

自然科學及其教授法

周昌壽編譯

NATURAL SCIENCE AND
ITS PEDAGOGICS

NATURAL SCIENCE

AND

HOW TO TEACH IT

BY

C. S. CHOW

1925

THE COMMERCIAL PRESS, LIMITED

SHANGHAI, CHINA

周昌壽編譯

自然科學及其教授法

上海商務印書館發行

高等教育理科叢書

近世動物學

上冊一元八角
下冊一元三角

薛德煒編 全書兩卷，上卷論無脊椎動物，下卷論有脊椎動物，書中各綱各舉一種模範動物，詳叙其形狀、構造、發生、習性，並插入精細解剖圖，所舉各例，則以我國習知者爲先。

人體生理衛生學提要

一冊 二元

薛德煒編 本書共分八篇，每篇始論人體各部之構造，次論各部之生活作用，又次論人體繼續健康之方法，實合解剖學、生理學、衛生學爲一編，足供高級中學及醫學專門教科之用。

商 務 印 書 館 出 版

元(1798)

Natural Science and How to Teach It

The Commercial Press, Limited

All rights reserved

中華民國十四年七月初版

回(自然科學及其教授法一冊)

(每冊定價大洋貳元貳角)

(外埠酌加運費匯費)

編譯者 周 昌 壽

發行者 商務印書館

印刷所 上海北河南路北首寶山路商務印書館

總發行所 上海棋盤街中市商務印書館

分售處 商務印書分館

常德衡州成都重慶廈門福州
廣州潮州香港梧州雲南貴陽
張家口 新嘉坡

★此書有著作權翻印必究★

序

自然科學爲近世文明唯一之泉源，同時又爲改革社會組織之直接原因。每當其一原理成爲實用，社會之生活狀況，必爲之一變，結果引起產業革命，成爲社會重要問題。影響所及，不僅限於經濟方面，舉凡一切政治，道德，宗教，思想，莫不隨之大改舊觀。表面問題似極複雜，但若窮其本源，均可歸之於自然科學之發展，癥結既見，解決自易事耳。綜觀歐美各國，任何事業皆有一研究院，用科學的方法，作澈底之研究。不僅應用已知之原理，且進而探求未窺之奧祕。其所以憚精竭智，兀兀窮年者，豈均出於單純好學之一念耶？蓋非此不能推知自然科學對於現代社會及工業生活所具之關係，即無從求改進生活狀況之道也。

我國在固閉自封時代，賴氣候之溫暖適宜，幅員之廣博豐饒，雖數千年來，文化未嘗或進，亦自豐衣足食，得享天年。一旦海通，環境頓異，精神物質，無一不落人後。欲圖自存，捨根本改革別無他法。然自興學以來，歷有年所，造就之人材，應不在少數，但在今日，僅求真知科學之用者已不可多得，至於在科學界中，獨樹

一幟，能出與世界碩學競一日之長者，更如鳳毛麟角，未嘗或見。外觀似覺可怪，但若詳加考察，即可知其有不得不然之理由存在，積弊不除，雖十年百年，又何所補？

按中小學校中所授之自然科學，只在養成兒童尊重科學之精神，灌輸正確之科學觀念，以作將來從事研究之基礎。而一般中小學校之自然科教員自身之科學知識，即已不足，再加以教材之取捨，實驗之設備，或感地域之不便，或受經濟之壓迫，更難盡其職用。只得因陋就簡，以誦讀教科書爲唯一之能事，故上焉者做舊時背誦四書五經不求甚解之辦法，通讀一過，以完其責；下焉者竟視之爲高頭講章，不足輕重，束之高閣，從不一顧。相率效尤，遂羣視之爲畏途，避之惟恐不及，遑云澈底領悟？積重難反，不自振拔，或強詞奪理，硬派物質文明爲構成人類不幸之罪惡，而高倡反古之迂論；或拾人牙穢，不自量力，而以道爾頓制等類相號召。主張雖有種種，要非真正改革教育之策，適足以自暴其陋已耳。羅馬之成，決非一日，教育事業，更有甚焉。尤以自然科學之教育，除循序漸進，實事求是外，直無辦法，明乎此，則一切謬論，均不攻自破矣。

