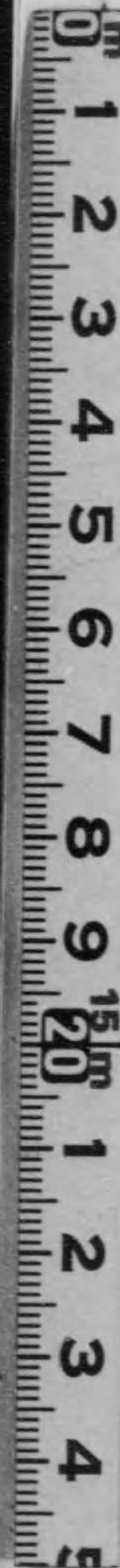


2637

103



始



32-26

263.7-103



神戸伊三郎著

學習
本位 理科の新指導法

東京 目黒書店發兌

大正
11. 10. 95
内交

序

私をはじめて理科教壇に立つてから、殆んど二十年にもなります。私はその間理科教育界のみを視詰めて来ました。或時は教材の内容から、或時は教授の方法から、又或時は教育の思潮から。

最近五ヶ年間の理科教育界の進運は、目立つて著しいものがあります。併しそれだけ其の思潮は動搖してゐます。實際家は誰もこれが歸趨を見出さうとして苦んでゐるやうです。私も此の間に處して、理科指導の要諦を見出さうとして煩悶した一人です。本書は私の此の間に於ける研究録を整理したものであります。兒童學習指導の實際、研究室に於ける驗察、凡そ新時代の教育思潮を考察しながら、理科が如何に指導せらるべきかについての、すべて私の實際經驗研究をまとめたものであります。不充分ではあるが多少参考になると信じます。

本書の成るは固より私一個の力ではありません。先輩同僚各位の直接間接の力にまつところ頗る多いのです。特に大浦茂樹君とは多年同室に在つて研鑽を共にし、同君に負ふ部分が少くありません。茲に篤く感謝の意を表します。

大正十一年十月

著者

目次

第一章 最近理科教授法の進歩……………一

第一節 理化學實驗の督勵……………一
理科教授革新運動の基礎——四ヶ條の改善要旨

第二節 兒童實驗法の研究……………五
再來を期すべからざる好機會——兒童實驗設備の整——實驗法進歩の數例——第一例
挺子實驗器——第二例 線膨脹實驗器——第三例 瓦斯發生裝置

第三節 兒童實驗の成績……………二六
兒童實驗の悲哀——農村は設備が出来ずに——都市では運用が出来ずに——實驗に本店
と支店との別あり——指導によそ行といふのがある

第四節 兒童實驗の要目の精選……………三一
實驗要目精選の必要——より有價値のものに時間をかける——時間を惜まらずらせる實
驗——考察の妨げとなる實驗——單純化された裝置——兒童の生命には代へられない——
——當時の中心問題

第五節 兒童用理科書の存廢……………三九

今に始まつた問題ではない——理科書編纂の理由——當局の處置は用意周到——廢止論の根據——四項の弊害——實事實物を對象——獨創工夫の態度——學習方法の體得——差別的の取扱——教師用理科書に就いての希望

第六節 實驗案内式指導法……………五〇

口頭指導法——板書指導法——實驗案内書——案内書の缺陷——擬子教授一例——新指導法を要望す

第二章 理科教授の目的觀の動搖……………五九

第一節 教育的價值及び目的の概觀……………五九

理科教授の目的——理科教授の要旨

第二節 實用功利主義……………六二

時勢の要求する理科——實務家の養成——知識の分量を増す理科

第三節 科學的訓練主義……………六七

貯蓄主義——豊富なる兒童の生活——科學的精神の高調

第四節 自然界の情調興趣の翫味……………七一

科學的訓練の萌芽は伸びない——思想界の變動——實用功利の新解釋——理想的生活の内容——精神的踐民

第五節 自然研究主義……………八〇

兒童本位——所謂自然研究主義——自然研究の眞諦——知識とは何ぞ——客觀的普遍性——目的觀の歸趨

第三章 理科學習指導の根柢……………九一

第一節 自然科學の本質……………九一

常識と科學的知識——系統化する知識——因果化する知識——自然を讀む力——自然語と眞理——自然科學の目的——其過程は方法的

第二節 理科の研究法……………一〇七

思考力の訓練——考へる力とは何ぞ——心のはじめ——概念は思考の要素——同一点と差異點——思考の本體——正確なる思考——事實に徴して證明——自然その儘の觀察——人爲的の實驗

第三節 歸納的探究法……………一二〇

ミルの歸納的方法——事實の一致に基く推理——事實の差異に基く推理——一致と差異の併用推理——殘餘の事實に基く推理——事實の共變に基く推理

第四章 學習指導の歸趨……………一二二

第一節 理科學習の過程……………一二二

新學習過程の提案——問題の構成——問題法の意義——自發問題法——中心問題法——假定の無い學習——豫想を立てる必要——豫想要求——解決方法の工夫——プロウエクト・メソッド——第四段遂行——享樂より努力へ——全心的白熱的——學習帳の活用——第五段批判——檢證の段と應用の方法——發表と討論——新學習過程適用の一例——人生と新學習過程——科學的訓練の意義

第二節 獨創と模倣とに對する態度……………一七〇

獨創と知識——模倣動と被暗示性——コケコッコ——生物學を生かぢり——飛んで火に入る夏の蟲——天才の力と時の力——科學的理解力——理科指導の兩方面——學習帳と教科書

第三節 學校理科の生活化……………一八八

理科學習の發展——理科の禮物——植物教材の一例 新芽が伸びて行く——動物教材の一例 ヤコからとんぼになるまで——物理教材の二例 空徳利からお酒を出す手品、パケツの電池で電信機の實驗——化學教材の一例 灰の中から白い粉が——天文教材の二例 天の秘密——星の世界に人が住む

第五章 低學年理科指導の要點……………二四一

第一節 理科學習の動機……………二四一
兒童の性向を洞察——學習動機の構成——兒童の動機的特質——兒童の生活——現生活

第二節 兒童の興味と求知慾……………二五〇

疲勞は多く興味の缺乏——理科教材の好嫌傾向——求知慾の伸展——兒童に自由を與へよ——問題の出し方——目的を意識させる——自然科學發達の歴史——階段的の取扱——行なり放題は許されない——理科のお話

第三節 内外的刺激と外的刺激……………二七一

内外的刺激が目標——真に熟練せる教師——優勢本能の利用

第六章 學習指導の實際……………二七七

第一節 生物教材の取扱……………二七七

生物教材の重視——物質的文明に對する貢獻——生物學の方法——生物教材の到達點——繼續的動的觀察——繼續觀察指導の準備——第一例 種子の發芽——第二例 かひ、第三例 蛙の發生——第四例 もんしろてふ——生態中心の指導——警戒も過ぎたるは及ばざるが如し——第五例 蜂と花——第六例 あしながばち——第七例 こぼるぎ及び蚊の鳴く蟲——第八例 あひる(又は鴨)——第九例 夢と竹——第十例 松と杉——第十一例 蜜の構造及び作用——人生關係中心の教材——第十二例 にはとり——第十三例 いれ——第十四例 稻の害虫——花膚・鳥膚・蟲膚——第十五例 梅と花膚

——第十六例 露と鳥居

第二節 物理教材の取扱……………三八六

物理学の本領——指導の二大徑路——第一例 空氣(空氣の存在、空氣の流動、空氣の性質)——第二例 熱による物體の膨脹——原理より事實に及ぶ場合——第三例 重力(重力の存在と物の重さ。重力の方向と鉛直線、水平面と鉛直線)——測定實驗の指導——第四例 光の反射——分解の構成と發明能力——第五例 ギョウブ——發展の爲の指導書——火鉢を圍んで電氣の實驗

第三節 化學礦物教材の取扱……………四三八

化學教育の由來——兒童は物を礦物學的に見る——礦物學と化學との差——第一例 水晶——外觀の觀察に止まる教材——化學反應に觸れる礦物教材——第二例 方解石及石灰岩——化學教材取扱數例——第三例 火——第四例 水素——第五例 炭酸瓦斯

第四節 地文・天文・氣象教材の取扱……………四七五

不徹底に通過したる教材——天文學の價值——原始人の生活と星の運行——農業と曆日——法則の存在を吾人に教へた——迷信の種子——迷信の打破——指導の要點——第一例 春分——第二例 星の位置——第三例 校庭の石と砂と土——第四例 地層——郷土中心が行はれる理由

第五節 生理衛生教材の取扱……………五〇一

能率増進と生理衛生學——生理衛生教授の缺陷——生理衛生教授の新運動——人體に對する旺盛なる求知慾——尋四の生理衛生教材——人のからだ——齒と食物——耳と眼——第一例 人のからだ——生理教材の實驗指導

第六節 指導要目の活用……………五二二

尋常四年——尋常五年——尋常六年——高等一年——高等二年

第七節 理科の成績考查法……………五四〇

考查の意義——考查の目標——考查の方法——結果の整理

學習
本位 理科の新指導法

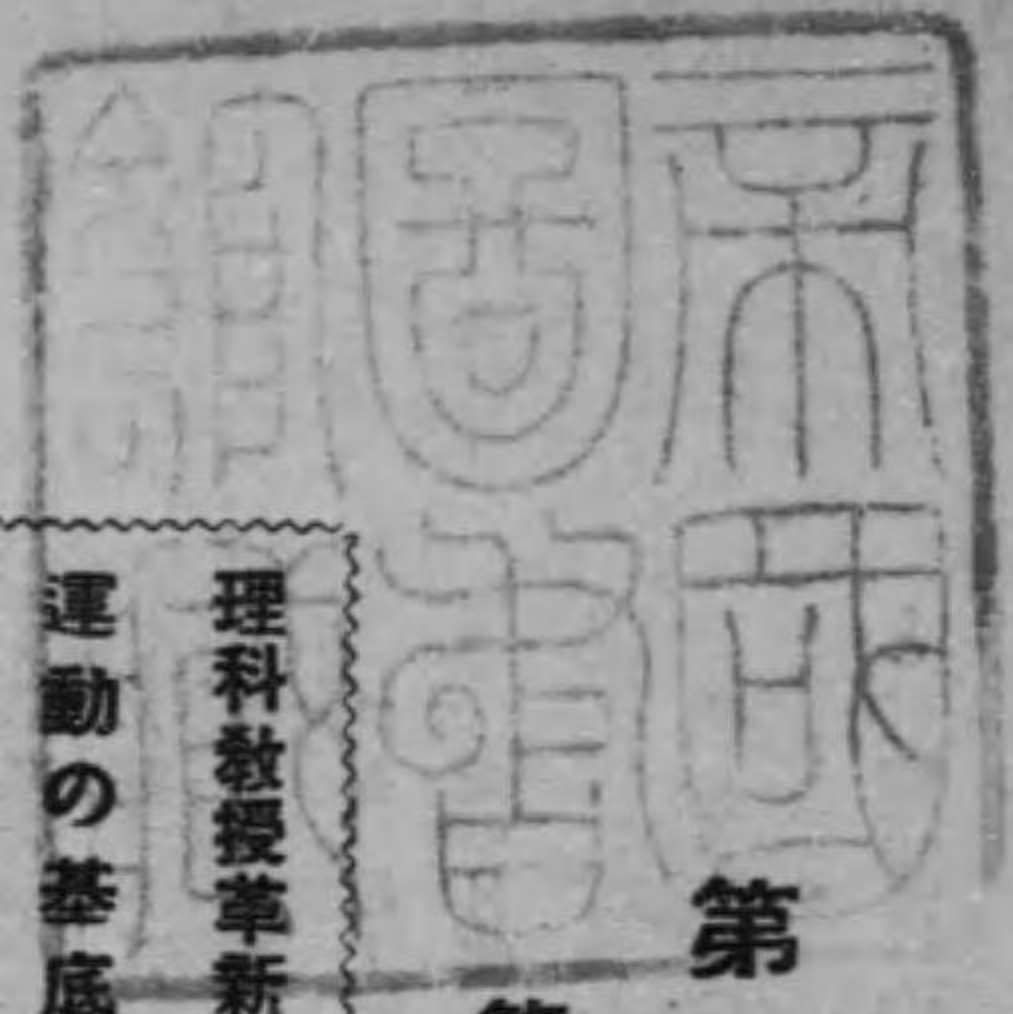
神戸伊三郎著

第一章 最近理科教授法の進歩

第一節 理化學實驗の督勵

過去五十年間の文明は開闢以來五千年間の文明に匹敵する。之を教育界に就いて眺めて見れば、最近五年間の理科教授法の進歩は、明治大正五十年間の進歩以上といふ事が出来る。誠に理科教育界の盛時といふべきである。

斯る短日月間に斯の如き顯著なる進歩を致せる所以の者は、固より世界大戰亂の動搖に起因し、教育思潮の覺醒による自然の傾嚮といふべきであるが、其の具體的に現れた根源を求むれば、何といつても文部當局の理化學獎勵の訓令と見なければならぬ。大正七年二月五日、岡田文部大臣は北海道廳並に各府縣に對して、二十萬圓の國費を提供し、理化學



理科教授革新
運動の基礎

教授改善の訓令を發した。此の訓令の内容は、徒に理科教授改善の必要を叫ぶに過ぎなかつた當時の混沌たる教育界に、一道の光明、一定の指針を與へたものである。實に最近の理科教授革新運動は此の訓令が基底となつてゐるといへる。故に煩を厭はず茲に其全文を載せて見なければならぬ。

理化學の研究を奨励し、其知識の普及を圖り、以て殖産興業其他荷も國力の充實に資すべき事業の健全なる發達を期するは、實に今日の急務なり。各學校に於ては、固より夙に此趣旨に基き、理化學教授に努むる所ありと雖も、國家の將來に稽ふれば、一層其の教授方法を改善し、特に重きを實驗に置き、努めて形式に流れ注入に陥るの弊を防ぎ、以て國民生活の實際に適切なる知識技能を確實に會得せしめ、兼て獨創自發の精神を涵養せんことを要す。此の目的を貫徹せんが爲め、師範學校及中學校に於ける物理及化學の生徒實驗に關する設備に對し、國費を支出して其完成を助くると共に、並に該科生徒實驗要目を制定せり。地方長官は宜しく各學校長を督勵し、本趣旨に準據して生徒に實驗を課し、以て理化學教授の効果を完うするに於て、遺憾なきを期せしめらるべし。

と。同時に中等學校の物理化學生徒實驗要目其他設備等の具體案が添へてあつた。當局の理化學教授改善に對する熱心の程を察するに餘りある。小學校に對しては特に訓令があつたわけではないけれども、當局が中等學校と同様に奨勵してゐることは各方面に明である。私は右の訓令の内容を點檢して、次の四ヶ條の要約を得た。

四ヶ條の改善要件

- (1) 殖産興業を盛にし、國力の充實に資すべきこと。
- (2) 國民生活の實際に適切なる知識技能を確實に會得せしむること。
- (3) 生徒の實驗に重きを置くべきこと。
- (4) 獨創自發の精神を涵養すべきこと。

此の中前の二ヶ條は理化學奨励の目的を示し、後の二ヶ條は教授方法の改善點を示したものである。尤も生徒をして獨創自發の精神を涵養せしむることは、一面教授の目的とも考へられるけれども、從來の理科教授の實際が徒に形式に流れ注入に陥る弊があつたに對して、努めて獨創自發の精神を涵養するやうに教授の方法を改善しなければならぬと見ての解釋である。

戦前二三年前までは、文政の局に當つてゐる大官の中にさへ、中等學校で實驗をさせることを嬉ばないものがあつた。或る夏季講習會に於て、某大官の訓示の中に、中等教育の缺陷を指摘した一例として、次のやうなことが言はれてゐると傳へられてゐる。即ち

どうも今日の中等教育は甚だ宜敷くない點がある。例へば理化學は實驗を以て教へ、又生徒にも實驗をさせるやうな有様である。之は中等教育を専門教育のやうに其程度

を上げたものであるから注意しなければならぬ云々。
と。勿論訓示者の個人的不見識な素人的見解であつて、教育の大勢に關した政府當局の意見でないことは明であるけれども、歐洲大戰の教訓は、僅々二三年の間に、斯くの如くまで掌をかへすがやうに變ぜしめたことは注意すべきことである。

第二節 兒童實驗法の研究

再來を期
すべから
ざる好機會

中等學校に對する理化學教授改善の當局の督勵は意外に迅速に徹底した。各府縣に於ては數萬金を投じて、生徒實驗の設備を完成した。中には理化學の講義室及び實驗室の爲に廣大なる校舍を新築した中學校もある。此經費は全國にて實驗器械器具等に支出せるものまでも合算すると百萬圓以上に達してゐる。斯の様な莫大なる經費は府縣に於ては容易に支出しないのが常であるが、流石に教育に無理解な府縣の議員も、大戰を目前に科學の偉大なる力を見ては、殆んど異議なく當事者の要求を容れた。這般の大戦は人類あつて以來の大慘事であつたが、我國理科教育の進歩より見れば、再來を期すべからざる好機會であつたのである。

小學校に對しては當局から特に訓令を出した譯でなく、又別に特別な方案を示した譯でもない。由來我國中等學校の教授法は遅々として進歩しない。いつも當局の激勵によつて引立てられて行くかの如き觀がある。之に反して小學校は常に活氣旺盛、大抵は當局の訓令

法規の公布に一步を先んじてゐる。けれども這般の理科教授改善運動は急勾配に高まつたものであるから、さすがの小學校もまだ研究が出来てゐない。漸く準備を始めかけた位の所に、文部省から彼の中等教育に對する訓令が出た。而かも其出かたが意外に大きかつた。その爲に中等學校の理化學教授改善は着々として其緒に就いた。顧みて小學校は多少立後れの觀がなければならぬ。

『此の際小學校の理科を如何にすべき。』

當事者がかういふ問題に惱んだ時に、兎も角文部省の中等學校理化學教授改善の訓令によるより外は無かつた。而して訓令の主要なる點は生徒實驗に在つたから、小學校に於ける理科教授の改善も兒童實驗から着手せられたのである。『兒童實驗』は實にその當時の理科教授改善の標語であり、研究の中心であつた。

兒童實驗 讚仰の聲

此所で吾々は兒童實驗を讚仰する聲に、暫く耳を傾けて見る必要がある。理科教授に於ける實驗が教師の手によつて行はれて、學習の地位に在る兒童が單に眼と耳とを働かすのみであつては、實に其理解の正確を缺くのみ

でなく、工夫獨創の力を伸展せしめることが出来ない。從來理科の實驗が獨り教授者の手に奪はれ、兒童を傍觀の態度に置いた所の理科教授の舊態を脱して、兒童を各自の手によつて體檢せしめる境地に在らしめなくてはならぬ。かうすることは兒童をして理科的現象又は事實を正確に理解せしめるばかりでなく、又應用力工夫力を増進せしめることが出来る。而して又斯の如き方法は、彼等を率ゐて模倣より獨創の世界に導くことが出来ると叫んでゐるのであつた。

されども其當時に於ては、兒童實驗法の研究は誠に混沌たるものであつた。第一に依るべきものがない。初めは中等學校の生徒實驗要目に準據して、後には經費の不足の爲に簡易實驗器械の製作に變化して來た。講習會に著書に雜誌に殆んど之ならざるはなしといふ有様であつた。各地に開催せられたる教育品展覽會の如きも、兒童實驗の爲の簡易器械で満されてあつたと言つても過言でない。

實驗法進 歩の數例

簡易器械の利弊に就いては更に項を改めて論ずる所があるが、兎に角理科教師が自ら手を下して、實驗用の器械器具を工夫製作せんとしたる氣運に

なつたことは、大に嬉ぶべき現象である。實際に於て過去四五年間に、此の方面に向つて成された成績は誠に驚くべきものがある。其二三の例を取つて其進歩の跡を見るときよ。 (第六章第二節第四例をも参照)

第一例 挺子実験器

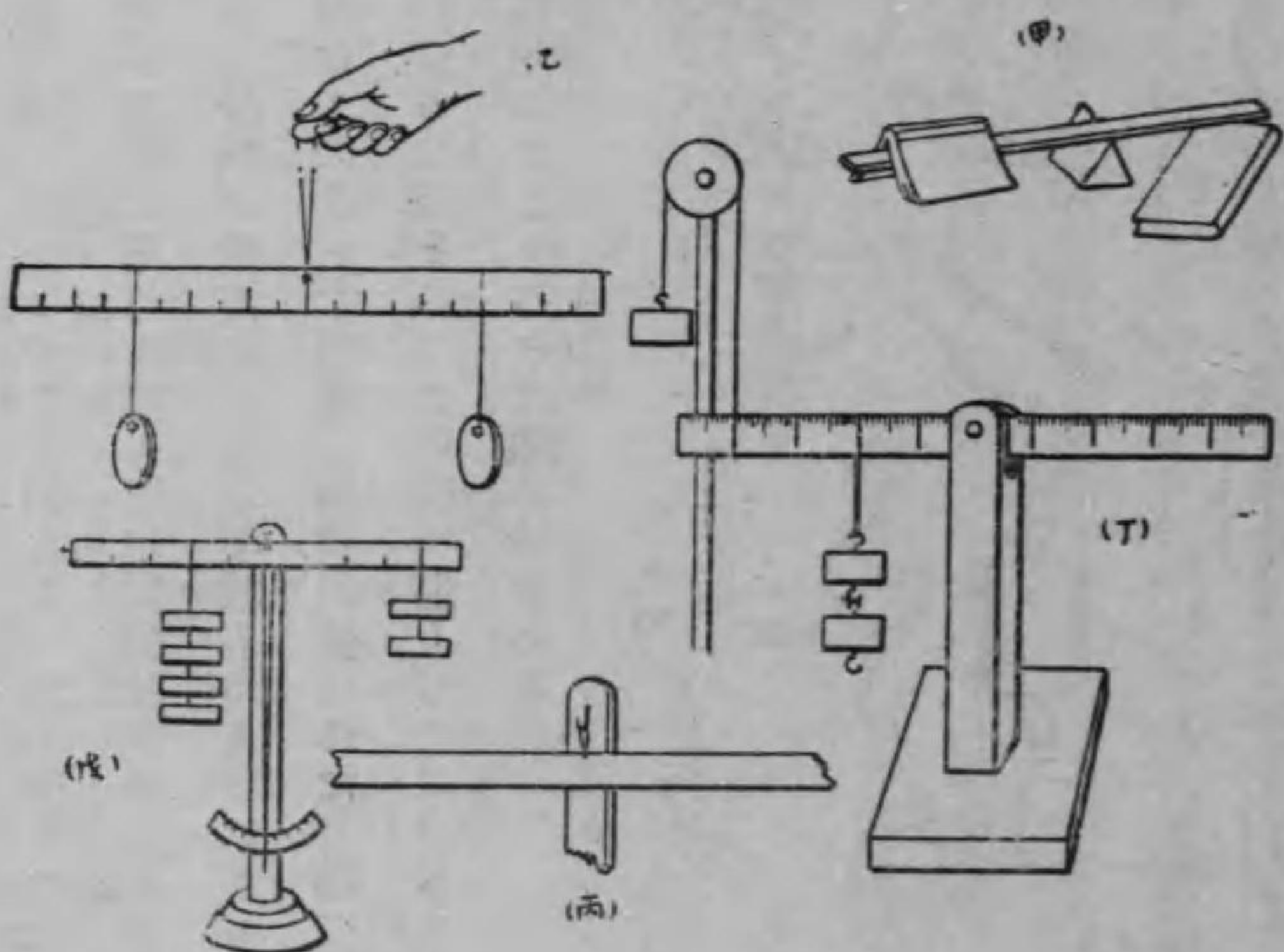
挺子の實驗法は何れの教授書にも、力の釣合の法則發見の例として、其教授進行の模様を比較的詳細に紹介してある。各地に開催せられたる實地授業、批評授業などに於ても能く之が取扱はれてある。従つて其實験器具に就いても餘程よく研究せられてゐる。

- (一)、竹製の尺度を三角柱の枕木の上に渡して挺子となし、其錘の代りに等量の目方を持つてゐる教科書などを用ゐることは、最も簡單なる挺子實驗裝置である (第一圖甲)。けれども之は餘り正確なものでないから一般には行はれないやうである。
- (二)、稍々正確なる測定を目的としては尺度の中心を絲にて吊し、之を實驗者が手を以て支持する方法がある。錘は書物では重さが不揃で、力點が確實に行かないから、一定の重さのものを絲で掛けることとしてある (第一圖乙)。けれども之は手を以て吊すといふ

で、尋常五六年の兒童には皆く實驗が出来ないといふ缺點がある。

- (三)、そこで挺子の棒は何を用ゐるとしてもよいが、之を支へる爲に相當の支柱を準備する事となつた (第一圖丙)。而して絲を以て吊した挺子は餘りに鋭敏で釣合を取るに困難であるから、釘で止めるやうになつた (第一圖丁)。吾々は敏感な正確な實驗器具を使用させることは、實驗の結果を精密に纏める上に必要なものであると信するけれども此のやうに支點だけが敏感でも、他の部分例へば棒の度盛や錘の重量などが確實でないといふと、法則を纏めるに方つて、

(一) 器驗實子挺 圖一第



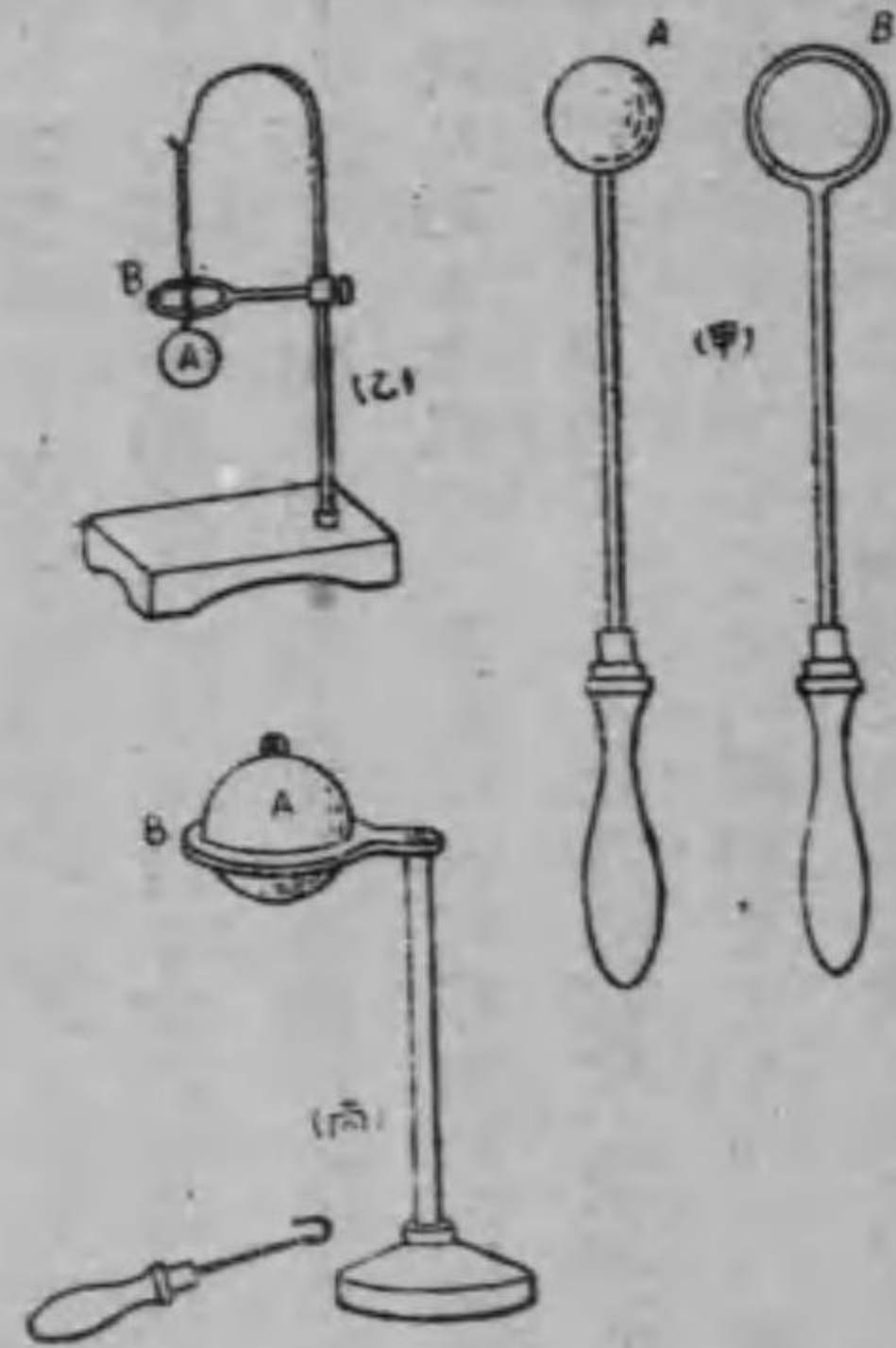
第二圖 槌子實驗器の圖



實驗が却て妨をなすことがある。第一圖戊の如く指針をつけたのなども蛇足の感がある。
 (四) 槌子實驗に用ゐる錘も兒童實驗をさせると多数を要する。中には眞鍮等で作った立派な分銅を準備してゐる學校もあるけれども、貧弱なる經濟では到底及ばぬことである。簡易なものとしては能く銅貨が使はれた。第二圖Aのやうに銅貨を糸で括つたのもあればBのやうに糸を糊づきの紙で貼りつけたのもある。最近に出來た穴あきの白銅貨をCのやうに用ふることなどは頗る妙である。

活字金は一定の目方のものを選ぶに易い。之に孔を明けて針金を通すことDの如くするのもあるが、活字金に孔を明けるに困難であらう。關東東北地方で兒童の玩具に鉛板を用ゐることが流行してゐる所がある。さういふ地方では一定の目方のものをEの如くにするのは難事でない。釣魚用の鉛(F)、

第三圖 固體の膨脹實驗器



役網用の鉛(G)など、得易き場合は簡便である。けれども現在ではHの如き槌子用の鉛錘を特に作つて販賣してゐるから、寧ろ之を購買するが得策である。
 經費を極度に節約を要する場合は、Iの如く十五瓦程の釘二三本宛括つて置くことである。尙ほ女生徒などを使つて砂袋、大豆袋等を作るもよい(J)。經費はかゝるが、一定數の散彈を一定の大きさに切つた木綿に包むことは、目方を測定する困難がなくて而かも目方の等しいものが得られる。

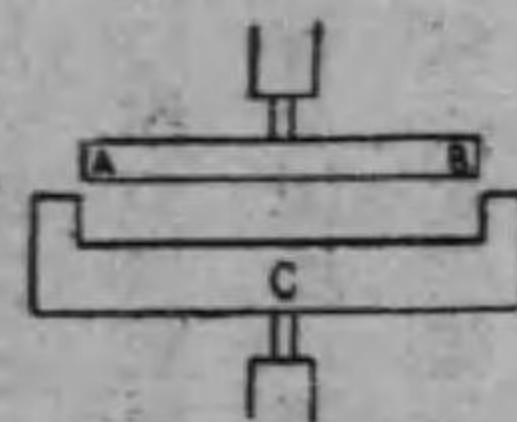
第二例 線膨脹實驗器

熱によつて物の體積の變ずることを知らしむる實驗は、兒童にも著明に觀察することが出來て、而かも自然現象の基本的事實であるといふので、大抵は之を兒童實驗として取扱つてゐる。其中氣體や液體の膨脹實驗は左程でも無いが、固體

の方の實驗装置は非常に多い。

固體の膨脹實驗の中で最も廣く世に行はれてゐるものは、第三圖のやうな金屬製の球と夫れが漸く自由に通り得る環とを用ひるものである。先づ球Aが環Bを通過し得る事を示し、次に球Aを火にて熱して後、環Bを通過させようとしても通らない。けれども球が冷却すれば再び通過するやうになる。此の實驗を以て固體が熱せられれば其體積を増し、冷えれば其體積を減することの證明としてゐる。此の装置は精密を必要とする點があるので、素人の簡易製作には困難である。故に大抵は之を教師實驗とするに止め、兒童實驗としては線膨脹の装置が行はれてゐる。

(一) 器驗實脹膨線 圖四第



線膨脹實驗装置の中で、之に極めてよく似てゐるものに第四圖の如きものがある。即ちAなる金屬棒が丁度Cに嵌る様に作つて置き、實驗に際してはAなる金屬棒を暫時熱湯の中に浸して、而る後にCに嵌めて見るのである。此際AはCに嵌めるとは出來ないが、A及びCを共に熱湯中に挿入して、両者が同温度になるのを待つて嵌めて見ると、最初の時のやうによく嵌まる。即ちAもCも共に膨脹したからである。

線膨脹の實驗を最も簡單にするには、火箸の如き金屬線を熱して加熱の爲に延伸した長さを尺度を以て測定するのが良いのであるが、上表の如く固體の線膨脹率は極めて少く、十萬分の五を超ゆるものは稀であるから、其測定が困難で初等程度の實驗には到底望むべからざることである。

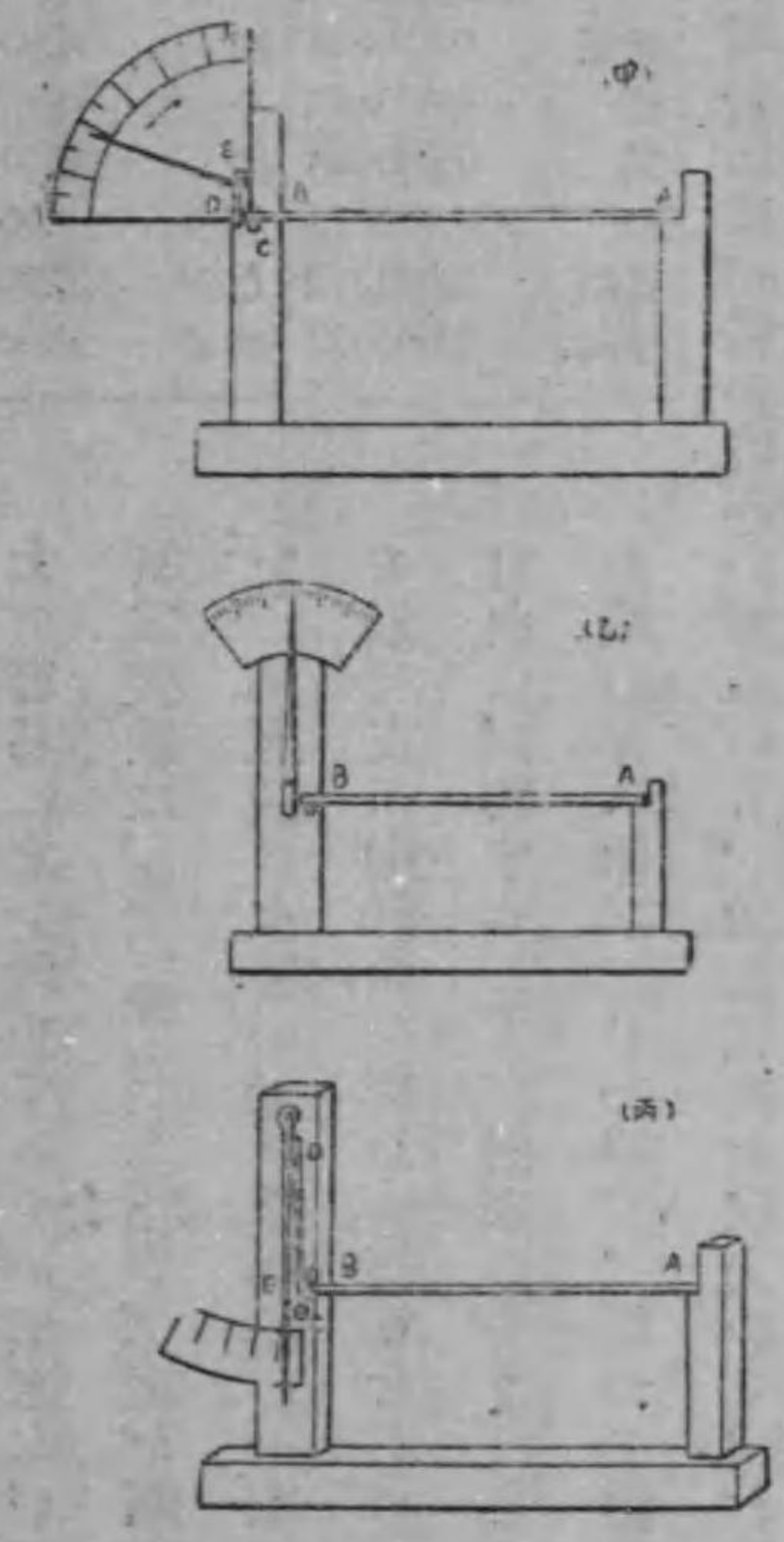
鉛亞	0.000029	銅	0.000017
鉛	0.000028	金	0.000014
錫	0.000023	鐵	0.000012
銀	0.000019	鋼	0.000011
眞鍮	0.000019	白金	0.000009
洋銀	0.000018	硝子	0.000008

