

日本的生物科學教育

翁國榮

本學院生物學科

1. 引言

戰後的日本，由於經濟發展，國民生活安定；使一般教育有了長足的進展，尤其是在科學教育方面之成就更不可忽視。筆者於1970年3月至1971年3月間，赴日研究科學教育一年，主要以東京為中心，在國立東京教育大學理學部動物生理研究室，做若干研究之外，抽空參觀了東京至九州各地的著名大學，研究所及科學設施。從實地考察和親自的工作經驗去了解日本生物科學教育的現況，並就日本大、中、小學各階段的科學教育（生物）制度、沿革、教材、教法、設備以及研究等狀況，再綜合各方所接觸到的工作人員、專家、學者們的高見和一般見聞，並參攷書籍、文獻、以及個人的觀感，把日本生物科學教育的真相做了縱橫的觀察。

縱的方面，是以日本各大學至小學之正軌學校系統的生物科學教育為對象，考察並研究其沿革、制度、課程、教材、教法、設施等。橫的方面：是以學校以外的研修機構、研究所、實驗所、科學社會教育的設施等，同時考察日本的B. S. C. S.研究概況，生物教育之現代化及生物科學教育之研究活動等。最後綜合分析日本科學教育之得失，把他山之石以作攻錯之需，成功之處供大家參考。

2. 日本生物學教育之沿革

論及日本現代的科學教育之前，首先應該從他們的歷史演變做一個了解。日本生物科學教育之沿革可分戰前與戰後兩方面去考察，茲將各階段之科學教育沿革，略述於下。

(一) 小學的科學教育：

(1) 戰前的科學教育：

日本自長久之鎖國後進入現代化國家，係由明治維新開始。明治時代之科學教育，均認為教育為立身處世之一種手段。當時之教育，多採取法國式的教育觀念與方法。在科學教育方面，也可說追隨歐洲西洋文化，純以吸收科學知識為先。在明治6年（1873年）全國成立了將近一萬所小學，當時教員人數不過3萬名，教育方式也專為讀寫，背誦方式。到明治12年始制定法令，改變法國式教育而模仿美國式教育。明治19年內閣成立，頒佈小學法及中學法、制定學制。當時之科學教育，目的係使學生了解自然事物及現象，且明白它與人生之關係。其實施方式則以觀察自然並培養愛護自然為主，教材亦零碎而缺乏系統。後來受到德國教育思想的影響，把片斷的知識改進成為有系統之科學教材。明治42年首次出版國定教科書，一直使用到昭和初期為止，其間曾經過若干次修訂，但並未有大的變動當時認為科學教育在教材方面不僅應有系統，在實施方法上也應採用直觀教育。昭和初期修訂課本，認為小學之理科（科學教育），自四年級開始實施未免太遲，應該提早實施。於是，在昭和13年至14年間，又全面修訂教材，自昭和16年起，小學一律改稱國民學校。其教育內容，已隨著時代而有所改進，當時，一般認為國民學校之理科，應具有理數科之雙重內容，而教育目的就是要將自然之事物現象與自然知識理論與應用授予學生，使他們將來獲得生活知識及技能，進而能體會科學、運用科學、懂得科學精神與方法。因此，知識中心的科學教育也改變教育重點，另一方面，在低年級之理科有「自然之觀察」，雖然教材及教育精神均相當進步，但因戰爭之混亂、軍閥之橫行，使科學教育的發展也受到阻礙。

(2) 戰後之科學教育：

戰後的日本科學教育完全採取美國之制度，譬如問題解決或Project方法。本來美國之一般科學教育目的為訓練科學的方法，貫輸實際有關生活之知識，所以應適應兒童身心發展去激發其創造性。

但這種精神未能充分地發揮而達成目標。於是在昭和33年，生活單元之科學教材經過檢討後，漸漸重視科學教育之系統化，所以文部省也開始全面修訂課程標準。

(二) 中學科學教育：

(1) 戰前的科學教育：

日本的中學，在戰前係舊制中學，但戰後即採用美國3.3制，分為中學（初中）與高等學校（高中）。在戰前的明治初期（明治5年）根據學制制定中學，分為初等中學（初中）及高級中學（高中）各授3年教育。當時之科學教育有物理學、化學、生理學、博物學、動物學、金石學、地質學、天文學等。到了明治13年，中學改為初等4年、高等2年，科學教育之課程也修改為「動物、生理、植物、化學、物理、金石學」等。明治中期至昭和初期，頒佈「中學校令」，將中學改為5年，而科學課程減少至「博物、化學、物理」三科。科學課程在明治29年又修訂改為博物及理化（物理與化學）二科，並明示科學教育課程之重點與目標，（明治34年頒佈之中學校令）。到了大正7年，文部省訓令第一號已特別說明了科學教育之目的及實驗之重要性，但實施上也不見得完全能發揮其效果。後因高等學校及專科學校之入學考試規定需要考理科，於是科學教育漸漸走上偏重於應付考試之知識教育了。但在沒有入試之7年制高等學校尋常科的科學教育，則相當收到效果。戰時中之科學教育，由於小學改為國民學校，中學也隨著改革，原來5年制中學改為4年制。昭和8年頒佈之中學校令，規定理科有數學、物象（即物理與化學）及生物之科學，並制定國定標準課本，採取大單元綜合性課程之觀念，訓練學生對於科學之觀察、思考及技術等，在教法上頗重視學生，從實驗觀察去體會科學道理，然後歸納法則。這種改革，在戰時因配合全國總動員的關係，影響到整個教育之推動，因此，學生及教師們均無法有充分安定的時間去探討科學，而整個科學教育也無法發揮其預期效果。

