

もたないといふことなどに於て結晶固體と異なり、原子論的には寧ろ液體に屬すべきもので、謂はば粘度の極めて高い固狀液體である。之に反して多くの金屬固體等にあつては單一の結晶形を作らないが、實際は多數の微結晶から構成されてゐることも知られた。

以上の外、數種の物質が混合する場合に、各々が分子又は原子の形に分れて混合しないで、或る物質だけがそれ以上の微粒をなして、他の物質内に介在することがある。これ等は一般に膠質(コロイド)状態と名づけられてゐる。

物質の原子は、なほその構成要素としての電子(エレクトロン)の發見によつて更に微小な部分に分れた。電子の發見は物理學の全體に對して劃期的な變化を齎らした最大の出來事の一である。それ以前に於ては、電氣の現象は物質全般に關しては何等か特殊な現象であるやうに考へられてゐたが、電子がすべての物質原子に共通な構成要素である事が示されてからは、電子に關する理論は、物理學上に於て力學が普遍的であると同樣に若しくはそれ以上に普遍的な意味をもち、且つ電子間の電氣力は萬有引力よりも遙かに重要視されるに至つた。

電子の發見は十九世紀の後半に於て所謂眞空放電なる現象の研究の結果であつた。空氣を排除

して低壓にした硝子管の兩端に金屬の極を取付けて之に電流を通ずると、特殊な放電現象の現はれることは既にファラデーによつて注目せられたのであるが、一八五九年にドイツのブリュッカ
ー J. Plücker は所謂ガイスラー管を造つて之を實驗し、次でヒトルフ J. W. Hittorf (獨) ク
ルクス (英)、ゴールドシュタイン E. Goldstein (獨) 等によつて盛に研究せられ、當時極めて不思議な現象として喧傳せられてゐた。この放電に於て陰極から發する陰極線と稱するものが、高速度を以て飛動する陰電氣を帶べる微粒子であることは、一八七四年クルックス W. Crookes (一
八三二—一九一九年) によりて明かにされたが、後に同じくイギリスのトムソン J. J. Thomson
(一八五七—) によりこの微粒子の有する電氣量は一定であり、又その質量の物質原子の質量に
比べて非常に小さく且つ種々の陰極物質から放射されても、その物質の種類に關係なく一定であ
ることが知られた。そこでこの微粒子をすべての物質原子の共通な構成要素であるとする假説が
生れたのである。この微粒子が即ち電子である。

尙電子が物質の窮極的構成要素であることは、一八九六年以來ベックレルやキュリー夫妻によつて發見された驚異すべき放射能の現象によつて益々確實にされた。放射性物質の放射線には α

線 β 線 γ 線の三種があるが、 α 線はヘリウム原子と同じ質量を有し、 β 線は電子であり、 γ 線はX線よりも更に波長の短い電磁波である。

かくして舊時の力學的自然觀に代るものとして、今や電磁的自然觀が高調せらるるに至つた。

物理學方面 (中)

108. 相。對。性。理。論。

十九世紀の物理學は電子に關する幾多の新事實の連続的な發見によつて極めて多事の中に終末を告げたが、二十世紀に入つてはその劈頭に於て理論的に偉大な展開が始まつた。

それは先づアインシュタインの相對性理論によつて實現せられ、ニュートン以後當時に至るまで引き続き順調な發展の徑路を辿つた全理論は根本的な修正を受けることとなり、之がために吾々は以前の物理學理論を古典物理學として取扱ふやうになつた。

電磁說の發展により一八七三年マクスウェルは光も亦一種の電磁波に外ならぬことを結論した

が、次で一八八八年獨のヘルツ H. R. Hertz (一八五七—一九四年) は實驗的に電氣振動による電磁波を發生して、それが光と全く同様の性質を有することを確めた。それ以來光學理論は全くこの電磁論の上に建てられることとなつたが、尙問題として殘されたのは、光及び電磁場の媒質として考へられたエーテルの本質であつた。

オランダのローレンツ H. A. Lorentz (一八五三—一九二八年) はマクスウェル、ヘルツの電磁方程式を電子論の立場から導き出し、更に之を運動物體の場合に擴張して、種々の實驗的事實と一致する式を得たが、その根本的假定としては、空間のなかに靜止エーテルを標徴する一つの立場が存在すると考へられてゐた。そこで何等かの實驗によつて、かやうな靜止エーテルに對する物體の運動を實際に觀測せんと試みられたのである。

その場合に第一に取り上げられたのは光學的現象であつた。そして運動速度の比較的に大きいと見られるのは地球の軌道運動であり、地球の太陽に對する運動速度は平均凡そ光速の一萬分の一である。そこで地球上に於ける光學現象に對し地球の運動の影響がいかに現はれるかが考究された。十九世紀の末に近づいた頃、實驗物理學者の努力は、遂にこの微小な影響の存否を檢察

し得るだけの精密な実験を遂行せしめた。即ち一八八一年に、アメリカのマイケルソン A. A. Michelson (一八五二—一九三二年) は精緻な光波干渉計を製作して彼の有名な実験の最初の試みを行ひ、更に一八八七年にモーリー E. W. Morley と共に、再度のより精密な実験を行った。それは地球の軌道運動の方向に一定の距離を往復させた光と、之に垂直な方向に同じ距離を往復させた光とを互に干渉させることによつて、光が兩者を往復するに差異を生ずるか否かを檢したのである。若し静止エーテルの理論が正しいならば、明かに多小の時間の差を生じ、従つて干渉の有様にその影響を見なければならぬ筈であつたのに、事實はこの豫想を裏切つてしまつた。この実験は、その後もモーリーその他の人々によつて度々繰返されたが、結果は殆んど常に否定的であつた。即ち地球上で觀測される光學現象には、地球のエーテルに對する運動の影響が少しも現はれないことが示されたのである。

このマイケルソン、モーリーの實驗に對してローレンツは理論的説明を試みたが、それは主として事實との一致を目的として立てた形式的關係に外ならず、絶対静止のエーテルの假定の上に立つてゐたのであつた。

ところが獨のアインシュタイン A. Einstein は、このマイケルソン、モーリーの實驗結果に對して全く別の解釋を下した。即ち彼は、エーテルに對する運動の影響を見出すことが出来ないといふれば、光を傳へる媒質としてエーテルを考へることは無意味であると考へたのである。このエーテル否定の思考は一九〇五年に初めて彼の理論の中に取り入れられ、そしてそこに有名な相對性理論が生れたのである。

この思考の要點は、空間に於て絶対静止として意味づけられるやうな基準座標系の實在を認めることが出来ないといふことにある。即ち空間に對する物體の運動といふものは物理學的には無意味であり、物體の運動は常に他の物體に對する相對的な意味でのみ認識されねばならない。之が相對性理論の根本觀念である。

相對性理論に於ては時間及び空間の絶対性を否定し去つて、これ等を相對的なものとして考へるが故に、從來の時間空間の概念に根本的な變革が齎された。尙アインシュタインは力學をも相對性原理と一致するやうに立てようとした。彼はエネルギーと質量とはその本質に於て同一者であると解した。この解釋によれば、物理學上の根本原理と見做されるエネルギー恒存原理と、

質量恒存原理とは同一の起原に歸することが出来るのである。

相對性理論は最初は所謂惰性系に對してのみ形づくられたが（特殊相對性理論）、アインシュタインは更に之をすべての可能な坐標系に對して擴張しようとして苦心し、略十年の後、一九一五年に至つて漸く之に成功した。爾來後者を一般相對性理論と稱へてゐる。一般相對性理論は萬有引力の場を全く空間の幾何學的性質によつて云ひ表はし、そしてすべての座標系の相對性を完全に確立せしめたものである。

アインシュタインは太陽の周縁に接して通過する光線の彎曲角度が凡そ一・七五秒に達することを計算したが、之は一九一九年に初めて有名な天文學者エディントン *Eddington* 等を含むイギリスの日蝕觀測隊により、アフリカ及びブラジルに於ける皆既日蝕の際の太陽附近の星の位置觀測に於て實證せられたことは、著名な事實である。

彼は尙その萬有引力論から、ニュートンの引力法則が第一近似として導き出されることを示すと共に、尙第二近似まで計算して水星の近日點移動（毎百年間の角移動四三秒）を求め、大體觀測と一致することを確めた。またアインシュタインは、この外に質量の大きな恒星から發する光

の波長は赤方へ偏倚することを論じ、その大きさを計算したが、通常の星にあつてはその變位も極めて小さく實測に困難な程度のものであるが、シリウス（天狼星）のスペクトルでは大體豫期の赤方變位が認められてゐる。以上の諸事實は一般相對論の妥當性を示すに十分であることが、一般に認められてゐる。

その後一般相對性理論は宇宙論へ應用された。ニュートン力學の成立のためには無限遠方に於ける條件が假定されねばならなかつたが、實際に於て無限遠方なるものは吾々のあらゆる觀測を超えたものであるから、アインシュタインはこの無意味な要素を理論から取り除かうとした。之がために、彼の最初の萬有引力の場の方程式に新たな一つの項を附加して、空間の擴がりを有限なものとし、すべての物質が空間に一樣に分布してゐると假定して、宇宙を球狀對稱を有する靜的なものとした。

宇宙の形態に關しては、このアインシュタインの解釋の外に、同じ假定から出發してなほ種々の解釋が可能である。その中フリードマン *A. Friedmann*（一九二二年）及びルメートル *G. Lemaitre*（一九二七年）の論じたものは、形體が時間的に變るもの、即ち動的宇宙であつて、物

質が一様の密度をもつ場合に球狀對稱を示すことはアインシュタインの解釋と同様であるが、ただその半徑が増減するのである。ところがウィルソン天文臺に於けるハッブル E. P. Hubble の極めて遠方の星雲のスペクトル線に對する近年の研究によつて、遠方の星雲ほどスペクトル線が著しく赤方に偏倚することが知られたので、星雲は地球からの距離の大きい程大きな速さを以て遠ざかりつつあると解し、ルメートルはこの事實を宇宙の膨脹によるとして説明し、大なる注意を惹いた。爾來この事に關しては尙頻りに論ぜられてゐる。

原子構造論 物質元素に關する近代的知識の始まりは十八世紀の後半であつた。十九世紀の初頭に於て今日の酸素・窒素・水素など既知の種類は凡そ二十餘に達した。爾後漸次に新しい種類の元素が発見せられ、特にスペクトル分析の方法が知られるに至つて、元素の數は益々増加した。

ドルトンの原子説によれば、物質元素はすべて相等しい原子から成つてゐる。彼は化合の法則から種々の元素の原子の質量の比を計算し、質量の最も小さい水素原子を基準として他の原子の質量を云ひ表はさうとした。之が所謂原子量である。今日では水素を1とする代りに通常酸素を

基準として之を16にとつてゐる。

最初には種々の元素の原子量が多くは整数に近い値として見出された。この事實は、當時に於て既に種々の原子の構造の間に何等かの關聯が存するであらうことを豫想せしめたのである。そして英の醫師プラウト W. Prout は既に夙く(一八一五年)一論文を發表して水素原子が他の原子の構成要素であることを説いたのであつた。併しその後発見せられた多くの元素に於て原子量が必ずしも整数でないといふ事實は、このプラウトの假説を忘却せしめ、今世紀に於て同位元素の発見に至るまで約百年間その儘に過ぎたのである。(胃液中に鹽酸を発見したのもプラウトであつた。)

一面に於ては、十九世紀の末に電子がすべての原子に共通な構成要素として発見せられた。そこで原子の内部に電子がどんな有様で入り込んでゐるかを主題として原子構造論が試みられた。

原子構造論を立てるためには、先づ種々の原子の性質上の關係を知つて、之に適應するやうな理論を求めねばならない。かやうな關係に於て最も重要なものは、第一に元素の週期律であり、第二には元素スペクトルの系列規則である。

元素の週期律とは、異なつた元素の種々の性質を比較すると、原子量の増す順に週期的に同様のものが繰返されてゆくことを示すもので、英のニューランズ（一八六四年）、佛のド・シャントルトア、獨のマイヤー（一八六八年）及び特にロシアのメンデレーフ（一八六九年）によつて發見せられたのである。爾來各元素の化學的性質、特に原子價の値が週期的に變り、また原子容・原子熱・沸騰點・融解點及びその他の物理的常數や、光學的性質等が、すべて之に伴つて週期的に變化することが明かにされた。

週期律の發見から少しく遅れて元素スペクトルの系列の發見があつた。各々の元素が氣體の状態で夫々固有なスペクトル線を發することは、ブンゼン及びキルヒホッフ（一八五九年）の研究によつて知られ、この事實を利用してセシウム、ルビヂウム等の如き元素が發見せられ、所謂スペクトル分析の方法が始まつたが、これ等の各元素の發する多數のスペクトル線に一定の關係の存することは、初めてスウァスのバルマー J. J. Balmer（一八八五年）によつて水素の場合に確認された。即ちバルマーは水素のスペクトルの中に、赤から始まつて緑、紫と順次に波長が短くなり且つ次第に強度の弱くなる一群のスペクトル線の存在を認め、この波長が非常に規則的

である事を確めた。次で他の元素に於ても同様な系列規則が見出され、又原子のイオン化状態に應じて夫々固有な系列が現はれ、更に原子に對する電場及び磁場の影響の如きが夫々特殊な効果を示すなど、種々複雑な有様が覗はれる。これ等に關して今日までに知られた知識はかなり豊富であるが、それらは何れも複雑な原子機構を探る爲の有力な資料となるのである。

原子構造の問題を最初に論じたのは英の J. J. トムソン（一九〇四年）である。彼は陽電氣の一樣に分布せる球體の實質内で、或る一平面内に數箇の電子が周廻運動をなすものを考へて、之を原子模型とした。それと殆んど同時に長岡半太郎は、陽電氣の微小な核の周圍を周廻する電子群を考察して、同じく一つの原子模型を案出した。

この間に原子に關する知識は放射能現象の研究を通じて著しく深められた。英のラザフォード E. Rutherford（一九一一年）は物質による α 線の散亂を研究して、それより原子内の陽電氣を帯びる核の及極めて微小でなければならぬことを結論した。この原子核の有する陽電氣量に就ては、イギリスのソドビー F. Soddy 及びポーランドのファヤンズ K. Fajans（一九一二年）は各獨立的に、放射性元素の變脱によりて生ずる元素の化學的性質を研究し、その結果、原子核の陽

電氣量が一電氣素量づつ増減する毎に、週期表に於ける位置が一つづつ原子量の大きい方又は小さい方へ移ることを示した。

この研究は、一方では週期表の同一の位置に原子量の異なる元素の含まれること、即ち同位元素なるものの存在を示したと同時に、週期表の各の位置は、原子核の陽電氣量が一陽電氣素量づつ増してゆくやうな原子によつて占めらるべきことを明かにしたのであつた。それ故、これ等の各位置に對して順次に原子番號を附するならば、この原子番號は同時に原子核の有する陽電氣素量の數を現はすわけであり、そして之はまた核の周圍に散在する電子の數をも現はしてゐるのである。上述の同位元素では原子核の質量は互に異なつてゐても、その陽電氣量が同一であり、従つて周圍の電子數も同一であるから、これ等の電子の排列の如何によるやうな性質、即ち化學的性質や光學的性質の如きはすべて同一に現はれると考へられるのである。

さてこれだけの事實が知られた上で、既知の各元素に對して具體的に原子番號を決定するためには、尙原子番號と共に最も規則的に變るやうな元素の性質を捉へて之を検する必要がある。このことはX線のスペクトルによつて果された。一八九五年レントゲンによりて發見されたX線

は、一九一二年にラウエが結晶板を通してその美事な廻折像を得たことにより、光よりも波長の短い電磁波と見做されるに至り、更にブラッグ父子は一九一三年、結晶面による反射を用ひて結晶格子の分析を行ふと共に、X線の波長の測定をなし、各元素が固有のX線スペクトルを發することを明かにした。そこでイギリスのモーズリー H. G. J. Moseley (一九一三年) は初めて多數の元素についてX線スペクトルを検べた。その後更に精密な實驗によつて各元素のX線の一定の系列を測定して既知の諸元素の原子番號が決定せられ、週期表上で水素からウランに至るまで九十二箇の位置が確定された。

原子構造の理論は茲に第一步を踏み出すことができたのであつた。即ち一九一三年デンマークのボーア N. Bohr は、その卓抜な思考により量子假説を應用して水素のスペクトル線系列を極めて微妙に説明することに成功し、之に基づいて原子構造を詳細に探求した。ボーアの理論は、次で獨のゾンマフェルド A. Sommerfeld (一九一五年) により一般化せられて更に多大の成功を収めることができた。かくしてボーア、ゾンマフェルドの原子模型による原子構造論は種々の事實の説明に成功したが、しかし原子スペクトルの複雑な關係を説明するために漸やく困難を感じ

始め、ここに何等かの新しい理論體系を求めようとするに至つた。

その後原子核外の現象は量子力学の發展によつてよく説明せられるに至つたが、原子核の構造に關する研究は近年の核破壊の實驗が成功する迄は殆んどその手掛りを得なかつたのである。

物理學方面 (下)

20
量子論より量子力学(波動力学)へ。白光が種々の色光に分析せられることは、既に一六六六年ニュートンによつて初めて實驗的に知られ、所謂スペクトルが得られたが、十九世紀の初頭に天文學者として有名なハーシェル W. Herschell (一八〇〇年) 及びドイツの醫者にして化學者たりしリッター J. W. Ritter (一八〇一年) は、夫々のスペクトルに可視的な部分の外に、赤外線(熱線)及び紫外線(化學線)の存することを見出した。光の波動説によれば、これ等のスペクトルの各部に現はれるものは波長の互に異なるものとして解せられ、赤外線から可視光線を通

じて紫外線に至るに従ひ、波長が漸次減少することが示される。これ等を總稱して輻射と名づける。

さて輻射スペクトルに關する知識に於て著しい進歩を見たのは、一八五九年にブンゼン及びキルヒホッフが輻射スペクトルと、その吸収スペクトル(或る媒質の吸質吸収を経た輻射スペクトル)との間に密接な關係のあることを見出した以來である。そして各々の物質が氣體の狀態に於て夫々固有なスペクトル線を示すことや、太陽スペクトルに於て獨のフラウンホーファーの見出した暗線は、夫々これ等を固有輝線として發すべき氣體による吸収によつて現はれることなどが知られ、爾後これ等の知識の應用によつて物質のスペクトル分析の方法が行はれ、また天體分光學の研究が始められるに至つたのである。

その後、種々の物質の示す固有スペクトルの問題は原子構造論の發展に對して有力な資料を與へたが、普通に輻射論と稱するのは、連続的なスペクトルをもつ輻射に於て各波長に對するエネルギー分布を熱力學的に考究することをいふ。蓋しマクスウェルの光の電磁論が確認せられた上では、輻射はすべて電磁波として考へられるが、しかし一方、之が物體に吸収せられる場合には

熱エネルギーに變化し、また逆に物體を熱すると輻射を多量に發するやうになるから、輻射は物體と物體との間に熱エネルギーを運ぶものと見做すことができるのである。

一九〇〇年獨のプランク Max Planck は振動體の輻射及び吸収は不連続的に或る要素的エネルギーの放出及び取得によつて行はれるものとなし、かのエネルギー量子を假定して輻射法則を發表したが、それはエネルギー均等配分則を否定したもので、その中にはプランク自身によつて名づけられた作用量子なるものが含まれてゐた。彼の理論は今日の量子物理学の理論に最初の一步を踏み込んだものであつた。彼の假定した振動體の輻射機構は、最初は單に形式的に輻射及び吸収の不連続性を表はすものに過ぎなかつたが、プランクの法則が事實と極めてよく一致する限りに於て何等か實在的の機構に對應するものでなければならぬと考へられた。しかし之に對する具體的模型を考へることはかなり困難であつた。

輻射論に於てプランクにより導入せられた量子なる概念は實に吾々の物質現象に對する從來の觀念に一大變革を持ち來したものであつた。即ち從來思考せられてゐた物理現象の過程はすべて連続的であるのに反して、プランクの理論はそこに一つの不連続性を導入したものであつて、こ

の不連続性が何によるかといふ疑問は、恐らく物理学の當面した最大の困難な問題であつた。蓋し輻射の問題は微視的な、要素的な原子機構と密接に關聯するものであるだけに一層の困難を感じるのであつた。

元來光の粒子的性質は既に古くニュートンによつて假定されたのであるが、それは本質的には波動として見らるべき現象を粒子の假定によつて解釋しようとする一つの試みに過ぎなかつた。従つてそれは後に波動説によつて換へられたのであつた。かくて眞の粒子的性質は量子現象に於て初めて現はれたのである。即ち一九〇五年アインシュタインは光の現象の説明に量子的の考へを應用して所謂光量子假説を提言した。之によれば光のエネルギーは常に一定の量子から成り、波として無限に擴がることなしに却つて空間的にも限られた一體として進行し、且つ一體としてのみ物質に吸収され、また放出されるとするのである。光の化學的作用や、螢光に於ける法則の如きはこの假説によつて最も自然的に説明せられ、尙この光量子假説を最も有力に證明する事實がアメリカのコンプトン A. H. Compton (一九一三年)、インドのラマン S. C. V. Raman (一九二八年) 等によつて見出された。

光量子説が多くの事實に於て證明されるに従ひ、之と光の波動性との間の矛盾をいかに解くべきかといふ問題が切實となり、何等かの思考革命が必要となつた。ところが圖らずもフランスのド・ブローイー L. de Broglie (一九二五年) は物質粒子と波動との間に實に思ひがけない關聯の存することを示し、この思考は獨のシュレーディンガー E. Schrödinger (一九二六年) によつて大に發展せられて、遂に量子の祕密を解く一つの有力な鍵が與へられた。シュレーディンガーは、その理論を波動力學と名づけたのである。