指針には相當の重みがあるから、加熱装置を取去つてAを冷却すれば、漸次反對の方向に移動して棒の短縮を示すことが出来る。

(乙)は非常によく(甲)の装置に似てゐるが、金屬棒が冷却した時に指針が戻つて來ない缺點

がある。(丙)は膨脹の度を一層大きく示す爲に、先端の曲つてゐる棒Dで指針Eの根元を押すやうに仕組んだものである。簡易機械としては複雑にすぎない感がある。

(二) 器驗實脹膨線 圖五第

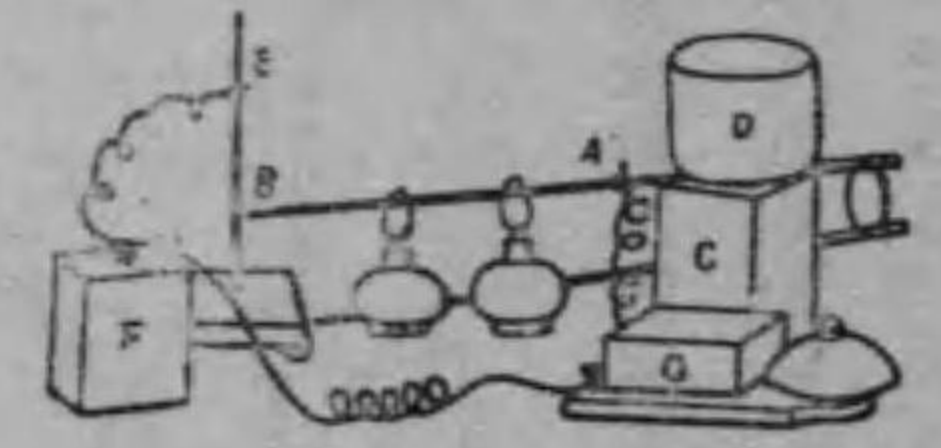


第六圖の装置は簡易といふ譯には行かないが、一寸面白く出来てゐる。即ち金火箸の如き金屬棒ABを臺Cに置き、之に重しとしてDを載せ、別に金屬棒Eを立て、之には

其一端に電池Fの一極より來れる導線の端を巻き付け、其電池の他の極より又導線を出して電鈴Gに取り付け、又別の導線を以て電鈴と金屬棒Aの一端とを連結したものである。實驗をする際にAのB端とEとの距離を極めて近づけて置き、A、Bを熱して其長さを増加する時は、直にBはEに觸れ電流は之によつて通じて、電鈴が鳴り出すのである。

第七圖(甲)は極度に簡單にしたもので、指針の一端を單に針などで留めた丈けである。併

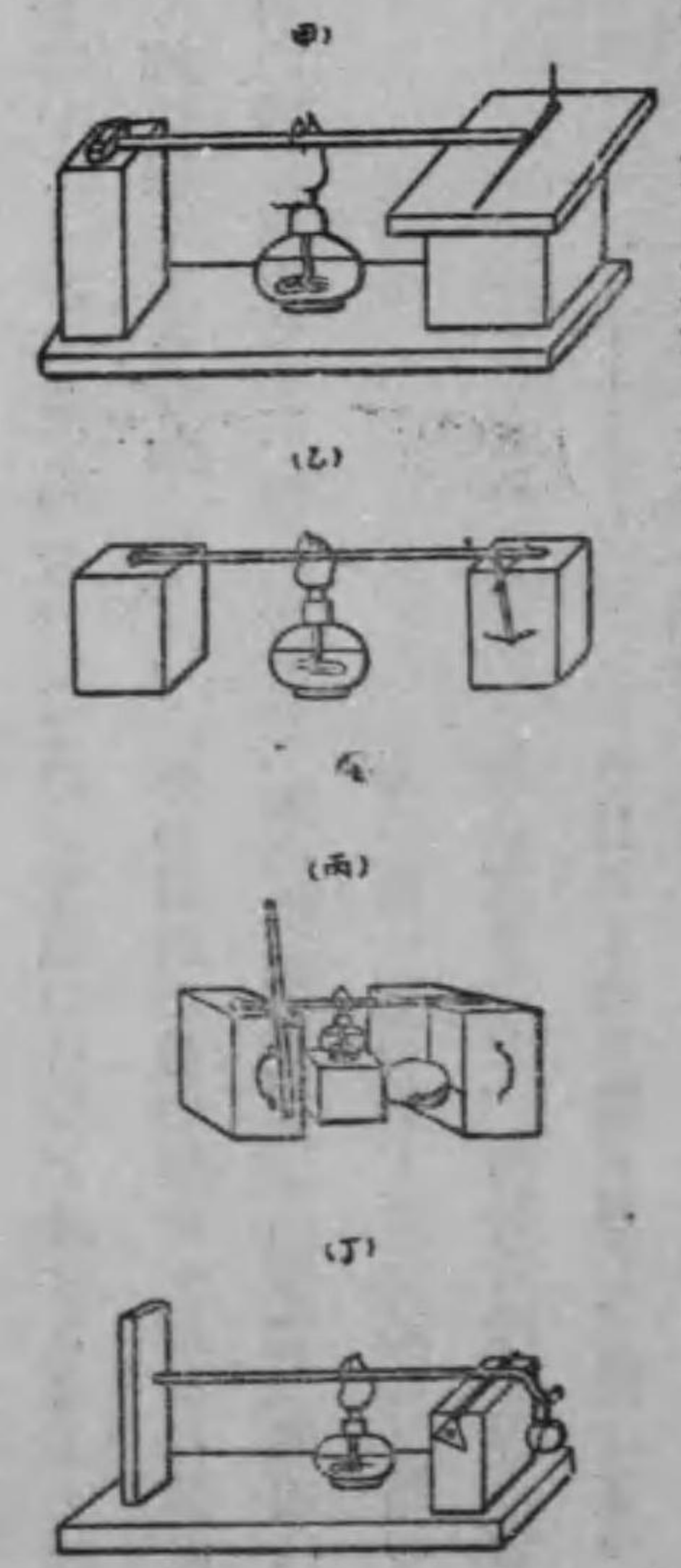
(三) 器驗實脹膨線 圖六第



し之では冷却の際に指針が逆戻りすることを示すことが出来ない。そこで(乙)のやうに改められた。(乙)は金屬棒の一端を固定し、他端は縫針の上に載せてある。此の縫針は麥莖の如き軽い棒に刺し込んである。故に金屬棒が膨脹すれば針が轉がるから、指針たる麥莖が廻はる。又金屬棒が收縮すれば麥莖が反對に廻轉する譯である。(丙)は同じ装置に金屬棒を載せる爲に引出を利用したといふに過ぎない。此の装置に於て金屬棒に相當の重みがなければ、針が廻轉しない虞があるので、其

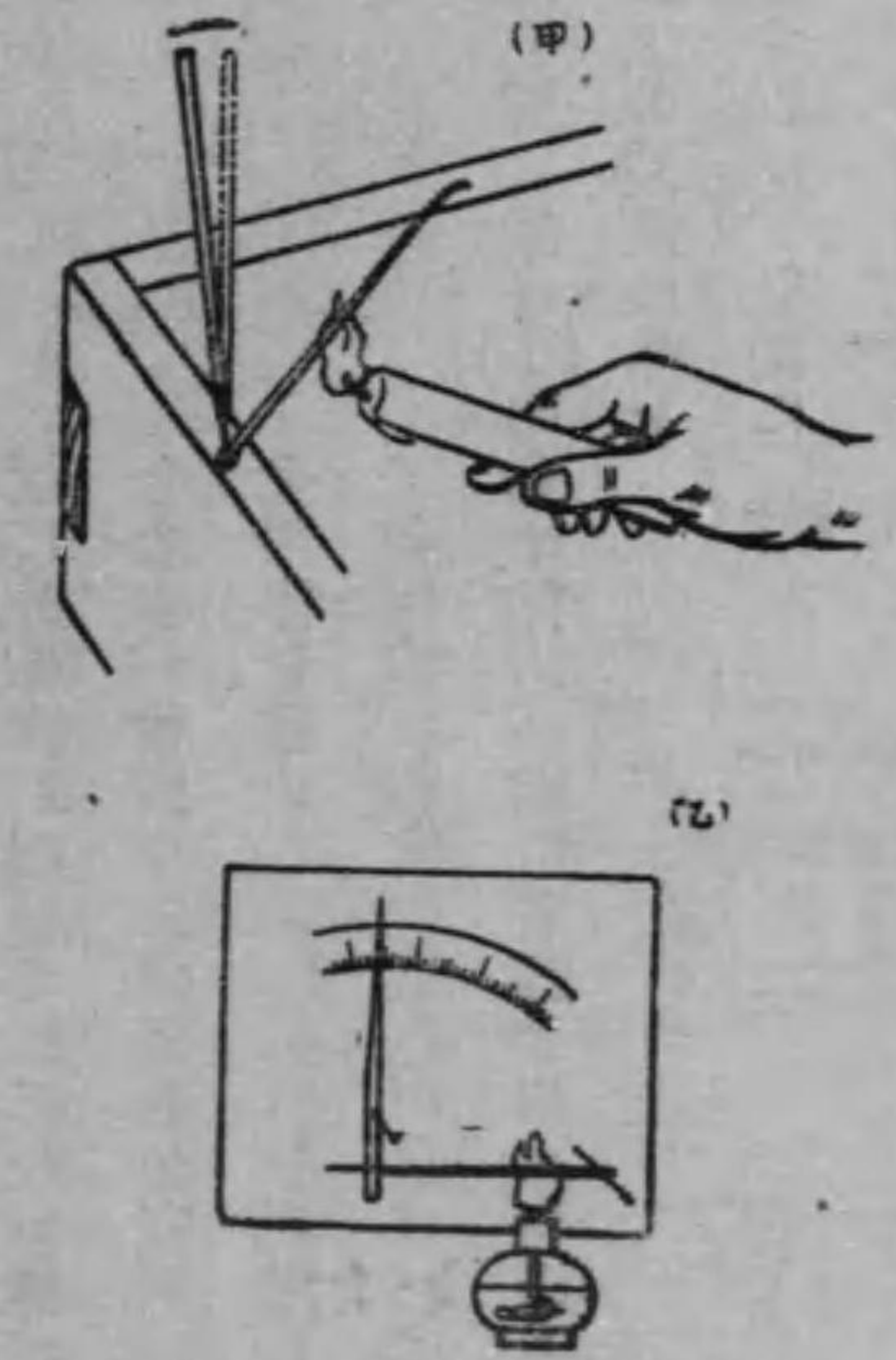
以上の装置は熱を高くすれば、兒童にも可なりよく實驗の目的を達することが出来るが、貧弱なるアルコールランプを

(四) 器驗實脹膨線 圖七第



用いたのでは往々旨く行かないことがある。少量の熱で以て實驗の目的を達せさせようとするには金屬棒を成るべく細い線とするに如くはない。その目的で長い縫針を用いた装置がある。第八圖甲は箱の角の縁に成可く長い縫針を渡し、針の尖端を曲げて固定し、他端は

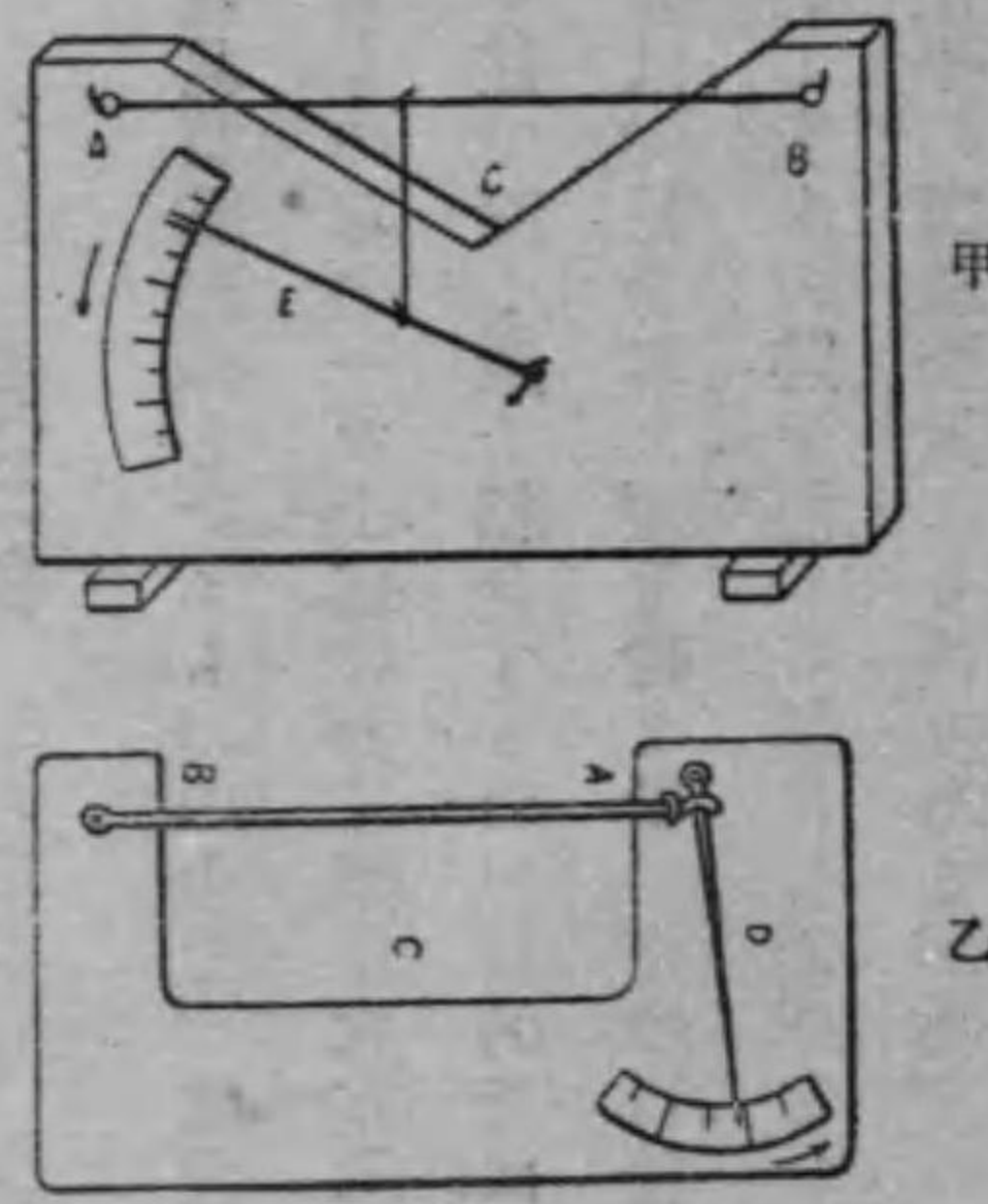
(五) 器驗實膜膨線 圖八第



針の孔に別の針を挿し込んで箱の縁に突き立て、其針には麥稈の如き長きものを繼ぎ足し、横になつてある針を蠟燭の焰で熱するのである。然る時は針の膨脹によつて麥稈は次第に傾く事が見られる。之を少し複雑にしたのが(乙)の装置である。木の板に縫針の孔のある方を止針で固定する。他端は杉箸を削つて細くしたものの根元に挿し込む。杉箸を止針で支へてあるから、縫針が熱せられるとすれば、止針を軸として杉箸は廻轉し指針の用をなすのである。

斯の如く線膨脹の實驗装置は多種多様に研究せられてあるが、比較的簡易で結果が明瞭に見えるのは次の二つである。其一は第九圖甲に示すものである。即ち適宜の大きさの木板で衝立を作る。其上縁Cの部分は切り取つて置く、之に細い針金Aを張り、其中央部に絲を結んで指針Eを吊す。Eは稍太い針金で一端に輪を作つて之に釘を挿して衝立に固定してあるから、指針は釘を軸として容易に廻轉する事が出来る。指針を結ぶ絲の位置は成るべく釘に近い方がよい。かうして置いてAをマツチの焰で熱すればAは長くなるから、指針Eの重みで其先端は矢の方向に移動する。Aが冷却すれば収縮して指針の先端が逆行する。Aが極めて細い針金であるから頗る敏感に結果が現はれる。

(六) 器驗實膜膨線 圖九第



其二是同乙に示すもので、C部を繰り取つてある木板に、第二十番位の銅線Aを圖のやうに取付ける。Aを焰に當てれば指針Dが矢の方向に動き、放冷すれば逆行する。此装置は前(甲)の如くは敏感でないけれども、結果は明瞭に現はれる。装置は簡易で手製で作るとが

出来る。(甲)は装置がデリケートに過ぎる嫌があるけれども、(乙)は堅牢で取扱に困難がない。而して少量の熱で効果を示し、片付けて置くに多くの場所を取らないといふ良い點がある。此の邊が實際的のものでないかと思ふ。

第三例 瓦斯發生裝置

簡易實驗器械といふものの中で、物理實驗器の方が種類に富んでゐる。光、音、電氣に關するものなど一々上述の如く擧げたならば、そればかりでも大部の書物となる。今私はそれを茲で深く廣く紹介するのが目的ではない。唯吾々のやうな職に理科教育に當つてゐるものは、長を取り短を捨て世の進歩に後れない覺悟が必要であるから、ほんの一二の例に就いて進歩の跡を辿つて見たに過ぎない。

化學の實驗裝置にも種々あるが物理のやうに多くはない。其代表として水素瓦斯發生法に就いて調べて見よう。

(一) 水素の製法と稀硫酸

亞鉛に稀硫酸を加へて水素が發生するのは、此の際硫酸亞鉛が出来て水素を分離するに

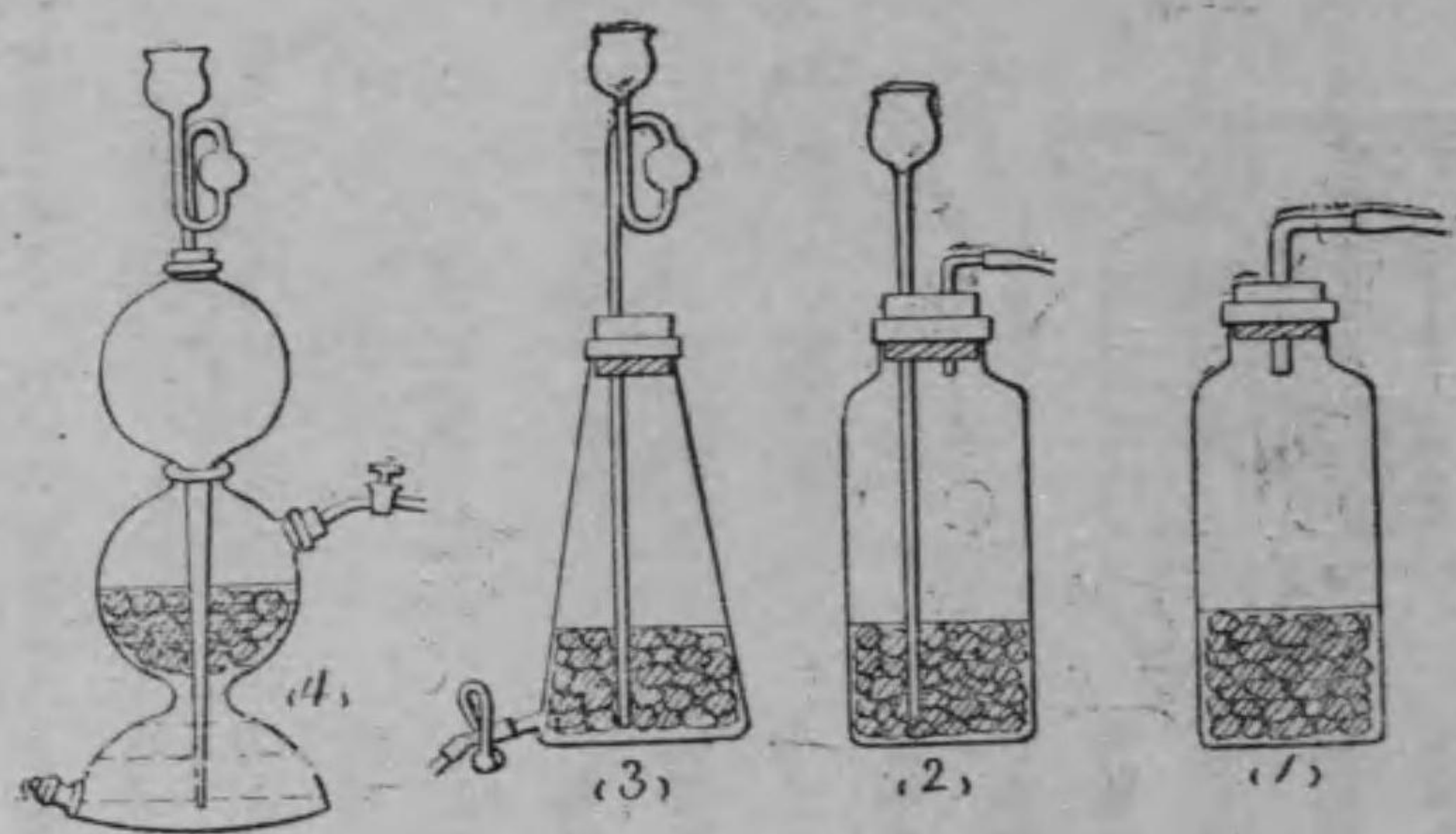
よる。然らば濃硫酸を加へたならば水素の發生が一層よいやうであるが

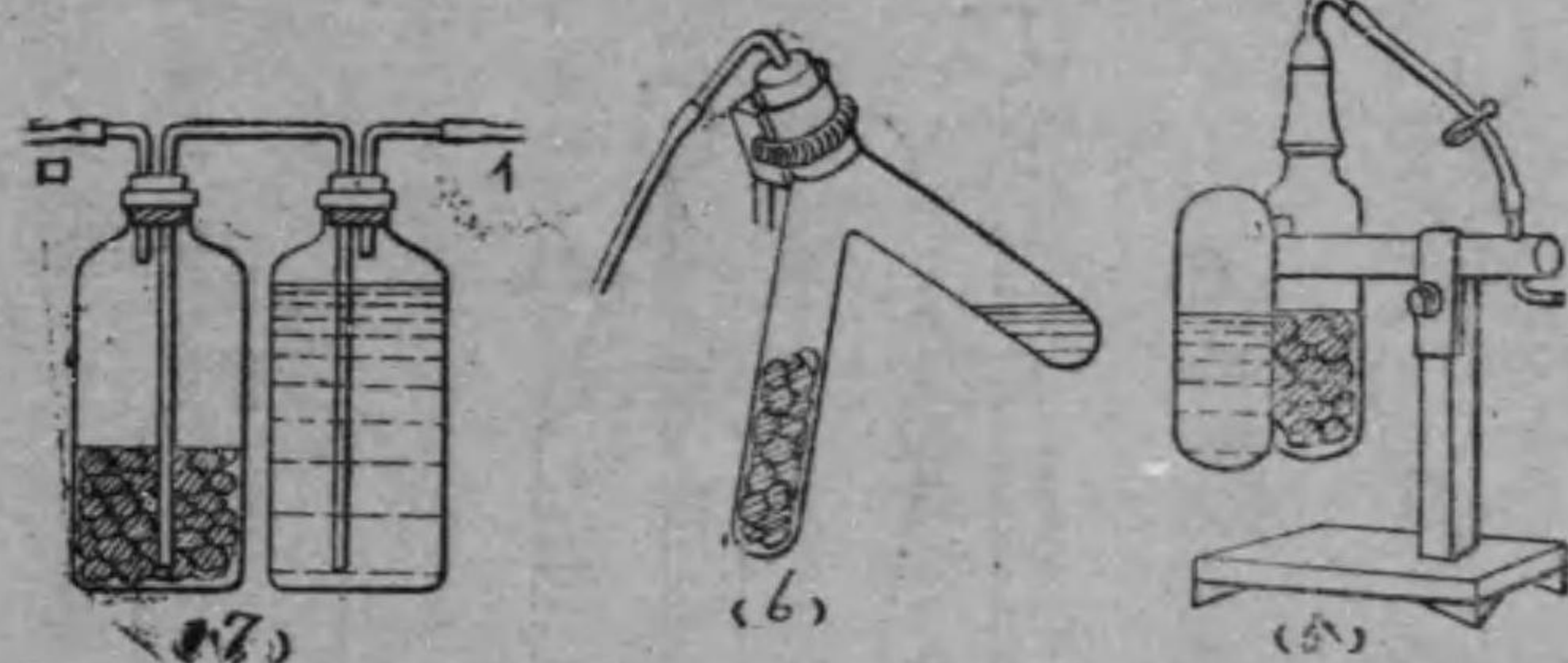
(1) 硫酸濃すぎればイオン解離が不完全である。

(2) 亞鉛の表面に出来た硫酸亞鉛は濃硫酸には溶け去らないが、水には溶ける、故に濃硫酸の場合は、暫時にして硫酸と亞鉛とは接觸を妨げられて水素の發生止んでしまふ。

此等の理由で稀硫酸を用ゐる。そこで稀硫酸の濃度を何程にしてよいかが問題になる。人によつて硫酸一に水三の割合がよいといふ。又或人は濃硫酸を二十倍に薄めたものを用ゐると言つてゐる。私等の經驗では第一に亞鉛の新鮮の

第十圖 瓦斯發生裝置 (一)





ものを使ふのと、古いのを使ふのとで違ふ。新鮮のものであつたならば、硫酸が濃くなければ水素の発生が悪い。一度使用した古い亜鉛を使ふものとすれば五倍乃至七倍に薄めた稀硫酸を用いた時が水素の発生が最も盛である。十倍乃至十五倍でも可なりである。二十倍以上になつては其発生が頗る不良である。何れにしても、稀硫酸は使用に従つて其濃度が小になるのであるから之を補はなくてはならぬ。又稀硫酸は既製のものよりは、使用に従つて注加する方が水素の発生が良好である。

(二) 水素発生装置

單に水素を発生させるといふだけならば、第十圖(1)に示す装置で充分である。瓶の中に稀硫酸を入れて置いて亜鉛粒を投入し、導管を貫いてある木栓を施し、直ちに水素を捕集するのである。甚だ原始的であるが單に水素

(二) 置 裝 生 發



を捕集するだけならば之でも充分である。第九圖(2)は普通の瓦斯発生装置で空瓶を利用して作ったものをして示してある。此の形式のものは頗る多い。平底フラスコ・二口罫等を使用したものが其例である。但し唯容器を異にしたのみで價値に於ては何れも大差はない。

(3)はフラスコの下側一方に酸液排出の管口がついてある。一々残液をフラスコの口から出す必要がないから、一度木栓を緊密にして置けばそれで幾度でも使へる。但し排出管は硫酸亜鉛などの爲に閉塞せられる事がある。

(4)は従來多く用ひられたキップの装置である。第十一圖(5)はGS式瓦斯発生器と稱せられ、販賣せられてゐるものである。(6)は(5)を簡易にしたやうなもので、又狀管を用ひてゐる。管の傾け方によつて、自在に硫酸を一方より他方に移すことが出来る。

(7)以下何れも簡易キップの装置である。(7)は口にて吹くか又はゴム毬などで作つた壓縮ポンプを以て(イ)管より空氣を送れば、稀硫酸は他の罐に移つて亞鉛粒を浸す。そこで水素は發生して(ロ)管を通じて外に出る。若し空氣を送ることを止めれば、酸液は徐々に其一部分は元の罐に戻り、一部分は瓦斯發生の用をなすのである。水素の發生を止めようとするには、水素導管の(ロ)のゴムの部分をピンチコックで止めるがよい。すれば水素の壓力の爲に酸液は自働的に元の罐に戻つてしまふ。だから一種のキップの装置であるといふのである。ゴム風船球を膨らすやうに、壓力の強い水素を必要とする場合には、瓦斯發生中に(イ)より空氣を送つて多量の酸液を瓦斯發生罐に送ればよい。此の點は本器の長所である。

第十一圖(8)は大體(7)と同様である。入念の簡易器械で瓦斯發生罐の代りにランプの竹ホヤを用ひてゐる。ホヤの下方は木栓と封蠟とで密封してあるのだから益々驚き入る。(イ)なる導管を吸ふと(ハ)なる稀硫酸は(ロ)を経てホヤの中に入り込む。あとはサイフォンの理で吸ふことを止めても稀硫酸を必要の分だけ送ることが出来る。

(9)の罐内に立て、ある太い管は試験管で作つたものである。之に亞鉛を入れて置いて

(イ)から空氣を送れば、罐内の酸液は直ちに管内に上り、亞鉛に作用して水素を發生する(イ)の密閉によつて水素の壓力を増すことが出来る。

(10)は空罐の底を切り取つて、其中に亞鉛粒を金網に入れて吊し、稀硫酸に浸す装置である、(11)(12)は(10)の底抜けの空罐の代りに竹ボヤを用ひてある。竹ボヤの下部には孔のあいた木栓を嵌めて置いて亞鉛粒を支へてある。(12)は吾々が常に用ひてゐる装置で頗る簡便である。壓力の甚しく強い瓦斯を發生させるには不都合であるが、水素に點火する場合に絶対に安全、決して爆發の虞がないといふのが特徴である。

(三) 爆發を絶対に無くする法

水素の實驗には危険の伴ふことがある。水素誘導管の端で水素を燃燒させる時に、瓦斯發生罐中に火が移つてそれが爆發することがある。それが爲めに兒童に怪我をさせたり、實驗に恐怖の念を懐かしめたりして、一種拭ふべからざる害を残すことがある。然し合理的に扱へば決して爆發が起るものではない。夫れを無暗に恐れて實驗に躊躇するのは誠に遺憾なことである。水素發生器の中に幾分でも空氣が残つてゐる時に、誘導管の先端に點火すると爆發する。故に教師用書や其他の教授書には、點火する前に試験管に水素を取つて

點火して見て、爆音がしないで燃焼するやうになつた所で、誘導管の端に點火するやうに注意してある。所が之が中々あてにならぬものである。

前に述べた瓦斯發生装置の多くの場合に於て、發生罫中に亞鉛と稀硫酸を注いでも、尙ほ罫中には多量の空氣が入つてゐる。誘導管の端に點火せられる迄には、其空氣は悉く驅逐せられねばならぬ。それが中々容易のことではない。何となれば水素は空氣よりは非常に軽いものであるから、罫の内容が廣い場合に於ては、空氣を追ひ出してから、水素が出る事が不可能なるは勿論、空氣と混合して同時に出来ることすら出来難い。そこで空氣だけを罫の一隅に残して置いて水素ばかり出る場合が少くない。故に點火前の試験管發火検査もあてになつたものでは無いといふのである。

そこで最も安全なる發生装置は水素が發生し始めない前から、既に罫内には空氣が少しも無いのがよい。此の意味に於て(7)及び(12)の装置は安全である。(7)の装置に於て、最初稀硫酸を發生罫一杯に送つて置いてから發生させた水素には空氣は全く混合して居らぬ。(12)の装置も(11)のやうに稀硫酸の分量を少くして置いては、竹ボヤ中の空氣を驅逐しつくすことは不可能である。(12)のやうに稀硫酸の分量を多重にして置けば、最初ビンチコックを緩

めて竹ボヤを深く稀硫酸の中に挿し込めば、中の空氣は少しも残らぬ。此際實驗終るまでは決して竹ボヤを引上げてはならぬ。之で全く安全である。萬々一爆發を起すやうなことがあつても、竹ボヤの下方は開放してあるから、爆發が下に抜けて少しく水の動搖を起すにすぎぬ。更に之も萬一竹ボヤの下方の孔が塞がることのあるとして、竹ボヤを破壊する程の爆發が起つたものとしても、その様な時には竹ボヤの上の木栓が抜けて飛ぶ位のことには過ぎぬ。簡易にして絶對安全、私は(12)の装置を推奨する。

近來水素の安全點火装置として、誘導管の途中に、螺旋狀に巻いた銅線を嵌めて置いて、入つて来る熱を吸収する装置や、誘導管の途中に洗罫を置く方法など工夫せられてゐるが、(12)の装置を用ふれば、そのやうな複雑なる手數や器械を必要としない。

第三節 兒童實驗の成績

兒童實驗の悲哀

兒童實驗の高調は理科教授の進歩に貢献したること少くない。理科教授は實驗觀察を主とせねばならぬものと、教授者に強き印象を與へたのは其一である。教授者をして有り合せの器物を用ひての實驗法を工夫せしめたことは其二である。同一目的に向つての各種の實驗法を知り、其得失を比較研究する機會を多からしめたのは其三である。實際此の様な時運に際會し、職を小學教育に奉じてゐたものは幸であつた。理科に興味を持たなかつた教師でも、講習や研究會などで、努めずして各種の實驗法を知ることが出來た。況や特に理科教授の改善に興味を持つてゐる教師には、再び得がたい好機會であつたのである。

翻つて實地兒童に實驗を課して見ての成績は如何。兒童實驗の實際の成績は如何。顧みて頗る悲哀を感じざるを得ない。當初世人は、兒童實驗の方法を以て理科教授をやりさへすれば、兒童の獨創自發の精神を涵養出來る。それがやがて實際生活に役立つ所の知識技

