

後記

手機費率知多少？ 麗山高中數學課教你「打」得划算

數學課在一般人的印象中，是抽象的、充滿符號的、甚至有些枯燥的一門課，但大家都忘了它其實是日常應用十分廣泛的科目。麗山高中白偉民、林群軒兩位老師，以該校高瞻計畫「綠手機」為主題，讓學生找出自己最划算的手機費率，只要具備高一學生會的一次函數程度，就可以做得到，十分簡單，也提醒大家數學課生活化的一面。

不只學數學 還學了專題研究的方法

在麗山高中的專題課程結構中，這堂手機費率的課程被設定為「研究方法」課，是基礎課程的一部分，對象是高一剛入學的新生，總共要上六星期，每星期三小時。白偉民老師認為，由於此階段的學生還沒選擇組別，也還沒開始做專題研究，因此如何在這六星期的課程中，讓他們具備專題研究的基本能力，是很重要的。

為了達到以上目標，這門課對學生的作業要求，就完全照著一個標準的專題研究應該有的步驟進行。同學們分成幾個組別，從整理資料的方法開始學起，上網查資訊、發問卷，比較各家門號費率，分析使用者通話網內外比率等等。分析完之後，使用一次函數來計算最佳費率，還繪製分段函數圖形，讓人一目了然。最後所有的組別都要做簡報和口頭報告，才算完成整個專題研究。「很多學生自己都不知道父母幫他們交了多少電話費！」白老師笑著說，「做了這個研究他們才總算知道了。」

在學生反應方面，學生在學習電腦，例如數學軟體Geogebra時，有很高的好奇和興趣；此外這課程設計本身十分獨特，也讓學生印象深刻，「在數學課中發展這樣的專題研究，是學生在國中階段不會遇到的。」林老師表示。白偉民老師則覺得在此課程中學到全面的專題研究能力，是很重要的，「往後學生可能會選別的組別，」白老師表示，「但不管後來選了哪一組，在本課程中學到的資料整理、簡報、電腦軟體等能力，都可以應用得上。」

學會基礎知識之後 再設計更深更廣的課程

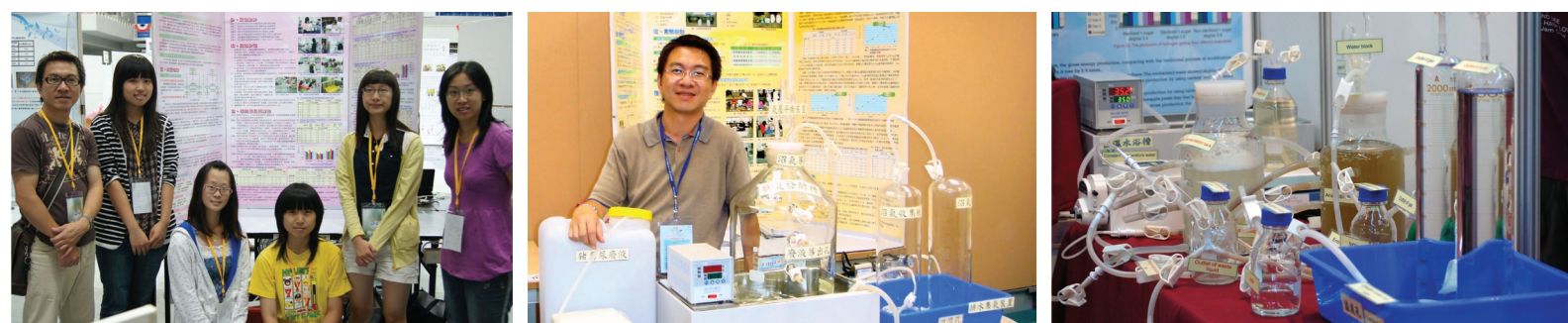
這門課程目前每年還在進行之中。對於課程本身的改進，林老師認為，學生在問卷方面的處理還可以更好，可能考慮加入研究方法的教學，學習質化和量化等基礎研究方法的知識，讓他們在設計問卷時，信度和效度可以再增加。白老師則認為可以擴大學生調查的母群體，也許擴大到內湖的其他高中，甚至台北的其他高中；科技的進步帶來的影響，例如2G和3G費率的不同，應該也要計算進來；此外，向電信公司調通話資料，來印證分析的結果是否正確，也是另一項值得試試的工作。

