

序

數十年來，台灣的國力發展主要依賴經濟成長與科技發展，且科技人才之培育，影響台灣經濟發展甚鉅。面對二十一世紀知識經濟時代，科學與技術所扮演的角色更甚以往，在過去建立的基礎上，台灣在世界競爭的舞台中，均佔有重要的地位。因此，展望未來，要投入科學教育的努力，將倍增於過去，不僅要保住已有的輝煌成果，更應開展出豐碩的未來。

為使科學教育之規劃，能配合國家中、長程的建設與永續發展之需要，兼顧社會及文化背景，科學教育的特性以及學生身心發展狀況，教育部與國科會於九十一年十二月二十日、二十一日召開「第一次全國科學教育會議」，藉此會議的召開，對科學教育勾勒出願景、目標與策略，以落實科學教育之推動，從而提升全民科學素養，為國家發掘和培養優質之科學人才，提高國家的競爭力。

舉辦「第一次全國科學教育會議」，凝聚各方共識以制訂我國第一部「科學教育白皮書」之構想，源自民間科學教育基金會。教育部及國科會曾多次邀集學者專家針對會議之目標、舉辦方式、主要議題等進行多次討論，初步形成會議構想書草案。本次會議在議題內容的形成上，有別於類似的會議，是由學者們經由召開專家會議、訪談、問卷調查等過程而產生，並經過全國六場公聽會意見調整，充分展現以科學方法探究公共議題的精神。所以說這次的科學教育會議可說是建立了一種民間、政府及學者們共同推動籌劃的多元參與模式。

兩天的研討針對七大議題獲得許多重要的結論及共識，並據以研擬完成科學教育第一本白皮書，揭櫫我國的科學教育目標為：使每位國民能樂於學習，並了解科學之用，喜歡科學之奇，欣賞科學之美，並就科學教育的推展及學術研究提出具體策略與方案，進而對科學教育政策與科學教育環境之建立提出短、長程目標。

科學教育白皮書的出版，期盼能為我國科學教育奠定重大發展基礎，作為我國科學教育政策之施政藍圖，並提供我國科學教育研訂具

體行動計畫之重要指引。在教育部與行政院國家科學委員會分工合作下，共同建構科學與教育相結合之政策，協助國家邁向高科技世紀。

對於參與本白皮書編纂作業之各界先進、學者專家，謹致謝忱。

教育部 部長 黃榮村

行政院國家科學委員會 魏哲和
主任委員

謹誌

中華民國九十二年十二月

摘要

科學教育是教育的一部分，它的特徵是「科學素養」的養成。其理念即為：科學教育是一項全民教育，涵概所有的國民；強調培養全民的科學素養，發展每個人的「創新、創造能力」與「關心、關懷態度」。經過『第一次全國科學教育會議』之討論與研議，我國的科學教育目標擬定為：使每位國民能夠樂於學習科學並了解科學之用，喜歡科學之奇，欣賞科學之美。這項目標至少表現在三個方面：1. 使科學紮根於生活與文化之中；2. 應用科學方法與科學知識解決日常生活問題，理性批判社會現象，並為各項與科學相關的公共事物做出明智的抉擇；3. 藉不斷提升科學素養，貢獻於人類世界的經濟成長及永續發展。基於上述之目標，本白皮書亦擬定出於幼稚園及中小學、於高等教育、於社會大眾、以及於特殊族群之科學教育的展望。

學校中各階段的「課程」、「教學」與「評量」，是科學教育的關鍵環節。本白皮書除了於「課程」、「教學」、與「評量」設計出具體之策略與方案外，尚提出於此設計中需要有一「自動調整機制」來處理隨時因教學對象或其他時空變化所形成的各項發展，以調整「課程」等之設計。「課程」、「教學」與「評量」三者之間恰當的結構與緊密連結，方能得到最好的教學效果。學校中的科學教育師資培育應有其主體性。科學教育師資培育學程應著重於科學本質、科學探究過程、科學的學習情境以及科學教學專業實務等能突顯科學教學特色的課程。科學教師教學知能的內涵應形成共識，並訂定教學知能的基準，而能轉化成針對準科學教師的「教育實習」，科學教師甄試的內容方法，以及在職科學教師之在職進修內涵。關於此，本白皮書擬定有五項具體策略與方案。大眾科學教育之推動應強化各相關資源的引入，轉化成科普知識，並暢通各類管道，傳送給社會大眾。需依前節之科學教育目標訂定大眾科學教育之各項標準。關於此，本白皮書擬定有四項策略與五項具體方案。科學教育的人文關懷是於科學的學習歷程中，同時養成「關心與關懷生命(與大自然)」的態度。其內涵表現於外則為關懷特殊族群的科學教育。給予學習低成就、身心障礙、原住民、社會條件不利者、女性、及資優學生等與一般學生均等且適

合其個別差異的科學教育機會。關於此，本白皮書擬定有四項策略與五項具體方案。科學教育學術研究不管是基礎研究或是應用性研究，都應具有影響或改進科學教育實務的潛力。為達此目的，亟需儘速建立一套能兼顧學術研究與實務應用價值的研究成果認定機制，使科學教育研究成果的認定與評鑑不致於背離國家科學教育的總目標。關於此，本白皮書擬定有四項策略與十項具體方案。

