

(六)附錄、實施與配套

有關教學內容、方法和評量等，都寫在分科課程聲明書中，約三分之二的篇幅，針對各層級的各项成就目標，提供教學情境和學習經驗的範例，以及相對應的各類評量建議。

三、美國

因為美國將權力下放至各州政府，雖然有國家級的課程相關文件，各州也會有各自的相關課程文件，不過其影響力均不及相關學會組織所出版的文件，因此在美國的部分，以 Project 2061 (American Association for the Advancement of Science) 所出版的相關科學課程文件和加州官方課程文件為主要分析的內容，綜合的美國科學課程內涵分析表如附錄 8 所示，以下則為本計畫對於美國科學課程的重點特色分析結果：

(一)基本理念

長期的科學教育改革必須從科學教育的學習目標開始，因此，清晰明確的學習目標對科學素養來說是不可或缺的。美國科學促進會(AAAS²)於 1985 年啟動「2061 計劃」，以期幫助所有美國人提高他們的科學、數學及科技的素養。該計劃被譽為「美國歷史上最顯著的科學教育改革」之一。

《面向全體美國人的科學》(Science For All Americans)一書，是「2061 計劃」針對所有學生，對他們高中畢業時應具備的科學、數學和科技能力提出的建議。該書奠定了 20 世紀 90 年代全美科學標準運動的基礎。

《科學素養的基準》(Benchmarks For Science Literacy)是「2061 計劃」中所出版的一本綜合敘述類圖書，它將《面向全體美國人的科學》中的科學素養目標轉化成基礎教育(K-12)的學習目標或基準，描述在 2 年級、5 年級、8 年級和 12 年級的學生，分別應該了解和掌握的科學、數學和科技知識，此書長期以來已經影響了各州和地方的數學、科學、科技的標準，並成為全美認可的標準。

美國科促會出版發行的這些文獻，正是「2061 計劃」持續努力進行課程、教學方法和評量方式等方面改革的基礎。隨著最近《改革藍圖—科學、數學和科技教育》(Blueprints For Reform: Science, Mathematics, And Technology Education)

² AAAS，為 American Association For Advancement Of Science 的簡稱。

和《科學素養的設計》(Designs For Science Literacy)的出版，「2061 計劃」持續影響著科學教育改革的方向。

無論是對教科書的評估，還是對教學人員的評估，或是為教育者創造概念架構，「2061 計劃」的成員們都在利用自己作為教師、研究員和科學家的經驗，透過這些創新的研究和蘊含革新性思維的書籍、CD，以及大量的專業發展研討會，使科學素養成為所有學生眼前的現實。「2061 計劃」在科學、數學和科技教育的側重與目的上，正在改變著教育者和公眾的觀念。

因此，美國各州在自然科學領域的課程標準，大致均依據《面向全體美國人的科學》一書為主要參考來源，因此該書對於自然科學的理念，將影響到全美各州自然科學領域的科學標準。在該書中，對於自然科學的部分，提出了三方面的建議，由此可以看出美國對於未來科學教育發展的理念方向，此三方面即是科學世界觀、科學探究，以及科學是具冒險精神的事業(AAAS，1990)。(此部分可參閱附錄 6)

(二)形式架構

美國加州 k-12 公立學校科學內容標準(Science Content Standards for California Public Schools-Kindergarten Through Grade Twelve)在形式上非常簡單，先以年級階段為畫分，每個年級階段再以學習主題來描述其年級所應達到的標準。

不過，在 AAAS 所出版的《科學素養圖解集》(Atlas of Science Literacy)中，已包含大約 100 張的圖譜，其詳細繪製了《科學素養的基準》中提出的所有學習目標。該書的章節安排與《面向全體美國人的科學》和《科學素養的基準》保持一致，每一章均有與《科學素養的基準》相對應章節的圖譜，同時，為了方便迅速找到某個特定的基準概念，在第二冊還增加了索引的功能，可以快速找到《科學素養的基準》中某個科學概念與本書中相對應的圖譜，而每幅圖譜都在首頁配有文字說明，其內容包含圖譜所描繪概念的廣泛內容，涉及圖譜的主題、內容、主要線索，以及在跨四個年級的學習過程中各年級的學習重點，另外還對圖譜中可能引起讀者興趣的方面增加註解的部分，概述了相關的研究及其他資料(美國科促會 2061 計畫，無日期 c)。

