
以板書進行課程複習與概念整合

蔡任圃

臺北市立中山女子高級中學

壹、前言

隨著資訊科技的進步與普及，各高中致力於資訊融入教學已有成效，以本校(台北市中山女高)為例，各班級、實驗室、階梯教室等教學場所，皆配備桌上型電腦、單槍投影機與擴音設備，並且整合於資訊講桌，方便教師的使用。教學設備的進展，亦使教學媒體從傳統投影片的靜態應用，進展到單槍投影機搭配電腦多媒體的動態應用。

概念的呈現皆有其表徵的形式，而這樣的表徵若為教學所要表達的概念就稱為教學表徵。教師在進行教學活動時會展現許多表徵，讓學生可以藉由表徵去瞭解概念的意義。但教師教學面對的是複雜的教學情境，尤其是學生特質的不同，故需藉由教學表徵多樣化的教學策略，以因應目前學科快速發展而知識膨脹的現況(藍等，民 91)。林(民 94)建議新任教師的專業成長，需由熟悉學科內容知識，充實學科教學知識，運用各種教學策略，改進教學評量技巧，有效班級經營策略，運用教學溝通技巧，培養專業人際關係，不斷進行專業成長等方面著手。其中運用各種教學策略包含在教學歷程中，運用各種有效的溝通技巧，協助學生進行高效能的學習活動。教師於教學時運用資訊科技，其課

程設計、教學策略、教學實踐等亦需依循相關教育理論而發展，否則易流於顯現資訊科技花俏的一面，對學生的學習及教師的教學並不具實質的意義(林等，民 95)。但目前教師使用資訊融入教學的方式，仍多利用電腦的播放功能，卻捨棄其模擬、運算等強大能力，使得電腦淪為播放器、教師淪為播放者，卻無法享受資訊科技對教育的助力。電腦的播放功能(PPT、動畫、影片)的美麗效果，對於引發學生動機具有實質幫助，但要提升學習效果，使學生理解、掌握課程概念，炫麗的影音效果卻不如傳統教學法中師生之間的直接交流。劉(民 92)指出課室教學呈現的訊息主要有兩種形式，其一為文字訊息，另一為視覺訊息。電腦播放雖然與板書一樣，兩種形式的訊息皆可呈現，但播放速度通常較快，教師不易掌握學生學習狀況，故學生對於文字與視覺訊息的掌握較差，而板書的呈現方式可由教師控制呈現速度與方式，對於訊息的傳達效果較佳，但缺點是課程進度較慢及消耗教師體力與精力。

貳、目標與方法

教師在課堂上常以單槍投影機進行 PPT 的投影，筆者發現這樣的教學類型優勢並無法有效增進教學成效，例如播放動

態的影片、投影精美的插圖，雖可引發學習動機，但常是受聲光效果吸引，而非對該概念主體產生想深入瞭解的心態。且投影、播放時間緊湊，學生沒有足夠時間與機會隨時進行思考、討論、互動，教師亦無機會立即診斷學生的迷思概念與學習架構，因此本研究針對傳統屹立不搖的板書教學方式，進行教學策略的研究與精進，期望能透過新興媒體(投影、播放 PPT、影片、網頁等)與傳統媒體(板書、教師語言、肢體語言)的相互搭配，增加教學成效、改善教學環境。

林(民 95)對於教師運用資訊科技進行創新教學的建議之一，為教師宜養成建立教學檔案的習慣，以利教師作為教學改進分析之用，這些教學檔案應包括教學相關的電子檔案，如教學實況錄影影片檔、照片、教學計畫、簡報檔、學習單、學生作品、學生回饋單等等。但教學實況錄影並不適合常常使用，且需花費極大的時間與精力進行攝錄、轉檔、剪接、存檔、管理，故以照片方式記錄課程概念的呈現方式，是一種方便、有效、可行的方法，而板書的呈現為一個方便記錄且具教學成效的工具，可幫助教師記錄教材呈現架構與過程，也使教師容易記錄與保存，而不會干擾課程的進度與流暢。

參、教學實施過程與成果

本文以高中生物教材中「植物的生殖與生活史」、「光合作用與呼吸作用」與「DNA 的複製與表現」這三個主題為例，

分享筆者應用板書融入教學的策略與呈現方式，以及實施心得。

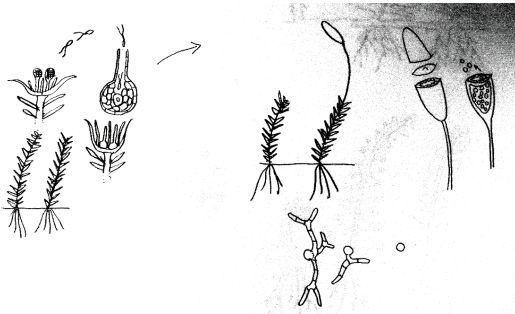
一、植物的生殖與生活史

植物的生活史對學生而言是一個複雜、不易找到規則的課程內容。對教師而言，各種植物生活史的呈現，最方便的方式是尋找表達清晰、繪畫精美的圖片，就像是課本上的圖片，可利用投影機進行投影。事實上，植物生活史的複習非常適合利用板書進行，因為可一步一步呈現各生活史的階段，同時不會被複雜的彩色插圖擾亂理解的思緒。利用板書方式來複習植物生活史，最好能搭配圖像的呈現，而不只是文字與箭頭的敘述，教師在站上講台前，可先練習繪畫的構圖與架構(圖一)，而板書的呈現策略，可先於黑板一角畫出植物生活史的通則(圖二)，再依苔類、蕨類、種子植物各自描述生活史與重要現象(圖三至圖五)，最後以板書呈現植物在演化上的關係，並比較各植物生活史的相關性，而呈現方式可以線性的演化關係呈現(圖六)，或是以生活史通則為圓心，依序向外呈現各植物的型態與特性，也就是同心圓式呈現(圖七)，無論以何種形式進行各種植物生活史的比較，皆可使學生清楚瞭解各植物配子體與孢子體的關係、型態、營養來源、功能、染色體套數以及細胞數量等概念，最後教師可引導學生歸納出配子體與孢子體在演化上的趨勢。

