
聲明

本檔案之內容僅供下載者自我學習或推廣化學教育之非營利目的使用。並請於使用時註明出處。例如「本頁取材自○○○教授演講內容」



新興科技融入高中綠色化學教育

高中特色課程教學分享

主 講 人 ： 劉 曉 倩 老 師

國 立 彰 化 高 級 中 學
全國化學學科中心分區組長暨研發教師

個人學經歷

全國化學學科中心研發教師11年

資優班（兼任導師）及科學班教學至今

科技部高瞻計畫第一期第二期研究人員

新興科技材料與元件具象化之成品應用與推廣

彰化師範大學教材教法研究指導教師

全國科展、學科能力競賽、思源科技、智慧
鐵人競賽...指導

中興大學助教

毒性化學物質甲級技術人員

化學作業環境檢定甲級技術人員

政府為何要推行教育改革？

環境汙染問題日益嚴重！



綠色教育
應向下扎根

攝影 / 柯金源

臺灣面臨人才短缺的危機！

全球人才二〇二一報告中指出：

「四十六個評比國家中，二〇二一年台灣將面臨全球最嚴重的人才短缺，程度比日本還要更嚴重！」

二〇二一年，正好是這一屆十二年國教學生從大學畢業，進入職場工作的第一年。

面對未來，孩子應具備的能力

1. 高EQ，跨領域合作
2. 科學及人文素養兼備
3. 有社會責任
4. 非個人英雄主義
5. 承認犯錯，願意改進
6. 有幽默感

教育改革是培養學生能力的關鍵

「增加授課時數」，就可以解決？

不斷增加課程時數，對於已經「學不會」的學生，是更大的打擊。

教育部期許：

透過改革課程和教學，點燃學生的學習動機和老師的教學熱忱，才是改革的關鍵！！

教育改革： 動手做就對了！

1. 未來需要創新、發明人才
2. 「發明」無法熟背理論後自然誕生，
3. 「動手做」是教育內涵與學習過程中的關鍵
4. 紙筆測驗分數「看不出孩子的成長」，
反而「阻礙學習」。

透過有系統規劃動手做的真實學習，讓下一代擁有創新、獨立思考、動機和解決問題的能力。

每個孩子都是人才

Maker創客教育精神：

透過動手的過程，讓學生感受到學習和真實生活的關係，體會自己創造的成就感。

希望可以讓更多人看到，我們的孩子值得更棒的學習方式。

 **107新課綱的大改革**

科技部第一期高瞻計畫

地理資訊系統、綠色能源及材料科技融入 高中課程之研究

教學目標

1. 培養學生基礎實驗能力，進而了解新興科技與物理、化學之間的關係。
2. 培養學生對綠色能源 (永續能源) 的認知，了解對環境友善之能源技術及能源節約。
3. 培養學生對新興科技的興趣，訓練思考、分析與解決問題能力。
4. 設計教材模組增進學生對「DSSC染料敏化太陽能電池」的認知，並能實作。



