

## 由口述史看國小自然教科書科學素養內涵

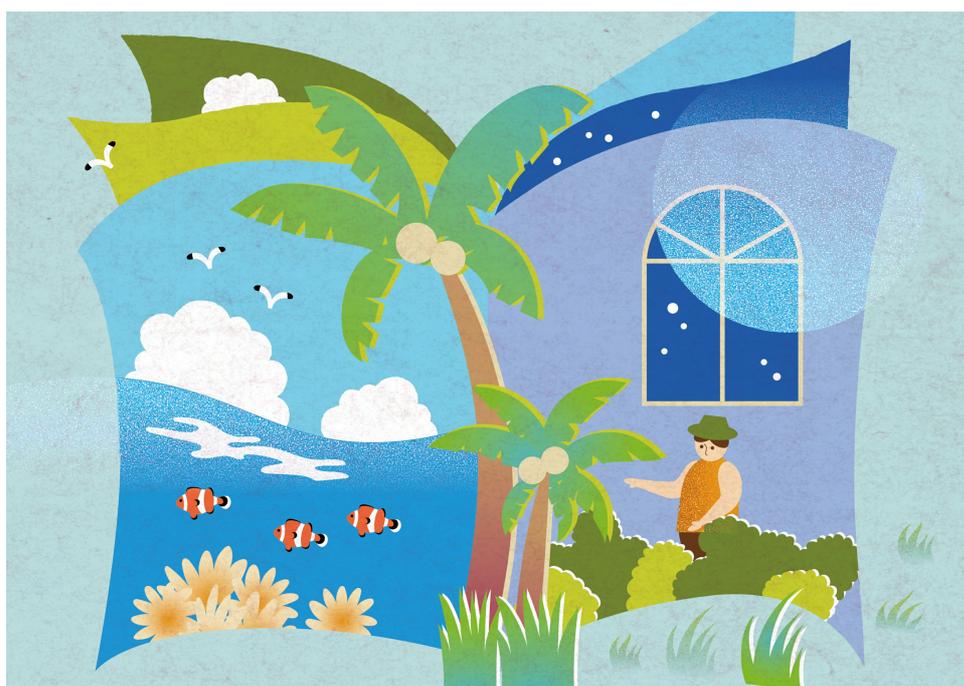
張復萌\*國家教育研究院教科書發展中心助理研究員



### 摘要

本研究透過關鍵人物—陳文典教授口述其參與國小自然課程綱要與教科書的設計、研發、編輯等歷程，發現科學素養的內涵會隨著科學教育思潮之教學法的精進、教學成效的提昇而做改變。我國國小自然課程與教科書科學素養內涵的演進，是從培養學童成為科學家之「知道、應用科學知識的能力」，到「學習科學知識且具有研發科學知識的能力」，到培養學童成為具備科學素養國民之「科學知識的認知及應用科學解決問題的能力」，到「學習科學以增進學生能做有目的、方法的探索活動，並具備行動學習的能力」等四階段之轉變。此外，對於即將實施之十二年國民基本教育，提出以下四點建議：（一）教科書的編輯要能轉化與實踐課程綱要的理念；（二）以多元評量方式取代紙筆評量；（三）教學法與教學資源的變革；（四）師資培訓與教學研習的落實。

**關鍵詞：**自然教科書、科學素養、十二年國民基本教育



## 壹、緒論

科學教育白皮書對科學教育的定義：科學教育是教育的一部分，它的特徵是「科學素養」的養成（教育部，2003）。在1970年以前，教育的主要目標是在培育社會菁英，而科學教育則在培養國家社會發展所需的科學家和工程師等專業人才。因此，中小學的科學課程傾向學科本位、科學概念的組織與呈現方式缺乏學習心理學的基礎、學科與學科之間也缺乏聯繫、科學課程的內容比較艱深、學習內容強調學科知識。因此，不太適合一般程度學生的學習，學生常因學習困難而喪失學習興趣。1970年以後實施九年國民義務教育，加上國家經濟的起飛帶動社會逐漸的開放，爭取學生接受更高階層教育的需求日益殷切，科學教育目標因而逐漸由菁英教育轉向為全民教育，並且以培養全民的基本科學素養為導向（鄭湧涇，2005）。

陳文典教授，一位任教過小學、國中、高中、五專、陸軍官校、大學、研究所的優良教師；一位擔任過國小自然科、國中理化、高中物理、高中基礎物理等教科書之編著者；一位參與1993年國民小學自然課程標準、1994年國民中學理化課程標準、1999年國民中小學自然與生活科技學習領域暫行課程綱要、2003國民中小學九年一貫自然與生活科技學習領域課程綱要等課程標準（綱要）的制定者；這麼一位從課程的訂定到教材的研發到實地的教學，有著豐富經驗的學者，是研究國小自然教科書發展不可或缺的關鍵人物。