ところがその後驚くべきことには、電子が實際に波動性を有することが實驗的に示された。かくして物理學に於ける非常な難問であつたところの粒子性と波動性との間の矛盾が取除かれ、却つてそれは相補性の表現であり、夫々實在的對象の或る一面のみを見てゐるに過ぎないので、實際には同一の性質に歸着させられることが知られるに至つた。

この波動力學に於ては、普通の力學で論ぜられる個々の粒子の運動徑路、從つてボーア、ゾンマフェルドの理論にも現はれてゐる電子軌道の如きは全く姿を隠してしまつて、單に波動の集束のみが時間空間的に追隨せられるに過ぎない。そして原子内の電子については、波動方程式の固

有値として見られるエネルギーの値によつてのみ、その安定状態が規定せられ、從つてそれがどんな軌道を描くとか、軌道間の轉移がどうであるとかいふやうなことは、全くそこに現はれてゐない。

このことは新らしい量子論にとつて最も重要な點であり、新量子論の成功は、電子の個々の運動の記述を見棄てて之に代るべきものを採り上げたところにその核心を見るのである。何故にかやうな記述轉化が必要であつたかに關しては獨のハイゼンベルグ W. Heisenberg がその理由を最も明晰に説明した。彼によれば、抑も電子の軌道運動の如きは、原理的に完全には吾々の觀測することの出来ないものである。例へば之を觀測するための一つの具體的な方法として、電子に光をあて、それからの散亂によつて電子の位置を見ようとする場合に、位置測定を出来るだけ精密ならしめるには充分に波長の短い光を用ひねばならず、かやうな短波長の光に對しては電子は光の衝擊により動かされてしまふ。從つてこの場合に位置及び運動量の測定に對して如何にしても避けることの出来ない不確定の範圍がある。之は測定の方法や、器械の不適當な故に起るのではなく、却つて操作そのものに伴つて對象の上に現はれる變化に歸せられるのである。ハイゼ

ンベルグはこの事を不確定性原理と稱へたが、これは量子論に於ける最も重要な新らしい概念と見做されてゐる。

量子現象に於けるこの不確定性は、観測される対象と、観測手段として用ひる対象との間の相互作用に由来する。そしてこの事情は、対象が共に窮極的な要素であることによつて如何にしても原理的に避けることが出来ないやうになるのである。即ちかやうな対象の純粹に客觀的な状態は観測不可能であるといはねばならない。勿論ここで対象状態といふのは、その時間空間的記述を指してゐるのであり、且つ観測不可能といふのは、例へば位置及び運動量の如き一對の量の値を確定的に與へることの不可能を意味する。このことは、現象が時間空間的にどんな過程をとつて進むかについて確定的に知ることが出来ないといふことで、從來吾々が物理学上で因果律を話す場合に、或る過程の時間空間的進行の確定性を因果關係として解してゐた上からいへば、量子現象に對してはかやうな古典的な狭い意味の因果律は成り立たず、之に代る確率的法則が成り立つのである。しかし物理学としては物理法則の形式が變るだけで、自然現象の法則性を疑ふ必要は勿論ないのである。また微視的対象（直接観測し得られない対象）に對して古典的な因果律

が成り立たないからといつて、巨視的現象（観測し得る大きさの現象）に於ける通常の因果律が影響を受けるといふことは全くないのである。

かくの如く要素的な微視的対象に關しては、巨視的な物體に於けると異なりて、常に不確定性を免れず、そしてこの不確定性は吾々がかやうな対象の状態に對する或る確率をしか知ることが出来ない故に起るのであると解せられるやうになつた。そして例へば實驗的に電子の波動性が現はれるといふのは、かやうな確率通りに多數の電子が各々の場處に到達することを示すものと解せられるのである。かやうに見れば電子の粒子性といふのは形體的に之が粒子であることを意味するのではなくて、單にそのエネルギー及び運動量を考へる場合に、之が粒子に於て見られるやうな恒存則に従ふことを表はすのであり、また電子の波動性といふのはエネルギー及び運動量の空間的分布の確率が波動的にいひ表はされることを意味するのである。そしてその量は互に相補的關係にあるのである。

量子論に於てシュレーディンガーの波動力学の他に、ハイゼンベルグによりて提唱せられ、獨のボルン M. Born 及びヨルダン P. Jordan の協力によりて完成された他の理論、即ちマトリクス

力學なるものがあるが、更にイギリスのディラック P. A. M. Dirac はこの兩形式を包括する一般的の理論體系として、量子力學を建設することに成功した。量子力學では、電子の旋廻を理論に取り入れようとするに當つて、シュレーディンガーの波動方程式を更に擴張する必要に逼られ、そこでディラックの相對論的電子論（相對性量子力學）を生むに至つた。

ディラックの電子論は種々の成果を収めたにも拘はらず、この理論に従へば、電子が負の運動エネルギーを有する状態が許容されるといふので、この事は理論上の一つの困難と見られてゐた。ところがその後一九三二年に至り、アンダーソン C. D. Anderson は宇宙線のウィルソン霧函による研究中圖らずも陽電子（ポジトロン）を發見し、ディラックは却つてその理論を以て陽電子の發生を説明したのであつた。この陽電子は一般に原子核又は他の電子の附近に於てのみ發生し、普通には短かい壽命をもつに過ぎないとせられてゐる。

かくて今日の量子力學は多くの問題に對して實に異常な成果を收め、初期の量子論に含まれた多くの矛盾を一掃することが出來た。しかし之によつて理論上の困難が全く解消したわけではなく、物質とその場との交互作用に關する問題は最大の困難として殘されてゐる。電子の電磁場は古典理論ではマクスウェルの電磁方程式で與へられるが、之を量子力學の思考と相容れるやうにするためには如何に改むべきかといふことが重大な問題で、之は量子電磁力學なる名稱の下に取扱はれてゐる。

原子核の物理學 物質の構造に關しては、既に分子より原子に入り、原子核外の電子の現象は量子力學によつて本質的に説明された以上、最後に原子核内の構造に迄立ち入る必要があり、最近に於てその研究は顯著なる發達を見るに至つた。

先づ原子核の重要な要素としてその質量について考察すると、電子の質量は非常に小さいから、原子の質量即ち原子量は全體に於て原子核の質量に關するわけである。しかし從來化學に於て元素の原子量として測定せられたものは、元素を形成するすべての原子の平均の質量をいひ表はすものであるから、實際上同一元素の原子が悉く等しくないならば、個々の原子の質量とは異なるわけである。それ故に、同一元素の原子がすべて互に等しいか否かが重要な問題となるのである。

古くは同一元素の原子はすべて等しいことが殆んど當然の如くに假定せられてゐたが、この假

定の正否を實證することは非常に困難であつた。それは原子の實在は漸次に確認せられても、個々の原子の質量などを檢することは到底不可能であつたからである。そこで多數の原子の平均ではなくて、個々の原子が別々に示すやうな現象を捉へて之に對する判斷を得なければならぬわけである。かやうな現象として知られたものは放射能現象であつた。即ち放射能によつて元素が變脱してゆくのは、個々の原子が夫々一定の放射線を出して崩壊してゆくのである。一つの變脱過程は個々の原子の變化過程を示してゐるのである。この現象の研究から、多くの放射性元素の中に所謂同位元素なるものの存在することが知られた。同位元素とは、化學的性質は同じで、しかも原子量の異なるものをいふのである。放射性元素はその變脱系統に従つて、ウラン・ラヂウム系、トリウム系、アクチニウム系の三種類に分れてゐるが、これ等のものの最後の生成物は何れも鉛の同位元素で、即ち鉛と同一の性質を有し、しかも原子量は異なつてゐる。この事實は、化學的に同一の元素と見做されても原子量の異なるものが存在し得ることを示した最初のものであつた。

放射性元素以外に於ける同位元素の發見としては、一九一二年にJ・J・トムソンは初めて陽

電氣線分析の方法により、ネオンに原子量二〇及び二二に相當する原子の存在を示した。この研究はそれ以來英のアストン F. W. Aston によりて續けられ、すべての元素に對して夫々數個の同位元素の存在することが知られるに至つた。かくて一九三二年アメリカのユージー H. Urey は、水素の同位元素たる重水素並びにその化合物としての「重い水」を發見した。

同位元素の各々の原子量が一般に整数に近いことは頗る注目し得る事實で、ここに以前のプラウトの假説、即ち水素原子が他の原子の構成要素であるとの假説を復活させることが可能となつた。この假説を困難ならしめたのは、普通の元素の原子量の中に整数から著しく外れるものも多くあるためであつたが、これは今日から見れば種々の同位元素の原子量の平均を示すに過ぎないからである。この平均原子量が常に殆んど一定してゐる事實は、自然界に於て各同位元素が一定の割合に存在してゐることを示すものである。之は原子核生成の問題にとつて重要な事柄であるが、それと同時にすべての原子の核が水素原子核から成つてゐるといふことは疑ひを容れ得ないやうになつた。ここに於て原子核の構成要素として、陽電氣を有する水素原子核が考へられ、之を陽子（プロトン）と名づけた。

さて核の構造理論が未だその緒に就かない間に、原子核破壊の實驗が漸次に成功して種々の新事實が発見されるに至つた。元來化學に於て元素の考へが確立して以來、元素は決して變らぬもの、従つて原子も不變のものと思はれてゐたが、この考へは放射性元素が放射線を出して他の元素に變ることが知られて以來改めなければならぬこととなつた。そしてこの放射性元素の變脱は原子核が自然的に崩壊する現象と見做されるが、之には溫度その他の影響が殆んど見られないので、人工的に原子を破壊することは全く不可能とせられてゐた。人爲的に原子破壊を行ふにはより強力な手段を必要とするのであるが、最初にその實驗に成功したのは、ラザフォード（一九一九年）である。彼は窒素・硼素・弗素・ナトリウム・アルミニウム等の軽い原子に高速の α 線を衝突させて陽子の放出を見ることが出来た。この實驗は α 粒子の速度を大にすればする程有效となるが、それには實驗的裝置の進歩が必要なので、そのために十年餘の時日が費された。そして一九三一年に至りボーテ W. Bothe は數百萬ヴォルトの電場を用ひて α 線を加速し、ベリリウム原子を爆撃して超 γ 線の放出を認め、且つ爆撃後にベリリウム原子は質量數一三の炭素原子に變ることを認めた。

この現象に關しては、引續きパリーのラヂウム研究所に於てジョリオ Joliot 夫妻（夫人はマリ・キュリーの女）の精密な研究が行はれ、ベリリウムから放出される γ 線を更に水素原子核に衝突させると、之に大きなエネルギーを興へる事實が明かにされたが、チャドウィック J. Chadwick はこの際ベリリウムから放出されるものは、原子量が略水素原子核と同様な、しかも帶電しない中性の粒子、即ち所謂中性子（ニュートロン）であることを示した。この中性子の発見は、原子核の構成要素として陽子の外に、更に一つの要素を追加した點で甚だ重要である。

その後原子核破壊の實驗は益々盛んに行はれるやうになつた。その一つの方法は高速イオンによる核の人工破壊である。初めて直流高電圧を作り、陽極線を加速して核の人工破壊に成功したのはケンブリッジのロックロフト J. D. Cockcroft 及びウォルトン E. F. S. Walton（一九三二年）である。氏等は最初二十萬ボルトの變壓器を用ひ、六個の蓄電器と六個の整流器とを用ひて高電壓を得、之で陽子や重水素の陽極線を加速して人工破壊をすることが出来た。イオン流を加速する今一つの方法は、米國加州の壯年學者ローレンス E. O. Lawrence の始めたもので、一回に加速する電壓は割合に低く、何度も繰り返して加速することによつて高速度を得ようとするもの

である。そのために最も便利な方法は、巨大な電磁石を使ふサイクロトンの方法である。イオン流の粒子としては、通常陽子及び重水素核が用ひられるが、之によりて破壊される物質は非常に多し。

α 粒子及び高速イオンによる核の人工破壊の外、中性子による核の轉換を初めて試みたのはフザー N. Feather である。軽元素核は中性子に衝撃されて α 粒子又は陽子を出すものが非常に多いが、原子番号の比較的大きい核は單に中性子を捕へて質量数の一つだけ大きい同位元素の核となる場合が多く、その際餘分のエネルギーは γ 線となつて射出される。尙イタリーのフェルミ E. Fermi は一九三三年パラフィンの如く水素を澤山に含んだ物質を通過した所謂緩中性子は核に變化を起す確率が非常に大きいことを見出し、この緩中性子を用ひて六〇種以上の元素を人工的に轉換させることに成功した。最近ではウラニウムやトリウムに中性子をあてると、その原子核が大きく二つに分裂することが、ドイツから報告されてゐる。

原子核の人工的破壊によつて生じた核には、天然に存しない同位元素が多いが、その中には或る放射線を出して自ら崩壊するものがある。かくの如く核の人工轉換で出來た放射能を人工放射能といひ、ジョリオ夫妻が最初に発見したものである。即ち一九三四年ジョリオ夫妻は α 粒子を以て Al・Mg 等を爆撃する際に、 α 粒子をあててをやめても尙暫らくの間陽電子を放出して安定な核となることを見出した。

この人工放射能の現象は、最初は軽い元素に於てのみ知られたが、爆撃に用ひる α 粒子や、二重子や陽子はいづれも帶電粒子であるに反し、荷電を有しない中性子を用ひると遙かに有効であることがフェルミによつて示され、遂に大多數の元素に於て人工放射能を結果せしめることに成功した。特にウランに對して之を行つた結果は、從來自然的に見出されない原子番号九三及び九四の元素をも得るに至つた。

これ等の實驗により多數の新らしい放射性元素を人工的に作り出し得たのみでなく、之によつて核の構造に關する知識は少なからず進歩させられた。今日に於ては、核は陽子と中性子とより成り、電子は核内には存在しないと一般に信ぜられてゐる。陽子及び中性子の質量は實驗的によく知られてゐるから、この陽子と中性子とが何個か集まつた核の原子量は計算で豫測出來るのであるが、實際測られる原子量は計算値より必ず小さい。かやうな差は一般の原子に於て見られ、

質量缺損と稱せられてゐるが、このことは陽子と中性子と結合する際にエネルギーが發散されて質量の減じることを意味する。このために核は安定なのであつて、この核を破壊するためには、少なくとも結合のエネルギー以上のエネルギーを加へなければならぬのである。

核の中には電子はないと考へられてゐるが、それにも拘はらず核からはβ線即ち電子が出る。之は核を出る瞬間に創造されるものと考へられるのである。そして中性子は電子を出すことにより陽子に變り、陽子は電子を吸収することにより中性子に遷移するものと考へられてゐる。即ち陽子と中性子とは同じ粒子（重粒子）の異なる状態と見られてゐる。

尙核内ではエネルギー及び運動量の恒存が必ずしも常に成立しないといふことが屢々推察されたが、現在では中性微子（ニュートリノ）の假定の下に漸次その恒存の成立が證明せられるに至つた。

宇宙線の問題 宇宙線の研究は最近核の問題と關聯して盛んになつて來た。宇宙線發見の端緒は、地上に於て自然イオン化が如何にしても防げないことにあつた。之は地殻中に含まれてゐる放射性物質の影響と考へられ、従つて大氣の上層に於てはこの自然イオン化はなくなるであらう

と思はれた。そこで一九一一年頃アメリカに於てヘッス J. H. Hess は氣球によつて上空大氣の自然イオン化の率を測つた。ところが地上約三「キロメートル」の邊までは實際段々に自然イオン化が減じたが、それより上では豫想に反して却つて段々にイオン化率が増したのである。この結果、地球外から非常に貫徹力の強い、イオン化能力のある放射線が來てゐることが見出され、之を宇宙線と名づけたのである。宇宙線を測る方法は、原子核の實驗の際に放射線を測る方法と大體同様であるが、特に宇宙線獨特の装置は、大きいイオン化槽で出来るイオンを自動的に記録する装置である。その他、計數管や、ウィルソン霧函は盛んに宇宙線の研究に用ひられてゐる。

宇宙線の本質が何であるかは永い間の問題である。この問題を解決するために地球上の緯度による宇宙線の強さの分布を測つて、それより宇宙線に對する地磁氣の影響の有無を知らんとし、學者は協力して宇宙線の地理的分布や、高度による分布を調べた。その結果は、海面上で南北緯度六〇度位の間はそれ以上の緯度のところよりも宇宙線が約一五%少く來てゐるといふ成績が得られた。このことは一次宇宙線が地球の磁氣によつて多少曲げられて南北兩端に集まることを示すものである。これ等の事より少なくとも一次宇宙線の一部は或る帶電粒子であり、それは恐ら

く電子であると推察されてゐる。しかし一次宇宙線の全部が電子であるわけではなく、いろいろの現象より見て、その中の六分の一位は電磁波が含まれ、他は全部高速電子であると見られてゐる。中性子はその中に含まれてをらぬらしい。

宇宙線の本質は何であつても、大氣中に入つた後には空氣中の物質に作用して二次的の電子を放出する。これ等の電子は皆イオン化能力を持つてゐるから、宇宙線は大氣中に入ると先づイオン化能力が増し、次でこれ等の電子は段々に吸収されるために、地表に近づくに従つてイオン化能力が減じてくるのである。

宇宙線に關聯した實驗中最も興味あるは、陽電子の發見、シャワー現象並びにU粒子の發見である。就中陽電子は一九三二年米國のアンダーソンが巨大な電磁石の中に霧函を入れて宇宙線の電子の寫眞を撮つてゐる中に發見されたものである。また電離函で宇宙線による電離を觀測すると、時々瞬間的に夥しいイオンが出来ることがあり、また霧函で宇宙線を觀測すると、時々非常に澤山の飛跡が見える。これがシャワー現象である。このシャワーは如何にして起るかは永い間謎とされてゐたが、最近シャワーを起す宇宙線は、高速電子か又は高エネルギーの電磁波なること

有する一つの融合細胞を生じ、それより新らしき生物が發生し生長するのである。かくして染色體內に坐する素質は受胎作用によつて組合せられ、その際もし等しい受胎細胞が融合する時は單一な素質内容を有する生物を生ずるも、然らざる場合には交叉組合せが行はれて、それは個體生活を通じて保持せられる。後になつて再び生殖細胞の形成が始まる際にも分配が規則正しく行はれて、常に完全な一組の染色體が生殖細胞内に達し、しかも組の内部で母方の染色體と父方の染色體とからの任意の組合せが現はれ得る。それと同時に、母と父とに由來せる染色體の素質内容も亦自由に組合せられるわけで、實際上すべての算出し得べき組合せが期待し得る數の關係に於て現はれる。しかし各々の染色體内には多數の素質が存在するから、素質は組の中の染色體と同數の群に繋ぎ合はされて、所謂リンケージ（聯繫）群として遺傳することが知られてゐる。一面に於ては同じ染色體內にある素質も分離して分配せられたり組合せられ得ることが觀察されてゐるから、従つて染色體の個々の部分をその遺傳因子と共に交換せしめるところの或る現象が存在しなければならぬ。かかる作用を一般に乗違または交叉と呼んでゐるが、恐らく染色體は生殖細胞形成の一定の時期に斷片に分れ、そして同種の染色體の相當せる斷片が一對づつ交換せられ

るらしい。この交換現象の行はれることは實驗によつて證明せられたのであるが、この現象の詳細な分析は、今日の生物學者に課せられた問題の一である。

既に遺傳因子の位置は知られ、遺傳法則の基礎をなせる分配現象も明かにされた。祖父母より兩親の體內に來る素質はこの分配現象によりて自由に組合せられ、偶然法則により整理せられて子供に出現しなければならぬ。それ故に祖父母の遺傳質と、兩親の生殖細胞形成の際に於ける分配機轉との結果が子供へ遺傳するのである。この遺傳因子の位置及びその分配され方は、數百種の種々なる植物及び動物並びに人間にありても一般に闡明されたといつてよい。そこで次に來る問題は、遺傳現象に他の細胞成分が關與するか否やの問題であるが、或る遺傳的に定められた性質を有する原形質も亦、多くは母から次へ與へられて、恐らく遺傳現象に關與するらしく、また植物に於ては葉綠素を包含せる一定の成形體も他の遺傳要素として加はつて來るらしいことが漸次判つて來た。

遺傳因子は何であるかは未だよく分つてゐないが、それは極めて微量で、しかも驚くべき作用を有する一定の特殊な物質である。最近レントゲン線やその他のものを遺傳因子に作用せしめる實驗により、分子結合を有する個々の部分であることの根據が得られたが、かかる研究には尙多大の收穫を期待し得るであらう。

遺傳の染色體説は今世紀の初頭に於て殊にドイツのボヴェリ T. Boveri (一八六二—一九一五年)の研究によつて事實らしくなつたが、その後久しい間他の研究者によつて激しく攻撃せられたのであつた。しかし今日では既に否定する餘地のない確固たる定説となつてをり、この説は吾に遺傳質の位置及び分配を明かにした。しかしながら遺傳因子は細胞の核内にあつて如何に作用するのであるか、いかにして遺傳因子はその驚くべき影響を與へ得るのであるかは尙一つの大なる疑問である。この問題については多くの研究者が實驗してゐるが、就中「かさのり」についての優れた實驗によると、恐らく遺傳因子から細胞内に有効な物質が出て、種々なる現象に對し操縱的に作用を及ぼすものらしい。しかしながら各細胞内に存するすべての遺傳因子が、すべて同時に相互的に作用しないで、常に相前後して最も精密な規則正しさを以て作用を操縱するのは、抑も如何なる理であらうか？ それは各々の發生現象に於ける所謂決定の問題であり、ここでは遺傳の方面からこの問題に遭遇するのである。その闡明こそは實に遺傳なる現象の完全なる理解