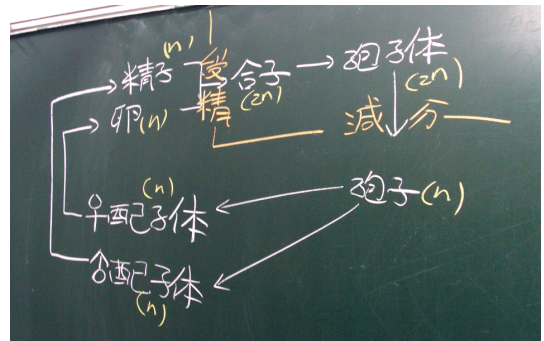
筆者經多次嘗試，發現進行植物生活史的概念統整時，最佳的板書呈現順序，

為先畫出演化的骨架，再慢慢比較各植物的異與同，同時帶入各植物的演化特徵，以進行比較(例如蘚苔植物屬胚胎植物、蕨類發展出維管束，具真的根莖葉、裸子

植物開始完全陸生且具種子與胚囊、被子植物開始具有伴細胞、導管、花與果實等)。



圖一、利用板書進行植物生活史的教學前，可先於紙上架構出大概的元件型態與位置，同時能練習繪畫技巧，本圖以苔類生活史為例。



圖二、於黑板角落畫出植物生活史的通則，可於介紹各植物生活史時進行比對與歸納。
 位置：黑板左上角，佔黑板面積約 20%。
 內容呈現概念：植物生活史示意圖。
 使用注意事項：利用黑板剩餘空間(80%)說明植物生活史的例子時，本圖作為比對、提示之用。