首要任務

培養學生基礎實驗能力

基礎實驗能力訓練 首推行校本位特色課程

* 教育部107課綱實施重點：

高一選修課程

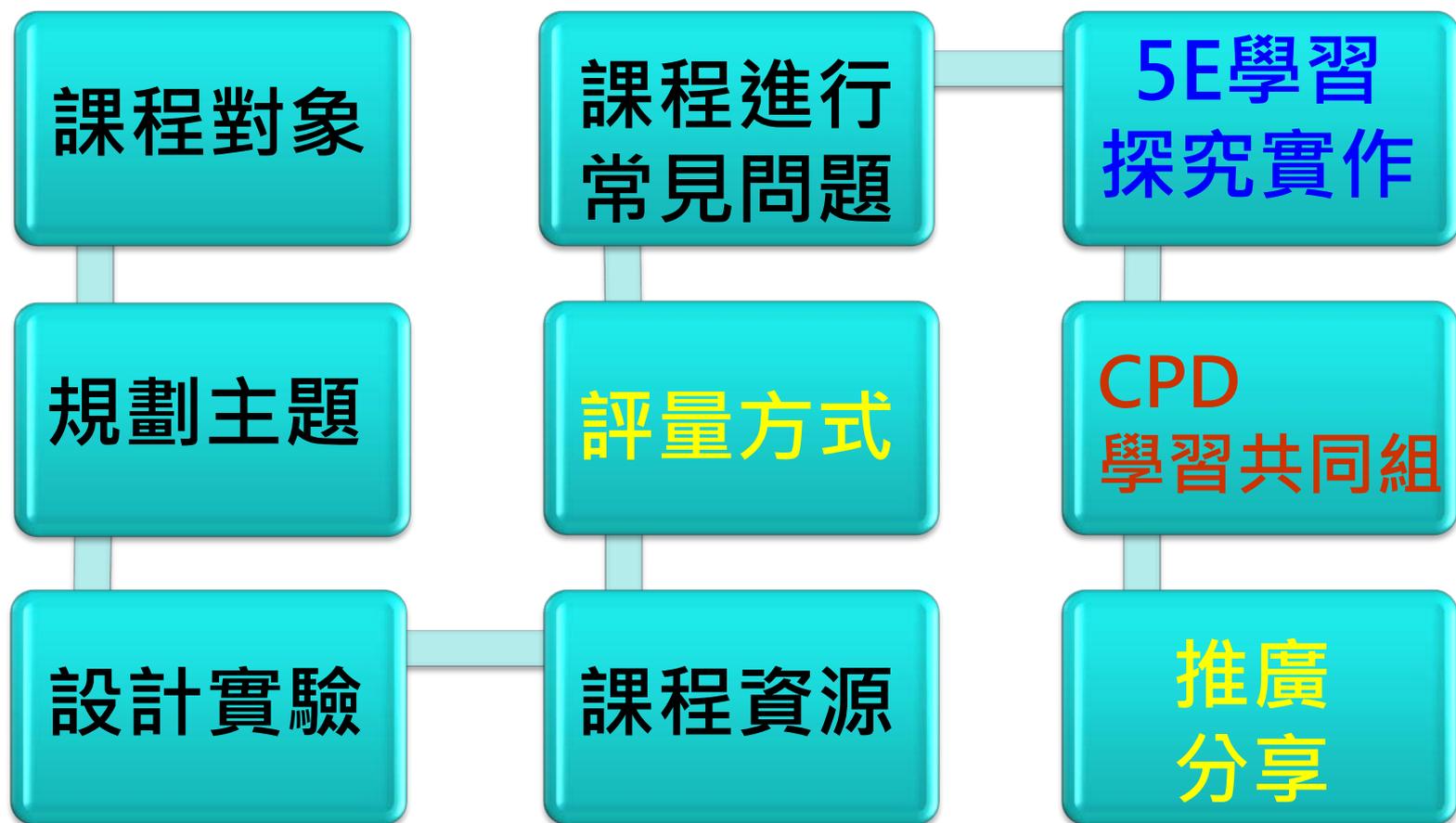
多元的跨領域課程，不能以學科為導向課程

目標：培養「做中學」及歸納整理的能力

* 「發展校本位特色課程」

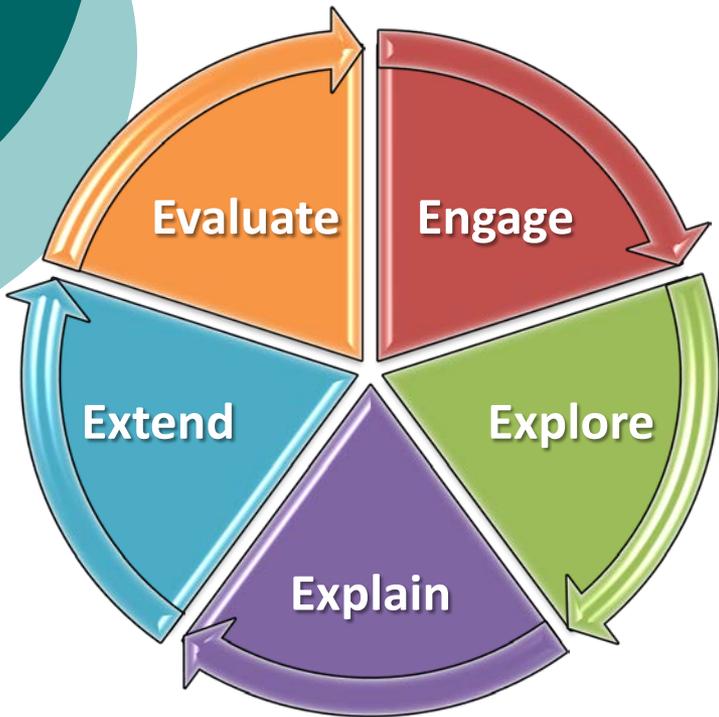
各校不一定要特色招生，但是皆應發展特色課程

化學特色課程規劃大綱



5E學習實作探究

實施時間：分組競賽或專題研究



- **Engage**：利用演示實驗，引發學習動機
- **Explore**：鼓勵學生討論、主動提出的假設與實驗設計，逐步修正，直到完成安全的實驗步驟
- **Explain**：學生根據實驗觀察與數據進行分析，並會解釋。
老師  協助學生
- **Elaborate**：學生進一步延伸實驗、及探索可能的應用。
- **Evaluate**：老師根據學生學習進度、過程觀察、發表等進行評量。

學習共同體的建立 - CPD模式

實施對象：差異化教學

continuous professional development (CPD) (持續專業發展) 建立高中教師、科學教育者、大學端教授 → 學習共同體

高中端完成基礎
實驗能力訓練

因材施教找出
該學生適性發展的
實驗主題

大學端教授
啟發學生潛能
科展指導
進階課程

高一特色課程設計對象 普通班級學生

以銜接國中課程為主：

從學生的角度，尋求激發學習
動機的課程與教學

從學科專家角度決定課程方向



以學生為主體：

從學生的角度，尋求激發學習
動機的課程與教學

~~從學科專家角度決定課程方向~~

課程規劃目標

一、配合**基礎化學課程設計實驗**

從「**認識研究**」開始

培養觀察、思考、發現問題、

設計實驗、操作驗證、撰寫報告、表

達分享

二、**定期舉辦創意實驗闖關競賽**

團隊合作又競爭

創造不同學習樣貌

教學活動內容

基礎化學一為主
不涉及複雜化學計算

一、物質組成

物質分離技術

醋酸鈉過飽和溶液配製

二、化學方程式及化學計量

大象牙膏

神奇的七個杯子

三、常見的化學反應

酸鹼中和：酸鹼指示劑

常見天然指示劑

沉澱反應及溶解度：天氣瓶

黃金雨

氧化還原反應：藍瓶實驗

淌血的心

魔術點菸

天氣瓶



KNO₃
NH₄Cl
樟腦
酒精溶液

藍瓶實驗、淌血的心、魔術點菸

1. 藍瓶實驗：

- (a) 溶解8克氫氧化鈉 (NaOH) 於 300 毫升水中。
- (b) 將此溶液冷卻並加入 10 克葡萄糖。
- (c) 加幾滴亞甲基藍或少量的固體指示劑於此溶液

2. 淌血的心

- (1) 迴紋針彎成心型，浸入鹽酸溶液中並加入KSCN一匙，觀察燒杯內的反應。
- (2) 加入幾滴雙氧水，觀察溶液中的變化

3. 魔術點菸



課程實施之初常見的問題

學生組成：來自不同班級

選修課程：學生態度...