這特別的數學專題課，並不只是讓學生有所成長，老師們也都因此培養出對課程的新想法，「我想再做專題，可能是黃金比例相關的課程，」他表示，「這可以和藝術、自然界的美做結合，也是十分生活化的題材。」白老師則特別提到麗山高中高瞻計畫「綠手機」團隊對他影響很大，「很有收穫，我自己也有所成長，平常我們很少有機會和別科老師一起討論課程，這次的機會讓我看見其他老師有趣的想法。」

5-1

能源

教具製作



微生物產氫與沼氣教學示範模組 教具製作及實作作品

國立苗栗高級農業工業職業學校
陳志魁、林唯穎、邱宇捷

聯絡資訊

● 執行單位 ●

國立苗栗高級農業工業職業學校 (037) 329281

● 聯絡人 ●

陳志魁	(037) 329281 分機 66	skueir@mlaivs.mlc.edu.tw
林唯穎	(037) 329281 分機 332	wiilin@yahoo.com.tw
邱宇捷	(037) 329281 分機 208	yu_chieh1015@yahoo.com.tw

INFORMATION

微生物產氫與沼氣教學示範模組 教具製作及實作作品

微生物產氫與沼氣教學示範模組教具製作及實作作品，包含三個單元，分別為「畜產廢棄物產沼氣」、「微生物產氫」及「燃料電池」等教學示範模組。以單元一：『畜產廢棄物產沼氣』教學示範模組為例，簡要介紹其作品特色與用途、作品製作要點與流程說明。

A 作品特色與用途

一、目的

目前台灣之畜產廢棄物處理一般均採用三段式廢水處理，分別為固液分離、厭氣發酵、好氣處理。其中厭氣發酵後可產生沼氣，本教學試驗將針對氣態生質能源『沼氣發酵』做深入的瞭解，並且建造一個厭氣發酵實驗裝置模組，以不同家畜糞尿為基質及環境溫度進行發酵實驗。學生可親自由採菌、培養、收集沼氣、驗證等操作流程，對微生物的基礎生物學知識、發酵之基礎原理與沼氣能源的相關課題，作更深入的探討與瞭解，並對生質能源有更切身的體認。

二、背景說明

能源已為人類不可或缺者，更牽動著工業發展。自從1973年石油危機以來，造成世界各國對現今能源系統的重新評估。由於石油的再生能力太低、蘊藏量有限，使得發展替代性能源變得相當重要。全球上的生物資源是非常豐富的，因此應用生化發酵作用轉換，使其成為可用的能源，此即為生質能源。「甲烷」是有機廢棄物（如農牧、食品、造紙等產業廢水、廢棄物）處理程序（厭氧消化）中最常被生成之生質能

源（原始存在於沼氣中，占總量的60~65%），相較於石化燃料其具有容易取得及產生較少二氧化碳的特性，同時兼顧環保及資源回收的目的。

三、用途

本教學示範模組課程中對微生物的基礎生物學、發酵之基礎原理與沼氣能源的相關課題，可融入於一般高中『生物』課程；示範模組之實驗設計則可融入於高職農、工科之『專題製作』課程。實驗模組無需操作精密儀器，各項設備組裝容易，適合高中職學生操作，可幫助學生建構科學實驗設計的完整思路。針對一些對科學探就有興趣的學生，可從本實驗模組起步，並可更深入探討不同基質形式及各種環境條件對沼氣生成之影響，是很好的『科展研究』題材。

