

# 透過概念圖建立國高中科學課程之共同架構

譚克平 / 陳昭錦



# 透過概念圖建立國高中科學課程之共同架構

譚克平

國立臺灣師範大學科學教育研究所教授

陳昭錦

國立臺灣師範大學科學教育研究所博士生

## 摘要

國中九年一貫與高中課程綱要的銜接性是當前教育實務中的重要議題，如果課程設計能有妥適的銜接，將能使學生以先前的學習經驗為基礎，繼續發展對重要概念更加深及加廣的理解。就自然科學課程現況而言，國中的「自然與生活科技」領域是以能力指標的方式，藉以對學生應習得的能力作出要求，而高中則是將基礎科學區分為物理、化學、生物及地球科學四個科目，以內容綱要的形式呈現，兩個學習階段存在顯著的不對應情形。為改善現行國、高中科學課程的銜接性問題，本研究的目的是針對現行九年一貫國中自然與生活科技課程綱要，以及99學年度開始實施的高中基礎化學課程綱要，建議可以概念圖為工具，建立兩者之間的一個共同架構，使國中與高中科學課程的教與學，在銜接性與連貫性等方面能有妥適的參考依據。

本研究進一步以物質科學中兩個核心概念「物質組成」與「物質結構」為實例，說明如何透過概念圖建立國、高中科學課程的共同架構，並繪製不同學習階段的概念圖。透過概念圖可以呈現概念之間的階層與邏輯關係，一方面可協助國中教師掌握課程中哪些概念將會在高中的學習扮演重要角色，另一方面可協助高中教師在教學時，掌握學生應有的先備概念，並留意先備概念與待學概念之間的銜接關係，以便有效協助學生對於核心概念建構更深層且完整的理解。

關鍵字：科學課程、概念圖、課程銜接

# Using concept map as a tool to align the junior and senior high school science curricula in Taiwan

**Hak-Ping Tam**

Professor, Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University  
t45003@ntnu.edu.tw

**Chao-Chin Chen**

Doctoral student, Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University

## Abstract

The vertical alignment between the Grade 1-9 Curriculum Guidelines and the Curriculum Standards for the Senior High Schools is among one of the core issues that demands attention by educational practitioners. A good alignment can greatly facilitate students' development of a deeper and broader understanding of important concepts based on their prior learning experiences. However, there is currently a big difference between the science curricular for the junior and the senior high schools, with the former organized in terms of integrated sciences and daily life technology while the latter in the form of four individual science subjects, namely, physics, chemistry, biology, and earth science. The purpose of this study is to introduce a powerful strategy regarding how the alignment framework can be constructed by way of a careful and thorough application of the concept mapping technique.

This study takes two core concepts from materials science, namely, composition of matters and the structure of matter, as an example to illustrate how a common framework can be established by means of concept mapping. Towards this purpose, concept maps for different learning stages will be drawn and compared. Since concept maps reflect the hierarchical and logical relationships among the relevant materials science concepts, it can help junior high school teachers to grasp which concepts will play an important role in the senior high school curriculum. On the other hand, it can help senior high school teachers to identify prerequisite concepts that should be acquired by students in junior high school. If teachers can be aware of the connection between the prior knowledge and the concepts to be learned, they can assist their students to attain a more effective and deeper understanding of the core concepts.

Keywords: concept map, curriculum alignment, science curriculum

# 壹、緒論

## 一、前言

人類的學習是累積漸進的過程，單一的學習經驗很難對學習者產生深遠的影響。無論是思考方式、基本習慣、概念、態度以及興趣等方面的改變，除了一些較特殊的經歷之外，通常都是逐漸發生的，需要在很多教育經驗不斷累積的情況下，才可能在學習者身上觀察到顯著的變化。因此課程設計者如果能妥善組織學習者的經驗，俾使該等經驗能夠透過彼此之間的關係相互增強，藉以有效提升學生的學習效能（Tyler, 1949; Ornstein & Hunkins, 2009）。相反地，如果不同階段的學習經驗缺乏妥適的銜接，可能導致某些重要概念在學生背景不足的情況下即開始教導，有些重要概念應該先複習以利加深加廣的學習但卻被忽略掉，而較不重要的概念卻重複出現的窘境，這不僅浪費寶貴的學習時間，也會有降低學生學習效果以及學習興趣的風險。

國民中小學九年一貫課程綱要自民國91年實施至今已邁入第十年，至於高中課程方面，自民國95年開始實施普通高級中學課程暫行綱要（教育部，2004），而99學年度則開始實施普通高級中學課程綱要（教育部，2008），這兩項高中的課程綱要中均明白指出，高中課綱應該延續九年一貫課程的精神。此外，關於高中教材之設計與編寫，亦應以中小學一貫課程體系參考指引為依據，並注意其與國民中小學九年一貫課程的銜接，組成可誘導學生學習興趣與發揮其潛能之科學教材。