を意味するのであつて、それは今後の研究によつて解決せらるべき問題に屬する。

遺傳現象の基礎はいふ迄もなく受胎及び生殖細胞の形成であるが、その前提となるものは、性的分化、即ち生物の性であり、それ自らも亦遺傳現象によつて次の世代へ分配され整理されるのである。この性遺傳の現象はドイツのコレンス C. Correns、ハールドント R. Goldschmidt 及びハルトマン M. Hartmann によつて生物學中最もよく研究せられた部門に屬する。性の一般學說によれば、各々の細胞内又は各々の生體內には兩性を生ぜしむる素質が存在する。そしていづれの性が外面に現はれるかを決定するものは、或る場合には個體發生の行はれた外的條件がいづれかの素質を發展せしめるためであり、他の場合にはこれ等の素質の比較的の強さであつて、それが共に働く際にいづれかの一つが優勢を示すによる。しかしながら多數の動物及び高等植物並びに人類にあつては、一對の特別の素質が形成せられて、このものが性分化についての最後の調節を行ふ。この素質對の中或る一つの性（多くは女性）に於ては二つの同じ素質が存し、他の性（多くは男性）にありては一は男性、一は女性の素質が含まれてゐる。それ故に前者の生殖細胞は女性を決定する素質のみを持ち、他の生殖細胞は、半分は男性、半分は女性を決定するこ

ととなる。かくして自由な組合せにより、次の世代には再び五〇%の女性と、五〇%の男性とを生じなければならぬ。これは性決定の根本原理であるが、生物現象によくある如く、之にも様々な變更が起り得るものである。尙この點に關して、最近ハイデルベルヒカライザーウ・ヘルム醫學研究所のクーン R. Kühn は雌雄の性を決定する化學的特殊物質について報告してゐるが、之は頗る注目すべきことといはなければならぬ。

遺傳研究の急速なる發達は、他の領域をも共に進歩せしめた。遺傳因子の分配が細胞核の分裂現象及び染色體の分配と關聯してゐることが知られたから、當然染色體の微細構造についても特に深き分析が行はれた。即ち多種多様な核分裂現象は詳細に分析せられ、染色體發生の順序並びに紡錘體装置による染色體分配の根本原理は明かにされた。染色體の微細構造としては一般に螺旋絲説が信ぜられてゐるが、之については益々新らしき驚嘆に値するものが示され、猩々蠅についての近年の研究により染色體內に於ける遺傳因子の座も明示せられるに至つた。

遺傳研究と密接な關係にあるは發生生理學である。これ遺傳因子は發生過程に作用して初めて表現される故である。植物と動物とではその體制の異なることと關聯して、發生現象の相違が特

に顯著であるから、従つて發生生理學構成の徑路も亦非常に分れてゐたが、遺傳研究の進歩に連れて漸次に植物及び動物の發生に關する根本問題が研究されるやうになつた。その主要な問題は分化現象の原因に關する探究である。

先づ植物にあつては、その發生の方法が動物と異なつて、分化は外部に向つて行はれる。即ち外に表面があつて絶えず外方に向つて生長し、古い部分は分化を終り、常に幼若な生長器管から新しい部分を生ずるのが特有である。そして植物の發生は外的條件によつて特別の影響を受けるから、従つて植物發生生理學に於ては、外的條件の作用に關する研究が常に大なる範圍を占めてゐるが、遺傳との關聯が示されて以來は、遺傳因子に對する外的條件の作用が研究の前面に立つに至つた。この點を深く探究して、生物の體內、即ち細胞そのものの中に於ける遺傳因子の作用を解明せんとする試みは未だ多くないが、この方面に於ては今後の進歩を期待し得るであらう。

最初植物に於ける發生生理學的研究は、全く別の方面から鼓舞された。既に獨のザックス J. Sachs (一八三三—一八七七年) は所謂器官形成素なる特殊物質の概念をもつてゐたが、ハーバーラ

ント Haberlandt は初めて分裂を起す物質の作用を證明し得てこの假説を實證し、之はやがて最近に於ける植物學の最も輝かしき領域の一たる特殊物質の研究へ導いた。就中發生現象にとつて特別の意義あるは生長素の研究である。

一般に植物の發生は勿論生長を伴つてゐるが、特にウエント Went 及びその學派は、極めて微量に生長點に存し、そのところより下方に移行して生長に影響を與へる特殊物質の證明に成功した。ところがオランダのキューゲル Kogl はこの特殊物質を結晶として得、之を化學的に闡明した。この場合に見出された特殊物質即ちアウキシンは植物細胞の延伸生長を促すものであるが、このアウキシンなる生長素及びその他の之に類似するものは、果して如何に作用するのであるかは未だ明かでない。このものは細胞壁の延伸生長に影響を與へるが、細胞質に對しても作用するか否やはまだ知られてをらぬ。この生長素の外に、キューゲルは細胞分裂に影響を與へる他の物質を促し、ウエント Went jr. は根を形成する物質を分離しようと試み、またフィッティング Fitting は細胞内に於ける原形質の流動を決定する物質を見出さうと努めた。尙ヘンメリング Hämmerling が「かきのり」について證明した有効物質や、バルトマンが種々なる下等藻類に於

て性物質として見出したところの特殊物質を想起するならば、これ等特殊物質の知見によつて一段の進歩が齎らされることを豫想し得るのである。そしてもしこれ等の特殊物質と、遺傳因子内に於ける特殊物質との關聯が示されるならば、初めて一つの廣い新しい研究領域が展開せられるであらう。

生長素の研究は尙他の領域に對しても意義がある。植物の生長は屢々運動現象を伴つてゐるが、植物の器官が光や、重力や、その他の外的條件に適合するのはこの運動によつて行はれるのであり、またそれは完成した植物の姿にとつても重要である。この運動は外界の作用たる所謂刺戟によつて起るもので、植物の刺戟生理學はこの運動の分析を意味するのである。かかる刺戟現象の一は光の刺戟に對する反應で、周知の如く萌芽は彎曲して光に向ふものである。その際光は刺戟として作用し、その結果が定型的な刺戟運動となるのである。そしてこの刺戟運動は一側性の生長によつて行はれるのであるから、従つて生長素の研究と關聯するわけで、即ち側面を照した光によつて生長素が陰影の側へ偏向し、そのところにて旺盛な生長を促がすことが明かになつた。器官が光の方へ向つて彎曲するのも同理によるのである。かく光の刺戟によつて彎曲する現象は、特殊物質が一側に對して作用することに基因するのであるから、植物の刺戟運動は原則的に一般發生生理學的問題に關聯をもち、それは更に特殊物質の發見によりて闡明せられ得るのである。勿論生長に伴ふ彎曲の外に尙他の複雑な刺戟現象もあり、一方、光による生長時彎曲は生長素の偏向によつて未だ完全に解明し盡されたわけではないが、兎に角謎に包まれてゐた刺戟現象がかかる方面より解釋せられるに至つたことは、最近に於ける生物學の顯著なる進歩の一に算してよゝ。

動物體に於ける發生生理學的研究は別の徑路を歩んだ。動物では、植物と異つて分化は主として體内面の構成を意味し、そして一般に動物體内に於ては、全生體が完全に分化し終るまで到處で形成と變形とが同時に行はれる。この現象の分析は、特に兩棲類の胚や、海膽などについて行はれ、早期に發生する胚について實驗的に個々の細胞群或は組織部を互に分離するか、或は再び他の排置に組合せてその發生力を検査するによる。その際或る型に於ては、個々の胚領域は早期に互に無關係に發育して夫々の部分片になるが、しかし多くの場合には、複雑な調節や、個々の部分間の相互的影響が行はれることが見られた。そして或る部分は組織形成中心或はシュペー

von H. Spemann の所謂オルガニザトール（組織形成體）としての機能を發揮し、そのところより「分化を起す流れ」が出で、他の組織に波及してその發育を一定の方面に向けしめることが知られた。

從來はかくの如き動物體内に於ける調節現象は、植物の如く外的條件から著しい影響を受けるものとは或る程度まで異なつてゐると考へられてゐたが、最近の研究によるとこの二つの領域に於て問題は再び著しき接近を示すに至つた。即ちホルテレーター Holterer 等のオルガニザトールの作用の本態についての詳細な研究によつて、恐らくこの組織形成中心からも一定の物質が近接組織中に侵入するらしいことが示された。動物の發生機轉に關する詳細な研究は特にシュペーマンによつて行はれ、動物に於ける分化現象の本態について多くの事項が明かにされたが、今後の進歩はこれ等の有効な特殊物質の發見に求めねばならない。嘗て一九〇一年に高峰讓吉（一八五四—一九二二年）が牛及び羊の副腎中にアドレナリンを發見して以來、特に動物體内に於ては、一定の器官を形成するための、且つ種々な作用を調節するための各種のホルモンが知られてゐるが、成長した生體内の一定の腺から大量に産出されるところのホルモンより、オルガニザト

ールとしての作用を呈する特殊物質を経て、細胞内に於て作用するところの遺傳因子に至るまでの間には、實に各生體の發生を支配するところの多數の物質の列が存在するのである。

比較形態學及び發育史 は今迄述べた領域とは稍趣きが異なつてゐる。この方面に於ても既にあらゆる業績が成し盡されたわけではなく、多くの生物群については今日も尙精細な發育史的分析が缺けてをり、時折幸運な事情によつて材料が集められ、それによつて缺陷が填められてはゐるが、しかし原則的な問題は既に解決されたといつてよい。

分類學 も亦之と類似な状態にある。今日生存する生物を組織的に記載することは、生物學のあらゆる分野にとつて、頗る大なる意義ある問題であり、それが根本的に行はれるほど、遺傳學者・生物地理學者及び進化學者の研究が進捗するわけである。地球上には尙多くの調査を必要とする地方もないではないが、文化の發達した地方では、野生の動物及び植物の調査は殆んど完全に行はれてをり、既知の生物と原則的に異なつた生物を發見することの非常に稀であるところから見ても、既に如何に根本的に地球の探求が行はれたかを知ることが出来る。そして大多數は長い間知られてゐるものの變異である。中央アジア山脈、アマゾン河の水源地、或はニューギニア

の内地のやうな、未だ最も研究せられない領域でさへも、今迄にただ僅かの原則的に新らしいものを提供したに過ぎない。それ故に生物學的分類の整理も、久しき以前から大綱は出來上つてゐるのである。しかし現存せる生物の組織的な記載が進捗すると、更に進んで新しき見地、即ち個々の種類の相互的關係やその地理的分布の點から、分類學を最も適切に作り上げようとする努力が現はれてくる。従つて分類學の發達につれて、生物地理學及び種の成立に關する問題が起つてくるのである。

地球上に於ける生物が特有な分布を示す原因の探究は、既にダーウィンの時代以來最も盛んに行はれた問題の一つである。或る一定の産地に於ては、統計的測定法によりてその特有な代表者と見るべき主型と、多少とも偶然的な隨伴型とを知り得るが、かかる植物及び動物群落の保存せられるのは、特にその地方に於ける氣候的關係・物質代謝生理學的條件並びに群落をなせる個々の生物相互間の影響によつて決定せられるのである。かかる群落に於ては往々一つの均衡状態が現はれて群落そのものが比較的永く保存せられるが、他の場合には群落は一定の期間存続して分離する。

しかし一般に或る地方に於て、一定した型の植物及び動物を見るのは全く他の原因、即ちその地方に起つたあらゆる地質學的變化によるのである。例へば中央ヨーロッパ地方に於ては、第三紀の終りには、比較的温かい往々亞熱帶性の氣候が存在してゐたから、全くこの氣候に相當する型の植物及び動物が繁殖生存してゐた。しかるに律序的に氷が増加し、氣候の著しき悪化が起つて、氷期の襲來する度毎に温暖を好む生物の存在は減少し、ただ僅かの残りが所謂遺留生物として當時からアルプス及び中央ヨーロッパの他の場所に殘存したのみである。この氷期の間に元の極地型とアルプス型との混合が行はれた。次で氷の減退後は、種々の型のもが東方及び西方の避難所から移住し始め、氣候の再び温暖になつた結果、再び極地及びアルプスの生物が今日の溫和なる中央ヨーロッパの低地へ入り來つた。かやうにして或る一地方の生物は時代の經過中にその地方に起つた各種の氣候的條件の結果として存在するのである。かくして氣候的條件は生物の減少及び再移住・混合及び分離を決定するもので、それに現に働きつつある産地の狀況と生物相互の影響とが加はつて、今日吾々の見るやうな動物及び植物の群落が形成されるのである。それ故に長い間孤立してゐた島或は高山に、その特有な地方的植物及び動物が生存するのは當然のや

うに見える。中央ヨーロッパが氷期の荒廢作用の後に頗る僅少な地方的植物を有し、一方、長い時代を通じて生物の發生が毫も妨げられなかつた中央支那の連山や、或は南アフリカの草原地帯では非常に種々な型に富んでゐることは少しも不思議ではないのである。

ここに於て吾々は再びダーウィンの進化思想に到達した。この進化の思想は、動物及び植物型の分布についての多數の經驗によつて特に支持されるのであるが、もし吾々が生物界の系統發達（フィロゲニー）を認め且つ種の變異を假定し得るならば一層理解し易いのである。それ故に今日の生物學に於ける最大の問題の一是、種の變異なる現象を闡明することであり、従つて分類學者及び細胞學者・物質代謝生理學者及び生物地理學者・遺傳學者及び發生生理學者の努力はこの問題に集注されてゐる。そして今日彼等のすべては、實驗的方法によつてダーウィンの進化説を確認すべき根據を得ようと努めてゐる。

そこで種なる概念そのものが最近になつて往々再び激しき討論の對象となつた。種とは普通にいふ生物の種類のことである。分類學者は秩序ある系統を立てる必要から、生物分類の基礎たるべき厳格な定義をもつ種概念を要求し、進化論者となれる生物學者達にとつては、種の變異性こそは彼等の求むるところのものであり、彼等は生物の多種多様さを之によつて理解しようとしてゐる。いづれにしても今日の種の象徴は、二つの全く異なつた原則の共同作用から生じたもので、その一つは遺傳的であり、他の一つは外的生活條件の作用である。

生物の遺傳的體質を構成する素因は遺傳因子であるから、種の考察に當つては先づ之を考へなければならぬ。遺傳因子の組合せは染色體の分配に伴つて行はれ、この機構によつて常に際限のない多種多様な新しい組合せが用意されてゐる。それ故、遺傳に際して行はれる組合せの原理により、あらゆる組合せの後にすべての性質が最も錯雜した結合をなして現はれるところの一つの形態界が出現しなければならぬ筈である。ところが、この遺傳因子の組合せによつて生じた多種多様な形態の中から、他の要素によつて個々の組合せが分離せられ、或は強く、或は弱く、或は一定の方向へ、或は標準なしに分離せられて、それにより初めて定型的な種の像が成立するのである。その分離の要素は、恰も或る産地に於て種々なる種類の共存を助け、或は妨げるものとして知られたところのあの外的要素である。之により一定の組合せは助長されて分離せられ、他の組合せは根絶せられ、更に他の組合せは地理的に排除せられる。今或る領域が障礙を受ける

ことなく發達する時は、すべての遺傳因子の組合せは益々多く保存せられ、その結果、生物の多種多様さは大となり、種概念は抹消されて分類は益々困難となるが、之に反してもしその領域に大なる侵害が起れば、型は著しく分離せられ、多種多様さは減少し、分類が益々容易に行はれるやうになる。またもし一定の地方に於て遺傳因子の組合せが難易種々である場合には、激烈な競争の後に或るものは分離せられ、もしそれ等のすべてが一つの型より出たあまり差別のない變種であるならば、多くのものは保存せられる。種概念は之によりても、より明かになるか或はより混亂するのである。かくしてそれ〴〵地方により、産地の状況及び歴史的變遷により、乃至は性質の形成及び組合せの可能なるか否かに従ひて、種概念そのものが動搖をうけ、そのために單一的な定義を下し得なくなることは決して不思議ではないやうに見える。常に新しい形を生ぜしむる遺傳現象と、それより分離せしめる環境の條件とは互に敵役であり、その闘争の中から、多種多様さとその特有な性質とをもつ種の像が出現するのである。しかし遺傳現象そのものの中にも分離を起さしめるところの二、三の要素が含まれてゐることを忘れてはならない。即ち交叉による染色體の組合せの基礎を妨げるやうな現象が知られてをり、個々の生物群の間の自由

な遺傳因子の組合せがこの方面からも或る制限を受けるものである。それは恐らく染色體の一定の性質と、並びに原形質の一定の作用とである。之はすべての種形成の問題にとつて最大の意義をもつ現象であり、その探究こそは再び生物學的研究の最前線に立つものといはねばならぬ。

種なる概念に對する上述の検討によつて、種の變異そのもの問題にとり並びに新種の成立にとりて根本的な二、三の重要な思考の經過が明かとなつた。即ちすべての外的條件は、遺傳現象によつて生ずる非常な多種多様さの中から、個々の生物を保存或は絶滅せしめ且つその分布を左右するものである。それは恰もダーウィンが彼の思想中に取り入れたやうな生存競争に於ける自然淘汰であり、この自然淘汰によつて極めて種々な變種の中から選擇が行はれるのである。ダーウィンはこの變種を初めから與へられたものとして取扱つたが、今や遺傳研究によつて初めてすべての種形成の基礎たる變異性を精細に分析し得るに至つたのである。

發生理學的觀察によれば、各々の生體はその發生の間に絶えず外的條件から影響を受け、その性質の形成は一定の範囲内に於て各個體毎に變化するものである。そしてその範囲は遺傳した素質内容によつて定められ、外的條件によるこの範囲内の動搖は遺傳しないことが示された。從

つて生體の永續的變化を起すのは、ただ遺傳的素質そのものの變化のみである。しからばこの遺傳的素質内容の變化はいかにして成立するか、之に對する解答はただ實驗的遺傳研究によりてのみ與へられるのである。

染色體内に排置せられた遺傳因子は、既知の分配機構により凡ゆる可能な組合せに於て結合せられるから、之によりて多數の異なつた遺傳因子をもつ二つの型から多數の新らしい組合せを生ずるわけで、例へば一〇の異なつた遺傳因子があれば、異なつた組合せの數は五九〇四九に達する。ところが異つた遺傳因子の數が一〇といふのはまだ非常に尠ないのであるから（各々の人間は他人に比べてそれよりも遙かに多數の異なつた遺傳因子をもつてゐる）、既にこのことのみによりても如何に非常な多種多様さが現はれ得るかを容易に窺知し得るのである。これは既存せる遺傳因子の組合せについてのみのことであるが、遺傳因子そのものの變化たる所謂突然變異（偶然變異）は如何にして起るのであるか？ 突然變異とは突然に新らしい遺傳し得る性質の現はれるをいひ、この現象が未知の原因によりて、野生型或は實驗的飼育栽培中に時々又は屢々出現することは既に久しい以前から知られてゐる。例へば、羊を飼養する中に突然肢の短かい曲つた個

體を生じたり、また特に植物では一個體中の或る枝だけに所謂枝變りなる變化が起る場合が屢々ある。人類の遺傳性疾患者たる血友病の如きも突然變異によりて發生したものである。この突然變異の原因を闡明することは一つの問題で、今日種々の方面から研究されてゐる。それは遺傳因子そのものの變化によつて起る現象であつて、その原因としては、アメリカ・テキサスのミュラー H. J. Muller の研究以來、外部からの各種の作用、特に短波線・紫外線・放射線並びに特にレントゲン線による照射が考慮され、その他の影響、例へば種々なる化學藥品・麻醉劑・温度の急變・老衰なども突然變異を誘起せしめるものとして見出された。尙最近には自然状態に於ける突然變異の原因として宇宙線の影響が可能であると認められるに至つた。かかる研究の結果今日はこれ等の方法を用ひて種々な目的の下に、隨意に突然變異を起すことが出來、このことは遺傳の實驗にとつても頗る必要となつてゐる。

突然變異の大多數は一つの遺傳因子より他の因子へ導く相對立した變化であるが、時として遺傳因子は、一つの因子より次の因子へ、またその次へと、引き續いて系列突然變異として變化することもある。突然變異は無方針に起るもので、一回の照射によりて花の形や、發生或はその色

又は翅の姿勢、眼の形成或は毛髪などに對する素質が變化するが、しかし系列突然變異の際には遺傳因子の或る變化によりて、生體の同じ性質も階段的に變化して現はれる。新しい遺傳因子の出現又は形成は、種の成立についてのあらゆる疑問を解決する上に最も根本的な意義をもつ問題であるが、之については今日尙不明の點が多い。

遺傳因子に突然變異が起れば、それを基礎として更に新たな組合せが行はれ、従つて多種多様な變種が益々増加するわけである。尙それに加ふるに、植物では特別な意義ある一現象として、染色体の組を増加し或は一般に染色体の數を變化せしむるところの現象が知られて來た。元來染色体の數は各生物によつて一定したものであるが、多くの植物群にあつては、或る基本數の染色体をもつた一種類に對して二倍、四倍又は數倍の染色体數をもつ種類がある。例へば、邦産並びに外國産の「きじむしろ」屬の多數の種類を調べて見ると、その染色体の基本數は7で、他はそれの整數倍になつてゐる。この倍數性は小麥や稻などについても認めることが出来る。ところが最近にはアルカロイド、特にイヌサフランなる植物中に含まれ、古くから醫藥に使用されてゐたコルヒチンを用ひて人爲的に染色体數を變化せしむる實驗が外國でも日本でも盛んに行はれてゐる。

