood Hazard Base(FH1)	Flood Hazard Base(FH1)	Taiwan Climate Change Projection and Information Platform of NCDR
	世紀中.Flood Hazard Future (FH2)	Flood Hazard Future (FH2)	Flood Hazard Future (FH2)	Taiwan Climate Change Projection and Information Platform of NCDR
暴露 Exposure (E)	農地.Farm land (E1)	Farm land (E1)	Farm land (E1)	County Land Plan, CPAMI
	稻米.Rice Crop Production (E2)	Rice Crop Production (E2)	Rice Crop Production (E2)	Taiwan Agricultural Land Information Service (TALIS) of Council of Agriculture (COA)
	雜糧.Grain Crop Production (E3)	Grain Crop Production (E3)	Grain Crop Production (E3)	Taiwan Agricultural Land Information Service (TALIS) of Council of Agriculture (COA)
脆弱度 Vulnerability (V)	敏感 Sensitivity (VS)	Soil (VS1)	Farmland production ability (FPA)	Taiwan Agricultural Land Information Service (TALIS) of Council of Agriculture (COA)
		Water (VS2)	Distance to irrigation channels (DIC)	TALIS Agriculture, Forestry, Fishery, and Animal Husbandry Census
		Sensitive areas (VS3)	Ecological conservation areas & Disaster potential distribution	Geographic Information Platform for National Land Planning in CPAMI
	調適 Adaptation (VA)	Farmer household characteristics (VA1)	Average agricultural income of villager household (AAI)	Agriculture, Forestry, Fishery, and Animal Husbandry Census
		Agricultural organization (VA2)	Membership/number of people involved in agriculture (MPIA)	Annual statistics of farmers' association
		Socio-economic characteristics (VA3)	Dependency Ratio (DR)	Social Economic Database of the National Geographic Information System
		FarmLand Block (VA4)	Scales of cultivated land (SCL)	TALIS Agriculture, Forestry, Fishery, and Animal Husbandry Census
Local Input (VA5)	Rural regeneration community (RRC)	Annual statistics of farmers' association		

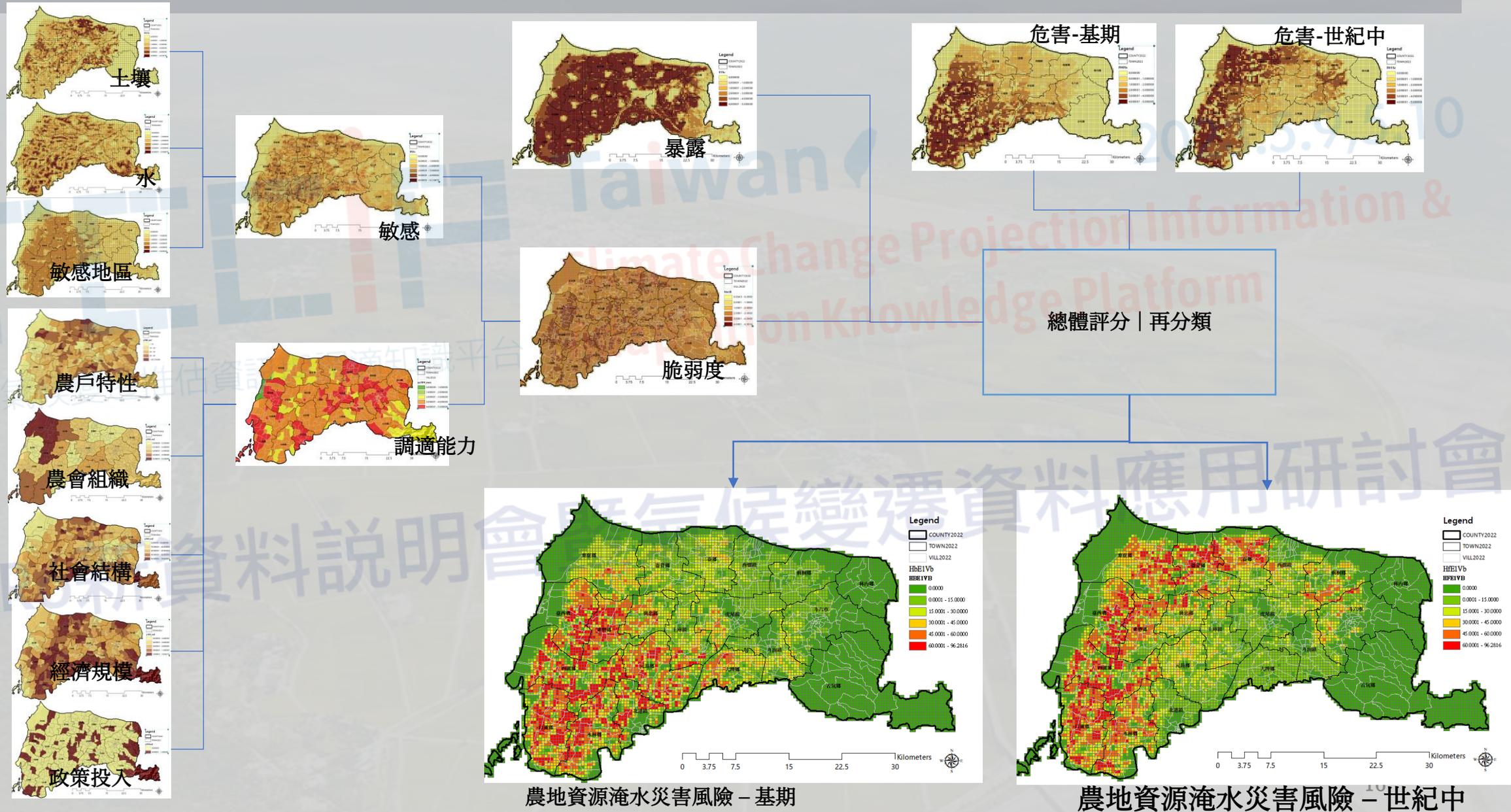
- 農地脆弱度指標系統涵蓋3面向、13群、18項指標；農地資源空間風險評估指標系統簡化為3面向，7群，13項指標，直接對應農業普查、農會年報、農地調查與氣候模擬資訊。
- 第三版災害風險圖之危害度設定為極端降雨發生的機率(RCP8.5推估情境下，一日發生650mm之降雨機率)，時間為基期(1976-2005)與推估年期(世紀中2036-2064)