儘管高中課綱中有強調與九年一貫課程的銜接，然而在現今的教科書審定制度下，各出版商的教科書編輯未必能認同或體現課程銜接的重要性。以科學課程現況來說，九年一貫自然與生活科技領域的課程綱要是以綜合科學（integrated sciences）的方式作整理，未採分科安排，並且以撰寫能力指標的方式來呈現，但在普通高級中學必修科目課程綱要中，卻將自然科學區分為基礎物理、基礎化學、基礎生物及基礎地球科學等四科，採主題方式呈現，並且未附能力指標。換言之，高中基礎科學的四個科目之課程綱要，並未直接與國中自然與生活科技領域互相銜接或對齊。從結構的角度而言，國、高中學習階段在課綱規定上已經是各自為政，在缺乏充分的溝通機制之下，要期待教科書的編寫者注重課程的銜接性，妥適地設計教材，在實務上存在著實質的困難。

現階段國、高中課程規劃，在課程設計的連貫性與銜接性等原則方面並不十分理想，導致高中生的學習經驗無法與國中時期有妥善的銜接，可能會引發一些學生及教師兩方面都需要面對的問題，茲以自然科學科目為例，分述如下。在學生方面，他們從國中修習單一的「自然與生活科技領域」科目，至升上高中之後，所要面對的卻是每學期至少修讀基礎科學四門學科中的兩門課程（各兩學分，每學期總計四學分，上下學期合計八學分），甚至有部分高中的安排是高一上、下學期均同時修讀四門基礎科學（各一學分，每學期總計四學分，上下學期合計八學分），因此學生面臨的挑戰，是要在最短的時間將國中三年的「自然與生活科技領域」學得

的經驗，分別對應到各種不同的基礎科學課程，並建立適當的聯結。例如：高一上修基礎化學時，學生應瞭解哪些概念是國中自然與生活科技曾經學過的，然而問題是學生能自行掌握這些概念嗎？另一方面，對高中自然科教師的挑戰則是，該如何掌握學生既有的、且未必有明確學科知識結構的先前習得概念？以及該如何引導學生把先前的概念，適當地應用到學科分界明確的高中學習體系當中？例如：任教高一基礎化學的教師，應知道哪些概念是學生在國中自然與生物科技曾有初步的涉獵，哪些概念是以國中的概念為基礎繼續延伸，哪些概念在國中完全未被提及，是在高中初次介紹等等。而這些分析，高中的自然科學課程綱要中並未詳細敘明，因此需要高中任課教師透過分析與比較國中自然與生活科技和高中課綱後，才能適切掌握。

由此觀之，為了協助教師以及學生克服目前面臨的挑戰，實有必要分析現行的國中與高中科學課程綱要內容，尋找適當的工具及方法，以建立可以兼納兩個學習階段的共同架構。

## 二、研究目的

本文的目的，是以現行九年一貫國中自然與生活科技課程綱要，以及99學年度開始實施的高中基礎化學課程綱要中某一概念範圍為例，介紹一套有效的方法，以建立這兩個學習階段的一個共同架構，使國中與高中科學課程的教與學，能有妥適的銜接性與連貫性，可作為日後教材編寫者參考之依據。

科學教育工作者Novak（1990）曾指出，概念圖能呈現眾多概念之間的連結以及有意義的階層與邏輯關係，它是學生學習科學概念的有效工具之一，教師應用概念構圖不僅能掌握學生的先前概念結構，也能作為規劃教學的有效媒介。為了達成前述國中與高中科學課程銜接之目的，本研究建議可使用概念圖為工具，發展國、高中科學課程的共同架構，協助教師、學生以及教科書編寫者們瞭解兩個階段課程共同的核心概念，彼此間之連結與銜接關係。

## 貳、文獻探討

由於篇幅所限，文獻探討將僅環繞與本文有關的課程組織原則與概念圖這兩方面做簡要介紹，分述如下。

### 一、課程組織的原則

泰勒（Tyler, 1949）曾以三項效標「連續性」（continuity）、「程序性」（sequence）以及「統整性」（integration），來檢視學習經驗設計的有效程度。這三個效標都是從學習者的觀點，以制定有效組織學習經驗的基本要素，其要旨簡述如下：

1.連續性：這是檢視課程是否有妥善的縱貫性組織當中的主要因素，意指對於課程中所包含的重要概念，予以「縱貫式」的重複敘述（vertical reiteration）。舉一個簡

- 化的例子，在國中階段可學習到物質組成的「粒子」概念，該概念在高中的基礎化學（一）與基礎化學（二）需要連續地出現，以使學生能充分掌握此一重要概念。
- 2.程序性：在學科概念的引介序列方面，應著重概念的內涵與應用層面的加深與加廣，透過適當的教學設計使概念的每一次處理，皆能協助學生對該概念建立更廣、更深的理解。如果高中的學習能適當地建立在國中所提供的經驗之上，那麼它們便能互相增強，學生在相關概念、技能等方面的發展，才能擴大其認知的深度與廣度。例如：國中階段對於「物質結構」的概念，主要著重在巨觀的觀察，對於微觀的原子結構只做概略性的介紹，而到了高中一年級，則深入介紹人類對於原子結構的探索歷程，並進一步指出原子結構在物質性質與交互作用當中扮演的重要角色。
  - 3.統整性：這是指課程經驗的橫向聯繫（horizontal relationship）。學習經驗的組織務必做到能協助學生逐漸獲得統整的觀點，例如：高中階段在基礎物理及基礎化學課程中皆有探討「物質結構」的學習經驗，該等經驗能互相連結統整為更完整的認知理解。

