

臺日茶產業智慧應用趨勢研討會暨 第七屆臺日茶葉技術交流會

茶樹栽培管理專家診斷系統的建立

中興大學農藝學系 郭寶錚

2025/07/29

地點:臺灣客家茶文化館

茶樹栽培管理專家診斷系統的建立

Development of Expert Diagnosis System for Tea Cultivation Management

Prof. B.J. Kuo (農藝)

Prof. Y. Shen (土環)

Prof. H.L. Lin (園藝)

Prof. Y.Y. Chuang (昆蟲學)

Prof. C.L. Wang (植病)

Prof. C.E. Kuo (應用數學)

國立中興大學

+886-4-22840777 EXT 202

大綱

- 相關背景
- 系統開發目標
- 系統架構與重要概念
- 結語

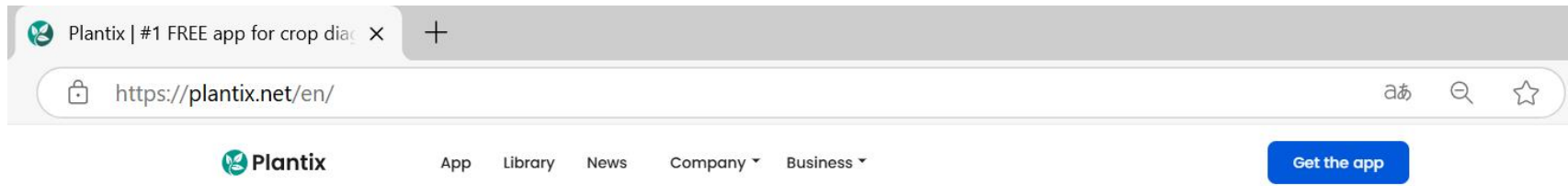
影響茶葉生產的因素

- 生物性因子
- 病害、蟲害、雜草 ...
- 非生物性因子

土壤 (pH、壓實、水分、鹽度 ...)

- 養分 (缺乏, 過量/毒性)
- 氣候 (光照、溫度、濕度、降雨 ...)
- 管理 (基因、種植密度、施肥、灌溉和修剪方法、病蟲害管理 ...)

Plantix <https://plantix.net/en/>



#1 FREE app for crop diagnosis and treatments

Download Plantix



1.7 sec

Get your crop diagnosed in 1.7 sec.



82

You'll be able to detect 82 different kinds of crops!



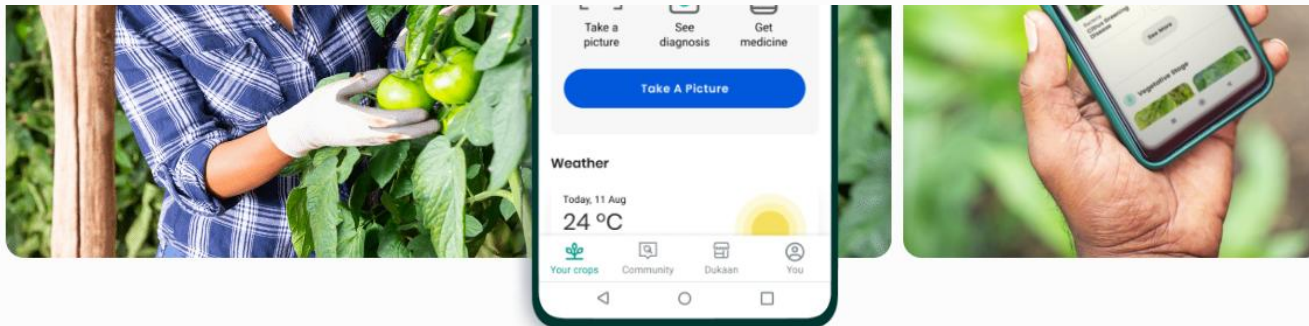
780

Find the right treatment for more than 780 diseases.



90%

Farmers report an improvement in their farming of 90%.





Plantix

App

Library

News

Company

Business

造成原因是什麼？

根部發育？

Potassium Deficiency

Potassium Deficiency

Deficiency

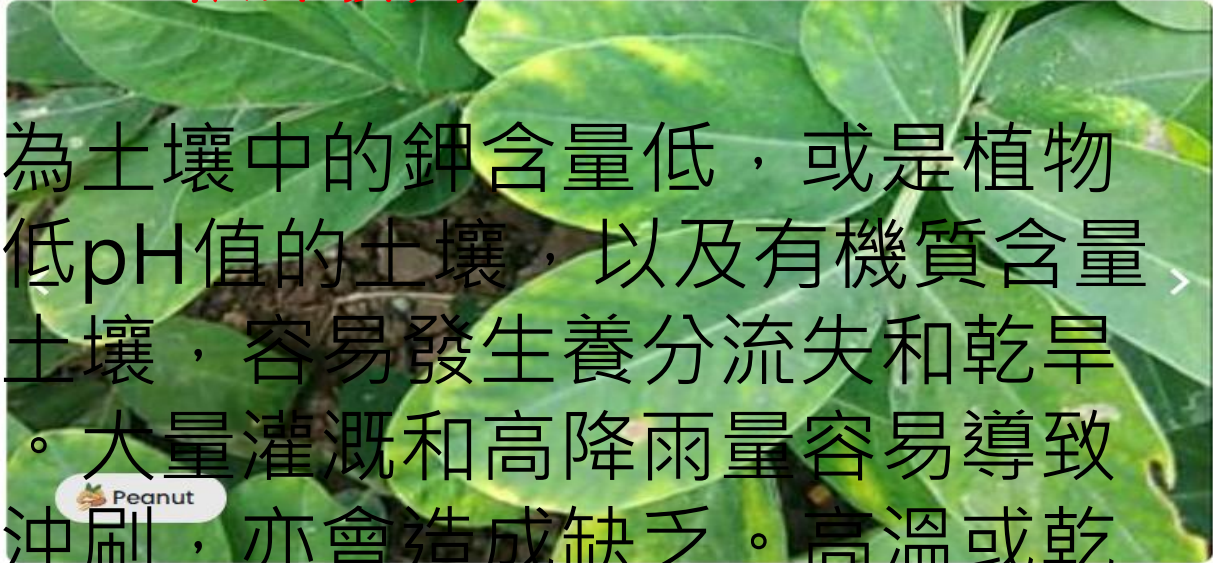
Heal your crop

Take a picture

See diagnosis

Get medicine

Get Plantix app



Peanut

In a nutshell

- Yellowing of leaves starts from margins.
- Margins turn again dark green.
- Curling leaves.
- Stunted growth.

Symptoms

Symptoms are first visible on older leaves and start to develop on young leaves with the case of severe deficiencies. Mild potassium deficiency is characterized by the development of mild yellowing at the margins and tips of the leaves, later followed by tip burn. The leaf blade turns somewhat paler but the main veins remain dark green (interveinal chlorosis). If not provided, these chlorotic patches turn into a dry, leathery tan or dark brown scorch (necrosis) that usually progresses from the leaf edge to the midrib. However, the main veins tend to remain green. Leaves tend to curl and wrinkle and often collapse prematurely. Young leaves remain small and thick, assuming a cupped appearance. Potassium deficient

Can also be found in

Almond

Apple

Apricot

Banana

More

also has high potassium content. Using sulfate soil can increase potassium retention in some soils by reducing leaching.

