

九年一貫國中『自然與生活科技』領域課程 發展、設計、評量之策略

劉新* 張永達**

*臺北市立螢橋國民中學

**國立臺灣師範大學 生物系

一、前言

為因應民間教育改革的聲浪，教育部自八十五年始開放國中小學教科書民間審定本。各出版公司根據課程標準或爾後的課程綱要編輯教科書，教科書編訂從此邁入教育鬆綁、教材多元的世紀。然而，『一綱多本』卻造成一般教師的困擾與家長的恐慌，使得教改良方反倒成了毒蛇猛獸，許多教師與家長又回轉尋求統编版，這一綱多本的理念出了什麼問題？為何加重了教師與家長的焦慮？開放多元後反倒思念原來的統一教材內容與進度，這是值得深入探究的課題。本文將就九年一貫『自然與生活科技』領域課程之意涵、課程發展設計與評量等進行探討。

二、九年一貫課程之意涵

(一)能力的培養更重於知識的灌輸

教育改革總諮議報告書（1996）明白揭櫫教育改革的理念與目標，現代教育應反應「人本化、民主化、多元化、科技化、國際化」的方向，首要措施是祛除觀念與習慣的束縛，保障學習者的學習權、父母的教育權與教師的專業自主。執行層面則

以「教育鬆綁、帶好每位學生、暢通升學管道、提昇教育品質、建立終身學習社會」五大方向。如何帶好每位學生具體建議之一則為改革課程與教學，協助學生具有基本學力。

以往學校課程過度重視智育，教師的教學方式大抵偏重知識的灌輸，往往造成知識與生活經驗嚴重脫節，容易使學生逐漸失去學習的興趣與意願。即使有心改變的老師也受制於統編教材固定的內容與模式，揮灑的空間相當有限。家長過度重視聯考科目的考試成績，無形中助長了坊間的補習風氣，以往升學聯考方式又多著重知識性的評量，全國學生在多重壓縮限制中，如何能快樂學習、適性發展？家長的迷思在於學生考試成績不佳就歸因於學生沒有好好認真的學習或學得太少，也一併涉及教師的教學是否具有效能。在聯考引導教學的影響下，教師的教學重心往往迷失在如何教學生應付『考試』，傳統只重記憶的聯考方式除了易誤導教師教學方向，部分家長不深入了解教育現場，但卻長期扮演推波助瀾的角色。然而學習的檢視非僅認知的單一層面，社會的適應能力、健

康價值觀的建立、能力的培養等長期以來被忽視，對國家、社會、個人發展都將有非常深遠且不利的影響。

(二)突破課程統整的迷思

由學習科目統整為學習領域，是許多教師與家長難以適應與接受的改變，傳統的思維是自然科學分科為物理、化學、生物、地球科學等，如果從學生如何學、學些什麼，老師如何教、教些什麼的角度去思索。物理大師費曼有一番另類見解，他說"大自然可不知道有這個分法，詩人眼中的大自然是『一杯酒』，我們仔細觀察一杯酒，它不僅包含物理學上所探討的各種事物，成分中化學性質的來龍去脈，也不可避免涉及發現細菌的偉大巴斯德。為了方便起見，在心目中這杯酒，也就是這個自然宇宙，劃分開來，成為許多學門"。不過，費曼特別提醒我們，大自然可不知有這個分法，讓我們再度把它們還原一體，且不要忘了當初為什麼要將它們分開的。學生所見所及是這個錯綜複雜的環境，分科學習容易讓學生陷入簡化的思考模式，領域教學不是否定各學科的專業，而是引領學生更寬廣的視野，如何加強教師的領域能力，應是這一波教改亟待解決的課題。

(三)學習接受多元價值與積極參與

孔老夫子有教無類、因材施教的教育理想落實在二十一世紀，轉換為白話文應是期許教師帶好每一位學生，讓學生能主動探索、快樂學習、適性發展。從九年國教實施早期的能力分班，演變到常態編班及開辦多項資源班等，高中、職入學依據

由統一聯考分發到多元入學方案，期間還試辦自願就學班，我們可以看到許多教育措施都有其深厚的教育理念，但是執行過程卻衍生諸多問題，社會大眾及第一線教師經常存在雙元對立的價值觀，在傳統與改革之間拉距，如何突破心理的障礙，『學習』接受多元價值，『認知』改變是成長的契機，『體認』積極參與是扭轉困境的最有效方式。相信經過諸多檢討與各種回饋的機制，全民對於九年一貫教育政策的批評，能由初期無法接受，進入到瞭解體察，再進入全民參與教改行動的階段，這是一場『觀念』改革。