B 作品製作要點說明

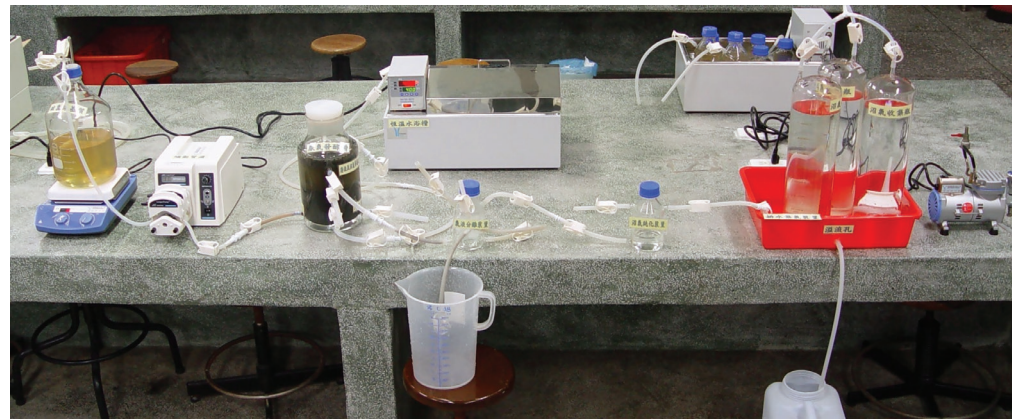
一、各教學單元模組介紹

基質配製模組	厭氣發酵產沼氣模組	沼氣純化模組	沼氣收集模組
1. 畜牧場之牛、羊、豬糞 2. 濾網 3. 漏斗 4. 基質浸泡桶 5. 電子磅秤	1. 蠕動幫浦 2. 沼氣厭氣發酵槽 3. 恆溫水浴槽 4. 氣壓平衡裝置	1. 沼氣純化瓶 2. 氫氧化鈉(NaOH)	1. 排水集氣裝置 2. 抽氣幫浦

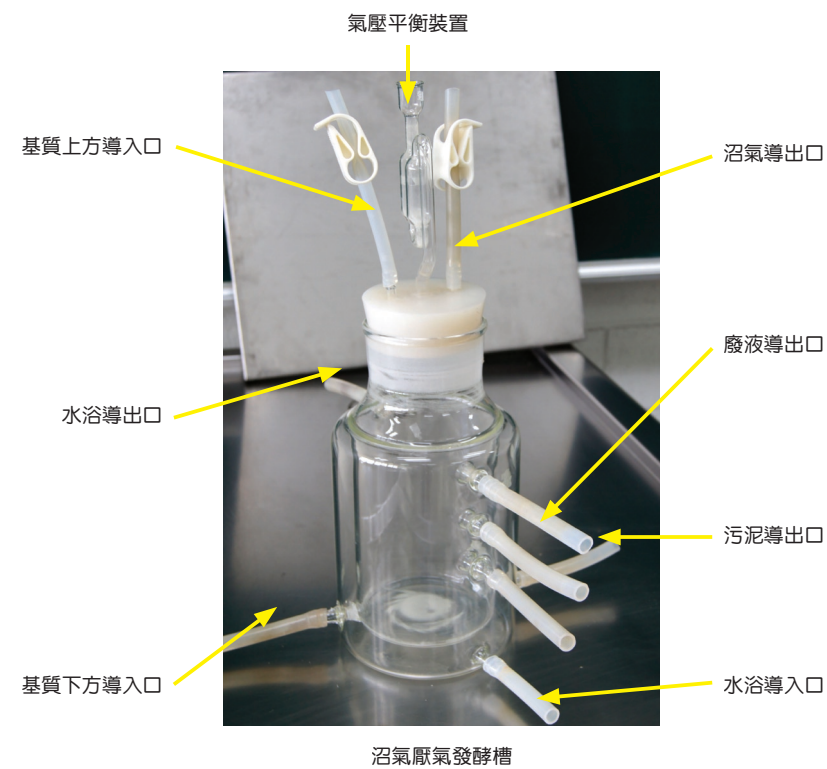
二、設計之實驗設備

1. 沼氣厭氣發酵槽

沼氣厭氣發酵槽設計成內外兩層，外層為水浴裝置，目的為使厭氣發酵能在穩定的環境溫度下進行，水浴導入口在下，導出口在上。內層為厭氣發酵裝置，目的為使厭氧菌對基質進行發酵分解產沼氣，故著重密閉厭氧的維持與實驗設計的多樣性。下方設計二開口，一開口為基質下方導入口，另一開口為活性污泥導出口；前方設計三個開口，分高、中、低為可調整性廢液（或廢液加沼氣）導出口；上方則設計三個開口，右方為暗發酵後產生之沼氣導出口，左方為基質上方導入口，中間則連接氣壓平衡裝置。