能となつて、兒童の將來の生活を豊にすることが出來る。かくして國産興業を盛にし、國力の充實期して待つべしとした。處が實際にやつて見れば理科教授の効果が擧らない。

農村は設備が出來ずに

之には種々なる原因がある。先づ第一地方の經濟が許さない。といふのは換言すれば道具立が揃はないといふのと同じである。地方農村の經濟といふのは案外に貧弱なものである。理科教授を兒童實驗の方法でやるのには實驗用具を揃へなければならぬ。實驗臺の新調、理科特別室の特設、中々貧弱なる農村小學校の經濟では直ちに支出の出來る經費ではない。町村の自治團の協賛を得てからでなければならぬ。それには少くとも一二年の時の力によらなければならぬ事情もある。設備を最小限度にしても實驗用具だけは揃へなければならぬ。それが揃つたとしても消耗品費がなければ活用が出來ない。かうなつて見ると理科擔任教師は自暴自棄になる。折角調査をなし計畫を立て、提出した案が其筋の容認する所とならない。といふことになれば大抵の人は失望する。自暴自棄になる。僕の學校では理科は駄目だ。設備が無くて新式の教授が出來るものかと、從來の方法で相當な成績を擧げてゐたものまでが、活氣のない授業をす

ることになる。

都市では運

用が出来ずに

之に反して此の頃都市の小學校の經濟は異常に豊富なるものがあつた。大戰の影響を受けて經濟界の動搖を惹起した結果、成金者が簇出した。加ふるに一般の商工業界の景氣が頗る好況にあつた。而かも商工業界にある人は農村の人に比して、科學の偉力をよく理解してゐるものが多かつた。故に都市に於ける小學校の理科設備は此の際個人的の寄附金によつて、潤澤なる經費をかけて頗る立派なものが出来た。京都大阪等の大都市には、實に羨望に堪へざる程の、驚くべき立派な理科の設備が多く出来てゐるのは、此の間の消息を語るものである。

然らば斯様な立派な設備を持つてゐる學校では、理科教授の成績をあげて居るかといふに、必ずしも然らずと言はなければならぬ。一體一國の理科教育の成績を挙げようとするれば、第一教師、第二設備、第三制度の三要素が完備しなければならぬものである。今國家の制度のことは別として、這般の理科教授改善運動は眞先に設備の完成から始めてゐる。教師の見識が立たない中に設備だけが出来てしまつた。つまり教師の側に立派な設備を運

用する力量がなかつた。而して多くの理科教師はいふ。

「兒童實驗をさせると、豫定の教材が豫定の時間に纏らない。どうも時間が足りないで困る。」

實驗に本 店と支店 との別あり

然らば充分に時間を與へて兒童實驗をさせたとすれば如何。是れ亦豫定の効果を齎さない。幾ら多く時間を與へても實驗をするだけで、兒童の力では其結果を纏めることが出来ないのである。結局教師の側に運用上の缺陷があつたとは、自他共に許さざるを得ない批評である。若し又實驗の結果が兒童に纏まるやうに指導して授業を行ふとすれば、所謂支店實驗の弊に陥つて、教師が行ふ實驗を兒童に別けてやらせたに過ぎない。教師たる本店の實驗を其儘兒童たる支店の實驗に分けてやらせたのと同じである。而かも兒童の實驗は甚だ不完全なものをやつてゐる譯である。是ならば從來の教師中心の講義實驗を以てする方が遙に効果があがる。何を苦んで多大の經費と時間とを費して其上甚だ指導し難い兒童實驗をするものであらうか。

指導によ
そ行とい
ふのがある

但し之は其當時に於ける一部の理科教師の内心の叫であつた。兒童實驗の効果を疑ふ私語であつた。けれどもそれは私語にすぎなかつた。公然と兒童實驗に反旗を翻すものはまだ一人も現はれなかつた。何となれば教師の側に運用上の缺陷あることを自覺してゐたからである。そこで實際は理科の授業を二通りにやつた。よそ行のと常用のと、即ち晴着と常着と二通りの衣服があるのと同じことである。他人に見せる授業、例へば研究授業のやうな場合には、兒童を中心としての所謂兒童實驗をやるが、兒童に理科の實力をつける平素の授業は、依然として教師中心の講義實驗をやつて居つた有様である。折角多大の經費をかけて整へた兒童實驗用器具器械も、使はれずに唯戸棚の中に陳列して、設備の完成を誇る材料となつてゐたに過ぎない。研究授業などの時に兒童實驗をやらせて居る。而かも兒童が甚だ不馴れの様子があるに疑を抱き、一歩立入つて授業後教授者に「平生は？」と追窮して見ると、そこは理科の教師は正直で、「實は俄に準備した授業で」との答である。空前（絶後？）の兒童實驗をやつたのであるとのことである。斯かる滑稽はその頃決して少い例ではなかつた。

第四節 兒童實驗の要目の精選

實驗要目

精選の必要

兒童實驗を中心としての理科教授が前述の如き不結果を來したとしても、兒童實驗そのもの、價值を本心から疑ふものはない。教師が此の方法に對する見識が定まらず、此方法の運用に習熟しないが爲に、その價值を充分に發揮する事が出来ぬものと信じてゐた。然しながらたとへ教師の見識が定まらず、運用に慣れないことを承認するとしても、一面に又兒童實驗が著しく時間を消費することは事實である。殊に實驗といふ實驗は何もかも悉く兒童實驗としたる傾があつたのであるから實驗の爲に消費する時間は莫大なものである。時間の不足と兒童の實驗、實際と思潮、此の相容れざる兩者を調和せんとして攻究せられたる結果が兒童實驗の精選となつたのである。

兒童實驗の精選に二つの意義がある。教師の爲すべき實驗と兒童に課すべき實驗とを明に區別する意味の精選は其一である。幾多の實驗装置の中最も適切なるものを選定するは

其第二の意味である。兒童實驗要目の選定は前者に屬し、兒童實驗裝置の考案は後者に屬してゐる。併しながら此兩者は實際に於ては互に交錯してゐるもので、劃然たる區別をなすことが出来ない、兩方を考慮の中に置いて、その要目を選定するを便宜とする。

精選の要件は幾多の人々によつて攻究せられたけれども、大體次の五ヶ條に歸することが出来る。

より有價値
のものに時
間をかける

(一) 兒童が實際手に取つて見なければ觀察出来ない實驗

之は兒童が實際手に觸れて見なければ判らぬ實驗でなければ、兒童實驗とするに及ばぬといふのと同義である。頗る思ひ切つた條件である。理科の學習は兒童の總ての感覺を通さなければならぬ。目で見、耳で聴き、鼻で嗅ぎ、舌で味ひ、而して手に觸れて硬軟・粗滑・冷温・輕重等を兒童自身に體驗させなければならぬ。

耳にて之を聞くは目にて之を見るに如かず、

目にて之を見るは手にて之を辨するに如かず、

手にて之を辨するは足にて之を踏むに如かず。

私は今より十年前此の文句を説文中より發見して、理科教授の要諦此の中にありとして盛に紹介したものである。手にて之を辨するといふのが所謂兒童實驗で、足にて之を踏むとは、無論研究材料を足で踏み踏るといふわけでは無く、實地踏査、郊外教授、工場參觀、實習作業等の意味と解したのである。

理科の學習は總ての感官を通して行はなければならぬといふ根本思想に變動のあるべき筈はない。その價値を疑ふのでは無く、より有價値のものに時間を充分に供給しようといふ趣旨に外ならぬ。是れ此の精選の要件を第一に置いた所以である。實際兒童は必要以上に各種の感官を使用させられた。既に充分經驗してゐることにより、學習の爲めの經驗を強ひられた。例へば物理教材音に關する實驗の如きは、大抵は耳と目とを使用しただけで完全なる認識が出来る。然らば教師實驗を以て教授を行へば夥しき時間の節約が出来る。第十二圖(乙)に示す液體の膨脹の實驗の如きも、單に膨脹による體積の増加を見させることだけならば、中の液體を染色して置けば、兒童各別に實驗をさせなくとも其目的を達するに差支はない。但し此際試験管を最初熱した時に、硝子管中の液は一旦下り後熱を加ふるに従つて上昇するものであるが、かゝる微妙な點までも觀察させ攻究させようとするな

らば、親しく児童の手に觸れさせてやらせなければならぬ。滑車振子の如きも玩具のやうな小形の器具を各別に扱はしめるよりは、寧ろ大規模の仕掛を運動場、真中に作つて、學級全體で其實際にあたらせて見た方が効果があるとの聲も、事柄によつては賛成である。要するに此の要件はより有價値のものに時間を十分に供給しようといふ趣旨である。

時間を惜
まずやら
せる實驗

(二) 理科の本質から眺めての基本的實驗、同じ理科の實驗の中でも事柄によつては、或る法則の發見の爲にやるものと、其法則の應用方面に屬するものがある。又學習方法を兒童に習熟させる目的から見ても、基本的のものと否らざるものとの區別がある。そこで比較的基本的の材料は充分に時間をかけて兒童實驗を行はせるが、さもないものは他の方法でぐんぐん進めるといふ方針に出でなければならぬ。例へば物理教材の槌子、化學教材の中和に關する實驗は、夫々他の場合の基礎となり、法則發見法の典型ともなるものであるから、此等の學習には兒童實驗を徹底させようといふのである。

考察の妨げ
となる實驗

(三) 結果が顯著に現はれる實驗、固體の線膨脹の實驗の如きは誰れがやつても其結果が顯著に現はれるものであるが、實驗によつては大人がやつても理論通りに現はれて來ないことがある。例へば滑車の實驗、斜面の實驗がさうである。此等の實驗は極端に摩擦を減する工夫が出來てゐなければ、理論通りの結果を示さない。況や兒童實驗用具は經費の關係上精密に出來てゐない場合が少くない。斯る場合に於ては實驗を行ふことが却て考察の妨となり、無理押し付けの結論を捏ね上げなければならぬ破目に陥ることがある。是れは理科學習の最も恐るべき敵である。かういふ場合には教師の手際よい實驗に訴へるか、或は全く實驗を省いても止むを得ない。兒童の能力程度から考へても本要件は兒童實驗精選上重要なるものである。

單純化さ
れた装置

(四) 簡單にして堅牢なる器械を用ふる實驗、實驗装置が有り合せの器物を用ひて、簡易手軽に組立てられるといふことは、理科學習の上に價値あることである。簡易器械を歓迎する所以のものは獨り經濟上の爲のみではない。それと同時に吾々が望む所のは、装置が單純化され

てある、判り易くしてあるといふことである。例へば第六圖の線膨脹實驗装置は大人が見ては面白い實驗であるが、電氣を用ふる所に理解を困難ならしめてある。又第五圖(丙)の装置は結果を顯著に現さうとして、指針の組立を却て複雑ならしめてある。此等は聊か考へ過ぎたる嫌がある。

簡易器械の流行の結果、唯手軽に製作出来るといふことのみ眼がくらんで、往々にして破損し易く、極めて一時的の装置を以て實驗を行はしめるものが少くない。ボール紙を以て試験管立を作るが如きは其極端な例であらう。兒童の取扱は大人のそれの如く鄭重には行はれない。兒童用のものは教師の實驗器具よりはより頻繁に取扱はれる。故に装置にデリケートの部分のあるものは、季年ならずして使用に堪へざるものとなる。此の意味に於て第九圖の(甲)と(乙)とを比較したる場合、私は寧ろ(乙)を採らうとするのである。(甲)は敏感であるけれども繊細なる針金と糸とデリケートな指針とより成つてゐる。決して久しきに堪える装置でない。之に反して(乙)は其装置が堅牢であるばかりでなく、使用後の片付にも便利多く、而も實驗の目的を達するに充分である。私は此の種の實驗器が多く現はれることを望んで止まない。

兒童の生命には代へられない

(五) 危険のおそれのない實驗

實驗の中には有毒瓦斯の出て來る場合、劇藥毒藥を扱ふ場合、極めて稀に爆發を起すやうな場合などがある。但し鹽素や亞硫酸瓦斯の如きは有毒な瓦斯ではあるが、此等は多少の注意によつて兒童に吸入させないやうにすることが出来る。たとへ過つて吸入するやうなことがあつたとしても、人命に係るまでのことは無いと言つても差支ない。今それを言ふのではない。けれども黃燐の取扱などに至つては、兒童が劇毒に犯されるやうなことは先づ無いとしても、其細片の不始末が火災の原因となることを思へば、兒童の手に任せることは慎まなければならぬ。硫酸・硝酸等も之を兒童の手に渡すときは出来るだけ稀釋したものでなければならぬ。

此等にも増して危険の虞あり、又實際往々失敗したることを聞くのは、水素・酸素などの瓦斯發生に伴ふ爆發である。之が爲めに人命を奪ひ。あたら兒童を不具たらしめた例も少くない。斯ふいふ實驗をなす場合には、第一章第二節に述べた水素瓦斯發生装置の如く周到なる注意をなすは勿論、萬一の豫防までも施して始めなければならぬ。兒童實驗としては之を行はしめないがよい。併しながら其装置を多少變更するときは危険を除くことが

出来るものであるから、其方法に従へば兒童實驗とするも差支ない。例へば水素瓦斯の發火實驗、酸素瓦斯の發生實驗を試験管内にて行はしめるやうなものである。吾人は自らの實驗に周到にして大膽なるべし。然れども兒童に之を行はしめる時は小心なるべし。絶對に危険の虞ないやうにしなければならぬ。是が教師としての兒童に對する愛であり、また義務である。

當時の中心問題

兒童實驗要目の選定は其當時に於ける理科教育界の中心問題であつた。大正八年五月、理科教育研究會は其大會に於て、「理科教授に於ける兒童實驗觀察の事項種類及其指導方案如何」といふを討議題として之を纏めてゐる。次いで翌年五月、同第二回の大會に於て、今度は文部省からの諮問案として、「尋常小學校に於て兒童に課すべき理科の實驗觀察事項及其設備如何」といふのが提出せられた。此の方は餘程要目も洗練せられてあり、且つ器械器具類、模型標本類、理科室並に學校園等のことまで纏めて答申してある。之を以て大體其規準を得たるものといふことが出来る。

第五節 兒童用理科書の存廢

今に始まつた問題ではない

理科學習法を兒童實驗式に指導せんとして最初に移入せられた方法は、歐米で流行してゐた實驗室法 Laboratory method を中心としてゐる。されば兒童實驗裝置の研究は一の學習指導の改善であり、兒童實驗要目の選定も其目的を達成せんが爲のものである。けれども當時學習指導法として從來の様式を脱し、特に新の字を冠するに足るものは、先づ第一に兒童實驗案内による指導法を擧げなければならぬ。尤も茲所まで達するには幾多の變遷を経てゐる。最初に先づ國定理科書の廢止問題に火の手が擧つた。

國定理科書の存廢は最近の理科革新運動以前よりの問題である。初め文部省は兒童用理科教科書を使用せしめない方針の下に、明治三十六年國定教科書の制度を設けた際にも、理科書は之を除外して置いた。蓋し理科は其本質の上より考へて國定の教科書を用ふることを害ありと認められた爲であらう。然るに明治四十三年七月改制の小學校令施行規則第五十

三條により理科をも國定教科書に加へ、翌四十四年度から之を使用せしむることとしたのである。

理科書編纂の理由

理科を國定教科書の中に加へたことに就いては幾多の理由がある。之が表面の理由として當時の雜誌帝國教育の報ずる所によれば、

- (1) 教科書が無ければ兒童は筆記の爲に時間を徒費する。
- (2) 教授者は依るべきものなく却つて理科教授の本旨を誤る場合が多い。
- (3) 兒童の記憶上及び教授上不便尠くない。

と。第三の理由の如きは意義頗る曖昧であつて、今日より見れば却て反對にも解せられる。蓋し當時理科教授進歩の程度低き際に於ては、教材の選擇の上より、又教師の學力の上より全然無標準であつては、調査の方法も研究の方針も立たない。教科書なき爲に却て理科教授の缺陷を認め、遂に各地教育團體の建議によりて文部省を動かしたものであらう。之はさもあるべきことである。大正八年三月尋常四年より理科を課することに定まつて、教授細目の編成が當面の大事業であつた際、大抵の學校では其信ずる所の立派な細目を作り上げてゐるに

係らず、一旦文部省より何等かの具體案が現はれたる時は、己れが心血を注いで作り上げた現在の細目が全く其權威を失墜するものと期待してゐるものが少くなかつた。現に最近文部省より尋四理科書の公表せらるゝや、當事者俄に狼狽の色あるは之を證して餘ある。理科教授進運の此の盛時に於てすら斯る有様であるから、其當時自分のやつてゐる理科の細目や教授の内容に自信なかつたのは無理もないことである。多分文部省では此等の事情を察して、兒童用理科書の使用は理科教授の理想に反すと認めたと係らず、止むなく之を編纂したものであらう。

當局の處置は用意周到

然しながら文部當局の處置は用意周到である。兒童用理科書の使用を決して強いてはゐない。『兒童用理科書は學校長の見込によつて使用せしめざるを得』としてゐる。使ふも使はざるもこちらの勝手である。此の事は明治

四十一年四月發行の教師用理科書には特に斷りはないが、大正七年三月發行の新しいのは其凡例第十に明に記してある。曰く

本書中の教材を甚だしく變更せずして教授し得る學校の爲に別に兒童用書を編纂せり。

兒童用書は教師用書を用ひて教授したる事項の概要を後日生徒をして回想せしむる爲のものにして、これを用ふれば生徒に筆記せしむる時間と勞とを節約するを得べし。變更したる教材に就ては適宜生徒に筆記せしむべし。

と。之に依つて見れば教授者は常に其教材の變更に於て隨意であるばかりで無く、學校長の見込によつては之を使用せしめざるも敢て差支ないのである。

廢止論の根據

國定兒童用理科書は使ふも使はざるも勝手である。意に充たないならば之を使はぬがよい。それを廢止しようと叫ぶのが不思議の至り、其理由が立たない様であるが、其所に別に理窟があるのだから世の中は一筋の理窟ばかりでは通れない。

別の理窟といふのは詮じつめれば、斯の様な外面的の權威のある國定の理科書があれば一般は之に依り易い。教師は之に囚はれて教授方法の掣肘を受け、研究を怠り勝ちになる。國定の理科書を修身・讀方・歴史等の教科書と同様、動かすべからざるものと思惟し、之を以て金科玉條とする傾向が出来る。特に困るのは中等學校が其入學試験問題を選定するに方つて、國定の理科書を中心とすることである。若し之が無かつたならばそれ／＼學校所

在地方の細目に準據して試験問題を出すであらうが、國定といふ名に權威を持たせて問題選定の責任を免れてゐる觀がある。その爲に小學校の理科が其理想案を押し通すことが不可能となる場合が少くない。かくては理科書編纂の精神に添はないばかりでなく、理科教授の本旨をも没却するに至るわけである。

四項の弊害

一體國定の理科書を兒童に使用させて、それほど害のあるものであるか。茲で夫れを攻究して見なければならぬ。理科教師の中にも幾つかの段階がある。特別な素養も見識もなく、漫然と理科教授に當らせられてゐる者もある。又素養も見識も相當に備へてゐるが努力をしない教師もある。此の種の教師を率ゐてゐる校長郡視學の目より見ては、教科書なしに教授の實際にあたらせることは頗る危険に感ずるであらう。國定の理科書の有がたさは最もよく斯る場合に發揮せられる。併しながら自ら理科教師を以て任ずるもの、如何でか現在行はれてゐるやうな國定の理科書を必要とするであらうか。現行の國定兒童用理科書を使用すれば、其取扱者の技倆にもよることであるが、次の四項の弊に陥ることは確である。

實事
實物を對象

(一) 兒童は實事實物に就いての學習を疎略にする。
理科といふ教科の本質と兒童の心性發達とより考へて、理科の學習は實事實物を對象としなければならぬ。實事實物に即した實驗觀察を學習の基礎とし、此等によつて得たる經驗を資料として考察の歩を進めなければならぬ。然るに教科書には事物探究の結果を文章又は挿畫で示してあるから、多くの場合事物の學習を疎略にする傾がある。本を讀むことや字句の解釋により、結論に早く到達することを以て能事と考へ易い。是れ理科の學習に於ては許容することの出來ない弊である。

獨創工
夫の態度

(二) 獨創工夫の學習態度を作るに妨げをなす。
兒童の自發活動を尊重して、學習に對する興味と自覺とを喚起するは、學習指導の要訣である。然るに理科書を使用する時は、兒童自ら學習して發見すべき事物の結果が、已にその中に文章又は挿畫として載せてあるから兒童の自動性を適當に發揮せしむることが困難である。自ら疑問を作り、自ら之を解決せんとする獨創的態度を作るに甚しく妨げとなる。蓋し苦難をのがれて樂易に就かんとするは人情の常である。

る。學習の多くは刻苦しても思はしい結果が得られないものである。然るに理科書を見れば一見して其到達點を知ることが出来る。何を苦んで工夫勞作を事とするものがあらうか。斯くして理科書の使用は兒童をして他人の記録發表を過信し、之を模倣し之を墨守せんとする風を助長せしむるの弊に陥るのである。

學習方
法の體得

(三) 理科學習の方法を體得せしめるに不便である。
兒童をして自ら進んで自然界の事物に接觸し、之を究明せんとする態度と獨立して研究し得る素地とを得しむることは、自然科学的學習訓練の基礎である。新指導法は結果よりも學習の過程を尊重する。然るに國定の理科書の記述形式は

兒童用理科書、第五學年用、
四十八 熱
炭、薪などの燃ゆるときは熱を發す。又物のすれ合ふときにも熱を發す。熱は熱さのより冷きものにつる。物は其の温度の高くなるほど熱多し。物は熱せらるれば其體積を増し、冷ゆれば其體積を減す。此のとき氣體は液体よりも多く體積を變じ、又液体は固體よりも多く體積を變す。

事實を概括して餘りに抽象的に表はしてゐる傾があるから、獨り兒童の了解に困難であるばかりでなく、其結論に達する過程を指導するに不便である。理科書が彼の凡例第十に明記してあるが如く、單に「教授したる事項の概要を後日生徒をして回想せしむる

爲のもの』としても、具體的事實を除いて抽象的結論のみを記述してゐるのは著しき缺點たるを免れない。

差別的 の取扱

(四)、差別的取扱に困難である。

之に三つの意味が含まれてゐる。第一は理科教材の郷土化に不便であることである。我日本國程南北に長い國はない。熱帯、温帯、寒帯に互つてゐる。臺灣、朝鮮、滿洲等の特殊な地方に於ては、別に一定の理科書を編纂してゐるから夫れは問はないとしても、尙ほ山地と海岸との差があり、商工業地と農蠶地との別がある。一方に梅・桃・櫻が一時に咲く地方があると思へば、四月には最早や櫻が散つてしまつてゐる地方もある。自然物の變化あること一通りではない。故に各地方特有の教材の選擇排列がなければならぬ。國定よりは縣定、縣定よりは郡定、郡定よりは市町村定の理科書が作られねばならぬ。斯ういふ場合に兒童に現行の國定理科書を使用せしめれば、地方特有の教材を加除し、又は順序を変更するに都合が悪い。つまり地方的の差別取扱に困難があるのである。

第二は臨機應變の變更に不便である。理科書に於ける教材の排列を以てしては整理統括すること困難である上に、地方的の變更を妨げること前述のやうであるが、一方又同一地方に於ても氣候的の變化の如き、年によつての差別的取扱を考へなければならぬ。動物の出現、植物の開花結實、其他雨水雪等年々によつて、必ずしも細目の順序に行はれるものでない。理科の學習をして事象に即した取扱をしようとする程、臨機應變の變更をしなければならぬ。

第三は兒童の個性に應じた差別指導に困難である。以上第一第二の理由よりも之が最も重きをなしてゐる。兒童の學習過程に現はるゝ心身の個人的相違、過去の經驗、將來の方向及び男女の性別等による差異を顧慮して、學級教授に對し差別指導を加味することは肝要なることである。然るに理科書は同一事項の記載であるから、之を使用する時は差別指導に不便である。之は閉却することの出来ない缺陷でなければならぬ。

以上四項に分けて國定の兒童用理科書使用の難點を述べたが、要するに新理科學習指導の方針に合はないといふのである。新しき理科指導の方針とは實事實物を學習の對象とし、獨創工夫の精神を涵養し、研究の方法を體得せしむるに在る。其目的を兒童の自動性を利

用し、個性を重んずるの指導によつて達しようといふのである。

教師用
理科書に
就いての希望

學習指導法には關係は薄いが、序であるから茲に教師用理科書の存廢問題にも觸れて置く。理科の本質より見て、地方により氣候、環境其他文化等の事情を異にする我國に於て、同一教材に就いて教授するの不可なること兒童用書に就いて論じたと同様である。權威ある國定書の存する爲に、教法其他實驗法等に於ても教師が之に囚はれ易き傾あつて、教師各個の生命ある教授の工夫案出を阻止すること亦否む譯には行かない。然しながら國家教育の上から眺めて義務教育上要求すべき教材の範圍程度を知る必要がある。一部のものが我國の初等教育の最近の進歩は、該理科書を使用するの必要を認めざる程度に達してゐるといふものがあるけれども、一般小學校教師の現狀は悉く遺憾なき修養が出來てゐるものと認められない。恐らく教授書の不必要となる時期は來ないであらう。今日理科教授書は夥しく出版せられてあるが信頼すべきものが極めて少い。若し之を廢止したならば杜撰なる圖書が出版せられて、再び二十年前の不幸を見るであらう。教授の方法は教授者の個性と兒童の素質や境遇によつて一概に論

ずることの出来るものではないが、之を参考とする事はどこまでも必要なことである。唯現行の教師用書は教材の数が少く、學年學期の區分をなし、東京を中心としたる排列を取つてゐるから宜しくない。もつと其材料を廣く我國全般に亘つて蒐集し、其選擇排列は一に地方の情況によらしむるやうな編成とすればよいのである。著者は此の種の改善を施したる國定理科書が教師の參考書として行はるゝことは、國家の教育と教師の利便の上より見て、理科教授の現狀に貢獻する所あると信ずるものである。

第九節 實驗案内式指導法

□ 頭 指 導 法

兒童用理科書を使用せしめないとすれば、學習事項の指示を如何にすればよいか。先づ口頭による指導法より吟味して見よう。此の方法は簡易で運用自在、教師は何等の制肘を受けることはないけれども、兒童は自習の便宜を得ること困難である。教師が側にゐる時のみ兒童の學習が行はれる事になる。之によれば兒童は又復習の便宜が得られないばかりでなく、理科的記述の讀解力を練磨する機会が得られない。教師は又必要に応じて多數の要項を一時に指示することが出來ず、尙ほ現在の學級編成を以てしては、差別指導をなすの餘裕を見出し難い。斯ういふ缺陷の多い方法が現代に於て長く行はれる筈はない。さしあたり板書指導法に向つて行つた。

板 書 指 導 法

板書による指導法は別な意味に於て今日でも盛に行はれてゐる。茲にいふ板書指導法といふのは、主として實驗觀察を主體とする理科教授に於て、

其學習事項を指示輔導する爲の手段を指すのである。板書指導法は之を口頭指導法に比すれば餘程進んだやり方であるけれども、尙ほ兒童の自習に不便がある。而して之を筆記させるとすれば頗る多くの時間を要する。教師の側から見ても手数が非常にかゝつて、差別指導の機會を得るに困難である。教材の加除自由自在、而かも其運用の機宜に適するから此の方法はおそらく其生命が長く續くであらう。けれども之を以て到底満足するわけには行かない。何とか便宜な方法を案出しなければならぬ。斯くの如くして結局實驗案内式の學習指導書によるを最良の方法とせられるやうになつた。乞ふ暫く之に就いて攻究して見ようではないか。

實 驗 案 内 書

現今世に行はれてゐる理科帳に色々の名がついてゐる。筆記帳・學習帳・觀察簿・實驗簿・實驗觀察手引・研究帖・研究カード、擧げ來れば十指を以て數へきれない程である。而かも大抵所謂實驗案内書の變名に過ぎない。

元來我國の實驗案内式の學習指導書は英國式の實驗案内書から思ひついたものらしい。先進國の研究の跡を追うたものであるから、之を教科書や板書筆記による方法に比すれば

確に進歩したもので、一時は理科教授界の人氣を集めたものである。即ち當時宣揚された所謂實驗案内書による指導の效能は次のやうなものであつた。

- (一) 一問一答の問答教授によつて生ずる一部の兒童のみを働かしめる弊を防ぎ得る。
- (二) 兒童の優劣に従つて相當な努力をさせることが出来る。従つて教師が個別指導をなすことが出来る。

- (三) 實驗觀察の方法を會得せしめ、其取扱に習熟させることが出来る。

即ち實驗案内による理科教授は兒童の自動性を發揚し、其個性を伸展させて、學習の方法に習熟させる所の新しき教育思潮に合致してゐると考へたのである。

案内書の 缺陷

總て何事に限らずよい點のみを見ればよく見える。實驗案内書による理科教授も、教育の新思潮に合する所あるを得たりとして、其良い點のみを宣傳したから最初は之で無ければならぬとしたが、實地に試みるに數年に及べば、漸く其缺點が目について耐へられないやうになる。

其一つは教師の勞が多くて手廻りかねることである。實驗をさせる準備や後始末は當

番制度によつて教師の手を或る程度まで省くことが出来るとしても、時間後の記録の批正は容易のことでない。最初は努力もするが、何事にも無理があつては仕事が永續するものでない。その爲め劣等生などは批正を受ける機會が自然少なくなつて、何等得る所が無いといふ有様である。併し之は教師の努力と工夫との如何によつては如何にでもなることである。此の外に忍び得べからざる缺陷が別にある。

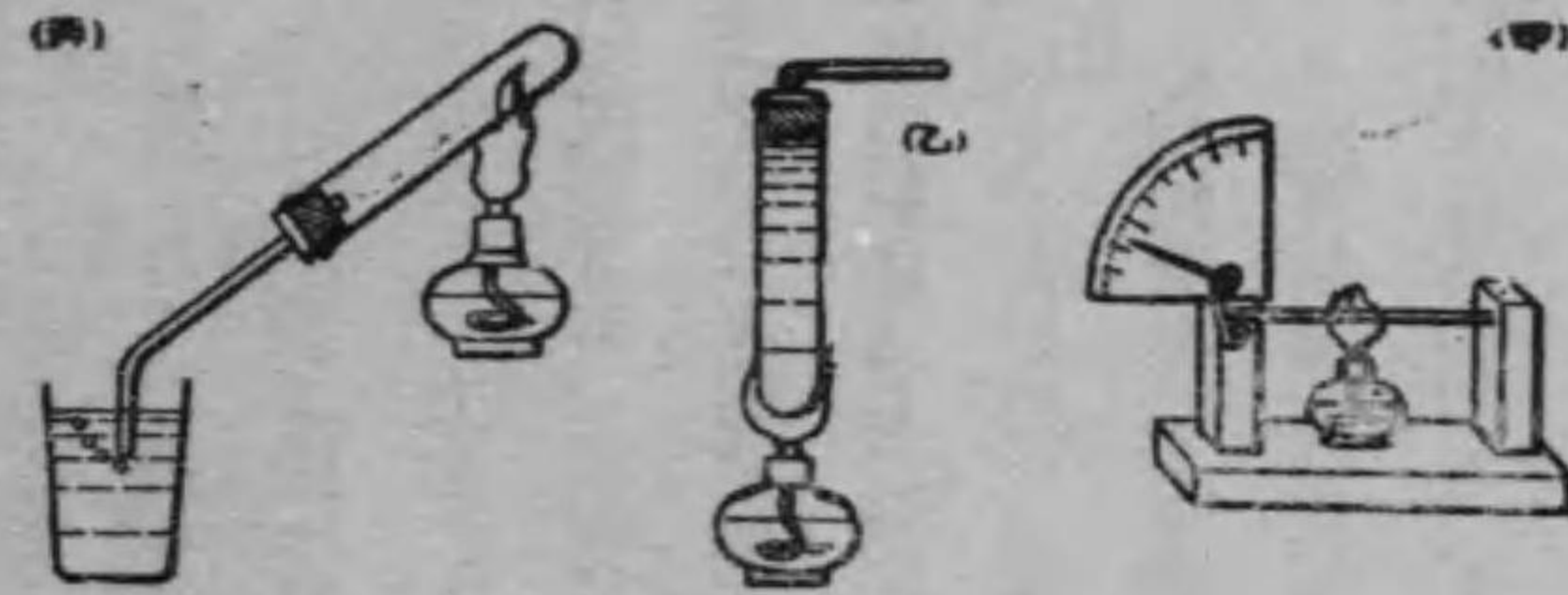
宣傳者は此の方法によつて『兒童の依頼心を減じ獨立的に研究するの能力を得しめる。』と言つてゐるが、事實は却て兒童の依頼心を助長し、案内書なくては實驗觀察が出来ないといふ悲むべき弊が伴ふ。忍び得ざる缺陷といふのは是である。之を使用する爲に、兒童を實驗の奴隸とし、馬車馬的に教師の向けた方向にのみ進むやうにする。と其缺陷を指摘してゐる。次の例は當時行はれたる模範的實驗案内指導書である。

物體を熱すると其大きさはどうなるか

○次ぎの事柄をしらべよ

イ、レールのつぎめをすこしあけてあること

ロ、鐵瓶に水を一ばいみたして熱すると水は



ハ、ボールを暖めるとかたくなること

固体、(甲)圖の仕掛に於いて眞鍮の棒を熱せよ

眞鍮の棒が熱せられると冷えると

液体、(乙)圖の様にした試験管に水を一ぱい入れて之を熱する

と、管端から水は

氣體、(丙)圖の様にして試験管を手かアルコールランプで暖める

と中の空氣は

まとめ

コップに急に熱い湯などを入れるとこわれるわけ

△色々の例についてしらべよ

△別に實驗法を工夫せよ

斯る案内書によれば、兒童は盲目的に實驗をやつて行けば立派な結果に達する。そこに工夫も獨創も必要がない。かういふ指導を受けてゐては、兒童の獨創工夫の精神は枯れて

しまふであらう。特に實驗案内は實驗の結果に重きを置き過ぎたもので、實驗法の工夫、研究方法の獨創的過程——此の中に科學的精神が存在してゐる——を没却してゐるといふのである。實驗案内書が近來其聲價を俄に落したやうな觀があるのは斯る理由が存するからである。

梃子教授一例

實驗案内式の理科教授は其當時の一種の型をなしてゐた。案内書を用ひず口頭の指導をなす場合にも、矢張り全く馬車馬的である。當時行はれたる梃子教授の一例を出して見よう。

