

編輯 大意

🔍 刊物理念

配合108課綱的探究與實作課程，以實際執行過的教案從理念、設計、執行以及經驗的分享，提供教師設計探究教案的靈感。

爲了因應108課綱所引起的外部教學環境的改變，新的教學模式亦如雨後春筍般的興起，本刊亦從中擷取出最熱門、教學現場最關心的議題，將重要的教學方法以專欄的形式分析報導，讓教師節省資料蒐集與篩選過程中所浪費的寶貴時間，更可專注在研發適合自己班級的教學內容。

🔍 刊物內容

第一部分：龍騰工作坊精彩實錄

在熱門的素養導向教學裡，龍騰看見了素養活動教學在未來的重要性與可行性，便籌組了素養活動小組，由國立臺灣科技大學的侯惠澤教授指導種子教師，先參與工作坊研習、共同討論最後才進入編寫的縝密流程。

本刊邀請了侯惠澤教授與種子教師，分享開發素養活動手冊的想法以及心得，讓您也可以從中汲取靈感，創造專屬的素養課堂。

第二部分：探究教案分享

尋覓已執行過的探究教案時，著重【趣味性】、【跨科知識性】、【邏輯性】、【延伸性】、【實務性】。

除了教案，亦請作者將課程動機、課前的準備、教案的規劃到經驗分享。期以此刊物能協助您在學生的心中種下科學探究的種子。





龍騰工作坊精彩實錄

素養活動手冊

教案與遊戲化設計

迷你教育遊戲團隊指導：

特聘教授 侯惠澤 / 國立臺灣科技大學

素養教學的設計挑戰

十二年國教的108新課綱強調培育兼顧知識、能力與態度的核心素養，素養的教學是全球趨勢，著重培養學生帶得走的能力，亦即能夠運用知識解決生活情境中各種問題的關鍵能力，例如：問題解決、系統思考、溝通表達、規劃實施、創新應變等，學生無法完全由講述式的教學中習得這些能力，故需要活動式的教學，提供學生討論、探究、分析、解題、實作、創作的機會。目前，已經有許多學校與教師開始進行素養導向創新教學活動的設計，然而，由於這些活動

多半需要學生付出更多的思考、討論、分析等認知心力，因此有兩個瓶頸需要克服：

一、參與活動的持續動機

由於素養式的教學活動往往需要學生更多元的互動與參與，對於初次接受活動教學的學生而言，便容易產生焦慮，且動機不易持續。此外，學生在分組活動中，個別差異難以被充分關照，亦常有討論與分析的深度難以持續等問題。

二、知識能力的有效評估

活動不是精彩、互動多便是有效，而是需要客觀的評估與診斷來驗證效果。創新教學活動需有學理架構為基礎，再輔以有效的評估標準，包含：實作評量、紙筆情境式評量與多種的觀察與量表分析來佐證其效果。尤其是素養能力的檢驗，更是需要有具備信效度的評估，方能進行更精緻化的教學設計。



素養教學的設計趨勢

正是因為動機不易維持，如何設計可提升自主學習動機的教學活動便格外重要，全球目前

均十分重視運用遊戲化 (gamification) 於教學現場，強調適時融入遊戲特質，以自然引起學生探究討論的動機。此外，藉由符合人類認知歷程、學習理論的鷹架引導，及情境式學習的理論，方能設計適當的活動任務，達到較高層次的認知思考，像是確保提問、討論、實作或遊戲活動的每個互動環節與機制，都有認知心理學的基礎。

關於有效評估，也是多數教師的困惑，素養要如何評估與量測？這部分需仰賴對於活動式教學具備信效度的評估與行動研究作為基礎，以及專業的觀察與評量工具（包含：紙筆情境式測驗、觀察表、學習單、實作評量等）。由於筆者長期研究以學生為中心的素養教學活動與遊戲化教學活動的設計，因此受邀與龍騰進行產學合作，期盼共同設計一本針對高中自然科的素養教學活動手冊，供教師們在面對新課綱的教學趨勢時，能夠作為備課參考，甚至是一本可以直接授課的素養教學手冊。

素養教學活動手冊的誕生

此本素養活動手冊涵蓋針對上述兩個議題的解決方案，包含由臺科大迷你教育遊戲團隊

(NTUSTMEG) 針對編寫手冊的種子教師們進行素養導向「卡簡單」遊戲化教學活動設計（運用卡片、簡報與學習單的教學活動設計）的工作坊，幫助教案編寫教師可以設計更符合認知理論與動機促進效用的素養教學活動。另外，藉由多次的諮詢與會議，由專家學者、教科書編輯與編寫教師共同討論修改，產出符合各科單元知識特質的素養導向教學活動。且每個教案所需要的簡報、學習單、卡片或媒體等教材，以及評估素養的情境式紙筆評量題組、多元評量的觀察表等評量工具，均供教師即時調整運用，充分搭配科目內容。

期盼此手冊的問世，能夠提供教師在因應新課綱時，最完整的參考資訊。筆者十分感動，能夠參與這樣有意義且踏實的諮詢與指導。儘管目前同類型的研習與工作坊非常多，然而觀點各異且方法多元，教師如何有系統地從多次片段的研習資訊中整理出架構，運用於自身的教學，則是一大挑戰。素養教學格外重視學理與實務的跨域合作與專業發展，我想，此次龍騰的素養活動手冊，正可以解決這樣的問題，藉由厚實學理基礎設計活動，結合各界所長共同研發，並提供完整的教案範例、教材與評量資源，更能貼近現場教師在初步參考、嘗試與深化的需求。





