

在小學課程中引入 DNA 概念與知識的經驗分享

吳佩儀

香港青年協會李兆基小學

馮新偉

香港教育統籌局

電郵：leofung@emb.gov.hk

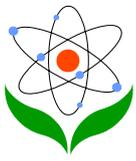
收稿日期：二零零六年三月十四日(於六月十六日再修定)

內容

- [撮要](#)
 - [引言](#)
 - [發展背景及方法](#)
 - [課程發展](#)
 - [課程內容](#)
 - [課程設計](#)
 - [校本特色](#)
 - [教師協作](#)
 - [參與學生](#)
 - [學習評估](#)
 - [結論](#)
 - [參考資料](#)
-

撮要

分享一個校本課程發展的經驗：在正規課堂上教授小學生 DNA 的知識和概念，並通過審視教學內容、學生各種學習表現以及家長的回饋，加上參與教師的反



思，總結出在小學課程中引入 DNA 概念與知識的做法確實成功及值得向其他小學推介。

1. 引言

在小學層面，以 DNA 的概念與知識作為學與教的切入點實非易事。因為學生在日常生活中並不常常意識到細胞、基因和 DNA 等物質的存在，而且他們更不可能利用五官真正接觸過這些東西，所以很少機會基於已有知識或生活經驗建構出關於分子生物學的知識。另一方面，在小學的常識科課程中，並沒有涉獵有關 DNA 的課題；但學生卻可在現今科學與科技急速發展的社會當中，透過圖書、報章雜誌、電視、互聯網、參觀科學館等途徑，接觸到很多與生物科技有關的資訊，如基因食物、複製動物和藥物生產等。倘若學生缺乏對於 DNA 及基因的基礎知識，他們很難掌握生物科技這應用層面的認識。基於上述的兩點，現在是很值得在常識科的課程中加入一些分子生物學的基礎概念作為增潤，一方面幫助他們從閱讀或其他媒體了解分子生物學及生物科技，追上時代的節奏；另一方面亦提供機會誘發學生對科學與科技的學習興趣及好奇心，從而為培養未來的科學家鋪路。其實，這些出發點跟香港小學常識科課程指引(當中結合了個人、社會及人文教育、科學教育與科技教育三個學習領域)所倡議的互相呼應和緊扣的。

本論文的目的旨於分享如何運用一套經翻譯及改編的教材，輔以生活化的例子，教授一班四年級學生認識 DNA 的經驗，當中以學生各方面的表現、家長的回饋及教師的反思對有關的教學作出評估，藉此讓其他有興趣教授 DNA 的學校作參考。

2. 發展背景及方法

在香港，普遍的學校在中央課程的綱領下，建基於本身的優勢，可自行規劃課程。因此，教師可就學生的興趣、學校周年主題及個人專長，發展校本課程。校本課程的設計可以是沿於中央課程，經過剪裁、調適、增潤或延伸而產生，目的是用來照顧學生的個別差異。在二零零四至二零零六年期間，本校參加由教統局資優教育組所舉辦的種籽計劃，目的是透過校本資優培育課程推展資優政策。參與計劃的老師跟教統局的課程發展主任共同規劃課程，藉此滿足在科學方面學習能力較高的資優學生。



以 DNA 概念作為發展校本資優培育課程的切入點，本是源於一個每年在香港科學館舉行的活動 — 活的科學 (Science Alive)，這是一個普及性的推廣科學的活動，以深入淺出的方法介紹科學的現象和知識，形式多以展覽、講座或工作坊進行，講者大多來自英國著名大學或與科學相關的學術機構，每年主題都不同。適逢 1999 年所舉辦的一次，是以 DNA 結構作為主題的。故教統局資優教育組因時制宜，藉著這有關 DNA 的推廣活動，鼓勵各間從事以科學教育為主線培養資優生的種籽學校，嘗試引入 DNA 作為設計校本課程的元素。

參與學校一向以科學教育及探究之範疇發展校本資優培育課程。在得到教統局資優教育組課程發展主任的建議及專業指導下，學校老師嘗試以 DNA 為主題發展校本課程。當中所採用的課程內容是取材於由 Assinder 博士所編寫的一套關於 DNA 的教材^[1]，當中的內容頗淺白，活動設計又生活，加上輔以生活化的例子，學生很容易透過親身經歷那些手腦並用的活動，建構 DNA 的概念。因此，經各參與同工的討論，決定採用該教材作為藍本，經過翻譯及剪裁，從而發展一套關於 DNA 的校本課程。

