

拾貳、美國高中地球科學

曲建華

一、導 論

地球科學（簡稱地科）所討論的現象不僅廣博而且煩雜，凡是和地球有關的現象，上至天文及氣象，下到海洋和地質，小到物質的分子，大到太陽系，慢到大陸漂移，快到電磁波動，加上這些上下、大小、快慢之間各尺度的現象的交互影響，都涵蓋在地科的領域裡。地科的發展史佔人類文明史中重要的地位。地球的知識對人類的活動，舉凡思考、經濟、戰爭、存活等的影響將隨著科技的進展更加重要。所以將地科納入現代人的通識教育是合理而且必需的。

欲將如此廣雜的地球知識體系介紹給中學生，並希望引起他們的興趣是一件極具挑戰性的工作。此時教科書之取材和呈現方式往往決定了這項艱巨工作成敗之泰半。本文在介紹一本美國加州的一所公立中學所使用的地科教科書內容和教師版教科書的特色；然而此教科書為目前美國地科教科書中的最新版本，其編排方式和呈現方式實在令人感到耳目一新。比較教師用教科書與其他出版社出版的教師用教科書之後，發現並沒有太大的特色差異，因此，本文擬著重在介紹此一新版教科書內容和呈現方式，希望此教科書的特色能作為台灣地科教材發展之借鏡。本文中的各學科術語之英漢翻譯參考詞典均錄於參考資料中。

二、課程概要

(一)教科書介紹：

- 1.書名：地球科學（Earth Science）
- 2.主要作者：Nancy E. Spaulding（地球科學教師，Elmira Free Academy, Elmira, NY）

Samuel N. Namowitz (校長和地球科學教師，Charles Erans Hughes High School, New York, NY)

主要作者二位，特別作者四位，文章顧問六位。

3.出版年份：西元1994年

4.出版者／地：D.C. Heath and Company, Lexington, Massachusetts
美國

5.出版語文：美式英文

6.總頁數：684頁

7.教科書計畫小組：編輯一人，總編一人，編輯的進度四人，設計總管一人，設計員一人，協製一人，寫作助理一人，實驗活動安全顧問一人，可讀性品質管理一人，試用教師七人，封面設計一人，共廿人次。

(二)教科書目次

本教材已由美國加州的一所公立高中（即 Seaside High School, Monterey Unified School District, 加州）的地球科學教師們決定為其地科的主要教材。學生對象是以九到十二年級（即台灣現行學制的初三到高三年級）為主。而就內容範圍而言，與我國高一基礎地球科學最接近，本書共分七大單元，含蓋地質、天文、海洋、和氣象四科，內分卅四章，每章包括二到五節不等。現將其目次詳譯如下：