## 農地資源風險評估方法調整

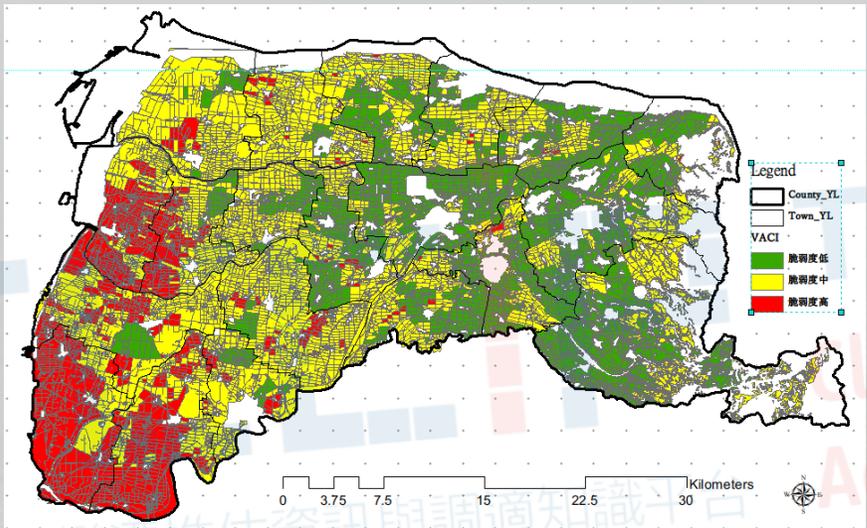
- 風險(Risk) = 危害(Hazard) x 脆弱度(Vulnerability) x 暴露(Exposure)
- 風險越高分數越高，為1至5分。V包括敏感與調適能力兩種評估指標，其分數級距仍為1至5分，分數越高，脆弱度越高，風險越高；其中S, A之內部變數亦已1至5分計分，分數計算過程為均權平均數。
- 分析單元調整為400x400 m<sup>2</sup> (最小統計單元面積中位數)
- 透過計算方式，研究地區內，最高分為5x5x5 = 125分，最低分則為1分。

Aspect	Group *	Item *	Operation Index	Score
Hazard (H)	Flood Hazard Base (FH1)	Flood Hazard Base(FH1)	Flood Hazard Base(FH1)	第一級: 1分, 依序給分, 第五級:5分
	Flood Hazard Future (FH2)	Flood Hazard Future (FH2)	Flood Hazard Future (FH2)	第一級: 1分, 依序給分, 第五級:5分
Exposure (E)	Farm land (E1)	Farm land (E1)	Farm land (E1)	農一: 5分; 依序給分, 農五:1分
	Rice Crop Production (E2)	Rice Crop Production (E2)	Rice Crop Production (E2)	位於水稻生產區位: 5分 其餘不給分。
	Grain Crop Production (E3)	Grain Crop Production (E3)	Grain Crop Production (E3)	位於甘藷生產區位: 5分 其餘不給分。
Vulnerability (V)	Sensitivity (VS)	Soil (VS1)	Farmland production ability (FPA)	生產力分1至10級, 第1級生產力最佳。風險給分方式, 1-2: 5分、3-4:4分; 5-6:3分; 7-8:2分: 9-10:1分。
		Water (VS2)	Distance to irrigation channels (DIC)	依照距離, 分位數法分為五級, 距離越近, 分數越低, 給分為1, 最遠分級給分5。
		Sensitive areas (VS3)	Ecological conservation areas & Disaster potential distribution	分為三等級, 一級災害潛勢或生態敏感地區為5分; 二級則為3分; 其餘為1分
	Adaptation (VA)	Farmer household characteristics (VA1)	Average agricultural income of villager household (AAI)	透過arcgis之quantile的五分級
		Agricultural organization (VA2)	Membership/number of people involved in agriculture (MPIA)	透過arcgis之quantile的五分級
		Socio-economic characteristics (VA3)	Dependency Ratio (DR)	透過arcgis之quantile的五分級
		FarmLand Block (VA4)	Scales of cultivated land (SCL)	透過arcgis之quantile的五分級
		Local Input (VA5)	Rural regeneration community (RRC)	位於農村再生地區1分, 其餘5分

