



01537

赫黎斯著
尤佳章等譯

科學叢書
科學與人生

商務印書館發行

原序



(南)

今之學生於世界戰事，歷代興亡，無不有普通智識矣。在學生視之，將以爲人類歷史，必以君王政黨爲主；抑未知社會與自然界中，尙潛藏種種偉大之勢力，足以改變世界，解放人類，俾得自拔於昏昧迷妄之退化狀況之中也。

本書所載，俱係探求真理者之貢獻，其重要固不在獨佔史冊之名將良相下也。

觀乎近世生活之利便繁華，觸處皆是，一若自古人類卽具有此享用者。吾人必不以爲高曾祖之生活，若運輸、交通、勞工、居住、娛樂等等，大異於今日，吾人亦必不知此所異之點，多半出於無數探求者之苦心研究，而其人之生卒，每乏籍籍之名，以聞於世。推其工作之結果，則全世界人民所同享；然採之食之而能問種植者爲誰，有幾人哉？

世之好學深思之士，對此播種收穫之事，必樂知其詳，蓋以所穫之果，大足增進人類之幸福也。以下諸章所載，皆自然界之奇奧，非秦晉締姻，雄主拓土等事，乃人類征伏自然之努力也。

紀事本體，頗含深趣，然若不能引人研究之興味，則此書可以不作。今發見者雖多，而未知者猶遠。

1. National Research Council
2. Dr. Albert L. Barrows
3. Mr. N. I. Butt
4. Franklin Stewart Harris

過於已知。若人類進步，則必繼續探求於未發見之區域。若此則必費多量之資財，始克有成，非特公家資助而已，亦當輸私財以濟之也。苟能因此書而施財於研究，則此書之作爲不虛矣。

本書材料，旁搜遠紹，凡可取者，悉皆採入。若合衆國政府各部及各省政府之報告，私立研究機關之圖書，皆博採之。其尤足示合作之精神者，如衆多私人，或予以鼓勵，或供給資料，以成此書。¹國立研究會及該會巴羅斯博士，尤多助力，謹特道謝。

他若搜輯出版校對等事，大部由巴特君任其勞，巴君處事，精勤忠實，作者倚畀甚殷也。

西元一九二三年九月七日 赫黎斯序。⁴

譯者例言

一、本書所概科學，悉就應用而言，其範圍甚廣。約分之，爲（一）醫學，（二）交通，（三）農業，（四）工程四門。由四人分任，各就其所專長者譯之，所以冀工作之益臻完善也。故由程君譯醫學一篇；尤君譯郵電，運輸，發光三篇；黃君譯農業，家事二篇；張君譯工程，製造二篇；餘原序，緒論，及總論，附錄二篇，則均由尤君兼之。

二、本書學術專名俱照最通行之名詞，雖數人分譯，仍歸一致。至外國人地名，則悉依本館外國人名地名表，並將原名附註每頁之上，俾讀者既便於參照，又無夾雜文中妨礙觀瞻之弊。又原名之註，以每章中初見者爲限。

三、本書文體悉用普通文言，務以曉暢簡潔爲主，一洗大多數科學書艱澀難讀之弊。惟句讀則用新式標點，庶文意朗然，而辭旨有歸。

四、此書既以應用科學爲本，則適合國情，尤爲切要。故原書舉例論事，有偏局美國，而不合於我國者，酌量改譯之；其辭意晦澀，易召誤會者，訂正補充之；務以不背原旨，便益讀者爲主。

科學與人生

二

民國十六年六月十四日譯者識

科學與人生目錄

原序

譯者例言

第一章 緒論.....一

第一篇 衛生

第二章 搜求病原.....一

第三章 黃熱病之制勝.....六

第四章 膜狀炎(白喉)之驅除.....一三

第五章 傷寒症之降伏.....一九

第六章 外科醫學之發達.....二五

第七章 愛克司光線史.....二九

第八章 特效治療法.....三二

目錄

一

43725

第九章 人壽之延長.....三七

第一篇 郵電

第十章 文字之傳遞.....一

第十一章 電報史略.....六

第十二章 電話發達史.....一〇

第十三章 無線電之神奇.....一四

第二篇 運輸

第十四章 未有科學時之運輸.....一

第十五章 蒸汽之效用.....三

第十六章 電力運輸.....〇

第十七章 內燃機與自動車.....一五

第十八章 航空.....二一

第四篇 發光

第十九章 發光術之初步.....一

第二十章 電燈史略.....七

第五篇 農業

第二十一章 作物養料之發見.....一

第二十二章 疑菌細菌之發見.....五

第二十三章 農業機械之改進.....八

第二十四章 新式牛乳業.....一四

第二十五章 動植物育種.....一九

第二十六章 飼養家畜新法.....二七

第二十七章 蟲害之防治.....三一

第二十八章 家畜疾病之防護.....三八

第二十九章 植物病害之防治.....四二

第六篇 工程

第三十章 工程器械之精製.....一

第三十一章 計算方法之進步.....七

第三十二章	建築材料之改良	一三
第三十三章	水之征服	二〇
第三十四章	探礦冶金之進化	二六
第七篇 製造		
第三十五章	鋼鐵之興盛	一
第三十六章	紙——人類平等之樞紐	九
第三十七章	化學工業之創肇	一五
第三十八章	大宗染料之掌故	二〇
第三十九章	衣料製造之進步	二五
第四十章	食物製法之改良	三〇
第四十一章	食物保藏法之進步	三六
第四十二章	橡皮之稗史	四四
第四十三章	玻璃與陶器之製造	四九
第八篇 家事		

第四十四章	飲食不得法之糾正	一
第四十五章	家庭生暖法	七
第四十六章	安適之家庭	一二
第四十七章	家庭工作之節省	一七
第九篇 總論		
第四十八章	科學研究對於人生哲學之影響	一
第四十九章	科學研究之機關	六
第五十章	科學研究之大勢	一六
第十篇 附錄		
科學發見年表		一

科學與人生

第一章 緒論

著者方握筆佈紙作緒論時，忽戶外狂飈怒發，暴雨驟至。然一小時前，不過陰雲四合，山嶺翳障而已，更數分鐘前，且有燦爛之日光耀眩其上。也。當雲霾馳集之頃，全世界之錦繡山河，咸籠罩於黑暗昏沉之中，兒童則紛紛歸家，若懼大難之將臨者。

既而黑雲愈厚，隆隆雷聲，若巨礮之遠擊，忽而雷霆齊發，一似天空槍礮同時射放。斯時也，電光閃爍，或自雲入雲，或自雲入地。時則黑暗乍消，天地之間，燦若白晝。時則於巨雷吼號之中，間以霹靂，使聞其聲者，以為此迅雷疾雨將併力以毀大地者然。

若吾人暫釋其觀想雷雨之念，而回想於百年前之情形。假定吾人此時，非安坐書室，閒觀雷雨之人，而為文化未進之印第安人。其藉以避風雨者，不過一葉之扁舟，而時時有漂泊傾覆之虞，蓋惟有聽命於風雨而已。



吾人處此情境，必將互相擠坐，懼此狂風暴雨，或係鬼神震怒，以加禍於人者。既昧於雷電風雨之性質，其恐慌之心自必愈甚。

迨夫雨止風息，而吾人猶自生存，則至翌晨，必與其親族，藉簡單之語言，以相問訊。吾人所享用之物品，惟以手能自製者為限。夜間則燃松節以取光，體冷則恃柴火以取暖。一遇瘟疫，則聽諸天命。衣食所需，恃乎漁獵之幸運，及農產上之薄酬而已。

其情形適與今日之吾人相反。今吾人不特無畏懼雷雨之心，抑且顧而樂之。吾人知雷雨之原因，故觀乎迅雷疾雨之發，殊以為樂。蓋空中之電光，即吾人用以燃燈之電流。吾人之早餐，且能以此馴伏之電力而煮之。又可藉電力以傳話，雖遠處之友朋，亦不難藉電話以問他處有否同樣暴雨之事也。

吾人試驅車郊外，則見道路平坦，農產富饒，鄉郊電車疾馳往來，乘客皆欣然自得。溯美國自紅人被逐，迄今不過七十五年，而進步之速，一至於此。今則紅人之留居於境內者，不及人口百分之一矣。

吾人自車中遠矚西南諸山，則見價值數百萬金元之金銀鉛礦，採取不竭，以供全球之需要。迺顧西北諸山，則有價值巨昂之銅礦，每週產額不下百餘萬元。向南正視則見新式鍊鋼廠之煙突，密佈如林，近世鋼鐵業之發達，觀此而益信。

作者書至此，已風雨靜止。頃之傾盆大雨，今已積集地面，泥土皆濕，足助生物之滋長矣。昔在高山

- | | | |
|-----------------------|-------------|------------|
| 1. Dr. R. A. Millikan | 2. Assyria | 3. Galileo |
| 4. Newton | 5. Franklin | 6. Faraday |
| 7. Maxwell | | |

峻嶺之區，雨量過多，每成泛決之患，今則利其動力以運電機，輸工力於工廠，而供光熱於吾人家庭之用。其已用之水，則經運河而灌溉荒瘠之田，以使之肥沃焉。

由上觀之，則知今夜之暴雨，實有利於吾人，正可以高枕而無憂；然在百年前印第安人之居於此者，必將受饑寒淋濕之苦矣。且觀此情況，必憂懼交作，蓋深恐夜間河水泛溢，將漂失其魚網也。

雖然，亦頗有樂欲古代之生活，享受天然之幽趣者。彼輩願退化而不求進步，苟能阻礙科學工業之進步者，彼必以為有大功於世界。彼輩於妨害科學界之發明，輒引為大樂。惟幸若輩之人，為數絕少。大多數人皆已明瞭近世之進步，而使之異於往代者，乃科學研究之結果也。

著名物理學家密理根博士有言曰：

「人生百年，多至一百三十年，其一生所處之環境，無不隨時變遷，而於今日為尤甚，此吾人當深信者也。吾之高祖，其生活狀況，無大異於六千年前之西亞利亞原人也。其行走也以足，或以馬步代之。掘溝莖草，以及一生勞動，則出其兩臂之力以為之，或藉其妻子兄弟之助，或利其牛馬家畜之用。家居常儲一曬乾之番薯，佩之於囊，以祛風濕之症，崇祀上帝，必誠必敬，又與原人無大異也。及至十九世紀之初，此一代之偉大發見，遂深植於人心，彼堅忍不倦之科學家，採取伽利略所首倡，與夫牛頓、佛蘭克林、法拉第、馬克斯維爾，以及近世科學諸大家，相繼傳受之精神，而從事於科學上之研

1. Ambroise Paré
4. Pupin
7. Old Red Sandstone

2. Agassiz
5. Milton

3. St. John
6. Hugh Miller

究。由是人類不復受強權者之宰割，而能征服自然，操縱環境矣。」

今人每謂科學家爲傲視一切不奉上帝之人。其實此等人固不乏於科學界中，然其他職業界中，亦未嘗無之。科學固未嘗導人之至於此也。況科學本體適與此相反者乎？科學家之於自然界，乃順應而非違逆也。科學家無增損自然之權，所力能爲者，乃研究及記錄其所見者耳。科學家之態度，正如外科學鼻祖安布洛茲·帕累所謂，「治傷者我，而愈傷者上帝也。」又如阿伽西所謂，彼之試驗室即崇拜上帝之處，而亦出其敬心，以探求上帝法律之所也。聖約翰謂探求真理，乃其天職，因真理可以使人自由，此即科學家所以研究之主旨。科學家之造詣愈深，則其治學也愈謙，蓋知發見真理與定律之機會，正復無窮也。浦旁云，「科學之抽象者爲詩歌；是即密爾頓所謂神聖哲學者是已。科學猶之食料，非特供人以物質，而亦足培養人之精神者也。」

密勒氏於其《紅砂石之名著》中，有下一節，關於物質貢獻以外之科學價值，論述甚當：

「科學之價值，誠非經濟學家及實用法所能估計。其真實之功德，更非數目金錢所可代表；蓋其影響於人心世道之功，與其運用物質之力，俱當一併計算，且其所成就於人類之智慧者，正與其提高社會之享用，增進商業之利益，同一確鑿有證也。以牛頓之發明，孰能判其價值哉？」

然科學而無宗教、藝術、及清明之政治，爲之輔助倡導，則無論世界上之科學若何發達，亦必呈慘

澹之象矣。各項學問於人類之幸福，俱有其相當之貢獻，若一一述其關係，則每科可成一書。惟吾人之目的，非注重於此等學問，今所欲討論者，乃科學的研究，然亦非有所輕重於其間也。

以上諸章，備述物質上之變遷，皆由發見新理而生。聖經所謂「完成」之，「征伏」之，「統治」之，茲編即根據此義以明科學之歷程。人類之進此地位，歷數千餘年之久，至最後數日，始以勤奮之研究，闡明控制世界之許多基本原理。遂能利其學識，以攝取電力。或交談於千里之外，或翱翔於天空之中，或制伏瀑布而取其力，或消除疫癘以防蔓延，並設種種方法以征服地球，而增加其產量。

本書篇幅有限，故僅取科學界中最足驚異者論之。若就其全部而臚列之，則非浩繁之卷帙不足盡述；本書所舉事例，亦惟取各工業中最為特殊者。然猶深望讀此書者，足知自然之得以征服而利用者，實吾人之幸運，不然者，自然之力或將毀壞此世界，更安有建設之望哉？

第一篇 衛生

第二章 搜求病原

事之最足令人抱恨者，莫若知其有正當方法可以豫防，而竟致演成目覩之慘劇者矣。昔有人描寫一可怖之夢景，謂覺自身繫住於近旁鐵路軌道之電線柱上，而見其愛兒遊戲於軌道之上，其時正有火車馳至。彼聳立而無力援助，於是該兒爲機車所輾裂。設彼能祇將繫身之繩割斷，即得搶救此無辜之兒於危險之中矣。

昔日之醫者遇患者因彼等無力施治之數種流行病而死亡之時，或許覺與此事酷似。最近半世紀以前，凡爲醫者，處理疾病，無不爲學識淺陋所束縛，故幾乎完全無能爲力焉。

茲因紹介近時所見之變更起見，吾人先將發見微生物與疾病之關係之前，及現在之死亡率比較之。一百五十年前，戰爭中受創傷者之百分之廿五以上皆死亡，而今日則不及受創傷者之百分之五。一八六七年時之統計，示醫院中之產婦廿九人，內有一人即百分之三·五，死於產褥熱。一八七九

- | | | |
|-------------------|--------------------|------------------------|
| 1. Pasteur | 2. Simpson | 3. Holmes |
| 4. Bristowe | 5. South Bethlehem | 6. Pyemia |
| 7. Crimean War | 8. Boer War | 9. Professor John Bell |
| 10. Ambroise Paré | | |

年巴士特氏證明此病之爲細菌性原因，於是今日之因此病而死亡者僅百分之〇·八或一千二百人中一人。曩時如辛博孫氏所統計示彼截斷一肢者之四一%死亡，而讓茲氏及布里斯拖氏於一八六一年研究於巴黎各醫院中時，見彼受截斷術者之六五%死亡。試將此等可怖之系數與今日南伯利恆醫院中者相比較，則該院中六一六人之行截斷術者僅二十八人死亡，即百分之四·五四也。美國內亂時膿毒症之九七·四%死亡，而破傷風患者之八九·三%致死。克里米亞之戰中行股關節之截斷術者一〇〇%死亡，而美國內亂時爲八三·三%。在部爾之戰中，其時已知創傷傳染之由於微生物之原理，故受創傷者僅八·八%失其生命。

從前之內外科醫者，行道於非常黑暗之中，故對於多數之受助或受保護之患者，不能決定其如何處理。後如一八二八年柏爾教授嘗謂外科醫師咸喜「如拔去栓塞時傾出大量物質之狀。」今日吾人知此事係高度之傳染之徵，殊屬危險，但從前則以爲身體具有多少惡物而必需流出者。

安布洛茲·帕累氏——係約於十六世紀之中葉最初之軍醫——以爲創傷係因受火藥之毒，而其治療之方法，乃傾沸油及熱樹脂於創口之中以毀滅其毒。一五三六年時，氏述及受傷者之數人，因所用材料告罄，不能行此療法。入晚，氏因念及彼等可怖之景象竟不能安眠。然氏發見彼未受治療之患者，較已受上述治法之患者恢復較速。氏不顧此種之證據，仍沿用舊時學說及治療法，而終未摒

1. Anton von Leewenhock

棄之者，迨一五五二年始已。

在曩時，視創傷之在腹部者頗以為危險，而在今日以吾人之傳染法之知識及防腐劑之使用，創傷之在腹腔臟器內者，十九可完全治癒。在關節內之創傷，從前視為致命傷，即使最良之狀況亦需五六個月始得痊可。

百年以前，醫院中能由創傷之臭氣而遙為辨別。是等醫院，為傳染之毒窟，而對於創傷患者較隔離之私人住屋危險殊甚。當傳染及疾病之本質未知之時，微生物常任其停留於外科器械，臥臺，及衣布之上，由一患者以傳染至第二患者，是以疾病及死亡，如無窮之鍊，綿綿不絕。

往時醫師亦嘗行豫防，然彼等豫防若有若無，而實際之制限方法未嘗使用，因彼時無論何人，皆無疾病之本質之學問也。

今且觀夫自古迄今，自高死亡率至低死亡率之變化。

溯十七世紀初葉之二十五年，有荷蘭人麻布商，安吞·封·雷汶胡克氏消磨其悠遊之歲月於琢磨透鏡。氏之透鏡較其他任何人所製者為優良，而氏用之以擴大各種物質如水滴，唾液，及朽腐之物。氏之引為大快事者，氏見是等物質中，充以生活之活動之物，氏稱之曰動物。此乃世界歷史中第一次由物質之自得觀細菌者也。

1. Von Helmont
2. Sweet basil
3. Louis Pasteur
4. "Lactic Acid Fermentation"
5. Lille Scientific Society
6. Paris Academy of Sciences

自然蕃殖之思想固執久矣。¹封赫爾夢特氏於十六世紀紀載鼠僅置若干污穢之破布於一地窖中，雜以少些之小麥，與一片之乾酪，即能自然蕃殖。氏又謂「於一磚挖一洞，以少許甜羅勒置其中，再置第二磚於第一磚之上，如是此洞並不完全覆蓋。將此二磚曝於日中，在數日之終，甜羅勒之芳香，完如一種酵素之作用，能變此草為一真正之蠟。」

諸如此類之思想，到處信仰，么微體之發見，除少數天然對於任何奇異而新穎之物起好奇之念者之外，絕不喚起多大興趣。彼時皆信新生物皆自然繁萌，故彼等所發見之事，幾到處以為無足重輕。此種思想持續至上世紀之中葉始已。其時自然蕃殖之思想，因加強有力之反對之格關於其一部分之維持者身上之後，而遭最終之失敗。

於一八五七年有一少年之法蘭西科學家，魯意巴士特以一篇論文曰「⁴乳酸發酵作用」送至⁵里爾科學社中，而於同年十二月，氏復發表一文於巴黎科學院，文中結論謂「分解糖而為酒精與炭酸之作用乃關係於生命之現象。」由此二篇論文，開醫界之新紀元。是等對於發酵及疾病本質之真知識，及對於生命祇來自生命之事實立一基礎。生物不論大小，決不能無其他之原來之生物而驟然生成者也。

在上一世紀之中葉，吾人關於人類之巨災——瘟疫，熱病，瘴癘——之實在知識，不及希臘人及

1. Robert Koch
2. Pollender
3. Davaine
4. Glasgow
5. Joseph Lister

羅馬人所知者爲多。此時來巴士特氏之偉大業績。氏之前埃及及黑暗氏之工作之後，光明逐年而燦爛。熱病之可捕捉，而疫癘之展延之事實，爲古代之知識，但至巴士特之發酵之學業，發見任何物質立於確實之地位後，乃知其非。

迨氏之發酵學問進步，又決求疾病與發酵間之類似處；於是來一暗示：「應行何種最合式之事，將是等學問充分作成各種疾病之根本重要研究之路。」若乳酸酒精及酪酸要酵中之變化係原由於微細生物時，何以此同樣之微生物，不應行腐敗及化膿性疾病時體內所見之變化？巴士特並非最先提出疾病之或係原因於生物者；惟氏乃最先有訓練與技術以證明其學說之確實者也。

與巴士特氏之基礎的研究有密切關聯者，有德國科學家科和氏之研究，氏證明因疾病而死之動物血液中有微生物之存在。前此數年，是等有機體嘗爲坡楞得及達文氏所見，但科和氏之造時世之進步，得於體外將微生物生成一種純培養，且由該培養物之接種於動物而人工的發生疾病焉。

巴士特氏研究之實際的供用於外科學。最先由格拉斯哥地方之外科醫者力斯忒氏行之。下記諸語，爲氏所記述施行此項研究之方法。

「至今日空氣如何能起有機物質之分解之問題，吾人見由巴士特氏之哲學的研究，而放大之光明於此極重要之問題上，氏由完全之確實證據證明此並不關於空氣所含之氯及其他任

1. Spanish Main
4. Jamaica

2. Africa

3. West Indies

科學與人生

六

何之氣體成分，而爲懸浮於其中之微細分子，即從前久爲顯微鏡所發見，而以爲祇爲腐敗物之偶然的隨伴物之各種下等生物之微菌，但至是則由巴士特氏證明其爲根本的原因，分解有機之復合物變化爲較單純之化學成分之物質，恰如酵母之變糖類而爲酒精及炭酸焉。」

由是而現代之外科學於是乎興。彼創傷傳染之恐怖之消除一大問題，良爲醫學史中最燦爛之一頁。從前之醫者孜孜其一生，雖能與傳染及疾病相激戰，然不甚完全。追學者專心於研究疾病之根本原因後，始得真實重要之進步；而其後之半世紀中較世界上過去之歷史中完成多多。

第二章 黃熱病之制勝

科學史中最離奇之一章實爲關於黃熱病之制勝事。——黃熱病爲熱帶諸國之橫禍者蓋有數世之久，而當時人人似無力與之戰鬪。因此喪生者不下數百萬，而該病之近乎無上之威權，實使熱帶地方上於暑熱氣候難得多少度之安全生活焉。

雖至美國發見其病原後，此病依然爲巨災之一，不絕的流行於西班牙馬因，往往延及於合衆國南方諸邦，間或至北方，而又屢屢橫越大西洋而流行於阿非利加之西岸。據西印度之英國陸軍之報告，示一可驚之死亡率，主由於本病所致。在牙買加地方，至一千九百三十六年之終，二十年間，平均死

- | | | |
|-----------------|----------------------|-------------------------|
| 1. Philadelphia | 2. Havana | 3. Panama Canal |
| 4. Saavedra | 5. White Man's Grave | 6. French Canal Company |

亡率爲千人中之一百〇一人，而在某一例證竟達一百七十八人之高率。在南方諸邦往往見黃熱病之流行而爲最深恐怖之原因。在一千七百九十三年之見於菲列得爾菲亞之一次流行，三個月內有一萬人民之死亡，但在北緯附近，隨氣候之寒冷，而蚊蟲之產卵之處皆被冰凍，故流行因而停止。哈瓦那地方素爲黃熱病之培養處，該處雖經多數醫者絞心力行其極注重之研究，似曾未稍減焉。

關於此可怖疾病之研究之最高度，以及公眾之注意，乃隨巴拿馬運河之建設以俱興。當一五二〇年之時，薩阿味得刺已建議由該海峽開鑿一運河，但白種人之任何試居於該地者皆遭熱帶病之侵襲。因是四百年來成視該處爲白種人之墳墓，於是委棄之於黑人者久矣。

法蘭西運河公司之歷史，在財政史中演成無比之慘劇，且爲無上之奇觀，但人之抵抗疾病竟未成功。黃熱病，瘧疾，及赤痢，於九年之中傷害雇用工人近二萬。死亡率往往每千人約達一百，有時達一百四十，而於一八八五年九月內竟達一七六·九七可驚之系數。不惟勞工，即工程師，看護人等，皆被侵害。據謂一船載來十八人之法蘭西少年工程師，除一人外皆於到達後一個月內因黃熱病而死。

與此可怖之情形相對比，迨由科學的研究而得高熱病之完成克服及有效之制限方法之採用後，其死亡率每千人祇三·一三。當法蘭西人居該海峽時有七八〇〇〇之死亡者，美國人築此運河

1. Spanish-American War
3. General Nelson O. Miles
5. Army Medical Museum
7. Dr. James Carroll

2. Cuba
4. Major Walter Reed
6. Army Hospital Corps
8. Dr. Jesse W. Lazear

十年之中祇六·六三〇，此數爲三九〇〇〇人之工作力中實在之死亡者。衛生局亦直接因逃生之各工人中防免三九四二〇〇〇〇工之疾病，而至少節省三九四二〇〇〇〇圓。(美金)

此運河之由美人築成者，實係西班牙美國戰爭中在古巴所行最高研究之結果，當時有一美國陸軍中任命之委員會，證明黃熱病之原因，且完成其制限之方法。該委員會之工作，在科學史中爲人類之安寧而貢獻及科學之真精神起見，無有超越其右者。其結果之成就，實由該委員會之一部分之職員行無上之犧牲而得，然真正之科學家，無不志願犧牲自己之一切，而爲他人謀幸福，以圖發見真理也。

居留古巴之美國兵士之生命，因黃熱病之流行而被傷害，且軍隊之實力亦大爲妨礙，蓋此病不絕的爆發於營帳中，並不畏彼時所知之最有力之衛生的防備法。因此遂證明黃熱病之傳播方法，與其他多數之疾病迥異。其制限之法，實令軍醫束手。有多數地方防備縱行嚴密，而死亡率有時反爲最高。彼時竟無法可施，而全軍幾爲覆沒焉。

在絕望中之米爾斯將軍任命一委員會「以從事於關於古巴島上所流行之傳染病之科學的研究爲目的。」該委員會之組成，爲德里⁴——華盛頓⁵陸軍醫學博物院之主管，且爲薄負名望之細菌學家，——陸軍醫院隊之卡羅爾⁷醫師，拉齊爾⁸醫師——氏善於關於瘧疾及其他疾病之蚊蟲研究

1. Dr. Aristides Agramonte
3. Dr. Carlos Finlay

2. Columbia Barracks Hospital
4. Private Dean

得有特殊之訓練者，以及亞格拉蒙得醫師——氏產於古巴而受教育於美國，於細菌學具特別之訓練者——等。

此四位軍醫，於一千九百年六月二十五日之下午，在哥命比亞巴刺克斯醫院開始行其研究。在各處地方建設試驗室，而其研究皆始於最有系統的及科學的方法。彼等之從事於此工作皆明知以生死爲兒戲，但自身問題卻完全置之度外。彼等皆執行其偉大之事業焉。

此非常繁複之研究，各條項各充以興趣。傳染及其防止之研究，二十年前哈瓦那之芬雷氏所創之蚊蟲說之重提，以及行最後決定之條項，深入於科學家之心者較私見之爭遙甚；茲不贅述。

至於蚊蟲之關係之研究，必須先使蚊蟲吮螫黃熱病患者，然後再令其吮螫健康人，以觀該病之是否由該昆蟲攜帶。彼美國兵士之英雄氣概，即由彼志願從事於此冒險工作者，不愁缺少一事可以徵矣。其最先由染毒之蚊蟲吮螫之結果而得之黃熱病試驗者，爲卡羅爾醫師——該委員會之一職員——及士兵第因氏。

關於此二例，亞格拉蒙得醫師所述如下：

「一九〇〇年九月，憂煩焦灼特甚；此時適卡羅爾醫師及第因君之爲黃熱病侵襲，以及里得君之不能回來，拉齊爾與余則晝夜處於愁城之中。士兵第因君固未婚娶，然卡羅爾之妻子等，相隔

千里之遙，傳遞消息之每日海底電信，實足引起彼等之極大憂慮，蓋其夫若父，正為生命而決鬥，有時因消耗熱而陷於沉重之譫語，有時幾致虛脫，直至某日，戰勝病魔，而電信遂傳達吾等之「卡羅爾出險」之佈告矣。差幸卡羅爾與第因皆得斷續之恢復，但吾等仍進行最重要之研究，所惜卡羅爾病中失卻各種重要之研究而幾陷於模糊影響之間，殊屬不幸。」

而拉齊爾醫師工作中有一染病之蚊蟲吮螫其手。五日之後，以劇烈之黃熱病侵襲而致命。亞格拉蒙得醫師記述其病狀如下：

「彼六日之間吾人精神上忐忑不寧，筆難盡述。以吾人之目光視之，此雖不過為數千人之被拯救者而犧牲其一命。然十三年來之形影相隨，及上數月間之回憶，不絕演映於余之腦際，其彌留之時，研求理由之思想，依然殘遺於其腦中，而捨棄其愛妻與嬌女之悲懷，以及尚未出世之無父之遺腹孤兒於不顧。九月二十五日星期二，乃其一生之最後之時也；伊何人斯，拉齊爾之名永鑄於不朽之門焉。」

為證實蚊蟲傳播說之懷疑起見，啓¹星格及摩²明二氏勇往自願供染病之蚊蟲刺螫。二人皆患該病，惟幸而皆得痊癒。其後尙有其他同樣之試驗者。

他若由黃熱病患者之衣服並無傳染危險之證明，則另需勇為之工作。庫克醫師偕二名志願之

1. *Aedes calopus*

2. Colonel Gorgas

士卒——後來又另有四名之志願者，用黃熱病患者由各種方法所污染之臥具及衣服，連續睡二十夜。彼等將是等物件朝晚接觸——或裝入箱籠中或自箱籠中取出。無論彼等如是之接近污物，然皆未傳染該病。

以上諸種試驗之結果，證明：（一）黃熱病乃由一定種類之蚊蟲（即黃熱蚊¹）之刺螫而傳播。（二）該蚊蟲在既螫一黃熱病患者後十二日或較長之期內，並無害處，但此後則該蚊生存期中對於人體盡屬危險。（三）人獲前曾吮螫黃熱病患者之蚊蟲刺螫之後三日或五日之一期，乃該患者在發病前所必須經過者。（四）取自黃熱病患者之在病中第一日或第二日之血液，雖八滴注射於一易感受之人得令未嘗患該病者發生該病。（五）蚊蟲之為危險者必刺螫患者之在病中最先之三日。（六）凡與病人及其衣服或排泄物相接觸，並無危險，祇由曾螫患者之蚊蟲所刺螫則屬危險。是等事實之知識，能用以確實防禦本病。在熱帶之海岸諸村落中，遂逐漸完全變更其生活狀況。且以是而使哥格司氏建設有效能之衛生局於巴拿馬，而致美國得以少數之人及時間之損失而築成其運河，蓋此病殊難占優勢於彼最合衛生之氣候中故也。

所應知者，如此類發見及其所得之結果，凡尋常之科學上發見，亦具同樣之歷史。苟無先進之研究基礎工作，決不能驟然一躍而存在，蓋乃多數先進研究家之工作之結果也。當初一七九七之際

- | | | |
|-------------------------------|-----------------------|------------------|
| 1. Rush | 2. Alabama | 3. Mobile |
| 4. Dr. Nott | 5. Beauperthuy | 6. Venezuela |
| 7. Dr. Dowell | 8. Sir Patrick Manson | 9. elephantiasis |
| 10. Royal Academy of Sciences | | |

「菲列得爾非亞」之刺士氏，已於黃熱病之流行期中，任意於多數之蚊類。一八四八年時，阿拉巴馬摩比爾之諾特氏，最先提示黃熱病，為某種「極近地面存在」之昆蟲所散播。

波百爾丹氏——係執業於委內瑞辣之法蘭西內科醫者——於一八五三年之頃，已指示蚊類為黃熱病之散播者，而謂燻煙及防止蚊類之螫刺得預防本病。氏信以為蚊蟲乃因攝食污滯水中之有機物質而致傳染其自體云。氏又發見該病並非因接觸而傳染，然無人信其學說且竟認為瘋狂焉。一八七六年時，多威爾氏注意於當溫暖氣候時蚊類傳播黃熱病之事實。其後不久，熱帶病學之祖孟遜爵士，論及絲狀蟲——乃一種血液傳染之為一種疾病狀態所謂象皮病者之原因——而行確實之證明蚊蟲之由人傳播疾病於他人之事。此種發見，遂引起全世界的注意，而對於熱帶上所分佈之無數種類之刺螫性昆蟲，認為流行於該處諸種不明疾患之可能攜帶者。

哈瓦那之芬雷氏在一八八一年時宣佈於皇家科學會之一空前之論文中，提出其意見，謂黃熱病乃由蚊蟲之刺螫而傳播者。氏之意見大部分已經搜集無遺，惟其文中於傳播之細目則多誤謬，且氏不能試驗的發生該病之純粹例子。其結果，氏之工作為人擯棄，但此事實為後來美國之委員會之研究立一基礎，蓋該委員會之工作達完全證明之目的而終得制勝黃熱病——此外另有研究之例以為人類由其外圍之疾患之解放而研究焉。

第四章 膜狀炎之驅除

凡事之直接影響於吾人自身生命及經驗者，易因此而起極深切之印象。然疾病而使吾人所愛之人因而致死者，則尤爲吾人所最恐怖之事。因此之故，膜狀炎（白喉）吾人常視之爲一種可怕之疾病。吾人一生之最大之悲劇，莫過于一弟一妹驟受此恐怖疾病之侵襲，而於一星期內，已各長眠於地下矣。此等慘事一若天定，蓋往往驅除此病之最大發見，適在一年以後，免其厄運爲時已晚矣。

更有一悲慘之回憶，乃由於一鄰人之經驗而印入者。某星期六之夜，此人見其兒女六人安臥於牀中。至下星期六之夜，鄰家乃見其在墓地悲呼其諸兒，蓋皆已寂然長眠於塚中矣。白喉症在此一星期中，忍心侵襲其全家，而竟無一兒童可以倖存者。似此快樂之家庭，一變而爲孤零老父之逆旅，羣醫除同情憐憫之外，竟無法可施，而束手旁觀，其事誠可悲已！

世界上有少數區域，白喉症並不時爲致死之祟，故該處居民之視此病，未嘗刻慘怖之印象於其心中也。

吾人若注意於此病之歷史，從前每以爲係取悅於怒神之一種災難，故吾人不能用人類無謂之努力以強令避免或防止此病。至何時始認爲一種獨立之疾病，吾人未能考證。然在紀元後二世紀之

1. Aretaens
4. New York

2. Nuremberg
5. Chicago

3. Boston

時已由阿里提阿斯氏記載之。遍中世紀之頃，本病已知爲多少劇烈之疾病，且往往傳染起流行，例如一四九二年流行於勞連堡之一次是也。本病徐徐由人類及交通而分佈，然後於不規則之年限內起流行或大流行。美國在波士頓，此病流行於一八六三——六四年，一八七五——七六年，一八八〇——八一年，一八八九——九〇年，及一八九四年；在紐約於一八七六——七八年，一八八〇——八二年，一八八六——八八年，及一八九三——九四年；在芝加哥於一八六〇——六五年，一八六九——七〇年，一八七六——七九——八一年，一八八六——八七年，及一八九〇年。觀夫此足徵此病苟醫界的報告完全保存者，幾爲連續不絕而出現。此病所來之荼毒殊難估計；各處由於此病之死亡率皆屬可驚。彼一八九三年以前患該病者，約百分之三十五死亡。在一八八一年世界上十九處之大都市因白喉症所致之死亡率每一〇〇〇〇市民中有一〇〇人以上，而在一九〇五年，則降至二〇人以下。一八九三年時，紐約醫院中有六四六八人之白喉患者。其中一九六二人即百分之三十四，死亡；一九〇六年有七四四四人，其中七三一一人即百分之九死亡。使全世界患白喉者之死亡率自三五%減低至九%以下者，幾全賴夫一八九四時所創行之抗毒素療法之使用也。

數千萬之生靈，及無數之患者，皆由此一種發見而得拯救。然吾人切不可具此成見，謂白喉病抗毒素之發見係突如其來者；蓋係由大多數之病人研究者所指導之長時期之觀察及實驗以努力於

- | | | |
|------------|------------|---------------------------|
| 1. Klebs | 2. Löffler | 3. Klebs-Löffler bacillus |
| 4. Roux | 4. Yersin | 6. Sidney Martin |
| 7. Brieger | | |

減少人類疾苦之結果也。

今日所知爲白喉病原因之桿菌，最先之報告，大概係一八八三年由克雷勃氏行之。氏記述其於偽膜中之性質，但並未行培養。此種桿菌，最先由呂夫勒氏自多數之白喉患者行其培養，氏之觀察，行於一八八四年，而吾人對於氏，應認爲最先闡發該菌培養中之性質及其對於動物之數種病理作用者。因此故此種生物有時稱爲克雷勃·呂夫勒氏桿菌。此種生物遂爲多數研究之題目，但其對於疾病之關係，可云由於魯及艾爾散氏之燻爛之研究始得確定，氏等證明該病之最重要之特點得由該生物之分離毒素之施用而發生焉。彼等之實驗，宣佈於一八八八——九〇年。此外由馬丁氏之工作，於此題更有所闡發，氏發見由白喉患者之染病臟器所分離之物質，其作用有如神經毒，而患白喉病時，亦能發生其他之現象云。

柏林之布里格氏行其工作，大多與巴黎之魯氏沿同一之線上者。此二位研究者各自關於白喉細菌所產之毒素之性質行多數之發見。此類微生物，見其生長主在咽喉及上氣道等處，惟該病之毒力遠達他處，致累及心臟，神經，以及身體之其他遠隔部分。此種事實，遂使研究者由該生物體而轉變方針於毒素之發生矣。

由此類毒素之效力之於低級動物之研究，遂致研究者，知設有一種發見，得於各種例子有利益

者，實際上即能驅除白喉病之一切恐怖。白喉細菌產生一種毒素，即所謂白喉毒素是也。此種毒素已能分離，而應用之於各動物，即發生白喉病之除咽喉糜爛外之各種症候。此白喉毒素，據估計謂毒性至少七百倍於嗎啡云。

凡一經患白喉病者，亦如其他多數疾病之例，其後即不再染。此事祇須以巴士特氏¹及其諸科學家所研究之免疫問題解釋之，即可明瞭。由各種已經制限之疾病研究之結果，則攻擊白喉病之方法亦因而瞭然矣。

據免疫試驗之所示，謂若以一動物之血液少許——該動物曾經反復處置以白喉菌毒素而使對於該病為不感受性者——注射於另一動物則後者亦得免疫達一定程度焉。苟此點一經成立，迅速進步殊屬可能。

此種抗毒注射之效力，曾於動物行一種研究，其注射（一）在白喉菌毒素起作用之後；（二）在生活桿菌之注射而於動物發生白喉病之後。其結果非常可驚。是等動物至是見其能耐一定量之毒素而無甚障礙，此種分量，苟在平時投與，必致斃命；而在第二類之試驗，則見該桿菌停止發育而動物即見恢復。實言之，不惟能由毒素之繼續注射而毒素之作用被其中和，且同時發生一種狀況更能使該桿菌之發育困難或不能。是乃一種奇異之發見；但其最重要者，為在動物所見為確切者，在人類

1. Holt

亦遂見其確切之事實。

抗毒素之效果之發見，遂引起從事於獲得足以抵禦該病之有實在價值之大量之方法。用以獲得抗毒素之方法，由霍爾特氏所記載者如下：

「大動物如馬、牝牛等，普通皆供注射目的之用。在初起時注射一定量之白喉毒素，其量之大，在被注射之動物對於生命無危險者。此種毒素乃由將膜狀炎細菌於相當情形之下培養，更由濾過或用熱殺滅該生活菌而使與其毒性產物分離而得者。注射普通概用尋常之皮下注射器而行之於動物之脅下。是等之注射之後，隨之而發生固有之症狀。在注射之一點，現出巨腫，其腫脹當瀰漫於該動物之全脅。體溫昇騰，而往往現著明之虛脫兼以著甚之體重減少。若其用量過大，則動物當致死。注射後繼發之反應性症狀普通持續一日至三日。此等症狀經過之後，再行第二次之注射，而每間歇數日更行其他之注射。據研究所知，毒素之用量得每回注射，逐漸增加，直至能耐極大之量為止。既達此點時，即大量之毒素注射而不發生反應時，則該動物可稱具有高度之免疫性。在此時其血液中之血清含有大量之抗毒素，如是狀態之發生需一甚長之時間，——其時期乃視動物之大小，與其感受性及其他諸狀況，而有自三個月至十二個月之別。

「由動物之血液採取是項血清普通概由頸靜脈之瀉血而得。以最注意之防腐方法，勿使微

生物沾染而開放靜脈，乃採取一至四夸特之血液於一殺菌之瓶中。放置數小時之後，此中血液分離為一團血塊與浮遊其上之一層清澄部分，即所謂血清。其強度則視其能中和毒素之多寡而檢定之。以如是之方法決定其用量。」

抗毒素療法，於二種情形之下用之：（一）任何人皆得用以預防其傳染白喉病，或（二）當疾病既經傳染而已經一度使用血清時，則該病之不良症狀，低減極多。若在該病之最初二十四小時中給以充分之用量時，則抗毒素實際上確能低減死亡率，但人類仍死於白喉病者，蓋因抗毒素之不及時使用故也。

多數人所遭遇最困難者，即不自知其在危險之中而不行預防之法。彼等知有人係天然免疫者，而彼等遂自信其在此類之體質中焉。

幸而不久，得以決定任何人孰為免疫者。當一九一〇年時西克氏發明一種方法以決定各人苟遇該病，孰能免疫。人若自知其為易感受者，即應受抗毒血清療法而自保其安全。

此事僅由各科學家之患者研究行之，彼等之業績終為吾人大多數之意想中之佳果。其他之科學的觀察未有甚於驅除此可驚之疾病者，其深入世界上科學家之心，縱令從事於一似不重要之問題者，亦無有甚於此焉。然而彼有多數人民，譏誚彼等之消磨其光陰，以研究如是之無足重輕之物如

細菌者，而彼等竟通過法律以防止使用低級動物而行之研究。窺彼等之意，似以為拯救百隻之天竺鼠，較千萬之人命為急務。幸而此狹小之偏見，瞬息即逝。吾人試思此等見解，設詔示吾人中少數之人，而僅遺者輩於前此數年教導吾等者，則無論何人皆將深異吾等之力竭聲嘶於科學的研究而從事於人類康寧之計劃焉。

第五章 傷寒症之降伏

距今二十餘年前著者在美國西方一村中，得一悲慘之經歷，目覩幾乎全數之人民為傷寒症所滅。無一家庭得倖免其病室，而其中坦臥一人或數人於發熱之病牀者。當時殊難覓健康之人以看護病者。本病不若其他多數疾病，患者之能下牀而於數日內或恢復或終期者，蓋本病於完全恢復之前，必淹留數星期時或有數月者。此蓋謂一家族之數人縱令傳染之期已遙隔多時尚有同偃臥於病牀者也。

迨著者親斯病患時，計憶成語所謂「植二株之草而先植其一者，乃為人類之施惠者」於是吾思：「設如是之人為一施惠者，則真能助與傷寒症相競爭者，應如何作為耶？」

在當時，亦有一種不澈底之覺悟，謂本病與飲料水不無多少關係云。人民將供給水之河道認為

1. Cornell 2. Ithaca 3. typhus fever
4. Thomas Willis 5. Parliamentary troops 6. Franco-Prussian War

有傳染之源之可能者一律填塞。彼等報告在水中發見一羣之死畜，而若將此類死畜取棄，即以爲一切可以完畢。至於患本病者之排泄物絕不加以注意，而外界之廁圈任其開放，致無數之蒼蠅，不絕來往於廁圈與家屋之間。雖亦嘗竭力預防，然其方法不適當。其傳染之真正原因所以避而不見者，並非因人民不欲努力從事於預防本病之傳播於極點；祇因無必要之學識耳。當時除大多數人民發熱高臥數星期及多數死亡外，似無事可爲矣。

其後不及數載，著者在科涅爾爲學生，見全校因傷寒之流行而大爆發。伊大卡地方及該大學校之水源爲一不謹慎之患本病之家所污染。於是該大學應爲之事皆行停頓，而學生死者頗多。可知彼多數具有傷寒症流行之個人知識之舊頭腦者與吾人現今之預防方法之知識相較，當然無所用矣。傷寒症一病，古時固已知之，然吾人往時關於流行之知識，多少因事實而模糊即本病往往爲另一種完全不同之疾病日副傷寒者所淆惑。本病之較爲最先可靠之記載以吾人所知者爲英吉利醫者維理思氏所記述，氏於一六四三年記載一度流行於國會軍隊中。此病常實見於軍營中以及其他人口過密之地方。

在一八七〇——七一年普法戰爭之際，陸軍之百分之十患傷寒症，而全部患者之百分之一一三死亡。此戰役中死亡者之百分之六十，原由於傷寒症焉。

在部耳戰役（一八九九——一九〇〇年）中，有五七六八四人之傷寒患者，其中之八〇二二人死亡，而死於戰爭者祇七七八一一人。

在西班牙美利堅戰役中，全部死亡數之八六二%原因於傷寒症。本病確較敵人鎗礮之彈丸尤為可畏。今日則感謝科學的研究之賜，其荼毒乃迅速變化，而其不能實際由世界驅除者似無理由矣。吾人至是視傷寒症幾引為恥辱，蓋本病足徵不清潔或缺乏衛生的戒備故也。

關於美國馬薩諸塞州如下記之數，證示該州由於傷寒症之死亡率依次銳降。在一八五六——六五年間，其由於本病之每年死亡率每人口一〇〇〇〇〇，有九二·九人；在一八六六——七五年間，為八〇·八人；當一八七六——八五年間為四七·四人；當一八八六——九五年間為三六·四人；當一九〇〇——〇四年間為一八·八人；一九〇六——一九一〇年間，為一三·七人；在一九一五年時為六·八人；而於一九一九年則著為降低，每一〇〇〇〇〇居民中祇二·七人耳。

美國之原有登記各州中由於傷寒症之平均死亡率如下：一九〇〇年為三一·三；一九一〇年為一八·〇；而一九一九年為四·八。

是等系數皆為典型的，足知本病之於科學的勝利之手下而如何逐漸撲除也。

近數年來所行之可驚之進步無有不銘記於心者，但少有實行彼可造此進步之病人工作以及

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 1. Strother | 2. slow nervous fever | 3. Huxham |
| 4. "Putrid malignant fever" | 5. Riedel | 6. Baillie |
| 7. Philadelphia | 8. William Gerhard | 9. Budd |
| 10. Murchison | | |

長持續之研究者。人有俯首信仰彼臨證之醫師者，然醫師常以應病家之診務為業，故絕無個人的研究之餘暇。於是彼必賴世間所無人注意之窮年孜孜於實驗室中之科學家始能得其學業。公衆人民絕無知其工作必待由其發見實有裨益於世後始已。是等大發明尋常竟不能得任何人之信仰，然不知皆為多數研究者累積的努力之結果，各人皆取其前輩發見之結果而參加以己意，而後全部移交於其後起者。傷寒症之制限亦不外乎此例也。

其後維理思氏對於此病有更詳細之記載，另有一英人益斯特洛得氏者，當十八世紀之際已記述腸內之潰瘍及脾臟之腫大為慢性神經性熱（即今日所知之傷寒症）之典型焉。在一七三七年時赫克薩薩護氏記載所謂「敗血性惡性熱」（即副傷寒）與「慢性神經性熱」之症狀相區別。然此等疾病之絕端區分直至一世紀後始完全清楚，而此並非由於外表症狀之研究，卻由於現於傷寒症而不現於副傷寒之一定病變也。是等病變由德意志之李德爾氏（一七四八年）、英吉利之貝歷氏（一七六一年）及罷德勒與瓦格勒（一七六二年）——尤詳細——記載之。

此二種疾病之區別之完全基礎，乃一八三七年由菲列得爾斐亞之韋哈特氏行之。此種疾病間混淆之解除於制止方法之立足點實建一更鞏固之基礎焉。

當一八五六年之頃，普特氏已指出由患者之排泄物傳播該病之危險，而一八七三年時麥啓孫

- | | | |
|------------------|-----------------------|----------------------|
| 1. Koch | 2. Carl Joseph Eberth | 3. bacillus typhosus |
| 4. George Gaffky | 5. Metchnikoff | 6. Besredca |
| 7 immunity | | |

氏切實追蹤一次流行由於污染之牛乳供用，而證明彼傷寒症患者之大便，傳播該病危險之根本源流。

是等一般的觀察，在未有新學說發明之前，似永遠可以利用。後此所有一切之結果皆係經驗的；直至法蘭西之巴士特氏及德意志之科和氏闡發之微生物學應用之後，始見真正之進步。特殊之微生物與疾病之關係闡發之後，疾病之防制始得進步，是猶世界之交通必待汽機之發明始得改良也。

傷寒症爲人類疾病中最先發見屬於細菌病原之種。在一八八〇年，亞伯特氏記述「傷寒桿菌」，此乃氏所發見於一死於傷寒症者之組織中者。其後四年由加夫基氏得其純粹培養，然此種微生物與該病之關係之絕端證明，直至一九〇〇年麥奇尼考夫氏與貝司勒德加氏用純粹培養接種於人類人猿試驗的使發生本病，始行成立。

同時多數同志闡發關於衛生及制限之方法，處理微生物之方法及有力之注意以豫防本病之傳播。是等工事頗能助死亡率之降低；惟衛生並非可以利用之決鬪之惟一武器。最有力之防禦工具，實發生於個人對於本病之免疫力。

吾人無不知某數種疾病祇有患一次之事實。此說素來視爲奧祕，但隨微生物學之發達，免疫之原理遂明瞭，且能使人體無須實際患該病而得發生免疫力焉。一八九四年，有二位德意志之科學家

曰普淮斐¹及科勒²試驗受有已死傷寒菌之小量皮下注射者之結果如何。氏等發見其所試用之量發生一定之不快症狀，但免疫力似因之而賦與矣。同樣之試驗由萊特氏行於不列顛⁴之兵士，其結果則見既受接種之人之易染傷寒症僅及未接種者之二分之一至六分之一。是等證據，可知接種法之惠及公眾已十餘年於茲矣。

尤有滿意之結果者，當一千九百年時在美國之陸軍中凡四十五歲以下者一律強迫施行傷寒預防接種法。故在以前之九年內，平均每年有三百五十一人之傷寒患者，迨強迫行接種法後，患者之數銳為減少，直至一九一三及一九一四年祇見四及七名患者。在歐洲大戰時二百萬之已受接種之美國兵士中祇十八名死於傷寒症。是等結果，絕對確定之免疫縱不能保全部患者皆得之，又一回之接種縱使僅能預防於較短時間——或係兩年，然已足嚴格的解釋對於接種之價值之懷疑矣。

由水道及食物之防護，由排水溝之切實整頓，更由本病之攜菌人之防衛及昆蟲攜菌者之驅除，且於流行危險之區域內接種法之使用等，則傷寒症即不致為文明國民之脅迫者矣。往日之屢屢為天災人禍者，一經科學的研究，終至幾乎無能為力，一種研究之產生而藉今日科學之工具者，必較二十世紀以前由迷信漫然而得之意外發見，當更為廣大。

1. Pfeiffer
4. British

2. Kolle

3. A. E. Wright

第六章 外科醫學之發達

昔有布立澤特者，犯頭痛症，嘗言「卽殺我身」而愈之者，亦所願爲，此實爲全人類受困於疾病之代表也。自有史以來，人類常找求麻木知覺之法，以求滅除其疾苦。此法試用者甚多，或藉符咒，或恃草本，種類不一。此種古法，大都無效，惟埃及中華希臘羅馬諸國，古時有用芋蕨及曼陀羅華之汁，引人睡眠，失其知覺者，尙稱有效。惟此等藥材害多而益少，非良藥也。

用蒙藥以助外科手術，至前世紀而始行，關於其作用之科學智識，則始於最近七十五年間耳。至今日而變遷益速，非可視爲固定之學術，如算學物理學等。吾人之於此術，今已有充分之發展，昔日以施行手術爲畏事者，今則無存矣。且今之外科能處理精當，決不使病者知有所苦。彼病者亦有施用蒙藥，身於復原，遠較忍受割刮之痛，因而傾覆全身之功用者爲愈也。

嘿登氏嘗述兩種手術之優劣，一在未有蒙藥時，一在已有蒙藥後，茲錄其言如左：

「一女病人，昇入醫院，安臥於桌，四周圍觀者甚衆，皆欲觀其流血之狀，女時以柔和懇切之目，驚訝乞憐之態，注視醫生，與其勇敢之目光相遇。醫生深知其痛苦之甚，護視甚慈，時以安神藥及興奮劑予之，而此時或將再飲之也。乃復以軟語慰之，告以治愈甚速，女顏稍解，時女之疾苦亦去，餘人

均靜默，女之肢體則被按住，以防掙扎，而手術遂始。

「然而施術女果無所抵抗乎？解部之刀初下，而女之呼聲遽起，聲甚慘厲，且竭力掙脫，欲自桌上躍下。惟女力弱，且有壯男子奮力按其肢體，雖掙無用也。時叫號雜作，狀甚可怖，既而全室蕭然，醫生勇敢之心，亦覺重重下沉，如鉛石焉。」

「事既畢，女負痛力乏，乃自桌邊臥牀上，俟其漸漸恢復焉。」

試以此節所述，與已用蒙藥之手術情形一比較之：

「今次之手術將若何乎？女病者面現靜默之喜容——此即睡夢酣熱之證——兩目緊閉作酣睡狀；肢體展佈自然，如小孩之眠態，周圍無粗厲之男子，強加按制；亦無須多集醫生，以防不測。從事於此者，惟外科醫生及助手二人，司傳遞器械，停止血液之職。醫生施術，頗從容有餘——不致因苦痛而促其手術之早成——既無慌亂之弊，故能隨機施治，有益病家，非淺鮮也。」

「手術畢，諸事咸復原狀，無須另行休息，病者即能從酣睡中醒覺，欣喜治療已竟，不復感苦。女聞醫言，深自感慰，此蒙藥之價值，豈復楮墨所能宣耶！即此一藥，雖竭一生之才力以發明之，亦所願爲也。」

吾人試問此其異點何在？此豈偶然之事，抑亦科學家歷久遠艱苦之工作，而後有此成效耶？

- | | | | |
|--------------|------------|----------------------|-------------------|
| 1. Pierson | 2. ether | 3. Sir Humphrey Davy | 4. Boston |
| 5. Warren | 6. Faraday | 7. Chloroform | 8. Hickman |
| 9. New Haven | 10. Ives | 11. Georgia | 12. Long |
| 13. Hartford | 14. Wells | 15. Morton | 16. Massachusetts |

近世外科醫學中之蒙藥，發源於十八世紀之末，而始於一七六六年之發見氮氣，一七七二年之發見氮氣，一七七四年之發見氮氣與一氯化二氮。此數氣自發見後，未幾即施諸實用。一七八五年，英人皮耳孫用吸食醇精治人哮喘，不久有氣藥院之設。長此院者為英國化學家德斐·漢符理爵士，德氏於一八〇〇年，即知採用一氯化氮治頭痛症，又用以拔除自己之懸牙。

美國波士頓之窩棧氏，嘗於一八〇五年，用硫化醇精治肺癆病之病人，又用以治哮喘。物理學家家法拉第似為發明硫化醇精為蒙藥之第一人。氏於一八一一年，作書謂「醇精之蒸汽和以空氣而吸之，其效力與一氯化氮等。」

以一氯化氮，醇精，迷蒙精等作試驗而有成效者，有英人希克曼（一八二〇——二八年），新哈文之愛夫斯（一八三二年），佐治亞之隆氏（一八四二年），哈得富爾之衛爾斯（一八四四年），及其他研究家多人，惟用醇精為解痛劑而有確定之基礎者，惟衛爾斯之門人摩吞而已。

摩吞第一次表演，舉行於一八四六年十月十六日，在馬薩諸塞省公立醫院，其事猶演劇也。此為公眾表演無痛手術之第一次，惟摩氏之實用此法，尚在數年前也。

其表演情形略如下述：

「此乃醫學學生最宜試驗之時，摩氏遂決於此時，出其所發明之實用醇精蒙藥，表演於同學，

教授及公衆之前。氏憑其個人實施之經驗，深信此藥之有效，遂自爲受試之人。惟摩吞來解剖室時已略遲，因等候一新吸此藥者之醒覺，以致耽擱其表演之事。不數分鐘前，窩梭博士謂「摩吞尚未來此，余意彼或另有他約。」此言猶云摩吞不克如約也。乃窩梭方進行其手術時，而摩吞至矣。摩氏見衆人面色，似無有表同情於彼者。惟見衆人之懷疑與好奇耳。窩梭忽願謂摩曰：「摩君，汝之病人已預備矣。」摩吞聞言，整其器械，施行蒙藥，狀甚寧靜，亦願謂窩梭曰：「窩梭博士，君之病人已預備矣。」時此解剖室中，闐寂如古墓，窩梭始以剖刀割膚，去一大瘤，病者無絲毫痛狀，肌肉亦不少動。窩梭手術既畢，雖謂觀衆和緩慎重而言曰：「諸君，此非欺騙者可比。」比格羅有言，「余將見今日之事風行於世界也。」

摩吞墓上刻有比格羅所書之墓誌，其辭曰：「摩吞威廉，蒙藥之發明家亦實用家也，自此外科病之痛苦爲之滅除；摩氏之前，手術乃慘事耳；摩氏以後，痛苦遂受科學之控制矣。」

因蒙藥之用起而反對者，不一而足——其所持理由，謂病痛乃凡夫之命運，滅之則爲作惡——然欲禁止其傳播，殊無此力也。夫以最嚴酷之慘痛，既消除如此其易，而手術之穩妥，又增加如此其大，自不宜令遲疑之念，阻止其進行也。

自一八四六年十月以迄於今，從事探求蒙藥，以供各項手術局部麻醉之用者，幾無時或間，且又

研究種種情形，俾施用蒙藥得最適當之處理。今者適合於各特殊情形之藥品，已達數十種，而數量之增寬與日俱進也。近世化學家所製就之解痛藥物，多非半世紀前所能製造者。近頃美國芝加哥大學盧克哈特氏，倡言¹二炭烯為極適用之通用蒙藥。用於產科中，能使產母解痛，惟肌肉仍任其照常工作也。

即此發明蒙藥一事，吾人又於多例之中，另得一例，足證忍耐之科學研究，往往歷時甚久，每須各國科學家共同研究，始能造福於人類，而使之更安居於世間也。

第七章 愛克司光線史

三十年前有某孩者，自樹巔下墜而折其兩足。經醫生之處治，略有起色，惟一足痛疼，步履維艱。醫復折之，冀欲改正其接法，然困苦猶故也。醫乃囑其歸家，希此足或能自愈，孰知其痛益甚於昔，終至不得不截之勢。觀此一事，可知苟於此事有正確之智識，當可保存此足也。

自愛克司光線發明而後，事如上述者，醫者不能辭其咎，而截足亦非必要也。蓋醫家可藉此光以觀其究竟，如須刀割，則其事尤能詳知也。

愛克司光線之用途，與日而俱廣。肺部有外物之侵入，則以此光檢之，槍彈鐵針之入人體，則以此

光示其位置，愛克司光誠不可少之利器矣。此外之用以檢察者，如內部器官之毒瘤，肺部之結核，骨節之風濕腫脹，牙根之膿瘡，致病之附加物，某種胃病，心房腫起，膽囊結石等，無不利賴之。此等病狀之檢驗，在初期尤為重要，俾醫家便於施治，此則昔日所不能享有之權利也。醫生既熟知其病情，自能於最短期間設法糾正之。小兒聾病大多起於乳頭形之核，苟能從早覺察，則聾病可以預治。又小兒之病足以阻其發育者，如腺狀腺或泌液腺之缺點，亦可以愛克司光線察見之。腦部之血塊，每起劇烈之擾害，預治之法，惟有用愛克司光線照之。此線除醫學上之應用外，在工業上亦漸成重要，如檢察鋼鐵之裂隙，及其他各種物質之內部狀況等。

