

中小學科學教育的推展

因應21世紀知識經濟與資訊科技時代的來臨，積極推展科學教育以培育科技人才和提升全民科學素養，是當前世界各國關注的重要議題。

■ 郭重吉

人才是國家的根本

人才培育是國家科學發展重要的一環，如何往下扎根、向上結果，一直是眾所關心的議題。尤其是中小學階段科學教育的推展，更扮演著至為重要的角色。不論是學生個人的學習、升學、就業的準備，乃至於全民科學素養、國民生活品質和國家競爭力的提升等，都與良好的中小學科學教育密切相關。

提到中小學的科學教育，許多人很容易從親身經驗、報章雜誌和其他媒體的報導中，聯想到學生數理相關科目在校考試成績、基測考題的難易和學生得分情形，乃至於國內學生在數學、物理、生物、化學、地科與資訊奧林匹亞競賽的得名，以及在一些國際數理學習成就評量上的表現等。圍繞著這些話題，許多民眾、媒體記者、專家學者、民意代表和政府官員，也常常針對其他中小學科學教育的相關議題，例如教科書、師資培育、科學教育政策等，提出檢討改進的意見。

這些固然是值得關切的問題，但隨著兩岸互動和全球化浪潮帶動急遽的社會變遷，加上21世紀知識經濟和資訊科技時代的來臨，學校教育勢必需要合適調整以因應。

不論是學生個人的學習、升學、就業的準備，乃至於全民科學素養、國民生活品質和國家競爭力的提升等，都與良好的中小學科學教育密切相關。

21世紀的教育的主要特色在於強調終身學習和學會如何學習，而這需要以學會求知、學會做事、學會共同生活和學會成長四大支柱為基礎來發展，才能適應社會的快速變遷。

面臨的挑戰

針對21世紀知識經濟社會的來臨，影響學校教育的驅動力包括科學和資訊科技的快速進展、全球化的趨勢、國際教育評比、建構主義風潮、終生學習理念等。有鑑於此，世界各國對於學校教育，包括中小學科學教育，所涉及各個不同層面的問題，例如學制、學校組織結構、課程、教材、教法、評量，乃至於師資培育等，莫不詳加檢討、研議，期望培養學生面對變動、複雜、難以預料的未來社會的能力。國內最近十多年來的教育改革，也是試圖回應這方面的需求。

這一波的教改迄今仍在繼續進行，家長、社會大眾和學者專家對其成效褒貶不一。但是，更令人關心的是，由於這些推動教育革新的驅動力，中小學科學教育到底面對著哪些挑戰？又當如何因應？例如，儘管已有許多有心人士的呼籲，國內外數理科教學還是普遍存在若干問題，如教師過於強調知識的傳授、灌輸；學生只為應付考試、不求甚解，只注重背誦、反覆練習；許多學生對數理科感到無趣、害怕；學生之間過度重視競爭，忽視溝通、合作、領導能力的培養。

這些長久以來就已存在的現

象，或許大家都習以為常，甚至有人還可以振振有詞地說，我們就是這樣一路走過來的，不也培養出一大批優秀的科學和技術人才，並且在艱困的時局和環境中創造了傲人的經濟奇蹟？

我們的教育制度和教育體系有其成功和值得肯定的一面，但面對21世紀的挑戰，未來的國民需具備哪些必要的知識和技能始能掌握時代潮流和應付社會需求？而傳統上注重知識傳授與灌輸、強調個人成就與表現的教育方式，又該如何改弦更張？這些都是值得關切的問題。

聯合國教科文組織在1996



● 戶外教學提供不一樣的學習環境

面對21世紀知識經濟和資訊科技時代的需求，
 晚近許多國內外的重要學術機構和專家學者，
 對於中小學科學教育的目標，特別強調培養學生的科學素養。

年出版的*Learning: The Treasure Within*一書中指出，21世紀教育的主要特色在於強調終身學習和學會如何學習，而這需要以學會求知、學會做事、學會共同生活和學會成長四大支柱為基礎來發展，才能適應社會的快速變遷。

