

製作及實驗法

理化簡易器械製作及實驗法

自序

理化智識，乃工藝之導線。我國欲圖自強，捨力求工藝之發達外無他道；則理化知識之宜普及，自不容緩矣。我國之理化教授，多以學校經費支絀，專門教員乏人，實驗每付諸缺如，即間有注重實驗者，其所備器械亦不完全；且徒有教師實驗，而無兒童實驗。夫不重實驗，謂之誦經式理化教授；不重兒童實驗，謂之遙拜式理化教授。以視列國之教授務與實際生活相接近，專期學生自身之實地考察者，奚啻霄壤哉。本書主旨，即在減輕學校經濟之負擔，而謀諸種施設之完備，以冀一掃理化教授之時弊。倘博雅君子，更能舉一反三，準此製作實驗之新器械，以行有興趣之實驗，則又不佞之所厚望也。

編者識

例言

一、本書採取材料，以高等小學校之程度爲標準。

二、全書分三編，第一編總論；第二編兒童實驗課程；第三編專載電氣機械之製作法。

三、本書可供小學校教師實地教授之用，又可爲中學校師範學校教師學生之參考書。

四、製作器械，除特別者記明尺寸外，其餘因係利用家常廢物，須視所採之材料而定，故不加制限，以便活用。

五、本書所載之製作法及實驗法，概準下列之主旨。

1. 材料務取普通家庭中所常有者，俾收廢物利用之實效。

2. 製作簡單，無須特別設備，且以不越小學校手工科之程度爲限。

3. 實驗方法，以簡單明瞭爲主。

4. 無危險品及易破損者。

六、本書記述，以通俗平易爲主；使學生自讀之，亦能理解，即可從事製作及實驗。

七、本書所插圖畫，不重美觀而重通俗，俾閱者一目瞭然。

理化簡易器械製作及實驗法目次

第一編 總論

第一章 動的教育與理化教授

第一節 最近教育思潮上之兒童實驗觀

一

第二節 最近時局上之兒童實驗觀

四

第三節 理化教授之目的

四

第四節 理科與手工科之關係

五

第二章 設備

第一節 實驗室

六

第二節 工作場

一〇

第三節 實驗用具

一一

第三章 實驗教材

一九

第四章	實驗時間	一二〇
第五章	實驗細目	一二二
第六章	實驗指導法	一二五
第一節	分組	一二五
第二節	指導法	一二五
第三節	實驗上之注意	一二八
第二編	兒童實驗課程	一二〇
第一章	第一學期	一二〇
第一節	空氣之性質	一二〇
第二節	水之性質	一二八
第三節	熱	一二九
第四節	水之三態變化	一二二
第五節	火	一二四

第六節	養氣·····	五九
第七節	空氣之成分·····	五九
第八節	輕氣·····	六一
第九節	碳酸氣·····	六一
第十節	燃燒·····	六三
第十一節	食鹽·····	六五
第十二節	硫黃·····	六六
第十三節	煤氣·····	六七
第十四節	金·····	七〇
第十五節	酸類·····	七一
第十六節	鹼類·····	七四
第十七節	鹽類·····	七六
第十八節	重力·····	七八

第十九節 槓杆……………七九

第二十節 光之進行……………八一

第二十一節 光之反射……………八三

第二十二節 平面鏡……………八五

第二十三節 光之屈折……………八六

第二十四節 音……………八八

第二十五節 磁石……………九二

第二十六節 電氣……………九六

第二章 第二學期……………一〇一

第一節 鹽酸……………一〇二

第二節 鈉 氫氧化鈉……………一〇三

第三節 碳酸鈉……………一〇三

第四節 鉀……………一〇四

第五節	鎂 鈣	一〇五
第六節	亞硫酸氣 硫酸	一〇五
第七節	硫酸鹽	一〇八
第八節	鋁 明礬	一〇九
第九節	磷及其化合物	一一〇
第十節	力	一一一
第十一節	慣性	一一三
第十二節	運動之變化	一一四
第十三節	二力之組合	一一九
第十四節	動與反動	一二二
第十五節	槓杆	一二四
第十六節	輪軸	一二六
第十七節	斜面螺旋	一二七