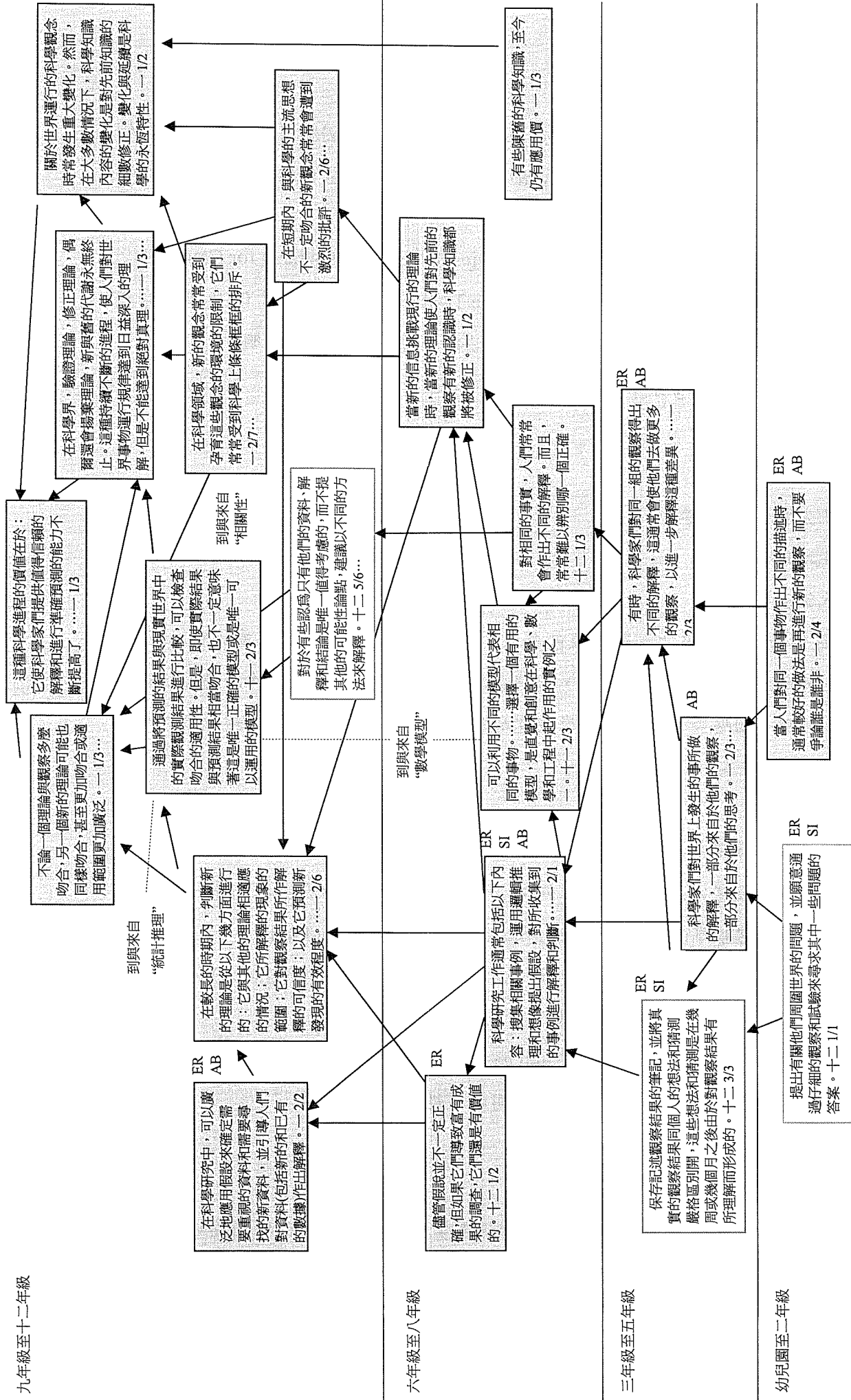
每幅圖中所表達的技能和觀點是學生學習中要實現的具體目標，以下則以為例(AAAS，2001)，從下圖 4 可以發現科學素養各基準之間的發展路線，並區隔為四個部分：k-2、3-5、6-8、9-11，此即為對年級所進行的階段劃分。

箭頭表示兩個基準之間的關聯，亦即一個基準概念的產生會促成另外一個基準概念的產生。

圖中處於同一年級範圍裡但位置較高的基準不一定比處於同一年級範圍的其他基準更難以理解，有時設計時是常常上下左右挪動基準以便於繪製它們之間的關聯，至於哪個促成哪個要看基準間的具體聯繫。

