

Ⅰ. 自然界の究極的真理(本質)を求めて

1. 宗教、哲学史

太古より人類は、身の回りにある自然界の森羅万象を眺めながら、「一体これは何からできているのだろうか?」、「どんな変化をしているのだろうか?」などと、即ち万物の構成やその変化を支配する法則などを、知りたいという強い欲望にかられてきた。これは、人間は知りたいという欲求があるからである。

このような欲求が求めた内容も、早くより宗教や哲学に表現されてきたが、歴史の流れとともに、再び自然科学の中に最もよく現れようになった。そしてまた、人間はむしろその内容を完全に知るようになるが、自然界の本質は、非常に簡単で、決して複雑なものではないことを、知るに違いないと信じていた。

無限に複雑である自然現象の謎をどうあかすのには、自然界に存在する多種多様な物質が、その謎をどう解くことば明白であろう。それ故に、物質世界が何により、そしてどのように構成されているのかという疑問をこくことが、東洋や西洋の早期の宗教や哲学の一つの中心的な課題であった。それのみならず、自然科学の基礎的分野である物理学においても、これは重要な研究対象でもある。

ではまず、東洋の思想が、自然界又は物質世界を、どのようにとらえていたかについて、見えてまいらうと思う。古代の東洋の思想は、本質的には宗教的であるが、哲学とも密接な結びつきがあり、中でも特にインドのヒンズー教は、宗教とも哲学とも結びつきを定義がけることが、必ずかいた思想である。先ずこれを、形而上学的な側面からではなく、ヒンズー教が自然をどのようにとらえていたのだろうかという側面から、見えてまいらうと思う。

ヒンズー教の教えの根拠となっている思想の一つは、人類の身辺をとりまわっている無数の事象は、すべて一つの究極的な実在の現れであるという概念がある。ヒンズー教は、この究極的な実在を、「ブラフマン」と呼んだ。そして、ブラフマンは又、「万物の霊魂」といって「万物の本質」ともとらえられていた。「ブラフマン」は、インド思想の

ほかの、最も重要な概念の一つである。

ヒンズー教の神話では、宇宙の創造を神々の自己犠牲に
よるものであるとしている。即ちそれは、神が宇宙を作り、ついで再び神
になるというのであり、そしてこのように神の宇宙創造を、「リーラ」(神の
劇)と呼んでいる。リーラの神話は、魔術的色彩の濃いもので、
偉大な魔術師ブラフマが、「魔力」を使って、自ら宇宙を作り変わ
るとし、この魔力を「マヤー」と呼んでいる。「マヤー」もまた、インド
思想の中の最も重要な概念の一つであるが、その意味は、本来
の聖なる魔術師の「力」という意味から、時代の流れとともに変わ
り、魔法の劇の呪文にしばられる者の精神の状態を、意味する
ようになった。

ヒンズー教の自然観では、すべての形式は相対的で且つ変動
的であるとし、それは又ブラフマの作り出した、常に変わりゆくマヤー
であるという。マヤーの世界が、絶えず変化しつづけるのは、神劇が
律動的で力強いものだからである。そして、この力強い神劇の力を「カルマ
(業)」と呼んでいる。

カルマは「行動」という意味をもっている。それは、跳動的な全
宇宙の行動原則であり、この全宇宙のほかでは、あらゆるものは、他の
どのものにも、相互に力強く関連しあっているというのである。カルマは
又創造の力であり、それからすべての万物は、命を授けられていると
認識されている。

インドのヒンズー教とは別に、アジアの大部分の国々に広められ
た主要宗教の一つは、仏教である。仏教は、紀元前5世紀頃に、
釈迦牟尼(仏陀)がインドで、説きはじめた宗教で、この世の
迷いを捨て、宗教的自覚に達し、仏陀となることを目的として
いる。

仏教は、神話的で儀式的なヒンズー教とは違って、精神的な
内面的な内容をもち宗教である。釈迦は、宇宙の起源や神性
などには心をむかず、むしろ人間の苦惱・不満などに関心をもち、
この世を乗り越え克服し、悟りを得て仏陀となることを教えた。つま
り、釈迦の教えは、形而上学的なものではなく、どちらかとい
うと、精神療法的なものである。

仏教の用語でいえば、仏教とは、主として仏教徒に、直接的な神秘体験「悟り」を会得せしめ、切り開いて来た宗教であるといえよう。小悟りとは、簡単にいって、迷いを去って、宇宙の真理を会得することであり、その本質は、区別や対立のある現実世界をのりこえて、無想の世界に入り込むことであり、その世界で区別や差別をすることはない。また、その「あがたま」の姿で会得することにある。釈迦は、森林の中で、7年間厳しい修業にほげんを後に、ある晩、菩提樹の下で瞑想にふけていたときに、この英在を体験したといわれている。

「悟り」を開いた後に、釈迦は「すべてのものは去来あり」と言っている。これは、万物は生滅、変化し、常住しないということである。又よく、諸行無常といわれているが、これは宇宙にあるすべてのもの（万物）は、絶え間なく移り変わっていく是まじりがないということである。このように、仏教の根底には、流れと変化で、自然の基本の特徴として捉えられた「無常」の観念がある。これは、仏教の一つの重要な根本思想である。仏教の世界観では、すべてのものに無常を強調することに、終始している。

だが、釈迦の没後、仏教はその発展の過程において、教典の解釈をめぐって、諸宗派に分かれたが、その主要な宗派として、小乗仏教と大乘仏教の二大系派があり、各々異なった発展を遂げた。小乗仏教は、自己の人格完成を成して悟りを開くことを、その目的とし他人へのはたきかけをしない。教義は、煩雑で且つ戒律が多く、釈迦の言葉に忠実に奉る正教派といえよう。これは主に、タイ、セロン等東南アジアに普及した。