る。二倍或は數倍の染色体數をもつ生體は、特にすべての器官の増大と、その他の重要な差異を示すものである。それ故かくの如き染色体數の増加は、特に大型の栽培植物を作る際、又は穀物・甘蔗・木棉・果物などの品種改良にとつて實に大なる役割を演ずるものである。

上述の如き遺傳の實驗によつて解明された變異性は、方向のない、最初は無秩序のものでありこの無方針な突然變異及び偶然的な組合せによつて、或る素材を生じ、それに外的條件が働いて型を分離し、かくして初めて秩序・系列・形成及び目的に適つた體制が出現するのである。ダーウィンの根本的な構想は今日に至るまで眞であるが、ただ遺傳研究によつて一次的の變異性が分析せられ、最初ダーウィンの學說中に「與へられたもの」として取り入れられた要素の本態と原因とが闡明されたわけである。しかしかくの如き實驗的研究の進歩にも拘らず、未だ完全に理解されない多くの事項が残つてをり、その解決には尙幾多の實驗的研究が必要なことはいふ迄もな

50。

ダーウィンの主張は何時までも正しかつた。彼の構想中に於て明確でなかつた部分には近代の實驗的研究によつてその基礎が据えられた。それは數十年前に生物學に道を示したところの全く

偉大な天才の優れたる業績であつて、生物學は今日も尙常に新らしき成績を擧げつつその道の上を前進してゐるのである。この道には往々通行の困難な障礙が横はつてゐた。しかし、自然科学的研究の正しい方法を幾度も繰り返して、外見上登り得ないやうに見えた山を越えて道を見出した。殊に物理學及び化學の領域から來る新らしい研究方法は生物學に大なる進歩を齎したのである。ただ一つ忘れてならぬのは、物質の複雑極まりなきことで、生物學的對象は見極めのつかぬ複雑さをもつてゐることである。今日化學者はそれと戦ひつつ一步一步と前進してはゐるが、生體內に於ける現象は最も複雑なもの最も複雑な組合せである。それは恐らく捕捉し得ない複雑さであり、そのことは吾々により生命の遂に捕捉し得ないことを意味するのかも知れぬ。しかしこの複雑さの終局の柵に達する迄には尙廣大なる領域が未開のまま横はつてをり、學者は今日その生涯をその開拓のために捧げつつあるのである。

生物學方面 (中)

生。化。學。の。諸。問。題。 生化學は生物の化學である。往時は動物及び植物體内の物質は特別な生活力によつてのみ生成し得るものと信じられてゐたが、この考へは一八二八年にウェーラーが尿素の人工的合成に成功したことによりて動搖を受け、生活體內に於て生成せられるところのものは、コルベンや増嶋の中では之を模倣し得ないとの考へは初めて打破せられたのであつた。かくて天然に存する多數の色素や、香料や、風味料や藥品の人工的製造が企てられ、有機化合物の合成が當時から始まつたのである。今日では茜草根の色素や、ワニラ莢の香料や、その他の天然物は工業的に合成的に製造せられてゐるが、しかしその場合の條件は、これ等の物質が植物體內に於て生成せられる際の條件とは頗る異なつてゐる。即ち人工的合成に際して用ひられるやうな高溫度や、苛性アルカリや、發煙酸などの應用は自然界には決して見られないのである。それ故に以前

には生活現象に特有な點は、それを構成せる物質の種類が化學的に特有であるのみでなく、主として化學作用の行はれ方が特有であると想像されたのであつた。

ところが、近年になつて、特にアルカロイドの領域に於ては、殆んど中性の水溶液に於て通常の温度の下に、合成を行ひ得るやうになつた。例へば呼吸中樞に對して作用するロベリア草のアルカロイドの如きは今日かかる方法によりて容易に得られるのである。今後はかかる合成の數は著しく増加するであらうが、かかる合成は主として反應を起す溶液の水素イオン濃度によりて支配せられるのである。かくして化學者は、種々なる藥理作用を有する植物鹽基や、阿片などの製造に關しても自然界と競争し得ることを期待し得るに至つた。

しかしながら生活體內に於ける多數の化學現象は、水素イオン濃度のみに左右されて行はれるものではない。凡ゆる細胞及び組織内に於ける化學作用の方向とその速度とを決定するものは、寧ろ今より約百年前にスウェーデンの醫師にして化學者たりしベルツェリウス J. J. Berzelius (一七七九—一八四八年) が觸媒力と名づけた物質の共働作用に歸せなければならぬ。即ち一定の物質は他の物質と接觸することにより、それに影響を及ぼして化學作用を發揮せしめ、以て

化合物を破壊し或は新しき物質を生成せしめるが、該物質自らはその際ただ其所に存在するのみで、毫も化學的變化そのものには與らない。かかるものを觸媒力と呼ぶのである。ベルツェリウスは、生活せる植物または動物體內に於ては、組織と液體との間に數千の觸媒作用が行はれるものであらうとの想像を抱いてゐたが、爾來生化學は全くこの概念に基づいて發達して來たのである。

ベルツェリウスの時代には、自然界に存する觸媒現象を探求することは、殆んど不可能であつた。それは最も重要な細胞成分の化學的組成が未だよく知られてゐなかつた故である。この點に關しては吾々はドイツの化學者エミール・フィツシャー Emil Fischer (一八五二—一九一九年) に感謝しなければならぬ。彼は含水炭素・プリン・蛋白質及び鞣質の構造に關して基礎的の見解を明かにした。

凡そ生體內に存する有機物質の數は非常に多數であるが、その量に従へば、主として蛋白質・含水炭素(糖質)・脂肪・プリン體・ステリン及び磷脂質が主なるもので、その傍ら若干の色素がある。今日の生化學的研究に於ては、これ等の物質が體內に於て構成又は破壊せられる際に生

する極めて僅少量の中間物質に特別の注意が向けられてゐる。既に蛋白質のみについても、恰も星の數にも比較すべき程の無数の種類があるものと考へられるが、かかる中間物質の數も亦測知し得ないほど多數であるらしい。そしてその分量は僅少であつても非常に重要なものであることは、礦物界と著しく異なる點である。例へば今或る種の稀有な礦物が缺如してゐても地球の外観と歴史とはそれ程大した變化を示さないであらうが、之に反して例へば糖質代謝に於ける唯一の中間物質が缺如してゐたら、全生體はそれがために非常に重い障壁を受けるのである。

先づ天然に存する糖類には種々あつて、その最も簡單なものは單糖類であり、この單糖類が二個相寄りて重糖類を、多數相集まつて多糖類を作つてゐるが、これ等糖類の構造に關しては、エミール・フィッシャーの死後、重糖類・三糖類及び多糖類内に於ける單糖類の所謂酸素橋梁結合の模様がよく説明せられた。また糖及びグリコジッドを分解する酵素は、特に吸着法及び溶離法によりて純粹に分離せられ、その特異性が一層明かにされた。一方、酵素の助けによつて重糖類及び多數のグリコジッドの合成が行はれるに至つた。しかし重糖類に屬する蔗糖や、澱粉・ツェルローゼの如き多糖類の人工的製造は尙將來の問題として残されてゐる。

糖類と密接な關係にあつて顯著な作用を呈する物質としては、ビタミンC (アスコルビン酸) 及び黄色のビタミンB₂ (ラクトフラヴィン) が發見された。前者は壞血病を防止し且つ血液凝固を促進する作用を有し、後者は發育促進作用がある。この兩者はいづれも可逆的に酸化又は還元し得る化合物であるが、しかしその作用は單に酸化還元電位によりてのみ決定せられるものではなくて、その傍ら糖殘基の構造と形とに關するのである。このことはアスコルビン酸及びラクトフラヴィンの合成に基づいて知られたのであり、その合成に當りては同分異性體及び類似化合物の人工的製造も行はれた。

尙多糖類に近似せる特殊作用ある糖質も研究の一新領域である。例へば、血液型の特徴(O・A・B)を持つて尿中に排出される含窒素性物質もその一部に屬するらしい。また肝臓より抽出せられたヘパリンは硫黄を含有し、血液の凝固を妨げる作用があるが、このものも糖類に近似してゐる。澱粉及びツェルローゼの如き通常の多糖類も、硫酸にてエステルを生成する時は凝固を妨げる作用がある。

次に糖類は酵母の作用を受けて所謂アルコール醱酵を起し、炭酸ガスとアルコールとを生成す

るものであるが、學術的並びに經濟的に意義あるは、この糖類のアルコール醱酵は適當な附加物によりて新らしき方向に轉向せしめ得ることである。かくして、例へばアルコールと炭酸との代りに、グリセリンとアセトアルデヒドとを得べく、またアルコール醱酵を乳酸醱酵に轉換することが出來、尙この外にも多くの同様の場合が知られてゐる。今日はその他の醱酵現象によつて多數の酸・アルコール及びケトンを大規模に工業的に製造し得るに至つた。

酵母による糖の生物學的分解に際して證明し得られる中間物質は、特に磷酸エステルである。このものは勞作しつつかある筋肉中の糖分解に際しても證明せられるが、個々の部分現象に關する問題は今日尙未解決に屬する。そこでアルコール醱酵や、筋肉中に於ける糖分解などに關して今日までに行はれた無數の觀察を總括して化學式より成る一つの模型を見出し、それを基として更に新事實を豫知しようとして試みられつつある。生化學の問題としては、同様の模型を、脂肪・磷脂・蛋白質等の構成及び分解に對しても見出すべきであらう。

ビタミン及びホルモンに關する知識は近年著しき發達を遂げつつあるが、その作用は未だ充分に知られてをらず、それに關する今日の吾々の知識がいかに著しく不完全であるかは、糖尿病

の治療劑として今日廣く用ひられるインシュリンの例によりても知られるのである。インシュリンなる膵臓ホルモンは一九二二年カナダ・トロント大學のバンチング Banting 及びベスト Best の發見にかかり、このものは糖代謝を支配する作用を有することは確實で、體內に於ては恐らく細胞内のコロイド構造を變化せしめて糖よりグリコゲンを生成するものと考へられてゐるが、試験管内に於ては未だ一定の作用を實證し得ない。このインシュリンは痕跡の金屬の存在に於て結晶となし得べく、硫黄を含有せる一種の蛋白質なることが明かとなつた。

吾々の身體には皮下に多量の脂肪（脂質）が蓄積されてゐるが、蓄積脂肪の一部は、食物中の脂肪に由來し、一部は食物内の糖より體內に於て生成せられるのである。しかし糖類より如何なる徑路を経て脂肪が生成せられるか、その順序は未だ完全に闡明せられてゐない。脂肪は一般に脂酸と他の成分との化合によりて發生したものであるが、時として炭素數が六で割れるところの脂酸が主である事實より見れば、既にエミール・フィッシャーの想像した如く、少くとも一部は葡萄糖の分子が全體として脂肪の生成に與るらしい。一方、脂酸は體內に於て容易に酸化分解せられて遂に炭酸ガスと水とに變ずることは明らかであるが、その際脂酸の蒙る變化については主と

してβ炭素原子のところにて酸化作用が行はれ、特別の場合にはカルボキシル基より最も隔つた場所に於て所謂ω酸化が行はれることが知られた。

燐酸を含める所謂燐脂質に屬するレチチン及びケファリンは、動物及び植物細胞の成分であり、特に腦及び神經物質の基質として知られてゐるが、このものは既に合成的に得られた。物理化學的に觀察すれば、このものは双性イオンで、特別な兩電氣性の性質を示す。それ故にこのものについての今後の研究は、細胞の透過性を理解する上に於て、また一方、腦及び神經中に於ける電氣現象に關して頗る重要であるらしい。

プリン體の梗概は、既にエミール・フィッシャーによりて明かにされたのであるが、この領域に於ては細胞核の特有な基質たるヌクレイン酸(核酸)の研究が主要な位置を占めてゐる。エンチムによる分解、酵母アデニール酸と筋肉アデニール酸との化學的鑑別、並びに糖分解の一つのCo-酵素たるアデノジン三燐酸の發見は多數の新しき問題を提供した。尙抗神經炎性作用を有し脚氣の治療に用ひられるビタミンB₁は硫黄を含有する一化合物であり、このものはピリミジン誘導體としてこの屬の物質と化學的に關係がある。

ステロリン屬のものは最近の生化學に於ける最も驚嘆すべき部類に屬する。その代表者は既に久しき以前より知られたコレステリンで、このものは血液中に侵入した物質を解毒する作用がある。このものより生ずる膽汁酸は膽汁の成分として腸内に出で、脂肪の消化を助けて之を水溶性となし、吸収せられ易くする任務をもつてゐる。一方、或る種の植物、例へば心臟病の特効薬として久しき以前より廣き醫療上の應用を見るデジタリス葉・ストロファンツス類及び海葱の中には、特に心筋に對して所謂強心作用を呈する有効物質が含まれてゐるが、その有効物質も亦これ等の植物中に於てコレステリンより同様の方法によりて生成せられるのである。コレステリンの構造中に於ける側鎖を尙一層破壊する時は、プロゲステロンを生ずるが、このものは卵巢内に於ける黃體のホルモンとして妊娠を持続するために必要缺くべからざるものである。更に側鎖を完全に破壊すれば男性の性ホルモンとなる。就中男尿より分離せられたアンドロステロン、並びにそれよりも一層有効なる牡牛より得られたテストステロンは既に人工的に製造せられた。側鎖が完全に破壊せられた後、チクロペンタノペルヒドロフェナントレンの構造中に於て尙一つの環が芳香性になると、女性性ホルモンなる濾胞ホルモンが得られる。

されど作用の多様なことは未だ以上で盡きない。或るステリン、即ちエルゴステリンにありては、之に紫外線を作用せしめるとカルシウム及び燐酸鹽代謝を支配するところの一物質たるビタミンDを生じ、このものは佝僂病を豫防する作用がある。エルゴステリンの照射によりて生ずる他の産物(タヒステリン・トキシステリン)は、抗佝僂病性作用を呈しないが、その代りに血液のカルシウム含量を増加せしめる作用がある。それ故にこのものは副甲状腺缺損に際して血液中のカルシウム含量が減少するために起るテタニーなる痙攣性病狀に對しコリッブ氏の副甲状腺ホルモンに代用することが出来る。尙フェナントレン核よりステリンの傍ら、癌を増殖せしめる作用ある芳香性炭化水素を誘導することが出来る。このものは石炭タールより分離し得べく且つ合成的にも製造し得られる。かくの如く分子を比較的僅か變化することによつて、極めて多様な特殊作用を發揮することは頗る興味あることであるといはねばならぬ。

蛋白質の研究は、あらゆる生活現象と密接な關係があり、頗る重要な問題である。蛋白質の構成要素は種々なるアミノ酸であるが、エミール・フィッシャーによりて創始せられた方法により特にアプデルハルデン E. Abderhalden 及びベルグマン M. Bergmann はアミノ酸を系統的に結

合せしめることによりて多數の新らしきペプチッドを製造し、このペプチッドにありては蛋白分解酵素の特殊性が明かに現はれ始めた。しかしながら最近英國オックスフォードの女流數學者リンチ Wrinch は従來化學者乃至生物學者の夢想だもしなかつた方面、即ち幾何學的方面から蛋白質の構造を考察し、蛋白質分子中に於けるアミノ酸相互の結合様式に關して一九三六年以來所謂サイクロール説を提唱してゐることは頗る注目し得る。蛋白質の分子量はこの説によりてよく説明せられ、また蛋白質分子中に於けるアミノ酸の數もこの説に一致するなどの點は、サイクロール説の最も強い支持であると考へられるのである。またアミノ酸そのものが双性イオンをなせることは、アミノと H^+ と OH^- との反應の際に於ける實熱量、アミノ酸の水溶液の透電恒數等から證明せられ、近くはアミノ酸の水溶液のラマン分光像から直接に證明せられたところである。

天然に存するアミノ酸は通常 γ 型であるが、最近(一九三九年)アウキシンの發見で有名なコエーグルは癌組織中には δ 型のグルタミン酸・ロイチン、その他のアミノ酸が比較的少量に含有せられることを證明した。これは癌發生の内部原因を探究する上に一つの重要な手がかりを得たものといふべきであらう。

尙アミノ酸の中には特殊な作用を呈する種々のものがあり、それによりて新らしき問題が提供された。例へば甲状腺のホルモンたるヨードを含有せるチロキシンや、また硫黄を含有せるグルタチオンの如きがある。グルタチオンは細胞内に於ける種々な酵素の活賦體として廣く存在し、生體内の酸化作用に關與する物質である。またβインドリル醋酸は、アミノ酸の一たるトリプトファンに大腸菌を作用せしめても得られるが、このものは植物の細胞を延伸せしめる一つのホルモんで、ヘテロアウキシンと呼ばれ、不思議にも無窒素性のアウキシンa及びbと同様な作用を呈する。その他αアミノβオキシ酪酸は、之を他の合成アミノ酸の混合と共に鼠の飼料中に加へて與へると、その中の蛋白質を完全に代償することが出来る。

結晶形に製し得る酵素、例へば尿素分解作用あるウレアーゼ、または蛋白分解酵素たるペプシン・トリプシンの如きも最近には蛋白質に算へられてゐる。

次に色素群を有する所謂色素蛋白體は自然界に廣く播布されてゐる。その最もよく知られた代表者は赤血球中のヘモグロビン（血色素）であるが、その化學的研究はハンス・フィッシャー Hans Fischer によりて大なる進歩を示し、その色素成分なるヘミンの合成によりて最も顯著な

劃期的の發達を遂げた。之と同様の方法を用ひて色素成分を再び特殊蛋白質と結合せしめることにより、ヘモグロビン及び黄色酵素を得ることも成功した。そしてこの兩成分より構成せられた血色素は、天然のヘモグロビンと同様に酸素及び炭酸結合力を有し、且つ兩成分より人工的に得た黄色酵素は天然のものと同じな觸媒作用を呈する。

尙血色素と化學的に近似せるは、鐵を含有せる若干の酵素である。その中、例へばチトクロムの成分Cは恐らく純粹に製することが出来、またワールブルヒ O. Warburg の呼吸酵素については、從來間接的方法によりて知られてゐた吸収帶が、最近に至り直接に觀察し得るやうになつた。尙廣く動植物の組織中に存在するカタラーゼは、恰もヘモグロビンの如くに、非透析性蛋白質と透析性のヘミンとに分解し得られる。嘗てウィルシュテッテル R. Willstätter は、酵素は化學的に反應する部分と、コロイド性を有する部分とより成るとの想像を抱いてゐたが、この考へは上述の所見によつて次第に確實さを増して來た。そしてコロイド性を有する部分は、或る場合には恐らく作用を失ふことなしに交換し得るらしい。一般に酵素は夫々一定の物質に對してのみ作用し、所謂特殊性を示すものであるが、酵素の化學的に反應する色素成分と、一方、コロイド

性を有する蛋白成分との一定の化學的變化が、酵素作用の特殊性に對して果して如何なる影響を及ぼすものであるかは頗る大なる意義ある問題であり、之は將來の實驗的研究によつて闡明せらるべき領域に屬する。

以上述べた如くベルツェリウスが今より百年前に生活現象に特有であると豫想したところの數千の觸媒作用中の頗る多數は今日既に闡明せられたのであつて、實に驚くべきものである。しかしながら氏が生化學の最後の問題として残した言葉は尙依然として解決せられない。曰く、「外界より攝取した營養素を植物或は動物の夫々の種に同化し、それより種子或は卵を生ぜしめるところの内在力は、吾々の解し難き生命の謎である。たとへ吾々が生體なるこの研究室の内容を闡明すべく如何なる努力を拂ふとも、この力をその目的に向つて作用せしめるところのあの正しき指導力をば遂に窺知し得ないのではなからうか」と。加之、遺傳及び血族徴候に導く化學的現象さへも未だ全く不明なのである。今日純粹な生化學の領域に屬するこれ等の諸問題が、果して如何なる程度まで化學的實驗的方法によつて解決せられるかは、生化學の將來にとりて極めて重大な意義ある問題であると、クリーン R. Kühn は云つてゐる。

物質代謝生理學 生物學の特殊な分野、例へば發生理學或は植物の刺戟生理學に於ては、化學がその進歩の上に決定的な役割を演じたことは既に述べたが、それと同様に、生物の物質代謝の領域に於ても久しき以前から生物學と化學との境界が無くなつてゐる。ここでは生物學者の研究によつて化學上の問題の基礎が明示され、生物學者から提出された問題が化學者の手によつて研究解明されたことが決して稀でない。

物質代謝に關する多くの主要な問題は、多細胞より成る生物に於けると同様に個々の細胞についても與へられ、かくして特別に物質代謝生理學方面からの細胞研究が發達した。そして其處では物質の攝取・變化及び排泄・同化作用及び呼吸、すべての細胞現象に於ける物質代謝とエネルギー代謝との關聯など、あらゆる基礎的な問題が課せられた。従つて屢々單細胞より成る藻類・酵母菌・細菌等の如き生物が研究の對象として選ばれるのである。

先づ個々の細胞の物質攝取については、今日頗る詳細に分析されてゐる。殊に植物細胞については滲透作用に關するペッファー Pfeffer (一八四五—一九二〇年)の研究に基づいて、細胞壁の通過性及び原形體の透過性が物質攝取の原因として詳細に研究された。限外濾過説——物質分子