## 貳、研究方法

本研究的研究法有二：一是以文本分析法（Textual Analysis）蒐集資料（即收集非數字資料，如語言、文字或照片等），然後運用科學方法中的歸納法（inductive method）來分析資料，達到探索（exploration）和發現（discovery）為主要目標（郭生玉，2012）。因此，本研究文本分析是以國內外報章、期刊、論文、課程標準、課程綱要、教科書、政府出版品等，國小階段自然教科書相關之研究與報導作為搜尋標的，研究步驟是先蒐集國內外相關資料，進行分析比對後，做歸納整理出結果要項（林慶隆、張復萌、葉盈君、劉淑津，2015）。二是口述史訪談法（oral history interview）以訪談、錄影、錄音、攝影等方式，以研究者設定的主題向受訪者詢問相關問題，以探究現存之文獻與官方文件中付之闕如的領域。由於當時的歷史情境已無法重現，透過受訪者的「回憶」，研究者可以取得其他方式所不易取得的資訊，其品質與現有文獻同等重要，此外，研究者能透過與受訪者的對話，及對事件的質疑與澄清，進而逐步還原事實的真相（陳瑛（譯），2003；沈懷玉，2005；吳

智慧，2012）。因此，本研究除蒐集各時期國小自然教科書、教師手冊、教學指引及課程標準相互比對外，並針對相關議題及事件訪談本研究關鍵人物以澄清疑義，以期獲得本研究完整翔實的口述史料。

### 參、個人學經歷與參與自然課程發展及教科書編輯歷程

陳文典教授1942年出生於雲林縣西螺鎮，1948年就讀西螺中山小學，1954年就讀西螺初中，1957年就讀省立臺北師範普通師範科，1960年7月任教臺北市立河堤國民小學，1961年7月任教臺北市立新和國民小學，1963年就讀國立臺灣師範大學物理學系，1967年7月擔任私立育英高級中學物理及數學科教師，1968年就讀國立清華大學物理研究所碩士班，1970年入伍服預官役擔任陸軍官校物理學講授教官，1971年就讀國立清華大學物理研究所博士班，1971年9月－1972年2月兼任私立中華工專物理講師，1972年9月－1975年6月兼任私立明新工專數學及物理講師，1975年取得博士學位，1975年7月擔任私立東吳大學物理系講師、副教授，1976年8月－2006年7月擔任國立臺灣師範大學物理學系副教授、教授，陳教授有任教小學、中學、五專、官校、大學等不同教育階段豐富的教學經驗。

陳教授自我評述與國小自然課程及教科書結緣的因由有如下四點：

#### 一、豐富的教學經驗

在承接這類編輯工作之前，其實我已經在小學、中學、五專、官校、大學擔任教職十六年了……對於做這類事情（例如編組教材、設計教案、帶領教學活動、評量、學校行政）都已頗有心得，所以做起來也頗能得心應手。

#### 二、「學者」性格傾向的人

對於探索大自然界中天文、物理、化學、生物、地球科學、氣象…不拘各種現象都有濃厚的興趣，因為它都可以作為引用物理、化學定律、原理的應用實例。也因此，當我在編輯「自然」教科書時，涉及「自然科學」的各類知識和探究方法…我都能有那方面的認識

#### 三、較多的參與機會

臺師大是推展國民中小學教育的中心，有關全國的教材研發業務它總是扮演智囊或（及）執行者的角色；例如：國中的科學教材（物理、生物、化學、地科）都委由「台師大科教中心」來研發。而國小的「自然」教材雖由「板橋

教師研習會」來負責，但仍委由師大教授來主持。

#### 四、俠士的性格

我性喜「好管閒事」，凡是我看到不妥當的、不合理的事，就會出手來糾正。我當教師這十幾年來用過了許多教科書，教材內容倒沒有什麼大差錯，只是總覺得教科書扮演的角色不太對，它不應該是資料庫，教科書裡面實在充塞太多資料了，反而沒有時間帶領學生做一些實地的、有趣的探索活動，覺得老是在趕進度，上課時不得一直講、講、講…，總之，在太多的限制條件情形下，老師教得很累，學生也學得很累。因此，我認為教科書的編輯形式和內容均有待改進。基於以上各種原因，一旦有人邀請你參加這個工作，自己都覺得沒有理由去推辭（20150825訪談）。