發展目標

專家



Human
Expert



- 專家專業知識？
- 專家可用性？
- 專業知識保存？
- 新進專家培訓？



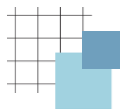
User
(May not be an expert)

使用者
不一定會是專家

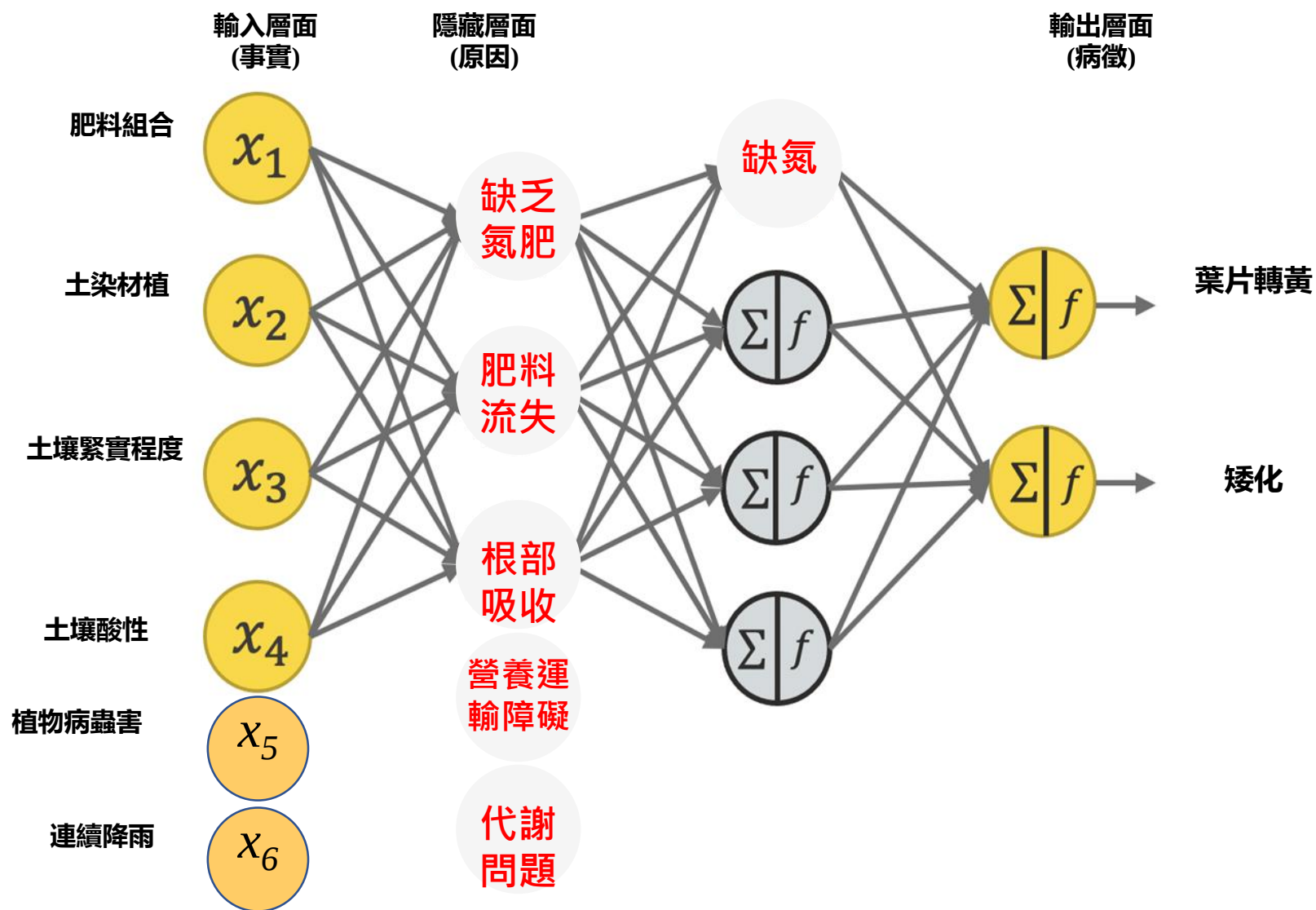


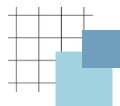
影響茶葉生長的因素





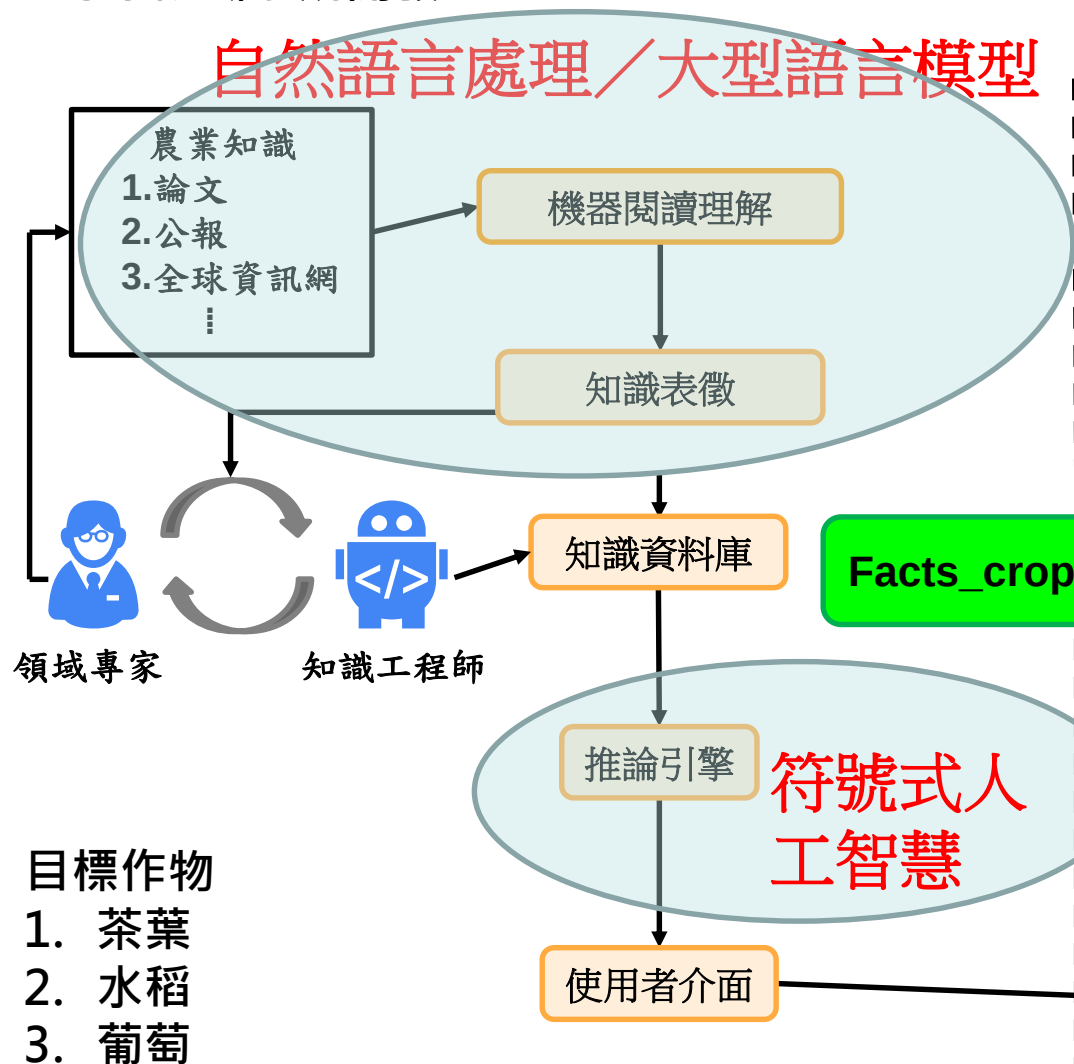
系統主要構想



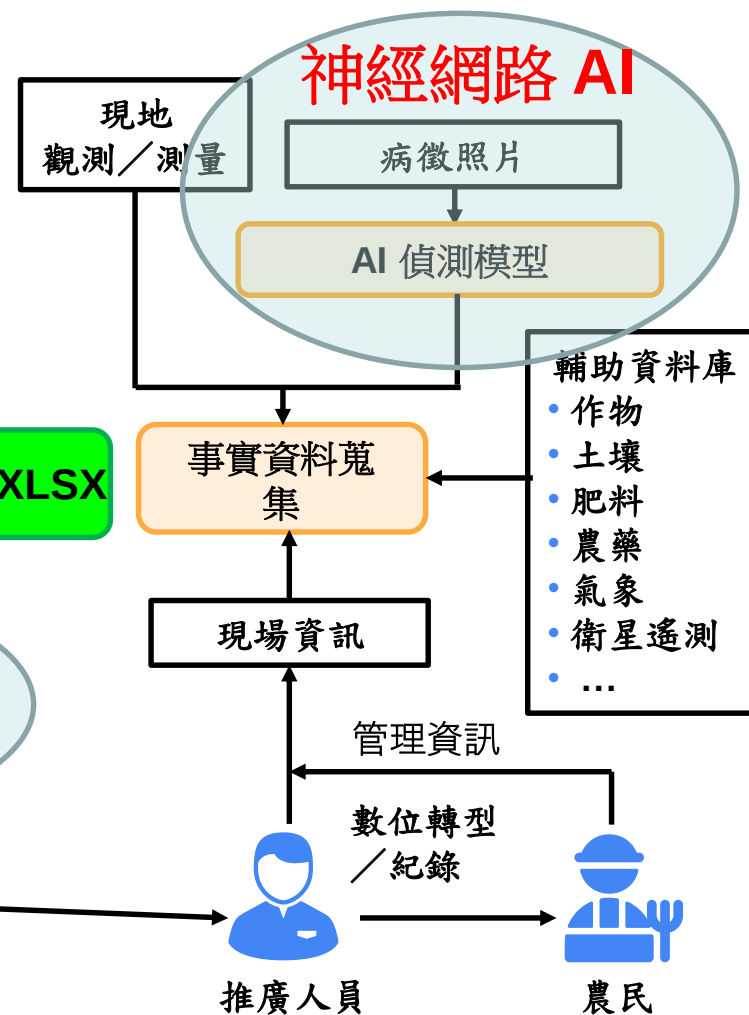


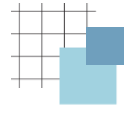
系統架構

專家診斷系統開發



田間調查





基於規則的專家系統 (Rule-Based Expert System)

診斷規則

IF (Symptom) THEN (Potential Problem), CF

推薦規則

IF (Potential Problem) THEN (Recommendation), CF

模糊邏輯