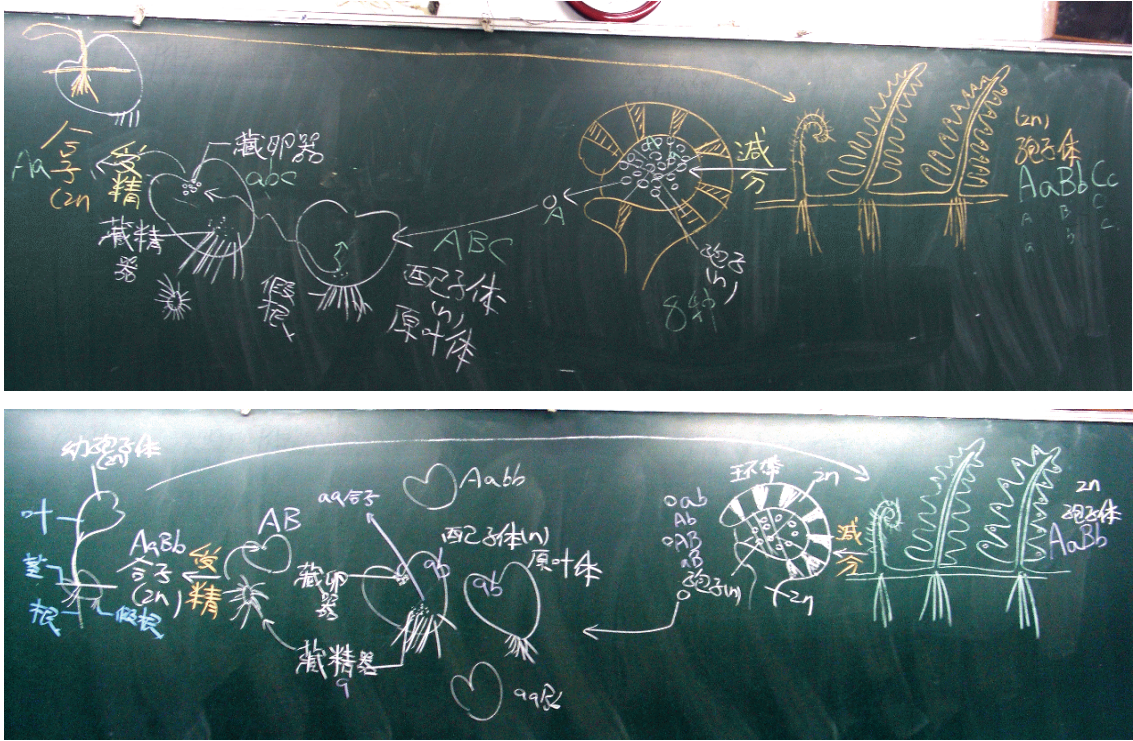


圖三、苔類植物的生活黑板書。

位置：黑板中央至右側，佔黑板面積約 80%。

內容呈現概念：土馬駝生活史示意圖。

使用注意事項：儘量配合黑板左上方植物生活史示意圖(圖二)的相對位置，且口頭的說明配合圖型一步一步呈現。



圖四、蕨類植物的生活史板書。

位置：黑板中央至右側，佔黑板面積約 80%。

內容呈現概念：蕨類植物生活史示意圖。

使用注意事項：儘量配合黑板左上方植物生活史示意圖的相對位置，且口頭的說明配合圖型一步一步呈現。

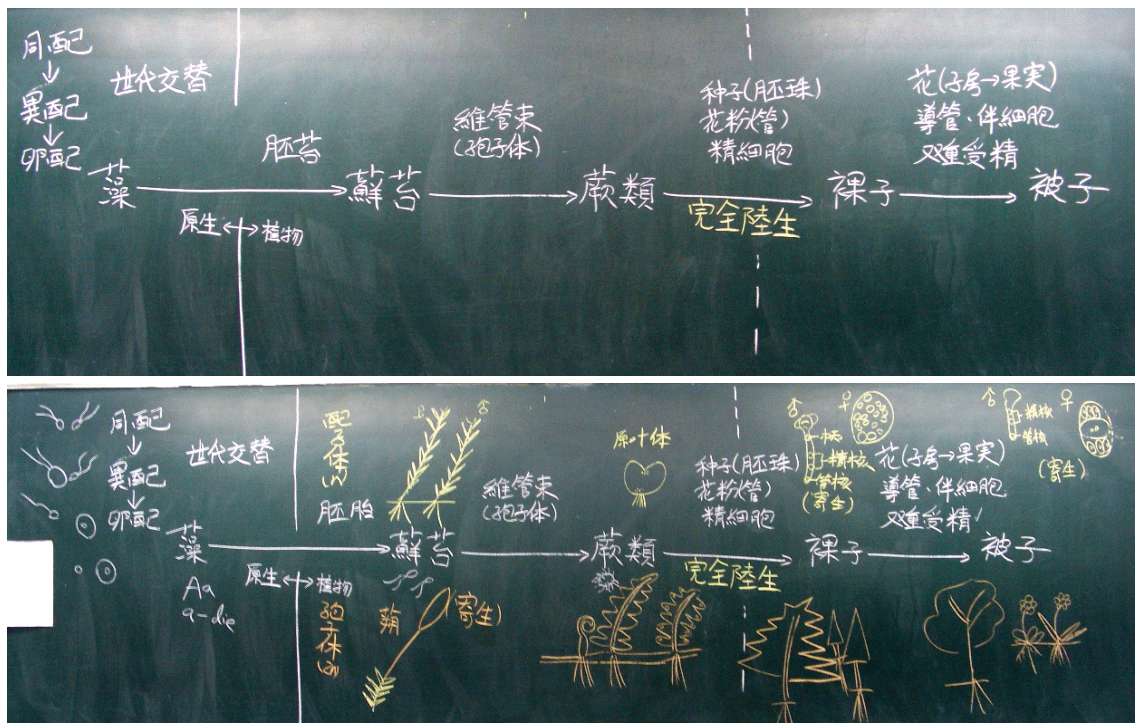


圖五、被子植物的生活史板書。

位置：黑板中央至右側，佔黑板面積約 80%。

內容呈現概念：被子植物生活史示意圖。

使用注意事項：儘量配合黑板左上方植物生活史示意圖的相對位置，且口頭的說明配合圖型一步一步呈現。

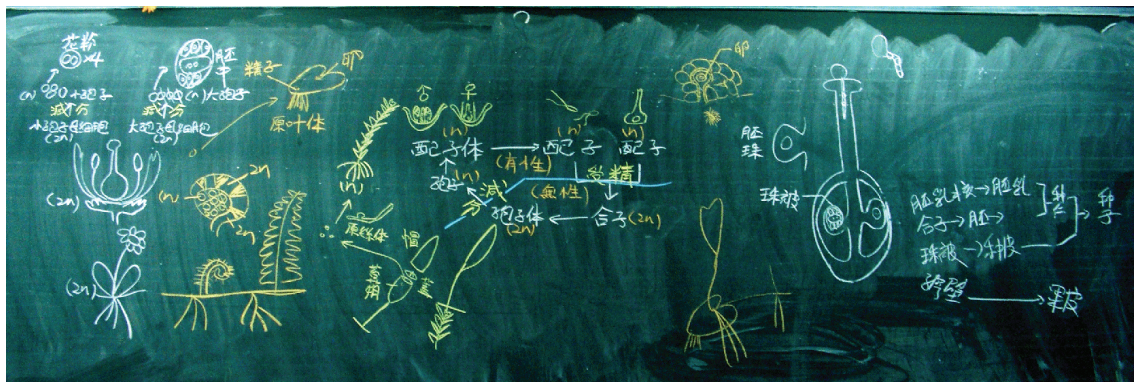


圖六、以線性關係呈現各種植物生活史的特性與在演化關係上的比較。

位置：全部黑板。

內容呈現概念：植物世代交替的演化關係。

使用注意事項：先呈現植物的演化關係(上圖，實線以右為植物界，虛線以右為陸生植物)，再逐一進行配子體世代與孢子體世代的比較，與提示重要演化特徵，最後再歸納出演化上的趨勢(下圖)，比較配子體與孢子體的型態、營養來源、功能、染色體套數、細胞數量等。

