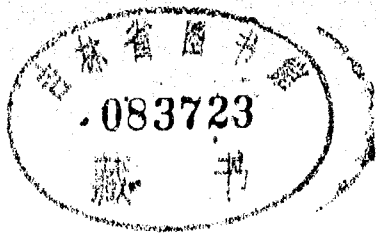


民國八年

# 科學通論

中國科學社出版



# 科學通論

民國八年

中國科學社出版

C 7  
2730

## 弁言

是篇爲纂集四年來「科學」中論說之泛論科學性質者而成。「科學」編輯凡例、首通論、次各專門科學、次各科學之應用。以志在宣播科學大意、故普通論文尤多。方不佞旅居美陸、頗聞人評論「科學」內容、以謂通論文字、方之他邦科學雜誌、如美之科學週刊、科學月報等、未遑多讓、獨專門中能以新發明爲世界貢獻者尙少耳。不佞既慚斯言、又以「科學」職志在彼、不在此、自解。頃者身入國門、與父老兄弟相問切、然後知承學之士、知科學爲何物者、尙如鳳毛麟角、是真吾人數年以來、抱獻曝之忱、殷殷內望、所不及料者也。夫求學以實、不以言、能倡作之謂聖。科學主能、在發明新理、尤不當以繼述爲足。雖然、人情不知真善之所在、則忻羨追求之念不生。茲編所收、雖不足語於科學、而於解釋科學之役、庶幾有當。卞和不悔於三刖之痛、是以

荆山之璞終爲世寶。推斯意也。以讀是編。明日黃花之誚。庶幾免乎。民國七年十二月任鴻雋

# 目錄

弁言

科學精神論

科學方法論一

科學方法論二

發明與研究一

發明與研究二

科學之分類

科學與教育

科學與德行

科學與農業

..... 一  
..... 一一  
..... 二二  
..... 三三  
..... 四四  
..... 五五  
..... 六六  
..... 七七  
..... 八八  
..... 九九  
..... 一一〇

科學與林業·····	一三〇
科學與工業·····	一三九
科學與商業·····	一五三
發明家之獎報·····	一六〇
科學人數與一國文明之關係·····	一七六
說中國無科學之原因·····	一八三
吾國學術思想之未來·····	一九〇
科學教授改進商權·····	二〇〇
學會與科學·····	二一一
外國科學社及本社之歷史·····	二一七

## 科學精神論

(註一)

任鴻雋

吾聞今之談學術者有言、『古之爲學者於文字、今之爲學者於事實、二十世紀之文明無他、卽事實之學、戰勝文字之事之結果而已。』斯言也、何其深切著明、而足代表科學之殊性與特質也。自十七世紀培根笛卡兒加里雷倭牛頓諸哲人降世以後、實驗之學盛、而科學之基立。承學之士、奮其慧智、旁搜博討、繼長而增高、遂令繁衍之物、蔚爲有條理之學術。其施於實用、則爲近世工商業上之發明。及於行事、則爲晚今社會改革之原動。影響於人心、則思想爲之易其趨。變化乎物質、則生命爲之異其趣。故謂科學爲近世西方文化之本源、非過語也。海通以來、西力東漸。東方諸國、受其勢力之壓逼、而莫知其勢力所自起。浸假而見其製作之奇巧、則以奇製爲西人之特長。浸假而聞其工商之發達、則以實業爲彼方之獨擅。迨遲之又久、夫所謂奇製與實業者、皆有學以爲之本根。又遲之又久、始去西方之學、有異乎東方之所謂學者、其名曰

(註一)見民國四年『科學』第二卷第一期

科學。於是又以爲科學者、卽奇製與實業之代表。吾國近日朝野上下、知講科學矣。吾敢謂其對於科學之觀念、尙不出此物質與功利之間也。夫奇製實業者、科學之產物。奇製實業之不得爲科學、猶鴉炙之不得爲彈也。故於奇製實業求科學者、其去科學也千里。

明乎科學之非物質的、功利的、則當於理性上學術上求科學矣。古今學術之範圍、約之可分爲行知覺三科。屬於行者、道德之事、以陶淑身心爲歸者也。屬於知者、智識之事、以啓鑰天然爲要者也。屬於覺者、情感之事、以審美適性爲能者也。科學在三者中、屬知之事。以自然現象爲研究之材料、以增進智識爲指歸、故其學爲理性所要求、而爲向學者所當有事、初非豫知其應用之宏與收效之巨而後爲之也。夫非豫去其應用之宏與收效之巨、而終能發揮光大以成經緯世界之大學術、其必有物焉爲之亭毒而蘊釀、使之一發而不可遏、蓋可斷言。其物爲何、則科學精神是。於學術思想上求科學、而遺其精神、猶非能知科學之本者也。

疑者曰、科學者、取材於天地自然之現象、成科於事實參驗之歸納、本無人心感情參



與其間。今言科學而首精神何故。答曰：凡現象事實參驗云者，自科學已始之後言之也。吾所謂精神、自科學未始之前言之也。今夫宇宙之間，凡事業之出於人爲者，莫不以人志爲之先導。科學者，望之似神奇，極之盡造化，而實則生人理性之所蘊積而發越者也。理性者，生人之所同具也。唯其用之也不同，斯其成就也異，唯其所志也異，斯其用之也不同。人唯志於好古敏求，於是乎有考據之學。人唯志於淑身治世，於是乎有義理之學。人唯志於文采風流，於是乎有詞章之學。人唯志於干祿榮官，於是乎有制藝之學（今暫謂制藝爲學）。近二百年來，西方科學蓋占彼洲人士聰明睿智之大半矣。而謂彼方人士得之偶然，如拾金於途，莫或乞嚮而驟臻巨富，其誰信之。故吾人言科學，乃不可不於所謂科學精神者一考之也。

科學精神者何。求真理是已。真理者，絕對名詞也。此之爲是者，必彼之爲非，非如莊子所云「此亦一是非，彼亦一是非」也。世間自有真理，不可非難，如算術上之全大於分，幾何上之交矩成方，是其一例。而柏拉圖言人性有兩發真理之能，卽以教人推證幾何形體爲之印證。（註三）真理之爲物，無不在也。科學家之所知者，以事實爲基，以試驗

爲稽、以推用爲表、以證驗爲決、而無所容心於已成之教、前之人言、又不特無容心已也、苟已成之教、前人之言、有與吾所見之真理相背者、則雖艱難其身、赴湯蹈火、以與之戰、至死而不悔。若是者、吾謂之科學精神。昔者歐洲中世、教宗馭世、凡宗教家說、人莫得而非難之也。且以教宗勢力之盛、凡教之所謂是者、學者亦從而爲之說焉。其有毅然不顧、推神教荒唐之響言、以開人道真理之曙光者、則晚近數十哲人科學精神之所旁薄而鬱積也。宗教家言、神造世界、人始亞當。天之生人、以事神也。神造世界、以爲人也。而達爾文沃力斯之徒曰否。人與世界同爲天演大力所陶鑄、而非有眞神爲之主宰也。宗教家言、地體居中、靜而不移、日月星辰、各有天使主之、使放光明於大地。而加里雷倭牛頓之徒曰否。日月星球、皆隨引力之律以成運行。凡諸彗孛飛流、麗天燦然者、吾皆有術以測其往來而善惡之說無所容也。宗教家言、世間末日、轉瞬卽至、生是問者、但當以救靈魂爲務、無庸及他。物質創於上帝、人勿得而推究之、有爲之者、是曰測神、其罪不赦。而二培根<sup>(註三)</sup>之徒曰否。非格物何以致知、吾當精吾歸納之術、

(註二)見柏拉圖問答

極吾試驗之能，以闡自然界之闕蘊焉。之數公者，自今日觀之，皆具左右一世思想之力，舉世皆知尊仰其人矣。而當其倡學之始，教宗斥爲背道，社會詆爲妖狂。如達爾文人始猿猴之說出，當時論者罪其沒上帝生人之神功，而同人類於禽獸。洛紉培根將試驗化學，奧克斯福（Oxford）學生奔走駭汗，以謂惡魔出世，人無所安息。之數公者，幸則百難衆艱，卒收最後勝利，不幸乃瘦死黑獄，身爲膏炬。吾人今日望古遙集，馨香俎豆，豈特以其學詣之足鄙哉，其精神固當興起百世矣。

夫科學精神之高尙純潔，既有如上所述矣。其見於研究與致知之間者，則何如。譬之幾何學由公理而求定例，則

（一）崇實。吾所謂實者，凡立一說，當根據事實，歸納羣象，而不以稱誦陳言，憑虛構造爲能。今夫事之是不是，然不然，於何知之，亦知之事實而已。吾言水可升山，馬有五足，固無不可者。不衷諸事實，人亦安能難我。天演說與創造說，絕相冰炭也。持天演論

（註三）培根指洛紉培根（Roger Bacon）與弗蘭西斯培根（Francis Bacon）洛紉培根十三世紀

人，精物理化學，以背教義得罪。弗蘭西斯培根倡歸納論理學。

者、上搜乎太古之化石、下求於未生之胎卵、中觀乎生物之分布、證據畢羅、轍迹井然、若溯世系者、張圖陳譜、而昭穆次序不可得而紊也。而持創造說者則反是。荒誕之神話、傳聞之遺詞、以言證言、終無可爲辨論之具。則謂創造說之不能成立、正以其無實可耳。加里雷倭地動之說、亦當時所疾視而思撲滅者也。顧以其手製望遠鏡、發明新事實、其說遂顛滅不破。其他新學說新思想之能永久成立、發揮光大者、無不賴事實爲之呵護。近世學者分智識爲正 (Positive) 負 (negative) 兩種。凡智識之有價值者、皆屬於正者也。凡智識之正者、皆根於事實者也。反之、智識之純出於理想者則歸之負。負智識之價值不得與正者同日而語、固彰彰甚明。

(二) 貴確。吾所謂確、謂於事物之觀察、當容其真象、盡其底細、而不以模稜無畔岸之言爲足是也。弗蘭西斯培根有曰：『真理之出於誤會者、較出於昏亂者爲多。』蓋『誤會』可改、『昏亂』不可醫也。確爲『昏亂』之反對、其得之也不出二法。一、分析現象之複雜者、分析之以至其至簡、因以明其原因之所在。煮水乾涸而得殘滓、則爲之調警水之來源、水中所含之成分、盛水器皿之物質是否能融解於水者、不曰水可變爲

他之固質也。以自爲的或人爲的催眠狀態發爲謔語、侃侃而道過去或未來之事、則爲之深考心理現狀、證明半覺 (sub-consciousness) 之作用、不曰此鬼有存在之證也。凡此論斷之多誤、多由分析之未精。故科學家之研究、必以分析爲首務。二、定量。普通智識之異於科學之識者、一僅及乎形容、一必表以數量。夫曰木入火必爇、鉛入水必沈、此普通智識所知也。科學者、必測定其木著火之溫度、鉛比水重之倍數。日月地球之運行、其互相虧食當在何時。有一定量之重、欲升高若干尺、其所須之力當若干。與以若干克之酸、欲中和之、當須若干克之鹼。凡此之類、無不以時空間力質諸單位表之。在科學上未及於數量之表示、確之程度終未得爲已達也。吾人每以讀書不求甚解自高、屬辭比事、多含混不了了之語。乃至山之高低、河之長短、路程之遠近、國境之廣袤、民人戶口之數、舉無一可信之統計。其去於科學精神也遠矣。

以上所說科學精神、崇實、貴確、單簡甚矣。而迴顧神州學風、與科學精神若兩極之背馳而不相容者、亦有數事。不撥而去之、日日言科學、譬欲糞沙而爲飯耳。吾所謂學風之不利於科學者何也。(一)好虛誕而忽近理。自箕子以洪範陳教、所言多五行陰陽

之說。而古人重祀崇鬼、視宗卜史、列爲專官。轉相附會、遂成陰陽家之言。周末齊稷下之士、尤善煽唱。秦火以後、今文家說盛於西漢。五行勝剋陰陽生死之說、靡滿經籍。遂若世間於可察可覺之一切現象外、別有一不可思議之物、爲世界一切物變之主宰。而究其所謂五行之說、以統物質、則匏落不切實際、以調世變、則糾繞而不近物情。蓋於人之知識智慧、兩無取也。夫濶下何能作鹹、炎上何以作苦。於至淺近之物理、尙未體營無謬、而以爲得天地自然之竅奧、不復深加研究、此所以靈明日蝕而學術不進也。嗣是道家者滿、出而附麗之、則陰陽鬼神之說中於人心、至今爲烈矣。二三重文章而輕實學。承千年文敝之後、士唯以虛言是尙。彫文琢字、著述終篇、便泰然謂『絕業名山事早成』而無復研究事實考求真理之志。卽晚近實驗之學輸入中土、讀者亦每以文章求之、以是多不爲人所喜。夫『言之無文、行而不遠』。吾非謂談科學者、遂可以學術之艱深、文其文字之淺陋。然當時學者之所須求、究在彼不在此。今有某先生者、偶然出其『中天迴溯』之文字、移譯數十年前天演說者之論文一二冊、而海內學者已羣然以『哲學巨子天演專家』奉之。不知達爾文之發明天演學說、蓋其平

生研究生物之結果。其他一時作者，如赫胥黎、沃力斯、莫非、生物學專家。近如發明種奇狻現論之突佛利<sup>註四</sup>、與主張胚運論之外斯曼<sup>註五</sup>，皆各有其根據之學理事實，非向故紙中討生活者也。以故紙堆文而成天演學者之名，則亦適成爲中國之天演學者而已。(三)篤舊說而賤特思。『吾生也有涯，而知也無涯。』生古人後，誠有時宜利用古人所已知者以補歲月之不足。然非苟以盲從而己。初從事科學者，實驗室中所行，皆古人作之於前，而學者復之於後。凡若是者，非但服習其術，亦不敢以古人之言爲可信而足也。乃觀吾國之持論者，不然。發端結論，多用陳言。莊生賢者，猶曰『重言十七』。人性怯於獨行，稱述易於作始，自古然歟。然懷疑不至，真理不出，學術風俗受其成形而不知所改易，則進化或幾乎息。嗚呼！自王充而外，士之能問孔刺孟者有幾人哉。凡上所舉，皆無與於科學之事。然以證無科學精神，則辯者不能爲之辭。夫科學精神之不存，則無科學又不待言矣。

(註四)見民國三年『科學』第一卷第一期『生物學概論』

(註五)見本通論『科學與教育』

要之、神州學術、不明鬼神、本無與科學不容之處。而學子暖昧、思想銅蔽、乃爲科學前途之大患。吾國學者自將之言曰、『守先待後、舍我其誰。』他國學子自將之言曰、『真理爲時間之嬌女。』中西學者精神之不同具此矣。精神所至、蔚成風氣、風氣所趨、強於宗教。吾國言科學者、豈可以神州本無宗教之障害、而遂於精神之事漠然無與於心哉。



## 科學方法論一 (註一)

胡明復

### 科學方法與精神之大概及其實用

『科學』問世以來、迄今已一載有半、雖於科學大體之關係上屢有所貢獻、然於科學之方法則未及、即偶及之亦未詳加討論。豈以其爲非要而忽之乎。非也、正以其要而未敢易言耳。顧科學之範圍大矣、若質、若能、若生命、若性、若心理、若社會、若政治、若歷史、舉凡一切之事變、孰非科學應及之範圍、雖謂之盡宇宙可也。披耳生 (Pearson) 曰、(註二) 『夫科學之資材、蓋與宇宙齊限、非僅限於現今實在之宇宙而已也、凡併宇宙以內生物所有過去未來之歷史盡屬焉。苟令過去未來現在之事變無一不經研究分析類別而與他事相聯絡矣、則科學可謂已造其極。然此非謂人生不絕、人史不輟、則科學其永無終期乎。』且夫事理之繁、變端之奇、種類之多、性質之異、在在增加

(註一) 見民國四年『科學』第二卷第七期

(註二) Karl Pearson: *The Grammar of Sciences*, Second edition, 1900, London, p. 12.

科學之困難。學者目眩智迷，莫知所從，乃欲於無窮之中取其同異，通其變化，溯其通則，不亦難乎。則科學方法之重要，可想而知矣。

且夫科學何以異於他學乎。謂其取材之不同乎。則哲學與文學皆取材於自然，而皆不以科學稱。且科學之中，每有彼此之間猶南轅之與北轍，而有時反與非科學相關至密切者。夫取材相同而科學與非科學乃判然兩分，物質不類而反同列為科學，是何故歟。蓋科學必有所為科學之特性在，然後能不以取材分。此特性為何。即在科學之方法。

披耳生曰：(註三)

『苟科學方法能成習慣，則凡事皆可成科學，此為科學方法之特點。科學之範圍無限，取材無窮，舉凡自然之現象，與社會之生活，文化發展之過去未來，皆為科學之資材。科學之主體在其特異之方法，而不在其資材之為何種。有搜集事變而分析類別之以察其關聯通理者，無論其事之為何物，概為應用科學方法，而以科學家名之。然

此事變、可爲人類歷史之過去、可爲通都大邑之統計、可爲極遠星球上之大氣、可爲蠕蟲腹內之消化器、亦可爲微生物之生活史。非所論之資材有以定其爲科學與否、而其方法實爲之。」

然則科學方法特異之處何在。爲演繹乎。抑爲歸納乎。先請一辯演繹歸納二法之性質。

演繹者、自一事或一理推及他事或他理、故其爲根據之事理爲已知、或假設爲已知、而其推得之事理爲已知事理之變體或屬類。歸納則反是。先觀察事變、審其同違、比較而審察之、分析而類別之、求其變之常理之通、然後綜合會通而成律、反以釋明事變之眞理。故歸納之法、其首據之事理爲實事、而其歸納之結果則爲通理、卽實事運行之常則也。自此性質上之區別觀之、科學之方法當然爲歸納的。科學取材於外界、故純粹演繹不能成科學。此理至明。蓋演繹必有所本。今所究爲外界、則所本必不可爲人造。是以演繹之先、必有歸納爲之基。

雖然、純粹歸納亦不能成科學。夫科學之原理必始於歸納、固矣。然歸納有極點乎。嚴

格言之事變不盡，則歸納之理不立。日月東昇西落，此人所習知，而歸納之結果也。然安知明日不西昇東落乎？故雖日月東昇西落之常理，亦不得謂爲絕對之歸納。其理之永遠確實與否，終在不可知之列。然則宇宙之變無已時，而人世有限，歸納之理其永不立矣乎？是以科學上之歸納，猶常事上之歸納，皆有其限制，蓋僅能徵集多數之事變而觀其通則，非能盡宇宙中之事變也。以其歸納非絕對，故其歸納所成之理仍含有假設之性質，猶謂苟此歸納之理確爲真理，則此理爲真。易詞言之，歸納之理仍不啻爲假設之理，第其假設根據於事實，非憑空意造之類耳。

科學之方法，乃兼合歸納與演繹二者。先作觀測，微有所得，乃設想一理以推演之，然後復作實驗，以視其合否。不合則重創一新理，合而不盡精切則修補之，然後更試以實驗，再演繹之，如是往返於歸納演繹之間。歸納與演繹既相間而進，故歸納之性不失，而演繹之功可收，斯爲科學方法之特點。

然余所欲特別著重者，爲其歸納之性。不有此性，科學已失其爲科學，遑顧其他。此所以科學之發達，不在中古以前而在文化再興（Renaissance）以後也。此理至明，科學

之目的、在求自然界之真。自然既無求於人、則人必就之。欲解釋事變、則不能不根據於事變、然後實事與理解乃能契合。歸納之性、蓋使理論與事實常相接觸也。

科學方法之大概、約如上述。其於科學自身上之重要、人所盡知、無庸作者贅述。然科學方法之影響、尙遠出於科學自身發達以外。科學知識於人類思潮、道德、文化之影響、視其有功人類猶遠過之。於此遂不得不合科學之方法與精神二者爲一談。精神爲方法之髓、而方法則精神之郛也。是以科學之精神、卽科學方法之精神。

科學方法之惟一精神、曰『求真』。取廣義言之、凡方法之可以致真者、皆得謂之科學的方法。凡理說之合於事變者、皆得謂之科學的理說。凡理論之不根據於事實者、或根據於事實而未盡精切者、皆科學所欲去。概言之、曰『立真去僞』。故習於科學而通其精義者、僅知有真理而不肯苟從、非真則不信焉。此種精神、直接影響於人類之思想者、曰排除迷信與妄從。考諸西國科學發達史、蓋自科學發展以來、幾無日不與舊迷信舊習尙舊宗教舊道德相搏戰、然其結果則不特科學自身之發展而已也。卽風俗道德與宗教亦因之日進於純粹、而愈趨於真境。懷忒 (Andrew D. White)

(註四) 謂自歷史上觀察之，凡科學與宗教之搏戰，其結果無不爲兩利。赫胥黎論自有科學以後思想之變異，(註五) 謂『中古之時，威信地爲宇宙之中心，而世界則爲人類而設造。然今則謂自然爲天然有規則之運行，非有外物之可爲指使，故人類之職務在察求其運行之規則，利用之以自治其身。且古今崇信之端亦大異矣。古者泥於陳言古訓，尋章摘句，今則以自然之眞爲維一標準，且自知人類知識之殘缺不完，而求真之誠益堅。立言而不以實事爲之根，由今視之，非特僞誕，且罪孽也。』卽此數事，其影響於吾人處世之態度，遇事之方術者至大。雖謂近世文明出於是焉，非過言也。返顧吾國，則獨如西國之中紀，斤斤焉於古人之一言數語，而不察於實事，似以爲宇宙中之大道至理皆可由此一言數語中得之。今日『復古』之潮流，猶是此心理之流毒。而此種尋章摘句之又一大惡果，則爲其重於章句而忽於眞義，是以往往言不由

(註四) A. D. White : *A History of the Warfare of Science with Theology in Christendom*  
1914, Introduction

(註五) Huxley : *Science and Culture*, New York, 1890, p. 21.

衷、言行相違、宛如兩人。廉恥道喪、而文化亦日即衰落。學問道德政治社會、皆存其形儀而失其實際、可慨也已。然則有補救之方策乎。曰有。提倡科學、以養『求真』之精神。知『真』則事理明、是非彰、而廉恥生。知『真』則不復妄從而逆行。此爲中國應究科學之最大原因。若夫科學之可以富國強兵、則民智民德發育以後自然之結果、不求而自得者也。

且夫社會國家之康健穩固、全繫於社會國家中個人之責任心。人類無羣、無以自存、故有社會、有國家。故國家社會爲民有、爲民造、爲民主、而國民對於國家社會遂有其應盡之責。科學審於事理、不取意斷、而惟真理是從、故最適於教養國民之資格。審於事理、則國家社會與個人之利害關係明。不從意斷、則遇事無私。惟真理是從、故人知其責之所在。自反面言之、國民對於社會國家心切、故監察綦嚴、雖有敗類僉王而社會國家不爲所傾覆。此科學精神之直接影響於社會國家之安甯與穩固者也。

且夫社會之事變、亦自然之現象也、何獨不可以科學之方法解決社會上之問題。近世西國每數年必爲一統計、每有一事則爲調查、於是於社會上之傾向、之習好、之弊

端之優點、皆瞭然無遺、乃復依情設救、防患於未然、其成績蓋已昭著矣。復試舉地方衛生、勞功生活諸事、孰非與社會全體有密切之關係而皆可以科學之方法解決者也。更進而言之、試論外斯曼性傳之說。(註六)其說謂吾人習成之習慣而本非天授者、不能遺傳。今姑不論其說之爲完滿與否。假令此說而實、則人之生性爲善而習於爲惡者、其子其孫不必卽生性爲惡。故苟以善良之教育與其子孫、而不令與惡社會相接觸、則其子孫多能爲善。反之、生性爲惡者、雖偶習於善、其子其孫亦必不良、卽可以直接或間接之方法阻滯其繁殖。此於無形之中增加社會之善良份子也。誠令外斯曼之說不盡然、此理仍不因之少弱。蓋吾人之行爲、繫於生性者半、繫於教育者半、去其惡性而授以良教育、此不易之至理也。

今之論科學救國者、又每以物質文明工商發達立說矣。余亦欲爲是說。雖然、科學不以實用始、故亦不以實用終。夫科學之最初、何嘗以其有實用而致力焉。在『求真』而已。眞理既明、實用自隨、此自然之勢、無庸勉強者也。是以『求真』爲主體、而實用爲自

(註六) Weismann : *Essays on Heredity and Kindred Biological Problems*, Oxford, 1889.



然之產物，此不可不辨者。自科學發達以後，凡閱三世紀而後，其實用乃大見。科學之先祖固未嘗夢想有今日也。夫科學之最初，莫不始於至微，其最初皆無關緊要，而其結果則往往爲科學界立新紀元，於社會上造一新思潮、新文化。如牛頓之萬有引力，以石落與月轉相合於一理，伽爾伐尼（Galvani）以死蛙與鐵銅相接，其足乃自伸縮，達爾文之觀察動植種子隨境變宜之現象，又如巴斯多耳與他人之研究種種微生物，若此者，其始皆至微絕無實用之可言，而其結果則不特科學界上闢新紀元，宇宙全體之觀念爲之大變，而凡吾人平日之生活態度、交通方法、社會行爲、道德思想，俱受其直接與間接之極大影響。當其發見之初，無非出於研究者『求真』之一念，並未計及其有實用否也，故其精力智慮能集於至微，不以其無實用之價值而棄之，而其功乃不朽。苟令研究者孳孳以實用爲主，誠恐其終無所獲也。誰復預知伽爾伐尼之蛙足爲今日海底電線之伏根哉。科學史上尤不乏其例也。

夫未知其有用而終竭終身之力求之者，其間殆有一種不可思議之精神在。樸完卡（Poincaré）曰：『彼樂之，故從事焉；彼樂之，以其爲至美。苟自然而非至美者，』

則不值一知、此生亦復何趣。余爲此言、非謂自然之能悅我耳目也、亦非謂其能致用於我也。是二者、我亦不謂惡、第非我所重耳。我所謂至美者、爲自然界中事物綱理之和、而此則惟純智能察之。此爲主體、其所爲吾人所覺視而應用者爲其霞光。苟此主體不存、則吾人習見之麗之美、皆將如夢魘而非久永。且純智中之至美、爲自存、爲無待、爲無上至珍。爲科學、故科學家樂爲摺生、雖人生之樂利猶爲其次焉。』

自然之美、在其簡而通。人智可思之、可窺之、而不可盡之。簡而通、故宜於智識、宜於智識、故最宜於實用。是則自科學之實用、亦可略見自然之爲至美矣。馬赫 (Mach) 則謂科學之傾向取捷徑、取其費力最少而收效最多、故最簡捷而通徹者則得認以爲眞律。然非自然之爲至美、又焉能有此。論者慎勿以爲今日歐美之文化爲其有科學之實用也、此特爲其近因、近果而非其主因。其主因則在其民族之愛自然之至美。愛自然之至美、故樂於求真理。樸完卡雷以希臘文化之能獨盛於古代、今日歐人之能優勝於世界、悉歸功於希臘與歐民之愛純智中之至美。(註八) 豈過言哉。吾人可以知

(註七) Poincaré, *Science and Method*, (English translation), p. 22.

所重矣。

吾標題爲科學方法而遂縱論及科學之精神與其實用者、蓋方法與精神本爲一體、不有其精神而求通其方法、末由也。

(註八)Poincaré：同書，p. 24.

## 科學方法論二

## 科學之律例

胡明復

科學方法、在徵集事變而求其通則、前篇既述之矣。前篇大旨、於求真精神注重過甚、恐反引起科學律例即是自然真理之謬解、因作本篇、以明科學律例之性質。事變之通則、謂之科學之律例。科學觀察事變、辨其同違、比較而審察之、分析而類別之、得其事之常理之通、然後綜合會通成律例。此科學律例之由來也。科學律例、其即自然之真理乎、蓋大有研究之地。夫所謂事變者、其爲眞界之眞正事變耶、抑爲外界事變印於吾人腦中之影象耶、是不可以不辨。外界變動、侵及五官、五官復籍神經之媒介傳入大腦、乃生感覺。故凡有事變、自其起於外界之初、至其爲吾人感覺之頃、其間所經間介物層數衆多。是則吾人之所謂事變、殆吾人腦中所有外物之影象耳、其非眞正之事變可斷言也。第其諸層媒介之作用、各有定程、外界一舉一動、於內必有相等之影象、故內外相應、無有錯亂。若吾不審、則且認此影象爲眞物矣。然惟以其內

外相應、無有錯亂、故吾人感覺中之事變之通則、於外界亦有相當之事理與之對應。誠如此言、則科學之律例殆非真正之事理、蓋吾人意象中之真正事理也。

不甯惟是、外界變動、亦得以間接方法感覺之、有時無從感覺、更籍他事他理而推求得之、乃至有并無推求之可言、而憑虛臆造一理以與事變相合、於以求各理之聯貫。若微生物之極小者、必藉顯微鏡而後見、吾人於此所得之事變與真正事變又遠一層、因其中又多一媒介物也、此卽以間接方法感覺之謂。若海王星之發見、地回之證明、則并無感覺之可言、乃籍他種已知之事理推求得之。若夫化學上之分子原子說、今日物理中之電子說、皆意造之物象、爲聯絡各種已知之事理使成系統之用。至於分子原子電子之究竟存在與否、實未可知、其物蓋純爲吾人心目中之意象、其與自然眞界之關係則亦爲內外對應之類、外界有相應之物、吾謂之分子原子電子、然其物非必卽爲吾人今茲心目中之分子原子電子也。同理、科學律例與外界眞理之關係、亦爲內外事理之互相對應而已。

且夫律例者、必事理常則譯成文言之謂。文言不能離人類而自立、故所謂律例者、不

與人類對待，即無意義之可言。外界真理，或者長存，然不經人力，不成吾人之所謂律例。不甯惟是，外界事變不經吾人感覺之多層媒介，無由入知識之範圍，是則無有事變不有待於人之官能。然吾人所欲知者，不過吾人所能知者而已。苟其物非吾能知，吾終求之不得，置之可矣。吾人所能知者，必為吾人所能直接或間接感覺抑或推求而得者也。誠然，則吾人之所謂科學事實與科學律例，其不得舍人類而言者，又昭然也。

抑猶有進者，科學律例不特有待於人類，而且為人類之所產出。夫所貴乎律例者，惟以其能以極短之文意代表外界衆多之現象，使吾人見義思物，而無記憶衆多事實之煩。是以科學律例者，自此觀點視之，亦猶短書之法，用以省我腦力者也。職是之故，科學律例貴在簡明，在通徹，在包羅，廣闊，且各各律例之間，必求其無相違悖，互通成系。簡明通徹，則便於記憶，包羅廣闊，則省腦力，互相聯絡，則得相依以為推求。總之，科學之目的，無非欲於腦中構一簡徹易通之意象的世界，以代表外方自然之真象，務求其畢肖而後已。凡如分子、原子、電子之類，無非為構造此種意象世界而設。苟用之

而與物象事變相合而且所包極廣，則認以爲真物可也。苟未盡合，或所包未廣，則復別創新理以代之。今日電子幾逐原子而代之，卽其徵也。故科學律例之作成，非徒徵集事變而求其通則而已，必同時與他種相關之事理相比較而貫通之，以求推廣其律例應用之範圍。夫所謂貫通與推廣者，亦惟假力於吾人意造假象之能力而已矣。由此觀之，科學律例要爲人造，人智之產物也。與其謂自然與人以律例，毋甯謂人與自然以律例矣。

推廣科學律例之範圍，實爲今日科學上之惟一職務。科學之有進步，惟在其時有新發見，前之律例有未精切者則修正之，所包未廣者則推擴之，不如是則不能利用律例以推求分析類別所未知之新現象。前有律例，未必卽誤，然其代之者則必爲包含前律而復擴充其範圍者也。試以行星環行之往事證之，最初解日之運行者曰：日落之後，繞行平地北方山背而復之東。其說固荒誕，然要爲科學的解釋之初步。漸進乃謂地球實自地下繞出，不復以地爲平坦四達矣。又進則因日月星辰之皆運行，而有地球爲天心日月星辰皆環繞之之說。嗣見日球與他星之位置屢有更易，上說又嫌

未合。託力密(Ptolemy, 紀元後一四〇年)乃進其說,謂日月繞地成圈,星辰亦運行成圓,而其圓之心則繞地而行,然地爲天心之說猶未改也。中古之末,柯波尼克(Copernicus)始易以日球爲中心之說,於理乃益合。持之又久,天文觀象之事蹟既多,憐柏勒(Kepler)氏之得是律也,實兼分析事實與意想假象二事。其所用事實,類皆得之其師李路奴(Tycho Bruno)氏。既分析類別之,復加以自己之意象,以成此律。科學方法最著之例,此爲其一。憐氏之後,牛頓復因墜物之事與地月之關係,本憐氏之三律,得萬有引力律。就此一事觀之,每進一說,莫不根基於新發見之事實,復加以發見者自己之意象,故與實事益切而範圍加廣。然則得謂舊說之爲錯誤乎。曰否,彼限於其所有之事實,就其所有事實之範圍內論之,彼說固是人不得難之也。謂之殘缺不全則可,謂之錯誤則不可。且其說之爲殘缺不全,又非待新事實之發見不顯。故科學律例,皆積歲月經驗與前人智慮而成,其偶然發見而享其盛名者,特其集大成者耳。於此乃益見科學律例之爲假設的。吾人加入之意象之爲假設,上已言之矣。然科學之進步方進未已,科學之律例在今日爲真理者,明日又以得新發見而成殘缺不全。



矣。則今日認之以爲眞者、又爲假設的也。在今日已知事實之範圍中、吾律與事符合、則謂之眞、所謂眞者、事與律相符之別號耳。

試以熱力學之第二律證之、此理尤顯。第二律曰、在一自動機之內、不藉外力、不能熱自低溫之物傳於高溫之物。此律蓋於物理學上極占重要之地位、而與吾人平日之各種經驗尤切合者。然而克勒克馬克斯威爾 (Clerk Maxwell) 之論此律也、(註二)曰、  
「熱力學上今日已經公認之事實中、有一事焉、卽在一完全緊閉之物系中、質量不變、熱不能透、而內部之溫度及壓力各部平均、若不另加工、則不能使其各部生溫度及壓力之不均、是爲熱力學之第二律。苟吾僅論其物系之全體、而未能鑒別操縱其物之各個分子、則此律之爲實殆無可疑。然使有人、其一切官能皆與我同、惟其視覺之能力可見分子之至微而觀察其運行之道途、則彼將能爲我今所不能爲之事。今我有一器、盛持空氣、溫度均一、然我知其中分子運動之速率各各不同、惟任取多數之分子、則其平均之速率大致爲相同耳。今試設想其器兩分爲 A、B 二部、中間惟有

(註二) Theory of Heat, 3rd ed., Longmans, 1872, p. 308.

