

台灣之心建構永續循環農業實例分享

蔡勇斌

終身特聘教授、教育部USR計畫主持人
國立暨南國際大學土木工程學系



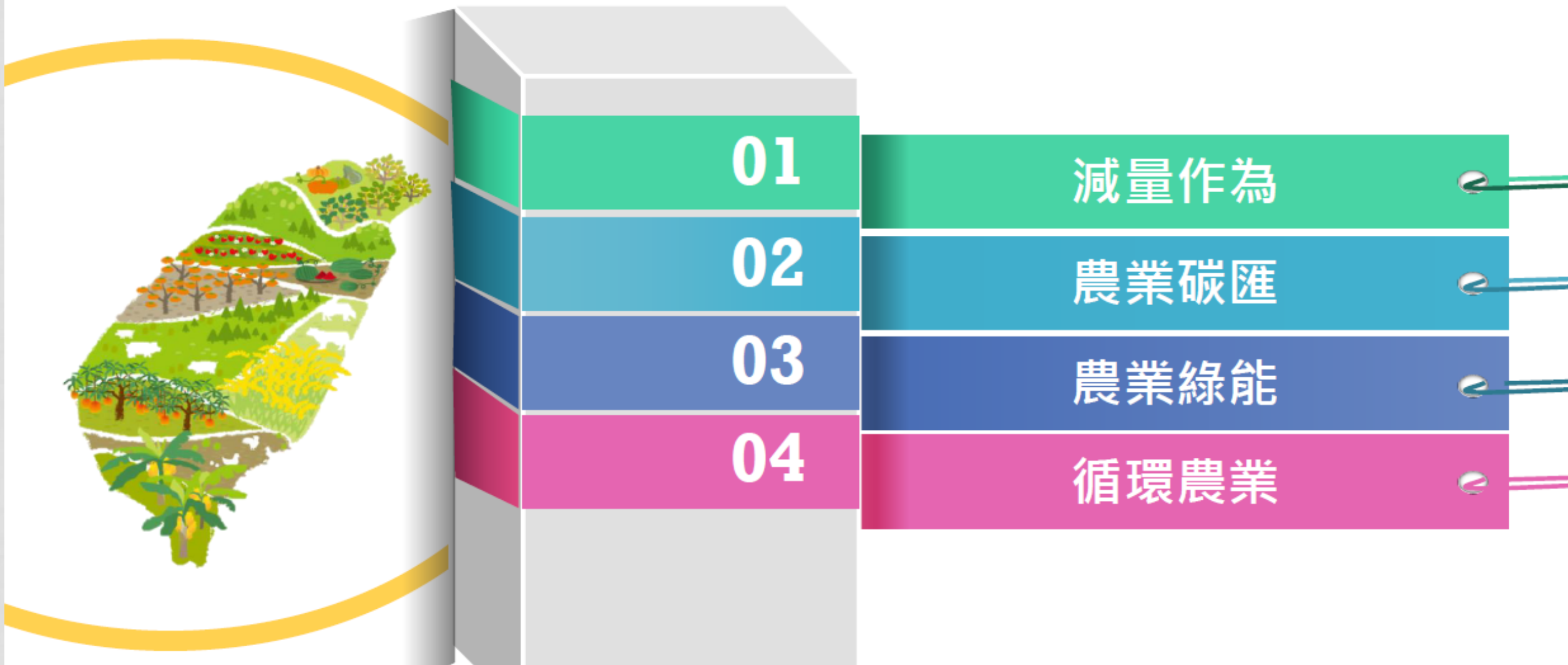
綠色水沙連永續環境與人才培育深拓計畫：科技農業 × 循環經濟 × 淨零排放

分享内容

- 永續發展與淨零排放
- 大學社會責任計畫
- 茭白筍產業永續發展(節電、節水、筍殼再利用)
- 結語



農業部門淨零排放策略架構



轉廢成金-農牧綠色循環



大學社會責任實踐 (USR) 計畫

引導大學以人為本，從在地需求出發，
透過人文關懷與協助解決區域問題，善盡社會責任

在地連結

X

人才培育

連結聯合國永續發展目標(SDGs)

科技學院USR計畫



試辦期 + 第一期 (2017~2019)

議題：環境議題

計畫名稱：營造綠色水沙連：智能 x 減污 x 循環

第二期 (2020~2022)

議題：環境議題 (深耕型)

計畫名稱：永續環境推動與人才培育計畫：深耕水沙連 x 開拓東南亞 x 邁向SDGs

對應之SDGs：



第三期 (2023~2024)

議題：永續發展類-特色永續型

計畫名稱：綠色水沙連永續價值與人才培育升級計畫：科技x循環 x淨零

對應之SDGs：



第四期 (2025~2027)

議題：永續發展類-特色永續型

計畫名稱：綠色水沙連永續環境與人才培育深拓計畫：科技農業 x 循環經濟 x 淨零排放

對應之SDGs：



科技學院USR團隊成員



人文學院：公行
 管理學院：經濟
科技學院：應化、土木、電機、應光、資工
 教育學院：課程教學與科技研究所、師培中心
 通識教育中心、人社中心、安衛中心、前瞻中心
 跨校團隊人員：中山大學、勤益科技大學、特有生物保育中心
 社區組織、產業、業師

蔡勇斌



陳谷汎



郭明裕



彭國棟



鄭淑華



葉家瑜



郭耀文



陳仲沂



呂孟珊



彭彥彬

許孟烈



陳智峰



陳皆儒



邱美蘭



葉明峰

大埔里及蜈蚣地區
解說員



新增教師

李明賢



謝淑敏



陳廷育



張耿峻



陳文學



黃建銘



陳萬育



黃郁茹



日月潭
國家風景管理處
陳建仲
主任

徐顯

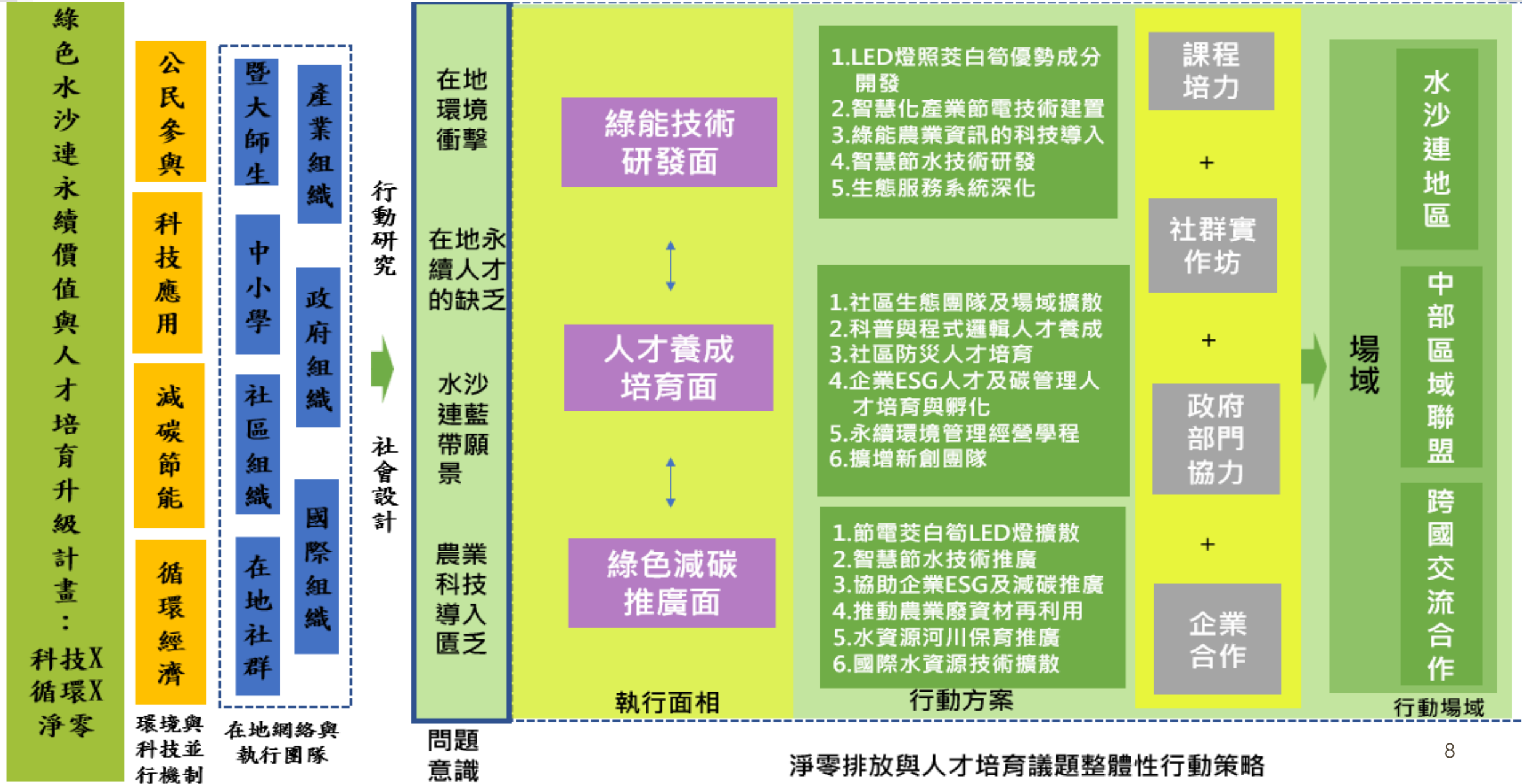


楊智其



黃美玉

計畫執行架構



善盡大學社會責任與公民科學的結合

茭白筍產業循環用水與照明升級計畫

IOT、物聯網應用

跨專業領域教師社群建置

擾動更多科技學院教師與跨院教師加入

農民+公民科學的應用

善盡大學社會責任培育更多新人才

農夫

學生/光學

科學驗證

過去具有在地關懷經驗之教師社群
【走讀埔里、尋找霾哥】行動式PM_{2.5}微型感測器與環境教育踏查



在地特色產業的想像

過去

既有

想像



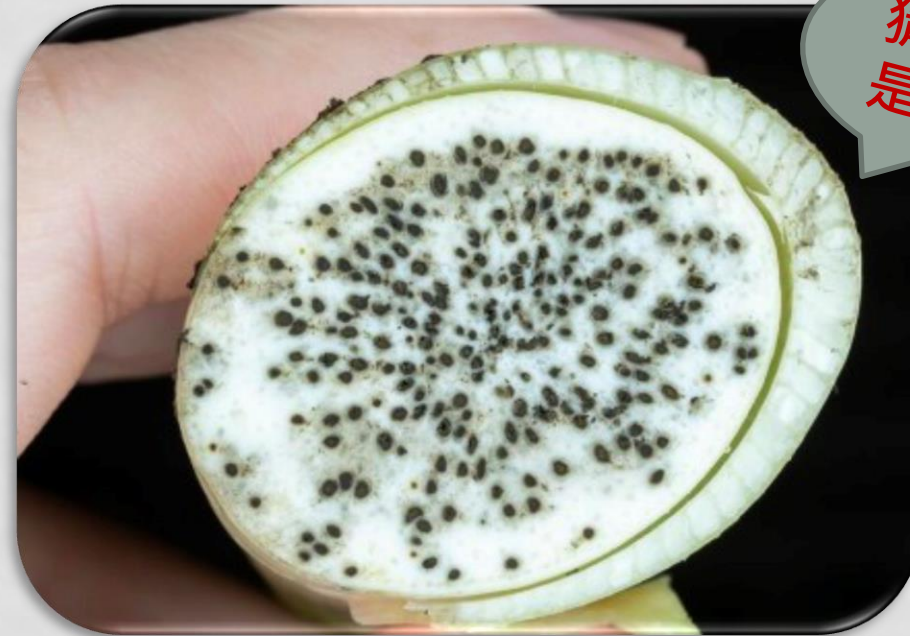
埔里茭白筍產量佔全國之冠



- **埔里鎮**為主要茭白筍產地。
- 種植面積達**1,800公頃**(佔全國總種植面積八成)。
- 年產量**45,000公噸**(佔全國總產量九成)。

茭白筍

- 古稱為菰或菰笋。屬禾本科菰屬。
- 菰在古代中國有食用，茭米為九穀或六穀之一。
- 在菰莖中寄生的菰黑穗菌會刺激薄壁組織的生長，使幼嫩莖部膨大，成為茭白。
- 其子呈黑色，亦可食，稱為野米、茭米、菰米、雕胡米。



猜猜我是誰？

茭白的正常與異常

不正常中的不正常 意外的禮物



正常vs異常



正常



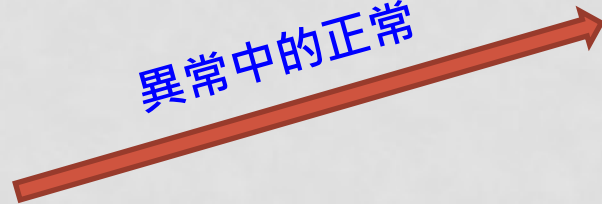
陳敢當 阿伯



正常vs異常



異常中的正常



黑點為孢子堆

異常中的異常



敢當種

有菌絲無孢子堆

茭白筍產業面臨問題

1. 水資源消耗用量大

自由時報

Liberty Times Net

即時新聞

報紙總覽

影音

財經

娛樂

汽車

時尚

體育

3C

評論

玩咖

台北市 21-31 °C

〈中部〉春雨救不了 埔里2深水井枯了

A+



2019-03-26



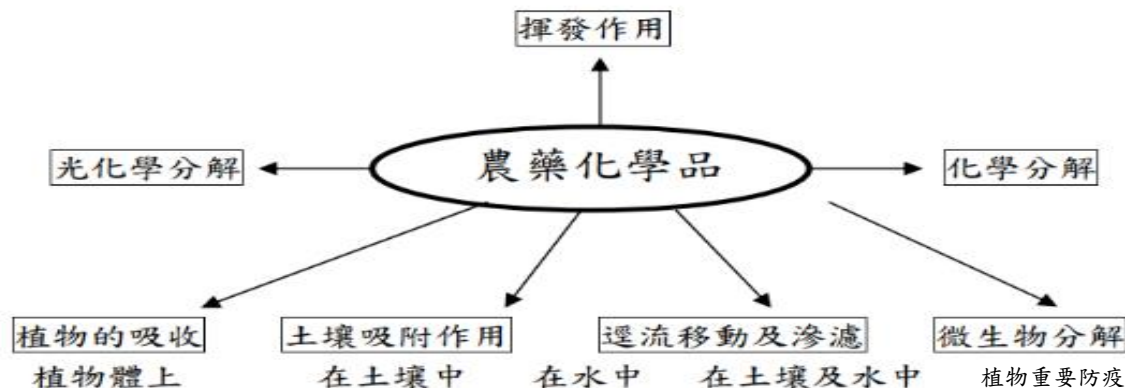
〔記者佟振國 / 南投報導〕南投縣埔里鎮自來水完全仰賴深水井供水，但暖冬少雨讓水位大幅下降，最近雖有春雨挹注仍難回升，甚至有兩口水井已經乾涸，民生用水拉警報，自來水公司埔里營運所已緊急調配水源，但管線末端或地勢較高用戶，水壓可能受到影響，除呼籲民眾節約用水，也必須開發新水源，但土地取得不易又有居民抗爭，水公司一個頭兩個大。



接近成熟的茭白筍需要引進大量活水流通，高溫與缺水都會影響產量與品質。（記者佟振國攝）

自由時報2018/6/1

2. 水質與農藥問題



茭白筍產業面臨問題

3. 農友年紀偏高人力不足

南投由於農業人口老化，雖然處處有田但無處不缺工，每逢採收旺季便時常「叫傭工」，成為地方農業發展的一大隱憂。因此，林明濤一方面極力主張開放農業外勞，以補足農業短缺的勞動力；另一方面，也鼓勵農民運用智慧科技，著手進行農業改造。

另一個嚴苛的挑戰，就是極端氣候，直接影響所及的就是產量，就像多作物過剩或欠收，造成價格激烈波動。

「還有外部競爭以及內部挑戰，」林明濤指出，全球化競爭下，進口競爭更加白熱化。而國內消費者對食安的重視與要求，更需要政府一一突破。



4. 高壓鈉燈的耗電量大

複金屬燈電費計價表



圖4. 鳳梨釋迦夜間照明所繳電費在各級距電費中所占之比例分布概況



5. 農業廢棄物亟待處理

今周刊

匯流新聞網記者李盛雯、胡照鑫、許傳明、林晨 / 台北報導

空氣污染議題近年成為民眾關注焦點，人人對MP2.5避之唯恐不及，一群來自南投埔里的青年發現當地露天燃燒農業廢棄物的問題嚴重。根據環保署資料統計，南投縣的露天燃燒PM2.5排放比例甚至比大貨車還要高！因此參加聯發科技教育基金會「智在家鄉-數位社會創新競賽」的「大埔里@報團隊」設計出一套預警系統，希望有效減少露天燃廢行為，讓居民擺脫空污來源。

將系統取名為「蜂鷹計畫」的大埔里@報表示，近5年露天燃廢的問題感受更為嚴重，尤其秋冬茭白筍採收後，部分農民會將粗纖維的茭白筍殼直接燃燒，夏天則是會燃燒稻桿，加上台中火力發電廠的空污排放、交通廢氣等，讓屬於盆地地形的埔里不斷累積空氣污染物質。



優化茭白筍生產環境行動方案

實驗室

- LED燈罩角度優化
- 最佳化茭白筍的光照時間
- 最小光量子通量密度(PPF)
- 最佳紅藍光的比例

光學研究效益

光譜儀實測

- 照度不均

農業剩餘資材再利用效益

生物碳

- 農廢資材再利用
- 現地淨化水質

鍛燒

- 農業廢資材-茭白筍殼
- 農藥迴歸水

生質酒精

豆甯醇

再製

萃取

- 農業剩餘資材-茭白筍殼

- 農廢資材再利用
- 製成生質酒精
- 豆甯醇應用於各類化妝品

試驗場域

LED 智慧照明監控及節能技術開發

- 耗電量高
- 植物所需要的光照

↓ 監控光照度、NDVI

物聯網

光學研究效益

- 開燈智慧化
- 降燈電費
- 優化LED燈

應用智慧水質監控與碳化技術提升茭白筍種植之資源循環

- 人力勞動高
- 無法及時獲得資訊

↓ 監控pH、ORP、DO、EC、電量、水量

物聯網

↓ 使用者參考

水資源效益

- 及時監控水質
- 調節水量水質

物聯網效益

- 提供判斷決策
- 自動化
- 資料收集

茭白筍殼之剩餘資材再利用

- 製作茭白筍殼有機液肥改善化學農藥惡化環境問題

↓

- 建立感測系統
- LoRa傳輸
- 大數據分析

農業剩餘資材再利用效益

- 調節土質
 - 調節水質
- 茭白筍殼有機液肥

茭白筍產業與LED照明升級



埔里鎮茭白筍田區夜間燈照使用高壓鈉燈產生強烈白光，受照區形成強烈對比，透過空拍更加明顯。(暨大提供)