(2) 戰後之科學教育：

戰後日本政府根據美國教育使節團報告書實施6,3,3,4學制，新設了科學教育局，制定課程標準，（理科篇）明示了科學教育之目標。（科學教育目標有三：①培養科學思考能力。②培養應用科學知識之能力。③培養學生具有創造能力。）當時文部省編印18冊「我們的科學」課本，採取生活單元學習，注重平常事物現象，使學生從生活中去發現科學問題。其用意係將科學與生活打成一片，在實施上因新課程標準未能具體提示指導方法，因此多數教師無法體會其精神所在，而從傍協力發揮教學效果。為了補充缺點，於昭和27年又修訂課程標準，並詳細地明示教育構想與實施步驟。修訂後之科學教育目標，把科學教育當做一般之教養，經過科學教育之陶冶，了解人生與自然之關係，訓練樂於接受他人之客觀意見，能通力合作養成勤勞的習慣及仔細觀察事物的態度。根據事實思考、論理、體會實驗獲得技術養成耐性及力行之毅力，以科學態度去接物待人及發揮創造性。

生活單元之科學教育，因偏重生活教材而忽略了科學之系統性與理論性，乃在昭和33年再修訂課程標準，把科學教育之目標規定如下：①培養探討自然之態度。②養成科學觀察及處理能力。③培養自然之基本知識與創造之態度。④培養具有充分能力應用科學教育成果，力求生活科學化。⑤了解自然與生活之密切關係，加強學生對於自然保護之作用，使科學教育能發揮實效。

最近中學的科學教育是依照昭和44年（1969年）修訂之課程標準，它的目標即以促進學生對於自然事物的現象增加他們的興趣與關心，並體會科學的探討方法，養成科學的處世能力與態度，進而使學生能夠充分地了解自然與人類生活之密切關係。

3. 日本生物科學教育之課程

日本的科學教育課程，在戰後經美國教育使節團的建議，成立了科學教育局，制定課程標準（理科篇），頒佈各科科學教育課程標準，指示科學教育之目標及課程內容。他們的課程標準可隨著時代變遷平均每十年修訂一次，其沿革也配合時代變遷改變了質方面的內在價值。換言之，即從主知主義之科學課程，演變到經驗主義之生活課程；由創造性開發性之目標，進行到探討之課程編排。一般而言，古典科學課程都認為科學教育應偏重知識教育，但由於科學之專門化後，課程之分科也隨着學生，但各科之間毫無連貫統一，其教育之實施只注意用語之記憶及解釋，脫離了科學方法之輔導，因此，個性之發展與創造性之訓練就無法做到。

由於科學課程內容之矛盾及缺點，產生了重視以兒童為中心之教育理論分析科學之興趣，人之生活活動問題。這種原理及精神，在昭和16年之國民學校的「初等理科」及「自然觀察」教材已被採用，但由於軍閥之橫行，故在實踐過程上不能充分發揮，接而戰爭之激烈則完全沒有發揮效果。

戰後之科學教育受到美國之「生活單元」課程的影響後認為科學教育之目標，應該將日常生活中把自然之經驗逐漸有系統的讓學生去體會，對於身邊之事物現象，應抱有懷疑態度，並解決問題後能應用到生活，使生活更能充實，於是昭和22年文部省認為科學教材應該從生活環境去選擇，頒佈了「動物、人、植物、無生物環境、機械工具、保健等項課程標準草案，在昭和27年又修改規定有「天體之運動、自然之變化、生物之生活、健康之生活、機械與工具、自然之保護與利用」等六大領域，這種課程內容只能傳授許多經驗，而忽略了事物之本質或內在之連貫概念或法則阻礙了科學知識之有系統的發展，所以結果演變到兒童學力之不平均發展，又不能做到求其知識的完整化。

目前因為現代科學發展迅速，新知識不斷的增加，加以各方面技術之改進產生了新文明，為了適應未來之世界及現階段之開發，仍需要過去之文化知識基礎，加以能適應變化之未來社會，且具有創造性的觀察力與能轉移之知識的需要，所以科學教育之重點，並非僅僅傳遞科學知識，而要做到創造科學機能的教育。

因此科學教育之課程也需要探討之課程去培養訓練富有創造性、進取性，又能體會科學的方法並適應現在及將來社會生活之學生。

現行之各階段的科學教育課程標準概述如下：

(1)小學理科課程標準：

小學的新課程標準內容已從生活單元教材，逐漸謀求系統化，並從一至六年級各領域與教材內容力求系統化，且減輕學生負擔，特將內容減少二成，其教育目標即使兒童認識自然事物及現象，訓練方法即以觀察為主推理為副，培養科學能力與態度。它的內容包括三大項目，有如：①生物與其環境。②物質與能。③地球與宇宙。

(2)中學理科課程標準：

中學理科包括第一及第二兩類，前者指物理化學，後者即生物地學之類，其目標係①從自然事物及現象中去發現問題，經過探討之過程習得研究科學之方法，培養創造能力。②了解科學的基本觀念，培養能把自然之構造及機能以綜合統一的觀點去考察的能力。③培養科學眼光去觀察思考自然的事物或現象。最後能養成科學的自然觀。