## 二、概念圖簡介

概念圖始自上世紀六、七十年代，由美國Cornell大學的Novak教授首先提出。及至1984年，Novak教授和學者Gowin共同出版了名為“Learning how to learn”的權威書籍，內文中他們根據Ausubel（1968）所提出的有意義學習（meaningful learning）的觀點，進而提出了概念構圖（concept mapping）學習策略，並深入探討如何運用概念圖改善科學概念的學習與教學，以達到有意義學習的目的。Gowin（1979）指出概念構圖是透過圖解的形式，呈現概念彼此間縱向與橫向的關係，並能展現學習者對特定主題相關概念的理解情形。文獻中有一些與概念圖相近似的觀念，例如知識圖，它們之間略有不同，本文以下討論將以Novak所提出的概念圖為依歸。

至於何謂概念，根據Novak和Gowin（1984）的意見，他們將概念視為是對事或物所能被感受到而且可被命名之常規性質（perceived regularity in events or objects designated by a label）。在概念圖中，每一個概念都以一個節點（node）的方式呈現。概念與概念之間，則透過連接詞（linking words）形成一個命題（proposition），也就是具意義並可以判斷真假的最小單位。此外，概念圖是具有階層結構的圖形，上層為一般化的概念，下層則為特殊化的概念，對兩個有連接線連結的概念而言，上層概念包含下層的概念。Novak和Gowin（1984）認為，當學習者繪製一個具階層性的概念圖時，他必須判斷概念間哪些具包含性，哪些具特殊性，這是一個學習者需要投入於思考之中的認知過程，從而增加學習相關概念的效果。透過分析學生繪製的概念圖，則可以瞭解學生對相關主題所習得的知識結構內容（例如參Edmondson, 2000）。

概念圖是一種有效的認知學習工具，概念圖之所以能被建構及繪製，其背後隱含一些基本假設，包括：學習者有先備知識的存在；人類會主動建構所經驗事物的意義；有意義的學習是指學習者將新概念與命題同化融合於既有的概念與命題網絡之內；知識是有組織及結構的；認知結構是可運用圖形工具來呈現其組織及內部關係（譚克平，2009）。

概念圖初期的用途主要用於展現學習者的起始概念、學習者經學習後的認知結構、評量學習者學習後的認知理解情形以及診斷迷思概念等等 (Novak & Gowin, 1984; Novak, 1990)。有初步研究的結果顯示，概念圖對於學習者而言，具有減輕認知負荷、改善記憶並強化對知識結構的理解力 (O'Donnell, Dansereau, & Hall, 2002)，可運用在知識的提取與結構化等學習活動中。綜合來說，概念圖可以應用在課程規劃、教學活動設計以及學習成果的評量等層面。

概念圖在國際上的影響逐漸深遠，有學術團體每兩年舉辦一次國際研討會議，並先後在西班牙、哥斯大黎加、芬蘭及智利等地舉行。過去，概念圖的研究是以美國及加拿大的研究者為主，研究範圍集中於科學教育領域，及至目前，包括如英國、法國、荷蘭、希臘、義大利、墨西哥、南非及台灣等地，皆有研究者使用概念圖做為研究工具，研究範圍亦從科學教育擴展至其他領域。近年來更有協助繪製概念圖的軟體陸續被開發，其中，CmapTools軟體從網路上即可免費下載 (參陳學志，2009)。

## 參、研究方法及過程

由於現行科學課程組織龐大，為方便聚焦，本研究首先以內容分析法來分析現行國中與高中的課程綱要，依據的是國中「自然與生活科技」學習領域之綱要及教材內容要項，以及普通高級中學必修科目「基礎科學」之課程綱要。然後選定主題，並以建構概念圖的技術，繪製國中及高中學習階段的概念圖，藉以彰顯該等概念的階層從屬關係，從中探討兩個學習階段相關概念的銜接性。

九年一貫「自然與生活科技」學習領域之綱要，是以「科學與科技素養」的分段能力指標來呈現，其中包括過程技能、科學技術與認知、科學態度等共計八個項目，其中「科學技術與認知」與教材內容密切相關，在課程綱要中有將其內容要項在附錄一陳列 (教育部，2003)，此內容要項是按課題、主題及次主題的架構呈現。以第一項課題之「自然界的組成與特性」為例，其中涵蓋地球的環境、地球上的生物、物質的組成與特性等三個主題，第一項主題可連結到高中基礎地球科學，第二項主題連結到高中基礎生物，第三項主題則是連結到高中基礎化學。在這種情況下，如要進行系統化的分析，從高中教學端的觀點，仍應從高中的學科角度出發。但受限於篇幅，本研究將只以基礎化學為示例，首先分析高中基礎化學課綱，以此為依據檢視九年一貫「自然與生活科技」學習領域之教材內容要項，擷取與高中基礎化學相關的課題、主題及次主題，篩選彙整如以下表1所示。

