

壹、緒 論

魏 明 通

兩年來本中心就各國所使用國民中學及高級中學的數學及自然學科教科書做比較研究與評介，期能在我國實施新課程標準，編輯教科書的參考。在整個課程領域中，除了教科書以外，教師手冊是很重要的一環。民國六十年以前的教師手冊只是教科書習題的標準答案集，對教師的實際教學沒有多大幫助，只是批改學生作業時的參考依據。1968年，蘇俄發射第一顆人造衛星所引起美國的科學教育革新熱潮，美國所發行 SAPA, SCIS, ESS, SMMG, PSCS, CHEMS及BSCS等新課程的教學指引於六十年初期引進到我國時，在科學教育界引起很大的漣漪。它們的教學指引不但有題解，對於教學目標、教學準備、教學過程、教學評量及參考資料等都有極詳細的交代。那時以國立台灣師範大學理學院各系所教授為主體的研究委員們，每星期在台灣省國民學校教師研習會聚集一次，與國民小學優秀教師共同發展國民小學數學及自然科學教材，其中教師手冊即參考美國及日本版本，來開發第一套我國獨特而革新的教師手冊，這些教師手冊分送至各學校，廣受教師們的喜愛，對數學及自然科學的教學投入嶄新的面目並提高教學效果。

繼著國立台灣師範大學科學教育中心分別自六十六年及六十九年開始，在教育部科學教育指導委員會吳主任委員大猷先生指導下，邀請各大學的專家學者研究開發國民中學及高級中學課程及教材。其中教師手冊部份亦與國民小學一樣以嶄新版本呈現。

感謝教育部的支持及指導，在科學教育指導委員會下成立國際數理科高級中學教師手冊比較研究小組，小組成員10名，由本人為主持人，分工合作平均每月開一次研討會報告進度討論遭遇問題，以一年期間完成本報告。

教育部自民國八十年開始積極修訂高級中學課程標準，新課程標準即將公布，新教材的編纂亦陸續開展。無論未來的教科書是統一版或開放各書局自由出版，期望本報告能夠提供各編者的參考。

貳、日本高等學校理科指導資料

魏明通

一、緒 論

日本的高等學校學習指導要領（相當於我國的高級中學課程標準）於1989年3月公布，以五年的時間，由各書局編輯並由文部省（相當於我國教育部）審訂經教師研習、教具準備等過程，於本（1994）年4月開始全國實施。這次高中課程標準的修訂與以前不同的是在自然學科設置附IA的科目（如物理IA、化學IA、生物IA、地學IA等）。爲了使各高中教師們了解並勝任於教學這些附IA的科目，文部省於1992年5月出版「高等學校理科指導資料：指導計劃的作成與學習指導的工夫」。該書約300頁雖然是官方而與一般書局所發行的教學指引不同，但對於幫助教師了解設置附IA科目的目標，自己編教案及採取的教學方法等極有幫助。因此以化學IA爲中心評介日本新高級中學課程標準附IA的科目。

二、設置附IA科目的理念

（一）附IA科目的特性

這次日本高等學校學習指導要領的修訂，在理科方面最大的特色爲分別設置綜合理科等十三科目。其背景在於日本初中畢業生幾乎都升學到高級中學，因此需要配合學生的個性及多樣化的教學。在初中三年級設有選修的理科。以理科教育基礎的自然學科，近數年來有聯結於先端的研究及日常生活中科學技術之急速發展成果之需要。

因此，在理科的教學不但注重關於自然科學的基礎及基本內容外，使學生具有更廣大的視野來看日常生活並建立與人的關係。從這些觀點來看時，這次的課程標準中，設有以科學的學術體系順序來構成的附IB或附II的科目

(如物理IB、化學II)外，設置不太考慮科學的學術體系而以日常生活與人、技術及環境的相關關係為重點的附IA的科目。

在這些附IA學科亦強調這次修訂學習指導要領基本原則，即從觀察及實驗養成具有科學的視野與思考方法，採用身邊的事象或與日常生活有密切關係的教材，提高學生本身與理科學習有關的興趣或關心及學習慾望。

雖然附IA科目為獨立的科目，學生在理科課程的學習時，進一步可選修IB或II的科目，以求學術體系的發展。

(二)重視與日常生活的關聯

今日活用自然科學成果的科學技術的進步非常的快。多項技術與人類生活有很深而密切的關係。可是今天做為自然科學基礎的理科課程愈到高年級在學生間產生喜歡與不喜歡兩極端的問題。對於此現象，從各種角度調查並分析結果發現過去高級中學的理科教育太重視自然科學的學術體系而不太重視如何與日常生活互相關聯的應用面所引起。

這次學習指導要領的修訂，在目標方面強調：通過與日常生活關係密切的自然科學事物與現象的探究活動，培養科學的看法與思考法提高學生的興趣或關心，以提高教學效果。

因此設置具有與日常生活關聯的科目時，在高級中學有廣大範圍的學習機會的增加，這一點具有很大的意義。

(三)理解科學應用面

以往中小學理科教學的重點放在培養學生具有科學的看法與思考法所必要的基本學術內容，可是科學技術的進步已滲透到人類生活的各層面，並急速增加於自然科學應用方面的比重。如此時代亦同時亦必須考慮如何應用科學成果於社會或人類生活中。在高級中學階段，應設置不太考慮科學的學術體系，而以科學應用面為中心的教材，教學方面以理解其具體例為主，如此可彌補最近國際教育調查結果所顯示，日本的兒童及學生在基礎知識面優於各國，可是在應用性思考方面稍為落後的結果。

附IA科目的目標是養成不只能夠解決有關日常生活的問題的，進一步能夠應用科學的看法及思考法於應用面的學生。

因此，教材的範圍必設定較以往較廣，例如在物理IA「資訊與其處理」，化學IA「身邊的教材」，生物IA「生物學的進步與人類生活」及地學IA「地球的活動與災害」等，單元中具體的學習人類應用科學怎樣改善生活或解決實際問題。像這樣應用方面的具體例相當多，因此在IA學科中選擇數個事例，使學生能夠學習應用的過程或科學的思考法。

(四)對應科學技術的進步

科學技術在各分野均顯著的進步，在廿一世紀生活的現在高中學生，怎樣對應科技的進步為非常迫切的現實課題。直攻科學技術直接有關學科的學生，學習自然科學學術體系固然重要，可是尚需理解科學技術的進步或其應用。

對於志願非自然科學關聯的學生，亦應加深理解對於科學技術的進步與其應用以適應廿一世紀的生活。為此，在教材裡必須涵蓋自然科學的成果如何應用及反映於科學技術的教材。

現在電算機已成為各職業領域不可缺少的機器，電腦硬體的大部分為物理研究的成果。另外，石油產品廣大普及於人類生活中仍為根據石油化學工業的進步而來；利用微生物的遺傳子組的交換，於品種改良的生物技術的急速進步。在天然資源的開發，再利用，環境問題的解決等方面科學技術亦廣被應用。使學生具深度關心並加深理解如此各項問題，在教育上極為重要。物理IA的「能量與生活」、「資訊及其處理」，化學IA的「自然界之物質與其變化」、「化學的應用與人類生活」為必修項目的原因仍為重視基本觀點或與環境之相關而定的。生物IA的「人類生活與生物」，地學IA「地球與人類」亦以同樣目的所設的必修項目。

(五)科學技術與人類生活的關聯

今後因國際的環境問題相關必須加強自然界中的人類的角色。因此必須使學生以科學的眼光理解人類的特性。

這次學習指導要領的修訂，在小學低年級的生活科、中高年級理科的人體教材；在初中課程重視與生活關聯的觀點；在高中設置人類或人類生活有關的教材等，都是以充實此方面的加強。在物理IA，即通過光或聲的學習

中可學習相關的眼睛或耳朵的構造與機能。在化學IA即使用衣食有關的教材。生物IA即以人爲中心，特別對於人的發生、成長、老化等關於人的一生的學習。

在地學IA，使用可做建築物或寶石等材料的岩石或礦物等，與人類關係密切的教材。

附有IA的任何學科豐富採用以日常生活與科學技術相關爲中心的教材，製造學生能夠從科學的立場來看人類的機會。這些教材與人本身有關，因此可供給高中階段的學生對自己本身或其未來能夠以科學的、合理的思考的基礎。

美、德、法國等國家亦出版以人爲中心的物理或生物的教科書。養成國際共通的科學人生觀，對於今後的世界和平特別重要。

(六)科學與環境保護

地球的環境維護不止於身邊或國內的問題，必須從整個地球的規模之觀點來考慮。

化學IA採用環境的保全，生物IA採用自然間的人，地學IA採用地球環境與人，地球環境的變化與保全。物理IA即有與太陽能或原子能關聯的教材。如此使用有關地球環境保全的內容，並各爲必修項目，即爲設定IA科目目標之一。

(七)重視科學的看法與思考法

附IA科目可呼應時代的要求，不必太堅持科學的學術體系，而通過身邊的事物，日常生活或與人有關的內容，來提高學生的興趣與關心，同時培養自然科學的看法及思考方法爲目標。其他理科科目，亦重視科學的看法及思考法方面與IA相同，因此，相似的教材在其他學科亦使用，惟學習的目標不相同。在家庭科，保健體育等課程對於生活或人體關聯的教材亦出現，可是各有各自己的立場。雖然採用共通的教學內容，在理科，目標在於使學生體會做爲自然科學基礎的看法及思考法。

(八)養成學生具有自己教育力

在附IA科目採取與人類生活有關的教材的另一種意義為，培養學校所學習的與生活關聯來考察的能力做為生涯學習基礎的自己教育力。期待學生出社會後在其生涯間，遭遇各種問題時，在學校學習體會的解決問題的步驟能夠活用而自己解決問題。IA學科身邊的生活關聯的教材為中心的學習的成果，可做為生涯學習的基礎。

三、化學IA的指導計畫

(一)化學IA的目標與結構

1.化學IA的目標

(1)化學IA的目標與特色

通過與日常生活關係深的化學事物及現象的探究活動，培養科學的看法或想法並理解化學事物及現象或化學的應用，認識科學技術的進步與人類生活的關聯。

化學IA在國中理科的基礎上，重點放在身邊的自然或日常生活相關聯，對於學生能夠持有興趣、關心的觀點的學習內容的科目。

科學技術顯著進步而發展的社會裡，過健康而且安全的日常生活所要求的化學素養，即對於在日常生活所接觸的身近物質的正確知識或體會科學的看法及想法，從生涯教育的觀點為必要的。

(2)對於培育科學的看法或想法的學習指導

在日常生活中，起因於缺少基本化學知識而產生各種事故。化學IA選擇日常生活接觸的各種物質為探究的對象，在探究這些物質的過程裡培養科學的思考力與判斷力，加深對於物質的科學知識的理解。在教學加深時，過健康而且安全日常生活上必要的物質之關心，同時考慮養成科學的看法與想法。

(3)關於重視與日常生活關係的教學

過去化學的內容以重視基礎、基本的觀點，以學術體系上系統學習化學的各概念為中心，因此，被指摘很難做對學生的日常生活關係深的化學事物及現象有關的探究活動。化學IA不是學術體系的化學各概念的系統學習，以日常生活接觸的各種物質——食品、衣料、染料、洗劑

、塑膠、金屬、氮製品等為探究的對象，教學時將探究這些物質與日常生活關聯使其體會科學的看法與想法。

(4)關於重視科學技術的進步與人類生活相關的教學

日常生活所接觸的物質多數以任何形式受科學或科學技術進步的恩惠。在化學IA將身邊的製品當做物質，使學生學習這些物質以如何工程製得來了解科學技術的進步與人類生活的關係。

(5)重視環境保全關聯的教學

人類不可避免的影響地球環境而過日常生活。科學技術愈進步，生活愈豐盛，愈方便，可是愈增加對於地球環境的影響。化學IA任何項目均考慮到重視環境保全有關聯的教學。特別於「(5)化學的應用與人類生活」之B「環境之保全」以具體的事例教學在環境保全的化學角色。

2.化學IA的綱要

(1)自然界的物質與其變化

- A. 在自然界的物質之成分元素
- B. 空氣
- C. 水

(2)日常生活的化學

- A. 食品的化學
- B. 衣料的化學
- C. 染料與洗潔劑的化學

(3)身旁的材料

- A. 塑膠
- B. 金屬
- C. 窯業製品

(4)身旁的物質的製造

- A. 從空氣所得的
- B. 從礦物亦製得的
- C. 從石油可製造的

(5)化學的應用與人類生活

A. 化學的進步與其任務

B. 環境的保全

化學IA的標準單位為2學分，在有限的時間內盡量教多的觀察實驗，依照學生的特性能夠有多樣性教學，將(1)，(5)為必修項目，(2)，(3)，(4)為選修項目。

3.化學IA之內容

(1)自然界的物質與其變化（必修項目）

A. 在自然界的物質之成分元素

以簡單的檢出法探究食鹽、大理石、砂糖、各種塑膠等的成分，提高學生對化學的興趣及關心。通過這些探究活動培養有關物質的元素觀念，養成元素與物質，單質與化合物，化合與分解等的概念。

B. 空氣

探究空氣的組成，及燃燒有關的物質之性質與其變化。空氣的組成從燃燒的觀點，有關燃燒的物質即使用氣體、液體或固體燃料，成分或種類不同而發熱量的不同，燃燒生成物所引起的地球環境之影響等。另從燃燒有關的物質量而有不完全燃燒或起爆炸等現象，來學習氣體反應定律，通過「空氣」的學習，培養化學變化的本質為粒子的結合的看法與想法。

C. 水

對於水，開始由電解質或親水性物質等學習水溶性物質與非水溶性物質的差異。對於電解質使用酸、鹼、鹽等並探究其水溶液的性質，使學生關心與日常生活的關聯。對於親水性物質，使用糖、酒精等，並比較這些物質水溶液與電解質水溶液的性質。另外，如汽水、砂糖的溶解等與日常生活有關的例來學習氣體或固體的溶解，進一步從水能夠各種物質關聯，使學生加深關心於對河川、湖沼等水質，培養積極從事其保全的態度或能力。

(2)日常生活的化學

A. 食品的化學

觀察及實驗食品中主要成分的碳水化合物、蛋白質及脂肪的燃燒

或加水分解，呈色反應等，使學生關心其性質。另外，培養學生以燃燒或加水分解等化學變化來考察用體內食物之變化的想法。進一步探究食品保存法或食品添加物，以培養學生對食物保存的科學看法與思考法，養成維持健康需積極改善食生活的能力與態度。

B. 衣料的化學

從綿、絹、羊毛、耐綸、聚酯等選 2 ~ 3 例，探究高分子特性，及各纖維的性質並學生領悟人類日常使用的衣料巧妙的利用各纖維的特性。通過這些培養了解纖維的科學調查法與微觀的看法與想法。

C. 染料與洗潔劑的化學

通過實驗探究代表性天然染料及合成染料，衣料用清潔劑，廚房用洗潔劑的性質，以了解染料或洗潔劑的性質及用途之科學調查方法，並培養對於染色或洗淨作用的科學想法及看法。另透過洗潔劑的探究活動加深由於軟水與硬水的洗淨作用差異的關心，養成使用各洗潔劑時安全使用的能力與態度。提高與洗潔劑學習有關聯的水質保全之關心，進一步養成積極貢獻於環境保全的態度。

(3) 身旁的材料

A. 塑膠

從聚氯乙烯、聚乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯腈，丙烯酸樹脂等選 2 ~ 3 實例，探究成分之差異，化學結構等特性培養微視觀及想法。以簡單的觀察及實驗為中心探究單體與聚合體，聚合體的特性，另使學生關心到由燃燒塑膠所產生的氣體，或燃燒有關的安全性。通過塑膠的探究活動，提高對於資源的有效利用及環境保全的關心。

B. 金屬

將身邊的金屬材料中，鐵、鋁、銅等之離子化傾向之大小與腐蝕間之關係及金屬在鹽類溶液較純水腐蝕的快等以觀察及實驗為主體探究。另學習以電鍍或塗料等來防止腐蝕，對於電鍍以簡單實驗為中心來探究使學生覺出電鍍技術在日常生活各處應用。進一步通過電鍍的學習，使學生理解防止金屬腐蝕有利於節省資源與節省能量。

C. 窯業製品

從代表性的窯業製品之玻璃、水泥及陶瓷器的性質由觀察及實驗

為中心來探究。對於窯業製品的用途與塑膠及金屬性質或用途比較來學習。

(4) 身邊物質的製造

A. 從空氣可製得的

從空氣為化學工業的原料之觀點探究從空氣可製得的物質。例如以氮為原料所合成的氮可合成尿素、硝酸、氯化銨等，進一步以這些為原料可製造化學藥品、化學肥料、合成樹脂等化學製品有用於日常生活。

B. 由礦物可製得的

從鐵、鋁、銅等取 1～2 例，盡可能通過簡單實驗探究礦物的精鍊，以此單元的探究活動加深對於科學技術的進步或有限之礦物資源的有效利用及環境保全的關心。

C. 從石油可得的

從聚氯乙烯、聚乙烯、耐綸、聚酯等中選 2～3 例使學生了解塑膠或化學製品由石油製造的事實，養成從有限的石油資源的有效利用或環境保全等考察能力與態度。

(5) 化學的應用與人類生活

A. 化學的進步與其任務

探究由身邊的事例應各時代之要求，化學與化學技術的成果在日常生活所貢獻的任務。進一步探究貢獻於化學的發展之偉大化學家之業績或最新化學技術所製得新材料之利用等，認識化學的進步貢獻人類的事實。

B. 環境的保全

探究化學的研究成果如何應用於環境保全。另同樣探究物質的再利用，以加深對環境保全之關心，養成積極保全環境的能力與態度。

(二) 化學IA之觀察、實驗範例

1.自然界的物質與其變化

單元	主題	方法	內容	培養的看 法，想法	科學概念 知 識
(1) 自然界物質 的成分元素	元素與物質	實驗 實驗 實驗	運動飲料、醬油、鹽水等各種水溶液中Na, Ca, K 的檢測。 石灰水中Ca的檢測。 明礬水溶液中Al的檢測。	演繹的推理能力 比較能力 觀察力	元素
	單體與化合物	實驗 實驗	製備Cl ₂ , SO ₂ 並探究其性質。 使用S, Cu, Mg 比較單體與化合物的性質。	比較能力 比較能力 觀察力 歸納的推理能力	單體 化合物
	化合與分解	實驗 實驗 實驗	電解食鹽水、海水等各種水溶液，比較所產生氣體的性質。 熱分解焙粉，調查所發生的氣體或生成的物質之性質。 使用HCl 與NH ₃ , 觀察氣體化合成固體的狀況。	分析能力 觀察力 比較能力 歸納的推理能力	化合 分解
(2) 空氣	空氣的組成	實驗 實驗	利用密閉容器內的燃燒反應，推測空氣中的含氧量。 利用食鹽水濕潤的鋼棉之氧化反應推測空氣中的含氧量。	分析能力 觀察力	混合物
	各種燃料的燃燒	實驗	在空氣中燃燒各種燃料，比較燃燒情形。 比較燃料的發熱量。	比較能力	燃燒發熱量 氧化物氧化
	不完全燃燒或氣體爆炸	示範 實驗 實驗	比較丁烷、煤氣、丙炔等氣體燃料，酒精、乙醚等液體燃料，空氣中混合粉末攪拌後的燃燒情況（含爆炸）。 調查氫與氧反應時的體積比。	數量的把握力	爆炸 完全燃燒 不完全燃燒 氣體反應 定律

單元	主題	方法	內容	培養的看法，想法	科學概念知識
(3) 水	溶液的性質	實驗	調查蔬菜汁、果汁、養樂多、糖水、鹽水、食醋、運動飲料、氨水、雨水、河水等各種水溶液的氣味、顏色、味道（只限於食品），pH及透明度等。	觀察力 分析能力	酸鹼 中和 中性
	各種溶液	實驗	加熱蒸發水溶液的水分，調查所析出的物質。	比較能力 歸納的推理力	混合物
	溶於水的物質與不溶的物質	實驗 實驗 實驗 發展	加熱水溶液，調查發生的氣體。各種物質混合於水中，比較溶解情形。 比較界面活性劑的性質。 製作蛋黃醬。	分析能力 數量的把握能力	氣體的溶解度 乳化劑
	溶液的電導性	發展 實驗	相關調查各種水溶液中溶質的種類或性質與該水溶液的電導性。	觀察力	游離電解質 非電解質

2.日常生活的化學

單元	主題	方法	內容	培養的看法，想法	科學概念知識
(1) 食品的化學	碳水化合物的性質	實驗 實驗 發展	從馬鈴薯製作澱粉。 檢驗食物中的葡萄糖。 使用麥芽製作。	與日常生活的相關	碳水化合物 蛋白質 脂肪 麥芽糖 加水分解

單元	主題	方法	內容	培養的看 法，想法	科學概念 知 識
(1) 食品 的 化 學	蛋白質的性質	實驗 實驗 實驗 實驗	實驗蛋白質的特性。 燃燒調味料，檢驗所含的N或S。 細粹蒸蛋，以調查蛋白質的消化。 檢驗各種化學調味料的化學成分。	觀察力 歸納的推理力 演繹的推理力	銀鏡反應 消化 變性 元素分析
	油脂的性質	實驗 觀察	以花生、芝麻為原料萃取油脂。 觀察動物油脂與植物油脂的不同。	分析能力	化學調味料
	食品添加物	實驗	檢驗食品着色劑等的食品添加物。		着色劑
(2) 衣 料 的 化 學	天然纖維與合成纖維	觀察 實驗 發展	使用顯微鏡觀察天然纖維及合成纖維，調查手摸感覺，燃燒狀況及氣味等的差別。 使用纖維辨別染料染色天然纖維、合成纖維的各種纖維，從染色的不同辨認纖維的種類。 燃燒綿、絲、羊毛、耐綸檢驗有沒有N、S等元素。	觀察力 比較能力 演繹的推理能力	天然纖維 合成纖維 纖維辨別染料
(3) 染 料 與 洗 潔 劑 的 化 學	天然染料與合成染料	實驗 發展	使用植物從事草木染。 製作簡單的合成染料。	與日常生活 的相關 環境保全	天然染料 合成染料 肥皂、硬水、軟水、洗濯。
	肥皂與合成洗潔劑	實驗 實驗 實驗	以奶油、人造奶油為原料製肥皂。 在硬水、軟水中肥皂與合成洗劑的起泡情形之比較。 調查合成洗潔劑的洗淨作用。		
	洗劑與環境	調查	調查廚房洗潔劑、合成洗劑的使用與河川污染間的關係。	環境保全	

3.身邊的材料

單元	主題	方法	內容	培養的看 法，想法	科學概念 知 識
(1) 塑膠	塑膠的性質	示範 實驗 課題 實驗 實驗 實驗	調查塑膠的外觀（表面的光澤、透明度）、硬度、密度、電導性等並與金屬、陶瓷等比較。 調查塑膠加熱及燃燒時的變化。 調查塑膠對各種溶劑的溶解性質。 聚苯乙烯的熱分解與苯乙烯的聚合。 尿素樹脂的合成。 酚樹脂的合成。	比較能力 分析能力 科學思考 力	硬度、強度、電導性、熱塑性、熱固性 完全燃燒與不完全燃燒 溶解性 單體與聚合體
(2) 窯業 製品	玻璃的性質	實驗 實驗	進行簡單的玻璃細工。 調查玻璃性質（玻璃粉末與水混合並加酚酞）。 製作玻璃。	分析能力 科學的思 考力	砂、水、小石之比率與強度 原料 燒法
	水泥的性質	實驗 課題	檢測水泥的成分（溶於鹽酸檢驗鐵、鋁、鈣等之存在）。 調查固化的速度或強度（靜置水泥與水混合物，一定時間間隔檢查其強度。同樣試驗改變水泥、砂、小石的混合比率的強度）		
		課題 課題 課題	調查粘土的性質（粘土的可塑性、吸附色素、保水性、膨潤性等）。 製作陶瓷器（原料的調合、素燒釉）。 七寶燒。	歸納的能 力 表現力	

單元	主題	方法	內容	培養的看法，想法	科學概念 知識
(3) 金屬	金屬的化學性質	示範 實驗 實驗	比較身邊的金屬與酸或鹼的反應性、加熱時不同的變化、氧化難易度等。 調查鐵銹的生成條件。 調查由於金屬之不同而生銹方式之不同。	比較能力 科學的思考力 歸納的能力 演繹的能力 綜合的判斷力	金屬的活性 金屬銹氧化 離子化傾向 鐵的氧化與反應熱 電鍍 合金
	防止腐蝕	示範 示範	金屬的表面處理（鐵的黑銹、鋁的鋁鎂加工、不活態等）。 電鍍（鍍銅、鍍鎳）。		

4. 身邊物質的製造

單元	主題	方法	內容	培養的能力	科學概念 科學知識
(1) 從空氣可製得的	氮	示範 實驗	哈柏法製氮 氮的性質	觀察力 論理思考力、綜合判斷力、比較能力 環境保全 歸納的推理力	觸媒 分解、化合、合成 氧化、氮的性質與應用 硝酸的性質與應用 觸媒 合成
	硝酸	示範 實驗	硝酸的製法 硝酸的性質		
	硫酸	示範 實驗	硫酸的製法 硫酸的性質	綜合的判斷力	硫酸的性質與應用 觸媒

單元	主題	方法	內容	培養的能力	科學概念 科學知識
	化學肥料	實驗	從硫酸與氨水中和製造硫安。 市售各種化學肥料中氮的檢測。		氮肥
(2) 從礦物可得的	鐵	示範 實驗 實驗	從鐵礦與碳製鐵。 反應。 鐵的性質。	歸納推理 力、分析 能力、總 合判斷力	金屬的冶 鍊 鍛鍊
	鋁	實驗 實驗	加熱熔化鋁罐取出鋁塊。 鋁的性質。	收集資料 能力	還原
	銅	示範 實驗	銅的精鍊。 銅的性質。	資源的再 利用 環境保全	熔化
(3) 從石油 可得的	化學藥品 塑膠	實驗	合成乙酸乙酯，柳酸甲酯。 聚苯乙烯的合成、尿素樹脂的合成。	比較力 觀察力	石油化學 工業 酯的合成 單體
	染料的合成	實驗	甲基橙、萘酚黃、對紅(parared))的合成。	論理思考 力、演繹 思考力、 分析思考 力、環境 保全	聚合體 縮合 聚合 塑膠的性 質及應用
	合成纖維	實驗	耐綸6,6的合成。 耐綸6,6,聚酯纖維的熱分解。		合成纖維 合成橡膠
	合成橡膠	實驗	天然橡膠及合成橡膠中S 的檢驗 。		

5.化學的應用與人類生活

單元	主題	方法	內容	培養的能力	科學概念 科學知識
(1) 化學的進步與其任務	各種電池	觀察 實驗 調查 製作 調查	比較伏特電池與丹尼耳電池。 製作各種電池。 調查1次電池與2次電池的區別。 製作鉛電池，調查與其他電池的區別。 調查燃料電池、太陽電池。	化學的進步對人類生活所扮演的角色或成果的理解。	化學變化與電能
	各種高分子化合物	調查 調查 調查 調查 調查 調查 調查 調查	調查身邊各種塑膠的特徵（性質及用途）。 調查身邊化學纖維的特徵（性質及用途）。 調查合成橡膠與天然橡膠的性質及用途。 調查以石油為原料的合成高分子化學工業的發展史。 調查合成高分子化學工業的原料。 調查有關貢獻於合成纖維研究的化學家。 調查塑膠的廢棄及再利用。 調查澱粉、纖維素、蛋白質的特徵（性質及用途）。	對科學技術進步的關心 環境保全與日常生活的相關 關心於資源的再利用 理解資源的有限性 資料收集及應用	原料物質的特性（雙鍵化合物的利用） 塑膠 化學纖維 天然纖維 纖維素 澱粉 蛋白質等的特徵與用途
	植物成分的分離 簡單醫藥品的合成 維生素的檢測	實驗 實驗 實驗	從茶葉分離咖啡因，洋葱外皮分離五羥黃酮（quercetin）。 乙醯苯胺，阿司匹靈，柳酸甲酯等醫藥品的合成。 感冒藥、檸檬等所含維生素B ₁ ，C的檢測。	與日常生活的相關	物質的多樣性與實用性

單元	主題	方法	內容	培養的能力	科學概念 科學知識
	各種色素	實驗 實驗 調查 調查	使用色素染色洋蔥外皮或其他植物，調查各種天然染料(色素)。合成簡單的偶氮染料，調查合成染料。 調查染料以外與生活有關的色素。 調查染料化學的發展史。	資料收集與活用	天然染料與合成染料的化學特徵與有用性
(2) 環境保全	環境保全與化學任務	調查 調查 調查	調查地域環境實態與污染物質的種類。 全球環境實態與污染物質。 在環境保全化學所貢獻的成果及智慧之調查。	環境保全理解物質的再利用 資料收集及活用	自然界的平衡，水物質的循環，空氣、氮、硫之氧化物 二氧化碳 酸雨
	生活與水	調查 調查 調查 實驗 調查	調查生活中各種界面活性劑的種類及用途。 調查肥皂與合成洗潔劑的各特徵。 調查排水的處理，特別對生活排水的對策。 調查河水或雨水的水質。 調查自己使用前的水質與使用後的水質。 調查好味道的水。	綜合的判斷力 環境保全	臭氧 氟化物 地球溫暖化 洗潔劑
	生活與空氣 物質的再利用	實驗 調查 調查 調查 調查	測定大氣中的NO ₂ 或SO ₂ 。 調查酸雨。 調查汽車排氣對NO ₂ 的對策，化學的成果發揮功效的例。 調查物質的再利用——鋁罐的回收再利用。 參觀垃圾處理工廠。		

四、結 論

日本一向注重學術體系的教學，認為學生只要將各學科的基本及基礎概念與知識好好學習，體會探究科學的方法，雖然科學技術繼續不斷進展，他們在學校所學的可以隨機適應。自從美國國家科學教師協會分別於西元1982年及1990年宣佈以科學—技術—社會的所謂STS教育為美國各級學校科學教育的基本方針以後，大大震盪日本科學教育界。結果反應於1989年新學習指導要領中設不太重視學術體系而以生活為中心的附IA學科。

文部省不但公佈學習指導要領，繼續頒布各科學習指導要領解說書，使各書局能夠遵守文部省所訂的各項規範來編教科書及教學指引。進一步對於新設的學科，發行理科教學資料為教師製作教學計劃及準備教學活動的參考依據，這樣一連串的措施對新課程標準之全面實施，有極大的幫助。

五、參考資料

1. 文部省，1992,3，高等學校理科指導資料，指導計畫的作成與學習指導之工夫——附IA科目的指導——東洋館出版社，東京，日本。
2. 文部省，1989,3，高等學校學習指導要領，大藏省印刷局，東京，日本。
3. National Science Teachers Association, 1982, Science- Technology- Society : Science Education for 1980s, Position Paper, NSTA, Washington D.C.
4. National Science Teachers Association, 1990, Science- Technology- Society : A New Efforts for Providing. Appropriate Science for All, Position Paper, NSTA, Washington D.C.

叁、日本高中數學

邱日盛

一、緒 論

日本的教育制度，其高等學校（相當於我國高級中學，高級職業學校）的課程概要，以及其現行數學科學習指導要領（相當於我國課程標準），筆者已在台灣師範大學科學教育中心，民國82年6月出版的「國際數理科高級中學教科書比較」中介紹過。同時並介紹了，依照這個〔學習指導要領〕編輯，而經其文部省（教育部）檢定合格而發行的，東京書籍株式會社出版的高等學校數學全套教科書的內容摘要。

日本中小學教科書是由該國各書局各自組成編輯委員會，編輯，經文部省檢定合格後推銷到各學校採用。因為日本的大學入學考試的競爭程度，由〔試驗地獄〕一語的出現，可察知其激烈性，所以各校在選擇採用教科書上也特別用心，各書局爲了推銷其教科書，不但編好學生容易閱讀的教科書，也爲了採用其教科書的教師，能夠充分發揮其教學效果起見，都同時編製內容豐富的教師手冊，以〔指導資料〕或〔教授資料〕之名，提供給使用各該教科書的教師們。

本文首先想介紹，筆者已分析過的，東京書籍出版高等學校數學教科書的〔指導資料〕，然後想介紹形式不一樣的日本另一套，教育出版株式會社出版的高等學校數學教科書的〔教授資料〕。

最後想比較這些教師手冊與我國現行高中數學教科書教師手冊的異同，作爲今後高中數學教學上的參考。

二、東京書籍高校數學教科書〔指導資料〕

1 高校數學 I〔改訂版〕指導資料

編集：高校數學 I 編集委員會，「東京大學名譽教授：小平邦彥；

一橋大學名譽教授：松坂和夫；筑波大學名譽教授：前原昭二；東京大學名譽教授：藤田宏；及另外14名大學教授，高等學校教師組成」

東京書籍株式會社編集部

發行：東京書籍株式會社

〔註：教科書：高校數學 I〔改訂版發行日期：平成四年（1992年）2月10日。〕

目次

高校數學 I 的編集方針…………… 4

指導計畫一覽表…………… 6

高校數學 I 的並行指導案…………… 11

解說編

1 章 數與式…………… 15

2 章 方程式的解法…………… 35

3 章 函數…………… 53

4 章 平面圖形與式…………… 67

5 章 三角比（銳角三角函數）…………… 85

6 章 集合・條件・證明…………… 97

〔框框記事一覽〕

1 章 數學小史…………… 19	由有理數至實數
整式的次數…………… 21	（DedeKind的構想）…………… 29
Pascal的三角形…………… 23	實數的演算與作圖…………… 31
Eisenstein的定理…………… 26	
（發展）繁分數式…………… 28	
2 章 數學小史…………… 39	（發展）2次式的因數分解…………… 47
體…………… 43	重解（重根）…………… 49

複數大小關係..... 45	
3 章 數學小史..... 58	(發展) 利用因數分解的
	2 次不等式解..... 63
4 章 數學小史..... 72	圓的極與極線..... 80
一般方程式的平行	2 次曲線切線公式的記憶方法..... 82
垂直條件..... 77	Apollonius 的圓 83
(發展) 點與直線的距離	
公式..... 78	
5 章 數學小史..... 89	
6 章 數學小史..... 101	集合演算的關係..... 104

研究編

輾轉相除法，連分數.....	110
複數與平面幾何.....	114
Lagrange 的 3 次方程式解法	124
有關整數的基礎.....	131

解答編

1 章 數與式.....	142
2 章 方程式的解法.....	151
3 章 函數.....	161
4 章 平面圖形與式.....	178
5 章 三角比 (函數)	187
6 章 集合・條件・證明.....	193

附錄

●節末・章末補充問題

1 章 數與式.....	200
2 章 方程式的解法.....	203
3 章 函數.....	206
4 章 平面圖形與式.....	209

5 章 三角比 (函數)	212
6 章 集合 · 條件 · 證明	215
補充問題的解答	218
● 數學家簡略年表	227
● 高等學校〔數學〕學習指導要領	233
● 中學校〔數學〕學習指導要領	243

〔高校數學 I 的編集方針〕

在其編集方針中，編者提到其對高等學校（高中・高職）數學教育的目的是基於下面的認識。世界各國爲了應付將來的資訊化社會，或高度科技社會的變遷，都正在進行教育改革。將來的社會裡，一個公民做知性活動時所需要的一般資質裡面，或要求支持社會繼續繁榮的科學技術專家的能力，數學素養從來沒有像現在這麼迫切被要求過。面對高度資訊化，科技化的社會，高校數學教育的目的應設置在“數學的知性涵養”上，比起知識的廣度，計算等的技術，未來的社會更需要知性的善用數學的能力，應注重數學價值的感覺，強調包容具有發展性數學資質的培育。拿體育做比喻的話，比起記錄的達成，技術的獲得，不如應該更要注重基礎體力或培育運動能力。

編者又將“數學知性”分成“ML：數學記讀能力（Mathematical literacy）及”“MT：數學思考能力（Mathematical thinking）”。

編者認爲，在中等教育階段，“ML”應注重，知道數學的正確性，將數學概念用在思考上，記述數學性現象，將數學論理的明晰性應用在判斷上。

因此學習的方法上，也不必拘束於證明主義，能夠用經驗歸納法（體驗方式）瞭解也可以。利用電算機的操作瞭解數學概念或事實也能夠幫助ML的培育。如果進一步能利用電腦的操作，可能發現更新，更理想的ML的培育，以及數學知性的培養。編者希望利用上述認識，培養學生成爲具有知性生活資質且又能參與科技發展可能性的市民。

〔指導計畫一覽表〕（教學進度表）

〔數學 I 〕的標準單位數是 4 單位。1 單位的標準授課時數是一年 35 節（每一節（單位時間）是 50 分鐘）。因此，〔數學 I 〕的總授課時數是 140 節（

單位時間)。但實際上，由於學校行事等關係，一單位在全年可能祇能上課30週。這個〔指導計畫一覽表〕，相當於我國的授課進度表。各節下面（ ）內的數字是各該節的授課時數。以全年120節（單位時間）來分配的。

1 章 數與式（23單位時間）

節	項	指 導 內 容	時間
1 指 數 法 的 擴 與 張 (3)	①累乘與指數法則	累乘，指數，指數法則	1
	②指數的擴張	a^0 ， a^{-p} 的意義，指數為0或負整數時也能成立的指數法則，指數計算〔用指數表示記數法〕	2
2 整 式 的 計 算 與 因 式 分 解 (9)	①整式	係數，項（定數項），項的次數，同類項， x 的整式的整理， x 的整式（單項式，多項式）	1
	②整式的加法與減法	加法，減法，定數倍	1
	③整式的乘法與乘法公式	單項式的乘法，整式的乘法（指數法則，分配法則），展開，用乘法公式展開	2
	④整式的除法	整式的除法，商與剩餘，能除盡	2
	⑤因式分解	因式分解的意義，因式，共通因式，利用公式作因式分解，公約式，最大公約式，公倍式，最小公倍式	3
3 分 數 式 與 其 計 算 (4)	①分數式與分數式的乘法·除法	分數式（分子與分母），有理式，分數式的性質，約分，既約分數式，乘法·除法	2
	②分數式的加法·減法	等分母分數式的加法·減法，通分，異分母分數式的加法·減法	2

4 實 數 與 平 方 根 (5)	①實數	整數（正，負），有理數（有限小數，循環小數），無理數（不循環的無限小數），實數（有理數與無理數），數直線與座標，實數的絕對值， $|a|$	2
	②含有平方根的計算	平方根的意義，平方根的積與商，含有平方根的計算，分母的有理化 〔二重根號的簡約，整理與復習〕	3
練習問題			2

2 章 方程式的解法（20單位時間）

節	項	指 導 內 容	時間
1 二 次 方 程 式 (9)	① 2 次方程式的解法	2 次方程式，未知數，解，解法，利用因式分解的解法，利用解的公式的解法，重解（重根）	2
	②複數與 2 次方程式	虛數單位 i ，複數，虛數，複數相等，複數的加減乘除，負數的平方根	2
	③ 2 次方程式的解的判別式	$D < 0$ 時的解法，實數解，虛數解，判別式，解的判別	2
	④解與係數的關係（根與係數的關係）	解與係數的關係，2 次式的因式分解，已知 2 數為解的 2 次方程式	3
2 高 次 方 程 式 (5)	①因式定理	x 的整式 $f(x)$ ，剩餘定理，因式定理，利用因式定理因式分解	2
	②高次方程式的解法	高次方程式，利用因式分解的解法，利用因式定理的解法，1 的 3 次方根 〔綜合除法〕	3

3 連立方程式 (4)	①連立1次方程式	連立2元1次方程式的解法(加減法)	2
	②1次與2次的連立方程式	連立3元1次方程式的解法 1次與2次的連立方程式的解法(代入法) 〔整理與復習〕	2
練習問題			2

3章 函數 (24單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1 二次函數 (13)	①函數與圖表	函數意義, 變域, 定義域, 值域, 函數的圖表, 函數記號 $y=f(x)$, 函數的值 $f(a)$	2
	②2次函數與其圖表	2次函數: $y=ax^2$ 的圖表, 拋物線, 軸, 頂點, 下凸, 上凸, $y=a(x-p)^2$ 的圖表, $y=a(x-p)^2+q$ 的圖表, $y=ax^2+bx+c$ 的圖表	4
	③2次函數的最大值與最小值	最大值, 最小值	3
	④2次不等式	2次函數的圖表與x軸的共有點, 2次不等式, 解, 解法, 利用2次函數圖表解2次不等式	4
2 分數函數·無理函數 (9)	①分數函數及其圖表	$y=\frac{a}{x}$ 的圖表, 漸近線, 直角雙曲線 $y=\frac{a}{x-p}+q$ 的圖表, $y=\frac{ax+b}{cx+d}$ 的圖表, 分數函數	4
	②無理函數及其圖表	無理函數, 定義域, $y=\sqrt{ax}$ $y=\sqrt{ax+b}(\sqrt{a(x-p)})$	2
	③逆函數	逆函數的意義, 逆函數的求法, 逆函數的圖表〔整理與復習〕	3
練習問題			2

4 章 平面圖形與式 (23單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1 平面上點的座標 (5)	①點的座標與 2 點間的距離	座標平面 (x軸, y軸, 原點, 象限) 2 點間的距離的公式及其應用	3
	②內分點・外分點的座標	內分, 線段的內分點 (中點) 的座標 三角形的重心的座標, 線段的外分點的座標	2
2 直線的方程式 (6)	①直線的方程式	方程式的圖表, $y=mx+b$, $x=k$, 通過一點且斜率為 m 的直線, 通過 2 點的直線的方程式	3
	② 2 直線的關係	2 直線的交點的座標, 2 直線的平行條件及垂直條件, 原點與直線的距離	3
3 圓的方程式 (5)	①圓的方程式	中心 (a, b) , 半徑 r 的圓的方程式 通過 3 點的圓的方程式	3
	②圓與直線的共有點	圓與直線的共有點的座標, 圓的切線切點, 圓的切線的方程式 [軌跡的方程式]	2
4 不等式所表示的領域 (5)	①不等式所表示的領域	不等式所表示的領域, 1 次不等式的領域, 圓的內部・外部, 領域所表示的不等式	3
	②連立不等式所表示的領域	連立不等式所表示的領域 (1 次與 1 次, 1 次與 2 次的連立不等式), 共通部分所表示的連立不等式 [不等式所表領域的應用, 整理與復習]	2
練習問題			2

5 章 三角比 (函數) (18 單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1 銳 角 的 三 角 函 數 (7)	①正弦，餘弦·正切	銳角 α 的正弦 ($\sin \alpha$)，餘弦 ($\cos \alpha$)，正切 ($\tan \alpha$) 的定義	2
	②直角三角形與三角函數	銳角的三角函數 (直角三角形的邊的比與三角函數的定義的關係)，三角函數的應用	3
	③三角函數的相互關係	$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ ， $90^\circ - \alpha$ 的三角函數	2
2 三 角 函 數 的 應 用 (5)	①三角形的面積	已知 2 邊及其夾角的三角形的面積	1
	②正弦定理與餘弦定理	外接圓，正弦定理的證明 (銳角三角形的情形) 及其應用，餘弦定理與證明 (角為銳角時) 及其應用	4
3 鈍 角 的 三 角 函 數 (4)	①三角函數的擴張	利用單位圓，座標的三角函數的定義， $180^\circ - \alpha$ 的三角函數，特別角的三角函數的值，擴張後一般角的正弦·餘弦平方和	2
	②三角函數應用	銳角三角形的面積公式·正弦定理·餘弦定理在任何三角形都能成立，其應用 [Heron 的公式，整理與復習]	2
練習問題			2

6 章 集合・條件・證明 (12單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1 集合的構想 (3)	①集合的部分集合	集合，要素，屬於 (\in, \notin)，部分集合 (\subseteq, \supseteq)，含，被含，真部分集合	1
	②集合的演算	和集合 (\cup)，共通部分 (\cap)，空集合 (ϕ)，補集合 (\bar{A})，全體集合	2
2 條件與證明 (7)	①必要條件與充分條件	命題 (假定，結論)， $p \Rightarrow q$ ，逆，反例，必要條件，充分條件，充要條件 (同值)	2
	②背理法的對偶	背理法，否定，對偶 (否逆)	2
	③等式・不等式的證明	等式的證明 (恆等式，對於x的恆等式，有條件的等式)，不等式的證明 (相加平均，相乘平均) [整理與復習]	3
練習問題			2

(註：部分集合=子集，和集合=聯集，共通部分=交集)

以上是〔指導資料〕為採用其教科書的高校老師所列的進度表。其中，各章的最後都設有〔整理與復習〕的欄，在做〔練習問題〕前或定期考試前施行，可能更能提高學習效果。上面的表內，以〔 〕內表示的內容，本來未分配授課時間，視學生的學習進度，適宜的處理。

〔高校數學 I 的並行指導案〕

〔高校數學 I〕編集，本來是依照章節順序教學而設計的，但為了擔任教師的授課時數等問題，可能產生兩位教師並行施教的情形。兩位教師可以用下列方法分擔教學。

〔第 1 案〕兩位教師大約分擔相等授課時數的分割教學案

A教師（週 2 時，計58時）

章	節	時間
1 數 與 式 (23)	1 節 指數法則與指數的擴張	3
	2 節 整式的計算與因式分解	9
	3 節 分數式及其計算	4
	4 節 實數與平方根	5
	練習問題	2
4 平 面 圖 形 與 式 (2)	1 節 平面上的點的座標	5
	2 節 直線的方程式	6
	3 節 圓的方程式	5
	4 節 不等式所表領域	5
	練習問題	2
6 集 件 合 · 證 條 明 (12)	1 節 集合的構想	3
	2 節 條件與證明	7
	練習問題	2

B教師（週 2 時，計62時）

章	節	時間
2 方 的 程 解 式 法 (20)	1 節 2 次方程式	9
	2 節 高次方程式	5
	3 節 連立方程式	4
	練習問題	2
3 函 數 (23)	1 節 2 次函數	13
	2 節 分式函數·無理函數	9
	練習問題	2
5 三 角 函 數 (18)	1 節 銳角的三角函數	7
	2 節 三角函數的應用	5
	3 節 鈍角的三角函數	4
	練習問題	2

A、B兩位教師授課時數的差，希望用項尾的練習或用第五章第三節的鈍角的三角函數等來調整。B教師要擔任的第二章第一節的二次方程式，學生未學過 x^2 的係數非1的二次三項式的因式分解，希望教師將這問題，在解的公式施教後，或用其他方法加以補救。

另外也可以用下列分割方法

A先生（週 2 時間，計55時間）

1 章	數與式	(23)
2 章	方程式的解法	(20)
6 章	集合・條件・證明	(12)

B先生（週 2 時間，計65時間）

5 章	三角函數	(18)
3 章	函數	(24)
4 章	平面圖形式	(23)

利用這案時，B教師的第三章第一節④的二次不等式，希望A教師教過第二章第一節③的二次方程式的解的公式後才施教。

〔第 2 案〕A教師每週 3 小時，B教師每週 1 小時的分割擔任案。

A先生（週 3 時間，計90時間）

1 章	數與式	(23)
2 章	方程式的解法	(20)
3 章	函數	(24)
4 章	平面圖形與式	(23)

B先生（週 1 時間，計30時間）

5 章	三角函數	(18)
6 章	集合・條件・證明	(12)

這案，雖然B教師在一年級的前半段就要教三角函數，但是本書只以銳角的三角函數為重點，一年級前半段在指導上也不困難。

以上是本書的指導計劃表，相當於我國教學進度表。最特別的是，由上列表格可看出，不但是單一教師施教的進度表，也提出兩位教師同時施教時的分擔情形，以及其注意事項。這一點值得我國參考。

接著編集方針，指導計劃表後，編者提供施教時各章各節的資料，定名為“解說編”的部分。

〔解說編〕

這本書的解說編是以各章為單位，提供了下列資料：

◎目標：全章的教學目標。

- ⊙編集意圖：提出全章的構成，構想等編集意圖。
- ⊙中學校（相當我國國民中學）既習項目：與本章有關的中學校既習項目。
- ⊙中學校診斷性測試問題與正答率：提供學生在中學校得到什麼程度的診斷測驗問題，並在欄外附日本全國抽出各學年（班級為單位）600名左右的學生做測驗，（1984年，1985年），所得正答率（全體）及班級單位的最高正答率及最低正答率。
- ⊙數學小史：與該章有關的數學事實及數學家的介紹。
- ⊙小項目解說：用小項目標題，以項為單位介紹了其目標及處理方式，教學上特別要留意的事項，用語（述語，記號等）的解說，教科書的補充說明，或在現代數學的背景等。
- ⊙框框記事：提供了在教室上課時有用的話題，以及現代數學的展望等多樣記事，另外以（發展）為題款，準備了給有餘力的同學學習的教材。〔目標〕與〔編集意圖〕，各章僅佔了一頁而已。

〔目標〕

以條款方式，依次列出而已。譬如其第三章函數（§1，二次函數：（授課時數13小時），§2，分式函數・無理函數：（9小時））的〔目標〕是：

- 1.透過具體例子，讓學生瞭解函數的意義，並使其能畫出函數的圖形。
- 2.首先整理中學校已學過的函數 $y = ax^2$ 及其圖形的性質，並讓學生瞭解一般的二次函數 $y = ax^2 + bx + c$ 的性質，並使其瞭解其圖形是將 $y = ax^2$ 的圖形平行移動而得的。
- 3.讓學生具體的瞭解二次函數的最大值、最小值，並加強其在實際問題上的應用能力。
- 4.利用二次函數的圖形，讓學生瞭解二次方程式的解在圖形上的意義。
- 5.使學生能夠從二次函數的圖形與二次方程式的解的關係，認識二次不等式的解。
- 6.利用中學校已學過的函數 $y = \frac{a}{x}$ 及其圖形，讓學生瞭解一般的分式函數的性質，以及其圖形是由 $y = \frac{a}{x}$ 的圖形平行移動而得。

7.以函數 $y=\sqrt{x}$ 及其圖形為基礎，讓學生能畫出無理函數 $y=\sqrt{ax+b}$ 的圖形，並能瞭解其特徵。

8.讓學生瞭解逆函數的意義，並使他能導出簡單函數的逆函數的式子，並能夠畫出其圖形。

註：日本中學，高等學校的數學用語方面有一個與我國顯然不同的地方。例如在中學剛出現“方程式”為名的章節，其實祇提到“一元一次方程式”而已。等到“聯立方程式”（日本用“連立方程式”）的教材出現時，才說明“元”的意義，等到“二次方程式”時，才說明次數的用語。譬如上列〔目標〕中所出現的二次函數，分式函數，無理函數，我國一定冠有一變數，例如一變數二次函數，一變數分式函數，一變數無理函數等。

〔編集意圖〕

說明其教科書的有關該章的構成（結構），教材流程，處理方式等等。譬如，第三章的〔編集意圖〕中，特別指出，考慮了中學校的函數教材，不把函數概念定義成爲，由集合至集合的一意對應，而用“變數 y 值隨著變數 x 的值決定時，變數 y 就是變數 x 的函數來定義函數概念。又函數記號也不用 f 而用 $f(x)$ 。用具體的函數圖形，讓學生得到實際感，以及透過函數圖形，以視覺去瞭解函數性質。又二次不等式的解，採用二次函數圖形比直接計算更直觀而容易瞭解。等等！然後簡單提到各節處理方式。

〔中學校既習項目〕

我國高中數學教科書的教材手冊列有〔教材地位分析〕，幫助教師學生已習教材。但是，只列出已習教材的標題及其出現冊次，章次而已。這套教科書的指導資料，沒有列出其教材地位，但將各章有關的中學校既習教材主要內容詳細列出。譬如其“第三章函數”的中學校既習項目就出現，

1.函數及其圖形

① y 是 x 的函數—變數 x 的值確定時，隨著 y 的值又確定時，就叫 y 是 x 的函數。

② $x=a$ 的函數值—對應於 $x=a$ 的 y 的值。

- ③變域—變數能取的值的範圍。例如，對於函數 $y=2x-1$ 來說，若 x 的變域定為 $x \geq 3$ ，則 y 的變域就成為 $y \geq 5$ 。
- ④座標— x 軸， y 軸，座標軸原點，座標 (x, y) ， x 座標， y 座標。
- ⑤函數圖形—對於 x 的函數 y 而說，以變數 x 的值與其函數 y 的值為座標的點的全部集合所形成的圖形。
- ⑥ $y=x^2$ 的圖形—(i) $x < 0$ 的範圍內， x 增加時 y 減少。
 (ii) $x > 0$ 的範圍內， x 增加時 y 亦增加。
 (iii) 通過原點。
 (iv) 對於 y 軸成對稱。
 (v) 恒為 $y \geq 0$ 。 $x=0$ 時， y 有最小值 0 。

2. 一次函數

① x 的一次式所表示的函數 $y=ax+b$ 叫做一次函數。

②一次函數 $y=ax+b$ 中， $\frac{(y \text{ 的增加量})}{(x \text{ 的增加量})}$

為一定，等於 a ，這一定的值叫做這一次函數的變化的比例。

③一次函數 $y=ax+b$ 的圖形是，斜率為 a ，截距為 b 的直線。

3. 二次函數

①與二次方成比例的函數 $y=ax^2$ 。

②函數 $y=ax^2$ 的圖形是，通過原點且與 y 軸對稱的曲線（拋物線）。拋物線有對稱軸，對稱軸與拋物線的交點叫做拋物線的頂點。

4. 不等式

①使用不等號表示的式子叫做不等式。

②能使不等式成立的值，叫做不等式的解。

③不等式的性質。

I. 若 $A > B$ ，則 $A+C > B+C$ ， $A-C > B-C$ 。

II. 若 $A > B$ ， $C > 0$ ，則 $AC > BC$ ， $\frac{A}{C} > \frac{B}{C}$

III. 若 $A > B$ ， $C < 0$ ，則 $AC < BC$ ， $\frac{A}{C} < \frac{B}{C}$

④求出不等式的解的集合，叫做解不等式。

⑤一次不等式的解法。

5.比例與反比例

①兩個變數 x ， y 之間，若有 $y=ax$ 的關係時，就說 y 與 x 成比例。 $y=ax$ 的圖形是通過原點的直線。

②兩個變數 x ， y 之間，若有 $y=\frac{a}{x}$ 的關係時，就說 y 與 x 成反比例。

$y=\frac{a}{x}$ 的圖形是雙曲線。

由以上可以知道，教這套教科書的第三章，教師不必去查中學校的教科書或其相關資料，單看這本〔指導資料〕就可瞭解，高一學生在中學校時，已學過那些內容，值得我們參考。不但如此，接著這本〔指導資料〕又提供了學習這一章的〔學前診斷題〕，以標題〔中學校的診斷測驗題及其正答率〕列出。

〔中學校的診斷測驗問題與正答率〕

為了能夠更瞭解編者的用意起見，也舉其第三章的中學校的診斷測驗問題好作比較。後面數字為正答率，與班級為單位的最高・最低正答率。

1.對於下列(1)~(3)的各題，試以 x 的式子表示 y 。如 y 與 x 成比例時並附○的記號，成反比例時附△，這兩者都不是時，附×的記號。

(1)正三角形一邊長為 x cm與其周長 y 。(69/95~45)

(2)面積為 18cm^2 的長方形，其長度 x cm與寬度 y cm。(68/95~39)

(3)拿1000圓買每個50圓的物品若干個，買的個數 x 與找回的錢 y 圓。(66/100~35)

2.空的水槽每分鐘20公升的速率注入水。若開始注入後 x 分鐘在水槽中的水量為 y 公升，答出下列問題。

(1)用 x 的式子表示 y (85/98~64)

(2)若 x 的變域為 $0\leq x\leq 10$ ，求 y 的變域。(59/91~39)

3.就函數 $y=2x-3$ ，答下列問題。

(1)求對應於 $x=-3$ 的 y 值。(83/93~67)

(2)求這函數的變化率。(79/91~62)

(3)畫出這函數的圖形。(83/98~66)

(4)若 x 的變域是 $-2 \leq x \leq 3$ ，求 y 的變域。(64/86~49)

4.長10cm的蠟燭點了火，4分鐘後變成8cm。點火 x 分鐘後蠟燭長度為 y cm，把 y 當著 x 的一次函數，答下列各問題。

(1)用 x 的式子表示 y 。(36/57~20)

(2)求(1)式能成立的 x 的變域。(37/69~17)

5.就函數 $y = -x^2$ ($-3 \leq x \leq 2$)，答下列問題。

(1)求 $x = -3$ 的 y 值(81/93~62)

(2)若 x 從1增加到2時，求這函數的變化率。(54/69~39)

(3)畫出這函數的圖形(43/71~12)

6.把 x 值所對應的 y 值求出得到下列的數表。答下列問題。

x	.....	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{3}{2}$	2	.....
y	.....	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{8}$	2	.....