(3)高中科學教育課程標準：

高中科學教育的課程分為物理、化學、生物、地質學等四類。它的教育目標不僅使學生對於自然事物增加關心而培養其對探求真理的客觀態度，並以實驗觀察來養成科學的處世接物能力，進而培養科學的創造。在科學自然觀的教育過程也讓學生能夠充分了解科學教育與人生的關係。目前的生物課程已根據新擬定的標準（擬於1973年起實施），略加修訂，內容更充實並更加富彈性。新的高中科學課程經過修訂後，在未學習各科科學課程前，先有一混合科學課程，叫「基礎理科」（6學分），然後在生物科學規定有「生物Ⅰ」及「生物Ⅱ」各3學分，分別在高一及高二施教，前者屬於必修，後者列為選修，新課程標準之修訂主要在儘量謀求小學、中學、高中課程的連貫性，同時選擇不易而基本的原理為主。

4. 日本生物科學教育的教材教法

(1)小學科學教育的教材教法：

日本科學教育教材是根據他們的課程標準編纂的，小學教材自一至六年級均有理科課程，全部六年間授課時數共有628小時，採用之課本都須經過文部省審查通過，再以大區域學區統一方式決定使用，小學科學教育教材在其他課程裡如國語教材中也選擇若干加入，使兒童能在科學課程以外之學習中提高興趣，也加強施教而發揮科學教育的更大效果。小學的科學教材編纂的基本方針則選擇適合兒童興趣，有關心之自然事物，現象或具體之自然事物現象為中心做對象展開學習，養成自動自發之習慣，並從自然事物現象之互相關係中讓兒童自己去探討，然後培養思考過程之客觀性及理論性。根據上述之方針課本編排之步驟，第一將自然事物及現象以圖繪或淺易文字引起動機，逐漸進入討論本題，然後把握課題

，再以具體教材提示討論方法，並使兒童自動去思考、實驗、觀察後把事物與現象之互相關係，在每一課最後將單元之內容使兒童以自己能力做一整理及附加參攷資料等項。綜觀小學課本之特色，可看出他們的課本有設定兒童思考的地方，儘量利用啓發式的原則編排教材，從學習過程中培養科學能力，使兒童自己能樹立理論的方法把教材力求系統化，他們的教材在各學年之訓練重點也可看出，第一學年即將身邊之自然事物現象經過感覺去認識它的特徵。第二學年即以自然界之各物的顯著差異做一比較觀察。第三學年教材是由各物之比較後再進一步去了解研究互相所發生之現象與變化關係。第四學年就注重經過自然界之事物變化的因果關係後初步以計量訓練數量之觀念。至於第五年級對於訓練問題之認識予測結果，定量化方面加強外其他對於資料之搜集及客觀原理之誘導也加以訓練。最後之六年級即盼望自己能去發現問題，嘗試解決問題，訓練推理及輔導證實之能力及態度，經過兒童之思考與行動將知識系統化。總之小學科學教育方法即以觀察為主推理為副。

(2)中學的生物教材教法：

初中的科學教育教材分爲一、二類，前者包括物理化學，後者包括生物、地學，實施方法以兩位教師施教，但兩者教材並不分開，以謀整個科學教材的連貫性，並且注重培養探討真理，同時特別強調科學的方法和科學的基本觀念以及完整的科學自然觀。初中的理科（自然科學）課本分爲三年實施，每一學年有一冊課本，其教材的編排及指導方針即以觀察與推理並重，三學年共有 420 小時之授課時數，中學理科課本目前共有 19 種，實驗課本有 13 種之多，其採用方式均經文部省審查通過之課本為準，得以自由選擇，適當者以大區域統一方式去採用，中學生物教材主要課程標準內容規定如下：①自然與其生物相。②生物種類與生活。③能與光合作用。④動物之物質代謝。⑤生物之反應。⑥生物之環境。⑦自然界之協調與其保護。

(3)高中的生物學教材教法：

高中的生物學教材根據新課程標準，設有基礎理科然後分爲「生物 I」及「生物 II」，在基礎理科係一門混合課程（Combine Course），其教材綱要有如：①光。②能。③物質之結構。④物質之反應。⑤萬有引力與太陽系。⑥地球之構造。⑦生命與物質（生物體之構造，體內之化學反應、調節、生命之連續性。）⑧演化（地球演化、生物演化。）另外在高一之「生物 I」列入必修而高二之「生物 II」即屬選修，爲了針對學生不選修的缺點，故在「生物 I」的內容有三大柱：①物質代謝與能。②恒定性與協調。③生命之連續性，而「生物 II」即爲了學生們修畢「生物 I」後而有興趣作進一步去了解生命的現象，以提高程度，擴大領域去探討分子生物及整個生態系的生物課程，最後能綜觀生物的演化歷程爲止。「生物 II」的內容有如：①生命現象與分子。②生態。③生物演化。由此可知目前日本科學教育的新課程標準即儘量謀求小學、初中、高中課程的連貫性，同時選擇平易而基本原理爲主，再謀求其綜合性與連貫性，並選定富有彈性的教材以使獲得科學教育的完整性。

