

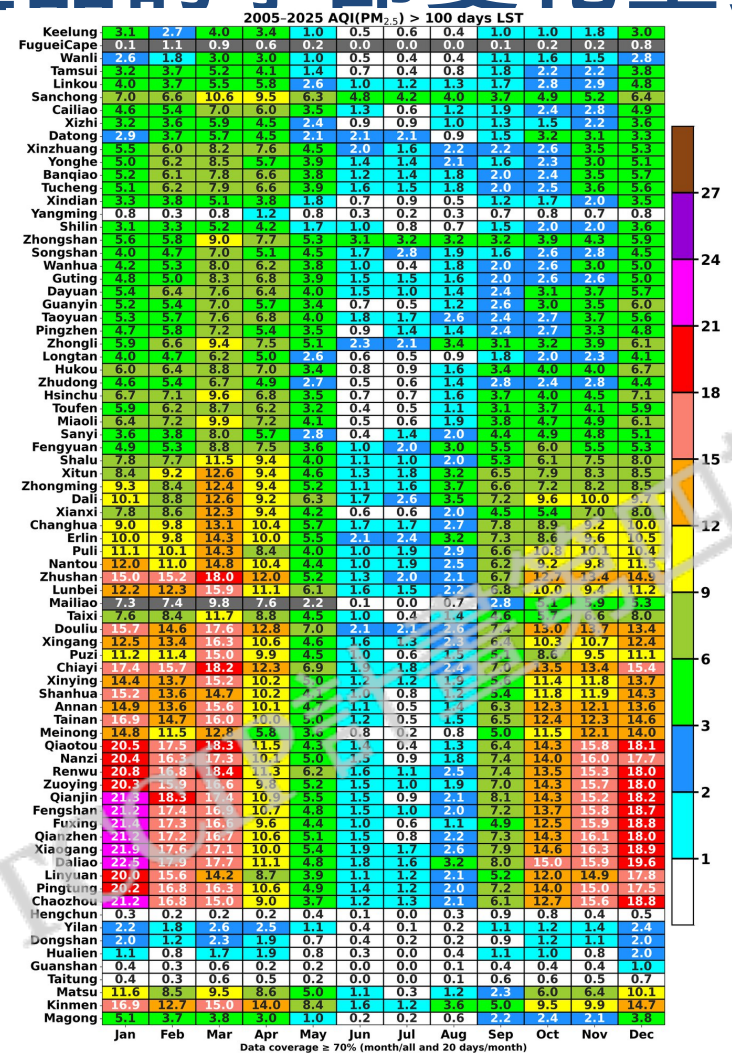
未來氣候情境下之空氣品質模擬研究

蔡宜君¹、鄭兆尊²、李孟軒²、謝佩蓉¹、許晃雄¹

1 中央研究院環境變遷研究中心 2 國家災害防救科技中心



臺灣空品的季節變化主要由氣象條件決定



10+ 天 / 月

南部冬季空品不良日數 (AQI>100)