一小門，令我上設之一人啓閉之，務使惟有高速之分子能自 $\hookrightarrow$ 越門而入 $\hookrightarrow$ 而惟有低速之分子能自 $\hookrightarrow$ 穿門而之 $\hookrightarrow$ ，則兩部分分子互易之後，其人可不假外力使 $\hookrightarrow$ 之熱度高於 $\hookrightarrow$ 而熱力學之第二律將不復實矣。』

觀克勒克馬克斯威爾之言熱力學之第二律，雖與吾人平日之經驗符合，然設吾人之官能較今精微，則行見第二律之非實。何也。吾人平常之官能不及見各個分子也。故吾之所能經驗者，爲物體全體之平均變狀，而第二律者則亦僅與其全體之變態相合也。若以獸類言之，其識別之力猶遜於人，則彼所經驗而以爲真實之事理者，人類必以爲非實。何也。蓋以經驗範圍之廣狹不同也。今吾人類已有之經驗極有限，其官能未精，則事變之常則，毋亦終爲機數 (probability) 之類乎。昔日如是，今日如是，明日又如是，則後日可料其又復如是。後日而誠然固甚佳，然後日而不然者，則與今日之律例仍可無悖也。若夫熱動之說，則其全理根基於機數。彼重在物體全體平均之變態，而忽其各個分子之行爲。各個分子之行爲，雖與平均變態相違，而其律則仍無少移矣。是則科學律例之真妄，視吾人經驗之範圍爲定。舍人類而言其真妄，斷斷

無謂也。

科學律例、既不能須臾離人類而成義、故非絕對可恃。然普拉孛拉斯曾以機體視自然界、爲文詳論之、謂苟我能盡通宇宙之理、則無論何時何地某事之發生不難預知。譬如數千年以後之星球、天文家可預測其位置、此固非不可能之事也。凡屬自然界之通例、毋亦類是乎。雖然、其說終爲科學上之一假設、未可以爲定論。雖普拉孛拉斯猶認此爲人類之永不能期者矣、以人類之智識終有限也。夫科學律例、無非爲過去事實之通理。其能基過去以預測未來者、純爲假設之理。惟據過去之經驗、則機數甚大、爲可恃耳。夫所貴乎科學之律例者、卽此機數之可恃也。

參考書

- K. Pearson : The Grammar of Science, 3rd ed., Vol. I, Chs. II, III. London, 1911  
 W. S. Jevons : The Principle of Science, Ch. XXXI. MacMillan, 1887.

## 發明與研究（註一）

任鴻雋

人類之所以進化、由儻野而文明者、其必由於發明乎。荒古無史以前、人禽蛻化之迹、窅矣、不可稽矣、然而富媪之所蘊藏、石史之所昭示、莫不有其發明之事。蓋自靈明發舒、知器具之爲用、而人類遂首出於庶物。繼茲以往、由石器而銅鐵、易皮革以冠裳。巢穴也、爲之宮室以安之。險阻也、爲之舟車以通之。鮮食而代以樹蕪、結繩而易以書契。極至養生送死、繇俗交易之事、莫不大備、燦然爲近世之社會。若是乎人無論其文明程度若何、蓋無日不在進化之中。其無日不在進化之中、以其無日不有發明之事。所謂進化程度之深淺、特此發明多寡之表徵而已。發明絕、則進化或幾乎息、而失所以爲人之具矣。然則發明之爲重、不於此可見耶。

上古發明之所由起、解之者、不出二途。其一、謂草昧之世、渾渾噩噩、有天縱之聖者出、神明獨運、左執造化之橐籥、右開渾沌之竅奧、而正德利用厚生之事、於是出焉。易繫

（註一）見民國八年『科學』第四卷第五期

辭言庖犧神農黃帝堯舜之王天下，而推本其觀象畫卦，作結繩而爲網罟，斲木爲耜，揉木爲耒，舟楫弧矢衣服宮室，重門擊柝之制作。所謂『天相下民，作之君，作之師』者，蓋以備物製器以爲民用，固首出庶物之聖人所有事，而非凡民所得幾焉。此一說也。其二，則以爲大凡發明之事，皆得之偶然。創作者特利用當前之經驗，以開後此之利便。如甄克思作政治小史，（註二）謂原人之識樹藝，乃由前歲遺種於地，發榮滋長，結實可食，有以成其播種待穫之觀念。而蘭姆（Lamb）亦言，中國人唯知食生狙。厥後有參狙者，家燬於火，羣狙殲焉。其子偶探燼餘，因識燒狙味。他日欲食狙，則築室聚狙而焚之。此雖寓言，是以代表偶然發見說之大意矣。由第一說，發明之事不可視以爲易。由第二說，發明之事不可狃以爲常。則發明之寥寥，與人類進化之遲遲，無足怪也。

沃力斯（A. R. Wallace）作『奇異世紀』（The Wonderful Century）嘗歷數十

世紀中發明之最要者，約得十二：曰鐵道也，汽船也，電信也，電話也，自來火柴也，煤氣燈也，電燈也，照象也，留聲機也，倫得根射綫也，光系分析術也，麻醉藥也，防腐劑也。十

（註二）即嚴譯之『社會通詮』

九紀世以前得重要之發明凡五、曰望遠鏡也、印字機也、指南針也、亞刺伯數字也、拼音字也、加以輓近發明之蒸汽機與氣壓計而七。沃氏於十九世紀則多所予、於前世紀則多所奪、意存乎軒輊、而蔽中乎權量取舍慮未協也。蓋語發明之輕重、不當專取其事之新奇。如文字印機之效用、豈自來火煤氣燈照類所可同日而語耶。然近百年間之所發明、遠跨乎有史以來數千年而上之、則固事實之不可掩者、雖欲爲前人曲護而無如何者也。（如前人所用力、無過十數、近自人造色料發明、乃達數千百矣。）若然者、非今人之智突過前人、亦非今人承天眷佑、所遇之幸運獨夥。蓋有其發明之術焉。發明之術者何、曰、研究是矣。執環樞以臨無窮而後造物祕藏之奧欲遞而不得也。

人類幸福之增進、必有待於三類人之力。三類者何、一曰真理之發見者、研究天然界之現象。二曰真理之傳播者、普及智識於疇衆。三曰真理之應用者、發明製造之新法以供人生之需求。是三者、其有造於人類之幸福同、而取程各殊。有第一類人以爲之前、而後第二三類人有所據以立事。譬之開創草昧、第一類人爲新地之發見者、第二

三類人則華路蓋縷以啓山林爲子孫生聚之地。故研究之性質大別之又可爲二。一曰科學之研究其目的在啓闢天然之祕奧。一曰工藝之研究其目的在駕馭天然以收物質上之便利。細別之屬第一類者可稱之爲發見 (discovery)。屬第二類者可稱之爲發明 (invention)。發見與發明爲用不同其有待於研究又同也。

今人習聞牛頓見蘋果墜地而悟重力之理。瓦特見蒸氣動壺蓋而發明汽機故事。以爲發明之事皆得之偶然而無所用其苦思力索。此大謬也。此念不去研究之功不至。則發明乃終無望。吾不謂發明之事遂無得之偶然者。特所謂偶然者亦一時驚異之云爾。苟今其前後觀之。雖偶然而非偶然。何則。非孜孜兀兀好學不倦之士。斷不克遇此種偶然之事。卽遇之亦將熟視無睹。且偶然之發見。不過如抽絲得緒。求雖得卵。爲一種隱微之表示而已。將循之以有成。仍有待於講求。聞者疑吾言乎。吾請舉發明之出於偶然數事以明之。

其一。徵之電信之發明。電信者藉電力與磁之作用而成。記號以通意思。當千八百十九年。厄斯台特 (Oersted) 方教授於科奔亥根大學 (University of Copenhagen)。

日於講室中以銅線導電、線下有磁針、忽自轉動、由是知電流於磁針有影響。安培耳 (Ampere) 繼之、精究其蘊、遂悟用電力與磁石可傳消息於遠方。至千八百三十三年、德學者高斯 (Gauss) 與維勃 (Weber) 乃於戈丁恩 (Göttingen) 短距離間、行電信之實驗。故今日橫繞地球二百五十周之電線、皆厄斯台特偶然之發見啓之也。

其二、徵之膠狀炸藥之發明。膠狀炸藥者、用可熔棉和以硝基甘油 (Nitroglycerine) 方今最有力之炸藥也。硝基甘油爲炸藥中之要品。顧其物爲液體、不便取攜。曩日造炸藥者、常以輕石粉和之、俾成固質。然輕石粉爲非燃質、大足減殺爆發力。瑞典化學家哪培爾 (Nobel) 欲有以易之久矣。一日傷指、因以溶棉敷傷處。既視瓶中猶有餘瀝、乃注之硝基甘油瓶中。硝基甘油得溶棉即凝成膏。於是哪培爾大驚、以爲此問題之答解在是矣。蓋溶棉即無煙火藥之溶於酒精以色合劑者。與硝基甘油合、不唯無損其爆發力、且足增之、而又能達變流爲凝之目的。哪培爾益加研究、遂成膠狀炸藥之發明。溯其原因、亦得之偶爾而已。

其三、徵之煤氣燈罩之發明。燃煤氣於空氣之中、其焰不明、不適於暗室之燭。故當煤



氣燈罩未發明以前，煤氣燈幾有被逐於電燈之勢。發明以後，煤氣工業乃復與電燈競雄於市矣。大凡焰之有光，以有固體質點在焰中蒸至白熱故。此習化學者所習知也。煤氣燈罩之構造，即在以稀金屬鈦 (Ti) 與錳 (Co) 之硝酸鹽溶液，浸之棉綱中而燒之，以得此稀金屬之養化物，為煤氣焰中之鹽光體而已。當威斯拔赫 (Welsbach) 在化學大師黎別希 (Liebig) 試驗室中研究稀金屬也。一日以鈦與錳之鹽類溶液浸棉布，納之焰中，乃大發奇光。且棉質焚去而鈦質不毀，其光因得永久。於是進研何質能發光最強，何術能保持燼餘使歷久遠。此即現今通用煤氣燈罩之起源，而亦得之偶然者也。

吾於千百發明中，而獨舉是三者，以其物為吾人所習見，且甚為重於工業界故也。抑是三者之發見，雖若出於偶然乎。吾人所不可不知者：(一) 厄斯台特、哪培爾、威斯拔赫之三君者，皆碩學者宿，精研不倦。當其發明未至以前，耗送於試驗室中之光陰，已不知幾何。於千百試驗中而得一二意外之結果，與其謂之天幸，吾甯歸之人力。(二) 由發明以至成功，其所經之程途又幾何。有厄斯台特之發見，而無安培耳、笛斯維勃

之研究、則電信無由成。有哪培爾威斯拔赫之發見而無後此之研究、則膠狀炸藥與煤氣燈罩仍不過學者之夢想。由後之成功、以觀前之發明、譬猶豫豫章種子、雖具參天之勢、而不得所培養灌溉、則句萌無由達、而枝葉更無論矣。是故發見有偶然、而發明無偶然。即此偶然者、乃亦勤苦之結果。吾人言發明而不先言研究、豈得謂之知本者耶。

發明之出於偶然者、既有如是矣。其不出於偶然者則何如。科學之最大職任、在據已知之是實、以測未來之結果。然則應用科學之智識、以達所嚮嚮之目的、乃真發明家所有事、而側身科學之林者所不可不勉者也。發明之屬於茲類者、其事至夥、細數之不能終其物。略而言之、則有如兌維 (Davy) 之發明全安燈、先研究礦穴中氣體著火之性質、而後據銅絲傳熱之理、以成安全燈之製。造舟以鐵、鐵足以影響磁石、而舟中指南針失其用、則有喬治 (Sir George) 與愷爾文 (Lord Kelvin) 算明磁力相消之理、以得機械的糾正之術、而大海乃非迷途。且夫言發明於近世、其足以激發吾人之神志者、孰有如固定空中硝素之法也耶。方一八九九年、克絡克斯 (Sir William

(Crooks) 發表其食麥問題之論也。歷指五十年後世界人口之增加與所須於食麥之量、而惴惴然於智利硝石之垂盡。智利硝石者、種麥必須之肥料也。硝石乏則肥料缺而食麥之出產減。以減縮之麥產、供方增之人口、欲人類之免於餓殍難矣。克絡克斯於是爲之言曰、發明固定空中硝素之法、以拯世界人類於餓殍、此當今化學家所有事也。<sup>註三</sup> 克氏此說出、大驚當世學者、其熱心者乃從事於固定硝素之研究。今則發明輩出、固定硝素之事、已成工業上之成事。歐洲交戰各國、且賴以給軍事製造之供矣。凡若此類、皆先具其意、乃進而求達此之術。此術無他、卽由科學律例、據已知之事實、而定解決實際問題之法是矣。雖繁難之業、或非一蹴所幾、然凡事皆由漸次積累而成。發明何獨不然。一年所不能成者、以十年二十年乃至百年之時間爲之。一人所不能成者、以十人百人乃至千萬人爲之。泰山之溜穿石、以其日滴不已也。淤流之土成邱、以其日增不止也。啓之闢之、其術彌廣。鑽之剔之、其蘊彌彰。發宏光大、日進無疆。物用攸賴、世運文明。其斯爲研究之功、而發明之賜乎。

〔註三〕參觀民國五年『科學』第三卷第六期『空气中硝素之固定法』

夫發明有待於研究，而研究又有待於歷久之積力。然則研究將由何術以繼續不輟耶？曰：是有組織之法在。研究之方法，非本篇所欲及也。研究之組織，可得而略言之。外國學術研究之組織，概別之可爲四類。一曰學校之研究科，二曰政府建立之局所，三曰私家建設之研究所，四曰製造家之試驗場。茲請依次道其大概，而各舉一二例以明之如下。

一、大學及專門學校之研究科。學校者，學術之府，而智識之源，研究之行於學校久矣。顧其成效之著否，亦視其組織之當否而異。凡學校中之研究，可分爲二類。

(1) 純粹的科學研究。其行之也以(a)教師。教師者，專門名家，於其本科固已堅高畢達，而鑽研之能又嘗爲人所共見者也。故研究之業，是其專職。現今最進步之大學，其名教師多不復多任講授之事，而致其全力於某問題之研究，或爲他學者研究之導師。蓋用其所長以爲他人所不能爲之事，自學問經濟上言之，固應如是也。(b)畢業高材生。此輩大多聰明才俊之士，於畢業後復求深造，立於某教師指導之下，而研究某業，於學術上之貢獻最爲有望。方今有名大學，皆於此等學生有特別助賞之例。

使此等有望之才，不至以無資輟業，所謂餽友費（Fellowship）者是也。助賞之法，有由公家年出經費者，有由私家捐款若干存校中用其利子者。捐款之人，并得指定此項助費，專為研究某項人才之用。他項無得越取。一舉其例，美國哈佛大學文藝一院，得餽友費凡三十九，支費凡二十三萬餘金。以類分之，科學三，政治四，教育一，音樂一，古學三，文學三，其餘無所專屬。凡二十四。此特其一院耳。其他各院莫不有之。其他著名之各校，又莫不有之。則彼邦獎學之盛，可以見矣。赫胥黎有言：『無論何國，苟能費十萬巨金，發見一法勒第，置之高明之地位，使盡其所長，則所獲必且倍蓰。』諒哉言乎。

（2）工業上之研究。其行之也，或以教師，或以學生，與上無異。唯其研究之問題，或出於學者之本意，或出於實業家之囑託。故其教師或同時為實業家之雇傭，學生或受特別助費。此種辦法，在實業界程度已高，知學術研究於增進實業之效率為必要時，固屢見不一見者也。（參觀下節私家建設之研究所）

二、政府建設之局所。近代社會進化，山林虞澤兵農工商之事，莫不各有其專門之

奧義。政府欲爲之增進事業、整齊法制則不得不有特設之局所、以從事科學的研究。此等局所、於美國爲最。盛蓋其國家閒暇、財力充裕、而中央政府又能脫然於地方行政之煩苛。其中央各部之某某、與其謂之行政機關、無甯謂之科學研究所之爲確切。略舉其例、如農林部分科凡十七、曰部長事務科、曰畜產科、曰林政科、曰林產科、曰化學科、曰土壤科、曰生物調管科、曰度支科、曰出版科、曰收穫概算科、曰圖書科、曰氣候科、曰州交科、曰家計科、曰道路及鄉野工程科、曰市場及鄉市組織科。全部事業大別之可分爲三、曰日常科學事業、曰特別研究、曰教育事業。凡農業上改良之事、莫不驗之於實習場、而後布之於大眾。蓋官署也、而不啻全國農夫之師資矣。此部一九一五年之用費、凡二六、六五〇、〇〇〇美金。用人一萬五千、其從事科學研究者約二千云。次言其標準局 (Bureau of Standard) 標準局之職志、

- (1) 保管各標準度量、并以科學的研究保持其常值。
- (2) 比較各州各市所製之度量而正其差謬、凡用於商工業及學術上者皆及之。
- (3) 製定新標準以應科學與工業進步之需。

(4) 定量物之器以爲製造者法，使校正其出品，并使用物者本之以爲較量。

(5) 關於標準問題之專門研究。

(6) 測定物質之物理的常值及常性。

局中分科凡七：一、衡量、二、熱及熱量、三、電力、四、化學、五、建築物料、六、工程研究、七、冶金。用人凡四百，其中約四之三皆科學專家。其常年用費約六二五、〇〇〇元。其建築費一、〇〇〇、〇〇〇元。設備費四二五、〇〇〇元也。此局之效果，一足以助工業之進行，二足以輔學校之講求，三可以爲公私機關之顧問，皆於學術發達有益者也。

以中央政府之機關而從事於學術之研究者，尙有如礦務局 (Bureau of Mines)、公共衛生局 (Public Health Service)。本篇限於篇幅，不及備詳。其非行政機關而爲公家事業者，則有斯密生學社 (Smithsonian Institution)。此社以英人斯密生 (James Smithson) 之遺產爲之基，而美國國家撥公帑助之以供其建設。其社之目的有二：(1) 增進智識。其行之之術亦有二：

(a) 置重獎以勵新理之研究。

(b) 劃進款之一部以供研究之用。

(2) 普及智識。其行之之法爲刊布書報。其出版物凡三類：

(a) 年報，以表科學之進步。

(b) 專報，以發表專門著作。

(c) 雜報，薈萃各重要科學上之著作、探險家之報告、與其他重要書目、而刊布之。

此社事業所及，又不僅學室之研究，與文字之傳布已也。方今美國華盛頓所有之公益事業、學術機關，如博物院、美術館、動物園、氣象台、飛機試驗場等，莫不以此社爲之母。而此社於氣象與飛機事業之開創，厥績尤偉。

三、私家建設之研究所。研究所之由於私家建設者，如英之皇家學社，尙矣。求之於美，亦復指不勝屈，今舉其一二以代表之。

1. 卡內祁研究所 (Carnegie Institute)。此所爲美國鋼鐵大王卡內祁所創建。其捐款凡美金二千二百萬，年可生息一百十萬。此社之目的，就其註冊所言者曰：將以獎



勸研究與發明，以謀人羣之進步。其達此目的之術有三：（一）所內自立之研究，以行研究之遠大者。（二）所外研究之資助，以行研究之簡易者。（三）出版事業，以發表（一）（二）所得之結果，并刊行不經見之書籍。全所組織，可略分爲四部：（一）管理部，（二）出版部，（三）研究部，（四）所外研究部。其研究部內容，博大繁頤。部中分股凡十一。

（1）實驗生物股，成於一九〇三年。

（2）植物研究股，成於一九〇五年。

（3）胎形學股，成於一九一四年。

（4）海中生物股，成於一九〇三年。

（5）營養試驗室，始於一九〇三年。在波斯頓之試驗室，成於一九〇八年。呼吸熱量計，卽此試驗室有名器具也。

（6）地上磁力股，成於一九〇四年。一九〇九年，無磁舟名卡列基者成，而海上磁性之測驗，始與陸地無異。

（7）地質試驗室，成於一九〇四年。一九〇七年，特別試室成，備諸化學物理器具以

研究礦質。且令礦質在高溫高壓下與地球初成之狀相等，以驗地壳生成之情況。

(8) 赤道天文股，以測南半球星象。

(9) 威爾遜太陽觀象台。

(10) 生計社會學股。

(11) 歷史研究股，搜索歷史祕傳，旁及各國寶書與目錄刊布之，以爲私家研究之助。以上皆所內之研究也。所外之研究，則有所謂所外研究員之設，於所欲研究之事，擇他處之能者使之從事。其人數或獨任一人，或同數人共任一事。年資若干，有時竟與學校之延聘教授無異，其年限亦無一定。

卡列基研究所之財政，以董事二十人主之。三分董事之數，一由法團中人出之，一爲工商業中人，一爲科學家。董事年會一次，以定進行之計畫，及財政豫算。平時所內事務，以管理部主之。管理部之組織，以所長、部長、書記，及其外五人。董事會議時，由所長報告其意見，以定進行之方針焉。

2. 梅倫工業研究所 (Mellon Institute of Industrial Research) 是所爲辟次堡大學之一部，亦私立研究所之一，而其用意及組織爲尤善。其目的有二：(一) 研究工業上未解決之問題。(二) 養成研究之人才。其組織之特點，在所謂工業餽友制 (Industrial Fellowship System)。何謂工業餽友制。今使有人於此，於某種工業問題，須待研究，乃出金若干於是所，以爲餽食一人或數人之資。此研究所則用其資，爲擇相當之人以研究其問題。其研究所須由所供之。研究所得之結果，則歸諸出資者。

所中之餽友凡兩種，一爲單，一爲衆。單者一人作一事，自對於研究所負責任。衆者數人合作一事，其首者對於研究所負責任。其行事次第，一問題至研究所，主者則擇一曾在畢業院才能昭著之人，使任其事。其人既受任，則往出資者之工場，寬以時日，以察其問題之要點，且使與工場情形相悉熟。新法成時，不至有枵格之患。既乃返所，遍搜書報，觀前人於此問題有所研究否。既盡搜討之功，乃出自研究之術，於試驗室中行之，以所得結果上之研究所長。如所長以所得有商業之價值，乃於附近設一小工場，以試驗其法果足用於製造業否。如歷試之而皆有效，出資者乃進而設立工場，以

新法從事而一新製造業出焉矣。此制於各方面皆有利。略舉之。

(一) 屬於出資者 (a) 得研究所器備圖書之便、以小資而取巨效、(b) 得所中教師之指導、而收專門人才之用。

(二) 屬於研究者 (a) 得以科學方法研究工業問題、(b) 研究之後即見實行、(c) 青年寒峻、得因實際之研究而自成實業家。

(三) 屬於學校者、得多數專門人才聚於一堂而研究各種問題、求精之學風、不期而蔚然。

(四) 屬於有衆者、研究所得之結果、以特別規定、得公布之、永爲公共產業。

據去年澳洲政府調察報告、(註四) 此制施行以來、不過五年、製造家之以問題來求解決者凡四十七、置餽友凡一百有五、出資共三十六萬元、而中所費亦十七萬五千

(註四) Memorandum on the Organization of Scientific Research Institutions in U. S. A., by Australia Science and Industry Commonwealth Advisory Council, 1914-15-16. 本篇多據引之。

元問題之得圓滿解決者，凡百分之七十。所發明之新法，用於製造上者，不下二十云。四、製造家之試驗場。以近世進步之速，競爭之烈，業製造者，勢不能故步自封，而必時時以改良為務。欲圖改良，則研究其首務矣。各國大製造家，皆自設研究所，而延有名專家主其事。德之 Badish Soda Fabrik 公司，以製造人造鹼著名於世，乃得之二十年之研究。近又以發明固定硝素及合成安摩尼亞法為學界所稱道。吾前作他論(註五)已道及之矣。美國大工廠之設有試驗場者，凡五十家。(註四)其最著者，如 The General Electric Co., The Eastman Kodak Co., The H. K. Mulford Co., The Dupont Powder Co., The Edison Co., The Westhouse Electric Co., The Pennsylvania Railway Co., The Vacuum Oil Co., The American Rolling Mills, The National Cash Register Co. 等。

凡製造家之設試驗場，其目的不出下列三者：(一)以分析法定所用物質之成分，因得操縱製造之方法。(二)以工業的試驗，求改良製造方法與出產，并減少製造之成

(註五)參觀民國五年『科學』第三卷第六期

本。(二)研究科學上根本問題之與工業有關者、蓋工業之進步、必有待於科學智識之發達也。今舉一二以見例。

1. The Eastman Kodak Co. 以造照象器具著名者也。其研究所約分兩部。一為製造部、以行製造新器之試驗。一為科學部、則專由學理上研究用於製造上之物質。其科學部又分溷液化學、無機化學、有機化學、物理、原色照象、分光鏡等科。其所得結果、多由各科學雜誌公世、於製造學術兩有裨也。

2. The General Electric Co. 以製造電力機械著於世。自一九〇一年、即組織化學物理試驗研究所、迄今設備之費、逾五十萬元、而常年經費亦二十餘萬元。所中從事研究者約二百人。試驗室散在各地、分分析化學、物理試驗、分光鏡試驗、電燈試驗、倫得根射線應用、絕緣質試驗、炭素刷及他合金與稀金屬鎢、錒、銅等元質之試驗等。試驗室之職務、有為

(a) 純粹科學上之研究無一定目的者。

(b) 改良製造方法及所用物質者。

(c) 發見特須之物品者。

(d) 用研究室所得之結果以製造商品者。

此其大較也。此公司之新發明，得於純粹科學之研究者爲多。如近今行用之電燈線，中實以硝氣，非如從前之眞空，乃研究細線失熱定律與鎢質蒸發之結果。電燈線之用金屬線以代炭線，又爲眞空爐中高熱研究之結果。又倫得根射線管之製造，此公司亦多所發明。其傭爲研究者，大概大學專門學校之畢業生。一二化學物理學界中之宗匠碩師，亦居其中。如是公司者，豈得但以製造家目之哉。蓋技也，而進於道矣。

以上所徵引，特爲每類見其例，而已累牘連篇，更僕未盡，則他國科學研究之盛，亦大可見。其發明之衆，進步之速，又不得委爲天之降才爾殊明矣。吾國近年以來，震驚於他人學問文物之盛，欲急起而直追之久矣。顧於研究之事業，與研究之組織，乃未嘗少少加意。興學已歷十年，而國中無一名實相副之大學，政變多於蝸蟻，而國家無納民軌物之遠慮。學子昧昧於目前，而未嘗有振起新學之決心。商家斷斷於近利，而未嘗有創製改作之遠志。茫茫禹甸，唯是平蕪榛莽，以供楛廬民族之偷生苟息而已。所

謂文明之花者、究何由以產出乎。當吾『科學』之初出也、不佞嘗爲之言曰、『臨淵羨魚、不如退而結網、過屠門而大嚼、不如退而割烹。』今作此篇、亦欲爲羨魚者授之以網、過屠門者進之以肉而已。世有進而結之割之者乎。成規具在、其則不遠。藉攻玉於他山、成美裘於衆腋。作者之幸、當無過於此者矣。



## 發明與研究一（註一）

任鴻雋

曩吾作『發明與研究』意在告人發明非倖獲之事，而欲求發明者注意於研究，因舉美國關於研究事業之組織，以爲有心學術者取法。雖然，研究事業之組織，研究之所託以行，而非研究之所以爲研究也。凡孳息地球之上，號稱文明之民族，各有其學術，卽莫不各有其研究之方法。而考厥歷史，其發明之數，或相倍蓰，或相什伯，或相千萬，或者其研究之術不同，故其結果亦異耶。不佞曩言研究而未及乎研究之術，甚慮貽買櫝還珠之誚，因不揣譾陋，而有此篇之作。

今欲言發明與研究，請先下研究及發明之定義。

發明者，由其所已知及其所不知，由所已知及其所不能之謂也。知與能範圍甚廣，則孺子舍乳而就食，亦足以爲發明也乎。曰不然。吾所謂知不知能不能，就人類智能之全量言之也。於人類智能之全量有所增益者，始得謂之發明。據此爲準，得可以爲發

（註一）見民國八年『科學』第四卷第二期

明之表徵七事如後。

- (一) 由覺察而得新觀念。
- (二) 由觀察而得新事實。
- (三) 比較兩事實而得其同異之點。
- (四) 比較兩論點辨其同異而得一新理。
- (五) 分析一複雜之觀念，得其較新而簡者。
- (六) 聯合二個以上之觀念而得一新觀念。
- (七) 應用已有之智識，變不可能者以爲能。

七者各以例明之。如牛頓之發明重力定律，達爾文之發明天演學說，此由覺察而得新觀念者也。墜物無不向地，生彙莫不演進，事實日在吾人之目前，而吾人莫悟其意。牛頓達爾文二氏之發明，非事實也，特事實之意而已。若是者，吾人謂之新觀念。科學上發明之最簡而範圍最廣者，此類是矣。(一) 由觀察而得新事實。科學上之發明多屬此類。最著者，莫如知疫癘之生於微菌，論彗星之具有軌道，一藉顯微鏡之力，一藉

望遠鏡之力，皆足爲觀察二字之定解。全部質科科學皆由此類發明出者也。(二)比較兩事實而得其同異之點。如雷立 (Rayleigh) 比較空氣中酸素之比重，與用化學法所得酸素之比重而見其差異，蘭姆右 (Ramsay) 因之遂發明空氣中之氫氣等質。最近哈佛教授列敕遲 (Richards) 發見鉛之由輻射體 (Th) 變成者，其原子量常較平常之鉛爲重。此特由比較而見其異點，尙未及其他新發明。然即此比較之結果，欲不謂之發明，已不可得矣。(四)比較兩論點辨其同異而得一新理。如曰物質之極點爲不可分之微粒，或爲不可斷之絲縷，此兩說也。得其同異之點焉。曰：如爲微粒，則有靡和互入之能。如爲絲縷，則將糾繞紛紜，分之不易合，合之不易分，而自物質之常性言之，殊不如是。故學者甯取微粒說，而原子之說由此出焉。(五)分析一複雜之觀念，得較新而簡者。如火之熊熊，爲熱爲光，吾人對於火之觀念，一複雜之觀念也。顧分析之，則火者無過物質劇烈化合之一現象。其熱即化合力之表現於外者也。其光則熱力之及於他物而使之然者也。然則化合現象之觀念，不視火及光熱之觀念簡而易之乎。又如取水以吸筒，揜動而水升，常人曰：此吸力也。吸力之觀念，猶是複雜。分

析之，則因筒拴上升而筒成真空，於是有真空之觀念。水受筒外空氣之壓而上升，於是有空氣壓力之觀念。分析愈密，則觀念愈明。科學之基礎，其是在是乎。(六)聯合二個以上之觀念而得一新觀念。最顯著者莫如化學上之氣體定律，所謂壓力與容積之相乘積與絕對溫度成比例 ( $pv = RT$ ) 者，乃合波伊爾 (Boyle) 蓋呂撒克 (Gay Lussac) 二律而成。又加物理上熱之正確觀念，乃得於能力不減及能力可互變其形二觀念既明之後，皆此類也。(七)應用已有之智識，變不可能者以爲能。則晚近工業上之發明，胥屬此類。入彼邦大市之圖書館，披覽其發明註冊者之夥蹟，未有不舌橋目瞪，歎其人兢求進步之烈而富強之效有以也。雖工業上之發明，多待科學上之發明而後成，談者若有不屑之意，然無此種發明，恐今人所能之事出於古人者亦幾希矣。故以殿焉。

上來所說發明之表徵凡七。覆按七事之中，所可認爲發明之根柢者有二，卽(一)與(二)所謂由覺察而得新觀念，由觀察而得新事實者是也。以下各條，就其爲術言之，則進而愈繁。就其取材言之，則仍不外乎觀念與事實二者而已。根據此說而吾研究

之定義可得而言。

研究者、用特殊之智識、與相當之法則、實行其獨創且合於名學之理想、以求啓未闢之奧之謂也。研究之表徵、亦有二事如下。

(一) 研究必用觀察與試驗。其結果必有新事實之搜集。

(二) 研究必於搜集之事實與觀察所得之現象、加以考驗、使歸於一定之形式、而成爲新智識。

由此觀之、研究與發明、於次則有首末之殊、於律則有因果之別、而實具有一不易之鵠、作始之點焉、則所謂新事實是也。當其向此鵠而行、則謂之研究、及其既達此鵠、則謂之發明。(觀念雖與事實并重、然非先有事實以爲根據、其觀念卽爲懸擬虛想、而無科學價值。)故研究之第一步、莫要於搜集事實矣、而搜集事實之術將何出乎。今夫事實云者、謂其事誠有迹象可尋、而非意想中之懸擬推想、如煙雲蜃氣之不可覆按者也。其誠有之事實、與意想之懸擬所由異、則一必經乎視聽嗅味觸之五覺、一則不經五覺之官知、而但縱心靈之鼓動是矣。(雖科學上定律之發明、如原子說分

子說等，蓋未嘗經官感之實驗。然此說之成，乃研究所得之結果，非以是爲研究也。矧原子分子等說，嚴格言之，猶是假設。近世學術愈進，則原子之存在有能證之者矣。譬如吾言日中有氦（He），此非懸想之言也。以分光儀當日而取其圖，則氦之橙黃線在焉，視官可得而察也。今如又言日中有人，則純爲虛擬。吾詰以迹象，而其說立窮。凡事實與虛想之分，具此矣。是故研究之事，經緯百端，極其作用不過兩事。

一曰觀察。觀察不限於目前之應用而已。凡耳之所聽、鼻之所嗅、舌之所味、四肢之所接觸、肌體之所感受、外物之形態性質、運動變化，足以起吾人之感覺者，皆觀察所有事也。或者將疑人有目孰不欲視、有耳孰不欲聽、有鼻舌四肢孰不欲嗅味觸受，而何以觀察獨爲研究之事。吾不欲作已甚之言，謂世固有具目而盲、具耳而聾、有心知百骸而不知用者。唯用之也，有其故而後不紛，有其術而後不妄。不紛則有條貫，不妄則可徵信。有條貫，可徵信，而後可成有用之智識。凡觀察之有當於研究者，準乎此。反是，與研究無與者，并不得謂之觀察也。

二曰試驗。試驗與觀察，非二物也。當行試驗時，手營目注，何一而非觀察。無觀察是

無試驗也。而必別試驗於觀察，亦自有說。蓋觀察多就自然現象言，而試驗則以人力變更其緣境而觀其結果。觀察不足盡研究之能事，其故凡三。(一)觀察只及於自然現象，因之所得之事實亦至有限。而非先得多數事實，不能得正確之結論。(二)觀察但及於已然之現象，不能分析組成此現象之各因子 (factor)，而權其輕重之次。(三)觀察但及已然之現象，可以得事實，而不足以證理想。易言之，適於歸納之論理，而不適於演繹之論理是也。用試驗，則三病皆除。其餘第一病奈何？曰：試驗者爲之在人。試驗之數無窮，而吾所得之事實亦無窮。懸死蛙焉，接以刃而股動，因以他金屬試之，不俟偶然之再遇也。其餘第二病奈何？曰：試驗之情形變之以意，而不泥乎一方，則構成此現象之因子可定。有氣體焉，在某溫度以上，無論壓力大致何許，不可液化，故欲壓氣成液，溫度之因子爲尤要矣。而所謂『臨界溫度』(critical temperature)者，大半甚低，非由特別試驗，何從得之。其餘第三病奈何？吾心中有一理想，以爲可以實現，而欲其實現，必先得理想中之境緣。若是者，求之於天然，或難遭，求之於試驗室，則易爲功。空氣可以製硝，行之於天然界，已不知其幾千萬年，而得之於試驗室，不過晚近

十數年間事。則以稍養存在必要之境緣。至近十餘年前而始發明。得依之以爲試驗。故耳。觀於以上三者。則研究之不能一日離試驗。彰彰明甚。無惑乎今之從事研究者。其全神所注。未有出乎試驗之途者也。