(4)大學的生物科學教育：

至於大學的生物學教育，目前尚缺課程標準，雖然科學教育課程規定有四科，物理、化學、生物、地質學，各以 4 學分計算，學生必須任選三科授之。生物教材多以教授之專長及學校之性質，配合學生程度而選材施教。大學之生物教材，可分爲一般教養與專門課程二大類別，但同一類之教養的生物課程也有文理農醫之別，教材的內容雖然有合理的區別，但實際教材則有補充高中生物之類，或羅列片斷的較高深的知識，或以自己的專長爲主，授以狹小範圍之高深知識，大學教材多爲教授自編的講義或課本爲主，很少採用外國課本，所以學生閱讀英文課本的能力均比我國學生爲差，但他們學生求學的方式並非僅僅注重上課抄筆記，大部份學生都能利用課餘時間閱讀有關課本外書籍而不呆板。爲了要彌補適應各種學校性質的一般教養需要，曾於二年前經日本 BSCS 委員長篠遠喜人教授發起組織一個「大學生物科學教育研究會」，並擬定多項有關大學生物學教育的改進方案和研究的課題。這種工作漸漸引起專家學者的注意與興趣。至於大學的生物學教法，在課堂上多數運用幻燈片來講解課本的原理，很少抄寫筆記，也多採用 Seminar 方式進行研討，若干課程也採集中講解與集中實習方式，對節省時間及聘請專家馳名教授上課，收效頗大。例如教大生物學系，規定每年必須前往伊豆半島的附屬臨海實驗所，做爲期各一週的動物生理學，生態學、發生學等實習，全體學生與教師共聚一堂在實驗所裡共同生活，共同研究學問，從早至晚學生注精匯神認真實驗，有時實驗不夠順利，每皆延至三更半夜，等到退潮再到海邊採

集實驗材料以便繼續做完爲止。這種求學態度與治學精神值得我們效法，大學的課程中非常注重個人的研究，規定每生畢業前必修論文一篇，約佔7至8學分之多，這使學生們均有機會去體驗研究工作，對個人的獲益不少。

5. 日本生物科學教育的設施

日本的中小學規模一般講起來並不大，每班學生人數規定45位以下，每校的學生數約以1000人爲準，所以在教育實施及管理上較合乎理想，科學教育之各種設施對於發揮教育效果是不可缺少的，爲了達成各級學校設備的完備，文部省（教育部）出版「理科實驗用品手冊」，制定小學、中學、高中之各科（生物、地質學、化學、物理）實驗儀器標準，規格並註明各項儀器名稱，概要、構造、選擇要點，使用上之注意，保養法及有關參考資料等，所以儀器製造商可依照規格標準製造供應，各校可依照標準洽購，所以全國的科學教育之實驗用具也能劃一，達到謀一標準。日本因工業發達，所以所有實驗儀器設備均可由國內廠商製造供應，在科學教育之實施上助了一臂之力。

一般言之，在學校之生物科學教育（小學、初中、高中）設有科學教室，準備室、資料室、標本室、科學走廊等。主要備品有顯微鏡，生物採集用具、飼育箱、標本、解剖用具、各種模型、在室外如教材園、學級園、觀察池、飼育舍、溫室、岩石園，其他如科學教育中心，設於每一縣市或區內。其他如視聽教育資料供應處分佈全國已有960處之多，除了正規學校系統外，還有社會科學教育之若干設施，如博物館、科學博物館、動植物園、昆蟲園、水族館、臨海實驗所、研究所、T. V. 廣播事業等均相當普遍，但由於各校之各種經濟背景及各種條件之差異，在設施方面也難免不齊，但大致上還可應付。對於科學教育之教材教具開發政府及企業財團也相當獎助，例如科學教育中心對於科學教育之現代化的教材、教具之開發經常舉辦研討會，能集思廣益，交換情報、研究心得、極力提倡從事教育工作者，或學生去創造或改進，有關教材教具之改進要點，如新教材之加工，一般文具或家庭用品之活用，甚至各種材料或廢物之利用，以及視聽教材的運用等均頗重視。另在科學教育之教法，革新方面也走上運用視聽教材、教育械器（Teaching machine如Slid Film Projector, V. T. R. O. H. P.）而邁進教育工學化的途徑，其他在若干大學也已開始利用Computer 做科學評價（Evaluation）之研究工作。大學之生物科學教育之設施，可隨各校之教授陣容與他們的專長而有顯著之差異，所以各有特色。總之他們的生物科學教育均有研究重於教學之趨向，並努力從實驗過程中貫輸科學知識，特別注重科學之探討方法及態度。

6. 日本科學教育之現代化

由於現代科學的昌明，科學知識日新月異，研究論文約每十年則增加二倍以上，所以科學教育也應該適應科學的進展，配合時代潮流，促其力求現代化，方能並駕齊驅，日本生物科學教育之現代化受到歐美之影響甚大，其中以美國的B. S. C. S.（生物學課程研究機構），英國的Nuffield或OECD等計劃的影響最多。他們的現代化運動對於科學教育的目標、內容、教材、教法、設備以及人才的訓練均有改進，故其革新的主動力並非限於教育家而漸漸地轉移到從事研究工作學者們；能夠廣泛地聯合教育以及各方面的專家，共同策劃研討科學教育的種種問題。本來科學教育之現代化在美國最初開始於高中之階段，從未逐漸推及中小學，但科學教育要顧及整體，應由下至上才能發揮效果。