- 夏季：季風與降雨利於擴散
- 秋冬：中南部背風弱風、少雨
- 排放的季節差異有限

氣候變遷將連動改變空品

推估未來空品，需要解析臺灣地形的氣候資料



氣候變遷

改變風、雨與邊界層，
即污染擴散與清除的
條件



全球模式

解析度不足，無法解析
中央山脈與背風弱風區



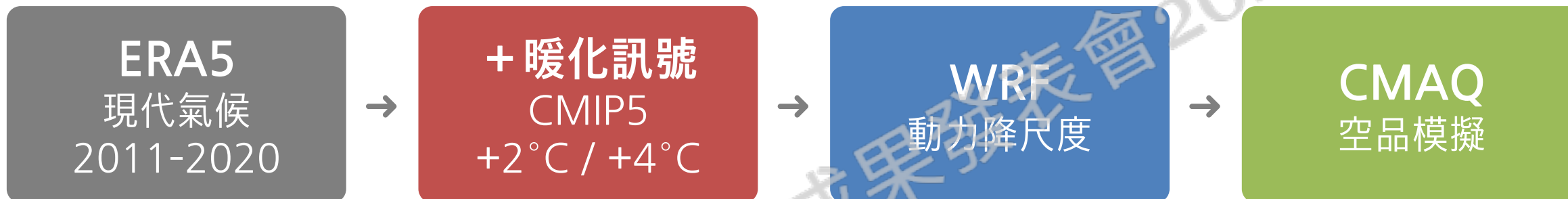
TCCIP 降尺度

產製臺灣尺度氣象
場，驅動空品模式推
估未來

計畫目標

評估全球增溫 2°C、4°C 下，臺灣 PM_{2.5} 與 O₃ 的變化

擬暖化實驗：同一段天氣，疊加暖化背景



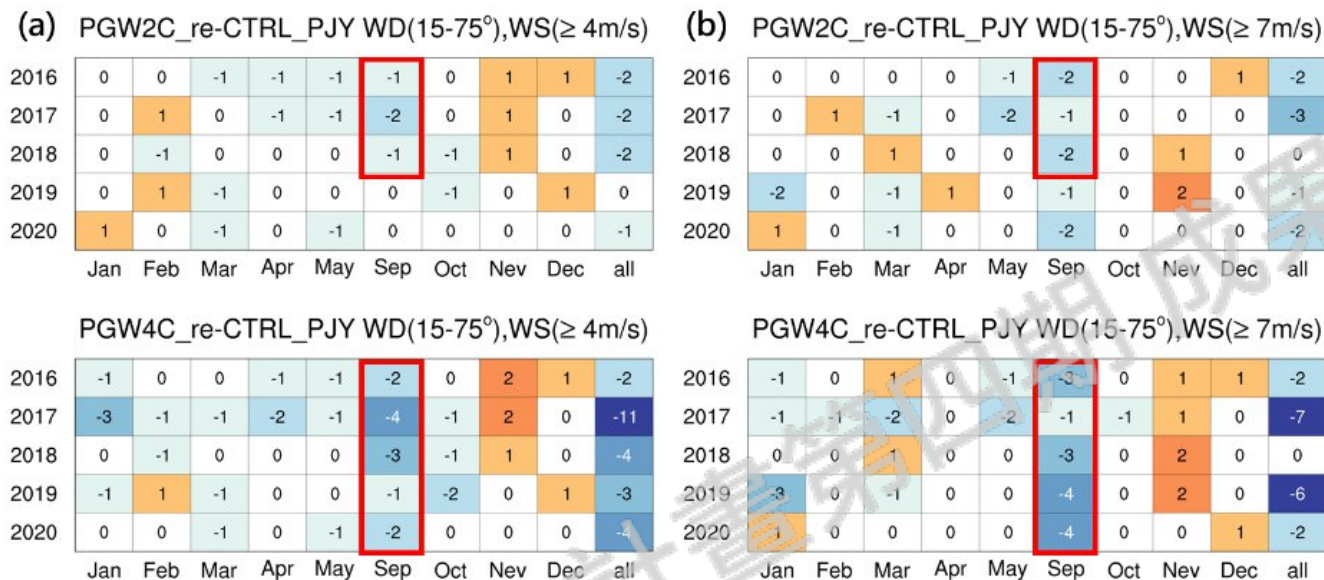
排放固定