(1) x 與 y 的關係是下列的那一個，以標號回答。(69/92~54)

(a) y 與 x 成比例

(b) y 與 x 成反比例

(c) y 與 x 的平方成比例

(2)用 x 的式子表示 y 。(61/87~41)

7.如果 $a > b$ 時，把適合下列空格□的不等號填入。

(1) $a + 3$ □ $b + 3$ (97/100~90)

(2) $-\frac{a}{2}$ □ $-\frac{b}{2}$ (86/95~72)

(3) $2a - 3$ □ $2b - 3$ (88/98~72)

8.解下列不等式

$$(1) 2x - 3 > 5 \quad (88/98 \sim 72)$$

$$(2) 3 - 5x < -12 \quad (82/91 \sim 66)$$

$$(3) x - 9 \leq -3 - 2x \quad (83/93 \sim 69)$$

$$(4) 3x - (5x - 2) > 6 \quad (71/82 \sim 47)$$

9. 若 y 與 x 成反比例，且 $x = 6$ 時 $y = 8$ ，答下列問題

(1) 用 x 的式子表示 y 。(52/89~33)

(2) $x = 9$ 時， y 的值是多少？(37/76~18)

以上是診斷測驗題，下面並附各題的答案

由此資料，教師不但可以做學前評量，也可以知道所教班級學生大約在全國高一學生所佔的階段，對於施教設計及教學過程有很大的幫助。

〔數學小史〕

這本〔指導資料〕的解說編每一章都有一頁乃至二頁的〔數學小史〕，提出該章有關的數學事實與數學家的介紹等，譬如：

第一章從Euclid的原論（Elements）的自然數，偶數，奇數，約數，倍數，質數開始，發展到整數，有理數，介紹到Dedekind, Cantor發展實數概念，再提到未知量，已知量以文字表示，開始使用代數記號法的Viète。最後還提整數與整式，有理數與有理代的類似性。

第二章的數學小史，開始提出一次，二次方程式在古代Babylonia時代就出現，但有現代的形式是，到了17世紀末才有。再介紹三次、四次方程式是，16世紀意大利人創立解法，而其解法利用了虛數是，值得注目的事情。再進一步提到 x 的 n 次方程式，介紹Gauss證明了複數係數的 n 次方程式有 n 個根，以及五次以上的一般代數方程式不能用加·減·乘·除·開方的代數方法求出其解的事情。

第三章的數學小史，首先提到雖然三角函數，對數函數等很早就被發現，但經過Newton, Leibniz的微積分，Galilei的實驗追蹤，Kepler天體運動的解說，Descartes的解析幾何的建立，首先把“隨著變數 x 變動的量”當做了函數的概念。最後由Dirichlet的對應關係建立了函數的概念。

第四章的數學小史介紹了Euclid幾何與解析幾何的區別，以及由解析幾何發展到現代數學的情形，讓教師瞭解了由代數與幾何的融合發展到今日數學的

經過。

第五章的數學小史是，首先介紹了日本出版的各種數學書對於“集合的定義，然後提到Cantor, Dedekind的定義及集合的表示法等，最後介紹了Russel的Paradox。這個數學小史有一點類似我國的教師手冊，介紹了參考書籍。

〔小項目解說〕

各章的數學小史後面就依各節的順序做了〔小項目解說〕。

〔小項目解說〕是針對每項目做其教學目標與其處理方式的說明，然後提出其教學上的留意點，用語的解說，教科書補充說明，及在現代數學裡的背景等。下面舉其第二章第一節二次函數，①函數及其圖形的〔小項目解說〕。

〔目標與處理〕以函數的概念與畫函數 $y = x^2$ 的圖形的過程，做為復習為重點。又讓學生習慣於中學校未學的函數記號，如 $f(x)$ 等的使用法。

P64 函數的定義，用“變數 y 的值隨著變數 x 之值決定時”做為“ y 是 x 的函數”的定義是，銜接中學校的函數教學。以一次式或二次式表示的函數，換句話說，用式子能表示的函數為例，用“……的函數”的情形，做了函數的定義。從函數圖形的考察認識“變數值 \leftrightarrow 函數值的對應”瞭解函數的一意對應。另外，定義域·值域在中學校的新指導要領的移行措置中是未習的部分，請特別注意。

（註標題前的P64是表示教科書的第64頁的教材，以後的表示也類同）

P65 函數的表示法：在這一章的主體是函數的圖形，因此具體函數，大多數用 $y = f(x)$ 的形式表示。記號 $f(x)$ 有“ x 的函數”與“對應於 x 的函數值”的兩種意義，請注意。另外，給予函數後，最主要的是能夠實際畫出其函數圖形，因此，例4就選擇了二次函數的基本， $y = x^2$ 的圖形。希望在這項，確實的指導函數 $y = f(x)$ 的圖形的畫製過程。

- (1) 在定義域內，取各種不同的值 a ，求出其函數值 $f(a)$ ，作出對應表格。
- (2) 在座標平面上找出點 $(a, f(a))$
- (3) 把(2)找出的點全部用平滑的曲線聯結成圖形。
- (4) (3)所得的圖形就是所求函數的圖形。

〔誤答例〕 $f(x) = x^2 - 3x + 2$ 時

$$f(-2) = -2^2 - 3 \times -2 + 2 = 4$$

〔小項目解說〕之後，有時將有關的數學特論，或有趣的記事，加以框框，以框框記事的名義提出。如：

- (a) 第一章第 2 節〔整式計算與因式分解〕提出〔整式的次數〕即多項式次數，提到整式 0 不定義其次數的理由。
- (b) 第一章第四節〔實數與平方根〕提出 Dedekind 的“有理數到實數的構想”。
- (c) (b) 的同一節後面，提出“實數演算與作圖”介紹，已知兩數 a, b ，作出其四則演算所得數的作圖方法。
- (d) 第二章第一節介紹了“體”的定義，另外又證明了複數不能定“大小關係”的問題。

同時的框框記事中，有的又用（發展）的標題，補充了教科書的不足，讓教師指導較具有能力的學生。如，

- (a) 第二章〔二次式的因式分解〕提出複數範圍內的二次式的因式分解。
- (b) 第三章的（發展），介紹“利用因式分解的二次不等式解法”。
- (c) 第四章的（發展），補充了“點與直線的距離”。

以上是這本指導資料〔解說篇〕的相貌。

〔研究編〕

日本的文部省公佈的學習指導要領（相當於我國課程綱要）規定的內容較簡單，但舊的指導要領或程度較好學校的老師可能需要補充教材，或增加學識，這本指導資料以〔研究編〕的標題，提出較富理論性的數學項目。第一項是〔互除法（輾轉相除法）與連分數〕，共佔四頁。第二項是〔複數與平面幾何〕，提出 Gauss 的平面，複數的向量表示，在三角形上的應用，提到三角形的垂心，九點圓定理等。第三項是介紹了三次方程式的 Lagrange 解法，其中也介紹了四次方程式的解法。第四項是以有關整數的基礎的話題，介紹整數論的最大公約數（§1），素數的性質，算術基本定理（§2）， $\sqrt{2}$ 為無理數的證明，“若 k 為非完全平方數（即，滿足 $k = n^2$ 的整數 n 不存在）的正整數，則 \sqrt{k} 為無理數”的證明。進一步又提出，“若 n, k 為正整數，且滿足 $x^n = k$ 的整數 x 不存在時， $\sqrt[n]{k}$ 為無理數”（未附證明），最後列出，定理“若 $C_0, C_1,$

C_2, \dots, C_n 為整數，且 $C_0 \neq 0, C_n \neq 0$ 。若方程式

$$C_0x^n + C_1x^{n-1} + C_2x^{n-2} + \dots + C_n = 0$$

有有理數 $\frac{a}{b}$ 的解，但 $(a, b) = 1$ ，則 b 必為 C_0 的約數， a 為 C_n 的約數”及其證明，在這個〔研究編〕裡出現的數學，項末都列出其出處的著作者名字，這些作者皆為這套教科書的編輯委員。

〔解答編〕

這本〔指導資料〕接〔研究編〕之後，列出了〔解答編〕，登載了教科書各章節的“問”及“練習”的答案，章末“練習問題”的答案。

一般章節裡的“問”的解答，祇列出最後答案而已，但較複雜的問題，也列出解題過程。譬如

教科書P15 (Ch.1 § 3) “問10 展開 $(a-b-c)^2$ ” 的解答是

$$\begin{aligned} (a-b-c)^2 &= [(a-b)-c]^2 = (a-b)^2 - 2c(a-b) + c^2 \\ &= a^2 - 2ab + b^2 - 2ca + 2bc + c^2 \\ &= a^2 + b^2 + c^2 - 2ab + 2bc - 2ca \end{aligned}$$

教科書P28 (Ch.1 § 3) “練習” 2，

“2 計算下列

$$(1) 2 + \frac{3}{x+2} \quad (2) \frac{x}{x^2+3x+2} - \frac{1}{x^2+x}$$

其指導資料的解答是，

$$\text{“2 (1) } \frac{2x+7}{x+2}$$

$$\begin{aligned} (2) \frac{x}{x^2+3x+2} - \frac{1}{x^2+x} &= \frac{x}{(x+1)(x+2)} - \frac{1}{x(x+1)} \\ &= \frac{(x+1)(x-2)}{x(x+1)(x+2)} = \frac{x-2}{x(x+2)} \end{aligned}$$

教科書P37（第一章尾）的練習問題7：

計算下列分式

$$(1) \frac{x}{x^2-x-6} \div \frac{x}{x^2-5x+6} \quad (2) \frac{a-b}{ab} + \frac{b-c}{bc} + \frac{c-a}{ca}$$

其指導資料解答是，

$$(1) \frac{x}{x^2-x-6} \div \frac{x}{x^2-5x+6} = \frac{x(x-2)(x-3)}{(x+2)(x-3)x} = \frac{x-2}{x+2}$$

$$(2) \frac{a-b}{ab} + \frac{b-c}{bc} + \frac{c-a}{ca} = \frac{c(a-b) + a(b-c) + b(c-a)}{abc} = 0$$

教科書P45（Ch.2 §1）

“問5 $a = -5$, $b = -2$ 時,證明 $\sqrt{a}\sqrt{b} = -\sqrt{ab}$ ”其指導資料的解答是，

$$\text{“問5 } \sqrt{a}\sqrt{b} = \sqrt{-5}\sqrt{-2} = \sqrt{5}i \times \sqrt{2}i = \sqrt{10}i^2 = -\sqrt{10}$$

$$-\sqrt{ab} = -\sqrt{(-5)(-2)} = -\sqrt{10}$$

所以 $\sqrt{a}\sqrt{b} = -\sqrt{ab}$ 成立”

教科書P98（Ch.3 練習問題B）

7 分式函數 $y = \frac{2x+5}{x+2}$ 的圖形是，如何將 $y = \frac{x-2}{x-3}$ 的圖形平行移動

的結果？

其指導資料解答是

$$7 \quad y = \frac{2x+5}{x+2} = \frac{1}{x+2} + 2 \cdots \cdots \textcircled{1}$$

$$y = \frac{x-2}{x-3} = \frac{1}{x-3} + 1 \cdots \cdots \textcircled{2}$$

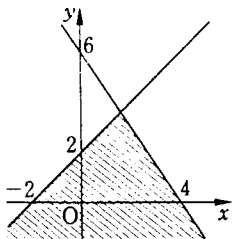
①式圖形的漸近線是直線 $x = -2$, $y = 2$ 。②式圖形的漸近線是直線 $x = 3$

， $y=1$ 。因此將②式漸近線平行移動到①式的漸近線就可以。因此將②式的圖形在 x 軸的方向平行移動 -5 ，在 y 軸的方向平行移動 1 就可得①式的圖形。

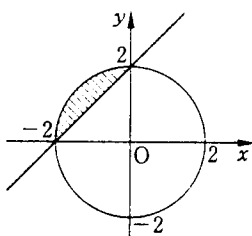
教科書P128 (Ch.4 練習問題B)

6 下圖斜線部分能夠用什麼聯立不等式表示。但不含其境界

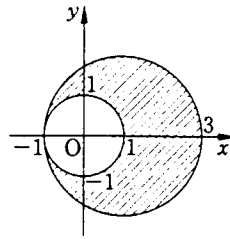
①



②



③



其指導資料的解答是

$$6 \quad (1) \begin{cases} y < -\frac{3}{2}x + 6 \\ y < x + 2 \end{cases} \quad (2) \begin{cases} y > x + 2 \\ x^2 + y^2 < 4 \end{cases}$$

$$(3) \begin{cases} x^2 + y^2 > 1 \\ (x-1)^2 + y^2 < 4 \end{cases}$$

教科書P156 (Ch.6 §1)

問5 若 $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$ 為全集， $A = \{2, 4, 6, 8\}$ ， $B = \{3, 6, 9\}$ ，證明 $\overline{A \cup B} = \overline{A} \cap \overline{B}$ ， $\overline{A \cap B} = \overline{A} \cup \overline{B}$ 成立。

其指導資料的解答是

問5，由 $A \cap B = \{6\}$

$$\overline{A} = \{1, 3, 5, 7, 9\}$$

$$\overline{B} = \{1, 2, 4, 5, 7, 8\}$$

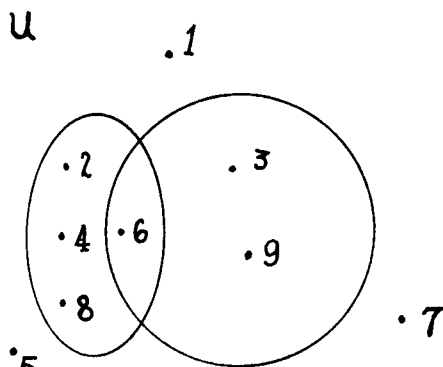
$$A \cup B = \{2, 3, 4, 6, 8, 9\}$$

可得 $\overline{A \cup B} = \{1, 5, 7\}$

$$\overline{A \cap B} = \{1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9\}$$

$$\overline{A} \cap \overline{B} = \{1, 5, 7\}$$

$$\overline{A} \cup \overline{B} = \{1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9\}$$



所以 $\overline{A \cup B} = \overline{A} \cap \overline{B}$
 $\overline{A \cap B} = \overline{A} \cup \overline{B}$ 成立。

一個問題，如果有兩種以上的解法時，指導資料也列出其較具代表性的解法。因此，教師有了這本〔指導資料〕後，教科書內的各種“問答”“練習”“練習問題”都不必查閱其他參考書籍，可應付自如。

〔附錄〕

這本〔指導資料〕的〔附錄〕的第一部分是，幫助教師作學習評量用的補充問題及其解答，第二部分是〔數學家簡略年表，從西曆紀元前四千年代的記數表開始，介紹到1900年代，列出與本教科書〔高校數學1〕有關的數學內容與數學家的年代表，第三部分是提供相當於我國部頒〔課程綱要〕的“高等學校〔數學〕學習指導要領”與“中學校〔數學〕學習指導要領”。

〔附錄〕第一部分的補充問題

按章節次序，首先列出與各節教材內容有關的“節末補充問題”，然後該章的“章末補充問題”，與教科書的“練習問題”一樣，分成A，B兩套。首先將全教科書的“補充問題”登載完後（自P200至P217），後面（自P218至P226）出現各題的解答。日本教科書內出現的“問…”相當於我國教科書的“隨堂練習”，其節末的“練習”相當於“自我評量”。因為在教科書內，所以可能上課前學生已知其解答，教師需要有補充題，這些“補充問題”可能是供給教師，這時應用的，所以其解答未隨題出現。

〔附錄〕第二部分是“數學家簡略年表”。因為各章都列出“數學小史”（指導資料內），因此為了教師能更詳細的介紹給學生，“年表”的出現對於教師也是一個很大的幫忙。

〔附錄〕第三部分是提供了現行的高校及中學的“學習指導要領”，使教師更能掌握其教材範圍，教學目標，及教材的銜接。日本高等學校〔數學學習指導要領〕，筆者已在台灣師大科教中心，民國82年6月出版的“國際數理科高級中學教科書比較”已介紹過。（P9~P45）。另外其“中學校數學學習指導要領”也已在該科教中心，民國81年11月出版的“國際數理科國民中學教科書比較”中登載過（P49~92）。

日本的高等學校數學科的必修內容祇有這個〔數學 I〕而已。雖然東京書籍會社出版的數學科的教科書還有下列五本：

- 高校 數學 II〔改訂版〕
- 新選 代數・幾何〔改訂版〕
- 新選 基礎解析〔改訂版〕
- 微分・積分
- 確率・統計

但這些都是選修。因為日本的高等學校，相當於我國高中與高職的合稱，所以上面五科目的選修，就由學生進路的不同而選。

東京書籍株式會社也由〔數學 I〕的同樣的編集委員會，編集以上五本教科書及其指導資料。

日本高校學生修完〔數學 I〕後，可直接修〔數學 II〕，〔代數・幾何〕，〔基礎解析〕及〔確率・統計〕，但要修〔微分・積分〕就必須修完〔數學 I〕，〔代數・幾何〕及〔基礎解析〕。

〔數學 II〕的內容，包括其餘四本的內容的簡化，故要選修其餘四本的學生就不必選修〔數學 II〕。

下面順序介紹這五科目的指導要領。

2 高校數學 II〔改訂版〕指導資料。

其編集，發行與其〔數學 I〕相同。

目 次

高校數學 II 的編集方針	4
指導計畫一覽表	6
「數學 II」的學習指導要領	12
解說編	
1 章 數列	15
2 章 各種函數	25
3 章 微分・積分	39
4 章 向量	59

5 章 電子計算機的利用	73
6 章 確率・統計	85

〔框框記事一覽〕

1 章 數學小史	17	
2 章 數學小史	27	
3 章 數學小史	41	平均值定理與函數的增減
(發展) 極限值	44	(發展) 在方程式・不等式中的
(發展) $(x^n)' = nx^{n-1}$ 的證明	47	應用
(發展) 從曲線外一點所引切線	49	(發展) 直線上的點的運動
4 章 數學小史	62	(發展) 位置向量在
有向線段與向量	64	圖形上的應用
(發展) 單位向量與基本向量	66	(發展) 直線的向量
(發展) 相異 3 點在 1 直線上的條件	68	方程式
5 章 數學小史	75	
6 章 數學小史	87	嘗試的獨立
事象與集合	94	二項分佈的期待值

研究編

奇妙的函數	102
利用BASIC電腦做數學的程式	108
日本職業棒球的勝負確率	116

解答編

1 章 數列	126
2 章 各種函數	134
3 章 微分・積分	148

4 章 向量	164
5 章 電子計算機的利用	172
6 章 確率・統計	177

附錄

●節末・章末的補充問題

1 章 數列	190
2 章 各種函數	194
3 章 微分・積分	199
4 章 向量	204
5 章 電子計算機的利用	208
6 章 確率・統計	212
補充問題的解答	216

〔高校數學 II 的編集方針〕

編者提到，接著〔數學 I〕的編集方針，認為高等學校數學教育目的是應將“數學知性的涵養”做為重心，重視，用知性能活用數學的能力，擁有數學的價值感，並注重培養數學資質，做為其編集方針。

因為重視數學的記讀能力（Mathematical literacy），讓學生學習的方法也採用不拘束於證明主義，透過體驗的了解做理解也可以。編者認為利用電算器，電腦，用實際操作接受數學概念，應有助於數學記讀能力，數學思考力的培養。

然後分各章說明其編集方針，及其改訂主旨。

〔指導計畫一覽表〕

〔數學 II〕是原則上，修完〔數學 I〕後選修的科目，標準單位數是3單位，但因為教材內容多，及考慮各學校的行事，這本〔數學 II 指導資料〕所列表的“指導計畫一覽表”的教學時數是，6單位×30節=180節（單位小時）（一單位小時為50分鐘）來分配各章節的教學時數。

（註，日本高校有較彈性的選修時數，標準學分數雖然為3，可用另外理數選修學分數增加到6學分單位。）

1 章 數列 (19單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1 等 差 數 列 (8)	①數列	數列，項，第 n 項，初項，一般項， 有限數列，項數，末項	2
	②等差數列	等差數列，公差，等差數列的一般項	2
	③等差數列的和	等差數列的和	4
2 等 比 數 列 (6)	①等比數列	等比數列，公比，等比數列的一般項	2
	②等比數列的和	等比數列的和，單利法，複利法 〔表示數列和的記號 Σ ，平方和〕	4
1 章 整理與復習 練習問題			1 4

2 章 各種函數 (30單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1 指 數 函 數 (11)	①累乘根	n 乘根，累乘根， $\sqrt[n]{a}$ ， n 乘根的積與 商， n 乘根的累乘	3
	②指數的擴張	有理數指數，指數法則，實數的指數	3
	③指數函數及其圖形	底，指數函數，指數函數的圖形 〔利用電算器做 a^b 的計算〕	5

2 對 數 函 數 (9)	①對數	底，對數， $\log_a N$ ，對數的性質 常用對數，底的變換	5
	②對數函數及其圖形	對數函數，對數函數的圖形	4
3 三 角 函 數 (14)	①一般角的三角函數	矢徑，角 α 的矢徑，一般角，正弦， 餘弦，正接，三角函數，單位圓，象 限的角	5
	②三角函數及其性質	正弦·餘弦的平方和， $\theta + 360^\circ \times$ $n - \theta \cdot 90^\circ - \theta \cdot 180^\circ - \theta \cdot$ $180^\circ + \theta$ 的三角函數的公式	4
	③三角函數的圖形	正弦曲線，周期，三角函數的圖形	5
2 章 整理與復習			1
練習問題			4

3 章 微分·積分 (38單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1 微 分 法 (11)	①平均速度與瞬間速 度	極限值	2
	②微分係數	平均變化率，微分係數， $f'(a)$	3
	③導函數	導函數， $f'(x)$	2
	④導函數的計算	x^n 的導函數，微分，微分法的公式 ，微分係數的計算	4

2 微 分 法 的 應 用 (10)	①切線	切線，切點，切線的方程式	3
	②函數的增加·減少	$f'(x)$ 的符號與函數的增加·減少， 極大，極大值，極小，極小值，極值， 函數的最大·最小	7
3 積 分 法 (12)	①不定積分	不定積分（原始函數），積分定數， 積分， x^n 的不定積分，不定積分的 公式	3
	②定積分	定積分，下端，上端，自a至b的積分， 定積分的公式	4
	③面積的計算	面積， $f(x) \leq 0$ 的情形的圖形面積， 2曲線所夾圖形的面積	5
3章 整理與復習 練習問題			1 4

4章 向量（23單位時間）

節	項	指 導 內 容	時間
1 向 量 與 其 演 算	①向量	有向線段，始點，終點，向量， 大小，$|\vec{AB}|$，相等，逆向量	2
	②向量的加法·減法 ·實數倍	向量的加法，和，交換法則與結合法 則，零向量，向量的減法，差，實數 倍	5
	③向量的成分	x成分，y成分，成分表示， 用成分的演算	3

(10)			
2 向 量 與 平 面 圖 形 (8)	①向量的平行	平行，平行條件，平行直線	2
	②位置向量	位置向量，向量與位置向量的關係，分點的位置向量	4
	③向量的垂直	垂直，垂直條件，垂直直線	2
4章 整理與復習 練習問題			1 4

5章 電子計算機の利用 (26單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1 電 算 器 (3)	①計算的方法	各種計算	1
	②使用電算機的計算	使用電算機的計算，Memory	2
2 電 腦 的 程 序 (11)	①計算的一般化與電腦	Program Personal Computer Program言語，BASIC	1
	②直接Mode	Keyboard, display, 入力, 出力, 直接Mode, PRINT, Cursor, RUN, Mode, 變數の利用	4
	③間接Mode	間接Mode, INPUT, NEW, Radian 累乘與累乘根，三角函數	6

3 程序 與 流 程 圖 (5)	①Programming	程序，LIST，GOTO，IF~THEN，END， 1次方程式的解，2次方程式的解	4
	②流程圖	2次方程式的解的流程圖(Flow chart)，Algorism	1
4 電 子 計 算 機 的 機 能 (4)	①計算機的構成	入力裝置，出力裝置，記憶裝置， 演算裝置，制御裝置，外部記憶裝置	2
	②外部記憶的方法	SAVE，LOAD 〔反覆與Subrotine (FOR TO NEXT 文，GOSUB，RETURN 文)〕	2
練習問題			3

6 章 確率・統計 (35單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1 順 列 與	①事件數	事件數，樹形圖，積的法則，和的法則	2
	②順列	順列， ${}_n P_r$ ，順列的個數，階乘， $n!$	2

組合 (7)	③組合	組合， ${}_nC_r$ ，組合的個數， ${}_nC_r = {}_nC_{n-r}$ ， ${}_nC_0$	3
2 確率 (18)	①確率的意義	試行，事象，確率， $P(A)$ ，根元事象，全事象，空事象，事象的確率	6
	②確率的和的法則	排反，排反事象，確率的和的法則，和事象，餘事象，餘事象的確率，確率的基本性質	4
	③有條件的確率	積事象， $P_A(B)$ ，有條件的確率，乘法公式	4
	④獨立事象	事象的獨立，獨立事象的乘法公式，試驗獨立，重複試驗定理	4
3 確率變數與確率分佈 (5)	①確率變數與確率分佈	確率變數，期待值， $E(X)$ ，條狀圖，確率分佈，二項分佈 〔統計與確率變數（平均值，分散，標準偏差，偏差值）〕	5
6章 整理與復習 練習問題			1 4

註：上面的計畫表內，指導內容覽裡，用中括弧〔 〕所圍內容，沒有配當教學時數，應另找適當時間教學或不列入教材範圍。

雖然教材是，以180小時的教學時數為前提編集，但也可用5單位×30小時=150小時來教學。這時，各章節的教學時數可用下表來分配。

章	節	時間	章	節	時間
1 數 列 (16)	1節 等差數列	6	4 向 量 (20)	1節 向量與其演算	8
	2節 等比數列	5		2節 向量與平面圖形	7
	1章 整理與復習	1		4章 整理與復習	1
	練習問題	4		練習問題	4
2 各 種 函 數 (32)	1節 指數函數	9	5 電 子 計 算 機 的 利 用 (19)	1節 電算機	2
	2節 對數函數	6		2節 電腦的程序	9
	3節 三角函數	12		3節 程序與流程圖	4
	2章 整理與復習	1		4節 電子計算機的機能	2
	練習問題	4		練習問題	2
3 微 分 · 積 分 (33)	1節 微分法	9	6 確 率 · 統 計 (30)	1節 順列與組合	6
	2節 微分法的應用	9		2節 確率	15
	3節 積分法	10		3節 確率變數與確率分佈	4
	3章 整理與復習	1		6章 整理與復習	1
	練習問題	4		練習問題	4

〔解說編〕

〔高校數學II指導資料〕的解說編的組織也與〔高校數學I 指導資料〕的組織差不多，不過，後者“中學校已學內容”改為“到數學I，已學內容”且沒有再出現學前診斷評量題。〔解說編〕的結構是：

- ⊙教學目標
- ⊙編集意圖
- ⊙到數學I為止所學內容
- ⊙數學小史

⊙小項目解說

⊙框框記事。

其中較具有特點部分介紹如後

第一章 數列

其〔編集意圖〕一開始就說明，雖然，一般的數列定義是，“以自然數為獨立變數的函數”，但教科書為想用較平易的記述，採用“依照某一規則，順序將數排列而成的”，導入了數列的概念。因為數列是簡單的概念，因此入學考試常出現且也設計成較難的問題，但編者希望數列部分還是編成較容易，較簡單的東西給予學生。所以，以等差數列，等比數列為中心，讓學生充分瞭解，相關的用語，項，初項，一般項的表示法及其和的求法等內容。接著的〔數學小史〕內又提出，現代數學上的數列定義，“由自然數的集合至實數集合的映寫 f 稱為（實）數列，且 $f(n)$ 簡寫成 a_n ”。順便又提到上述定義中的實數改為複數時，稱複數數列等。這數學小史也提到二項係數的Pascal三角形，並列出利用BASIC的Pascal三角形的程序，順便又說明

$$\sum_{n=1}^m \frac{1}{n(n+1)} \quad \text{的求法。}$$

第二章 各種函數

這本〔指導資料〕特別指出，其指數函數的導入前，先提出 n 乘根，以及 n 乘根的累乘積，然後再將指數擴張到有理數，讓學生瞭解，在有理指數的範圍內，指數法則也能成立。用有理指數的計算，畫出指數函數的圖形。然後利用逆函數的概念導出對數函數。這本教科書的三角函數部分，角的單位只採用六十分制而已，沒有提到弧度制（徑制）單位。三角函數也只教正弦（ \sin ），餘弦（ \cos ），正切（ \tan ）而已。

這一章的〔數學小史〕，先介紹代數函數與超越函數的定義，然後介紹了三角函數表的簡史，並介紹用BASIC打出對數的程式。另外也介紹了自然對數的底 e ，最後說明有了電算機，電腦出現後，使用對數的需要就減少了。

〔指導資料〕，在這一章裡面，編者特別多列了〔誤答例〕。（每本指導資料的節尾都會出現）

例如，第一節的〔誤答例〕有

$$\textcircled{1} \sqrt[4]{16} = \pm 2$$

$$\textcircled{3} 25 \text{ 的 } 4 \text{ 乘根是 } 5$$

$$\textcircled{5} 3 + \sqrt[4]{2} = 3\sqrt[4]{2}$$

第二節有

$$\textcircled{1} \log_8 2 = 3$$

$$\textcircled{3} \log_a 2 + \log_a 3 = \log_a 5$$

$$\textcircled{5} \log_a 1 = 1$$

$$\textcircled{2} 2 \text{ 的 } 3 \text{ 乘根是 } 3\sqrt[3]{2}$$

$$\textcircled{4} \sqrt[3]{2} \times \sqrt[4]{2} = \sqrt[12]{4}$$

$$\textcircled{2} \log_3 3 = 9$$

$$\textcircled{4} \log_a 5 - \log_a 2 = \log_a 3$$

$$\textcircled{6} \log_a \frac{1}{3} = 1 - \log_a 3$$

這誤答例可提醒教師，該注意的教學重點。

在三角函數的指導上，透過正弦曲線的畫製，強調了〔週期函數〕，並列表說明 $y = k \sin \theta$ ， $y = \sin k \theta$ ， $y = k \cos \theta$ ， $y = \cos k \theta$ ， $Y = k \tan \theta$ ， $y = \tan k \theta$ 分別與 $y = \sin \theta$ ， $y = \cos \theta$ ， $y = \tan \theta$ 的關係及其週期。

第三章 微分・積分

這套教科書中，有一本書名為微分・積分的書，為將來想升上與數學有關學系的學生選修。這〔數學 II〕的第三章的編集意圖指出，其目標是讓學生能夠在簡單的有理整函數的範圍內做微分，積分的計算及其應用。可見這〔數學 II〕是為文科學生及高職學生選修用的。其〔數學小史〕也特別介紹微積分的簡史及其用語的由來。雖然教科書並沒有出現平均值定理，但〔指導資料〕就特別用〔框框記事〕列出了這個定理，幫助教師的認識。

第一節微分法，教科書很粗略的提極限的概念，指導資料就用（發展）的框框記事，列出極限值的定義及函數的和差積商的極限值定理，希望教師施教給較有餘力的學生。

另外，指導資料又列出超出〔數學 II〕教材範圍的例子，“ $f'(a)$ 不存在，但 $f(a)$ 為極值”，以及“在 a 為不連續，但 $f(a)$ 為極值”

在積分的應用裡，又特別列出（發展）介紹“直線上點的運動”，補充自由落體的定理。

第四章 向量

這一章的編集意圖指出，這個教材是當著學生已經在理科的教材，經驗過向量的概念，故本章著重向量在幾何學上的意義及用成分表現的計算方法。

因為教科書內容也相當粗略，所以這一章，在數學小史補充向量定義，向量空間以外，用框框記事補充“有向線段與向量”“單位向量與基本向量”，“在幾何圖形上的應用”，“直線的向量方程式”等。

第五章 電子計算機的利用

在其編集意圖中指出，這章避免較麻煩的電腦使用上的規則，以及理論，主要的是能夠使用電算機或Personal computer，而編了這一章，不但當做教科書，也可以當做自習用書，或課外活動也能使用的教材。

其數學小史也介紹電腦的簡史，且也特別強調了日本的電腦功能。

各節的解設中處處介紹了日本製電腦的使用方法。

這一章只做教科書內容的解說而已，沒有進一步的介紹或解說。

第六章 確率·統計

這套教科書中有“確率·統計”為名的教科書，因此，本章也與第三章一樣，以具體例子讓學生瞭解初步的確率論（機率論）而已，其數學小史，首先提到生育2個孩子的家庭中，一男一女的機率的 $\frac{1}{2}$ ，但生育4個孩子的家庭中，二男二女的機率為 $\frac{3}{8}$ 的話題開始，轉到Pascal替人解決未賭完，如何分配賭金的古事，增加教師引起學生學習動機的資料。

又順列（排列），組合，確率（機率）的記號 ${}_n P_r$, ${}_n C_r$, $P(A)$ 分別是Permutation, Combination, Probability 的頭一個字母而來，提供給教師。

〔研究編〕

第一介紹了一個不連續點，連續點，可微分點，連續但不可微分點在開區間 $(0, 1)$ 稠密分佈的函數

$$\left\{ \begin{array}{l} x \text{ 爲有限小數時 } f(x) = \frac{1}{10^{2k(x)}} \\ x \text{ 爲無限小數時 } f(x) = 0 \end{array} \right.$$

x 爲從小數點某位數以後爲9的循環小數時改爲有限小數，如

$$0.141599 \cdots 9 \cdots = 0.1416$$

$k(x)$ 表示有限小數的小數點以下位數，如 $k(0.1416)=4$
並給了詳細的證明。

第二是介紹用BASIC做數學的程序，求最大公約數，分數化成循環小數，
因數分解， Monte Carlo Method等。

第三是介紹了日本職業棒球比賽序列的勝負機率，提高機率（確率）的學
習興趣。

〔解答編〕

與〔數學 I〕的解答編一樣，首先按章節順序列出教科書的“問”，“練
習”，“練習問題”的解答，簡單問題只給最後答案，但一般問題都給解題過
程的解答。第二，三，四章並附有相關的圖表。第五章也列出解答的
Program。第六章確率・統計的解答都較詳細。

〔附錄〕

頭一個附錄是與〔數學 I〕一樣，以章節的次序，提供了各節末的補充問
題，章末的補充問題，每一補充問題都可作一節課（50分鐘）的學習評量之用
。這個補充問題的試題部分與解答部分分開，試題部分節末，章末都各佔一頁
，可直接影印就成測驗題。最後介紹高校數學的自習教材。

3 〔新選代數・幾何〔改訂版〕〕指導資料。

編集，發行與〔數學 I〕相同。

目 次

新選代數・幾何的編集方針	4
指導計畫一覽表	6
解説編	
1 章 平面上的向量	13
2 章 空間圖形與向量	43
3 章 行列（矩陣）	77
4 章 2 次曲線	104

〔框框記事一覽〕

1 章 數學小史……………17	$\vec{c} = m\vec{a} + n\vec{b}$ ……………34
有向線段與向量……………18	2 直線所成的角……………39
數與向量……………25	向量在圖形上的應用……………41
2 章 數學小史……………46	(發展) 利用向量的
直線與平面所成的角……………49	三垂線定理的證明……………62
空間中的直線	次元……………64
• 平面的定理……………50	(發展) 平面方程式的
基本向量與成分表示……………58	標準形……………73
空間中的單位向量	2 平面所成的角……………74
與成分……………59	2 平面的交線的方程式……………75
(發展) 空間中的 2 直線所成	
的角……………61	
3 章 數學小史……………79	(發展) 固有值・固有向量……………97
轉置行列・對稱行列	(發展) 行列的對角化與行列的
• 交代行列……………85	累乘……………98
逆行列的求法……………86	映射的誕生……………100
行列式……………89	映射的定義域・值域……………101
將向量對應到向量	$f: x \rightarrow y$ 的讀法 ……………101
的 1 次變換……………94	映射的記號讀法……………102
1 次變換的線形性……………94	◎ 行列 = Matrix
4 章 數學小史……………108	圓錐被平面所截的截面……………118
(發展) 放物線的切線	(發展) 圓錐曲線的準線……………120
方程式……………110	
直角雙曲線……………114	用極座標的圓錐曲線方程式……………122
(發展) 橢圓・雙曲線的	
切線方程式……………115	

研究編

1 次變換與不變直線……………124
Pascal 定理……………131

雙曲線上的格子點·····	138
解答編	
1 章 平面上的向量·····	150
2 章 空間圖形與向量·····	163
3 章 行列·····	182
4 章 2 次曲線·····	208
附錄	
●節末·章末補充問題	
1 章 平面上的向量·····	228
2 章 空間圖形與向量·····	232
3 章 行列·····	237
4 章 2 次曲線·····	241
補充問題的解答·····	244

〔新選代數·幾何的編集方針〕

這個〔代數·幾何〕的教材是，以二次曲線，向量，行列（我國用矩陣，英文的Matrix)為素材，加深數式與圖形關係的學習。編者認為矩陣可以表示一次變換，矩陣的演算，透過一次變換的幾何學意義，才能真正瞭解其本質。雖然二次曲線的定義是，平面上的座標的二次方程式所表示的圖形，但是這些曲線，擁有共同的，滿足一個簡單條件的點的軌跡的幾何性質，而這些性質的研究，可靠方程式的代數演算而得。這本教科書是，想讓學生徹底瞭解這些代數學與幾何學的相互關係，而將其基礎事項的傳授，當做基本方針而編集。最後編者又強調，其對數學的理念，“數學是人類精神的自由創造物，是探究自然現象以及各種現象背後實際存在的數學現象的學問”，並說出他們是用這種精神編集這本教科書。

〔指導計畫一覽表〕

〔代數·幾何〕的標準授課的時數是 3 單位（ $3 \times 35 = 105$ 節，每節50分鐘），但下面的進度表是，以 3×30 週 = 90節而編的。

1 章 平面上的向量 (21單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1 向 量 及 其 演 算 (10)	①向量	有向線段，始點，終點，向量，向量的大小，向量的相等，逆向量	1
	②向量加法·減法·實數倍	向量的和，基本性質，零向量，向量的差，向量的實數倍，向量實數倍的性質	1.5
	③向量的成分	成分表示，用成分的演算，基本向量，單位向量	1.5
	④向量內積	內積的定義，內積成分表示，內積的性質	3
	⑤向量的垂直與平行	向量的垂直，向量的平行，二個向量為基準的向量表現	2
	●問題		1
2 向 量 的 應 用 (9)	①位置向量	位置向量，位置向量與座標	3
	②直線與向量	直線的向量方程式，媒介變數，直線與法線向量，點與直線的距離	3
	③圓與向量	圓的向量方程式	1
	④圖形上的應用	向量在圖形上的應用	1
	●問題		1
練習問題			2

2 章 空間圖形與向量 (24單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1 空間內的直線· 平面與座標 (5)	①空間內的直線與 平面	平面的決定，二直線的位置關係， 二平面的位置關係，二平面所成的角 ，直線與平面的位置關係，直線與平 面的垂直，三垂線定理	3
	②空間的座標	座標平面，空間內點的座標	1
	●問題		1
2 空 間 的 向 量 (8)	①空間的向量	空間向量的定義，向量的大小，向量 的相等	0.5
	②向量的成分	成分表示，位置向量	0.5
	③向量的演算	利用成分做演算	2
	④向量的大小	2 點間的距離公式	1
	⑤向量的內積	內積的定義，內積的成分表示，向量 的垂直與平行，向量在圖形上的應用	3
	●問題		1
3 空 間 圖 形 的 方 程 式 (8)	①空間內的直線 方程式	通過一點的直線方程式，通過二點的 直線方程式	2
	②平面的方程式	通過一點的平面方程式，法線向量， 1 次方程式與平面，通過三點的平面 方程式，點與平面的距離，直線與平 面的交點	3
	③球面的方程式	球面的方程式	2
	●問題		1
練習問題			3

3 章 行列 (29單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1 行 列 (12)	①行列的意味	行列定義，成分，行，列， $m \times n$ 型的行列， m 行 n 列的行列， n 次的正方行列，行向量，列向量，行列的相等	1
	②行列的加法·減法·實數倍	行列的加法·減法，和，加法的交換法則，結合法則，零行列，差，行列的實數倍，實數倍的基本性質	2
	③行列的乘法	行列的積	1
	④行列乘法的性質	交換法則的不成立，結合法則，分配法則，單位行列，零行列的性質	3
	⑤逆行列	逆行列的定義，逆行列的求法 $[A^{-1}]$	2
	⑥連立1次方程式 ●問題	利用逆行列的解法	2 1
2 1 次 變 換 (14)	①1次變換的意義	1次變換的定義，1次變換 f 的行列，相似變換	2
	②1次變換的圖形	直線的1次變換，平行2直線的1次變換，將直線映射到點的1次變換	5
	③繞原點的旋轉表示	回轉的行列	2
	④1次變換的合成與逆變換	1次變換的合成與行列，1次變換的逆變換與行列	2
	⑤映射 ●問題	映射意義，像，映射的合成，逆映射	2 1
練習問題			3

4 章 2 次曲線 (16單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1	①拋物線	拋物線的定義，拋物線的方程式，拋物線與直線的位置關係	3
2	②橢圓	橢圓的定義，橢圓的方程式，圓與橢圓	3
次	③雙曲線	雙曲線定義，雙曲線方程式，漸近線	3
曲	④平行移動與切線	拋物線·橢圓·雙曲線的平行移動	2
線	⑤ 2 次曲線，圓錐曲線	2 次曲線，圓錐曲線，2 次曲線與自然現象，2 次曲線的焦點	1
(13)	●問題		1
練習問題			3

〔解說編〕

這本〔指導資料〕也和〔數學Ⅱ〕的解說編一樣，其解說編的構成也分成

- ⊙目標
- ⊙編集意圖
- ⊙到數學Ⅰ為止的既習項目
- ⊙數學小史
- ⊙小項目的解說
- ⊙框框記事

第一章 平面上的向量

編集意圖說明，第一節的目的是讓學生熟悉向量概念的理解及熟練其演算。第二節是利用向量研究數學Ⅰ學過的解析幾何內容，所以導入了位置向量。施教時提醒教師與本章有關的，數學Ⅰ為止的既習項目

- ①平行四邊形性質
- ②三角形兩邊和大於第三邊
- ③三角形相似條件
- ④商高定理（日文用三平方的定理）
- ⑤餘弦定理
- ⑥三角形面積
- ⑦內分點，外分點
- ⑧直線方程式
- ⑨圓的方程式

詳細列出來，有助於學前評量。

其數學小史就登載，從Decartes的解析幾何開始，經過Grassmann, Cayley, Peano等向量的簡史，還特別說明本指導資料的第64頁有實向量空間的完整定義。另有用集合說明，向量是所有有向線段所成的集合S中有一定方向與一定長度的有向線段所成的子集，但教科書就用圖形簡單帶過，沒有出現集合概念，其P75的框框記事又提供， n 有序數組的集合所成 n 維向量空間 R^n ，及其內積，二向量所成角等的證明。小項目解說都指出施教時，應該注意的重點。

第二章 空間圖形與向量

編集意圖指出，學生對於空間的認識較生疏，所以先復習中學校既習的，平面的決定、二直線的關係、二平面的位置關係、直線與平面的位置關係、直線與平面的垂直、三垂線定理等，之後導出空間座標。雖然教科書只列出空間（立體）的平面及直線的關係，但指導資料就登載相關定理及其證明（佔5頁）。這一章的數學小史敘述了解析幾何發展出向量分析，代數幾何學，射影幾何學等經過。另外這一章裡，編者也以框框記事補充了，直線與平面所成的角，基本向量的成分表示，空間二直線所成的角等。另外又供給教師，線型代數裡的向量空間，線型結合，基底等概念及證明（共5頁）

第三節的小項目解說，依照教科書內容說明後，框框記事有平面的Hesse方程式，兩平面所成的角，兩平面的交線方程式等資料提供給教師。

第三章 行列（矩陣）

編集意圖指出，矩陣是線型代數的基本概念，以方陣為主，與線型變換的

表現等做爲讓學生熟悉矩陣概念及熟練演算。

其數學小史就簡單介紹了矩陣的歷史，最後介紹二次曲線的分類，方陣的固有值的出現情形。

在第一節裡，讓學生從具體例子熟悉其基本用語，矩陣演算只列出其基本性質，不加以證明，從具體例子讓學生熟練演算，框框記事介紹了轉置矩陣，對稱方陣，交錯方陣及逆方陣的求法，行列式等資料。

第二節，先做平面的線型變換 f 的矩陣，然後討論了直線經線型變換的像。然後利用繞原點的旋轉變換，線型變換的合成，逆變換等，導出三角函數，正·餘弦的加法定理。其框框記事介紹了方陣的固有值，固有向量，方陣的對角化，方陣的累乘等，另外特別介紹了映射： $f: X \rightarrow Y$ 的英文讀法“the map of f from X to Y ”及日語讀法。

第四章 二次曲線

其編集意圖裡，特別說明了這本教科書的學分數是3，因此拋物線，橢圓，雙曲線的方程式都以標準形爲主體，進一步將這些曲線，做平行移動的結果爲止。這些曲線的切線求法也利用一元二次方程式的判別式（重根）而已。雖然最後提到圓錐被平面所截的截面是二次曲線（圓錐曲線）以及往斜上拋出的球的軌道，惑星，人造衛星的軌道，水的波紋的曲線是二次曲線，但都沒有其證明。

這章的數學小史介紹了，Apollonius的圓錐截面，惑星的Kepler定理等，以及射影幾何學的二次曲線等，豐富教師的認識。框框記事有斜率爲 m 的拋物線 $y^2 = 4px$ 的切線求法，直角雙曲線（等軸雙曲線），橢圓，雙曲線的切線求法，一般二元二次方程式的圖形分類，圓錐的平面截面爲二次曲線的證明，圓錐曲線的焦點·準線，離心率，極座標的圓錐曲線方程式等。但教科書上是沒有這些教材。

教科書上出現的例子都是，具體數字的例子，其標準形公式，沒有出現導出的過程，這些都在指導資料裡詳細的出現。

〔研究編〕

第一項目是“一次變換與不變直線”介紹平面上的一次變換的線型性，固有值，不變直線等。

第二項是“Pascal定理：圓錐曲線的內接六邊形，三組對邊延長線的交點在同一直線上。”的證明。

第三項是“雙曲線上的格子點”，介紹 m 為正整數時，雙曲線 $x^2 - my^2 = 1$ 或 $x^2 - my^2 = -1$ 的格子點情形。

〔解答編〕

這本指導資料的解答編與〔數學 I · II〕兩本一樣，都提供詳細的解答，可惜沒有像〔數學 II〕，附解答有關圖形。

〔附錄〕

與〔數學 I · II〕一樣，每一節末，每一章末都提供了，學習成就評量的補充問題及解答。

4 〔新選基礎解析〔改訂版〕〕指導資料

編集，發行與數學 I 相同

目 次

新選基礎解析的編集方針	4
指導計畫一覽表	6
解說編	
1 章 三角函數	13
2 章 指數函數・對數函數	26
3 章 數列	39
4 章 微分及其應用	46
5 章 積分及其應用	59

〔框框記事一覽〕

1 章 數學小史……………15	(發展) 積 \leftrightarrow 和·差的公式……………23
周期函數……………19	
加法定理與回轉……………21	
2 章 數學小史……………28	
指數擴張到有理數的論理 過程……………33	
3 章 數學小史……………40	數學歸納法……………44
漸化式 $a_{n+1} = pa_n + q$ 所定 的數列……………43	
4 章 數學小史……………48	定理 1 證明……………55
x^n 的微分法說明的一例 ……52	微係數的符號與函數的增減狀態…55
數學 I 所學切線的關係…………54	加速度……………57
5 章 數學小史……………61	Cauchy-Schwartz不等式 ……65
拋物線與直線所圍 圖形的面積……………63	

研究編

複數，指數函數，三角函數……………68
函數的周期……………76
奇妙的數……………86
相加平均·相乘平均……………92

解答編

1 章 三角函數……………100
2 章 指數函數·對數函數……………126
3 章 數列……………142
4 章 微分及其應用……………157
5 章 積分及其應用……………177

附錄

●節末·章末補充問題

1 章	三角函數	196
2 章	指數函數・對數函數	200
3 章	數列	204
4 章	微分及其應用	208
5 章	積分及其應用	212
	補充問題的解答	216

〔新選基礎解析的編集方針〕

這本教科書的編集方針與〔數學 I〕的方針一樣，希望確實的教好基礎的事項，因為是高等學校的程度，所以論理的證明有其限度，所以編者採用“動的論理”，“總合性論理”讓學生去體會，接受。

〔指導計畫一覽表〕

基礎解析的標準授課時數是 3 單位，一年 35 週，共有 105 節（每節 50 分鐘），但配合學校行事，下面的計畫只列 3×30 週 = 90 節。

1 章 三角函數（21 單位時間）

節	項	指 導 內 容	時間
1	①一般角	一般角	1
三 角 函 數	②三角函數 實數倍	三角函數的定義，角 θ 的象限，三角 函數的符號， $\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$ ， $\tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$	2
(II)	③三角函數的性質	$\theta + 360^\circ$ ， $-\theta$ ， $\theta + 90^\circ$ ， $\theta + 180^\circ$ 的三角函數的性質	2
	④三角函數的圖形	$\sin \theta$ ， $\cos \theta$ ， $\tan \theta$ 的圖形，周期 函數， $\sin(\theta - \alpha)$ ， $k \sin \theta$ ， $\sin k \theta$ 的圖形，三角方程式與不等式	5

	●問題		1
2	①加法定理	正弦·餘弦·正切的加法定理	3
加	②加法定理的應用	2倍角的公式，半角的公式	3
法		$a\sin\theta + b\sin\theta$ 變形為 $r\sin(\theta + \alpha)$	
定		三角函數的最大·最小	
理	③弧度法	弧度法與60分法的關係，弧的長度， 扇形的面積	1
(8)	●問題		1
練習問題			2

2 章 指數函數·對數函數 (13單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1	①累乘根	n乘根 $\sqrt[n]{a}$ 的意義，n乘根的公式 〔累乘根〕	1
指	②指數的擴張	分數指數 $a^{\frac{m}{n}}$ 的意義	1
數	③指數函數	指數函數與其圖形，增加函數，減少 函數，指數方程式·不等式	2
函			
數			
(5)	●問題		1
2	①對數	對數的定義 $[\log_a P]$	1
對	②對數的性質	$\log_a 1 = 0$, $\log_a a = 1$ 積，商，累乘的對數 底的變換公式 常用對數	3
數			
函			
數	③對數函數	對數函數與其圖形	1
(6)	●問題		1
練習問題			2

3 章 數列 (17單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1 數 列 (10)	①數列	數列的定義，一般項，有限數列	0.5
	②等差數列	等差數列與公差的定義，等差數列的一般項，等差數列的和的公式	2.5
	③等比數列	等比數列與公比的定義，等比數列的一般項，等比數列的和的公式	2
	④各種數列	$1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + n^2$ Σ 的意義與性質，[Σ] $\frac{1}{1 \cdot 2} + \frac{1}{2 \cdot 3} + \dots + \frac{1}{n(n+1)}$	4
	●問題	階差數列的定義與應用	1
2 漸 化 式 · 數 學 歸 納 法 (5)	①漸化式	漸化式的意義，用漸化式表示的數列的一般項求法	2
	②數學歸納法	用數學歸納法的證明方法	2
	●問題		1
練習問題			2

4 章 微分與其應用 (22單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1	①平均變化率	平均變化率的定義	1
	②極限值	極限值的意義，極限值的性質 〔lim, 極限值〕	1

微分係數與導函數 (8)	③微分係數	微分係數的定義 $f'(a) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+h) - f(a)}{h}$	2
	④導函數	切線的定義與切線的斜率 導函數的定義，x的增分 Δx ，y的增分 Δy $f'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x}$ x^n 的導函數，導函數的計算公式 導函數與微分係數	3
	●問題		1
微分法的應用 (12)	①切線的方程式	切線的方程式	2
	②函數的增減	導函數的符號與函數增減，增減表	2
	③函數的極大·極小	函數的極大·極小的定義，極大值·極小值的求法	2
	④最大·最小	區間的定義，最大值，最小值	2
	⑤方程式，不等式上的應用	考察 $y = f(x)$ 的圖形查出 $f(x) = 0$ 的實數解的個數，或證明不等式 $f(x) \geq 0$ 的方法	2
	⑥速度	速度，速率	1
	●問題		1
練習問題			2

5 章 積分與其應用 (17單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1 積 分	①不定積分	不定積分的定義， $\int f(x)dx = F(x) + C$ ， x^n 的不定積分，不定積分的公式	2
	②定積分與其性質	定積分的定義	3

法		$\int_a^b f(x)dx = [F(x)] = F(b) - F(a)$	
(6)	●問題	定積分的性質，定積分表示的函數	1
2 定 積 分 的 應 用 (9)	①面積	面積與定積分的關係，求 2 曲線間的面積的式子 $\int_a^b \{f(x) - g(x)\}dx$	4
	②體積	體積與定積分的關係 求體積的式子 $V = \int_a^b S(x)dx$ 回轉體的體積 $V = \pi \int_a^b \{f(x)\}^2 dx$	3
	③速度與距離	速度與位置的變化的關係 位置的變化與移動距離的關係	1
	●問題		1
練習問題			2

〔解說編〕

〔基礎解析指導資料〕解說編的構成與〔數學 II〕，〔代數・幾何〕的指導資料一樣，有目標，編集意圖，到數學 I 為止的既習項目，數學小史，小項目解說，框框記事等。

第一章 三角函數

其編集意圖說明，讓學生充分瞭解一般角的三角函數定義，證明正・餘弦的加法定理，並導出 2 倍角，半角的三角函數公式，最後介紹弧度制（徑制），讓學生認識用它求弧長，扇形面積的便利。

其數學小史裡介紹了三角法的歷史外，又提 Euler 的 $e^{i\theta} = \cos \theta + i \sin \theta$ ，Fourier 級數等。

小項目解說中特別注意了 $y = \sin \theta$ ， $y = \cos \theta = \sin(\theta + 90^\circ)$ ， $y = k \sin \theta$ ， $y = \sin k\theta$ 的圖形關係。

三角函數的加法定理，教科書利用 $A(\cos(\alpha + \beta), \sin(\alpha + \beta))$ ， $B(1, 0)$ ， $A'(\cos \alpha, \sin \alpha)$ ， $B'(\cos \beta, -\sin \beta)$ 時 $\overline{AB} = \overline{A'B'}$ 證明。但框框記事裡，特別指出，〔代數・幾何〕的一次變換，用方陣表示旋轉導出的加法定理的證明。

另外用“發展”的框框記事介紹了正·餘弦的和差化爲積，積化爲和或差的公式證明（教科書無此教材）。日本高校的數學教科書，三角函數部分出現較多教材的，算是這個基礎解析。但教科書部分教材很少，指導資料補充最多的算是這一章。

第二章 指數函數·對數函數

這一章的教材內容，從指導計畫一覽表可看出，與數學 II 的內容很相似。由 n 乘方根到有理指數，直接進入指數函數圖形。然後用逆函數，導出對數函數。但其數學小史部分指出，電腦出現以前，數的乘除依賴對數表的情形很多，但現在電腦出現後，對數表的需要減低，對數函數，指數函數的重要性變成著重在其記述性了。另外，解說中特別注意了指數函數，對數函數的底使函數變成增·減函數的情形。

第三章 數列

編集意圖指出，這一章主要目標是等差數列，等比數列，及自然數平方和以及 Σ 的使用法。另外特別介紹了漸化式（決定初項 a_1 以及用 a_n 表示 a_{n+1} ），所謂數學歸納法定義數列的方法。這一章沒有出現，到數學 I 爲止的既習項目，數學小史也只提，數列是解析學主要的研究對稱而已。利用數學歸納法證明數列情形也嫌少。

第四章 微分及其應用

這一章與第三章一樣，沒有出現相關既習項目。其數學小史也變成介紹 Galileo, Descartes, Newton, Leibniz 等數學家生平。雖然介紹了極限值，但未出現“ $\varepsilon - \delta$ 定義”。雖然列出極限值性質，但都沒有加以證明。微分，導函數也只限於有理函數而已。因爲函數的增減不加以證明，但指導資料裡用框框記事列出“平均值定理”說明函數增減。小項目解說也較簡略。

第五章 積分及其應用

編集意圖指出，其第一節是用微分法的逆演算導出不定積分的概念，定積分也避免了原來的定義，用面積的直觀代用其定義，證明，導出計算方法。小項目解說也簡單提一提而已。最後用框框記事利用二次方程式的判別式證明 Cauchy-Schwartz 的不等式。

〔研究編〕

這本指導資料的研究編，完全為教師的參考資料而已。第一編是“複數，指數，指數函數，三角函數”，先提出複數的極表示法 $\alpha = r(\cos \theta + i \sin \theta)$ ，然後利用三個條件

(i) 對於任意 x, y $f(x+y) = f(x) f(y)$

(ii) f 為連續函數

(iii) $f(1) = a$

定義指數函數 $y = a^x$ ，並加以證明。

其次導出 $g(\theta) = \cos \theta + i \sin \theta$ 也有類似性質，再經 $e = \lim_{n \rightarrow \infty} (1 + \frac{1}{n})^n$

導出 $\lim_{n \rightarrow \infty} (1 + \frac{x}{n})^n = e^x$

$e^{i\theta} = \cos \theta + i \sin \theta$ ，並列出

$$\cos \theta = 1 - \frac{\theta^2}{2!} + \frac{\theta^4}{4!} \dots\dots\dots$$

$$\sin \theta = \theta - \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^5}{5!} \dots\dots\dots$$

第二編提出“函數的週期”。

首先定義“週期函數”及其“基本週期”。接著介紹沒有基本週期的週期

$$\text{函數 } f(x) = \begin{cases} 1 & \text{當 } x \text{ 為有理數} \\ 0 & \text{當 } x \text{ 為無理數} \end{cases}$$

再提“週期的加群”，“具有最小正週期的週期函數”“不具有基本週期的週期函數”的性質等等。

第三編是“奇妙的函數”（數學 II 出現過）

第四編，介紹了相加平均大於相乘平均的詳細證明。

解答編及附錄的補充問題及其解答與數學 I · II，代數 · 幾何相同，不再介紹。

5 微分・積分 指導資料。

編集者・發行者與〔數學 I〕同。

目 次

微分・積分的編集方針…………… 4

指導計劃一覽表…………… 6

解說編

1 章 極限……………13

2 章 微分法……………39

3 章 微分法的應用……………55

4 章 積分法……………77

5 章 積分法的應用……………101

〔框框記事一覽〕

1 章 數學小史 I ……………16	有關極限存在的一定理……………28
(發展) 數列 $\{r^n\}$ 的	(發展) 調和級數 $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}$ 是發散的 32
極限的另一證明……………23	
數列與其收斂定義與基本法	(l' Hospital) 定理 ……………34
則證明……………25	
2 章 數學小史 II ……………42	$\lim_{h \rightarrow 0} (1+h)^{1/h}$
連續但不可微分的例……………44	存在的證明……………51
(發展) 合成函數・逆函數	
與映射……………48	
3 章 數學小史 III……………58	(發展) 1 次近似式的誤差……………71
(Cauchy)	Taylor 公式・
平均值定理……………61	Taylor 展開……………74
凸函數與不等式……………66	
4 章 數學小史 IV……………80	三角函數, 有理函數不定積分……………90
不定積分的存在……………83	

(發展) $\frac{1}{\sqrt{x^2+a}}$ ($a \neq 0$) 的不定積分.....86	$\int \sin^n x dx, \int \cos^n x dx, \int \tan^n x dx$ 的漸化式 .....91
恒等式 $\frac{x^2-2}{x(x^2+2)} = \frac{a}{x} + \frac{bx+c}{x^2+2}$...89	不定積分的名稱.....94 $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^n x dx$ .....97
5章 數學小史 V 103	(發展) 回轉體的表面積..... 110
平面圖形的重心與Pappos • Jordan定理..... 108	數值積分..... 112
曲線的長..... 110	有關解的唯一性定理..... 117

研究編

$\epsilon \delta$ 一論法.....	120
e 及 π 為無理數，Sylvester公式，亂列的數，全射的數...	128
對數微分法.....	142
無長度曲線的存在.....	149
微分方程式（高校將來的發展）.....	155

解答編

1章 極限.....	176
2章 微分法.....	201
3章 微分法的應用.....	214
4章 積分法.....	249
5章 積分法的應用.....	275

〔微分・積分〕的編集方針

其編集方針的根幹與〔數學 I〕，〔代數・幾何〕，〔基礎解析〕完全一樣，但是這本指導資料，特別以條款式列出了這個根幹。

- (1)教材的排列順序做了特別研究，使得能夠達到較高的目標。
- (2)採用簡潔而視覺上較好看的記述，讓學生能夠明快的看到展開過程。

(3)增加例題，使得能充分培養解題能力。

(4)讓紙面構成好看，使得能夠做到整然有效率的學習。

另外編者又說明〔微分·積分〕的教材是為“將來特別需要數學”的少數學生而編的，必須擁有〔數學 I〕，〔基礎解析〕，〔代數·幾何〕的基盤，直接銜接〔基礎解析〕。所處理的函數也從整式函數擴張到公式函數，無理函數，指數函數，對數函數。但是因為施教對象是高校生，沒有辦法做到現代數學的嚴密性。

〔指導計畫一覽表〕

〔微分·積分〕的標準授課時數為3單位，105節，但考慮學校行事，做3×30節的教學時數。

1章 極限 (18單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1 數 列 的 極 限 (6)	①數列的收斂，發散	無限數列，數列的極限值，數列的收斂·發散，發散到正·負無限大，振動	1
	②極限的求法	極限值與四則，極限值的求法，收斂數列的極限值的大小關係，發散至 $+\infty$ 或 $-\infty$ 的數列	2
	③數列 $\{r^n\}$ 極限	$\{r^n\}$ 的收斂·發散，以漸化式定義的數列的極限	2
	●問題		1
2 無 限 級 數 (5)	①無限級數	無限級數，部分和，無限級數的收斂無限級數的和，無限級數的發散	1
	②無限等比級數	無限等比級數，無限等比級數的和，循環小數與無限等比級數	2
	③各種無限級數	無限級數的求法	1
	●問題	無限級數收束的必要條件	1