AND : MIN()

OR : MAX()

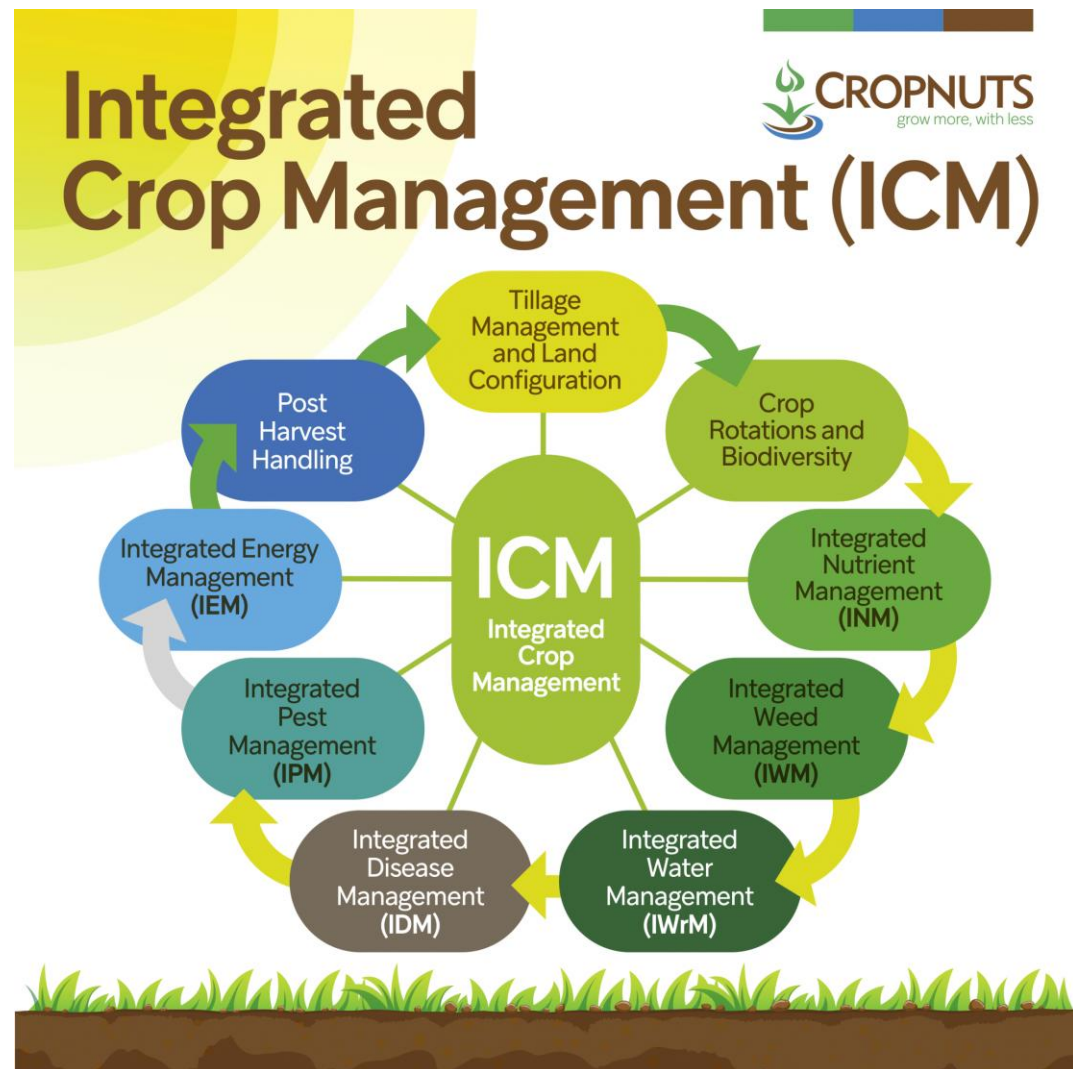


診斷領域



推薦領域

- 品種選擇
- 土壤管理
- 肥料
- 栽培
- 病蟲害管理
 - 化學防治
 - 物理防治
 - 生物防治
- 雜草管理
- 氣象災害防護



<https://cropnuts.com/>



Vecteezy.com

2021/11-2023/11

ES5



uxwing

2023/12



已具備能力

- 強大的運算能力與記憶容量
- 具備辨識作物病徵的視覺能力
- 瞭解作物特性
- 瞭解當地土壤特性
- 瞭解當地肥料/農藥的品牌和成分
- 瞭解當地的天氣和氣候
- 瞭解作物生長狀況的時空變化
- 能以多種語言進行溝通



Plantix
+
AI Models
Developed



農業部
農業試驗所
Taiwan Agricultural Research Institute,
Ministry of Agriculture



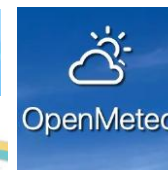
Harmonized
World Soil
Database
version 2.0