3. 課程發展

此部分包括校本課程的發展成果、參與教師對課程及教學的反思及學習評估，當中輔以學生在參與課程前後的測驗成績、課業和校內常識科學業成績，以及學生家長的回饋，作為評估該課程學與教表現的佐證，以此反映參與的學生在知識、技能及態度上的學習得著。

3.1 課程內容

上述的校本課程意譯為「探索 DNA：生命的藍圖」。課程設計採用了「學習即參與」的教學理念^[2]，其教學原則是為學生提供手腦並用的學習經歷，著他們親身參與課堂活動及互動討論，從而認識有關 DNA 及細胞的課題及建構知識。該課程共分為六個部分，每部分的教學時間為六十分鐘。學生透過手腦並用的課堂活動，認識植物及動物細胞的基本部分、如何利用顯微鏡觀察洋蔥表皮細胞、DNA 化學結構及作用，以及複製 DNA 簡單的原理等科學知識。

下表是各課程部分教學現場情形的說明，當中包括參與教師的反思。

課堂一：齊來做蛋糕

這課堂藉著做蛋糕的過程，以不同的食譜做出不同款式的蛋糕作為比喻，引導學生明白每個人的 DNA 都不相同，就像食譜一樣，會決定人的不同特徵。在



課堂中，學生根據兩個不同的食譜分組製作蛋糕，之後老師利用蛋糕向學生作出提問，著他們想出為何以不同的食譜會做出不同款式的蛋糕；再以此作為比喻，引導他們認識 DNA 如食譜一樣，各人都有屬於自己的食譜，所以每個人的樣貌都不相同。

其實，透過這個比喻作解說，對學生掌握箇中的概念是很有用的，因為 DNA 對於小學生是抽象的，看不見也摸不到。利用做蛋糕過程作比喻，學生便會較易明白每個人身體內都有一個獨特的 DNA 藍圖，就像做蛋糕的食譜一樣，不同的食譜做出來的蛋糕便有所不同。而且在之後的課堂，老師也可引用學生製作蛋糕的經歷，幫助他們建構知識。

課堂二：查找不同

這課堂透過簡單的活動，著學生比較及討論相同或不不同國籍人士的特徵以及預先設計之程式在體內是否存在，從而認識每個人擁有一張獨特的生命藍圖，而它會控制我們的樣子和特徵。

在過程中，學生分組進行活動。教師首先請三位同學出來作模特兒，著其餘的學生找出這些模特兒的身上在特徵上不同的地方。在觀察的過程中，教師特意請模特兒嘗試捲起舌頭、眨眼、推高頭髮展示額頭，又引導學生留意他們的耳珠和指紋，目的是使學生更具體的留意三者之間同一部位不同的分別，而不是著眼於長度與大小主觀的判斷。之後，再向各組學生展示不同國籍人士的圖片，同樣著他們找出這些人士不同的處。活動結束後，教師根據學生從觀察中搜羅到的資料，帶領學生作比較和討論，當中引導學生判斷思考，自行建構「體內有一套程式來指示和控制我們的成長和樣貌」、「DNA 存在於身體的細胞內」、「由 DNA 控制的一些身體特徵」等認知。

在討論的過程中，教師引用蛋糕食譜的比喻，套用在個體間不同地方之上，這引導學生把新接觸到的知識跟已有的連繫起來，對較抽象的學習更為牢固。

課堂三：跟細胞打交道

在課堂中，教師首先以屋子內的不同部分比喻作人體內不同的器官；以起屋的砌磚比喻作細胞，藉此向學生灌輸人體是由很多個細胞組成的概念和細胞基本的結構，這初步讓他們認識細胞。鑑於學生透過圖畫認識細胞，他們對於「細胞是很微小和立體的」觀念未必掌握到。所以之後的跟進活動，便讓學生製作細胞模型，並親自標示細胞不同的部分。細胞模型製作完成後，教師再著學生觀看一套介紹細胞的教育電視，及後以問答遊戲作學習的診斷。當中細胞模型



製作和教育電視的資料片段，進一步為學生帶來親身經歷和視覺刺激，從而掌握有關的知識，加深他們對細胞微小和立體的概念的理解。

課堂四：觀察洋蔥表面細胞

該課堂的目的是讓學生親身經驗，利用顯微鏡觀察細胞，牢固他們前一堂所學的知識。過程中，他們利用顯微鏡觀察洋蔥表面細胞，並標示細胞的不同部分。教師藉著學生繪畫細胞的模樣和標示的部分，評估他們是否能夠找出細胞的基本部分。

