

# 從氣象資訊到作物病蟲害風險 應用 — 以水稻為例

吳雅芳 歐玠皓

臺灣水稻防疫工作團隊

2025.12.08



農業部臺南區農業改良場

Tainan District Agricultural Research & Extension Station, MOA

臺灣大學

桃園區農業改良場



國家災害防救科技中心

動植物防疫檢疫署

苗栗區農業改良場



中興大學



臺中區農業改良場



花蓮區農業改良場



農業試驗所

嘉義大學



臺南區農業改良場



臺東區農業改良場

高雄區農業改良場



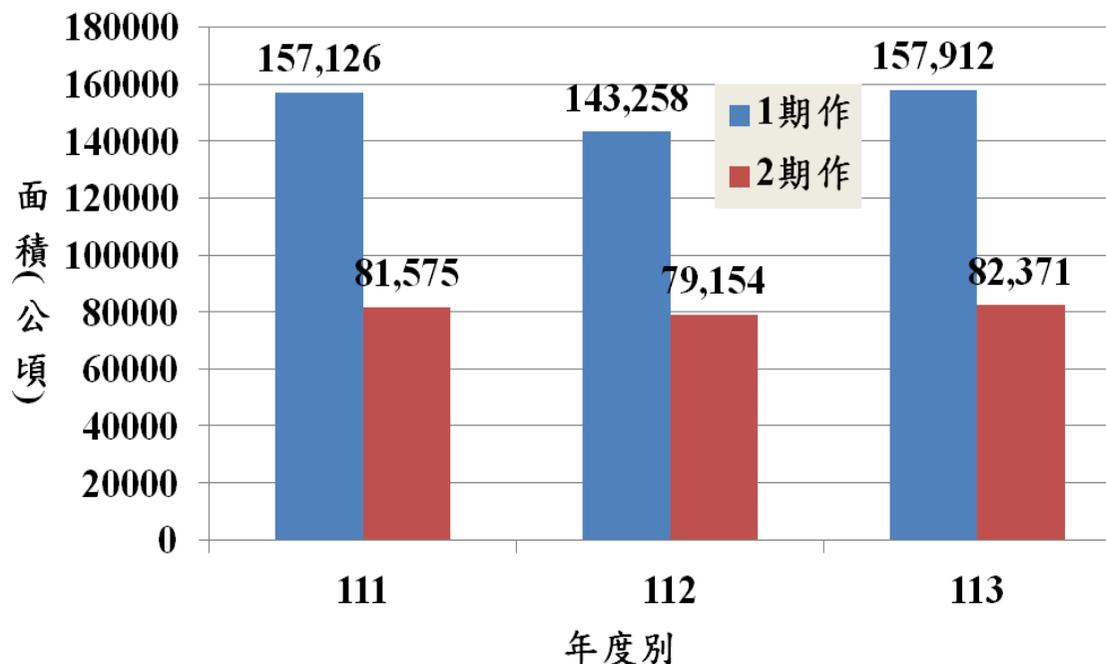
日本農研機構東北農業研究中心

# 臺灣水稻防疫工作團隊



# 水稻是臺灣面積最多最重要的糧食作物

## 111-113水稻全年種植面積



## 視察嘉義稻熱病情況 蔡英文：政府會把農民損失降到最低

記者陳惲朋／嘉義報導  
更新時間2019年4月4日



總統：政府一定會照顧好農民 提供最大的協助

總統表示，天氣變化無法控制，但是她向農民保證，政府一定會提供最好的協助，把農民損失降到最低，讓大家收入能夠穩定，「這就是政府要替大家做的」。

# 臺灣水稻重要病蟲害



稻熱病

白葉枯病

紋枯病

飛蟲類



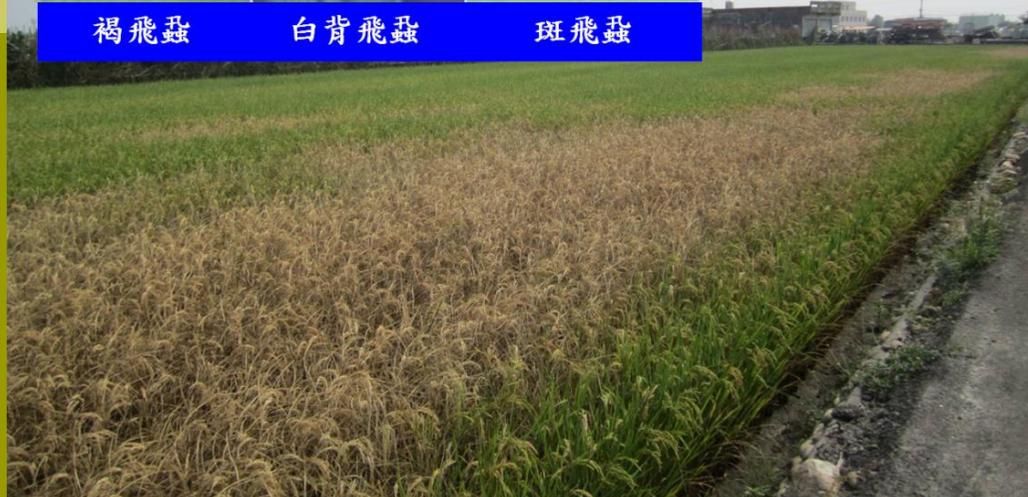
褐飛蟲

白背飛蟲

斑飛蟲



- 民國55年7月臺灣省政府農林廳成立水稻病蟲害發生預測系統
- 於各改良場設置預測員48員
- 水稻疫情監測數十年
- 憑藉人力及經驗



# 植物病理的觀點：

## 為什麼需要病害風險預警

讓人印象深刻的水稻病害：稻熱病

病原：*Pyricularia oryzae*

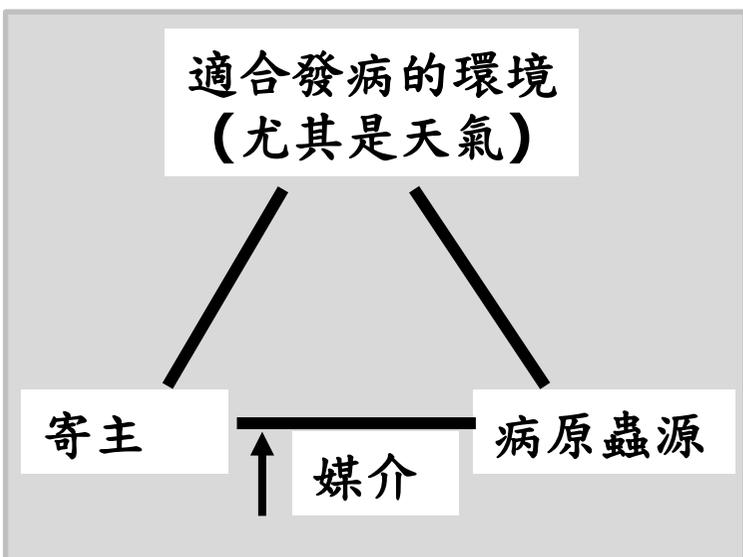
- 近年多次全國性大發生（例如 2013、2016、2019 年）
- 發病速度快，等看到明顯病斑，往往已經來不及補救
- 近年氣候變動，流行往往在預期外的時間發生

在病斑出現前，利用天氣資訊先估計風險

讓防治與栽培管理可以提前調整因應。

# 從病蟲害三角來看氣象的角色

## 病蟲害三角 病蟲害發生條件



## 近年的難題：

在氣候變遷的情境下  
過往經驗不可靠

「適合發病的天氣」  
何時出現？持續多久？

## 稻熱病早發 雲林一期作2成染病

2020/04/18 05:30 記者黃淑莉、林宜樟 / 綜合報導



日田時報

爆料師長

台灣病

晉發一萬

即時 熱門 政治 財富自由 軍武 社會 生活 健康 國際 地方 蒐奇 影音 財經 娛樂 汽車 時尚 體育 3C 評論 藝文



氣候暖化、日夜溫差大，雲林地區水稻傳出稻熱病疫情。(記者黃淑莉攝)