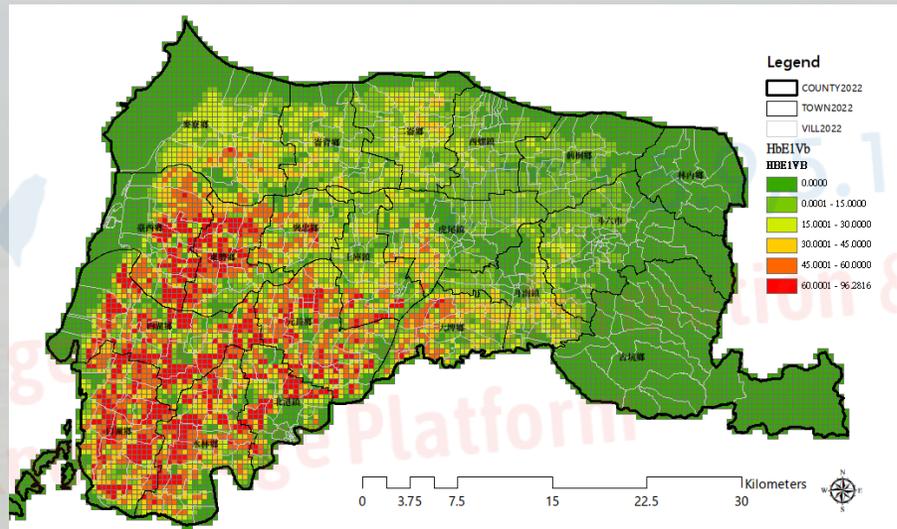
# 雲林縣農地資源空間風險評估操作



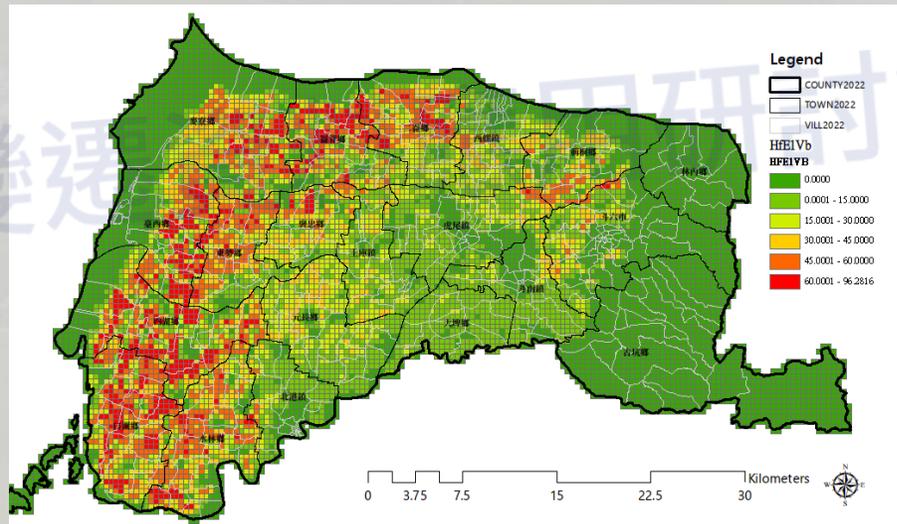
# 風險評估比較



農地脆弱度



農地資源淹水災害風險 - 基期

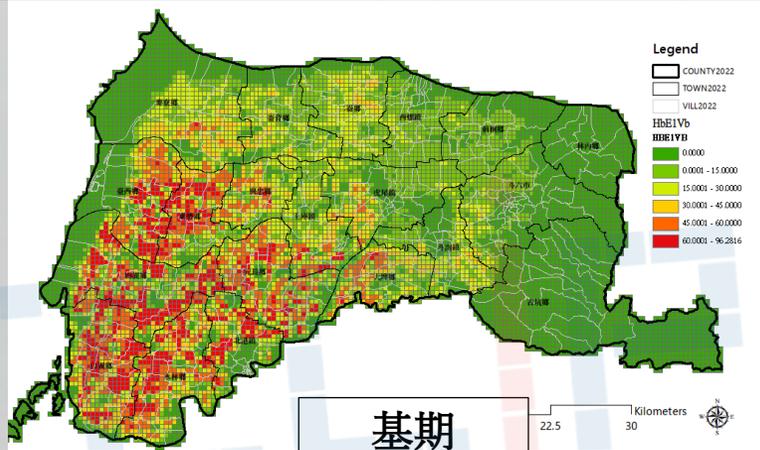


農地資源淹水災害風險 - 世紀中

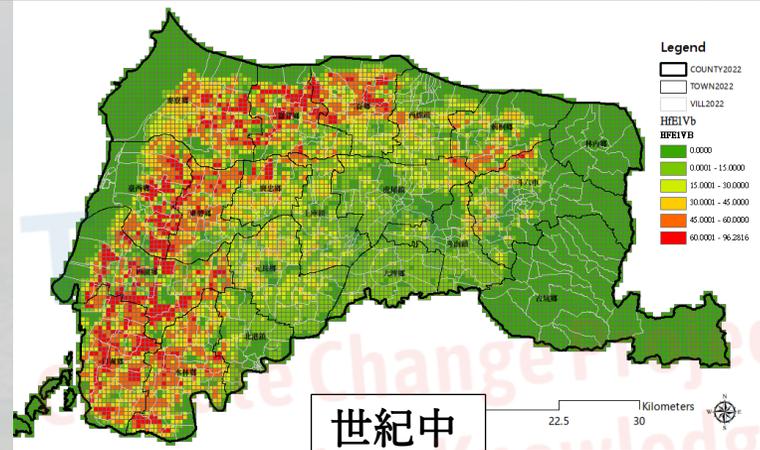
農地脆弱度 vs 農地資源空間風險評估

	農地脆弱度	農地資源空間風險評估
評估架構	AR4	AR5   AR6
情境	TAR	RCP - SSPs
尺度	農地坵塊	網格   村里
評分方式	衝擊程度	風險強度
時間	單一尺度(目前)	動態(基期-世紀中)
應用	農地類型   調適類型   調適策略	農地類型   調適類型   調適策略

# 雲林縣農地資源空間風險評估應用

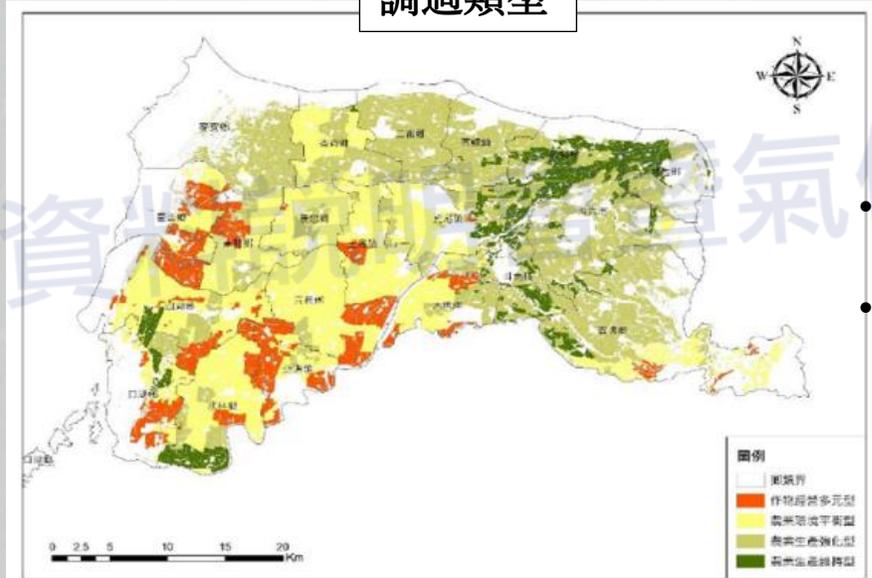


基期



世紀中

調適類型



調適類型  
檢討  
基於調適  
類型與空  
間發展架  
構研擬調  
適行動

空間發展架構



• 是否對未來空間規劃產生衝突

2023.5.9,5.10

Climate Change Adaptation Knowledge Platform

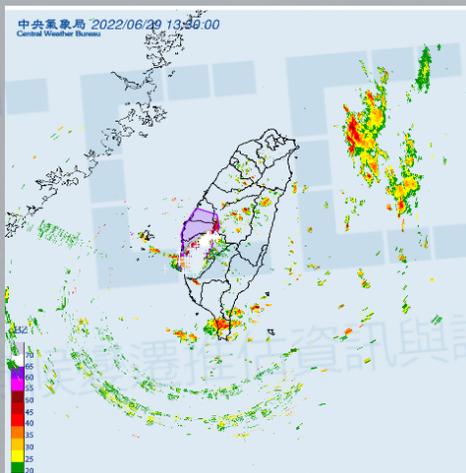
Climate Change Adaptation Knowledge Platform

