

CONTEMPORARY EDUCATIONAL SERIES
PRINCIPLES OF SCIENCE TEACHING

BY

GEORGE R. TWISS

TRANSLATED BY

C. WANG, M. S.

THE COMMERCIAL PRESS, LIMITED, SHANGHAI, CHINA

美國推士原著
王璉譯述

現代教育
著名著
科學教授法原理

商務印書館發行

譯者序言

民國十一年夏，推士君應中華教育改進社之聘，來華講演，藉以提倡科學教育，及調查吾國科學教育實施之狀況。道經金陵者，凡數次。民國十二年夏，且在國立東南大學試辦夏季科學教員研究所，譯者亦得相助爲理，於是得與推士君朝夕相接，蓋其人固恂恂君子也。彼自以在華之日頗短，深懼其所講論與施行者，對於吾國科學教育，不能有久遠之影響，聞譯者方從事於譯彼所著科學教授法原理一書，卽喜而力促其成。與譯者相遇，卽以進行何如相質。譯者自揆非教育學專家，且對於自然科學，除理化外，亦無若何特殊之研究。此書所包羅者頗廣，若率爾操觚，或將使本書失其原有之價值，故每有中輟之意。及觀推士君對於吾國科學教育所抱之熱誠，及其急欲將其心得之作，紹介於吾國國人，以作其來華之紀念，則又不得不急事進行，以慰其望。今幸得告竣，雖自慚譯筆庸劣，然對於推士君，或可稍竟其來華之初志矣。譯書之難，胡適之、朱經農諸先生俱曾言之。譯者進行此書時，亦覺其困難之多。

蓋中西文法固有根本不同之處，而科學名詞，在吾國今日，又復歧雜紛紜，不能一致。譯者所自期者，惟在力求明瞭，以冀不失原文之本旨而已。但因見聞寡陋，時間匆促，錯誤脫落之處，定所難免。如讀者肯加以教正，感慰良多矣。

本書之價值何如，讀者自能知之，固無待於譯者之贅言。惟其中有一優點，每易爲讀者所不注意，卽其每章後所載之參考書目，及科學藥品儀器購置處之名單是也。推士君對於此等材料之搜集，頗費心力，而其對於科學教師之用途，亦最巨。雖其中所舉之書籍皆屬英文原著，其所述之科學教學用品公司，亦皆遠在歐美。但吾國當此科學幼稚之時期，爲科學研究者，關於學說、方法、及材料，尙不能不暫時仰給於歐美，則對於其來源與優劣，不可不急爲調查，以資選擇也。

譯者對於本書中有一語極爲注意，卽推士君所言若科學教師對於其所授科學之本身，無深密之研究，則無論用何教授法，皆不能成良好之教師。由此觀之，若讀者見此書後，置各科學之本身於不顧，惟高談教授法，則大失作者之初意矣。

原序

本書之主要目的，在於用以教授在大學及師範學校之青年男女之學生將從事於教授自然科學之事業者，但希望其對於現方服務之科學教師，學校管理員，及公私中學之校長，亦有相等之用途。且作者之意，以爲此書所包含者，對於大學及師範學校數種自然科學之教授，亦有價值。即能助之灌輸近世的社會眼光與真科學精神於希望擔任科學教師之人。此眼光與精神，欲教授中學年齡的兒童以科學，而求實有成效者，必不可缺也。

此編乃由作者歷任中學科學教師，中學視學員，及大學教育學教授，長久經驗天然結合而成。故聚集作者繼續研究自然科學及特別應用於科學教授法中學校管理法之心理學的結果。其所欲表示者，爲用具體及實用之方法，以明近世實驗心理學與教育心理學所發明者，如何可應用於科學教授法。本書之最前十一章及最後一章，發揮及表述科學教授法之緊要原理。其餘各章，則注意於解說教授方法及

原理之可特別應用於在中學校常授之科學。又對於教材之選擇及組織，實驗室之計劃，設備之決定，皆將其有益於實用者，加以指示焉。

用此書以教授欲爲科學教師之人，可有數法進行。

第一法，用本書爲一普通學程之課本，泛論科學教授法之緊要原理，以供預備教授無論何種科學者之選修。如是，則數章之有普通興趣者，當加以特別之研究與注意。而關於特別科學各章，如第十二章至二十三章，則但約略顧及，只用爲班中對於特別科學抱有興趣者作做報告之材料。