學生程度...量筒怎麼看？
第一次上課時出現

與教學目標落差



下課後彼此聯絡不易

團隊力量薄弱



教學心態的調整

1. 心態下修，以**鼓勵**代替說教
2. 是否實施期中考？

減少作業，以活潑有趣的實驗吸引學生興趣

引人入勝的時令實驗

酒的蒸餾與柚皮精油萃取

1. 學習酒蒸餾裝置
2. 配合**中秋節時令**學習柚皮精油萃取

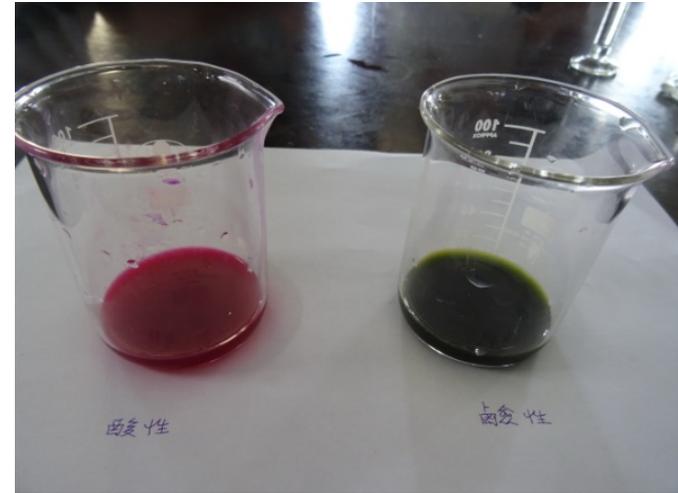


酸鹼指示劑

校園常見的天然指示劑



淡淡三月天
杜鵑花開滿校園



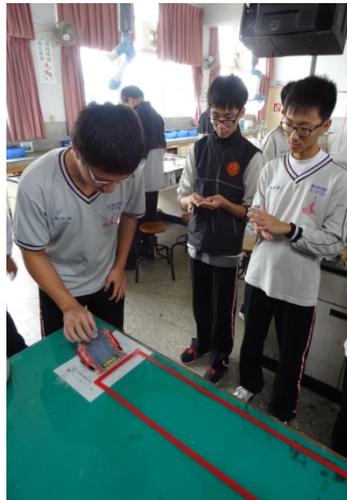
校園內
拈花惹草~

分秒必爭的創意闖關比賽

自製魔力除塵膠、QQ三鐵人競賽

1.第一週：測試化學粘土的比例

2.第二週實驗闖關競賽：長度、硬度、彈力





鼓勵學生利用日常生活器材

自行設計創意闖關比賽的影片

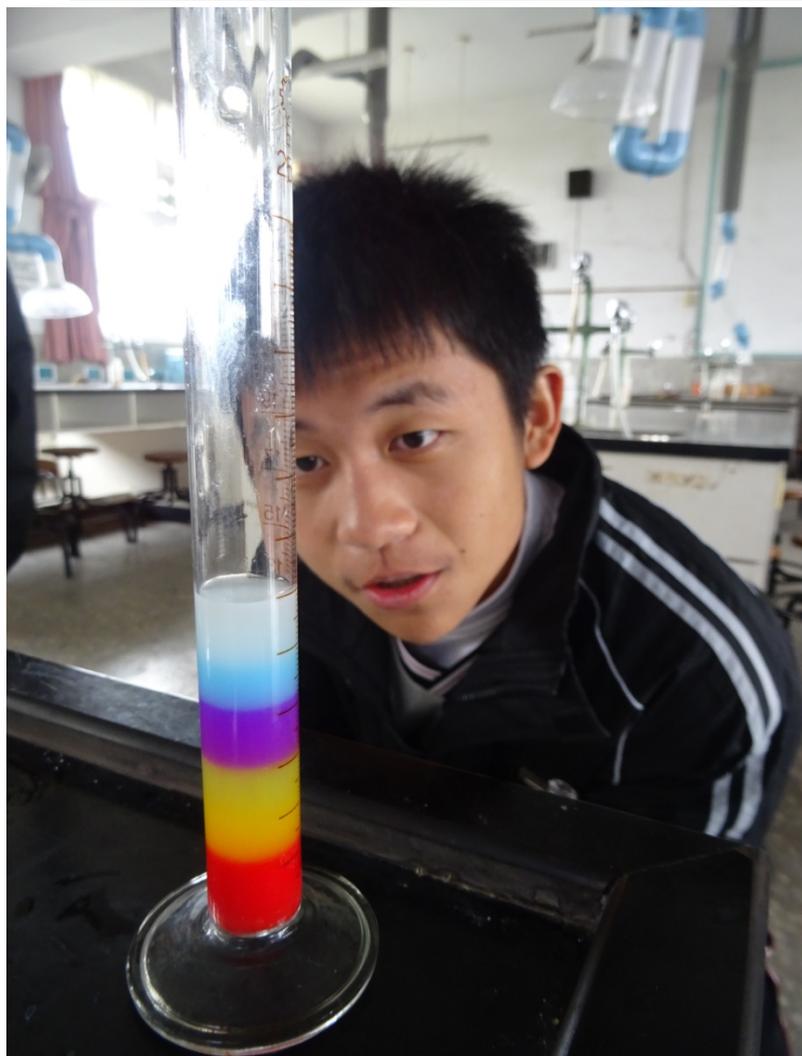
創意影片拍攝
水果酵素炸彈

學生自己尋找競賽主題

食鹽水分層



學生建立競賽規則



化學學科中心
創意闖關競賽題

競賽規則：

老師訂立

學生訂立

特色課程資源

化學學科中心實驗影片

生活化學：神奇植物染
手工果皮抄紙

迷思概念題：高分子聚合物迷思
魔法學老師吹毛求疵

科學Online

科技部高瞻自然科學教學資源平台

結合微電影於製作豆腐和植物染實驗中——
創意影片拍攝心得分享（上）（下），
第11期，2016年1月，臺灣化學教育

特色課程實施第二年

建立課程主題模組

- 1.老師而言：**設計課綱實驗相關的主題
實驗與探究實作結合
減輕教學負擔
- 2.學生而言：**與課程主題契合度高的實驗
提升對課程的認知
容易進一步探究與實作
- 3.學校而言：****不會增加設備負擔**
容易準備的器材及藥品
對課程熟悉有實質的幫助

實驗主題模組範例

核心概念：物質的分離
分子間的作用力

基礎分離技術：濾紙色層分析

實施時間：四週

進階生活應用：植物色素分離

實施時間：兩週

專題探究：染敏太陽能電池
(DSSC) 探究

引起動機 - 毒品植物

- **古柯鹼**：古柯和梧桐科植物的可樂果(colá)調製成的飲料。德國從古柯中分離古柯鹼(cocain)作為麻醉劑，但不久被當成興奮用的毒品
- **海洛因、嗎啡**：罌粟幼果的白色汁液，在空氣中迅速氧化凝結成生鴉片(opium或稱煙土)，具安眠止痛作用，純化即成嗎啡或海洛因。
- **大麻**：使用為大麻的葉和花乾品
- **曼陀羅**：茄科植物(麻醉劑)