3 函 數 的 極 限 (5)	①函數的極限	函數極限值，極限值與四則，發散到正・負的無限大，左或右的單側極限， $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x)$ ， $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x)$ ，指數函數・對數函數與極限，函數極限值的大小關係，三角函數的極限	2
	②函數的連續性	在 $x=a$ 的連續，開區間・閉區間，函數的連續性，不連續，中間值定理	2
	●問題		1
練習問題			2

2 章 微分法 (12單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1 微 分 法 (5)	①導函數	微分係數，微分可能，微分可能連續，導函數，微分	1
	②積・商的微分法	積微分法，商微分法， $(x^n)' = nx^{n-1}$ (n負整數)	2
	③各種微分法	合成函數，合成函數的微分法， $(x^r)' = rx^{r-1}$ (r為任意有理數) 逆函數微分法，用方程式決定的函數的微分法	2
	●問題		1
2 各 種 函 數	①三角函數的導函數	三角函數的導函數	1
	②對數函數・指數函數的導函數	對數函數的導函數 $\lim_{h \rightarrow 0} (1+h)^{1/h} = e$ ，自然對數， $(\log_a x)' = \frac{1}{x \log_e a}$ $(\log |x|)' = \frac{1}{x}$ 指數函數的導函數	2

的 導 函 數		$(a^x)' = a^x \log a, (e^x)' = e^x$	
(5)	③高次導函數	$(\log |y|)' = \frac{y'}{y},$	
		$(x^a)' = ax^{a-1} \quad (a \text{ 爲任意實數})$	
		第 2 次導函數	1
		$y'', f''(x), \frac{d^2 y}{dx^2}, \frac{d^2}{dx^2} f(x)$	
	●問題	第 n 次導函數	1
練習問題			1

3 章 微分法的應用 (18單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1	①切線	切線方程式，橢圓・雙曲線的切線， 法線	2
切 線 、 增 減 、 極 值 、 凹 凸 (9)	②平均值定理	平均變化率，平均值定理，Rolle定 理	1
	③函數的增加・減少	導函數的符號與函數的增減，導函數 相同的函數	1
	④函數的極大・極小	極大・極小，極大值・極小值，極值 ，利用導函數做極大・極小的判定	2
	⑤曲線的凹凸	下凸，上凸，曲線，凹凸的判定， 變曲點，變曲點的求法，漸近線， 圖形的畫法，第 2 次導函數與極大・ 極小	2
	●問題		1
2	①最大・最小	最大值，最小值	1
各	②不等式，方程式上	不等式上的應用，方程式的實數解的	2

種 應 用 (7)	的應用	個數	
	③近似式	近似式	1
	④速度·加速度	速度，加速度，速率， 曲線的媒介變數表示，Cycloid	2
	●問題	用媒介變數表示的函數的微分法	1
練習問題			2

4 章 積分法 (17單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1 不 定 積 分 (8)	①基本公式	積分法的基公式， x^a · 三角函數 · 指數函數的不定積分	2
	②置換積分法 (代換積分法)	置換積分法， $f(g(x))g'(x)$ 的不定 積分， $\frac{g'(x)}{g(x)}$ 的不定積分	2
	③部分積分法	部分積分法	1
	④各種函數的不定積 分	分數函數的不定積分，部分分式的分 解，三角函數的不定積分	2
	●問題		1
2 定 積 分 (7)	①定積分	定積分，定積分的性質	1
	②定積分的置換積分 法	定積分的置換積分法， 偶函數·奇函數的定積分	2
	③定積分的部分積分 法	定積分的部分積分法	1
	④定積分的各種性質	定積分的和的極限值，區分求積法， 定積分與不等式，定積分與函數	2
	●問題		1
練習問題			2

5 章 積分法的應用 (13單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1 積 分 法 應 用 (6)	①面積	橢圓的面積，曲線所圍圖形的面積， Cycloid的面積	2
	②體積	斷面積為 $S(x)$ 的體積，回轉體體積， 圓環體，用媒介變數表示的曲線的回 轉體體積	2
	③曲線的長	用媒介變數表示的曲線的長， Cycloid的長，曲線 $y = f(x)$ 的長， 懸垂線(Catenary)，路徑	2
	●問題		1
2 簡 單 微 分 方 程 式 (4)	①微分方程式的意義	微分方程式，一般解，特殊解 1 階微分方程式， 2 階微分方程式	1
	②微分方程式的解法	解曲線，初期條件，微分方程式的應 用	2
	●問題		1
練習問題			2

〔解說編〕

〔微分・積分〕的指導資料的解說編，其構成雖然與前面的指導資料相類似，但內容較特別一點。

每一章都列出該章的教學目標，編集意圖。既習項目變成“基礎解析已學項目”。其數學小史分在各章，用數學小史 I ~ V 介紹微積分的歷史。如 I 介紹了十七世紀 Newton Leibniz 以前與微積分概念有關的數學家，II 介紹了與惑星有關的微積分，III 敘述了 18 世紀的數學家 Newton, Leibniz, Bernoulli Taylor 等的貢獻，IV 提 19 世紀的複變數函數，Euler, Lagrange, Legendre, Fourier 等的貢獻，最後 V 介紹了近代函數論的建立問題。雖然對於教師增進

了微積分的數學史，但對於教學可能幫助不大。在其框框記事裡，處處提供了大學微積分裡的嚴密證明，如第一章，用 ϵ - n_0 論法定義數列的收斂及相關定理的證明，l'Hospital定理，第二章 $\lim_{h \rightarrow 0} (1+h)^{1/h} = e$ 的證明，第三章Cauchy的平均值定理的證明，Taylor公式，Taylor展開，第五章的Simpson公式等，有利於較優異學生的指導。

〔研究編〕

頭一個出現的就是，微積分的定義，證明常出現的 ϵ - δ 論法，不但建議有志學數學的學生必讀，又給極限的四則定理做了嚴密證明。

第二編給了 e 及 π 為無理數的證明，並介紹3-Sylvester公式，derangement，以及組合論的問題。

第三編證明了對數微分法的相關定理，接著介紹了無長度的曲線，及簡單的分微分方程式。

〔解答編〕

這指導資料的解答編給了教科書的各種“問”“練習”“問題”“練習問題”的詳細解答，可惜沒有補充問題。

6 〔確率·統計〕的指導資料

目 次

確率·統計與編集方針	4
指導計畫一覽表	6
解說編	
第1章 排列與組合	13
第2章 機率	27
第3章 次數分配	41
第4章 機率分佈	49
第5章 統計的估計	69

〔框框記事一覽〕

1 章 數學小史……………15 (發展) 集合A, B, C的 元素個數……………16	排列的轉倒數, 網式抽券……………19 有限集合的部分集合的個數……………25
2 章 數學小史……………29	試驗的獨立性……………37
3 章 數學小史……………43	
4 章 數學小史……………51 平均及變異數皆為1的機率 分佈……………54 Cebyshev的不等式……………56 獨立的機率變數與變異數 ……………57 二項分佈的平均與變異數 ……………60	大數法則……………60 Laplace定理, Stirling公式……………64 連續分佈……………65 連續分佈的例……………67
5 章 數學小史……………71 非復元抽出情形的Xi機率 分佈……………76	中心極限定理……………77 $E(V) = \sigma^2$ 的證明……………78

研究編

二項係數的說明……………82
機率與統計的構想……………87
各種機率分佈……………100

解答編

第1章 排列與組合……………112
第2章 機率……………126
第3章 次數分配……………139
第4章 機率分佈……………146
第5章 統計估計……………163

附錄

●節末·章末的補充問題

第 1 章 排列與組合	176
第 2 章 機率	180
第 3 章 次數分配	184
第 4 章 機率分佈	187
第 5 章 統計的估計	191
補充問題的解答	195

〔確率·統計〕的編集方針

〔確率（機率）·統計〕，原則是修完〔數學I〕後就讀的課程，內容包含(1)資料整理 (2)排列，組合 (3)機率 (4)機率分佈 (5)統計估計的五個項目。

“將基本的事項，讓學生明確的瞭解”做為編集指針。

接著編者列了其編集上的留意點。

〔指導計畫一覽表〕

〔確率·統計〕的標準單位是 3 單位，下列〔指導計畫〕是教學時數 $3 \times 30 = 90$ 節來分配的。但是如果在第三學年施教時，教學時間可縮短為 23 週，第一章 13 節，第二章 18 節，第三章 9 節，第四章 16 節，第五章 13 節。

1 章 排列與組合 (16 單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1 排 列 (7)	①出現個數	分類整理的方法，樹狀圖，集合元素的個數， $n(A)$ ，和的法則，積的法則	3
	②排列	排列，排列的數 ${}_n P_r$ 的求法，階乘， $n!$ ，圓排列，重複排列 $[\mathcal{P}_r]$ ，階乘， $n!$]	3
	●問題		1

2	①組合	組合，組合數 ${}_nC_r$ 的求法，分組的數，含有相同物的排列 $[\mathcal{P}_r^n]$	3
組合	②二項式定理	Pascal三角形，二項式定理，二項係數，一般項，二項次定理應用。	3
(7)	●問題		1
練習問題			2

2 章 確率 (22單位時間) (確率=機率)

節	項	指 導 內 容	時間
1	①試驗	試驗，事件，根元事件，全事件，空事件	1
機	②機率的意義	機率， $P(A)$ ，相對次數與機率，有同等機會的機率	3
率	③機率的基本性質	和事件，積事件，互斥，互斥事件，機率的基本性質，餘事件，餘事件的機率，互斥事件的加法定理，一般的加法定理〔餘事件，互斥〕	4
與	●問題		1
其			
基			
本			
性			
質			
(9)			
2	①有條件的機率與乘法定理	有條件的確率， $P_A(B)$ ，乘法定理	2
有	②獨立事件與從屬事件	獨立，獨立事件，從屬，從屬事件，獨立事件的乘法定理〔獨立，從屬〕	2
獨	③獨立試驗	獨立試驗及其機率，重複試驗機率	3
條	④機率的計算	各種事件機率的計算	3
立			
件			
試			
的			
驗			
機			
的			
率			
機			

率 (11)	●問題		1
練習問題			2

3 章 次數分配 (13單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
1 次 數 分 配 (5)	①次數分配 ●問題	變量，次數分配（組，組距，組值， 次數分配表），次數分配的圖形（直 方圖histogram，條狀圖，折線圖， 相對次數分配（相對次數分配表）	4 1
2 平 均 標 值 準 與 差 變 異 數 (7)	①變量的平均值 ②變量的變異數・標 準差	代表值，平均值，和的記號 Σ ，次數 分配的平均值〔 Σ 〕 從平均值的差距，變異數與標準差， 平均值及變異數・標準差的簡便計算 法，標準化，偏差值〔變異數・標準 差〕	2 5
練習問題			1

4 章 機率分佈 (22單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
機 率 分 佈 (10)	①機率變數與機率分佈	機率變數，機率分布，機率分佈的性質，機率分佈	3
	②機率變數的平均與變異數	機率變數的平均（期待值，期待金額）， $E(X)$ ，機率變數1次式平均，變機率數 $V(X)$ ，2乘平均，機率變數的標準差，機率變數1次式，機率變數標準化	3
	③機率變數的和與積	機率變數的和與平均，獨立機率變數，獨立機率變數的積與平均，獨立機率變數的和	3
	●問題		1
二 項 分 佈 與 常 態 分 佈 (10)	①二項分佈	次數 n 的二項分佈 $B(n, p)$ 二項分佈的機率，二項分佈的平均與變異數	4
	②常態分佈	連續型機率變數，離散型機率變數，機率密度函數，連續分佈，常態分佈 $N(m, \sigma^2)$ ，標準常態分佈，常態分佈的機率計算，二項分佈與常態分佈所生的近似	5
	●問題		1
練習問題			2

5 章 統計估計 (17單位時間)

節	項	指 導 內 容	時間
樣 本 抽 出 (6)	①母集團與樣本	統計調查 (全數調查, 樣本調查), 樣本, 母集團, 無作為抽出, 無作為樣本, 亂數骰子, 亂數表, 復元抽出, 非復元抽出	1 1
	②母集團的變量與其分佈	變量, 母集團的分佈, 母平均, 母變異數母標準差	
	③樣本平均的分佈	樣本平均, \bar{x} , 樣本平均的平均與分散, 樣本平均的分佈與關係	3
	●問題		1
2 統 計 估 計 的 構 想 (9)	①估計的構想	樣本平均的標準化與機率的關係, 母平均的信賴度95% (99%) 的信賴區間, 信賴區間的變動, 比率, 不良率, 比率的〔推定〕	4
	②檢定的構想	統計的假說, 檢定, 棄卻, 有意水準, 棄卻域, 危險率, 片側檢定, 兩側檢定〔檢定〕	4
	●問題		1
練習問題			2

〔解說編〕

和前面的指導資料一樣, 其解說編也由目標, 編集意圖, 既習事項, 數學小史, 小項目解說, 框框記事所組成。其中既習事項就列出, 中學校 (國中) 及數學 I 已學習的項目。筆者想介紹, 其中的數學小史框框記事。

第一章的數學小史提到, 機率的出現是Pascal及Fermat替人解決賭金的

問題開始的。並特別介紹了參考文獻，打破了前冊的慣例。

第二章介紹Laplace的機率論是基於先驗的判斷，“有相等機會”的構想下建立的說明。

第三章的數學小史，介紹了今日統計學的英文Statistics的語源是來自德語Statistik（國勢學）的經緯，及之後統計學發展經過，也介紹了參考文獻。第四章介紹了Pascal與Fermat對於機率論開始的故事，“A，B二人各拿出a元賭一種比賽，先贏n次者得2a元，但賭到A贏k次（ $k < n$ ），B贏l次（ $l < n$ ）時無法繼續比賽，如何分賭金？”的解題通信，及其解題結果。

第五章的數學小史，還而介紹了選舉支持率的統計估計例子。

解說編裡較具特色的框框記事有，第一章的利用排列的倒置數（轉倒數）說明網狀抽券，第四章平均值及變異數皆為1的機率分佈例子（記有1至n的n張卡片排成一列時卡片號碼與其排到的順序相同的張數為X，則X的平均與變異數皆為1與n無關。

同章P67的“連續分佈的例”舉出，一樣分佈，指數分佈及Cauchy分佈。

在這套教科書的指導資料中，〔確率·統計〕的數學小史，框框記事的編幅較少。

〔研究編〕

第一編，“二項係數的說明”是利用X的冪級數（母函數） $\sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n$ 證明二

項係數的關係並導出 ${}_n H_r = {}_{n+r-1} C_r$ 及組合的一個電腦程序。

第二編介紹了“機率與統計的構想”，第三編“各種機率分佈”，介紹了比教科書更嚴密的機率·統計的理論。

〔解答編〕

與前面的指導資料一樣，給了教科書所有問題的詳細解答，本“指導資料”，另外又以“附錄”名義，提供了各節，各章的補充問題與其解答。

三、教育出版株式會社發行高校數學教科書

書名：最新數學 I 教授資料

編著者：教育出版高校數學編集部。

發行日期：未列。

註：這本教師手冊用教授資料之名出現。日語“教授”有教學授課之意。因為其相對的教科書的各頁，縮小到 $\frac{2}{3}$ ，插在這個“教授資料”裡。教師上課時，不必帶教科書，可以看到教科書的各頁。筆者也祇看到這本“教授資料”，未得到其教科書。但“教授資料”沒有列出編集部成員的名字，也未列出出版日期。

目次

總論

最新數學 I 的編集方針	6
最新數學 I 的年間指導計畫	8
最新數學 I 的並行指導案	16
中學校已學過的內容	18

教科書解說

第 1 章 數與式	26
§ 1 實數	28
§ 2 式的計算	42
§ 3 有理式	59
章末測驗問題	71
第 2 章 方程式與不等式	78
§ 1 2 次方程式	80
§ 2 因式定理與方程式	98
§ 3 連立方程式	107
§ 4 不等式	115
章末測驗問題	128

第 3 章 式的證明	134
§ 1 等式與不等式	136
§ 2 條件與命題	154
章末測驗問題	170
第 4 章 函數與其圖形	176
§ 1 2 次函數與其圖形	178
§ 2 2 次函數的應用	187
§ 3 分數函數與無理函數	197
章末測驗問題	213
第 5 章 平面圖形與式	218
§ 1 點與座標	220
§ 2 直線的方程式	228
§ 3 圓的方程式	242
§ 4 不等式與領域	253
章末測驗問題	266
第 6 章 三角比	272
§ 1 三角比	274
§ 2 三角比的利用	288
章末測驗問題	304
附錄	
數學史概說	312
學習指導要領拔粹	
數學／理科／理數／工業／商業	323
研究講座	
集合・論理	342
代數學	347
解析學寫像	354

〔最新數學 I〕的編集方針

編者認為數學是“科學的語言”，不但自然科學需要，在人文、社會的領

域也應用了數學，因此編輯上列了下面四個基本方針：

1. 希望加強利用數學去做思考，去處理事情的能力，重視基礎事項的修獲及熟悉基本思考的方法。
2. 重視與中學校的教材相銜接，讓中學校、高等學校的數學教育有一貫性。
3. 盡力於使學習的過程經過數值或圖形等具體東西去思考，整理成爲一般性，進一步應用到具體的場合。
4. 爲了讓學習的內容確記，加強其應用能力起見，精選問題，盡量使由易至難的配列。特別在卷尾安排了使學生能夠自動學習而做的對於章尾問題的詳細解答。

最新數學 I 的學年指導計畫

數學 I 的標準單位是 4 單位，學年 35 週，但考慮學校行事，以 4 節 \times 32 週 = 128 節（每節 50 分鐘）爲教學時數，做了指導計畫。

第 1 章 數與式 <25 時間>

節	小 節	指 導 內 容	用 語・記號	指 導 時 數
§ 1 數 與 式	1. 實數與數直 線	<ul style="list-style-type: none"> • 數直線 • 實數 • 實數的分類 	自然數，整數， 有理數，數直線 原點，單位點 實數，無理數， 座標，絕對值， $|a|$ 循環小數	2
	2. 平方根的計 算	<ul style="list-style-type: none"> • 正數的平方根 • 分母的有理化 • 二重根號的簡略 	平方根， \sqrt{a} 有理化 二重根號的解開	2

(8)	3.實數與集合	<ul style="list-style-type: none"> • 集合的要素（元素） • 部分集合 • 共通部分與和集合 • 空集合 • 全體集合與補集合 • 演算與集合 	集合，要素，屬於， \in ， \notin ，部份集合， \subseteq ，被含，含真部分集合， \subset 共通部分，交集， \cap ，和集合，聯集， \cup 空集合， ϕ 全體集合， U ，補集合， \overline{A} 封閉	3
	練習問題 1			1
	§ 2	1.整式的加法 • 減法	<ul style="list-style-type: none"> • 整式有關用語的說明 • 整式的加法・減法 	整式，單項式，次數，係數，多項式，項，同類項，降冪的順序，昇冪的順序，整式的次數， n 次式	2
式	2.整式的乘法	<ul style="list-style-type: none"> • 整式的乘法，指數法則 • 乘法公式 	n 乘， a^n ，累乘，指數，指數法則，展開乘法公式	2
計	3.因式分解	<ul style="list-style-type: none"> • 共通因式的提出 • 2次式的因式分解 • 3次式的因式分解 	因式分解，因式因式分解的公式	2
算				

(10)		• 較複雜的因式分解		
	4.整式的除法	• 除法的原理 • (發展) 綜合除法	能除盡, 商, 餘 綜合除法	2
	5.約數·倍數 (因式·倍式) 練習問題 2	• 約數與倍數 (因式與倍式)	約數, 倍數, 公 約數, 最大公約 數, 公倍數, 最 小公倍數, 既約	1 1
§ 3 有 理 式 (5)	1.分數式 (分式)	• 分數式 • 加法·減法·乘法·除 法	分數式, 有理式 , 約分, 既約分 數式 通分	2
	2.指數與擴張 練習問題 3	• 0與負的指數 • 10累乘的應用	$p \times 10^n$	2 1
第 1 章問題				2

第 2 章 方程式與不等式 <24時間>

節	小 節	指 導 內 容	用 語·記號	指 導 時數
§ 1	1.複數與其四 則	• 有關 i 的規約 • 複數	i 複數, 虛數單位	3

2		<ul style="list-style-type: none"> • 複數的相等，四則 • 共軛複數 	，虛數 共軛複數	
方 程 式	2.2 次方程式 的解法	<ul style="list-style-type: none"> • 因式分解的解法 • 解的公式 	解，解出 解公式	2
	3. 判別式	<ul style="list-style-type: none"> • 解的判別 	實數解，重解， 虛數解，判別式	2
	4. 解與係數的 關係 練習問題 1	<ul style="list-style-type: none"> • 解與係數的關係 • 2 次式的因式分解 	解與係數的關係	2 1
§ 2 因方 式程 定式 理	1. 因數定理 (因式定理)	<ul style="list-style-type: none"> • 剩餘定理 • 因式定理 	剩餘定理 因式定理	2
	2. 高次方程式 的解法 (4) 練習問題 2	<ul style="list-style-type: none"> • 3 次，4 次方程式的解 法 	3 乘根，立方根 ，2 重解	1 1
§ 3 連 立 方 程 式	1. 連立 2 元 2 次方程式	<ul style="list-style-type: none"> • 連立 2 元 2 次方程式的 解法 		1
	2. 連立 3 元 1 次方程式 (3) 練習問題 3	<ul style="list-style-type: none"> • 連立 3 元 1 次方程式的 解法 • (發展) 連立 3 元 2 次 方程式的解法 		1 1
§ 4	1. 不等式的解	<ul style="list-style-type: none"> • 不等式與實數的四則 	解出，解	2

不 等 式 (5)	2.2 次不等式 練習問題 4	• 2 次不等式的解法	2 次不等式	2 1
	第 2 章問題			2

第 3 章 式與證明 <15時間>

節	小 節	指 導 內 容	用 語・記號	指 導 時 數
§ 1 等 式 與 不 等 式 (7)	1.等式的證明	• 恆等式 • 等式的證明，比例式	方程式，恆等式 連比，比的相等	3
	2.不等式的證明 練習問題 1	• 大小的判定 • 不等式的證明，相加平均與相乘平均	相加平均，相乘平均	3 1 1
§ 2 條 件 與 命 題 (6)	1.命題與集合	• 命題的意義 • 必要條件・充分條件 • 條件與集合	命題，真，偽， 反例，假定，結論，逆 必要條件，充分條件，必要充分條件，同值（等價） 否定	3
	2.對偶與背理	• 對偶與背理法（對偶＝	對偶，裏，De·	2

法 練習問題 2	否逆)	Morgan的法則， 且，或，背理法	1
第 3 章問題			2

第 4 章 函數與圖形 <21時間>

節	小 節	指 導 內 容	用 語・記號	指 導 時 數
§ 1 2 次 函 數 及 其 圖 形 (5)	1.函數與其圖 形	<ul style="list-style-type: none"> • 函數的定義域，值域 • 函數的圖形 	函數，定義域， 值域，函數的值 ，獨立變數，從 屬變數 圖形	1
	2.2 次函數的 圖形	<ul style="list-style-type: none"> • $y=ax^2$ 的圖形 • $y=a(x-p)^2+q$的圖形 • $y=ax^2+bx+c$的圖形 	2 次函數，拋物 線，軸，頂點， 下凸，上凸	3
	練習問題 1			1
§ 2 2 次 函 數 的	1.最大值與最 小值	• 2 次函數的最大值與最 小值	最大值，最小值	3
	2.在方程式・ 不等式上的 應用	<ul style="list-style-type: none"> • 2 次函數的圖形與方程 式 • 2 次函數的圖形與 2 次 不等式 	相切，切線，切 點	2

應用 (7)	3.各種應用	• 求滿足條件的二次函數的式子		1
	練習問題 2			1
§ 3 分 數 函 數 無 理 函 數 (7)	1.分數函數	• $y = \frac{a}{x}$ 的圖形	分數函數，雙曲線，漸近線，直角雙曲線	2
	2.無理函數	• $y = \sqrt{ax}$ 的圖形 • $y = \sqrt{ax+b}$ 的圖形	無理函數	2
	3.逆函數 練習問題 3	• 逆函數的意義	逆函數	2 1
第 4 章問題				2

第 5 章 平面圖形與式 <26時間>

節	小 節	指 導 內 容	用 語・記 號	指 導 時 數
§ 1 點 的 座 標 (5)	1.平面上的點的座標	• 座標平面 • 二點間的距離	x軸，y軸，座標平面，象限	2
	2.分點的座標 練習問題 1	• 內分，外分 • 分點的座標 • 三角形的重心的座標	內分，外分	2 1

§ 2 直線的 方程式 (7)	1.直線的方程式	<ul style="list-style-type: none"> 過一點且斜率為m的直線 過二點的直線 	直線的方程式，斜率， y 截距	3
	2.二直線的平行·垂直條件 練習問題 2	<ul style="list-style-type: none"> 2 直線的平行條件·垂直條件 圖形的平行移動 點與直線之間的距離 	垂心，外心	3 1
§ 3 圓的 方程式 (7)	1.圓的方程式	<ul style="list-style-type: none"> 圓的方程式 	圓的方程式	2
	2.圓與直線	<ul style="list-style-type: none"> 圓與直線的位置關係 切線的方程式 	切線的方程式	2
	3.軌跡 練習問題 3	<ul style="list-style-type: none"> 軌跡的定義 	軌跡	2 1
§ 4 不等式 的 領域 (5)	1.不等式所表的領域	<ul style="list-style-type: none"> $y > ax + b$或 $y < ax + b$所表的領域 圓的內部，外部 	不等式所表的領域	2
	2.連立不等式的領域 練習問題 4	<ul style="list-style-type: none"> 連立不等式所表的領域 領域上的最大，最小 		2 1 1
第 5 章問題				2

第 6 章 三角比 <17 時間>

節	小 節	指 導 內 容	用 語 · 記 號	指 導 時 數
§ 1 三 角 比 (8)	1.三角比	<ul style="list-style-type: none"> • 正切 • 正弦 · 餘弦 	正切, $\tan A$, tangent 正弦, $\sin A$, sine, 餘弦, $\cos A$, cosine , 三角比	2
	2.三角比的值	<ul style="list-style-type: none"> • 三角比的值 • $90^\circ - \theta$ 的三角比 		2
	3.鈍角的三角 比 練習問題 1	<ul style="list-style-type: none"> • 鈍角的三角比的定義 • $180^\circ - \theta$ 的三角比 • 三角比的相互關係 	單位圓	3 1
§ 2 三 角 比 的 利 用 (7)	1.正弦定理與 餘弦定理	<ul style="list-style-type: none"> • 正弦定理 • 餘弦定理 • 三角形的形狀 	外接圓, 正弦定 理 餘弦定理	3
	2.三角形的面 積	<ul style="list-style-type: none"> • 面積的公式 • (發展) Heron的公式 	Heron的公式	2
	3.測量的問題 練習問題 2	<ul style="list-style-type: none"> • 三角比在測量上的應用 		1 1
第 6 章問題				2

註：函數的日語：關數。

我國對於數與式的因數（因式）分解分開，但日語由Factorization一語翻譯，無論數與式皆用因數分解。

這本“教授資料”的“指導計畫”後面列出5單位， $5 \times 32 = 160$ 節的指導計畫，也列出兩位教師同時施教的並行指導案，因篇幅關係這文就割愛了。

以上情形與“東京書籍”的“指導資料”差不多。“教育出版”的“教授資料”的計畫表多列了“用語・記號”而已。

“東京書籍”〔數學 I 指導資料〕在每一章的“目標”，“編集意圖”後面列出與該章有關的“中學校既習內容”，但這本“教授資料”將中學校既習內容，分做“數與式”，“函數”，“圖形”，“確率與統計”的四個領域，以學年順序將既習內容，集中列出。然後出現“教科書解說”。

〔教科書解說〕

“教科書解說”由“各章的解說”，“各節的解說”，“指導上的留意事項”，“問題與解答”，“參考”，“章的測驗”組成。

“各章的解說”，每章都佔了2頁。第一頁出現該章的簡單教學目標。如，其“第三章 式與證明”的章目標是：

- 1.有關等式，不等式的命題為主要材料，企圖證明的意義及方法的瞭解。
- 2.讓學生認識，往後學習中佔重要地位的，有關等式・不等式的基本公式。
- 3.為了往後的學習能順應，讓學生瞭解有關論理的用語（概念）。

“章的目標”後出現“概說”，介紹了其編集意圖。

第二項的左上 $\frac{2}{3}$ 部分出現章面，剩下右上出現“指導上的留意事項”。

如，第三章的留意事項是：

- ①等式證明被認為比較容易，但恆等式的概念，雖然後面很需要，意外的是沒有學習好。
- ②「不等式的證明」在數 I 中瞭解最困難的部分，不要急著讓學生會寫出證明，應讓其體會證明的必要性才是先決問題。並希望讓學生知道證明出來的結果在後面有用處。

(3)對於充分·必要條件，命題的逆·對偶（否逆），背理法等的瞭解，應該當做學習數學的基礎的基本事項，§ 2 所學的是其第一步，應該慎重的學習。

這頁下面 $\frac{1}{3}$ 以“參考”為題，介紹了章面出現照片的數學家，如第三章介紹Galois。

接著後面是“各節的解說”。書打開的能見兩頁的中間，出現教科書打開的能見兩頁，第一頁左上角出現該節的教學目標，接著是“項”的重點。

如，“第三章§ 1的 1.”等式的證明”特別提出除法基本關係。

$$A(x)=B(x)Q(x)+R(x)$$

的恆等式

接著是這頁教科書“問”的解答。第二頁左上角是教科書，右上角是該頁教科書的補充說明。

這兩頁下面，相當於“東京書籍”的“框框記事”，列出與該頁教科書有關的較發展的參考問題。

由這“教授資料”可以看出，教科書的二頁，原則上成爲一個小單元。“教授資料”在教科書縮影的周圍提供了該小單元的解說，問題解答以及參考資料。

在每一節的節尾也出現“參考”，有時介紹該節有關內容的數學嚴密論証或數學古事。然後，給了節尾或章尾“練習問題”的詳細的解答。有時還特別指出“誤答例”。

每一章章尾都提供該章的測驗試題組，可當做該章學習成就評量之用。

這測驗題組的解答與試題分解，有詳細解答。

這書的附錄提供

1. 數學史概說。

介紹西洋數學史：包括古代埃及、巴比倫、希臘、印度、阿拉伯等數學史。文藝復興後的數學史就分做，17世紀，18世紀的數學史。

另外還特別介紹古代中國數學書，及西方數學進入中國的經過。當然也介紹日本古代的數學史。

2. 學習指導要領。

登載高等學校“數學 I”，“理科”，“理數”，“商業”等的指導要領及中學校數學科的學習指導要領。

3.研究講座

介紹了“集合·論理”，“代數學”，“解析學與映射”的概況。

四、總 結

以上介紹了兩套日本高等學校數學科教科書的教師手冊（指導資料·教授資料）。兩套教師手冊的每本書，都有說明，相對教科書的編集方針，發表編集者對於高校數學教育的理念，想達成的教育目標，及教材結構等編集方針。上面筆者祇介紹了，東京書籍數學 I 的編集方針中，對於數學教育的理念，很值得我國教師手冊做參考。

日本的這兩套教師手冊都有“指導計畫一覽表”，筆者記得，我國高中教師，在學期開始也需要填“教學進度表”，我國教師手冊也在各章裡，提供教學目標與各節的教學時數，可惜，沒有列成表格方式。上面筆者特別介紹了各書的“指導計畫一覽表”，不但配有各章節的教學內容，也配有各章，各節，各教學內容的教學時數。日本的每一教學課程都定有其教學時數，用標準單位數表示。這個單位數是指每週上課的節數。一標準單位數是指，每週一節課，一學年上課35週，共上課35節（每節50分鐘）的意思。譬如；數學 I 的單位數是 4，因此文都省規定的教學時數是 $4 \times 35 = 140$ 節。可是，由於學校可能有其他行事，無法達到一學年35週的上課，因此教科書編者就需要安排其教科書的教學時數。譬如，東京書籍的教科書就安排一學年的上課週數為30週，但教育出版就安排了32週，這一點值得我們參考，也希望我們的教師手冊也有這種“教學計畫一覽表”。對於教科書的解說方面，我國的教師手冊列出該章各節的教學目標，日本的是，列出整章教學目標，各節用小項目出現“目標與處理”說明教學方法及教學應留意的事項。

我國的手冊提供“教材地位”，用表格顯示該章內容所銜接的既習內容，將來銜接的內容，但日本就直接顯示既習內容，定理，公式等。但日本教育出版用集中顯示方法不理想。東京書籍提供“中學校學習成就診斷題”對於老師幫助很大。

另外，卷尾提供各章節的“補充問題”對於教師教學後，舉行學習成就評量也特別有幫助，值得參考。

參考資料的提供，我國數學科的教師手冊也很多，應參考這兩套書加以充實，幫助教師指導資優學生的研究。解答部分也希望我國手冊增加篇幅，提供詳細解答。

以上，希望對於高中數學教育有所幫助，並希各界加以指導。

肆、美國高中數學

洪有情

美國 Addison-Wesley 公司針對高中課程的代數與三角 (Algebra and Trigonometry) 出版了一套共 14 冊的教科書及參考書籍。包括學生版教科書 (Student's Edition)、教師手冊 (Teacher's Edition) ; Problem Bank; Enrichment; Technology; Master Grapher; Investigative Activities for Master Grapher; Skills Practice and Mixed Review; Making Practice Fun; Assessment; Math Test; Management and Teaching Tools; Overhead Transparencies; Solutions Manual。

在國立台灣師範大學科學教育中心編印的國際數理科高級中學教科書比較一書 (民 82.6 出版) 中，筆者曾對學生版的教科書作了介紹。本文係對教師版的教師手冊再作介紹，供讀者參考指教。

一、教師手冊介紹

1. 書名：代數與三角 (Algebra and Trigonometry)

2. 作者：Stanley A. Smith (Coordinator, Office of Mathematics (K-12), for Baltimore County Public Schools, Maryland.)

Randall I. Charles (Associate Professor of Mathematics at San Jose State University)

John A. Dossey (Professor of Mathematics at Illinois State University)

Mervin L. Keedy (Professor of Mathematics Emeritus at Purdue University)

Marvin L. Bittinger (Professor of Mathematics Education at Indiana University-Purdue University at Indianapolis)

3.出版年份與頁數：1992年，946頁

4.出版者／出版地點：Addison-Wesley Publishing Company, Inc./ 美國

5.出版文字：英文

二、教師手冊內容

除了學生版的內容在教師手冊中都有外，也增添下列內容：

本書各章的標題之前均包括：

(一)教材摘要 (Chapter Overview)：

扼要列出該章的主要內容摘要。

(二)教學目標 (Chapter Objectives)：

列出該章各單元的所有教學目標。

(三)適應 4 種不同課程的教學時數與進度之指引 (Multi- Course Pacing Guide)：列表比較 4 種不同課程的教學時數與進度。

(四)測驗的參考題目 (Multi- Course Testing References)：

提供兩份測驗題供教師參考。

本書各章裡包括：

(一)首 5 分鐘 (First Five Minutes)：

在上課之前有一個幾分鐘的復習。

(二)教學註解 (Teaching Notes)：

提供註解和提示有助於每一教學目標的了解。

(三)數學觀點 (Math Point)：

包含各種有趣的奇聞軼事、人類的展望以及背景、經歷和訊息。

(四)避免常犯的錯誤 (Avoiding Common Errors)：

藉由這些提醒，教師可以指引學生避免易犯的錯誤型式。

(五)關鍵問題 (Key Questions)：

關鍵問題能用來鼓舞課堂上的討論和提昇對數學概念的認知。

(六)黑板例題 (Chalkboard Examples)：

除了學生版的例子外，附加這些額外的例題，並附參考解答。

(七)課堂補充 (Lesson Enrichment)：

給予額外的補充。

(八)課堂小考 (Lesson Quiz)：

供給一些小考題目，讓教師在每一單元結束前對學生的學習效果作簡短的評量。

(九)隨堂練習 (Try This) 的答案：

在隨堂練習的各題旁都有附答案 (用藍色印刷)。

(十)習題和試題的解答：對於每個習題和試題，都附有解答 (用藍色印刷)。

除了上述的內容外，在本書的前幾頁也包含：

(一)如何掌握教學原則：

例如：營造良好的教室上課氣氛 (Developing a Positive Classroom Atmosphere)；將學生分成若干組 (Using Cooperative Learning Groups)；運用解題指引 (Using Problem-Solving Guidelines)；評量解題成效 (Evaluating Problem-Solving Performance)，等等均作詳細的說明。

(二)教室管理的方法與技巧：

對於課前複習；回答學生的問題；引起學習動機；隨堂練習；課堂小考；家庭作業的指定；各章節後的習題的指定；參考資料；補充教材；各類考試 (例如每一單元的小考，每一章的測驗以及學期考試) 等等。應注意事項都有詳細的解說。

(三)使用計算器及電腦：

使用計算器於代數課程以及用電腦幫助解題，用電腦繪圖等等一些原則與注意事項也有詳細的說明。

三、範 例

我們以第 9 章二次函數和變換為例加以說明。

教材摘要 (Chapter Overview)

第 9 章內容包含二次函數圖形；標準式；對稱式；平移；放大與縮小；如何求極大與極小值； x 截距與根的關係，而二次函數的問題解和大學入學考試解題策略也包含在內。

教學目標 (Objectives)

9.1

- 能寫出關於軸對稱的方程式
- 能寫出關於原點對稱的方程式
- 能判別一個函數是否為偶函數或奇函數

9.2

- 能畫出將圖形鉛直平移後的圖形
- 能畫出將圖形水平平移後的圖形

9.3

- 能畫出將圖形鉛直放大或縮小後的圖形
- 能畫出將圖形水平放大或縮小後的圖形

9.4

- 能畫出函數 $f(x) = a(x-h)^2$ 的圖形，並能寫出它的各種特徵

9.5

- 能畫出函數 $f(x) = a(x-h)^2 + k$ 的圖形，並能寫出它的各種特徵。
- 能寫出函數 $f(x) = a(x-h)^2 + k$ 的各種特徵。（在不畫函數圖形之下）

9.6

- 能寫出二次函數的標準式，以及它的頂點、對稱軸、和極大或極小值
- 能解與二次函數有關的極大、極小值問題。

9.7

- 能找出二次函數圖形的 x 截距（若 x 截距存在）

9.8

- 給定二次函數圖形或圖形上三個給定點，能寫出二次函數
- 能用二次函數解題

適應 4 種不同課程的教學時數與進度之指引

MULTI-COURSE MANAGEMENT GUIDE: CHAPTER 9

Day	Algebra 代數	Algebra w/Finite 代數 (含有限數學)	Algebra w/Tring 代數 (含三角)	Comprehensive 綜合代 數(含有限數學及三角)
1	9-1:1-24 e/o, MR	9-1:1-47 e/o, 48, MR Master Grapher: 12	9-1:1-47 e/o, 48, MR Master Grapher: 12	9-1:1-36 m3, 37-47 e/o 48, 49-54 e/o, MR Master Grapher: 12
2	9-1:25-44 e/o, Making Practice Fun: 49	9-2:1-19 m3, 20-29 e/o, 30, MR Master Grapher: 13 Technology: BASIC Project 8	9-2:1-19 m3, 20-29 e/o, 30, MR Master Grapher: 13 Technology: BASIC Project 8	9-2:1-19 m4, 20-29 e/o 30-33, MR Master Grapher: 13 Technology: BASIC Project 8
3	9-2:1-19 e/o, MR	9-3:1-27 m3, 28-37 e/o, 38, MR Skills Practice/ Mixed. Review: Skills Practice 24 Master Grapher: 14	9-3:1-27 m3, 28-37 e/o, 38, MR Skills Practice/ Mixed Review: Skills Practice 24 Master Grapher: 14	9-3:1-37 m3, 38, 39-44 e/o, MR Master Grapher: 14
4	9-3:1-27 e/o, MR Skills Practice/ Mixed Review: Skills Practice 24	Assessment: Quiz 17 9-4:1-20 m3, 21-28 e/o, 29, MR Skills Practice/ Mixed. Review: Mixed Review 17 Master Grapher: 15	Assessment: Quiz 17 9-4:1-20 m3, 21-28 e/o, 29, MR Skills Practice/ Mixed Review: Skills Practice 17 Master Grapher: 15	Assessment: Quiz 17 9-4:1-28 m3, 29-31, MR Master Grapher: 15
5	Assessment: Quiz 17 9-4:1-20 e/o , MR Skills Practice/ Mixed Review: Mixed Review 17 Making Practice Fun: 50	9-5:1-16 m3, 17-25 e/o, 26, MR Skills Practice/ Mixed. Review: Skills Practice 25	9-5:1-16 m3, 17-25 e/o, 26, MR Skills Practice/ Mixed Review: Skills Practice 25	9-5:1-25 m3, 26, 27-32 e/o, MR Enrichment: Critical Thinking 9
6	9-5:1-16 e/o, MR Skills Practice/ Mixed Review: Skills Practice 25	9-6:1-12 m3, 13-28 e/o, 29, MR Problem Bank: Problem Bank 15 Technology: Calculator 15	9-6:1-12 m3, 13-28 e/o, 29, MR Problem Bank: Problem Bank 15 Technology: Calculator 15	9-6:1-28 m3, 29, 30-35 e/o, MR Enrichment: Bonus Topic 9
7	9-6:1-12	Assessment: Quiz 18 9-7:1-18 e/o, 19, MR Enrichment: Critical Thinking 9 and Looking for Errors9	Assessment: Quiz 18 9-7:1-18 e/o 19, MR Enrichment: Critical Thinking 9 and Looking for Errors9	Assessment: Quiz 18 9-7:1-18 m3, 19-21, MR Application: Merchan- dising

-續-

Day	Algebra 代數	Algebra w/Finite 代數 (含有限數學)	Algebra w/Trig 代數 (含三角)	Comprehensive 綜合代 數(含有限數學及三角)
8	9-6:13-20, MR Problem Bank: Problem Bank 15 Technology: Calculator 15	9-8:1-14 e/o, 15, MR Application: Merchandising Skills Practice/ Mixed Review: Skills Practice 26 and Mixed Review: 18 Problem Bank:Problem Bank 16 Enrichment: Manipu- lative Activity 9	9-8:1-14 e/o, 15, MR Application: Merchandising Skills Practice/ Mixed Review: Skills Practice 26 and Mixed Review 18 Problem Bank:Problem Bank 16 Enrichment: Manipu- lative Activity 9	9-8:1-14 m3, 15-18, MR Technology: BASIC Projects 9 & 10
9	Assessment: Quiz 18 9-7: 1-16 e/o, MR Enrichment: Looking for Errors 9	College Entrance Exams: Odd and Even Problems Technology: BASIC Projects 9 & 10	College Entrance Exams: Odd and Even Problems Technology: BASIC Projects 9 & 10	College Entrance Exams: Odd and Even Problems Chapter 9 Summary and Review Problem Bank: Strategy Problem Bank 9
10	9-8: 1-5, MR Making Practice Fun: 51	Chapter 9 Summary and Review Problem Bank: Strategy Problem Bank 9	Chapter 9 Summary and Review Problem Bank: Strategy Problem Bank 9	Chapter 9 Test
11	9-8: 6-10 Application: Merchandising Skills Practice/ Mixed Review: Skills Practice 26 and Mixed Review 18 Problem Bank: Problem Bank 16 Enrichment: Manipulative Activity 9	Chapter 9 Test Ready for Chapter 10?	Chapter 9 Test Ready for Chapter 10?	Cumulative Review Chapters 1-9, pp.377- 381, problems 1-112, p. 564, problems 55- 62
12	College Entrance Exams: Odd and Even Problems			Mid-Year Test: Chapters 1-9 ready for Chapter 10?
13	Chapter 9 Sum- mary and Review			
14	Chapter 9 Test Ready for Chapter 10?			

e/o: Even or odd exercises, m3: Exercises which are multiples of 3(i.e., 3,6,9,...),
m4: Exercises which are multiples of 4 (i.e., 4,8,12,...), MR: Mixed Review exercises.

測驗的參考題目

MULTI-COURSE TESTING PROGRAM: CHAPTER 9

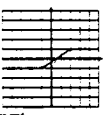
Regular Course

DC _____
CHAPTER 9 TEST NAME _____
 Form A DATE _____

8.1. Test for symmetry with respect to the x -axis, y -axis, and origin.

- $x = 3$ 1. x -axis
- $y = x^2 + 3$ 2. x -axis, y -axis, origin
- $x = y^2 + 3$ 3. origin
- $y = -x$ 4. y -axis
- $x^2 + y^2 = 4$ 5. x -axis, y -axis, origin
- $x^2 = y + 9$ 6. y -axis


Here is a graph of $y = \sqrt{x}$.



8.2. Sketch each graph on the same grid.

- $y = \sqrt{x} + 3$
- $y = \sqrt{x} - 3$

7. 8.




DC _____
CHAPTER 9 TEST NAME _____
 Form A (page 2) DATE _____

8.1. Sketch each graph on the same grid.

- $y = \frac{1}{2}\sqrt{x}$
- $y = 3/\sqrt{x}$

9. 10.



8.2. For each function, find standard form, the vertex, line of symmetry, and the maximum or minimum value.

- $f(x) = x^2 - 8x + 2$
 11. $f(x) = x^2 - 8x + 2$
 12. $f(x) = x^2 - 8x + 2$
 Vertex: $(4, -14)$
 Line of sym.: $x = 4$
 Minimum: -14
- $f(x) = 2(x - 1)^2 + 1$
 13. $f(x) = 2(x - 1)^2 + 1$
 14. $f(x) = 2(x - 1)^2 + 1$
 Vertex: $(1, 1)$
 Line of sym.: $x = 1$
 Minimum: 1

8.3. Find the x -intercepts if they exist.

- $f(x) = 2x^2 - 4x - 14$ 15. No x -intercepts
- $f(x) = x^2 + 4x - 1$ 16. $x = -2 \pm \sqrt{7}$

8.4. 15. Find the quadratic function that fits the data points $(-1, 6)$, $(-1, 2)$, $(1, 3)$.

17. $f(x) = 3x^2 + 2x + 1$

Advanced Course

DC _____
CHAPTER 9 TEST NAME _____
 DATE _____

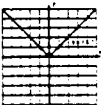
8.1. Test for symmetry with respect to the x -axis, y -axis, and origin.

- $4x = 4y$ 1. origin
- $y = \ln - 3$ 2. y -axis

Determine whether each function is even, odd, or neither.

- $f(x) = -x^2 + 5$ 3. even
- $f(x) = -4x^2 + 3x$ 4. neither



8.2. 8. Consider the graph $y = \ln$. Then graph $y = -3\ln - 1$.



9. $f(x) = x^2 - 4x + 1$. Find the vertex and the line of symmetry.

10. $f(x) = x^2 - 4x + 1$. Find the vertex and the line of symmetry.


vertex: $(3, 0)$
 line of sym.: $x = 3$

DC _____
CHAPTER 9 TEST NAME _____
 (page 2) DATE _____

9. Graph the quadratic inequality $y < x^2$.

10.



8.1. 8. Write the equation of the parabola that is a translation of $f(x) = x^2$ and has a minimum value at the point $(3, 2)$.

9. $g(x) = -(x - 3)^2 + 2$

8.2. 9. For the function $f(x) = x^2 - 4x + 1$, find standard form, the vertex, the line of symmetry, and the maximum or minimum value.

10. $f(x) = x^2 + 2x^2 - 3$
 vertex: $(-2, -3)$
 line of sym.: $x = -2$
 min. value $(0, -3)$

11. $14 \text{ m} \times 14 \text{ m}$

12. $3 - 2$

8.3. 11. Find the x -intercepts, if they exist, of the function $f(x) = x^2 - x - 6$.

12. $f(x) = x^2 + 3x - 12$

13. $y = 2x^2 + 4x + 5$

14. 12. Find the quadratic function that fits the data points $(-1, 8)$, $(2, -2)$, and $(3, 6)$.

15. 13. Write an equation of the parabola that has a minimum value at $(-1, 3)$ and contains $(-2, 7)$.

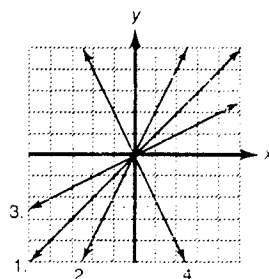
An alternate test (Form B) and a multiple choice test (Form C) are available in Assessment. In addition MathTest test-generating software, can be used to produce tests for all levels.

我們再以第三章第五節斜率為例：

首 5 分鐘 (First Five Minutes)

在同一個坐標系上，畫出下列直線的圖形

1. $y = x$
2. $y = 2x$
3. $y = \frac{1}{2}x$
4. $y = -2x$



找出直線的斜率

斜率也可定義成“上升除以延伸” (rise over run)。上升表示正y軸方向的改變量，而延伸表示正x軸方向的改變量。

指出直線的斜率與直線上所取的兩點無關，我們可以說明如下：在例 1 中選取第三個點例如(2,4)，然後分別找出過(1,2)和(1,4)的直線的斜率；以及過(2,4)，和(3,6)的直線的斜率，無論如何其斜率均為 2。

避免常犯的錯誤 (Avoiding Common Errors)

有些學生計算成正 x 軸的改變量 ÷ 正 y 軸的改變量。必須向他們強調斜率是“上升除以延伸”也就是，正 y 軸的改變量 ÷ 正 x 軸的改變量。

另外有些學生可能寫成 $\frac{y_2 - y_1}{x_1 - x_2}$ ，跟學生指出坐標的相減必須依相同的次序。

關鍵問題 (Key Questions)

- 欲求直線的斜率，我們必須至少找出直線上的多少個點？ 2 點
- 同一直線上，任意兩點所決定的斜率是否相同？ 是的

黑板例題 (Chalkboard Examples)

1. 求通過 (3,5) 和 (7,11) 的直線斜率。

$$\text{斜率} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{11 - 5}{7 - 3} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2}$$

2. 求通過 (5,3) 和 (2,8) 的直線斜率。

$$\text{斜率} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{8 - 3}{2 - 5} = \frac{5}{-3} = -\frac{5}{3}$$

斜率是負的，表示當我們由左向右移動時，直線向下傾斜

課堂補充 (Lesson Enrichment)

在斜率為 m 的直線中，找出此直線與正 x 軸所夾角的範圍。

- $0 \leq m \leq 1$? $0^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$
- $1 \leq m \leq \infty$? $45^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$
- $-1 \geq m \geq -\infty$? $90^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$
- $0 \geq m \geq -1$? $135^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$

水平和鉛直線

強調沒有斜率的直線和斜率為 0 的直線，兩者間之差異性。

數學觀點 (Math Point)

微積分在 17 世紀由牛頓 (Newton) 和萊布尼茲 (Leibniz) 所發展，是數學上頗具影響的重大發現之一。研究微積分的一個重要主題是，找出曲線的斜率，例如 $y = x^2$ 在某一點的斜率。

直線的點斜式

在例 4 中，我們必須驗證這個給定的點 $(\frac{1}{2}, -1)$ 是否在所求出的直

線 $y = 5x - \frac{7}{2}$ 上。

這裏我們證明定理 3.5

設 P 為直線上的任意點，設其坐標為 (x, y)

則此直線的斜率為 $m = \frac{y - y_1}{x - x_1}$

由乘法原理， $\frac{y - y_1}{x - x_1} (x - x_1) = m (x - x_1)$

化簡得 $(y - y_1) = m (x - x_1)$

課堂小考 (Lesson Quiz)

1. 找出通過 (2,4) 和 (6,9) 的直線斜率

$$\frac{9-4}{6-2} = \frac{5}{4}$$

找出下列直線的斜率 (如果斜率存在)

2. $y=5$ 斜率 = 0
3. $x=-4$ 沒有斜率
4. 找出斜率為 4 且通過 (2,3) 的直線方程式

$$y-3=4(x-2)$$

$$y-3=4x-8$$

$$y=4x-5$$

四、教師手冊之特色

1. 在每一章之前都有教材摘要，教學目標與教學時數及進度，便於教師掌握各章節各單元的重點及掌握教學進度。
2. 在每一單元上課之前，提供 5 分鐘的復習題目，教師便於參考之用。
3. 除了學生版的教科書上的例子外，教學指引亦提供一些例題，方便教師教學之用。同時也提供隨堂小考的題目供教師參考。
4. 指出各單元中學生常犯的錯誤，便於教師指引學生避免犯這些錯誤。
5. 每一單元有關鍵問題，以鼓舞課堂上的討論和提昇對教學概念的認知。
6. 參考資料提供與該單元有密切關聯的奇聞、軼事、典故、背景知識和發展史等資料，供教師選擇作補充教材。唯縱觀本書，這類參考資料似乎不夠充實。
7. 對於如何掌握教學原則；如何善用上課的每一分鐘，以及教室的管理與方法等等，都作詳細的說明與指導，對教師的教學頗有助益。
8. 本書彩色印刷，印刷裝釘精美。學生版的內容印在各頁的內側，而教師版增添的教材用藍色印刷列在各頁的外側。教師上課時使用方便。
9. 各單元的教學方法與注意事項不夠充實。
10. 欠缺各單元的評量方法與注意事項。

五、結 語

本書的特色頗多，其教材及編排形式均與國內之教師手冊迥異，僅列舉其重要部分供讀者參考指正。

六、參考資料

國際數理科高級中學教科書比較，國立台灣師範大學科學教育中心編印（民82年6月）

伍、日本高中物理

蘇賢錫

一、教師手冊介紹

(一)教師手冊概況

- 1.書名：三訂版高等學校最新物理教授資料。
- 2.作者：後藤憲一等5人（均為大學教授）。
- 3.出版年份：平成4年（西元1992年）。
- 4.出版者／出版地點：數研出版株式會社／日本東京。
- 5.出版文字：日本。
- 6.其他：平裝本，黑白印刷，尺寸149mm×211mm，共1冊，387頁。

(二)教師手冊內容

本教師手冊分為解說篇、實驗篇以及解答篇，並且在書首附有學習指導要領解說與授課時間分配表。其中，解說篇內容如下：

第1篇 力與運動

第1章 物體的運動

第1節 直線運動的速度

第2節 速度的合成及分解

第3節 直線運動的加速度

第4節 由於重力的運動

第2章 運動定律

第1節 力的作用

第2節 運動定律

第3節 有摩擦或空氣阻力時的運動

第3章 動量守恆

第1節 動量與衝量

- 第2節 動量守恆
- 第4章 功與力學能
 - 第1節 功
 - 第2節 動能
 - 第3節 位能
 - 第4節 力學能守恆
- 第5章 各種運動
 - 第1節 等速圓周運動
 - 第2節 慣性力
 - 第3節 簡諧運動
 - 第4節 萬有引力
- 第6章 熱與氣體分子運動
 - 第1節 熱與功
 - 第2節 氣體定律
 - 第3節 氣體分子運動
 - 第4節 氣體的內能與比熱
 - 第5節 能的轉換與守恆
- 第2篇 波 動
 - 第1章 波的性質
 - 第1節 波動要素
 - 第2節 橫波與縱波
 - 第3節 重疊原理與波的干涉
 - 第4節 波的繞射、反射及折射
 - 第5節 反射波的相位
 - 第2章 聲 波
 - 第1節 聲波的傳遞
 - 第2節 發音體的振動與共鳴共振
 - 第3節 都卜勒效應
 - 第3章 光 波
 - 第1節 光的行進

第2節 光的干涉與繞射

第3節 光 譜

第4節 偏振光

第3篇 電與磁

第1章 電 場

第1節 靜電力

第2節 靜電感應

第3節 電 場

第4節 電位及電位差

第5節 導體的電位

第6節 電 容

第2章 電 流

第1節 歐姆定律

第2節 電阻的連接

第3節 直流電路

第4節 電流與功

第5節 半導體

第3章 電流與磁場

第1節 磁 場

第2節 電流產生的磁場

第3節 電流由磁場所受的力

第4節 洛倫茲力

第4章 電磁感應與交流電

第1節 電磁感應

第2節 自感應與互感應

第3節 交流電

第4節 共振與電振盪

第5節 電磁波

第4篇 原 子

第1章 電子與光

- 第1節 電 子
- 第2節 光的粒子性
- 第3節 電子的波動性
- 第2章 原子與原子核
 - 第1節 原子構造
 - 第2節 原子核的構成
 - 第3節 輻射線與其性質
 - 第4節 核 能

二、教師手冊範例

(一)第1篇 第1章 第4節

第4節 由於重力的運動

〔學習要點〕

(1)自由落體 取鉛直向下為 y 軸，設 t 〔s〕後的速度為 v 〔m/s〕，位置座標為 y 〔m〕，則

$$v=gt, \quad y=\frac{1}{2}gt^2, \quad v^2=2gy$$

(2)鉛直向上拋射 取鉛直向上為 y 軸，則

$$v=v_0-gt, \quad y=v_0t-\frac{1}{2}gt^2, \quad v^2-v_0^2=-2gy$$

(3)曲線運動的速度 作曲線運動的物體，其速度方向為路線上某點的切線方向。

(4)水平拋射 設初速為 v_0 〔m/s〕， t 〔s〕後的位置座標為 (x, y) 〔m〕，速度為 \vec{v} 〔m/s〕， \vec{v} 的 x, y 分量各為 v_x, v_y 〔m/s〕，則

$$v_x=v_0, \quad x=v_0t, \quad v_y=gt,$$

$$y=\frac{1}{2}gt^2, \quad v_y^2=2gy,$$

$$y=\frac{g}{2v_0^2}x^2, \quad v^2-v_0^2=2gy$$

(5)斜向拋射 設水平仰角為 θ ，初速為 v_0 〔m/s〕，則

$$v_x = v_0 \cos \theta, \quad x = v_0 \cos \theta \cdot t,$$

$$v_y = v_0 \sin \theta - gt, \quad y = v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2,$$

$$v_y^2 - v_0^2 \sin^2 \theta = -2gy,$$

$$y = \tan \theta \cdot x - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \theta} x^2, \quad v^2 - v_0^2 = -2gy$$

(6)拋體運動 水平拋射與斜向拋射，其運動合稱為拋體運動。

20〔解說〕重力加速度（註：左端數字表示教科書頁數）

地球上的一切物體都受到地球引力和地球運動所致的表觀力之作用。通常所謂「地球的重力」乃是指這些力的合力，主要是地球的引力與自轉所致的離心力。離心力在赤道上最大，但即使是最大值，也只有引力的 $1/290$ 左右。公轉所致的離心力甚小，地球自轉所致的表觀力〔科里奧利力（Coriolis' force）〕僅僅在航行中的船上測定時始成為問題。

此外，今天的物理學中，重力只指萬有引力，亦即只指物體的重量所產生的力。這是爲了和他種引力，例如電性引力（正負電荷間的引力）及作用在核子間的核力等，加以區別的緣故。