第二法，用此書爲一特別學程之課本，以論某種科學之教授法。如是，則本書之大部分，但須急速閱過，以造成一普通態度與觀點。而對於論生物或地理或物理化學或普通科學各章，則須加以深入之研究。且須根據各章下所附列之參考書目，作閱讀及報告焉。

第三法，在對於中學各科學教授法俱授有特別學程之大學，本書可用爲每學程之課本。用法與上所述者相同。在此情形時，每可開一特別聯合討論會，各班俱聚

集到會。在此種普通會中，可將本書最先十一章及最後一章之緊要原理，爲教師及學生共同討論之材料，各就其最有關係之科學爲觀點以立論。用此計劃，則所授各科學教授法之學程，俱能統一，而在該學校中，可逐漸造成一科學教授法之普通觀點，與共同的哲學。作者之意，非謂必用作者之眼光，方能得一統一的觀點與共同的哲學。不過言若共同研究此書，則討論之結果，必能發展成一共同之哲學也。

除用爲課本之外，吾人更信此書可用爲較普通之教授法原理等學程之參考書。因本書所發揮及表述之較廣原理，并用辯論舉例以證明者，其可應用於他學程，與可應用於科學，固相同也。

對於目下服務之中學科學教師，此書亦應有用。或爲私人閱讀研究，或爲團體研究如教師集會、讀書團、科學俱樂部等處之用。或爲大學之推廣及通訊學程之用，以便給與學分學位等事。

對於學校視察員之於科學無特別訓練者，此書可以補其久覺之缺憾。因彼有時認出科學學程及教授法之不滿意，然究不知錯處之所在，與如何補救之方。此書

可與視察者以數種原理，使其遇事件有診斷之力，與補救之方。且使科學教師，能信服其言，於是能圖補救與觀察結果。反而言之，如彼所視察得之教師，或有教法特別良善者，彼因有智識可爲其準確判斷標準之故，能使學校管理員，感悟優點之所在，於是肯用相當方法，以增設備，以進管理，使已善者，更臻完美矣。

科學教師中不乏婦女，書中所言者，兼指男女教師而言，無有軒輊於其間。

如本書有何優點，及道及真理之處，皆由多數親友所賜。作者對之，皆深銘感。作者之父 George H. Twiss，乃氣象學家，曾充教師，且爲 Columbus 電話公司之創辦人，及第一經理人。作者幼時，受其潛導，得引起科學興趣，并有以滿足其興趣。對此深恩，作者永感。對於吾之舊日科學教師，如 Minnesota 省 St. Paul 學校前校長 Albert N. Ozias 君，當作者在舊 Columbus 中學肄業時，爲其科學教師。又如 Thomas O. Mendenhall, Albert H. Tottle, Sidney A. Norton, Stillman W. Robinson, Norton W. Lord, Edward Orton 諸教授，在大學中授作者以實驗之技巧，及科學方法之內容，又如 Harvard 大學之 William Morris Davis 君，及 Chicago 大學之

Charles Riborg Mann 君，其教授方法之足以鼓動人，其講解科學事實與理論之明瞭，與能引入勝，作者與之相處日久，因觀察而得所矜式，亦當感謝者也。

至於 John Dewey 及 Edward L. Thorndike 教授之學說與著作，有大影響於本書之理想與思路，讀此書者皆能見及。惟作者仍於此以快樂之態度，聲明此書之成，亦將以獻奉二君也。

當此書脫稿與付印之時，作者曾受數人批評之益，特此誌謝。惟其中若尚有錯謬，乃作者一人之咎。Paul Monroe 教授對於本書之原稿及印稿，俱曾全部讀閱。E. L. Thorndike 教授，則對於原稿之大部分加以讀閱。又 Columbia 大學之 M. A. Bigelow R. E. Dodge, Alexander Smith 諸教授，及 Missouri 大學之 W. C. Curtis 教授，對於本書原稿中各章與彼等所專門之學術有關者，俱曾與以閱讀。Columbia 大學之 John H. Woodhull 教授，及 Ill. Normal 學校之 Fred. D. Barber 君供給作者以關於初級科學之參考書目，亦當致謝。作者之妻 Blanche Olin Twiss 對於作者查實各參考書目及訂正原稿之勞多所襄助，且以彼之批評與提議，使本