(四)落實能力培養的課程設計

國民中學課程綱要列出十項課程目標，為達成課程目標，國民教育階段的課程設計應以學生為主體，以生活經驗為重心，培養現代國民所需的十大基本能力。各學習領域學習階段係參照該學習領域之知識結構及學習心理之連續發展為原則而劃分，每一階段皆有其能力指標。學校得依各校實際狀況，安排各週學習節數與彈性學習節數。學校得因應地區特性、學生特質與需要，選用審定本或自行編輯合適教材。

『課程』是學校教育落實的藍圖，應具有前瞻性、契合目的性及可行性，必須目標明確、內容合宜、合理的實施策略。根據『自然與生活科技』學習領域課程綱要，課程主要目標是提昇國民的科學與科技素養，依其屬性與層次來分項，分成科學探究過程之心智運作能力的增進（簡稱

『過程技能』)，科學概念與技術的培養訓練（簡稱『科學與技術認知』），對科學本質的認識（簡稱『科學本質』），瞭解科技如何創新與發展的過程（簡稱『科技的發展』），處事求真求實、感受科學之美與應用及喜愛探究等之科學精神與態度（簡稱『科學態度』），資訊統整、對事物能做推理與批判、解決問題等整合性的科學思維能力（簡稱『思考知能』），應用科學探究方法、科學知識以處理問題的能力（簡稱『科學應用』），如何應用個人與團體合作的創意來製作科技的產品（簡稱『設計與製作』）等八項。

第一線教師參與課程的設計是必然的，置身事外只會造成日後教學上的困擾。許多教師誤以為只要選定一本審定本一切就可以搞定，翻開各家版本，會發現認知邏輯架構、實驗活動的安排不盡符合各校主客觀的需求，同時就內容與篇幅方面比較部編版也增加許多，如果不考量學生認知程度與學習能力，一味促使學生做囫圇吞棗的學習，學生喪失對科學學習的興趣與意願將會是遲早的事。由分科的教學到統整為領域教學，教師的疑慮無非是個人學科背景的不足，國中師資培育一向是分科，許多教師面對統合的教科書擔心自身跨學科背景知識不足，因此，跨科教學問題叢生，反對課程統整的聲浪自然不絕於耳。但若教師能將物理大師費曼提醒的話放在心上，由學習者的視窗看世界，引導學生觀察自然、關心自然、學習自然，也許就能降低反對的聲浪！

（五）觀念革新與團隊合作是教育的契機

改變自己、使自己更好是教育的目的，但個人努力的成效是有限的，團隊合作因而有其必要性。組織『教師團隊』，透過集思廣益，分工合作，許多教育理想是可以落實的。大家共同設計課程、發展教材、討論問題、研發適當的評量方式、連袂參加成長課程，的確可以共同完成一些目標與理想。由個人獨立奮戰到組織教學團隊是一種『工作型態』突破性的改變，人與人之間的互動多了，對話也多了，討論的內容也趨向教育專業化。然而由簡入繁相當不討喜，若第一線教師組織工作團隊的意願不高，九年一貫的精神與內涵是難以落實的。

絕大部分教師應經歷了傳統聯考制度的洗禮，對當時教育體制應有刻骨銘心的經歷。鎮日面對成堆的參考書、寫不完的考卷，承受老師們的威嚇利誘，塞了一堆應付考試的知識，而今所剩幾何？我們忘卻了那個披星戴月的年代，仍依樣畫葫蘆加諸於自己的學生身上嗎？近年來，教育界倡導的『快樂學習、有效學習、適性發展』，許多老師、家長不太認同，因為舊經驗中的學習是辛苦的，何來快樂，許多人在踏出校門後就似乎與書本緣盡情了，讀書歸類於學校裡做的事，畢業等於脫離苦海，快樂與學習是無法作連結的。許多人誤解所謂快樂學習是不用考試，是沒有壓力的學習，殊不知學習過程本身就可以是一個美妙的經歷，教師殫精竭慮的就是要

