

教育部 111 學年度 中小學科學教育專案計畫成果報告

計畫名稱：3-4 蛻變的羽翼-跨域合作專題製作

執行單位：國立民雄農工

報告人：游朝煌、何啟堂、沈怡文、王俊雄

研究團隊：游朝煌、何啟堂、沈怡文
王俊雄、陳秋庭、王郁丰

1

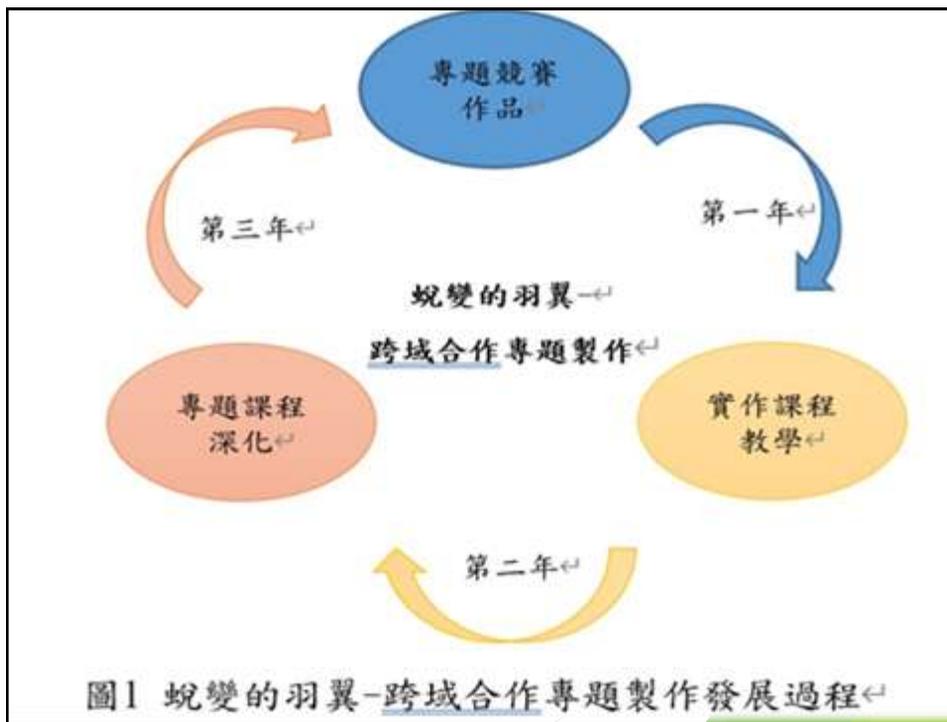
壹、計畫內容與目的

2

一、計畫內容

本研究之初，109年以環保題材之專題競賽作品來開發課程設計，繼而轉化成具備科學創意的高中職的實作課程教學。第二年研究，110年將完成的教學課程教材進行修正，以有效方法整合實作，試行將開發的教材教法推廣至他科別進行實驗教學。**第三年研究**，111年本團隊預計將已完成的實作課程教材教法，深化至民雄農工其他科別。藉由原跨領域專題團隊經驗進行扎根，帶領在專題製作領域初萌芽之科別，進行羽翼的蛻變。透過觀察紀錄，實作課程教材教法的深化過程，以及新萌芽之專題製作教師團隊如何帶領學生進行專題製作教學過程。

3



4

民雄農工食品科環保議題參與專題競賽成果

在112年的國內相關競賽活動：

- 1.在全國高級中等學校專業群科112年專題及創意製作競賽食品群專題組比賽榮獲複賽優勝及決賽佳作。
- 2.在全國高級中等學校專業群科112年專題及創意製作競賽農業群創意組比賽榮獲複賽佳作。

在111年的國內相關競賽活動：

- 1.在全國高級中等學校專業群科111年專題及創意製作競賽食品群創意組比賽榮獲複賽優勝及決賽第三名。
- 2.第62屆國立暨縣（市）公立高級中等學校第4區科學展覽比賽榮獲環境學科佳作。

5

民雄農工食品科環保議題參與專題競賽成果

在109年的國內相關競賽活動：

- 1.在全國高級中等學校專業群科109年專題及創意製作競賽食品群創意組比賽榮獲複賽優勝及決賽第一名。
- 2.第62屆國立暨縣（市）公立高級中等學校科學展覽會比賽榮獲農業與食品科分區賽特優及決賽第三名。

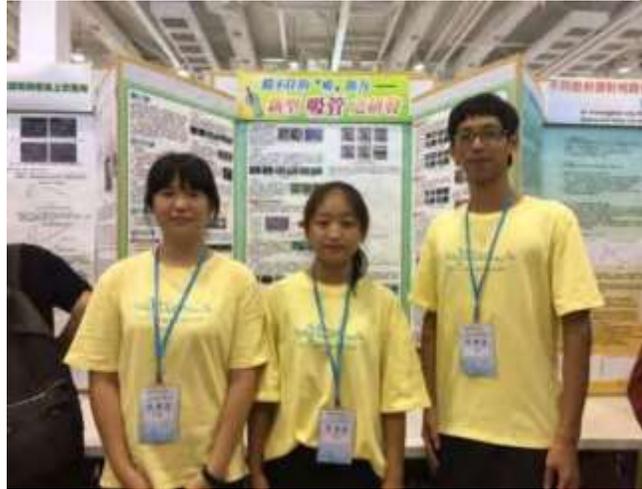
在108年的國內相關競賽活動：

- 1.在全國高級中等學校專業群科108年專題及創意製作競賽食品群創意組比賽榮獲複賽優勝及決賽第一名。
- 2.第59屆國立暨縣（市）公立高級中等學校科學展覽會比賽榮獲農業與食品科分區賽特優及決賽第一名。

6

實作教學教材範例(一)

中華民國第59屆中小學科學展覽會第一名作品
 擋不住的「吸」飲力—新型吸管之研發
 林以真、林穎詩、張凱越(2019)



7

吸管怎麼會跑進海龜鼻子裡？



美國德州農工大學的海龜專家協助救治這隻受傷的海龜

<https://www.natgeomedia.com/environment/article/content-5899.html>

8

抹香鯨悲歌



擱淺蘇格蘭海灘的抹香鯨，胃裡塞220磅的塑膠垃圾。
<https://www.livescience.com/dead-sperm-whale-trash-belly.html>

9

海邊的塑膠垃圾



<https://www.greenpeace.org/taiwan/update/9030/海邊的垃圾，關我什麼「塑」?/>

10

塑膠垃圾

“塑膠”輕薄、柔韌、廉價與方便，帶給人們便捷衛生的生活，卻逐漸成了地球的惡夢。塑膠被發明以來，被大量生產，但是，只有 9% 有回收、12% 被焚化，而將近六成不是被丟棄、掩埋，就是散逸到自然環境中，無數的塑膠垃圾在掩埋場或散逸在自然環境中。海洋廢棄物問題日益嚴重，造成全球海洋生物、沿岸社區與海岸生態備受威脅。

11

環保限塑

目前人類使用塑膠十分氾濫，其中超市賣場等各大零售通路，充斥著許多過度包裝的商品，製造著大量的塑膠垃圾，超市減塑運動正在全球各地啟動，臺灣環保署也已經啟動限塑政策。

國外超市賣場近年來，也興起一陣「裸賣」風，但食材缺乏包裝，既不保鮮，也可能因雙手接觸或灰塵而影響食品安全與衛生，尤其目前正值防疫非常時期，「裸賣」食材恐怕會有安全與衛生上的疑慮。若想要同時兼顧環保限塑與安全衛生，恐怕是一大難題。

12

為了保護地球的環境&生態

除了”**塑膠**”

還有其他選擇嗎？

13

塑膠包材之氾濫



環保限塑與安全衛生之決擇

<https://www.greenpeace.org/taiwan/update/4396/>

14

常見塑膠

縮寫	聚合物名稱	用途
PET	<u>聚對苯二甲酸乙二酯</u> Polyethylene terephthalate	<u>聚酯纖維</u> 、熱可塑性樹脂、 <u>膠帶與寶特瓶</u> 、市售飲料瓶、食用油瓶...等。
HDPE	<u>高密度聚乙烯</u> High-density polyethylene	瓶子、購物袋、回收桶、農業用管、杯座、汽車障礙、鮮奶瓶、 <u>酒精瓶</u> ...等。
LDPE	<u>低密度聚乙烯</u> Low-density polyethylene	<u>塑膠袋</u> 、各種的容器、投藥瓶、洗瓶、配管與各種模塑的實驗室設備...等。
PVC	<u>聚氯乙烯</u> Polyvinyl chloride	<u>保鮮膜</u> 、管子、圍牆與非食物用瓶、雞蛋盒、調味罐...等。
PP	<u>聚丙烯</u> Polypropylene	汽車零件、工業纖維、食物容器、食品餐器具、水杯、布丁盒、豆漿瓶..等。
PS	<u>聚苯乙烯</u> Polystyrene	食品餐器具、 <u>玩具</u> 、泡麵碗、 <u>隔板</u> 、 <u>泡沫聚苯乙烯</u> 產品，如 <u>保麗龍</u> ...等。
OTHE R	<u>ABS樹脂</u> 、 <u>聚碳酸酯</u> 、 <u>聚乳酸</u> ...等。	各式食品餐器具...等。