或者曰。試驗既與觀察相聯係而不可分析。然則言試驗以包觀察不可乎。曰。不然。發明之中。亦有不須乎試驗者。如地質上古物之發明。發掘富縑。緬幽鑿險。盡觀察之能事而止耳。亦有并不須觀察者。如算術上定理之證明。伸紙握槩。布畫量度。盡心能之能事而止耳。然此特占學術之一小區域。未可據爲典常。或者又曰。觀察與試驗卽有所得。未必遂足廁發明之林。然則研究之事。豈遂以觀察與試驗止乎。曰。何爲其然也。觀察與試驗爲研究之第一步。吾故重言以申明之。事實既陳。材料既備。乃可進施研究之術。將類別之以觀其同。或比較之以著其異。將分析之以窺其微。抑綜合之以會其歸。要之。一說之成。當不戾於名學之理。不反於科學之律。而又可以覆按旁證。顛撲不破。如是之謂研究有成。而其用術固不可以一例拘矣。

以上所舉研究之要點。自純粹爲學術真理者言之也。至求工業上之發明。則研究之



術有以異乎。曰：奚其異。工業上之發明，既以應用科學知識爲根柢，研究之法，自不能與科學異其步趨。特科學家與工業家所對之問題既殊，故其注目之點亦有不同耳。一物質之變化，行之於玻璃、孟煤氣燈之下者，移而置之工場、石池、汽鍋之間，而未必能指揮如意。蓋卽此物量多少、器具大小之差，而境緣之殊異以生。試驗室中之可能，是一事，工場中之可能，又是一事。移試驗室中之可能，以爲工場中之可能，工業上之發明大半在是矣。信如斯也。工業上之發明，亦豈能於觀察與試驗之外別有途術。蓋吾言試驗，固以變更當前境緣以求所欲之結果爲其特長。變更其境緣使合於工場之情況，所得卽工業上之發明。德人以色料工業冠絕世界，而不慮爲人所奪，非特以其學理之密，亦以其製法之精耳。然則工業上之發明，亦烏可不唯日孜孜而能望其有獲耶。

若夫研究之不屬於工業，而直接爲工業爲所託命者，其例至繁，不可枚舉。昔者法蘭西之蠶患黑點病（pebrine），絲業大受損，不得已請巴斯多耳（Pasteur）研究其病源。巴氏於養蠶術向無經驗，願其精銳之眼光，則有以察蠶身小黑點爲其病根所

在。於是自取蠶養之、察其生長卵化、知其病由遺傳、非盡去病卵、其害無由絕。於是發明以水驗卵之法、病者燬之、無病者存之、蠶病去而法之絲業乃復振矣。自克洛克斯 (Crookes) 發表食麥問題論、深思遠慮者、共惕然於肥料之將絕、而人食之不可保。然化學上氣壓與化合平衡之關係未發明以前、固定空氣中硝素猶是不可得之數。今則有化學上之發明以爲之前、而固定硝素遂成當世一大工業、且爲戰時諸國爭存之所託命、是又可見研究之必要、而發明之不可已也。

吾言發明而歸重於物理上之發明、以其直接爲科學之所寄也。言研究而歸重於觀察與試驗、以其爲學術之所始也。入學執之圃、觀講習之林、老師宿匠蟄居一室、圖史滿前、奇器繞右、水奔火騰、窮年矻矻、疑若神祕、玄奧不可究詰。誠能升其堂、入其室、則知一器一物、一舉一動、莫不有其意義。彼蓋既盡人間故紙中之舊知、而持此觀察與試驗之橐籥、與自然界爭未發之奧蘊故耳。有天賦之能、傑出之才。其由顛蒙以進於創作之彥、程途所歷、猶可以想象得之。假設其人初入高等大學、盡數年之力、通各科之要義而習其方術、是爲博涉時代。次則獨取一科、專究其蘊、於崖涯無所不極、是爲

專攻時代。次則積力既久，漸見他人所鑽研者，罅漏尙多，有待彌縫，於是根已往之智識，出獨創之新裁，以爲研究之張本，是爲豫備時代。次則其所謂獨創之新裁，未必果有當於研究之目的，而能得所期之結果也，於是就其道之老師碩匠而就正焉。或處老師碩匠指揮之下，而行其實驗，有謬誤而爲之匡正，有不及而爲之補益，是爲試行時代。行之既久，用思之道愈密，實驗之術愈精，謬誤粗疏等弊舉無由侵其所事，於是自信之念亦油然而生，而獨立研究之材於是成矣。吾不謂承學之士，人人能臻此境。吾尤不謂欲速此境者，人人必經此數階級。特陳行遠自邇之序，定中人與能之途，大體所歸，當如是耳。夫爲學之術，莫要於發展學者之本能，與以相當之訓練，使遇新問題，出得用正確之方法，以行獨立之研究。若是者，豈獨科學爲然哉，豈獨發明爲然哉，凡欲昌明神州之學術，而致之於可久可大之域，舉不可不以此爲幟志矣。

彙讀格雷戈列 (R. A. Gregory) 『發見』一書，引湯姆生教授 (Thomson) 之言曰：“  
There are three voices of Nature. She joins hands with us and says Struggle,  
Endeavor. She comes close to us, we can hear heart beating, she says Wonder,

Enjoy, Revere. She whispers secrets to us, we cannot always catch her words, she says Search, Inquire, These, then, are the three voices of Nature, appealing to Hands, and Heart, and Head, to the trinity of our Being.” 愛其文有詩意，作『三聲』以譯之，請誦之以終吾篇。其辭曰：

誰能聽無形、有聲常在耳。造物意良殷、所語非一指。  
 首言汝善競、不競乃鄰死。攜手向戰場、克敵力是視。  
 惺惺復惺惺、彷彿聲可聆。豈唯聲可聆、如聞心忡怔。  
 大塊多奇偉、不樂復何營。亦有細語聲、隱微難盡解。  
 但道窮探索、真理如煙海。人身有三靈、曰手、心、腦髓。  
 汝不聽無形、何以異鹿豕。

## 科學之分類 (註一)

唐鉞譯

分類之便利及其困難。科學以已知宇宙之全體爲其領域。凡經驗之實事，可檢證而足以傳達於人者，莫非科學之所取材。其範圍之廣漠如此，則類而分之，於事必便。不寧唯是，善悟之士非受謬罔之教育，固必對種種之事實皆具科學之興味。然嗜好人各不同，則知力分工之興亦自然之勢。篤而論之，無一科學不有待於深長之訓練。則以常人而欲於二科以上極其高深，蓋事之不可能也已。

類分科學固爲實用上及知力上之利便，惟其事難點甚多，每有深遂之問題隨之而起。使分之過繁，則知識一貫之理，將湮沒而不彰。使分之過略，則各科之自治權爲其主，特性之所保有者，將淪斲以盡。欲盡二者之利而無其弊，則不得不調停於其間。試舉其例。今夫植物學、動物學之無庸過爲固執，剖而二之也甚明。合斯二者而稱之

(註一)見民國四年『科學』第四卷第二期。爲湯姆生所著『科學鄉導』之第四章。(J. Thomson, An

爲生物學 (Biology) 固無大謬也。至若強納生物學於物理化學之中以爲後者之一支部、則視稱荒謬絕倫、非無故矣。

教學之難、有類是者。專攻 (specialization) 太過則流爲銜學、專攻不及則流爲淺嘗。使吾人志在得科學之方術、則止於一隅、取某一部事實而窮探之、視好踏遍亦合作神智之汗漫遊者、其成功當較可必也。雖然、使吾人之所欲者、在於別開生面之觀點、與激發科學想像之新動機、則所需者非知識之廣博及各種訓練之切磋莫屬。

類分科學之舉、若別具魔力足以動人。古今大智多勞神焦思、求此難題之解決。赫胥黎年十有七、已興思及此。其言曰、『吾於知識之分類、深思之者有日矣。吾之計畫、蓋首分一切知識爲兩大部、一爲屬物 (objective)、凡知識之受自外界者屬之。二爲屬我 (subjective)、凡知識之得自內省者屬之。』其所陳之計畫如下。

- 屬我者……形上學……
  - 屬物者……
- 
- 算名學 神學 德行 歷史 生理學 物理學

科學之分類，已見者多至數十種。教授弗林忒氏 (Robert Flint) (註二) 嘗論列之。其說殊精細，本篇限於篇幅，不能逐一討論，惟取其足以說明特旨者數種而已。

培根之分類。弗蘭息斯培根 (Francis Bacon, 1561-1626) 之著『神智球』 (*Mental Lectural Globe*) 也。分人類學問為三大部：歷史、詞章 (Poetry) 及哲學或一切科學。

(Philosophy or the Sciences) 是已。歷史者基於記憶 (Memory) 分爲『自然』 ("Natural")、『民事』 ("Civil") 二類。前此蘇格蘭教職之稱號有曰『自然及民事歷史』者，卽本此意。詞章者以想像 (Imagination) 之心能爲基。哲學基於推理 (Reason) 包括二道：一爲神道 (Divinity) 究天神啓示 (Revelation) 之事，一爲自然哲學 (Natural Philosophy) 以天、物、人 (God, Nature, and Man) 爲其論題。論物之部，算學、物理 (言有質及次起之因) 形上學 (言範式及最高因) 屬焉。培根之所分如此，居今以觀，其簡陋誠爲易見。顧學之分科，非如共轂之衆輻，而若同幹之諸枝，『其幹本爲一體，繼

(註二) 參觀 R. Flint's *Philosophy as Scientia Scientiarum, and a History of the Classification of the Sciences* (1904) 凡篇中插註所謂弗氏一九〇四書者皆指此。

長增高之後而始分爲枝柯者也。』披耳生 (Prof. Karl Pearson) 教授以培氏當日已見此理，謂爲極饒趣味之事，良然。蓋培氏之分析法，於科學一貫及演進之理並發其端矣。

以科學之部別如枝條之共一幹也，則『構一大全科學以爲餘科之母，且爲探尋歧出衆科之總道，實首要之圖。』此『大全科學』(Universal Science) 者是爲『元始抑或總要之哲學』而包考索『超絕體，或萬有之外來緣境』之事者也。此培根之所學畫而爲後來法國學典家 (Encyclopydists) 鴻著之所本。實則學典家宜有愈此之分類。蓋培根之意，以爲記憶、想像、推理爲判然各異之心能，因而知識之部別起。據此爲分，其根本先已謬誤。迹其所爲，如摺歷史於科學之外，分人與物爲二之類。以吾儕今日之眼光觀之，欲不謂之亂雜支離，不可得已。

**孔特之分類。** 奧格斯德孔特 (Auguste Comte, 1798-1857) 則以爲基本科學有

六：曰算學，曰天文學，曰物理學，曰化學，曰生物學，曰社會學，而以德行之學爲之峯極，或究竟焉。孔氏謂是諸科者相承爲一系，表其演進之順序。蓋其意謂較爲簡單、抽象、



獨立之科、恆視較爲專門、複雜、有待之科早出也。氏之所陳有二義焉、而皆言之過實。一曰『科學全體之會歸點』在於德行、故凡百科學當以指導人生行誼爲職志。易詞以明之、卽謂學之所有事、在植爲生之術之基、是已。二曰各科之組織、如教會階級之制、討論複雜事實之科、待探究簡單事實之科而成。自吾人觀之、謂人生事故可以物理化學之公式表之、抑或謂人羣問題之筭鑰操諸生物學家之手、其說殆不可信。然以理化之研究、而吾人於此身之見解及操縱之之能大進、與夫生物學之事案足以提撕羣學家者、隨在多有、之二者事實具在、不可誣也。孔氏對於各科學相須相維之意見、可謂信而有徵矣。

雖然。孔氏謂衆科成系若綫、就辭尋義、不無誤謬。徵諸往事、生物學非自理化演展而出、天文學不能離理化而自爲一基本科學、亦未嘗爲物理學之所基、算學固可謂之最屬基本之科、然其學屬於抽象、不與物理化學生物諸科之鋪敘事實者同類。至心理學本自爲類、乃列爲生理學（屬生物學）之一部、奪其自治之權、可謂之怪誕失實矣。

斯賓塞之分類。赫帛忒斯賓塞 (Herbert Spencer, 1864) 則注重於抽象科 (Abstract Sciences) 具體科 (Concrete Sciences) 之分。抽象科究科學描寫之範式，若方術、名學、算學是已。具體科者無他，科學法描寫而已。略舉其例，則算學者可施諸萬類之物，而未嘗問其物之爲何類者也，其爲抽象科也，顯而易見。

『斯氏謂科學最大之天然分界，在學科之究現象所以呈之抽象關係者與學科之究現象自身者之間。易詞以明之，卽謂科學之講求衆有之空白格式者，與夫科學之講求衆有本身者，其間有鴻溝焉。』(見弗林忒氏一九四〇年之書第二二七頁。) 斯氏分後者爲二類。一爲間科 (Abstract-Concrete Sciences)，如力學 (Mechanics)、物理學、化學論、一實物之原素及某類事實所牽連之真關係者是。二爲具體科如天文、地質、生物、心理、社會諸學論、一實物之完體或衆現象之合體者是。

斯氏謂『方其始也，抽象科、間科、具體科，一致進行。抽象科以解餘二科所呈之問題爲事，亦惟以解此題故，而其科始長成。間科非爲會同抽象科，解具體科之問題，亦無從發達。此三類科學者，自始至終，交感互應，無時或息者也。』

斯賓塞之統系如下：

第一屬。抽象科、名學及算學。

第二屬。間科、力學、物理學、化學。

第三屬。具體科、天文學、地質學、生物學、心理學、社會學。

『此三類之科學，如以簡語定其分界，則可各以範式 (forms) 之律、因子 (factors) 之律、結果 (products) 之律、表之。』

『第一屬者，爲探其餘二屬之器，而第二屬，又探第三屬之器也。』

『第一屬之題材，仰給於第二第三兩屬，而第二屬之題材則仰給於第三屬。然第三屬所含之理實，無一可用以解第二屬之問題，第二屬所列之理實，亦無有能解第一屬之問題者也。』

弗林忒教授謂『斯氏斥孔特之分類法爲理之所無，而就其規畫觀之，則與孔氏所立之科學系同類。孔特謂一科於他科有名理上之倚賴也，不過謂在前之科爲在後之科之塗術，而後者不爲前者之塗術耳。使諸科所究現象根本不同，而是諸科之關

係、在前者無一非治在後之科之塗術、而在後者無能為治前科之塗術、則表各科名理上依傍之科學系、已為成立。斯氏始不認有此種級系、卒乃隱示有此級系之意。其分類之法、與其文見諸上述者、實與其極詆孔特統系之言自相矛盾。靡特未能顛覆孔氏之統系、即謂修改、極其所至、所更蓋亦僅已。

『諸科之學實有名理上之依傍、此無他、以衆現象有天然之依傍故。算學所論之數量關係、視物理學所明之力學律為概括。化合之現象、無不有物理上性質為之緣。生活之機能、未有能離化學變化而獨行。未有生命、則意識無自起。現象之階級制奇妙若此、為抽象言詞或入微思考所蔽者、容一時有所不覩、然事實如是、斷非言詞思考所能抹殺抑或久埋。現象之階級制既如是其彰明矣、而謂科學之階級制為烏有、其誰信之。』(見弗林忒一九〇四年書第二三一頁)。

上二節所引、蓋為宗師之見、其人以善究哲學問題負盛名者也。惟自科人觀之、其言不為無病。生物體中固有物理化學之變化、吾人謂有有機體之物理化學、亦非失當。然生體之理化學、非即生物學、亦非能直接為解生物學問題之助。生物學之首務、在

究生物行動之狀態耳。

斯氏之分類法、有一事最爲人所指摘、卽列力學、物理學、化學、及光、熱、電、磁、諸學爲一類、而名之爲『抽象具體』科（“Abstract-Concrete” Sciences [前譯間科]）是已。其事笨拙已甚、宜其招人指摘。力學何以謂之『抽象具體』科。光、熱、等科何以不歸諸物理學。如斯之類、殆莫明其妙矣。

**培恩之分類。** 亞歷山德培恩（Alexander Bain）教授別基本（或抽象）科學、及因依（或具體）科學二類。其名稱姑置不論。其所分視斯氏已大有進。譬如地理學（因依科學之一）係自他學引伸、其學複雜瑣細、以視物理學（基本科學之一）之具獨立之資格爲學簡單而概括者、迥不侔矣。

**培恩以名學、算學、力學（Mechanics or Mechanical Physics）、分子物理學（Molecular Physics）、化學、生物學、心理學、爲基本科學。**其言曰、『是諸科者、各有其特部之現象而不相蒙、諸科聚而一切現象皆在其中矣。諸科排列之順序、自名學以至心理學、皆自簡單而入複雜、自獨立而入因依、於以示研究及演進之序焉。』若總諸科爲一體、

則『宇宙間一切已知事變，無論其屬心屬物，其定律皆爲是諸科之所包。且其發露此等定律之次序，最與定律之研究理解爲宜。』

因依科學則包礦物學、氣象學、地理學、植物學、動物學、語學、社會學。其定界之義，則以『是諸科中，隨舉一科，其所含作法，皆已爲基本或司部科學 (Fundamental or Departmental Sciences) 所已明』也。

培恩又建一類，謂之實用科學 (Practical Sciences)。然培恩於此，心思之明澈頗減於前。蓋培氏取伸縮自如之帶，舉吾人今日之所謂『應用科學』 (Applied Sciences) 與數種美術如建築類，乃至亞科 (Sub-sciences) 如審美學 (Aesthetics) 自是心理學之一支。類而悉縛之，倫理生計二學，更不待言矣。其特設第三類之意，則是而其類之內容則不免爲『矯揉龐雜之堆積』。如弗林忒所云也。弗氏又以孔特、斯賓塞、培恩三子之不收玄學與神學爲非。然渠亦承認若就正當之科學分類言之，則培恩之統系，『良可謂匡孔特之不逮而遠勝斯賓塞之所爲者矣。』

披耳生之分類。 輒近知識之分野圖，其最明晰者，卡爾披耳生 (Karl Pearson) 之學

書見於其所著『科學文法』(Grammar of Science)者，實居其一。披氏亦先立二大類，以講求區別之法式 (modes of discrimination) 者為抽象科，以講求知覺之內容 (contents of perception) 者為具體科。抽象科所包為名學與其他方法學上 ("methodological") 之紀律及算學。算學分支甚多，統計學 (Statistics) 亦其一也。

具體科含二屬：一為物質科學 (Physical Sciences) 究無機之現象，二為生物科學 (Biological Sciences) 究有機之現象。披氏又分物質科為精確 (The Precise) 及概要 (The Synoptic) 二種。精確之科增，則概要之科減。天文學之大部已居精確之列，氣象之大部尚是舉其概要。『吾人於天文科不特有合理之事實分類，且能想吸力定律之簡式以繫其事實之綱要而不爽毫釐，以意想的微塵之助，而吾人得造一概念的機括以寫天文界之變遷。至於氣象，則斯學已有完全之事實分類與否尚未論定。然有可斷言者，則吾人尙未能以一種機構或概念的運動表所接受於氣象界之經驗是已。』

(一) 物質科學，即究無機現象者，披氏分之如下：

a. 精確物質科學。(已約爲理想的運動者。)

以太物理學 (Physics of the Ether) 例如熱、光、電、磁、諸學。

原子物理學 (Atomic Physics) 例如理論化學、光色系分析法 (Spectrum Analysis)。

分子物理學 (Molecular Physics) 例如彈性之理、聲學、結晶學 (Crystallography)。

水力學 (Hydro-mechanics) 例如潮之理論、氣之運動說 (Kinetic Theory of Gases)。

完體物理學 (Molar Physics) 例如力學、行星說、月說。

b. 概要物質科學。(未約爲理想的運動者。)

化學、礦物學、地質學、地理學、氣象學、大地及行星統系之無機天演說。

精確及概要物質科學各『與現象之已約爲概念的模型。其模型爲吾人以有理想的運動之原點所構成者、及現象之未有此等概念的描寫者、彼此相當。……』是故概要物質科學者、不過精確物質科學之未歲事者而已、非其性質之有異也。概要科學包之諸大類事實、皆吾人所窮年矻矻求約之以簡單之公式或定律者。此等定律無他、卽常用之動律是已。實則概要科之已精確或將成精確之部份、已屬不少、此徵



諸化學、地質學、礦物學、而彰彰可觀者也。』

(2) 生物科學，即究有機現象者，披氏分之如下：

生物科之第一類，乃究空間之關係或生物所受於地方之影響。披氏納二科於此類，一為研究生類之分佈者（生物分佈學 Chorology），一為研究生物習慣與環境之關係者（生物環境學 Ecology）。『是兩科者，實佔昔之所謂自然歷史（Natural History）之大部。』披氏此處分類，不免過於膠固，以動物行動之特性非其空間之關係也，明甚。』生物科之第二類，講求時間之次第，即究生長變化之事。非循環之變態為天演（植物、動物與人之天演），循環之變態則為生長。講求非循環之長成者，為歷史，講求循環之生長者，為狹義之生物學。『此處似又膠執太過。自吾人觀之，種族天演之樞機，為因於種變、選擇之變形（transformation through variation and selection），個體天演之樞機，為關、翕（differentiation and integration）二者，殆非可拉雜納諸生長概念之中者也。』

披氏又分生物學為三大部：(a) 言形式 (form) 結構 (structure) 者如形式學

(Morphology) 解剖學 (Anatomy) 組織學 (Histology) 之類。(b) 言長成 (growth) 生殖 (reproduction) 者，牝牡屬性之天演、遺傳性之學說，及胚胎學 (Embryology) 是也。(c) 言機能 (functions) 及動作 (actions) 者，自形體方面研究之則有生理學，自心靈方面研究之則有心理學。心理學中討論合羣之人者曰社會學，德行學 (Science of Morals) 政治學 (Science of Politics) 國計學 (Political Economy) 法律學 (Jurisprudence) 皆社會學也。

披耳生之統系(僅提要錄之)：

抽象科學、名學、算學、統計學。應用算學，即抽象具體二類間之連環。

具體科學、(一) 物質科學。包精確物質科。(以太物理學、原子物理學、分子物理學、完體物理學) 及概要物質科(化學、礦物學、地質學、地理學、氣象學等)。(二) 生物科學。包分佈學、環境學、狹義之生物學、(研究結構之學、研究長成生殖之學、研究機能之學)、心理學、社會學、及歷史。(并包各有機物及人類之天演而研究之)。

生物物理學。披氏又欲於其科學目次上增設一門，為物質科生物科之聯鎖，而錫

以生物物理學 (Bio-Physics) 之名。此科特能誘發吾人之興趣。蓋雖其性質茫昧難明。〔即披氏亦自謂此科〕在今日似尙未甚發達。然其意則頗足挑撥學者而起爭端。於是而科學分類之問題愈不容緩矣。

披氏謂『生命之呈也、莫不與感官印象相聯。其印象與無生物體之印象相似。』且『有機體似有化學上物理上之結構與無機之結構比、含複雜之差外無他別者。』惟吾人之感想有未敢苟同者、以謂複雜之差度中、有種類之別存焉。惟有此別、故有機體之長成與活動、發育與演進、非物質科學之解釋公式所能描寫。生類爲歷史之物、其作用與無生物之運動判然不同、此則研究生物者所當知者也。披氏復云、

『謂吾人以機械之名加諸生體之原點也、其義每游移無定。義既未確、則生命之爲機械非吾人今日所能斷言、是固然矣。然物理學之概說、固有足以描寫吾人所接受於生體之經驗者、縱不能寫其全、必能寫其一部、能力不減之說、其例之尤著者也。事實如此、蓋無可疑。』

披氏所云、與夫生體有物理化學變象可以理化公式表之之事實、固吾人之所共信。

然此等事實、非生物所獨有。生體中之理化變象如消化類、可離生體而自呈、試驗管中所現即其一例。總之、吾人不因有此類孤立條目之知識、而得以物質科之名號、寫生物之生命動作發育演進諸現象也。

雖然、披氏以謂必立專科以施無機現象律（即物理學）於有機體之發育。此科將明生物學之事實（即形式學胚胎學生理學之事實）、乃物理定律之實例、不過前者偏及、後者統舉而已。舊稱此科爲 *Etiology*（註三）然 *Bio-physics* 之名似爲較宜。』

惟是 *Etiology* 爲研究有生天演之因緣如種變、遺傳、選擇、隔絕等之學、久爲學者所共認。雖以物理律描寫天演之舉無成、而此科之爲生物學之一支、固自若也。

披氏之意則異是。以爲生物物理學 (*Bio-physics*) 之志、在聯鎖物質生物二大類也、其理與應用算學之爲『以意象的單純運動解析無機現象之方術』而聯鎖抽象具體二科也同。

披氏表列其意見如下、

（註三）譯義爲『原因學』

應用算學

(爲 抽象科學)

(具 具體科學)

(物 物理學〔廣義〕)

(生 生物學〔廣義〕)

(生 生物物理學〔爲聯鎖〕)

『應用算學與生物物理學之爲科學三大部之兩連鎖也如是。吾人必於斯二者盡窮其底蘊、而後能由博返約、概想一切科學公式一切自然定律爲動律、如海爾姆霍次 (Helmholtz) 之所預言。然居今以言、此鵠之遠哉悠悠、固無可諱。』

不甯唯是、以吾人所知之生物物理學不過有機體各變象之理化研究也、生活機能之未經以生物物理學名號重行描寫也、生物物理學法之分析尙未能使吾人領悟生物長成活動發育演進諸現象(此等現象宜有特別解釋、不與物理之解釋同科)也、竊謂生物物理學即完成、而生物學或尙在萌芽、亦無不可。

巴脫列克格雷斯 (Patrick Geddes) 教授近類分科學、其統系精細明晰、前無古人。惜尙未發刊、無從稱引。下列之人類學 (Anthropology) 統系、爲哈屯 (A. C. Haddon) 教授一九〇三年之所發刊。哈氏成此、得力於格氏之處甚多。讀者觀其統系、可以窺格氏分類之一斑矣。

言歷史者 (“Historical”)    言形制者 (“Morphological”)    言機能者 (“Physiological”)    言原因者 (“Actionologica”)

人種學  
(Ethnology)  
或稱社會學  
(Sociology)

考古學 (Archaeology)	社會辨類學 (Social Taxonomy)	生計及政治 (Economics & Politics)	歷史之理學 (Philosophy of History)
制度及工藝之天演	制度及工藝之解析	職業及制度之功用語學 (Linguistics)	制度之批評

人類學  
(Anthropology)

第一種著者	古民學 (Paleontology of Man)	人種分類	人類環境學 (Anthropological Ecology)	理論的傳演學 (Rational Phylogeny)
	比較人類胎學 (Comparative Human Embryology)	比較人體解剖學 (Comparative Human Anatomy)	比較人體生理學 (Comparative Human Physiology)	理論的發育學 (Rational Ontogeny)

生物學  
(Biology)

第二種著者	古生物學 (Palaeontology)	辨類學 (Taxonomy)	環境學 (Ecology)	理論的傳演學
	胎學 (Embryology)	解剖學 (Anatomy)	生理學 (Physiology)	理論的發育學

**嚴密科學。**披耳生教授別精確物質科學於概要物質科學，前者如完體物理學、分子物理學，一切變象可以意象的運動描寫者也，後者如化學、地質之類，僅一部份可以如此描寫者也。而概要科學之部份化爲精確者日多，此則吾人所已論者也。

至於『嚴密科學』（“Exact Science”）之名，則其範圍視所謂精確科學者爲廣，凡學科之兢兢著手於『測量』（“measure”）者皆是。測量者兼包一切精確記錄而言。近世心理學之工夫，精密者蓋幾無有，然心理學之的鵠，固不在以理想的運動描寫其題材也。

吾人所以許天文爲嚴密科學而於生物則遲迴猶豫不敢卽與者，其故有二：一自內、一由外。內因維何，則生物學所鑽研者爲有生之物是已。有生之物者，有特操之主動體，變化無常，行動由己，而恆有幾分不可豫測者在。是以生物學所論之現象，其複雜實過天文，而吾人生物知識之不精密，有與之爲比例差者矣。

其在外之因，則天文學已成老宿，而生物學尙屬少年，是已。天文家譬如技師，生物家則不過藝徒而已。魏爾屯教授（W. F. R. Weldon）嘗於遺傳性講說中論此意甚晰。

其言曰、「一切經驗之最佳描寫、即描寫之獨足以促後來之進步者、當舉所已得之結果而盡包之、非僅明一曲、置不相容之觀測於不顧者之謂。天文家、物理家、化學家、所以能忽視不相容之事實而不貽譏笑者、由其致力悠久。知矛盾發現之範圍、故經驗之全體為所動搖者、渺乎其小。生物家則不然、其進程較少、其經驗中不能確定之界域尚甚廣漠、其每發一言無不須躊躇顧慮者、亦勢之不得已也。」

然魏爾屯氏關於種變、遺傳、選擇、諸理之成績、已為生物學各部力求精密之徵、即推究天演諸部其事至難、亦不外此例。比較解剖學及生理學、其所含嚴密學理、久已不少。而近年生物測量家 (Biometrician) 及實驗動物學家之所以促進天演問題、使即嚴密之功、尤非淺鮮矣。

本篇採用之分類。自吾人合前舉分類諸法之長、而獻如下之統系、

(a) 抽象的、範式的、或方法學的科學 (Abstract, Formal, or Methodological Science) 凡科學之研究推理方法、供億神智之器具以資探索、而驗科學描寫之貫串完備與否者是。



算學、包統計學 (Statistics)。

名學 (以廣義言)。

形上學 (Metaphysics)。

(b) 具體的、描寫的、或經驗的科學 (Concrete, Descriptive, or Experiential Sciences) 凡科學之研究經驗之事實、及由此事實所得之推論是此類含普通或基本科學五、其特別或引伸之科則為數甚多。

1. 五大基本科如下、

有生 屬 (Animate Order)

社會學  
心理學  
生物學

純粹物質屬 (Purely Physical Order)

物理學  
化學

抽象科學	具 體 科 學			
	普 通 科	特 別 科	聯 合 科	應 用 科
學上形 (峯極的)	(五)社會學	民種學 制度之研究	人類歷史學	政治學 內政學 (Civics) 生計學
名學	(四)心理學	審美學 (Aesthetics) 語學 心靈物理學 (Psychophysics)	人類學	倫理學 教育學
統計學 (Statistics)	演育學形式學 生理學原因學 (Soneology) (三)生物學	動物學 植物學 原生學 (Protistology)	生物界通史	生育進種學 (Eugenics) 醫藥學 森林學
	(二)物理學	天文學 測地學 (Geodesy) 氣象學	大地通史 地質學 地理學	航海學 工程學 建築學
算學 (基本的)	(一)化學	析光定質法 (Spectroscopy) 立體化學 (Stereo-chemistry) 礦物學	海洋學 (Oceanography) 日系通史	農學 冶金學 採礦學
(篇幅有限,僅能舉例,不克徧列)				

社會學者、究團之結構、生活、長成、演進、之科學也。

心理學者、究人及他動物動作之主觀方面之科學也。其在人類、較諸他科特饒興味、蓋『探究之器具、同時即爲所探究之物也。』

生物學者、究一切有機體（人類在內）之構造、活動、及發育、演進、之科學也。

物理學者、以大部言、則究能力（energy）變相之科學（能力學 Energetics）也。

化學者、以大部言、則究各種物質及其變相、化合、及交感、之科學也。舉其重要、則分子原子之科學也。

化學物理之領域、其間實無劃然之界綫、如光色系分析法（Spectrum Analysis）及原子之電性構造說之類、其爲是兩科之交會、尤爲顯然。然物理化學之別、於事良便、或當相承弗替也。

或疑分立社會學於心理學等科之外、於理爲未妥。實則社會學爲科、方在幼稚、領域界說、聽其自爲。確定其界、匪特非今日之所急、亦非今日之所宜、吾人靜觀其所至、可矣。社會之科、視羣體爲具體的有機個體（此等個體各具特性、非僅其諸部份之總

和也)而以科學法研究之。其勢不得不與人類學、史學、生計學(要在考究實業組織、政治學(要在考究國家政務)、諸科相交錯。然其爲科、實自有其位置功用、不容強納諸他科之中也。

2. 引伸科之最要者、可本五大基本科之別而列爲數屬。於此有不可不審知者二事、請舉例以明之。(a)生物學爲普通科、植物或動物之種類、非其所問。植物學、動物學、則爲特別科、動植之種類、乃其致意之處。(b)引伸科多爲複雜或會合之學、兼採數基本科之方法概念以達其特別之目的。人類學、地質學、其例也。地質學合數科之所得以究大地之構造、活動、歷史。彼分地爲四重、大氣圈 (atmosphere)、水圈 (hydro-sphere) 或海洋、石圈 (lithosphere) 或地殼 (crust)、中圈 (centrosphere) 或 核圈 (nucleus) 是已。吾人倘欲立此四者爲四特別科、亦無不可。地質學家之討論、其大部爲地殼、然以是自限者蓋寡。吳特沃 (R. S. Woodward) 有言、『地質科示物質諸現象派別之多、相關之切也、其深切著明、當非他科所能望。舉物質科之全部、自物理化學以至天文學、天文物理學、其所有事變、結果、原理、爲特立、爲樊溘、其不粲然見例於大地息息

進行之實事、抑或地殼代代留遺之實錄者、殆未之有。偉哉大塊、人類所能利用之試驗室博物館、以是爲巨擘矣。』設亞科 (Sub-science) 以別於專科 (Special Science)、似亦不可少之着。請以生物學明其例。

(i) 基本科之別於他科也、半以題材 (subject matter)、半以觀點 (point of view)。生物學之題材爲生存之有機體、其觀點亦異於理化學。合而言之、基本科者、自有其界畫明晰之主題、而又於其主題施特異之方法概念者也。更有進者、則基本科以概括問題爲事、特別描寫非其所務。生物學考一切生物共有之現象、只舉平均而言、個體差別、非其所問矣。

(ii) 生物學爲大標題、位其下者則有植物學、動物學、平分有機界爲二、而各以特別描寫及普通公式爲事。微細簡單之有機體、介動物植物之間者、似宜立原生學專科以容之。此外欲更立專科、亦無不可、總期便事而已。

(iii) 然就生物學本科言之、已有數種判然各異之問題、答解之責、是在亞科。生物家未事推概之先所當解答之問題、乍觀若甚紛繁淆異、然審度之、不過四端、此生物之

形式構造如何、作用何若、從何而來、由何道而有今狀、是已。

一、此物之形式、構造、對稱 (Symmetry) 及內部建築何若乎。斯問也、若甚簡易。然進而求之、自外形而至內構、自器官而至組織 (Tissue)、自組織而至細胞、顯微鏡也、解剖刀也、鑷子也、蘿刀也、細切刀 (Microtome) 也、定形料 (Fixative) 也、着色也、凡可以少助吾人者、無不歷試、而猶病其不足、然後知其難矣。此物之自體如何、各部如何、孤立時何若、與同類相較何若、種種問題、擴而彌大、鈎而彌深、而形式學亞科之原料具矣。

二、次於明體者、則有達用之問題。『其爲理之所應有而勢之所不可無者、蓋相埒。自有生物學以來、兩者未嘗遠離。其進也、每齊驅並駕、互相策勵而精益求精。此徵諸最近百年而尤可見者也。彼之題殊爲形制、爲機構、而此則爲功能、爲作用。前者取生物而分解之、以觀其構造、今則組合之以見其運行。是有機體者如何而感覺、而運動、而生長、而蕃衍、而消耗、而補復、而死亡、此皆吾人所當問者也。然而主要則不在是。生物之活動、及其善應天行變動之能、其秘機何在乎、此則吾人之首務已。』欲答此類問題、於是乎有生理學。