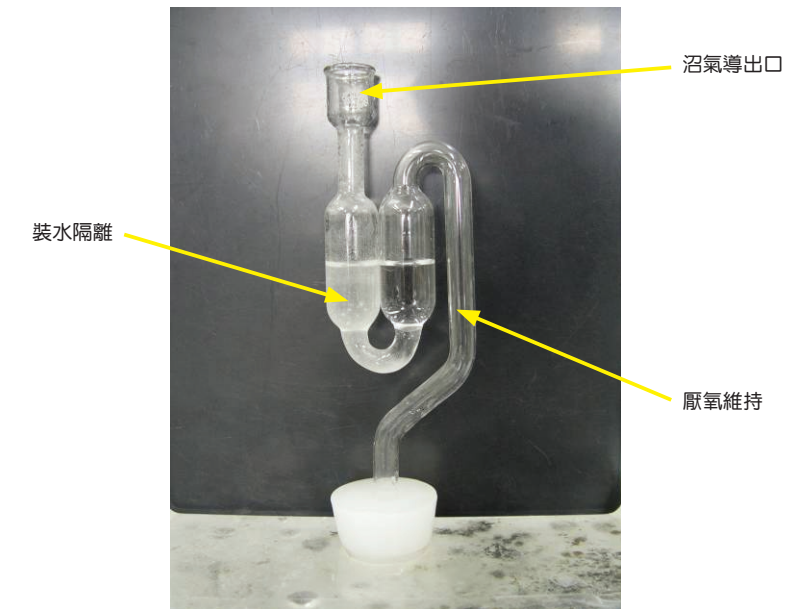
畜產廢棄物產沼氣教學模組



沼氣厭氣發酵槽

2. 氣壓平衡裝置

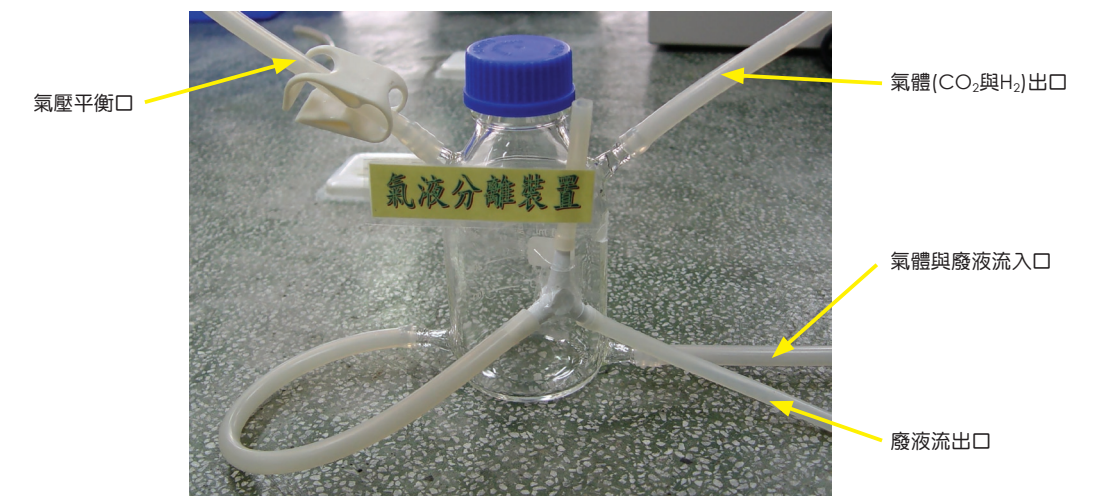
目的為預防厭氣發酵產沼氣過程中，沼氣產量過盛導致沼氣厭氣發酵槽氣壓太大而爆裂，著重密閉厭氣的維持與沼氣厭氣發酵槽氣壓的維持。故設計為一U形管，管身部分加寬，內可裝水以維持反應槽內厭氧之狀態，過量之沼氣亦可從此排出。