第一單元 一個充滿了活力的地球的結構

第一章 地球科學概論

1.地球科學的範疇

第一主題 地球科學所包含的學科

第二主題 今日地質學者的工作

第三主題 天文學者的工作

第四主題 氣象學者的工作

第五主題 海洋學者的工作

主題討論

2.地球的起源

第六主題 地球科學的起源：太陽系

第七主題 原行星假說

第八主題 海洋的起源

第九主題 大氣的起源

第十主題 由地表到地心的結構

第十一主題 大陸的成因

主題討論

科技報導—介紹氣象學者LeMone博士

活動—資料的收集和解釋

複習—摘要，術語表，複習，解釋和應用，練習思考

第二章 地球的形狀、體積和內部熱能

1.地球的形狀和大小

第一主題 地是圓球形

第二主題 地球不是一個完美的圓球

第三主題 測量地球的圓周

第四主題 地球的體積

2.地球的密度和溫度

第五主題 地球的密度

第六主題 地表以下的溫度

第七主題 什麼東西使得地殼變熱

主題討論

科技報導—科學研究

活動—地球圓周測量

複習—摘要，術語表，複習，解釋和應用，練習思考

第三章 由原子到礦物

1.物質的原子結構

第一主題 地球的物質

第二主題 元素和原子

第三主題 原子模式

第四主題 原子結構的例子

第五主題 原子數和質量數

第六主題 同位素

第七主題 複和物

主題討論

2.礦物的化學成份

第八主題 什麼是礦物？

第九主題 礦物是元素還是複和物

第十主題 礦物中的離子鍵

第十一主題 礦物中的共價鍵

第十二主題 礦物的形成

主題討論

3.礦物的結構

第十三主題 有結晶線結構的礦物

第十四主題 矽化物

第十五主題 晶體和其物理性

主題討論

科技報導—石棉和人體健康

活動—晶體的成長

複習—摘要，術語表，複習，解釋和應用，練習思考

第四章 認識礦物的方法

1.礦物鑑別術

第一主題 造岩礦物

第二主題 外觀鑑別法

第三主題 簡易測試鑑別法

第四主題 比重鑑別法

第五主題 酸性反應測試法

第六主題 礦物的特性

主題討論

2. 造岩礦物的描述

第七主題 由矽氧四面體所形成的
矽酸鹽礦物群

第八主題 碳酸鹽礦物：方解石和
白雲石

第九主題 鐵的氧化物和硫化物
主題討論

科技報導—介紹地質學者 Kittleman
博士

活動—礦物鑑別法

複習—摘要，術語表，複習，解釋和
應用，練習思考

第五章 岩石的形成

1. 火成岩

第一主題 火成岩過程的均勻性

第二主題 三大類岩石

第三主題 火成岩的識別

第四主題 火山岩漿的種類

第五主題 火成岩的組織

第六主題 斑狀組織

第七主題 火成岩科

第八主題 一般火成岩的描述方法

主題討論

2. 沈積岩

第九主題 沈積物的種類

第十主題 碎屑沈積岩的成因

第十一主題 沈積物的淘選作用

第十二主題 礫岩，沙岩，和頁岩

第十三主題 由化學過程所形成的
沈積岩

第十四主題 由有機物所形成的沈
積岩

第十五主題 沈積岩的特徵是層理

第十六主題 沈積岩中的化石

第十七主題 波浪和乾裂

第十八主題 團塊，結核，晶球

主題討論

3. 變質岩

第十九主題 變質岩定義

第二十主題 區域性變質作用

第二十一主題 頁岩的變質作用

第二十二主題 接觸變質作用

第二十三主題 岩石循環

主題討論

科技報導—露天開礦術

活動—用岩石薄片來判斷岩石特徵

複習—摘要，術語表，複習，解釋和
應用，練習思考

第六章 資源和我們的環境

1. 環境資源的再生

第一主題 再生資源和不再生資源
的比較

第二主題 空氣

第三主題 空氣的污染問題

第四主題 土地和土壤

第五主題 土地和土壤使用的問題

- 第六主題 水
 第七主題 水的污染問題
 主題討論
2. 不再生的資源：金屬和非金屬類
- 第八主題 礦物和礦石
 第九主題 礦物的可採性
 第十主題 重要的非金屬礦物
 主題討論
3. 不再生的能源
- 第十一主題 能源的使用
 第十二主題 化石燃料：煤
 第十三主題 化石燃料：汽油和天然氣
 第十四主題 其他的化石燃料和汽油—酒精混合燃料
 第十五主題 鈾
 第十六主題 節約能源
 主題討論
4. 其他的能源
- 第十七主題 再生的能源
 第十八主題 水力
 第十九主題 風力
 第二十主題 太陽能
 第二十一主題 地熱能
 主題討論
5. 環境裡的問題及解決之道
- 第二十二主題 酸雨
 第二十三主題 有毒的垃圾
 第二十四主題 輻射垃圾的處理
 第二十五主題 對再生能源的節約
- 主題討論
 科技報導—節約資源和垃圾回收
 活動一對固態和液態空氣污染物的測計
 複習—摘要，術語表，複習，解釋和應用，練習思考
- 第七章 地圖的使用
1. 地圖投影，位置，比例尺度
- 第一主題 準確的地圖投影的製作
 第二主題 緯線：南北的距離
 第三主題 經線：東西的距離
 第四主題 大圓
 第五主題 圖的比例尺度
 主題討論
2. 地形圖的繪製
- 第六主題 高度的標示—等高線
 第七主題 窪地表示法
 第八主題 基準標高，定點高度
 第九主題 美國地質調查圖
 主題討論
3. 地形圖的研判
- 第十主題 等高線圖的研判
 第十一主題 等高線圖上的地貌
 第十二主題 平均斜度
 第十三主題 由等高線圖看高度剖面
 主題討論
4. 現代的製圖術
- 第十四主題 遙測

第十五主題 電腦影像處理
第十六主題 電腦製圖和影像的使
用

主題討論

科技報導—簡介製圖學者Neff女士

活動—經緯度的解說

地形圖判讀

複習—摘要，術語表，複習，解釋和
應用，練習思考

第二單元：侵襲地表的一些力量

第八章 風化，土壤和塊體移動

1.風化作用

- 第一主題 風化和侵蝕
 - 第二主題 風化作用的分類
 - 第三主題 機械風化作用的分類
 - 第四主題 化學風化作用
 - 第五主題 那些礦物和豈石最能抗
風化作用？
 - 第六主題 風化的快慢
- 主題討論

2.土壤，塊體移動，和水土保持

- 第七主題 土壤是風化作用的結果
 - 第八主題 成熟土壤的剖面
 - 第九主題 土壤的種類和氣候
 - 第十主題 塊體移動
 - 第十一主題 水土保持
- 主題討論

科技報導—酸雨的風化作用

活動—溫度對化學風化作用的影響

複習—摘要，術語表，複習，解釋和
應用，練習思考

第九章 地下的水流動

1.淡水及其收支

- 第一主題 全世界的水
 - 第二主題 水循環
 - 第三主題 水的收支
 - 第四主題 水收支圖
- 主題討論

2.地下水

- 第五主題 岩石能含水嗎？
 - 第六主題 岩石能透水嗎？
 - 第七主題 地下水面的形成
 - 第八主題 地下水面的深度及利用
 - 第九主題 普通的水井和泉水
 - 第十主題 自流水層
 - 第十一主題 自流井
 - 第十二主題 節約用地下水
- 主題討論

