科學教育學刊
2010, 第十八卷第六期, 563-573

Chinese Journal of Science Education
2010, 18(6), 563-573

由高中95暫綱探討「地球系統科學課程」在分科教學架構下的實踐

張凱翔　洪奕星

國立臺灣海洋大學　應用地球科學研究所

(投稿日期：民國99年8月11日，修訂日期：民國99年12月10日，接受日期：民國99年12月15日)

摘要：本文以地球系統科學角度，分析歷年高中地球科學課程綱要，並以內部統整、橫向統整等兩方面，探討在95暫綱架構下地球系統科學課程實施的情形。依據課程綱要的內涵，早期施行的61課標、73課標及88課標等均是屬於傳統地球科學課程，至於近期的95暫綱及99課綱則是依地球系統科學的概念而規劃的課程。61課標、73課標及88課標跨系統課程教學時數大約佔20%，95暫綱及99課綱則增加至60%左右，可證明在地球系統科學課程的統整概念下，跨系統教材的比例會比傳統地球科學高。但教科書要將各不同次系統的教材統整在一起有其困難度。雖然以統整的角度編排章節順序，同一章節中仍保留各次系統獨立的空間，因此教科書中跨系統篇幅所佔的比例只有教學時數的一半左右。

關鍵詞：內部統整、地球系統科學課程、橫向統整

壹、前言

自61學年度實施之「高級中學課程標準」(以下簡稱61課標)將地球科學納入普通高中課程(教育部，1971)，至今已將近40年，期間課程綱要雖經過多次修正，但仍是以傳統地球科學課程做爲課程架構。直到95學年度實施之「普通高級中學課程暫行綱要」(此課程綱要一般俗稱95暫綱或95課綱，本文簡稱95暫綱)，首次引用美國的「地球系統科學課程」架構，重新設計普通高中地球科學課程(教育部，2005)。

地球系統科學課程的特色是注重「統整性」，除了跨系統整合外，也注重跨學科統整。美國以領域教學的方式設計科學課程(National Research Council [NRC], 1996)；但我國師資培育仍維持分科認證的型式(教育部，2010)，95暫綱也仍維持分科教學的架構。因此在分科教學的架構下，如何具體實施統整性的地球系統科學課程便值得進一步探討。

貳、地球系統科學課程概述

地球系統科學起源於1980年間，氣象

學家在研究聖嬰現象時，發現要解釋聖嬰現象不能單純以大氣的角度來解讀，因此提出「地球系統科學」的概念，除了傳統地球科學外，也特別重視氣圈、水圈、岩石圈、生物圈的交互作用(洪逸文、許瑛玿，2006)。而「地球系統科學課程」則是於1994年由美國地質學會所提出(賴麗琴、張俊彥，2000)，1996年美國研究委員會(NRC, 1996)訂定美國國家科學教育標準(National Science Education Standards, NSES)時，正式將地球系統科學課程採納爲中小學正式課程。

地球系統科學課程的設計理念認爲(NRC, 1996)，科學指人類了解地球與太空環境的過程，所有科學教學應始於地球系統(氣圈、水圈、岩石圈、生物圈)的某些面向，進而擴及整個宇宙。地球系統科學課程以科際整合的方式，使學生了解地球系統的運作方式及各系統間的相互作用。本文對地球系統科學課程的定義爲「以統整方式了解地球系統的運作及各次系統間的相互作用」。

參、地球科學課程綱要分析

我國自63學年度開始將地球科學納入高中課程(教育部，1971)，期間課程綱要共經過五次修訂(張凱翔，2010)；其中早期的61課標(教育部，1971)、73學年度實施之「高級中學課程標準」(以下簡稱73課標；教育部，1983)及88學年度實施之「高級中學課程標準」(以下簡稱88課標；教育部，1995)是屬於傳統地球科學課程，近期之95暫綱(教育部，2005)及99學年度實施之「普通高級中學課程綱要」(以下簡稱99課綱，至本文投稿時99課綱尚未實施；教育部，2008)則是依地球系統科學的概念而規劃的課程(張凱翔)。但與美國不同的是，我國受限於師資培育「分科發證」的限制，雖然課程綱要中有領域的概念，但仍維持分科教學的架構(教育部，2010)。