農業部農糧署
AGRICULTURE AND FOOD AGENCY,
MINISTRY OF AGRICULTURE

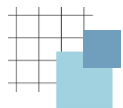


農林部動植物防疫檢疫署
ANIMAL AND PLANT HEALTH INSPECTION AGENCY
MINISTRY OF AGRICULTURE

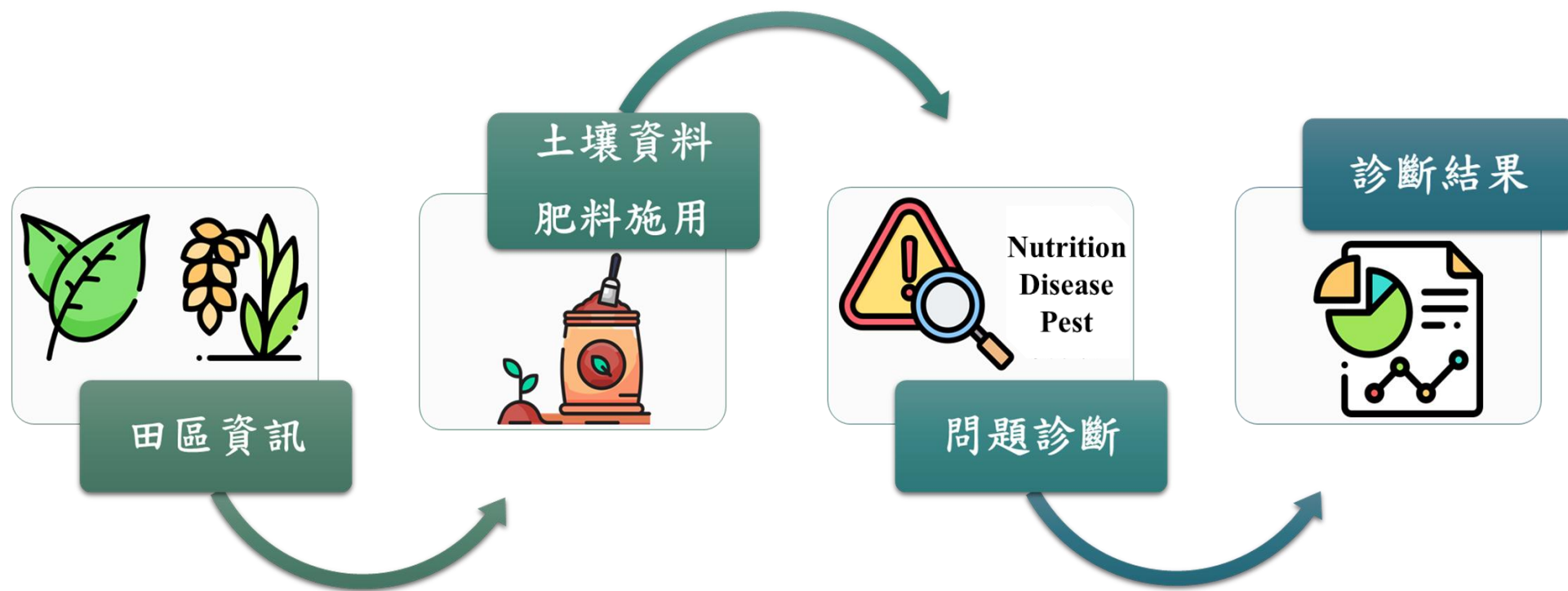


Global
Historical
Climatology
Network daily
(GHCNd)





系統診斷流程





系統顯示 (網頁)

The screenshot shows a web application interface with a blue sidebar menu on the left containing the following items: Site Info, Field Info, Historical Info, Crop Symptoms, Expert Diagnosis, and Logout. The main content area has a header with 'Site ID: 100-1-00004' and 'Site Name: Urlong_Tea_factory'. Below this is a form with several input fields: 'Crop' (dropdown), 'Cultivar' (dropdown), 'Planting Date' (YYYY-MM-DD), 'Farmer Name' (dropdown or text input), 'Contact Phone' (dropdown or text input), 'Site Name' (dropdown or text input), 'Site Location' (Longitude and Latitude inputs), and 'Photo Positioning' (with a location pin icon). At the bottom of the form are three buttons: 'Search by Location', 'Download Site Boundary', and 'Confirm'.



土壤資訊



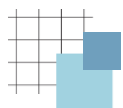
肥料施用情形



病害、蟲害、營養問題



歷史資料 (衛星、氣象)



田間資訊



Site Info Field Info ▾ Historical Info ▾ Crop Symptoms ▾ Expert Diagnosis ▾ Logout

Site ID: 100-1-00004 Site Name: Urlong_Tea_factory

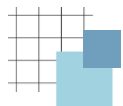
Crop	Select Crop	▼
Cultivar	Cultivar (select crop first)	▼
Planting Date	YYYY-MM-DD	
Farmer Name	測試茶	
Contact Phone	0987456321	
Site Name	請選擇坵塊	
Site Location	Longitude (+/- ###.#####)	/ Latitude (+/- ###.#####)
Site Boundary	選擇檔案	未選擇任何檔案

- ◆ 田間基本資料輸入。
- ◆ 作物、品種、樹齡、農戶聯絡方式和田間座標。

Search by Location

Download Site Boundary

Confirm



土壤資訊



Site Info Field Info ▾ Historical Info ▾ Crop Symptoms ▾ Expert Diagnosis ▾ Logout

Site ID: 218-1-00001 Site Name: Testing tea The temporary storage data has been read!

DB Used	☒ Soil Database, TARI (Taiwan) ▾ ☐ HWSD v2.0, FAO
Soil Classification	Red soil ▾ Select HWSD V2 category ▾ Select ST 13th category ▾
Soil Texture	clay loam ▾
Mottling Depth (cm)	Please Enter (cm)
Penetration Depth (cm)	Please Enter (cm)
Soil Acidity	6.3
Calcareous	Lime-free
Electrical Conductivity (m	Please Enter (Saturated mS/m)
Organic Matter (%)	3.5
Available Phosphate (ppr	Please Enter (ppm)
Available Potassium (ppn	Please Enter (ppm)
Surface Cover/Mulching	Select the surface covering/covering condition ▾
Planting Position	Select a plant location ▾
Microtopography	Please Select ▾

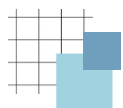
Update temporarily stored survey data Reset

◆ 土壤資訊輸入。

◆ 土壤分類、土壤質地、斑駁深度、穿透深度。

◆ 土壤酸度、石灰質、電導度、有機質、有效磷和有效鉀。

◆ 地表敷蓋/覆蓋物、植物位置和微地形。



施肥資訊



Site Info Field Info Historical Info Crop Symptoms Expert Diagnosis Logout

Site ID: 218-1-00001 Site Name: 測試茶 The temporary storage data has been read!

Select Fertilizer Open Data, AFA (Taiwan) ▼

☐ N ☐ P ☐ K ☐ Ca ☐ Mg ☐ OM

Brand Name	Brand Name (combo box)	
Rate		Kg/ha
Timing	Base fertilizer ▼	
Method	sprinkle application ▼	

Add

Fertilizer Composition

N	N(%)	P	P2O5(%)	K	K2O(%)
Ca	CaO(%)	Mg	MgO(%)	OM	OM(%)

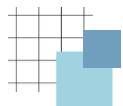
Reg Num Registration Number (combo box)

Fertilizers Applied

Brand Name	Rate	Timing	Method	Edit
農友牌台肥寶效39號有機質複合肥料	60	夏肥	灑施	
鈣讚硝酸鈣	60	基肥	灑施	

- ◆ 肥料資訊輸入。
- ◆ 所用肥料的名稱、用量（公斤/公頃）、施用時間和施用方法。

Confirm



農藥使用資訊



Site Info Field Info ▾ Historical Info ▾ Crop Symptoms ▾ Expert Diagnosis ▾ Logout

Site ID: 218-1-00001 Site Name: 測試茶

Select Pesticide

Open Data, APHIA (Taiw ▾

Category	fungicide ▾
Target	Fine mites ▾
Brand Name	超蟎益
Date	YYYY-MM-DD
Rate	Application Rate Kg(L)/ha
Ratio	Dilution Ratio
Times	Application Times
Interval	Interval (days)