3.地下水的特性

- 第十三主題 地下水多是涼的
 - 第十四主題 溫泉，間歇噴泉，和
噴氣孔
 - 第十五主題 地下水所含的礦物
 - 第十六主題 礦泉
- 主題討論

4.岩洞和礦床

- 第十七主題 岩洞的成因
- 第十八主題 喀斯特地形

第十九主題 地下水形成的礦床

主題討論

科技報導—地下水污染

活動—水收支的解釋方法

複習—摘要，術語表，複習，解釋和應用，練習思考

第十章 河流

1. 河流侵蝕和搬運

第一主題 河流及其伴隨的能量

第二主題 河流沖蝕底岩

第三主題 河水帶走風化後的岩石

第四主題 河水挾帶的力量及載運能力

主題討論

2. 河谷

第五主題 V字型谷和峽谷

第六主題 侵蝕基面：谷的加寬過程

第七主題 谷的加長

第八主題 分水嶺和流域盆地

第九主題 河流襲奪

第十主題 水口和風口

主題討論

3. 瀑布和河流的沈積物

第十一主題 小水洞和瀑布池

第十二主題 瀑布及其後退

第十三主題 河曲和牛軛湖

第十四主題 河水可累積沈積物

第十五主題 三角洲和沖積扇

主題討論

4. 氾濫平原和洪水

第十六主題 氾濫平原上的沈積物

第十七主題 河流氾濫的主因

第十八主題 河流氾濫的次因

第十九主題 防洪

主題討論

科技報導—簡介水質化學學者

Duncan女士

活動—用地圖來看河的分水嶺和河流系統

複習—摘要，術語表，複習，解釋和應用，練習思考

第十一章 冰河

1. 冰河的分類

第一主題 怪異大石頭的困惑

第二主題 何謂冰河

第三主題 雪線

第四主題 冰河的誕生

第五主題 山谷冰川的發生地

第六主題 大陸冰河的發生地

主題討論

2. 冰河的移動

第七主題 冰河移動的方式

第八主題 冰河能移動多遠

第九主題 冰河能移送鬆動的岩石

第十主題 冰河經過一地之證據

第十一主題 冰河谷地的研判

第十二主題 大陸冰河的作用

主題討論

3.冰河的沈積作用

第十三主題 沈積的發生

第十四主題 冰河遺留的冰積丘地形

第十五主題 冰河遺留的鼓丘地形

第十六主題 冰川沈積平原和蛇形丘地形

第十七主題 冰積阜，鍋穴，和三角洲地形

第十八主題 冰河形成的湖泊
主題討論

4.冰期

第十九主題 冰期的成因

第二十主題 證據

第二十一主題 冰期氣候的成因
主題討論

科技報導—冰河和全球暖化

活動—冰河反彈作用

複習—摘要，術語表，複習，解釋和應用，練習思考

第十二章 風；海波和浪的作用

1.由風所引起的改變（風之營力）

第一主題 風挾帶著岩石物質

第二主題 風挾帶沈積物的磨蝕作用

第三主題 風的偏向：一種侵蝕作用

第四主題 黃土

第五主題 沙丘的組成和分類

第六主題 沙丘的移動

主題討論

2.海波

第七主題 風和浪波

第八主題 水波的特徵

第九主題 波浪的來源

第十主題 沿岸海流

主題討論

3.海岸景觀

第十一主題 海浪能侵蝕岩石物質

第十二主題 接連陸地和不接連陸地的沙洲

第十三主題 沙灘的物質

第十四主題 海岸的種類

第十五主題 珊瑚，珊瑚礁和珊瑚環礁

主題討論

科技報導—沙灘的侵蝕

活動—沙灘的侵蝕和沈積

複習—摘要，術語表，複習，解釋和應用，練習思考

第三單元 使地表上升的力

第十三章 板塊動力構造學說

1.板塊動力構造學說的定義

第一主題 蓋滿全球的移動的板塊

第二主題 板塊的厚度

第三主題 板塊移動之因

主題討論

2.板塊動力構造學說的證據

- 第四主題 非洲和南美洲
- 第五主題 地震和火山
- 第六主題 地磁
- 第七主題 岩層中的熱流量和海底的高度

主題討論

3.板塊界面的種類

- 第八主題 擴散界面
- 第九主題 滑動界面
- 第十主題 聚合界面
- 第十一主題 由聚合而隱沒的界面

主題討論

4.大陸的成長和板塊構造學說

- 第十二主題 古陸
- 第十三主題 大陸成長的物質來源
- 第十四主題 較薄岩層的逆衝作用所形成的大陸成長—美國之南阿帕拉釐山脈
- 第十五主題 岩體的成長—西北美洲

主題討論

科技報導—用震波層析成像法看地球的內部

活動—對流實驗

複習—摘要，術語表，複習，解釋和應用，練習思考

第十四章 火山作用和板塊動力構造

學說

1.火山作用行流出的岩漿

- 第一主題 岩漿
- 第二主題 岩漿中的氣體
- 第三主題 熔岩
- 第四主題 熔岩所形成的大小硬塊物

主題討論

2.火山噴發的種類

- 第五主題 裂縫噴發
- 第六主題 隱沒邊界的噴發
- 第七主題 熱點

主題討論

3.火山噴發實例

- 第八主題 Eldfell火山（1973年）
- 第九主題 St. Helens火山（1980年）
- 第十主題 Kilauea火山（年年噴）
- 第十一主題 其他名火山
- 第十二主題 外星火山

