

高級中學地球科學新課程的精神與特色

李春生

國立台灣師範大學 地球科學系

一、前言

在廿世紀與廿一世紀交替之際，依據民國八十四年十月教育部公佈的高級中學課程標準，高一基礎地球科學，高二物質科學（地球科學篇）和高三選修地球科學等課程最快將於 87 年年度起實施，而坊間一些參考該科課程標準之教材綱要編輯完成的新教科書，也即將陸續推出。哪一本書能夠充分反映出新課程的精神與特色，便能獲得青睞，而被選用為教科用書。那麼大家一定想知道到底什麼是該新課程的精神與特色？

二、新課程是順應目前世界科學課程改革潮流的產物

蘇聯於 1958 年成功地發射首枚人造衛星，驚醒了美國人，對當時美國科學教材充斥著“A Boy of Facts”相當反省。所以在科學基金會（NSF）財務支援下，以大學教授群為主導，編輯了許多科學「新課程」的教材。例如地球科學有 ESCP（Earth Science Curriculum Project），此外生物有 BSCS，化學有 CHEM Study 等。這種以「學者中心—教師邊緣」的教科書，忽略了第一線教師的專業自主能力，況且它還有下列缺點：

1. 內容太難，因為太偏重理論而且太抽象。
2. 引不起學生學習興趣，因為不能與學生社群、個人狀況與實際運用結合。
3. 忽略科學在日常生活中扮演的角色。

所以從 1985 年起，美國科學改進協會（AAAS, American Association for the Advancement of Science）開始發展 2061 計劃，其由對科學、技術的本質和科學素養的闡釋，建立起科學課程改革的理論基礎。然後根據它發展出課程模式，在付諸實施後就可落實科學教育的改革工作。2061，所代表的就是哈雷彗星以它拜訪地球之週期 76 年，下次會再度訪問地球的年份，因為上一次之到訪為 1985 年。2061 計劃曾階段性的出版了專書，例如 1989 年出版了全美國人的科學（Science for All Americans, AAAS, 1999），1993 年出版了科學素養的校準點（Benchmarks for Science Literacy, AAAS, 1993）。

Project 2061 的基本精神如下：

1. 以目標為導向：根據學生在求學過程中，每完成一特定階段時，在科學、數學、技學三方面所必須具備的知識與條件來決定課程編寫的方向。
2. 在精不在多：減少課業份量，強調學習的品質。

3. 凡事都有其複雜面：教育本身就是一個複雜的有機體，若要徹底的改革就需要課程、師資培育、學習教材、評量等全方位的全面配合。
4. 以教師為中心：課程架構規劃過程中，教師要有相當多的參與機會。

另外值得一提的，1960年代後期起，由於衛星收集資料的能力加強及超級電腦分析資料的功力驟增，大大的增加對地球的了解。連帶的也影響了地球科學家對各種不同領域學科探索方法及彼此間關係的新解釋。也認為地球科學應綜合成一整體科學，故有地球體系科學（Earth system Science, ESE）之創議。於1988年且有一份“Bretherton”報告問世，充分說明新時代的地球科學已做了大改變（Earth System Science Committee, 1988）。可惜參與撰寫 Bretherton 報告的專家，一個也沒被邀請進入到 2061 計劃之中。有感於新課程改革，若忽略了地球體系科學，可能造成很大的遺憾。所以 1988 年 4 月，一些地球科學家及熱心教育者在首府華盛頓集會，當然也包括撰寫 Bretherton 報告的參與者，發展出一套供作地球體系教育（Earth System Education, 簡稱 ESE）的四個課程目標（表一）、十個概念群和七個綱要（Mayer and Armstrong, 1990）。

表一、地球體系教育的四個課程目標

-
1. 科學思考（Scientific Thought）能利用地球科學具有的科學歷史性、描述性的過程來了解科學探究的本質。
 2. 知識（Knowledge）能描述並解釋地球上的作用及特徵，並能預期其改變。
 3. 管理（Stewardship）對於環境及資源的相關議題有廣泛的認識及見解。
 4. 欣賞（Appreciation）能由美學的角度欣賞地球。
-

此外，美國科學家教師協會（National Science Teachers Association, NSTA, 1992）亦提出 Scope, Sequence, and Coordination (SS&C)，強調科學的範疇（Scope）、順序（Sequence）和協調（Coordination）。建議化學、生物、物理、地球科學自六年級或七年級起每年皆應教授這些課程，直到十二年級為止。SS&C 的標語是「所有的學生，所有的學科，所有的年級」。與 Project 2061 一樣，SS&C 提出的核心課程“The Content Core”也是提供一套課程的理念架構，然後依此架構由課程發展機構去設計具有不同特色的課程教材。

另一個值得注意的趨勢是科學、技學與社會運動（Science, Technology, and Society Movement, 簡稱 STS）。它強調近代社會中科學、技學與社會的密切關係，因此科學教育的實施應以科學與技學有關的社會議題為主軸及以培養現代民主社會中具有科學素養的公民為目標。STS 批判傳統課程太侷限於各科學學科的專業知識與科學過程技能而忽略了