15

塑化劑

塑膠添加塑化劑依據使用的功能、環境不同，製造成擁有各種韌性的軟硬度、光澤的成品，其中愈軟的塑膠成品所需添加的塑化劑愈多。

一般常使用的保鮮膜，一種是無添加劑的PE（聚乙烯）材料，但其黏性較差；另一種廣被使用的是PVC（聚氯乙烯）保鮮膜，有大量的塑化劑，以讓PVC材質變得柔軟且增加黏度，但是不適合生鮮食品的包裝。PVC是五大泛用塑膠（PE、PVC、PP、PS、ABS）中唯一含氯塑膠，對環境與人體健康造成嚴重的危害。

16

塑膠食安上之疑慮



保鮮膜接觸油脂或加熱有食安疑慮

<https://www.youtube.com/watch?v=89LeYUqj56k>

17

為了食品安全→→身體健康

除了「塑膠」

還有其他選擇嗎？

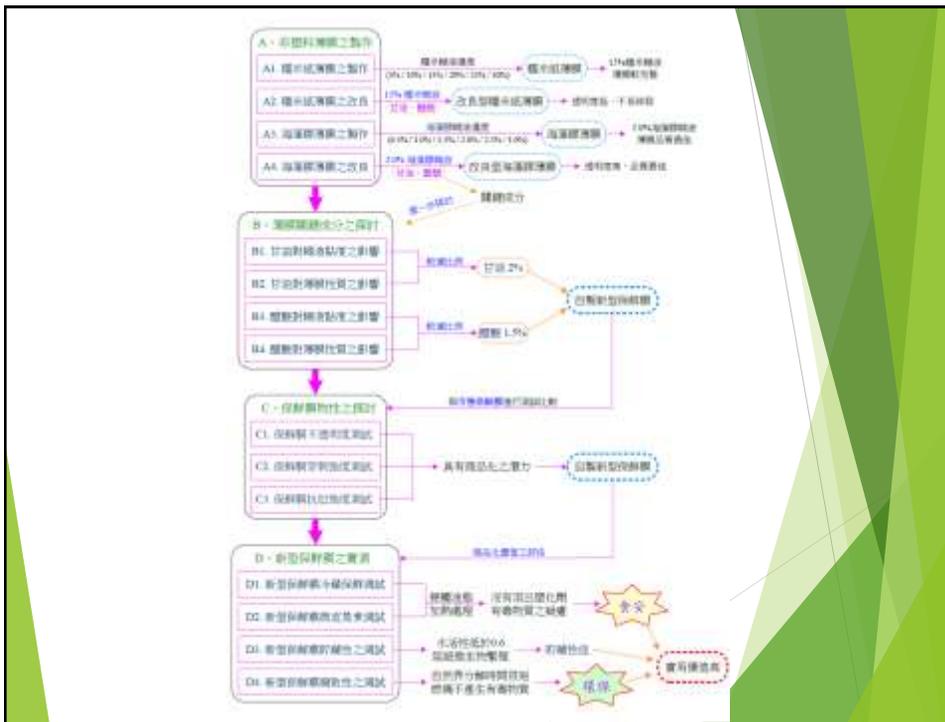
18

實作教學教材範例(二)

中華民國第60屆中小學科學展覽會 第三名作品
把新鮮包起來-非塑料薄膜之研發
 林國瑛、蔡乙綾、莊凱堯 (2020)