これに対し、大乘仏教は、より柔軟で、形式的に釈迦の教の精神を重んじたもので、利他主義によって、人向金輪の救済を説く積極的な仏法であり、だんだんと小乗仏教よりも尊厳な宗派となった。

大乘仏教の元々とも知性的な哲学者である慧樹は、
実在は究極的には、概念や观念に於てとらえられるもの
ではないと論証した。そして、これを「空」と名づけた。彼が、
実在の本質的な性質は、空であると述べたその本意は、人間の
理智によつて形成された実在に属するすべての概念は、究
極的には空であるといいたいのだと思う。空そのものは、何れかの
状態ではなく、それはすべての生命の、真の根源であり、すべての
形式の本質である。

大乘仏教は、以上のような知性的・思弁的な側面が
ありのみならず、更に又、信仰・愛・慈悲などを包含した仏教
徒の宗教意識的な側面もある。これ故に、「菩提」は二つの
要素より成り立っており、これら即ち卓越した「智慧」と愛又は
「慈悲」である。

これ故に大乘仏教では、万物の本質的な性質を、た
だ単に抽象的な「あるがまま」とか「空」などの形而上学的な
言葉でのみならず、更に又「存在の本質」という言葉でもつて
描写している。つまり、万物の性質は、精神的であると同時に、
物質的であるというのである。又、大乘仏教の精髄といわれる
華嚴經の中心テーマは、すべての事物の合一性と相互関係
性であり、この概念は、東洋における世界観の真髄であるのみ
ならず、現代物理学で明らかにされた世界観の基本的な一要素
でもある。

大乘仏教は、アジア諸国に広がり、仏教を現在に
まで伝えられた。特に東北アジアの中国・日本などで広がり
過程において、これらの国々の固有文化や思想と結合し、深遠
な精神の洞察をより高度に洗練した哲学を展開した。
中でも、中国では、仏教は漢明帝の時代、紀元 ~~200~~ 60年代に
伝えられた。そしてその後の発展の過程において、長い歴史を
中国思想の影響を受けて、中国独特の多様な内容をもち、
高遠な仏教思想が形成された。しかし、その思想のなかで、
本文で探求したい物質世界の構成についての目新しい
概念があり、未だ述べないといけないと思うので、ここからは

仏教思想に対する再び探求を止め、これにも直接中国思想を、次に考察したいと思う。

中国文化の起原は非常に古く、少くとも4000年の歴史を経ているが、その発展は緩慢であった。中国文化の一つの大きな特色は、近世まで中国より高度の文化の影響を受けたことがないことである。これ故に、中国文化は軸東において、独特の性格を保持し、独自の発展を遂げたのである。しかし、中国の古史は、紀元前3世紀頃の比較的後代に書かれたものしか、現在に残っていない。

中国の古史において、もっとも重要視されているものに、「礼」がある。古代においては、礼とは儀礼の意であり、儀礼を執行することである。儀礼の執行は、個人ではなく、むしろ集団の社会的であった。そして、儀礼を習得し、始めて一人前の社会人といえるようになったのである。

礼思想は、社会の進歩とともに、宗教儀礼と世俗儀礼とに分かれた。貴族社会における神聖儀礼として、宗教儀礼はすなわち後世にまで残った。これに対して日常儀礼は世俗凡俗として世俗儀礼と化した。そして人々が進むにつれて、世俗儀礼の教育において、儀礼の意義を徹底的に教える存在に、新しい名称が考案され使用されるようになった。例えば、親に対する儀礼全体を包括した名称として、「孝」という言葉が生まれた。倫理のいろいろの徳目も、このように過程を経て生まれたのである。

春秋時代になると、礼思想は再び新しい特色が現われた。これは、礼の二方面の世俗的效果ともいえるもので、即ち礼は「政の幸」と見る政治的效用と、礼は「身の幸」と見る礼の倫理的效用である。このような礼思想の進歩、発展した環境のもとで、孔子の思想が培養され、儒教が形成されたのである。

他方、このように思想文化が成熟し高度に発展した社会に対して、一疎の不安やその社会生活に疲れ

と盛じた時は、人間は自然に帰ることを思い出すのである。
老子は、このように経路で、「無為自然」を唱えようとした
のであろうと思う。

このように、紀元前6世紀頃には、中国思想は、儒教
と道教の二大思想に分れていった。これに、前記述べたように、
中国思想が、道徳・政治・社会生活などをとりあつて側面と、
それらを超越して自然に帰る、宇宙と神秘な合一に達する高い
意識段階をめざすもう一つの側面があるのを反映したものである。
この二つの思想は、同じ人間性の表裏として認識された。

儒教は、孔子によって創立された。孔子の教えは、古代
の賢人たちが残した『五経』をこれにして、これに孔子独自の
道徳観念に解釈を加えたものである。大まかに言つて、
儒教は、倫理思想・政治・社会思想をとりあつた
実際の知識の哲学である。これには、物質世界の構成
に對する論述がほとんどないと思われ、再なる考察を
止め、次に道教について探求したいと思う。

道教は、老子によって創立され、荘子によって發展
された。老子は、天と地が先に存在するものがあり、それが万物
を生み出した母であると、これを「道」と称した。又、宇宙には
秩序の理法が存在することを説いた。これ、道は自在自存、
永遠不変であり、万物にゆまわらつて普遍的なものであり、見
ること、聽くこと、とらえることによらない超感覚的な存在で
あり、言葉で言い現わせないものであると玄妙なものであつた。