AR6新資訊

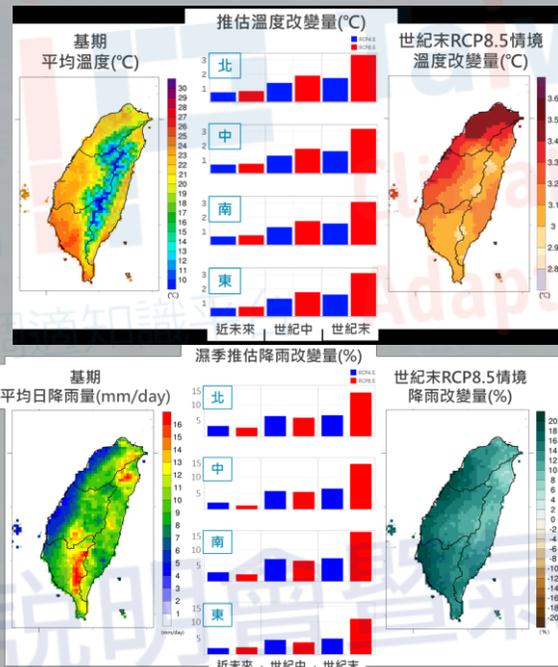
Climate Change Adaptation Knowledge Platform

# 應用時機(區域氣候認知)與規劃作業考量因子

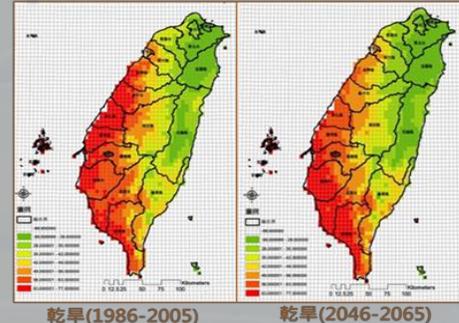
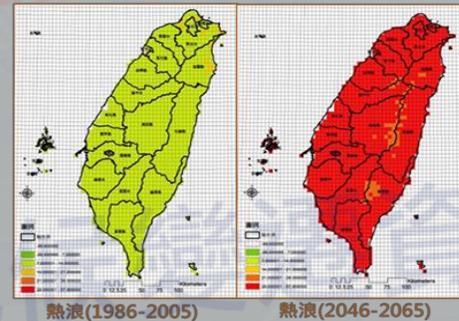
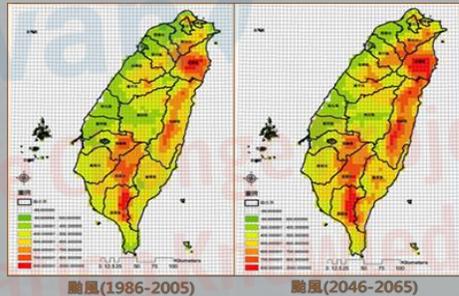
- Stage1: 區域氣候認知
  - 檢視氣候事件與情境趨勢，強調需有區位分布概況
  - 規劃作業考量因子: 現況氣候|未來氣候動態|極端事件|歷史衝擊



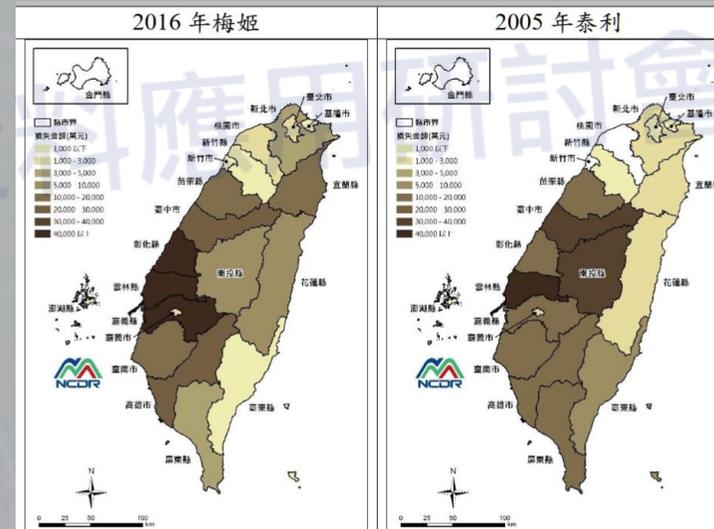
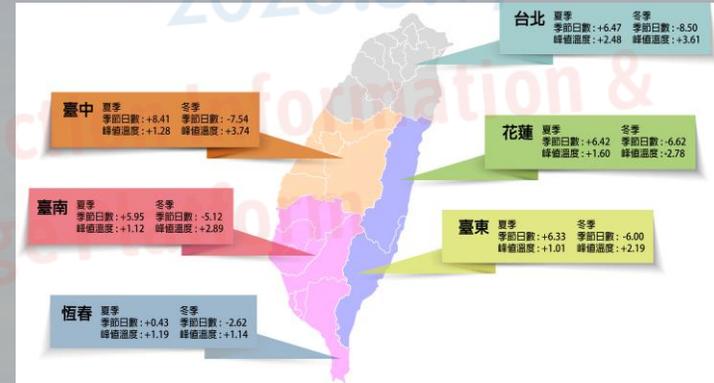
現況氣候