農業設施也要節能減碳！埔里推茭白筍節電示範區



埔里鎮是全台茭白筍最大產區，農民透過夜間燈照調節產期，高壓鈉燈仍是主要燈具，目前暨大、縣府也積極推廣農業節電，鼓勵農民採用LED燈。(記者佟振國攝)

2021/10/13 20:27

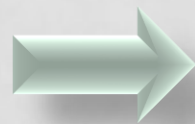
現地LED燈架設施工



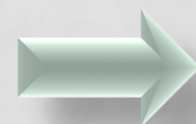
直立式
LED燈



現場與農民溝通與確認



安裝燈架基座



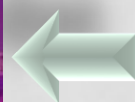
安裝LED燈具



安裝燈桿



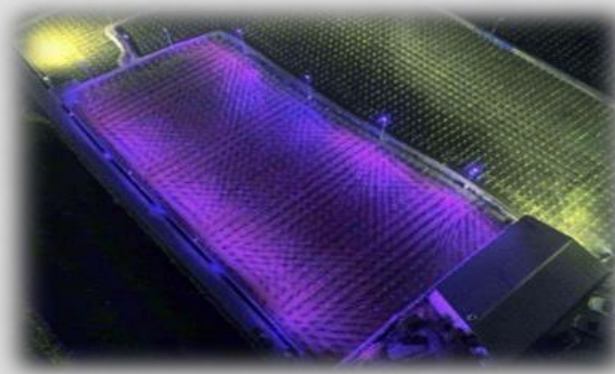
調整LED燈具照射角度



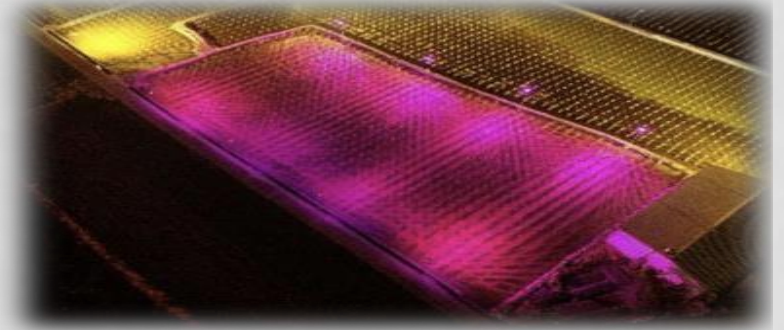
建置茭白筍光照場域完成圖

茭白筍田的LED照明改良過程

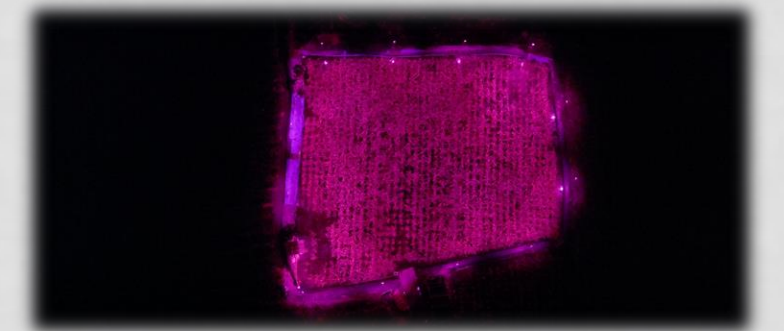
本計畫執行過程中發現到LED燈具照度不足的話會影響到茭白筍的生長，所以團隊很積極收集數據找出問題點，為改善茭白筍田中間的光照不足的問題，換完之後在實際量測與實際用空拍機拍攝發現茭白筍田中間明顯改善。如圖是本計畫所用的LED燈具改光學透鏡前後圖。



試辦期空拍畫面



第一期改良後空拍畫面

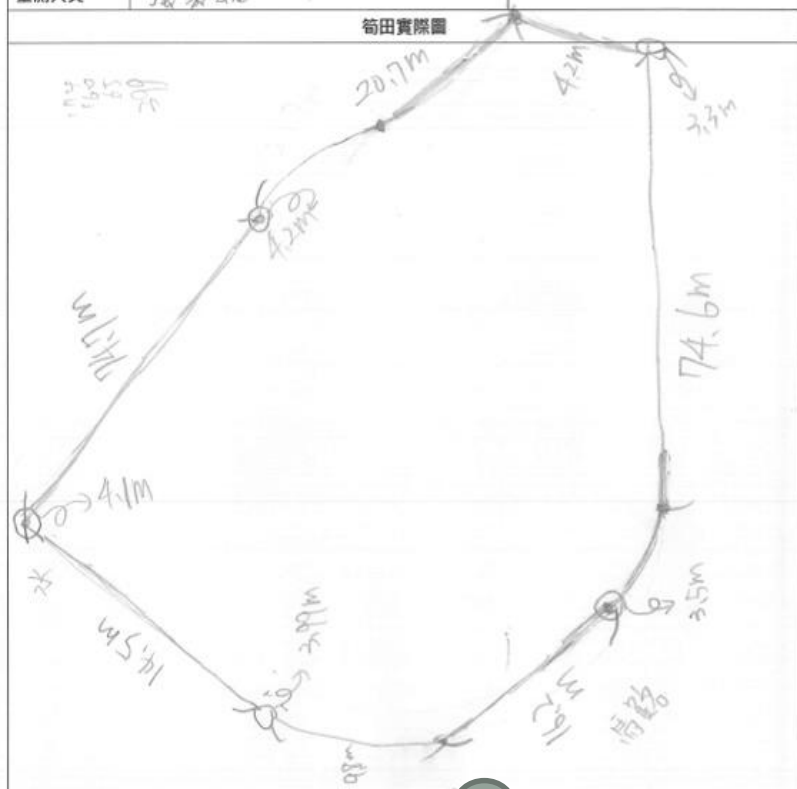


第二期後空拍畫面

用電量減少70~80%
更具環境友善性的生產模式

茭白筍田換置 LED 燈具量測表

編號	5-3	備註
姓名	張家維	
連絡電話	0930513720	
筍田大小	1.8	
筍田所在地	果實 歡笑	
預計換置日期		
量測人員	張家維	



量測人員簽名: 張家維 (親簽) 筍農簽名: (親簽)

繪製使用區域田地圖

現場勘查



團隊實際現場量測使用區域田地

國立暨南國際大學與農民確認後，安排現場勘查時間至合作場域進行量測農民使用區域田地面積並瞭解農民端的燈具與電路配置。

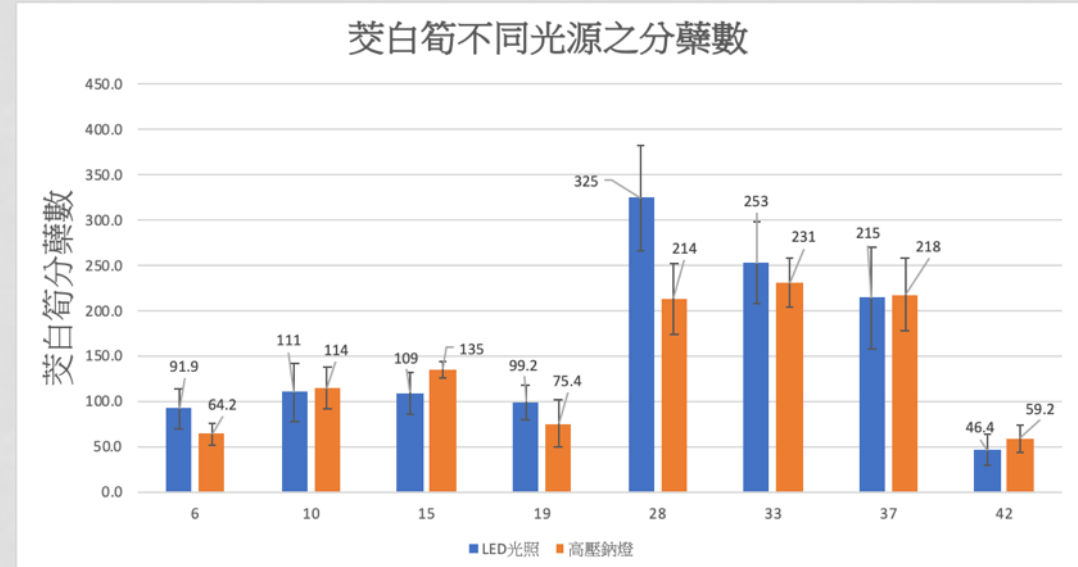
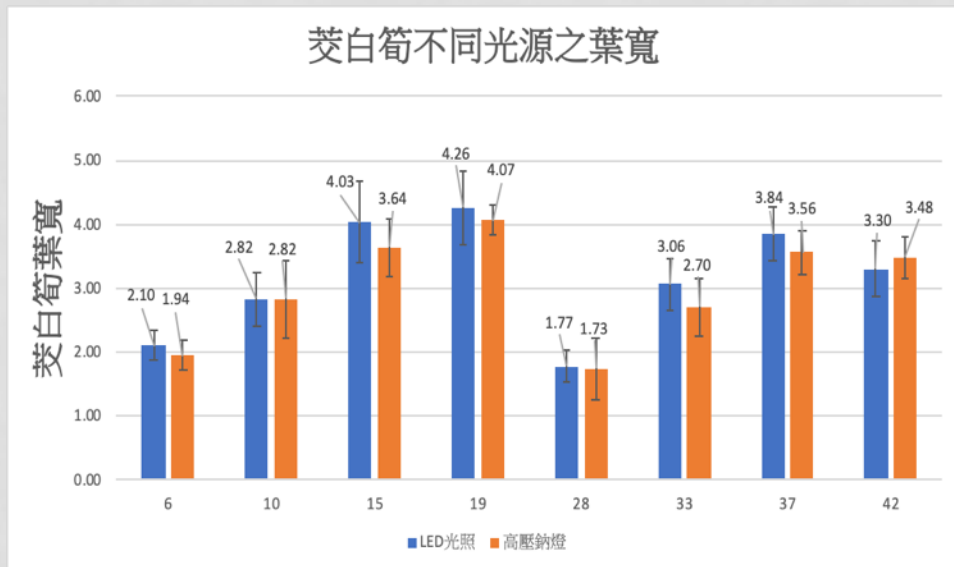
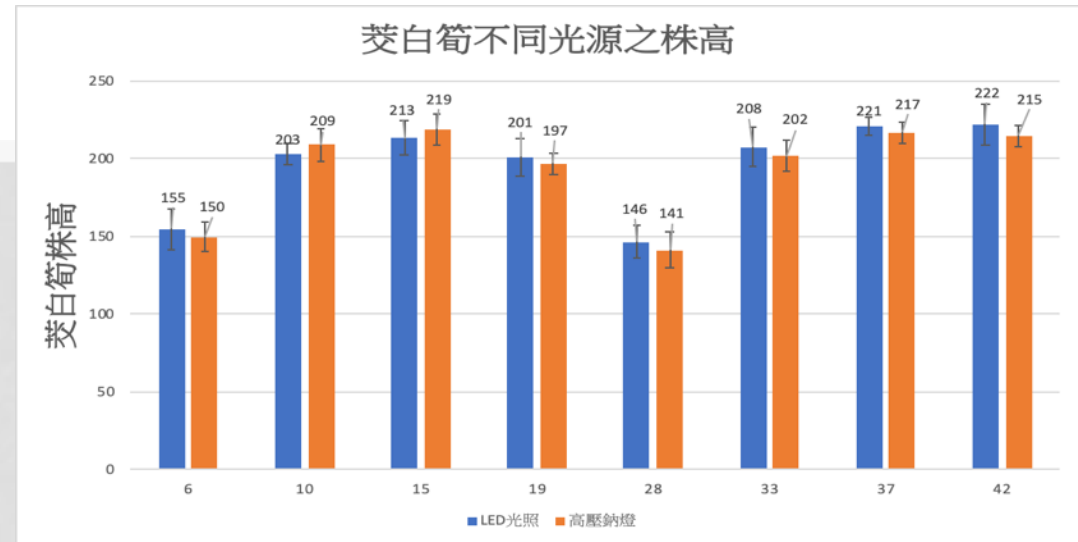
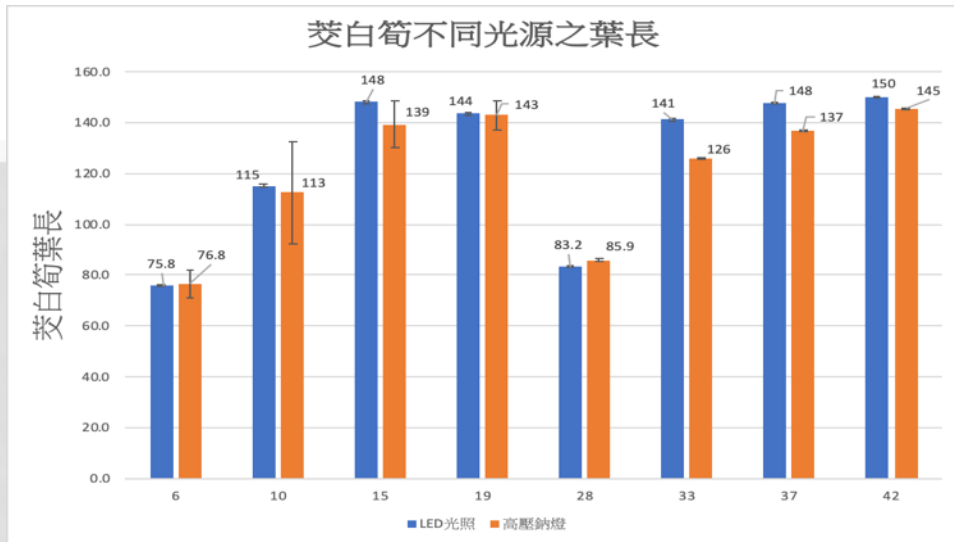


農民使用高壓鈉現況



農民使用區域田地照

110年度茭白筍測量 (葉長、葉寬、株高、分蘗數)



茭白筍產量

彭先生茭白筍單位面積產能比較 單位：公斤/1分地

	108-第1期	108-第2期	109-第1期	109-第2期	110-第1期	110-第2期	總計
LED燈	1,221	2,571	1,285	2,464	1350	2464	11,355
高壓鈉燈	1,133	2,550	1,150	2,416	1166	2333	10,748

彭先生茭白筍經濟收益比較 單位：元/1分地

	108-第1期	108-第2期	109-第1期	109-第2期	110-第1期	110-第2期	總計	增減
LED燈	122,100	257,100	128,500	246,400	135,000	246,400	1,135,500	60,700
高壓鈉燈	113,300	255,000	115,000	241,600	116,600	233,300	1,074,800	

節電計算

彭先生茭白筍用電量與電費比較

單位：度/1分地

期別	照燈時程(天)	品項	盞	電量 (度/時)	小時	使用度數	電費 (元/度)	電費(期)
108 第1期	75	高壓鈉(400W)	8	3.2	11	2640	3.49	9213
	75	LED燈(60W)	8	0.48	11	396	1.78	706
108 第2期	10	高壓鈉(400W)	8	3.2	7	224	1.63	365
	10	LED燈(60W)	8	0.48	7	34	1.64	55
109 第1期	78	高壓鈉(400W)	8	3.2	10	2496	3.29	8224
	78	LED燈(60W)	8	0.48	10	374	1.61	601
109 第2期	15	高壓鈉(400W)	8	3.2	7	336	1.76	593
	15	LED燈(60W)	8	0.48	7	50	1.61	81
110 第1期	76	高壓鈉(400W)	8	3.2	12	2918	3.57	10427
	76	LED燈(60W)	8	0.48	12	438	1.80	790
110 第2期	14	高壓鈉(400W)	8	3.2	8	358	1.78	639
	14	LED燈(60W)	8	0.48	8	54	1.64	88 ²³

2022年南投縣政府補助推動農業(茭白筍)節電示範專區

埔里茭白筍產量全台最高 縣府規畫換LED燈減電費、光害

2021-11-06 13:00 聯合報 / 記者江良誠 / 南投即時報導

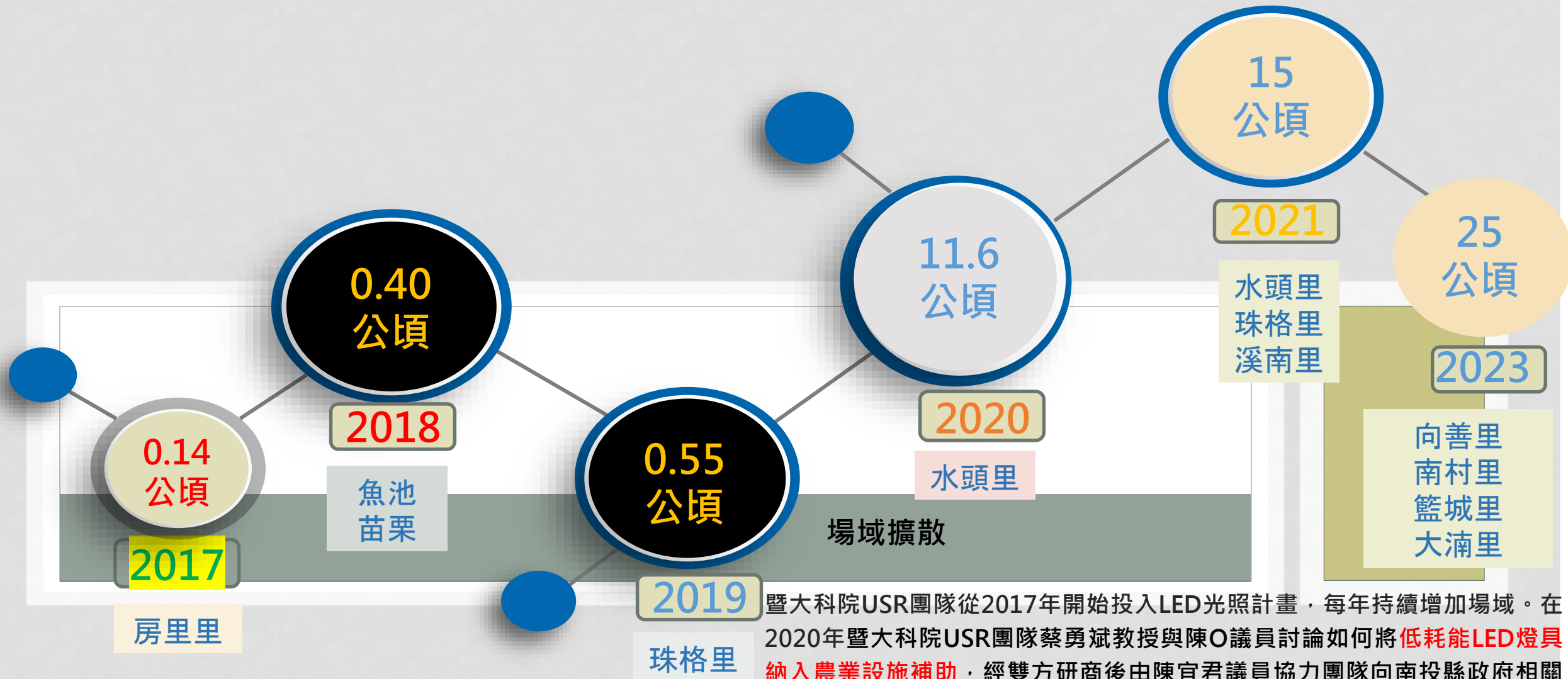
+ 農民



埔里鎮盛產茭白筍產量占全國8成5，親子也穿上青蛙裝下田體驗採收茭白筍。圖 / 南投縣政府提供



LED光照計畫 - 場域擴散



暨大科院USR團隊從2017年開始投入LED光照計畫，每年持續增加場域。在2020年暨大科院USR團隊蔡勇斌教授與陳O議員討論如何將**低耗能LED燈具**納入**農業設施補助**，經雙方研商後由陳宜君議員協力團隊向南投縣政府相關單位進行橋接，到了2021年由南投縣政府在埔里地區建立農業節電示範專區，同時擴散到魚池、苗栗地區。目前2023更延伸向外擴散至國道沿線來做。目前鎮內已有**8個里**有田區進行LED燈照射茭白筍田區。