課堂五：反轉 DNA

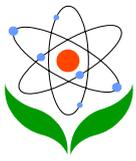
這課堂利用簡單的剪貼實作活動，讓學生親手嘗試把 G-C 及 A-T 結合，製作一小段的 DNA。之後，教師把數段 DNA 連結起來，並營造在細胞核內的情境，著學生把自己代入為 G, A, T, C 的其中一種化學物質，參與在 DNA 複製的過程之中。這種參與形式的學習，小學生不用憑空想像，在參與的過程中，親眼目睹 DNA 如何由一條複製成兩條 G-A-T-C 次序相同的 DNA，從而掌握 G-C 及 A-T 結合與 DNA 複製之間有所關係的抽象理解。

課堂六：複製卡通面

跟第五課的安排類同，這堂也是利用簡單的剪貼實作活動，著學生根據 DNA 的密碼製作不同表情的卡通面，當中學習 DNA 密碼如何決定人的面貌。由於長長的 DNA 密碼對小學生來說過於複雜，所以這課堂的設計，是利用簡短的 DNA 密碼代表卡通人物不同的特徵，學生在活動中嘗試解碼，藉此對於 DNA 密碼如何決定特徵的原理得以初步的掌握。

3.2 課程設計

從宏觀的角度來分析，課程首兩堂的設計目的是先讓學生建立「人的不同面貌是由每個人體內獨特的 DNA 所控制」的認知；之後兩堂，目的是先著學生認識「人體是由細胞組成」及細胞的基本結構，再引導他們找出 DNA 的藏身地。知道 DNA 存在於每個細胞內的細胞核後，才著他們以分子層面認識 DNA 的化學結構及複製原理。明白 DNA 如何由一組複製成兩組完全相同的物質，學生便可聯想到當細胞分裂後，為什麼兩個子細胞內的 DNA 可以保留跟母細胞相同的遺傳物質。這可見整個教學流程鋪排有序，逐步透過手腦並用的活動，引導學生由細胞層次至分子層次認識分子生物學中最基礎的知識。



3.3 校本特色

上述課程首次安排於校內四年級其中一班學習能力較高的學生參與作為試點，這是基於學校本身的有利條件而推行的。

學校一直推行資優教育，在正規課時及課後均有為能力較高的學生作特別照顧。為使學生更有效學習，三年級以上的學生是按能力分班的，這安排對教師因材施教較有利；另一方面，學校亦以抽離式課程於課後滿足能力較高的學生的學習需要。適逢參加教統局的種籽計劃，當中建議試行濃縮課程^[3]，做法是為中上能力學生調整正規課程，刪減已掌握的課程部分或以相當他們本身的能力加速學習，利用「濃縮課程」所提供的時間(濃縮時間)安排學生作充實活動。結果在分析學校的已有條件後，嘗試將三者結合：在正規課堂時間，以濃縮課程作為教學策略，為學習能力較高的學生提供原本於課後才安排的充實活動，著他們善用常識課的時間作增廣及加速的學習經歷。再因應學生的學習興趣，配合常識科的課程理念及方向以及教師的個人專長，學校嘗試把「探索 DNA：生命的藍圖」的課程應用於濃縮課程的發展上，作為當中部分的充實活動。因此，學校安排四年級學習能力較高的學生在濃縮時間學習關於 DNA 的課程內容。這可見有關的課程發展是建基於學校本位而成的。

3.4 教師協作

參與教師跟教統局資優教育組課程發展主任協作形成上述課程。在過程中，課程發展主任為教師翻譯教材，並以觀課者的角色，為施教的老師於每課後提供專業指導及改善建議。而教師則負責參考有關教材，編寫教案及設計適合該班及在有關場地進行的課堂活動，在課堂上演繹教案；此外，亦須就課程發展主任所提出的意見作改善，務求把每一課互相連貫，令學生透過已有知識鞏固新接觸的知識。

3.5 參與學生

參與學生的平均年齡約九歲，因學校編班制度的關係，他們編於同一班上課，全班共有 35 人。這班學生在中、英、數及常識的平均學業成績較理想，而且根據教師的觀察及過往經驗得知，這些學生普遍在科學方面有較突出的表現。於是安排他們參與上述課程。