探究教案分享

從化學出發 看水汙染

教師 趙君傑

臺北市立建國高級中學

108課綱實施之後，自然科整體授課時數下降，除了「部訂必修」、「加深加廣」外，老師們還需開設「校訂必修」、「校訂選修」以及「微課程」等多元課程。本著新課綱「自發、互動、共好」的理念，同時希望培養出具有核心素養的下一代，教師除了可將既有課程重新包裝與活化，當然也可以替學生設計一門新課程！

2016年科技部推動「第三期高瞻計畫：新興科技融入中學之創新課程發展研究」，建中與臺灣大學及新北市立八里國中合作，共同開發融入中學學校課程的教材。趁此機會，化學科團隊也提出了一個子計畫「當創客遇上化學——動手做！開啓新的學習模式」，筆者被推選為子計畫主持人，並與夥伴開始長達三年的計畫執行。透過科技部經費的挹注以及專家們的協助，我們開發了多項課程模組，也希望透過本文，與各位教育先進分享課程設計的過程與心得。

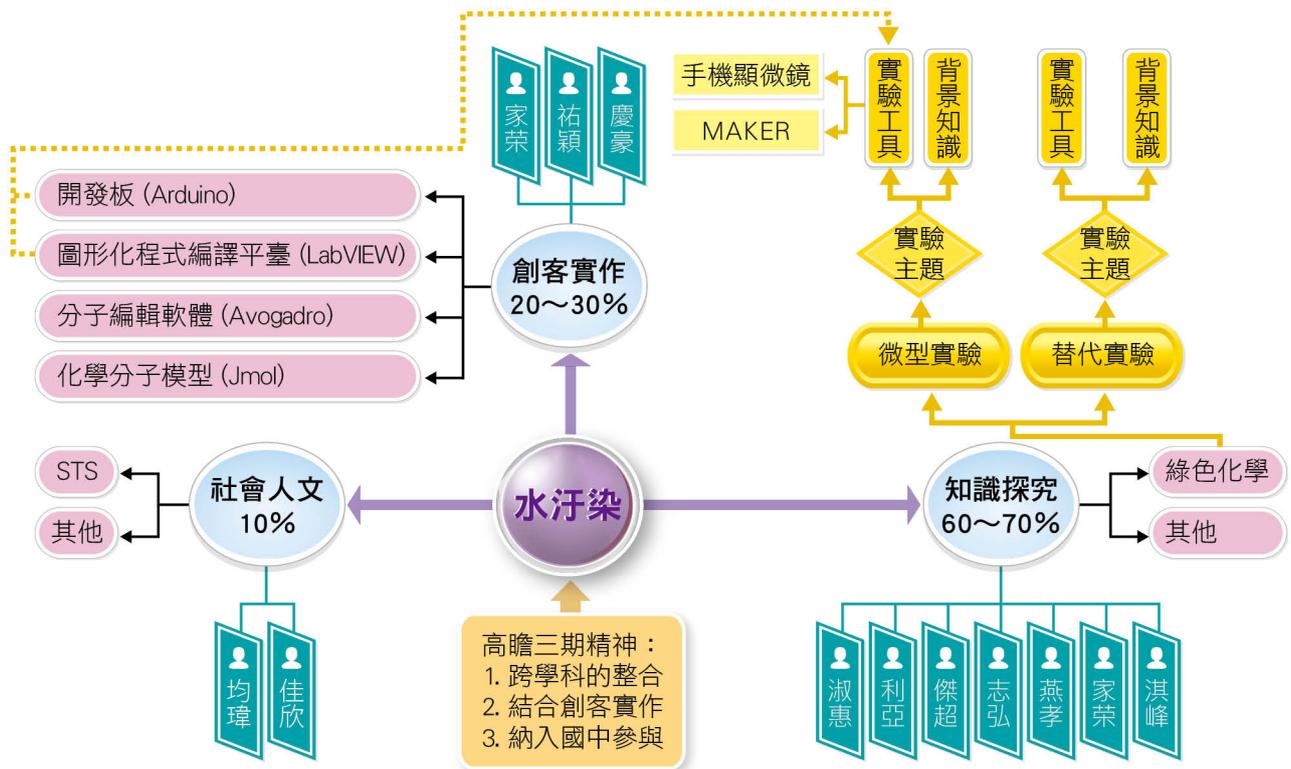
教學模組的規劃

在課程設計之初，為了落實「學生能將知識用在真實情境中」的這個想法，我們選擇了與生活息息相關的「水汙染」議題作為核心主題，並



將整個課程骨架分為「知識探究」、「創客實作」以及「社會人文」三個面向。

因為團隊成員的興趣與專長皆不相同，有同仁具有科技法律的背景，有同仁對創客實作充滿興趣，亦有同仁對實驗探究富含想法。我們讓夥伴自由選擇從不同面向出發，思考自己想做什



圖一：課程核心主題與三大面向

麼？能做什麼？經過一次次的討論，大家的創意逐漸收斂整合，最後以「個人」為模組設計者，開始設計屬於自己的教學模組。

不同的教學模組，雖從不同面向出發，但彼此之間緊密相依。就整體課程來說，若從「知識探究」的活動出發，需要有「創客實作」的元素加入，來強化實作能力；從「創客實作」出發，也需要以「知識探究」作為基礎，建立系統整合的技能。不論從哪一個模組開始，都是以「社會人文」為基底，希望建立學生的公民素養，讓科學不只著重在「學習」，更注重「科學、科技和社會」之間的互動。