主題討論

4.深成岩的活動

- 第十三主題 深成岩體和火山作用
- 第十四主題 岩脈，岩床，岩丘和岩頸
- 第十五主題 岩基和地上小岩基露頭

主題討論

科技報導—火山的監視

活動—火山作用的型式
複習—摘要，術語表，複習，解釋和
應用，練習思考

Andreas斷層的地震

第十六主題 1811和1812年美密蘇里州 New Madrid 大地震

第十五章 地震和板塊動力構造學說

1.切應力會造成地震

第一主題 地震的定義
第二主題 地震的成因
第三主題 地震發生的深度
第四主題 地震波的種類
主題討論

主題討論

科技報導—介紹地震學者Person博士

活動—隱沒邊界和地震

複習—摘要，術語表，複習，解釋和
應用，練習思考

2.地震的定位

第五主題 自計地震儀
第六主題 由震央定距法
第七主題 震央定位法
主題討論

第十六章 山脈和板塊動力構造學說

1.碰撞造山

第一主題 主動和被動的大陸邊緣
第二主題 海和陸的碰撞
第三主題 陸和陸的碰撞
主題討論

3.地震的測計

第八主題 地震的強弱
第九主題 地震災害
第十主題 地震的危險性和預測
主題討論

2.碰撞成山的特徵

第四主題 斷層
第五主題 摺曲
第六主題 火山活動
主題討論

4.地層內的地震波動

第十一主題 壓縮波和剪力波
第十二主題 地殼和地函的界面
第十三主題 波動死角帶（陰影帶）
主題討論

3.造山運動的證據

第七主題 地層上升作用
第八主題 層理的垂直傾斜
第九主題 層理的倒轉
主題討論

5.地震實例

第十四主題 1964年Alaska地震
第十五主題 沿美加洲San

4.其他動力構造的徵候

第十主題 節理

第十一主題 圓型山

主題討論

科技報導—板塊移動追蹤法

活動—山和板塊間的界面

複習—摘要，術語表，複習，解釋和
應用，練習思考

第四單元 海洋

第十七章 海水的性質

1.地球—唯一有水的行星

第一主題 世界上的海洋

第二主題 海洋學小史

第三主題 對海洋的研究方式

主題討論

2.海水含鹽量

第四主題 鹽量（鹽性度）

第五主題 含鹽量的測計

第六主題 海水的成份

第七主題 海水裡的礦藏

主題討論

3.大洋的溫度

第八主題 洋的升溫

第九主題 混合層

第十主題 混合層下的溫度

主題討論

4.海洋生物

第十一主題 日光和海洋生物

第十二主題 氧氣和海洋生物

第十三主題 海底的氣口

主題討論

科技報導—介紹海洋化學學者

Takahashi博士

活動—解釋鹽性度的垂直分佈

複習—摘要，術語表，複習，解釋和
應用，練習思考

第十八章 海底及其沈積物

1.海底的研究方式

第一主題 使用回聲測深和衛星方
法

第二主題 沈積物取樣法

第三主題 直接觀測法

主題討論

2.大陸的邊緣地帶

第四主題 大陸棚（陸棚）

第五主題 大陸棚外斜坡（陸坡）

第六主題 海底峽谷的成因

第七主題 陸棚斜地外的沈積區（
大陸緣積）

主題討論

3.海洋盆地

第八主題 深海平原

第九主題 深海丘

第十主題 海底山，海桌山，和珊
瑚環礁

第十一主題 海溝

第十二主題 中洋脊

第十三主題 破裂帶

主題討論

4.洋底沈積物

第十四主題 軟泥

第十五主題 泥漿和黏土

第十六主題 濁流岩

第十七主題 自生沈積物

主題討論

科技教導—在熱水中取樣的機器人

Alvin

活動—洋底地形

洋底等高線圖

複習—摘要，術語表，複習，解釋和
應用，練習思考

第十九章 洋流

1. 洋面流

第一主題 洋流

第二主題 洋流和風

第三主題 暖洋流

第四主題 灣流

第五主題 冷洋流

第六主題 逆流

主題討論

2. 洋面以下的洋流

第七主題 重流

第八主題 洋面蒸發引起的重流

第九主題 由極地的冷水形成的重
流

第十主題 上湧作用

主題討論

科技報導—紅色潮汐，綠色死亡

活動—世界洋流的分佈

複習—摘要，術語表，複習，解釋和
應用，練習思考

第五單元 地球和宇宙

第廿章 宇宙的研究

1. 光學望遠鏡

第一主題 望遠鏡的功用

第二主題 望遠鏡和圓頂建築物

第三主題 折射望遠鏡

第四主題 反射望遠鏡

第五主題 反面鏡反射望遠鏡

第六主題 其他光學望遠鏡

第七主題 使影相更清晰的設備

主題討論

2. 不可見光的能量的研究

第八主題 電磁波譜

第九主題 無線電天文學

第十主題 無線電望遠鏡

第十一主題 無線電望遠鏡陣列
(列陣)

第十二主題 使用其他波段的望遠
鏡

主題討論

3. 可見光詳論

第十三主題 分光鏡

第十四主題 可見光譜的分類

第十五主題 光譜中的暗帶和太陽
系

第十六主題 移相效應 (Doppler
Effect)