老子は、道を「無状の状、無象の象」とか、「無物」
「無極」などと、「無」の字を用いて形容している。又、「天下の
万物、有り生じ、有は無より生ず」という一節では、道と直接
無と表現している。又、無は有に反対する語であつたから、老子
の無は、何にもない全くの空というのではなく、現象的、相対的
な本性をもつたという意味であらう。相対的であるというこ
とは、絶対的であるということになる。

つまり、老子の稱した道とは、「万物の母」即ち天下の万物を生成した絶対であり、万物にあまやかく内在するといふのである。道は、老子の思想における最も重要な概念である。そして、老子は道は無であると説き、世間で無よりも有を貴ぶことに対して、有即ち現象中、無即ち道より生れ出るのであるから、無こそ有用であると強調した。

老子は、万物は道より生じて、再び元の道へ帰るとして考えた。そして、この根源への復帰を、永久に変わることはない宇宙万物の法則であるとした。老子によつて、道と万物との差異は、実在と現象、又は超感覚的なるものと感覚的なるもの等の差にすぎないと考えられたようである。

老子は又、「自然」という語を多く使うが、「自然」という言葉の意味は、他者の手を加えない、元来自身のありのままの状態ということである。老子には、「人・地・天・道」と順次に高い次元にのぼっていく論法があり、「道」は至上であつて、その下にたゞ「自然」である。即ち、他力の作用のほたないということである。

そして、道の重要な特性として、老子は、その「道は常に為す~~こと~~無くして、而も是れ存する~~こと~~無し」という一節で、道は何事もしないのに、しかしすべてのこととせしむると述べた。つまり、道のほたゞまは目には見えなくとも、すべての事物は実は道のほたゞまに依つて存在している。老子はこの「無為」を、常に力説した。道は無為を本性とするのであるが、「無為」と「自然」とは、同じ事柄の両面である。

以上見たように、「道」は「無為」と「自然」とは同一性と不可分割の存在であり、唯一至上の存在である。「道」は元来「無為」であるが、万物はほたゞまかけのほたゞま天と地であり、その天と地を、天地とせしむるほたゞま「道」であるから、天地は「道」のほたゞまを代行してゐるといふ。

道のもう一つの主な特徴は、絶えざる動きと変化を伴つた周期的性質である。これは、状況が極限に達すると、必ず正反対の方向に逆戻りをする周期的な動きであり、そして

変化の周期を限定する二つの極がある。これが「陰」と「陽」である。

「陰陽」の概念は、中国ではかなり古くからあり、中国思想の基本的な概念である。陰は消極的(女性的)又は暗く冷たい性質をもちものを表わし、例えば「月、女、静、冬、夜」などがこれである。これに対し、陽は積極的(男性的)なものを表わし、月に対する日、女に対する男、静に対する動、冬に対する夏、夜に対する昼などがである。陰と陽を合わせて「陰陽」といい、例えば月と日、女と男、静と動、冬と夏、夜と昼などが、万物を形づくものとなる相対した性格のペアをいう。

「陰陽」は、中国の文化に浸透し、中国の伝統的な生活の特色を形づくった主要な中心思想である。農業国であった中国の農民は、季節的な変化と、その結果生じる有機的な自然界の変化・成長と衰退の現象を、陰と陽(暗く寒い冬と明るく熱い夏)の相互作用のちがひと明白な現象として見わたるのである。

道教におけるもう一つの非常に重要なことは、賢者のすべての洞察が形をなすものであるが、変化を自然界の本質的な特色であるととらえていたことである。道教徒は再び、自然界のすべての変化を、極的に対立するペア、即ち陰と陽との間の動的な相互作用の現象ととらえ、そしてどんな対立的なものでも、極的関係を形成し、その両極の中の一極は、もう一つの極と動的にはつながっているに等しいのであつた。

このように、対立関係にあるすべてのペアは、暗黙裡に合一されて一つの極関係を形成し、道の動きは、その形成された範囲の絶えぬ相互作用であるという概念は、道教思想のちがひと基本的な一つの概念である。中国における二大思想である儒教と道教のうち、神秘的傾向の強い道教は、特に現代物理学と関連の深い内容をもちているのである。

老子とその弟子たちが、このような「世界観」を築き上げてきたのと同じ頃に、ギリシャでも根本的に

道教と同じような思想が築き立てられた。これは、エペソスの
ヘラクレイトスがもっていた思想で、克くは大変似かおる思想
である。ヘラクレイトスは、今から約 2500 年前、小アジア半島の
西海岸にあるギリシャの植民地ミレトスに属するイオニア学派
に属していた哲学者である。これに、次に物質観・世界観を中
心として、古代ギリシャにおいて早くより発展してきた哲学思想の
一つ、探求をしようとする。

紀元前 500 年ごろには、ミレトスに属するイオニア学派を
呼ぶ自然哲学者たちは、主に「アルケー」と呼ぶ「万物
の元」として、いろいろな議論を展開していた。そして、
彼らは二つの異なる答えを提示した。一つは、エンペドクレス
によって提唱され、そしてアリストテレスによって大きく大成されて、ギリシャ
の自然哲学において支配的な位置にあった「4 元素説」(4 原
質説)である。もう一つは、デモクリトスによって提唱された「原子
論」であるが、これはギリシャ時代には異端視され、17 世
紀にはじめて、ようやく復活した。