另外，模組化最大的好處在於可變性高！老師們可依不同的客觀條件，例如：開課時數、授課場域、開課年段等，將模組自由整合。只要內容符合核心主題，我們完全讓夥伴教師自由地將不同元素加入模組中，未做任何限制。最後部分模組的脈絡已非常清楚且完整，本身就足以開設一門微課程，甚至是整學期的選修課程。

教學模組的修正

開發過程中，除利用網路進行教材共享與編輯等，同時每月至少有一次的課程共備，針對各

8	4/03			
9	4/10	第01次課程試教	趙君傑師	實作：Arduino在化學上的應用
10	4/17	4/19(四)期中訪視		
11	4/24			
12	5/01	5/4(五)里中來訪	第02次課程試教	楊傑超師 實作：活性碳的製備實驗(暫定)
13	5/08			
14	5/15	第03次課程試教	盧佳欣師 張均璋師	說課：法律人文與化學的相遇(暫定)
15	5/22			
16	5/29	第04次課程試教	譚利亞師 柯淑惠師	說課：專題研究(暫定)
17	6/05			
18	6/12	第05次課程試教	廖家榮師 劉燕孝師	實作：利用比色法與手機光譜儀檢測市售活性碳的吸附效果(暫定)
19	6/19			
20	6/26	第06次課程試教	張祐穎師 王慶豪師	實作：創客教具發表(題目未定)

圖二：學期共備行事曆

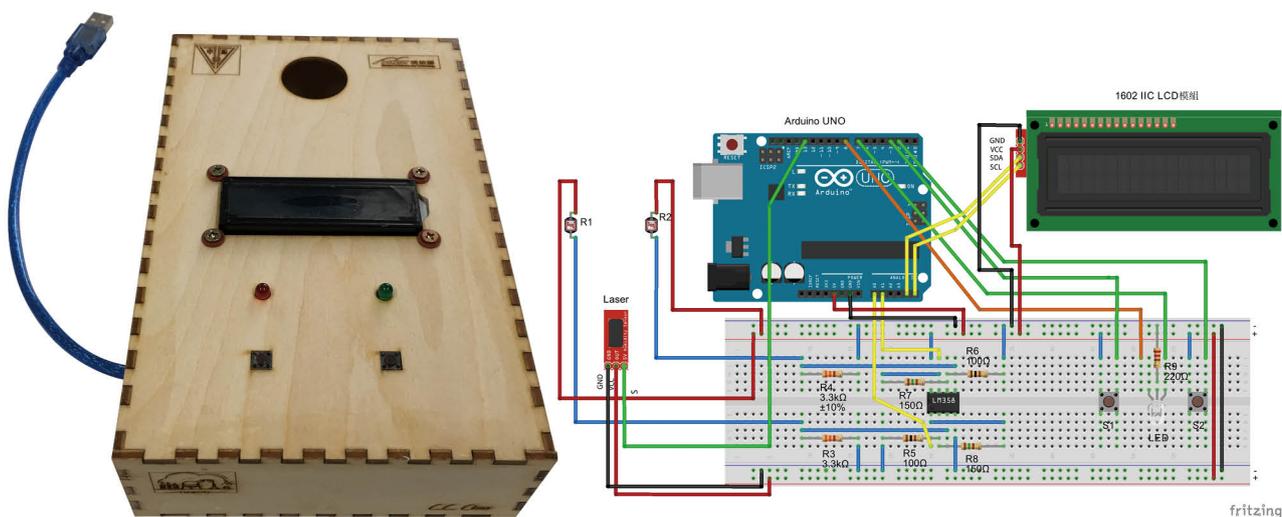


圖三：課程共備剪影

模組的難易度、可行性以及授課時間等提出看法與建議。此外，我們也在107年4~6月期間，安排六次模組試教，希望強化對彼此模組的熟悉，所以定時的討論與共備，是重要且必須的！

表一：課程模組及其授課時數

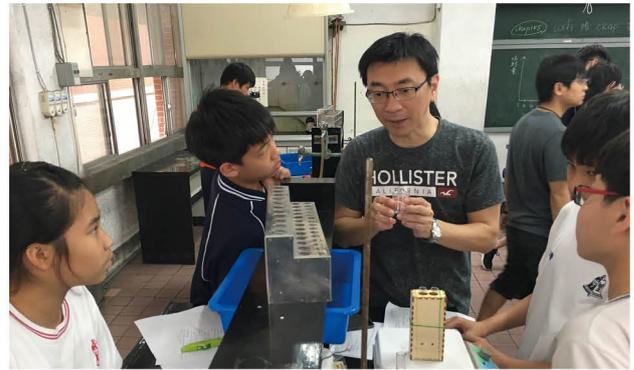
模組名稱	授課時數	模組設計教師
利用Arduino自製簡易濁度計	10~12	趙君傑
濁度實驗探究	4	林志弘
活性碳的製備實驗	4	楊傑超
利用手機檢測活性碳的吸附效果	6	廖家榮
利用比色法探討活性碳的吸附效果	6	劉燕孝
探索式簡易光學組	10~12	王慶豪、張祐穎
專題研究	8	譚利亞
水質監測（檢測）或改善的探究與實作課程	12	柯淑惠
水資源與科技法律	6	盧佳欣、張均璋