因應不同的學生，採取不同的教學策略，引導孩子在學習上主動積極有效能的學習。傳統式的好教師宛如盡職的親鳥，將食物去蕪存精咀嚼回吐給子代，學習者被動式的學習難以激發對知識學習的熱情，然而當教師角色改變時，從知識的提供者轉換為學習的引導者，宛如提供蠶寶寶充足的食料，學習者根據自己的學習條件取食，最終都會自己吐絲結繭展現生命的精華。

傳統科學教師強調問題的答案（原理原則）甚於問題的發現，強調記憶卻忽略批判性的思考。一車車知識、一套套公式，要求學生背起來，訓練學生熟練套用於解題，長久以來，學生自動具備兩套問題處理系統，一套學校習得的知識架構應付考試，一套以自我經驗架構的資料夾解決生活問題。有趣的是，當面臨生活上的問題時，優先擷取的資訊竟然不會是學校習得的知識體系。這種例子不勝枚舉，例如，學生學完電學單元，串聯、並聯考題難不倒，但是對於家中電器使用的安全知識卻貧乏得很，知識與現實生活無法結合是過往教育上極大的敗筆。

一般傳統教師較少思索學生的思考模式、學習的先備概念、迷失概念等，根據近來發展的人本建構取向的科學學習心理理論，這些都是學習者的學習關鍵。傳統教師常以為學生認真聽講、作好筆記、熟記背誦，一定就能學好，殊不知學習者各自有其既有的概念架構，學習者主觀擷取有意義的訊息，各自架構概念體系，教師

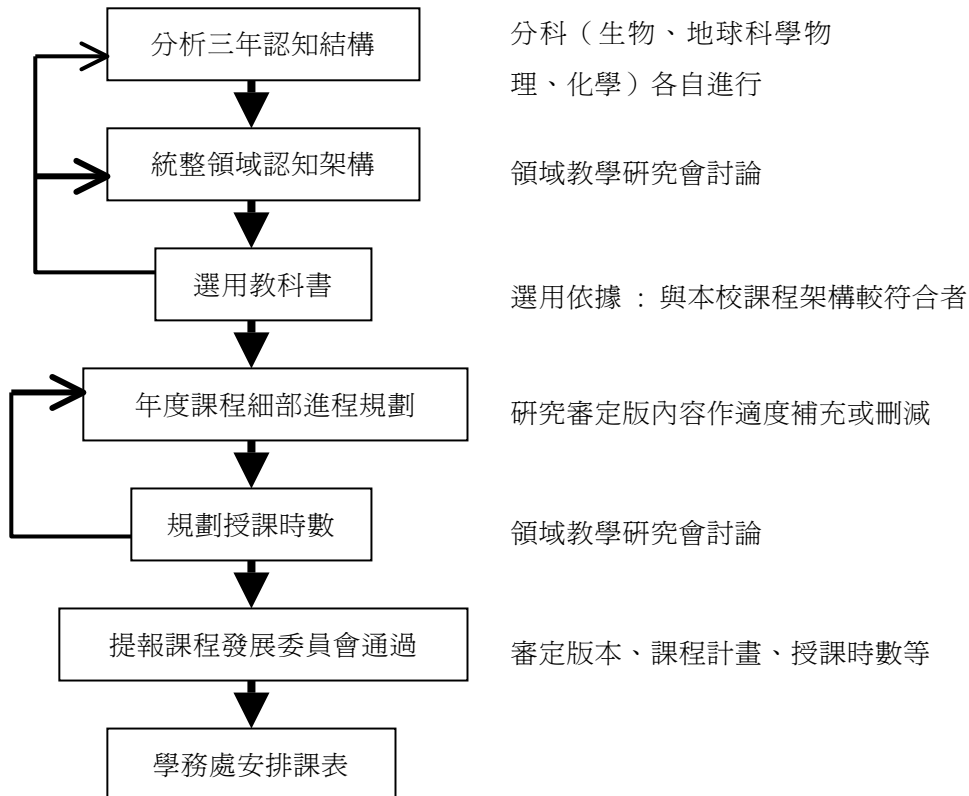
如果不聽聽學生的想法與說法，不就學習者本身具體經驗做連結，不提供動手做的經驗，教學成效是有限的。營造適合的學習情境、改進教學策略、研擬適合的評量方式，引導孩子以科學的觀點來看週遭自然的生物與環境，同時又不失人文的關懷之情，引導學生學會閱讀、傾聽、討論、觀察、思索的求知過程，引導孩子在穹蒼宇宙萬物之中學會謙虛與尊重生命，使學生都能喜歡探討、體驗發現的樂趣應是這一波教改的目標。