(一) 教材 梃子

(二) 目的 梃子に就いて二方の釣合ふ條件を見出し、其應用を知らしむるにあり。

(三) 準備 直線横棒を支ふる装置、分銅(兒童二人又は四人毎に一組の實驗装置を準備すべし)、釘板、木鉄、實驗筆記帳、黒鉛筆HB

〔注意〕 横棒装置は竹の尺度を利用し、分銅は鉛にて製作し得べし。

(四) 實驗 實驗装置の横棒の中央を支柱の上に支へしめよ。

指頭を以て棒の一端を押し動かして、之を支ふる點の周りに棒が自由に動くや否やを檢せよ。

静止する時棒が水平の位置を保つや否やを検せよ。

棒の中央より左右各三寸の處に五匁の分銅を懸けよ(第一)。

左右の分銅の重さと棒の中央より其分銅までの距離を左右別々に横に算用數字にて記せ(筆記帳記入)。

次に左方の分銅を棒の中央より左方六寸の處に移し、右方の分銅に五匁一個を増し加へて、棒が釣合ふか否かを見よ(第二)。

第一の場合の如く分銅の重さと中央よりの距離を記せ(筆記帳記入)。

次に左方の分銅を棒の中央より左方九寸の處に移し、右方の分銅に更に五匁の分銅一個を増し加へて、棒が釣合ふか否かを見よ(第三)。

前二回の場合の如く分銅の重さ及び距離を筆記帳に記入せよ(筆記帳記入)。

右の實驗に於て棒の中央より分銅の懸る點までの距離を二倍とすれば、元の力の幾分の一にて釣合ふか。

然らば其距離と錘の重さとの間には如何なる關係あるか。筆記帳に記したる數字の三つの場合を比較し見よ。錘の重さを距離を現はす數で倍し見よ。斯くして得たる乘積を比較し見よ。

$$\text{第一} \quad 5 \times 3 = 15 \dots \dots 5 \times 3 = 15$$

$$\text{第二} \quad 5 \times 6 = 30 \dots \dots 10 \times 3 = 30$$

$$\text{第三} \quad 5 \times 9 = 45 \dots \dots 15 \times 3 = 45$$

然らば槓子に二箇の力働く時、其の互に相釣合う條件は如何なるか。

槓子に働く二力は其の働く點より支へられてゐる點までの距離との積が互に相等しければ釣合ふべし(以下省略)

實驗指導が此の案文の通りに行はれるとすれば、比較的短時間に立派なる結果に到達することが出来やう。然しながら其實験の價值に於て教師のなして示す所を兒童の手にて行はしめたるに過ぎない。所謂支店教授の弊に陥つてゐる。兒童は馬車馬的に引かゝるだけで、自發的の工夫も創造もあつたもので無い。斯の如くして實驗案内式理科指導法も漸く其勢力を失墜するに至つた。

新指導法 を要望す

最近の理科教授は兒童實驗に端を開き、其不成績に鑑みて實驗要目の精選となつた。一方教育の思潮は從來の一問一答の教師中心優等生中心の一齊教授を排し、兒童の個性と自動性とを重んずる所の自發主義個別指導となつた。是に於てか兒童用理科書の廢止となり、口頭指導、板書指導等の實驗指導の方法を改善して、遂に實驗案内式の指導となつて今日に及んでゐる。然るに是亦決して吾人の満足を買ふに足らざるものなること一般の知悉する所となり、早くも新指導法の建設が叫ばれるやうになつた。實驗案内式指導で行詰つてしまつた理科教授界は、恰も早魃月餘に互つて雨を見ない。僅に遠山の蔭に一塊の入道雲を認めたる姿である。理科の新しき指導法成ら

んとして未だ成らず、機漸く熟せる如くに見えて尙ほ其具體案が現はれて來ない。實際家の努力を要する時である。今直ちに學習指導の歸結點に突進することを止めて、眼を轉じて暫く理科教育界の大勢を眺めて見る必要がある。

第二章 理科教授の目的觀の動搖

第一節 教育的價值及び目的の概觀

理科教授の目的

是まで幾種かの理科教授法の著書が我國の教育界に現はれてゐる。其中實際的取扱を主としたる教授書は別として、理科教授法の概論を系統的に編成してあるものは次の四著であると思ふ。

- | | | |
|---------|---------|------------------------|
| 高橋章 著 | 理科教授法 | 明治四十年三月發行 |
| 松田瓦 藏 著 | 最新理科教授法 | 明治四十四年五月發行 |
| 棚橋源太郎 著 | 新理科教授法 | 大正二年五月發行 |
| 大島鎮 治 著 | 理科教授の原理 | 大正七年十一月改訂
大正九年十一月發行 |

何れも權威ある著述で、吾々後輩者の熟讀を要するもののみである。此等の著書等に依つて従來認められたる理科教授の教育的價值及び目的を通覽すれば大體次のやうになる。

(1) 實質的陶冶

- (1) 利用厚生——職業的知識、家庭的知識、社會的知識。
- (ロ) 自然界の理會——健全なる思想の構成に資する知識。専門高等の學術研究の基礎知識。高尚なる趣味涵養に資する知識。

(2) 形式的陶冶

- (イ) 知力の練磨——觀察力、思考力、記憶力、
- (ロ) 感情の養成——真理愛好の情、自然愛好の情、産業尊重の情。
- (ハ) 意志の鍛鍊——理性的行動、獨立的行動、規律的行動。

理科教授の要旨

之を教則第七條理科教授の要旨と照し合せて見れば、是れまでの理科教授が如何なる點を目指してゐたかが判る。

教則第七條、理科は通常の天然物及び自然の現象に關する知識の一斑を得しめ、其相互及び人生に對する關係の概要を理會せしめ兼ねて觀察を精密にし、自然を愛するの心を養ふを以て要旨とす。

今之を分解すれば次の六項となる。

- (一) 通常の天然物に關する知識の一斑を得しめる。

- (二) 通常の自然現象に關する知識の一斑を得しめる。
- (三) 天然物及び自然現象相互の關係の概要を理會せしめる。
- (四) 天然物及び自然現象の人生に對する關係の概要を理會せしめる。
- (五) 觀察を精密にする。
- (六) 自然を愛するの心を養ふ。

第二節 實用功利主義

時勢の要求する理科

最近理科尊重の聲は歐洲大戰に鑑みて、戰爭に經濟に科學の偉力を痛切に感じたる爲に起つたのである。故に理科教授改善の目的も、彼の文部大臣の訓令中にも明記してあるやうに、

- (一) 國産興業を盛にし、國力の充實を期すること、
- (二) 實際生活に適切なる知識技能を確實に得しむること、

であつた。そこで時勢の要求する理科教授とは、特に人生との關係、即ち實用功利の方面を尊重し、地方國民の實際生活に觸れたものを研究せしめる事であつた。博物教材よりも物理教材、物理教材の中でも戰爭に關係ある新教材が重んぜられた。飛行機、飛行船、自動車、潛航艇、蒸汽タービン、瓦斯タービン、無線電信電話等其當時最も重要視せられた新教材であつた。博物教材に於ても直接産業に關係あるみどりうんか、ずるむし、豌豆、大豆、茶、煙草、蜜柑、鱈等を重んじて、蜘蛛、蚯蚓、こほろぎ、冬芽、木の新芽、紅葉、

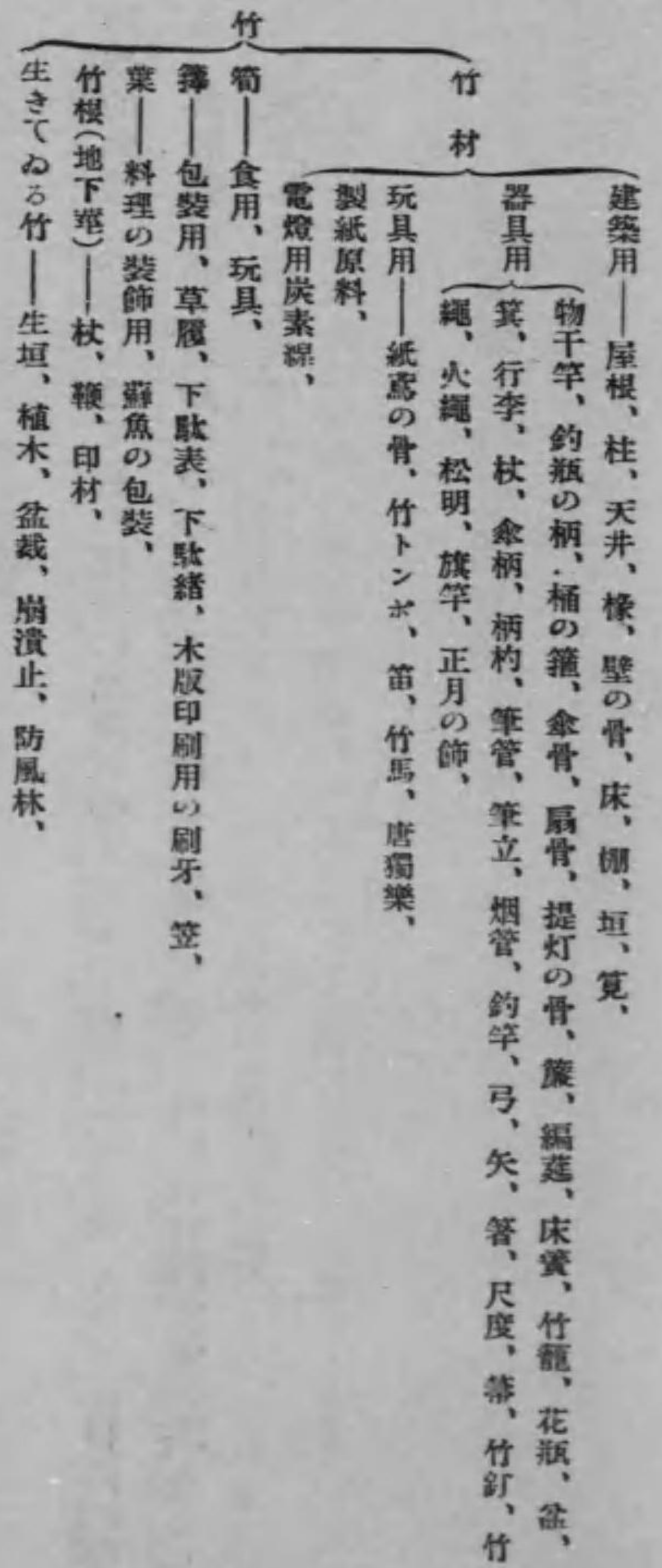
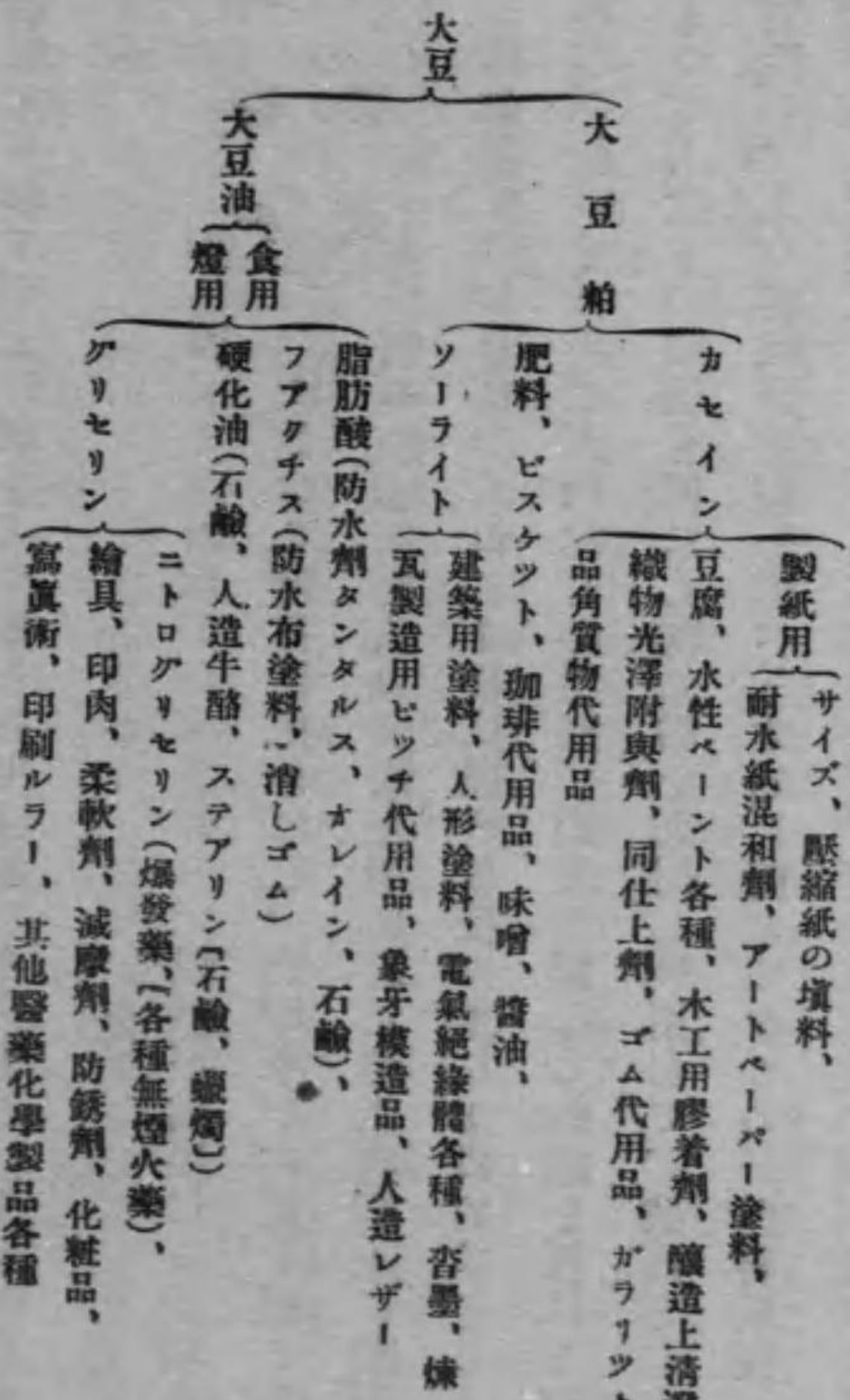
落葉の如きを除いてしまつた地方もある。夏至、冬至、春分、秋分等の天文氣象の如きも輕視せられて、之に供する時間を甚しく減じた所が少くない。

實務家の養成

而して其論旨がかうである。理科が重要な教科と目せられる所以は、之によつて發明發見をなし、利用厚生之道を得しむるが爲である。故に理科の内容は吾人の實際生活に將た殖産興業上に利用し應用することの出来る活知識でなければならぬ。されば理科教授の主なる目的はどこまでも形式陶冶ではなく内容の教授である。天然物自然現象に關する單なる知識を授けるが如きは主でなく、之によつて人生との關係を明にし其知識を應用し利用して、個人としても國民としても完全に生活し、且つ其職分を盡し得べき才能を開いてやるのが理科教授の眞の目的である、と。故に社會生活の準備としての理科教授、實務家養成の理科教授である。女子にあつては家事の實務を主としての理科でなければならぬとして、其高等普通教育の學校を實科女學校制に改めるに到つたのも全く此の趣旨に外ならなかつたのである。

知識の分量を増す理科

以上の如き趣旨に基いて行はれる理科教授の内容は、人生との關係を其連絡をたどつて徹に入り細をつくして調査したものであつた。次表に示すは單に其二例に過ぎない。



利用厚生を主とする理科は餘程強く印象せられてあると見えて、今尙ほ人生との關係の羅列を以て能事とする理科教授を見ること少くない。栗と人生との關係は如何。其果實の食用となるは皆知つてゐることであるが。どうして喰べるか……煮て、焼いて、生でも乾してかち栗として、羊羹として、栗饅頭、甘煮として口取に。成程、中々よく調べて来たな。どうして調べて来たか、昨夜夕食の時にお母さんや姉さんから聞いてノートに記して置きました。ウムそれじゃ栗の材は何になるか……建築材、薪炭用……。まだ

此の方は出来てゐないな。それでは大工さんの所で尋ねてごらん、指物師でも、鍛冶屋などへも行つて聞くがよい。先生！ 此の机も栗の材じやありませんか。ウム……机をなでて見て……いや之はさうじやあるまい。それでは此の机は何で造つたのですか、と児童が追窮すれば、教師は頗る狼狽の體で、栗に似てはゐるが……。教師はとうとう答へることが出来ない。机は栓で造つてあるのである。斯のやうな教授が果して理科として價值があるものであらうか。而かも堂々たる理科教師の間に實際行はれたことは事實である。

科學的知識の分量を増す所の理科は記誦の學となり、詰め込み主義となるは自然の勢である。其教授は多く表解を中心として行はれる。翻つて考へれば教育的價值の頗る乏しいことに努力してゐたのであつた。

第三節 科學的訓練主義

貯蓄主義

大人の要求に基いて學習の内容を定める所の舊式の思想——児童が大人になつた時に何を要求するか——は、児童の生活を誤認し且つ心理學の法則を誤解したるに基つてゐる。児童が成長した時に必要な事柄を學校で教へて置かなければならぬといふ考を、近來貯蓄主義の教育と名づけてゐるが、之は中々穿つた名稱である。児童の心を金庫か倉庫などのやうに考へて、児童の將來の生活に役立つ所の材料要素を鄭重に貯藏して置けば、大人になつて必要を見出した時に何時でも使用出来ると思つてゐる滑稽を諷したものである。然るに實用功利主義の理科は社會生活の準備としての知識——科學的知識——を尊重するが故に、貯蓄主義の教育の弊に陥つてゐるのである。

貯蓄主義の教育は二つの誤謬から來てゐる。第一は教育を金ためと心得てゐる誤謬で、児童が學習する所の知識は長い間——それが使はれないでも——心の中に止まつてゐて、

將來の生活に役立つものと假定してゐる。此の假定の謬であることは心理學の實驗で、使はれない知識は直ぐに忘れてしまふことを示してゐるので明である。第二は未成不完全の誤謬である。貯蓄主義の教育は、子供の生活はそれ自身では未成不完全なもので、成人の生活のみが眞實の眞價を表はすものであるといふ誤つた觀念に基いてゐる。

豐富なる

兒童の生活

纏つて兒童の生活界に眼を注いで見れば、何も十年も二十年も先の成人の生活界に材料を求むる必要はない。兒童生活を一寸見ただけでもわかることであるが、生活を作る所の經驗が豊富に充實してゐる。而して有ゆる知識を子供の現在の生活に利用する機會に富んでゐるといふことも判る。健康に對する體的欲求も發育の初期に在るの故を以て特に成人よりも多い。歡樂悲哀の生活も、それが一時きりのものではあるが、純にして眞實である。彼の遊戯的生活は大部分社交的活動である。朝から晩まで兒童の毎日は活動と要求とに充實してゐる。而してそれに對しては兒童相當に頭腦を絞つて有效なる知能の適用を求むる機會が少くない。學校教育は此等の兒童現在の活動に要求する所のものを兒童に與へるものでなければならぬ。かくして教育せられた

る少年がやがて青年になれば、青年の活動に要求する知能が得られ、壯年になれば壯年相當の完全なる生活を營むことが出来るのである。科學的知識の分量を増さんとする表解記誦の學の如きは、兒童の實生活には直接關係ないから無味乾燥に陥り、斯る要求は常に兒童に無理なる註文であるばかりでなく、成人に於ても難事とする仕事である。

科學的精 神の高調

理科教授が單に自然物自然現象に關する知識——科學的知識——を口より耳に移して筆記帳に集積したばかりでは効果が極めて薄い。又他人が推理し判断せる結果を單に記憶させたばかりでは、其目的を達したものであるとはい。あらゆる自然界の森羅萬象に對して、自ら疑問を起し自ら之を解決する態度を作るのでなければ、千萬の知識の集積も何等の用をなさない。疑問の解決も書籍又は他人からの傳聞によつて行はれたことは、眞の自然科學の研究法ではない。自ら事物に當つて觀察し實驗し之によつて疑問を解決する。更に進んで自らの觀察實驗を通して認識せる事實を基本として、此等の事相互の關係若くは人生との關係を判断推理することが理科研究の要諦である。理科教授は正に此の要諦によつて行はなければならないのみならず、此の精神

此の態度を養ふことが理科教育の眞の目的であるとなす。是れ科學的精神涵養を以て理科教育の眞使命となす議論の主要である。

實際小學校の理科は必ずしも理科工業の實務者を作るのを目的としてゐない。兒童をして悉く理學者の卵とするのではなく、直接理化学工業に關する發明者發見者を養成するのでない。さしあたり兒童の日常生活に密接なる、科學の世界から教材を取つて、科學的精神、科學的態度を訓練することを本旨としなければならぬものである。

第四節 自然界の情調興趣の玩味

科學的訓練の萌芽は伸びない

科學的訓練は知力の訓練である。知力の訓練は論理的訓練である。論理的訓練はやゝもすれば兒童の能力に過ぎ易い。そこで教師中心で引張つて行かなければ思はしい結果が得られない。彼の實驗案内式の指導法が當時大に流行したのも偶然ではない。そこで落ち付く所は、科學的訓練というても、あまり多くを望むことは無理である。兒童の持つてゐる觀察、思考、工夫、創作等の萌芽を培養して行けばよい。といふことになつた。けれども此の科學的訓練の萌芽はつひに伸びずにしまつた。世は一齊に科學的訓練の萌芽培養法の研鑽に向はんとするに方つて、早くも世界の思潮は變化し、茲に一大頓挫を來すに至つたのである。

思想界の變動

科學的訓練法の研究を頓挫せしめたのは何であるか。獨乙の戰敗に基づく思想界の變動である。獨乙の戰敗は軍國主義の敗北で、理窟づめの科學の

敗北である。米國の戦勝はデモクラシーの勝利で、温情主義の自由思想の勝利である。物質、科學、感覺、事實、客觀、理智、冷靜の敗北であつて、精神、文藝、直觀、神祕、主觀、仁慈、温情の勝利であるとなした。爲に是れ迄旺盛であつた科學萬能の聲は漸く低調となり、新浪漫主義の文藝の興隆を見るに至つた。此時に方つて直覺、神祕、靈妙等を主とする超自然の文學哲學を口にせざるものは人にあらざるかの觀があつた。其結果は物質を言ふを耻となし、科學を呪ふの姿となつて現はれた。

由來小學校の研究教科目は年によつて變遷がある。其冷熱の差の甚しき實に驚くべき程である。算術熱が高くなつたかと思ふ中に、一年ならずして國語に移り、國語に移つてよりは又算術を顧みないといふ有様である。歐洲大戰は體育、理科の改善を絶叫せしめた。戦終るや俄に文藝教育、感情教育の必要を唱へ、體育、理科を忘れやうとしてゐる。世の中は廻り持ちといふけれども餘りに甚しいではないか。斯の様であつては何れの教科目も研究を始めてはまもなく中止の姿となつて、徹底せる研究は終に成るものが無くてしまふ。「但し」這般の思想界の變動は科學的訓練の研究を中止せしめたけれども、然し幸にも尙ほ吾人に教へたものが少くない。暫くそれを攻究して見ようではないか。

實用功利 の新解釋

考へ様によつては理科の目的は兒童をして其境遇に適應することを學ばしめるものと解せられる。境遇に適應するとは、古風の解釋では外界を征服して吾人の物質的要求を満足せしむることである。新らしい解釋では之だけとはしない。自然界は物質的要求を満足せしめる以上のものである。人の生涯は珍奇なる動植物、美麗なる自然界に圍繞せられてゐる。朝、雨戸を繰る瞬間から既に自然界との接觸によつて今日といふものを認識するのである。自然の風景を美化する所の植物を知り、路傍庭園に繁茂する所の草花の名稱を知り、又は春花秋草の間をさまよふ鳥の色、蟲の聲、其の活動、其の發育、其等の見聞によつて人生の快樂慰安は無意識の間に増加せられてゐるものである。此等は之を味ふことの出来るもの所有物である。自然界の色彩的音樂的の美、發芽發育を見るの快、小動物飼育の愛等、其間に流露する情調興趣を玩味することの出来るものは幸福である。斯る人は即ち其境遇に最もよく適應したものである。然るに此の方面の訓練を経なかつたものは、徃々物質的の快樂にのみ掩はれて之を取ることが出来ない。されば此の實を受領するの訓練をなすのが理科教授の大なる任務である。何となれば理科研究は最も多く自然界に接觸する機会が多いからである。

快樂慰安は最善の生活に必要な要素である。何人でも何等かの形で快樂を求めなければならぬ。然るに其快樂の中にも種々あつて、比較的有害のものがある。有害とまでは行かずとも無價値のものがあつて、又全く無害で健全高尚なものがある。自然界に溢れてゐる情調興趣は健全高尚なる快樂を形成する。而して唯之を受領享樂し得る能力にあらば此等は皆我の富である。然るに理科教育や自然研究はかういふ健全なる快樂慰安に導く機會頗る多いに係らず、實際教授者が此の方面を閑却し、徒らに衣食住の肉物的物質的生活の快樂安慰を目指してゐたことは、甚だ行届かなかつたことであるといふのである。

理想的生活の内容

兒童は事物に向つて驚異の眼を放つ、そして好奇心の満足を求める。之は唯珍奇なる物を求むるといふことのみでは無くて、事物に觸れて疑問を進め、之が解決を求めんとする所の求知慾といふべきである。即ち事物の真相に觸れようとする慾求である。利害を超越したる精神的慾求である。此の慾求を満たす事が即ち知的情操の満足である、之あるが爲に人の知識は進む。偉人學者は何時までも好奇心が絶えないから知識が進むものであるけれども、凡人はいゝ加減な直観判断で済まして

しまつて進んで考察研究をしない。本來の好奇心が使はれずに過ぎたから途中で涸れてしまつたのである。研究的興味は種々あるけれども好奇心より發動するもの程教育的價値の大なるものは無い。此の好奇心を伸展發達せしめて事物の真相を究めんとする慾求を涵養し、偉大なる知的情操の満足を得るは人生の理想的生活の一要素である。

兒童はよく蜻蛉や蟬を捕へて殘忍なことをする。蛙や蛇を見付けると之を慘めないで置かない。之は殘忍性の發現で本能の然らしむる所であるが、兒童の好奇心や無思慮から來た同情心の缺乏が大に手傳つてゐる。之を矯正するに最も近道の方法は、此等生物の眞想を知らしむるにある。種子發芽の管理や、花卉蔬菜の栽培、小動物の飼育等は生物の眞相を知らしむると共に、生物に對する同情心共鳴心を喚起するに大なる力となる。兒童の胸底から湧き出づる愛護の同情心は慾得を超越した純潔なものである。純然たる道德的情操の發露である。而して此の高潔なる同情心こそ人の自然に湧き出づる慾求であつて、之が満たれない時には人生は即ち飢える。即ち其慾求の満足が實に人生の慰安となるのである。自然界の研究には此の同情心、此の慰安を養ふ機會が甚だ多い。其機會を捕へずにごして來たことは誠に惜いことであつた。道德的情操の満足も亦人生理想的生活の一要素

である。

審美的情操の満足も亦人生理想的生活の一要素である。人は藝術的觀賞の世界に遊ぶことによつて無上の榮華と慰藉とを得てゐる。米が一升六十錢する。吾々は先づ食ふことを考へねばならぬ。兒童の將來の爲に吾々は先づ兒童に如何にして食ふべきかを教へねばならぬと叫ぶ。之も尤な理由となる、稻を作ることに、鶏を飼ふことに、探鑛の方法、化學工業のことを教へる事は確に一面兒童の爲になる。併し滿え立つ春の新芽、紅らみかけた秋の柿、さては花鳥風月、理科の材料であると同時に、藝術の材料である。理科の時間であるからといつて、何故に之を物質的にのみ眺めるのであらうか。その興趣を玩味することが金錢問題や健康問題に比較して人生に價値の少いものといふことは出来まい。更に一步立入つて、自然界の研究によつて得たる真理は美の内容を變化して、一層之を多種多様ならしむるものである。此の境地に在つて自然界の美感詩趣を玩味する時は、研究的興味と豊富なる見聞と相調和して、豊醇なる審美的情操が湧いて來るものである。理科教授は之を閑却してはならない。

「進化は總ての有機體の本性である。有機體は適應を完うすべき仕方にて分化と統合と

を遂ぐれば、則ち自然界に於ける適者たるを得る」とは動かすべからざる生物界の法則である。總て液體に浸したる物體は其物體が押しつけたる液の重さだけ重さを減するものである。』とはアルキメデスが物性に關して發見したる原理である。吾々は生物の一個體の構造が巧に外界に適應するを見て、又森羅萬象の相互の秩序統一の整然たるを見て、大自然の攝理、神の恩惠、神の榮光の廣大なるに感激讚仰を禁することが出来ない。是れ宗教的情操でなくて何であらう。而かもかくの如きは真理の上に築かれたる劫久不變なる信仰である。されば宗教的情操の涵養は同じく理科の領分である。而して宗教的情操の満足は亦人生理想的生活の一要素である。

精神的
賤民

富貴榮耀は人生の幸福である。然しそれにも増して幸福なる人生は精神的慾求の満足である。さればキンデンバンド氏は人生理想的生活の内容として、知的情操、道德的情操、審美的情操、宗教的情操の四つの満足を要求してゐる。人は往々にして物質的慾望の満足を求むることに急にして、精神的慾求の發達訓練を忘れてゐることが多い。その爲め物質的の富豪たるを得ても、精神的には賤民たる

を免れぬものが少くない。理科教授に於て情調興趣の玩味を主張せられるやうになつたのも、従來の理科をあまりに物質的慾望満足教科と見做し過ぎたからである。そこで之からの理科教授の方針として大體次のやうな内容を持たなくてはなるない。



實用功利主義の理科は右の中最後の二つ健康と經濟との満足を希求してゐる。科學的訓練主義の理科も物質的要求満足の能力を得しめん爲のものであつた。直接と間接の差こそあれ、物質文明の發展を望むことに於て同一である。精神的方面の訓練は文學美術の範圍であつて理科の立ち入るべき筋でないといふものがあるが、それは人間を寄木細工で作れるものと考へてゐる議論である。自然界の知的理會！情的理會？詩的理會？之が眞に人を作る理科ではないか。

以上の議論はスコット氏の理科教育の目的觀を基礎としてゐる。當時同様の主張をなしたものに次のやうな大家がある。

- | | | |
|---------|----------|---------------------|
| 大正八年七月、 | 河野 清丸氏、 | 理科教育の精神(教育論叢)、 |
| 大正八年八月、 | 石川千代松博士、 | 自然科學と道德(太陽)、 |
| 大正九年一月、 | 谷津 直秀博士、 | 國民教育に於ける生物學(動物學講話)、 |
| 大正九年一月、 | 小西 重直博士、 | 理科教育に於ける自然觀(理科教育)、 |

而して小西博士は曰く、

普通教育に於ける理科教育は、自然と人生との間に無限に見ゆる程の廣大なる世界を兒童の心中に創造するにあり、
と。以てその精神主義を高調せる察すに餘ある。

第五節 自然研究主義

兒童
本位

デモクラシーが戦後の思想界に優勢の地位を占めるに至つてから、社會的には民衆の勢力が強くなり、經濟界に於ては勞働者の勢力が加はり、家庭的には婦人の勢力が俄に増して來た。而して我が教育界に於ては一に兒童本位の教育が唱へられるやうになつた。

顧みるに歐洲大戰勃發當初は實用功利主義の理科が高調せられ、兒童將來の社會的生活をのみ考へてゐたのであるから、見方によつては之を社會中心の理科といふことが出来る。中頃科學的訓練の理科が唱へられ、兒童の論理生活を目標とせられた。自然其指導は教師中心に行れたのであつた。大戰終局の後に至つては自然界の情調興趣の玩味が叫ばれ、兒童現在の生活を中心として理科の指導が行はれるに至つた。其變遷の跡を辿つて見ると電光石火轉た今昔の感に堪へない。

兒童の將來の物質的生活にのみ没頭する理科教授は、知識の堆積で無ければ、科學的知

識の形骸のみを授けるといふ弊に陥り易い。知識の堆積は畢竟教師の氣休めにしかならぬもので、兒童成人の後に決して役に立つものでない。寧ろ獨立的に觀察し考察し經驗する能力をつけてやればよいではないか。されども之にも不安がある。科學的訓練、創作工夫の能力養成、觀察力、思考力の練磨、之を過大に望むことには無理がある。之が出来るといふのは空論家で、實際兒童に當つて見た人は之に過大な望を囑することをしない。

吾等が兒童の將來と自然界の系統とを考へて選擇した教材を、大人の頭で考へた教授を兒童に施して、それが兒童の現在の慾求と果して何程の交渉があるか。吾々が力瘤を入れた教授の要點が兒童の心情の琴線に共鳴も感興も起さないのではなからうか。吾等は兒童の慾求しないものを與へて居るのではないか。理科教授の成績が擧らないのも此の邊の原因によるのではあるまいか。

大人に何か珍らしいものを見せると、之は食べられますか、何かの藥になりますかと問ふ。之は大人の疑問である。兒童はかういふ物質的の疑問をめつたに出さぬ。米國の小學校で卵殼栽培といふのをやつてゐる所がある。二つに割つた卵殼の底に傷をつけて排水孔を作つたものに、砂を盛つて種子を蒔く。卵殼の外には墨で播種期日などを書きつけて

置いて、發芽の順序を継続的に觀察せしむるのである。此の話聞いて或る老教育者は曰く、卵殻の如きものを面倒見て利用しないでも、植木鉢の小さいのを兒童に與へて置いた方がよいではないかと。それは經費や手数の上から見たら植木鉢の方がよいかも知れぬ。けれども卵殻を用ひる所に兒童本位の理科がある。卵の殻を植木鉢として種子をまいて見る？何と兒童らしい仕事ではないか。吾々は茲に着眼しなければならぬ。兒童の理科？吾は之に思慮を集注して見る必要がある。

所謂自然 研究主義

兒童の將來といふことを考へ過ぎて、兒童の現在に考へ及ばなかつた爲に、從來の理科は大人に對する教授であつた。兒童の方では習ひたいとも研究したいとも思はぬものを、教師の頭で無理に當がつた傾がある。恰かも食慾のない病人に榮養分を無理に強いる様に。食物は一時は胃腸に入る。吐き出すかも知れぬ。萬一吐き出さなければ不消化ながらも幾分かは血液中に交つて榮養の目的を達するであらう。けれども之が爲に食慾は却つて減退してしまつた。若し此の際たとひ榮養的價値は少くとも、病人の好む所の果物か何かから食慾をつけてやつたならば、終局の目的を達

するに近道である。吾々は理科教授に於いても、兒童の慾求の向ふ所に着目しなければならぬ。

兒童現在に適した教材を咀嚼し得るものは、成人となつても外界に對する理科の研究が出来ぬ人となる。

之が兒童本位の理科の根本思想である。さうして見た時に現在の理科は教材があまりに科學的である。兒童の能力以上のものである。方法があまりに論理的である。其到達點に於てもあまり多くを望むべからず。唯自然界に對して疑問を解き、觀賞し、讚美し、感激共鳴することが出来ればよいとする主張、之が自然研究主義の理科であるとした。つまり兒童本位の理科と情調興趣主義の理科とを組合せたものである。暫く其の讚美の聲に耳を傾けて見よ。曰く、

學術は知識であり詩歌は鑑賞である。知識は事物相互の關係を明にせんとし、鑑賞は自己の心情に訴へて事物を評價玩味せんとする。然れども動もすれば知識は乾燥に傾かんとし、鑑賞は空漠に流れんとする。吾人の心の自然の働は知に偏せず、又情に純なるものでない。知情の和合して働く心の有様はしばしば自然の接觸線に表現する。自然研究は學術的探究にあらざれども、事物に對する觀察あつて之により相當の知識を收得することが出来る。自然研究は詩歌にあらざれども、事物に對する玩味あつて之により多少鑑賞の心を養ふことが出来る。而して此等の