我國中小學校自然科教授之缺憾固多，然最根本者莫如教員自身之學識不足。故雖間有一二學校，設備較爲完全，亦苦教員不能自動的指導學生自由實驗，結局仍與專讀教科書者相差無幾，尤以小學校之教員，不特不能指導兒童入於正軌，且往往將惛恍迷離之思想，輸入兒童腦裏，使其陷入不可挽回之錯謬。設備不周，學制不善，均可以教員之力，爲之匡正，若教員不善，則一切設備制度，均無所爲用矣。故在今日而言改革自然科學之教育，當以使現任之中小學教員受充分之補習或另行養成爲第一急務。民國十三年十月，全國省教育會聯合會在開封開第十屆會議時，編者曾提出一促進各省區中小學校自然科學教育案，力主各省區各設一自然科學教授法傳習所，專收各縣屬中小學校之現任自然科教員，爲之補習兩年，即爲此而發。第二則因自然科教授與他科不同，不能僅依口講指畫，可以使人領悟，尤其是中小學生，構成概念之思惟作用，極其幼稚，非有實物隨時隨地爲之指證，萬難使其了解。遍觀我國中小學校，爲數雖多，而能製辦實驗機械者，則極寥寥。且其器械均極拙劣，又都限於教員自用。以此現狀，猶恬然日日高倡道爾

頓制，能不令人齒冷。故於養成教員之次，當以趕置實驗器械，籌設學生用實驗室爲第二之急務。俟此兩項解決而後，始能進而討論自然科學之教案，如教材之取捨，時間之配當，指導之方針，教法之改良等，均須內省國土民情之需要，外察世界潮流之趨勢，始可決定。若貿貿然將外國未成熟之制度强行輸入，則其遺毒恐將更甚於未改學制以前，亦正意中事耳。

以上所述三步辦法，實爲改革自然科學教授當務之急。其中尤以第一步，即養成優秀教員爲最重要。縱有宏麗壯觀之科學館，設備周到之實驗室，使無素養充足熱心教授之教師在內指導，亦不足以言自然科學之教授，試觀大科學家如法刺第 (Faraday) 出身於鐵工，巴斯達 (Pastur) 出身於皮匠，德斐 (Davy) 出身於藥肆學徒，佛郎克林 (Franklin) 出身於印刷工人，衣食且不周，孰從覓取器械以供研究？可知設備一項，雖不免受各地方經濟所支配，一時難於置備，但只須教員得人，亦未嘗不可設法彌補。至於學制，更屬末端，現行制度果有不便，或發見效率較大者，隨時均可討論更正，於自然科學教育之自身，並無若何嚴重之影響也。

由前所述，可知自然科學之進步與否？要在於能

否改良教師之素質而決。而改進教師之素質，爲事至難，以其所關極爲廣泛故也。前述於各省區開辦一自然科學教授法傳習所，固極易辦。然爲暫時計則可，爲久遠計，則非良策。換言之，此種方法不過治標之道，而非治本之道也。治本之道，在於提高師範學校之程度，使師範生於在學期間，除現授之課程外，尚須對於其將來志望之學科，特加以研究。例如志望教理化者，除修得理化全般之明確智識外，尚須具有實驗方面的純熟經驗，并須明瞭各科理想之所在，發展之概況，及現今之趨勢，方能隨時本其理想，去陳布新，指導學生，與時共進。志望他科者，亦復如是。不經此種訓練，勢必以淺陋學識，勉強敷衍，能將教科書通讀無誤，已屬難能可貴，何敢更存奢望？間有一二有志之士，自知學力不足，雖欲發憤讀書，以補其陷。但苦於無人指導，不能作有系統之鑽研。每有所得，輒欲授之他人，因其對於全體範圍，既未周知，故亦無從判斷其是否適合於其教授。貪多誤得，食而不化，較之僅知熟讀教科書者，直不過五十步與百步之比而已。歐美中小學校教員，對於其所擔任學科，莫不涉獵一過，校中更備種種參攷書籍，實驗器械，其範圍遠在學校程度以上，遇有專門

學術講演，靡不往聽，類皆能領悟。其實力之豐富，見識之高深，確有驚人之處。必如是而後始足以言討論教授方法，改革學校制度也。返觀我國，變亂相乘，奸私相尚，教育事業，亦復爲宵小用作功具，從事把持。教潮學潮，層出不已，對於真正一般之教育，轉等閑視之，更遑論及特殊之教育？辦學數十年而不能有所進步者，職是故耳。

十三年夏，避暑於莫干山滴翠軒，長日無事，乃就自然科學教授法所需要之三方面，輯其大要，而成此冊。首論自然科學之本質，使讀者由科學原理以闡明現今各種科學所許容之事項，可作初等之科學概論教科書用；次論自然科學之發達，及其被編入學校教科中之歷史的觀察，使讀者由此可以推知科學對於各種時代之社會生活，國勢消長，以及人類思想之變遷，所生之影響，以便擇定將來應採之教育方針，可作自然科學史讀，亦可作科學教育史讀；末由一般之教育觀，討論自然科學教授之職能及其內容，俾讀者得建設新教授之方針，以與一般教育之目的調和，不致有偏重偏輕之弊，尤爲討論學制者，不可不讀之作。一般關於科學教育之書，大都就後兩者論述，以爲科學

