

從科學教育月刊著作內容 詳談科學教育探討的專題

魏明通

國立臺灣師範大學化學系

民國六十五年九月，科學教育月刊問世以來，匆匆已渡廿年歲月，共登載兩千多篇有關科學教育著作，為我國從事科學教育的專家學者及在職教育，提供最佳的資料，做為學術研究及教學之參考依據。在迎接科學教育月刊創刊 200 期的今日，回顧廿年來科學教育月刊所刊登文章的內容，探討希望刊登在未來科學教育月刊的現代科學教育的專題，做為慶賀科學教育月刊 200 期的禮物及今後努力的展望。

一、科學教育月刊著作的內容的回顧

彭育才教授擔任科學教育月刊主編六年，在其卸任前三年開始細心規畫、殫精竭慮，日夜努力耕耘完成科學教育月刊文獻總索引。根據總索引，科學教育月刊過去的刊登兩千多篇文章，歸為十八大類。分別介紹如後：

(一)特載：為有關科學教育會議及研討會的長官致詞、發行人及主編致讀者短文等。特載中最值提的是第一任發行人楊冠政教授的“開拓科學教育新境界”為科學教育月刊的發刊詞。

吳大猷先生的“我國科學教育的檢討與改進”一文指引六十年代以後，我國科學教育努力的方向。嚴家淦總統在第一屆亞太地區科學教育研討會的開幕詞，指引我們科學教育國際合作的方向。

(二)科學教育論著：此類介紹綜合性，不屬於某一學科的科學教育論著。其中較特殊的有：

1. 林清山教授的“科學教育的心理學基礎”開啓了科學家注重教育心理學的奧秘。
2. 楊榮祥教授一連串有關學習行為目標及其在教學與評量的應用等文章，使中小學教師樂於使用學習行為目標。
3. 郭鴻銘教授有關科學素養的文章，使讀者更易了解廿世紀科學教育計畫所注重的科學素養之含義。
4. 趙金祁教授的“三維人文科技通識架構芻議”，“人文科技的通識與通適問題”及其他有關文章，擴張科學及科技教育的領域，為全民科技教育開展大道。

(三)科學教育思潮：此類包括世界主要國家科學教育發展概況，亦為近卅多年來科學教育

思潮的演變。在此範疇裡，本人曾以一系列的世界的教育改革為題，評介美、日、英、法、西德及蘇俄等國於七十及八十年代所進行教育改革的潮流。另以各國 STS 課程教材評介系列報導 STS 教育的動向。

- (四)科學教育計畫：為國內外大型科教計畫之評介。民國六十年，教育部的國民小學科學教育課程實驗研究計畫奠定我國各級學校科學課程均由實驗研究過程產生的基礎。繼國民中學及高級中學科學課程的實驗研究、全面推廣的經過，科學教育月刊逐年詳盡報導。
- (五)教師培訓與在職進修：國內外科學教師之養成教育及在職進修的現況及調查研究等。其中黃達三教授的中、日、韓三國小學科學師資培育課程之比較；蘇賢錫教授有關美、英、日科學師資訓練的革新等，對我國師資培育具有很好的參考價值。
- (六)課程研究：課程是學生在學校安排與教師指導之下，為達成教育目的所從事一切有程序的學習活動與經驗。因此一切科學教育的活動，如教材、教法、評量、媒體及師資訓練等均環繞課程為中心來進行。在科學教育月刊每期裡均有大篇幅的課程研究文章。課程研究分七項，1.理論方面，以綜合性的，泛論性的，不專屬於某學科的理論文章。2~7項分為教學、物理、化學、生物、地球科學、環境科學等六科，包括國內外科學課程研究有關文章約一百三十多篇為讀者供應最新的報導。
- (七)教材研究：有關國內外科學課程所發展的教材，分理論、數學、物理、化學、生物、地球科學及電子計算機等七領域的介紹。在此領域中陳昭地教授之美國初級中學教學教材研究報告，對國中數學課程標準的教材大綱修訂有指引性參者依據。王澄霞教授一系列十三篇的高中新舊化學實驗教材比較研究，對高中化學實驗教材的修訂供應極良好之資源。
- (八)科學教室：或許對一位在職科學教師來講科學教室是他最需要的。因為科學教室含蓋科學新知，課本以外之補充教材及教學用的參考資料。本項分為綜合性、數學、物理、化學、生物、地球科學及環境科學科等七領域。其中，黃敏晃教授一系列的「青少年世界中的數學」，趙文敏教授的「自我陶醉的數學」及有關數學史方面的論著等，相信對數學教師有很大的幫助。另外，楊榮祥教授一系列的國中生物教室，提供生物教師很好的教學資料。李春生教授有關恐龍化石的一系列論述及林政宏教授有關氣象方面的著作，在六十年代開始新設的地球科學的教學，提供最佳的教學資料。
- (九)疑難問題討論：教師對於教材及實際教學所遭遇的疑難問題，科學教育中心都請該科編輯小組及本校理學院各系所教授解答並刊登於科學教育月刊。本項以數學、物理、