Add

Pesticide Info

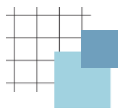
Rate	2.5 Kg(L)/ha
Ratio	400
Times	Application Times
Interval	Interval (days)
Safety Period	Safety Period (days)

Pesticides Applied

Brand Name	Date	Rate	Ratio	Times	Interval	Edit
勝蟎	2024-04-02	0.5	2000	1	0	
富吉安	2024-02-06	0	2000	1	7	
祥安心	2024-02-06	0	400	1	7	

- ◆ 農藥資料輸入。
- ◆ 使用農藥名稱、施用日期、用量（每公頃公斤/公升）、稀釋比例、施用次數和間隔天數。

Confirm



氣象資料觀測

[Site Info](#) [Field Info](#) [Historical Info](#) [Crop Symptoms](#) [Expert Diagnosis](#) [Logout](#)

Site ID: 218-1-00001 Site Name: 測試茶

Date Start2024-11-01Date End2024-12-31Item

☒ Rainfall☒ Temperature

Search Database

DB Used

☒ CWB Daily (Taiwan)☐ Open-Meteo

Search Radius10 Km

Threshold Settings for Stresses

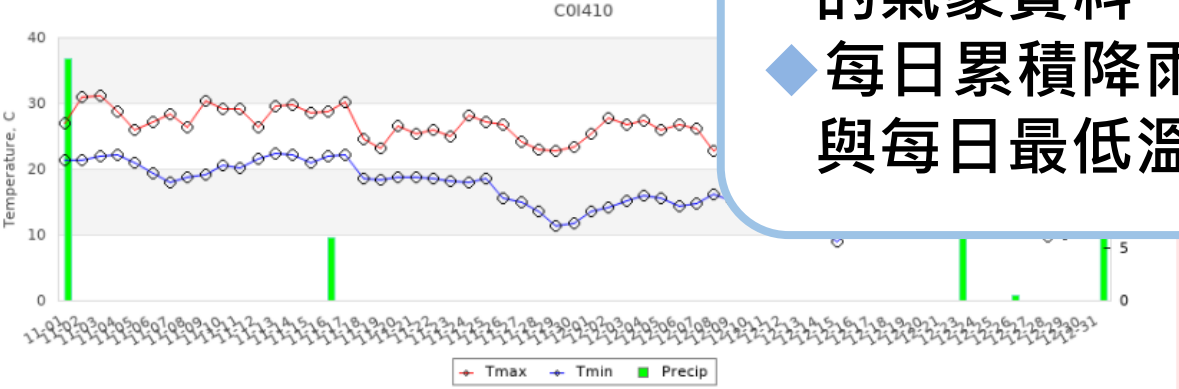
Base T	10	°C	Heat Stres	30	°C/	4	Hr	Cold Stres	5	°C/	4	Hr
Too Wet	90	%/	4	Hr	Too Dry	50	%/	4	Hr			
Rainy TH	1	mm	Contd Rai	10	day	Rain Dama	50	mm/	3	日		
Foehn	35	°C/	50	%/	2	Hr	Over ET	15	Pa	3	Hr	

C0I410名間名間鄉董門巷2號(名間鄉立體停車場)

C0G880二水二水鄉文化村119號(二水國小)

C0I460南投南投市龍泉里玉井街5號(南投市公所樓頂)

C0I410



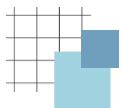
☐ Experienced high temperature and low humidity environment

Rain-fall

ConfirmCancel

- ◆用於監測影響茶樹栽培氣候條件的氣象資料。
- ◆每日累積降雨量、每日最高溫度與每日最低溫度。

22

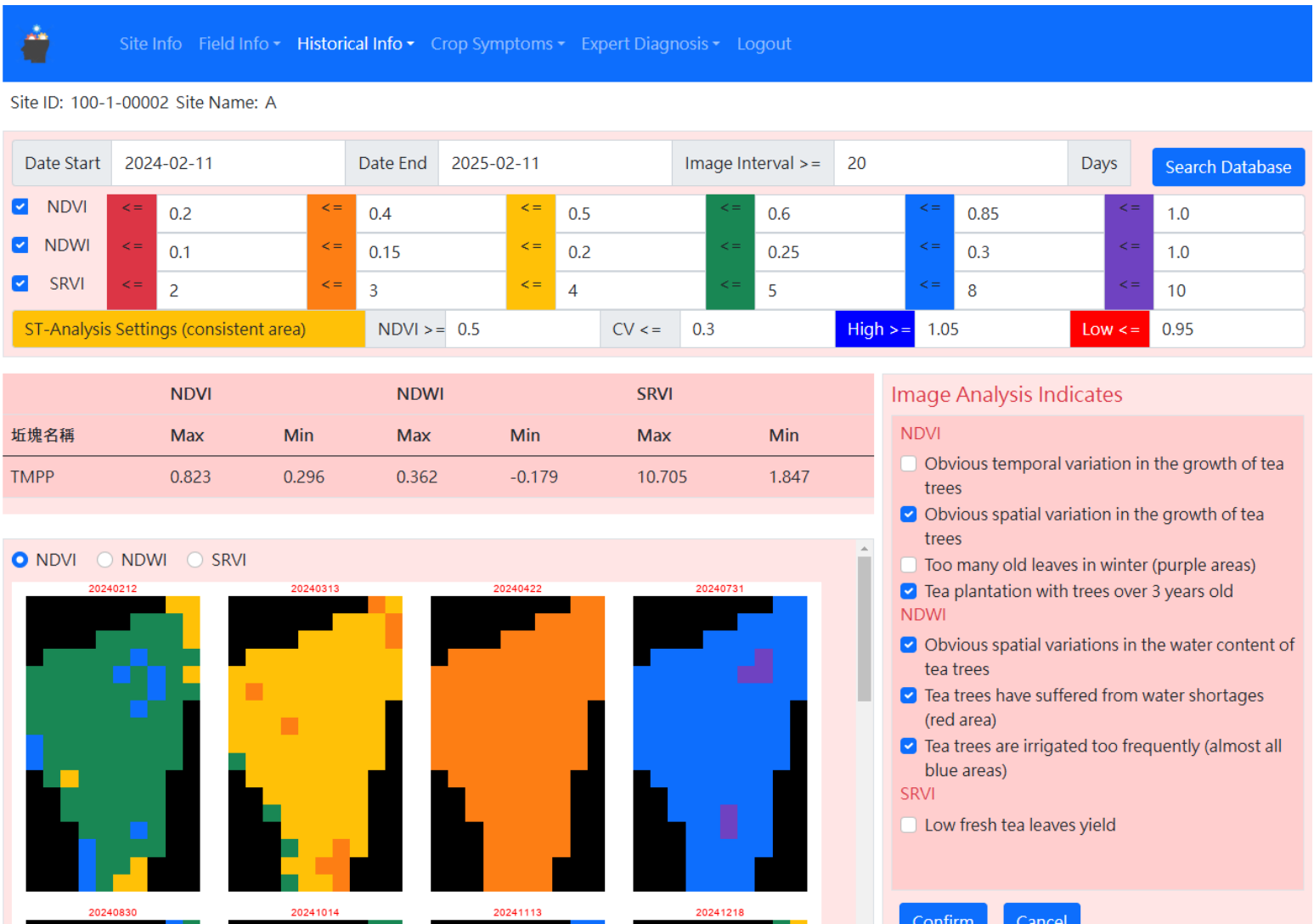


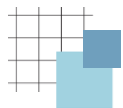
衛星資料觀測

◆繪製不同時間與空間下 NDVI 與 NDWI 的變化趨勢圖。

◆NDVI: Normalized difference vegetation Index標準化植生指數

◆NDWI: Normalized difference water index標準化水體指數





AI辨識模型



Site Info Field Info ▾ Historical Info ▾ Crop Symptoms ▾ Expert Diagnosis ▾ Logout

Site ID: 218-1-00001 Site Name: 測試茶 The photo is finished!