此種研究，在吾人觀之，有助於人類甚大，而實用上尤佔重要之地位，此無可致疑者也。當電學初激引科學家之好奇心時，關於電力之性質殊多爭執。有教授數人自立學說，以為可以解釋電力之作用與其性質，遂不復致信於相反者之學理。於是各以其所自倡者為是。彼輩咸以奇僻之細事為實驗，冀可助證其學說之有當。內有試驗一種，用一玻璃管，竭其空氣，置電線之兩端於管中，相隔甚近，使電花得自一端躍至他端。法拉第及十九世紀初年之有名電氣實驗家數人，均曾觀察此電花，乃見空氣之稀密不同，而電花之作用亦異，惟當時尚無完善之抽氣機，故彼等尚未見及管中完全無氣時，電花遊戲之神妙也。

約一八五九年，德國實驗家名普勒刻者，觀見電花躍於真空之管中，並見其花作慘綠色，普氏置一磁鐵於管旁，則電花爲之彎折。後數年乃有水銀抽氣機之發明，可使管中之氣全行抽去。此法行後，該管之實驗益奇，蓋電花之跳躍可使愈遠，而電花被磁彎折之怪現象亦愈顯著焉。自此而後，不久即有新發明數種，皆關於電氣之作用者，且發明種種方法，使電花於彎曲之外，復能扭轉，更能從特製之金屬孔中，躍射而至管外。玻璃管亦有特種之創製，能令光線外射，非若尋常玻璃管之阻止也。

在此時間，大學教授均以普氏發見之光線，顯示於衆。一八九五年之某日，樂琴教授置於黑色厚紙板，圍於一管之旁，使光線集於管中，而維持電花之全部能力，不令外散。然樂琴氏深爲失望，彼光線之能力竟不能維持於管中。此理樂琴氏或不能見及，然幸樂琴氏將管置近黑紙，紙上塗以某種鹽類，當不能見之紫色線從稜鏡射至該紙，紙上即行發光，有一黑影線橫現於紙上。此奇特之作用遂引起羅氏之好奇心，羅氏乃置紙，木，金屬等物於玻璃管及塗鹽黑紙之間，最後且以其手試焉。光線之透射各物，難易不同，惟物如不厚，皆能通過。羅氏繼見手骨，初尚不信其發之光線，乃有偌大功用。此奇特之光線作用，遂使教授爲之眩異，羅氏亦未知此線應作何名，乃取算學中未知數之符號「X」以名之，此今名愛克司光線之由來也。

及後既知愛克司線能觀察人體之內部，於是各部組織，皆可利用照相以助記憶，醫家可於餘暇

時細加研究，較之專類記憶者，便易多矣。藥琴又注意於照相底片之置於管旁者，類多模糊。且知光帶中之紫色線，雖人目不可見，而照相片可以攝之。氏於事前即假定此等光線，亦能感照相片，試驗後，其說果然。藥琴非惟為親見手掌骨骼真相之第一人，而亦最先攝取其照相者也。化學家在藥琴前所發見之物質，可用以攝取光線者，不下百餘種，攝影之術，蓋發達較早也。自藥琴發見此線後，需用攝取愛克司光之照片，更求感光之敏銳。今日所製最敏銳之照片，係用放射性物，和於膠中，製成感光之底片。凡極精細之骨骼，莫不真相畢現於照片上也。

大多數之吾人，殊難深信愛克司光對於近世幸福之重要。然其功用在歐戰時，顯示至切。如槍彈入肉後，醫生無須大加剖割，經長時之探尋，始能指出其地位，但令傷兵臥於愛克司光機下，醫生即能於一二分鐘內，取出子彈，即須剖割，亦不過甚。外物之侵入，可俟其未致病時，預先取出，因而獲救者，幾千人矣。此愛克司光線者，誠科學界所予吾人以目力上之大助也。

第八章 特效治療法

最近數十年中，世人病痛之減少，為古來所未有。昔時醫家咸以致病之由，委之於肝臟，而藥材之煎製，多屬祕奧，近世之醫學則不然，必先求其確實之病源，而後定醫治之方，以治其病象。

一千五百年來，醫生所視為難治之症，非藥石所能奏效者，有頭瘋病，精神恍惚，狂渴病（因排泄水分過多而起），狂飢病（非食物所能壓其飢），火疔瘡，傷風感冒，昏睡病，以及致死之糖尿病等。昔時醫生欲節制病人過量之洩瀉，則不予飲水，以使飢渴，然犯病者，仍繼續死亡，以千計也。

至今日乃知糖尿病之原因。藉化學的研究，而知病人尿中，含有未用之糖質，非常人之排泄物。生理學家發見人尿中，從澱粉，糖質，或其他原料所製成之糖，係供人體肌肉中之燃燒，而後產熱及工作能力，至犯糖尿病者，體中滿儲未燃之糖料，不特病者失其能力，而此質且甚有害於身體也。是不啻管理肌肉燃燒之人體化學家，宣告罷工也。昔人咸以此病歸罪於肝臟，至十九世紀中葉之伯爾拿氏，乃證明此器官能盡力糾正此罷工，故肝臟不應任其咎也。

肝既非致病之由，而負供給消化澱粉及脂肪之責者，則胰腺是，乃於此檢察，則見多數糖尿病之病人，此腺皆失其用。醫生乃予病者飲消化液，冀可治此病，然飲之其效甚暫，而病源未去也。既而以動物為試驗，取去其胰腺，則糖尿病亦立見，於是此事益呈複雜。取胰腺而觀察之，乃知分泌之消化液藏於其內之小球中，此液須流至人體之肌肉中，方能使糖質或食料起燃燒。發見此種小球之功用，歷二十年之久，蓋因每次將小球從生活體中取出時，未及分離，即為胰腺所消化。一二年前一研究專家，取一方出之新鮮胰腺，置於某液中而消融之，始藉此取出小球，而加以研究，使肌肉燃燒糖質之物，名

1. insulin

2. Wassermann

3. Ehrlich

4. tryparsamid

曰島精¹，自此物發見後，犯此可怕之糖尿病者，遂有特效之治法。一九二〇年間，美人犯糖尿病而死者，計一萬四千人，一大羣有用之民皆因此喪失矣。然不數年後，此病或將成爲過去之陳蹟也。

又一大病，吾人亦已有治療之把握者，是即梅毒。當歐戰時，美人之從軍者，約五百萬人，皆染梅毒。至病者之痛苦，隨地醫院，均可見之，無待贅述矣。

治療梅毒之有效方法，尙屬近數年事。昔之用砒礪及水銀治此病者，曾歷多年，惟病者每致盲目或致死亡，故其法未必有價值也。梅毒病菌之發見，在一九〇五年。發塞曼於一九〇六年，得一診斷此病之正確方法，自此可不待梅毒之蔓延，而於初期時治之。迄一九一〇年，乃有有效而無害之「六〇六」發現於世矣。「六〇六」者即發明此藥所經過試驗之次數也，發明此藥者名厄爾立克，研究顏色學之專家也。氏以顏色染活鼠之體肉，其所染者，幾無物不至。厄氏見此染色物能攻殺身體之某部分，及某種有機微生物。氏從此等研究，始信病菌可用顏色殺之，而於動物之肌肉仍無傷害。經多次連續之研究後，遂發明其前製之紅色顏料一種，和以某種砒素化合物，即能殺滅梅毒微菌，而無害於人體。最近又有一新藥品，名「特里巴薩密」⁴與「六〇六」相類，惟較後者尤爲適用，因此藥治潰爛之梅毒較爲有效也。在某種精神病醫院中，於四十二病人中，用特里巴薩密而恢復常態者，有二十一人。梅毒後期，常有腐蝕之象，今用此藥可以免之。

厄爾立克近又研究睡病藥，遂發見拜厄氏之「二〇五」睡病藥，此藥能治非洲盛行之睡病，自此以非洲肥沃天富之國，文明人有安居之樂矣。厄爾立克於一九〇四年，試將顏色染此等病菌，惟菌在生物體內，殺之殊難。在「二〇五」製成之前，蓋已經二〇四次無效之試驗矣。

鵝喉症之最平常者，為喉部腫脹，然亦有養成精神病，及衰弱病者，美國犯此者，據云有數十萬人，在大湖及西北部尤為盛行。兒童往往因體中缺乏盾狀腺，以致身心之發育不全。年齡較長者，則肥胖貪懶，思想遲鈍。此等病象，在歐洲某數處，知之已久，惟業醫者殊少補救之方也。至十九世紀之後期，始知體內腺液之重要，於是有盾狀腺之研究，並取出其分泌液焉。一九〇六年，有某婦人者，願以一部分己身之盾狀腺，移植於其愛女，時女犯鵝喉，卒因是獲愈。今者已採用羊身之盾狀腺，以醫此病，較昔日改良多矣。嗣後兒童之鵝喉症可以全治，精神病象當較今日為大減。按盾狀腺中含有多量之碘質，觀此則碘質與鵝喉症當有關係，故今日全社會皆藉碘質之用，而避免此惡症也。

長年之兒童，需有多量石灰質，方能供製造骨骼之用。石灰質之用，由外盾狀腺調節之，此腺與盾狀腺之地位相近。若此腺不完善，或不能工作，則兒童即有肌肉癱瘓之患。治之之法，惟有糾正副盾狀腺之功用。又一兒童病，亦起於腺液者，是為慢性風濕症，此症能使骨節變化。此病用胸腺液治之。此腺又能助軟骨病之治療。

1. corpus tuteum
4. hay-fever

2. adrenalin

3. Addison's disease

前一二十年間所作之病理研究，有內部腺液功用之發見，因以免除婦女之痛苦，此不得不感謝彼研究之專家者。關於月經之種種困難，今已能用卵腺或乳房之泌液治之。孕妊婦女每有嘔吐之患，多有因而小產者，危險甚大，今則用黃體¹胞治之。又生產時，往往延擱過久，產婦過於痛苦，此則用泌液腺以增加子宮收縮力，助其產兒，而苦痛因亦去矣。此腺又用以增高血壓，刺激心房，兒童因缺乏泌液腺，致發育不及格者，則以此腺助其發育。

有因心房震過烈以至於死者，今已可使之回生，實際上已告成功。腎上腺素一藥能使不任意之小血管肌肉收縮，增加血壓，且使大小腸之肌肉亦為之收縮。此藥發明於本世紀之初年，能使少數心房暫停之人，回復其血流而至心房。凡肌肉無力，血壓低微，感冷熱敏銳，及近似於所謂愛迭孫病之人，欲恢復其常度，此藥殊為有效。

秋風肅殺中，最盛行乾草熱症⁴，大多數人皆以此季為一年最愁苦之時。近年來，已知用抵抗病菌之血清，可以使病大減或至全除。若此病起於一單獨乾草之花粉，則每能設法預治，使不致變劇。至若起病之由，為全部乾草者，則此病亦大多可以治愈之。

近年科學家所發明之藥品，何止數百，皆可以去人之病，減人之苦，茲所述者僅就少數言，若並列之，非本文所許也。普通藥品，為大多數人所熟知者，有糖化酵素，胃液素，胰腺液，及其他消化藥物，治食

物難消之病者；又如，纈草及救治神經病之藥品，各種刺激心臟，及供特效醫治之藥品等。

世人亦有不喜人造之藥物，而喜用植物等原料煎製之藥者，如我國及印度等處，皆有此習。實則西藥較為穩妥，用量可較煎藥為精密，可免過少過多之弊，在草本之煎藥，則此弊有所不免也。

自有史以來，吾人即知某種植物有某種治病之用，惟此項問題，尙未完全解決，至最近百年間，化學發達，藥材遂有分量之根據，而治療之法益以精密。從原料之中提取主要之藥品，明定分量，以備特效之治療。其無用而有害之質，為前人所未悉者，則淘去之，以存其精粹。

研究各病之特效治法，因而創製各種藥品，幾每年必有確定之進步。組合法之有機化學，常在研究製藥之法，以減少人類之疾苦焉。

第九章 人壽之延長

吾人迄無確定之記載。可以證明今日之老年人，是否年壽之高，勝於數百年前之壽翁。然吾人可以自信者，今日人類之平均壽命，可遠勝於往日，且自近數年來，藉科學救世之力，死亡率之減少，尤為顯著之事。中世紀時，確實記錄當時之年壽者，殊不多見，惟按最可靠之記載，歐洲人之平均年壽，在當

時不過二十一歲，以與美國今日之平均壽五十五歲相較，不啻天壤矣。

人生此世，殺人之器亦多矣，如特別快車，汽車，飛機等，然此等新機器，今已改製安全，遠勝於殺人以千萬計之無智識也。數百年來，疫癘，饑饉，相繼而起，嬰兒之死亡尤速，其咎惟在人民之無知耳。驅除此無知之大魔鬼，乃能使人類爲自然界之主人翁也。

以吾人現有之運輸機關，饑饉之災可以免；以今日防禦之利器，猛獸不能傷人；嬰孩之死亡已大減；產母之死者，亦少於往日；孕婦小產，則母子多可獲全；嚴重之傷害，須用重大之手術者，結果死亡之數，不若昔日之甚；種種重症，如關尾炎，膽囊核，及內科諸病，今皆可確定其恢復，在昔日則惟有待斃而已；風濕症及其他牙科難症，已有妥治之法；眼，耳，胃，腎，及其他器官，每易失常，或片部的失其功用，使人易於受病，或發生不測之病症，今則此等病態均有修治之方，使人不致因此而受病或死亡；又有數種危險之病，如黃熱病，白喉，腸熱症，梅毒，糖尿病，在昔咸犯而死亡者，不可勝數，今則治法已詳前章，可無慮矣，他若天花，瘴氣，橫痃，恐水病，百日咳等，亦已有科學方法處治之。以上所述諸病，在百年前危害於人壽者至大，今則不若是之甚矣。若悉用科學方法治之，則平均之人壽必更高於今日。紐約城五歲以下之小兒，自一八九一年至一九一三年，每千人之死亡率，已自九六·五減至三七·三。據當局宣稱，美國五歲以下之小孩，苟採用現有之治法以護視之，其死亡率可減去三分之一。

歐洲在十四世紀時，據史冊所載，犯黑死病而死者，四年之中，計有二千四百萬人，幾占全歐人數之半，觀此則知科學智識之重要矣。今日者正吾人亟起與病魔奮鬪之時也。史傳謂中世紀時，城市人民或因病而死，或懼病而逃走，幾至人跡全絕。大城市則比較革新，禍害不若是之烈。美國一九二〇年之統計，首先證示大多數之人民居於城中。在前世紀中，倫敦城中居民占全區百分之八十，¹ 救得薩城占百分之九十五，倫敦城已有二千之歷史，救得薩僅及其半，然救城之百分率反在倫敦之上。在人民未知衛生以前，城市即「時疫之地獄」耳。

吾人不必返觀中世紀時之情形，即可見科學確能增高人之壽命，試以七十五年來之記載觀之，即知其言之不虛矣。六十五年前，² 馬薩諸塞省之平均人壽，較今日短十五年。以美國全國計，今日之平均人壽，長於十年前之人壽五年。以美國今昔死亡率之報告比之，今日之死亡率，每千人中，比一八八〇年時少百分之三十五。死亡率之所以大減，由於特種之病有較好之節制方法，其事可觀下表明之。該表示馬薩諸塞省每十萬人中之死亡數，以記載之首二年與近二年之比率作一比較。

美國馬省每十萬人中之疾病死亡表

疾病	一八五六— 七五年	一八七六— 九五年	一九一五年	一九一九年
疾				
病				

天 花	一四·六	〇·七	〇·三	〇·一
癩 疹	一五·九	九·〇	七·五	四·九
腥 紅 熱	八八·二	二六·三	五·五	三·二
白 喉 痧	七一·八	九六·四	二〇·二	一五·四
腸 熱 症	八六·二	四一·三	六·八	二·七
痢 疾	五一·一	一五·六	在〇·一以下	
霍 亂 症	一〇七·一	一〇六·六	反較上年增加	
癆 瘵 及 肺 炎	四七八·九	四四六·四	三二一·六	三三八·〇

作一極大之保障。
 季爾福亥氏亦有一表如左，觀此可知自一八六八至一九〇七年，醫學之進步甚速，為後世人類

美國紐約城在各時代每千人中之疾病死亡表

1. 二十五至三十四歲 2. 六十五至七十四歲爲六八·二，七十五以上爲一四二·一，
 3. Wales 4. Dr. Jarvis 5. Brussels

年 齡	死 亡 率			年 齡	死 亡 率		
	一八六六年	一九〇七年	一九二〇年		一八六六年	一九〇七年	一九二〇年
五歲以下	二四·八	三三·七	三〇·八	三〇—三四歲	一六·二	一〇·八	……
五—九歲	九·六	四·二	三·五	三五—四四歲	一八·二	一五·五	八·五
一〇—一四歲	四·三	二·七	二·三	四五—五四歲	三三·二	二五·九	一五·四
一五—一九歲	五·九	四·六	三·六	五五—六四歲	三三·六	四·一	三三·〇
二〇—二四歲	二·〇	六·四	五·一	六五歲以上	九四·八	一〇·七	註 ²
二五—二九歲	一四·四	八·一	六·三	不論年歲	二九·二	一九·〇	一三·一

上表列數示人壽之增加，皆由於環境之改進，其理可從歐洲諸國之統計見之。歐洲歷史記載最善者，莫若瑞典，瑞典人壽，在最近八十年間，平均增加十四歲又四分之一。英吉利與威爾斯在七十年間，增人壽十二歲半。第一期之精密統計，保存於英，當時人壽達六十五歲者，僅占百分之三十一，近年則達此年壽者在百分之四十七以上矣。⁴查維斯博士於其呈報馬省衛生局之報告中，言及瑞士之日內瓦一段，云「今日壽至七十之人數，適等於三百年前壽至四十之數。」按布魯塞爾之記載，在一八

六七——七一年及一九〇六——一九一〇年間，每五年中每千人之疾病死亡率如下：二九·二，二七·四，二五·三，二四·七，二三·二，二〇·〇，一七·二，一五·二，一四·一，一九一，一九一，一九一，及一九一三等三年之死亡率爲一三·九，一三·五，及一二·二。每年皆較往年爲進步。按布魯塞爾之記載，在此期間，除千分之六至千分之十外，其他死亡皆由於傳染病，故其進步大多出於克制此種人類之仇敵所致。

科學不發達之國家，其死亡率必不及科學發達之國家爲低。一九一一年倫敦之死亡率爲千分之十五，而莫斯科則爲千分二七·三。印度土人之男子平均壽爲二二·六歲，僅稍高於中世紀時歐洲人之平均壽，而美國則平均壽爲五十四歲。印度在一八八一及一九〇一年間，年壽並無增加，惟文明各國則皆有所增。文明國家之疫癘幾完全消滅，然印度則死於時疫者，年必數十萬人。

據近代專家數人聲言，巴比倫，埃及，希臘，羅馬諸國之古代文明，汨滅殆盡，蓋因疾病之死亡過高，大多數人皆以短命故，致不能受優渥之學識，且因疾病纏繞，精力衰疲，學術不能深造。近世科學發明種種方法，爲文明各國之人民，糾正此二弊，其效力至爲宏遠。吾人之生活，不特延久，而享受之安樂，作事之有效，更遠勝於昔，此皆疾病之治療有方，環境之改善增進，有以致之也。

1. Peru
4. Babylonians

2. Indians

3. Assyrians

第二篇 郵電

第十章 文字之傳遞

上古之時，人皆穴處，有猛獅入其穴，則爲妻者必語其夫，以移居他穴，而以其家室讓之於獅；然妻嘗如何語其夫，則吾人不得而知矣。有推測此事者，或根據於偶然發見之原人生活，或根據於今日未開化人之事例。¹秘魯土人以各色繩索，作結於規定之點，爲傳達信息之具，觀此則知古人記其子女、禽畜、皮革之事，亦必以各色繩索爲之，苟欲將滿儲果實之革囊，以易鄰家魚蝦，則懸相當之繩於鄰人易見之處，鄰人合意，乃逕來交易。又如印第安人，每折樹枝，刻畫作紋，置之於地，俾友人之過其處者，知彼所往何處，所作何事。

科學家中有信文字起始於人類簡略之圖畫，以及樹、沙、穴壁、所刻之形像者。埃及書中嘗見此類圖畫，往事歷歷，備於此焉。稍後所作圖畫，僅具一部，餘可推想。漸次簡略，卽成字母，遂有文字之制矣。

古時交通阻滯，書寫材料，因地而異。木、石、樹皮、獸骨、皮革，皆普通書寫之紙料也。²亞西利亞人與巴

比倫人知曬乾之泥磚，最便書寫。於此類紙料之上，作精細之書畫，自必甚難。若以近世累贅之情書，悉書其上，則非馱馬不能載矣。有史而後，埃及人以草爲紙，我國則有蔡倫造紙，其質料之優，不亞於今日也。

文字紙料之製，古人雖已知之，然人民書信之傳遞，則爲時較近。其遲緩之原因，實限於紙價之貴也。約百年前，科學家始有新法造紙之發明，前此一紙之製，時間工力，所費甚巨，價值之貴，非尋常書寫所能用也。苟無賤價之紙料，書籍、雜誌、報章，則除少數富有者外，必不能得思想交換之自由矣。自科學興而紙價大賤，較諸造紙之木料，不過數倍，其詳備見他章，茲姑不贅。

印刷

試觀新聞報紙，日必數大張，設若執筆謄錄，以每日八小時計，幾非兩星期不能畢事。美國每年所發報紙之數，估計之，約一百四十萬萬份。報紙之外，書籍雜誌之數，當亦在十萬萬冊以上，即令全國人民手不停揮，亦決不能供給全世界以現今所有之讀物也。古人書寫，既須用手，而今日之鉛筆自來水筆，亦且無之。當時書價之高，非中人所能購備，其能閱讀寫作者，僅少數人而已。今者以薪金數日所入，即足供全年讀物購置之用矣。

圖章名片之印刷，與他種印信之製，數千年前，即已知之。活字印刷，始於西元一四三九年，爲谷騰

堡所發明，然近世印刷之法，則創於十八世紀之後半也。谷騰堡僅能於一小時內印數十紙，今則以同一時間，可印八頁報紙三十萬份矣。

自谷騰堡至西元一六二〇年間，印刷術進步甚遲，惟是年始有力學上之研究。時有希臘科學家，於谷氏印刷機中，採用螺旋原理，以增壓力，使字跡較為清晰，其法沿用甚久，迨近世科學既興，遂有更完善之印刷機出矣。

以金屬代木版，在十八世紀之後半期，是時化學始成立為科學。當初所用金屬印版，遠不逮今日之完善。欲知適當之合金，則必經多次之試驗。金屬遇冷，大多凝縮，而製版之金，須除此弊，否則模中製字，必至失真，須用人工修正，方得印刷清晰。

自十八世紀後半期，蒸汽機成為產生工力之機器而後，工業界中，多利其工力，而印刷業即其一也。藉此工力，速度驟增，每小時可印千紙，非如昔日之以百計矣。自是迄今，機器之構造，代有改良，各項工作，漸委諸機械，幾無需乎人工矣。工人擊機之鍵，活字即自模而出，自能排版，以備印刷。其手續視之甚簡，今人反以為不足奇矣。又如電氣之主管機械，精密較正之機器，發動之工力，在今日用之，皆極普通，更安知在此應用便捷之背面，尚有堅忍耐苦之試驗工作耶？機器之鋼鐵，所以能適用而價廉者，科學家之功也；產生工力之重要機器，皆是科學試驗室中之產物，讀者可於下文見之；而製造精密機械

之方法，亦可向研究科學者求之。

古書木版，粗糲模糊，今已用新發明之印刷代之。化學家嘗取魚膠、蛋白、及重碳酸鉀等三物試驗，知日光曬曝後，此三物變硬，非酸液所能侵蝕，遂利用此理，以製鋅版，凡書中圖畫，均可從照片圖本，直接影印矣。攝影之術完全根據於化學智識。彩色版之製法，又根據於物理學中理想上最抽象之研究。當牛頓輩在十七世紀，分光線為彩色帶時，除滿足科學家之好奇心外，其他毫無實用。至今日始應用其理於攝影術及其他實用技術。

茲就科學研究與印刷術之關係，簡略述之。印刷之改良，得力於抽象的研究者，有產生工力之蒸汽機及電動機；他若降低機器之造價，增進機器之效能，製造賤價金屬以鑄活字，凡此皆賴科學智識之利用，而後印刷得以改良者也。而印刷之遲速，印價之貴賤，與科學智識之發展更有密切之關係。十九世紀以前，印刷速度，每小時僅數十紙。及十九世紀初，採用工力機器，速度增至千紙；是紀末年，每小時可印新聞紙七萬五千份；今則一小時可印數十萬份矣。

快郵

自古時郵寄之法，遞演而為近時之快郵，由快郵而為航空郵寄，其進步之速，誠堪驚人。馬拉敦郵使，每小時走九英里，飛機遞郵，每小時平均約六十至八十英里，而行程甚遠。較諸火車，速可四倍。美國

1. Philadelphia
4. California

2. Boston

3. Mississippi River

爲屬國時，若遇天氣晴朗，則郵件自菲列得爾菲亞寄至紐約者，約時二三日，自紐約至波士頓，爲時一週；若在冬季，及天氣惡劣時，則二三倍於前。當時郵費，視信之大小及遠近而定；傳寄五百英里者，一信之資，可美金二角五分。某次有一信，重半英兩，用快馬投寄，自密士失必江至加利福尼亞省，郵資爲美金五元。郵差必俟信件足數，方可出發，否則少數郵資不敷旅費也。信之達到與否，既無確證，而途中復多遺失之虞。無怪當時遠地之人，鮮有通信也。

十九世紀之初，每人每年信件不過二三封，至今日驟增至二百封至三百封。其原因即前文所言，紙價與印價之低賤是也。然苟無傳遞迅速，取資低廉之新法，以代舊時快馬郵驛之制，則終不能有今日之郵政也。

按舊制計之，郵馬之數須二十萬匹，雇用人員須五倍於今之郵務員，始得與今日鐵路郵寄之效果相當，而投寄時間仍須三四倍於今也。設無蒸汽機與煤氣機及電動機之應用，以供給投寄快郵之無盡工力，則一遇假期，郵物山積，當更無法可以應付矣。

科學研究與蒸汽機及電動機之關係，姑俟後文論之；今所欲述者，苟無前二世紀科學家之研究，則吾人仍必恃人力馬蹄以遞吾郵耳。較諸今日之郵政，將如幼童之於成人，蓋郵資既高，即足以阻其猛進也。數十年前之飛機，一玩具耳，今則賴以遞信，日必數萬封，速率之高，十倍於百五十年前之郵寄，

而郵費之省廉，亦數倍焉。近數年來，信件之自太平洋岸寄至紐約者，不過一日而達，已視為常例矣。將來是否全用飛機遞郵，或發明更有效之方法，尙不可預知，惟非經忍苦耐勞之預備工作，決不能有所發展也。

第十一章 電報史略

電報之於吾人生活，所以增進其福利者，果何若乎？吾人於此，往往忽之。不知其造福於吾人者，正非淺鮮也。一旦遠別，則憑電報以通音問。如遇災禍，則藉電報以聲救援。世界大事，各埠新聞，無遠弗屆，咸賴其力。風暴洪水之警告，亦惟恃電報以資避免。通緝罪犯，則非電報之迅捷，不能逮捕。頒布政令，則非電報之周密，不能遍及。至如商情之往來，農工之運用，軍機之傳達，氣候之報告，無一非電報之用。其直接間接之利於人事者，何可限量哉？

近年通信之法，雖至繁多，而歐戰以前，電報事業發達之速，正與美國人口之增加相埒。歐戰以後，發展更速。一九一七年間，美國陸地電報之發出者，共一萬五千五百萬封，報費總數為美金九千三百萬元。電綫木桿之總長，可以橫亘美國之全境者九十次，電綫之總長約二百萬英里。

¹ 模斯〔撒母耳〕者，電報之始祖也。模斯之成此偉業，人必驚其發明天才之高。實則模氏之成功，

1. Professor Henry
3. Semaphore

2. Vail
4. Benjamin Franklin

多半出於用人之才能；彼僅一倡導者耳。模斯之所以稱爲電報之始祖者，因氏嘗抱電力傳信之見解，能堅守其說，始終不渝。氏乃採集舊說，以供其用。電報中之電學智識，大多從先哲求得，而亨利教授所研究者，尤爲模斯所採用。機械上之改良，多出於發爾之功，及電報既成，模斯即引之合股。此外復有友朋數人，或助以資財，或助其註冊備案等事。

耶穌紀元前，亦曾有長距離之敏捷通信。其後則晝用旗語，夜用燈光，以爲通信之具。模斯之注意於遠地通信，或因見法國之信號機而起。模斯首創之電碼，即係當時海軍中所用之信號。嗣經模氏改訂，復由發爾之改良，遂完全爲新式電碼矣。

信號機之用，恃乎目力，應用有限。電報之主要動力爲電，產電之最簡單者，可用橡皮摩擦得之，即用自來水筆桿在衣上擦之，亦可得靜電，此法知之已久，至今日乃知有動電之用。西元一七二九年時，靜電用電綫連接後，亦能傳送若干距離。佛蘭克林〔卞雅明〕等自注意此靜電能傳送於電綫後，即倡議利用爲通信之具。

一七五三年已設有簡陋之電報，綫共二十六根，供二十六字母之用，以備送報。電流通入何綫，則該綫吸引一小紙，觀其綫號而識其所遞之字。西班牙亦有類似之電報，令人以指觸綫端，若某指受電震者，即爲某字。尚有數種電報，設置較後，而原理則同，皆係不適實用者也。

1. Volta
4. Sturgeon

2. Oersted

3. Faraday

十八世紀終，某法人製一電報，用一鐘面及一指針，一面發報，一面即拼成文字，惟此人因不肯宣佈其祕法，卒致身歿，無有知者。

十八世紀中，以電傳報之法，頗多實驗，由此所得事實甚夥，惟在一八〇〇年前，終未發見完善之電源也。是年始由弗打發明用金屬及化學溶液產電之法。其產電之器，即今所謂電池是也。至一八〇四年，乃用此電送報，其法與上之字母綫制同，惟綫端非由紙片示信，亦非藉手指之電震，但觀電瓶中之氣泡，以為傳信之徵耳。氣泡之法可以警覺收報之人，若收報者並未注意，則瓶中所積之氣即藉一器械發聲以警之，此點為以前所未有也。自電流取給於電池後，傳報之距離益較摩擦電為遠矣。

十九世紀之初，大多數之試驗，皆用此勻靜可靠之電流。一八一五年，厄斯忒德見電流通過電綫時，綫下之磁針為之變向。厄氏遂悉心研究，冀欲證磁電之關係，勞苦不輟者十七年，然卒未能得適當證法也。是項事實與原理，非厄氏之注意，人將焉識，而電學之大用，實賴於斯焉。

電流偏針之事，自厄氏發見後，未幾即有一發明家，利用之以收電報。法使電流偏針，或大或小，俱按電碼，而報遂得以傳矣。所用電流不必甚強，而傳報之距離已能甚遠。

電報之傳碼，電鈴之發聲，皆賴此電磁感應之理，其理即大科學家法拉第於一八三一年所宣述者也。前乎此者有斯忒準、亨利等，試驗電磁，然惟法拉第之試驗，能解釋其原理也。

- | | | |
|----------------|----------------|------------|
| 1. Prof. Gale | 2. Wheatstone | 3. Siemens |
| 4. Elisha Gray | 5. Lord Kelvin | 6. Stearns |
| 7. Edison | 8. Murray | 9. Rowland |
| 10. selenium | | |

法拉第試驗後二年，電磁原理，漸爲公衆所知，遂并用電流偏針之理，改良舊式電報。在電磁未用以前，磁針電報已甚通行，及採用電磁後，其制乃大備。時模斯電報尙未完善，故行於英國，未見大效。模斯乃復從事研究，採用電磁而棄磁針。試驗時，每諮詢電學於蓋耳教授。造創繼電器，以傳電流，其法較單流爲遠。

模斯雖竭誠研究，然非有亨利教授之助，恐亦未能有所成就也。約一八二九年，亨利以電磁作試驗，得最佳之電磁綫圈繞法，及其他事實。至一八三一年，乃根據電磁製成電報一種，自此模斯遂於一八三二年至一八三七年間，從事於電報事業矣。及一八三七年，其電報傳送之遠，可達四十英尺以外。蓋耳教授既知亨利之成績，乃於模斯前倡議用數電池發電，並加增磁鐵上之圈數，與亨利所用者同。模斯既從蓋耳之說，復經發爾改良其器械之大部，其法遂爲傳報之利器。

由上述觀之，讀者將以爲今之電報在模斯時即已完成，實則不然。當時之電報，尙屬薄弱，決不足任今日繁重之報務。後經惠斯登、西門子、格累〔厄來沙〕、克爾文、爵士、斯騰斯、愛迪生、墨累、羅蘭德輩修正改良，遂能傳送數報於同一綫上，而不相妨害，傳報之距離因以益增，而收發器械均能自動，其他改良之處，指不勝屈焉。每遇電學中有新發見，卽利用之以增進電報之效力。

及今二十世紀，雖照相亦可用電報傳送。其一法用硒質電池，硒之爲物感光甚敏，照像之光射至

晒上，池中電池即起變化，隨光之明暗而為強弱。後採用此法者改變舊法，將照片印於鉛版上，上塗魚膠，刻畫作點，成照像狀，令一針移動其上，遇膠則電流絕，無膠處遇鉛則電流通，藉此傳至他處。

觀乎上述，則知電報之成，非一人之力也。上文所述及者已有十餘人，皆擔任重大任務，以有今日完善之電報也。除此十餘人外，復有若干足以稱述者，又有若干人，雖亦從事及此，而鮮為人所道者。電之為用既若此之奇妙，故其研究而試驗之者，頗不為少。多有未受教育，而能作奇趣之試驗者，然電學之進步，電報等之有益於人生，無一非從學識宏富，深通電學原理之實驗家得來，若歐姆，厄斯忒德，法拉第，惠斯登，亨利等皆其人也。此輩純粹探求學理之科學家，所作皆基本上之發見，蓋彼輩之目的在探求新事實新原理，非將已得之學理應用於實際也。

亨利教授之電磁研究，乃模斯電報之主腦，其研究多作於每年八月中，蓋適在假期，可不受學課之妨害也。亨利之功業雖偉，猶自謙抑不居，與多數大科學家，如出一轍，亦可敬矣！

第十一章 電話發達史

電話之始祖名柏爾（亞歷山大·格累謨），美國波士頓人，面色灰白，兩目深黝。一八七四年之夏，在其家內地窖中從事電話之試驗，不知者入其室，觀其狀，鮮不疑其瘋也。地窖中所藏者，若音叉，若

1. Ohm

2. Alexander Graham Bell

3. Boston

電磁，電池，電綫，錫筒等物。氏常對一耳狀之聽筒，或耳語，或歌唱，或狂暈，狀若甚樂，而人莫之知也。

柏爾之行爲雖似詭秘，實則其研究之誠摯，正爲人類造福也。其耳狀聽筒之中有麥稈一枝，向之發話則因聲浪而顫動，動時摩括一塗煙煤之旋轉盤。此即柏爾起始試驗電話之用具，後二年而電話以成。人耳之膜，受聲浪而顫動，其顫動及於沉重之耳骨，柏爾根據此理，用一鐵片以顫動鐵桿，桿動則開閉一電流，遂從電綫傳聲於他處。此即薄膜聽筒之初意也。

此種見解，決非不明聲電之理者所能計及。故欲具發明之才能，必先受科學之訓練，科學家之成功，無不基於少年之教育。柏爾之於電學，蓋自幼即有深湛之研究。其父若祖皆致力於啞童教育，其父曾創符號發音法，法以符號代齒舌之位置，識此符號者均能發正確之語音。柏爾頗識其義，嘗與兄以橡皮金屬製假人頭，口能作小兒呼母聲，與常兒無異，鄰人聞之，疑以爲真也。氏又嘗教犬作人語，能說「祖母，你好麼！」一語，音極清晰似人。凡此試驗，皆柏氏童年所作者，於聲學一門，最足興起此少年之深趣，由是繼續試驗，探求事理，或已知或未知，皆深究不輟，遂完成其發明電話之預備智識焉。

柏爾之喜電學，亦由其與聲學有奇特之關係。某次教一啞童講話，氏自習發話，音甚清晰，並注意其聲意之效果。是時忽聞其所說之字音中，帶有微弱之樂調。柏爾遂將所得告其友名厄爾力斯者，厄氏於赫爾姆霍斯之聲學實驗，知之甚審，遂告以赫爾姆霍斯不特將字音析成樂調中之原音，又能用

電振動音叉，若將數叉精密調整，即能發出字音。

柏爾聞知電力可以振動音叉之說，頓生奇趣，遂用電流試驗，意欲進究赫爾姆霍斯所得之結果，而有以增益之。在此試驗聲電關係之時，柏爾思以弦上各樂調之振動速率，調整電報綫中之電流，俾得於同一綫上傳送多報。將此意更進研究，則又思何不以弦調之，使與語音切合，若此則語音又何嘗不可從電綫中傳去，而以相反之手續聞其語乎？

斯時柏爾尚在教練啞童作語，頗欲製一機器，使語音之顫動可以目見。彼知若能見語音之顫動，必可為教授啞童之大助。氏乃改良機械，以成其事。適工作時，有醫士告之，謂須用人耳為研究之助，未幾遂有第一節中所述取法人耳之事矣。

雖然，傳聲之思想，猶與電話之成功，相去甚遠也。早在一八五四年時，有法人名都塞爾者，倡議用一軟韌之動輪，受聲顫動，則依聲之強弱而開合電流，由此以傳語音。其見解與柏爾同，惟未及實驗而卒。一八六〇年時，德人賴斯教授，製一器械，可以傳聲，各種樂聲，能完全收受，偶亦能收語音，惟此發明家，雖至一八七四年而卒，並未能完成其理想如柏爾也。一八六五年，休茲取賴斯之器，更進試驗，特當時亦未完成其研究；後於柏爾之聽筒製成後，乃復繼續試驗，遂成發話器，後略經修改，遂與柏爾之聽筒合用，至今仍沿用之。

1. Galileo
4. Hooke

2. Newton
5. Huyghens

3. Wheatstone
6. Bell Telephone Co.

部塞爾與賴斯之理想，柏爾並未知之，而此外復有實驗家數人，能從電綫中傳送樂調，與柏爾最初試驗者同。此種傳送樂調之智識，即可用為發明電話之基礎。在前章電報史中，已略及電話之基本原理。除此智識外，復須明瞭聲學原理。古來探討此問題者，有實驗家多人，如伽利略¹，牛頓²，惠斯登³，虎克⁴，海亘史⁵，迄今已二三百載，故關於此種智識，今已大備，有志於此者，不難求得也。

他人失敗，而柏爾獨能成功者，無他，在能以堅忍不拔之志，藉試驗以實現其理想耳。况柏爾以畢生之力研習聲學，其成功也宜矣。柏爾既確立電話之理想，乃以數月之時間，力事試驗，方能傳達聲音。最後雖時鐘旋簧之聲，亦能藉電綫聞之，至是復將電話各部，刻意試驗，約一年之久，始得傳送人語矣。惟當日電話中所聞語音，不若今日之清晰，時苦雜聲之擾亂，不易聽聞。柏爾乃每日在各種不同情形下，舉行試驗，缺憾之處逐漸消除，自此雖然口齒清利，耳覺敏銳者，亦能運用自如矣。

初電話試行時，社會贊助者甚少。通話之時，常聞嘈雜之聲，與他綫亦時有干涉混淆之弊，聽話者苦之。且發話器每易失效，電綫交接，又乏鑰板等連接之具，所用電綫則時有損壞，不耐久用。以此種種缺點，無怪時人之不予贊助，後復經數年之修正改良，社會上始公認電話之價值。

柏爾創一電話公司，名柏爾電話公司，堪為堅忍成功之絕好成例。該公司之發明品，註冊於美國註冊局者，前後共八千件。自實行電話之第一日，以至今日，無不有專家日事研究改良之法。該公司所

雇之第一機師，名瓦特孫，至一八八〇年止，其註冊發明品六十件。今者該公司之試驗研究部中，所雇專員何啻數百，有教授，有大學畢業生，有科學專家。不數年來，彼輩之改良於電話者甚大，而此種改良幾完全屬諸美國，他國莫能及也。自一八七七年後，柏爾電話公司所用各式收話器，約五十種，各式發話器約七十五種。最初之電話機件，析之不過十餘，今則在百餘件上矣。至於製造電話之原料，世界各處，搜求殆遍，務使增進其效用與外觀，至盡善盡美而後已。

接綫之法，亦一大要事。一機之通話，平均每年約二千次，而其中一千五百萬家，均須連接敏捷者。多數相並，綫綫之間，易致擾亂，故電綫絕緣問題，亦大電話公司中一重要問題也。此事雖已有重大之改良，而他問題之未決者正復不少也。蓋各項問題至夥，即如上述絕緣一項，亦僅解決片部而已，故仍須仰仗多數試驗家，繼續完成此社交商業所必不可少之利器也。

第十三章 無綫電之神奇

西元一九二二年十月十二日晨，正檀香山號汽船遇火時也。一時怒濤冲天，與碧波相映，船員乘客一聞火警，咸惶惶失色，羣集甲板，惟有哀求上帝之救護而已。船離加利福尼亞岸約七百六十英里，而火勢熾盛，不可制遏。時救生船皆已備用，衆知惟有逃生之一法矣。乃是時有一少年，狀甚鎮靜，頻頻

1. Steinheil
4. Trowbridge

2. Morse

3. Harvard

按其無線電之報機，以乞援於數百哩外。惟時火勢益烈。岌岌可危，然太平洋沿岸已悉得警耗，有四汽船離此船約二百哩，咸馳來施救。不過六小時，而此被難之二百一十七人，俱安然散步於救船之甲板矣。此時男女乘客之讚歎無線電之妙用，固不待言矣。彼二百十七人之生命，皆無線電活之也。若此事不遇於今日而遇於二十五年以前，則彼輩必被驅而入海，尋至糧盡水竭，亦必同歸漸滅而已，此固往時之實情也。

無線電報與電話之在今日，已成交通界之一大事業。若海船飛機之通信，氣候之報告，市價之宣佈，家庭高尚娛樂之供給，世界民族之聯結，皆有賴於無線電之用；此則近二百年間科學家苦心研究之所賜也。以上二章述電報電話之史略，足見近世之交通利器，無不從純粹的科學研究中來；無線電報與電話之器械，即係採取上二種之精華，並加許多新原理而製成者也。

最初建議廢去電綫而作遠距離之通信者，為英人斯泰因亥爾，斯氏於一八三七年作電學試驗時，發見地球亦能傳電，可代電綫。氏遂欲利用之以供通信，繼知此事不能實行而罷。

電報發明家模斯氏，於一八四二年將電綫兩端浸入河中，能傳送信號過河，長約一英里，並不用綫。惟沿河之綫須長三哩，始能通過河面一哩，故除模斯氏外，他人未之注意也。

自電話聽筒發明後，雖微弱之聲音亦可聽聞，而空中之磁力變化，檢察甚易。哈佛大學教授特洛

- | | | | |
|--------------------|-------------------------|------------|---------------|
| 1. Bell | 2. Preece | 3. Wight | 4. Edison |
| 5. Prof. Henry | 6. Von Bezold | 7. Maxwell | 8. Fitzgerald |
| 9. condensing jars | 10. oscillating current | 11. Hertz | 12. Munck |
| 13. resistance | 14. Hughes | 15. Branly | |

布立治嘗以發電機作試驗，忽聞交流流聲，此無線電流能使電報機格格作聲。氏遂倡議用此電流，以與海船通信。電話發明家柏爾亦知海船之距岸半英里者，確可用此法通信。若船距過遠，則電流太弱，不能得滿意之結果。然一八八二年時有普里斯者，集合特洛布立治與模斯二氏之理想，竟能自英格蘭傳報至外特島，時兩地電報綫方受損壞也。又愛迪生亦曾在火車傳送電報，其法相同。

雖然，以上試驗家所作之無線通信，均非無線電之真意。一八四〇年亨利教授之觀察，雖似無用，而實即無線電之端倪也。又一八七〇年之封·貝佐爾德，一八七三年之馬克斯維耳，一八八三年之菲次澤刺德與亨利等皆曾觀察凝電瓶上放射之擺動電流。由此數人之工作，漸知瓶上放射之擺動電流可生電波，可以檢察於若干距離之外。約一八八七年，德國試驗家赫芝證明確有此種電波，且能控制之而發送之以傳電報。今日無線電之精義，實即肇始於赫芝之試驗也。於是有實用思想之人，立即利用之以發明無線電報焉。若赫芝非科學家而為發明家，將其理論註冊而專利之，則無線電之發達，必不能若此猛進也。

及既知電波之存在，而無線發報之法亦於以告成，乃始有電波檢察器之要求矣。一八三五年，孟克證明管中粉屑之電阻，可因凝電瓶之放電而變更，孟氏遂應用此理，製一實用之檢波器。約一八八〇年，休茲以金屬屑置管中，以檢電波。後十年布蘭來用此理想及赫芝之電波，製成實用之無線電報。

1. Sir Oliver Lodge

2. Popoff

3. Marconi

4. antenna

上述之金屬層管，亦名凝屑器，爲無線電報之主件，此器本可註冊專利，惟因發明者爲科學家，並不注重於實利，否則又將爲無線電報前途之障礙矣。

凝屑器爲一電波通過後，成爲極化，欲使第二波通過，必將手指輕擊其管，使管中之屑復還原位。洛治〔奧力味〕爵士製一小鎚，能自按時擊管，誠檢察無線電波之要具也。洛治嘗能使一遠處之鈴隨意作聲，因倡議利用之以傳電報。俄教授波波夫採用洛治完成之器，傳送電報，遠達三英里。

馬可尼之研究無線電報，蓋已發達至此程度，與模斯經營電報之情形正復相同也。之二人者，在交通界之位置，亦正相等。二者之於電報，皆未嘗有重要之貢獻，惟搜集事實，製成實用之具，是其功也。二人於機械工之改良，亦頗出力。馬可尼氏設法增進凝屑器之效率甚大，於天綫之重要，頗有明瞭之見解，又有他種類似之改良，故研究僅五年，至一九〇一年，已能傳送無線電信於大西洋之兩岸矣。

自無線電報成爲可靠之送信法後，新進之士加入試驗者，何啻數千，頗多切實之貢獻。自馬可尼第一次註冊專利以後，相繼註冊者達數千件之多。攻習無線電者，在美國既若是其多，無怪未及三十年，而進步之速已足驚人也。然學識未優者，其發見效率，終不若學識淵博經驗豐富之科學家爲高，爲新進之先驅者，當必屬諸此輩。蓋久經訓練者，每作試驗，必有預定之計畫，根據事實，不稍苟且，若初學之士，則隨興所至，用力不專，卽有發明，亦屬偶遇而已。

1. vacuum tube

2. Fleming

3. De Forest

4. grid

未經深究學理者，必以為無綫電報既發明，則無綫電話自必易於為力，實則電報所用電波，未必為電話所能用也。且電話之聲波經長距離後，至為微弱，未能收受者，歷時甚久。嗣經聽筒機械之改良，始能一用，然電話之實行，實始於真空管發明之後，迨此管出，而微弱之電波均能放大矣。

真空管者，狀如電燈泡，傳聲之聲波通入此管，即被放大，每管約增十倍。若以六管連續之，則所收之聲可放大至一百萬倍。一九一五年時，華盛頓與巴黎通話，傳聲至為微弱，故收話之器共用此管六百個以放大之。放大管之應用至廣，如橫亘全美國之有綫電話，亦用此器，又如常人隨口發話，能以此管使其聲音洪亮，聞於半哩以外，大霧之日，輪船之入口，飛機之下落，亦憑此以為報告港口及下落地點之具，即微弱如血管中血流之聲，亦能用此管放大而聽之。

真空管之發明，在一九〇五年，初非意料所及，發明者為英人佛來銘博士，偶以負陽電之金屬片，置近於熾熱燈絲之旁，燈與尋常電燈相似，忽發見一單方向之電流，於是證明此器實為最良之無綫電檢波器，為以前他器所不及也。此種單方向之電流，亦名愛迪生效應，蓋愛迪生亦與佛來銘同時發見此理也。

一九〇七年，得·福勒斯特更深究愛迪生效應，因發見於燈絲陽極板間，加一燈，置於適當之距離，使外來電波通入此網，則自燈絲流至陽極之電流，即較所收之電流增大數倍。此法既明，於是極

微弱之無線電波即得放大之器矣。至一九一二年，此管始改良完善，一時引起電報電話諸公司之注意。無線電話自有此完善之放大真空管，即成爲實用之具，至於傳送各種電波經歷長距離之法，曾經多次之變更，始得收音清晰。繼又有高周波率交流發電機之發明，而無線電話之範圍益廣。自此無線電之收發器械，幾每年必有多次之改良矣。

真空管自改良完善而後，無線電報遞送之易，正與有綫電報等，惟有向無線電，尙在研究之中，獨未能盡善也。觀於一九二二年大西洋兩岸傳送無線電之大成功，足徵無線電中之許多難題，今已完全解決。今用適當之器械，每分鐘可發報四百字。照片亦已能從無線電傳送，惟須用特製之器械以收受之，自非尋常聽筒所能爲也。

以無聲無臭無形無色之以太，而吾人能征服之以爲長距離傳送無線電波之媒介者，純粹科學家之功也。科學家發見種種基本事理，而實用思想之發明家即利用之以獵取其名利。科學家之探求在真理，非圖名利，故寧以發明之權讓諸實利思想之人。然科學之所以進步，人類幸福之所以增進，無不賴乎實驗家之力，此事之明顯者也。夫純粹科學家所發見之真理，雖偶亦即供社會之享用，然大多須歷時甚久，而後有益於實用也。

1. Endicott
4. Boston

2. Winthrop
5. Philadelphia

3. Salem
6. Erie

第三篇 運輸

第十四章 未有科學時之運輸

今日運輸之道多矣，若飛機，若汽車，若電車，若火車，若汽船，往來馳騁，一日千里，幾不知百餘年前尚有驢馬人力之用矣。昔時惟徒步乘馬爲旅行之惟一方法。西元一六三一年，美總督恩狄科特欲訪總督文司洛普，自撒冷至波士頓，行程須二日始達，途中復須渡河，恩氏卒以體力不足而罷。農夫收穫之後，常以米麥載於車中，推至河畔，而後用船隻運至他處以售之。

其後則有驢馬運載貨物，往來內地，運輸較便。每馬載重可二百磅。近至一七八四年時，據云貨物自菲列得爾菲亞至伊利，爲程約四百英里，而每噸運費須美金二百五十元。以一英里計之，其運費爲六角，今則美國鐵路運費每哩平均不過九釐而已。一八五〇年加利福尼亞之運費，每百哩每磅須美金一元。

自馬路築成後，運費大廉，當時有六馬以上並駛之馬車，至爲龐大，載重可三四噸。在一八五二年

1. Kansas
4. Provo

2. Leavenworth
5. Mayflower

3. Utah

時，雖有馬車馬路之便，然運一小糖廠之機器，自堪薩斯省之勒汾衛司砲台至猶他省之普羅勿，已須用牛五十二匹，歷時四月之久。今之運輸以日者，在昔必以月也。

未有運貨以前，載人之車卽已盛行於交通便利之處。十七世紀之末，遞郵載人之車，爲數甚少。一六七二年時，有某革新家開英國有六馬車之行，以爲此制必須廢除，否則人將濫於旅行矣。此車行駛甚速，遇馬路平坦者，乘客可遍遊郊外，每日可行四十五英里，此一七七〇年事也。惟道路崎嶇者多，上山之時，駕者必命乘客偃僕向前，俯身車外，否則卽有傾覆之虞，故乘者每感不快。十九世紀之初，通都大邑，皆有大道，建築較前爲良，車行速率每小時可十二英里至十五英里。

乘馬與四輪車，吾人大多有此經驗。偶有要事乘之，雖數十哩，亦須數日，若今日則駕一汽車，不過數小時已能往返，平穩舒適，不復有顛簸勞頓之苦矣。

帆船乃古時運輸之一大利器。其先之居於美洲沿江一帶者，貨物之運載，無不藉船隻爲之。然當日所運之商品，遠不如今日之多，而往來運載，亦甚遲緩。猶憶海船「五月花」號，能載重一百八十噸，渡大西洋一次，須時九十七日，今則以三萬噸之巨艦，越大西洋不過五六日而已。

近九十年來，商業運輸之發展，已數十百倍於前之數千年矣。一八三〇年世界商業之估計，爲美金二十萬萬元，每人占美金二元三角四分，至一九二〇年，增至六十一萬萬元以上，卽每人占三十三

1. steam engine

2. gasoline engine

3. electric motor

元四角九分。此增加之額，實採用蒸汽機、煤油機，以及電動機之效果也。每人所占之額初僅特恆不變，及火車汽船發明而後，乃突然增高。約至一九〇〇年後，煤油機及電動機漸占優勢，而同時商業之發達亦最足驚人，為從來所未有也。

商業既臻發達，全世界之情勢亦為之一變。各國人民因通商而移殖，因移殖而各民族愈趨於一致，非僅少數政治家之攜手而已。各國咸賴其所特有之商品，以互相維繫，於是民族之間，益生互相諒解之心。夫世界大同，必賴各民族之互助，而商業與交通，乃達此目的之要素也。

以下四章略述運輸之根本，以明十九世紀運輸革新之原因焉。

第十五章 蒸汽之效用

人體一原動力之無形源泉也。人之一生，從事於工作者，約二十年，以每日八小時計，其所費體力，不啻一完善之蒸汽機，燃煤一二噸所作之工也。愈能以機械之工作委之於機器，則其生活之效能亦必愈高。若吾人能利用機械以代勞苦之工作，使有餘力以作他事，則吾人即可產生需要適用之物，以至奢華之品，降低其價格，俾人人可以享用，不亦善乎？蒸汽機未發明以前，久已有瀑布風車之用，及蒸汽機成，工力之量，取之無盡，於是機械式之勞工，俱得卸肩於機器矣。

- | | | |
|------------------|---------------|----------------------|
| 1. Hero | 2. turbine | 3. Leonardo da Vinci |
| 4. Porta | 5. Caus | 6. Worcester |
| 7. Thomas Savery | 8. Jorricelli | |

蒸汽機以堅固不壞之輪，往來馳驅，一年之中，不知若干次，代每人所運之貨，不止一噸，所行之程，近四百哩，而人人得以安居樂業，無奔走肩挑之苦。若工廠，若礦場，若農田，若娛樂場所，以及各種勞工事業，吾人常見蒸汽機之臂腕，忠實工作，以代其主人之勞。

初蒸汽機之發明，不過視為玩物而已，繼乃如家畜之訓練，利其工作。西元前一二〇年，希洛創製一臥輪狀之蒸汽機。在今日不過視作一玩具而已，然希洛之製此，亦曾利用之以開闢神殿之門，祀神者皆大稱奇。

未幾希洛之機無聞於世，自此亦無他種蒸汽機之製，至一四八〇年，始有著名畫家及實驗家利奧那多達芬奇氏，製一蒸汽爆裂機。爆裂時，使一彈沿地滾出，然此機不能作工也。

古時又有一蒸汽，頗具實用，其根據之原理，為蒸汽產生於密閉之器內，具有壓力，以此壓力即能迫水流出於器底之孔外。約一五八〇年時，意大利光學實驗家坡耳塔，首倡此說，至一六一五年，法國工程師亦數學家科斯始舉行其說。一六六三年，烏司特侯爵能以一機，利用蒸汽之猝然爆發力，射水約四十呎高。

一六九八年，薩味里〔托馬斯〕創製一精巧之起水蒸汽機。五十年前有托里拆利輩發明真空起水之理，此機即係利用此理與蒸汽起水之理而製。器中之儲有壓力蒸汽者，以冷水灌其上，器中即

- | | | |
|----------------|-----------|-------------|
| 1. Denis Papin | 2. piston | 3. cylinder |
| 4. Newcomen | 5. Watt | 6. Black |
| 7. latent heat | | |

得真空，由此真空即吸水上升以實其器。既得水後，復用蒸汽壓之，水即自器底之管中流出。此機之構造大略也。此機嘗用以抽取礦穴之水。

上述之蒸汽機，雖亦是一法，但並非根據於正確之原理。其能用正確之方法者，為帕旁〔得尼〕，帕旁乃法國實驗家，嘗改善抽氣機。帕旁約於一六九〇年作活塞機之試驗，乃採用活塞之第一次有記錄的試驗。其法以水灌入汽筒，用火燃筒之外部，水熱成汽，遂膨脹而向上推動筒中之活塞。此時將熱源除去，筒冷而活塞下行。帕旁乃大學教授，實利之心頗淡，故並未應用此理製成實用之機器也。後英國有一鐵匠名紐昆門，按照帕旁之法製成一活塞機，約註冊於一七〇五年，至一七一〇年售之於市。

紐昆門之抽水機，雖能實用，然工作時能力之消耗至巨，有時工作之費不若人工之廉。一七六三年此不完善之汽機，輾轉入於瓦特之手，瓦特者，英國格拉斯哥大學中數學儀器之製造匠及修理匠也，及見此機冷熱間行，而能力耗費至巨，頗注意之。瓦特之觀察此機之缺點，實最稱職，蓋瓦特頗諳氣體力學及熱量不變之原則，且瓦氏又為布拉克教授之至友，布拉克者，潛熱之發明家，亦當時全世界之熱學大家也。瓦特考察之後，遇有數種問題，疑難不解，遂往訪布拉克，與之磋商焉。

瓦特之改良此機，初甚困難，繼得一解，以為蒸汽之凝冷，不妨在另一筒中為之，而使此筒與通連於活塞之筒，無須如舊法之凝冷於活塞筒中也。遂將紐昆門之機，加以試驗，歷時約二年而新發明成，

1. insulate
2. double acting engine
3. valve
4. superheated steam

復以四年之功，從事改良，始出其新機以註冊焉。自第一次改良之後，又將汽筒絕緣，使蒸汽不致凝結於筒內，以減少耗費之熱能。厥後瓦特又欲保護汽筒之溫度，使不因冷空氣而減低，乃於活塞兩面皆用蒸汽，遂成一雙動汽機矣。此機之初用，約在一八七五年，速度大增，且能發生旋轉行動。嗣有人勸瓦特俟活塞未達筒底時，即將蒸汽入口關閉，俾其餘工作，由蒸汽自行膨脹爲之。此種見解，增進汽機之效力者甚大，由是該機遂佔英國製造工業界之重要位置矣。

以瓦特之汽機與紐昆門之機相較，固已大有進步，然較諸後此所製之機，則效率之不逮遠矣。至一八三〇年，已經五十年之試驗，當時之汽機，每匹馬力需煤九磅至十磅，在今日則效率最高之機，作相等之工作，不過需十分之一之煤已足。瓦特以後之改良，以關於機械上者爲多，自構造改正之後，大部分之研究與試驗，均應用科學智識。如關於熱能之消耗，因蒸汽凝結於汽筒，汽竅等，皆經鄭重之研究。

過熱⁴蒸汽之用，瓦特頗不以爲是，蓋瓦氏亦嘗多次試驗，結果惟尋常蒸汽最適於用。然今日則用過熱汽機，所產工力可較常機增百分之二十至五十。複式膨脹機之發明，亦曾經數十年之試驗改良，始克告成，今則汽機之優者，多採此式矣。

蒸汽能力之價格，自經燃料發熱效率之研究後，大爲減低。在蒸汽機未經通用以前，關於燃料之

價值，知者甚夥。迨各式汽機互相競爭，效率之測驗，咸視產生若干匹馬力所需之燃料多寡而定，而各種燃料之本身價值則未之計也。其後始由科學試驗所，將各種燃料，精密計量其所含之熱量。於是用煤多者，咸知此項智識之可貴，而燃料之選購，均以此為標準矣。