埔里茭白筍種植面積近1,800公頃，以一分地用8盞LED燈為例，如果埔里茭白筍夜間照明全換成LED燈總共約是14萬8千盞，每一分地LED燈較高壓納燈每年可節省約1002度電，1度電即可減少0.554kg的碳排放係數。



公頃



盞



噸CO₂e



相當於台灣林相面積(ha)

註：經濟部能源局依照IPCC標準換算的資料，熱帶林二氧化碳的吸收量每年約12-30公噸 / 公頃，以台灣林相變化為基準計算，約20.2噸 / 年。

LED茭白筍-協力在地特色產業創造綠色經濟



2022年田間科學調查 (100次)
針對茭白筍生長進行田間調查，進行科學實驗的資料累積



電子新聞報導 (21篇)
LED燈照明茭白筍研究計畫，獲得豐碩成果共有9家知名媒體進行採訪。



在地探索-茭白筍文化
本計畫茭白筍產業與3間國小（愛蘭、溪南、史港）端連結，促進學生對在地產業之認識。



人文與科技的活動
舉辦「埔田星岸：茭戲」感恩大地活動



產業延伸
暨大科院USR團隊今年協助集集火龍果果農從LED白光置換成紅藍光。



LED計畫協力縣府燈會
2021年南投燈會並展示暨大科院USR團隊近年來在茭白筍光照上的粉紅光進行擴散



幼兒園生態參觀課程導入



幼兒園小朋友
與家長及老師，
搭配社區生態
課程前來參觀，
並了解在地特
色茭白筍田內
的環境生態。



愛蘭國小學生課程導入



2023/09/19

暨大與南投縣環境保護局及愛蘭國小導入埔里鎮珠仔山社區中的茭白筍田進行田間調查、水資源及生態保護觀念執行，讓同學們認識茭白筍田附近的水圳並了解水對埔里的產業是很重要的，這次很多同學都表示這是他們第一次下田，學生回饋說很好玩又有趣，參與人數75名。



大學生課程導入



暨大科院USR團隊帶領本校應化系與土木系的學生一同前往埔里房里里LED光照試驗場域進行田間調查，那同學們都表示這是他們第一次下田，學生回饋說很好玩又有趣，下次有機會想繼續參與這項田間調查，參與人數10名。



暨大通識課程水圳與環境踏查導入埔里房里里茭白筍田進行田間調查，讓同學們認識茭白筍田附近的水圳並了解水對埔里的產業是很重要的，這次很多同學都表示這是他們第一次下田，學生回饋說很好玩又有趣，參與人數30名。



暨大科院USR團隊協助科院學士班進行在地行腳活動，讓大夥驚呼連連不已，科院團隊與在地接地氣的連結，「粉紅光茭白筍」，一早就「巡田水」的體驗，參與人數30名。



大學國際生課程導入



暨大通識課程的學生一同前往埔里最佳主菱農場LED光照試驗場域進行田間體驗，那同學們都表示這是他們第一次下田，學生回饋說很好玩又有趣，下次有機會想繼續參與這項田間調查，參與人數40名。



暨大跨國線上特色課程，學生回饋說很好玩又有趣，參與國際生人數18名。



暨大科院USR團隊前往埔里鎮菱白筍田，讓大夥驚呼連連不已，科院團隊與在地接地氣的連結，「粉紅光菱白筍」，一早就是「巡田水」的體驗，。

學生參與LED燈照茭白筍-回饋

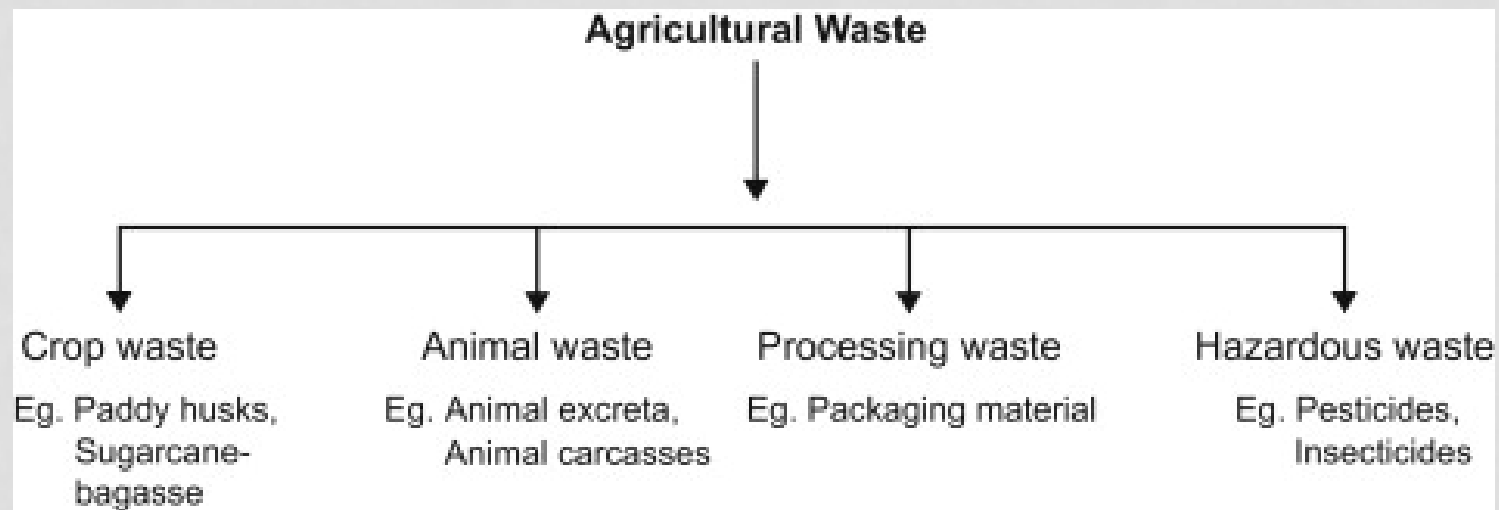


南投縣110年設備汰換與智慧用電推廣補助計畫(建設處)，**建置11.6公頃作為示範區域，省下14.9萬度/年、降低74.9噸CO₂e排放量**

學生參與計畫回饋：從一開始完全沒下過茭白筍田，進入田中腳甚至拔不出來，到現在行走自如，學習到了田間行走的技巧與很多知識像是LED燈取代高壓鈉燈省電、降光害、夜間光照幫助植株成長等等。

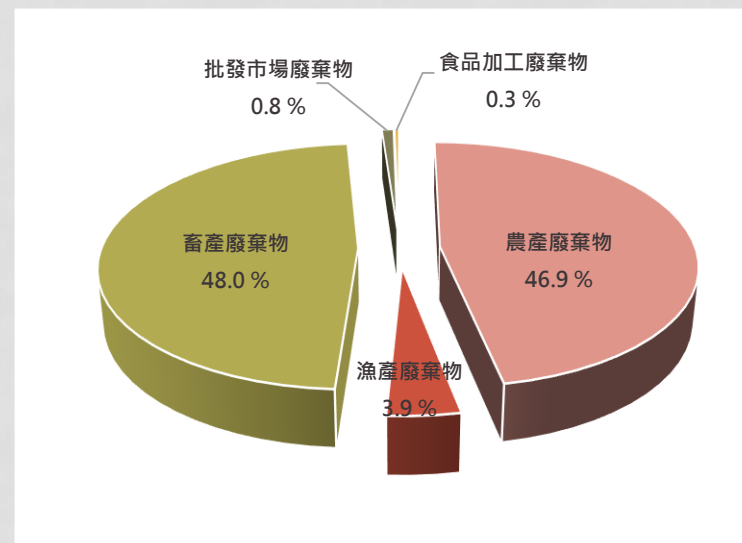
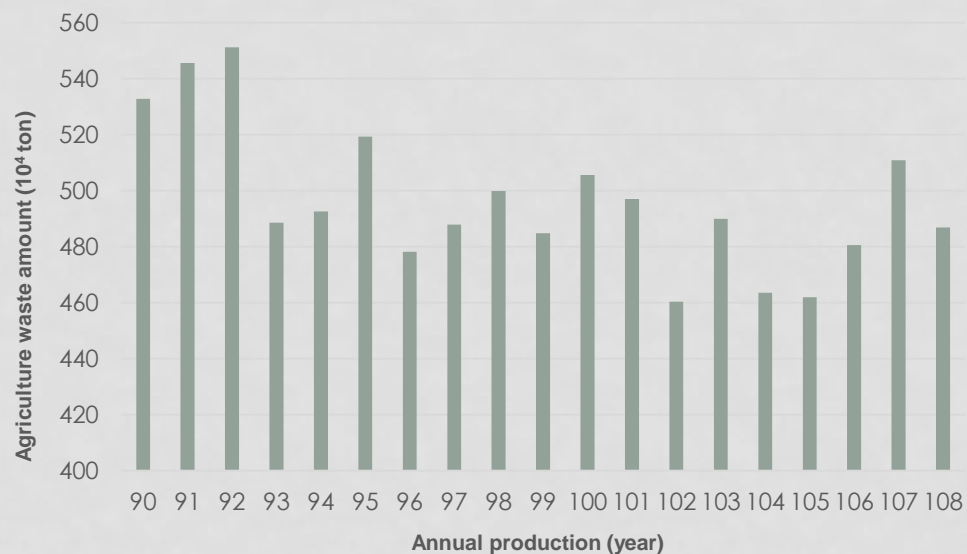
農業廢棄物(剩餘資材) (1/2)

聯合國將**農業廢棄物**定義為：**各種農業活動產生的廢棄物**，包括來自農場、禽舍和屠宰場的糞便和其他廢棄物、採收農作物產生的廢棄物、田間肥料的流失、進入水、空氣或土壤中的農藥以及田間排放的鹽和淤泥。



農業廢棄物(剩餘資材)(2/2)

臺灣農業廢棄物分別有**農產廢棄物**、**漁產廢棄物**、**畜產廢棄物**、**批發市場廢棄物**和**食品加工廢棄物**，其中以**農產廢棄物**與**畜產廢棄物**佔了大部分農業廢棄物的產量。



生物炭

- **生物炭(biochar)**係由植物生物質於完全或部分缺氧之條件下，經由**熱裂解碳化程序**(通常溫度 $< 700\text{ }^{\circ}\text{C}$)後產生具有穩定、高度芳香化及富含碳元素之固態物質，屬於黑炭(black char)範疇之一。
- 近年來，**生物炭**作為一**新型環境功能材料**已引起廣泛關注，尤其在**土壤改良**、**溫室氣體減量**及**受污染環境復育**等方面，均展現出應用潛力。
- 生物炭為活性碳之前驅物，且活性碳已被證實為**一種優良之載體材料**；相對而言，生物炭未經活化過程，**可避免對環境二次污染之風險**，且製備成本也大幅降低。
- 茭白筍殼屬於**木質纖維素廢棄物**，並可能研發有用的產品而非一次性農業廢棄物。以茭白筍殼製成之生物吸附劑可應用於水質淨化與土壤改良。

美國MIT對外公開的「氣候解決方案模擬器 EN-ROADS」中顯示生物炭是最容易辦到也是最有潛力的負碳技術。EN-ROADS所評估的六個策略中，生質能加碳捕獲(BECCS)幾乎沒甚麼減碳效益，反而生物炭 (BIOCHAR)加上農業土壤碳匯(AGRICULTURE SOIL CARBON)兩大和農林業相關的減碳技術，占了相當大的負碳比例，非常值得推動。

AFFORESTATION: 造林

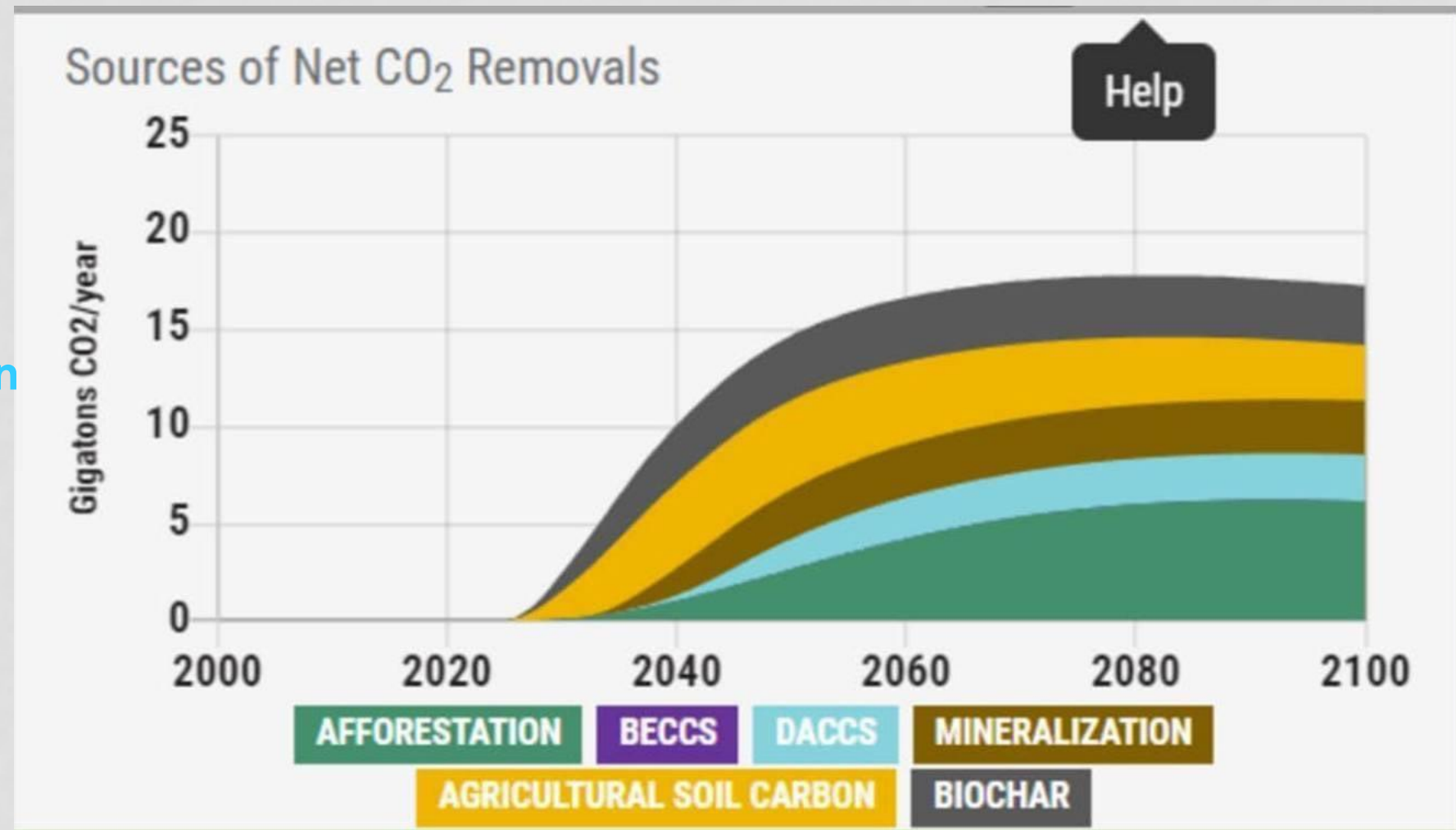
BECCS: bio-energy with carbon capture and storage