天然植物純化的重要



罌粟幼果的白色汁液



嗎啡



海洛因

實驗原理

1. 混合物可用物理方法加以分離

2. 學習化學的基礎：**純化**

由混合物中分離出我們所要的成分
或將雜質分離
使混合物純度變高

濾紙色層分析

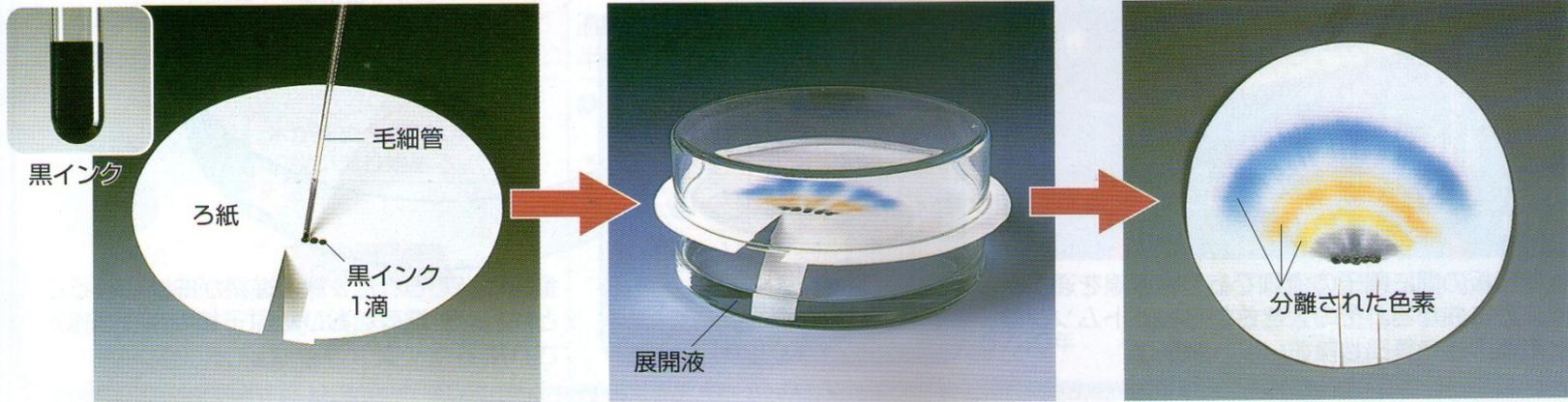
第一部分：基礎訓練
水溶性筆的色素分離

第二部分：開放研究主題
葉綠素及花青素的色素分離

水性簽字筆色素分析

クロマトグラフィー

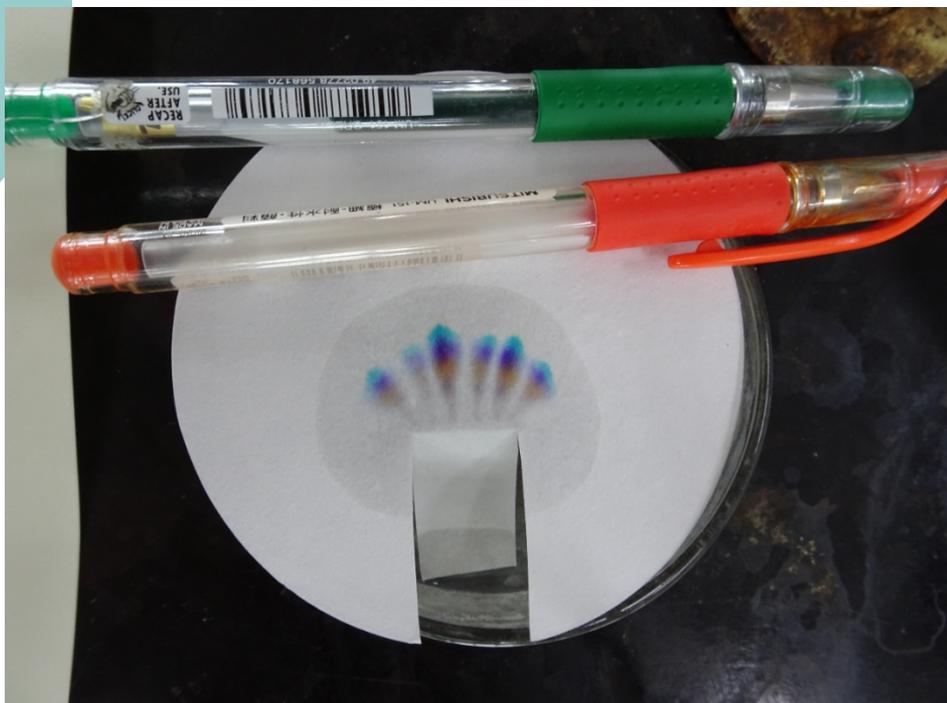
液体にとけている種々の物質のろ紙などへの吸着性や溶媒などで、運ばれる速さの違いを利用して分離する。