綜上所述，陳教授不僅物理專業學術之學養豐富，更因具備對教育的使命感，使其義無反顧的投入國小、國中、高中科學課程的規劃及科學教科書的編輯工作。

#### 肆、科學素養概念與教科書編輯

##### 一、科學教育與科學素養之關係

素養是一種能夠使用知識、認知與技能的能力，以及態度、情意、價值與動機等心裡特質，以成功地回應個人或社會的生活需求。而核心素養的內涵則涉及一個成功的生活與功能健全的社會對人的期望（國家教育研究院，2015）。依據Barton（1994）對素養所下的定義：素養是一種社會的活動，處在不同的文化或歷史階段中，會產生不同的素養面向；而且素養可由巨觀的視野來觀察社會的需求，也可以在微觀的環境中觀察其情境的變化；同時，素養也形塑出一個共通的符號體系，可依此符號與他人進行溝通與分享；綜上所述，素養是一種面對事物的覺知、態度及價值的判斷。而「科學素養」一詞最早是由Hurd（1958）用來說明人們對於科學相關的理解以及將科學應用至社會的經驗。Hurd在《科學素養：對美國學校的意義（Science Literacy：Its Meaning for American Schools）》中指出，科學教學不應被視做是對精英者的一項智識陶冶；如果教育能達成文化分享的目的，則科學勢必在當前中小學的課程中，扮演著重要的角色（靳知勤，2007；Penick, 1993）。而Durant（1993）認為科學素養係指一個人需要知道與科學相關的知識並能以此知識與他人進行溝通。靳知勤（2007）歸納科學素養主要內涵包括：科學理解（understanding of science）、科學應用（application of science）、科學發展過程（growth of science ideas and theories）等三面向。陳文典教授則對「科學教育」及

「科學素養」兩者的關係有如下的見解：

「科學教育」最簡約的詮釋應是『教「學生」怎麼學習「科學」』；因此，首先得要明確的知道「科學」代表的意涵，因為那是我們要「教」的東西。若我們把「科學素養」定義作藉助於學習「科學」，所能獲得的智識、能力、態度、觀念、…，那麼，「科學素養」是生產品，它是會跟著「教材」、「教法」、「學法」而改變的；「科學教育」的工作者對於「科學素養」概念的內涵認知多少（那是它的「教學目標」），就會影響到他的教材、教學法和評量內容。而教學需要考量到學生「學什麼？怎麼教？怎麼學？」才能獲得這些「學習成效」（即增進「科學素養」）」（20150825訪談）。

綜上所述，我國自然課程標準的演變即代表我國科學教育的發展依據，課程標準之教育目標從培養科學態度、思考、研究，轉變為養成科學素養，即可看出科學教育由知識為主演化為素養導向的學習關係。

## 二、科學素養與自然教科書的關係

一本優良的科學教科書，應具備能有效培養學生具有科學素養的功能，並能將科學素養、科學知能運用於未來的生活（鍾聖校，2000）。而科學教科書的內容除應與符合國家的科學課程目標，展現正確的科學知識觀點，並能兼顧科學主題之平衡性（陳芳慶、楊雅華，2009；Collette & Chiappetta, 1994）。因此，科學教科書即是適當的將科學素養安排入教學課程中，使學生透過課文學習到應具備的科學素養。

依據PISA 2009對科學素養（Scientific Literacy）所下的定義為：1、能運用科學知識來辨識科學問題、獲得新知、解釋科學現象、並形成證據導向的結論；2、能理解科學特徵是一種人類知識探索的型態；3、能覺察科學與科技來形塑周遭物質、知識以及文化的環境；4、且成為一個具有意願投入科學相關議題、具有科學概念、及具反思性的公民（臺灣PISA國家研究中心，2011）。陳文典（2005）則認為科學素養為人「智能」的一部份，人們經由科學的學習，所能獲得知識、能力、態度等各方面智能的增進。如此科學素養的內涵會因為教學法的精進、教學成效的提昇而變得豐富。2002年發布之國民中小學九年一貫自然及生活科技課程綱要將科學素養的內涵分成科學與技術認知、對科技發展的瞭解、科學過程技能、思考智能、科學應用、設計與製造、科學本質的體認及科學態度等八項，每一項即代表一種「能力」

(陳文典, 2005)。而美國科學促進會 (American Association for the Advancement of Science, AAAS) 以及美國國家科學教師協會 (National Science Teachers Association, NSTA) 則一致認為「科學教育的主要目標應致力於培養和增進全體國民的科學素養」(林陳涌, 2000)。因此, 自然教科書在編輯時即需將科學素養適時的融入教科書中。陳教授對科學素養與自然教科書的編輯關係有如下敘述:

...1960年以前(自然教科書第一世代), 科學素養就是「知道、應用科學知識的能力」。自然教科書依據課程綱要編輯, 故課程標準就是教科書文本的摘要, 出版社邀請飽學之士依照摘要所示, 提供相關的、正確的、重要的知識, 有條理地把這些知識編輯成書供學生閱讀。

...1970年至1980年(自然教科書第二世代), 科學素養就是擁有「科學知識且具有研發科學知識的能力」, 將「十三項科學過程技能」放入課程... 提出「SAPA自然課程」以利培植科學家。自然教科書編輯時強調從做中學的教學(或學習)法, 要教某一個概念(例如植物的形態)時, 就安排一系列的活動(例如豆子發芽、種花...), 學生藉由活動的過程, 認識到此一概念的內涵。