まず、イオニア学派の先輩であったタレスは、すでに新大陸
の周囲にはさまざまな物質が存在しているが、いかんも物質も、
液体か固体か気体かの三種に分類できるとして、はっきりと
認識していた。これは、その当時においては、天才的な洞察で
あった。これはけしてなく、その当時では、水は液体として、氷と
して、蒸気としても存在することが知られていた。

その後の状況のことは、タレスは再び、次のような議論を
進めた。即ち、水は液体・固体・気体の三種の形態のうちの
どれの形で存在することができ、すべての物質は、水以外の
何れのもので成り立っているかと考えた。つまり彼は、物質はいろいろあ
るが、これは一つの物質がさまざまな形を奪っていろいろな形に変わ
るとして、万物の元は水であると主張した。

そして、ここから出発して、タレスの後継者である弟子の一人は、
「万物の元」として水以外に、いろいろな候補を立てた。アナクシ
マンドロスは、水よりも小さい「ト・アペイロス」(無限定数)を、
アナクシメネスは空気を、さらにヘラクレイトスは火を、「万物の元」と

とに提議した。このいつた議論をうけて、エンペドクレスは、それ
までに提出された「水」、「空気」、「火」の外に、毎に「土」を加えて、
「4元素説」を唱えた。

このように、クレスの弟子たちは、一步一步と歩み、そして遂
に、すべての物質は土・水・火・空気の4元素の組み合わせである
という、あのよく知られたギリシャ哲学を完成させたのである。これら
四つの元素のうちの割合で混合によって、さまざまな物質ができて
いるというエンペドクレスの考えは、実は「元素」という考え方の
初登場であった。

その後、ギリシャ時代の最大級の自然哲学者といわれている
アリストテレスは、エンペドクレスの4元素説を採用したが、ただ4
種の元素の組み合わせで、さまざまな物質が構成されるという
考え方をとりいれただけであった。彼はさらに、エンペドクレスの「4元
素説」を拡張して、それら4元素は「温-冷、乾-湿」という相対
する四つの性質を付与したのである。つまり、土は「乾-冷」、水は
「冷-湿」、空気は「湿-温」、火は「温-乾」の性質をそれ
ぞれ持つとした。又、土と水は重さの性質をもつ、空気と火
は軽さの性質をもつとした。

アリストテレスのこのように物質観は、私たちの日常生活
で観察している物質の変化や運動を、例えば一例として、土
と水はその重さの性質に応じて下降運動をし、逆に空気と火は
軽さの故に上昇運動をするというように、実に巧みに説明して
くれているのである。そして又、それだけの性質を付与された4元素は、
その性質を変化させることによって、相互転換も可能とすること
なのである。アリストテレスのこのように理論によって、自然に生じ
ている多彩な物質の変化を、体系的に説明する事ができ
るようになった。

「物質が相互変換できる」といえることは、例えば
何にかの普通の物質からでも、工夫次第に行えば貴金属
の金をつくり出すことを意味している。このように、アリストテレス
の物質観は、長い歴史をもつ錬金術に、そのよりどころを
与えてくれたといえる。

次に、もう一つの原子論をみてみよう。原子論は、紀元前5世紀後半に、デモクリトスによって提唱された。彼は、物質は実はこれ以上分割することのできない最小粒子からできていふと考え、この最小の粒子を「アトム」と呼んだ。アトムという語は、ギリシア語の「トモス」(分割する)に否定接頭語をつけた「アトモス」(分割できない)からきたものである。デモクリトスは、このように分割することのできない最小の粒子「アトム」が「万物のもと」であると提唱した。

その頃のギリシアには、互に矛盾する二つの思想があった。即ち、物質の世界は見かけ上複雑で変わりやすいといふことと、真理は永久不変であるといふこととの間の矛盾である。デモクリトスの原子論は、原子自体は不変であるが、原子どうしの間の関係は変わりうるとしていった。つまり、デモクリトスは元の原子論によって、外見上矛盾を上述の二つのギリシア思想を、一つの自然哲学の体系の中におさめることができたのである。これは、古代ギリシアの自然哲学において、一大功績になると思われる。

しかし、原子論の功績はそれだけではない。デモクリトスは、アトムという粒子を考察したのみならず、更に物質内には真空があることを認識したのである。若し物質が連続体だとすると、いくらでも分割をしていくことができて、最後には大きさも形もない点に到達してしまう。それでは、物質は、いくら小さくともとにかく大きさを持つ粒子からできていると考えの根據がつかれてしまうことになる。そこで、若し物質はアトムが完全につまった状態のものであるとすると、それは連続体になつてしまふのである。

それ故に、これ以上分割できない最小粒子アトムを想定するたけには、物質はアトムが密につまったものであると、アトムとアトムとの間には何にもない空間つまり真空があると考えざるを得ない。だから、デモクリトスは、物質は最小の粒子アトムからできていると主張したのみならず、アトムの存在しているその周囲は、真空であるがうといふと考えたのである。これは原子論のもう一つの大きな

功績でもある。

しかし、その頃の人々は、私たちの周囲の空間は、透明な空気で充満していると考えていたので、何にもない真空というものは、想像しがたかった。「4元素説」を完成させたアリストテレスも、「自然は真空をまらう」という原理を唱えたのみならず、真空は存在しないと断定した。そのために、デモクリトスの原子論は、アリストテレスによって完全に否定されてしまった。それまで、デモクリトスの原子論は、ギリシャの自然哲学者たちに軽視され、近世に至るまで完全に忘れられてしまつたのである。