三、『自然與生活科技』領域課程發展與設計

學校『自然與生活科技領域教學研究會』在新生入學前應先就三年課程做全盤的規劃（如圖一），在課程發展委員會中爭取適當學習時數，各年級細部的課程統整與進程宜先書面告知學生與家長。學習認知邏輯架構一旦出爐（本部份可參考選用的審定本），就可以著手進行細部學習內容的規劃，需要搭配哪些實驗活動，哪些教學資源可以應用，審定版有哪些需要補充或刪減的部分，配合單元學習培養學生哪些基本能力，均應事先規劃而非且戰且走。同時明確的訂定教學目標，也能掌握評量的方向。至於如何訂定三年的課程架構，根據課程綱要中『科學認知』項下所條列之核心概念，依據學習各主要概念所需的『先備概念』，列出學習先後順序，這個部份爭議性會較大，需要多次的理性協商，如果能以學生容易學習為念，而不是

僅考慮教師個人教學的方便性或是行政排課的慣性，相信透過教師的經驗與智慧，一份以學生為學習主體的課程架構（如表一、表二為以台北市螢橋國中的課程架構為例）就呈現了。個別學期的教學內容詳實擬定係教師專業的展現，同時也要考量學生的學習能力。有了細部的教學進程，不僅個別教師在課程內容掌控上疑慮減少，定期評量的基準及評量方式也較有方向性。簡言之，討論、溝通、協調是解決問題的不二法門。可惜，這種前置作業在

一般學校是否能進行不得而知。根據課程設計藍圖，教師團隊再依教師個人的學科專業能力作協同教學或階段式的包班課程，行政單位再據以排出課程表。許多學校僅為方便排課的理由，出現一位教師包三年課程，也有一如以往分科教學，七年級排生物課程，八、九年級排理化及地球科學課程，這種以不變應萬變的方便形式，可惜抹煞了九年一貫課程的精神與內涵。



圖一 建構領域課程之程序

表一 台北市螢橋國中 九十二學年度 七年級第一學期 自然課程學習進度

時段	教學週次	學習主題	單元主題	配合課本單元	冊次
第一段	2	孕育生命的搖籃 地球	地球的環境	1-1、2-1、2-2、2-3、3-1	1
	3		地球的演變與 生命起源	1-1、1-2	1
	4	發現生命	生命現象	1-2	1
	4		細胞發現史	1-2	1
	5		細胞的構造	1-2	1
	6		生物體的組成層次	1-2	1
	7	生物的多樣性	生物的命名	4-1	1
	8		分類法則	4-1	1
	9、10		形形色色的生物	4-2、4-3、4-4、4-5、4-6	1
	11	第一段考			
第二段	12	生物的交互作用	食物鏈、食物網	5-3-1	1
	13		競爭、共生、寄生	5-3-1	1
	13		偽裝與擬態	補充資料	1
	14	生命的演化	地球的地質年代	3-1	1
	14		生物演化的證據	3-2	1
	15		生物演化的理論	3-3	1
	16	生殖	生殖的基本原理	6-3	2
	17		無性生殖	6-1	2
	18		有性生殖	6-2	2
	19	遺傳	基因與遺傳	7-1	2
	20		遺傳法則	7-2	2
21	第二段考				

表二 台北市螢橋國中 九十二學年度 七年級第二學期 自然課程學習進度

時段	教學週次	學習主題	單元主題	配合課本單元	冊次	
第一段	1、2	遺傳	遺傳法則	7-3、7-4	2	
	3		突變	7-2	2	
	3		生物科技	7-5	2	
	4	養份與能量	組成細胞的物質	3-3、補充資料	2	
	5		養分與能量	4-1-2、5-1-1	2	
	6、7		光合作用	3-2	2	
	8		呼吸作用	5-2	2	
	9		消化作用	4-1	2	
	10	生態保育	生態	5-1、5-2、5-4	1	
	11		保育	5-5	1	
	12	第一段考				
	第二段	13	運輸作用	擴散、水溶液	4-2-4、5-2	2
14		動物的運輸		4-2	2	
15、16		植物的運輸		3-1	2	
17		恆定與調節	神經系統	2-1、2-2、	2	
18			內分泌系統	2-3	2	
19、20			人體的調節作用	5-1、5-3、5-4、5-5、1-1	2	
21			植物的感應與調節	5-3、1-2		
22	第二段考					