...1980年至1995年(自然教科書第三世代), 科學素養除了「科學知識」的認知之外, 應還有「應用科學的能力」, ...因此, 把SAPA的十三項過程技能合起來看成是「解決問題能力」的一個流程中各階段的名稱。自然教科書即以學生由每一個單元的實作中, 完成一次「問題解決」的流程, ...實際的作法是...在每個單元的封面頁揭示出「問題」的性質、內容和處理的策略; 其次是進行探索的過程(一般我們會安排三次的活動); 最後, 則以討論的方式獲得結論, 將疑而未決的問題列為「待探索的問題」...以上程序, 作為編輯時的準則。如此一來, 每個問題幾經探索, 都是收尾在「獲得一些知見, 尚餘更多問題」的情況。

...1995年至2002年(自然教科書第四世代), 科學素養是學習科學能增進學生作有目的、有辦法的探索活動, 它是一種「能力」。科學教育不在於教他多少知識, 而是帶領他怎麼作探索, 發現他的性向、鑑賞他的成就, 藉此培養他的信心和興趣、培養好奇心和信心, 有了「信心和好奇心」就會有自己的看法, 就會發現問題, 就會親自著手去作探究, 這種自我心智能成長的能力, 被稱為Action research。...所以教師的「教學」其實是在促

進、協助、促成學生的「學習」。此時自然教科書應只是提供學生資料的提供者之一（20150825訪談）。

### 三、國小自然教科書中科學素養之演進

依據教育部公布之國民小學（學校）課程標準（綱要）計有：1952、1962、1968、1975、1993、2000、2003年等課程標準（綱要），本研究依據國民小學（學校）自然課程綱要公布年份，將國小自然教科書分為四個世代說明如下：

#### （一）第一世代：1952、1962、1968年公布之國民學校（小學）課程標準時期之自然教科書

在對日抗戰新生活運動時期之課程標準與自然教科書，其內容為知識及政令宣導為主（圖1），幾乎沒有實驗課程，且此時期的知識概念存在荒謬、不科學（如「拿機關槍打鯨魚」等內容）的內容。1962及1968年課程標準時期的自然教科書，除了因實施九年國民義務教育將國民學校改為國民小學外，自然教科書內容的鋪陳是先說明知識概念，接著動手做實驗來驗證知識概念，最後是問問題。此時的課程雖有做實驗，但教學上仍以背誦、死記為主。課程與教科書基本的屬性有四，一是每週教學時數中（三、四）年級每週90分鐘、高（五、六）年級每週120分鐘；二是教科書開本數採菊16開（148x210mm）印製；三是課文印刷版式採由右至左直式印刷（圖2）。