前述說明了科學教育理念與目標、科學教育之推展、以及科學教育學術研究的提昇與其結果應用，這三方面的內涵均需藉恰當的科學教育政策與科學教育環境之建立來完成。因此本白皮書擬定科學教育之短程目標為：1. 整合相關單位，在推動目標、經費使用上作合適的配合；2. 從教育、社會需求與全球發展趨勢等，檢視科學教育目標的適切性；3. 加強各項科學教育實務之間的關聯及與科學教育目標的呼應；4. 對科學教育的施行進行整體的評估，供作檢討及修訂政策之參考。而其長程目標為：1. 完成相關法令的訂定，對政策制定之組織、人員、程序及經費等有明確的規定；2. 經由相關學術研究與評鑑資料作為修訂政策與擬定執行方案的基礎；3. 加強在科學教育政策研究及科學教育行政方面的人才培育。並擬定目前之優先項目為：1. 訂定「優良執行科學教育的評鑑基準」，使能有效的評鑑各級單位推動科學教育的成效；2. 設立教材研發中心，以長期的、持續的努力進行符合課程目標、內容及精神的教材研發工作；3. 結合科學教育及特殊教育學者共同研究科學學習低成就學生及身心障礙學生的學習特性，形成適合的科學教育課程與教學；4. 國科會和教育部均編列專款推動大眾科學教育；5. 加強推動「部會合作目標導向研究計畫」，針對教育部與國科會共同鑑識之重要科學教育實務相關議題進行研究；6. 成立若干科學教育研究中心，負責推動並確保科學教育研究的績優成效；7. 籌組全國性的科學教育學程評鑑委員會。

目 次

◆ 序

◆ 摘要

◆ 前言：科學教育願景

◆ 第一章 科學教育目標

◆ 第二章 科學教育的推展

◆ 第三章 科學教育學術研究

◆ 第四章 科學教育政策與科學教育環境之建立

◆ 結語

◆ 附錄一：優先項目

◆ 附錄二：科學教育白皮書彙整與分析表

科學教育白皮書

前言：科學教育願景

面對「全球化」、「科技化」、「資訊化」、「後工作社會」等社會變遷的強烈衝擊，和其所帶來的社會快速轉型，以及來自許多關心教育的民間團體所帶動的社會期許，民國 85 年年底，行政院接受了「行政院教育改革審議委員會」歷經兩年審慎研議的「教育改革總諮議報告書」，並成立「行政院教育改革推動小組」，台灣的教育現代化方案正式啟動。教育部主導完成了教育基本法的立法，並協助增修憲法第十條條文，確立了「人民為教育權之主體。教育之目的以培養人民健全人格、民主素養、法治觀念、人文涵養、強健體魄，及思考、判斷與創造能力，並促進其對基本人權之尊重、生態環境之保護，及對不同國家、族群、性別、宗教、文化之瞭解與關懷，使其成為具有國家意識與國際視野之現代化國民。」(教育基本法，第二條)，並強調「兩性平等，以及社會弱勢族群」於國家政策裡的地位（增修憲法第十條）。本科學教育白皮書之研議，即遵隨前述教育理想。

科學教育的願景

科學教育是教育的一部分，相對於其他領域，它的特徵是「科學素養」的養成。因此，科學教育的理念即為：

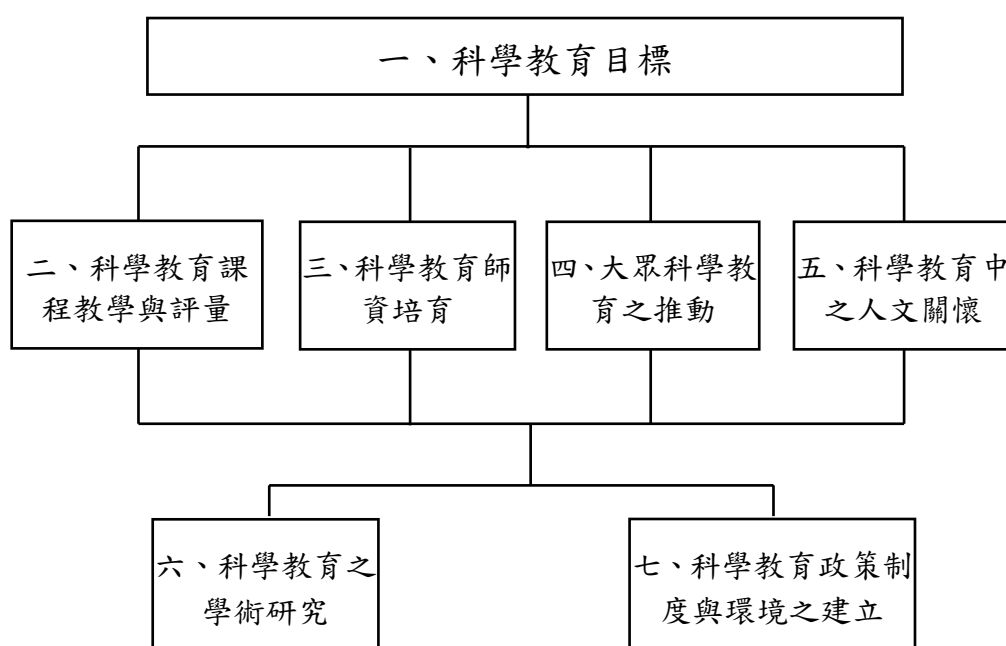
科學教育是一項全民教育，涵概所有的國民；強調培養全民的科學素養，發展每個人的「創新、創造能力」與「關心、關懷態度」。

科學教育是經由科學性的探究活動，使學生獲得相關的知識與技能，養成科學思考的習慣，依照科學方法從事探討與論證，運用科學

知識與技能以解決問題，進而形成對科學本質的認識，並建立科學精神(科學態度)。於此歷程中發展「創新與創造能力」與「關心與關懷態度」，使每個人都能「與所有其他個人一起好好的生活，且活得好」，是科學教育白皮書的基本理念。