圖四：利用常見電子元件與模組，自製簡易濁度計（左為成品，右為裝置電路圖）

經過近一年的努力後，共計產出九項模組。另外我們也引入數位加工技術，具體產出多項輔助教學工具，包括「簡易濁度計」、「手機光譜儀」，以及「探索式光學組」等。

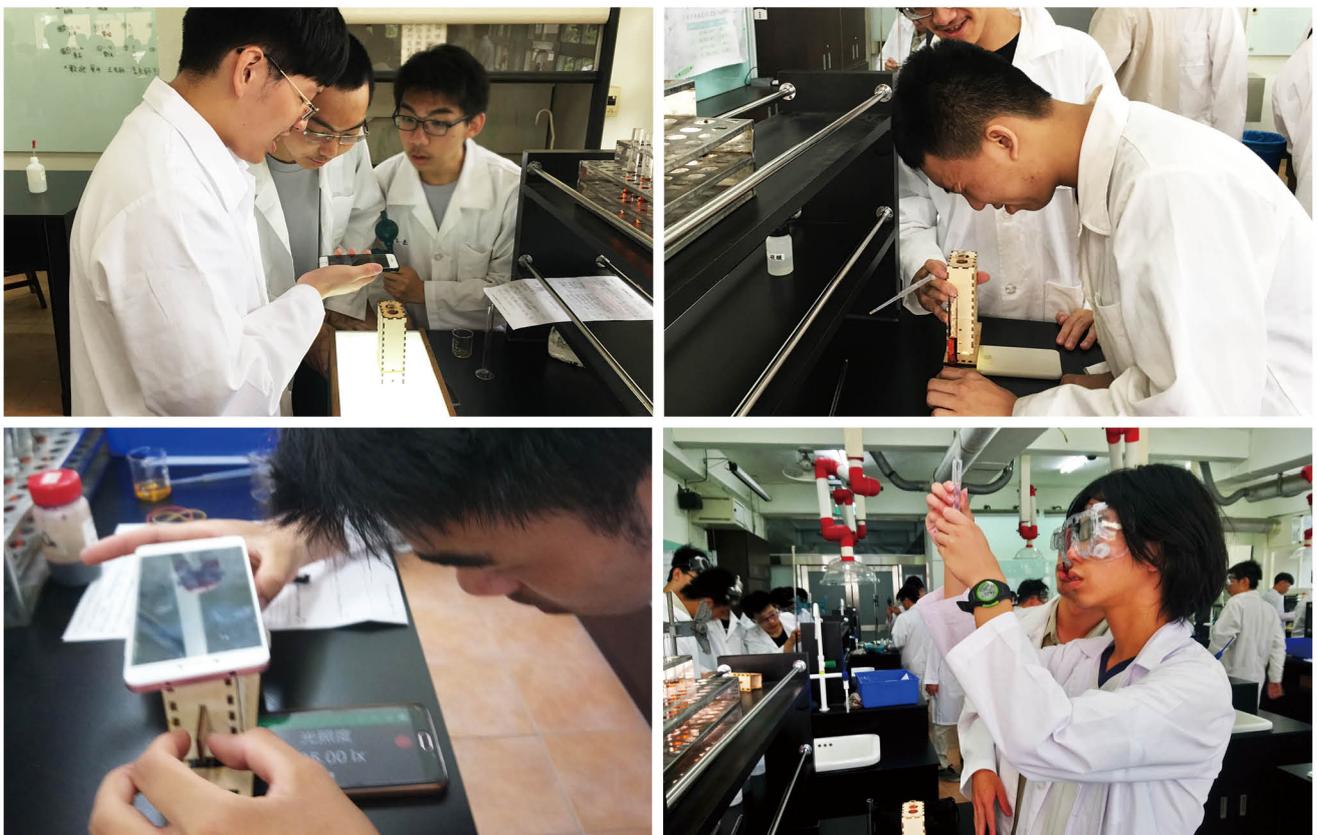
在106學年度第二學期，我們將其中一項模組內容簡化，與新北市八里國中四十位師生進行課程交流，除了希望對模組內容的修正有所幫助，更盼望能扮演起大手牽小手的角色。



圖五：與八里國中師生進行課程交流

教學模組的施行

同時我們也嘗試在校內的正式課程中將模組融入教學，希望能大量蒐集回饋意見，進行課程修正。我們將「利用比色法與手機光譜儀檢測市售活性碳的吸附效果」兩個模組的內容整合後放入高二課程，試教對象超過500位學生，包含高二自然組共10班（約420位學生）、高二數資班2班（60位學生），以及高一科學班1班（30位學生）。



圖六：模組實施剪影



學生的心得與回饋

由學生的回饋當中可以發現，大部分同學都能提出屬於自己的看法，也對接下來實驗該如何進行、裝置該如何改善、實驗誤差的原因等都能提出建議與見解。至於操作後的心得，有同學認為手機與化學實驗的結合，是一件有趣的事；也有同學認為，這樣的活動刺激了自己，應該要讓想法更加活化才是；甚至有同學認為，這樣的探究活動是上高中以來最有挑戰的實驗課。

圖九：學生建議回饋（節錄部分）

六、心得：(10%)
答：我覺得這是個很有創意的實驗，器材也富有巧思。不過用手機的應用程式測亮度似乎有誤差，難以確認是否亮度比例是正確的，此外用手機當光源會因為動到手機位置而影響到亮度，如果有能固定的構造或許會更好。最後，我認為這實驗十分有潛力，相信經改進會是個很好的實驗，我們也能有所收穫，如不透明溶液的遮光情形以及實驗液體的濃度變化等等。