19

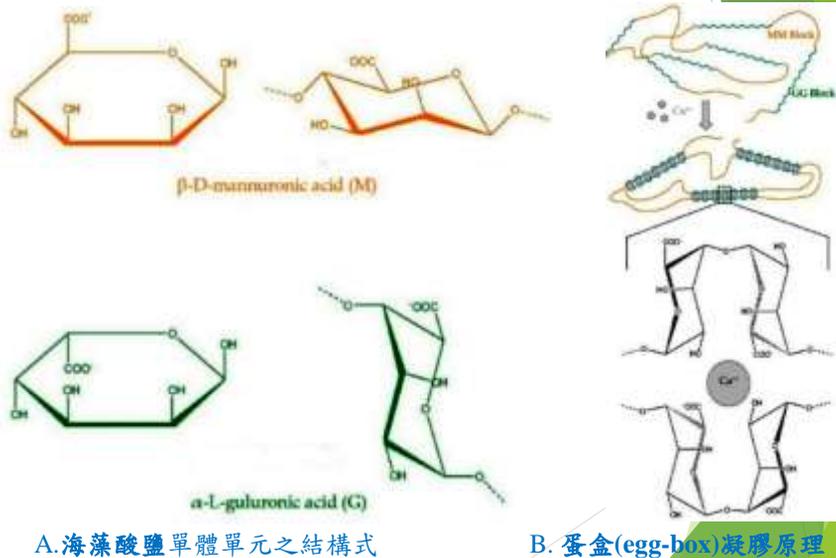


20



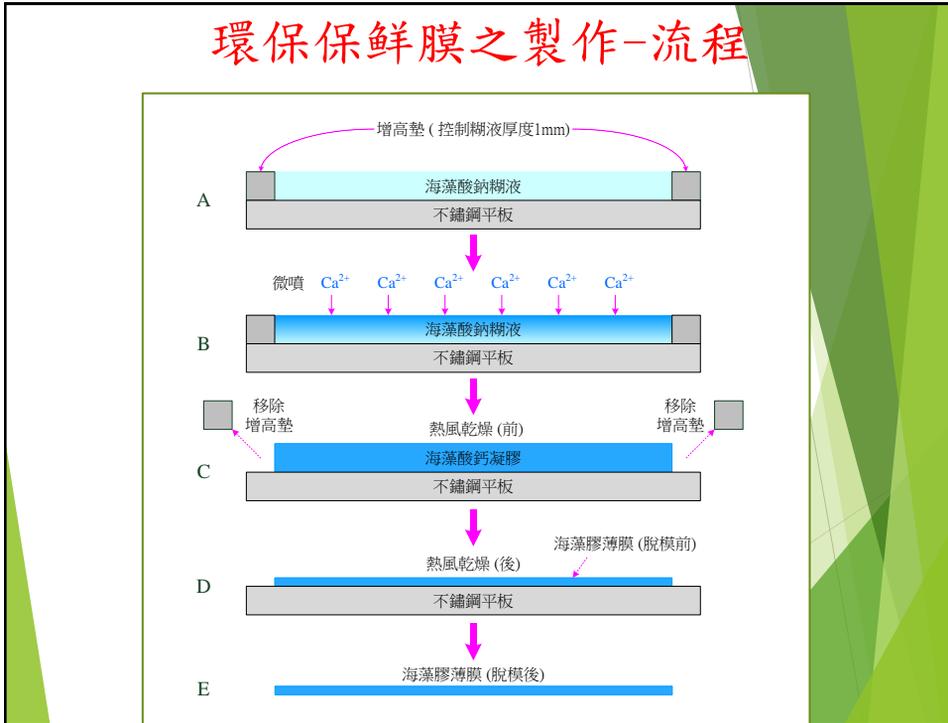
21

環保保鮮膜之製作-原理

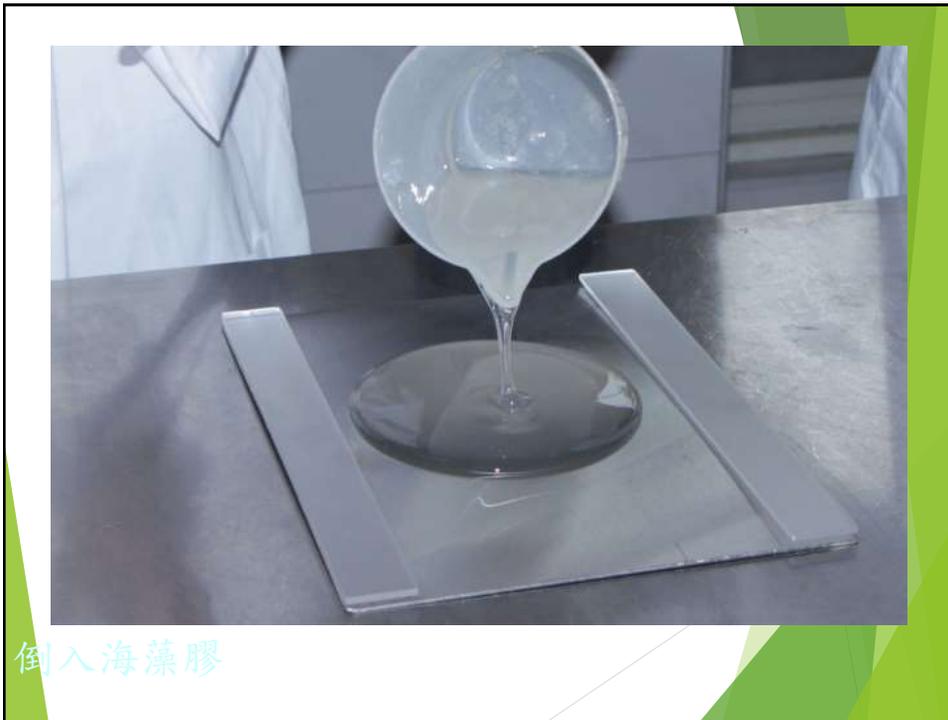


22

環保保鮮膜之製作-流程



23



24



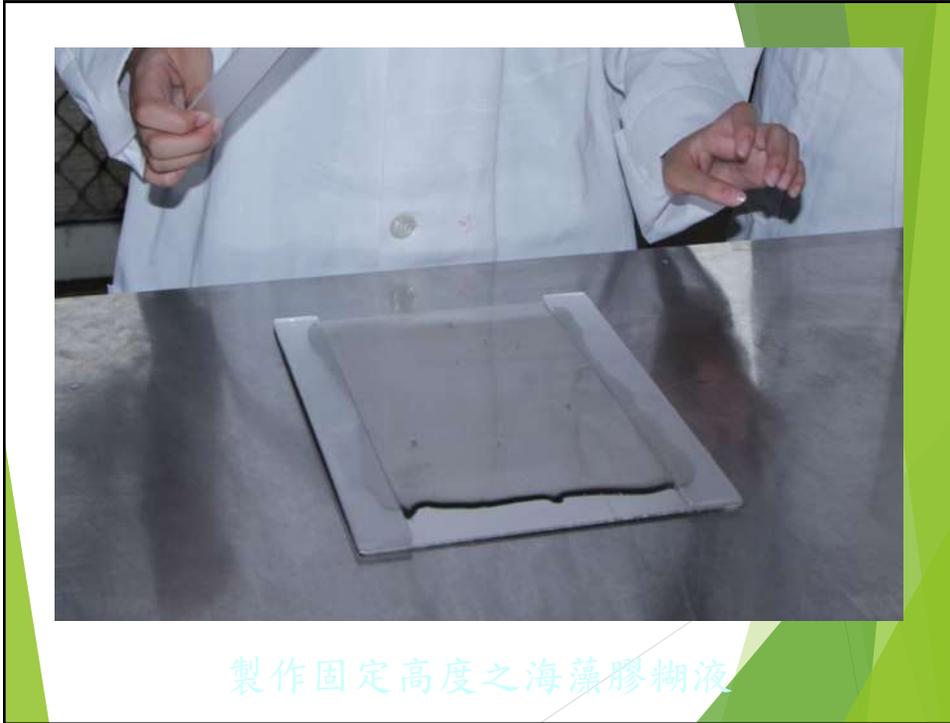
兩側以增高墊固定高度

25

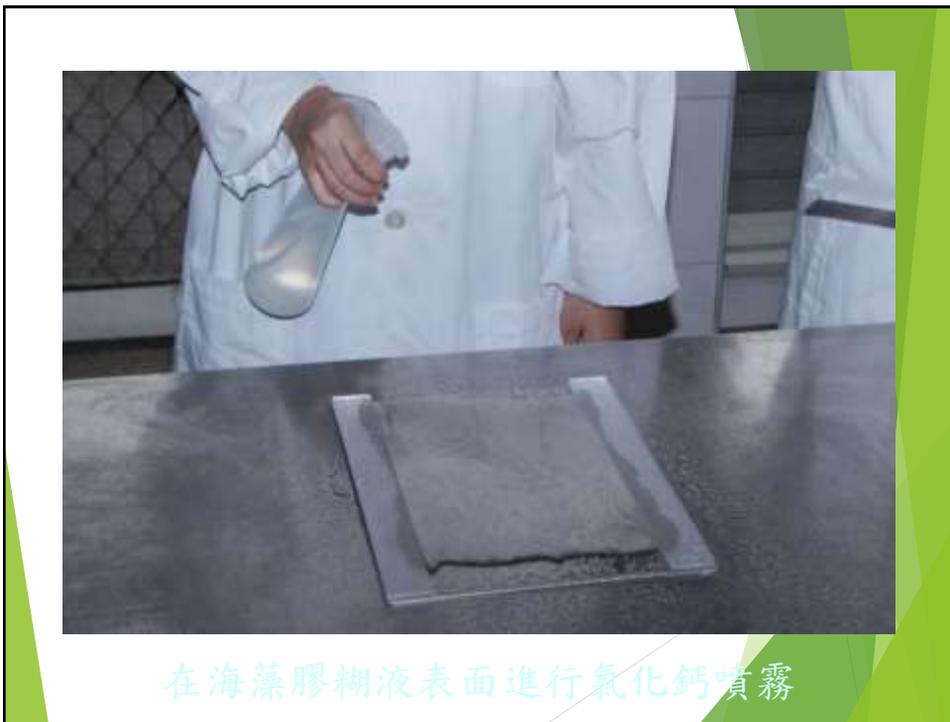


將海藻膠糊液抹平

26



27



28



自然風乾後進行脫膜

29



環保保鮮膜成品

30

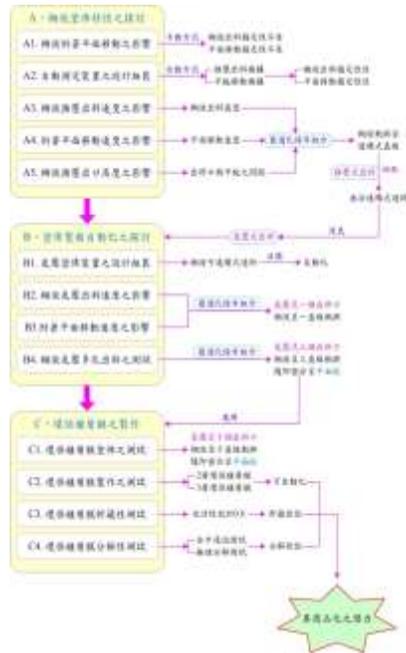
實作教學教材範例(三)