「課程綱要分析」以歷次課程綱要爲例，探討傳統地球科學課程及地球系統科學課程在課程綱要的差異。此部分由作者自行依各章節的內容，於氣圈、水圈、岩石圈、生物圈及外太空等五個次系統中進行分類；若一個章節跨越二個以上的次系統，則將該章節歸類爲跨系統。各次系統之分類方式，以95暫綱高一基礎地球科學部分章節爲例，說明如表1。再將各章節的教學時數加總，計算各次系統的教學時數，結果如表2。

由以上資料可發現，61課標、73課標及88課標跨系統時數約爲20%左右，95暫綱及99課綱則約爲60%左右。此一統計可證明「地球系統科學課程跨系統時數比例比傳統地球科學高」(圖1)。

若比較課程綱要內容，88課標在高一基礎地球科學的部分各次系統的界限相當明顯，大致上前半個學期的課程內容屬於岩石圈，後半個學期則是氣圈、水圈及外太空各佔約六分之一學期；高二、高三課程則以地質(岩石圈)、氣象(大氣圈)、海洋(水圈)、天文(外太空)各一個學期的架構。95暫綱則打破此界限，將高一課程重新統整爲人與地球環境、太空中的地球、動態的地球、天然災害、地球環境變遷、地球資源與永續發展等六個主題。高二課程則統整爲地球古今談、地球環境的探索、地球環境與特徵、日常生活與地球環境、人類與地球環境的互動等五個主題。高三課程則以統整的角度，帶領學生認識周遭環境。

值得注意的是，除了生物圈的部分在傳統地球科學都以跨系統概念進行表述外，95暫綱及99課綱還新增加了永續發展的觀念，另以獨立章節討論生物(人類)活動對地球的影響，因此不再出現生物圈教學時數爲0的現象。

表1：各次系統分類方式說明(以95暫綱高一基礎地球科學部分章節爲例)

主題	主要內容	內容細目	預期學習成果	參考節數
二、太空中的地球	1. 從太空看地球	1-1地球所處的太空環境	(1)知道地球以外的太空環境概況，包含太陽輻射、太陽風、宇宙射線、小天體(彗星、隕石)等。 (2)知道地球在太陽系中利於生命存在的原因包括適合的氣溫、液態水的存在、大氣層和地球磁層的保護等。	4～5
	2. 從地球看星空	2-1認識星空 2-2觀察星空	(1)知道星座的由來。 (2)知道星空具有規律性的變化。 (3)知道恆星的亮度與顏色的意義。 (4)知道浩瀚的宇宙中除了太陽系之外，還有星雲、星團、星系等。	
三、動態的地球	1. 地球的結構	1-1大氣的結構 1-2海洋的結構 1-3固體地球的結構	(1)了解大氣層垂直氣溫、氣壓的分布特性。 (2)知道海水中的平均鹽度及海水溫度的分布(包含垂直與水平分布)。 (3)知道固體地球內部有層層結構。 (4)知道固體地球是由不同種類的岩石所組成。	11
	2. 大氣與海洋的變動	2-1大氣變化與水循環	(1)了解蒸發與凝結的過程及在大氣中發生的條件。 (2)了解高、低氣壓系統與風向、風速、大氣垂直運動的關係，及其與天氣變化的關係。	
		2-2洋流、波浪與潮汐	(1)知道洋流(風成流)的成因，並知道洋流對環境的影響。 (2)知道波浪的特性。 (3)知道潮汐的成因與週期，以及潮汐對海岸環境的影響。	
	3. 固體地球的變動	3-1火山帶與地震帶 3-2板塊運動 3-3地貌的變化	(1)知道火山或地震在某些地帶常發生。 (2)知道板塊的基本概念及其與地殼變動的關係。 (3)了解台灣的地殼變動是因爲台灣位在板塊邊界上所造成的。	