表1 「自然與生活科技」學習領域之教材內容要項中與高中基礎化學相關的課題、主題及次主題篩選彙整

課題	主題	次主題
自然界的組成與特性	物質的組成與特性	*物質的構造與功用 *物質的形態與性質
	改變與平衡	*化學反應 *化學平衡
自然界的相互作用	交互作用	*水與水溶液 *氧化與還原 *酸、鹼、鹽

另一方面，普通高級中學必修科目「基礎化學」的課程綱要是按主題、主題內容及應修內容的形式呈現，為能與前述九年一貫學習領域之主題與主題內容相對應，本研究將高中基礎化學綱要中應銜接自國中的主題篩選彙整如表2所示。結合表1及表2，可初步協助高中基礎化學任課教師瞭解哪些國中的教材內容要項與高中課程有關，在講授哪些單元時，需特別留意國中的銜接概念。另一方面也可使國中教師知道哪些內容要項是學生將來在高中會繼續學習的，可在教學過程中提醒學生在國中時打好學習基礎。

表2 普通高級中學「基礎化學」課程綱要中銜接「自然與生活科技」學習領域之主題篩選彙整

主題	主題內容	應修內容
物質基本組成	物質的組成	*物質的分類 *原子與分子 *溶液
物質基本構造	原子構造	*原子結構 *原子中電子的排列 *離子鍵與離子晶體
物質構造	物質的構造與特性	*共價鍵與分子化合物 *網狀固體 *金屬固體
	化學反應	*化學式 *化學反應式與均衡 *化學計量 *化學反應中的能量變化
物質變化	常見的化學反應	*結合反應 *分解反應 *酸鹼反應 *氧化還原反應
	化學反應速率	*反應速率定律 *碰撞學說 *影響反應速率的因素
	化學平衡	*化學平衡 *平衡常數 *影響平衡的因素

比較表1及表2可發現，「物質組成」與「物質結構」為重要的核心概念之一，因此接下來將分別針對國中與高中的課程綱要，繪製出「物質組成」與「物質結構」兩個主題的概念圖，再進而分析兩學習階段結構上的異同。

至於概念圖的繪製，譚克平（2009）曾參考不同研究者的意見，歸納出一連串具體建構概念圖的步驟，本研究即依據其建議進行的步驟繪製概念圖（另外亦可參Cañas, & Novak, 2006），相關之步驟如下：

- 第一步：尋找相關文本
- 第二步：從文本篩選出重要的相關概念
- 第三步：將概念寫在卡片並置於紙上
- 第四步：選出最一般化概念作為最上層的概念
- 第五步：依從屬關係將比較特殊化的概念排在下面的層次
- 第六步：用線將上、下層相關的概念做聯結
- 第七步：填寫能表達出兩概念間聯結關係的連結詞
- 第八步：將有關係但在不同分枝上的概念做交叉聯結
- 第九步：填寫交叉聯結的連結詞
- 第十步：加入例子於最底下的層次，並視為最特殊化的概念
- 第十一步：不能納入的概念可置於一旁日後再作思考
- 第十二步：相同或非常相似的概念可放在一起，並加框線
- 第十三步：反思後再進行增修

本研究首先由兩位任教公立高中有17年化學教學經驗的教師，其中一位曾有5年的國中教學經驗，以及兩位有3年國中理化教學經驗的教師，依據上述第一步至第三步，將相關概念用國中或高中通用的科學用語，分別製作出國中及高中的概念卡片，接著四位教師共同檢視兩組概念的差異性，並針對不一致的部分進行討論後，才決定出要選擇哪些概念來繪製國中及高中的概念圖，接著即依前述其餘步驟共同完成概念圖。至於最後第十三步的反思，則由科教背景的學者進一步檢視概念的上下位階及連接詞的適切性，並與參與的教師共同討論後進行增修，最後完成國中及高中的概念圖。本研究接著依據繪製完成的概念圖分析比較國、高中不同階段的學習內涵差異，並據此比較之結果，建議日後相關單位進行課程與教學設計時，作為其應考慮項目的參考依據。