の小さいものは通り易く、大きなものは通り難いとする説——や、リポイド説及び表面張力説の如き最初相反せるものと思はれた意は、久しき以前からその反対性を失ひ始めた。そして今日はそのやうに理解されるのである。即ち原形質表面の複雑な構造により或る物質はその分子の大きさに従ひて孔を通り、他のものはその溶解度の状態に應じて通過し、その際に表面の力は勿論著しい作用を及ぼすものである。個々の研究は集積して既に久しい以前より比較原形質學を構成するに至つたが、その結果は吾々をして原形體の組成の極めて複雑なること及びその多様な物理化學的性状を豫想せしめるのである。物質の攝取がイオンの形に於て行はれるか或は全分子として行はれるかの問題は、激烈な討論の内に徐々に解決されんとしてゐたが、その間に最近ルンデゴールド Lundegårdh は、イオン攝取を可能ならしめるところのエネルギー源について考察しようとした。その他、細胞内への物質攝取と呼吸現象との間の最も興味深い關係が明かにされ、この方面からも、これ迄別々に取扱はれてゐた物質攝取の問題と、細胞の他の物質代謝機能とを關聯せしめようとする試みがなされた。

一般に生活體に於けるエネルギー代謝の問題は再び著しく注意されるに至つた。植物熱力學に

關するステルン Stern の總括的記載によると、エネルギー状態の觀察は植物體についても未だ解明せられない點が多いが、かかる問題の意義大なることは明かである。

尙原形體を通じての物質攝取の問題にとつて重要なのは、一般に細胞の滲透壓のその時の大きさで、水分の攝取は再びそれによつて左右せられる。成長した植物の細胞は一つの滲透系と見做すことが出来る故、之に關する知識は、近年特に植物細胞について進歩を示し、細胞の一般及び比較滲透學は、特によく研究せられた領域の一に算へることが出来る。滲透状態は細胞膜と共に植物體の堅さの原因ともなるのである。

生體内には極めて種々な元素が含有されてゐるが、物質攝取と密接の關係にあるは、この極めて種々な元素が細胞成分として缺くべからざるか、或は缺いてもよいかの問題である。生物に絶對に缺くべからざる元素として知られたるは炭素・水素・酸素・窒素・硫黄及び燐並びに鹽素・ナトリウム・カリウム・カルシウム及びマグネシウム、頗る僅少量ではあるが沃度・鐵及び銅も疑ひなく一定の機能を有する必要な成分であり、尙ブロン・硼素・亜鉛・マンガン・アルミニウム・砒素その他の元素も含まれてをり、最も精密な方法によつて調査すると、種々な生物

の体内に見出されない元素といふものは殆んど一つもないことが知られた。以前にはこれ等の元素中の多数は、單に偶然的な随伴者と認むべきもので、ただ僅かの元素のみが細胞の構成にとつて缺くべからざるものと考へられてゐたが、その後漸次に稀有な或はただ僅少量にのみ生体内に見出される元素中の或るものは、往々缺くべからざる役目を果すものであると認められるに至つた。しかしその一々についてはそれが如何なる作用に與るかは明かでなく、種々な生物についての比較研究によると、個々の生物は、長い間考へられてゐたやうに、この點に關してそれ程平等でないことも知られた。

物質攝取の研究よりも更に困難なのは、本來の物質代謝、即ち生体内に於ける物質の構成及び分解現象である。生体内では同時に多数の代謝現象が行はれてゐるが、その中でも糖質（含水炭素）は比較的最も簡単な有機物質であるところから、糖質代謝についてはこれ迄に最も顯著な進歩が見られた。植物体内に於ては周知の如く、葉緑素（クロロフィル）の働きにより日光のエネルギーをとつて空氣中の炭酸から糖質が構成せられる。このことは地球上に於て有機物の構成が行はれる根本現象であるから特別の意義がある。従つて炭酸同化なるこの根本現象については種

種の方面から研究が遂行された。ウィルシュテッテルによつて行はれた葉緑素の構造についての有名な研究に次で、ストール Spoil やハンスフィッシャー等の研究があり、之によつて今日ではこの重要な色素の微細構造が詳細に闡明された。但しこの色素の合成は未だ成功しない。炭酸同化現象そのものは、特にワールブルヒによつて研究せられ、この現象のエネルギー論的方面、即ち光化學的過程を量子力學的に洞察し得るに至つたことは彼の功績である。しかしこの大なる進歩にも拘はらず、現象そのものは未だ完全に闡明されたわけではない。糖質が生成されて最後に澱粉に至る迄の経過及びその中間階級については夫々根據のある多くの假説があつて、互に論議してゐる。この關係に於ては、寧ろこれ等の化合物の分解作用に關する知識の方が進歩してをり、澱粉或はグリコゲンよりアセトアルデヒド及び炭酸の如き最も簡単な物質に至る迄の間に若干の中間物質が實驗的に見出され確定せられた。しかし個々の分解作用の進行には種々な酵素が關係してゐて、夫々順序正しく次々に作用するのであるから、これ等の酵素の知識こそは、初めて完全な解明を意味するのである。そして糖質構成の経過中にも酵素の作用によつて類似の中間階級が生成せられることを想像せしめるのである。

分解現象の中で呼吸作用はエネルギーを得るための最も基礎的な生活現象として特別な位置を占めてゐる。それは主として糖質の分解現象に關係があり、酸素供給の下に燃焼して最終に炭酸を生ずることは、長い間確認せられた事實である。しかし今日ではこの現象が如何なる徑路をとるかが特に問題となつてゐる。この點に關しては、ウィーランド H. Wieland は呼吸の際に於ける脱水素現象及び遊離した水素が酸素によつて過酸化物に變化することについて研究し（一次的水素活賦説）、またワールブルヒは重金属の觸媒の下に於ける酸素の酵素性酸化作用について特に研究し、遂にその際作用する含鐵性の酵素を分離した（一次的酸素活賦説）。この兩説は、最初は全然反對であるが如くに見えたが、次第に相寄りて統一的な意義をもつに至つた。そして屢屢ある如く、方向の異なつた二つの研究が検討された結果、現象の完全な説明が期待されるのである。

糖質代謝の分析は尙他の領域にとつても特別な意義がある。即ちエネルギー代謝及びそれと關聯して筋肉運動の原因は高等動物の身體にとつて頗る重要な問題であるが、之に關してはドイツのマイヤーホーフ O. Meyerhof はグリコゲンの乳酸への變化及びその可逆作用について研究し、

一方、イギリスのヒル A. V. Hill は筋肉の興奮時に於ける熱の發生を探究した結果、最も重要な物質代謝生理學的結論を得たのであつた。しかしながら近年各國の學者が相連絡して研究したところによると、筋肉の收縮・疲勞及び恢復の際、殊に筋肉内に於て化學的エネルギーが仕事に變化する際には、恐らくその他の作用も複雑な關聯に於て同時に作用するらしいことが知られて來た。そして今日に於て筋肉收縮のエネルギーを與へるのは主として磷酸原が磷酸とクレアチンとに分解する變化であつて、乳酸の發生及び復舊のために行はれるものと考えられてゐるが、之にてすべてが闡明されたわけではなく、更に種々の新らしい問題が提起せられてゐる。その他注目し得るは、ワールブルヒによつて行はれた癌細胞の糖質代謝についての研究である。彼は、腫瘍細胞は他の體細胞と異なり、糖質を酸化しないでその代りに醗酵（酸素なくして分解）することを見出した。悪性腫瘍の場合には嘗て何十年間も分裂しない状態に止つてゐた細胞が、組織中に向ひ急速な繁殖を起してあの恐ろしき病状を呈するのであるが、ワールブルヒの研究はこの謎に包まれた現象を理解するための第一歩を進めたものといひ得るであらう。この異常な物質代謝現象についての深い知識は最近の癌組織中に於けるアミノ酸に關するコエーグルの研究と相俟つ

て、遂に如何にしてこの疾病を阻止し得るかについて一つの立脚點を與へ得るかも知れない。

他の物質代謝現象、即ち脂肪及び蛋白代謝に於ける構成及び分解現象を多數の副徑路及び終産物と共に解明することは、糖質代謝の研究よりも更に一層の困難を伴ふものである。糖質代謝にあつては、屢々徑路のみは不明であつても物質そのものの構造は理解されたのであるが、蛋白構成に際してはその徑路が異常な複雑さと多種多様さとを示すために、その分析的研究は殆んど不可能である。そしてもし細胞内に於て行はれるこれ等の複雑な徑路を展望しようと思ふならば、それには恐らく二つの主要な見地がある。その一は特殊物質に關する知識であり、他の一は基礎的な代謝相互間の關聯を究明することである。

既に糖質代謝はそれがあらゆる觸媒作用ある特殊物質殊に酵素に結びついてをり、従つて細胞内に於て行はれる代謝は、化學者が合成或は分析に際して應用する方法とは非常に異なつてゐることが知られてゐる。従つてこれ等の特殊物質たる酵素・ビタミン乃至ホルモンとの作用とに通曉することは、取りも直さず物質代謝生理學の眞の進歩を意味するのであり、化學者は一歩一歩とその闡明に向つて前進しつゝあるのである。

次に、糖質代謝の如き個々の物質の代謝を闡明することは、分析にとつて先づ第一に絶対に必要であるが、しかし、これ等の構成及び分解作用は各細胞内又は各生体内に於て互に獨立的に經過するものではなくて、寧ろ相連結して互に影響を與へつつ行はれることが、次第に知られて來た。例へば植物に於てカリウム及び窒素の攝取は、他の物質攝取に對して拮抗的に作用することにより、發散作用、葉綠素の含量、従つて同化作用及び糖質の構成に影響を與へ、それに左右せられる呼吸現象は鹽類の攝取に影響を與へる。また糖質代謝の分解時に於ける中間産物に蛋白代謝に對する構成現象が附加する時、それは更にその異化作用にとつて重大な影響があり、且つ少なからず酵素性の特殊物質が構成せられる際には再びすべての物質代謝に對して決定的な作用をもつが如き、之は横の相互的結合が幾重にも行はれることの例である。そしてもし個々の物質の構成及び分解時に於ける錯綜せる經過を闡明することが最大の困難に遭遭するとせば、それは恐らく物質代謝の經過が錯雜せる相互的關聯をなす時に殆んど捕捉し得ない複雑さが始まるのであつて、この困難に打勝つためには偉大なる思想の飛躍を必要とするのである。

尙物質代謝の行はれ方は、生體の種類によつても多少の差異があることを注意しなければなら

ぬ。例へば蛋白代謝の體內に於ける終産物は人間では主として尿素であつて、本來の蛋白質から尿酸を生ずることはないが、之に反して鳥や蛇では、蛋白代謝の終産物として尿酸が生成せられる。また古武（大坂）は動物體內に於てトリプトファンなるアミノ酸よりキヌレンニンを生じ、このものより更にキヌレン酸と少量で頗る有効なアントラニール酸とが形成されることを證明したが、その経過は猫・鶏・犬などに於て夫々異なることを見た。

次に多細胞より成る生物にあつては體內を通じての代謝物質の運搬が必要となる。従つて植物にあつては、水分及び栄養鹽類の運搬並びに同化産物の他の場所への移動に關して問題があり、動物體に於ては、血液の循環と共に種々なる構成物質及びホルモン・ビタミン等の如き特殊物質の供給が夫々特別の問題をもつ。植物に於ては發散作用及びそれによつて左右せられる水分供給に關して疑問があり、例へばユーカリ樹やマンモス樹の如く一〇〇メートル以上にも達する高樹の梢にまで水液の上昇する事實は實に驚異に値するのである。この植物生理學上に於ける最難解なる一つの根本問題が力學的分析によつて解決せられ、且つ同化産物の運搬なる困難な問題に對して少くとも一つの促進作業假説を有するに至らば、それは植物生理學の一つの重要な進歩を意

味する。またハンス・フィッシャーによつて動物血色素の分析及び合成が行はれ、之によつて血液循環現象に關する知識が進められたことは確かに物質代謝生理學の一大進歩といはねばならない。

最後に特に重要な一つの問題に觸れなければならぬ。それは動物の刺戟現象に際して神經内に起る興奮現象の物質代謝生理學的分析である。動物の感覺器に關する研究に際しては、その信ずべからざる程の多種多様さと敏感な構造については、全く無盡藏な事實材料が蒐集されたが、しかしいづれの場合にも生體內に於て行はれる感覺生理學的刺戟現象の経過が完全に闡明されたことはなく。ドウニング Downing ヒル、ゲラールド Gerard 及びマイヤーホーフは、神經興奮現象の際に於ける物質代謝の證明として實熱量を測定し、僅少な酸素消費量より糖質燃焼についての結論を得ようと試みたが、それは動物に於ける感覺生理學のこの不可解な現象を理解するための第一歩であり、全く重要な試みである。

感覺生理學に於ては今日迄に動物について無數の實驗と觀察とが行はれたが、それは殆んど例外なしに、ただ種々なる一定條件の下に於ける動物の態度、感覺器の變化、及び最も興味ある反應についての精細な研究のみである。そして反應し方についての最も重要な法則性は確定し得た

が、しかし動物に於ける刺戟現象の本態は、これ等の研究によつて毫も説明せられない。それは神経装置の中に於て行はれる現象そのものが理解されない間は不可解なのである。動物の態度の種類や反應し方の法則は、刺戟現象の闡明にとつての前提たるに過ぎないのであつて、第二段には進んで現象そのものを分析しなければならぬのである。さうなれば、それより意識及び思考現象の解明への曙光を見出し得ないとも限らないが、今日は未だその第一階段さへも上つてゐないのである。

種々な條件の下に於ける生物の態度の研究は植物學に於ても頗る大なる意義がある。或る産地に於てまたは研究室内に於て、あらゆる可能な外的條件の下に、或る現象が如何に變化するかを明かにするならば、それより現象そのものの本質的な経過を研究するための手がかりが得られるであらう。それ故に陽地植物及び陰地植物の種々な外的條件の下に於ける同化作用について、呼吸作用について、乃至は乾燥せる荒蕪地或は雨の多い濕潤せる森に於ける發散作用の経過及び養鹽類の吸収について、並びにその他の多くの事柄について多數の研究が行はれ、頗る多くの事實材料が得られた。然しながら、かかる研究の方向には一つの危険が横はつてゐることをウェツ

トスタインは注意してゐる。即ち根本的な物質代謝現象の分析は往々非常な困難に遭遇するから、自ら凡ゆる條件の下に於ける態度の研究に終つてしまふ恐れがあり、それでは根本現象の分析なる本來の問題から側道へ進むことになる。かくては此現象の外観上の多種多様な變化に關する多數の知識は得られても、現象そのものの深い分析はただ惑はされるのみであつて、本來の現象に就ての知識は決して進歩しないのである。この方向に於ける或る研究は物質代謝生理學的と呼ばれてはゐるが、それは個々の場合に於ける植物の態度に就ての一つの研究に過ぎないのであると。

生物學方面 (下)

免疫生物學。動物または人間は病原微生物の侵入をうけて一定の傳染病に罹るが、どの傳染病にも罹るわけではない。例へば人は牛痘に感染せず、動物は麻疹や猩紅熱には罹らない。加之、動物の種類によつても夫々罹る疾病に相違がある。即ち反芻動物は馬鼻疽を病まず、犬は豚丹毒

またセ痺脱疽に罹らず、馬は肺疫に感染しない。また或る種の動物は一定の毒物に對しても先天的に抵抗力が強く、例へば鼠はデフテリー・トキシンによりて侵されず、鶏は破傷風トキシンに不感受性である。これ等の場合は通常先天性免疫と呼ばれてゐるが、免疫なる語は今日一般に血液中の免疫體を意味するが如くに理解されてゐるから、寧ろ先天性抵抗力といつた方が適當であらう。その原因は、主として組織の細胞そのものの感受性の如何と、之に加ふるに白血球の呑喰作用並びに血漿・淋巴の如き體液の殺菌作用も關係があるとせられてゐるが、その本態に關しては未だ不明の點が多い。

人間が一定の傳染病を経過すると、その後長い間或は一生涯を通じて再び同じ傳染病に罹らな^い。この事實を後天性免疫といひ、痘瘡・猩紅熱・百日咳の他、麻疹・腸チフス・コレラ・ペストなどもこの種の傳染病に屬する。この後天性免疫の本態または免疫成立の機轉に關しても今日まで種々の學説があるが、未だ完全に闡明されたとはいひ得ない。

從來の免疫學説は之を二大別することが出来る。一はメチニコフ (Metschnikoff) (一八四五—一九一六年) の唱導したフランス學派の呑喰細胞説であり、他の一はドイツ學派の血液中に於け

る特異性抗體又は免疫體説である。この免疫體には、抗毒素の外に・溶菌素・凝集素・沈降素などが試験管内で證明せられ、何れも恐らく網狀織内被細胞系より産出せられて血液中に送り出されるものと認められてゐる。免疫體の發生乃至免疫反應に關しては、エールリッヒの側鎖説により抗元と抗體との關係が極めて理解し易く説明せられたので、爾來抗體の作用に關する方面のみが著しき發達を示し、その結果一般に免疫は血清中に於ける抗體の作用によりて成立するが如き觀念を生じ、血清學即ち免疫學と解せられるに至つた。しかしながら近時アッシュツフ (Aschoff) によりて主として生體染色法の應用により網狀織内被細胞系統の存在が明瞭にされ、漸次にその機能が闡明せらるるに及び、呑喰作用は免疫現象にとつて再び重要な意義を有するに至つた。

しかしながら後天性免疫の本態は未だこれ等の學説によつて完全に説明し盡されたわけではない。例へば腸チフスの經過と血液中の免疫體の量とは必ずしも平行せず、且つ疾病の恢復後一定の時日を経過すると血液中の免疫體は消失するが、免疫は十年乃至數十年も存続する。その原因は、再度の病原菌侵入に際して急速なる免疫體の發生をみるに因るものとして説明せられてゐるが、之のみでは未だ動物試験上の事實を説明し得ない。そこで病原菌侵入部に於ける組織の局所

免疫説が唱へられるのであるが、動物實驗上の事實によれば恐らく尙一つの重要な因子として、体内組織の變調による特異性抵抗力の増進を認めるべきであらう。

さてかくの如き免疫生物學的現象は疾病の豫防または治療に對して今日如何に應用せられつつあるかといふに、先づ天然痘（痘瘡）に對する豫防としてはジェンナーの發見に基づいて種痘が行はれてゐる。牛に接種して毒力を減じた痘瘡の病源を人の皮膚に接種するのである。狂犬病の豫防も亦その發見者パストールの方式によりて行はれ、弱毒せる病源を含む感染家兎の脊髓の乳劑が注射される。これ等の場合には何れも毒性の變化した生きた病原體を接種して軽く發病せしめ、しかも充分なる免疫の發生が見られるのである。かかる經驗に倣ひて、腸チフス・コレラ、乃至ペストの如き後天性免疫を貽す疾病に對しても、夫々の死滅した病原菌が屢々豫防の意味に用ひられるのである。しかし麻疹や猩紅熱に對しては天然痘に於けるが如き豫防接種は未だ成功しない。

デフテリー菌や破傷風菌は、他の細菌と異なつて頗る強毒なトキシンを産出し、このトキシンに對しては生体内に於て抗毒素が生成せられる。そこでトキシンの少量より注射して多量の抗毒素を含有するに至らしめた動物（馬）の血清は、現今治療及び豫防の目的に弘く應用せられてゐる。ベルリンのコッホ研究所にあつて破傷風菌の純培養に成功し、次でその血清療法を創始したのは北里柴三郎（一八五二—一九三一年）であり、デフテリー血清療法を完成したのはペーリングである。（一八九〇年、明治二十三年）但し動物の血清、殊にその新鮮なものの人体内注射に際しては屢々不快なる血清病を起し、殊に注射後一定の時日を経て同種動物の血清を再注射すると、所謂アナフィラキシーなる危険症病狀を呈する。これ等の過敏症の本態に關しても未だ完全な説明は與へられてゐない。

一八八二年コッホによる結核菌の發見は、近代に於ける實驗的結核研究の基礎を樹立したもので、極めて重大な事件であつた。コッホは更に一八九〇年にツベルクリン（結核菌體のグリセリン・エキス）に關する發表をなし、一九〇一年には人型結核菌と牛型結核菌との區別を確定した。既に結核に罹れる人或は動物に更に結核菌又はツベルクリンを注射する時は、健康な生體と異なつた反應を呈するもので、この事實もコッホによつて示されたのである。かかる際に於ける異常反應は近時一般にアレルギーなる名稱を以て呼ばれてゐるが、結核に感染せる生體は過敏性と同

時に、一面に於て抵抗力の増進を示すものである。その原因は組織の變調に歸せられてゐるが、この兩現象の相互的關聯に關しては未だ確實なことは不明である。ツベルクリンについては最初はその治癒的効果が期待されたのであつたが、却つて之に對する結核感染者の過敏性を證明することによりて今日診斷上に弘く應用せられるに至つた。所謂マントー Mantoux 氏皮内反應の如きは之に屬する。ツベルクリン反應を惹起せしむる成分は如何なる物質であるか、之を化學的純粹に取出さんとする企てが多くの人々によつて試みられてゐるが、その中には蛋白質成分と含水炭素性成分とが含有されてをり、何れも結核性個體に對してアレルギー性反應を惹起するものと認められてゐる。

未だ結核の流行を見た事のない地方の住民が一度結核に罹ると著しく惡性の經過をとるが、之に反して既に結核の蔓延せる地方の住民は、結核に對して或る程度の抵抗力、即ち所謂經疫性抵抗力をもつてゐることが知られてゐる。文明國に於て結核による死亡率の漸次に減少せる事實には一般衛生狀態の改善の傍ら、この經疫性抵抗力が與つてゐると認められるのである。しかしこの經疫性抵抗力なるものは果して何に因るかは今後の研究を要する問題である。この場合に全住