化學、生物及地球科學五科之範圍。本校校長呂溪木教授曾以國小教學教室（疑難問題與解答）一文，獲得小學在職教師之歡迎。諸亞儂教授不辭辛勞，再三再四的回答生物科的疑難問題。

- (十)教學法與學習：過去的科學教學，往往以教師的講解為中心，惟自從六十年代開始，學生的「做中學」逐漸被各國各級學校的科學教育中接受，因此有各種教學與學習的理念與實際出現。科學教育月刊把握此一趨勢，開闢教學法與學習專欄，包括理論、重要教學法及其模式，分科教學法，學習過程與方法等四個領域詳細介紹。其中，鄭湧涇教授一系列的論著；探討式討論活動在科學教育上的應用，開啓新教學方式的大門。楊榮祥教授一系列的論著：科學教學方法—理論與實際，使讀者了解現今各科學教學的理論與實際，適用於其教學上。
- (十一)教育工學：在科學的教學中，教師要根據教學目標與學習原理，運用各種教育工學器材、媒體與技術，建立最合適的有效學習環境，以幫助學生獲得預期的學習效果。本項分教育工學理論，圖、表、模型、OHP、幻燈片、影片、錄影帶及教具設計等七領域。楊榮祥教授的戴爾的經驗塔—教學資源運用的原則兩篇文章開啓教育工學探究的大門。各項有關多媒體的介紹引導我們進入新世紀的新教學領域。
- (十二)電腦與教學：在許多教學媒體中，電腦是教育上用途最廣而最多的科技產品。電腦與其他媒體，交互作用性質最好，在任何學校或機構電腦素養已成為現代國民必備的素養之一。科學教育月刊自創刊很注重電腦在科學教育的應用。尤其對於電腦輔助教學各國的動向幾乎每年都有專文介紹。
- (十三)實驗教學：科學的教學是由學生的“做中學”為主，因此實驗教學為科學教學的重心。在科學教育月刊，將實驗教學項分為：理論、設備標準、安全、管理、數學、物理、化學、生物和地球科學等五科的實驗教學七領域。在各期文章中特別強調實驗室的安全教育，各科亦提各項有趣的演示實驗。
- (十四)評量：教學評量是根據教學目標，使用紙筆測驗、問卷、量表、面談、觀察或實作測驗等方式，收集量化的資料，做為教學後診斷全班及每一位學生達成教學目標的程度的。因此評量不限於紙筆測驗，而且評量結果的處理亦極重要。科學教育月刊的評量項分為理論、數、理、化、生、地科，資訊六科及科學展覽的八領域。楊榮祥教授有關學習行為目標的分類及在評量測驗上的運用，鄭湧涇教授的科學學習成就評量 I、II 的命題、閱卷、評量結果的統計分析，兩位教授的著作及熱心推廣使全國各國高中科學教師都能寫出學習行為目標，根據行為目標命題，並能夠考後，

做試題分析，對評量的改進貢獻很大。本人所介紹科學學習成就評量結果之處理模式，引進學生問題相關表（S-P 表），相信在評量後診斷命題的合不合適，每位學生的成就與學習困難處有很大的幫助。

