

國民教育階段九年一貫課程綱要 「自然與科技」領域中「自然科學」 課程綱要之評介

邱美虹

國立臺灣師範大學 科學教育研究所

近年來國外對科學教育的改革工作不遺餘力(e.g., AAAS, 1989; National Research Center, 1996), 課程設計理念除以教授學生理解所學之學科內容為目的外, 並強調能應用所學於日常生活中, 同時, 學習的重點不再是以量取勝, 而是以培養學生應有的科學素養與能力為主。以美國國家科學教育標準(National Science Education Standards, National Research Center, 1996)為例, 在科學內容標準中明訂統整性的概念和過程、科學是探索的過程、物質科學、生活科學、地球和太空科學、科學和科技、個人和社會對科學的觀點, 以及科學史和科學本質在各年段所應達到的目標。不僅歐美在課程改革上有所改變, 在亞洲的國家(如日本與台灣)亦不例外。日本中小學將分別於 2002 年(國中小學)及 2003 年(高中)使用根據該國於 1998 年 12 月完成之新的課程標準而設計的教科書(文部省, 1999; Kadoya, 1999), 其中在科學課程方面強調科學學習中能力的培養, 如科學創造力、問題解決的能力、以及科學態度、科學觀點與思考能力的培養。而台灣在課程方面亦有所改革, 由教育部於 1998 年 9 月 30 日頒布國民教育階段九年一貫課程總綱綱要, 其中特別強調以培養學生能帶著走的能力(當然也包括知識在內)為主, 故此綱要揭諸了十大基本能力作為國民教育階段能力的指標, 同時指出這十項能力應在七大領域中(語文、健康與體育、社會、藝術與人文、數學、自然與科技、綜合活動)分別於各年段(1-2, 3-4, 5-6, 7-9 年級)完成。而「自然與科技」領域課程的主要內涵則包括物質與能、生命世界、地球環境、生態保育、資訊科技等的學習。注重科學及科學研究知能, 培養注重生命、愛護環境的情操, 及擅用科技與運用資訊等能力, 並能實踐於日常生活中(教育部, 1998)。雖然十大能力未必完全適合在「自然與科技」領域中發展, 但其中亦點出學生在面對未來二十一世紀的來臨如何充分應用科學的知能於生活中以及獨立思考、解決問題能力的培養都將是重要的課題。

課程目標、設計理念、分段能力指標

本引言主要是介紹九年一貫課程中「自然科學與生活科技」的課程目標、設計理念、以及分段能力指標(自然與科技課程研修小組, 1999, 2000)。以下扼要說明。

(一)有關課程目標方面，計有下列七點：

- 1.培養探索科學的興趣與熱忱，並養成主動學習的習慣。
- 2.學習科學探究方法及認知基本科學知識，並能應用所學於日常生活。
- 3.培養擷取及應用資訊的能力，與人溝通以擴展視野。
- 4.培養能運用工具、設備，動手實做的能力和習慣。
- 5.培養愛護環境、珍惜資源及尊重生命的態度。
- 6.培養與人溝通表達、團隊合作以及和諧相處的能力。
- 7.培養獨立思考、解決問題的能力，並激發創造潛能。

(二)有關課程設計理念如下：

- 1.科學的學習應為國民教育必需的基本課程。
- 2.科學的學習應以探究及實作的方式來進行，並以學習者的活動為主體。
- 3.科學的學習不僅限於知識的獲得，同時還應包括探究及處理問題能力之培養，科學態度、重要科技產品的運用以及科學對我們生活及社會的影響之體認等。

(三)有關分段能力指標方面，強調以培養學生科學素養為主，故分成：

- 1.科學探究過程之心智運作能力（過程技能）。
- 2.應用科學探究方法、科學知識及運用工具、設備的技術以處理問題的能力（科學應用）。
- 3.資料統整、對事物作推論與批判、解決問題等整合性的科學思維能力（思考智能）。
- 4.對科學本質之認識（科學本質）。
- 5.處事求真求實、感受科學之美與力及喜愛探究等之科學精神與態度（科學態度）。
- 6.科學概念的習得（科學認知）。