3.6 學習評估

這個校本課程的評估可從知識、技能和態度三個層面反映。

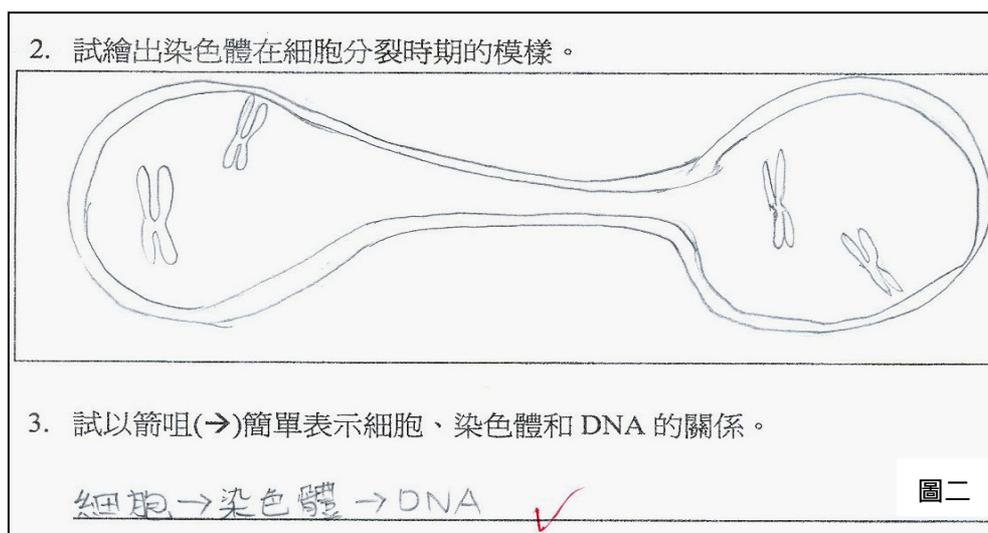
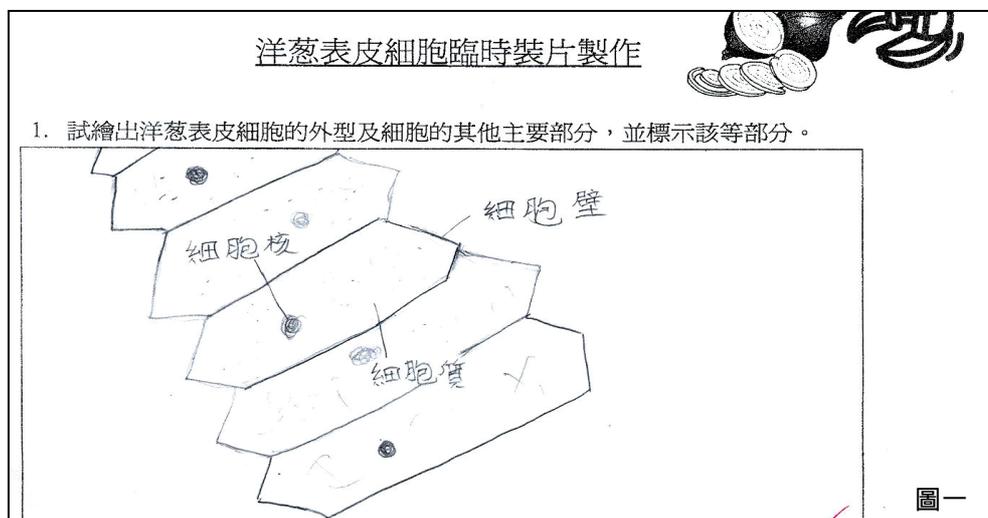


3.6.1 知識

透過課堂的提問、活動後的工作紙及小測、前後測比較和課後反思及訪問得知，學生在科學知識上有一定程度的增長。

➤ 活動工作紙

從學生在活動工作紙上的表現(如圖一及圖二所示),教師可粗略評估學生是否能掌握細胞的基本部分及細胞與染色體及 DNA 的關係。整班約有八至九成的學生可完全正確畫出及標示植物細胞的基本結構,並寫出細胞、染色體及 DNA 之間的關係。而其餘的學生未能完全正確繪畫細胞的原因,只是因為把氣泡當作成細胞核及細胞質而已。



➤ 前後測的比較

為了評估學生學習 DNA 課程的成效,計劃設有前測及後測給參與的學生在課堂上進行測試,以搜集數據評量有關教與學的成效。前測安排於學生在



參與第一課接觸 DNA 教學活動前進行；而後測則安排於最後一節完成複製卡通人面活動後。

以下是部分學生完成的前後測比較結果：

i. 從圖三及圖四中展示的比較結得知，學生透過課堂活動而理解到 DNA 及其次序可決定生物的外表和特徵。數據顯示，當中有四成三的學生，在參與教學活動之前，普遍認為是面貌、眼睛、腦袋或心臟等身體器官控制人的外表特徵；經過課堂活動後才知道 DNA 決定地球上不同種類生物的外表和特徵。有五成一的學生，他們在學習前已經接觸過 DNA 這個名詞；其餘的學生則於學習後進一步知道其密碼的次序是生物外表特徵的決定因素(如圖四)。

