

リンネ

強きものから甘きものが出て来る』といった謎は、實にこの物語の究極の趣意に外ならないのであります。聖書の註釋者はこの文句を註釋して、獅子の屍中に綺麗な蜜蜂が現はれたことの説明を提供したのであります。リンネは嘗て三疋の青蠅の子孫は獅子が牛を食ひ盡すと同じ速度を以て牛の屍を食ひ盡すといつたことがありますが、この原則に基いて字句の解釋を固執する幾多の註釋者はいはゆる『暫し經て後』なる語句は、その屍が全くの白骨と化し、そして蜜蜂がその中に巢を作るに至るだけの時間を経過したる義と解したのであります。吾々はかかる困難な聖書の註釋について云々しようとするものではありません。ただサムソンの當時にあつては、この物語が一般に信ぜられてゐたといふ事實を述べればそれで十分なのであります。

スワンメルダム

ところが、漸く十七世紀の後半に至つてスワンメルダムは屍の中に巢くふと考へられてゐた昆蟲は實は蜜蜂に似た蠅であることを仄めかしたのであります。然し彼は聖書の文句に對しては文學的解釋を施さうといふ遠慮

ローミュール  
ドローン・フライ  
と蜜蜂との類似

サックン

から、このことを飽くまでも公言する機會を持たなかつたのです。その後一七三八年に至つて、フランスの自然科学者ローミュールはドローン・フライといふ蠅と蜜蜂との類似を明かにし、且つ曰く、『かかる類似は人をして蜜蜂や大黃蜂や地蜂等が他の蠅類のゐた腐敗物の中から發生したものであると信ぜしむるに至つたのである』と。十九世紀の末頃バロン・オステン・サックンはこの物語の起原は實はドローン・フライが動物の屍の上に産卵し、そしてその蛆が腐敗した屍の中に發育し、且つそれが蜜蜂の幼蟲に類似し、遂には一群の蠅と化するものであるが、その形状といひ、羽翼といひ、はたその色彩といひ、確かに蜜蜂に類似してゐるといふ事實（尤も全く別種の昆蟲に屬してはゐるが）に存するものであることを證明したのであります。考へるのは面倒臭いし、理性に従つて行動するのは、もどかしい』とはゲーテのいつた言葉であるが、二千年以上も人間はドローン・フライと蜜蜂との類似した事實を看過し、そして一度實驗を行へば、たちどころに寸毫の根據もないことを證明される

ゲーテの言葉

輕率な断定と  
誤謬の解釋  
博物學者の心的盲  
目

虹の色

パーソロミュー

やうな傳説をのみ信じ來つたのであります。

もとより一般の人々は親しく實驗する機會を容易に持ち得ないから、かかる信仰を懐くに至るのは恕すべきことでありませうが、博物學者の著者が自己の信仰の證據を求め、心に心を勞せずして、ひたすら舊來の傳説を傳へて以て満足したり、自ら自然界普通の事實を試驗することすらなさないのは實に奇怪千萬といはねばなりません。かゝる心的盲目の最も極端な一例は虹の色についての話でありませう。十三世紀の前半にイギリス人パーソロミューの著した『デ・プロプリエタティブス・レルム』(一三九七年英譯された)の中には、虹の色の繼續順は赤青緑と書かれてゐます。これについてマイアル教授はかくいつてゐます。曰く『この繼續順は一種神秘的意味をもつてゐる。赤は火の表象、青は水の表象、緑は土の表象であると看做されてゐたのである。五百餘年の間、人々は實地の虹を観察すれば、たちどころに訂正されたに相違ないところのか

誤まつた解釋をそ  
のまゝ受取る

自然の書を自由に  
讀め

畫家の月の畫

やうな誤謬を繰返して來たのである」と。

自然界に於ける幾多普通の現象の原因及び性質に關する誤つた解釋、著者の信認狀を詮議することなく、換言すれば、事實の獨立的研究を試みることなく、そのまゝ著者の陳述を受け容れようとする傾向、科學は普通人の理解し得ない全く懸け離れた學問であるといふ見解は、古今を通じて殆ど一般に行はれるところであります。自然の書は何人にも自由にこれを讀ましめようとして開かれてゐるのであるが、而もそれを見るものが極めて少い、況んやそこに書かれてある事柄を理解しようとする試みるものに至つては更に少いのであります。

太陽は毎日地平線上の異つた點に於て上り且つ没するが、而も氣づかぬ人々は一年中東から上り西に入るものと信じてゐます。晴れた夜、星羅は北斗星に近き或る點の周圍をばげしく動搖し廻るのを見るが、この明瞭な運動も一般人の注意を惹かぬらしい、新月や舊月の角は常に太陽から離れた方を指してゐるが、而も畫工は常に日出及び日没時に於ける

虹の中心

不自然的の位置に月を描く。新月または舊月の出沒は、その真相を知つて居らねばならぬ筈の著述家の記述を見ると、到底不可能なる時間にそれが行はれるかに見えます。虹の中心は常に太陽の反対の方にあり、そして赤色より深青に至る七色が正しく繼續し、また一本の虹ならば赤色は弧の外側に在り、青はその内側にあるが、附隨または第二の虹が現はれた場合は、それが反対の順序となるものであるにもか、はらず、虹の諸色は往々誤つて記述若しくは描寫され、そして太陽に面する時に見られる後光をば誤つて虹と見たりするのであります。いつたい虹はそれを見る人が太陽に背を向けた時にのみ見られるものなのです。

輕卒な断定  
解釋の誤謬  
コペルニクス以前  
と以後

輕卒な断定を下す結果、たとひ自然的現象を正しく観察した場合でもそれを解釋するに當つて誤謬に陥ることが決して少くないのです。コペルニクス以前に於ては、太陽は日々地球を廻轉するものであることは一點の疑を容れないほど明白であつたでありませう。ところが、今日では何人もこの断定の正しくないこと及び、一見太陽が日々廻轉するのはそ

の實、地球がその軸上を廻轉するところから生ずる結果に過ぎない。太陽は地球に關しては實際一定不動の實體であるといふことを知つてゐます。四季の原因を知らない北半球の住民にとつては、地球が冬季に於けるよりも夏季に於て太陽に一層接近するものとの断定を下すのは恐らく當然のことでありませう。然し事實如何といふに、地球は一月の初には、七月の初に於けるよりも太陽に三百萬哩だけ接近してゐるのであります。

これらの事實はすべて注意深く觀察する人々には知れてゐるところであるが、普通新聞雜誌などに現はれる記事から判斷すると、記者の自然的物事に現象に關する知識は小學兒童のそれにも比すべき貧弱な程度のものでしかないことが明かであります。専門家の署名した論文を除いては、いかなる新聞紙上の科學的記事にも必ず何等かの誤謬があるのを見るのです。或は術語の誤用とか、科學者から見れば普通の事柄をば、さも驚くべき發見といつたり、科學者の断定を待たねばならぬものの、その實、大概は眞面目に考察する價值のない物珍らしげな觀察を、さも

新聞、雜誌の科學  
記事

噴火の記事

確定的な眞理の如く一般公衆の眼前に提供してゐるなどは日常の事柄に屬するといつてよいからぬです。

殆どすべての新聞紙に掲載される火山の噴火記事を見ると、火山から焰と煙とが發出してゐるといふことを書いてゐるが、これは決して完全に正確なこの現象の記事とはいへないので。噴火中には實際焰が無くまた噴火口に近寄らずしては確かに何物も見えないでせう。煙突から發するぐらゐの煙も生ずることなく、また火中の燃焼の如き意味での燃焼の事實も存しないのです。かかる簡易な事實は、既に過去二十年前小學兒童時代に教へられたことであらうが、普通の新聞雜誌記者並に著述家は今尙ほこの事實に盲目であります。いつたい火山の噴火は汽罐の爆發の連續にも譬へつべきものでせう。噴火の激發毎に噴火口から發出する密雲は蒸氣及び細かき砂埃より成り、また噴火口内なる鎔岩の光は鎔岩の流れる時火山の脇腹を流下するのであるが、その光のために雲は頗る美はしき閃きを呈し、ために一見焰と思はしめるのであります。鎔岩の

なぜ、さうした誤謬に導くか

流れる時、それは同時に仰山に水蒸氣を噴出するのであるが、これが燃え且つ煙るやうに見えるのです。然し煙のやうに見えるものはその實蒸氣であり、また焰は反射した光に外ならないものです。噴火の究極原因が何たりとも、水が水蒸氣に激變することが噴火の能因である、そしてそれよりも遙かに多量に發出されるものは蒸氣であります。また二三の可燃性瓦斯も產出されます、そしてそれらが燃える時に眞の火山の焰を生ずるのであるが、その蒼白にしてちら／＼する光は、現に噴火しつゝある際には容易に辨別することの出來ぬものであります。

文學と科學

文學者に向つて科學の初歩的知識をもてとか、または科學的正確性に同情せよと要求するのは或は無理なことかも知れないが、然し彼等が自然界の事實及び現象を取扱ふ場合、その記述の正確を要求することは決して無理ではあるまい。彼等は或は沙翁すら往々博物學上の事柄を誤り記述したことがあるのではないかと詰るかも知れないが、沙翁はとにかく

その作中に當時に於ける最高の知識者であることを示してゐるのであります。従つて今日、普通の作者に向つては彼れ以上の知識をもつべしと要求してもよからうと思ふのです。

科學者と文學的表現

科學者は文學的表現法を修養すべしとは、しばしば聞くところであるが、それにもまして文學者が自然界の知識の顯著な事實だけは少くとも會得することの出来る程度の知識を持つ必要があることは一般に閑却されてゐます。或る著名な著述家は意地悪げにも『科學者は世界中語るべき事柄を有する唯一の人間であるらしい、が、さてそれをいかに語るべきかを知らざる唯一の人間である』といつたことがあります。これに對して吾々は文學者は往々語るべき何事をも持たない人であつて、而もそれを非常に長たらく、語る人であるといつてやりたい。いつたい、科學者の第一の仕事は新知識の創造であります。そして彼はたとひ出來ても彼の發見を美はしき衣を以て飾る必要がない。科學の事實は文藝が加工するところの材料を供するものであります。然し、發見の働きと美しき

科學者と文學者

小説の作家

表現の働きとを一身に兼備する人は極めて稀有のことです。科學的研究者に要求されることの正確な觀察法及び慎重な解釋法は、必ずしも美はしき記述を許すものではありません。そしてその結果を理解するには普通文藝作品に必要なよりも、一層精神の集中を要するものです。小説の作家は彼の想像を自由に馳せ得るけれども、物語の中に自然界の事件の入り來る時には、いやしくも彼にして正しく材料を使用しようとするならば、それを正確に記述しなければなりません。假現に欺かれたり、または根據を尋ねずして信仰を受け容れるぐらゐ容易なことはないのです。それに比すれば、證據を求め、且つ正しき是認を得らるべき事柄をのみ記述するといふ科學のやり方は遙かに面倒臭いものです。然し、それにもかゝらず、かかる方法は、凡そ眞理に到達する唯一の道程であり、そしてこの眞理こそ結局、科學の最高目標なのであります。

眞理への唯一の道

### 六 實驗の權威

近代の特徴は實驗的研究にある……實驗的研究の歴史的發展……ペーコンの歸納法……ハーヴ  
 エーの生理學研究とハンターの外科手術……天文學に於ける實驗法……ニュートンの光學說……  
 フランクリンの電氣の實驗……學說と證據

說教師はよく『現代には一も新しき物なし』といふが、多數の人はこの言葉を聞いて満足してゐます。彼等は近代の科學的發見がギリシャやローマや、その他古代の哲學者の書物の中にその手掛りを求めることを得るといつて喜んだり、古典中に善良な國民たるの資格や學識を賦與する一切のものが包含されてゐるといつては喜んだりしてゐます。なるほど、論理學や數學や形而上學や法學やその他、言葉や文學のみで事足るやうなあらゆる學科や倫理的教訓等について、いはゆる人文主義者がすべて古代の思想や學說を極度に崇拜するのも或は無理からぬ話でありませう。また單に觀察に於て、及び或る程度までは機械的説明に於ては、

近代の特徴は  
實驗的研究に  
ある

古代崇拜

因果の法則

教權に訴へない

人類解放の第一歩

實驗的研究の  
歴史的發展

古代の學者にして尙ほ且つ近代の科學的世界の尊敬を値ひするものも少くはありませんが、然し近代の特徴にして古代その他の時代に見ることを得ないものは、實に自然現象の實驗的研究であります。換言すれば、超自然的原因を探求するのではなくて、純粹に自然現象その物の中に因果の法則を見出すといふのは比較的近代の發達であります。

科學的觀察の價値は自然に直接訴へて眞理を求め、決して權威教權に訴へない點にあります。凡そ人が自分で事物を觀察して、決して他人の觀察に満足することなきに至らば、彼は傳統的學說の壓迫から人類を解放する第一歩を確かに着けたものといつてよいのです。然し近代科學は單にこの直接觀察を以て満足することなく、更に一步を進めて、即ち事物を如實に觀察すると共に、尙ほまた實驗に依つて吟味するところの心意の動的性質を要求してゐるのです。

自然現象の科學的觀察は既に四千餘年前に始められたものですが、近

實驗科學は實は三世紀前に始まる

代式の實驗科學の根本必要なゆるんを認めたのは僅に約三世紀以前のことであります。尤もこの實驗法はそれ以前にも尙ほ暗示されてゐたこととは言ふまでもありません。

アリストートル

先入觀念

アリストートルは觀察者兼記録者として彼の著述中に自然界の全體にわたつて討究し、人生凡百の知識に關してその一般に通じてゐた人です。彼は正確な觀察を多量に蒐集し、且つそれを巧妙な推理を以て試験したのであるが、往々先入觀念に煩され、ために重要といはんよりはむしろ物好きないろ／＼の報告を基礎として斷定を下したのであります。然し彼に限らず、古代の諸哲學者は特に實驗に依れる科學的研究法を缺いてかたのです。紀元前六世紀に出たヒタゴラスは一絃琴——その絃の長さ  
と張度とはいろ／＼に變更し得られます——を使用し、そしていろ／＼の實驗に依つて音の調子は振動してゐる絃の長さに比例するものであるといふ法則を決定し、且つ音階中の種々なる音の數的關係を發見したといはれてゐるが、それはもとより事實です。また紀元後二世紀に出たト

ピタゴラスの音響の法則

トレミーの光線屈折の實驗

ガレンの動物解剖

レミーは光線が空中より水中に入り、或は硝子に通ずる時にその本來の方向から屈折する度を實驗に依つて決定したことも事實であります。然しこれらの決定並にヒタゴラスの音響學の著述及びガレンが動物を解剖して腦と神經との關係を證明した如きは、せい／＼ギリシヤ科學に於ける實驗的研究の關の山でありました。

アルハーゼンの光學上の實驗

トレミーが光學上の研究を試みてから一千年を経てアルハーゼンの光學上の實驗が現はれました。アルハーゼンが試みた反射、屈折、視覺、視官その他の關係諸問題の實質的研究は、當時學問並に産業に於て全世界に一步拔んでゐたアラビア人の自然科學界に對する顯著な貢獻であります。ロージャー・ベーコンの光學の原理は主としてこのアルハーゼンの研究に基いたものです。そして十三世紀に於ける一フランシスカン敎團の托鉢僧たるベーコンは、後代に於ける物理學並に化學の諸發見の先鞭を着けた人であります。勿論、彼れ自身は望遠鏡を發明はしなかつたが、彼は一二七六年に公にした『オープス・マジュス』中にレンズの

ロージャー・ベーコンの光學の原理

## 廓大鏡

一々特質並にそれが恰も簡単な廓大鏡の如くに事物を近く見えしめる作用を仔細に記述してゐます。

## ペーコンの先輩

バスのアデラードはユークリッドの『幾何學初歩』をアラビア語からラティン語に翻譯した人です。それは十二世紀の初期であつて、ギリシヤ語の教本が再び使用されるに至つた時より四百年以前のことです。ロバード・グロセテストは有名なリンカーンの僧正であり、兼ねてまた『コンペンディウム・スツイエンティアルム』と題する科學大辭典の著者であります。マリコートのヒーター・ペレグリナス、その人についてペーコンはかくいつてゐます。曰く『彼は實驗に依つて自然界の事物は醫學に限らず、化學に限らず、とにかく大地間の森羅萬象一切の知識を得たのである』と。凡そこれらの諸學者は科學的觀察及び著述の點に於て何れもペーコンの先輩であり、またペーコンの思想に感化を與へたのであります。ペーコンはもとより大實驗學者ではなかつたし、彼が自然界の知識に寄與した積極的功績は小なるものであります。然し彼は科學的研

ペーコンの知識の  
三手段

究上、實驗の價值を主張した最初の哲學者の一人でありました。彼れ曰く、『吾々は知識の三手段を持つてゐる——教權、推理、實驗これである。教權はその自由の證明されない限りは寸毫の價值もない。それは教へることがない。たゞ承認を求めのみである』と。彼れまた曰く、『實驗と計算とを用意する場合、科學はたとひ事實がそれ／＼特有の功利を有するとも、たゞ單に事實だけで満足してはならない。それは眞理を求め、法則並に原因を發見せずんば止まぬものである』と。

## 實驗科學の闘士

ロージャー・ペーコンはかく自然界の實驗及び觀察の必要を痛論した點に於て、實に當時の沈頹した自然界に於ける奔放不羈の研究を卒先唱道した人でありました。而も彼はその大膽な態度の爲めに迫害を蒙り、追放禁錮の身となりました。然しこの實驗科學の闘士、はたまた實證的知識の主唱者は、絶えず一般の尊敬を受け、その後七百年、實に一九一四年オックスフォード大學は同大學出身者中の最大人物の一人、そしてフンボルトのいはゆる『中世紀の最大怪物』たるペーコンその人の彫像を



建立して彼が誕生を祝したのであります。

ダ・ヴィンチ

ロージャー・ペーコンより二百年後、自然研究の非凡者レオナルド・ダ・ヴィンチが現はれました。彼の知識慾は實に無限であり、且つその方法は萬物を探査し、それを實驗證明し、眼に依つて吟味し、理性に依つて判斷せんとするにあつたのです。尙ほまたイタリアの哲學者で、教權を去つて自然に直接せよと唱へ、且つすべて眞の知識は感覺に依つて與へられた材料から來るものであると説いた人はベルナルディーノ・テレシオであります。レオナルドその人は自然的研究法に關して極めて明瞭な觀念を持つてゐました。彼はかくいつてゐます、「一々の材料を取扱ふに際して私は先づ最初或る實驗を施さうと思ふ。何となれば、私の案は先づ實驗に照し合せ、次に何故にその材料がかかる作用をなすかを論證しようとするにあるからである。これ即ち自然界の現象を研究するに當つて余の採るべき方法である。理論は將校であり、實驗は士卒である。實驗は自然の技巧の解釋者である。それは決して過誤に陥ることはない。然

テレシオ

實驗は自然の技巧の解釋

實驗は法則を供す

るに吾人の判斷は往々にして誤謬に陥ることがある。即ち、それは實驗が與へることを拒むところの結果を吾人が期待してゐるからである。吾人は一般的法則を抽出すまで實驗に訴へ、そしていろ／＼と事情を變更して見なければならぬ。何となれば、實驗して初めてよく吾人は一般的法則を供し得るからである」と。

動水學

レオナルドは本職は技師であつたが、然し彼は同時に彫刻家でもあり、音樂家でもあり、また詩人でもあつた。そして基督の最後の晩餐會を描ける彼の壁畫は、彼をして世界最大の藝術家の班に列せしめた傑作であります。彼は水の運動及び一般に動水學に關する法則を徹底的に研究しました。その後數十年にわたつて科學者が發見した幾多の學説は、何れも彼の先蹤を追うて完成されたものです。ハラムはその著『歐洲文學概論』に於て、ガリレオ、ケプラーを初め、その他有名な科學者コペルニクスの系統並に近代地質學者の學説は、何れも皆レオナルドに依つて暗示されたものである。勿論、極めて明確にはいひ現はしてはゐないし、

科學と實踐  
理論と實際

パリッシー

鑛泉の起原

また極めて斷定的の推理を試みたのではないが、不可思議な知識に對するが如き一種の畏敬心を惹き起さしむるの概があつたといつてゐます。技師としての彼の仕事は、始終一貫眞の科學的方法を追うたものであります。彼れ曰く、「科學を缺いてひたすら實際にのみかぶれた人は舵と羅針盤とをもたない船を漕ぐ水夫の如きものであつて、自分の行手を確實に知つてゐないものである。實際は常に理論の上に築かれねばならぬ。先づ科學を研究せよ、然る後、科學より生れる實際に従へ」と。

陶工ベルナル・パリッシーは陶器の釉薬を製せんがために多からぬ家財道具に至るまですべてを賣却したのであるが、彼れはまた自然の他の側面を研究するところの實驗法を初めて開始した一人でありました。彼は殆ど十六世紀を通じて在世してゐましたが、農業、化學、鑛物學、及び地質學等に致した彼が幾多の貢獻は煩瑣學者を驕がせ、遂に科學の新基礎を据ゑるに至つたのであります。尙ほまた彼は初めて鑛泉の起原を眞に説明した人でもあります。そしてレオナルド・ダ・ヴィンチと同じく、

化石の説明

ピラフォンのパリッシー觀

歸納法の使徒

パリッシーとフランシス・ベーコン

彼は化石を以て過去の生物を示すものと解し、決して從來の如く、それを自然の斑紋若しくはノアの洪水以前に於ける世界の遺物であるとは解しませんでした。約百五十年後ピラフォンはパリッシーについて、かくいつてゐます、曰く『十六世紀末の一陶工はパリ人及び博士連に向つて海中の化石は眞に動物の遺骨であり、現にそれが發見される海中の地點に堆積し、且つそれぐの親から生れたものであることを敢て教へた第一人者であつた。彼は之に反對するアリストートル學徒の攻撃を物ともしなかつた』と。パリッシーは當時の僧侶及び哲學者は勿論、鍊金術家及び占星家等が懷いてゐた自然界の事物並に現象に關する見解を嘲笑したために彼等の忌諱に觸れました。彼はすべての窮理は觀察と實驗とに訴へねばならぬことを痛論したために牢獄に投ぜられ、遂に獄中に死んだのです。彼は歸納法の使徒であり、パリに於て多數の聽衆の前でその應用を論證しました。そして前後三年間にわたつた講演中に青年時代のフランシス・ベーコンもまた列したのであります。サー・クリッフォード・

ギルバートの電磁氣の研究

オールバットはベーコンはパリッシーの材料と議論とから初めて自己の歸納哲學の觀念を得來つたものであることを仄めかしてゐます。而もパリッシーの觀察及び影響は殆ど科學思想史中に載せられてゐないのです。コルチエスターのドクトル・ウィリアム・ギルバートは磁氣及び電氣の研究にはその方面の科學の開祖と知られた人であります。そして彼もまたフラシンス・ベーコンが實驗法について著述を試みた以前に於て既にその研究法を實行した人であります。彼は實にベーコンの『ノーヴム・オルガヌム』中に幾度も引合に出されて居り、その都度、勤勉と方法との二方面に於てベーコンの賞讃を博してゐますが、ただ狹隘な基礎の上に宇宙哲學を打ち建てようと苦心したためにベーコンの批難を受けたのであります。而もこれには一理ないわけではありません。ギルバートは三世紀以前にヒーター・ペレグリナスが試みた觀察を非常に借用して彼の磁氣に關する著述をものしたのです。そして彼は磁氣が何等かの靈または精神を有するものであるといふ考に支配されてゐましたが、これ恐ら

ベーコンの『ノーヴム・オルガヌム』

中世と近代精神との聯鎖

傳統的信仰の破壊

ガリレオ

實驗哲學の父

く彼が中世紀の迷信と近代精神との一種の聯鎖をなすものと看做されねばならぬところでありませう。然し、彼は從來のいかなる自然哲學者よりも一層實驗的方法を利用したのであつて、彼の著書は獨立的研究を妨害したところの傳統的信仰を破壊するに與つて大に力あつたものです。古代の哲學者は哲學的並に數學的の二箇の研究方法を使用したのみでありました。そして第三の研究法であるこの實驗法なるものはパリッシー、ギルバート及びガリレオ等に依つて綿密に實施されたのであります。ガリレオは一般にアリストートルの教理と信ぜられてゐた學說に對して實驗的反證を提出して、自然界に於ける近代的の實驗的研究法を樹立したのであります。既にガリレオ以前に在つても、アリストートルの自然科學界に於ける大僧正としての權威は疑はれてゐたのですが、直接自然に訴へて得られる眞理を以てそれを覆へさうとしたものはなかつたのであります。ガリレオは敢然立つてこれを斷行したのです。人は往々フラシンス・ベーコンを實驗哲學の父といふが、果してさういはれる資格が

アリストートルと  
ペーコン

あるかは疑はしいのです。事實、彼は科學的研究の原理をその著述中に認容してゐないのであります。ペーコンはたゞ自然その物のいろ／＼の疑問を發し、周到に觀察排列し、慎重な態度を以てそれより斷定を下すといふ研究方法を組織立てたに過ぎませんでした。アリストートルは夙に事實の蒐集を主張し、先づ事實を分類し、特殊的事實を普遍的項目に攝し、それらを排列按排して學說を作り上げることを唱道しました。彼はいはゆる事實を蒐集し、それを土臺に推理したには相違ないが、その事實は多くは彼が考へた如くに不變的のものではなくて、往々荒誕無稽のものであります。彼の方法は一箇の論理的機械に過ぎませんでした。畢竟、彼及びその後約二千年間彼の支配下に屬した學派は共に實驗的研究法については何等知るところがなかつたものです。ところが、ペーコンが正確に諸科學を經驗の基礎の上に据ゑて以て、それらの新生命を發揮するのが吾人唯一の希望であることを宣言するに至つて、こゝに彼は實驗哲學なる新學派の開祖ではなくとも、とにかくその使徒となつたのであります。

ペーコンの時  
總法

この歸納的研究法の樹立に對するペーコンの影響は往々過當視されてゐるが、その實、彼の著述は都合のよい心理的時期に於て現はれ、この新哲學を受け取るべく機運は正に熟してゐたのであります。彼れ以前三世紀にあつて、彼が宣傳した主なる學說は既にロージャー・ペーコンがこれを主張したのも與つて大に力ありといはねばなりません。だから近代に於ける觀察的及び實驗的の科學研究法は決してフランシス・ペーコンに依つて始められたとはいはれません。彼れ以前にタイヒョ・ブラヘは直接に天體の觀測を試みて天文學上の事實を蒐集し、決してギリシヤ哲學によることをしませんでした。そして彼はその高弟ケプラーに向つて實地觀察を土臺として意見を立て、やがてそれからして事物の原因に溯らんことを勸説して止まなかつたのです。レオナルド・ダ・ヴィンチは諸多の方面に於て科學及び技術の進歩を促がし、パリッシーは仰山な

## 舊哲學の一蹴

自然的事實を蒐集して研究し、またギルバートは磁石に關する忘るべからざる實驗的研究を試み、ガリレオは機械に關する研究と天體の觀測とに依つて舊來の哲學を一蹴したのであります。