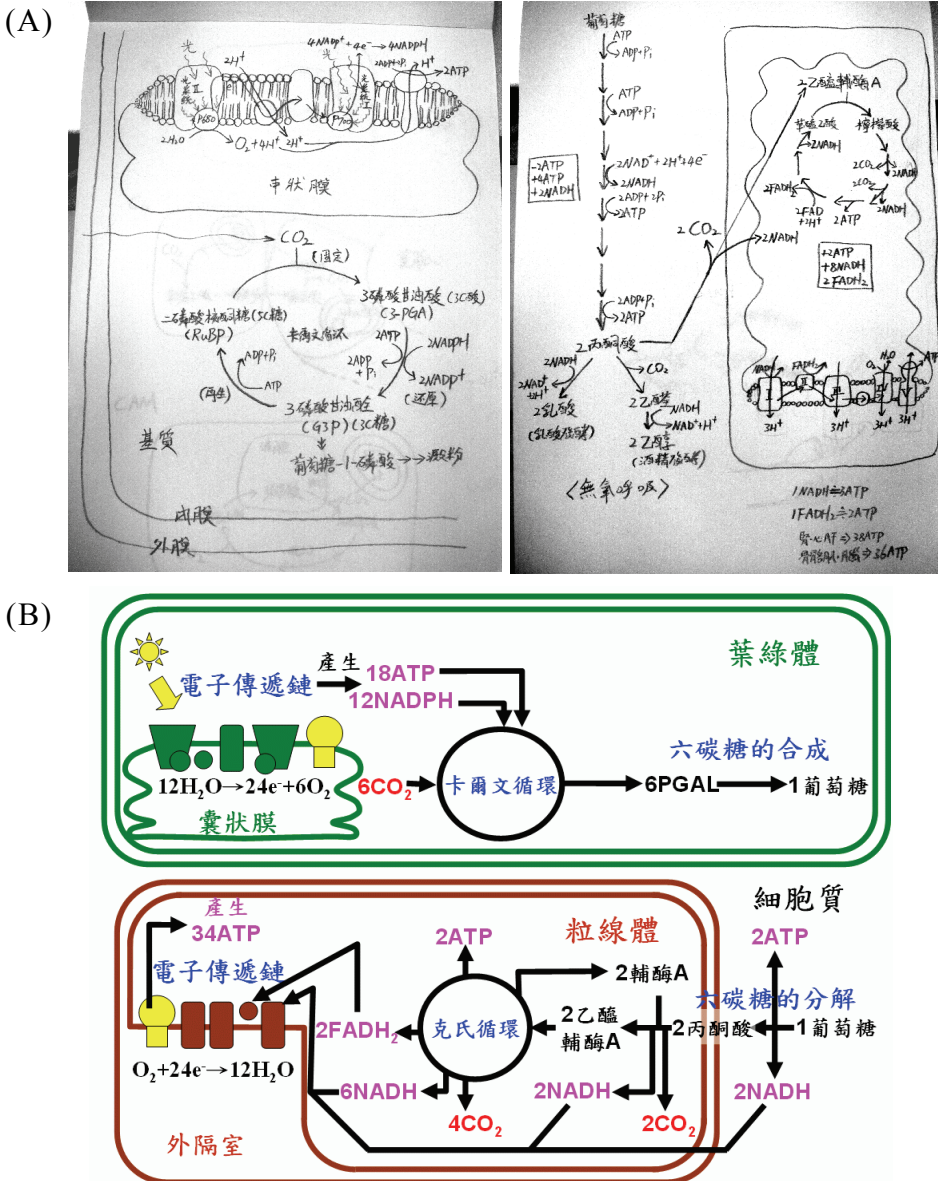


圖七、以同心圓關係呈現各種植物生活史的特性與在演化關係上的比較。

二、光合作用與呼吸作用

如同上述，對於課程內容中較為複雜的單元，最好能事先於紙上勾勒出板書的架構，使課堂上不會因板書構圖的缺失而降低了教學成效。光合作用與呼吸作用在

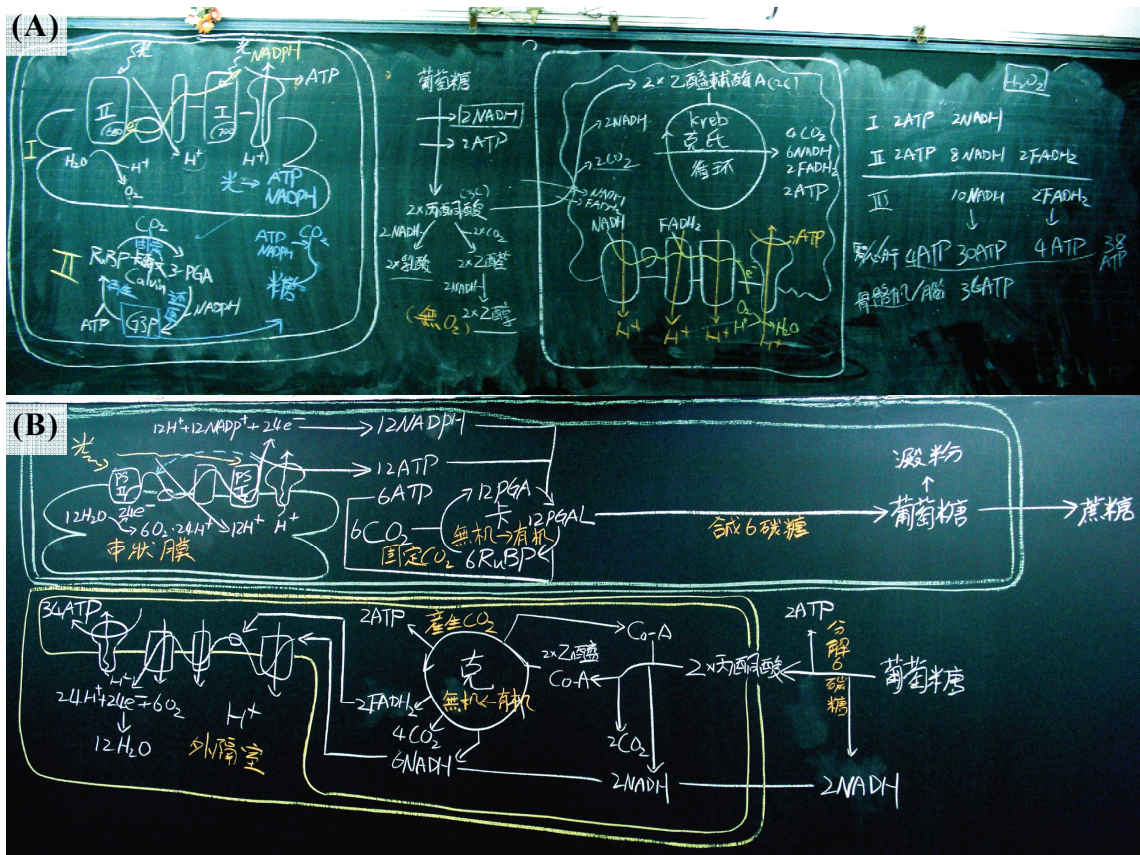
高中生物課程中，屬於非常複雜、難以理解的課程內容，需事先詳加規劃板書的架構與呈現順序(圖八 A 為筆者早期的版面規劃，圖八 B 為改良後版面設計)。



圖八、進行「光合作用與呼吸作用」課程複習與概念整合前，先於進行版面架構的設計。
 (A) 筆者早期的版面規劃。(B) 改良後的版面設計。

光合作用與呼吸作用在課程中常常分開在不同章節介紹，因其過程繁瑣複雜，教師常常著重於每一化學步驟的講解與意義。筆者發現於課後利用板書進行兩者之間的比較，可使學生獲得較為統整的生物概念與能量流轉意義。由於比較兩大反應的異同與特性，需同時在板書上呈現兩大反應的過程，故需事先規劃板書的物件分配，以免過於雜亂或遺漏。圖九

(A)為筆者早期進行光合作用與呼吸作用概念整合時所呈現的板書內容，將光合作用各步驟(電子傳遞鏈、卡爾文循環與六碳糖的合成)與呼吸作用的各步驟(糖解作用、克氏循環與電子傳遞鏈)同時呈現以進行比較，但由於呈現的方式過於雜亂，且難以凸顯比較的項目與意義，故經改良成圖九(B)的呈現方式，效果更加直接有效。