氣候暖化、加上日夜溫差大，雲林境內水稻陸續傳出葉稻熱病，雲林縣動植物防疫所監測發現染病率約兩成，呼籲農民提早防治，若發生疫情要立即施藥，以免影響稻作收成。

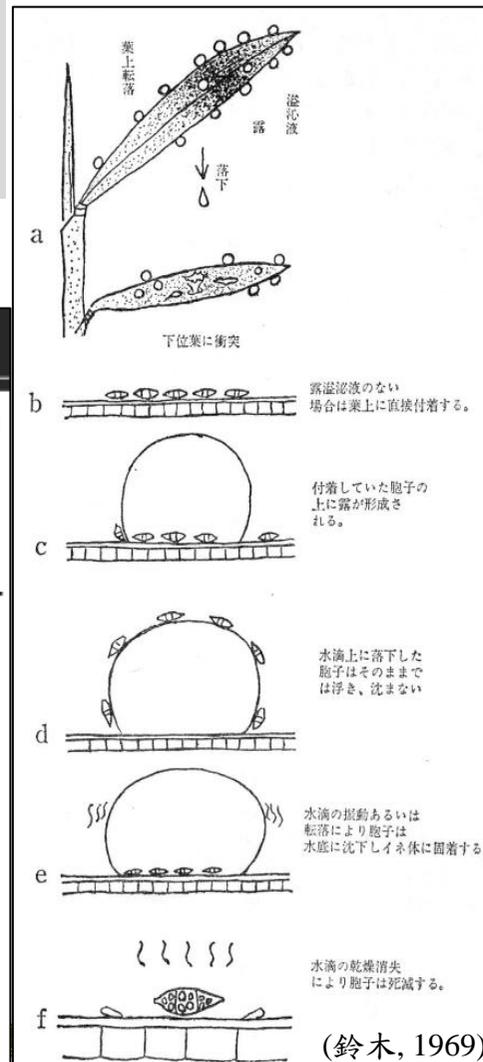
因氣候暖化、日夜溫差大 防治趁早

大埤鄉黃姓農民這幾天忙著防治稻熱病，他指出，先前站在路旁巡田沒發現異狀，前幾天走到田間巡視發現一大片葉片出現褐色圓點，有的甚至已經乾枯，典型的葉稻熱病，擔心疫情擴大，趕緊施藥，幸好有好轉。

# 歷史經驗：日本的稻熱病氣象預測

- 日本已有實際運作數十年的稻熱病預警系統
- 1940年代開始全國性的稻熱病調查
- 1950-1960年代：大量研究
  - 探討溫度、葉面濕潤、降雨、日照與孢子感染過程
- 1988年：東北農業試驗場開發BLASTAM模型
  - 利用自動氣象觀測網AMeDAS逐小時資料
  - 以物理與生物機制為基礎的「動力模型」
  - 至今仍在日本多數地區實際運用

日本早年之雨水傳播稻熱病機制研究



宮城県 Miyagi Prefectural Government  
災害・気象情報 閲覧支援 検索

掲載日：2025年8月12日

### 葉いもち感染好適条件の出現状況(BLASTAM)

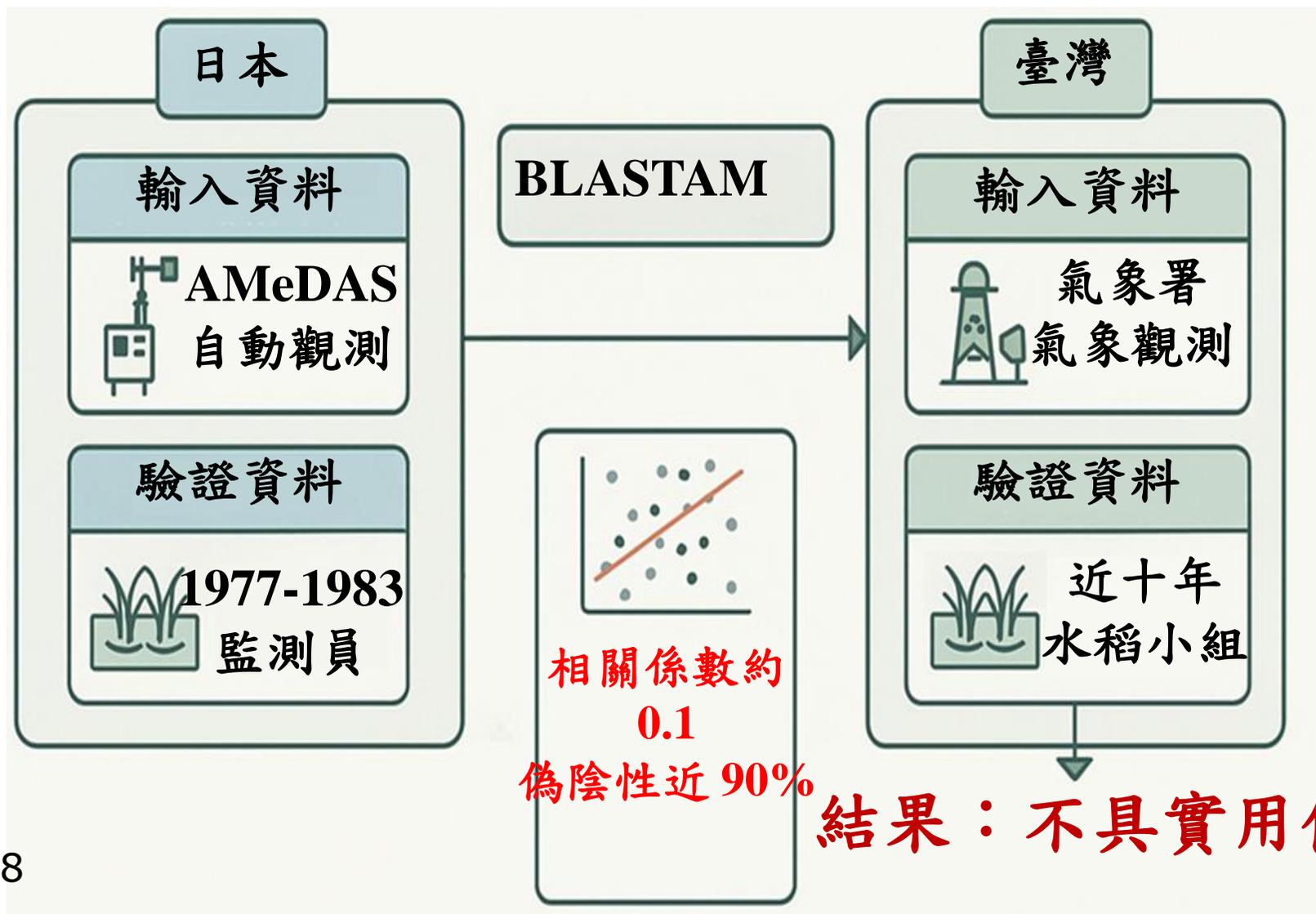
令和7年度におけるBLASTAM（プラスタム）による葉いもち感染好適条件の推定結果は、下記のファイルでご確認ください。

- PDF [令和7年度BLASTAM（6月1日～6月30日）](#) (PDF: 64KB)
- PDF [令和7年度BLASTAM（7月1日～7月31日）](#) (PDF: 66KB)
- PDF [令和7年度BLASTAM（8月1日～8月11日）](#) (PDF: 63KB)