重力加速度 g 的測定，可以利用可逆擺，卻是不容易得到高精確度。正確求出某一地點的 g 值，再以比較法求出其他地點的 g 值，這種方法非常簡單，所以經常利用此法。這種比較測定的基準，要用波茨坦（Potsdam）的數值 $g = 9.81274 \pm 0.00003 \text{m/s}^2$ 。比較值的測定，可令同一單擺在兩個地點擺動來比較其週期，但依靠彈簧的伸縮來比較重力的重力計，今天十分發達，因此重力計被廣泛採用。

這種彈簧式重力計，本來是爲了發現油田而開發的儀器，在近距離的範圍內比較時，其精確度可達 0.0000001m/s^2 以上。然而，要花漫長的時間來測定日本各地的重力時，彈簧性質會發生變化，精確度因而降低，最後必須再度在出發點進行測定，將其測定值與原始測定值之差分配給各地測定值來修正。

在同一地點，高度上升， g 值就變小，每升高 1m ，大約減少 0.000003m/s^2

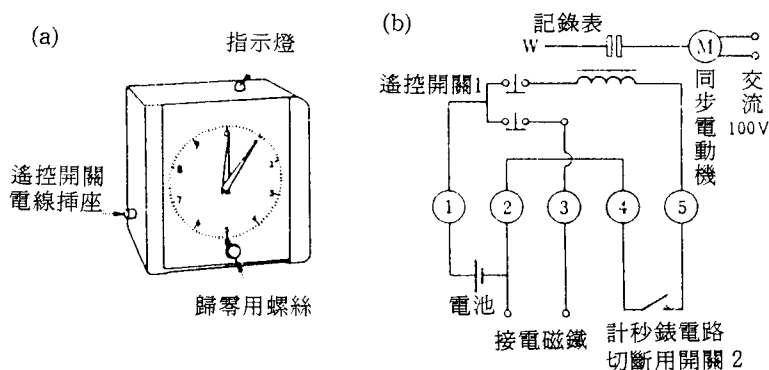
。這數值可以測出，在高度差數m處，就 10^{-6} 以上的精確度而言，g的這種變化確實成爲問題。

西元1901年，國際度量衡委員會採用北緯 45° 平均海面的重力加速度 9.80665m/s^2 爲標準重力加速度。在1968年的委員會承認實際上該值偏小 0.00014m/s^2 ，建議需要精確數值時宜用修正值。

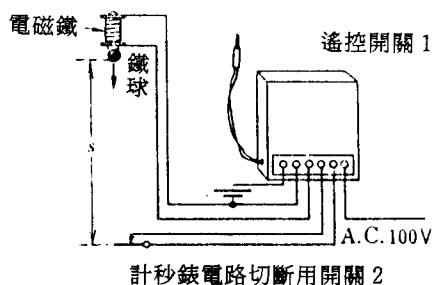
此外，爲了紀念伽利略，規定伽（Gal）爲加速度單位， $1\text{Gal}=10^{-2}\text{m/s}^2=1\text{cm/s}^2$ 而重力加速度的單位則泛用毫伽（mGal， $1\text{mGal}=10^{-5}\text{m/s}^2$ ）以實驗求g值，其方法眾多，但就示範實驗而言，下列方法可能較佳。

20~21〔示範實驗〕利用自由落體測定重力加速度

- (1)利用頻閃攝影法 由於重球較好（半徑相同時，密度大者所受空氣影響較小），採用塗成白色的鐵球，令其由電磁鐵落下。至於電磁鐵的製作，在直徑 $5\sim 8\text{mm}$ ，長 7cm 左右的軟鐵棒（建築用螺栓較爲方便）上，將直徑大約 0.3mm 的漆包線繞上300圈左右即可。要頻閃攝影時，頻閃觀測器的發光次數應爲每秒 $20\sim 30$ 次，而直尺不容易同時攝影，只好分別攝影後重疊沖洗。但是最近的頻閃裝置，有的可以指定發光次數，這時就可以將直尺一起攝影。
- (2)利用電動計秒錶 這是利用電動計秒錶來測定物體落下某距離所需時間，再予分析的方法，其裝置如圖(A)所示。按下開關1，電磁鐵的電流就被切斷，鐵球開始落下，同時（見圖B）計秒錶開始起動。鐵球碰到開關2來切斷電路，計秒錶就停止。鐵球碰到後，接觸點脫離，開關2又可以恢復原狀。

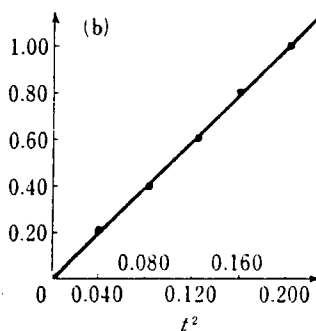
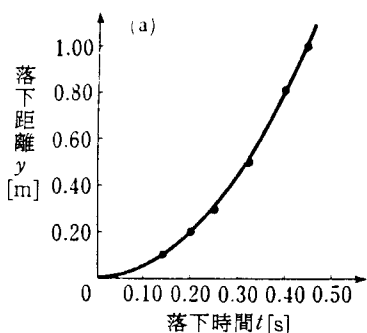


圖(A)



圖(B)

[測定例]



落下距離 y [m]	落下時間 t [s]	t^2
0.10	0.14	0.020
0.20	0.20	0.040
0.30	0.25	0.063
0.40	0.29	0.084
0.50	0.32	0.102
0.60	0.35	0.123
0.70	0.38	0.144
0.80	0.40	0.160
0.90	0.43	0.185
1.00	0.45	0.203
1.10	0.47	0.221

圖(C)

電動計秒錶的外觀如圖(A)(a)所示，長針轉 1 圈是 1 秒，而 1 個刻度是 $\frac{1}{100}$ 秒。令同步電動機空轉，鐵球開始落下時，使電動機的轉動傳到計秒

錶，落下終止時，使計秒錶的轉動即告停止〔其機構如圖(A)(b)〕。

- ①接上交流電源，同步電動機就空轉。
- ②連接電池和電磁鐵，令電磁鐵電路切斷用開關在 ON 位置，使電磁鐵吸住鐵球。
- ③按下遙控開關，電磁鐵電路就斷掉，鐵球落下，同時計秒錶針開始轉動，鐵球碰到電磁鐵電路切斷用開關，計秒錶就停止。

表(一)為實驗數據例，而圖(C)(a)表示該數據的落下距離 y [m] 與落下

時間 t [s] 的線圖。由數據知，這方法顯示 y 與 t^2 成正比，但比例常數的詳值無法求出。電動計秒錶能測定到 $\frac{1}{100}$ (s)，然而，欲求 g 值時，希望多加 1 位數。

因此，本實驗的測定結果大致上指出兩個物理量之間的關係似乎是 $y \propto t^2$ ，這時應令學生思考，爲了確定結果確實如此，則必須設計何等線圖？令學生分析數據，求得規律性。圖(C)(b)爲以 t^2 爲橫軸的線圖，大致上與 $y = 4.9t^2$ 一致。

20 [參考] 亞里斯多德的運動論與落體現象

(1) 亞里斯多德（西元前 384~322，希臘人）是希臘 Macedonia 人，係柏拉圖的學生，也是對當時各部門的問題開始做有系統研究的人。在自然科學方面，他特別強調觀測的重要性，他本人對生物的觀察特別擅長，一般認爲他奠定了生物學的基礎。關於天文、氣象、氣體運動等，他也首次提出完整的看法。

至於運動方面的考察，他依據大約 100 年前的 Empedoclēs（西元前 490~435，希臘人）以來的四元素說，認爲地球上一切物體均由土、水、空氣、火這四元素所組成。土本來就是重的，火本來就是輕的，水與空氣則介在其間，而物體的輕重乃視構成該物體的元素之比率而定。並且物體本來的位置是愈重者愈在下方，愈輕者愈在上方，而物體本來的運動就是傾向於回到本來的位置。換言之，物體若重，則其本來的運動是向下，若輕則其本來的運動是向上，例如如果沒有風，煙就鉛直向上升高，而石子離手就鉛直向下掉落。這種上下運動才是本來的運動，而這時物體愈重，其欲回到本來位置的性質愈強，亦即「物體愈重，落下愈快」。

此外，除了本來的運動而外，也會發生其他運動，只要施力，即可使物體往任何方向移動。這種運動是反抗物體本性的強迫運動，亞里斯多德認爲只有強迫力作用時始能發生。因此，就這種運動而言，「必須繼續不斷施力始能移動物體」。例如，他認爲投擲石子時，放手後改由空氣繼續推動石子。

(2) 落體實驗 亞里斯多德的運動論被教會採用，長時期發揮其權威，但有時也有人提出疑問，其中最有效的發問是關於落體運動的問題。

對亞里斯多德運動論的疑問，早在古代第6世紀的Piroponos已經提出了。依照亞里斯多德，投擲石子時，放手後改由空氣繼續推動石子，但Piroponos懷疑，大風也不容易吹動石子，何況投擲石子時被推動的空氣為何能使石子繼續運動？至於落體定律，他指出重量相差10倍的兩個物體落下時幾乎同時著地，其速度絕對沒有相差10倍。因此，他認為亞里斯多德的落體定律不正確，但另一方面他又認為在空氣中可能是這種落法，若在真空中或許落體的速度會和重量成正比。

此外，16世紀時Cardano（1501~76，義大利人）承認一項實驗事實，指出密度相同的物體，縱使大小重量不同，在介質中以相同速度落下，並且他想藉此以補充亞里斯多德的運動論。

落體實驗的確實紀錄是荷蘭的Stevin（1548~1620）遺留下來的。西元1589年他和朋友由9m高的塔上同時放下重量相差10倍的兩個鉛球，結果幾乎同時著地，聽到的聲音猶如一個物體著地一般。其次他也讓羽毛落下，可惜未能得到正確的落體定律。

如此，亞里斯多德的想法顯然必須修改，而依據詳細落體實驗來找出正確落體定律，以奠定正確力學基礎的是伽利略。

(3)伽利略的落體實驗 西元1564年，在義大利的比薩，伽利略出生在落魄的貴族家中。這正是米開蘭基羅去世，莎士比亞誕生的那一年。由於當地習慣是長男要與乃父同名，於是被命名為伽利略（Galilei是Galileo的複數形）。父親想把兒子培養成爲收入較多的醫生，把18歲的兒子送去比薩大學學醫。據說當時他看到寺院吊燈搖晃而發現擺的等時性，但他卻是反過來利用，製造「脈搏計」。

伽利略在人們面前由比薩斜塔放下重量不同的兩個物體，來指出亞里斯多德運動論的錯誤，這是十分膾炙人口的故事，但其事實未被確認。這故事的來源是，伽利略的學生Viviani（1622~1703，義大利人）宣稱伽利略親口敘述而記載於Viviani的著作「伽利略傳」，卻是沒有資料可以証實這件事實。即使伽利略果真做這實驗，他也不可能到達正確的落體定律，因爲這種程度的實驗，Piropono，Cardano以及Stevin等人已經做過了。

雖然如此，伽利略確實強烈批評亞里斯多德的想法，因此他遭受反彈

，1592年移到Padua大學。利用斜面的落體實驗是移到Padua大學後才開始進行的，可能想見的兩個結果是，落下速度 v 與落下時間 t 成正比（ $v \propto t$ ），抑或落下速度 v 與落下距離 s 成正比（ $v \propto s$ ），而1604年他寫信告知朋友，說由 $v \propto s$ 可以導出 $s \propto t^2$ 。然而，後來他又指出這證明是錯誤的，並且由 $v \propto t$ 導出 $s \propto t^2$ 。既然求出 $s \propto t^2$ 的形式，即可實施落體實驗來証實。

由於自由落體速度太快，無法測定，爲了「沖淡重力」，利用斜面來做慢速實驗。因爲當時尚無鐘錶，爲了測定時間，利用由水槽底端小孔流出的水量。長約11m的木板，挖出寬約2.5cm的直線長溝，並以羊皮紙蓋住，以減少摩擦，將木板的一端抬高，使成斜面。然後令完全磨光的黃銅球沿長溝滾下去。他不斷改變傾斜角度，總共做了100次實驗，確立 $s \propto t^2$ ，（ $v \propto t$ ，即加速度一定）的正確落體定律。這實驗在「新科學對話」（1638年出版）中有詳細記載。

22〔解說〕曲線運動的速度與運動的分解

利用圖19的項目D之說明，其目的在於使學生理解物體在某瞬間的速度，在運動路線的切線方向。這件事在拋體運動，等速圓周運動等常常出現，應讓學生確實掌握。

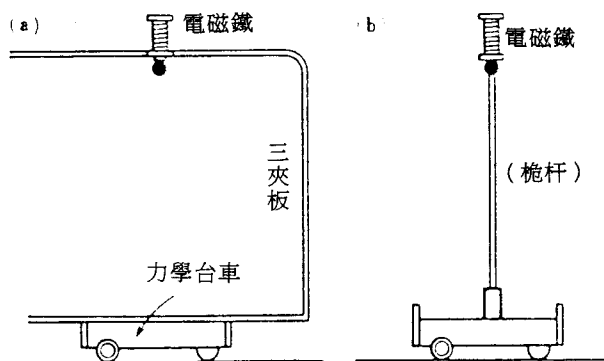
此外，物體在平面上的運動，將其分解成爲該平面上互相正交二方向的正投影運動，或由二方向正投影的運動來合成物體的運動，這是拋體運動與簡諧運動的基礎學習。

23〔解說〕水平拋射

關於水平拋射體的運動，分析其頻閃照片或依據同時落下球體，明白指出水平方向是等速直線運動，鉛直方向是自由落體運動，即可讓學生進一步理解。下面介紹的實驗例，可能由觀測與相對運動的立場來使學生更加理解。

本實驗裝置如下圖(a)所示，力學台車裝上厚三夾板，在中央上方附上電磁鐵。又圖(b)是在力學台車鉛直立上頂端有電磁鐵的長棒（模擬桅杆）。

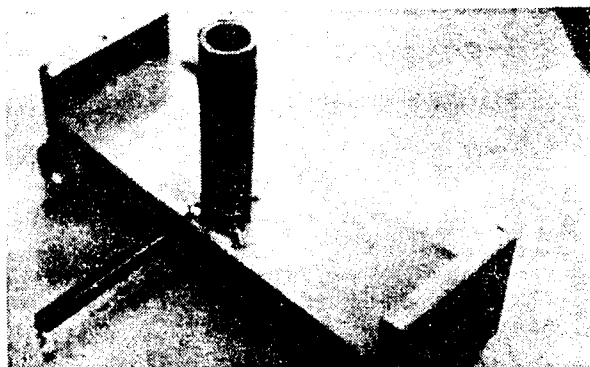
「航行中的船隻，由桅杆頂上掉下來的球，船上的人和岸上的人所看到的球的運動分別如何？」先讓學生想一想這伽利略相對論的命題。



命題的正確答案如下。由電車的天花板自由掉下來的球，無論是電車靜止抑或做等速直線運動，均落在起初位置的正下方。電車上的人，這兩種情形之下都看成自由落體。然而，靜止在車外地上的人看來，似乎是水平拋射體的運動。這是因為球離開天花板時，球與電車一起做等速直線運動，所以球有水平方向的初速。於是，水平拋射的球，其運動可以推論為水平方向的等速直線運動與鉛直方向的自由落體運動之合成運動。

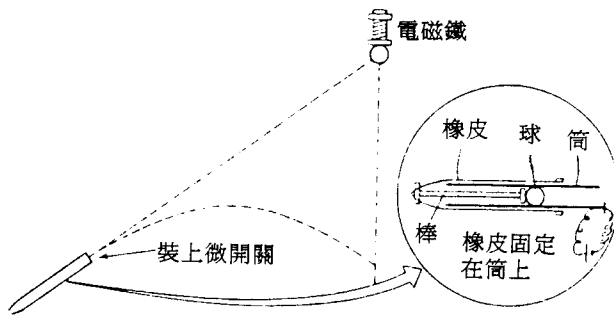
24 [解說] 斜向拋射

沿斜向上方拋出的球，其運動的指導，應記住該運動能分解為二方向，即分解為水平方向與鉛直方向的運動，則因水平方向沒有受到力的作用而做等速直線運動，而鉛直方向係做向下加速度 g 的等加速度運動。以速度 \vec{v}_1 [m/s] 做等速直線運動的電車上，以初速 \vec{v}_2 [m/s] 鉛直拋上的球，車上的人看來與電車靜止時一樣，球做鉛直拋上運動而回來原來的位置。對靜止在地上的人而言，球對地面有水平方向的初速 \vec{v}_1 ，所以其初速 v_0 為 \vec{v}_1 與 \vec{v}_2 的合成速度，亦即以初速 v_0 沿斜向上方拋出。因此，沿水平方向上方 θ 角以初速 v_0 [m/s] 拋出的球，水平方向做速度 $v_0 \cos \theta$ 的等速度運動，而鉛直方向做初速 $v_0 \sin \theta$ 的鉛直拋上運動。這件事最好是透過實驗來讓學生觀察。換言之，由直立在台車上的筒發射出來的球，台車靜止時和台車做等速直線運動時，都是落在筒中，右方照



片的裝置可以做實驗來証實這一點。筒中有活塞，用橡皮把活塞拉下來，附在橡皮的線掛在突出於台車旁的棒端，在桌上置放刀片，使台車運動時由刀片割斷線即可。

斜向拋射的指導有各種方法，但最受學生歡迎的是上述實驗和獵猴。獵猴時，自由落下的球充分落下再碰到，比較容易讓學生大吃一驚，所以製作大規模裝置才好。筒是自來水用的塑膠管較方便，切成長度大約30cm，在其前端裝上自己以磷青銅線製作的彈簧開關。球要利用玻璃球，要以橡皮彈弓方式來發射才好。在下圖裝置中，則以橡皮來拉大約30cm長的棒。電磁鐵要固定在天花板上，其電線可以沿著黑板邊緣拉到講桌上。還有，筒要用兩架鐵架來支持。如果拉下黑幕，同時利用偏光照相機來做頻閃攝影，則效果更好。

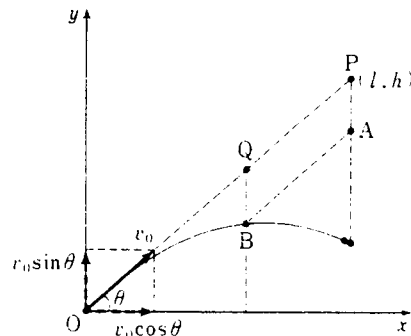


26 [參考] 獵猴 (練習 7)

獵猴的道理，可用下列方法來說明。

- ① 令小球A由點P (l, h) 自由落下，同時由原點O將小球B以初速 v_0 朝向P發射。設時間 t 後的二球位置分別為A與B，則其座標為

$$A \begin{cases} x_A = l \\ y_A = h - \frac{1}{2} gt^2 \end{cases}$$



$$B \begin{cases} x_B = v_0 \cos \theta \cdot t \\ y_B = v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$

$x_A = x_B$, $y_A = y_B$ 成立時，二球就碰撞。

$$\text{令 } x_A = x_B, \text{ 得 } t = \frac{l}{v_0 \cos \theta} \text{ 由此得 } y_B = l \tan \theta - \frac{1}{2}gt^2$$

因 $h = l \tan \theta$ 故此時 $y_A = y_B$

②設重力可以忽略不計，則A停留在P，而B在 $\overline{OQ} = v_0 t$ 的點Q。但實際上因重力而A和B均落下 $\frac{1}{2}gt^2$ 。

因此， $\overline{AB} \parallel \overline{PO}$ ，由A看來，B永遠朝向A而來，故B一定會碰到A。這件事可用向量來想。

時刻t時，A的速度為 $\vec{v}_A = \vec{gt}$ ，B的速度為 $\vec{v}_B = \vec{v}_0 + \vec{gt}$ ，故B對A的相對速度 \vec{v}_{AB} 為 $\vec{v}_{AB} = \vec{v}_B - \vec{v}_A = \vec{v}_0$ ，即 \vec{v}_{AB} 永遠等於 \vec{v}_0 ，而 \vec{v}_0 朝向A，所以一定會碰到。

22~26 [參考] 伽利略的相對論

相對運動的想法，其歷史簡單敘述如下：

希臘時代也有一些人提倡一種地動說。可是地球的運動不容易被人們接受，這是因為人們都想，如果地球一動，則雲或鳥將被遺留在後方，地上將吹起大風，東西將被吹到後方（這也是托勒密對地動說的反對論調）。

到了第16世紀哥白尼提倡完整地動說後，一般仍然不肯相信，其理由之一也是上述反對論調未能予以否定的緣故。西元1609年伽利略製造天體望遠鏡來觀測天體，發現了木星的衛星，得知地球以外也有迴轉中心，從此深信地動說。然後，他開始積極擁護地動說，在1632年的著書「天文學對話」中極力主張地動說，對上述力學問題也予以解決，並且舉出多例來說明。

果真地球在動，則由塔上掉下的小石應該落在正下方以外的地方，然而事實上卻是落在正下方，可見地球顯然是靜止的，這便是亞里斯多德及托勒密式的想法。反之，伽利略提議調查看看，由等速度行進的船隻桅杆掉下的小石究竟落在何處？他認為起初小石和船同樣具有水平速度，因而小石和船在水平方向始終保持相同速度，小石落在船上時，船也同樣在水平方向移動，所以小石

落在桅杆基底處，換言之，船靜止時和等速度行進時，船上的人都觀測到相同的現象。同理，縱使地球在動，由塔上掉下的小石也是落在正下方。這就是為何地球在動時我們也觀測到靜止時的同樣現象之緣故。伽利略進一步說，這是因為地球上的一切物體一開始就和地球一起運動，而天動說的信徒，其想法相當於有一天地球突然開始運動。

註1：Gassendi（1592~1655，法國人）據說真正做實驗，由船的桅杆上讓物體掉下來確實證明了。

註2：若考慮到地球的自轉和靜止物體做圓周運動這些事實，則由高塔上掉下的小石，因其初速較地上速度為大，故落在稍微偏東處（緯度 45° ，高度100m時，偏東1.5cm）。

另一例是，向西方開砲時的砲彈，想來其射程好像較向東方開砲時為遠，但伽利略說，要想這問題時，只要就由行駛中的馬車上同時向前後方射箭時的情形，來調查箭的著地點和當時的馬車位置即可。起初箭與馬車都有共同的水平速度，而且始終保持這水平速度，只要考慮到這一點，他就能夠說明箭著地時，馬車正在兩個著地點的中央處。這時，馬車上的人看到向前射箭向後射箭都是到達相同距離，所觀察的現象和馬車靜止時完全一樣。同理，向東向西開砲的砲彈，即使地球在動，也是到達相同距離。同時他又說，神射手在射飛鳥時總是跟著飛鳥的運動來瞄準目標，邊追邊射箭。這些例子都是表示，對慣性系做等速運動的座標系中，物理現象的觀測都是一樣的，這就叫做伽利略的相對論。

(二)第3篇 第1章 第6節

第6節 電容

〔學習要點〕

(1)電容器 利用一組導體（電極）來儲存電荷的裝置。儲存電荷的過程叫做充電。

(2)電容 設儲存的電量為 Q 〔C〕，極板間的電位差為 V 〔V〕，極板的間隔為 d 〔m〕，面積為 S 〔 m^2 〕，則

$$Q=CV, \quad C=\frac{1}{4\pi k} \frac{S}{d} \quad (C: \text{電容})$$

(3)介電質的作用 電容器的極板間放入介電質，電容就變大。設極板間為真空及放入介電質時的電容分別為 C_0 與 C ，則

$$\epsilon_r = \frac{C}{C_0} \quad (\epsilon_r: \text{相對介電常數})$$

(4)電容器的連接

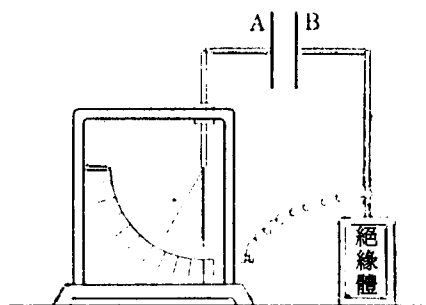
(a) 並聯 $C=C_1+C_2$ 一般而言，若干個電容器並聯時的等值電容，等於各電容之和。

(b) 串聯 $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ 一般而言，若干個電容器串聯時的等值電容，其倒數等於各電容倒數之和。

(5)儲存於電容器的能 $W = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$

172 [示範實驗] 電容器的原理

利用金屬殼的金箔驗電器，裝置如右圖（B與金屬殼不連接也可以進行實驗，但因涉及其他物體的影響而說明較為麻煩，所以連接起來較好）。利用光源裝置來投影金箔部分，又使B接近，一看便知金箔的張開變小。若在AB間插入壓克力板，則金箔的張開變得更小。由此實驗可以說明電容器的原理如下。

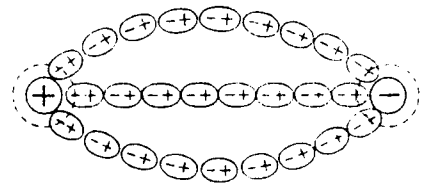


金箔驗電器的金箔張開程度，電荷愈多電場愈強張開愈大，故電位愈高張開愈大。B接近時金箔的張開變小，這是因為金箔的電荷減少電位下降，而A和金箔的總電荷不變卻是電位下降，顯然表示電容增加了。

173 [解說] 介電常數與相對介電常數

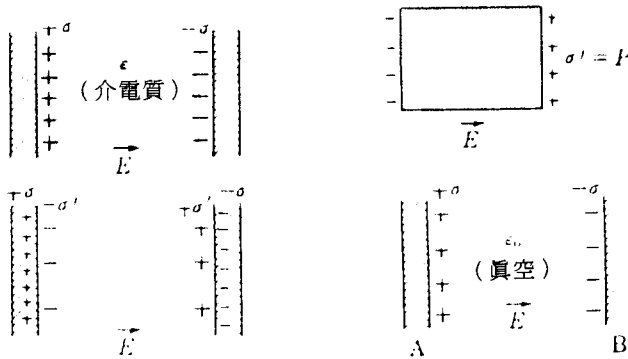
(1)相對介電常數 法拉第明白作用在二電荷間的力由其周圍絕緣介質所支配，認為這是因為不同介質的傳電方法不同的緣故，而將這種介質命名為介電質。若作用力等於真空中時的 $1/\epsilon_r$ ，則 ϵ_r 稱為該介質的相對介電常數。

法拉第使兩個同心球殼導體（原理與來頓瓶相同）間能插入介質，而實際插入各種介質來比較兩球間所產生的力之差異。其結果在1837年由他發表了。



如右圖虛線內所示，這現象的發生乃因靜電感應的結果，電荷周圍出現異性電荷而一部分電荷被抵消所致。

(2)靜電感應與介電常數 相對介電常數表示靜電感應發生的程度，而其數量關係如下。



首先，將介電質插入均勻電場 E 中時，在電場方向與其垂直的單位體積內所移動的電荷叫做介電質極化，以 P 表之。這時與電場垂直的一端出現表面密度 $\sigma' = P$ 的電荷。 P 與 E 成正比，而下列關係成立：

$$P = \chi' E \quad (\chi' = \chi \epsilon_0) \quad \dots\dots ①$$

χ' 為視介質而定的常數，可用常數 ϵ_0 來寫成 $\chi' = \chi \epsilon_0$ ，而 χ' 叫做極化率。

其次，在平行二電極間加以一定電場 E ，並設出現在表面的電荷表面密度為 σ ，則 σ 與 E 成正比，即

$$\sigma = \epsilon_0 E \quad \dots\dots ②$$

式中， ϵ_0 叫做真空介電常數（由高斯定律得 $\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k_0}$ ）

在二電極AB之間放入介質且加電場E時，設出現於電極表面的電荷密度為 σ ，則

$$\sigma = \epsilon E \quad \dots\dots ③$$

式中， ϵ 叫做該介質的介電常數（由高斯定律得 $\epsilon = \frac{1}{4\pi k}$ ）

這時，產生在電極間的電場起因於電極的電荷與靜電感應所產生的表面電荷（表面密度 σ' ），故令②式中的 $\sigma = \sigma - \sigma'$ ，即得下列關係：

$$\sigma - \sigma' = \epsilon_0 E \quad \therefore \sigma = \epsilon_0 E + \sigma' \quad \dots\dots ④$$

由①式得 $\sigma' = P = \chi' E = \chi \epsilon_0 E$ 將此式與③式代入④式，得

$$\begin{aligned} \epsilon E &= \epsilon_0 E + \chi \epsilon_0 E = (1 + \chi) \epsilon_0 E \\ \therefore \epsilon &= (1 + \chi) \epsilon_0 \quad \dots\dots ⑤ \end{aligned}$$

而且由③式知，予以相同電荷時的電場與 $\frac{1}{\epsilon}$ 成正比。

由②式知，真空時為 $\epsilon = \epsilon_0$ ，但一般而言，設

$$\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0 \quad \dots\dots ⑥$$

則予以相同電荷時的電場與真空時的比率為

$$\frac{1/\epsilon}{1/\epsilon_0} = \frac{\epsilon_0}{\epsilon} = \frac{1}{\epsilon_r}$$

因此， ϵ_r 為相對介電常數。由⑤⑥二式知，下列關係成立：

$$\epsilon_r = 1 + \chi \quad \dots\dots ⑦$$

(3)相對介電常數值 下表為一些物質的相對介電常數。由該表知，就空氣而言

，其值極其接近1（亦即真空時的數值），就普通絕緣體而言，其值為1~10，水雖然絕緣性不佳卻是其值相當大，而鈦酸鋇瓷器的相對介電常數也頗大。

ϵ_r 值極大如鈦酸鋇瓷器者稱為強介電質。強介電質在磁性上與強磁性體相似，發生滯後現象，換言之，對強介電質加上電場就發生強烈介電質極化，即使除去電場，極化也不會恢復。此外， \vec{E} 與 \vec{P} 不一定平行。

物 質	相對介電常數 ϵ_r
空 氣	1.00059
聚 苯 乙 烯	2~2.5
硬 質 橡 膠	2.7~2.9
硫 黃	3.6~4.3
雲 母	5~8
玻 璃	5~16
水	81
鈦酸鋇瓷器	1500

現在，就導體與非導體的情形來把靜電感應現象加以綜合性指導，這也是一種辦法。

	導 體	非 導 體
原 因	靠自由電子的移動	靠分子內電子的位移
內部電場	0	減弱（不會變成0）

173〔解說〕關於庫侖定律的比例常數與介電常數的指導

帶電量 q_1 及 q_2 的二小球相隔 r 時所作用的電力 F ，與電量乘積成正比，與

距離平方成反比，即

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \dots\dots ①$$

q用庫侖，r用公尺時，真空中的k值 k_0 為

$$k_0 = 8.99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

k_0 的正確值為

$$k_0 = \frac{C^2}{10^7} \quad \dots\dots ②$$

式中，C為光速（ $2.9979 \times 10^8 \text{ m/s}$ ）庫侖定律①式中的比例常數k與介電常數 ϵ 的關係為

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon} \quad \text{真空中為} \quad k_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad \dots\dots ③$$

而①式變成 $F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 真空中為 $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$ ④

如此，在③式中可將介電常數 ϵ （ ϵ_0 為真空的介電常數）引進當做常數。在處理高斯定律與電容器的電容時，使用 ϵ 較使用k為方便。

在③式引進的 ϵ 等於介電常數，這件事實可以證明如下。首先，由④式可以導出高斯定律。依照高斯定律，表面電荷密度 σ 的導體其附近的電場E與 σ 的關係可以導出如下：

$$\sigma = \epsilon E \quad \text{真空中為} \quad \sigma = \epsilon_0 E \quad \dots\dots ⑤$$

因此， ϵ 與 ϵ_0 分別等於介電常數與真空的介電常數，且知與比例常數k及 k_0 之間能成立③式的關係。由於 ϵ 與 ϵ_0 的單位為F/m，k與 k_0 的單位可用m/F表示。

又可根據⑤式求出平行板電容器的電容，設極板間為真空時與裝入介電質時的電容值分別為 C_0 與C，則 $C_0 = \epsilon_0 S/d$ ， $C = \epsilon S/d$ （S為極板面積，d為極

板間隔)，而可以導出。

$$\frac{C}{C_0} = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} = \epsilon_r \quad \dots\dots ⑥$$

由此可知， ϵ_r 相同於法拉第所引進的相對介電常數。採用庫侖定律④式，在處理高斯定律與電容器的電容時極其方便。僅僅討論庫侖力時，①式的形式較為方便，但最好是兩種形式都要理解。

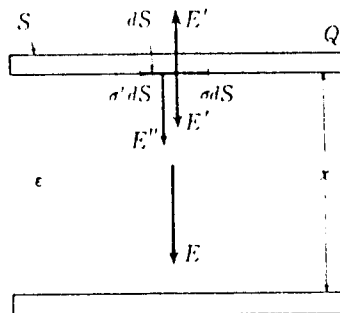
175〔解說〕關係圖28的電力線

圖28表示，電容器並聯時可得共同的電位差而電荷分配成爲電容比，以及串聯時所儲存的電量相等而總電位差等於各電容器電位差之和。該圖顯示各電容器的極板間產生均勻的電場。由於各電容器內的總電力線與所儲存的電量成正比，並聯時各電容器內的總電力線與電量成正比，串聯時儲存在各電容器的電荷相等，故各電容器內的電力線數相等。

177〔解說〕電容器極板的吸引力與電容器的能量

(1)電容器極板的吸引力 設極板面積 S ，間隔 x 的平行板電容器裝有相對介電常數 ϵ 的介電質，具有電荷 Q ，極板表面電荷密度爲 σ ，感應在介電質端的電荷表面密度爲 σ' ，而電場爲 E 。暫且考慮極板內面的微小面積 dS 部分。 dS 部分有電荷 σdS 與緊接著的感應電荷 $\sigma' dS$ 。設由此二電荷產生在 dS 前面的電場爲 E' ，則由該電荷產生在導體內的電場爲 $-E'$ 。這些電荷以外的所有電荷產生在 dS 部分的電場若爲 E'' ，則導體前面的電場爲 $E' + E'' = E$ 導體內部的電場爲 $-E' + E'' = 0$

由以上二式得 $E'' = \frac{1}{2} E \quad \dots\dots ①$



其他所有的電荷作用於dS部分電荷的力為

$$f = \sigma dS \cdot E'' = \frac{1}{2} \sigma EdS \quad \dots\dots ②$$

這力的總和就是作用在極板的力F。

$$F = \frac{1}{2} \sigma ES \quad \dots\dots ③$$

由159頁關於介電常數的解說中③式得

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon_r} \quad \dots\dots ④$$

$$\therefore F = \frac{\sigma^2}{2\epsilon} S = \frac{Q^2}{2\epsilon S} \quad \dots\dots ⑤$$

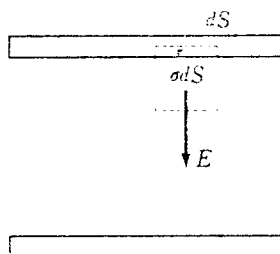
註：④式的關係亦可由高斯定律直接求出。就下圖虛線所包圍的曲面來適用高斯定律，則因內部電荷為 σdS ，電力線數為 EdS ，故

$$EdS = \frac{\sigma dS}{\epsilon} \quad \therefore E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad \dots\dots ⑥$$

註：④⑤二式亦可寫成如下。

$$\because V = \frac{Q}{C} \quad \therefore E = \frac{V}{x} = \frac{Q}{Cx} = Q / \frac{\epsilon S}{x} = \frac{Q}{\epsilon S}$$

$$\begin{aligned} \therefore F &= \frac{1}{2} \sigma ES = \frac{1}{2} \frac{Q}{S} \frac{Q}{\epsilon S} S \\ &= \frac{Q^2}{2\epsilon S} \end{aligned}$$



(2) 電容器的能量 (1)的電容器，保持其電荷不至於逃逸，則將電容器的間隔拉開 Δx 所需的功，由⑤式得

$$\Delta W = F \Delta x = \frac{Q^2}{2 \epsilon S} \Delta x$$

故由間隔0位置拉開到間隔 x 所作的功 W 為

$$W = \frac{Q^2}{2 \epsilon S} x$$

因 $C = \frac{\epsilon S}{x}$ ，上式可以改寫成 $W = \frac{1}{2} \frac{x Q^2}{\epsilon S} = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$

這就是教科書的(14)式，這功被儲存當做電容器的能量。

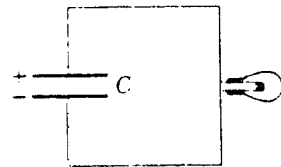
(3) 注意 (2)的情形是保持電荷不至於逃逸，故在移動時 Q 為常數，只有外力所作的功使能量發生變化。但若兩極板連接電池，保持一定電位差來拉開，則雖然 V 為一定，但 Q 會變化，換言之，電荷由電池進出，因此有能量的變化，值得注意。

177 [解說] 電容器的能量儲存在何處 ?

電容器兩極用導線連接，中間接上10W左右的燈泡，燈泡就會發光。這是因為電容器的放電而電流通過，使燈泡發光的緣故，是理所當然的事。使電流通過所需的能量是儲存於電容器，而燈泡因這能量而發光，但燈泡發光這現象是一個好的例子，能讓學生牢牢記住電容器確實能夠儲存能量。

誠如教科書所示，由電容器沒有電荷的狀態，到電荷為 Q 電位差為 V 為止，外界該作的功為

$$W = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} C V^2 \quad (C \text{ 為電容})$$



因此，這麼多的能量應該儲存於電容器的某處才對。事實上，使電容器透過電阻 R 來放電時，仔細測定電阻所生的熱能，便知完全與上式數值一致。

這能量是整個電容器有電荷時較完全沒有電荷時多儲存的。由是可說所儲存的電荷具有這能量。這種說法相當於，在均勻重力之下於較高 h 處的質量 m

之物體多儲存 mgh 的位能。

另一方面，考慮到電容器周圍的電場時，有電場的是極板間的空間。現在假定強度 E 的電場每單位體積儲存能量 $W = \frac{1}{2} \epsilon E^2$ 。就此計算整個空間的電場能量，則因電場不為0的地方只有極板間的空間，故

$$W = \frac{1}{2} \epsilon E^2 \cdot Sd = \frac{1}{2} \cdot \frac{\epsilon S}{d} (Ed)^2 = \frac{1}{2} CV^2$$

完全與上述結果一致。因此，又可以說電容器的能量儲存於空間。

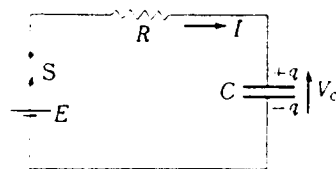
一般而言，在靜電場中，爲了使電荷排列成某種狀態所需的功爲 W ，則可認爲在此狀態儲存了 W 的能量，而這時所產生的電場可視作具有密度 ω 的能量，並且就整個空間加起來，其結果等於上述的 W 。是故，只要明白最後的電場，即可計算儲存於電場的能量。這種想法就是場的想法。這種想法後來成爲非常重要，而且成爲光與電波具有能量的概念之基礎。這樣，能量是儲存於電場，熟悉這種想法對將來頗爲有利。

178 [解說] 電容器的充放電

(1) 充電 如下圖所示，串聯電阻 R 與電容 C 的電容器，時間 $t=0$ 時關上開關，突然加上電壓 E 。當電流 I 通過時發生電壓下降 $V_R = RI$ ，電容器受到電壓 $E - RI$ 。這時被運到電容器所儲存的電荷若爲 q ，則因極板間的電位差爲 $\frac{q}{C}$ ，故

$$E - RI = \frac{q}{C} \dots\dots ①$$

另一方面， $I = \frac{dq}{dt}$ ，故



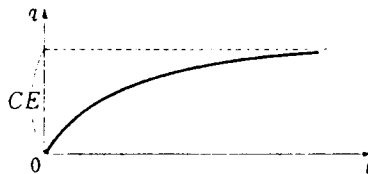
$$E - R \frac{dq}{dt} = \frac{q}{C} \text{ 即 } R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} - E = 0 \dots\dots ②$$

以 $t=0$ 時 $q=0$ 的初始條件解方程式②

[解法參閱(4)]，得

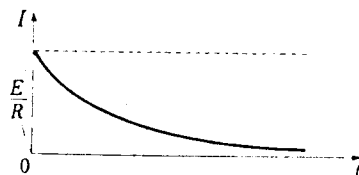
$$q = CE (1 - e^{-t/RC}) \dots\dots ③$$

$$\text{這時 } I = \frac{dq}{dt} = \frac{E}{R} e^{-t/RC} \dots\dots ④$$



q與I隨時間的變化，如右圖所示。

$$\text{由③④式知，} t=0 \text{時 } q=0, I = \frac{E}{R}$$



即關閉電路的瞬間所通過的電流等於C=0時所通過的電流。又 $t \rightarrow \infty$ 時， $q \rightarrow CE$ ， $I \rightarrow 0$ 。

(2)放電 將電容C的電容器充電到電壓V，在 $t=0$ 時連接電阻R來放電。 $t=0$ 時

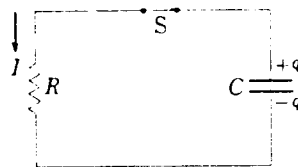
電容器的電量為 $q_0 = CV$ ，但設時間t時電量變成q，而電流變成 $I = -\frac{dq}{dt}$ 。

C產生電位差 $\frac{q}{C}$ ，R發生電壓下降 $RI = -R\frac{dq}{dt}$ ，而兩者達到平衡，故

$$\frac{q}{C} = -R\frac{dq}{dt} \therefore R\frac{dq}{dt} + \frac{1}{C}q = 0 \dots\dots ⑤$$

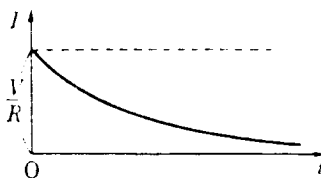
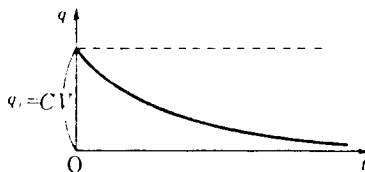
以 $t=0$ 時 $q = q_0 = CV$ 的條件解這方程式，得

$$q = q_0 e^{-t/RC} \dots\dots ⑥$$



$$\text{這時 } I = -\frac{dq}{dt} = \frac{V}{R} e^{-t/RC} \dots\dots ⑦$$

q與I隨時間的變化，如下圖所示。



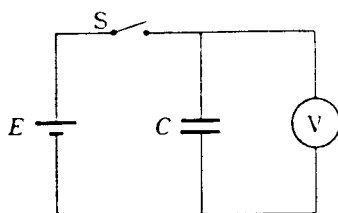
由⑥⑦式知

$$t=0 \text{ 時 } q=CV, I=\frac{V}{R}$$

即電路關閉瞬間所通過的電流等於R受到電壓V時所通過的電流。又 $t \rightarrow \infty$ 時， $q \rightarrow 0$ ， $I \rightarrow 0$ 。

這放電曲線可用下列實驗來顯示。

電源E為真空管用電源（直流250~300V），C為 $8 \mu\text{F}$ 油浸電容器2~3個並聯者， V 為直流電壓計（理振規格300V範圍，內阻 $300\text{k}\Omega$ ）。接上電源，關上開關S，調節電壓計，令其指示250~300V。關上S後不久， V 的指示穩定時，打開S，同時以計秒錶計時。測出 V 的指示變成原始時的 $1/2$ ， $1/4$ ， $1/8$ 的時間，橫軸取時間縱軸取電壓作成線圖。



要展開(1)(2)的理論，對學生來說當然是有困難。因此，用這實驗來讓學生理解放電時的電壓變化情形就好。此外，這實驗也適合於當做放射性物質衰變的模擬實驗。但因電壓高，帶電量多，故讓學生實驗時要相當注意。又若用 $1000 \mu\text{F}$ 左右的大電容器，則可用3V電池來充電，用3V範圍的電壓計來做實驗。採用這方法時，也可以使用記錄電壓計來自動記錄。

(3)能量關係 (2)所述的放電時，電阻所產生的熱能（教科書p.178）可以計算如下。利用④，得

$$\begin{aligned} \int_0^{\infty} RI^2 dt &= \int_0^{\infty} R \left(\frac{V}{R} \right)^2 e^{-2t/RC} dt = \frac{V^2}{R} \left[-\frac{e^{-2t/RC}}{2/RC} \right]_0^{\infty} \\ &= \frac{V^2}{R} \cdot \frac{RC}{2} = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{q_0^2}{C} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots \textcircled{8}$$

依照教科書(4)式，這結果等於起初儲存於電容器的能量。換言之，儲存於電容器的能量，在電阻當做熱能釋放出來了。

(4)方程式的解法 微分方程式②⑤的解法如下：

$$〔⑤的解〕 ⑤ 爲 \frac{dq}{dt} = -\frac{1}{RC}q \quad \therefore \frac{1}{q} \frac{dq}{dt} = -\frac{1}{RC} \quad \dots\dots\dots ⑨$$

$$\text{關於}t\text{來積分，} \int \frac{1}{q} \frac{dq}{dt} dt = -\int \frac{1}{RC} dt \quad \therefore \int \frac{1}{q} dq = -\frac{t}{RC} + \text{const}$$

$$\therefore \log q = -\frac{t}{RC} + \text{const} \quad \therefore q = e^{-\frac{t}{RC} + \text{const}} = \text{const} \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$\therefore t=0, \quad q=q_0 \quad \therefore \text{const} = q_0 \quad \therefore q = q_0 e^{-\frac{t}{RC}} \quad \dots\dots\dots ⑩$$

$$〔②的解〕 ②爲 \frac{dq}{dt} = -\frac{1}{RC}q + \frac{E}{R}$$

$$\text{令 } x = q - CE \quad \text{則} \quad \frac{dx}{dt} = -\frac{1}{RC}x$$

$t=0$ 時 $x = -CE$ ，故應用⑨的解⑩，得

$$x = -CEe^{-\frac{t}{RC}} \quad \therefore q - CE = -CEe^{-\frac{t}{RC}} \quad \therefore q = CE\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right) \quad \dots\dots\dots ⑪$$

172 [參考] 電磁單位系

教科書本文所用的單位系叫做MKSA單位系，其他還有自古以來使用的CGS靜電單位系與CGS電磁單位系，簡述如下。

(1)MKSA單位系 長度，質量，時間的單位分別用公尺(m)，公斤(kg)，秒(s)〔力的單位為牛頓(N)〕。除此而外，加上電學單位安培(A)當做電流的單位。這時，由作用在平行電流間的力來規定安培，並且以1m/s速率移動可形成1A的電量定為1庫侖(C)。然後，由作用在真空中相隔1m的兩個1庫侖電荷間的力來決定庫侖定律(1)式的比例常數k值。

設介電常數為 ϵ ，則 $k = \frac{1}{4\pi\epsilon}$ ，而(1)式變為

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = \frac{1}{4\pi \epsilon} \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \quad (\text{在真空中, } k \simeq 9 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2) \quad \dots\dots ①$$

磁學量則由電流所產生的磁場，根據安培來定單位。磁量的單位又叫做韋伯〔(Wb)教科書p.207〕。若二磁極 m_1, m_2 〔Wb〕相隔 r 〔m〕時的磁力為 F' 〔N〕，則關於磁學的庫侖定律可以成立：

$$F' = \frac{1}{4\pi \mu} \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad \dots\dots ②$$

μ 為視介質而定的常數，叫做磁導率，真空中的數值為 $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$

一切電磁單位如此導出，其因次由〔L〕，〔M〕，〔T〕，〔I〕來表示。其中I為電流。

(2)CGS靜電單位 長度，質量，時間的單位分別採用公分（cm），公克（g），秒（s）〔這時，力的單位為達因（dyn）〕，而等量電荷在真空中相隔1cm時的靜電力為1dyn時，這些電荷的電量叫做1esu的電量。設二電量 q_1, q_2 〔esu〕在真空中相隔 r 〔cm〕時的靜電力 f 〔dyn〕，則庫侖定律為

$$f = \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \dots\dots ③$$

由電量規定電流，磁量，且導出一切電磁單位。這時，③式中把①式的 ϵ 予以數值化，但若令 ϵ 的因次為〔 ϵ 〕，則一切量的因次可用〔L〕，〔M〕，〔T〕，〔 ϵ 〕來表示。

(3)CGS電磁單位系 長度，質量，時間的單位分別採用cm，g，s，而等量磁荷在真空中相隔1cm時的磁力若為1dyn，則這些磁量叫做1emu的磁量。設磁量 m_1, m_2 〔emu〕在真空中相隔1cm時的磁力為 f' （dyn），則庫侖定律為

$$f' = \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad \dots\dots ④$$

由磁量規定電流，電量，且導出一切電磁單位。這時，④式中把②式的 μ 予以數值化，但若令 μ 的因次為〔 μ 〕，則一切量的因次可用〔L〕，〔M〕，〔T〕，〔 μ 〕來表示。

(4)上述(2)，(3)單位系，其電量，磁量與電學及磁學的庫侖定律列表如下。

	CGS靜電單位系	CGS電磁單位系
電荷	$1 \text{esu} = \frac{1}{3 \times 10^9} \text{C}$	$1 \text{emu} = 10 \text{C}$
磁荷	$1 \text{esu} = \frac{4\pi}{3 \times 10^{16}} \text{Wb}$	$1 \text{emu} = 4\pi \cdot 10^{-8} \text{Wb}$
電學的庫侖定律	$f = \frac{q_1 q_2}{r^2}$	$f = \frac{1}{9 \times 10^{20}} \frac{q_1 q_2}{r^2}$
磁學的庫侖定律	$f' = \frac{1}{9 \times 10^{16}} \frac{m_1 m_2}{r^2}$	$f' = \frac{m_1 m_2}{r^2}$

三、教科書課文介紹

本教師手冊所適用的教科書，其概況如下。

- 1.書名：三訂版高等學校最新物理。
- 2.作者：後藤憲一等7人（其中大學教授5人，高中教師2人）。
- 3.出版年份：平成4年（西元1992年）。
- 4.出版者／出版地點：數研出版株式會社／日本東京。
- 5.出版文字：日文。
- 6.其他：平裝本，黑白印刷，尺寸149mm×211mm，共1冊，311頁。

爲了便於對照起見，上述教師手冊範例兩個單元，其對應課文介紹如次。

(一)第1篇 第1章 第4節

第4節 由於重力的運動

A. 由於重力的運動

物體受到來自地球的鉛直向下重力。

空氣中的落體運動，除了重力以外，物體還要受到空氣的阻力，所以因物體的形狀大小而落下方式不同。本節將探討空氣阻力可以略去不計時的落體運

動。

B. 自由落體

物體僅僅受到重力的作用而以初速0〔m/s〕落下的運動叫做自由落體運動。

圖16為自由落體的頻閃照片。依照例題2（→p.16）的方法來求加速度，便知小球具有向下的一定加速度 9.8m/s^2 〔註：由於小球受到一定力（重力）而運動，這件事可由後來要學的運動方程式來推導（→p.34）〕。縱使更換小球來做實驗，加速度恆為同一數值，與小球的質量無關。

這落體加速度叫做重力速度，其大小以 g 表示。 $g \approx 9.8\text{m/s}^2$ ，但根據精密測定，已知 g 值因地點而稍微不同，即使在同一地點，愈高處的 g 值愈小。

自由落體為初速 0m/s 而向下加速度 g 〔 m/s^2 〕的等加速度直線運動。設起始位置為原點，取 y 軸鉛直向下，又設 t 〔s〕後的速度為 v 〔m/s〕，位置座標為 y 〔m〕，則在(8)，(9)，(10)式中令 $a=g$ ， $v_0=0$ ， $x=y$ 即可，故得下列各式（見圖17）。

$$v=gt, y=\frac{1}{2}gt^2, v^2=2gy \quad \dots\dots(11)$$

<問8> 由地上40m的屋頂令小球輕輕落下，問幾秒後到達地面？又到達地面時的速率為若干m/s？〔註：數值計算時，除非特別聲明，否則一律採用 $g=9.8\text{ m/s}^2$ 〕（答：2.9s，28m/s）

C. 鉛直拋射

將小球鉛直向上拋射，則小球在某一高度暫停，然後從這一點自由落下。分析這小球的運動便知，小球恆作鉛直向下的一定加速度 g 〔 m/s^2 〕之等加速度直線運動（見圖18）。

在初速 v_0 〔m/s〕的鉛直向上拋射運動中，以拋射點為原點，取 y 軸鉛直向上（初速的方向），設 t 〔s〕後的速度為 v 〔m/s〕，位置的座標為 y 〔m〕，則在(8)，(9)，(10)式中令 $a=-g$ ， $x=y$ 即可，故得下列各式：

$$\left. \begin{aligned} v &= v_0 - gt \\ y &= v_0t - \frac{1}{2}gt^2 \\ v^2 - v_0^2 &= -2gy \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots(12)$$

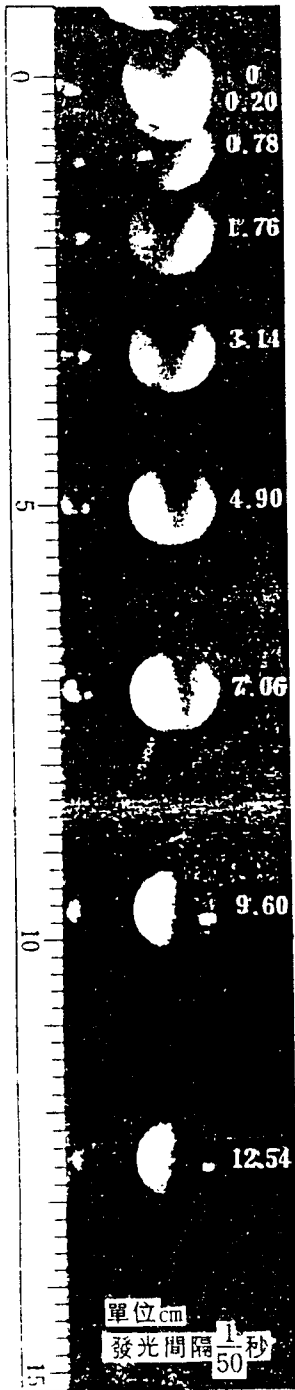


圖16 自由落體的頻閃照片

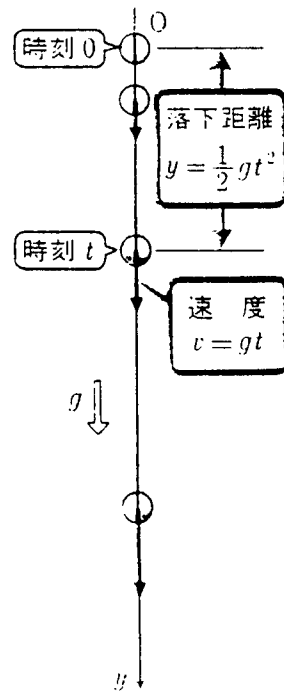


圖17 自由落體

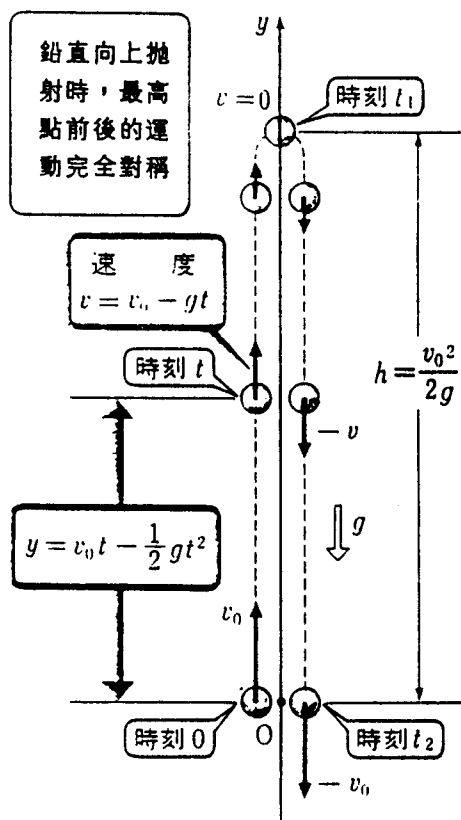


圖18 鉛直向上拋射運動

<例題4> 以初速 v_0 (m/s) 鉛直向上拋射小球時，試求以下各值。

(1)到達最高點的時間 t_1 [s] (2)最高點的高度 h [m]

<解> (1)設 t_1 [s] 後到達最高點。在最高點， $v=0$ ，故

$$0 = v_0 - gt_1 \quad \therefore t_1 = v_0/g \quad \text{答 } t_1 = v_0/g \text{ [s]}$$

(2)將 t_1 值代入 $h = v_0 t_1 - \frac{1}{2} g t_1^2$ 得

$$h = v_0 \left(\frac{v_0}{g} \right) - \frac{1}{2} g \left(\frac{v_0}{g} \right)^2 = \frac{v_0^2}{2g} \quad \text{答 } h = v_0^2/2g \text{ [m]}$$

[另解] 將 $v=0$ 代入 $v^2 - v_0^2 = -2gh$ 得

$$0 - v_0^2 = -2gh \quad \therefore h = v_0^2/2g \quad \text{答 } h = v_0^2/2g \text{ [m]}$$

<練習4> 如上例題，試求小球回來原來位置的時間 t_2 〔s〕及回來時的速度 v_2 〔m/s〕。
 ($t_2 = 2v_0/g$ 〔s〕， $v_2 = -v_0$ 〔m/s〕)

D. 曲線運動的速度

棒球被擊出後，在空中畫弧線飛去。如此，在一平面上作曲線運動的物體A通過P點，而在極短時間 Δt 〔s〕後移到Q點時，因其位移為 \vec{PQ} ，故平均速度 \vec{v} 〔m/s〕可以表示如下：

$$\vec{v} = \frac{\vec{PQ}}{\Delta t}$$

〔註：某量Q的微小變化量，以 ΔQ 表示。這不代表 Δ 與Q的乘積。〕如圖19所示，依 \vec{PQ}' ， \vec{PQ}'' 的次序，將離P的經過時間縮短，則平均速度的方向逐漸接近曲線上P點的切線方向。因此，這切線的方向成為物體A通過P點時（或其時刻）的速度 \vec{v} 的方向。

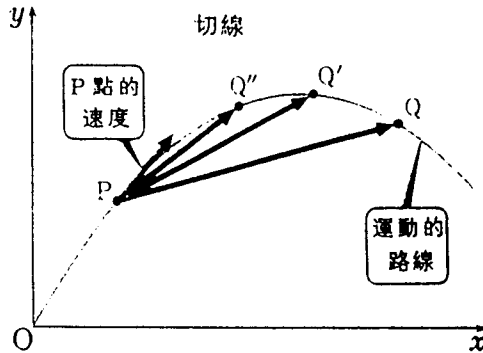


圖19 曲線運動的速度方向

E. 水平拋射

圖20為將小球A水平拋射，同時令小球B由同一高度自由落下時的頻閃照片。縱向白線為等間隔，橫向白線始終表示二球高度相同，故知小球A在水平（x軸）方向作等速直線運動，而在鉛直（y軸）方向則作自由落體運動。