六、心得：(10%)
答：1. 雖然盒子設計的方便觀察，但是使用手機作為光源有些不便，操作上不太可能完全對準圓孔，希望能將光源固定為佳，且APP的光度測量也因此類推不定，實驗結果只能自己挑選，變成高數據服務，若考量到現有資源，我會認為此實驗已經不錯了，至少學到了背後的原理。

2. 在這個實驗中有兩個能改進的地方。
1. 一個是手機APP的問題，感覺他架設的Lux是固定的有幾種的都有139, 103, 等數字，所以希望有一個更好用的APP來精準一點而非是把以按庫抓出來用一個。
2. 將光源或許可以做成一個固定裝置將手機孔對準並固定，這樣可以較精準的作為控制變因，希望下次可以改進。

3. 個人覺得這個裝置還挺好用的，只須要將管子放入洞裡就可觀察，不可以省去包黑紙的時間，還可以避免測量高度時抓黑紙的麻煩。但它還有些可以改進的地方：1. 比色的觀察孔可做成移動式的，就像變焦鏡的目鏡，讓大部份的同學能夠更方便的用肉眼觀察。2. 放置光源的地方沒有一個固定的架，讓光源很難放在兩比色管的中間，造成實驗的誤差，建議可調整裝置讓光源能夠擺在兩試管的正中央。

4. 照理來說，利用這個方法算Kp可以避利用眼睛辨色的比色法所產生的個人誤差。不過還是有些缺失。
1. 就裝置而言：應設計得更大且有架子這樣光度計、光源擺放好，換待測液時只需拉開小窗，更換樣品即可，不需晃動到光度計光源，使得再次移位這樣會無法成為控制變因（每次經過小孔的光強就有變）
2. 就測量儀器而言：光源應大，較容易對到篩光小孔；光度計應更精密，手機版的很難是每100 Lux只有很少種光度，無法偵測較小光度差別，造成由實驗數據推測的操作說明：竟可測得水也有 $7.6568 \times 10^{-5} M$ 的 $[FeSCN^{2+}]$ ，難怪很真實Kp相差甚

六、心得：(10%)
答：1. 這實驗滿有趣的，也算是簡單，只要把溶液倒入樣品瓶當中，然後用手機測量Lux就好，不過要注意的就是測量亮度的時候，手機控制好高度，準確地測量同一個位置所發出的Lux。一開始也不知道射角與亮度和濃度的關係也可以求出Kp。而在不同環境下（樣品瓶用位置）也會測出不同Lux，挺好玩的。

6. 從這個實驗中我發現我的思想過於固化，守舊，像我從頭到尾只用一種方法測Lux，就是把瓶子裝溶液後塞進木盒，直到後來老師提醒我們可以把溶液直接放到手機的燈上，我有意識到有其他方法，我得出我的思想更靈活才行。

六、心得：(10%)
答：26. 我們這組的確有光源與光度計的時間點花了20分鐘，準備時間這手機是我們該學習的地方

25. 這應該是史上最具有挑戰性的實驗。這次使用了智慧型手機的APP，是高科技改變化學實驗的結合。

28. 結合手機APP與化學實驗，並沒有想像中簡單，但成功後的成就感是令人感到值得花時間的。

29. 之前參加某次考試時有實際操作這個實驗，如：操作起來還是不比一般實驗簡單

圖十：學生個人心得（節錄部分）

107學年度由王慶豪、柯淑惠、張均瑋以及筆者共四位教師，共同在高一開設選修課程「從化學出發看水污染」。上學期是採用王慶豪、柯淑惠與張均瑋的課程模組，除學科知識外，課程內容也包含創客實作、專題研究以及人文社會等多個面向。上學期修課人數共計35位；下學期預計將抽換模組，改由柯淑惠、張均瑋與筆者共同開課。108學年度除持續在高一開設選修課程——「從化學出發看水污染（一）」外，筆者亦將調整模組並開設微課程——「化學實驗與數位測量」。由以上可知，藉由教學模組的組合，不但可以減輕教師的授課壓力，在人力與課務的安排上也更有彈性。



▼表二：107學年上學期「從化學出發看水汙染」教學進度表

章節內容		教學進度
週次	日期	
1	8/30	開學週
2	9/6	1. 原水濁度主題探討 2. 全國法規資料庫查詢實作
3	9/13	1. 水汙染防治主題探討 2. 全國法規資料庫查詢進階實作與運用
4	9/20	光譜分析簡介（光柵）
5	9/27	比色法實驗實作
6	10/4	實驗結果與討論（製作簡報及書面實驗報告，於上課時呈現）
7	10/11	段考停課
8	10/18	利用 Arduino 自製簡易光度計
9	10/25	利用 Arduino 自製簡易光度計
10	11/1	利用自製光度計量測物質的濃度
11	11/8	實驗結果發表與討論（製作簡報及書面實驗報告，於上課時呈現）
12	11/15	利用目前所習得光學儀器的設計、原理與概念設計出一套屬於自己的光學儀器，並將其繪製於方格紙上
13	11/22	設計結果發表與討論（擇優輔導將其設計實際製作出來）
14	11/29	1. 引起動機—播放臺灣水汙染的影片及世界水質檢測日活動短片 2. 完成學習單與上臺分享心得 3. 簡介水質檢測項目及水樣採集方法範例
15	12/6	1. 完成「水質監測（檢測）或改善的探究與實作研究報告企畫書（研究前）」 2. 報告「探究與實作的研究報告企畫書（研究前）」
16	12/13	1. 報告「探究與實作的研究報告企畫書（研究前）」 2. 探究與實作研究
17	12/20	1. 探究與實作研究 2. 繳交進度報告—word 檔
18	12/27	1. 探究與實作研究 2. 繳交研究成果報告—ppt 與 word 檔
19	1/3	研究成果發表（以行動研究、科展或小論文的方式呈現）
20	1/10	水資源創意發想：水足跡調查與實作、如何開源節流、淨水器設計、省水裝置設計等
21	1/17	期末考週