面白味は心の自然の流動に順應するに基いて起つて来る。

と。三誦に値する言葉である。

所謂自然研究主義の思潮は意外に迅速に擴がつた。情調興趣玩味主義の崇拜者は頗る多く現はれた。蛙や雀の墓を作つて其靈を吊ふ。生きた蟋蟀コホロギを材料とした時には、研究が済んだ後に元の場所に放つて彼等の親戚故舊に逢はしめる。生の尊重。繼續的動的觀察。理科の時前後に唱歌を歌ひ韻文を綴る。之までの乾燥無味の理科に人情の潤ほひを與へたこと吾人は之に感謝しなければならぬ。

自然研究 の眞諦

併し之にも警告を與へなければならぬ。近來理科教育の目的觀に動搖を來して、物質文明の促進に大切なる知的要素を輕視し、却て精神文明の基礎を理科教育に求めて、自然界の情調興趣の如き、綜合的な文藝的鑑賞、哲學的思索を高調するに至つた。精神文化の基礎を理科教育に求めて、自然界の情調興趣を理科教育で玩味せしめる。かくして正しき宇宙觀、人生觀を築くの基礎を與へることは、理科教育に於て閑却してはならぬことであるが、それが爲に理科の本質を忘却してはならぬ。

ぬ。兎角人は一方にのみ没頭しすぎると他を顧る暇がない。兒童實驗獨創工夫に没頭して理科の成績が却て降下する。功利實用に没頭して精神的訓練を忘れる。而して今や情調興趣の玩味に没頭して、理科の本質を忘れようとしてゐるのではないか。

一體之まで慣用し來つた理科といふ言葉を棄て、何故に自然研究といふ言葉を用ひるか。一は物質文明と精神文化、知的訓練と情意訓練、科學と文藝、相對する兩極端の調和を圖らうとするに基いてゐる。併し之を其本體と思ふは皮相の觀に過ぎない。

外國では小學校の理科を初等科學 Elementary Science といつてゐる。其意味はどこまでも初等の科學であつて、進歩せる科學では無い。目的、教材、學習の方法に於て飽きも初等である。子供の要求と能力とに適應する様に計畫せられたものでなければならぬ。而かもそれは科學である。組織立てられたる系統でなくてはならぬ。論理的に偏せず心理的に陥らず兩者の長所を併せ有する點に於て至極結構な筈である。

自然研究 Nature Study といふ言葉も世人は餘程科學の範圍を脱却した内容をもつてゐると誤解してゐるものがあるが、其本義は決してさうではない。研究の結果として得たる知識の系統を初等科學といひ、其結果に到達する學習の經路に名前をつけて自然研究とい

ふのである。故に初等科學も自然研究も其内容に於ては同一である。唯吾々は學習の結果よりも其過程に重きを置くが故に、自然研究といふ名を好ましく思ふのである。

知識とは何ぞ

然らば自然研究の結果として求むる系統ある知識とは何であるか。自然研究の大家スコット氏は知識といふ言葉には次の様な二通りの解釋があるといつてゐる。

(一) 明瞭確實なる知覺。

(二) 實際經驗によつて獲得せる親密。

今此の兩意義を分析解説して見ると、明瞭といふことは薄ぼんやりしたものではない。鋭く且つはつきりとしたことである。確實といふことは想像したことではない。何だか知つてゐるやうな氣がする位のものではない。その事に就ては絶対に確かとの信念の伴ふものでなければならぬ。知覺といふことは——他人教師學友を含む——からの傳聞や書物で讀んだといふのではない。自分の五官器によつて得たる觀念である。又第二の方の親密といふのは自分の家庭内の人物他のやうによく熟知することである。獲得といふのは自分の

努力によつて得たるもので、單に刹那的の衝動によつて其物に引付けられたのでは無い。實際の經驗といふのは理論上かくあるべしと推定したるものでなく、身自ら親しく觀察すること而かも継続的に各方面より觀察すること、觀察の及ばないものには實驗を施して見ることである。之を約言して見れば、

知識は身自ら直接經驗をなすことによつて、明瞭確實に體認せる觀念である。

といふに歸するやうである。

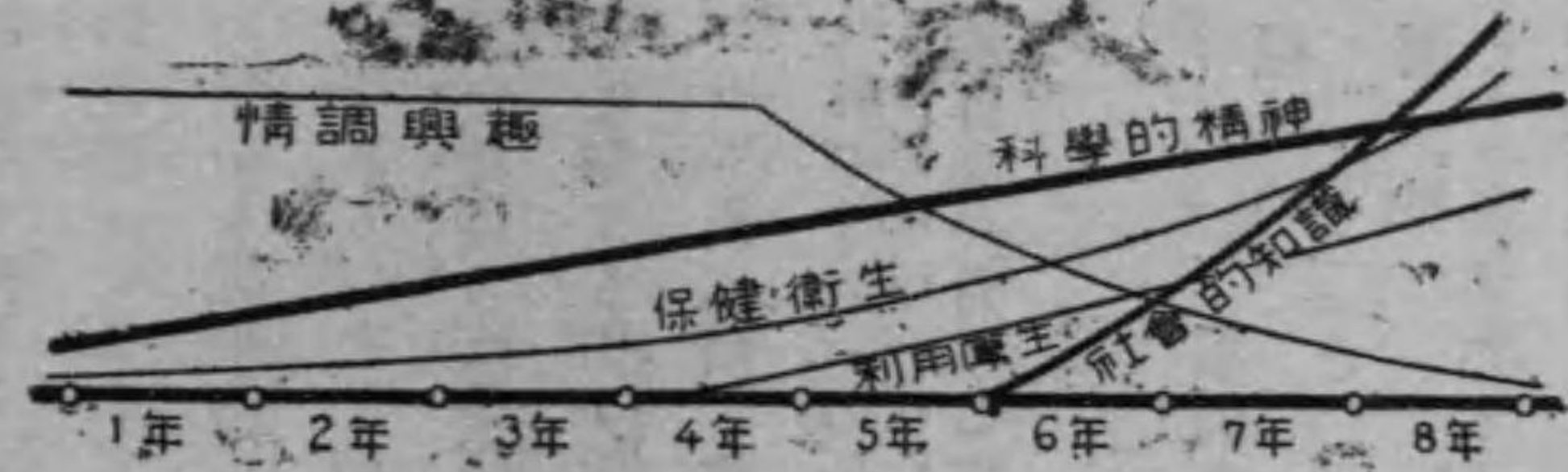
スコット氏は猶、知識がたとへ右の様な性質を有するものであるにもせよ、知識はそれ自身科學でない。初等科學の知識たらん爲には

兒童自身のかによつて組織し系統立てられなければならない。

客觀的 普遍性

系統も連絡もない數多の知識は恰も塵溜に散亂してゐる品物の様なもので、支離滅裂相互孤立せるものである。其一々は明瞭確實なる知覺であらうが、それを直ちに科學といふことは出来ない。數多の知識が相關係づけられ、且つ分類せられてある時のみ、一の知識は之と相聯關せる他のものを想起し暗示す

第三十圖 理科教育の目的



るものであると。

要するに知識は孤立的断片的では、未だ以てそれを科學といへない。分類し連關し統一されたものでなくては科學知識と稱することは出来ないといふのである。

自然界の情調興趣の玩味は共鳴であり、鑑賞であり、感激である。鑑賞や感激は主觀を重しとする。然るに客觀的の普遍性を見出す所に理科の本質がある。何人の感覺器を通して同様に知覺される所の結果に到達することを知らしめるのが理科の大事な仕事である。然るに主觀は詮じつめれば證明や實驗が不可能である。主觀を以て理科の學習は成立しない。故に理科はどこまでも知的訓練を主としなければならぬ。たとへそれが尋常四年の理科であつても、知的訓練を中心とするものでなければならぬ。自然研究主義の理科を皮相の觀察を以てして、徒らに情味本位と思つてゐるものには、此のあたり三讀の必要があ

るであらう。

目的觀の歸趨

置かれることを希望する。

目的觀の歸趨を茲で求むるには聊か尙早の感がある。尙ほ論じなければならぬことが幾多ある。けれども茲で著者の信念を披瀝して置く方が之から先の學習法の建設を論ずるに都合がよい。故に茲で大體私の考を了得して

私は學年——兒童の程度——によつて理科教育の目的が變ずるといふ根本の考を有つてゐる。情調興趣本位の教授の如きは第十三圖に示すやうに、低學年に重きを置き高學年に進むに従つて漸次之を軽くして他方面に力を加へる様にする必要がある。されども如何に高學年になつても之を無にする様なことがあつてはならぬ。科學的精神の涵養は理科教授の中心となるべきものである。(第三章第一節自然科學の本質參照)。然しながら低學年には多く之を望むことは出来ない。高學年に至るに従つて漸次之を重く見て行くのが兒童の能力を考へた處置である。利用厚生のこととも社會的生活に必要な知識も高學年に於ては之を重く見る必要がある。(第四章第二節科學的理解參照)。保健衛生の事は從來低學年に

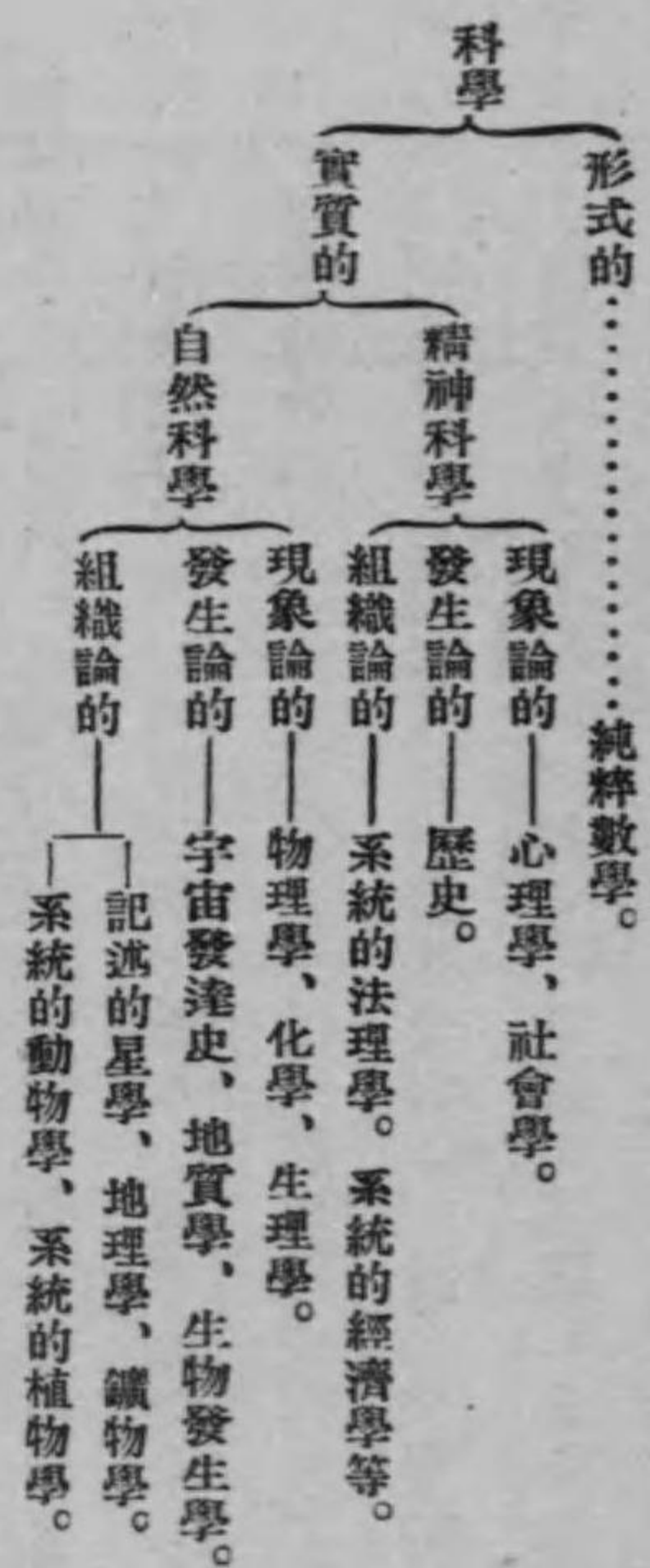
ては取扱はなかつたが、著者は低學年から加へなければならぬものとする。(第六章第五節 生理衛生教材參照)。

第三章 理科學習指導の根柢

第一節 自然科學の本質

常識と科學的知識

ト氏に従へば科學を分類して次の如く表示することが出来る。



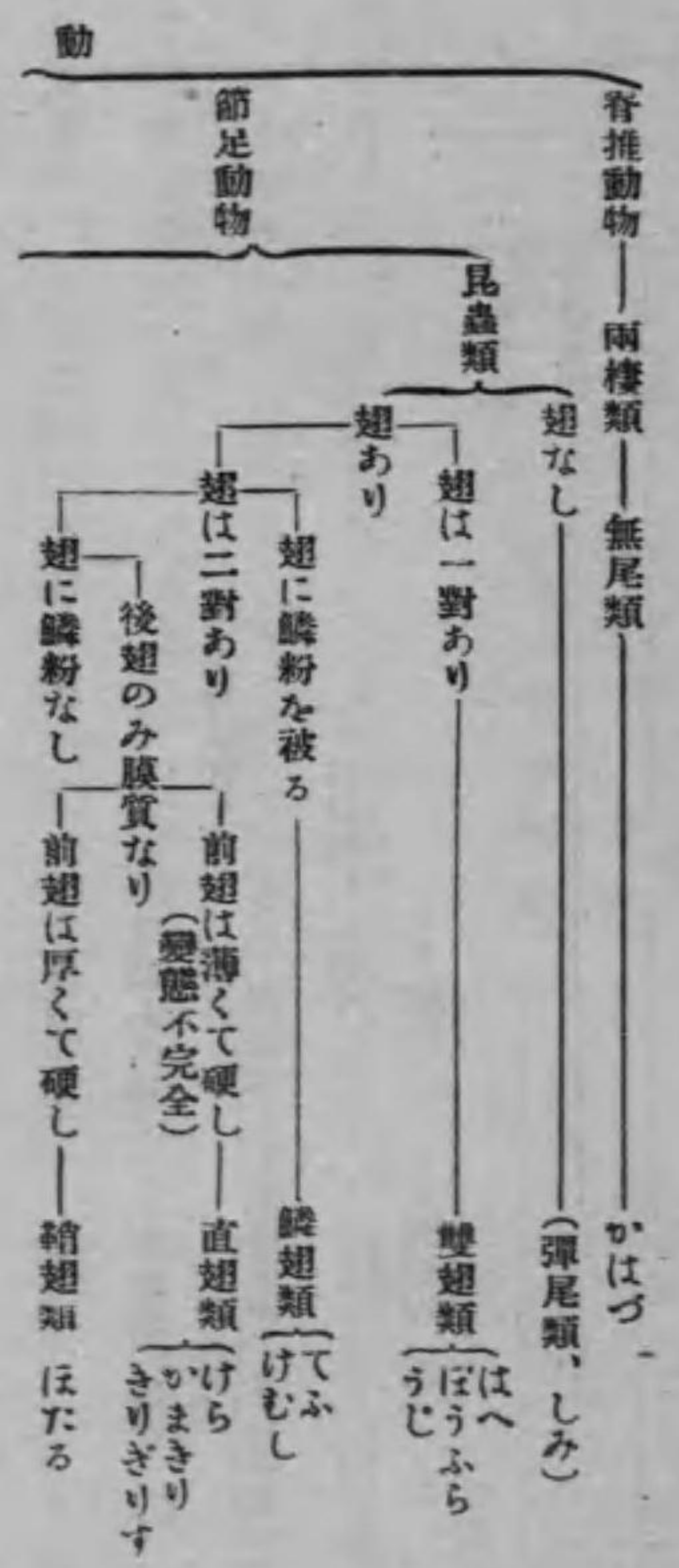
系統化せる知識

今本書でいふ科學といふのは勿論自然科學の方のみを指すので、神科學の方を含めてゐない。小學校の理科が初等科學であるから、しかく其意味を限定するのが當然である。さて科學的知識といつても常識とは全然異なつたものではない。常識を承けて之を發展せしめ、完全ならしめたものが科學である。故に科學的知識の萌芽は既に常識の中に存在することは言ふまでもない。然らば常識の段階にある知識と科學的知識の別は如何なる點に存するか。前者が後者となるためには如何なる特徴を得て來なければならぬか。といふに、第一は之を靜的に見て其知識が系統化されなければならぬ。第二は之を動的に見て其れが因果化されなければならぬ。第三は科學的知識が斯かる成果に達する過程の方面から見て、それが方法的でなければならぬ。

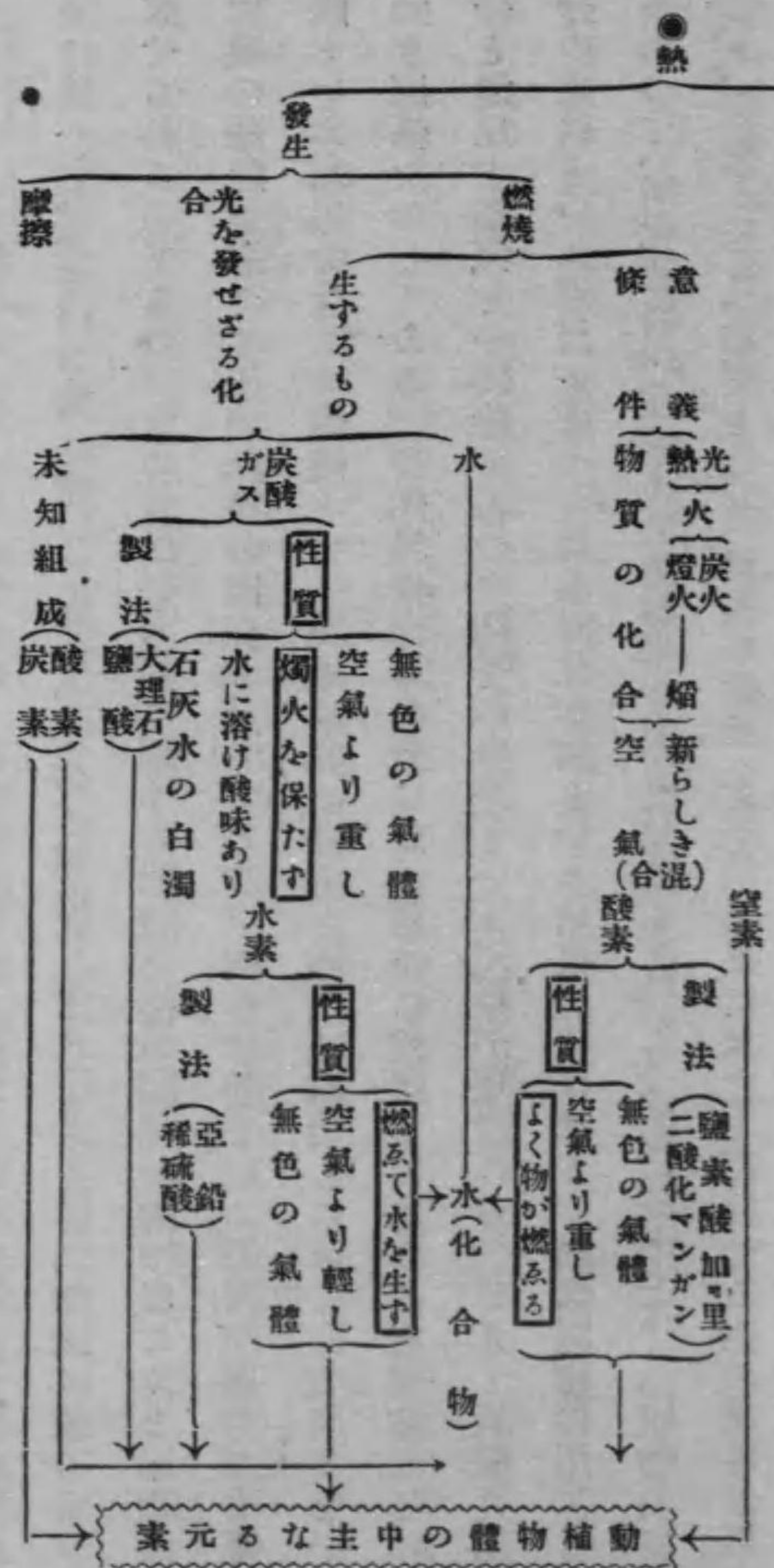
個々の事實はそれ自身では何等の興味を有しない。それが他の事實の豫言に資すると考ふべき理由あるに及んで初めて興味を有するのである。知識の系統化の必要は茲にある。系統化せる知識とは全體を形作る各部分が互に矛盾せず、而して其間相聯絡支持して一の有機的關係を保つてゐるものを指す。有機的

關係といふのは一部分は他部をまつて成立し、或る部分が變改すれば其部分の變改によつて全部が左右せられるやうな關係にあるをいふのである。

おけら、けむし、げじん。あり、ぼうふら。せみ、かに、かはす。うちになめくち、かまきり、きりぎりすにとんぼ。はへ、ほたるにてふてふ。
 之は私が常に唄ふ歌の文句である。之を其取材の上から又語呂の續き工合の上から眺める時は、其曲の脱俗飄逸なると合致して一種いふべからざる面白味がある。けれども一歩其排列の内容に立ち入つて見ると無系統といはなければならぬ。之を系統的ならしめんには次のやうな排列にかへて見なければならぬ。

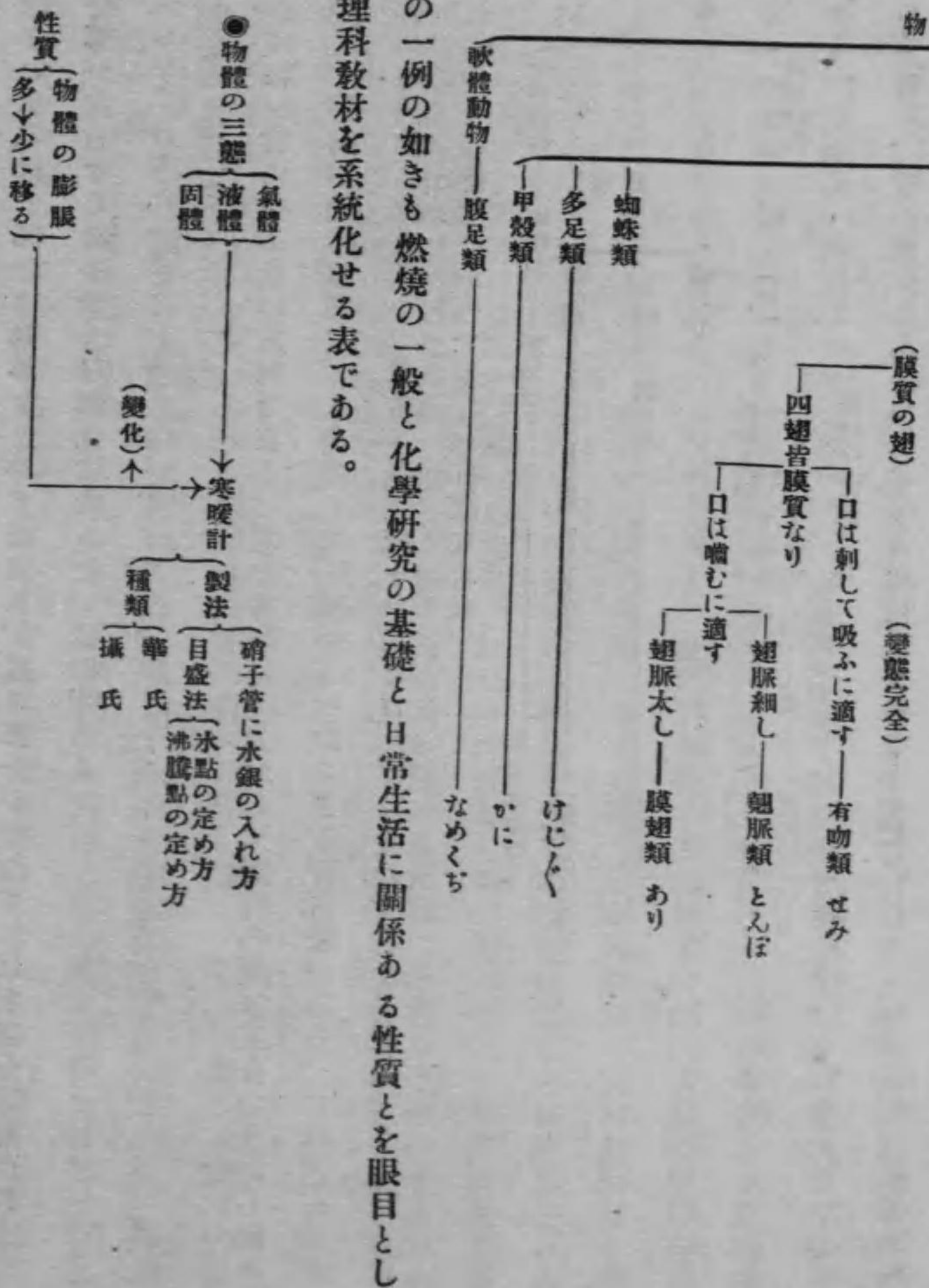


例一の表統系材教



斯の如く知識を系統化することが科學の任務である。科學とは何ぞや。之を判り易く言へば主として一種の分類である。即ち事實相互は何等か自然の隠れたる因縁によつて結合せられてゐるに係らず、外見上互に分離してゐる。それを因縁を辿つて排列する方法が科學である。故に科學は他語を以ていへば關係の系統であるともいへる、相互の關係を離

物理



次の一例の如きも燃燒の一般と化學研究の基礎と日常生活に關係ある性質とを眼目として、理科教材を系統化する表である。

れて孤立的に考へられた事物に、知識の客觀的價值を見出すことは出来ない。

因果化せる知識

知識を系統化する事は事物の「何か」及び「如何に」の二問題を解決する事であるが、吾人は更に「何故に」といふ第三の問題即ち事實に對する理由の説明をなさなければならぬ。觀察實驗に依て得たる諸種の經驗を普遍的法則の下に統一し、幾多の事實に就いて其由つて來る理由を示すべきである。知識は茲に至つて完成せられるのである。前の表は一面熱に關する知識を横の關係を辿つてあると同時に、また縦の聯絡を取つて原因結果の關係も示してある。例へば熱といふ原因があつて物體の膨脹といふ結果を生じ、燃焼といふ現象は熱の供給と酸素の供給とに依て成立するといふが如き關係を示してある。自然界の森羅萬象は時々刻々に變轉して止まる所を知らない。水分と溫度と空氣との供給があつて種子の發芽といふ現象が現はれる。日光と炭酸瓦斯と水分の供給といふ原因があつて炭素同化作用といふ結果が現はれる。炭素同化作用たる原因があつて、同化澱粉の生成といふ結果が見られる。それが又糖化現象となり、植物の成長となり、開花となり、結實となり、原因が結果を生み、結果は又之と關連せる他の現象の原因

となつて其止まる所を知らない。

斯の如く人の知能は、日常の經驗に於いて、相繼起する二つの物の状態を、動もすれば直ちに原因結果の關係に組織したがる傾向を持つてゐる。白蛇を殺した事件と眼の病といふ事件とが、引繼いて起つた場合には、動もすると之を因果の關係に組織して、白蛇を殺したから眼病になつたと斷定する。殊に其繼起が反覆經驗せられる時は益々其因果の關係にあるものと考へ易い。併しながらそれが果して眞に因果の關係にあるか、否かは、種々の方面から漸次に確められなければならないのであつて、之を決するのが科學研究の重要な職分である。稻の豊凶が一に鎮守の神の仕業とのみ見た場合は、それが眞の因果の關係に置かれたのではなかつた。充分なる炭素同化作用が稻の豊作の大原因たることを確められたまでは、幾多の研究が行はれたのである。理科の研究は自然物自然現象を此の正しき因果關係に置くことが重大な任務なのである。

化學者は此の世界にある恐ろしく多くの化合物を分析して。僅々八十四の元素に還元した。而して宇宙間に起る諸々の現象を此の八十四の元素の化合離散に基づくものとした。更に元素は原子團に原子團は原子に、原子は電子に其究極の物質的要素に分析しようとし

てゐる。而して斯の如く進めて行つたならば、遂には宇宙間の千態萬狀の諸相を一の原則を以て統裁することが出来るやうになるであらう。

地球上に生存する生物の種類は動物が五十三萬五千種、植物が二十三萬三千種ある。尙發見せられないものがあらう。生物學の大家と雖も之を一々に知悉することは不可能である。けれども植物學者動物學者はよく植物や動物の各種類の關係を明にし、全體を系統化し分類化して、生物界を讀破するの能力を持つてゐるから、未知の生物に出逢つても之が理解に困難することがない。

初等教育の理科は固より物理化學の大家を作るのでなく、生物學の博士を養成するのではないが、知識の組織化——靜的には系統化、動的には因果化——に觸れさせないで何の役に立たうか（自然研究の眞諦參照）。是れ理科教材として自然物自然現象のあらゆる諸相より其代表的のものを選擇しなければならぬ理由の一である。

自然を讀む力

フンボルト氏は、自然は其内部に活動してゐる或る勢力の爲に統一されてゐる全體であると言つてゐる。其活動してゐる勢力とは即ち眞理に外なら

ぬ。其他多くの學者が自然に就いて研究した結果に依つて見ても、自然は眞理を以て統一されてゐると云ふことには疑が無い。そこで其眞理に就いて、吾人は感覺器を以て之を觀察し、理性に訴へてそれを理會し得られるのは何故か。それは吾人に自然を讀む力があるからである。

高橋章臣氏は其著最近理科教授法に於て次のやうな意味のことを述べてゐる。自然は程度吾々の國語に之を現はす所の文字があるやうに、自然固有の語、自然語を以て其眞理を記載してゐる。即ち

自然は其眞理を以て文章に作つてゐる。故に吾人に其讀解力があれば、自然界の眞理を理會することが出来る。例へば並に葉があるとす。其葉と云ふものが即ち自然の文字である。而して文字には一定の形と意義との二つの要件がある。然らば自然の文字に於ける形は如何といふに扁平で脈が通つてゐるといふことである。其意義はといふに同化作用蒸散作用及び呼吸作用を營むに適するといふことである。葉が扁平にして其面積を廣くする所以は同化作用蒸散作用及び呼吸作用の能く行はれるやうにといふ目的に過ぎない。詰り葉の形は自然の文字の形で、其形が其作用に適するといふことが其意義である。

若しも葉の形のみを教へて、其作用並に之と其形との關係を教へないならば、之は唯文字の形を教へた丈けであつて、其意義を教へないと同じである。昔流に唯素讀だけ教へて

置いて、其意義を授けないといふのと先づ以て似てゐる。不完全なる教授といはなければならぬ。葉の形のこととは形態學に屬し、其作用並に之と葉の形との關係のことは、生理學生態學に屬する。故に葉に就いて其形だけを説明し、其作用並に之と形との關係を教へないならば、之は單に形態的のことにのみを教へて、生理的生態的の方面を忽にしたもので、理科教授の本義に背くものである。

魚の鰭も亦自然文字の一である。形は眼を以て見る通りであるが、其意義は水に泳ぐに適するといふことである。物の落つる現象も一の自然文字である。其落ちる現象が文字の形で地球の引力に基くといふことが、其意義である。詰り落つるといふことが結果で、地球の引力は其原因である。それ故其自然文字の形は結果で、其意義は原因である。一般に現象に關する自然文字に於ては、其結果が其形で其結果の原因が其意義である。故に若しも物の落つることを教へて、其落つる力の基く所の引力のことを説かないならば、恰も文字の形だけを教へて其意義を教へないことになる。又鐵の請びることは是亦自然の文字で、それが自然文字の形、其原因は酸化で、それが其意義になる。

自然語
と眞理

斯の如き自然文字とその意義とは古今東西を通じて誤のない眞理である。葉が同化作用、蒸散作用及び呼吸作用を營むに適することも、鐵請びが酸化作用であることも、何れも眞理で、獨り日本にある植物の葉、日本にある鐵ばかりでなく、世界中何れの葉も鐵もさうである。尙ほ進んでは此の眞理は何れの葉にも適用出來、何れの鐵器にも適用出來るやうになる。故に自然文字は國境の制限を受けない萬國共用の文字であるのみならず、何れの事象にも當嵌めて自然を請解し得る方便となるものである。

總體一々の自然物又は自然現象は、個々の自然文字であつて、各自固有の意味を持つてゐる。而して其意味が一つの場合に限られてゐるのでなくて、同じ様なものの全體に通じてゐるもの、即ち一の概念である。例へば櫻の葉の如きも、一の自然文字であるが、其意義が單に櫻に附つたものではない。櫻の葉のやうな形をしてゐる總ての葉に通じてゐる。そこで始めて文字としての資格を具ふるので、若しも櫻だけで他に通ぜぬものならば、一向價値の無いものである。櫻の葉たる自然文字の意義は之に類似の他の總ての葉に通ずるから、櫻の葉一つに就いて學んで置けば、他の葉は皆理解がつく。是れ即ち雷に櫻の葉の

概念を得たるのみならず、業の概念に達したので、此の概念あつて始めて自然が自由に讀めるのである。そこで理科はどうしても自然の理法即ち概念に達するのが目的で無くてはならぬ。

自然界の森羅萬象は斯る自然文字の複合によつて成る自然の句、自然の節、自然の文章から成つてゐる。國語科が國語を教へる學科である如くに、理科は自然語——理法、法則、概念——を教へる學科である。そこで此の自然語を讀む力をつけてやるのが理科の任務であるともいへる。と。

私の解釋では此の自然語が系統化された知識、因果化された知識である。概念、法則、理法などいふ言葉で表現せらるる内容はすべて系統化され因果化された知識なのである。理科學習の結果が大なり小なり茲に達するのでなければ、其知識たるや屑物問屋の店頭に羅列せられたる品物のやうで、支離滅裂何等の用をなさぬものである。知識が斯る域に達してこそ『科學は事實を豫知する』の言を實現することが出来るのである。

自然科學の目的

自然科學の目的は自然物自然現象を組織化するのであつて、之を嚴密にいへば人生に對する利害を眼中に置かないものである。總て科學の研究はそれ自身尊いことで、そして其の自身が報酬である。何事に限らず人間の喜悅には飽滿を感ずる時がある。其點に達すると喜悅は喜悅でなくなる。けれども知識の探究には飽滿の時が無い。而して知識に對する慾望と満足とは交代に来るもので、それだけで虚偽もなく偶然でもなく、又それだけで既に善である。つまり知識は無限で、もう之れでよいと云ふ處はない。之は科學と實際の知識との差のある點である。

そこで、藝術家が彼の藝術を實益の方面から眺められるのを好まないやうに、科學者は科學の實益といふことを聞くのを好まない。けれども科學の研究にしろ、藝術の工夫にしろ。それ等は皆進化して行く人間の精神の、自然のそして必然の表現であるから、之を功利的に評價することは當然であると思ふ。つまり科學其れ自身は實用とは無關係のものだといふのは、純粹窺極目的に就いてゐあつて、かくの如き高遠なる目的は唯極めて少數の人にのみ認め得られるものである。それを精々科學の準備位の所に在るものにまで、此の考を持つて行くことは見當違であると言はなければならぬ。茲で愈々科學の目的を纏めて