生理學者，究有機體作用之科學也。生理學討論動植之活動方面，有事於習慣功能，正如形式學之討論靜止方面，有事於形式結構。於此有鑒焉，不知其諸部之運用，則雖解拆諦觀，無由觀其機構，不知其結構，則雖深思窮索，不能識其功能。生理形制兩科之必當攜手同行，比物此志也。

二科之進程，有相準之平行焉。形式學者之研究，始於有機物完體之形式，次而各器官，次而構成器官之組織，次而構成組織之細胞，終至生質本體之構造。生理家始則以生物爲有某種習慣之個體而研究之，繼則以爲各官構成之機器，繼則以爲組織構成之密網，繼則以爲細胞之團體，而以生質之旋渦終焉。

三、何自而來之問題，實含二事，探究個體之發達則爲胚胎學 (Embryology)，探究生類之歷史見諸瘞藏隆古之殭石者則爲古生物學 (Paleontology)。以二者之均爲歷史或演育之研究也。(言個體之發達者爲發育學 Ontogeny，言生類之演進者爲傳演學 Phylogeny)，則有演育學 (Geneology) 以爲二者之共名，於事爲便。

四、上舉之第四問題，自達爾文以來，累經探討，日進有功，是生物者如何而成今狀乎。

何物爲天演首起之因、何物引之而進乎。進化之原料、卽所謂種變 (variations) 者、如何而能於京垓年代之中永求效用乎。體合日進、變異無窮、此原料者何道而起、適宜之形式與功用乎。此類問題之答案、樹原因學 (Actiology) 之基矣。如是則生物學之首要亞科有四、

形式學、究靜的關係、爲形式與結構之學。

生理學、究動的關係、爲習慣與機能之學。

演育學、究個體之生成 (胚胎學)、或究古石所留之生類史蹟 (古生物學)。

原因學、究生類演進之各因。

此類亞科、亦爲動物學、植物學等專科之方法、自無待言。

爲便事計、則宜存應用科學之名、以爲專科之某部直接施諸美術技藝者之稱號。例如醫學 (Medical Science) 者、應用科學之對於治療術爲精密經營者也。醫學之有合於科學、不讓他科。其合之之度、與其所得於解剖生理化學諸科之基礎、之堅脆、及其自身之科學的精勤、爲差。然卽篤好醫學之士、未嘗謂其學之職志爲欲於其所本



諸科而有所增益也。雖間有驚人之增益，要爲偶然，非其本務。斯其所以當應用科學之稱也。

農學 (Agricultural Science) 亦爲應用科學之明例。農學之布置，以耕種園藝畜牧等爲務。其有科學之性質，抑可有此性質，亦不下於他科。其所得於化學植物學動物學地質學生物學之基愈固，其自身之科學的探討愈勤，則其有科學之性質也彌甚。然謂農學欲於其所本諸科有所附益，雖篤奉是學之士，不敢作是言也。雖報本之事，已肇其端，然非其夙心也。

外此可舉之例尙多。教育學、工程學，介於普通科特別科 (通稱純粹科學 Pure Science) 與方術技藝之間，均爲應用科學。其彰彰可觀之特性，則二者各含大部知識，布置精微，以備實用，是已。

分類科學之興趣。或者必以爲類分科學，實文學院內之問題，本書篇幅未限，不宜言之冗長若此。然此事自具真實之趣味，請得而略陳之。

(a) 採用何種分類，殆與宏旨無關，所不可忽者，乃在胸中必有一種分類，足利吾事

者耳。藏弄智識，非平有條，則思想易於明晰。然分類之用，不止於是，使心目中的知識，燦若列眉，則與得哲家石 (Philosopher's Stone) 無異。有此圖系，以示各種知識之相互關係，而驗其自完一貫與否，斯知識之功用加宏。柏拉圖 (Plato) 謂真愛學問者，必以其題之全局爲事，洵吾人所當永佩勿忘者矣。

(b) 類分科學之第二大用，則引起最大最深之問題是已。吾人不能不認類分之法，實自成一系哲學。生物學、心理學之爲自主，抑爲附庸之斷案，生力說 (Vitalism) 與唯物論 (Materialism) 難題之論定，皆見於類分之界綫。社會學之列爲普通科 (孔德) 或爲生物學之一部 (披耳生)，彼此取舍之間，而種種之差異生焉。玄學之列於算學之側，而居抽象科之位也，實吾人深意之所在，非手民之偶誤而然也。

使吾人深察科學分類各法之所以互相衝突，將見其轆轤常由欲畫一定之分野而起。此其咎坐誤會各科所以成立之方。蓋科學之界域，不在其取材之不同，而在其所以處材之範疇 (categories) 之有異。兩科之材料可同，不同者乃在其所赴之的，鴿基本之概念、方法之條目耳。

請以例明之。人種學者或窮數年之力以研究一特別之羣制，然其所獲之果每不屬於社會學，而屬於生物學。心理學家或篤專於貓狗之研究，然其結果每於真正生物學無所貢獻。筋肉收縮時所起之電力變化，物理或砒砒窮年以探討之，然彼雖無時不有事於有機體，而其收穫每為物理學之所專，而生物學則無與。花中含香之質，化學家或殫畢生之力以窮探之，然其目的在於化學之發明，生物學問題，未嘗致意也。羣科學之相關。條分縷析之事終，而羣科一貫之理見，吾人於此大有快慰之情焉。雖討論異其書、講演異其師、試驗異其居，然此特為便事計而已。若究其極，則凡百科學均為一種訓練之各部，一種方術之異例。其致力雖殊而赴的則一。此的無他，使自然秩序之大難題日趨明瞭（不曰解決者，蓋此難題或永無解決之日也）而已。羣科合而成真理之完體，科科之相劑愈殷，則其價值愈峻。哲学家也，學典也，大學也，最近之科學會通也，其嚮嚮莫不在是矣。請得從各觀點一審諦之。

方吾人之想一生物而歷歷在目也，重要之印象瞭然於心中者，有數事焉。其第一事則此生體之為一也。官骸雖多而身軀則一，動作雖繁而生命則一，若發育，若長成，若

變異、若活動、皆一體之作用而已。由是觀之、此生物雖應爲解剖、生理、胚胎諸科、與夫化學、物理、乃至心理學等之題目、然使各科探究之結果未通、此物爲一之事實未晰、則對於此物之科學的真理無由知、此則吾人所敢斷言者也。

其第二事、則吾人不能孤懸此生物而研究之、是已。彼與無生之環境有不解之緣、而又於多數他生物之生活有所援繫、則欲知其真相、不可不究其與他物之關聯。爲此而有成、非多數科學之交會不可。衆科近於絕對完全之程度、視其會通之深淺爲差矣。

其第三事、則過吾前之生物實維歷史上之大觀、是已。彼蓋洪荒之苗裔、自京垓年代以還、若機械的、若化學的、若物質的、若生活的、是恆河沙數之因合而委爲今形。億萬劫之陽光煙霧風霜雨露、皆其所取精者矣。是故欲知其情狀、非統一羣科不爲功。蓋彼之爲物、非如典禮隊裏之行人可於炬火明滅中考其情狀者、而實互古不息之質能循環系中之一物而現相爲個體者也。今古相承、不斷流注、時譬流川、而彼流川上之一旋渦也。總是三者而觀之、則羣科之聯合愈密、斯其有當於科學之旨趣也彌深。

此理萬有莫不同、而於物之貴者爲尤易見、於人固爲最甚。然卽就無生之物言之、衆物相牽亦如綱目、非合羣科、莫能明其理也。大塊之上、野馬塵埃、皆生氣之所吹噓磅礴、誰能不察其所載之寓公、而洞見坤輿之情狀乎。

試取海中有機體之生理學及應用其學之漁業改良言之。欲探此題之底蘊、非合化學、物理植物動物氣象地理諸家之力不爲功。各科學相須之殷也如是夫。

頗有篤於墨守之教育家、謂地理學不能自成一科、不過集合數科應特別之用而已、因斥地理之不中教科。此其持論、殆坐不思。夫謂地理學爲交割多數他圖之圖、其形容誠當。然此正爲其科之特色、蓋各種交相爲用之訓練、其會通之效、見於此學矣。

吾人之純智的世界觀、實以科學的矯修爲根據。各種科學訓練之取材愈博、相得愈深、則其所養成之世界觀愈貴。太陽之耀、非一線之光所能成、通達之觀（吾人謂此通觀爲『中和』*santé*）、亦非一科之學所能造。荷特（Goethe）之眼光、鑄物理生物地理心靈而爲一、其所以名垂不朽者、非無因矣。

謂專攻力學之士取比較心理學而讀之以領受新印象、而其素抱之自然界觀不爲

所促進者、吾不信也。謂物理化學之闡釋、其所成之自觀、不有待於生物心理社會諸學以訂正之者、非虛僞恃氣懷科學之黨見者不作是言。人縱長頸、亦安能穿牖外觀而窺穹蒼之全體乎。

化學之有造於生理、吾人之所熟知也。一身之中、含無數之化學作用、若者養化、若者還元、忽而加水分析 (Hydrolysis)、忽而醱酵。凡此種種變化之如何相濟、如何指揮、卽爲生機之特性、使無化學、又安能見之若此真切乎。然化學之助生理固矣、而生理要亦有施於化學。梅約 (Mayow) 之發見養氣 (Life)、先化學者之分離養氣也百年、卽其例矣。

吾人所常見之深切著明者無他、同一現象可供數科之研究而無思出其位之虞、是一朶薔薇、而化學物理生理心理之問題皆於是在。吾人特爲四科方術器具公式不同、故分立以便人事耳、若言其實、則四科者不過同一窮理事業之殊式而已。

**綜要。** 類分科學、以其條目言之、直可各行其便、惟心中有一種明晰之知識圖系、則實用上之利益實多。類分之大界綫、每隨吾人之科學的或哲理的見解而轉移、如生

物學之獨立、心理學之與生理學分離之類、是已。人手之始、似宜先立抽象科、具體科二大類、前者專言方法、而後者則以經驗之事實爲題。抽象科中、算學爲植基、而玄學爲會極。普通具體科（亦可稱經驗科或描寫科）有五、曰化學、曰物理學、曰生物學、曰心理學、曰社會學。五科之內、各有亞科、生物學之分爲形式學、生理學、演育學（卽胚胎學與古生物學）、原因學、是爲其例。依普通科而起者、爲多數之引伸科（或稱特別科）、如植物學、動物學之類。引伸科頗有集數科以究一題、具錯綜會合之性者、地質學、地理學、其顯例也。普通或特別科之某部、直接謀人生之發育演進、而有事於美術技藝者、則立應用科之名以表之、於事爲便。雖自然科學爲一爲多、今茲尙無定論、然各科之價值與其進程、不能不隨其相劑相維之多寡爲變、則學者之公言也。

## 科學與教育 (註一)

任鴻雋

余曩作『科學與工業』，慮世人不知科學之效用，而等格物致知之功於玩物喪志之倫也，爲之略陳工業之導源於科學者一二事，以明科學致用之非欺人。雖然，科學不爲應用起也。赫胥黎有言曰：『吾誠願「應用科學」之名之永不出現於世也。自有此名，而學者心中乃若別有一種實用科學智識在「純粹科學」之外，可以特法捷徑得之，此大誤也。所謂應用科學者無他，卽純粹科學之應用於某特殊問題者是矣。』純粹科學本觀察思辨而發見之通律所推衍之結果也。……凡今製造家所用之方術，不出於物理，則出於化學。將欲進其術，必先明其法。人非久習於物理化學之實驗，從純粹科學之簡練，洞悉其定律，而心慣於事實，而欲明製造之法，收改進之功，其道無由。』 (註二)

由斯以談，應用者，科學偶然之結果，而非科學當然之目的。科學當然之目

(註一) 見民國三年『科學』第一卷第十二期。

(註二) 見赫胥黎演說『科學與淑身』(Science and Culture)。



的，則在發揮人生之本能，以闡明世界之真理，爲天然界之主而勿爲之奴。故科學者，智理上之事，物質以外之事也。專以應用言科學，小科學矣。吾懼讀者之誤解吾前文也，故復以此篇進。

科學於教育上之位置若何，此半世紀前歐洲學者辯論之點也。賴諸科學大家如斯賓塞、爾赫胥黎之流，雄文博辯，滔滔不絕，又科學實力之所亭毒，潮流之所趨赴，雖欲否認之而不能。科學於教育之重要，久已確立不移矣。其在今日，科學之範圍愈廣，其教育上之領域亦日增。設有人焉，居今之世，猶狃於中古之法，謂教育之事，唯以讀希臘拉丁之文，習舊約神學之書爲已足者，彼方五尺童子，知唾其面矣。還顧吾國，科學之真旨與方法，既尙未爲言教育者所深諳，而復古潮流之所激蕩，乃有欲復前世啞咕啞之習，遂以爲盡教育之能事者。此其結果所及，非細故也。余不敏，請引據各家之論證，以言科學於教育之重要。

謂教育之本旨，在『自知與知世界』(to know ourselves and the world)者，此阿諾爾特 (Matthew Arnold) 之說也。其達此本旨之術，則曰『凡世界上所教所言之最

善者吾學之』(to know the best which has been taught and said in the world)

(註三) 阿氏此說曾爲赫胥黎所詰駁。赫氏以謂阿諾爾特之所謂所教所言之最善者，文學而已。於是鄭重言之曰：『當今時代之特彩，乃在天然界知識之發達。』故無科學智識者，必不足解決人生問題矣。

雖然，阿氏固文士，而其言教育本旨，則仍主乎智。既主乎智，其不能離科學以言教育明矣。第阿氏之所主張者，科學雖善，不足與於導行審美之事。導行審美之事，唯文學能之。故文學與科學之於教育，乃并行而不可偏廢。是言也，科學者流亦認之。赫胥黎之言曰：『吾絕不抹煞真正文學於教育上之價值。或以智育之事，無待文學而已完者，誤也。有科學而無文學，其弊也偏；與有文學而無科學，其弊正同。貨寶雖貴，若積之至反側其船，則不足償其害。若以科學教育造成一曲之士，其害有以異乎。』(註四)

於是吾人當研究之兩問題焉。第一科學果無與於導行審美之事乎。第二導行審美

(註三) 見阿諾得爾論文『文學與科學』(Essay on Literature and Science)

(註四) 見赫胥黎演說『科學與淑身』

之事果唯文學能之乎？若曰能之，必如何而後可。

欲研究第一問題，當先明科學之定義。余前作『說中國無科學之原因』，曾略爲之界說矣。曰：『科學者，智識而有統系之大名。』更證以賀默（Homer）之評論家伍爾夫（Wolff）之言曰：『凡有統系而探其原理之教訓，吾皆謂之科學的。』蓋科學特性，不外二者：一、凡百理解皆基事實，不取虛言玄想以爲論證。二、凡事皆循因果定律，無無果之因，亦無無因之果。由第一說，則一切自然物理化學之學所由出也。由後之說，則科學方法所由應用於一切人事社會之學，而人生之觀念，與社會之組織，且生動搖焉。今夫水分之則爲輕養二氣，蠟燃之則生水與無水炭酸，地球之成，始於星雲，人類之祖，原爲四足曳尾之猿猴，蘋菓之落，以物體之引力也，氣球之升，以兩質輕重之相替也。聲之行也以浪，電之傳也以能（energy）。此皆屬於物質界，律以科學定理，所莫能逃者也。乃觀科學之影響於社會者，則何如。人皆知達爾文（Darwin）天擇之說出而人生思想生一大變遷也，而不知達氏之說，乃導源於馬爾秀斯（Malthus）之人口論（*Essay on Population*）。人口論之大旨，謂人口之增以幾何級數，而食物之增則以算

數級數、食之不足供人而不可無有以阻人口增加之率者勢也。阻之出天然者曰饑饉、曰疫厲、曰爭奪相殺。文化既進之國民、嘗思以人治勝天行、則爲之禁早婚、節生育、是曰人爲之阻抑。馬氏反對戈特溫(Godwin)之樂觀主義(註五)、以爲人生究竟不歸極樂、烏託邦理想終不可達、爲之鈎稽事實、抽繹證例、以成此不刊之論。蓋與亞丹斯密司(Adam Smith)之『原富』(Wealth of Nation)各究生計之一方面、而同爲生計學不祧之祖也。達氏取其說而光大之、推及庶物、加以無窮之例證、其風靡一世宜也。說者謂馬氏之論、文學而非科學耶。吾謂凡文之基於事實、而明條理因果之關係者、皆可以科學目之。而社會科學中適用科學律令之最多者、又莫生計學若。今請以一例明之。生計學上有一最奇之現象焉、則每近十年而金融界上生一恐慌是也。生計學者對於此現象之犁然有序、若風之有候也、則相競爲科學上之解釋。其最奇者乃謂金融界之恐慌、與日中黑子相關。蓋以金融界之恐慌約十年而一現、日中黑子亦約十年而一現、而二者出現之年亦先後略同、則安知非此日中黑子、影響於吾地球

(註五)戈特溫著有『政治正誼論』(Political Justice)及『疑問者』(Enquirer)諸書。

上之氣候，由此氣候之變易而生年穀之豐歉，年穀歉獲乃爲一切製造懋遷不進之原，而恐慌成矣。近有科命比亞大學生計學教授某者，求恐慌之原於雨暘，爲之統計數十年氣候之記錄，較其雨量之多寡，既得，則歡忻鼓舞以告於衆曰：吾得恐慌之真因矣。要之，社會人事，原因複雜，執其偏因以釋其全體，無有是處。然亦可見科學精神，與因果律令，無在不爲學者所應用也。

不甯唯是，科學之研究，有直接影響於社會與個人之行爲者。請以伐哀斯曼 (Weismann) 之論遺傳性爲證。伐哀斯曼者，德之生物學大家也。其論遺傳，主張胚遺論 (Theory of Germ-plasm)。其說以爲父母之性質，遺傳於其子姓也，唯能傳其生前之本有，而不能傳其生後之習得。此說近於達爾文之物種變異論 (Theory of Variation) 而與拉馬克 (Lamarck) (註六) 之說，謂凡得於生後之新性，可傳之後裔者，則正相反。要之，伐哀斯曼之說，謂天性相傳勿替者，雖尙待論定，至其謂習得之性，不能遞傳，則證據充確，似可無疑。使伐氏之說而果確也，則吾人道德行爲之判斷，與社會對於個

(註六) 拉馬克 (1744—1829) 法之大自然學家，發明生物變種四律，與達爾文齊名。

人之義務、皆當由根本上生一大變革。如使教育法律之積效、不足變易劣種而使之良也、如使優劣兩種之構合所得之子姓、其進種之功、不足掩其退種之害也、則吾人對於教育慈善諸事業之態度、當爲之一變。吾人方今對於此等問題之判斷、出於個人感情者大半、其純從科學律令爲社會將來計者蓋鮮矣。

科學教育之關係於社會問題者、既如此、乃觀其影響於個人性格者則何如。達爾文謂其友曰、『吾無所用於宗教與詩。科學研究與家人愛情、吾生平樂享不竭矣。』達氏天生自然學者、其用心專一、幾凝於神、固不可與常人相提并論。實則真有得於科學者、未有於人生觀反茫然者也。吾欲舉法勒第 (Faraday) (註七) 之致書老母、何其款然孺慕、阜婁 (Wolter) (註八) 之與朋友交、何其藹然可親、而人將疑一二例外、不足以概其全、則請試言其理。凡人生而有窮理之性、亦有自覺之良、二者常相聯係而不相離。謂致力科學、不足『自知與知世』者、是謂全其一而失其一、謂達其一而犧牲其

(註七) 法勒第 電學大家、見『科學』第一卷第十一期電學略史及科學與工業篇。

(註八) 阜婁 (1800—1839) 德之大化學家、有機化學之鼻祖。

一也。要之皆與實際相反者也。人方其冥心物質、人生世界之觀、固未嘗忘、特當其致力於此、其他不得不暫時退聽耳。迨其窮理既至、而生人之情、未有不盡然胸中者。於何證之。於各科學之應用於人事證之。方學者之從事研究時、其所知者真理而已、無暇他顧也。及真理既得、而有可以爲前民利物之用者、則蹶然起而攫之、不聽其廢棄於無何有之鄉也。而或者謂好利之心驅之則然。然如病菌學者、身入疫厲之鄉、與衆鬚子戰、至死而不悔、則何以致之。亦曰研究事物之真理、以竟人生之天職而已。是故文學主情、科學主理。情至而理不足則有之、理至而情失其正則吾未之見。以如是高尚精神、而謂無與於人生之觀、不足當教育本旨、則言者之過也。

復次言科學無與於審美之事者、謂人生而有好美之性、而美感非瑣瑣物質之間所得也。吾嘗聞人言科學大興之後、而詩文將有絕種之憂。竊謂不然。美術無他、卽自然現象而形容以語言文字圖畫聲音者是矣。吾人之知自然現象也愈深、則其感於自然現象也亦愈切。濯爾登 (Jordan) 之言曰、『吾人所知最簡單之生物、較吾合衆國之憲法猶爲複雜。』湯姆生 (Thomson) 曰、『蟻之爲物至微也、而其身體構造之繁

復、乃視蒸氣機關而有過之。』達爾文之言曰、『世間最可驚異之物、莫蟻腦若。』而物理學家之告人曰、『輕氣一元子之構造、自其性質言之、蓋類諸天之星座。其電子之燦然游動於一元子中者、蓋八百有餘云。』此自天然物體構造之美言之也。自其關係言之、『蝨居頭而黑、麝食柏而香。』此稽叔夜之言也。蟲變色以自保、蛇響尾而驚人、此近世博物學家之言也。如使吾人望海若而興歎、風舞雩而詠歌、絕不因吾知海氣之何以成蜃樓、與山腹之何以興寶藏、而損失山海自然之美也。人能咎牛頓之解釋虹(註九)、霓爲殺詩人之風景、而無如沃慈沃斯 (Wordsworth) (註十) 之得說法於石頭何也。

上節所言、蓋謂科學之於美術、友也而非敵。今請更以事實證明之。美術之最重者、孰有如音樂者乎。吾國自來無科學、而音樂一道乃極荒落、終至滅絕、何也。西方音樂之推極盛、乃在十九世紀、亦以科學方法既興、於審美製曲之術乃極其妙故耳。卽彼邦

(註九) 見『科學』第一卷第十二期說虹。

(註十) 沃慈沃斯英十九世紀之大詩人。



文學之盛，又何嘗不與科學并驅。英之沙士比亞、荷矣。十九世紀之詩人，如英之沃慈、沃斯、丹尼生（Tennyson）、本斯（Burns）、拜輪（Byron）、德之荷特（Goethe）、海訥（Heine）、法之囂俄（Hugo），皆極一時之盛。而荷特自己乃植物學大家，且於生物學中發明生物機體類似之理，而爲言進化者所祖述者也。返觀吾國之文學界，乃適與音樂同其比例。科學固未興，文學亦頹廢。間有一二自號善鳴，如明之七子、清之王、宋、施、沈，亦所謂夏蟲秋蚓，自適其適，方之他人，著作等身，蔚然成家，何足選也。

以上所陳，但就所不足於科學者言之，以見教育之事，無論自何方面言之，皆不能離科學以從事。若夫智育之事，自科學本域言，教育者當莫能外，無容吾人之重贊一詞。今當進論吾之第二問題，即導行審美之事，唯文學能之乎。如曰能之，當如何而後可。文學者，又統泛之名詞也。泛言之，凡事理之筆之於書者，皆得謂之文學。故論辨辭賦、小說、戲曲之屬文學也，而歷史、哲學、科學記載之作，亦文學。乃今所言，對科學以爲說，則當指其純乎文章之作，而科學歷史之屬不與焉。大抵文學之有當於教育宗旨者，不外二端。一、文法。文法者，依歷久之習慣而著爲遣詞置字之定律也。及其既成，則不

可背。習之者辨其字句之關係、與幾何之證形體蓋相類。故西方學者皆謂文法屬於科學、不屬於文學。吾人則謂其爲文詞字不中律令者、其心目中必無條理。故文法之不可不講、亦正以其爲思理訓練上之一事耳。二、文意。文意者、人生之意而文字之所達者也。科學能影響人生、變易人生、而不能達人生之意於此領域中、惟文字爲有權。然吾人當知文字之有關於人生者、必自觀察實際、抽繹現象而得之、而非鑽研故紙、與玩弄詞章所能爲功。吾國周秦之際、學術蔚然。以言文章、亦稱極盛。以是時學者皆注意社會事實也。漢唐以後、文主注釋。宋明以後、則注釋與記事之文而已、不復參以思想、亦不復稽之事實。故日日以文爲教、而文乃每下愈況。思想既窒、方法既絕、學術自無由發達。卽文學之本域、所謂以解釋人生之本意者、亦幾幾不可復見。獨審美性質、猶未全失耳。烏乎、自唐以來、文人學士、日囂囂然以古文辭號於衆者、皆於密美一方面致力耳。至所謂『道』與『學』者、彼輩固不知爲何物、亦不藉彼輩以傳也。是故今日於教育上言文學、亦當灌以新智識、入以新理想、令文學爲今人之注釋、而不徒爲古書之象胥、而後於教育上乃有價值可言。至於一切古書、亦用以此意讀之、乃不落

歐洲中世紀人徒讀希臘拉丁之故步矣。

要之、科學於教育上之重要、不在於物質上之智識、而在其研究事物之方法、尤不在研究事物之方法、而在其所與心能之訓練。科學方法者、首分別事類、次乃辨明其關係、以發見其通律。習於是者、其心嘗注重事實、執因求果、而不爲感情所蔽、私見所移。所謂科學的心能者、此之謂也。此等心能、凡從事三數年自然物理科學之研究、能知科學之真精神、而不徒事記憶模倣者、皆能習得之。以此心能求學、而學術乃有進步之望。以此心能處世、而社會乃立穩固之基。此豈不勝於物質智識萬萬哉。吾甚望言教育者加之意也。

## 科學與德行 (註一)

唐 鉞

科學者求真之事、德行者立善之名、其塗術不同、其的鵠亦異、篤而論之、二者實無因果之可言。細之爲小己、大之爲國羣、其學識高者其道德未必進。此察諸尋常人事而可見者也。然生人之業以成德爲歸宿。苟可以助進吾德者、雖至微之事物、猶當羅致而利用之。科學固無直接進德之效、然其陶冶性靈、培養德慧之功、以視美術、未遑多讓。彼圖畫之莊嚴、樂歌之和美、世之士夫無不知取爲涵泳德性之助、而於科學養德之功、則在將信將疑之際。則此篇之作、殆非無病之呻。若以爲溺愛科學、恣爲誇張、則科學真值在於描寫自然、鉤索真理、縱其於進德之事、無微功之可論、科學之爲科學、固自若也、奚待尺幅之頌詞以增其聲價哉。且科學之進、無乎不在。讀者深造而自得之、以驗吾言之信否、可矣。以科學求真之法、覘科學進德之功、是亦天下之至樂也、人亦何憚而不試乎。

(註一)見民國六年『科學』第三卷第四期。

『顏氏家訓』稱『文章之道、標舉與會、發引性靈、使人輕伐。』夫豈獨文章而已、其他美術亦如是矣、特不若文辭爲甚耳。何則、美術之爲物、不若科學之憑據確鑿、可以衡量。美術家文學家以其標準之難明也、每有各美其美之趨勢。方其暫得於己、快然自足、莫不以爲己之佳製、足以驚風雨而泣鬼神、而持示同道之人、則以爲不值一錢者、往往而有。科學則不然、一例之眞妄、一說之廢興、待事實以爲驗、非絲毫私意所能屬乎其間。惟其不能逞臆爲談、是以不至悍然自足。科學家如牛頓、亦云偉矣、而有真理浩如煙海、所得不過海灘石卵之嘆。故科學之潛移默化、能使恃氣傲物之意泯滅於無形。此科學之有裨於進德者一也。

『大學』言正心誠意而推本於格物致知。是說也、驟觀若迂闊而實有至理存焉。吾國孝子有親病而刲股合藥以進者。夫人身皮肉、難保無病菌存乎其間。以食老病之人、殆矣。且不諳脈絡、操刀妄割、設有不測、勢必震驚病者而其疾且以加篤。以是爲孝、其心誠可敬、而其術則已疏。更一披往史、則以宅心公正之人而爲誤國殃民之舉者、時有之。惟不學無術、故雖正心誠意、不致祥而致殃。是故小之一身一家、大之邦國世

界、無論所舉何事、必格物窮理之術精、而後爲善者知其方、施政者探其本、去頭痛治頭脚、痛治脚之勞、收種瓜得瓜、種豆得豆之効。近世交通衛生通商惠工諸政之條理、粲明、成效昭著、非科學之力焉能至此。此科學之有裨於進德者二也。

科學以求真爲惟一之天職、故浸漬之者久、則寶愛真理之心油然而生。科學家之未得真理也、不避艱險以求之、其覽得之也、不避艱險以守之。方其求索之時、察觀試驗、惟日孜孜、不以常見測、不以臆想擬、步步踏實、期得事理之真相而後已。真積力久、其精神見於修己接人之間者、則爲處事以慎、爲出言以誠。法勒第自謂自潛心科學後、議事論人、每不敢輕下斷語。是其效也。及其真理既明、證據確鑿、則敷布宣揚、不遺餘力、非聖無法之名所不避、縲紲鼎鑊之酷所不辭。李路哪 (Giordano Bruno) 以主張柯波尼克天文說及其他哲理新論、至爲羅馬教會焚死而不悔。加里雷倭以昌明地動諸說、備受酷刑、志不少挫。卒以老年癱病、不堪酷刑、始認自懺。然其堅忍之力、已足振衰起懦矣。惟其科學精神、磅礴鬱積、故能寶貴真理、以忘其身、爲近世文明之先導。此科學之有裨於進德者三也。

餘杭章氏之作『四惑論』也。太息痛恨於今世之侈言公理。『以陵藉個人之自主』而盛稱『莊周所謂齊物者非有正處正味正色之定程。而使萬物各從其好』。爲持世之極軌。是則不認有公理矣。然異日章氏之論『公言』也。則曰。『夫物各緣天官所合以爲言。則又譬稱之以期至於不合。然後爲大共名也。雖然。其已可譬稱者。必非無成極。而可恣膺腹以爲擬議者也。』是則認有公理矣。何其言之前後相反也。蓋前者之所謂公。特教士政客輩以己意律人者之言。而後者則所謂科學定理也。然公理一也。而見諸人事者。往往爲小我（或一身。或一家。或一國皆是）之異所躐雜。人各以其所私爲公。而公理遂爲天下裂。此其弊惟科學爲能救。科學者。以客觀之事理爲題。不與宗教政治之參術主觀見解者同科。雖科學者所持學說間有不同。然學說者其過渡。非其終點。終點維何。事實是已。科學事實。如萬有引力律之類。爲科學者之所共認。而亦一切糟粕方趾之倫所同認者也。是故科學定理。以人類爲公。人惟於此有所浸潤。而後服從公理之心切。而一切以私見爲公理。與夫不認有公理之蔽。可以祛。個人服公之心切。斯社會團合之力強。此科學之有裨於進德者四也。

科學者、以因果律爲其基本定理。石之轉、水之流、花之乘風、果之墜也、非偶然也、必有其因焉。水旱之洊至、疾疫之不時、風教之陵夷、民生之憔悴、非氣運也、必有其因焉。是無無因之果之理也。使當國者知此、必將去塗飾耳目之計而致力於善政明民。使立身者知此、必將息馳騫聲華之爲而篤專於進德修業。某天文家告人曰、『吾人一舉手一投足、而地球之運行爲之變異、』是無無果之因之理也。嗟夫、使劉禪知此、則乃父『勿以善小而不爲、勿以惡小而爲之』之言當較有提撕警覺之效、而蜀之亡或不若是其速也。觀於今世士夫明知時事艱難而引避不顧、託一木大廈之言以自庇、而不肯盡匹夫之責者、往往而有、則知此理不明、斯個人之責任心無由奮發。雖因果之律非科學之所獨、其見諸尋常日用之間者、隨地可察、然惟得科學之精意而後見之深切著明、於以絕苟得倖免之心、而養躬行實踐之德。此科學之有裨於進德者五也。

盲從冥動者、下等動物之事。人類則不然、一舉一動、必求其所以然。置一中人於此、使其爲某事而不告以故、則彼必不從、欲其從之、則非威迫勢劫不可。夫人當爲善者、古



今中外之通行，而其所舉以爲根據者殊。或託神權，如謨罕默德是已。或尊天理，如宋儒是已。卒之其說模糊影響，無可徵實。法哲學家孔德 (Auguste Comte) 謂人智進化循三級律。其解釋事理也，始以神學 (Theological) 繼以形上學 (Metaphysical) 終乃實證 (Positive)。實證者，謂止於科學的根據也。自生物學實證羣性爲保種之要件及其他事實以來，人知道德律令乃自然律令，既非聖人之製作，亦非上帝之權衡，而道德乃有科學的根據。唯其有科學的根據，而後人生循理處善出於心悅誠服，而非由外鑱我。此科學之有裨於道德者六也。

近世歐美，人道勢力日就衰微，篤舊者大有世道交喪之戚，而其所最爲擔憂者實惟科學家，以其不信神道也。是固杞人之憂，而爲識者所不屑道。雖然，人之德業固非必賴神道教律以爲維持，而欲其勇猛精進，則非有高尙情操爲之陰驅而潛率不可。欲收信仰宗教之利而又無迷信神道之弊者，其惟科學精神所蘊釀之情操乎。密勒爾 (H. B. Mitchell) 之言曰：『方吾人之探究自然抑生命之自體也，其心在在爲當前事物之浩瀚瑰璋所纏著。時間如此其悠久也，空間如其無窮也，大字能力之摩盪』

迴旋如其其猛厲也。自然界之積蓄變化如其其無限也。有機生活之形式如此其繁衍也。與夫天演之運行如此其雍容可必也。自然之律例如此其一成不易也。其所以啓迪吾人之神識、以領納新思想新感情者、日進無已。吾蓋視之爲宗教感情之範式、度亦其他多數科學者之所同然者也。從吾界說、則宗教者非他、卽亥葛爾(Haskell)之所謂『世界的感情』(Cosmic Emotion)是已。海爾姆霍次(Helmholz)之言曰、『吾視聲明文物爲常進常存之完體、其年壽永永無極。此種思想(雖吾年少時未嘗有)、實爲玉我於成之最高旨趣。吾之所餉於知識界者雖微、然以其爲長存之人類效力故、其服務乃有神聖氣象。服勞之人、覺其身與人類全體之間有愛情爲之聯繫、而其勞動因而莊嚴。雖從理論上領會此情、夫人而能、然欲其成爲發強貞固之動力、則非歷久體驗、其道無由。』二公皆科學家、而其言如此、則知科學所養之高尙情操、其至說懇摯不亞神教之所蘊釀、而明通公溥無所凝滯、則過之。其所以使學者發民胞物與之情、而舉仁民愛物之實者、有自來矣。此科學之有裨於進德者七也。

吾述科學助進德業之方如此。讀者將以爲吾愛而不知其惡、肆爲溢美之辭。揣讀者

之意，必曰『科學進德之力大驗未聞，而其敗德之害則所關至鉅。請以生物學言之，自達爾文倡物競天擇之說以來，德士尼敕（Nietzsche）張之，造爲扶強抑弱之說，其崇獎強權，不啻爲虎傅翼。滅絕人道，莫此爲烈。且科學家立說豎義，悉主前定之說（Determinism），意志不得自由。損人類責任之心，使道律失其根據，而放僻邪侈之謂夫有所藉口。由斯以談，科學敗德之罪，過於其進德之功遠矣。今獎飾逾揚若此，是亦不可以已乎。』