## 肆、研究結果

### 一、「物質組成」概念圖

1. 國中與高中課程的「物質組成」概念圖如以下圖1與圖2所示。
2. 比較圖1與圖2可知，關於「物質組成」的概念，國中階段著重於由巨觀角度出發的物質分類依據，而高中階段則深入到微觀層次，從物質的組成單位進一步細探不同物質類別之間的差異。學生在國中階段要能從巨觀的相態區別純物質與混合物，以及區別混合物中的均質混合物與非均質混合物。然而在國中階段，課程內容僅提及溶液，並未比較溶液與其他混合物的區別，透過圖1希望提醒國中教師，如能提示學生均質混合物（溶液）與非均質混合物的區別，並建立兩者均在混合物此一分支下的從屬關係，相信能使學生更清楚何謂溶液，也能有助於其日後在高中階段的學習。
3. 有關純物質的分類，高中階段須進一步從微觀粒子世界的角度，建立原子與分子的概念，進而從化學鍵的差異區分化合物的種類，包括離子化合物與共價化合物等等，從概念圖的比較中，可清楚觀察到國中與高中階段共同的概念，高中新增的概念，以及概念之間如何銜接、延伸與加廣。

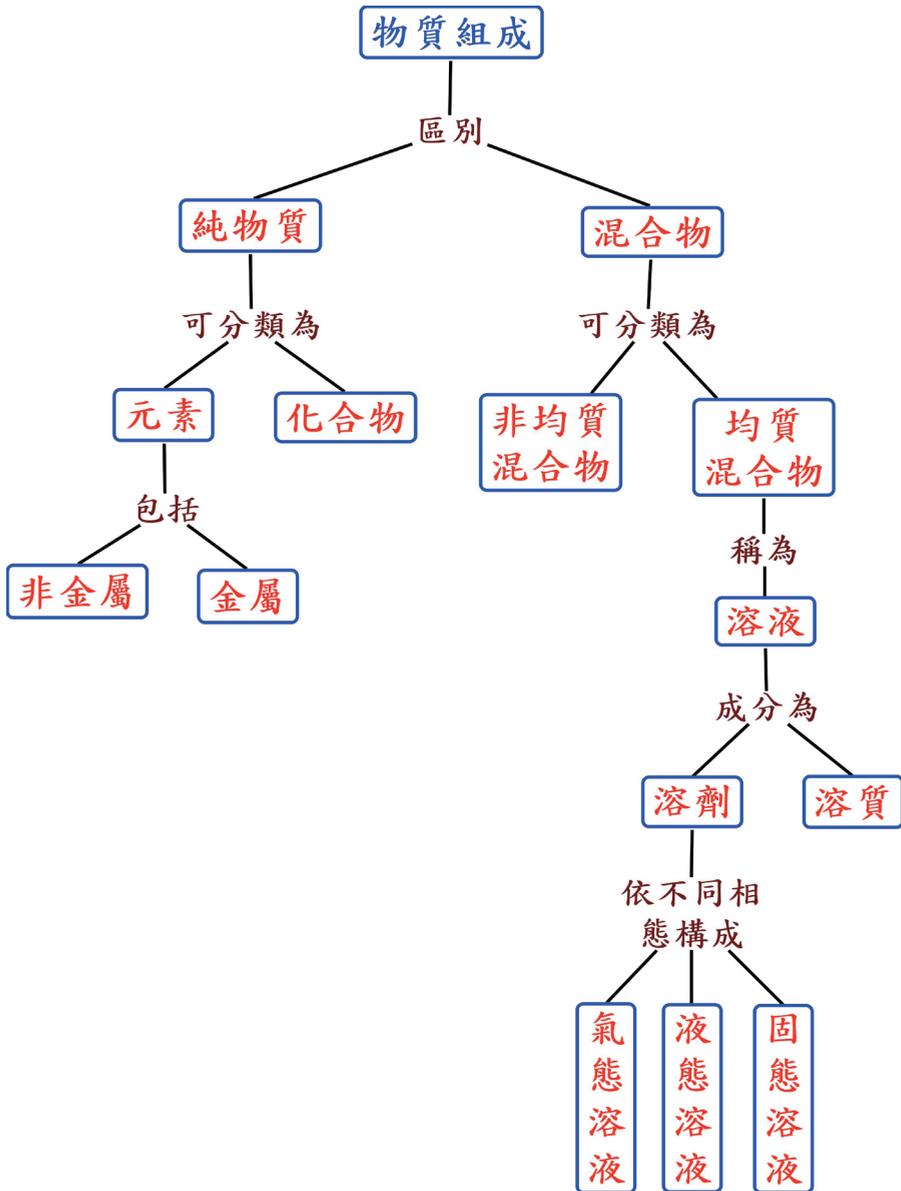


圖1 國中課程「物質組成」的概念圖

# 物質科學概念圖物質組成-高中

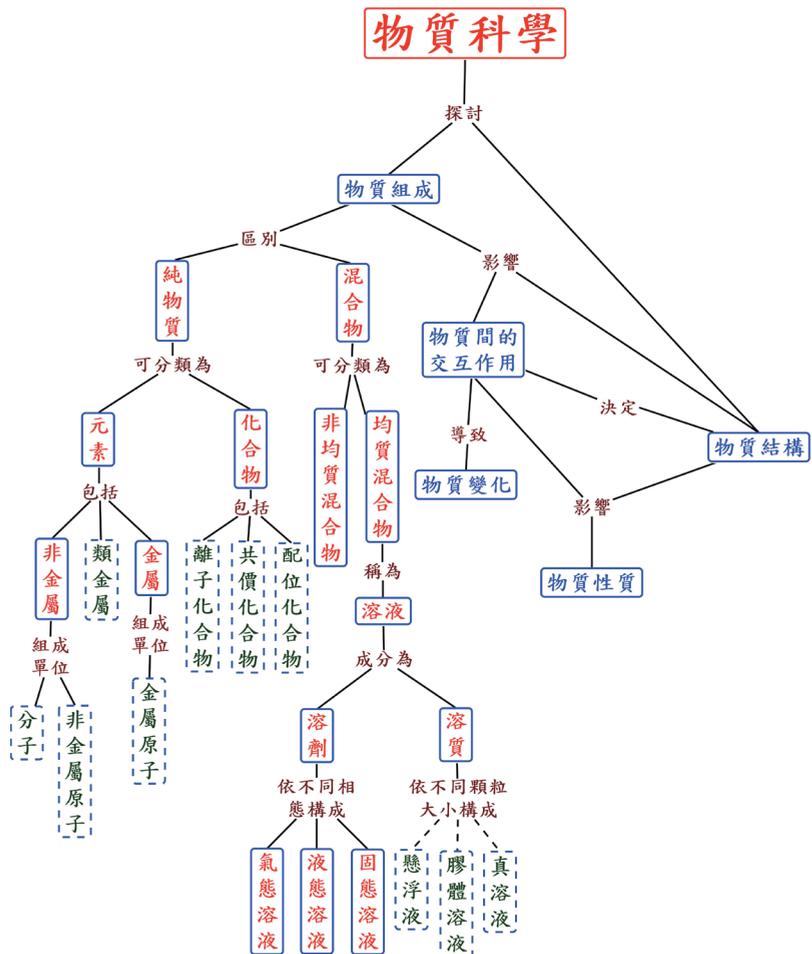


圖2 高中課程「物質組成」的概念圖（圖中實線框的概念為國中與高中重疊者，虛線框的概念則屬於高中課程特有者）