ベーコンは自ら自然を研究するに必要であると考へた種々の法則を規定したが、自己の規定を使用することなくして營まれた一切の學術的進歩を殆ど蔑視して憚らなかつたし、また、コペルニクスの學說がその實ベーコン自身の、觀察した事實を蒐集し、それから斷定に到達するといふ研究法を最も善く應用したものであるにもかゝらず、それを全然斥けたのであります。ベーコン以後の自然哲學者で、彼のいかにも人爲的な發見過程を尊重した人は殆どなかつたし、彼の研究法が科學の進歩を助けたといふ證據は、殆どこれを見るに由なかつたのです。ニウトンはベーコンの右の著述の公けにされた後に生れ且つ教育されたにもかゝらず、ベーコンまたはベーコンの學說を指摘したことはありませんでした。とにかくベーコンの『ノーヴム・オルガスム』なる著書が有力な刺

ン  
ベーコンとニウト

戟の本源であるか、または自然的知識を増進せしめたところの範式となつたといふことを信ずるに足るべき十分の理由があるとは、科學の發達史を回顧して到底斷言し得ないところであります。いつたい、すべての科學的研究が一般から特殊に移らねばならぬといふが如き所定の範式や、一定不動の原理があると考へるのは間違であります。かかる範式や原理を固執する時は、吾々は往々にして正道を外れて、望ましからざる邪路に陥らざるを得ないのであります。

ガレンは世界最初の生理學者であり、且つギリシヤ時代に於ける最後の醫者であるが、彼れ以後十五世紀末に至るまで人體の知識は實際何等の進歩を見ませんでした。ガレンは諸動物を解剖して腦が感覺の中心であつて、神經を通じてその傳言を受取るものであることを證明しました。彼れ及びアリストートルの說はその後永く人體に關するあらゆる問題の解決にとつて十分役立つものであると考へられておりました。従つて

ハーヴェイの  
生理學研究と  
ハンターの外  
科術

## ハーヴェーの實驗

ウィリアム・ハーヴェーの實驗的研究が一度現はるゝや、それは甚だしき攻撃を受けたのでありました。ハーヴェーは實驗的哲學者及び科學的研究法の鼓吹者としてギルバートやガリレオと同地位にあるものであります。彼は自から事物を観察し、自然現象を如實に見んがために實驗しました。従つてガレンやアリストートルの見解は彼の斷定に何等影響するやうなことがありませんでした。彼れ曰く、『私は親しく觀察して心臓の鼓動や用途を發見せんと努めたのであつて、決して他人の著書からさうしようとはしなかつた。日々ますます努力と研究とを加へて行き、種々雑多の動物を頻繁に觀察し、その觀察の結果を蒐集して遂に眞理に到達し得たことを知つたのである』と。

## 血液循環説

ハーヴェーは引續き九年の星霜を費して血液循環の説を究明し、その斷定の基礎となつた解剖的並に實驗的事實を論證し、遂に一六二八年『心臓及び血液の運動』といふ僅々七十六頁の小冊子を公けにするに至りました。そして彼は本書に於て血液循環の事實と、心臓の筋肉運動がこの

當時未だ顯微鏡はなかつた

循環の原因であるといふ事實を完全に論證しました。然し、當時顯微鏡がなかつたので、血液が末端の動脈から初出の靜脈にまで運行する道を明細に指示することが出来ませんでした。心臓から迸出する大動脈は身體の諸部分に幾多の支流となつて注ぎ、またこの支流は更に分岐してそれ／＼異つた器官に於ける小動脈となる。これと同様に、心臓に血液を運び戻る小靜脈は結合して大靜脈を形成する。ところがハーヴェーは小動脈から血液がいかにして小靜脈に移行するかについてはたゞ僅かにこれを臆測したに過ぎませんでした。そしてこの移行の次第が初めて發見されたのは、實に彼の死後三年でありました。彼は血液が動脈から靜脈に移行する次第を、恰も水が地中に滲透して泉や小川の生ずるのと同じく、これを主として滲透作用に依るものと斷定しました。今日は精巧な顯微鏡が出来てゐるから、毛細管の如きも容易に見ることを得るのですが、當時に於てはかかる道具を缺いてゐたから、彼が毛細管を見得なかつたのは決して無理ではありませんでした。

滲透作用  
毛細管

マルビギ  
リユーウェンホエ  
ーク  
顯微鏡

ところが、その後顯微鏡の改良に伴ひ一六六〇年マルビギ及び一六八八年リユーウェンホエークは血液の循環は動脈から靜脈に至るに毛細管を通過し以て完結するといふことを顯微鏡もて觀察して、これを論證するに至りました。そして今日では蛙の蹼を検すれば何人にもその事實が容易に分かるのであります。吾々の見る最大の血管は心臓から血液を運ぶところの小動脈であり、また最小の血管は毛細管なるものであつて、この毛細管を通過して血液は小靜脈に行き、小靜脈はその血液を心臓に運び返し、かくして循環を完結するものであることが容易に知られるであります。ハーヴェーの研究は、かのフランシス・ペーコンが科學的進歩の根本的原理であると認めたところの歸納的研究法の精巧な應用の一例であります。然し、ハーヴェーは一六一九年に至るまで血液循環の説を公けにしませんでした。そしてペーコンはその後七年で死んでゐるから、そのことについては既に知つてゐたに相違なかつたのですが、その著書中に何等それを關説することがなかつたのです。ハーヴェーはペ

ハーヴェーは歸納  
法を應用

ハーヴェーとペ  
ーコン

ーコンの學説を評して『彼は大法官の如くに哲學を書く』といつてゐます。これを見ても、彼がペーコンをいかに解してゐたか觀察せられるでせう。

ハーヴェーの血液循環に關する著書の公けにされてからまさしく百年後に生れたジョン・ハンターはペーコンのこの科學的眞理に到達する機械的組織を何等注意することがありませんでした。ハンターは大解剖學者、生物學者兼外科醫であつて、彼の人體研究に依つて、外科術は鬚剃外科醫の術からして遂に一箇の嚴然たる科學の地位にまで進められたのであります。そして彼の觀察と實驗は動植物界のあらゆるものについて試みられたにもかゝらず、その研究及び解釋に於て毫もペーコンの原理を顧慮するところがなかつたのです。彼は熱烈な知識慾と、また彼をして種々の發見をなさしめ、且つその發見を按排するだけの獨創的建設的能力とをもつてゐました。彼れ嘗てジェンナーに向つて或る種の觀察と實驗とを依頼した折に、『出来るだけ綿密』にと注文したのであります

ハンター

外科術

ジェンナー

が、この言葉は即ち彼の科學的方法を約言したものでいつてよいのです。實に彼は飽くまでも懷疑的に推理し、いはゆる事實なるものに對して批評的態度を採り、常に事實や原理を實驗に徴せずんば止まざる風がありました。

天文學に於ける實驗法  
タイヒョ・ブラヘ

彼と同じ實驗法を天文學の觀測に應用して精確な近世天文學の基礎を立てたものはタイヒョ・ブラヘであります。彼もまた前代諸學者の著書にたよることを肯ぜずして、何事も親しく實驗せざれば止まぬ人でありました。彼がコーペンハーゲンの大學に居つた時、まだ僅かに十三歳の少年でありましたが、このデンマークの少年貴族はたまく豫測された通りに生起したところの一部分の日蝕の觀測を試みて意大に動いたのであります。そこで彼は自から天文學者たらうと決心し、後十七歳の時、既に彼は普通にあつた一對の羅針盤を以て一五六四年八月十七日、木星と土星との相合の測定を試みました。その後二三年間は他の學科に専念したけれども、一五七二年カシオペア星座中に珍らしい一新星が出現する

日蝕の觀測

木星と土星

カシオペア星座

遊星運行の三法則  
ケプラー

と、彼は忽ち天文學上の興味を恢復し、遂に終生斯界に身を委ねるに至りました。その後彼は天體の位置及び運行を精密に決定せんがために専心觀測し、天文學的觀測に、一新紀元を劃しました。彼がヒューエン島ウラニボルグなる彼の測候所に於て觀測を開始するまでは、古代の天文學は事實上依然として支持されておりました。従つて諸恒星や月の位置に關する知識の如き、航海に極めて必要なものは何等の進歩を見ませんでした。また遊星の位置に至つても、當時尙ほ正確には豫知されませんでした。ところがタイヒョ・ブラヘは二十五年間根氣よく星やその他の天體の位置を測定し、自から工夫した器械を使用し、遂に奇蹟ともいはるべきほど精確緻密な觀測を遂げたのであります。そしてタイヒョ・ブラヘが試みた種々の觀測の結果を基礎として遊星運行の有名な三法則を立てた人は、實にケプラーその人であります。

ヨハン・ケプラーは一五七一年ヴュルテンベルヒ公國なるヴァイルに生れ、最初牧師たらんとして拒絶され、遂に數學の研究に従ふこととな



## 假説の吟味

り一五九四年グラッツ大學の教授に任命され、こゝでユペルニクスの學説を擁護した彼の處女著述を公けにしたのです。その後五年にしてブラーグに於けるタイヒ・ブラへと協同研究を試みんがためにかの地に赴き、多年ブラへの驚くばかり精密な觀測をば、當時太陽系に屬する諸天體の運行に關して行はれた學説に適用しようと努力しました。彼の名に依つて知られるかの三箇の根本法則の發見をなす途中、彼は諸多の假説を立てたのであるが、徹頭徹尾、彼は世界の創造者たる神が一定の法則を打ち立て、而もその法則たるや往々正確な數學を以て示し得べきほど確實なものであるとの一貫した主義を持して下らなかつたのです。かかる見解に従つて、彼は諸遊星の位置並に排列、その數、回轉の度數及び相互の距離等に關する數的關係を求めたのです。彼が立てた假説はいかにも想像的のものではありましたが、彼は絶えずそれらを嚴密に吟味實驗することを忘れず、その結果、いやしくも事實がそれに合致しない場合には、惜氣もなく假説を捨て、斷々乎として他の假説を吟味したのであ

## 調和の法則

## ケプラーの悲惨な一生

りました。彼れ曰く、『幾多の失敗を重ねた後、余はいかなる場合にも運行は距離と關係があることを觀察したし、また軌道と軌道との間に大なる隙間が存する場合には、運行と運行との間にもまた大なる隙間があることを觀察し得て大に満足した』と。かくして彼は遂に彼の有名な調和即ち諸遊星回轉週期の二乗は諸遊星と太陽との平均距離の三乗に等しいふ法則を發見するに至りました。サー・デグッド・ブルースターはケプラーの生活状態がいかに悲惨であつたかを叙して、かくいつてゐます。曰く、『ケプラーの悲惨な生活は、その科學上の花々しき貢獻と對照していかにも皮肉の感がある。彼が生計を支へた養老年金はいつも満足に支拂はれたことがなかつた。彼が生前、三代の帝王は大臣たちに命じて更に正確に年金を支拂ふべきことを命じたけれども、大臣たちはそれを怠つたがためにケプラーは絶えず貧苦に悩まされてゐた。彼は餘生を送るためにシレジアに隠棲した際は、その生計に窮したことは前日の比ではなかつた。そこで彼は自から出掛けて年金の支拂を請求せざるを得ざるに

至り、それがため一六三〇年、即ち彼が六十歳に垂んとした老齡を以てラティスボンに赴いた。然るに長途の馬上旅行のために非常の疲勞を覚え遂に熱病に襲はれ、それがために一命を失ふに至つたのである」と。

古代ギリシヤの天文学についての諸學説を集大成したものはアリストートルであるが、彼は明白に地球は圓球であることを述べ、またヒタゴラスは地球は天界に於て運行するものだといつたやうです。そして紀元前三世紀に於てサモスのアリスタークスは初めて太陽が天體系統の中心であつて、地球は一年かゝつてそれを回轉するものであることを説きました。ところが、その後四百年、更にアレキサンドリアのトレミーは彼の天文学系統を打ち立て、宇宙の中心は不動の地球であるとの説を立てるに至り、それがコペルニクスの時代に至るまで眞理として受取られてゐたのです。アリストートル及びトレミーのこの説を初めて猛烈に攻撃した人はオレスムスであります。彼は一三七七年ノルマンデーのリシウの僧正となり、一三八二年同地にて死去しました。その後天動説に對し

アリスタークスの  
太陽中心説

トレミーの地球中  
心説

オレスムス

コペルニクスのア  
リスタークスへの  
復歸

て不滿を懷いた學者も多かつたに相違なかつたのですが、とにかく當時の正統説に對して公然と批評するの勇氣はなかつたのです。ところがコペルニクスに至つて、アリスタークスに復歸して太陽を宇宙の中心となし、いはゆる地動説を唱へ出したのです。然し、彼の著述は一五四三年彼が臨終に至るまで遂に世に公けにされませんでした。

コペルニクスの説によれば、水星及び金星なる遊星と太陽との距離は地球と太陽との距離よりも小である。そしてそれが光を得るところの太陽の周圍を回轉する途上に於て、それらは恰も月が通過する如き面を示さねばならぬものであるといふのであります。その後ガリレオ出て一六一〇年初めて望遠鏡を以て金星を觀測しましたが、コペルニクスの考へた如く、金星は満月狀より新月狀に、更にまた半月狀より満月狀にと、その面を變じて行くことを發見したのであります。ところが、この發見は當時アリストートル哲學の信奉者の忌諱に觸れ、遂にカトリック教會から破門さるゝに至りました。彼は一六一二年宗教裁判所の告發に遭ひ、

金星の觀測

ガリレオの學說誓

一六三三年、當時七十歳の天文學者は例の『太陽は宇宙の中心にあつて不動のもの、地球は中心でなくて動くもの』といふ學說を誓絶させられたのであります。而も最後九年間は囚人として取扱はれ、一六四二年に獄死を遂げたのです。彼はこの九年間或はシエナに或はアルツェトリに追放の身となつたが、科學に對する興味は毫も衰へず、自由に意見を發表することを許されたところの力學上の問題に一身を委ねて研究するところがありました。

コペルニクスの用心深い態度

コペルニクスは太陽系統に屬する諸天體の排列及び運行に關する自説を述ぶるに頗る躊躇逡巡の色があつたし、また地球から見られた太陽及び諸遊星それ々の位置は、宇宙の中心に不動の地球を含むところの系統に於てよりも遙かに簡単に説明され得るといふことを一箇の假説として述べたに過ぎませんでした。ところが、ギオルダノ・ブルノーはコペルニクスと同様、宇宙系統觀を直觀に依つて立てたが、然しその思想もそれからまた自説を主張する態度も共にコペルニクスよりは一段の進歩と

ブルノー遂に火刑に處せらる

ブルノー最期の言葉

強味とをもつてみました。ガリレオが宗教裁判所に審問された時より二十三年前に於て既にブルノーは斷乎として彼の哲學的信條を同じ法廷に於て宣言しました。彼はかかる説を唱道したために一六〇〇年ローマの知事に引渡され、火刑に處せられました。彼は八年間宗教裁判所に幽閉されたが、その間若し彼にしてその所説を放棄すればいつにても釋放されたにもかゝらず、不屈不撓の正義感に彼をして飽くまでも自説に忠ならしめました。彼は宣告が下るや、かの記憶すべき『余を宣告する汝は處刑される余よりも却つて大に恐れてゐる』との言葉を發したのであります。死の恐怖はブルノーの哲學にはなかつたのです。彼れ曰く、『余は戦つた、たゞそれだけである、勝利は天にある。たとひ余の身がどうなつても、また勝利者が何人であつても、後世余の説を拒まうとするものはなからう。これ余の死を恐れざるゆゑである。余は志操の堅實不動なる點に於て何人にも譲らない。瓦全を期するよりは、むしろ玉碎するに如かぬ』と。實に彼は思想の自由と科學の自由とのためにその身を

瓦全よりは玉碎

彼の處刑者

滅したものと云ふべきです。彼の處刑者は眞理のために喜んで犠牲となつたこの人の肉身を火中に投じた際、かくして初めて學理の瀆れるのを免れしめることを得たと信じたのでせう。

觀察、解釋、豫言、實認は科學說の完成する四箇の階梯であります。

天文學は科學の中でその起原が最も古いものであつて、この推理の階梯を最も完備したものでありますが、尙ほ他の自然科学に於ても、その著しき實例を擧げることが出来ます。例へば、地質學上に例を取れば、イギリスの陸軍中佐ゴッドウィン・オウステンが一八五六年ロンドン地質學會に提出した有名な論文であります。彼は西はソマーセットシア及び南ウェールズの石炭層、東はベルギー及び北部フランスの石炭層の特質並にその排列に關する實地の觀察からして正確な推理を下し、確かにこれら東西二區域の中間なるより新しき岩層の下に類似の石炭區域の埋没してゐるといふことを指摘したのであります。當時出来るだけ多くの觀察を綜合して、彼は遂にイングランドの東南部に非常に有利高價な石炭

地質學者オウステン

區域の存在することを断定しました。而もこの豫言は的中し、科學的推理がいかに驚くべき實用性があるかを見事に示し得たのであります。

ニウトンの光學說  
三稜鏡

新に得た結果並に新なる觀念は科學界に於て往々非常の批難を招くことがあります。例へばニウトンが三稜鏡にて試みた幾多の實驗は正確な研究と周到な斷定に成つたものであることは疑ひないが、而もそのために彼は賞讃せられるよりも却つて自分にとつて心配の種子となつた感があります。彼は白色は同質的のものでなくて、多くの光線が三稜鏡を通過する際に種々なる分量に依つて屈折するところからして、かくは白色となつたもの、そして始めの方向から外れて行くと先づ赤から橙、黄、綠、青、藍、堇へと次第にその屈折の分量が増加し、最後の堇は最も多量の屈折を受ける光線であることを證明しました。彼はその研究から斷定を下して曰く、『物の色はすべてかくして生ずるもので、物に依つて色の異なるのは、それが反射する種々の光線の分量の差異によるものである』

手きびしい攻撃

と。ところが、この説が一度出るといふと、ニュートンの論據となつた實驗を知らないか、若しくはまた光線及び色に關して異説を唱へるところの多數の學者から手きびしい攻撃を受けたのであります。それがためにニュートンはいかに心を痛めたかは多くいふの必要はありません。一六七五年彼は『私は私の光の説に對して加へられた批難のために心苦しく、遂に自から我が身の無思慮を咎め、これからは自分一己の満足のために靜かに研究實驗を食らうと決した』といつたぐらゐでありました。

フランクリン  
の電氣の實驗

雷電

アナキシマンデル

今日では電氣現象を知らないものは殆どなく、電光は雲と雲と、または雲と地球との間の放電であり、そして雷はその放電の音響であることは容易に理解されるでせう。ところが十八世紀以前に於ては、雷電のいかなるものかについて種々奇異な想像が行はれておりました。ギリシヤ時代のアナキシマンデルはこの現象を説明して『密雲に閉塞された風に依つて惹き起されるもの、即ち風は光の爲めに突然猛烈に發出すると、密雲が破

フランクリンの發  
見

裂し、それがために雷鳴を生じ、またこの密雲は雷を引裂かれて電光を發するものである』といつておます。その後電光と雷鳴とは空氣中の瓦斯の爆發によるとか、一種微小な燐の分子の同時的燃焼によるとかと言明されたのですが、いはゆる電光の産出に關する何等の手段も講ぜられなかつた間は、まだこの種の放電と雲の中に起る放電との關係なども何等指摘されませんでした。ところが一七四九年ベンシヤミン・フランクリンは電火の放電と電光との間に次の種々なる類似點を指摘したのです。即ち第一は發光すること、第二はその光線の色、第三は方向の屈曲、第四は運動の迅速、第五は金屬に依つて傳導されること、第六は爆發の際に音響を發すること、第七は水中または氷中に保存されること、第八は通過の際に物體を引裂くこと、第九は動物を殺害すること、第十は金屬を熔解すること、第十一は可燃性の物質を發火させること、第十二は燐臭があること等であります。

そこで、この機械製の電氣と電光雷鳴とが同一のものであることを證

ダリバー

明せねばならなかつたので、フランクリンは高塔若しくは尖塔の頂上に尖つた竿を立て、それに依つて電光を導下して以てこの實驗を試みようとなりました。フランクリンがかく思ひ付いた少し前に、既にフランスのダリバーがパリ附近に設けた絶縁臺上に約四十呎の長さのある竿を立て、それに依つて雲中から電氣を得ておりました。彼は一人の老騎兵を雇ひ、雷を呼ぶ雲が現はれた際に竿の附近なる玻璃壘中に入れてある眞鍮の針金を携へて電火を得させるやうに依託しました。ところが待つこと數日にして、即ち一七五二年五月十日雲が現はれましたので、老騎兵は竿に針金を近寄せました。電火は勇ましい響を發して焔と燐臭とが夥しく發出しました。これに驚いた老騎兵は針金を棄て、傍にかた男に村の坊さんを呼びに行つてくれと頼んだといふ騒ぎでありました。ところが、頼まれた男は老騎兵よりも大膽であつたので、自分で實驗し始め、竿から電火を取出し、その結果をダリバーに報告しました。そこでダリバーは、『フランクリンの考はもはや一片の想像ではなくなつた。まさしくそ

老騎兵の笑話

フランクリンの風

れは眞實となつた』といつたといふことであります。

ところが、フランクリンはこの報告をまだ容易に信じないので、尙ほフィデルフィアの或る尖塔の頂上に竿を立てんがためにその資金の調達に専心しておりましたが、偶然にも、そのために風を使用すべしといふ考に思ひ當つたのです。即ち風に絡付きを附着し、それに依つて雲から電氣を導下し、また絡付きの末端に絹紐を結び、それに依つて絡付きが自分の手から離れることのないやうにしました。また絡付きと絹紐との交叉するところに鍵を附着し、それで電氣傳導の用をなさしめました。一七五二年六月、フランクリンは風を雲に向つて飛ばした。彼は鍵を指關節に近づけたが、毫も電火を得ませんでした。幾度も試みて失敗しました。彼の思ひ付きが間違つてゐたのか、實驗が誤つてゐたかといふに、さうではない。折からの雨のために絡付きは濡れてしまひ、従つて絡付きの方が鍵よりもまさつた電氣傳導の働きをしてゐたのであります。そこで更に彼は指關節を鍵に近づけたところが、今度は強き電火に接した

のです。かくして彼は電火の連續を得、雲から生ずる電氣を使用して、人造の機械から生ずる電氣と同一の結果を生ぜしめたのであります。彼は遂に電光と電氣との同一なことを斷定し得るに至つたのであります。

學說と證據

いはゆる科學說に對して往々通俗やまたは技術方面の新聞雜誌記者から一種の嘲笑を浴せられますが、いつたい彼等から見れば、科學者は實際生活と懸け離れた世界に住み、實際の事柄についての知識は殆ど皆無であるといふのであらうが、これほど誤つた考はありませんまい。純粹數學や形而上學は暫く置いて、自然科學は何れも實驗室やまたは田園山野に於ける實地の作業を試みることに依つて初めて進歩するものであります。何人も科學者ほど實驗作業の價値を會得してゐるものはなく、また科學說よりも批判的なものは一もないのです。或る學說が科學界に提出されると、それは必ずその弱點を指摘する力を最も多くもつてゐる科學者仲間の嚴密な批評を仰ぐのであります。だが、いやしくも何人がそ

科學者と作業の價値

科學說は批判的のもの

の學說の非なることを證明するだけの證據を提出しない間は、その學說は依然として眞なりとせらるゝのを常とするのであります。

例へばニウトンは光を或る發光體が高速度に於て微分子を放射する作用に基くもので、これらの微分子が眼の網膜を衝擊すると、即ち光の感覺を起すものであるとの自說を固持しました。それに依れば、光は空中よりも水中の方が一層迅速に傳播することにならねばならぬ筈です。ところが彼と殆ど同時で、而もその後ますます異說を主張したのはオランダのホイヘンスであるが、彼に依れば、光はエーテルといふいかなる空間にも瀰漫すると考へられてゐたところの一種想像的の媒介物中に於ける振動に依つて生ずるものであります。即ち發光體はエーテルを波動せしめると、この波動が眼に達し、そして吾々に光の感覺を與へるといふのであります。そしてこの見解に従へば、光は空中に於けるよりも水の如き物質の中にあつては運動が一層緩慢であるといふことにならねばなりません。そこで、端なくも光の速度が水中と空中とに於て何れが速か

ホイヘンス

エーテル

ニュートンの放射説  
ホイヘンスの波動説

なりやの實驗を施さねば、これらの二説の眞偽を決定するわけに行かなくなつたのです。ニュートンの放射説は空中よりも水中の方が迅速だといひ、ホイヘンスの波動説は反對に水中の方が空中よりも遅緩だといふ。ところが十九世紀の中葉に至るまではこの遲速を實驗室に於て決定すべき手段が発見されずに來たのであるが、一八五〇年に至つてフランスの物理學者ジャン・レオン・フーコーが初めて實驗を試みたところが、光は一秒間に空中に於ては約十八萬六千哩の速度で走るが、水中に在つてはその約四分の三の速度であることが證明されました。この實驗の結果、遂にニュートンの放射説が驅逐されて、ホイヘンスの波動説が再び確立されたのであります。

トマス・ヤングの實驗

尤もこのフーコーの實驗よりも五十年前に、既に第一流の天才たるトマス・ヤングは赤い光は一時につき約三萬二千のエーテル波動に依つて生ぜられ、而も一定の長さに於けるエーテル波動の數は赤より漸次莖に至るに従つて増加し、莖にあつては一時につき約六萬のエーテル波動が

フレスネルの實驗

存するといふことを實驗しました。彼はまたエーテル波動相互の干涉といふ原理に依つてのみ初めて或る種の視覺的影響を説明し得べきことも證明したのであるが、彼の説明にはいはゆる不可量的なエーテルといふ考が土臺となつてゐたのであるから、當時の文學界からは却つて譏笑を買ひ、また當時の科學者仲間よりも眞面目に注意されなかつたやうなわけであります。ところが一八一五年フランスのアウグスタン・ジャン・フレスネルが光學上の實驗に従事し、同様に光に於ける干涉の事實を見するに至つたのであるが、自分よりも十三年前に既にヤングが同一の発見をなした事實は少しも知らなかつたのであります。とにかく、この二人の研究は波動説を復興し、フーコーの嚴密な實驗を促がしたことは事實です。

かく見れば、凡そいかなる科學説でも、一旦決定的實驗の結果支持し得られないといふことが明かになつた場合には、惜氣もなく放棄されるものであることが分かるであります。知識が進むに従ひ、一世紀の四



放射能の研究

分の三も獨占してゐた學說でも何等かの變更を受けねばならぬものと見えます。かの放射能に關する研究は、ニウトンの光の微塵説が主張する高速度にて運動する微分子の存在を證明したのであるが、而もかゝる微分子は恐らくあらゆる種類の放射に關係あるかも知れぬが——とにかくの波動説の如くに完全に光の現象を一切説明しつくすものであることはまだ證明されないのです。

何れにせよ、吾々の力説すべき點は、科學者はいかなることがあつても、また、どこを向いても反對の證據だらけであるにかゝはらず、その學說を決してドグマとして信奉するものでなく、飽くまでもそれをば現象を説明すべき方法としか認めないといふ一事であります。往々科學者の學說や規則は誤つたものであることがあります。そしてそれが實驗された場合にはたゞゞ眞理への接近としてのみ受取られねばならぬものです。勿論、他に多くの學說や假説があるに相違ないが、それらはすべて綿密正確な觀察の結果から眞偽の判斷をなすことが必要です。科學進