根據上述顯示，除科學的認知活動、過程技能與科學態度的培養外，學生問題解決的能力與創意的培養，科學的本質以及科學發展對人類生活影響的認識都在規劃當中。然由於課程大綱（草案）中對各階段所規劃的指標，是於該階段結束時達成，因此其所與之彈性空間，將是未來課程設計者所需面對的挑戰。

教材內容要項

目前自然與科技部分（草案）所規劃的自然核心概念為「自然界的組成與特性」、「自然界的作用」、「演化與延續」、「生活與環境」（見表一）。在各核心概念之下，再有所謂的分項核心概念及次概念，這樣的規劃是以核心概念（而非主題式）的課程發展理念出發，其目的是希望透過主要概念來做為學科之間整合的參考。以「改變與平衡」的概念為例，可將此部份的分項核心概念及次概念整合，如化學中的化學平衡與生物動物體內的

恆定性與調節的概念在教材適當處相互呼應或連結，透過核心概念來認識彼此的相似性；也可連結物理的平衡概念來比較其異同。但核心概念的課程設計理念並不意味著所有的科學概念皆須以整合的方式呈現，使得原本並不相容的概念，也需以整合的方式在課程設計中出現，這恐怕是目前為大家所較為困擾與憂心之處吧！至於主題式的課程設計雖可結合不同學科的概念以達到學科整合的目的，但有時主題式的設計亦無法顧及概念的完整性與邏輯性，因此它只是諸多課程設計的理念「之一」罷了，並非是唯一的。

表一 自然科學教材內容要項（草案）（自然與科技課程綱要研修小組，1999，2000）

| 課題 | 主題* | 次主題* | |
|-----------|-----------|----------------------|---------------------|
| 自然界的組成與特性 | 地球的環境 | 110 組成地球的物質(岩石、水、大氣) | |
| | | 111 地球和太空 | |
| | 地球上的生物 | 120 生命的共同性 | |
| | | 121 生命的多樣性 | |
| | 物質的組成與特性 | 130 物質的構造與功用 | |
| | | 131 物質的形態與性質 | |
| 自然界的作用 | 改變與平衡 | 210 地表與地殼的變動 | |
| | | 211 天氣變化 | |
| | | 212 晝夜與四季 | |
| | | 213 動物體內的恆定性與調節 | |
| | | 214 溫度與熱 | |
| | | 215 力與運動 | |
| | | 216 聲音、光與波動 | |
| | | 217 能的形態與轉換 | |
| | | 218 化學反應 | |
| | | 219 化學平衡 | |
| | | 交互作用 | 220 全球變遷 |
| | | | 221 生物對環境刺激的反應與動物行為 |
| | | | 222 電磁作用 |
| | | | 223 重力作用 |
| | 224 水與水溶液 | | |
| | 225 氧化與還原 | | |
| | 226 酸鹼鹽 | | |
| | 構造與功能 | 227 有機化合物 | |
| | | 230 植物的構造與功能 | |
| | | 231 動物的構造與功能 | |

| | | | |
|-------|---------|-----|--------------|
| 演化與延續 | 生命的延續 | 310 | 生殖、遺傳與演化 |
| | 地球的歷史 | 320 | 地層與化石 |
| | 時空關係 | 330 | 運動 |
| 生活科技 | 科學應用 | 410 | 天氣預報 |
| | | 411 | 食品科技 |
| | | 412 | 材料科技 |
| | | 413 | 機械應用 |
| | | 414 | 家庭用電 |
| | | 415 | 訊息與訊息傳播 |
| 生活與環境 | 生態保育 | 510 | 生物和環境 |
| | | 511 | 人類與自然界的關係 |
| | 環境保護 | 520 | 天然災害與防治 |
| | | 521 | 環境污染與防治 |
| | 永續發展** | 530 | 資源的保育與利用 |
| | | 531 | 能源的開發與利用 |
| | 科學與人文** | 540 | 科學發展史 |
| | | 541 | 科學本質(移至 003) |
| | | 542 | 科學美學 |
| | | 543 | 科學倫理 |