課程開發與設計心得

108課綱是一個契機，讓教師可以重新檢核自己，做一些改變！藉由外界的經費挹注、專家學者的幫忙，再加上適當的壓力，便加快了課程研發的速度。最重要的是夥伴間的創意激盪，常會出現意想不到、讓人驚豔的火花！

依筆者的經驗，枯燥的報告書寫、眾多的討論會議、漫長的公文往返、繁瑣的請購流程，以及突發的交辦任務等，常常是第一線教師對計

畫參與以及課程研發卻步的原因！這些工作除部分可由助理協助外，凡能由筆者協助完成的，大多盡量不把壓力傳遞到夥伴身上，唯一的目的就是希望老師們能專注在課程研發。剩下的困難點就是如何有效溝通，以及相互體諒、相互協助而已！筆者有幸與一群優秀夥伴合作，在面對新課綱的挑戰上，我們並不孤獨。

備註

1. 感謝化學科教師群：曹淇峰、林志弘、廖家榮、楊傑超、譚利亞、張祐穎、劉燕孝、王慶豪、盧佳欣、柯淑惠與張均璋等老師協助。
2. 感謝科技部「第三期高瞻計畫」經費支持。

參考資料

1. 科技部第三期高瞻計畫資源平台，<http://highscope.ntue.edu.tw/>。
 2. 邱美虹、林世洲、湯偉君、周金城、張榮耀、王靜璇合著（2005）。科學創意實驗書。臺北市：洪葉文化。
-





探究教案分享

自製簡易濁度計—— 檢量線製作

教師 趙君傑

臺北市立建國高級中學

檢量線 (calibration curve) 又可稱為校準曲線或標準曲線，找出檢量線是分析化學中必要且基本的技能。在本實驗中，我們利用已知濁度的標準樣品進行測量，並獲取相對應的儀器訊號強度數值，再以Excel或App進行數據處理，得到待測物濃度與儀器訊號強度間的函數關係。

進行檢量線繪製時，至少要有五點數據，且圖形中必須標明標題、坐標軸名稱、坐標軸數值、檢量線方程式以及 R^2 值。其中 R^2 為決定係數 (coefficient of determination)，可用來表示在此檢量線方程式中，待測物濁度與訊號強度間的關聯性，若 R^2 愈接近1.0，表示此檢量線愈能解釋濁度標準值與訊號間的關聯性，所以通常會用 R^2 的數值大小，來判斷究竟哪一條檢量線較為適合。



實驗步驟

1. 領取濁度介於0~1000質傳單元數 (NTU) 之標準品6瓶，並標號1~6。(各組間可交換標準品，且標準品最好能平均分布在此偵測範圍。)
2. 將發下的樣品瓶盛裝去離子水，將蓋子關緊後，套上O形環放入濁度計中，按下「歸零按鍵」進行背景值校正。
3. 將標號1的樣品套上O形環並放入濁度計中，按下「測量」按鍵，並由Arduino軟體的「序列埠監控視窗」讀取訊號，並記錄之。
4. 編號2~6依步驟3依序操作。
5. 將編號1~6的標準品濁度數值與「序列埠監控視窗」讀取之訊號以Excel或App作圖，並繪製出檢量線，找出檢量線方程式。(檢量線方程式可能是「單純」的直線方程式、「濁度的log值與訊號」為直線關係、「濁度與訊號的log值」為直線關係或「濁度的log值與訊號的log值」為直線關係，究竟何者為真？需自行判斷。)
6. 依步驟5所得之趨勢線方程式，將範例程式碼進行修改後，即可將Arduino讀取的數值直接換算成濁度值，同時顯示於LCD螢幕上。

數據處理—以Excel為例

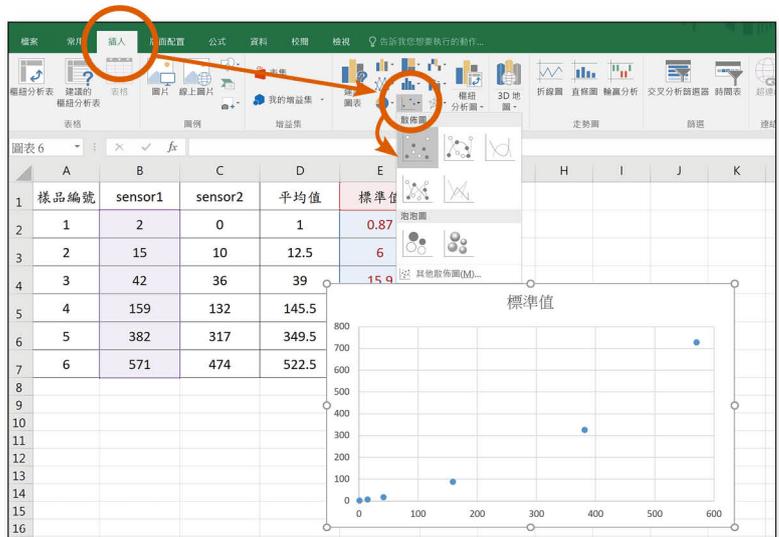
一、資料建立

將樣品編號、實驗步驟3中讀取的訊號以及相對之標準濁度輸入Excel工作表中。

	A	B	C	D	E
1	樣品編號	sensor1	sensor2	平均值	標準值
2	1	2	0	1	0.87
3	2	15	10	12.5	6
4	3	42	36	39	15.9
5	4	159	132	145.5	86.25
6	5	382	317	349.5	325.25
7	6	571	474	522.5	727