學說はドグマでない  
現象を説明する方法

假説の案出とその放棄

煩瑣哲學とは正反對

詩人の想像と科學者のそれ

發見は想像の產物

歩の跡を顧みれば、實際、觀察の事實と支吾撞着して無残にも倒壞した幾多の假説及び學說の遺骸が散在してゐるのを見らるべきであらう。一の假説は忠實に觀察記述さるべき現象の豫備的または動的の説明にしか過ぎないものであつて、その後の觀察がその假説がもはや支持すべからざることを證明した刹那に於て、それは放棄されねばならぬものであります。この主義を奉ずる點に於て、科學者の心は、かの中世紀の煩瑣哲學をば新知識判定の金科玉條と尊崇して甘んずるやうな連中のそれとは全く正反對であります。

詩人は自然界に於て普通人には秘められた種々の類似や意味を直觀するが、眞に偉大な科學者もまたその學說構成の際には想像的洞察力を使用するのであります。そしてこの洞察に依つて科學者は既知の事實を未知界にまで推し出し、新なる心眼に生じた映像を髣髴せしめます。そして幾多の大發見はこの想像の科學的使用に依つてなされたものであります。然し、何れの場合に於ても、この發見は觀察若しくは實驗に依つて示現し

たところの事實を根據としてなされるものであることはいふまでもないことです。その結果が何を齎すべきかに關する有用な假説若しくは假定が構成されない以前に、とにかく、知識が存在するに相違ありません。然し多方面の事實を根據としないところの想像力から出來あがつた假説は、或は空想としての價値はあらうが、科學の領域に入ることは決して許されないのです。

觀察または實驗の結果が與へられれば、科學者はその結果を結合せしめる法則または原理を發見するであります。彼はその結果の意味を揣摩憶測し、そして既知の事實を説明するのみならず、更に今後の研究に依つて或は是認され或は否認されるところの結果を指示する假説を案出するのであります。但しいかなる假説でも、それが試験される方法がなければ、到底それは受取り得られないものです。それはとにかく、想像は單なる一片の空想とは異り、進歩を促がす科學的精神に缺くべからざる屬性であります。ティンダルは正確な實驗と觀察とに加へて、想像は

法則または原理の發見

ティンダルの言

想像と空想

科學説を案出する力があるといひました。そして知識が廣くなり深くなるに従つて、想像の價値はいよゝゝ増大するものであることを忘れてはなりません。たゞ科學者は絶えずこの想像を事實に基かせ、實驗に依つて吟味し批判する點に於て、普通人または兒童のいはゆる美はしき想像若しくは空想や虚構と異なるものであることはいふまでもありません。

### 七 法則の發見

自然界の法則とは何ぞ……宇宙引力の法則……エネルギー不滅の法則……オームの法則……生物進化の法則……ダーウィニズム……メンデルの法則……生物進化の理論……進化論と道徳

自然界の法則とは何ぞ

科學的意味での自然の法則とは、觀察して得た諸結果の關係の正確なる陳述に外ならないものです。先づ觀察または觀測に依つて幾多の事實を蒐集しなければならぬ、次にそれらの多くの事實の間に存する何等かの關係を發見しようといふ考でそれらの事實を分類し比較しなければならぬ。若し或る一團の事實と他の一團の事實との依立を示すところの關

法則に例外なし

係が発見された場合には、それを科學的法則若しくは自然界の法則と呼ぶのであります。この法則はしばしば数字を以て示し得ることがあるが、然し、それは單に自然界に於ける或る關係を簡單な文字で記述したるものに過ぎません。何れにせよ、法則には何等の例外があつてはならぬものです。ところが、これに反して、人事界に於ける法則はこれを破り得るばかりでなく、時としてはその不正または誤謬であることを直接指摘せんがために故意に破壊することさへもあります。然し、自然界の法則は純然たる關係の叙述であるから、觀察の結果それが正しからざることが發見された場合には、その新事實を考量の中に取り入れるために、或は全然放棄されるか、若しくはまた變更されるかせねばならぬものです。

かやうに、或る時代に於て自然界の法則として認容された廣汎な概括即ち法則なるものは、その後一層完全な知識が獲得された場合には、それは單に眞理への接近たるに過ぎないものであつたことが明かになつて來るのです。自然界に於ける事實または現象間の關係を示すところの範

プラトーン

コペルニクスの圓周的運行の説

式が、極めて正確であり、また極めて廣汎であつて、その後、時代が進むに従つて吾々の知覺力が増加し、従つて層一層新知識が生ぜられるやうになつても、優にその範式で役立つといふやうなものであるならば、それは實に科學的思想の一大事功として誇示するに足るでありませう。然し、豫じめ考へ置かれた觀念や傳統的の信念などはとかく眞理の進歩を阻止するものであります。プラトーンは瞑想に依つて、遊星は一種の速度を以て圓周を描いて運動するものであるとの教説に到達しました。いつたい、この圓といふものは最も完全な形であると考へられたのであるから、従つて、何等實地の觀察若しくは經驗に依らずして、それは天體の最もふさはしき針路を示すものであると結論されたわけであります。千五百年間このプラトーンの圓周を成して一樣の速度を以て運行するといふ原理は何等の疑ひをも起させず、コペルニクスさへも、彼の革命的の考を纏めつゝあつた際に尙ほ『天體の運行は一樣で、圓周的で、恒常的である。若しさうでなければ、圓周的運行より成れるものだ』といふ

ことを以て一箇の公理と看做してゐたのであります。觀察をば或る學說に適合させようと試みた際に、この傳統的の考がはいつたため種々の困難が生じたことは或は恕すべき點はあらうが、この種の困難は複雑綿密なる推理に依つてのみ初めて説明し得らるべき誤謬や缺陷を、常に藏してゐたのであります。

ケプラー

ケプラーがタイヒョ・ブラへの試みた天體殊に火星の位置及び運行に關する正確な觀察を吟味し始めた時に、彼は完全に説明すべき一學說を發見しようとして幾多の圓及び周轉圓の無數の結合を試みたのです。コペルニクスの學說は天體の一般的方面を説明するには十分であつたが、彼が諸遊星の一樣にして圓周的運行を假定した原理は精密な觀測の標準を満足させることが出来ませんでした。ケプラーは、自己の觀察とこの學說とを對比した時に、常に角度測量の八乃至九分の誤差のあつたことを發見したのであるが、彼れ惟へらく、この角度はタイヒョ・ブラへのなした如き綿密な觀察に於ては到底有り得ないものと考へたのでありま

タイヒョ・ブラへ

す。そして、この角度數は太陽の表面の角直徑の約四分の一に相等しい、換言すれば、まさしく十二碼の距離に於て眺めらるゝ半片貨に依つて對向されたる角に等しい。そこで、ケプラーは「これらの八分からして、吾々は諸遊星の運行を説明すべき一新學理を打ち建てる事が出来るであらう」といひました。

ケプラーの三法則

プラトーンの原理  
葬らる

それはとにかく、すべてそれ以前の學說は一樣の圓周的運行の存在を假定したのである。そしてケプラーが出て、かの有名な遊星運行の三法則を確立するに至つて、初めてこの教説は放棄されたのであります。この三法則の第一に於ては、プラトーンの原理は永久に葬り去られました。何となれば、それは諸遊星が圓形をなして運行することなく、橢圓をなして運行するものであることを述べ、併せて太陽は各橢圓の焦點に位置を占めるものであると述べてゐるからであります。これと同時に、即ち一六〇九年に宣言された第二法則は、運行の速度を明確にし、併せてまた遊星は太陽に最も接近すれば最も迅速に運行し、太陽と相距ること最も

甚だしければその速度最も遅きゆゑんを明かにしたものであります。第三の法則はその後九年にして發見され、いはゆる調和の法則として名高いものであります。それに據れば、旋轉の周期と運行の中心よりの距離との間に存する關係が正確に測定されたのであります。そしてこの法則に依つて、太陽より遊星への距離は——地球の距離と比較して——その遊星が太陽の周圍を完全に回轉するに要する周期が知られた場合に、これを算出することが出来るのであります。彼は實にこの調和の法則の發見のために前後二十年を要し、これを宣言してゐるところの彼の著述中に偽らざる歡喜の情を記したのも決して無理ではありません。

宇宙引力の法則  
ニウトン

ところがケプラーの遊星運行の三大法則もニウトンが宇宙引力の法則を發見するまでは一種の神秘たるに止まつてゐました。引力の法則が一旦發見さるゝに至つて、それはたゞに當時知られてゐた天體の形狀及び運行の事實が説明し得られたのみならず、その後の發見にしていやしく

物體間の牽引力

もこの法則の適用される限りは、いかなる場合もそれに依つて説明されたのであります。當時既に諸遊星をして太陽を回轉するところの軌道に止まらしめ、且つ月をして地球の周圍にその軌道を描かしめるところの力がいかなるものであるかについては種々なる揣摩臆測が加へられたのであります。そして二箇の物體間の牽引力はケプラーが想像した如く物體を引離す距離の單比に於て減小しないものであることが明かにされてゐたのです。換言すれば、距離が倍加されれば引力は二分されるもの、然し、引力は距離の自乗に應じて變ずるものである、即ち距離が二倍になると、引力は四分の一となり、三倍すれば九分の一となるといふのであります。このことは引力がかくの如くして變化するといふ假定の下に諸遊星並にその諸衛星が楕圓を成して運行するといふことを説明するにあつたのです。

一六八四年一月、サー・クリストファー・レンはフーク及びハレーに向つて、若し二人の中誰れでも二箇月以内に、かかる力が遊星をして楕

フーク  
ハレー

圓を成して運行せしめるといふ確たる論證を自分に送つたものには、いはゆる『四十シリングの書物の贈物』をなすべしと約束しました。同年八月ハレーがこの問題についてケンブリッジなるニュートンに尋ねに行つた時には、まだその論證が送られませんでした。ハレーはレンやフークやまたは自分やの思索について何等いふところがなく、いきなりニュートンに向つて、『引力が距離の自乗に従つて減小するといふ假定の上に立てば、遊星が描く曲線はどうなるでせうか』と問ひました。ニュートンは即答して曰く、『橢圓となる』と。ハレーは打ち驚いて『どうして分かるでせう』と問ひ返へすと、ニュートンは、『どうしてと？ 余はそれを算出したのだ』と答へたのです。そしてニュートンはその計算を求めようとしたがうまく行かなかつたといふことです。かくしてハレーはこの問題は解決された、たゞその論證がまだすんでゐないのだと、ひとり得心してロンドンに歸りましたが、十一月に至つて初めて彼はそれを證明することが出来、翌年早々王立協會にその旨通告するに至つたのです。ハレーは

ハレーとニュートン

ニュートンの林檎の  
落下の傳説

かくしてニュートンの永久不滅の發見を世に闡明したといふ名譽を得、自分でも常に『このアキリスを生み出したユリシズ』であることを誇稱したのであります。もとよりこれは正當なことといふべきでせう。

これより先き二十年、即ち一六六五年に於て、既にニュートンは引力の問題に専念傾倒してゐました。彼は疫病のためにケンブリッジを退き、リンカーンシアのウルスソープなる自宅の花園に於て引力について冥想しつゝあつた時、たま／＼木から林檎の落下するに遇ひ、それから冥想の跡を辿りつゝ遂に宇宙引力の發見をなすに至つたといひ傳へられてゐます。この傳説は殆ど荒唐無稽に屬するものであつて、ニュートンの場合に於ては、些々たる林檎の落下ぐらゐのことは當時五六の自然哲學者たちが注意したところの引力の發見を考へるためには別に何等の必要がなかつたでせう。それはとにかく、地上に物體が落下したことはニュートンをして廣く宇宙一般を支配する原理の發見を好都合ならしめたことは争はれません。彼の推理の系統を尋ねると、物體が落下する、若しくは

彼が推理の系統

引力と稱せらるゝ力に依つて地球の中心に引寄せられる、この力は地球を超えて月にまで及ぶものであらうか、若しさうだとすれば、それは地球の周圍なる衛星の運行をも説明するであらうといふにあつたのです。或る高さから地球の面上に落下した石は一秒時に百九十三時落ちるのであるが、若し月の距離からそれが落下すると假定せば、一秒時に何時だけ落ちるであらうか。吸引の中心をば假に地球の中心にあるとすれば、月は地球の表面よりもこの點から六十倍の距離にあるであらう、故にその力は六十倍以下ではなく、六十倍の六十倍、即ち三千六百倍以下である、何となれば、それは距離の自乗に従つて減ずるからであります。ところが、この數の精確な計算をなすには地球の中心からその表面への距離、即ち地球の半径について精確に知ることを必要とするのです。

かくしてニウトンは月が一秒に一時の四萬四千分の一だけ地球に向つて落下することを算出したのです。換言すれば、これは月の軌道が一箇月に地球の周圍にその曲線の進路を描くために一秒間に直線から外れ

距離の自乗に従つて減ずる

ピカード地球の大きさを測定す

偏差

て行くべき計數であります。月が實際、一秒間に垂直線の進路から外れて行く計數は一時の五萬三千分の一であります。そこでニウトンはこの算出された結果は、當時事實と考へられてゐたところと一致しないことを知つたのです。この學説と觀察との差異は遂に彼をしてこの問題を放棄し、彼が以前専心してゐた他の研究に従事させるやうになりました。かくして彼は一六八四年再び月に關する彼の思索を恢復しました。これより二三年前、ピカードは地球の大きさを正確に決定したのであるが、その結果、從來考へられたよりも地球の半径の長さについて一層正しき計算をなすことが出來たのであります。この新價值を使用して、ニウトンはまた月の直線進路よりの偏差を算出し始めました。いつたい彼はそれを支配する力が物體をば地球上に落下せしめる力と同一であること、但し地球より月の距離のためにその強度に於て減ずるものであるといふ假定に基いたのであります。ところが今日得られた結果は中心の力は月をして一秒時に一時の五萬三千分の一だけ直線進路から偏せしめるもの

であることを明かにしました。そしてこれはまさしく月が地球の周圍に描く曲線進路を生ぜしめる計數であります。かくの如く引力の領域を地球から宇宙にまで擴張しようとするこの計算が完成に近づかうとすつ、あつた際に、ニウトンは非常に心亂れて、その完成を一友に託せざるを得ざるに至つたと傳へられてゐます。

尤も運動に依つて引力の理を試験するといふこの問題は、上述した如き極めて簡単な物語であると考へてはなりません。この引力の原理を確立せんがためにニウトンは、引力に關しては太陽や月や地球などは恰もその力が中心にのみひとり宿るところの質量の全部から發生するものであるかの如くに振舞ふことを證明しなければなりません。この結論に到達するまでには無限の勞力と、自家發見にかゝる新なる數學的方法の使用とに依つたのであります。この方法に依つて、彼はまた或る中心力に依存するところの引力の支配を受ける或る物體の進路は楕圓かまたはそれに關係ある曲線であることを證明し得たのです。月が地球を回

## ニウトンの結論

轉する楕圓の進路、地球及び他の諸遊星が太陽を回轉する楕圓の進路、すべての衛星がそれらの元の諸遊星を回轉する楕圓の進路は、この發見に依つて説明されたのであります。而もニウトンはそれを發見しただけで満足したのであります。こゝにハレーの仲介に依つて初めて世人がそれを知るに至つたことは前述した通りであります。

エドマンド・ハレーはニウトンに刺戟されて多數の彗星の進路を測定した人です。彼は一五三一年、一六〇七年及び一六八二年の三回に現はれた彗星が實際同一進路即ち同一軌道を有することを發見し、遂にこれら三回の彗星はその實、同一のもので、約七十五年の周期に於て太陽を回轉するものであるといふ斷定を下したのです。そこで、彼はこの彗星は一七五八年頃即ち最後の二六八二年より七十六年後に再び現はれるだらうといふことを豫言しました。彼はそれまでにはこの世の人でなくなることを承知してゐたものの、尙ほこの豫言がイギリス人に依つてなされたことを世界が記憶せんことを希望したのであります。とにかく、

## ハレー彗星

## 豫言



これは彗星の周期的再現についての世界最初の豫言であつて、ハレーのこの大膽な豫言的態度は、徹頭徹尾是認されたのであります。即ち彗星は世の期待に反かず一七五八年に現はれ、更にその後一八三五年及び一九一〇年に現はれたのです。古記録に徴すると、ハレー彗星は紀元前二百四十年よりこの方約七十五年目に現はれたことが知られるのであります。それはとにかく、從來絶えず世人の恐怖を買つてゐた氣紛れと覺しき彗星も、ニウトン及びハレーの勞作の結果、一定の法則及び秩序に支配されるものであることが分かり、むしろ興味ある事柄として期待されるやうになつたことは實に忘るべからざる事實であります。

引力の法則について科學が樹立した最大の概括、而も同じく一の例外も見出されないところのものは、エネルギー不滅の法則である。それはエネルギーは或る形から或る他の形に變更し得ても、結局に於て不増不減であるといふことを斷定するものです。この法則に類似してゐて而も

## エネルギー不滅の法則

## 物質保存の法則

ラヴォアジエ

それより遙かに起原の古いものは、物質不滅の法則であるが、近代の化學の根據は實に法則にありました。即ち、いかなる化學的變化が起つても、それより生ずる物質の重量は、その變化に含まれる構成要素の重量の總高に等しいといふのであります。ラヴォアジエが初めてこの原理を陳述してよりの方、いかに精密なる研究を施しても、物質の幾分子の増減すら發見し得ないのであります。そこで宇宙に於ける物質の量の恒常不變といふことが科學の一公理となつてゐるのです。

エンペドクレス

地水火風

古代シシリーの哲學者エンペドクレスは紀元約四百九十四年に生れた人であるが、彼は物質が種々なる形に變化する事實より推究して、これは力またはエネルギーに依るものであると考へた最初の人であつたらしい。彼によれば、地水火風は四元素であり、而もこの四元素は愛及び争なる二動力若しくは二原理の支配を受け、そして愛は四元素を結合し、争は四元素を分離するものであるといふのです。そして宇宙には四元素の増減はなく、たゞ單に結合の變化及び變形といふ事實が存するのみで

愛と争

あるといふのです。かく見ると、彼は近代の物質不滅の理及び物質とエネルギーとの相互關係の理に最も近似した考をもつてゐた最初の哲學者であるといへませう。

物質不滅の觀念は容易に理解されるが、エネルギー不滅の觀念は少しく具體的事例に依つて説明しなければ、なかく理解に困難であります。一定量のエネルギーが機械を働かせれば、それより一定量の有用な仕事が生ずる、然るに機械各部の軋轢に依つて有用なる産出は、供給されたエネルギーよりも少きを常とする、かくエネルギーの消費を説明したところで、消費された全體のエネルギーは元の供給の全體と同一である、故にいかなる機械でも、それに供給されたエネルギーだけの有用なる仕事となつて現はれて來ないといふ結果になる、そこで永久不斷の運動は不可能であるといふわけでありませう、換言すれば、吾々は自然界に於ては無に對して有を得るといふことは決してないといふことになるのです。即ちエネルギーが或る形より他の形に變ずる時は手数料を拂はなければ

## エネルギーの消費

なりません。而も最も有效な機械でさへも、この變形に對する手数料は非常に高いのです。

石炭の燃焼に依つて生ずる熱は水を蒸氣に變じ、かくして機關を運轉せしめるために利用されるところのエネルギーを示すものです。或る量の石炭が機關の火爐で燃やされる時に熱の百單位を生じ得ると想像せよ。この熱量の約二十五パーセントは種々なる原因に依つて失はれ、そして七十五パーセントだけが蒸汽機關に達するのです。ところが、これらの單位中僅かに六パーセントは機關運轉に依つて代表される機械的仕事に變化され、残りの六十九パーセントは失はれるのです。若し六單位が電力製造のための發電機の運轉に費されるとせば、この變化のために一單位だけが手数料として支拂はれ、そして五單位だけ残るわけです。ところが、この五單位が電氣發動機運轉用に費されるとすれば、得られた機械的エネルギーは約四箇二分の一單位であつて、半單位は變化に際して失はれるのであります。故に石炭の燃焼から、電氣發動機より得られる

## 高い手数料

仕事へとエネルギーが變化して行つた最後の結果は、即ち最初エネルギーの百單位中、種々なる變化のために九十五パーセント二分の一が失はれるのであります。この諸變化の系列を通じて、平衡票バランシートの兩側に於ける項目は同一總額を示し、供給されたエネルギーは常に得られた有用及び無用のエネルギーの總額と等しいといふことになります。

エネルギー不滅の觀念は古代哲學者の記述中にもそれを辿ることが出來ますが、近代の初に於てもデカルトは既にそれを以て自明の眞理と考へてゐました。然し、この眞理を樹立するには正確精密な研究が必要でありました。そしてかくなされたのは、この問題に對する興味が廣く勃興しかけた十九世紀の中葉頃でありました。尤も十八世紀の末頃、カウント・ラムフォード及びサー・ハンフリ・デーヴィの二人は、なされた仕事と生じた熱との間には何等かの符合が存すると考へたのであるが、彼等は機械的エネルギーと熱とは互に變換し得らるべきものであることを十分に會得しなかつたのです。ところがフランスの哲學者サデー・カルノ

デカルト

サデー・カルノ

マイヤ  
モア  
ヘルムホルツ  
コルディング

は熱に依つて現はされるエネルギーと機械の仕事との二形式間の關係を發見し、一八二四年、一定量の仕事の使用は一定量の熱を生ずる旨を公けにしました。然し彼のこの結論は當時何等の注意をも惹きませんでした。その後一八四二年より一八四七年にかけてマイヤ、モア、ヘルムホルツ等のドイツの科學者及びデンマークのコルディング等は何れも獨立にエネルギー保存の法則に考へ及んだのでありますが、正確な計算の上にこの原理を樹立した人はイギリスのマンチェスター附近なるサルフォードの酒造家にして兼ねて科學道樂のジェームス・フレスコット・ジュールであります。

ジュールは綿密な幾多の實驗に依つて、一定量の熱は常に機械の仕事の一定量の使用より生ずるといふことを明かにしました。小石を橋の上から川に落すと、水と衝突して一定量の熱が生ずる、そしてその量は小石の重さと落下距離とに依存するのです。ジュールは七百七十八呎の距離からして一ポンドの重さを落すと、それは常に一ポンドの水の溫度を

ジュール

華氏一度だけ上昇せるしめるに十分なだけの熱を生ずることを發見しました。彼は一八四三年當時二十五歳で英國協會にこの實驗を報告したが、更に顧みられませんでした。然し彼はこれに屈せず、研究を續行し、一八四五年及び一八四七年更に英國協會の二會合にその後の研究の報告演説を試みました。後者の會合の際には、その部の議長から簡単に説明せよとの要求を提出され、これまた極めて冷遇を受けたのであります。若しこの會合に青年科學者ウィリアム・トムソン即ち後のケルヴィン卿の出席がなかつたならば、彼の折角の勞作も遂に一顧をだも與へられず、濟んだことでありましたでせう。

ジュールの熱の機械的等量の發見は決して偶然に思ひ付いた結果ではなく、嚴密な實驗、精確な測定、そして哲學的思索の結晶であります。彼はこの原則の眞理を確信した後、更に一層精確にその數學的價值を決定しようとして専ら種々の實驗を或は變更したり或は繰返したりしたのであります。多くの研究家も彼に倣つて試みたのですが、彼と大同小異

ジュール、ケルヴィン卿に認められる

## 熱力學の第一法則

ケルヴィン卿の頌  
德辭

の結果に到達し、こゝに熱力學の第一法則を確立するに至つたのです。この法則は物理學者は勿論のこと、いやしくも機械工學の技師にして何人もそれを知らないものはありません。即ち「仕事が熱に變じ、または熱が仕事に變ずる時には、仕事の量は熱の量に機械的に等しい」といふのがそれです。ケルヴィン卿は一八九二年マンチェスターに於けるジュールの銅像除幕式に於て頌德演説を試み、そしていふには「ジュールの空前的研究は蒸汽機關及び蒸氣力に關する吾人の知識の基礎であつた。カルノーの研究と相並んで、それは一八五〇年以來いやしくも偶然的方法に依らずして専ら周匝なる哲學的基礎の上に爲されたあらゆる大改善の科學的基礎を與へたものである」と。實にジュールの業績はニウトンのそれと相並んで科學界の尊崇するところであるが、それにもかゝらず嘗て彼をウェストミンスター・アベに祀らうといふ運動が起つた時、僧正代理はジュールの名を知らざる旨を告白した位でありました。その後多少の悶着を経て、英國戰死者殿の境内の暗隅にあつた約二呎四方の一

小區域が紀念碑設立委員會の自由採擇に委せられたといふことであります。然し彼の名はかかる些事に依つて上下されるものではありません。

## オームの法則

オーム

次に一八二六年ドイツの錠前師の子ジョージ・シモン・オームのいはゆる電氣のオーム法則の發見についていつて見ませう。勿論、オームが研究に着手した以前に、既に幾多の科學は電流の驚くべく且つ複雑な現象を研究したことは事實であるが、それらは單なる觀察に止つてゐて、これを單一の法則に攝することを得なかつたのです。ところがホオムが出て、こゝに電氣の原因と結果との關係を叙述する單一の法則を發見したのであります。この法則は畢竟電流の流れる速度はそれを傳導する針金その他の傳導物が電流に對して加へる抵抗に依つて除したる電壓に等しいといふのであります。オームは單獨で研究してこの法則を發見しましたが、然しこの法則の眞理が樹立された後に於ても、尙ほ彼は殆どその業績を認められず、甚だしきは幾多の方面から猛烈な批評をさへ受けた

故國に容れられず

## 電氣工學

フォン・ロンメル

ほどでありました。豫言者は故國に容れられずといふことがあるが、吾がオームに於ても全くその通りで、彼は故國に知られる前に、却つてイギリスに於てその名を認められたのであります。オームの法則は電氣工學上普ねく應用されるものであつて、例へば流動空氣及びヘリウムの如き極端に低溫度に於ての外はいかに仔細に吟味されても、その法則の眞なることが證明されたのです。これ確かに電氣學史上最も重要な法則であります。今やこの謙遜にして名を好まなかつた學者の名は、電氣工學的產業に従事する無數の人々の口々に膾炙されるに至つたのであります。一八八九年彼が誕生百年紀念式はミュンヘンの王立バイエルン科學院に依つて舉行されましたが、當時、フォン・ロンメル教授は感激的頌徳の辭を捧げ、今日見るところの電氣工學並に電氣事業の偉大なる進歩は、一にオームの法則をその確實なる基礎として成就したものであるといつたのは決して溢言ではないのです。

## 生物進化の法則

個性  
自由

以上ニウトン、ジュール、オームの樹立した三大法則は、共に無生物若しくは機械的現象に關するものであつて、それらが包括する事物は悉く生なき物質または盲目的な力の領分に屬することはいふまでもないことです。ところが、今轉じて生物界、即ち個性——靈と呼ぶも精神と稱するも自由であるが——を所持する有機界に於ては、以上の法則の如く果して完全なる眞理が成立つものであるかといふに、勿論それはそのやうには期待さるべきことではありません。而も尙ほ且つ廣汎なる概括に到達することは必ずしも不可能ではなく、就中その最も大なるものは有機的進化及びその原因の法則であります。既に動物の異種はその數六十万も擧げられ、また植物のそれはその約半數ほど知られてゐるのです。而も自然科学は現存する動植物の數の僅に一半をしか記録し表示してゐない有様であります。そしてこれらの異種の各はそれ／＼特殊の創造の事物であつたやうに從來は假定されてゐたのです。然しこれに對して一層合理的見解を施した結果、今日ではこれらの異種は自然的過程の作用