說明：1. 主題二「太空中的地球」內容以太空環境及認識星空爲主，屬於外太空之次系統。
2. 主題三「動態的地球」內容包含氣圈(大氣的結構與變化)、水圈(水循環、海洋結構及水運動)及岩石圈(固體地球的結構與變動)三個系統，因此被分類爲跨系統。

表2：歷次高中課程綱要教學時數變化

課綱	61課標		73課標		88課標		95暫綱		99課綱	
	%	排名	%	排名	%	排名	%	排名	%	排名
氣圈	12.2	4	17.8	3	13.5	5	6.3	3	9.4	3
水圈	12.2	4	6.7	5	15.7	4	5.0	6	7.5	5
岩石圈	46.9	1	38.9	1	18.4	3	12.3	2	11.3	2
生物圈	0.0	6	0.0	6	0.0	6	6.3	3	4.4	6
外太空	14.3	2	17.8	3	28.6	1	5.7	5	9.4	3
跨系統	14.3	2	18.8	2	23.8	2	64.5	1	57.9	1
合計	100.0		100.0		100.0		100.0		100.0	

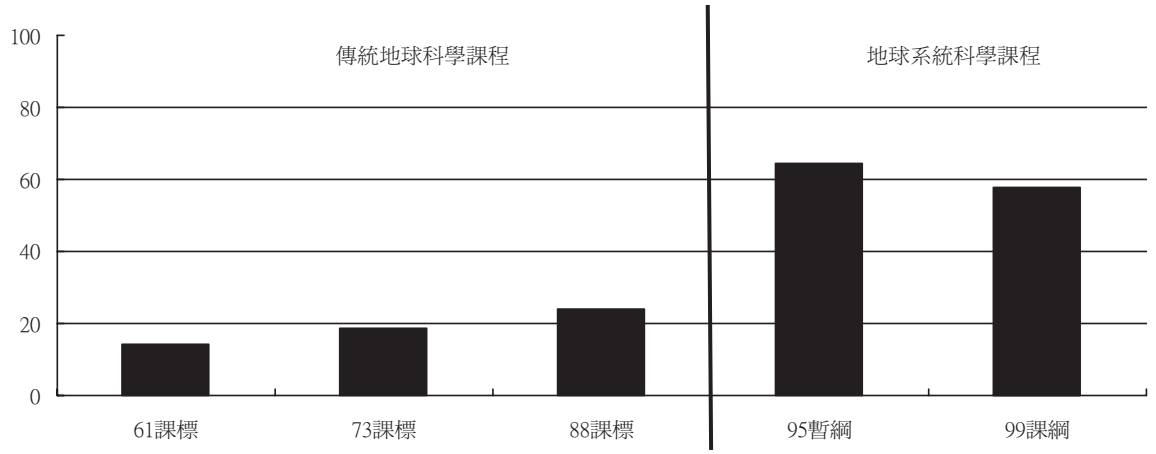

圖1：歷年高中地球科學課程綱要跨系統時數百分比

肆、95暫綱的教科書分析

95暫綱雖然共有五個學期的課程，但教科書只有三冊(高三選修地球與環境沒有教科書出版業者出書)。因此教科書分析部分也依教科書分冊方式分爲三部分進行討論。

一、高一基礎地球科學

高一基礎地球科學教科書共有六個版本，各版本教科書中各系統之頁數與課程綱要教學時數百分比統計如表3。其中課程綱要高一跨系統的比例佔63%，但各版本教科書中跨系統篇幅則只有課程綱要規劃比例之一半(32%)左右。

若比較課程綱要內容，73課標及88課標在高一基礎地球科學的部分各次系統的界限相當明顯，大致上前半個學期的課程內容屬於岩石圈，後半個學期則是氣圈、水圈及外太空各佔約六分之一學期。95暫綱則打破此界限進行統整，例如固體地球的結構、大氣的結構及海洋的結構在88課標分散在三個不同章節，95暫綱則將以上三個主題整合成「地球的結構」。類似的整合方式還有將大氣變化與水循環、海水的運動及固體地球的變動三個主題整合爲地球的變動。此外，並將原先分散於不同章節的地震、土石流、颱風、洪水等主題整合爲天然災害。