各情境使用相同排放 (TEDS)，差異完全來自氣象場

10 年×3 情境

2011-2020 基期、+2°C、+4°C 高解析氣象與空品資料

暖化使不利污染擴散的天氣增加



彭佳嶼東北季風日變化（上：+2°C、下：+4°C，相對 CTRL；
2016-2020；紅框為 9 月）

-7/-24 天

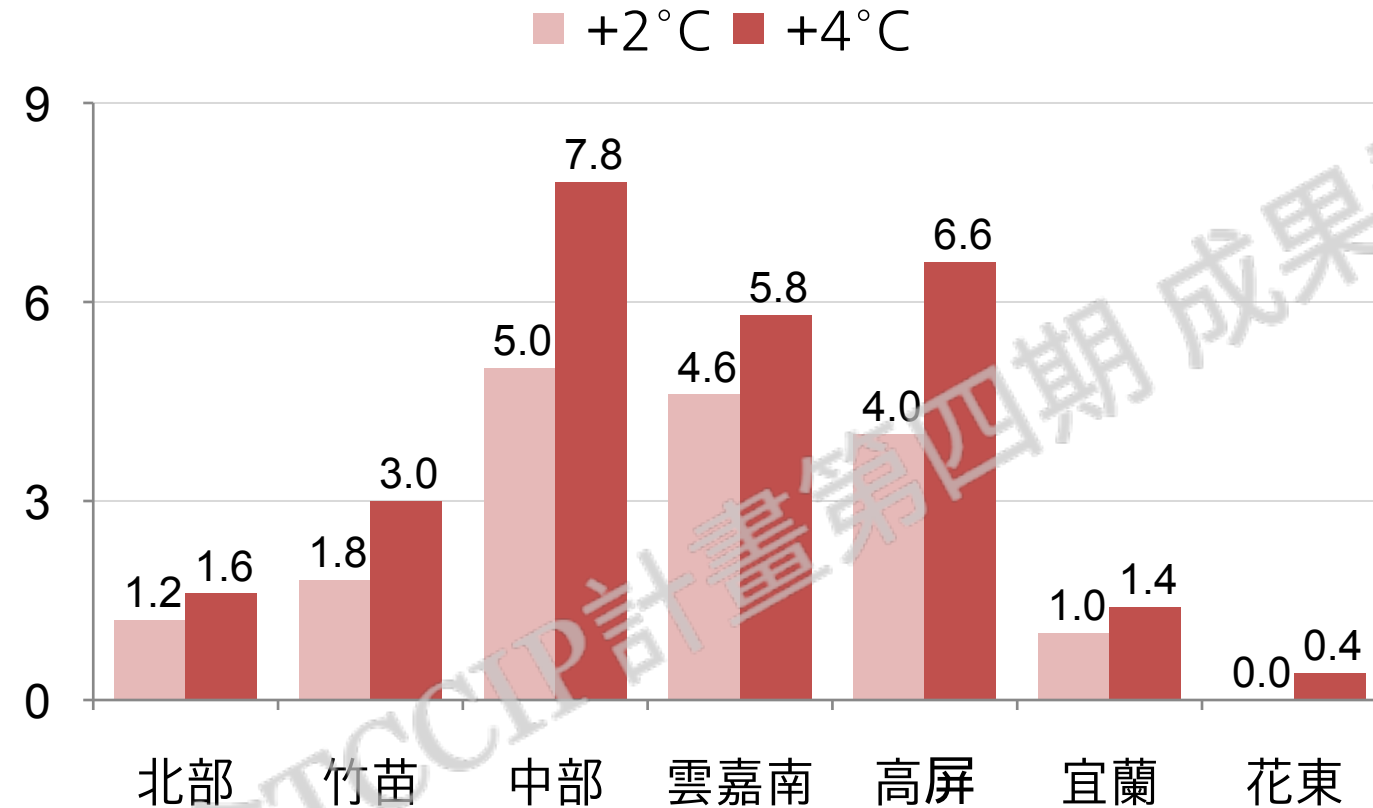
9 月東北季風日（+2°C / +4°C，五年合計）

■ 氣溫 +1.4 / +3°C

■ 春冬雨日最多減少 4 天

■ 低層風速減弱

冬季空品惡化，4°C 情境幅度大於 2°C



冬季 AQI>100 日數增量 (天, 相對 CTRL, 2016-2020)