## 進化の觀念の發展

レーリ

の結果として進化したものであると認められるに至つたのであります。この進化の觀念はアリストートル及びその他のギリシヤ哲學者の思想に初めて見えてゐます。彼等は生物の起原並に發達の問題を解釋しようと企てたのであります。ところが十七世紀の初め頃まで、神學者及び自然哲學者はこの進化の觀念に對して何等加ふるところがなく、従つて久しき間、一の進歩をも見ることが出来ませんでした。十七世紀の初に至つてギリシヤ思想の傳統は概ね覆へされ、近代の歸納的觀察及び推理の方法が漸くその曙光を發したのであります。この世紀の僧侶ならざる著述家の中にて動植物の異種が時期の進行する間に變化を受けるものであることを指示した者はサー・ウォルター・レーリでありました。一六二一年彼が獄中で著した『世界の歴史』の中に彼はいはゆる大洪水時代についていひますのには、『今日相異なるやうに見える多くの種及び各類の多くは、當時自然界に存しなかつたものであることは明白であり、また疑ひもなく眞實である』と。そして彼はヨーロッパの猫とインドの豹と

ビュッフォン

の間に、小鮫と鮫との間に、犬と狼との間には大きさの點を除けば何等の差異をも見るを得ないといふことを指摘してゐます。

フランスの自然科学者ビュッフォンは往々近代的進化觀念の始祖と稱せられる人であるが、レーリより約百五十年後に出たにもかゝらず、その實、レーリの見解を一步も出てゐないのである。ビュッフォンは夥多廣汎な材料に依つて博物の研究をなし、加ふるに、その生き生きとした文體と大膽な思索とに依つて博物學の興味を鼓吹した功績は没すべからざる人であります。彼は動植物のあらゆる新種は進歩的變化に依つて生ずるもの、またすべての四足獸は二三の原形から生じたものであることを指示したけれども、然しいかにしてこの變形が生起したかを指摘しませんでした。十八世紀に於て尙ほこの進化の問題を思索した人に文豪ゲーテがあります。彼は『魚類から哺乳類へ、更に最後に人間へと次第により完全な有機體が、今尙ほ日々繁殖に依つてその形を變化しつゝ、あるところの一の原型から構成されたものである』と主張しました。更にエラスマ

ゲーテ

エラスマス・ゲーテ

ラマルク

ス・ゲーテはいかにして一有機體の子々孫々が彼等の活動または欲求に依つて『新たなる力を獲得し、ますます大なる四肢を身につける』に至つたかの理由を指摘したのであります。

これらの著述家が何れも有機的生活に於ける進化の理を認容したにかかはらず、彼等は一人としていかなる力を以ていかにしてこの發展進化が生起したかを明かにしたものはありませんでした。進化的變化を支配する法則を發見しようと眞面目に企てた第一人者は有名なフランスの動物學者ジャン・テュ・ラマルクであります。彼は種の起原問題の研究に多年傾倒し、遂に一八〇一年その原理を公けにするに至つたが、その要點は諸動物は外界の事情や、または不斷の用不用やに依つて彼等の構造を變更したものであること、及び彼等の子々孫々はこの變更を遺傳するものであることでありました。この原理に據れば、麒麟の長い頸はこの動物が世々代々絶えず木の頂上にある柔い嫩枝に頸を屈かせようと努力したためであると説明されるし、また駱駝の平足となつたのは彼が絶えず砂

用不用の説

漠を歩行するといふ事實に依つて説明されるでありませう。新種の出現を説明せんがためにラマルクが組織立てた順應及び遺傳の二大根本法則は、彼れ自身の言葉で述べれば次の如くであります。

## 順應と進化

『第一、まだ進化發展の期間を通り越さない各動物にあつては、各器官の頻繁不斷の使用はその器官を強くし、それを發展せしめ、それを擴大せしめ、且つそれが使用の持續期間に應ずるところの力を與へる。然るに、各器官の絶えざる不使用は不知不識の間にそれを薄弱ならしめる。そして、それは減損し、次第にその力を失ひ、遂には消滅する。』

## 環境の影響

第二、自然が生物をしてその種族が長期にわたつて置かれた環境の影響に依つて、或は獲得せしめたり、または失はしめたあらゆる器官、従つてこの器官を絶えず使用し、またはそれを絶えず使用しなかつた結果に依つて、或は獲得せしめたり、または失はしめたあらゆる器官は、その生物から生れた新生の生物に於て保存される。そしてそれがために若し生存の事情にして變化しないならば、彼等の祖先よりは一層その事情

## 變異

にうまく順應するのである。』

## 獲得質の遺傳

ラマルクの原理は、かくの如くたゞに變異は外界の事情の影響及び用不用に依つて生ずるものであることを述べたのみではなく、斯くして得られた新なる特質はその後子々孫々に遺傳するものであることをも述定したものであります。この原理がいかなる程度まで自然的過程の眞の原因を供給するものであるかは、最近非常に議論のあるところであり、また、而もそれに依つて假定された獲得質の遺傳の證明は、また科學界一般の認容するところとはならないのであります。彼は彼れ以前のいかなる科學者よりも有機進化の眞理をよく理解し、從來の科學者に比して遙かに大規模にまた遙かに綿密にこの原理を研究したにもかゝらず、ただ彼の議論は全然信憑すべきものとは認められておませんでした。彼とは全然新しき思索をこの問題に取り入れ、確實な事實の基礎の上に斬新明瞭な學說を樹立したものは、實に彼れ以後に出たチャールス・ダーキン及びアルフレット・ラッセル・ウォレスであります。

チャールス・ダー  
キン



ダーキニズム

殆ど一生の不健康

マルサスを讀む

新種の構成

ダーキンは五年間例のビーグル號に乗つて世界を一周し、而も豊富な思索をやるに斬新にして興味ある無数の事實を以てし、彼の想像及び推理の力を自由に發揮して、夙にこの進化の過程の多方面に向つて研究したのであります。然るに閑寂な航海とその後殆ど絶えざる健康損傷——『四十年間彼は一日として健康の日を知らなかつた』——とは彼をして偉大ならしめた基礎となつたところの獨創的にして且つ暗示的な觀念を生れしめた原因となつたのであります。一八三六年歸國してより彼は以前より久しく思索に思索を重ねてゐた種の起原に關係ある幾多の事實を探求し始めたのであります。翌年彼はマルサスの『人口の法則に關する論文』を讀んでから、こゝに端なくも動植物間に行はれる生存競争に於て、特殊の境遇に都合よき變異を有する生物は保存され、これに反して不都合な變異を有する生物は消滅するものであるといふ考が浮んで來たのです。そしてこの結果として新種の構成となるのであると考へたので

「種の起原」

適者生存

生存競争

鱈の卵

あります。ダーキンは新種がいゆる戯れまたはいはゆる斷續的變異に依つて生ずるものであることを十分に理解しました。然し彼は進化は常に微細な連續的變異を利用することに依つて進行するものであることを明かにしました。これ實に二十年間彼の絶えず案出しようと努めてゐた觀念であり、遂に凝結して一八五九年彼の有名な『種の起原』の出版となつて現はれたのであります。

變異は有機生活の共通屬性であつて、いやしくも同一類の二箇の動物がまさしくあらゆる點に於て同一であるといふことはないのです。そして特殊の事情に最も好く適合した生物は即ち最も長く生存し、彼等の類を存續せしめるものであります。生存は常に競争であつて、特定の時期に最も適したものはその境遇に於て最もよく生存するものであります。大洋の如く極めて廣潤な場面に於ても、この生存競争は頗る激烈であつて、例へば莫大に多數の卵が生れるにもかゝらず成長して魚類となるものの數は極めて少きが如きは即ちそれでありませう。かの鱈の如き一尾

より五百萬以上の卵が生れるのであるが、卵から生育するまでの途中に於て僅かに二箇若しくは三箇の卵を除いては他は悉く不時の死を招くといふことであります。

## 自然淘汰の法則

パンパス教授の雀の觀察

自然淘汰の法則は生物界を通じて適用されることはいふまでもありませんが、こゝにはたゞその一例を擧げて見ませう。嘗て北米に雪と霰の暴風があつたことがあります。その後パンパス教授はこの天候のために全く感覺を失つた百三十四羽の雀を蒐集しました。その中生命を恢復したものは七十二羽で、残りの六十二羽は死んでしまひました。生存した雀と死んだ雀とを比較して見ると、そこに非常に著しき差異があることを發見しました。平均以上に大きな雀は殆どすべて死んでおましたし、また全體の中で最も小さな二羽の雀もやはり死にました。そこで事實上、尋常型を距ること最も甚だしい雀が一番多く死んだといふことからして、自然淘汰はこれらの雀にとつて最も破壊的であることが證據立てられたのであります。生残しまたは死んだ雀を觀察した結果得られた一般的斷

## 尋常型

天才と凡人

ウォレス

定は、この暴風の起つた地方の雀の子は、その親達よりも身體が短小で重さも軽く、そして趾は長く、腦の力が強くなるであらうといふにありました。勿論、生存にとつていかなる身體構造が都合よきか否かはこの種の多くの觀察に依るのでなければ容易に決定するわけには行きません。もとよりこの觀察はそれだけでも價值のあるものではあるが、然し觀察はされぬが而も生死の眞の決定的原因であつた何等かの特質があつたかも知れません。たゞ概括して次の如く結論することは無難でありませう。曰く、動物でも植物でも凡そ尋常型を距ること最も甚だしいものは第一番に排除されるものであると。これは人類についても眞であつて、例へば天才は世間より認められない中に早死し、凡人は長生するが如くでもありませうか。要するに、生存といふ一點から見れば、時代より進むはそれに後れるのと同じく不適切であるといふて間違ひはありません。次にウォレスは自然淘汰の過程に依れる進化の問題の解決を獨立に遂げました。而もダーキンと同じく彼も初めマルサスの論文に依つてそこ

アマゾン河その他への旅行

に到達したのであります。彼れ初め一八四五年に公けにされたダーキンの日誌を読み——當時ウォレスは二十三歳——それに刺戟されてペーヅを誘ふてアマゾン河及びリオ・ネグロ河地方への旅行に同伴せしめようと決心したのであります。そしてその旅行は一八四八年より一八五二年の四箇年にわたつてゐます。前後彼は蒐集者として絶えず進化の問題及び生物界に於ける新種の起原の原因について思索してゐました。一八五五年サラウアクに滞在した時、ウォレスは尙ほこの問題を考へてゐました。實にこの問題は彼の念頭を須臾も離れなかつたのであります。當時ものした一論文の中で、彼は自然界に出現したあらゆる種はそれに先立つ種と密接な関係のあることを断定しました。これは明かに進化的發展を指摘し、いつどこに新種が生起するかを暗示したものであつたが、然しまだいかにして新種が生起したかを説明したものはなかつたのです。その論文を公けにした彼は支配人の口から、五六の自然科学者たちはウォレスはただ理窟ばかり列べてゐて、期待に反して少しも事實を

集蒐してゐないのは遺憾であるといふてゐることを聞いたが、然し彼は依然として一の種が徐々にもせよ急激にもせよ、とにかく他の種に變化するのは何故であるかの理由を考究したのであります。たとひ變化の原因が不明であつても、さうした功利的の人たちは種々なる變種の生ずる次第を發見するよりも、却つて多くの鳥や昆虫などの大きさを増す方が一層大切であると考へてゐたのでありませう。而も當時ウォレスはかかる鳥や昆虫をば實は約九千種も蒐集してゐたのであります。

一八五八年二月ターネットに於て間歇熱に侵された際、彼はマルサスの人口増減を支配する諸要因に關する結論に依つて端なくも生存競争の可能的な一切の影響に想ひ及んだのであります。彼は二日かゝつて、一般の有機的種に對してこの見解を適用し得ることを證明したところの論文の草稿を書き上げ、それを二十年間、同一觀念の證明について思索に耽けつてゐたダーキンの許に郵送しました。ダーキンは實際、一八四二年彼の學説の概略を書いてゐましたが、一八四四年にはその筋書は増補さ

ウォレスもまたマルサスを讀む

ウォレスとダーキンの交渉

ライエル  
フーカー

れてフーリオ版二百二十頁のものとなり、その後現はれた『種の起原』中の議論を悉く之に提示してゐたのであります。ダーキンはウォレスの論文を受取るや否やサー・チャールス・ライエル及びサー・ジョセフ・フーカーにそれを見せて、速に出版すべきことを奨めました。ところが却つてこの二人の忠告に依つて、ダーキンは一八五八年七月一日ウォレスの論文と一緒に、前の一八四四年の筋書の抜抄をリンネ協會に提出することに同意するに至りました。ウォレスは『余の一八五八年の論文の生んだ一大効果は、そのためにダーキンを驅つて一刻の猶豫なく彼の『種の起原』を書き且つ出版せしめたことである』といつてゐます。

## メンデルイズム

變異と遺傳

何れの方面に向つて進化が進行するにせよ、とにかくその方面に進むところの變異が絶えず助長され、且つ親の傾向の徑路が子孫に依つて遺傳されることを必要條件とするものです。變異と遺傳とはかくして互に相互補足的のものであります。そしてこの二者を決定する法則が理解さ

僧正メンデル

ペイトソン教授の  
メンデル評豌豆その他の雜種  
の試験

れるまでは進化の理はまだ完全なものとはいはれません。遺傳の徑路の規則は一八六六年オーストリアのブリュンナーなる古寺の僧正でオーガステイン派の僧侶グレゴル・ヨハン・メンデルに依つて發見されたのです。然し生物學界は三十年間それに氣付かずにしてしまつたし、ダーキンもこの同時代人の一新紀元を劃する大業績を知らずに死んだのであります。斯界の權威ペイトソン教授は、『若しメンデルの業績がダーキンの手許に傳つてゐたならば、進化論の發達史は今日とは大に趣を異にしたであらうといふても過言ではない』といつてゐます。メンデルは八年間自分の大花園に於て豌豆その他の植物の雜種に關する幾多の實驗を續行しました。彼は一八六六年及び一八六九年の二回、『ブリュンナー博物學協會紀要』中にその實驗を記載したが、單にその地方の學界に知られたのみで、一九〇〇年に至るまでは一般に知られませんでした。彼は常に『余の時代が必ず到來するであらう』といつてゐたが、果して適中したのです。彼の二論文が發見されてから、その教へる原理は種々なる動植物に應用され、

メンデルイズム

そしてメンデルの法則は遺傳研究の多くを指導するに至りました。而もそれと同時にメンデルイズムは今や明確なる科學の一分科となつたのであります。

今こゝに彼の生物學上の一大發見の性質及び結果を仔細に記述するの違はないが、その旨を簡單に傳へて見ませう。彼は花園にある豌豆で實驗して、例へば皺ある種子や滑かな種子や、種皮の色や、莢の形や、莖の長さなどの如き種々なる特徴に依つて豌豆を區別することが出来ることを發見しました。彼は或る特徴に於て互に異つた二箇の植物の種を交配する時に、それから生ずる雜種は必ずその植物の一方の特徴を表はすもの、而も他の一方の特徴を全然排除することもあれば、一部分だけしか排除しないこともあるといふ事實を観察したのです。例へば丈長き豌豆の種に丈短き種を交配すれば、それより生ずる子植物はすべて丈長きが如きであります。この丈長いといふ特徴はメンデルに依つて優性と呼ばれ、丈短いといふ特徴——難種初代の子には現はれない——をば彼は

優性と劣性

自花受精

劣性と名づけました。次に丈長き雜種を自花受精せしめると、それから生れる子はすべて優性であることは考へ得られるが、それは問題ではありません。自花受精後、各雜種が生む子には、二箇の元の親の特徴である優性及び劣性は平均三對一の比で現はれます。即ち丈長き豌豆と丈短き豌豆との場合には、前者の三に對して後者の一の比であります。丈短き植物を自花受精せしめると——或はまた元の丈短き先祖から受精すれば——その後は丈短きもののみが生れます。換言すれば、第二代の劣性は固定するのです。同一代に屬する三箇の丈高き植物の中、一箇は優性のみを所有し、若し自花受精せしめると純種、即ち丈長き植物を生ずるが、残りの二箇の植物は不純種であつて、自花受精に於てそれより生れる植物は、また丈長き優性を有する植物三に對して丈短き劣性を有する植物一の比となるのです。

單に一箇の特徴に於て異なるのではなくて、二三の特徴に於て異つた植物を栽培する時にも尙ほメンデルはこの簡單な規則が當てはまることを

純種  
不純種

## 遺傳問題の新基礎

發見しました。一九〇〇年以來多くの生物學者がなした幾千の實驗に依つて、メンデルが發見した雜種實驗の結果は多くの種類の動植物に現はれてゐるそれらの特質にも同じく當てはまることが明かにされたのです。かくして閑寂なるブリューンの古寺にあつてメンデルが試みた實驗は、實に遺傳の全問題を全く斬新な基礎の上に置いたものといふべく、また一定特質の孤立及び永續が確立されるところの方法は、實に彼の實驗に依つて指示されたといはなければなりません。

## 遺傳の法則

メンデルの規則、即ち遺傳の法則の基礎となつた事實は、これまで非常に多く確立されたけれども、それらの解釋はしかく簡單なものでありません。それらは現在以上遙かに多く有機體に於ける根本的な優性または劣性の知識及びそれらの諸特質の生理學的意義の知識が得られるまでは、一般に生物に應用され得るものとはいれないのです。ダーキニズムにせよ、メンデリズムにせよ、何れも生物界の行動の部分的解釋しか與へるものではなく、従つて、生物學者にして今日、それらを以て到底攻

## ダーキンとメンデル

撃すべからざる眞理であると敢て宣言するものは殆どありません。進化の決定的要因に關する最後の決定が、たとひいかにもあれ、吾々はとにかくダーキンをば變異の意義を明かにした最初の人となし、メンデルを以て遺傳の複雑な關係の解釋方法を明かにした人となすに躊躇しないものです。これら二人の科學者の名は有機進化の理に對する最大貢獻者として永久に記憶さるべきものであります。

## 生物進化の理論

## 創造説

## 寰境への順應

## 地質學的證據

特殊創造説に對して進化の原因を求めんとするに當つて、ダーキンが説明しようとした中心事實は即ち寰境に對する順應の問題でありました。そしてこの寰境順應に依つて微細な變化は新種の生ずるに至るまで堆積するのであります。この變化的要因に關しては地質學的記録よりもまさつた直接の證據は得られないでせう。然しこの地質學的證據といへども進化の理が要求する如き一の種より他の種への變化を證明するにはまだまだ非常に不完全なものであります。岩層を見て生物進化の跡を尋ね

## 化石と岩層

るに至つたのは、それより餘程後のことでもあります。

十九世紀の初に至つて、化石が地球の沈澱せる岩層の各時代を決定する手段を供するものであることが地質學者に依つて十分に理解されました。即ち化石は時代の古今を決定するに便利な符號と看做されるに至つたのであるが、然しその化石自からの發展系統については殆ど知られませんでした。然るに、次第に現代に存在する生物と化石に依つて示さるる生物との間に何等著しき區別がないといふ意見が確立するに至つたのです。そして時代の進むに従ひ、簡單な形の生物は次第に複雑にして完全な形にまで變化若しくは發展し、高等動物及び人間も遂に生れ出づるに至つたといふ説が成立するやうになつたのであります。この見解に據れば、人間はあらゆる時代の繼承者であり、その一生の中に次第に單細胞状態から萬物の靈長たるに至るところの彼れ自身の系統樹を攀登するものであります。ダーキンの現存生物に關する研究はもとより地質學上の化石の研究にまで推究するところはなかつたのですが、この缺陷は英

## 人間への進化

ハックスリー

ゴードリ  
コープ  
ヘッケル

## 古生物學

スミス

のハックスリー、佛のアルペール・ゴードリ、米のコープ、獨のヘッケルを初め十九世紀後半の自然科學者に依つて補填されたのであります。かく見て來ると、吾々、一個人の一生は極めて重大なもの如くで而もその實極めて些々いふに足らないものであります。即ち生物の全歴史に照らして考へれば、實に一生の如き束の間に過ぎない感があります。然しとにかく過去の動物は現在の動物の生産者である以上、化石と現在の生物との間には脈々不斷の關係が儼存するといはねばなりません。古生物學者は實にこの事實を知つてゐるのであります。この點に於て最も貢獻した學者はウィリアム・スミス否、特にゴードリであるといはねばなりません。彼は二箇の地層を取つて、若し一方の地層に發見される動物が他の地層のそれよりも進化の状態に於て進歩しないものであることが示された場合には、前者の地層は後者のそれよりも時代が古いと斷定せざるを得ないといつてゐるのです。

勿論、過去の動物界のすべての變化を完全に物語るには、更に多くの

進化は創造でない

化石について一々検査して見なくてはなりません、が何れにせよ、化石の形のあらゆる發見が記録され、その構造のあらゆる變化が解釋され得るのは、全く進化といふ觀念に依つてゐることは争はれないことです。生物の歴史は化石の遺物に依つて岩層上に記されてゐます。そしてその記録は實に最初よりそこに徐々たる向上進化の傾向の存してゐることを證明してゐます。概括的にいへば、今日存する動植物は世界の過去の時代に於けるよりも遙かに高等の機能を有し、また變異し、且つまた美なるものである、そして將來の生物は恐らく更に一層高尚な生物となるであらうと思はれます。然し、その起原はいかゞであつたらうか。進化は創造ではない、そして生物學者は生命の起原を説明する人ではありません。彼はたゞ單にそれが受けた諸々の變化の跡を遡り、またその變化を生ぜしめた外界の事情を遡源するに過ぎないものです。

進化論と道徳

何れにせよ、吾々は尙ほ未だ生物の起原に遡源することは出来ません。

生物の創造は神祕

科學はたとひ足跡を辿り、それを解釋することは出来ても、いかにして生物が創生したか、最初創造された生物の如何なるものかは知らないのです。最古の岩層よりも尙ほ奥深きところに創造の神祕は宿つてゐます。有機體の構造的性質の發展進化よりも尙ほ深きところに心意及び叡智の起原は存してゐるでせう。そしてこの心意及び叡智は實に精密なる觀察または測定を許さないものでありませう。いかにして人間が精神生活を有する一個の道徳的倫理的存在たるに至りしかの過程は、動植物をして完全なる構造にまで進化せしめた過程とは別種のものでありませう。實に人類の歴史はマッシュュー・アーノルドがいつたやうに『世には正義を促進するところの永久不斷の力がある、そしてその力は吾々のものではない』。而もこの力たるや宇宙的進化の原理とは全然その趣を異にし、かかる原理や法則を以ては測定すべからざるものでありませう。

心意の起原

道徳的存在者としての人間

宇宙的進化

主我主義

かく見れば、生存競争及び適者生存の原理は決して主我主義の手先となつて働くところの暴力なるものを飽くまで行使せよといふが如き教説



進化の道は利己に  
あらず  
自己犠牲の道

動物の相互扶助

團體生活の幸福

への是認理由となるものではありません。反對に、それは人類のいやが上も高等の程度に向上し、その保存を計るための競争と解されねばならないものです。進化の過程の進む徑路は利己の路ではなく、全く自己犠牲の道、人類の爲めに個人の服従する路であり、類型の爲めに個形の服従する路であります。實際、同種の動物間には生存競争の證據は殆ど認められないのです。動物は概して種族擁護のために結合群居し、そして相互擁護にとつて最も好都合な構造をもつたものが一番繁榮するものであります。かくの如く、進化は社會的道德の觀念を具現し、團體生活の安寧福祉を以て生物生活の根本目的となすものといふべきであります。ダーキニズムはいかなる犠牲を拂つても個人的及び國民的支配權を得るに汲汲たるものに外ならぬと看做す如き考は、實にこの大原理を誣ゆるもまた甚だしいはねばなりません。かかる誤つた思想こそ、ダーキン並にその最も有力な解説者、敷衍者であるハックスリーから文明の最善なる目的に反するものであるといふ手きびしい攻撃を受けたのであります。

進化論の道德的、  
社會的意義

法律と道德律

『倫理的に最善なる行爲、即ち吾々のいはゆる善または徳を實行することとは、すべて宇宙的生存競争に於ける成功を博する如き暴虐な所爲に反對なものである。亂暴な自己主張の代りに、それは自己抑制を要求し、あらゆる競争者の排斥または蹂躪の代りに、それは個人のみを尊重するにあらずして、彼の同胞をも扶助することを要求し、その力は最適者の生存に向けらるゝよりも、凡そ生存し得らるべきだけのものを適合せしめるために向けられる。それは争鬭的生存主義を排し、いやしくも社會の利益を享受せんとする各人に向つて、その利益を熱心に造り上げた人々に對する自己の負債に氣付くべきことを要求する。そして自己の行爲が自己の加入を許された社會の組織を弱めるが如きことではならぬと警告する。法律や道德律は宇宙的過程を抑制するの目的に向つて置かれたものである。各人をして社會に對する自己の義務を自覺せしめ、または生存そのものでなくとも、少くとも野蠻状態よりもまさつた生活に對して彼が負ふところのその社會の擁護並に促進のために盡すべき義務が

あることを想像せしめずには措かないのが即ち法律または道德律である』とは、ハックスリーが進化論の倫理的社會的意義を闡明した言葉であります。

愛他心

人間の本性には精神的または愛他的方面が存在するといふ事實は、自然淘汰では適切に説明されるものではありません。或る境遇に最も適合したものは往々倫理的に最善なものではなく、實に最悪のものであることがあり得るのです。いやしくも深遠な思索を持った生物學者は、自然淘汰やまたは他の有機的進化の説が人間意識の起原及び發達を完全に説明するものであるとは主張しますまい。彼等はたゞこの原理が自然界の感覺的、知覺的の諸作用を説明するものであることに満足してゐるのです。かかる原理以上に、そこには新な而も超越的な原理が存在することでありませう。然し、それは専ら觀察に依るところの科學の圏内を超えて、形而上學的領域に入るべきものでありませう。

進化論の問題

進化論以上の問題

### 八 病魔の克服

無智と疾病……衛生と豫防醫學……シエンナーと痘瘡……パスツールと脾熱及び恐水病……リスターと防腐的手術……シンブロンと麻酔劑……北里博士とペスト……マラリア熱の征服……  
黃熱の研究……パナマ運河開鑿のローマンヌ

人間社會の法律を破る者は時として刑罰を免れることはあるが、自然界の法則を破るものは必ずや刑罰を受けるものです。懸崖絶壁を跳び歩く人は、たとひ罪人であらうと聖人であらうと、墜落のうき目を見るのが必定です。これと同じく健康の法則もまたこの引力の法則と同様に、これを破るものは必ず罰を受けます。いつたい結果が原因に直續する場合に容易に二者の間の關係が分かるから、火傷した子供が火を恐れるやうに、吾々は幼時からして苦痛を受けるやうな動作は避けるのです。科學は病氣が傳染的のものにせよ、またはさうでないものにせよ、とにかく一定の原因より生ずるものであることを教へますが、然し病氣

無智と疾病  
社會の法律と自然  
の法則

自然の法則は無慈悲

に依つては原因と結果とが直續して居らぬ場合がないとも限りません。法則を知らぬといふことが往々減罰の口實とされるのであるが、自然は決してかかる口實を受け容れるものでなく、犯した罪行に對しては一々假藉するところなく處罰するのです。自然は斷じて犯罪を赦すことなく、またそれを軽減することもないのであります。その判断は無慈悲であり、その宣告は不可避的であり、時にはひとり犯罪者のみを苦しめるばかりでなく、その子孫や曾孫までも、そのために苦しめられることがあるのです。