〔註：這件事實，將後來要學的運動方程式分別適用在x軸方向的運動與y軸方向的運動即可推導出來（→p.34）〕。

換言之，在xy平面上，沿水平方向拋射的小球A，設其位置座標為（x，

y) , 則小球A的運動可以分解成爲 x 軸上A₁點〔座標 (x, 0) 〕的運動與y軸上A₂點〔座標 (0, y) 〕的運動來處理 (見圖21) 。

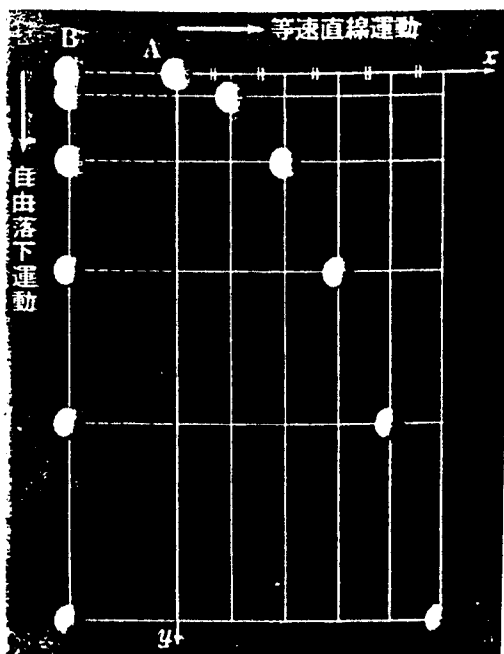


圖20 水平拋射的頻閃照片

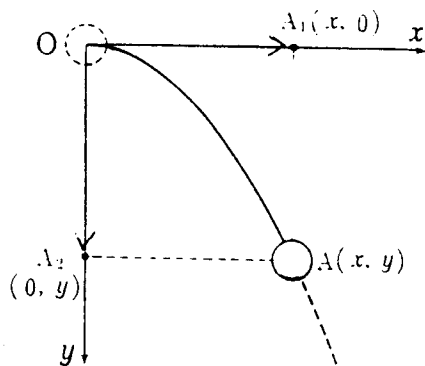


圖21 水平拋射

設小球A的初速爲 \vec{v}_0 [m/s] , t [s] 後的位置座標爲 (x, y) [m] , 而速度爲 \vec{v} [m/s] 。若 \vec{v} 的x分量與y分量分別爲 v_x 與 v_y [m/s] , 則因在x軸方向作等速直線運動, 故下式可以成立。

$$v_x = v_0, \quad x = v_0 t \quad \dots\dots(14)$$

y軸方向爲自由落體運動, 故由(11)式知下列各式可以成立。

$$v_y = gt, \quad y = \frac{1}{2} gt^2, \quad v_y^2 = 2gy \quad \dots\dots(15)$$

由(14)式 $x = v_0 t$ 與(15)式的 $y = \frac{1}{2} gt^2$ 消去t, 即得表示運動路線的公式如下 (見圖22) 。

$$y = \frac{g}{2v_0^2} \cdot x^2 \quad \dots\dots(16)$$

這是以原點爲頂點而以y軸爲軸的拋物線。

又將(14)式的 $v_x = v_0$ 與(15)式的 $v_y^2 = 2gy$ 代入 $v^2 = v_x^2 + v_y^2$ 即得下式：

$$v^2 - v_0^2 = 2gy \quad \dots\dots(17)$$

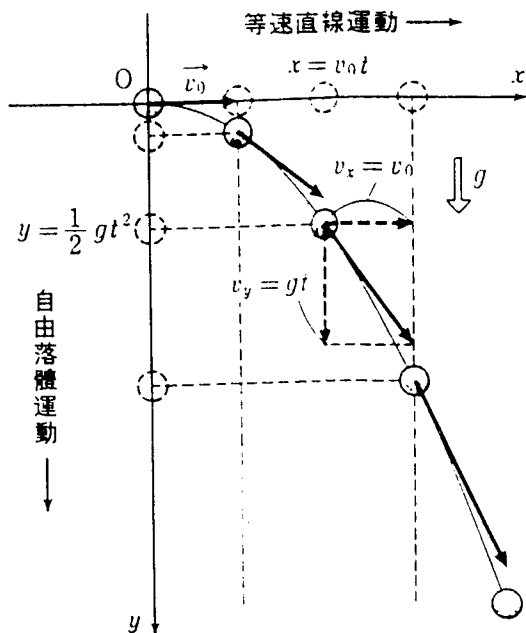


圖22 水平拋射

<練習5> 由海角的瞭望台沿水平方向拋射小石，則3.0秒後小石以 60° 角度掉落海面。問拋射點距離海面的高度若干m？ 又落海點與拋射點之間的水平距離為若干m？
(44m, 51m)

F. 斜向拋射

想一想將小球往斜上方拋射的情形吧。如同水平拋射的情形，將小球的運動分解下來想，便知水平方向作等速直線運動，而鉛直方向則作鉛直拋上運動。

設以初速 \vec{v}_0 [m/s] 將小球拋射，而初速與水平交成 θ 角向上。若取拋射點為原點，初速的水平分量方向為x軸，鉛直向上為y軸，則初速 \vec{v}_0 的x分量與y分量分別等於 $v_0 \cos \theta$ 與 $v_0 \sin \theta$ [m/s]。設t [s] 後的位置座標為(x, y) [m]，速度為 \vec{v} [m/s]，而 \vec{v} 的x分量與y分量分別為 v_x 與 v_y [m/s]，則因在x軸方向作速度 $v_0 \cos \theta$ [m/s] 的等速直線運動，故下列各式可以成

立（見圖23）。

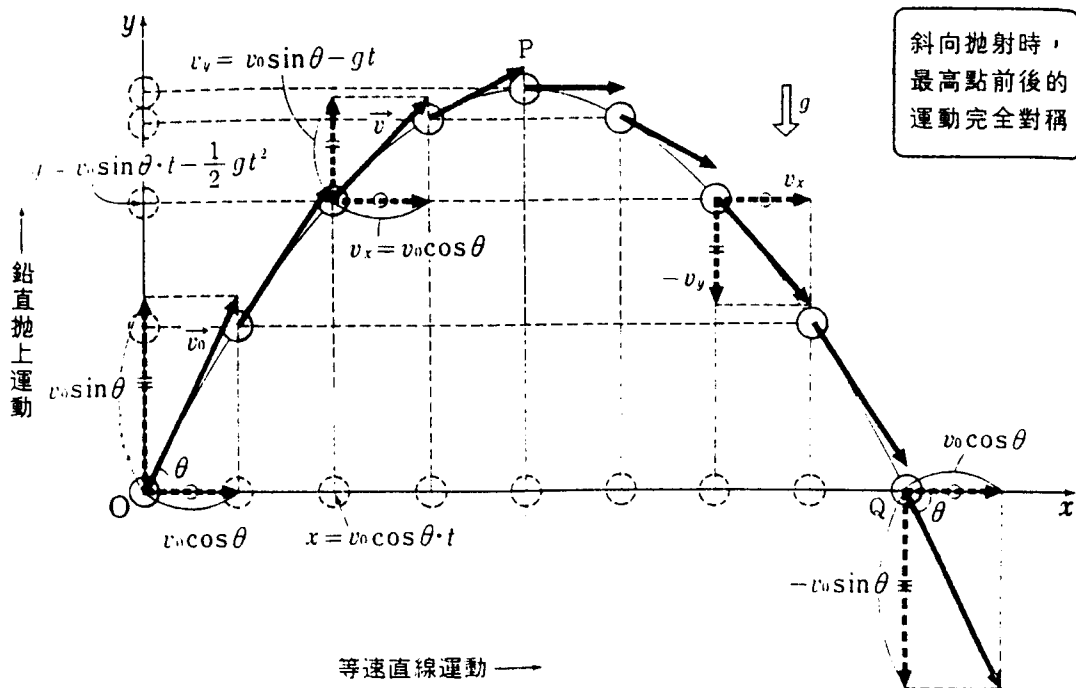


圖23 斜向拋射

$$\left. \begin{aligned} v_x &= v_0 \cos \theta \\ x &= v_0 \cos \theta \cdot t \end{aligned} \right\} \dots\dots(18)$$

y軸方向則作初速 $v_0 \sin \theta$ 〔m/s〕的鉛直拋上運動，故由(12)式知下列各式可以成立。

$$\left. \begin{aligned} v_y &= v_0 \sin \theta - gt \\ y &= v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} gt^2 \\ v_y^2 - v_0^2 \sin^2 \theta &= -2gy \end{aligned} \right\} \dots\dots(19)$$

由(18)式的x式與(19)式的y式消去t，即得表示運動路線式如下：

$$y = \tan \theta \cdot x - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \theta} x^2 \dots\dots(20)$$

這是通過原點而其軸平行於y軸的拋物線。

此外，若將(18)式的 v_x 式與(19)式的最後一式代入 $v^2 = v_x^2 + v_y^2$ 中，則得下式

:

$$v^2 - v_0^2 = -2gy \quad \dots\dots(21)$$

水平拋射與斜向拋射的運動合稱為拋體運動。僅僅由於重力的小球運動，都是等加速度運動。

<問9> 在地上將小球以初速49m/s沿水平向上30°的方向拋射。問小球幾秒後落地？又小球的水平射程為幾m？ (5.0s, 2.1×10^2 m)

<例題5>就圖23的斜向拋射，求下列各值。

(1) 到達最高點P所需時間 t_1 [s] 及其高度 h [m]。

(2) 到達Q點所需時間 t_2 [s] 及該時的水平距離 l [m]。

<解> (1)因在最高點P時， $v_y = 0$ ，故 $0 = v_0 \sin \theta - gt_1 \quad \therefore t_1 = v_0 \sin \theta / g$

答 $t_1 = v_0 \sin \theta / g$ [s]

$$h = v_0 \sin \theta \cdot t_1 - \frac{1}{2}gt_1^2 = \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{g} - \frac{1}{2}g \left(\frac{v_0 \sin \theta}{g} \right)^2 = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

答 $h = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$ [m]

(2)在Q點， $y = 0$ ，故 $0 = v_0 \sin \theta \cdot t_2 - \frac{1}{2}gt_2^2$

$$\therefore t_2 \neq 0 \quad \therefore t_2 = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$$

答 $t_2 = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$ [s]

$$l = v_0 \cos \theta \cdot t_2 = \frac{2v_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

答 $l = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$ [m]

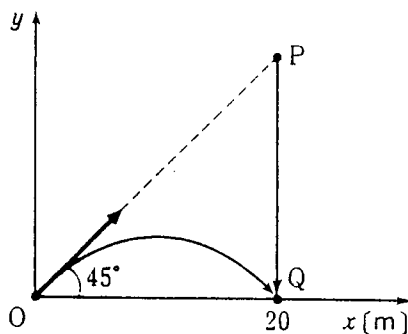
(註： $\sin 2\theta = 2 \sin \theta \cos \theta$)

<練習6>承例題5，試答下列問題。

(1)要將小球拋到最遠處， θ 角應為若干？ (45°)

(2)小球的拋射方向在水平向上 30° 時與水平向上 60° 時，其水平射程相同。理由何在？

<練習7> 如下圖所示，由原點O向P點拋射小球A，同時由P點令小球B自由落下，則兩個小球碰撞在座標為(20m, 0m)的Q點。



(1)拋射到碰撞，需時幾秒？

(2.0s)

(2)小球A的初速為何？

(14m/s)

(二)第3篇 第1章 第6節

第6節 電容

A. 電容器

將兩片平行金屬板A、B、電池、開關與電流計連接後，將開關閉閉，則電流計偏轉一次後立即恢復原來位置0處（見圖24）。

這是因為電池把金屬板A的自由電子運到金屬板B（這時稱為電流反向於電子的移動而流動），金屬板A帶正電，金屬板B帶負電，但若金屬板A與B的電位分別等於電池正極與負極的電位（亦即金屬板間的電位差等於電池兩極間的電位差），則自由電子的移動即告停止。

由於金屬板A的正電荷與金屬板B的等量負電荷相吸，縱然打開開關，電荷也依然留下來。

如此，利用一組導體（叫做電極）來儲存電荷的裝置稱為電容器，而電荷的儲存稱為充電。如圖23的電容器稱為平行板電容器。

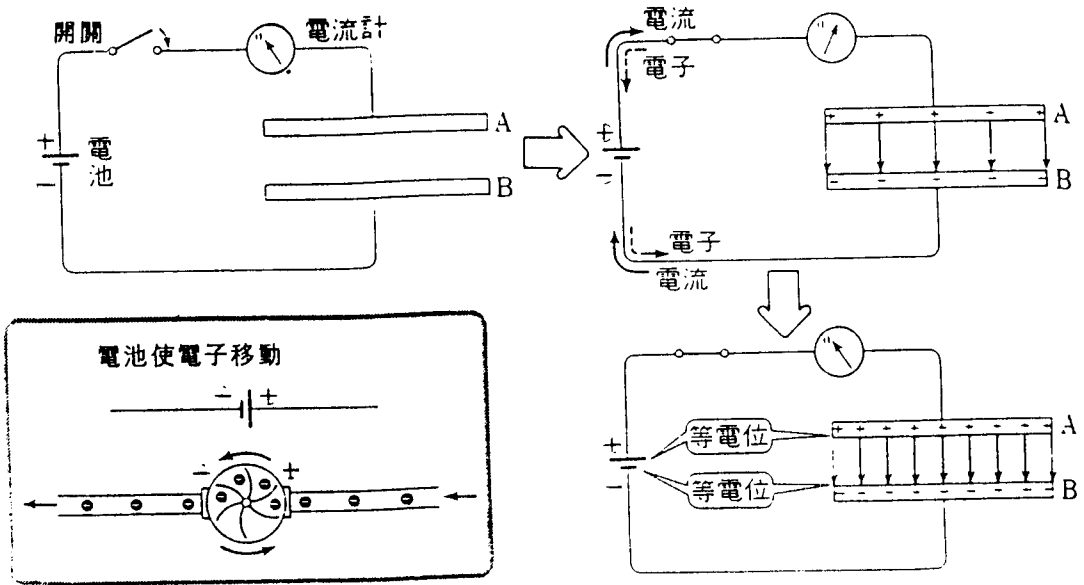


圖24 電容器的充電

B. 電容

設平行板電容器的極板間隔為 d [m]，面積為 S [m²]，極板間的電位差為 V [V]，而儲存於極板A與B的電量分別為 $+Q$ 與 $-Q$ [C]（見圖25）。

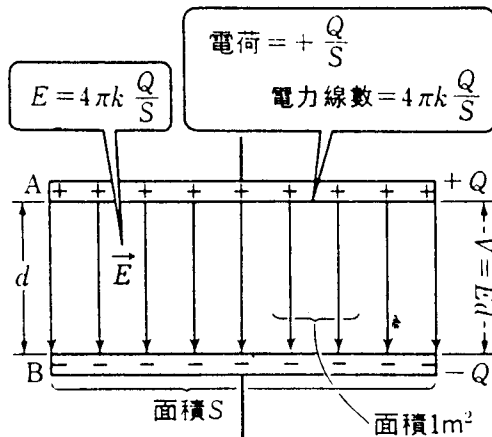


圖25 平行板電容器

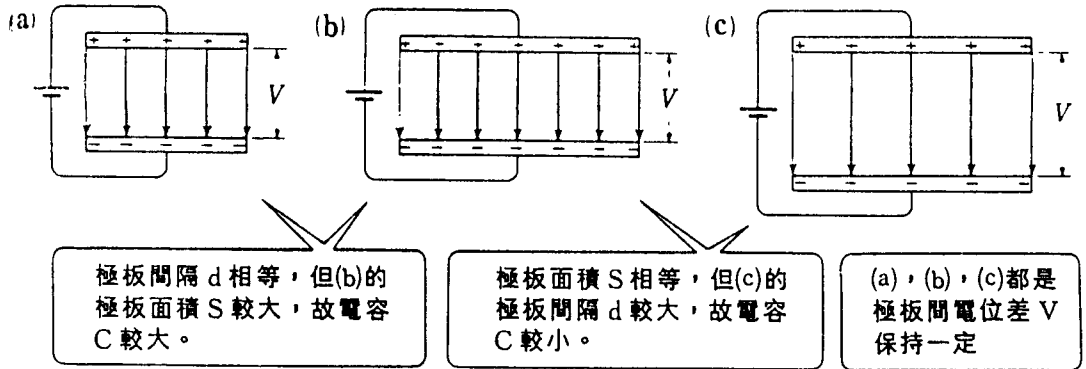


圖26 電容與極板面積及極板間隔的關係

由高斯定律〔(4)式〕知，來自每 1m^2 極板A的電荷 $\frac{Q}{S}$ 〔C〕之電力線數為 $4\pi k \frac{Q}{S}$ 條。這些電力線貫穿垂直於 1m^2 的橫斷面（註：極板周邊部的電場不均勻，電力線向外鼓起，但這現象予以忽視），故電場強度 E （V/m）成爲 $E = 4\pi k \frac{Q}{S}$ 。由(8)式得 $V = Ed = 4\pi k \frac{d}{S} Q$ ，故 $Q = \frac{1}{4\pi k} \frac{S}{d} V$ ，即 Q 與 V 成正比。令此比例常數爲 C ，則

$$Q = CV \quad \dots\dots(9)$$

但

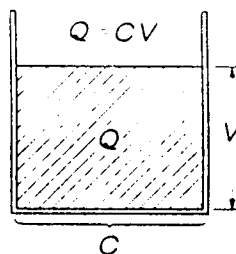
$$C = \frac{1}{4\pi k} \frac{S}{d} \quad \dots\dots(10)$$

這 C 稱爲電容器的電容。由(10)式知，電容與極板面積成正比，與極板間隔成反比（見圖26）。

至於電容的單位，則採取給予1V電位差即能儲存1C電量的電容器之電容，定爲1法拉（符號F）。在實用上1F太大，故使用1微法拉（符號 μF ）＝

10^{-6} F及1沙法拉（符號pF） $=10^{-12}$ F。

電容器常以水槽做比喻（見右圖）。在底面積為 C 〔 m^2 〕的水槽，裝水到水深為 V 〔m〕，則可儲存水量 $Q=CV$ 〔 m^3 〕。電容 C 〔F〕，電位差 V 〔V〕與電量 Q 〔C〕分別相當於水槽底面積 C 〔 m^2 〕，水位 V 〔m〕與水量 Q 〔 m^3 〕。



C. 介電質的作用

由於放入極板間的物質（介電質）而(10)式的 k 值不同，電容 C 也改變。設

$\epsilon = \frac{1}{4\pi k}$ 式中 ϵ 稱為該介電質的介電常數。真空的介電常數 ϵ_0 為

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k_0} = 8.85 \times 10^{-12} \text{F/m}$$

空氣的介電常數大約等於 ϵ_0 ，但一般的介電質，其介電常數則大於真空的介電常數。因此，在電容器的極板間放入介電質，電容就變大。現在思考這理由。

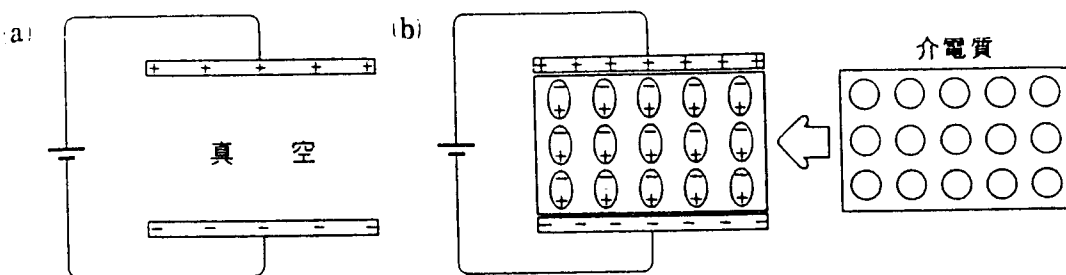


圖27 介電質在電容器內的作用

介電質會引起介電極化，故如圖27(b)所示，介電質的上面出現負電荷，下面出現正電荷，與極板上的一部分電荷抵消。因此，電場減弱，電位差下降，而電池送入更多的電荷。是故，在相同電位差的情況下，在極板上能儲存很多電荷，而由於 $Q=CV$ ，電容變大。

設極板間為真空時與放入介電質時的電容分別為 C_0 與 C ，則 C 與 C_0 的比值

稱為該介電質的相對介電常數，即

$$\epsilon_r = \frac{C}{C_0} \left(= \frac{\epsilon}{\epsilon_0} \right) \dots\dots(11)$$

收音機與電視機所用的電容器，在極板間放入相對介電常數大的介電質，使其電容變大（見圖28及表1）。

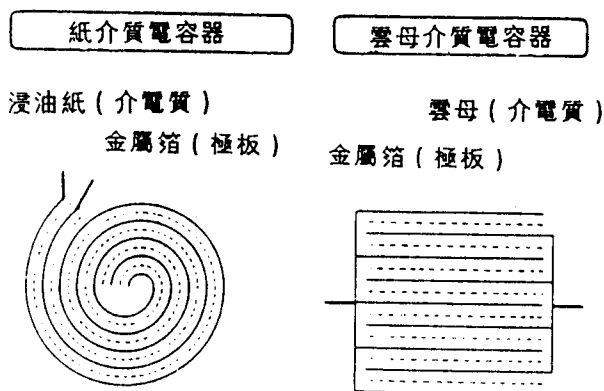


圖28 電容器

表1 物質的相對介電常數（常溫）

物 質 的 種 類	相 對 介 電 常 數
不含二氧化碳的空氣	1.00054
石蠟	1.9~2.4
紙與石炭酸的膠合板	5.0~7.0
白雲母	6.0~8.0
軟質聚氯乙烯	5.0~9.0
鈦酸鋇	約5000

<問13> 極板面積 $5.0 \times 10^{-4} \text{m}^2$ ，極板間隔 $2.0 \times 10^{-3} \text{m}$ 的平行板電容器，極板間為真空時與裝入鈦酸鋇時，其電容分別為若干pF？

(2.2pF, $1.1 \times 10^4 \text{pF}$)

D. 電容器的連接

且想連接兩個以上電容器時的總電容（見圖29）。

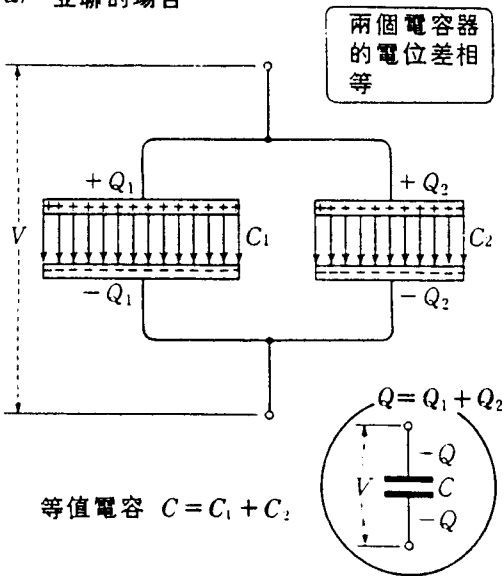
(1) 並聯

將電容分別為 C_1 與 C_2 〔F〕的電容器並聯起來，在其兩端加以電位差 V 〔V〕。正極板與負極板分別保持等電位，極板間的電位差均為 V 〔V〕，故儲存於各電容器的電量為 $Q_1 = C_1 V$ 〔C〕， $Q_2 = C_2 V$ 〔C〕。因此，總電量 Q 〔C〕為 $Q = Q_1 + Q_2 = (C_1 + C_2) V$ 將此式與(9)式相較便知，整個電容（稱為等值電容） C 〔F〕如下：

$$C = C_1 + C_2 \quad \dots\dots(12)$$

一般而言，若干個電容器並聯時的等值電容，等於各電容之和。

(a) 並聯的場合



(b) 串聯的場合

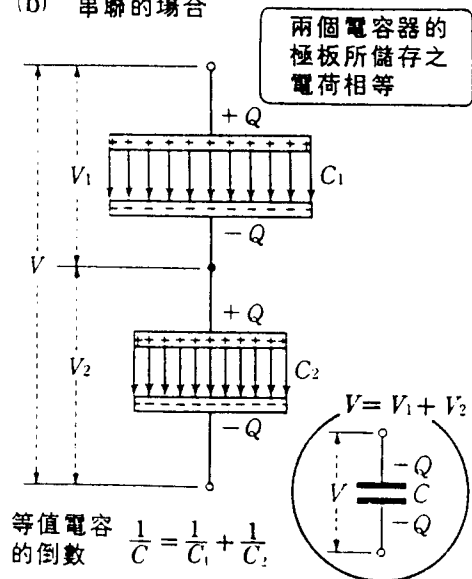


圖29 兩個電容器的連接

(2) 串聯

將電容分別為 C_1 與 C_2 [F] 的電容器串聯起來，在其兩端加以電位差 V [V]，則因靜電感應而在各極板出現大小相等的電量 Q [C]（註：假設兩個電容器在連接前均無電荷的儲存）。設各電容器兩端的電位差分別等於 V_1 與 V_2 [V]，則 $V_1 = Q/C_1$ ， $V_2 = Q/C_2$ ，因有 $V = V_1 + V_2$ 的關係，

故 $V = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right) Q$ 因此，等值電容 C [F] 如下：

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad \text{或} \quad C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \quad \dots\dots(13)$$

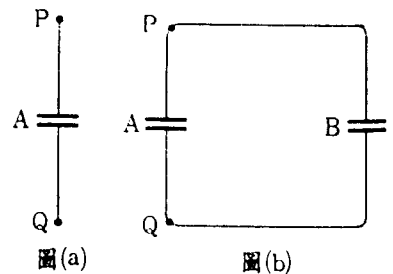
一般而言，若干個電容器串聯時的等值電容之倒數，等於各電容的倒數之和。

<問14> 並聯時，各電容器所儲存的電量之比等於其電容之比，而串聯時，各電容器極板間的電位差之比等於其電容倒數之比。試證明之。

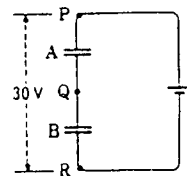
<問15> 電容為 $2.0 \mu F$ 與 $3.0 \mu F$ 的兩個電容器，並聯時與串聯時的等值電容各為若干 μF ？

($5.0 \mu F$ ， $1.2 \mu F$)

<例題3> 電容 $1.0 \mu F$ 的電容器 A，將其充電到圖(a)的 P 側成為正 $60V$ 。電容 $2.0 \mu F$ 的電容器 B（沒有電荷），將其與 A 連接如圖(b)所示。問 PQ 間的電位差為若干 V？



<解> 圖 (a) 時，A 的 P 側與 Q 側分別儲存電量 $60 \mu C$ 與 $-60 \mu C$ 。將 A 與 B 連接，則一部分電量移到 B。設 PQ 間的電位差變成 V (V)，則留在 A 的電量為 V [μC]，移到 B 的電量為 $2V$ [μC]，而電量之和必須守恆，故 $V + 2V = 60 \therefore V = 20$ 答 20V



< 4 > 例題3的圖 (a) 狀態之電容器 A，與沒有電荷的電容器 B 串聯，再與電

池連接如上圖，則PR間的電位差成爲30V。問QR間的電位差爲若干V？又Q與R的電位，何方較高？

E. 儲存於電容器的能

電容爲C〔F〕的電容器與兩極間的電位差爲V〔V〕之電池，透過開關而連接起來(見圖30)。開關關閉，則電容器板極間的電位差增加，直到電位差成爲V〔V〕時充電即告結束，而電容器上儲存電量 $Q=CV$ 〔C〕。電容器的充電在短時間內完成，但這時的極板間電位差與電量之關係成爲直線(見圖30)。

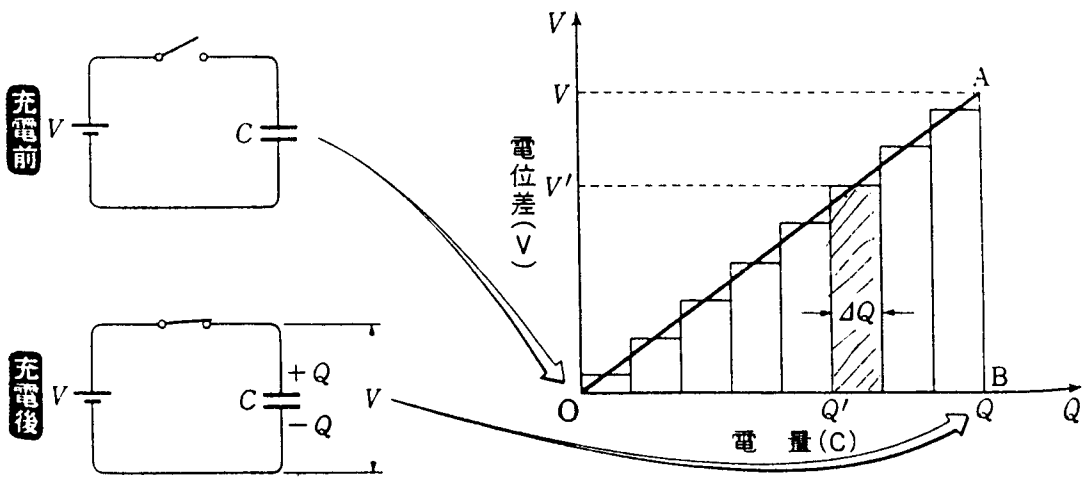


圖30 電容器充電時的功

在充電途中，電位差變成 V' 〔V〕時，再將電量 ΔQ 〔C〕輸入所作的功，若 ΔQ 甚小，則電位差可視作幾乎保持一定，故此功等於 $V' \Delta Q$ 〔J〕（→ p.165(3)式）。這是等於圖中斜線劃上的長方形之面積。因此，從電位差0〔V〕充電到 V 〔V〕所需的功，等於這種長方形的面積之總和。令 ΔQ 〔C〕甚小，則這面積等於 $\triangle AOB$ 的面積，故所需的功如下：

$$W = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \quad \dots\dots(14)$$

被充電到電位差 V 〔V〕的電容器，將爲了充電而由外界輸入的功 W 〔J〕，以能量的形態儲存在極板間的電場。這叫做儲存於電容器的靜電能。

已充電的電容器，以導線連接其兩極板間，則在短時間內，負極板的自由電子通過導線而移到正極板，於是正負電荷抵消。這叫做電容器的放電。

已充電的電容器與燈泡連接，燈泡就可以發光一瞬間。這是因為儲存於電容器的靜電能轉換成爲光能與熱能的緣故。

<問16> 電容 $5.0 \times 10^{-6}\text{F}$ 的電容器充電到 $1.0 \times 10^2\text{V}$ 時，所儲存的靜電能爲若干J？

($2.5 \times 10^2\text{J}$)

<練習 5 > 如例題 3 的場合，圖 (a) 的電容器 A 與沒有電荷的電容器 B 連接如圖 (b) 時，儲存於兩個電容器 A 與 B 的靜電能之和，變成起初儲存於電容器 A 的靜電能之幾倍？

($\frac{1}{3}$ 倍)

<練習 6 > 電容器極板上的電荷保持不變，使極板的間隔變成 2 倍時

(1) 極板間的電位差變成起初時的幾倍？

(2 倍)

(2) 儲存於電容器的靜電能變成起初時的幾倍？又靜電能爲何發生變化？

(2 倍)

四、教師手冊特色

(一) 本教師手冊書首有學習指導要領之解說，就「高等學校學習指導要領」中第 3 節的「物理」內容，詳述其處理方法。

(二) 書首的「時間分配表」，明示學習指導展開例，以便引起學生的學習動機，並且列舉與初中課程的銜接情形，而且明示各章節的理想授課時間。

(三) 各章首均記述該章目標與意義，並示爲達到此目標所需的指導方針與展開例。

(四) 各節首均簡潔記述該節要點。

(五) 隨時提出示範實驗，目的在於引起學生的學習動機。同時具體指出實驗時應注意事項以及實驗意義。

- (六)普設解說欄，將教科書所記載的內容更加深入探討。有時也簡單說明重要物理現象的發現經過以及當時物理學家的想法等。
- (七)普設參考欄，提供教科書內容所需的參考資料。
- (八)有時另設關聯問題欄，提出有關教科書所記載的問題，詳加介紹與解說。
- (九)本教師手冊共1冊387頁，而其所對應的教科書則共1冊，311頁，可見其內容之豐富。反觀我國國立編譯館出版的物理教科書第1冊167頁（民國78年第5版），第2冊155頁（民國77年第3版），第3冊190頁（民國78年第4版），第4冊171頁（民國78年第3版），而教師手冊則第1冊116頁（民國78年第4版），第2冊126頁（民國79年第2版），第3冊134頁（民國80年第3版），第4冊139頁（民國80年第3版），顯然教師手冊頁數均較教科書為少。

陸、美國高中物理

沈青嵩

一、出版

- 1.書名：物理的方法與精要（Physics：Its Methods and Meaning）
- 2.作者：Alexander Taffel，Abraham Baumel and Louis Landecker
- 3.出版年份：教科書1992年第六版
教師手冊1986年第五版
- 4.出版者：Allyn and Bacon INC., Newton Massachusetts, U.S.A.

二、內容簡介

本教師版實驗教學指引主要內容為實驗手冊及評量補充試題。計分

- 1.給教師的話。
- 2.給學生的話。
- 3.如何使用電腦。
- 4.實驗室安全守則。
- 5.60個配合教材內容的實驗：每個實驗分成：
(A)實驗名稱，(B)題目（Problem），(C)儀器（Apparatus）
(D)所需資料與技能（ Needed Information and Skills）
(E)數據的讀取（Gathering the Data）
(F)問題的解決（Solving the Problem）
(G)問題及輔助活動（Questions and Supplementary Activities）
- 6.實驗用儀器及材料清單。

7.供應實驗室儀器及裝置的廠家名稱、住址。

8.評量補充試題：除每章20題的選擇題外，每大單元又附40題的綜合性選擇題，全書計分七大單元三十四章，所有選擇題均為四選一的單選題，附有答案。題目係配合教材，而非以評量實驗教學為目的。

本文將擇較具參觀性質的部分加以介紹，如“給教師的話”中的物理實驗教學目標，實驗室安全規則及全部實驗名稱；並選數則具代表性之實驗內容加以評介，以為有興趣者之參考。

三、物理實驗的教學目標

- 1.使學生了解並簡化問題。
- 2.使學生了解物理原理並嘗試以實驗方法解決問題。
- 3.使學生認識實驗器材並了解實驗技能。
- 4.使學生知道如何評估及解釋實驗結果。

為達成上述實驗教學目標，本書建議學生應完全熟悉：

- (1)所有測量的近似本質。
- (2)數據分析的方法。
- (3)設計新實驗時理論與實驗的相互影響，並檢視、評估理論的預測。

四、實驗室安全守則

- 1.實驗室最優先的考慮為安全，如能注意一些常識性的安全規則，大部分的意外是可以避免的。以下是學生應嚴格遵守的：
 - (1)學生在實驗過程中應特別注意教師的提示，宜安靜實驗以便隨時可聽見教師的宣佈。
 - (2)學生應事先預習教師指定的實驗手冊。問清自己不了解的部分，特別是有關安全事項。
 - (3)切勿單獨，或教師不在時從事實驗。
 - (4)清除非實驗用的其它物品，將非實驗用書本及衣服放在指定的地方。
 - (5)穿著適當，實驗衣最佳，避穿易飛揚或寬大的外衣，長髮應綁緊於後腦

- ，以免被實驗儀器纏住或著火燒傷。
 - (6)自己或同學發生意外，立即報告教師。
 - (7)儀器、電源或瓦斯有任何不正常現象立即向教師報告。
 - (8)只使用教師提供，為實驗手冊所規定的器材，不可使用未經教師允許的器材做實驗。
 - (9)熟悉滅火器、滅火沙包及其它防火裝置的使用，熟識緊急疏散程序及出口。
 - (10)保持工作區域的清潔與乾燥，實驗完畢後，須清潔及擦乾實驗裝置桌椅及雙手。
- 2.另外實驗時使用下列器材時須特別注意如下的事項：
- (1)處理酸時，一定要戴護目鏡，並避免酸濺及衣服或皮膚，若不慎濺及皮膚宜用大量冷水沖洗並立即報告教師。
 - (2)若水銀不慎傾倒，不要試著揀回，應通知教師處理。
 - (3)避免直接接觸放射性物質，須穿戴橡膠手套並用夾子夾。受污染之物須充分沖洗，雙手亦然。
 - (4)不要強力將玻璃管或溫度計强行塞入乾燥的橡膠塞內。塞入前宜用肥皂水或潤滑油將兩者弄濕，手儘量靠近塞入端緩緩的旋轉推進。
- 3.從事與火焰或加熱的事實驗時
- (1)讓你的雙手、頭髮、衣服及易燃物遠離本生燈或酒精燈，鬆散的長髮務緊縛於腦後。
 - (2)不要立即碰觸加熱後的物體，例如燈、三角架、燒杯、環架等，一定要等冷卻後。若非立即處理不可時，須用火鉗等其他適可器具，以防燙傷。
 - (3)當將液體、燒杯或試管加熱時須戴護目鏡。
 - (4)當本生燈熄火時，須立即關住瓦斯等氣體，須等它冷卻後方可調整及再點燃。
 - (5)發現瓦斯漏氣立即報告。
- 4.從事與光有關實驗時
- (1)不要直接注視雷射光束。
 - (2)使用紫外光源時須戴可濾去紫外光的護目鏡。

(3)發現有裂痕或尖銳邊緣的透鏡、三稜鏡或平面鏡等，即要求教師更換，或加上防護邊，以防意外。

5.從事電學實驗時

(1)在接電路前，須確定電源未接上，須經教師檢驗後方准接上電源。

(2)要換下任一組件或改變條件前，電源一定要先切斷。

(3)絕對避免兩手同碰上火線或已成通路的電源，務必謹記電工人員的守則：一手插在口袋裡，謹用一手調整線路。

(4)不可使乾電池或電池短路，導線短路後流過大量電流而產生危險性極高的高熱。

(5)在電流切斷後，不要立即碰觸電熱器、燈泡及其它電路零件或電器，須等冷卻後方可。

五、實 驗

- 實驗一** 長度的測量：利用直尺測量②長方體體積⑤一張紙的平均厚度。
- 實驗二** 時間的測量：利用打點計時器，或頻閃儀測量短時間。
- 實驗三** 彈性：比較橡皮筋與彈簧的彈性是否遵守虎克定律。
- 實驗四** 質量的測量：運用平均值，以天平測量微小質量。
- 實驗五** 密度的測量：運用天平、量筒、測量液體及不規則形狀固體的密度。
- 實驗六** 合力：驗證合力的效應等於分力的總效應。
- 實驗七** 力的分解：利用力平衡時合力為 0，測出纜繩上張力的水平分力及垂直分力。
- 實驗八** 運動的圖析法：利用打點計時器記錄下落物體的運動，並轉換成速度對時間的關係圖。
- 實驗九** 單擺運動的分析：將打點計時器的紙帶繫於擺錘，測得單擺在兩端點間的運動。
- 實驗十** 拋體的重力加速度：運用斜板減緩重力的效應，以便研究重力對拋體運動的影響。
- 實驗十一** 重力加速度（電腦）：以電腦程式分析自由落體第一秒內的運動

(視同在真空運動)，而算出重力加速度。

- 實驗十二** 簡諧運動：利用彈簧振動週期平方正比於下掛重物的質量，來測定未知質量。
- 實驗十三** 單擺的週期：找出單擺週期正比於擺長的平方根。
- 實驗十四** 力和加速度：由滑車實驗探討力和加速度的關係。
- 實驗十五** 動量和質量：在運動中的滑車上忽然加入一質量，檢驗動量守恆定律。
- 實驗十六** 動量守恆：釋放兩滑車間的壓縮彈簧，而測量兩反向滑車的動量大小是否相等。
- 實驗十七** 向心力：以釣線繫一物做圓周運動，找出向心力與物體旋轉頻率的平方成正比。
- 實驗十八** 斜面上功的相互關係：沿斜面對一滑車做功，檢驗能量是否守恆。
- 實驗十九** 滑輪的效率：測滑輪組合（動滑輪、定滑輪各二個）的機械效率。
- 實驗二十** 位能轉換成動能：驗證滑車沿斜面下滑時，位能轉換成動能及摩擦力消耗的功。
- 實驗二十一** 位能守恆：由一下掛重物彈簧的振動，檢驗彈力位能的增加來自重物損失的重力位能。
- 實驗二十二** 加熱效率：以本生燈加熱燒杯中的水，來比較黃色火焰及藍色火焰的加熱速率。
- 實驗二十三** 熱量守恆：在絕熱杯中混合冷、熱水，檢驗熱量是否守恆。
- 實驗二十四** 估計高溫：將高溫鐵棒投入已知溫度的冷水中，由熱量守恆估計鐵棒的高溫。
- 實驗二十五** 冰的熔化熱：將 0°C 的冰投入絕熱杯中已知溫度的溫水，由熱量守恆，計算冰的熔化熱。
- 實驗二十六** 分子的大小：利用油酸在水面上形成一層分子厚度的薄膜，來估計油酸分子的厚度。
- 實驗二十七** 波以耳定律：使用水銀把空氣封在玻璃管中，驗證封閉氣體的體積與壓力成反比。

- 實驗二十八** 絕對零度的估算：在定壓下測量氣體體積對溫度的關係圖，並由圖推算最低的可能溫度（體積為 0 的溫度）。
- 實驗二十九** 波的性質：利用水波槽觀察波形及波的反射，並使用頻閃儀測量波長、頻率，而算得波速。
- 實驗三十** 光的強度與吸收（電腦）：以光度計並與電腦連線驗證(A)光強度與距光源距離的關係，(B)濾光片對光的吸收效果。
- 實驗三十一** 波的折射：以水波槽觀察水波因水深不同所產生的折射現象，並驗證折射定律。
- 實驗三十二** 波的繞射：以水波槽觀察水波通過狹縫時，產生的繞射現象，並探討狹縫寬度與波長對繞射程度的影響。
- 實驗三十三** 聲速：調整玻璃管中空氣柱的長度，使聲波形成駐波，來測量一已知頻率音叉的波長，而定出波速。
- 實驗三十四** 電燈的效率：使用光度計，藉著與一已知發光強度的燈泡比較照度，定出未知燈泡的發光強度，再除以耗電功率，即得燈泡的效率。
- 實驗三十五** 光的偏振：光經玻璃反射後，會產生偏振的現象，實驗找出偏振程度最大的入射角。
- 實驗三十六** 光在玻璃中的速度：測量光從空氣入射玻璃時的入射角與折射角，定出玻璃的折射率，從而推得光在玻璃中的速度。
- 實驗三十七** 由線光譜鑑別元素：使用光柵分光儀，由譜線的位置、強度判定元素的種類、含量。
- 實驗三十八** 光的反射：由平面鏡的成像，找出折射定律，進而能預測成像的位置。
- 實驗三十九** 會聚透鏡的成像：檢驗透鏡公式預測成像位置的準確度。
- 實驗四十** 波的干涉條紋：在水波槽中，以兩個波長、振幅相等的圓形波所產生的干涉條紋，來推算波長。
- 實驗四十一** 測量光的波長：由光柵繞射圖形的第一級譜線的位置，求得入射光的波長。
- 實驗四十二** 靜電效應：利用摩擦生電，探討帶電與未帶電物之間的作用力，以試驗靜電的電子理論之正確性。

- 實驗四十三** 基本電荷的測量：根據電解水時，氫氣體積與電解時間的關係，求出產生一個氫分子所需的電量，其 $\frac{1}{2}$ 即一個電子的電量。
- 實驗四十四** 測電子帶電量的密立根實驗：由密立根油滴實驗，測量油滴的帶電量，其最大公因數即為一個電子的電量。
- 實驗四十五** 繪製電場：利用兩極等電位時，電路電流為 0，畫出正負兩極間的等電位線，其垂線即為電力線。
- 實驗四十六** 電阻的變動：改變電壓、測量電流，以了解燈泡電阻因溫度變化而變動情形。
- 實驗四十七** 電能轉換成熱能：根據通入加熱線圈的電能等於水溫升高及絕熱杯所獲得的熱能，定出 1 焦耳相當於多少卡。
- 實驗四十八** 磁場的繪製：利用磁針偏轉的方向描繪出磁力線。
- 實驗四十九** 磁場強度：利用磁針偏轉的角度，並與地磁大小比較，求得磁鐵的磁場強度與距磁鐵 N 極遠近的關係。
- 實驗五十** 長直導線周圍的磁場：利用磁針的偏角，並與地磁大小比較，找出磁場強度與距導線的距離成反比。
- 實驗五十一** 磁場強度與電流的關係：藉著磁針的偏角，找出線圈中心的磁場強度與線圈電流約成正比。
- 實驗五十二** 質譜儀（電腦）：以電腦程式模擬質譜儀，測量一給定元素的同位素質量。
- 實驗五十三** 感應電動勢：實驗探討影響線圈上感應電動勢的變因。
- 實驗五十四** 由光電效應決定蒲朗克常數：以不同頻率的入射光進行光電效應實驗，測量截止電壓，根據量子理論，即可算得蒲朗克常數。
- 實驗五十五** 由氫的線光譜決定蒲朗克常數：以分光儀，測量氫原子光譜可見光部分（巴爾默系列）的波長，再根據波爾模型求出蒲朗克常數。
- 實驗五十六** 輻射強度與離源距離的關係：以蓋格計數器測量輻射強度與離輻射源距離成反比。
- 實驗五十七** β 射線的吸收：以蓋格計數器，測量不同物質（硬紙板、鋁板）、厚度對 β 射線吸收程度的差異。
- 實驗五十八** 二極體：由測量電壓、電流，分別算出二極體正向偏壓與逆向偏

壓時的電阻。

實驗五十九 電晶體：在共射極電路中，改變基極電流，測量集極電流，以了解電晶體放大電流的倍率。

實驗六十 彈性與非彈性碰撞：以同質量的硬幣碰撞一靜止硬幣，標示出碰撞前後的方向，根據動量守恆，計算能量是否守恆以確定是否為彈性碰撞。

六、實驗設計範例

為讓讀者一窺本教師手冊所設計之實驗手冊全貌與特點，茲以實驗51磁場強度與電流的關係為範本，全文翻譯。

1.目的：線圈中心磁場的強度如何隨電流大小而變呢？

本實驗你將利用與地磁比較的方法來測量線圈中心處之磁場強度。其測量方法與實驗49及50相似，你將變化流經線圈電流的大小，測量線圈中心的磁場，以探測兩者間的關係。

2.儀器：非磁性的鋁架或木架，大小約30cm×30cm，18號的絕緣銅導線，膠帶、羅盤針及附角度之支架，5- Ω 的滑動可變電阻器，0-10安培的電流計，開關，兩個乾電池（若電池全新，一個即可，否則需兩個並聯以提供所需之穩定電流）。

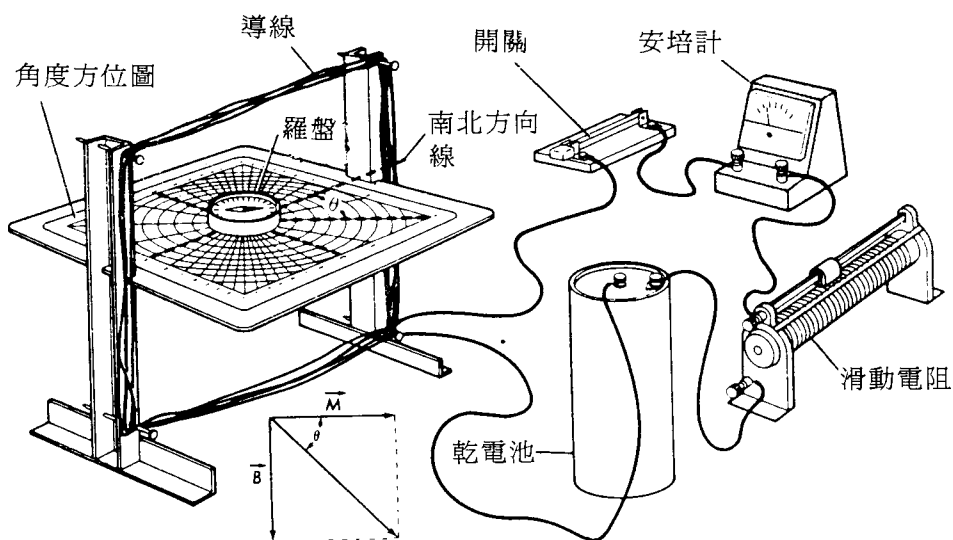


圖51-1 裝製圖

3.所需資訊與技術

裝置如圖51-1所示，繞五圈之線圈於台架上如圖所示，羅盤置於正中央，南北方向線代表地磁的方向，調整台架方向使線圈與地磁方向完全一致。調整滑動電阻至最高值，按下開關並調小滑動電阻，直至電流大到所產生之磁場可使羅盤之磁針轉 30° （對地磁方向而言）。

羅盤磁針受兩個磁場之力：地磁之水平分量 \vec{M} 及載電流線圈的磁場 \vec{B} 。由於線圈之磁場 \vec{B} 與地磁 \vec{M} 相互垂直，所以 $\tan \theta = \frac{B}{M}$ 。 θ 角正是磁針與地磁方向的夾角。因 \vec{M} 為定值，所以 $\tan \theta$ 正比於 B 。因此量出 θ 即可測知 B 。

注意在整個實驗中，電流通時間只宜在觀測時之短時間，每次實驗之前務必查証 B 的方向，確定它與線圈面垂直。並試著電流反向觀察磁針是否反向偏轉。

4.讀取數據

取極座標紙在平台上使座標原點與線圈中心契合，並讓 0° ， -180° 軸與線圈平面對齊後，利用膠紙將極座標紙固定，將羅盤置於極座標中心處。調整架子使羅盤針的磁針方向與線圈面完全重合。

按下開關，調整滑動電阻使磁針偏轉 10° ，記錄偏轉角度 θ 及電流 I 如表51-1。

姓名 _____ 班級 _____

表51-1

I (A)	θ ($^\circ$)	$\tan \theta$

現在繼續增加定量電流，記錄對應的偏轉角 θ ，直到 θ 增大約 70° 為止。

5.問題之解決：

觀察表5-1數據，算出各 $\tan \theta$ 值，利用方格紙，以電流 I 為 x 軸， $\tan \theta$ 為 y 軸作圖。圖中所示線圈所產生磁場 B 與線圈電流 I 的關係如何？

解答：圖中所示 B 與 I 大約成線性正比。因圖形為直線。

6.問題與輔助活動

(1)從你的數據圖決定電流多少時在線圈中心的磁場 B 恰好等於地磁 M 。你如何利用此事實決定磁針的位置，當線圈中心淨磁場為 0 呢？

解答：當 $\tan \theta = 1$ 時， B 恰等 M （即 $\theta = 45^\circ$ 時）。將線圈轉個 90° 使線圈面與地磁方向垂直，調整電流使 \vec{B} 與 \vec{M} 反方向，此時線圈中心的淨磁場為 0。

(2)若繞線圈時，一半之圈數恰與另一半之圈數方向相反（即反繞），則對 B 有何影響？

解答：由於兩者產生之磁場大小相等而方向相反，故線圈中心的淨磁場為 0。

(3)如果線圈面未與地磁 $N-S$ 方向一致，或互成直角則對所測得在線圈中心之磁場 \vec{B} 有何影響？

解答：若未通電流，磁針仍將指地磁 $N-S$ 方向，但電流通入後，磁針將指 $\vec{B} + \vec{M}$ 向量和的方向如圖53-2所示。

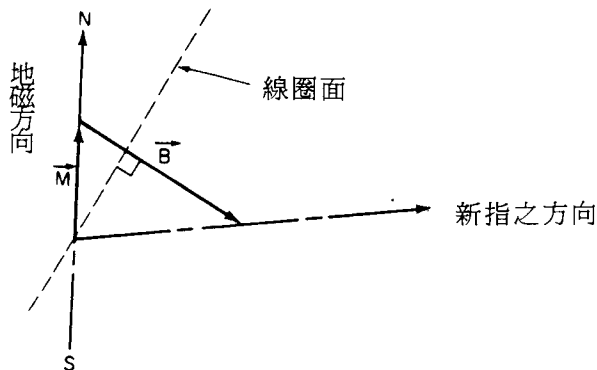


圖53-2

7.挑戰性實驗

設計一實驗，以決定變化線圈數對線圈中心磁場B大小之影響。

解答：裝置仍如本實驗所示，但電流保持一定，從圈數2起，每次增加1圈，決定偏轉角度如上所述，畫出B與圈數的數據圖，將可發現B的大小與線圈圈數成正比。

七、評 析

本教師手冊主要為實驗指導手冊及評量兩大部分，在實驗手冊中含實驗室安全守則，實驗教材設計及指導，觀其設計之內容，範圍極廣幾乎涵蓋我國高中及大學之基本物理實驗，總共實驗數高達60個，包含基本測量5，力學16，熱學7，波動5，光學8，電磁學11，電子學2，近代物理6，涵蓋物理各學門。實驗設計極具參考價值，部分設備高昂非中學財力所能負擔者，改由電腦模擬實驗實不失為可行之道。各實驗除配合教材，培養學生解決問題之能力及基本科學技能外，尚於最後增設挑戰性實驗，利用原實驗設備要求學生思索更深入一層的觀測，尤值稱道。其他如探討原理後提出引導思考或實驗中學生容易犯錯之問題，以達成實驗教學之目的亦頗值參考，各問題及挑戰性實驗均附有詳細解答或說明，方便教師實驗教學。

在所需資訊與技術一節，以綜合性的敘述及問題使學生了解實驗之原理與步驟，以取代傳統的原理說明及條列式之步驟，固有可取之處如更具彈性，但對一般學生而言，恐怕效果不彰，尤其是對閱讀能力較差者尤然。

評量方面提供教師每章20題四選一的單選題，每大單元又附加40題綜合性選擇題，總計約750題佔本教師手冊的 $\frac{1}{3}$ 份量，對教師教學及評量助益頗大。

八、結 語

鑑於實驗教學的重要性，特別介紹實驗教學指引以供關心高中物理教育者之參考，物理是一門實驗科學，再完美的理論模型預測之結果未經實驗證實只能成為假設，先進的實驗結果往往引導理論的提昇，而有助人類對自然的認識，實驗教學不僅要引導學生探索自然的技能與興趣，尚具有訓練學生基本的實

驗能力，一本設計完善的實驗手冊正是實驗教學成功的首要條件。本實驗教學指引之實驗設計頗多值得我國借鏡之處，例如需利用昂貴儀器方能測量者改以電腦模擬；設計之實驗涵蓋所有物理各學門，實驗手冊將各實驗分目的、儀器、所需資訊與技術（而非傳統的原理與步驟）讀取數據，問題之解決，問題與輔助活動及挑戰性實驗，遠較傳統的設計更具彈性，更能刺激學生思考與設計能力，頗值深思與參考。

我國正值修訂高中新課程標準，本教科書之內容及實驗手冊指引頗具參考價值，其教科書已於八十二年七月台灣師範大學科學教育中心出版的「國際數理科高級中學教科書比較研究」一書中介紹分析，特對其實驗教學指引再加介紹，盼有助於我國物理基礎教育之奠基與發展。

柒、日本高中化學

吳國民

一、日本高等學校化學教師手冊概要

(一)教師手冊介紹：

- 1.書名：四訂版高等學校化學**教授資料**
- 2.作者：小林正光、野村祐次郎、本岡達、內藤周式、庄司憲仁、岡村昭等六人（其中大學教授4人高等學校教師2人）
- 3.出版年份及版次：平成5年2月 第四版
- 4.出版者：數研出版株式會社
- 5.地址：日本東京
- 6.發行人：星野 剛
- 7.出版文字：日文
- 8.其他：平裝本，黑白印刷，全一冊，共424頁。

(二)教師手冊內容：

共分七編：

- 第一編 物質的組成粒子及其結合
- 第二編 物質的狀態
- 第三編 物質的變化
- 第四編 物質的性質（I）
- 第五編 物質的性質（II）
- 第六編 實驗編
- 第七編 解答編。

茲將本手冊的概要內容敘述如下：

首先說明教師手冊的編輯方針，以期教師明瞭教師手冊之編輯大意，俾能達成良好的教學效果。其次對用語及單位等有關方面，提出很多注意事項。如第一游離能，第二游離能，是有很大的不同，而不可僅以游離能稱之。非共有電子對，切不可稱之為孤立電子對。其他對莫耳質量，重量莫耳濃度（質量莫耳濃度），蒸發熱（氣化熱）及新週期表等均有詳細的指導與說明。

第一編 物質的組成粒子及其結合

第一章 物質的組成	32~ 48頁
第二章 粒子的結合	49~ 64頁
第三章 粒子的相對質量與物質量	65~ 75頁

第二編 物質的狀態

第一章 物質的三態	77~ 90頁
第二章 氣體	91~ 99頁
第三章 液體	100~117頁

第三編 物質的變化

第一章 化學反應式與熱化學方程式	121~127頁
第二章 反應速度與化學平衡	128~145頁
第三章 酸與鹼的反應	146~161頁
第四章 氧化還原反應	162~165頁
第五章 電池與電解	166~184頁

第四編 物質的性質（I）

第一章 典型元素及其化合物	186~219頁
第二章 過渡元素及其化合物	220~228頁

第五編 物質的性質（II）

第一章 有機化合物的分類與分析	231~238頁
第二章 脂肪族碳氫化合物（脂肪族烴）	239~252頁
第三章 醇及其相關化合物	253~273頁
第四章 芳香族化合物	274~287頁

第五章 糖類	288~299頁
第六章 胺基酸與蛋白質	300~304頁
第七章 合成高分子化合物	305~320頁
第六編 實驗編	
實驗解說 包括實驗目標、步驟、手續、儀器、 試藥、注意要點、參考資料、考察等 事項之說明。	321~364頁
第七編 解答編	
自第一編到第五編各種問題的指導說明與詳細答案。	365~424頁

(三)一學年間教學時數分配表 (總計141小時)

第一編 物質的組成粒子及其結合 (合計15小時)

章·節	分配時間	內 容
I 物質的組成 (6小時)		
(1) 物質的成分	1	元素，單體和化合物，同素異形體，純質和混合物
實驗①硫的同素異形體	1	
(2) 原子	1	原子結構，同位素與質量數
(3) 電子組態	1	原子軌域，價電子，惰性氣體原子的電子組態
(4) 離子	1	單原子離子，錯離子，陽性元素，陰性元素，游離能

章·節	分配時間	內 容
(5) 元素週期表	1	元素週期律，元素週期表

II 粒子的結合 (6 小時)

(1) 離子鍵結與由離子所生成的物質	1	離子鍵結，由離子所生成的物質，組成式，離子晶體
(2) 共價鍵結與分子	2	共價鍵結，構造式，電子式，由分子所生成的物質，分子晶體，配位共價鍵結
(3) 極性分子與電負度	1	極性分子，無極性分子，電負度
(4) 共價鍵的晶體	1	共價鍵的晶體，二氧化矽
(5) 金屬鍵與金屬晶體	1	金屬與金屬鍵結，自由電子，金屬晶體，單位格子

III 粒子的相對質量與物質量 (2 小時)

(1) 原子量，分子量，式量	1	原子量，分子量，式量
(2) 物質量	1	物質量與亞佛加厥常數，離子鍵結之物質 1 莫耳，氣體分子 1 莫耳之體積
探討問題	1	

第二編 物質的狀態 (合計21小時)