概論屬於論理學範圍,可以勿庸牽入,而不知自然科學之教授法,無論爲實驗,爲觀察,爲推理,均非將其科學的根本原理弄清,無從着手,萬不能因其屬諸論理學,遂置之不問也。本書之所以首列此一篇,即本此意。全書除自然科學外并涉及論理學,哲學史,教育史,教育學,心理學等,僅能將其最不可少者摘要錄出,舉一反三,是在讀者。謬誤之處,在所不免,如蒙海內明達,不吝指正,使我國自然科學教育得尺寸之進,則編者所馨香禱祝者也。

十四年五月三十日

目次

緒論

第一節 自然科學的意義.....	1
何謂自然 何謂科學 何謂知識	
第二節 自然科學的分類.....	5
馮德的分類 自然科學各分科的範圍 物理學化學 生物和無生物的科學	
第三節 自然科學的使命.....	9
科學的本質的目的 科學的現實的目的 科學的教育的目的 科學和人生觀	
第四節 自然科學的教授的根底	12
自然科學教授的科學的基礎 自然科學教授的歷史的基礎 自然科學教授的教育 的基礎	

第一編 科學概論

第一章 自然科學的公理.....	17-33
第一節 自然科學的由來	17
性質 物的自體 感覺和實在的本性 科學的事實 哲學上的實在問題 法 律學上的物的規定	
第二節 科學的公理.....	21
同一律 矛盾律 除中律 理由的原理	
第三節 因果律	25
因果律的四種形式 因果的量的關係	

第四節 構成科學的精神作用.....29

科學創造的精神作用 比較 想像 科學構成的高等精神作用 概念 斷定
推理

第二章 科學的推理 34-52

第一節 科學的推理的本質34

體系的知識 推理的原則 相等的 相類似的 發見類似的手段 推理的三
種形式

第二節 演繹的推理.....37

直接推理 定言的三段論法 假言的三段論法 選言的三段論法 演繹的推
理的真偽

第三節 歸納的推理.....43

歸納的意義 歸納的根本問題 預言的根據

第四節 演繹和歸納.....46

演繹和歸納的關係 求知識的路徑

第五節 類比推理48

類比的意義 類比和發見 類比的價值

第六節 科學的研究法 50

證言 分類 說明 檢證

第三章 觀察和實驗 53-66

第一節 觀察和實驗的區別53

實驗的觀察法

第二節 觀察的要件.....55

平心靜氣的觀察 率真的觀察 涉及多方面的觀察 有意識的觀察

第三節 觀察的限界	57
觀察和所用的器械	
第四節 實驗的理論	58
定性實驗和定量實驗 歸納實驗和演繹實驗 實驗的境遇 實驗的要件	
第五節 穆勒的科學分析法	61
一致法 差異法 一致差異併用法 共變法 剩餘法	
第四章 測定法	67—84
第一節 單位	67
測定的標準 人爲的標準和自然的標準 補助單位 誘導單位 量單位的簡單化	
第二節 三基本單位	70
三基本觀念 時間的單位 長的單位 質量的單位	
第三節 測定法	72
測定和器械 測定和感度 感覺的錯誤 精密的測定法	
第四節 誤差消去法	75
逃避法 差異法 校正法 抵償法 倒轉法	
第五節 近似的理論	79
定律的近似的性質 定律及說明的假說的性質 器械的誤差 逐次接近真境 近似的數學的說明 相等的種種意義 等號	
第五章 分類,概括及信率	85—97
第一節 分類的意義	85
分類的心理 分類的基礎	
第二節 天然分類和人爲分類	86