- (十五)資賦優異教育：資優學生是國家未來的棟樑，尤其科學資優學生是國家經濟建設的主要原動力。教育部自民國七十一年設置中學數學及自然學科資優優異學生輔導要點，科學教育中心是執行機構，因此科學教育月刊配合新的政策，每年均提出辦理科學研習營的實況及甄試保送的報告。
- (十六)國際數理科奧林匹亞：國際數理科奧林匹亞競賽為一年一度全球最頂尖高中學生的科學競賽。我國自民國八十年開始參與數學、化學、物理及資訊等四科的競賽而獲得極優異的表現，尤其今(86)年化學科派出四位高中學生參加，結果獲得 2 金 1 銀 1 銅的輝煌成績，提高我國科學教育在國際的地位。科學教育月刊為配合國際數理奧林匹亞，每年均開闢很大的篇幅介紹參賽實錄，各科競賽試題與其解答及每年的準備題等，使全國各高級中學師生能預做妥善準備，參與此項有意義的國際競賽。
- (十七)科教活動報導：將國內外科教活動，及時詳盡的報導，期能使讀者能把握重要的科教政策、計畫、研討會及各科教機構的實況。
- (十八)科學教育研討會專輯：廿多年來國內舉辦多次科學教育研討會，例如第一屆亞太地區科學教育研討會，SKEMP 數學心理學研討會，中日科學教育研討會等。科學教育月刊均能開闢研討會專輯，將重要演講稿及研討會實錄報告給未能參加研討會者閱讀。

科學教育月刊創刊以來 200 期，正如彭育才主編所說其內容含蓋近卅年來世界科學教育的思潮及演變，以及我國進行科學教育之進步歷程與成果指標。凡我研究科學教育者僅參考科學教育月刊文獻，即可撰寫一部完整的科學教育學了。經過一個里程碑，踏入一個新的里程時，本人提出一些科學教育探討的專題，做為今後科學教育月刊編輯的參考依據，使科學教育月刊更為完美，止於至善。

二、科學教育探討的專題

(一)新對科學哲學

1920 年代在歐洲維也納學會所產生的邏輯實證主義運動及其後派珀(Popper)的批判性合理主義的科學哲學稱為舊科學哲學。1060 年代興趣而對立於舊哲學的孔恩(Kuhn)、費阿本特(Feyerabend)等人的哲學為新科學哲學。

兩派的對立點在於舊科學哲學派共同主張：

- 1.理論語言與觀察語言的二分法。
- 2.發現的文脈與正當化文脈的區別。
- 3.科學向真理合理進步的理念。

而新科學哲學派要論破這些觀點。有關科學哲學的論著，過去科學教育月刊曾刊登趙金祁教授、許榮富教授及黃芳裕教授等的大作。今後希望有繼續有關新舊科學哲學等的論著。

(二)科學素養

毫無問題的，科學素養已為廿一世紀科學教育的主要目標。美國 2061 計畫以培養並提升美國中小學學生的科學素養來始終。撇拉(Pella)認為科學素養為下列六範疇的理解契體驗而得的：

- 1.概念的知識：科學的概念、概念體系。
- 2.科學的本質：科學探究的方法。
- 3.科學的倫理：科學所持有的價值基準，科學態度。
- 4.科學與文化：科學與哲學、文學、藝術、宗教等文化要素間的關係。
- 5.科學與社會：科學與政治、經濟、產業等社會面間的關係。
- 6.科學與技術：科學與技術之相關關係。

(三)電腦素養

廿一世紀為科技世紀，而電腦在學校及社會已成為必用的工具。電腦素養含下列三範疇。

- 1.關於電腦操作及資訊的基礎知識與技能。
- 2.了解電腦對人或社會的影響，判斷電腦能與不能做的。
- 3.為解決問題使用電腦處理資訊的能力。

(四)新學力觀

今後的學校教育必須重視培養學生的自動學習的意願與自己對應社會變化的能力，因此注重思考力、判斷力、表現力等能力之養成為主。如何建立、教學及評量新的學力為值得探究的課題。