黒インクの中に含まれている種々の色素を溶媒（展開液）へのとけやすさとろ紙への吸着性の違いにより分離する。

展開液建議：讓學生容易上手！
酒精（95%）與水的體積比：9:1

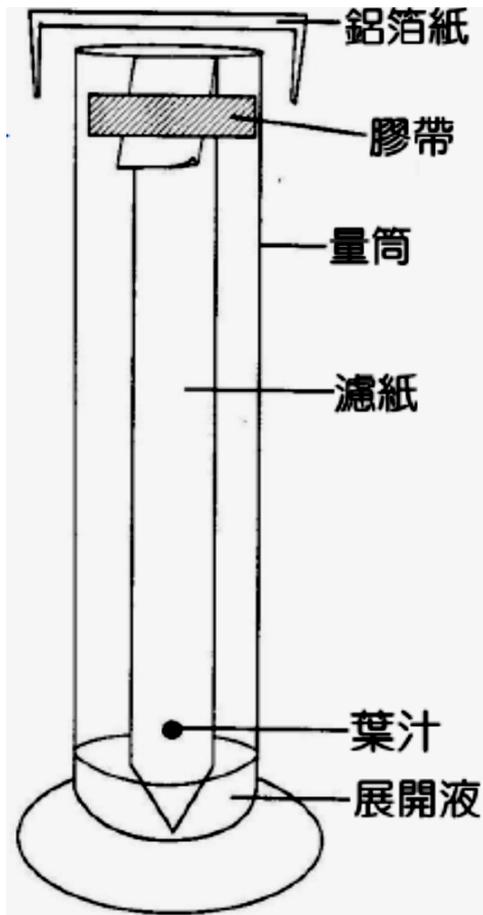
學生動手做！



水性簽字筆：黑色



植物葉片色素層析分離



配置展開液，置於100mL量筒，量筒口以鋁箔密封，靜置數分鐘

★展開液：4.5mL石油醚+0.5mL 100%丙酮 → 務必精準配置

取適量烘乾菠菜葉，捏碎後放入研鉢磨成粉末

加入10mL 90%丙酮充分研磨，萃取出光合色素

以雙層砂布過濾，將濾液取置小燒杯

取一長條濾紙，將前端剪成尖型，以「鉛筆」在離尖端3cm處畫一橫線

以毛細管吸取濾液，點一滴在橫線上，重複數次

★濾液面積越小越好

將濾紙放入含有展開液的量筒，垂直固定好，以鋁箔封口

★濾液圓點不可浸於展開液中

靜置一段時間，過程中切勿晃動展開液

待展開液上升到濾紙全長的90%，或色素分離後，取出濾紙觀察

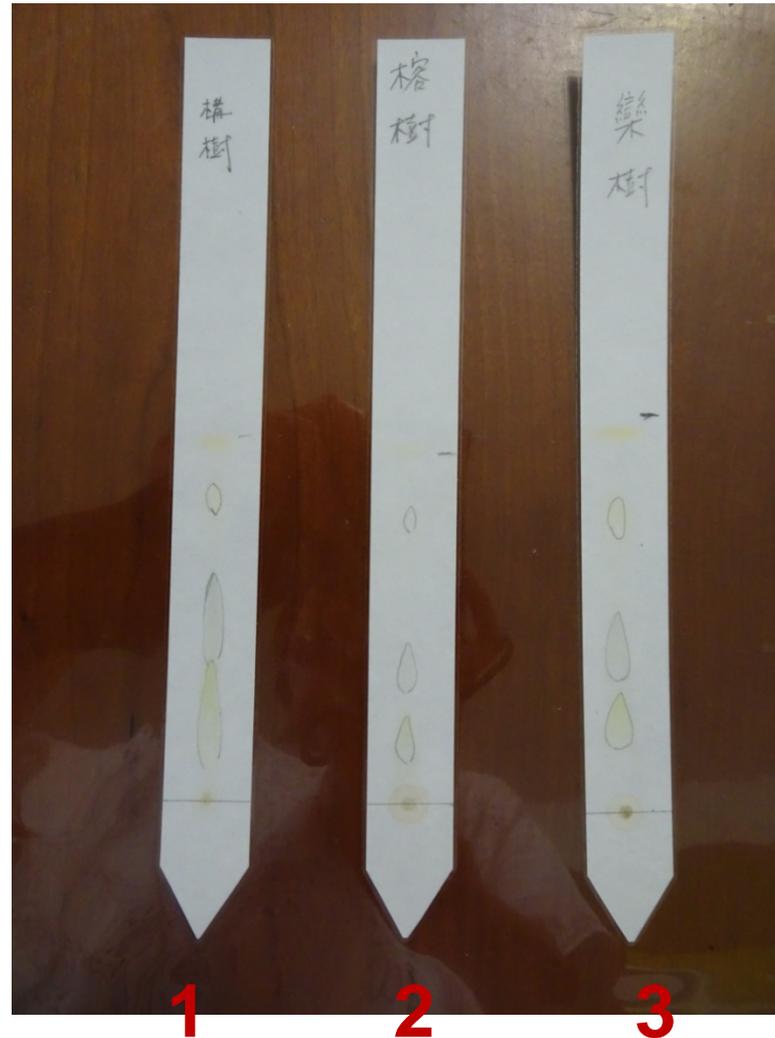
計算各色素的Rf值，與標準值比對

植物色素：丙酮萃取
展開劑：
石油醚：丙酮 = 9 : 1

校園植物色素分離

1. 構樹
2. 榕樹
3. 臺灣樂樹

缺點：
葉綠素褪色很快



學生進一步探究

學生：

若無法順利將奇異筆色素分離，
是否將濾紙更換 >

TLC片

展開液是否需重新配製？

進一步探究

分子間作用力、官能基

一般常用展開劑極性大小：由小到大

正己烷 < 四氯化碳 < 甲苯 < 苯 < 二氯甲烷
< 乙醚 < 氯仿 < 乙酸乙酯 < 丙酮 < 乙醇 < 甲醇

化合物官能基之極性大小：由小到大

烷類 < 鹵化烷類 < 烯類 < 雙烯類 < 鹵芳香族
< 醚類 < 酯類 < 酮類 < 醛類 < 胺類 < 醇類
< 酚類 < 羧酸類 < 硫酸

TLC片顯色研究

顯色：

TLC展開後：樣品本身有顏色》 **直接觀察**

* 如果樣品是無色的時候》

常用的顯色方法有：

紫外燈顯色

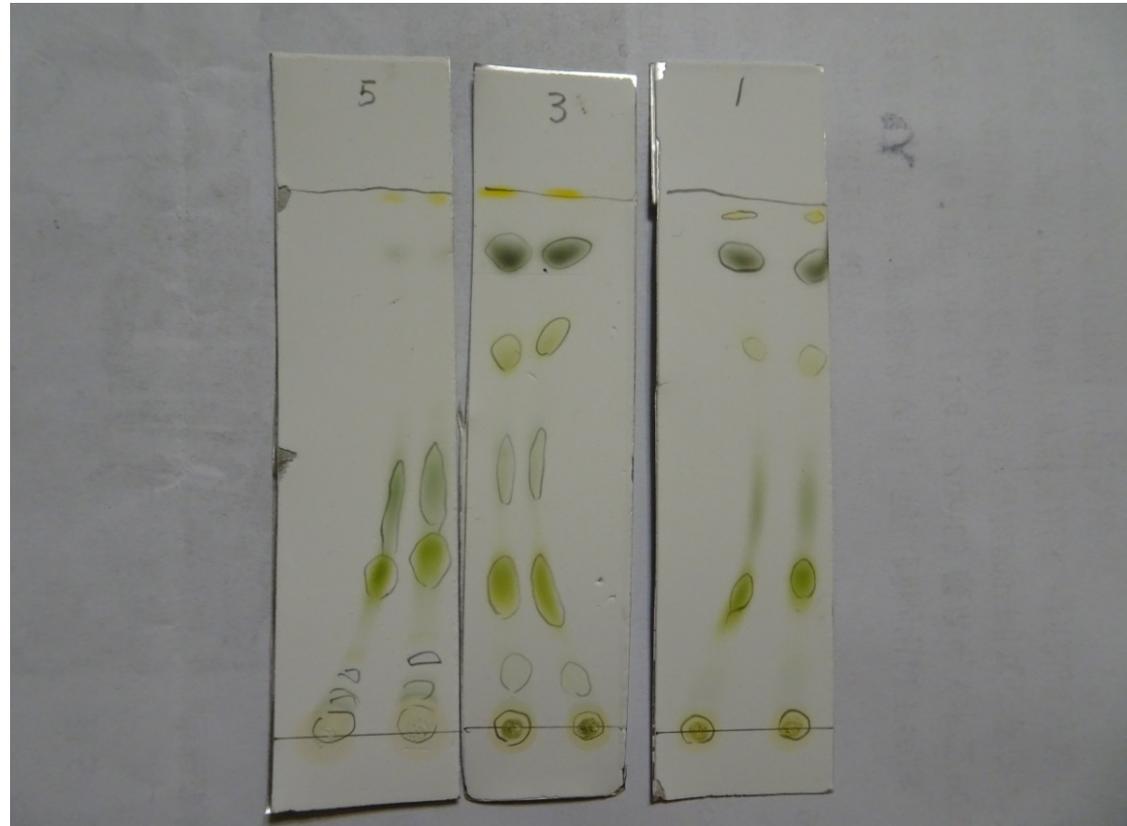
碘燻顯色：