本項政策的「對象」包含了「小學生、中學生」，「高等教育學生」與「社會大眾」，也包含了「社會各弱勢族群」，以及「科學教育師資」；政策的內涵則包括「教育目標」、「課程與教學」、「師資培育」、「大眾科學活動」、「人文關懷」、「學術研究」，以及「政策建言」。

由對教育現況之討論發現，過去教育政策的設計大抵落在「工作原則」或「執行計畫」的範圍，而未能與「政策目標」、「策略」、「原則」有邏輯性的銜接（甚至缺少了政策目標、策略、原則的指認）。這些計畫形同各自獨立的「作業」，而無法與「教育願景」結合。有此前車之鑑，科學教育政策的架構研議為：



在「科學教育目標」的導引之下，討論四類政策內涵：「科學課程、教學與評量」、「科學教育師資培育」、「大眾科學教育之推動」、「科學教育中之人文關懷」，而由這四方面的內涵，可以導出有關「科學

教育學術研究」與「科學教育政策與科學教育環境之建立」的研議。

建立適切的科學教育政策與科學教育環境，包括以下四要素：

- 一、前瞻：參考世界主要國家發展趨勢與我國整體社會環境需求。
- 二、統整：整合現有科學教育改革議題及各級政府相關計畫。
- 三、關聯：關注科學教育推動與相關社會、公平與人文議題之關連。
- 四、焦點：選擇重點執行（如提升全民科學素養與創新能力、養成關懷態度等）。

第一章 科學教育目標

了解世界各國科學教育的發展、改革與趨勢，進而比較國內的實施現況，發現科學教育最少應包括：1. 科學探究能力與科學過程技能的訓練。如各種實驗操作技巧、提出假設、設計實驗過程、收集數據、作圖、推論、反思批判思考、以及尋求並累積新科學知識等能力。統稱為科學過程方法與技能。2. 科學知識與概念的理解。包括科學社群在人類歷史發展過程中，所研究討論而產生的知識以及對自然界的了解，統稱為科學知識。3. 科學態度。「態度」指稱的是培養或建立某種生活的原則，及與此原則相輔相成的行為方式、喜好傾向、言論主張等。「科學態度」的生活原則即為應用由「自然界或整個世界的運轉、運作、發展、變化」所獲得的「規律」，試圖瞭解生活中的種種現象。亦即應用前述之科學過程方法與技能，以及科學知識與概念，試圖瞭解生活中之各種現象。包含了如好奇心、想像力、團隊合作、開放、溝通、尊重智慧財產權、尊重科學倫理道德等，統稱為科學態度。

世界各國除了原本著重的科學精英人才培育之外，提升全民科學素養逐漸成為科學教育的另一項重點。在「全民科學教育」的理念之下，世界各先進國家紛紛制訂其國內的科學教育目標。綜觀其內容措詞雖各不同，但仍脫離不了前述三大內涵。

依據以上的理念與範疇，並經過『第一次全國科學教育會議』之討論與研議，形成我國的科學教育目標為：

使每位國民能夠樂於學習科學並了解科學之用，喜歡科學之奇，欣賞科學之美。

這項目標至少表現在三個方面：

一、使科學紮根於生活與文化之中。

二、應用科學方法與科學知識解決日常生活問題，理性批判社會現

象，並為各項與科學相關的公共事物做出明智的抉擇。

三、藉不斷提升科學素養，貢獻於人類世界的經濟成長及永續發展。

基於上述之目標，

(一)於幼稚園及中小學科學教育的展望為：

提升每位學生的探究能力、創造力及批判思考能力，並培養具好奇心與科學倫理道德之良好科學態度。

欲達此目標，有兩項基礎工作需配合進行：

1. 建立科學教育的各項標準，使得科學教育目標的設立、課程的規劃、教學與評量的實施、以及政策的制定具有一致性。
2. 提升科學教師學科教學知識及技能。

(二)於高等學府的科學教育的展望為：

具有探究與掌握自然界（客觀世界）的運轉、變化、發展之規律的能力。

欲達此目標，有三項基礎工作需配合進行：

1. 具有獨立思考能力。
2. 具有能主動學習、能開創新學術領域及新技術方法的能力。
3. 具有國際競爭力的尖端科技研發能力。

(三)於大眾科學教育的展望為：

在終身學習法的法源基礎上，規劃提昇大眾科學素養之終身學習的藍圖，使科學活動成為社會文化活動的一環。

(四)於特殊族群科學教育的展望為：

科教政策的制訂上能顧及每個特殊學生的特質及學習特性，並能持續推動且監控成效，以使每一位特殊學生都擁有接受均等科學教育的機會。

為達到此四項科學教育目標，首要工作應該是建立本國之科學教育各項標準，並注意與國際上之科學教育標準接軌。邀集相關科學

家、科學教育學者、及中小學科學教師，成立各個工作小組，進行制訂如：科學教學標準、科學教師專業能力標準、課程內容標準、及評量方式內容標準，以作為未來訂定政策、發展課程、發展教案與教學法、師資培育、以及建立評鑑系統時之參考依據。