中華民國第62屆中小學科學展覽會第四分區佳作作品

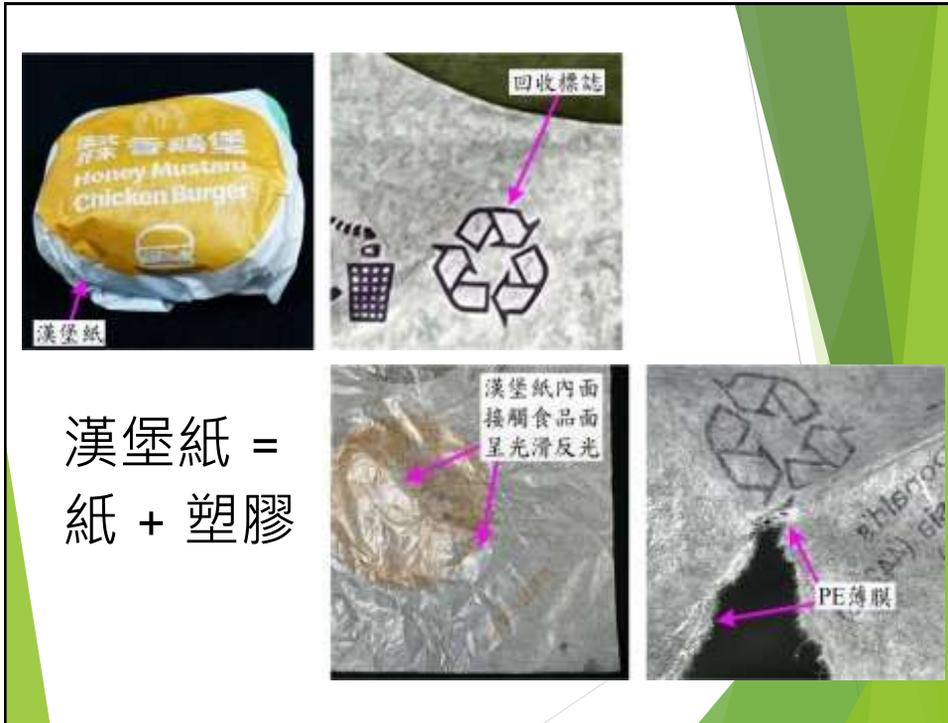
環保積層膜之研發



31



32



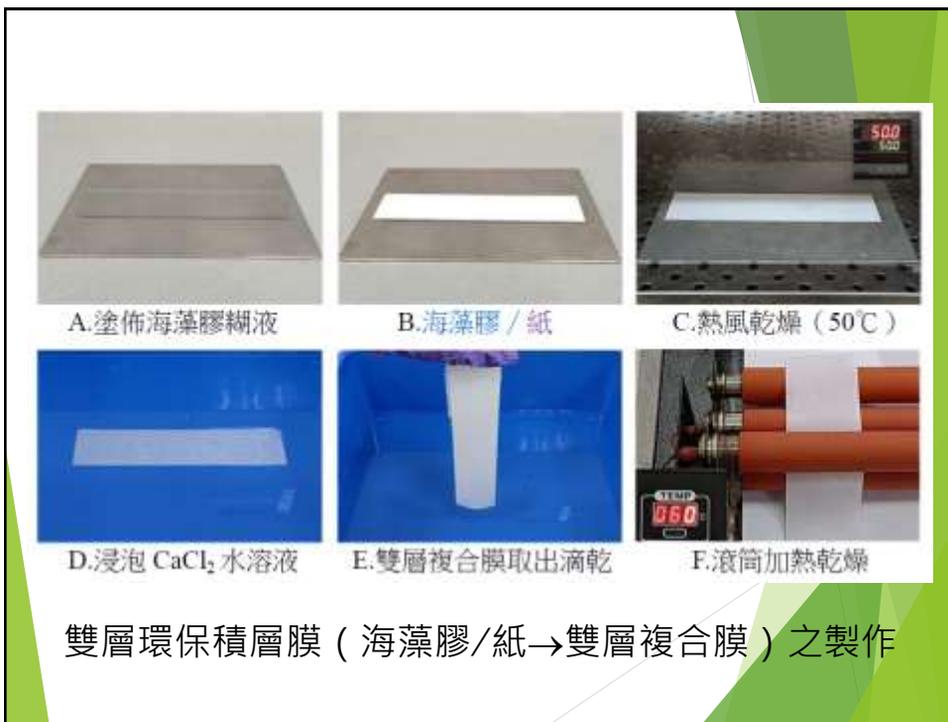
33



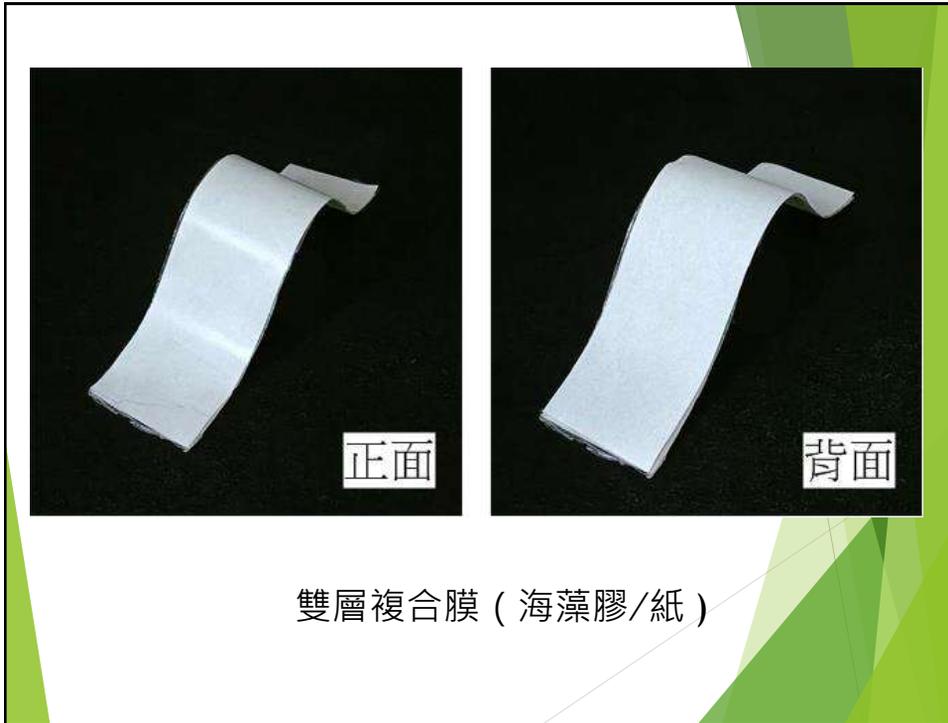
34



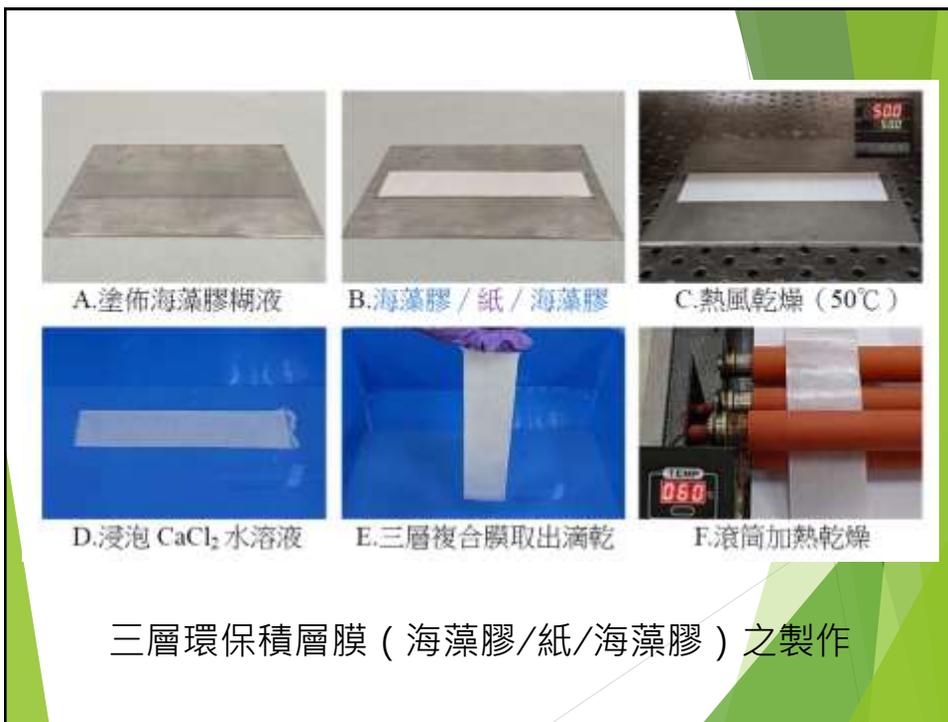
35



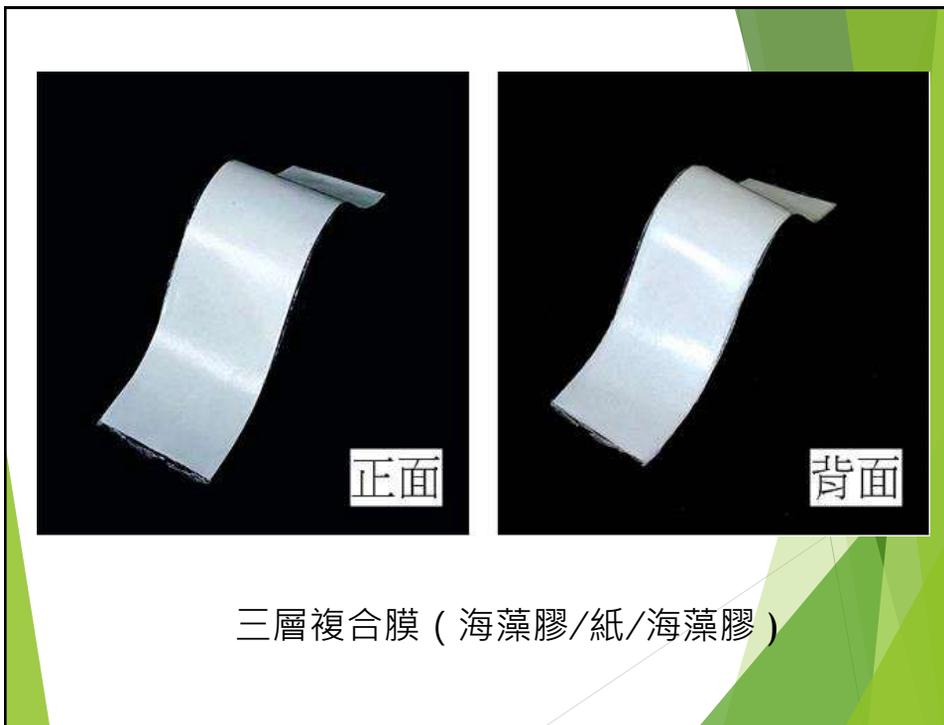
36



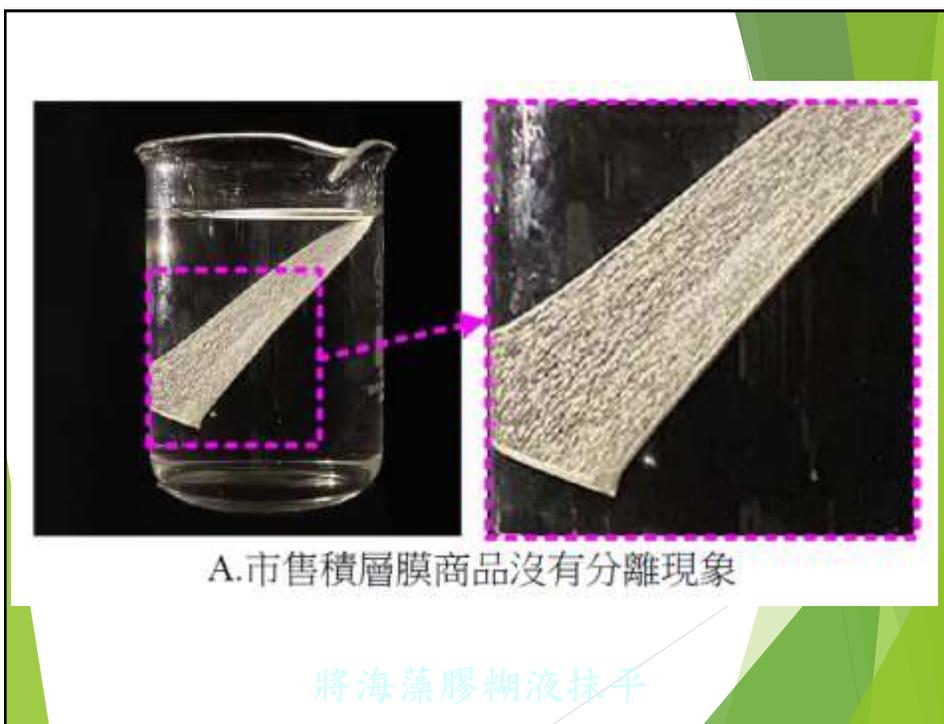
37



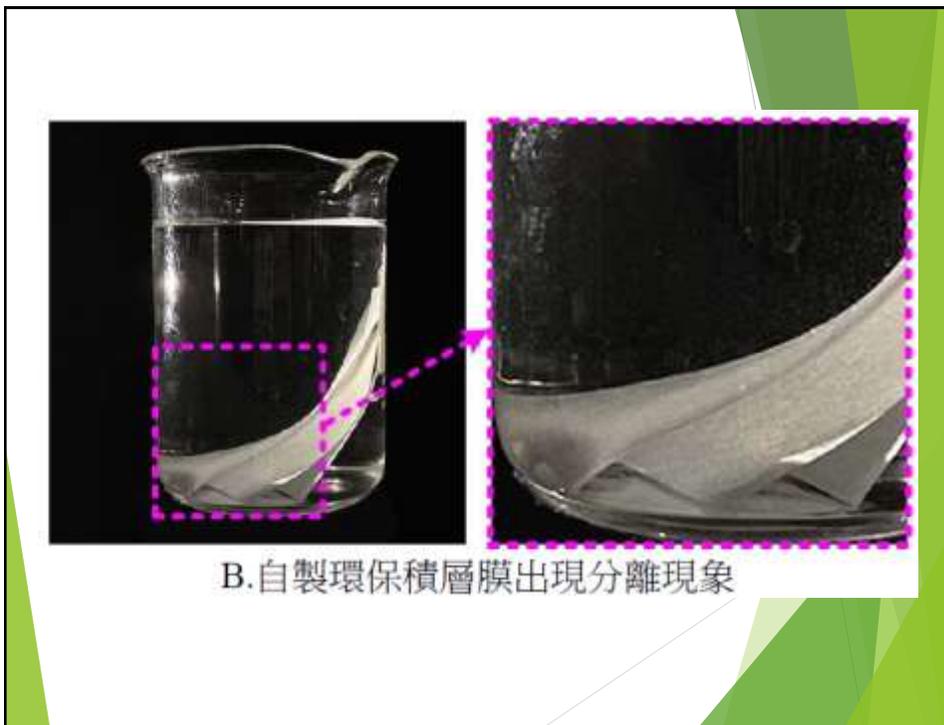
38



39



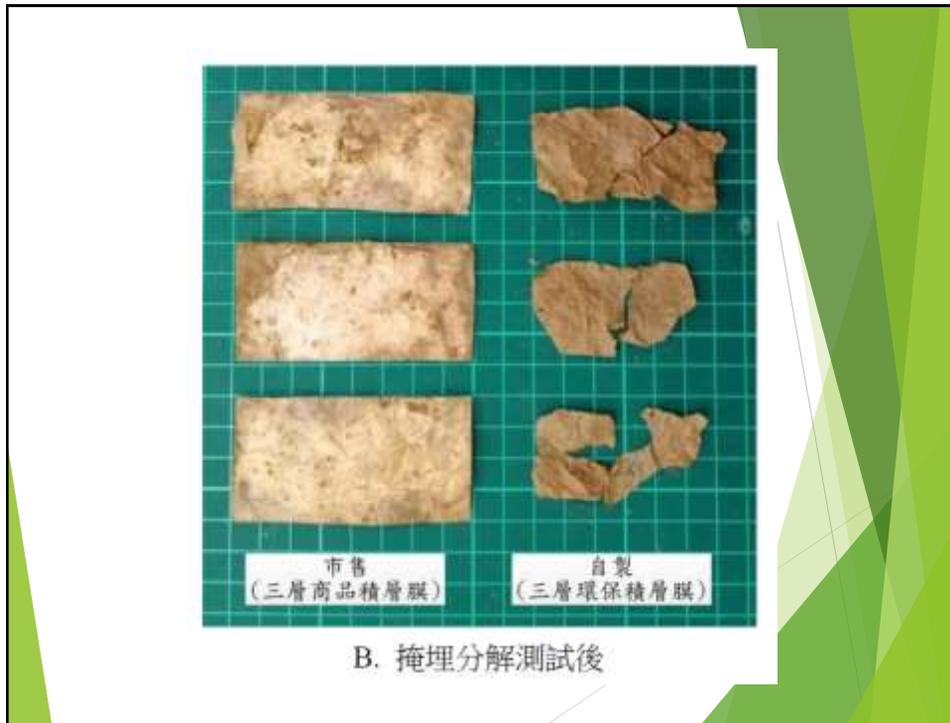
40



41



42



43

二、研究目的

一、觀察本團隊開發的專題實作課程教材的教學成效。

1. 瞭解本專題實作課程教材對工科學生之學習回饋？

2. 瞭解本專題實作課程教材對農科學生之學習回饋？

二、觀察帶領專題製作之教師團隊的教學過程。

1. 瞭解工科領域之教師的專題製作教學過程？

2. 瞭解農科領域之教師的專題製作教學過程？

三、觀察創新專題之製作過程與作品產出。

1. 是否能完成工科領域的創新專題製作作品？

2. 是否能完成農科領域的創新專題製作作品？

44

貳、研究方法及步驟

45

一、研究方法