無智

これは一見極めて無情冷酷な言葉であるかも知れぬが、然し事實であるから致方がない、それより遁れるわけには往かぬのです。吾々は自然の命令に署名して、どうしてもそれを承諾しなければならぬ運命をもつてゐる以上は、それに關する吾々の知識を出来るだけ完全にして置くことが望ましいではありませんまいか。『余に理解を與へよ、然らば余は汝の法則を守るべし、然り、余は衷心よりそれに服従すべし』。いやしくもかかる理解の存しない場合には、病氣は或は魔除けさるべき悪魔か、或は

業  
病氣は悪魔か神の

ペスト

マラリア

黄熱

悔罪と祈禱とが唯一の治療となつてゐるところの神の業かと思はれるであります。中世紀のヨーロッパ人は、すべてこの無智のために、ペストを恐怖してゐたのであるが、科學はこの病氣が鼠から鼠へと、及びこの病氣に罹つた鼠から人間へと蚤がバチルスを運び行く結果であることを明かにしてくれました。また無智のためにマラリアは沼地より發する沼癘氣または邪氣の所爲であるとされてゐたが、科學はそれが一種の蚊が人より人へと微生物を運搬するからして生ずるものであると教へたのであります。黄熱の原因について無智であつたために、嘗てはカリビアン沿海地方を白人の墳墓と考へさせ、いやしくもその地方に行くものは戦争で死ぬものよりも遙かに危険であると看做されたのでありますが、この病氣は一種の蚊に咬まれると、それに感染した人から健康の人へと或る寄生虫が轉々運ばれることと關係があるといふ事實が知られた結果、同じその地方を化して、今や熱帶地に於ける健康に適した樂土となすに至つたのであります。

科學的知識に基いた病氣對策

病氣の自然的法則について何等の知識がなければ、人間は全くそれに對して無力な憫然たるものとなりませう。然るに科學がこの敵を發見するに至つてからは、それを絶滅せんがための戰鬪の確實な基礎が初めて吾々に與へられたわけであります。ペストに挑戰するには家屋や衛生の改善を圖ると共に、それが流行する地方の鼠の絶滅を期せねばなりません。マラリアや黄熱は感染地方の蚊の生育地を不斷に清潔にすることに依つて征服さるべきでせう。科學の教へに基いた行政策は、事實上、ヨーロッパの諸都市からペストを驅逐し、ハヴァナやパナマ地峽や西インド諸島やリオデジャネーロ等の諸地方から黄熱を驅逐し、カンパニヤ地方からマラリアを殆ど驅逐したのです（以前はその地方に行つたもので三年以上そこで生存することは不可能とされてゐたぐらゐでした。）

ペスト黄熱マラリアの驅逐

衛生と預防醫學  
臨床的經驗

病氣についての實際的知識は或は病人を看護したり服藥させたりしても得られるであらうが、かかる臨床的經驗は病氣の性質及び起原を決定

醫師の力と無力

する上にさしたる効用はありません。幾世紀間、醫師さへ病床にゐれば患者が慰められたものであるが、彼等醫師の觀察は病氣の原因の知識や、免疫を與へる手段や、または抗毒素や、化學的消毒薬を與へ、それらのものをして病毒の上に特殊の作用を呈せしめ、巧に下等動物は勿論のこと人間をも死及び不具的疾疾病から救治せしむる等々の手段の上には殆ど貢獻するところがなかつたのです。

細菌學や化學者の力

そこで病氣に對する抵抗や、それを撲滅したり、その發展を豫防したりする手段の發見に於ては、普通の醫師の助力を期待してはなりません。それらは一に細菌學や化學の實驗室にたよらねばならぬものです。そこにはしばしば困難な事情の下に、而も常に不相應の菲薄な報酬の下に孜孜として科學的研究が絶えず行はれてゐるのです。普通の醫師は技師と同じく、科學研究の結果を人類のために應用はするけれども、自分では殆ど何物をも創造し案出することはないのです。なるほど彼は有爲有能であり、診斷はうまく、手術も上手ではあらうが、然しそれだけ彼

醫師は技師に過ぎない

診斷

豫防事業に對する  
冷淡

は單なる庸醫であるに過ぎず、科學的理想に缺け、稀れにしか科學的知識に貢獻しない人であります。

毎年非常に莫大な時間と勞力と金錢とを傾倒して人間が罹る種々の病氣の結果を處理したり、これらの結果をうまかれ拙かれとかく治療しようとする事業のために消費されてゐるのであります。而も病氣の主要根源または第一原因を除去して、それを豫防するといふ事業に向つては比較的の手段は講じられてゐないのであります。たとひ豫防手段の著大な成功を示す二三の事實が現はれても、生命や健康や富の損失が非常に大なることを却つてますます明瞭ならしめるやうな反對の結果になつてゐるのです。然し、それにもかゝらず、豫防手段はますます講究されなければならぬものです。

南阿戰爭とチフス

軍隊が敵の砲撃よりも疾病の損害の方を一層恐れることは醫者が十分に認めてゐる事實であります。南阿戰爭を通じて、英國軍は戰爭に依れる死者に比して傳染病、就中主としてチフスのための死者が約二倍あり

米西戰爭

脚氣

日露戰爭

世界大戰

ました。米西戰爭に於て二萬人即ち米國軍の六分の一はチフスで斃れました。これに反して、脚氣の原因に對する科學的研究は一八八六年より一八九三年にかけて日本軍艦からこの病氣を全然驅逐するの好結果を生ぜめました。そして日露戰爭當時二萬五千の海軍軍人中一人としてこの病氣に罹つたものがなかつたのです。(然るに、一八八六年以前にあつては日本艦隊の能率はこの脚氣のために約五十パーセント低下したものであります)。尙ほ日露戰爭に於て日本軍の聰明にして教育的な施設が病死者を戦死者の四分の一に低減せしめたことは特筆すべき事柄であります。科學的方法を採用したる有難さには、今次の歐洲大戰亂に於ける英國軍の疾病負擔は從來の如何なる戰爭に比しても遙かに輕かつたのであります。衛生及び豫防醫學の根本原理から得た一大教訓は、古諺の『兵士の墓を掘るものは戰爭ではなくて病氣である』といふ事實を一掃してしまつたことであります。そして吾々は永久にさうであらんことを切望して止まないのです。英國の遠征軍の健康はたゞに衛生的豫備手段

## ライトの接種術

に依つて防護されたのみならず、またサー・アルムロス・ライトの始めた接種の手術に依つてチフスの發生を警戒されてゐたのです。これらの方法の成功は殆ど神の業に近いといはれませう。チフスのために英國軍の死者は従前のいかなる戦争に於けるよりも遙かに少く、二箇の接種に依つて十分に保護された軍人は、殆ど一人の例外もなくこの病氣の刑罰を免れることを得たのであります。

## 豫防醫學の原理

豫防醫學上のこの原理は平時に於ても同様の効果を奏します。チフス、コレラ、赤痢、マラリア等について眞なることは同じく痘瘡、結核病、黄熱、壞血病、恐水病、ペスト、デフテリアを初め無數なる普通の病氣に就いても亦當てはまります。故にまた、これらの諸病より生ずる貧困、悲惨に對しても適用されるのでありませう。

## ジェンナー痘

痘瘡は以前は實際に人間には到底免るべからざるものだと思はれてゐたものです。そこで召使を雇ふにも今日吾々が犬を買ふのにこの犬は

## ドイツ人の言草

犬温熱に罹つたことがあるかと尋ねると同じやうに、痘瘡を濟ませた召使を求むといふ廣告を出したものでした。とにかく痘瘡に罹らずに一生を過すことが困難であつたことは十八世紀にドイツに行はれた『痘瘡と戀との經驗なきものは殆どない』といふ言ひ草がよくそれを示してゐます。而も今日、痘瘡の恐怖より人間を免れしめた大恩人であり、種痘の使徒である人は實にエドワード・ジェンナーその人であります。勿論、彼れ以前に種痘を試みた人はありましたが、而も彼は文明世界をしてこの問題に活きた興味を喚び起さしめた人であります。諸國の醫學者中、彼の名は最高の尊敬を博してゐるのも決して偶然ではありません。ジェンナー、パスツール、リスターは人類を幸福ならしめた三巨頭といふべきであります。

## 人類の三大恩人

種痘  
脾熱

ジェンナーが痘瘡豫防として種痘の價値を確立したのは一七九六年のことであり、パスツールが脾熱から動物を免疫せしめようとして使用した豫防接種の方法の原理を打ち建てたのは、それより八十五年後のこと

## 防腐的外科

であり、そしてまたリスターはパスツールの研究の結果を學んで防腐的外科の系統を世に公けにするに至つたのであります。ジェンナーは病氣治療の新世界を開いた人であるが、その開かれた世界のいかに宏大であるか、また將來ますます大なるものになるかといふことは、今日漸く一般に理解されかけて來たやうであります。ジェンナーはまだ十歳代でグローススターシアのソッドベリに於て醫學を修めた當時から、夙に痘瘡豫防の問題に注意を向けておりましたが、たま／＼一少女の來訪を受けたことがあります。その少女は痘瘡の話をしかけられて、「私はその病氣には罹る筈はございません、私は牛痘を濟ませたんですもの」といふのであります。彼の少女はグローススターシアその他の搾乳婦の如く牛痘が痘瘡豫防であることを自から承知してゐたのであります。然しジェンナーがこの民間の俗説を化して、一箇の科學的眞理となし、また全世界の醫師をして然りと認めしめるに至つたのは非常の見識と不屈不撓の勞苦の結果であります。

一少女ジェンナーを訪ふ

牛痘

ハンター

ジェンナーが二十一歳の時に、ロンドンに赴いて、セント・ジョージ病院の一學生となつた時分に、彼はこの考をジョン・ハンターに告げたところ、ハンターは彼に向つて『考へるよりも試験して見よ、忍耐強かれ、精密なれ』といふ忠告を與へたのです。彼は故郷なるバークリなる町に歸つてから、そこに醫者を開業した時も尙ほソッドベリの少女の考とハンターの忠告とを絶えず忘れることがなかつたのです。そして彼の大目的は實にこの考の眞理を究明するにあつたのです。然し、彼が十分にその眞理なることを確信するに至つたのは一七八〇年のことであります。當時彼は自分の考を一友に書いて送り、各人に豫防牛痘を普及させ、遂には痘瘡の撲滅を期さうと覺悟するに至つたのであります。彼がその友に送つた手紙にはかう書いてあります、『ガーディナー君よ、僕は君に非常に重大な事柄を托しました。それは人類にとつて肝要缺くべからざる利益となることを確信します。僕は君を信する、だから、今僕が述べた事柄を人に話してくれることは望ましくありません。なぜかといふに、

痘瘡の撲滅

醫者仲間の嘲笑

それは僕の實驗にとつて不都合なことになつて来るからです。僕は殊に醫者仲間の嘲笑の的になつてゐます。彼等の攻撃的となつてゐます』と。ジェンナーは尙も十六年間、幾多の實驗を續行し、一七九六年五月十四日牛痘を以ての接種を初めて完成しました。その時實驗されたのは八歳ぐらゐの一人の男の子でありましたが、その後この子は痘瘡の爲めの接種を受けましたのに、彼はジェンナーが豫言した如く、痘瘡に罹りませんでした。そこで、ジェンナーは非常に元氣づき、更に進んでパリ附近のすべての貧民に無料で種痘を施しましたが、この接種方法の成功は忽ち廣く知られるやうになりました。彼は自分の子に三度別々の機會に種痘を施し、更にレディ・デューシー及びパークリ伯爵夫人が自分等の子供の接種をジェンナーに托するに至つて、牛痘に對する疑惑は漸く一掃さるべき機運に向つたのであります。

若しジェンナーにして自己の發見を祕密にして置いたならば、彼はそれに依つて莫大な財産を造ることが出来たであらうが、彼はそれを

ジェンナー我が子に種痘

接種の完成

種痘の戲畫

一般に普及し、且つ世界のあらゆる地方から彼に向つて發せらるゝ質問に對して一々時間と金錢とを費してこれに答へたのであります。彼は自からその眞理であることを確信すると間もなく、これを惜氣もなく公けにしたのであつて、その際それを祕密に附して自分の財産を造らうとするやうな考はみぢんもなかつたのであります。ところがジェンナーの發見も他の創見と同じく、初めは決して一般の歡迎を受けなかつたものです。或は反對され、或は誣ひられ、當時の戲畫には種痘をすると牛の角が生ひたり、牛の頭になつたりするやうな趣向を描寫したものがあつたほゞです。然し、痘瘡といふ大恐怖物を各家庭から打ち拂つたところのこの種痘法の普及を防止することは到底不可能でありました。そして毎年幾萬の死者を強要したころの痘瘡の厄難から人類を救ひ出した科學者は、忽ち世の光榮ある尊敬の的となるに至つたのであります。ナポレオン大帝とジェンナーとは非常に親しき仲でありました。嘗てジェンナーがナポレオ

ナポレオンとジェンナー



ンに向つて自分の二人の知人をイギリスに歸還せしめることの許可願を提出したことがあります。當時ナポレオンはその請願を拒絶しようとしてゐたのです。然るに皇后ジョセフィンはこの請願が種痘の発見者から提出されたものであることを注意したので、皇帝は『あゝ、ジェンナーか、朕はこの人には何物も拒絶することが出来ぬ』といつたさうであります。

種痘の國家的價値を認めてイギリスの下院は一八〇二年滿場一致ジェンナーに一萬ポンドの下賜金を與へることとし、更に五年後二萬ポンドを與へたのです。そしてこの五年間といふものは、種痘の效用及びその國民一般に與へる大利益に關する一般の考を一層強めたことは事實であります。勿論、今日たゞ一回の牛痘接種だけで一生痘瘡に對する完全な消毒を期待し得るとは信ぜられないが、この病氣に對して非常に豫防となることは斷じて動かないところであります。絶對的免疫といふことは個人に依つて血液や人體組織を異にするから、何れの場合にも保障されるとは限らないが、この制限を除いては、とにかく種痘の價値は完全に

國家によつて認めらる

#### 豫防原理のお蔭

是認されたのであります。吾々が痘瘡の恐怖から免れ得たのは改善進歩した衛生のお蔭でもなく、またはこの病氣の自然的衰頹や、それから得た免疫のためでもなく、實にジェンナーその人に依つて公けにされた豫防原理のお蔭であります。豫防醫學の進歩は主としてこの原理の應用によるものであります。そしてこの原理たるやジェンナー及び當時の醫者が豫想したよりも一層大なる生物學的價値をもつたものであることが明かになつたのであります。

#### パスツールと 脾熱及び恐水 病

動物の多くの疾病は人間のそれと同じく、今日やはりまた科學的原理の應用に依つて征服されてゐるのであります。科學が脾熱の性質を明かにし、その治療法を提供しなかつた間は年々幾千の牛や羊は脾熱の爲めに斃れたのであります。然るにローベルト・コッホ及びルイ・パスツールが出て、初めてこの災厄を救済することが出来ました。即ちコッホは脾熱で死んだ動物の血液から微生物を取つてこれを培養したが、この微生物

コッホ  
パスツール

パスツールの實  
験の挑戦

物が、豚鼠、熟兔、鼯鼠等に接種された時には、必ずやこの病氣に罹るといふ事實を發見しました。パスツールは脾熱を運搬する力はこのパチルスからのみ生ずるものであることを證明しました。そしてその後、彼はこの病氣を帶べる動物の種痘に依つて穩やかな形に於けるこの病氣をその動物に與へることが出来、かくして死よりの免疫を確保することが出来る旨を指示したのであります。彼の斷定は家畜飼養家からは型の如く嘲笑され、家畜醫はそれを試験すべき實驗をと申込んだのです。パスツールはこの挑戦を承諾し、こゝに智者と懷疑者との闘ひが演じられたのであります。六十頭の羊がパスツールの自由實驗用に供されました。即ち二十五頭は二回の接種に依つて、脾熱の稀薄した毒液を以て種痘を施されました。その後數日にしてこれら二十五頭及び他の二十五頭は或る頗る毒々しき脾熱パチルスを以て接種されました。そして殘餘の十頭は何等の手術をも受けませんでした。パスツールは、『二十五頭の種痘しない羊は悉く死し、二十五頭の種痘した羊は生存するであらう』と豫言

科學史上最も戯曲  
的な光景

## パスツールの勝利

## 恐水病

しました、が果せるかな、結果は全く彼が豫言した通りでありました。その後接種に一層よく抗抵し得るやうにせんがために脾熱の穩やかな種類を以て種痘された羊は生残り、そしてかくの如く免疫にされなかつたところの羊は死んだのであります。この實驗の結論は科學史上最も戯曲的な事件の一といつてよいものです。パスツールの見解の信者及び懷疑者は一八八一年六月二日、勝利を祝するか若しくは失敗を宣言するかを決定すべく羊を實驗した牧場に集會したのであります。そして當日に於て實に彼の勝利は確實にされたのであります。

パスツールは實に精密な實驗家であつて、いかなることでもいやしくもしませんでした。彼が脾熱を治療したのと同じき方法に依つて、かの恐ろしい恐水病の治療法をも確立したのであります。この恐水病治療の方面に於ても、優に彼は人類の永久の恩人と稱することが出来ます。彼は初めこの病氣に特殊的な微生物を發見しようとして終に失敗に終つたのです。當時行はれてゐた考によれば、恐水病の毒は狂氣になつた動物

## 狂犬の唾液

の唾液中に含まれてゐるといふのでありました。パスツールはこれを試験しようとして、狂犬の唾液を以て熟兔に接種しましたが、その結果は不得要領でした。その時恐水病に罹つた動物または人間の示した症候は、神経系統と關係があることを示したといふ事實が暗示されたのです。そこでパスツールは唾液の代りに、狂水病に罹つた動物の脳または脊髄の乳状液を接種することにしたのですが、その都度恐水病は接種後に現はれたのであります。病毒を稀薄にし且つそれを以てますゝ強度を高めて接種することに依つて、彼は恐水病に罹つた他の犬の咬毒に對する免疫を確保し、そして潜伏期を發見することを得たのであります。

これ實に豫防接種に依つて犬を狂水病に感受させないやうにするための彼の最初の段取であつたのです。次の段取として、咬まれた犬または接種した犬に對する恐水病の襲撃を豫防することを研究しました。その期間は短きは約二週間より長きは七八箇月に及んだが、平均は六週間であります。狂犬に咬まれた人は長い間、その毒が身體中に波及するか

## 動物の腦

## 豫防接種

## 機會の到來

狂犬に咬はれた一少年

否かの不安に襲はれ、苦悶やる瀬なかつたものであります。パスツールは若しかゝる人に對してこの期間恐水毒の強度を次第に増してこれを接種し、而も咬まれてから二三時間若しくは二三日以内にこの接種を始めるならば、彼の身體はその後の期間に於てこの病氣の攻撃に抵抗することを得るであらうと考へたのであります。彼は人間の連續的接種に依つて、仔細に彼の考を吟味することは出来ませんでした。遂に一八八五年に、たまゝこの原理に依つて恐水病の實際の場合を取扱ふ機會が到來したのであります。それはアルサス州の少年でヨゼフ・マイスターといつて狂犬にひどく咬まれたのであるが、二日後パスツールの實驗室に送られたのであります。パスツールは仔細に診察し、また五六人の生理學者及び醫者と篤と合議した上、この少年に恐水病抵抗の接種を行うと決心しました。この手術は十日間續きましたが、その間少年は十二度接種を受けたのです。そしてその結果は完全に成功して、こゝに從來いかなる手續を盡しても、そのかひがなかつた恐水病を間違ひなくこの

## 一種の皮肉

方法に依つて治療し得ることの証明が出来たのであります。今日ではこの原理に據つて恐水病を手術した結果は十分によく知れわたつてゐますが、その當時は數年間猛烈な反對がイギリスの或る方面より彼に加へられたのであります。その癖イギリスの恐水病患者は絶えずパスツールの實驗室に送られて、その治療を受けてゐたのは奇觀であります。科學界に於てはパスツールの恐水病治療に於ける大貢獻は十分に會得されてゐましたが、その治療法が動物の實驗に依つて得られたものであつたから、かかる實驗に反對した人々からは或は誣ひられ、或は譏られたものでありませう。然しその効驗が著しかつたために、遂に彼等反對者も遂には屈服せざるを得ませんでした。

そも／＼人間の知識を増進するのみならず、人間の苦痛を軽減せんとする高尚な目的を以てなされた實驗は、實に最高の名譽に値するものであります。而もかゝる研究を續行する學者たちは往々人間の中で最も無情冷酷なもの如く解せられたのであります。然しパスツールは最も慈

## 學者に對する冷評

## リスター卿

## 神經中樞

## パスツール情にもろし

## 恐水病の病理學

悲深きやさしい人でありました。彼が苦痛を加へることを嫌つた實例は恐水病の實驗に關するものであります。リスター卿は數年前それについて或る演説に於ていひ及んでゐます。狂犬の腦の一部分を健全な動物の皮膚下に注射すると恐水病を惹き起すことは確實となつたのですが、パスツールは毒の集積してゐるのは主として神經中樞の中であることを正當に信じてゐました。彼はこの毒の或る物を動物の腦に注射しようとするおさへがたき希望を持つてゐましたが、元來情深い人間であつて、慰みのために動物を殺すことの出来なかつた人です。彼は大概の人々よりも情深くありました。それで長い間、動物の頭蓋を切斷し、且つ恐水病の毒の或る物を腦に注射するところの實驗をば自分ですることが出来なかつたのです。彼は心中切にこの實驗をなさんことを欲し、且つ恐水病の病理學を確立したいといふことは彼の切なる欲求であつたけれども、遂にそれをなすに忍びなかつたのです。ところが或る日、彼が不在であつた時、助手の一人がこの實驗をやりましたが、パスツールの歸宅後、

助手はこの旨を彼に告げました。パスツールは「お、動物が可哀さうに、彼の脳は確かに狂つてゐるだらう。若しや麻痺してゐはしまいか」といつたさうであります。そこで助手は隣室に行つてその動物——それは犬でありました——を連れて來ました。犬は跳ねまはりながら部屋に入り來り、全く自然の状態に於て何物をも嗅ぎ分けてゐたので、これを見たパスツールは非常に喜び、平生は犬嫌ひであつたのに、その時はむやみに可愛がり撫でてやつたりしたさうです。それ以後といふものは、彼もはやこの種の實驗をなすことに少しも躊躇しなかつたといひます。事實頭蓋を切り取ることにために生ずる苦痛は頗る輕微なものです、この手術は時としてひどく苦しいもののやうに記述されてゐるのです。

かやうにパスツールは病氣の科學的研究に關する近代的方法の開祖と認められてゐるにもかゝらず、彼は最も謙遜な人でありました。一八八二年ロンドンに開かれた國際醫學會議に彼はフランス政府からその代表者として派遣されました。まだ會議が開かれぬ中から代議員たちは何

## パスツールの謙遜

れも彼が到着したかどうか尋ねるのでしたが、彼が開會式に列席しようとしてセント・ジェームス會堂にはいつて行くまでは何人も彼を目撃しませんでした。會堂は立錐の餘地なきまでに密集してゐました。そしてパスツールがはいつて來た時、接待員の一人が彼を見つけて壇上の特に彼のために取つて置いた席に彼を案内しました。その時の會衆の拍手喝采は非常に盛んなものであります。而も彼はこの喝采が自分のための喝采だとは全く氣付かず、隨行員であつた自分の子と婿とを顧みて、やゝ不安げに「確かイギリス皇太子の御臨場のためだらう。もつと早く來ればよかつたに」といひますと、議長から「否、會衆の喝采は貴下に對してです」といひ聞かされて、パスツールはたうとう自席から立つて會衆に一揖せずには居れなかつたほどであつたといひます。

パスツールは醫學を學んだ人ではないが、而も病氣の眞因を決定し、從來の醫者の未だ發見しなかつた秘密を發見するの力量がありました。そして一八六〇年彼はフランス科學院から實驗生理學の賞金を下附され

## 實驗生理學の賞金

フランス最大の人物

ました。尙ほ彼の遺骸はパリに於けるパスツール學院の墓地に安置され、葬式の際には時の文部大臣が親しく頌徳辭を述べました。フランス國民は彼を他の何人よりも頌揚してゐます。嘗てフランス國人中最も偉大なる人は何人かといふ問題が提出された時、彼等は第一にパスツールを擧げ、第二にナポレオン、第三にヴィクトル・ユゴーを擧げたのであります。

リスターと防癘的手術

バクテリア

パスツールは自然界の經濟上に於ける微生物の意義を理解した最初の人でありました。彼の業績は直接リスター卿を感化して、今日幾千ともなき患者がリスターの名を賞揚して措かないところの外科に於ける防腐的手術を公けにせしめるに至つたものです。パスツールは麥酒醸造に關する研究に依つて、生物即ちバクテリアは肉眼には見えぬが、醸造家の麥芽汁を化して強麥酒となし、そしてまた、その後注入される胚芽は強麥酒を酸味あらしめ且つ悪化せしめるものであることを明かにしました。

胚芽

リスターはこの胚芽を人間の肉體に於ける創口に注入すれば、同様にまた發熱と死とを結果するものであらうと考へたのです。そこで彼はこの胚芽の侵入を豫防する手段を講じ、好都合なる事情の下に自然的に治癒せしめることが出来るだらうと考へたのであります。醸造家はいつまでも純良ならしめようとするところの麥酒に酸味を生ずる原因物を入れることが出来ると同じく、外科醫は患者を治療しようと努力すると同時に、彼に傳染せしめることも出来るのであります。

挫傷の手術

パスツールの醗酵及び腐敗に關する研究は外科術に應用し得られるものだといふ考からして、リスターは一八六五年挫傷の手術に防腐劑を使用しようとしたのです。いつたい、この手術はこれまで非常に大危険を伴つたものでありますが、今やパスツール及びリスターの力に依つて、それは從來外科醫が匙を投げた病氣併發の原因であるところの胚芽侵入の危険を伴はずして完全に行はれるやうになつたのであります。實にパスツール及びリスターの二人は『人間の悲しみを輕減しようと努める科

科學の同胞國

學の同胞國を建設した』といはれるのは決して溢美の言ではありません。而も彼等の教へた原理も御多聞に洩れず初めは冷淡の態度を以て世間から迎へられたものでした。

創傷の脱疽

愾衝

外科術の開祖

五十年前には極めて些細な外科的手術でも、身體に腐敗物の侵入から生ずる血毒や、創傷の脱疽のために非常な危険が伴つたものです。創傷の結果、身體に生ずるところの愾衝の原因に關して、リスターは長い間系統的に研究した結果、以前の如き危険はこれを避け得べきものであることを明かにし、かくして彼は今日の外科術を創成したのであります。ところが當時尙ほ傷の部分の愾衝及び靡爛を避けることは殆ど不可能と看做され、通例それから結果する傷熱なるものは、當時外科醫にとつては到底施すに術なきものとされておりました。リスターは尙も研究の結果、傷が受けるすべての腐敗的變化はバクテリアがあるからであるといふ斷定を下すに至りました。そこで彼は傷に直接間接觸し來るすべての物を感染させないやうな工夫を考へ出したのです。彼はまたバクテリアを

防腐的繃帶

傷から斥け、そして自然的治療を一層促進させんがための防腐的繃帶を考案しました。實に十九世紀の七十年代に於てリスターのこの方法が公にされた結果、著しい成功を斯界にもたらしたことはいふまでもありません。今日、彼の周到なる科學的研究のお蔭に依つて、外科醫は患者を殺さないで極めて困難な手術をさへ行ふことを得るに至つたのであります。これがために今日吾々がいかに多大の恩惠を彼に蒙つてゐるかは、蓋し測り知るべからざるものでありませう。