圖九、進行光合作用與呼吸作用概念統整時的板書呈現(兩種呈現、比較方式)。

位置：皆需使用全部黑板。(A) 筆者早期的版面規劃。(B) 改良後的版面設計。

內容呈現概念：光合作用與呼吸作用各反應步驟與相互關係。

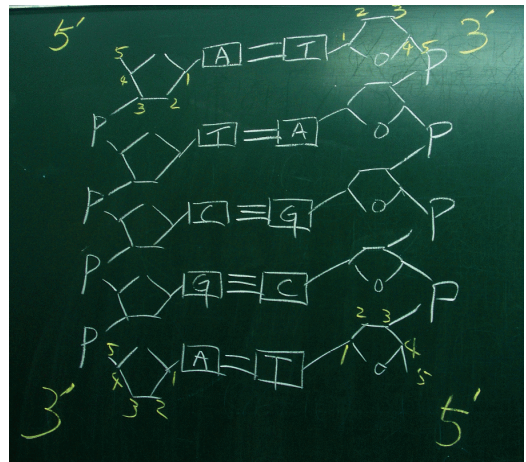
使用注意事項：光合作用與呼吸作用的內容佔黑板四分之三左右，留四分之一空間進行重要概念的提醒與提示，例如 ATP 產生數量的計算與比較。此板書可用於比較作用胞器、位置、物質、能量來源、碳的流向等概念，並可比較無氧呼吸與有氧呼吸之異同與特性。其中光合作用與呼吸作用的過程有點類似相反的反应，亦可由板書中進行說明(光合作用：電子傳遞鏈→化學循環→糖類合成；呼吸作用：糖類分解→化學循環→電子傳遞鏈)。

三、DNA 的複製與表現

另一個高中生物課程中，屬於概念複雜難懂的章節，當屬 DNA 的複製與表現，包含了核酸的化學結構、原核生物與真核生物 DNA 複製特性的比較、參與複製 DNA 的原料、酵素、過程等、原核生物與真核生物基因表現的比較、參與基因表現的原料、酵素、過程等，可說是最複雜難教的部分。坊間對於此章節相關的教材媒體亦多采多姿，包含圖片、影片、動畫、網站、互動遊戲(以 flash 軟體製作)等，但筆者使用後，發現教學過程可能因這些媒體素材而變得活潑有趣，但學習成效卻不如預期，經筆者檢討分析後發現，學生易受聲光效果吸引注意力，但並無法持久，尤其是動畫、影片內的元件、元素過於複雜，且播放時間過快，學生無法於當下記住整個過程，只能零碎地記下筆記。在理解、記錄皆趕不上多媒體的播放時，學生反而感到氣餒、失去興趣，甚至出現排斥該知識的現象。為了修正教學策略，除了講解需仔細、放慢外，需常常將關鍵字詞寫於板書上，並搭配相關的板書繪圖(如圖十，說明雙股 DNA 分子結構，課本中的插圖由於附帶顏色、立體陰影等「雜訊」，反而不如簡單的板書呈現來得具教學成效)。經筆者的嘗試，目前最佳的策略為課後利用板書進行概念整合，使各項複雜的步驟能同時出現在黑板上，供學生一覽無遺地進行比較與歸納，利用此策略，可比較原核生物與真核生物 DNA 複製(圖十一、圖十二)，也可以比較原核生物與真核生物轉錄

作用與 mRNA 修飾作用與過程(圖十三)，更可以說明轉譯作用的過程(圖十四)。

藉由上述教學方式，使學生對 DNA 的複製與表現(含轉錄與轉譯及其修飾過程)有初步認識之後，於課程末可利用板書進行整章(高三生物第十三章)的概念統整(圖十五)，使學生於如此繁雜的章節中抓住概念架構，同時能複習、串起之前所學的相關概念。在進行整章概念統整時，需比較各作用的參與酵素、所需原料與能量、真核生物與原核生物的異同、轉錄與轉譯的修飾等瑣碎概念(圖十六至圖十八)，使相關概念不致零碎，而具系統性。

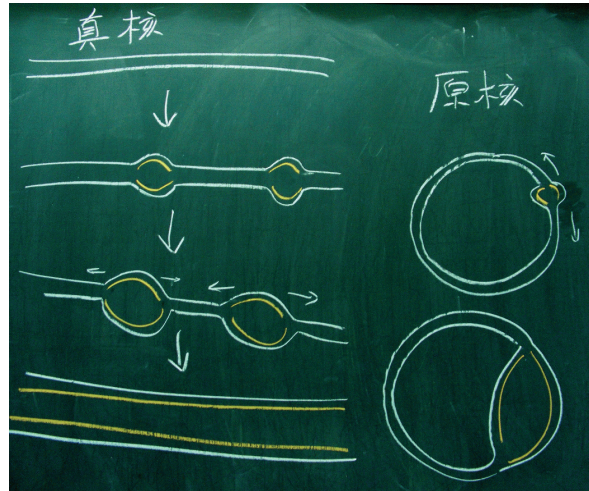


圖十、利用板書繪畫出雙股 DNA 分子結構。

位置：任何位置皆可，佔黑板面積約 40 %。

內容呈現概念：雙股 DNA 的分子結構與方向性。

使用注意事項：需注意氫鍵數量、碳原子的編號、與磷酸-五碳糖-含氮鹼基的相對關係。課本中的插圖由於附帶顏色、立體陰影等「雜訊」，反而不如簡單的板書呈現來得具教學成效，故建議板書的使用不要使用過多顏色。