DACCS: direct air carbon capture and storage

MINERALIZATION: 礦化

AGRICULTURAL SOIL CARBON: 土壤碳匯

BIOCHAR: 生物炭



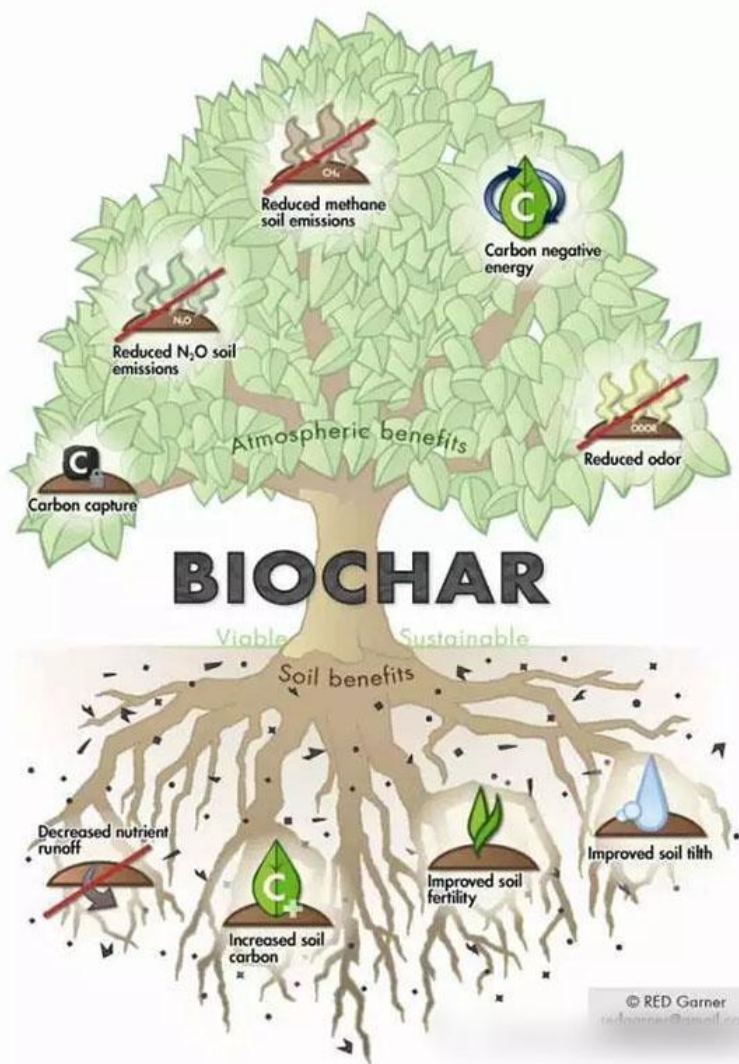
生物炭特性

生物炭為土壤改良劑
具有復育土壤促進作物生長

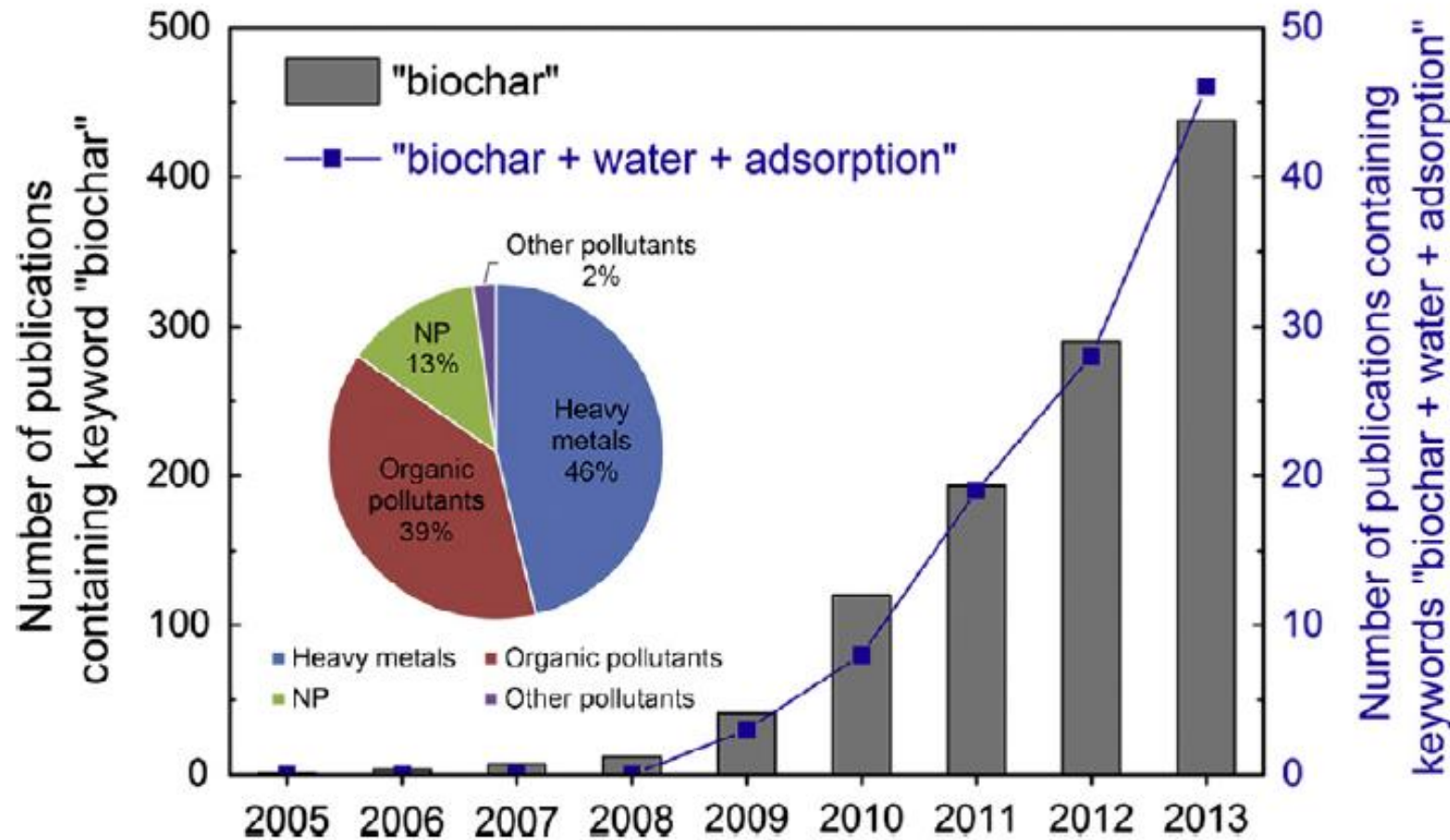
增加土壤碳匯，達減碳目標

資源、環保與經濟

達到永續經營之日標

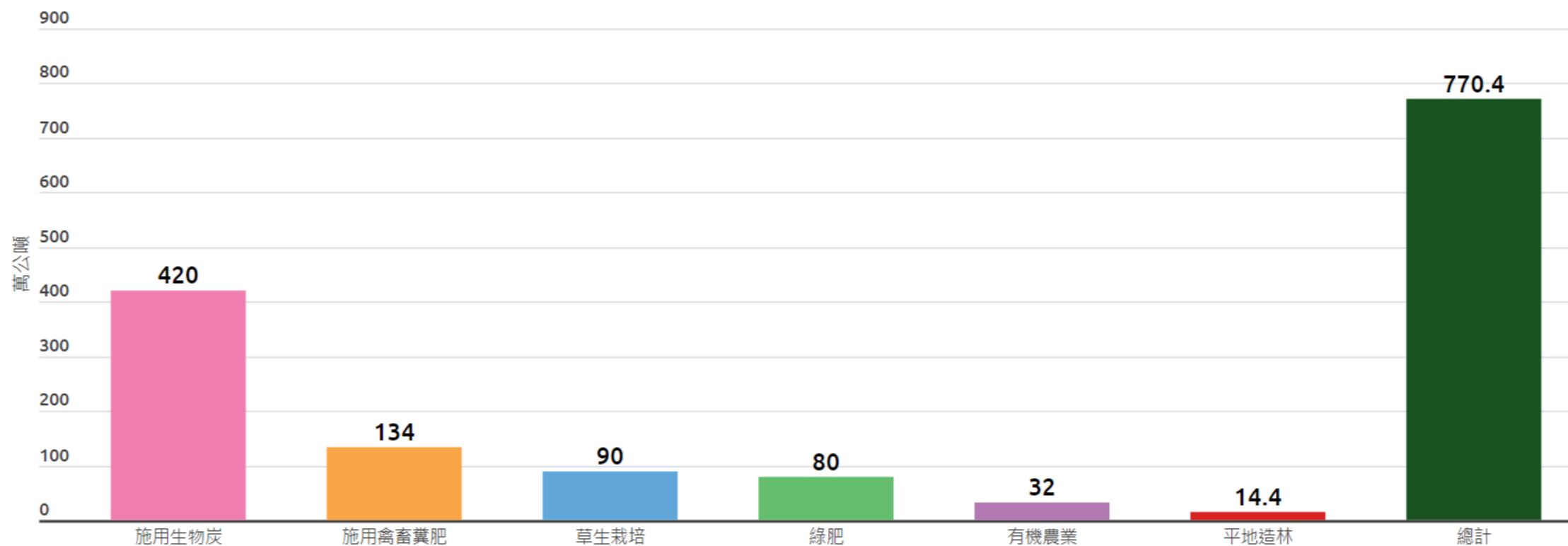


生物炭對有機物移除相關研究



重金屬 > 有機污染物 > 氮磷 > 其他污染物

預估未來20-25年 增加土壤有機碳(SOC)目標



資料來源：農業試驗所
製表：林怡均

<https://www.newsmarket.com.tw/blog/171096/>

廢棄茭白筍殼加值再利用



茭白筍殼碳製備流程

Oven at 105°C



Ground into 2mm pieces as a feedstock for biochar production

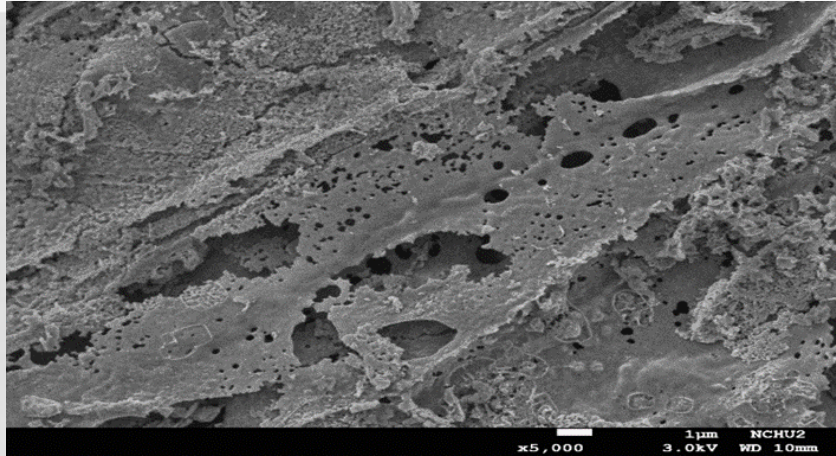


Sample about of 10.2g

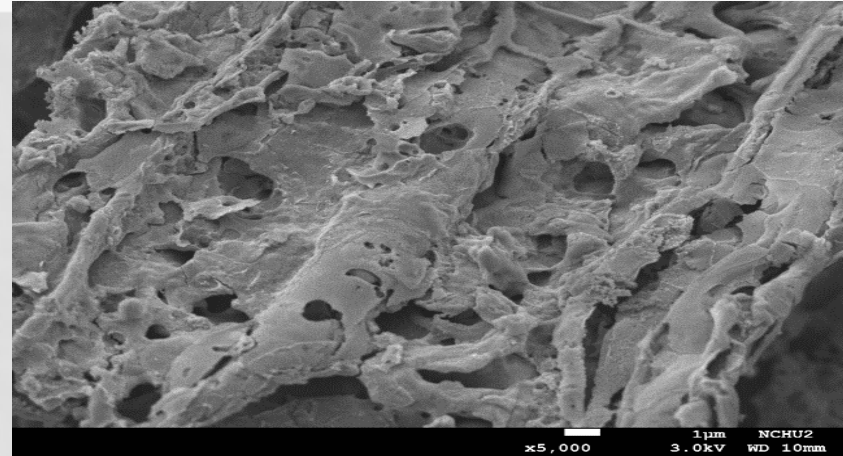


在低(無)氧氣狀態下以不同溫度(500,600,700 °C)燒製2小時

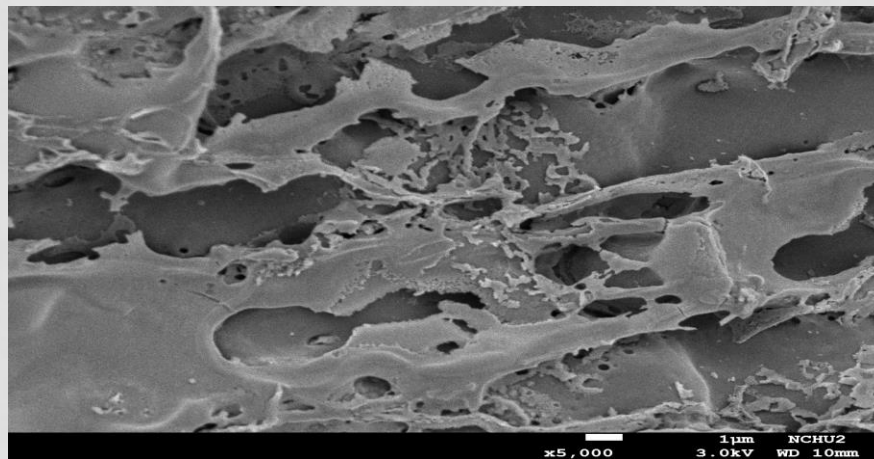
不同溫度製備之茭白筍殼碳SEM圖



WBC_{500°C}SEM圖



WBC_{600°C}SEM圖



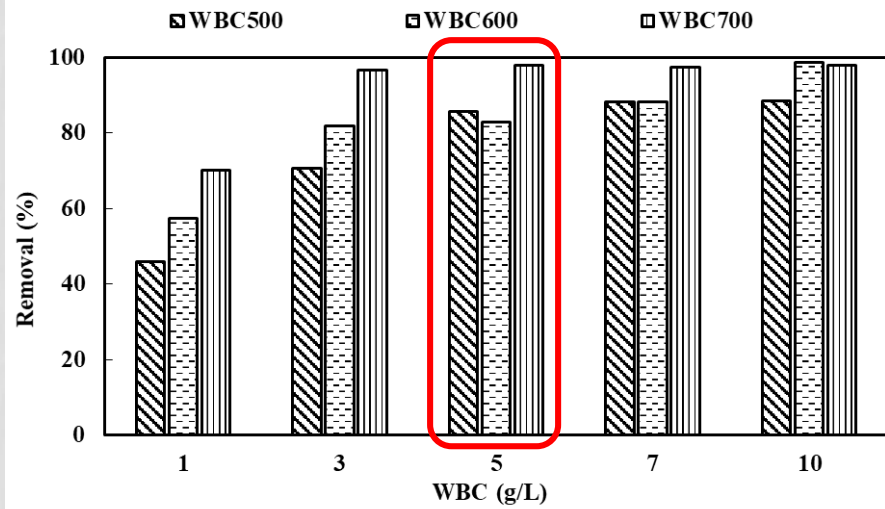
WBC_{700°C}SEM圖

不同溫度製備之茭白筍殼碳SEM圖。

- 茭白筍殼碳表層擁有許多圓形凹狀孔隙及小孔洞，能提供吸附污染物之空間。

應用碳化茭白筍殼處理水中污染物去除之研究

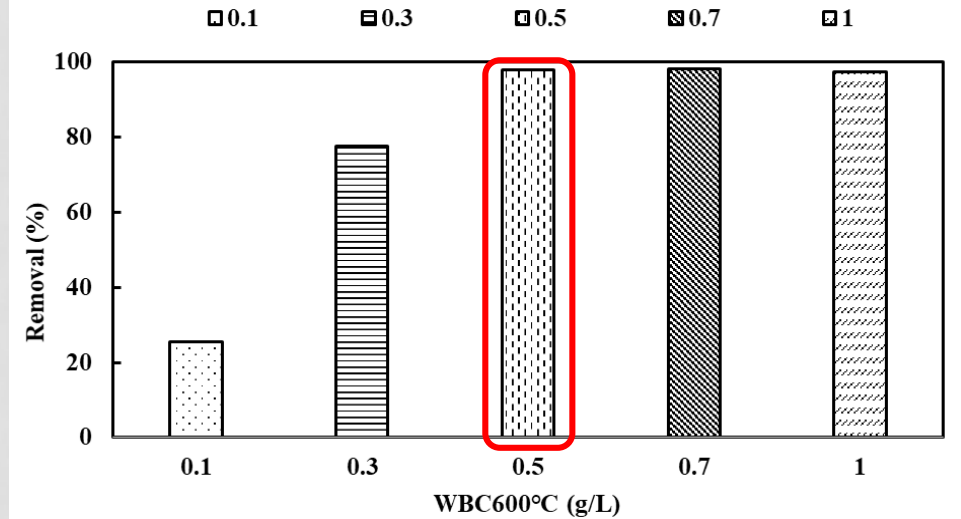
黃長升、陳谷汎，應用碳化茭白筍殼處理水中污染物之研究，二十九屆下水道與水環境再生研討會，2019。



不同碳化茭白筍殼劑量對AO7去除效率

(AO7=10 mg/L ; WBC_{500°C}、WBC_{600°C}、WBC_{700°C} = 1、3、5、7與10 g/L ; 25°C ; 150 rpm)

- 當茭白筍殼碳鍛燒溫度提高，可增進AO7溶液之去除效率。
- 茭白筍殼碳劑量提高時，可增進AO7溶液之去除效率。

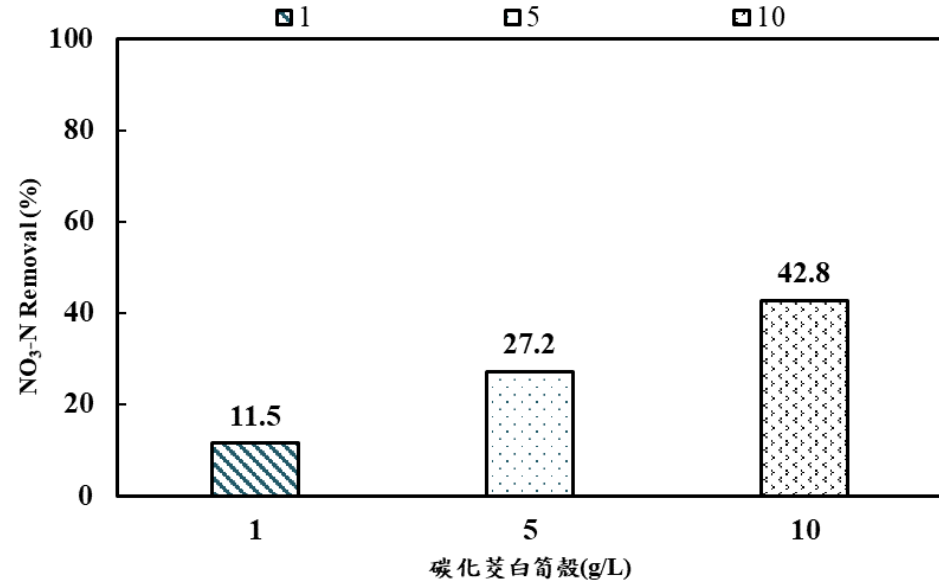


碳化茭白筍殼劑量對銅去除效率。

(Cu²⁺ = 10 mg/L ; WBC_{600°C}=0.1、0.3、0.5、0.7與1 g/L ; 25°C ; 150 rpm)