而教科書在編輯時，雖然以統整的角度編排章節順序；但跨系統編寫教材仍然有其困難性，同一章節中仍保留各次系統獨立

表3：高一基礎地球科學各版本教科書內容比較

版本	南一	龍騰	三民	全華	康熹	泰宇	課綱時數
氣圈	13.7%	12.5%	16.8%	20.3%	15.5%	12.7%	9.4%
水圈	6.0%	15.8%	8.1%	7.5%	9.8%	8.0%	0.0%
岩石圈	23.1%	26.3%	22.5%	25.6%	28.5%	22.2%	15.6%
生物圈	0.5%	0.0%	5.6%	0.0%	0.5%	9.5%	0.0%
外太空	19.2%	13.2%	15.0%	14.3%	13.5%	12.7%	12.5%
跨系統	37.5%	32.2%	32.0%	32.3%	32.2%	34.9%	62.5%
合計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

的空間。若以大標題(章)而言統整比例相當高，但以小標題(節或小節)而言會發現各次系統間仍然有其界限。以地球的結構而言，南一、龍騰、全華、泰宇四個版本雖然有單獨的一章，但編寫時則將該章分爲固體地球的結構、大氣的結構及海洋的結構三節各別編寫。天然災害也有類似的現象，南一、全華、康熹三個版本將天然災害分爲氣象災害及地質災害二章進行編寫；龍騰、三民、泰宇則是將天然災害獨立成一章，但細部仍分節討論四種不同的災害。

值得注意的是三民版及康熹版的編排方式，除了天然災害及環境變遷的部分以外，其他部分以調整編排順序的方式，使氣圈、水圈、岩石圈及外太空各自成爲獨立的一章。但上述二個版本各次系統的篇幅仍與其他版本相似，已包含95暫綱所有教學內容，並沒有73課標或88課標岩石圈篇幅將近一半的現象。

二、高二地球與環境上冊

高二地球與環境上冊教科書共有四個版本，各版本教科書各次系統之頁數與課程綱要教學時數百分比統計如表4。高二上學期課程分爲地球古今談、地球環境的探索、地球環境與特徵三個主題，其中南一、全華二個版本的編排方式與課程綱要較爲類似，龍騰、三民二個版本則以調整編排順序的方式，將地球環境的探索、地球環境與特徵二個主題整合。因此可發現龍騰、三民二個版本跨系統篇幅低於課程綱要教學時數，南一、全華跨系統篇幅則明顯高於教學時數(表4)。

綜合各版本統計結果可發現，教科書中水圈及岩石圈的篇幅明顯低於教學時數，與其他學期跨系統課程因教科書以各次系統界限切割處理，導致教科書中篇幅高於或接近教學時數的情況相反(生物圈除外)。

三、高二地球與環境下冊

高二地球與環境下冊教科書共有四個版本，各版本教科書各次系統之頁數與課程綱要教學時數百分比統計如表5。高二下學期課程分爲日常生活與地球環境、人類與地球環境的互動二個主題。其中日常生活與地球環境是與一般人生活經驗較爲相關的主題，內容包括礦產與資源、出門看天氣、擇地蓋房子(運用地球科學知識判斷建築基地發生天然災害的風險)、遊憩活動與地球環境(運用地球科學知識規劃旅遊行程)。人類與地球環境的互動主要內容爲探討人類、生物與地球環境間的互動，以及永續發展的觀念。

在日常生活與地球環境的部分，因教科書仍有將跨系統課程切割處理的現象，因此教科書中氣圈、水圈、岩石圈的篇幅明顯高於教學時數。但在人類與地球環境的互動部

表4：高二地球與環境上冊各版本教科書內容比較

版本	南一	龍騰	三民	全華	課綱時數
氣圈	20.0%	19.8%	14.8%	14.5%	15.6%
水圈	11.6%	7.3%	11.7%	9.0%	15.6%
岩石圈	15.8%	23.7%	14.8%	16.3%	29.8%
生物圈	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%
外太空	25.3%	31.7%	36.0%	28.1%	15.6%
跨系統	27.3%	17.5%	22.7%	31.6%	23.4%
合計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