圖1 1962年課程標準時期之國民學校自然課本封面及封底宣導標語

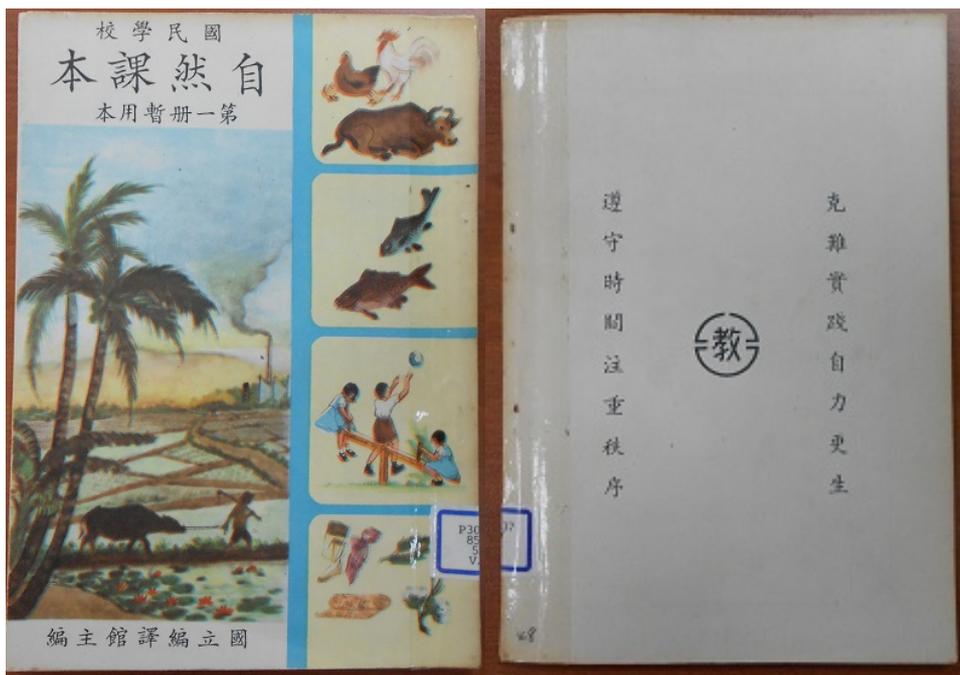


圖2 1968年課程標準時期之國民小校自然課本內文



陳教授對第一世代之自然教科書內涵有以下描述：

…這個世代尚未把「科學教育」當成是一門學問，教科書所含之科學素養、教學文化之意義間之關係是：

「科學素養」的內涵：「科學」是歷來很多聰明的、觀察力強的、領悟力強的學者們所發現出來的「大自然的奧秘」，其所累積出來的知識。研讀「科學」  
第8頁/共16頁

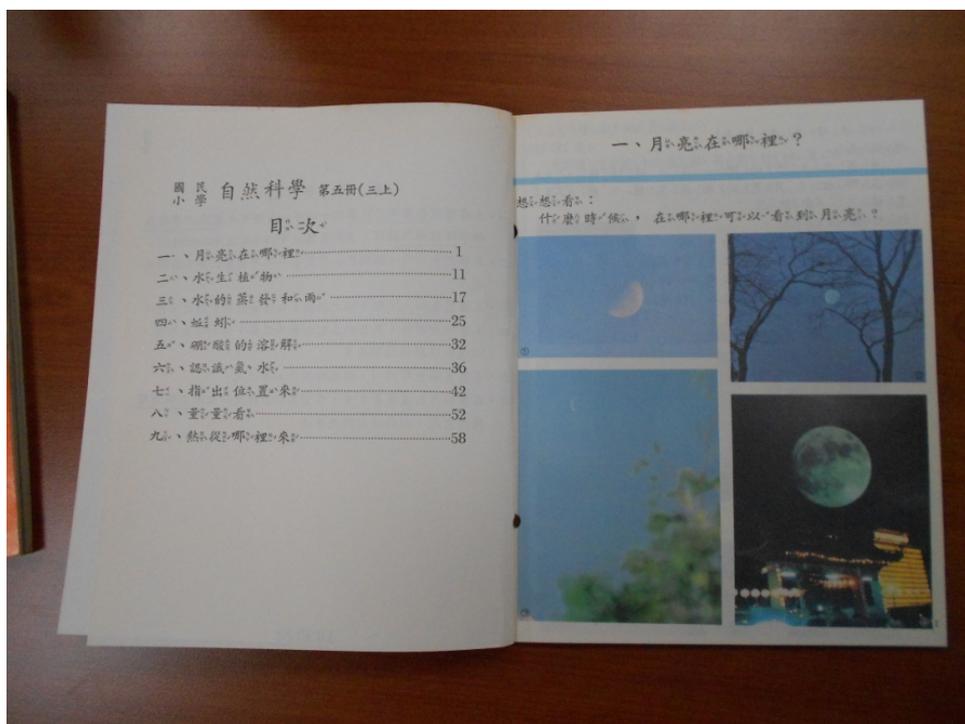
可以使我們知道這些知識、瞭解這些知識，也才能應用這些知識。所以「科學素養」就是「知道、應用科學知識的能力」。

教學（課綱、教材、教學、評量）文化之意義：教師的職責在作傳道、授業、解惑的工作；他們講授科學知識以傳承文化。而課綱、教材、教學、評量中充斥著模仿、形塑、訓練、鍛鍊、典範、標準這些字眼。並認為學習是勤能補拙。認為「課程標準」就是「教本摘要」（20150825訪談）。

## （二）第二世代：1975年公布之國民小學課程標準時期之自然科學教科書

此世代課程及期教科書是由留美第一代科學教育家王澄霞教授將美國SAPA教材引入國內，將科學家如何研究科學的13項科學過程技能融入課程與教科書之中，教科書呈現本土化的內容，並講究做中學（張復萌，2014）。課程與教科書最大的改變有五，一是課程科目名稱，由「自然」改為「自然科學」；二是授課年級由三至六年級（四年）延長為一至六年級（六年）；三是教學時數由中年級每週90分鐘、高年級每週120分鐘，延長為低年級每週120分鐘、中及高年級每週160分鐘；四是教科用書除了原有的課本及教學指引外，另編有學生習作；五是課文印刷版式由原來由右至左直式印刷為由左至右橫式印刷（圖3）。

圖3 1975年課程標準時期教科書印刷版式採由左至右橫式排版印刷



陳教授對第二代之自然科學教科書的內涵有以下描述：

…這個世代發現「科學知識」是有經過某種品管的知識，教科書所含之科學素養、教學文化之意義間之關係是：

認為把「科學」好好的介紹給下一代是一個很重要的文化建設。教育家先是訪談科學家，發現他們都是經由「十三項科學過程技能」來「研發」他們的科學。所以，若我們把這「十三項科學過程技能」放入課程來供學生學習，他就也能研發科學（不是只能「學習」科學而已）了，此時期的「科學素養」就是擁有「科學知識且具有研發科學知識的能力」。

教學（課綱、教材、教學、評量）文化之意義：把「資訊過程技能」也列入學習項目，讓學生得以「知其所為而為之」。於是提出「SAPA自然課程」以利培植科學家。「科學知識」是需要實證的，所以，在安排學習科學時，也要學生去作觀測、操縱變因的實驗…。