1. 以原團隊開發的專題實作課程教材進行教學，運用海藻膠製作技術為基底，開發製作不含塑膠成分保鮮用膜的適切課程及實作教學內容，**教學內容以實作、創新、主題活動等方式進行。**
2. 透過課程進行「實作教學」，讓學生繼而發揮創意思考，以達到「發想與創造」的教學目的，瞭解本校工科與農科學生之學習回饋。

46

一、研究方法(續)

3. 藉由跨領域專題團隊經驗，帶領在專題製作領域初萌芽之教師進行教學。透過觀察討論，進行專題製作教學經驗轉化。
4. 配合社團活動，引導有興趣與熱忱的農工科教師如何指導學生進行創意發想，以創新題材進行製作來參加比賽，藉此驗收學生的學習成效。

47

二、研究步驟

1. **課程教學**：運用原團隊開發的課程教材對本校電機科與園藝科學生各1班學生於本校適合教室來進行2班相關專業實習課程的實驗教學，每次4節課共3次。
2. **學習回饋**：瞭解本校工科與農科學生之發想與創意。

48

二、研究步驟(續)

3.引導教學：藉由團隊經驗，引導教師在課餘時間進行工科與農科各1組有興趣進行專題製作的學生各20節專題製作的指導專題製作競賽，並透過觀察討論進行專題製作教學經驗轉化。

4.協同指導：引導教師如何指導學生，以創新題材進行製作來參加比賽。

49

參、研究成果

50

一、創新研究團隊定期討論進度及修正研究方向



圖2 民雄農工創新研究團隊每月開會討論情形

51

二、創新課程實驗教材教學及實作的實施



圖3 民雄農工電機科學生進行教材教學及環保題材實作情形

52

二、創新課程實驗教材教學及實作的實施(續)