置く必要がある。私は之を次の如く表はす。即ち

自然科學は自然物自然現象を、之を靜的に見て系統化し、之を動的に見て因果化し、之に順應し之を支配するの力を得るに在る。

と。勿論順應支配の意味は物質的方面のみを指すものでないことは言ふまでもない。

科學は人生の爲であつて、人生が科學の爲ではない。而して科學は人生の進歩向上の爲である。けれども人生を狭く考へてはならない。單に食物と衣服とが人生と考へてはならない。科學は社會化されなければならぬ。唯物質文明の増進の爲のみではなく、科學を學べるものは常に社會に對する忠告者又は教化者でなければならぬ。此域に達して科學の最高なる使命を果すことが出来るのである。

其過程は 方法的

科學的知識と常識との別は組織的であるか否やによつて決すること前述の通りであるが、之と關聯して此の様に組織的知識に達する迄の過程の方面から見て、科學は方法的であるといふ條件を具備しなければならぬ。常識の段階に在る知識は單に偶然の事情に従つて得らるゝ儘に得るのであるが、科學的認識に

於ては

(一) 目的を意識し、

(二) 其目的に應ずるやうな計畫を立て、

(三) 其目的に達するやうな一定の秩序に従はなければならぬ。

即ち科學的知識の獲得には、論理的に組織せられた一定の方法を適用しなければならぬ。此の一定の方法を適用することを方法的といふのである。科學は其過程が方法的であるから、其成果が組織的となる筈である。故に科學を論ずるには其方法が非常に重要な意義を有するものであるから、茲に少しく之に就いて考察して見なければならぬ。

自然科學が單に主觀的の一家言でなく、必然的の意義をもち、普遍的の眞理——何人も承認する又客觀的に何人にも證明出来る眞理——の認識であるのも、其方法がかゝる要求に合する仕組となつてゐるからである。氣分を表現せる所の美術文藝の作品中には、鑑賞者の主觀によつて甚しく其價值に高下のあることがある。或人の傑作と見たる作品が、他の人には甚しき駄作と評價せられることが少くない。而かも傑作たる理由を論じ盡すことも出来ず、さればといつて又劣作たることをも證明することが出来ない。結局鑑賞者の主

観によつて決すべきもので、何人にも承認せられるやうな客観的の証明をなすことは不可能である。自然科学に於ても高遠なる哲學と科學との界線にあるやうな場合は、其眞理が永久に蓋然的にして絶対確實性を得ることが出来ないが、それは別として、普通には右の様なことではない。『總て物體は熱せらるれば膨脹する』とは一の眞理である。水が氷となる場合は例外として、一般には何人でも承認しない譯には行かない。萬一承認しない人があつたとすれば、彼等の目前で實驗に訴へて證明することが出来る。人の感覺器が不具でない限りは承認せまいと思つても承認しないわけには行かない。恰も犯罪者が判官から證據物件をつき付けられたやうなものである。之が科學の價值ある所で、此の特徴を發揮することによつて其價值が益々増大する譯である。吾々は科學に用ひる方法といふものを深く考究して見なくてはならぬ。

第二節 理科の研究法

思考力の訓練

理科教授に於て、盛に唱導せられてゐる所の、科學的精神とか科學的訓練などといふものも、畢竟科學的方法の體得に過ぎない。科學的方法とは論理的認識法である。然らば科學的方法の主體は思考作用でなければならぬ。

眞理の発見も機械の發明も事業の成功も其根本となるものは唯一つである。正確に精密に考へるといふことより外にはない。正確に精密に考へるには思考力を發達させるにある。然るに思考力の活動には一定の心理的法則がある。此の法則に従つて練習すれば思考力は發達させることが出来る。然り思考力の訓練！實に理科教授の大使命である。

さて吾々は思考力を練ると口にいふが、又兒童に向つて『考へて見よ』、『考へなくては駄目だ』と口癖のやうにいふが、考へるとは結局どうすることかといはれて見ると、容易に答へることが出来ない。思考力とは果して如何なるものか。

考へる力 とは何ぞ

人智未だ開けない時代にあつては、思考を以て靈妙不可思議なる靈魂の働となしてゐたが、後には思考といふ一種の能力があつて働をなすものとせられるやうになつた。今でも多くの人はさう解してゐる。然るに物理化學が開けて原子説が行はれるやうになつてからは、心理學も漸く微に入り細を盡すやうになり、單なる感情とか感覺とかの如き心的原子があつて、一切の精神作用は此の原子の和合離散によること、恰も彼の化學の化合分解と同一に解せられるやうになつた。思考作用も其一種とせられた。けれども今では此等は何れも正當の解釋とは認められない。

思考力といふと、吾人の心に「考へる」といふ特殊の能力が存在することを假定してゐるやうに見えるけれども、單に從來の習慣に従つて便宜上かういふ文字を用ふるに過ぎない。現今心理學の上からいへば「思考する」といふことは、決して單一なる能力の働ではなくて、種々の要素或は條件の複合によつて成立するものである。

心の めは

元來心といふものが不思議なもので、心理學では之を最初より存立してゐるものとはしない。外界の事物が吾人の耳目の如き感覺器を刺激した時に

は、其器官の神經末梢器は爲に變化を起し、其變化は神經興奮として知覺神經に傳はり、終に大腦皮質の感覺中樞を興奮せしめ、人は茲に至つて始めて音を聞き光を視ることが出来る。之が感覺である。

花を見たり鳥の聲を聞く時には、單に其色を見、又は其音を聞くのみで無く、其物が花たること其音が鳥の聲たることを意識する。斯の如く刺激に對して感覺を起し、其事物を知ることを知覺と稱へてゐる。

吾人が若し知覺するばかりで其結果を藏することが無かつたならば、知識は刹那に限られ、過去をたづね將來を知ることが出来ない。今試みに昨夜の訪問の經驗を内省すれば、茶菓の品々、自他の談話など、彷彿として浮び來るものがある。斯の如く過去の經驗を想起して見ると、其結果は大體に於て原經驗に於ける知覺の姿である。此の姿を觀念と名づけてゐる。之が抑、心の初である。

概念は思 考の要素

吾人は荷馬車の馬を直觀し、後に之を觀念として憶起することが出来る。但し之を憶起する際に吾人は隣の農家の馬を聯想し、同時に或る將校の乗

れる馬、繪にあつた義家の乗れる馬をも憶起し、更に進んでは嘗て目撃したこともない荒野を馳走する野馬を想像に畫くことが出来る。されども此等馬の観念は夫々特別な馬に關する観念である。然るに吾人は一般に馬といふ観念を持つてゐる。此の場合には決して前の如き特別な観念ではなくて、何れの馬にも適用することの出来る一般の観念である。かゝる観念を稱して概念といつてゐる。故に概念は雜多なる観念について、其一般的なる所を抜き出し、之を總括したるものといふことが出来るのである。

思考作用の起るには種々の條件が必要であるが、其主要なる要素となるものは概念である。概念がなければ「考へる」ことは全く出来ない。思考作用には複雑なるものと簡單なるものとの別はあるが、要するに何れも一つの概念と他の概念或は個體的観念との比較に基づくのである。例へば「犬は動物である」と考へるとする。此は犬といふ概念と動物といふ概念との比較に基いてゐる。又「太郎の家のボチは犬である」と考へるとすれば、ボチといふ個體的観念を犬といふ概念に同化するのである。而して二つから「ボチは動物である」といふ斷定を下すとすれば、之れ謂ゆる推理作用で、此の作用は犬といふ概念を中立して、ボチといふ個體的観念を概念の中に同化するのである。故に思考作用が起るには、其如何に簡

單な場合に於ても必ず一つの概念は無ければならぬ。

同 一 點 と 差 異 點

種々の概念が発生した後には、一の概念と他の概念との關係から判斷と稱する心的作用が起つて来る。例へば「松」の概念と「植物」の概念とが同時に現はるとすれば、直ちに「松は植物である」といふ斷定をする。又「石」といふ概念と「植物」といふ概念と同時に現はるとすれば、忽ち「石は植物ではない」といふ否定的斷定をする。是れ即ち心理學でいふ判斷作用である。

此の判斷作用が如何にして成立するかといふに、此は別に判斷力といふ様な特殊な能力が存する爲ではなく、二つの概念の關係から必然的に起る所の作用である。前例の「松」の概念と植物の概念とは其植物といふ性質が同一である。故に此の二つの概念は其同一的關係に基いて必然的に結合して、「松は植物である」といふ肯定的判斷が成立するのである。然るに「石」の概念と「植物」の概念とは唯物體たる點に於て同一であるのみで、全く其屬性を異にしてゐる。石は固まつてゐる無生物である。植物は成長發育する生物である。故に此の二概念は相伴つて心に現はれても決して同化されない。其差異上に基いて劃然區別さ

れて分離してしまふ。是れ即ち否定的判断である。性質の同じものは互に合同し、性質の異なるものは互に分離するといふことは、心の根本的作用である。

思考の本體

もう一つ例をあげる。茲に「水」といふ概念と「流動體」といふ概念とが同時にあつたとすれば、「水は流動體である」といふ判断が出来る。此の際にも判断力といふものがあるのでは無い。水と流動體とは「流動する」といふ性質が同一である。二つの概念は無意識的に互に比較せられ、その同一的關係に基いて必然的に結合するのである。性質の同一なるものは互に合同し、異なるものは分離する、其同一點、差異點があれば必然的に結合分離が行はれ、判断が成立するのである。

推理の場合も同様である。「銅は金屬である」、「金屬は元素である。」といふ二つの判断があれば、第三の判断、「銅は元素なり」といふのが出来る。此の第三の判断を作る作用が推理作用である。此の際二つの判断に共通の概念があれば、何故に第三の判断が生じて來るかといふに、其れは此の共通の概念によつて、他の二つの概念が自然に比較されるからである。同じものは互に合一するのは心の根本作用であるから、若し甲乙二つの概念に

同一點があつて互に結合し、乙丙二概念に同一點があつて互に結合すれば甲と丙の結合するは必然の結果である。故に判断も推理も其の根本に於ては少しも異なる所はない。心の根本的活動として同じものは結合するといふ作用があるから、原始的の渾沌たる意識は自ら分化して概念を生ずる。然るに其の概念は矢張り同一の法則で働くから、一度種々の概念の發生した以上は、其必然の結果として判断作用が生ずる。而して一度此の作用が起れば又同一の法則によつて推理作用が起らざるを得ない。だから判断と推理とは唯直接と間接との相違あるのみで、其作用の性質に至つては全く同一である。推理は判断作用の間接なものであると云つて差支がない。判断作用推理作用とを合せて通常思考作用と稱してゐる。要するに思考作用の原理は「同は合し、異は分れる」といふ働に過ぎない。

私は以上縷々概念、判断、推理の成立する場合を述べたが、其趣旨は思考作用の根本原理を明にして置きたい爲である。如何となれば是れが理科學習指導の要點であるからである。そこで之を纏めて見ると結局思考作用といふものは、別に第三の力があつて働くものでは無くて、概念の同一點、差異點に基いて、必然的に結合分離する意識の根本的活動である。故に考へさせるといふことは概念と概念とを比較させることであるとも言へるので

ある。

正
確
な
思
考

本来の性質からいへば、思考は必然の作用であるから、意志の力が加はらなくとも自らは行はるのである。併し實際に於ては必要なる観念、感情等が加はつて来て注意を奪ひ、必要なる概念を不明瞭にし、思考作用を妨げることになるから、之を完全に行はしめるには、其上に意志の力が加はつて、有意的思考とならねばならぬ。吾人が通常考へるといふのは、斯様に意志の支配の下に行はるゝ思考作用なのである。遠視術、神通力、催眠術などといふものも有ゆる雑念を排除した爲に思考作用が潜在意識と合體統一した時の心的作用を基としたものである。

唯考へるといふだけならば、小兒も考へ、夢の中でも考へ、狂人も考へる。併し其考へてゐる事は一々事實に合して正しいといふ譯には行かない。コルクは黄金より重いといふ判断は判断には相違ない。けれども之を正しいといふことは出来ない。何となれば事實に徴して見るに、コルクは決して黄金より重くないからである。

兒童が既に二歳になれば、犬を見てワン／＼といふ。之は「犬なり」といふ判断を表はす

ものと見ることが出来る。學齡に達した兒童になれば可なり複雑な判断を行ふ。けれども兒童の判断は明晰と正確を缺くことが少くない。是れ其の觀察の不完全、分析の作用の不完全、記憶の不正確、及び言語了解の不充分の爲に、事物の關係を漠然と解するに因るのである。其外兒童は感情が動くが爲に、其断定を不明ならしめることがある。彼の驚愕、恐怖などの事物を誇張せしめるのは此の例である。故に此等原因の除去に努めることが、正しい思考の指導となるべきである。

事
實
に
徴
し
て
證
明

酸素は元素である、
酸素は瓦斯體である、
故に元素は瓦斯體である。

右の推理は之を心理的形式より眺むれば、思考作用として少しも缺くる所がない。併し常識から見れば斯の如き推理は正當として認められるものでない。何となれば客觀的事實と違つてゐるからである。然らば斯る判断や推理の客觀的事實と合してゐるか否やは如何にして之を知るかといふに、右の例の場合に於ては、直ちに事實に徴して之を證明す

ることが出来る。

然るに場合によつては、到底之を事實に徴することの出来ない場合が澤山ある。又事實に徴することの出来る場合であつても、總ての思考を一々事實に徴して正否を確むるが如きは到底實際に於て行はれ得るものでない。事實に徴せずとも思考の正確なることを保證する簡単な方法は、論理學が與ふる標準に之を照して見ることである。併し論理學の法則といふものも、客觀的事實を基底として定めたものであるから、事實を正確に認識すれば論理の法則は自ら會得出来る筈である。そこで正確なる思考には根本的に正確なる事物の觀察が必要なのである。

自然その儘の觀察

最も善く視る者は最も高く登つたのである。思考が正確であるか否やを見るには事實に徴して見るのが最も確實である。それ故に正確なる思考をなさんが爲には正確なる事實の觀察を必要とする。觀察といふものは單に見るといふのは違つて、有意的に注意を用ひて經驗することである。換言すれば觀察といふことは目的を定めて個々の事實を知覺することであつて、吾人の經驗を統一するに當つ

て最初に爲さるべき必須の段階である。目的の意識なく漫然と見らるゝ儘の觀察では科學的價值ある資料を得ること困難である。

正確なる知覺は多方面の感覺器を通すことが必要である。即ち私がよく出す格言、

耳にて之を聞くは、目にて之を見るに如かず、

目にて之を見るは、手にて之を辨するに如かず、

手にて之を辨するは足にて之を踏むに如かず、

はよく此の事を言ひ表はしてある。視・聽・嗅・味・觸・筋あらゆる感覺器を通す事によつて、誤ない知覺をなす事が出来る。其中でも目は特に知識の門戸で、彼の心像型を視覺型、聽覺型、運動型、混合型の四種に分類するけれども、人全般の傾から之を見れば視覺心像型が最も多い。古い諺であるが百聞一見に如かずはよく此の消息を物語つてゐる。

虚心坦懷、ありの儘の感官を以て、事實をありの儘に觀察することは最も尊重すべきものであるが、吾人の感覺器には一定の程度がある。之を視覺に就いて見れば、赤外線・紫外線は直接に感覺することが不可能であり、又微細なるもの遠方のものも充分に見ることが出来ない。遠距離にある物體は望遠鏡により、微細なる物體は廓大鏡乃至顯微鏡によらな

ければならぬ。斯の如き文明の利器を觀察の方便物として使用することも亦現代の科學を研究するに必要なことである。

人爲的
の實驗

自然その儘の觀察では如何に注意して見ても、事實の真相を究むることが出来ない場合がある。右の赤外線、紫外線、微細なる物體も其一例であるが、特に自然現象が幾多相伴つて起る場合に於ては、其因果の關係を觀察することが出来ないことがある。斯かる場合に於ては、其事實に對して人爲的に事情を變更して分析を加へなければならぬ。此の場合の觀察を吾人は特に實驗と名けてゐる。觀察は現象の發生を自然のなり行に任せ、之を注意して認識するのであるが、實驗は自己の努力を以て任意の時、任意の場所に於て、多少事實を變更し、又は殊更に現象を起して觀察するのである。

併し觀察といひ實驗といふも、其區別は程度の問題である。廊大鏡を以て蝶の鱗粉を視るのも實驗といへば實驗といへる。然し吾人は此の程度のものを通常觀察と稱してゐる。理科の研究をなすに方つて其何れを適用すべきかは、研究の對象によつて異なるべきもの

である。例へば動植物の形態色彩を研究するに方つては、敢て事實を變更して視る必要なく、化學藥品の性質を知らうとして、單に其物を眺めてゐただけでは結果を得るに困難である。實驗を施し得べきものならば、觀察よりは實驗の方が効果ありとはいへ、天體の觀察には望遠鏡を以て之を眺めるより別に手段がなく、氣象の觀察に人爲的の變化を加へることは不可能である。故に觀察と實驗とを特に區別する必要はない。要は事實の真相を究め得ればよい譯である。

第三節 歸納的探究法

ミルの歸納的方法

世間普通の人は觀察といへば唯實際の有様を見ればよい、實驗といへばやつて見さへすればよいと考へて、甚だ簡單なもの、如く想像してゐるが、それでは觀察も實驗も何の效もない。觀察にも實驗にも夫々一定の仕方即ち論理的規則といふものがあるので、それに従つてやつたのでなければ役に立たない。唯實際の有様を觀察したり、唯實驗をやつて見たりのみでは、如何に多く其回数を重ねても殆んど無効である。

觀察や實驗の仕方に關する規則は頗る多數あつて、論理學者の間には八釜しく論ぜられてゐる。歸納法論理學と稱するものは即ち此の規則に關する學理である。學術界に於て正確なる知識といふのは、先づ此の規則に従つて事實を觀察實驗し、それに基づいて論理的に判斷を下したものである。吾人の知識の不正確なるものは、多くは事實の觀察に於て此の規則に適合して居ないからである。理科の教授に於て、よく歸納的論理を用ひなければ

らぬといふことをいふが、多くは之に習熟してゐない。甚しきに至つては其内容すらも知らぬ有様である。實驗も觀察も之によつて效果が現はれ、科學的訓練の精髓も亦此の中に存するものであるから、聊か例を擧げて之を説明して置くこととする。但し理科學習と密接な關係あるのみに止めることとする。

吾人が自然界の事物の關係を探究するもの、中で、最も重要なものは因果的の關係の探究である。即ち複雑なる事實を分析して、其等の間に於ける存在或は生起上の原因を探究し、一方が他方の原因或は結果たる所を觀察概括することである。之には因果の規定法といふのがある。因果の規定法は之を歸納的方法と稱することもある。即ち次の五種の推理法がそれで、スチュアート、ミルの定めたものである。

事實の一致に基づく推理

茲に一個の眞鍮球がある。之を酒精燈を以て熱すれば其體積を増す。別に又鐵火箸がある。之を炭火を以て熱すれば又其體積を増す。同様にして銅を熱湯を以て熱するも亦膨脹する。如何なる場合に於て之を實驗するも、温度の高まるといふ一事實(甲)があれば、何時も必ず其物體の容積が増加するといふ他の

一事實(A)が之に伴ふのである。そこで研究者は前者と後者との間には、原因結果の關係があるものと断定するのである。今之を符號と對照して解説すれば次のやうである。

- (1) 甲乙……………A B 酒精燈で熱すれば……………眞鍮球は體積を増す。
 - (2) 甲丙……………A C 炭火を以て熱すれば……………鐵火箸は體積を増す。
 - (3) 甲丁……………A D 火を以て煮熟すれば……………液體は體積を増す。
 - (4) 甲戊……………A E 手を以て温むれば……………空氣は體積を増す。
- 故に、甲……………A 熱を加ふれば……………物體は體積を増す。

宇宙間一切の現象は原因結果の關係によつて、互に聯絡して居るといふ原則が誤つてゐない限りは、吾人は此の兩面の事實に就いて斯く断定せざるを得ないのである。而して上の如き觀察を幾回も重ねて(甲)と(A)との相伴ふことが始終一貫して變ぜざる以上は、此断定は決して間違ひはない。是れ二つの事實の發見が、何れの場合に於ても、一致して居るといふ事に基いて起る推理である。故に論理上之を一致法又は類同法 Method of agreement と稱するのである。

一致法は吾人の研究に幾多の貢獻をなしてゐるのであるが、之のみでは猶不確實な場合がある。其重なるものは所謂異因同果の場合で、違つた原因が同一の結果を齎す場合であ

る。例へば一種の藥湯に入浴すれば、或種類の病氣が治療することがある。そこで其湯の中の含有物質を以て其病氣の治療性があるものとす。處が實際は其物質が何等の效力あるのではなく、唯温湯に浴して身體を温め、血液の循環をよくしたことが眞の原因であり、又は山川景物を眺めたり、美食静養といふものが眞の原因である場合がある。此の様な時は『藥湯に浴する』のと『病氣の癒る』とが相伴つて起ることが、何時も又誰にも一致してゐるからといつて、一致法によつて断定をすれば、右のやうな誤謬に陥ることがある。故に一致法だけでは充分確實でない場合が屢々ある。

事實の差異 に基く推理

伊太利のネーブルス府の近傍に一つの毒穴があつて、それに就いて面白い話がある。人間が此の穴に入つても別に變化は無いが、犬や猫が之に入れば忽ち死んでしまふ。そこで此の穴には獸類を殺す一種の毒氣が籠つてゐるものと考へられた。處が段々研究して見ると、此の穴には炭酸瓦斯が籠つてゐることが分つて來た。炭酸瓦斯は犬にも人にも等しく有害なものであつて、其中に居れば忽ち窒息して死んで了ふのが當然である。然るに人間は其毒穴に入つても別に障りはない。犬や猫

ばかり死ぬ。是は炭酸瓦斯の性質として、普通の空気よりは比重が大である。そこで炭酸瓦斯は下になつて空気は上になつてゐる。然るに人は直立してゐるから背丈が高い。犬猫は這つてゐるから背丈が低い。そこで犬猫だけが炭酸瓦斯を吸入して死ぬといふことが判つた。其證據には人でも其穴の中で座ると忽ち窒息を覺えるといふことである。

此の毒穴の話に於て、犬の場合と人の場合とを比較して見ると、一方に於ては「死ぬ」といふ結果が起り、他の方に於てはそれが起らない。そこで兩方を比較して見ると、一方は直立して高く、他方は這つてゐて低いといふ一要件の外には違つた點はない。之を又符號を以て解説すると次のやうになる。

- (1) 甲乙丙……………人は生物で呼吸をする。二足で直立するから背丈高い………死ぬぬ。
ABC……………犬は生物で呼吸をする。四足で這ふから背丈低い………死ぬぬ。
- (2) 甲乙……………人は生物で呼吸する。
AB……………犬は生物で呼吸する。
- (3) ……丙……………背高い……………死ぬぬ。
……………背低い……………死ぬぬ。
……………C……………背低い……………死ぬぬ。

右の場合に於て、死の現象の起る犬の場合と、死の現象の起らない人の場合とを比較するに、其死の現象を別にしては、犬が背丈が低いといふ條件が人に存しないといふことのものである。

外、他は人と犬とに於て少しも異なる所が無いとすれば、犬の場合と人の場合とを異ならしむる死の現象と背丈の低い條件とは原因結果の關係に立つものと断定したものである。

一致法に於ては、多くの異なる場合に於て一致してゐる點に注意して、因果的關係を發見するのであるが、今度の場合はその多くの同一なる事情の中から、異なる點に注意して因果的關係を發見するのである。故に此の方法を差異法 Method of difference と稱するのである。

差異法は正確なる推理をなすに特に有效なる方法で、一致法の不完全は之を以て除去することが出来る。例へば物體は熱せられなければ、決してその體積を増加することは無いといふことになれば、體積の増加する原因は、熱の高まる條件の外には無いことが確實である。故に差異法を施し得る場合ならば、一致法によつて断定したことを、更に差異法を以て之を検證して見るがよい。

要するに一致法は甲があれば乙があるといふことを示すに過ぎないが、差異法は其裏面に廻つて、甲が無ければ乙が無いといふことを定むるものである。故に一致法によつて得た所の推斷に、猶一回差異法を施して同一の結果に達すれば、其斷定の或は不確實ではあ

るまいかといふ虞は全く無くなるのである。私が理科の學習過程に於て檢證の必要を叫ぶのは茲に根據があるのである。(第四章第一節參照)

一致と差異の併用推理

差異法は正確なる推理に有效なる方法ではあるが、事柄によつては全く之を施せないものがある。差異法を施す場合は、多くは事實を人為的に變更する所の實驗によらなければならぬからである。加之、事實の發見の端緒は一致法による方が得易い。そこで差異法は其結果の確實なるに係らず、一致法を描いて差異法のみを採用することが出来ない。差異法に代つて一致法の不確實を補ふものは一致と差異との併用推理法である。

茲に一つの原因を探究せんとする一現象ありとする。其現象の現はるゝ種々の場合を比較して見るのに、其總ての場合に共通なる條件は唯一つしか無いとする。然るときは一致法によつて、此の一の條件を以て其現象の原因と断定せられる。けれども唯之だけでは不十分であるから、其反面の方から、現象の現はれない種々の場合を比較して見ると、其現象の現はるゝ場合は必ず一條件があり、其現象の現はれない場合は何時も其一條件が無い

といふことになる。故に其條件は確に其現象の原因であると断定することが出来る。

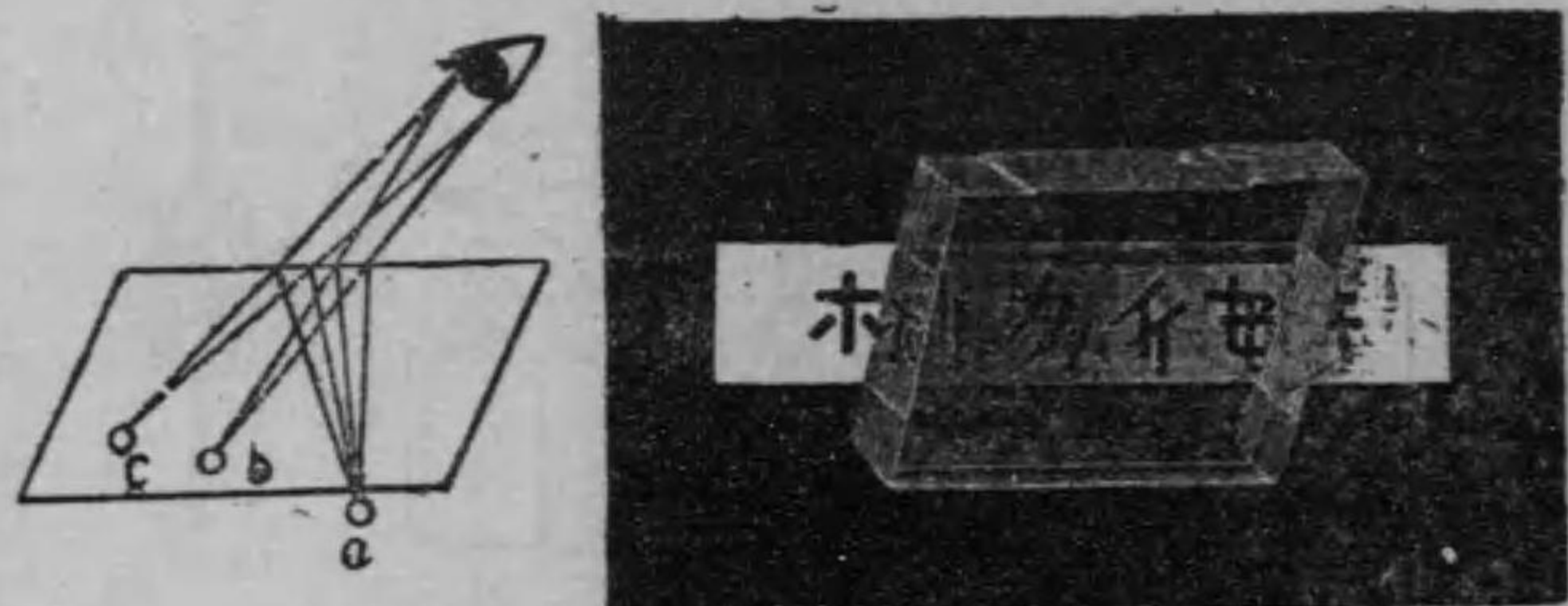
- (1) 正面部 甲乙丙丁……………A B C D
- (2) 反面部 乙丙丁……………B C D

透明なる方解石は光線を重複屈折させる。何れの方解石を取るも同様な現象が現はれる。水晶の如き他の透明性の礦物を以て實驗して見ても、方解石のやうに顯著では無いが、矢張り重複屈折の現象がある。そこで光線の重複屈折は礦物の透明性と結晶性とに原因があると推斷を下すことが出来る。

然るに此れだけでは猶不安心がある。其反面の觀察法を取つて、今度は非結晶性の透明體について調べて見ると、一として重複屈折の現象が起らない。そこで重複屈折の原因は透明性と結晶性の並存と断定するのである。

その後螢石のやうな等軸晶系に屬する礦物は、透明で結晶

折屈複重の石解方 圖四十第



性のものであるが、重複屈折をしないことを発見したので、更にその反面を確むることに

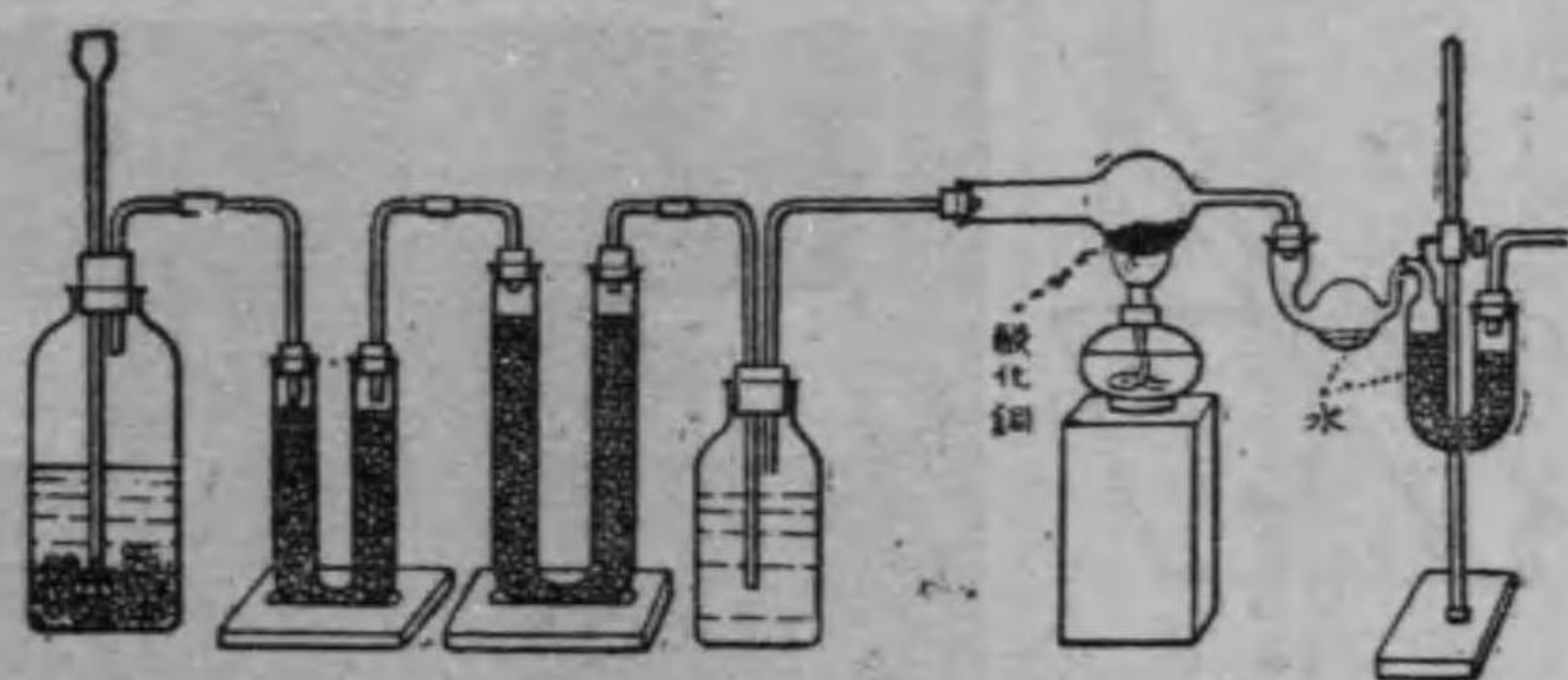
よつて、愈々非結晶體等軸晶系との透明礦物を除いて、他の透明性の結晶は重複屈折をするものと確定したのである。

**殘餘の事實に
基く推理**

化學に於ては諸種の物體を分析して其化合の割合を定める。例へば水の重量組成を判定するに、水素の酸化銅に對する還元作用による

ことがある。水は合成法によつて水素と酸素とより成ることは既知の事實である。水素は又他の元素と化合してゐる酸素を奪つて水を作る性質があり、酸化銅を水素と共に熱すれば還元作用が行はれて水と銅とを生ずることも既知の事實である。今硬質硝子管に酸化銅を入れて、乾燥せる水素を通じながら熱すると、そこに酸化銅の酸素と水素とが化合して水を生ずる。其水を誘導して鹽化カルシウム管に吸収させる。而して實驗の前後に酸化銅管及び鹽化カルシウム管の重量を正確に測れば、實驗後の鹽化カ

第五十圖 水の重量組成を計る装置



ルシウム管は水を吸収してゐるから、管の重量は増加してゐる。又實驗後の酸化銅管は酸素を失つてゐるから重量を減じてゐる。そこで前者の増加した重量の水は、後者の酸素の量と水素との和であることがわかる。故に増加した水の重量から失はれたる酸素の量を減ずれば水素の重量が確定する。此の方法に依て、水は一・二三六%の水素と八八・八六四%の酸素とから成ることを知つた。即ち最も簡單なる比を以て示せば水素一に對して酸素八である。

此の推理法を考へて見ると、或る原因と結果とが、同種類の事情中に多數混合してゐる。そして總結果は判明してゐるが、一々の因果關係が不明である。そこで判り易いものから確定して行つて、最後の一事件を判定するといふ推理法である。柱時計が一晝夜に十五分後れる。油を塗つて見た所が後れ方が十分に減じたとすれば、五分間の減少は油を塗つた原因があると断定するのも、同一方法である。故に此の方法を殘餘法又は剩餘法 Method of residue と稱する。

貨物の重量を測るに、通常風袋共秤にかけて之を測る。然るに風袋の目方は既に知れてゐるのであるから、それだけ現に秤に現はれた目方から引去れば、殘餘の目方は其貨物の

重量によるものと定めることが出来る。是れも殘餘推理の簡單なる例である。

此の殘餘法は科學的研究上甚だ重要な方法で、吾人の研究してゐる現象の中に、既知の理論に照して相違ある場合を發見したとすれば、何か其原因が他に存在するものとして、其原因の性質から數量的の關係までも推定することが出来るのである。