## 二、「物質結構」概念圖

1. 國中與高中課程「物質結構」的概念圖如以下圖3與圖4所示。
2. 比較圖3與圖4可知，關於「物質結構」的概念，國中階段分別呈現了巨觀及微觀層次的世界，關於巨觀的介紹較多，微觀的部分屬於基本概念的认识，然而現今國中教材中並未出現"巨觀"和"微觀"的科學詞彙。透過概念圖可提醒國中教師如果要協助學生日後在高中階段的學習，可視學生的接受程度引入這兩個重要概念，透過巨觀及微觀兩種尺度的比較，學生應可對物質結構有更清晰的認識。
3. 在高中階段，有關物質結構概念的學習主要的延伸在於微觀層次，並增加了微觀層次與巨觀層次的聯繫。以圖3及圖4之國、高中的共同概念“固態”為例，國中只從巨觀層次介紹固態的特徵為“固定的形狀和體積”，然而如果要能與高中的微觀層次有適切的銜接，建議國中階段可稍作延伸至微觀層次，使國中學生能理解從粒子堆積是否散亂或有規律的觀點，可區別出晶形固體與非晶形固體。到了高中階段，學生學習了化學鍵的基本概念後，結合化學鍵的概念，可進一步探討晶體（巨觀）依結合方式（微觀化學鍵）之不同可分類為離子晶體、分子晶體等，並能據此解釋這些不同結合方式之晶體其物理性質的差異。此外高中延伸的概念所佔比例相當高，當中又涉及化學鍵及物質的交互作用等重要觀念，對高中生而言，物質結構是重要卻又不易理解的主題，透過國中與高中概念圖的呈現，提醒高中教師檢視學生在國中階段已習得的先備概念掌握情形，以協助學生能妥適地從巨觀世界轉換至微觀的觀點。