アリストテレスからアリストテレスに至る古代ギリシャの自然哲学は、少数を除いてほとんどの哲学者たちが座して考えただけの、思弁哲学であつた。彼らは、科学の場には実験で理論の正しさを確かめることをしないうで、只ひたすらに考えただけによつて、宇宙の謎に迫ろうとしていた。このような環境のもとで、科学が芽ばえ、進歩する余地がなかったのである。

そのために、アリストテレスが、紀元前4世紀に自然哲学を築大成すると、もはや考察すべきことはないとし、16世紀にガリレオ・ガリレイが、観察・実験によつて「慣性」などの驚くべき真理を見出すまでの2000年近くもの長い間、アリストテレスの世界観がヨーロッパ全体を支配していたのである。それまで、古代ギリシャの自然哲学の自然観・世界観に対する探求はこれ位にして、次に近世からの科学時代の自然観・世界観について、これから探求してみたいと思う。

2. 自然科学(物理学)より

デモクリトスの理論の最大の特徴は、真空の空間内で、分割できない微小な粒子と原子が運動しており、原子の組み合わせと分離によつて、宇宙のすべての現象がおこるということである。しかし、アリストテレスが真空は存在しないと断定することに主張したために、デモクリトスの原子論ははうむり正しくないと見做りに入り、その間世の間に知られずになつた。

この宇宙は多様な粒子アトムに於て構成されてい
いう原子論の自然観は、約2200年後に始めて、イギリス
の化学者ドルトンに於て、新たな原子論として復活した。こ
で、ドルトンの「原子論」に於て考案する前に、先づ科学
革命の時代といわれる17世紀における物質観について、
簡単に見てみたいと思う。

17世紀の科学は、「近代物理学の父」と呼ばれる
ガリレオが始めたといつても、過言ではないと思う。ガ
リレオの最大の功績は、「慣性」を発見したことである。又
この時代の科学上の更に大なる事件は、ニュートンが天上の
力学と地上の力学を統べた万有引力及び運動の法則を
発見したことである。又、物質観も、この時代に大なる転換
があった。

ガッサンデイは、デモクリス流の原子論を提案し、
トリチェリは、実験で真空の存在を示した。このような状況
のもとで、ボイルは元の物質理論を展開した。物質は、五
感で感じることができない程小さく、分割するに越えてより微
小の粒子から構成されてあり、物質の性質や変化は、これらの
粒子及び粒子の結合したものの、配列や運動の結果に
外ならないと主張した。ボイルの物質理論とニュートンの
力学体系は、近代の世界観の双壁であるといえり。

又、ラヴォアジエは酸素理論を提案した。つり、空気中
には、物質の燃焼の際に、物質と結合する成分があり、
その成分は動物の呼吸に不可欠なものであることを明らかに
して、この成分を酸素と名づけた酸素理論を提案した。

ラヴォアジエはその他にも、質量保存の法則の確立や、
化学理論の体系化など、多くの大なる功績をのこし、「近代
化学の父」と尊称された。ラヴォアジエの化学変化に対する
基本的な考え方は、化学変化は元素と呼ばれる物質が、
結合したり分離したりしておこる現象だといっているのである。ラヴォアジエ
の時代は、ドルトンが出現する以前であったので、まだ「原子」
という考え方がなかったのである。

ドルトンは、ボイルトリノイ世紀あとに登場した化学者である。彼を含めて、当時の多くの科学者は、さまざまな気体に対して実験を行い、その測定結果を定量的に分析して、気体のいろいろな特徴に物理法則を提案していた。これらの法則をまとめ、ドルトンは「原子論」を提案したのである。

彼は、圧力と体積と温度の関係から、気体は粒成りにつづき構成されているとしか考えられぬ、というところから出発して、気体は液体などに比べて比較的簡単な物質で、丸くして弾性のある粒子によつて構成されていると提案した。そして、さまざまな化合物の成分が、簡単な整数の比になつていゝところから、気体の成分が、簡単な物質が小さな粒子によつて構成されていると考えた。そして、ドルトンは、デモクリトスの業績を知っていたので、自分自身の考案した粒子に対して、アトム(原子)という名をつけた。

ドルトンは又、水素原子を1とすゝ「原子量」というものを提案した。しかし、水素原子を1として、ドルトンが提案したさまざまな原子の原子量が、これとよく間違つていたのである。特に、人間の生活に密接な関係のある水と比喩する原子、炭素や酸素の原子量が、2倍ほど間違つていゝ。これは何れも根本的な間違ひがある筈である。これは、ドルトンだけではなく、当時の化学者すべてが一律におかしてゐた重大な過失であった。自分の認識に過失があることは、化学者たちは気がついていたのだが、その理由を、ただ「一人の人物を除いては、誰もわからなかつたのだ」。ドルトンの原子論は、このやうな大きな欠陥があつたので、提唱されて直後から、厳しい状況にであつたのだ。

さて、そのただ一人の人物であるが、それはイギリスの田舎の教授をつとめていたアボガドロである。アボガドロの最大の功績は、分子と原子を区別したることである。のちに「アボガドロの法則」と呼ばれる法則の中で、彼は「同温・同圧のもと

では、オベアの気体は同体積中に同数の粒子(分子)を含む」と提案した。これは、広義の「ドルトンの法則」の内容と同じように見えるが、しかし大まかに違っている。即ち、ドルトンがアトム(原子)と考える粒子と、アボガドロはモラクル(分子)としたことである。