利用有機化合物與碘形成分子錯合物（烷及鹵化烷除外）而帶有顏色。

學生根據實驗觀察與數據 進行分析

1. 構樹
3. 欒樹
5. 榕樹

展開劑：
乙酸乙酯：正己烷
= 3 : 7



5

3

1

延伸思考分組討論

1. 為什麼綠葉中的各種色素在濾紙上移動的速率各不相同？
2. 綠葉中的色素是否只有一種？
3. 校園中的植物或花瓣的顏色不同，是否組成的色素有差異？

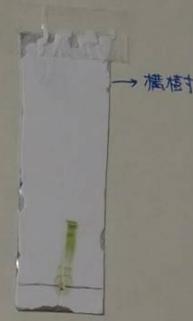
完成學習單

1. 實驗紀錄
2. 結果分析
3. 心得及改進方式

3. 校園植物葉片或花瓣色素分析



榕樹



樟樹

差別：顏色濃度及黃色的有無

三：實驗反應結果與比較表格

(1) 水性葉汁 (5 瓶水)

水	葉	汁	色
1. 4	✓	✓	×
2. 8	✓	✓	✓

↓ 水：品質的純淨影響顏色變化並且裝瓶水裝多上開範圍較圓。

(2) 油性葉汁 (大枝)

→ 形狀有所不同

- 不規則形
- 扇形

可能原因：一開始的不規則形因風扇的吹動導致不規則狀。

(3) 校園植物

榕樹

- 優點：易於採集取取最後可成點色
- 缺點：顏色太淡，本身氣味強

樟樹

- 優點：顏色深，較好觀察
- 缺點：最強的顏色變化較樟樹少。

四：實驗心得與改進方式

實驗心得：我一開始做實驗時覺得太手忙腳亂，步驟沒有進入狀況，不過，一下我就改進並跟同組的同學合作完成實驗，此次實驗中我學習了很多包括：器材拿取的速度的、合作的團隊性、藥品的使用觀察的能力。每一次進入實驗室，出來都是裝瓶問題。在過程中，我覺得我很享受其中，尤其是在校園植物的部分，因為從一開始的採集 → 汁液 → 分析，每一個動作都是親身經歷並完成它。

改進方法：水性葉汁 → 我覺得水可以才多一點，用長條紙紙折成筒

- ↳ 因為顏色跑得不夠上面
- ↳ 比較美觀。

油性葉汁 → 可以用葉汁壓在上面 (回家回會抽次)。

科技部第二期高瞻計畫

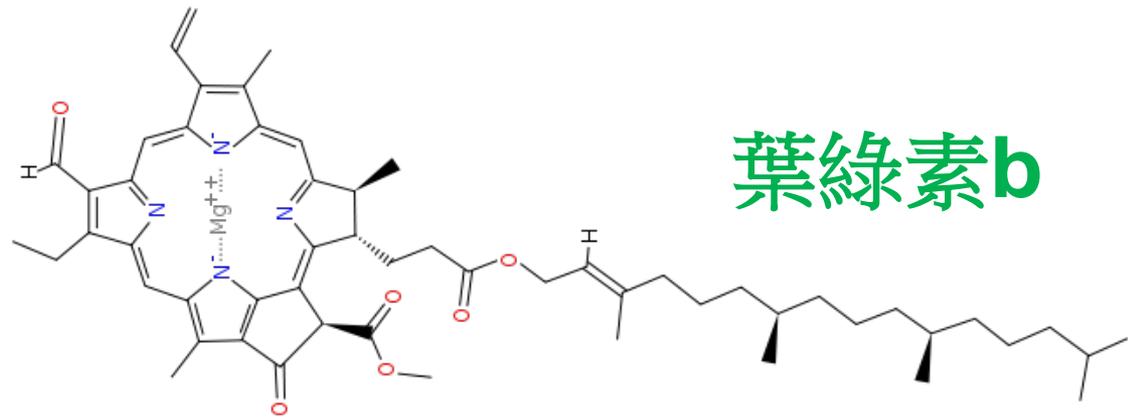
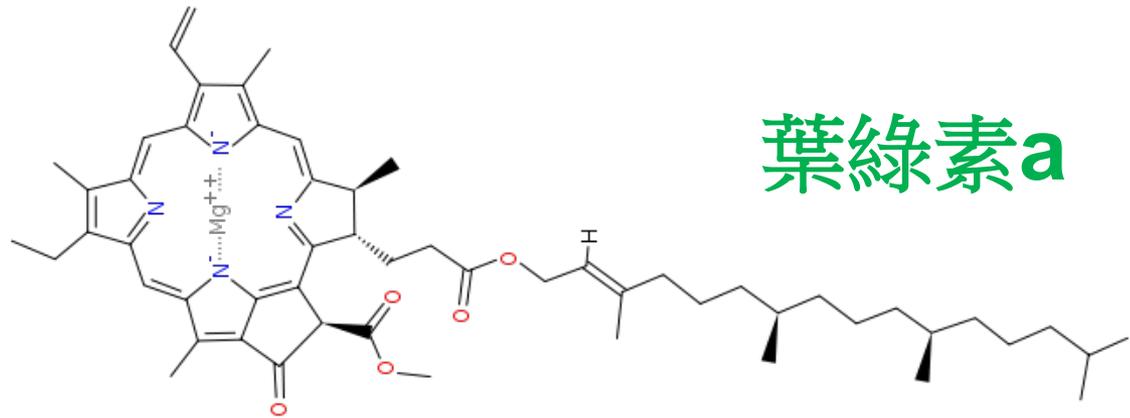
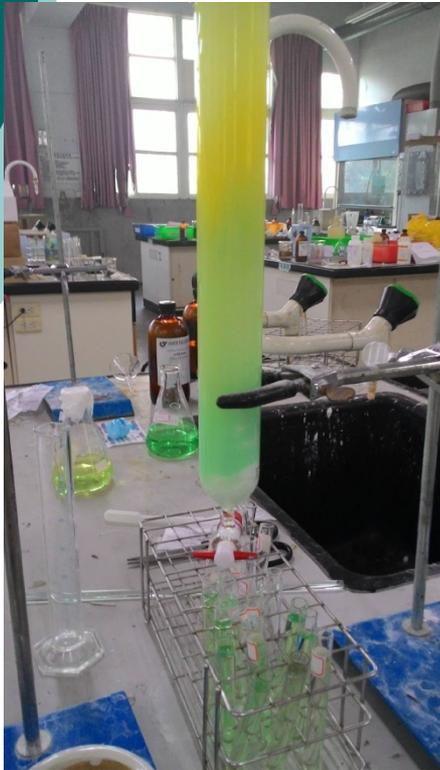
地理資訊系統、綠色能源及材料 科技融入高中課程之研究