*本教材內容要項之各主題、次主題並不代表教材各章節的名稱，選編教材時，教師可自行重新安排組合。

**「永續發展」與「科學與人文」兩次主題所提示之教材內容應以融入的方式，納入其他各主題中。

課程綱要內容比較

至於目前規劃的國民教育階段九年一貫課程綱要 7-9 年級（即國中階段）有關化學部分的概念與八十三年國民中學課程標準之異同可參見表二。

表二 國民教育階段有關化學部分的概念與八十三年國民中學課程標準所規範的內容比較

| 8 - 9 年級（八十二年總綱）（必、選修） | 九年一貫 7-9 年級化學概念 |
|------------------------|--------------------------------|
| ■ 空氣的重要成分(必修,p275) | ■ 空氣的重要成分與其性質 (5~6 年級)(110,3c) |
| ■ 氧氣的製造和收集(必修,p275) | ■ 氧氣、氮氣、水氣、二氧化碳(110,4g) |
| ※ 二氧化碳的製備與用途—(選修,p612) | ■ 氣圈(110,4a~4e) |
| ※ 大氣圈—(選修,p612) | ■ 大氣的組成與特性(110,4g) |
| ※ 大氣循環與變遷—(選修,p612) | |
| ※ 液態空氣的製造與用途—(選修,p612) | |
| ※ 燃燒的條件—(選修,p623) | ■ 燃燒與滅火(5~6 年級)(225,3a) |

| | |
|---|-------------------------|
| ※ 滅火的原理—(選修,p623) | |
| ※ 火災的防範及逃生方法—(選修,p623) | |
| ■ 水的組成(必修,p274) | ■ 水的組成(224,4a) |
| ■ 溶液的概念(必修,p274) | ■ 溶液與濃度(224,4b) |
| ■ 飽和的概念(不定義溶解度)(必修,p274) | |
| ■ 溫度和飽和溶液的關係(不做定量計算)(必修,p275) | ■ 溶液間的交互作用(224,4c) |
| ※ 真溶液與膠態溶液(選修,p612) | |
| ※ 溶解度(選修,p612) | |
| ※ 莫耳濃度(選修,p612) | |
| ■ 物質是由粒子所組成(必修,p273) | ■ 物質是由粒子所組成(130,4a~4d) |
| | |
| ■ 原子模型(必修,p274) | ■ 原子結構(130,4g) |
| ※ 元素的歸納分類(選修,p610) | ■ 元素與化合物(130,4h~4i) |
| ※ 元素性質的規律性(選修,p610) | ■ 原子與分子(130,4e~4f) |
| ※ 元素的週期律(選修,p610) | ■ 元素性質的規律性與週期性(130,4k) |
| | |
| ■ 元素符號及化學式(必修,p274) | ■ 元素符號與化學式(130,4j) |
| | |
| ※ 以「原子說」說明定比定律(選修,p611) | |
| ※ 化合物的化學式表示法(選修,p611) | |
| ※ 原子量、分子量(選修,p611) | ■ 原子量、分子量(130,4l) |
| ※ 莫耳(選修,p611) | |
| | |
| ■ 濃度的意義和用途(必修,p278) | ■ 溶液與濃度(224,4b) |
| ■ 百分濃度(必修,p278) | |
| ■ 莫耳濃度(必修,p278) | |
| | |
| ■ 反應物與生成物(必修,p275) | ■ 反應式的意義(218,4a~4b) |
| ■ 化學反應的進行有快有慢(必修,p275) | ■ 化學反應的變化(218,4c) |
| ※ 影響反應快慢的因素—(選修,p615) | ■ 反應速率與催化劑(218,4d) |
| ■ 化學方程式(不做任何形式的計算)(必修,p275) | ■ 化學的平衡與移動(219,4a) |
| ※ 化學反應與碰撞理論—(選修,p614) | ■ 平衡係數(219,4b) |
| ※ 平衡後反應物與生成物的莫耳關係—(選修,p614) | |
| | |
| ■ 物質的變化(物質三態的變化、產生沉澱的反應、顏色變化、溫度變化)(必修,p274) | ■ 探討物質性質的改變(131,4a~4c) |
| | ■ 溫度與物質性質的改變(214,4c~4d) |
| ■ 質量守恆(必修,p274) | ■ 質量守恆定律(219,4c) |