四、『學習活動』與『教學策略』

不同的學習單元培養學生的核心基本能力有所不同，有些單元適合引領學生加強圖表的解讀、進行資料解釋及歸納、推演的能力。有些單元則適合學生學習如何建立假設、設計嚴謹的實驗、記錄實驗結果、解釋數據做合理的推論。以下謹以二個學習單元做進一步說明。

單元一『生命的顯微觀察』是有關生命基本構造『細胞』的觀察單元，首先鑑定學生使用複式顯微鏡的基本能力，利用『我能熟練操作複式顯微鏡嗎？』的自我評量單（如附件一），學生經過一番自我檢

視，經教師補救教學後並確定學生具備使用顯微鏡的基本技能，學生方能進入細胞觀察的學習課程。本課程設計（如附件二）重點著重於科學過程技能的培養，包括觀察、比較與分類、歸納研判與推斷、傳達等能力，與傳統食譜式按部就班實驗有別。傳統課程實驗活動設計著重於學理的驗證，忽略科學發現的過程，兩種情境中學習者的心態自有所不同，前者中學習者易被提示僅注意觀察的項目，後者則以探索尋求解答之學習者易主動做不同角度的觀察。

單元二『生物的酵素作用』是有關察

酵素對代謝作用的影響。本課程設計（如附件三）亦著重於科學過程技能的培養，能學習依某一屬性去做有計畫的觀察，體認實驗中操控變因的重要性，並能依實驗結果推測其因果關係。第一個暖身活動是透過雙氧水產生泡泡的實驗，小組共同討論，學習由實驗結果發現其中的端倪，能作有條理、科學性的陳述。後續的唾液實驗，小組共同研擬實驗方法與步驟，經砂盤推演後再開始動手操作實驗，前置的細緻作業已引發學生對實驗結果的好奇心，歷經第一節的雙氧水產生泡泡實驗的推理的訓練，在如何證明唾液中含酵素的實驗設計中就可看到學生多元的巧思。

課程的進行除了採用『活動導向』的課程設計，同時並運用『合作學習』與『概念改變』的教學策略。教師必先掌握學生既有的知識（包括起點行為、另有架構、迷思概念），老師設計適當教學活動藉以激發、引導學生自我檢視、造成新舊概念矛盾衝突，透過理解、思考的學習歷程，協助學生形成新的科學概念，同時重組衍申新的知識架構。教學活動設計包括問題討論（師生對話、同儕對話）、科學探索活動（包括實驗設計與操作、參觀科學展示機構、參加科學展覽活動等）、專題報告（培養資料的搜尋與統整、報告撰寫能力）等。將學生做異質性分組，促使學習樂於分享與傾聽。以分工合作、溝通、協調等討論的方式進行。培養尊重、關懷、理性探索問題的態度與方法。

五、評量的準則

總結性評量形式的採用端視階段的學習目標，如果以目前台北市螢橋國中自然與生活科技領域學習進度而言，七年級第一次段考將以實作評量方式呈現。這種形式的評量方式較能檢測出學生實驗操作的能力、標本辨識的能力等。實物評量試題的出題原則是實物呈現問題，學生們則必須透過觀察或操作才能得到答案。試題分一至三組的平行題，避免試題外洩而可方便隨時抽換，教師團隊從出題原則、修改題面到標本的選擇，歷經數次討論後方定案。教室內如何配置題目，考場中學生移動路線、各班應試時間表等細節問題加以研商達成共識。如果學習單元涵蓋分類與自然生態，評量方式亦可採用小論文的方式，以學生觀察活動為主、以書面報告的形式呈現。

形成性評量的方式也可以是多元的面貌，老師就學習目標設計評量方式。傳統紙筆測驗自有其統整與精確的優點，但是對於許多科學過程技能就無法確實檢測。然而傳統紙筆測驗的出題方式也深深影響學習者的學習態度，記憶性的考題比例過重會導致學生用背誦的方式學習科學，所以建議教師出題時留意將記憶性考題的比例降低，提高比較、分析、邏輯推理等科學能力的檢測。