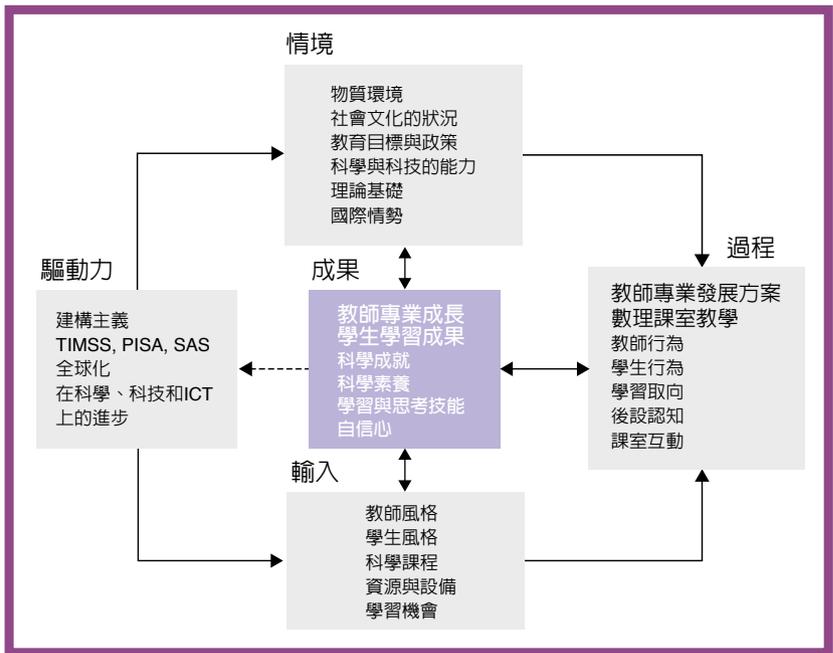
經濟合作暨發展組織為了使歐盟國家在教育政策上有長期、策略性的思考，在2008年出版的一份研究報告中，把形塑教育的重大趨勢歸納為人口統計、經濟、數位和學習社會、政治和社會因素4大類，並積極規劃、推動與評估多項教育改革與人才培育計畫。

面對21世紀知識經濟和資訊科技時代的需求，晚近許多國內外的重要學術機構和專家學者，對於中小學科學教育的目標，特別強調培養學生的科學素養，包括對重要概念的理解與運用、熟練科學探究的技能、對科學本質的了解、科學知識在日常生活上的應用、科學/技術/社會的互動、新科技在教育上的應用、解決問題的能力、終身學習的技能、有效的溝通能力、富有創意和想像力、善於與他人相處和合

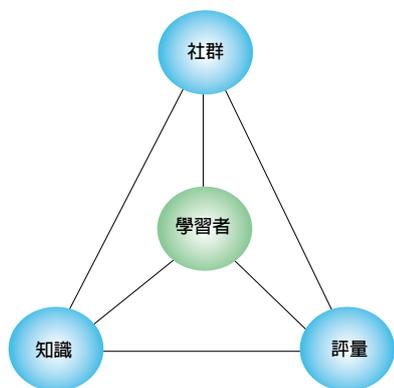
作、良好的適應能力、開放的態度等。在有限的人力、時間、資源等條件下，要怎麼做才能達成這些目標呢？

在舉例簡介其他科技先進國家的做法之前，先說明當前一些有利於推展中小學科學教育的條件和可運用的資源。就教學實務而言，包括設計內容

更為生動有趣且配合學生經驗的教材、採取以實徵性研究為基礎的教學和評量方法、深入了解如何協助學生學習數理學科、開發更多可靈活運用的多媒體和電腦科技、建立更多科學館或其他提供學生課外學習機會的環境等。另外，晚近科教研究結果對於如何設計良好



● 中小學科學教育的推展是在一個錯綜複雜的情境中進行的，從比較整體的角度，可以把影響自然科學教學的一些重要變項歸併成幾個大類，並以帶著箭頭的線段來呈現它們之間的相互關係。把師生教學互動的成果置於圖形中央，是希望凸顯關切的核心不但包括學生各方面的學習成果，也包括教師的專業成長。就學校教育而言，圖中所示的情境、輸入和過程，是影響教學成果的重要內在因素，驅動力則包含一些對於影響學校教育的重大外在因素。



● 如何設計良好的教學環境

的教學環境也提供了重要的參考。

綜合學習自然科學的原理和有效教學策略的研究結果顯示，良好的教學環境應包括：以學習者為中心—有效的教學是從學習者對學習情境所帶來的原有知識開始，包括文化實踐和信念，以及對於教材內容的知識；以知識為中心—易於提取和妥善運用的知識，是思考和解決問題的能力所必須的；支持學習的評量—所需要的是形成性的評量，提供機會讓學生修正和改變他們思考與了解的品質，而評量必須和學習目標相互呼應；以社群為中心—家庭、社區和其他課外活動，都可對學生的學習有所影響。