モラクル(分子)という語は、「かたまり」という意味をもつ「モル」からとられた用語で、複数の原子に於て構成された「最小、単位のかたまり」という意味合いをもつ。例えば、水は原子ではなくて、水素と酸素の原子で構成された「かたまり」である。これはアボガドロは「分子」と呼んだのである。アボガドロは、同じ原子2個で1つの分子をつくるこれができると考え、ドルトンが「原子」と考えた水素ガスや酸素ガスは、本当はそれぞれ同じ原子2個で構成された水素分子や酸素分子の気体であると指摘し、ドルトン原子論の欠点を修正した。

そして、原子量についてみれば、ドルトンが「1」として考えた「水素の原子量」は、実は水素原子2個で構成された「水素の分子量」であり、その値は「2」であるのだ。つまり、「2」であらうに、ドルトンは「1」であると考へたので、オベアの意見の原子量があかしくつたのである。水素の本当の意味での原子の原子量は1として、あつため分子量を考えれば、水素ガス(水素分子)の分子量は2、炭酸ガスは2、酸素ガスは4などというふうに正しい値を与えるようになる。

近代初頭の物質観についての考へに入つたこの時点において、近代から現代にわたつて荒廃して来た「万物の理」への追求の過程を見たいと思う。

近代・現代の物理学において、「万物のもと」を追求する物理学の命題は、現在素粒子物理学にまで至つたが、その荒廃の過程は、ドルトンのアトムから、ゲルマンのフォークの荒廃に至る過程とみればよい。この過程は三段階に分けて考えればよい。第一段階は、化学元素の原子構造が確立された時代であり、第二段階は、近代の原子像が荒廃した時代である。そして最も新しい最後の段階は、

1オ-1モデルの発展の時代である。

この三つの段階は又、私たちの「自然界は本当に単純
な内在しているのだろうか」という問いかけに対する答えが、
「イエス」から「ノー」へと移り変わる変遷のくりかえしの段階と
もみまここが出来る。つまり、この答えが「イエス」かのように見える
状態→たつたのが、時の流れとともに、だんだんと複雑さ
をもちうる状態になり、そこでこの段階が終り、先ほどお
新たに内容をもちた次の段階に移行する、このような過程の
三つの段階であることを見ることが出来る。これをこれより、三
段階の各時代の発展について、考察してみたいと思う。

まず、第一段階の化学元素の原子構造が確立され
た時代は、19世紀初頭にドルトンが近代初歩の科学的な
原子論を提案した時から始まる。今では、可成り物質化
学元素や化合物)は分子に於て、先ほど分子は原子に於て構成
されているという事は、理論的にも実験的にも確認され、
科学者のみならず、世の中の一般の人々にも広く受け入れられ
ている。だが、ドルトンによって始まった科学的な原子論
は、その時代にはなかなか認められなかった。これは、1960
年に開かれた国際会議でようやく、初めて世界の科学
者から認められ、これ以後原子論は、ゆとりたつものほど
多くの科学者に支持されるようになったのである。

ドルトンは、1808年に出版した著作の中で、各々の化学
元素に対して、その物質の原子が存在すると思定するはらば
化学の法則の多くを説明することが可能だと指摘した。これ
で、原子は内部構造をもちた粒子として表わされてきた。つ
まり、世界に存在する全ての物質は、何種類かの原子に
於て構成されているというのである。この原子論に従えば、
物質の基本的な構成要素は分割不可能の原子である
従って、現在の用語で表わせば、原子こそが「素粒子」
である。

ドルトンの時代には、元素の数は26にだけあ
った。即ち、際限なく多様な物質が、比較的少数の原子

におつて構成されたというこゝには、この近代の原子論は、
確しかは自然の解明に、ある種の満足を与えたとはいへよう。
しかし、その後新しい元素がだんたん発見され（元素の数は現
在では100以上も知られてゐる）、この時代は向もなく、とんとんと
複雑な時代となつた。

この限りは多数に増えた元素を、ロシアの科学者
メンデルーエスは整理して表にして発表した。その時には、原子の
構造（原子模型）も提案されてゐた。原子の概念も
知らなかつたのは、当時の科学者たちと同じように、何にも見
えない暗闇の中で、只手探りで自然の事実を探求してゐたに
違ひない。

メンデルーエスは、何にも必要は実験をして新しい発見
をしたわけではない。彼が試みたのは、ただすでに発見されてい
た元素を、原子量の順序に並べてみるだけのことである。しかし
彼はこのように元素を並べていくと、不思議な法則があらわ
れることに気がついた。即ち、彼の手法で一段一段と横に元素を並べ
ていくと、同じ縦の列に入つた元素は、皆さうめつ似た性質
をもつてゐるということである。

この法則は性質をもつた元素の表が、「メンデルーエスの周期表」と
呼ばれるのである。周期表が発表されたのは、ヨーロッパ
の学者たちは、競もあつた相手も知らなかつた。当時の周期表の
中には、元素の入るべきところは、空白にたつてゐるところが三箇所あつた。
メンデルーエスは、この空白の部分には、まだ発見されてゐない元素が
存在するはずだと考え、これらの三種の元素の性質を予言した。

そして、彼の予言した通りの三種の元素が、次々と発見されて、
メンデルーエスは、いかに預言をあたつたかのように、同時にこの周期
表の必要さが認識され、これはただの表ではなく、原子の性質の
法則が、その中に秘められてゐるに違ひないと考えられるようになつた。
この周期表によつて、原子というものの性質を解き
明かす最つと必要は「キ」で、メンデルーエスは提出したの
であつた。原子の構造が明らかになるまでの時は、もうすぐ前
にまでいふ。