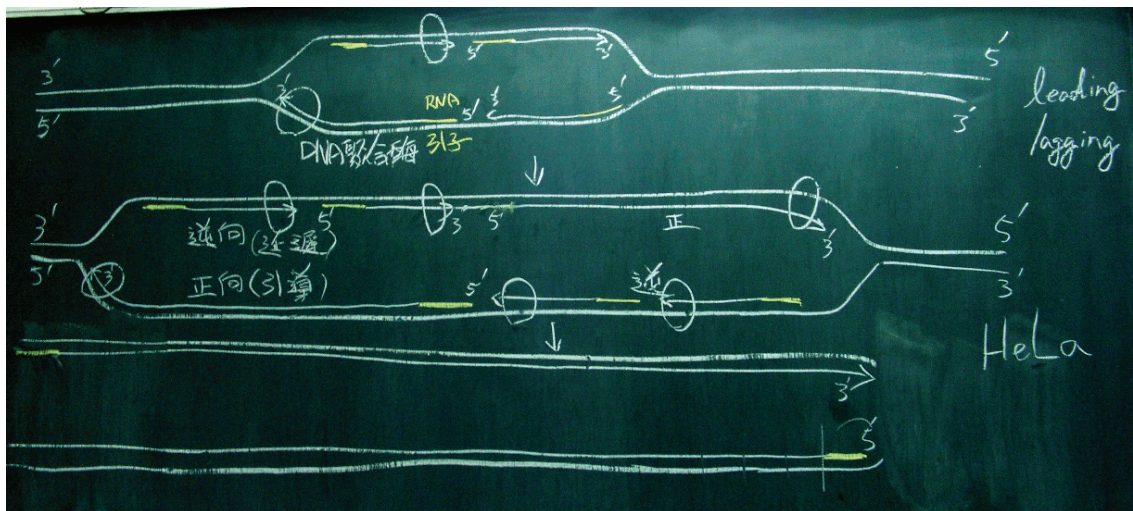


圖十一、利用板書比較原核生物與真核生物 DNA 複製的過程。

位置：黑板左側，佔黑板面積約 30%。

內容呈現概念：原核生物與真核生物 DNA 複製方式比較。

使用注意事項：由上而下依順序畫製與說明，以靜態的方式表達動態的過程。不要使用過多顏色，以橘黃色代表新合成的一股，白色代表舊有的一股 DNA，其中原核生物的 DNA 成環狀，真核生物的 DNA 呈線狀。

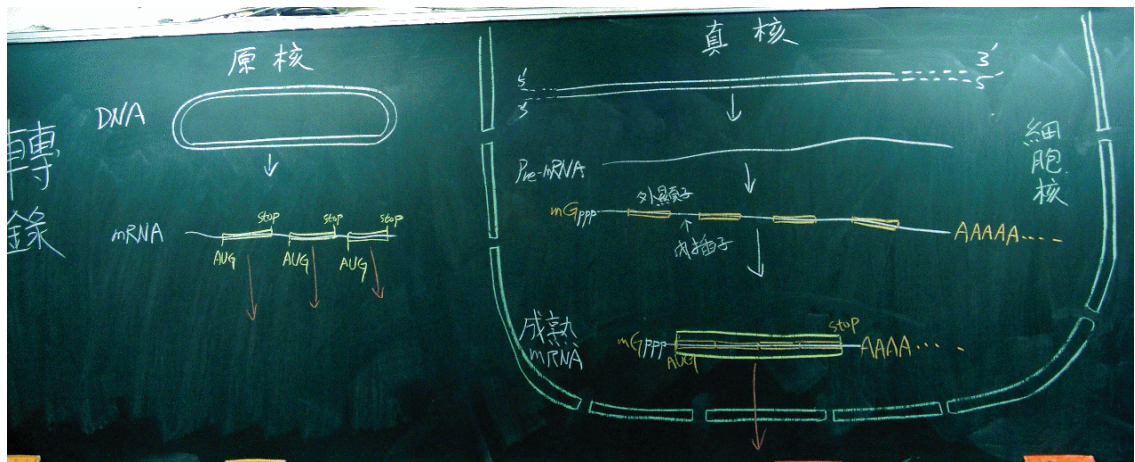


圖十二、利用板書呈現真核生物 DNA 複製的過程。

位置：黑板右側(搭配圖十二的呈現)，佔黑板面積約 70%。

內容呈現概念：DNA 雙股複製方式的比較與過程說明。

使用注意事項：由上而下依順序畫製與說明，以靜態的方式表達動態的過程。不要使用過多顏色，以黃色線段代表引子，白色橢圓代表 DNA 聚合酶。此板書可呈現 DNA 複製為雙向複製的概念與複製又分為兩股(延遲股與引導股)。



圖十三、原核生物與真核生物轉錄作用與 mRNA 修飾作用與過程的比較。

位置：任何位置皆可，佔黑板面積約 60%。

內容呈現概念：原核生物與真核生物 DNA 表現方式(轉錄)的比較。

使用注意事項：需表現出「轉錄位置」、「環狀/線狀 DNA」、「mRNA 修飾方式」、「外顯子、內插子」、「一個 mRNA 表現蛋白質的種類」等可比較的概念。以 AUG 代表起始密碼子、Stop 代表終止密碼子、mG 代表五端帽、AAAA...代表多腺嘌呤尾。

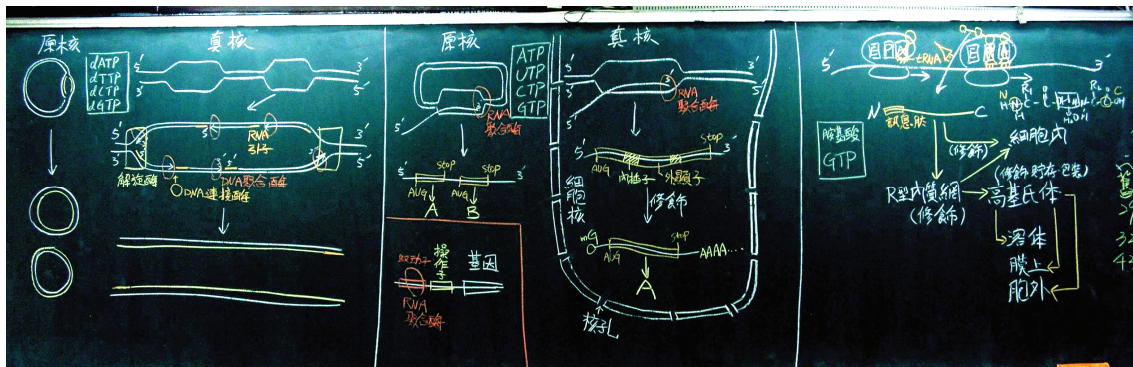


圖十四、利用板書呈現轉譯作用的過程與步驟。

位置：任何位置皆可，佔黑板面積約 30%。

內容呈現概念：轉譯過程中核糖體 A、P、E 位與 tRNA 的關係與多肽鍊形成的過程。

使用注意事項：由上而下依順序畫製與說明(左側數字代表時序)，以靜態的方式表達動態的過程，長方形代表 tRNA，圓圈代表胺基酸。由此板書可說明核糖體為何一次只能接兩個 tRNA 與多肽鍊的形成過程與其他元件的互動關係。