+1.8-8 天

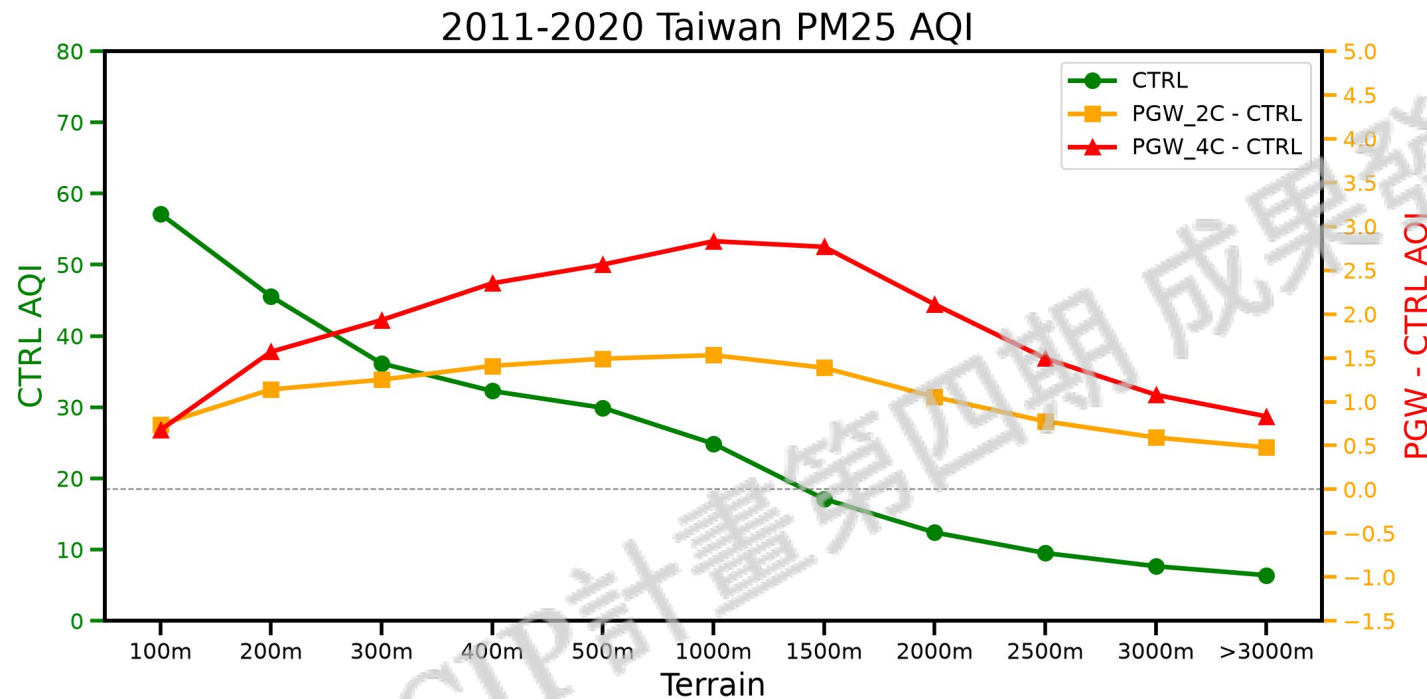
竹苗以南冬季空品不良日數

全臺冬季 +3-6 天

2011-2020 十年模擬

Tsai et al. (2024), Atmos. Pollut. Res.