現代化之革新主要有教育目標，指導法之革新。目標的革新，不僅可影響教育內容或限制教法，它可支配一切，他們認爲科學教育之大目標也應該啓發人性（自然科學的智性），其具體目標即注重培養科學思考能力，習得科學的方法及科學基本知識爲主，能訓練出一個手腦並用的人，才能適應人類社會的生活。至於教育內容之革新，大家都強調應注重基本知識之貫輸，基本技術與操作，以及科學的考察、處事能力、思考能力爲主。所以科學教材之內容應有精選之必要。根據上述之原則切勿重數量而應該更重質，蓋科學教育是循序漸進的，其具體的基準須顧及學生之興趣與心身發展，在教法之現代化特別注重性向、訓練自由思考、啓發天資，根據因材施教之原則，儘量以直觀具體之教材，運用視聽教育原理編授理想完整教材，加以利用教育械器，力求發揮教學效果。

7. 日本的科學教育中心（理科教育中心）

日本的科學教育，除了正軌學校以外，橫觀生物科學教育的另一面也是不可忽視的。如科學教育中心、博物館、科學館、動物園、植物園、昆蟲園、水族館、實驗所、研究所、大學附屬之臨海實驗所、科學教材教具製作所、T V 廣播事業等的社會科學教育外之學校和企業間之建教合作，企業財團舉辦的發展科學教育基金，或協助科學專門刊物之出版等，其作用絕不會比正軌之學校教育遜色。其中最值得一提的是「科學教育中心」。自戰後由1960年開始在全國各縣市先後成立了43所科學教育中心，規模宏大，其目的為發展科學教育、加強科學教育之研究、科學教育之研修以及學校科學教育之輔導工作等。科學教育中心的研修對象，不僅是各科的科學教員，其他如教育行政人員（教導或校長）也需要研修，科學教育的新觀念與新知識和科學管理等，以便促成科學教育之進展。留日期間曾經參觀了若干所如東京都教育研究所、東京文京區教育中心、神奈川縣教育中心、千葉縣教育中心、大阪府科學教育中心、大阪市科學教育研究所等，雖然各所各有特色，但其工作目標及業務均大同小異，不過由於其社會背景及主持人事之專長不同，所以各有千秋。至於各中心之工作展開方式，有短期（1至3週）或長期（一年）之研修課程，參加人員均係自願申請或調訓之方式進行。科學教育中心設備而言，擁有實驗室、研究室、儀器室、禮堂、教室、視聽教育及學員住宿設備等相當齊全。其研修內容各所雖然略有出入，但均針對著探討科學之教育過程所需要之基本技能與科學方法，科學新知為主。其中心輔導人員均各有專長，並經常繼續從事研究工作，一面研究、一面從事教育、互相研討，使科學教育工作者有相長機會。研修人員在受訓後經常與中心能取得聯繫，所以不但有科學新知之交換，實驗材料之供應，及科學問題新觀念之陶冶等，能維持長期性之作用。因此科學教育中心，並非業務之中心而變成工作之推動中心。

8. 日本的 B、S、C、S、研究概況

BSCS 的研究組織於1963年在日本成立委員會，由國際基督教大學教授篠遠喜人為委員長，以二十名專家、學者、教育家組成策劃，正式展開活動即於第一次 Seminar 後開始，當時約六十名生物教育之先進聚集一堂，討論生物學之革新課題，適時美國派遣 Dr. A. Grobman 及 Dr. C. Welch 兩位教授參加，並且在東京及大阪舉行公開演講。這次討論會經亞洲協會、東洋纖維公司，及其他若干財團之經濟贊助獲得圓滿結束。此次討論會廣泛引起高中及初中生物教員的興趣並受到莫大影響。

第二次 Seminar 於1965年夏天舉行（1965年7月25日至8月14日），討論編纂 BSCS 課本之工作，雖然編纂工作已於1964年2月開始，並於10月已將 BSCS 青版之翻譯完竣，但因欲集思廣益，求各方面之意見起見，選定東京、京都、仙台、岐阜、福岡、富山、松江、和歌山等處做為 Feed back group，分配單元、檢討內容、重新實驗，聽取各方面意見，將其結果於1965年5月提出委員會報告當主要討論題綱。當時美國又派遣 Dr. Bentley glass 與 Dr. Claude Welch 赴日參加順便考察日本科學教育中心。其他對於 BSCS 推動之工作效果以及有關青版內容取捨與配合及鄉土教材等問題，經過熱烈討論後，青版 BSCS 上冊於1966年由「學習研究社」出版供應。

(1) 各地之 BSCS 研究活動概況：

日本生物學教育學會也很早就着手 BSCS 之研究，並指定為共同研究課題，經常介紹 BSCS 青、黃、綠各版內容及各種檢討，又經常舉辦 Symposium，如東京都生物教育研究會也為了 BSCS 研究的需要，特設座談會，每月定期召開討論 BSCS 教材，並且對於 Feed back 工作之各方面反應也相當認真去檢討，其他如茨城縣的高中生物學會、宮城縣的教育委員會、岐阜縣、香川縣、愛媛縣、留山縣、山口縣、新潟縣、千葉縣等之科學教育中心，對於 BSCS 的研究風氣頗盛，所以高中教員對於 BSCS 的研究興趣與關心就漸漸涉及初中教員。如東京若干地區也自動組織 BSCS 研究會，定期集會討論教材、教法，或 BSCS 之哲學及精神，然後應如何去應用到中學教材或革新生物學教育方面獲得廣泛的影響力。