氣壓平衡裝置

3. 氣液分離瓶

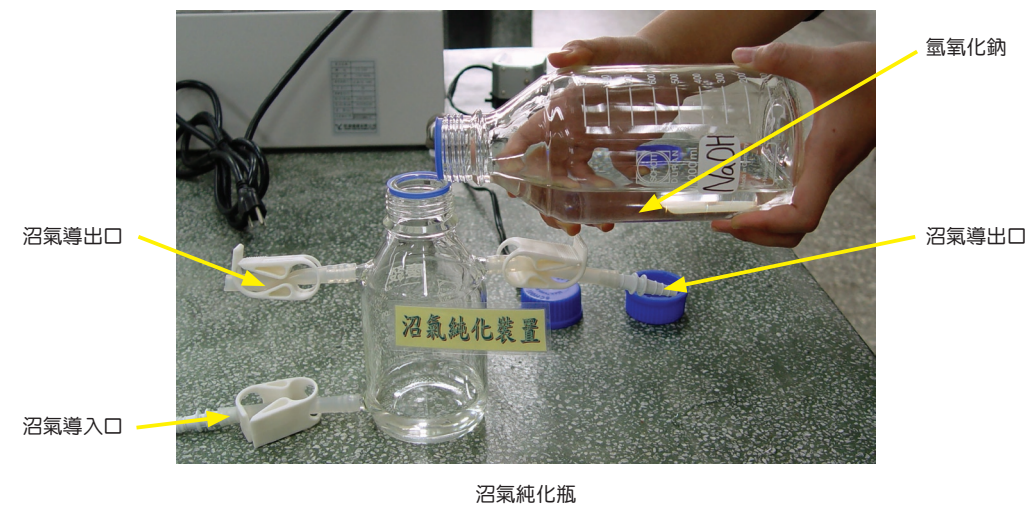
目的為將厭氣發酵菌所產生的氣體，與混雜的廢液作分離。氣體與廢液由上方之開口引入，廢液隨即下沉，由另一端下方之開口流出。氣體浮在上層，再由另一端上方之開口，流入氫氣純化瓶。此氣體為氫氣與二氧化碳的混合氣體。