Field Photos

選擇檔案

20 個檔案

Photo Type

☐ Close-Up Shot

☒ Close Shot

☐ Long Shot

Upload Photos

Symptom	Degree	Confirm
Calcium deficiency	0.05	☐
Magnesium deficiency	0.05	☐
Japanese blister blight	1.00	☐
Blister blight	0.08	☐
Leaf miner	0.05	☐

Possible Symptoms

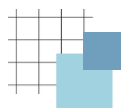


Symptom Explanation

Confirm Interpretation

No match

- ◆ 利用人工智慧分析檢測茶葉可能的病徵。
- ◆ 顯示預測的病徵及其信心分數，供使用者核對確認。



問題診斷



Site Info Field Info Historical Info Crop Symptoms Expert Diagnosis Logout

Site ID: 100-1-00002 Site Name: A

Symptom Descriptions	Degree				
	1	3	5	7	9
There are small brown spots on the tender leaves, and the color becomes darker after expansion, and it becomes reddish brown	☐	☐	☐	☐	☐
The leaves have small yellow-green round spots	☐	☐	☐	☐	☐
The leaves have obvious concentric chakra patterns	☐	☐	☐	☐	☐
The brown spots extend inward from the edge of the leaf	☐	☐	☐	☐	☐
leaves have insignificant light green reticular patterns	☐	☐	☐	☐	☐
reticular white substance appears on the back of the leaf	☐	☐	☐	☐	☐
white substance appears on the back of the leaf	☐	☐	☐	☐	☐
leaf surface has irregular yellow halo	☐	☐	☐	☐	☐
diseased part of the leaf tissue curled to the leaf surface	☐	☐	☐	☐	☐
tender leaves appear yellow, light green or light red round lesions	☐	☐	☐	☐	☐
leaf round yellow green lesions are sunken toward the back of the leaf	☐	☐	☐	☐	☐
leaf withered yellow	☐	☐	☐	☐	☐

Typical Photos

NO IMAGE AVAILABLE

Prev Next

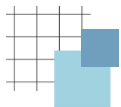
Symptom Explanation

Please click Symptom Description

◆植物營養障礙和病蟲害診斷規則◆

Warning: Undefined array key 1 in C:\xampp\htdocs\expertsys5L\php\sy on line 125

Confirm Delete All



輸出診斷結果



Site Info Field Info ▾ Historical Info ▾ Crop Symptoms ▾ Expert Diagnosis ▾ Logout

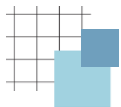
Site ID: 218-1-00001 Site Name: Testing tea **Diagnosis Completed!!** (If left blank, no diagnostic results are applicable.)

Diagnosis Results

Potential Problems		Confidence Level	Field Symptoms	Reason for Inference
website	Japanese blister blight		The leaves have insignificant light green patterns	
net	Blister blight		White substance appears on the back of the leaves	
Soil too much calcium		0.90	There are discarded space bag residue	Red soil It is usually acidic, but the calcium content in the mushroom space bag is high. If the abandoned mushroom space bag has been applied, it will affect the growth of young plants.
Nitrogen fertilizer is insufficient		0.90	Field area nitrogen application amount is lower than the recommended application amount	
Phosphorus fertilizer is insufficient		0.90	Field area phosphorus anhydride application amount is lower than the	

◆ 診斷結果指出潛在問題及其對應的田間徵狀。

Show Recommendations



植物健康改善建議措施



Site Info Field Info ▾ Historical Info ▾ Crop Symptoms ▾ Expert Diagnosis ▾ Logout

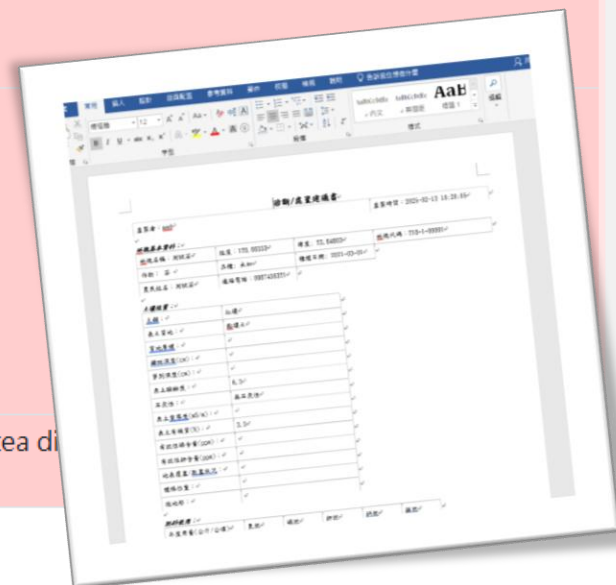
Site ID: 218-1-00001 Site Name: Testing tea

Improvement Recommendations

Problems Dealt	Practices Recommended	Confidence Level
Netcake disease	Plant disease resistant varieties, such as Qingxin Dawu, Taicha No. 13, etc., do not plant the disease-sensitive varieties Qingxin Wulong.	1.00
(Red leaf blight, cake disease, round spot disease, soot disease, algae)	Reduce the humidity in the tea garden.	1.00
(Red leaf blight, cake disease, round spot disease, soot disease, algae spot disease, algae, branch blight)	Clears diseased branches and leaves and reduces the source of infection in the field.	
(Red leaf blight, cake disease,	Reference Plant Protection Information System (https://otserv2.tactri.gov.tw/PPM/), content of tea di Perform the medicine.	

◆ 診斷完成後，使用者可下載報告。

Download Diagnostic Report





印度田間驗證

地點：印度梅加拉亞邦，希隆
(Shillong, Meghalaya)

(a,b) 兩處烏龍茶茶園

(c-e) Anderson 茶區

(c,f) 介紹並展示茶葉專家系統

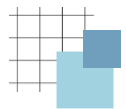




印度田間驗證結果

- **Narayanpur Panbarry** 為低地茶區，主要栽培大葉種茶樹，用於紅茶製造。
- 喬哈德（Jorhat）地區夏季酷熱，需要種植遮蔭樹種以提供茶樹遮蔭。
- 根據田間觀察與影像資料，已成功診斷出當地茶樹病害。
- 已收集約 750 張來自印度茶樹病蟲害圖像，台灣相關專家正協助進行分析。
- 此項工作有助於建立印度本地化的茶樹病蟲害資料庫。