表5：高二地球與環境下冊各版本教科書內容比較

版本	南一	龍騰	三民	全華	課綱時數
氣圈	19.4%	19.0%	16.1%	21.5%	6.5%
水圈	13.4%	8.6%	13.0%	13.2%	9.7%
岩石圈	25.4%	22.4%	28.0%	19.4%	16.1%
生物圈	12.9%	14.4%	6.2%	7.6%	32.3%
外太空	0.5%	3.4%	2.5%	2.1%	0.0%
跨系統	28.4%	32.2%	34.2%	36.2%	35.4%
合計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

分，由於人類對環境的影響並非單純屬於某個次系統的概念，此部分的內容大多以跨系統的方式處理。因此高二下學期的部分教科書雖然有將跨系統課程切割處理的現象，但生物圈部分反而以跨系統角度處理，教科書中跨系統篇幅仍與課程綱要接近。

四、小結

比較高一及高二上、下三個學期的教科書可發現，雖然95暫綱打破氣圈、水圈、岩石圈、生物圈及外太空等次系統的界限進行統整，但將各次系統的內容混合在一起編輯教科書仍有困難度。除了生物圈在高二下學期「人類與地球環境的互動」統整情況較好外，其他遇到跨系統課程仍在章節中以保留次系統界限的方式進行切割處理。高一教科書中跨系統篇幅約只有教學時數的一半，高二上學期教科書篇幅則視各版本是否將地球環境的探索、地球環境與特徵二個主題整合而異。

伍、分科教學下的橫向（學科）統整問題

橫向統整是指高中地球科學課程與其他學科間的統整問題，由於地球科學與數學、物理、化學、生物及地理等五科關係較密切，因此本文亦以95暫綱地球科學與數學、物理、化學、生物及地理等五科間橫向統整的問題進行探討。

一、數學與地球科學間的橫向統整

95暫綱中數學融入地球科學的部分有二處，分別是高一基礎地球科學「地震規模」及高二地球與環境「星等計算」，兩處涉及到高一下數學指數與對數的概念。值得注意的是高一基礎地球科學可能在上學期或下學期開課，有一半的學生在學習地震規模概念時還沒有學過指數與對數的概念。

二、物理與地球科學間的橫向統整

物理融入地球科學的部分，包括高一基礎地球科學大氣變化與水循環、地震與斷層；以及高二地球與環境天文測量與重力模型、地殼均衡理論、地球物理探勘、恆星光譜與星等、天文望遠鏡、太空遙測、地質作用、大氣變化與水循環。值得注意的是，部分主題與物理間的教學順序並不合邏輯，例如高一基礎地球科學地震波的部分則涉及高三選修物理才會提到的波動學名詞，高二地球與環境恆星光譜、太空遙測涉及高三選修物理光譜及電磁波的概念。此一設計使地球科學教學時必需額外解釋波動、光譜及電磁波的概念。

三、化學與地球科學間的橫向統整

地球科學融入化學課程部分，高一基礎

化學緒論章提到大氣及海水的組成、水的處理二個部分。其中高一基礎地球科學課程綱要提及大氣及海洋的結構(垂直結構)，高一基礎化學則補充大氣及海洋的組成成分。另外高一基礎地球科學提及地球環境與永續發展部分提及環境污染問題，高一基礎化學則補充大氣污染及水污染防治。化學與地球科學在以上主題各有偏重，兩者並不重覆。

四、生物與地球科學間的橫向統整

傳統地球科學將地球科學分爲大氣、地質、海洋、天文四個領域，並不認爲生物是地球科學的一部分，生物只有在地質課程中以「古生物與化石」的方式融入地球科學課程。但地球系統科學則將地球分爲氣圈、水圈、岩石圈及生物圈，生物變成地球內的一個系統。