圖4 民雄農工園藝科學生進行教材教學及環保題材實作情形

53

三、創新專題製作過程與作品

1. 「綠能帶著走」



圖5 民雄農工電機科學生進行「綠能帶著走」專題製作的作品製作過程

54

三、創新專題製作過程與作品

1. 「綠能帶著走」



圖6 民雄農工工科學生進行「綠能帶著走」專題製作的成品測試

55

三、創新專題製作過程與作品雛形萌芽(續)

2. 「山葵景觀缸」



圖7 民雄農工園藝科學生進行「山葵景觀缸」專題製作的作品製作過程

56

三、創新專題製作過程與作品雛形萌芽(續)

2. 「山葵景觀缸」



圖8 民雄農工園藝科學生進行「山葵景觀缸」專題製作的成品測試

57

1. 「綠能帶著走」

如何延伸而來

- ▶ 切入時間：利用電力電子實習、專題實作時間。
- ▶ 參與人數：學生18人
- ▶ 科教引導內容：啟發設計理念、動機與製作源由。
- ▶ 研究方法與如何進行：藉由食品群的成功經驗，再導入電機與電子群的角度來做科學延伸。
- ▶ 延伸議題：以環保議題為核心素養進行發想。



58

「綠能帶著走」

持續發想

- ▶ 學生組隊研究，進行專題與創意的發想。
- ▶ 帶領學生瞭解分析食品群的專題創意實作。
- ▶ 抓住架構與研究方法後，加入電機科專業導向能力，有什麼火花？
- ▶ 電機科與環境議題的相關聯。
- ▶ 風力、水力、潮汐、太陽能等綠能議題。



59

「綠能帶著走」

生活連結

- ▶ 引導學生自主討論專題創意。
- ▶ 學生天馬行空的討論，但必須以科學為基礎。
- ▶ 選定主題：露營活動時，需要個人用電設備。
- ▶ 主題與生活做結合：綠能儲電設備

60

「綠能帶著走」

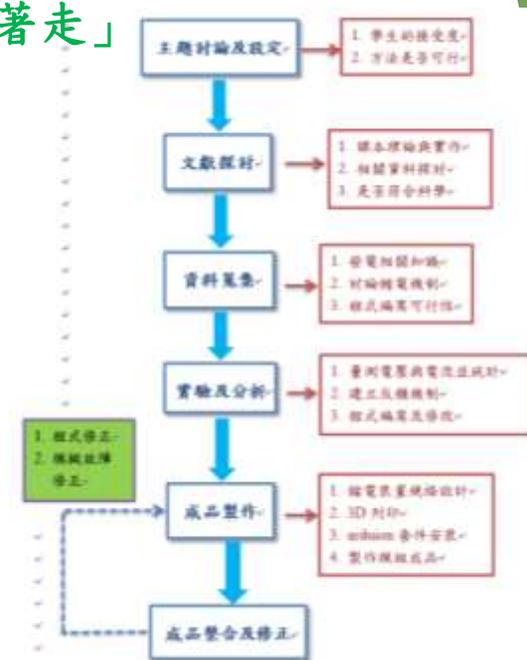
研製目的

- ▶ 將綠能發電縮小個人化。
- ▶ 研製個人用儲電設備，簡易攜帶使用，以太陽能與風力來融入實作課程。
- ▶ 在風力發電上有更深層的研製，利用程式與氣象局連線，抓取當下資料後透過步進馬達找到最佳風量，以得最大綠能發電量。
- ▶ 「綠能帶著走」是「太陽能發電」及「風力發電」並存的綠能個人設備，無陽光時使用風力發電，無風力時使用太陽能發電，這樣能實現不中斷的供電。實驗過程融入技術高中專業實習課程的實作成效。

61

「綠能帶著走」

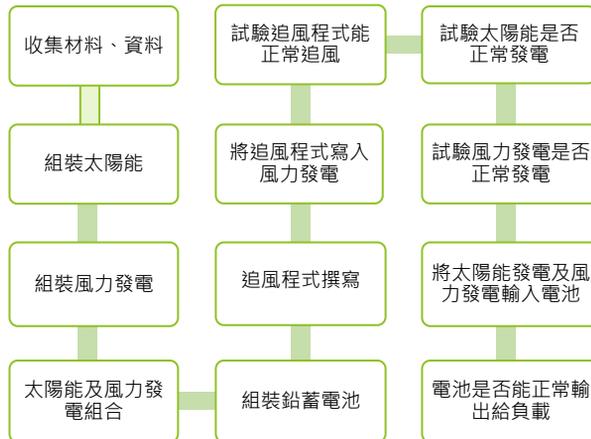
研究架構



62

「綠能帶著走」

研究流程

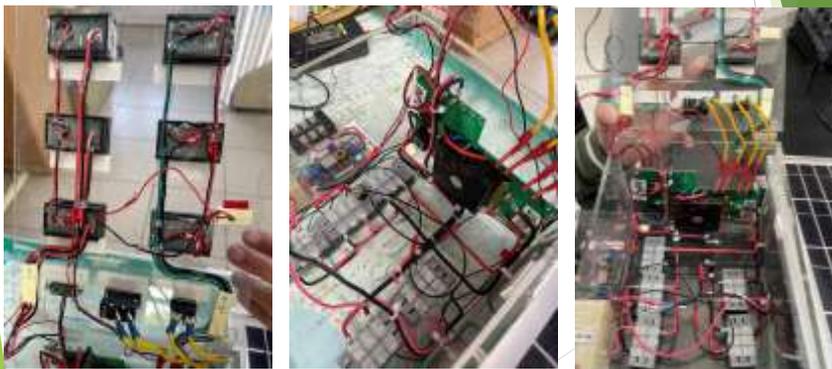


63

「綠能帶著走」

研究過程一：儲電設備電路設計

- ▶ 自主搜尋資料的能力。
- ▶ 發現問題的能力。
- ▶ 培養解決問題的能力。



64

「綠能帶著走」

研究過程一：儲電設備研製與測試

- ▶ 科學理論為基礎，討論設計研製。
- ▶ 學生能主動搜尋相關資訊，一同研製設備硬體。
- ▶ 學生能有主動除錯能力，電路的修改並精化。

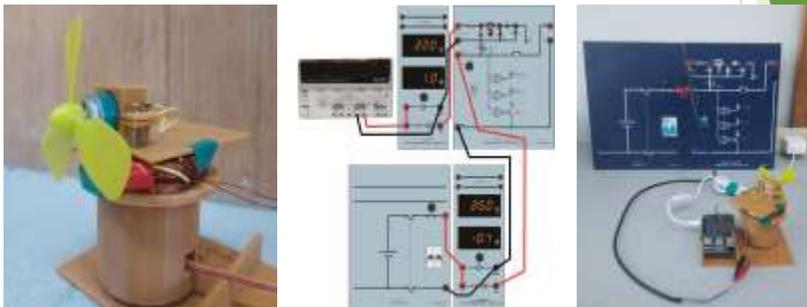


65

「綠能帶著走」

研究過程二：風力發電發想與實驗

- ▶ 自主延伸學習更多輔助設備，例如3D列印技術。
- ▶ 以小型伺服馬達SG90為主要測試機構。
- ▶ 目的在於推演模擬大型風力發電機組的測試。



66

「綠能帶著走」

研究過程三：研製追風系統建置與實驗

- ▶ 大型風力發電機組的裝設。
- ▶ 風向改變瞬間，感應電勢狀態不穩定起伏。
- ▶ 若能掌握風向的變化，將有穩定發電電壓狀態。



67

「綠能帶著走」

研究過程四：太陽能發電實驗

- ▶ 相同環境下的陽光變化中做測試，藉以量測出最佳的發電效果。
- ▶ 得到DC5V及DC12V兩種電源
- ▶ 透過逆變器裝置，將能轉換得到AC110V的電源。



68

「綠能帶著走」

研究過程五：追風程式撰寫與伺服馬達控制

- ▶ 中央氣象局數據API取得民雄觀測站的即時數據網站。
- ▶ 使用python控制樹梅派，利用網路爬蟲程式將風向角度。
- ▶ 控制伺服馬達，使風力發電機組可以動態追到強風面。



```
records: {
  location: [
    {
      lat: "23.553497",
      lon: "120.420331",
      locationName: "民雄",
      stationId: "CGM760",
      time: {
        obsTime: "2021-12-30 13:00:00"
      },
      weatherElement: [
        {
          elementName: "WDIR",
          elementValue: "351"
        }
      ]
    }
  ]
}
```

69

「綠能帶著走」

討論：實際成果

- ▶ 成品可在一般環境中(有光源、有風源)進行使用。
- ▶ 找出最佳太陽光角度變化，將有效的發電儲能。
- ▶ 成功測試出旋轉式風力發電機組，使風機能一直處於最大風向面，可以有較高效的發電狀態。
- ▶ 本專題創意製作成品的成本低。
- ▶ 太陽能發電與風力發電的儲能電路在透過穩壓器輸出可隨時使用，不用改變使用行為，只是能將用電負載接在模組的輸出端就能用電。
- ▶ 只要加裝逆變器就可轉成交流電使用，將可用於一般的家用電器，如小型電風扇。