氣液分離瓶

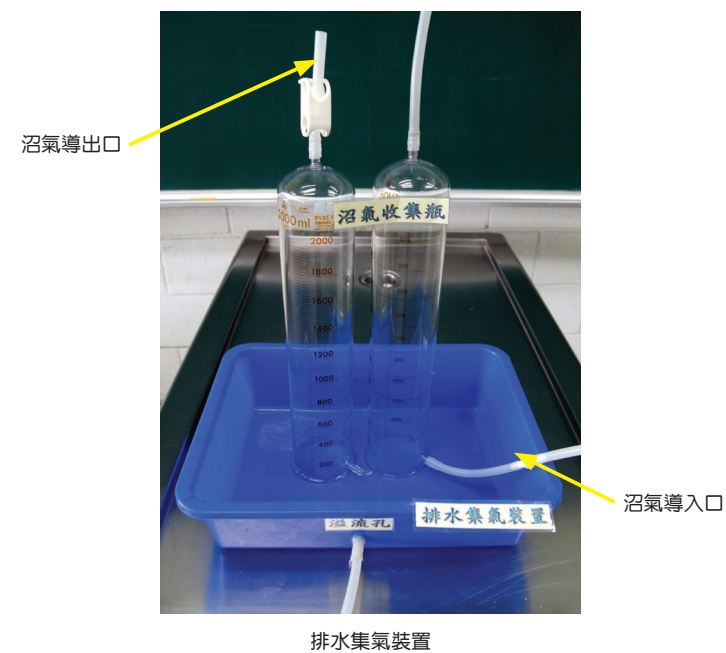
4. 沼氣純化瓶

瓶中裝NaOH，可吸附H₂S。由沼氣厭氣發酵槽進入的氣體，經純化之沼氣再進行排水集氣法收集或能源轉換。



5. 排水集氣裝置

目的為將厭氣發酵槽所產生的沼氣收集與紀錄，收集瓶設計二開口，上方為氣體導出口，可連接抽器幫浦先將收集瓶注滿水；沼氣則由下方之開口導入，即可進行排水集氣。

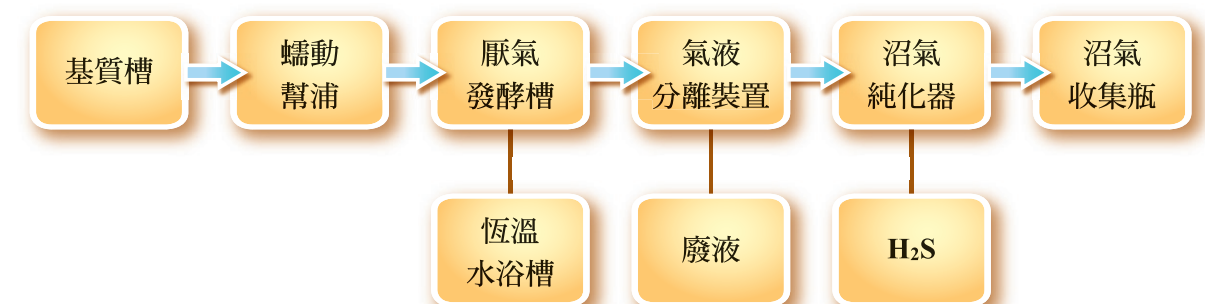


6. 輔助之器材

恆溫水浴槽：使沼氣厭氣發酵槽之溫度得以定溫控制，避免環境干擾。
漸進式蠕動幫浦：推動基質進入發酵槽，同時可控制進料的速度。



三、流程圖



四、設備名稱

設備	數量	單位	規格
濾網	2	個	
漏斗	2	個	
電子磅秤	1	台	
恆溫水域槽	1	台	溫度範圍：5-100℃；電源：110 V，10A
漸進式幫浦	1	台	轉速：7-200rpm；流速：0.42 to 570 mL/min；馬力：1/20 hp；電源：90-130 V，1.5A
厭氧發酵槽	1	瓶	
氣壓平衡裝置	1	個	
氣液分離裝置	1	瓶	
沼氣純化瓶	1	瓶	
沼氣收集瓶	2	瓶	
抽氣幫浦	1	台	真空度：650 mmHg；流量：20 L/min；馬力：1/8 hp
水桶	若干	個	
CB管（大、中、小）	若干	支	
轉接頭	若干	個	

C 作品製作流程

操作步驟

步驟一：基質之製作

取牧場動物糞便2.5kg並加入12.5L的水，浸泡4小時，然後利用濾網將糞便的固形物濾出，所得濾液取1L做為厭氣發酵的基質。



步驟一 基質之製作



步驟一 用濾網將固形物濾出



步驟一 基質配置裝置

步驟二：厭氣發酵菌

養豬場廢水處理場厭氣發酵池的活性污泥中含有許多厭氣發酵菌，取1L注入厭氣發酵槽內。

步驟三：沼氣收集系統

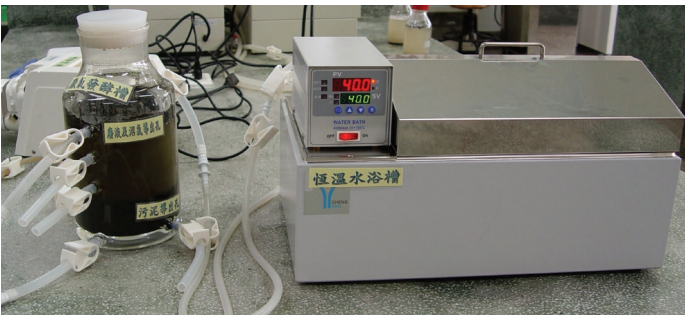
利用排水集氣原理，先用抽氣幫浦抽氣使得集氣瓶呈現負壓，利用大氣壓力將集氣瓶注滿水。