未來氣候



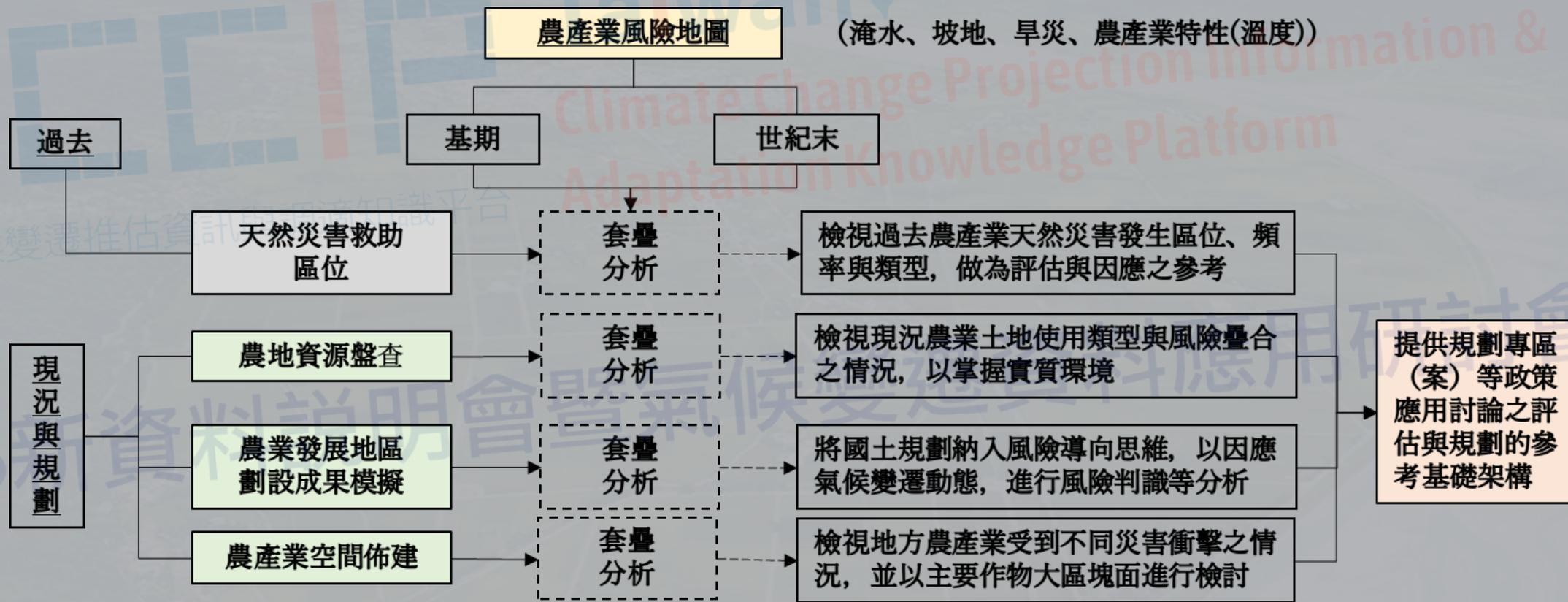
極端事件



歷史衝擊

## 應用時機(區域風險分析)與規劃作業考量因子

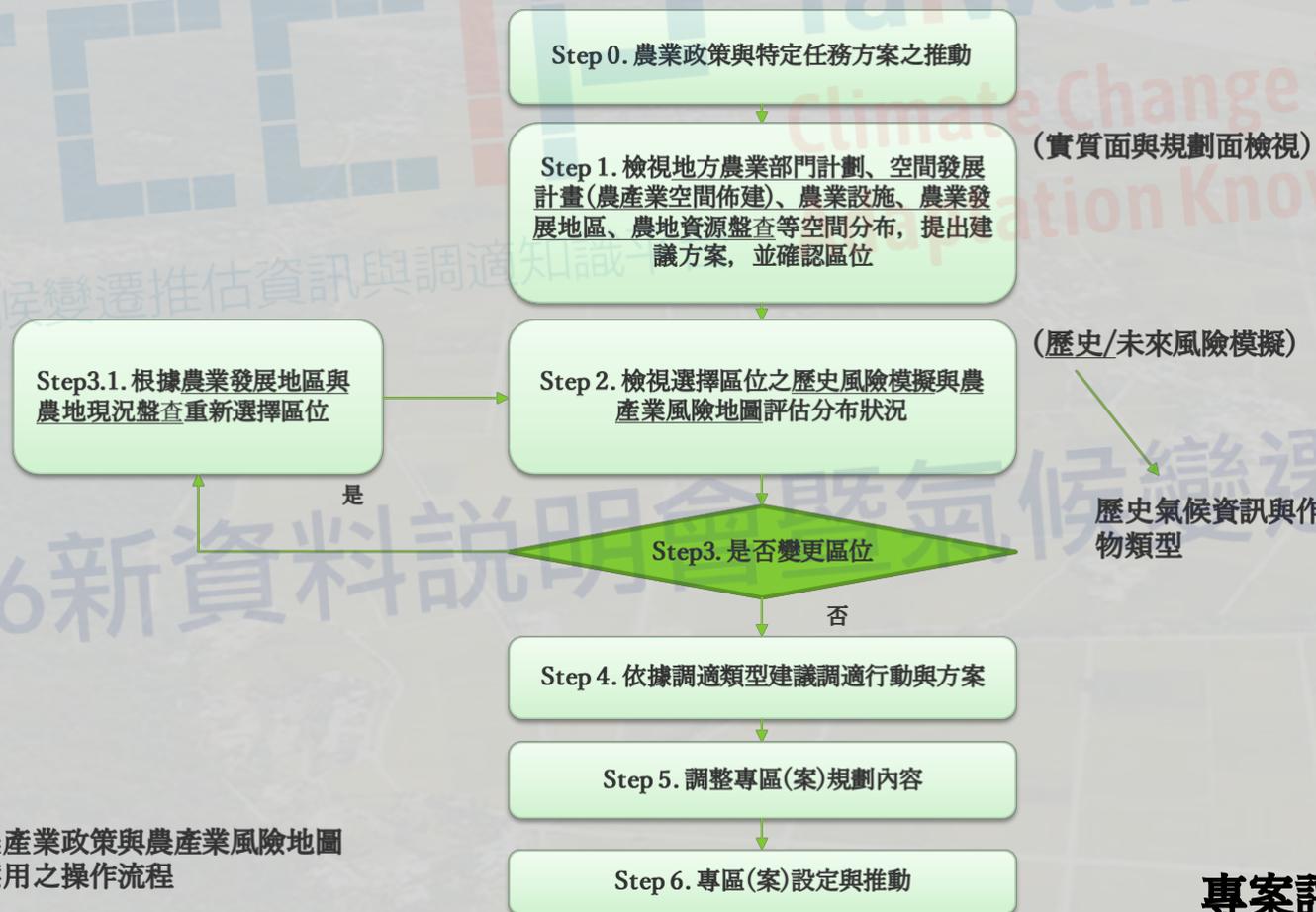
- Stage2: 區域風險分析
  - 實質規劃檢討、中央重大與區域性政策分析與媒合
  - 規劃作業考量因子: 天然災害(區位; 頻率)、實質農業環境(農盤|社經)、重大政策、未來氣候情境(風險地圖)、氣候衝擊類型、空間尺度(以區域為原則, 如雲嘉南、中彰投等)



區域性分析 (修訂自黃國慶等人, 2020)