科學、技學與社會關聯這兩項。因此 STS 逐漸成爲傳統重視科學過程與內容的科學教育之外的另一種取向。它強調科學課程應組織在社會有關的科學與技學議題上，因此課程內容的選擇不在強調學科科學概念，而在於其能否幫助學生處理日常生活問題。這個立場引起相當熱烈的討論，一般均認爲它能引發學生學習科學的興趣。但由於社會議題經常不連貫，無法使學生對科學概念有統整的了解，但支持科學、技學與社會運動者認爲以科學的專業知識與過程技能爲主的科學教育或許只能適合部分有科學天賦的學生，絕對無法滿足全體學生的需要。這是一個「菁英對全民」科學教育的辯論，也是對美國自 1960 年代以來，全以培養未來科學家爲目的的科學教育的一個深刻反省。

與最近美國科學課程改革同步的，在英國則有國家科學課程（Science in the National Curriculum, 1989）的設計。該課程分爲四個主要的實施階段（Key Stage，簡稱 KS），KS4 就等於高中階段。在所有主要階段內，自然科學課程要達成的成就目標（Attainment Targets，簡稱 AT）有 17 個，每一個 AT 之下，再細分爲 10 個從低到高的等級指標。KS 不同，所要達成的每個 AT 等級指標也有程度之分，例如 KS1 只需達成每個 AT 最低層的 1-3 等級目標，KS2 要達成 2-5 等級目標，KS3 要達成 3-7 等級目標，而 KS4 要達成 4-40 等級目標。成就目標（AT）中與地球科學最相關的爲 AT5：人類對地球的影響；AT9：地球和大氣；AT16：地球在太空裡。不過在 KS4 實施階段中，即高中階段，學生如果爲職業導向，除了免修 AT5 和 AT6，也可免修 AT2：生命的多元性，AT7：製造新的物質，AT12：電子資訊及技術科學面，AT15：利用光及電磁輻射和 AT17：科學的自然本質等單元（方泰山等，民國 79）。在日本有 1989 年 3 月公佈的日本高級中學新課程標準，且於 1994 年 4 月開始全面實施。此新課程的特色爲第一、課程的彈性化，由於開設了比以往更多的科目，使各校能夠根據地區特性，學生的現況來安排課程以便適應學生的能力及性向，尤其是目前日本初中畢業學生幾乎全部均升學到高中（包括職業高中），第二、STS 的熱潮廣及全球，日本也不得不放棄以往重視科學的完整學術體系而改爲重視科學與日常生活的關聯，強調科學的應用面，而鼓勵一切從「身邊的科學」開始學起（魏明通，民國八十三年）。

我國地球科學新課程是順應上述世界各國最近科學課程改革的潮流或新趨勢物產物，故凡此新趨勢所強調的精神和特色，例如應重視統整（地球體系教育），在精不在多（不再要求完整的科學學術架構），重視應用（STS）或地球體系教育非常注重的管理和欣賞等，均可爲我國高中地球科學新課程所引用。此外，課程安排要有彈性，例如高二的物質科學（地球科學篇）課程，若要以高三的選修地球科學課程取代，應該也是被允許的，而且科學教育的對象是全民而非菁英，也都可列入爲本新課程的一些特色。

三、新課程的教學需要第一線老師做徹底的改變來配合

反映美國上述科學教育課程改革精神的還有美國國家研究協會（National Research Council, NRC），於 1995 年 12 月初次出版了國家科學教育標準，且於 1996 年 3 月及 7 月，分別有第一次及第三次的再印刷發行，可見該標準分分暢銷。它起源於 1991 年，美國全國科學教師協會（NSTA），要求國家研究協會（NRC）負責主導及協調發展一套國家科學教育標準。後來經過數年之努力，終於發展出一套有關科學教育，在教材、教學和評量等方面的完整標準。在該標準內，強調教師教學態度及教學方法應做最徹底的改變（change），也許我們可以做做。老師到底要改變哪些？茲條列如下：

1. 別把全班的每一位同學都看成一樣，應該了解他們都具有個別差異，因此對他們每一個人之興趣、能力、經驗和個別需求要有所回應。
2. 別死守課程標準的種種規定，包括教材大綱，應彈性選擇及自動對課程標準做各種調適因應。
3. 別只以灌輸學生科學知識為滿足，應該強調學生能了解及利用科學知識、科學想法及探究方法，才是科學教育的真髓。
4. 別以教師為中心，僅靠老師上課授課、唸課文及示範來傳授科學知識。應以學生為中心，指引他們活潑的學習及持續的進行科學探究。
5. 別只要求學生複述一遍獲得的知識，可讓學生有機會互相討論，甚至辯論。
6. 別只在教完一章後才進行測驗，可不定時的及持續的評量學生的理解程度。
7. 別只認為自己應該對教學成敗負完全責任，應該將責任也分一些給學生來共同分擔。
8. 別強調學生彼此間的競爭才是學習唯一的動力，應該強調讓整班合作學習，共同負責及讓同學們彼此尊重。
9. 別單獨作戰，應該與同事們一起合作推展科學教育。