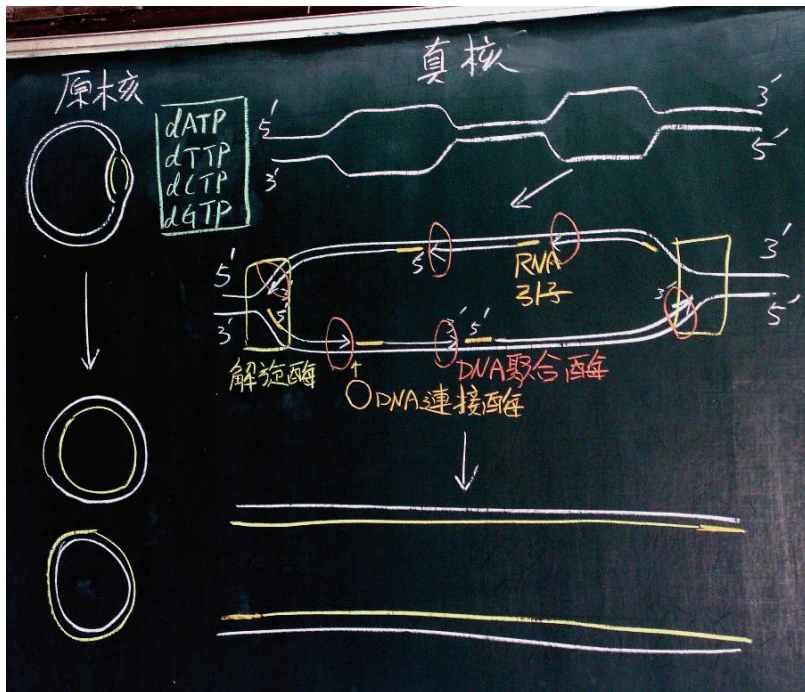


圖十五、利用板書進行 DNA 複製、DNA 轉錄、轉譯作用的概念統整。

位置：佔黑板面積約 100%。

內容呈現概念：DNA 複製、DNA 轉錄、轉譯作用的比較。

使用注意事項：由左到右依序為 DNA 複製、DNA 轉錄、轉譯作用。需比較各作用所需的原料、能量、過程與原核生物與真核生物的異同。板書內容細節請見圖十六至圖十八。

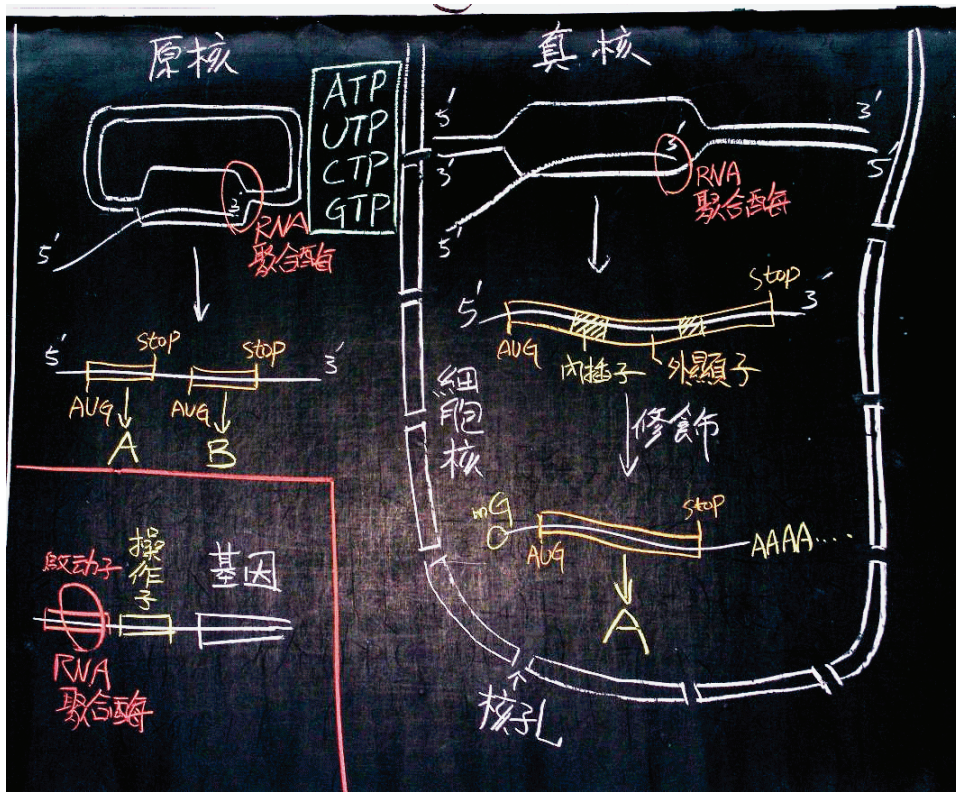


圖十六、以板書呈現 DNA 複製的概念。

位置：佔黑板左側約 33%。

內容呈現概念：原核生物與真核生物 DNA 複製的比較。

使用注意事項：以黃線代表新合成的 DNA，紅橢圓代表 DNA 聚合酶，橘圓代表 DNA 連接酶，黃方形代表 DNA 解旋酶。需呈現延遲股與引導股、3' 與 5' 方向，與 DNA 複製所需原料、能量形式(綠色方框內)。