第二章 科學教育的推展

一、學校中的科學教育之課程、教學與評量

各階段的「課程」、「教學」與「評量」，是科學教育的關鍵環節，除了根據前節之目標訂定各項標準外，尚需有足夠的「行政資源」配合「教學資源」，才能形成較恰當的各類課程設計。於此設計中需要有一「自動調整機制」來處理隨時因教學對象或其他時空變化所形成的各項發展，以調整「課程」等之設計。「課程」、「教學」與「評量」三者之間恰當的結構與緊密連結，方能得到最好的教學效果。

具體的策略與方案分成下述三大類：

1. 科學課程方面：

科學教育的目的除了培養及提升每個學生的科學素養之外，為了個別差異也應該要有適性的設計，才能使每個學生的潛能得以開展。課程設計時應邀請各界相關人士參加，使各方面的意見適當的、有效的納入課程。課程實施時，需包涵如何達成課程目標的實踐過程的完善規劃。

1-1 訂定各級學校科學教育課程標準。

1-2 成立科學課程研發改進專責單位，使科學課程得以適時調適及演進。

1-3 設置彈性的課程，以達到學生學習適性化分流教育的目的，以及適合不同學校、不同客觀環境的課程操作與執行。

2. 科學教學與評量方面：

教學評量是進行教學時，企望達成教學目標所要做的事。

有效的「教學評量」能克服「分流甄選評量」的操控，將「評量」用於診斷及協助學生克服學習障礙。此外，設計多樣管道的分流教育系統，使不同性向及才能的人得以在合適於他的環境下，接受不同的教育。在目前教育機會充沛的情況下，「分流」應是幫助學生瞭解自己的性向和才能，找到合適於自己的學習環境。應將分流甄選評量技術能改進到評量所有的教學目標。

2-1 訂定各級學校科學教學與評量標準。

2-2 落實以學生為主體的科學教學與評量。國科會與教育部應加強對科學教學方法與評量等相關研究的支持與研發成果之推廣應用。

2-3 設立教材研發中心，以長期的、持續的努力進行符合課程目標、內容及精神的教材研發工作。

2-4 開闢更多科學教學資源和科學實務討論與推廣之管道。建立人性化且使用簡易之教學平台及管道，以供科學教師廣泛運用。

3. 科學課程的評鑑系統方面：

由課程落實到學生學習的過程中，教材的研發、教學技能的探討、教育行政的配合，都需要不斷的提昇品質和評鑑。為了使課程的精神能確實納入教學，應建立有效的教學評鑑系統。

3-1 訂定「優良執行科學教育的評鑑基準」，使能有效的評鑑各級單位推動科學教育的成效。

3-2 為鼓勵教師充分結合教學與評量，以診斷學生學習情況，並協助學生克服學習障礙，應訂定相應的獎勵措施。

3-3 國科會及教育部應積極推動相關研究，並鼓勵各種專業團體發展科學性向及能力的檢定工具。

二、學校中的科學教育師資培育

科學教育品質的優劣繫乎科學教育教學教師素質之良窳，因此，科學師資培育應有其主體性。面對快速的科技發展與社會變遷，科學教師能應用當前科學研究文獻，能理解科學教學目標、課程、教學、學習及評量等所強調的主要內容，亦應能依據其關於科學本質的教學信念，把握科學探究與創造的精神，協助學生具備創造、關懷的基本知能與態度，樂於學習並欣賞科學之美，亦能將科學知識應用於生活之中，俾能培育對於生活具有熱情、負責任與生產力的國民。

科學教師教育學程應著重於科學本質、科學探究過程、科學的學習情境以及科學教學專業實務等能突顯科學教學特色的課程。科學教師教學知能的內涵應形成共識，並訂定教學知能的基準，而能轉化成針對準科學教師的「教育實習」，科學教師甄試的內容方法，以及在職科學教師之在職進修。

此外，大學科學學科教授應注意科學師資培育中的科學教育。

具體策略與方案如下：

(一)訂定科學教師教學知能基準，並進行科學教師教育學程課程之檢討與修訂

酌量統整教育基礎課程、教育方法學等專業課程，減少一般教育之選修科目，建立以科學教室情境及豐富職前教師實際科學教學經驗的課程，循序漸進加強與教學實務有關的科學教室觀察、教室教學分析及教育實習，並將教師的學科教學知識列為教育學程首應達到的能力指標。培養出具有反省與批判能力的科學教師，俾能加強科學教學與行動研究能力。

(二)建立準科學教師之教育實習基準

各師資培育機構應落實教育實習的評量制度，建立輔導教師的養成制度，加強實習指導教授與輔導教師的責任，並淘汰

不合適的實習教師。以實徵性研究為基礎，建立公正的科學實習教師資格檢定制，以檢核各師資培育機構所培育的職前科學教師所應具備的學科與教學知能。

(三)籌組全國性的科學教育學程評鑑委員會

宜籌組全國性的科學教育學程評鑑委員會，定期針對各教育學程「科學師資」學程的內涵進行系統的評鑑，並追蹤畢業生就業、離職率與服務表現，俾作為改進之參考。

(四)規劃中小學科學教師分級制度，建立專業證照制度與強化科學教師之專業素養

規劃中小學科學教師分級制度，以鼓勵擁有碩、博士較高學位的教師在中小學校內，可以進行科學課程發展、開發科學教學教案及協助同仁專業成長，並進行研究等工作。

科學教師的專業成長宜仿照醫師等專業人員證照制度，並經由縝密的程序與評鑑，頒發教師證書，並應建立科學教師定期進修制度與定期換證制度。另應設置專責單位或經由委辦，提供有系統、有主題的研習，確實做好教師進修與研習，並規定五年內針對某些主題完成進修時數，以符合換證的要求。