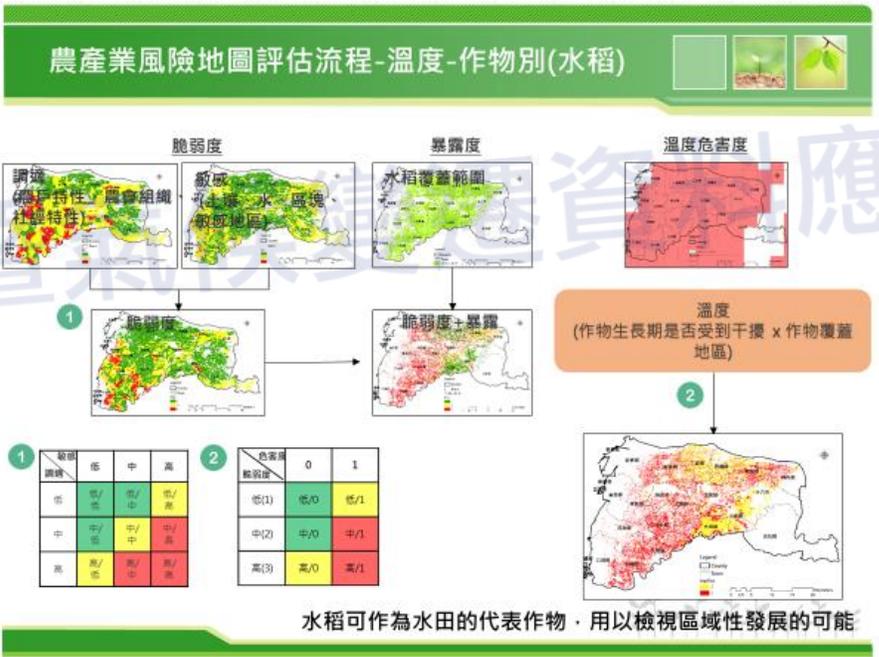
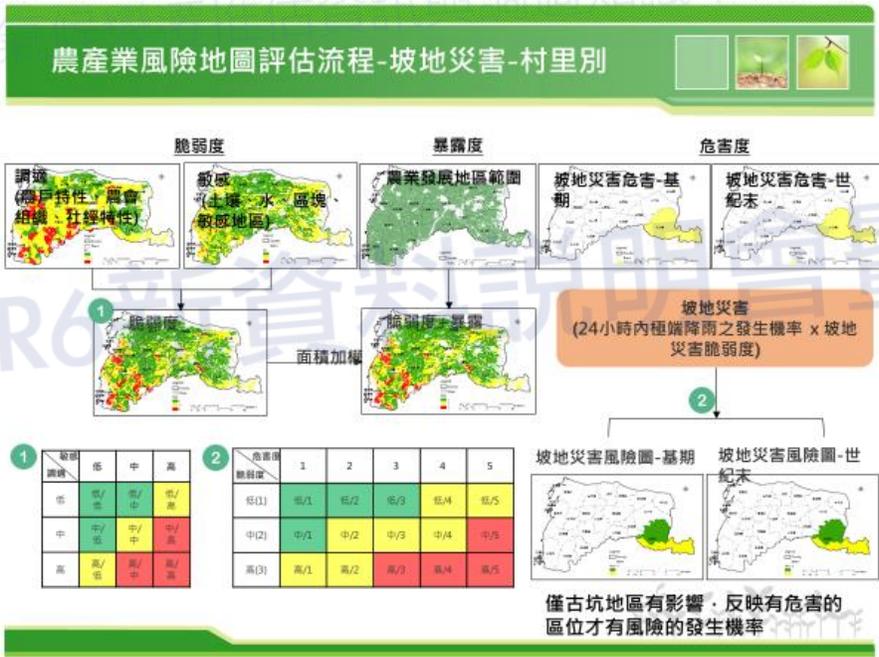
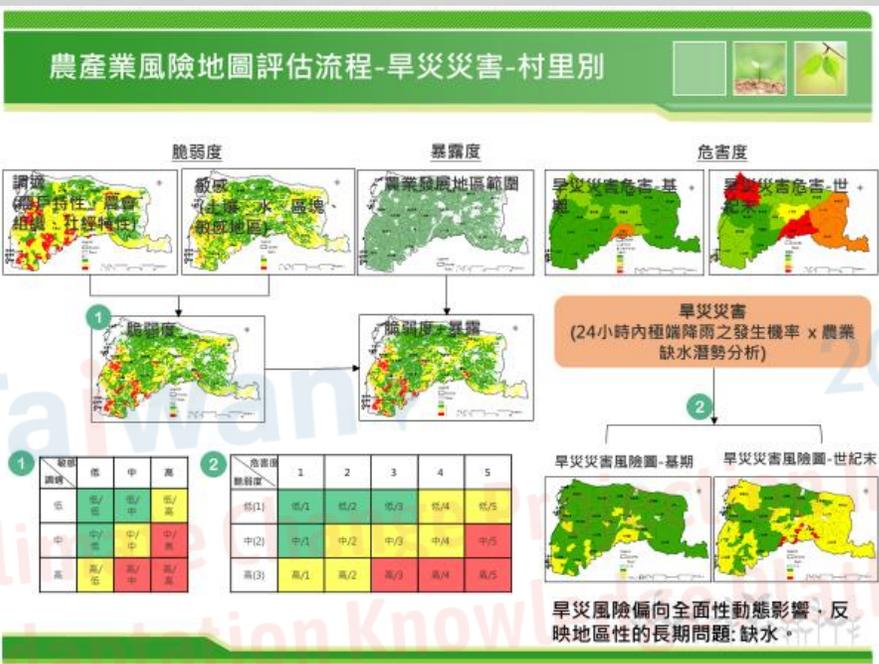
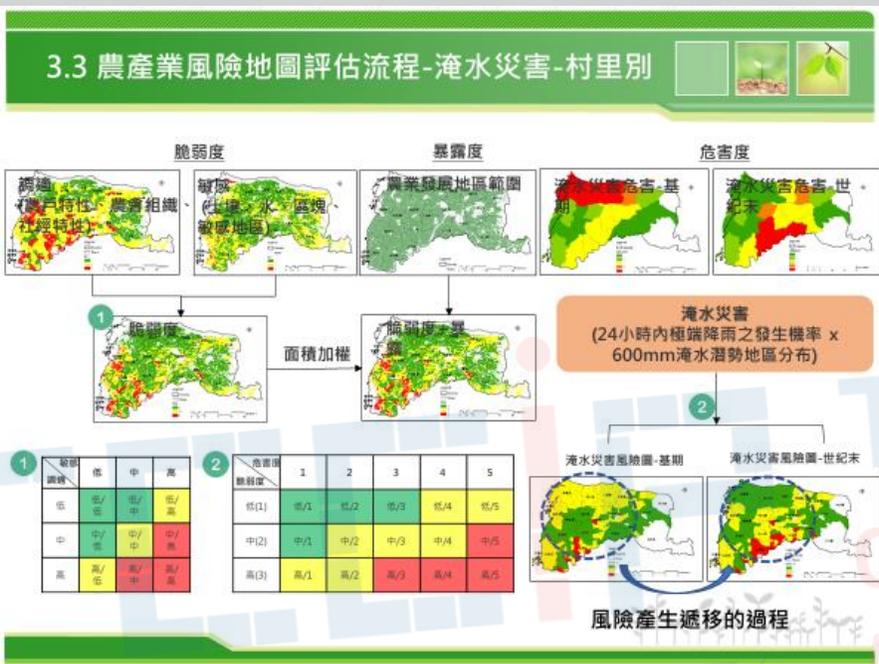
## 應用時機(地方發展需求評估)與規劃作業考量因子