分類的要件 二肢分類

第三節 概括 89

概括的意義 概括和類比的不同的注意

第四節 統計的研究 93

統計的研究的價值 平均

第五節 信率 95

信率的意義 自然現象和信率

第六章 假說及科學的定律 98-112

第一節 假說的意義 98

達爾頓的原子說 假說的真諦

第二節 假說的要件 100

假說和演繹的推理 假說和定律 由假說演繹出來的結果和事實

第三節 假說的使用 102

對立的假說 光的射出說和波動說 決定的實驗 使用假說的注意

第四節 科學定律的意義 105

自然定律和國家法律 科學定律的起源 科學定律和人 科學定律的分類

第五節 科學定律的進化 109

關於行星運動的定律的進化 重力定律 進化的程序

緒論和第一編的參考書目 112

第二編 自然科學發達史

第一章 古代的科學和科學教育 117-135

第一節 原始人的知識 117

人類創造時代的智力 原始人知識的特色 語言的起源 應變和淘汰 構成的思考的起源 進步的過程

第二節 古代人的知識120

加爾底亞人的知識 埃及的文明 古代中國的文明

第三節 古代希臘和科學123

古代希臘人的特性 古代希臘人的科學

第四節 希臘哲學家 and 科學124

退利斯 畢達哥拉斯 蘇格拉底 柏拉圖 亞理士多德 亞理士多斯以後的學者

第五節 羅馬和科學131

希臘人和羅馬人的特性的比較 琉克理細阿 坡力奧和辛尼加

第六節 古代的科學教育132

希臘的教育 羅馬的教育 古代基督教教育

第二章 中世紀的科學和科學教育136-144

第一節 阿剌伯和科學136

中世紀的特色 阿剌伯的化學 阿剌伯的物理學

第二節 基督教會和科學138

基督教的教理 羅馬教會和科學 寺院學校和科學

第三節 經院哲學和科學140

經院哲學的目的 經院哲學和亞理士多德 羅哲爾倍根的科學 法國的經院派的活動

第四節 中世紀的科學教育142

中世紀教育的特色 大學和市民學校的創立 猶太人及阿剌伯人和科學

第三章 近世的科學和科學教育……145-166

第一節 文藝復興和科學……145

文藝復興 海上的發見和科學 太陽中心說 自然科學各分科的獨立 科學的應用

第二節 文藝復興和科學教育……149

人文主義和科學教育 伊拉斯莫斯 內安得 科學教育不能振興的原因

第三節 培根和科學新研究法……152

第四節 伽利略和新科學……153

第五節 牛頓和現代科學……155

牛頓的略歷 牛頓的事業 牛頓和科學研究

第六節 第十七、八世紀中自然科學的進步……158

物理學 化學 拉瓦節 林內 瓦特

第七節 第十七、八兩世紀中科學教育的勃興……162

剎伯雷 蒙旦 培根 對於科學教育的輿論 夸美紐斯 盧梭 德國啓蒙思潮對於教育的影響

第四章 現代的科學和科學教育……167-208

第一節 第十九世紀前半期的科學……167

前半期活動的科學家 科學發達的特色 物理學的發達 化學的發達 地質礦物的發達 生物學的發達 學會的創立

第二節 第十九世紀前半期的科學教育……172

科學通俗化的原因 新人文主義和實科主義的對抗 裴斯塔洛齊和科學教育 第斯多惠和自然科學教授 實證主義的哲學和科學教育 學校的科學

第三節 第十九世紀後半期的科學……177

能常住定律 熱的動力說的勝利 永久氣體的液化 光的電磁說 赫芝的發見 電磁時代 樂琴的發見 德國化學的勃興 理論化學 元素和化合物 結晶學的進步 進化論的出現

第四節 第十九世紀後半期的科學教育 185

後半期的自然科學教育的特色 斯賓塞爾和自然科學教授 赫胥黎的意見 德國改革自然科學教育的意見 康拉德的意見 培爾的意見 洪保德的意見 洛斯默斯拉的意見 自然科學主義和自然科學教授 折衷說 後半期的學校教育和自然科學

第五節 物理化學實驗室的發達 192

實驗的創始 最初的實驗室 利比喜的實驗室 克爾文的實驗室 巴黎地方的實驗室 美國方面的實驗室 國民實驗室

第六節 第二十世紀的科學及其傾向 198

鐳的發見對於科學的影響 物質觀 鐳的放射線 陰極線的性質 電子說 能媒和橫波 能媒的運動 邁克爾孫和摩黎的實驗 羅倫轍的收縮 愛因斯坦否認的能媒 相對性原理 光速為無限大速度 閔可夫斯基的時空融和的宇宙 相對性原理的推理 蒲郎克的量子說 愛因斯坦的輻射說 邁麥斐爾特的輻射說 波耳的景線理論 熱力學的第三定律 樂琴線景 科學的傾向

第二編的參考書目 208

第三編 自然科學教授原理

第一章 社會生活和自然科學 211 - 224

第一節 社會生活和自然科學 211

產業革命 社會生活的不安和科學 倍根的 Nova 寓言中的理想 階級戰爭和科學 社會政策和科學

第二節 社會本位的教育和自然科學 217

社會本位的教育 教育對於社會的職能 杜威的意見 學校教育的任務 職業的眞義 職業教育和自然科學