主題討論

科技報導—介紹天文學者Wolff博士

活動—自製簡易的分光鏡

複習—摘要，術語表，複習，解釋和應用，練習思考

第廿一章 恆星和銀河系

1. 恆星及其特性

第一主題 星座

第二主題 星座的季節性變化

第三主題 星的距離

第四主題 恆星的物理性質

第五主題 恆星的化學元素

第六主題 恆星的亮度

主題討論

2. 恆星的種類

第七主題 巨星，超巨星，和矮星

第八主題 變星

第九主題 脈衝星

主題討論

3. 恆星的形成

第十主題 恆星的起源

第十一主題 紅巨星的形成

第十二主題 白矮星的形成

第十三主題 超新星

第十四主題 中子星和黑洞

主題討論

4. 銀河系和宇宙

第十五主題 銀河系的位置

第十六主題 銀河系的種類

第十七主題 類星體

第十八主題 宇宙起源

主題討論

科技報導—天文觀測時的背景光污染

活動—星座和季節（星圖的使用）

複習—摘要，術語表，複習，解釋和應用，練習思考

第廿二章 太陽及其太陽系

1. 太陽

第一主題 太陽的研究

第二主題 太陽的特性

第三主題 太陽的大氣

第四主題 太陽黑子

第五主題 太陽風及磁暴

第六主題 太陽的能量的成因

主題討論

2. 觀測太陽系

第七主題 太陽系

第八主題 行星和恆星

第九主題 太陽系樣式

主題討論

3. 太陽系內的運動

第十主題 Tycho先生觀天的貢獻

第十一主題 Kepler先生及其行星運行的定律

第十二主題 Galileo先生和望遠鏡

第十三主題 Newton先生和萬有引力定律

主題討論

科技報導—負有觀測太陽任務的人造
衛星

活動—交食和偏心率

複習—摘要，術語表，複習，解釋和
應用，練習思考

第廿三章 行星和太陽系

1.內行星（小行星帶內）

第一主題 兩類行星

第二主題 水星

第三主題 金星

第四主題 昏星和晨星

第五主題 火星

主題討論

2.外行星

第六主題 類木行星

第七主題 木星

第八主題 土星

第九主題 天王星

第十主題 海王星和冥王星

主題討論

3.行星的衛星

第十一主題 地球和火星的衛星

第十二主題 木星的衛星

第十三主題 土星的衛星

第十四主題 天王星的衛星

第十五主題 海王星和冥王星的衛
星

主題討論

4.慧星，小行星，和流星體

第十六主題 慧星

第十七主題 小行星

第十八主題 流星和流星體

第十九主題 隕石

第廿主題 隕石坑

主題討論

科技教導—火衛：是一個行將就木的
衛星

活動—太陽系的時空尺度

複習—摘要，術語表，複習，解釋和
應用，練習思考

第廿四章 地球的月球

1.月球探測

第一主題 到了月球

第二主題 首次到月球的太空船

第三主題 水星和雙子星太空計劃

第四主題 太陽神太空計劃

第五主題 太空梭

主題討論

2.月球的性質及歷史

第六主題 月球的性質

第七主題 月球的前後兩面

第八主題 月球的來源和歷史

第九主題 月球的岩石：月史之證
據

主題討論

3.月球表面的景觀

第十主題 月表平圓盆地

第十一主題 月表高地

第十二主題 月表環形山和輻射紋

第十三主題 月球的土壤

主題討論

4.月球的運動的月相

第十四主題 月的軌道

第十五主題 月出和月沒

第十六主題 月相

第十七主題 月球的月份

第十八主題 月食

第十九主題 日食

主題討論

5.日，月和潮汐

第廿主題 月和潮汐

第廿一主題 潮汐的升降

第廿二主題 大潮和小潮

第廿三主題 海洋盆地，海岸線和
潮汐落差

主題討論

科技報導－介紹月球地質學者Mosie
女士

活動一日，月和季節的天文定義

複習－摘要，術語表，複習，解釋和
應用，練習思考

第廿五章 地球的運動

1.地球的自轉

第一主題 自轉軸

第二主題 自轉的證據

第三主題 自轉的作用

第四主題 自轉速率

主題討論

2.時間的度量和地球的自轉

第五主題 太陽時

第六主題 標準時

第七主題 日光節約時

第八主題 國際換日線

主題討論

3.地球的公轉

第九主題 公轉的證據

第十主題 公轉的路程和轉速率

第十一主題 公轉的作用

主題討論

4.地球上的季節

第十二主題 北半球的夏季

第十三主題 北半球的冬季

第十四主題 二分點

第十五主題 太陽和天空圓頂模式

第十六主題 總結：季節的成因

主題討論

科技報導－太空中的垃圾

活動－太陽的視半徑

複習－摘要，術語表，複習，解釋和
應用，練習思考

第六單元 氣象

第廿六章 天氣和地球的大氣

1.大氣的成份和結構

第一主題 天氣的定義

第二主題 天氣的觀測

第三主題 大氣的成份

- 第四主題 水汽，臭氧和灰塵
 第五主題 大氣的垂直結構
 第六主題 游離層
 主題討論
- 2.大氣的加熱作用
- 第七主題 熱能移動的方式
 第八主題 地球和大氣系統的熱能平衡
 第九主題 吸收作用和溫室效應
 主題討論
- 3.氣溫變化的原因和情形
- 第十主題 氣溫隨高度而降
 第十一主題 逆溫層
 第十二主題 季節和陽光
 第十三主題 一天中的最高溫和最低溫的時間
 第十四主題 一年中的最暖和最冷的月份
 第十五主題 海陸的加熱
 主題討論
- 4.氣溫的測計
- 第十六主題 氣溫和溫度計
 第十七主題 溫度計的刻度
 第十八主題 等溫線
 第十九主題 等溫線的時空變化
 主題討論
- 科技報導—1991灣區戰爭時的油田大火
 活動—逆溫現象
 複習—摘要，術語表，複習，解釋和

應用，練習思考

第廿七章 蒸發，凝結，和降水

1.蒸發和濕度

- 第一主題 純水的三態
 第二主題 蒸發
 第三主題 比濕和氣塊的含水量
 第四主題 相對濕度
 第五主題 相對濕度表
 主題討論

2.凝結的形式

- 第六主題 凝結和露點
 第七主題 凝結的先決條件是冷卻和凝結核
 第八主題 露和霜是由接觸傳導冷卻而來
 第九主題 霧是由輻射和平移冷卻而來
 主題討論

3.雲

- 第十主題 雲的來歷
 第十一主題 雲的名稱和意義
 第十二主題 乾和濕絕熱時的溫度垂直遞減率
 第十三主題 垂直發展的雲
 第十四主題 積雲和積雨雲
 第十五主題 層雲
 主題討論

4.降水

- 第十六主題 雨滴的成因

- 第十七主題 降水的類型
- 第十八主題 降水的測計
- 第十九主題 降水的空間分佈
- 第廿主題 不宜降水的地方
- 第廿一主題 改造天氣
- 第廿二主題 酸性雲和雨
- 主題討論

科技報導—熱帶雨林和全球環境

活動—露點和相對濕度

複習—摘要，術語表，複習，解釋和應用，練習思考

第廿八章 大氣的壓力和風

1. 氣壓

- 第一主題 氣壓的定義
- 第二主題 氣壓的測計
- 第三主題 氣壓的物理單位
- 第四主題 改變氣壓的原因
- 第五主題 高壓，低壓和氣壓梯度
- 主題討論

2. 風

- 第六主題 風的成因
- 第七主題 局部風
- 第八主題 地轉效應
- 第九主題 地轉對風的效應
- 第十主題 風的測計
- 主題討論

3. 全球風場分佈的原因

- 第十一主題 若地球不自轉時的風場分佈

- 第十二主題 南北向風的環流
- 第十三主題 氣壓帶狀分佈和風
- 第十四主題 風和氣壓帶中的天氣
- 主題討論

4. 風和風的時空變化

- 第十五主題 大陸的效應
- 第十六主題 季風
- 第十七主題 噴流
- 主題討論

科技報導—介紹颱風氣象學者Sheets博士

活動—天氣資料的記錄和相關計算

複習—摘要，術語表，複習，解釋和應用，練習思考

第廿九章 氣團和鋒面

1. 氣團

- 第一主題 氣團的成因
- 第二主題 氣團的種類，源地和路徑
- 第三主題 氣團中伴隨的天氣
- 第四主題 氣團中天空狀況
- 第五主題 氣團的觀測
- 主題討論