書關於明瞭及修辭方面，亦有所改進焉。

凡預備此書時曾經查考之書，多於本書之註脚中聲明，此外尚有爲本書間接之助者，其書頗多，不能在此一一聲明，但大多數在本書各章後之參考目錄或在本書附錄中所載之中學校圖書館應有書目中，加以稱述焉。

此種書目原不求完備，其附錄價目，亦不能保其不改。惟選擇時頗費勤謹調查作者之意，以爲其種類及數目皆足以供給極有價值之原料，爲參考及閱讀之用。又在各章之言及設備者，有舉價目者，有言某物不納進口稅者，此皆指平常情形而言，例如在一千九百十四年八月以前是也。

一千九百十九年七月十七日 G. R. T. 序

科學教授法原理

目錄

第一章 科學之意義……………一

十九世紀之科學 二十世紀之問題 科學與文明之關係——科學與創造——瓦特與蒸汽機

——研究之必要——科學教授法與日常生活 科學之材料與科學方法——科學方法之舉例

(牛頓)——兌維(Dewey)及水之成分 科學意義之總述——科學之分類——科學之三意義

研究用之問題 參考

第二章 科學教師應有之視點……………六

人生觀之態度——教授科學之目的——尚格式與訓誨式教法之不宜——四個指導之原理——

——教師從科學意義得來之教訓——抽象教授法之誤——具體教授法之優點 研究用之問題

參考

第三章 科學之原始……………二一七

目錄

科學教授法原理

二

簡單思想與具體思想——比較與分類——語言之效用——經驗法之學習——建設之思想法——思想之完全動作——經驗式之進步——抽象思想（希臘人）——中古時期——文藝復興時期——自格雷利倭（Galileo）以至牛頓（Newton）——研究用之問題——參考

第四章 科學與兒童

四一

民族之經驗與兒童之經驗——兒童如何學習——兒童之經驗思想——施教必自兒童之經驗始——兒童之合理思想——科學思想——日用思想與科學思想——兒童思想之能力——以物思想者與以理思想者——思想技術之訓練——鼓動法之必需——研究用之問題——參考

第五章 教授之方法

五六

研究熱之課程——課程計畫——有課程計畫之便利——課程之指定——普通預備——課程問題——特別預備——尋求有用之觀念——回想——臆說——臆說之發展與測驗——結論——最後之概論——應用——較遠之應用及有關係之現象——將材料加以組織與統系化——課程溫習大綱——過於注重組織之危險——研究用之問題——參考

第六章 科學之教育的價值與效用

九二一

科學對於學生之影響——效用與價值之關係 特別之習慣 成就習慣之定律——聯合定律
在教授之應用 科學的智識——事實現象與過程——理想與意義定律與原理——臆說與理
論——基本觀念 材料之選擇——選擇材料之根據 材料之精習 觀察讀參考書與採集
感勵與科學理想——文學的感勵——教師與感勵——致感勵之講演歷史與傳記——科學的
美術方面——感勵與高才之學生 研究用之問題 參考

第七章 科學之紀律價值與文化價值……………一一三

心智之紀律——限制訓練轉移之情形——轉移原理之應用 方法觀念之造成 關於轉移訓
練之理想 心思之科學習慣 科學歸納法之原理——相合之方法——相差之方法——聯用
之方法——同生變化之方法——餘剩之方法——可轉移紀律與不可轉移紀律之比較 論理
的方法與科學教授——近世對於心智紀律之意見——施布可轉移訓練之箴言 解釋能力之
發展 科學教授之基本原理 研究用之問題 參考

第八章 教室與實驗室之教授……………一二二

目下沿用之方法 以問題為聯合之中心 教室討論會——教室工作之標準 實驗室之效用

科學教授法原理

四

實驗室與教授——實驗室教授之方法——學生之幫助——良善實驗課程之性質——每班實驗之人數——雙時——筆記之格式——實驗室筆記本——筆記本之閱看——研究用之問題——參考