四、慎選教科用書

新課程的教科用書，不再是統編本而是開放民間的各書局去編輯，但需接受專家審查。教科用書不僅指教科書而已，新課程所需要的教法與教具需在「教師手冊」或「教學資源手冊」中詳列，故也包括「教師手冊」。此外實驗及「習題」之探討或「作業」活動已成為科學教科書中不可或缺的一環，所以地球科學新課程的教科用書除了「教科書」和「教師手冊」外，尚需有「實驗手冊」和「實驗活動」以及「習題」和「作業」解答等相關書籍。上述資料，由於浩瀚龐雜，若書商能提供讓師生有網際網路輔助教學之設計，則更屬上乘。

此外教科用書在內容規規範上面，能強調學生的學以致用，與之相關的生活情境（本土化），重視科學與人文科學的整合（人性化），也能強調一些科學的發展史和一些重要的科學家生平與重大貢獻等則更會討人喜歡。

五、結論

能當握高中地球科學新課程的精神與特色，並以此精神與特色來慎選教科用書，加上老師在傳統教學方式又能做徹底改變，則我們就能保證此新課程的實施一定圓滿成功。

六、參考資料

1. 方泰山、廖焜熙、李青桂（民 79）英國國訂自然科學課程的架構與評估計畫－物質科學部分。本刊，132，2-13。
2. 李春生（民 86）怎樣教好高級中學地球科學新課程。台灣省高級中學八十五學年度化學暨地科新課程專業知識北區研討會研習手冊，第 27-37 頁，宜蘭高中承辦。
3. 李春生（民 86）美國改進地球科學教育的最新動態報導。台灣省高級中學八十五學年度化學暨地科新課程專業知識北區研討會研習手冊，第 38-40 頁。（譯自 EOS 週刊，V77(51), p.517-518, 1996 年 12 月 17 日之 Ireton, E. (1996) Educators work to shape education in earth science)
4. 李春生（民 86）我國的地球科學教育應提升為地球體系教育。師資培育機構國民中學分科教育教材研討會分組演講講稿，共 8 頁。台大實驗林－溪頭，民國 86 年 12 月 20-21 日。
5. 李春生（民 84）我國中等學校地球科學課程的回顧與展望。本刊，187，14-21。
6. 李春生（民 78）廿一世紀的美國地球科學教育。本刊，121，2-4。
7. 李春生、周家祥、萬義丙（民 85）簡介美國地球科學地球體系教育（ESE）。本刊，187，28-42。
8. 李春生、萬義丙（民 83）如何教地球科學：地球科學教學方法及策略。中等教育輔導叢書 27，第 1-36 頁。台灣師大中等教育輔導委員會。
9. 國立編譯館（民 86）高級中學數理類科教科用書審查標準之研究。國立編譯館出版，共 150 頁。
10. 教育部（民 84）高級中學課程標準。教育部民國 85 年 6 月出版，共 946 頁。
11. 魏明通（民 86）評介美國國家科學教育標準。本刊，196，16-25。
12. 魏明通（民 83）日本高級中學新課程標準之推廣與評鑑。本刊，173，17-34。
13. AAAS (1993), Benchmarks for Science Literacy, New York: Oxford Univ. Press.

14. AAAS (1989), Science for All Americans New York: Oxford Univ. Press.
15. Department of Education and Science and the Welsh Office (1989), Science in the National Curriculum, London: Her Majesty's Stationery Office.
16. Earth System Science Committee (1988), Earth System Science, Washington, D.C., NASA.
17. Mayer, V.C., and Armstrong, R.E. (1990), What every 17-year olds should know about Planet Earth: The report of a conference of educators and geoscientists. Sci. Edu., 74(2): 155-165.
18. NRC (1995), National Science Education Standards. Washington, D.C. national Academy Press.
19. NSTA (1992), Scope, Sequence and Coordination of Secondary School Science. Vol.1 The Content Core: A Guide for Curriculum Developers, Washington, D.C. NSTA.

(上接 21 頁)

的興趣，培養信心與耐心，可在班上或班際比賽，辦法如下：

每一名參加競賽的學生領 10 個生雞蛋，在一張硬墊板 (26×18cm²) 上直立雞蛋，比賽在 15 分鐘內直立了雞蛋的個數。每立一個雞蛋兩秒鐘不倒即得一點，在 15 分鐘的限定時點，

直立的蛋數	加點	加點累計
1	1	1
2	1	2
3	2	4
4	3	7
5*	5	12*
6	8	20
7	13	33
8	21	54

盤算在墊板上直立未倒的雞蛋個數。計點方式如下：

$$(\text{得點}) = (\text{直立兩秒以上的蛋數}) + (\text{加點累計})$$

例如有一名學生在 15 分鐘的限時內，曾經直立過雞蛋 12 次，但其中 3 次直立不到兩秒鐘便倒了，有 4 個直立了持續兩秒鐘以上後倒下，因此最後留在墊板上直立著的蛋有 5 個。由表上可查出直立了 5 個蛋的「加點累計」為 12 點，因此其所得點數總共為 16 點。算法如下： $(4)+(12)=16$ 。