事實の共變に
基く推理

振子の振動數は其絲の長い時は少く、それより絲の長さを短縮すれば振動數は増加する。更に絲を短縮すれば振動數は一層増加する。是に於てか吾人は振子の振動數は其絲の長さに反比例するといふ斷定を下す。

吾々が地面に彈丸を轉がすに、其進行二三間で止まつてしまふ。然るに之を體操室の平滑なる床板の上で轉がすときは六七間も進行する。更に池の水の上を轉がして見ると著しく遠方にまで轉がつて行く。そこで吾人は摩擦を以て彈丸を停止する原因となす。

斯る實例は日常の經驗に於て數限りなく見る所である。即ち二個の現象があつて、其一方が何かの方法で變化する毎に、他の一方も亦其方法の如何に係らず、之と共に變化する時は、其一現象は他の一現象の原因或は結果なるか、又は或種の因果的關係によつて互に

連絡してゐるに相違ない。是れ即ち共變推理法の原理である。此の方式によつて推理を進める方法を共變法 Method of Concomitant variation と言つてゐる。此の例頗る多いが何れも容易に了解し得るものである。潮の干満、磁石針と磁極との關係、寒暖計の水銀柱と溫度との關係等皆此の方法に關係してゐる。統計の價值も亦此の方法の確實性を認むるに
よるのである。

第四章 學習指導の歸趨

第一節 理科學習の過程

新學習過程の提案

私は本書に於て最初先づ理科教育の最近の趨勢を眺めて見た。次に學習指導法の實際の成績に顧みて其利弊得失の論評を試みた。而して社會思潮の變遷に伴ふ目的觀の動搖に就いても相當の研究をなし、更に自然科學の本質に喰ひ入つて、其目的と方法とが大體如何なるものであるかを明にした積りである。そこで茲に理科學習指導の最も適切なる順序方法の提案をなすべき時が來た。其學習過程の適切なるものとして、私は次の五段階を提案する。

第一段 疑問 問題の構成

第二段 假定 結論の豫想

第三段 計畫 解決方法の工夫

第四段 遂行 觀察、實驗、考察、解決。

第五段 批判 檢證、發表、討議、

問題の構成

我が國民性の缺陷として獨創工夫の精神に乏しいことをいふ。成る程、蒸氣機關はといへば英國のワット、汽船はといへば米國のフルトン、X線は獨逸のレントゲン、無線電信は伊太利のマルコニー、ラジウムは佛蘭西のキール夫妻、數へ來れば如何にも發見發明の世界に日本人の名を見出さない。然し私は之を以て日本人が獨創工夫の精神に乏しいものとは信じない。日本人は今日天賦の獨創工夫の精神を伸ばすべき境遇に置かれてゐない爲であると思ふ。

一體、工夫といひ獨創といふが、今までに無いものを有らしめるといふ性質のもので無い。在來のものを一層有價值のものに改めたといふに過ぎない。一人のワットを出し、一人のダーウキンを出すには、幾多の隠れたる小ワット、小ダーウキンがあつて、遂に大ワット、大ダーウキンを出すに至つたものである。此の見地から見ると我國民中より大發明家を出さないといふのは、一般に獨創工夫の空氣が我國に出來てゐない爲であると言へる。

兒童の學習態度を作ることが出来て、一般國民の科學的態度が成れば、直接今急にといふ譯には行かないが、やがては渾圓球上獨歩の大發明家、大獨創家を出すこと決して難事ではない。それには兒童の學習をして、自ら觀察した事實に基いて獨立的に判斷し、他人の力を借らないで結論に到達せしめるやうにしなければならぬ。即ち兒童をして發明家發明者の位置に立たしめ、獨自成長の立場に在らしめなければならぬ。獨自學習の根本は學習問題の確立にある。吾人は一切の事實を知り盡す事は出来ない。必ず知る價值のあるものを選択しなければならぬ。新學習法の問題の構成に重きを置くのは此の爲である。所謂問題法の如きも此の趣旨に外ならぬ。

問題法の意義

彼の實驗案内式學習指導法に對して、最近擡頭しかけた方法は問題法 *Problem method* である。問題法といつても、從來の算術問題の解答の如きを意味するのではない。問題法は學習の題目が問題の形に提出せられる。之を解決するに方つては、兒童の獨自活動を重しとする。觀察・實驗・推論・説明・論證等より其他實驗方法の工夫に至るまで、兒童の自力で行はなければならぬとするのである。徹

底的に自己活動を必要條件とし、結果よりも其結果に到る迄の過程を尊重し、學習過程の中に學習訓練の目的を達し様といふのである。故に彼の探究法 *Investigation method* とか、構案法 *Project method* とかいふものなどと、其内容に於て大差のない方法である。

自發問題法

同じ問題法の中でも、自發問題法は實驗案内法の缺陷とは極端に反對の立場に立つたものである。兒童は與へられたる境遇に立つて、研究問題を自ら發見し、之を構成し、自己の選んだ問題に就いて解決の歩を進めるといふ所に此の方法の特長がある。個性に應じたる自己活動を極度まで重んじてゐる。然しながら之には次の缺陷がある。

第一に、極端に兒童の個性を重んずるが故に、他人の選擇せる問題に就ては自分には解決の義務もなく又それに對する興味も起らぬ筈である。第二は兒童獨自の問題發見に重きを置くが故に、問題の主要點を逸するの虞がある。而も兒童各自の側から見れば價值ありと認めてゐる。そればかりでなく内容を考へない問題を矢鱈に出して、疑問を出す力大なりとか、着眼が鋭敏であるとかいふ弊がある。第三には、自發問題法は教師の側から見れ

ば極端に個別指導によらなければならぬ筈であるのに、學級編成の現状と教師の勞力との關係より勢ひ一齊的取扱をなさなければならぬといふ矛盾に立つことになる。例へば自分の問題を極端に重んずるに係らず、他人の問題を解決することに干與して居らなければならぬ。故に自ら疑問を懐き、獨力で問題を發見する態度は吾人の尊重する所ではあるが、是亦多くを望むことは出来ない。

中心問題法

古い方法に従へば、學習の問題は教師が出すべきものと決めてある。是れが即ち課題法である。自發問題の獨自學習に對して、之は又課題的一齊教授といふべきである。何れも極端に走つてゐることは言ふまでもなく明瞭である。そこで最良の方法は、兒童の作れる疑問を共同的に選題せしめて、兒童各個の解決に委することとする。即ち學級の學習統一の爲めに中心問題を構成するのである。

同一の問題を中心として、個人の解決に任す時は兒童の優勝本能を利用することが出来て、各自の學習に熱が加はる。従つて努力も加はり、獨立的觀察思考が大に勵まされ得べきである。加之、之には其結果の發表討議が伴ふべきであるから、他人の研究を參考とし、

社交的被暗性を相當に働かすことが出来る。而して決して獨創工夫の精神を失ふことは無い。

併し問題の性質によつては慎重に考慮を費さなければならぬ。茲が教師の側の活動すべき點である。學習問題が兒童の興味と能力とに應じた問題となるのでなければ、兒童は其解決に方つて徒に五里霧中に彷徨し、時間を浪費するばかりである。實驗の結果や結論の到達點までも暗示することは禁すべきではあるが、兒童の能力以上の問題にあつては、或程度まで手ほどきを加へて、平易な形にして與へなければならぬ。

近來兒童の發する問題を尊重するのあまり、順序も秩序もなく問題の出づるに任せて解決して行く授業をよく見る。私は一つの題目に就いての問題は左様に無秩序に取扱はるべきものでないと信ずる。問題の内容に自ら難易あり、その論理に一定の系列がある。之を無視して問題の出づるに任せて解決するが如きは學習經濟の上より見て賢明なる方法でない。兒童の出した多數の問題の中には主要なる問題の解決によつて自ら釋然たるものがある。又中には如何に教師が解説を試みるも兒童に了解させる事の不可能な難問題もある。

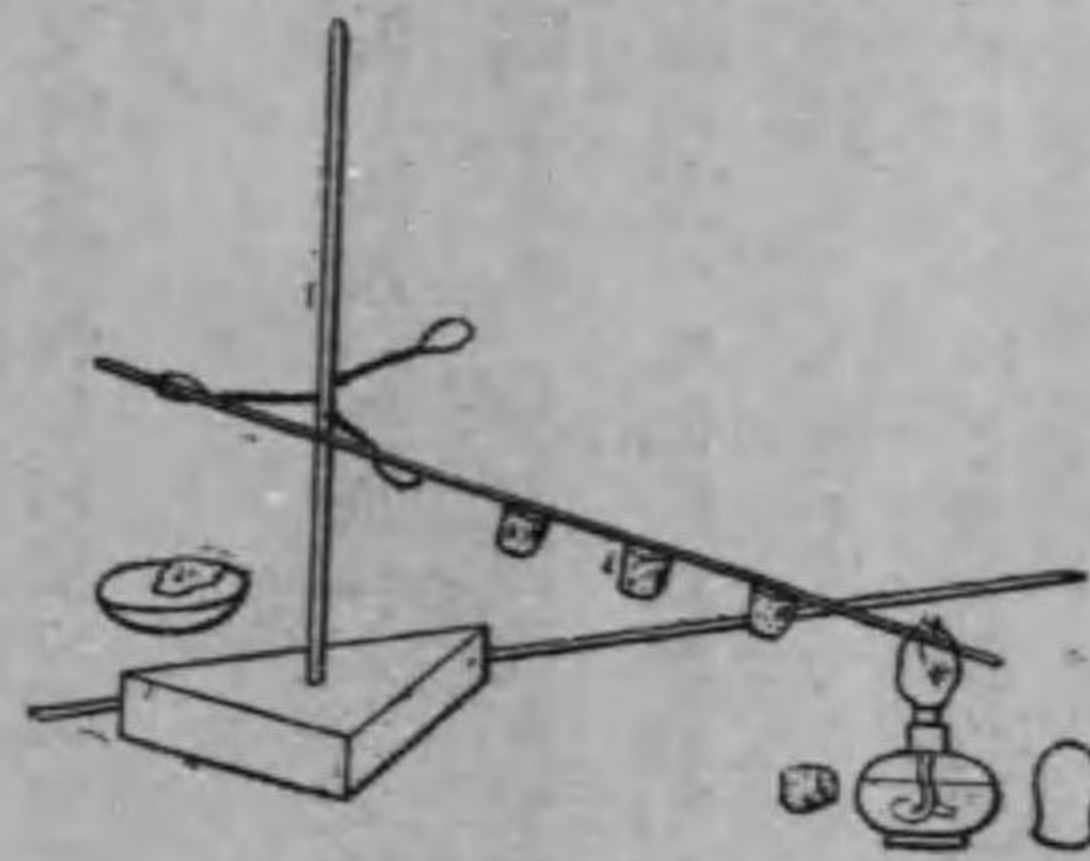
問題の取捨選擇、問題の整理、たとひ之を兒童と共に進歩とするも教師の最も努力すべき

點でなければならぬ。問題に對する價值批判、研究順序の決定、問題構成段中の主要なる仕事である。

假定のな
い學習

私はよく假定のない理科の學習を見る。研究の問題は確定しても、解決の結果の如何を豫想させないで直ちに實驗觀察に入る理科の學習を見る。次の例は其一つである。

(一) 熱の傳導實驗圖 第六十圖



(一) 教材 熱の傳導、

(二) 準備、兒童實驗用具として各組に、第十六圖の如き試驗管臺兼用のスタンド、銅の棒、乙の如く銅鐵の二つの棒を組合せたるもの、コルク四個、アルコールランプ、びんつけ脂。

(三) 指導の實際、

○熱はどうして起るか……火を燃やす。摩り合わせる。

○まだあるでせう……太陽からも熱が来る。

○手を握れば熱は？……傳つて他に移る。

○今日は其熱の傳はることに就いて調べて見る……熱の傳導と板書。

○熱の傳導に就いてどんなことを調べたらよいか……熱はどう傳はるか。物體によつて傳はり方に速い遅いがあるか。なぜ傳はるか。

私の見る所では此所が問題の構成である。而かもその問題が順序よく排列せられてあるから整理の必要がない。

○それでは熱はどう傳はるかといふことから實驗して見よう。

○そこに實驗の道具が配つてある。それによつて實驗を組立て、ごらん……。兒童は容易に手を下さない。

私の見る所では此所が實驗方法の工夫である。兒童はどうして實驗してよいか容易に手を下さすものがない。結局教師の指圖によつて第十六圖の如く組立て、實驗を行ふ。

銅棒の一端をアルコールランプで熱すると、びんつけ脂を以て棒に粘着して置いたコルク片は順次に落ちる。(實驗觀察)

○コルクは何故に落ちたか……脂がとけたから。

○脂は何故とけたか……熱を受けたから。

○どのコルクから落ちたか……火に近い方から。

○然らば熱はどういふ風に傳はるか……だんく傳はる。火に近い方からだんく傳はる
(以上考察)。

火に近い方からだんく傳はると板書。

○皆此の結果と違ふ考のものはないか……なし

○何故さういふことが言へるか……右の實驗によつて。(以上解決。茲に檢證がない)

○それでは今度は第二の實驗「物體によつて熱の傳はり方に遅速があるかどうか」。それを調べて見よう。

第十六圖の實驗器具を使つて、銅は鐵よりも熱の傳導速なることの結論を得た。而して熱を速く傳へるものを良導體、遅く傳へるものを不良導體と呼ぶといふことを教へ、其例を擧げて一時間が終つた。次の時間は次のやうな問答で、「物體の膨脹」に移つたのである。彼の第三の問題「何故熱は移るか」は、教師も兒童も忘れてゐる様子であつた。○鐵の導具に木の柄をつけてあるのは何故か……熱の傳はることが少い爲め。

○その例を擧げて御覽……十能、火熨斗、鍔の柄など。

○熱が傳はつた方がよい導具は無いですか……鍋、釜、藥罐など。

○銅は鐵よりもよく熱を傳へるのに、何故多く銅を使はないか……熔けるから。綠青が出るから。

△石の鍋や、土鍋は何故使ふのですか……さあ。焼きつかないから。

△先生？ 土鍋でも中々焼きつきます……え、煮物によつては遅く煮えた方が味のよいものがある。さういふ場合にも使ふ。(以下略)

右の授業は餘程面白く行つた方だと思ふ。殊に兒童實驗などが都合よく進行してゐる。けれども前の方の實驗は「熱はどう傳はるか」を解決する爲のものであるが、兒童の側に結論の豫想がしてない。それ故に熱はどう傳はるかといふ問題であるが、『どう』の内容が兒童にははつきりして居らぬ。火に近い方からだんく傳はるといふのであるか、水が流れるやうに熱が流れて行くといふことを指すのか、其邊が明瞭でない。従つて實驗方法の工夫も如何にしてよいか途方にくれてゐるのである。

豫想を立
てる必要

如何なる活動にも目的が無ければならぬ。自然科学の方法の第一歩が實驗觀察を通しての分析から始まるとはいふが、只漫然と實驗し觀察することは科學的活動の本義ではない。吾々の分析の根柢には明暗廣狭の別こそあれ、何者か其分析の方向を指示する所の目的意識が無くてはならぬ。吾々が室内に今眼鏡を紛失したとする。之を探しにかゝるときには必ず眼鏡の置いてある場所を豫想した時である。机の引出であるまいか、書棚の上ではあるまいか、鏡臺でなかつたらうかと何處かに見當をつけて探索を始めるものである。當もなく暗中摸索をやるものではない。總ての探檢、探究、探索、探偵等が皆さうである。「斯うではあるまいか」といふ豫想が生れた時に、探究の動機が確立する。仕事に對する熱心も之によつて發動する。「斯うではあるまいか」の豫想が頭に閃めいた時に、兒童の眼が俄に輝くことを、吾人は幾度か經驗してゐる。豫想が閃めいた時に問題の内容が明瞭となり、學習の動機も活躍を始めるものである。理科學習の過程に假定の必要なる理由は之ばかりではない。兒童の程度が物を觀察するに方つて、既に「之は何か」との疑問を持つやうになつたならば、「蝶ではあるまいか」「毛蟲に似てゐるが」など、既知の知識と比較してゐる。是れが即ち假定である。況や其因果的

關係を決定する場合には一層確然たる假定が出来るのが當然である。學習者は問題を解決するに方つて既知の事實を想起し、既得の知識中に類似點を發見したならば、推論法によつて其既知の事實中に含んでゐる原理法則を推し擴めて、新問題の説明を試みようとするに至るものである。是れ即ち假定である。歸納的方法も之なしに行はれるものでない。

豫
想
要
求

歸納法といふことは誰も知つてゐるやうに、個々特殊の場合を比較して、其等が共通に含む所の一般關係を抽象定立する推論の方法である、といふのが普通の解釋である。併しながら若しも歸納が單に個々の特殊の場合を比較して其の含む所の共通關係を抽象するだけならば、其の抽象せられた法則が、現に經驗せられた事例を離れて絶對普通の必然關係を意味するものとなる事が出来る筈がない。吾々が白色といふ時には、單に特殊なる此の白色を此の白色として考へてゐるのでは無い。若しさうならば此の白色と言ふことは出来ない。否此といふことさへ眞に特殊の個々別々の經驗からは出て來ないのである。一般的东西が特殊の中に含んでゐるから、特殊が特殊として認識せられるのである。是が所謂具體的普遍である。

科學者は唯一個の事例を観察しただけで、直ちに普遍をその中に観ずることが出来る。歸納は一般に特殊の中に普通の關係を観取することである。其祕密は特殊から普遍を導くことにあるといふよりも、特殊そのものにあるといふべきである。歸納を以て單に個々特殊の集積によつて、普遍を導く方法であると考へてゐたのでは、其根本が判つてゐない。此は人間の生れつきの要求であつて、思考の本性が普遍を要求するのである。夫が爲に個々の事例に逢へば必然的に豫想要求が現はれて、特殊の中に普遍を観取するのである。歸納の根據は經驗的事實にあるのではなくて、先驗的な思惟の要求に存すると言はねばならぬ。吾々は是れまでは之を自覺してゐなかつた。兒童が思考をなす場合に於ても、先天的に豫想慾求を有つてゐるといふ事を知つた上で、彼等の學習指導に當らなければならぬ。

解決方法 の工夫

私はさきに實驗案内書による學習指導の弊を指摘して置いた。吾々は學習の結果を餘りによく、そしてあまりに早く纏めようとする考から、教師の案によつて兒童を引張つて行き過ぎる嫌がある。斯くては何時までたつても兒童が獨力で研究するやうになれない。兒童は教師の力を借りるか案内書によるのでな

ければ、理科の研究は出来るものでないと考へてしまふ。此の意味に於て吾人は理科學習に詳細なる案内書を用ふることを嫌ふ。兒童が獨自に問題の解決方法を工夫し、獨力を以て計畫を立て、學習を進める所に、眞の科學的精神も、獨創工夫の精神も存するものである。問題の結論を得る點のみを目指すのは、山を登るに其山嶺のみを望んで登山の道を考へないやうなものである。

研究の計畫の大部分は實驗觀察の工夫である。選定したる問題を如何なる材料を用ひて實驗すべきか、如何なる方法を取つたならば其解決の目的を達するか、と兒童に充分工夫させて見なければならぬ。さうすれば學習を始める前に、兒童の机上に實驗に要する器具一切を準備して置くことなどは、此の精神を伸ばすに甚だ邪魔になる。實驗法の工夫といふのは、其器具の組立のみを意味しない。實驗材料の蒐集をも亦兒童の腦力を通さなければ本當でない。

博物教材を取扱ふ場合には、多くは其觀察材料が豊富で、器具も簡單であるから、兒童各自の實驗觀察を行はせることが出来る。獨自學習は此際に最もよく徹底させることが出来る。併しながら物理化學の教材の場合に於ては、多くは其器具を充分に揃へられない所

から、二人乃至六人の實驗團を作つてゐるのが普通である。實驗團を組織してある場合に於ては、各團中の優等生のみがよく活動して他生は或程度までは唯傍觀してしまふ弊に流れ易い。此の弊を救ふ爲に、私は平生各團の仕事に移す前に、團員各個の實驗案といふものを作らせる。兒童各個の實驗案を夫れ々各團に提出する。各團は夫れ々詮議をして最良の案を協定する。茲に愈々團の實驗案が出来たとすれば、團員は手分をしてそれに従つて、材料を蒐集し、實驗を進めることにしてゐる。所謂グループメントも此の精神を没却しては價値の頗る乏しいものとなる。

教師實驗を中心として學級的に仕事を進める場合に於ても、問題解決の方法を工夫させなくてはならぬ。兒童各個に此の仕事を行はしめれば、外觀上教師實驗ではあるが、其實兒童實驗をなさしめたのと大差なき成績を擧げることが出来る。所謂兒童實驗も方法の工夫なくては殆んど其效がない。

プロジェクト メソッド

最近教授界の新潮として紹介せられてゐるプロジェクト、メソッド Project method といふのも、精神に於て吾々の採つてゐる學習過程と大差はない。

私はプロジェクト、メソッドを最初計畫法と譯して見た。人によつては之を構案法又は考案法など、言つてゐる。併しプロジェクトの意義は餘程含蓄が多くて簡單なる語句では表はすことが出来ないやうである。

プロジェクトの含む意義は頗る多い。又主張者の言ふ所によつて多少の相違はあるが、私は各方面を總合して考へて見ると其要點が四つあると思ふ。第一は有目的活動、第二は自律的計畫的、第三は全心的白熱的、第四は社會的責任的とである。第一の有目的活動といふのは、私の學習過程の問題の構成の段に主張してある内容と同様なもので、今學習せんとする目的を兒童が明白に意識することを意味するのである。第二の自律的、計畫的といふのが、その目的を達する爲めの計畫を立てること、即ち私の問題解決方法の工夫にあたる。而かも兒童の獨自工夫を尊重するが故に自律的なるを要するのである。

第四段 遂行

新學習過程の第四段を遂行と名づけて置いた。併し此の中に含んでゐる意味が頗る廣い。而かも其範圍は決して漠然たるものではない。即ち解決方法が定まつてから結論を得るまでの仕事全體を含めてある。熱の傳導の例

で之を見れば。各々實驗を始めてから、

熱は火に近い方からだん／＼傳はる。

銅は鐵よりも熱の傳り方が速である。

といふが如き、不充分ながらも或る結論に達する迄の仕事全體を含めてゐる。或る知的の疑問を解決することを目的とする場合に於ては、單なる考察推論だけに止まることもあるけれども、多くの場合に於ては實驗・觀察の如き作業が伴ふべきである。殊に作爲 Doing によつて研究を進める式の近代の理科學習法に於ては、實驗觀察が此の段の中心でなければならぬ。唯それが單なる肉體的の筋肉運動のみに止まらずに、常に精神的の考察活動が伴はなくてはならぬといふことを注意して置けばよい。

享樂より 努力へ

實驗・觀察・考察等に就いては、既に第三章に詳説して置いた。それに就いては最早や言ふ必要はない。併し茲に別には是非とも一言して置かなければならぬことがある。それは遂行に伴ふ努力に就いてである。

吾々の理科指導は常に兒童の境遇に立脚して、彼等の本能的生活より、漸次論理的生活

に成長せしめるのでなければならぬ。而して論理的生活に入るには常に努力なくして其目的を達することが出来るものでない。何事にあれ、吾人の意志活動には先づ目的・觀念と手段・觀念との二要素があつて之に動機と努力との活躍を見、最後の判斷が生ずるのである。就中努力と判斷とは特に意志作用の精髓である。吾人の採れる如き意識的自律的計畫的の學習法に於て、兒童の努力心激勵の必要ある當然といふべきである。

最近諸般の徵候より見るに、我國民は享樂主義の淡い夢から、今漸く覺めようとしてゐる。果して之が事實であれば、我民族の將來は未だ必ずしも絶望するを要しない。明治維新より大正の初年まで、我國百般の事總て順調に發展して、一度も大なる頓挫を生ずることがなかつた。此間國家が危機に頻したことは一再で無かつたが、國民努力の結果は常に禍を轉じて福となすことが出来た。是れ先覺者の指導宜しきを得たると、國民が國家の地位を自覺して奮起止まざるものあつた爲であらう。然るに日露戰爭の勝利は著しく我國家の地位を高むると共に、我國民をして稍倨傲の氣風に傾かしめた。次で歐洲の大戦亂は一時我國民をして國家の前途を憂慮せしめたるに係らず、意外にも經濟上頗る有利なる狀況を迎ふるに至らしめ、史上嘗て見ざる所の樂天地を生ぜしめた。爲めに國民は雀躍して手

の舞ひ足の踏む所を知らない。日本は政治上經濟上最早や世界に優秀の地位を占むるものとして、國民の意氣甚だ傲り、勤勉努力の風は全く廢れて射利僥倖を望み、國民の大部分は享樂主義に耽るやうになつた。

此の傾向は教育界にも流れ込んでゐる。最近之に兒童本位の教育思潮と文藝教育の勃興熱とが加はつて、一層甚しき状態に傾きかけてゐる。兒童本位の教育は兒童の意向を尊重するが故に勤勉努力を強ひない傾がある。兒童の意志の向ふ所に任せ易い。其結果は兒童の享樂生活に墮するの弊に陥る。文藝教育の勃興は童謡と自由畫との隆昌を來し、小品的、短文的、利那的の氣分を痛く重んずるやうになつた。かゝる學習は既に享樂生活その物である。奮勉、努力、忍耐、克己による大作などは望まらるべきものでない。此の種の教育も其弊を警戒するのてなければ決して健全なる國民教育の道でないと斷言して憚らない。

最近我國政治上・外交上・經濟上の不振は國民をして今更の如く覺醒せしめた。然しながら享樂主義に溺れたる情勢は今尙ほ各方面の文學に存してゐる。新聞雜誌の記事又は廣告讀むに堪へないもの甚だ多いばかりでなく、社會的には有ゆる種類の疑獄事件無數に發生してゐるのは、享樂主義の風潮の餘波と稱せられてゐる。國民が享樂主義に溺るゝ事實は

史上屢々見る所である。而して其甚しき者は遂に國家を亡ぼすやうになる。我國民が享樂主義に溺るゝ事未だ甚だしからずして、今漸く覺めようとしてゐるは甚だ可い。國民の全部を擧げて享樂主義の迷夢より覺めなければならぬ。國民の奮勉努力は國運を隆昌ならしむる要件である。否人生の目的は利那的享樂主義に反する。何人も努力主義を各自の信條となさなくてはならぬ。世界の思潮は時々變化する。軍國主義は平和主義となり、國家主義は個人主義となることあるも、民族に盛衰あらしむる眞理は永久不變である。教育の思潮も亦屢々變化する。理科尊重が文藝尊重となり、教師中心の教授が兒童本位の學習となつても、勤勉努力は健全なる人を作るの要件として永久に變化はない。

全心的
白熱的

勤勉努力は健全なる國民、健全なる人格の要件であると共に、一事業の成功にも、一學習の遂行にも缺くべからざる動力である。新學習過程は兒童自身が目的を立て、假定を設け、手段を考へて事に當るのであるから、其學習の目的は明白と強固との二性質を備へてゐる。従つて之を遂行せんとするの動機は旺盛であり、之が解決の爲の努力は全心的、白熱的である。其目的に向つて精神全部を傾け

聊も他の方面に心向けることなく、精神活動は極めて熱烈に現はれなければならぬ。苟も事を爲すに方つては全力を盡す底の麗はしき性格は此の方法によつて養はれる。此の意味から見て、新學習過程による理科學習法はたゞに獨創工夫の狭い範圍に限られたものでなく、實に人を作るの道であると言つてもよい。

ウッドハル氏は眞の科學的精神は次の三要素から成立すると言つてゐる。

- (一) 自然物自然現象の眞相と其利用の途とを一層理解せんとする慾望、疑問。
- (二) 問題の解決は非常に價値あるものとする確乎たる信念、熱心、永續、忍耐。
- (三) 結論に到達すべき確實なる思考の方法。

而して成功せる理科教授といふものは右の三要素を兒童に適當に認識せしめることであると言つてゐる。理科學習に熱心努力の激勵を要する以て察すべきである。

學 習 帖 の 活 用

遂行の段に於て、考察と努力との跡を具體的に表はすものは學習帖である。一歩々々の觀察、次々に起る實驗の變化を學習帖の記録に留めて置くことは、確實なる考察の方便たるのみならず、又結論の證據となるものである。

教師は之によつて指導の要點を發見し、學習の進度を知ることが出来る。たとひ完結せる結論に達すること能はずとするも、兒童自身は之によつて反省するの便宜が得られる。

博物的教材の場合には兒童の作業は多くは記載的になるものであるから、學習の成果は一に學習帳に表はれるといつてよい。故に教師は之を適當に指導して低學年より平易なる文章と簡單なる寫生圖とを以て記録發表の訓練をしなければならぬ。

吾々が何かを觀察して、可なり善く理解したと思つてゐることも、其物を取除いてしまふと他人に説明が出来ない場合が多い。之は正確な觀察が出来てゐない證據である。兒童の場合は一層甚しい。そこで之を導いて精確なる觀察をなさしめるには寫生圖を描かしめるに如くはない。之を寫生するといふことになれば勢ひ細かな點までも精密に注意しなければならず、斯る發表によつて其知識は確實となるのである。

現象變化の物理化學的教材の場合は、實驗の作業が比較的複雑なると、時々刻々の變化の觀察に、兒童の興味は全く奪はれてしまふ爲に、やゝもすれば其實験の記録が粗略にせられることがある。けれども實驗の記録は學習方法及び結果に對する注意を深くする上に價値あるばかりでなく、その發表力の練磨となり他日の備忘録とも參考書ともなるのであ

るから之を輕視してはならぬ。唯文章が徒に冗長に流れることは時間の不經濟でもあり、教師の批正にも兒童の參考にも不便であるから、略圖を描きて簡易なる語句の記入をなさしめるやうにするがよい。

簡單なる寫生圖若くは模式畫を用ひて思想を發表することは、最も有效な方法である。けれども情的の教科又は形式的の教科に於ては、圖畫を用ひて發表し得ない場合が多い。唯理科に於ては其學習の對象が多く實體であるから、圖畫によつて發表することが最も容易である。即ち發表に圖畫を用ひ得ることは理科の特色といふべきであるから、其の記録に之を用ふることは最も得策である。

第五段 批判

實驗觀察が終つても、豫想通りの結果が現はれなかつた時には

(一) 實驗觀察の方法に誤は無いか……… 實驗法の吟味

(二) 豫想は不當ではなかつたか……… 豫想の立換へ

の二方面を反省させて見なければならぬ。又計畫に基づいて行つた實驗觀察が一回終つて、豫想通りの結論に達した時は、愈々の決定の前に自己批判をして見る習慣を作ることが必要

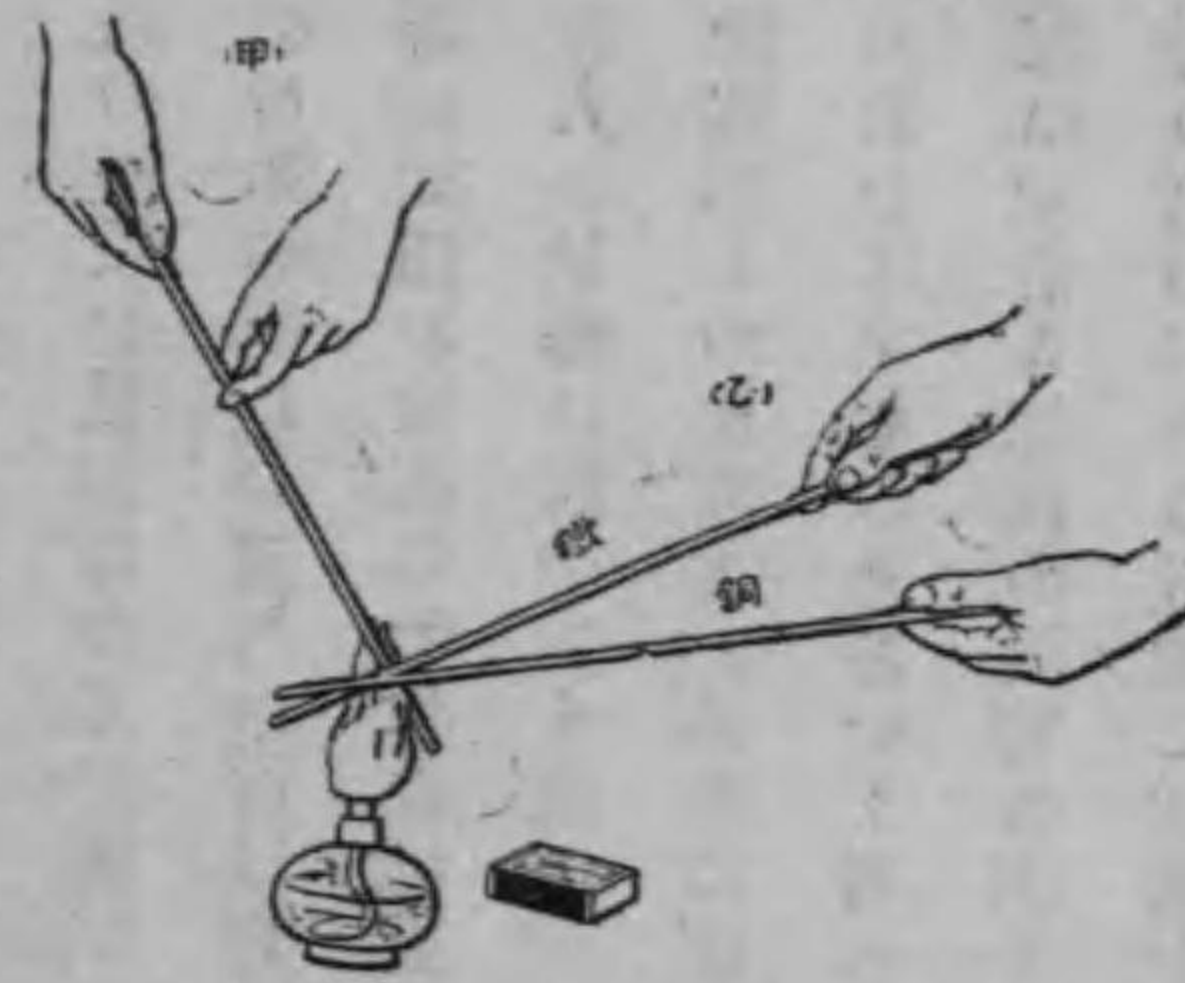
である。唯一回の實驗觀察で結果を決定することは決して最良の研究的態度でない。結論に達するまでの経過を反省して見るばかりでなく、更に實驗を反覆して見るやうな習慣を作らなければならぬ。此の自己批判を私は檢證と名けてゐる。

斯る場合に於ける注意として多くの人は同一實驗の反覆を説いてゐる。即ち粗雑な仕方
で同一の實驗を幾度も反覆するよりも、念入りな仕方
で一回實驗を行つた方が遙に有效である。けれども、念入りな仕方
で只一回で止めるよりも、念入りな仕方
で二回行つて、其結果の一致を見た時の方が數倍の確信を得るものであると叫んでゐる。而かも材料にも時間にも餘裕があつたときには實驗を反覆させるといつてゐる。甚だ心細い言ひ方である。實際は時間の餘裕の如きは絶対にないと言つてもよい。