繼瓦特而起者，有朱爾¹等實驗家數人，發見機械力與熱力之關係，於是各機效率之比較，有一精密之標準可憑。及此種標準既定，工程家之從事於汽機之改良者，皆可得嚴密之比較，非復如昔日之僅恃簡略之估計以為標準也。

從化學及物理上研究燃料之燃燒，始知鍋爐應若何建造，方能從燃料中取得最多量之熱力。若今日仍用舊式之鍋爐與燃燒之方法，則大多數之工業，勢必抬高出品之價格，而運輸之費亦必驟增矣。

關於蒸汽機之學理，作精深之研究者，為一八二四年之噶爾諾，厥後又有數人繼起研究，學理之基礎以立，汽機之改良實賴焉。此種純粹科學之研究，有時不能立即得實用改良之結果，惟由此所得之原理，逐漸應用之以製造更完善之器械。改良之法，往往僅就分部之效率而注意之，如僅就汽鍋上着想，則汽機一部暫且擱置，反之亦若是，蓋注意于小部分之改良，則費時短而奏效速也。凡器械有所改良，則社會必蒙其利，如汽機之改良，影響于貨物之製造與分配者，匪淺鮮也。

蒸汽機之發達，乃鋼鐵價值之賤與其製法之精，為其重要之原因也。他若汽機各部構造之改革，使適用高壓力之汽鍋，所以增進其效率者甚大，又如採用優質之鋼鐵，亦重要事也。百年以前，汽機之用汽壓十磅至十五磅者，已覺困難，今汽壓之高在二百磅以上，乃未聞有若何困難也。按今所知者，效率最高之汽機，竟用汽壓九百磅以上；而最高者且達三千二百磅云。此種汽機較常機之效率為高，故高汽壓之汽機，或不久將盛行于世也。十九中葉以後，鋼鐵之製造，因柏塞麥法之發明，而進步益速，製機之鋼，價廉而質優，于是汽機製造之業，因以益盛，又如鐵路之鋼軌，價格既賤，製者益多，而運輸遂大

便。

在今日大部分之工力皆取給于蒸汽機，然同時又有蒸汽臥輪之製，進步甚速，對於需要多量之工力者，此機尤為重要。如行駛迅速之汽船，及發電廠與他種製造事業，均以臥輪代汽機矣。按一九一九年之統計，全美國工廠所用之蒸汽工力，其中百分之十九皆取給于臥輪。此機之前途如何，尙未可斷，蓋應用于世者不過二十五年也。以蒸汽之力直接加于動輪之理，在一六二九年即已發端，惟機械上頗多缺憾耳。至一八八四年，稍經改良，始成一實用之臥輪。當時關於臥輪之學理，若水與蒸汽從管口噴射之阻力，水力臥輪及汽船上各式水葉之推進力等之研究，皆從科學上改正臥輪之基礎也。

關於改良蒸汽機車及蒸汽推進船之歷史，頗可引人興趣，蓋由此可知當時採用蒸汽機之不易

2. locomotive

1. Bessemer

1. Westinghouse

2. brake lever

3. block signal

也。最初實用汽船及火車時，蒸汽機之用頗爲失利。前此之火車汽船亦能應用，惟所用汽機不甚完善耳。

初次開行火車時，最大之困難，在車行已速後，難令其速停。此項問題最後由衛斯亨豪斯于一八六九年至一八九一年間解決之，其停車之法，用壓縮空氣加力于制輪槓桿以制之。他法有用蒸汽力者，亦有用真空者，結果皆不甚完滿。大多此類器械，皆由研究者製之以供他用者。衛斯亨豪斯之法，乃並採液體氣體之壓縮性，與水壓力機之原理而成。

避免火車肇禍之器，有重要之止車信號。此信號用電氣機械管理之，亦實驗室中科學的奇器也。爲航海之一大助者，莫如指導船向之具。船隻之確實方位至爲重要，所以避免船隻之失事也。最空洞之科學無過天文，然天文觀察可以指示海船之方向，是未嘗無實用也。天文儀器可供海船之用，每一海船必須備之。欲藉天象之觀察，示船之方位，則必有極精確之時計，從科學試驗所得，始知利用脹率不等之金屬，可使鐘表自行較準，不受氣候之影響。最近數年有一科學的電氣發音具之製，此器可測船隻離海底及冰山礁石之距離。蓋冰山礁石最易肇禍，必當設法避之也。

簡言之，在蒸汽機未發明以前，運輸一道，並無若何發展。及蒸汽機出，工商業界起大革命，數十年來文明之進步，遠軼于往古。後汽機得科學試驗室之撫育，遂成實用之具。初汽機之應用有限，嗣入瓦

特之手，採用近代熱力與工作之原理，力事改良，其利益人類之前途，始于此矣。自來從事于蒸汽機之改良者，何止數百次，皆科學試驗室中之工作也。除上述數種例外，外，近世之製蒸汽機者，無不受理論科學家與實驗家之影響。苟無研究科學者為先驅，發見種基本原理，則進步當不能若是之速也。

關於利用熱力作工之機器，改良之處正復甚多。今平常所用最優之機器，熱力之利用者尚不及總量五分之一。蒸汽之效率愈大，則製造物之價格愈低，運費愈賤，旅行愈便。苟欲使汽機利用更多量之熱能以作工，則必恃乎新原理之用矣。

第十七章 電力運輸

車輛起動之速可二三倍于蒸汽機者，其惟城市與郊外之電車乎？按實驗證明，以電力代蒸汽，行駛之速可增百分之二十與五十之間。故乘客之時間費于旅行者，可較蒸汽機車為省，且電車無髒龐大之機車，載客之地位較寬，用能以少數之車輛載同等數之乘客也。若以蒸汽機車，則車資必較電車為貴，蓋火車需車既多，而能力之消耗于停駛時者亦較大也。且電車較火車為潔淨，無煤煙染污之累，至于地底鐵道，則尤以電車為宜焉。

據電學專家言，改火車為電車，需費至鉅，設不然者，除數種特殊外，一切火車俱將廢止矣。電車行

1. Chicago
4. Faraday

2. St. Paul

3. electric motor

駛之費遠較火車爲省。據工程家之估計，行駛一火車所需之煤，約三倍于同等電車之需，蓋以有效之蒸汽機變煤力爲電力，至爲經濟故也。美國芝加哥至聖保羅之電氣鐵路，長六百五十英里，其優于火車，約有以下諸點：行駛時間可減短三分之一；以六十一輛電力機車，即可代替一百六十二輛新式之蒸汽機車；全路之容載量增百分之五十；遇斜坡高峻者，仍能有滿意之速度。吾人觀于鐵路上蒸汽機車之龐大，頗足使吾人驚其動力之巨，然美國曾將電機車一輛與紐約中央鐵路之蒸汽機車二輛，作一度之比賽，結果電車曳兩汽車倒行，速率頗高，雖蒸汽機加足汽力，亦無如之何也。電機車之大者可發七千匹馬力之巨。而鐵路上最高之速度，亦惟電車爲能行駛。今美國電氣鐵路之長尚不及蒸汽鐵路五分之一，然載客之多則每年達十四萬萬人，約十二倍于火車所載之人數。

電動機之歷史，可爲純粹科學研究（驟視之似若無裨于實用）對於人類幸福之重要之絕妙事例。初電學不過一神妙之科學，供大學教授與好奇之人之娛樂品而已；及電磁之原理既明，電動機即隨之而發明，而電學遂爲實用之學。今者資本之投于電氣事業者，數達美金五十萬萬元，且按一二五年之估計，此一年間至少須增美金三十萬萬元，其發達之速，亦可驚矣。

在本書他章中，關於一八三一年以前電學之發達，已略及之，茲故不贅。是年法拉第始注意一銅盤，在馬蹄磁鐵之兩極間作旋轉時，盤中即有電流產生。此即第一架之發電機也。自此研究科學者又

- | | | |
|-------------------------|------------|------------------|
| 1. Saxton | 2. Clarke | 3. Woolrich |
| 4. Wheatstone | 5. Siemens | 6. electromagnet |
| 7. magnetic pole | 8. Werner | 9. Wilde |
| 10. parallel connection | | |

得一資料，惟以實用論，則尙未見其能也。繼而有薩克斯吞，克拉克，武爾立克，惠斯登，西門子輩，試以動軸及類似于蒸汽機之旋轉器械，利用磁電之力，惟彼輩並未有大成就，蓋以能力之耗費至巨也。此等機器所用之原理，大多藉電流以生電磁，藉電磁以吸金屬。此種粗簡之機器，曾于一八三七，一八五一，一八五四諸年，用以開駛電車，然在當時除滿足人之好奇心外，餘皆無若何之注意焉。

當時所用之原理既謬，而應用電力之法，又有以下兩大缺點：一彼輩不能使磁極間產生強力之磁流，二磁極之配佈不當，不能使電流迅速流入，以致電機之用，不能得滿意之結果。發電機磁極間磁力之強弱，乃發電量之所由斷也。昔之發電機，磁力往往太弱。約一八五六年，偉爾納始創一新法，以電綫繞于鐵心，以成電磁，于是磁力大增。距發電機原理發見後約二十年，電磁之製法既明，發電機遂成一重要之機器。不數年此機即有應用于電氣弧光燈之試驗。

在一八六三至一八六五年間，王爾德博士以西門子電機三架爲試驗，三機並列接成，電流之量大增，爲當時最強之電流。從此機所得之電流，與數百具電池所得者等。此即今日強力電機之幼稚時期也。

後數年間，西門子輩證明電流之增加，不必以數機爲之，雖一機亦能具此效力。自此等發見以後，電學之進步遂有一日千里之勢矣。

1. Pacinotti

2. Gramme

3. transformer

4. Jobi

產生磁力之綫圈，關於線之繞法，頗多改良。王爾德之發電機，僅能產生交流電，至一八六四年，意人帕奇諾¹提發明產直電流法，惟此機當時並未實用，約至一八七〇年，復由格拉姆²發見之。在實際上，電動機之用于電車者，皆為直電流式。至一八七五年，今日發電機之原理均已闡明，其後所有之改良，大多屬于機件之配置。鋼鐵磁性之測驗，約在一八七三年，是時發電機、電動機、及變壓器正起始採用也。此類金屬之磁性學說，在優等電機之製造上，極為重要。除直接關於電機之試驗外，又有水輪機之試驗，以利用瀑布為發電之原動力。各式水輪之效率會歷經比較與改良，至今日而大備，然設計上之改良，則猶正進未已也。

行駛電車，與轉動全美國三分之一製造廠機輪之電動機，其發明實出于偶然，時發電機僅為科學界之玩具也。一八五〇年，佐比⁴方以二發電機工作時，偶以行動之一機連接于未動之他機，乃未動者亦即隨之而動，于是電動機成。自發電機輸送電力于電動機之原理，至一八七三年始得闡明。此理既明，發電機之電力遂得應用之以為工力之源。

自有實用之電動機後，工力之用，益為可恃，而電車之製亦無若何困難矣。一八七九年，柏林工業展覽會首先試行電車。當時困難頗多，如電力應若何輸送之問題，必先解決，而後電氣鐵路始能供商業運輸之用。從事于此題之解答者，有發明家及實驗家多人，咸注意于實用，故未幾即完全解決也。

一八八〇年前，發明家之謀輸送電力，供電動機之用者，咸將鐵路軌道為輸送電力之具，惟無論鐵軌如何絕緣，電流終不免洩入地下之虞。繼而用第三軌為傳電之導綫，並用適當之絕緣物，以防洩漏，此法頗具成效。一八八三年，採用高架線法，後數年實用於鐵氣鐵路上。美國第一條按時載客之電車路，為一八八三年之達夫特路，惟近世電車之行駛，大多以一八八八年為始行之年，是年所用者為高架線制，車中之電動機置於車下之輪軸上，非置於車上而以間接作用連於輪軸者。

變壓器者，所以變發電機之電壓為高壓，然後使此高壓電流傳送至需用之處，以節省消耗之電能。此器之用始於一八八〇年。變壓器之原理，乃百五十年前大科學家法拉第所發明，惟關於效用等問題，則當時並未計及也。

導電之銅線，價值至昂，自電車實行以來，屢有廢用之議。利用蓄電池之電流為工力之源，在一八八〇年即已實行，至近年來蓄電池之成效益著。愛迪生試驗室，曾將此項電池，力加研究，製成蓄電池一種，頗適用於某種情形。愛迪生電池以各種化學物品製成，重量甚輕，較普通電經久耐用。紐約城中曾試用此種電池，行駛載重較輕之電車，計每英里用電之費僅美金四釐餘，至大電車之用普通電流者，每英里須費五分。蓄電池之問題，距解決之途猶遠，一旦能完滿解決，則凡需應用電力如電車之類，皆將以蓄電池代發電機矣。

3. Edison

2. Daft

1. insulate

- | | | |
|-------------------------------|-----------------|---------------|
| 1. internal combustion engine | 2. automobile | 3. California |
| 4. Iowa | 5. South Dakota | 6. Nebraska |

從上文觀之，可見電力之發展，全恃試驗室中之科學研究家，始於十九世紀初年之法拉第，相繼研究以迄於今。在產生巨量電力之法發明以前，純粹科學家之繼續研究者，約歷二十五年之久。及巨量產電之原理既明，一般實用思想之研究家遂出現於世，從事工作，以發明實用的產生電力之器械。經理論家與實用家之合作，以電力為工力之源之發展，遂遠較蒸汽機及煤氣機為速；蓋此機之製，初無理論之學為之先驅也。夫理論之發展愈速，則實用之進步愈大，於此可以驗矣。

第十七章 內燃機與自動車

機械工力之源與普通人民生活接觸最密者，莫汽油機若矣。蒸汽與電氣之鐵路，運輸固極便利，然除城市外，其用途尙未能普遍。大多數人欲作長距離之旅行，始乘火車，惟自動車（即汽車）則幾於每日乘坐，不可或少。在美國鄉僻之區，人口較少，汽車之用尤遠較鐵路為重要。以美國全部計之（包括汽車稀少之南部在內），平均每農家三家即有汽車一輛。而多數省區，汽車之多，足供同時載運全省人民之用；若加利福尼亞，⁴衣阿華，⁵南達科他，及內布拉斯加諸省，每居民五人可有汽車一輛以上。

農人之赴市者，咸賴汽車之用，駛行便捷，至為滿意。今美國學校所用之公共汽車共一萬二千輛，

農家子弟均賴此得入善良之學校，此非昔日所可能也。又醫師之於農家，接觸之近不亞於城市，亦汽車之力也。

不特居城市者，有乘坐汽車遊玩鄉間之樂，居鄉者有赴市之便，即商業上亦以汽車為重大要素也。上自公務叢勝之行政官員，下至秋收未畢之農民，皆藉此運輸迅捷之具，互受其利。以鐵路起迄兩站之運貨計之，汽車所運之貨，在十萬萬噸以上，約與火車所載者相等。除此項運貨外，復有他種運輸。今美國註冊之運貨汽車，多至百萬輛以上。

自動車乃近年之產物，故至今街衢上仍有舊式之運貨車。一八九六年時，美國汽車共祇四輛，照今日註冊總數，共有一千二百餘萬輛，距創用時，不過三十年耳。美國汽車事業居各業中第三位，其重要蓋可知矣。

苟吾人一探汽車史之究竟，則知汽車之所以一躍而為完全發達之工業者，實由於充分之預備，使有堅實之立足地耳。早在一七六九年時，法國發明家居格諾用蒸汽駛車，是年即瓦特第一次發明蒸汽機時也。自瓦特蒸汽機完成後，有蒸汽自動車數輛，行駛於官道上，時尚在斯蒂芬發明火車前也。後此種自動車在英國禁行官道，以其妨害行人故。以上諸事，尚在近世火車盛行前百餘年，除當時少數熱心家用為比賽外，並未盛行。自動車之基礎猶未奠定也。

1. Cugnot

2. Watt

3. Stephenson

1. Sir George Cayley
2. Ericsson
3. Stirling
4. Street

當時最大之困難，厥惟蒸汽之用法。蓋蒸汽用量既小，則效率不高，且車行路上，時有顛簸，而汽鍋之量，又甚有限，其困難特甚。即最佳之蒸汽機車，其效率會不及固定汽機三分之一。歷百年之久，自動車始有完善之動機焉。

同時有好奇之實驗家，力事創造，曾未少息，遂成效率高於汽機之機。按機之效率常與其工作氣體之溫度成正比，動機之改良蓋即根據於此理。一八〇七年梭力〔喬治〕爵士製一動機，用高溫度之膨脹空氣，氣用火直接燒熱，然溫度過高，未能滿意。一八二四年厄立克孫採用相同之原理，製成一機，至一八五二年又製適用於行船之動機。惟厄立克孫之機不過一二匹馬力，不適宜於產生巨額工力之用。

一八二六年斯忒林博士製一熱空氣機，理論上頗為完備。斯氏之機構造緊密，燃料極省，其法在空氣未加熱前，加以壓縮，此氣繼續應用，非每次另換新氣而重行加熱者。此機又有一特殊點，即機中有一混和空氣之器械，使燃料之效用盡量增高。斯氏之機雖亦採用，然終不能與當時所用之汽機並駕焉。

上述熱機之最大困難，在高溫度用於多量氣體，頗不經濟。早在十八世紀時，即知此法不能應用於少量之氣體，一七九四年斯特里特倡議將氣筒中之氣體燃之，使爆發膨脹而作工。自此以後，有實

驗家數人試驗此理，卒成一實用之氣機。惟當時氣體爆發機尙未能實用，其故有二，一因缺乏廉價之氣源，二因爆發氣體尙未發明滿意之方法。

十九世紀之初，氣體爆發機之製成者共有數種，至一八三八年始發明於鄂圖，先行壓縮，並於燃燒時不喪失工力之法，巴聶特創有燃氣法一種，後採用於鄂圖之改良氣機中，其燃氣之火，每次爆發前取自外部，此火箴用管中氣體燃着而成。約一八五五年，德類克創製一機，機中氣體用高熱鐵爆發，惟該機起動時，此鐵燃熱甚難。十九世紀中葉以後，關於氣機一項，有多量之試驗，並有數種新款之學說。其一爲一八六二洛卡斯所倡，洛氏之說，以爲理論上惟四周波之氣體最爲經濟。一八六〇年有勤訥氏機之製，是爲第一架實用之氣機。此機氣體之出入與蒸汽機相似，用電氣燃燒，電則取給於一感應圈，與今日之電池機相類。

既有以上預備之實驗工作後，鄂圖遂於一八七六年，增用飛輪，並採用其他諸機片部之優點，製成一今日之氣機，惟燃氣之火非電氣而爲火箴。鄂圖之機與一八八四年前所用諸機，皆低速度式，故不適宜於普通之用。是年丹勒發明一高速度機，機體既輕，燃料又省，故今日用者甚廣。昔時之氣機，每機重二百磅，產馬力不過一匹。據此則自動車機產馬力六十四匹者，機重當爲一萬二千磅，試思其機之笨滯爲何如哉！

1. Barnett
4. Rochas
7. Daimler

2. Otto
5. Lenoir

3. Drake
6. induction coil

近今之第塞爾油機，筒中氣體壓力甚高，故效率亦甚高，此機運用時，先將筒中空氣用力壓縮，後使油氣射入筒中，遇高壓空氣之熱而爆發。或云第塞爾機之效率，較他氣機高百分之數分，較蒸汽機之最優者高百分之十五至二十。今製機者猶欲增高氣體之壓力，或者將改氣油為酒精，更增高其效率焉。

自氣機實用後，尤以丹勒高速度機製成後，車輛皆採用之為行駛之力。約在一八九〇年前，機之燃料多用煤氣，惟自鄂圖改良後，間亦用油料者。採用油為燃料，多出丹勒之力，自是煤油遂為車機之唯一燃料矣。初時自動車大多供比賽之用，及後製法改良，運用可靠，於是商業上及娛樂上均恃乎自動車之用矣。

以上所述，不過自動車發達之大概。若詳加敘述，則發火燃氣法，須占一章，揮發器又占一章，燃料之燃燒，輪胎之製法，以及種種要點又當另占數章。所望者，上述大綱足使讀者明瞭自動車之發明，皆由各實驗家努力於問題之解決，經歷次之試驗而後有成者也。初則有蒸汽機之實現，繼乃增進其效率，用熱氣代蒸汽，而煤氣機遂由研究者逐漸演成焉。化學家與物理家自十八世紀後期起，漸次研究燃燒之化學性質，繼求氣機中燃氣之最善方法，燃料之效率，機中所用燃料之製法，以及其他多數問題，皆與內燃機之完善有密切之關係者。迨氣油之用，過於所供，乃從實驗上發明分析重油出氣油之

法，後氣油之源將告匱乏，則又從實驗證明酒精及其他物料可為氣油之代。復有其他研究者發明適當之滑油，供內燃機減少動軸阻力之用。

十八世紀之末，學者始研習電氣之奇奧。在上鐵氣鐵道一章中，已略論及發電機與電動機之研究。高電壓之磁鐵發電機今已用為煤氣機中發光之電源。若蓄電池則又為科學研究造福人類之一例也。

關於煤氣機與自動車製成之主要原因，當推氣機完成前十年間鋼鐵業之發展，與鑽挖氣筒機器之改良。若氣機之筒鑽挖不善，如十八世紀瓦特之汽機，則內燃機決無完成之望，又若鋼鐵窳劣，如一二百年前之鋼鐵，則筒內爆發時，機身亦決不能承受此劇烈之震動。關於科學家對於近代鋼鐵業之貢獻，詳見鋼鐵製造章中。

橡皮輪胎之發明，皆谷第耳堅忍試驗之功，自此車行震驚於以大減。初橡皮氣胎之製，僅供自由車之用，及煤氣機成，遂亦應用於自動車矣。

綜上言之，自動車乃近世文明之一大工具。新世界之運輸商業以及工作效率，皆賴此以增進。其發展非偶然也，乃多數科學家研究之結果，人人出其微少之貢獻，以制勝氣機設計，發火，滑油，燃料，輪胎，裝置等種種困難問題，遂成近世科學界之一大勝利，而造福於人類焉。

1. Darius Green 2. Cavendish 3. propeller
4. helium

第十八章 航空

若干年前，人類即有效鳥類飛翔之雄心。昔有格林（達理阿）者，製一飛機，乃採入機中，欲翱翔於朋輩前以自豪，後不幸墮地，喪志以死，此特無數次飛行試驗之一耳。由是人之欲作飛行想者，為之氣沮焉。

一七六六年時，有卡芬狄士者，始創化學者之一也，發見氫氣（即輕氣）之重量僅及空氣七分之一，故可用以舉重於空中，於是飛行家得一大助。初僅有玩具氣球之製，後乃製成巨大之氣球，其浮力可載多人。氣球行時難於駕馭，有用人力搖動推進器以御之者，其效甚微。至一八五二年有狀如雪茄之氣球出，用汽機轉推進器以行之。此氣船雖成，然蒸汽為物，至為危險，蓋偶有火星爆射，則球中氫氣勢必有炸裂之虞。有用蓄電池為原動力者，時在一八八三年，當時電池製法未精，價值甚昂，故此項氣球亦不過一種試驗而已。迨一八九四年，煤氣機已成為可靠之原動力，而氣球亦於以告成。自此以後，復經廉價鉛質之發見，供製球之材料，於是氣球之效用大著，成為運輸之利器矣。十九世紀之末葉，有氦氣之發現，其氣穩定，不善化合，而輕與氫等，因取氫而代之，氣球之危險遂完全消除矣。

在十九世紀中葉以前，風力之作用，如關於紙鳶、風帆等，已有透澈之研究。即早在一八〇九年時，

- | | | |
|----------------------|------------------|-----------------|
| 1. Sir George Cayley | 2. Henson | 3. Stringfellow |
| 4. Maxim | 5. Lilienthal | 6. Chanute |
| 7. Wright | 8. Prof. Langley | 9. Smithsonian |

揆力〔喬治〕爵士已述及飛機之基本原理。^亨孫於一八四二年研究及試驗風於平面之托力，亨氏自信若能於適當斜面之後，用充分之動力推之，則實用之飛機不難製成矣。氏嘗製一精巧之飛機，用蒸汽機力推之，而機不能行，此因當時最優之汽機甚為笨重，足為飛行之障礙也。後斯特靈斐羅根據揆力之理論，製一蒸汽行駛之小飛機，試用於一八四六年，略具成功。

距斯特靈斐羅試驗後近五十年，有麥克沁，製成一更完善之原動機，能產馬力三百六十四，可行駛一四噸重之載客飛機，歷程三百呎以上。載人飛機之能特自力飛行者，當以此為第一次之實驗。特此機重量過巨，且缺乏均衡及駕御之具，猶未能為實用之飛機也。

均衡與駕御之術，乃飛機上一大要事。^力連塔爾於鳥之飛翔研究甚精，嘗自信苟能創製一適當之翼，必能如鳥之飛行。^力氏於各種機翼之設計，及各種駕御機翼之法，所作試驗甚多。^力氏飛行時，不用機力，但於高山上疾馳而下，動量既足，則憑兩翼以翱翔。嘗自創翱翔要訣，能飛行至四分之一英里之遠，後於一八九六年遇空氣暴流而死。^察納特又繼續試驗翱翔法，發見要事數端，後為來特昆仲所採用，以成其完善之飛機焉。

^蘭格力教授在斯密司孫學院時，喜研究飛行問題，嘗用扇鼓風，驗其氣流。由此知重於空氣之飛機確能實行。遂搜集前人所作飛行之研究，約一八九七年製成小飛機一架。用蒸汽轉推這器，短距離

之飛行於以告成。純從科學方法而以算理推解此問題者，當以蘭氏爲第一人矣。其所製第二機，容積與體重均較前者爲大，而未能行，遂憂憤而卒，然蘭氏所創之原理，造詣匪淺，後人之得以改良而成功者，氏之功也。

以重於空氣之飛機而能載客飛行，實始於來特昆仲。來特少時，因見玩具中有推進器狀之斜扭紙片，急旋之則飛舞空中，遂喜飛行之學。及力連塔爾卒，報紙盛傳其事，來氏昆仲乃始研究載客之飛機。自此廣搜飛行學書，實驗翱翔機理。既而深知飛機之重要問題在均衡之法，乃於此法舉行長期之試驗。由是製成一翱翔機，其設計頗合實用，機翼形式與翱翔之法亦甚切實。

同時氣油機已臻完善。來特昆仲亦已滿意於翱翔機之設計，遂製一力強體輕之油機，供驅使推進器之用。是年遂舉行第一次成效之飛行。惟初製之機難免缺點，於是來特昆仲復繼續試驗，經數年之改良，始公諸於世。氏等於一九〇六年出其註冊新機，同時其他熱誠之發明家亦各從事製造。約一九〇九年，飛行時間已至一小時以上；後五年增至二十二小時；今則飛機可繼續飛行至三十五小時以上矣。某次曾有一機，連續飛行至二千餘英里，不啻橫行美國三分之二之程也。

歐洲大戰時，飛機之需要特甚，因此刺激，發達甚速。世界上思想最優之士，多半從事於飛機之改良，至於飛機在戰事上之重要，觀其效果可知矣。時飛機實用已久，故戰爭時極合運輸之用。其他用途

甚廣，如各項測量，攝影，廣告，傳達新聞等。一九二一年美國商用飛機共一千二百架。信件之用飛機傳遞者，在一九二一年爲一千萬件，在一九二二年爲五千萬件，傳遞之速數倍於鐵路，而價格較廉。乘客自紐約至芝加哥者，計需時僅九小時，乘火車則需二十小時，若乘客無額外費用，則價格可較火車爲省。歐洲亦有商用飛機，近數年來美國且有飛行公司之設焉。一九二二年時，歐洲飛機所載旅客共一萬六千人，無一人受傷者。若以各種行動迅速之物，取其二十英里內之最高速度，作一千碼距離之比賽，則飛機行一千碼時，自動車（俗名汽車）行五百五十九碼，火車行五百二十七碼，家鴿行二百五十四碼，馬行八十三碼，急足傳信人行三十六碼。

飛機之用，自萊特昆仲首次實驗後，迄今不過二十年耳。而飛機之能嶄然自立，脫離於試驗時期者，亦不滿十年。觀此則飛機運輸之前途，未可限量也。

綜上飛機發達之原因，可知有統系之實驗居其大部。化學家發明輕質之氣，供氣球與飛艇之用，又輕質金屬供前者及飛機之用。吾人從前章所論之煤氣機，知此可貴之原動力，亦爲多數實驗家之產物。他若力連塔爾，察納特，蘭格力，萊特昆仲等，皆特有統系之實驗，致有完成之飛機。大凡成大事者，多半屬於堅忍合法之實驗家。飛機之得有今日，咸賴此輩數百次之改良，而將來之改良，亦正賴乎此輩焉。有統系而透徹之基本學識，乃科學研究者成功之一大原因，遠非不學無術之發明家所能及也。

第四篇 發光術

第十九章 發光術之初步

通宵印刷之晨報，日夜工作之工廠，以及大建築物之內室黑闇無光者，欲增進其效用與愉快，非燈光不足以濟之矣。製造家深知夜間工作，或光線不足之處，苟用燈光以輔助之，則產額增，材料省，而不測之禍可以減少。若在家中，則燈光充足可以發揚精神，驅除闇昧不快之感。讀書作女紅之家，燈光不足，每易傷目，或致神經失常。影戲院及遊藝場，多數專為夜間娛樂而設，若無新式之發光術，則此等場所將無由營業，否則亦必減少遊客之樂趣。又如繁盛城市，設無路燈之設，則盜竊之風必將愈盛，則知發光之術誠人類幸福一大要素也。

昔日之發光術

古時發光多用火炬，或為松脂之木，或為浸入松脂之繩索，或為浸入油臘之線，製成火把，以代燈火。在某數國中之舊式房屋，屋頂有孔，即供火炬透烟之用。火炬之用歷數百年，其燃燒之面甚大，庶風

力不易吹滅，特面大則燃燒不盡，遂發巨量窒塞之烟煤。此烟如遇風力吹散，不能透出屋外時，室中之人即感窒息之苦。故當時焚膏中夜，火光閃爍，殊無樂趣可言也。

油燈之用，遠在耶穌紀元前數百年。燈如曲頸之瓶，儲油其中，以燈心燃之。數百年來未有進步，惟構造裝飾時有變更耳。家用之燈，葦油與素油並用，煤油則僅供室外之用，蓋以味臭而多烟也。

上之火炬與油燈，沿用至十二世紀之末葉，發光術乃大變。至是始有牛油燭之發明，光耀奪目，既無煤烟，又無惡臭，用者稱便。一室之中燃點數枝，即覺光明煥發。然牛油價貴，雖從省燃點，亦非中人以下所能用也。按十九世紀初期之估計，平均每家每夜燃燭二十「燭小時」（即燭數與小時之乘積），年需美金二十四元，今則煤氣燈之價，每夜燃三百六十支燭光者，年需美金不過十五元。燭光閃爍最易傷目，即令光線充足，亦無益也。

六百年來，室內發光均以油燭為最勝。既而以科學之曙光，明瞭燃燒之化學作用。至一七八三年，勒澤發明一扁闊如帶之燈心，燃燒之油與空氣接觸甚密，故能完全燃盡，無煤烟雜氣。此燈光線勻靜，火焰清明，以前所未有也。勒澤之燈，心直火薄，故自火焰直上之室隅，光線甚弱。一七八六年阿共用一扁薄圓形之燈心，狀如今日最佳之燈心，心之內外可任空氣流入。其後又有昆草特之玻璃燈，上有烟窗，燃燒完善，光線充足，遠勝當時所用之燈矣。

1. Leger

2. Argand

3. Quinquet

1. turpentine
4. Drake
7. kerosene

2. hydrocarbons
5. Pennsylvania

3. naphtha
6. petroleum

阿其之燈當時並未盛行，一因燈之製造不善，一因缺乏適當之燃料，約至十九世紀之初年，始復採用。百年以前所用之油，皆取自動植物，油質甚重，不能因毛細管之作用而上升，故必另用時鐘機械或彈簧，引油至燈心之上。繼乃試用松¹節油，酒精，及易於揮發之炭氫化物，然結果皆不滿意，且多危險。後又試用石炭油，此油係於低溫度時從煤中蒸溜而得者，乃當時亦未採用。約一八二〇年，此油會應用於屈節燈中，與數年前所用之路燈略似，然終未盛行也。德人在十九世紀中葉所用者，即今之所謂燈油。是時最通用之油仍為鯨油。當日此油售價，每加倫約美金一元七角七分（自一八四五至一八五五年間之市價），在十九世紀初，則此油售價僅及其半，時阿其之燈尙未盛用也。

自一八五九年德類克在賓夕法尼亞發見石油後，遂得一廉價之油源，而發光術亦開一新紀元矣。自一八四六年後，已知從煤中蒸溜煤油之法，既而又從石油中提煉出之，至是煤油遂成重要之燃料矣。煤油乃石油中唯一之揮發性油，應用至廣，化學家乃設法增加提出之煤油量，正與今日分析煤油及較重之油而得氣油之情形相類。昔日石油之用作煤油者，居產額之半，今則僅占百分之十四。初煤油之用，未見大效，蓋常有黏膩燈心之弊，不能適合於毛細管之吸收也。嗣經實驗證明，此種困難可用硫酸提煉油質而除之。後因硫酸價賤，提煉石油之法復經改良，煤油之價遂遠廉於初發見時矣。至析重油而出輕油之法，亦多半為科學實驗之功也。

自阿共燈實用及煤油發見後，以同等價格，可發光十倍於燭，然油燈方優越於油燭，而發光更有效之煤氣，亦應運而生矣。十八世紀之初，在英國已知從煤料蒸發煤氣之法，然在一七七九年前，未經實用，至是年乃有麥多克（威廉）者，始作統系試驗，採用為發光之燃料焉。

麥多克初製之煤氣燈，僅一鐵管，光弱而耗氣。後經數次之試驗，製成煤氣燈數種，其氣自一羣細孔中流出，以供燃點。氏又作種種試驗，發明最完善之爐灶，使煤中蒸溜煤氣之量，達最高度。氏之改良，在當時極為重要，特較諸後出之燈，自未免減色耳。在麥多克以前，關於燃燒之作用之定律，鮮有知利用之者，至次世紀中，煤氣與他種燃料之需要驟增，而燃燒之學遂有精密之研究。在十九世紀間，因科學研究而產生煤氣之效率，於以大增。最新式之爐灶，每產一千立方呎煤氣所費之煤，僅及舊式灶五六分之一。一八八五年時，後麥多克初次試驗約百年，一噸之煤可產煤氣一萬立方呎，後四十年，產額增至一萬三千立方呎。新式煤氣製造廠，均採用燃燒之科學原理，並應用化學中關於雜質之智識，除去煤氣中之雜質。一九一八年時，紐約煤氣售價，每一千一百立方呎為美金八角八分，而一八二七年時同量之售價為美金十一元，煤氣售價之遞減，皆實用近代科學學識之結果也。自一八六五至一八七五之十年間，煤氣初成重要之燃料，而每千立方呎之價猶貴至美金二元五角云。

1. Oxy-hydrogen blowpipe
2. magnesia
3. platinum
4. Welsbach
5. Bunsen

前世紀中，燃燒發光之學發達極速，煤氣燈之製造亦改良甚大。今日通用之扁火煤氣燈，係發明於一八二〇年。按煤氣火之光量，視乎炭粒之溫度。因有數種煤氣燈，利用此理，將數燈之火燄互相衝擊，成一扁平之火燄。又一種利用熱氣原理，將空氣預先加熱，然後令與火燄接觸。又有一種科學的改良法，用一不傳熱之管口代常用之鐵管，俾熱力不致為管口傳去，而利用此熱以燃炭粒。

至一八八〇年，煤氣燈之效率可十倍至十五倍於麥多克初製之燈，惟今日所用之紗罩，為增加光量最有效之器具者，當時猶未發明也。用不燒毀之反射物質，置於火中，燃至高熱而生白熾光之理想，早在一八二六年即已知之，是時試驗家嘗用氫氣管，將石灰燒至高熱。後又有人利用此理，將石灰，二氯化鎂，及白金為反射物，惟結果未能增加光量，及後衛爾斯巴克出，始有新發明之紗罩。

先於衛爾斯巴克之紗罩，為一八五五年本生所製，本生嘗自製一試驗室用之煤氣燈，燈中煤氣空氣於未燃前即已和合，故燃燒極為完善。惟本生燈之火燄，光量甚弱。煤氣罩中炭輕氣之燃燒，必須完全，否則燈煤將附着罩上而減損其效用矣。本生之科學煤氣燈，於光熱二者，均極適用。

衛爾斯巴克之發見煤氣罩，幾出諸偶然。某次氏在本生試驗室中，用希有之土類金屬，作分光鏡之試驗，時衛氏將浸入土金溶液中之棉紗，入火中燃之，發見土金之氯化物布於紗上，並在火中閃爍發光。自此衛氏乃進而推究其理，並用浸入土金溶液之纖維質，作更精密之試驗。其師本生教授試欲

1. thorra
4. marsh gas

2. ceria
5. acetylene

3. tungsten
6. methan-hydrogen

隨其研究之志，告以此等試驗無有價值，然衛氏不因師言而止，卒能發明此增進光量之器，而成爲富豪焉。

衛氏以各種土金，一一試驗，以求其最善之物，結果遂有二氯化鈦¹之紗罩之製。自該種紗罩於一八八六註冊專利後，復經許久之研究，乃知若於二氯化鈦中混合百分之一之二氯化鈾²，此罩發光更強，遠較單用二氯化鈦者爲滿意矣。

氯化土金既已獲得最佳之物，於是進求除棉紗外，有否他種纖維可以吸收土金，而更較棉紗爲滿意者。後知棉紗、人造絲、及化學提煉之苧麻³，皆爲最適宜之纖維。

本生氏之燈亦曾經多久之實驗工作，始合用於紗罩，且製成倒懸狀，如今日所通用之紗罩。自經此等實驗改良後，煤氣燈遂成爲今日最有效之燈具。其效力較諸麥多克初製之煤氣燈，可三十倍至三十五倍。按美國標準局之計算，若煤氣價每千立方呎美金一元，電價每啓羅瓦特小時一角，油燭價每磅一角二分，煤油價每加倫一角五分，則每一千支燭光小時之費，煤氣紗罩燈美金五分，鎢絲電燈一角二分半，油燭二元，煤油燈二角。煤油紗罩燈與煤氣紗罩燈價約相等，惟前者尙未見實用也。

除上述之煤氣外，其他科學家所發明之燃料，尙有數種。沼氣居通用煤氣之半，極爲重要，此外復有煤油氣，炭氫氣，氫沼氣，氣油及其他氣體，皆各有特殊之效用。凡此種種氣體幾無不經科學之發見

與試驗改良者也。通用之炭氫氣爲量至少，僅足供試驗室中之用，在電氣熔爐未發明前，多用此氣以溶解金屬，亦科學試驗室中之產物也。

第二十章 電燈史略

煤氣紗罩燈之用於普通場所者，固較今日之電燈爲廉，然電燈之用實優於煤氣，故未幾而成爲人造光之一大光源也。電燈之優於煤氣燈者，在燈件不易損壞，無煤氣惡臭，及爆炸之虞，且較適宜於居民稀少之區。又況電線足以傳送電力，供家庭工廠發動機器之用。今美國全國家庭（用燈之家共八百四十六萬七千戶）之用電者，占總數百分之四十，而用戶之增加猶日進未已也。美國所產煤氣總量爲三千二百萬萬立方呎，其中用以發電者約二百四十萬萬立方呎。產電所費之煤量共三千二百萬噸，產煤氣所費者僅九百萬噸。今美國全年所用電力共四百一十萬萬啓¹羅瓦特小時，而其中用水力產生者達一百五十萬萬之巨。電力之應用於居民稀少之區，所以較居民稠密煤價低廉之城市尤爲重要者，即以水力可以產電故也。

用電力發光之理想，始於一八〇一年，德斐（漢符理）爵士之電氣弧光之試驗。然在一八六〇年前，德斐輩實驗家所用之電力，祇能取給於化學電池，故其成效有限也。在德斐發明電弧；及一八七

- | | | |
|---------------------|----------------|----------|
| 1. Gramme | 2. Joblochkoff | 3. Brush |
| 4. platinum-iridium | 5. Edison | |

○年格累姆發明產生賤價電力之發電機之間，乃電燈之萌芽時期，是時試驗家漸次發明關於電燈之初步原理。在以上郵電及運輸數章中，吾人已知各種電學智識無不創始於試驗室中之科學家，而製成爲實用之具者，則發明家是。電燈者亦同此發展程序之例也。及發電機將次完成時，關於電燈之事實原理亦逐漸發見。至此時以前之工作，大多爲改良德斐氏之電弧。以壓縮炭或燈煤代德斐之該炭電弧；炭中復加以雜質若干以爲改良；炭經電弧燃燒後，漸次耗損，此項困難初由迦布洛科夫；於一八七六年，用平行炭條，中隔薄層易熔之絕緣物以爲除之；後由布魯士用電磁自動器械；炭條之燃燒則使之隔離空氣以阻止之；至於兩極炭質之種類與分量，乃直流交流電之優劣，均經實驗研究，以得適當運用之法；又弧光燈在發光處所之位置，亦有精密之研究。由上改良之程序觀之，足證弧光燈之完成實根據於科學的發見，而與科學研究並進者也。

弧光燈最適宜於需用強光之處，至若尋常家庭工廠辦公室等，則不若電力較小之電燈爲宜。發明家早已鑒及於此，故約自一八四〇年後，皆從事解決此問題焉。按阻電之細炭線，可以通電燃熱而發光，用電較弧光燈之大炭條爲省。惟炭絲易於燒毀。故研究電燈之實驗家咸喜用鉛絲或鉛鈹絲。然當時半因發電機不能供給適當之電流，半因燈絲不善，發光微弱而易於摧折，無一燈堪稱滿意者。迨一八七八年愛迪生發明炭絲燈，而電燈遂成實用之具矣。

當時實驗家所最感困難者，在無適當之法，可以隔離空氣，便不致氫化燃熱之燈絲。科學家之用真空抽氣機者，已歷數百年，然實用之機則約成於一八七五年也。最初有用之白熾電燈，即係利用此抽氣機抽去燈泡中之空氣而成真空，於是燈絲可不受氫化而損其光量矣。愛迪生等曾試用不易化合之氣體，以防氫化，約至一八九五年，拉姆則發明氫氣，其法遂奏效。自用氫氣充實燈泡後，燈之壽命與效率均大為增高。此氣可使燈絲之溫度增高，且能減少燈光閃爍之弊。

白熾電燈之成，一由發明適用之電力，一由免除氫化之方法。自一八七五年後，即有實驗家若愛迪生⁵溫登，從事於此問題之研究。愛迪生以為炭絲乃最實用之燈絲。氏嘗取各種紙灰及植物纖維，一一試驗，結果知竹絲最為適宜。按理論上之研究，電流經過紙質纖維之間，發生火花，致電能因而喪失，惟植物纖維則火花之耗電最少。然使植物纖維化為炭質，使便於電流之通過而發光，實非易事。既而有人造絲之發明，此絲燃燒後，成為完美之炭絲，非植物纖維所可及。故自一八九一年後，電燈中之炭絲，多以人造絲為之。

昔時通入燈泡之導線，多用鉛為之，因導線之膨脹率或收縮率須與玻璃相同，所以使燈泡不致爆裂也。若玻璃之脹率大於導線，則空氣有流入燈泡之虞。近今已發明一廉價之合金代鉛，其脹率與玻璃同。由是燈泡之價可較昔日為廉矣。

- | | | |
|---------------|-----------|-------------|
| 1. resistance | 2. Nernst | 3. magnesia |
| 4. Welsbach | 5. osmium | 6. tungsten |
| 7. Coolidge | | |

愛迪生之電燈雖已採用於一八七九年，然至品質優美盛行市上之時，猶經十年之試驗也。在一千八百八十餘年間，電力與電燈之價，因改良而驟減，至一千八百九十年後已盛行於世矣。

電燈之大進步，不過前二十年間事。化學家所知之某種稀有土金，除供化學試驗外，餘無他用。至十九世紀之末葉，此物經科學家之研究後，遂倡議供發光之用。乃有發明家數人，試用為燈絲，惟欲使之自冷至白熾狀態，殊為困難。蓋此種土金在冷時傳電甚難，不若炭絲之易，惟燃熱之後，則電阻不高。昔時曾試用土金數種，與鉛線等連接燃熱。其中若一八九七年所用之內恩斯特氏³氫化鎂燈，一經燃熱，光線甚足，惟須預先加熱，殊為不便，不適實用也。

完成煤氣燈紗罩之衛爾斯巴克氏⁴，嘗首先發明適用之稀有土金，供白熾電燈燈絲之用。其銻⁵質燈絲，倡議於一八九八年，採用於一九〇三年，為炭絲燈之一大改良，並為此後改良之先導，至一九〇四年，遂有新式銻鎢合金燈絲之製⁶。古力琪之發明延性鎢絲，亦一重要之工作，然當其試驗時，其他專家均謂為不能成者。舉行此項試驗之公司，卒以投資而獲巨利焉。今美國之製鎢絲燈者，年可產二萬萬具，在電燈總數中占百分之九十七以上。鎢絲燈之所以盛行者，因鎢絲發光較強，且炭絲燈每支燭光需電三四瓦特，而鎢絲燈則同量燭光僅需電力一又四分之一瓦特而已。若以全美國用燈之數計之，因發明鎢絲而節省之費，當為美金數萬萬元之巨也。炭絲燈用電甚費，故昔日電廠中多自願贈給

1. Hewitt

2. neon

3. General Electric Co.

電燈於用戶，以圖其巨額之電力者。自鎢燈初次發明後，研究者復加以改良，其效率之增進，至少爲百分之二十五。

白熾電燈之效率最高者，莫若休易特之汞氣燈，惟此燈光色暗綠，適用之處甚少。在理論上，氣體傳電之燈每較通常之燈爲優，然則將來發明優越適用之氣燈，亦意中事也。汽車中所用小鉛筆狀之電火檢驗器，中有氣體名曰氬氣，此氣與汞氣混合後，可得白光，將來或可以此燈代今日之電燈也。

近三十年間，美國奇異電氣公司關於電燈之研究，致力匪淺。該公司之試驗工作，單就鎢絲燈一項而論，已足使美國每年節省數百萬金元，而電氣之用因以益廣，觀此則知其每年以五十萬元供研究之用者，獲利亦甚厚矣。公司任用之專家，純以科學精神從事研究，非僅爲實利計，蓋知有純粹的科學研究，而後事業可以繼續進展也。由奇異公司研究之精神與毅力觀之，足證近世之電學，實大部分出於美國，而非其他諸國也。

讀者略一翻閱本書發光術篇之以上二章，足知在百五十年前，燃燒原理初明之時，其進步殊小。是時始有改良油燈之用。既而知從煤製氣之法，及若何用煤氣燈燃點經濟之法。及研究希有土金後，乃有煤氣紗罩及鎢絲燈之製，成爲二種通用有效之燈。電力與白熾燈二者之用，皆得自科學智識。近世發光術之得放異彩，即由於實驗與研究之猛進也。

增進電燈之效率尙爲將來研究之問題。能力總量之變爲光能者，在油燈不過占百分之三，在電燈則可至百分之五以至十五。亦有無熱之光若螢蟲等有機物者，特吾人未識其基本原理耳。在昔基本原理，得自純粹科學之研究家，則將來亦惟有期望於若輩矣。

第五篇 農業

第二十一章 作物養料之發見

凡百事物，與吾人接觸最近，且爲吾人所應通曉者，吾人大都不甚了解，或竟至誤解。是以關於人類日常各種之活動，每每發生迷信，或視爲玄妙不可測度；關於農業之事亦然。自遠古有歷史記載以來，降及今日，農業方法，多係受各種渺茫迷信之影響。如謂社稷五穀，莫不有神司之；旱潦爲災，惟有禱之上帝；歲收豐歉，乃天命而非人定等等皆是。故自古代遺下之農書，多屬荒誕不經之方法，吾人苟一翻閱此類書籍，對於古人何以尙能生產如許農產，必深致驚訝也。

世界人類衣食住之原料，概仰給於土壤；以前人類，多賴天然生長之生物；以後人口漸繁，乃有耕種土地以補天然之不足者。但土壤何以能產出生物，則皆莫明其妙。因之處理土壤之方法，多係違反土壤之天性。其間固亦有多種方法，係由積疊經驗得來，確屬有利者，然於土壤無益或竟有害之方法，亦屬不少。

- | | | |
|-------------|------------|------------|
| 1. Homer | 2. Odyssey | 3. Hebrews |
| 4. Xenophon | 5. Greek | 6. Roman |

古代一人生產作物之能力，以之與今日一人之生產力較，其差異之大，可於經濟，社會等變遷之程度見之。此緣近百年來，因科學研究，發現許多新事實，乃能得此偉大之成績。是以關於土肥知識之發達，在歷史中之位置，與歷代君王之興替，有相等之重要焉。

在十九世紀前數千年間，並無真正關於土壤性之學術，亦不知作物如何攝取養料之方法。而其結果，遂無法處理土壤，以得最豐稔之收穫。此蓋言世界大多數之人類，亦需要精耕其土地，俾衣食原料，能得充分之供給也。近年吾人根據科學知識，已有較優良之方法，就土壤之需要而適當處理之，合之機械及其他方面之改進，則全世界之工人，只須三分之一從事於農業，即可綽然有餘裕矣。

自太古遺下之書籍，亦多有涉及農業者，故草昧時代農人如何處理土壤之方法，吾人可知之甚稔。有多種古代之農作方法，雖在今日，亦可以利用。不過因農人之愚鈍與迷信，精力白費者亦不少，是以耕種土地者之生活程度，不能不甚低也。

¹荷馬在奧德賽演說古代農人施肥於土地之方法，謂希伯來人甚知土地間行休閒之價值。⁴色諾芬在西元前四百年，即知施用綠肥。色氏除貢獻此一優良方法外，其餘所介紹者，苟推而行之，則近代之農人，必早已破產矣。

在西歷紀元前，希臘農業著作家已不少，惟言土壤對於作物生產之功用者，則絕無僅有。即羅馬

- | | | |
|------------------|----------------|-----------------------|
| 1. Cato | 2. Palladius | 3. Bernard de Palissy |
| 4. Sir Hugh Plat | 5. Holland | 6. Flemish |
| 7. Van Helmont | 8. Jethro Tull | |

之農業著作，家自伽圖（西元前二百三十四年）以至帕雷狄阿斯（西元第四世紀）亦然。此諸農業家，亦知些許土地耕與施肥原理，惟缺乏基本知識，故仍不免有錯誤也。

至中世紀，農業進步甚少。凡農業問題，皆求解於希臘及羅馬人之著作。及十六世紀，乃漸有人自運其思想，以後農業得重新進步，其關係即基於此。

帕利栖（一五一〇——一五八七）曾作一實驗，欲找出植物真正之養料。此於農業上可算開一新紀元，蓋在中世紀無人曾作探原試驗之思想以獲得新知識也。帕氏試驗之結果，謂肥料之價值，全視其所含之可溶鹽類而定。帕氏能有此種思想，較之其同時代之人，不啻已在前三四世紀。其他研究者如巴拉特等，亦隨其步驟加以研究，惟當時實驗之科學，尚不足供給確切之證明，故此學說，雖已近於真理，然終不免為後起之植物養料學說所掩蔽也。

十七世紀時，荷蘭之球莖植物業頗為重要；因球莖或鱗莖，不須加何種養料，只常灌以水，即可開美麗之花，故水為植物養料之學說，遂風行一時。法蘭達化學家赫爾夢特曾植重五磅之柳樹於二百磅之乾砂中，並用雨水及蒸溜水澆灌五年，據其結果報告，謂樹身已加重一百六十九磅，而土壤所遺失者，不過二兩而已。故赫氏之結論，亦謂此樹之養料，除水以外，別無他物。但據英國大農業家屠爾之研究，則又以為土壤之細粒，確有被植物攝上者，故又創為土壤細粒即土肥之學說。

- | | | |
|----------------------|-------------------------|------------------|
| 1. Edinburgh | 2. Home | 3. A. Thaer |
| 4. Sweden | 5. Wallarius | 6. Priestley |
| 7. John Ingenhousz | 8. Swiss | 9. Jean Sinebier |
| 10. Sir Humphry Davy | 11. Nicolas de Soussure | 12. Boussingault |

繼赫屠二氏而發生之學說，爲數極多。然切合實際者，惟肥質學說。此蓋謂土壤中肥沃之物質，乃植物真正之養料。根據此學說，對於土壤，遂創出多種特別之處理方法。其後又有英國愛丁堡大學¹姆教授，主張燃燒學說，德國大農業家兼著作家塔厄²主張腐植質學說。兩氏對於土壤管理上，皆有特別之貢獻。

然此問題得真正解決，實始於瑞典化學家窩拉爾伊厄斯伊氏⁴云，欲求此問題之解決，須先加以揣摩，然後將凡有關係之物質，一一用化學方法分析之。伊氏所用之方法，雖至粗簡。然吾人不能不承認其有最高之價值。惟在植物對於土壤關係之問題未解決以前，實須預備較充分之化學與植物知識也。

幸此種必經之程序，已由多數有名之前輩，用科學研究，表而出之。如普利斯特利在一七七四年發明⁵，又於一七七九年發明⁶二氯化炭，並證明植物在生長時，能放出⁷。荷蘭化學家英根豪斯亦證明植物在陽光下能將⁸放出。瑞士自然學家星尼俾厄（一七四二——一八〇九）證明植物在生長時能分解空氣中之二氯化炭。英國有名之化學家德斐爾士發明化學原素極多，於此問題當不少貢獻。法蘭西瑞士研究家蘇蘇爾於一千八百零四年，證明空中之二氯化炭，與土壤中之水對於植物生長之關係。以上種種研究之結果，由法國化學家包星哥於一千八百三十四年綜合之，並作多種試

驗，於是植物養料問題之全部，條理逐漸明晰矣。

雖然，植物養料問題，不能謂已完全解決也。及一千八百四十年德國化學家利比喜刊布其研究報告，其中敘述礦物質，土壤中水分，空中之二氧化炭等對於植物生長之關係甚詳。故從此以後，農業界已有充分之知識。欲行維持土肥，或改進土肥之任何農作方法，皆可得也。

由此觀之，農業各方面之進步，一如其他各門學術然，乃由各國多數不同之科學家，經長時間研究之結果。每一科學家，對於來者，僅供獻一小部分。降及今日，一切困難問題，已比較可得圓滿解決。而農業上所得純粹利益，則為吾人已知如何管理土壤之方法。本此諸方法，可以最少之勞力，與費用得最大之收穫。如是一切依賴農業之事業，亦可加一層保障矣。

第二十二章 凝氫細菌之發見

自古以來，即有人知某種作物，若留於地面，則遺與後作之環境情形，必較他種作物為優良。在美索不達米及阿剌伯之歷史中，常有苜蓿及他種豆科植物對於土肥特別價值之記載。當西元前，波斯人侵略希臘時，即帶有多量之苜蓿種子，以改良其所征服之土地。又由希臘而傳之於意大利。及羅馬稱雄於世界，此種名貴之作物，遂輸入法蘭西西班牙英吉利德意志諸邦。苜蓿對於此諸國之風土，

1. New England

2. Laws

3. Gilbert

4. Rothamsted

皆能適合，故生育頗盛。其他各國，則不甚適宜。

因此植物基本之性質，與夫土壤需要之情形，普通農人皆不甚明瞭，故其生長，僅限於天然適宜之區。及至最近五十年間，科學研究，已發其端，此種名貴之作物與其同科之作物，乃能在天然環境似乎不良之處繁生。此緣各地之農人，已知苜蓿及他種豆科植物，不特其本身直接有特別之價值，間接於增進土肥，尤有莫大功用。是以謂某地不宜種植某種豆科作物之觀念，已漸衰替矣。

輸種苜蓿一類之作物，於天然環境不適之地，必須得法，否則必易遭失敗。茲舉美國昔年輸種之歷史以明之。在北美尚為殖民地時，即有人輸入一種苜蓿於新英格蘭地方種植之。其發育情形，不及原產地之一半，且常轉黃而枯死。一般農人，皆莫明所以，只以為土質瘠薄耳。其他許多熱心家曾反復試驗，在早年結果亦不美滿，幸後終底於成，得廣佈於各地。

種植苜蓿作物，普通在取其能增進土肥。惟如何有此功效，在當時則無人知之。僅知其能生於故土而不宜遷於新地。此則西元一千八百八十年前事。其後之研究，關於此問題，乃漸露曙光。

自一八四〇年利比喜研究報告刊布後，植物生長所需之原素，大致皆已證明。惟植物所用氮素之原料，尚無確切之見解。至一千八百五十七年，羅斯與吉爾伯特在英國勞斯姆式特試驗場先將土壤燒之使其氮化，並將空氣中所含之阿摩尼亞盡行移去，勿使達於土壤，如是其上之植物，遂不能利

1. Atwater

2. Hellriegel

3. Wilforth

用空中游離之氮素，以助其長發。由此證明土壤供給植物生長之氮素，為量極少，而主張生物皆依氮素為生之主觀，亦失其根據矣。在一八八〇年後，英德法美諸國，皆有實驗確切證明豆科作物所供給之土肥，與他種方法所供給者不同，蓋豆科作物，特能利用空氣中游離之氮素也。美國之阿特窩忒於一八八三年至一八八四年間完全證明此事實之真確。惟此種特別現象，係何種方法所構成，在當時仍視為一種神祕，過後二三年，乃研究得之。德國之赫爾里革爾曾行一大組之試驗，結果證明普通豌豆根上有根瘤者，生育乃能繁盛；若在新闢之土壤中，則豆根上當不見有根瘤，亦不易發育滋長。但若以曾植豌豆之土壤，用水拌和之，然後以之與新土混合，則不久根上亦可發生許多之根瘤。惟曾植豌豆之土壤，倘用沸水將其中心微生物完全殲滅之，雖與新土拌和，亦無根瘤在豌豆根上發生，合之以後魏爾福耳司之試驗，遂證明豆科植物之根瘤，乃一種細菌寄生所致。此種細菌之寄生，對於豆科植物之本身，且屬有益的。再後更證明因細菌之作用能使空中游離之氮素，凝化而增進土壤之肥分。

是項研究，正達明確程度時，適值科學社開會，赫爾里革爾遂帶其研究之植物數本，及其分析之結果，至大會報告，聽者莫不動容。此時關於豆根菌全部問題之解決，固未臻絕頂，尚須待多種之試驗，然此實為一種重要之發明，當無疑義也。豆科植物之有特別肥料價值，乃因豆根菌之作用；豆科作物之生長欲達最優程度，豆根菌亦為必具之條件。如是苜蓿何以有改良土壤之特性，可得而了解；昔年

不生苜蓿之地，亦有方法預備適宜之情形，以使之繁茂矣。

生於苜蓿根上之細菌，又經考得在酸性土壤中。尤為活潑。設土壤因豆根菌之作用，酸性變為過強時，可施石灰改正之。倘土壤中無豆根菌，則可自他處輸入之。如是一國欲廣植苜蓿以增加千百萬收入者，當亦不難。每畝苜蓿所產之芻草，較他種作物，約多百分之五六十，故在其生長適宜之區，推廣至為迅速也。

凝氫細菌之發現，實供給與土肥最有關係且最豐富原素之秘鑰。從前之農作制度，大致屬於謬誤或僥倖之方法，今則係以科學為基礎，故全農業之命運，得愈加鞏固。曾經訓練之科學家，只須數年專門之研究，其成效之宏，在未經訓練之農人雖數千年之觀察與經驗亦不能敵之也。