六、結語

九年一貫課程雖然鬆綁了許多過往覺得礙手礙腳的限制，但是相對發揮教師專

業素養的層面也日益擴增。教師不僅要研發課程，同時也得時時對課程作修枝剪葉去蕪存精的翻修工作，教師要設計評量，同時也得作行動研究了解學生的學習成效，爲了讓學習者有更多科學能力培養的機會，傳統的教學方式將作大幅的修正。一切都在變革，但是主管教育的行政官員如果以舊思維來看新時代，對教師作過多苛責，實際上卻沒有實務上的協助，教育改革終究空談而混亂一片。建議應縮減教師教學時數，自然科學教師專任教師每週排課 16~18 堂，兼導師者每週排課 12~14 堂，讓教師有充分的時間作課前準備，例如課程設計、教具製作、實驗器材的準備與維護、評量的出題，有時還得參與進行學校本位統整課程的設計。九年一貫課程是一種人性化、精緻化的課程設計，教師如有更充裕的空白時間，配合課程的改革理念，這一波教改才能獲得更多認同，教育也才更有希望。

附件一

生命的顯微觀察

【活動目的】 利用複式顯微鏡觀察周遭的生物，藉以了解生物的基本構造。

【器材】

1. 複式顯微鏡 2. 載玻片 3. 蓋玻片 4. 滴管
5. 燒杯 6. 鑷子 7. 吸水紙（濾紙） 8. 細胞染色劑（亞甲藍液、碘液） 9. 牙籤
10. 刀片

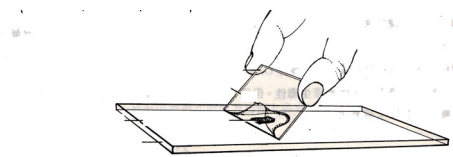
【活動步驟】

一、學習正確操作複式顯微鏡

參考課本活動 1-2，並完成〈自我評量單〉檢視是否熟練操作。

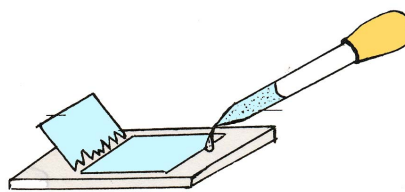
二、製作玻片標本

1. 標本必須『薄』而能透光。
2. 先在載玻片上滴加一滴水，標本置於水中後蓋片，盡量不要有氣泡產生，溢出的水用吸水紙吸乾。（如圖一所示）



圖一

3. 透明的構造可經由特殊染劑染色而易於觀察。例如：『亞甲藍液』可將細胞核染成藍色、『碘液』可將細胞核染成黃褐色。染色方法圖二所示。



圖二

三、發現生命構造上的共同性

觀察以下的玻片標本：

1. 植物類：洋蔥表皮、水蘊草葉片等
2. 動物類：人口腔皮膜細胞、青蛙皮膚細胞
3. 真菌類：黑黴菌菌絲
4. 池塘水中形形色色的小生物

【觀察紀錄】

以〈繪圖〉方式紀錄所觀察的各類生物的顯微圖像，至少放大 200X(標示標本名稱、放大倍率)

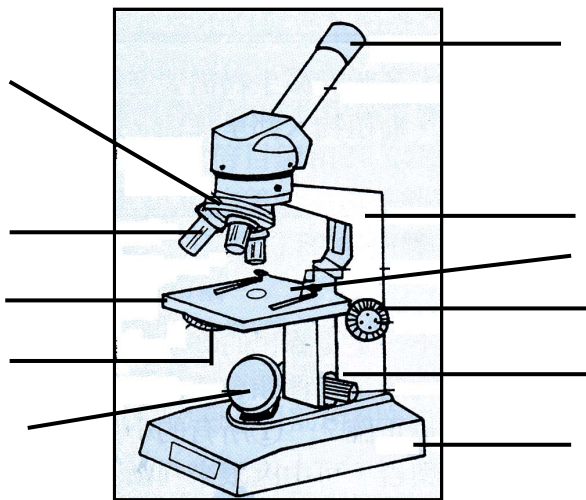
【討論】

- 1.比較不同生物之間的顯微構造有何異同。

我能熟練操作複式顯微鏡嗎？〈自我評量單〉

【認識各部構造】

將各部分構造名稱標示出來。

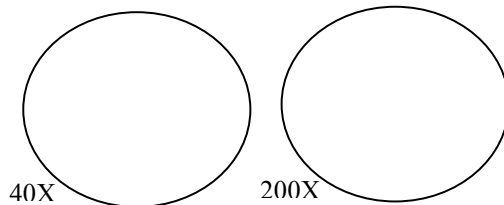


【熟悉各部功能及操作】

- 1.你的複式顯微鏡『物鏡』放大倍率有幾種？『目鏡』放大倍率有幾種？
- 2.你的複式顯微鏡放大倍率有幾種？
- 3.調節視野的亮度與哪兩個構造有關？
- 4.調節焦距與哪兩個構造有關？
- 5.鏡頭髒了，怎麼處理？
- 6.將『e』字母玻片往右移或往左移，視野中字母移動情形如何？