第九章 講演旅行及溫習……………一五三

講演之效用——講演之技術——野外觀察——野外觀察之困難及如何消除——旅行宜如何進行——溫習——溫習課程之效用——分題溫習法——分題組織法之示例——默寫溫習法——聯合測驗溫習法——溫習比賽——口試法——科學教師所需之時間與機會——研究用之問題——參考

第十章 科學教授之設備……………一七三

教室——教室之位置——教室之容量——科學教室之計畫——教室之光線(窗牖)——用影燈之遮簾——電光——其餘人造光——實驗用之電流——水與燃燒氣體——學生用檯——講演檯——儀器——廚——置地圖及掛圖之廚——表示掛圖用之活索架——畫圖與影片之貯藏法——書廚——射光影燈——儀器之購置——研究用之問題——參考——販賣科學儀器及其他用品之公司

第十一章 科學與課程表……………一九九

高等學校之入學條件——規定後之結果——需要之改良 研究科學之程序 四年之科學研究 課程之分配 科學課程表之次序——設計教授計畫——現用最佳之次序——將來之變動（初級中學與高級中學） 研究用之問題 參考

第十二章 生物學……………二一六

生物學之問題 由生物研究所得之觀點 教授生物學程應注意之原理——（1）模範觀念之養成——（2）比較之原理——（3）分類——（4）形式構造與效用之關係——（5）適合分工與合作——（6）生命之繼續（生命歷史與種族歷史）——（7）天演之理論 生物研究之普通方法 學程之遠大目的 特別方法 植物學動物學生理學之聯絡 研究用之問題 參考——生物學——植物學——生理學——動物學

第十三章 生物學之設備……………二四四

選擇之方法 學生個人之設備 解剖用之顯微鏡 複式顯微鏡 培養生活動植物之處 普通儀器與設備 掛圖 模型 動物製備人體骨骼 顯微鏡用玻璃片與幻燈用玻璃片 政府印刷品可為學校利用者 生物設備不可少之原因 研究用之問題 參考

第十四章 地理學——基本原理……………二五四

新地理學 地理學內容與方法之改變 何種地理學智識最有價值 地理學程之長短及其在課程表之地位 教師之觀點——人民與環境之關係——地文學之過程與其結果——地文學之循環——地理之影響 地理學中之模範觀念與比較方法 原因觀念之應用 研究地理之心思效用 研究用之問題 參考

第十五章 地理學之方法……………二六七

以本地之問題入手 教科書 野外旅行之工作——野外設計與問題——學生對於野外工作之態度 實驗室工作——實驗室之設計與問題 圖書館之應用——卡片摘要法 原理與方法 討論題之次序 研究用之問題 參考

第十六章 地理學之設備……………二八九

設備之造成 掛圖——需要何種地圖——選擇地圖之當注意——表示地圖之方法——本地地圖 黑板大綱圖 大綱暗射圖 政府之地圖——美國地質調查所之地形圖——地形圖片之糊裱及收藏——集圖糊裱法——圍繞線美國大地圖 地文與地質手冊 海岸圖表 河圖

與湖圖 氣候圖 地球儀 模型與凹凸地圖 氣象學儀器 礦物與巖石 圖畫 影燈片

黑板與模型檯面之應用 表示四季之儀器 測日版 測斜器 研究用之問題 參考

第十七章 物理學——基本原理……………三二〇

常識觀念與物理原理 以直覺及常見事實爲起點 符號與事物之聯合 觀念及藉以代表之

符號 數種直覺觀念之說明 兒童對於物理所提疑問之一班 時間與精力之經濟——研究

力學之組織——熱學研究之組織——研究電學之組織——研究聲學之組織——研究光學之

組織——物理學全部材料之組織 物理學之基本觀念 研究用之問題 參考

第十八章 物理學之方法……………三二二

分物理學程爲二部分 課程綱要——美國北中央部協會之物理學分 圖書室之工作 實驗

室工作——活潑的實驗問題之舉例——過於注重實用之危險——定性與定量之實驗 逐步

進步之秩序 研究用之問題 參考

第十九章 物理教學之設備……………三五七

設備之造成——開單定貨 手工器具 自製及臨時之儀器 必須購置之儀器——價賤之代