- 茭白筍殼碳劑量提高時，可增進Cu²⁺溶液之去除效率。

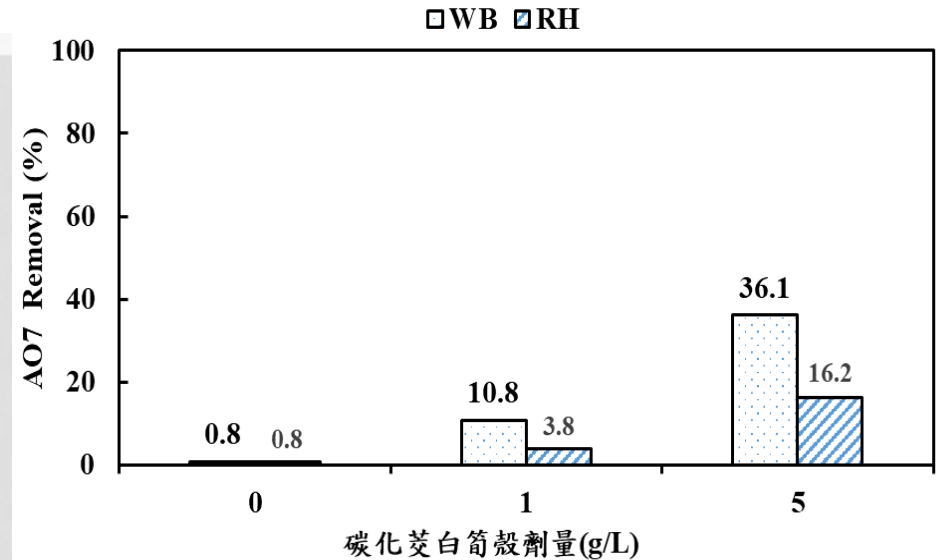
應用碳化茭白筍殼處理水中污染物去除之研究



不同碳化茭白筍殼劑量對硝酸鹽氮去除效率

(實驗條件: NO₃-N = 5 mg/L ; WB400°C = 1、5及10 g/L ; 25°C ; 150 rpm)

- 碳化茭白筍殼劑量對硝酸鹽氮去除效率為10 > 5 > 1g/L，顯示碳化茭白筍殼具有吸附硝酸鹽氮之能力。
- 劑量提高時，可增進水中硝酸鹽氮之去除效率。



不同碳化茭白筍殼與稻殼劑量對AO7去除效率

(實驗條件: AO7 = 5 mg/L ; WB400°C及RH400°C = 1及5 g/L ; 25°C ; 150 rpm)

- 生物炭對AO7吸附去除效率以**碳化茭白筍殼**>稻殼碳。
- **碳化之筍殼**對**有機物**及**硝酸鹽**皆有**良好之去除效果**，顯示未來筍殼炭用於田間水質淨化極具潛力。

評估碳化茭白筍殼對土壤酸鹼值調整試驗

時間	位置	pH	ORP	EC	有機質	含水率	CEC
	單位	-	mV	$\mu\text{S}/\text{cm}$	%	%	mg/L
107.9.11	1	5.85	152	208	9.1	1.04	3.9
	2	6	154	257	10.5	1.18	2.5
	3	5.64	173	393	12.0	0.86	2.4
	4	5.59	173	258	10.1	1.11	2.4
	5	5.79	161	324	11.2	1.17	2.4
	6	5.84	241	301	2.4	1.46	2.4
	7	5.46	218	311	3.0	1.24	2.6
	8	5.81	214	431	3.6	1.34	2.9
	9	5.76	218	444	5.4	1.38	2.7
1071016	1	4.96	338.3	540	3.2	1.85	1.21
	3	4.88	379.6	562.7	8.0	20.64	1.23
	5	5.05	333.3	582.7	2.3	1.87	1.62
	7	4.06	309.2	761.7	3.9	1.96	1.48
	9	5.14	284	536.8	3.6	2.1	1.02
1080423	9	5.97	-	425.7	6.2	1.77	2.65
	5	5.8	-	397.6	7.1	1.42	3.12
	7	5.77	-	407.6	6.1	1.3	2.98

組別	土壤(g)	碳化茭白筍殼 (g)		pH
1	10	-		5.05
2	0	WBC _{400°C}	1	9.72
3	0	WBC _{500°C}	0.7	10.08
	10	WBC _{500°C}	0.7	7.52
4	0	WBC _{600°C}	0.7	10.1
	10	WBC _{600°C}	0.7	7.10
5	0	WBC _{700°C}	0.7	10.2
	10	WBC _{700°C}	0.1	5.54
		WBC _{700°C}	0.3	5.90
		WBC _{700°C}	0.5	6.46
		WBC _{700°C}	0.7	6.96

添加**30 g/kg soil**之碳化茭白筍殼劑量，可使土壤酸鹼值為**5.90** (符合茭白筍生長之酸鹼值介於5.5 ~ 6.5)。



南投縣政府



環境保護局

Environmental Protection Bureau

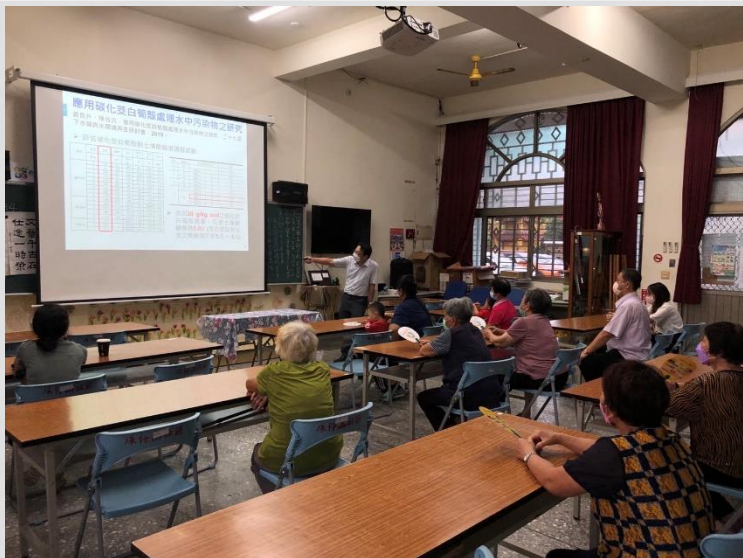
移動式生物炭爐示範 推廣活動--規劃說明

執行單位：空氣汙染防制科



Biochar

社區生物炭宣導 禁止露天燃燒說明會



農廢燃燒- PM_{2.5}、PM₁₀、多環芳香烴



埔里空污



暨大與南投縣環保局合作 設置一座示範型生物炭爐

暨大與南投縣環保局要將茭白筍廢棄物在進行地資源化，轉換成生物炭，是淨零排放相當成功的案例，也創造學校-南投縣政府-農民多贏的局面。



官田菱殼炭爐



官田菱炭生活工場將惱人的廢棄物菱角殼燒製成菱炭運用。(記者楊金城攝)

生物炭爐



- ✓ 生物炭
- ✓ 醋液
- 可燃氣體收集?
- 精準操作控制?
- 污染防制設施?



建置茭白筍生物炭爐 示範區域與外部資源媒合歷程

106.8.1



啟動期

在地茭白筍產業接觸

110.1



驗證期

3年生物炭
數據做為科學
的驗證

110.6



尋求資源

連結地方資源

111.03



溝通協調

與相關單位進行計畫
內容溝通與修改

112.04



整合資源

縣府計畫提供、地方農
友意願、在地大學挺身

農廢再利用 埔里擬引進生物炭爐



埔里茭白筍產生大量筍葉、筍殼，處理棘手。(記者徐振攝)



埔里公所將設置三座生物炭爐，活化再利用農廢。(藍大提供)

廢棄茭白筍殼加值再利用

以茭白筍殼萃取化妝品成分



1. 將曬乾後的茭白筍殼稱重。



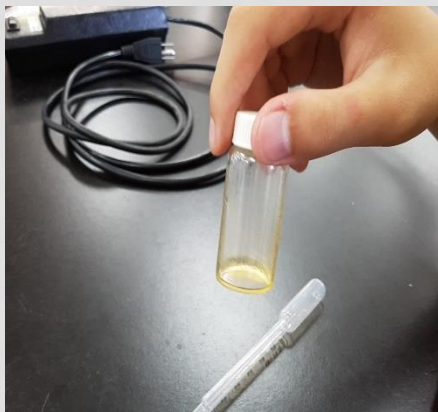
2. 倒入蒸餾萃取機中。



3. 加入溶劑萃取。



4. 經過一段時間加熱後儀器開始蒸餾。



7. 濃縮後的溶液。



6. 利用濃縮機將溶液中的溶劑移除。

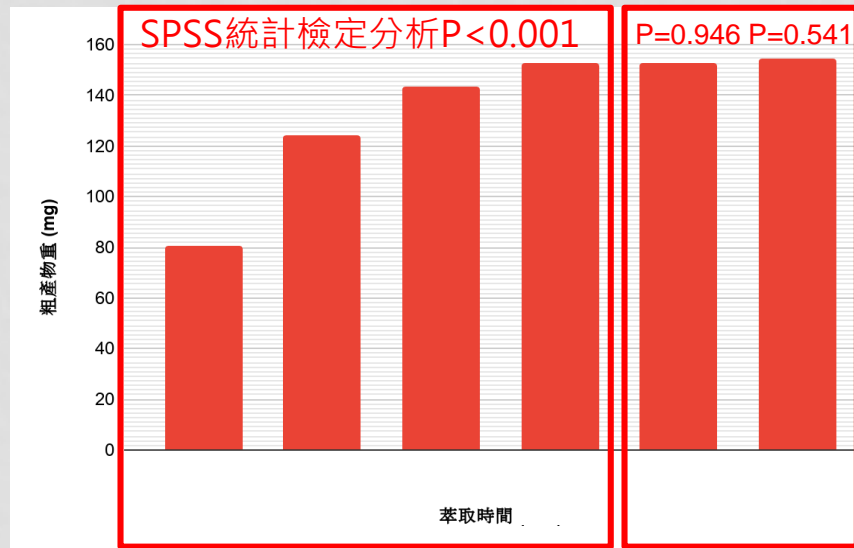


5. 收集蒸餾出來的溶液。

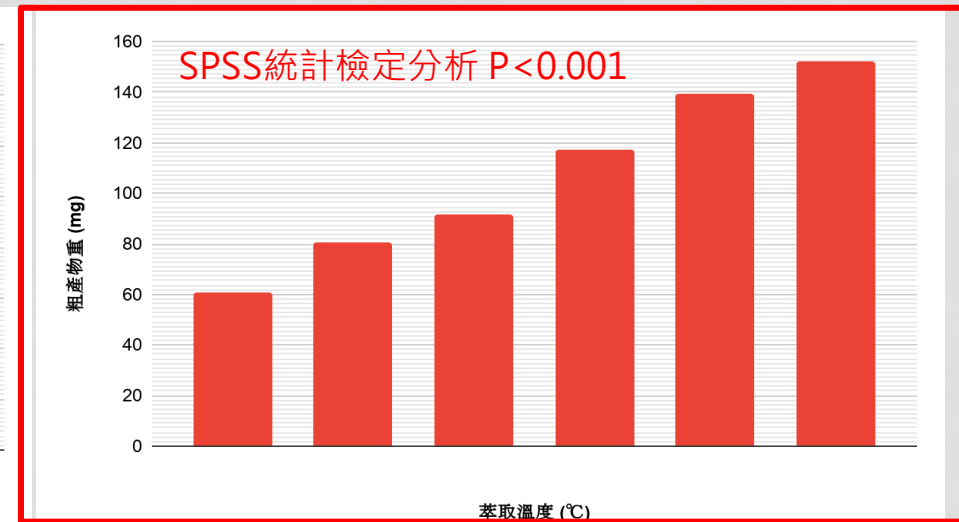
廢棄茭白筍殼加值再利用

以茭白筍殼萃取化妝品成分

- 最佳萃取時間



- 最佳萃取溫度

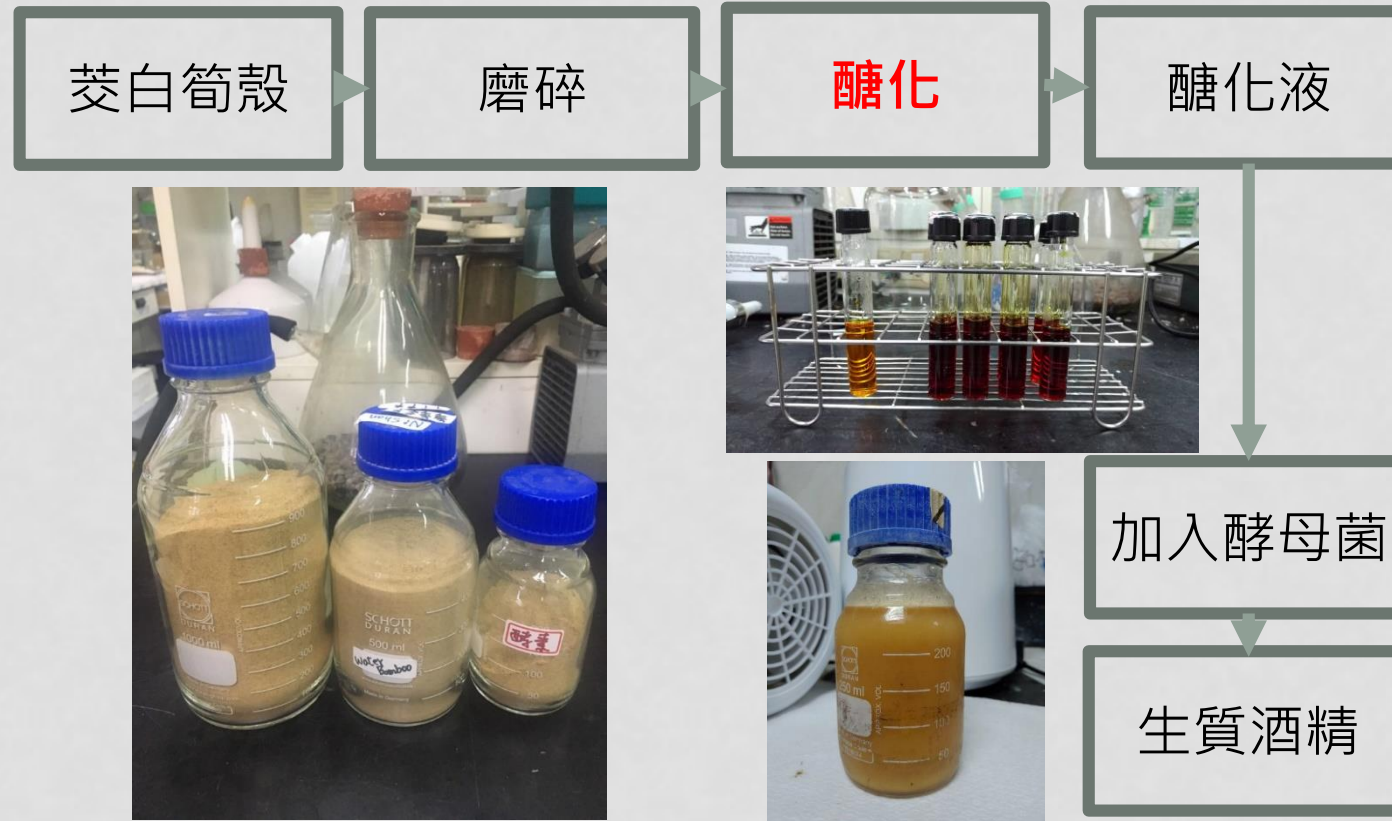


廢棄茭白筍殼加值再利用

以茭白筍殼製備生質酒精步驟

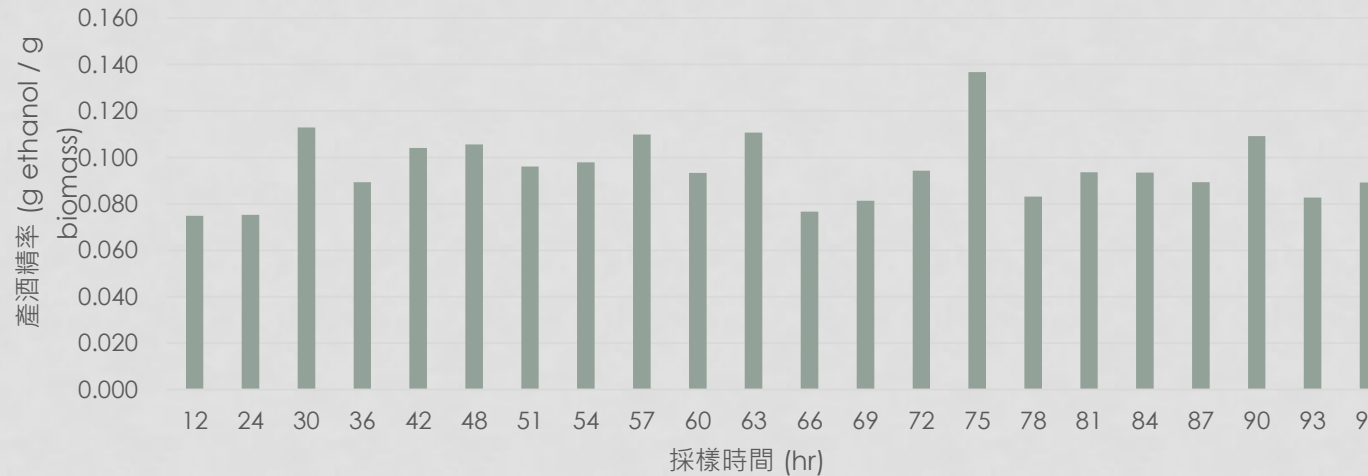
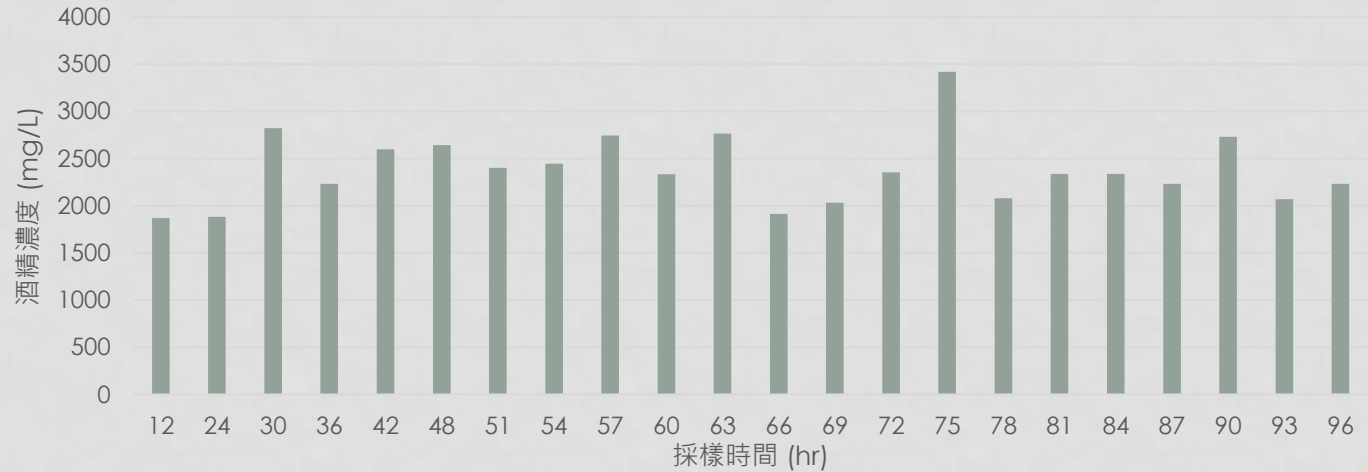
生質酒精製作