(五)因材施教

因材施教為根據學生每個人的性向與能力，而使其發展的教學活動。個別化教育往往指學習方法的個別化，即指「方法」方面。個性化教育為發展每個學生優點的教育，

即以「目標」為主要的教育。在常態編班的大教室裡，怎樣使教學方法的個別化而推進個性化教育為今後科學教育應注重的主題之一。

(六)基礎學力

基礎學力為在學校的學習活動或建立社會生活所必要的最低限度知識、理解及使用這些處理並判斷事情的能力。不但持有這些能力，進一步能夠對應的意願或興趣亦認為基礎學力的一部分。科學的基礎學力，不只是科學學習活動所必要的基礎知識與理解，日常生活的要有關科學的基礎知識與理解外，體會科學方法，以科學眼光看和想遭遇的事情並活用科學知識與方法的能力，在中小學各級學校的科學教育中，如何妥善安排基礎學力的課程及如何教學亦是很重要的課題。

(七)自學能力

大陸中國科技大學的少年班很注重學生的自學能力，以培養學生具有刻苦耐勞、思維敏捷和極強自學能力為目標。因此在教學過程中採用「自學—討論—精講」的教學法，超前學習法、免修考試法等以提高自學能力。自學能力可分為：

- 1.自己學習力：學習方法，包括計畫能力、技能等。學習意願，好奇心，耐心等。
- 2.自己認識力：認識自己的能力，進一步挑戰更高階層。
- 3.自己評價力，包括評價能力，指導能力及價值觀等。

資優教育為因材施教的教育，而自學能力為資優學生的最佳利器。如何使其發展自學能力為科學教育者值得探究之課題。

(八)學校知識與日常知識

學校知識為：在一定的教育目標下，學校教育課程基礎內有組織有計畫進行教學的知識。日常知識為：在一般社會生活中學生自然地體會到的多樣平常的科學世界。近年來在 STS 理念下，學校知識與日常知識逐漸結合在一起，兩者如何區分，如何融合為值得探究的。

(九)智慧型 CAI

電腦輔助教學，向學生呈現教材，評估學生的反應並根據電腦評估的結果，呈現下一步的教材或重複學習，在各級學校發揮其功效。智慧性電腦輔助教學為應用人工智慧的思考方法於 CAI 的，特別指智慧型個別教導系統(ITS, 即 Intelligent Tutoring System)。智慧型 CAI 的目的在於：選定修得知識所必要的問題，學生答錯原因之探究，推定學生的理解度，提示答錯原因的線策並說明等，以協助學習者的理解，支援教師的教學，而將來在科學教育，將發揮更大的效果。

(十)超媒體、多媒體

能夠發揮多功能的編輯文字，顯現照片、圖畫、聲音、動態畫面，甚至有氣味的軟體編為超媒體(hypermedia)。一組電腦及視聽器材的軟硬體設備，結合了各種視覺與聽覺媒介，能產生令人即象深刻的視聽效果的稱為多媒體(multimedia)。超媒體及多媒體由於數位式資料的進步，多為現代教育機構所採用，在各科教學、隔空教學、輔助教學及個別化教學等擴展其領域。

(十一)探究的能力

六十年代的重視的探究科學能力，即 AAAS 所強調的科學—活動過程教學(Science-a Process Approach)，今日仍活在各國的科學課程中。SAPA 所強調的科學過程，由八個基本過程：觀察、應用時空關係、分類、應用數字、測量、傳達、預測、推理，五個統整過程：控制變因、解釋資料、形成假設、下操作型定義、實驗。其後，經試驗，探討，雖然在各國曾有一些修訂，例如 H.J.Funk 等探究的過程分為：

- 1.基礎過程：觀察、分類、傳達資料、測量、預測、推理等 6 項目。
 - 2.統整過程：確認變因，作成數表，製作線圖、變因關連記錄，收集數據與處理，調查與研究之分析，設定假說，操作型定義，設計調查與研究，實驗等 16 項目。
- 毫無問題的，探究的能力為今後中小學科學教育中，仍佔很重要的地位。

(十二)科學態度

在中小學科學教育裡，科學概念、科學過程及科學態度為三個很重要的要素。科學態度包括對自然界及周遭科學世界所持有的基本態度，與在學習科學及科學實驗時應具備的科學態度。因為有的科學態度潛在學生心理，其發展較慢，較難把握其變化，因此較難設定其具體目標與評量方法。