第二十二章 農業機械之改進

在人類能駕馭天然力及創造各種機械以前，土地之耕種，除倚賴體力外，別無他法。所有農具，只有極笨拙之鋤，農人終日執此而耕耘，其役苦不亞於牛馬。欲求一家之溫飽，則父母，妻子，兒女，皆當同事操作。在太古時，除少數特別工人外，幾無人不需種植作物。據美國一千八百年之人口統計報告，謂當時全國人口百分之九十七皆從事於農業，今則投身鄉田者，不及一半矣。目前只須三分之一之

1. draft
4. moldboard

2. sulky plow

3. gang plow

人民，以務農為謀利之職業，即可供給全國所需之衣食原料。農民雖如此減少，而農產反大有增進；在一八四九年每人只能生產小麥四·四英斗，至一九一九年，每人能生產小麥九英斗；一八四九年輸出小麥僅佔全農產百分之七·五，至一九一九年遂激增增至百分之二二·七。

農業情形，在近百年來，較之以前，實大有變更。原因固有種種，然最大之原因，或當推農業機械之改良以減少工作之時間。即在一二百年前，犁土之事，亦多用人力而少有用牲畜者。美國為農業機械最發達之國，然考其歷史，亦為近年間事；往昔所用，其簡單與吾人古代所用之耒耜等。蓋當時鋼鐵等材料，價值極貴，雖有新奇計畫，亦難見諸實用。近百年來，間有私家所製之犁頭，有用鋼鐵者。犁之改良部分最早者為拽柄¹。其後因注意研究減少犁頭之磨阻，犁之構造遂大為變更，於是有架犁²、犁之發明。有此種大機械，任何土壤，皆可預備充分良好，以獲豐滿之農產矣。至十九世紀之末葉，又發明翻土⁴板，其功用在非直接將土壤翻轉，乃先將其攪碎之；現代新式之犁，多屬於此種構造。以前之犁，欲將土壤一部分翻轉，所需人力畜力均多，耗費亦大；用新式效率較大之犁，不特收穫增加，而農人之負擔，亦必減輕也。

十九世紀，又發明五穀、馬鈴薯及其他各種之播種機，於是播種之時間，大為減省，同時種子之用量亦少，而美滿之收成，反較有把握。此種播種器，雖極有效用，然至十九世紀末葉，鋼鐵大為廉賤時，乃

- | | | |
|---------------|---------------------|------------------------|
| 1. cultivator | 2. gasoline tractor | 3. mower |
| 4. hay rake | 5. hay tedder | 6. hay-loading machine |
| 7. sweep rake | | |

得普及於各地。一九二〇年美國所售之播種機，竟達五十萬具云。

以前除草之方法，完全用鋤或農人之手。近則有中耕器，其除草之效率，遠勝於手鋤方法十餘倍。其為用之普遍，亦在鋼鐵價值廉賤以後。現代農具中，除犁與收穫機外，即當推中耕器為最重要。近年市面更有售賣汽犁者，對於耕墾大片之荒地，尤有奇效，故將來農場上所用之牛馬，或將為汽機所淘汰，亦未可知也。

一百年以前，農場所養之家畜，一至冬季，必感食料缺乏，或只有葉類等物料以為食。家畜因不善飼養所受之損失，在當時農人必尚未之注意；其常設法使家畜不致飢餓者，或其慈悲同情心使然也。然用鐮剪等以切碎牧草，實為一種繁重之工作，如整理、搬運、堆積等，皆須以手處理之，車輛等亦係較近之年代，方有人以供農產之轉運。自田間將草或穀運至室內，常甚遲緩。設不幸而遇雨，則必大受損壞。禾堆周圍防害類之籬圍，不用鐵絲網，工作亦極費力，故人類食糧之收穫，殊屬不易也。

及十九世紀之末葉，割草機³，爬草機⁴，翻草機⁵，運草機⁶，拂草機⁷以及堆草機等相繼發明，於是切製牧草，可以最少之勞力，作許多之工作。不特調製牧草之費省而已，其品質亦較以前調製方法為優良，味美而滋養料豐富。又因在適當時期，即可將牧草堆積完好，故絕無調製過度或滋養分流失之弊，是以牧草之味可更加甘美。美國農人，因有各種牧草機械之利用，每年收入之增加數以百萬計；農人體力

1. header

之節省猶其餘事。美國天然之牧場，此時並不多，設仍如往昔須數日收穫牧草一噸，則美國肉類之產量，必屬有限也。

在未有新式農業機械以前，農場上最重最苦而又不可耽誤之工作，當推五穀之收穫。設小麥已經成熟而不及時刈刈保藏之，則在收穫時，或因畜類之踐踏；雨雹之侵蝕；狂風之摧折；鳥類之竊食等，脫落必多，損失殊大。且受雨打之後，穀粒顏色退敗，甚且萌發。每一年之辛苦，因收穫時兩星期之耽誤，竟全數擲之虛牝，可不惜哉。是以在十九世紀末葉以前，無有敢大規模種植小麥者。用鎌割麥，一日不能畢一畝。倘有七八十畝之小麥，以六七人割刈之，則必自小麥未成熟時始；此時之小麥，最易纏縮，然至全田已過熟而脫落時猶不能割畢。即用較新式之大鎌，工作雖較速，然收穫與脫粒之所費，已耗全部收成價值五分之一矣。

用鎌刀割刈五穀，實始於有史以前，而迄於十九世紀之末葉。雖在近年，各國仍有用鎌者。惟至十八世紀時，各種科學，相繼發明，一般農人亦漸覺用手收穫工作之呆笨。自西元一七八六年起，即有人研究穀類割穗機，至一八四九年，在實用上乃大見效果。近年之新式割穗機，若四人共同工作，每日可割穗十五英畝至五十英畝云。

割穗機之效用，固甚大矣，惟在收穫時期有大風之地，則不甚適宜。蓋用割穗機收穫者，必須全田

- | | | |
|----------------|--------------|-----------|
| 1. Boyce | 2. McCormick | 3. Hussey |
| 4. self-binder | 5. Ohio | 6. Heath |
| 7. Marsh | 8. Appleby | |

幾達成熟程度方可。如未熟即行割刈，則堆積時必易腐壞；若留田間待其成熟，則又將爲風摧折，損失當更大。各發明家對於潤濕區域之收穫機，曾加以研究，在英國及東美且於西元一七九九年即已起首試驗。英國之倍斯在當時發明一收穫機，並得有專利。繼之研究者頗不乏人，特別改良之點頗多。然計劃成完全之收穫機者，則始於兩美國人馬克爾密克與哈瑟於一八三五年之發明。此機割穀後，常須一人隨之而行，將割下之穀稈拾而堆積之，以備縛束。故此機仍不能謂爲已十分完美，亦難普及於一般農場。至一八六五年，美國有自束割穀機之發明，普通割穀機之缺點，遂得彌補焉。

自束割穀機，一如割穀機然，共費三十年長時期之研究，乃得底於成。第一機在一八·五〇年爲美國俄亥俄州之希司所發明；割下之穀稈，立可自縛之成束，勿須另用一人隨之；此機希司得有專利權。其後又經十四年之研究，由馬許發明打結之配件，於是自束割穀機已漸達於完善，用之者亦漸多。惟因尚有數種缺點，故一時未能推廣。至一八七〇年，阿普爾比將各式自束割穀機研究之，採取各式之優點，自成一新式自束割穀機，效率果佳。於是美國各部自束割穀機環鍊轉動之聲，到處相聞。此時手工束縛，天然亦歸於淘汰。近年自束割穀機一部，用一人三畜，每日收穫之穀類，較之古代用鐮收穫，或五十年用手束縛者，約強二十倍至四十倍矣。

在氣候較乾燥之區域，尤有效率更大之割穀機。因其穀粒可留之田間待其完熟也。凡行大規模

1. threshing machine

農作之地，常可見此項割穀機。待穀粒裝袋後，再以六七人將田間清掃之，即可運市出賣。此機一部，每一工人在一日間能收穫二百英斗以上，以視昔年用手工割穀，用連枷打穀，每人每日僅收穫三四英斗者，不可以道里計也。

自遠古以來，至十九世紀之初，連枷實為打穀主要之農具，每日每人平均打穀五六英斗，日則每日每人可打穀二三百英斗以上。且用連枷之方法，每有百分之五至十之穀粒留於穀草上，現代脫粒機，則此類損失不及百分之一二。若用牛馬以代人力，則用馬三頭，每小時可打穀二三十英斗，惟此法尚未普用，或因牛馬易穢其糞溺於穀粒中歟？

粗簡之脫粒機，在十八世紀時即已發明。其初之構造，無非摹倣連枷之動作；迨十八世紀之末，乃有環轉之圓柱機與去糠枇之風車之發明。至於脫粒機所用之原動力，以前許久皆係利用水力；惟水力之輸轉，至為不易，故脫粒機雖極有功效，然亦難以推廣。英國用蒸汽為原動力，始於一八〇三年，而脫粒機代替連枷，則較此尤後十年。在美國用馬力脫粒機，始於一八二五年。至一八八〇年，乃風行全國。是時蒸汽原力已廣用，用馬力之範圍已漸狹矣。在一八六〇年，用馬力時，每小時至多打穀二十五英斗，十年之後，用汽力代之，則每小時能打穀二百英斗以上。

農場上利用機械原動力，可減少許多人工。凡大規模之耕地，播種，中耕，收穫，運轉等，無不以用機

1. 以上一段原文所無，由譯者補充，參閱農業雜誌二卷一號。『震華電氣廠之電力
昇水灌田』

2. gas engine

3. motor

4. 參閱農業叢刊一卷一期『電氣栽培』

器爲利便。近年電氣事業，日益發達，農場利用電氣之處亦愈多。在天氣亢旱之地，農田每須充分灌溉，乃有豐收之望。但用人力畜力，常費力多而成效少，用電汽抽水，則雖亢旱之年，農田仍可終年盈而不竭；是以不用電力抽水之田，每畝平均收入，不及十元者，用電力抽水後，每畝可收三十元左右。吾國江蘇常州無錫已經試辦，確有成效。¹其他用汽油機或馬達，打磨農具，貯藏飼料，轉動乳機等工作者亦多。甚有用電氣激刺作物之生長，以增加產量，改良品種，提早成熟期者，科學於農業界之效用亦偉矣！

總而言之，設無近代新式之犁，耙，中耕器，收穫機，脫粒機，及其他各種省力之農具等，則城市居民，至少必有一半，被迫而返於農場。文學，美術，及種種工業製造，亦因農業界之恐慌，缺乏人才從事此類活動，終必至於停止；社會文明，亦必因之衰落；農人工作之時間，亦須延長；其妻室兒女，且須共同工作，乃能謀一溫飽；然而工資並不因此而提高，而農產品之生產費反甚大。

省力之農業機械，在十九世紀中葉以前，未能大爲推廣，因製造此類農具所需之鋼鐵至十九世紀中葉以後乃廉賤而合用也。鋼鐵價值愈賤，農業機械激增愈速。而一切煉鋼，製造用具，以及農場上所用之機械力等莫非科學研究之產品。吾人苟無科學之助，則「人與牛馬等」一語，至今仍不虛傳也。

第二十四章 新式牛乳業

新式牛乳業，乃由家庭業蛻變而來；在一百年前，牛乳業皆不出家庭業形式，今則爲一二千萬圓資本之大實業矣。以前農家之養牛者，除供給一家所需之牛乳與奶油而外，其餘之乳及乳產品，毫不措意。一切飼料，任乳牛自行覓取，所產乳之多寡亦聽其自然；故每牛所產之乳量，大率甚低。至十九世紀中葉，乃大爲變更。是時遷於城市之居民日衆，乳產品之需要，亦隨之增加。售賣乳產品之商業，遂應運而生，由是牛乳業問題，益趨複雜矣。

起初農人或牛奶棚售賣牛乳，方法至不完善。因所賣之乳，多以量計。故一般奸商得任意攪水於乳中，毫無忌憚；飲牛乳之人，每每受其欺隱。以前雖有一種試驗乳質之方法，即取乳之一小部分靜置之，而視其浮上乳皮之多寡以爲定；但此法既無一定準則，難稱精確，且費時亦久。乳樣中奶油之品質如甚低劣，則損失必大；其作弊機會之多，必更使牛乳產品，完全不可恃。

其實試驗牛乳品質之各種方法，除上述靜置法，及觀色法而外，皆可自科學實驗室採取而來。若用比重計考驗，則攪水與否不難測知，因水與乳之比重微有不同也。比重計曾有一時期頗爲風行。但一般奸商，仍可攪入他種物品，使水之比重與牛乳等。另有一種考察方法，即以供試乳樣之顏色與標準牛乳之顏色比較之，一如化學實驗室考察硝酸化合物之顏色然。在特別情形，此種方法，稍有效用，但施於各種牛乳，結果決難準確，且不能用於乳皮。又若將乳皮脂肪置有刻度之試管中攪動之，此脂

肪當可分出，再行融解之，倘試驗得法，則可得適當乳皮之量度。但此方法亦至遲緩，且又不甚適用於牛乳。

十六世紀時物理學家曾察得各物體受離心力之作用，常有向外拋離之趨勢，且較重之體，離心當更遠。在一八五九年，富克斯曾擬一種方法，可以決定牛乳品質之優劣，即將牛乳置入一瓶中或桶中而後旋轉之，牛乳遂拋出於外，而留乳皮於接收器之上面於是可聚而量之，牛乳之品質當可決定矣。此法以後又歷經試驗，證明凡未經凝固之乳，皆可採用之。故歐洲尚有許多國，至今仍沿用此法。

各種檢驗乳質之方法，經化學家數十年之研究，結果認為皆不甚完滿。農人及牛奶棚對於其願主仍不時肆其欺騙手段。故牛乳業之基礎，尚不十分穩固。一八八八年，美國政府於各州設立農事試驗場，專門為農人解決農業上各種問題。有數場之農業化學家，遂竭其全力探討較完善之檢驗牛乳方法。化學家在多年以前，即知如何分析各種物質之脂肪成分；但用其方法以檢驗牛乳，則不免耗財費力過多。是以牛乳檢驗問題之焦點，為求一種普通人皆能運用而又不費錢之方法也。

農事試驗場，成立兩年之後，至少有七種驗乳方法，較以前為完善。此諸方法中，常用酸、鹽基物、醚、汽油及他種物質，以將脂肪自乳質中分出。各法固皆精確矣，但非過於複雜，即耗時間過久。惟威斯康星試驗場化學家巴布科克博士之法，乃較合於理想之標準。巴氏方法之傳出，並不及他人之早，其第

一次刊布，在一八九〇年。凡他人關於脂肪試驗之著作，巴氏無不細心讀之；即其已決定用硫酸加於旋轉離心機之方法後，仍繼續用適量之牛乳及酸反復試驗之。故巴氏得於各種方法中，特關一種最完善之方法。其法自一八九〇年刊布後，至今沿用不衰，雖有千百之科學家，吹求其細疵而欲加以改良，亦不可得，其精密之程度可知矣。用巴氏之方法，檢驗牛乳，只需一立方吋之乳及一立方吋之酸即已足，且在二十分鐘以內，能檢驗兩三打之乳樣。

巴氏驗乳法既發明以後，牛乳業遂呈一種重大之變化。以前無人存養乳牛而欲得較高奶油成分之觀念，故乳牛之育種，亦寂寂無聞。乳之價值常甚低，致阻乳精製造廠之發達，因農人多於乳中攪雜偽質也。乳業之基礎，既如此不穩固，故任何經營方法，皆難適用。巴氏方法發明後，凡此種種皆呈變化。十年之間，乳之產量，增加百分四十，奶油之產量，增加百分之二十四。淘汰壞牛，漸開始實行。檢驗乳牛，且組織聯合會。再進遂有乳牛之育種。於是牛乳業遂成獨立專門之實業，一革以前僅爲副業之形式矣。

巴氏檢乳方法而外，在歐洲亦不少特別方法，且各有其特殊之目的。惟推行最廣者，仍莫巴氏方法若也。不過歐洲所用一切方法，亦爲專門化學家研究之結晶，與美國情形，初無二致也。

乳酪之製造，僅爲美國數試驗場特殊之研究，紐約及威斯康星試驗場，其傑出也。凡其所用方法，

皆以科學爲基礎，與五十年前所採僥倖成功之用法，迥乎不同。自乳酪測驗器發明，於是知乳牛不同，所產之乳酪，其成分亦大有差別。美國每年用以製造乳酪之乳，不下五百萬加倫，乳酪質之差雖只爲百分之幾，而製造此乳酪之原料，其差之百分數必甚大也。在農場上已有方法，可育成含奶油成分較高之乳牛，欲育成專門爲製造乳酪之乳牛，當亦不難。製造乳酪及奶油時，各研究家更考得有種微生物，可引出製造品之特殊氣味。若改用純系之微生物，則又可使之完全無氣味。故乳酪或奶油製造廠，改用科學方法後，不特品質優良，而成色亦可一致也。

牛乳分析機發明，乳業上更蒙莫大之利益。經營牛乳業者，因此每年可省數千萬之金錢。此機如運用得法，則乳中所餘之乳皮，必難逾千分之一。其最佳者，且難餘萬分之一。五十年前取乳之方法，多置乳於淺盆中，而自其面撇出之。此法不能撇盡之乳皮，每在百分之二十以上。即較有效率者，若以之與今日之分析機較，其相去亦必甚遠也。

前數節曾言及富克斯所介紹之方法，若置乳於吊桶中而迅速旋轉之，則數分鐘後，可因離心力之作用，使乳皮與乳分開。在一八六四年，曾有人本此原理計劃機器一種，惟其效率，仍與用淺盆撇取法等。且將乳皮自機中取出時，旋轉亦須停止，故此法緩而費。有數發明家，用力研究，結果於一八七七年，果有一種機器發明，能將分離之乳皮取出，而無須將機器之旋轉停止。第一種機器，爲農家所採用

者，爲一八七九年之喇伐爾分離機。此機在十年以後，更加一小機關於桶中以增其速率，於是其效用更著。

乳業上尙有其他之改良，直接或間接皆爲科學研究之結果。如減除乳中之穢雜物以防傳染病之傳遞，殺滅乳中之微生物，以改進乳之保存能力；他如消除乳中不良之氣味，及煉乳與乳粉之製造等皆是也。

由以上所述各節觀之，近五十年來，乳業實因科學家之研究而呈特殊之變化。簡單器具驗乳之方法發明而牛乳及乳品之真價值乃得確定。驗乳法之最價值者，當推巴布科克法。此法通行，引起牛乳業界，能用科學方法以行育種；而買賣牛乳與乳品，亦有完善測驗之根據。乳酪及奶油製造之工作，亦因科學研究而簡單；去乳皮之方法，可較以前爲淨盡；牛乳之氣味，衛生程度，保存能力，可用人力加以支配。近年之研究，吾人益知牛乳與成人之康健及幼孩之長育，有莫大關係也。

第二十五章 動植物育種

以最少之資本，欲得最豐稔之收穫，每被人視爲一種夢想。但坎拿大國立農事試驗場，每月僅給散得茲博士少數之薪水，使之研究增進小麥產量之方法，結果確使坎拿大育成一種早熟而豐產之

品種。此種人稱爲馬蓋斯平常小麥之種於美國北部者，可以及時收穫，不致爲霜凍所害。然在坎拿大所植之普通小麥，則此種危害，在所不免。撒氏研究之問題，卽爲如何改良坎拿大之小麥。最初撒氏之意見，在輸入外國早熟之品種。因屢次試驗皆遭失敗，乃改變方針，欲在本國育成一種希望之品種。於是徵集本國各項品種，於一處植之。當其開花時，乃以鉗及小紙袋入行中，將一株之花粉，移於他株之柱頭上，如是或可以人工育成較優良之小麥品種。由其交配之各品種中，有一早熟種及一普通種交配而得之新種，產量極優良，卽馬蓋斯是也。此種推廣於農田栽培數年之後，較之普通品種，成熟期爲早，產量亦多。不十年之間，坎拿大及美國北部之春小麥，皆屬此種。種植此種小麥者，較之普通小麥，每畝可增加產量數斗。現此種小麥產量，每年有數萬萬英斗之鉅，故馬蓋斯小麥一名，常不絕於美洲農人及商人之口也。

美國堪薩斯州，爲一大平原，亦需特別小麥品種，以適應該地風土。堪薩斯農事試驗場，亦照坎拿大育馬蓋斯種之方法，交配而得新種；惟所用作交配者，乃另外之兩品種。結果得一種新種，定名堪紅。在堪州大平原種植此種，較之其他品種，每畝能增加產量數斗。堪州每年種植小麥面積，不下千萬英畝，爲美國產小麥最大之區域，育成之新種，影響之鉅，可以推知矣。

選擇優良之種物，以裨益農業，並不足爲奇，在西歷紀元前開墾荒地者，卽知選擇良種，以增加產

- | | | |
|---------------|-------------|-------------|
| 1. Linnaeus | 2. Van Mons | 3. Knight |
| 4. Le Couteur | 5. Madrid | 6. La Gasca |

量。惟用一定之方法以得一定希望結果者，則始於近代。在一六九一年植物學家未有精密研究以前，多不知植物亦有雄株與雌株，亦如動物之有雄體與雌體然。後瑞典植物學家林尼阿氏乃用純粹科學方法以行植物交配。又有一比利時醫生兼物理化學教授，名凡蒙斯者，對於植物育種，極有興趣，遂於一七八五年，得有非常之成績。除育種農作物外，並注意樹木之育種。凡氏有樹木一千餘種，其中一大半皆彼親手育成者。同時英國人乃特氏亦有此項研究，惟於育種實施之方法，缺乏充分之知識，效果不大；但其與後來果樹園藝家之影響則甚多。科學界證明雜交對於植物改良之利益者，乃特氏實第一人。

十九世紀，為植物育種及植物改良最盛時期。關於此項科學之前輩，其方法雖偏於經驗，但已指出一定之方法，可得相當之結果。再進一步之改良，以增進穀類之收穫者，為十九世紀初葉之勒庫道。勒氏種植一種小麥，自以為已是純種，但一日馬德里大學教授拉加斯卡從其田邊經過，指出其所種者，實有二十三不同之品種。於是激起勒氏精密考察其所種之小麥。在其研究未完畢以前，已分出一百五十能產純系之品種。將此種分出之純系，分別保存之，後發見其產量，較普通之種，皆有增加，其中有數種，在今日市場中，尤為重要。

此種選擇及分離純種之試驗，既見成效，各種農作物仿行者頗不乏人。小麥，大麥，燕麥，玉蜀黍，馬

3. Johannsen

鈴薯、芻草、穀草、漿果、核果、及花卉等，莫不用此種方法，加以改良。各有種家之最著成績者，當推微爾摩林派。此派之學者，從世界各處徵集小麥之品種，仔細考察其數代之情形。除穀類作物有特殊成績外，甜菜之改良，亦極有紀念之價值。在初選擇試驗時，甜菜中所含糖分，最多不過百分之六至八。經微爾摩林派改良之後，糖分之百分數，增加一倍以上。以後之改良，除用機械方法外，更助以化學及生理知識，以行選種，是以至歐戰開始時，甜菜之產量，每年達二萬萬磅，此皆微爾摩林派育種之功也。

有許多品種，能增加產量，完全由選擇多產之單本而來；若能繼續嚴格選擇單本，則產量之增加，當亦無底止。惟此種理想，在實際上不十分正確。哈勒特曾繼續行數代之選良試驗，結果除起初數年外，產量少有增加。另有有數人研究，結果亦相同，似乎自然界對於植物育種家繼續長期之選擇，故為離異；而一九〇一年，約翰生之研究，亦證明欲自純種而求品種之改良，實不合真理也。

動植物一如銀錢然，無論如何混亂，其個體性質，仍顯然有區別。設吾人盡力將錢袋振搖之，其銀角與銅元仍可一一分別而出。植物品種經混雜而後，吾人若細心分析之，亦可得相似之結果。有才能之育種家，能自劣種中選出良種，如自銅元中選出銀角然；無本事之育種家，僅自舊種中選出新種，如自舊暗之銀圓中，選出新亮之銀圓然；其外相雖不同，其實值則等耳。此種譬喻，於動植物育種家皆甚重要；蓋欲在既得純系之後，免去無謂之選種，且於後節所論雜交之因子，得充分利用也。

1. Vilmorin

2. Hallet

育種家欲其工作之最有效率，有一種最重要之事實，須詳細知之，即兩種性質不同之純系植物或動物，互相雜交是也。前述之馬蓋斯種小麥，即係兩種性質不同之純系小麥雜交而來。一種產量特高而成熱期遲緩，另一種則成熱期特早而產量又不甚高。雜交之後，遂得產量甚豐及成熟甚早之特性。此法雖至簡單，但在一九〇〇年前之植物育種家，則多失敗，蓋彼輩尙未明瞭雜交之定律。當其將兩種雜交以後，常呈一種不整齊之現象，即碰巧得有改良，而彼輩終莫明其妙。

雜交之定律，用數字表之者，始於奧國修道士門得爾。門氏曾用豌豆作許多試驗，費時八年之久，至一八六五年，大功始成，乃刊布其結果。但門氏非聲名顯赫之科學家，故不為當時人士所注意。至一千九百年，另有研究家，得有相同之結果，門氏之名，乃大噪於世，其雜交定律，亦始為各育種家所實用。因雜交時之因子，至為複雜，故門氏之定律，亦不簡單。茲舉黑白兩種米諾卡雞之育種以明之：設以黑色之純種，與白色之純種交配，則所產白色黑色相間之小雞，外相概為黑色；此因黑色為顯性致將隱性之白色抑壓，一如墨水與牛乳混合之，黑色之墨水，能抑壓白色之牛乳然。但此雜種子，若再互相交配，則約四分之一為白色，與原用之白色雞種毫無差異，其餘四分之三則為黑色。此種白色之雞，若自相交配，則歷代皆可為白色。至於黑色者，經適當之分別，當知亦有三分之一，自相交配，能產純系之黑色種；其餘三分之二，或作全體二分之一，自相交配，則能產白色雞與黑色雞之比例，一如本代，即一

比三是也。

各種植物及動物之性質，經雜交以後，其情形大率與黑白雜之雜交相似；育種家若知性質之單位，及何者為隱性何者為顯性，則欲利用雜交以育成希望之新種，當亦不難。不過最困難之問題，即在尋求性之單位及顯性隱性。惟一方法，在實地研究。各農事試驗場，從事此項工作者頗多，亦著有特殊成績。既得相當結果後，仍須仔細運用此原理。所得之純種，若再雜交之，自然其性質仍可分離。惟小麥、燕麥、馬鈴薯、樹木、果樹等，可用自花受精，接枝接芽等法繁殖之，故希望特性育成後，即可令其長久保存。因此各類作物，得大為改良也。

澳洲所產之小麥，多係由法勒爾及其他研究家，用科學方法，照以上所述原理所育成。彼輩所育成者，有抵抗銹病，黑穗病及耐旱之品種。此外尚有具特別性質之品種亦不少。美國所種之小麥，每年因銹病而受之損失，數以萬萬計。惟一補救方法，即在就本地之品種，育成抵抗力強者。俾芬小麥，即最能抵抗銹病品種之一，美國育成此種後，每年損失，減少許多。在北部又育種耐寒之品種產量亦增加不少。凡此種種成績，皆因一千九百年後，育種之原理，已漸明瞭故也。

各種作物，皆可育成抗病抗蟲之品種。凡夫利特用雜交法所育成之栗樹，能抵抗一切病害。以前美國栗樹之受病者，幾完全無收穫，既得抗病之種，此種損失遂減免，於此可見雜交之利益。美國以前

1. Farrer

2. Biffin

3. Van Fleet

1. New England

種西瓜者，每年因枯萎病損失亦不貲，後美國農部育成一種能抵抗萎病之種，枯萎病之害，遂亦不復見。棉花因育成能抵抗萎病之種，每年經濟收入之增加亦大。葡萄、桃、李之受害者，亦能育成抵抗抗力強之特別種。尙有其他多種之作物，因雜交及選種之功用，育成能抗病之種，如抗疫病之果樹，抗枯萎病之四季豆及亞麻，抗銹病之石刁柏，抗葉斑病之首蓆，抗根腐病之煙葉，以及抗黃爛病、黑爛病之白菜是也。

吾人已知育種之功效，能增加數萬萬元之收穫，其實用科學方法育種者，不過近二十年來事；是以吾人可以深信現代正進行改良之千百種物，產量必可大為增加。質言之，昔年僅生一葉之草，今可無須特別費力，即可生長二葉矣。

美國近年作物改良之成績，最是令人注意者，即產量之增加。昔年因雨量肥料缺乏之土地，今日固已漸開墾利用，但即舍此不論，單就每畝之產量觀之，此二三十年間，每年亦有百分之半之增加。美國北部主要之作物每畝增加之產量，若以一八八九年前十年與一九一九年前十年比較，單一九一九年之數目，已超出兩千萬圓。在新英格蘭州已無荒地可以推廣，其每畝產量之增加，以一八七六年與一八六六年比較，多百分之二十五，小麥之產量，則多百分之六十三云。

植物之育種，在雜交後之第一代，其產量及品質常較純系之種為優。（如黑白兩種雜交配第一

代概爲黑雞是。此雜交所以爲有利之育種法也。¹衣阿華農事試驗場，育種菜牛，雜交以後，結果與此原則頗相似。尙有其他育種家，育種別類家畜，亦得有同樣結果。故育種有一定目的及一定方法，常可得所希望之結果。

動物之育種，若與植物育種較，其成效遠不如之。此緣動物之育種，須有較專門之人才施用實地之觀察及研究；且因動物生長遲緩，欲得育種之結果，須費較久之時間。現在各試驗場盡力搜求此項根據之材料，同時優良家畜之長處，亦加以改良。衣阿華試驗場現證明優良之乳牛，經育種後，只須增加少許之飼料，即可增加產乳量百分之七十。此種特殊成績，於農業改良上，不無功焉。

動植物之育種，如何造福於人類社會，在此短篇中，實難發揮盡致。僅以每年較普通作物品種增加收入數萬萬圓之收入，實不足以完全表彰育種之功績，因尙有許多隱伏之利益，未可以金錢表示之也。在實際上之比較，三十年前之作物品種，絕難與現代育種家育成之新種相競勝。有許多特別之品種，專門育成以適應旱區，濕區，冷地，斥鹵地，銹病境域以及其他特別環境情形。欲育成生活力強之品，或汰去生活力弱之品種，其成功實較與病害奮鬪爲易。美國農部及各州試驗場，每年試驗千百餘特育之作物品種，以推廣於全國之農人。設無植物之育種及輸種，則農人之生活程度不低，食物之價必高；蓋農地既未推廣，無法以應此迅速增加之需要也。近三十年來，因較優良之作物品種，每年增加，

1. Armsby

2. Atwater

產量平均約二千萬圓之譜。在十八十九世紀之間，作物育種之成功，個人研究者固亦不少，而大部份之功績，不能不歸諸各農事試驗場。動植物育種之新時代，此刻雖方在發軔時期，然科學知識已將農業漸置於穩固基石之上，一如他種實業，可以斷言。以後育種家之仔細觀察苟愈速，則耕地者之生產力必愈大，獲利亦必愈快，可預卜也。

第二十六章 飼養家畜新法

拘禁犯人之牢獄，雖至暗陋，然必開有小窗孔，以爲透射空氣及日光之用。本世紀之初葉，阿姆斯拜教授曾養一小牛於絕對不通空氣與光熱之箱中。設阿氏不說明其如此養牛之用意，係測量家畜生活之情形，且各要件經分析後，仍用管打入空氣以供小牛之呼吸，則人道主義會社，必出而施以劇烈之反對。此種牛類，在數年中，置嚴密箱中飼養若干次。凡所用之氣，所散之熱，以及所食物料之儲能，皆一一仔細計之，即排泄之糞溺，亦聚而加以精密之分析。

當試驗時，家畜所食之芻草，穀類，以及他種食料，皆仔細記之，至試驗畢時，計算其所有能力總量，竟與此家畜各種方法散出能力之總量相差無幾。在此試驗以前，阿提窩忒曾仔細測量人體所耗能力之數量。又有人用同樣方法以測量家畜體所耗之體力。惟所有結果，於科學新法，飼養家畜，殊無多

大關係。迨經阿姆斯拜教授多次試驗之後，各種家畜咀嚼飼料需能力若干；消化飼料需能力若干；若干能力僅用以維持生命；有若干能力用以生產脂肪；有若干能力用以生產乳液。又各種飼料需如何配製，方能得最優效果；凡此種種，阿姆斯拜試驗之結果，皆可具體言之。據云穀草之經濟價值，祇百分之六為家畜所利用。合之其他試驗所得之結果，遂使養畜之基本原理，呈一種新變化，亦猶簿記方法之輸入於舊式商店然。如是以前瞎猜之方法，遂無立足餘地矣。

舊式商店應用優良會計制度後，不特貨物價格可變低，同時其所獲利益亦可加厚。設養家畜之農人，有一種精密之制度，以計算其飼料之效率，則其所產肉、乳、卵等產品所耗之成本必不大。就全國而言，養畜實為一種偉大之企業，影響國民經濟至鉅，農人實有具科學知識以養家畜之必要。吾國每年家畜生產之價值雖無確實統計，其數當逾萬萬。用科學方法飼養，若能省百分之一之成本，其總數必有可觀。美國近年用科學方法養畜，其效率能增加三分之一云。

在各種飼料之真正價值，尙未試出以前，農人實無法以比較各種飼料價值之大小，僅就家畜嗜好之程度，及肥育之情形，作約略之估計而已。以前農人之視麥、黍為適於各種家畜之優美飼料。但至今日，稍具科學常識之農人，亦知麥、黍之於家畜，一如糕餅之於人類。蓋其味固美，其能力價值則不免所費太貴也。因此較聰明之農人，絕不買配合之飼料以養家畜，以其功效僅能使產卵母雞產卵，而其

配合原料之價值，仍須賴試驗方得證明也。近年家畜之飼養，已至劇烈競爭之時期，惟能取試而後用之飼料方有獲利之希望。

飼養家畜之新科學，至十八世紀之後部，始少植基礎，蓋是時植物類之化學成分及生產能力之價值漸有人考得也。炭水化物，脂肪，蛋白質，礦物質等之滋養價值，稍受教育之婦人孺子類能言之。然其重要關係之發見，則屬十九世紀初葉之利比喜及其他各科學家。近年美國各試驗場，亦根據化學成分，研究各種普通食料之滋養價值。故現代養家畜者，受益殊不淺焉。

一種食物與他種聯合用之，其效果當與單用者不同，吾人若於飯後進半磅之糕餅，腹胃必起不適之感，但進一小碟之冰忌淋，則可助飯食之消化。家畜之習性亦然。若於其飼料中加用細嫩多汁之青料，必較不用者易於消化。又若於乾芻飼料中，酌量加易消化之穀類爲之輔，亦必可獲較優良之效果。各農事試驗場，對於此點，研究頗多。凡普通家畜之日糧，攪加各種不同之輔助食料有何相當價值，莫不有確切之說明。如養乳牛者，平日多用苜蓿草爲飼料。設加十磅穀粒和用之，則乳之產量可增加百分之三十。此種乳量之增加，當爲加用穀粒之功效。採用此種飼養方法者，其獲利必可操左券。有經驗之養畜專家，在各種飼料價值長落狀況中，每能變更其飼料配合方法，以適應經濟情形之變動。一農人固可栽植廣袤面積之玉蜀黍以養家畜。但在收穫時，必當賣出一部分以買進他種精料。惟飼

料配合方法之變更，須有試驗結果為根據，非然者，則養家畜之成本，必增高也。

仔細比較各種飼料，於變更飼料配合方法，必有莫大補助。設有一肥壯之婦人，欲保持其豐腴之體態，則其每餐所食之物品，須含有能力六百卡¹洛里。如此其體重可不增多亦不減少。此即所謂維持生命之日糧。養畜者之所注意，即在除維持生命外所需飼料之數量。以前之養畜者，每喜吝惜其飼料，所用量幾僅能維持生命。此無異持蹄酒而欲求禾實穰穰也。家畜需要飼料之真實狀況，既已考得，養畜之方法，自不能不呈一種大變化矣。

昔年養肥畜者，每每希望過度之肥壯，而延長其飼養之時期，此中損失，為數頗大。後經科學方法研究，此種無謂之損失，遂漸減少。吾人試執一肥壯之人而問之，當必有一種經驗，其體脂肪積儲至相當限度後，其食慾必變為較柔細，非極精美之食物，不能引起其嗜好。家畜類亦然。如菜牛養至六十日，若欲增加一磅之肉質，只須七磅之穀粒。以前之農人則不然，養一菜牛常用完全之日糧至一百八十日之久。如此生產一磅之肉，需穀粒十磅，其不經濟孰甚。有時多用三磅之穀粒，以求一磅之肉，或在取多產肉以出賣。但所多產之肉量每所得之價值，不能抵償其成本。以前農人不明此種關係，故養畜者之損失，屢由於過度之飼育也。據試驗之證明，較嫩之畜，在飼養上常比老畜獲利為多。五十年以前，養菜牛者，必待至三歲至五歲時始行肥育。今則不及三歲時，已貯於罐頭而運往市場矣。

養畜之人，其試用科學研究之新法，亦如其他農工界然。其始也初不知所習用之法爲新，蓋其形式在發軔時固無顯然之差別也。各種新法，先由農事試驗場傳播而出，繼由各農業雜誌反復轉載，然後由較優秀之農人互相討論，於是不久遂成鄉間普通習用之常識，不知者將以爲此乃農人之自出心裁也。其實科學知識所生偉大之效力，不能不推農業雜誌傳播之功。據美國某農業雜誌社調查一萬五千頭乳牛之結果，謂曾讀農業報紙雜誌者，每頭乳牛能產奶油一百八十五磅，其不讀新聞雜誌者，僅產一百三十七磅。不讀新聞雜誌者，生產每磅奶油需成本百分之二十九，讀新聞雜誌者，僅需百分之十八云。

總之科學研究對於家畜飼養之功效，吾人可謂自有試驗以來，一切方法幾已完全改變。飼養家畜之人，已有一定標準以比較普通及新飼料之價值。往昔養畜業雖年有數萬萬元之出產，但制度紊亂，今則有組織有頭緒矣。至於各種飼料之比較效率，既已試驗明晰，而各種家畜產品之成本亦因之減至極小。因各研究家堅毅之能力與精神，新法養畜之知識已有明確之印證，一般農人，對於科學新法，雖不充分了解，其重要事實，當可明瞭也。

第二十七章 蟲害之防治

古代農人遇昆蟲爲害作物時，每視爲一種天災，常建醮設壇以資禳解。然在一九一七與一九一八年時，美國堪薩斯州蚱蜢爲災，各農業專家則不採古代一切迷信之方法，乃用和有毒藥之麥麩以殺滅之。昆蟲學家曾考得適於蚱蜢卵生活之特別情形，故傳播此種現象與堪薩斯州各農夫，並用數百噸之麥麩，和以毒性強烈之砒霜，以爲殺滅此種害蟲之用。當一九一八年春季，大羣之小蚱蜢剛自地中變出時，卽由八府聯合作用有毒之麥麩噴射之。撲滅結果，各種作物大概均得十分收成；小麥損失，約減少一一三·〇〇〇英畝，苜蓿損失，約減少一〇〇·〇〇〇英畝，值金六萬萬圓。尙有少量他種作物，未列入計開之內。

昆蟲類可謂人類之勁敵。蓋其勢力不僅爲害農作物及家畜每年損失數萬萬圓之金錢而已，且直接吸食血肉，傳播病菌，而爲人類大害。如熱帶之十二指腸蟲每年因之受病者不下五千萬。他如蒼蠅之傳播傷寒；蚊類及特別蒼蠅之傳播睡病，瘧疾，黃熱病等；臭蟲，蚤等之傳播寒熱，溫疫，及他種病症是也。

平常人每難辨識十種以上之昆蟲，卽昆蟲專家所能認識者，至多亦不過百種。雖昆蟲學界已知者已有三〇〇·〇〇〇種，然世界實際所有昆蟲之種類，必千百倍於此。爲害農產之害蟲，既如此其衆多，雖竭數百專家之精力以籌防治之方策，亦恐力有弗逮。設非用系統方法，將各昆蟲分類；每類防

治之方法，採取一普通原則；則探討各昆蟲之防治方法，當無窮期。既將昆蟲分類後，則適用於一種昆蟲方法，亦可適用於與其同類之新昆蟲矣。

昆蟲學家在科學界所佔之地位，既如此重要，然一般無識之輩，仍視昆蟲家時時刻刻解剖細小之昆蟲，為無謂之舉。其實昆蟲學家用擴大鏡研究後，凡昆蟲口部，胃部，甚至最小之呼吸系及其他各部份，皆得仔細區分，又豈尋常人夢想所及哉。林尼阿氏在一七三五年所定之昆蟲分類，僅被視為於人類有益之一種方法，故百餘年來，無人利用之以禦蟲害。乃經數次昆蟲大災以後，遂有尋求抵禦之方法。於是有人大聲疾呼作昆蟲習性及昆蟲生活史之研究。以前科學家對於昆蟲之觀察，一般人所視為無用者，今則成昆蟲世界探險之重要嚮導矣。防治害蟲之方法既經證明非不可能之後，曾有人估計，每年可減少數萬萬圓之損失，此美國及他國政府，所以有防治害蟲基金之準備也。

最先研究防治蟲害者，已難詳考。但據正史記載，當在十七世紀以後。設吾人以當時所用之方法，以與今日所用之方法相比較，必饒有趣味。當時之人，既不知昆蟲之構造，生活史，及食害作物之習性，亦不知用化學藥品以資輔助。對於防治果樹，花卉之害蟲，僅根據能毒害人類者亦能毒害昆蟲之一普通原理。故多有用醋，尿，牛糞，松脂，煤烟，濃厚鹽類溶液，肥皂，石灰，具惡臭之草葉，以及他種類似之物，噴射或塗抹於植物上，以防昆蟲之食害。然大多數之方法，於昆蟲實不起何影響，只有不能在葉面持

緊之昆蟲，或爲之洗去耳。且用藥劑噴射時，各人有各人習用之法，鮮有一種最有效之方法，而爲大多數人所採用。即最易殺滅之軟體覆盆子蟲，亦無防治之方法，故十九世紀美國園藝上所植覆盆子幾爲此蟲食害殆盡。蓋噴射之方法，效用既小，噴射藥物，成本又貴，噴射器具，多只限於用手。是以噴射方法，僅能用於小規模之果樹及花卉，若大規模之果園或農田，則無能爲力。故昆蟲在數千年來，自由危害農作物，如入無人之境焉。

十九世紀以來，化學上有許多新律發現；化學藥品，價值廉賤者亦漸多；製造及轉運植物之方法，較爲靈便；果實及作物之生產較爲繁盛；故複雜之蟲害問題，昔日歸諸天命者，至是則能利用精密之科學研究矣。在十九世紀以前，作物所受之損失，蟲害當爲一大原因。但大多數之普通人，每不能覺察，常以爲係於季節或他種影響之結果。待昆蟲數目既衆，食害一切作物而無殘餘時，乃知昆蟲爲人類之大敵。雖然，自經濟方面研究蟲害，在十九世紀，實已肇其端。當時察得在普通之年，農作物所受昆蟲之害，亦達千百萬，故籌劃防禦昆蟲之方法，日益急切也。

首用科學方法殺滅多量之害蟲者，爲美國科羅拉多州對於馬鈴薯甲蟲之防治。當十九世紀之中葉，美國所植馬鈴薯剛有推廣於全國之趨勢。科羅拉多州尙未輸植馬鈴薯時，此種甲蟲亦爲害本地之作物，但尙不劇烈。輸植馬鈴薯後，其爲禍之鉅，幾舉全國之馬鈴薯而悉掃之。凡葉莖碎片，均爲其

1. codling moth

蠶食，故多數馬鈴薯田之收穫，直等於零。各處亦未嘗不有籌防治之方法者，然見效用者實少。至一八七〇年，有人發明用極毒之亞砒酸鹽可殺滅此蟲害，其法推廣後，馬鈴薯甲蟲之患乃漸殺。

如上所述之甲蟲類，為最難殺滅者，蓋其身被有重甲也。自發明砒鹽可殺滅甲蟲後，昆蟲學家乃引用於其他多種之昆蟲，其生活及食害作物之習性，與甲蟲同者。

由砒鹽殺蟲劑之殺害甲蟲，又引出用砒鹽殺滅蘋果鱗蛾害蟲之方法。其功效與殺滅馬鈴薯甲蟲不相上下。鱗蛾之為害蘋果，在使蘋果面具有蟲眼，此自有史以來人所習知者。蘋果每年因此所受之損失，多在一半以上。其因此而品質減低者，每逾百分之八十。若在相當時期，用砒鹽粉末噴射，則其損失，當不過百分之幾。因產量之加多，品質之提高，故每年蘋果之收入，竟增加數百萬。凡經營果園業者，設無法以防治鱗蛾之害，必難以競存也。

與用砒鹽殺滅甲蟲同時者，有火油之殺滅軟體蟲類。如標體覆盆子蟲及蚜蟲等，設與火油接觸，必致悶塞而死。如本書另一章所述，火油之發現，遠在其用為殺蟲劑以前。然當十八十九世紀化學研究尚未十分發達時，用火油或砒鹽作殺蟲劑，在經濟上均不合算。

就最優良之殺蟲劑與噴射之實際利益言之，在五六十年前園藝家難得十分滿意之方法，已如前述。此一問題，至一八八八年，猶未得解決。然在當時各國政府及省政府已有農事試驗場之設立。研

究害蟲防治之方法，亦爲各試驗場注重之一點。試驗結果，多有準確之報告，農人可據以鑑別噴射殺蟲法究竟有利或無利之標準。農人苟知害蟲之生活史，則其一生中，何時期行防治方法，可受創甚重，當不難知曉。於是不同之噴射方法及噴射器，具得互相比較而加以改良。農事試驗場又採取各國藝術家實際防治蟲害之要點，取其最適用者，傳佈於一般之農人。是以在極短時期內，實施方法，漸有一定標準，農藝園藝亦得有迅速之發達焉。

農事試驗場之設立，亦鼓勵許多科學家，從事於昆蟲之研究。凡有害之昆蟲，莫不有人加以精密之考察。有許多害蟲乃隨商品自外國輸運而來，故檢察商品，亦爲防治害蟲之一道。如薔蠅爲美國加州柑橘業最厲之害蟲。據科學家考察，在澳洲亦有同樣之昆蟲，但有瓢蟲足以遏制之，故不爲害。是以將瓢蟲輸入加州，而薔蠅之害遂漸衰。與此情形同者，有吉普息蛾之防治。美國東部有許多樹木及蔬菜，皆受此蟲之害，每年損失頗鉅。後自古巴輸入一種寄生蟲，此蟲之害亦銳減。因此路易西安那之甘蔗田，乃得美滿之收穫。

本章第一節曾述及用有毒麥麩以殺滅蚱蜢之方法。此種方法，若在線蟲切蟲等起始爲害時，施用之亦極相宜。

研究昆蟲之生活史，常可於不知不覺中得一種防治之方法。普通之榆樹，每爲果樹害蟲之隱蔽

所。若常伐除之，則果樹之蟲害可以減少。同樣伐除白楊，亦可以減少甜菜根蝨之害。

小麥蠅之生活史，既爲一般農人所知曉，防治之方法，遂極平易。據云美國因此每年小麥之損失，減少五千萬英斗。若小麥能於適宜之時期播種，當可避免此蟲劇烈之害。又此蟲多於秋季產卵於麥粒中或殘根株上，至翌春乃孵化。故在晚秋行耕地，亦可防此害蟲。

室內或倉中之害蟲，可將室倉嚴密關閉，然後以藥氣燻之。此類多爲化合藥品，亦晚近所發現者。蜻氫酸氣爲最有效用者，但以前用之殊有危險，蓋人類聞之，亦足以致死命。幸經科學家研究後，可另加一種氣體。如是在人類未受害以前，已得解救矣。據云屯積五穀之商人，用藥氣殺滅蟲蛀，每年亦可減少損失數萬萬。

科學與蟲害之防治，大要如上，茲再總結之。科學家研究並分類一切之昆蟲，其初乃爲學術上之興趣，不想於不知不覺中發現防治害蟲之方法，每年增加收入以萬萬計。但防治害蟲最經濟之方法，乃在科學家貢獻廉賤化學藥品以作殺蟲劑之後。大規模害蟲之防治，更賴乎農事試驗場精密之試驗，如是防治方法乃有正確之標準。而傳佈防治蟲害之知識於一般農人，亦不能不歸功於農事試驗場。吾人如熟悉昆蟲界之情形，自能覓得殺滅之方法。自開天闢地以來，害蟲卽有其天然制裁者，否則其爲患當更不可設想。雖然，防治害蟲之事業，未有止境，前途須待科學研究者尙甚多。果能處處得法，

則數百萬圓之研究費，欲增數萬萬圓之收入，亦不難也。

第二十八章 家畜疾病之防護

吾人如考察各國之歷史，必有許多時期爲仇敵所侵擾。凡此仇敵所經之處，一切皆爲其破壞。最顯著之例，當莫過於動植物所遇不治之疾病。一種疾病之輸入新國，每較其原產地爲劇烈，蓋新國中無天然能抑制此疾病之仇敵也。即以前數十年人類亦不甚明瞭疾病之性質以籌防禦之方法。惟至最近，人類乃有方法，以保護動植物，而不爲疾病所蹂躪矣。

疾病傳佈之迅速，殊足令人驚異。如美國南方，爲養牛最盛之區，其價值在五萬萬以上，合之全美所養牛之價值，當不下二十萬萬。墨西哥及得克薩斯州後輸入西班牙牛，不幸帶有傳播傷寒病之蟲。因之此病不久即傳遍南方各產牛之區。牛類罹此疾病者，死亡枕籍，即不死者，亦大傷元氣。後此病更由南方而傳於東西北各部，養牛之人，無利可圖，甚而至於賠本，故養牛之人無不卻步也。

同時美國農部，派員研究此種疾病之原因，並籌防禦之方法。乃取受病牛之血置顯微鏡下考之，察得其病原爲一種微生物之寄生。但微生物如何得進入牛之體內，實爲一神祕之問題，非費充分研究，必難得確切之答案。當時尙無人知一種動物或昆蟲，有自此病畜將疾病傳達於其他健全家畜之

1. Pasteur

能力。各研究家所信仰者，以為傷寒蟲除吮吸家畜血液外，或尚有他種方法，使家畜煩惱。乃經多次試驗後，方證明使家畜煩惱者究為何物焉。

在一八九〇年左右，蠶類為傳播傷寒病之媒介，乃有人為之證明。於是蠶之生活史，乃詳細加以研究。研究結果，證明若將受病之畜，置水中浸之，可將蠶殺死。如是受病與不受病之家畜，聚於一處，不致再將傷寒病傳播。美國受此傷寒病之區域，約為七〇〇・〇〇〇方哩。研究此項工作不免過於笨拙。但美國農部仍銳意進行為之，結果五〇〇・〇〇〇方哩之地，或作百分之七十二皆得免此疾病。在一九二一年，浸過之牛，數約四千八百萬頭。每牛受蠶之吮吸，一年中約損失血液二百磅。若浸水後，每頭可增高價值約十圓。不特用直接方法，可減少蠶害增加收入已也，若選用優良之牛種，對於防病上，亦極有功效。

浸水之方法，固於防除蟲害，效率極大，然於防治牛羊之癬疥等病，亦頗適宜。美國在百餘年前，全國所養之牛羊，幾有大半皆罹此病，行浸水法後，癬疥病遂大為減少。蟲害與病害，每使養牛羊者蒙重大之損失，故以前畜牧業之難以進步，其癥結或在此也。

巴士特¹與其他科學家，發現微生物與疾病之關係，因之防病上得較簡便之捷徑。否則研究上所費之精力必無可比擬。鵝口病之為害家畜，至今尚無有效之防禦方法。美國政府對於家畜之染此種

疾病者，必令其主將此畜從速殺之，以防其病菌之傳播。設聽其自然，則養畜之業，縱不全部失敗，亦必大部受其影響。

肺癆亦為最難防禦之疾病，不過其病原菌考得後，患此病者遂漸減少耳。外觀似乎健壯之家畜，每每亦染有肺癆病。以前對於家畜初期所患之肺癆，無法以檢察之，故常因此而傳染於他種真正健康之家畜。患肺癆之乳牛，亦常傳播其病菌於人類。小孩之飲多量牛乳者，受此病尤屬易易。曾有人試驗欲以一種消毒劑防止肺癆病，結果發現一種特別之事實，即以少許肺癆病毒質注射入牛之血液，雖此牛所患之肺癆，至極輕微，亦必引起傷寒症現象。因此家畜是否患有肺癆病，遂易於考驗。而防除之方法，亦可層出不窮。美國政府每年代農民考察家畜之肺癆病，不下數十萬頭。以前所考驗之家畜每年染肺癆者，約佔百分之十九，今則不過百分之四矣。雖然，家畜業一年之所值，不下五六十萬萬，即百之四之損失，其數量亦極有可觀。美國每年因肺癆病而死之家畜，損失常逾二千萬。今後因科學進步，此種損失，或有減少之希望。

馬癩之考驗，與牛肺癆病之考驗方法，大致相同。惟所用之消毒劑則有別耳。有此種方法，馬癩病之減少，遂一日千里。每年所考驗之馬，亦不下數十萬頭。

就經濟上之重要關係言之，豬瘟當為家畜中最劇烈之病。美國所養之豬，每年因此而死者，約三

四百萬頭。在一百餘年前，凡養豬之農人，苟有一二頭染受豬瘟，則全羣必遭覆沒，以後欲圖恢復，亦必同樣失敗。一八七八年美國農部始注意此種劇烈病害之研究，後發明注射防天花之血清，亦可防此瘟症。當此血清未發明時，美國所養之豬，每年約損失百分之十二，及至近年，則不過百分之六而已。養豬之農人，若在未染瘟症以前，先注射血清，則每年至少當減少數百萬元之損失。美國豬瘟最盛之區，行此法後，所有損失，三年之間，自百分之二八·四減至百分之一·七。更至近年之估計，豬瘟每年損失之減少已不下四千萬元矣。

牛因腫疽病所蒙經濟上之損失，其位置僅次於豬瘟。優良健全之嫩牛，似尤易罹此病。若豬類之似乎染瘟症者，可以種牛痘之方法預防之。然而牛之腫疽病，每年仍有百分之二十八之損失，此緣農民教育進步遲緩之故。曾受教育而又有經驗之農人，則牛之因此病而死者，當不多也。牛癰病與此性質頗相似。可以消毒劑防除之。若巴士特有名測驗之發明則十九世紀後期事也。

家畜之疾病至夥，大致全部或一部皆有防治之方法。以上所舉各實例，無一非科學研究之結果。科學防治疾病之方法，實施不過數十年，蓋一切病原菌至近年始得發現也。最劇烈之疾病，用科學方法，設不足以防之，亦必足以治之。然而世界各國每年因家畜疾病，仍有重大之損失，此或因已發明之方法，尙未傳播於一般農人，或雖有傳播而尙未爲農人所注意。新防治疾病方法，尙日研究不已，以後

施用，當更容易，將來成爲世界通行之方法，亦可預期。至於外國疾病之輸入，及本國疾病之傳播，則有專家注意之，並已籌防治之方法矣。

第二十九章 植物病害之防治

吾人一考歷代之史籍，常可見有許多國家或人民因植物之病害而蒙重大之災患。普通流行之植物病害，每損壞多量作物，終釀成荒歉現象；人類因飢餓而死者，自亦比比皆是也。吾人於此可知聖經及他種史書所述之災異，必係受病害無疑。美國之農人，對於小麥銹病所遭之損失，雖達一二千萬圓之鉅，尙未能覺察，迺逾萬萬圓之後，始悉植物病害之可畏。據此或可證明古籍中所述之植物病害，其損失必在萬萬元以上也。

世界因植物病害所受損失之大小，可就美國數年之記載以推測之。小麥因病害之損失，在一九二〇年以前，五年之間，有三年皆在百分之九·五以上。玉蜀黍則不及百分之五。燕麥約百分之五。其他作物所受之損失，情形大致相同。各種主要作物每年損失之總數，常在二萬萬至十萬萬之間。森林及他種經濟植物，尙未包括在內。故謂世界每年作物病害之損失，在十萬萬元以上，當不爲過。

從上節所舉數字觀之，可知防治病害之方法，實無何種之進步。但至近年，因科學家之研究，有許

1. De Bary

多劇烈之病害，可以藥劑救治之。另有各種病害，則可用一種預防之方法，以阻其破壞之能力。惟吾人尙無適當之方法，以估計此種防治方法之利益。但可斷言者，每年損失之減少，必不下數萬萬元也。

在十九世紀中葉以前，人類受植物病害之蹂躪，完全無法以止之。唯一補救方法，只有禱之於司。此種病害之鬼神。雖然，防治植物病害之基礎，實植自十八世紀之末期與十九世紀之初期。此種基礎，即最基本之科學，如植物生理與病理學是也。最始研究植物組織之時期，當在十七世紀顯微鏡發明，可以觀察極細物體時。惟真正研究植物組織者，則始於十九世紀。當時所謂科學，門類至多，然植物病理一門，實用極少，除爲一般科學家所非笑外，頗難引起一般人之興趣。幸不久有人發明，如欲植物界能生長繁盛，當除去生活上一切困難，一如動物界然。如植物體須具有一種優良之細胞液循環並保護其體不受疾病；凡蟲害病害皆得有法避之等是也。

致病之微生物，在未考得其爲真正致病原因以前，用科學方法研究分類之者，已不乏人。當巴士特證明細菌爲動物疾病直接原因之時，各植物學家亦頗疑心菌類植物亦爲植物疾病之原因。得巴列對於植物疾病之主張，與巴士特對於動物疾病之主張頗相同。其研究時期在一八五三年至一八六三年。以後尙有數人對於植物疾病，更有較精密之研究。迺農政機關亦注意植物病理之後，植物病理專家，遂由二三人而增至無量數。然真正研究植物病害防治之農事試驗，實始於一八八九年。蓋各

國農事試驗場在此時始廣爲設立也。今日所用之植物疾病防治方法，大率爲有實地試驗以來研究之結晶。

吾人須知在植物疾病真正原因未考得以前，實無方法以助疾病之防治。既得已，則以後之試驗，爲尋求最有效率之防治方法。如前節所述蟲害之防治，有許多實施之方法，如醋、牛糞、石灰、草木灰等，有時亦爲人施用，然其效雖大，而爲一般人忽視也如故。他如石灰、硫磺、砒霜、膽礬等，亦有人試用，但無人試驗此種藥劑實際之效益，故運用只限於少數人而難遍及羣衆。雖至近年，植物疾病已有有組織精密之研究，然真正有實效之防治方法，除適於某地域者外，仍甚少也。

植物病害之最劇烈而爲人類所極力抵禦者，當莫過於穀類之黑穗病。此種黑色孢子羣與不實之穀穗，雖平時疏忽之人，亦能注意及之。據古籍所載，人類因逢某鬼神之怒，遂受黑穗病入田之譴罰，苟欲禳解此種災異，惟有建醮設祭以求之。姑不論已往成績之若何，然防治之者，則莫不己盡竭其力，惟真正見效之時期，則在有科學研究之後。在一七九〇年前，植物之病害，無人知爲植物寄生者。是後有數人研究微生物乃始知之。此種寄生微生物之天性，既已察得，遂發明許多特別之方法，如種子之塗肥料，更換健全種子，及浸病受種子於鹽水是也。又有楊鐵¹二氏在當時曾用多種化學藥品，作有系統之試驗，於一八〇七年證明用膽礬可以防治小麥之黑穗病。此種防黑穗病法，施用年代頗久。及至