茭白筍殼回收再製生質酒精流程

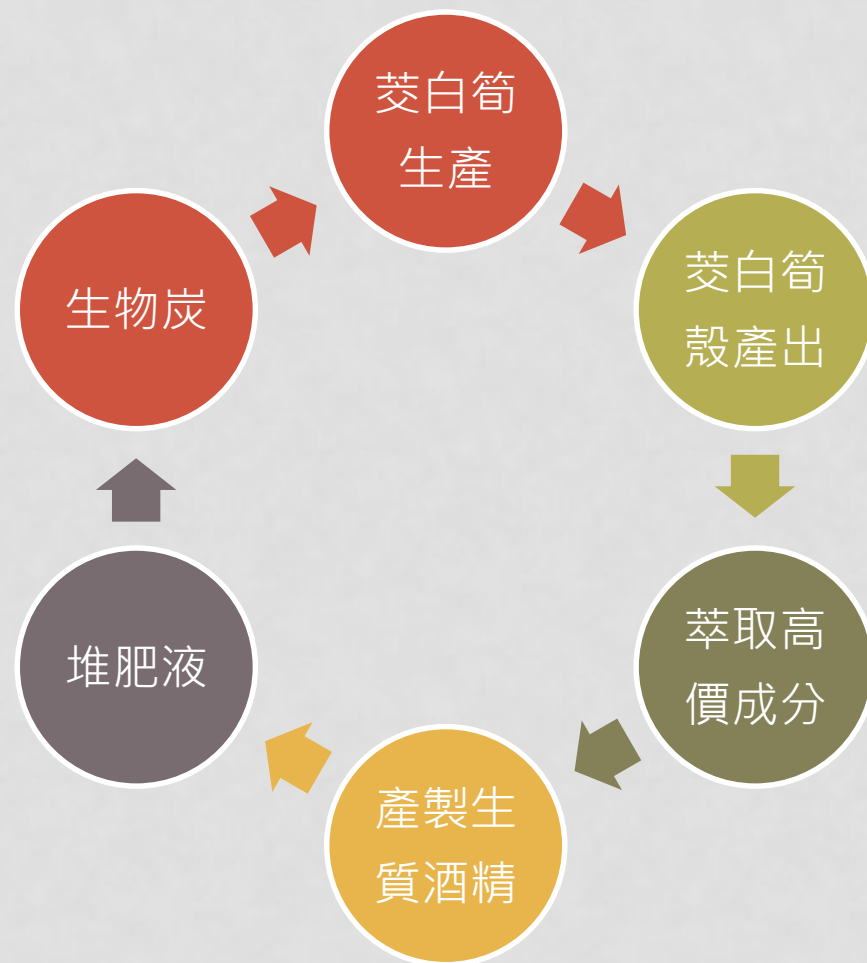


廢棄茭白筍殼加值再利用

以茭白筍殼製備生質酒精產率



茭白筍殼循環再利用系統



茭白筍殼露天棄置

生物炭爐設備設置圖



科技部智慧農業成果

埔里茭白筍三大環境危機，要靠智慧科技拆彈

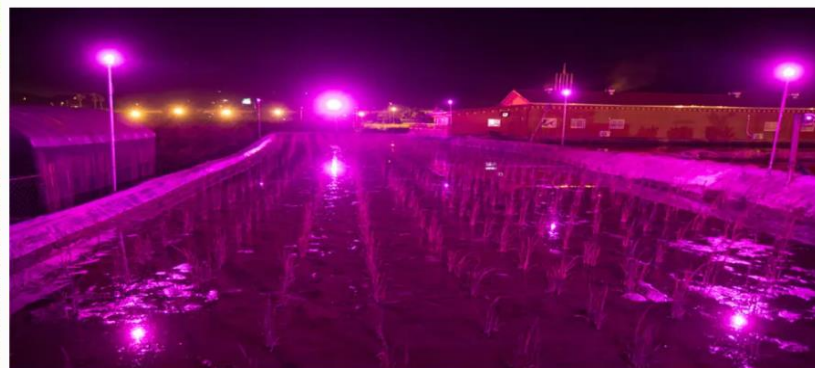
贊助

茭白筍是南投埔里重要的經濟作物，然而它的種植方式，對環境造成「夜間光害、地下水枯竭、PM2.5」三大問題，需要倚重智慧科技，為筍農找到農業生產與環境永續的平衡點。



暨南國際大學研究團隊長期關注埔里茭白筍產業，運用科技，解決種植造成的環境問題。

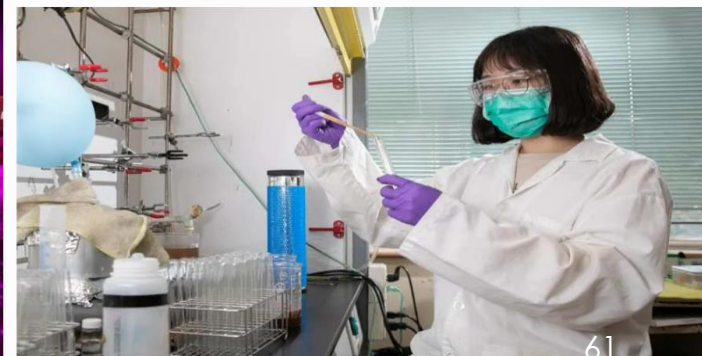
目前在國道6號埔里段兩旁的茭白筍田，一塊塊與研究團隊合作的試驗茭白筍田，陸續裝設智慧LED燈具，入夜後綻放夢幻的紫光，預料將成為網美最新的打卡夜景。



LED燈具省電耐用，最適合茭白筍生長的紫紅光線，不影響生態，也不刺眼。

從循環經濟著手 把筍殼變資源

除了重視水資源之外，研究團隊針對收成後產生大量的廢棄筍殼，提出循環再利用的研究。



為了讓茭白筍殼獲得妥善處理，暨南國際大學研究團隊利用實驗室資源，將筍殼變成具有價值價值的資源。

茭白筍田地下水用量

地下水用水量計算

秒數(s)	15	20	50
流速(L/s)	1.33	1	0.4
流量(噸)	33.5	25.2	10.8
每天引用地下水 量(噸)	69.5/1.4分 = 49.6		
茭白筍田大小	18,000 (種植茭白筍田總面積)		

18,000 分地 × 49.6 噸/天/分 = 892,800 噸/天

一年約有3個月時間抽地下水

892,800 噸/天 × 90天 = 80,352,000噸 (0.803億噸/天)

種植茭白筍田 地下水用量



未來將持續透過現場監測與相關實驗告知農友最適抽水量，以避免埔里地區地下水乾涸危機。

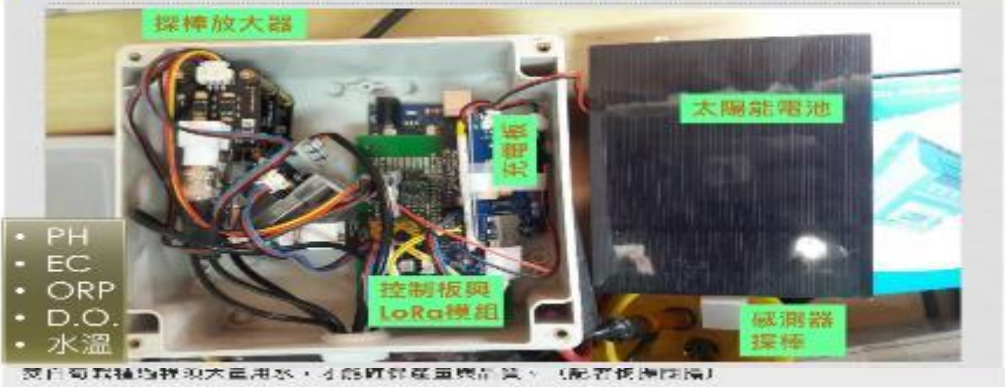


茭白筍地下水用量佔全埔里地區用水量
 $0.803 \text{ 億噸} / 2.36 \text{ 億噸/年} \times 100 \% = \underline{34. \%}$
 農業用水(地面水與地下水)
 $0.803 \text{ 億噸} / 2.18 \text{ 億噸/年} \times 100 \% = \underline{36.8 \%}$
 佔農業用水之地下水用量
 $0.803 \text{ 億噸} / 0.83 \text{ 億噸/年} \times 100 \% = \underline{96.7 \%}$

不止節電還要省水！國立暨南國際大學盼助埔里進行茭白筍產業革新

開發低成本水質監控設備導入在地減輕農民負擔

2020-03-09



暨大科技學院院長蔡國雄（右）說明暨大在埔里的茭白筍田區設置水質監控系統，長期監測並進行大數據分析。（記者張博隆攝）

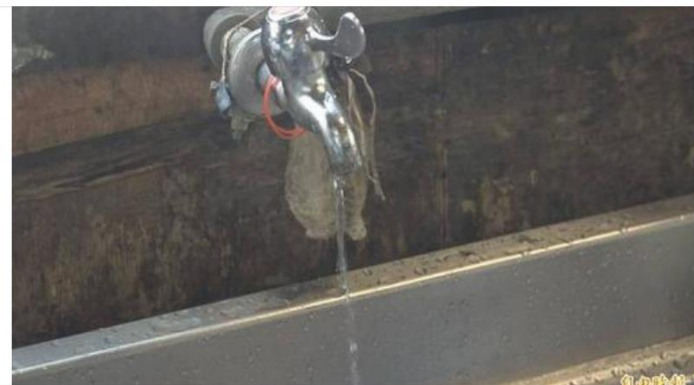
不僅節電，還要省水！ 茭白筍為南投縣埔里鎮重要經濟作物，須大量使用乾淨水源，但農民大量抽取地下水，長期對大地環境有不良影響，國立暨南國際大學科技學院則是投入研究，透過水溫等數據監測，計劃大數據分析找出最適合茭白筍生長的水環境，減少水資源的浪費。

代誌大條了！缺水又遇山崩 埔里茭白筍田面臨斷水危機



佟振國 ▸ 埔里人通通+進來 (公共版) 2021年5月6日

印象中不缺水的埔里，現在也得輪流減壓供水了，如果水情持續惡化，也不排除分區限水了.....



NEWS.LTN.COM.TW
水情持續嚴峻 埔里鎮7日起自來水輪流減壓供應 - 生活 - 自由時報電子報
南投縣埔里鎮自來水全部仰賴地下深水井供應，但水情持續嚴峻，目前每天供水量每天短少約2...

議題關鍵性：優化水、電資源使用降低環境衝擊，提升用水安全

環境衝擊



- 茭白筍產區位於上游，水源與下游民生用水水庫距離僅有35公里，抽取地下水將造成下游人工水資源依賴之河床水源減少。極端氣候造成產區氣溫上升，農民的不安全感導致24小時抽取地下水。需要依據天氣溫度變化，過高的時候才開啟馬達抽取地下水
- 24小時開啟抽水馬達亦造成農作過程電能浪費，平均一公頃耕種所需之電費，一個月高達新台幣一萬至一萬八千元。造成茭白筍耕種成本增加。亦造成大量碳排放。
- 過度抽水儲備與過度澆灌造成溪水乾涸，野生動物無水可用
- 綠色採購鍊開始要求用水用電數據。農村人力缺乏不易落實。

以AIoT科技解決極端氣候下農業用水困境， 爭取媒體曝光搶先打造商機



暨南大學茭白筍田
智慧馬達控制系統
現場安裝相片

生產優化



- 精準用水缺乏數據化資源管理系統。ESG採購通路開始要求數據收集
- 自動化收集數據，可以增快探盤查數據的進展速度
- 節電節水設備可以申請政府補助

關鍵成果

暨大科技學院智慧農業示範網頁

水質

欄位	數值
入水口PH	7.36
入水口ORP	163.0
入水口EC	0.0
入水口水溫	23.52
資料時間	April 10, 2020, 1:38 p.m.
出水口PH	3.98
出水口ORP	88.0
出水口EC	0.0
出水口水溫	21.53
資料時間	April 9, 2020, 5:40 a.m.
井水PH	8.69
井水ORP	74.0
井水EC	0.0
井水水溫	23.87
資料時間	April 6, 2020, 6:36 p.m.

環境

欄位	數值
水溫(入)	-126.4
水溫(中)	-126.75
水溫(壤)	-127.0
日照	2052.09
資料時間	April 19, 2020, 5:16 p.m.

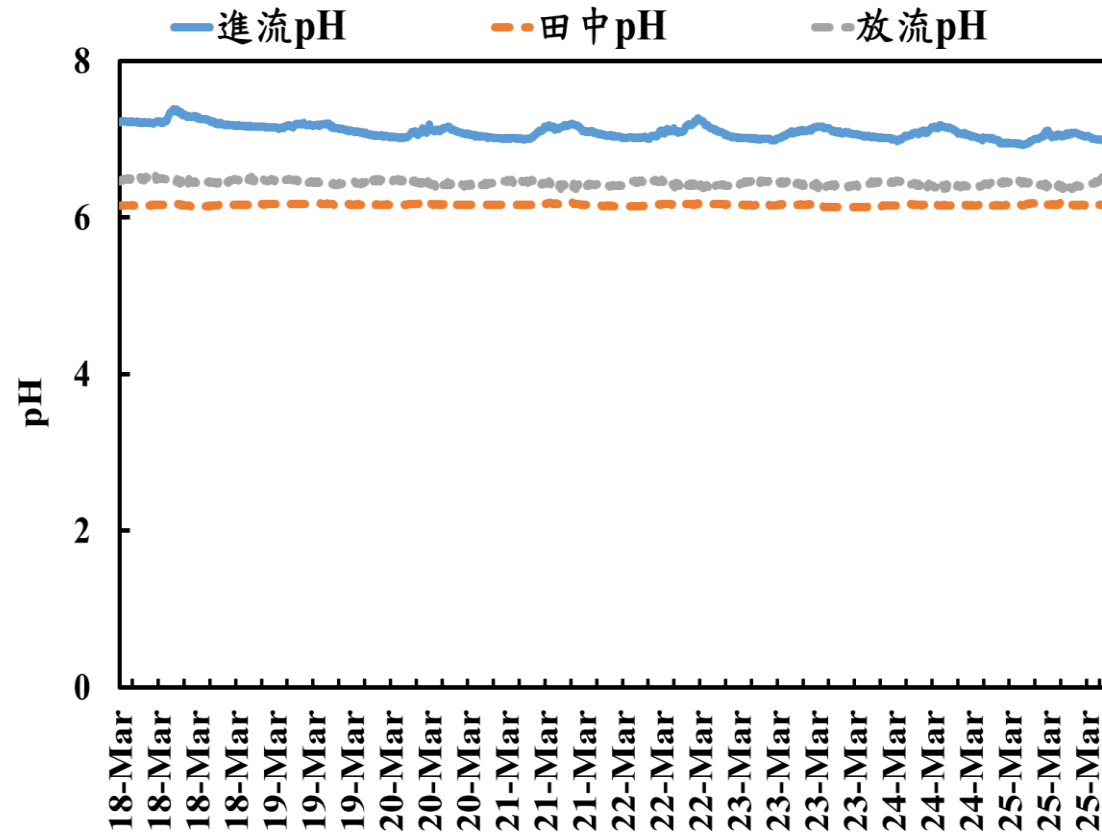
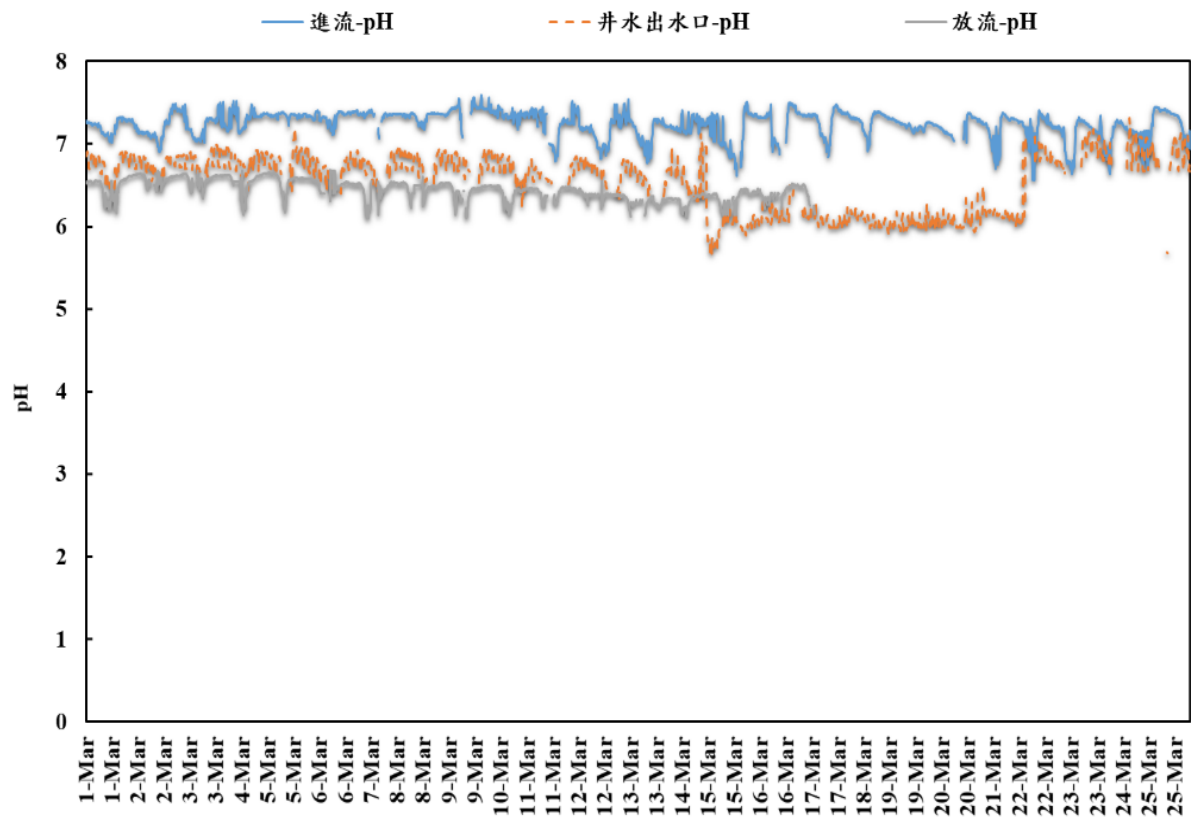
用電