教學目標

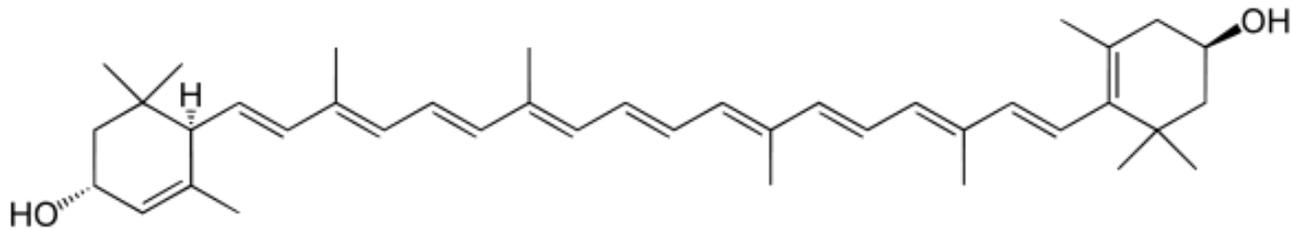
1. 培養學生對綠色能源 (永續能源) 的認知，了解對環境友善之能源技術及能源節約
2. 設計教材模組讓學生對於「染料敏化太陽能電池 (DSSC)」有基本認知。
2. 實際體驗DSSC電池製作。
3. 期待學生製備DSSC時，能進一步探索實作，以發揮其最大的功效。

學生探究實作

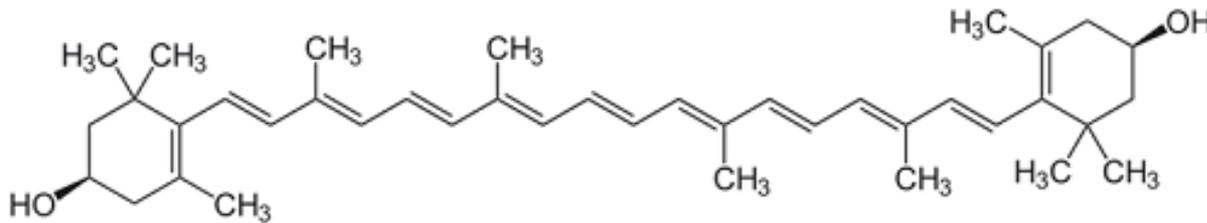
管柱層析



分離後黃色的色素成份分析



葉黃素



玉米黃質

ye

ensitized

olar

ells

DSSC →



出席國際學術會議國家代表隊

2015日本SSH生徒發表會—大阪



玉川學園教育部長藤樫大
二郎先生

讚揚學生英文程度很優

發表論文：
植物色素染料
敏化太陽能
電池之效能分析

台灣化學教育期刊
高中教師指導學生科展
2015日本SSH生徒研究發表會
過程及與會心得

台灣化學教育

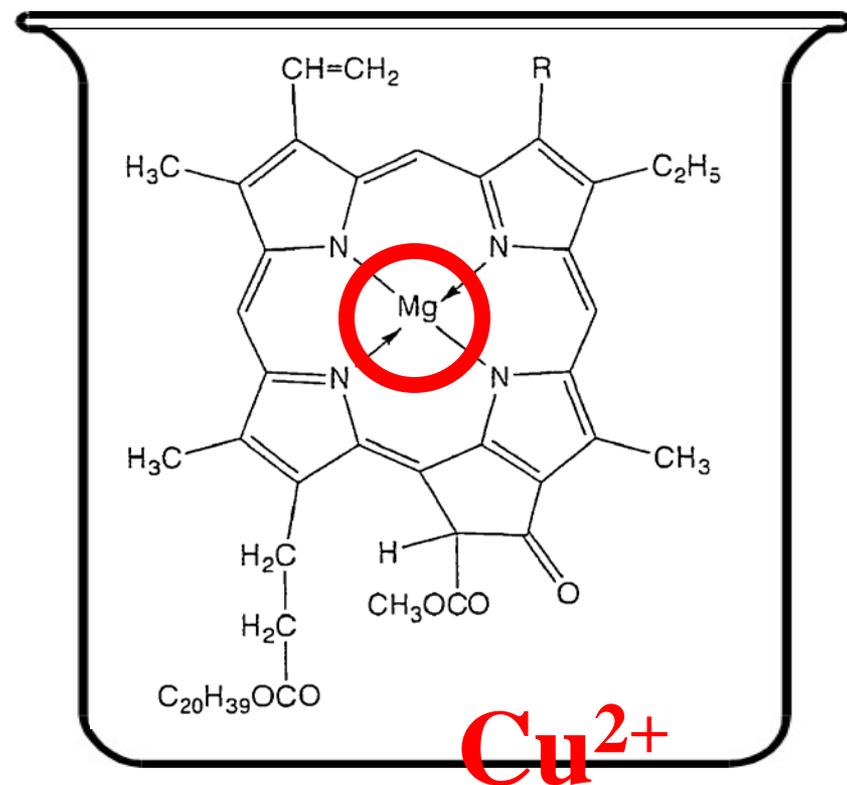
<http://chemed.chemistry.org.tw/?p=1037>