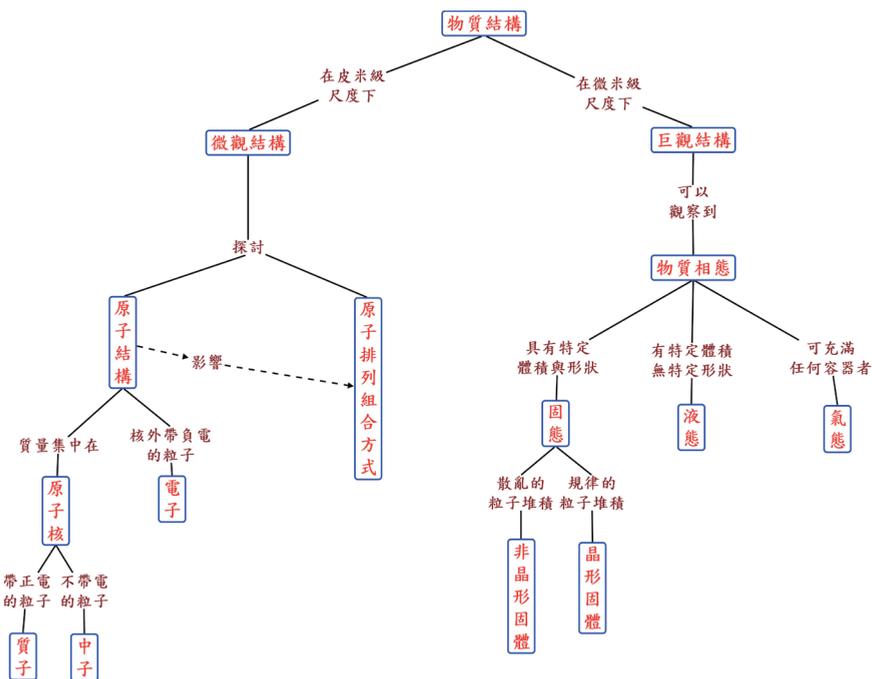


圖3 國中課程「物質結構」概念圖

# 物質科學概念圖物質結構-高中

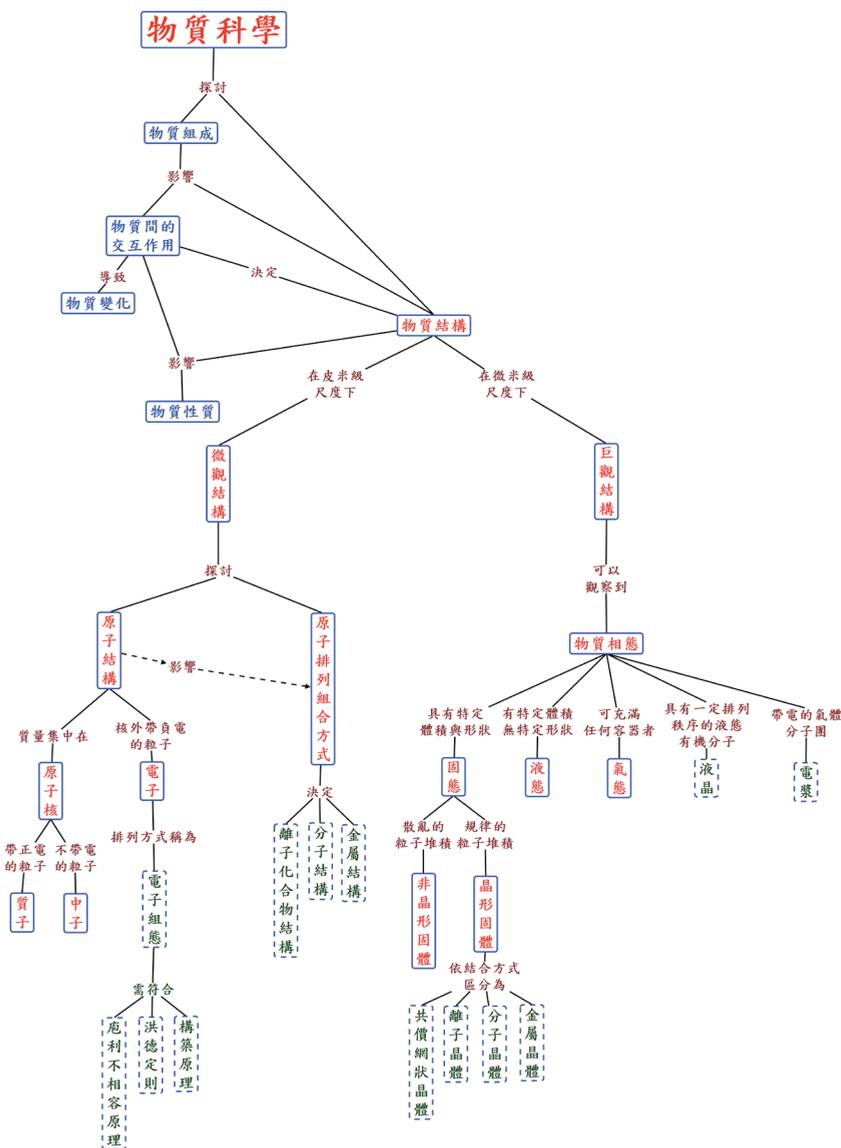


圖4 高中課程「物質結構」概念圖（圖中實線框的概念為國中與高中重疊者，虛線框的概念則屬於高中課程特有者）

## 伍、討論與建議

本研究以物質科學中的核心概念「物質組成」與「物質結構」為主題，說明如何透過概念圖以展現國、高中相關科學課程的架構。以下將討論以概念圖達成本研究目的之優點與缺點。

首先，透過概念圖可以清楚呈現概念與概念之間的階層與連結關係，有助國中教師掌握課綱中所列的概念對於學生日後升上高中繼續學習時，它們將會有何種地位、重要性以及延伸關係，如果國中老師能在教學過程中適時提醒學生，哪些重要概念是日後高中學習的基礎，相信此舉能讓學生在國中階段便能注重這些概念的學習，日後接觸高中課程時，也能以先前概念為基礎來學習新的延伸或擴充的概念。另外，高中教師可以透過概念圖的分析，瞭解學生在國中階段已習得哪些概念，進而思考如何協助學生將已習得概念與將要學習的概念銜接起來。高中教師一方面可先利用概念圖診斷學生先備概念的內涵，另一方面也能在教學中，提示學生過去所學與目前待學內容之間的聯繫情形。由是觀之，概念圖能發揮到連續性的功能，並起複習的作用（Tyler, 1949）。

再者，若能針對同一主題分別繪製國中及高中課程的概念圖，將可以方便比較不同學習階段概念涵蓋的範圍、難易程度以及學習的先後序列。對高中老師而言，透過概念圖的分析能適當地整合學科概念之間的關係，在備課的過程中，即能據此安排各概念引介的順序，發揮出Tyler（1949）所提之程序性的功能，能藉由加深加廣先備概念的方式來教導新概念。因此概念圖能有效檢視特定主題教學內容的完整性，以免遺漏重要概念，或者是因為忽略了先備概念而讓學生的學習效果受影響。

此外概念圖是有效的認知學習工具，教師若能適當教導學生以概念圖呈現所習得的內容知識，將有助於教師進行學習診斷，以及學習者進行自我檢視。在帶領學生繪製概念圖之前，如果教師本身有足夠的繪製與運用概念圖經驗，將更能把概念圖的優點及繪製要領適切地傳達給學生。因此，概念圖不僅可以扮演教師規劃課程及設計教學的利器，也能成為師生共同探究學習主題時的有效溝通工具。

然而，概念圖的運用並非毫無缺點。對於繪製概念圖的新手而言，他們或許會認為運用此工具繪圖相當費時，對概念的列出並不容易進行取捨，而且還有可能遺漏了重要的概念。除此之外，概念之間的階層關係亦不一定容易被界定。再者，如何選擇適當的連接詞以呈現概念之間的邏輯關係，亦有可能為一大挑戰。儘管如此，概念圖對老師的挑戰正是其功能所在。正因為概念圖能驅使教師更深入思考教學主題所涉及各概念之間應該如何適當連結，以及該如何將這些連結關係透過教學來體現，因此雖然教師在備課過程中要費心繪製概念圖，卻能藉此對其教學內涵有更深刻的理解，進而提升教學效能，反而能達到事半功倍的效果。

本研究以基礎化學為例，具體呈現高中教師可以如何透過概念圖這項工具，建立國、高中基礎化學相關主題的共同架構，期能藉此幫助教師掌握概念圖的應用要

領，提醒教師關注國、高中課程銜接的重要性，至於所提出具體落實的作法，希望能有助於教師的專業成長。

## 參考文獻

- 教育部 (2003)。國民教育九年一貫課程綱要。台北市：教育部。
- 教育部 (2004)。普通高級中學課程暫行綱要。台北市：教育部。
- 教育部 (2008)。普通高級中學課程綱要。台北市：教育部。