70

「綠能帶著走」

討論：面臨困難

- ▶ 風力發電機組太重，以致於伺服馬達無法迅速轉動到追風角度。
- ▶ 專題創意研究中未將極端氣候等問題納入環境變因量測。
- ▶ 程式的編程遇到許多障礙，需要網路訊號良好的環境下才能使用中央氣象局之公開API下載觀測站數據。
- ▶ 實際的環境中，光線與風向的變化莫測，氣象局之即時風向資料屬於地區的大範圍值(如民雄鄉)，其資料數值無法計算精細範圍(如村、路、號)，進而會造成追風角度誤差。
- ▶ 無法使用在高功率負載，如吹風機及電熱類用品。

71

2. 「山葵景觀缸」

綠仙子下凡之

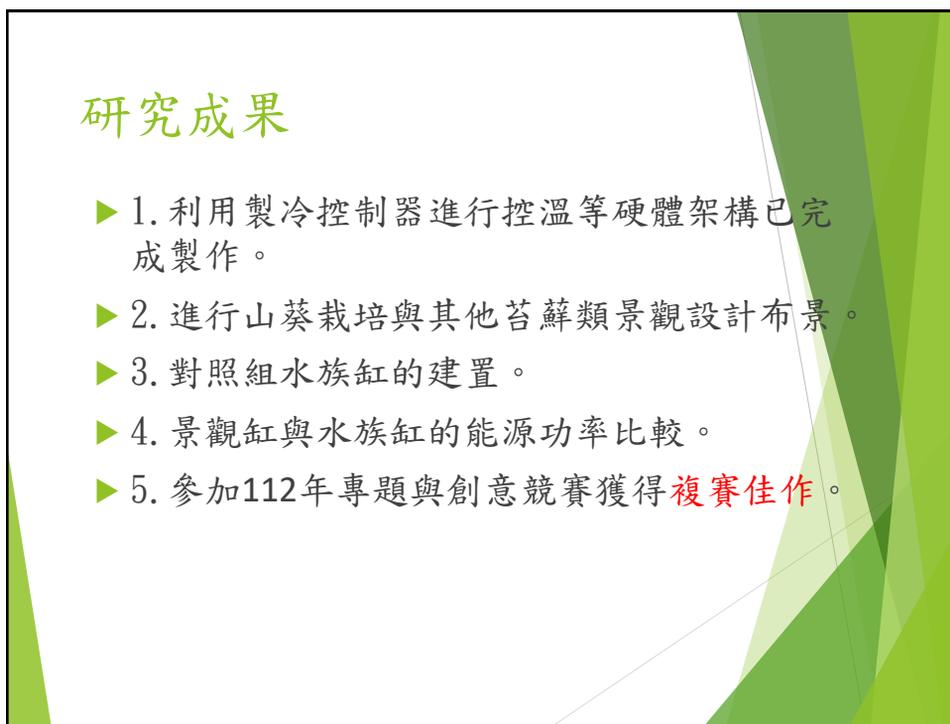
山葵景觀缸走入生活

- ▶ 1. 將山葵栽培景觀生活化。
- ▶ 2. 研製個人山葵景觀設備。
- ▶ 3. 利用遙控微氣候控制裝置控制最佳山葵生長環境，以求最大產葉效能。
- ▶ 4. 利用「山葵植株」與「環控景觀缸」及「造景佈置」構築的居家觀賞可入菜的景觀缸

72



73



74

研究過程:蒐集文獻、擬定主題

引導搜集相關文獻



引導學生建立環境控制原理概念
以設計裝置



75

研究過程:試驗1 山葵溫濕度環境測試

觀察山葵至平地植物
生長箱馴化



山葵至平地每周生長
量調查



76

研究過程:試驗1 山葵溫濕度環境測試

有造霧環境



無造霧環境



室溫環境



77

研究過程:試驗1 山葵溫濕度環境測試

有造霧環境



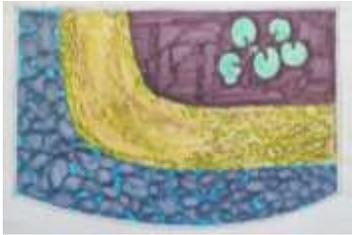
無造霧環境



78

研究過程:試驗2 山葵景觀缸規劃設計

平面圖



立面與側立面



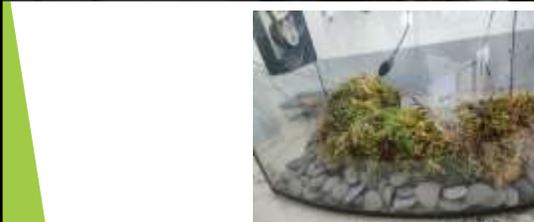
79

研究過程:試驗2 山葵景觀缸規劃設計

景觀缸乾濕分離布景製作



景觀缸內造景製作過程



80

研究過程:試驗2

山葵景觀缸規劃設計

景觀缸植栽栽培過程

景觀缸植株安排布景定位與光源建置



81

研究過程:試驗3

山葵景觀缸環控設計



景觀缸微氣候控制
線路設計

景觀缸設置製冷晶片
以調控溫溼度



82

研究過程:試驗3 山葵景觀缸環控設計

景觀缸造景佈置與環控設計裝置安排入缸



83

研究過程:試驗3 山葵景觀缸與水族缸功率比較



84

研究過程花絮



85

目前成果



86

肆、結果與討論

87

一、觀察本團隊開發的專題實作課程教材的教學成效

1. 「綠能帶著走」專題製作：經由行為前後觀察紀錄及功能分析表紀錄本校工科-電機科學生在專題製作「綠能帶著走」的發想、創意及製作過程，發現在小組的實驗過程中，參與活動的工科學生會：

- (1) 主動搜尋相關資訊、增設實驗項目、制定實驗指標，並自主進行實驗、測量、紀錄、撰寫程式、買材料與零組件。
- (2) 能定時與教師共同討論、實驗紀錄、小組口頭報告、編修成果報告。
- (3) 學會感謝老師的陪伴與引導，讓我們能將腦中的想法與創意實現，並且完成一份專題報告。
- (4) 能將想法逐步實踐成專題，透過實驗產出數據並持續延伸製作。

88

一、觀察本團隊開發的專題實作課程教材的教學成效(續)

- (5) 透過專題製作的體驗，學習得到實驗的相關步驟與技巧，也能豐富自身的學習歷程檔案，優化自己的競爭能力，在未來的推甄入學中脫穎而出。
- (6) 所有成員在有限的時間中，要再積極找出共同的時間進行溝通與討論。
- (7) 在過程當中，小組成員的意見分歧時，要學習如何協助、引導與解決。
- (8) 實驗的時間有限，沒有辦法慢慢做，因此常會有失敗狀況，此時必須要能調整心情。
- (9) 要制定實驗的指標，且要實際量測紀錄，必須能定時回溯及修正。
- (10) 有時實際狀況會與想像狀況不同，我們必須重新修正流程與作法。

89

一、觀察本團隊開發的專題實作課程教材的教學成效(續)

2. 「山葵景觀缸」專題製作：經由行為前後觀察紀錄及功能分析表紀錄本校農科-園藝科及生機科學生在專題製作「山葵景觀缸走」的發想、創意及製作過程，發現在小組的實驗過程中，參與活動的農科學生會：
 - (1) 多與同伴、老師討論，別人的想法不一定跟自己一樣，交流可以有機會有更好的解答。
 - (2) 參與專題製作主要是為了幫自己增加一點經驗，自己要主動找老師討論。
 - (3) 做決策時，要先想像可能發生的情形，其結果無論是失敗或正常，都是學習。
 - (4) 做完整個製作過程及寫出報告是最難的地方。

90

一、觀察本團隊開發的專題實作課程教材的教學成效(續)

- (5)感覺這次我們還有很多可以改進的地方，我們一開始應該要把方向跟計畫寫清楚，在做的時候會比較有目標。
- (6)要有積極度，有些事情感覺卡住了，我們就會變得很被動，沒有自己尋找其他機會。
- (7)實驗紀錄的部分，中間有很多實作的過程，我們都沒有做好詳細的拍照，以後要再改進。

91

二、觀察帶領專題製作之教師團隊的教學過程

- 1.「綠能帶著走」專題製作：藉由團隊經驗，原團隊種子教師引導新進教師在課餘時間進行工科1組有興趣進行專題製作的學生各20節專題製作的指導專題製作競賽，並透過觀察討論進行專題製作教學經驗轉化，發現到參與的工科老師有下列的回饋：
 - (1)透過帶入食品群的成功經驗與實驗步驟，加快了題目的發想，進而減少許多時間，所以較快速地完成實驗的制定與研究方法。
 - (2)在專題創意題目的選定與研究方法過程中，若有問題時可以馬上進行跨域教師間的即時討論，校內無論是食品群，動力機械群，電機群的教師彼此間的諮詢與協助。