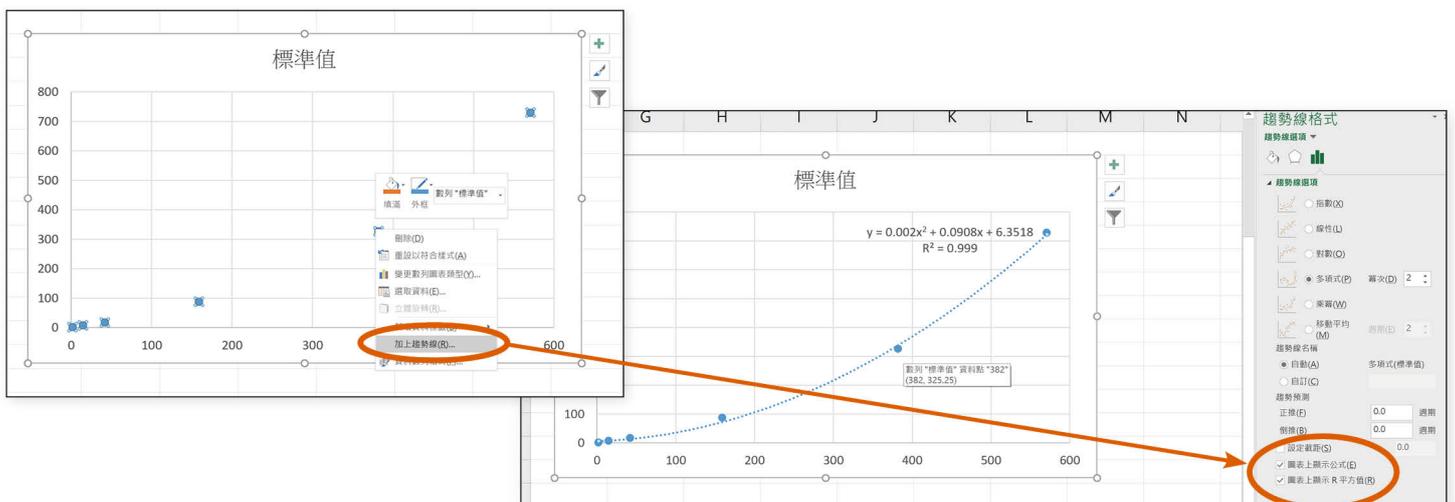
二、數據選取

選取sensor1與標準濁度的數據欄位後，點選「插入」→「圖表」→「散布圖」後，即出現以sensor1數據為x坐標、標準濁度數據為y坐標之散布圖。



三、檢量線製作

以滑鼠左鍵點選圖形上六個數據點中任何一個，待所有數據點出現反白後再以滑鼠右鍵點選「加上趨勢線」。務必勾選「圖表上顯示公式」以及「圖表上顯示R平方值」，同時進行趨勢線類型選擇。