在生物融入地球科學的部分，除了古生物與化石原先在73課標及88課標即已出現外；95暫綱新增人類與地球環境的互動，將生態系及資源過度使用對環境的影響融入地球科學課程中。

五、地理與地球科學間的橫向統整

地理學一般分爲自然地理、人文地理及區域地理三個領域，與地球科學課程相關的部分爲自然地理。其中地理課程中與地球科學有相關性的主題包括地形、氣候與水文、災害防治、全球暖化及海岸變遷五個主題。有趣的是以上五個主題在95暫綱中地球科學與地理的細部內容十分類似，因此在高三選修應用地理中，有將近半學期的課程內容與高一基礎地球科學重覆。

中文地理學的意義是「研究地的道理學問」；而英文地理學(geography)是由地球(geo)和記載、描述(graphia)兩字組合而成，也就是「研究地表現象的科學」之意(張長義、姜善鑫，1988)。自然地理學的主要內容，包括氣候學、地形學、水文地理學和土壤地理學等，主要目的在解釋地球表面自然事物的自然特徵。地理學和地球科學不完全相等，但是地理學卻具有地球科學的傳統，是與地球科學有密切相關的科學。自然地理學是與地球科學相關互補的科學，兩者之間不應該互相排斥(張長義、姜善鑫)。因此類似上述地理與地球科學課程重覆的現象，其實在61課標即已出現(洪秀雄，1979a，1979b，1979c；張石角，1979)。值得注意的是61課標地理與地球科學重覆的主題以氣候及水文爲主，經過73課標及88課標二次修正，目前95暫綱已不再出現此現象。但95暫綱新興的主題，如災害防治、環境變遷及全球暖化，地理與地球科學要如何進行橫向統整仍有待二科進行協調。

陸、建議

一、未來課程綱要修正時，應強化各學科間的橫向溝通

95暫綱原先所提出的草案(以下簡稱94課綱草案)以「高一、高二不分組」的架構設計，但此架構未被接受，爲了在短時間內完成高二分組的課程綱要，各學科間並沒有時間進行充分的溝通。有些科目直接以88課標進行微調，也有些科目完全融入94課綱草案的精神進行設計。

99課綱雖然有較充分的時間進行溝通，但因「高一、高二不分組」的規劃，使部分科目的教學時數縮減。99課綱修訂時，各學科橫向溝通的重點放在協調教學時數，而非各學科間的橫向統整關係。未來若課程綱要再次修正，應強化各學科間的橫向溝通機制，以減少橫向統整問題。

二、強化地球科學師資培育，提升教師「跨系統」教學能力

地球科學是一門「上知天文，下知地理」的科學，不論是傳統地球科學課程或地球系統科學課程，教師必需同時具備教授氣圈、水圈、岩石圈、生物圈及外太空五個次系統的專業能力。但在目前各師資培育大學地球科學相關科系中，只有國立臺灣師範大學地球科學系的課程設計同時兼具以上五個次系統的專業知識。教育部99年修正之「中等學校各任教學科領域群科師資職前教育專門課程科目及學分對照表實施要點」(教育部，2010)，除了要求擔任地球科學科教師必修地球科學概論(或地球系統概論)、天文學、大氣科學概論、地球物理概論、海洋學概論、普通地質學等六科外，選修科目必須在地質領域、地球物理領域、大氣領域、天文領域、海洋領域、環境及統整領域等六個領域中，至少跨修二個領域。未來各師資培育大學依據本要點規劃之專門科目一覽表，亦會有類似「必修課程兼顧各次系統」及「選修科目跨修二個以上次系統」之設計。

但實務上師資培育課程中，專門課程隱藏在普通課程中。師資生跨系、所修讀不同次系統的專門課程，並不保證未來能夠具備跨系統教學的能力。因此建議各師資培育大學可在專門科目一覽表中提高跨系統門檻(例如選修課程應跨越三個次系統或每個次系統各至少選修一科)，並在地球科學教材教法課程中，培養地球科學師資跨系統教學的能力。