步驟四：

將厭氣發酵槽連接於恆溫水浴槽內進行反應溫度之設定。



步驟三 抽器幫浦將集氣瓶注滿水



步驟四 厭氣發酵槽連接恆溫水浴槽

步驟五：厭氣發酵菌

將NaOH置於沼氣純化瓶內。

步驟六：

利用矽膠管將基質瓶、蠕動幫浦、厭氣發酵槽、氣液分離瓶、沼氣純化瓶、排水集氣裝置串聯並呈現厭氣狀態。



步驟五 將NaOH置於沼氣純化瓶內



步驟六 利用矽膠管將各裝置串聯

步驟七：

啟動蠕動幫浦，緩緩將基質送入厭氣發酵槽。

步驟八：

厭氣發酵槽內污泥中的厭氣發酵菌開始進行厭氣發酵，分解基質的有機物並產生沼氣。

步驟九：

厭氣發酵所產生的沼氣利用沼氣純化裝置去除 H_2S 。

步驟十：

厭氣發酵所產生的沼氣利用排水集氣法收集於集氣瓶中。

步驟十一：

依據學習單上的項目進行觀察、記錄與討論。



步驟十 利用排水集氣法收集沼氣



D 作品效益

- 一、實驗模組設備費用一套約5萬元，具有推廣之經濟效益。
- 二、實驗模組基質的來源均為畜產廢棄物，具有資源回收再利用的教育意義。
- 三、實驗模組之厭氣發酵菌污泥來源除廢水處理廠之活性污泥，亦可取自周遭環境（如水溝污泥），基質來源除動物糞尿，亦可取自周遭環境（如廚餘、家庭廢水）實驗可行性極高。
- 四、實驗模組無需操作精密儀器，各項設備組裝及操作容易，適合高中職學生專題製作及科展研究，可幫助學生建構科學實驗設計的完整思路。
- 五、實驗模組的實驗流程對實驗室之環境條件要求不高，適合推廣於一般高中職教師供教學示範，可培養學生科學探索之精神。



裝置厭氣發酵槽及沼氣收集瓶

後記

生質能源轉換與應用 苗農教你做

有鑑於石化能源日漸枯竭，替代能源變得更加重要，苗栗農工的陳志魁、林唯穎老師教你如何取得生物中的沼氣和氫，轉換為生質能源，邱宇捷老師進一步教你如何操作燃料電池，讓大自然可以永續經營、源源不斷。

教具開發面臨的困難

在研究剛起步時，由於對這個領域不是很熟悉，陳志魁與林唯穎兩位老師都決定尋找專家諮詢，陳志魁找的是臺灣動物科技研究所蘇忠楨研究員，蘇博士提供小型的實驗模組給他帶回引用和改良，初期教具來的時候陳志魁只能依樣畫葫蘆的操作，後來發現教具其實有它的限制性，而且教具的材料是壓克力，實驗過程中很容易漏氣，對此問題他不斷地改良，每改良一次操作過程就更為順利，對陳志魁來說，改良過程的進步帶給他有不小的成就感。

而林唯穎則是找了成功大學化工系的張嘉修教授做諮詢，她在養菌的過程摸索了很久，因為一開始成大教授給了很純的產氫菌，因為失敗率很高，養菌的過程必須非常小心，需要花很多時間來進行，甚至六日也要來學校，後來發現這樣的養菌方式學生操作起來會有困難，所以就改成自己採菌和養菌。

科學教育的起步

由於在執行高瞻計畫的第一年教具就已製作完成，而他們則利用社團時間開設了課程實驗班，教導學生基礎的研究方法理論以及實際操作教具，陳志魁表示，他們主要是在推廣科學研究的精神，教學生如何實際操作，這樣的探究式教學對孩子來說是一個很大的刺激，因為要自己動手嘗試、自己發現問題並且自己做改善。林唯穎也表示，學校在學生高一時即開設專題導論的課程，向下紮根，讓孩子及早習慣這樣的學習經驗，到了高二、高三要做相關的專題製作、科展時便較容易上手。

目前這個課程還在推廣當中，因為開發這些課程時有與高中課程單元做連結，如果有高中職學校想用這套教具，他們很願意協助將這套教具推廣、融入到真正的課程裡。

學生科展大放異彩

在計畫的第二年開始有學生來找他們做科展，他們提供實驗器具，實驗的變因跟操作就讓學生自己去做，一開始三個主題都各有學生在做科展，也都各自研發，後來發現這些主題能夠相互結合，就把主題融合；另一方面，由於教具和研究設備在第二年都已逐漸成熟，做出來的成果也較有質感，這樣的成果更展現在學生的科展競賽上，不但學生科展南征北討贏得了很亮眼的成績，更在分區科展獲得優勝、全國科展化工組第二名、國際科展二等獎、亞太青少年能源發明展銀質獎等，上個月還受邀到馬來西亞參加青少年發明展比賽得到金牌獎，可說是成果豐碩！另一方面，許多學生也因參與科展而推甄到第一志願或是其他不錯的校系，讓這個高瞻計畫的後續效應發揮到淋漓盡致，也讓更多人知道苗栗農工。



5-2

能源

教具製作



太陽電池照光特性實驗 追日系統整合教具

高雄市立高雄女子高級中學

邱崑山、陳淑媛、徐德耀、蔡宗賢、林思宏、林孝正