日本各縣政府利用BLASTAM  
提出葉稻熱病預警

# 最簡單的想法：

## 直接把日本的BLASTAM模型引入台灣？



# 失敗的經驗告訴我們： 臺灣需要自己的稻熱病預測模型

## □ 先反省：為什麼BLASTAM失敗了？

### ■ BLASTAM模型過度重視降雨

→ 沒降雨 = 不發生

### ■ 根據水稻小組監測資料，臺灣約90%的案例在稻熱病發生的前兩週沒有降雨

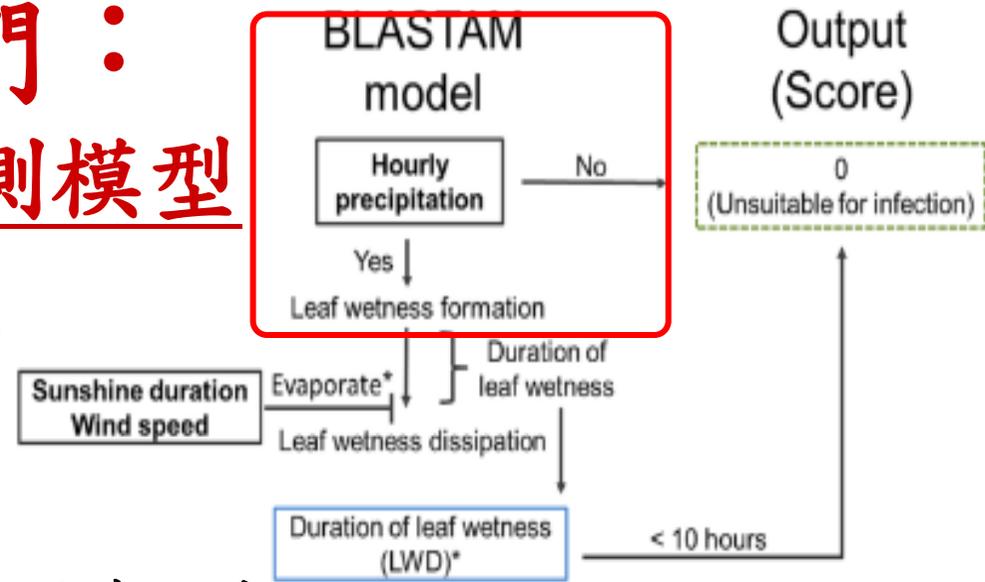
→ 霧、露水的產生讓無雨的狀況下也有葉面水滴

## □ BLASTAM 仍值得學習的優點

### ■ 完全利用免費公開的氣象觀測資料，農民不需要額外架設儀器

### ■ 結合縣市與普及員的體系長期推廣

### ■ 在日本東北等開發地區，因氣候條件符合模型假設，模式表現穩定、實務上相當成功



臺灣水稻晨間常見露水  
是稻熱病入侵的先決條件

# 建立臺灣稻熱病預警模型

近年AI模型成果豐碩，但資料收集(大數據)是背後關鍵

## □ 資料來源

■ 水稻工作小組十年以上的病害調查資料

■ 調查田區對應的逐小時氣象觀測資料

## □ 跨領域合作

■ 植物病理

➢ 病害資料清理與標準化

➢ 氣象變數的特徵選擇與時間窗口設定

➢ 至第一線傾聽農民需求

■ 資訊工程

➢ 以神經網路為主的非線性分類器

➢ 不深入稻熱病發生因果，重點在能找出相關性

➢ 根據農民需求開發使用者介面



Barga et al. (2015)、Kaggle (2018)