應之曰：微論物競天擇，非生物界惟一之公例也。縱使其然，亦非強權者所得援爲口實。蓋人類一方爲自然勢力所驅率，一方復具驅率自然勢力之能，非眞『不識不知，順帝之則』。與草木昆蟲埒也。赫胥黎有言：『治化愈淺，則天行之威愈烈。惟治化進而後，天行之威損。理平之極，治化獨用，而天行無權。當此之時，其宜而存者，不在宜於天行之強大與衆也，德賢仁義，其生最優……排擠蹂躪之私化，而爲立達保持之隱。斯時之存，不僅最宜者已也，凡人力之所能保而存者，將皆爲致所宜而使之各存焉。故天行任物之競，以致其所爲擇，治道則以爭爲逆節，而以平爭濟衆爲極功（見嚴

譯赫氏天演論羣治篇。明此意，則以達說獎強權者可以息喙矣。若夫前定之說，則主張之者何止科學家。孟子謂民『逸居而無教，則近於禽獸』。又云『聖人治天下，使有菽粟如水火，菽粟如水火，而民焉有不仁者乎』。是倫理家之主前定說者也。『禮』曰『悼與耄，雖有罪不加刑焉』。而近世法律亦不罪白癡。是法律家之主前定說者也。夫倫理、法律，以意志自由爲根據者也，而施教法，猶不能不採前定說。其他人事，更無論矣。誠以事理萬端，各有攸當，使科學而不主前定說，則是疾可不藥而癒，饑可不食而療，而一切自然大例永無發見之價值矣。有是理乎。至於以前定說概論一切道德問題，自是濫施是說者之罪，於科學乎何尤。

或者曰：『甚矣子之張科學也。信如子言，則科學之爲物有百利而一害乎。』曰：是何言歟。夫水火至利民用者也，而有時殺人。仁義至美德也，而徐偃王以亡其國。天下事物，在爲之用之，得其道與否耳。科學何獨不然。有因科學而進德者，科學不任受德。有因科學而喪德者，科學亦不任受怨。凡吾所爲覩縷者，不過欲人之利用科學以爲進德之資耳，非謂朝研科學夕成善人也。吾儕生當科學昌明之世，縱其無益於修身，猶

當爲養求真之精神、從事涉獵、矧其有益而交臂失之、殆非智者之願爲。世有深思之君子、當不驚怖吾言以爲猶河漢而無極也。

## 科學與農業

鄒秉文

世界之有農業，實自有生人始，惟科學的農業，則百年內事耳。此新紀元之第一人，當首推黎別希 (Liebig)。氏爲德之化學名家，於一千八百四十年發表其土壤化學研究，證明植物在土中所吸取之養分及以人造肥料補濟地力之方法。繼之而起者，於作物學則有奈爾孫 (Nilson) 費爾摩林 (Vilmorin) 諸子，於園藝學則有培蕾 (Barley) 杯半克 (Barbank) 諸子，於畜牧學則有百克惠路 (Bakewell) 安士比 (Armsby) 諸子，於農具學則有倍爾 (Bell) 賀西 (Hussey) 麥康密克 (McCormick) 諸子，於病虫害學則有悌把利 (De Bary) 科黑 (Koch) 康斯脫克 (Constock) 諸子。凡茲學者，及其他數千百之農學家，皆應用科學以研究解決農業問題者也。顧其結果則何如耶。曰：不外乎農品之日進於優良而產額倍增而已。不觀乎世界之小麥產額乎。二十世紀世界栽麥之地，較之前世紀之增加，不過四分之一，而產額則增至二分之一。又不觀乎科學的農業最發達之美國乎。據其一九一七年之統計，在一八五二年，其輸

出農產品之價值爲美金七千萬餘元，至一九一七年則驟增至美金一萬萬四千餘萬元，較之前者實增兩倍。而究其所以能達此優越之成績者，則皆應用科學於農業之功也。誠哉霍特斯(H. J. Waters) (註一)之言曰：此五十年中之農業進步遠勝於五十年前四十年內之進步。雖然，霍氏之言，固僅對於能應用科學於農業之國而言耳。若吾中國，則今之農猶古之農也。他人食近世科學之賜，農家經濟異常發達。我則祇知拘守成法，農人終歲胼手胝足，而不足供事畜。歐美之農業無論矣，試一比諸東鄰，猶覺瞠乎其後。吾國之絲茶，在數千年前，得非稱雄世界者乎？今則每歲輸出之數，且遠不如日本。(註二)此無他，一以能利用科學而進步，一以故步自封而退化。關心於農業者，亦可以思矣。作者爰就農業以科學而發達之事實，舉其數者以告國人，俾國人

(註一)霍特斯爲美國某農業大學校長(Kansas State Agricultural College)，請參觀其一九一五年所著之“The essentials of agriculture”之第一節新農業。

(註二)中國之絲，在一九一二年其出口總額爲一千九百餘萬磅，日本爲二千三百餘萬磅。至一九一六年，不過四年之間，日本增至二千九百餘萬磅，中國則退至一千五百餘萬磅。

知農業與科學關繫之密切，而能對於科學及科學的農業有所提倡也。

一曰應用科學以改良動植物種類也。動植物之改良，自古農人已行之，惟其方法非科學的，故其收效至為遲緩。自門特爾 (Mendel) 與外斯曼 (Weismann) 等在生物學上發表其動植物遺傳性之研究，而農業上進步之事業乃有一日千里之勢。美國農部專家海斯 (W. M. Hays) 乃謂就美國農業出產而言，若僅就進種方面改良，十年之內可增加產額百分之十，價值約金洋二萬萬元。(註三)斯言非虛誕也。即以美國衣諾奈省之玉蜀黍而言，在一九〇二年前二十年內之產額無所增進。自一九〇二年，其試驗場以五年之時間，用新法選得佳種，每年產額增加，使該省每年多二千萬元金洋之收入。歐洲以甜菜為重要農作物之一，以世界之食糖，一半取之於甜菜根。而世界甜菜出產最多者，為德俄奧三國，占全世界產額四分之一。則甜菜在歐洲之重要可知矣。一八五一年，費爾摩林分析甜菜根之糖液，其所含糖量，平均為百分之八，至高者不過百分之十四。後用新法進種，不數年其平均糖量增至百分之十六，而

(註三)參觀 W. M. Hays, Progress in plant and animal breeding. U. S. D. A. Yearbook (1901.)



其至高之百分數有至二十六者，每年增加收入，不啻數千萬元。其他如奈爾孫之於瑞典穀食類作物，杯半克之於美國園藝作物，均於進種方面建有奇特之功效。每年增加農人收入均以千萬元計。凡此皆以科學改良作物種類之事實也。致若動物方面，其成績亦不遜於植物。美國爲世界畜牧事業最發達之國，今姑就美國之畜牧事業言之。近三十年間（自千八百八十年至千九百十年）以採用新法進種，其事業之進步，誠有足驚人者。就其畜獸之數目而言，三十年間增至兩倍，價值增至五倍。更就其每種之畜獸言之，役用之馬，三十年前最重者爲一千磅，至近今則有重至二千三百磅者。每羊之毛量，在三十年前爲二四磅，至近今則有增至六九磅者。家禽之在三十年前者，每年每鷄生蛋之普通數爲六十個，至近今則一百二十個爲最普通數，而佳者每年生蛋之數且能在三百以上。凡此皆以科學改良畜牧之事實也。

二曰應用科學以防治動植物之虫病也。農業之動植物，莫不各有其病虫，每年世界上所受虫病之損失，亦不啻數百萬萬元。今僅就美國言之，據其農業報告，謂每年農作物以病害所受之損失爲美金五萬萬元（註四）以虫害所受之損失爲美金千萬萬

餘元、<sup>(註五)</sup>而畜獸之死于傳染病者年約金洋二萬萬餘元、<sup>(註六)</sup>其爲害亦可謂烈矣。惟今人對於病虫之觀念、與古人之對於病虫者迥然不同。古人不明生物學、於動植物之被病虫害者、皆諉之神鬼、歸之天命、謂非人力所可挽回。故一遇災害、則束手無策。一八四五年愛爾蘭患馬鈴薯晚疫病、是歲乃大飢、其人民多流離至外乞食者、卽其例之一也。今則不然矣。所有各種之病虫害、均以科學研究證明其致病物及其致病方法、而大多數之病虫害、亦經科學家發明其防治之術、非若前之不可以人力挽回者矣。例如玉蜀黍黑穗病、在一九〇二年之前、美國農民每年損失、約在美金五千萬元至四千萬元之譜、近則以發明病菌生活史及治病方法、每年損失已減至一千萬元、而其農部專家尙謂將來農業推廣事業發達、農夫採用科學方法日多、此病之損失、可使減至零數云。<sup>(註七)</sup>又如棉之枯萎病、爲昔年美國南方植棉區之重要病害、

(註四)見 *E. M. Duggar: Fungous Diseases of Plants* 第八頁。

(註五)見 *G. W. Herrick: Insects of Economic Importance* 第六頁。

(註六)見 *Edward B. Mitchell: Animal Disease and Our Food Supply, U. S. D. A. Yearbook (1915)*。

每年損失約在美金五十萬元至二十五萬元之間，今亦以發明病菌之生活史，改種能禦枯萎病之棉類，現已不復爲患矣。虫病亦然。例如桃之蠕虫病 (Peach Worm) 昔年美國加州 (California) 以此病每年損失約值美金五十萬元，今則亦以發明治病方法，農人不復受其害。至若獸醫之成績，尤著人耳目。畜病之最烈者，莫甚於豬瘟 (Hog Cholera)。就美國而言，昔時每年損失在七千五百萬餘金元，近因發明血清，此病已不足爲害。據美國農部報告，一九一二年某村中有豬二十餘萬頭，其年未用血清，死於豬瘟者共六萬餘頭，約占百分之二十八。一九一五年該村有豬三十餘萬頭，是年均用血清，死者僅六千餘頭，約占百分之一有奇。(註八)以科學上之發明而損失之減少爲一與二十八之比較，科學之爲用，誠大矣哉。

三日應用科學以製造肥料也。土壤中之養分，以栽培作物而日見其缺乏，故施用肥料以補救地方，實爲必須之事。農業發達之國，尤多採用人造肥料。在一九〇九年，人

(註七)見 B. T. Galoway: *Industrial progress in plant work*. U. S. D. A. Yearbook (1902)。

(註八)參攷書與註六同。

造肥料之耗用於美國者，爲一萬萬餘元。肥料中之重要品曰氮、曰鉀、曰磷。磷之大宗來源出自美國之燐石中。氮之肥料，大宗出自南美洲智利之硝石。現在已經掘去者爲四分之一。科學家恐其終有缺乏也，乃以電力取用空中之遊離氮氣以製肥料。現在設廠製造者，歐美已不乏其人。(註九) 將來農業上之氮肥，可無慮或缺。鉀肥出自德國。初，德人於一八四五年在 Magdeburg-Halberstadt 取鹽，發見一種苦味之鹽，初以爲廢物棄之。後經化學家黎別希之試驗，知爲鉀與鎂之化學混合物，乃利用之以製鉀肥。每年出產在五百萬噸之多。近則美人於其沿太平洋各地發見藻類植物，其學名爲 *Nereocystis lichenana* 及 *Macrocystis Pyrifera*，亦含鉀甚多，現方設廠撈取，製成鉀肥。從此鉀肥又得一種之大宗來源矣。(註十) 凡此皆應用科學以解決肥料問題者也。

(註九) 參攷 F. W. Brown: The sources of our nitrogen fertilizers, *T. S. D. A. Yearbook* (1917)。

(註十) 參攷 F. W. Brown: Importance of developing our natural resources of potash, *T. S. D. A. Yearbook* (1916)。

四曰應用科學以改良農具也。世界農具至十九世紀之中部尙多爲用手用之農具，今則下種機器、耕耘機器、收穫機器，無不具備，諸農業之工作，不須手工爲之。至運用農具，最初以人力，繼用牛馬，今則用汽力電力者比比然矣。此五十年內農具上之改良，誠非前此數千年所能望其肩背，而其影響於農業上亦至深且大。據美國農部洪麥士(Holmes)之調查，(註十一) 謂在一八三〇年，每一英斗小麥之出產，須費人工三點零三分鐘，至一八九六年，以有機器之發明，每一英斗小麥之出產，僅須十分鐘。以工價計之，前者所費爲美金一角七分，後者所費則僅美金三分。一八五十年，每一英斗玉蜀黍之出產，須費人工四時半，在一八九四年，僅須四十一分鐘。一八六〇年，每噸牧草之出產，須費三十五小時半之人工，至一八九四年，則十一時半足矣。至今日則僅須一小時半足矣。設就工價計之，則一八九四年每噸牧草須費工價八角三分，今則祇須工價一角六分矣。凡此皆所以示農具改良之影響於農業發達也。

(註十一)參攷 Davidson & Chase: *Farm Machinery and Farm Motors* 第五頁及 *International*

五曰交通之便利有以影響農業之發達也。近者汽船鐵路盛行，世人但知商業賴以發達，不知其影響於農業者尤甚。據安祖羅斯（E. Andrews）之調查，在美國鐵路未盛行之時，由西部趨牛至東部之市場，每七百英里之地，須時一月，而每百頭牛須三人運送，方能盡管理之責。今則每七百英里之地，以鐵路運送，二日足矣。而每次火車可運牛至一百四十餘萬頭，羊九百四十餘萬頭。較之前者之進步，奚啻天淵之別。

（註十二）與輸運農產有關係者，交通便利而外，當爲近世發明之冰藏事業及罐頭事業。此兩種事業，均以化學上微生物學上之發明，而益臻完善。罐頭事業取一地之農產品製爲罐頭，便於攜帶，便於保存。冰藏事業則可儲藏新鮮之農產品，使歷久不變。舟車中均用之以爲轉運新鮮農產品之用。中國之雞蛋可以運至美國市場，中國之肉品可以運至歐洲各地，皆冰藏事業發明之功效也。

綜以上數端觀之，如作物、如園藝、如畜牧，何一非科學上之發明，乃能增加產額。如土

（註十一）參攷 Frank Andrews: Cost and methods of transporting meat animals. *T. S. D. A.*

*Yearbook* (1908)。

壞問題、農具問題、轉運問題、亦何一非科學上之發明、乃得有如許圓滿之解決。故農業非科學莫由振興、實爲人所共曉、而今日之提倡科學的農業、在吾中國尤有不容少緩之勢也。

## 科學與林業

金邦正

今之時代，一科學時代也。不獨凡百學術莫不以科學之精神方法為依歸，即凡百事業亦莫不直接間接受科學學理及方法之支配。其例之彰彰在人耳目者，如物理學發明蒸汽電流之作用，而汽機電力之事業繁興；化學發明物質之分析化合諸方法，而工藝化學之事業紛起；生物學發明細菌血清之作用，而衛生防疫之事業亦月異而歲不同。循至耕稼山林之事，發達本早，傳自先民，初若與科學不相謀者，庸詎知自距今八十年前，黎別希（註一）發明植物營養需要之原素，遂為農林業闢一新境界。且證明耕植之事，不僅為盲然操作，亦復有定理可循。自是而後，發明日衆，而農林遂蔚成專學，且無在不與他科學息息相通。茲篇所欲言者，乃僅就森林利用一端，證明科學與林業之關係。凡所稱述，多引自美國商部調查林業副產物之報告（註二）擷其精華，實我舉例。若夫全豹，有原書在。

註一（註一）Treibig 德國化學家，發明植物營養必不可少之原素有十，即磷、鉀、鈣、鐵、硫、鎂、炭、輕、養、淡，是也。



考木材之利用、在化學未發明以前、僅有三途、一用爲材料以製器物、一用爲薪料以製炭材、一用爲寄主、以培植菌蕈之屬。林業範圍殆如是而已。近世化學分析之術日進、木質之本素既明、研究之方法益精、於是自木材所得之副產物無慮數十、而森林副業之增加亦無慮十數。茲舉三事以見梗概。

一爲木材之汽餾與乾餾也。所謂汽餾、乃取富於松脂之木材、以機器碎爲片塊。納置鐵釜中、通以蒸汽、煮四小時、多量之松節油 (turpentine) 及松油 (pine oil) 即隨蒸汽而出。冷凝分解、遂得松節油與松油。至木材內尙存之松脂、則以石油取出。法以煮過木材、納於容器中、加巴氏比重計五十八度之石油以浸漬之。閉容器、通以蒸汽管、以間接之熱煮之、直達石油將次汽化蒸餾爲度。是時材內松脂已盡消化於石油液中。乃將石油抽出、傾入他容器、仍納煮過之木材如法蒸煮。如是者再、以達石油濃度不能再消化松脂爲度。傾此濃液於蒸餾釜中、先將大部分之石油餾去、再換用小蒸餾

(註1) By-products of the Lumber Industry, Special Agents Series No. 110 Department of Commerce.

釜分餾。初得仍爲石油，次爲松節油，再次爲松油。釜中不能分餾之殘餘即爲松脂。此汽餾之大略也。至乾餾則納木材於鐵釜中，閉絕空氣，不用蒸汽。惟外加火力，使釜內木材逐漸分解。至分解所得之物，則因木材種類之不同及熱度之高下而異。如以針葉材木乾餾，加熱至華氏四百五十度時，取餾得之液體，再加汽餾，即得松節油、松油等物。至加熱在華氏四百五十度以上至八百度時，分解餾過之物爲松根油 (crude taroil) 及重油等 (heavy tars)，皆可以分餾得之。此外尚有木精 (wood alcohol) 阿舍統 (acetone) 醋酸 (acetic acid) 等。惟量少，精製殊不合算，故大率棄而不用。至釜中不可分解之殘餘則爲木炭。又如以闊葉樹材乾餾，令其分解之物質過一冷凝器，而得粗製木精及木醋之混合液。此液中含有松根油等，須先以澄清法去之。其有溶解性之松根油，則須以蒸餾法去之。餾過液體，色半透明，有酸性，中含有木精、醋酸、阿舍統等物。以熟石灰中和此酸性液體，而得醋酸石灰。加以蒸餾，餾過之液體復加分餾，遂得木精。殘餘液體，加以蒸發，即得醋酸石灰之結晶體。由醋酸石灰加以精製，而得醋酸及阿舍統。至木質乾餾之殘餘亦爲木炭。此乾餾兩法之大略也。汽餾乾餾

松材之主要產物爲松節油與松脂。此二者據美國一千九百十四年統計，松節油產額爲兩千七百萬加倫，值美金一千七百六十八萬元。松脂產額爲三百四十萬四千桶，值美金一千八百二十五萬元。至乾餾闊葉木材之主要產物，則爲木精、醋酸石灰及木炭三者。據美國一千九百零九年之調查，木精產出之額值美金一百六十二萬元，醋酸石灰一百九十八萬元，木炭二百三十五萬元。經營乾餾事業之工廠凡八十有九。然則即以木材汽餾與乾餾事業而論，其增加森林副業與副產物已非淺鮮。二爲紙纖維之製法也。木質之大部分爲木纖維，而纖維素實爲造紙之原料。然則由木之製紙，其事本無足異。顧考製紙業之歷史，則原料最初爲棉絨、爲草、爲葛、爲苗竹、爲楮皮，中古歐洲始用襪襪。至用木爲原料，不過近數十年事。蓋有待於機械學與化學之發明也。查紙纖維之製法，有機械製法與化學製法之別。機械製法乃取適宜之木材，用極巨且厚之石磨研碎成糊。磨面頻頻注水，以減磨擦發生之熱。水多則纖維細而且良。研成之纖維糊，洗以淨水，濾以細篩，分別等次，壓乾成片，即可用以造紙。此機械製法也。法甚單簡。惟製成之紙纖維，尙存木中雜質，無法漂白。且造成之紙亦不

易保存。故僅可爲造新聞紙之用。至欲造上等之紙纖維，則有賴於化學製法。其法先將木材以速轉機割成薄片。納木片於容器中，注入化學藥液，以高氣壓之蒸汽煮之，即得純淨之纖維。因所用藥液之不同，遂有種種製法之名稱。普通廣用於造紙業者有三：(一)亞硫酸石灰法。此法分離木質，全賴亞硫酸石灰  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$  之作用。因硫酸有侵蝕性，故容器須用木製，或鐵製而內砌洋灰磚以爲保護者。至蒸煮時所需氣壓有高低之別。通常用七十五磅高氣壓之蒸汽者，祇須用十小時即煮畢。所得纖維易於漂白，堪爲造書籍用紙。至用六十磅低氣壓之間接蒸汽者，則需二十至三十六小時。所得纖維質甚強韌，可爲仿造羊皮之用。蒸煮畢事，洗清過篩，即成造紙原料。

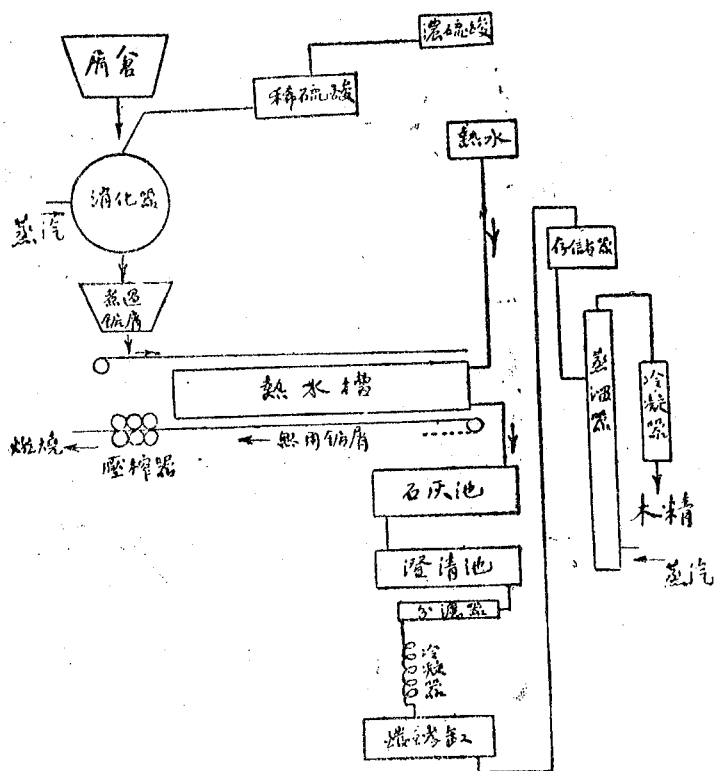
(二)苛性曹達法。即用苛性曹達  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  液體以分離木纖維。煮法大略同前。惟放入蒸汽時，加特別裝置，使蒸汽攪液體巡環浸漬。所需氣壓約在一百五十磅，時間約八小時。煮得纖維，洗以流水，篩過製成紙板。至用過之苛性曹達，已化爲炭酸曹達。宜加生石灰之處理，使恢復爲苛性曹達，以便再用。其化學式如次： $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{NaOH} + \text{CaCO}_3$  以上兩法製成之木纖維，如用漂白粉  $\text{CaCl}_2\text{-OCl}$

漂過，卽上等白紙原料。三、硫酸曹達法。此法發明尙不過二十年。所用藥液爲硫化鈉及苛性曹達之混合液。藥力甚強，遠非亞硫酸石灰及苛性曹達二者可比。故雖極富於脂油之松材，如用此法，亦中造紙之用。其推廣造紙木材之種類及原料良非淺鮮。至此類紙料率供包裹紙之製造。美國以此法造成之包裹紙歲達二十五萬噸。營此業之工廠凡二十六所。誠紙業之一大進步也。查硫酸曹達法所有碎木蒸糞等手續，與前兩法無異。惟用旋轉之容器以助藥力之消化。煮得洗淨，卽成紙料，亦與前無異。其中所難者，乃在硫化鈉與苛性曹達之恢復方法。緣硫化鈉與苛性曹達作用於木材之後，化爲硫酸曹達及鈉與有機體之化合物，爲黑色溶液。恢復方法，須先用火力蒸發液體中大部分之水分，傾入一旋轉鍋爐中加熱，則鈉與有機體之化合物首先解爲炭及碳酸鈉。再導入鍋爐，加大熱，炭奪硫酸化鈉之養素而成燃燒，硫酸化鈉失養素而成硫化鈉。是時熱力約在華氏三千度，硫化鈉及碳酸鈉均鎔爲流體。再導入水槽，使成溶液。加生石灰，則碳酸鈉亦化爲苛性曹達。此恢復硫化鈉及苛性曹達方法之大略也。兩者混合之液作用於松脂之力極強，且能分解材皮，故無需用淨材之

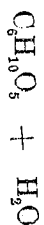
必要。且所分解之脂油，亦易於取出。此又較前兩製法優勝之點也。總上三者，實爲近世化學製造木纖維方法之大要。自利用方面言之，美國木材之用於造紙一途者，歲不下三萬萬立方尺。造紙原料之工廠，凡七百八十七所。森林副業之大觀，殆無逾於此矣。

三爲酒精之製造也。通常酒精之製造爲糖之醱酵，而糖則出於小粉質之變化。近今乃有以鋸屑爲酒精製造之原料者。事方創始，商業上之成敗未可知，而其饒有科學上之興趣則一也。今試說明製造之方法，並附圖以明之。

鋸屑由升降機入倉，倒入消化器中。消化器爲鐵製，內部壁以洋灰磚，以免酸類之侵蝕。消化器受滿木屑，注入稀硫酸。約每屑百斤入稀硫酸半斤至一斤。閉密使消化器緩緩旋轉，並通入蒸汽，以氣壓達一百二十磅熱度。達華氏三百三十度爲度。約一小時，屑內糖分均已漬出。取屑乘熱送至熱水槽內，浸以熱水，俾糖分皆消化於水。其無用之渣滓運至一壓搾器，榨去糖汁水分，送入火倉以充燃料。至槽內之糖汁，則令流集石灰池中，加石灰水，急攪以中和酸性。復令流入澄清池，過分濾器，除去渣滓。挹取



清汁令過冷凝管。然後引入醱酵缸中，加酒精酵母，使自醱酵。俟醱酵完全，以長形蒸餾器舉行蒸餾。所得酒精與尋常酒精無幾微之異，且極純淨焉。以化學之原理言之，纖維素與水化合，即得糖。其化學式如次：



||  $C_6H_{10}O_5$ 。然實際上纖維素不能全部化糖。其原因甚多，如氣壓過高，至今已成之糖重被分解，亦其一也。夫鋸屑爲林業上普通之棄物，而酒精則爲現今工業上醫術上之廣用品。化無用爲大用。微化學之進步，曷克臻此。

以上所述，不過略舉化學與林業關係之一斑。其他單甯製、煤氣工作、木粉可爲炸藥、鋸屑用製蓆酸，皆爲利用化學以推廣林業範圍之明證。雖然，林業與科學之關係，又豈止一化學而已哉。近世凡百科學，莫不互有相發明相輔助之關係。他科學之有待林學爲之證明，與夫林業之受成於他科學，若一一悉數，則更僕難終矣。故茲篇舉例，僅如上而止。



## 科學與工業（註一）

任鴻雋

工業爲科學之產物，此今世常人之觀念也。進言之，常人心目中，幾欲以工業代表科學。吾欲與之奮臂力爭，還科學於學術思想之域，恐亦未易得勝。雖然，此特其第一念有然耳。至其第二念時，懷疑之念又起，而與自己反對。說者曰：『今之學校以實驗科學爲教者，吾不知其何居。計學者自中學以至高等或大學畢業，其致力於科學之時，亦既不少矣。其人必明於幾何代數之理，方圓形體之算。其在物理，必明於動力能量之定律，聲光電磁之原理。其在化學，必明八十餘元素之化合，酸鹼各質之變應，乃至有機物類之夥曠。其在生物，必明於動植之分布，地質之構造，乃至微生物昆蟲之解剖。一物不知，引爲學者之恥。甚哉，今日言學，誠與空言格物而坐俟豁然之一旦者，其難易繁簡，不可同日語矣。凡諸科學，觀之誠亶之矣，而何有一利用厚生之事。化學上能製綠氣與鈉質矣，而取鹽者必穿井鑿山，煑鍊以得之，不特試驗室而後備也。是故學

（註一）見民國四年『科學』第一卷第十期。

問與事業、常不相合。所謂高等教育科學能事者、不過爲飾已炫人之具、而於前用殖貨之事無與焉。吾欲興一業、製一器、吾但就市人而問焉可矣、安用殫精竭慮、馳騫於精微要妙之理論、事倍而功乃半耶。」

上所云云、不敢謂代表一般學者之心理、然略窺科學之門徑而未竟厥源委者、則往往有此疑。今欲明科學之應用、當先言今昔工業之異。昔之所謂工業者、約言之、則如村女之織紉、匠人之斧鑿、與陶冶之範器。其治業也、無過四體手足之勤、其庸勞也、無過十室百夫之衆、其出產足給初民日用之需、其周流唯限於鄉邑隣里之近、是故其事業之嬗衍也、唯是箕裘之遞紹、而無學問思想之事行乎其中。今也不然。機械之用興而分業之效著、一業之傭工、動以千萬計、一工之所產、又十百倍於前焉。瓌貨山積、通市并海、財利之積愈彌、則興業之情愈盛、而工業之進步、乃爲時勢所通移而不容已。此談生計者所以劃歐洲十八世紀學術之發明、爲工業革命時代、而西方百餘年來物質之發達、國富之增進、胥由於此。吾且弗言吾國產業之遲頓不進、其原因安在、吾且與讀者一觀歐洲十八世紀以前工業之狀態、蓋若與我不相逕庭、而百餘年來

彼方進步之速、發達之盛、乃使我望塵莫及、臨巖而返、何也。吾思之、吾重思之。十八世紀以前之西方、與今日之中國、其學術之未及於工業同也、故其沈滯不進之狀亦同。十八世紀以後之西方、與今日之中國、其工業學術之發達異也、故其工業進退之狀亦異。雖然、十八世紀以前之歐洲、科學雖未大昌、而種子則已萌芽於培根之歸納論理與牛頓諸氏之實驗發明。今之中國、既無科學矣、而國人乃未夢及科學與工業之關係。學術之不修、原理之不習、貿貿然號於衆曰、興工業、興工業。無本而求葉茂、見彈而求鴉炙、是不亦太早計矣乎。

是故古今工業之異點安在乎。一言以蔽之曰、古之工業、得於自然與習慣之巧術、今之工業、得於勤學精思之發明。古之工業、難進而易退、今之工業、有進而無退。何則、有學問以爲後盾故也。今欲列舉近世之工業出學問講求之結果者、以實吾言、其事無往不在、悉數之、更僕未可終也。無已、則略舉一二以見例。

今夫近世工業規模之巨與應用之無窮者、孰有如電之一物乎。電有四、一曰化電、二曰熱電、三曰摩擦電、四曰磁電、亦曰感應電。數者見象雖殊、其原理則一、亦法勒第

(Faraday) 所證明者也。今日工業上所用之電力，大都出於磁電，以磁電能生強大之原動力，其力又易傳達轉，迨於各處也。磁電之發見，託始於厄斯台得 (Oersted) 而大明於法勒第。法氏之電學實驗研究，蓋科學上不朽之業也。讀其實驗錄 (*Experimental Research*) 首章有云：

『感應電流之效，既有人知之而言之矣，如電之生磁，(註二)安培耳 (Ampere) 之以銅版接近平螺旋與其復作阿喇戈 (Arago) 之電磁試驗，(註三)皆是也。然此數者，似未足盡感應電之能事。且諸試驗無鐵則不驗，而世間無數物質對於靜電而呈感應者，對於感應之動電而不能不無所動，可斷言也。且無論安培耳之名論適合與否，而自電流所經，輒生磁場之事實觀之，一善導體在此範圍以內，安知不以感應而生電流或與電流同類之力乎。吾以此理想而進為實驗之研究，不獨為阿喇戈之試驗加一說明已也，或於電流上開一新途亦未可知耳。』

(註一) 此似指厄斯台得之發見電流之磁場言。

(註二) 此指阿喇戈之發見以銅版置磁針而旋轉，之則磁針隨之旋動而言。

法氏之大發明，乃在其十日間之電學試驗。彼先以二十尺之銅線十二枚纏於一木

環上，各線之間，皆以線隔絕之。連 1, 3, 5, 7, 9 爲

一組，他爲一組，以 A, B 表之。（如第一圖）今置電

流計 (galvanometer) 於 A 道中而置電池於 B 道

中，迨電流忽通或斷時，電流計即生影響。此互感電

流之發明也。法氏又以銅線纏於紙作空柱上，而貫

鐵條於其中。此銅線中仍置一電流計。次用大磁石

二、兩異極合於一處，他異極則隔離相對，使成一馬蹄磁石形。今若置

此鐵貫銅線環於兩磁石之兩極間，而忽斷其一極，則銅線中之電流

計即生影響。反之，兩極復連亦如之，此磁石生電之發明也。法氏於是

設一器具如第三圖，N 爲大磁石，S 爲軟鐵塊，用以強磁極，且令

磁極得遠近自由。A 爲銅圓板，置 S 之間，有柄能自由旋轉。板心與緣各有導線連

之，中置電流計。今如旋動銅板，則電流即生於導線之中。（註四）法氏所以爲阿喇戈試

圖 一 第

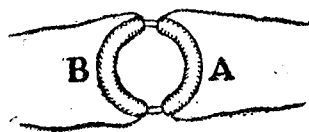
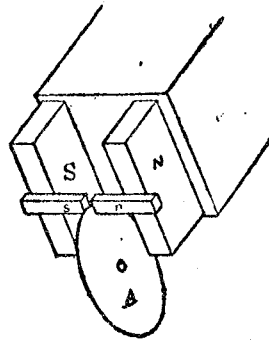


圖 二 第



圖 三 第



驗之說明者，蓋謂置導體於磁場中，而擾動其磁力，即足以生電。此實後世磁場發電之濫觴，而今日電機工業所從出也。

由磁電發生之工業，可略分為兩類。其一，應用發生之電力者。上言由化學、熱力、摩擦而生之電，其量皆甚微，不足以供工業之用，唯磁電之理明，吾人乃有術以變天然或機器之力而為電力，而電力不可勝用矣。其變機力為電力之器，謂之磁場發電機 (dynamo)。機力可以發電，反之即電力亦可動機。其假電力而動之機，謂之電動機 (motor)。二者實一物，其構造皆本於電磁感應之理，其為用有互相依倚之勢。凡今之電車、電扇與其他待電而動之機械，與用電最多之工業如電燈、電話，與漸見流行之電爐，皆由此出者也。吾人欲觀電業之發達，亦但計其發電機與發動機之價值而已。據一九〇〇年全美國所用之發電機，為值一〇〇〇〇〇〇〇〇〇金元，其

(註四) 以上所述，見法勒第之實驗錄第一章 (Experimental Research, Series 1)。

發動機之值爲二四、〇〇〇、〇〇〇〇〇金元、而各電廠之出產、乃至一五〇、〇〇〇、〇〇〇金元、而電車電話電燈各工業尙在計算之外也。其二、不直接應用發生之電、而用感應之機者。如電報之發明、蓋在磁電初見之時（一八二〇年）其所用之電流、亦不爲感應所生。然非藉磁電之理、則其記號機關無由構成、而何以致今日千里晤言之盛。又自蓄電池（storage battery）日精、而電力之用乃益宏、如自動車之用電、其一例也。據一九〇〇年統計、美國電報業之全數、爲二一、〇〇〇、〇〇〇〇〇金元、其資本之投於蓄電器者、亦一一、〇〇〇、〇〇〇〇〇金元。不啻唯是電學上之發明、方興未艾。電畫（electroscopy）之用光以傳畫、光話（photophone）之用光以傳言、皆在萌芽方始之際。而長距離之電話、與直接打字之電報、皆最近商業上之成功。循是以往、科學上之進步無窮、而工業上之進步其又可量耶。