民の一定の遺傳を考慮することも出来るが、動物試験の成績は必ずしもこの考へに一致しない。また自然に淘汰されて先天的に抵抗力のある者のみが生残り、結核に對して感受性ある者は漸次に斃れたのであるとも説明し得るが、この兩説に對しては未だ確證がない。

何れにしても既に結核に感染せる生體は結核に對して或る程度の抵抗力を生ずることは確かである。そこで弱毒せる結核菌を用ひて結核の發病を豫防しようとする試みが行はれるのである。その代表的なものはパストゥール研究所のカルメット Calmette によつて創始せられた所謂BCGなる生きた弱毒牛型結核菌で、生後間もない乳兒には經口的に用ひ、未感染者には皮下に注射して、結核の發病を防がうとするのである。しかしその實際上の効果については未だ意見が一致してゐない。

今日に於ては結核菌の體内侵入を受けてゐる者の非常に多數であることはツベルクリン反應による過敏性の證明によつて知られるのであるが、發病する者の數はこれに比して遙に尠いことも事實である。既に結核菌の侵入を受けてゐるとすれば、結核菌によつて生じ得る抵抗力の増進は既に達せられてゐるべき筈であるから、その場合に更に結核菌以外のものを用ひて、組織の特異

性變調により特に結核菌に對する身體の抵抗力を助成することが出來たならば、尙一層結核の發病を防ぎ、乃至はその治癒を促進せしめることが可能な理^{わづ}で、吾々の研究は近年専らこの方面に向けられてゐる。

一八七二年ノルウエーのハンゼン A. Hansen によつて發見せられた癩菌は、結核菌に類似する抗酸性の桿菌で形態學上兩者を鑑別することは困難であるが、その純培養は今日のところ未だ成功せず、動物への感染試験も多くの人々によつて試みられつつある。露國オデッサに於て發見された鼠癩は我が國に於ても發見されたが人癩との關係は明かでない。

實驗的に動物に病原を感染せしめ、之に各種の有機化合物を系統的に應用することにより初めて現代に於ける化學療法^{化学療法}の基礎を確立し、不滅の功績を留めたのはエールリッヒ Paul Ehrlich (一八五四—一九一五年) である。彼は青年時代に肺を病み、一時エヂプトに於て靜養してゐたが、ドイツに歸りて免疫現象に關する有名な側鎖説を唱へ、後には化學療法^{化学療法}の建設に専念した。蓋し化學療法とは、生體を傷害することなくしかも體内に侵入せる病原微生物を化學的藥劑によりて死滅せしめる方法をいふのである。かかる目的を達するには、藥物が體組織によりて結合ま

たは沈着せられることなく病原に達するか、または體内に於ける病原の生活條件を著しく不良になすやうに體内に分布することが必要であり、しかもその使用量に於ては生體そのものに對して無害でなければならぬ。經驗によるに、體外で有効な消毒劑も體内では効力がなく、之と反對に試験管内では全く殺菌作用のない物質も體内に於ては有効な物質に變化することが屢々ある。

生活細胞は各々その生活にとりて必要な物質に對して特殊の親和力を有し、之に依りて生活作用を營むものである。それ故、今動物體内に於て微生物乃至細菌が各々特殊の物質に對して親和力を有し、之を攝取して營養となし生活作用を營むものとすれば、獨り病原體に對してのみ作用する化學的物質も存在する筈であるといふのがエールリッヒの信條であつた。かくてエールリッヒは一八九二年メチレン青の體内に於ける作用を研究して、之をマラリアの治療に試みた。一八九九年にはフランクフルトに實驗治療學研究所が設立せられ、その後化學療法^{化学療法}の研究はトリパノゾームなる病原體の發見に促されて更に發展を示した。即ちトリパノゾームを接種した南京鼠に對しトリパン赤、その他の諸種色素を以てする治療が試みられた。その後砒素の化合物たるアトキシルも試みられたが、一九〇五年エールリッヒはベルトハイム Berthelm (化學者) と共にアト

キシルの構造を明かにし、之より種々の化學的誘導體を製出する基礎を作つた。この間にありてはアトキシルに注目する者多く、之を微毒の治療に試みる者があつたが、當時恰も微毒の病原スピロヘータを家兎の畢丸に接種することに成功した報告があつたので、之について廣汎な動物治療試験が行はれたのである。即ちエールリッヒはベルトハイムと協力して幾百種の砒素化合物を製造し、秦佐八郎は一々之を再歸熱スピロヘータに對して試験し、後更に接種微毒について治療試験を施行し、遂に六〇六號に至りて初めて有効なものを發見し得たのである。(一九〇九年)之がサルヴァルサンである。このものは三價の砒素を有する誘導體で、試験管内では病原體を死滅せしむる作用はないが、生体内では死滅せしめる作用がある。それ故体内に於て有効な形に變化して病原體を死滅せしめるものと考へられるのである。但しその作用の詳細な點は今日も尙不明である。

化學療法に當りては、中毒を起さない範圍に於て成るべく大量を用ひて病原體を一時に死滅せしめるやうに努めねばならない。然らざれば、トリパノゾーマ・スピロヘータまたは細菌の如き病原體は、何れも藥劑に對する習慣性を獲得してそれに耐えるやうになる故である。熱帶フラム

ベシアまたは再歸熱に對しては多くはサルヴァルサンの一回の注射にて治癒せしめ得るから、之はエールリッヒの理想たる所謂最大消毒療法に一致するが、微毒に對してはさうは行かぬ。殊に脊髄癆や進行性麻痺の如き陳舊なる組織の變化を伴へる状態に對しては、たとへその原因が微毒スピロヘータであつても、サルヴァルサンは殆んど効を奏しない。それ故、これ等の病狀に對しては寧ろ人工的マラリア接種の如き所謂發熱療法が行はれてゐる。このマラリア療法は一八八七年ウーエーのワグナー *Wagner von Jauregg* により臨床上の經驗を基として創始せられたものである。

その後バイエル二〇五號なる複雑なる尿素誘導體はアフリカの睡眠病に對する化學療法劑として知られ、蒼鉛劑はルワヂッチ *Levadiu* により微毒に對して治療的效果のあることが明かにされたが、之は恐らく肝臓内にて有効な物質に變化するものらしい。以上は何れも動物性の病原體に對するものであるが、之に反し細菌に對する化學療法としては、從來僅かにキニーネ誘導體の肺炎球菌に對する作用、その他アクリチン系色素の化膿菌に對する作用が認められてゐたに過ぎなかつたのである。

しかるに驚異に値するは、最近に於ける細菌性疾患に對する化學療法の劃期的進歩である。ドイツのI・Gエルバーフェルト研究所のドマーグ Domagk は、二人の若き化學技師、それは殆んど同時に父親を敗血症で亡くしたのを動機に、この方面に一生を捧げようと決心したミーチュ Metch とクララー Klarer との協力の下に、僅か三年にしてズルフォンアミド基を結合させたアゾ系色素が、實驗的に連鎖状球菌を感染せしめた南京鼠に對して治療的効果を奏することを發見し、人體實驗にも成功して一九三五年に發表した。ところが、それに次でフランス學派の活動が始まつた。即ちバスターール研究所の化學療法研究室では主任フルノー Fournau の下に、化學者トレフェル Trafoel 夫妻、生理學者ボヴェー Bovey 細菌學者ニッチ Nitte の四人が協力して前記藥劑の研究に取りかかつた。即ち試みに動物に前記藥劑を與へたところ、この赤い色素劑は動物の體内で變化して毒性の弱い白色の物質に變ることが判つた。その白色の物質を採集して實驗を行つて見ると、この物質は連鎖状球菌や葡萄状球菌に對して元の赤色な藥劑よりも遙かに殺菌力の著しいことが知れた。次でその構造式が明かにされ、分子中にズルフォンアミド基の存することが必要で、アゾ基は意味のないことがわかり、爾來研究方針は一變して色素の研究は

捨てられたのである。この報告は一九三五年に生物學會報告書に掲載され、その内容は僅か二頁足らずの簡潔なものであつた。

それにつづく一九三六年から三八年に亙る二年間は實に化學療法發展史にとつて記念すべき時代であつた。各國の學者は種々な新製劑を作り始め、ドマーグは一九三七年に所謂二基のズルフォンアミド劑を發表したが、殊にイギリスではメイ・エンド・ペーカー社の化學研究室のエヴィンス Ewins とフィリップス Phillips とは一九三八年にスルファニルアミド・ピリジンなる化學物をウィトバイ Whiby に依囑して動物試験を行つた結果、肺炎球菌に對し特效的に作用することが認められ、その成績は雑誌ランセットに發表された。かくしてこの方面の研究は各國に於て今尙盛に續行せられつつある。

最後に今日の生物學に於ける興味を中心はウィールス Virus の本態である。このものは極めて微細にして從來の顯微鏡を以てしては認知し得ず、従つて不可視性、超顯微鏡的乃至は濾過性病原體と呼ばれたものである。このウィールスに關する最初の報告は一八九二年イワノウスキ Iwanowski がモザイク病に罹れる煙草の葉の壓搾濾液を用ひて健常煙草に本病を感染せしめた

のを以て嚆矢とする。今日に於ては、人にありては痘瘡・麻疹・インフルエンザ・狂犬病等はすべてウィールスによる疾病として知られ、哺乳類・鳥類・昆虫等にも多数のウィールス疾患があり、加之、世界各地の植物、例へば煙草の外、甘藷・馬鈴薯・トマト・ユリなどについてもウィールス疾患は大なる注意を惹いてゐる。植物にウィールスが侵入すると、果實や葉や地下莖に黄色または褐色の斑點が出來或は壞死に陥り、または矮生状態、莖の叢生などが見られる。この他動物に見られる可移植性腫瘍の健康動物への移植に關しても濾過性ウィールスの意義が認められてゐる。

ウィールスの本態は何であるか。あらゆるウィールスが生ける微生物であるか否かは尙不明であるが、今日のところではウィールスを以て生活有機體と生命なき物質との境界にある物質と見做さうとする傾向にある。殊に一九三五年スタンレー Stanley 等が煙草モザイク病のウィールスより病原蛋白質なるものを結晶形として分離し、之がウィールス自身であると認められるに至つて、ウィールスを重蛋白質と見做す傾向が強くなつた。即ち現時に於ては、ウィールスは微生物と既知蛋白質分子との中間的存在であつて、粒子の大形なるものは生物的色彩が濃厚であり、粒

子の小なるものは蛋白質分子と共通の性質が顯著であると解せられ、新たな研究領域が展開されつつある。最近に製作された真空管中に於ける電子の放出による所謂電子顯微鏡が、これ等微生物の研究に對して何程の貢獻をなし得るかは全く將來に残された問題である。

コペルニクス(地動説).....	五〇
ティコ・ブラーエ(天文観測).....	五三
ケプラー(惑星運動の法則).....	五五
ガリレイ(天文観測、地動説).....	七〇
グレゴリー(改暦).....	七五
ホイヘンス(土星の環及び衛星).....	一〇六
ニュートン(萬有引力の法則).....	一一一
ハレー(彗星).....	一一五
澁川(保井)春海(貞享の改暦).....	一一六
カント(星雲説).....	一一〇
ラプラース(宇宙の進化、星雲説).....	一一〇
志筑忠雄(中野柳圃)(曆象新書).....	一一〇
ハーシエル(天王星の発見).....	一一一
アダムス(海王星の発見).....	一一四
ルヴェリエ(海王星の発見).....	一一五
木村榮(地軸の變動).....	一一五
エディントン.....	一一八
アインシュタイン(宇宙論).....	一九九
フリドマン(動的宇宙論).....	一九九
ハッブル.....	二〇〇
ルメートル(宇宙の膨脹).....	二〇〇

〔物理學〕

ピタゴラス(單一絃の發明).....	六
アナクサゴラス(微粒子の觀念).....	七
ロイキッポス(原子論、因果律).....	七
デモクリッソス(原子論、物質恒存).....	七
アリストトーテレス.....	一一
アルキメデス(アルキメデスの原理).....	一七
アルハゼン(光學).....	三四
ロージャアー・ベーコン(光學).....	四〇
レオナルド・ダ・ヴィンチ.....	五
ジルバート(電氣及び磁氣).....	六〇
ステヴィヌス(静力學).....	六一
ケプラー(光學惑星運動の法則).....	六六
ガリレイ(物體落下の法則).....	七〇
大氣の研究.....	七八
トリチエリ(眞空、氣壓計).....	八八
パスカル(眞空の實驗).....	八九
ゲーリツケ(マグデブルクの半球).....	八九
ボイル(ボイルの法則).....	九〇
マリオット(マリオットの法則).....	九一

ホイヘンス(振子時計、光の波動説).....	一〇六
ニュートン(運動の法則、力學原理、プリンシピア、光學).....	一一一
ベルヌーイ(數學的物理学).....	一一八
ダランベール(力學).....	一一九
ラグランジュ(解析的力學).....	一一九
ラプラス(數學的物理学).....	一二〇
グレイ(電磁氣).....	一二三
ホイーラー(電磁氣).....	一二三
デュフェイ(電氣).....	一二三
ベンジャミン・フランクリン(電光).....	一二三
ファレンハイト(溫度計).....	一二四
ブラック(熱).....	一二四
ホウクスビー(音).....	一二五
ソヴール(音響學).....	一二五
クラドニ(音響學).....	一二六
ティンダル(音響學).....	一二六
ガルヴァニ(電氣).....	一四二
ヴォルタ(電池の發明).....	一四二
エールステッド(電流と磁石).....	一四六
アンペール(アンペア).....	一四六

ファラデー(電磁理論).....	一四七
ヤング(光の波動説).....	一四七
フレネル(光の屈折).....	一四八
マクスウェル(光の電磁理論).....	一四八
ヘルツ(電磁方程式).....	一四九
フラウンホーファー(スペクトル中の黒線).....	一四九
キルヒホッフ(分光器).....	一四九
ブンゼン(分光器).....	一四九
ルンフォード(仕事と熱の發生).....	一四九
カルノー(熱の仕事當量).....	一四九
ジュール(仕事と熱).....	一四九
マイヤー(仕事と熱).....	一五〇
ヘルムホルツ(エネルギー恒存原理).....	一五〇
クラウジウス(熱力學の第一及び第二法則).....	一五〇
W・トムソン(ケルビン卿)(熱力學の第二法則).....	一五〇
ボルツマン(熱の統計理論).....	一五一
クルツクス(眞空放電管).....	一五二
レントゲン(X線の発見).....	一五二
ベックレル(ウラニウム鹽の放射能).....	一五三
マダム・キュリー(ラヂウムの発見).....	一五三
物理學と化學(物化學).....	一七九

物理學の各部門	一七九
物理學と數學	一七九
物理學と觀測器械	一八〇
物理學の諸問題	一八〇
力學	一八〇
音	一八一
光	一八二
熱	一八二
電氣及び磁氣	一八三
エネルギー原理	一八五
エネルギー散逸の原理	一八五
エントロピー	一八六
物質構造論	一八七
ドルトンの原子説	一八七
アヴォガドロの分子説	一八八
ブラウン運動	一八九
ウオーナー・デルゾー	一八九
スモルコフスキー	一九〇
ペラン	一九〇
氣體及び液體の構成	一九〇
ラウエ(結晶體によるX線の干渉)	一九一

ブラッグ父子(X線による結晶の構造研究)	一九一
結晶内に於ける原子の排列	一九一
膠質(コロイド)	一九二
電子の發見	一九二
プルユツカー(ガイスラー管)	一九三
ヒットルフ	一九三
ゴルドシュタイン	一九三
J・トムソン(電子の確認、原子の模型)	一九三
相對性理論	一九四
ローレンツ	一九五
マイケルソン(光波干渉計)	一九六
モーリー	一九六
アインシュタイン	一九七
特殊及び一般相對性理論	一九八
宇宙論(アインシュタイン、フリドマン、ルメートル)	一九九
原子構造論	二〇〇
プラウト(水素原子と他の原子との關聯)	二〇一
元素の週期律	二〇三
元素スペクトルの系列	二〇三
バルマー	二〇三

長岡半太郎(原子模型)	二〇三
ラザフォード	二〇三
ソッデー	二〇三
ファヤンズ	二〇三
同位元素	二〇四
モーズリー(X線スペクトル)	二〇五
ボーア	二〇五
ゾンマフェルト	二〇五
量子力學(波動力學)	二〇六
ハーシエル(赤外線)	二〇六
リッター(紫外線)	二〇六
副射	二〇七
スペクトル分析	二〇七
天體分光學	二〇七
プランク(エネルギー量子)	二〇八
光量子假説	二〇九
コンプトン	二〇九
ラマン	二〇九
ド・ブローイー	二一〇
シュレーディンガー(波動力學)	二一〇
粒子性と波動性との相補性	二二〇

ハイゼンベルグ(不確定性原理)	二二一
自然現象の法則性	二二二
微視的對象と巨視的現象	二二二
ボルン	二二三
ヨルダン	二二三
マトリックス力學	二二三
デイラック(量子力學)	二二四
アンダーソン(陽電子の發見)	二二四
量子電磁力學	二二五
原子核の物理學	二二五
放射性元素の變脱	二二六
アストン(同位元素)	二二七
ユーリー(重水素、重い水)	二二七
陽子(プロトン)	二二七
原子核の破壊	二二八
ボーテ	二二八
ジョリオ夫妻	二二九
チャドウィック(中性子、ニュートロン)	二二九
コックロフト	二二九
ウォルトン	二二九
ローレンス	二二九

フエザー……………三三〇
 フェルミ……………三三〇
 人工放射能……………三三〇
 中性微子(ニュートリノ)……………三三三
 宇宙線……………三三三
 ヘンス……………三三三
 シャワー現象……………三四四
 湯川秀樹(湯川粒子、U粒子)……………三三五
 メゾトロン、メソン……………三三五

〔化學〕

アラビア人(鍊金術)……………三三
 ゲーバー(アブ・ムサ・ジャビール)……………三三
 ロージェアー・ベトコン……………三三
 パラセルスス(醫療化學)……………三五
 ボイル(懷疑の化學者)……………九〇
 ファン・ヘルモント(ガス)……………九一
 メーヨウ(空氣の成分)……………九二
 ベッヘル(フロジストン説)……………九三
 シュタール(フロジストン説)……………九三

ペールハーヴェ(化學原論)……………九四
 ヘールス(氣體槽)……………九五
 ブラック(固定空氣)……………一三四
 ペリーマン(氣酸)……………一三八
 キヤベンディッシュ(可燃ガス)……………一三八
 ラザフォード(窒素の發見)……………一二九
 プリーストリー(フロジストン無しの空氣)……………一二九
 シューレ(火の空氣)……………一三〇
 ラボアジエ(定量化學の父)……………一三〇
 リービッヒ(農藝化學の祖)……………一三四
 ドルトン(原子説)……………一三五
 ゲーリユースック(氣體の反應)……………一三五
 アヴォガドロ(分子説)……………一五六
 カニツァーロ(分子説)……………一五六
 ウェーラー(尿素の合成)……………一五七
 物質(アニリン、アリザリン、藍の合成)……………一五七
 ビオー(偏光)……………一五七
 パストゥール(酒石酸の偏光)……………一五八
 ファント・ホッフ(不齊炭素説)……………一五八
 ル・ベル(不齊炭素説)……………一五八
 オストワルド(物理化學)……………一五八

ニュートランツ(オクタイヴの法則)……………一五九
 ロタール・マイヤー……………一五九
 ド・シヤンクルトア……………一五九
 メンデレエフ(週期律)……………一五九
 ファラデー(電氣分解)……………一六〇
 クラウジウス(電離)……………一六〇
 アルレニウス(電離の理論)……………一六〇
 ギブス(化學平衡)……………一六一
 グレアム(結晶質と膠質)……………一六一
 宇田川榕庵(舍密開宗)……………一六一

〔地理學・地質學〕

エジプト人……………二
 テオフラストス……………一三
 エラトステネス(數學的地理學測地學)……………一八
 ケーザル(ローマ帝國全土の測量)……………二五
 ストラボ(地理學)……………二六
 ロージェアー・ペーコン……………四〇
 王子ヘンリーとポルトガル人……………四三
 ベハイム(地球儀)……………四三

コロンブス(西インド諸島發見)……………四四
 デイアツ(喜望峰)……………四四
 ヴァスコ・ダ・ガマ(インド)……………四四
 ウェスプッチ(アメリカ發見)……………四四
 ド・バルボア(太平洋)……………四四
 マゼラン(フィリッピン)―世界一周……………四四
 ポルトガルの商船種子島に漂着……………四四
 最初の鑛山學校……………一三三
 ウェルナー(岩石の研究)……………一三三
 水成論者、火成論者……………一三三
 ハットン(地球の理論)……………一三三
 スミス(地質學)……………一三三
 最初の土木學校……………一三三
 ライエル(天律不變説、宇宙齊一論)……………一三三
 化石(層位學者、古生物學者)……………一三三
 伊能忠敬(大日本沿海輿地圖)……………一三三