第三章 第三學期.....一二八

第一節 液體之壓力.....一二八

第二節 密度 浮沈.....一三二

第三節 火油.....一三三

第四節 炭水化物.....一三五

第五節 酒精.....一三六

第六節 醋酸.....一三七

第七節 脂肪 油.....一三七

第八節 蛋白質.....一三七

第九節 傳導 對流 輻射.....一三八

第十節 空氣之壓力.....一四一

第十一節 大氣之溫度及濕度.....一四三

第十二節 抽水機.....一四三

第十三節	光之分散	一五〇
第十四節	凸透鏡	一五〇
第十五節	感電	一五二
第十六節	放電	一五五
第十七節	雷電及避電針	一五五
第三編	電氣機械製作	一五七
第一章	電流計	一五七
第二章	電磁石	一五九
第三章	電報	一六一
第四章	食鹽電解器	一六九
第五章	電流之發熱作用	一七〇
第六章	電燈	一七二
第七章	電鈴	一七三

第八章	電話	一七六
第九章	電動機	一八〇
第十章	抵抗器 開閉器 轉換器	一八九

理化簡易器械製作及實驗法

第一編 總論

第一章 動的教育與理化教授

第一節 最近教育思潮上之兒童實驗觀

一、兒童實驗合於現代之教育思潮

兒童實驗之必要，十八世紀時盧梭及撒耳士曼早已主張及之。盧梭嘗謂『兒童之對於自然物，宜令兒童自測之，自觀之，自思之。』所謂『自己動作，自己發見，自己思考』者是也。撒耳士曼亦曰：『教授者，使兒童藉自己之思考與觀察以鍛鍊精神，且使收集所得智識之實云耳。』質言之，即『令兒童自動』之謂也。又曰：『凡自己所施之觀察，自己所得之智識，較由外部注入者，更多興趣，故宜廢講義而爲談話，以工作室實驗室爲教授之中心，以活動兒童之身心耳目，并與以自己完成之動機與機會。教師不過旁觀與忠告而已。』由今觀之，氏之論調，雖不免稍有瑕疵，而其燭眼卓見，誠堪驚佩。降至十九世紀，一般

學者，聳於物質文明之發達，視科學爲萬能，以智識爲中心。於是學校之中，競以授與豐富之智識爲貴。及其結果，不僅食古不化，且常立於受動地位，而乏獨立活動之精神。以致刻苦所得智識，不能應用於世，實際上遂爲無技無才之廢人焉。此其反響，夫何能免。故近時之教育思潮，主張以兒童自己活動爲中心。蓋智識不宜單以抽象的結果與之，而當與以到達其結果之過程。即使其自己知覺之，觀察之，實驗之，判斷之。其所得之結果，則使其自行整理之，應用之。理科教授之重兒童實驗，實適合乎現代思潮也。

二、兒童實驗乃理化教授之根本

動的教育，固爲任何學科所適用，而理科則更應本此主義以教授之，因其最適於此種教科之教授也。

夫憑教科書以灌輸智識者，則其所得智識，必不能體會活用。故理化教授，不宜由教師以演繹的說明原理，當令兒童從自身之實驗，歸納的發見法則。此實理科根本上所宜採用之方法。斯賓塞氏亦謂往昔教育，迂遠而費時間。良由爲教師者，徒知傳達過去之成績於短期間，不知誘未來者以發見之方法。於是兒童遂爲教科書所束縛，不能自闢研究之

途徑。此理科教授所以必須革新，而倡兒童實驗也。

三、兒童實驗即真直觀教授

今之執教鞭者，無不以直觀教授爲教授上之根本主義，故雖山村僻地，其理化教授未有不用實驗者。顧其所謂實驗，僅由教師行之；兒童不過拱手陪觀，仍立於受動地位。故其價值，實驗與不實驗等。此無他，狹解直觀教授意義之結果也。今之所謂直觀，則爲廣義的而非狹義的。蓋兒童之智識觀念，在令其自己活動而發表之。故理化教授，不能以僅觀教師之實驗爲已足，必使兒童親自活動，親自製作，而行實驗，庶可滿足其活動性，確實其智識。此兒童實驗，所以爲理科上之真直觀教授也。