在每個基準說明最後的數字代表著基準的編碼，其來源則是《科學素養的基準》中相對應目標的章節和基準條目。

由此，便可透過次縱向的基準發展圖看出該主題深度的變化，而完整的進展圖還包括橫向的發展，是可以將圖與圖串連起來，而同一個基準也可能包含在不同的進展圖之中，透過圖的說明，更容易理解各個基準概念之間的發展以及關聯性，可見美國在科學的課程上，架構是十分清楚明瞭的。



理論修正

用不同的方法來解釋

對科學證據進行分析

圖 4：科學素養進展圖

(三)內容架構

《科學素養的基準》(Benchmarks For Science Literacy)將《面向全體美國人的科學》中的科學素養目標轉化成基礎教育(K-12)的學習目標或基準，成為全美認可的標準

加州 k-12 公立學校科學內容標準(Science Content Standards for California Public Schools-Kindergarten Through Grade Twelve)是從幼稚園到 12 年級共分為 10 個部份來呈現各年所需達到的標準，並以學習主題來畫分說明。

主要的主题包含以下五類：

- 1.物理
- 2.化學
- 3.生物/生命科學
- 4.地球科學
- 5.調查和實驗

每個階段所重視的主题大致包含以上五類，但每個年級所著重的重點不一樣，而從主题的畫分可以看出，美國在科學教育的部分重視實作的層面，因此不管在哪一個階段，均會將科學探究的調查和實驗精神融入其課程標準之中，而各階段之主题可參閱附錄 8。

(四)內容標準的敘寫

主要的敘寫方式是以學生「知道」(know)為主，例如在美國加州 k-12 公立學校科學內容標準(Science Content Standards for California Public Schools-Kindergarten Through Grade Twelve)一年級物理科學(Grade One-Physical Sciences)課程標準敘寫如下：

Students *know* solids, liquids, and gases have different properties.

學生知道固體、液體及氣體有不同的屬性。

(五)學習評量

針對評量的部分，加州的科學課程標準中並沒有在此方面特別論述，而《面向全體美國人的科學》中則提出有效地教與學，其中論及學習原則，以及科學、數學和科技的教學，而《科學素養的基準》依據《面向全體美國人的科學》中

的科學素養目標，將之轉成基礎教育(K-12)的學習目標，並提出每個該階段結束後，學生在學習之後應該要了解到什麼。

《科學素養的基準》中，依據《面向全體美國人的科學》的理念，以科學世界觀、科學探究，以及科學是具冒險精神的事業等三個面向來書寫，每個面向均將年級分為四個階段：幼稚園～二年級、三年級～五年級、六年級～八年級，以及九年級～十二年級，在每個階段之後，會提出在這個階段結束時學生應該了解和掌握的科學、數學和科技知識，其內容可參閱附錄 8。

(六)附錄、實施與配套

美國的科學教育主要是以美國科學促進會(The American Association for the Advancement of Science, AAAS)為主。因此，美國科學促進會所出版的刊物，成為全美國各州在編寫自然科學領域課程標準的主要參考依據。其中有幾本主要的出版品可視為實施與配套的參考，例如《面向全體美國人的科學》(Science For All Americans)、《科學素養的基準》(Benchmarks For Science Literacy)、《改革藍圖—科學、數學和科技教育》(Blueprints For Reform: Science, Mathematics, And Technology Education)、《科學素養的設計》(Designs For Science Literacy)，以及《科學素養圖解集》(Atlas of Science Literacy)等。(參閱附錄 8)

四、香港

香港課程發展議會於 2001 年發表課程改革文件---課程發展議會報告書《學會學習——課程發展路向》(課程發展議會，2001a)及教育統籌委員會教育改革報告書《終身學習·全人發展》(課程發展議會，2001b)，訂出香港課程未來大方向。規劃短(2001~2006)中(2006~2011)長(2011 以後)期的三個發展階段策略，階段性的規劃，循序漸進讓第一線教師學校在落實課程改革與發展上能更安心，對於教學資源的發展也可以逐漸的建立。

附錄9是針對常識科及科學科所進行的課程內涵分析表(課程發展議會，2002a、2002b)，以下則為本計畫對於香港課程的重點特色分析結果：

(一)基本理念

強調課程彈性，從中央到校本課程間尋找一個平衡點，重點在於給學校更多彈性空間，因應學生差異性適性而教學校應根據教師及學生的獨特情況，在