1. Young

2. Tessier

1. North Dakota
4. Mississippi

2. formalin

3. Bordeaux mixture

近年，另發明較優良之方法，此法乃漸廢棄。黑穗病之生活史，於今更已明晰，故防治方法益臻完善。一八八八年溫湯浸種法發明，如受病之小麥、燕麥、大麥等置某度溫湯中浸之，可以殺滅黑穗病菌而不致損及麥粒之生活力。今日防黑穗病最通行之法則，為一八九七年美國比達科他農事試驗場所發明之福爾摩林液浸種法。以前所植之小麥，約百分之五十至七十五，皆因受此病而不宜於磨麵粉，今有此種防治方法，幾完全無傷害矣。由此種發明，每年農業上收入之增加，當不下數百萬元。至於防病所耗之費用，每畝不過一二分。然而農家之受黑穗病者，往往收成損失，與今日人類之染痘疫，情形正同也。

有一種最有效之方法，可以防治果樹及他種作物之病害者，為波爾多液之噴射。此液發明，不特法國之葡萄園每年減少許多損失，全世界之果園、菜園、農場等亦莫不大受其賜。要知此亦三四年苦心研究之結果。其他試驗者亦不下十餘，惟所用方法，無科學系統，故成功不多。

因許多植物病害，皆可用化學藥品以防治之，故自病菌生活史考得後，行預防之法，效益極大。如小麥之患銹病者，可擇一適宜之時期以行播種，以避免其劇烈之害。後又有人考知銹病最優良之寄主為覆盆子樹，若將此種樹伐之，當可減少許多小麥銹病。美國密士失必河流域一九一六年小麥銹病之預防，即係應用此法。蘋果銹病之預防，法亦同此，惟其寄主則不同耳。在許多情形之下，土壤中若

富含有機物質，使植物之生活健壯，則健壯之部分，疾病亦難侵入。動植物育種章中亦曾舉述，用育種方法，可以育成抵抗力強之品種。若以此種與豐產之種行交配，則豐產而抵抗力強之品種自可得也。

其有病害尚無方法防治者，如梨、蘋果等之炭疫病之類，則惟有將受病之部份及時除之，以免傳染於其他良好之部份。馬鈴薯之染枯萎病者，亦當完全毀棄之。此種極簡單之方法，在科學家未發明植物生理與病理學以前，絕無人想到。破壞一切肥料及廢物等，亦可避免植物疾病之傳播，蓋肥料廢物中每含有馬鈴薯痲斑病菌，白菜腐爛病菌，瓜類之枯萎病菌等。行輪作法亦可免病害。煙草或蔬菜之幼苗，若有疾病，可以蒸汽殺滅土中之病菌。或將健全之幼苗先行滅菌法，以防受病株之傳染。

在一八九〇年以前，已有人研究毒藥噴射之機器。惟作物之價值，不在馬鈴薯以上，用機器必不合算。蓋噴射嘴及抽壓機皆費精密之研究，是以用噴射殺菌法，成本頗不賚。然研究之結果，殊出人意。外。今日馬鈴薯、蔬菜、棉花，甚至於牧草之受病者，幾無不可用機器噴射而獲其經濟上之利益。若汽油引擎之發明，於噴射機之抽壓力，尤有莫大之補助。

以上所舉科學研究之大要，無非欲減少植物每年因病害所受之損失數十萬萬元。由是證明凡防治方法所省之金錢皆由有系統之試驗而來。殺菌劑之施用，完全在熟悉微生物為植物病害之主因。其實在十九世紀以前，尚無防治病害之方法，蓋當時於病菌寄生之習性，尚未考得也。植物生理之

研究，可以助吾人知某種疾病之來原，因而求出防治之方法。化學知識日益昌明，價廉而有效之噴射防治病菌方法，亦日以加多。此皆爲農事試驗場設立以後之事，農事試驗場之研究與改良，其效力遠較個人研究改良爲大。且農場及他種公共機關，不特研究新防治方法而已，並設法廣爲傳佈之。一般農人，遵其所介紹之方法，自可獲厚利。

最近一二十年，所發明之植物疾病防治方法，較以前特多，惟尙有許多最重要之問題，仍未解決。故金錢之用於植物病害研究者，當十百倍於實際之效果也。

第六篇 工程

第二十章 工程器械之精製

自不知者視之，工程師之準確似有時不足恃也。例如溝通瑞士與意大利之聖哥忒德隧道之建造是已。此道經過一山之下凡九英里，山於某點高出隧道者計一英里以上。為欲上升適當高度，故於數處，隧道盤曲如螺旋旋然，而後乃出見於他側。常人思想，以為如此盤曲於山中而無外方物體視作目標，不免導於迷亂，第果敢之工程師竟令羣工自山之兩方竭力進行，仍冀其相會於山中。彼工程師之敢冒斯險而堅信其成功者，無他，蓋有測量隊會赴高地之頂以記錄各處高度，酌量山之對於鉛錘之引力，計及磁性鑽石對於指南針所起之變化與夫其他可能之差誤耳。夫欲希冀隧道自山之他側相會，非有篤信之心，詎可造次從事，而斯篤信則固根據智識而得者也。信心既篤，工事斯舉。隧道自兩端開鑿，蜿蜒盤曲，卒相會合，所差誤者竟不及一英尺焉。

又如美之胡薩克隧道，其路線竟更為正確。工程師自兩端又自中部穿口開鑿此長二萬五千英

1. Jerusalem
2. Athens
3. Lake Fucino
4. Roman tunnel
5. Pliny
6. the Alps
7. Simpleton

尺之隧道。兩隧道之一端，路線僅差十五分之一英寸，高度僅差百分之數英寸；他端之差誤，路線僅十六分之九，高度僅一又八分之五英寸耳。

此種隧道之工程師，皆實際測量各項距離，非用吾人用以量房屋街道之弓尺也，但以準確之儀器行之，於是乃得根據所獲事實而施以計算。凡距離之不能越過者，得藉此種儀器以計量之，例如地球與月或星之距離，或地球上不能行走其間之二種物體之距離。此種計算之準確，全恃角度之準確計量。此則僅能以甚精巧之儀器行之。此項計量，特別有利於橋梁等建築物，蓋設有大差，即足釀成鉅禍也。

古人工程事業之成績，固不乏足令吾人驚嘆羨慕者。我國之長城與運河姑無論矣。彼引水至耶路撒冷長三分之一英里之隧道及雅典長一英里之引水隧道，大概俱係築於西曆紀元前第七世紀中，固皆著名之建築物，然比較上究屬簡單，並無複雜之盤曲，不需毫分榘析之精確度也。排泄法息諾湖之羅馬隧道，長約三英里有半，但其廣袤甚屬差次。普林尼謂此隧道之開鑿，嘗穿穿口四十以從事，俾其工乃克迅速進行，願以三萬人之力閱十有一年而始成功焉。

斯羅馬隧道，足資近代與古代工程效率作一確切之對照。彼穿過阿爾卑斯山長十二又四分之一英里之辛普利坦鐵路隧道之開鑿，近代工程師僅需時約六年有半成之，而所用人工最高之數祇

1. Tycho Brahe

三千左右而已。設吾人假定開鑿羅馬隧道與辛普利坦隧道一人每年之工資爲五百元，則每英里之工資在羅馬隧道約需四千七百萬元，而在辛普利坦隧道約需八十萬元。是則羅馬隧道之工資幾六十倍於辛普利坦之工資矣，但辛普利坦之工程師猶須開鑿更硬之岩石，並須排除一山泉之障礙，其泉容積約當羅馬隧道十分之四焉。况辛普利坦隧道之開鑿，除其兩端而外，高山峻嶺足以防阻工事之進行。顧今之人於此類工作之效率竟能五六十倍於二千六百年前之人者，果何故邪？吾人驚詫之餘，自宜推求其原因之所在也。

姑容吾人首引測量儀器爲例，以比較今昔準確程度之高下。據吾人之所知，測量儀器當以埃及人所用者爲最早。大都粗率簡陋，祇供測量時使線正直之用耳。古代埃及儀器中，其一或即近代測量家所用轉鏡經緯儀之嚆矢也。然其發展，泰半爲便天文上之觀察。此器僅爲二環，其一有二指針，吾人照準其上者也，能轉動於他一環內，是以視察移動之距離得以測定。此種儀器所得準確程度，固不容蔑加譏誚，然用於近代橋梁之測量，則不免粗陋已甚，迥非其倫也。

其次顯著之進步，則爲十六世紀中布刺氏之勳積，其人迄今或尙有稱之爲乖僻之星辰擬視家者焉。布刺氏少時即樂於研究天文學。不惜窮年累月，測量各星間之角度。其作星角測量也，非有何種特別用途，顧其所志望者則非使此種測量臻於完全之域不輟也。氏嘗手製一大木象限儀，直徑爲十九

1. Kepler
2. Newton
3. Lippershey
4. Galileo
5. Vernier
6. micrometer

英尺，其上所刻量角之度數，可以讀至一分，此約等於距離七十英尺之鉛筆直徑所成之角度。此象限儀乃自來最精確之儀器，布刺用以測得諸多關於天體可恃之數目，因是刻卜勒乃能發見行星運動之定律，而為其後牛頓著名定律所濫觴焉。

自布刺氏之觀察遞嬗得斯種奇妙之結果以還，準確度之需求於是益行增高，但角度之計量僅藉肉眼以窺測耳。幸其時荷蘭眼鏡製造家力拍社正以兩透鏡為實驗，因此發見遠方物體可以放大而引近之。而當代天文大家伽利略不久即根據之以製望遠鏡，時為西元一六〇九年，鏡能放大天體三倍，約與今日某種小千里鏡之放大力量相當也。

準此放大能力，吾人不啻將遠離七十英里之鉛筆三倍其距離，亦即將其角縮小至三分之一而能測定之也。

度量此種小角之儀器，頗難於較準之，而以象限儀之半徑不若布刺氏象限儀者之大而滑拙時為尤甚焉。於是一六三一年乃有科學家發明游標，藉此度數乃能析之至精；嗣後更有測微器之發明，於是儀器乃克留心較準，所不足者，猶需透鏡製造之改良耳。關於此之歷史，吾人姑不詳述。綜而言之，其後以透鏡及度數較準之改良，吾人今日乃能讀此種儀器至於半秒以內，即遠距一萬一千英尺之鉛筆直徑所成之角也。願橋梁工程師之所需者，能讀至十秒或竟二十秒角度之儀器已足應用，是以

無需關心及於天文家所曾造詣之精巧矣。

天文家所遇之他一困難，即當測量角度時何處爲其觀察界場之中心不易測定也。十七世紀之末，皮伽耳始將此問題解決，用資測量家以諸多可貴之幫助，蛛網諸線相交，俾觀察界場之正確中心恆得現於眼前。地球表面一度內所包含之距離，其準確測量，亦自皮伽耳始。

於十八世紀中葉以前，望遠鏡之一大困難，即玻璃不適於透鏡之製造。其後經化學家之研究，乃以適當種類之砂製造玻璃。然縱有佳良玻璃，若經製成透鏡，則光線通過時未有不散爲有色光線者，斯固又一困難。顧當時某數學家不從牛頓之說，嘗以數學方法證明此弊之有法矯正。一七五八年，多蘭德從事多次實驗，於是發見以燧石玻璃與冕玻璃合而用之，則可矯正一切斯種光學上之困難。羅盤之發見及其計算方法乃大有助於工程師者也，會當述於他處，茲不贅焉。

於望遠鏡未曾達於今日之精巧以前，工程之學猶未能列於精密科學之林也。自有史以來，世界各國固幾乎莫不有著名之工程事蹟，但其經營，大多皆似前述羅馬隧道之開鑿，殆不顧及所費之多寡，而於人工，尤忽視焉。科學之所應用於工程師者，俾其得以最少之勞力金錢以竟其功也。長闕高厚之準確度量，實爲工程經濟中最重要原素之一端。

此測量家所用之轉鏡儀發達概況，不過僅舉一例以示科學對於工程器械之影響耳。工程師者

1. Archimedes 2. laws of the multiplication of forces by means of levers

攝各科各藝之菁華以資其用也。其作甚準確之度量時，必須有一可恃之卷尺。尋常織物卷尺有易於伸長之弊，而天然物質則無適於卷尺之製造者。後經冶金學家與物理學家合力之研究，乃得一種殆近理想之物質，係自鋼與鎳及錳化合而成。此合金對於冷熱之脹縮僅其長度約一百萬分之一耳；此物堅韌而不生銹，於適當管理之下，甚足恃也。

工程師欲築橋脚於河流之中央，則須鑿一洞於石基中以得一堅固之基礎。彼乃能放下一不透水之箱於河中，將水抽出而使人工作於河底。高壓空氣足以排水，是以設大空氣壓縮機焉。自實驗室中所得之結果，工程師乃能計算排水之壓力究需幾何，而工人之是否能工作於此壓力之下，亦得藉以計算之。此氣體壓力之定律嘗應用於數種工程器械中，如氣力槌，某種水表，鑽鑿機，唧筒等種種。

工程師於用以計量建築材料強力之機械中，須從事極大之壓力。欲計量此種壓力，則古希臘實驗家與哲學家阿基米得¹氏所述之槓桿力積之定律自不容忽。此種定律，嘗應用於螺旋起重機，起重機及相似機械之中。

除工程師自身所用器械以外，尚有自其他各種科學專家之手間接應用之事物焉。氣象學家供給雨水風霜之資料；顯微鏡家研究細微之構造，探求建築材料損壞之原因；物理學家研究所用各種金屬之脹縮；天文學家則為彼留心探求磁極。

由是言之，吾人可知工程師之機械殆完全為各種科學之應用。工程師之成功，全恃其能以半數之費用，乃可成就彼拙工以全費所經營之同一事功也。因其應用科學，故能較常人得更良之結果。工程師愈良，則愈能應用新科學以解決其問題。

雖然，工程師必不可以其所建之勳蹟完全佔為己功而自傲也。當念布刺，刻卜勒諸前輩科學家及無數聲名不揚之學者，莫不各有供獻，築之基礎，是以乃有今日耳。此種湮沒無聞之研究家類皆肆力而不身受其報者也。吾人評隲一人，每易以其實際事業為斷，而不知非有此輩研究家之殫心竭慮，播種於先，以讓後代及其他工作家收穫其所培植者，方今工業昌明之時日，恐不能有矣。

第二十一章 計算方法之進步

設瞬息間將汽機，電機，電報，電話悉行除去者，世間所受之災厄將奚若乎！然以斯與舉世盡喪其算學智識時所受之困厄相較，則又不覺彼輕於此矣。吾人於各方面所遇之事物，其中不乏需待計算以解決者。此種問題之一部分，固僅需加減乘除之計算而已，但吾人四周之尋常物件中乃竟多應用新近發達之複雜算法如微積分者，不亦令人驚疑邪？小自厚紙盒，大至蓄水槽，下自繞線錠子，上至機車汽鍋，算學家莫不運用其計算方法，以使材料及空間得最經濟之用焉。不多年前，各物之製造，

其適當比例類皆揣度得之。然若譬如有人欲製一錫罐以盛某量之菸，則求罐邊與罐底之適當關係，庶幾使錫耗費最少之量者，自非揣度至數十次不辦；而算學家則少爲計算，即能求得其正確關係。算學者乃示人以正確捷徑之科學也。

吾人大多數莫不關心算學，泰半用以計算吾儕簡單之賬目，用以決定收支之數量。顧在有史之初，此殆代表算學最高級之程度矣。有能解答小數問題爲今之高小學生所能者，古之人卽以神奇目之。然吾人不應以此遺責古人之昧於算學也，是蓋當時缺乏若今日吾人所用之簡單數字制度之故耳。希臘人之制度，每數皆以一各別符號或一集合符號表之；而羅馬數字之難用，則吾人類都知之。此種累煩之數學自屬不多應用，除非必須用之以書最後之答數而已。乘算表之發明尙遠在數世紀之後，故古人之計算問題，但以串於線上之珠行之，殆似我國之珠算法焉。

溯算學發達之歷史，吾人不能不多致謝忱於希臘諸哲學家。希臘人視算學爲神明之學問，凡攻斯學而有所得者都爲世人所尊崇，得受公款之資助以償其勞績。是以學者乃克從其天性之所好而從事於研究，於是理論科學遂獲長足之進步。

諸君猶憶在小學校中計算複利問題時常須費數小時之久乎？苟諸君仍需作此種計算者，今則已知應用等比級數之法卽可於短時期間解之，且不必用多少累煩之數目也。此式算學亦常用以計

算年金與諸如此類之商業問題及多種工程上之問題。古代希臘哲學家已發見此算學原理，惟不知其實際用途耳。彼等所注意者，厥唯數理哲學而已。除最簡單之算式外，算學之應用於力學及日常生活問題中，尚在前數世紀間之科學家發見各科各藝中之對稱性質以後也。

算學原理之發明多半皆遠在其實際應用之先。於探求某種捷徑或某種改良時，首要之事即在發見關於該問題之定律。簡單定律，常首發見，蓋因襲易於了解之規則而得也。但進而求更精確之智識，則複雜關係自不能不加以研究；設無算式以表其關係，則諸定律亦將末由表明之矣。今日算學定理之尚無實際應用者，數以百計；然自過去之經驗測之，則其將來之有用，當似十七世紀中算學之應用於今日焉。一六五四年¹，巴斯噶所發見之²「決議論」，以前殆僅為算學家用以矚人之奇術而已。今則舉凡保險營業，科學管理之工廠，牲畜之衍殖，社會學及氣象學之研究，與夫其他一切包含選擇及機會之問題，莫不以之為基礎矣。

自納披爾對數之發明，諸工程師，航海家，天文家與夫其他常需計算者時間上之節省，綜而計之，當不下千百年也。納披爾以前，阿拉伯人業將現今所用之數字整乘算表傳至歐洲，以此計算較之必須用羅馬與希臘數字計算時，簡易多矣。至十六世紀之末，世人始知以小數代帶分數之用，於是計算方法，益增簡便，但以科學發達之迅速，算學家終嫌計算之冗煩。斯泰斐爾於十六世紀中嘗發見數之

相乘，可由於其指數之相加。納披爾於十七世紀之初，遂實行此意以斬免去冗煩之計算，時距小數法之發見未幾也。於是乃始從事對數表之作，顧大半工作猶待後人繼竟其功焉。

繼對數表而發明者，則有工程師所必需資以爲助之計算尺，此係根據同一理論製造者也。計算尺初未嘗有人應用，直至近今工程師對於角度、應力、重量、尺寸之類皆須加以精密計算，於是此器殆不可須臾離矣。關於省時之算學器械，吾人有不容忽述者，即計算器之製造，肇始於巴斯噶氏，氏乃十七世紀中著名實驗家之一也。然當時計算器之製造，初未嘗成熟，蓋製造家之技巧，猶未能將各部分製之甚精，以免動搖時發生誤差焉。故計算機器直至十九世紀，始見應用。

吾人嘗見測量家以其儀器窺一山之巔，繼量數百英尺，再窺儀器而少施計算，即斷然告吾人曰，山高九百二十七英尺也。斯時也，吾人對於科學之神妙，能不驚疑嘆賞乎？測量家之所以能詣斯境者，非爲其所應用之三角學乃一新近之發明，可自角度以計算未知之距離及面積也，實緣其能精於應用，深信無疑也。就吾人所知關於埃及計算面積之方法，吾人設欲購一方新式城市房屋者，誰願倩其代爲測量乎？其所用以計算之公式，就吾人觀之，其不等於揣度者幾希？

古代算學，不適於廣泛之應用，蓋其問題，類皆以某種實物述之也。其時並無可以類推之通概，或可供普遍應用之公式，庶幾一類問題得以包孕於一較複雜之問題中。於僅需解答簡單問題之處，一

般公式固非十分重要，然欲自己知事實推定新定律時，則代數學或可供普遍應用之算學自屬必需。代數學之發展，嘗與科學相並進，但出於科學之上也。當工程師、航海家、天文家及海陸軍專家須應用微積學以作甚精微之計算時，當然復有求於算學家為之設法，俾其得達如此精確之知識焉。是以算學之新領域，完全為應斯需要而發達，今則分門別類，有需專攻之矣。雖然，算學之發達，猶遠未逮登峯造極之日也，科學及工業之以缺乏新算學定律而停滯中途者蓋比比也。

航空術之發達，直接係高等算學應用之結果。汽車工程師之設計平衡拐軸，非若數世紀以前之僅憑揣度，但完全按科學方法以計算之。當¹季布茲教授發表其相律論文於康涅狄格學院時，僉以為此特表示饒有興趣關係之一種算學方程式耳，非有何實際用途者也。詎知其於工業上之價值，乃等億兆金洋之鉅邪？

經驗法之用以計算幾何學問題，殆於有史之初，即已知之。巴比倫人與猶太人之計算圓周也，其視半徑與圓周間之關係，僅為三耳，非若今日視為 3.14159 之精密也。而埃及人之量地及其他面積，亦以相類粗率之方法行之。一般性質之關係，其有用於近代工程問題一如其當時有用於哲學家者，猶待彼純為智識而研究之希臘哲學家開發之焉。此輩哲學家之命題至今常能供吾人應用者，蓋以其所探求者乃事實而非近似也。

西元一六三四年，笛卡兒發見幾何學問題可以代數學解之，而有形之幾何學亦可表示抽象之代數方程式。此解析幾何學之發見，實爲算學之一大進步，亦即力學之一大進步，顧其真正價值，除算學家外，尠有能篤信之者。然吾人有須知者，此幾何學之發見，正值科學界啓始研究運動定律之時，而吾人今日對於宇宙之動作所以能有深切知識者，實導源於此種定律。此時之前，算學問題概屬於靜體方面，例如一幾何形之面積之解答是也。設無解析幾何學者，則科學之果能發展至何程度，正非易於揣測矣。苟無其助，牛頓之著名運動律恐即難於發見，而設無牛頓工作爲之基礎者，則世間多數之發明亦殆屬夢想而已。近代算學，通常都以爲始於笛卡兒時代，但於近今以前，世人對於笛卡兒發明之重要，是否已完全領解，尙屬疑問也。吾人高等幾何學之不復完全根據古代希臘哲學家所設之關係而殆皆以數作根據者，僅約二十五年以內之事耳。

微積學於吾人功利時代之價值，恐較其他一切算學爲重要。欲求關於尋常意識所不能覺察之事實，微積學之應用，實爲唯一捷徑。工程師不能須臾離之；當其作一通過山中之鐵道時，關於較陡坡度是否優於較深鑿路之決定，微積學，其將一籌莫展矣。建築家於經營一建築時，關於鋼與水泥最經濟比例之決定，非用微積學亦不能獲最良之結果。他若製造家，機械家，商業家，與夫其他各項營業，科學或工藝，其於微積學殆莫不可應用之以解決其所注意之各項要素間關係之問題焉。

牛頓發明微積學，略後於十七世紀之中。其時牛頓方從事於天文問題，卒乃發見其著名運動律。設用當時所有之算學，不能達此種結果也。笛卡兒於其解析幾何學中，嘗予人以解答斯種問題之起點，牛頓之發明微積學即濫觴於此。斯新算學方法之重要，除少數人外，自非當時人士所能實覺。其實微積學之應用，猶屬比較新近之事；歷經諸算學家用之若一種有用玩具者，凡一二世紀，而後其廣泛應用始為世人所認識。洎乎今日，吾人殆不能須臾離之矣。

算學對於人類幸福之價值，似已無需更事解說矣。吾人當已知之，世間設無完善之算學方法者，近代文明，殆莫能有也。今之各大商號，孰不應用前數世紀所未知之算學？吾人之車輛，其各部設計殆皆根據於算學。幾乎各種機械，橋梁，高峻建築物，與夫其他一切人工重要建造，莫不有需於高等算學也。有用之算學，泰半皆為純粹科學家所發明，其後乃應用之於各種實業耳。將來大有價值之許多智識，大概即蘊藏於現時理論算學之中。算學之進步，誠文明進步之基也。

第二十二章 建築材料之改良

建築材料之變化，洎乎近世，稱極劇矣。吾人遠祖所用者，僅木頭土磚諸天然材料耳。厚壁茨頂之古屋，今吾人尚能見之；此種古跡，昔時常為甚精緻之住宅及營業房屋也。但此等房屋，終非最便人類

居住之所，而以雨時必須出外修葺屋頂，爲尤不便焉。其能冬禦寒而夏禦熱，固矣，然與近代住屋相較，則其所缺者亦已多矣。不論表裏，常受沾污，害蟲不能適當驅除；光線熱度，俱非完全；以今日之目光視之，一無利便之事物可言。其所以造屋或他種建築之材料，多不適於近代建築材料之用。木材石塊所築之橋梁，爲用殊屬有限，非代以更適當之材料，不克以彌其缺也。

商業中心區中之建築物，常須築至數層樓以上之高度，天然材料中未有能適其用者也。高建築物之磚石重量，則需非常廣闊之基底以支持之，而振動問題與夫其他相似複雜之困難，俱非天然可用之材料所能解決。

世人於是乃需求於科學家製造更良於天然木材石塊之材料，而科學家遂有鋼與水泥之創造。之二物者，乃一新世界之所由建築者也——固非地理學上之所謂新，然自人類幸福，工業效率及商業發展各方面之進步言之，名之曰新，蓋亦宜也。

諸君苟專心一讀歷史，或能諳知埃及人於四千年前已用水泥。羅馬人暨墨西哥與祕魯之古代民族亦嘗用水泥於其建造物中。但此等歷史上民族並未備廣以用之。其所知者，不外將某地所產之含泥石灰石物質燃燒，混以適當之沙或燼滓，於是加水溼之，乃能凝固爲石類耳。顧如是製成之水泥非恆足恃也，蓋燒成之含泥物質之混合物一不適當，其建造物即將脆弱，風雨足以摧之，強力足以毀

1. Leeds 2. Joseph Aspdin 3. Portland cement

之矣。矧其凝固，又遲緩而不一。是以此天然水泥實難得佳良之結果，故通常皆以石料代之。

世界各處如是狹限應用水泥，凡歷如千世紀，直迨一八二四年——約當化學家精於分合原質之時——始有比較可恃水泥之製造。英國黎芝之阿斯普廷為波特蘭水泥之首創者。波特蘭水泥，乃由人將石灰石與黏土以適當比例混合而成者也。

然此特水泥製造之發軔耳，非盡所需者俱備之矣。水泥之製造略與麵包相類。麵粉與烤粉，食鹽及水等相混，即可製成麵包，幾乎夫人知之者也；然若配合比例一不適當，則所成者即餓狗亦難食之矣。水泥之情形亦復類是。其中石灰含量僅相差百分之一，所成水泥，即不足恃。又設黏土中含有某種雜質，或其所含二氯化矽不足，則亦難得佳良之水泥。

故欲得一科學上正確之水泥，有需許多實驗家從事多種之試驗。含各種成分構造之水泥小磚，鉗於試驗機鐵指之間以裂開之；置於鐵砧之上而壓碎之；穿針其中以驗其凝固之速率；沸之水中以驗其各分子之黏着力；最後則更試之以火焉。欲以水泥築成不透水而具最大強力之混凝土，則所用水泥與惰性物質沙之比例果以如何為最適當，亦須試驗得之。水泥與海水或乾燥區域中所有之某種鹼金屬鹽類相接觸時，於何種情形乃起分解作用，嘗加以諸多之試驗。水泥於水中凝固時之膨脹及其於空氣中凝固時之收縮，其數種特別情形，亦曾加以研究。諸如此類之問題，其數多以百計也，素

半皆由實驗室中從事試驗以解決之，而後波特蘭水泥始成一種甚有價值之建築材料。

波特蘭水泥之適於一般用途而為各種建築材料之冠，其大多數問題，固已解決之矣。然以其價之高昂，應用終屬有限。自一八七二與一八七五年間美國始行製造此物以後，水泥乃於建築材料中佔一重要之地位。美國創迴轉鑄以製水泥，於是成本得以減輕，而先期鑄量每日僅能產百桶者，茲則可產至三千桶之多矣。

水泥歷有年所不適於廣用者，又由於脆弱之一大缺點。此物與玻璃相似，當其適中厚度之板受重大應力時，每易於破裂。欲救此弊，自須加以某種補助物質。其適當補助物質，不特須有必需之強度，且於受熱及冷時，須與水泥起相同之漲縮。不然，當水泥收縮時，即將與此物相分離，一如水泥之與木分離也，尙何聯合之力之可言乎？

於此，吾人自又不能不需求於實驗室中之實驗以解決之。據實驗所得，鋼鐵之漲縮與水泥最相適合。關於鐵於水泥之助力，嘗有數研究家先後試驗之。然建築工程師對於此種智識之裨益，其確切認識，猶在一八六五年法人蒙泥氏發表其研究結果之後也。

此處吾人擬稍涉題外以述數言，諸君其不以爲失當乎？蒙泥乃世人所尊爲發明鋼骨三和土之英豪者也。然一新發明之成功，苟謂爲專由某某一人之力所致，或非公允之言焉。大凡一事一物之發

1. Marconi
2. Newton
3. Galileo
4. Bessemer process
5. open hearth process

明，恆有許多聲名不揚之研究家隱於幕後，與其功也。特以世人震於發明者之聲名，是以其功乃湮沒而不見稱矣。全部科學史中，此固不乏其例。若馬可尼¹，牛頓²，伽利略³諸氏之發明，類皆根據許多前輩之所發見也。

於更進討論水泥爲建築材料以前，其容吾人略窺他一重要近代建築材料鋼之情況。如他一章中所述，鋼鐵約於有史之初，卽爲貴金屬之一種。以其價值之昂貴，僅用之於刀劍及某種器具之中而已。及若干世紀以後，鋼鐵之製造方法改良，製造鐵器之機械進步，於是此物乃廣用於木材建築物中。其後鐵之成本愈廉，乃漸取笨重難恃之木材部分而代之。自柏塞麥⁴及開爐製鋼法⁵完成以後，鋼價更大低廉，於是高峻建築物及重大橋梁幾完全以鋼製之矣。鋼有時固亦不無缺點，然其多半瑕疵不久卽由化學家，顯微鏡家及電學家輩起而糾正之。鋼於是始視爲一切必須抗禦非常大力之建造物之一種理想建築材料。

然至前世紀之末，水泥因製造方法之改良，每噸之價乃竟低至不及美金十元，而每噸鋼價則鮮會低至二十五元以下也。水泥價既較廉於鋼，是以世人漸用水泥爲體而以鋼輔之。一八八〇年，美國之水泥產量僅約七千噸，每噸之價不甚低於二十元，而當時銑鐵之製造量視水泥約千倍之。迨乎一九一〇年，水泥每噸之價不及美金五元，而其產量約達一千二百五十萬噸，約當銑鐵分數百噸之四

十七。一九二一年，美國水泥產量則增至約一千八百五十萬噸，與當年銑鐵之產量殆不相上下，唯銑鐵之製造當年僅及當時之一半耳。

此二物質之合用，似屬甚偶然之一事。水泥殆能完全防水，但須加以支助。鋼則為一理想支助物，但須保護之使不受水之侵蝕。此二物合用時，雖世上鋼骨三和土建築物之建造尙未甚久，似已足徵其殆不可毀矣。近代建築物中，幾有完全由鋼與水泥二物築成者，即其屋頂與門戶亦皆以斯二物製之。

鋼骨三和土之製造，自然引起鋼骨玻璃之觀念。此種玻璃不特可增窗牖之耐久性，且可藉以遏制火災，緣其經火不易熔融，是以乃能阻止火焰入於鄰室之中也。

建築材料中尙有一物焉，其由來甚古而近代仍多用之者，厥名曰燒泥¹，乃含空氣間隙之黏土製品也。此物為一甚佳輕質絕緣物質，可防禦鋼建築物之火災。鋼受熱至高溫度，易於發生屈曲之弊；斯弊若發生於一大建築物中，則將增加過分重量於許多部分之上，至於不復能支持之矣。水泥雖較能耐熱，然過分熱度足以令其稍起分解而減弱其強度。是以燒泥有時用以保護完全鋼製之建築物，或用以保護完全鋼骨三和土製之建築物。此三物質設適當合而用之，則所成建築物庶幾不能毀矣。

燒泥與磚相類，其製造至近代益臻完善，其價亦益低廉。近代機械不特使黏土之混合較勻，因之

能耐較大之應力，且使成品之價廉至數倍焉。化學家爲其選擇適當之黏土；物理學家則爲其設法，俾製品之受燒益均，庶幾大部分之產物皆成佳品也。

古代希臘與羅馬之石匠，其所成工作之精巧雅緻，或有勝於今日石匠所作者；然若使之與近代石匠相競爭，其能免於饑死者幾希。以今日運輸之利便，氣鎚，氣鑽，化學蝕刻液，各種磨擦劑之應用，與夫其他各項方法之進步，古之人積年累月以成之者，今則不難於數日數時之內成之矣。

卽就用舊式建築材料論之，現代智識亦能使之更爲可恃。例如造一高屋，築一大橋，或建造一種非普通木匠技能所築勝任之建築物，工程師不僅必須知其尺寸而已，對於木材之使用，則須擇其伸力最大者。木材之種類既擇定矣，或竟更須規定木材宜採自樹幹最堅密處，樹木應於某時採伐，採伐以後須歷若干時日俾其適當乾縮，而木材又須依特別方向截自近心之處，俾其不致應響焉。

凡此種種，皆爲殫心竭慮研究之問題，所得之近似值已足供尋常應用之需矣。

綜而言之，吾人敢謂各種建築材料之應用，自近代科學昌明，工業革新以還，莫不有重要改良，長足進步。自有鋼鐵水泥二者用爲建築材料，於是城市之發達煥然一新，始有各種新式橋梁，水閘，溝渠，道路之建築。近年來磚與木材之用爲建築材料已逐漸減少，而鋼與水泥則逐漸增多矣。自一九〇七至一九一五數年之間，木材用途之減少約計百分之十五，水泥用量之增多則爲百分之四十八云。磚

與水泥，品質齊一，故其用視木材爲優。建築材料之性質，吾人已多諳知，藉得選擇最良之材料以應各種特別用途之需焉。進步固非一蹴可幾也，集多數人之心思才力，而後乃有相當之進步。現世所以爲吾人安適居處者，食前人研究之賜耳。然則吾人詎不希望現在及將來之研究，繼續更創新材以使人類居處及其工業建築益勝於今日所有者邪？

第二十三章 水之征服

諸君不嘗目擊洪水之爲災乎？奔騰澎湃，氾濫千里，舟楫之利莫能施，萬鈞之力莫能禦。淫威所屆，城市爲墟，人盡魚鼈。其禍之烈，爲何如邪？及其受人控制，使之激動機輪，則可利用其力以發電，生熱，生光矣。以之灌溉，則瘠瘠之地一變而成肥沃之土矣。裝置水管於家中，則可隨時飲以解渴，用以沐浴矣。然則水之有利於人，又何如邪？

方其奔放橫行，不受拘束而逞其天然之鉅力，則其破壞也如彼；及人之領解其力作用之定律，乃應用此種定律以謀人類之幸福，則其有益於人也又如此。

水之作用定律發展之步驟，實爲科學史上饒有興味之事。最先吾人關於水及其作用之記載，類皆簡單之事實而雜以風師雨伯之迷信，是以其初人類對於水之智識，殊難考矣。直洎近世，吾人乃能

計算某一水流築閘阻之，則將發生如千鎊之力，欲禦此力，則需如干水泥，或則計算水流之強度及用以導之之水管，或則以簡單公式計算在一原動力廠中所能發生之能力，或則估計其用於灌溉時能產穀類如干斛及乾草如干擔焉。

二世紀前，此種計算無一能準確爲之也。諸凡水輪，水閘，水池，溝渠等建築，皆以粗率揣度成之。夙著盛名之科學先輩伽利略¹於十七世紀之初嘗有言曰，欲求一水流中水動之定律，其難甚於求數兆英里以外行星運動之定律也。

古之人固未甚解水力學之定律，然希羅略知治水之道矣。彼埃及人於有史之初，即知計量尼羅河中及溝渠中之水量。第當時所需之計量，其準確程度僅須近於河滿時水量四分之一或十分之一而已，今則雖於最粗率之估計中，亦常須知至每秒若干立方英尺以內。古人嘗知水處相同情況之下，其作用恆相類似也。自西元第一世紀時，即有經驗上之法則，用以比較各水道中之水流。然希臘人關於水性之理論，其中實有大悖於水力學之真理者。如謂地心引力及空氣無所作用於水，又謂水之上昇於唧筒中，由於宇宙有權於真空之類是也。此種謬說，概自推論而至，非由實驗而得也，自經近代科學家起而糾正以後，於是吾人乃能進而領解使用水於原動力廠中，工廠中及家庭中之道矣。

處理水之舊式不合乎科學之方法，至十七世紀之末始行糾正。當中世紀時代，多數學者對於阿

1. Aristotle
2. Stevinus
3. Torricelli
4. Huygens
5. Bernoulli

基米得及亞里斯多德等古代希臘哲學家之所謂定律，雖迄未有證明其為事實者，顧莫不以金科玉律奉之也。伽利略氏未嘗輕易信之。亞里斯多德嘗謂扁平物體如錢幣者可浮於水，若以同一金屬製之成球則沈；故其結論，乃謂物體之形狀足以影響其浮沈之性質。伽利略始證明此歸納之為紕繆。當時多數學者固皆墨守古代希臘之理論，奉之為金科玉律不容稍加更易者，苟非予以至明確之證據，未由少變其見解焉；然自伽利略證明古代哲學家之學說非有實驗證明其真實者舉不足信而後，於是數世紀來所流傳之紕繆，始漸擊破矣。

關於水之定律之正確智識，吾人今日所藉以使水得供吾人種種用途者，允首歸功於荷蘭實驗家斯提維那斯氏。約於一五八五年間，斯氏證明一容器中底上之水壓係隨上層之水而更變。至十七世紀中，托里拆利，海耳史，柏努利諸氏更彈力實驗，證明水除少數特別性質外，與固體物遵守相同之定律。此種事實，乃治水科學發展之基礎也。因此，物理學逐漸增長之智識，乃得應用於液體矣。

水力學之基本定律，多半皆係發見於十七世紀間，但彼工程師於設計水管，原動力廠或水槽時所必需之種種事實，大都悉自其時而後發見。欲定摩擦力對於水流所起之阻滯影響，則需計量各項不同情形之水流焉。淺河中流水之摩擦力所多於深河中者，究為幾何？河道之形狀對於摩擦力之影響何如？水流速度對此之影響何如？摩擦力於新鐵管中與舊鐵管中之差異何如？管中壓力對此之影

變何如？凡此類之各項問題，皆爲工程師所必須解決，必須實際試驗以解決者也。

顧及水之摩擦力之精巧公式，俾水乃能以與固體物相同定律討論之者，經許多實驗家之研究而後成立，最先研究之者爲社濟氏，始於一七七五年，竟其功者爲庫忒氏，時一八五一年也。吾人應用此種公式及其他諸實驗家所發明之各式河流速度計，於是卽如耐亞嘎拉瀑布之湍流，其每秒鐘流水之量竟能確述至數立方呎以內，並能確定其二十二萬秒呎之水將生約八百萬馬力之能焉。

庫忒氏之公式及完成大水流計量方法諸研究家所得之智識，固皆爲水力工程師所不容或缺者，願欲使灌溉田畝之農夫翕然無所爭論，乾燥區域至寶之水源不致大有耗廢，則自非又有精細計量之方法器械不辦。農夫園丁無需乎數百數千秒呎之水流，但必須用十分之一秒呎乃至五或六秒呎之水流。彼足以灌溉數農場之水量，若以用於計量河流之比較粗率之方法行之，殆所不能覺察焉。原動力廠中，亦不乏僅需用如是小流者。水力學者嘗作甚多實驗，計畫用以測度小流水量之可恃計量水閘。迄今各大學校中及公立研究所中仍從事於此種水閘之研究。實則今日之水閘，苟裝置得當，管理適宜，則已甚稱完美，願研究家仍孜孜繼續研究，以漸發明更精巧之器械，庶幾卽裝之於不甚加以注意之農場中，亦能準確計量也。

論及家庭自來水之計量，此種水閘殊太粗率而絕不適用矣。平均家庭中所需之水，大率猶不及

六百分之一秒。用以準確計量如是小量之利便儀器，於本世紀以前，殆莫能製之。蓋此種精巧家庭水表之製造，既需關於摩擦之近代知識，並需適當方法以製造各部機件，又需新式之鑽孔機也。

世界工程事業中允推何者為最偉大，衆說紛紛，殊難遽斷；然彼通水至美國紐約城中之偉大卡次啓爾溝槽之建築，則固衆口一辭所認為最大工程之一者也。此溝管線，穿山度谷，歷程凡一百二十英里，深入哈得孫河之底下者千呎以上，經過紐約城街道以下二百呎以至七百呎之固體岩石之間。其於哈得孫河下虹吸管上之壓力，計在每平方呎九萬四千磅之上，易詞言之，約等於八輛或九輛鐵路機車相疊駛行其中所生之壓力焉。此類建築中所包之問題，自屬非常複雜困難。工程師設無上述諸研究家殫力研究所獲之結果為之指導，決無由嘗試此種鉅大之工程也。設不知斯提維那斯及其他先輩研究家之壓力定律者，誰能預言底部厚一百九十呎之隄壩竟能阻止一千三百萬之加侖之水乎？誰能預言數吋之水泥乃能抵禦此種總管中之水壓乎？

電燈所需電力之價，轉動吾人工廠中機輪之能之價，及旅行運輸所需之價，其貴其廉，皆由於能力在其產生處之成本，更加以應需之運輸費用而定。除於位置甚劣，困難甚多之地方外，水力常為最廉之一種。設製造家之其他各種情形盡屬相同，其用水力者必能較用煤或他種原動力者產生成本更廉之製品。是以水力之善用，無人不直接或間接受其影響也。

水輪殆於有史之初，即已有之，但其精巧實用，直逮近代科學發達以後而始進步。大多數古代水力機械，僅爲大輪浸之於河內，藉流水所生之力，用以汲少量之水，達於高乎河面之地上。故河流之水，僅一部分被利用耳。洎乎一七八〇年之頃，斯米吞始實驗證明舊式下擊水輪至多僅能發生可能水力百分之三十左右，而上擊水輪則能發生百分之六十五乃至百分之九十。此之發見，實爲水力利用之第一大進步。

自斯米吞之發見以後，於是試作各式之上擊水輪，但水流之下注，仍多不足爲此類水輪所充分利用。因此更作各式水輪，從事實驗，結果以渦輪爲最優良。於是復行實驗研究，將渦輪逐漸改良，卒成一效率甚高之大上擊水輪焉。渦輪既具諸多優於直輪之點，自一八七〇年以還，遂成標準式之水輪矣。關於效率之試驗，自屬諸實驗學家所嘗致力也。

吾人茲試設想此世於各方面皆已進步，唯於水之利用則不然，其智識仍如古代之希臘人民者，則其影響爲何如邪？吾人即不復能有水電廠發生電能以供點燈及原動力之需矣；吾人即不復能有近代之鉅大灌溉建築矣；而城市中之最感不便者，吾人即不復能取給飲水如今日自來水裝置之便利矣。水之得爲人類利用若今日者，科學誠大有功也。

第二十四章 採礦冶金之進化

就美國而論，其於一九二〇年所用值洋六十七萬萬金元之礦物中，僅約四萬萬金元之礦物爲金、銀、銅、錫與鉛，之數者乃有史之初所竭力探求之金屬也。卽此種金屬曩昔大部分用以製造裝飾品物及武器者，現今亦多半用於生利之製造。今日金屬物質則如是廣用於吾人日常生活之中矣，致令吾人幾難憶及其來自地內，亦甚尠省思，設吾人仍舊應用百五十年前之故法以採礦及提鍊此種金屬者，其影響且何如也。果爾，煤價至少必將增高二倍，或且三倍；鋼鐵產物必將倍蓰其價格；石油產物則以無精巧機械之應用，或且不能打鑿深井以發見之，而幾爲吾人所必需之鉛、錫及其他多種金屬，其價必且甚昂，決不能如吾人今日之用之矣。

古時採礦之困難，吾人一考其所用之方法，當可想像得之。美國大湖區域¹之土民，其採銅也，應用粗笨之石錘與石楔耳。其於岩石堅硬之處，僅鑿寬廣祇足容身之孔穴而已，其礦之深，尠有逾數呎者。希臘羅馬等東半球民族則嘗發見較良之方法。礦中先以火加熱，迨岩石熱至適當程度時，則沖冷水於其上；岩石受溫度劇變之影響，卽行碎裂，於是遂得斷而去之。於某種地方，並將冷水灌入岩石罅裂之內，任其冰結，乃將岩石裂碎，於是卽能將其搗去矣。約當十四世紀間，火藥始用於硬度較低之岩石

1. the Great Lakes area

1. Sobrero 2. nitroglycerine 3. dynamite

如煤之類之簡單開採；第火藥之應用，恆甚危險，且有惡劣之氣味，而於大多數地下礦藏之開採，殊無良效之可言也。上述諸法，所需人工，皆甚鉅大，其工作之進行當然必須甚緩，且至有害於衛生，蓋空氣中之氮氣常為柴火或火藥燃燒用竭也。

碎裂岩石之方法，在十九世紀初，一仍數千年前之舊，尠有進步。迨化學昌明，而後爆發作用之原理始明。一八四六年之頃，索布勒羅始有硝酸甘油之發明，越二十年，此物乃與性情物質相參合而製成猛炸藥。此炸藥視火藥力強數倍，甚適於尋常開礦之需。在有氣體爆發危險之礦中，則需用爆發時不甚發火之炸藥；十九世紀之後半期中，嘗有各種此類炸藥之發見。世界大戰期內，德人用液體氮混入燈煤中，以供炸裂之需，俾戰線上所極需之含氮炸藥得以保存焉。液體氮之能驟然膨脹而發生大量氣體，其能適合炸裂藥必需之條件者，世人固久已知之矣，但液體氮之能大量經濟製造以供斯用者，僅近年內之事耳。吾人應用近代炸藥及新式開鑿方法以除礦內之岩石，視一世紀前，增速可達四五十倍矣。

顧探礦術之最大進步，殆由於原動力機械之應用，藉以取代自有史之前歷來所用之舊式手工方法，此蓋始於十八世紀之後期也。世上第一實用蒸汽機之發現，即為抽出礦中之水。蒸汽終乃取煩冗人工抽水法而代之。迨往返式蒸汽機完美而後，遂代人力馬力以舉礦石出於礦穴之外，而運之達

1. Davy

於需用礦石之地方。自一八六一年之頃，應用壓縮空氣之力鑽鑿炸穴以還，鑽鑿之速率於是增高數倍，而煩擾之聲響，亦得藉以減少；現今於甚多新式礦中，壓縮空氣更以電氣螺旋鑽代之，視前則更為優良矣。就美國論之，所產五萬五千萬噸煤中，其來自不用動力機械之礦內者，不及總數四分之一也。新式煤礦中採掘裝車之事，大都皆用電氣機械以代昔日斧鏟之需。於是每一工人所能開採之煤，乃較不用機械時多至約一倍有半，同時艱苦之勞役則因之減免矣。今將裝於車中之煤用一電氣機車曳出於礦穴之外，則僅需一人駕駛其上，每次乃可運至六十噸以至一百噸，視每驢僅能曳載二噸者，其速率則增至四倍或五倍也。且於太低之礦道中，為驢所不能走入者，電氣機車亦可深入而無礙。於十八世紀後期以前，煤之取出於礦外，尋常皆由人工以籃攜取之。是以科學不特有恩於驢馬，抑亦有惠於人工，同時消費者又獲價廉之益焉。設煤礦工人果有繼續罷工之舉者，將來煤礦開採之事業，或竟有如今日諸種製造事業之完全不恃人工之一日歟？

礦險之預防及礦務工人之衛生，皆食科學研究之賜而大為改進。首先發明弧光之大科學家德斐氏，嘗發見一重要之事實，卽火焰為鐵絲網所圍住時，網外爆發性之氣體即不致發生爆發之危險。德斐氏根據此一事實，遂於一八一五年製成所謂德斐安全燈，此於煤礦中及有爆發性氣體之他礦中爆發危險之防止，非常重要。當此安全設備未發明以前，礦中由於爆發及燃燒所遭之死亡損害率，

率，遠較今日者爲高也。自電燈通行以來，較新式之礦中，大多已用電燈以代德斐安全燈。電學愈進步，電之應用亦將愈增矣。

礦中通風之法，設一仍十八世紀後禩所用者之舊，而無所改良者，則以空氣之惡劣，礦工必不能開礦達於較其時更深之處。礦中有限之氧氣，一方供工人之呼吸，一方供燈火之燃燒，故不久其中空氣即不適於呼吸之用。直逮吾人應用蒸汽機及他種原動力機驅動空氣壓縮機及扇風機，送入新鮮空氣，引出惡濁空氣以後，深礦工事，始能實行而無礙。最豐富之礦藏，頗多蘊埋地下甚深者，苟非應用人工通風之法，即不能開採之。今則礦工所需之空氣量，得施以準確之計算，於是乃用巨大之電力或他種動力風扇送入衛生上必需之空氣。當礦中某部偶有火焰發生，或惡濁空氣起始發生之際，工人殆立即受有電鐘、電話、惡臭物質之類之警報，俾其得以亟謀補救趨避，是以此種災害，藉以速行減免矣。

距今百年以前，礦藏之探求，幾全無系統之可言，一惟幸運之是賴而已。於十九世紀之先，地質學不過視作僅供學者消遣之一種純粹科學耳。美國自經南北戰爭而後，其政府始知考察全國各都地質之重要。於是乃提倡地質調查，迄今亦猶在竭力研究中也。根據地質調查所獲之智識，探礦者乃克覓得含有其所探求礦物之地層之所在。及其既知各地層間相互之關係，即可毅然鑿地達數百呎以

下，雖其上盡屬無用之岩石，終自信其能求得所需之礦物。設某地果曾加以精細考查而求得其四周地層之各種關係者，則探礦者即可毅然開鑿礦穴，經過表面軟土而於達到岩石時，即能預定其下之爲何物矣。美國大湖區域內多處鐵礦之發見，初未嘗有何種表面徵象示人其下乃有鐵存在也。探礦者於探求寶貴礦物時，首行探求地球古岩右層之露出部分，蓋此種礦物皆嘗凝集於其處也。美國常有貿然勸人開採石油之投機家，彼初無何種可恃之根據，而特以人爲犧牲耳；深謀遠慮者，全特地質學家之指導，乃知其絕無希望，庶幾免墮其彀中焉。開礦時苟遇礦脈中斷之處，地質學家則能確定所失礦脈之方向及其距離也。此部科學，昔固爲世人所忽視者，今則其用殆無限矣。此不特有用於開礦而已，諸凡農業，工程，建築，軍事等等，亦莫不有需地質學之助焉。

提鍊金屬之術，亦受科學研究而大爲改變。距今一百五十年以前，礦石非含金屬甚豐者，即不值得提鍊。其所用主要方法，大體與數千年前所行者一無差別。銅，鉛及鐵之熔煉，僅用類乎今日鐵匠所用之粗陋熔爐；金之提鍊，僅將合金之礦石與水銀混合，然後乃自水銀合金中析出之耳。銀之提取，先以鉛處理礦石，俾其構成合金，然後將合金加熱，於是鉛被氯化而銀則析出矣。其時所用以加熱之燃料，不過木材或炭，而於製成合金以前所行之研磨手續，僅由人以錘或槌擊碎之耳；是以苟非礦石含有金屬甚豐者，即不值得提鍊也。

自有研磨機械之發明，於是礦石乃得研至甚細，迥非手工方法所可同日語矣。同時成本則又減低至數十倍焉。礦石研至甚細時，吾人即可利用各種不同顆粒其重量各異之原理，將諸多昔時所視為無用之礦石分開或濃縮之。礦石有用之部分，通常較重，故較諸無用部分，沈澱較速。處理硫酸鹽礦石或處理利於用化學方法使之變成硫酸鹽之礦石時，吾人先用漂浮法使其研碎細粒深入含有少量之油或其他種物質能使水構成永久泡沫者之水中。繼乃將溶液竭力攪動，或行他種方法，使之發生泡沫，於是硫酸鹽即集於泡沫之薄膜中，而諸雜質則仍存留於下方。此分開法之結果，頗稱佳良。其詳細手續，皆由科學研究而得也。礦石經上述方法大致分開或濃縮以後，其有用部分乃運至冶金廠中將其鍊成所需之金屬。

冶金術至於今日，視曩昔化學未發達之時，迥有別矣。昔日所用之方法，大都一憑經驗而已；故其結果，良不能定，提鍊亦殊不完全。今則各爐之構造，俱根據於各種化學反應。吾人對於鎔鍊金屬所必需之反應，既有確切之智識，於是燃料乃得有效之使用，因之提鍊亦較為完全矣。是以昔日以為不利鎔鍊之礦物，今則亦成有利可圖也。

近年來金、銀等貴金屬之提鍊，若其礦石無需過量溶劑而能溶解者，則嘗用適當化學溶劑溶解之。迨其變成溶液以後，則頗易用他種化學劑或電流使之沈澱為純粹金屬。金屬之易於揮發者，有時

嘗使之自礦石中蒸餾而出，然後令其沈澱於各別室內焉。

綜上所述各點言之，探礦冶金之術，在百五十年以前，尚甚簡陋不足稱也。美國即在一八二一年時，據云殆無礦物之出產。自經科學研究發明各種機械及炸藥以後，探礦之業，始行猛進。其後乃隨近代動力機械之發達而日益增進。氣力鑽鑿機及電力鑽鑿機之製造，皆本諸科學研究家所發見所實驗之原理也。於未有蒸汽力及電力之利用以前，礦內通風之法，即莫能實現。地質學對於礦藏之探求，實予人以可恃之南針，且亦大有助於開礦及工程。冶金之術，則自應用化學智識以後，始為完全革新矣。

第七篇 製造

第二十五章 鋼鐵之興盛

吾人兒童時代神仙故事中之巨漢，其氣力之偉大爲何如？願其果能每日研磨麥粉二千斛，終年不息，有如近代麵粉廠之所爲乎？果能每次挖泥十八噸如吾人巴拿馬深浚機之所能乎？果能如今日機車之可曳重四千噸，每時行四十哩乎？果能加壓鋼鐵，將其製成任何所需之形狀，如今日軋鋼機之所爲乎？今日世上事物之神奇，誠多吾人兒童時代怪異幻想所難及也。

方今各種機械之發達，固已甚屬可驚，然鋼鐵之應用於機械事業，仍見其歲有增加焉。陸行每時百哩之速率，世人猶以爲未足，乃欲增至每時能行百五十哩或二百哩。鋼鐵穿孔，既達每秒三十呎之速率，世人猶以爲未足，欲其更能增速十數倍。是以虔誠求助於科學神前，祈其惠以更多之權力，嘗以迫切之信心，用待神賜之見頒。其人雖常食賜而忘報，或已躬受其惠而未覺，但科學之神，恒有求必應，未嘗使之失望也。人類所受種種科學之恩賜，殆未有視鋼更爲重要者。

1. Galileo 2. Newton 3. Cort's grooved rolls 4. Black
5. Aubertot 6. Neilson

中世紀以前，鋼鐵祇視為用以製造武器及少量用以製造工具之珍品。其自礦石提鐵之法，僅用今日鐵匠所用之風箱，故成品之品質，頗難一定，常須更經鍛鍊，庶成有用。至十五世紀之初，始創機力風箱及一種小爐，用以鎔鍊鐵礦，使之變成鑄鐵；其後直迨科學昌明，於是鍊鐵之術，始更進步。

十七世紀末，機械工程之長足進步，實為鐵業發展之初基。自伽利略及牛頓之時代以還，宇宙機械力之智識，始漸明晰，於是乃進而求工作效率之增高。職是之故，一七二八年之頃，乃有製造鐵板之軋壓機發明；迨乎一七八三年之頃，則有科特氏溝槽軋機之發明，用以製造鐵條與鐵桿。在一七八三年以前，蒸汽機已為世人應用，至十九世紀初，乃有鐵路之建築，於是鋼鐵之需要劇增。鋼鐵業之發達，與機械力殊有密切之關係，蓋應用機力時，自需一種能耐鉅大壓力之物質，在蒸汽鍋之情形，則又須能耐火焉。人類之物質進步，實始於其能增殖機力以資應用，鋼則大有助於力之管理者也。

迨及十八世紀之末年，化學家始知分解化合物之方法，領解燃燒係一種化學作用，打破昔時希臘哲學家歷來所深信之謬說。約於一七六〇年時，布拉克氏之觀察與實驗，亦頗有助於生熱保熱諸種問題之解決。十九世紀之初期，此種原理即行應用於鼓風爐中，與柏托特於是首創利用富於一氧化炭之爐內廢氣以煉鋼，此種氣體以前盡被耗廢燃燒於爐之頂部者也。一八二八年，泥爾孫更行減少燃料之廢耗，其法即將鼓入爐中之空氣，在外另以熱力預行加熱，至一八三二年，則利用爐內廢氣

1. reverberatory puddling furnace
2. crucible process
3. Huntsman

以加熱之。除供上述加熱之需，其餘廢之廢氣，今乃用以發動氣機，驅使各種製鋼之機械。此能力保存之卓見，全藉科學研究關於工作與能力之問題，嘗予人以深切智識也。

冶鐵方法之其他重要改良，藉使鋼鐵業得有今日之發達者，科特氏於一七八四年所發明之，反射攪鍊爐，要不容遺忘也。在此爐中，燃料係燃於別一爐內，僅使火焰射接於鐵上；如是，鐵中炭分之去除，較諸以前或竟現在將燃料與鐵接觸燃燒時所得之結果，優良多矣。應用小密室而將熔滓或雜質細行分開之坩堝法，乃用以製鍊甚高等之鋼者，係於一七四〇年之頃，罕次曼氏所首創。此數改良之成功，吾人後當詳知，較諸十九世紀中繼起改良之成功，歷時殊甚久長也。是種改良之原理，當時實猶未十分領解，其能成功，多半由於不折不撓之嘗試耳。鋼鐵鑄鍊法之改良，設全藉類此之嘗試方法者，吾人今日所知之鋼鐵時代，殆莫能產生也。實則上述諸種新法，對於鋼之應用，並未發生非常重要之直接影響。一七四〇年之頃，歐洲銑鐵之生產，平均每人不過二磅。美國於一八一〇年時，每人約僅用鐵十四磅；其於一八五〇年，適當新式改良開始之時，每人用量即增至約四十九磅，及至一九二〇年，則殆達七百磅矣。於一八六七年中，每噸鋼價僅嘗減至約美金一百六十五元，而今則每噸祇需美金約三十元耳。

鋼鐵製造之大進步，蓋由於科學家關於化學、電學及熱學在實驗室中研究所得之種種智識。自

1. Bessemer
2. open-hearth process
3. Siemens' regenerative gas furnace
4. the Argand burner

十八世紀末，至於十九世紀之中葉，化學之進步甚大。化學分析之結果，吾人乃知鋼鐵產物品質不能確定之原因，蓋由於其中所含雜質之不同。硬化鋼之各異，炭乃其最重原因之一端。據顯微鏡之考察，炭與鐵可構成數種不同之產物，其成在之比例，大有關於鋼之性質也。磷、炭、及硫皆為有害之成分，故須選用不含此種物質之礦石，或須別行設法去之。

經詳慎之研究，柏塞麥於一八五六年乃創一種鍊鋼新法，即吾人所稱為柏塞麥鍊鋼法者是也。此法利用空氣中之氧能與大熱之炭及矽相化合而發生熱之一事實。故使空氣經過細微管口，通入熔融之鐵中，於是鐵中雜質——大部分乃炭及矽——遂被氧化除去，同時發生大熱，藉以熔融他種雜質，由是乃易以去除之矣。迨鐵中雜質減去以後，視所製鋼性質之不同，乃更加以其所必需之炭或他種物質。如是行之，鋼之品質庶幾常能順從人意，不致發生不良之結果，非若舊式方法之必須選擇成分相近之礦石以鍊鋼也。於是在昔僅能「取吾人之所能得」者，茲則乃能「得吾人之所欲得」矣。是以柏塞麥法之發明，實使製鋼工業起一絕大之革命。嗣後鋼之製造，殆全採用是法，歷時甚久焉。直迨近年，開爐法始起而代之。現今美國之鋼，約共四分之三，皆為開爐法所製矣。此法原理之發見，猶在柏塞麥法之先，但以不能產生甚高溫度之故，是以直須待至一八六〇年西門子復生氣體爐完成以後，始克致之實行。此爐生熱之法，係與阿其氏燈應用同一之原理。此乃根據科學方法所構成，使