鼓勵中小學科學教師成立以提昇專業素養為目的之教師團體，發行優良之科學教育期刊雜誌以建立系統的資源提供管道，並促使科學教學研究法制化，鼓勵中小學教師進行科學教育行動研究，使教師能建立切合本校科學教學情境的實務知識與教學信念。

(五)鼓勵大學科學領域教師參與科學教育

大學科學領域教師教學與服務的評鑑標準中，納入「鼓勵參與各級學校與各類科學教育」的標準，俾提昇科學學科教授參與科學教育的意願與成效。鼓勵具科學背景的教授多進行與科學教育有關的研究與教學，以建立有利於培育未來中小學師資之學習環境。

三、大眾科學教育之推動

科技已廣泛滲透到社會與生活各領域，不但形塑了當代的社會組織及其運作型態，也影響了個人日常的生活、工作與學習，社會大眾科學教育的加強益形重要。大眾科學教育之推動應強化各相關資源的引入，轉化成科普知識，並暢通各類管道，傳送給社會大眾。除需依前節之科學教育目標訂定大眾科學教育之各項標準外，還必需有以下四方面的基本策略：

- (一)在終身學習法的法源基礎上，規劃提昇大眾科學素養之終身學習的藍圖，使科學活動成為社會文化活動的一環。
- (二)提高科普讀物的水準，並提升國民閱讀興趣；推動文化產業育成，並擴大出版市場。
- (三)強化並統整各博物館的教育功能。
- (四)提昇各類媒體之大眾科學教育功能。

具體的策略與方案如下：

1. 國科會和教育部均編列專款推動大眾科學教育。
2. 各部會在推動各項科技計畫時，將大眾科學教育活動包括在計畫中。各級政府將科學教育活動列為文化活動之重點工作，並訂定鼓勵民間企業辦理大眾科學活動的辦法。
3. 大學與社區、民間社團及中小學合作，推動科學活動。建立文化產業育成制度及科普讀物獎勵制度。
4. 鼓勵科學博物館館間橫向統整及發展館所特色，並應該建立台灣自然史的主題。
5. 規劃科學記者的課程或學位，培養科學節目製播人才。建置媒體方便使用之基礎科學資料庫。並製作本土化的科學教育節目，規劃科學教育的課程或學位、培養科普節目製播人材。

四、科學教育中之人文關懷

科學教育的人文關懷是於科學的學習歷程中，同時養成「關心與關懷生命(與大自然)」的態度。這項學習應同時包含在「課程、教學、評量」、「師資培育」、以及「大眾科學教育」中，本節將這項人文關懷，聚焦於關懷特殊族群的科學教育上，期盼能：給予學習低成就、身心障礙、原住民、社會條件不利者、女性、及資優學生等與一般學生均等且適合其個別差異的科學教育機會。

其基本策略有四：

- (一)科教政策的制訂上能顧及每個特殊學生的特質及學習特性，並能持續推動且監控成效，以使每一位特殊學生都擁有接受均等科學教育的機會。
- (二)對於資優生、原住民學生、學習低成就學生、身心障礙學生，和社經不利學生，應能藉課程、教學評量之設計，提供適合其潛能發揮的學習環境。
- (三)提昇女學生對於學習科學的興趣與追求科學相關生涯的意願。
- (四)一般科學教師應認識特殊學生的特性，了解學生在科學學習上的困難，協助學生以更活潑或多元的途徑來學習科學。

具體的方案如下：

- (一)規劃設置有關懷特殊族群的科學師資培育制度，培養兼具科學教學及學習輔導專業知能的老師。
- (二)結合科學教育及特殊教育學者共同研究科學學習低成就學生及身心障礙學生的學習特性，形成適合的科學教育課程與教學。
- (三)改變教師、學校、教育行政人員及社會大眾對於學習低成就、身心障礙、社會條件不利等學生的刻板印象，以提供均等的學習機會。
- (四)學校宜協助特殊族群學生提昇自我認識與生涯規劃，並建立自信心，以提昇科學學習興趣與學習成效。
- (五)平衡社會文化對不同性別學生的科學學習期望；縮短原住民部落地區與平地的數位落差；關懷資優生之科學學習需求。

第三章 科學教育學術研究

科學教育學術研究涵蓋的範圍甚廣，由政策、課程、教材、教學和學習、學習評量、師資教育乃至大眾科學教育等，皆屬科學教育學術研究之課題。科學教育學術研究不管是基礎研究或是應用性研究，都應具有影響或改進科學教育實務的潛力，因此，在討論提昇學術研究水準的可行方案時，便應該照顧到學術論著品質的提昇，以及科學教育研究成果應用於實務改進兩個層面。為達此目的，亟需儘速建立一套能兼顧學術研究與實務應用價值的研究成果認定機制，使科學教育研究成果的認定與評鑑不致於背離國家科學教育的總目標。

具體策略與方案如下：

1. 加強科學教育研究方面：

- 1-1 依據國家科學教育學術發展之需要，訂定近程重點發展主題。
- 1-2 加強推動「部會合作目標導向研究計畫」，針對教育部與國科會共同鑑識之重要科學教育實務相關議題進行研究。
- 1-3 建立科學教育學術研究評鑑系統及研究獎勵制度
- 1-4 鼓勵進行長期性之研究以累積基本研究資料；建置科學教育研究資料庫，鼓勵學者利用資料庫的資源發展台灣本土的科學教育理論及實務應用方案。
- 1-5 開拓發表科學教育學術研究成果的園地，提昇學術研究的交流。