92

二、觀察帶領專題製作之教師團隊的教學過程(續)

1. 「綠能帶著走」專題製作指導老師的回饋：

- (3)有鑒於各群科之間的相互合作與立即地問題解決，讓教師間在參與專題製作競賽時能更有意願，各群教師間能組成合作團隊。
- (4)在這次計畫的輔助之下以讓個人的經驗有所提升，未來仍有意願繼續帶領專題創意競賽。

93

二、觀察帶領專題製作之教師團隊的教學過程(續)

2. 「山葵景觀缸」專題製作：藉由團隊經驗，原團隊種子教師引導新進教師在課餘時間進行農科1組有興趣進行專題製作的學生各20節專題製作的指導專題製作競賽，並透過觀察討論進行專題製作教學經驗轉化，發現到參與的農科老師有下列的回饋：

- (1)學生對做專題實驗的模式不適應，一年級的同學習慣說一動、做一動，三年級學生因為不同科別，且較為內向，比較無法完整帶領學弟。
- (2)學生怯於表達不清楚的部分，遇到問題即停止動作。

94

二、觀察帶領專題製作之教師團隊的教學過程(續)

2. 「山葵景觀缸」專題製作指導老師的回饋：

- (3)學生沒有做紀錄的習慣，當教師在交代或教授事情時，學生只有聽，並沒有寫下來，時常過一下就忘記。
- (4)因不同專業分工，當一項工作尚未完成時，不會繼續新的進度或協助幫忙，而是等待。
- (5)學生離開專題製作場域，工作積極性即迅速下降。
- (6)學生間溝通良善，不會有學長學弟制狀況，雖慢熟但融洽。
- (7)假日集合，製作時間確實，不會因為交通狀況遲到或早退。

95

三、觀察創新專題之製作過程與作品產出

1. 「綠能帶著走」，是利用「太陽能發電」及「風力發電」並存的綠能個人設備，無陽光時使用風力發電，無風力時使用太陽能發電，實現不中斷的供電，本專題創意「綠能帶著走」儲電設備有以下幾項特點：

- (1)方便性：儲電設備模組就可攜帶至任何一般場域使用。
- (2)安全性：不會改變用電行為及其本身主體電路，綠能儲電設備並不會引起其他的短路危險。
- (3)實用性：因儲電設備可依照使用者所處環境下，再透過抓取氣象局的設定，進行個人化設定。
- (4)延用性：具有商品化的價值，此儲電設備模組之製作方法不只用在於太陽能及風力，也可延伸用在其他綠能充電，如水力發電，可行及多元的研究。

96

三、觀察創新專題之製作過程與作品產出(續)

2. 「山葵景觀缸」，是「山葵植株」與「環控景觀缸」及「造景佈置」構築的居家觀賞入菜景觀缸，溫度升高時使用自動感測系統控溫，濕度低時使用小型造霧機補充濕度，這樣能有效控制山葵在適溫適濕的環境下自然生長，再搭配同緯度林相下的蕨類、苔蘚等植株佈景，「山葵景觀缸」有下列幾項特色：
- (1) 可以將寒冷地帶的植物帶到平地種植。將山葵栽培景觀生活化。
 - (2) 我們自行開發的山葵景觀缸，除了可提供觀賞外，更能提供種植食用山葵葉使用，兼具舒壓與實用價值。
 - (3) 將缸內設計成水陸缸，除山葵外亦可養殖兩棲類或魚類，自行研發設計一套居家種植的個人化山葵景觀缸設備
 - (4) 在環控製冷上有更深層的研製，利用遠端與微氣候控制裝置透過藍芽連線，遙控後控制溫度，以求最大效能生產。

97

伍、結論與建議

98

一、在「綠能帶著走」方面的結論：

1. 學生在參與食品群跨域專題課程之後，對於專題比較有思辨想法，同學間也能開始延伸思考相關領域議題。
2. 由海藻膠吸管的議題開始發想，例如提問：海藻膠吸管有味道嗎？海藻膠吸管能吃嗎？有實際的效用嗎？好用嗎？列舉相關的問題。成功引起學生間的思辨。
3. 關於專題的題目設問，使學生們能開始正向話題與討論，不僅在課堂時間，在課餘時間也能延伸思考。
4. 持續觀察學生的互動討論，發現部分學生能開始收斂相關想法，並結合電機群領域的知能，將主題做出結合並聚焦到發展出各多方面的問題。

99

一、在「綠能帶著走」方面結論(續)：

5. 教師藉由與學生的討論過程中，挑選出適合的學生組隊，針對問題立即著手專題與創意競賽的製作。
6. 小組的實驗過程中，學生會主動搜尋相關資訊、增設實驗項目、制定實驗指標，並自主進行實驗、測量、紀錄、撰寫程式、買材料與零組件。
7. 定時與其他教師共同討論、實驗紀錄、小組口頭報告、編修成果報告。

100

二、在「山葵景觀缸」方面結論：

1. 學生純樸、乖巧，自發找出家鄉產物能發展的主題，能與自己的生活連結。
2. 學生間能相處融洽，學長與學弟能溫和好相處，合作愉快。
3. 研究過程孩子們從頭到尾動手做，摸索練習，從自己生命經驗慢慢長出研究脈絡。

101

二、在「山葵景觀缸」方面結論(續)：

4. 學生時間較為零碎，僅能以午休與每周三下午兩小時的社團活動為主要研討時間，其次較完整為寒假時間，但其接近競賽後期，時間也較為緊迫，日後需要再尋找適當時間進行專題製作。
5. 學生學習較為被動，回家就沒有思考相關主題，往往來到學習場域才又重新熱機，至為可惜，日後需要再做適切的引導與啟發。

102

三、在整體研究方面結論：

- 1.為配合學校學期行事曆、電機科與園藝科課程教學進度及防疫政策，**適度調整**專題實作課程教材**教學與實作的日期與週數**，以求達成課程教學成效。
- 2.利用111學年度第1學期結束的寒假期間由原團隊的**種子教師協同指導新加入團隊的教師**以創新題材進行製作來參加專題製作比賽。

四、建議：

本校研究團隊將藉由跨領域專題團隊經驗，期許下期繼續以「**當園藝乘上生機—科學學思達起飛**」主題進行研究，將藉由學思達教學法的引導，帶領跨領域學生學習合作，**讓孩子具有自學、思考、討論、表達、統整等五力**，以符合108課綱三面九項的全人發展培育，能具備**領導、整合、兼容並蓄的視野與胸懷**。

103

陸、參考資料

104

- Greenpeace (2019)。超市要減塑，具體該做的 5 件事。專欄報導 減塑。2023.02.01 取自 <https://www.greenpeace.org/taiwan/update/4396/> /超市減塑，從日常中開始改變的減塑運動。
- Senturk Parreidt, T.; Müller, K.; Schmid, M. (2018). Alginate-Based Edible Films and Coatings for Food Packaging Applications. *Foods* 2018, 7, 170.
- 方柏翔 (2015)。不同界面活性劑對糖質克弗爾多醣/小麥澱粉可食膜物理性質的影響。國立中興大學 食品暨應用生物科技學系碩士學位論文。
- 行政院農業委員會(2017)。山葵種子貯藏及整齊實生苗育成之栽培技術。2023.02.01取自 <https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2506256>。
- 吳忠原與謝其龍 (2020)。電系實習。台南市：復文圖書有限公司。
- 吳冠良 (2019)。市售加工食品中鄰苯二甲酸酯濃度調查與國人暴露風險評估研究。國立成功大學環境醫學研究所碩士學位論文。
- 吳啟瑞 (2010)。食品加工實習上p79-83。新北市：台科大圖書股份有限公司。
- 呂秀英 (2010)。正確使用統計圖表呈現處理間比較台灣農業研究 60(1):P61-71 台中市。行政院農業委員會農業試驗所。

105

- 林以真、林穎詩與張凱越 (2019)。擋不住的「吸」飲力—新型吸管之研發。中華民國第59屆中小學科學展覽會優勝作品。
- 林國瑛、蔡乙綾與李建樺 (2020)。把新鮮包起來。全國高級中等學校專業群科109年專題及創意製作競賽食品群優勝作品。
- 陳志遠等 (2020)。智慧居家監控實習。新北市：台科大圖書股份有限公司。
- 陳佳飛 (2002)。食品容器及包裝用塑膠材質之塑化劑溶出研究。國立陽明大學環境衛生研究所碩士學位論文。
- 黃玉鈴、蔡豐富、張修銘、王文良、江伯源 (2012)。海藻酸—鈣鹽—微膠囊成型性及粒子品質比較。農林學報，第61卷，第02期，185-202。
- 黃嘉輝 (2020)。單晶片微處理機實習。新北市：台科大圖書股份有限公司。
- 維基百科(2022)。山葵。2023.02.01取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B1%B1%E8%91%B5>。

106