前測

3. 你認為甚麼「東西」決定地球上不同種類生物的外表和特徵？

腦部。

後測

3. 你認為甚麼「東西」決定地球上不同種類生物的外表和特徵？

DNA。

圖三

前測

3. 你認為甚麼「東西」決定地球上不同種類生物的外表和特徵？

DNA。

後測

3. 你認為甚麼「東西」決定地球上不同種類生物的外表和特徵？

DNA的「次序」。

密碼

圖四

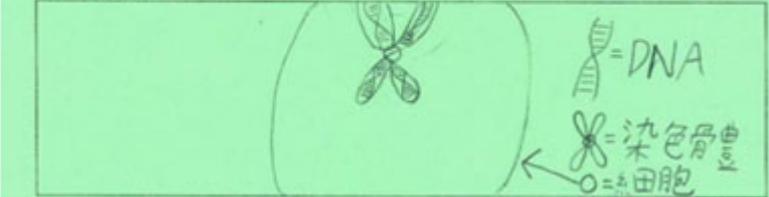


ii. 從圖五及圖六的前後測比較，可評估學生知道決定生物外表特徵的東西是存在於細胞(核)之內。數據顯示，有五成七的學生，在參與教學活動之前，普遍認為決定生物的外表特徵的東西是存在於人體器官，如眼睛、腦袋或心臟；活動後，則完全能夠清楚畫出或寫出那些東西是存在於細胞(核)之內。有三成四的學生，在活動前，得知 DNA 可從頭髮、血液、口/鼻水或指甲等等抽取出來，故這些學生認為 DNA 存在於這些物質之內；活動後則能清楚指出 DNA 是存在於細胞核內。

前測 4. 問題(3)中所提及的「東西」存在於我們身體的哪一個部分？試以圖畫將你的答案畫出來。



後測 4. 問題(3)中所提及的「東西」存在於我們身體的哪一個部分？試以圖畫將你的答案畫出來。

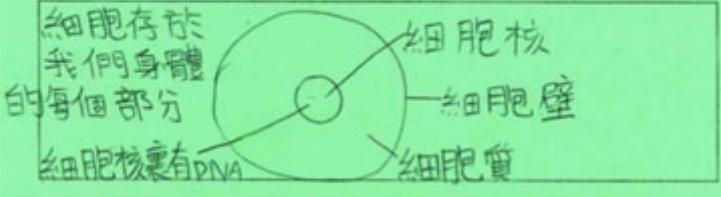


圖五

前測 4. 問題(3)中所提及的「東西」存在於我們身體的哪一個部分？試以圖畫將你的答案畫出來。



後測 4. 問題(3)中所提及的「東西」存在於我們身體的哪一個部分？試以圖畫將你的答案畫出來。



圖六



iii. 在圖七及圖八中的前後測比較，可反映學生在學習後能否具體說明來自爸媽的 DNA 會決定我們有些地方像父母親。數據顯示，有一成四的學生，於活動前並沒有提及樣貌似父母親與遺傳基因/DNA 有關；於活動後則可表達出來。有近五成的學生，於活動前已接觸遺傳基因/DNA 跟身體特徵似父母有關；於活動後進一步詳細說明父親的精子及母親的卵子結合把兩者的 DNA 遺傳令自己有些地方似父母親。