四、兒童實驗合於實驗之真義

夫實驗將何爲耶？無他，欲使發見一事實法則，或因以證明一假定之果真與否而已。然無論其爲發見爲證明，若僅以一回之實驗，謂足以盡發見或證明之能事，其誰之信？故由教師一人而行實驗，實陷兒童於盲從之途，尙真理之理化教授所不取也。至兒童實驗則不然；合數十人或數班之兒童行之，然後歸納其結果，故可謂合於實驗之真意義。

第二節 最近時局上之兒童實驗觀

歐洲大戰以後，我教育界受時局上所齎之教訓，知目前切要之務，厥有二端：一普及科學的思想；一養成獨創的精神。

國際競爭，至戰後而更形激烈，且將無所施其顧忌。處其衝者，欲圖國之存立與發展，或欲更進而為世界之優秀者，豈可受制於人，而不思有以制人乎？制人云者，非以武力壓倒弱者之謂。凡工商實業，外交殖民，無不可循光明正大之方法，以發揚國威於無窮。若強大之兵力，充實之經濟，雖亦在所必要，惟其根本要件，則在養成多數能運腦力富於獨創的精神之人材。養成之法，惟何？曰：凡舊式教授，處兒童於受動地位，僅使運其耳目而為靜止的抽象的方法者，當悉改弦而更張之。務使兒童自運其目與手與腦，而為自動的發見的教授，方足以發揮其本能，而具獨創的精神。此理科教授之所以歸重於兒童實驗也。

第三節 理化教授之目的

理科教授之目的，概括為三項如左：

(1) 使知自然物及自然現象之一斑。

(2) 使理解自然物及自然現象相互之關係，及對於人生關係之大要。

(3) 養成其精密觀察及愛自然之性情。

第一第二兩項，爲實質的智識，宜使兒童爲自動的研究。及其研究既久，趣味已生，則第三項之觀察力，自能隨之精密。至如愛好自然，尤在兒童自己體會得之，非外力所能強加。惟教師於此陶冶方法，有最重要不可忽視者，卽一面須指導活動之形式；一面又須就活動之內容而指導之。例如理科上之實習、實驗、觀察、採集等，皆爲活動形式上之指導，而選擇之教材及其教材之精神，則爲活動內容上之指導。夫理科之教材與教材之精神，雖均側重於人生實利方面，然小學時代，不當以實利爲主，亦不當以技術爲主，應注意精神的方面，養成兒童之觀察力、思索力與創始性，俾能活用其已得之智識，別開途徑以應社會之需要，較之拘守成規但謀技術者，奚啻霄壤。

第四節 理科與手工科之關係

理科教授，應革新而重兒童自動的實驗觀察，固矣。然由吾人理想的見解觀之，僅令兒童實驗，尙不得謂爲完全，當更進而使兒童自用心思，自加工夫，以製作實驗上所必要之

用具，或應用其已知之原理原則於玩具及他器具之製作。蓋不如是，斷不能澈底發揮理科之教育價值。換言之，理科教授至此境地，始呈活潑潑地之氣象，而與實際生活相聯絡也。顧兒童之製作作業，則有賴乎手工。故就理科一方面言之，實與手工科有聯絡之必要，而就手工科一方面言之，似與理科無關。其實不然，蓋手工教授之方針，在乎增長兒童工業之興趣。顧今日之手工，果有最善方法以應此要求乎？夫工業者，取理科之智識，而應用於生產業者也。故欲理解工業，必當具有充分之理科智識。惟既具有理科智識，苟乏實地應用之機會以植其基礎，則欲兒童於溟漠中湧現其工業之興趣，豈可得乎？故手工一科，亦必賴與理科聯絡而始完善。如就手工科之教材中，加以製作實驗器及玩具之應用理科智識者，或於理科實驗室之外，另設玩具實驗器等之自由製作所，則不僅可以練習手技，而於兒童之構成力、利用力、創作力等，亦可由是植其基礎，俾異日得適應夫現代的工業潮流也。

第二章 設備

第一節 實驗室