リスター人類の名によつて敬禮さる

一八七九年アムステルダムに開かれた國際醫學會議にリスターが出席したことは實にこの種の會議に未だ曾て見られざるほどの喝采を受けたものでありました。喝采の鎮まるのを見て、議長は歩を進めていひますには『リスター教授よ、吾々が貴下に献げるのは賞讃のみではありません、實にそれは感恩であります、而も吾々が屬するそれらの國民の感恩であります』と。十九世紀の末に於て、『リスタリズム』は、その世紀のすべての戦争が失つた以上に人命を救助したとさへいはれてゐます。

リスタリズム

王立協會の或る晩餐會でアメリカ大使は彼の健康を祝して、『脱帽して貴下に敬禮するのは職務のためでもなければ、一國民のためでもなく、實に人類そのものためであります』といったことがあります。

リスター病少女の  
人形を繕ふ

尙ほこゝにリスターがいかにもやさしく懐かしい性質と子供を愛する心が深かつたことを傳ふるに足る物語があります。『或る日のこと彼はグラスゴー王立病院に於ける彼の受持の病室を見舞ひましたが、膝關節を切斷した一人の少女が入院してゐて、毎日繃帶を取換えなければなりませんでした。リスターは自分でその繃帶を取換えてやりましたが、少女はたゞ黙して痛みをこらへてゐました、やがてそれが終ると少女は突然着物の下からこわれた人形を取出したのです。それは一本の足がやぶけてゐて、中から鉋屑が露れてゐました。少女はこの人形をリスターに手渡しました。リスターは眞面目顔でそれに見入つてから少女に針と糸を貸して下さいといひました。それから彼は椅子に腰を下して人形の裂け目を縫ひ、それを少女に返へしましたのです。少女はどんなに身にしみ

てありがたかつたでせう』リスターは一九一二年二月に死にましたが、ウェストミンスター・アベで盛大な葬式が舉行され、當日は一七三七年カロリン女王の葬式のために作られた歌を唱へて彼を弔つたのであります。

シンフゾンと  
麻酔劑  
クロロフォルム

パストールの犬の實驗は、かく恐水病治療法の發見となりましたが、それはリスター及びその後繼者が發見した外科手術と共に、何れもクロロフォルムを使用しなくては或は不可能であつたかも知れませんでした。麻酔は外科術には必ず付き物です。そしてこの方式に依つて從來夢想だもしなかつた多くの手術を施すやうになつたのです。パストールは無用の苦痛を非常に恐れ、彼の實驗に含まれた切斷をなす場合には常に麻酔を施し、動物にせよ人間にせよ、苦痛の意識はすべてかうした手術には避けなければならぬ必要があるとしたのであります。麻酔術が發見されなかつた時分に手術を受けた患者の苦痛は實に言語に絶するものがあり



## シンブソン

ましたのです。そしてこの麻酔術を完全に確立したものはイギリスのサー・ジェームス・ヤスグ・シンブソンであります。ウェストミンスター・アベにある彼の胸像には、『貴下の天才及び慈悲に依りて世界は患者の治療のためにクロロフォルムを使用することから生ずる大なる幸福を受けてゐる』と記されてゐます。シンブソンはまだ醫學生であつた時に、一婦人が手術の際に非常に苦悶したのを見て、一度醫者になる志望を断念しようとしたがらゐりました。然しよく考へて見ると、かやうに苦痛に人間を沈ませて置くのはいかにも氣の毒でたまらない、そこで、いかにせばこの苦痛を取り去ることが出来るか、その方法をこれから研究しようと思ひ直したのであります。後年彼は學生に講義した時『醫者の誇りと感ずべき使命は明かに二重的のものであつて、即ち人間の生命を存続すると同時に人間の苦痛を軽減することである』と絶えず口にしてゐました。實に彼はこの高尚な動機から熱心に外科的麻酔術を施し、苦痛なき外科術のために盡さうとて組織的の實驗と研究を續けて行つたの

## 仁醫の使命

であります。

## 硫エーテル

## 陣痛

## 揮發液

尤も、シンブソンがクロロフォルムの催眠薬としての効能を證明した以前に、二三の麻酔術は既に應用されてはゐました。硫エーテルが麻酔剤として使用されてゐたのがそれです。そしてシンブソンは一八四七年一月、分娩の際の陣痛はエーテル蒸氣の吸入に依つて軽減されるものであること、またその麻酔剤は生兒に何の害もないことを證明し得たのであります。然し彼は硫エーテルが麻酔剤として最良なものとは信じませんでした。そこで彼は他の多くの揮發液を得て、それが鎮痛剤として硫エーテルと同等の効能をもち、而もそれよりも一層患者を刺戟せずまた不快ならしめないやうなものを發見しようとしたのです。シンブソンは二人の助手キース博士及びダンカン博士と共に、實驗者側には非常の危険が伴はぬわけには行かなかつたが、それでもいろいろな液の効能を毎夜試験し、遂に一八四七年十一月四日クロロフォルムの顯著なる効能を發見し得たのであります。その夜、幾度かクロロフォルムの吸入を

完全に奏功す

宗教上からの批難

反復し、その後十日にしてシンプソンは約五十人に對して微かな惡結果をも惹き起さずして麻醉術を施し得たことを公言しました。當時、分婉に際してクロロフォルムを使用することの弊害について非常に反對が起つたが、それは宗教上からであつたので、シンプソンはそれに對して宗教上からも科學上からも優にかうした反駁を壓倒し得たのであります。

北里博士とペスト

ペスト

北里博士  
エルサン

中世紀にあつてはすべての病氣は人間の罪を神が忿怒した結果であると信じられておましたから、その治療法としては、ひたすら祈禱にたよる外はないと考へられておました。例へば黒死病即ちペストの如きも、中世紀にはさう思はれておましたが、一八九四年、即ち明治二十七年に至つてその原因は日本の北里博士とエルサンとの二人の醫師に依つて、それは鼠の身體に生ずる一種の寄生蟲であることが發見されたのです。この病氣は寄生蟲を含む鼠の血液を吸つた蚤の媒介で鼠から人間に傳染するものであります。三千年の間この病氣に罹つたものは死ぬと極まつ

熱帯地方の傳染病

植民問題

マラリア熱の  
遠征

てゐたのですが、今やその真相が明かにされたので、吾々は立派に自分の力でこの病氣を免かれ得るに至つたのであります。つひ近年までは蚊や蠅や扁蝨や蚤その他噛んだり血を吸つたりする昆蟲類は一般に眞面目に研究する價値がないものと考へられてゐたが、今日それらは殊に熱帯地方に流行する種々の傳染病を蔓延せしめる最も重大な要因であることが明かにされました。そして多くの研究者はこれらの昆蟲類こそマラリア、黄熱、睡眠病、ペスト、東海岸熱、カラアザ、チフス、回歸熱等の諸疾病の病芽を人間に接種する唯一の要因であると看做されるに至つたのです。かくして昆蟲類は人間の生活と密接な關係があることが明かになり、從來純然たる動物學的興味のものとして考へられてゐた昆蟲研究は、今日では熱帯地方に於けるヨーロッパ人の植民問題と密接な關係を有することが明白となりました。

生命を滅すよりもそれを助けることがよいならば、人間の苦痛を減じ

## 病理の理解

命にかゝはる病氣の蔓延を防ぐ方法を講じた熱心な科學者に對して、我は稱賛と名譽とを與へなければならぬ筈です。いつたい病氣を豫防するには先づその病氣を理解してかゝらなければなりません。病氣の性質と、傳播の工合とを知らなければ、確實な治療法を發見することは出来ません。そしてこれを知ることが、科學者の方に待たなければなりません。而も、科學者の研究は官邊からも民間からも殆んど獎勵を受けることなく、普通は何等の報酬をも受けないのであります。

然し科學者の研究は人類に非常な恩恵を與へてゐることは争はれない事實です。その最も好適例は最近に於ける熱帯地方の種々なる病氣の研究でありませう。而もこれらの病氣の中で最も重大なものはマラリア熱であつて、印度一地方に於てすらも、年々百萬人以上の病死者を出してゐたのであります。然るに、サー・ローナルド・ロスは綿密にこの病氣を研究し、その原因と治療法を決定するに至りました。從來マラリアは沼地から發する沼癘と稱せられる或る種の邪氣から生ずるものであると

## マラリア

## ロスの研究

## 蚊

一般に信じられておりましたが、今日では病芽を持つた一種の蚊が、一人より他人へと運び行く結果であることが明にされたのです。かく一言に結論だけをいつて見ると極めて簡単なやうであります。これを證明するに至つたのは、實に一步步々撓まず、熱心に研究を重ねた結果であります。蚊が病氣の運搬者であり、マラリアは、蚊または蠅によつて傳播されるといふ説は千四百年以前に、既に公けにされたものでありまして、最近に至つて、この説が復活したわけなのであります。然しその説を確かめるためには最近に於ける如き組織的な實地研究が必要であつたのであります。そしてこの病氣を治療するには先づその豫備條件として、蚤の幼蟲の發生地に清潔法を行ひ、それを一切撲滅する必要があるといふことになつたのであります。

## 實験の研究

とにかく科學の教へを遵奉するならば、人間は必ず病魔を征服することが出来るといふことは事實上明かなことであり、反對に、科學の教を

## 米西戦争

知らざるか、またはその教へに従ふことを嫌ふならば、その代償として人間の生命を犠牲としなければなりません。これは單にマラリアの場合に於て明白なことであるのみでなく、いやしくも科學的方法に依つて研究された他の多くの病氣に依つても證明することが出来ます。例へば米西戦争の際に米國軍は黄熱のために非常な死者を出したことがあります。そこでロスの研究に刺戟されて當時この病氣の原因を研究したのであります。その結果、黄熱もやはりマラリアと同じく、一種の蚊に依つて傳播するものであることが明かにされたのです。また一九〇〇年に北米合衆國はウォルター・リードを委員長とする五人の調査委員を任命し、黄熱の原因を發見せんがために、キューバ島に於て研究を試みさせました。この委員會は、病原が蚊にあるといふ説を信じ、それを吟味するには實際に人間の身體を提供しなければならぬと考へまして、委員の一人レージャー博士は黄熱に罹つた人を刺した一匹の蚊に、自分の身體を刺さしめましたが、その結果、この病氣に感染しまして、二三日たつて死

## リード委員長

レージャー博士吾が身を犠牲とす

## 二人の兵卒の死

んでしまつたのです。實に彼は同胞のために一身を捧げたものであります。彼の石碑には次の言葉が紀念として記されてあります。曰く『軍人の勇氣と奉公にもまさつた精神を以て彼は一身の危難を冒して遂に死去した。然し彼の一死はいかにして恐るべき病氣が傳播するか、また、いかにすればその暴威を防ぎ得るかを實地に示したものである』といふのです。なほまた、その時二人の兵卒は自ら進んでこの實驗に供されました。彼等は危険と苦痛が伴ふであらうことを警告されたにもかゝらず、敢然としてその犠牲となり、而も何等恩給を受けようとしなかつたのであります。當時委員長リード博士は帽子に手をかけ、『卿等よ、予は卿等に一禮する』との感激に溢れた言葉を呈したといふことであります。

同じく一九〇〇年リヴァプールの熱帯地方醫學校はデュラム博士及びマイヤー博士をパラに派遣して黄熱の研究に従事せしめたのです。この二人は彼等が遭遇すべき危険を十分に承知してゐましたが、敢てこの危

デュラム博士  
マイヤー博士の殉  
死

野口英世博士の尊  
き犠牲

険を冒し、自分らの任務である研究に従事しようと決心したのであります。彼等は豫想した如く黄熱に感染し、マイヤー博士は遂にそのために翌年正月二十日一命を失ふに至りました。彼は確かに學問と人類に對する熱愛のために犠牲になつたもので、實に科學研究のための殉死者といふべきであります。彼をしてこの極めて危険な任務に就かした勇壯無私の精神は實に驚歎すべきものであります。彼は人を生かさんがために死んだのであります。我が野口英世博士もロックフェラー研究所から派遣されて西アフリカに赴き、黄熱病の研究に従事してゐるうちにその病菌に冒されて一九二八年、即ち昭和三年五月、遂に同じき科學の尊き殉教者となつたことは人の知るところであります。

パナマ運河開  
鑿のローマン  
ス

黄熱の原因を發見した實際的結果として、パナマ運河の開鑿が完成されたことは顯著な事實である。いつたい、これまではこの事業は絶望と看做されてゐたのであります。然し土人の攻撃や、政治上の難題の

レセツプ

フランス人見はな  
す  
アメリカの受けつ  
ぎ  
ゴルガス大佐の衛  
生隊

ために事業を中止したり、または山脈や荒地のために絶望であつたのでもなく、全く努力と成功との間に或る一種の昆蟲が病氣と死の障壁を打ち立ててゐたがためであります。従來四百年の間、狹隘なパナマ地峽は白人墳墓の地と目せられておりました。即ち黄熱のために、スペイン人もフランス人もイギリス人もそこに植民地を作ることが出来なく、全く黄熱免疫の黒人や雜種人の居住地となつてゐたのであります。初めフランス人にしてスエズ運河を開鑿したレセツプはパナマ地峽の開鑿に着手しましたが、やはり主として妨害となつたものは黄熱とマラリアでありました。従業員は蠅の如く頻々として斃れ、一立方ヤードの地を掘る毎に一人の人が死ぬ割合であつたので遂にこの事業も中止となつたのであります。當時、百人毎に少なくとも八十人はこの熱病のために犠牲になつたと傳へられてゐます。かくしてフランス人が見放した事業を受け継いだものは北米合衆國であるが、その政府は先づ最初に黄熱及びマラリア傳播の責任者たる蚊を絶滅することに着手したのです。そしてゴルガス

植民事業の障碍

大佐を隊長とした一隊の衛生隊が蚊軍に挑戦し、遂に全然黄熱を撲滅することを得たのであります。パナマ運河地方が、一九〇五年初めて完全に北米合衆國の支配下に屬して以來、パナマ地峽に於て黄熱のために死んだといふことは殆んど聞かないのであります。つまり小さき灰色の蚊の撲滅に依つて、初めてこの大事業が完成し得られたわけです。かくの如くマラリア及び黄熱は植民事業に對する恐るべき障碍となつてゐたのでありますから、その原因と治療法との發見は實に人類にとつて最高の價値を有するものとなつたのであります。一見實際生活と何の關係もないやうな昆蟲の研究も、その結果に於てはかくの如き効果をもたらすに至つたのであります。科學は單なる言葉を要求せずして、實際の仕事を要求するものです。そして、それに依つて人間の生活はより幸福に、より健實になされるのであります。

昆蟲研究の意外の効果

### 九 研究の動機

科學研究の二つの動機……科學と人類の幸福……些々たる研究から意外な大發明……科學的研究は大企業の基礎……化學工業の進歩

科學の研究は便宜上二種に分類することが出来ます。即ち一は知識の範圍を擴張することを動機とするもの、二はその目的が商工業に直接關係のある結果を得ようとする特殊な研究であります。科學の船に載つた探險家は新境土を發見しようとして出掛けて行くのであるから、その精神はかくして發見さるべき境土を自己または他人のために有利の地と化さうといふ特殊な目的を以て彼等に隨伴するところの企業家の精神とは同一なものではないのです。勿論、これら二種類の開拓者はそれ／＼人類の進歩に對して別種の貢獻をなすものであることは争はれない事實だが、而も彼等は互に別異の空氣中に生活するものであります。科學研究家は自由にその進まんとするところに進むであらうし、また工業的研究

科學研究の二つの動機

知識の増進

實業の發達

科學者の精神と企業家の精神

## 價值判斷

者は直接人類のためになるやうな事柄をのみ工夫し研究するでありませう。前者に於ける價值判斷の標準は知識そのものにあるが、後者にあつては、それは功利または實用にあります。科學者は専ら自然を理解せんと欲し、工業的研究者は専ら物質的目的のために自然を征服しようとしてゐます。

## 近代七不思議

餘程以前の話であるが、アメリカの『通俗機械學』雜誌がいはゆる近代七不思議なる發明について投票を募つたことがありましたが、その結果大多數で當選したものは、無線電信、電話、飛行機、ラヂウム、防腐劑及び抗毒素、スペクトル分析、エックス線でありました。ところがこれらは何れも純然たる科學的研究に基礎を置いたものであつて、特別に人類のために供しようといふやうな實用的目的を以て研究した結果ではないのです。即ち無線電信はクラーク・マクスウェル及びヘルツの研究に發し、電話はファラデーの發見した電磁誘導の原理に據り、飛行機はラングリーの動體に對する空氣の抵抗に關する研究にその源を發し、

## 無線電信

## 電話

飛行機  
ラヂウム

## 防腐劑と抗毒素

## スペクトル分析

## エックス線

ラヂウムは何等實用の考へなどがなく専ら科學的興味の爲めにキュリー夫妻に依つて游離せしめられたもの、クロロフォルムはリービヒ及びスーベランに據つて發見され、笑氣はデヴィーに依り、硫エーテルはヴァレリウス・コルデッスに依つて發見され、また抗毒素的手術の原理はパスツール、ロー、エルサンに依つて確立され、そのデフテリアに對する應用はペーリング及び北里博士に依つて初めて確立され、スペクトル分析は初め硝子三稜鏡に依つて分光を観察したニウトンに起つたものであり、そして、フラウンホーファー、ヴォラストン、キルヒホーフ、ロッキヤー及びハッギンス等の研究に依つて太陽及び星の構造を發見するの手段となつたものであります。そして最後にエックス線は初めクルックスやヘルツやルナール等の研究の自然的結果としてレントゲンに依つて發見されたものに外ならぬものであります。

吾々はもとよりマルコニが無線電信を商業的企業と化し、グレーアム・ペル及びエディソン等が電話を完成し、ライト兄弟が初めて人間を乗せ

## 新知識の創造

る飛行機を造つたことを知つてゐますが、これらの發展は要するに新知識の應用と擴張とを意味するだけのことであつて、決して新知識の創造を示すものではないのです。實驗室で研究する科學研究家はいかなる場合にも、かの一般が七不思議と考へたものを完成する上に利用されたところの事實及び原理の創造者であることは争はれない事實であります。

實用  
金儲け

科學の歴史は、これらの最も偉大なる進歩は常に直接的または最後の實用とか、或は金錢上の報酬といふやうなことを少しも考へずに、ひたすら自然に關する研究を續行した人々に依つてなされたものであることを示してゐます。科學的研究の最も優秀なものは、商賣根性や個人的利益などを考へて遂行されたものではありません。純然たる科學者でなければ科學的研究の眞の目的や意味などを明瞭に理解し得るものは殆どないといつてもよいでせう。

## 今日は科學の時代

世間一般が認めると否にかゝはらず、とにかく社會の進歩は事實に於て科學者に依つて達成されたものであります。彫刻、建築、文學、哲

學等に於てギリシヤ人が二千年前に得たところの高地位は近代人の眞善美の判断の標準となつてゐるのであるが、最近五六十年この方は前代未曾有の自然的知識を増加したのであります。そしてその結果は物質的幸福と慰樂とを進歩せしめたばかりでなく、また知的眼界の擴張をも來さしめたのであります。現代は今後の歴史に於て、藝術、文學、戲曲等のために記憶されるものではなく、前代未到の地位を得たところの科學のために永く記憶されるのでありませう。この科學的發見の黄金時代を打開した人々の名はたとひ今日では偉大なる軍人や政治家や著作家と比して一般には見劣りがするかも知れぬが、將來に於ては却つて今日著名なそれらの人々が忘れられて、今日微々たる科學者の名が燿々として世界を光被するであります。

## 科學と人類の幸福

科學的偉人が多くは極めて不遇卑賤から身を起して、そして往々赤貧その他のいろんな障礙に面接しながら苦心努力して成就し得た大發見は、



ボアツソン  
フリーエー  
アンペアー  
アラゴ  
フレスネル  
アラデー  
ガウス

將來の開拓者

科學者と技師

科學の仕事をして専ら實用的事物の發見にあると考へるところの一般世間からは認められないで過ぎることがあります。例へば一世紀前フランスに現はれた大數學者の一人ボアツソンは前半生を茅屋に送り、また同じフランス人フリーエー、アンペアー、アラゴ、フレスネル等は同時代人であるイギリスのアラデー、ドイツのガウスなどと同じく貧家の出身であつて、何れも微々たる「平民」の子でありました。

かうした偉大な科學者は過去の研究者ではなくして、むしろ將來の開拓者でありました。勿論、彼等はその目的に役立つ時には過去の傳説的研究を利用したのでありますが、然し單にそれだけのことであつて、彼等は常に天地に關する問題を研究するために新たなる方法を發見してゐたのであります。驚異と賞讃の的であつたところの數學的研究にあつては、彼等は遊星系統を構成するところの物體の運動を論究しました。彼等はまた熱の流動及び光波の理を數學的に發展させました。更に今日數千萬ポンドの投資をなしゐるところの宏大な電氣工業界にまでもその研

進歩の停止

ナイフアー教授の言

國民的幸福

直接效用

究の影響を及ぼしました。彼等は技師をして今日現に見る如き偉大な仕事をなさしめました。『斯くの如くこれらの大科學者は新方面の産業界を開拓し、また新方面の人間思想界の開拓者となつてゐることは争はれない。彼等の研究は技師や設計家の仕事に先立つものである。そして何れの國民でも科學的發見を閉却して、而も全力を商工業に傾倒するに至らば、その國民は必ずや退歩の状態に陥らざるを得ないであらう。何となれば、吾々の眼前に存する新問題は從來あつたよりも増加してゐるからである。若しもこの新問題の開拓者が現はれないならば、一切の進歩は停止するであらう』とナイフアー教授はいつてゐます。

國民的幸福はひとへにそれと科學的進歩との密接な關係が理解されてこそ初めて保障されるものであります。直接商工業の發展を目ざす諸發見の如きは殆どそのまま遺棄して置いても差支なく、その研究もあながち閉却する譯には行かないとしたところが、それらはもとより直接效用といふことを眼目とするものであつて、吾々のいはゆる眞の科學的研究

クルツクスの言

手の細工  
脳の細工

とは稱されないものです。いやしくも一層の激勵を爲さざるべからざるたぐの眞の科學的研究は、何等直接效用を眼中に置くべからざるものであります。またそれは一見無意味であると思はれるやうな結果を生ずるためには、實に最大量の獨創力と感激と向上心とを要するものであります。この種の研究を渴望して止まない人は生れながらの研究家であつて、同胞國民に依つて他の如何なる種類の偉人よりも一層敬愛されねばならぬ人であります。サー・ウィリアム・クルツクスはかういつてゐます、曰く『實際家はいつどこでも求め得られるものであるが、然し元來手の細工は脳の細工をその主人公とするものである、そしてイギリスが最も必要とするのは實にこの脳の細工である。吾々は功利主義といふ基礎觀念に囚はれないで、ひたすら化學の爲めに化學を研究する人を欲求する。例へばブランドの燐素、プリーストリーの窒素の電氣酸化、デーヴィのポッターシウム及びソディウム、アンヴェルドルベンのアニリン、ファラデーのベンジーン、スーベールランのクロロフォルム等の發見は、當時恐らく

求めるはこの種の人

共和國に科學者は  
無用  
ラヴォアジエーの  
死刑

ミノー教授の言  
フランス革命の最  
大惡事

何人にも殆ど何等の價値がないと思はれたものであつたらうが、吾々の欲求する人々は實にこの種の人々である』と。  
『共和國には科學者は無用だ』とは一七九三年フランス革命黨の裁判長が冷酷な態度を以て大化學者ラヴォアジエーに對して死刑の宣告を與へた時の言葉です。かくして今日の化學の開祖は靜かに嚴かな最期を遂げ名もなき墓地に埋葬されてしまひました。然しその後間もなくフランス國民はラヴォアジエーの死刑が學術界全體に對する犯罪であつたことに氣付きました。彼の死後二年にして彼等は改めて嚴肅な葬式を営み、追弔の辭はその死を哀悼した彼の知己友人に依つて讀まれたばかりでなく彼を處刑した當の責任者であつた政治家もまた頌德辭を捧げたのであります。ミノー教授は曰く、『科學の發達に比すれば政府の轉變の如きは些事に過ぎないものである。いやしくもフランス革命の最大罪惡は決して王の弒逆にあらず却つてこのラヴォアジエーの死刑宣告にあつたことを明かに理解しない間は、世に價値判斷の正しい標準は存在しない。何と

學術擁護の犠牲

なれば、ラヴォアジエーはフランスが産出した三四人かの最も偉大な人物の一人であつたからである』と。ラヴォアジエーは實に同胞國民のため、一身を捧げた人であります。當時、革命政府の國民會議がフランス科學院を初め、その他の學會を一齊に撲滅しようとした際に、彼は敢然フランス科學院のために蹶起した闘將でありました。それがたまたま禍を醸して遂に死を招くに至つたのであります。實に彼こそは學術擁護の尊き犠牲者といふべきです。

些々たる研究から意外な大發明

直接人間社會の實際に應用されてゐる科學的諸發見は、その初め殆ど十分成長したまゝで生れて來ることはないものです。その始めは些々たるもので、その發達もまた徐々たることを常とします。小さき櫛の實から櫛の大木が生ずるやうに、一見些々たる實驗または觀察と見えるものが、往々一大産業の種子となるのであります。各種の電信法は多くの國の科學者の力に依つて出來あがつたものであります。イタリア人ヴ

電信法

ヴォルタの流電堆

エルステッド

電氣と磁氣の關係

アンペアー

ガウス及びウェーバー

ルタは一八〇〇年に流電堆、即ちそれに依つて不斷の電流を生ぜしめ得るところの流電堆を發見しました。一八一九年にハンス・クリスティアン・エルステッドなるコーペンハーゲン大學教授は、電流を通じた針金を磁石盤の針に縦に置けば磁針はそれからよけることを觀察しました。この發見は偶然にも彼の講義中に起つたことではあるが、科學史上の幾多の事例に於けると同じく、かかる偶然の機會は凡そそれを發見する資格のあるものにのみ來るものです。かくの如くにして初めて明かにされたところの電氣と磁石との關係を、更に仔細に研究して行つたのはフランス電氣學界の權威であるアンペアーであります。そして彼は電流の力が遠隔の地に於ける合圖を可能ならしめることを指示しました。二人のドイツ科學者ガウス及びウェーバーは一八三三年ゲッティンゲンに於て短線上に通信し得ることを確證し、かくして實驗室内の實驗と數學的分析との結果である最初の電磁氣的通信法が出現するに至つたのであります。エルステッドが電流の磁石に及ぼす影響を觀察してその結果を發表し

電信法の改善

『眞夏夜の夢』中の  
バック

フーリエーの熱分  
解  
數學的詩歌  
電纜  
ケルヴィン  
海底電信

た時には、何人もそれが重大な實用的價值があるものとは想像しません  
でした。而も今日の電信法の基礎となつたものは實に彼の簡單な實驗で  
あります。即ち電流を針金に送達すると、磁石の針が遠端に於てかなた  
こなたと外れる、かくして受け取られる合圖が即ち文字に翻譯され得る  
といふのであります。その後電信法に對して多くの改善が加へられたの  
は事實であります。原理は電流に依つて生ぜしめられた磁氣的影響に  
基いてゐるのです。沙翁の『眞夏夜の夢』のバックは『四十分間に地球を  
縛つて見せる』と威張つたが、今日の電信法はそれにもまして迅速であ  
ります。陸上電信や海底電信は地球を二百五十度も取捲くであらうし、  
また電話線ならば、その全延長は約三億三千萬哩、即ち地球より太陽へ  
の距離の三分の一だけありませう。『數學的詩歌』とまで謳はれたフーリ  
エーの熱分解に關する研究は、電纜がまだく夢想だもされなかつた一  
八二二年に於て發表されました。然し、その後三十年にしてケルヴィン  
が漸く一箇の問題の研究に専心し、それが遂に見事に解決されて海底電