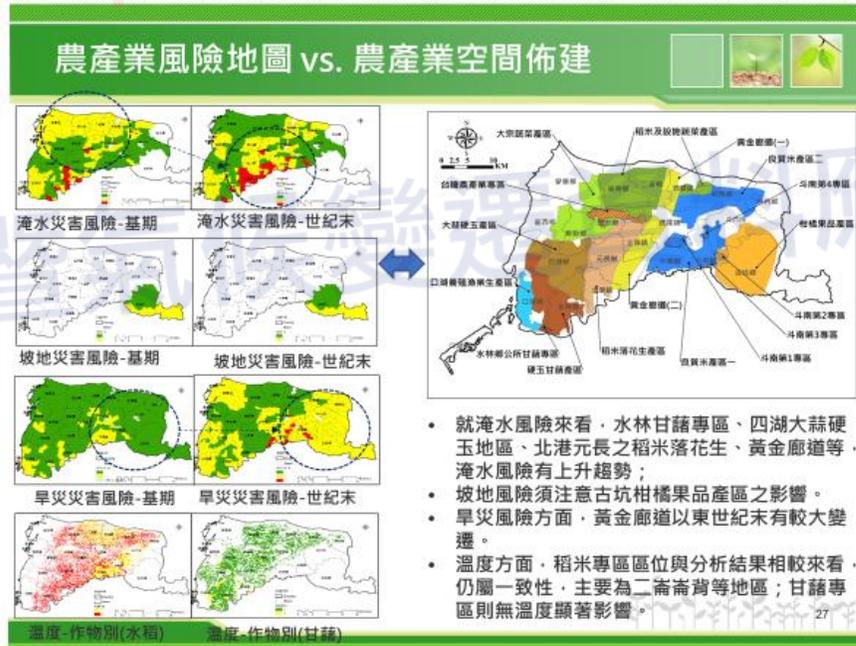
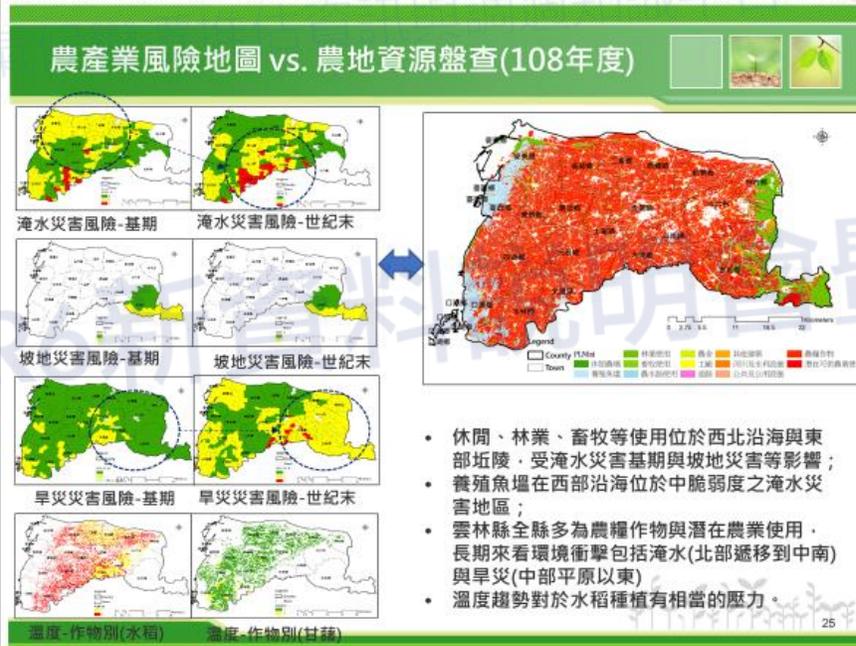
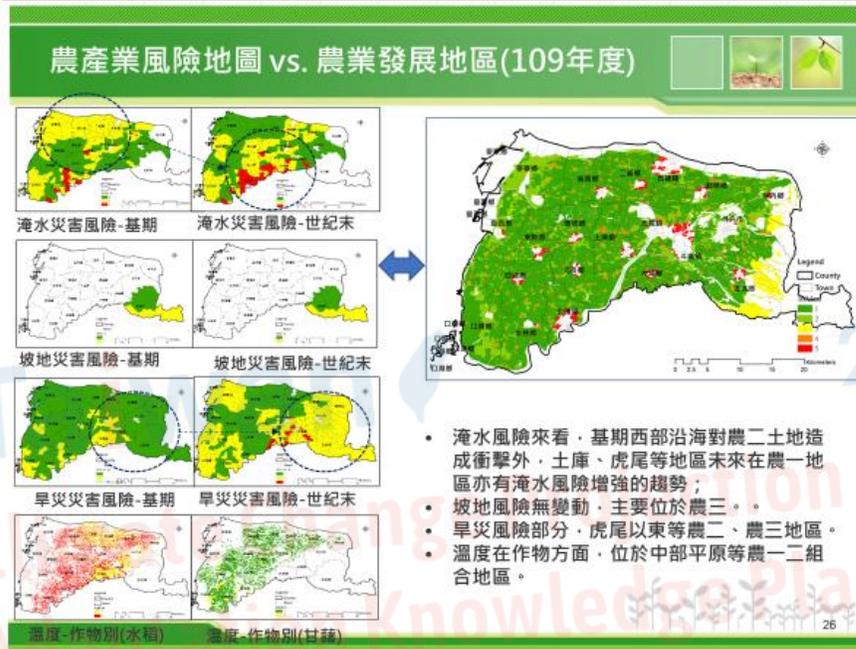
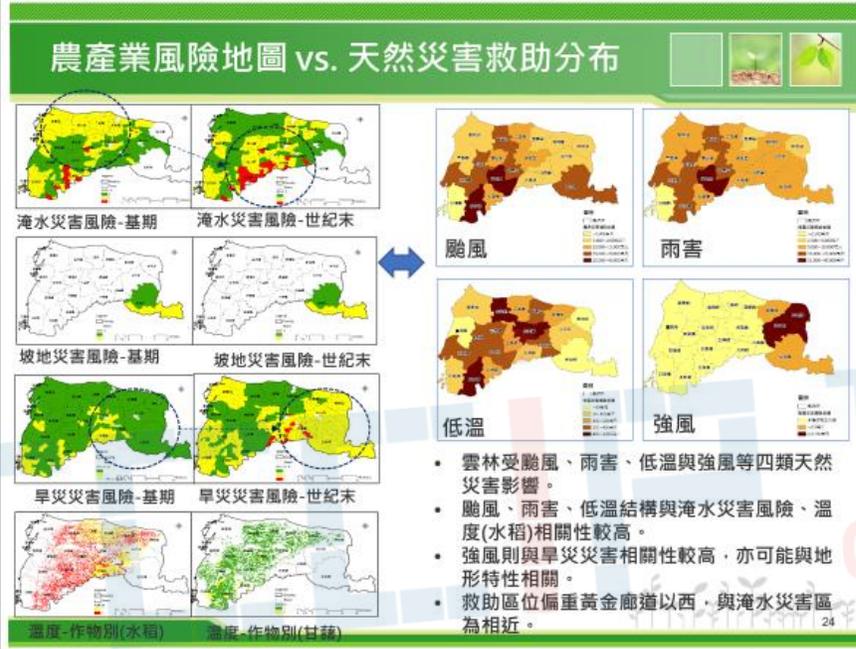
- Stage3:地方發展需求評估
  - 地方發展規劃與政策投入、鄉鎮及個案調適行動方案評估與分類，強調個案申請與變更。
  - 規劃作業考量因子: 天然災害(區位; 頻率)、實質農業環境(農盤|社經)、重大政策、未來氣候情境(風險地圖)、氣候衝擊類型、空間尺度(以鄉鎮或專區為原則)