圖十七、以板書呈現 DNA 轉錄作用的概念。

位置：佔黑板中央約 33%。

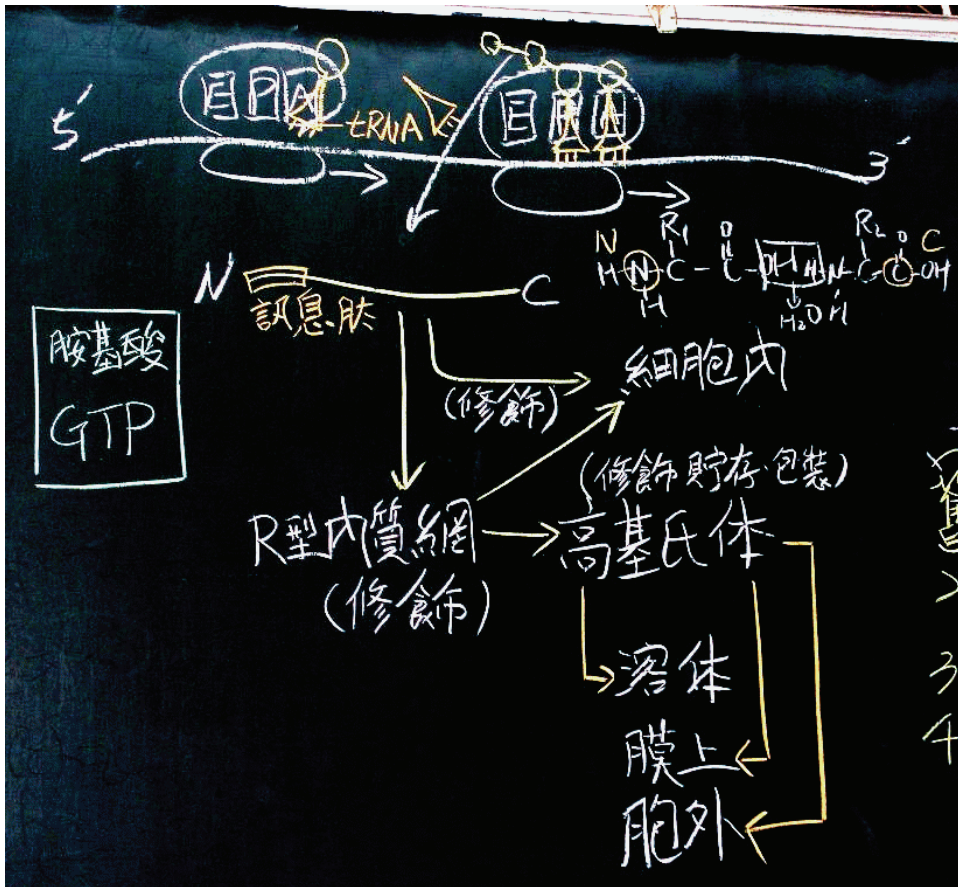
內容呈現概念：原核生物與真核生物 DNA 轉錄的比較。

使用注意事項：以紅橢圓代表 RNA 聚合酶，橘色區域代表一段基因，黃色實心區域代表內插子，紅色區域代表啟動子，黃色空心區域代表操作子，AUG 代表起始密碼子，Stop 代表終止密碼子，黃方形代表 DNA 解旋酶。需呈現轉譯位置的比較、3' 與 5' 方向、DNA 轉譯所需原料、能量形式(綠色方框內)，與真核生物轉譯的修飾作用。

肆、心得與檢討

筆者透過比較多媒體與板書教學，發現隨著電腦教學的普及，雖然教材更多樣化，但教法卻反而越來越狹隘，常常只利用 PPT 的播放功能，教師播放預先準備好的投影片，逐張講解。如此不但扼殺了學生的學習動機(PPT、影片看久了也是會膩的)，減少教師觀察學生表現、表情、學習

狀況的機會(關燈播放投影片，教師看不清楚學生的表情與動作)，也減少學生與教師的互動關係。筆者認為師生間的互動是教學成效的重要因素之一，教學不只是知識的傳授，亦是情感、信念的交流，若師生之間沒有暢通的互動，將無法營造最佳的教學情境，如此，就有可能使教學徒流形式了。



圖十八、以板書呈現轉錄作用的過程。

位置：佔黑板左側約 33%。

內容呈現概念：轉錄作用的過程。

使用注意事項：以橘色三角代表 tRNA，橘色方框代表訊息肽，橘色圓圈代表胺基酸。需呈現多肽鏈的修飾過程與內質網、高基氏體之間的關係，與轉譯所需原料、能量形式(綠色方框內)。

筆者最初使用電腦播放的方式進行教學，發現學生雖一開始動機高昂，但學習效果不如預期，經觀察、訪問、研究後發現，利用投影方式上課，隨然圖片美觀、文字工整多樣，但學生卻失去思考、沈澱的時間，亦無法完成筆記，尤其部分圖片、表格過於複雜，難於短時間內進行記錄、抄寫，何況

是要瞭解其意義、精髓。筆者亦試過配合講義(含圖、表、文)，但效果仍不如預期。筆者發現，除了知識內容的傳遞外，教學的情境、師生的交流也是教學成效的重要支柱，教師需於教學期間，立即診斷學生的學習狀況、迷失概念等，這些皆很難於播放投影片時進行。故筆者認為，任一課程章節，皆應

有一部分內容利用板書進行教學，使教師有機會觀察、診斷學生的學習狀況與盲點，並適時修正。而最佳的機會，就是課程內容教學完畢後，進行概念統整、複習與比較不同概念之時。本文以數個高中生物課的重要章節內容作為進行概念統整、複習的板書示範，教學成效皆良好，並且能提升學生圖、文的表達能力。此外，透過書寫板書、師生問答、眼神交流、肢體訊息傳遞等，教師更能掌握、營造教學情境，對於師生情感亦有實質幫助。

筆者為探討板書融入教學的成效與檢討工作，在不影響教學進度與流暢的前提下，常於課堂中利用數位相機進行板書的拍照記錄，尤其是具階層性的板書(先呈現基本架構，再隨課堂講解逐一加入新元素)，於各呈現階段皆拍照記錄，於課後方便進行檢討與分析。筆者認為於課堂上進行板書的拍照記錄，不但不影響課程進行，且有助於教材教法的精進，作為板書構圖設計、表達技巧與呈現方式的重要參考，也可方便於教

師間進行交流與討論，且照片可放置於教學網頁上，供學生複習與討論之用(筆者的教學網頁：<http://www.csghs.tp.edu.tw/~captain/index.htm>)。

伍、參考文獻

- 林信榕、林欣穎、鄧曉婷、李欣慧、楊永芬(民 95)。中小學教師資訊科技融入教學之培訓與實踐歷程研究。全球華人計算機教育應用學報，2(1)，34-44。
- 林信榕(民 95)。教師運用資訊科技進行創新教學之教學取向個案研究。課程改革與教學創新。高雄市：屏東師範學院初等教育學系。205-234頁。
- 林進材(民 94)。教師評鑑標準及其對新任教師專業成長的意義－以 INTASC 授證標準和國內小學教師評鑑校標為例。國教之友，575，70-77。
- 劉宏文(民 92)。符號學、科學語言與科學教學。中二中學報，6，59-76。
- 藍治平、簡秀玲、張永達(民 91)。教學表徵多樣化的理論與應用－以國中生物『遺傳』的概念為例。科學教育月刊，248，41-53。