- 7.繪出『e』字母在 40X、200X 視野中的圖像，你發現什麼？

我發現：



【討論】

- 1.顯微鏡視野中始終無法清晰看到標本的原因有哪些？
- 2.想利用高倍觀察物體更詳細，為什麼要先將欲觀察的部位調至視野正中央後，再將物鏡由 4X 調高至 20X？
- 3.觀察玻片標本時，為什麼要先選用低倍物鏡？

附件二

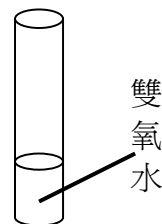
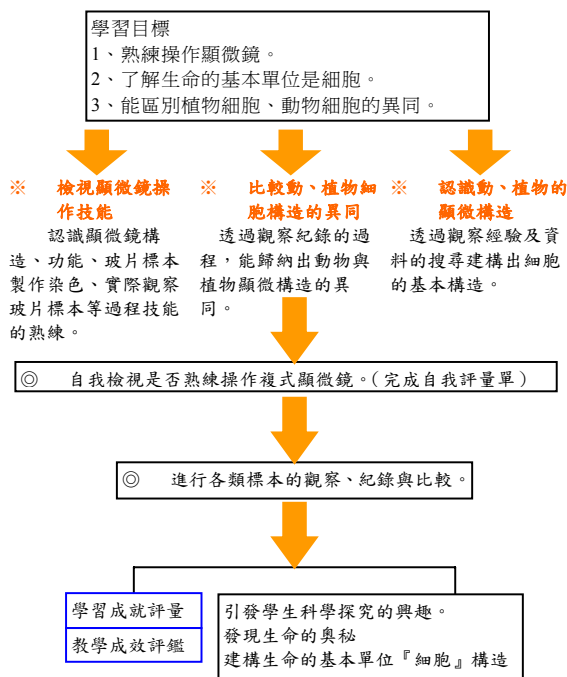
生命的顯微觀察 教學單元課程設計

實施節數：4 節課

學習資料：生命的顯微觀察、我能熟練使用複式顯微鏡嗎？『自我評量單』

分段能力指標：

- 1-4-1-1 能由不同的角度或方法做觀察。
- 1-4-4-2 由實驗的結果，獲得研判的論點。
- 1-4-5-5 將研究的內容做有條理的、科學性的陳述。
- 1-4-5-5 傾聽別人的報告，並能提出意見或建議。
- 3-4-0-1 體會『科學』是經由探究、驗證獲得的知識。



實驗小百科

* 雙氧水 (H₂O₂) 會分解為水及氧氣，反應式如下：

$$2 \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

附件三

生物的酵素作用

【實驗目的】 為什麼將葡萄放在密封瓶中一段時間後會製出葡萄酒？何以不密封就會失敗呢？酒是如何產生的呢？

動動腦並動手設計實驗來找出答案。

【實驗設計 A】 證明生物體內有控制化學反應的酵素，同時了解酵素的性質。

1. 觀察雙氧水產生氣泡的情形。
2. 放入一小塊馬鈴薯，觀察雙氧水產生氣泡的情形。
3. 將雙氧水隔水加熱至 35~40℃，放入一小塊馬鈴薯，觀察雙氧水產生氣泡的情形。
4. 將馬鈴薯放入沸水中煮五分鐘，放入試管中，觀察雙氧水產生氣泡的情形。

【實驗 A 結果與推論】

實驗條件	雙氧水	雙氧水	加溫的雙氧水	雙氧水
結果		生馬鈴薯	生馬鈴薯	煮沸過的馬鈴薯
氣泡產生的量				

氣泡產生量表示法：+ 微量、++ 少量、+++ 多量、++++ 大量

【實驗設計 B】 證明人體唾液（口水）中含有促進澱粉分解為雙糖的酵素。

（繪圖說明）

【實驗 B 結果與推論】