受熱氣體與受熱空氣同行燃燒，俾得發生最強之熱度。因此，遂無需如柏塞麥法之必須用深厚熔融鐵液，然後始得所需之高溫——通常不逾華氏二千七百度，職是之故，雜質之去除，更易於管理，因之產物品質，益為齊一。熔融鐵液，時時取出少許，加以試驗；於是加以他鐵，俾雜質適如所需之量，用能製成適當成分之鋼。故鋼之品質，全恃熔融鐵液成分測定之準確，或特適當混合物配合之技能焉。

製鋼工業之最新改革，電爐之應用其一也。自十九世紀初期德斐氏實驗電池以還，鐵絲知其不能為電所熔融。電熱爐約於十九世紀之中興，始行出現於世，一八七八年之頃，西門子嘗創一種電爐，為現今電爐之始基。電爐頗多特別優點，為煤爐或焦煤爐所不備者。電爐能閉禁甚密，藉使氫氣及硫（而以後者為尤有害）不若在尋常爐中時將與熔融金屬相接觸。此點對於雜質之去除，令人益易於管理。除此種優點而外，電爐之熱度，可隨意操縱，無需攪動熔融之鐵液也。因此，熔滓之分離，乃得更為完全。坩堝法固為電爐鍊鋼法之一勁敵，但自其產量及價格言之，電爐殊非坩堝鋼所能及矣。就美國論之，其鋼之由於電爐製造者，今雖僅為總量百分之一·二，然至將來，其大部之鋼或皆出於電爐之內，亦未可知也。其於一九〇九年中，電爐鋼僅為百分之〇·〇六，坩堝鋼則為百分之〇·四五。今則坩堝鋼不及百分之〇·二矣。電熱鎔鍊之歷史，迄今猶未達二十五年，故其究將取代煤熱鎔鍊達於何種程度，猶需假以時日，俾其更加進步而後，乃得加以預測焉。瑞典國內今日之情形，即以電鎔

鍊鐵之礦石，其價亦較用燃料爐為廉。一切鋼之合金，殆皆為電爐所製也。

於十九世紀末廿五年前製鋼上之一種大困難，即鐵礦石中若含磷與硫多於百分之一之某一分數者，其所製成之鋼即屬性脆而質劣。吾人於此，又需求教於化學研究家。承其指導，於是爐之內側乃敷以石灰，或則別行設法使熔融之鐵與石灰接觸，由是此種雜質遂被除去。

其又一困難，即於爐內氯化鐵中之炭及他種雜質時，鐵同時亦受一部分氯化作用，因此鋼之品質，將成不良。此弊其後則以加入含錳之鐵治之。

於鐵之顯著性質中，善於適應，乃其一也。祇因處理方法之小有差異，或祇因其中含有幾許他種原質，鐵即能製成或硬或軟，或脆或韌，或具彈性，或易鼓鑄，或剛或柔，或強或弱焉。炭分之差異足以使之發生此種變化，斯固於未知化學以前已利用之矣；但他種金屬含量少起差異，亦足影響鋼之性質之智識，直逮十九世紀之後，始漸明瞭。一八六八年間，某冶金家嘗製得一鋼，彼初未加以急冷之處，理如多半鋼之情形，而乃忽焉硬化。經化學家之研究，始悉此鋼與他者之主要差別，由於其中含有錳耳。嗣後數種其他物質如錳、鉻及鎳之類，知其對於鋼鐵亦生特別之影響。自得此種發見以後，於是漸有吾人非常用鋼鐵合金之製造。設無種種合金鋼者，吾人今日用於汽車中及他種機械中之鋼量，必且倍蓰今茲所用者，因此機械之價格，必且遠較此時為高矣。

1. quenching

吾人茲姑任舉數種重要合金，約略述之。鎳於鋼中多至約百分之十五，可使鋼益增強韌而不生銹。鋼中含鎳約百分之三十六及錳約百分之五者，其膨脹係數非常微小，故極適於製造鐘錶，鋼卷尺及他種計量儀器。若含鎳更多，則得一種與玻璃膨脹係數相同之金屬，適用於電燈泡中。

今者吾人幾能製造各種金屬以應需要，一如吾人製造其他種種化合物。防盜保險箱之製造，吾人用含某種比例之錳或鉻之鋼鐵，以其非常堅硬而又能禦火也。鉻鋼能耐劇烈之震動，故適於軋碎岩石之用。鈳鋼之性質，大致與鉻鋼者相同。某種鎢鋼，極適於機械工具中之所需，用能增高金工場之效率，數倍於前。於此金屬發見以前，金工場中鑽鋼機械之鋒刃，若運用甚速，即甚易於損壞，蓋鑽鋼機易於變熱而失其堅性也。鎢鋼則不然，雖其磨鋒熱至赤熾，亦能保持其鋒利如初。因此大廠之鑽口，乃克較前速至十倍以上。除上述諸合金外，鉬、矽等合金鋼鐵亦皆各有其特殊之用途，此乃由於化學家與製鋼家合作研究之結果也。

化學家之職務，即待鋼製成以後，猶未可謂爲已盡其能事。鋼原爲易銹之物質，設不加以保護者，自不能若今日之有用，於是復需求助於化學家以解決此困難焉。若橋梁等建築物之用鋼甚多者，化學家知其少行生銹，當無甚大之影響，祇須加以某種適當塗料可矣。但如外科醫生之器械，及刀、叉、鋤板之類，其物些微生銹即將喪失其價值者，化學家自須攻究更加完全之保護方法也。

對於貴重器械之防護方法，化學家常借用物理學家之電流，隨情形之不同，實行鍍銀，鍍鎳或鍍銅之處理。若其爲一價廉之鐵盆，則僅將其浸於熔融之錫中，隨取出之而任其冷卻可矣；如其爲一稍貴者，則可塗之以鋅。有鈎鐵絲等粗糙細小物件之防護，則可使之經過熔融鋅液之內，或以熱鋅注射其上，令其得一包皮可矣。近年來鋁價頗廉，故常用以鍍護某種鐵器。至於防護鐘錶指針等物之方法，則可使之生鏽或一部分氟化於一密閉之爐內，此鏽卽爲一甚佳之保護也。

本世紀初以前，凡關於經高度鍛鍊之器物，以其不能受過分熱度之故，殆無法塗以防鏽之物質。於是有一實驗家發見以熱至殆達沸點之硫酸鐵溶液處理之，結果頗稱美善。新近則嘗發見可藉電鍍法籍之以銘。此物對於空氣、水、及酸類，概不受其影響。鐵製刀、叉、瓢匙之類之曾鍍銘者，能常保持其光澤而又甚硬，故頗耐用。

防鏽之道，今固甚夥矣；然更廉之方法，仍需化學家之研究有以發見之。迨將來化學家研究更有所得時，此種效率較差之簡單防鏽劑如錫之類，或將爲新式較廉之物質所取代焉。

茲請更作數言，綜論鋼鐵業發展之情況。夫鐵之發見於世而爲人類所珍重，固遠在數千年以前，但於近代實驗時代之先，其自礦石中提鍊之法，實爲非常困難。自人類機械智識增進以後，於是始克實行大規模鎔鍊而價乃較廉。迨化學發達，製鋼業乃起空前大改革，逐漸進步以至於今日，但尙未臻

登峯造極之絕徑也。由是鋼價逐漸低廉，而其用途亦漸行增廣矣。鐵之消費於近十年中者，視前一百年中所用者為尤多焉。新合金亦繼續有所發見，以應各種特殊之需要。鋼鐵製造之種種進步，其主要策源之所，固在化學實驗室中，然使吾人對於加熱問題益行明瞭，供給吾人以電流，予吾人以適當計量材料強弱之方法，教導吾人應用分光鏡以測定金屬在爐內時之成分，及應用顯微鏡以發見鋼之特點者，則皆物理實驗室中研究之結果也。

自有上述種種專門學之研究，其後始有設計家及發明家應用其原理而致之於實用焉。

鋼鐵及其合金之應用既日漸推廣，於是工業界之情形乃為之丕變。不特人類財富為之大增，其各方面生活上之幸福，亦以鋼鐵應用之增廣而大為促進。科學研究家苟一反省其在此「鋼鐵時代」之建設工作中所効之勤力，固亦足以自豪矣。

第二十六章 紙——人類平等之樞紐

對於人類等級區別之破除，其影響最鉅大者，殆莫低廉之紙若也。人人果能自由交換其意見，則其對於公正平等之旨，自克發生廣闊之見解。自多數人民知讀書籍、雜誌、報章以還，於是乃悟人人莫不願有健康、快樂、長壽之生活，莫不願於享有資財以謀最佳之幸福，莫不希望各盡所能以應付種

種之情境，莫不矜愛其親戚友朋，維護其團體，城市國家，莫不奢望滿足其音樂，美術，及度相類生活人民之文獻之雅嗜也。苟各人心中皆蓄此一見解，則自各求其應享之幸福，而昔時牢不可破之等級區別，當能不滅而自泯矣。

上一世紀以前，舉世惟富有之人，斯能購備多種書籍及其他交換思想之箋冊耳。昔時紙之製造，係用迂笨昂貴之手工方法，因之其價甚昂，惟少數人得享用是種奢侈之品物。於新式製紙法未發展之先，小紙四千張之型成，亦需人工三名，工作幾達一日，至其全部工作，或需歷時三月之久焉。今者應用改良之機械，則於一小時內，乃能製成等於商業寫書紙殆一百萬張之數量，幾乎不必加以人工管理矣。此即較近紙價之所以能減至為一般貧民亦堪購買之一大原因也。

美國於比較短時期之內，其每一男女，兒童於一年中所用之紙量，已增至約一百三十七噸，等於尋常商業紙約一萬七千張。然其用於書寫及印刷者，祇稍多於百分之四十耳，其餘係用為紙版，硬紙盒，包裹紙，紙袋，糊壁紙，蓋屋紙，及其他種種用途。距今七八十年以前，紙之經濟用途，唯供書寫與印刷之需而已。今則紙之用途，已達數千百種。幾至不勝枚舉矣，顧其新用途之發見，歲有增加焉。

吾人夷攷紙之歷史，知為我國漢時蔡倫所發明，約在西曆紀元前一百零五年，其傳入歐洲，迄今亦已七百餘年，然紙之普遍應用，直迨十九世紀中始行實現。新式製紙方法之改良，蓋由於二種要素，

機械與化學之進步是也。於一七九八年發明第一製紙機以前，紙之製造，完全出於手工方法，一葉一葉製之。今則吾人裝入原料於機之一端，即能得完成之紙於械之他端，其速率幾與長距離賽跑者之速率相埒焉。茲設擴除機械於不用，則數百十種之紙類物件恐即將失現於市場之內，於是新聞紙，書籍，雜誌之類，殆將一切皆停刊矣。

機械用鋼價格之及低減鋼鐵機械製造之改良，二者對於紙價之低落，皆有重大之影響。機械之構造愈完善，其用代人工愈經濟，則紙之製造，自能愈廉也。

然單有機械之改良，而設無較廉造紙纖維以補充替代麻棉破布之用者，則今日甚廉之新聞紙，亦莫能產生也。於上世紀中葉以前，造紙所用之原料，泰半唯麻棉之破布耳。製紙機械既使產物之價格降廉，因是紙之消費，增加劇速，乃供不應求矣。今者棉之消費，遠在任何他種織物之上，然尙不及所用紙之重量五分之一；設破布爲製紙之原料，則僅一部分之新布用於製紙耳。故破布但能供給近今所需紙量之一小部分而已。

製紙界既發生上述情形之困難，於是實驗家乃以木材，竹，蘆，紙草等纖維植物爲試驗；較近則更有試以瑞士白甜菜葉製紙者。此物三月之內即行成熟，其所成產物，不亞於日本最佳之羊皮紙；可供雕版及繪畫之需。試驗結果，多種植物之纖維俱適於製紙之用，但其大多數皆不能廉價大量得之。木

材在多半國家內，皆甚豐饒而價廉，故已成爲紙之最大來源。某類木材能產甚良之紙料，唯將其製成紙料之際，吾人甚難維護其纖維使不折斷耳。纖維之長度，對於紙之品質甚關重要，蓋纖維一短，則紙自難強韌而易碎裂也。

新聞紙及其他低廉紙類所用之紙料，以其產物並不需要強度及耐久之性質，故祇須以石磨將木材磨碎成粕，而後加以少量纖維較長之化學木材紙料或破布紙料，用作維繫物質可也。如是磨成之木材紙料，其價之廉，不及用任何方法製成者之價之半，是以盡其所能而應用之。今者美國所產之木材紙料中，幾乎半數爲機械磨碎紙料。此種紙料雖有各種缺點，然在化學木材纖維之價格未能低廉以前，必且繼續甚爲重要。近今吾人嘗將木屑與灰調成一種耐水耐火，不脹不縮之物質，用以製造紙版及木材代替物，可使之具適當硬度與韌性。

紙之自機械磨碎紙料製成者，不適於書籍及他種永久簿冊之用，蓋其紙料中含有樹脂類，矽酸類及他種細胞間物質也。此種物質易受光線、空氣及相類化學原動力之作用，致使紙質損壞甚速。夫書籍之易於變色破損如尋常新聞紙者，孰願購而有之乎？迨紙質損壞之原因一經發見而後，化學家即知應用化學劑溶出此種有害之物質。緣此種物質，皆已知之甚諳，故可用以去除其物之化學劑，得有數種；然在十九世紀末季以前，其所必需化學劑之價格尙太昂貴，不能實際用之於此途。工業化學

之發達，殆濫觴於十九世紀之初，至其末期，乃稱極盛，於是製紙所需之重要化學藥品，價遂爲之低廉，因此，化學木材紙料乃能與其他紙料相頡頏矣。

木材紙料之化學製法，其發見最早者，爲苛性鈉法，時在十九世紀之中葉。應用此法所得之纖維頗長，除最苛刻之需求外，可用於製造一切用途之紙。自此種纖維成功而後，製紙家於是更行探求他種價格更廉之化學紙料。較近苛性鈉之價格雖視上世紀初已大低廉，處理木材之方法雖歷經研究而加改良，然用苛性鈉製造大量木材紙料，終屬所費太昂。其果能與他法相競爭者，端賴實驗研究俾化學藥品非常低廉耳。處理木材所用之高壓汽鍋，與夫自廢液中收回苛性鈉所用之器械及方法，皆直接或間接得自諸科學家之研究也。

當一九二〇年時，苛性鈉法木材紙料所製之紙，每噸約值美金一百一十一元，亞硫酸鹽法者約值九十三元，硫酸鹽法者約值八十六元。所三方法皆能產生頗長之纖維，故都適於製紙之需。今茲化學木材紙料中，當以亞硫酸鹽法處理者爲最得用。一九二〇年，美國計產亞硫酸鹽法紙料約一五八六千噸，苛性鈉法紙料四六三千噸，硫酸鹽法紙料一八九千噸。亞硫酸鹽法紙料之製造，約始自一八六七年，後於苛性鈉法祇十年有奇耳，然當初此法並無商業上之重要，蓋所用化學藥品易於侵蝕蒸餾鍋也。經一二十年之實驗研究，始有耐酸之蒸餾鍋發見，於是此法乃能實際應用。自是以後，其法遂逐漸

發達，常取苛性鈉法而代之矣。

硫酸鹽法雖為最廉之化學木材紙料製法，然其將來之應用奚似，今尙未能預測。其應用於美國，猶屬十年以內之事，顧其產量已殆及苛性鈉法者之半數矣。此法製紙之原理，大致與苛性鈉法者相同，唯不用價格甚昂之苛性鈉，但用較廉之硫酸鹽及碳酸鹽耳。製造硫酸鹽紙料所需之時間，固長於苛性鈉紙料之所需，然以此法之最後成本，終視苛性鈉法及亞硫酸鹽法者為廉，故其不久且為後述二法之勁敵，其或然也。自一九一四年以還，美國每年之硫酸鹽紙料之出產皆增至百分之二百五十八，而其苛性鈉紙料及亞硫酸鹽紙料則僅各增至百分之三十二及百分之三十八而已。

將來製紙化學之研究愈益進步，紙之價格自當愈益低廉矣。顧適於製紙之木材，或有用罄之日，吾人自須有求於科學研究，預策未雨綢繆之計，探尋他種廉價之造紙纖維。今者吾人固知有多種纖維俱甚適於製紙之用，惟如何乃能以較廉方法使之變成紙料，則尙有待於研究也。

化學家不僅供給吾人以製紙材料較一世紀前廉至數倍而已，且予人以低廉之漂白劑，色質，黏料，及其他相類之物質焉。輒近復嘗發明一種黏土物質謂之本香泥者，¹可用以除去紙上之油墨，因此曾經印刷之紙張可再三供新聞紙之用矣。

是以綜而言之，吾人今日所以能有低廉之紙張者，全恃昔時之種種科學研究，用能有蒸汽機，煤

1. Bentonite

氣機及電動機之應用，用能分析造紙之材料，用能有低廉化學藥品以供製紙之需用，能享受低廉之運輸方法也。紙者，傳播文化之利器也，抑亦人類平等之樞紐也夫。

第二十七章 化學工業之創肇

曩者化學僅爲實驗室中之一種抽象學問而已，吾人常以之與星相之術相提並論者也；其成爲最大製造業之一，發展殆不過一世紀耳。姑就美國論之，其於一九二〇年所產之化學品及聯類產物，討值美金五十六億元以上，平均每人約得五十三元。顧世人之不知有化學工業者，猶比比也。蓋其有裨於民生，僅出自間接之途徑，故不易爲人所覺察耳。實則諸凡農業之發達，礦油之提煉，染料，香料與夫藥材之製造，玉蜀黍與木屑之變成糖漿，油脂之精製，紡織物之改良，影戲業之發展，用於開礦及國防上炸藥之製造，與夫其他日常生活中事物之改良，莫不直接間接有需化學工業之襄助也。化學藥品亦與創造是種化學藥品之諸實驗室相類也，大有造於人羣之幸福，而其名或不著稱焉。

化學工業之發展，嘗與純粹化學攜手比肩而進也。於近代化學未曾發現多種化學藥品之用途以前，吾人所需之化學藥品甚少數耳。當十八世紀後，化學初代鍊金術而起以前，化學藥品殆僅應用於冶金術中，今則其應用於此途者，但佔全數之一小部分而已。自最早化學原理一經發見而後，舊

式方法即漸爲科學方法所取代，因是乃獲低廉之產物，開闢種種新用途。根據十九世紀中諸研究家日積月累之智識，於是乃有無數新化學製造業之肇始，其法則更日新而月異焉。

硫酸者，工業界中之基本化學藥品也。各種工業，殆未有不受其影響者。其用於製造他種化學藥品及藥材者，每年幾達一百萬噸，而用於製造硝酸及鹽酸，尤稱重要。石油工業中之某類粗製產物，係以此酸精製之，俾其更成有用。精製汽油每十加倫，火油每八加倫，滑潤油每二加倫半，需用硫酸各爲一磅；如是費用之硫酸，總計乃在五十萬噸以上。其用於鋼之浸滌及塗銑者，計亦一百萬噸之譜。他若紡織，紙，革，膠皮，漂白，塗料，甘油，酒精等工業，亦莫不有賴於此酸也。

硫酸工業之發軔，約在十八世紀之中禩，後於硫酸與硝酸之初次製造約九百年；然在十八世紀末年化學尙未發達以前，硫酸工業，仍甚幼稚也。繼因化學反應之智識逐漸增進，結果乃有勒布朗製鹼法之發見，係用硫酸處理食鹽製之。於是硫酸之需要劇增，諸研究家乃始從事攻究硫酸製法之改良。欲使硫酸之價格廉至可供製鹼之用，則所用器械之材料，管理化學反應之方法，與夫硫之來源，三者非皆加以改良不可。此勒布朗法大規模製鹼之成功，嘗費三十年以上之實驗，硫酸價格之低廉，乃其成功之一大原因也。泊乎十九世紀之中葉，煉油工業以興，未幾更有化學肥料製造業之繼起，皆須消費大量之硫酸。在少產硫磺之國中，硫酸之製造殊感困難，設非化學家發見硫鐵礦法以製硫酸者，

1. Leblanc soda process

1. Schönbein
2. toluene
3. trinitrotoluene or TNT
4. picric acid
5. collodion
6. "New Skin"

硫酸即不足供給上述之需要，美國即其一例也。其於一九一四年所產之硫酸中，僅百分之二·六乃製自硫磺者。願在一八八〇年始行採用硫鐵礦法以前，幾乎所有硫酸，全係硫磺所製成。硫酸製法之種種改良，不特使硫酸價格視十九世紀初驟廉至凡數十倍，且亦間接促進無數近代重要工業之興盛，此則吾人於本章首節中已略述及之矣。

硝酸亦為一種極有關於多種工業之化學藥品而為吾人所常忽視者。吾人之知有硝酸，尚在西元八六〇年之時，然於上世紀中葉以前，僅用於實驗室中及冶金方面而已。逮十九世紀中葉，申拜因始發見棉花等纖維素受硝酸作用以後，即可製成炸藥。其時有機化學頗發達矣，故化合物之性質已能明瞭。未幾，乃更作種種試驗，藉覘硝酸對於他種物質之影響。甘油受硝酸之作用，即成硝酸甘油，遠其一經製成易於攜帶之猛炸藥而後，於是此炸藥乃大為世人所需要。嗣後吾人更需大量硝酸以製無煙火藥，比來更用之自一。烷困以製三個硝基一烷困，自石炭酸以製苦味酸，是皆著名之軍用炸藥也。吾人今常用以敷貼傷口及塗被某種布料之膠，棉即俗稱為「新皮」者，亦需大量硝酸以製造之。近年以還，大量硝酸更用於假象牙質之製造，以製種種梳裝用品，彈子，影戲片及照相片焉。

硝酸昔時殆完全皆自硝酸鹽處理而成，而硝酸鹽多半係產於智利國內。設當一九一四年時製造硝酸之原料全藉此一來源者，則前次世界大戰必且受封鎖政策之影響而早當中止矣，蓋新式戰

爭端仗此酸爲其武器也。顧化學家嘗發見數法，能自空中之氫氣以製此酸，是以德國乃有無盡藏之原料製造硝酸矣。溯硝酸新式電氣製法之由來，實係濫觴於十八世紀後禩英國實驗家卡汾狄士氏初不重要之大氣研究。氏嘗通電氣火花於空氣中，不期發見硝酸之生成。此一發見，初無實際之應用，直待電價甚廉而後，始顯其功，今則已成一種極大工業，用能約百萬馬工率焉。吾人自有電氣法，液體空氣法，及其他種種方法，固定空中氫氣以還，硝酸及硝酸鹽肥料之製造，自可無需仰給日漸減少之智利礦藏矣。

鹼之製造，亦爲化學家所創肇者一種非常重要之工業。於鹼之種種新用途及其新式低廉製法未曾發見以前，鹼之需要，僅少量耳。卽於一八八三年時，全世界鹼之產量尙遠不及美國一國在一八一八年内所產者之半數。昔者多半之鹼，但用爲烹飪鹼及洗濯鹼，亦用爲苛性鹼以供肥皂製造之需而已。其無數新用途，皆係發見於前半世紀之內也。吾人於別一章中，將行述及鹼之在紡織工業中之種種用途，人造絲之製造，亦需用之焉。此外，紙，水塗料，膠之代替物，彈子等種種物品及多種化學藥品之製造，亦莫不有需於鹼也。單就鹼灰（卽烹飪鹼）一種言之，美國於一九一八年之產量，約計一百四十萬噸，值美金約三千五百六十萬元云。此鹼昔時殆完全以勒布朗法製之，其法吾人於討論硫酸時蓋已述及之矣。自化學理論愈益了解以還，於是乃發見其他更簡之方法。苛性鈉之可用電氣製造，

吾人知之固屬甚早，然設無物理學家之研究，使電價變成甚廉者，其法終莫能實行耳。距今三十年前，商業規模之電氣製鹼法固尙未能施諸實行，顧今則已成其他各法之一勁敵矣，而於製造甚純之鹼時爲尤見長焉。

與鹼之製造甚相關聯者，則爲鹽酸與氫之製造。吾人於其他章中，分別述及鹽酸之種種用途，如用於製造玉蜀黍糖漿與糖食，用於製膠及供某種用途之脂，用於浸鐵以備塗銹，用於漂白紡織物之類。當食鹽受硫酸作用時，即有氫氣之發生。在舊式製鹽廠中，氫爲一甚被厭惡之物質，蓋以此物之發生，大有礙於鄰近植物之生長，故常易發生訴訟事件也。此種情形，歷時甚久，直逮化學智識發達以後，始行發見氫之種種用途，於是此一物質乃成製鹼廠中一種甚可寶貴之副產物。今者吾人不特用遊離之氫而已，其與氫化合而成之鹽酸及與石灰化合而成之漂白粉，亦莫不大量用之矣。

以上所述，僅就基礎化學工業中，擇其一二，畧行討論之耳。吾人於此，亦可諳知吾人生活之各方面，殆莫不受此等化學物質之影響，即在百五十年前人類所視爲神祕莫測者也。化學工業既有堅實智識以奠其基，嗣後研究愈進步，自然界基本真理之智識愈發達，吾人其能創肇種種有利人生之物質，當可無疑也。將來人類之幸福，自將隨吾人種種新事實之發見，藉使吾人更能明瞭自然界之定律，月異而歲不同焉。

第二十八章 大宗染料之掌故

上天之仁慈，有時誠非吾人意思所能及也。觀夫絢艷芬芳之花卉樹木，一旦萎謝凋零，久久其所遺存於世間者，唯黝暗之煤塊而已，是豈上天好生之德邪？洎乎輓近，吾人方知天之愛惜絢艷芬芳，適當植物腐敗之期，亦維護之不遺餘力，幾乎直至植物完全解離而後已焉。僅約二世紀前，吾人始行發見煤中蘊有數千萬年以前植物所聚蓄之能；而於煤之廢棄物黝暗惡臭之焦油中發見植物絢艷之色質，則尙未及百年也。自化學家於吾人所視爲最堪嫌惡之煤焦油（或稱煤膏）中發見種種染料，香料及藥材而後，於是吾人關於自然界之智識，視前乃更進一步已。

緣吾人對於有色衣料，紙張及其他物質，日常所接觸者已如是慣習，故染料之重要，幾至遺忘而蔑視之矣。姑就美國言之，其每年所用染料，約計六千萬磅之多，於一九二一年時，平均每磅約值美金八角云。美國製造業每年所製產物，總計其值乃在美金三十萬萬元以上，所用人工，總計不下二百萬人，願以染料工業爲其本也。吾人所著之襪，內含染料約值美金二分，衣服中自含更多之染料。美國煤焦油廠之價值，於一九一九年時，計值美金一萬三千五百萬元，煤焦油廠即大部分染料之所由出也。歐戰以前，世界各國所需之染料，大多皆仰給於德國；迨戰事發生，供給斷絕以後，各國始勵行製造染

料，美國染料業之發展，即始於此耳。美國當歐戰期內，設無煤焦油及化學智識以用之者，則其染料問題不知當經若何之困難矣。

距今百年以前，化學家對於有機物之智識，殆絕無僅有而已。其時化學家關於有機物質之處理，頗如中世紀時鍊金術家之所為，僅憑經驗程式試將數種不同物質混合一起，冀其幸成一種有用之產物耳。洎乎十九世紀初禩，有機化學之數項基本原理，始行發見，於是有有機物質之處理，乃靈巧而達理矣。

最早與染料有關係之重要發見中，溫味得本氏於一八二六年自靛青乾餾產物中發見靛基（或稱生色精）即其一也。至一八三四年，倫革氏發見此乃煤焦油產物之一種，但其時有機化合物之智識尚甚幼稚，故此關係猶未能實際利用之。

當此之時，化學家對於無機化學之問題業已大半解決，所視為神祕莫測者，惟有有機物質耳。自一八二八年德國化學家味勒氏發見尿素夙唯生活有機體所能產生者可自無機物質製成以後，於是有機界之醫障始行揭穿。因此，化學家之胸襟中乃得一新希望，始真從事有機界鎖鑰之探求。數種較簡單之化合物，嘗受縝密詳盡之研究，願經時頗久而真所發見者，唯彼分析家將複雜有機化合物析成多種成分相類之物質而已。

於一八六七年開庫勒¹其「困」分子構造之理論以前，有機化學家初無何種經濟綜合製法之成功。大半世紀之時間，僅資歷足多數化學家好奇之心而已，其對於生活有機體所製造之一切物質，莫能生之，亦莫能毀之也。其何以若是好奇乎，曠能知之？蓋其心中似無一定之對象也。若夫染料與香料諸經濟產物，在開庫勒時代以前，初未能綜合製之焉。

茲為篇幅所限，開庫勒之理論，不容詳加討論；惟得一言蔽之，當此理論未發見以前，化學家對於有機物質之處理，僅如捉迷藏戲之暗中摸索而已，自開庫勒以後，於是乃如建築家之有一定繩墨矣。今日化學家如欲製造一種新染料者，則無需皇皇奔走於實驗室中，東取一瓶，西取一瓶，罔加選擇而貿然將物質混合以嘗試也。化學家僅須靜坐案次，籌思計畫，其始但為簡單之分子式，繼則逐漸代替其中之原子，衍化增繁，終乃成為甚複雜之化合物。開庫勒之所以聲名卓著者，即為其運思此計畫之方法也。是乃準確綜合製造之基礎，染料、香料及藥材工業因之而大起革命者也，不特製造家贏利豐收，而其價視前亦反廉焉。

於開庫勒理論未發表以前，嘗有數實驗家從事煤焦油及染料之研究。一八五六年，英國青年化學家拍琴氏²試自煤焦油以製人造規寧³。取規寧⁴因油而氯化之，竟發見一種呈美麗紫色之產物；此乃「卵符」⁵，即公認為第一種人造銜基因染料者也。顧此發見，僅屬偶然之事耳；當時此化合物之性質尚

未明曉，故莫能準確經濟以製造之。

最早製造綜合染料之一種爲茜草色精，曠昔係自茜草根中提出之一種紅色染料，嘗廣用於衣料之染色。其自茜草植物中取得，係在西元一八二八年，其綜合製造則始於一八六八年，即開庫勒發見其因分子理論之翌年也。茜草色精之綜合製法，爲英人拍琴及德國二化學家格拉柏與李伯曼幾於同時所發明。此人造染料甚稱發達，因之法國茜草區域夙爲多半紅色染料之產地者，竟致無利可圖而有一蹶不振之勢矣。自有綜合產物之製造，全世界每年計可節省美金二千萬元云。

靛青者，最古而最良染料之一也。自最古時代迄於本世紀之初，此物殆皆由印度及我國所產之靛草中取得。洎乎今日，其百分之八十以至九十俱來自化學實驗室中矣。美國於一九二〇年，計產靛青約一千八百萬磅云。化學家最初發見乾餾靛青可得銜基困之事實，尙在一八四〇年之頃，第靛青之綜合製造，乃在開庫勒理論發表以後約凡十年。靛青之化學性質即既明悉而能綜合製之矣，亦尙多困難以使其成本得以廉至與印度等處天然產物相頡頑焉。幸當十九世紀之中葉，有機化學方面頗有數項商業上重要之發見，因此不乏化學家從事此種事業之研究，結果對於煤焦油產物之分離與化合，知識上大行增進。故對於靛青之製造，在用較廉之產物駢因爲原料之現今方法完成以前，嘗有數種製法，惟於製造家終鮮贏利耳。約經二十年之實驗，駢困法於一九〇一年卒爲世人所採用。距

今百年以前，天然靛青每磅計值美金四元之譜，今者更純潔優美之化學靛青每磅僅售美金數分而已。

至論染料價格之降廉，化學家最鉅之成功，其唯所謂皇家紫乎？此染料昔係得自地中海所產之一種蝸牛狀貝類曰紫螺者也，得之甚難，故欲以之染一磅麻布，計值美金數百元焉。至一九〇九年之頃，始有某化學家不殫煩勞而取數千紫螺提取其色質以分析之，乃知其僅爲靛青與碘之化合物耳。於是皇家紫之價格，不久遂廉至與尋常染料者相等矣。

除上述染料以外，其自煤焦油製造者，綜計尚有五千種以上之夥焉。其爲商業上重要者，約凡九百種。此種人造染料，不特價格甚廉，抑且色質優美，因之，多半動植物之天然產物，乃爲其所取代矣。

與染料相偕而產生者，則有各種著名之香料焉，如新刈乾芻香精之類是也；有種種藥材焉，如石炭酸，靛駢因，糖精，阿斯庇林等是也；有各種炸藥焉，如苦味酸，三個硝基一烷因等是也；又有某種調味物質焉，香蘭質者，卽其類也。

以上僅就煤焦油工業略討論之耳。吾人有須注意者，煤焦油在昔乃煤氣及焦煤製造廠中一種非常討嫌之廢物而已，直至十九世紀之初，化學家始行研究其性質。煤焦油工業之益晉發展，初非偶然之事也。此實有有機化學種種研究之自然結果耳。而有有機化學之所以能發達甚速者，端賴以前無

機化學之孜孜研究，藉明化學結合之要旨焉。是以人類此大成功之根原，猶當追溯歷來諸研究家殫精竭慮之種種實驗，吾人茲乃躬食其賜也。諸凡初似無用之實驗研究，要唯時間能言其真價值耳。世間詎有終無實用之時之事實也乎？

第二十九章 衣料製造之進步

衣服製造之歷史，實爲一饒有興味之歷史。吾輩祖先在彼時需親操紡織，以衣被家人。同時並需在田間工作及處理家事，其勞苦之甚，可以想見矣。農作家事之餘，輒抽閒以從事紡織。斯時燈光甚暗，操作細工，傷眼殊甚。而彎腰屈背，以從事此等工作，亦爲有害於婦女。許多之寡婦或孤女，往往藉紡織以餬口。日夜操作不輒，即夢寐之中，亦爲所擾。幸而布成，可以售賣而得少許之代價。然代價甚微，聊足以免饑寒而已。

吾人今日已健忘昔日之紡織情形矣。當戰爭之時，閨中少女，有自結襪衫以寄遠征之情郎者。淺見者以爲手工紡織可以重興。不知女郎每日手織之產品，苟以市價出售其所得之報酬，必不能付一日之飯費。蓋手工運用甚緩，每分鐘不過織一千針，且有錯誤之虞。若機器則每分鐘可織四五十萬針，且萬無一失。故手工紡織，不能與機器競爭也。

發動機器之施用於紡織業，實為婦女解放之一大步驟。當家庭紡織時代，婦女有限之光陰，多服役於紡織事業。家庭紡織之變為工廠紡織，以從瓦特發明蒸汽機之時為始。中經幾許調治改良，紡織工業，始日趨發達。後此電氣機械發明，亦漸次採用於紡織工業中。迄於今日，其機件之精良，其工作之精細，萬非人力所能及。自清理纖維，以迄紡紗織布等工作，不需人力為助。僅偶爾發生錯誤，需少許之人力，以為之糾正也。即此項錯誤之偵察，亦用機器為之，故偶有不對，人即可起而糾正之。此種種紡織用機器，在百年前，已經十分完善。故當時婦女雖不計工資，亦不能與工場之紡織營業競爭。後此漸次改良，紡織之權，完全由家庭移於工場矣。

發動機器之利用於紡織業，不惟使紗布價格減低，亦能使紡織事業規模宏大。舊日麻業盛興，良以棉業紡織之不易。自輝特尼氏之軋花機發明於一七九三年之後，其他紡紗織布機件逐漸發明，棉花之紡織日易，而棉紗乃為主要之紡織品。

科學不惟製造若干機器以代替無數之人工，且從他方面亦表現其成績。即如初織之布，雜有種種顏色，非漂白不能作為衣服。故上古之人，即設法以漂白白布疋。惟其方法淺陋，大率平鋪布疋於草地上，而藉日光之力以漂白之。欲求漂白手續之迅速而完全，乃先置布疋於酸牛乳及牛糞之中，次浸之於鹼水之中，再次以煮沸之苛性鉀鹼水澆之。乃洗淨而置之於多奶油之牛乳中約一星期，最後仍鋪

於草地以待日光之作用。此時至少需全夏之時間，其他方法費時尤多，且費錢亦鉅而不可靠。一七七四年時，有瑞典化學家名社勒者，發現氫氣可於數分鐘內漂白布料。惟彼僅以結果語人，而無從將其研究之學理施諸實行。一七八五年，又有一法國化學家起而研究，而將其研究之結果告諸蒸汽機發明家瓦特氏。瓦特氏亦擅長化學，乃將其所得之報告加以研究，後此竟得成立一可實行漂白之工場。最初使用之漂白劑，為純粹氫體之氫，其氣味甚惡，故不堪實用。厥後乃改用氫化石灰，結果甚佳，至今尤沿用之。此外，化學家尚發明他種漂白劑如過氟化氫，過氟化鈉，硫磺及過錳酸鈉等常於特殊情形時使用之。

苟製造家在化學未昌明以前，已經發明此等漂白劑，亦恐不能施用之以實行漂白事業。因漂白溶液之配合成分，須非常精密。在化學未昌明以前，無術以使溶液成分精密也。

許多年以前，羊毛之用為紡織原料，甚不合宜。因其不易染色，且其中所含之雜質，無術以排除之也。化學家乃施用強烈之酸類以去除植物質之附於羊毛者，然同時又得保存羊毛之本質。

羊毛之染色，須先去除附着毛上之油脂。化學家乃利用數種化學藥品如苛性鉀，苛性鈉之類以洗去之。

絲光棉之發明，係用苛性鈉以除去棉紗上之蠟質。在一八四四年時，麥舍氏以棉之纖維浸於苛

1. Lowe 2. Andemars 3. Swan 4. Chardonnat

性鈉強烈之溶液中。及纖維乾燥後，彼發明棉纖維經苛性鈉溶液之作用，變為圓形而且縮短，同時又發生絲質光澤。彼時苛性鈉甚昂，故製造絲光紗者甚少。後此新法輩出，苛性鈉之價值因之大減，製造亦較多。及至一八九〇年前，駱氏將棉纖維浸於苛性鈉溶液後，復從而引伸之。結果得強有力之纖維，易於染色而且有絲光。從一千九百年以後，絲光棉之需求日增，製造日多。迄於今日，絲光棉之總額約占全棉紗十分之一。

絲之代替品，自從有機物性質發明以後，已有人從事研究。從分析結果，知有若干之有機物，其性質甚類似絲質。有若干化學家，且能製造類於絲質之物品。有瑞典化學家安得馬爾氏者曾發明以桑樹內皮之纖維浸於酒精及醚之內以製成人造絲，且領得專利權。英人士溫氏將棉之纖維溶於酒精及醚之中，然後將此溶液由小孔中擠出於水中，製之成人造絲。惟此甚易燃燒，且有其他種種缺點，故氏甚為灰心。同時法人沙當勒亦用此法試驗，屢遭失敗，然彼不之顧，傾其家產以繼續其試驗。至一八八九年時，氏用硫化銦或硫化鈣以除去硝酸，遂使人造絲不易燃燒。氏親見彼所發明之人造絲法施用於工業界，惟未享得若何之報酬耳。

氏所製之人造絲，雖與他化學家所發明者類似，然可施諸實用，所難者僅原料大貴耳。苟有較廉之溶解劑與纖維原料，此種人造絲之成本當較低廉，而可與天然絲競爭矣。經數多才多藝化學家研

究之後，卒乃發見數種佳良之溶劑以資應用。

當一八九二年時，英國化學家克洛索與柏文二氏溶解木纖維於二硫化炭或硫化氫與強鹼類之溶液中，以求絲之代替品。至一千九百年時，斐勒麥別與烏爾班二氏將棉纖維置於阿摩尼亞銅溶液中而得一代絲品，且領得專利之權。從此以後，化學家能溶解普通之木質纖維，以製人造絲。且其費甚省，故雖貧寒之人，亦能衣絲質之衣。化學家猶以此等發明為未足，進而求改良，更使人造絲經潮濕或洗濯之後而不變弱。以此等精神向前進行，則不久人造絲必能與天然絲並駕齊驅，而代替育蠶事業。即以一九二二年而論，美國出產人造絲之總價，高至二千三百萬至二千六百萬美金。人造絲之前途，尙未可限量，因其原料多為廢紙破布，價值非常低廉也。

不特養蠶事業將被人造絲排擠，即花邊事業亦將大受影響。置人造絲之溶液於模板中，而用普通方法使之變硬，不費一針一指之勞，而可得無量數之花邊。其節省人力，造福社會當非淺鮮。

人造絲之溶液不惟可用之以造人造絲，且可用之以造人造革。塗人造絲溶液於帆布之上，可得類似皮革之產品，經久耐用，殆不減於天然之皮革。

綜觀以上諸端，可知近五十年來，紡織工業已經完全革新。然改革中之事項，無一非直接或間接由科學研究結果得來。如蒸汽機，新式鋼鐵，電氣機械，漂白方法，化學製絲等等，皆係科學研究之結

果。但人僅知最後施用之人，而對於最初研究之人，因其不切實用，而忘其偉大之功績矣。然研究改良之機會尙多，天然纖維之處置，尙有改良之可能，發動機之效率尙可增進。紡織業或能自行研究以求改善，然外界所發明之學理，亦可以借用也。製造家對於科學研究，頗具信仰。有一人造絲製造公司，費百萬美金之研究費，而卒發明一可用之人造絲，可以例見。

以上所述，限於衣服原料製造之改進。然同時成衣方法，亦進步甚速，使主婦能節省多量之時間與精力，以謀畫自身及家庭之幸福焉。

第四十章 食物製法之改良

假設讀者作一長途旅行，途中食物僅餘二三種，而又不能購得其他食品，讀者當日以此爲糧食。經過若干時之後，必至厭惡此數種食物而不能下咽。又或讀者在行伍之中，日僅食豆菽與乾果之類。數星期之後，讀者或將發誓不再食此數種食物矣。

蓋吾人喜用各種食物以互相調劑，而不願食單調之食物。世上無某一種食物，可完全滿足吾人需求者。種類愈多，興味愈濃，而身體亦愈健。

古人之食物，其品類之繁多，不及今人。一年之中，有時食物十分豐富。然一遇災歉，卽有饑饉之虞。

今日則情形大變。舊日消費之限於本地產品者，今則普用天下之出品矣。作物牲畜之種類，用育種方法，今已大加改善矣。食物之配合，亦較前滋補而有味。食物製造方法日進，而人類之幸福亦日加。

下文將一一申述重要食品之改善，及科學研究結果之影響。

麵粉

古時並無麵粉之製造，人類所食者，多為粗劣之穀類。此項食品雖粗劣不堪入口，然製造時費時甚多。今日一人所造精良麵粉之量，在昔日須有一二百人工作，方能得等量之粗粉。希臘之磨穀廠每日可磨五至十英斗，其效率已經增加不少。今日之麵粉廠，於一日之內，能出七萬英斗之麵粉，其效率之增加可以知矣。此項麵粉不特潔白而美觀，且十分可口。

麵粉製造，遲至近五十年來，方始有具體之改進。最近五十年內，則進步益速，方法益完備。就中尤以蒸汽機及電機發動之引用，運輸工具之改良，鋼鐵原料之低廉，尤有助於大規模之麵粉工業。實際上言之，全體麵粉工廠能使用發動機器，皆為科學研究之產品。以物力代人工，不惟可節省無限之人力，且能使產品價值低廉有益於消費人家。

在一八五〇年前後所製成之麵粉，大抵顏色暗黑，不能久貯。其口味亦遠不如今日之麵粉，不過其中所含之生機質較為豐富也。蓋五十年之前，無術以分離吸水而難消化之麩皮。當時所用之壓碎

器壓力甚大而進行甚緩，故有一部分麩皮被壓碎而攪入於粗粉中。後此改用高速度之鐵軸，且設法以清除粗粉，故結果甚為滿意。

今日之主婦，苟不能作佳良之麵包，萬不能歸咎於麵粉之不良。麥粒雖因時季品種之不同而有差別，然麵粉工廠必加以十分精確之試驗，而後攪以他種不同之麵粉，以使最後之產品常常一致。此種研究，多係物理化學實驗所得，今日美國各農業試驗場，尙日在研求之中。

最近又發明一新法，即麵粉漂白是也。在十九世紀之初，即有法國化學家，浦提發明麵粉上之暗色油點，可以酸化窒素 Nitric Oxide 漂白之。斯時酸化窒素之製造，需費甚鉅，故實際上無人用之以漂白麵粉者。及二十世紀初葉，電氣化學大為昌明，酸化窒素之製造，亦為改良，而其用於漂白麵粉者乃日廣。

美國曾有許多麵包作集資以創立匹茲堡麥倫研究所，以研究麵包烘焙方法。初年費美金僅五千元，而後此每年所節省之費用不下五十萬元美金，後此所發明之新法尙不計焉。

糖

糖之製成，實為化學上一最大之成功。雖在蔗糖化學性質未明瞭以前已有少數蔗糖之製造，然價值極昂，每百磅有售價二百七十五元美金者（指一四八二年），故不能用為尋常食品。

甜菜製糖之法，最初在一七四七年，爲一德國化學家馬格拉夫所發明。彼用酒精澆之於乾燥之甜菜上而加熱之，結果則有糖粒從溶液中結晶而出。然酒精費用大昂，不能見諸實行。其高足弟子阿哈特窮十五年之精力，求有以代替酒精之法。又有腓特烈一世爲之贊助，故能成功。然未決之問題尙多。迄一千八百十二年，拿破崙見困於英人，乃懸百萬佛郎重賞，以求可以實行製糖方法。研究者風起雲湧，卒將各種困難問題解決之。

雖糖業之發達亦與運輸及發動機械之改良有關，然其重要基礎，仍立於化學之上。此外借助於物理研究之處亦多，如量水表，量熱表，偏光分析器，真空蒸發器，離心分離器及滲透作用於應用於製糖，皆物理學之貢獻也。

苟吾人不知糖之化學化合性質，糖之製造或仍在試驗時代，亦未可知。此種化合性質，至一八二五年後，方始明瞭。糖與石灰可化合而成一種薄弱之化合物，二氯化炭與石灰可化合而成不溶解的石灰。化學家應用此等知識，乃能分離糖中之雜質。石灰化合之後，再加以硫磺，可得一種純潔之甜菜糖，其價值並不昂於蔗糖。

自從此等方法發明以後，始有六規模之製糖事業，而糖始作爲普通食物之用。在十九世紀初葉，歐洲之用糖額，即用糖最多之德國，亦不過每人三四磅而已。遲至十九世紀中葉，消費雖暫增加，亦不

過每人七磅之譜而已。自此以後，製造方法日益改良，糖之價值亦日益低降。在一八四〇年每磅糖需價十一分，至一千九百年前時，則低降至二分八釐。糖之消費量，恰與價值成反比例；價值愈低，而消費乃日增。當一八六五年時，美國每人不過年用十八磅，至於今日，每人耗糖量增至百磅之鉅。科學之有造於吾人飲食，豈淺鮮哉。

玉蜀黍產品

玉蜀黍糖漿亦為科學研究之產兒。有機化學之精進，遂使植物體之性質日益明瞭。而知所謂有機物體者，不過從較複雜之物體所分出。再三研究之後，知複雜有機物體可變為簡單者，而簡單有機物體亦可化合而成複雜者。澱粉還原之後，可得組織較簡單之糖質，雖不如普通糖質之味甜，然可以之製造糖漿。惟澱粉之還原需用一種酸類，而比時之酸類，又傷最後產生之糖質。最後乃發明一法，先用鹽酸使澱粉還原，然後加入苛性鈉使已成之糖變為鹽類。此法不惟能保存變成之糖質，抑且增進其口味。從此以後，製糖果者可不需購昂價之普通糖質，使之分離而成簡單之糖質。

此外化學家又發明一新法，以從玉蜀黍取出一種麥芽糖。其味僅稍遜於普通市上銷售之糖，大足為其競爭市場之勁敵。製造方法，純在於加減成分中之氫，以節制有機物體之作用。

玉蜀黍糖漿可更使之變簡單而成為酒精及甘油。除玉蜀黍糖漿之外，甘油，澱粉，油類亦可直接

由玉蜀黍中取出。油類最能滋養，而其價值亦甚昂。經化學家分析之結果，而知價昂之油類，可從價賤之玉蜀黍中取出。蓋玉蜀黍之胚胎中，含有多量之油質也。玉蜀黍粒本體中，含澱粉甚多，可用之以造糖漿或充早膳之用。製造者每先分離胚胎與澱粉部，然後各盡其用。

棉子油

五十年以前，棉子爲棉花工廠之廢物。迄至今日，大約有二萬萬加倫之棉子油出產，其價值非常鉅大。此項油類之製造，亦有賴於化學家之處甚多。最初榨出之棉子油，氣味甚惡，不堪適用。化學家乃加入少量之酸類或鹼類，然後以空氣及蒸氣通過之，結果所得之油，幾與橄欖油無二。

然市面不能銷去此二萬萬加倫之棉子油。化學家乃進而設法，使之變成他種油脂。油與脂之分別，舍維勒尼氏在一八二三年時即已發現。二者甚相類似，惟脂中含氫較多於油耳。當十九世紀之末，有一化學家發明加多油類輕素之法，使之變而成脂。其法係置一接觸劑於油中，然後以輕氣通過之，遂能得脂。從此以後，無數之產品，能從棉子油中製出。人造奶油即棉子油產品之一，在美國之產量每年不下三萬五千萬美金，較天然之奶油產量尚多三分之一。人造豬油亦可從棉子油中取出，以代天然豬油之用。除棉子油之外，其他油類如花生油，魚油等皆可造成種種脂類。

以上所述，僅及於數種科學研究之有功於食物製造，然亦可推見科學研究之裨益於全體食物

製造也。糖與糖漿，未經化學家研究改良之前，並非商品。脂類之製造，亦可表現化學家之奇功。從今以後，荷吾人能注意科學之研究，則雖人口日增，而食糧問題必不十分困難。吾人不知何種科學將有大造於將來，然荷吾人注意及各種科學，吾人必有成功之一日。吾人食前世代科學家之德，又安能有所貢獻於後來之人類耶。

第四十一章 食物保藏法之進步

諸凡食物生產者及經營食物商業者所受之損失，要皆取償於消費者之身也。彼易於敗壞之食物視食物之不易敗壞者，其價格所以常遠較成本為昂者，即為其敗壞時農民與商人常須大遭損失耳。今設雞卵之產生，四月之內，乃達全年總數之半，而卵一經產生，不久即須取而用之，果爾，則當盛產雞卵之期，其貨自將充溢於市場，逾期則有求過於供之虞矣。且於旺產期內雞卵之售價既廉，則農民對於卵之取藏自將輕忽而鮮加注意，結果乃致多數之卵不適於用。此影響之所及，卒使社會上雞卵消費總數之價格，視農民得善價而沽，商人得不因敗壞而遭損失時實遠較昂貴焉。是以食物之生產果能愈於適合消費者之要求而同時無礙於生產者方面者，則其價格自於生產者與消費者兩愈裨益也。

此重大經濟問題之解決，必須求助於科學。迺者固業大著進步矣。自應用冷藏，乾燥，罐藏，防腐諸法，以使易於敗壞之食物得以保藏而遺，每年所節省者，其值當以億兆金元計焉。

冷藏工業之發達，迄今猶不過二十餘年，固已甚屬重要矣。舉其利之大者：市場爲之開拓；損失爲之減少；增進產物之衛生；提高生產者之物價而抑低消費者之物價；增廣精美食物之種類，於是消費者所需咸有矣。姑就美國而論，其所產肉類百分之五，卵百分之十五，乳酪百分之十，皆係先經冷藏而後達於消費者之手也。冷藏計歷兩月以至七月之久，至需要時，乃出售之。其冷藏場所，今約五萬萬立方英尺，每年經過其間之產物，其值殆達美金十萬萬元。歲之某數季內，卵之在冷藏倉中者計在三十萬萬枚以上，肉類乃在十萬萬噸以上。除於冷藏倉中者外，肉類，果實及蔬菜之必須運輸遠道者，則以冰箱運載之。在昔欲運鮮肉自美至英，原屬不可能之事，直逮一八七六年之頃應用人工生冷法而後此舉於是可能矣。

商業冷藏之成功，實爲諸研究家所發明者之應用耳。在昔專恃天然冰以供冷藏之用，食物冷藏之法，尙未甚稱重要，蓋冰之供給既難確定，而冰之保護與處理所費又甚昂貴也。嗣後應用科學研究家所獲之智識，於是冰之產生乃不必更恃變化莫測之天氣，亦無須將冰運至溫暖之地方矣。茲將冷藏倉中所應用之科學發明列舉於次：液體蒸發時溫度減低之原理，與夫用何種普通液體發生寒冷

溫度最爲經濟之研究；驅動機械之人工動力；俾液體迅速蒸發之真空；生熱以供膨脹時機中傳熱效率最高之方法；低冰點之鹹水用以傳冷至所需地方之發明；通風換氣之原理，藉使冷藏倉中偏僻處均冷而無所偏頗；溫度自動調節之機件；保持低溫度之科學完美建築材料；與夫減免產物敗壞之生物學智識。其重要事實之聯合，俾成人工生冷之方法者，殆防於一八六〇年；但於一八九〇年阿摩尼亞法始告完成以前，冷藏業固尙未達今日之重要也。

今每年所產之人造冰，計約三萬萬噸之多，而諸冷藏廠中所製之冷，猶未計算在內也。人造冰製造之嘗試，於應用不以冰致冷之房室之觀念發生以前，即嘗實行之矣。約當科學時代之初，實驗結果，乃知水蒸發時，溫度可以減低，而尤以於減壓力下迅速蒸發時爲甚。至商業規模製冰機器之成功，實始於一八五五年之頃卡楞博士之所製造者。嗣後則用較水更易蒸發之化學物質，因之其效率更高，於是製冰機器遂告完成。林得教授對於製冷問題嘗作種種實驗，俾自科學觀點研究製冷機器之效率。據林得研究之結果，適於製冷之物質，在今日情況之下，當以阿摩尼亞與二氯化炭兩者爲最優良。就上述觀之，可知人造冰之製造，其各步驟殆莫不導源於科學實驗室中也。

與冷藏關聯甚切者，卽用以保藏甘藷，蘋果及相類產物之地窖之應用是也。惟此僅用以保藏家庭中之少量食物而已，食物即偶有一部分敗壞，所關固然甚鉅，故其管理，尙屬易事耳。然行商業上大

規模保藏時，則其損失自非小數而或不免於腐蝕之虞。經生物學家精細之研究，於是食物所由腐敗之微生物與夫所以防阻此種微生物生長之情形遂以發見。藉此，吾人乃克保藏幾乎任何多量之物質，得以絕無僅有損壞之虞。今者供大生產家或大商家所用之窖室及生冷機車輛，皆本諸通風與發酵之最新智識以計畫裝製之矣。

乾燥之於天空中以保藏果類之法，世人知之固已數世紀矣，但此法之結果非恆佳良，蓋果類正行乾燥時苟適值潮潤之天氣，則黴菌常易滋長於其上而使之一部分或竟全部分敗壞也。人工加熱以使乾燥之法，約於上世紀中興之後始大規模行之。人工乾燥法之產物，保藏自視日光乾燥者為經久，病害黴菌亦較不易沾染之。科學所助益於人工乾燥法者，即予吾人以蒸發果中水分最良之方法。諸凡應用循環熱空氣，電扇，真空及水力機種種抽出水分之策畫，要皆科學智識對於果類及蔬菜乾燥之應用也。當世界大戰期間，美國政府嘗從事測定乾燥蔬菜法之效驗。試驗結果，甚為優良，因思大量蔬菜今之將歸廢耗者，得乾燥以保藏之，俾供來年之用。輒近猶正在實驗，斬獲保持產物色澤風味之方法。蔬菜經乾燥之後，其運輸費用自將遠較原來為廉。他若蔬菜貯藏地位之經濟，由於不衛生處理所生危險之減免，與夫腐敗損失之減少，亦皆唯大規模蔬菜乾燥法之是賴耳。將來食用有餘之一切蔬菜果類，或皆可置之乾燥廠中以保藏之，要非小數焉。於是生產者與消費者雙方供求之數量，庶

幾亦得以調劑矣。

煉乳之產，單就美國論之，每年計約十五萬萬磅。此乃由於牛乳置於真空室內，僅受適中熱度將水分蒸發而成者也。其法商業上之成功，約始於一八七六年間。是即所謂「真空蒸發」，亦為純粹科學家實驗室中器具之應用耳，此則於敝製糖時已述之矣。

肉類之醃藏，固已行之凡千百載矣，顧亦須俟至自科學觀點以研究肉類腐敗之原因以還，其法始能得完全可恃之結果。今者於醃肉時所用之鹹水，悉本確切之化學數量以混合之，對於所用鹽量其殺滅微生物之作用，則施以準確之計算。至於溫度，空氣及其他有關於肉類醃藏之條件，皆根據生物學之智識施以適當之調節。卵類以化學劑保藏之方法，比較尚為新近之改良也。

距今數十年前，蔬菜醃藏之需應用科學方法，尚未發見於醃藏不良時，徒嘆損失之不貲耳。經美國密西根大學 梭氏之輩實驗研究而後，醃藏不良結果之原因乃明，於是適當之情形遂能易於獲得矣。化學分析之結果，醃菜時酵素所起之化學變化乃始顯然明了，於是發明新法，俾所需發酵之時間得以減短。據化學研究之證明，醃漬產物之所以有時變色者，乃由於水中有鐵及石灰存在也。

食物罐藏之法，於前半世紀中已發達甚盛矣。姑就美國言之，一九一九年中，其罐頭食物廠內所產之食物共約三十萬萬罐，計值美金凡五萬萬元，較之其於一八九〇年之出產，增多約十三倍云。近

來罐頭食物之價格既較前爲廉，而食物之品質復視前爲優，故此類食物之消費乃大爲增進矣。今紐約城中罐藏食物之消費，其值殆與牛乳、麪包及雞卵三者所消費之總值相埒焉。諸凡易於腐敗之食物，今日尠有不以罐頭保藏之者，雖其最重要者固爲番茄、豆類、魚肉、及果類等食物也。

溯罐藏法之發生，約始於十九世紀之初。當拿破崙戰爭時代，因感於軍旅中生鮮食物之難得，乃以萬二千法郎懸賞徵求保藏食物之良法。阿拍特·尼古拉者，從事於醃漬、釀造及庖厨之業幾五十年矣，本其經驗，乃思解決此一問題，於是自一七九五年乃至一八〇九年，積十餘年之實驗，卒遂發明罐藏之法。據其實驗所證明，食物與空氣相接觸，實爲腐敗之原因，故其所致力者，在於食物沸煮以後如何裝之瓶罐中使不與空氣相接觸耳。

顧食物罐藏之法雖已發明，然因缺乏價廉而適用之藏器，故其法初未能迅速發展達於商業上之規模。阿拍特所用之藏器，係玻璃製者，至一八〇七年，乃始用錫罐；顧當時玻璃與錫之價格倍蓰於今日之價格也。即逮一八八〇年，錫罐之價格尙高於一九一〇年時二倍有奇，而今則錫罐殆已成爲普徧之藏器矣。此固一部分由於錫罐金屬價格之減廉，然大部分實由於應用機械以切割錫板而製之成罐也。錫價之得以減廉，與夫動力及機械之得以應用，要皆食科學研究之賜耳。因化學之進步，錫工所用之銻劑與銻劑，亦皆改良完善而其價甚廉。今經科學研究家之發明，錫罐內部更可傳以珞瑯，