吾人の見解は聊か之と違ふ。第一檢證の段階は必ず踏むべきものとしてゐる。彼の時間に餘裕があつたらといふとは頗る趣を異にしてゐる。而かも同一の實驗の反覆は檢證としての效をなすもので無いと考へてゐる。そこで檢證の爲には他の實驗を行ふのでなければぬ。恰も算術の檢答に同一の算法を反覆することが、效果の少いのに似てゐる。

前の熱の傳導の實驗に其例を取つて見る。銅棒の一端を熱してびんづけ脂でつけたコル

第七十圖 熱の傳導(驗實)



ク片の落ちる實驗をなして、「熱の高き方より低き方にだんだん傳はる」といふ結論を得たとすれば、之を他の異なつた方法、例へば第十七圖(甲)の如く、棒を左右の手で握つて銅棒の一端を熱するやうな實驗をして見るか、銅棒に蠟を塗抹して置いてその一端を熱して見る方法を取らせる。同一の實驗を繰返すよりは遙に効果が大きであり又斯うすることが眞に科學的方法である。

唯一回の實驗によつて得たる結論は尙未だ臆説たるの域を脱しない。之を眞理として斷定するには聊か早計の嫌がある。併しながら、たとひ臆説にも假定にもせよ、檢證は一般的なる法則から、特殊の事例を豫想して、之を経験に比較するものであるから、普遍から特殊を推論する演繹推理たること明である。所謂證明實驗である。歸納は法則を發見せしめ、演繹は之を檢證せしめるといふのは此の謂である。經驗科學は兩者相俟つてはじめて其業を進めることが出来る。斯の如く演繹を用ひて檢證を行ひつゝ、法則を歸納的に發見して行く方法を、所謂

歸納的方法といふのである。歸納的方法が單なる歸納推論によるものと思ふのは誤解である。

檢證の段と
應用の方法

理科學習の仕事は之を一言にして悉せば、知識の歸納的收得に在ると言ふことも出来るが、最後の段に至つて、收得したる知識を、更に形式を改めて演繹的に發表せしめるにある。此の演繹法の適用が巧に出来るやうになれば、學習の目的を充分に達したものと云ひ得る。故に學習の到達點まで進んだ時には兒童をして常に之を次の諸點に適用せしめるの訓練を必要とするのである。

第一は兒童の日常生活の中に遭遇する事例の判斷をさせることである。例へば昆蟲類といふ概念を得れば、兒童の知つてゐる動物の中で、昆蟲と信ずるものを挙げしめ、其理由を説明せしめる。又熱の傳導に關する理法を得たとすれば、之を應用してある器具類を挙げしめる。金屬の火器が本質の柄を備ふることなどをそれ／＼説明せしめるやうな類である。勿論之等の仕事は兒童の自問自答的に行はれることを望むものであるけれども、兒童は随分氣附かずに居ることが少くないから、教師指導の必要を忘れてはならぬ。但し此の

場合の指導は單に多くの事實を提出すれば足りる。判断は主として兒童の仕事である。

第二は新法則を使つて問題の解答を求めさせることである。例へば槌子の理法を知つた後に。それに關する計算問題の解答を試みさせるの類である。此際兒童が自ら問題を作るやうになれば一層よろしい。

第三は新法則を具體化することである。手工品の製作、製圖の工夫、手品の新實驗法の工夫などがそれである。茲所まで兒童の學習が進歩すれば最早や實用に利用するの域に達してゐるのである。

理科教育の目的は多様であるけれども、最終の目的は廣義の意味の利用厚生にある。専門の教育に在つては所謂科學の爲の科學といふこともあるが、初等教育に於ては直接にしろ間接にしろ、所謂廣義の意味の實生活と交渉せしめるに至つて、初めて其價値を發揮したものだといふことが出来る。彼の科學上の新事實の發見は歸納的研究法による所多いが、農工業上の新發明に至つては、かゝる應用的才能に俟つ所が多い。實業的國民を養成すべき初歩教育にあつては、特に此の段階に心を用ひなければならぬ。

私は茲に所謂普通行はれてゐる應用の段の各方面に言及した。けれども此の中には改め

て目的を立て計畫を定めて遂行を期するをよしとするものまでも含めてある。新法則の檢證としてはあまりに仕事の規模が大き過ぎる事までも言つてゐる。斯る大規模の作業は一學習單元の連続とするよりも、別の新單元として取扱ふがよい。唯私は檢證が所謂應用と極めて密接な關係を有するものであると言ふのである。

發 表 と 計 議

自律的計畫的の學習は一面社會的發表的でなければならぬ。兒童が目的を定め假定を立て、熱心と努力とによつて結論を得、之を檢證して假定の期待との一致を見て、はじめて結果を見るの満足、其結果を齎した努力に對する満足が得られたとすれば、それは人生無上の幸福でなければならぬ。斯の如く兒童の要求、希望、目的が達せられた時に、學習の動機は高まり、一の學習が他の學習要求の誘導ともなるものである。故に兒童をして成功の感を懐かしめる目的を以ての開發は、教師の側の必要なる指導の權道である。一種の術とも見做すべきもので、吾々は之を捨てるわけには行かぬ。兎に角、兒童に結果を見るの満足感を與へることは大切なことである。けれども其満足が自己満足に止まるべきものではない。自分に満足なる結果を求めるこ

とは、之を發表して學友に示すことを豫想してゐるものである。假りに自身に於ては毫もさういふ意味を持つてゐないとしても、少くとも他の學友は之を知らんとするの慾求がある。故に自他の結果を學友に公表して討議にかけ、相互の批判に訴へることは、自己の學習の誤りを正す爲のみでなく、其學習の價値を社會化するの端を開くの道である。

發表討議を主としたる學習法を學級討議 Class Conference と名けてゐる。此を學習法に適用すれば、兒童の社交的被暗示性を利用して、他人の研究を参考とすることが出来るから、各自の思想は固陋に陥らぬ。又兒童の優勝本能を利用することになるから、個人的學習が白熱的全心的に進行する。而かも之あるが爲に決して獨創工夫の精神を失ふことがない。兒童の學校生活は實に人生の社會生活の模型といふことが出来る。自己の行動に對する學友の賞讃と批難とは満足と困惑との感とを與へ、あらゆる行動の習慣を作るに重大なる作用を及ぼすものである。學校に居る兒童は學友間の社交的經驗によつて、將來の社會的生活に必要な修練を積んで居らなくてはならぬ。

併しながら吾人は討議法に對する盲目的崇拜者ではない。討議法の陥り易い缺陷についても一通り考へて置かなくてはならぬ。その一は兒童は勝負のみに氣が奪はれて公平の判

斷を失するの虞があることである。その二は議論の爲の議論になつて、問題の中心を失し枝葉に走るの虞があることである。それが爲めに他人の發表の缺陷を捉へ、自分に根柢ある學習なくして討議壇の花形たるを得ることがある。かうなつては學習の爲の討議でなく輕薄なる小才士を作ることになる。之に對しては半言隻句の發言を誠め、思慮を纏めて意見の發表をなすの習慣を作らなければならぬ。

討議の壇上に於ては優等生のみ活動を見るとの批難もあるが、吾々はあまり之を憂としない。此の場合に於ける劣等生はたとひ發言者の立場にないとするも、單なる聽從者ではない。討議場に於ける一員である。沈黙の中にあるも力相當の判斷を以て、之に臨んでゐる。常に彼等の學習經路を辿つてゐるものである。私は劣等生も此の活動を見るの故を以て、特に討議法の効果を信するのである。

討議場に於ける教師は單に議長の立場にあるがよい。徒に干涉をなすことなく、公平なる議長の態度を保つがよい。但し兒童の議論は固より不完全たるを免れぬから、其斷案を下す時に方つては補説を要することいふまでもない。

新學習過程
適用の一例

右に述べた新學習過程の適用の一例として、茲に化學教材中和の取扱を舉げることにしよう。

一教材 中和

兒童は既に酸の例として鹽酸・硫酸・硝酸、アルカリの例として炭酸ソーダ・苛性ソーダを學習してゐるものとする。

二教具及準備

〔見〕 二十倍の水に溶したる苛性ソーダ液、十倍の水に淡めたる鹽酸、兩者を等量に配布して置く。兩者を混和する爲の皿(試験管を用ひない)リトマス試験紙。スライドガラス。アルコールランプ。

〔教〕 右の外、食鹽水、日光顯微鏡装置。

三指導の實際

(一) 疑問問題の構成

- (1) 酸の性質を總括して學習帳に記さしめる。
- (2) アルカリの性質を其下に併記させる。

(3) 記録の正否をたゞして結局次表の如きものを作らしめる。

性	質	酸	アルカリ	混和後に於ける性質豫想
味	酸	酸	アルカリ性の味	
リトマス試験紙	赤變する	青變する		
手に觸れて見ると	さら／＼する	ぬら／＼する		
動物質	弱く腐らす	強く腐らす		
植物質	強く腐らす	弱く腐らす		

(4) 酸とアルカリとを丁度よいあんばいに混合した時はどんな性質のものが出来るであらうか。

(5) 協議の結果、右の疑問を本時の研究題とすることに決定。

(二) 假定結論の豫想

(1) 兩者混合後に於けるリトマス試験紙の反應がどうなると思ふか……兒童の多くは紫色になるといふ。其豫想を記帳せしめる。

- (2) リトマス試験紙の反應に準じて、他の豫想も記帳せしめる。
- (3) 三四の兒童をして自己の豫想を發表せしめる。

(三) 計畫||解決法の工夫

- (1) 酸の材料として鹽酸、アルカリの代表として苛性加里を用ふることとする。
- (2) 兩液が丁度よいあんばいに混合したことは、之に入れたる試験紙が赤變せず又青變せざることによつて知ること。

(3) 器具材料の蒐集。

(四) 遂行||實驗、考察、解決。

(1) 鹽酸と苛性加里液との混和作業、

此の混和作業は兒童には困難である。その爲には兩液を豫め計量して配付し、兩液悉く使用し盡した時には中和するやうにして置くがよい。二十倍の水に溶したる苛性ソーダ液と十倍の水に稀釋したる鹽酸とを等量に取つて置けば此の目的を達することが出来る。兒童は又よく混和することを知らぬものもあるから注意を要する。

(2) 混和液の性質決定、豫想との比較

(五) 批判||檢證、發表、討議

- (1) 酸にもアルカリにも何れにも偏せざる時、兩者は中和したと稱することを教へる。
- (2) 各自のなせる結論が誤なきや否やを檢證する方法なきや否やを考究せしめる。
- (3) 混合液のリトマス液反應を檢して中和が完全に行はれたることを知る。——檢證の一。
- (4) 味の上より中和液は食鹽水にあらずやと疑問を懐く兒童が現れる。
- (5) 淡い食鹽水を作つて其反應等を見る。——檢證の二。
- (6) 結果の發表、討議、補説。

茲に出來た中和液が果して食鹽水と同一なるものなりや否やは、第二の問題として研究させる。即ち中和液の一滴をスライド硝子に載せ、アルコールランプを以て徐々に熱を加へる時は、食鹽の結晶が現はれることによつて解決が着く。此の際教師實驗として、中和液より出來た結晶と、別々に日光顯微鏡に照して示し、兒童の研究の誤なきことを證明してやるがよい。

茲に一言注意して置かなければならぬことがある。右の中和の指導案によれば、一學級

全體が歩調を整へて進行させるやうに見えるが、私はそれを期しては居らぬ。最初の問題構成と最後の發表討議は學級的に行ふが、其他は各個又は各分團で他と交渉なしに進行させるのである。教師はその間にあつて僅の忠言を與へてまはれば充分である。

人生と新學
習過程

何が下等な生活と言へば奴隸的生活より甚しいものはない。奴隸には自己の行動の目的を定めることが甚だ少く、唯彼等を支配する者の目的に従ひ支配者の利益の爲に活動するに過ぎない。其の責任は全く他人に在り、其の結果は全く他人の判断によるのである。之に反して目的ある計畫的活動は價值ある模範的生活である。彼の兒童の中に受動的の學習をすることが奴隸的生活の準備であるに對して、是はまた兒童の現在に於て計畫的行動の遂行に慣れ、それがやがて後年の價值ある生活に向つて、最も良き準備を與へるものである。

私の提案してゐる新學習過程は目的を充分に意識し、計畫的努力的であつて、兒童の個性を伸長せしめると共に、社交的・協同的・責任的であるから、人生に對して最もよく準備すると同時に、又現在の價值ある生活をなすものである。之を要するに吾人の採れる學習

過程は主として

- (一) 科學的精神の涵養を目的とし……………獨創工夫力の涵養
 - (二) 兒童の自律活動を重んじ……………自動性の活躍
 - (三) 兒童個性に應じたる取扱をなし……………個性の伸展
 - (四) 社交的責任感を發達させる……………協同性の修練
- 等の四つの要件を含めてある。單に一時的の時代思潮を汲めるものでなく、科學の本質と意志活動の要素とに鑑みて定めたものである。それが偶々教育原理を統一しようといふ慾求に基いて起つた所のプロジェクトメントなどに一致し、而かも人生の模範的生活そのもの、形を現はしてゐるのである。

科學的訓練の眞義

理科教育界に於て最も普通に最も多く使はれる言葉は科學的訓練といふ言葉である。最近理科教育界の思潮が一般的陶冶よりも形式的陶冶を重要とするやうになつてからは、特に科學的訓練が力説せられてゐる。併しながら科學的訓練の意義は頗るぼんやりと通用されてゐる。八ヶ間敷く言はれてゐる割合に其

言葉の内容は明瞭で無いものが多い。

實は科學的訓練の言葉が甚だ内容豊富に使はれてゐる。それだけ使用者によつて其意義が違つてゐる。

- (一) 實驗觀察を精細確實に遂行する所の觀察力。
- (二) 實驗觀察によつて知識を得んとする實證的態度。
- (三) 事物に接して疑問を起し、之を追究する研究的態度。
- (四) 問題に對してよく考察を進め得る力即ち思考力。

等は普通に用ひられてゐる科學的訓練の内容である。實驗觀察の器具器械の整理整頓、兒童の集合解散の規律、學習ノート使用法等所謂學習訓練までに科學的訓練の名で呼んでゐることは亂用も甚しいと言はなければならぬ。

今は兎や角と迷ふ必要が無い。私が本章に提案せる

理科學習の全過程に習熟すること。

之が科學的訓練の眞義である。六ヶ敷く言へば科學的認識の全過程に習熟することである。前に擧げた四つの内容は何れも科學的認識の過程として重要なものではあるが、何れも斷

片的部分的のもののみである。例へば鋭敏緻密なる觀察力は科學的認識の上に勿論必要である。けれども彼の一枚の蝶の翅の鱗粉の數を一々數へ擧げる觀察の如き、たとひそれが精細正確なる觀察であつても、觀察それ自身には何等の價値がない。それが眞理に到達するの踏臺となつた時に價値を發揮する。換言すれば科學的認識全體系中の一部分としての位置を自覺しての觀察であり作業であつてこそ、はじめて其價値が發揮せられるのである。部分的な觀察力は決してそれ自身にては人の力として完全なものでない。眞の科學的訓練とは兒童を自然界に出した時に、兒童が獨力で眞理を捉へ得る能力を涵養することである。新學習過程も之を會得しての上でなければ、その活用を望むことが出来ない。

近來教育界に唱導せられてゐる問題法も構案法も其一部を高調したに過ぎない。作業主義も討議法も他を忘れては人の子を損する。之を通覽して眞に人を作るの理科學習は本學習過程の活用にと信するものである。

第二節 獨創と模倣とに對する態度

獨創と
知識

我が國民に最も不快と不安とを與へる天候は、初夏の入梅と初秋の暴風とである。試みに石垣島あたりに大墻壁を設けて年々襲來する暴風を支那海の方向に轉ぜしめることが出來ると思へ。然らば同時に梅雨の襲來をも其方向に轉ぜしむることが出來るであらう。面白い思ひつきである。

之を計畫するには先づ旋風の中心が赤道直下に起つて、平均毎時二十五里位の速度で漸次北方に進行するものなることを知つてゐなければならぬ。又梅雨は揚子江地方に低氣壓が出來て進行を始むるに方り、西比利亞地方の寒氣とベーリング海峡の氷塊との影響を受けて我國を襲ふものなることを知らなければならぬ。而して何れも進行の通路があつて、其幅が比較的狭い範圍に止まることを知らねばならぬ。一方に於いて雲の高さが築造物を以てよく遮ざるに足るや否やを考へなければならぬ。石材の量を見積つて見なければならぬ。參考として古來の大築造物たる萬里の長城やピラミットなど無數の舊觀念、多數の記

憶の再起を必要とする。かくの如く舊觀念が新組立を形成して來る場合、此の心的作用を名づけて想像と呼んでゐる。而して獨創といふものは實に想像が其根源をなすものである。

若し想像が事實に徴して實現することが出來ない時には空想となり、事實に徴して實現することが出來るものなる時は、之を創造とか獨創とかいふ名で呼ぶのである。石垣島の大墻壁は想像としてはよい思付ではあるが事實に徴して其實現は不可能である。故に現在の人智の程度を以てしては空想たるを免れぬ。

斯の如く獨創の根源は想像であるが、其想像を構成するには吾人は先づ其材料として舊觀念の再起を必要とする。なほ其順序をいへば、

- (一) 先づ舊觀念を憶起し。
- (二) それ等の觀念を心像に分解し。
- (三) 今の場合に必要な心像のみを採り。
- (四) 之を綜合して一全體たる新觀念を作る。

ことになるのである。故に舊觀念の豊富になると、其の再生の明瞭なるとは想像には必要條件である。豊富なる舊觀念と其明瞭なる再生とは結局確實なる記憶に歸する。此の故に獨

創も記憶を離れては其材料を得ることが出来ない。獨創の根源たる想像も實は一種の再生觀念の結合に外ならぬ。

兒童の幼時に於ける想像の現はれる形を見ると、之を二様の場合に解することが出来る。即ち感覺器官と外物との關係の上に想像が働いて、兒童が現在持つてゐるものよりも違つたものを持ち、現在の境遇よりも違つた境遇に居ると想像して動作する場合。兒童の遊戯などは是である。もう一つの場合は兒童の觀念界が働いて、無數の觀念を種々に結合して所謂想像の世界を頭の中に作り出す場合。兒童のお伽噺などによく之がある。通常前者の場合に於て吾人は之を模倣といひ、後者の方を獨創といつてゐる。直接と間接との差こそあれ其再生觀念の結合たるに於て差異がない。彼の自由に工夫創造せられた子供の遊戯に於て、想像作用が極めて自由に働いた結果によるとはいへ、歸する所は兒童を圍繞する人生の模倣に外ならない。故に私は獨創と模倣との區別を特にあら立て、一方を排斥し他方をやかましく賞揚すべきものではないといふのである。

模倣慾動と
被暗示性

他人の表現せる思想を自己の思想を通して、其儘表現した場合に吾人は之を模倣と呼ぶ。他人の表現せる思想を自己の思想を通す際に、之を分解し自己の觀念と結合して表現したる時には之を獨創といつてゐる。故に絕對の獨創も絕對の模倣も成立しない。何となれば前者の場合に於ては自己の思想は既に何等かの形となつて他人の思想と結合してゐる。後者の場合に於ても分解結合の程度によつて模倣とも獨創とも考へられるからである。他人の作品を自己の理想に従つて一部分改作したる場合の如き此の例である。但し他人の作品を模寫又は剽竊せるが如きは、固より模倣にも入らぬとであるから論外である。剽竊の不可なる所以は他人の作品を自己の創作の如く偽はるからで、それを原作者のものとして共鳴する場合には何等咎められる筈はない。一部の改造が新案特許とせられるのも其れだけに獨創の價値が認められるからである。

元來人は生れながらにして人の眞似をする自然の傾向を持つてゐる。心の底から自然に發する力であるから、之を模倣慾動と名けてゐる。模倣慾動が有意的に目的を定めて學術藝術等の模倣ばかりすれば、獨創の働を消磨するに到るもので大に愼まなければならぬ。けれども絕對に之を排斥することは誤である。寧ろ之を利用することが教育の一仕事であ

ると思ふ程である。

模倣といふものを他のものにとへて見るならば物理に於ける共鳴によく似てゐる。共鳴は同じ振動数を有する發音體の間に起り、模倣は同じ身神の組織を有する人と人との間に潜在意識の活躍として起るものである。兒童の發達の初期に於ける模倣は模倣動作が模倣せられたる動作の完全なる模寫であり、再現であるといふに過ぎぬ。所謂反射的模倣であつて音の反響に酷似してゐる。兒童が漸く發達して來ると想像作用が著しく發現して來る爲めに、最早や純然たる反響ではない。自分の振動數と同一の部分だけが共鳴して大聲になつて來るが、振動數の異なる部分はそこで消滅してしまふ。即ち此の程度に於ける模倣に於ては明に他人の思想を分解選擇してゐる。

模倣が人と人との間に行はるゝ心的作用は暗示である。學者の研究によれば普通の人では催眠術の暗示を受け得るものは百人中三十人ばかりに過ぎないといつてゐるが、併し總ての人に通じて、其度合こそ異なれ、必ず被暗示性のあることは疑のない事實である。兒童が學級の一員であり、現在の文明生活の下に在る以上、其見聞によつて得る所の知識——極端なる創造論者は之をも有害の知識となす——を防ぐことは出來ぬ。如何となれば人間

には先天的に社會的被暗示性を有するからである。進化論は境遇に適應することを認めてゐるが、人類の場合には人類以下の生物の本能的自然淘汰の外に、社會的被暗示性を認めなければならぬ。社會的被暗示性はつまり模倣である。模倣性の敏感のものが思ひつくこと——獨創——に鋭敏のものとも見られる。故に模倣と獨創とは兒童の、陶冶性の兩面であると思ふべきならぬ。

コケコ
ツコ

以上の理由を以て、私は、獨創自發の精神を涵養することに重きを置くの故を以て、實際學習に於ても兒童を全く原始時代に置いて、彼等の自發獨創の開展を待つやうにしなければならぬと主張する一派の考は不當であると斷定するに憚らない。

「昔或る所に一人の赤ん坊が生まれました。赤ん坊の親達は稼ぎの都合で、坊の祖父母に養育を頼んで他に出なければならぬ事情がありました。坊の祖父母は山の中の一軒家に棲んで居りました。そして二人共揃ひも揃つて啞で聾でありました。それでも坊は自然を友とし、禽獸と遊んで、頗る達者に十歳の春を迎へました。出稼から坊の父母が歸つて來た

のは、その春もまだ浅い頃でありました。親達は早速可愛い我が子に逢はうとして、山の家を訪ねました。然るに坊はどんな土産を出されても一向嬉ぶ様子もない。何を話しかけられても返辭をしない。未知の人に逢つた時のはにかみと警戒とを以て二人を眺めるに過ぎないのでした。親達は此の子も啞ではないかと疑つても見ました。けれども雙啞である坊の祖父母に何の質しやうもありません。親達は聊か失望し始めました。唯時の力に一縷の望をかけるより外はありませんでした。

兎角してゐる中に晝時分になりました。少し曇り氣味であつた空も俄に明るくなつて來ました。その時、丁度その時、此の時までは見なれぬ珍客に氣を取られてゐた坊は、あはたしく庭にかけ出しました。そして小高い丘に上つたかと思つたら、空を仰いでコケコッコーと大聲に叫んだといふこととあります。』

此の話は大方作り話であらう。無聲の山川の中に原始的生活をしてゐた此の子に取つては、鶏が唯一の遊び友達であつた。その結果はコケコッコーより言葉を知らぬ。如何にもありさうな話である。絶對の創造の世界に兒童を置かんとする論者に對して誠によい寓話である。

生物學を 生かぢり

蟹はその發生の途中に於て、蝦に似たる時代を經過する。鬚鯨の胎兒を見れば、發生の初期には一旦必ず骨質の齒を生ずる。これ全く祖先の性質が遺傳によつて子孫に残つたもので、個體の發生は常にその種屬進化の歴史を反復するものである。

個體發生は系統發生を繰り返す。

是れ進化論によつて證明せられた生物發生上の大原則である。各脊椎動物の發生の初期の狀態を見ると、其の形互に相類似し殆ど區別し難い。殊に孰れも頭部の兩側に鰓孔を生じ、恰も魚類に似たる形態を有してゐるが如きは、其祖先が嘗ては水棲動物であつたことの證據であるとしてゐる。漸次發生の進むに従つて人類の胎兒の如きも、それ／＼龜、鳥、獸などの幼時に似てゐる。産後赤ん坊の活動狀態を見ると先づ腹部を引きすつて這ふ。是れ爬蟲類の運動法にあらずや、まもなく四つ這に歩く。是れ哺乳類の一般運動方法ではないか。手をついてゐざり歩く。腰のすばらぬ風に立つて歩く。猿の活動狀態に酷似してゐる。精神の發達狀態を見ても、之に似た狀態は幾らも見られる。故に今日に於ては兒童を論ずるに方つて之を言はないものはない。私も兒童心身の系統發生的傾向を持つ事を認め、

教育上之を利用することに於て人後に落つるものでない。けれども之を利用するに方つては各方面を考へて見なければならぬ。殊に個體發生は系統發生を繰り返すものであるから、兒童に理科の研究を指導するに方つても、兒童を原始人の立場に置かなければならぬ、と極論する一派の所論に對しては賛意を表することが出来ぬ。何となれば現今の文明生活界は彼の原始人時代とは其の環境が大に異なつてゐるからである。

自然界を自然の儘で研究させることをよいと妄信して、却て學習に不便なる場合にまでも、郊外でやらせる所の郊外教授の迷信家は、大本教信者を笑ふ資格がない。火の教授をなすに方つては焚火を作つて薯を焼いて兒童に食はせる。之が最良の火の教授であらうか。而して主張者は、之れは原始人のやつたことであるから兒童の生活に適合してゐる、故に兒童は非常に嬉ぶといつてゐる。初冬火を焚いて薯を焼いて食ふことは誰れでも嬉ぶことではないか。それを直ちに以て原始人生活の反映であると見られるであらうか。而してかくの如き教授で果して眞の火の教授が出来らるであらうか。私は斯る教授の宣傳によつて、着實なるべき理科教育界にサボタージの移入せられることを痛嘆せざるを得ない。私は之を生物學の生かぢり、進化論の悪用と見ざるを得ない。私と雖も兒童生活と原始人の生活

との共通點のあることは大に之を認める。けれども原始人の環境と兒童の環境とは著しく差異あることを考へなくては、其利用が却て悪用になることを警戒しなければならぬ。

飛んで火に入る夏の蟲

夏の夜燈をつけると種々の昆蟲が飛び込んで來て困る。今は電燈になつたから大分安全にはなつたが、それでも焼け死ぬ蟲がどれ程あるかわからない。火に入れば焼け死ぬのであるから飛び込まなければよいものを、何故に火の中に飛び込むのであらう。佛教では前生の業因として、美しきものを憧憬し過ぎた人が今生では飛んで火に入る夏の蟲に生れかゝつたのだと説明してゐる。

吾々科學者はさうは解しない。地質時代の中世代から近世代の變遷期に於いて、昆蟲と顯花植物とは互に助け合ふやうになつた。生存競争の結果は蝶は日中に花を訪ね、蛾は夜中に飛び廻はつて、花の蜜を吸ひ植物の受粉作用を助けてやる。昆蟲の方にも分業が行はれると共に植物の方にも分化が行はれて、夕顔や月見草のやうに特に夜目立つ花が出來て來た。此の進化の有様は兩々相並行して來たものであつて、何れが原因で何れが結果といふことは出來ない。兎に角昆蟲と顯花植物との間にはかくの如くして相互扶助の關係が成

り立つた。

然るに夜出る昆虫は何十萬年の間、目に立つ美しいものがあれば之に近寄つて其利益を得てゐたものであるから、終にはそれが遺傳して所謂本能となつてしまつたのである。處が地球は其後幾變遷、人類といふ高等動物が現はれて自分で火を作り、種々の用に供するのみならず、後には燈火にまで使用するやうになつた。火の發明は人類の文明進歩に偉大なる力を與へた。地球上に於ける急速なる變化は昆虫の本能の變化に對してはあまりに短日月のことであつた。火の發明は何萬年以來のことでも可なり古いことではあるが、之を昆虫の花を訪ふ本能の何十萬年の遺傳に比すれば、地球上に於ける近頃の出來事である。人類が火を使用してゐる其變化に適應せず昆虫は白い花を見て飛び付いた本能をのまゝに、夜中目立つたものがあれば燈火とも氣付かずに飛び込んで其生命を落してゐるのである。周圍の變化を意識せず、又之に適應することも知らぬ愚、其危険は飛んで火に入る夏の蟲と同様である。兒童を原始人の立場にのみ置いて環境の變化に氣の付かない論者は少しく鑑みて見なければなるまい。

天才の力 と時の力

小學校で今日取扱はれてゐる理科教材の中には、幾多の天才的學者が多年の時日を費して研鑽を重ねたものが少くない。之を電氣に就いて見れば次のやうである。

- 一六〇〇年、頃電氣の知識の眞の起原。英人ギルバートは電氣に關する多くの實驗を試みた。
- 琥珀を摩擦すれば電氣を發する、とは、古代(今より凡そ二千年前)より知られたもので、エレキ Electricity なる語は琥珀の義である。
- 十七世紀の半頃、硫黄による起電機を獨人グリケによつて發明せられた。グリケは一六〇二年に生れてゐる。
- 十八世紀の初頃、英人ステイヴン・グレイ電氣の導體、不眞導體の知識を得た。
- 一七三三年頃、佛人デュ・フェー電氣に二種あることを發見。
- 一七四六年、和人ライデン氏ライデン壺を構成した。
- 十八世紀の後半、米人フランクリン氏空中電氣を導くことに成功した。
- 一八〇〇年、英人カーライルとニコルソンとの二人電流を通じて水を分解する實驗に成功した。
- 一八一九年、エルステット磁石と電流との關係を發見。
- 一八二〇年、デーヴィイとアラゴ各獨立に、鋼鐵の針は電流によつて磁石となることを發見。
- 一八二五年、ワイリアム・スタージオン電磁石の發見公表。
- 一八三一年、フアラデー電磁氣感應を發見した。
- 一八三七年、モールズ氏磁力電信機を實用的のものとした。

一八五八年、デーワイは一八〇二年に電弧を発見したけれども、實用の弧燈が用ひられたのは一八五八年である。
 一八八〇年、白熱燈は此の炭素線燈が發明せられて實用的となる。
 一八八七—一八七六年、電話機の發明。一八三七年米人ペーシが創めて、一八六〇年ライス之を繼ぎ、最初の實用電話機は一八七六年米人グレン・ベルの發明に係る。
 一八八八年、獨人ヘルツ電波を発見し、無線電信の基礎をたてた。
 一八九〇年、佛人ブランリ金屬の粉末の塊が電波によつて接着することを發見した。
 一八九六年、マルコニは實用無線電信に初めて手を着けた。

之は電氣に關する發明發見の歴史の概要である。而して現在何れの尋常小學校に於ても現在選擇してゐる電氣に關する教材は實に次のやうな廣汎のものである。

- 一 磁石と電磁石……………四時間
 - (1) 磁石 (2) 電磁石 (3) 電信 (4) 電鈴 (5) 電話
- 二 電氣の發熱作用……………二時間
 - (1) 發熱 (2) 電燈 (3) 電氣ストーブ
- 三 電動機と其の應用……………三時間
 - (1) 電動機 (2) 電車 (3) 扇風機 (4) 精米機

四 起電法……………二時間

- (1) 電池 (2) 發電機

五 雷電……………四時間

- (1) 摩擦發電 (2) 感應發電 (3) 雷電と避雷

其排列の順序の如きは教授者の意見によつて様々であるけれども、大抵は右の様な範圍に互つてゐる。而も僅々十五六時乃至二十時間以内の短時間を以て學習させようとするのである。音や光などに關するものも之と同様な關係にある。幾多の天才が學生の精力を傾注して成せる結果を、凡才以下の兒童をして學習せしめようとする、創造的學習指導の難事推して知るべしである。

科學的
理解力

空論家はいざ知らず、實際兒童を對手として指導した經驗を持つ人は、發明發見も獨創工夫も兒童に向つてあまり多くを望むことが出来ない。兒童にばかり矢鱈に獨創を強いるものは聊か教師自身に反省して見るがよい。

貴下の過去數年間に於ける理科教師生活中に眞に獨創的の簡易器械の一つも發明せられし

や。特殊の人でなければそれすら中々作れるものではない。況や兒童をやである。

斯くの如く兒童の境遇は既に原始時代とは異なつてゐる。又あまり多くを兒童に要求することは出来ぬ。而も兒童は直ちに物質文明の異常なる進歩を遂げたる實社會に入らなければならぬ。原始人が現在の文明人に達するまでの跡を辿らせてゐたのでは間にあはぬ。此の際教師の手の入れ方は各方面に各様の方法があるけれども、兒童の觀念を豊にする手段を取ることも其一である。教師の解説なくして誰れか月、地球、太陽、其他天文氣象、火山、地震の如き地質地文現象、乃至人體の生理衛生等の教材を理解させることが出来るであらうか。此等の意味によつて吾人は理科教授に於て、單なる科學的訓練を高唱しない。單なる獨創工夫を主張しない。教師のお話も讀書による知識も必要とする。その間豊富な知見の上に建設する創造を目あてとして、獨創工夫の精神を涵養することに落ちつきを見出す。課外讀物も圖書室も之を必要とする所以全く此の意味に外ならぬ。科學的訓練に對して、此の方面の理科學習の内容を總括して私は科學的理解と稱してゐる。勿論兩々相俟つて、其成果を大ならしむべきものであるが、此の科學的理解力——讀書、講話、講演等より科學的知識を獲得する力——をつけることも理科教授の一大任務と思ふものである。

科學的理解といつても吾人は單なる知識の蓄積を意味しない。創造を目當としての資料蒐集の意味を大に強めなければならぬ。否蒐集の結果よりはそこに至るまでの過程に重きを置かなければならぬ。讀書、講演等よりよく科學的の知識を受領する理解力と興味とをつけることに重きを置かなければならぬ。今日進歩せる新聞雜誌の中には一部分ではあるが科學的記事が載せてある。然るに多くの讀者は其題目すらも見ようとしぬ。現今發行せられる雜誌は實に多大の數に達する。國民の讀書慾の旺盛になつたこと誠に慶賀に堪へない。けれどもそれは文藝物に限られてゐる。専門雜誌は別として偶々通俗向の科學雜誌が現はれても其賣行頗る不良、爲めに經營困難に陥つて終に廢刊の止むなきに至る有様である。各地に開催せらるゝ科學的講演會などには聽講者が頗る少い。是れ何によるか。他ではない。執筆者講演者にも罪はあるが、結局國民一般が科學的の理解力と科學的の興味とを持たないからである。興味のないのは畢竟理解が出来ないからである。此の意味からのみ見ても、科學的理解力を養ふことが理科教授の一大任務で無ければならぬ。