以上取證於物理學者也。今請再取例於化學。近來化學之最盛者、斷推德國。德國化學工業之最聳人耳目者、莫如其人造色料。人類之知染久矣。藍茜之用、遠見於吾國古籍。而歐人之用靛、乃在十六世紀印度之靛傳入埃及以後。蓋先民所用爲染之色

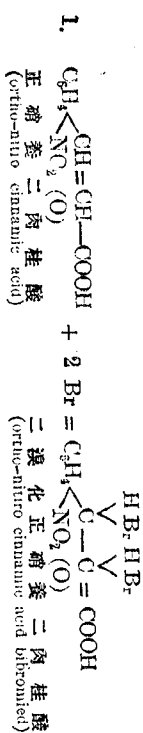
料無過草木之汁漿，即所謂天然色料是也。至一八六九年德人葛雷白 (Graebe) 與里李曼 (Liebermann) 發見由納夫色林 (naphthalene) 以造阿立沙林紅 (alizarin red) 是爲人造植物色料之始。迄今德人由煤膏 (coal-tar) 造成之植物色料，蓋二千五百餘種，爲值一二五、〇〇〇、〇〇〇〇〇〇〇金元。以來因 (Rhine) 河上之一製色廠，而所用化學師至三百人。德國全國煤炭所得煤膏百分之八十五，皆利用爲製造色料之原料，則其工業之盛可想見也。

人造色料中之最重者厥爲人造靛。未有人造靛以前，世人所用之靛，皆取之於藍艸。其草產印度者，英名 Indigofera sumatrana 產非洲西岸者，英名 Lonchocarpus gyanescens 產中國者，英名 Polygonum tinctorium 要皆屬於藍草科 (Indigofera)。其取靛之法，則取藍葉漬於水中，藍中所含糖質 (glucosides) 與靛質 (indican) 即溶入水，以微菌及空氣中養氣之作用，乃養化而成靛精 (indigotin) 又名靛藍 (indigo-blue)。此時水作深藍色，更俟之藍質即沈澱而出。取壓而乾之，即市中所售之靛也。天然靛之造法，如上所述，固覺單簡易能，其爲古人所偶然發見無怪也。獨至以人力



造成此醜，則所需學力智術甚巨，而令此發明足供工商業上之應用，其事尤非易易。蓋綜而言之，其相待爲用者約有三事：(一)須先明物質之構造，(二)須求構成此同樣物質之法，(三)所用於構造之原料必須價廉易購而製造之費亦不過昂，兼此三者而成功乃可冀。吾人皆知人造靛之法，發明於貝野耳 (Caeyer) 而大成於郝以曼 (Heumann)。而不知貝野耳之從事靛之研究也，蓋十有五年，而後其人造靛之法乃出，又五年，而郝以曼之法乃能蔚然成一工業。此二十年中所消耗學者之腦力幾許，無論矣。某公司以此而耗費之資本，亦不下四百萬金。天下事豈有無勞之獲哉。

今當略及人造靛之化學，以見此業之非甚容易。貝野耳一八八〇年之法，在以葡萄糖還元正硝養二盤基三炭欠四輕酸，此物又得於正硝養二肉桂酸。其化學變化如下：









## 天然靛

## 人造靛

一九〇一年	七八八、八二〇鎊	
一九〇四年	三一六、〇七〇鎊	八三、三九七鎊
一九〇六年	一一一、四五五鎊	一四七、三三五鎊
一九〇八年	一三六、八八二鎊	一三四、〇五二鎊

世界用靛之全額、約值二〇、〇〇〇、〇〇〇鎊、而一九一二年德國之商業報告、其人造靛之輸出額、爲值一〇、七六九、九〇〇鎊、是已占世界全額之大半矣。去年開戰以來、英美染業家之最感痛苦者、莫如人造色料之斷絕一事。英政府至特立豫算、投資五百萬鎊、以謀國內人造色料工業之發達、而我國業靛者亦擬乘機以恢復我天然靛之地位（見四月上海時報）。則德人化學工業影響之巨、於此可見矣。

十八世紀生計學始祖亞丹斯密司 (Adam Smith) 創「勞力即富」之說 (‘Labor is wealth’)、至今言生計者未之能易。所謂勞力者、固不徒指手足之勤而言、彼殫精竭思以治自然物理之學而發明前人未闢之秘、以成開物成務之功者、乃真能勞者矣。

以勞爲之種、而福世利人之穫隨之而至、如響之不爽於聲、影之無逃於形。今之人心之未溶也、而唯溶物之求、智之未廣也、而唯廣業之務。不種而思穫、未施而望報、其反乎生計學上富之原理也甚矣、容有冀乎。

吾作此篇、將以明近代國富之增進、由其工業之發達、而其工業之起原、無不出於學問、因以見學校中科學教育之不容已。至於社會政治之組織、國民生計之情狀、無不於工業有直接關係、然當從他方面觀之、故其言如上而止。

（附記）此篇所用有機化學名詞既無舊書以供參攷、又非融會貫通而後出之、恐不免有抵牾之處、容他日訂正。

## 科學與商業（註一）

楊 銓

吾嘗以爲世之執業勤儉而不獲報於社會者，其唯商乎。操奇計贏，斟酌盈絀，初無不義之爲。而世見其織得衣，不耕得食，遂詬病之，目爲賤行。雖計學名家如亞丹斯密司（Adam Smith）之流，且墮陋習，重農黜商（註二）紛紛者，何足責耶。然英自十八世紀，竟以商戰雄飛世界，斯密司之言卒不中。吾國古未嘗賤商。周書：『農不出則乏其食，工不出則乏其事，商不出則三寶絕，虞不出則財匱少。』其等視諸業分工互賴之旨，溢於言外。管仲治齊，司馬遷作貨殖列傳，皆能明商之功用者。自漢高而後，商始日賤。重稅苛法，不得入仕，蓋不與齊民伍矣。夫商以通貨均富，其職在社會與農工同其重要，而術之難或且過之。白圭曰：『吾治生產，猶伊尹、呂尚之謀，孫吳用兵，商鞅行法，是也。』是故其智不足與權變，勇不足以決斷，仁不能以取予，彊不能有所守，雖欲學吾術，終

（註一）見民國五年『科學』第二卷第四期。

（註二）見斯氏著原富論租篇。

不告之矣。』其言誠是，然吾不欲執此而謂商遂優於他業也。業有專學，人殊稟賦，斯密司言分工之利不及天資，其不能等視諸業者，其以此乎。

此篇之作，非欲爲商人吐其抑鬱不平之氣也。十九世紀以還，科學既一日千里，商業亦睥睨一世。自淺見者觀之，二者分道而馳，若不相屬。實則科學與商業相提並進，乃有今日。取二者之歷史讀之，其間之蛛絲馬跡固彰彰可尋也。吾將先述二者已往之關係，次言二者近世之趨勢。以蠡測海，所得幾何，讀者或因是而進窺其餘，斯則作者所忻願焉。

科學何自而始乎。始於人欲。生民之初見，不越飲食男女有所作，自爲也，故人私其私。文化進而有羣，羣之利則謂爲公，然從他羣觀之，不過結體之私耳。故曰：『天下熙熙，皆爲利來，天下攘攘，皆爲利往。』利者，一切人爲之主動力也。有所欲，不惜以勞苦易之，以有利於己耳。人不能兼技，地不能百產，於是而有分工。計數之學由此始焉。既分工，則不能無交易，於是而有商。商之鶴在因時，地之宜均其貨產。以布易粟，人欲得當其酬，而度量以起。度量者，一切科學之基也。美科學家貝爾曰：『能量一種現象，則一



種科學之基礎以立，實則科學不能離度量而獨立。』(註三) 允哉言乎。有度量則知用數。中國上古結繩記事，秘魯 (Peru) 人以彩索記貿易出入，黃代金、白代銀、青代粟，一結爲十，兩結爲二十，兩連結爲一百，餘仿此。英催租吏當紙筆未發明以前，用長竿插地記租稅收入，他如身毒、埃及諸先民莫不自有記數之術。近世數學實由是萌孽焉。

(註四) 其後中國之算盤，巴斯卡爾 (Blaise Pascal, 1623-1662) 拔培遲 (Charles Babbage, 1791-1871) 諸人之算機，亦皆以商業日繁乃有省時便用之製。幾何學始於埃及，其用則以量地。(註五) 西國首用羅盤針者爲地中海之商船。(註六) 後世航海造船諸學之精進，列國通商與有力焉。更言地理學，好望角之得聞於世 (1487)，歐洲通身毒海道之發見 (1498)，成於葡萄牙人，其志在通商也。哥倫布信地圓之說，欲由歐洲西駛達

(註三) 見『科學』第一卷第五期四九六頁。

(註四) 見 Science History of the Universe 第 VIII 卷洛克 (L. L. Locke) 著算學史 116 頁。

(註五) 見洛克算學史 109 頁。

(註六) 參觀允伊 (Clive Day) 商業史 (History of Commerce) 七三頁。

亞洲之東岸、開歐亞通商之捷徑、不意而得新大陸、爲世界闢一金窟、地理學亦爲之別開生面。凡此皆就科學之去商業疎遠者述之。若農工諸學與商業有直接之關係者不遑論也。

凡事皆有精神與物質之激勵。與儻賤役畢生操作、勞苦不悔者、欲得養生之具而已。然人之欲望、不囿於飲食居處、故顏子有陋巷之樂、蘇格拉底不以死生而易真理、是皆偏重精神者也。就極端言之、則商業之的在物質、科學之的在精神。然尋常事業往往介於兩者之間、求其純爲物質或精神者鮮矣。發明家與學校教師其最著者。當發明家之殫精竭思以成一物、其心目中未嘗有金錢也、然其計畫預算必求至廉、以圖商業之勝利。無他、商業之效微、則其所成之裨益人類亦不廣。發明電燈、不自愛迭生始、然世多歸功愛氏者、以其能普及耳。故發明家之精神、在增進人類物質之幸福。人徒見發明家得物質之報、遂以賈利鄙之、誤矣。學校教師、在恆人必以純粹之精神職業視之。然以知識而易束修、以束修而易衣食、溯其原委、仍不能外物質而獨存。夫物質既爲人類養生送死之具、則凡樞頂方趾者無得脫棄、不以其人在社會之地位而

異也。以物質精神強定業之高下者，是皆心有所蔽者耳。

今日商業食科學之賜衆矣，雖有巧歷，不能盡數。就其大者言之，有輪船、汽車、山海失其險阻，有電報、電話，千里如處一室。世界商業，蓋如人之筋脈，息息相通。昔之商務限於一國，今則橫五洲，無在非交易之市。科學不僅與商業以交通之利器，更與以交易之物。今之商品，不恃天然產物而重製造品，故必工業發達之國，而後商業可操必勝之券。<sup>註七</sup>然工業之發達，全恃科學，故三者具，始可稱霸商業。英、美、德之先例可證也。最近德人之染料業進步史<sup>註八</sup>，尤足爲法。其先世界多恃身毒之天然鹼爲供給，德人思攬其利，窮七年之力，費金五〇〇〇〇〇元，卒得新法，成專廠，貨出而身毒鹼業爲之不振。一九一三年德之出口鹼值金一三〇〇〇〇〇元，雖產鹼之英亦購入值四〇〇〇〇〇〇金元之鹼焉。德之所以能期必勝者，固不僅恃工業學術也，其經商之法，亦有足多焉。商廠重科學探討，大學學生習化學，有心得者，廠輒不惜重資聘

（註七）猶太人雖能專恃商業致富，然操術卑詐，非正軌也。

（註八）見美國商報（Analyst）第六卷一五四號七—六頁。

之。任其研究何物、凡實驗室中用具固不備、冀其他日或將爲有益工業之發明也。廠之管理法至精。一物之成、凡與有力者各得相當之報、雖販售之人與勞動者無向隅之憾、故人人樂爲用。其成功之大因、尤在擇貨之得當、代賣之得人。供必應求、然後其銷也速。德之代賣使者遍世界、皆爲青年學生、不時以其所居國人之嗜好需求報告本廠、故德人之商業根諸事實、不昧然從事也。莫里尼 (M. Molinie) 謂法人製貨求市、德人應市製貨、德法商業之巧拙蓋由是判矣。

二十世紀之商人所以能操縱一世富甲王侯者、其學識手腕有以使之然也。歐美大商店之供應對者多爲大學之畢業生、其他司事者亦莫非專家。一舉一動必先有詳細之調查、深透之討論、然後行、故所爲鮮失敗。不特大商業行事如此、小商店亦然。某教授爲余言美國業雜貨者、其擇地也先期至欲居之街隙地、靜坐終日、計其往來之人數、如是者數日、又之他地、然後取所得之結果比較而定設市之地點。其謹慎將事、雖使科學家爲之不能過也。自近世實驗心理學出、商人即取而用之於廣告、於貿易、於擇人、其成效之著有出乎意料之外者。今諸學方日進不已、他日或化商業爲應用

心理學未可知也。

中國之商業尙在幼稚時代、數米而炊、量地而進、見不越鐮、謀不外明、昨其遇西人一敗塗地宜也。今人欲致富者不經商而入仕、則商之爲商可知。雖然、吾人之商才素有聲譽於世、其不適於今日無學爲之輔耳。度量無定、市價各異、明明曰不二價、而買賣爭持動輒數十分鐘、乃至數小時、其不堅信用多類此。小節不修、與言經商之大道有不怖爲河漢者耶。夫商、非今日強者所恃以亡人國之利器乎。身毒已矣、無數無形之身毒方踵相接也。吾願愛國之商人、矍然興起、進求科學之方法、師德人之成效、以與世界抗衡、則中國其猶有艾乎。

發明家之獎報(註一)

楊銓譯述

世間最光榮者莫若青年而有無限之前途。爲科學專門學校如馬金黎手藝學校者之卒業生，其未來尤光耀可期。方吾少時，高深學校如高等學堂、大學校之類，多重拉丁希臘文字而忽科學，其所成者文學家而非科學家。戰爭興，一變之。此後科學之士所佔地位必能轢古空前。夫知識、勢力也。吾人今始覺察國之培養科學者，強武所極，他國至不得不襲其陳軌以圖自衛。故未來之科學家專門家，任居何國，必處卓榮之位置，此穩健之論也。君等之前途有依矣。

由燭至電。青年可榮，吾既言之矣。然人當暮年，迴顧其一生中世界之進步，其榮幸

(註一)見民國六年『科學』第三卷第九期及第十期。原文爲貝爾博士(Dr. Alexander G. Bell)在美

國華盛頓馬金黎手藝學校(McKinley Manual Training School)卒業班演說辭。時本年二

月一日也。文見美國國家地理雜誌(*the National Geographic Magazine*)貝氏爲電話發明家，

今日科學界泰斗也。

豈稍減哉。吾非以老自詡也。偶憶一老婦現寓鄱爾的莫 (Baltimore) 生百有七年矣。今已入其第一百零八年。腦力未衰、心明而捷。此婦以一身記憶、可回溯世界百年之進步。婦產于英、甚少便來美洲。其家來此之故尤足聞。父爲倫敦一批發製燭者、煤氣興毀其業。

煤氣燈今又爲電燈代。此室中固不乏曾見第一次電燈者。吾不甚老、然猶能憶世無電話之日、亦憶自動車未見之時。馬以千萬計、華盛頓當盛暑時、臭同馬廄、蒼蠅不可勝數、死亡率亦高。

天下事之有趣益者、宜莫若回顧已往之變遷、溯由古及今之進化。推引此進步之線而入未來、則約略可前知、可見一己立功之域。夫由燭而油燈、而煤氣燈、由煤氣而電、此一進步線也。他進步線之歸宿于電者亦衆。光與熱皆以電生、傳達思想則用電報、電話、藉電復得原動力。實則吾人已入電時代、此後電機工程師將得大用、又無可疑也。君輩中專電科者、不患無用武之地。

由木馬而至兩輪自動車。由馬車而至四輪自動車、此又一進步線也。與此同途、則

有足踏車之歷史。最先有所謂法蘭西木馬者，實爲一切足踏車與兩輪自動車之始祖。人騎木馬上，兩足及地，藉步履推機輪使動。未幾而舊式之『撼骨車』(Bone-raker)亦曰 Bone-shaker，出車之前輪軸上附兩踏板，而人足加其上爲動。此車廢，有兩輪車前輪極大高逾六英尺而後輪極小者代之，狀至閒雅，乘者似甚便，絕無吾人今日習見之粗態。乘者危坐車上，時或稍向後倚以防前墜，故常呈端嚴之色。繼以從後傾墜不似向前顛覆危險，遂移小輪於前大輪于後。從後墜足先着地，視向前顛以首先落者爲安多矣。未幾而有『平安足踏車』形同『木馬』而不『撼骨』，以有橡皮輪周也。動車之力藉齒輪作用由足達輪，今日兩輪車之形無以異于是也。所異者用力不足而以氣油發動機耳。疾馳官道速于鐵軌汽車，而乘者無舉動之勞。以吾度之，今日競車最高速率當在每小時一三七英里。

發明家之時機。吾人無在不見以機械與非生物的動力代人力畜力，少年穎慧之機械工程師前途豈有涯涘。雖然，機械必需之燃料價日增，此前進之一障礙也。煤與油用日廣，而量有限。吾人能取煤于礦，不能復還之，能吸油出地，不能復滿之。揮資本



以供費用、吾人非燃料之敗子耶。世界油與煤之銷耗量絕大、今已去藏盡供絀不遠矣。一旦油與煤告盡、吾人將何爲。拾有限之水力與尙未知用之潮力浪力及從日光取力而外、所餘者微矣。雖有木在、然樹木至少非二十五年不成。

火酒之用途。雖然、尙有一供給燃料之源或足解此未來之難題。火酒實美潔精效之燃料。若不爲飲料、其製造極廉、但不能消化甚或含毒耳。例如木火酒燃料也、可由木廠廢棄之木屑製成、玉蜀黍梗亦能製火酒、實則凡植物之能起發酵作用者皆可用、雖五穀水艸可也。吾人田舍之廢料與城市之棄物、無不可供此用。果能隨量製造火酒、則無憂燃料缺乏矣。世之仰賴火酒或將與時俱進、工師能變通機械以用火酒者、造福宏矣。

科學進化、不盡積漸變而成、亦有驟變而隨以騰躍直前之知識進步與夢寐不及之新良藝術者。方馬克斯威爾 (C. Maxwell) 輩創光電同爲以太或空間光介之波動、所異僅在波動週率之學說、世界固不期有海耳次 (Hertz) 之實驗也、而海氏實量放電之浪長以證前說之真、尤不期有海耳次浪能透磚牆諸暗體如光過玻璃之發

見也。後來不少驚天動地之發見與其利世之應用，實基于此少數之實驗。目見心擊。肌肉對倫得根光綫而透明，第一次生人手骨之X光線照像出，舉世歎異。今日內外科醫士多用X光燈以觀入肉之炮彈諸物，又造具察心之擊跳與內部之動作，病者無所苦也。

今日無線電報術，亦海耳次浪之產兒也。吾輩中當不少能憶第一次救命信號由被難舟送出，瞬息之間已得遠處裝置馬柯尼器械諸舟之響應。移時羣舟蜂集難境，乘客水手咸慶生還。夫無線電之發達至速。雖明後日將有何種可驚異之發見與應用，無有能預言者。此中不少君等立功之域，欲建奇勳，莫是過矣。

無線電話。無線電之交通，已由發播器與接收器而得。惟接收器僅能調和使專應一種週率之電波，故其感應僅限於一定浪長之電激。今則用此原理以節制遠處之機械，進退左右大海中無人之舟楫者有之矣。其前途蓋無涯涘。此後凡手能節制之機械，當皆可於遠處用無線電爲之。

最近無線電又產一種新藝術，而無線電話由此發明。未久有人在阜金尼省阿陵頓

(Arlington, Va.) 城之無線電站與法國巴黎愛飛爾塔 (Eiffel Tower) 人以語言接談。不僅此也，有人在檀香山 (Honolulu) 竟竊聽之。由檀香山至法之愛飛爾塔爲程至少當在八千英里，約繞地球三分之一。夫不藉電線而能以電話與世界隨處之人交談，今日所成，其徵兆也。

婦人推翻成理。科學之有猝變既如上述矣。然猝變之最大者，莫過爲二十世紀開幕之發見。此發見竟成于一婦人之手，吾青年之卒業女生可以興矣。吾所指者，巴黎居利夫人 (Madame Curie) 之鐳之發見也。

鐳既出，最堅固之質力學理皆爲推翻，一部化學書須重作，吾人對於物資結構之觀念煥然全易。此物發射光熱與電無一息停，而竟不見來源，處暗則放光，居冷室其溫度常視他物爲高，不具電機而放。射倫得根光綫據最近發見，由以物射出之 X 光綫蓋有多種，今已知者爲「阿爾法」(Alpha)、「培塔」(Beta)、「伽麻」(Gamma) 三種，其性質各異。

以鐳之所爲而觀，頗似原子，然經時既久，鐳又裂爲他種原子，其性質與鐳迥異，鏷其

裂後所成原子之一也、數變而後鏗復化爲鉛。古人深信金類變化之說、因思得鍊銅鐵成金之術、終于無成。今以鑷論金類變化之說未爲無根。吾人所謂原子經天演之作用、固可由迥不相同之原子裂出也。此種研究之前途如何、尙不可知、鑷之爲物仍爲二十世紀之怪物也。

渴死于大霧之中。待研究之問題無窮、不能盡以語君等也、然當以吾所研究之少數問題爲君等言之、或爲君等所樂聞歟。吾愛華盛頓城、君輩所知也、然當夏日、吾則去之向北極行、惟恐不遠。吾有夏屋在新蘇格蘭 (Nova Scotia) 之不列顛角島 (Cape Breton Island)、於此而得新鮮涼爽之微風、爾時君輩方在華盛頓之蒸釜中受苦也。此島居民多漁人、家于紐芬蘭 (Newfoundland) 之兩岸、有傭于吾屋者、其兩叔皆爲岸畔之漁人。一日兩人離大舟駕扁艇理網、旣行而霧起、遂迷歸路。扁艇飄流于大洋者數日、及爲人得、則兩尸在焉、漁人蓋以暴露乾渴死矣。

在紐芬蘭岸測、漁人因迷霧不得歸舟、恆有事也。每年常于海面拾得扁艇、艇中人往往苦渴欲死、非無水也、處處是水、而無一滴可飲。夫人而至于渴死水中、非吾人之智

力有未至耶。海中有鹽水，若能取鹽出水，則可飲矣。此一研究之題也。

凝壓呼吸中之水氣。不僅鹽水，尚有阻君歸路之霧。霧者，新水之作雲狀者耳。若能壓霧成水，則可飲矣。此又一研究之題也。雖然，尚有一法在。吾人呼吸中皆有水氣，何不凝壓呼吸而飲之。此易爲也，但向空杯呼吸，濕氣卽凝壓杯內矣。若連爲之數分鐘，則杯底皆水。

吾嘗以桶滿貯海中鹽水，置之艇底，介吾兩膝之間。復以一約如麥酒瓶大小之空瓶，置之水中，瓶浮於水面，瓶頂倚桶邊。然後取長約一米之玻璃管，以一端置瓶中，一端置吾口，吾乃含管安坐椅上，以鼻吸氣，以口從管中出之。此法毫無所苦，吾乃能同時觀書。如是者約兩小時，瓶中積水居然足供小飲。吾輩此時或嫌其少，然使海中苦渴者見之，且珍同玉液矣。吾親嘗此水，極新鮮，惟味則不甚佳，實則從吾呼吸中出故帶煙味，此不可諱者也。然乾渴欲死者，何暇擇味耶。

吾又嘗試，由霧中凝壓飲水。用一大鹽瓜瓿，以兩玻璃管由木塞通入瓿中，浸瓿于渡頭水中，使而兩管突出水面，然後用法迫霧入一管，而以他管爲出氣之所。法于渡

頭置一風箱、繫螺狀彈簧於其兩柄之間。浮大木于近處水面、而以繩連大木與風箱之上柄、木隨浪左右上下、風箱亦隨之而動。風箱之管口實與水底空罐之管相通、故風箱一動、霧遂被迫入甕矣。如是吸霧者終夜、至次日不輟。蓋是夜有賓客過吾居、吾意此時當客啓甕興味必不淺。屆時珍重移甕至近處貨棧、既啓則滿貯清麗之水。有英國水軍官在座、願先嘗此由霧凝壓之水。方此君張口滿飲、餘人圍繞甕側大呼曰、淡耶鹽耶。

水軍官不能答、但能作色。疾趨至窗、吐水惟恐不速。大聲曰、「鹽」。雖然、此次失敗、非方法謬誤也、不過謂他時再試驗宜用一緊合不漏之木塞耳。吾所用者有一洞、事後乃知之。

有一無意而爲之霧水試驗亦見于此島。一人失足落水、既被救、衣盡爲海水所濕。時寒風甚厲、此人因藏身於艇中之油帳小艙。甫坐未久而蒸汽起矣。其身之熱蒸衣間海水漸成汽雲、復爲冷油布凝壓成水、沿壁流下。此新鮮水也。果以器盛之、可供一飲。不羨海而得鮮水。大洋之舟所用飲水、皆由海水凝壓而得。吾人每以爲欲得鮮水

必先煮海水，然後以水或他種冷物凝壓之，實則不必如是也。試思地球之鮮水皆得自海，然未聞煮海也。海無論何處，無間冷熱，皆出水氣，雖冰雪且化氣矣。誠然，海水愈熱，則所出水氣之量愈多，然水氣固無在不有也。凝壓之要點，乃在以風之作用移載此水氣至冷處凝壓而成雲雨耳。發生水氣之熱不必多，而影響凝壓之冷亦不必甚。他日或由此想而成一由海製造鮮水之省費方法，未可知也。所需者，一空氣流由鹽水面以移所出之水氣，然後通此不散之流入一儲冷所，則水自凝成矣。

藏溫之水池。果能不生火取熱，燃料當可大省。吾人于生熟一道耗費之多幾出意料之外，既得熱尤難使留。煙突所失之熱量必較能利用者為多，此無可疑也。方吾人烹調煮水之際，復任熱由幅射而散，故不久即冷。

吾嘗試驗由幅射散失之熱能否用絕熱體留之，其結果殊可驚嘆。製一大鋅池可貯多量之水，藏此池于一大箱。箱與池之間約空三四英寸，實以羊毛。池中溫水積久不散，竟如藏溫瓶。

然後更試利用一學生所用燈散出之熱。以兩連管由隔絕之池通出，置之燈罩上，水

可由管中流通。水爲燈熱，流入池中，池水之溫度由是增。第二次燈燃時，池中之水尚有餘溫，前次所得之熱尙未全失也。第二次燈滅時，池中溫度視第一次滅燈時爲高。如是者數日，熱愈聚愈多，竟至灼手。乃更試此熱能留至何時。池中溫度不時觀察，距滅燈後約一星期有餘，水之溫尙可供浴。

利用竈穴廢熱。自此後，此隔絕之水池遂移至吾新蘇格蘭居屋之小閣中。吾有癖好，于夜間作事，然後于晨二時用熱水浴。不幸屋中生熱器具，此時皆冷，可得于廚中沸釜者冷水耳。吾因用鐵管連竈穴與隔絕之水池，冀可利用生火時由穴中散失之熱。今已用之一年矣，無間晝夜，皆可得溫浴。吾僅用一直管，故僅能利用一小部分之廢熱。若以管圈繞穴，或用特製之器，其收效必更宏也。吾以爲人家所用熱水與禦寒之熱，皆可由燈灶之廢熱得之，不須多廢燃料。

水僅能熱至沸點，此誠一限制。然液體之能大熱而不沸者多矣。嘗取一杯橄欖油，以細鐵線連否爾塔電池熱之。油中更置一盛水之小管，未久水沸，油仍澄靜。故若用油代水，則得一貯熱之源，可供一切烹飪，甚至可生汽力以動機械。



華盛頓夏日廢熱之多不可勝量。蓋日光之熱最強也。吾人之屋頂捨禦雨外亦無他用。合全城之屋頂面積廣矣。若以屋頂利用日光，但以貯油之管置之屋頂，不久即爲日光所熱，再移油至隔絕之池而藏之，則不特可用屋上之熱，且可藉此使屋宇清涼。屋不能涼之理由。某年夏吾以事羈華都，意不欲也。長日每念人智可以溫屋于冬而不能涼屋于夏，其故誠不可解。至北極寒地者暖屋而居安然無恙，而至熱帶者往往不免死亡。印度白人生子女，必歸養于英，乃能生長。推其故皆熱使之也。吾願君等注意涼屋問題，不特爲箇人之安樂計，公衆之衛生繫之。

吾人屋宇建築有一大缺點，屋不能大涼者皆由此故。君等當憶冷空氣重於熱空氣。若載一桶冷空氣行于夏日，涓滴不致外洩，然使桶底有隙，則冷空氣盡流出矣。試觀熱帶屋宇無不於第一層屋開門。雖以冷空氣之奈雅格喇（*Nargah*）瀑布向此屋直傾，亦不能停留五分鐘，門窗縫隙皆其出路也。若欲尋洩漏之處，但貯水于屋，漏水之處皆是。

吾因思以冷空氣桶之原理施于吾華都居室中之一，庶幾夏日得一退避之所。據理

似宜盡閉近室底之空隙，使冷空氣不得出，盡啓室頂諸窗，使熱空氣由此出。

吾之實驗。在吾屋底適有一游泳池。因念此池既能盛水，必亦能盛冷空氣，乃去水以研究之。池似潮潤，池牆頗覺黏濕。吾思水氣之凝必由池牆冷于入池之空氣，水氣不於較熱之處凝結也。故吾若以空氣之較吾所欲用尤冷者入池，則此氣當在池中增熱加燥，不特不凝水氣于牆，且將吸收水氣。

乃取一造冷器，中貯大塊冰，上覆以鹽。置此器於一較池稍高之室，冷空氣由石綿 (asbestos) 管入池。初覺池牆漸燥，繼覺冷空氣層漸高，卒乃滅吾頂。池既滿，吾乃浸處冷空氣中，涼爽之極，幾不信華盛頓人方浴汗于外也。試用梯於池中由上爬，頭甫出池面，即吸入霉濕之熱氣，急退縮池中，復吾涼爽。

此實驗後，更于吾屋中爲一實驗。置造冷器于屋頂小室，而以隔熱紙管引冷空氣降至屋中一室。室門緊閉，室頂之窗大開。此室之溫度極爽，適約六十五度（華氏表）耳。當是時，報紙方載白宮新設冰廠，以外間溫度已達百度而總統得享八十度爲賀。此時吾屋中之溫度乃不過六十五度（最適之溫度），且常覺空氣之鮮爽。雖使吾屋之

溫度以溫度計量與他屋同，吾室亦覺較他室涼。其故則由吾室空氣較燥，易出汗涼肌膚也。

巴黎出售冷空氣。法國巴黎有一造冷廠，爲偪壓空氣社 (Société de l'Air Comprime) 所設。巴黎諸餐館皆有冷室，以藏易腐敗之食物，其致冷無不藉此廠之偪壓空氣。廠用大管埋于巴黎街底，而以支管通各餐館。總站用汽機汲空氣入管，管中氣壓約視尋常大地氣壓高四五倍。百數千米之管縱橫于巴黎街底，實一大偪壓空氣貯藏所也。

餐館冷室中但啓管塞，偪壓空氣即流入。有量氣計以量流入之空氣，按量付值。

偪壓空氣因發漲而生大冷。若漲時使空氣工作，則冷效可大增，故餐館中之自動盤 (英名唾待者 (tumb waiter)) 升降機、縫衣機等，多藉偪壓空氣機爲動，以省費用。

吾以爲此法若張大之，可爲全城生涼之計劃。但於室中啓管塞，即得鮮空氣。若謹閉室底，大敞室頂，則雖盛暑，室常清涼。

郵票運人。演說未終之前，吾尙有一事欲言。今日文明之大惡在居民多羣聚大城，

而未來大題之一則在求均播居民于各地之法。

民之羣聚一隅、實由遷運爲難。行遠者費必視行近者爲多、此事理所必然也。然送信至遠處亦視近處爲費、而在美國境內兩分郵票隨處可往、有時且可行之境外。書信之至近處者常多于至遠處者、故近處郵費若較實費稍高、已足償遠處郵費之不足矣。吾欲語君等何不以郵票原理行之轉運人貨、棄與行程成比之率、而用平均率乎。今日城鎮已多用此原理。大城之中車費不以道里計、有五分錢（美金）城中隨處可至。以是故、貧者多棄租屋移居鄉野、子孫不乏擴張之餘地。社會中無級不有避囂就靜者、君不見大城邊鄉新屋日興乎。

平均轉運率之利益、實與所行之程爲幾何的比率、而可行直徑之多尤不可計。用一種平均率票通行美國全國、或非易事、然以此理施之小州、當不甚難。例如羅突島（R. I.）州之民、但付小費、州界之內隨處可行矣。車費宜極少、此實無可疑議。欲達此

鵠、第一當行平均率原理、第二當力減轉運之實費。航空代路。轉運費之大項不在車與汽機、而在其所行之路。路之消費實隨行程而

增。例如鐵道以數兆之金元築軌道，自動車無良路則爲用極微。水運所以省于鐵道轉運者，其大因則由水中不必爲舟築軌也。

吾之結論，則後來陸路問題之解決，或將以航空之發達卜之。製造載客之大飛機爲費雖不資，然不必更造道路也。

## 科學家人數與一國文化之關係 (註一)

任鴻雋

邇日美國通俗科學雜誌載有世界科學家之分配一文，頗足興人觀感。其言曰：『各國對於科學進步盡力之多寡，可自其所產科學家人數之多寡判斷之。據最近「科學人物志」(Who's Who in Science)之調查，美國科學家之數為千六百七十八人，而英國科學家之數則為千四百七十二人。由此數觀之，美較英為盛矣。此科學人物志為專記英美兩國科學人物之作，故不及歐洲大陸各國。然使吾人取各國科學家之數計之，知無出美國右者。茲舉各國所有科學家之數如下：』

德意志

一、二八〇人

法蘭西

四二三人

奧大利匈牙利

一三六人

義大利

二一五人

(註一)見民國四年『科學』第一卷第五期。

瑞士	二二四人
荷蘭	一五五人
瑞典	一〇九人
俄羅斯	九七人
丹麥	九四人
比利時	九〇人
諾威	八八人
葡萄牙	四九人
西班牙	四一人

『觀上表可知德國科學家之數、三倍於法。據現在人口之數、德多於法。然使就此諸科學家初生之時計之、則兩國人口之數相差、不遠。現今科學家年歲平均約五十歲、絕無在四十歲以下者。而法國四十五歲以上之人數、少於德國者、不過百萬。德國之小兒口數、乃二倍於法。是法國科學家數之少於德國、不可以人口之數爲之解說。