2. 鋒面和低氣壓的形成

- 第六主題 鋒面的定義
- 第七主題 鋒面的種類
- 第八主題 中緯低壓的成因
- 主題討論

3. 高，低壓和鋒面所伴隨的天氣

第九主題 低壓所伴隨的風和天氣
第十主題 暖鋒型天氣
第十一主題 冷鋒型天氣
第十二主題 高壓所伴隨的天氣
主題討論
科技報導—由於大氣的複雜而限制了
有效預報的最長期限
活動—蒸發和感覺溫度因子
複習—摘要，術語表，複習，解釋和
應用，練習思考

第卅章 風暴和天氣預測

1.雷雨和龍捲風

第一主題 雷雨的成因
第二主題 雷電
第三主題 閃電的危險和防護
第四主題 龍捲風
第五主題 劇烈天氣的監視和預警
作業
主題討論

2.氣旋式風暴

第六主題 颱風
第七主題 熱帶風暴的成因及運行
第八主題 颱風的定名和預報
第九主題 冬季的風暴
主題討論

3.預報作業和天氣圖

第十主題 美國的天氣預報簡介
第十一主題 用電腦來作預報工作
第十二主題 預報作業所用的衛星

和雷達資料

第十三主題 地面天氣圖繪製
第十四主題 天氣符號和使用方法
主題討論

科技報導—介紹氣象學者 Anderson
博士

活動—天氣圖的看法

劇烈天氣的預報方法

複習—摘要，術語表，複習，解釋和
應用，練習思考

第卅一章 氣候及其變化

1.氣候和控制氣候的因素

第一主題 氣候的定義
第二主題 氣候變化
第三主題 控制氣候的因素
主題討論

2.控制氣溫的因素

第四主題 氣溫隨緯度而變
第五主題 氣溫隨高度而變
第六主題 海陸分佈和氣溫
第七主題 氣溫和盛行風
第八主題 氣溫和地形
第九主題 氣溫和海流
主題討論

3.控制雨量的因素

第十主題 緯度，盛行風和雨量
第十一主題 山脈和雨量
第十二主題 離海遠近也影響雨量
第十三主題 海流和霧

主題討論

4.氣候變化

第十四主題 氣候變化的原因

第十五主題 全球變冷的原因

第十六主題 全球變暖的原因

第十七主題 氣候變暖說

主題討論

科技報導—近赤道太平洋海溫的監視

活動—世界氣候

複習—摘要，術語表，複習，解釋和
應用，練習思考

第七單元 地球的歷史

第卅二章 岩石所記載的資訊

1.岩石記錄的讀法

第一主題 岩石能顯示時間

第二主題 相對時序來推算年齡

第三主題 地質的時期表(時間軸)

主題討論

2.化石所記載的資訊

第四主題 化石的成因

第五主題 化石可當作演化的證據

第六主題 標準化石和指示層

第七主題 岩石的相關性

第八主題 化石的其他用途

主題討論

3.絕對時間的測計

第九主題 樹輪

第十主題 季候泥

第十一主題 放射元素和絕對時間

第十二主題 半衰期

第十三主題 放射性碳定年法

第十四主題 其他放射性方法的使
用

主題討論

科技報導—介紹放射性碳學者Rubin
博士

活動—地質史解釋法

複習—摘要，術語表，複習，解釋和
應用，練習思考

第卅三章 由前寒武紀到古生代

1.前寒武紀

第一主題 前寒武紀的定義

第二主題 前寒武紀的生命

第三主題 前寒武紀岩石所記載的
資訊

第四主題 前寒武紀時的礦

主題討論

2.古生代

第五主題 古生代簡介

第六主題 寒武紀

第七主題 奧陶紀

第八主題 志留紀

第九主題 泥盆紀

第十主題 早石炭紀

第十一主題 石炭紀

第十二主題 二疊紀

第十三主題 古生代的結束

主題討論

科技報導—化石作為能源
活動—腕足動物化石的分析方法
複習—摘要，術語表，複習，解釋和
應用，練習思考

第卅四章 由中生代到新生代

1. 中生代

第一主題 中生代的大事記
第二主題 大陸的形成
第三主題 恐龍漸興
第四主題 其他的陸上動物
第五主題 海中的生命
第六主題 陸上植物
第七主題 中生代的結束
主題討論

2. 新生代

第八主題 新生代的大事記
第九主題 新生代的地殼活動
第十主題 哺乳類動物漸興
第十一主題 其他的新生代動物
第十二主題 植物
第十三主題 人類的興起
第十四主題 最近的一萬一千年大
事記

專題討論

科技報導—集體絕種假說

活動—恐龍的大小

複習—摘要，術語表，複習，解釋和
應用，練習思考

附錄甲、一般礦物的特性
元素的週期表
公制和國際單位制
統計圖的作法

附錄乙、地圖舉例

地形圖：Monadocr, NH,
美國

立體判圖：Monadnock,
NH, 美國

地形圖：Harrisburg,
PA, 美國

地質圖：Elaming Groge,
UT, 美國

美國自然地理圖

世界自然地理圖

洋面流圖

七月平均世界盛行風圖

四季的星象圖

連續四天的每日天氣圖

全球氣候區圖

地球資源衛星上看美國的
三藩市區

地形圖上的圖例

術語詞典和使用的頁數

索引

致謝

三、教科書的特徵：

(一)由簡單的統計資料(表一)可看出一些特徵：

- 1.本教科書將地球科學分成四個學科；即地質，天文，海洋和氣象。所佔的篇幅：地質約50%，天文和氣象各約20%，海洋約10%。
- 2.四科的相依性：除第二和第三單元外，四科彼此都有些連貫，雖然此四科都有其獨特的時空尺度現象。例如地質和古地質會受到氣象的風和雨，海洋的海浪和海流，受天文的太陽系引力作用的影響。