對於教科書的編輯，則強調「做中學的教學法」，要教某一個概念時，就安排一系列的活動，學生藉由活動的過程，認識到此一概念的內涵（20150825訪談）。

綜上所述，第二世代教科書自1978年使用至1996年將近20年，是全面且徹底的改革國小自然科學的教育理念，除了研究國際科學教育內涵與國際科學教育接軌外，教科書更是由現職小學教師主筆撰寫而成，且經由實驗、試教、教師培訓等研究步驟，發展出適合我國學童使用的國小自然科學教科書（林慶隆、張復萌、葉盈君、劉淑津，2015）。

### （三）第三世代：1993年公布之國民小學課程標準時期之自然教科書

此世代課程及其教科書是由毛松霖教授在板橋教師研習會主持的自然科實驗教材，是具體將13項科學過程技能轉化為培養學生解決問題能力的教學模式。當時教科書編輯設計關注解決問題後的歸納，並提出開放性思考（沒有標準答案）的問題。但這樣的轉變老師不喜歡，因它沒有固定的答案，無法考試（張復萌，2014）。課程與教科書的改變有三，一是課程科目名稱，由「自然科學」改回「自然」；二是全套教科書的印刷版式由18開本（170×230mm）改為16開本（190×260mm）印製；三是由於教科書全面開放審定，教科書發行方式由部編國定本改為部編審定本。陳教授對第三代之自然教科書的內涵有以下描述：

…這個世代認為「科學」學得好不好，就看你「運用科學來解決問題的能力」，

教科書所含之科學素養、教學文化之意義間之關係是：

「科學素養」除了科學知識的認知之外，應還有「應用科學的能力」。「解決問題的能力」（Problem solving）：包括察覺問題、提出問題、提出策略、歸納資料、提出成果或結論、…。是各種能力綜合起來的表現，於是人們開始探索「批判性思考」、「想像力」、「綜合能力」、「創造力」、…的成因和培養的辦法。

教學（課綱、教材、教學、評量）文化之意義：從1983年參加板橋「自然」教材研發時，我們就對SAPA課程中「教學目標」的表達方式很難被應用在實際的教學情境中！因為它把所要達成的「概念」、「能力」都寫得很「明確」（因而窄化）而其實這類事都只能作「質性」評估的。我們決定把SAPA的十三項過程技能合起來看成是「解決問題能力」的一個流程中各階段的名稱，「能力」是完整的一個…。所以，我們「新一代」的教學，就完全以「提出問題，討論及確定問題，研擬教案，進行籌備，裝置及執行，討論及歸納資料，研判並提出看法…的流程來設計教程」。此套「實驗教本」後來就轉移成國編館之「自然」教科書了。

對於教科書的編輯，由於要寫成「教科書」而且要通用於全國的教學，這使得它表達形式受到很大的限制。例如：批判性的討論、思維的多向性發展、充滿創意但未知結果將如何的「策略」之引用！發現更多未決的問題，因而延伸出來的更多後續問題…這些都得犧牲！學生即可以由每一個單元的實作中，完成一次「問題解決」的流程；我們會在每個單元的封面頁能揭示出「這個問題」的性質、內容和處理的策略。其次是進行探索的過程（一般我們會安排三次的活動），最後，則以討論的方式獲得結論，而將疑而未決的問題列為「待探索的問題」。如此一來，每個問題幾經探索，都是收尾在「獲得一些知見，尚餘更多問題」的情況（20150825訪談）。

#### （四）第四世代：2000、2003年公布之國民小學課程標準時期之自然與生活科技教科書

此世代課程及其教科書是2000年起實施以培養學生解決問題及帶著走的能力為訴求的九年一貫課程，當時的社會氛圍是教育要鬆綁，學生碰到問題要找出亮點、會提出問題、會知道怎麼動手做等實用的生活能力。同時，九年一貫課程設計了校本課程，要老師依據學生的特質設計出能帶領學生開展多元科學思維的教學模式。可惜這套課程到了國中一遇到升學考試就走不下去了，這是文化上的問題，一碰到

考試就要有標準答案，且只有一個標準答案，所謂的多元思考的理想也就難以實現（張復萌，2014）。課程與教科書的改變有四，一是課程科目名稱，由「自然」改為「自然與生活科技」；二是課程內涵除了科學科目的物理、化學、生物、地球科學外，還包括生活科技；三是授課年級由一至六年級（六年）改為國小三至六年級及國中七至九年級（六年）。四是部編審定本僅剩數學科有一至九年級教科書及自然與生活科技科七至九年級教科書，也就是說，國小階段的自然及生活科技科教科書，是全面使用民編審定本教科書。