前測

5. 你有些地方像你的父親，又有另一些地方像你的母親。試詳細解釋一下這個現象。

眼睛, 鼻子像爸爸, 嘴巴, 耳朵, 額頭像媽媽。

後測

5. 你有些地方像你的父親，又有另一些地方像你的母親。試詳細解釋一下這個現象。

因為我的體內有爸媽的 DNA。

圖七

前測

5. 你有些地方像你的父親，又有另一些地方像你的母親。試詳細解釋一下這個現象。

因為父親的 DNA 和母親的 DNA 結合一起，所以我們有些地方像父親，有些像母親。

後測

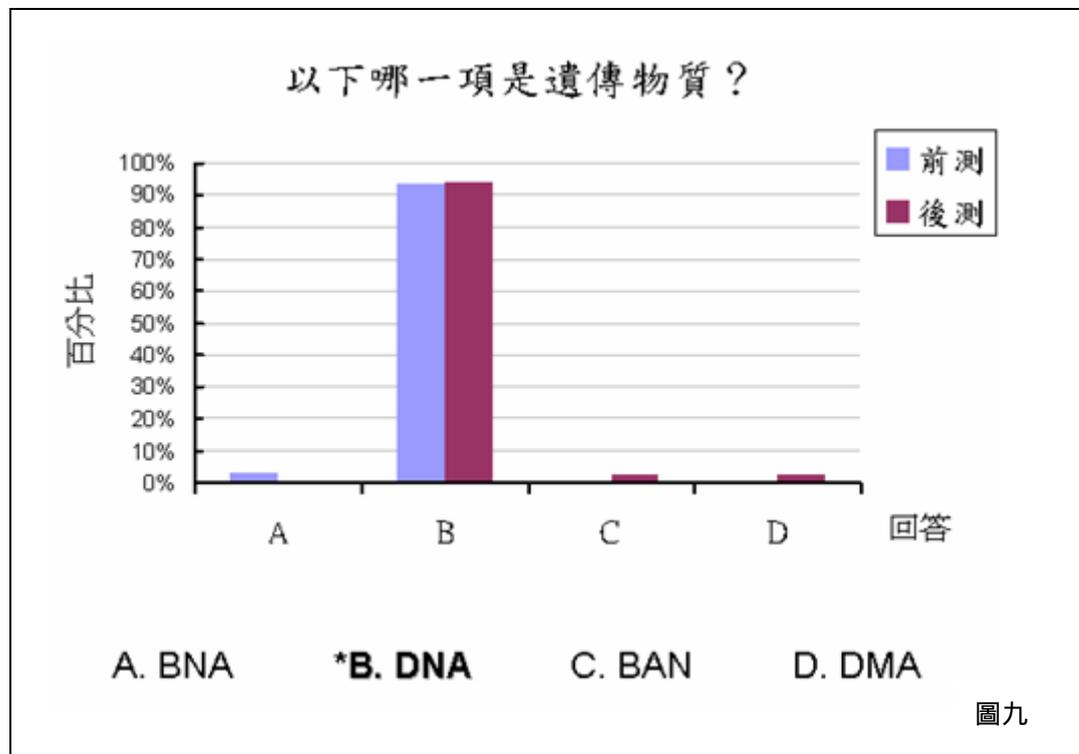
5. 你有些地方像你的父親，又有另一些地方像你的母親。試詳細解釋一下這個現象。

因為媽媽卵子和爸爸的精子裏都有不同的 DNA 密碼，而結合成，所以我有些地方像爸爸，有些地方像媽媽。