表一、單元的頁數和主題

單元	起迄頁數	總頁收(%)	章數(%)	(√:主;○:副)			
				地質	天文	海洋	氣象
第一	1-127	127 (20)	7 (20)	√	○	○	○
第二	128-229	102 (6)	5 (15)	√			
第三	230-305	76 (12)	4 (13)	√			
第四	306-355	50 (8)	3 (9)	○	○	√	○
第五	356-473	118 (18)	6 (17)	○	√	○	○
第六	474-593	120 (18)	6 (17)	○	○	○	√
第七	594-643	50 (8)	3 (9)	√	○	○	○
		643	34				

- 3.科技報導共34篇，分三大類，由表一可知，其重點放在環境資訊報導，其次介紹一些平易近人的科學學者和專家們，第三類則以一些現在的研究工作為題材，作深入淺出的討論。
- 4.活動共計38個，分兩種，由表二可知，實驗性質的活動佔63%，而判圖性質的活動佔37%。判圖和實驗兩者幾乎併重，這是地球科學學習方法的特點之一。

表二、科技報導的統計

科技報導主題	總數 (%)
1.學者專家的介紹	11 (32)
2.現在的研究工作	10 (30)
3.環境的資訊	13 (38)
	34

表三、活動的統計

活動的主題	總數 (%)
1.實驗性質	24 (63)
2.判圓性質	14 (37)
	38

(二)教科書的特色：

- 1.將地球科學明訂為由地質科學，海洋學，天文學，和大氣科學四種學科所組成的一種學科。所以文中地球科學是使用單數名詞，而其他科學則使用複數名詞。如此的提出方法具有地科的內涵是有分有合的意義。
- 2.由書中的七大單元來看，地球科學是一整合性強過分化性的學科。地球科學中的各學科皆重視物理，化學，生物，數學的訓練，而現代地球科學也重視其應用性，例如一地的經濟發展，一國的國防技術等。現代地球科學更強調人和大自然的協調，進而作為進步快速的環境科學的礎石。
- 3.地球科學是一整合性極強的應用科學。其整合性來自對所有其基礎學科的學習，使用，和回饋。其應用性來自對自然環境（包括人類）的來龍和去脈的探討和預估。

- 4.書中每一單元內章節和主題各用自己的序數來表示。初看起來，略有不一致或者包羅萬象的感覺。這種特色是由於地球科學是一個較難也較弱的科學。難是因為時空的尺度涵蓋了分子內力運動到宇宙中所有的現象，而且許多現象循此互相的作用著。弱是因為研討這多尺度的現象所需的工具多來自其他的學科，地球科學工作者難以對每一學科都有精深的知識。因而顧此失彼，自圓其說的理論在地球科學史中時有所聞。也正因此，地科極重視資料和訊息的收集和辨證，對現象的綜觀，對模式，假說，理論的取捨，和資料與理論的相互效驗方法。
- 5.寫作方式是以常識的方式介紹地球科學中的專業化學科。其目的主要在引起初學地球科學者的興趣，例如每章均附以術語表，和討論一些重點的思考等，近則減輕學生的學習壓力，遠則指出許多科學專業的方法。寫作文辭力求用通順的美式英語，使常識的表達更有平鋪直敘之感。因為兩作者全是地球科學教師。
- 6.由複習和活動來看，本教科書強調對問題的和討論，這是培養科學精神於無形的一種方式。

(三)教科書的優點：

- 1.文章的語氣好像出自一人之手，雖然事實上除了兩位著者之外，另有十位科學工作者參與寫作。這表示兩位著者花了許多功夫去作語氣的整合。
- 2.對術語和名詞的解釋以重點和定義為主，字簡而少題外之語。更常巧妙地利用編排技術，例如：484頁，第八主題中之第二段末：This incoming solar radiation is called insolation.
- 3.明訂地球科學包括地質，天文，氣象，和海洋四學門（見第3頁），隨之強調人在各學門中的重要性。這四學門的觀點和李春生（81年）的呼籲是一致的。如此可以減低對地球科學一詞作無謂的爭議。
- 4.圖和表多自製而少引自其他文獻如此可以更加配合正文的需要。圖的實用和華美是難能可貴的。
- 5.美國領土大，地科的本土化目標十分容易達到。
- 6.科技報導中人的介紹方式是用平易近人的文筆，男女各半，有色人種並列。且討論職業機會以吸引讀者。且頗有「舜何人也，予何人也；有為

者即若是。」的含意。

- 7.科技報導中節介一些科學方法論，例如假說和理論之異同（見第23頁），字簡而意深。也簡介一些較新的方法去採取或測計資料，無形中指出資料在地球科學上佔十分重要的地位。這是因為地球科學是不易作實際實驗的一種科學。
- 8.活動除了操作儀器之外，特別強調用即有的數據作圖，或作統計分析，再得結論的步驟。這些是培養好的科學習慣和洞察力的要素。
- 9.對觀測，資料，訊息，已知或特解的題目（或問題），思考歷程，和解釋都作了介紹。前三者是一般科學的通性，後三者是地球科學特殊方法。
- 10.對活動或實驗室的安全特加以強調，並有專人作為顧問，這是難能可貴的。
- 11.除教課書之外，有十一種輔助教材，一併出版，有助於師生之複習及教學方法之效率提昇。