農業部臺南區農業改良場

Tainan District Agricultural Research & Extension Station



# 水稻重要病蟲害監測調查及預警發布

- 稻熱病
- 白葉枯病
- 紋枯病
- 飛蟲類
- 監測調查
- 預警發布

## 臺灣水稻防疫工作團隊

- 防檢署
- 7個區農業改良場
- 農試所
- 嘉義大學、中興大學、臺灣大學
- 國家災害防救科技中心
- 地方政府疫情監測、植物診療師

病蟲害發生條件

適合發病的環境

寄主  
11

媒介

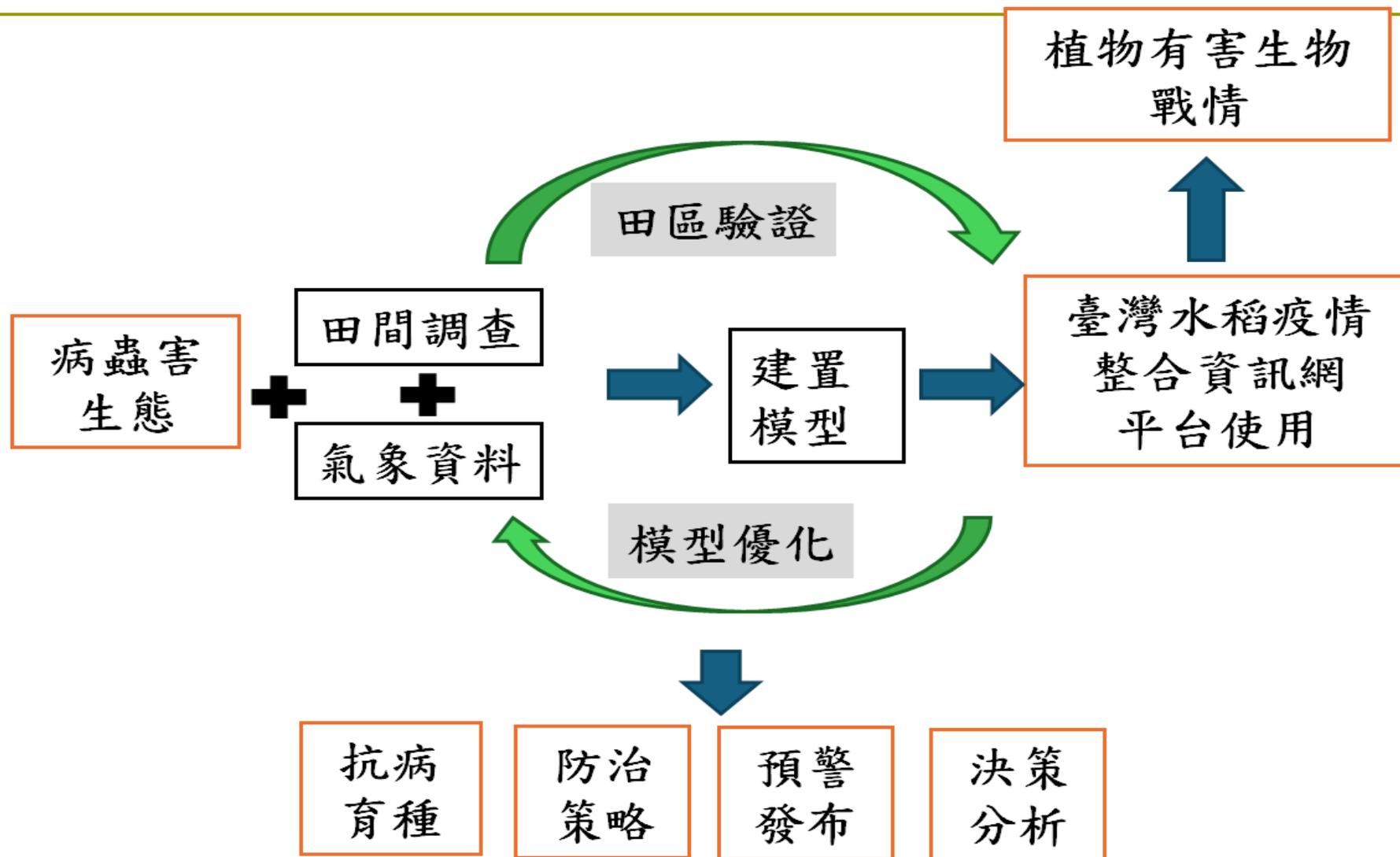
病原蟲源

氣象因子變化

田間監測調查

臺灣水稻疫情資訊

# 臺灣水稻疫病資訊整合應用



# 模型開發完成—後續的驗證與修正

## ❑ 預報不準：無法避免的課題

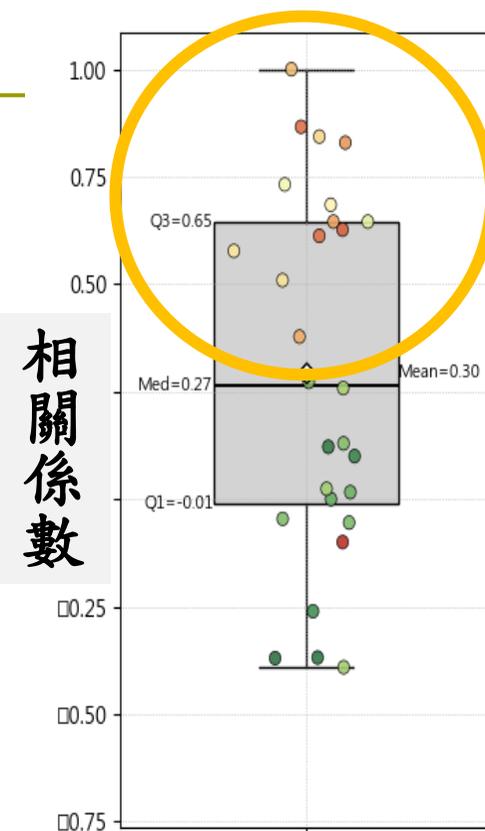
- 發表時用既有資料驗證，相關係數約 0.64  
(Ou et al. 2023, Ecological Informatics)
- 實務上，模型有可能不準，天氣預報本身也有不確定
- 準確率會變動，很難用一個固定數字交代「這個模型有多準」

## ❑ 近年的模型調整策略：盡量避免偽陰性

- 每年用新的監測資料回頭驗證與調整模型
- 優先避免「偽陰性」（模型預報不發生，但現場實際大發生）
- 同時維持一定的相關係數，不能讓模型變成「到處都說會發生」

## ❑ 驗證時的取樣思路

- 從監測田區中，選取實際發病程度較高的高風險田區做驗證
- 未發病田區有可能是因為品種抗病、施藥得宜或管理良好
- 專注在氣象因子與發病的關係



讓高風險(紅點)田  
有高相關性係數  
低風險田區忽略

# 目前已開發之病蟲害預警模型

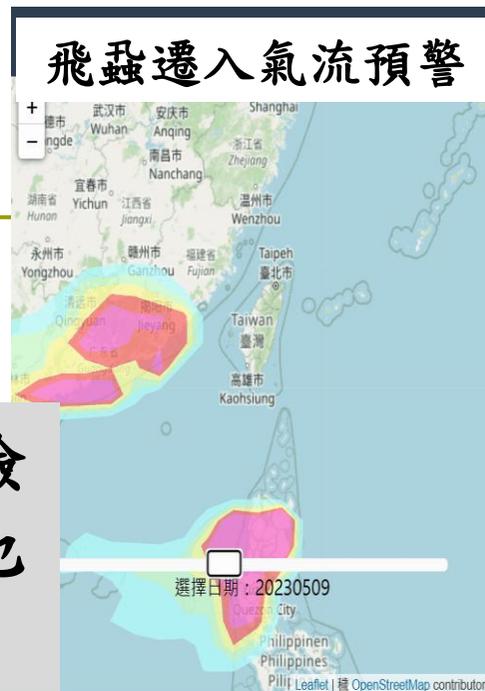
## ☐ 稻熱病預警地圖

- BlastLSTLS (興大三代)
- BlastDT2 (農試所二代)
- BLASTAM(日本東北一代)

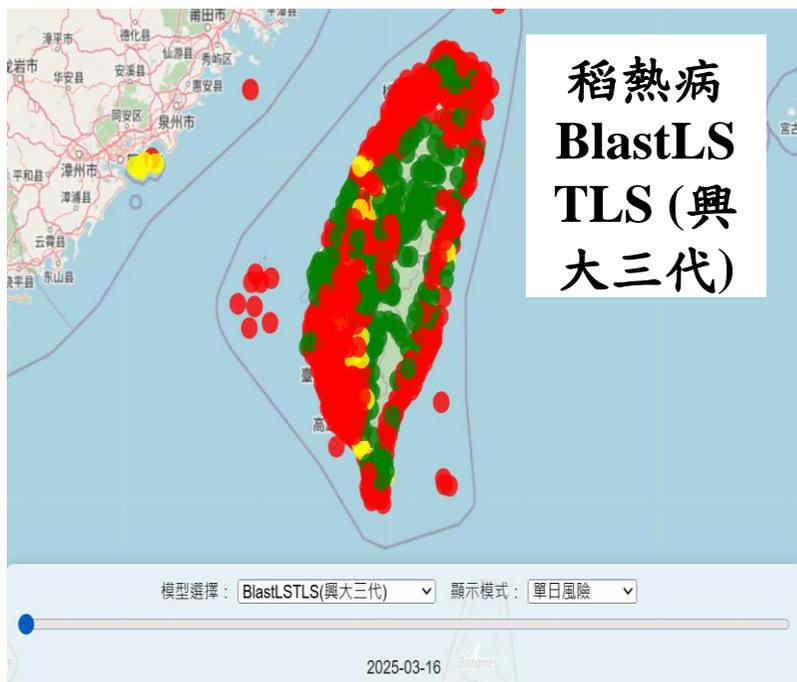
## ☐ 白葉枯病預警地圖

- BLBTSLS(興大白葉枯一代)

## ☐ 飛蟲遷入氣流預警地圖



基於稻熱病的經驗  
將預警延伸到其他  
重要病蟲害



# 臺灣水稻疫情整合資訊網

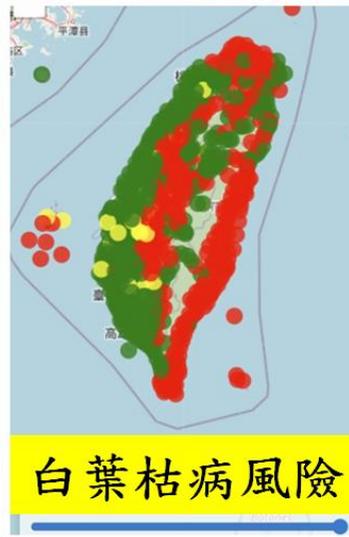
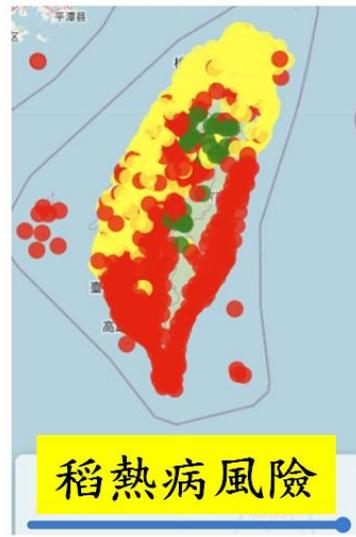
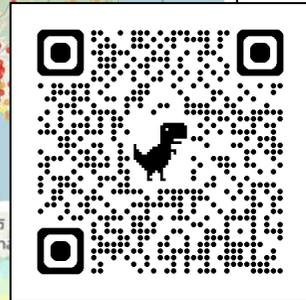
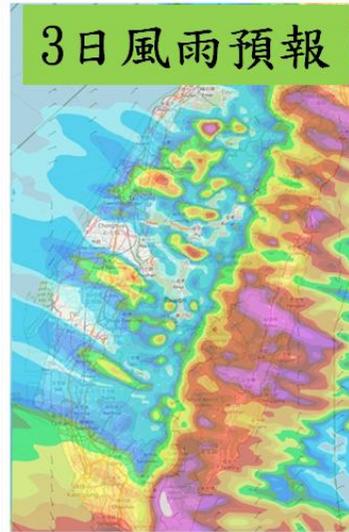
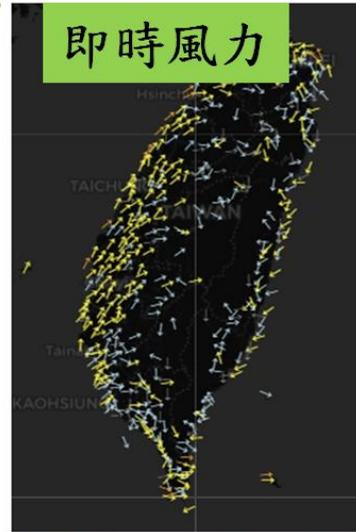
手機板一頁式介面  
使用者能透過手機定位  
快速獲取病蟲害雙週預報