- 陳學志 (2009)。概念圖的原理：語義網路與命題敘述。各教育階段奈米及能源科技課程概念圖建構研習營研習資料。Available at <http://140.112.65.252/home/project/100106/2.ppt>
- 譚克平 (2009)。概念圖的製作及在科教領域中之應用。各教育階段奈米及能源科技課程概念圖建構研習營研習資料。Available at <http://140.112.65.252/home/project/100106/2.ppt>
- Ausubel, D. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Cañas, A. J., & Novak, J. D. (2006). Re-examining the foundations for effective use of concept maps. In A. J. Cañas & J. D. Novak (Eds.), *Concept maps: Theory, methodology, technology. Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping* (Vol. 1, pp. 494-502). San Jose, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Edmondson, K. M. (2000). Assessing science understanding through concept map. In J. J. Mintzes, J. H. Wandersee, & J. D. Novak, (Eds.) *Assessing science understanding: A human constructivist view*. San Diego: Academic Press.
- Novak, J. D. (1990). Concept maps and Vee diagrams: Two metacognitive tools for science and mathematics education. *Instructional Science*, 19, 29-52.
- Novak, J., & Gowin, E. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- O'Donnell, A. M., Dansereau, D. F., & Hall, R. H. (2002). Knowledge maps as scaffolds for cognitive processing. *Educational Psychology Review*, 14(1), 71-86.
- Ornstein, A. C., & Hunkins, F. P. (2009). *Curriculum: Foundations, principles, and issues* (5th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Tyler, R. (1949). *Basic principles of curriculum and instruction*. Chicago: University of Chicago Press.

## 【致謝辭】

本文感謝行政院國家科學委員會予以部分經費補助，計畫編號為NSC-98-2514-S-003-013-MY2。