(2) BSCS 對於日本生物學教育之影響：

BSCS 教材在日本雖然並非完全被採用當課本，但他的教育哲學、革新精神、教材教法，以及對於日本生物學教育之現代化運動影響頗大，就其內容革新而言，在 BSCS 教材均多採用生理、生化、分子生物學、生態學之最新成果，並使生物學教育工作者能意識到革新的需要與意義。BSCS 在美國所出版之三種課本的意義也能充分地使編著課本的學者們了解他們做事之謹慎態度，教材選擇之彈性與顧到立體

目標之完整性。三種課本均各有特色其基本觀點，在實際上也可配合學生之程度及國情而選材施教，至於探求科學之方法則完全相同，所以 BSCS 也明示因材施教之具體方案，使生物學教育在基本觀念與基本探求科學方法上能夠貫徹，並能實施富有彈性之完整的生物學教育。

9. 日本生物學教育之研究與活動

目前在日本全國登記有案之學會已將近千餘，各種學會活動經常每年召開一次會員大會，發表研究成果。學會活動有的相當活躍，這些活動對於平常研究風氣及素質提高頗有作用。研究活動在日本，因為人材較齊全，研究風氣頗盛，而參考文獻書籍豐富，使得研究能獲得迅速發展。就研究經費而言則有政府獎助，企業財團供給或雙方建教合作之下舉辦之類。每年科學研究費用根據昭和 45 年度（1970 年）之報告約有 72 億日幣，其內容分為一般性與特定研究。如科學教育部門均列入特定研究項目，補助方式由各方面之學者、專家個別申請約以三年為一期，他們的研究補助費多偏重補助研究設備儀器之類，以便促進完成某一研究。研究成果每年定有一時間召集同類性質之研究工作人員，聚集一堂公開發表成果後互相熱烈討論接受批評，收效很大。

中學科學教師，每週規定有一定的「研究日」以供老師有充分的時間去做進修，以便發揮更大的教學效果。一般而言，從事科學教育人員的態度與教學精神均很認真，且能以身作則領導學生從事研究工作。當然究其原因對設備、經費之充裕、學生人數、教員素質、待遇等之問題均有關係，然整個國家對於科學教育所具的完備制度，和研究發展精神與態度，堪做我們的借鏡。

日本生物科學教育之研究組織與活動在具體方面有如(1)日本 BSCS 委員會。(2)日美大學生物教育共同會議。(3)大學生物科學教育研究會。(4)日本生物教育學會。(5)日本生物教育會。(6)理科教育研究會。(7)全國理科中心協議會。(8)科學史學會等。其組織概況及活動情況分別略述如下：

(1) 日本 BSCS 委員會：

評會創設於 1963 年，受到美國 BSCS 的影響，為了研究 BSCS，翻譯課本，宣揚其哲學精神及提倡生物教育現代化的種種措施，策劃整個生物教育之現代化及展開有關之各種活動而成立。該委員會共由二十位學者專家組成，共推選篠遠喜人教授為主任委員，曾經於 1963, 1965 兩年舉辦二次 Seminar，集思生物教育之先進及工作者，討論生物課程，改進教材教法，實屬策劃及推動生物學教育現代化之原動力也。

(2) 日美大學生物教育共同會議：

美國於 1962 年由 National Science Foundation (NSF) 之資助設立了大學生物教育委員會，Commission on Undergraduate Education in the Biological Science (CUEBS)。它是為了研究大學生物教育課程之現代化，改進生物學教育而設，於是經過五年工作經驗後，擬與日本生物教育人士交換意見便成立了該組織，日方選出十位，美方選出九位，在 1967 年 1 月 16 日起至 21 日止，於東京教育會館及國際基督教大學舉行第一次會議。會談內容有如①生物系學生之課程。②生物教員之培養。③一般教養與醫農學院之生物學課程。④生物學教育教材及教法之改進。⑤大學之生物學教員培養問題。⑥生物學教育之評價與測驗問題。⑦生物學與其他自然科學各領域之協調等為主要討論題綱。第二次會議又於 1969 年 3 月 24 日至 28 日在美國華盛頓的 CUEBS 總部召開，日本派遣篠遠喜人教授為團長等之 8 名參加。美國即派 W. D. Schein 教授為團長等 7 名參加，主要議題係集於生物課程之研討，具體內容如①日美之生物學系學生的專門課程。②醫農學院學生之生物課程。③非生物學系之一般生物課程。

(3) 大學生物科學教育研究會：

由於日美大學生物教育共同會議之經驗，篠遠喜人教授認為日本也需要組織一個類似 CUEBS 機構來展開各種研究。於是 1969 年成立了「大學生物科學教育研究會」，集思廣益。擬定研究課題，展開了具體的教育革新工作。

該會目前會員約 50 名均屬對於生物學教育的先進們，並初步擬定研究項目，略述於下：①生物教育原理之研究。②高中與大學生物課程之相關研究。③一般教養及文理醫農學系之生物課程研究。④生物教員之研修。⑤課程研究。⑥教材教法之研究。⑦生物教育之評價研究。⑧外國生物教育課程之革新趨勢研究。該機構因成立不久其成果當然無法報導，但若干研究項目已配合政府獎助之特定研究的「科