陳教授對第四世代之自然與生活科技教科書的內涵有以下描述：

…這個世代認為學習「科學」是在增強探索、觀察、推理、…的能力，教科書所含之科學素養、教學文化之意義間之關係是：

學習科學能增進學生作有目的、有辦法的探索活動，它是一種「能力（科學素養）」，教育的重點不在於「教他多少知識」，而是帶領他（教他）怎麼作探索（包括態度和方式），發現他的性向、鑑賞他的成就，藉此培養他的信心（相信自己能做出有意義的事）和興趣。教育首要在於培養好奇心和信心，有了信心和好奇心就會有自己的看法，就會發現問題，就會親自著手去作探究，於是，就會有心得和成就感，就會獲得學習！這種自我心智成長的能力，被稱為Action research。

教學（課綱、教材、教學、評量）文化之意義：1998年國民中小學九年一貫綱要課程，強調教育應「以學生為主」，相信學生在學習時是有個別差異的，相信學習是發生在學生個別的內心的。所以教師的教學其實是在促進、協助、促成學生的學習。而此時期的「教科書」該做什麼？我認為教科書應只是個資料提供者之一（20150825訪談）。

綜上所述，由於政治上的解嚴及教育思潮傾向多元開放，教科書的編輯發行方式，亦由國家統一印行之國定制轉為由民間編輯發行之審定制教科書。

## 伍、結語

素養要比能力更適用於現在的臺灣社會，十二年國民基本教育（簡稱12年國教）所闡釋的核心素養，承續過去課程綱要的基本能力、核心能力與學科知識，但教育內涵的涵蓋面向更為寬廣和豐富（國家教育研究院，2015）。12年國教課程綱要之總綱業於2014年11月公布，預計2018學年度起實施12年國教課程綱要之課程。而12年國教課程的理念與目標，是以「核心素養」做為課程發展之主軸，此核心素

養則是指一個人為了適應現在的生活及面對未來的挑戰，必須具備的知識、能力與態度（教育部，2014）。因此，12年國教自然科學領域的學習目標則是以培養學生具備科學的核心素養為依歸。

12年國教國小自然課程發展及教科書的編輯，應如何對準科學的核心素養？使教科書能完整呈現科學的核心素養（即科學的知識、基本能力與態度）。本研究歸納前述國小自然教科書編輯心得，對12年國教國小自然課程發展及教科書編輯提出以下建議：

### 一、教科書的編輯要能轉化與實踐課程綱要的理念

Baller（1991）認為教科書是一種特定學科領域的教育媒介或教學手冊，它是「科技歷程」（technological process）的產物，在教科書中具體說明與詮釋了適用於教學與學習的課程內容和結構；鄭世仁（1992）則認為教科書是用於教室中正式學習的「合法知識」，它具有四種面貌：一是文化遺產的菁華，二是維持社會團結安定的利器，三是維持階級利益的工具，四是師生對話的橋樑；周珮儀（2002）提出教科書是代表一個社會中有效知識的權威版本，也是文化傳統的儲存知識庫。在我國，教科書亦被視為是合法轉化課程綱要的內涵，成為合法使用的一種教學媒材，或稱教科書為課程綱要的具體代言（張復萌、葉盈君、曾大千，2013）。依據「國民小學及國民中學教科圖書審定辦法」第2條第1項規定「本辦法所稱教科圖書，指依國民中小學九年一貫課程綱要（以下簡稱課程綱要）所編輯之學生課本及其習作」（國民小學及國民中學教科圖書審定辦法，2012）。因此，教科書需依據課程綱要的規定來編輯，而編著者必須徹底瞭解課程綱要所賦予之意涵與精神，將課程綱要的理念轉化成教科書裡的教學單元，以實現課程綱要所欲體現之課程目標。具體而言，國小自然教科書除了應包含科學的知識概念外，對於科學基本能力與科學態度也需設計融入到學習單元中。同時應多編入探究式教學及實作體驗的單元，及設計多元評量的教學活動。

### 二、以多元評量方式取代紙筆評量

我國社會與家長所關注的焦點，長期以來仍停留在升學考試的面向，而影響了學校教師的教學與學生的學習。12年國教如何配合改進科學評量的技術與方法，以檢測出學生的科學素養，是實施12年國教前應進行完整的規劃。建議從教師課堂的評量到升學考試之題型，教育當局應開發出「多元評量的概念手冊」提供教師參考，例如製作實作評量、檔案評量或高層次思考評量等參考實例，以取代紙筆評量

的方式。

### 三、教學法與教學資源的變革

由於國小階段無升學考試的問題，建議教師的教學方式能改以學生為中心，減少教導或講述教科書的時間，增加探究討論或實作的學習時間，儘可能建立翻轉式教學之模式進行翻轉式教學，或導入開放式課程於自然科學領域之教學。並善用教科書以外的教學資源（如MOOCS課程、教育雲中之教學影片、線上學習課程等）作為學生在課前預習之材料，以啟發學生自我學習的能力與興趣。