三、地球科學課程難度應隨年級提升

95暫綱及99課綱物理、化學及生物三科將高一基礎科學定位爲高中生應學習的基本核心課程，並隨年級升高逐漸增加課程難度。而地球科學的設計正好相反，高一基礎地球科學著重知識與能力的培養；高二、高三課程強調態度與情意的陶冶(圖2)。此設計可能因高二地球科學僅在社會組開課，因此將現代公民應具備的地球科學核心能力安排在高一必修課程，至於態度與情意的部分安排在高二及高三。但此設計方式卻打亂課程編排邏輯，將許多社會組學生無法吸收的知識，提前在高一未分組之前學習。原本高一基礎地球科學的基本知識，又擔心對高一學生太難，而予以簡化或移至高二教授，甚至出現自相矛盾的現象。未來在設計地球科學課程時，教材難度應隨年級提升，並依難度將學生應具備之地球科學核心能力安排在適當之年級。

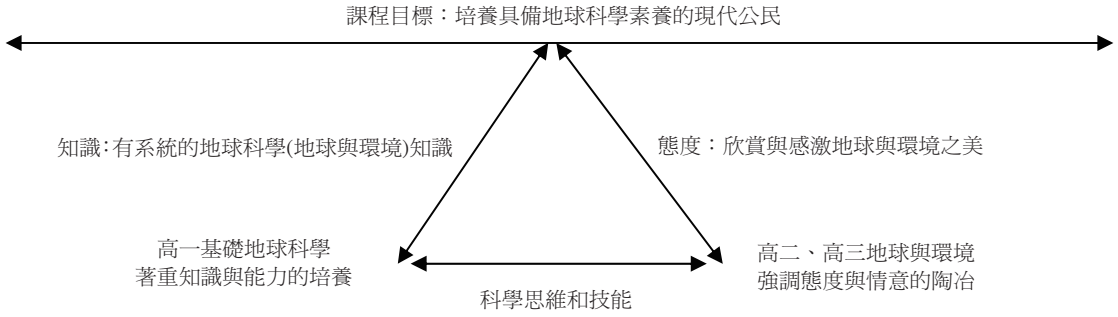

圖2：95暫綱地球科學課程設計理念(修改自陳泰然等，2003)

四、在分科教學架構下，將地球科學概念融入其他科學課程

美國提出地球系統科學課程時，原先的設計理念爲：「科學指人類了解地球與太空環境的過程，所有科學教學應始於地球系統(氣圈、水圈、岩石圈、生物圈)的某些面向，進而擴及整個宇宙。」(NRC, 1996)但我國因分科教學的設計，95暫綱以「內部統整」的角度而言雖然屬於地球系統科學課程，但以橫向統整的角度仍無法達到上述「以地球系統統整高中科學教育」的理念。未來課程綱要修正時若能強化各學科間橫向溝通機制，可嘗試將地球系統概念融入物理、化學、生物三科，或者增列「地球系統」爲第十一項重大議題，成爲我國獨特「具有分科教學架構的地球系統科學課程」。

五、自然地理學與地球科學的定位應加以區分

地理學是「研究地表現象的科學」，自然地理學的主要內容，在解釋地球表面自然事物的自然特徵。地理學具有地球科學的傳統，是與地球科學有密切相關的科學，但兩者並不完全相等。目前地理課程中與地球科學重覆出現較多的部分，集中在高三「選修應用地理」，且重覆內容以災害防治及全球暖化等新興主題爲主。建議未來地理課程可以以「高一基礎地球科學」爲基礎，應用地球科學知識學習災害防治及如何因應環境變遷，與「選修應用地理」的課程名稱相互呼應。

大陸普通高中地球科學並未單獨設科，而是包含在地理課程中。差別在於大陸將地理視爲一門橫跨自然科學與社會科學類的學科，地理的教學目標包括「獲得地球和宇宙環境的基礎知識」(林明良，2005)。臺灣則將地理視爲社會學科，雖然與地球科學相關聯，但並不完全相同。未來對於自然地理及地球科學，亦可考慮對於相同主題，分別以社會科學或自然科學的角度，在地理及地球科學二個不同的學科中進行論述。