高污染集中於低海拔地區



<500 m

PM2.5、O₃ 高污染主要高度

<100 m

PM2.5 最集中

2011-2020 各海拔 PM2.5 AQI：綠線為 CTRL（左軸），橘、紅線為 +2°C、+4°C 增量（右軸）

風、雨與邊界層決定季節與區域差異



風

低層風速減弱，為主
導因子



雨

降水減少，濕沉降減
弱



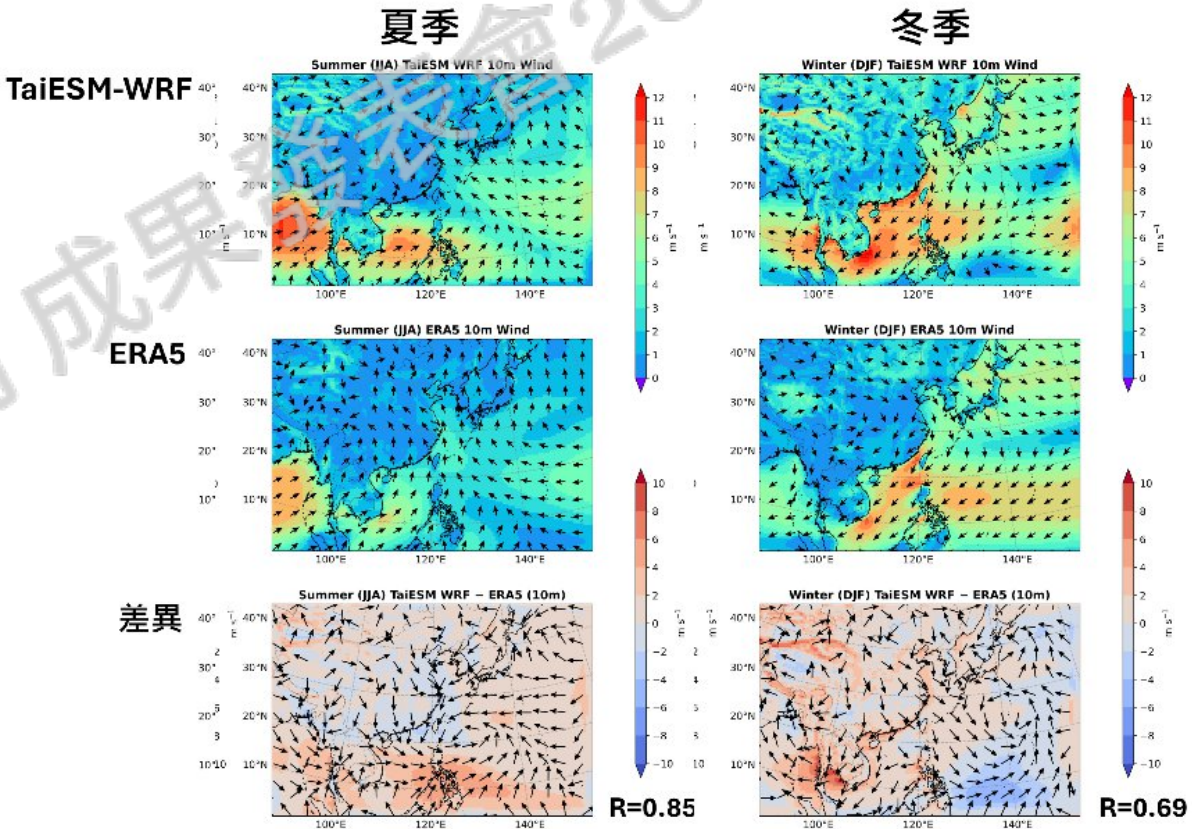
邊界層

變淺、穩定度增加，不
利擴散

部分抵銷 北部：東北季風日與夜間增溫 南部：降雨

兩種降尺度互補，建立本土未來情境

	PGW	TaiESM-WRF
邊界	ERA5 + 暖化訊號	本土地球系統模式
回答	同天氣下的暖化效應	環流與變率改變
限制	不反映環流頻率改變	需校正模式偏差



TaiESM-WRF 基期 10 m 風場 (1995-2014) ；上至下：
TaiESM-WRF、ERA5、差值

由擬暖化實驗邁向本土未來情境

1

TaiESM-WRF 未來情境

推估未來氣象與空
品，並校正風場偏差

2

機器學習 降尺度

物理引導深度學習，以
較低運算成本取得高解
析空品資訊

3

氣候情境 空品資訊

分區空品不良日數；乾
旱、高溫與 O₃ 複合事
件

冬季更差、低處更差、因地而異

為什麼

氣象主導臺灣空品；氣候變遷連動改變空品

發現

冬季惡化、污染集中
低海拔、影響因季節與
地區而異

下一步

本土未來情境與機器學習降尺度，提供氣候情境空品資訊

暖化之後，臺灣的空氣不會全面變差，但冬季與低海拔地區風險上升

謝謝聆聽

敬請指教

國科會TCCIP計畫第四期 成果發表會2026.10.13-14