氣象可視  
化系統

深度整合  
多種可視化系統

病蟲害風險  
預報系統



# 水稻疫病資訊網之建置



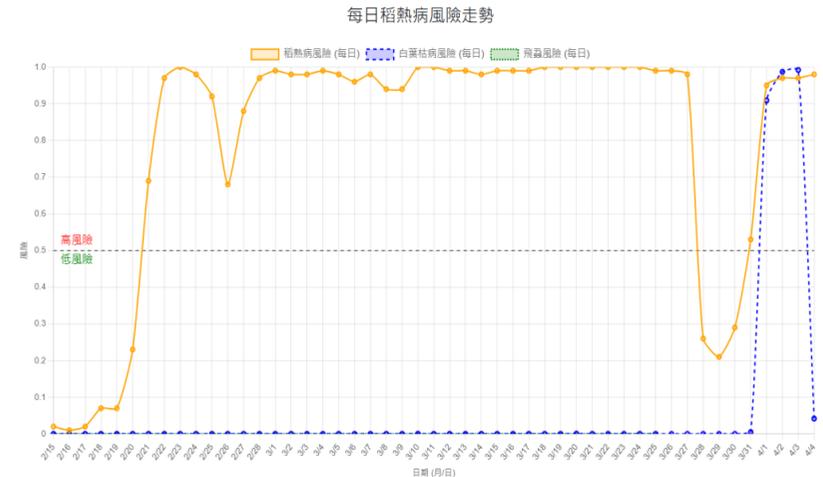
## 雙週風險燈號



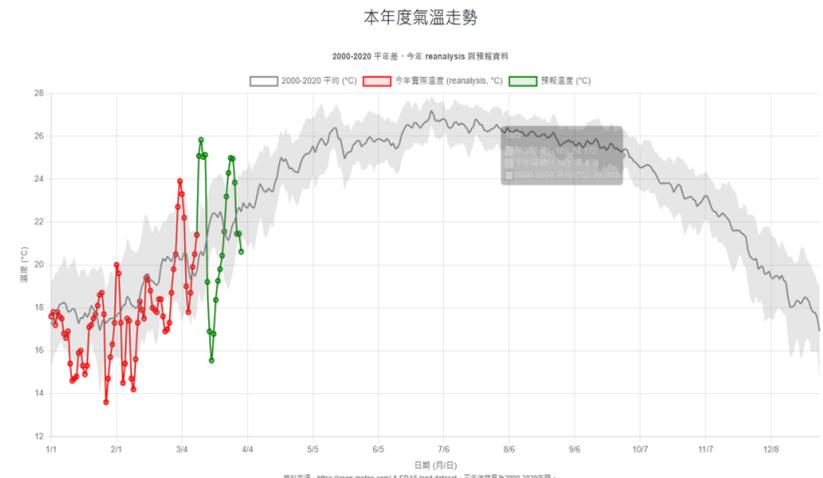
近期疫情預報

	兩週前 (2/28 - 3/6)	一週前 (3/7 - 3/13)	本周 (3/14 - 3/21)	下周 (3/22 - 3/28)	下下周 (3/29 - 4/4)
稻熱病風險	高 (0.98)	高 (0.98)	高 (0.99)	高 (0.89)	高 (0.70)
白葉枯病風險	低 (0.00)	低 (0.00)	低 (0.00)	低 (0.00)	中 (0.42)
飛蟲遷入風險	低 (0.00)	低 (0.00)	低 (0.00)	低 (0.00)	—

## 雙週風險趨勢



## 近期氣溫趨勢



# 從和農民互動學到的事：介面設計的關鍵

## □ 農民願意閱讀的前提

- 資訊集中在同一頁，不用一直點來點去
- 顏色與提示要直覺，最好一眼看得出「現在危不危險」
- 圖表勝過大段文字與數字

## □ 農民只需用自動定位或手動選地點

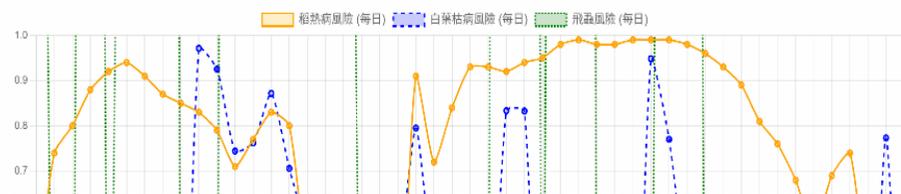
- 依該測站計算的氣象、稻熱病、白葉枯病、褐飛蟲「雙週預報」
- 當預報風險值高於閾值時，以紅色背景明顯標示
- 「本年度氣溫走勢」區塊，疊加歷年同期的氣溫資料，讓使用者一眼看出今年是偏熱、偏冷，還是接近正常



近期疫情預報

	兩周前 (7/26 ~ 8/1)	一周前 (8/2 ~ 8/8)	本周 (8/9 ~ 8/16)	下周 (8/17 ~ 8/23)	下下周 (8/24 ~ 8/30)
稻熱病風險	高 (0.42)	高 (0.78)	高 (0.98)	高 (0.90)	高 (0.51)
白葉枯病風險	中 (0.40)	中 (0.46)	低 (0.22)	低 (0.26)	低 (0.20)
飛蟲遷入風險	高 (11.73)	高 (2.71)	高 (6.50)	高 (4.60)	—

每日稻熱病風險走勢



# 臺灣水稻疫情整合資訊網

## 以高雄農改場測站為例

近期疫情預報

	兩周前 (3/27 ~ 4/2)	一周前 (4/3 ~ 4/9)	本周 (4/10 ~ 4/17)	下周 (4/18 ~ 4/24)	下下周 (4/25 ~ 5/1)
稻熱病風險	高 (0.61)	高 (0.89)	高 (0.89)	高 (0.79)	高 (0.72)
白葉枯病風險	低 (0.00)	低 (0.12)	低 (0.25)	高 (0.62)	高 (0.96)
飛蟲遷入風險	低 (0.00)	高 (0.53)	高 (2.30)	高 (1.85)	—

□ 雙週風險燈號：前後兩週的風險資訊，由上至下的項目及含意分別為：

■ 稻熱病風險

→ 從3/27到5/1都是高風險

■ 白葉枯病風險

→ 4/18開始有風險(模型開發中，可能是假訊號)