印度田間驗證-參加阿薩姆邦2.0峰會

出席印度古瓦哈提舉行的阿薩姆邦2.0峰會

(a-c) 發表阿育吠陀草、茶、香料和香精演講。

(d) 與托克萊茶葉研究中心秘書
(Joydeep Phukan 博士) 簽署合作備忘錄。

(e,f) 參訪喬爾哈特的托克萊茶葉研究所。
(e) 討論 (f) 參觀茶廠。

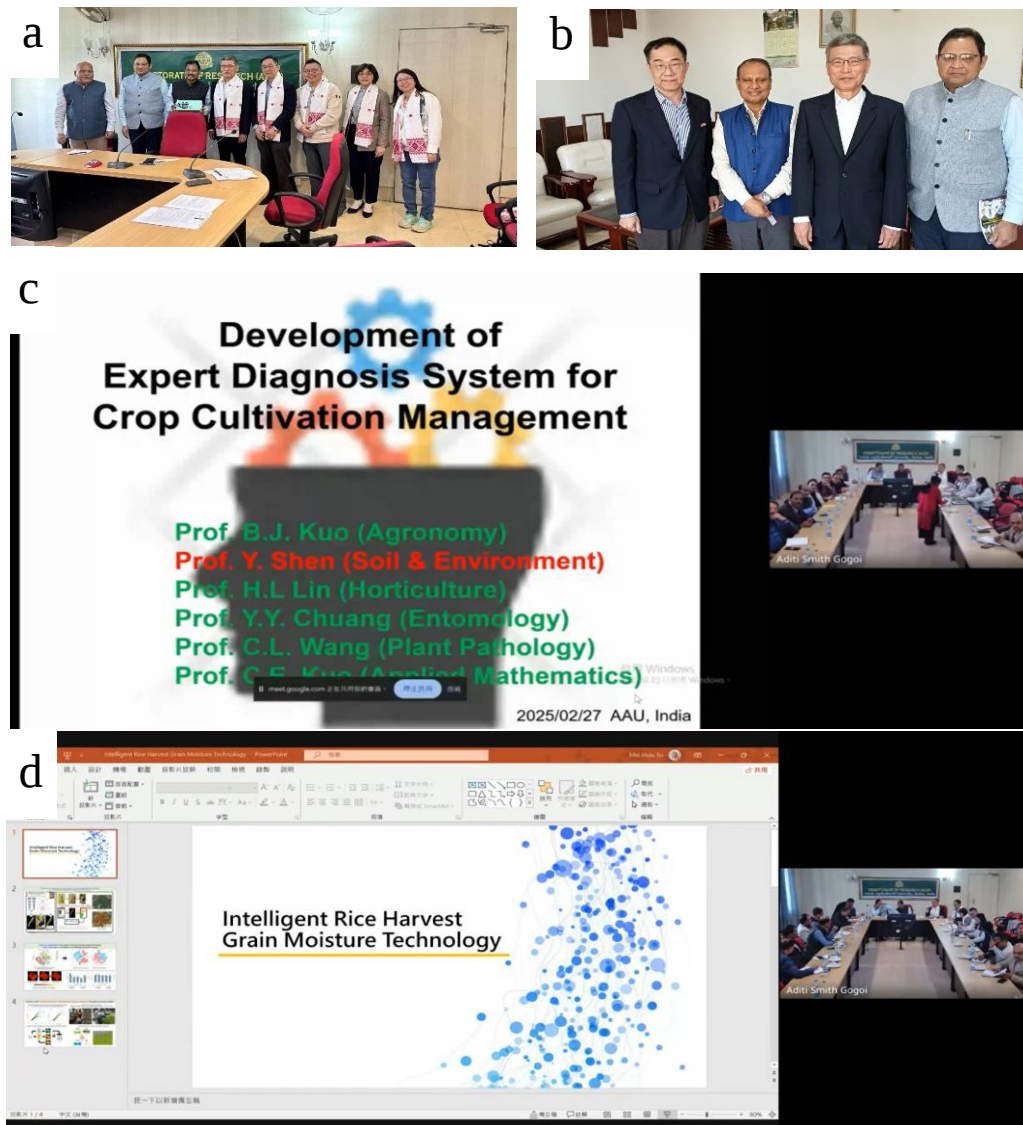




參訪阿薩姆農業大學

(a,b) 與阿薩姆農業大學副校長、農學院院長、茶藝技術科主任合影。

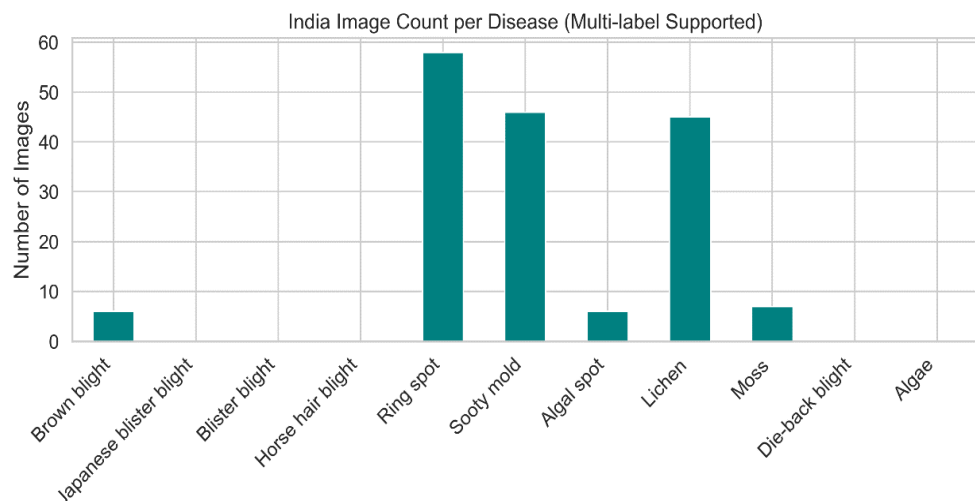
(c,d) 向阿薩姆農業大學的教師介紹茶樹栽培管理專家診斷系統的建立。



田間驗證結果

- 截至 2025 年 5 月 31 日，共收集印度茶葉病蟲害症狀圖像 231 筆，並加入現有的茶葉徵狀資料集中。
- 將影像分為四大類（病害、蟲害、營養障礙和其他），資料總計有 10,420 張圖像。

印度茶樹病害種類樣本數（資料截至2025年5月31日）



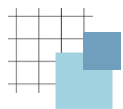
更新後的茶葉病害圖像資料共有 3,510 張影像，其中163 筆來自印度。資料將進行品質篩選（n=3081），然後以 9:1 的比例拆分為訓練（n=2775）和測試（n=306）。

茶樹徵狀圖像資料及收集類別數量

症徵影像資料集	資料集大小	已標註影像數量	類別數量
Tea	10,382	14,349	- 病害：11 類 - 蟲害：33 類 - 營養異常：13 類 - 其他：3 類

茶病害圖像辨識 AI 模型 Tea_Disease_v06.pkl 的表現指標，使用測試（n=306）進行驗證，涵蓋每個疾病類別。

中文名稱	名稱	precision	Recall	F1 score	support
赤葉枯病	Brown blight	0.7857	0.5238	0.6286	21
網餅病	Japanese blister blight	1	1	1	23
餅病	Blister blight	0.9868	0.9868	0.9868	76
茶髮狀病	Horse hair blight	0.98	1	0.9899	49
輪斑病	Ring spot	0.8182	0.75	0.7826	36
煤煙病	Sooty mold	0.9048	0.8636	0.8837	22
藻斑病	Algal spot	0.8654	0.7895	0.8257	57
地衣	Lichen	1	0.7778	0.875	27
苔癬	Moss	1	0.75	0.8571	4
枝枯病	Die-back blight	1	0.5	0.6667	2
藻類	Algae	0.9091	0.7692	0.8333	13