出席國際學術會議國家代表隊

2016日本SSH生徒發表會－神戶

發表論文：

Using Chlorophyll to Adsorb Heavy Metal Ions and Produce DSSC



研究成果



榕樹



福木



洋紅風鈴木



膠蟲樹

吸附工業廢水中 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Fe^{2+}

應用於染料敏化太陽能電池

廢水淨化再利用、環境保育

2016 ICCE 國際化學教育年會

馬來西亞古晉



發表論文：

A circulation system
for adsorbing and detecting heavy metal ions

• 研究動機

1. 日月光事件排放了大量的化學廢液
2. 建立一個輕便可攜水質檢測系統，快速的檢測重金屬離子的濃度。
3. 研究簡易複合材料，做出一個水質過濾裝置，可以有效降低重金屬離子的濃度。

自製重金屬離子吸附暨檢測之循環系統



左圖

重金屬離子檢測系統中的核心，利用上方LED燈的燈光通過重金屬溶液到達下方的光敏電阻，利用光敏電阻所產生的電阻對照該金屬的檢量線表，便可以知道所通過的溶液中金屬離子濃度。

黑色的海綿為奈米磁鐵複合聚乙炔醇材料

Elaborate：探究及實作

1. 針對待測試樣的顏色
選擇LED燈的顏色和光敏電阻
2. LED燈光在通過待測試樣後的光強弱變化，會使光敏電阻產生相對的電阻值
3. 奈米氧化鐵複合材料
吸附待測試樣中的重金屬離子，
過濾後便回到抽水馬達的燒杯中，
4. 必須是一個可拆式的裝置

重金屬離子吸附暨檢測之循環系統



1. 奈米磁鐵複合聚乙烯醇材料可以有效吸附重金屬離子 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 、 Cu^{2+}
2. 利用pH值較低的水來做脫附奈米磁鐵複合聚乙烯醇複合材料，可以再一次吸附重金屬離子，且是可以重複使用的

未來高瞻計畫第三期

新興科技與實作融入高國中特色課程之建構與推廣

第一期第二期：
創新特色課程
建立教學模組
自製行動教具
綠色化學推廣



第三期：
跨校合作「重視」在地環境
汙染

1. 台化燃煤空氣汙染
2. 鎘稻米重金屬離子汙染
3. 地溝油混油事件
4. 違法食品添加物 - 順丁烯二酸

永續發展的社會

定義：

新的發展模式，滿足現今生活且不損及後代的生活需求

分為三方面

1.環境：減少人類行為對自然的危害

2.社會：滿足生活需求，且對自然危害降至最低

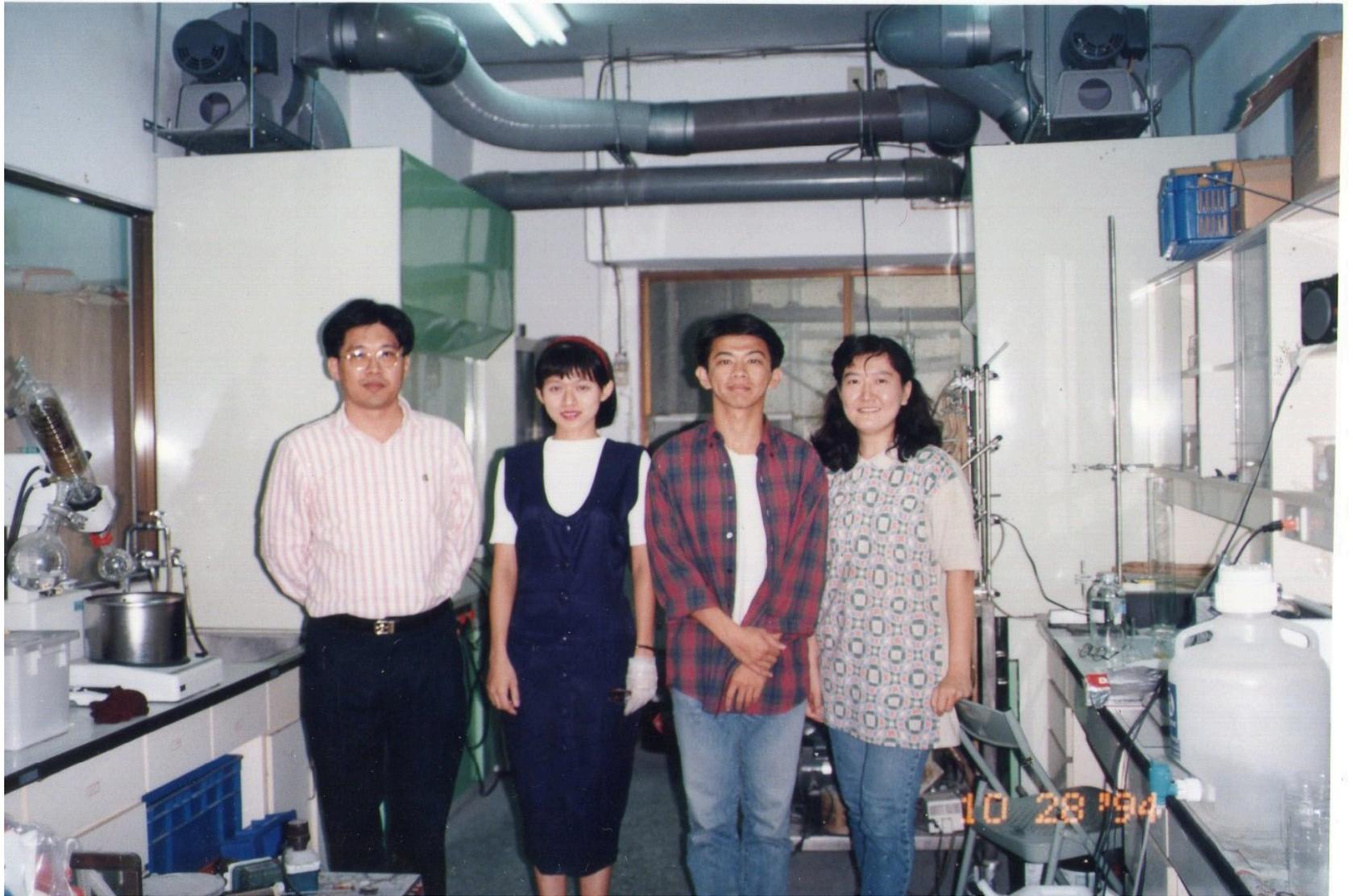
3.經濟：經濟及社會發展符合地球生態資源持續利用

教育是社會永續發展根基

良師益友









劉曉倩

Email:torrina01092002@yahoo.com.tw