2. 有效落實到科學教育實務改進與教育成效方面：

- 2-1 建立完善之科學教育研究成果技術移轉和推廣應用機制，俾將研究成果經適當轉化後移轉到中小學應用。如：成立專責機構負責優良研究成果的認定並協助研究者進行技術移轉（如出版專書、建立網站資源、辦理研習會等），將研究成果推廣到

科學教育實務應用上。

2-2 建立適當機制以加強推動研究者和學校教師建立合作研究的伙伴關係，俾有利於跨越學術研究與實務應用之鴻溝，強化學術研究與實務的結合。

2-3 加強科學師資培育制度、教師素質及教師評測和檢定等的研究，並以研究成果為基礎來建立科學師資教育學程之評鑑制度及方案。

3. 加強科學教育研究人才之培育：

3-1 加強科學教育研究人才之培育，使活躍研究人口達到臨界量，建立研究人才資料庫，健全學術審查制度。

3-2 重點培養學術研究傑出的學術領導人才，鼓勵形成具有國際競爭力之研究團隊，加強國際學術研究合作。

4. 成立若干科學教育研究中心，負責推動並確保前三項策略與方案的績優成效。

第四章 科學教育政策與科學教育環境之建立

前三節說明了科學教育願景與目標、科學教育之推展、以及科學教育學術研究的提昇與其結果應用，這三方面的內涵均需藉恰當的科學教育政策與科學教育環境之建立。本節即就其基本策略、短程目標、長程目標分別設計如下：

一、短程目標：

加強教育部與國科會的聯繫，邀集專家學者及其他相關人士，根據本次科學教育會議結論，訂定國家科學教育政策與執行方案，包括訂定相關法令、建立相關單位間的協調與統合機制、經費與資源運用的統籌規劃等。要點如下：

- (一)整合相關單位，在推動目標、經費使用上作合適的配合。
- (二)從教育、社會需求與全球發展趨勢等，檢視科學教育目標的適切性。
- (三)加強各項科學教育實務之間的關聯及與科學教育目標的呼應。
- (四)對科學教育的施行進行整體的評估，供作檢討及修訂政策之參考。

二、長程目標：

藉由合適的法令規章、制度、組織與機制，良好的學理、研究與實務基礎，建立一個前瞻、創新、統整的科學教育政策，據以研訂適切有效的行動方案，建立良好的科學教育環境及評鑑與回饋機制。要點如下：

- (一)完成相關法令的訂定，對政策制定之組織、人員、程序及經費

等有明確的規定。

(二)經由相關學術研究與評鑑資料作為修訂政策與擬定執行方案的基礎。

(三)加強在科學教育政策研究及科學教育行政方面的人才培育。

結語

國家科學教育政策的制訂，可以促成相關法令的擬定、計畫方案的推動、經費與資源的分配以及其他行政上的配合措施，因而引導科學教育朝向預期的方向發展。而科學政策的建立與有效實施，又跟政治、社會、文化、經濟、教育、科技等整體科學教育環境有相生相成的關係。

過去教育政策的設計大抵落在「工作原則」或「執行計畫」的範圍，而未能與「政策目標」、「策略」、「原則」銜接。這些計畫形同各自獨立的「作業」，而無法與「教育願景」結合。在國內涉及科學教育政策制訂與運作層次的單位包括：國科會科學教育處、教育部科技顧問室、中等教育司、國民教育司、教育研究委員會、社會教育司與地方政府，目前這些單位間各本諸業務執掌分別擬定計畫執行，然缺乏一個國家整體科學教育政策來規劃、統合這些不同單位間科學教育政策之制訂推動執行，這對資源的有效運用與政策的執行與成效等都有不利的影響。有鑑於此，教育部與國科會經過了約兩年的研議，並於全國進行了六場公聽會，以及「第一次全國科學教育會議」(在 2002 年 12 月 20・21 日兩天)，最後據此制定「科學教育白皮書」。形成「目標」→「策略」→「方案(計劃)」的教育政策結構。

二十一世紀是科技的世紀，科學教育更需要在教育領域裡扮演重要的角色。期盼在過往的教育基礎上，根據本「科學教育白皮書」制定我國未來科學教育之計畫方案並考核之。

優先項目

本「科學教育白皮書」訂定科學教育之「目標」、「策略」，相關部會宜據此訂定行動方案並執行之。

惟考慮國家預算及人力物力以及實施時之先後程序，茲建議以下項目可考慮列為優先：

- 一、訂定「優良執行科學教育的評鑑基準」，使能有效的評鑑各級單位推動科學教育的成效。
- 二、設立教材研發中心，以長期的、持續的努力進行符合課程目標、內容及精神的教材研發工作。
- 三、結合科學教育及特殊教育學者共同研究科學學習低成就學生及身心障礙學生的學習特性，形成適合的科學教育課程與教學。
- 四、國科會和教育部均編列專款推動大眾科學教育。
- 五、加強推動「部會合作目標導向研究計畫」，針對教育部與國科會共同鑑識之重要科學教育實務相關議題進行研究。
- 六、成立若干科學教育研究中心，負責推動並確保科學教育研究的績優成效。
- 七、籌組全國性的科學教育學程評鑑委員會。