〔生物學〕

エジプト人……………三
 アリストートル레스……………三

テオフラストス(植物)	三三
ブリニー(博物學)	三六
ダイオスコリデス(藥物學)	三七
ガレノス(デーレン)(動物の解剖)	三六
アヴェロイズ	三五
アルベルツス・マゲヌス(博物學)	三六
ゲスナー(博物學)	三九
レイ(植物)	八三
ウイルビー(動物)	八三
ジュシュー	八二
貝原益軒(大和本草)	八三
ファン・ヘルモン(植物の榮養)	九二
ヘールス(植物生理學)	九五
顯微鏡學者	九六
フック(顯微鏡圖)	九六
グリユー(植物の解剖)	九七
マルピギ(蠶體の構造、植物の解剖、動物の發生)	九六
スワンメルダム(昆蟲構造學)	一〇一
レヂ(自然發生反對説)	一〇二
レーエンホーク(毛細管、赤血球)	一〇三

オヴィスト及びスベルミスト	一〇四
生命起源説、非生命起源説(自然發生説)	一〇四
プエフォン(博物學)	一三四
リンネ(植物の分類)	一三四
キャンパー(魚の耳)	一三五
ドアジュール(鳥類、哺乳類)	一三五
キューヴィエ(比較解剖學、古生物學)	一三五
ボネー(實驗動物學)	一三五
ジョン・ハンター(實驗動物學)	一三六
スプランツァーニ(實驗動物學)	一三六
プリーストリー(植物より酸素の發散)	一三七
インゲンハウス(植物の生理)	一三七
ド・ソーシユール(植物の榮養)	一三七
エラスマス・ダーウィン(生物の進化)	一六三
ラマルク(進化に關する用不用説)	一六三
サンチレヤ(進化思想)	一六四
ゲーテ(進化思想)	一六四
小野蘭山(本草綱目啓蒙)	一六四
シーボルト(日本動物及び植物誌)	一六四
飯沼慾齋(草木圖説)	一六四
フムボルト(探檢旅行)	一六五

ブラウン(植物標本)	一五
ビーグル號の太平洋航海	一五
チャールス・ダーウィン(種の起源、自然淘汰説)	一五
ウオレス	一六
ハックスレイ(自然淘汰説の支持)	一六
グレイ(自然淘汰説の支持)	一六
ワイスマン(ダーウィン説)	一六
ヘッケル(ダーウィン説)	一六
スペンサー(適者生存)	一六
フォン・ベア(發生學)	一七
メンデル(遺傳の法則)	一六
ド・フリース(突然變異説)	一六
コレンス(遺傳)	一六
チエルマック(遺傳)	一六
ヨハネス・ミュラー(プランクトン學)	一六
エーレンベルク(顯微鏡的生物)	一七
遺傳の研究	一七
染色體の數	一七
モルガン(遺傳因子)	一八
リンケージ(聯繫)群	一九

乘違又は交叉	一三九
ボヴェリ	一三一
遺傳因子の本態	一三一
性遺傳	一三一
ゴールドシュミット	一三二
ハルトマン	一三二
クーン(性決定の化學的特殊物質)	一三三
染色體の構造(螺旋絲説、遺傳因子の座)	一三三
植物の發生生理學	一三三
ザックス	一三四
ハーバランド	一三五
生長素	一三五
ウエント	一三五
コエーグル(アウキシン癌組織中のアミノ酸)	一三五
フィッティング	一三五
ヘンメリング(かさのり)	一三五
植物の刺戟生理學	一三六
動物の發生生理學	一三七
シュペーマン(オルガニザトール)	一三八
ホルテレーダー	一三八
高峰讓吉(アドレナリンの發見)	一三八

比較形態學及び發育史	二五九
分類學	二五九
生物の分布	二四〇
種なる概念	二四二
突然變異	二四六
ミューラー(人爲突然變異)	二四七
コルヒチンと染色體數の變化	二四八
生化學の諸問題	二五一
ウエーラー(尿素の合成)	二五一
水素イオン濃度	二五二
ベルツェリウス(觸媒力)	二五二
エミール・フィッシャー	二五三
中間物質	二五四
糖質	二五四
酸素橋梁結合	二五四
吸着法及び溶離法	二五四
ヴィタミンC、B ₂	二五五
酸化還元電位	二五五
パンチング及びベスト(インシュリン)	二五七
脂肪	二五七
磷脂質	二五八

プリン體	二五六
ヴィタミンB ₁	二五六
ステリン化學	二五九
コレステリン、ヂギタリスの有効成分、 性ホルモン	二五九
ヴィタミンD	二六〇
蛋白質	二六〇
アプデルハルデン	二六〇
ベルグマン(ペプチッド)	二六〇
リンチ(サイクロロール説)	二六一
チロキシン	二六二
グルタチオン	二六二
ヘテロアウキシン	二六二
色素蛋白質	二六二
ハンス・フィッシャー(血色素)	二六二
黄色酸素	二六三
ワールブルヒ(呼吸酵素、炭酸同化作用、癌細 胞の糖質代謝)	二六三
ウイルシュテッテル(酵素の成分、葉綠素の構造)	二六三
物質代謝生理學	二六五
細胞の物質攝取	二六五

ベッファアー(植物細胞の滲透作用)	二六五
ルンデゴールド	二六六
ステルン(植物熱力學)	二六七
エネルギー代謝の問題	二六七
細胞の元素成分	二六七
體內に於ける物質の構成及び分解現象	二六八
糖質代謝	二六八
ストル	二六九
ウィーランド(一次的水素活賦説)	二七〇
マイヤー・ホーフ(筋運動時のエネルギー其他)	二七〇
ヒル(筋興奮時の熱發生等)	二七二
脂肪及び蛋白代謝	二七二
代謝相互の關聯	二七三
生體の種類と代謝	二七三
古武(キヌレニン、キヌレノ酸、アントラニ ル酸)	二七四
代謝物質の運搬	二七四
動物の刺戟現象	二七五
ドウニング	二七五
ゲラールド	二七五
種々の條件の下に於ける植物の態度	二七六

免疫生理學	二七六
先天性抵抗力	二七六
後天性免疫	二七六
メチニコフ(呑喰細胞説)	二七六
特異性抗體又は免疫體	二七九
アショッフ(網狀織内被細胞系統)	二七九
局所免疫説	二七九
組織の變調と特異性抵抗力増進	二八〇
北里柴三郎(抗毒素)	二八一
ペーリング(抗毒素)	二八一
コッホ(結核感染動物のアレルギー)	二八一
マントー(ツベルクリン反應)	二八二
カルメット(BCG)	二八三
ハンゼン(癩)	二八四
化學療法	二八四
エールリツヒ(サルヴァルサン)	二八四
ベルトハイム	二八五
秦佐八郎	二八六
ワグナー(マラリア療法)	二八七
ルワヂッチ(蒼鉛劑)	二八七
ドマーグ(ズルフオンアミド劑)	二八八

ミーチュ、クララー……………二六八
 フルノー、トレフェル夫妻、ボヴェー、ニッチ……………二六八
 エヴィンス、フリッパス、ワイトバイ(ズルフオン)
 アミド・ピリヂン……………二六九
 ウイールス……………二六九
 イワノウスキ(モザイク病)……………二六九
 スタンレー(病原蛋白質の結晶)……………二九〇

〔解剖學〕

エヂプト人……………三
 アレクサンドリア(人體解剖)……………三
 ヘロフィロス(神經、十二指腸、心臟)……………三
 エラシストラトス(神經、心臟、肝臟)……………三
 ガレノス(ゲレーン)(比較解剖學)……………三
 ヴェサリウス(人體の構造)……………五
 オイスタキウス……………五
 ファロピウス……………五
 ファブリキウス(靜脈の瓣)……………五
 セルヴェトウス……………五
 マルピギ(比較解剖學)……………六

スワンメルダム(淋巴管、血球)……………一〇一
 レーエンホエーク(循環系)……………一〇三
 前野良澤・杉田玄伯(解體新書)……………一四〇
 フォン・ベア(比較胎生學)……………一六七
 シュライデン、シュワン(細胞理論)……………一七〇
 ウイルヒョウ(病理解剖學)……………一七一
 アシヨッフ(網狀織内被細胞系統)……………一七九
 山極勝三郎(人工的癩發生)……………一七一

〔生理學〕

ガレノス(ゲレーン)實驗生理學の創始……………二六
 ハーヴェー(血液の循環)……………八〇
 豫造説(前成説)と新生説(後成説)……………八二
 マルピギ(毛細管循環)……………九
 スワンメルダム(神經、筋肉)……………一〇三
 レーエンホエーク(毛細管循環)……………一〇三
 ボレリ(運動力學)……………一〇五
 ハラー(大生理學)……………一三六
 ビシャヤ(生死に關する生理學)……………一三六
 ヨハネス・ミュラー(比較生理學)……………一六六

ヂュ・ボア・レーモン(筋肉、神經の電氣による刺戟)……………一六九
 ルードウィッヒ(キモグラフィオン)……………一六九
 マジヨンドー……………一七〇
 クロード・ベルナル(新陳代謝、内分泌)……………一六九
 プラウト(胃液中に鹽酸の發見)……………二〇一
 高野長英(醫學樞要)……………一七〇
 動物の發生理學……………二三三
 物質代謝生理學……………二七一
 糖質代謝……………二七〇
 マイヤー・ホーフ・ヒル(筋運動時の物質代謝)……………二七〇
 ワールブルヒ(癌細胞の糖質代謝)……………二七二
 脂肪及び蛋白質代謝……………二七二

〔細菌學〕

レーエンホエーク(バクテリアの發見)……………一〇三
 酵母菌の發見……………一七一
 パシ(蠶の寄生菌)……………一七一
 シェーンライン(白癩の寄生物)……………一七一
 エーレンベルグ(下等生物の分類)……………一七一

〔醫學〕

パストゥール(脾脫疽、狂犬病の豫防)……………一七二
 コッホ(結核菌、コレラ菌の發見)……………一七四
 ベーリング(ヂフテリー抗毒素)……………一七五
 北里柴三郎(破傷風抗毒素)……………一七五
 志賀潔(赤痢菌の發見)……………一七五
 シャウヂン、ホフマン(微毒スピロヘータの發見)……………一七五
 野口英世(微毒スピロヘータの純培養)……………一七五
 ハンゼン(癩菌)……………一八四
 エールリッヒ(側鎖説)……………一八四
 ウイールス……………二六九
 エヂプト人……………二
 バビロニア人(獸醫術)……………三
 ヒポクラテス(醫術の父、臨床家の開祖)……………八
 ヘロフィロス……………二
 エラシストラトス(衛生學)……………二
 アレクサンドリア期(麻醉劑、血管の結紮)……………三
 經驗學派(水蛭、專用植物)……………三

ダイオスコリデス	二七
ガレノス(ゲレレン)	二八
アヴィセンナ(醫典)	三三
ペストの大流行と豫防	四一
癩隔離所	四二
パラセルス(醫療化學派の先驅)	五五
トマス・シデナム	九五
サントリオ・サントロ(醫療物理學派の先驅)	一〇五
ボレリ(醫療力學派)	一〇五
シルヴィウス(醫療化學派の始祖)	一〇五
ビシャー(醫學の自然科學的研究)	一三六
ハーネマン(ホメオパチー)	一三八
ジエンナー(種痘の發見)	一三九
フーフエラント	一四〇
ストローマイヤー	一四〇
前野良澤	一四〇
杉田玄伯	一四〇
大槻玄澤	一四〇
ウイルヒョウ(細胞病理學)	一七一
バストウール(狂犬病豫防)	一七三
リスター(防腐法による外科)	一七四

コッホ(細菌學の開祖)	二六一
北里柴三郎(血清療法)	二六一
ペーリング(血清療法)	二六一
エーリッヒ(化學療法)	二六四
ワグナー(マラリヤ療法)	二六七
ドマーグ(化學療法)	二六八

〔應用科學〕

ヴィトルヴィウス(建築學)	二四
羅針盤	四
ゲルバート(時計)	五
グーテンベルク(印刷術)	五
望遠鏡	七〇
顯微鏡	九六
ワット(蒸氣機關)	一四〇
アークライト(紡織機)	一四一
ホイットニー(綿繰機)	一四一
ムルドック(燈用ガス)	一四一
ヴォルタ(電池)	一四一
平賀源内(起電機)	一四三

分光器	一四六
複式顯微鏡	一七〇
電子顯微鏡	一九一

〔人文科學〕

ソクラテス	一〇
プラトーン	一〇
スコラ哲學	三六
トマス・アキナス(キリストのまねび)	三九
ロージア・ベーコン(反スコラ主義)	四一
ドンス・スコトス(反スコラ主義)	四一
ウイリアム・オッカム(反スコラ主義)	四一
ダンテ(詩篇)	四四
ボツカチオ(十日物語)	四四
ペトラルカ(人文主義)	四四
マルチン・ルテル(宗教改革)	五四
ブルーノ(地動説)	七三
フランシス・ベーコン(經驗學派の始祖)	七四
デカルト(唯理論)	八三
ガッサンデ(哲學)	八六

〔圖書館・大學・學會〕

ライブニッツ(哲學)	二四
ヴォルテール	二七
青木文藏(昆陽)(蘭語)	二七
カント(哲學、星雲説)	三〇
ゲーテ(進化思想)	三六
マルサス(人口論)	三六

〔圖書館〕

プラトーンのアカデミー	二
アリストテレスのリュケイオン	七
アレクサンドリアの圖書館	一五
シャーレマンの學校	三六
アルキンのアカデミー	三七
サレルノの醫學校	三七
ボロニアの法律學校	三七
パリイ大學	三六
ケンブリッジ及びオックスフォード大學	三六
プラターグ、ウォーン、ハイデルベルヒの大學	三六
ナポリ、ローマのアカデミー	三七
昌平黌(林羅山)	三七

Whittney, E.141 -
 Wieland, H.270
 Wiener, E. C.189
 Willstätter, R.263
 Willughby, Francis 82
 Wöhler, L.157
 Wrinch261

Y

Young, T.147
 山極勝三郎.....171
 湯川秀樹.....225

フロレンスのアカデミー.....七七
 ロンドン・ロイヤル・ソサイティー(王立協會).....七七
 フランス科学アカデミー(コルベール).....七九
 ベルリンの科学アカデミー(ライブニッツ).....七九
 エール、ゲッティンゲン、プリンストンの大學.....一四三
 アメリカ學術協會(フランクリン).....一三三
 ボン、ブルッセルの大學.....一四三
 醫學所、開成所.....一七五
 大學、大學南校、大學東校.....一七六
 東京帝國大學.....一七六

Nitte288
長岡半太郎.....203
中野柳圃.....120
野口英世.....175

O

Occam, William 41
Oersted, H. C.146
Osiander, Andreas49
Ostwald, F. W.158
小野蘭山.....164
大槻玄澤.....140

P

Paracelsus 55
Pascal, Blaise 89
Pasteur, Louis 158,172
Perrin, J. B.190
Petrarca 44
P. effer265
Phillips289
Philolaus 6
Planck, Max208
Platon 10
Plinius, Caius 26
Plücker, J.193
Pocceccio..... 44
Poincaré144
Priestley, J.129
Prout, W.201
Ptolemaios, Klaudios..... 20
Ptolemy 20

Pythagoras 5

R

Raman, S. C. V.209
Ray, John78,82
Redi, Francesco102
Regiomontanus 46
Reymond, Du Bois169
Rheticus, G. I. 49
Riemann143
Ritter, J. W.206
Röntgen, W. C.151
Rumford, B. T.149
Rutherford, D.129
Rutherford, E.203

S

Sachs, J.234
Santoro Santorio.....105
Saussure, N. T. de137
Sauveur125
Schaudin175
Scheele, K. W.130
Schleiden.....170
Schoenlein171
Schrödinger, E.210
Schwann170
Scotus, Duns 41
Servetus 59
Siebold, P. F. von164
Smith, W.133
Smoluchovskii, M. v.190

Socrates 10
Soddy, F.203
Sommerfeld, A.205
Spallanzani, L.136
Spemann, H.238
Spencer, H.167
Stahl, G. E. 93
Stanley290
Stern267
Stevinus, Simon 61
St.-Hilaire, G.164
Stoll269
Strabo 26
Stromeyer, L.140
Swanmerdam, Jan100
Sydenham, Thomas 95
Sylvester144
Sylvius, F.105
關 孝和.....115
志賀 潔.....175
澁川(保井)春海.....116
志筑忠雄.....120
杉田玄伯.....140

T

Tartaglia, Nicholas 60
Thales 5
Theophrastus 13
Thomson, J. J.151,193
Thomson, W.150,185
Torricelli, Evangelista 88
Tréfoe]288

Tschermak, E. von.....168
Tyndall126
高峰讓吉.....238
高野長英.....170

U

Urey, H.214
宇田川榕庵.....161

V

Van't Hoff158
Vasco da Gama 46
Vesalius, Andreas 57
Vespucci, Amerigo..... 46
Virchow, Rudolf.....171
Vitruvius, Macrus Pollio 24
Volta, A.141

W

Gagner von Jauregg287
Wallace, A. R.166
Walton, E. F. S.219
Warbung, O.263
Watt, James90,140
Weierstrass144
Weismann, A.167
Went235
Went jr.235
Werner, A. G.132
Wettstein, F. v.
Whceler122
Whitby289

Hämmerling235
Hahnemann, Samuel138
Hales, Stephen 95
Haller, Albrecht von136
Halley, Edmond.....115
Hansen, A.294
Hartmann, M.232
Harvey, William 79
Hawksbee125
Heisenberg, W.211
Helmholtz, H. L. F. von.....150
Helmont, Van..... 91
Henry, Prince..... 45
Herakleitos 5
Hermite144
Heron 20
Herophilus 21
Herschell, Sir William 121,206
Hertz, H. R.195
Hess, J. F.223
Hill, A. V.271
Hipparchus 19
Hippocrates (Chios) 9
Hippokrates (Kos)..... 8
Hoffmann175
Hittorf, J. W.193
Holtereter238
Hooke, Robert 78,96
Hubble, E. P.200
Hufeland, C. W.140
Humboldt, A. V.165
Hunter, John136

Hutton, James133
Huxley167
Huygens, Christiaan106
秦佐八郎286
林 羅山 77
平賀源内142

I

Ingen-Housz, Jan137
Iwanowski289
伊能忠敬162
飯沼慾齋164

J

Jacobi144
Jenner, Edward.....139
Joliot219
Jordan, P.213
Joule, J. P.149
Jussieu, B. L. de..... 82

K

Kant, Immanuel.....120
Kelvin, Lord 150,185
Kepler, Johannes 65
Kirchhoff, G. R.148
Klarer288
Koch, Robert174
Kögl235
Krönig183
Kuhn, R. 233,264
貝原益軒 83

木村 榮145
北里柴三郎 175,281
古武274

L

Lagrange, J. L.119
Lamarck, Jean de.....163
Laplace, P. S.120
Laue, M. v.191
Lavoisie, A. L.91,130
Lawrence, E. O.219
Le Bel158
Leenwenhoek, Anton van103
Legendre144
Leibniz, G. W.79,113
Lemaitre, G.199
Leukippos 7
Levaditi287
Leverrier.....145
Liebig, J. F. v.154
Linné, Carl134
Lister, L. J.174
Lobatchevskii144
Locke 95
Lorentz, H. A.195
Lucretius, Titus Carus 25
Ludwig169
Lundegårdh266
Luther, Martin 54
Lyell, Sir Charles162

M

Maclaurin, C.118
Magellan, Ferdinand 46
Magendie170
Magnus, Albertus 38
Malpighi, Marcello78,98
Mantoux282
Mariotte, Edmé 94
Maxwell, J. C. 148,184
Mayer, J. R. v.150
Mayow, John 92
Mencke115
Mendeléeff159
Mendel, J. G.168
Metschnikoff278
Meyer, Lothar159
Meyerhof, O.270
Michelson, A. A.196
Mietch288
Morgan, T. H.228
Morley, E. W.196
Moseley, H. G. J.205
Muller, H. J.247
Müller, Johann 46
Müller, Johannes168
Murdock, W.141
前野良澤140

N

Napier, John 75
Newcomen, T.140
Newlands159
Newton, Isaac78,108

Born, M. 213
 Boveri, T. 231
 Pothe, W. 218
 Bovet 288
 Boyle, Robert 90
 Brahe, Tycho 62
 Brahmagupta 32
 Bragg, W. H. 191
 Bragg, W. L. 191
 Briggs, Henry 75
 Brown, Robert 165
 Bruno, Giordano 73
 Buffon 134
 Bunsen, R. W. von 148
 Bürgi, Justus 75

C

Caesar, Gaius Julius 25
 Calmette 283
 Camper, P. 135
 Cannizzaro 156
 Cardano, Girolamo 61
 Carnot, N. L. S. 149
 Cauchy 144
 Cavendish, H. 128
 Cayley 144
 Chadwick, J. 219
 Charlemagne 36
 Chladni 126
 Clausius, R. J. E. 150
 Cockcroft, J. D. 219
 Colbert, I. B. 79

Columbus, Christopher 45
 Compton, A. H. 209
 Copernicus, Nicolaus 48
 Correns, C. 168, 232
 Crookes, W. 152, 193
 Curie, Marie 153
 Cuvier, G. B. de 135

D

d'Agyr, F. V. 135
 d'Alembert 119
 Dalton, J. 155
 Dante 44
 Darwin, Charles Robert 166
 Darwin, Erasmus 163
 Da Vinci, Leonardo 51
 d' Balboa 46
 De Beaune, F. 85
 De Broglie, L. 210
 De Chancourtois 159
 Descartes, René 83
 Delsaux 189
 Demokritus 7
 De Vries, H. 168
 Diaz, Bartolomeu 45
 Diophantus 20
 Dioscorides, Pedanios 27
 Dirac, P. A. M. 214
 Domagk 288
 Downing 275
 Dufay 122