■ 飛蟲遷入風險

→ (4/3)開始有遷入風險

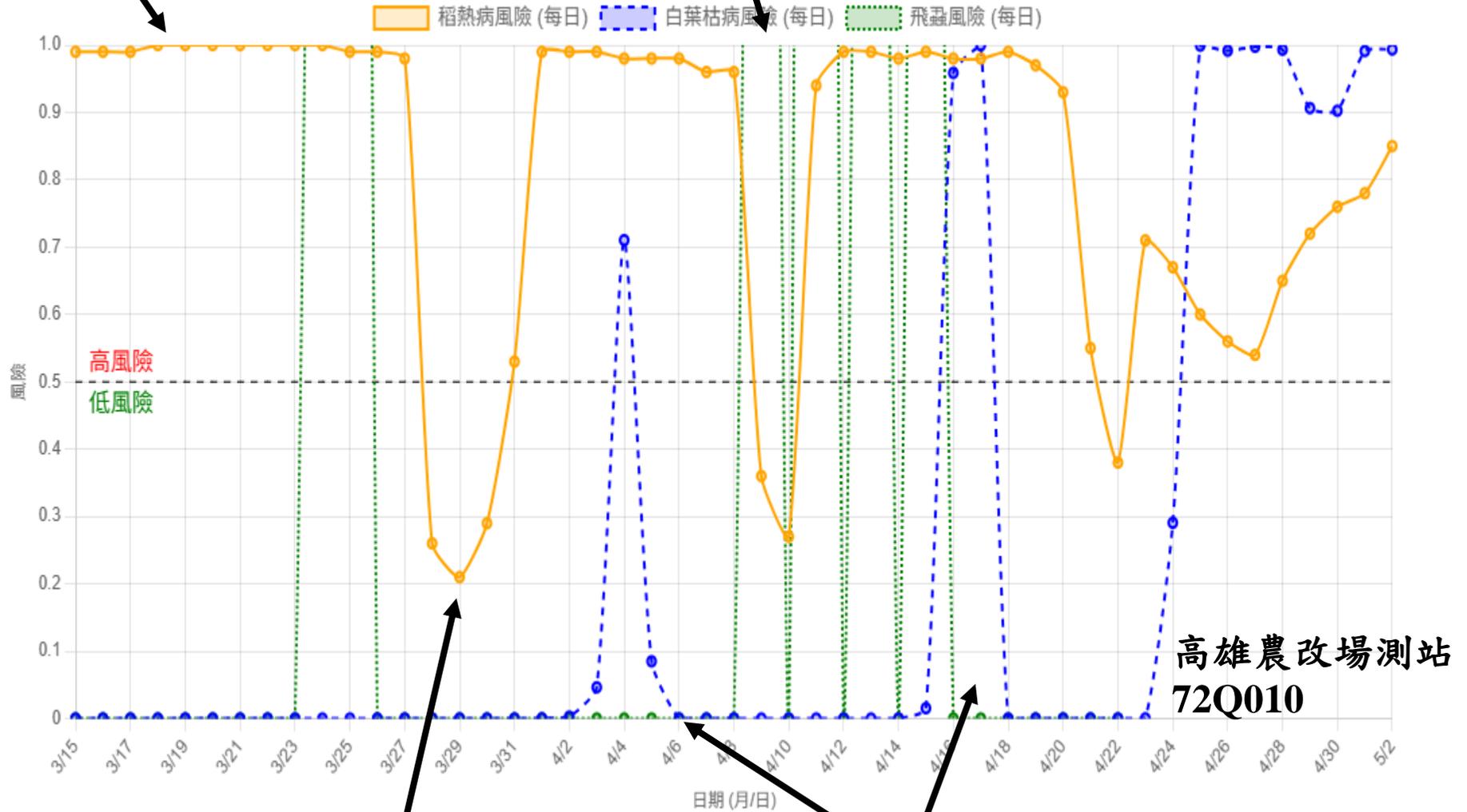
→ 受限於氣流預報資料，現階段只能做到一週預報



3月中下旬有一段稻熱病高風險時期

# 雙週風險趨勢 及含意

4月中旬有飛蟲遷入風險



可能是3/20當週的強烈大陸冷氣團影響，短暫轉為不適發病環境

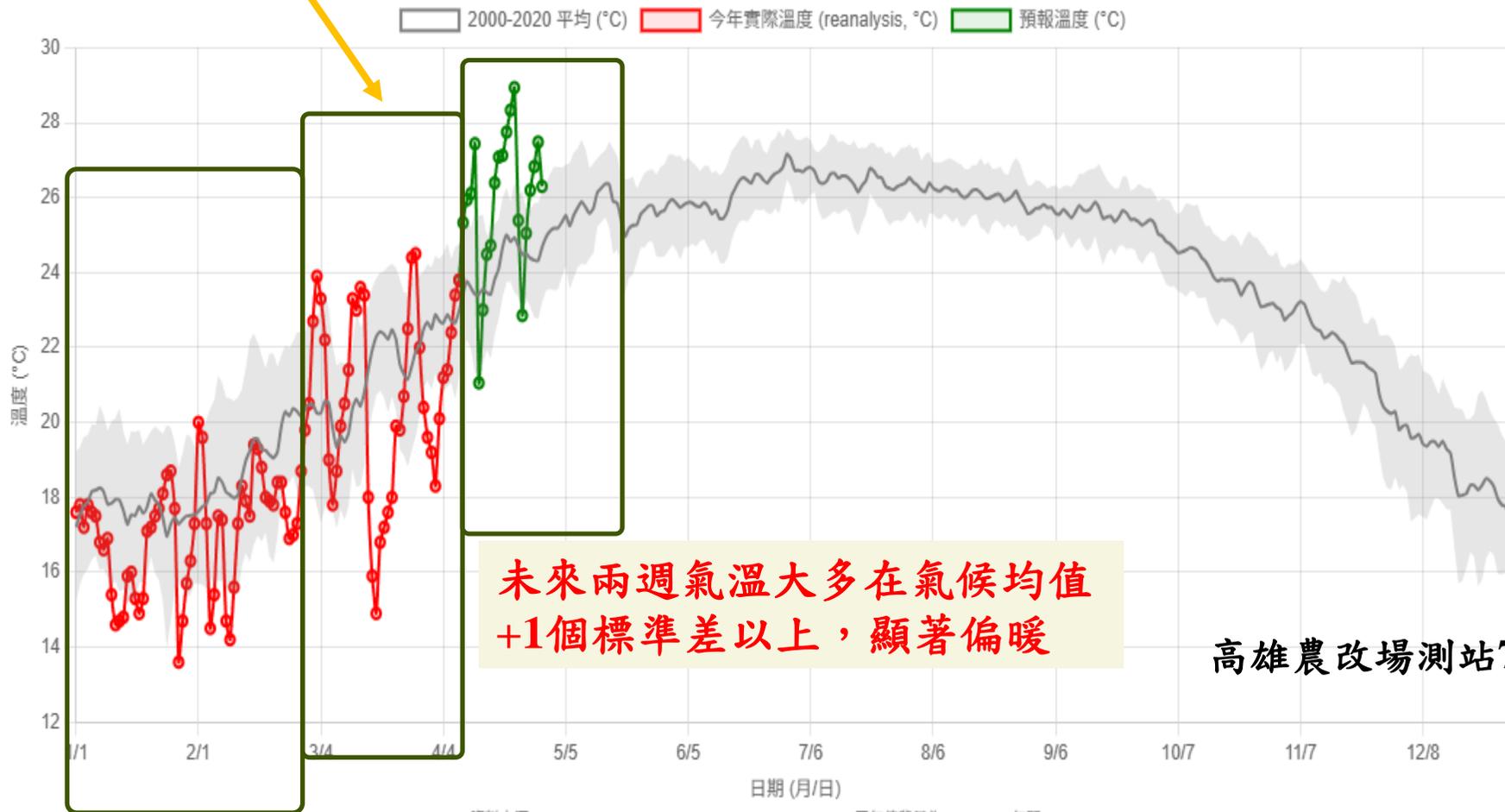
4月第1、3週有短暫白葉枯病風險



3月的氣溫多次在氣候均值±1個標準差快速變動，是忽冷忽熱的月份

# 氣象可視化及含意

2000-2020 平年差、今年 reanalysis 與預報資料



資料來源：<https://open-meteo.com/> & ERA5-land dataset；平年值背景為2000-2020年間。

今年1-2月的氣溫大多在氣候均值(灰線)以下，是偏冷的一年

用數字說話取代  
「今年好像比較熱、比較冷」

# 風險地圖—給專業人員的進階資訊

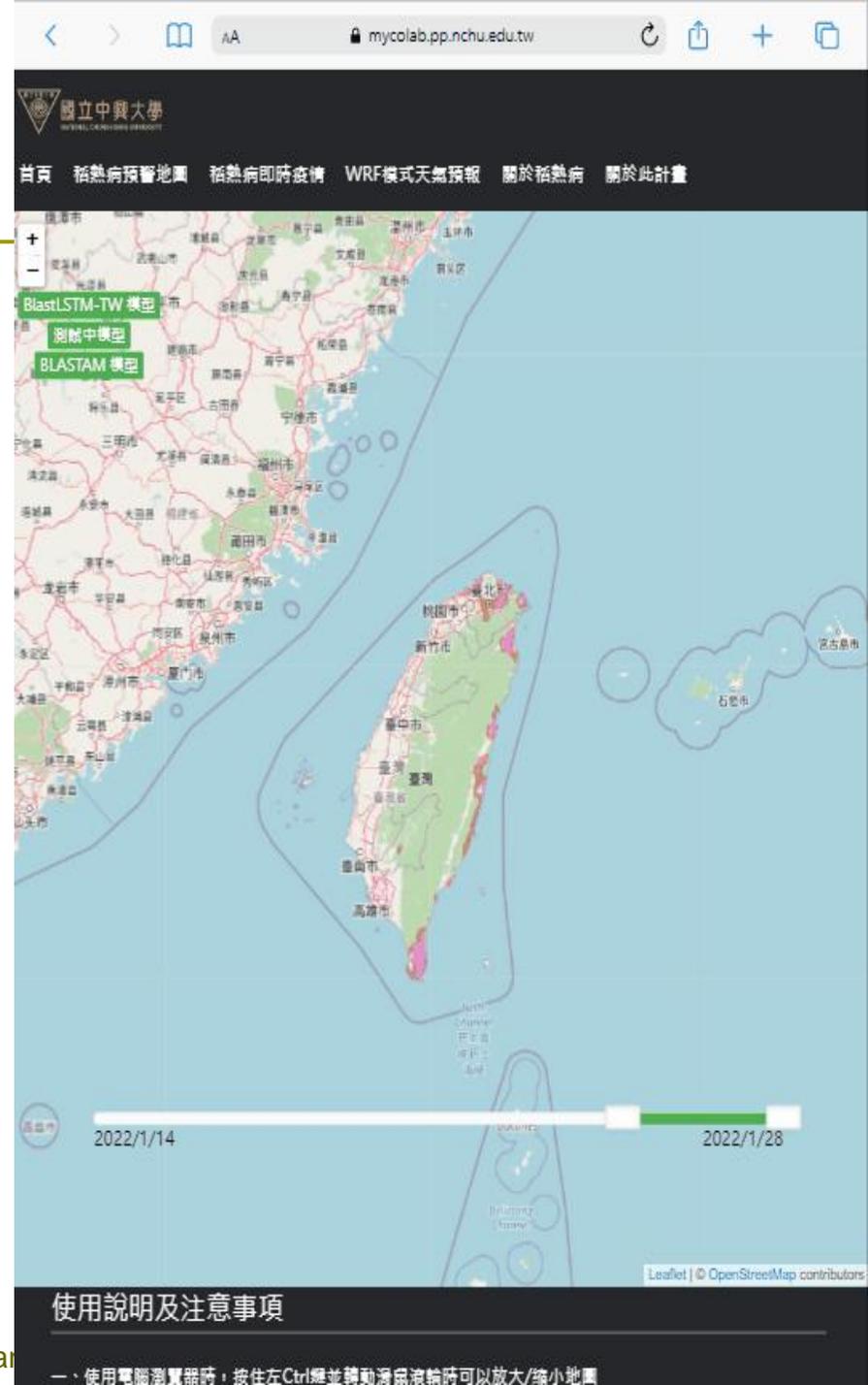