信法を生み出すに至つたのであります。

ヘンリー教授  
發電機  
傳導物  
ファラデー

針金のコイル

アメリカのジョセフ・ヘンリー教授、フランスのアンペヤー、及びイギ  
リスのファラデーはエルステッドの實驗とその結果に對してそれく注意  
してゐたのであります。今日發電機の建造は全く彼等のお蔭でありま  
す。彼等は電流が磁石を擾すことを得るならば、その逆もまた眞である  
と推理したのであります。即ち磁氣の流はそれに近き傳導物中に電流を  
生ぜしめることを得ると考へたのであります。ヘンリー及びファラデー  
の二人は磁氣の作用に依つて電流を生ぜしめようといふ考で實驗に着手  
し、遂にこれを成就しました。ファラデーは一八三二年に一友に手紙を  
送つて曰く、『私は今、電磁氣の實驗に忙殺されてゐるが、或る良きもの  
を握つたと思つてゐる。然し今はいはれない。私が苦心の結果、遂に釣  
り上げるものは雜草ではなく、必ず魚であると思ふ』と。  
ファラデーは間もなく、磁石を急に針金のコイルに近寄せると、微か  
な電流がコイルに誘導されることを實驗し得たのであります。急に磁石

機械的エネルギー

磁石

を引離すと、反対の方向に一時的電流が生ずる。そこでこゝに機械的エネルギーの使用に依つて電流を生ずる手段の存することが明かにされたのであります。ただ必要なのは適當に配置された針金のコイルの附近で磁石を急に動かせば、電氣の供給が得られるやうにすることでありました。然し、それはファラデーが發電機建造の始となつたところの實驗を完成した後、多年を経て初めて明かに理解されたことでありました。(勿論、この實驗の意義は科學者仲間には夙に知られておりましたが)。ティンダル曰く、『この電磁氣の發見は未曾有の大所得である。これはファラデー自身の業績の頂上である。彼は常に高く高くと研究して行つたのであるが、もはやこれ以上の高さに到達することはあるまい』と。この發電機建造の發見が商業上に見事に利用されるに至つたのは、その後約五十年たつての頃であります。今日吾々は電氣鐵道に乗つて高速力にて旅行したり、電燈を以て街衢や家庭内を照らすことを得たのも、實は一八二四年より一八三一年に至る前後七八年間ローヤル・インスティテューション

ティンダル

發電機の實用化

知識と實驗とは發明の父母

に於けるファラデーの辛棒強い純然たる科學的實驗のお蔭であることを忘れてはならないのです。電氣發見の新時代は工場から起らずして科學的實驗室から起つたのです。かく見れば、諺のいはゆる必要は發明の母なりといふのは事實に合はない、却つて知識と實驗とが發明の兩親であることが明かであります。單なる實用は決して發明發見を生み出すものではありません。

科學的研究は大企業の基礎

發明家

知識の應用

大企業の基礎が科學的研究によつて得られた結果に存することは他の多くの事實に依つても容易に例證し得られます。勿論、實驗室の實驗を商業上に利用するのは技術家によるのであり、また機械製作用や人間社會の便宜及び慰樂用に科學的結果を轉化せしめるのは、發明家の力に依ることはいふまでもないところであります。何れにせよ、技術家も發明家も共に新知識の創造者ではなくして、その應用者であるに外なりません。新なる世界は科學者の開拓するところであるにもかゝらず、

事實、その後それを利用する人々は常に科學者その人の功績を打ち忘れるのであります。

事實はその物がたとひ些々たるものであつても、思索に長じた學者には幾多の暗示に富んだものであり得るのです。地蜂の巢は棒切れやその他の植物材料を咀嚼して地蜂が生ずるところの紙質の物から出來てゐますが、博物學者ローミュールは十八世紀の初に於てこの巢の構造を觀察して、木材纖維が紙を製する上に利用されるべきものであることを指摘してゐます。實にこの觀察から、木材パルプに依れる製紙の大工業が起つたのであります。その結果、木材パルプの需要は非常に増して來て、今日では世界の森林をも使用し盡さずんば止まぬ形勢となつてゐます。かかる事例は決して二三にして盡きません。尙ほ舉げれば夥しく舉げられるでせう。

一七五五年の頃、夙にプリーストリーは電氣火花を空氣に通ずると窒素と酸素とは結合して、これら二元素の一化合物が生ずることを觀察し

地蜂の巢

ローミュール

木材パルプ  
製紙業

プリーストリー  
電氣火花

カヴンディッシュ  
苛性加里  
硝石

ポッタシウム

窒素含有物  
人造鹽

ポッタースの硝酸  
鹽

ました。それから久しからずしてカヴンディッシュはかくの如く取扱はれた空氣が苛性加里の溶液に依つて吸収された場合には、それから硝石またはポッタースの硝酸鹽が生ずることを實驗しました。これは決して偶然的の發見ではなくて、實に硝石がポッタシウム、窒素及び酸素の一定の比に依つて化合したものであるとの知識から既に豫想されてゐた結果に外ならないものです。カヴンディッシュの實驗の實際的應用は二十世紀の初に至るまで試みられませんでした。その頃からして硝石または素質の一としてとにかく窒素を含んだそれに類似の物に對する需要が非常に高まり、鹽の人爲的製造が商業的利益莫大であるとの見込がつくに至つて、初めて彼の實驗が一般に實用化されることになつたのであります。いつたい窒素はすべての爆發藥の組成部分たるものであつて、十九世紀の中頃までは軍事上に使用されてゐたのであります。そしてそれが得られる唯一の根源と看做されてゐたものは、いはゆる『横着な硝石』即ち化學上にはポッタースの硝酸鹽として知られるものであります。

硝酸曹達

智利硝石

窒素肥料

クルックス

硝酸曹達はそれと類似の物質であるが、それは一八二一年アンデス山脈の乾燥地方に於ける大鹽床の発見されるまでは、實驗室内の産物としてのみ知られてゐたものです。この智利硝石は化學作用に依つてポッターの硝酸鹽に轉化し得られ、かくして遊獵及び軍事用の火藥製造に要するところの眞の硝石が造られるのであります。ところが硝酸鹽の需要は軍事上のみならず、更に平時用にまでも進んでゐます。即ち何等かの形に於ける窒素は農業に於ける肝要缺くべからざる肥料であり、硝酸曹達は土壤の生産力を増加する上に非常に貴重なものとして認められるやうになりました。サー・ウィリアム・クルックスが一八九八年に指摘してゐるところに據れば、小麥の平均收穫は一エーカーにつき十二・七ブッシュェルに過ぎないが、毎年一エーカーにつき硝酸曹達一ハンドレッドウェート半を使用したら、二十ブッシュェルに増加するを得たといふことです。年々南米諸港から輸送される硝酸曹達の量は約二百萬噸であつて、それが遠からずその供給が盡きてしまふものと看做されてゐるのです。ところが

地球の大氣には、實際不盡の窒素があるから、プリーストリー及びカヴンディッシュの實驗に基いた方法に依つて、今日現に空中の窒素を使用して硝酸鹽及び天然の硝石に代はり得べき他の化合物を製造してゐる有様であります。

ベルツェリウス  
トーリウム元素  
クラプロート  
セリウム元素  
白熱マントル

一八二八年スエーデンの化學者ベルツェリウスはトーリウムなる新名稱のついてゐる稀有の一元素を発見しました。彼は更に他の稀有なる金屬について研究を續けてゐましたが、それは彼よりも數年も前にドイツの化學者クラプロートに依つて発見されたセリウムであつたのです。最近に至るまでは、これらの物質は化學の教科書にさへ稀れにしか記されてゐなかつたぐらゐであつて、それらの発見は單に學者界の興味を惹いてゐたに過ぎませんでした。ところが一八八五年に白熱マントルの製造に使用されてから初めて實用に供され、電氣の爲めに驅逐されようとしてゐた石炭瓦斯を救ひ出したやうなわけです。初めドイツの化學者アウエル・フォン・ウェルズバッハはトーリウムの種類に屬する稀有の金屬を

ウエルスバツハ  
ブンゼン燈

研究してゐる最中に、或る種の化合物をブンゼン燈口の焰の中に入れて、ば發光するものであることを實驗しました。彼は一片の絲をトールウム化合物の溶液中に浸し、それからそれをブンゼン燈口の焰の中に入れて、その絲は消盡して、トールウムの附着した殘滓が残り、そしてそれが耀々たる光を發したのであります。これが今日何れの國にも普通に使用される白熱マントルの始であります。マントルの發光を増加するには他の物質の少量をトールウム化合物中に附加する必要があります。そしてフォン・ヴェルズバツハの實驗に依つてセリウムの化合物を一パーセントそれに加へれば最善の結果が得られることが明かにされました。白熱マントルの製造は年々幾百萬の多きに上つてゐますが、この全工業はかくの如くトールウム及びセリウムなる稀有の元素の純然たる科學的研究から起つたものであります。

空氣瓦斯燈口

白熱マントルを發光させたり、または白熱させたりするために使用されるこの發光しない焰を與へる、かの空氣瓦斯燈口でさへ、尙ほそ

ブンゼン  
ロスコー

瓦斯ランプ

アルガンド燈

これは科學的研究のために考案され、また使用されたものであつたが、遂には日常の使用に供されるやうになつたのであります。その發明家は化學の大家であつて諸科學の重要な研究に大に貢獻したハイデルベルヒ大學教授フォン・ブンゼンであります。サー・ヘンリ・ロスコーは一八五三年ハイデルベルヒの實驗室に行つて、そこからロンドン大學のユニヴァーシティ・カレッジの化學部にて發熱用に供せらるゝ瓦斯ランプの見本を持參して來た來歴を物語つてゐます。このランプは普通アルガンド燈口から出來てゐて、その上部には圓筒狀の銅製の火屋が着いて居り、またその火屋の頂には針金指の圓盤があります。この裝置に依つて發火しない焰が得られるのでありますが、その溫度は往々低くて、他の諸點に於てはこの設計は不満足なものであります。ブンゼンはこのランプに満足しないので、いふには、『ロスコーよ、私は空氣と瓦斯とが針金指なくしてその中に燃えるところのランプを作らうとしてゐるのだ』と。瓦斯及び空氣の入口の大小に關して非常に多くの實驗を繰返した後、初めてか



のブンゼン燈火口なるものが一八五五年に至つて作られたのであります。この燈口の原理は種々の商工業に用ひられる空氣瓦斯燈口の無數の形に使用されると同時に、また各種の瓦斯火及び白熱瓦斯ランプに於ても使用されてゐるのであります。

化學工業の進歩

カルシウム・カーバイド  
アセティリン  
鍛接

カルシウム・カーバイドは屋内燈火用及び自動車、自轉車の燈火用に供せられるアセティリンの製造に於て、また酸化アセティリン鍛接に於て使用されるものであるから、今日は日常熟知の物質となつてゐるのであります。これもまた、それがかやうに重要な商業的産物とならなかつた以前に、やはり科學的實驗に依つて發見されたものであります。一八六二年フレデリヒ・ウエーラーがそれを發見し、それからアセティリン瓦斯が製造された當時は、恐らくその装置が多額の費用を要する點からして、この事實にさしたる價值を置かれなかつたものと見えます。ところが、こゝ、數年間にアセティリンは商業上の價值があるものと一般に認め

ウエーラー

モイツサン

電氣爐

ウイルソン

られるやうになつたのであります。それは一八九二年モイツサン教授が建造した電氣爐が改善進歩を加へられた結果であつて、この爐中にてコークスの形になつて現はれる石炭と炭素からカルシウム・カーバイドが容易に且つ安値に得られることが分つたからであります。この發見は獨立にアメリカの化學者ウイルソンに依つてなされました。即ち彼は電氣爐中にコークスと石炭との混合物を熱して、金屬カルシウムを製造しようとして試みてゐたのですが、それに水を加へて得た灰色の物質は容易にアセティリンと石灰とに分解するのを實見したのであります。そして種々の機械を使用することに依つてこの水の流をカーバイドの上に抑留させることが出来るのであるから、従つて發光用の瓦斯はいかほどでもこれに依つて容易に製せられるのであります。

一八九五年シャテリエーは、アセティリンを同量の酸素瓦斯と共に燃やすと華氏約二千度の溫度が得られることを發見しましたが、この溫度は酸化水素の焰よりも高いのであります。かくして吹管にアセティリンを

シャテリエー

吹管

使用することは實驗室に於ける高温度の製出に非常に役立つものであることを彼は指示したのであります。その後二三年を経て、かかる吹管は産業上金屬の酸化アセチレン鍛接に應用されましたものが、今日ではかかる目的のために幾千の工場に於て使用されてゐるのであります。かくの如く、この發見もやはり直接實用のためではなくて、すべて實驗室内の化學研究のために案出されたものであることが明かでありませう。カルシウム・カーバイドの發見は一代間も閑却されてはゐたものの、その實、大工業の基礎を据ゑたものであることは上述したところで明白であります。その發見者ヴェーラーは實驗室に於て無機的材料からカーバイドといふ一の物質を製出した最初の化學者であります。動植物中に存する複合した化學的物體はすべて主として炭素、水素、酸素及び窒素より成れるものであります。今日では約百五十萬の有機的化合物が存することが明かになつてゐますが、これらは大概化學者に依つて人造されたものであります。有機的化合物の大なる進歩は主として一八五八年オ

カーバイド

ケキユーレ

有機化學

建築家と化學者

少年パーキン

キノンの人造

アニリン染料

ーギュスト・ケキユーレ教授が有機的化合物の元子的構造の特徴を發見したのによつてであります。彼の法則の有機化學に於ける地位は正にケプラーの法則及びニュートンの引力説の天文學に於けるそれと同一であります。即ち彼の法則は非常に多數の自然的物質が極めて少數の元素から造り得られるゆゑんの原理を明かにしたものであつて、また化學者をしてこれらの諸元素の種々異つた排列の結果を豫言することを可能ならしめるところの原理を示したものであります。建築家が僅かな建築石材を使用して種々雑多の建築物を造り得るのと同じく、また化學者は殆ど數限りなき多くの化合物をば、僅かに三四の元素を構成要素として造り上げることが出来るのであります。

一八五六年の耶蘇復活祭當時、ウィリアム・ヘンリー・パーキンなる僅か十七歳の少年はキノンを人造しようと試みました。彼が何のためにかかる實驗に着手したかは今以て不明であります。とにかく、その結果初めてアニリン染料の發見となり、遂に一大工業を促進せしめるに至つ

アニリン紫  
 コールタール  
 紅紫色  
 酸素瓦斯

たのであります。キニン製造の途上、彼は黒色の物質を得たのです。これは大概の研究者にはいかんとも仕方のないものと看做されてゐたものです。ところがパーキンは眞の科學的精神をもつた人であつたからして、この面倒な物質の研究に着手し、遂にそれから紅紫色またはアニリン紫として知られるところの堇色の染料を得たのです。そしてこの染料を取るそのアニリンは、石炭瓦斯の製造中に得られるところのタールの中に発見される物質の一つであるのです。初めて瓦斯の製造が試みられた當時は、コールタールの如きものは何等の効用のない、却つて邪魔物だと考へられてゐたのですが、今日では化學者は染料以外の多くの利用物をそれから取つてゐるのであります。パーキンの紅紫色発見以來、コールタールから續々無数の染料が取られるやうになりました。これもやはりまた大工業の進歩は元來純然たる科學的研究中に得られた結果であることを示す一例に外なりません。

酸素瓦斯はスエーデンの貧乏な藥劑師シェーレ及びそれとは獨立に、

シェーレ  
 プリーストリー  
 鹽素  
 漂白  
 クロロフォルム  
 有毒瓦斯  
 ポッタシウム・シアン化物  
 ファラデー

これまた貧しき調衣師の子ジョセフ・プリーストリーに依つて発見され、化學上の一大発見としての名を得てゐますが、それは金屬を切断する等種々の技術に使用されるやうになつたのは、それから百餘年後のことです。シェーレは鹽素といふ今一つの瓦斯を発見しました。これまた純粹科學の進歩に對するのみならず、實用上にも著しき貢獻をなしたものです。即ち、それは葉、紙、その他の物を漂泊するために使用され、またクロロフォルムの製造に缺くべからざるものとなつてゐます。尙ほそれは鑛石から金を抜き出すために鹽素置換に於ても使用されてゐます。かく有毒な青色の瓦斯は、初め、一藥劑師の一小室から製造し出され、今や戰爭の凶器用にも、また大工業用にも使用されるやうになつたのであります。嘗ては化學者の間に最も有毒であると知られてゐたポッタシウム・シアン化物も稀薄の溶液となつては優に自然の金を分解する作用をもつやうになりました。液化された最初の瓦斯は鹽素であります。ファラデーは壓力に依つてそれを液化し始めました。それから、それは商業界

硫黄二酸化  
アンモニア

冷蔵

デウアー

魔法瓶

サッカリン

レムゼン教授

化学工業  
電気分解  
デーヴィ

に非常な貢献をなすやうになりました。硫黄二酸化だの、アンモニアだのは液体の形に於ては、或は今日氷の人造に用ひられ、或は果物や肉類その他の食品を遠隔の地方に新鮮なまゝで轉送し得るところの冷蔵仕掛などにも用ひられます。サー・ジェームス・デウアーはファラデーの研究を受けて自分もそれを續行して、遂に液化空氣その他の液瓦斯を同温度に保たしめる魔法瓶または眞空瓶の發明を完成し、非常に商業上に利益を與へたのです。その他サッカリンはレムゼン教授の實驗室に於ける研究の結果發見されたもので、今日一般に使用されるに至つたのであります。最後に今日の化学工業は電気分解に依つて革命的變化を受けたことは顯著な事實であります。電気分解は主としてデーヴィ及びファラデーの天才と研究に基いたもので、特に後者が公けにした法則に基いたものです。銅や鐵の如き金屬は電気分解に依つて極めて純眞なる程度に清められます。アメリカでは毎年二千萬ポンド以上の價額を有する銅が電気分解に依つて清められるといふことです。金銀鉛などもまたそれに亞ぐの勢で

電気被金  
電気印刷器

あります。その他電気被金、電気印刷などはすべて電気分解の研究の結果であつて、何れももとは單に科學界のみの興味に屬してゐたものが、遂に廣く實用に供されて、化学工業の進歩を促がすに至つたものであります。

### 一〇 科學と實用

科學的と技術的との見方の差異……安全燈發明への二つの道……天才シエームス・ワット……  
エディソン翁の偉業……ケルヴィンの羅針盤及び海底電信……エーヤリの研究と功績……レン  
ズの改良と英獨の競争……飛行機の原理と應用

科學的と技術  
的との見方の  
差異  
實際家は科學者を  
何と見る？

純然たる新知識獲得の動機を以て従事した科學的研究は前章に述べた如く、往々にして大なる實用的價值のある結果を生むことがあります。然しかくの如く實地に應用するといふことは單に偶然的のことに過ぎないものであつて、従つて科學界から見れば、その研究の價値を判斷する何等の標準ともならぬものであります。實際家は人類に對するその直接

の效用といふことや、または貨殖上の方面からのみ科學的研究を判断し、利益または實用といふ目的をもたないところの研究に没頭する學者を目して、彼等は時間を浪費し、學力を悪用するの徒となしてゐるのであります。

實用は價値の標準でない  
眞理の發見が唯一の目的

科學者の間にあつては、効用または實用といふ點は決して價値の標準として受取られないものであるといふこと、また或る研究に依つて或る實際的効果が得られても、その研究が知識を廣め、宇宙に關する吾々の見聞を富ましめるものでさへあるならば、それは初めて研究する價値があり得るものであるといふことを聞いたならば、恐らく大抵の人は、いぶかしく思ふことでありませう。勿論かくいふのは實際家に對して或は無愛想に聞えるかも知れないが、科學がいやしくもその研究を是認せしめる上には當然かくあるべきものなのであります。尤も眞理の發見が科學にとつての唯一の目的であるといつても、研究者が自己の好む方向に研究を遂行することは科學の自由であります。然し、若しもそれが生産

商賣のお手先

物數奇

産業的應用の研究

發明家の領分

外的動機

的實用の精神に支配されるやうなことがあつたならば、それは確かに商賣の御手先に使はれるものに違ひないのです。近代産業の基礎となつた殆どすべての科學的研究が、若しもその直接の實用的價値を當初の目的として遂行されたものであるならば、それは既に出發點に於て全然その眞價を没却したものと云ふべきでありませう。科學はそれが探險する世界から新しき種子を持ち歸るものであります。そしてこの種子は科學的研究から實用的利益を得ようとする人々にとつては、まことにつまらぬ物數奇としか思はれなからうが、而もこの種子からして大木が成長し、そして文明國民はその木蔭に生活し、また、その果實から彼等は慰樂と富とを求め得るのであります。

産業的研究は眞理の發見とは關係がなく、人類に直接効用あり、そしてそれより金銭的利益の得られる物を生産することを目算してゐるに過ぎません。それは科學者の領分ではなくて發明家の領分に屬します。かかる研究と、何等外的動機なくして遂行される純然たる科學的研究と

## 實用的工學

は互に補足的のものであります。即ち、科學は新發見をなした時にその本務を盡したものであるし、實用的工學は、この發見がいかなる關係を産業の進歩を保つかを示した時にその本務を履行したことになるのです。或る發見の可能的結果を豫見したり、實驗室の實驗を化して大工場の機械的設備となしたり、またはそれを日常生活の必要に應用したりすることは科學研究者の普通に念頭にないところであり、然るに技術家は通例かかる實用的目的を眼目としてゐるものであつて、諸發見は彼から見れば何かに利用さるべきもの、そしてそれ自身に於ては目的でないものであります。この點は全く科學者の見方と正反對です。換言すれば、技術家は自然を知らうとするよりも却つてそれを出し抜かうとしてゐるのであります。それで彼が従事したり纏めたりするところの研究は自然界に稀有なこの物質の人造とか、新式作業方法の設定または舊式作業方法の改良とか、かの自然支配力を増進するやうな機械または時間空間の制限を蔑視し得るやうな道具の考案等をばその目的となすものであります。

## 技術家

## 正反對な見方

自然を知るよりは  
自然を出し抜かう

## 研究の精神

す。勿論、かかる實際的進歩にとつても研究が必要であることはいふまでもないが、研究を遂行する精神は根本的に科學研究者のそれとは異つたものであります。技術家や發明家は先づ何より先に或る必要を認め、次にそれに應ずる手段を考案しようとし、若し彼が科學者の如きタイプの心をもつたならば、彼は充たさるべき種々の條件を正確に分析し、然る後その條件を充たすべき機械または道具を自から考案工夫するであります。然しながら、普通のやり方は實際的に要求されるところの作用をなすものを發見し、そして經驗や科學的知識を利用して、いかにして改良が出來あがつたかを證明するための具となすのであります。

以上二箇の研究方法は鑛夫のための安全燈の發見に依つて例證することが出來ませう。科學的研究をば何等利用せず、また科學者と全く交際しないでジョージ・ステイヴンソンは安全燈を建造したのであるが、これはデーヴィの安全燈と同じく、火焰を小さい直徑の管を通過させず、ま

## 安全燈發明への二つの道

ステイヴンソン  
デーヴィ

た外部の爆發瓦斯を著火させないやうにするとこの原理に基いたものです。ステイヴンソンは初め長き火屋と底に火焰のために空気を入れる管とをもつたランプを造つたのであるが、それでは火焰が不安定であることを見て、彼は空気を供給するために一箇の管の代りに直徑を短くした五六の管を使用してその缺陷を正しました。このランプは初めのよりはよく燃え、一八一五年十一月初旬に於て危険な鑛山に於て全く安全に使用されることになりました。然るに二三週後に彼はまた第三のランプを造りましたが、今度は管の代りに金屬板に小さい穴を穿つたのであります。然しこの考案は却つてデーヴィの先んずるところとなりました。即ちデーヴィは同年十一月九日火焰を針金指で取捲いた彼れ独自の安全燈を公けにしたのであります。

然し、今こゝに鑛夫の安全燈の發明者としてステイヴンソンとデーヴィと何れが先きかについての相互の論争について改めて書き立てるつもりはありません。たゞ同一の目的を達する上に方法の異なるものがあること

デーヴィに先んぜらる

デーヴィは初めに  
原理  
ステイヴンソンは  
初めにランプ

いふことを、この發明に依つて示さうとするだけのことです。ステイヴンソンはランプを造り、それからそれを試験して完成したのですが、デーヴィは鑛山に於ける爆發の原因及び豫防の問題を研究するに當つて、先づ初に爆發瓦斯及び火焰の性質を究め、忽ち『鑛坑濕氣の爆發的混合物は小さき口や管を通過するものでない、それで若しランプまたは提燈の四方を密閉し、空気を入れるための口を着けるならば、それは外部の空氣と火焰とを交通せしめるものでない』といふ彼の發見を公表するところが出來たのであります。即ちデーヴィは初めに原理を發見し、然る後にその原理に基いてランプを造つたのです。これに反して、ステイヴンソンは初めにランプを造り、然る後にそのランプから原理を考へたのです。たとひこの安全燈の發明者が何れであるかについて異説紛々たるものがあつたとしても、とにかくその製造の原理を發見し確立したものは疑ひもなくデーヴィであつて、科學的知識の進歩上著大なる影響を與へたのであります。然し最初の形に於けるランプの或る缺陷を除去し、そ

れを鑛坑内の爆發氣の危険に對して有効な防具たらしめたところのいんな改良を考案することは實際家の手に委せられたのであります。

## 天才ジェームス・ワット

少年ワット

技術的熟練と科學的天才とを一身に兼備する人は稀有のことに屬するが、その最も顯著な人はジェームス・ワットとケルヴィン卿との二人であります。ワットは少時より研究心に富んだ子でありました。彼はまだ少年の時分叔母さんのミューレッド夫人と二人でゐました或る晩のこと、叔母さんは彼に向つて、『ジェームス・ワットよ、私はお前のやうな怠け子供は見たことがありません。本でも持つて來てお讀みなさいよ。さつきから一言も喋らず、鐵瓶の蓋をとつたり、はめたり、コップを持ち出したり、銀匙を持ち出したりして湯氣の上に乗せ、呑口から湯氣の出て來る工合を見つめたり、湯の滴を手にとつたり、寄せ集めたりしてゐるぢやありませんか。そんなにして時間を浪費するのを恥かしいとは思ひませんか』といつたといふ話が傳はつてゐます。然し彼はかく自分の怠惰

## 蒸氣

ワットの器用

を責められてゐる最中にも尙は蒸氣の性質を研究するに餘念がなかつたのであります。而も彼は當年僅かに十五歳の少年でした。彼はまた化學的實驗に忙がはしく、自分の觀察上その實驗が精確であることを試験するまでは幾度も繰り返へしたのです。尙ほまた彼の器用さは實に驚くべきものであつて、彼はオルガンの製作に於て殊に有名であつたといふことです。