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ 電解質的基本性質(必修,p277) ※ 離子的性質及酸、鹼之通性 (選修,p622) ■ 酸鹼鹽和 pH 值(必修 p,277) ※ pH 值的定義與氫離子濃度(選修,p622) ■ 指示劑(必修,p278) ■ 中和(必修,p278) ※ 酸鹼中和的產物 (選修,p623) ※ 滴定的簡易計算 (選修,p623) ■ 常見之金屬或非金屬的活性比較(必修, p275) ■ 反應難易與元素的活性有關(必修,p275) ■ 簡介氧化反應(必修,p275) ※ 氧化、還原反應—(選修,p623) ■ 日常生活中常用的化學工業製造品 (含無機與有機) (必修,p279) ■ 污染防治(必修,p279) (不涉及處理技術與過程) ■ 能源的開發與節約(必修,279) (開源時需注意污染的防治) ■ 理化簡介(必修,p272) (說明研究的對象和目標) | <ul style="list-style-type: none"> ■ 電解質與非電解質(226,4a~4b) ■ 酸鹼鹽的定義及其作用(226,4c) ■ 物質的酸鹼性(226,4d) ■ pH 值的簡介(226,4g) ■ 酸鹼指示劑(226,4e) ■ 酸鹼中和(226,4f) ■ 元素的活性與化合物(225,4a) ■ 化學電池與電解(225,4c) ■ 氧化還原的應用 (225,4e) ■ 碳氫氧化合物(227,4a~4c) ■ 食品科學(411,4a~4c) ■ 人造材料的特性與應用(412,4a) ■ 噪音污染與防治(431,4a~4c) ■ 空氣污染與防治(431,4d) ■ 廢棄物與資源回收(431,4e) ■ 自然資源(440,4a) ■ 資源有限，所以有效利用(440) ■ 能源(441,4a~4b) ■ 能源的用途(441,4c) ■ 節約能源與開發新能源(441,4d) ■ 能的應用(441,4e) ■ 科學家的故事(450,4a) ■ 科學發現的過程(450,4b) ■ 自然之美(451,452,4a) ■ 結構之美(451,452,4b) ■ 變化之美(451,452,4c) ■ 科學活動的倫理(453,4a~4b) ■ 科學的社會議題(453,4c~4d) |
|--|---|

註：(1) ■：必修，※：選修

(2)表中(A, B)的意義 左欄中 A 代表「出處」，B 代表「頁碼」。

右欄中 A 代表「概念代碼」，B 代表「概念內容」之編碼。

由表二可知，除科學應用部分，原課程綱要中必修部分包含 24 個主題概念、選修 25 個主題概念合計 49 個主要概念，而新課程中包含 34 個主要概念。雖較原必修概念多 10 個主概念，但卻較原必修概念少 1/3。同時若考量應用層面，則新課程綱要所規劃的範疇則更加寬廣與實用。基本上，新課程除納入基本科學概念外，並強調人類與自然環境的關係、科學發展與科技發明對人類生活的影響、以及近年來頗受重視的科學本質、科學倫理、以及科學與人文等素養，這些也可視為新課程綱要的特色。