(四)教科書缺點：

- 1.使用物理名詞時，不夠精準。例十六頁之internal heat應為interal heat energy，又如廿九頁之earth's matter應為earth's crust matter.
- 2.對太空科技的報導和介紹（432到436頁）勿略前蘇聯共和國對太空科技之貢獻。此乃「過份」本土化之現象。有時易誤導讀者。
- 3.對較新但缺定論的題目作新聞式的簡介，有時因筆誤而失去原題目的精義。例對大氣可預測度的介紹中（第546頁），似乎指出大氣的混亂是導至不可預測的原因，頗有似是而非之慮。對初學者是有傷害力的。
- 4.在地質中對重力均衡作用隻字未提。自然對陸地地層較厚，海洋地層較薄不能再作討論。退而求其次，只能對岩石圈作出100公里平均厚度的描敘（見234頁），這是在不強調理論架構和學科完整性的假定之下所引發的問題。
- 5.科技名詞的簡介不依國際標準。例如颱風一詞在不同的地方有不同的名稱，國際氣象組織明訂其定義，應一併加入討論（見561—562頁）。另例是日光節約時間（見463頁）之介紹，只言其優點，而不言其缺點，

因為即算在美國，也有數州不使用此日光節約時間。

(五)教師手冊的特色：

- 1.美國的教科書在出版時同時出版了教師用教科書及所有上課所需的輔助教材，包括電腦軟體、試題、投影片等，對教師的教學有很大的助益。
- 2.美國教師用教科書與台灣的教師手冊最大不同處，在於教師用教科書中亦有學生用書的內容，即是一種加註解的教科書，可直接用於上課中；而台灣的教師手冊純粹只是供教師參考用，與上課用書分開。
- 3.美國教師用教科書用不同顏色的字將老師在上課過程可做的提示、發問、復習、解答、加強重點等逐一標示出來，使老師們在上課時不會遺漏或無法達到預期的目標；如此一來就減輕了教師的準備工作。
- 4.教師用教科書已將上課所需的提示和方式都計畫好，對於較沒有教學經驗者是極大的便利。同時也使得採用同一份教材的學生，所受到的訓練相近，不因教師的不同，而有不同的學習。
- 5.本套教材的影片教材完整，於教師手冊的相關單元中標示有影片內容與條碼編號，使得教師能充份使用該教材。此種將影帶媒體標示於書上，乃是本教師手冊與其他教師手冊之最大不同處。
- 6.教學媒體、資源的使用皆有提示，除了使教師對整個教學計畫的安排更有信心之外，學生也會感到更有興趣。
- 7.詳細介紹各種活動的安全規則與使用器物（如玻璃製品）的注意事項，可幫助應付突發的活動事件。
- 8.概念圖製作說明和書寫地科報告的簡要說明，可供教師教學參考。
- 9.教學資源列有參考書籍、期刊、影片或錄影帶目錄、各處儀器商和書商等資料，方便教師洽購書籍或材料。
- 10.各章節教學計劃說明：包括單元教學建議事項，其他科學背景知識補充說明、活動與思考的解釋說明、禪習解答等。

四、台灣的地球科學教材可借鏡之處

(一)台灣所用的地球教學教材（自小學自然科，到國中和高中的地球科學）在近七到十年裡都有了快速的改進，一則因為新知識的累積，二則為配合社會的

需要。上節所敘之優劣自可供以後修書之參考。

- (二)最值得台灣的地科教材借鏡的是本教科書寫作的理念——普及式的全民教育，以及能將此理念呈現到中小學教材的人——從作者，編者，及電腦程式師，到封面設計師及其團隊的力量是不可以低估的。所以本教科書在第一版即有一較整合的架構，為日後的修訂鋪下良好的基礎。這對廣雜的地球科學教材的連續進步是十分重要的。
- (三)台灣教科書出版時往往只先有學生上課用書，其他資源材料提示皆無，全賴教師個人經驗來教學，因此教師的負擔較重，各校與教師間的上課方式就缺乏一致性。因此，建議教師手冊與輔助教材能同時出版。
- (四)建議將本教科書，教師和學生指引，電腦程式等教材全譯成中文（在取得譯權之後），再作整體的研判其教科書的理念，以免斷人之章取已之意，或只見樹木而不見森林之弊。在沒有找到更好的教材系統之前，本教材系統對台灣地科似乎極有參考和思考的價值。

致 謝

感謝國立台灣師範大學科教中心羅珮華女士和地球科學系李春生教授、鄒治華教授、林政宏教授的鼓勵與指點。

參考資料

- (一)天文學名詞，81年2月國立編譯館，明文書局，112頁。
- (二)王執明，81年，日本理科（地球科學部份），267—277。國際教理科國民中學教科書比較。國立師範大學科學教育中心。81年11月，301頁。
- (三)石油工業名詞：地球物理探堪名詞，81年6月，中國石油公司和中國地球物理學會共同編訂，307頁。
- (四)地質學名詞，72年1月，國立編譯館，454頁
- (五)李春生，81年，美國理科（地球科學部份）。279—300。國際教理科國民中學教科書比較。國立師範大學科學教育中心。81年11月，301頁。
- (六)朗文英漢地質圖解詞典，1992，朗文出版公司，香港，198頁。

- (七)氣象學名詞，71年，國立編譯館編訂，正中書局印行，71年7月，302頁。
- (八)鄒治華，82年，日本高中地球科學。269—288國際數理科高級中學教科書比較。國立師範大學科學教育中心。
- (九)羅珮華，82年，美國高中地球科學。289—309。國際數理科高級中學教科書比較。國立師範大學科學教育中心。82年6月，309頁。