アレキサンドリアのヘロン

ラヴァル  
パーソンス  
蒸氣タービン

蒸氣が機關を動かす上に使用されたのはワットがこの問題に専心した以前、既に久しく行はれてゐたところでありませぬ。二千餘年前にアレキサンドリアのヘロンは一種の蒸氣機關を發明しました。そしてその蒸氣機關にあつては、中空の金屬球上の噴射から遁がれた蒸氣の反動力がその金屬球を廻轉させるやうに仕組まれたのであります。そして、この機關の原理はラヴァル博士やサー・チャールス・パーソンス等が一八八〇年以來著しく改善を施した蒸氣タービンの原理と同一であります。然しヘロンの機械は要するに一箇の玩具たるに過ぎなかつたものです。眞に



セイヴァリ  
氣壓揚水機

實用に供せられた最初の成功した機關は一六九八年に於けるキャプティン・セイヴァリの發明であります。この機關は水を汲み出すために使用され、そしてその作用の原理は今日廣く使用されてゐる近代式氣壓揚水機のそれと同一であります。

蒸氣機關の初  
ニウコメン

今日知られるところの蒸氣機關の初は英國ダートマスの鍛冶屋トーマス・ニウコメンが一七〇五年に考案した氣壓機關であります。これには蒸氣の入り来る汽管があり、また圓筒内に唧子が動いてゐるのです。上下動するところの上部の横梁が一方に唧子をつけられ、他方に唧管桿を着けられてゐます。唧子は瓣を着けられてゐる汽管に依つて汽罐に結び付けられた汽管内に上下動することが出来るのです。唧子が汽管の頂上になれば蒸氣は入り来り、瓣は閉ぢるし、水の噴射が汽管内に入り込んで行くのです。かく凝縮された蒸氣は汽管内に一部分眞空を残す結果、唧子はその上部にある大氣の壓力に依つて下向せしめられることになり、そしてそれが上部なる横梁の一方の腕木を引下ろすから、唧管桿に

汽管

唧子

結び付いた他方の腕木は引上げられるのであります。かくすれば汽管桿の重みにて横梁の一端が引下げられ、また唧子が汽管の頂に昇つて行き、かくして更に一動することを得るのであります。

ペーピンの浸漬器

ワットの蒸氣機關建造に關する研究は一七五七年以後のことでありましたが、當時彼はグラスゴー大學構内に計算器製造人として一工場を興へられてゐたのであります。初め彼はペーピンの浸漬器について五六の實驗を試みました。この器は安全瓣を持つた小さい密集した鐵罐であるから、大氣の壓力よりも遙かに大なる壓力の下に水はその中に煮沸されるのであります。ワットは直徑一時の三分の一なる手動唧管を浸漬器に着け、而もその手動唧管には堅牢な唧子を着け、また浸漬器から蒸氣を自由に入れたり閉ざしたり、更に手動唧管内にある蒸氣を遁がし得るやうに手動唧管の内部から外氣に自由に交通せしめるための栓を着けたところの一種の蒸氣機關を製造したのであります。浸漬器から出る蒸氣は唧子を上げ、そして遁げて行くし、また大氣の壓力は唧子を元の場處に引戻すと

手動唧管

いふ風にして動作は繰返されるのであります。この單獨に動作する高壓手動唧筒機關は一七六一年頃ワットに依つて製造され、また實驗されたものでありますが、更にそれを改良増補したものが今日尙ほ乗用發動機の最善なるものゝ一となつてゐるのです。

ニウコメン機關の模型の修繕

一七六三年より六四年にかけてワットはグラスゴー大學の自然哲學部に屬するニウコメン機關の模型を修繕する必要が起りました。彼は蒸氣に依つて汽笛を熱し、水に依つてそれを冷却せしめるところの交互作用がいかに熱の非常な損失になることを見て、この機關のかかる缺點を悉く改良する方法を講じなければならなかつたのです。そしてこの主要難題の解決が偶然にも一七六五年の或る晴天の日曜日の午後彼が散歩してゐる間に思ひ付いたのであります。即ち彼れ自身の記するところによれば、蒸氣は可塑性のものであるから眞空に突入するであらう、若し汽笛と汽罐とを交通せしめるやうにすれば、それはその中に突入し、そして汽笛を冷却することなくして蒸氣を凝縮することが出来るであらうと

偶然な思ひつき

いふのです。

科學的問題として  
研究す  
ブラック  
潜勢熱の原理  
熱量

然しワットがニウコメンの機關を改良したのを單に偶然の思ひ付きの結果に過ぎないと考へてはなりません。彼は蒸氣機關を完成することを一箇の科學的問題として研究し、そして彼の友人であり而も幾多の研究に於ける指導者であつたジョセフ・ブラックの發見したいはゆる潜勢熱の原理に依つて刺戟されたのであります。ブラックはグラスゴー大學の教授であつて、氷を水に化し、水を蒸氣に化する必要な熱量を測定し、何れの場合にも温度の上昇を來さしめずして熱の大量が使用されてしまふことを發見したのであります。逆にまた蒸氣を凝縮して水となし、水を凍らせると氷となす場合、その状態の變化は熱の發散を意味するものであります。例へば一ポンドの蒸氣は一ポンドの湯よりも五百倍も餘計の熱を含むといふことが實驗されたのであります。ワットは多數の實驗に依つて、かくの如く蒸氣中に含まれる熱量は蒸氣機關に使用される範圍内に於て異つた壓力に對して殆ど恒常不變であることを發見しましたが、この斷定

## 蒸氣の損失

たるや、高壓力に於て蒸氣を使用することに依つて決定的の利益が得られることを示すものであります。彼はまたニウコメンの機關では蒸氣熱の四分の三は各一撃に於て汽笛を熱せしむるために失はれることを實驗に依つて證明したので、彼は蒸氣の損失、従つてまた燃料の損失を軽減することを考へるに至つたのであります。そして遂に彼は一馬力につき以前いかなる機關に依つても使用された燃料の僅かに四分の一を消費するに過ぎないところの機關を發明するに至つたのであります。今日では一馬力につき以前の消費高はワット當時の三分の一乃至四分の一まで軽減されましたが、而も彼が機械工學の進歩に致した貢献は實に顯著なものであります。

## 機械工學

## ワットの原理

ワットが蒸氣機關の改良を完成せしめる上の原則となつた原理は次の如きものであります。即ち汽笛は蒸氣がその中に入る時と同じ熱度を保たしめねばならぬこと、汽笛と全く離れた罐の中に蒸氣を凝縮せしむべきこと、再びニウコメンの機關の場合の如く大氣の壓力に依つて唧子

## 商業用の機關

蒸氣ジャケット  
凝縮器

## 氣壓

## 複合機關

を動かしてはならず、蒸氣そのものに依つてそれを動かすべきことなどでありました。ワットが一七六九年初めて造つた商業用の機關はこれらの原理の實現を示したものであります。汽笛は非傳導的物質を以て包まれ、それを暖め置くために蒸氣ジャケットを備へて置く。蒸氣の凝縮は別々の凝縮器にて出來、唧子はそれに蒸氣を入れしめて以て汽笛を引下げ、かくして蒸氣の力はニウコメンの機關の場合に於ける大氣の氣壓の代用を勤めるものであります。一七八二年彼は更に一段の改善を企てましたが、今度は初めて蒸氣をして交互に唧子の上頂及び下底に作用せしむべしとの原理を導き入れたのであります。實にワットの機關は精巧微妙な構造を有し、八十年間隨一の發動機として最も廣く使用されたのであります。ところが十九世紀の中頃に至り、複合機關やその他更に進歩した形式のものが現はれるに至つてから漸くそれに地歩を讓るやうになりましたのです。

ワットは粗笨不完全な蒸氣機關を變じて有効有力の機關となしました

技術と學究とを兼  
具したワット

自然の弱點

が、かく爲すことに依つて、近代の技術家が非常の大仕事をなしたことは争れない事實です。ワットは實際的機械家の性質と不屈不撓の研究者の素質とを一身に兼備してゐた人です。そして彼が蒸氣機關を完成せしめたのは彼の機械的熟練よりはむしろその科學的實驗に依ることが一層大であります。彼は居常『若し吾々が自然の弱點をさへ發見し得るならば、それをいつでも征服することが出来る』といつてゐました。そしてこの考が彼をしてその求めるところの祕密が示現されるまで盛んに疑を挟み、そして研究して止まざらしめた刺戟となつたのであります。かくして彼は別々に凝縮せしむべしといふ立派な考に思ひ當つてからも尙ほ二十餘年間研究に研究を重ねました。然しその結果は失望と損失とより外はなかつたのであります。而も彼は最後まで辛棒し、鑛業上や商業上にます／＼彼の機關が使用されるやうになつて來たのを實際に見得たのであります。いかなる發明でもワットの機關以上に物質的進歩に偉大な影響を及ぼしたものはなく、いかなる發明でも、天才と科學的研究と機

計算記製造人ワット

エディソン翁  
の偉業

發明界の指導者

電燈の線

蓄音器

械的熟練とのこれ以上に密接した結合に依つて完成されたものはありません。そしてかかる三素質を一身に兼備した人は、實に當時グラスゴウ大學に於ける計算器製造者であつたワットその人であります。

かの有名なトマス・エイ・エディソン翁も學理的研究と實用化を一身に具體化した人であります。その機敏な知覺、豊富な能力、そして何事でも目的を貫徹しないうちは、どこまでも實驗に實驗を重ねる根氣、これらの稀有な資質がエディソンをして今日世界の發明界に於ける指導者となさしめたのであります。白熱電燈の線に使用するための最良な材料を發見せんがため、エディソンはアメリカはむろんのこと、支那、日本、印度にまでも人を派して植物の纖維を求めたことは人の知るところであります。そして彼は遂に炭素入れの竹の細片を電燈の線として使用したのであります。また一八七七年には蓄音器を發明し、それから電話の送話器並に受話器の新案等々夥しき發明ないし新案を次から次へと發表し

## 活動寫眞機

てゐるのであります。そして、彼の業績の中で科學的にも通俗的にも最も偉大なものは、今いつた蓄音器と一八九三年に於ける活動寫眞機の發明とであります。これが今日世界の人々がエディソン翁に懐しい感謝の意を注ぐゆゑんでありませう。

ケルヴィンの  
羅針盤及び海  
底電信

## ケルヴィン卿

いつたい當面の事實をそのまゝに受取ることは、その事を研究し、それが改善し得べきものであるか否かを決定することよりも遙かに容易なことでありませう。世界の歴史を通じて、凡そ進歩はその祖先のなせるままのことに満足せずして、絶えず何故か、何のためか、それは最善の方法か、これは最善の事物かと尋ねて止まざるたぐゐの人に依つてなされたものであります。ケルヴィン卿の如きは確かにこの種の科學的の心意をもつた最も著名な一人であります。即ち彼は缺陷については絶えず批評的であり、實際的必要に關する感じが鋭敏であり、かてゝ加へて改善を計らうとする心に富んでゐました。彼が科學の實用的價值に關する見解

## 科學の實用的價值

## 科學の生命と精神

は確然不動のものであります。彼れ曰く、「科學の生命と精神はその實際的應用にある。例へば數學上の大進歩が數學上非常に實際的な種類の問題の解決を發見しようとする欲求に依つてなされたが如くに、自然科學にあつてもまた古來なされた最大の進歩の多くは、物質の性質に關する吾人の知識をば人類にとつて有用なる何等かの目的のために供せんとする熱烈なる欲求に於てなされたのである」と。

## 羅針盤

## 支那の發明

ケルヴィン卿が初めて一八七〇年頃、航海者の羅針盤に注意し出した當時にあつては、約六百年前後を通じてヨーロッパの航海者が大同小異の羅針盤を使用し來つたのであります。(支那人はそれより以前に使用してゐました)かく長い間使用され來つた羅針盤は頗る簡單なものであつて、多くの點に於て不完全たるを免れませんでした。海軍に於ては既にそれは砲撃の際には無用なものだといふことが明かにされてゐました。即ち暴風雨の際に船艦の動搖のため非常に影響され殆ど何等の保障とならないものとされてゐたのです。これらの缺陷は忽ちケルヴィン卿の注

意するところとなり、彼は一雜誌に寄書して曰く、『私が航海者の羅針盤について意見を述べようとした時、私はそれについて殆ど十分な知識のないことに気づいた。そこで私は私の問題を仔細に學び得ねばならぬ必要に迫られた。私はこの五年間それについて學んでゐたのである』と。彼は當時使用されてゐた羅針盤の缺陷を指摘したのみでなく、またそれを救済すべき手段を講ずるの途に出たのであります。そして遂に彼はすべての航海者間にその名を博したところの立派な羅針盤を製造したのであります。當時の羅針盤は長さ十吋、十二吋、または十五吋の指針を以て造られたもので、それが振動または動搖期間を長くせんがためにかく造られたものであります。羅針盤を定着せしめようといふ考で方位牌をもまた大きなものになりました。ところが、その結果、旋回軸上に於ける指針及び方位牌の重さのために、羅針盤はこびりついて常にその動作が緩慢たるを免れなかつたのであります。

ケルヴィン卿は暴風雨の際に海上に於て羅針盤を定着せしめるために

指針

方位牌

海軍の標準的羅針盤

は、或る製造上の條件をさへ完備すれば、大なる指針及び重き方位牌の代りに小なる指針及び輕き方位牌を備へればよろしいといふ意見を、或る數學上の論文に於て明かにしました。彼は一八七六年初めてその改良に對する專賣特許權を得ましたが、それが海軍の標準的羅針盤として採用せられたのは、それより十三年後のことでありました。この羅針盤は今日では次の如き新式のものに依つて補足されてゐます。即ち新式の羅針盤は磁石と方位牌とを羅針盤の鉢を充たすところの液體中に浸したものであります。またそれ以外には磁氣的事情と全く無關係な回轉羅針盤が今日併用せられてゐます。然し、數百年間、何等實質的の改良をも加へられずに使用されて來た粗笨な羅針盤に初めて改善の歩を染めたのは全くケルヴィン卿であります。すべての航海者は殊にケルヴィン卿の羅針盤及び發響器のお蔭に依つて海上を無難に航行することを得るに至つたことについて彼に對して大に感謝してゐるわけであります。即ち彼の發明に依つて、初めて霧の中、暗夜の中をも信頼して安全に航行を續け

## 一海員の感謝

ることが出来たのであります。一海員は『私はトムソンの何人たるかを知らないが、すべての海員は毎夜彼のために祈禱を捧ぐべきである』といつてゐます。トムソンとは即ちケルヴィン卿のことです。

海底電線  
ケルヴィン卿の海底電線に關する研究もまた科學的知識に依つて解決された一箇の實際的問題の一例であります。初めて大西洋の海底電信の布設されたのは一八五八年であるが、その信號が次第に微弱となり、數週間にして全く通信の交換を中止せしむるに至つて、折角それに従つて引き立つた人氣も殆ど無くなるやうになりました。この失敗は大抵の人を失望せしむるに十分なものであつたが、ケルヴィン卿は却つて新計畫を廻らして、いひますには『折角しかけたものは再びしなければならぬ。地位の失墜といふことはいやしくも無生の自然力に對する人間の争闘史上未聞のことに屬する』と。この問題を再び研究し直ほすには一種の信念と勇氣とがなければなりません。かくて新式の海底電信は考案され、而もそれは從來のそれよりも布設の拘束に能く堪へるものであつて、

## 通信の交換

## 失敗の教訓

## 英米間の通信

## 現波器

一八六五年に至つてイギリスとアメリカとの間に電信交換を確保することを得ましたのです。この装置は現波器として知られ、電氣衝戟を記すもので、實にケルヴィン卿の發明に成り、今日尙ほ海底電信法に於ける標準的機械として一般に使用されてゐるのであります。かくの如く大西洋横斷の電信を可能ならしめたものは科學的知識と、禍を轉じて福となすところの精神とであるといつてよからうと思ひます。

エーヤリの研  
空と功績

初め鋼鐵船が建造された當時、羅針盤が船の磁氣のために非常に影響されて、正確な航海がそのために不可能となりました。ケルヴィン卿がまだ彼れ獨得の機械を考案しなかつた以前に於て、既に船舶の恒久的及び暫時的な磁氣状態を決定する方法が案出され、またそれに對抗すべき手段も講究されてゐました。若し船舶の不動的及び可動的な鐵に及ぼす磁石の影響が有効に償はれなくては、羅針盤は何等の實用にもならぬ筈でありませう。この問題は實に船舶に鐵を使用したことに依つて提出さ

## 磁石の影響

スミス

れたもので、確定的のものであつたが、なか／＼複雑な問題でありました。アーキボールド・スミスなる大審院判事はその餘暇を擧げて航海術に於ける數學の應用を研究し、ひたすら實用的効果を擧げんことを念としてゐました。そして彼の研究は認められて、一八七二年二千ポンドの下賜金を政府より得ることになつたのです。然しその眞の功績は主として王室天文學者サー・ジョージ・エーヤリに歸せねばなりません。エーヤリは一八三八年、レーンポーと稱する船に實驗を試みてもらひたいとの依頼を受けたのであるが、それは船を建造する鋼鐵に依つて生ずる羅針盤の偏向を矯正する方法の發見についてであつたことはいふまでもありません。そしてこの偏向は非常に大であつて、船の羅針盤は磁氣の南北二方向より五十度も外れてゐたのであります。

エーヤリは實際上並に理論上からこの問題を研究し、この動搖に對して抵抗する必要がある磁氣作用の力を測定し、一箇月にして彼の研究を完成しました。彼はその船の碇泊せるデプフォードに必要な補償的磁石

エーヤリ

羅針盤の偏向の矯正

補償的磁石鐵  
矯正器

鋼鐵艦

と鐵矯正器とを持つて行き、それらをそれ／＼適當の場處に据ゑ付けて船を試驗しましたが、羅針盤は見事に矯正されたものであります。またリヴァープールで建造された他のアイアンサイヅなる船も同年同様にエーヤリに依つて矯正されました。この矯正方法の成功は忽ち一般に知れわたり、鋼鐵船の建造は更に大いに勃興するに至りました。かく航海術に對して重大なる貢獻をなしたにもかゝらず、海軍省はそれに對する賞金の下附を拒絶しました。それは恐らく當時の政府は僅かに一艘の鋼鐵艦をしか所有してゐなかつたので、羅針盤に及ぼす船艦の磁氣の影響に對するこの種の研究を奨励する氣がなかつたのでありませう。とにかくエーヤリがその研究を開始した當時は事情全く不明であつたのであります。彼は機械學上の理論の應用に依つてそれを矯正し得たのであります。ケルヴィン卿はその後羅針盤の方位牌に短き磁針を使用することに依つて大なる進歩を促がしましたが、然し今日諸國の商船及び海軍に採用されてゐるところの鋼鐵船艦に於ける羅針盤矯正法なるものは、實に



一八三九年サー・ジョージ・エーヤリに依つて考案完成されたものであります。數學者兼天文學者たるエーヤリは、かくして文明世界を通じて今日採用されてゐる羅針盤の機械的補償方法の開祖と稱せられるに至つたのであります。

エーヤリにせよ、ケルヴィンにせよ、この問題をかくも見事に解決したにもかゝらず、初めは船舶の羅針盤に關して何等特別の知識を有つてゐませんでした。然し彼等は實際的目的を到達する最善の道は、それに應ずる設備を考案するに當つて、すべからず種々なる條件を科學的に分析すべきものだといふ一事を理解してゐたのであります。勿論、この方法は迂遠ではありませうが、最後に於ては必ず最善なものであるにきまつてゐます。問題が人間活動のいかなる部面に屬するやは問ふの必要はないが、とにかくそれを十分に理解しようといふ考で従事された豫備としての科學的研究は進歩の最も確實な基礎であることは勿論であります。この基礎を缺いたすべての研究または仕事は單に淺薄な經驗的の方

## 科學的分析

## 技術的研究の目的

法、試錯的方法、いはゆる實地的方法であるに過ぎないものです。換言すれば、暗中摸索であるからして、たとひ的にあたることがあつても、あたらない場合が遙かに多き種類の方法に外ならぬものなのです。これに反して、科學が實際問題に適用されるならば、それは最初にいかなることをなさねばならぬかを發見し、然る後にそれをなす最も有効な方法を求めるであります。

いつたい、この實際的な技術的研究の目的は新知識の増進に貢献するにあるのではなくて、専ら新産業を創造するにあると共に、また舊産業をばより高等な、より生産的な形式にまで發展させようとするにあることは多言を要せぬところであります。そしてこの産業進歩の先驅である學術的研究を怠る國家は、商工業界に於ける爭覇戦に優勝なる地位を確立し維持することを得ないものであることも自から明白であります。ビーコンスフィールド卿は嘗て『國家の應用化學状態はその國家の繁榮のバロメーターである』といひ、ジョージ五世は一九〇九年ロンドンに

商工業界の爭覇戦  
ビーコンスフィールド卿  
應用化學  
科學と産業の進歩

開催された應用化學會議に於ける演説の中に、化學が現代産業のあらゆる面に重大な役目を盡してゐることは事實であつて、何事もその基礎根柢として科學的研究を缺いてはならぬ、いはゆる實地的方法なるものは既に廢れ、それに依つて科學的方法が起つてゐるのであるから、曾て吾々の祖先を満足せしめた如き粗笨な方法ではもはや駄目である、科學の進歩に伴ひ行かないやうな産業は必ず忽ちにして衰頽するであらうといふ意味の言葉を述べられてゐます。

### レンズの改良 と英國の競争

光學の應用  
カール・ツァイス  
商會  
エルンスト・アッ  
ペ

科學的理論と實際的方法との共同一致がいかに有利な結果をもたらすかを例證することは容易であります、その最も顯著な實例の一としてこゝに光學の應用について一言して見ませう。一八六三年の頃ドイツのエナのカール・ツァイス商會がエルンスト・アッペに向ひ、顯微鏡の光學的理論を研究することに依つてその改善計畫に助力を乞ふて來た際に、アッペは當時この眼鏡商會の製造した鏡では到底顯微鏡の光學的部分に

### レンズの改良

オットー・シヨット

キャノン・ハーコート

何等大なる改良を施し得べからざるものであることを數學的に證明しました。顯微鏡にせよ、寫眞機にせよ、とにかく、そのレンズに根本的改良を加へるに當つては、先づ豫じめ鏡の製作法に改善を施すの必要がありましたので、アッペはオットー・シヨットと共に一八八一年鏡の光學的性質と化學的構造との關係を研究し始めました。かくして彼等は實驗に依つて、それに他の物質の一定量を加へた上の結果いかなを見定めたのであります。而もこの方法はイギリスには既に小仕掛ではありましたが、キャノン・ハーコートが試験したものと同じものであつたのです。それはとにかく、かくしていはゆる實地的製作法は科學的基礎の上に改造さるべき運命に迫つたのであります。そこで顯微鏡や寫眞器等のレンズ、寒暖計その他特別の目的に添ふところの特殊的性質をもつた鏡を製造しようといふことで、エナに工場を建てたのであります、その工場は遂に世界の鏡製造の樞要な中心地とまでなつたのであります。これを見てもイギリスの硝子製造者や政府が科學的理論に無頓着であつたため

英獨の競争  
寫眞機のレンズ  
ヘルシエル  
ハミルトン  
エーヤリ

に、見す見すドイツにその優勝な地位を奪はれ、イギリスが嘗て最も優勢であつた一の産業を失墜せしめた結果となつたのであります。尙ほまた寫眞機のレンズでも、その製作原理は夙にサー・ジョン・ヘルシエル、サー・ウィリアム・ハミルトン、サー・ジョージ・エーヤリ等すべてイギリス人に依つて確立されたものであります。その原理の意義は本國の實際的鏡製造業者には理解されず、それを實地に應用したものは何れも他國の製造業者でありました。勿論、イギリスの鏡製造業者が奉じてゐた經驗的方法が鏡に關する器械の進歩に著しき或る種の貢獻をなしたことに相違ないが、然し着々たる進歩には必ず理論の指導が必要であるし、理論と實際との密接な關係を明かにする上には、科學的知識を缺いては到底物になるものではないのです。獨創力と發明力との二點に於ては、イギリス人は敢て他の諸國民に劣るものではありませんが、科學的理論に對する彼等の態度はいかにも不遜であるから、その結果は損失を招くといふことにならざるを得ないのです。若しもイギリスが産業進

理論の指導  
携  
理論と實際との提

イギリスの製造業者の缺點

飛行機の原理と應用

歩の先驅者でないとしたならば、それは新しき考案の缺乏のためではなくて、製造業者間に科學的見識の缺けてゐるためと組織的な産業研究の最後の價値を信じないために外ならないのです。

次に近年に於ける飛行術の驚くべき大進歩は、何等科學的研究に負ふところがないばかりか、現に科學者は飛行機の飛行は數學的に不可能であると看做してゐたではないかといふやうなことは往々吾々の聞くところであります。事實、飛行術家は確かにその飛行機の考案を指導すべき科學的原理については殆ど知るところがなく、その改良の如き、從來はいはゆる試錯的方法にのみ依つてゐたことは事實であります。ところが、この試錯法は餘りに多くの未來ある人々を犠牲にして來たのであります。それはとにかく、いはゆる空氣よりも重い機械の飛行といふ問題もまた發明と科學との別々な二つの道から研究されたことは争はれない事實です。十九世紀の初めサー・ジョージ・ケリーは火藥の爆發力を使用した一

試錯法

ケリー

ヘンソン  
ストリングフェロ

模型飛行機  
ペノー

推進機

リリーントール

ビルチャー

カヌート

滑翔機

マキシム

種の機關に依つて驅進されるところの飛行機を考案しました。その後約四十年を経てヘンソンが着手し、彼の友ストリングフェローが完成したものはケリー考案の模型飛行機であつて、約三分の一馬力の輕快な蒸氣機關に依つて運轉されるものでありましたが、これは自由飛行の出來たものといはれます。一八七五年頃、フランスの機械家アルフォンス・ペノーは後尾に推進機を有し、護謨手械に依つて運轉する、有名な玩具の飛行機を造りましたが、これは發動力を利用したものであります。尙ほ一八八九年頃、ドイツのオット・リリーントール、スコットランドのパリー・ヒルチャー、アメリカのオクターヴ・カヌート等も種々實驗したのですが、何れも單なる滑翔機に止まつたもので、風に向つて少しく滑走した後、丘上に沿ふて百碼ばかり空中を滑走しただけで、發動機を使用して飛行機の翼を風に向つて驅進せしめ、墜落を免れしめるやうな仕組にはなつてゐませんでした。一八九四年サー・ハイラム・マキシムは蒸氣機關に依つて運轉されるところの大型の飛行機を造り、十分の速

アーデルの  
アヴィオン機

それに含まるゝ原理

度にて空氣に抵抗して飛翔し得る如きものを案出しました。またそれより少し後れて、フランスのアーデルは彼の飛行機「アヴィオン」號にて約五十碼の距離を飛行しました。

以上の飛行機はこれを一口に技術家の發明または實際的經驗に依つた考案といふことが出来るでせう。即ち、これらは何れも發動力がまだ研究されなかつた以前のものに屬し、ただ實際家が先づその機械を造り、然る後、經驗に依つてその考案の確實であるか否かを決定したに過ぎないものであります。ところが科學者は先づこの問題に含まれる原理を研究し、然る後、いかにせばその原理に應じ得べきかを指示する方法を採るのであります。そしてかかる原理を決定する唯一の方法は、その結果に基いた實驗及び測定によることはいふまでもありません。科學者が實際的に飛行の可能を研究してゐた當時は、一般人は彼等の苦心を嘲笑してゐたのであります。然し今日の飛行術はその實、彼等科學者が得た結果を基礎としたものであることは勿論であります。