矣。

『欲使小國所產之科學家人數與大國所產之數相比較，不可不并計其人口之數。故吾人若計各國每百萬人中所得科學家之數，則其次序如下：

瑞士	五八
諾威	三七
丹麥	三四
荷蘭	二六
瑞典	二〇
德意志	一九
比利時	一二
法蘭西	一二
葡萄牙	九
意大利	六



奧大利 匈牙利

五

西班牙

二

俄羅斯

一

由上表觀之，可見國小者得數恆多。瑞士首出各國而俄羅斯乃爲後殿。一國所產科學之多寡，乃其國文化之標誌。吾人於此，不能不爲俄羅斯有愧色矣。

記者按「科學人物志」爲美國史荻芬生 (H. H. Stephenson) 所編纂，而紐約某書肆所印行者也。據其自序，其所謂科學者，祇限於自然科學與物理科學之內，而不及社會科學與人心科學之藩。故生計學、教育學、心理及探險學者皆不在史氏「科學人物志」之內。唯上舉各科大家亦有闖入者，則以其工夫與他科學相關之處甚多故也。又其取人之術，以其於科學上真積力久，有所著述表見爲衡，而不取其一得之長。故志中小傳，對於英國皇家科學會會員及國家學士會 (National Academy) 會員之頭銜，尤爲注重，而其他學位稱號，乃在其後云。

又據哈佛大學氣象臺長關可靈 (E. C. Pickering) 博士所調查，各國科學家中其

得外國國家學士會會員之榮號在兩個以上者、於德得二十九人、法得十二人、英得十二人、美得六人、奧得四人、意大利瑞典荷蘭諾威典瑪俄羅斯各得三人。

吾人觀於上列各表所不能不怦然心動者、則世界上科學家全數六千二百餘人中、無一人產於東方是也。說者將謂史氏所搜羅、祇及旁行文字之國、故東方之人不得入錄耶。然以史氏取人之格繩之、則吾東方科學家其能入錄者幾何。夫今之科學家、非所謂閉門造車、出門合轍者、而必有其成事之肆、與致力之所焉。大學也、科學研究會也、公共之科學上調察所也、（如國家所設之地質測量所及衛生試驗所等）皆產生科學家之地也。而吾東方諸國中、其備具此數者者又幾何。若求其近似、日本於此數者尙具雛形、而吾中國乃瞠乎後矣。故在東方求科學家、日本人中或不無一二可齒數者、而吾中國乃真無一可舉、此非吾東方民族之羞乎。

前表所列各國每百萬人中之科學人數、爲美國通俗科學雜誌所算定、故於英美兩國獨缺焉不詳。今就兩國所有科學人數以其人口之數除之、美每百萬人中得十八人。英每百萬人中、若僅就英倫三島之人口計之、則得三十二人、若合其殖民之人口

計之，則得三人。要之，世界諸國，其文明程度之高低，與其國政之整紊，人民生計之樂苦（其中有數小國不以武力自著者，故不可以國力爲比較），無不與於其國內科學家之多寡爲正比例。吾中國人口之數，大計約四萬萬。若如瑞士之例，應有科學家二萬三千二百人。若取法乎下，如俄羅斯之每百萬人中得一人者，亦應有四百人。乃今遍問四萬萬人中，其敢毅然以科學家自任者（因無人爲之統計，故不得不作此懸擬之詞）幾何人？來者吾不知，就現在言之，吾恐尙無一人也。此吾人所不能爲，吾國惶然大懼者也。

通俗科學雜誌記者之言曰：『科學家人數之多寡，爲其國文化之標識。』吾人更推廣其意曰：一國國政之整紊，與人民生計之樂苦，與科學家之數爲正比例。假定此論理不謬，吾人乃於吾國生死問題上，得一最簡單之答案，即欲富強其國，先製造科學家。是也。夫一國之事，經緯萬端，原非徒事物質科學者所能盡辦。吾人知美國有千六百餘人之科學家，同時當知尙有數千百人之政治學家、生計學家、社會學家、文哲學家也。其於他國也亦然。然今日學界之趨勢，則物質科學者之數，必遠於社會科學者。

之數、此無可疑者。吾人若想象一國所需各科學者之數、當於科學家數中加以其他學者、不可謂有其他學者而科學家遂可有可無也。然則科學家將由何法之製造之乎、其略上已言之矣。請尋其本、則科學家罕有不由學生來者。今試以美國大學生之數與其科學家之數相比例。其學生之數、於千九百十二年、爲三十一萬九千四百四十八人。而千九百十三年科學家之數、爲千六百七十八人、約一百九十餘學生中而得一科學家也。如使吾國有四千科學家、則當有七萬六千大學生。以每大學容三千學生計之、吾國當有二十八大學。今又試問吾國大學之數與其容量如吾所言者、有一存焉否。古人有言、百年樹人。吾不知期以百年、能有二十八大學現於神州否。深思遠顧之君子、奈何不急起直追耶。

## 說中國無科學之原因

(註一)

任鴻雋

今試與人盱衡而論吾國貧弱之病，則必以無科學爲其重要之一原因矣。然則吾國無科學之原因又安在乎。是問也，吾懷之數年而未能答，且以爲苟得其答，是猶治病而抉其根，於以引鍼施砭，榮養滋補，奏霍然之功而收起死之效不難也。今欲論吾國之科學有無，當先知科學之爲何物。

科學者，智識而有統系者之大名。就廣義言之，凡智識之分別部居，以類相從，井然獨繹一事物者，皆得謂之科學。自狹義言之，則智識之關於某一現象，其推理重實驗，其察物有條貫，而又能分別關聯抽舉其大例者，謂之科學。是故歷史美術文學哲理神學之屬非科學也，而天文物理生理心理之屬爲科學。今世普通之所謂科學，狹義之科學也。持此以與吾國古來之學術相較，而科學之有無可得而言。

今夫吾國學術思想之歷史，一退化之歷史也。秦漢以後，人心梏於時學，其察物也，知

(註一)見民國四年『科學』第一卷第一期。

其當然而不求其所以然、其擇術也、驚於空虛而引避乎實際。此之不能有科學、待不言矣。卽吾首出庶物之聖人、如神農之習艸木、黃帝之翫算術、以及先秦諸子墨翟公輸之明物理機巧、鄧析公孫龍之析異同、子思有天圓地方之疑、莊子有水中有火之說、揚己者或引之以明吾國固有之長、而抑他人矜飾之炤。不知凡上所云、雖足以顯吾種胃之靈明、而不足證科學之存在。何則、以其智識無統系條貫故也。

雖然、歐洲之有科學、三數百年間事耳、卽謂吾國古無科學、又何病焉。顧吾嘗讀史而有疑矣。歐洲當羅馬帝國淪於蠻族、其學界之黑暗、殆非吾秦漢以來所可淪擬。迨十六世紀文學復興、而科學萌芽同時并茁、弗蘭西氏培根 (Francis Bacon) 導其端、加里雷倭 (Galileo) 牛頓 (Newton) 明其術、其後碩師輩出、繼長增高、以有今日之盛。吾國則周秦之間、尙有曙光。繼世以後、乃入長夜。沉沉千年、無復平旦之望。何彼方開脫之易、而吾人啓迪之難也。謂東西人智慧不相若耶、則黃帝子孫早以神明著稱矣。謂社會外像利於彼而毒於此耶、則吾國異端之罷斥、視彼方宗教之禁制、方之蔑如矣。是故吾國之無科學、第一非天之降才爾殊、第二非社會限制獨酷、一言以蔽之曰、

未得研究科學之方法而已。

曩者哈佛大學校長愛里亦脫 (C. W. Eliot) 氏嘗覬國於東方矣。歸而著書告其國人曰：『關於教育之事，吾西方有一物焉，足爲方東人之金鍼者，則歸納法 (Inductive Method) (註一) 是也。東方學者馳於空想，淵然而思，冥然而悟，其所習爲哲理。奉爲教義者，純出於先民之傳授，而未嘗以歸納的方法實驗之，以求其真也。西方近百年之進步，既受賜於歸納的方法矣。吾人欲救東方人馳騫空虛之病，而使其有獨立不倚格致事物發明真理之精神，亦唯有教以自然科學，以歸納的論理實驗的方法，簡練其官能，使其能得正確之智識於平昔所觀察者而已。諒哉言乎。足爲吾中國無科學之原因安在之答解矣。』

或曰：論理學之要術有二，一曰演繹法 (Deductive Method) (註二) 一曰歸納法。二者之於科學也，如車之有兩輪，如鳥之有翼，失其一則無以爲用也。今獨以無歸納法爲

(註一) 按 Inductive Method 日本人譯爲歸納法，侯官嚴氏譯爲內籀術。今以日譯意較易瞭，從日譯。

(註二) Deductive 嚴譯爲外籀，今從東譯。

無科學之大原因、亦有說乎。曰、吾謂歸納法爲研究科學之必要、吾固未言演繹法非研究科學之必要也。雖然、無歸納法則無科學、其說可得、請於下方明之。

第一、歸納法者實驗的也。論理學上之定義曰、由特例而之通義者曰歸納、由通義而得特例曰演繹。其應用於科學也、則演繹者先爲定例以驗事實之合否、歸納者積多數試驗以抽統賅之定律。其不同之點、則歸納法尙官感、而演繹法尙心思、歸納法置事實於推理之前、演繹法置事實於推理之後、是也。夫演繹法執一本以賅萬殊、在辯論上常有禦人口給之便、然非所以經始科學之道、蓋以人心之簡馭自然事物之繁、欲得一正確不移之前提、固甚難也。難之則將廢然無所用心、或奮其小智、發凡起例、應用於實物而不驗、猶無例也。欲得正確之前提、必自從事實驗始。實驗積、關係見、而後相應之設論 (Hypothesis) 生。設論者、依實驗而出、又待實驗而定者也。使所設者試之實驗而不應、棄之可也。試之實驗而應、而定例乃立。是故實驗之後雖用設論、而其結論仍出於事實之歸納、而非由懸擬之演繹。故從事歸納則不得不重實驗、有實驗而後有事實、而後科學上之公例乃有發明之一日。善夫阿里士多德之言曰、



『無官感則無歸納，無歸納則無智識，無智識則不足知自然之定律。』吾國學者之病，端在不恃官感而恃心能。其鑽研故紙高談性理者無論矣，乃如王陽明之格物，獨坐七日，顏習齋之講學，專尚三物，彼固各有所得，然何其與今之研究科學者殊術哉。此吾國無科學之大原因也。

第二、歸納法者進步的也。科學爲有統系之智識，唯其爲有統系之智識，亦能爲有統系之發達。卽合衆事實而得一公例，而此公例又生新事實，合諸新事實又發見新公例。循環遞引，以迄無窮。此略繙一專門之書，而可得其兆迹者也。舉其最近之例，如物理學者研究稀薄氣體中電流傳導之理，而得所謂陰極光線 (Kathode Ray) 因研究此陰極光線之性質，而得電子 (Electron) 之說，因此陰極光線之射觸於試驗管壁，而得所謂 X 光線，因研究 X 光線，而得所謂  $\alpha$   $\beta$   $\gamma$  光線，因此三種光線而發見鐳之放射作用 (Radioactivity) 而元素不變之說且因以震動焉。不特此也，一科學之進步常足以影響於他科，而挾以俱進。此任觀一性質相近之兩科學而可得其例者也。如數學上微積分法發明而後，物理學之進步乃益可賭，物理學上高壓與低溫之

術發明而後，化學上之氣體定律乃益確定，元素分析之法乃益精密，化學上光色系分析 (Spectrum Analysis) 與物理學上光波長短之研究精，而後日球之質體 (註四) 與空間恆星之進退 (註五) 可推算而知也。夫事理聯屬，相引愈進，然非用歸納法以爲研究，則前者與後者爲無意味。用歸納法有時雖誤，而亦有得。讀者亦知化學之起原乎。當物質不變定律之未發明也，歐洲人士精心鍊金之術，以謂黃金可以由他質變成。

(註四) 以三稜鏡分析日光成七色光帶，此光帶中，嘗間有多數黑線。物理學上之證明，凡一種元素當白熱時，以三稜鏡觀，皆呈一種色光。而此色光通過其本質之氣體，其溫度較低於發光體時，則嘗爲此氣體所吸收，而呈黑線。故日光光帶中黑線，由其光線經過包裹日光之低溫氣體爲所吸收而然也。其被其吸收，則日體中有此物質之證也。

(註五) 觀測星象時，其星之對地球而左右馳者易見，向地球而前後行者難見。今天文學家應用物理學上光波長短之定理，以此星光分帶與其他七色光帶相比較，設其星向人行者，其光波被促而較短，其光帶之色彩常與他光帶之色彩常有一定之差。若此星背人行者，其光波被引而較長，其光色位置之差，適與前者左右相反。故觀其色光相差之方向，而可以知其星之進退云。

於是鑄化鍊、不遺餘力、而其結果、則黃金未得而化學以之始誕。此無他、以其發見種種新事實爲研究之資故也。不由歸納法、則雖聖智獨絕、極思想之能、成閉物之務、亦不過取給於一時、未能繼美於來祀。某說部言有西人適中國者、以吾指南針發明在數千年前、謂必精美逾彼所有、入市急購一具、則彼所見與數千年前之物無異。凡若此類、其例宏多、豈特一指南針哉、故無進步之術者、必無進步之學、此可質之萬世者也。

要之、科學之本質、不在物質而在方法。今之物質與數千年前之物質無異也、而今有科學、數千年前無科學、則方法之有無爲之耳。誠得其方法、則所見之事實無非科學者。不然、雖盡取他人之所有、亦所謂邯鄲學步、終身爲人廝隸、安能有獨立進步之日耶。篤學之士、可以知所從事矣。

## 吾國學術思想之未來

(註一)

任鴻雋

一新時代之將至，必以思想變遷爲之先導。人亦有言，思想者事實之母。歐洲十五世紀爲文化復興時代，十六十七世紀爲宗教革命時代，十八世紀爲哲學勃盛時代，十九世紀爲科學常陽時代。當其時之未至，人心思想固已沉困積鬱，突決於常軌之外而求所以宣洩。有一二大師哲人者起，以新說爲之倡，則人心靡然從之，風氣變而新時代成。昔者曾滌筌作「原才」曰：「風俗所趨，勢之所歸，雖有大力，莫之能逆。」夫平常風俗之變遷既如此，矧夫學問思想之事，有方術以緯其派衍，有圭極以經其匯歸，其必有醜理脈絡可尋，而非汎漫無序，偶然出現者，固甚明也。

今夫思想之爲物，其變幻若蜃氣雲霧而不可方物，其幽眇若人鬚魚網而不可析理。人之用思想，則不出乎兩途。有用於主觀者，以一人之心知情感爲主，而外物之條理不與焉。有用於物觀者，以外物之條理爲主，而一己之心知情感不與焉。屬於前者，爲

(註一)見民國五年『科學』第二卷第十二期。

人生之觀念、爲性理之啓淪。屬於後者、爲物性之闡闡、爲智識之泉源。要言之、屬於前者爲文學之事、屬於後者爲科學之事、其介於兩者之間、以謀物我之調和、求事物之眞一者、則哲學之事也。是故人生思想之大劑、約之可別爲三、文學也、哲學也、科學也。以此論衡、而大共可得而言。

雖然、思想者、人而自異、雖限以方域、斷以時期、其繁頤不可規畫、猶自若。然以材性地齊政教習尚之不同、其思想之發越、用心之結晶、常不能無所偏。其偏也、常與人以共見。昔者桐城姚氏之論文、謂『有毗於陽與剛之美者、有毗於陰與柔之美者。』一文字中、已有是陰陽剛柔之異矣。矧在文學、六朝之趨駢麗、唐宋之尊古文、文學上又無變遷之可言矣。矧爲人心匯歸之學術、特是等變遷、皆囿於一方域之中、如生物學上異類偶現、種源自同、不足生非常之結果。欲得非常之結果、必其變遷在根本之殊、而不在枝葉之異、必自所無以進於有、自其所同以進於殊。自吾上列思想之三大劑言、則必由文學以入科學乎、抑由科學以入文學乎、而介乎其間之哲學、蓋可無論矣。吾國思想之歷史、屬於何者、此問題可不待再思而答曰、文學的也。神州學術、於晚周

號稱發達。然九流皆出王官，則亦歷史的濫觴也。諸子古書，間有陳述器數物理者，慮多取之方策，非參稽事實循序剖析而得之。則與希臘安納息曼特（Anaximander）之說大地生成、地摩克利撻（Democritus）之論原子，雖有合於科學家言，而未足盡科學之意。秦漢以後，人守一經，發言論事，必以古義爲依歸，則歷史的文學於斯爲盛。魏晉之間，清淡轉盛，其思想所託，率以一人之情感爲主，而客觀格物之意少。其文學則漸趨駢麗，乃至重文詞而賤思想。唐以後文學返古，思想則不出乎歷史的範圍。宋世則有理學，別開生面。然其講學之旨，主靜存誠，雜糅禪宗。所揚推者心理之精微，其事蓋等於太空之鳥道。雖於哲學上不無一席位，置於物理之推闡，猶是千里萬里也。自元以後，異族迭主，民墜塗炭，救死不暇，其思想之無進步，又不待言。綜觀神州四千年思想之歷史，蓋文學的而非科學的。一說之成，一學之立，構之於心，而未嘗徵之於物，任主觀之觀察，而未嘗從客觀之分析，盡人事之繁變，而未暇究物理之紛紜。取材既簡，爲用不宏，則數千年來停頓幽沉，而無一線曙光之發見，又何怪乎。易曰：『窮則變，變則通。』吾中國社會制度，既經變更，且日在變更之中矣。其思想之變更，自有不

可避之勢。質言之、吾國社會制度、既經根本上之革命矣、而學術思想之革命、將何出乎。此今日最有趣味而最重要之問題也。

詩云、『他山之石、可以攻玉。』當吾人討論此問題之前、且略觀歐洲學術思想變遷之歷史。歐洲文明、導源希臘。希臘全盛時、思想發皇、如安納息曼特、赫喇克來達 (Heraclitus) 恩貝斗克里 (Empedocles) 言進化之理、地摩克利達倡原子之說、皆爲近世言科學者所宗。至阿里斯多德、乃鎔自然科學玄學爲一冶、卓然爲後世宗師。中間經黑暗時代、至十五世紀文學復古、十六世紀宗教改良、而後新思想漸出。一五四三年柯波尼克 (Copernicus) 之『天體生成論』(The Revolution of Celestial Bodies) 出爲地動說之鼻祖、亦實宗教家言天之大箴。一六一六年哈維 (Harvey) 發明血液循環之理、一六二〇年加里雷倭 (Galileo) 與愷柏勒 (Kepler) 更求物體運動之理、以明天體星系之組織。凡此皆足破當時宗教迷信之說、而爲實驗哲學不祧之祖。同年弗蘭息斯培根之 *Noenum Organon* 出世、標歸納之法爲爲學圭臬、舉當時憑心窮理之術廓而清之、而以官感爲知識之媒、進化爲物質之例。其後霍布斯 (Hobbes)

更大倡物質主義 (Materialism) 主張人之思想不能離物質而獨立。其哲學要旨，在明現象之本源。彼嘗自言其用思也，蓋『本其生人天賦之理性，往來上下於羣生之中，而探其秩序與因果。』是蓋近世自然科學之定義矣。同時在法則有伽散地 (Gassendi)、重張愛辟鳩喇 (Epicurus) 之無靈魂說。而拜爾 (Pierre Bayle) 亦攻擊笛卡兒之二元說，不認神之存在。經此破壞的物質論之後，而洛克 (Locke) 之建設的經驗論出焉。其人生識解論 (Essay Concerning Human Understanding) 由哲學上證明人生觀念由官感生，而培根之實驗主義乃得完全成立。領思想中一方域矣。

培根之哲學方法，誠足變易歐洲千餘年之舊思想而製造一新學術。然其時科學方法器械，皆未臻完美。即培根之思想，亦終毗於哲學，去科學尙遠。凡培根所不及，得牛頓而後條理備，根柢固。其 *Principia* 一書，文理密察，審思明辨，蓋與阿里斯多德、佑克立 (Euclid) 之書，同爲千古研幾之楷模矣。其首利用牛頓氏之學術以轉移當時思想者，厥爲法蘭西人牛頓宇宙構造之大意，入於福祿特爾 (Voltaire) 之手，遂爲推倒當時迷信之利器，而拉孛拉斯 (Laplace) 之 *Mecanique celeste* (天體力學)



及 *Systeme du monde* (世界統系論) 乃盡探牛頓之隱蘊。是時法人學術趨於數理實驗之一途。算術理化之發明，爛然爲世界冠。蓋尊奉培根牛頓二氏之結果也。法人之科學思想，不但爲本國學術之淵源，浸假且影響於他國。是時日耳曼羣邦中，哲家輩出，如康德 (Kant) 之明『理性』 (Reason)、菲喜脫 (Fichte) 之造『科學原理』 (Wissenschaftslehre)、黑格爾 (Hegel) 之述『現象原理』 (Phenomenology) 皆外取物象之紛紜，內推意識之成現，以期物我之調和。然菲黑二氏皆畸重於所謂志嚮 (Ideal) 者爲一切知識之本。流風所扇，遂有所謂自然哲學 (Naturphilosophie) 出焉。彼視自然界之現象，爲天心之所發見，亦猶人之思想言語，爲人心之所發見也。於此蓋有緹虛索隱，淪於無底之懼，而法之數理質化之學入而拯之。於是十九世紀特產之科學，乃浸淫固植於歐洲大陸矣。綜觀西方學術思想之變遷，始之以舊學陳言之不滿人意，繼之以先知大哲之開闢新徑，植人智於膏腴之區，而不以修舊起廢爲已足。及其望道有見，則又竭全力以赴之，而不聽玄言眇論，玩愒歲月。其結果則物觀之學，既已日新月異，躋乎美盛之域，主觀之學，今日所研究之問題，猶是二千年前研究

之問題、曩令去此物觀之學、則今日之西方、有以異於二千年前之西方乎。是未可知矣。

今試返觀吾國思想之趨勢、第一當問吾國承學之士、於舊有之學術、遂已滿足乎。吾必應之曰『否』。如其『然』也、吾人何不以鑽研故紙爲已足、而必汲汲於所謂新學術、新智識也。第二當問吾承學之士、值此道喪學敝之餘、將遂坐視其墮野退化、與榛莽未開之族同伍乎、抑尙有振起學術中興、文化之決心也。吾觀於當今學子之皇皇焉、以教育爲務、無學爲憂、而知吾人向學之心、蓋隱然若燈之在帷矣。第三當問欲救舊時學術之弊、其道何從。欲得此問題之答解、則當知吾國舊時學術之弊何在。吾既言之矣、吾國之學術思想、偏於文學的。所謂文學者、非僅策論詞章之倫而已。凡學之專尙主觀與理想者、皆此之類也。是故經師大儒之所訓話、文人墨士之所發舒、非他人之陳言、則一己之情感而已。人之智識、不源於外物、不徑於官感者、其智識不可謂真確。無真確之智識而欲得完美之學術、固不可得之數矣。是故循物極則反之例、推有開必先之言、思想之變遷、既有然矣。其變也、必歸於科學。請得而畢其說。

第一、科學爲正確智識之源，而正確智識之獲得，固教育之第一目的也。哲學家之談智識，謂有得於推理 (Rationalism) 者，如算術幾何之定理曰：凡定圓之半徑皆相等，曰切線惟交於一點，是也。有得於實驗 (Empiricism) 者，如水熱至百度則沸，冷至零度則冰，其冰其沸，無名學上必然之結果。吾人之得此智識，則有待於實驗，康德所謂物之與心絕對無與者，不能據推理以得之是也。故欲得心外之物之智識，舍培根之歸納論理法，推理與實驗并用，其道末由。上舉算術幾何以爲推理之證，其事猶有數跡可尋，介在玄著之間。又進於心知理性之微眇，則辨論雖極於豪芒，是非終難於謔正。卽算術幾何，不附著於物象，亦無所恢曠其能事。是故不借徑於實驗，其所得之智識，非偏而不全，卽茫而不析，則何以充人性之靈，而盡爲學之能。今之科學，固不能廢推理，而大要本之實驗。有實驗而後有正確智識，有正確智識而後有真正學術，此固爲學之正鵠也。而當吾國文敝之後，尤眩暝之藥，不可一日無者也。

第二、今之科學，不當但作物質主義觀而已。其發達既久，影響於人生者亦不可勝數，不舉以爲爲學之鵠，則不足盡人之性。今且勿論舟車海陸之便利，溝華離國洲而通

之。地球天然之形勢，既已一往而不返矣。即吾人社會之組織，人生之觀念，亦豈二三百年前所可同日而語。今試問吾人何以不持唐虞三代無爲而治之義，而急急謀進之不暇。曰：由科學進化之說，知返古之不可能也。又試問吾人何以不信郊天祇地之虛文，而奉彼旒冕者以天賦作君之權。曰：科學天文之理明，知迷信之言不足憑也。至於平居養生之專，風俗習尚之節，因科學之發明而生變動者，又不知凡幾。生斯世也，非泠然於科學之性質與成就，而與其精神爲徒，則吾人之生且不能與時境相諧和，終不免於信理之人而已。何學者之足云。

說者曰：科學者物質之學也。今日吾國士夫孜孜爲利，不恤其他，物質主義之昌明有日矣。有心世道者，方當以道德之心壓勝之，奈何爲之推波助瀾乎。曰：謂科學爲物質之學者，對心靈之學而言，蓋謂其不離於物質，猶吾所謂實驗，非物質功利之謂也。且物質亦何足詬病。科學以窮理，而晚近物質文明，則科學自然之結果，非科學最初之目的也。至物質發達過甚，使人沉湎於功利而忘道誼，其弊當自他方面救之，不當因噎而廢食也。若夫吾國今日，但見功利上之物質主義，而未見學問上之物質主義，其

結果則功利上之物質主義，亦遠哉遙遙而不可幾。或人之憂，亦杞人之類耳。

## 科學教授改進商榷

(註一)

鄭宗海

茲言科學教授請先舉吾心目中所謂爲美善之科學教授法者舉例以明之如下。

(一)春日風和、兒童酣嬉、飛鳶戾天、見而慕效、於是有風箏之製、窮巧盡智、爭奇鬪妍、執得高舉、孰爲麗觀、有人於此、見其富有教育之價值也、則因勢以利導之、吾今言科學教授、請但舉科學智識之得借以爲研究之中心者如下：

(1)可以明風力之作用、且明能利用重學之理、使重於空氣之物浮游上舉、因是而可導學童以索飛艇飛鳥之理及其構造。

(2)可以尋索紙線及竹條堅韌之度、及紙線韌度之影響於製造原料者。

(3)因需用之花采顏料、教者可誘學童比較德國顏料與本國顏料之優劣、及悟化學之重要。

(4)因其在空中所發之音、可以討究發音之故。

(註一)見民國七年『科學』第四卷第二期。

(二) 孽蟲化蛾、吐絲成繭、萬千錦簇、民利在焉。蠶桑之業、徧於數省。出口雖減、產利猶溥。今試引兒童觀蠶蛾一生之變化、暨其影響於民生者。但就科學論、似亦可有下列之教育價值、

(1) 關於昆蟲變化之知識。蜜蜂、蝴蝶、爲他慣例。

(2) 可以知蠶及蠶蛾之生活狀況暨其普通疾病、葉種及分量、溫度濕度之關係、科學育蠶法之重要、及各處蠶學館之成績、蠶種之改良與絲質關係。

(3) 繅絲法之比較、機械之勝於人工處、蠶絲實業、商業上購買人心理研究之必要。

(4) 各國生計競爭之劇烈、意法日本與中國絲業上之競爭、中國絲業不競之原由、科學之必要。

其他平常事物足以誘起兒童好科學之心者猶夥、茲不贅縷。因此等例而得科學教育商權數點如下、

(一) 科學教授、當以使學者能得科學精神爲鵠。其進行之方、以圖表之如下、

科學事實 → 科學定律 → 科學方法 (註二) → 科學精神 (註三)

事實(連及問題者)者、科學之原料。科學精神者、普通科學教育之極軌。缺乏事實、則爲蹈空之論。缺乏科學精神、則有不達之憂。故事實雖不可缺、而要以底於具科學精神爲科學之的。其理由有三、

(1) 精神勞力之擡節。定律者、所以合諸事物之通理而簡言之。其用爲心力之擡節。精神者、則兼有考察事實定律與方法之用。有其精神、智識縱不全、而基礎已具、於他事理之研求已甚有望。否則以有涯之生、逐無涯之知識、定律糾紛、方法繁多、不明取舍、疲於奔命、博而不約、勞而無功、甯有取耶。

(2) 自動力之養成。欲明此節、請就下三項討論之、

(a) 所謂科學定律者、特一時極研究之所至、未必皆能歷萬世而不移。現時科學上之定律、有時亦當以此眼光觀之、然後乃有進步之可言。科學方法亦然。亞理士多德

(註一)英語 Scientific Method or Technique 如歸納的或演繹的等。

(註二)英語 Scientific Attitude or Spirit 析之似含以下數種態度、1. 興味、2. 肯思索(富想像與決

斷或懷疑) 3. 學術上之誠實無欺、4. 虛己不憚改、



死後數世紀遺書散佚其存者不幸而僅爲其演繹方法適值其時人心守舊學者咸奉之爲圭臬莫敢異議。至培根始大昌歸納與試驗之法。何也。以其有科學精神故知審察科學方法而爲世界開一新紀元也。有此精神隨事察度乃放光明。徒記舊則墨守成規求其進步難矣。

(b) 世界事物至爲繁賾。欲以肄業學校之短時期中盡網羅新知而有之勢所不能。縱使能之而事物變遷境遇更易有非人所能逆料者。若具科學精神與方法則有隨機應變之能勝於徒事記憶者多矣。

(c) 近時教法重在學者之問學而不重在教者之授與。教師之於此點正宜盡其指導之責。誠以學者他日終須離校事事倚賴而無問學之心則難以自立於世。故普通學校中科學精神之養成與方法之熟諳或較關於科學定律與天然物事實之知識爲尤要。

(3) 社會尋常事物之科學解釋。科學之定義爲有統系而可複驗之智識。故科學之爲科學不在知識種類之自身而在其審求之方法。或者不察以爲科學但限於天

然物象。不知人心作用及社會組織、分子繁複、試驗較難、顧遂謂其不能以科學法則治之、恐有未然者。誠得科學教師循循善誘、以俾學生進於科學精神、則處事接物、條分縷晰、不偏不倚、唯以真理爲斷。能若此、則國家政治之進行、社會氣象之丕變、其庶幾乎。

此精神之現於尋常事物者甚夥、略舉數端以見一斑、

(一) 出言造語、適合其度。凡若此者、用「最」字當不多。卽不肯爲過分之論衡也。

(二) 「知之爲知之、不知爲不知」。吾國學校學生、誤以教員爲盡識教科中之事物、或不惜百方以詰難之。教員之不肖者、不肯直認其不知也、亦漫然捏飾以應之。如此者、是教員學生相飾以爲詐僞也、惡乎可。他猶不可、况身執教鞭者乎。

(三) 於辨論爭執時、悟其過之在己也、則直認之。是非善惡、不肯以口舌爭勝。崇好真理、是亦科學精神之表見也。

顧科學精神非可以口舌教授也、卽非可自外鑠也。其步驟似宜以問題爲介紹、然後審察事物合爲定律、陶育之以至於法則之熟練、再進而至於科學精神之養成。故事

實不可廢也。定律之所由抉取也。昔日吾國之學者，往往博而不約，鮮成統系，或隨意評斷，無所依據。今日學校教授，先示學生以定律，然後再求理解，本末倒置。於科學法，則及精神之訓練，其效亦微矣。凡百學問，有一問題後，便以搜求事實為探索起點。教授能循此理修學，既多，導之以入於科學精神，當不難也。

(二)教師於教授一問題時，宜引學生以見事物之相關，不宜時常局守於科學之一隅。智識互相關連，本無界限之可言。其分類但為研究便利起見。年事漸長，智識愈進，則分類教授漸可無害。然高小普通格致科中及中學各理科中，似亦宜有一二廣大問題如上舉之例者，使兒童悟各種智識之恆多關節，以避褊狹之流弊。且於平日應用上，亦不至無所措手也。美國乙級中學校（兒童年歲約自十二歲至十五歲）已變格致各科為普通理科。聞其甲級中學校，亦有推行之勢，即此意也。

(三)宜注重實地研究。審問篤辨，貴求諸已。故研考試驗，先尙實境，書籍紀載雖可寶而不可盲從。沈心思索，未嘗廢而不欲虛驚。曰『爲己』，曰切實。能爲此，然後科學精神乃可得而言也。晰言此旨如下。

(1) 直接與事物接觸。(紙片之事業乃次要者)

(2) 自己之推考重於他人之推考。

(3) 接觸實驗的推考重於純然抽象的推考。

盧梭關於十二歲至十五歲之兒童(男)教育，曰摒除一切書籍，惟魯濱孫飄流記可讀。豈非以魯濱孫飄流荒島，闢草萊，馴野獸，徒手戰勝天然，足爲兒童師法者歟。惟有從實地研究，然後格致之真理，之大用，乃可見。返觀吾國，病疫時報，饑荒頻聞，大水或發，蕩析離居，貨棄於地，懷寶危身，不能制勝天然，反爲天然所制。物質文明不興，則精神文明難期發達。故制勝天然，當爲科學教授之一大宗旨。欲達此旨，非紙片學問所能爲力，亦非尋常實驗所能奏功。其初步教授，宜導學生以觀察真實事物。(若河流、土崗、蠶桑業、交通便利處、可導觀火車輪船之汽燭等) 用其自己之心思以判斷書籍紀載及他人之所討論。能若此，自強不息之機在是矣。格物致知之心，利用厚生之願，舍此其奚由致耶。

(四) 問題宜爲教授之始點，此等問題宜切合於學生之旨趣者。各種智識之本源，

悉起於一難點。近年台威氏大昌此旨，以爲教授之本則，謂之「問題教授法」。凡事物之足以興起兒童旨趣以解決一難點者，皆有啓發其智慧之功。學生實驗室中，亦未嘗無所謂「問題」者。然如「試證明鄱依爾定律」之類，於純粹科學家方爲真問題。於幼年或壯年之普通學生，則不成問題。何也。爲其不合此等學生之旨趣也。凡若此者，能於教授時，揀一問題與尋常事物相麗者，以爲紹介之具，則最善。問題之包含手製實用器具（如風箏、寒暑表等）者，爲尤佳。因人心樂觀其動作之效果也。

『自來火』亦平常日用之物也。則於教授燐時，曷先用爲導引之具。自其製造以至於燐素磨擦發火之性質、意味多而了解易。『自其所已悟者以導引入於未悟者』此誘起興趣上之一原則也。若先泛言燐質，然後及於應用，則學生關於燐質之大半先已遺忘矣。教科書中每節之終，往往有練習發問，似宜揀其稍易者先爲試驗之用，導引以見真理，然後以其餘問題爲試驗或熟練此真理之用，勝於此等問題之全部僅爲習練之用者多矣。前者有求真理之心，後者不過學習他人之陳言，其態度固自不同也。

上言凡足以誘起兒童興趣之問題，恆包含學童或社會日用需要之事物，其問題之適合與否，須視學校緣境及兒童之年齡與個性以爲斷。此則又在教者之活用也。

(四) 推此原理試驗物品，亦以切於社會上或兒童所需用者爲貴。例如教比重時，

其試驗資料甯爲尋常之一瓶，或他種平常日用而易等量之物。若以試驗室中之木塊一整方，或金屬物一整方試之，則與兒童日用所見者迥不相類，似嫌造作矣。

况吾國學校經費支絀，儀器之屬，價又昂貴。凡學校中有手工教授者，有粗品儀器可以製作，代用或添用時，正公德教育之一良好機會也。雖不能精確，然兒童興趣上之增加，或足以補其缺陷乎。