章·節	分配 時間	內 容
I 物質的三態 (5小時)		
(1) 擴散與粒子的熱運動	1	擴散，熱運動
(2) 分子間作用力與三態變化	3	分子間作用力，蒸發與凝縮，蒸氣壓，蒸氣壓曲線，沸騰，融解與凝固，融解熱，凝固點，昇華
(3) 物質的種類與物理性質	1	分子間作用力與物理性質，化學鍵結的種類與融點，沸點，氫鍵
II 氣體 (7小時)		
(1) 氣體的體積	2	氣體的體積與壓力，波以耳定律，氣體的體積與溫度，查理定律，絕對溫度
(2) 波以耳·查理定律	2	氣體體積與壓力，溫度，理想氣體方程式，氣體常數，分子量的計算
實驗② 分子量的測定	1	
(3) 混合氣體的壓力	1	分壓，總壓，道耳吞分壓定律
(4) 實在氣體	1	理想氣體與實在氣體

章·節	分配時間	內 容
III 溶 液 (7 小時)		
(1) 溶解與溶解度等	2	離子晶體結晶水的溶解，分子物質溶解，電解，電解質，非電解質，溶液的濃度，飽和溶液，固體的溶解度，再結晶，氣體的溶解度
(2) 稀薄溶液的性質	2	沸點上升與凝固點下降，分子量的計算，滲透壓
(3) 膠體溶液	2	膠體粒子，廷得耳效應，膠體溶液性質，布朗運動，透析，電游，親水膠體，疏水膠體，鹽析，保護膠體
實驗③ 膠體溶液	1	
探討問題	2	

第三編 物質的變化 (合計37小時)

I 化學反應式與熱化學方程式 (4 小時)

(1) 化學反應式	1	化學反應式的寫法，化學反應式的表示法
(2) 反應熱與熱化學方程式	2	反應熱，放熱反應，吸熱反應，熱化學方程式與反應熱的種類，赫士定律，鍵結能
實驗④ 反應熱的測定	1	

章·節	分配時間	內 容
-----	------	-----

II 反應速率與化學平衡 (6 小時)

(1) 化學反應速率	0.5	快反應與慢反應
(2) 影響化學反應的因素	1	反應物的本質，濃度與接觸面積，溫度，催化劑，活化能
實驗⑤ 化學反應速率	1	
(3) 可逆反應和化學平衡	1.5	可逆反應，化學平衡，平衡常數，電離平衡
(4) 影響化學平衡狀態的因素	2	平衡移動的原理，濃度的變化和平衡移動，溫度的變化和平衡移動，壓力的變化和平衡移動。氨的工業合成法

III 酸鹼中和 (10 小時)

(1) 酸和鹼	4	酸、鹼 酸、鹼和氫離子的授受 酸性氧化物和鹼性氧化物 酸、鹼的價數 電離度，酸、鹼的強弱 弱酸、弱鹼的電離常數
(2) 中和反應	1	酸鹼中和之計算 中和滴定
實驗⑥ 中和滴定	1	

章·節	分配時間	內 容
(3) 水的電解平衡和溶液的pH值	2	水之離子積，pH值 中和滴定時pH值的變化
(4) 鹽	2	鹽的種類，鹽的加水分解 弱酸·弱鹼的游離

IV 氧化還原反應（6小時）

(1) 氧化·還原和電子的授受	1	氧化，還原
(2) 氧化·還原和氧化數	2	氧化數，氧化數的變化
(3) 氧化劑·還原劑	2	氧化劑·還原劑和其作用，過氧化氫，高錳酸鉀，二氧化硫
實驗⑦ 氧化還原反應	1	

V 電池和電解（9小時）

(1) 金屬的離子化傾向	1	離子化和電子的授受，金屬的離子化系列，離子化傾向和單體金屬的性質
實驗⑧ 金屬的離子化傾向	1	
(2) 電池	2	丹尼爾電池，錳乾電池，鉛蓄電池，放電，充電
實驗⑨ 電池	1	

章·節	分配時間	內 容
(3) 電解	3	水溶液的電解，電解精鍊，熔鹽電解，電解與電量，法拉第定律
實驗⑩ 法拉第定律	1	
探 討 問 題	2	

第四編 物質的性質 (I) (合計28小時)

I 典型元素及其化合物 (20小時)

(1) 元素的分類與週期表	1	元素的分類，過渡元素，典型元素，第三列元素
(2) 1 族典型元素及其化合物	2	單體，氧化物，氫氧化物，碳酸鹽，酸式碳酸鹽，風化
實驗⑪ 鈉和鈣	1	
(3) 2 族典型元素及其化合物	2	單體，氧化物，氫氧化物，碳酸鹽，硫酸鹽，鎂，鋅和汞，兩性元素
實驗⑫ 鋅和鋁離子 (Zn^{2+} 、 Al^{3+}) 的反應	1	
(4) 鋁	1	單體，化合物，複鹽
(5) 4 族典型元素及其化合物	3	碳和矽，碳的氧化物，二氧化矽和矽鹽酸，水玻璃

章·節	分配時間	內 容
		矽酸鹽工業，錫和鉛，錫·鉛化合物
(6) 氮和磷	2	單體，氨，硝酸，磷酸
實驗⑬ 氮的氧化物和硝酸	1	
(7) 氧和硫	2	單體，氧，臭氧，硫，硫化氫，二氧化硫，硫酸
實驗⑭ 硫的化合物	1	
實驗⑮ 硫酸的性質	1	
(8) 鹵族元素	1	單體，鹵化氫，次亞氯酸
實驗⑯ 氯	1	

II 過渡元素及其化合物（6小時）

(1) 過渡元素的特色	1	過渡元素，單體
(2) 過渡元素化合物或離子	3	鉻酸鹽，銅離子，錯離子，銀離子，亞鐵離子和鐵離子，離子或化合物的顏色，金屬離子的分離與確認
實驗⑰ Cu^{2+} - Ag^{+} 的反應	1	
實驗⑱ 亞鐵離子，鐵離子的反應	1	

章·節	分配時間	內 容
探討問題	2	

第五編 物質的性質 (II) (合計40小時)

I 有機化合物的分類及分析 (2小時)

(1) 有機化合物的特徵及分類	0.5	有機化合物的特徵 有機化合物的分類及其官能基
(2) 有機化合物的分析	1.5	成分元素 (碳、氫、氮、硫、氯) 的檢出，元素分析，分子式的決定

II 鏈狀烴 (6小時)

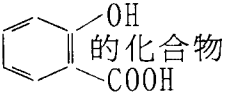
(1) 飽和烴	2.5	烷系烴，同系物，同分異構物，烷系烴之立體結構，烷系烴之性質，石油，分餾
實驗⑱ 甲烷，乙炔的性質	1	
(2) 不飽和烴	2.5	烯系烴，加成反應，聚合反應，烯系烴之立體結構，炔系烴，炔系烴的立體結構

III 醇及其相關化合物 (8小時)

(1) 醇和醚	2	醇，醇的性質，酚，醚
---------	---	------------

章·節	分配時間	內 容
實驗⑳ 醇及其相關化合物	1	
(2) 醛和酮	1	醛、酮
(3) 羧酸與酸酐	2	羧酸，蟻酸與醋酸，酸酐，光學異構物
(4) 脂與油脂	2	脂與加水分解，油脂，硬化油，脂化，皂化，肥皂，清潔劑

IV 芳香族化合物（7小時）

(1) 芳香烴	2	芳香烴的結構與性質
(2) 酚與胺	2	酚類 胺類 醯胺
(3) 芳香族羧酸類	1	安息香酸，羧酸，苯胺
實驗㉑ 苯胺的合成與性質	1	
實驗㉒  的化合物	1	

V 糖類（5小時）

(1) 單糖類與雙糖類	2	糖類的分類，單糖類，雙糖類
(2) 多糖類	2	澱粉，肝糖，纖維素，糊精，植物膠，菊糖

章·節	分配時間	內 容
實驗⑳ 糖類	1	

VI 胺基酸與蛋白質（3小時）

(1) 胺基酸	1	胺基酸的結構
(2) 蛋白質與酵素	1	蛋白質，肽鍵，蛋白質的變性，酵素
實驗㉑ 蛋白質的性質	1	

VIII 合成高分子化合物（7小時）

(1) 合成纖維	2	聚合物與單體，由縮合聚合形成的合成纖維，由加成聚合形成的合成纖維，耐綸66
(2) 合成樹脂	2	熱塑性塑膠與熱固性塑膠，離子交換樹脂
實驗㉒ 高分子化合物的合成	1	
(3) 天然橡膠與合成橡膠	1	天然橡膠，加硫，合成橡膠
(4) 石油化學與合成高分子化合物	1	石油·天然氣為原料，合成高分子化合物
探討問題	2	

二、教師手冊範例概要（教授資料第31頁至48頁）

在每一編的開始，都有指導目標，乃是根據日本文部省的學習指導要領的說明編寫成的，一如我國的教學目標，指出教師授課與學生學習之大方向。在那一編中，要學生學習那些科學概念，要訓練學生那些科學方法與技能，要培養學生那些科學態度，都有詳細的說明與指導。茲以第一編，物質的組成粒子及其結合；第一章，物質的組成為例，敘述如下：

I 物質的組成

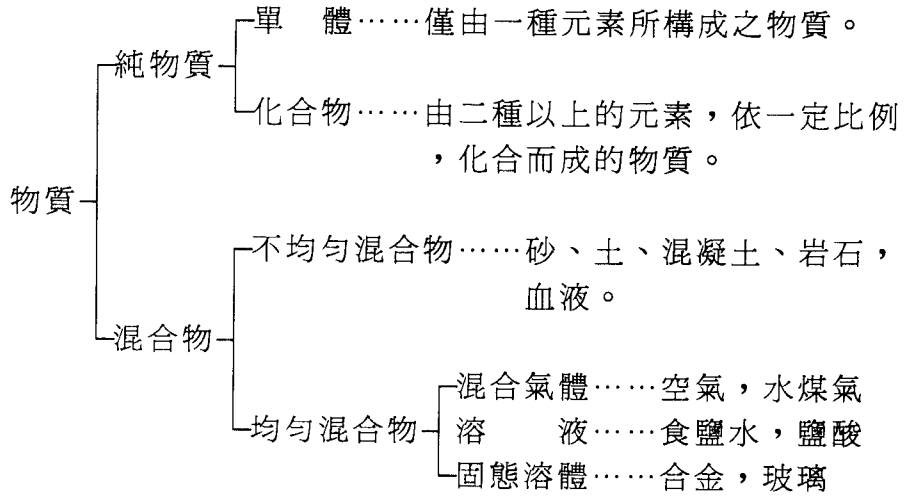
〔指導上的注意事項〕在各編各章對教師均有不同的指導。

〈本章要點〉對以下要點，均有詳細的說明，供教師參考。

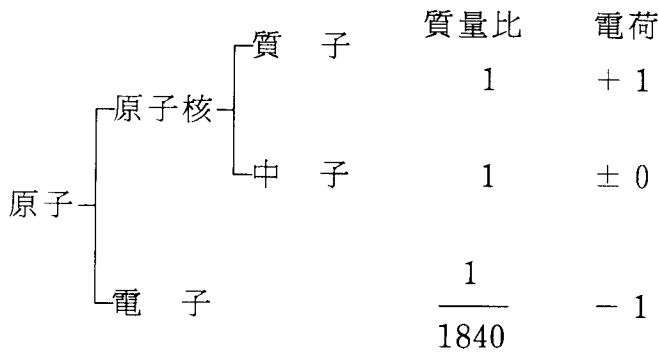
- 元素與原子
- 元素符號
- 同素異形體（與同位素不同）
- 質量數
- 電子組態
- 價電子
- 惰性氣體原子的電子組態
- 單原子離子的電子組態
- 陽性元素·陰性元素
- 電子親和力
- 週期律
- 元素的週期表

〈板書摘要〉供教師參照，使學生容易記憶，以增進教學成果。

- 物質的分類



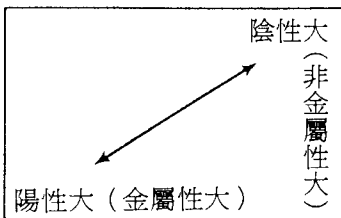
· 原子結構



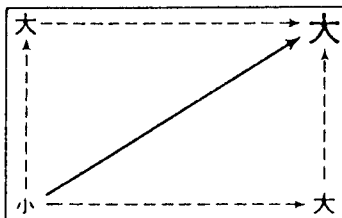
· 電子組態 (略)

· 週期表與元素的性質 **教**—圖1-5

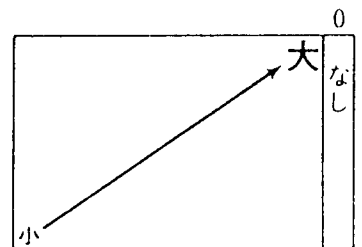
元素的陽性、陰性



第一游離能



電負度



〈教師示範實驗〉

〈補充實驗〉

〈補充問題〉

〈其他〉如在手冊（教授資料）93頁：標準狀態及有關氣體的種種公式。

〔內容說明〕

- 8 **參考資料** 元素的發現年代、發現者、及名稱的由來。自原子序1的氫至原子序92的鈾，以表列表示之。（35－39頁）因篇幅所限，致未能將全部譯出。「注」8係表示**教**p.8。
- 8 **參考資料** 各種人造元素之發現年代，發現者及名稱的由來，包括原子序93釷Np、94鈾Pu、95鋂Am、96錒Cm、97鐳Bk、98錒Cf、99鐳Es、100鐳Fm、101鐳Md、102鐳No、103鐳Lr。
- 8 **參考資料** 關於原子序104以下之元素，在學術上的名稱，尚在研究中。原子序104釷Rf（RUTHERFORDIUM）它以歐內斯特·拉瑟福德爵士 Lord Ernest Rutherford命名。1969年在勞倫斯放射實驗室中；用碳原子核撞擊鏷而生成。蘇聯科學家在較早的時候，曾宣佈發現第104號元素，但未得到國際的公認，這可能是因為證據不夠充足。105鐳Ha（HAHNIUM）以德國的諾貝爾獎獲得者，奧托·漢恩Otto Hahn命名，奧托·漢恩是鈾原子核分裂的發現者之一，鐳是在1970年用氮原子核撞擊鏷而生成的，它的各種特性還在進一步研究中。以上這兩種的名稱，仍然有待於純化學及應用化學國際聯合會的確認。
- 10 **參考資料** 以化學方法，使混合物分離的例證。「注」10係表示**教**p.10
- 11 **內容說明** 電荷與其表示法。「注」11係表示**教**p.11
- 12 **內容說明** 同位素 (1)安定同位素
(2)天然放射性同位素
(3)人工放射性同位素
「注」12係表示**教**p.12
- 12 **內容說明** 原子核的衰變
- 12 **參考資料** 半衰期

- 12 **參考資料** 以 $^{14}_6\text{C}$ 測定年代
- 13 **內容說明** K層、L層、M層…的名稱由來，「注」13係表示**教**p.13，類此情形，以後不再另加說明
- 13 **內容說明** 電子層與能階
- 15 **內容說明** 惰性氣體及其他化合物。
 (1)單體的物性
 (2)發現的歷史
 (3)用途
 (4)惰性氣體的化合物
- 15 **內容說明** 離子
- 16 **內容說明** 游離能
- 18 **提示問題** 價電子與最外層電子，有何關聯？
- 18 **內容說明** 元素的週期性質

三、教師手冊內容特點

(一)教學目標明確，幫助教師把握教學的正確方向。在每一編的開始，均有指導目標，詳示在此一編中，教師授課與學生學習的大方向，如在第一編，根據日本文部省所公佈的學習指導要領，教師應教授學生了解；1.原子結構；2.原子軌域與電子組態；3.週期表；4.元素的性質及週期性；5.化學鍵理論；6.離子鍵，7.共價鍵、金屬鍵；8.粒子的相對質量與物質量等。

(二)分配章、節教學時數，幫助教師妥切運用教學時間，不致浪費學生寶貴的學習光陰。

在「教授資料」11~19頁，有一個學年教學時數分配表一種，總計141小時，第一編分配15小時，第二編21小時，第三編37小時，第四編28小時，第五編40小時（前已詳述）。可幫助教師妥切運用教學時間，不致有顧此失彼，偏重某一教學單元，即教學時數能適量的分配於各個教學單元中。

(三)提示重點，說明詳盡。

在每一編的指導目標是教與學的大方向，而每一章所提示的重點，也就是那一章的教與學的目標了。分的細，說明的詳盡，用一個粗黑點標示出來

，並標示出教科書的頁數，教師可一目了然。以第一章，物質的組成為例；已在範例中，〔本章重點〕中敘明，不再贅述。

(四)板書摘要

在每一節課或每一教學單元，都有板書摘要，能幫助教師，提示學生記憶要點，在內容範例中，已舉例說明了，所以不再舉例，此一特點是與一般教師手冊不同的。

(五)參考資料豐富，內容說明詳細，節省教師準備教學時間。

如在**教授資料**35~40頁〔內容解說〕8 **參考**元素的發現年，發現者及名稱的由來，包括92種天然元素和十種人造元素及原子序104以後…的元素，都有詳細的說明與介紹，其內容與一本元素發現史一樣。又如在**教授資料**226~228頁，192解說（即在教科書192頁的內容說明），金屬離子的分離與確認，將所有金屬離子的分離與確認，均清楚寫出，一如定性分析化學中一般。如此參考資料或內容說明詳細的例子很多，可使教師不必再看其他參考書來收集教學資料，即能充分發揮教學功能。

(六)注重實驗教學，符合化學為實驗的科學。

在全學年141小時的教學時數中，分配實驗的時數為25小時，約佔百分之十八。另外還增加一些教師示範實驗·補充實驗，發展（延伸）實驗，俾節省教學時間，啟發學生思考，增強教學效果。

(七)探討問題——培養學生思考、討論、聆聽、會說、能說、敢說的習慣。

現代教育思潮，就教學方法而言，乃是以學生為中心，教師輔導，注重探討。在一學年141個教學時數中，列有9小時（詳教學時數分配表）的探討問題時間，以培養師生探討教學，養成學生思考、討論、聆聽、會說等習慣，乃符合時代潮流及啟發式教學之需要。

(八)適時幫助教師提示問題，指引學生正確思考方向，以增強學生學習化學興趣與效果。

如在89頁48〔資問〕，於標準狀態下，水銀為什麼是金屬中唯一的液體？在94頁52〔資問〕比 -273°C 再低的溫度，存在嗎？在99頁59〔資問〕在高溫低壓時，實在氣體為什麼與理想氣體相近？在151頁105〔資問〕，所謂鹽基性與鹼性，二種用語，可以完全相同的使用嗎？在210頁171〔資問〕，氮氣分子（ N_2 ）與乙炔分子（ C_2H_2 ），都是三鍵鍵結，為什麼氮不易

發生加成反應，而乙炔容易呢？在211頁171〔資問〕，在常溫時，氧爲什麼容易與種種物質發生化學反應，而氮不易發生反應，而較安定？像這樣配合教科書內容，適時提示問題，給教師參考的例子甚多，不勝枚舉。

(九)實驗解說完備週到

除提示給教師每一實驗的目標及實驗方法、手續、步驟外，並列有注意要點與啓發學生思考及教師研究方向之說明。

(十)幫助教師解決教學疑難

對於各章、節的習題、探討問題、提示問題，都有特別指導及詳細解答，使教師教學，勝任愉快，沒有疑難，增加教與學的樂趣。

四、結 語

綜觀教師手冊（**教授資料**）全本，文字敘述，簡單明瞭，內容說明普及於每一科學概念。參考資料豐富詳確，有提示問題，補充實驗，發展實驗及延伸研究事項。解答問題，細膩明確，簡潔而不繁瑣。指導事項涵蓋科學概念、科學方法、科學態度，處處爲教師設想，非常週到。化學教師如人手一冊，將不需要再參考其他資料，教學就能勝任愉快，可謂高校化學教師之良師益友也。

捌、美國高中化學

何嘉仁

前 言

本次國際教科書比較研究是針對高中教師指引的比較，本內容是有關高中化學部分，Chem Com是美國廣泛被採用的一本化學教科書，其有關內容及編排授課方式已經在上一年度的國際教科書比較研究計畫中詳加介紹和分析。由於其內容涵概七大章節，三十七小節，從最基本的水資源開始介紹，接著引出化學資源的應用與維護，石油的用途，食物能源的開發與分析，核化學的重要性，大氣化學及對氣候的影響，人體的生化反應及化學工業的發展等。每章節皆有很詳盡的介紹，而且多以牽連到人類的需要做為開端，每一大章節的主題皆與人類的生存息息相關，每個生活在地球上的個人多必須去了解這些主題所引發出來的可能問題，如何去思考對策加以立法維護，使這地球人類得以繼續生存下去。因為該教科書的設計在每個章節開端多提出一生活上所可能面臨的一個災禍，要每個人思考如何去認識問題，分析問題，進而解決問題。就在這一系列的認知過程中，提出該章節的主要內容，要每個人先具備這內容所介紹的基本概念和知識，才有可能去一步步認識這些問題，進而思考解決的對策。在課程內容的設計上相當特殊，使讀者引發興趣，並對所提的問題感到切身重要，這在促進學生學習動機的項目上，確實幫助不少。由於內容函概太廣，本報告僅針對第一大章節「水資源」提出該教科書的教學指引內容，提供給國內教科書指引做參考。有關教科書的內容方面，請參閱上一年度的研究報告，這裡就不再重覆。

指引內容

第一章 水資源的提供

首先定出教學進度，本章擬定25天的教學日，包括4次小考及一次總復習考並安排5次實驗，每一教學日基本上是一節課約45~50分鐘。由於本章所提到的是水資源，所以也有一些要學生回家完成的小試驗，例如要學生記錄每天用水量最多的是什麼樣的需要，如洗澡、洗手或煮飯等等也有一部分是學生的作業，須先閱讀課文的內容等。接著定出教學目標，學生學了本章節後，應該學會如下的知識和技能。

教學目標

- (一)學會使用公制測量單位，包括長度、體積、質量及密度。
- (二)可以討論直接或間接用水對水資源的管理及維護。
- (三)可以敘述自然界水的循環使用原理及水庫的水是如何形成。
- (四)能夠討論水的不尋常物理性質對地球生物的衝擊，例如長久不下雨，或溫室效應使冰河溶化，對地球上生物的大衝擊等。
- (五)能夠分辨並舉例何謂溶劑、溶液及溶質。
- (六)能夠分辨元素、化合物及混合物，包括溶液、膠體及懸浮液等。
- (七)認識化學符號、化學式，並可以平衡化學反應式。
- (八)能夠敘述原子的細部構造，包括電子、質子及中子，以及這些構造對物質的極性和溶解度的關係。
- (九)能定義出可溶、微溶及不溶，飽和及過飽和溶液，並且能計算溶液的濃度及百分比等。
- (十)利用溶解度曲線能描述溫度與溶解度的關係，並計算溶液在某溫度的飽和度。
- (十一)能夠示範去分析或解釋一些環境所測量的數據或其它圖表所代表意義。
- (十二)能由PH值去辨識溶液的酸鹼度。
- (十三)能由陽離子或陰離子的名稱去確定可能形成的離子化合物的化學式及名稱。
- (十四)如果在水資源中有鉛、汞、及鎘等重金屬污染，學生能夠去評估其可能造成的危險性。
- (十五)比較自然與人工淨化水的不同，並評估軟化水及在水中加氯淨化的優點及可

能造成的危害。

第一節 我們使用水的水質

先介紹在報紙上刊登的消息，“在村裡的一座水庫中發現一大堆死魚，村裡的人對這一件事情的反應”老師則鼓勵學生對這一件事情發表意見，並將每位學生的意見加以引導，如何用科學的方法去解決此一問題，首先介紹測量先要學會如何去測量水中的污染物，才能做更進一步的分析。

老師可以要求學生使用公制單位（SI unit）去測量長度體積，質量及密度等，如量日常用品筆、書本、桌子等的長度，茶杯的體積，及水的質量，進而求密度等，一律以公制為單位。老師可以從中介紹一些單位的換算及練習等。

問題思考單元

接著老師引進一個與主題“水”有關的問題來引發學生的思考，這是一個很有創意的地方，值得參考。該問題是讓學生去想想吃兩個雞蛋及喝一杯1.3公升的罐裝果汁，其間引發對水所造成的消耗可以用來洗10次澡，10次衣服，或洗25堆盤子或沖100次的馬桶。為什麼會用掉這麼多的水，讓學生想想看。在討論該問題時，可以引發學生去思考雞蛋及果汁的製造過程：首先須種植雞所吃的食物，雞也要喝水，從小雞養到大雞下蛋，下蛋也要水來清洗。相同地，果汁須從果實得來，亦須經過種植過程，須要用多少水來培植果樹。最值得一提的是該果汁罐的製作過程須從金屬礦產的挖掘開始，送到煉鋼廠去提煉也要用很多的工業用水，估算出來欲製作一個果汁罐，約須使用126公升的水，因此喝罐裝的飲料或許給我們帶來短期的方便或外表上的節約水源，但對水庫長期的水量庫存並無任何貢獻。

本單元並非每小節都有，但筆者認為該單元的創意及構思相當好，值得參考。

選擇性補充資料單元

本單元列出美國對水使用量的統計數據，依據全部使用量平均每人每天共用去6230公升的水，其中工業用水，水力發電及石油裂解廠等等生產製造工業大約占了51%，農業灌溉用水約占40%，市政建設約占9%。公佈這些數據的主要目的除了讓學生了解到個人每天用水量約325公升外，背後還有更大量的

用水來製造或提供個人所需的用品。

實驗單元

本實驗是提供給學生一個污水樣品，經由學生自己的純化達到至少可以用來洗淨他們的手之用，而不要求達到可以飲用的目的。因此所介紹的純化法是過濾、吸附及分離。因為這是第一次實驗，因此特別介紹實驗室安全守則及安全設備如眼睛沖洗台，淋浴設施，及救火毯子等。同時須宣佈在實驗室內配帶隱形眼鏡所可能帶來的危險性，並鼓勵學生在進實驗室前脫去隱形眼鏡，以免萬一有化學藥品不小心濺入眼睛時可能造成的嚴重傷害。老師也要解釋帶安全眼鏡的主要用意。在做實驗的過程中，若要求配帶安全眼鏡時，學生必須確實遵守，同時不可做出危險性的動作，包括在實驗室內嬉戲。

本實驗所需要的時間為一節課，並挪出一些時間來示範蒸餾過程。

實驗器材單元

如同一般實驗，列出需用的配備及器材。

污水樣品的配製

將1/2匙的食鹽，1/2匙的蔥粉，1/2匙的咖啡粉末及1/3匙的植物油（沙拉油）放入一兩公升的瓶蓋容器內，並加入清水到滿，蓋上瓶蓋，充分搖盪即得污水樣品。老師可以鼓勵學生小心做實驗，比較那一組學生所得淨化水較多，同時老師準備有測導電度的裝置，可以大略檢驗一下淨化水的純度。

實驗結果

學生應可得到40~60%的量的淨化水，同時須讓學生理解到水的淨化除了須要費用外，同時也須損耗一些可用的水。學生須將淨化過程中每一步驟的結果記錄下來，並且填入所設計的表格，結果應接近下表：

步 驟	顏色	清析度	味道	油存在否	固體存在否	體 積
未處理前	暗	混 濁	強	有	有	80~100ml
油水分離	暗	混 濁	強	少	有	75~ 95ml
過 濾	暗	清 澈	強	無	無	70~ 90ml
活性炭過濾	亮	清 澈	弱	無	無	65~ 85ml

老師可以示範蒸餾過程，並除去前面20%的水（因為含較多溶解的氣體）及後面20%的水（因含較多溶解的鹽），只能取用中間約60%的部分。將此部分與標準蒸餾水做導電度的比較，確定經由蒸餾過程的淨化水，其純度是最高的，藉此可以告知學生不可只用眼睛觀看水的清析度就認定這水是乾淨而不含污染物的。同時讓學生體會到水的淨化過程須付出極高的費用與時間，尤其是蒸餾過程，這就是市政府或社會機關所付不起的，一般自來水公司只做到前述簡單淨化過程而已。

水量的使用—你來決定

該活動主要是要讓學生理解到如何去節約用水。當有水荒出現時，尤其是在本章內容開頭假設水庫的水發現一大堆死魚的情形時，那節約用水應如何去應變，何種活動的用水須減量，及何者活動的用水列為最優先等。這是提供給學生很好的機會教育，除了認識水質外，同時也得到一些用水知識，做為將來緊急應變的常識。

- 1.減少洗車、窗、寵物、澆花草。
- 2.減少洗衣物、洗碗盤，並用二度使用過的水去沖洗馬桶，或澆花草，或洗車等。
- 3.水龍頭的開關轉小些來洗澡或洗手等。
- 4.一切以飲用水為優先，如準備食物的用水等等。

第二節 水的本質及其污染物的探討

爲了了解水庫中死魚的成因，我們必須具備更充分有關污水的化學知識。首先介紹水的物理性質，包括水的常見三相，凝固點、沸點、表面張力、密度、對各種溶質的溶解度等，並說明水在地球上雖是很大量，但在整個宇宙中，它是很稀有的寶物，尤其是在整個太陽系裡，太陽跟本一滴水也無，其它的星球或月亮亦是如此。這突顯出水在宇宙中的獨特性，是人類生活所必須的。

實驗單元

本單元設計一些簡單試驗來觀察水的表面張力，液態水及固態水的相對密度，不同液體間的比較及一些金屬的比重等。同時也設計一些混合物的分辨，使學生能辨認出懸浮液，膠體溶液及真溶液。膠體溶液與真溶液可以利用其對光的散射作用來分辨（Tyndall effect），真溶液不散射光。

實驗結果與討論

對於懸浮液、膠體液及真溶液的區別，由配製好的實驗溶液分置於標號的燒杯中，由學生依照步驟去辨認，並將結果填入設計好的表格中。

樣品	色彩	清析度	有無沈積物	Tyndall effect	過濾物	分辨結果
1	白	些微	無	有	無	膠體
2	藍	清析	無	無	無	真溶液
3	淡褐	混濁	有	有	有	懸浮液
4	黃	清析	無	無	無	真溶液

除此之外，老師可以額外介紹膠體液與真溶液的進一步辨認方法，稱為滲析法（dialysis）。更進一步說明膠體液中的粒子可以經由薄膜滲析，與溶劑分離；而真溶液的溶質粒子則更小，可以透過薄膜。示範實驗可以用2支滲析管分別裝一些牛奶及硫酸銅溶液。其中硫酸銅可以通過滲析管，而牛奶的顆粒則透不過，與水溶液分離。

水分子的大小

由上面的顆粒大小觀念接下來介紹水分子的大小及其組成原子的大小。

利用一些簡單實驗介紹氣體分子的大小，如用2個氣球分別用人體呼出的氣體及氮氣來吹，吹完後，在氣球中用一小針孔，使氣體慢慢跑出來，可以從氣球消散的速率來分辨人體呼出的氣體分子大小與氮氣分子大小的不同。從而介紹化學週期表中組成分子的分子式，組成原子雖相同但分子式不同時，其性質卻完全不同，代表不同化合物，如 H_2O 與 H_2O_2 是完全不同的化合物，同時說明 HO_2 可能不存在。此時不須急著讓學生去學習平衡化學方程式，其在後面會談到，但必須讓學生知道構成化合物的各原子須有一定的比例，就如同在製造一塊蛋糕時，各成分的比例必須維持一定才可達成。

物質的電性

物質由電子、質子及中子所組成，其中電子帶負電，質子帶正電，中子不帶電，由於結構上的排列，而使物質分子間有些引力較強，有些較弱。水就是有較強引力者，因此其沸點較高。同時也可借機引進離子化合物的觀念，順便

解釋前面污水樣品中溶有食鹽，其即為一離子化合物，水為一極性溶劑，所以其溶解度也增大許多。

測定水中離子

水可以溶解許多溶質，該特性顯出水對人體的重要，也因該特性而使水造成容易受污染。如果水中溶有少量的礦物質及大氣的氣體，將會使水更具味道。水中溶有氧氣是使水中生物能夠生存。但是水中若受到重金屬離子如鉛離子、鎘、水銀、及砷等離子，或是殺蟲劑或工業廢料，那將造成人體或其它生物體嚴重的危害。我們必須絕對禁止這些危害人體的污染物靠近我們的水源。另一個挑戰是如果水源被污染了，要如何去除掉這些污染物。這些事件將使學生了解到如何去測定水中存在重金屬離子污染物的重要性，這將是下一個即將介紹的實驗活動。

實驗活動—水的檢驗

學生將檢驗水中可能含有鐵離子、鈣離子、氯離子及硫酸根離子。告知學生測試不同離子的方法。若是陽性反應則表示水中具有該離子的存在，若是陰性反應並不代表不含有該離子，可能是濃度稍低，達不到檢驗標準。

實驗結果與討論

學生將檢驗結果填入預先設計好的表格中：

參 考 溶 液	顏 色	沈 澱 或 產 物
Fe^{3+}	紅	$\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$ 硫氰化鐵
Ca^{2+}	無	CaC_2O_4 草酸鈣沈澱
Cl^-	無	AgCl 氯化銀沈澱
SO_4^{2-}	無	BaSO_4 硫酸鋇沈澱

說明使用過的檢驗管必須用蒸餾水來沖洗，以便將殘餘的離子帶走，否則會污染下回裝在檢驗管的溶液。檢驗結果所顯現出的顏色可與標準液比較，以確定該離子的存在。檢驗標準液時可能會出現深暗色或一些沈澱而與一般預期稍有出入，這是由於硫氰化鐵濃度太大而使顏色變深，因以建議學生加一些蒸

餾水較容易觀察真正顏色。老師亦可告知學生可用點滴量來做檢驗，而不須使用檢驗管，以節省樣品與檢驗液的用量，其為將樣品滴幾滴在塑膠盤上，再滴入一滴的檢驗液即可觀察出顏色變化或沈澱。老師亦可補充說明目前更進步的科技是利用光譜儀來觀察顏色的深淺，能更精確定出污染物的量，如果有光譜儀的設備，亦可同時示範光譜吸收度與濃度的關係。

學生對水庫死魚原因提出相關性意見

本部分為老師介紹學生以科學的步驟去解決問題的訓練。由於水庫死魚有經過政府機關派人鑑定死魚的狀況，並且公佈一些數據，老師可以要求學生利用前面所學的化學知識依照這公佈的數據尋找規則性或模式。老師可以將學生分組，以四人為一組，共同去討論。由這些數據，學生必須理解到如果死因與水質有關，那一定是水中有懸浮物或水中有污染物溶解，這就縮小了死因的範圍。老師此時可以鼓勵學生去思考這溶於水的可能污染物，或懸浮物，足以嚴重危害到水中生物的生命。市政機關所公佈的數據如下：

- 1.死魚經過初步檢驗，不含有毒性物質。
- 2.死魚有內出血，且在皮膚內層有一些氣泡。
- 3.死魚被發現於水庫的上游 1 公里處。
- 4.死魚的成因非水中懸浮物所造成。

老師此時可以鼓勵學生從這些數據中去尋找可能的相關性，但必須強調“立刻下決論”並不是一件聰明更不是科學所依循的路徑。

第三節 調查死魚的原因

由第二節有關死魚狀況的調查，了解到其死因與水中溶有污染物有關，因此本節可以引導學生對離子及分子化合物的結構。命名、及溶解度的表示法或濃度的算法有更深一層的認識。本節一開始是介紹溶解度的一般用語和基本觀念，接著讓學生了解到有很多物質皆可溶解於水，其中氧氣在水中的溶解度（DO, dissolved Oxygen）對水中生物是相當重要。同時也給學生理解到氧的溶解度若低於某一濃度時，水中的生物就有危險，由此介紹溶解度與溫度的關係的概念。讓學生去計算看看死魚的原因是否與當時的溫度有關。接著考慮酸的污染，由此介紹酸鹼的化學概念，溶液的酸鹼度（PH值）測量法，這也列入水質調查之一。最後介紹重金屬離子溶解度，檢驗方法及溶度積的計算。在

本節末尾引進分子物質可能溶於水的檢驗方法。

溶解度

在這單元裡，溶質、溶劑及溶液的觀念給予舉例介紹，其中溶解度對溫度的關係也以圖表的方式顯現出來，其中液體、固體的趨勢與氣體溶解度的趨勢不相同。由圖示法可以指出飽和濃度的點。這種方式可以給學生對溶解度的一個整體觀，值得參考。

示範實驗

1.飽和與未飽和的觀念可以由本示範實驗來說明清楚。

拿一塊海棉，放在開很小的水龍頭底下，逐漸吸收水，直到水從海棉滴下為止。此時飽和與未飽和的觀念就一清二楚了。

2.溶解度與溫度的關係可以如下的示範實驗說明。

取一瓶有色彩的蘇打飲料，冷卻至接近0°C。準備3個燒杯，內裝水，一個水溫為0°C，一個為室溫，另一個為40°C。取三支小試管，將上述的冰冷飲料裝滿，並蓋以攪有一小洞的活塞。此時用手堵住活塞洞口並將試管倒放入裝有水的燒杯中，三支試管分別倒放入三個不同溫度的燒杯中，此時會觀察到在高溫的燒杯中會有CO₂氣泡從試管中冒出來，且三個燒杯氣泡所冒的量不見得一樣。這就說明氣體在水中溶解度隨溫度的關係。

問題思考單元

一個40公升的水族箱保持在25°C，另一同樣水族箱保存在20°C，假設水族箱的生物在此二種溫度下皆能生存，試問何者可以容納或飼養較多的水中生物而不致死亡？為什麼？

該題目對學生而言，因剛學會前述的單元，應該很容易就可以回答出來，答案是20°C的水族箱可以養活較多的生物。這是給學生的一個很好常識教育，同時讓學生確實了解到水中的氧不是從水的結構H₂O中的氧原子而來，而是外界氧分子溶到水中形成的，或是水裡的植物行光合作用放出氧氣而溶入水中。水中的嗜氧細菌（aerobic bacteria）也須要氧氣來生存，因此常會與魚類來競爭，因此在溫度稍高的氣候過後，常會發現有一些死魚出現於河中，這也提供學生對水庫死魚原因的另一可能性。

酸的污染

本單元對酸、鹼的觀念及酸鹼中和反應，PH值等皆有做一些基本的介紹

。同時對醋酸分子式 CH_3COOH ，雖然有 4 個氫原子，但只有一個質子可以游離出來。同理對醇類分子式中如 CH_3OH 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 等，雖然含有 OH 結構，但並不是鹼性物質。水質的酸鹼度可以 PH 值來量測。

離子與離子化合物

首先介紹離子的定義，其為帶電的原子或原子團，可帶正電或負電，端看整個原子團或原子總電子數與質子數的和而定。陰陽離子結合而成中性離子化合物。本單元有列出幾個離子化合物的化學式，分別由陰離子與陽離子組合而成，給學生一些練習機會。

離子化合物之所以溶於水是由於水分子本身具有極性，舉例說明氯化鈉晶體易溶於水的原因。亦即水分子中的 H 原子帶有部分正電性，可與氯化鈉中的陰離子， Cl^- 互相吸引，而 H_2O 中的氧原子，帶有部分負電性，可與陽離子， Na^+ ，互相吸引，且其間的作用力大於 Na^+ 與 Cl^- 間的引力，因而可以將 Na^+ 與 Cl^- 拉開，陰、陽離子四周圍皆分別受到水分子的緊密包圍～所謂的溶解現象。但是當陰陽離子間作用力極強時，例 Ag^+ 、 Cl^- 、 Ba^{2+} 、 SO_4^{2-} 等離子化合物，水分子與這些離子作用力，尚不足將這些陰陽離子拉開，因此不溶於水，或難溶於水。這是給學生很好的正確觀念，說明並非所有離子化合物皆易溶於水的錯誤觀念。同時也給學一個重要觀念，那即是重金屬離子溶於水而造成危害，而不是原子態的金屬元素。溶解度單位（ ppm ）在此也做了詳盡的敘述。

分子物質溶解度

極性溶劑較易溶解極性溶質，非極性溶劑較易溶解非極性溶質，亦即“like dissolve like”，該觀念在此單元介紹出來，氧分子對水溶解度之所以那麼小，是因為氧分子不具極性而水為極性溶劑。該單元也做了一個實驗，給學生檢驗一些物質在水中（極性）及在己烷中（非極性溶劑）溶解度的大小，而這些物質包括極性， $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 、 NH_4Cl 、 $\text{CaSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 等溶質，與非極性， I_2 、 C_{10}H_8 等溶質。

第四節 水的純化與處理

本節內容著重於水質的要求，其標準可能因人而異，同時牽涉到質與量的相對平衡問題。我們使用的水要多純？如何能達到？水溶性的污染物（廢水）如何處理？

自然界水的自然淨化循環系統在本節有詳加介紹，但問題是它需要相當長的時間來完成一個循環，而人類社會的用水相當大，取之於自然的淨水往往不夠用。

硬水中溶有太高濃度的礦物質，使用上造成一些問題，因此須施以軟化的過程，硬水變軟水的技術在本節中也詳加討論。因此整個社區使用水的淨化過程，廢水是如何經過處理後再排放出去，亦即人工淨化水是如何經過事先處理及使用後的事後處理過程。加氯的作用可以殺菌但也可能造成問題，因此其用量的多寡亦是關鍵。

總括上述，利用社區水庫有死魚出現的誘因引導學生去探討水資源的形成，可能遭受到的污染，有關污染物的檢驗分析，及讓學生了解到水資源對人類日常生活的重要性，必須靠整個社區的人來共同維護等整體觀。學生體會到這麼方便的常用水為人類生活所不可或缺，自然而然會很實際地去接受一步步很有條理的科學知識。除此之外，也鼓勵學生對整個事件的參與感，以所學的理论知識及實驗結果，加上科學邏輯推理及個人的智慧，對將來實際的共同社會生活會有相當建設性的貢獻。

玖、德國高中生物

童 武 夫

樣本書：德國BSV Biologie 7/8N
編 者：Anne-Sophie Kuhbier(Kierspe)
Leo Schurius(Muenchen)
Kurt Gallenberger(Seeshaupt)
編 校：Kurt Gallenberger
Anneli Wallinger
出版時間：1991年
版 次：第二版
出版商：Bayerischer Schulbuch-Verlag
Hubertusstrasse 4.
8000 Muenchen 19. Germany

特徵：

沒有大學聯考下，結合科學理論基礎和現實生活與環境而編輯之教材。

前言：

德國之學制和美、日、我國有極大差異，其學程為小學四年、中學九年、大學五年。因此沒有學士學位，大學畢業之學階相當於我國的碩士學位。另一方面，由於職業教育的成功與普及，在小學畢業時教師會根據學生的性向而對其未來的學程方向給予建議，讓家長了解其子弟的性向是適合走職業教育，還是進一般中學。通常家長都會接受教師的意見，讓學生依其性向選擇適當學程，而不會一窩蜂地往中學擠。中學畢業後通常以申請入學之方式進入大學就讀，由各大學依學生的中學成績為參考加以篩選。除非是太熱門的科系，如醫學系，因申請者太多，而與實際能接受的名額相差太過懸殊，才須辦理全國性之

檢定考試，作為各大學篩選學生之依據。更重要的是一般民眾都具備有行行出狀元的觀念，非要堅持某一特定科系才唸者並不多見。

德國政府結構為聯邦制，各邦在中、小學教育方面有充分的自主權。學生所使用的教材由各邦自行編輯發行，並未加以統一，故教材較具多樣性及競爭性。本研究祇能選擇購買到的Bayern邦所編輯的系列教材中之一冊，作為研究之樣本，並以教師手冊的其中一章為範疇，加以分析與評論，以作為我國編輯生物教師手冊之參考。

一、德國生物科學教材及教法之分析

(一)7/8冊之教材結構：

第一章：在我們體內之生命行程

第一節：呼吸不止是空氣的吸取

第二節：我們的血液是從那裡來的？

第三節：血型的意義

第四節：血液循環如何進行？

第五節：心臟的機能

第六節：為何心臟及循環病變增加

第七節：血液如何加以清洗？

第八節：肝臟—非常特殊之工廠

第二章：那些是有害健康

第一節：日常的罪惡

第二節：吸煙—自殺行為

第三節：酒—第一號的民間藥物

第四節：會上癮之藥物

第五節：藥物—造成夢幻及妄想

第六節：預防勝於治療

第七節：經由感染之疾病

第八節：疾病感染之處治

第九節：病毒——最小的病變引發者

第三章：社會生活中我們所應負的責任

- 第一節：在事故中正確地協助
- 第二節：我們的行為會影響別人
- 第三節：侵略性行為
- 第四節：廣告與宣傳如何誘導我們的行為
- 第五節：性與伴侶
- 第六節：性與社交
- 第七節：懷孕預防
- 第八節：消費行為與環境

第四章：動物的觀察

- 第一節：每一種動物的習性都不相同嗎？
- 第二節：我們來觀察鳴禽
- 第三節：候鳥如何識途？
- 第四節：養雞場中的規則
- 第五節：能造窩的魚
- 第六節：何為動物的自然規則
- 第七節：動物也能學習
- 第八節：動物園中的觀察心得

第五章：沒有水就沒有生命

- 第一節：我們環境中的水域
- 第二節：湖沼植被
- 第三節：湖岸生態
- 第四節：鯉魚
- 第五節：魚的泳動與游動
- 第六節：蛙：水陸兩棲
- 第七節：蛙的生殖與發育
- 第八節：湖沼中生活的小動物
- 第九節：湖沼生態中的食物鏈
- 第十節：河流從源頭到出海
- 第十一節：河流中營生的動植物

第十二節：我們來調查河流的水質

第十三節：萊茵河能否更美麗？

第十四節：魚類保育得經由水域保護

第十五節：沼澤地之拯救

第十六節：給蛙類專用的隧道

第十七節：廢水處理—代價昂貴但必需

第六章：海洋——生命的根基或是垃圾坑？

第一節：海洋——美夢或惡夢？

第二節：我們需要海洋

第三節：鮭魚：一種量大的海魚將變成稀少

第四節：潮間淺灘

第五節：海灘下的生命

第六節：適應潮間帶之生物

第七節：污染的北海

第八節：北海及其海灘已具危險性

(二)7／8N教師手冊之結構與內容

第一章 第一節：呼吸不祇是獲得空氣

學習目標：學生應能

- 1.經由觀察而了解呼吸過程，並描述空氣的進出管道。
- 2.說出呼吸器官
- 3.了解呼吸器官之功能
- 4.對呼吸時空氣進出加以實驗而獲得驗證。
- 5.了解為何新鮮空氣之環境是有益健康。

觀念： 支氣管、肺葉、肺泡、氣體交換、氧氣、二氧化碳、胸呼吸、腹呼吸。

教學提示：

A. 引起動機：

引述潛水者及登月太空人都需要空氣或氧氣供應設備。兒童玩捉迷藏時，若是藏入冰箱就可能致死。以塑膠袋套住口鼻進行呼吸實驗，但

稍覺昏眩即須停止。

B. 進行教學：

1. 我們如何呼吸—空氣進出之通道

理論建立：徵求學生意見，由教師將之寫在黑板上自行測試，正坐並自測呼吸頻率，重複測試。

結果討論：越是興奮，呼吸就深而頻繁。

呼吸狀況之差異性：測量深呼吸時胸圍之變化，並相互比較結果。

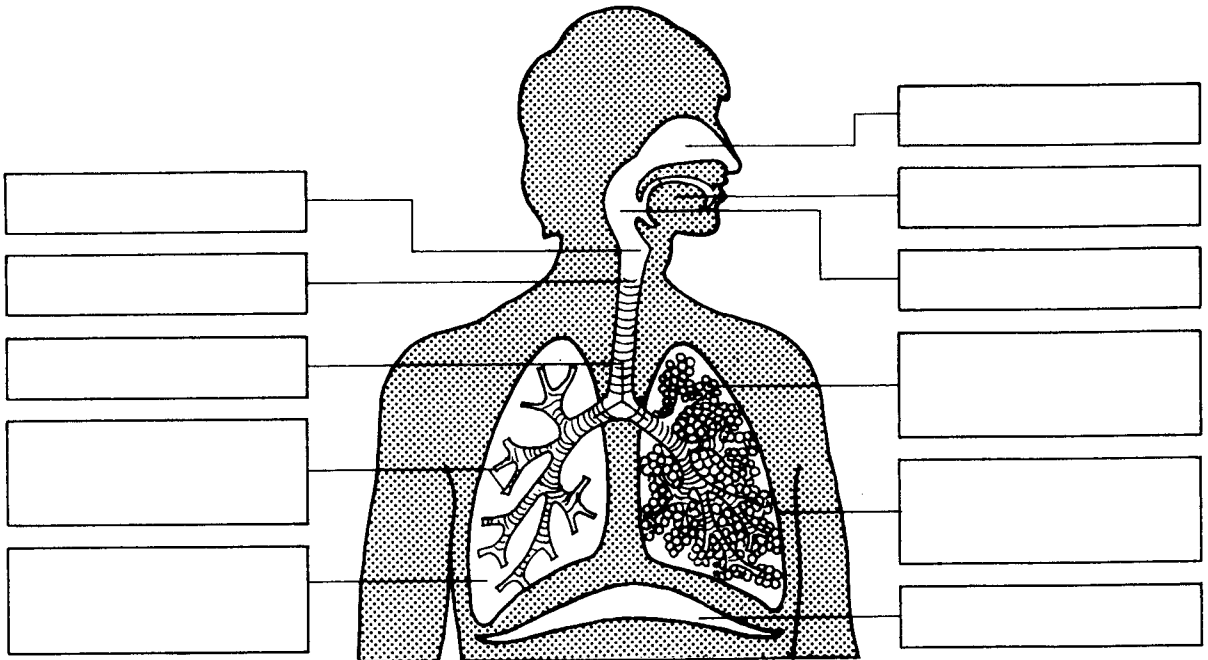
模式：說明胸呼吸及腹呼吸，並建立其定義。

局部目標鑑定：閱讀及分析課本第七頁內容，並描述圖4-6。練習下列習作。

習作一

那些器官參與呼吸？

描述各部構造

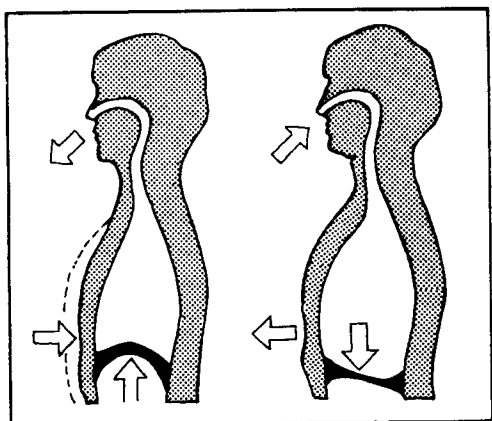


習作二

我們如何呼吸？

圖示分別為何？

並分別描述其特徵





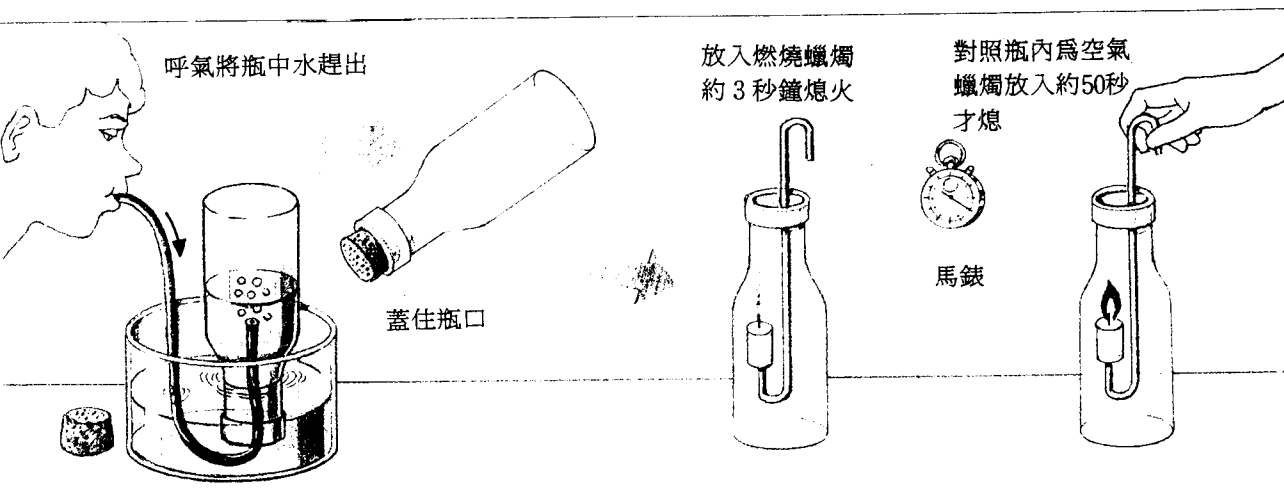
2.肺部的空氣有何變化？

演示課本圖三實驗（應設備許可，亦可讓學生自行操作），以證明呼出的氣體含氧量較少。

討論結果：由學生口頭報告觀察結果

綜合觀察：觀察及描述課本第二、三圖

實驗演示：呼吸中需要氧氣



3.學習成果確定：

(1)作習作

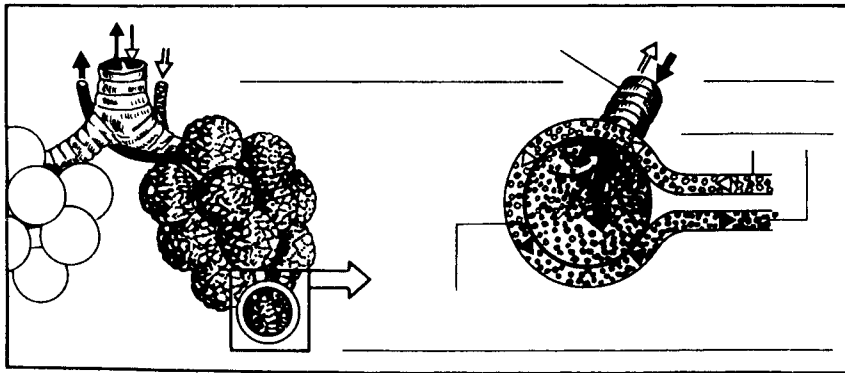
(2)複習課本中教材，並口頭描述各圖示

- (3)作習題——我們必須呼吸
- (4)溫習理化課本中，氧氣與二氧化碳之轉換
- (5)觀看有關幻燈片及影片
- (6)和魚類鰓呼吸之比較

習題一 我們必須呼吸

- (1)寫出參與呼吸之器官
- (2)描述空氣從鼻孔到肺泡之途徑
- (3)說明呼氣和吸氣動作之差異
- (4)纖毛有何功能
- (5)吸入的空氣如何在肺中改變
- (6)描述我們呼出二氧化碳的實驗
- (7)說明鼻子不祇是用於嗅味之理由

習作三 肺中發生什麼？



填充題

- 呼吸過程中主要的氣體是_____和_____。
- 吸入的空氣最後到達之處為_____。
- 通過肺泡薄膜_____會進入血液中，相對地血液中_____則進肺泡中。

教材重點：

一人類呼吸器官及其功能

器官 功 能

鼻孔	吸入空氣、保溫、保濕、淨化
咽喉	清除吸入空氣中的細菌
氣管	咳嗽反射以去除異物
支氣管	以纖毛過濾空氣
肺葉	左右兩片肺葉為呼吸器官
肺泡	進行氧氣和二氧化碳交換

二、為何體內氧氣會轉變為二氧化碳？

比較：	燭火	生活養分
	臘 + 氧	糖或養分 + 氧
	↓ 產生	↓
	二氧化碳、水、熱量	二氧化碳、水、能量
現象：	燃燒	代謝

第一章 第二節：血液之組成

學習目標：學生應能

1. 了解體內血液之重要性。
2. 進行血液分析實驗。
3. 血液中各成分之功能，及其間差異性之認識。
4. 敘述實驗結果。
5. 對血液有宏觀概念。
6. 了解失血太多會導致死亡。

輔助媒體及材料

1. 影片：生命之導流——血液。血液凝固。
2. 幻燈片：血型及Rh因子。
3. 新鮮動物血及實驗用具。
4. 課本中的圖示。

觀念：紅血球、白血球、血小板、氧氣輸送、感染防禦、血漿、凝血、血塊、纖維蛋白。

教學提示：

A. 引起動機：

直接進入情況，要學生閱讀課本第十頁。

車禍幻燈片；為何流血太多會死亡。

動物演示；出示裝動物鮮血之容器。

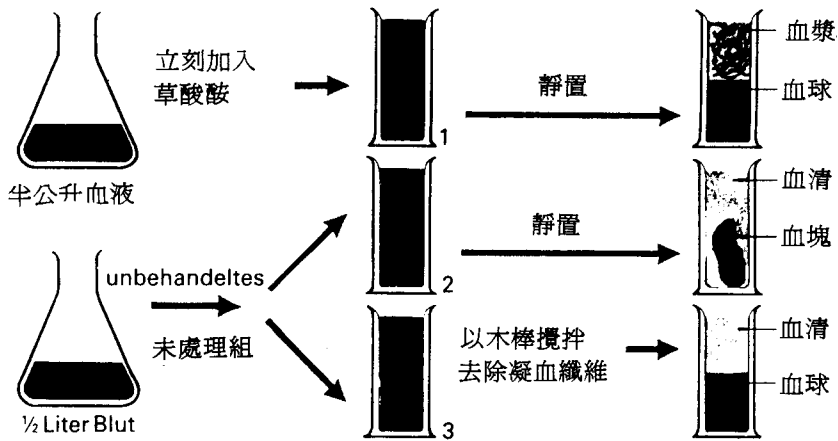
討論：血液是什麼？其功能為何？以上述主題讓學生自由發問。

B. 進行教學

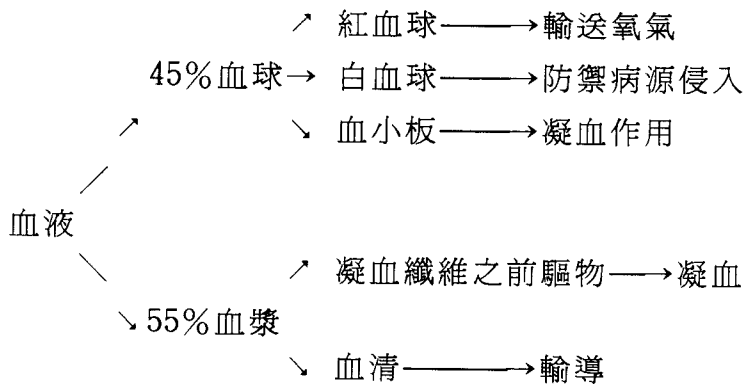
一局部目標：我們的血液組成為何？

活化預知：由學生敘述自己有關流鼻血，割傷，驗血之經驗。

計劃實驗及實行：在學生熟讀課本第十頁後，將學生分組，並分配鮮血及實驗用具。然後如下圖進行；最後比較數小時及24小時後量筒內血液狀況，有那些差異？

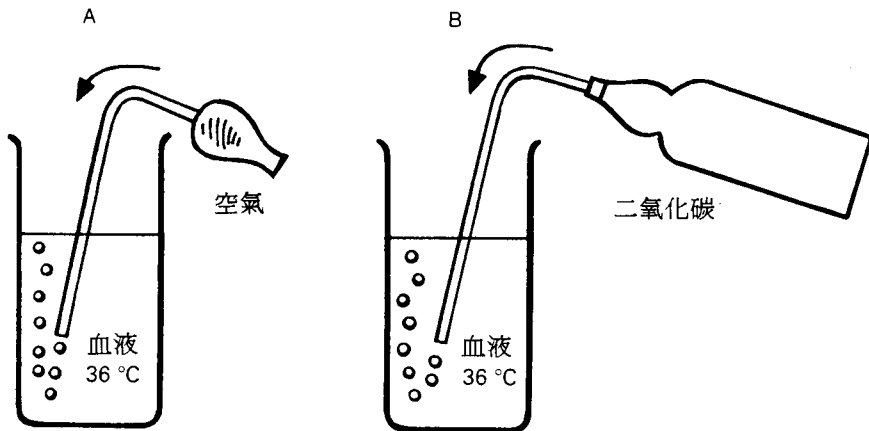


重點觀念之確立：熟讀課本第十頁後，對圖四有正確描述。並了解血液的組成分及功能。



二局部目標：血液中各成分具有何功能

實驗演示：如下圖在兩燒杯中各加入鮮血，並加溫維持36°C。A 杯中以打氣唧筒打入空氣約 3～5 分鐘。B 杯則由學生輪流吹氣，但吹氣前得先閉氣一段時間，或採用汽水所冒之氣灌入。