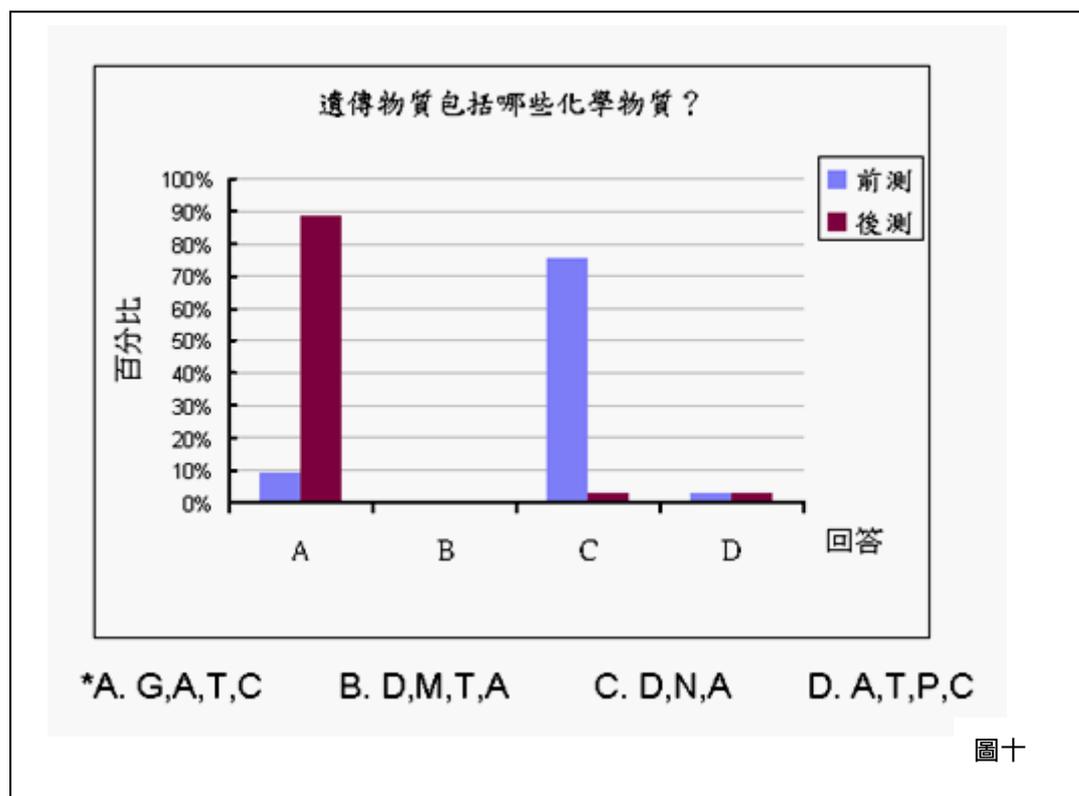
圖八



iv. 圖九的結果反映班中有九成以上的學生，在學習前已有接觸 DNA 作為遺傳物質的概念。



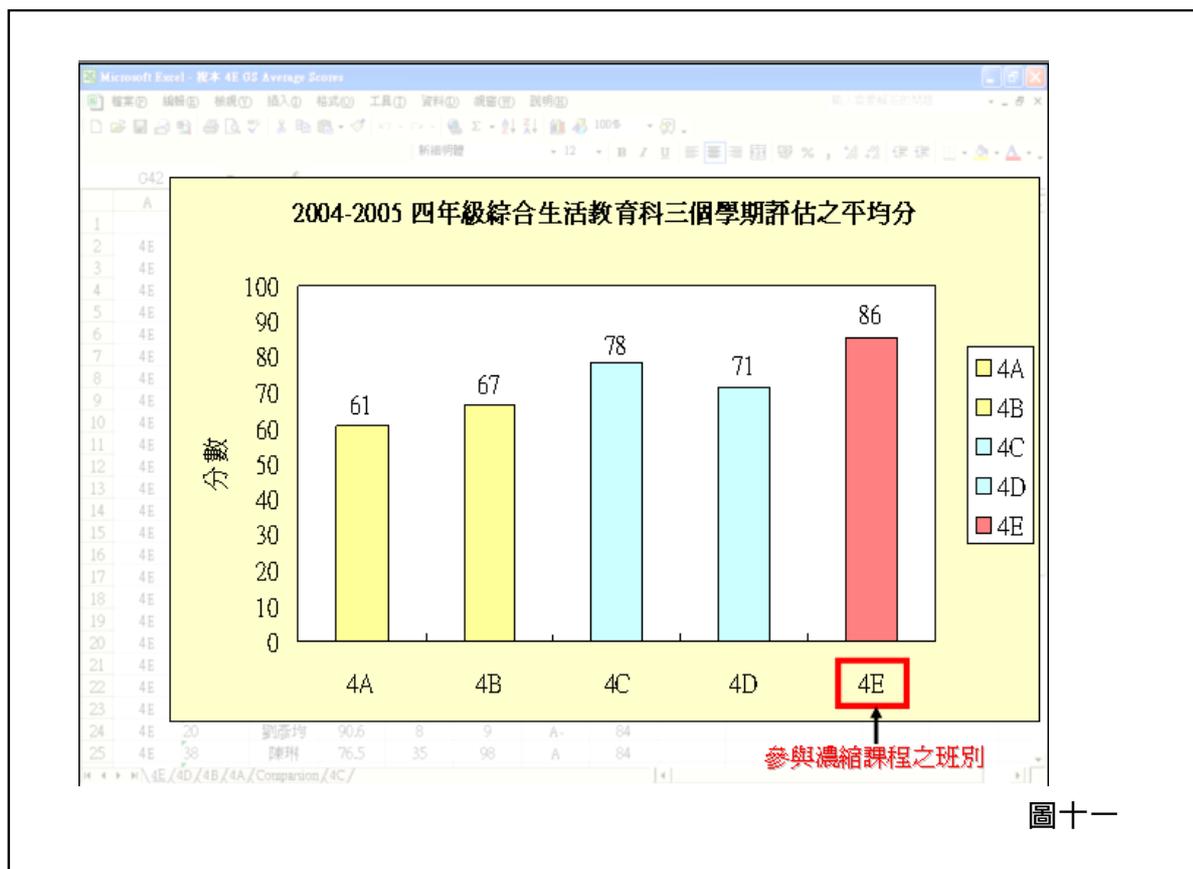
v. 圖十的結果反映出，大部分的學生於學習前以為 D, N, A 是遺傳物質中的化學物質；學習後，則有約九成的學生肯定 G, A, T, C 是遺傳物質當中所包含的化學物質。





➤ 校內評估成績

可能老師和家長會擔心，學校推行濃縮課程會影響學生校內常識科的學業表現。從該班學生三個學期的校內常識科評估平均成績顯示(見圖十一)，平均分高達 86 分，而這個分數以學校的等級計算為甲等，這反映學生的課業成績仍然優異，並沒有因實驗活動的安排而影響吸收基本課程所涵蓋的知識的學業表現。