科學教育白皮書彙整與分析表

科學教育願景： ※科學教育是一項全民教育，涵概所有的國民。 ※強調培養全民的科學素養，發展每個人的「創新、創造能力」與「關心、關懷態度」。 科學教育目標： 使每位國民能夠 1. 樂於學習科學並了解科學之用，喜歡科學之奇，欣賞科學之美。 2. 充分發揮好奇心及創造力，使科學紮根於生活與文化之中。 3. 適當運用探究能力及科學知識解決日常生活問題，理性批判社會現象，並為各項與科學相關的公共事物做出明智的抉擇。 4. 不斷提升科學素養，積極貢獻於經濟成長、國際競爭力及永續發展。	於幼稚園及中小學科學教育的展望： 提升每位學生的探究能力、創造力及批判思考能力，並培養具好奇心與科學倫理道德之良好科學態度。 1. 建立科學教育的各項標準，使得科學教育目標的設立、課程的規劃、教學與評量的實施、以及政策的制定具有一致性。 2. 提升科學教師學科教學知識及技能。	於高等學府的科學教育的展望： 具有探究與掌握自然界（客觀世界）的運轉、變化、發展之規律的能力。 1. 具有獨立思考能力。 2. 具有能主動學習、能開創新學術領域及新技術方法的能力。 3. 具有國際競爭力的尖端科技研發能力。	於大眾科學教育的展望： 在終身學習法的法源基礎上，規劃提昇大眾科學素養之終身學習的藍圖，使科學活動成為社會文化活動的一環。 於特殊族群科學教育的展望： 科教政策的制訂上能顧及每個特殊學生的特質及學習特性，並能持續推動且監控成效，以使每一位特殊學生都擁有接受均等科學教育的機會。
--	--	--	--

科學教育政策與科學教育環境之建立：

基本策略為經由合適的機制與相關人士的參與，建立適切的科學教育政策與科學教育環境，包括以下四要素：

1. 前瞻：參考世界主要國家發展趨勢與我國整體社會環境需求。
2. 統整：整合現有科學教育改革議題及各級政府相關計畫。
3. 關聯：關注科學教育推動與相關社會、公平與人文議題之關連。
4. 焦點：選擇重點執行（如提升全民科學素養與創新能力、養成關懷態度等）。

短程目標

加強教育部與國科會的聯繫，邀集專家學者及其他相關人士，訂定國家科學教育政策與執行方案。

1. 整合相關單位，在推動目標與經費使用上，作合適的配合。
2. 從教育需求、社會需求與全球發展趨勢等，檢視科學教育目標的適切性。
3. 加強各項科學教育實務之間的關聯及與科學教育目標的呼應。
4. 對科學教育的施行進行整體的評估，供作檢討及修訂政策之參考。

長程目標

藉由合適的法令規章、制度、組織與機制，良好的學理、研究與實務基礎，建立一個前瞻、創新、統整的科學教育政策，據以研訂適切有效的行動方案，建立良好的科學教育環境及評鑑與回饋機制。

1. 完成相關法令的訂定，對政策制定之組織、人員、程序及經費等有明確的規定。
2. 經由相關學術研究與評鑑資料作為修訂政策與擬定執行方案的基礎。
3. 加強在科學教育政策研究及科學教育行政方面的人才培育。

項 目	基 本 策 略	具 體 策 略 與 方 案
一、學校中科學教育之課程、教學與評量	1. 根據科學教育目標訂定各項標準 2. 有足夠的「行政資源」配合「教學資源」來訂定課程、教學、與評量。 3. 有一「自動調整機制」來處理隨時因教學對象或其他時空變化所形成的各項發展。	1. 科學課程方面： 1-1 訂定各級學校科學教育課程標準。 1-2 成立科學課程研發改進專責單位，使科學課程得以適時調適及演進。 1-3 設置彈性的課程，以達到學生學習適性化分流教育的目的，以及適合不同學校、不同各觀環境的課程操作與執行。 2. 科學教學與評量方面： 2-1 訂定各級學校科學教學與評量標準。 2-2 落實以學生為主體的科學教學與評量。國科會與教育部應加強對科學教學方法與評量等相關研究的支持與研發成果之推廣應用。 2-3 設立教材研發中心，以長期的、持續的努力進行符合課程目標、內容及精神的教材研發工作。 2-4 開闢更多科學教學資源和科學實務討論與推廣之管道。建立人性化且使用簡易之教學平台及管道，以供科學教師廣泛運用。 3. 科學課程的評鑑系統方面： 3-1 訂定「優良執行科學教育的評鑑基準」，使能有效的評鑑各級單位推動科學教育的成效。 3-2 為鼓勵教師充分結合教學與評量，以診斷學生學習情況，並協助學生克服學習障礙，應訂定相應的獎勵措施。 3-3 國科會及教育部應積極推動相關研究，並鼓勵各種專業團體發展科學性向及能力的檢定工具。
二、學校中的科學教育師資培	1. 科學教師教學知能的內涵應	1. 依循教學知能基準，進行科學教師教育學程課程之檢討與修訂。並藉