結果認知：學生觀察血液顏色變化，並加以口頭說明。

實驗對照：A 杯灌二氧化碳，B 杯則灌新鮮空氣，並觀察其變化。

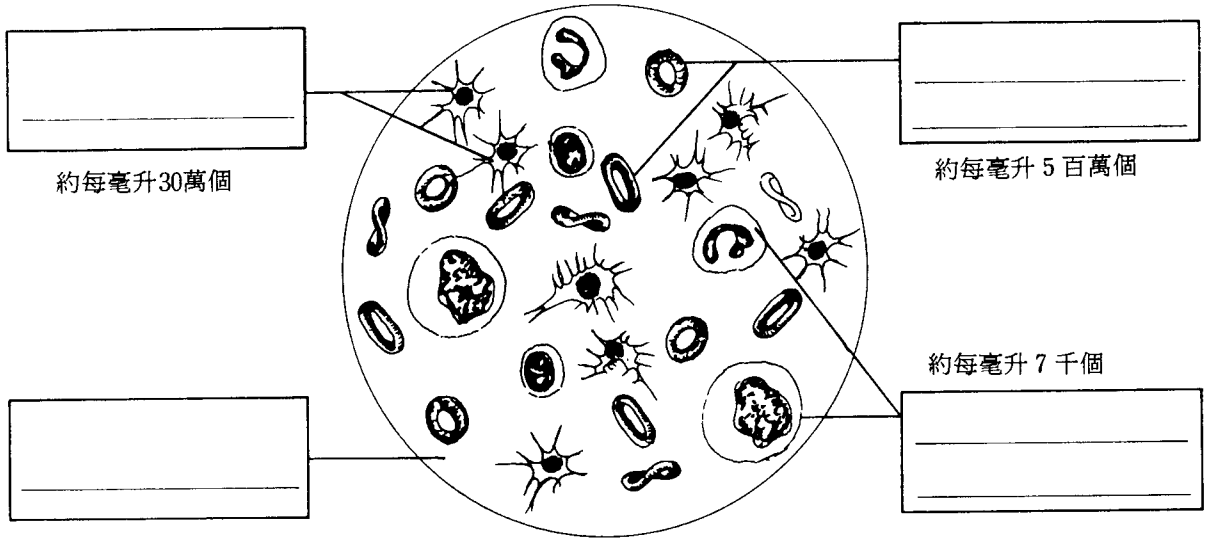
學習成果確立：熟讀課本第十一頁，並分析其中圖示。

三確立學習成就：

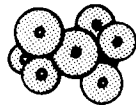
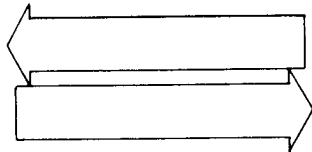
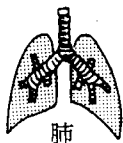

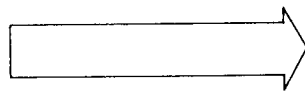

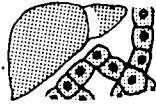



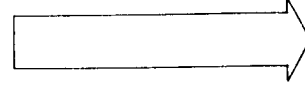
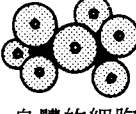



1.實作練習：

習作一 我們的血液組成為何？ 填充題

成年人具有大約_____到_____公升血液。它們持續在_____循環。循
流經所有_____，並提供重要的生命物質。在顯微鏡下我們可認知_____
_及_____兩部分。



習作二 血液有何功能？ 根據下圖分別加以說明

<p>1.  身體的細胞</p>		<p> 肺</p>	<p>1. _____ _____ _____</p>
<p>2.  腸</p>		<p> 身體的細胞</p>	<p>2. _____ _____ _____</p>
<p>3.  肝細胞</p>		<p> 整個身體</p>	<p>3. _____ _____ _____</p>
<p>4.  淋巴球內白血球</p>		<p> 身體的細胞</p>	<p>4. _____ _____ _____</p>
<p>5.  內分泌腺</p>		<p> 性細胞</p>	<p>5. _____ _____ _____</p>

- 2.以輔助媒體說明血液凝固
- 3.將課本中血液組成及功課記在筆記中
- 4.從影片觀賞中提出問題，讓學生加以說明
- 5.要學生口頭說明課本第十、十一頁之圖示
- 6.作下列習題：
 - ①血液中固態及液態成分之比例為何？
 - ②描述紅血球之形態及功能
 - ③為何白血球有身體中的警衛之稱？
 - ④身體中有那些物質卻由血液來供輸？

第一章 第三節：血型的意義

學習目標：學生應能

- 1.說出四種血型。
- 2.說明血型間的親和性。
- 3.了解失血太多會威脅到生命。
- 4.了解在什麼先決條件下可以捐血。
- 5.了解為何造成血液中毒，為何須要加以認知。
- 6.說明Rh因子之意義。
- 7.說出傷害急救之規則。

觀念：血型A、B、AB、O、Rh因子、血型鑑定、捐血者證明。

教學提示：

A. 引起動機

演 示——對鼓勵捐血之傳單加以說明，如捐血日期、捐血證等。

幻燈片——觀看紅十字會提供之各種車禍現場。

討 論——任何人都可捐血嗎？

B. 進行教學

一局部目標：有多少不同的血型

對問題之強調——報是過去的一世紀中輸血所造成的結果；最早輸動物

輔助教學媒體

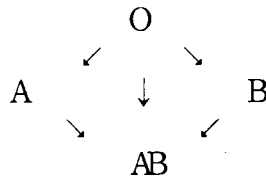
- 1.血型及Rh因子之幻燈片。
- 2.有關血型、血型間親和性及血型鑑定之掛圖。
- 3.紅十字會捐血宣傳品展示。
- 4.課本上的圖示。

血造成死亡，到1824年英國醫生Blandel進行首次輸血，但病人在輸血中死亡，其原因不明。奧地利人Dr. Landsteiner首次發現血型間的關係。

學生自我了解問題：閱讀第十二、十三頁

輸血原則：確定同血型可以輸血

不同血型輸血：在黑板上作出下圖



學習比對：由學生說明課本第十二頁之圖二

學習成就確定：練習相關血型之親和性認知

審定：教師告知歐洲及德國血型出現百分比為43%A，40%O，12%B，5%AB，讓學生記在筆記中。

了解並加深預防行為：由學生分析課文第十三頁的急救規則。

二局部目標：對Rh因子之了解

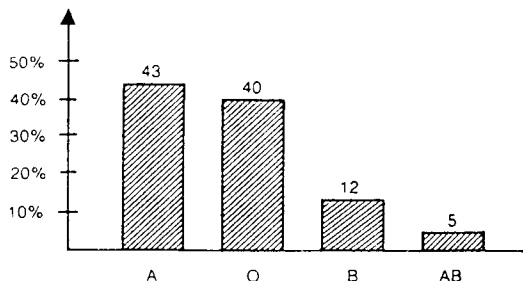
由教材中學習：讓學生閱讀課文第十三頁

學習確立：以幻燈片說明血型及Rh因子

三確立學習成果

1.進行下列習作——

習作一 有那些血型？下圖為德國人的血型分佈，依此圖示作下列填充題。



我們了解____主要血型。____的細胞膜會不相同。在____中具有凝血物須會針對特定的血型相作用。如果輸錯血將導致病人致死。

習作二 誰能接受誰的血？

a. 鈎出下列說法正確者

- () A型血可輸給B型
- () O型血可輸給AB型
- () B型血可輸給B型
- () AB型血可輸給B型
- () O型可接受B型血
- () AB型可接受O型血
- () A型可接受O型血
- () B型可接受AB型血
- () O型可接受AB型血

b. 以+-表示不同血型間的輸血相關性

		供 血 者			
		A	B	O	AB
接 受 者	A				
	B				
	O				
	AB				

習作三 我了解Rh因子嗎？作下列填空題

Rh因子為_____的特性。大約____%的人稱為_____。

其餘____%則稱為_____。

Rh因子具有雙重意義，即_____及_____。

不正確的Rh因子輸血會造成_____，有可能致死。

習作四 我如何處理出血性傷害？將下列正確及特別重要說法圈出。

- () 任何傷口都得清洗。() 傷口在無菌下包紮。
- () 較深傷口得找醫生。() 清洗傷口上雜物。
- () 傷口用棉花包住。() 把傷口的膿去除。

2. 草擬鼓勵自由捐血之廣告詞。

3. 熟讀課本，並能以自己的語言加以說明。

4. 將學習重點記錄筆記中。

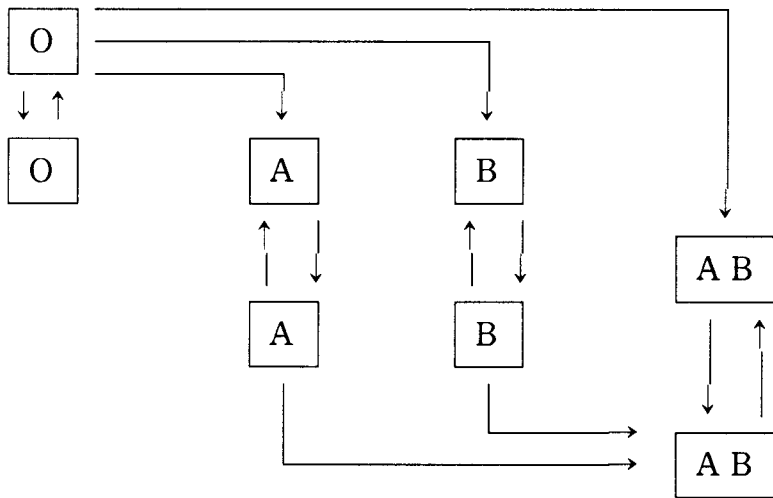
5. 完全知悉輸血、捐血間之總觀

6. 解答下列習題

- ① 說出各種血型
- ② 為何各血型的血不能隨意混合？
- ③ Rh因子在那兩種狀況須要加以考慮？

補充教材：

- 1.將歐洲及德國血型分佈百分比以圖示之每一符號 () 表示 5 % 人口。
- 2.以箭頭線標示捐血及輸血關係



第一章 第四節：血液如何循環？

學習目標：學生應能

- 1.描述腸壁之構造。
- 2.了解養分如何進入血液。
- 3.明瞭動、靜脈及微血管之組成及功能。
- 4.了解體循環及肺循環之差異。
- 5.知道身體那些部位可感受脈搏。

輔助媒體

- 1.影片—動脈，身體的高速道；靜脈，往心臟的血道；心臟；消化及營養；小腸；我們的消化；血液，生命的輸導流。
- 2.課本上的圖示。

觀念： 小腸壁、腸褶、腸絨毛、靜脈、動脈、微血管、體循環、肺循環。

教學提示：

A. 引起動機

直接進入主題：複習營養吸收途徑，以影片補充概念，和學生討論血液輸導功能之面面觀。

討論：主題為營養如何進入血液？

B. 進行教學

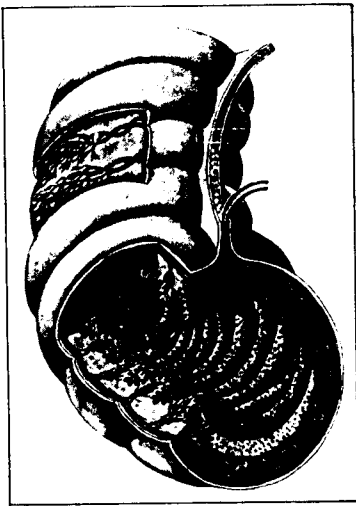
一局部目標：腸壁，營養過渡之場所

影片教學：觀賞腸壁及我們的消化影片

以課本教材建立概念：讓學生對十四頁圖一、二加以觀察後描述之，並閱讀第二段。

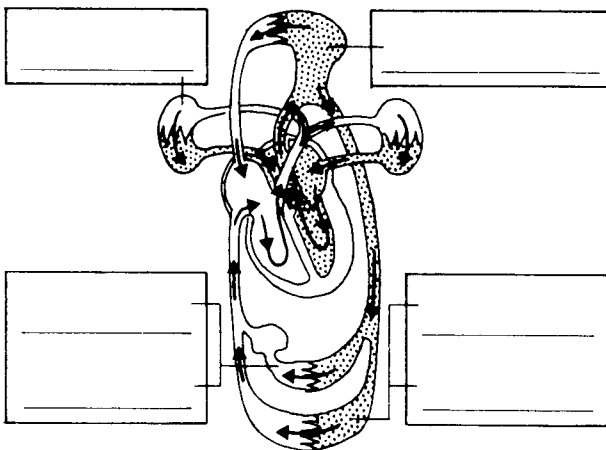
學習成果確定：學生實作下列習作

習作一 營養如何進入血液？ 填充題



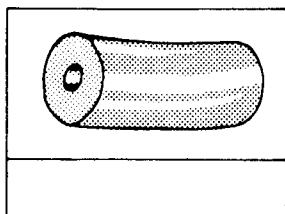
我們需_____，來維持身體各部機能的正常。在消化過程中，食物經由食道進入_____。在此_____會被繼續分解。在_____中營養分解在停止。在小腸壁有許多皺褶，內壁並有許多突起稱_____。此處分布有很薄壁的血管，即_____。經由腸絨毛的_____，可使_____進入血液循環。

習作二 我們的血液如何循環？ 填充下列空格

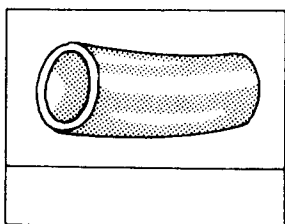


我們的_____能保持血液不斷地流動。心臟壓出的血流所進入的大血管稱為_____。血流再流到很多分支的細小血管稱為_____。最後血流再匯集到較大血管，即為_____。然後回此流回_____，於是完成循環。

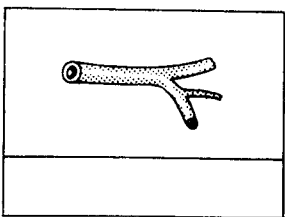
習作三 血管結構有何差異？ 填充下列空格



_____：因為要接受從心臟壓出的高壓血流故含彈性很高的_____。在其中流過的血液為_____色，富含_____。



_____：由於血流的_____不高，故管壁也較薄。管內有_____，可以防止血液倒流。在靜脈中的血為_____色，因富含_____。



_____：血液經此流經身體的各器官，來完成_____。富含氧氣的血將_____流出，並接受_____。

二局部目標：血液之流通管道

自體實驗：學生閱讀課本第15頁之操作部分，並自行體驗。

教學媒體：影片觀賞；動脈：人體的快速道

靜脈：向心臟之血液通道

課本教材：熟讀第14頁“血液之流通管道”及第15頁之重點提示。

三學習成果確定

- 1.提出影片中一些問題，讓學生討論
- 2.由學生口頭敘述課本第14、15頁之圖示
- 3.解答課本之習題
 - ①說明已消化的營養如何由消化系統進入循環系統？
 - ②說出血管之種類
 - ③說明動脈和靜脈之差異
 - ④動脈管之結構為何？
 - ⑤為何血流祇行單一方向流動？

⑥繪圖說明兩類血流循環。

第一章 第五節：心臟之功能

教學目標：學生應能

- 1.正確說出心臟重要部份之名稱。
- 2.敘述心臟之功能
- 3.心臟機能中那一部分最令人驚奇。
- 4.了解如何測量血壓

輔助媒體

- 影片—心臟是血液循環之引擎。
- 人體的心臟。
- 心跳。
- 幻燈片—血液循環。
- 心臟之功能模式。

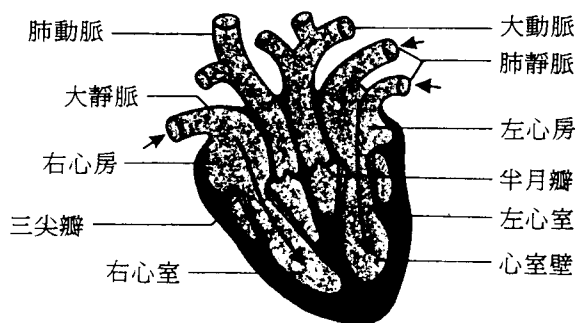
觀念：心房、心室、半月瓣、三尖瓣、心電圖。

教學提示：

一引起動機

觀圖：出示心臟移植、心電圖，並以錄影帶播出心跳聲

作圖：讓學生如下圖一樣並筆記上繪圖認知



討論：以幻燈片上的圖示為討論主題

教學任務：心臟構造為何？功能為何？

二進行教學

注意：若以動物心臟（豬或羊）進行實驗，所使用的解剖器具應注意安全性。心臟之構造圖認識相當重要。

①局部目標：心臟如何構成

分組實驗：每組一顆豬心，讓學生觸摸以確定不同的肌肉強度及心

室位置。

外觀：了解心之外形，追循靜脈之通道並區別肺動脈及大動脈。

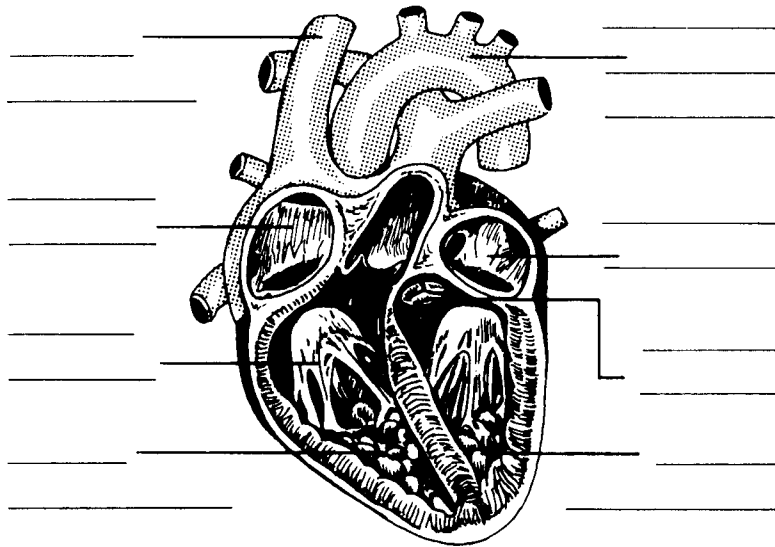
內觀：切開心臟觀察瓣膜位置、心房、心室構造。

比對模型：讓學生說出心的各部分構造。

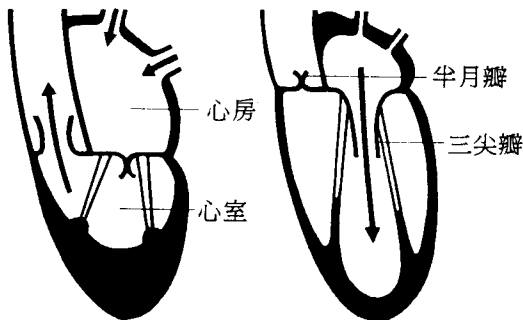
學習成果確定—讓學生思考第16頁圖示，並作下列習作。

習作一 我們的心臟如何構成？ 填空題

心臟大小大約像____，位於____的內部。整顆心是由____組成並分隔成兩部分。每一部分各含____及____中間有____瓣膜相隔。



習作二 我們的心臟如何工作？ 填空題



心臟就如同一個____。工作將是一種____式節律，強力收縮後再鬆弛。____可使血液祇有____方向流動。

②局部目標：心臟如何工作？

影片觀賞—人體心臟、心跳。

課本教材—比較影片中的描述和課本之圖示，並分析課本第16、17頁教材。

③局部目標：如何測量血壓？

課本教材—閱讀及分析第17頁教材

應用—以血壓計測量學生血壓。

學習成果確定：

- 1.將第16頁第三圖描繪在筆記上。
- 2.計算每小時、每天、每年、12年之脈博（85/min）。
- 3.讓學生逐一描述血液循環幻燈片的意義。
- 4.撰寫豬心實驗之報告。
- 5.解答下列習題
 - ①說出身體的那些位置可以測量出脈博。
 - ②描述心臟的位置、形狀及大小。
 - ③說明心臟的作用。

第一章 第六節：為何心臟及循環疾病增高

學習目標：學生應能

輔助教學媒體

- | | |
|--------------------------|---|
| 1.說出造成不健康生活之因素。 | 1.影片：心梗塞之危險因素，被遺忘的心臟，吸煙與心梗塞，決定在自己一吸煙或不吸煙。 |
| 2.認識那些人特別容易發生心臟、循環疾病。 | 2.廣告：衛生署之廣告及心臟病死 |
| 3.了解如何造成心梗塞。 | 亡之統計。 |
| 4.了解為何會造成動脈硬化及人們應如何加以預防。 | 3.模型：心臟 |
| 5.認識到不健康生活會增高危險性。 | |
| 6.了解應如何協助昏厥者。 | |

重點概念：心梗塞、中風、循環不良、危險因素、壓力、動脈硬化、血栓塞。

教學提示：

A. 引起動機：

統計資料—閱讀有關1987年德國有342,669人死於循環系統病變，其中79,754人則為心梗塞。

討論及圖示—在黑板上寫出壓力、過重、缺乏運動、奢侈享受等…。和學生共同分析課本18頁第一圖。

認識問題—我們都以不健康方式生活著，針對此主題由學生發問。

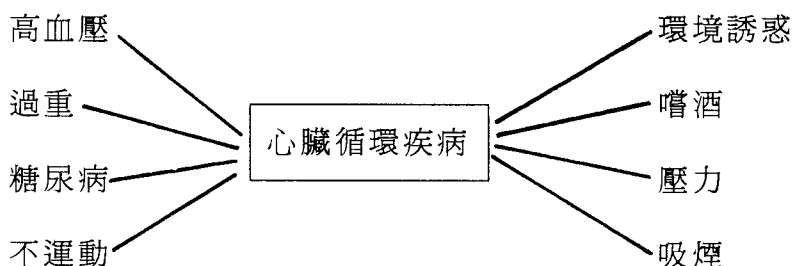
B. 進行教學

①局部目標：那些情況會導致心臟及循環疾病？

建立理論—對此主題讓學生寫出個人或親朋好友之經驗或預測和推論。

解決問題—從18頁教材中尋求這些推論之佐證。

觀念確定—和學生共同歸納所有問題



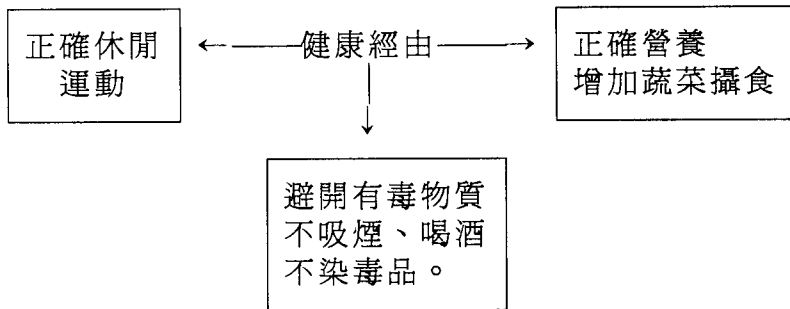
學習確定—將這些結論記在筆記中

加深印象—由學生口述課本18頁第二圖

②局部目標：如何加以預防？

針對問題—由學生列舉可能的預防措施，教師則提供（分組檢討）資料，如熱量計算表、心臟病之健康須知，復健須知等。

檢 討—檢討學生提出的各種預防措施之可行性，並加以綜合歸納。



學習確定：將這些結論記錄在筆記中。

③局部目標：一些心臟及循環疾病之宏觀

教材—閱讀及分析課本第19頁，教師提供資料，如心臟模型供參考。

確立觀察—教師寫出血栓塞、中風、動脈硬化等病變由學生分別以口頭方式說明

加深印象—對醫生在實際病情之處理方式，由學生輪流發言推測之。例如醫生建議對循環不良者，睡眠時腳墊高，避免急速喪失體熱等

教學結果確立：

- 1.建立“自行平衡”規則。
- 2.建立“營養原則”，何為不健康，何為健康。
- 3.影片中之重點演示。
- 4.設計有關反對吸煙之看板草樣。
- 5.解答課本第26頁之習題
 - ①說出那些因素會影響到心臟的健康。
 - ②描述“壓力”的定義。
 - ③說出一種循環疾病。
 - ④如何才能預防心臟及循環疾病？

二、我國和德國在生物科學教材、教法上之比較

(一)我國高中生物教材第一冊之章節分佈

(德國7/8N教材之結構參見第二頁)

第一章：緒論

第一節：生物學的發展史

第二節：生物學的應用

第三節：生物學的研究方法

第二章：細胞

第一節：構成細胞的成分

第二節：細胞的構造和機能

第三節：細胞與能量

第三章：體制

第一節：動物組織

第二節：植物組織

第三節：器官與系統

第四節：體型

第四章：病毒

第一節：病毒的發現

第二節：病毒的形狀與構造

第三節：病毒的感染、增殖與傳播

第四節：病毒與寄主的共存現象

第五節：病毒與人類的關係

第五章：細菌

第一節：細菌的外部形態

第二節：細菌的構造

第三節：細菌的生活方式

第四節：細菌的增殖

第五節：基因的轉移

第六節：細菌與人類的關係

第六章：黏菌與真菌

第一節：黏菌

第二節：真菌

第三節：菌類與人類的關係

第七章：藻類

第一節：藻類的特性及種類

第二節：藻類的生殖

第三節：藻類與人類的關係

第八章：蘚苔類與低等維管束植物

第一節：蘚苔類的特徵

第二節：蘚苔類的生活史

第三節：維管束植物的演化

第四節：蕨類的孢子體

第五節：蕨類的生活史

第九章：種子植物

第一節：裸子植物

第二節：被子植物

第三節：果實和種子的傳播

第十章：種子植物的營養器官

第一節：根

第二節：莖

第三節：葉

第十一章：種子植物的生長發育

第一節：調節植物生長發育的物質

第二節：環境因素對植物生長發育的影響

第三節：種子萌發和幼苗發育

(二)我國和德國生物科學教師手冊結構及內容之比較

A. 德國生物科學教師手冊之特點：

從前述的教師手冊內容中，除了前列的教學目標外，其主要結構包括引起動機及教學行程兩大部分。在引起動機部分，提示教師以相關的周遭環境所發生的事實、教師、學生甚至親朋好友的個人經驗、甚至政府機構

的宣傳或發佈的事實統計，都可以應用於吸引學生的注意力，讓學生不由自主地投入學習狀況中。在教學行程部分，則把教材重點分別作為局部教學目標，逐一進行教授。在教學中儘可能採用輔助教學媒體，如影片、幻燈片及課本上的圖示，來加強教學效果。幾乎每一節的教學都有相關的媒體配合，而且教材中的圖示也是經過慎重的設計與安排，依據真實、易懂為原則，對教學效果確有極大的助益。在每一局部目標教學之後，都配有實際習作，用以確定學生的學習成果。由此觀之，教師手冊之編輯是以引導教師如何進行教學為重點，讓學生能夠對教材發生興趣，從而獲得學習效果。如果從教材之難易度來衡量，則本研究所選出德國7/8N生物課本之內容，顯然比我國高中生物第一冊的教材簡易得多。然而教材中融合了理論生物知識和實用的健康教育常識，使得教材內容和人們的實際生活息息相關，讓學生會以常識吸收的心態來學習生物科學的知識。這種教學方式必然比填鴨式教學，來得活潑生動。

B. 我國生物科學教師手冊之特點：

我國現用的高中生物教師手冊，其編輯結構中除了前列的教學目標及結尾的習題解析外，主要是提供更詳盡、更深層的教學資料，用以協助教師能圓滿解決學生在學習過程中衍生的疑難問題，同時也有加強教師建立自信的作用，而不致規避學生的發問與問題之討論。然而也就因為手冊中的內容詳盡、資料深入，坊間參考書之編者就為了提高學生對參考書的興趣，增強購買慾，就將手冊中的教學資料加以整理，編出一些艱細、怪異的問題，引導學生偏離了學習應有的正常心態。另一方面，國內的少數明星高中，學生資質優良、反應敏捷、領悟力強，課本中的教材不能滿知學生的求知慾。於是教師手冊中的詳盡資料，就成為最適當的補充教材。然而這也可能引發一些後遺症；這些學了程度接近大一普通生物學的學生，一旦進入大學，他們對普通生物學的學習態度就呈現懶散，缺乏學習的熱忱。

C. 結論：

德國生物科學教材之編輯，並不特別講求內容之詳盡性及普及性，而是求取簡明、易懂，並配合人類本身的生活經驗和現實環境，使教材顯得生動、活潑。教師手冊之內容則重於提示教師的教學方法，以獲得最佳的

教學效果。

我國高中生物教材之編輯內容，似乎完全依據大學普通生物學的架構，祇是在教材的難易程度上降低了層次。事實上影響教材及教學的最根本因素是大學聯招，聯考引導著高中自然科學的教學，造成許多畸形與偏差。其次健康教育和生物學的分離，也使得生物教材偏重理論性，而和現實生活與環境有所隔閡，多少影響到教材的生動和吸引力。教材編輯的參與委員皆非專業，也沒有攝影，美工等專業人材的配備，也是教材編輯之困難所在。在教師手冊之編輯可能是設定教師皆已具備良好的教學經驗，因此手冊內容中講求說明詳盡、理論正確的原則，數據詳實的補充資料，其層次可以比美大一的普通生物學。

目前國內各高級中學自然科學的硬體設備已經有了長足的改善，然而軟體設備如教學影片、幻燈片等補助教學媒體仍有不足。唯一普遍應用的教學媒體為投影片的使用。綜上所述，我國未來要在教材及教法上有所改善，教學效果有所提昇的話，下列幾項前提得加以考慮

- 1.降低大學聯考制度之競爭性。
- 2.生物和健康教育教材合併編輯。
- 3.加強教學媒體之製作，並廣泛地使用於教學。
- 4.教材編輯人員專業化，並有攝影，繪圖美工人員之組合。

拾、美國高中生物

余曉清

前 言

本研究是針對美國 Addison-Wesley 於 1994 年出版第一版的高中生物之教師手冊做深入的分析研究。首先將介紹此書的作者和相關資料，而後把該書的哲學理念和特色優點加以詳細分析，爲了便於特色分析並且使讀者對此教師手冊有所了解認識，因而翻譯教師手冊中的神經系統做爲參考，最後並將我國的高中生物教師手冊與其進行比較討論。

書 名 Addison-Wesley Biology

出版商 Addison-Wesley Publishing Company

出版時間與版次 1994，第一版

作 者 Bernice E. Essenfeld, Retired Science Supervisor, Irvington
Gihg School New York, NY

Carol R. Gontang, Teacher Mountain View High School,
Mounatin View, CA.

Randy Moor, Dean, College of Arts and Sciences, The
University of Akron Akron, OH.

出版相關資料

(1) 學生版 (Student's Edition)

(2) 教師手冊 (Teacher's Edition)

(3) 實驗課本 (學生版)

(4) 實驗手冊 (教師版)

(5) 教師資源：含有 16 本補充資料如題庫、單元複習、加深教材專題、消費者實用手札、爭論性問題、批判思考力訓練活動、加強閱讀和思考判斷力的單元以及西班牙文的補充教材。

(6)電腦軟體題庫：題庫存於電腦中可於IBM-PC或麥金塔電腦上使用。

(7)投影片

一、美國 **Addision-Wesley** 生物科學教師手冊之分析

哲學理念基礎

希望藉此書為學生們打開一扇門引領學生經由學習生物能進一步了解並懂得感激能擁有這唯一的奇妙的地球自然環境。此書是以系統發生（Phylogenetic）為走向來編寫生物概念，並著重訓練學生解決問題之技巧與高度思考能力，懂得如何將生物知識與日常生活相結合，進而將所學之生物知識和技能應用於現代或未來的社會。

因此此書以“動手做”的科學，發展解決問題的能力和技巧，引發學生對生物學的興趣，順應現今世界環境，並兼具高度可讀性為發展編寫的指南。特點分析（請配合翻譯之“神經系統”部分）

(一) 章節分析

- (1)大綱：以圖表的方式將該章分成幾節，內容為何，在第幾頁，並註明屬於基礎或標準或加深之程度，且說明教師資源手冊中有那些相關補充教材。因此，教師可對該章有初步了解，同時知道有那些資源可配合教學。
- (2)目標：提供每一節的教學目標，使教師得以充分掌握並活用該節的內容於其教學。
- (3)合作學習的進行、個別學生的需要、實驗活動的準備和媒體資源的配合。這四部分建議老師如何進行合作學習，如何滿足不同學生的需要，在實驗活動前需準備那些器材，以及有那些教學媒體和影片可協助教學。
- (4)概念發展圖：將該章節的概念繪成概念發展圖，並且建議用於複習，使學生重新溫習並了解重整所學的概念。

此部分的最大優點是替老師完成了各節的教學目標，並告知老師有那些相關的媒體資源、實驗活動可以配合課程進行，同時還建議教師如何進行小組合作學習，如何因應不同學生的需求，提醒老師得準備那些實驗材料，最重要的是將該章內容整理出一張概念發展圖便於老師用於複習該章時使用。

(二)各章節內容的特色

(1)如何引發學生學習動機

在每一節一開始都有此項，其內容有時是要學生看圖片或繪圖或做活動，並提出問題讓學生開始思考，引發其主動學習的興趣。

(2)評估學生的前知識（ Pre-Knowledge）

建議可採小組討論的方式或讓學生寫下對問題的看法和意見，以了解學生對該章節的了解程度，便於教學時特別注意並加強澄清學生不清楚或易誤解的概念。

(3)專有名詞

生物學有許多專有名詞，是以教師手冊中列出關鍵性名詞，建議老師或先行講解這些名詞，或先以板書寫在黑板上加強學生印象待進度教到時再加以解說。

(4)教學方法

對於剛畢業的老師最大的問題是不知運用何種教學法以某章節的知識傳遞，而此書則在每一章節中都特別的將可採用何種教學法於何處詳細說明，如：如何問學生何種問題、如何帶學生做實驗活動，因此老師可直接用於課堂教學。

(5)誤解概念（ Misconception）的澄清

將學生容易發生混淆不清的概念指出，並詳細附註解說正確的概念和理由。同時建議老師可以採問問題或小組討論的方式讓學生面對並思考該問題，最後老師再加以澄清說明正確的概念。

(6)補充教材

藉此讓學生重新整理所學過的概念，複習並加強某些關鍵性的概念。

(7)批判思考性問題

提供老師一些高思考性的問題來問學生，藉以訓練學生的思考力和充分理解該章節概念進而應用解決問題。

(8)獨立研究、應用、作業

因應不同章節內容的需要設計不同挑戰性的作業，如讓學生自己找資料寫報告做研究，製作人腦模型、或神經元模型等等。

(9)歷史上的發現

提供一些小小故事給教師，如在歷史上某一位學者曾經發現某原理或某技術且已用於該知識的研究。

(10)科學整合、數學相關知識、社會相關知識、醫學相關知識、科學科技和社會等單元，均是希望提供老師資訊書可能將生物學的知識與其它相關知識結合，讓學生所學的知識可以應用於生活中，學的是一門人生科學而非片斷獨立的生物知識。如文中提到醫生如何診斷宣布一個人的死亡是根據那些證據。如機器人、電腦、人腦的介紹等等，更是充分讓學生不僅了解人腦的神經系統如何作用，如何存取資料和電腦的異同點，其次結合了科學科技社會的人工智慧的產物機器人的用途與發展的介紹。不難發現其充分使生物學與生活和其它學科結合。

二、翻譯第41章神經系統 (The Nervous System)

章節分析

(一)大綱 (overview)

章 節	頁數	課程程度 基 標 加 礎 準 深	相 關 補 充 教 材	課程程度 基 標 加 礎 準 深
41.1 神經系統的簡介 批判性思考活動 (Think critically)	735	• • •	第 8 單元 Unit 8 Module	
	736	• • •		
41.2 對刺激的反應	738	• •	批判性思考圖 41-1	• •
41.3 中樞神經系統 模仿概念 (Model the concept)	740	• •	爭論和下決定 41-1 Issues/Decision-Making 41-1 (Binder1)	• •
	742	• • •		
41.4 記憶與語言 啟發式活動 (Discovery) 醫學上的先驅 (Frontiers of Medicine)	743	• • •		
	743	• •		
	745	• •		

章 節	頁數	課程程度 基 標 加 礎 準 深	相 關 補 充 教 材	課程程度 基 標 加 礎 準 深
41.5 周圍神經系統 語言的神奇力量 (Word power) 批判性思考活動 (Think critically)	746 746 747	• • • • • • • •	思考方法技巧習作 41-1 Process Skills Worksheet 41-1	• • •
41.6 感官和感覺接受器 日常生活中生物 (Everyday biology) 語言的神奇力量 (Word power) 日常生活中的生物 (Everyday biology) STS: 人工智慧 活動41: 反應時間 (response time)	748 748 749 751 752 753	• • • • • • • • • • • • • •	閱讀技巧習作 41-1 消費者的應用 41-1 加深專題 41-1 批判性思考活動 41 活動記錄簿 41	• • • • • • • • • • •

(二)目標 (chapter objectives)

41.1 神經系統的簡介

- 確認並比較兩大主要神經系統（中樞神經系統和周圍神經系統）的角色
- 說出某些神經系統的細胞之功能

41.2 對刺激的反應

- 描述神經衝動傳遞的過程。
- 了解神經元在反射弧中的位置和功能。

41.3 中樞神經系統

- 描述脊椎和腦在神經系統功能上所扮演的角色。

41.4 記憶和語言

- 結合並了解記憶和語言分布在大腦的特殊區域以及其功能。

41.5 周圍神經系統

- 確認周圍神經系統在維持協調恆定作用的角色。

41.6 感官和感覺接受器

- 以圖表示出不同的感官的構造。
- 比較體內和皮膚上之接受器所能接受的訊息。

(三)合作學習 (cooperative leaning)

- 建議如何進行合作學習的方法和細節見P· 750即在教師手冊文中會介紹

(四)個別需要

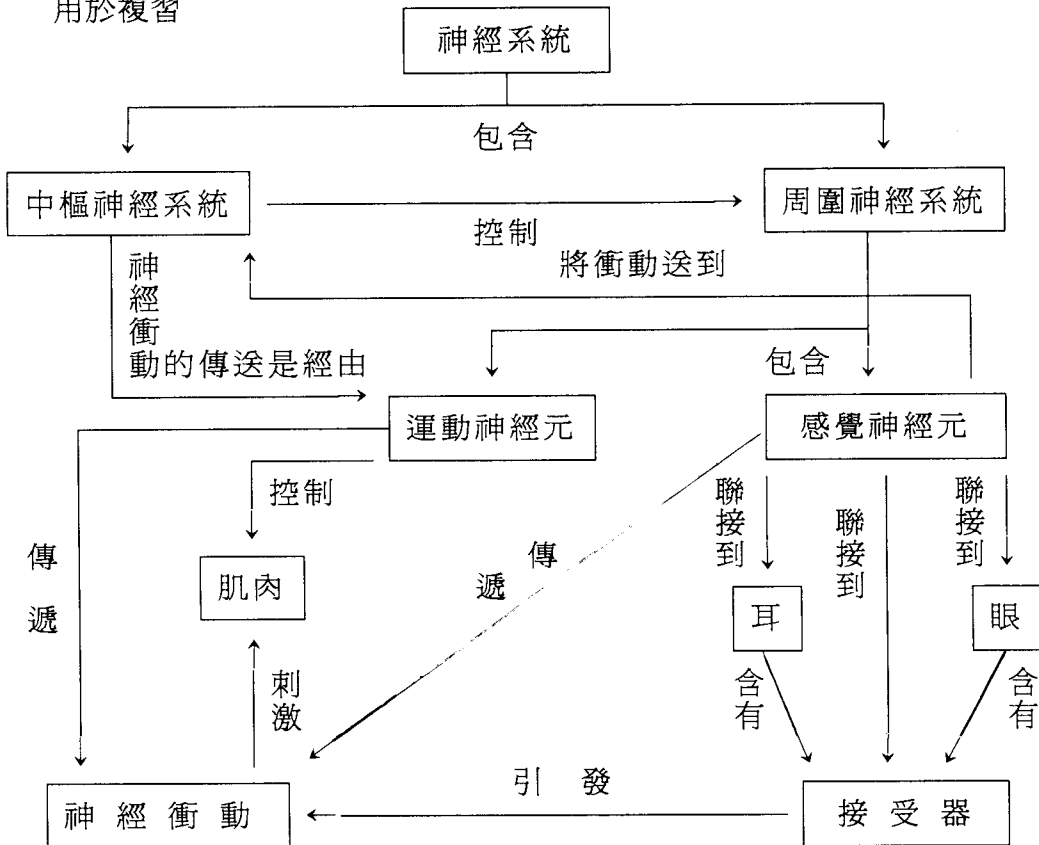
- LEP Students (英文有障礙的學生 Limited English Proficiency)
指出先在課前把新的單字介紹，讓學生了解字的定義並在小組中討論。
- At Risk Students (問題學生)
讓學生抄下老師在黑板上所教的內容，並要求學生列出不熟悉的字，最後再讓學生小組學習定義每一個所教過單字。
- Gifted Students (資優生)
要求學生閱讀該章並完成其內作業和活動，指定學生們與該章相關之研究題目和實驗，之後報告其結果。

(五)活動準備

- 活動41：反應時間
敘述所需準備的材料。

(六)概念發展圖

用於複習



(七)媒體資料

提供媒體資料來源和所需時間。

The Human Body Series : Nervous System , 出自 National Geographic 1988 , 需20分鐘。可用於第41.1和41.3小節。

第41章 神經系統

章 節 41.1 神經系統的簡介

41.2 對刺激的反應

41.3 中樞神經系統

41.4 記憶與語言

41.5 周圍神經系統

41.6 感官與感覺接受器

引發學生學習動機

讓學生們專注看課本中二張圖片，體操需要靠技巧、訓練、快速反應、和協調完成。神經系統控制身體的反應，使人得以協調的方式移動。第二張圖片是攝影下顯微鏡中的神經系統之神經細胞。引導學生討論神經系統的功能，並要求學生們列出那些動作必需靠神經系統才能完成，那些是完全不需靠神經細胞協助的？

教學方法：

1.引導式之探討教學

問以下問題，協助學生了解神經系統的主要功能：

- (1)列出一些體操的例行動作。
- (2)想一想倘若體操家的神經系統和其身體無法互相協調，結果會如何？
- (3)照片中的神經細胞對身體的協調和控制有那些作用？

前知識：

評估學生對神經系統的前知識。引發下列活動：

- (1)讓學生們進行討論“人體的神經系統有何功能？”
- (2)若時間不足，可要求學生寫下其對“人體的神經系統有何功能？”的了解，保存其答案至教完此章。

課前準備

- 影印所需的講義。
- 訂購所需的實驗用具，看753頁。
- 訂購錄影帶，看734B。

41.1 神經系統的簡介

專有名詞

中樞神經系統

周圍神經系統

神經元

軸突

樹突

感覺神經元

感覺接受器

運動神經元

聯絡神經元

神經膠細胞

神經髓鞘

引發學生學習動機

活動：要求學生繪一個神經元和一個典型的動物細胞。讓學生們討論神經元和動物細胞的異同。讓學生想一想科學家是如何研究出此種細胞之功能。

教學方法

解釋

在41.1中強調以下幾個概念。

- (1)神經系統包含周圍神經系統和中樞神經系統。
- (2)神經系統可取得、傳送、處理、運送訊息和資料。
- (3)神經系統的細胞包含神經厚和神經膠細胞。
- (4)有三種神經元：感覺、運動和聯絡。

參考媒體

生物科學課本影碟第 5 卷神經圖片。

其中書上有密碼（Barcode），可用電腦與電視放映機連線，立即放映所要的部分。

錯誤概念（misconception）

學生們認為神經元（neurons）和神經纖維（nerves）是同一東西。

解答：解釋神經元是神經系統的基本功能細胞。且神經元包含二種纖維：軸突和樹突。神經纖維是由許多束的軸突和樹突纖維組成的。

歷史上的發現

希臘的解剖學家Herophilus生於320 B.C.，曾描述人腦，並且將神經分成感覺和運動。

補充教材

在黑板上寫下感覺神經元、運動神經元、和聯絡神經元。並要學生寫出各種神經元的功能，並討論其答案。強調感覺神經元攜帶神經衝動到中樞神經，而運動神經則將神經刺激帶離中樞神經，而聯絡神經則負責處理中樞神經內的神經衝動。

作 業

建議讓學生繪出一張人體的神經系統圖，同時標出圖中的各部位並描述其功能。當其學了更多新的知識後，再要學生們重新修正其所繪的圖。

批判性思考問題回答

針對學生課本中的批判性思考問題提供答案給老師。

問題：如何預估在一個罐子內的彈珠數目，不以直接數其數目。你想科學家是如何得以估算出在腦中的聯絡神經數目呢？

解答：比較合適的回答是在某一定空間中的彈珠數目可被決定，而用此數目去乘倍數即可得到結果。而科學家也可利用此方式去估測腦中的聯絡神經數目。

單 例

以一條電線外圍包一層絕緣體為例，告訴學生電線內部就像神經纖維，而其外的一層就像神經鞘。而神經鞘的功能就像電線外包一層絕緣體促使電流只在神經纖內傳導、不洩出外面。

作 業

給學生所需之材料：電線、迴紋針、黏土、膠帶、和紙做成一個三度空間的神經元模型。指導學生標明軸突、樹突、細胞體、許旺細胞、和神經鞘。

獨立研究

要學生們運用已教過的辭彙來畫成概念發展圖，並解說其間的關係和功能。

結尾

要求學生們綜合41.1的資料。讓學生分成4或5個人為一小組整理出綱要，最後和全班一起討論並分享各組的結論。

41.2 對刺激的反應

專有名詞

神經衝動

突觸

反射弧

靜止電位

動作電位

引發學習動機

活動：設立一電路聯線其中有電源、開關、和燈泡。關閉此開關並且要學生觀察發生何現象。再觀察當打開開關後的情形。告訴學生神經系統的功能與電路的開、閉情形相似。

教學方法

強調下列觀念

- (1)神經衝動以電波和化學波方式延著神經細胞膜傳送訊息。
- (2)反射弧是由一群神經元控制一個反射作用。

數學相關知識

神經衝動的傳送發生遠比電的傳送慢的許多。神經衝動是以化學物質和電位的改變方式進行，其進行的速度約為每秒鐘跑100公尺。電流的速度為以每秒鐘跑 3×10^8 公尺的速度，或者光的速度進行。神經衝動遠比電流的速度慢了約300億倍。

科學整合

神經功能之電生理研究是靠物理學的發展。舉例而言，在1987年德國物理學家Karl Braun發明示波器，增加了生理學家在測量神經衝動和研究其間電流的改變程度。示波器是一個陰極射線管，可依電流量的改變如符特或電流的改變而呈現出不同的模式。

加 強

讓學生了解反射是不需學習即會的，其是一種不自主的反應且發生極為迅速。大部分的反射作用是保護身體免受傷害。

歷史上的發現

匈牙利的物理學家Ernst Jendrassik (1958-1921) 發明的嚴特拉雪克氏策略是使二手相握，而用力分離，以試膝反射。此種策略是測試膝蓋骨或契里阿腱的反應。

結 尾

要學生們運用所學專有名詞寫下該章的綱要，並用自己的語言寫下各主要名詞的定義。

41.3 中樞神經系統

專有名詞

大腦

小腦

腦幹

大腦皮質

引發學生學習動機

要求學生描述什麼是電腦和電腦是如何作用的。使學生們了解電腦是具有接受、貯存、取出資訊的電化設計。告訴學生電腦與人腦在某種程度上極為相似。人腦也是使用電能和化學能去接受、貯存、取出資料並控制人體各部分的構造。

教學法

加強下列各主要概念：

- (1)中樞神經系統包含大腦和脊椎。而大腦是主宰人體中樞的器官，而脊椎則負責聯絡腦與周圍神經。

(2)腦幹是負責協調身體的生存功能，小腦是控制肌肉活動和維持平衡，大腦是接收和處理資訊的地方。

補充教材

複習脊椎在反射作用中的角色。同時告訴學生脊椎是控制發生在頸部以下身體的反射作用。

相關資料

診斷死亡或腦死是指腦活動停止。醫生決定腦死是當呼吸停止，沒有反射作用、身體對刺激沒反應、以聲音或接觸方式給於刺激約30分鐘後腦波圖仍沒有改變。一個人是否死亡主要視腦是否死亡。

獨立研究

給學生三種不同顏色的黏土做一個立體的腦。並要求學生標明腦的各部分名稱。

錯誤概念

學生可能認為腦瘤是由於腦中神經元的不正常生長和分裂造成的。事實上，提醒學生們神經細胞與其它細胞的不同，其不是以細胞分裂方式製造新細胞。一個個體自出生後其神經元細胞的數目便不再改變了。而腦瘤是由於腦內的glial cell的不正成生長和發生造成的。

補充教材

特別指出大腦和小腦的灰質和白質所在位置與脊椎相反。並要求學生解釋何以腦與脊椎的功能如此重要。

應 用

腦波圖是一種用於放大、記錄和分析腦的電波的工具。腦波圖是以電極與腦各部位接觸而量得大腦各部位的電壓。此結果被記錄成EEG圖形（腦波圖）。由EEG圖，醫生可診斷出腦部痙攣性的不正常癲癇症。

結 束

讓學生將脊椎和腦的位置、構造和功能整理成一張圖。並在班上討論，修改不正確的部分，加入一些不足的部分。

41.4 記憶和語言

引發學生學習動機

活動：首先要學生們二人一組。其中一位在一分鐘內寫下自己的名字愈多愈好，另一同學負責看時間。之後改用在同樣時間內另一隻手去寫其名字。而後二人交換角色進行同樣步驟。最後要學生描述寫名字的過程如何並解釋其結果。

教學方法

強調下列幾個觀念：

(1)記憶和語言是二個複雜的活動，並分別由腦中的某些特殊區域控制。

背景資料：

大部分的科學家同意有三種形式的記憶：暫時記憶—只存留在腦中數秒或數分；短暫記憶—存留在腦中幾小時或幾天；長時間記憶—存留在腦中幾星期或幾年。

科學整合

生物心理學是結合心理學和生物學。生物心理學家是使用有關神經系統的解剖學、生理學、病理學的資訊去研究人體的心理生長和發育等相關因素。

補充教材

在黑板上、指明布洛卡氏區和魏尼凱氏區在語言上所扮演之角色。並且強調腦部的其它區域和身體的其它部分對於語言而言都是必需的。

加深教材

讓有興趣的學生做一分研究報告探討人可用那些方式來進行溝通。

社會學相關資料

夢（睡眠時想法、知覺和情感之發生）往往會使得人感到印象深刻或感到憂慮。佛洛伊德找出其病人的夢對其生活中的意義。其在1900年，寫下一本書，即為“夢的解析”，主要是記錄其對於病人的夢解析之結果。

醫學上的發現

加深教材：讓有興趣的學生閱讀科學雜誌上一些最近的文章，並且準備一篇關於其它種研究腦儀器的報告（如課本中所提到的PET scanning可協助了解正常腦功能和診斷腦的問題等）。

補充教材：讓學生複習第三章34到35頁中有關放射線的使用。

解說：指出用放射線去標誌物質的方式，可採用放射性的元素來合成物

質。如放射性碳14可以用於合成並標誌葡萄糖。

作 業

讓有興趣的同學找一些可以顯影出人體內部器官的技術，如X光、螢光顯微、和磁能共振影像術；同時了解是如何發展出來以及先後發現時間。

結 論

讓學生整理綜合並討論腦中記憶和語言的角色。

41.5 周圍神經系統

專有名詞

體神經系統

自律神經系統

交感神經系統

副交感神經系統

引發學生學習動機

問學生當他們受到驚嚇時，心跳速率會如何？

◎答：心跳加速且變深沈。

同時告訴學生這反應是不受中樞神經系統控制，相反的是由周圍神經系統控制。並說明周圍神經系統是由位在中樞神經系統外的神經組成的。

教學方法

解 說： ①周圍神經系統是由感覺神經和二種運動神經：體神經和自律神經組成的。

②自律神經系統有二部分：交感神經系統和副交感神經系統。

獨立研究：讓學生去查peripheral, somatic, autonomic和sympathetic的意義。並要求學生去記錄其定義並要求解釋這些字的意義如何與神經系統的相關部分聯接。

不同文化背景的看法

坐骨神經痛是一種醫學狀況與腿部和坐骨神經有關。其主要症狀是由背的下半部到腿部都會感到刺痛。坐骨神經痛是由於脊椎的下半部壓迫到坐骨神經而造成的。愛德文史密斯醫學抄本中搜集了一些古埃及的手寫醫學知識，顯示出埃及生理學家非常熟悉坐骨神經痛的症狀。在古埃及和目前的處理

方法是臥床休息。

歷史上的發現

在1920年諾貝爾獎生理學得主Otto Loewi發現當不論是那一支自律神經系統被刺激後都會釋放出一些特殊的化學物質。

重 教

在黑板上寫下：緊縮大部分血管、減弱腸壁蠕動、和減弱膽囊釋出膽汁。告訴學生這些情況均是由於交感神經系統作用造成的。並要學生指出有那些是與副交感神經系統有關的。

結 束

要求學生把41.14的圖抄在自己的筆記簿上，並要求學生註明各別的功能。最後並用學生的圖重複講解一次。

41.6 感覺器官和感覺接受器

專有名詞

視網膜

耳蝸

引發學生學習動機

活動：讓學生們二人一組。讓學生們在燈光極足的教室中，一位當關燈後再觀察其組員的眼睛。要求組員閉上雙眼，並且手遮住。二分鐘後叫他睜開眼睛，觀察其眼睛，一分鐘後再重覆一次。觀察者和被觀察者互相交換角色。並要求學生們討論其觀察到的現象同時並解釋其間的改變。

教學方式

解說下列主要概念：

- (1)神經系統的功能之一是對周圍環境的改變加以感覺和反應。
- (2)身體的感覺器官包括眼、耳、舌、鼻和皮膚。

類似（相似）

比較人的眼睛如何在視網膜上聚光形成影像和照像機在底片上如何形成影像的方式。可能的話把一台照像機打開讓學生看到如何成像的原理。

應 用

聾人的失去聽力，可能由許多原因造成。如：耳蝸的缺陷或聽覺神經的缺陷所造成的，也可能是中耳的骨頭的不恰當傳導造成。助聽器可放大聲音，通常用於輔助聽覺。人造耳蝸，是一種可以將聲音轉成電訊，通常可以手術方式植入克服聽覺障礙。

重 教

建構一個圖來顯示聽覺和視覺產生之過程圖。並要求學生抄在筆記本上協助其複習用。

背景資料

不同於人類，魚的整個身體都分布有味蕾。魚的味蕾是提供給魚有關周圍水環境的資訊。

補救教學

加強嗅覺和味覺間的關係。

活動：以腊、檸檬汁和水使棉花球飽和。並要學生們自告奮勇到講台前面閉上眼睛，每一位學生都拿一棉花球放在鼻子下，並要求學生說出其沾滿何種物質。之後要學生想想棉花球的味道是否會引發其唾液腺的分泌。

結果：水不會，檸檬汁和腊會。

合作學習

計畫：完成一分計畫，名稱是研究三種不同藥物是如何影響神經系統。

分組：要學生們4人一組，並指定每一個人擔負一責任：如負責研究指揮，收集反據結果，整理資料結果和報告者。提醒學生組內任一人都有可能被叫來解說該組所做研究並解釋原因。

加深教學

讓有興趣的同學去研究各種不同的感覺接受器，如眼睛的柱狀和角椎狀細胞。並要學生報告其結果。

多種文化的看法

針灸是由中國人發明出來的。針灸是用非常小的針刺入皮膚內的特殊位置。而針會刺激皮膚上的神經而導致腦垂體分泌止痛的endorphins在血液中。針灸往往當痺醉藥來使用。

結 束

將學生們分成四人一組，要學生們寫下本節的綱要內容。並要求學生們互相討論而後綜合其答案，最後做分組報告。

科學、科技和社會

在學生課本中有一篇文章：人工智慧，此部分結合了科學，科技和社會三部分。要求學生看完此篇文章後，並回答下列問題

(1)何以機器人可以取代人類而進行某些工作？

最可能的答案是機器人可能做一些人類感到厭煩的例行工作，機器人所需花費的錢比人少，且有些工作對人而言相當危險但對機器人而言則不。

作業

讓學生們分組研究討論人類有那些不同的方式使用電腦。並要求學生用圖來表示出各種各不同使用電腦的方式。

數學相關資料

電腦的記憶體即指可被貯在電腦中資料的數量，是以byte為單位。現今大部分電腦記憶體的貯存容量相當大，往往以Kb或Mb來代表。1個Kb相當於1000 bytes，而1個Mb相當於1億個bytes。個人電腦的記憶容量目前正在發展gigabytes。

活動41

時間：需20分鐘。

組別大小：2人一組。

背景資料：看734B頁。

提醒：事前準備材料和合作學習之進行可參看734B頁。

結論：反應時間會隨干擾而增加。一個人開車或者做其它危險的活動時需快速的反應且避免其它的干擾。干擾包括了說話、大聲的音樂、以及收音機。
說明：反應時間可能會因內在的干擾而增加。

41章總複習

此部分教師手冊中提供了配合題、是非題、複選題、概念簡答題、批判思考性問題等詳細的解答。

三、比較我國和美國 Addison-Wesley 生物科學教師手冊之比較

由於美國高中學生畢業後不需經過全國性的考試即可進入大學，其國家也沒有統一教科書的制度，是以有許多的書商與大學教授和高中生物老師合作發展生物教科書，因此，書商間彼此競爭，所以出版的書則必需是能符合老師、學生需求，也就是必需配合時代社會、教學理念和國家教育政策才能生存下去。

因諸多理由，所以可以發現在這本1994版的 Addison-Wesley 書中則反應了許多教學理論、理念的應用，如在此手冊中著重於如何引發學生的學習動機，運用 Johnson 和 Johnson 的合作學習於活動中加強學習效果，並採用 Novak 的概念發展圖於複習重整學生概念，以及前知識、錯誤概念的澄清等認知學理論的應用於如何協助學生修改錯誤概念建立有意義的知識並促進有效學習，除此之外，更以 Yager 所提出的 STS（科學、科技、和社會）與所教之科學互相整合。