□ 為專業的植物醫師與各地現場人員，系統提供較精細的資料做參考

## ■ 地圖操作

地圖可以自由放大、縮小與移動  
可以清楚看到各自的試驗田區位置

## ■ 進階分析功能

選定特定區間，查看該區間的風險平均變化  
方便比對不同時期、不同地點的風險趨勢



# 近84小時風雨預報— 應無人機農藥噴灑業者 需求而開發之介面

## □ 主要功能

基於中央氣象署的 WRF 模式資料，用地圖可視化的方式呈現未來風速與雨量預報

## □ 時間尺度

提供未來 84 小時的預報，以每 6 小時為一個時間區間顯示

## □ 實際使用情形

目前是水稻疫情資訊網的「流量冠軍」



# 氣候距平地圖 — 用數字說「今年不一樣」

- 內容是什麼
  - 溫度、相對濕度、降雨量：每個月與過去多年同期平均相比，做成「距平」地圖
- 為什麼方便
  - 研究人員可以快速判斷某一年是偏熱、偏冷、偏濕、偏乾
  - 農業現場也能一眼看出最近幾個月的氣候是否「跟平常不一樣」
- 可以怎麼用
  - 用具體數字來說「今年比較熱」、「今年比較溼」、「今年雨比較少」
  - 再和病害發生、產量或栽培管理紀錄對照，幫助做後續的栽培策略調整與研究分析