結語

綜上所述，此次課程綱要的特色是將學生所應具備的科學素養分別在過程技能、科學認知、科學本質、科學態度、思考智能、科學應用等處根據各學習階段加以界定，在課程的規劃上強調縱向與橫向的連結，使學科間彼此的關係更加密切，同時此次課程綱要所規劃的內容為「分段」「能力」指標有別於以往針對特定年級規劃的課程大綱，以供未來在「一綱多本」的環境下，能提供課程設計者或教學者藉此加以進行規劃多元化的教學與評量活動之參考。在此架構下，未來教材的呈現在廣度與深度上應較有可以發揮的空間，但也會呈現出一些限制或挑戰，若果課程設計者或教學者無法掌握課程綱要的理念與精神，仍以既有的思考模式去處理新的課程綱要與教學，則原設計的理念亦將流於形式或成為負擔罷了。因此，未來仍有賴課程設計者與教學者的智慧，才能展現此課程的特色。

除此之外，目前有關推動新課程綱要的周邊配套措施未能一併列入規劃中（如教師專業成長及相關師資培育的方案）則是美中不足之處。以美國國家科學教育標準(1996)而言，它雖對美國各州科學教育工作無強制性的約束力，但目前許多研究與實務工作的推展，都以其為參考架構，主要就是因為該計劃除了針對科學課程內容的標準加以規範外，並對科學教學、科學教師專業發展、科學教育評量、科學教育計劃、科學教育制度等相關領域提出其所應達到的標準，使得該計劃除從科學內容考量外，還有別於其他課程研究計劃，而分從教學、評量，以至於師資培育及制度的配合做一通盤的規劃，使科學教育改革的工作有較具體可依循的方向。而國內此次課程改革工作，雖然作者在早期規劃時也曾提出做一整體考量的建議，卻因其非此次工作的重點而未能納入課程綱要的規劃中，個人感覺誠屬可惜。要達成科學教育改革的目的，必須有全方位的考量與配合，才得以落實其理念。目前新課程綱要已在既定的時程表中即將實施，其所面臨的問題與挑戰，除了是課程的理念與設計外，最重要的是教師的準備度是否已達到、新的教材是否已有妥善的規劃與成品、學校的配合度等等，這些相關議題都將成為未來此課程是否能順利推展或發揮其預期功能的相關因素，在第一線教學者尙未能掌握新課程理念與內容之際，主事者是否需在此時實

施，實宜三思而後行！

參考文獻

- 1.教育部(1998)：國民教育階段九年一貫課程總綱綱要。
- 2.自然與科技課程綱要研修小組(1999)：國民教育九年一貫課程綱要「自然與科技」學習領域—「自然科學與生活科技」課程綱要(草案)。
- 3.自然與科技課程綱要研修小組(2000)：國民教育九年一貫課程綱要「自然與科技」學習領域—「自然科學」課程綱要(草案)。
- 4.日本文部省(1999,平成11年9月)：中學校學習指導(平成10年12月)解說—總則篇，東京書籍株式會社。
- 5.教育部(1994,10). 國民中學課程標準，教育部修正發布。
- 6.Kadoya, S. (1999). Science education reform and creativity in Japan. Paper presented at the Taiwan-Japan's 8th conference for Science and Technology Education. November 16-17, Tokyo, Japan.
- 7.National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. National Academy Press, Washington, DC.
- 8.Rutherford, F. J. & Ahlgren, A.(1989, 1990). *Science for All Americans*. Oxford University Press.

黏 土

桌面上有一塊黏土，請利用桌面上的天平器具稱取 15 克黏土。方法不只一個，請將所想到的方法與過程一一記錄下來。

所需時間：20—30 分鐘

所需材料：一塊黏土、雙皿天平、20g 法碼 1 個、50g 法碼 1 個。

評分標準：

估計方法數量 40%

估計方法嚴謹性 40%

估計方法簡單性 20%

(本題材取自 1991 IAEP 題目)

(取材自：國立臺灣師範大學科學教育中心舉辦之臺北地區國中學生創意競賽題目)