次の段階、第二段階は、近代的原子像が発達して、原子核原子へと発展した時代である。19世紀半ばには、第一段階でのべた物質の簡単な原子像を徹底的に変更しなればならぬという、新しい実験が立てに行なわれていた。この頃までには、ガラス管の中は電極(陰極と陽極)を封じ込んで全体を真空に引いた実験装置(真空管)が、立てられている。

ファラデーは、このおりの装置で実験をしていた時に、陰極の近くが発光することを発見した。しかし、ファラデーの時代には、あまりよい真空が得られなかつたので、それは限界だった。その後、ガイスターが新たな真空技術を考案したので、かたよりよい真空が得られるようになった。それで、真空管に於ける実験は、急速に盛んになった。

ガイスターの真空管を使用して、直ちに実験に与りくんだドイツのブリュッナーは、ファラデーが発見したのと同じ発光を観測し、そして更にその発光が、磁石による磁場で変化することを確認した。又、ドイツのゴルトシュタイは、陰極から何かを放出されていると考えて、これを「陰極線」と名づけた。そして、イギリスのクルックスは、陰極線が光と同じように直進することを発見した。しかし、光(電磁波)は磁場に反発しないので、磁場に反発する陰極線は光(電磁波)ではないことは明白だった。そこで、クルックスは陰極線の正体を、マイナスに帯電した直線の粒子だと考えたのである。

粒子であるならば、質量がある筈である。そこで、イギリスのトムソンは、陰極線を磁石で曲げる真空管の実験装置をこしらえて、一連の実験を行い、定量的な観測をした。トムソンの得た重要な結果の一つは、陰極線の速度が光の速度の約 $\frac{1}{10}$ ということであった。これは、明らかに陰極線は光(電磁波)ではなくて、粒子である証拠だった。又、この粒子は、陽極に引きつけられることから、彼は粒子がマイナスに帯電していると言論した。そしてもう一つの重要な結果は、ごく微量ではあるが、この粒子は質量をもつていゝと判明した点である。

たとえやすかでも質量があるというよりは、手ごねもはく粒子だ
というこである。

この粒子は、今日「エレクトロン(電子)」として知られてい
る。エレクトロンという語は、以前にストーニーが使い始めたもの
である。エレクトロンはギリシア語のコハクを語源とする。ストー
ニーは電磁気力には最小の単位だありと考え、その最小の
単位をエレクトロンと名付けたわけである。しかしトムソン以後、
エレクトロン(電子)という言葉は一般に使用されるようになった。
そして電子は実に重要な粒子であることが認識されるようになった。
例えば、電流はどこで流れるようにして電子の流れに
対応しているとか、化学反応という点から見れば電子は主役である
かというように。

電子の発見は、究極の物質「万物の元」を追求する
過程から見れば、一大事件であった。しかし単純な追求する
立場にはつねに一大事件があった。それは、電子がどこまで可能性
のある唯一の場所には「分割不可能」な電子のどこかしか考
えられないので、電子を原子から分離しなくては、原子から電子
(負の電荷)を取り除かれた後は正に帯電している部分が残
るというはずである。これは、原子が構造をもっていることを意味
している。それならば、原子は素粒子ではなくて、原子よりもっと
基本的な要素があるはずであり、電子がその最初の实例で
あったことになり。

電子が原子の中から出て来るという明白なところから、トムソン
は、原子というものの構造について考えた。トムソンにはその最初の
「原子模型」である。トムソンは、パンの中には干しぶどうが
まんまつまっているという干しぶどうパンのようになっている
原子という丸い粒子(パン)の内部には、電子(干しぶどう)がまんま
つまっている。これがトムソンの想定した原子模型であった。

トムソンは原子はただの丸い粒子だとして考えた。トムソンの
想定は、原子に内部構造があるという最初の
模型を提唱したものであった。電子が粒子であるトムソンの見
解は正しかつたが、電子の分布の状況については、トムソンは決まらな

過ちをおかしていたのである。

その過ちを正したのは、トムソンの弟子であったラザフォードであった。そしてラザフォードによつて、原子の構造に關於する重大な発見がなされ、原子というものの正体だ、だんだんと明らかにされるようになった。

ニュージーランド生れのラザフォードは、生年は19世紀であったが、早稲も躍した時期はもう20世紀に入つていた。イギリスのケンブリッジ大学に留学中にトムソンの教えを受けて、陰極線の研究を専らにしていたが、しかしその時、時代は大きく変わろうとしていた。「放射線」というものが発見されたからである。

この大変化の発端は、ドイツの物理学者レントゲンによる「X線の発見」である。X線は光と同じ電磁波であつて、粒子ではない。紫外線よりも波長の短い領域の電磁波である。X線の性質は圓して、いろいろと研究された結果、X線は透過力が強く、又人間に有害である。このおそろしい透過力の強い電磁波や粒子の流れは、「放射線」と呼ばれるようになった。そして人間に害を及ぼす可能性が大きいといふので、警戒されるようになった。

このレントゲンの大発見によつて、多くの科学者が、X線と同じような未知の電磁波がはいりぬかぬか、研究を進めようとした。フランスのベクレルは、太陽光の中にX線が含まれているのではないかと考へて、実験の準備を進めようとした。偶然にその実験に使用する硫酸ウラニルというウラン化合物のそのまゝ、放射線を発していることを発見した。ベクレルは、この新たな放射線が、自然界に於ていつからか存在することを確認した。つまり、この全く別の放射線は、X線のやうな電磁波ではなく、電子に似た帯電した粒子であることが判明したのである。そしてその後、ベクレルやラザフォード、そしてニュージーランド生れのキュリー夫人が、ほぼ同時に研究した結果、このウランの放射線には3種の放射線が含まれていることがわかつた。