學教育」項目而展開研究中，諒必可收到相當效果。

(4)日本生物學教育學會：

創始於1957年，由教育大學名譽教授下泉重吉先生所發起，主要以中學生物教師為主體的一個學術團體。設有幼稚園、小學、初中、高中、大學等之五分會，研討有關生物學教育之課程，教材、教法及革新工作等，每年利用假期舉辦 Seminar、Symposium，實習研討會等，集思廣益對於日本生物科學教育之實施及改進助一大臂力。該會另設有研究自然保護教育之部會，專門籌劃自然保護問題，特別注重生態教材，務使經過基本的教育工作着手解決公害問題。該學會出版「生物教育」專刊，已有11卷，學會之活動概況有如共同研究及 BSCS、Nuffield、OECD、生物教育 Seminar 工作，在過去的工作重點也特別強調「探求之生物學教育」與「生命尊嚴性與自然保護」的必要性。

(5)日本生物教育會：

日本生物教育會創設已有25年之歷史。係中路正義先生所創辦，他是日本 BSCS 委員之一，也是一位腳踏實地的從事生物學教育工作先進。他在戰後的混亂時期能組織一個學會，確是一件不易之事，主要會員即以中、小學生物教員為主體，研究活動有如生物教育之課程、教材、教法、設備、評價等問題。

其他研究團體有如理科教育研究會、科學史學會、動植物學會、生態學會、生理學會、遺傳學會等均對於科學新知的探討及激發研究風氣方面引起了很大作用。

10. 結 論

總而言之，日本的科學教育有今日的成就，並非偶然，由上述的生物科學教育縱橫觀，可知他們有完整的教育制度和人材、經費的齊備、以及教育工作人員的熱忱、企業財團的合作，不斷地配合時代潮流，充分的能做人盡其才，集思廣益、力求革新等要素所促進的。所以加強科學教育研究發展的長期工作，應從小學的科學教育做起、循序漸進，同時改進科學教育內容、力求觀念現代化、生活科學化，另一方面要不斷地培育師資、羅致人材、建立完整的教育制度、改進教材、配合充裕的經費與良好設備，方能使科學教育與科學技術在國內生根孳長。

11. 建 議

我國科學教育，近年來雖有長足之進展，惟與日本相較，則仍瞠乎其後。下列建議係就個人從事生物教學多年之經驗並參考日本現況歸納而得，在此提出，旨在拋磚引玉，尚望各界先進不吝指正。

1. 除正規學校教育之外，政府應廣籌財源，普設科學教育中心。（或以社教館為基礎加以擴充），海洋生物實驗室及視聽教材圖書館等，積極展開全面之科學教育。
2. 充實各研究機構（包括大學及獨立學院）及研究所之設備，防止人才外流，充分做到人盡其才。
3. 不斷培育師資、羅致人才、加強在職科學教員之研習及選拔優秀科技人員出國進修。
4. 國科會之研究補助費應改為儀器設備補助費，儘量採取集體研究方式，並定期舉辦各種學術活動或研究成果之公開發表會以提高國人對科學研究及教育之興趣。
5. 加強科學課程之設計，改進教學法和成績考核辦法，經常舉辦多方面的科學教育活動。
6. 加強科學教育的長期研究發展工作，從小學做起，務使各階段之課程編排力求連貫而避免重覆。
7. 政府應提倡教材教具的開發及改進，並擬定統一標準及規格以收品質管制之效。
8. 鼓勵企業財團資助科學研究及教育發展，加強建教合作，並促進科學書籍的出版。
9. 教員之待遇應加以合理調整，使教員能安居樂業，並嚴禁兼課，專心教學。
10. 樹立統合體制之科學教育系統，並動員各種不同領域的科技人員密切合作，以總體運用，逐一解決問題和進行工作。