麻蕨、楊梅、櫻桃、梅子、甜菜、冬瓜、珍珠米粉等相類食物，遇錫將失其色澤與風味者，亦得罐藏之矣。

商業罐藏之法，約始於一八三〇年，顧其原理，直達十九世紀中葉巴士特諸氏證明腐敗由於微生物之作用而後，乃始明瞭。在此種事實未曾應用於罐藏法以前，各廠中雖皆未能獲完全之結果，然莫不嚴守其法，祕而勿洩也。自微生物學發達以後，於是乃完全改變。費熱最少量之滅菌法，利用壓力槽，俾溫度高於水之沸點之滅菌法，某類食物不能以尋常罐藏方法保藏者之特別處理，與夫其他種種方法，自發酵及腐敗之原因明瞭以後，皆嘗相繼發見矣。肉類之罐藏，直達一八七九年而始成功。若壓力滅菌機等機器，大都來自生物學實驗室中，甚微加以改變而已。壓力滅菌機之處理，可使時間大為減短，因此燃料亦可節省也。

諸凡自穗軸上割取珍珠米之機械，選別豆類之機械，與夫相類機械之改良，對於二十年來罐藏食物價格之減廉，消費之加增，其關係要亦非細小焉。於規模闊大之廠中，各事殆皆以機械行之。機械世紀，洵即科學世紀也。

化學於罐藏業中，應用蒸餾、桃之剝皮，可將其浸於苛性鈉溶液中，其皮即能自行脫離，得免手工剝皮之煩。果類凝成果醬之性質，亦可藉化學方法以測定之，於是得以選擇適當成熟之果類，而果之不能凝醬如木瓜者，或其難於凝醬者，則得加以適當膠凝之成分。某種果汁之糖分，常須略行增減，庶

1. Pasteur

1. Pasteurizing

幾乃能變成佳良之果醬。至若番茄醬油諸相類食物開罐後須久受微生物作用者，其中則應加以適當之化學劑以保護之。鹼性食物中可加以少量之酸類，藉以防止微生物之作用。故檸檬汁或醋，有時用以保藏蔬菜。番茄有時所以與珍珠米同行罐藏者，亦即此理也。

果汁不以沸煮損壞其香味色澤之保藏法，自發見微生物為食物腐敗之原因以後，始行成功。巴士特實驗之結果，乃知使果汁敗壞之微生物，可用較低之溫度以殲滅之。因是遂創巴士特滅菌法，此於果汁及葡萄酒之保藏，皆甚屬重要。而其對於牛乳之保藏，亦頗著效驗也。

綜而言之，科學研究之結果，乃予吾人以實際冷藏之法，窖室保藏之原理，乾燥大宗食物於潮濕天氣中之方法，醃藏方法之改良，罐藏食物之方法，與夫低溫滅菌之原理，於是吾人乃獲種種價廉之食物；是微科學，詎可能邪？今吾人雖身居溫帶區域，顧能享食熱帶之水果，寒帶之鮮魚，幾乎全世界之肉食，亦皆得飽嘗其滋味矣。牛乳，奶油，雞卵之類，昔日須新鮮取用者，今則可保藏之以待不時之需焉。此生產效用時期之衡平，不特增廣吾人食物之種類，抑且減廉消費者食物之價格而增進生產者之贏利也。顧今食物保藏之方法雖已大著進步，每年保藏之食物，其值固以億兆金元計矣，然此重要之問題僅其一部分業經解決耳，尙需更行實驗研究，庶幾今日以不得完善方法保藏食物所有億兆金元之損失從此乃可以免矣。

第四十二章 橡皮之裨史

當諸君身御汽車泰然馳騁於康莊通衢之間，亦嘗念及乘坐滯笨之木輪小車以至城市中之情景乎？其顛顛震動，幾乎令人氣塞焉，顧其速度每時大率僅四五哩耳。諸君果細行推究今日康莊大道間行旅者舒適增進之原素，則於橡皮輪胎之重要，自將發生深切之印象。苟更一念及將脫去橡皮輪胎之汽車驅至廠中修理之時，及其在平坦道塗上顛簸震動之情形，因而聯想及於舊式之木輪小車，則橡皮輪胎之重要，愈為顯然矣。即以今日汽車通常所行最低之速率，使車行駛於尋常平坦通衢之上，設無彈性物質如橡皮者用以吸收所生之鉅大應力，則無論何車，未有能久耐其力而不見毀者也。

今橡皮之用於製輪胎者計為八萬萬磅，此僅約橡皮之總消費量百分之七十耳。其餘甚多用途，對於人生，視汽車輪胎抑尤為重要。設舉一切橡皮套鞋，橡皮鞋，橡皮雨衣等，盡摒棄之而不用，則對於醫生、藥商及經營殯葬者，或將驟行增加數百萬金元之消費焉。同時，農產物、魚類及木料之價格或亦將為之增高，蓋橡皮對於施行灌溉之農民，漁人及樵夫輩水溼之防護甚屬重要也。設無橡皮管帶，則消防事務必且大受阻礙，而車輛間因乏適當之聯結，火車上空氣輪掣之應用亦將為之限制矣。製造廠中所用之傳運調帶，昇舉調帶等物之製造，自以價廉之橡皮代替皮革以後，於是皮鞋及他種革製

品之價格因以減廉。遊戲用具如網球，窩球，足球，棒球，彈子，檯墊及兒童玩具等，皆須強韌之物質以製之，橡皮而外，莫能代也。關於吾人服裝之修整，則有橡皮臂帶，吊襪帶與掛袴帶之應用。電線，發電機，電動機之絕緣物質與夫電報及電話中之需要，吾人迄未獲有適當物質得代橡皮之用者。自上所述觀之，橡皮之用途於今固已甚廣矣，然其價格果能設法使之更廉者，則其應用之範圍當可倍蓰於今日也。

橡皮之製成如今適用之狀態，僅始於前七八十年間耳。吾人詳細推究其物發展之歷史，乃知此實先哲無數心血之結晶也。谷第耳·查理者，本其研究之精神，不惜殫精竭慮以從事橡皮之實驗，終乃發明硬化橡皮之製法。

當谷第耳童年時，橡皮尙夢何種之用途。僅爲一種黑色黏性物質，其物理性質頗與麪膜相似耳。此污穢膠黏之物質，設在多數少年人之手中，將莫不委棄之矣，然谷第耳則型之成各種不同之形狀而試驗之，乃知其具不透水之特性，卒遂念及此乃甚良之防水衣料。顧在谷第耳時代以前，僉知橡皮不僅爲一種黏性之物質，其在冬季且將凝結成堅硬之物質如鋼鐵然，而於夏季則變軟有如牛油，故對於谷第耳橡皮可製防水衣料觀念之發生，莫不認爲神祕之事。多數人之思想，以爲吾人果能設法滅除其黏性而能得一適當之氣候俾其恆能柔硬適中，而後橡皮自將成一有用之物質矣。惟谷第耳

乃篤深其所見，舉凡一切困阻，皆莫能挫其研究之銳志也。

其後經谷第耳繼續不息之研究實驗，結果所產之橡皮乃逐漸有所改良。谷第耳嘗發見石灰可以除去橡皮表面之黏性，但不能用於較深之處理，蓋有損於橡皮之品質也。厥後，氏以此法製成商品時，更行發見硝酸法處理橡皮可以較深而不至使之受損若是其甚。谷第耳經每次改良以後，即試將其產物銷售，藉更從事於實驗。關於橡皮之各種試驗，莫不一一注意及之。當氏從事實驗之時期，嘗不惜乞假於朋友，典質其家具，忍饑耐寒，屢為債務而身入囹圄之中；當是時也，誰信其能有成功之一日邪？

研究家之探求事實也，對於真理與誠實，兩俱尊崇之也。徵諸谷第耳，始發見甚硬化橡皮法時之情形而益信焉。有從事橡皮業之友人某者，嘗語谷第耳謂彼曾獲一奇夢，橡皮與硫相混和而曝之日光中，即可去除其黏性俾成有用之物質，醒而驗之果然。谷第耳聞之，深認此為一甚重要之發見，因思本此解決硬化橡皮之問題。谷第耳雅不欲竊人之功以為己力，寧首讓其友將此發見註冊以後，乃向其購得專利權焉。

此時硬化橡皮之法固距成功之期已甚近矣，然設無研究精神如谷第耳者，則終莫能發見之也。谷第耳用此新法以製薄橡皮器物既告成功，於是嘗與政府訂立契約，承製較厚之橡皮郵袋。氏為購

買材料，因之身負巨債，但其結果，所製之袋，置於溫暖之室中，不久即熔融而分解矣。氏既遭此失敗，家庭中經濟之困厄固無論矣，而朋友之訕笑亦以隨之，然皆不能殺其篤信之心也。蓋其如是篤信橡皮之終能成功者，實出於中心之摯誠，非僅由於冷酷之事理而已；世界之進步亦端賴於此耳。凡具此種果毅之精神者，固不甘承認有所謂失敗也。

既而谷第耳自破毀郵袋上擄取橡皮一方，偶不經意，致其一部分適與火爐相接觸。結果有使之大起厭異者，橡皮不僅如其所預期遇熱融解而已，復行似革之受灼焦焉。苟遇非殫精竭慮於橡皮之研究者，此灼焦橡皮中固無何種新事實之可發見也。願在富於研究精神之谷第耳則不然，其心目中對於每種新發見之事物，無論其細微若無希望，莫不慎加研究，冀其關於所欲解決之問題或能發見一線之曙光焉。谷第耳即本此勇於研究之虛懷，對斯灼焦之橡皮乃非常注意，而其大都朋友視此不過夢想家之一種乖僻理想耳。氏則試驗其伸力，試驗冷熱對於此物之影響；凡其思念所及者，亦靡不一一試驗之。試驗結果，其物之優良乃竟勝於其理想中之至所斬望者。此即近世不可或缺之橡皮之嚆矢也。

谷第耳因其以前之屢遭失敗，故對於懷疑之社會，自不能令之深信終竟乃已製成適用之橡皮矣。當其正於試行祛除一般人士之疑惑中，氏乃發見此種對於人生不可或缺之物質，且明示吾人彼

乃一真正之研究家，不僅爲一實際發明家而已。谷第耳茲所發見之產物殆已盡善盡美；一俟社會人士完全領解其重要而需用之，則發明者自可身擁巨資，面圍團作富家翁矣。顧谷第耳則不然，社會上橡皮之消費雖漸臻巨量，然氏並不坐坐息椅中，靜觀其銀行存款之日增而已。錢財一至其手中，卽亟用之以行新實驗。其心中蓋無時不以改良橡皮爲念也。錢財初非其所嗜也，所欲求者，得錢乃可更從事橡皮研究耳。

谷第耳對於橡皮應用之範圍，因研究而日益擴充焉。硬橡皮之製造既臻完善之境，於是乃可用以代替骨角，象牙諸物以製梳裝之具。氏又發見橡皮之絕緣性，致成電話，電報，電線及各種電具上不可或缺之物質。谷第耳更嘗以油類，炭質，泥土，金屬，木屑，軟木等填料爲試驗，俾其價格減廉，庶幾得與他種物質相競爭也。

彼從事研究橡皮之實用者，固非谷第耳一人而已，然自其不折不撓，繼續實驗之努力言之，橡皮雖謂其一人之產物亦無不可也。夷考谷第耳之生平，當時設能獲相當資款以從事其實驗者，則其成就又不知將何底焉。本其探究橡皮真理之研究精神，谷第耳詎不從事實驗以揭示迄今猶未發見之性質及用途乎？天賦人以專致力於發見真理之研究精神矣，則苟因饑寒，債務及囹圄之苦若谷第耳生平之所遭者，乃挫折其天賦之精神焉，此可謂爲非罪戾邪？

詳察橡皮工業之將來，吾人知其將與科學並進步也。自谷第耳時代歷來之發展，泰半皆爲多種科學上實驗之結果。今者吾人殆已達於綜合橡皮之進步時期，此係發見於染料工業中，距今凡四五十年耳。吾人已知橡皮分子之成分，而能自甘藷，玉蜀黍等澱粉物質，或自石油，石炭及石灰，或自多種普通物質以製人造橡皮矣。此種橡皮殆與天然產物同爲適用於多種用途，惟已如上述，其製造成本較昂，尙未能與天然產物相競爭耳。然以科學之進步，不久當能令其成本減廉，於是或將天然產物驅逐於市場之外，有如人造靛青之替代天然靛青焉。夫一產物之發見與其商業製造之成功，其間所歷時日之久暫，端視科學進步之遲速以爲衡耳。綜合橡皮之商業汽車輪胎，其成功當在一二十年以內也。將來大家綜合橡皮之製造改良，其價格果能廉至每磅僅值數分，非若今者橡皮業托拉斯所產者每磅售至數元之昂，則橡皮新用途之範圍，又豈可限量哉？

第四十三章 玻璃與陶器之製造

玻璃

吾人設想世上苟無價格適中之玻璃可供應用者，則今日文明之程度不知其將何若矣。諸多目力不全者，爲無眼鏡以矯正之，則且有不能識字之虞矣，而大部分之人民——尤以老年之人爲甚——

因此亦且恆有頭痛之患矣。設將玻璃窗，燈罩，電燈泡等一切價廉之玻璃悉行除去者，則吾人之大城市，大工廠亦將鮮克存在矣。苟無顯微鏡以研究病菌及其他諸多微細之物體，則科學亦且大受挫折矣。他如愛克司光線，溫度計，氣壓計，分光鏡，化學試驗管，瓶類等儀器，是皆科學進步根本之工具，亦端賴價廉物美之玻璃以製之也。

玻璃之製造，自有史以來已知之矣，而其製法之進步殆隨文明之進步而並進也。曩昔玻璃之製造甚難，故價也奇昂，唯彼富有者始克享用此奢侈品耳。吾人嘗讀歐洲歷史，有一頗饒興味之事可引以證明昔日玻璃之崇貴者。當十六世紀時，¹諾森伯蘭郡王每逢外出，恆令其侍從將玻璃燈取去慎為弃藏，蓋恐或遭破毀，即屬損失不貲，而其修理又甚困難也。迨十八世紀左右，中產之人乃能購置小方窗玻璃矣，但其透光之度恆有令人目眩神暈之弊焉。直至十九世紀中，普通人民始亦能享用佳良之玻璃矣。

此昔日貴族產物之平民化，其原因果何在乎，斯吾人好奇心理所亟欲探究者也。其最大之原因，大概即由於近代大規模製造之趨向，藉免昔日小範圍製造之不經濟。吾人應用近代鉅大箱式玻璃爐，連續可容熔融玻璃達二百有五十噸，於是燃煤之熱能，竭力悉數以利用之，不容其泰半耗廢於煙囪之中，復任令熔爐相間冷熱如昔日之情形焉。於其他數章中，吾人已知據化學與物理實驗室中之

1. The Duke of Northumberland

1. Siemens regeneration flame

研究，氣體應使之流歸一起，如於西門子復生酸中之情形，庶幾燃料發熱之效率乃為最高。此原理之應用於玻璃熔爐中，實為玻璃成本減低大原因之一。西門子爐內對於熱力管理方法之優良，殆能使每次可生之熱量得以無限增加焉。

晚近復以電學之大進步，電爐乃日漸更適用於玻璃之製造。惟於今電爐大半尚僅限於數種特別玻璃之製造，如以純石英所製者之類耳。

玻璃自爐內熔成以後利用機械之處理，此亦其成本減廉之一大原因也。昔時玻璃工匠俱須應用專門熟練之能手，是以其工資甚高。今者既多應用機械，則可以不甚精練之工匠行之，其製造速率且視曩昔最稱精練之工匠倍蓰焉，故人工不久或將漸歸淘汰之列也。今版玻璃與大量密牖玻璃，皆以機械製之。瓶，觥，燈罩，與夫價廉之截切玻璃器物，及今日市場上幾乎一切價格適中之玻璃器物，亦概為機械所製矣。至於動力與機械之來源及應用，則吾人於他章中已備述之，茲不贅焉。

論吾多才多藝之化學家對於玻璃工業之供獻，其重要一與化學家對於幾乎其他各種工業者相若也。玻璃價格之減低，及其品質之改良，化學家均與有力焉。當近世化學未發展以前，玻璃之製造僅為一憑經驗之工藝而已。當時所得而知者，不外某處之沙，某地之白堊，某區之鹼為可用耳，至其產物瑕疵之原因何在，則莫得而知之也。且於上世紀以前，煤與其他容積鉅大之原料，其運輸利器尚未

1. Leblanc soda process 2. Abbe 3. Schott 4. Glauber

5.

發達，故當時玻璃製造業僅限於少數天然區域之內。是以此數特惠區域，常能專利其產物而奇昂其價格也。

自有蒸汽機以供材料之運輸，藉化學智識以明玻璃之成分，於是上等玻璃幾乎任何地方俱能產之矣。化學家純鹼商業製法之成功，實予玻璃工業以鉅大之進步。經長久時期之彈力研究，至一八三一年之頃，乃有勒勃郎製鹼法之發明。自是以後，則更有電氣製鹼法等之相繼發見。

玻璃之製造，吾人固已知之凡數千年矣；然當上世紀中葉普魯士政府欽賜阿柏²特二³氏，並許其應用皇家物理實驗室從事玻璃之系統實驗以前，吾人對於玻璃尙未有深切之科學智識也。二氏主要之研究，關係於各種金屬氯化物。其實驗之結果，製得種種新奇成分之光學玻璃。夙著盛名之耶拿玻璃廠中之產物，即是種新奇玻璃之商業成功也。純粹科學之有裨於工業製造，此特其一例耳。

關於價廉之玻璃器與夫高等耶拿玻璃之製造，吾人俱須歸功於化學家。自其研究之結果，乃知普通玻璃，可不必以昂貴之化學藥品製之。格勞柏鹽（即含水硫酸鈉，卻稱芒硝）可用以代碳酸鈉，而食鹽有時亦可代格勞柏鹽之用。長石，花剛石，竟至爐滓，亦可用以製造甚廉之瓶或其相類之器物。囊昔玻璃製造者——而以製造光學玻璃者為尤甚——最所恐怖之一點，即原料中苟有些須鐵質之存在，其產物便將變色而被毀矣。近代製造家對於所用原料俱先施以詳細之分析，設其中僅

有少量鐵質存在者，則可用某種化合物——特別常用金屬氯化物——以防止其生色也。

古代玻璃製造家關於着色假珠及着色玻璃之製造，全恃其原料中所含色質偶然之發見耳。故欲行第二批製造時，即須重集與第一批相同之物質；然此非恆能得也，是以產物常致參差不一其色。今則製造家對於何種化合物能使玻璃發生何種之色澤，已具確切之智識；故僅須參考以前實驗家所獲之詳表，按其所列化合物之數量而用之，即可使之發生同一之顏色不爽毫黍矣。

在尋常人視之，各種玻璃殆皆相類，實則種類甚繁，以供種種特殊之用。化學家之試驗管，以與眼鏡同種之玻璃製之，則於某種試驗即將不復能行，蓋化學藥品或能溶解玻璃中之物質，或試驗管驟被加熱，將立易破碎。而試驗管之玻璃亦絕不適用於眼鏡，蓋其透光未能正確也。故自其化學成分言之，玻璃之種類實繁。研究家以所攻科目之不同，各需其最所適用之玻璃。化學家所必需者，為品質純粹，熱僅微脹之玻璃；物理家者為受熱不生扭捩之溫度計玻璃；而從事愛克司光線者則必需一端能透其光而他端俱否之玻璃。據發見此種玻璃特殊性質者實驗之結果，諸種特殊用途玻璃之製造尚多有需更事研究也。

科學研究對於玻璃製造業之影響，吾人茲可無庸更事縷述矣。其於前五十年或百年內之全部改革，要皆科學有以致之也。近代玻璃製造家之製造玻璃，可得而應用者，則有化學公式焉，鋼鐵機械

焉；而其吹製玻璃也，亦得以機械行之。玻璃工業將來之進步果何底止，今固未能預測，然其用途之日漸增廣，當無疑也。

陶器

曩昔之時，陶器與瓷器世人莫不甚重視之，蓋以其價格甚昂，得之非易耳。今也不然，吾人碎一茶盃，破一果碟，幾乎俱不甚可惜，殆有破甑何戀之慨矣。溯陶器製造之由來，遠先於人類有史之初，願價廉之陶器實為較近科學時代之產物。欲製良質之陶器，吾人須將黏土，石灰，石英或他種物質竭力混和。此非使全部分再三混合不為功。當混和機械未發明以前，每次僅能混合少量黏土而已。今則吾人應用鉅大之機械混和槽，每次乃可混和原料凡數噸。此即昔時陶器價格所以倍蓰於今日之一原因也。機械不特用於混和及搓捏原料，自上半世紀以還，並得用以塑形，雕槽，及刊印花樣。今者吾人應用新式型塑之機械，型成一板需時僅約半分鐘足矣。

陶器製造家所最恐懼者，即原料中鐵質之存在，蓋將使成品變色，因而降低其價值也。願陶器中鐵質之斑點，非如玻璃中斑點之可用適當化合物以消去之；惟有強磁石甚能祛除斯困難耳。

製造價廉窯器之另一要素，即於鉅大之窯中能使之發生均勻之溫度，其窯之容積每次可燃窯器凡數千件，以視昔日僅容數件之小窯，相去遠矣。自研究燃料之熱價及傳導與對流之定律以還，窯

1. Bernard de Palissy 2. Botticher 3. Saxony 4. Meissen
5. Pott 6. Edison

中熱力之利用亦大爲進步。

彼熟諳鑿業之歷史者，未有不知伯爾拿·得帕利栖氏其人也。氏生於十六世紀中適當科學時代之初。當歐洲黑暗時代，西洋陶器製造之術已淪於衰替之境域，絕無何種上等陶器之產，有之，亦僅如鳳毛麟角耳。帕利栖初非曾受教育之人士，然特具科學家之精神。對於鑿器之製造，深願研究其真理，嘗費伊一生大部分之時間精力，從事鑿業之實驗。其所發見之種種事實，即近代鑿業之嚆矢也。約於西元一七〇九年時，歐洲始有波提瑟者發見製造瓷器之法；嗣後，瓷器乃始製造於薩克森之邁仙城中。顧波提瑟嚴守其法，秘而不爲人道。當時普魯士王頗欲求知其術，用令著名化學家坡特氏考究其隱秘。坡特之爲人，髣髴今之愛迪生——當其欲知一事物時，嘗不憚徧地球以尋求之。據云坡特嘗作實驗多至三萬次以上，而後始獲滿意之結果。因是吾人關於瓷器之製造，獲知甚多重要之事實，然則波提瑟當時之嚴守秘密抑亦大有造於鑿業之發展已。厥後又歷經數研究家之改良，瓷器製造乃漸臻今日完善之境。

製造陶器時設所施之釉質不能熔融於器物外表之上，則所成產物必如磚之多孔而具吸收性。欲求一適當物質以供此用，爲早先陶業家最難解決之一問題，蓋釉質之脹縮率務須與陶器本體之脹縮率相同，不然，釉質便有罅裂之弊，此於舊時價廉之盤碟上所屢見者也。嗣後直至物理學家啓始

研究物質膨脹之問題，於是釉質罅裂之真因始明。根據各種物質膨脹之研究，陶業家乃可按適當比例配合釉質之原料，俾其脹縮率與陶器本體者不爽毫黍焉。

礶砂爲促進熔融之物質，其於釉質成分中約占三分之一。願在昔欲得純潔適於此用之礶砂甚感困難，故陶器之成本每爲之大增。直待上世紀中化學家發見化學分開法之原理以後，於是乃獲價廉純潔之物。

關於適當純潔色質之應用，陶業家當與玻璃製造家同伸感謝於化學家之前。較廉陶器上之花，今已成爲通常之事。印花之法係自紙之印刷術及布之印刷術倣效得之。

綜而論之，陶業之由來固甚古矣，但其適於平民日常應用價廉器物之製造，僅成於前五十年與百年間耳。鑒業之大進步，要當溯源於帕利栖與坡特二氏苦心孤詣之研究。

- | | | |
|---------------|-----------------|---------------|
| 1. beriberi | 2. scurvy | 3. pellagra |
| 4. ricket | 5. tuberculosis | 6. rheumatiam |
| 7. neuralgia | 8. neuritis | 9. anemia |
| 10. Manhattan | | |

第八篇 家事

第四十四章 飲食不得法之糾正

人類因飲食不得法所受痛苦之經驗，至今日始漸得了解。各國貧苦人民所患之脚氣病¹，壞血病²，玉蜀黍中毒病³，佝僂病⁴，及他種眼病等，亦係在近年間考得其原因，為飲食上有缺點。細心之醫家，現亦知飲食選擇不得當，為致肺結核⁵，風溼病⁶，神經痛⁷，神經炎⁸，貧血病等之間接原因。形容憔悴，顏色蒼白，翼狀肩⁹，胸肺狹小，筋肉瘦弱，精神萎靡，了無生氣之小孩，若在短時期內將其食物為之糾正，當易恢復其常態。美國曾有人研究滿哈坦之學生一七一·六六一人，若以之代表全紐約之學生，則當有一八五·〇〇〇人因營養不足，三一·〇〇〇人因飲食未得法而生活不佳。更有數研究家謂紐約之學生，約有三分之一皆未得充分滋養。若以推之全國，營養不足之學生，必在百分之十以上。成人之營養，尚無充分之研究，惟幼孩營養不足之家，其成人亦必隨同一原因而受影響也。

貧苦之家，其幼孩固易致營養不足，惟富素之家，有時亦不免斯弊。曾經有人反復研究，證明食慾

之大小，完全基於每日食料配製之得法與否。小孩們之食物，如無父母善良之指導，必喜選擇糕餅糖果之類。其他較合衛生之食物，反遭其擯棄。主中饋之人，對於每日三餐之食物，若不留心配製適宜，則全家人之康健，無形中必受其損害矣。

近年人口之增加，尤為迅速，食糧一問題，更非借重於科學，不能解決。因欲求食物之味美，其養生之價值，往往失去其天然之性質，如米，糖，果汁等是也。吾人如明白並能應用滋養原理，則配製之食物，必較天然物品滋養豐而合於衛生。若配製不得法，則危險又殊大。價值廉賤之食物，亦可配製良好，此於大城中貧苦階級極有補助。是以吾人苟注意滋養原理，結果優良，必可預期。有許多人食物過多，然仍營養不足，此緣食物選擇之不得當。全國人食物之價值，每年當不下數十萬萬，若取用並配製食物得當，不特有裨於人羣之康健幸福而已，經濟亦可大為節省也。

食物之價值，雖係近三四十年來之研究，然在十七世紀時，粗簡之研究，即已開始。食物消化之方法，雖為歷代投機哲學家研究之資料，然有組織系統之研究，則始於十八世紀之末。由多次試驗之結果，發明食物之消化，乃一種化學反應。自是以後，有機化學亦漸發達，飲食上較複雜之問題，皆可得而解決矣。

同時拉瓦節¹亦開始其研究工作。拉氏實為一最精明之科學家，能察當代最重要之問題於隱微，

1. Magnus

並奮勇研究，遂得驚人¹之效果，而造福於人類。拉氏對於人類能力不滅之一問題，最饒興趣。故極力研究人類所進食物數量，與身體所散熱力數量之關係。時在一七八〇年。當時因各種食物化學成分，與所等熱力之數量，尙無可根據之條件，故所遇困難極多。然拉氏卒由其所研究，供獻食物之滋養價值，此實現代科學界一種新奇之發明也。拉氏研究開始時，一般科學家，以爲生體之發出熱力，乃由身體中起一種氯化作用，拉氏則以爲非身體之起氯化，乃肺中所起之氯化，此說稍後馬格那斯及其他科學家，更爲證明之。拉氏與其所研究，關係極爲重大，設能再繼續研究兩星期而不受誅戮，其結果必有可觀，惜大功未成而身先蒙害耳。

十九世紀之初葉，有機化學之知識，漸露曙光。食物材料，多分析爲較簡單之化合物，如蛋白質，碳水化合物，礦物質等是。因有此種發明，德國大化學家利比喜氏遂於一八四二年，下一結論曰，身體內熱力之發散，乃緣有機物之燃燒，而非如一般人所謂乃炭與氮之聯合也。利氏既分析食進之食物，又分析排洩之糞溺，由此遂決定人體所需各種不同之食料。以前之實驗，曾考得某種食料，如脂肪其發生之熱力，每較他種食料爲高。利氏以爲此與食品分析上，有極大關係，故開始作精密之研究。由當時以至近代，食物之分析，或急或緩，然近日所用大多數之分析資料，皆爲由精密研究而來，如阿特窩忒及其他化學家，皆係竭盡畢生之精力，以分析食物，然後乃得正確之結果。

與分析有聯帶關係者，即各組成分之燃料價值，亦即各組成分所能生產工作能力之數量。此皆最近年間之研究，而得最後決定之結果。設有人閉於一不傳熱之室中，凡其因各項工作所發散之熱力，皆一一計之，排泄之糞尿，亦加以精密之分析，如是身體所用各種食物之燃料價值，可以考得矣。食物及他種物料能力價值之表示方法，朱爾氏曾有相當之發明。其試驗之成功，約在十九世紀之中葉。

食物之分析與能力價值，究有何意義，茲更贅數語以明之。食物價值，視其能發出熱力之大小而異，其功用在於彌補身體因工作之消耗，供給礦物質以清潔血液，並助長身體對於食物之吸收。更預備充分之能力以供不時之需，此層較一切皆為重要。此種熱力價值，又大都視化學成分而異。如牛肉之能力價值，較同量番茄，白菜，瓜類及一切相似食料之能力價值，約多十倍。奶油，鹹肉及一切脂肪之能力價值，又約為牛肉之三倍。是以軍旅及他種大團體工作之人，其食糧之選擇，當取各種食物中含能力量最多者。進款甚少之家庭，常用同法選擇食物，故甚有助於經濟之節省。彼輩甚知牛後部肉質之能力價值，不亞於獅肉之價值，故多購食之。又知選擇數種能互相補助之食物，以配合適宜之日糧，而免營養不足之弊。

降及本世紀之始，有以為凡能供給適量脂肪，澱粉，糖，蛋白質，礦物鹽等，皆有相等之食物價值。惟經較精密之觀查，知食物之品質，亦極重要。如蛋白質或氫素化合物，約有十八不同之種類，在一種完

1. diabetes

全之日糧，應俱含有之，但一種食物中，其所含者，每不成適當之比例。由此可知營養不足之原因，一般人視為缺乏蛋白質者，實非盡然也。倘每日食料之種類，過於單調，或限於少數之種類如世界各部貧民階級之食料然，則各種蛋白質，當然不能得適當之比例，故結果使人柔弱或竟生疾病。避免之法，只有求各種蛋白質較適當之配合。即家資富裕或食物體量過小，仍須了解各種食物品質之區別，如是食物選擇上，亦方能免營養不足之弊。

玉蜀黍中毒病在今日已證明為食物配合不得法所致。歐美各國數百年來，患之者頗多。美國當一九一七年，產棉區域之貧民階級患此病者，有一六五·〇〇〇起。當地之居民在冬季欲以玉蜀黍餅，豬肉，大豆，糖水為食，而以生意清淡之年為尤甚，因之受此病甚而至於死者不可勝數。及其真正原因既已考得，食物配合之缺點，加以糾正，此病之勢力乃漸殺。

壞血病，糖尿¹病，佝僂病等，皆為營養上之病，亦由科學上之研究可以糾正之。在食物配合得宜情形之下，此種病症，絕屬罕見。佝僂病之真正原因，至今雖尚未十分明瞭，然為幼孩時期之食料，不合其相當年齡所致，可以斷言也。

近一二十年來，滋養原理發明，於是許多人不得不多取牛奶，奶油，雞蛋，蔬菜，果品，以及他種香葉之類為食料。曾有人用精密之試驗，謂上述各食物中之簡單滋養分種類較多，大部分皆為活潑之組

成分。此種活潑組成分，且有特別能力，極有助於消化及代謝等作用。所謂特別能力，即一般人所稱爲「維他命」者。各種食物中所含維他命之分量，多寡不一，設有一種，爲食物中所缺，即易起營養不足現象。普通食物中最缺乏之一種，在乳產品及青葉中含之最多。歐美人欲弭補此種缺點，故多用乳產品，東方之人，則多用青葉蔬菜。中國日本及其他東方國度，設遇荒歉之年，青葉食物缺少，於是腳氣病，及某種眼病遂盛行。普通人以爲城市中營養不足者並無多少，係缺乏乳產品及青葉蔬菜所致。但經仔細觀察，一般貧民營養不足者，確係較富裕之家少食含活潑組成分之奶油，蔬菜，果品，等食物。吾人既知此種原理，則一般貧民當可就其經濟範圍以內，選擇較多活潑組成分之食物矣。

就營養上觀之，吾人可謂科學研究，已供給一種穩固之基礎，使食物之價值，可得而估計，於是吾人可用最經濟之方法，以選擇食物，而適合需要之情形。勞力之人，所需能力價值，約爲勞心者所需之
二倍，但根據科學研究，可自價值較賤而發能力較多之食物中取得之。又由實驗室之試驗，知各種食物及某種預備方法，可較有助於消化。更因近年之發明，烹調殺菌等方法，大爲變更，是以吾人身體之需要，更易適合。幼孩受營養不良之痛苦者，今則減少百分之十以上，不能謂非重要之進步。且既知科學的營養方法以後，貧民食物之選擇，亦大爲簡單。各等人民營養上之效率，因近年之發明，亦莫不大有改進矣。

1. vitamins

科學研究，對於營養上之利益，固如其多，然須繼續研究者，仍屬不少。現尙有不受營養不足之痛苦者，應有方法以供給其相當之食料。他如烹調，貯藏上，如何可以保存食物之價值，亦需要較新之發明。且城市之居民，日益加多，食糧問題，愈趨複雜，爲適應此種情形，亦不能不更有專門之研究。近三十年來進步若是之速者，亦無非有以前科學家精密之專門研究耳。

第四十五章 家庭生暖法

古代家庭內所用之火爐，可稱浪漫；柴枝生火，瓦鍋煮食，風雅之趣無與倫比；家人圍而取暖，其樂融融。惟此數語，僅描寫圍爐時之片景；至如何搬運大堆柴薪至爐旁，室內離爐較遠之地未得溫暖，小孩眠睡時不近火爐將受劇烈之寒冷等，則皆未言之。美國前總統亞當斯¹受此種火爐之痛苦尤深，每年自秋季至次春必終日眠臥不起，一如蟲鼠之蟄伏然。今日之火爐，固已不如古代者之浪漫風雅，然舒適衛生，則又遠非古人夢想所及也。

自原始生暖制度之進化，其初不過室內修築之明火盆爐等，至最近五十年間，則進步極大。當吾人安坐室中吸收熱氣時，絕少有想及燃料與熱力保存之效率等科學研究，乃助吾人得享安適者。然此實可以證明之。最早之進步如佛蘭克林式之火爐，的確係根據精確之觀察，絕未應用熱學新原理，

但就大部分言之，一切變遷，莫不受科學之支配也。

鐵火爐之爲用，在佛蘭克林未證明其效率以前，範圍尙不廣，蓋當時燃燒多量之燃料費用並不大，而購置鐵爐一具則所費甚多。設鐵爐之價值仍爲今日之十倍或二十倍，一如煉鋼方法未發明以前然，則吾人或亦將舍鐵爐而不用。在鐵與鋼章中，吾人已證明科學之勢力，如何減少鋼鐵之價值；至今日鋼鐵價值減少之程度，雖最貧苦之家，亦可備置鐵爐一具矣。

鐵爐構造等之完備，完全爲十八九世紀熱學試驗家研究之結果。此輩新創傳導、放射、對流等定律。各發明供給吾人許多新知識，使所修造之火爐，能最適合吾人所需要。設吾人不明白放射定律，則構設火爐，必求光平潔白以重觀瞻，而忽略輸送熱力之效率，如是燃料用量必多耗費也。

烟窗之體積，現已減至極小，其故有二。據科學試驗，證明凡烟窗散出若干之烟或熱氣，爐中亦必耗費若干之煤，是以烟窗若過大如古之火爐然，則必有多量之熱力向上洩出而歸於無用。此其一。較大之烟窗，每易使多量冷空氣下入爐中，致上升之熱空氣，失其調勻，結果爐中之火激烈而多烟且難於持久。此其二。後之研究傳導作用者，將烟窗內面，極力使之光平，如是磨阻較少而烟得較易洩出。至於房舍上所修之烟窗，何以必須極高，以節制爐中之火焰，此則由工廠及他處用多量煤炭之大爐之科學研究得之。是蓋科學家之注意，用於工廠大爐者，常較家庭小火爐爲仔細，而效率亦較爲優越也。

科學發明應用於人生之遲緩，可於火爐見之，蓋科學爐灶原理之發明已許多年，然開始實用者，則近年事也。化學家與物理家再指點吾人謂凡可燃燒之氣體，應盡量燃燒之。惟在最近年來，所建之爐灶，對於煤炭之節省，乃較有效用。至於燃燒前，應將空氣先為熱之之新原理，如噴氣爐及他種新式爐灶所用者，則皆基於化學家及物理學家所試驗一切之燃料燃燒原理也。

節制爐灶發生熱量之自動機器，乃應用各種金類熱漲度不同之原理。此種原理之應用，於安置長熱水管或蒸汽管之糾正，尤為重要，蓋蒸汽管當熱漲時，每易在連接處破壞也。鍋爐上之寒暑表及他種設備亦莫不係應用此原理。

用熱汽管生暖法，乃應用完成蒸汽機所發明之原理。最近一種利用科學生暖方法，則係以真空管吸引蒸汽，迅速經過長管而達於目的地，如此因甚長之管身，而使熱氣之放散，達於最低限度。至於熱水生暖器，則大部係直接由物理實驗室水之對流作用脫胎而來。近年用鉛管連接以行熱水生暖制度者，對於磨阻之定律，亦曾加以仔細之研究。若安置熱水管時，不根據科學原理，則熱水必難得適當之流通。無論蒸汽或熱水生暖法，其為用必皆在鐵價廉賤以後。此兩種生暖法之放散原理，亦曾經精密之試驗，如置不傳熱之物質——如鎂¹、硫強礬與石綿等——於不需熱氣之處，則可防止大部熱氣無謂之遺失。用不傳熱物質以保存熱氣之法，在無火煮器與熱水瓶中亦見之。

新式生暖法爲一般人採用後，通風一事遂成一重要問題。數百年前用大火爐者，冷空氣常入室甚多，不免通風過甚，反難得適度之暖氣。今日最大之問題，亦爲室中之空氣，當如何使之流動。據科學家研究而得之事實，冷空氣常較熱空氣爲重。近代科學家，遂根據此種原理，而創通風器。此器使冷空氣自上輸入室中，因其較冷，故穿熱空氣而下，二者遂得混合焉。用熱空氣生暖者，其冷重之下層空氣，由通風孔而下入爐中。既熱之後，復由另一管而上升室中。又有許多生暖法，其空氣之流通，完全借助於機械之擾動，如用電扇是也。

在有種情形，空氣流通之程度，可於其所含二氯化炭之多寡見之。惟此實爲不甚可靠之方法。總之，通風一問題，曾經多數精密之試驗，且有人閉居於不通氣之屋中，以研究各種不同之方法者。

與通風問題平行者，爲空氣所含之溼度。自科學家發明簡單之器具以測量空氣之溼度後，於是知以前因室中生火而起之不適，大多由空氣中缺乏溼氣所致。室中空氣所含之溼度若適當，即溫度較低，亦必視溼氣較少之空氣中爲合適。近年之科學家，以爲冬季之疾病，大多係因空氣中缺乏溼氣。故凡生暖方法優良者，必甚注意此一原則也。

房屋修造之材料與生暖之影響，較以前爲注意。據試驗證明，普通修造房舍之材料，其差異竟有達百分之二百者。外層牆壁熱氣遺失最大之原因，完全爲牆壁外層與內層間空氣之流通，亦即物理

1. cord 等於 128 立方呎之積量
2. Joule
3. blue gas
4. acetylene

學家所謂對流作用是也。兩層中若用砂或鋸木灰充塞之，則可防止對流之傳遞，於是大部之熱力，可以保存。現在各種隔緣物效率之大小，已爲一般人所通曉，設有室壁或天花板尙遺失熱力而使室中寒冷者，當無可原恕也。

又科學研究，對於各種燃料之比較價值，亦極有貢獻。七十餘年前，絕無精密之方法以確言一捆之松柴，其價值不及硬槓半捆或煤八百磅。後經朱爾仔細研究，遂得一種方法，可以比較各種燃料之熱力，而定可自其取出能力之多少。有此種基礎，吾人遂可比較價廉而熱力薄弱之軟煤與價貴而熱力較高之硬煤經濟上之價值熱優。同樣價值之藍氫炭氣與二炭炔吾人亦可有標準加以選擇。以吾人現有之知識，遂於不知不覺中取藍氫炭氣矣。

氣體生暖器，與普通生暖器同爲科學試驗之結果。其構造之完全，能將一切燃料燒完，而不變爲烟煤遺失一如以前之燈盞與火把然。除少量之天然氣體外，大部分皆爲化學家所供給。如柴油，煤油，火酒，以及相似之液體燃料，莫非科學家勝利之結晶。此類燃料近年在家庭中，爲用尙不廣，含潮溼氣候溫度只增加數度外，其餘之燃燒器機械效率，或不能不有增加，設室內之隔緣方法完全，則此種液體燃料應用之範圍，當可推廣。燃燒器改良，燃料價賤，於烹煮上亦當有莫大補助。

電氣與上述之燃料亦相同。以後生電價值廉賤電化熱方法更有效率時，其於生熱上更可佔重

要位置。

一言以蔽之，科學之勢力對於家庭之生熱，曾減少燃料之銷耗量，增進燃料生熱之效率。因科學研究，乃有大規模之生熱方法，否則宏大之建築，必感生熱之困難。至室內之清潔，勞力之減少，猶其餘事也。又由科學供給測量各種燃料價值之標準，俾吾人便於選擇最適於吾人需要之燃料種類。科學更教導吾人適宜之方法以保持室中之熱力。並在特別情形，供給吾人新燃料，使受莫大之利益。然此尙未盡科學之能事。猶有許多問題急待研究。燃料之消耗，雖最有效率之火爐，實際亦較理論上多一倍，普通家庭，較理論上多耗五六倍亦屬常事。關於此方面之研究，將來必可得優良結果。以較少之費用，得較安適之家庭，自可期也。

第四十六章 安適之家庭

今日美國普通之住宅，較諸數百年前之王侯第宅尤爲安適。蓋王侯第宅多以大石爲之，冷僻而無生人氣味。窗戶不多，而且無玻璃窗以通日光。其百葉之窗，時常關閉，以致無由瞻覽外間景物。牆壁亦多莊嚴而乏適意之布置。椅杌亦不甚適宜，坐倚其中，直無舒暢之可言。小蟲可自由來往無阻，病菌亦潛伏牆壁地板及木器之孔隙中，以爲害人之媒介。

以今日之家宅與二三十年前之家宅較之，隨處皆可發現不同之點。從構造材料方面以迄內部裝潢木器傢俱等，皆大加更新。此等更新，皆係近年所成立者。推原其故，多為直接或間接研究之結果。本書前部著者已經敘述建築材料之改善，舊日火爐之改進為新式生暖設計，烟氣薰人之火炬，進而為今日之電燈與煤氣燈，及最近關於清潔與美觀設施之增進等等。今將其他之家事改良，撮其要者略為敘述數端以饜讀者。

首敘牆壁裝潢之改善。人類天性，不喜幽暗之環境，如昔日之家宅者。殖民時代（指美國未獨立以前）之火爐，大為文學作家所推贊，實因火光為彼時家宅中僅有之工具，可資之以破除幽暗之環境。彼時化學尚未精進，人類不知製造廉價之油漆及牆紙，故牆壁多塗以雜草之泥土。有時泥土之上，加以介殼之灰粉，使之雪白。泥土甚易發生裂紋，有時且成塊墜落，故甚不美觀。油漆為普通家宅之用，在有色物質化學性質明瞭及廉價大規模製造方法發明以後。灰泥之應用於房屋，尤以佳良之灰泥，亦在科學方法發明廉價製造及運輸此等物品之後。牆紙之應用於居屋，更在價低紙品製造及彩色印刷發明以後。

玻璃在家宅中能發生快美之感覺。前此之家宅，少有購置，因其價值大昂也。自廉價玻璃及反射化學藥品發明以後，玻璃之價賤而用廣。昔之視為奢侈品者，今則目為必需品矣。

今日之家庭，苟未備置時鐘，卽不能稱爲完美之家庭。昔日之計時方法，不十分正確，斷難施用於今日之社會，因今日之社會，其中各種業務，皆有一定時間處置。計時器具之進步，起始於擺錘原理發現以後。擺錘搖擺之距離，在一定之時間內，絲毫不差，故可藉之以計時。其他如鐘之外展平衡輪及鬧鐘之機關，皆從理論實驗室中實驗得來之結果。鐘錶之價值日益低廉，實因掘取及提煉原料方法之日益增進故也。

美國今日有五百萬架照相機爲人民所使用。此等器具，增進家庭間之快樂不少。鄉村家庭，素乏其他之娛樂，故其裨益之處尤多。苟照相原理發明在百年以前，照相機在彼時必難如今日之普遍，因彼時科學尙未精進，製造費用甚昂也。留聲機片之製造，需光明電鍍之理。而電鍍原理遲至十九世紀中葉方始發明。機片之材料，彼時無法可以使其軟硬適宜。經許久研究之後，始經發明。同時留聲機中之發動機及調節器，亦由研究之結果而發明。

無線電之發明，已於某前章中述之。苟聲學原理，未能深諳，金屬部分之廉價製造方法，未能發明，及木材部分之製造與修飾材料之製造未發明前，鋼琴及風琴，斷難普及於普通家庭。物理實驗室中發明氣流，調節鋼琴聲音之法，亦大裨益。

音樂器具應用漸廣，每易擾亂同居之清興，故同時研究種種方法，以求聲浪之消滅。消音之原理，

久已知之，所需研究者，在選擇最廉之材料，與最佳之裝置方法。使消音原理，可實用於普通家宅。

今日之木器傢具，多用機器製造，即雕刻亦可以機械爲之。蒸汽機及汽油機苟未發明，出品必不能如此之廉。

洗浴一事，數世紀前，在冬日殊少行之。新式浴盆之設置，尤非彼時夢想所及。彼時房屋四周通風，不易生暖。燒水暖水亦費時甚久。往來提水，亦甚不方便。凡此數端，使洗浴甚爲艱難。後此自來水制度發明，新式浴盆製造原料價值低廉而衛生，故洗浴亦漸推行。

昔日之臥牀，既無彈簧，且易滋生蠶類及臭蟲。今則全易以安適而且衛生之牀具矣。金屬製之牀具，在冶金學尙未精進以前，費錢甚昂，爲普通人民所不能設備。彈簧之裝設，苟無製鋼新法，亦必價貴而難普及。

驅除蟲蟻，實爲舊日家庭之難事。傢具及牆壁之孔隙中，處處可容彼等藏身。加以光線大弱，尤助彼等滋長。在粗木房中，斷難清除臭蟲等害物。蟑螂之類，亦真捉不勝捉。屋中無天花板，食品等常懸掛於橫樑上，以免鼠類之竊食。夏日門戶洞開，蚊蠅乘機而入，蓋玻璃窗及窗簾尙未發明，故彼等可直入無阻也。

前此不知此等蟲類，爲疾病之媒介，故僅覺其擾人清興，而不知其爲害尙有甚於此者。後經科學

研究，始知其爲害甚烈而設法以驅除之。驅除之法，以化學藥品爲最有效力。如蟻酸之氣體，能於數小時，盡殺家宅之害蟲及其所產之卵子。蟻酸甚毒，前此使用之者，偶爾不慎，便受損害。今則雜以惡臭之氣體，使人聞之而遠避，故無危險之可言。此外尚有力量較輕之化學藥品，有時亦可施用。苟無此等化學藥品之發明，在人口雜亂之居室中，必難驅除家宅害蟲。苟窗簾之原料，仍如往昔之昂貴，人民將無力以購備，而蚊蠅亦無法以驅除之也。

讀者亦會想及火柴對於人類幸福之貢獻乎？在無火柴之前，廚房中必常有星星之火以爲火種。發火時必用木片或紙片從他處取來火種，始能濟事。此種留火方法，至近七十五年前，方始由火柴代替。當十九世紀之初葉，化學家已從事研究，思用硫黃，氫化鉀，及磷質以製成火柴。結果不甚可靠而且笨拙，故不能見諸實用。後此日益研求，遂得完滿之化學發火原料。然火柴之通用，尤有待於小木片之發明，及機器染藥於木柴頭之方法。故木柴乃機械的產物，亦即科學的產物也。

家宅中無火災之恐懼，亦爲最可慶幸之處。舊日城市中之房屋雖不甚高，然火險則甚大。一家遭火，往往遷及全城。苟在火災初肇之時，不能撲滅，則勢成燎原，不可施救。今日則因電話電氣火警化學滅火器及救火汽車之發明，火之爲災甚微。苟無此等救火新法，今日之大城或難存在。

救火關係鉅大，故極力研究以圖利用各種之新智識。流水阻力之原理，用之以創造水龍頭，使水

流能達到最遠之距離。最有效率之抽水機及最優良之發動機，亦均利用之以救火。總之心機費用，以圖取得各種事實之有助於救火者。

總而言之，家宅中因科學研究之結果，大放光明而變為可愛之住所。內部裝飾大加改良，音樂器具日益普遍，洗澡日見通行，牀具較前佳良，害蟲易於驅除，火柴易於購備，火險易於救助。凡此種種，莫不係科學研究的結果。實言之，今人家庭之安慰，無一而非科學研究之產品。

第四十七章 家庭工作之節省

世界上之工作，需最大之能力以經營之者，莫如家事。家事之經營，完全為家主婦之責任。家主婦必需有最大之技能感覺與機智，方能使飲食居住有定時，家宅清潔而有條有理，小孩盡有適當之衣食與教育，及使易受刺戟之丈夫勤於所事。故伊之工作，實為世界最難之工作。苟有能節省其工作者，其造福於家庭於世界可以想見。最可慶幸者，即近日此項發明日多，使用日廣而且可靠。結果家庭日見其安適，而人口死亡率日見減少，尤以死於傷寒症者為甚。

自來水之裝置，最為有益於家主婦。舊日之主婦，日需提水一二十桶歸家以資應用（此指美國普通人家之不用僕役者言）。若在洗刷之日，則需水至四五十桶之鉅。此項工作費力甚大，且又加以

洗衣之工作，誠難乎其爲主婦矣。據美國俄亥俄省農業工程師之計算，謂鄉村婦女提水來往，在五十年之內，行路約六千英里之遠，可見其勞劇也。

自自來水應用以後，水之使用量，驟爲增加至數倍之鉅。且自來水十分清潔，少含細菌，甚有益於衛生。較之舊日之以桶提水中滿貯灰屑細菌者，實有天壤之別。後此用水之量，當日益增加；而清潔之道，亦將日益精進。此外有害廢物之棄除，亦因自來水之用而進步。

自來水及陰溝之設備，實科學家所賜惠。苟無廉價之鐵管，則普通人家必難應用之。鐵價之降低，實化學家研究發明之結果。防銹鐵器之應用，亦爲化學研究之結果。苟無蒸汽機與汽油機，則陰溝之裝置，費用必大。無水力學之智識，則高大房屋中之自來水管，亦甚難裝置也。

苟熱水需行之於爐上水鍋之中，則主婦必甚感不便。熱水制度之發明，足以救此弊。此項發明，實卽物理學研究之結果也。

今日之自來水中甚少細菌之類。自從細菌學家發現細菌可爲人害之事實後，又經細菌學家與化學家之通力合作，吾人已能驅除自來水中大部分之菌類。故自來水不特節省工作，而且有益衛生。次請論電氣之裨益於主婦。電氣之使用於家庭甚新，故其前途之擴充，正未可限量。在今日之美國已有一半人家使用電氣以代人工，正不知節省多少勞苦也。

1. vacuum cleaner

電燈之使用，從普通人眼光視之，不過較煤油燈略勝一籌耳。然經仔細考察之後，知用電燈可節省每週數小時之清理煤油燈具手續。此種煤油燈具常易污壞牆壁木器及衣服，亦需週費諸小時以清理之。而除免煤油氣味與減少火險之益尙未計及也。

三五分鐘之電氣，至少可節省三小時之洗衣工作。洗衣機器自身即爲一種機械，即爲一種科學研究之結晶。洗衣機器，前本用木質爲之。自經研究之後，乃改而採用不蝕腐之金屬。而大規模洗衣業之發達，尤稱便於若干不願自洗衣服之婦女。此種洗衣業所用之發動機，洗濯機，乾燥機，清水方法，配合肥皂方法，去污藥品等等，莫不由於科學研究之結果。

吾人或以爲電氣熨斗對於時間上之節省，不必較優於舊日之熨斗。然經研究之結果，知每用電氣熨斗之家，每週可節省時間二三小時，並可省去不少勞力。舊式熨斗散熱甚速，於夏日用之，常至汗流浹背。新式之電氣熨斗，則散熱極少，故無過熱之弊，且能充分利用所有之熱力。此種保留熱力方法，多係熱力學研究之結果。因此之故，電氣熨斗在家庭中日益重要。美國每年熨衣約耗去電費四千萬金元，可以證明上語之不誣矣。

¹真空清除器現亦漸次推廣其用途。每週所費之電，不過數分錢；而所節省之勞力之用於掃除地板者則甚大。器中之原料品，真空發出部，灰袋，及電氣摩托等，無一而非科學研究之結果。苟無價廉而

質輕之鉛以代笨重之鐵，則真空清除器之能否見諸實施，尙屬疑問而不能回答。

電氣及煤氣爐灶之應用於烹飪，亦與主婦以莫大之便利。主婦不需來往取木柴及煤炭，以爲燃燒之用，亦不需揩擦地板上及煤爐上之污漬。不特節省時間，經濟上亦較爲合算。而在炎暑盛夏，尤與主婦以莫大之安適。此等便利工具，蓋近世科學之產兒也。

縫紉一事，在百年之前，爲一耗費時間精力之工作。自有縫紉機以後，主婦僅需費少量之精力，可以縫紉及縫補全家之衣服。據調查結果，鄉村婦女對於縫補工作，每週不過三小時半，可見其省時省力也。苟再用電氣發動縫紉機，以省踏板工作，則精力之節省，當較爲更多。非特節省精力而已。同時縫紉工作，可增速至六七倍之譜，其效率之偉大，可以想見矣。而縫紉機之使用於普通人家，實以鋼鐵製造法之精進爲其主因。因舊日之鋼鐵，價昂而質劣也。

除上述諸種節省工作之機器外，尙有電氣洗碗機，金屬擦光機，食品細切機，品攪和器，冰淇淋製造桶等等，亦裨益於家庭不淺。最近發明之鍍鑲術，苟以之施用於刀叉之屬，則鐵鏽不生，可以久而無擦鏽之勞。

輕質金屬之施用於家庭用具，亦與主婦以莫大之便利。舊日之笨重木盆木桶，今則代以輕巧之洋鐵製或鉛製盆桶矣。在百五十年前，烹飪用具具有大容十至十五加倫，重至四十磅者。苟加以器內

1. linoleum

之食物，其重量當在百磅以上。較之今日輕小用具之重約五磅乃至十磅者，其輕重之懸殊，可以想見矣。蓋生鐵不能製成輕小之用具，而銅器則又價值大昂也。自洋鐵片及鉛質廉價製造法發明以後，以上之困難，乃得解決。鉛質在百年以前，無人之知。其提煉之法，遲至一八八九年方始發明。然而用途日廣。即以美國而論，在一九一六年時，每年消費價值，已達一萬萬七千五百萬之鉅。其重要，可以想見也。七十五年或百年之前，地板甚不清潔。板中之間隙，為細菌之逋逃所，大有害於衛生。迄十九世紀之中葉，開始研究亞麻子油製造油漆方法。亞麻子油經氯化之後，變為一種硬性之表皮，可以保護地板之表面。結果發明一種亞麻油漆。此種油漆之使用，不特有益衛生，且可節省若干清理地板之工作。油布之發明，亦有同樣之貢獻。鉛粉及他種價廉之粗油，最適用於寫字檯之抽屜。

科學理論研究之有益於主婦者，莫過於發生熱力及保存體力之研究。自疲勞原因發現之後，學者乃設法以測量能力消耗與工作之比例。倘有能力消耗而工作太少者，則應用機器或改良家宅中之佈置以圖節省能力。譬如家宅佈置合法，主婦可少來往若干次，而能節省多來往能力之耗費。機器之應用，亦可省去不少手續，故發明日多，為用甚廣。

其他節省工作之例尚多，一時難以枚舉。總而言之，無一家不受科學之賜者。雖有多數之新式用具，尙未能普遍，然家家至少有若干省時省力省錢之器具，因科學研究之結果而發明者也。故雖貧寒

之家，亦能購置若干之新式器具，以減少家庭工作之麻煩。

家庭管理迄於今日已入於革新時代。在此革新時代中，愉樂多而勞苦少，生活愈益高尚，衛生愈益講求，而快樂亦與時並進也。

第九篇 總論

第四十八章 科學研究對於人生哲學之影響

凡有思想之人，皆有其人生哲學，或對於全部宇宙的觀念。然人之經驗學問思想，無相同者，其人生哲學既受此種種之影響，則各個人之哲學觀念，自亦各異。惟此等哲學，可按其人之年齒，及其所處之地點，與所受之教育，而爲之分類。古代希臘人之哲學，以全部論，完全不同於今日。蠻人之居於荒島者，其關於人生問題之觀念，實大異於紐約城之居民。卽如哥倫比亞大學之教授，與大學附近無智識之移民相較，其哲學觀念亦必不能盡同也。

吾人苟一檢閱往古史傳，卽知世界各民族之哲學，均有進步的改革。此種哲學往往束縛於宗教的信仰，而宗教信仰，又復受經典文字，以及物質環境餘他學識之影響。卽教中同一之神聖經典，往往歷代相傳，其註釋因他種學識而改變。例如耶穌教中同一經文，古代希伯來人或異教徒之解釋，與近世具有新舊學識之耶教徒異。夫經文之根本真理，固未嘗變更，特解經者自必以個人之經驗學識爲

1. Columbia

2. Hebrew

根據耳。其學識愈富，經驗愈豐者，愈能切近於真實之解釋。由是觀之，則知科學研究，對於世界人民之人生觀與宇宙觀，實有絕大之影響。夫科學研究之貢獻於世人者，若物質上之享用，以及種種幸福，固甚大矣，然猶不若貢獻高尚之思想爲大，蓋此則非金錢所能代價也。桎梏之思想，狹隘之同情，國界省界之陋習，今皆以運輸交通之便利而去除之，又如宇宙之真相，自然界之定律，今皆藉科學之研究而明瞭之，其功業不亦偉哉。

昔人日常生活之中，每附帶迷妄之舉動，且極崇信巫魔邪術，以致一生事業，悉委命運，隨其努力自強之志。昔人以爲人之初生，卽有指定之星宿，爲其一生命運所繫，命運之指使，非人力所可更動，雖努力進求，無所用也。若遭蹇運，則謂事之起始，適遇第十三週星期五之忌日所致，或由事竣之日，適逢是月凶日之故。解禳之法，或觀新月於凶肩之上，或由其婦遺一碟布，碎一破鏡。若其女哭泣，墮淚於地而成痕，則其將來之夫婿與其遺嫁之遠近，胥以是斷焉。偶於星期五修剪指甲，則必遭頭痛之患。凡此種種迷信之事，書不能盡，要皆無謂之謬見也。

使科學研究而無物質上之貢獻，尙有推崇之價值；蓋其破除迷信之邪見，推闡因果之定律，皆所以糾正世人之思想，而導之於人生正軌者也。此種科學思想，影響於人類之行爲者殊偉，由是昔之依賴命運而被動者，今且一變而爲奮勉精進之自動者矣。

然欲使個人或社會，放棄其舊有之思想，殊非易事；故地球既證實為球體，必經許多年，而後為世所公認。按托勒密之學說，地球乃宇宙之中心，後伽利略起而否認其說，因遭嚴重之處罰。古來史籍所載，因反對舊說，目為邪見而處死者，比比皆是也。