# 上網就能看到最新疫情

## □ 隨著疫情資訊網站上線

水稻小組成員的監測資料會即時雲端化  
自動串接到地圖上顯示，並對外完全公開

## □ 可以怎麼用

政策決定者：掌握各地稻熱病的整體情勢

各改良場之間：彼此比對不同地區的發生趨勢

農民與產銷班：作為彼此提醒的共同參考工具

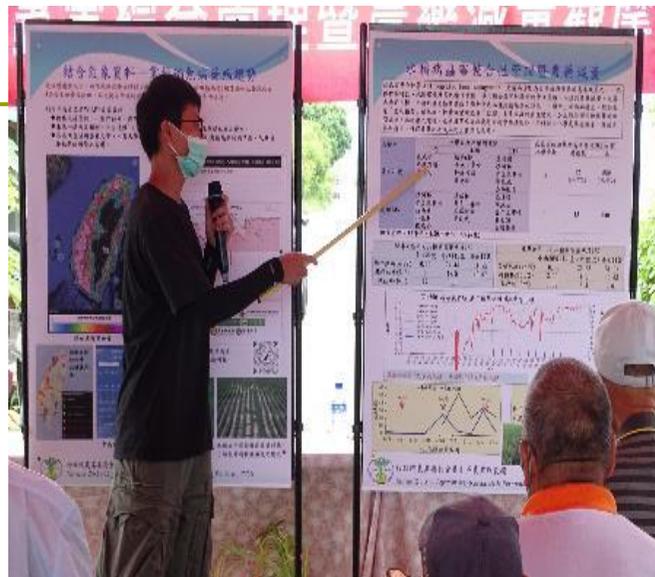


# 目前網站的使用推廣情形

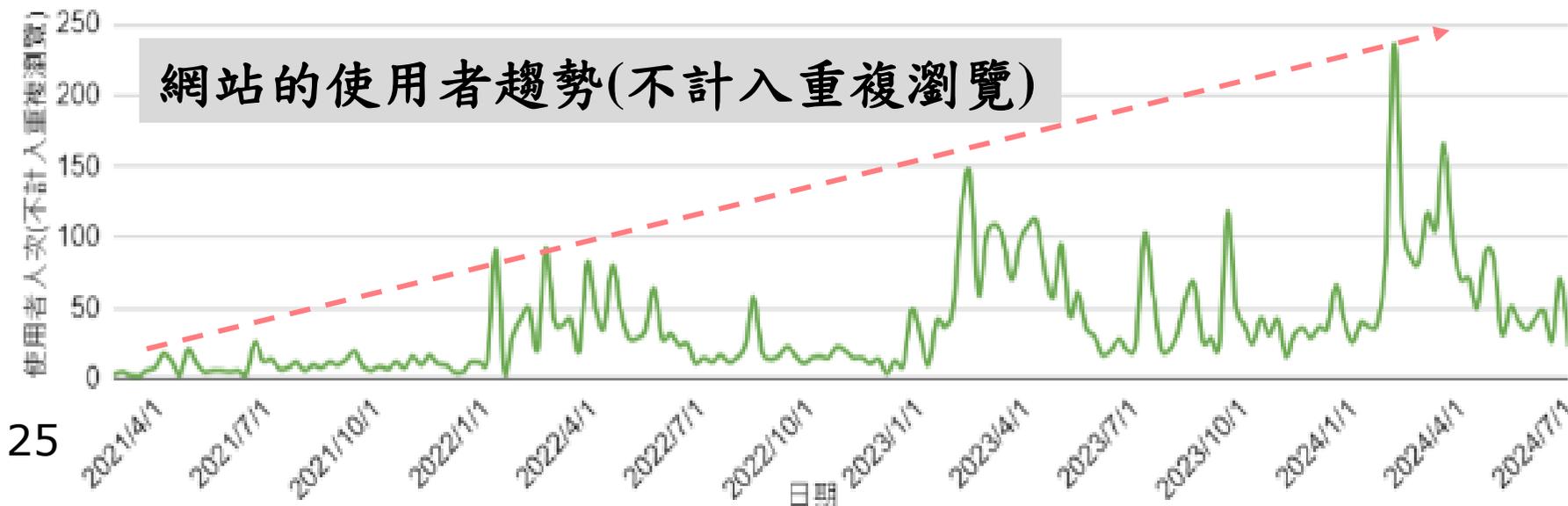
## 網頁流量分析告訴我們的事

- 使用者人數逐年上升
- 2024年使用者約3000人，總點閱數約 2.5 萬次
- 一期作最高峰，每週約有 100 到 200 位使用者
- 回訪行為（以 2024 年為例）  
每天看約 5%、每週看約 30%、每月看約 65%

## 結論：中長期預報有必要性



實地推廣情形 2022/6/10 嘉義



# 近期方向：整合更長期、即時的氣象預報

## □過去的困難

- 多數氣象機構的觀測、再分析、預報資料「有限公開」或「延遲公開」，對**風險預警**的「**落地上線**」形成阻礙
- 很多應用最後卡在授權與法規，而不是技術本身
- 以稻熱病預警模型為例，全世界有超過50個模型，實際落地的卻不到10個

## □今年的大轉變：ECMWF 開放資料

- 於今年10月1日，歐洲中期天氣預報中心（ECMWF）宣布，將全球之再分析、預測、觀測資料，**全面免費即時公開**

## □水稻小組未來的整合方向

- 在水稻疫情整合資訊網中，串接 ECMWF AIFS 的雙週預報（已完成）
- 結合 SEAS5 的季節預報，提供更長期、以趨勢為主的風險資訊  
目標是**提供「未來幾週甚至一季的佈局」之趨勢預報**，給農民更多反應時間

# 實際落地應用經驗

## □ 成本與規模

- 小規模示範不代表可以線性放大
- 使用者介面製作很貴：民間廠商針對特殊需求的網頁，10頁面以內最少是10萬起跳
- 放大規模時不可以直接用乘法，落地的階段一定要實作
  - 例如：「空拍1顆電池20分鐘可以拍3-5公頃，所以一天拍個100公頃沒問題！」
  - 實務上，業者受電池數量、移動、規劃路徑時間、儲存空間限制，一天5-8趟，20-30公頃是極限
- 不要忘記家族勞動報酬
  - 許多農業操作是由農家家族進行，雖然名義上算在人事費，但本質上是農家的報酬，因此節省這部分的成本是沒意義的

## □ 使用者介

- 若介面不直覺，再好的模型也不會被使用
- 27 深入田間與產銷班，聽取第一線使用者的回饋

# 實際落地應用經驗

- 資料流自動化與時間成本估算 資料下載、清理與預測流程需全自動，研究人員離開後，系統仍需能自行運作，例如：
  - 研究時，空拍通常可以當日取得影像資料，但業者實務操作時通常需要2-5天(急件加錢)
  - 氣象局觀測資料庫更新會延遲0.5-1天
  - 國家災防中心(NCDR)儘管提供2公里尺度的精細再分析氣象資料。但更新需時。這類資料適合分析但不適合用於預警部署/實務運用
- 注意現場的規範

有部分氣象資料、軟體儘管開放學術使用，但被限制不得商業使用或公開

→以普及為前提的研究，要盡量使用全開放的資料、工具
- 長期維護性問題
  - 有50%以上的生物資訊學工具，會在論文發表後10年失蹤 (Kern, Fehlmann, and Keller 2020)
  - 維護工作難以轉換成學術業績，取得預算困難

# 臺灣水稻疫情整合資訊網

●務實應用AI×免費高品質氣象資料：打造貼近農民的水稻預警系統

全球已有超過50個稻熱病預警模型，但真正能落地應用者不到10個。

本團隊針對實務問題進行改善，務求落地使用

## 過去模型常見問題

依賴特殊感測器與設備（如空拍機、孢子捕集器、田間氣象站），農民需自付高昂成本才能使用

資料來源侷限於少數試驗田，代表性與泛用性不足

模型難以理解或操作，實用性低

欠缺與農民實際需求的連結

## 本團隊之改進對策

全面採用 ERA5-Land、AIFS 與 GFS 等開放氣象資料，免費、高解析度，無須自行設置儀器，降低農民門檻

整合全臺改良場與防疫團隊十餘年田間觀測資料，累積超過20,000筆實測紀錄，訓練具泛化能力的預測模型

開發簡單直覺的手機視覺化介面，農民可即時查詢病蟲害風險與氣象資訊。

整合多種即時氣象視覺化資訊（如風、雨預報、距平值等），支援化學農藥施用與田間決策，提高使用意願

# 植物有害生物生物戰情平臺

## 植物有害生物戰情平台概述

災害情資服務平台  
入口網

災害情資網

主系統

動物疫情  
整合分析平台

後台管理系統

植物有害生物  
戰情平台

### 疫況掌握

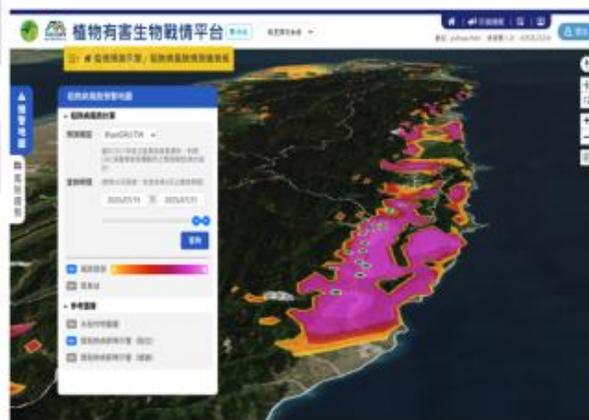
- ◆ 病蟲害示警儀表板
- ◆ 稻熱病風險預測儀表板
- ◆ 飛蟲遷入預警地圖
- ◆ 病蟲害長期觀測儀表板
- ◆ 火蟻通報資訊儀表板

### 防疫量能

- ◆ 農藥代噴資訊儀表板
- ◆ 清運銷毀資訊

### 公開資訊

- ◆ 病蟲害即時示警API
- ◆ 民眾版病蟲害示警儀表板



稻熱病風險預測儀表板

資料來源：  
臺  
水  
稻  
防  
疫  
工  
作  
小  
組



稻飛蟲遷入預警情資

# 謝謝聆聽 敬請指教



## 臺灣水稻防疫工作團隊