項 目	基 本 策 略	具 體 策 略 與 方 案
育	形成共識，並訂定教學知能的基準。 2. 形成針對科學教師的「教育實習」基準。	由此項結果與教育實習基準，建立合理有效之教育實習評量制度。 2. 依循教育實習基準，建立實習科學教師資格檢定制。 3. 籌組全國性的科學教育學程評鑑委員會。 4. 藉規劃中小學科學教育教學教師分級制度，與建立專業證照制度，強化科學教學教師之專業素養。 5. 鼓勵大學科學領域教師參與科學教學師資之培育。
三、大眾科學教育之推動	1. 在終身學習法的法源基礎上，規劃提昇大眾科學素養之終身學習的藍圖，使科學活動成為社會文化活動的一環。 2. 提高科普讀物的水準，並提升國民閱讀興趣；推動文化產業育成，並擴大出版市場。 3. 強化博物館的教育功能。博物館受一定的規範，但與行政體系保持一定距離。各館功能則應統整。 4. 提昇各類媒體之大眾科學教育功能。	1. 國科會和教育部均編列專款推動大眾科學教育。 2. 各部會在推動各項科技計畫時，將大眾科學教育活動包括在計畫中。各級政府將科學教育活動列為文化活動之重點工作，並訂定鼓勵民間企業辦理大眾科學活動的辦法。 3. 大學與社區、民間社團及中小學合作，推動科學活動。建立文化產業育成制度及科普讀物獎勵制度。 4. 鼓勵科學博物館館間橫向統整及發展館所特色，並應該建立台灣自然史的主題博物館。 5. 規劃科學記者的課程或學位，培養科學節目製播人才。建置媒體方便使用之基礎科學資料庫，並製作本土化的科學教育節目。
四、科學教育中之人文關懷	1. 科教政策的制訂上能顧及每	1. 規劃設置有關懷特殊族群的科學教育師資培育制度，培養兼具科學教

項 目	基 本 策 略	具 體 策 略 與 方 案
	個特殊學生的特質及學習特性，並能持續推動且監控成效，以使每一位特殊學生都擁有接受均等科學教育的機會。 2. 對於資優生、原住民學生、學習低成就學生、身心障礙學生，和社經不利學生，應能藉課程、教學評量之設計，提供適合其潛能發揮的學習環境。 3. 提昇女學生對於學習科學的興趣與追求科學相關生涯的意願。 4. 一般科學教師應對特殊學生的特性有所認識，用以了解學生學習上的困難，協助學生學習科學。	學及學習輔導專業知能的老師。 2. 結合科學教育及特殊教育學者共同研究科學學習低成就學生及身心障礙學生的學習特性，形成適合的科學教育課程與教學。 3. 改變教師、學校、教育行政人員及社會大眾對於學習低成就、身心障礙、社會條件不利等學生的刻板印象，以提供均等的學習機會。 4. 學校應協助特殊族群學生提昇自我認識與生涯規劃，並建立自信心，以提昇科學學習興趣與學習成效。 5. 平衡社會文化對不同性別學生的科學學習期望；縮短原住民部落地區與平地的數位落差；關懷資優生之科學學習需求。
五、科學教育學術研究	儘速建立一套能兼顧學術研究與實務應用價值的研究成果認定機制，使科學教育研究成果的認定與評鑑不致於背離國家科學教育的總目標。	1. 加強科學教育研究方面： 1-1 依據國家科學教育學術發展之需要，訂定近程重點發展主題。 1-2 加強推動「部會合作目標導向研究計畫」，針對教育部與國科會共同鑑識之重要科學教育實務相關議題進行研究。 1-3 建立科學教育學術研究評鑑系統及研究獎勵制度。 1-4 鼓勵進行長期性之研究以累積基本研究資料；建置科學教育研究資料庫，鼓勵學者利用資料庫的資源發

項 目	基 本 策 略	具 體 策 略 與 方 案
		展台灣本土的科學教育理論及實務應用方案。 1-5 開拓發表科學教育學術研究成果的園地，提昇學術研究的交流。 2. 有效落實到科學教育實務改進與教育成效方面： 2-1 建立完善之科學教育研究成果技術移轉和推廣應用機制，俾將研究成果經適當轉化後移轉到中小學應用。如：成立專責機構負責優良研究成果的認定並協助研究者進行技術移轉（如出版專書、建立網站資源、辦理研習會等），將研究成果推廣到科學教育實務應用上。 2-2 建立適當機制以加強推動研究者和學校教師建立合作研究的伙伴關係，俾有利於跨越學術研究與實務應用之鴻溝，強化學術研究與實務的結合。 2-3 加強科學師資培育制度、教師素質及教師評測和檢定等的研究，並以研究成果為基礎來建立科學師資教育學程之評鑑制度及方案。 3. 加強科學教育研究人才之培育： 3-1 加強科學教育研究人才之培育，使活躍研究人口達到臨界量，建立研究人才資料庫，健全學術審查制度。 3-2 重點培養學術研究傑出的學術領導人才，鼓勵形成具有國際競爭力之研究團隊，加強國際學術研究合作。 4. 成立若干科學教育研究中心，負責推動並確保前三項策略與方案的績優成效。

科學教育白皮書

◆發行人：黃榮村

◆出版單位：教育部

◆地址：台北市中山南路五號

◆電話：02-23566051

◆研究撰寫小組／

*依姓氏筆劃順序

排列

總召集人：吳英璋

編輯核心委員：牟中原、陳泰然、曹亮吉、鄭湧涇

編輯委員：佘曉清、林福來、林煥祥、林陳湧、邱美虹、邱貴發、
周倩、段曉林、柳賢、洪萬生、徐國士、蕭錫錡、褚德
三、陳舜田、陳文典、陳忠志、張惠博、張秋男、郭靜
姿、郭重吉、黃鴻博、黃台珠、傅麗玉、蔡今中、盧台
華、羅時成

◆編輯小組：李然堯、林淑貞、黃坤龍、李秀鳳、張佩雯

◆美編、封面設計／迪西設計工作室 黃維君 0939-284-890

◆印刷／將田企業有限公司 02-8221-4771

.....
本白皮書不作印行發售，全書內容，請至教育部中等教育司網站

<http://www.edu.tw/high-school/>

或行政院國家科學委員會科學教育發展處網站

<http://www.nsc.gov.tw/sci/>

查詢下載