機會之窗

有學者指出，傳統的學校教育模式是為了回應工業化社會的經濟要求、行為主義的學習理論和在職場上主導的科學管理，但這樣的模式已無法順利因應21世

為了培養學生因應21世紀社會所應具備的知能，學校教育需要從基本的教育理念、價值觀和全球知識經濟與資訊科技社會的需求著眼，做整體的考量和通盤的規畫。

紀的種種挑戰。為了培養學生因應21世紀社會所應具備的知能，學校教育需要的不只是在教學目標、課程內容和教學方法上做局部的創新與更改，還需要從基本的教育理念、價值觀和21世紀全球知識經濟與資訊科技社會的需求著眼，系統地從政策、研究與實務方面做整體的考量和通盤的規畫。

21世紀的學校教育模式要因應的是全球化知識經濟的職場、對於學習的新理解、職場上的團隊合作。教師的角色從以往傳遞固定知識、技能，以期學生能在可預料的職業和生活中加以應用，轉變為利用資訊科技而與學生在新的知識經濟和學習社會所提供的廣泛學習經驗中，共同創造一致而有意義的學習成果。學校教學從老師中心轉變為學生中心；學生從被動的吸收轉變為積極主動的建構；從強調學生的彼此競爭到合作學習。這牽涉到在整個理念、目標、體制、方法上的改變。

2009年，美國一篇〈機會方程式：革新數理教育以因應公民資格和全球經濟〉的研究報告，主張為了使美國人民能應付未來的需求，教育體系必須大幅

改變。例如，把中小學教育目標提升到所有學生都有進入大學就讀或順利就業的能力，並以數理教育為核心，推動中小學教育革新，培養學生21世紀的素養。這份報告建議動員全國上下的力量和資源，促成數理教育的卓越與平等，並讓數理教育成為學校教育革新、改進和績效責任的核心。在許多機構和專業團體的合作下，正積極推動一些相關政策和改進措施。

另外，有一個「為提升21世紀技能的合作伙伴」的組織，於2007年提出了一份報告，做為培養學生適應21世紀生活所需具備的知識和能力的基準，並研訂整套的支持系統，包括標準、評量、課程與教學、教師專業發展和學習環境等，以確保學生熟諳21世紀的素養。這個組織和美國科學教師協會合作，於2010年6月底發表對於在科學課程中如何融入21世紀的技能藍圖，並積極進行教師專業發展等各項活動。

以往許多有關教學改進或教育改革的研究都指出，教師在這過程中扮演很重要的角色，除非教師對教學改進或教育改革的目標充分了解、願意接納並積極地投入，否則由上而下的推動，



● 戶外陳列的科學教育資料

難以收到持續的成效。但是這牽涉到教師的教學信念、價值觀、對教學情境的認知和動機等方面的問題，而教師在教學上的信念、思考與行為等的改變和成長，其實也是在一個整體、複雜的情境中進行的，不但和教師個人的背景、特質與經驗有關，也深受家長、學校行政主管和社會人士的期許與價值觀的影響。

近年來，基於後現代批判性、內省性、多元性、差異性、自主性和不確定性的思潮，針對台灣未來的教育發展，吳清山建議應該針對教改的目標、內容、策略和實施成

效全面加以檢討、改進，並提出一些值得汲取的經驗，包括教育改革方案的訂定需要有研究證據的支持；教育改革應回歸專業考量，避免過多政治力的介入；重視與廣大基層教師和家長的溝通與對話，期能建立共識；教改要穩健務實地推動，切勿過於激進；關懷弱勢族群，建立公平正義的教育環境。這些建議同樣適用在中小學科學教育的推展上。

21世紀的來臨究竟為我們帶來什麼樣的衝擊？帶給我們哪些挑戰和機會？應該以什麼樣的心態面對這些問題或挑戰？用什麼策略、方法應對？

對於這類問題，不管是根據個人意見或專家學者的主張，以往人們總以為有最佳的答案。不過，很多學者目前都體認到，不同的人基於不同的理念和關切，對於這樣的問題可能會提出截然不同的答案。因此，需要以更寬廣的視野共同關注中小學科學教育的推展。

郭重吉

彰化師範大學科學教育研究所