欄位	數值
馬達	0.0
LED	0.0
資料時間	April 19, 2020, 5:23 p.m.
狀態	off



比較

2020.3.17 ~ 2020.3.25



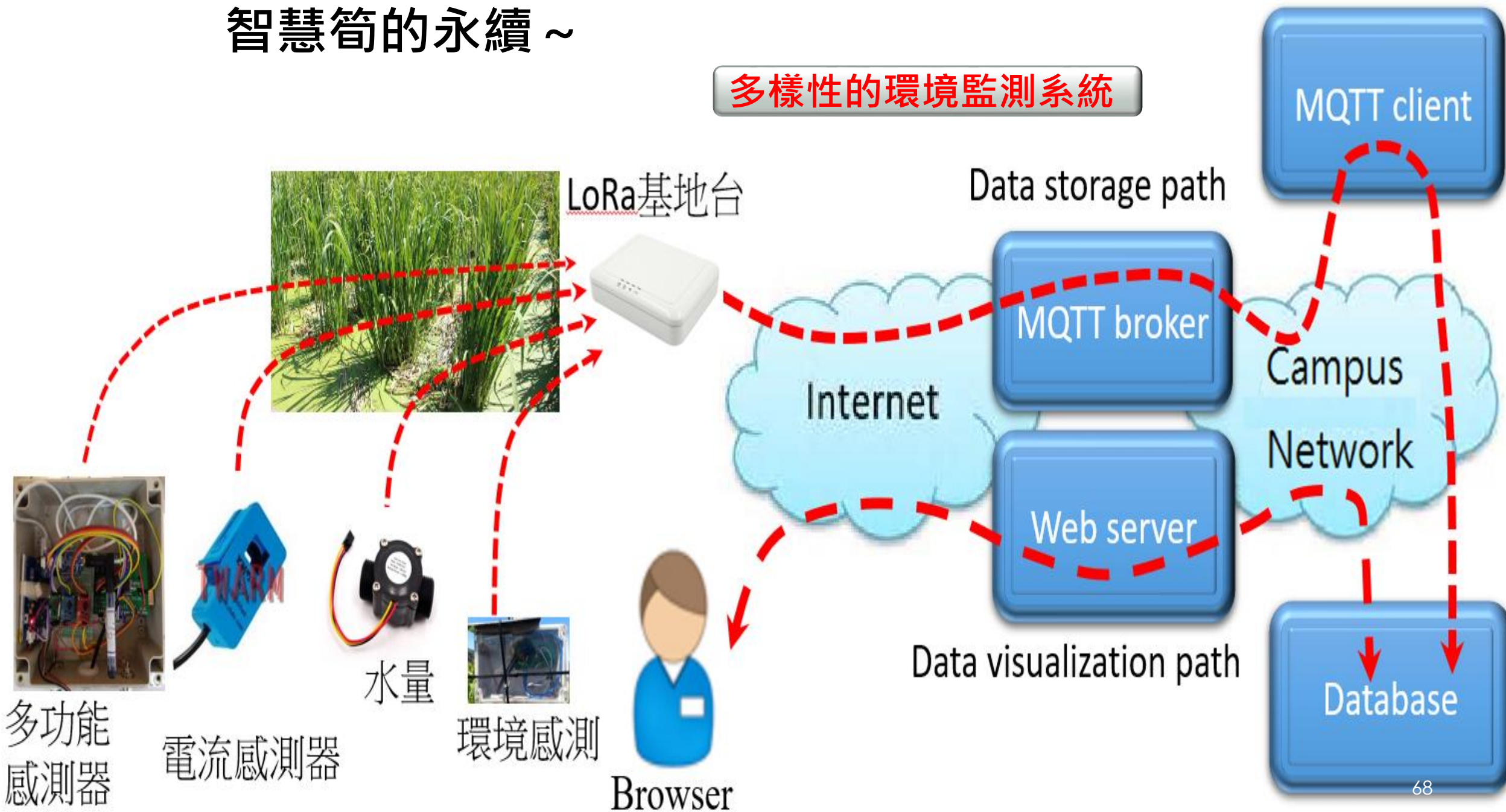
小型環境水質感測器

商業化水質監控系統

兩者數據相較是相近且穩定

智慧筍的永續 ~

多樣性的環境監測系統

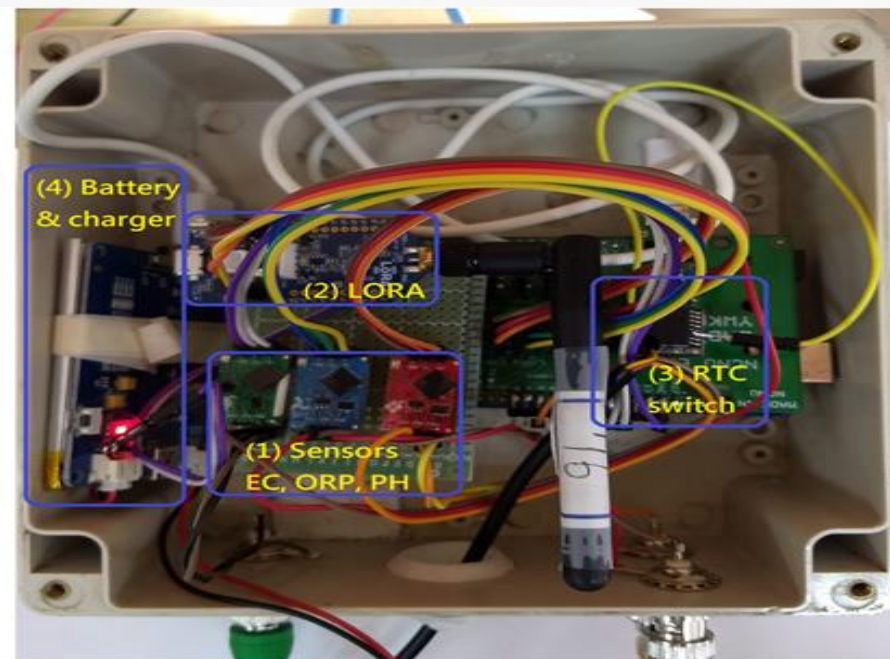
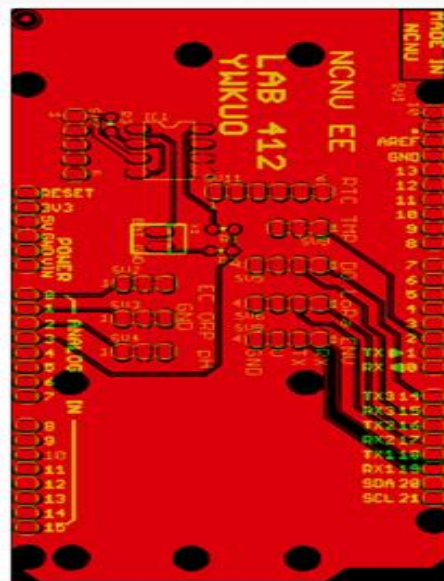


智慧筍的永續 ~

多樣性的環境監測系統

多功能感測器-太陽能

如圖右，配備2.5W的小太陽能板就能夠運行的戶外LoRa傳輸之綜合水質感測器，可以量測的數據有，pH、ORP、EC、水溫、電池電壓等。
如圖左，第二版的水質感測器我們設計了新的PCB。



採用新的感測模組，是Atlas-scientific出品的水質感測模組與probe，品質比之前使用的穩定許多，使用上透過UART介面，方便許多。

茭白筍產業用水的複雜性

- 田調30處筍田結果顯示，依照目前每處筍田固定抽取地下水模式，經換算成每分地用水當量最大者與最小者達20倍以上之差異。顯見筍農僅憑經驗，不清楚合理用水量。

李達量先生2024年第一期實際用水狀況(結筍期的用水控制策略)

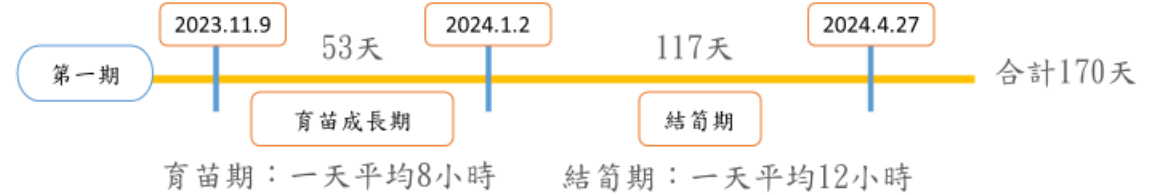


田地面積：5分地 馬達：7.5馬力 流速：2.057公升/秒 1小時出水量：9.02公噸

育苗期 9.02公噸*3.5小時*108天=3409.56公噸	育苗期 9.02公噸*2.5小時*108天=2435.40公噸
結筍期 9.02公噸*12.5小時*34天=3833.50公噸	結筍期 9.02公噸*11.5小時*34天=3526.82公噸
合計142天 使用7243.06公噸	合計142天 使用5962.22公噸

減少1280.84公噸
節水率：17.68%

劉宗賢先生2024年第一期實際用水狀況(結筍期的用水控制策略)



田地面積：3.2分地 馬達：12.5馬力 流速：14.1公升/秒 1小時出水量：50.76公噸

育苗期 50.76公噸*8小時*53天=21522.24公噸	育苗期 50.76公噸*7小時*53天=18831.96公噸
結筍期 50.76公噸*12小時*117天=71267.04公噸	結筍期 50.76公噸*11小時*117天=65328.12公噸
合計170天 使用92789.28公噸	合計170天 使用84160.08公噸

減少8629.2公噸
節水率：9.2%

實地場域設施介紹



LED茭白筍田-節水控制試驗場域(劉○○農友)



田中出水口溫度感測



馬達抽水控制、田中(進/出水口)溫度感測數據收集

架設田中溫度、大氣感測器進行監測，於茭白筍**結筍期間**透過水中溫度數據智慧控制馬達抽水來達到節水與節電的目地

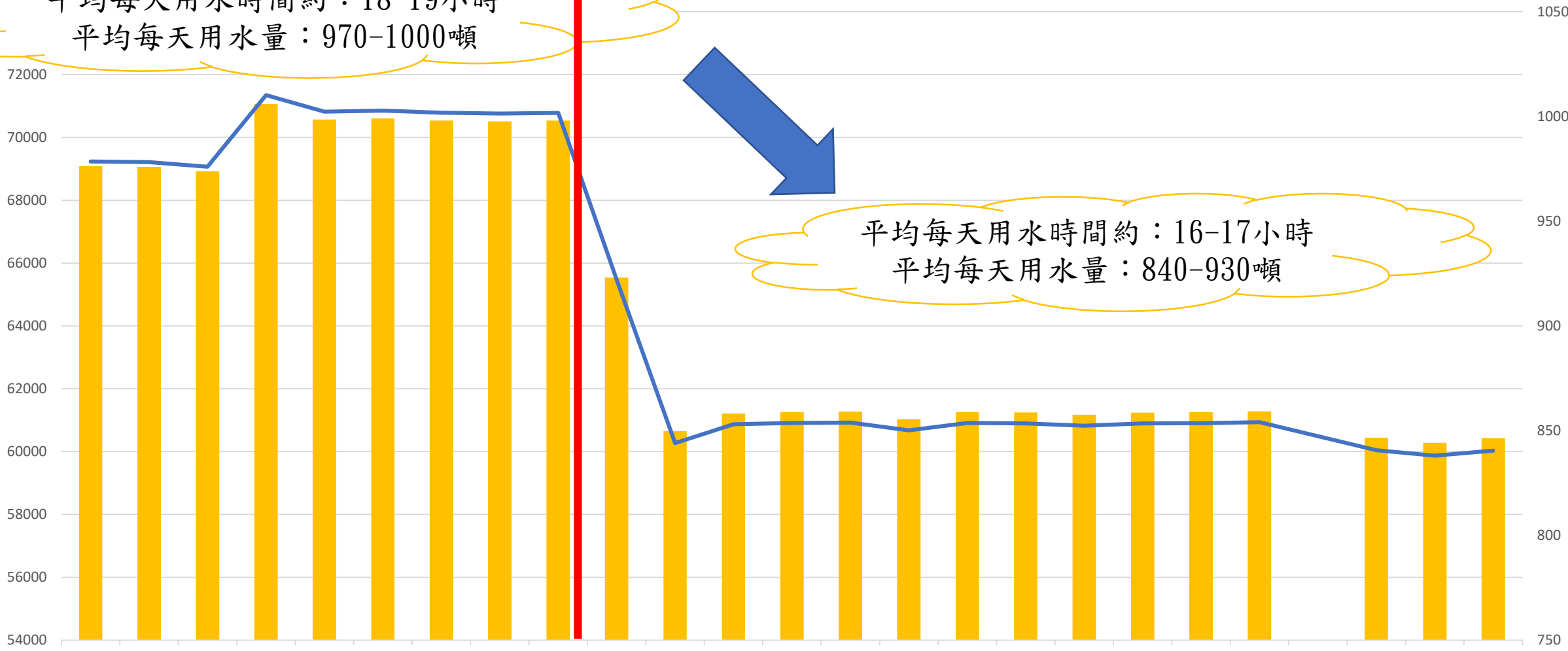


田中進水口溫度感測

場域：劉宗賢先生2024年8月份實際用水狀況-結筍期（透過系統監測）

平均每天用水時間約：18-19小時
 平均每天用水量：970-1000噸

平均每天用水時間約：16-17小時
 平均每天用水量：840-930噸



	8月3日	8月4日	8月5日	8月6日	8月7日	8月8日	8月9日	8月10日	8月11日	8月12日	8月13日	8月14日	8月15日	8月16日	8月17日	8月18日	8月19日	8月20日	8月21日	8月22日	8月23日	8月24日	8月25日	8月26日	8月27日
放水總量(公噸)	976.21	975.92	973.83	1005.93	998.5	998.99	998.02	997.64	997.98	923.08	849.86	858.26	858.81	859.07	855.54	858.81	858.69	857.6	858.66	858.78	859.18	846.59	844.22	846.45	
放水總秒數	69235	69214	69066	71343	70816	70851	70782	70755	70779	65467	60274	60870	60909	60927	60677	60909	60900	60823	60898	60907	60935	60042	59874	60032	

LED茭白筍田-節水控制試驗場域(李○○農友)



田中出水口溫度感測



田中進水口溫度感測

馬達抽水控制、田中(進/出水口)溫度感測數據收集

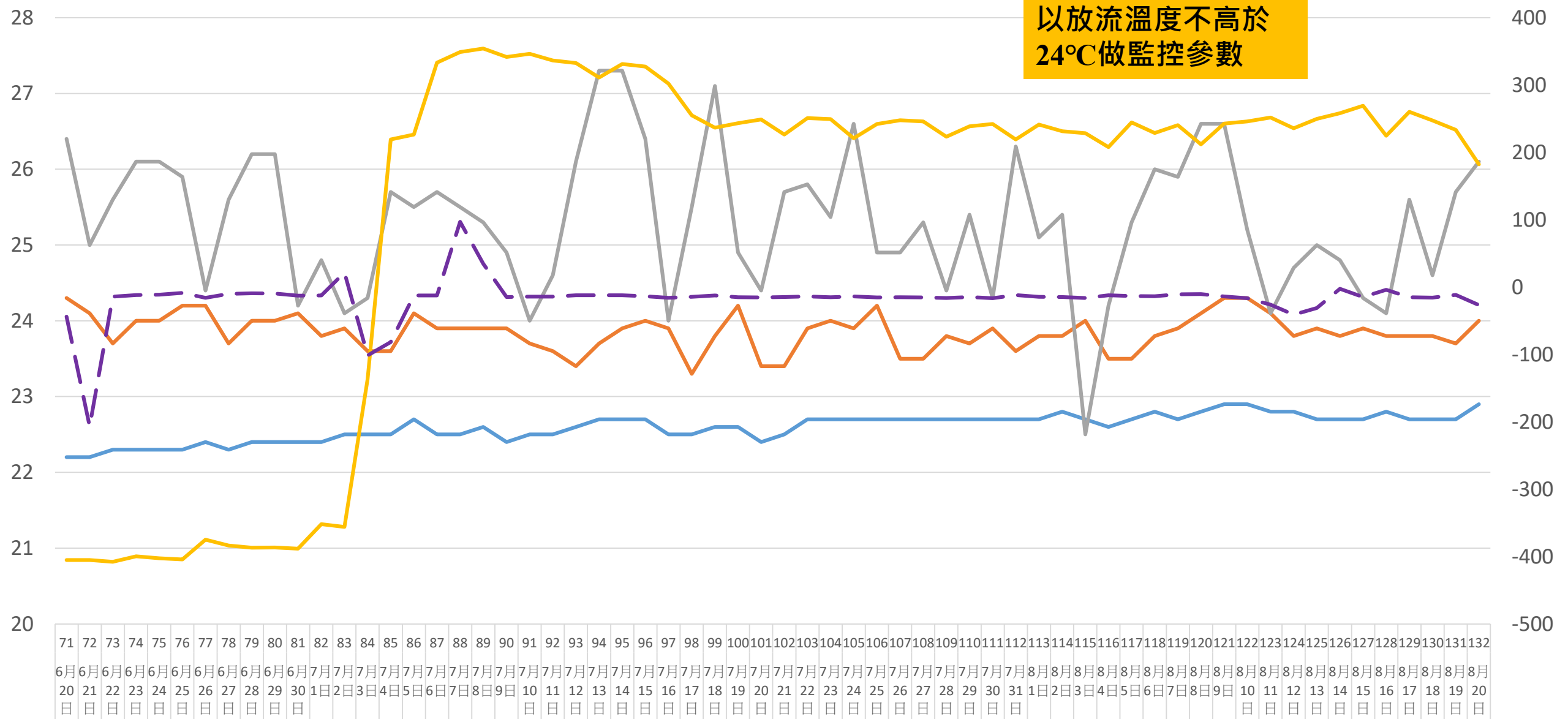


架設田中溫度、大氣感測器進行監測，於茭白筍**結筍期間**透過水中溫度數據控制馬達抽水來達到節水與節電的方式。

第二期結筭期：2020.6.20-2020.8.20，共計60天

觀察指標：溫度與ORP比較 (夏天)