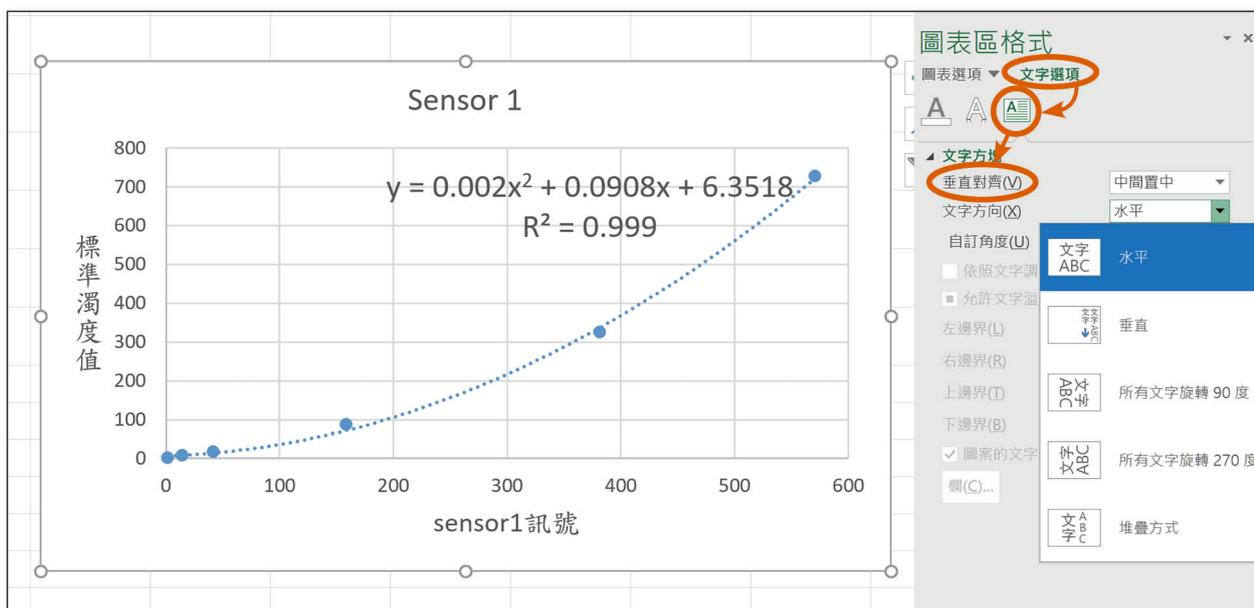
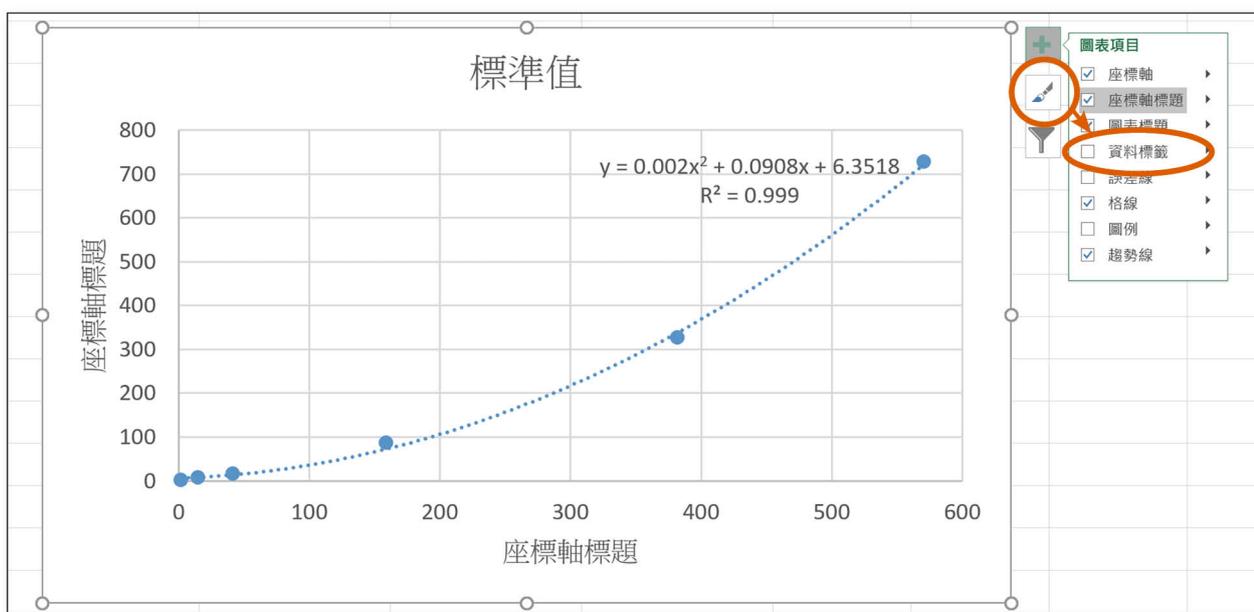


四、完成圖形

點選圖表後，再點選圖形右上方出現的+號，可選擇欲在圖形上呈現的資訊。勾選「坐標軸標題」，可發現x、y坐標軸均會出現可修改的文字方框，再輸入正確的坐標軸名稱與自行命名的標題名稱。

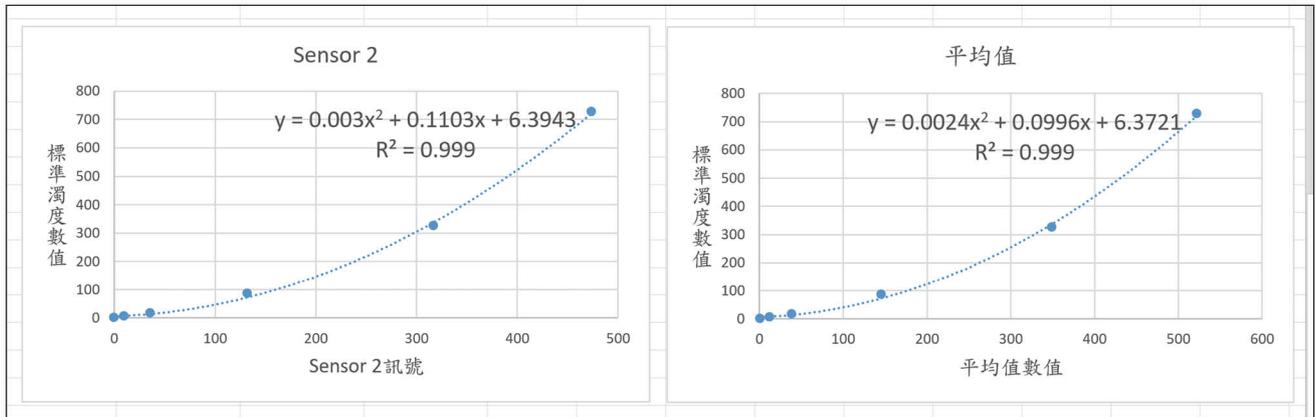
小技巧

如欲將y軸文字改成垂直書寫，可點選y軸之坐標軸標題後，選擇「文字選項」→「文字方塊」後，再從「文字方向」中挑選適當的選項。



五、完成檢量線

重複步驟二～四，將x軸由sensor1數據，分別改為sensor2數據以及平均值數據。



實作挑戰

除了Excel以外，其實還有許多軟體與App可以幫助我們找到檢量線，例如iOS與Android均有App「Regression Calculator」可下載。請利用此App找出下列數據之檢量線方程式，並將手機或平板上的結果截圖後，上傳至指定位置。

儀器訊號值	標準濁度
1	0
44	7
79	19
149	100
299	186
488	343
821	987