惟歷年來多數科學教育家的努力，已有相當程度的明確化。科學教育以學生「做中學」來始終的今日，科學態度的進一步探究是很重要的一環。

(十三)自我評量

在教育活動中做評量的主體的有教師、學生、學校、教育行政機構等，其中教師所做的評量最多，而學習者本身所做的評量活動為自我評量。自我評量的方式有：

- 1.自己計分：將習題的結果根據標準答案自己計分，或發回的測驗卷自己計分的方式。如此方式學生能夠理解答錯的部分及不能了解的部分，使學習者自動思考引出正確答案。
- 2.自我評量表：使用問題紙，對所問的問題選擇答案或敘述自己看法的。通過自我評量表使學生寫出為達到目標所做的行為，達不到目標的原因並反省得失等。

3.感想文、反省記錄等：學習過程讓學生寫作文或感想文，實驗觀察記錄，實驗日誌等，通過這些文章了解學生對自我評量的想法。

(十四)課程評鑑

狹義的課程評鑑為評鑑課程所提供的教材、教學法及教材組織等，而廣義的課程評鑑即包括課程之產生、內涵、各縱橫間的關係及課程實施的各配合事項與實施成效等。科學教育月刊除了科學教育中心本身所做的課程評鑑外很少有類似文章出現過。尤其近年來國外較盛行的綜合分析(meta analysis)用於科學課程評鑑，在我國新舊課程標準銜接之今日，相信很重要的。

(十五)潛在的課程與顯在的課程

在多數人談教改而有一部分人主張課程標準應廢止的今日，為維持各級學校教育能夠達到一定的最低水準，課程標準是必要的。像教育部或其他國家的教育行政機構所製訂，可做為編寫教科書、教學及評量依據的明示化課程，稱為顯在課程(manifest of official curriculum)而教師或學校在不明言，無意圖或無自覺的教給學生的觀念、規範、態度等稱為潛在課程(latent or hidden curriculum)。大陸主張一綱多本，由國家教育委員會製訂教學大綱（相當於課程標準），但根據地區、師資、設備等全國各地可編不同程度的教科書。在新課程標準實施的今日，如何使潛在課程與顯在課程融合在一起，使科學教育更落實於學生為今日教師很重要的課題。

(十六)生命倫理

日本的理科教育目標中列有尊重生命的項目，惟最近因中學生殺害同學事件的發生，重新檢討生命倫理教育問題。生命倫理(bioethics)為一種隨生命科學與醫療技術的進步而產生的生命觀或有關人的生死之倫理問題的學問。尊嚴死、生體移植、複製動物等隨醫學進步而產生倫理、哲學、法律學等自然科學以外的立場議論的主題陸續產生，為從事科學教育者所關心的。

(十七)性教育

性教育為科學教育月刊最弱的一主題。通常認為在健康教育應提的主題，惟在外國教科書中通常出現於生物或生命科學教材中。希望在 200 期以後的文中能見到。

(十八)科學概念

具有科學素養的人，能確實應用適當的科學概念於他所屬的環境中。科學概念(Science concept)為人類觀察自然現象、物體及其交互作用所得經驗的概括，是科學家從寶貴經驗中萃取出來的精華，是科學家所做的決定。在科學教育教學中，強調科學概念

的形成，概念的轉換及概念的適當應用為今日教師很重要的職責，因科學概念、科學過程及科學態度為組織科學素養的三要素。

(十九)建構論

知識並不是被動接受，而是由具備認知能力的人，根據認識的事象自動建構的。認識並不是發現客觀存在的現實世界，而是組織其所經歷的事物的。建構論的教育是站在上兩個原則上所從事的教育活動。因此建構論認為知識並不是由教師傳授給學生，而由學生自己建構的。建構論已成為科學教育另一主流，新科學課程將實施的現今，希由各級學校教師多多提出建構教學的寶貴經驗。

參考文獻

- 1.彭育才(民 86.6.)科學教育月刊文獻索引，國立台灣師範大學科學教育中心編印。
- 2.魏明通(民 86.3.)科學教育、師資培育叢書 五南圖書出版公司印行。