以放流溫度不高於
24°C做監控參數

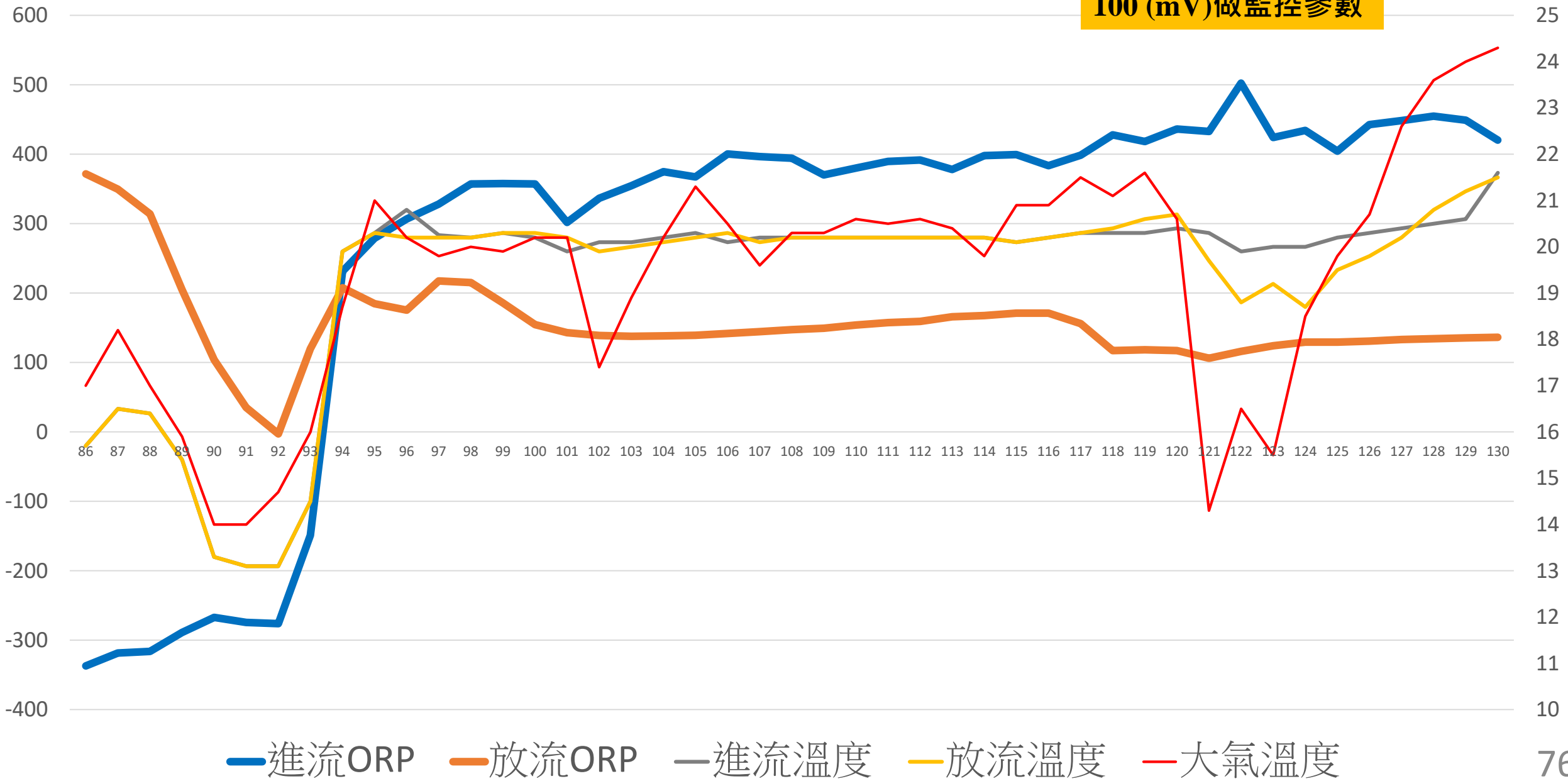


— 進流溫度 — 放流溫度 — 大氣溫度 — 進流ORP - - 放流ORP

第一期結筍期：2021.2.15-2021.3.31，共計45天

觀察指標：溫度與ORP比較 (冬天)

以放流ORP不低於
100 (mV)做監控參數



—進流ORP —放流ORP —進流溫度 —放流溫度 —大氣溫度

茭白筍農業的永續、減碳與ESG議題

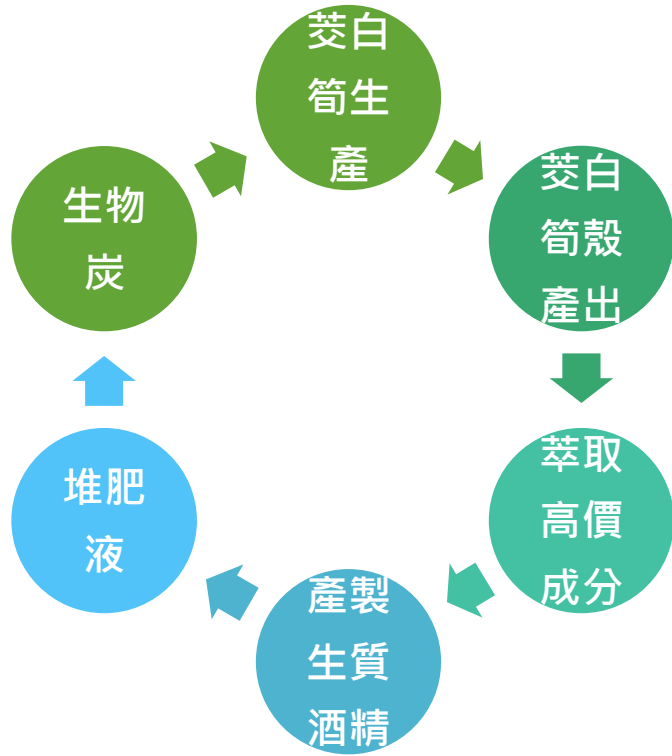
- 節電減碳
- 節水減碳
- 農業剩餘資材循環再利用減碳
- 灌溉水中肥料回收再利用減碳
- 發電減碳
- 碳權與ESG的導入
- 碳中和示範場域建置

持續發展重點

1. 新增茭白筍產業田間增匯減碳策略，透過方法學、碳排係數盤查與查驗方法等重要技術，並串聯企業碳權的認購願景；
2. 農廢剩餘資材再利用，透過生物炭爐系統的建置與分析，實踐其效益；
3. 持續連結NGO組織共同找尋資金挹注，提升柬埔寨偏鄉潔淨衛生飲用水學童服務人數；
4. 「ESG」媒合平台的建置，透過LED燈節能減碳之成效，鼓勵民間企業出資認養，以期擴大其社會責任；
5. 呼應國家淨零排碳政策，透過開設正式課程與推廣課程引導學生參加國家相關證照，提升學生未來進入企業之優勢；
6. 企業碳權認購與機制之協力，透過企業碳權的認購願景及橋接在地，並以企業CSR做出ESG亮點，企業提升碳權認購願景；
7. 農業水資源有效運用，透過調解田水機制的模式，打造AI智慧用水系統，尋求最適用水之模式。

綠色減碳推廣面

落實茭白筍殼循環再利用系統



辦理農業剩餘資材回收審議工作坊

公民審議(一)：埔里農廢回收機制-珠仔山(113.01.22)



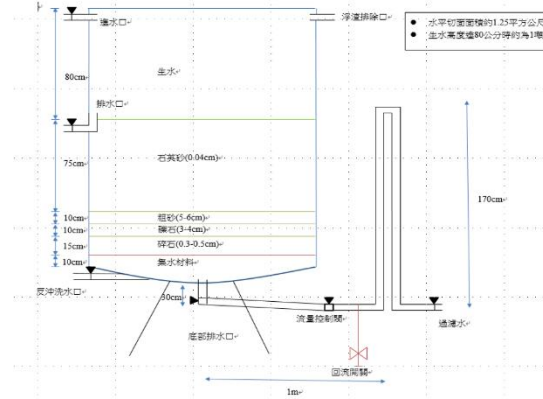
公民審議(二)：埔里筍葉回收機制-埔里蔬果合作社(113.06.19)



外交部光華雜誌採訪

淨水系統及淨水系統2.0版(校務支持系統連結)

細部設計—設計圖





4 QUALITY EDUCATION



NCNU/USR 2.0 柬埔寨水資源創新方案

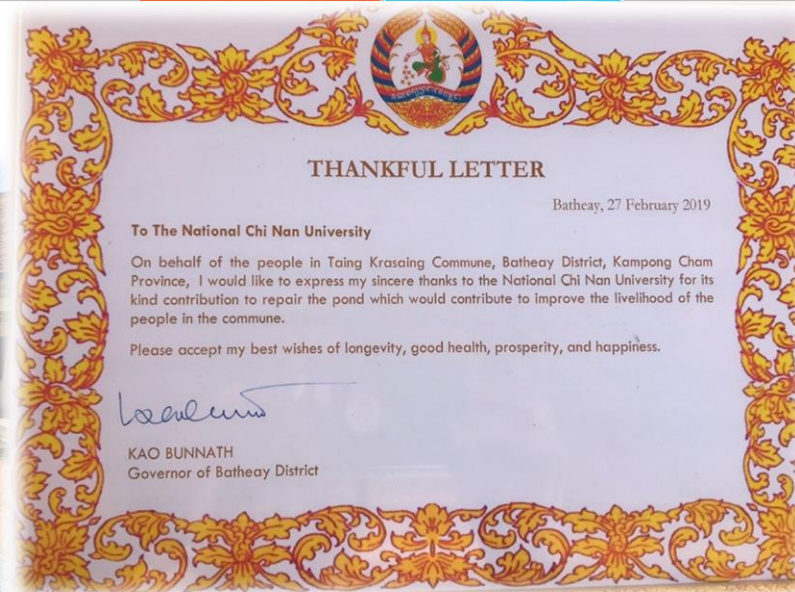
9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE



6 CLEAN WATER AND SANITATION



17 PARTNERSHIPS FOR THE GOALS



2022-2023年台東國際服務交流會議

- 議題一:第一期科技學院與管理學院共同協力的偏鄉小學水資源濾水塔目前使用狀況進行討論。
- 議題二:如何在疫情中發揮國際服務的實質行為與行動。
- 議題三:111年度台東國際偏鄉水資源驗證與合作Workshop的執行進度。



2024年柬埔寨第二套濾水系統啟用

學生總人數: 老師62位+1652位學生 =1,714位
濾水系統建置:距離金邊82.6Km, 偏鄉高中



柬埔寨Sreng Kim High School偏鄉高中學校水資源捐助計劃

2024年東國協力淨水系統



- (1)聯合新聞網
柬埔寨用水苦
暨大跨國助力改善興設啟用淨水場
<https://udn.com/news/story/6898/7889595>
- (2)經濟日報
Taiwan can help! 暨大USR跨國改善柬埔寨民生用水
https://money.udn.com/money/story/5723/7888930?from=edn_newestlist_cate_side
- (3)中央社
暨大助柬埔寨改善水資源
啟用第2座淨水設備
<https://www.cna.com.tw/news/ahel/202404100133.aspx>
- (4)中央通訊社_雅虎新聞網
暨大啟用第2座淨水設備助柬埔寨人用水(圖)
<https://tw.news.yahoo.com/暨大啟用第2座淨水設備助柬埔寨人用水-圖-050600149.html>
- (5)國立教育廣播電台
展現臺灣軟實力
暨大USR改善柬埔寨民生用水
<https://www.ner.gov.tw/news/66162f8ece768b002212c0c2>
- (6)國立教育廣播電台_雅虎奇摩
展現臺灣軟實力
暨大USR改善柬埔寨民生用水
<https://iiil.io/inY8>
- (7)蕃薯藤
Taiwan can help!!
暨大USR跨國改善柬埔寨民生用水
<https://n.yam.com/Article/20240410710330>
- (8)ETtoday
暨大USR跨國改善計畫 助柬埔寨民眾有淨水可用
https://www.ettoday.net/amp/amp_news.php?news_id=2716879
- (9)中央廣播電台
暨大USR南向柬埔寨 改善飲用水
<https://www.rti.org.tw/news/view/id/2202126>
- (10)中央社
Taiwan can help!!
暨大USR跨國改善柬埔寨民生用水
<https://www.cna.com.tw/postwrite/chi/367739>

暨大團隊推動歷程



新聞報導

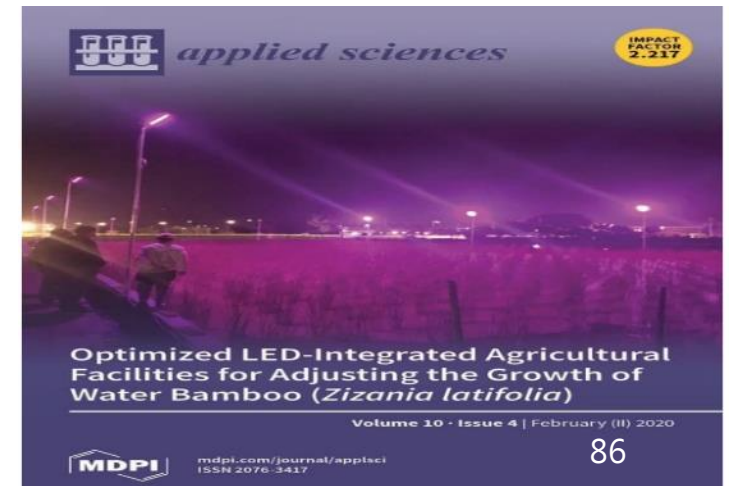
- [暨大好棒！埔里茭白筍田LED燈照節能研究登上國際期刊封面-自由時報](#)
- [超驚豔！「迷幻紫爆」的台灣茭白筍田 登上國際期刊封面，背後有原因…-聯合報](#)
- [不止節電還要省水！國立暨南國際大學盼助埔里進行茭白筍產業革新-自由時報](#)
- [燈照延產季 茭白筍農受光害.電費所苦-自由時報](#)
- [讚!茭白筍田LED燈照節能 研究登上國際期刊 紫色燈照夢幻照登期刊封面 讓世界看見台灣-台視新聞](#)
- [LED取代納燈延茭白筍產季 紫色田野登期刊封面【央廣新聞】](#)
- [台灣之「光」！紫色LED照茭白筍 登國際期刊 –台視新聞](#)



暨大科技學院院長蔡萬斌（右）說明暨大在實驗的茭白筍田區設置水質監控系統，長期監測並進行大數據分析。（記者俊傑攝）



暨大科技學院院長蔡萬斌（中）、土木系主任陳谷汎（左）、應化系主任郭明裕（右）開心展示暨大的研究成果。（記者俊傑攝）



獲 獎

- 《遠見雜誌》本月28日舉辦2020「大學社會責任傑出方案」頒獎典禮，在全國大學97案激烈評選中，國立暨南國際大學以「營造綠色水沙連：水乳交融產業翻轉」脫穎而出，獲得產業共創組楷模獎。暨大為強調永續發展的教育理念，重視在地與社區連結，近年為了培養青年返鄉，成為南投農業大縣的好夥伴，著重智慧科技導入在地產業，並確保環境以及資源永續。
- 遠見雜誌現場直播
- <https://www.facebook.com/gv.monthly/videos/2822061627892188/>
- 遠見雜誌新聞報導
- <https://www.gvm.com.tw/article/72384>
- 中央通訊社報導
- <https://www.cna.com.tw/postwrite/Detail/271732.aspx...>
- 暨大粉絲專頁新聞報導
- <https://www.facebook.com/663374033678716/posts/3474113209271437/>



科院USR計畫執行成果



2009

獲教育部遴選為**綠色大學示範學校**。並獲多項「社會參與」相關計畫，包括公民素養陶塑計畫、無邊界大學計畫、高教深耕計畫及USR計畫。

2014

第3屆環境教育獎地方初審【**學校組特優**】

2016

教育部節能績優學校【**大專組第一名**】

2017

全球綠色大學評比(UI)第54名

2018

教育部大學社會責任博覽會USR EXPO【**最佳實踐獎**】

2019

世界綠色大學評比(UI Green Metric World University Rankings)全球第45名，亞洲第8名，**連續四年蟬聯國內國立綜合大學第1名**。基礎建設的環境友善性，台灣排名第1，全球第5。

2020

泰晤士高等教育世界大學排名，全球排名301-400，台灣13名，SDG12「負責任的消費與生產」項目，**榮獲全球第63名**。

天下USR大學公民調查。公立一般大學6000人以下，**總排名第二**，「社會參與」及「環境永續」項目**排名第一**。

2020

大學USR永續方案獎金級(台灣永續能源研究基金會)109年國家永續發展獎入選獎(行政院國家永續發展委員會)

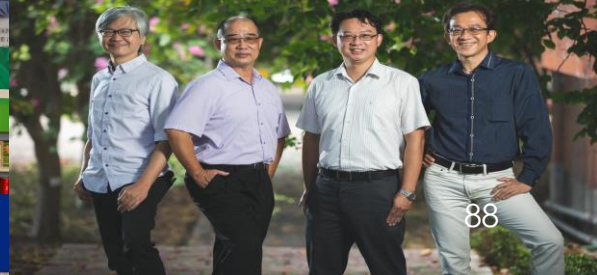
遠見雜誌第一屆**USR大學社會責任獎-產業共創組楷模獎**(營造綠色水沙連：水乳交融產業翻轉)。

2021

天下**USR大學公民調查**。公立一般大學6000人以下，**總排名第一名**。「社會參與」及「環境永續」項目**排名第一**。

2022

國家永續發展獎



THANKS FOR YOUR TIME

NATIONAL CHI NAN UNIVERSITY