3.6.2 技能及態度

課程完結後，研究小組以書面反思及訪問形式收集學生及家長的意見，下面是一些訪問的節錄及受訪者反思的總結。

學生一：「... 這次課程... 我感到新奇、興奮。... 當我完成了自己造的細胞的時候，我很有滿足感。」

學生二：「... 我學會... 細胞分為那幾個部分、DNA 的排列次序、酸性和鹼性混合時會出現什麼情況等等。這全都是我沒有學過的，我覺得很有興趣。老師在



課堂中的實驗和說解我完全明白。大多數時間佔用了常識科的課堂，但是我們可以自學，所以不會擔心...」

學生三：「...雖然感到辛苦，因為好多單元都要自學，還要在課堂上小測...雖然辛苦，但也證明我能自學。俗語說：『一分辛苦，一分收錢。』不是嗎?」

家長一：「她...感覺很興奮，經常喜悅地憶述上堂的經過和感受。...她以肯定和自信的態告訴我，不是單靠外貌，其實 DNA 來自爸爸媽媽各一半的。很有自信和肯定的將答案講出來。」

家長二：「...我覺得原來小朋友是有能力自學的，而且亦有能力學多些課本以外的知識，所以這個課程能滿足到他們的需要。」

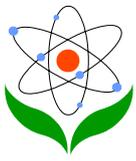
家長三：「...很大幫助。參與濃縮課程後，她對科學課特別感興趣，求知慾很強...顯得特別專注，經常帶很多討論回家中(與父母一起探討)...我們作為家長的也十分高興，因為他們很難得有機會上這些(關於 DNA 的)課...」

總括他們的回饋得知，所有學生以不同的程度表示喜歡上述的課堂活動，很投入參與；認為課程內容非常充實，對科學和實驗課感到相當有興趣。沒有學生給予負向的意見。還有，他們沒有因自學的要求而感到壓力；相反，他們因為明白老師額外要求的用意而變得更主動和積極地預早完成課業、閱讀課外書或上網尋找資料，懂得自我鞭策，務求在參與活動之時，也能應付正規常識課的基本要求。更有部分學生自信地認同參與校本課程後肯定了自己的自學能力。由此推論，學生自學能力及搜集資料的技巧，因為有關課程對他們的自學要求而有所提昇。

另一方面，接受訪問的家長認為孩子參加科學實驗活動後，其自信心提升了，對有關科學的書籍和電視節目特別感到有興趣，對科學的求知慾增進不少。每每於實驗課後，將很多關於科學的話題帶回家中與家長討論。此外，她們認為子女沒有因為老師不利用課堂的時間授課而影響學業成績；亦很認同老師對小朋友自學的要求促進了他們自我導向的學習態度；他們更認為子女於小學階段已學習到有關 DNA 的課題是十分難得的。由家長的回饋推論，參與有關課程活動的學生，其自信心及學習態度都得到正面的影響。

4. 結論

從上述的校本課程發展經驗來看，為小學生發展一套以 DNA 為主題的校本課程，雖然受到某些因素局限，如學生質素、教師的參與、學校現有條件及政策



等，但能夠匯聚各種現有的資源及條件，加上協作的努力以及參與者的投入，仍可發展出一套帶校本特色的課程，以照顧學生的個別差異。

從學生實質的學習成果和個人反思、家長的認同及回饋、前線教師的自我反思，可反映出這個將 DNA 概念引入小學課程的構思和實踐可算成功，不過當中仍有改善的地方。日後可以更進一步做的，是讓學生親手嘗試從細胞中抽取 DNA，做電泳法實驗，利用電子顯微鏡觀看 DNA 精密的結構等等，從而擴闊小學生的眼界，引起他們的學習動機，自學更多專業的知識。

畢竟，於小學課程中引入 DNA 概念與知識，在香港還是第一步。期望有關計劃能夠得以持續發展，使課程發展更臻完善；也冀望該課程可推廣至其他小學，讓更多學生受惠。

5. 參考資料

- [1] Assinder, S. (1998). *Discovering DNA 'The Recipe for Life'*. Swindon: Biotechnology and Biological Sciences Research Council.
- [2] 香港公開大學 (2001): 《ET300C, 小學的課程和評估》。香港: 香港公開大學。
- [3] 蔡典謨譯 (2001): *濃縮課程*。Sally M. Reis, Deborah E. Burns & Joseph S. Renzulli 原著: *Curriculum Compacting: The complete guide to modifying the regular curriculum for high ability students*. 台北: 心理。