田間驗證結果

AI模型準確率評估

Tea_Disease_v06.pkl

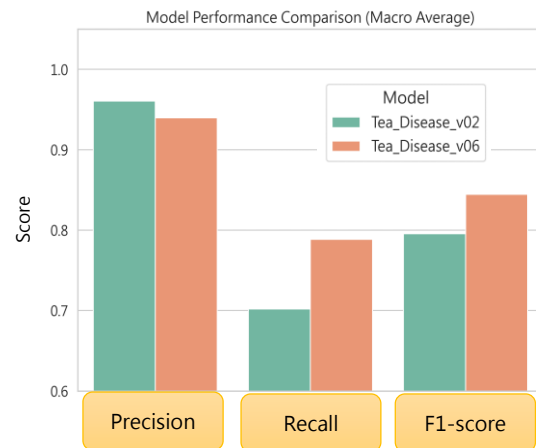
包括來自印度和台灣的田間圖像

Tea_Disease_v02.pkl

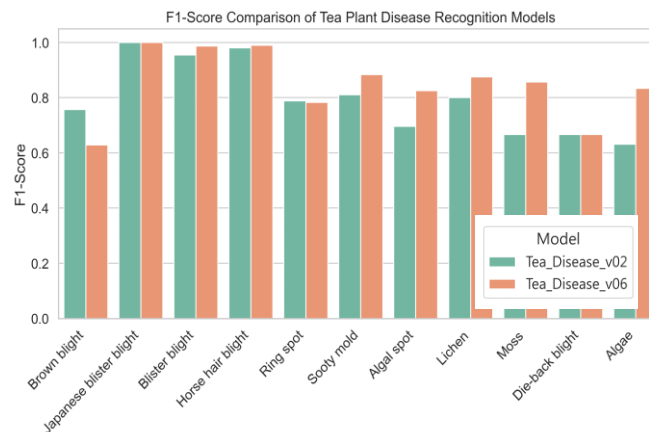
包括來自台灣的田間圖像

使用測試集 (n=306) 進行驗證，評估兩種茶病害圖像辨識AI模型。

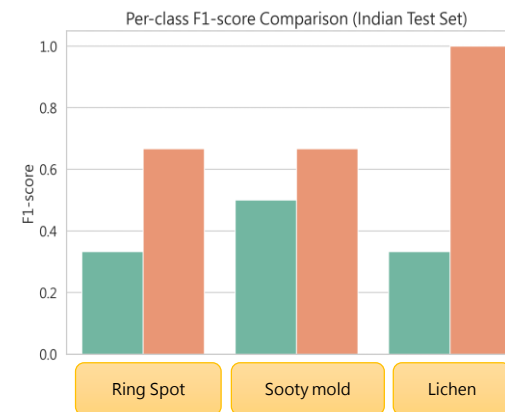
整體模型效能比較



茶葉病害辨識模型各類別 F1 值比較

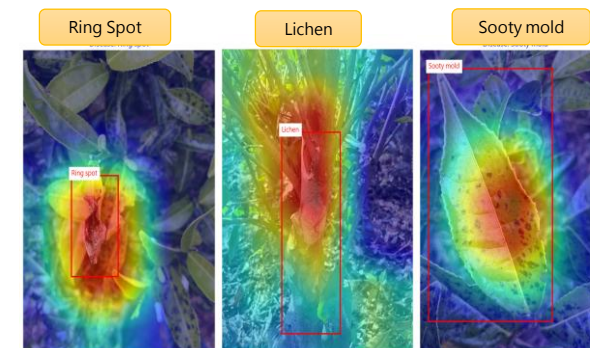


兩種模型在印度茶葉病害圖像上的比較



分析兩種模型在測試集中印度茶樹各種茶病害類別圖像上的 F1 分數表現差異 (每類 n=3-5)。

使用 Grad-CAM 的模型注意力視覺化

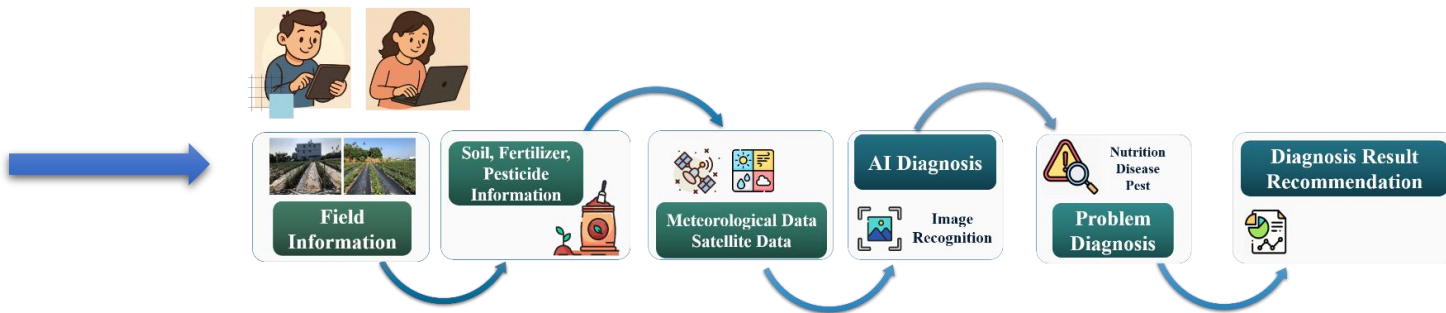




田間驗證結果

使用者體驗與回饋

系統診斷流程



調查受訪者及回饋摘要

目標受眾：

- 1.植物醫學和良好農業規範計畫二年級碩士生人數：11
- 2.植物教學醫院的預備植物醫師數：2:

✓ 收集到的回覆數量：5

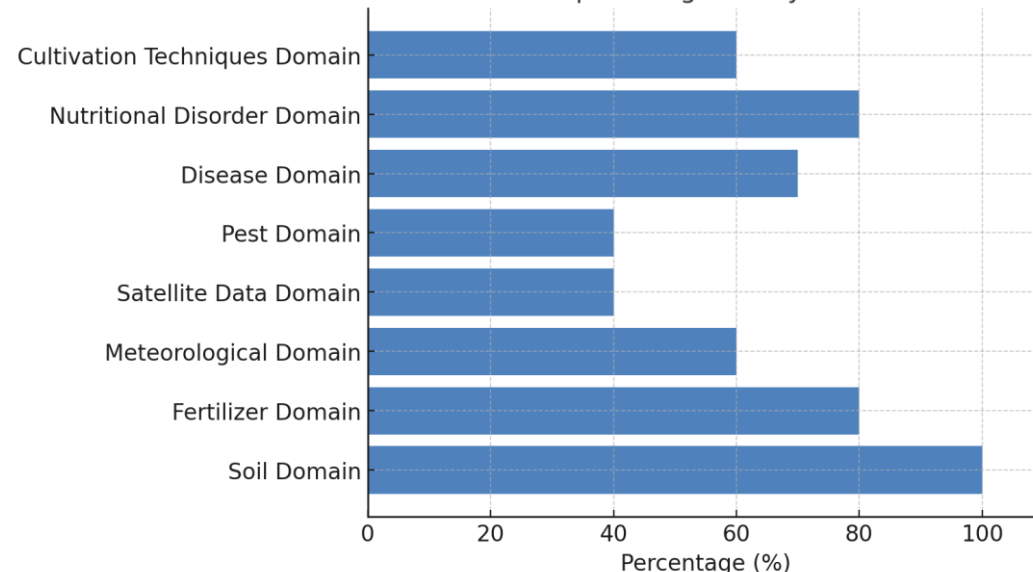
➤ 雖然樣本量有限，但所有受訪者都擁有相關的培訓或診斷經驗，提供了寶貴的見解

使用者回饋系統的優勢

提供跨領域的專業知識。

- ✓ 根據田間位置自動載入土壤、天氣、氣候和衛星資料。
- ✓ 系統具有清晰且易於使用的介面。
- ✓ 允許用戶輕鬆下載報告進行記錄和共享。

Domains Most Needed by Users in the Multi-Domain Expert Diagnosis System





教育 (學無止境)



品種

栽培

氣候

營養物質
病害
蟲害
雜草

其他

- 產量
- 時空差異

肥料
農藥

土壤



領域

訓練 ES 的方法

- 在不同地點測試 ES

 - 改進 UI 設計

 - 安排提問內容

 - 顯示典型照片的正確性

 - 診斷潛在問題的準確性

 - 建議的完整性

- 擴展現有知識

 - 累積病例報告，建構診斷規則

 - 增加用於照片解讀的人工智慧模型

結語

- 田間作物所面臨的逆境種類繁多且情況複雜，但現場診斷人員常受限於訓練背景與經驗，難以進行全面性的診斷，從而影響最佳處置建議的提供。
- 專家診斷系統能夠蒐集並保存來自不同領域專家的知識與經驗，從而協助現場診斷人員進行全面性的診斷，並提供最佳的處置建議。
- 目前所開發的專家診斷系統是朝上述理想邁進的一小步。希望大家能攜手合作，使這套專家診斷系統更加完善。

感謝您的聆聽