人類史中最重大之一事，莫若反對科學研究所設立之新事實。不幸教會中人，當以慈心為懷者，乃力反科學之說，遂使一般人之心中，以為科學與宗教，有根本不能相合之處。實則二者皆不離乎真理也。於是科學理論與宗教教義之間，屢起衝突；然若吾人求真科學與真宗教，則二者實同，以皆為真理故也；苟有所差異，則以探討之法，進求其確實之真理何在，必可得解決之道矣。以此之故，宗教家宜竭誠與科學家相攜手，共同致力於研究，庶幾真理可明，紛爭自息矣。

近頃生物學之學理，時與聖經教義，互起衝突。此種誤會，大多由於雙方缺乏容忍之同情，結果使羣衆思想為之激動，實無異於庸人自擾耳。

當代科學界領袖密力根博士，嘗集著名科學家十五人，著名政治家十人，領袖宗教家十人，立以下宗教與科學關係之論：

「立此論者慨夫近世科學與宗教之爭，一若兩者之思想，有不可融洽而成敵對之勢，實則科學與宗教，各有其滿足人生需要之處，且欲使人生圓滿，二者當相助而不當相爭也。」

「科學之目的，在發展自然界之事實，定律，與歷程之智識，而無任何種之偏見與臆度者也。在另一方面，宗教之職責，在發展人類之天良，思想，與志氣，其重要不在科學之下。二者皆代表人心深切活潑之機能，而於人類之生活，進步，與幸福，皆必不可少者也。」

「科學所貢獻者，乃上帝之妙諦，與宗教之最高思想相合，此即上帝於無量劫來，所用以創造地球，創造生命，而使人類具有理性，及無上權力之真理也。」

著名化學家及科學事業指導員斯洛孫博士，對於上論有評論如左：

「人之觀宗教與科學之爭而驚異者，讀此宗教與科學關係之合論，可以釋然矣。是論為美國著名科學家，宗教領袖，及有名政治家等三十五人所合作。此三十五位各界有名思想家，出其宗教與科學關係之見解，而作此論，且皆深信二者於近世之人生，各有其位置。此諸人之熱誠毅力，自無疑義，其發表此論，全出自動；故彼輩以為個人之宗教信仰，與科學上之宇宙觀念，並無根本上之不合者，實事理之當然也。」

「署名於此論者，可以推廣至於無限，實則此論足以代表近世大多數受教育及有思想之人之言論。而一般俗人見科學之發達甚於宗教，而引以為憂，是誠當今之奇事也。然在深明宗教熱心教務之人，則大多歡迎歷史的批評與科學的研究。科學與宗教之衝突，實並不若是，所謂衝突者，乃

一方面在傲慢偏執之宗教家與科學家之間，又一方面則在謙讓寬博之宗教家與科學家之間。此乃意氣之差，非意見之不同。苟欲限制研究，桎梏思想，則不利於科學與宗教者，正相等也。

「權異端之盛者，即缺乏信心之表示也。科學家對於科學方法之可恃，常具絕對的信心，故雖最根本之原理，即其科學界中人，亦許加以攻擊。即就化學言之，人有反對原質之不可變，與原子之不可分，而加以攻擊者，化學家聞之，亦必不震懼也。又如某次倫敦皇家學會，有某演說家，推崇愛因斯坦，過於牛頓，以英人最崇仰之人物，而居於外人以下，乃學會中人且激賞其說，是足見科學家之精神矣。

「科學與宗教，苟有正當之了解，即無庸衝突，但當互相合作，以促人類之文化，蓋二者皆足以補他之缺憾者也。科學常供給方法，使人之勞苦得以減少，並示人生若何縣延與快慰之道。宗教則足以鼓勵個人之志氣，俾具有高尚之思想。科學予宗教以目，而宗教予科學以心。智識者權力也，然權力而不能自用，用之不得其道，則危矣。宗教而無科學之指導，則雖欲救濟社會之罪惡，亦必致徒耗心力而已。

「科學可以發見何種事業可以資人福利於將來。然科學之爲用，不能逾此。科學能指點最善之方法，而不能鼓勵個人，使自動的從其善法，以放棄個人之利益。徒恃智識，不足以爲他人爲將來

而犧牲一己之動力。母之爲子，民之爲國，而能犧牲其身命者，非智識可以使之然也。此種博愛之衝動，是非宗教之力不爲功矣。

「供給原動力者科學，而發動之者宗教也。」

上帝於第一次詰誡時，有言曰：「汝等務使大地之產物，殷富而充實，汝等宜降伏之；大海之魚，空中之鳥，地上蠕動之生物，汝等宜統治之。」

帝之詰誡，辭意甚顯。人之處世，宜以降伏自然，統治衆生爲訓。當吾人初用科學研究之方法，以發見宇宙之基本定律與動力而利用之時，其所以遵守此訓言者，殊屬有限。數千年來，助吾人以近世交通運輸發光等之利器，雖環繞於吾人之左右，而吾人視若無覩也。迨經科學之研究，而後知利用之方。吾人欲統治一切，而遵守上帝之詰誡，惟有征服此自然界之動力耳。

故知各國人士，不論奉何宗教，入何國籍，出何種族，皆當輸誠以歡迎此科學研究之時代，驅昏昧迷妄於世界以外，蓋昏昧迷妄者，人類幸福之敵也。

第四十九章 科學研究之機關

遇難苦之工作，則委諸於人，此人之常情也。公共事業，若城市之改良，道路之修理，房屋橋樑之建

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. General Electric Co. | 2. Western Electric Co. |
| 3. Eastman Kodak Co. | 4. Dupont de Nemours Co. |
| 5. Mendel | 6. Law of Heredity |

築，莫不由一二勇於事者爲之倡。城市之初築，大多數人咸購置地產，然後坐待其利，其毅力較富者，則從事經營，遂成繁盛之城市，而地產之價格以增。若人人皆坐而待之，則市政將永無發達之望矣。然一城之勇於事者，終能獲優渥之報酬，至坐而待者，不特錯失此機會，且其昔日所投之資，經賦稅利息之剝蝕，雖獲亦無幾矣。

以上所述與利益公衆之科學研究，適相吻合。¹奇異電氣公司，²西方電氣公司，³柯達克公司，⁴杜灣公司等，皆美國以特產著名，而力專科學研究之機關也。彼輩皆能力與國內外之同業相競爭而凌駕之。德國以工業著於世，以其化學之發達也。諸如顏料工業，照相透鏡製造業等，皆獨盛於德，此以科學研究所得之智識特爲優越之故。當今進步之世，拘守而不進者，即退步之謂也。苟勇於事者作此研究工作，則彼必首用其發明，以事改良，至競爭者，苟欲與之並駕，勢必予彼以專利之稅額，而已則無所取利焉。此不特於工商業爲然，凡各項事業，研究與進步常相連而不可分也。

彼勇於事者，固當煞費經營，又必耗費金錢，迨收穫之期，或須待數年以後，然苟能勇往不退，終必有報酬之日也。研究非大事業，而成就則偉矣。

舉行科學研究之機關，視研究之本身而異，多數重要之發見，皆由個人單獨行之。設備極簡。凡具有數畝之地產，而其智力足以作精密之觀察者，類皆能發見⁵得爾之遺傳律。然如西方電氣公司之

研究部，所雇學識豐富之科學家達三百人，年費款項至數十萬元。若所研究者，僅爲單純之事因，則雖一人亦能蕙事，惟大多解析之事因，常甚繁複，故非有試驗室，器械設備，及各科專家，並費數千元之代價，不爲功矣。

研究機關可分數種，茲作簡單之分類如下：（一）大學及專門學校；（二）私立研究試驗室；（三）國立機關；（四）工業機關。以上分類未必明晰，蓋數種機關之經費，往往仰給於以上各方，亦有數種國立機關，附設於大學中；且政府每有助款於私立及工業界之機關者。

大學研究所所以列於第一種者，蓋因其他機關皆從此成立故也。今日所應用之各項基本發見，幾皆由各大學所供給。觀以上諸章，即知物理學中之定律，凡數十則，多半爲各大學教授所發見。他若化學及化學反應，生物學與動植物之分類，農業之基本學理，以及數學，天文，地質等各科學術，無不由大學中人爲之倡，且發見其定律焉。教師每思以新智識授其學生，又常欲證明其學說之真實，此實驗之所由作，而世界亦於是乎革新矣。

大學最適宜於基本定律之探求。蓋教師之授業，各項科學每必旁及，其所探究者廣，非若大多商業研究室之拘於一隅也。觀點既廣，則綱領之提挈也易，故其發見基本學理，亦較拘守一隅者之便是。故大學有適當之設備者，於純粹科學之研究，最爲適宜。

特大學研究所往往感經費缺乏之苦，而不能儘量發揮其任務。即如儀器一項而論，所購置者僅限於必需之品，且教授爲教務所累，其能從事研究者，時間甚促。苟需用特製之器械，則每因經費艱難，權將粗簡之器湊合供用，且此種粗劣之器，往往仍需教師學生躬自製作。其足供研究之時間，惟暑假一二月間，教師閒暇之時耳。若設備儀器有充足之經費，而教師有相當之助理，則純粹科學之發達必將更速。各項探究大多須待乎新穎之基本發見，而後可以着手，故純粹的研究宜常爲實用研究之先導。純粹研究愈進步，則應用科學之進步愈易。是以高深之研究，尤當委責於大學，或另設專門機關以主其事。惟專門機關終不若大學之有效，蓋大學房舍既備，設置亦必略具也。且專門研究之人才，亦以大學較易簡擇也。

科學研究於人類幸福之重要，漸爲公衆所曉諭，以此私家設立之研究院亦日漸增多。在一八〇〇年前，美國私立研究院僅有三處，至一八八〇年止，亦僅十五處，今日則已增設至五六百所之間矣。其中二百二十所，每所基金約美金千元以上，其基金在萬元上者約八十所，而數處基金較小者，不過二十五元至五十元耳。

此等私立研究院之目的，至爲不一。純粹研究者，有卡內基研究院共有基金美金二千二百萬元，年費百萬元，供科學研究之用，分專科十種。威爾遜山觀象台，於一九一三年，由卡內基研究院撥付美

金二十五萬四千元。是年地磁部得款約十萬元，其餘植物、進化、地理、營養等研究各部，及經濟學部、社會學部、歷史研究部等，各得十萬元以下。所有世界上數種最著名之研究工作，皆由以上諸院擔任之。

¹洛克斐勒之醫學研究院，基金亦數百萬元，其目的在減少人民之疾苦，與卡內基院之間接的造福人類者略異。該院註冊於一九一三年，而一九二三年，共費美金七千七百萬元，內六十七萬八千元，供歐戰時醫學研究，及救濟疾苦之用。餘款則用以宣傳醫學智識於需要是項智識之羣衆。該院所研究者，爲病理學、微菌學、生理學、病理化學，及其他直接或間接防止疾病之術。重要發明，如關於脊骨腦膜炎、嬰兒瘋癱症、流行性感冒、血管外科學等，均屬諸該院之功，然前後經歷，至十五年之久云。

又一著名之私立研究機關，名斯密司孫研究院。院創於一八四六年，基金五十萬美金，創辦人爲斯密司孫·詹姆士，以增進及宣揚學術爲宗旨。研究員皆有特酬，其科學計畫，悉出己意。數項公衆事業，亦受該院之資助。院中年有報告書刊行，皆科學名著，讀其書而獲益者，不在少數也。

大規模之研究機關，固有大饒益於社會矣，然規模較小者，亦未嘗無補也。在某數項工作，此等小規模之研究院，集其資產之總額，且較大規模者爲鉅。一九二一年時，每年私款總額，供非營利之研究者，約如下列：普通研究，美金一千七百萬元；醫藥，四百萬元；生物學及博物學，三十五萬二千元；物理學，二十四萬一千元；天文學，十七萬三千元；地質學，十三萬七千元；古生物學，及人體構造學，十一萬七

千元；植物學，十萬元；化學，七萬八千元；工程學，五萬五千元；動物學，四萬九千元；心理學，一萬九千元；算學，二千六百元。猶憶西方電氣公司年費百萬金元，供研究電學及電燈一項之用，觀此則上列之私款，供多項之研究，自必不敷也。即如算學一科，此淺淺之數，不過一高級人員之薪金耳。

茲就美政府所設之研究院觀之，其用以發見純粹科學事實者，為數殊少。大多數之計畫，在研究立能應用之方法，與工業界之研究機關相同。政府之意，在迎合國中多數人之意趣。其研究範圍較廣者，如農業，地質，鑛產，林業，漁業等，研究工作至為精美，私家不能及也。政府所進行者，僅屬以上諸項，其餘足以影響全國之偉大科學事業，則猶未着手也。

德國之所以能執世界工業界之牛耳者，研究之精湛，有以致之也。德國政府深知欲增進人民之福利，當使發明之方法，足以製造需用之物品，而人工物價皆可減低，當使家庭皆有工業，當使人民之健康竭力增進，當使發明之事實足以激勵人民之思想。今美國政府之實行此數事者，至為有限。官吏之期望，在款項使用之後，立能獲得實用之結果。然德國則理論與實用兩方之研究，一體保護而鼓勵之。歐戰之時，德國卒能制勝絕大之艱難，足徵其策畧之有效矣。

¹標準局乃美國商務部之研究機關。該局創設於一九〇一年，其任務為制定各種物質之標準，以杜商人混冒之弊。其大部分之工作，為較準長度，時間，質量，及其他商業中之計量，且作基本考查，使制

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| 1. Bureau of Fisheries | 2. U. S. Bureau of Mines |
| 3. Geological Survey | 4. Geodetic Survey |
| 5. Naval Observatory | 6. Department of Agriculture |

度咸歸一律，而免耗費。特以需要實用結果故，過於精深之研究，不能進行。自有該局，而公衆對於專門計量，如電力熱力之標準，漸有真實之觀念，此其功非小也。

漁業局者，乃應用生物學之原理，以增加漁業產額之機關也。是局不特設法改良魚種，及養魚之法，且亦研究防止疾病，及鳥獸侵食等不利之環境，以免損失。該局每年需費一百萬金元。大部分之工作，皆屬實利性質。

美國礦務局，創辦約於一九一〇年，其任務為研究減少探礦耗費之法，勞績甚著。該局所作試驗，每與各省大學及探礦冶礦諸公司合作，曾發明數種重要之探礦術。其改良之點，不外減低礦產之價格。該局於礦穴安全之法，亦有重要之研究，雖成立未久，而改良之成績殊堪驚異也。

尚有數處重要之研究機關，若地質調查局，地勢測量局，海軍觀象台等，茲姑從畧。又農業部，常與各省農業試驗站合作，為世界最大之研究機關。以關於農業之各部計之，凡國立省立之各機關，雇員在二萬人以上。然以之與實地試驗之農夫相較，則猶屬一小部分耳。雇員之大部分，或從事於宣傳農業智識於農民，或任部內文書事項。

農業部中分十六局，其任務如下：田地管理，氣候，耕田，家畜，植物工業，林業，化學，土壤，昆蟲學，生物調查，收穫估計，各省關係事務，公衆道路及耕植工程，市場，出版，殺蟲，滅菌，園藝。各局復按實地試驗之

計畫而分科。植物工業局分三十二科，其前十科名目如下：中央管理，蔬菜病理試驗，蔬菜病理搜集，果病研究，橘銹病去除法，林病研究，棉病結核菌，及家畜食料研究，植物生理及培養研究，植物營養研究，土肥研究。以上十科科員共九十四人，年需款八十二萬四千金元。全局三十二科，共需人員三百九十八人，需款近二百五十萬金元。單以該局關於增進穀食產額一項計之，美國農民之獲益者，可多倍於全部之經常費也。

除政府之農業工作外，每省皆有一處或數處之試驗站。一九二三年間，此等試驗站所試驗之事類，凡五千一百五十六項，內多數已經十年至十五年之長期試驗。尙有少數，則試驗之期，竟已達三十年之久，而英國且有繼續五十年以試驗一項之農事者。蓋欲得可恃之結果，不得不然耳。

一九二〇年，美政府撥款於農業一項，約三千六百萬金元。內用於研究者約九百萬元。各省試驗站增用二百萬元，供試驗之用，故每年用於發見農業上之新事物者，共一千一百萬元。是年農產總值，在一百八十萬萬金元以上，故研究費用，約占農產總值萬分之六。法政府於一九〇八年，撥款於農業研究者，占預算總數百分之一·一七，美國則一九二〇年之撥款，僅占預算總數百分之〇·六三。試驗專家每以經費之缺乏，研究棘手，以致辦事之效率大減。彼輩曾確切證明，雖在現狀之下，猶能增益國富，至多倍於研究之經費。實業機關，常出其大部分之進益，以供研究，而收效甚宏。惜乎政府官吏，未

- | | |
|------------------------------|---------------------|
| 1. Westinghouse Electric Co. | 2. Mulford Drug Co. |
| 3. Boston | 4. A. D. Little |
| 5. Pittsburg | 6. Mellon |

能解析其研究事業，所以優越於私立機關之處，而注意之耳。

關於實業機關之研究，請略述之。美國私設機關五百家以上，均舉行科學的研究，此即顯示研究乃獲取新事物之正當方法也。大公司如奇異電氣公司，¹衛斯亭豪斯電氣公司，柯達克公司，²穆爾福德藥材公司，杜澆火藥公司，均設立大規模之試驗室及研究部，而效果極為經濟。此諸公司試驗室中之重要發見，可列一長表。數家較小之公司，今皆藉研究以解決種種問題，而求助於此者，年有增加。今日數千家大公司中，虧蝕者不在少數，設能應用科學方法，以研究其事業，則其立足於實業界中，非不能也。公司每有費數千金以研究採用新智識之方法，而使公司完全革新者，其例比比是也。

小公司往往無力自行研究，於是有數種研究機關，應若輩之需要者。簡單之物品解析，則有大學及私人化學試驗室任其事。³波士頓之⁴特爾氏試驗室，專供私設公司研究專門事項之用。有時數家小公司，合設一大規模之研究試驗室，以解決公共問題。此法較諸設立設備不完之小試驗室為善。⁵茲堡有麥倫工業研究院，乃麥倫昆仲捐資所建，其設備專供商業問題之解答。該院所雇研究專家之薪金，及所用之材料費，均由各公司擔任，其餘費用則由院中任之。院中發見之新事物，暫不發表，須待數年內公司獲得研究之實益後，始公布於世。有數種新事業，皆為利用該院之發見而設，往往於短時期間所得之報酬，可多倍於研究工作之費用。

私家與實業界之研究，有所發見，則往往嚴守秘密，永不公布，於是用途有限，此誠研究界之一大弊也。美國有某鐵路公司者，有一地方，欲開爲居住之地，地含鹹性物，乃於未開之先，試驗鹹性土之某項，試法之專精，未之前有。及既得試驗結果，則藏之案卷，祕不外宣於科學界，雖與世界各都鹹性土，有重大之關係，亦不問也。又有某冶金公司，研究農業，費款之巨，過於省立之農業試驗站。然其結果，雖爲公衆所樂聞，亦祕不告人焉。設此款之用，經公衆之指導，謀公衆之利益，不亦善乎？與上述兩公司之行爲相反者，則有巴布科克之公司，巴氏於發明測驗乳酪之有效方法後，即將之註冊，且宣布於衆，概行免費，其故何哉？蓋公衆之機關，補國立省立研究所之不足，乃其分內事也。處置上述二公司之方法，惟有由政府課以重稅，過於其試驗之費用，然後由公共之機關擔任此試驗，以免無謂之重複。

或以爲今日各種機關研究之費用，已屬甚鉅，實則並不然也。蓋確供研究之用款，實無精確之法，可以估計其實數，若純屬發明性質之款，及管理費用，自不能列入。美國一年所費於科學研究之款，當不至於四五千萬之巨。吾人須知全美人民，消費於橡皮糖者，猶不止此數，他如脂粉，汽水，香煙等奢華品之消耗，更數倍於此數，觀此則研究之費用，真微乎其微耳。苟吾人能節省汽水一項十分之一之費用之於研究，則美國科學之進步，當倍蓰於今日矣。

以上僅略述研究機關之大概，若欲詳論，當待專書。哥區華盛頓之國家研究會議，於本題諸事，常

隨時報告，可諮詢之。

第五十章 科學研究之大勢

綜十九世紀之發見觀之，於各項事物發見之前，必經許久之時間，此事殊足使令人驚怪者。以今日機器之改良，海陸空中，往來之迅速，遠處通信之便利，發光術之改用新制，製造廠之革新，農業界之新發明，以及家庭新式設備之便利，需要之物，一一無遺，是則科學無需更進之研究矣。

雖然，此非新見解也。三十年前，美國專利註冊局之局長，曾謂各項發明今皆完備，重要之專利品亦悉已發表，以後專利局之事務，將大為減輕，局長一職等於虛設，故彼將辭去該職，以從事於前途遠大之事業矣。乃自此以後，更重要之發明品，層見叠出，為世界史載所未有之盛況。

當一八九〇年時，美國某大學之表冊，載有一節，關於物理科事務之報告，謂物理學之基本原理，今皆已發見，將來物理學之工作，惟有查覈以前之案件，俾更臻於精密云。乃後此未五年，而 x 光線發見矣。斯時吾人猶未知放射性物質與無線電也。關於航空之原理，實際上亦未之知也。時愛因斯坦之相對論尚未發表，關於物質本體之智識，較諸今日，淺陋極矣。

其對於研究之可能性，有真確之眼光者，皆知每一事之發見，即所以引起第二三事之發見也。嘗

如燈光，光弱則地面受光之處，半徑不過數尺。光圈以外即成黑暗。光強則光圈增大，而所見黑暗之面積亦隨而增大。科學研究亦猶是也。古人以為未知之範圍甚小，然智識之光力一經加強，則未知之範圍，須待乎研究者，亦比較為大矣。

若謂今日年齡最少之人，傳至其曾孫之世，任何科學之全部智識，將必完全發見，而起恐慌，是誠不必。研究科學者，亦無須懼種種科學，待至預備研究之時，而悉被他人發見也。

昔日並無研究科學之職業，今則是業日趨於重要。蓋智識既廣，專門學術漸成需要，每科皆需乎特殊之研究。因此研究而獲得之酬報，常極優厚。少年人之智力卓越，而具有教育之機會者，當知研究科學，實服務世界之高貴事業，亦個人發展之良機也。

科學研究有二大限制，一為有相當教育及指導工作才能之人才，頗為難得，二為進行研究事業之經費，難期充足。第一項，則有每年各大學畢業之學生，及各研究機關所造就之人才，足以充之。至第二項經費缺乏，則惟有負責資財責任之人，能深明公衆金錢之用，欲大有利於公衆者，除用於科學研究外，無他善法，又如富有私產之人，能發起其興趣，捨其一分之私產，以推廣人類智識之範圍，則更有何憂乎？所幸者，此二項情形之進步，實現甚速。政治家既深明此事之重要，而財政家亦頗有深趣於此人類之一大問題。世界人民正有其偉大之前程也。

不特物質之學有超越尋常之進步，即政治，社會，心智，精神之學，亦將以科學研究之方法，應用之也。此等社會科學，昔所研究，僅屬皮相而已。惟有系統之研究，始能獲優厚之酬報，以償其所費之心力。苟能以大多數學者之才力，注意於社會科學之問題，則其進步之速，決不在物質科學之下，可預期也。

今日之世界，一極可樂觀之世界也。觀乎人類效率，康健，安樂之增進；近世生活中智德標準之高尙；政治財政諸家之出其公私款項，以協助人類智識範圍之推廣；以及人類互助精神之增長，則知世界之進步，人類幸福之安全，可操券以待矣。

第十篇 附錄

科學發見年表

西元前

- | | | |
|----------------|--------------|-----------|
| 1. Hippocrates | 2. Aristotle | 3. Euclid |
| 4. Archimedes | 5. Hero | |

- | | |
|------|-------------------------|
| 六〇〇年 | 希臘人知採取鐵鑛及貴重金屬之法。 |
| 四〇〇年 | 應用機械原理於轆轤等。 |
| 三九〇年 | 希波革拉第脫離醫學於宗教的謬說。 |
| 三四一年 | 亞里斯多德研究動植物學，及中世紀應用之天文學。 |
| 三〇〇年 | 歐幾里得幾何學成立。 |
| 二五〇年 | 阿基米得發見槓桿定律；又比重之理。 |
| 二〇〇年 | 採用阿刺伯數碼，惟缺零號。 |
| 一二〇年 | 實用希洛之臥輪蒸汽機。 |

西元後

1. Geber 2. Roger Bacon 3. Flavio Gioja
4. Müller 5. Leonardo da Vinci 6. Copernicus

- 八六〇年 給柏¹研習硝酸及硫酸之製法。
一〇〇〇年 阿刺伯數碼輸入歐洲。
一二〇〇年 採用塔羅氏燭，供燃點之用。
一二〇〇年 南歐始造紙。
一二四〇年 培根〔羅哲爾〕試驗空氣，並製火藥。
一三〇〇年 發明眼鏡。
一三〇二年 夫雷維奧·佐治發明航海羅盤。
一四三六年 米勒始創近世三角學。
一四三九年 印刷術發明。
一四六四年 代數學輸入歐洲。
一四八〇年 雷翁那多·得·芬奇發明蒸汽爆發機。
一五三〇年 紡紗機發明。
一五四三年 哥白尼發表行星運動之觀念。

- | | | |
|------------------|----------------|---------------|
| 1. Galileo | 2. Tycho Brahe | 3. Porta |
| 4. Casalpino | 5. Stevin | 6. Stevinus |
| 7. Kepler | 8. Gilbert | 9. Sanctorius |
| 10. Solomon Caus | | |

- 一五六四——一六四二年 伽利略生，近世實驗科學始成立。
- 一五七五年 泰科·布拉始研究恆星。
- 一五八〇年 坡耳塔作書述熱力機之理。
- 一五八三年 塞薩品那斯按植物之花及種子分類。
- 一五八三年 伽利略發見鐘擺定律。
- 一五八五年 史蒂芬施用小數及十進分數法。
- 一五八五年 史蒂芬那斯作水力試驗（近世水力學始此。）
- 一五八九年 伽利略發見墜物定律；又研究音樂之聲。
- 一五九二年 史蒂芬那斯作重要的水靜力學之研究。
- 一五九四年 刻卜勒始從事研究，於一六〇九——一八年發明刻氏三定律。
- 一六〇〇年 吉爾柏特研究靜電學。
- 一六〇九年 伽利略發明望遠鏡（近世天文學始此。）
- 一六一四年 桑克托留斯首作關於營養之著名試驗。
- 一六一五年 所羅門·科斯發明熱力機。

第十篇 附錄 科學發見年表

- | | | |
|-------------|--------------|---------------------------|
| 1. Harvey | 2. Napier | 3. Logarithms |
| 4. Drebbel | 5. vernier | 6. Descartes |
| 7. Severino | 8. Willis | 9. Torricelli |
| 10. Pascal | 11. Guericke | 12. theory of probability |

- | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|------------------|----------------------------|----------|----------|--------------|------------------------|---------------|-------------|
| 一六五四年 | 一六五〇年 | 一六四六年 | 一六四四年 | 一六四三年 | 一六四〇年 | 一六三七年 | 一六三一年 | 一六二一年 | 一六二〇年 | 一六一七年 | 一六一六年 | | |
| 巴斯噶創立或然論，即關於選擇及機會之算理。 | 巴斯噶發見水傳壓力，各方相等。 | 葛利克發明一粗重之抽氣機。 | 巴斯噶用氣壓表證明空氣有重量。 | 托里拆利發明水銀氣壓表。 | 維理思確定腸熱症之病態。 | 色斐里諾用冰雪為局部的解痛之法。 | 笛卡兒發明代數幾何學（即解析幾何學，近世數學始此。） | 用遊尺以量小角。 | 初用複式顯微鏡。 | 始有數種光學定律之發見。 | 採用 <u>德勒布爾</u> 之酒精溫度表。 | 納披爾發明減少計算之對數。 | 哈維發明血液循環作用。 |

- | | | |
|-------------|--------------|-------------------------|
| 1. Malpighi | 2. Boyle | 3. Marquis of Worcester |
| 4. Hooke | 5. Greenwich | 6. Leeuwenhoeck |

- 一六五九年 英國始用驛馬車。
- 一六六一年 馬爾不基初發表人體毛細管制之說。
- 一六六一年 波義耳發見氣體壓縮定律。
- 一六六三年 烏司特侯爵發明一熱力機。
- 一六六五年 霍克研究空氣燃燒時之作用。
- 一六六六年 牛頓推想引力意義；發明流率學；微積分學始此。
- 一六六六——七一年 牛頓證明白光由各色集成。
- 一六六八年 肺部氣囊與毛細管之關係始明。
- 一六七〇年 尿崩症之尿中甜味，始見諸文字。
- 一六七〇年 始發明水銀溫度計。
- 一六七五年 格林維基觀象台成立。
- 一六七七年 雷汝胡克觀察第一次人所察見之微菌。
- 一六八二年 牛頓發表引力定律。
- 一六八七年 牛頓研究聲音播傳；始解釋其作用。

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| 1. Papin | 2. Halley | 3. Ray |
| 4. Willughby | 5. Savery | 6. Newcomen |
| 7. Hales | 8. Du Fay | 9. Hadley |
| 10. Sextant | 11. Harrison | 12. Linnaeus |

- | | |
|-------|----------------------|
| 一六九〇年 | 帕勞發明活塞熱力機（第一架活塞機。） |
| 一六九一年 | 宣示植物之性別。 |
| 一六九二年 | 嚇列（以發見彗星名）注意地球磁極之行動。 |
| 一六九三年 | 雷氏與尉羅比發表動物分類法。 |
| 一六九五年 | 自本年至一八〇〇年，近世地質學始成。 |
| 一六九八年 | 薩味里發明熱力機。 |
| 一七〇五年 | 紐昆門發明蒸汽機。 |
| 一七一四年 | 始製華倫海氏（即尋常通用者）溫度計。 |
| 一七二七年 | 嘿爾茲注意植物內皮之成及其呼吸作用。 |
| 一七二九年 | 都非注意陰陽二電。 |
| 一七二九年 | 靜電由線傳導。 |
| 一七三一年 | 哈德栗發明六分儀（自此航海始更安全。） |
| 一七三五年 | 哈禮孫發明時計。 |
| 一七三五年 | 林尼阿作昆蟲分類法。 |

1. Marggraf
4. Watt

2. Franklin
5. Cavendish

3. Black
6. Sprengel

- 一七三五年 始用骨炭狀之煤煉鐵，奏效。
- 一七四七年 ¹馬格刺夫從甘蔗中提煉糖質。
- 一七五二年 始承認胃汁有溶解食物之功用。
- 一七五二年 ²佛蘭克林證明雷電與電花同。
- 一七五三年 林尼阿採用專名以標植物。
- 一七五三年 初用粗簡之電報（用摩擦電。）
- 一七五六年 ³布拉克從石灰中提取碳酸氣。
- 一七五七年 始製無色透鏡，造光學儀器（開一新紀元。）
- 一七五九年 林尼阿始作有系統之植物變種法。
- 一七六〇年 布拉克研究熔冰及蒸汽之潛熱。
- 一七六四年 始製航海曆書（航海更爲完穩。）
- 一七六五年 ⁴瓦特始發明蒸汽機；一七八一年發明旋轉行動。
- 一七六六年 ⁵卡汾狄士發見氫氣；應用於玩物之氣球中。
- 一七六七年 ⁶斯普稜革爾研究植物加肥法。

- | | | |
|-------------|--------------|------------|
| 1. Priestly | 2. Housz | 3. Scheele |
| 4. Chezy. | 5. Lavoisier | 6. Rumford |
| 7. Murdoch | 8. Smeaton | |

科學與人生

一七六七年 發明紡紗機。

一七六九年 初用蒸汽鼓輪之車。

一七七〇——七一年 東印度民感痘症而死者三百萬人。

一七七一 舉行試驗，以發見各種土地肥料之相對值。

一七七二年 普里斯特利觀察植物之呼吸；一七七九年 萊茲注意於碳酸氣 CO_2 之排洩。

一七七四年 普里斯特利發見氧氣。

一七七四年 社勒發見氧氣對於顏色之漂白作用。

一七七五年 社濟創立流水律。

一七七八年 拉瓦節證明氧氣作用，推翻古代之火氣說；近世化學始形成。

一七七八年 拉謨福特研究熱力之機械等量。

一七七九年 證實炭酸氣之成分；研究燃燒律。

一七七九年 麥多克始試驗氣體為發光物。

一七八〇年 拉瓦節始作營業研究，近世科學遂成。

一七八〇年 斯米吞研究水輪效率。

- | | | | |
|---------------|-----------|------------|------------|
| 1. Ledger | 2. Cort | 3. Pierson | 4. ether |
| 5. Cartwright | 6. Argand | 7. Volta | 8. Galvani |
| 9. Leblanc | 10. Smith | | |

- 一七八三年 首用氫氣充大氣球而上升。
- 一七八三年 勒給耳發明扁芯燈。¹
- 一七八四年 卡汾狄士使氫氣二氣爆發成水。
- 一七八四年 始用科特之煉鐵爐。²
- 一七八五年 卡汾狄士用電花提取空中氫氣。
- 一七八五年 皮耳孫始用醴醇治哮喘。³
- 一七八五年 應用瓦特之雙動蒸汽機。⁴
- 一七八五年 卡特賴特始製紡織機以代女工。⁵
- 一七八六年 複式顯微鏡大加改良；至此微菌之分類始成。
- 一七八六年 阿共發明圓芯燈。⁶
- 一七八九年 弗打與賈法尼爭論電氣本體（電氣之科學研究始此）⁷
- 一七九〇年 勒勃郎完成蘇打之製法（約一八三一年始實用）⁸
- 一七九〇年 斯密研究地層之次序，立地質學之基礎。¹⁰
- 一七九一年 賈法尼著書述賈法尼動物電。⁹

1. Jenner 2. Davy 3. Boyce 4. Wollaston

- 一七九二年 麥多克用煤氣燃燈。
- 一七九二年 軋棉機發明。
- 一七九五—一八〇九年 果肉等易腐物之裝罐法發明。
- 一七九六年 勤納發明種牛痘法之價值。¹
- 一七九八—九九年 拉謨福特用摩擦力煮水，德斐亦用此力融冰。
- 一七九八年 採用造紙機。
- 一七九九年 倍斯註冊第一架收穫機。³
- 一八〇〇年 德斐試驗笑氣，並介紹之為解痛劑。
- 一八〇〇年 採用弗打電或化學電（即電池是）。
- 一八〇一年 德斐發明應用電池電流之電弧燈。
- 一八〇一年 始用氫氣吹管。
- 一八〇二年 第一次用化學藥品攝取照片；惟無定影劑，至一八一四年始有。
- 一八〇二年 武拉斯吞研究分光作用，化學及天文學之進步始此。⁴
- 一八〇三年 首研究蓄電池。

1. Dalton 2. Fulton 3. Cayley 4. Soemmerring

- 一八〇四年 植物成分始作化學的研究。
- 一八〇四年 道爾頓¹述原子論。
- 一八〇五年 始製摩擦火柴；尙未通用。
- 一八〇六年 德斐電解鉀，鈣，鎂，諸原質，證明爲金屬。
- 一八〇七年 實用福爾敦²之汽船，有效。
- 一八〇七年 揆力³發明空氣膨脹熱力機。
- 一八〇八年 化學中之原子論成立（化學始實用。）
- 一八〇九年 增麥靈⁴發明電報。
- 一八〇九年 揆力創立飛機飛行之基本學說。
- 一八一〇年 意大利癩病稱由穀食所致。
- 一八一二年 倫敦街道悉用煤氣燃燈。
- 一八一三年 打穀機始用代稻牀。
- 一八一四年 印刷用工力印機。
- 一八一五年 德斐發明礦穴用之安全燈。

- | | | |
|----------------------|---------------|----------------------|
| 1. Oersted | 2. Faraday | 3. hydrogen peroxide |
| 4. iodine | 5. Chevreul | 6. Joseph Leeds |
| 7. Portland cement | 8. Stephenson | 9. Wohler |
| 10. Ammonium cyanate | 11. Liebig | |

科學與人生

- 一八一五年 厄斯忒德研究磁針爲電流偏向之理。¹
- 一八一八年 法拉第試驗醚醇，承認其有解除痛苦之價值。²
- 一八一八年 過氫氣發明。³
- 一八二〇年 始用碘治愈喉腫症。⁴
- 一八二一年 法拉第始研究電磁學（成於一八三一年）。
- 一八二二年 天文家赫瑟爾建議用分光鏡於化學中。
- 一八二三年 法拉第證明氣體可使液化。
- 一八二三年 瑟甫律發見油質及脂肪之化學成分。⁵
- 一八二四年 黎芝〔約瑟〕發見波特蘭水泥。⁶
- 一八二四年 用電力沉澱煙煤。
- 一八二五年 斯蒂芬孫之實用蒸汽機車，在英駛行。⁸
- 一八二五年 第一架打穀機輸入美國。
- 一八二八年 味勒用硝化鈣製尿素（從無機變爲有機）。⁹
- 一八三〇年 來比喜解析有機物，有機化學自此始。¹¹

- | | | | |
|--------------|---------------|----------|------------|
| 1. Beaumont | 2. McCormick | 3. Morse | 4. Pasteur |
| 5. De la Rue | 6. Wheatstone | 7. Cooke | 8. Gerhard |
| 9. Schwann | 10. Hill | | |

-
- | | |
|-------|--------------------------------------|
| 一八三一年 | 法拉第發見線圈之變壓效應。 |
| 一八三二年 | 來比喜等發見迷蒙精及二氫二烷醛。 |
| 一八三三年 | ¹ 波蒙發表消化試驗。 |
| 一八三五年 | ² 馬克科密克註冊刈禾機。 |
| 一八三五年 | ³ 摩斯發明第一次實用之電報（註冊於一八三七年。） |
| 一八三六年 | ⁴ 巴士特察見發酵由於微菌之作用。 |
| 一八三六年 | ⁵ 得拉律發見電鍍法。 |
| 一八三六年 | 德斐發見二炭炔。 |
| 一八三七年 | ⁶ 惠斯登與庫克之電報實用。 |
| 一八三七年 | ⁸ 革哈特區別瘟熱症與腸熱症之不同。 |
| 一八三七年 | 果蔬皆能保存於錫罐，而不致腐敗。 |
| 一八三九年 | ⁹ 司旺創細胞論。 |
| 一八三九年 | ¹⁰ 喜爾倡用郵票。 |
| 一八三九年 | 熱能與機械工作之關係始明。 |

- | | | |
|-------------|--------------|--------------------------|
| 1. Goodyear | 2. Daguerre | 3. Pro Henry |
| 4. Joule | 5. Schonbein | 6. Smithsonian Institute |
| 7. Sobrero | 8. Morton | |

- 一八三九年 實用電鍍法。
- 一八三九年 谷第耳¹發見實用之橡皮製煉法。
- 一八三九年 達給耳²始製達式照片或永久照片。
- 一八四〇年 來比喜發見動植物食料之功用（近世營養學及肥料學防此。）
- 一八四〇年 始明多痰乃體肥之因。
- 一八四二年 亨利教授察得凝電瓶之放電作擺動狀。
- 一八四二年 邁爾述能³量不變律。
- 一八四三—四九年 朱爾⁴求得熱與工之等量。
- 一八四四年 棉花消蝕法及人造絲製法發明。
- 一八四五年 申拜⁵因用棉花製火藥棉（從此物所得之產品甚多。）
- 一八四六年 斯密司⁶孫研究院成立。
- 一八四六年 索布勒⁷洛發見硝酸甘油。
- 一八四六年 摩吞⁸始通用蒙藥（醚醇）於外科醫學。
- 一八四六年 印刷用旋轉式。

1. Helmholtz 2. American Association for Advancement of Science
 3. Bernard 4. Francis 5. Kutter

- 一八四六年 豪氏註冊縫紉機。¹
- 一八四八年 赫爾姆霍斯求得動物之熱力發源於肌肉。¹
- 一八四八年 美國科學改進社成立。²
- 一八四八年 始用迷蒙精於外科手術。
- 一八四八—五六年 伯爾拿研究內腺與代謝之關係。³
- 一八四九年 法蘭西斯發明水力臥輪機（約一八七〇年取水輪而代之）。⁴
- 一八五〇年 始製膠棉之照相片。
- 一八五〇年 始用木材製紙。
- 一八五〇年 始用發電機爲電動機。
- 一八五〇年 始製香料。
- 一八五〇年 自本年起，石油之產額漸增。
- 一八五〇年 註冊第一架自能束稻之刈禾機。
- 一八五一年 庫忒創立水中阻力係數之公式。⁵
- 一八五二年 始用汽力鼓行之飛艇。

- | | | |
|------------------|------------------|-----------------------|
| 1. Pravaz | 2. Florence | 3. Nightingale |
| 4. Crimean War | 5. Bunsen burner | 6. Perkin |
| 7. Bessemer | 8. Plucker | 9. Drake |
| 10. Pennsylvania | 11. Darwin | 12. Origin of Species |

科學與人生

- 一八五二年 普拉發次創製皮下注射器。¹
- 一八五三——五六年 佛羅稜薩奈亭給爾看護克里米亞大戰時之兵士（看護訓練始此。）
- 一八五三——六三年 使植物發病之有機物，始有系統的研究。
- 一八五四年 採用木材製紙之蘇打製法。
- 一八五四年 證明雄精與卵相合受精之理。
- 一八五五年 採用本生燈。⁵
- 一八五六年 柏琴發明人造靛青（染色工業始此。）⁶
- 一八五六年 柏塞麥煉鋼法註冊專利。⁷
- 一八五六年 煉乳法實用奏效。
- 一八五七年 無火鍋註冊於英國。
- 一八五七年 巴士特最後證明微菌非能自然生育。
- 一八五九年 普勒刻研究半真空電氣管中之綠色螢光。⁸
- 一八五九年 德類克開掘第一口煤油井於賓夕法尼亞。⁹
- 一八五九年 達爾文刊布其物種由來之名著。¹¹¹²

- | | | |
|-------------|---------------|------------|
| 1. Kirchoff | 2. Reis | 3. Siemens |
| 4. Lemaire | 5. Mont Cenis | 6. Voit |
| 7. Mendel | | |

-
- 一八五九年 本生與克希荷夫發明分光解析法。
 - 一八六〇年 首製實用之煤氣機。
 - 一八六〇年 賴斯從電線傳遞音樂。
 - 一八六〇年 採用西門子之復燃煤氣爐原理。
 - 一八六〇年 發電機能產電以燃弧光燈。
 - 一八六〇年 勒美耳注意於石炭酸之防腐性。
 - 一八六一年 始用氣力鑽孔機於塞尼山隧道。
 - 一八六二年 始製實用之造冰機（尙無大效。）
 - 一八六二年 美政府設農業部。
 - 一八六三年 後特發表其研究代謝作用之結果。
 - 一八六三年 礦工始用金剛鑽石鑽孔機。
 - 一八六四年 始實用開爐製鋼法。
 - 一八六四年 始利用離心力從牛乳提取油酪。
 - 一八六五年 門得爾發表遺傳律。

第十篇 附錄 科學發見年表

- | | | |
|-----------------|-----------|------------|
| 1. Sprengel | 2. Lister | 3. Wilde |
| 4. Kekule | 5. Noble | 6. Muschet |
| 7. Westinghouse | | |

- 一八六五年 斯普樓革爾發明水銀抽氣機，X光線與真空管之發明，咸利賴之。¹
- 一八六五年 刈禾機通用於美。
- 一八六五年 巴士特證明微菌乃疾病之直接原因。
- 一八六五年 三和土用鋼筋加力之法奏效。
- 一八六五年 力斯忒倡用防腐手術，以免傷處腐潰；至一八七七年而實用。²
- 一八六六年 王爾德發明電磁，供發電機產電之用（發電機之電力遂成重要）。
- 一八六七年 刻庫爾發表石腦油分子之組織（開有機物化合法之端）。
- 一八六七年 用木材製紙之硫化物製法發明。
- 一八六七年 諾布爾發明猛炸藥。⁵
- 一八六七年 蘇彝士運河及美國太平洋鐵道通行。
- 一八六八年 穆斯契特首解析及研究合齊鋼料。⁶
- 一八六八年 人造茜草紅色顏料成（第一次人造顏料）。
- 一八六九年 衛斯亭豪斯公司首發明氣力制動機；完成於一八九一年。⁷
- 一八六九年 庫忒立水中阻力係數之公式。

- | | | |
|------------|----------------|-----------|
| 1. Weigert | 2. Connecticut | 3. Koch |
| 4. Bell | 5. Otto | 6. Edison |

- 一八七〇年 臥輪式之水輪始成爲標準式。
- 一八七〇年 實用新式之煤油燈。
- 一八七〇年 發電機始成爲實用之電源。
- 一八七一年 外革¹特用紅色顏料將微菌染色。
- 一八七四年 實行萬國郵制。
- 一八七五年 美國第一處省立農業試驗站成立（康涅狄格省）。
- 一八七五年 市上始有精美之真空抽氣機出售。
- 一八七六年 科和於人造媒介物中繁殖脾脫疽桿微菌。
- 一八七六年 柏爾註冊電話專利權。
- 一八七六年 電弧燈始完成。
- 一八七六年 始證明蚊蟲爲疾病之媒介。
- 一八七六年 鄂圖註冊第一架實用之四周煤氣機。
- 一八七七年 愛迪生發明留聲機。
- 一八七七年 力斯忒始應用防腐法於外科醫學。

第十篇 附錄 科學發見年表

- | | | |
|------------|-------------|-----------|
| 1. Crookes | 2. De Laval | 3. Eberth |
| 4. Moorhof | 5. iodine | 6. Daft |

- 一八七八年 西門子電熔爐註冊專利。
- 一八七九年 愛迪生發明有效之白熾電燈。
- 一八七九年 克魯克司¹研究真空管中之電氣。
- 一八七九年 電車展覽於德國。
- 一八八〇年 得喇伐爾註冊一實用之提取油酪機。
- 一八八〇年 亞柏司³說明腸熱症之微菌。
- 一八八〇年 美用打禾機代稻床。
- 一八八〇年 穆爾霍夫用碘質⁵於外科醫學。
- 一八八〇年 採用變壓器於電氣工業中。
- 一八八一年 始通行電氣鐵道。
- 一八八一年 蓄電池大致完成。
- 一八八二年 始製商品蓄電池。
- 一八八二年 人造靛青成；至一九〇一年乃有完善之製法。
- 一八八三年 達夫特電氣鐵道通車。

1. Klebs
4. Welsbach

2. Daimler
5. Hertz

3. Cocaine

一八八三年 克雷布斯發見白喉微菌。¹

一八八三年 胞珠染色體發見。

一八八三年 研究合齊鋼，並實用之。

一八八三年 萊科植物證明吸取空中之氮氣。

一八八四年 採用帶姆勒之高速度煤氣機。

一八八四年 試驗蒸汽臥輪機。

一八八四年 鉛字排印機發明。

一八八四年 用古加因為局部解痛藥。

一八八五年 巴士特用接種法防止恐水病。

一八八五年 始用三周煤氣機行駛車輛。

一八八六年 採用消毒牛乳供嬰兒營養品。

一八八六年 注意莢莖上之微菌，能吸取氮氣。

一八八六年 衛爾斯巴克發見希有土質之煤氣燈紗罩；實用於一八九〇年。

一八八七年 赫芝證明電波之存在。⁵

1. Nuttall

2. Galton

- 一八八七年 美國撥款設立各省試驗站。
- 一八八七年 始用電力煨接金屬。
- 一八八七年 照相印刷實用，代酸液消蝕法。
- 一八八七年 赫芝發見電波。
- 一八八八年 氣力輪胎實用。
- 一八八八年 巴士特院成立。
- 一八八八年 製二炭煖氣之炭化鈣始用電爐製成。
- 一八八八年 電氣鐵道始成爲近世新事業。
- 一八八八年 那塔爾¹注意血液之殺菌力。
- 一八八八年 始知荳節中之微菌乃提取氮氣之原因。
- 一八八九年 採用哥爾通²研究生物學之統計法。
- 一八八九年 始用膠質之照相軟片；至一八九三年而有活動影片。
- 一八八九年 鋁產品始此（本生於一八五四年所發明。）
- 一八八九年 證明腺腺與尿崩症相關。

- | | | |
|------------|------------|------------|
| 1. Behring | 2. Branley | 3. Babcock |
| 4. Maxim | 5. Röntgen | 6. Ramsey |
| 7. Argon | | |

- 一八八九年 白令發見血中喉痧苗。¹
- 一八九〇年 布藍力發見電花檢波管。²
- 一八九〇年 巴布科克試驗牛乳與油酪，以宣示於衆。³
- 一八九〇年 始明扁蝨等蟲類能傳佈疾病。
- 一八九〇年 始用釀液消蝕棉花。
- 一八九〇年 始用特種微菌以製牛乳產品。
- 一八九四年 煤氣機已成爲極可靠之工力之源。
- 一八九四年 始實用接種法以防腸熱症。
- 一八九四年 採用喉痧苗。⁴
- 一八九四年 麥克沁之載客飛機作短程飛行（係不能駕御者）⁴
- 一八九五年 樂琴發見X光線。⁵
- 一八九五年 注意於盾狀腺含有多量之碘質。
- 一八九五年 用腎上腺以增血液之壓力。
- 一八九五年 刺謨稜發見氫氣（今用於電燈泡中）⁶

- | | | | |
|-----------|---------------|------------|-----------|
| 1. Widal | 2. Lillenthal | 3. Marconi | 4. Ramsay |
| 5. helium | 6. Langley | 7. Prenant | 8. Curie |
| 9. Radium | 10. Able | | |

- 一八九六年 外得爾倡凝集作用之試驗以斷腸熱症。¹
- 一八九六年 柏林醫院用卵巢物質糾正婦女之困難。
- 一八九六年 利連塔爾證明重於空氣之飛機可以實行。²
- 一八九六年 馬可尼發明無線電報；約一九〇一年完成。³
- 一八九六年 拉姆則發見氦氣。⁴
- 一八九六年 始用漂浮法收集少量礦物。
- 一八九七年 第一架實用之臥輪汽機發明。
- 一八九七年 蘭格力駛行一汽機推進之飛機，奏效。⁶
- 一八九八年 始承認受精卵之價值（普勒南）。⁷
- 一八九八年 居禮夫婦發見銻原質。⁸
- 一八九九年 阿甫爾得純粹之腎上腺素；一九〇一年發見活動原理。¹⁰
- 一九〇〇年 發見黃熱症，其防除法始此。
- 一九〇〇年 實用電力熔鐵法始此。
- 一九〇〇年 食料智識因發見十八種蛋白質而大進。

- | | | |
|----------------|------------|-------------|
| 1. Rockefeller | 2. Gley | 3. Carnegie |
| 4. Wright | 5. Atwater | |

- 一九〇〇年 實用簡單之無線電話。
- 一九〇一年 ¹洛克斐勒醫學研究院開幕於紐約。
- 一九〇一年 駕駛飛機飛行有效。
- 一九〇一年 從石腦油製靛青之法實行。
- 一九〇一年 格累發見副盾狀腺之功用。
- 一九〇一年 高速工具鋼從合齊鋼製成。
- 一九〇二年 用漂浮法提取多量鎂質始此。
- 一九〇二年 華盛頓卡內基研究院成立。
- 一九〇三年 人造絲製法實行。
- 一九〇三年 來特昆仲首駛行載客之駕駛飛機。
- 一九〇三年 用電力從空氣提取氮氣之法始此。
- 一九〇三年 始知氮氣由銻質散射而得。
- 一九〇三年 始製鎢絲電燈。
- 一九〇四年 ⁵阿特瓦忒發明呼吸量熱計。

- | | | |
|-------------|--------------|------------|
| 1. Einstein | 2. Whooping | 3. Boston |
| 4. Halsted | 5. Leischner | 6. Ehrlich |

- 一九〇五年 愛迪生效應發見。
- 一九〇五年 愛因斯坦學說始發表。
- 一九〇五年 呼賓發見咳嗽微菌。
- 一九〇五年 梅毒菌發見（一九〇六年發塞曼試驗梅毒。）
- 一九〇六年 始用健康人之盾狀腺移接於病人，以治喉腫症。
- 一九〇六年 卡內基營養試驗所設立於波士頓。
- 一九〇六年 食物及藥材案通過（美國。）
- 一九〇七年 哈爾斯忒德求得副盾狀腺飼養之有益；一九一〇年來喜涅發明該腺移接法。
- 一九〇八年 熔爐之烟煤，用電氣沉澱之法實行。
- 一九〇八年 蒸汽臥輪證明供多數用途之優點。
- 一九〇八年 來特昆仲舉行大規模之飛機飛行，並將飛機註冊專利。
- 一九〇八年 柏爾發明黏液腺之精液。
- 一九一〇年 治梅毒之六零六藥，由亞力克製成。
- 一九一〇年 醫院中始用碘質治喉腫症。

- | | | |
|----------------|------------|----------------|
| 1. vitamine | 2. Harries | 3. isoprene |
| 4. Abderhalden | 5. Ohio | 6. tryparsamid |
| 7. iasulin | 8. Bayer | |

- 一九一〇年 維他命營養說始此（研究始於一九〇五年）
- 一九一〇年 哈里斯從愛索普林製成橡皮。
- 一九一二年 阿布得哈爾登發見生物化學的妊娠測驗。
- 一九一五年 自美國至法國之無線電話通。
- 一九一五年 始創銀，銅，鉛，之提煉新法。
- 一九一六年 組織美國研究會議。
- 一九一六年 發見礦物蒸溜製法。
- 一九一七年 俄亥俄學校始用碘質治學生喉症。
- 一九一八年 華盛頓與紐約間之飛機郵寄事業實行。
- 一九二〇年 設立全美陸地航空郵局。
- 一九二二年 發見治梅毒之特⁵里巴薩密藥。
- 一九二二年 糖尿病用島精治愈。⁷
- 一九二二年 放射性之X光線照相片發明，遂有明晰之照片。
- 一九二二年 拜厄發見二百零五種非洲睡病治法。⁸

科學與人生

一九二二年：證明產科中用二炭烯氣爲藥劑之價值。

二十八

科學叢書
科學與人生

此書作者極權翻印必究

中華民國十八年五月初版

每冊定價大洋貳元伍角

外埠酌加運費匯費

原著者

赫黎斯

譯述者

尤黃張程 佳紹輔翰 章緒良

發行兼
印刷者

上海商務印書館

發行所

上海及各埠商務印書館

The Science Series
SCIENTIFIC RESEARCH AND HUMAN WELFARE

By F. S. HARRIS

Translated by
YOU CHIA CHANG, HUANG SHAO SU,
CHANG FU LIANG and H. N. CHENG

1st ed., May, 1929

Price: \$2.50, postage extra
THE COMMERCIAL PRESS, LTD., SHANGHAI
ALL RIGHTS RESERVED

商務
印書館
出版

科

共學社
叢書

學

進化與人生 第一冊 七角

劉文典譯 本書者者
本生物學眼光，以觀察
人類社會，對於哲學、倫
理、教育等問題，均有深
切之批評，其論列今日
社會問題處，亦能不偏
不倚，下公平之判斷，在
進化說中，實為獨標異
幟之類著。

相對論淺釋

一冊三角五分

夏元琛譯 是書分三部：(一)相對各論，即
特種相對律；(二)相對運動，即普通相對
律；(三)附錄，即重方新說之實驗的證明各
部解釋，明瞭易解，為研究相對論之入門參
考書。

相對論與宇宙觀

第一冊 三角五分

開齊譯 是編為演講稿，依次敘述相對
論所引起之重要問題，不涉高深數學與理
論物理，極為通俗。

幾何原理

一冊 四角五分

傅種孫等譯 本書以簡單而完全之獨立公理為根據，更由此導
出幾何之重要定理，開首說明五類公理，依次敘述公理之互相關
和，及互相獨立比例平面面積，德沙格氏定理，巴斯開定理，模續五
類公理之幾何作圖法，而殿以結論，洵別開生面者也。

商 務 印 書 館 出 版

科 學 叢 書

邏 輯 與 數 學 邏 輯 論

汪 冀 著

一 冊

定 價 二 元 五 角

內容約為二部第一部為邏輯學分為四篇說明邏輯普通觀念和科學作用的原理及邏輯問題的歷史研究第二部為數學邏輯分為三篇發達近代邏輯革新的原理同時與第一部批評的傾向合而為一科學邏輯的新形式表現對於數學演繹的基
本原理特別詳明結果認數學科學思想實握哲學思想的樞紐

西 洋 科 學 史

W. Libby 著 尤 佳 章 譯

一 冊 定 價 一 元 八 角

此書提挈各時代自然科學之特點及其領袖人物以爲專目全書十數萬言分二十章依年代先後詳述科學家之工作及科學發展之蹤跡至如名家之異聞軼事亦盡量採入足以與人之觀感發人之深趣欲明西洋科學之根本及其效用者不可不一讀焉

植 物 解 剖 學 與 生 理 學

上 冊 定 價 二 元

李 兆 祥 譯 全 書 三 編 (一) 植 物 體 之 構 造 與 生 理 (二) 顯 花 植 物 中 主 要 的 各 科 (三) 細 菌 與 發 酵 第 一 編 復 分 兩 部 本 冊 爲 第 一 部 先 論 植 物 之 營 養 再 就 各 器 官 一 一 詳 述 末 後 綜 論 各 器 官 各 作 用 之 聯 合 以 完 成 植 物 生 活 之 現 象 關 於 解 剖 方 面 言 之 尤 詳

生 物 學 與 哲 學 之 境 界

一 冊 定 價 二 元

湯 爾 和 譯 本 書 以 哲 學 爲 基 礎 詳 論 生 物 學 生 理 學 上 種 種 之 問 題 分 十 一 項 (一) 聯 界 之 新 趨 勢 (二) 無 哲 學 之 日 本 科 學 (三) 生 物 學 與 社 會 學 (四) 生 體 人 造 論 (五) 生 理 學 之 調 和 (六) 死 (七) 人 類 之 智 識 生 活 與 內 分 泌 (八) 生 理 學 上 所 見 之 人 口 問 題 (九) 兩 性 生 活 與 內 分 泌 (十) 精 神 及 於 身 體 之 影 響 (十一) 論 近 代 生 物 學 與 哲 學 之 關 係 及 生 活 現 象 研 究 之 真 諦

電 和 物 質 論

一 冊 定 價 五 元 角

葛 毓 桂 譯 本 書 將 電 和 物 質 之 關 係 解 釋 甚 爲 清 楚 全 書 分 兩 篇 上 篇 羅 列 根 本 之 觀 念 下 篇 復 詳 論 上 篇 中 之 問 題

先生 惠贈
國民政府文官處圖書館敬識

尚志學會叢書

商務印書館出版

科學之價值

文元模譯 一册 七角

潘加勃爲近世之哲學家而兼數學家物理學家天文學家其著此書先分論數學的科學與物理的科學中之種種問題後詳論科學之客觀的價值實爲極有價值之著作已有英文德文日文諸譯本此書由日文譯出研究科學與哲學者不可不讀

愛因斯坦 相對論及其批評 一册 三角五分

杜里舒著 張君勳譯 愛因斯坦之相對論爲最近盛行之學說是普以論理學之眼光批評其中之種種缺點辭簡意賅句句中肯杜氏原文附刊於後

相對原理及其推論 一册 三角

文元模譯 此書共分五章第一二章說明相對性原理之基礎第三四章詳述質量與能之關係第五章推論變速運動之相對性原理爲普通相對性原理之基礎原文精嚴簡明爲研究相對性原理者不可不讀之書

二册 生物之世界 一元三角

是書約十萬餘言詳述動植物之生活狀態及適應文所未闡明之生物上的模本問題

國民政府文官處圖書館惠存
新書之選購