本研究承蒙行政院國科會的經費資助及日本各地各校有關人員之協助惠賜寶貴資料，始得完篇，特此致謝。

参考文献

- 1 Bentley Glass : The Japanese Science Education Centers : Science:Vol.154 (1966)
- 2 Unesco (Japan) : Science Education in Japan views and ideas (1968)
- 3 Kozo IMAHORI : New trends in Biology teaching: (Unesco)
- 4 高宮篤 : 生物學の研究長期計劃。 Proceeding of the soci. (1966)
- 5 大學生物科學教育研究會 : 大學の生物科學教育 Vol 1 No: 1 No: 2
- 6 山村雄一 : 生物科學としての醫學。 科學 Vol. 40: No: 4 (1970)
- 7 中村禎里 : 生物學革命と生物學者の科學運動。 生物科學 Vol. 13
- 8 景山眞 : 生物學者と社會的責任。 生物科學 Vol. 13
- 9 魚坂寛 : 生物教育に於ける視聽覺教材の活用。
- 10 日高敏隆 : 大學一般教育課程の生物教育。 生物科學 Vol. 14
- 11 柴谷篤弘 : 日本の基礎生物學の問題點。 生物科學: Vol. 12 No: 2 (1960)
- 12 中村禎里 : 日本に於ける生物科學の條件。 生物科學: Vol. 20 No: 3 (1968)
- 13 小瀧一夫 : 高校の生物教育とその問題點。 生物科學: Vol. 12 No: 4 (1960)
- 14 筑波常照 : 日本の生物科學。 生物科學: Vol. 20 No: 3 (1968)
- 15 延原肇 : 最近の生物教育論争。 生物科學: Vol. 17 No: 2 (1965)
- 16 二宮淳一郎 : 大學一般教育課程の生物學の内容 I II 生物科學: Vol. 15 No: 3 (1963)
- 17 二宮淳一郎 : 大學一般生物學にかかわる若干の問題。 生物科學: Vol. 12 No: 2 (1969)
- 18 宮山平八郎 : 生物學教育に於けるコアプログラムの發展。 學術月報 Vol. 20 No: 1 (1967)
- 19 宮山平八郎 : 大學に於ける生物分野。 遺傳:
- 20 鈴木善次 : 高校生物教育に對するある發言。 生物科學: Vol. 18 No: 4 (1966)
- 21 鈴木善次 : 生物學史序章。(生物教育との關連) 生物科學: Vol. 19 No: 1 (1967)
- 22 田村三郎等 : 生物科學のあり方をめぐつて。 生物物理: Vol. 10 No: 2 (1970)
- 23 岩田好宏等 : BSCS の問題點。 生物科學: Vol. 16 No: 2 (1964)
- 24 眞船和夫 : 小中學校の理科教育教科書。 生物科學: Vol. 5 No: 3 (1953)
- 25 高橋久之 : 高校教育課程に於ける生物學の問題點とその對策。 生物科學: Vol. 15 No: 3 (1963)
- 26 廣瀬幸男 : 中學校の生物教育。 生物科學: Vol. 12 No: 4 (1960)
- 27 文部省 : 日本の教育水準 (1970)
- 28 文部省 : 學校教育の改革に關する基本構想。(1971)
- 29 文部省 : 理科用品の手引。
- 30 文部省 : 小學、中學、高校學習指導要領。
- 31 文部省 : 視聽覺教材の設備と施設。
- 32 文部省 : 視聽覺教育資料。 No: 7
- 33 都研 : 理科實驗器具材料等の開發事例集。(研究報告 No: 5)
- 34 都研 : 中學理科學習評價の現代化。
- 35 文部省 : 科學教育シンポジウム。(1969)
- 36 理科教育研究會 : 理科教育革新の爲に(中、小學篇) (1969)
- 37 第十屆生物科學 Symposium (現代生物學の問題點)。 生物科學: Vol. 11 No: 3 (1959)
- 38 特定研究 : 高等學校生物教育に於ける科學史の利用について科學教育。
- 39 手塚映男 : 國立科學博物館の昭和 44 年度教育活動について。
- 40 二國二郎 : 生物科學將來計劃。
- 41 小谷正雄 : 大學院に於ける生物物理學の教育。
- 42 今堀宏三 : ヲギリスに於ける生物教育。
- 43 大内正夫等 : 理科教育の研究。(1969)。

44. 高野恒雄：理科教育の理論と実践。
45. 印東弘玄：理科単元学習と評価法。
46. 三輪知雄：生物學の進歩と生物教育。(1968)
47. 眞船和夫：理科教育法。
48. 科學教育中心：生物實驗の定量化。
49. 村井實：現代の日本教育。
50. 朝日新聞社：あすへの教育(大學篇)。
51. 天城勳：大學の未來像。
52. 岡本昭：圖説日本の教育。
53. 學研：BSCS ニュース。No: 5, 6, 7, 8,
54. 學研：BSCS 生物。(上、下冊) 青版、綠版
55. 明治圖書：理科教育の研究課題。(研究方法を探る)
56. 鈴木善次：生物學のあゆみ。
57. 共立圖書：生物デモ實驗の新しい進め方(Ⅱ)
58. 共立圖書：日本學生生物科學獎選集。No: 2
59. 柴谷篤弘：生物學の革命。
60. 水野壽彦：幼時の生活と自然。
61. 佐藤三郎：ブルナー入門。
62. 佐藤三郎：教授革命。
63. 成城學園：理科教育の創造。(小學篇)
64. 野村健二：創造性の開發。
65. 吉田富三：大學教育改革の爲の提案 20 案。
66. 教育研究社：能力開發につながる新しい科學教育の研究。
67. 理科教育研究會：理科教室。 Vol 145 No: 6 (1970)
68. 講談社：高校生物教科書。
69. 大阪書籍：中學理科教科書。 No: 1, 2, 3,
70. 教育出版：小學理科教科書。(9冊)
71. 成城學園：子供の科學觀の進展と授業。
72. 教育改革研究會：未來からの挑戰と數教育の現代化。

Education of Biological Science in Japan

by

Kou-Joung Wong

(Department of Biology, Taipei Medical College)

Summary

The purpose of this report is to widely introduce the present situation of activities of Biological science education in Japan. The contents of this report are mainly composed of nine parts as follows:

1. Introduction to science education in Japan.
2. The process of Biological science education in Japan.
3. Curriculum of Biology Education in Japan.
4. The objective and the method of guidance in Biological science education.

5. Installation of Biological science education and researches.
6. Renovation of Biological science education in Japan.
7. The Japanese science education centers.
8. B. S. C. S. activities in Japan.
9. Supporting researches and activities of Biological Science Societies in Japan.