因之，整本教師手冊，充分呈現了告訴老師如何促進學生學習興趣和學習效率。其告訴老師可在何處確切以何種活動或提出何問題來引發學習動機，並提供老師學生可能會產生的錯誤概念和如何澄清的內容和許多相關的教學媒體，如影片、影碟、電腦軟體等等。可看出就算是第一年教書的老師採用了手冊將不會再有學了許多教學理論和科學知識，卻不知如何在何時採用何法以及如何設計活動於某科學知識的挫折。

最重要的是，整本教科書之科學知識的呈現是充滿了趣味、與實際生活結合，再加上多種媒體的配合，生物課不再是課本上的知識了。教生物也不再是要學生記憶生物名詞和片段獨立知識，教生物將充滿了嘗試和趣味，學習生物將更形有趣。

而我國的生物教師手冊則主要是提供老師更深和更詳盡的教學資料，用來協助老師如何回答解決學生在學習中產生的問題。是以對於剛畢業的學生則往往面臨不知如何以活潑的方式來傳達生物知識，不知在何時和如何運用何種教學理論和教學法於何生物知識。此外，同內的教師手冊並未反應反種教學理論和理念之應用，仍是處於如何解答某生物知識問題的詳盡解釋，是以對於如何

使教生物活潑化，學生學習興趣和效率之增加和可與生活結果，似乎仍是我們該努力的地方。

拾壹、日本高中地球科學

羅珮華

一、教科書之教師手冊介紹

- 1.書名：地學（改訂版）
- 2.作者：大森昌衛和森本雅樹等七人
- 3.出版年份：西元1993年
- 4.出版者：實教出版株式會社
- 5.出版文字：日文
- 6.其他：平裝，共250頁

二、緒 論

「地學」課程在日本就相當於「地球科學」課程在台灣。但是在課程結構和實施上，二種課程有著很多不同，如：(1)日本的地學課程內容包含天文學、氣象學、地質學，不包括海洋學；我們的地球科學課程涵蓋了天文學、氣象學、地質學、海洋學。(2)日本的地學課程可分為地學IA、地學IB、地學II，其中地學IA和地學IB是理科五個必修領域中的課程，地學II則為選修課程。台灣的地球科學課程則分為必修的基礎地球科學和選修的地球科學。(3)由於日本新課程沒有硬性規定要在那一學年或學期實施地學課程，而且有不同的課程學分，學生可根據自己的興趣選課，其中地學IA是2個學分，地學IB是4個學分，每個學分的教學時間是35節，每節50分鐘；地學II是供對這方面更有興趣的學生的進階選修課程。台灣的基礎地球科學為一個學期二個學分的課程，於高一上學期或下學期實施，高二、三各有地球科學選修課程，然而受聯考影響，目前幾乎沒有學校開設此課程。

本文內容針對地學 II B課程所使用的教科書之教師手冊做介紹，並與我國基礎地球科學課程教科書之教師手冊比較。

三、地學教師手冊總說

地學教師手冊在手冊開始處，先編排總說，將編排方式、注意事項、指導計畫和時間分配等逐一說明同時將學科本身的特性指出來，使教師們在使用本手冊時，更能充分利用本手冊。

(一)地學指導上的注意點——地學的特性：

1.地學的體系：

地學是地球科學的簡稱，以地球為對象的科學，所包含的學門如右圖。因為所涵蓋的學門多，常常被誤解是許多不相關的科目拼湊在一起。這種被誤解的原因之一是大學中將各學門分於不同科系。

2.與地學有關的空間之重要性：

空間是自然界的構成要素，空間的廣大延伸與空間的配置、構造有關聯。地學就是探討在這種自然界下的物象，所以認識我們自己在廣大的立體空間的位置才是重點。觀測是認識的出發點，觀測是我們對空間把握的基本操作。在高中地學來說，認識空間需要注意以下幾點：天文現象與氣象、地形及地質構造都佔有巨大的空間，但是只是經由圖上來理解這些現象，是否真的能理解，實在有問題。例如：對天氣圖上的低氣壓及前緣面的理解與實際上我們頭頂雲層配置的結合，這種將圖與實物結合的態度就是要實地觀測，也就是學習的態度。與地質有關的也是一樣，例如在量測走向、傾斜的時候，需要知道量測點在全體地質構造所佔的位置、構造盆地中心與量測點的相對位置，也就是在廣大空間中不迷失方向。要了解在全體當中的關係位置的基本方法就是要實地見習。以台階地形為例，與其看圖上的剖面來理解，不如見習實際地形。

3.地學的時間問題：

地學是一種歷史科學，時間是一個最重要的因素，特別是長久的時間，在考量空間問題時，了解時間的比例尺是巨大的，是一個學習的重點。時間的問題中，中心課題是時間持續作用下所造成的結果在空間配置的順序。如：大陸周圍山脈的配置，反映其形成的先後順序。地層的疊置亦是空間化時間的表現；河階的高低配置，亦是空間化時間的表現。有關時間久長的認識，可以由山地侵蝕速度及隆起速度來理解；生物演化速度問題，譬如第四紀二百萬年，相較於古生代到現代數億年的時間，前者時間短，所以生物變異不多，後者時間長，生物發生巨大的進化。這裡的重點是在了解時間長短是超越我們日常的生活經驗，以及時間長久所造成的現象。而這裡所討論的地學時間問題與後面的地學歷史性不同，時間是組成歷史的一個因素而已。

4.地學的關連性：

事物之間是有關連的，這便是所謂的因果關係，更廣泛地，要注意相關關係和相互作用。自然界的事物不是單獨變化的，外界的變化也會反過來影響事物本身的變化。對問題應有的態度是常常思索事物間的相互關連，這對從自然取材的地學來說特別重要，值得重視。自然界間生物的相互關係是無可置否的，生物與地表的關係，與氣圈、水圈、生物圈的關係，還有，特別是人與人間的相互關係，沒有掌握相互關係的學習將無法體會有機的自然觀。關連性指的是知識之間的，不是現象間的。例如：若能明白火山活動的形式與熔岩的化學成分的知識是有關連的，就容易理解火山活動形式的特徵及火山地形；位置較高的河階年代較老，河階上的礫石也風化較深；火山灰層較厚的地方，河階的穩定性也較差而易崩塌，這些都與河谷的侵蝕發育史有關。要像這樣理解各方面的事實是互相關連的，知識不是片斷的，而是有體系的。

5.地學的歷史性

歷史性是時間在空間舞台上所留下來的現象。這個現象分解來看，每一部份都遵從物理、化學法則；而且在空間中的種種形形色色的物質、物

體是相互關連的，物質和物體在反應合成的過程中是不違背數學、物理、化學法則的。更高層次的法則即是歷史發展的法則。宇宙的進化，地球的進化，生命的進化等，進化現象是歷史性的表現。由形形色色繁多的偶然因素所編織而成的特徵，從大處來看，偶然性必然造成變化。因而，在形成的過程中，偶然的因素是創造特殊的原因，即同一因不一定造成同一果；在沒有偶然性因素的條件下進行物理、化學實驗，同一因即得同一果。歷史性前面所提列的時間性和關連性的高度化產物，對高中學生而言，是稍微難於理解的概念。但是，準備階段的時間及關連性的意義是容易理解的，特別是對關連性培養出興趣後，會發現歷史性的意義。當前重要的目標是使高中生具有對空間、時間、關連等意義有所理解。

6.地學的地域性:

地學探討的事物現象具有強烈的地域性特徵。地域本身即是個獨立的考量因素，可以和其他地域比較，什麼是共通點、類似點。雖然事物都具有一般性及特殊性，但只有特殊性才是地域和歷史的構成要素。

科學的態度是著重一般性，而不考慮特殊的、個別的事物。但是，科學態度是為對一般性有更深入的了解，對於具有如地域性的特殊事物在全體中所佔的位置及其意義應有所明白。以前的學習重點是與人生自然有密切相關的地學，儘量避免地域性的事物；現在的方法論是經由人生自然的體驗，從局部之中認識並整理出一般性法則與專門研究必備之物，學生學習並認識這些根本的東西。

7.地學與人的關係：

地學意外的成為有人味的學問，人是地學構成的材料；所以，地學教材是取材自人類日常生活的周遭環境。前面所提到的地域性問題，就有就近取材的意思；在增進學習興趣的同時，就近取材是認識自然界的最根本手段。還有，近來人類活動對地球的大自然產生巨大的影響，人與地學的關係更深刻了。地學教育不能脫離人的生活及人為因素，地球上的大自然與人類的活動變化是呈互動關係的，所以叫做有生命的地學。人類的作用應看做是一種對地球的作用營力，公害及環保問題應當編入教材。

(二)地學改訂版教科的編修方針：

1.基本方針：

- (1)全書的構成、配列及記述是以自然科學方法論為準則。
- (2)地學的特徵是物象的多樣性，物象彼此間的關連性及歷史性是綜合的重點。

2.編修上的特色：

- (1)地學與其他理科科目在性質上的相異處，也是它本身最大的特徵是空間和時間尺度都很巨大。這種的特色學習需要從周遭的事物現象出發，進而理解尺度巨大的事物現象，如此一來，學生認識這些事物的順序就會很自然。這點是本書全體內容編排取捨的考量點。
- (2)地學的重要特徵是具有學習自然界形成過程的歷史科學性質，自然界形成史為全書構成敘述的骨幹。
- (3)就上述(1)的觀點，依著下面的順序學習：身旁周圍的土地（地表的事物與現象）→ 日本列島與世界地學的自然→ 地球全體的構成與活動→ 太陽系的構成→ 星的世界→ 宇宙全體的樣子。可以對空間有廣泛深入的認識。
- (4)同樣的就上述(1)、(2)的觀點，依著下面的順序來學習：身旁周圍土地的成立史→ 日本列島與地球的歷史→ 太陽系的歷史→ 星的進化與宇宙的歷史。可以對時間尺度的巨大有深入的理解。
- (5)(3)和(4)的內容是表裏一體的，本書特別針對空間的認識，時間的認識，以及空間和時間的有機結合來展開敘述的內容。
- (6)自然的認識以地球及宇宙為對象的地學方法是：累積具體的觀察（觀測）事實→ 歸納出法則（一般化、抽象化）→ 綜合化。隨著這順序可以接近真理，這是本書論述的考量點。
- (7)與(6)關連的是，避免概念和理論的記述、個別事實及理論的機械式暗記，要重視對自然物象的觀察與思考的養成。由(6)和(7)兩點的結合，可以體驗得到科學方法。

- (8)人類的存在與活動與自然界的歷史有很深的關係，自然與人類結合物象的理解是走向未來的指針。
- (9)實驗、實習是經由學生們簡單地組合來進行的，基本上以實用性的考量重點，精選題目與內容，對於每一個題目要明確說明實驗、實習的目的及作業流程：目的→準備→作業→考察，還有就是理解本文中有關事項的內容。
- (10)在附錄裏，除了本文學習有關的重要圖表外，還對本文內容作更深入的補充說明，在封頁及書中其他部份附有具有視覺教育效果的重要照片及圖。
- (11)隨筆記事包括了關於與本文記述有關連項目的新的研究成果，與人的生活有關連事項，深深考慮到對學生地學的關心。
- (12)爲了深入各章的學習，本文中有初步練習的問題，各章後有應用問題，還有深入理解的綜合練習題。此外，還在各章插入針對學生自發興趣而設計的具體研究課題。

(三)「地學改訂版」的學習指導計畫

1.學習指導計畫的立案：

(1)配合實際情形：

學習內容見於學習指導要領，但是，學習內容難易的程度決定內容是否採用。因此，學習指導要領所列的內容不應一視同仁的採用。而應考慮學生的能力、學校的設備等條件而選擇指導事項及作成重點指導計畫。

(2)指導所需的時數：

全年指導計畫一覽表內所列的時數是考慮下面陳述的幾點而作成的。倘若實驗、實習、討論認真來進行的話，指導時數會不夠用。因此，依實情而決定重點，針對此重點投入所需時間，如此也造成了一些不良的影響，有些內容只能輕描淡寫的帶過。但是，此處所說的是內容輕重的考量，而不是內容的刪除，教學的重點是在實質的效果，而不是全書均等網羅內容。

(3)各項的指導順序：

學習的指導順序是針對習得自然科學方法論為著眼點而編組的，考慮到地域性、季節和其他因素，順序可以做適當的調整。

2.全年學習指導計畫：

全年學習指導計畫是考慮到學校的種種實情而設計定案的。例如：原本四個單位的授課時數是140小時，可依學校行事和其他實際情形，將課程縮為116小時；這時將教材中的某部份刪除不教，再依進行的程度隨時取材。

(四)全年學習指導計一覽表：

全年學習指導計劃一覽表

月	指導項目	時數	指導內容	實驗·實習	與指導要領的對比
4	前言 快樂的	2			
	第一章 地殼的歷史	35			地球的歷史
	1.土地的形成	(7)	土地和人間 沖積平原 台地和河階	1.簡易測量	A.地層 地層的形成 地層的層序及對比 B.地殼
5	2.地史的復元	(12)	地層和地質調查 化石和地質年代 過去的地殼運動	2.地質圖、地質剖面圖及地質柱狀圖的製作	最近的地殼變化，地質時代的地殼變動 C.地球的進化 地質時代
6	3.日本列島的地史	(14)	日本的地質區 日本列島的地史 日本的地下資源		D.日本列島的地質 日本列島的特徵，日本列島的成立
	問題	(2)			

月	指導項目	時數	指導內容	實驗·實習	與指導要領的對比
7	第二章 地球的構成	39			地球的構成
	1.地球的內部	(14)	地球表層的構成物質 火山和地震 地球的構造及性質	3.以肉眼及顯微鏡觀察火山灰和岩石 4.地震調查	C.地球內部的能量——地震、岩漿及火山活動 A.行星地球 地磁與重力
9	2.地球的氣圈		對流圈 雲和雨的成因 大氣的運動 大氣的能量 氣候	5.校內的氣象調查	B.大氣和海洋 大氣的運動
10	3.地球的水圈	(8)	水的循環 陸水的運動 海水的運動		B.大氣和海洋 海水的運動 大氣與海水的相互作用
	問題	(2)			
11	第三章 太陽系的歷史	19			
	1.原始地球	(6)	來自宇宙的線索 地球三圈的形成 生命的起源		地球的歷史 A.地球的進化 原始地球
12	2.太陽系的構成	(9)	太陽系的構造和運動 行星的特徵 彗星與流星	6.製作哈雷彗星的軌道模型	地球的構成 A.行星地球 地球的特徵
	3.太陽系的起源	13	原始太陽系星雲的誕生 行星的形成		
	問題	(1)			

月	指導項目	時數	指導內容	實驗·實習	與指導要領的對比
1	第四章 宇宙的構成	19			宇宙的構成
	1. 恒星	(11)	太陽 恒星的世界 恒星的進化	7. 星空的彩色攝影	A. 太陽 太陽的形狀 太陽的活動 B. 恒星 恒星的放射 恒星的演化
	2. 銀河系和宇宙	(7)	銀河系的構成 宇宙的構造		C. 銀河系與宇宙 銀河系 銀河系外星雲 宇宙
2	問題	(1)			
3	結章 宇宙和物質的進化	2	我們和自然 (I) 宇宙和物質的起源 銀河和星的誕生 我們和自然 (II)		

四、地學改訂版教科書內容

封面說明

前言 快樂的地球科學

第一章 地殼的歷史

1. 土地的形成

2. 地史的復元

3. 日本列島的地史

章末問題

第二章 地球的構成

1. 地球的內部

2.地球的氣圈

3.地球的水圈

章末問題

第三章 太陽系的歷史

1.原始地球

2.太陽系的構成

3.太陽系的起源

章末問題

第四章 宇宙的構成

1.恆星

2.銀河系和宇宙

章末問題

結章 宇宙和物質的進化

實驗·實習

五、地學改訂版教師手冊範例說明

第一章 地殼的歷史

〈照片說明〉空中見到的關東地方，這是日本最大的平原。平原並不是單純的平面，河川流過的沖積地（白色部分），為複雜的細谷切割的台地、丘陵部分（灰色部分）。平原是第四紀的海進、海退所造成的土地，山地是第四紀及先第四紀數百萬年來持續的地殼運動所形成的。但是，土地的表面部分不是水流自營力所造成，而是數十年來人類營力所造成的。東京灣的海岸線呈梳子齒狀，海灣的西邊是東京都的中心所在，已失去綠地的台地和丘陵是顏色特別白的部份。地表今後的變化，可以經由對地質時代迄今的地殼歷史之瞭解來進行預測。

●本章的指導說明：

1.本章的定位及目標：

(1)為什麼第一章討論地殼的歷史？

地球科學是歷史科學，經由對現在現象的理解，可以明白自然界發展過程中所發生的事情。第一章可以銜接前言的宇宙、自然界全體的歷史。

(2) 為什麼按照土地的形成 → 地史的復原 → 日本列島的地史這個順序？

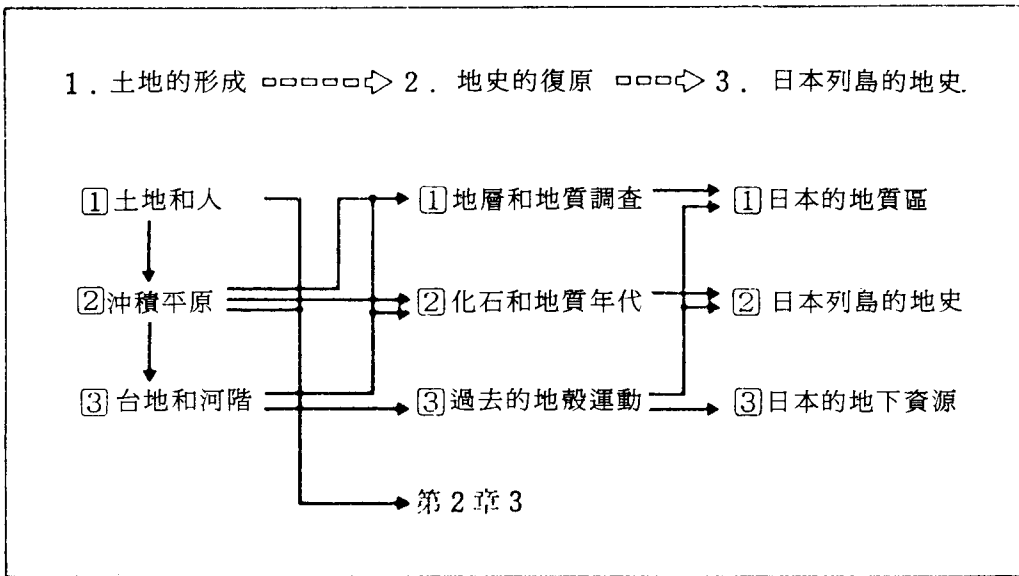
這是依照地史材料 → 地史解讀方法 → 地史綜合討論，這個流程來考量的。

(3) 以由對事物直接接觸所得到的體驗為基礎，進一步認識事物是有歷史的。

(4) 本章學習的東西如何構成全部地學的一部份？

以現在所見到的現象是歷史的結果的觀點，可以明白第二章有關地球現象的分析，理解必然性。

2. 本章內容及彼此間的關係：



3. 本章導入部份的利用：

本章導入「土地和人」，是有以生活環境為起點的意思，這樣由所居住地域的地學特徵及歷史著手，從而注意到有關的災害問題，因此認識到地學是與生活密切有關的科學。導入與地盤災害有關的子題「沖積平原」、「台地和河階」，在講授第二章時，可以取材顯著的事物，這樣的話，可以觀察學校附近的地形及地質剖面，還有用幻燈片來說明災害關係，可以達到高度關心土地的效果。

< 範例 >

第三節 日本列島的地史（14時）

●指導解說——

1.目標：

利用地史復原的方法來探討地球歷史及日本列島的形成。日本列島歷史的學習是綜合討論的一個例子。

2.指導的重點：

- (1)學習無機地史和生物的歷史。
- (2)不要讓故事中斷。
- (3)繼續學習發生、變化、發展、消滅的法則。
- (4)由日本列島的歷史現象來看全球有關連的歷史現象。
- (5)例如：脊椎動物可以追蹤從牠出現到現在的歷史。

指 導 內 容	指 導 上 的 注 意 點	指 導 上 的 功 夫
(1)日本的地質區		
①構造線和地質區	<ul style="list-style-type: none"> ◆把握日本列島在構造線及變質帶的特性，可以分成幾個地質區要點。 ◆注意日本列島最靠亞洲大陸的飛驒地區。 	◆利用書尾的日本地質來指導說明。
(2)日本列島的地史		
①日本的黎明	<ul style="list-style-type: none"> ◆日本最老的岩石是飛驒片麻岩是大陸地質的一部份。 ◆世界最老的化石是非洲東南部發現的33億年前的細菌化石。 ◆把握從光合作用生物出現到多細胞生物進化的一連串過程。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆日本列島地史的教學可以利用電影、幻燈片、化石標本有地質調查經驗的老師可以談談經驗。 ◆說明對日本列島地史研究有貢獻的重要人物及事蹟。
②日本基礎的建造 (I)	<ul style="list-style-type: none"> ◆注意日本最老的化石是志留紀的床板珊瑚類。 ◆從古生代志留紀以降日本附近的地向斜受到安倍族造山運動，本州造山運動而陸化。 	◆編寫鄉土地史，有野外實習的地點更好。

指 導 內 容	指 導 上 的 注 意 點	指 導 上 的 功 夫
③古生代的生物界	<ul style="list-style-type: none"> ◆把握前期無脊椎動物繁榮及後期兩棲類出現的時代。 ◆注意陸生植物的出現及兩棲類的上陸。 	◆參觀水族館，思考生物進化。
④日本基礎的建造 (II)	<ul style="list-style-type: none"> ◆中生代的日本列島、新的地向斜形成，古生代的地向斜隆起，注意此時有世界性規模的阿爾卑斯地向斜。 ◆注意受廣島變動影響地區的分佈。 	
⑤中生代的生物界	◆在植物界，裸子植物繁盛，被子植物出現；在動物界，爬蟲類及菊石繁盛。	
⑥第三紀的生物界	◆強調現所見16目的高等哺乳動物的出現。	◆參觀動物園，思考生物進化。
⑦弧狀列島的成立	◆理解晚新生代的綠色火山灰運動，進行日本列島骨架的建造，其後的島弧變動則造成弧狀列島及海溝。	
⑧冰河時代和人類	<ul style="list-style-type: none"> ◆理解現在的日本列島是反映冰河時代的事物。 ◆第四紀是人類的時代，由人類勞動進化的觀點來取材。 	◆原始生火法，參觀石器製作（可行的話）。
(3)日本的地下資源		
①礦床的種類	◆由日本列島形成過程中所伴生的礦床來取材。	◆礦石實物標本見習。
②古生代的地下資源	◆注意キースラーカー，以及石灰岩等有用的地下資源。	
③中生代的地下資源	◆指出白堊紀花崗岩侵入所伴生的火成礦床等地下資源。	
④新生代的地下資源	◆指出古第三紀的煤，新第三紀的黑礦、石油及地下水等地下資源。	
⑤地下資源與生活	◆關於地下資源的利用，必需考慮到從整體的觀點來進行檢討。	

●內容解說

1.日本列島的地質構造 (P.46)

Fossa Magna是由德國地質學者E. Naumann所命名的大地溝帶。

糸魚川——靜岡構造線是由許多斷層集合而成的，由新潟縣的糸魚川經姬川到達松本，沿線有許多晚新第三紀形成的地形斷層崖。但是，最近認為在Fossa Magna的東邊有柏崎——銚子構造線存在。

中央構造線是大斷層，由諏訪沿赤石山地往西南延伸，由豐川谷經伊勢灣、宇治山田、紀川、吉野川到達松山，向西南更延伸到九州。中央構造線最初形成於中生代初期，中央構造線的內側是由片麻岩及角頁岩所組成的變質帶，為本州地向斜堆積（古生代秩父層），因古生代末期的造山運動而變成的。這斷層目前還在活動，為有名的活動斷層。

中央構造線的外側（西南日本外帶）有分隔古生代秩父層及時代不明的中生代地層的佛像——糸川構造線，乃大規模的斷層。一般認為此斷層是阿爾卑斯造山運動所形成的。

2.日本列島的地史

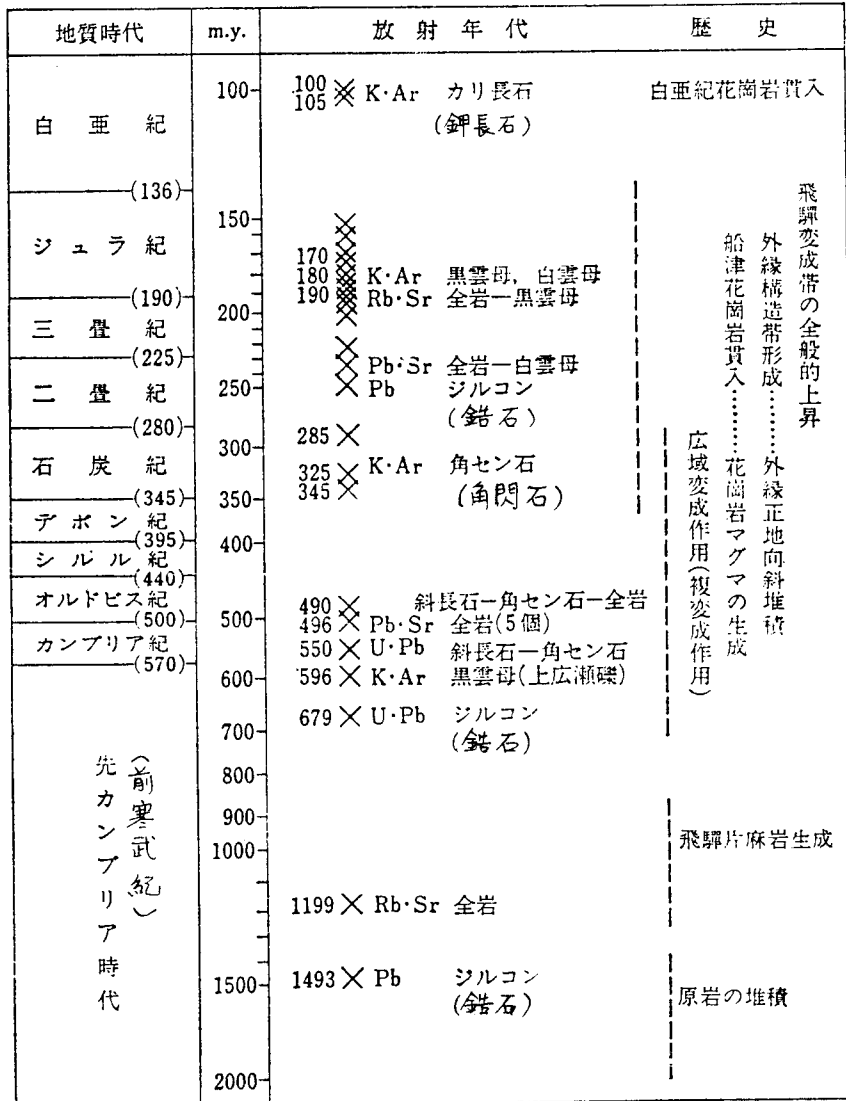
▲日本列島的基盤 (P.47)

現在日本列島發現的化石最老的是志留紀（約四億二千五百萬年前），分布於北上山地南部及西南日本外帶的黑瀨川構造帶。雖然有在岐阜縣發現奧陶紀介形蟲的報告，由於介形蟲是新種，其指示年代的準確性有待進一步確認。

飛驒變質岩分佈於富山、石川及岐阜等縣，基於以下的理由，一般認為飛驒變質岩是志留紀以前的日本列島之基盤。

- (1)飛驒變質岩的岩性與分布於亞洲大陸遼東半島的始生代片麻岩相似。
- (2)全部由飛驒變質岩所組成的飛驒山地構成日本的脊樑構造，其走向及其他後期變質岩分布之走向均與日本列島延長方向平行，飛驒山地構造線控制日本列島古生代以後的造山運動，其情形類似大陸地質由始生代及原生代岩石所構成的構造。
- (3)分布於飛驒山地的古生代地層，由志留紀開始全部變成飛驒變質岩，古生代地層中不見有不整合存在，飛驒變質岩看起來像堆積於基礎上的構造。

有些地方以鉀——氬定年法所定的飛驒變質岩的絕對年代，大約是1.7億



飛驒片麻岩 絶対年代 (加納博編)

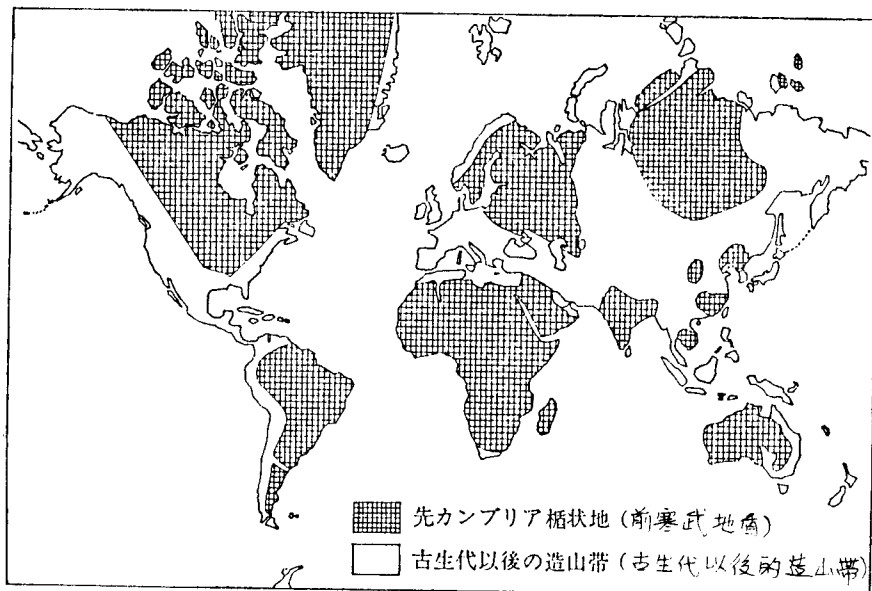
飛驒片麻岩の絶対年代

至2.5億年前，與前述飛驒變質岩的年代爲前寒武紀存在矛盾。但是，在1970年於岐阜縣七宗町沿上麻生の飛驒川，在美濃帶的古生代地層中發現有發達的層間礫岩（命名爲上麻生礫岩），礫岩含有紅柱石與矽線石、片麻岩的圓礫。片麻岩礫中的雲母經鉀—氬法及鉀—鋇法所測得的絕對年代爲10億年至17億年的前寒武紀時代。飛驒變質岩與片麻岩礫的關係並不清楚，但根據以下三點事實來考量，推定飛驒變質岩的一部分和上麻生礫岩中的片麻岩礫一

樣都是前寒武紀時代變質的，三點事實是：①飛驒變質岩含有矽線石片麻岩及石榴子石片麻岩等類似岩石。②飛驒變質岩現在的出露範圍與美濃帶古生代地層的關係。③美濃帶古生代地層的地質構造及古生代地層的岩相變化。

●地球最老的岩石 (P.48)

北美、巴西、西伯利亞、中國東北、澳洲西部、南極大陸東部、印度南部、非洲南部和東部、斯堪地那維亞半島等地為低平安定的地盾。構成地盾的前寒武紀的岩石當中，年代最老的是格陵蘭西部的片麻岩，絕對年代測定值為37億年至40億年。此外，美國蒙他那州西南部也發現38億年的片麻岩，這片麻岩是由沈積岩變質而成的，因此岩石形成的年代應更為古老。



世界上的地盾分佈

●地球最古老的化石 (P.48)

現在所知的最古老的化石是由南非的Onverwacht層中發現的藍藻，年代為34億年前。此外，由南非的Fig Tree層中也發現有細菌與藍藻的化石，其年代約為31億年前。

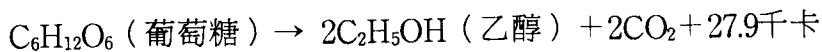
最近對於沒有遺體殘存的生物，經由對組成生物體有機物的理解，可以在地質時代的堆積物中找尋所謂化學化石的生物體殘留下來的有機物證據。

前寒武紀的岩石裏面發現有化學化石，南非的Onverwacht層中發現有被認為是非生物起源的碳水化合物，這說不定就是地球上生命發生初期的有機物化石。

●綠色植物出現的意義（P.48）

原始地球的氣圈沒有氧氣，在沒有臭氧層的環境，太陽的放射線及紫外線可以直接照射地球，強的太陽輻射能會促成構造複雜的高分子有機物（蛋白質）的合成。但是，一旦細菌及菌藻類等簡單生命生成以後，這樣強的能量對簡單生命的發達變成一個障害，這可以由現在放射線及紫外線的照射可以破壞細胞造成死亡而類推。

但是，綠色植物進行光合作用釋出自由氧氣集積於氣圈，形成臭氧層，而地球上的簡單生命為了防護放射線的作用，發展出大型的生命。在地球無氧的狀態下最初出現的生命是生活於嫌氣性環境的營養型生命，這些嫌氣性的生物可以在無氧的狀態下分解物質，並利用分解作用所釋放出來的能量生活。例如進行下列的反應：



原始地球的氣圈集積自由氧氣的結果。促成利用這些氧氣的有氧性生物的形成。這些生物利用體內的各種酵素分解食物以補充體內的養分及攝取能量。例如，人類吃的澱粉類在體內分解成葡萄糖後吸收，最後轉化成二氧化碳及水，這個變化和上述嫌氣性生命攝取營養而伴生的反應相對應。

綠色植物的光合作用反應是葉綠素利用太陽能將水與二氧化碳轉化成澱粉。這個反應是上述嫌氣性生命所進行反應的逆反應。同時，利用作為有氧性呼吸作用特徵的氧化還原酵素來進行多糖類的合成與分解，這個事實指示綠色植物是介於嫌氣性生命與有氧性生命的中間生物。

最初的大氣所含的氧氣比現在的少，此外還含有相當多的二氧化碳、氮和硫化氫。但是，綠色植物出現以後，由於植物的光合作用釋出氧，造成大氣中氧氣的增加而成為組成氣圈的氣體。

前寒武紀時代已出現有綠色植物，證據有北美洲Gunflint層及其他岩層中發現的綠色植物化石，此外還發現有葉綠素分解後產生的pristane、phytane及氨基酸等化學化石，指示綠色植物的存在。

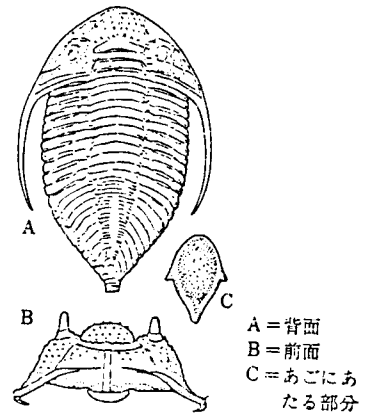
前寒武紀時代的大氣中氧氣的集積，在地表上氧氣與各種元素進行結合

即氧化作用。例如在20億～30億年前的地層中發現有大量氧化鐵富集所形成的鐵礦床，表示當時的大氣中有相當多的氧氣存在。此外，海水中生成的碳酸鹽、鉀鹽及硫酸鹽是海水中無機元素結合而成的，包括石膏、硬石膏、石灰岩及白雲岩等在海底沈積而生成的。在這種化學沈澱作用之下形成的與生物的代謝作用有關係的石灰岩也為人所知，年代在10億年～20億年前的石灰岩，許多具有葉狀及同心圓狀構造，這些石灰岩稱作Stromatolite，是前寒武紀時代的海洋中繁茂的海藻類代用所形成的，烏拉山脈的Stromatolite見於年代較輕的石灰岩，具有較複雜的構造。

前寒武紀時代的大氣中有大量的自由氧氣，和現在的大氣組成相似，出現大量具有大型外殼的無脊椎動物群。

●日本最老的化石（P.51）

對於日本志留紀地層分佈情形的瞭解始於1937年，在岩手縣大船渡市通口澤的石灰岩中發現有志留紀的床板珊瑚類Halysites和Favosites，其後在日本各地也發現有這種含有Halysites珊瑚的石灰岩。由於分佈於宮崎縣的志留系的最古老部分發現有三葉蟲Coronocephalus化石，這是日本最古老的化石，時間約為四億二千五百萬年前。



日本最古 三葉虫（コロノセファルス・コバヤシイ）（小島による）

●安倍族造山運動和本州造山運動（P.51）

日本東北的北上山地南部有志留紀至三疊紀的造山運動殘跡，這個造山運動稱作安倍族造山運動，安倍族這個名字是來自古時候東北地方的豪族之名。安倍族造山運動可以約略分為以下幾個階段：(1)前地向斜階段（志留紀）(2)優地向斜階段（泥盆紀～石炭紀早期）(3)褶皺斷層活動，上昇侵蝕（清水褶皺）(4)鬼丸海進（石炭紀早期末～晚期）(5)褶皺斷層活動，上升侵蝕（世田米褶皺）(6)由上昇地區提供礫石（二疊紀～三疊紀初期）。

以上的變動相當於歐洲的華麗西造山運動，可以看作是日本的華麗西造山運動。另一方面，在西南日本並沒有安倍族造山運動的殘跡，但後二疊紀晚期至三疊紀晚期，在西南日本有所謂的本州造山運動發生。

●加里東造山運動及華麗西造山運動（P.52～53）

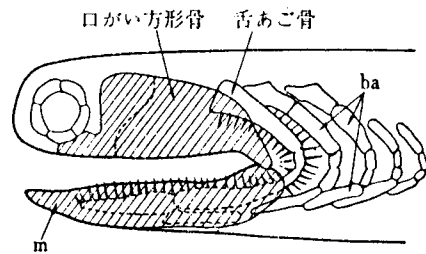
加里東是蘇格蘭的舊名，為具有加里東造山運動殘跡的最典型地區之一，加里東造山運動之名即由此而來。

華麗西是古德國的一個民族，由於華麗西造山運動殘跡在德國十分發達，因此得名。

●原始魚類（P.54）

最古老的脊椎動物化石產於美國科羅拉多州奧陶紀的淡水地層，是由鱗片推定的生物。英格蘭的志留紀地層發現與ナメクジウオ類似的Jamoitius化石。志留紀後期至泥盆紀出現許多沒有顎骨具有厚甲的無顎類化石，包括頭甲目，欠甲目，和腔鱗目。

這些由脊索動物進化來的魚類具有厚甲，沒有骨性骨骼，只有脊索。志留紀後期至泥盆紀出現具有顎骨及厚甲的板皮類及其他種類，包括棘魚類、節甲類、胴甲類及堅鮫類。板皮類的顎骨是甲皮類的一部份鰓齒骨化而變成的，顎骨的出現是脊椎動物進化的重要轉機。甲皮類與板皮類都具有骨性的椎骨及厚甲，又稱做甲冑魚類。堅鮫類由於具有類似鮫類的特質，有的學者認為堅鮫類與軟骨魚類的祖先有關。已知的最古老鮫類產於北美洲的泥盆紀地層。普通認為硬骨魚類是由軟骨魚類進化來的，由於最老的硬骨魚類化石發現於泥盆紀層。有些學者對此看法存疑。

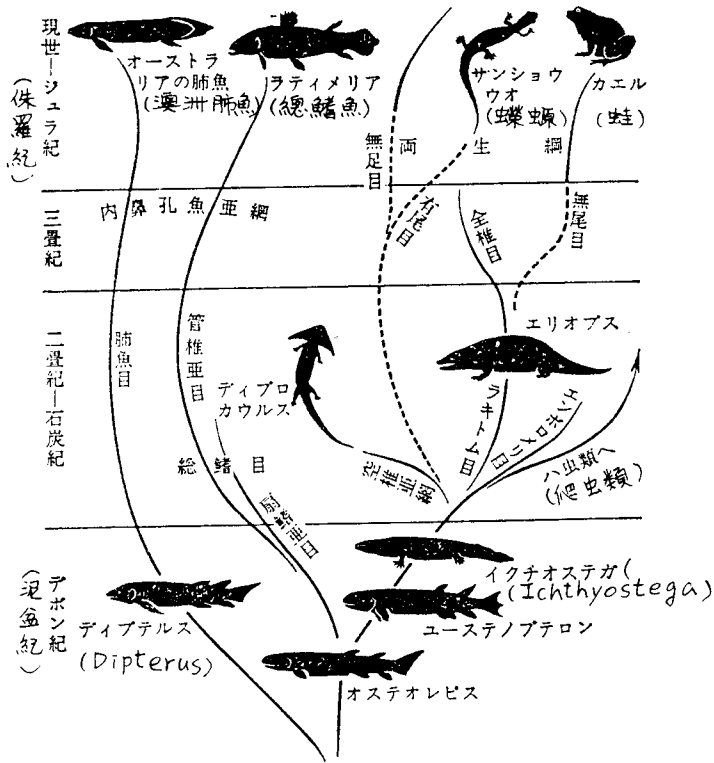


Acanthodesの顎骨（斜線部份）
與鰓弓的關係示意圖

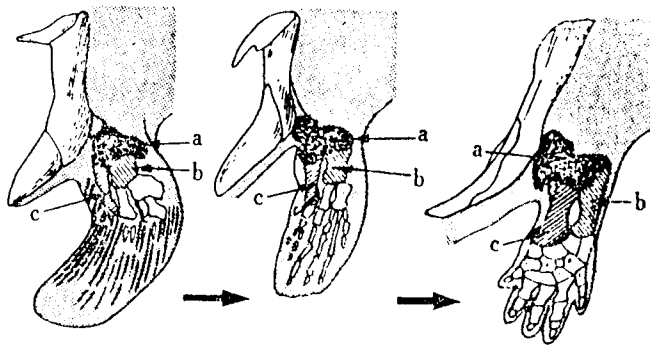
●原始的兩棲類：

根據化石的紀錄，魚類進化到兩棲類的途徑如下圖所示。泥盆紀時部分硬骨魚類往兩個不同的方向演化。一是鰭骨發達變成總鰭魚類，一是喉頭部位除了氣囊外還發展出肺囊的肺魚類。肺囊相當於肺，具呼吸空氣功能，有內鼻孔與之相通。魚類與兩棲類由身體的構造來看有以下重要的區別：(1)魚類在水中軀體及尾部的運動是為了保持平衡，此與相對的兩棲類為了支持軀體強化固結的椎骨，並與尾鰭聯通，這樣可以抗拒重力而將軀體支持在地上爬行前進。(2)魚類利用鰓呼吸由水中取得氧氣，兩棲類利用肺呼吸，由空氣中取得氧氣。最初具有這有的變化，能行水陸兩棲生活的是魚石類，化石發

現於泥盆紀後期的地層。



魚類至兩棲類的演化



a : 上腕骨 b : とう骨 c : 尺骨

魚類 (ユーステノプテロン: 上図) のひれが矢印の順序で進化して兩生類の足にかわった。

魚類至兩棲類的進化

石炭紀至二疊紀時有頭蓋堅固的堅頭類及其他種類的原始兩棲類，這其中有牙齒成迷齒狀的迷齒類。中生代開始出現有現生兩棲類直接祖先的化石。馬達加斯加島三疊紀後期的地層發現有無尾類（蛙類）的祖先 protobatrachus，最早的有尾類（蠃螈）化石見於白堊紀地層。澳洲現存的肺魚是前面提到的泥盆紀出現的肺魚類Dipterus的子孫，此外馬達加斯加島海域所採集到的Latimeria是總鱗魚類的子孫，蠃螈（Salamander）是魚石類的子孫。總之，由魚類進化到兩棲類的過程中，殘留有古老形質的種類叫活化石。

以下各項內容省略不敘述。

- 廣島變動
- 氣候帶及四季的出現
- 爬蟲類
- 高等哺乳動物出現
- 島弧變動
- 第四紀火山弧
- 人類的進化

3.日本的地下資源

▲礦床的種類

礦床的種類形形色色，生成作用包括火成作用、變質作用及堆積作用。這些礦床的形式與種類，火成礦床的出現場所及條件，堆積作用形成的礦，以下列各表來表示。

礦床的類型及相關礦物

礦床的種類		礦物石
岩漿礦床		磁硫鐵礦・磁鐵礦・鉻鐵礦・チタン鐵礦
偉晶花崗岩礦床 接觸礦床		錫石・螢石・赤鐵礦・磁鐵礦・黃銅礦・方鉛礦・ 內亞鉛礦・灰重石・鐵マンガン重石・輝水鉛礦
熱水礦床		方鉛礦・黃鐵礦・黃銅礦・輝銀礦・金・內亞鉛礦・ 石膏・辰砂
風化作用所形成的礦床	漂砂礦床	砂金・砂鐵・砂白金
	殘留礦床	粘土・鋁土・磁鐵礦
	沈殿礦床	石膏・岩鹽・硫黃・鐵礦・錳礦
	礦層	石炭・石油
變質作用所形成的礦床		黃銅礦・黃鐵礦

礦床所形成的深度和溫度

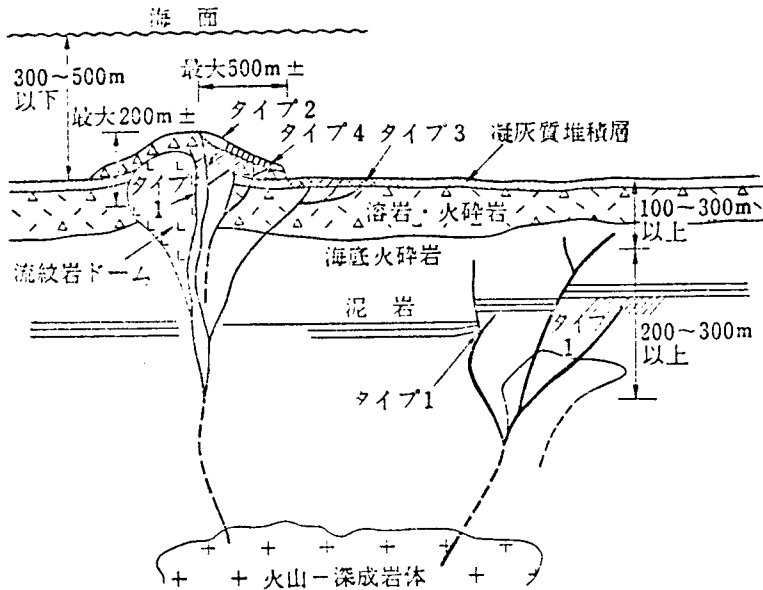
礦床種類		形成的平均深度 (km)	形成的最大深度 (km)	溫度 (°C) 最低 ~ 最高
熱水礦床	淺熱水礦床	1	0~1.3	- 200
	中熱水礦床	2	1~4	
	深熱水礦床	3	1~4	- 300
接觸礦床 (氣成礦床を含む)		3	1~10	- 350~450 - 450~550
偉晶花崗岩礦床		4		- 500~600 - 600
岩漿礦床		5	1~10	- 700
深成岩類		6	1~10	- 800

沈積礦床

過 程	礦 床 種 類	有 用 礦 物 例
風 化 的 過 程	殘 留 礦 床	鋁 土 ・ 粘 土
運 搬 的 過 程	漂 砂 礦 床	金 ・ 白 金 ・ 砂 鐵 ・ 鑽 石
堆 積 的 過 程	礦 層	石 炭 ・ 石 灰 岩 ・ 岩 鹽
沈 積 後 的 變 質 及 變 形 過 程	石 油 礦 床	石 油

● 黑礦礦床及石油 (P.70)

黑礦礦床是與綠色火山灰地區的中新世火山活動有關係而形成的由亞鉛礦、方鉛礦、重晶石等礦石所形成的礦床。黑礦是由於礦石一般呈黑色因而得名。黑礦除了黑礦以外，還包括黃鐵礦、黃銅礦、石英、石膏及粘土礦物等礦石，其中黃鐵礦與黃銅礦等所形成的礦石又叫黃礦。黑礦、黃礦、石膏



タイプ1：鉱脈(太線)，散在型，および交代型(斜線)——既存の地層に生じるもの，
 タイプ2：化学沈殿型——海底上に発達，タイプ3：未凝固堆積物中の化学沈殿型
 (×印)，タイプ4：既存の鉱床の海底面上への洗い出し

黑礦的成因

礦一般多成層狀，此外，黃礦一部分呈細脈狀、礦染狀、型式多樣。

黑礦的成因有形成於地層沈積同時的同生說，形成於地層沈積之後的後生說，最近流行兩說合一的統一生成論。

石油是沈積礦床的一種，日本的油田分佈於綠色火山灰地區，除了陸上以外，也在海域發現油田。油田除了生產原油之外，還伴生有豐富的天然氣。石油礦床最常見於褶皺地層所形成的背斜，但是最近發現地層沈積初期即存在的凸鏡狀粗粒岩層也可形成重要石油礦床。

●參考資料

著者	書名	出版社名
湊 正雄監修	日本の自然	平凡社
湊 正雄	日本の第四系	築地書館
糸魚川淳二	日本列島の歴史	講談社
大森昌衛編	地球の誕生	合同出版
井尻正二	ヒトの直系	大月書店
龜井節夫	日本に象がいたころ	岩波書店
ニルバート著，田隅本生譯	脊椎動物の進化（上・下）	築地書館
大森昌衛	よみがえる化石	講談社
井尻正二	生きている化石のなぞ	千代田書房
大森昌衛編著	地球科學講座 地史・古生物	共立出版
V.V.ペロウソフ著，藤田至則監譯	構造地質學原論	共立出版
ヴェー・イースミルノフ著，岸本文男譯	礦床地質學（上）	ラティス社
牛來正雄	火成作用	共立出版
羽鳥謙三・柴崎達雄編	第四紀	共立出版
岡野武雄・大町北一郎編	地下資源	共立出版
井尻正二	古生物學汎論（上・下）	築地書館
A.L.マック・アレスタ—著，大森昌衛譯	地球生物學入門	共立出版

著者	書名	出版社名
L.F.ラポート著，桑野幸夫 譯	古環境學入門	共立出版
R.Th.ヘッケル著，市川輝 雄・桑野幸夫譯	古生態學入門	築地書館
井尻正二	大冰河時代	東海大學出版會
上田誠也・杉村新	弧狀列島	岩波書店
井尻正二	人と文明1 ヒトの解剖	築地書館
井尻正二	人と文明2 ヒトの解剖	築地書館
井尻正二	人と文明3 文明のなかの未開	築地書館
鈴木尉元	日本の地震	築地書館
地學團體研究會編	新地學教育講座7 地球の歴史	東海大學出版會
井尻正二・湊正雄	地球の歴史(第二版)	岩波書店
淺野 清ほか	地史學(上・下)	朝倉書店
湊正雄	地層學(第二版)	岩波書店
湊正雄	冰河時代の世界	築地書館
湊正雄	變動する海水面	東海大學出版會
山下昇	地球科學入門	國土社
貝塚爽平	東京の自然史(改訂版)	紀伊國屋書店
細野義夫	日本海の謎	築地書館
西村三郎	日本海の成立	築地書館
都城秋穂	變成岩と變成帶	岩波書店
市川浩一郎・藤田至則・島 津光夫編	日本列島地質構造發達史	築地書館
地學團體研究會編	新地學教育講座8 日本列島の歴史	東海大學出版會
湊正雄監修	目でみる日本列島の私たち	築地書館
井尻正二・湊正雄	日本列島(第三版)	岩波書店
野尻湖發掘調査團	象のいた湖	新日本出版

●問題的解答，研究的解說

例如：

P.49 研究 1 [目的] 前寒武紀時代有幾回造山運動。

[注意點] 參照P.52，圖55。

P.56 問 4 本州造山運動發生時，日本海並不存在，日本列島至亞洲大陸全是陸地。

章末問題的解答 (P.74~76)

補充問題

例如

1. 以下短文的括弧中請填入最適當的子句。

地盤滑動所產生的崩塌現象包括(1)、(2)、(3)。(1)是地盤表層部份比較緩慢移動的現象，包括第三紀層(1)，破碎帶(1)、溫泉(1)。(2)不受到(1)的地質條件所控制，而是豪雨、地震等配合人為條件的誘因而引起的偶發性地表土砂崩移的現象。(3)與(2)的情形相近，這種現象常發生於丘陵地及(4)的末端。這種(3)現象常見於非均質性地層及不整合面存在的情形。此外，(1)及(2)發生的時候，埋在谷裡的土砂及礫石在豪雨洪水之下會產生流動，這種現象稱為(5)。

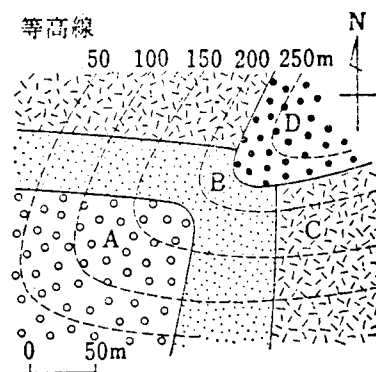
2. 要點說明地盤沈降發生的機制。

3. 右圖中的A、B、C三地層是整合的，請回答下列問題：

(1) 求B層的走向、傾斜。

(2) D層的傾斜為幾度。

(3) A~D層當中，最老的地層是那一層，最年輕的地層是那一層。



●實驗・實習 <指導上的注意點>

例如：

1. 簡易水準測量

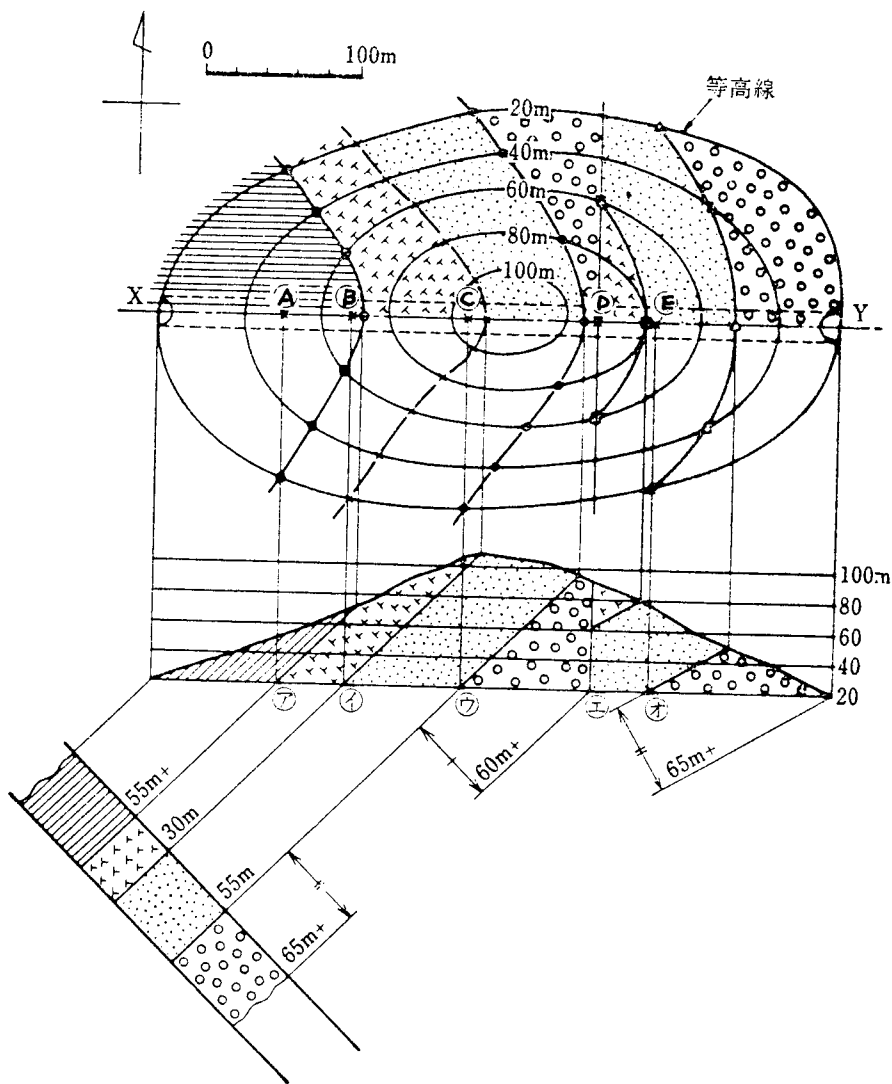
(1) 簡易水準測量應選擇學校附近沒有凹凸起伏的場所來進行。

(2) 一般埋有水準點的地方相當多，可先研究大比例尺地形圖上等高線通過的地點，再選定適當的起點。

2.地質圖、地質剖面圖及柱狀圖的製作

- (1)隧道是水平的，高度20公尺，在A~E觀察現象時注意通過A~E的走向線與20公尺等高線的交點。
- (2)碰到垂直斷層時，如何在地形圖上描述。
- (3)把斷層東邊與西邊的砂岩當作同一層來看，此時，砂岩層的厚度可以由西邊的地質剖面圖讀取，東邊的砂岩厚度也可以同一方式讀得。注意砂岩層上的凝灰岩層厚度變化的可能性。
- (4)製作柱狀圖的時候，礫岩層厚度的下限並不清楚，需測量被斷層分隔的兩個礫岩層厚度，層厚取讀數大的一方。
- (5)在地質圖上選擇地質剖面圖的位置時需要考慮方向性，一般有二種選擇，一是選擇有興趣的方向，一是選擇跟走向垂直的方向。與走向垂直的地質剖面圖即與地層面的傾斜方向行是很自然的選擇，但是隨興趣而選擇地質剖面方向也是常見的。
- (6)走向的讀數需考慮磁偏角的修正，在地質圖上標有磁北，有時由傾斜儀所讀到的走向值不經磁北修正就標示在地質圖上。

<解答>



四、地學改訂版教師手冊的特色：

1. 教師手冊於起始處編有總論，將地學的學科特性和課本內容如何將這些特性呈現出來逐一說明，使得教師們更能充分了解課程內容的重點，而能在教授課程時達到教學目標。

- 2.因爲日本的教科書有多種版本，因此本教師手冊在總論中將編排上的特色作了簡單的介紹，使得採用此教科書者知道該教科書與別的版本教科書的差異。
- 3.學習計畫一覽表將各單元教授時間作了一個完整的編排，幫助教師們做好初步的教學計畫。同時列著與指導要領的對比，使與國家頒佈的課程綱領關係一目瞭然。
- 4.每章開始有「本章的指導說明」、「本章的內容及彼此間的關係」、「本章導入部的利用」，提供給教師對全章課程連貫很好的教學參考。
- 5.每節開始處有「目標」、「指導重點」、「指導上的注意點」將本節重點標示出來。
- 6.內容解說主要是各主題內容的補充，包括對名稱命名與來源、地點、專有名詞解說、研究上的發現等。每一小節內的主題都有詳盡內容解說，提供教師上課時很好的基本資料；若教師們需要更進一步的資料時，可查詢參考資料上目錄中的書籍，作進一步閱讀。
- 7.每一節內容解說之後有「問題的解答」、「研究的解說」、「章末習題解答」，提供參考解答給教師指導學生用。
- 8.補充問題是提供給教師作為評量學生或為學生複習時的參考，題目中的內容多為綜合全章課程內容。
- 9.日本地學教師手冊內容中，沒有學生用的教科書內容，與台灣的教師手冊編排方式相似；是給予教師計畫教學時參考用。
- 10.黑白印刷。
- 11.教師手冊中沒有指導的方法介紹或建議。
- 12.實驗、實習指導方面編有注意點，提醒教師於指導學生實驗、實習所應注意的事或學習重點。

致 謝

感謝中國石油公司探採研究所李重毅先生協助翻譯日文。

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 再生資源和不可再生資源
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
Dffect)

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
三藩市區域

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의思考和討論，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。