E

Edington 198
 Ehrenberg 171
 Ehrlich, Paul 284
 Einstein, A. 197
 Erasistratus 21
 Erathosthenes 18
 Euclid 16
 Euler, L. 118
 Eustachius 58
 Ewins 289

F

Fabricius 79
 Fahrenheit, G. D. 124
 Fajans K. 208
 Fallopius 59
 Faraday, M. 147
 Feather, N. 220
 Fermat, Pierre de 87
 Fermi, E. 220
 Fisceer, Emil 253
 Fischer, Hans 262
 Fitting 235
 Fontana 60
 Fourneau 288
 Framsteed 78
 Franklin, Benjamine 122
 Fraunhofer, J. v. 148
 Fresnel, A. J. 148

Friedmann, A. 199

G

Galen 28
 Galenus, Claudius 28
 Galilei, Galileo 69
 Galois 144
 Galvani, L. 141
 Gassendi, Petrus 86
 Gauss 143
 Gay-Lussac, J. L. 155
 Geber 33
 Gerard 274
 Gerbert 52
 Gesner, Conrad 59
 Gibbs, J. W. 161
 Gilbert, William 60
 Goethe 164
 Goldschmidt, R. 232
 Goldstein, E. 193
 Graham, T. 161
 Graunt 78
 Gray, S. 122
 Gray, Asa 167
 Grew 78
 Grew, Nehemiah 97
 Guericke, Otto von 89
 Gutenberg, Johannes 53

H

Haberlandt 235
 Häckel, E. 167

人名索引

A

Abderhalden, E. 260
 Aber 144
 Abu-Musa-Jabir-ibn-Haiyan 33
 Adams, J. C. 144
 Alchimedus 16
 Alcuin 77
 Al-Hazen 34
 Alkarismi 34
 Ampère, A. M. 146
 Anaxagoras 7
 Anaximander 5
 Anaximenes 5
 Anderson, C. D. 214
 Apollonius 17
 Auinas, Thomas 39
 Aristarcos 18
 Aristoteles 11
 Arkwright, Sir Richard 141
 Arrhenius, S. A. 160
 Aryabhata 31
 Aschoff 279
 Aston, F. W. 217
 Averroës 35
 Avicenna 35
 Avogadro 156
 青木文藏(昆陽) 117

B

Bacon, Francis 74
 Bacon, Roger 39
 Baer, K. E. von 167
 Balmer, J. J. 202
 Banting 257
 Bassi 171
 Becher, Johann 93
 Bécquerel, A. H. 152
 Beheim 45
 Behring 175
 Bergmann, M. 260
 Bergmann, T. 128
 Bernard, Claude 169
 Bernoulli, Daniel 118
 Bertheim 285
 Berzelius, J. J. 252
 Best 257
 Bhaskara 32
 Bichat, F. Z. 136
 Biot, J. B. 157
 Black, Joseph 124
 Boerhaave, Hermann 94
 Bohr, N. 205
 Boltzmann, L. 151, 187
 Bonnet, C. 135
 Borelli, G. A. 105

自然科學發達史

昭和十五年十一月二十六日印刷

昭和十五年十一月三十日發行

著者 東京市神田區小川町三ノ二八 額田
 發行者 東京市神田區三崎町二ノ二〇 山谷
 印刷者 東京市神田區三崎町二ノ四 竹田
 印刷所 一匡印刷所 * 製本所 大誠社製本所 佐藏郎

發行所

東京市神田區三崎町二ノ二〇 日新書院
 電話九段三三一四・三三一五 * 振替東京七老元

定價一圓八十錢・外地定價一圓九十八錢

理學・醫學博士
額田 晉著

自然科學發達史

四六判上製
金一圓八十錢
(二十四錢)

〔最新刊〕新しき文化は科學の基礎の上に建設せられねばならぬ、今や自然科學の領域に於ける獨創的發見は、我が日本人の手によつてなされねばならぬ、本書は一般人の自然科學に對する理解を高むると全時に、一は以て今日の眞理が如何にして發見せられたるかの徑路を知る事により、青年學徒として他日獨創的研究に向つて邁進し得べき眞の科學的精神を把握せしめんがために外ならぬと、著者は執筆を始めて四年餘ひたすら科學日本人として、極めて良心的な明智と努力を打ちこんで本書を世に問ふに至つた！
諸家推獎の「今日の必讀書」！

工學博士
向山 幹 夫著

自然科學と經濟價值

菊判上製
金一圓八十錢
(二十四錢)

〔最新刊〕新進氣鋭の工學者として、亦科學日本の世界的注目的たる重金屬研究所長たる著者が、自然科學の異常なる發達進歩に基いて、社會經濟生活と經濟價值に對して投げかけた新たな課題と、科學と價值概念との相互關聯の鍵を究明し、新經濟原論——即皇道經濟學建設を強調する、劃期的勞作。さきに「科學ペン」に概要を發表、經濟學者は勿論知性人に非常なる刺戟を與へたもの、こゝに一書となつて世の批判の前に立つた！

文學博士
醫學博士

富士川

游著

★定價金十五圓・書留送料三十二錢

日本醫學史

(決定版)

只今のところ先着
豫約申込者一千冊
限定の豫定

總ての分野より日本の再認識を要請する、秋、本書が醫・史・社會・政治學上の學徒から貴重なる文獻として渴望され、絶版後の市價は實に「百二十五圓」を唱ふるのみか、入手困難で研究學徒に不便を與へてきた。本書は、先きに著者を文・醫兩博士たらしめ、更に帝國學士院恩賜賞を授與されし名著の増補決定版——本社は皇紀二千六百年を記念して、豫約限定出版をなし、物資缺乏の出版界稀れなる前記の奉仕的定價にて提供、學徒の要望に添ふことになつた。(豫約希望者は至急往復葉書にて申込みのこと・突然の御送金御斷り)

醫學博士
東京醫專教授

藤井 尙久編

(二月刊行豫定)

醫學年表

醫學研究の旺んなる今日完備せる「醫學年表」なきは航路に羅針盤なきが如き不便である。醫家必備書として待望される。

電話九段三三三
一三五
四一五

院書新日

町崎三區田神市京東
九二七六七京東替振

電話九段三三三
一三五
四一五

院書新日

町崎三區田神市京東
九二七六七京東替振

外務省囑託
牛江清名譯

暗黒を越えて

(先覺蘭印女
性の書簡集)

四六判三百頁
定價金二圓
(千十四錢)

〔最新刊〕本書は一八七九年ジャワ上流家庭に生れ、僅か二十六才で夭折したカルテイニイ夫人が當時文化低き蘭印にあつて、天資の明智と繊細な神經ゆゑに、因習的な社會・道徳・またオランダ始め西歐文明人に對する批判と反抗が一篇の美しく激しいロマンとして描かれたもの、世界各國に譯されて、あらゆる人々の絶讃を博しつゝあり。本書刊行されるや、吉屋信子、徳永直、石川武美、辻二郎博士、大川周明、美濃部達吉其他各方面の名士初め帝國教育、婦人畫報、婦女新聞其他新聞雜誌いづれも激賞す！
品切中第十版出來、即刻讀まれよ！

(伊)ピランデロ著
寺島長門譯

死人の告白 (長篇小説)

四六判三百頁
金一圓五十錢
(千十四錢)

〔最新刊〕本書は現代文學の最高峯の一、父の死後執事の不正によつて資産をなくした純眞なバスカル青年が、一人子と母の死後と自由を求めて故郷を捨て、旅へ出、世界の賭博場モンテ・カルロで忽ち巨額の利を得つゝも自殺者を見て我が家へ歸らうとしたが車中溺死者即バスカルと決められたのを知つて、生ける死人として放浪生活へ入る。が求めて入つた自由生活は佗しく、人と家を戀ふる切々の情に驅られて故郷へ歸つて現實の苦惱にうちあたる。かくて書かれた死人の告白(原名・故マチア・バスカル)から人生を學べ！

著 堂 悟 西 中 幹主會の鳥野本日

野禽の中に

金二・五圓
送料十四錢

第一集刊行して、三千の野鳥趣味者から待望されてきた第二集、著者は四ヶ年ひたすら家庭内の研究から山林へ行脚、野禽の中に暮らして得た詩と科學の最高の書を完成！——外に、限定特裝美本版あり、御照會を乞ふ。(金五圓)

野鳥と共に

定價金二圓
送料十四錢

詩人として知られてきた中西氏が、その美しい詩情をうち込んだので、野鳥と共に生活した記録、科學は同時に亦尊い詩であるといふ言葉は本書に依つて見事裏づけられ、ひろく世の讀書家の絶讃を博したる名著の普及版！(初版は文部省推薦圖書)外に限定特裝美本版あり、御照會を乞ふ。金二圓八十錢・千十八錢

電話 二二三一
四一三三
九段

院書新日

町崎三區田神市京東
九二七六七京東替振

電話 三三三一
四一三三
九段

院書新日

町崎三區田神市京東
九二七六七京東替振

理・醫學博士 額田 晉著	國友・角尾博士序 古賀十二郎著	醫學博士 巴陵宣祐著	傳染病研究所 日戸修一著	ロマンローラン著 森島・近藤譯	大倉文化研究所 原 正男著	東大名譽教授 石原 忍著	長醫大名譽教授 國友 鼎著
自然科學發達史	西洋醫術傳來史	生物學史大系	醫學評論家談義	印度の新英雄 ヅイヅエカナンダ傳	回教と日本精神	學窓余談	解剖學者清談
金一圓八十錢 (十十四錢)	(近刊豫定)	近刊	金二圓 (十十四錢)	金二圓五十錢 (十廿二錢)	金二圓五十錢 (十十四錢)	金一圓八十錢 (十十四錢)	金一圓八十錢 (十十四錢)
東京市神田區三崎町九	東京市神田區三崎町九	東京市神田區三崎町九	東京市神田區三崎町九	東京市神田區三崎町九	東京市神田區三崎町九	東京市神田區三崎町九	東京市神田區三崎町九
振替東京市神田區三崎町九	振替東京市神田區三崎町九	振替東京市神田區三崎町九	振替東京市神田區三崎町九	振替東京市神田區三崎町九	振替東京市神田區三崎町九	振替東京市神田區三崎町九	振替東京市神田區三崎町九
電話九段三三三	電話九段三三三	電話九段三三三	電話九段三三三	電話九段三三三	電話九段三三三	電話九段三三三	電話九段三三三
三三三	三三三	三三三	三三三	三三三	三三三	三三三	三三三
一三三	一三三	一三三	一三三	一三三	一三三	一三三	一三三
四一五	四一五	四一五	四一五	四一五	四一五	四一五	四一五

カルテイニ一著 牛江清名譯	エツジイ著 長松英一譯	ピランデロ著 寺島長門譯	中谷榮一著	醫學博士 渡邊房吉著	醫學博士 渡邊房吉著	醫學博士 河村敬吉著	中西悟堂著
暗黒を越えて (先覺蘭印女性の書簡集)	愛の人ベイトーヴェン	死人の告白 (長篇小説)	阿凌達河畔 (長篇小説)	亡兒哀悼記	詐病閑談	病詩人の日記 (淡窓と子規の 病生活研究)	野禽の中に
定價金二圓 (十十四錢)	金一圓八十錢 (十十四錢)	金一圓五十錢 (十十四錢)	近刊	金一圓八十錢 (十十四錢)	近刊	金一圓八十錢 (十十四錢)	近刊
東京市神田區三崎町九	東京市神田區三崎町九	東京市神田區三崎町九	東京市神田區三崎町九	東京市神田區三崎町九	東京市神田區三崎町九	東京市神田區三崎町九	東京市神田區三崎町九
振替東京市神田區三崎町九	振替東京市神田區三崎町九	振替東京市神田區三崎町九	振替東京市神田區三崎町九	振替東京市神田區三崎町九	振替東京市神田區三崎町九	振替東京市神田區三崎町九	振替東京市神田區三崎町九
電話九段三三三	電話九段三三三	電話九段三三三	電話九段三三三	電話九段三三三	電話九段三三三	電話九段三三三	電話九段三三三
三三三	三三三	三三三	三三三	三三三	三三三	三三三	三三三
一三三	一三三	一三三	一三三	一三三	一三三	一三三	一三三
四一五	四一五	四一五	四一五	四一五	四一五	四一五	四一五

東京市神田區三崎町九 電話九段三三三 三三三 一三三 四一五 振替東京市神田區三崎町九

創刊第五周年 ★ 科學を愛する人々の友

刊 月
(賣發日五十)

科學ペン

■ 定 價 ■
一冊金六十錢 十二錢
半年金 三圓六十錢
一年金 七圓二十錢
(特大號超過分
は別に申受く)

本誌は、入澤達吉、石原純、伊東忠太其他二百餘名の趣味豊かなる最高の科學人を以て創設せられたる「科學ペンクラブ」の機關誌として創刊され、爾來この國の科學人から親しまれ懷しまれつゝ、學問としての科學と趣味的科學とを常に滿載して今日の盛觀を見るに至つたのである。知性人よ、こぞつて本會に入會の上、本誌の使命達成のため協力せられよ！ (本廣告による旨附記見本御申込みの方へ舊刊號一部贈呈)

(科學ペンクラブ御入會希望の方
は下記へ御問合せ下さい)

東京市神田區三崎町二
振替東京一一七二〇七

科學ペン社

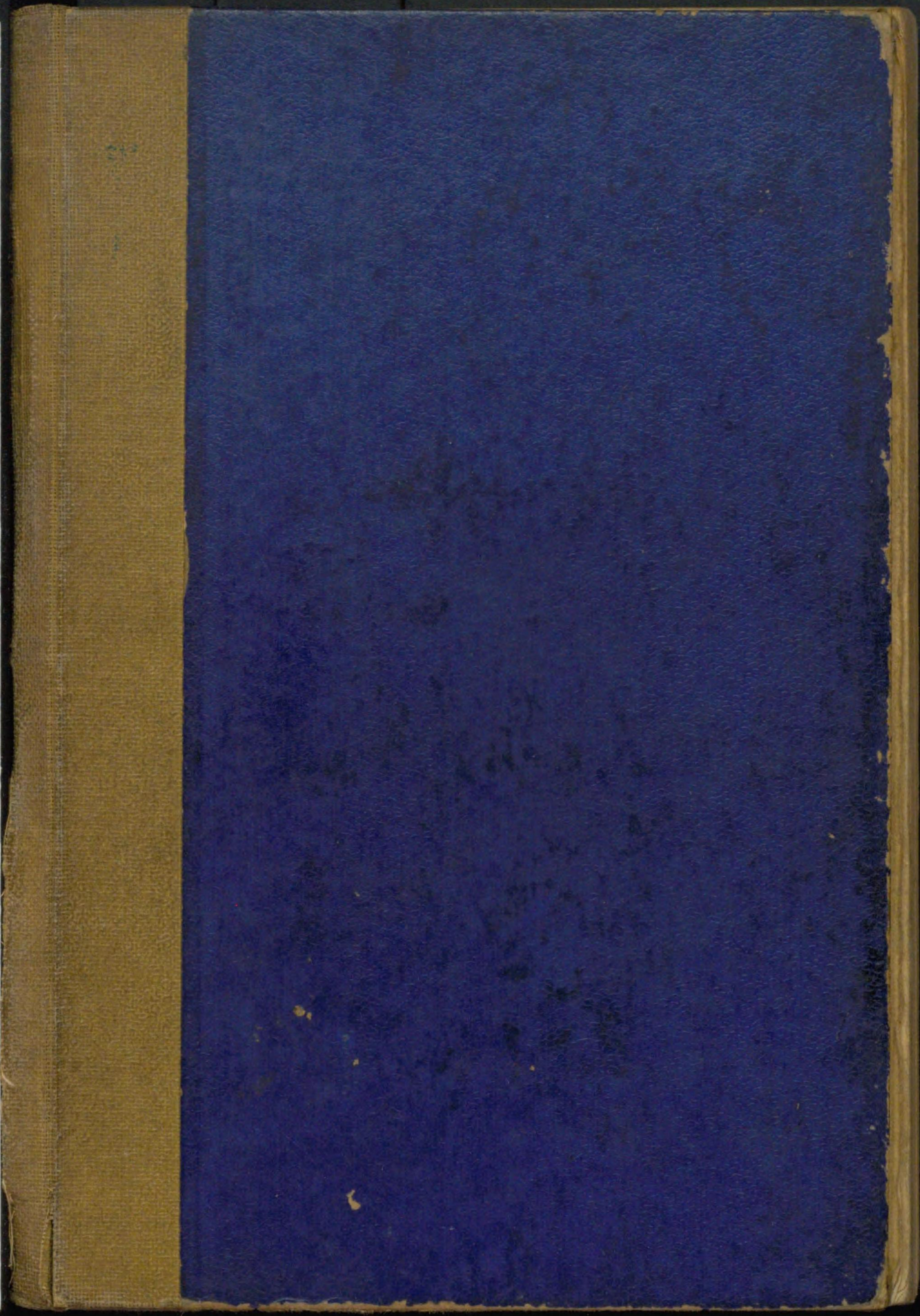
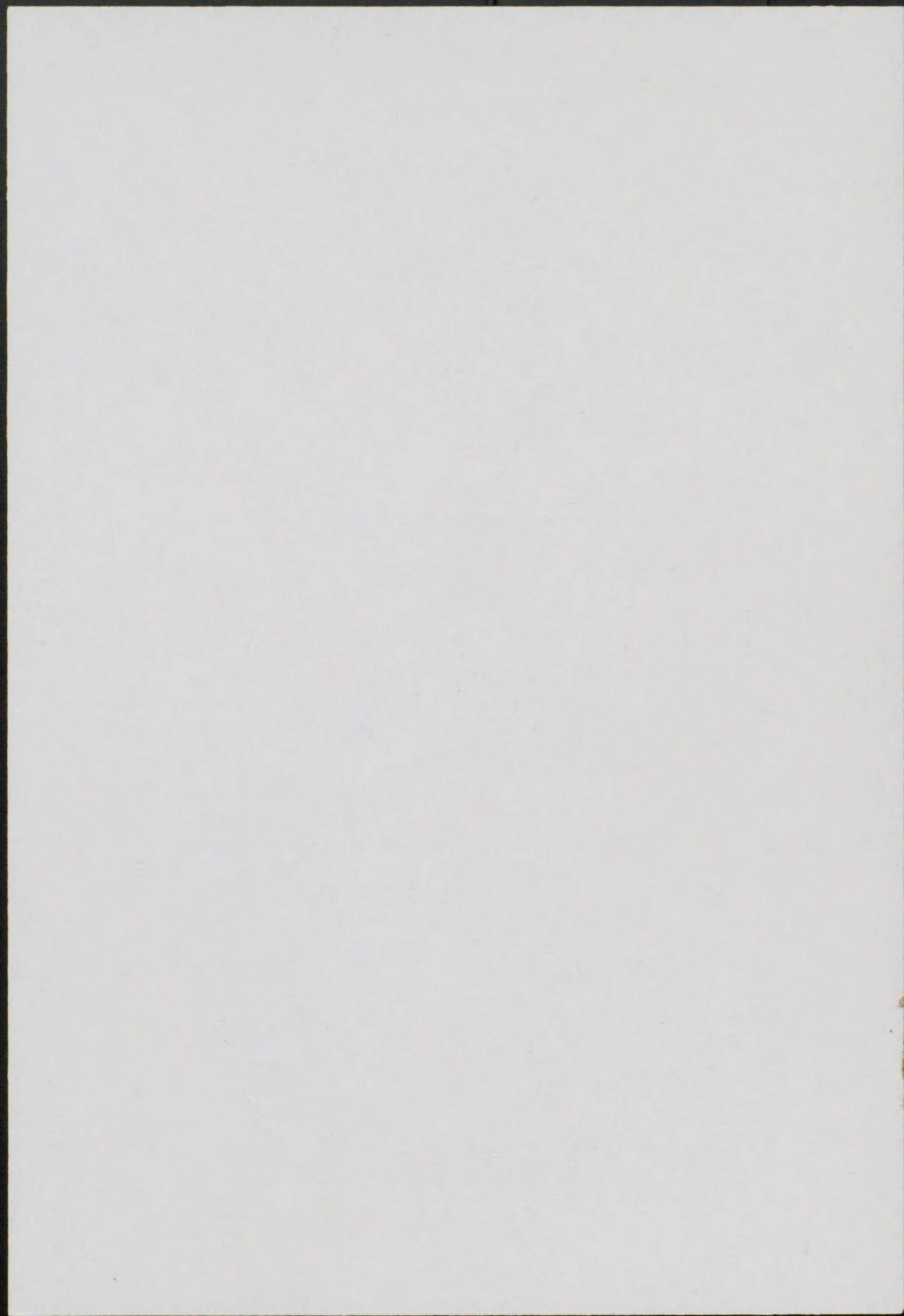
7
6

K 206
7-196



1.80

769
67

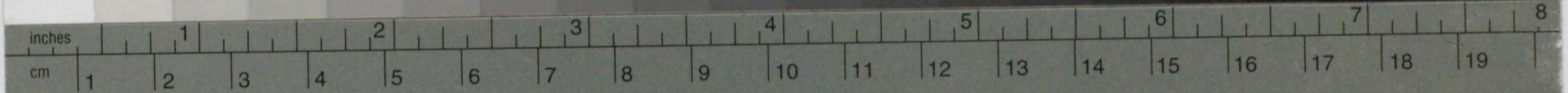


Kodak Gray Scale



© Kodak, 2007 TM: Kodak

A 1 2 3 4 5 6 **M** 8 9 10 11 12 13 14 15 **B** 17 18 19



Kodak Color Control Patches

© Kodak, 2007 TM: Kodak

Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black