農產業政策與農產業風險地圖  
應用之操作流程

專案評估 (修訂自黃國慶等人, 2020)





五、應用 - 農地資源空間風險評估應用程序與案例(7/7)



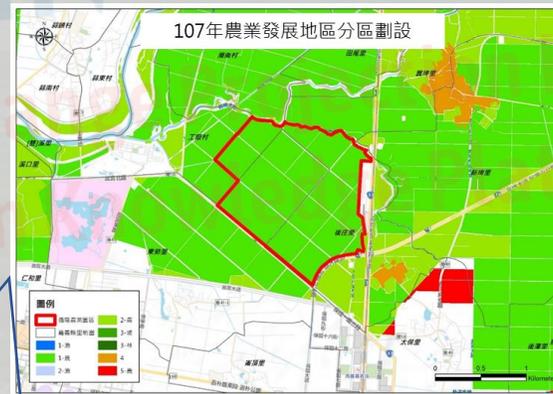
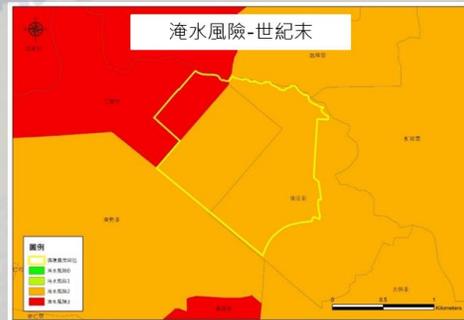
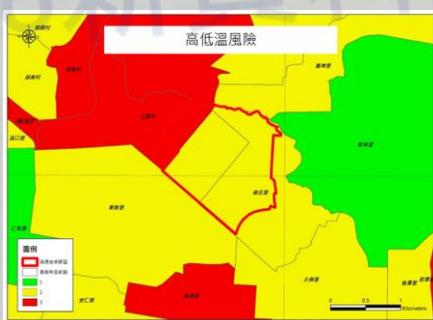
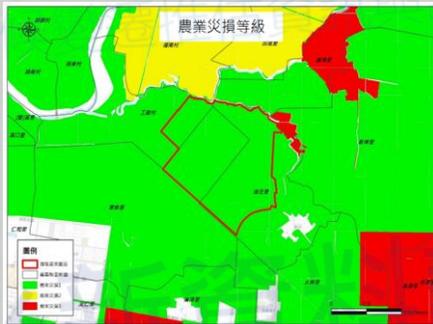
規劃

雲林縣(專案評估)



評估流程

風險模擬



	農地盤查結果	現況作物種類	農業發展地區	農業空間佈建	歷史災害分布概況	坡地農產業風險評估	乾旱農產業風險評估	淹水農產業風險評估	高低溫農產業風險評估
較不適合1								●	
尚可 2		●					●		●
適合 3	●		●	●	●	●			

總得分：22 →此區位適合發展農業循環園區，不須變更區位

## 結論與建議

- 本研究以雲林縣為例，透過對農業發展地區的討論，以及雲林縣農地資源空間規劃的空間探討，進一步採用農地資源空間風險評估架構，模擬在不同災害風險下，農地資源所面對的空間風險與風險轉移狀況，並進而檢討雲林縣農地資源空間發展架構的適宜性與衝突。
- 農地資源空間風險架構的操作說明了氣候風險轉移與不可預測的問題，但也同時提供一個重要的研究方向，未來風險評估應對時間與空間的互動更加著重與討論，檢視未來變化提供實質政策的幫助與建言。
- 在風險評估過程中，各項指標應對於未來調適具有實質意義，以本研究來說敏感指標強調實質環境，其環境變遷主要係透過政策投入與實質改善，調適面向則社會環境變遷，故可透過政策行為進行調整。
- 農地調適策略與行動計畫之實踐作法與區位確認，透過風險評估方式檢視風險具有遞移的可能性，用以反映地方在實質投入上應考慮時間、空間與資源的適切性，此其前提下，未來方案實踐將非常重要。
- 目前地方政府業務多以天然災害救助、農業保險與設施補助等作為主導下，缺乏空間實踐思考，對於個別型自主調適與農業創新思考較少。在區位上，缺乏更為具體的實質區塊與替代方案想像。未來需透過資源投入與獎勵機制，引導地方主要設計推動內容與實踐模式，方能推動實質實踐與應用發展。