參考文獻

1. 林明良(2005)。中國大陸《普通高中地理課程標準(實驗)》中的地球科學與臺灣《普通高中基礎地球科學課程綱要(暫行)》的比較。**數學與科學教育電子期刊**，**94**(4)。2010年10月28日，取自http://140.127.36.251/e-journal/e-journal-94-4.htm
2. 洪秀雄(1979a)。談高中地球科學教育——兼評現行地球科學教科書。**科學月刊**，**10**(4)，12-14。
3. 洪秀雄(1979b)。對高中地球科學教育的期望。**科學月刊**，**10**(5)，11-12。
4. 洪秀雄(1979c)。再談高中地球科學教育。**科學月刊**，**10**(6)，72-73。
5. 洪逸文、許瑛玿(2006)。「地球系統科學」：「地球系統」概念的實踐。**科學教育月刊**，**289**，2-15。
6. 張石角(1979)。「談高中地球科學教育」讀後。**科學月刊**，**10**(5)，67-69。
7. 張長義、姜善鑫(1988)。地理學與地球科學。**科學月刊**，**19**(5)，341-343。
8. 張凱翔(2010)。**普通高級中學地球系統科學課程整合問題探討**。國立臺灣海洋大學應用地球科學研究所碩士論文，未出版，基隆市。
9. 教育部(1971)。**高級中學課程標準**。臺北市：正中書局。
10. 教育部(1983)。**高級中學課程標準**。臺北市：正中書局。

11. 教育部(1995)。**高級中學課程標準**。2010年10月28日，取自http://www.edu.tw/high-school/content.aspx?site_content_sn=8405
12. 教育部(2005)。**普通高級中學課程暫行綱要**。臺北市：教育部。
13. 教育部(2008)。**普通高級中學課程綱要**。2010年10月28日，取自http://www.edu.tw/HIGH-SCHOOL/content.aspx?site_content_sn=20674
14. 教育部(2010)。**中等學校各任教學科領域群科師資職前教育專門課程科目及學分對照表實施要點**。2010年11月13日，取自http://www.edu.tw/high-school/content.aspx?site_content_sn=8449
15. 陳泰然、范光龍、羅清華、張俊彥、李通藝、傅學海等(2003)。**普通高級中學地球與環境課程綱要草案**。2010年10月28日，取自http://earth.fg.tp.edu.tw/discuss/new/
16. 賴麗琴、張俊彥(2000)。美國地球系統科學社區化課程發展計畫評介。**科學教育月刊**，**232**，61-67。
17. National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.

科學教育學刊
2010, 第十八卷第六期, 563-573

Chinese Journal of Science Education
2010, 18(6), 563-573

A Study of an Earth System Science Curriculum by Subject Teaching using the *Provisional Guidelines for Ordinary High School Curriculum* of 2005

Kai-Hsiang Chang and Eason Hong

Institute of Applied Geosciences, National Taiwan Ocean University

Abstract

In this research, a science of earth systems perspective is used to analyze the sequential senior high school curriculum guidelines for earth science. The intra-subject integration and inter-subject integration are studied to evaluate the application of the *Provisional Guidelines for Ordinary High School Curriculum* of 2005. Based on their curriculum guidelines, the *Standards for Senior High School Curriculum* of 1971, 1983 and 1995 are traditional earth science curricula. On the other hand, the *Provisional Guidelines for Ordinary High School Curriculum* of 2005 and *Guidelines for Standard Senior High School Curriculum* of 2008 represent earth system science curricula. In addition, the percentage of across-system teaching hours is increased from 20% to 60% between these two curricula. As revealed by an analysis of the textbooks, the concept of an integration-emphasized earth system science makes it difficult to integrate different system materials. While it is integrated by chapters, each system is still kept independent within sections. Therefore, the teaching hours implied by an across-system text is only half of the hours implied by curriculum guidelines.

Key words: Intra-subject Integration, Earth System Science Curriculum, Inter-subject Integration