此一原則，於動植物教授，甚易措手。（某君言吾國學校，有併蝴蝶標本亦多購自日本者，可見辦學者之漠不經心。）原野田間，盡足搜羅。於物理稍難。然如力學、熱學之原理，亦不難得適當之資料。農夫之水車，苦力之負擔，凍裂之豫防，空氣之流轉，皆足爲教授之起點。特宜有坎然不足之思想，以推考進步改良之方法耳。於化學似最難。但如酒麴、壹漿之用，烘爐之衛生，以及飛車等玩物之製作，皆有化學原理在，可供研

究之資也。

顧吾國科學教授較諸今日文明先進國難點自多。略言之，則有三：

(一) 緣境少科學資料。工業不興，政治窳敗，缺專家以爲公私之研究。動植物園及博物館不多見。接觸少，則興味少而難永。

(二) 傳佈通俗科學之文學少，故中小學校學生之參考書籍，缺焉不備。

(三) 關於既有之工業及日用事物之科學智識尙不備，故中小學校之得取資也寡。例如吾國食物之化學分析，尙甚缺乏，女學校烹飪科恐不易得益。解析此等難題，專家之事，是有所望於真正大學及科學社會者。

就教育真理言之，則科學教授改良之問題，似宜注意於下兩端：

(一) 於教員養成時，宜注意活動、切實、及『問題教授法』(與問答教法或講解教法不同)。

(二) 於教科書之編纂時，亦宜注意於上數點。但教科書亦貴教員之活用。無論教科書如何美善，以吾國地方情形之不同，正有待於教員之隨地變通方可。

結論。除專門學校暨大學純粹理科高級以外，凡科學教授之各點，皆須以切於學生或社會實用為學生所悅事研究或解決之題為起點。然後導之以研求實事，從實事研求真理，以師友書籍為補益事實及考察真理之所。陶育既久，習於法則，諳其精神，以此精神見於行事，則中小學校科學教授，庶有裨乎。



## 學會與科學(註一)

楊 銓

今之科學昌明之國、莫不自有其學會爲崇學尙能之勸、其選會員也唯謹無濫、故士之得中選者率爲當世所推重之學者、而會員之身價因之亦十倍焉。俄之聖彼得堡之帝國學會(Imperial Academy)、美之國家學會(National Academy)、德之普魯士皇家學會(Royal Prussian Academy)、奧之維也納皇家科學會(Royal Academy of Sciences)、英之倫敦皇家學會(Royal Society)、法之法蘭西學會(The Institute of France)、意大利之林切皇家學會(Royal Academy of the Lincei)、皆此類也。諸學會之會員固不囿於國籍、他國之學者亦得被選爲名譽會員、惟其選擇視本國會員倍慎、故一會之中名譽會員至少、蓋殊榮也。今日世界所號爲大國者、舍上述之俄、美、七國外、則中國與日本也。中國之學術窳陋無倫矣、日本亦小兒學語初解、咿語、其學會之程度去此尙遠。今摘錄科學月刊所載七學會之會員表三幅、比較而討論之、世界

(註一)見民國四年『科學』第一卷第七期。

學會之內情可得而見焉。

第一表 (以學會列)

會 名	成立年號	本國會員	外國名譽會員
俄、帝國學會	1725	70	97
美、國家學會	1863	133	49
德、普魯士皇家學會	1700	37	78
奧、皇家科學會	1847	67	45
英、皇家學會	1645	472	47
法、法蘭西學會	1795	77	125
意、林切皇家學會	1603	106	106

各學會中以意大利之林切皇家學會爲最早，而美之國家學會爲最晚。意於科學稱先進，美爲新建之國，非偶然也。本國會員之多，首推英皇家學會，爲數乃至四七二，選擇外國名譽會員亦以此會爲最嚴。奧之皇家科學會外

國名譽會員爲數雖最少，然其本國會員僅六十七人，不可與英皇家學會同日語也。表中國名位置蓋循其國之人口多寡而定，至其國之科學程度要不得以所列本國會員之數衡其優劣。

第二表(註二)(以國列)

國 名	七	六	五	四	三	二	總數	本國 學會	平均一會員 應學之本國 學會數
普魯士	4	2	3	6	4	3	22	97	4.4
英	3	5	1	3	5		17	83	4.9
法	2	2	2	3	8	1	18	74	4.1
美	1	2	1	2	4		10	44	4.4
撒克遜	1		1	3	1	1	7	29	4.1
意	1	1	1		3		6	27	4.5
巴維利	1		1	1	3		6	25	4.2
奧	1		2		2		5	23	4.6
瑞典	1	1		1	1	1	5	22	4.4
荷蘭	1		1	1	1	1	5	21	4.2
俄				3	1		4	15	3.8
諾威		1			1	2	4	13	3.2
巴敦			1	1	1		3	12	4.0
丹麥					2	1	3	8	2.7
瑞士					1	1	2	5	2.5
比利時			1				1	5	5.0
蘇格蘭				1			1	4	4.0
維耳登堡					1		1	3	3.0
爪哇					1		1	3	3.0
西班牙						1	1	2	2.0
總 數	16	14	15	25	40	12	122	515	4.2

讀上表而知國之大小無與於科學之盛衰。普魯士、德聯邦之一耳，乃執牛耳，其學者之被選者至二十二人，而俄以強大之國僅得四人。撒克遜亦德聯邦之一，蕞爾小國，人口不及美、合衆國二十分之一，乃得七人，而美之所得十人而已。今試以普、俄、美、撒之人口與中選之數並列如左，其人口調查則根據一九一二年之年史也。表中所列

國名	人 口	中選人數
美	101,100,000	10
俄	167,003,400	4
普	40,165,319	22
撒	4,809,061	7

七、西班牙爲殿，其學會之數爲二。夫國之學會多者則學者多切磋商之益，有獎勵之途，故科學之人才如苗得土，滋生不已。此豈有他故哉。

人口最多者無過於俄，而所得乃遠不相稱，吾人或將輕俄爲不學之國。雖然，俄之人口固非世界首屈一指者。中國有衆三、二、五、五、二、七、八、三、〇而不得一人，吾人又將何辭以自解乎。更進而求其國內所設之學會，則幾與中選之人數成正比焉。普爲首，其學會之多乃至九十

（註二）表中數字六行爲兼入各學會之會員。例如七指兼入七大學會之會員。餘類推。

第三表 (以科學列)

學名	七	六	五	四	三	二	總數	會數	平均
算	2	2	1	2	6	1	14	59	4.2
天文	3	3	2	3	4	1	16	75	4.7
地理		1	1	2	4	3	11	37	3.4
物理	2	2	3	4	4		15	69	4.6
化學	4	1		1	4	1	11	52	4.7
地質	2	1	4	3	4		13	62	4.7
植物	1	2	3		7		13	56	4.3
動物	1	1	2	3	6	2	16	60	3.8
生物	1			6	2	4	13	45	3.5

由此表而學會之功用又可見焉。天文學之中選者十六人而其學會之數乃多至七十五、其他如動物學會之數六十而所得亦十六人、物理學會之數六十九所得僅十五人、雖似例外、然所差絕微、不足反證吾說固明甚也。表中苟以國論、則算學首推法、天文推美、物理推英、生物推普、各得五人。於各科目皆有中選之會員、惟英一國而已。普於地質學無一人、法於地理學無一人、美於算化植物三學皆未曾中選。以由國民特長之不同而異、不得執以論文化也。

然比較之高下可睹也。見防風而侏儒失其長、觀滄海而細流失其勢。今以中國與他

大國較、且將視侏儒細流有愧色矣。侏儒雖短、尺寸之長固在、細流雖微、涓滴之量猶存、反視中國何有乎。既落人後、猶不急起直追、則相去日益遠、更安望有及人之時。夫興學以學校爲重、盡人能言之。然學校不過科學之母、生之育之、學校之能事盡矣。培養訓誘而使爲有用之大器、則有賴乎師友、學會、師友也。今之學者、一離學校則畢生之科學事業告終、入而家庭、出而社會、舉非無與於科學學問之事、不用則朽、物理固然。憂世之士、欲圖學術之昌明者、其以學會爲當務之急乎。

## 外國科學社及本社之歷史（註一）

任鴻雋

我們中國有一件最光榮的事，我們時常拿來誇口的，就是我們有四千年的歷史。但是這四千年的歷史中，沒有一段學社的歷史，却是我們應該抱愧的。諸位聽兄弟這話，或者有點不服。以為我們中國歷史上，設教講學的，何代無有。第一就是孔老夫子，設教杏壇，講學洙泗，當時受教者，賢人七十，弟子三千，此等學會的盛概，就是現今歐美的大學，也有些趕不上。其他同時還有老莊楊墨之流，也是廣集學衆，號召生徒，流風餘韻，歷久不衰。到了漢代，政府既設九經博士弟子，其私家講授，如馬融、鄭康成之徒，勢力反比學官爲大。宋時周濂溪、二程、朱晦菴、張橫渠、陸象山之倫，各立學派，風靡一世。明代的王陽明、清初的顧習齋、李二曲等大儒，莫不設教講學。四方聞風而往的，多則幾千，少亦數百，比較現在的學會，也就未遑多讓。諸君這話何嘗不是。但兄弟所講的學社，與我們歷史上的學會，性質有些不同，未便指鹿爲馬，借來充數。兄弟請先

（註一）此係民國五年中國科學社舉行第一次常年大會時演說辭，見民國六年『科學』第三卷第一期。

講我們歷史上的學會與現在我們所講的學社不同之點在甚麼地方。第一、我們歷史上的學會專講古書經史道德倫理正心修身齊家治國平天下之事。現在我們所講的學社專講實驗科學及其應用。一個偏於德育、一個偏於智育、其不同之點一。第二、我們歷史上學會是由一個大學者、大賢人、因其學問既大、名望也高、大家嚮湧雲集的前去請教而成。現在我們所講的學社是由多數學問智識相等的專門學者、意欲切磋砥礪、增進智識、推廣學術的範圍、互相結合而成。一個以人爲主、一個以學爲主、其不同之點二。現在我們要問我們歷史上學會的方法、何以不適於現在學社的用處。其最大的原因就在現在的科學與從前那種空虛的哲學不同。其理由且等兄弟大約言之。第一、科學的境界愈造愈深、其科目也越分越細、一人的聰明材力斷斷不能博通諸科。而且諸科又非孑然獨立、漠不相關的。有人設了一個譬喻、說世界上的智識、譬如一座屋宇、各種科學、譬如起屋築牆、四方八面、一尺一寸的、增高起來。但是若不合攏、終不成屋宇。一人的力量有限、只好造一方的牆壁、不能四方同時並進。今要牆壁成爲屋宇、除非大家合在一處、分途並進、却是共力合作。此現今的科學社



必須合多數人組織而成的理由一。其二、現在的實驗科學，不是空口白話可以學得來的。凡百研究，皆須實驗。實驗必須種種設備。此種器具藥品，購買製造，皆非巨款不辦。研究學問的人，大半都是窮酸寒賤，那裏有力量置辦得來。所以要學問進步，不為物質所限制，非有一種公共團體，替研究學問的人供給物質上的設備不可。此現今的科學社，不得不合羣力以組織的理由二。第一個理由，是科學性質上不得不然。第二個理由，是科學情形上不得不然。西方學術的發達，其學社的功勞為多。其學社之所以發達，則由彼國人士，看明上舉兩種理由，直捷做去。非但「西方人能羣，東方人不能羣」兩句話，可以盡其底細。照上所說，我們所講的學社，是我們歷史上所未有的了。但諸君不能因為歷史上未有的，便為失望。諸君須知歷史是人造的。歷史這物件，雖不比化學室中的藥品，物理室中的機械，是有意造成的，却也如地質上之石層，生物上之種別，為自然進化的陳迹。西方科學的歷史，不過二、三百年，其科學社的歷史，最古的也不過二、三百年，我們急起直追，尙未為晚呢。

現在當講外國科學社的歷史。兄弟曾經說過，外國科學社之多，實在指不勝屈。大概

凡少有文化的國度，其國民少知科學的重要，皆有科學社以圖其國科學之發達。如今要一一講來，不但兄弟無暇去調察，諸君也無暇來聽。兄弟現在且用一個擒賊擒王的手段，把世界上最古而最有名的科學社講兩三個，其餘都可以類推了。

世界上又古而最有名的科學社，不消說要推英國的倫敦皇家學會（The Royal Society of London）。倫敦皇家學會成立於一六〇〇年，但是此會的胚胎，早已經萌芽。據魏爾特博士（C. R. Weld）的『皇家學會史』引有沃力斯博士（Dr. Wallis）自記的話，甚有趣味。他說：『當一六四五年我居倫敦時候，英國內亂不已，大約都關起門了。我於談論宗教之外，常愛與彼間之一種學者來往。此種學者，深通自然哲學，但於當時所稱的新哲學或實驗哲學，尤深嗜篤好。我們相約每星期聚會一次，以討論這新哲學中的問題，如物理、解剖、形學、天文、航海、磁學、化學、機械等事。當時在會諸人有 Dr. John Wilkins, Dr. Jonathan Goddard, Dr. George Ent, Dr. Gisson, Dr. Marret, Prof. Samuel Foster, Mr. Haak 等。會地有時在 Dr. Goddard 的寓所有時在樹林街（Wood Street）……至一六四八至一六四九年間，有的遷居與克斯福

(Oxford) 於是我們的團體分成兩段。在倫敦的仍舊聚會，在奧克斯福的也時常開會，且加了許多新會員，如 Dr. Ward, Dr. Ralph Bathurst, Dr. Petty, Dr. Willis 等。我們這樣講求學問的方法，居然成了風氣。』(註三) 上面所引的話，作史的人據爲倫敦皇家學會及奧克斯福皇家學會的起原，兄弟想來也是不錯。還有化學物理上鼎鼎有名的鄒伊爾 (Boyle) 也是皇家學會發起人之一。一六四六至七年二月間，鄒伊爾寫信與人說『常與無形學校 (Invisible College) 之礎石相往來。』這無形學校，有時又叫哲學學校 (Philosophical College) 就是指當時聚會的學者小團體了。

兄弟暫且擱下皇家學會的事蹟，與諸君一探索此會理論上的根據。諸君曉得凡言近世科學的歷史，必推英人培根 (Francis Bacon) 爲鼻祖。因爲他注重歸納的方法，主張凡學須從實驗入手。這實驗兩個字，就是近世科學的命根。實在講來，這創立學會聚集許多學者以研究各種學問的意思，還是培根發的。他所作的 *New Atlantis*

(註1) *Weids: History of the Royal Society*. Vol. I, p. 31-33

書中有一段講他胸中想象的學校，說道：

「我們建設的目的，在求因果的智識，事物的奧妙，以擴充人智的界域，使其無物不到。此種建設所要的豫備及器具如下，大而且深的洞，以爲凍結、凝固、及保存生物之用。高塔以觀天文。大湖蓄鹹與淡水以養魚禽。急流瀑布以發動力。掘成之井，人造之泉。大屋多空地以爲試驗衛生之室，節制變通其空氣之狀況，以養病及衛生。花園及曠地蓄養各種禽獸。釀酒室、烘麵包室、廚房、藥鋪、火爐、望遠室、聽聲室以練習表示聲音及由聲音產出之物。空室、機械室、算術室等等。其中設職員及職事如下：十二人航行外國，以採集新出書籍及試驗的器具，是爲採光之商 (Merchants of Light)。三人搜集書中所有之實驗，是爲求智者 (Deprecators)。三人搜集機械上科學上及實用上之實驗，是爲不可思議之人 (Mysterymen)。三人從事於新試驗，可稱爲開路先鋒，或開礦者。三人搜集上四種人所得之經驗而編成表冊，使其一目了然，是爲編輯人。三人合同視察其同事之人，并視其試驗中何者有用於人生智識，何者可用以表明事物的原因，自然的秘奧，以及發見物體之機能及價值，此等人可稱爲作事人或

作德人 (Benefactor)。然後於全體職員屢次聚會討論已得的經驗已集的事實後，由三人出而創擬更深更精的試驗，務以深入事物之本性爲主，此等人我們可稱之爲燈 (Lamps)。再有三人，實行此創擬之實驗，我們稱之爲接花者 (Inoculators)。最後三人，更以試驗增進以上的發見，以得包羅衆理的通律，此等人可稱爲自然界之解釋者。」(註三)

培根這種建設的思想，實在與他的實驗哲學相輔而行。他死於一六二六年，他的 *New Atlantis* 於次年出版。到皇家學會成立之時，此書已經十版，其爲當時學者所推崇，及其影響，可想而知。有了此種理論在當時學者胸中，才有科學，才有皇家學會出現。四年前爲英國皇家學會二百五十年週年紀念，此會印了一本書，名叫『皇家學會實錄』(Record of The Royal Society)，分送各國學校學會。其第一句話便道：

『皇家學會的建設，蓋培根哲學工夫實效之一。』可謂數典知祖，歸美得當了。

現在我們言歸正傳，仍講皇家學會的歷史。兄弟上面已經講過，當時有一種新哲學

(註三)見 *History of the Royal Society* Vol. I, p. 59-60.

家時常相約聚會、討論自然哲學及實驗的方法。一六五一年在奧克斯福這一班人、已經起了一個會、名哲學會、其在倫敦的、仍舊在格雷山學校 (Gresham College) 聚會。到了一六五九年、英國因克林威爾死後、國內大亂、他們的學會、也就中止。到一六六六年、查理士第二復位、國內漸歸平靖、這一班新哲學家、仍舊開起會來。他們漸漸覺得非有一種正式的組織、不足以維持久遠。於是就當時所有會員四十一人、組織一會、大詩人 犒力 (Abraham Cowley) 也在其內。此是一六六〇年冬天的事。但會雖成立、還沒有會名。當時英王查爾斯第二也是個好學右文的英主、對於這一班新哲學家的聚會討論、極表欽仰之意、自命為發起人之一。有時還到會聽他們講演試驗。於是當時這班學者、對於查爾斯第二也極愛戴。這皇家學會的名字、就由此來。至於這學會的註冊、於一六六二年七月十五日蓋印。現在大家都以一六六二年為皇家學會的成立日期了。

大凡一個學會的重要歷史、在其成就的事業、不在其學會的本身。我們且不管皇家學會初立的時候、財用如何困難、會所如何不定、何時由格雷山學校遷到阿淪特爾

舍 (Arundel House) 何時遷到克雷恩院 (Crane Court) 何時又遷到索牟賽舍 (Somerset House) 何時遷到現住的勃令頓舍 (Burlington House) 單說他們所辦的這皇家學會第一個目的，是用實驗的方法，以謀自然哲學（自然哲學是當時常用的話，意思就是現在物理學）的進步。所以此會成立之始，其最重要的事業，就是施行實驗。此種實驗，或由會員自任，或由會中推幾個會員專司其事，於每次常會中對大眾施行，以供會員的參考研究。此種實驗，乃完全自成一事，不像現在人講演的時候，以實驗為陪襯、助解釋的。其實驗中之最有名的如鄒伊爾的抽氣筒、牛頓的分光試驗，皆於科學上大有關係。第二件事，是輔助政府改良國內學術上的事業。如格林維誌 (Greenwich) 的皇家觀象台，從一七一〇年起，歸此會管理。直到一九〇六年，這氣象台的七個管理員，皆是此會推舉出來的。英國的國立物理試驗所 (National Physical Laboratory) 也歸皇家學會管理。至於有疑難問題出來時，這皇家學會就是政府的顧問。如房屋船隻的避電法、監獄的通風法、緯度的測量法、定秒時鐘擺的長短、比較英法兩國的长度之法、全國地形的測量、屬地磁力的測量等等，皆

出皇家學會的手。諸如此類，不勝枚舉，上面不過隨意舉以見例罷了。現在英國政府每年給與皇家學會四千金磅，以供研究科學之用。一八九六年，英國國會又決議給皇家學會每年一千磅，以供科學書籍出版之用。這可見英國政府對於此會的態度了。第三件事，是搜集各國圖書標本。諸君曉得這世界有名的不列顛博物院到了一七五三年始得成立。在這博物院未成立以前，世界所有的新奇物件，都送到皇家學會去。不但如此，此會有時也派人在國中各處搜集自然歷史上的標本。不到幾十年，這標本的搜集也就可觀。在當時倫敦城中，可算獨一無二的了。到了一七八一年，皇家學會遷往索牢賽舍的時候，除了許多器具於歷史上有關係仍保存於學會外，其餘所有的珍藏，都送與不列顛博物院了。第四件事，是出版物。皇家學會所出的期刊有兩種。一種名 *Philosophical Transactions*，於一九九四至五年三月出版，起初是各書記編輯，一七五〇年之後，另有一編輯部經理其事。到了一八八七年，這 *Philosophical Transactions* 又分爲 A, B 兩種。A 種專載算學物理的著作。B 種專載生物學上的著作。再有一種名 *The Proceedings of Royal Society*，這種不過是 *Philosophical Transactions*



*sophical Transaction* 的選錄，每年約出三冊。這兩種期刊出世以來，不知多少新學說，曾在其中發表。世界上的科學期刊，要算無出其右。近年皇家學會更逐年刊行世界各國科學著作的目錄，更可謂體大用宏的著作了。

上面所說的四件事，皆是顯而易見的。至於這個學會對於英國對於世界的貢獻，已經是有目共見，用不着兄弟再為贊美。但有一件，兄弟要請大家注意。就是英國在十七世紀的時候，雖然有奧克斯福、肯字列基幾個大學，當時學者的頭腦也極頑固，他們所講求的，不是希臘拉丁就是神道哲學，從不肯留心自然哲學。所以雖有培根這個大人物出來，創立新學派，注意實驗哲學，總沒人肯去實行。這一班創立皇家學會的新學家，看見當時的學者守舊太甚，無可如何，才出來創立這個『無形的學校』。英國的科學，從此下根，從此發芽，從此長成枝葉扶疏的大樹。諸君試看看英國很早的大發明家，如鄒伊爾、兌維法勒、第達爾文，都不是學校的教授，但都是皇家學會的會員。可見要是沒有皇家學會，英國科學的發達，不知要遲許久呢。

皇家學會的組織，有可供參考的，也不可不略講一二。此會的管理團體，有議事會員

(Council) 共二十一人，每年改選十人。會長、書記、會計，皆由此會選出。副會長則由會長推任。書記共有三個，兩個管開會紀錄等事，一個管外國通信的事。另有一個副書記，係傭雇的，會員不得充任。其他各事，各有特別委員。其會員定額，本國每年舉十五人，外國五十人。因為外國的科學家，合而計之，總比英國一國多，這也可見學會的大同主義了。至會員選舉的方法，須有六個會員介紹，得議事會之承認，方得為候選人。候選會員之通過，則由全體投票表決。又會員入會費為英金十磅，常年會四磅。兄弟講到此點，是為諸君有皇家學會會員希望的，早早豫備這一項巨款，免得臨時周章。

諸君，兄弟講皇家學會費的時間已經不少，不過諸君不要以為皇家學會是英國獨一無二的科學社。英國科學社中，後起之秀，尚有皇家學社 (Royal Institution) 為湯柏生 (Benjamin Thompson) 所發起，成立於一七九九年二月。此社的宗旨，在提倡工業會進步及新發明的應用，代維法勒第皆是此社中有名人物。後來與皇家學會聯絡起來，有人稱他為皇家學會的實修場。照此看來，可見兩個團體的關係性質

了。又有不列顛科學促進會 (British Association for the Advancement of Science) 成立於一八三〇年。這科學促進會的宗旨，在調察當時各科學的情形，以成有統系的科學研究。有特別問題出時，此社可組織一個委員會，合各科學家研究之。這兩個學會，皆足補皇家學會之不及，於英國科學的進步大有關係。

法國的科學社 (Académie des Science) 成立於一六六六年，比英國皇家學會約遲四年。其未成立以前的歷史，也與英國皇家學會相似。當時一般新哲學家，常常聚會討論哲學問題，有名的人，如笛卡兒 伽散地 (Gassendi) 巴斯加爾 (Pascal) 霍白斯 (Hobbes) 等皆在其內。後來各爾培耳 (Colbert) 想出一個正式的組織。到了一六六六年十二月，乃在法國皇室圖書館開第一次會。當時法皇路易十四極贊成此舉。凡在科學社的社員，皆給與薪俸，又有特別款項爲此社社員試驗用費。到一六九九年，復行組織，全社社員定爲二十五人，十個是名譽社員，其他十五個是受俸的社員。分形學、天文、算術、解剖、化學五股，每股三人。其正副社長，皆由法皇欽派。書記會計則由受俸的社員中選出。照此看來，當時法國的科學社，竟是一個貴胄學堂。所以當時的

人心極爲不平。到了一七九三年，法國大革命之後，平民得志，就把這科學社封閉起來。當時有名的社員，如拉瓦謝（註四）（Lavoisier）等一班人，都送上了斷頭臺。但法國的科學，却是由這個科學社製造出來的。有人說：『要詳細講這社的歷史，就同作一部法國科學史一樣。』我們現在但想法國有名的科學家，如拉伯拉斯（Laplace）、步豐（Buffon）、拉格那士（Lagrange）、達郎倍兒（D'Alembert）、拉瓦謝、敘秀（Jussieu）都是此社的社員，也可見一斑了。現在法國的科學社，是一八一六年重新組織的。市民政府解散老科學社之後，於一七九五年，另組織一個國家學社，包括各種學會在內。這科學社就是國家學社的一部。其後法國有名的科學家如嘉諾（Carnot）、弗賴奈爾（Fresnel）、安培耳（Ampere）、阿喇戈（Arag）、比約（Biot）、蓋呂撒克（Gay Lussac）、底那耳（Thenard）、居維葉（Cuvier）、苟弗喇（Geoffroy）、聖的來耳（St. Hilaire）皆是此社的社員。

德國最大的學社，要算柏林科學社（Akademie der Wissenschaften zu Berlin）。此

（註四）參觀『科學』第二卷第三期拉瓦謝傳。

社創設於一七〇〇年，係普王弗賴特列克第一 (Friedrich I) 用大哲學家來亭聶茲 (Leibnitz) 的計畫建設的。到了弗賴特列克第二，又照法國的組織法加以改造。現在的組織，乃係一八一二年所定。其中分兩種四門，即物理、算術、哲學、歷史，是也。諸君請注意德文 *Wissenschaft* 的意思，包括有哲學歷史在內，其範圍比英文的 *Science* 較大。德國的大學最多，發達也最早，所以其國學會的重要，比不上英法兩國。至於德國學會的事業，有點分功的意思行乎其間。譬如汎漢科學社 (Akademie des Wissenschaften zu Mannheim) 專研究氣象學、蒙欣科學社 (Königliche Akademie zu München) 專研究國民教育及自然歷史、皇家科學社 (Königliche Akademie der Wissenschaften) 專研究應用科學皆是。

美國的科學社，算菲拉待爾費求進有用知識哲學會 (American Philosophical Society held at Philadelphia for Promoting Useful Knowledge) 為最古。這學社為弗蘭克林所發起。弗氏於一七四三年著了一篇小小文章，名『增進美洲植民者有用知識之提議』。這篇文章一出，大家立刻熱心贊成，就在這年設立了一個會。舉弗

蘭克林做書記。到了一七六九年，又與弗蘭克林創設的菲拉待爾費求進有用知識會合并，所以有上面這長而難讀的會名。這會範圍甚廣，其所研究的，專以科學為主。其次波斯頓的美國文藝科學社 (American Academy of Arts and Science) 亦甚古，成立於一七八〇年。至於美國的全國科學社 (National Academy of Sciences) 係一八六三年註冊。此社與政府略有關係，其組織亦甚完備。中分六股，即算學、天文股、物理工程股、化學股、地質古物學股、生物股、人種學股。其社中出書，亦由政府印行之。又有菲拉待爾費的自然科學社 (Academy of Natural Sciences of Philadelphia) 成立於一八一二年。美國科學促進會 (American Association for the Advancement of Science) 設立於一八七四年。各會皆刊書出報，各有所長，於科學的發達貢獻不少。兄弟所講的各國科學社歷史，疏略已極，因為世界上有科學社的國，不只上說幾個幾國之中，所有的科學社也不只上舉幾個。但是時間有限，兄弟要節省一點，為我們中國科學社的地步。我們的中國科學社發起不過三年，正式成立不過一年，比起世界上的大科學社來，真是『培塿之於泰山，行潦之於河海』了。但是古語說得好，『譬

如行遠必自邇、譬如登高必自卑。』我們這社二三年的歷史、安知不是以後二三十年光榮歷史的發端。今天講講本社的歷史、或者也不是無謂的曉舌。

我個的中國科學社發起在一九一四年的夏間。當時在康奈爾的同學、大家無事閒談、想到以中國之大、竟無一個專講學術的期刊、實覺可愧。又想到我們在外國留學的、尤以學科學的爲多。別的事做不到、若做幾篇文章講講科學、或者是還可能的事。於是這年六月初十日、大考剛完、我們就約了十來個人、商議此事。說也奇怪、當晚到會的皆非常熱心、立刻寫了一個原起、擬了一個科學的簡章、爲湊集資本、發行期刊的豫備。當時因見中國發行的期刊、大半有始無終、所以我們決議、把這事當作一件生意做去。出銀十元的、算作一個股東。有許多股東在後監督、自然不會半途而廢了。不久也居然集了二三十股、於是一面草定章程、組織社務、一面組織編輯部、發行期刊。諸君記得一九一四年夏間、就是歐洲大爭戰開始的時候。當時我們派回國的總經理黃伯芹君、看見時事不好、幾乎要停辦。還是在美的社員熱心、決意堅持到底、我們的『科學』第一期、才得於一六一五年正月出版。諸君曉得我們科學社的宗旨、是

要振興科學、提倡實業、僅僅一個期刊、要想達到這宗旨、豈不是夢想。後來社員中覺得此事要緊的、也日多一日。就有鄒應憲君、正式提議改組本社爲學社。卽由董事會發信問全體股友的意見、得一致贊成。再於一九一五年六月、由董事會派胡明復君、鄒秉文君及兄弟三人、爲新社總章起草員。此章程於一九一五年十月由社員全體通過。從此中國科學社遂告正式成立。照現在所引的章程、本社社內的組織、有一個分股委員會。這分股的意思、是將全體社員、略照所學的科目、分配各股、以便有問題出來時、大家研究。現在分有農林、生物、化學、機械工程、電機工程、土木工程、採礦冶金、物理數學、及普通九股。分股委員會的章程、於今年通過。現在各分股長正在從事分股的組織。其他各部、有期刊編輯部、此部自本社未改組以來、已經有了。現在本社所出的『科學』期刊、都是此部的出品。其次有書籍譯纂部。此部組織的目的、因見國內所用的教科書、大半淺陋不堪、意欲調查現在國內所需的書籍、就本社同人所知以爲最適合的善本、或編或譯、以供學界之用、又欲編定各科辭典、以爲編譯之基礎。此部已經成立、現方進行編譯各事。三、圖書部。設立此部的意思、是要收集圖書以爲將



來建設圖書館的豫備。諸君現在美國各校皆有很大的圖書館，甚覺方便。後日一入國門，除了自己所帶幾部書之外，要翻閱參考書，可就難了。本社創設一個圖書館，確是當務之急。現在收集圖書的章程，及流通書籍的辦法，已經在「科學」第二卷第八期上發表，請諸君留心察閱，可行就行，不可行還可修改。其四、經理部，現在專經理發行期刊的事宜，以後譯著書籍出版時，也是此部的事。此部與期刊編輯部同時成立，也是本社最老的幹部。尚有一個最重要的部分，是董事會。本社的新董事，選舉須時。從前的董事，是由舊社來的，勉強支持，實在無事蹟可言。諸君若必要問個所以然，兄弟祇得求各部職員想想，說一句話，凡各部的進行，董事會皆與有力焉。現在本社的社友，至八月底止，已有一百八十二人。不但國內及美國，就是英、德、法、日、本等國，皆有本社的社員。現在外面已漸漸明白本社的意思，也有自求入社的。期刊的銷路，也逐漸推廣。諸君，這就是本社的略史。本社方在草創之際，自然沒有非常的事蹟可言。但本社這兩三年的歷史，雖無特別光彩，總可算前進未已，是我們所可自信的。

諸君已經聽過世界上的幾個科學社及本社的歷史了。現在我們且比較彼此同異

的地方，以實行他山攻錯的主義。現單就英國皇家學會而觀，兄弟所最喜的，是分股期刊編輯等事，皆是彼此所同。我們組織本社的時候，并未參考皇家學會的章程，也可謂「閉門造車，出門合轍」了。但有一件，爲他國科學社所最注重，進而言之，爲他國科學社精神所在，而我們中國科學社所尙未議及的，就是自己設立實驗室，以研究未經開闢的高深學問。諸君或者說他們的科學社發起的時候，大學尙未發達，所以學社不能不出於自行研究之一途，若在今日，學校既已發達，到處都有實習室，本社何必急急於此呢。不知目下的中國，也與十六世紀的歐洲差不多。對於近世的新哲學，尙在莫知其妙的境界。高等以上的學校，可算名副其實的，真有幾個。若專靠這幾個不中不西的學校，不從他方面開一個直捷有力的門徑，想要科學發達，恐怕是俟何之清了。諸君或者又說，學會的組織有兩種，一種是專爲自己研究學問的，一種是爲開通民智的。我們的學會，若是專爲開通民智起見，這自己研究學問的事，可以不必問及。這也不然。大凡一個組織，必須有體有用，然後其組織不是無根的水，無源的水，可以繼續發達。外國的學社，但有以謀科學的進步爲宗旨的，（如英國科學促

進會美國科學促進會皆是）却沒有但以開通民智爲宗旨的。因爲能謀科學的進步，這開通民智的結果，是自然而然的了。科學的進步，不是做幾篇文章，說幾句空話，可以求來，是要在實習場中苦工做出。諸君若以兄弟這話爲不大錯，兄弟倒要請諸君做一個短夢，看一看中國科學社未來的會所。這會所蓋在中國一個山水幽勝，交通便利的地方。外觀雖不甚華麗，裏面却宏敞深富，恐怕比現在美國麻省工業學校新建的校舍不相上下。其中有圖書館，有博物院。其餘則分門別科，設了幾十個試驗室。請了許多本社最有學問的社員，照培根的方法，在實驗室研究世界上科學家未經解決的問題。本社所出的期刊書籍，不但爲學校的參考書，且爲各種科學研究的根據。由現在的中國科學社到我們想象中的科學社，須經幾多歲月，全看我們社員的熱力，與社會效公心了。

# 「科學」月刊

中國科學社爲謀中國科學與實業之發達起見、發行此月刊、以傳播科學新知、討論科學學理及應用爲職志。發行以來、五載於茲、頗爲海內外學者所稱許。每份全年十二冊、收銀二元五角、(郵票作九五折算)、外加郵資三角六分。定購者請將姓名地址並報資函寄上海大同學院內科學社事務所孫綬青君、或南京高等師範學校內科學社事務所吳憶琴君。

## 科學通論

中華民國八年三月一日出版

一冊 共二百三十九頁

定價 大洋八角

編輯者 中國科學社

發行者 中國科學社

發行所 中國科學社

經售處 上海 大同學院內  
中國科學社事務所

上海商務印書館

南京 高等師範學校內  
中國科學社事務所

北京 北京大學出版部

吳憶琴君

孫綬青君

1251