### 四、師資培訓與教學研習的落實

從過去統編制教科書發展的經驗模式中，發現對於課程的變革除了反映在教科書的編輯模式的轉變外，落實師資培訓與教學研習，使教師能理解新課程的精神與教材教法，是新課程實施的成敗關鍵。因此，在實施12年國教課程時，如何讓第一線教師認識新課程的理念與精神，甚至轉變教師的教學法、教學技能與評量方式，有賴師資培訓與教學研習的落實。綜上，建議教育部編列經費從自然科學種子教師、縣市自然領域教育輔導團、自然領域科目中心學校到中央及的自然領域輔導團，進行12年國教自然領域課程點、線、面的教師培訓與教學研習。

---

#### 參考文獻

沈懷玉（2005）口述歷史的價值與應用。民國研究，8，5-25。

吳智惠（2012）。「板橋模式」內涵之探討——以1970年代台灣國民小學自然科學實驗課程為中心（未出版之博士論文）。國立臺灣師範大學科學教育研究所，臺北市。

周珮儀（2002）。國小教師解讀教科書的方式。國立臺北師範學院學報，15，115-138。

林陳涌（2000）。科學素養。教育大辭書。2015年9月27日取自  
<http://terms.naer.edu.tw/detail/1307663/?index=2>

林慶隆、張復萌、葉盈君、劉淑津（2015）。國小自然教科書之知識論與課程觀演變（1952年至2001年）。發表於2015年1月26日國立臺北教育大學舉辦之「臺灣中小學教科書知識論與課程觀」論壇。

陳文典（2005）。科學素養的內涵。載於陳文典（主編），九年一貫課程自然與生活科技學習領域—科學素養的內涵與解析（頁1-10）。臺北市：教育部暨國立臺灣師範大學。

陳芳慶、楊雅華（2009年6月15日）。[國小自然與生活科技教科書內容適切性之研究](#)。網路社會學通訊，80。2015年10月3日，取自<http://www.nhu.edu.tw/~society/e-j/80/index.htm>

陳瑛（譯）（2003）。口述歷史（原作者：Ken Howarth）。臺北市：播種者文化。

張復萌（2014年8月15日）。口述歷史講座側記：探究我國自然科學教科書中的知識論與課程觀。國家教育研究院電子報，94。2015年10月3日，取自<http://epaper.naer.edu.tw/>

張復萌、葉盈君、曾大千（2013）。職校一般科目審定本教科書使用現況及教師使用行為意圖之研究。國家教育研究院2012年研究報告。新北市。

郭生玉（2012）。心理與教育研究法。臺北市：精華書局。

教育部（2003）。科學教育白皮書。臺北市：作者。

教育部（2014年11月）。十二年國民基本教育課程綱要總綱。2015年10月2日取自<http://www.naer.edu.tw/files/15-1000-7944.c1179-1.php?Lang=zh-tw>

國民小學及國民中學教科圖書審定辦法（2012）。

國家教育研究院（2015年7月21日）。國家教育研究院課程及教學研究中心核心素養工作圈：十二年國民基本教育領域課程綱要—核心素養發展手冊。2015年10月2日取自<http://www.naer.edu.tw/files/15-1000-9423.c1180-1.php?Lang=zh-tw>

靳知勤（2007）。科學教育應如何提升學生的科學素養—臺灣學術菁英的看法。科學教育學刊，15（6），627-646。

臺灣PISA國家研究中心（2011）。科學應試指南。2015年9月28日取自[http://pisa.nutn.edu.tw/download/sample\\_papers/2009/2011\\_1205\\_guide\\_science.pdf](http://pisa.nutn.edu.tw/download/sample_papers/2009/2011_1205_guide_science.pdf)

鄭世仁 (1992)。揭開「教科書」的面紗。國立教育資料館館刊，18，1-7。

鄭湧涇 (2005)。我國科學教育的回顧與展望。科學教育月刊，284，2-22。

鍾聖校 (2000)。自然與科技課程教材教法。臺北市：五南。

Baller, E. (1991). The Impact of Textbooks. In A. Lewy (Eds.), *The International Encyclopedia of Curriculum* (pp. 138-139). Oxford: Pergamon.

Barton, D. (1994). *Literacy: An introduction to the ecology of written language*. Cambridge, MA: Blackwell

Collette, A. T., & Chiappetta, E. L. (1994). *Science Instruction in the Middle and Secondary Schools*. New York, N. Y.: Macmillan Publishing Company.

Durant, J. R. (1993). What is scientific literacy? In J. R. Durant, & J. Gregory (Eds.), *Science and Culture in Europe* (pp. 129-137). London: Science Museum.

Hurd, P. D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16(1), 13-16, 52

Penick, J. E. (1993). *Scientific Literacy: An Annotated Bibliography*. Paris, France: The International Council of Associations for Science Education

---

\*張復萌，國家教育研究院教科書發展中心助理研究員

電子郵件：meng@mail.naer.edu.tw