この三種の放射線は、それぞれ α 線、 β 線、 γ 線
と呼ばれる。各々異なった性質をもちつていた。これらの正体
は、現在の間接的では、 α 線はヘリウム原子の原子核
そのもの、 β 線は高速度の電子、 γ 線は高エネルギー
の光子（ α 線よりも波長の短い電磁波）である。この
三種の放射線の発見は、その後の原子物理にとって
新たな基礎を築く画期的なものとなつた。ラザフォード
の偉大な発見も、放射線なしには実現してはな
かつたのだ。

また、ラザフォードであるが、彼はカナダのマキグル
大学に在職中に、 α 線の研究を続けていたが、この時
 α 線はヘリウム原子の原子核であることをつまとめられた
のである。これに続いて、その後世紀の大発見につな
がれる実験が行われた。1907年に英国のマンチスター大学に
移つた後、ラザフォードは α 線の実験を続けていた。
彼は、ガイガーとマルスデンとともに、 α 線を薄い金箔に
照射して、 α 線が金箔を通過するまでの挙動を調べた。
ラザフォードは、 α 線（ α 粒子とも呼ばれる）が金の原子をた
いたとせよ、まづぐにはねかえってくる粒子があるかどう
かを調べたかったのである。

このようは実験を行つてみると、大部分の α 粒子は
金箔を素通りをしてしまつたが、驚くべきことにあるか
ラザフォードが予想していたかのように、約1000個に1個の割
合いで、少くも α 粒子がねかえって来るのであつた。
そこで、ラザフォードは、金箔の中はほとんどスカスカの空曲
であるが、局所的にプラスの電荷が集中している小部分があ
り、その部分が α 粒子をねかえらせる方向と考へた。

実際は実験から得られたこの発見は、原子の質量が
かなり広い範囲に平均的に分布しているのではなく、電子の
質量を除いた外の質量、つまり原子のほぼ全質量が、その
中心の小さな範囲に集中して存在すると考へないでか
なり説明できるものである。またこの集中範囲の部分
は、プラス

に帯電した粒子をばねで返すから、それ自身もまたプラスに帯電しているはずである。つまり、電子の発見を説明した際にかかれた、原子から電子を取り除いた後は、プラスに帯電している部分が残るに違いないはずだと述べたその部分が、正にこの微小範囲の部分であった。ラザフォードはこの部分を、原子の「核」と呼んだ。ラザフォードが核の存在を發表したのは、1911年のことである。

この実験の結果から、ラザフォードは次のような「原子模型」を提議した。原子は、中心に正に帯電した大部分の質量が集中した小さい高密度の原子核があり、その周囲の広い空間にマイナスに帯電した電子が、軌道運動をして分布している。ラザフォードが提議させた原子像は、師のトムソンが考えたプドウパンの原子模型と否定的な点にはあったが、しかしラザフォードのこの原子モデルは、ほぼ正確なものであり、今日同じみ深いものになっている。

ラザフォードの原子模型は、太陽系に類似したものにはなっているが、両者の違いはスケールが大幅に異なることと、太陽系の重力に引き対して、原子系には電磁的な引力がはたらいているということである。しかしラザフォードのこの原子像には大きな問題点があった。それは、当時知られていた物理法則からすれば、電子のお互いの電荷がグルグルと回っていると、必ず光を放射してエネルギーを失い、短時間のうちに核に向かって激をまいて落ち込んでいくはずだということである。これは、当時の物理法則からすれば、このような原子は存在が許されないのである。しかし例えば水素は、宇宙開闢以来存在し続けているのであるから、この古典的な理論にはどこか間違いがあるに違いないと思われる。

この問題点を解いたのが、デンマークの物理学者ボーアであった。若いボーアは、古典的で大きなスケールの物理系においては正しいはずだと思われることでも、原子のような微視的な系に対しては不適当にた

かも知れないと深く考えた。

1900年にドイツの物理学者プランクは、光が放出するエネルギーは量子化されていることを示した。ボーアは光の発見に導かれて、原子内の電子のエネルギーもやはり量子化していると考えた。つまり、原子内の電子は、定められたエネルギーだけを持つことができるというのである。光が吸収されるか放出されるかは、電子が核の周りを回ることに伴って、その軌道は「許容軌道」と呼ばれる。光が吸収されると、軌道を変えて回る電子は、継続的にエネルギーを失って、内向きに渦巻きを描いて核の内に落ちていくことになる。ただ一つのエネルギー状態から、別の一つのエネルギー状態に飛躍するにのみ、その二つのエネルギー状態のエネルギー差を放出または吸収するだけと仮定したのである。

電子が何故このような配置しかとらぬかという理論の根拠は、10年後に出現した量子力学によって与えられたが、量子力学については後で説明したいと思う。ただここでは、量子の存在に關するプランクの仮定と、電子が原子の中に配置されていることとを、照応してという真実を認識することがたいせつである。

さてここで、再びラザフォードの原子核に關する研究の、その後の経過について見たいと思う。ひとたび原子核の存在が確定されると、核はドルトンの考えていた原子のような分割不可能な粒子か、それとも内部にまだ構造があるのだろうかということが問題になった。そこで、核についてのもっと詳細な知識を得るための研究が始められた。

核の構造を研究するために、ラザフォードはヘドウィックとともに、以前使用したα粒子の散乱と同じような実験を利用した。1919年から1924年にわたって、彼らは多数の異なる核をα粒子で照射する一連の実験を続けたのである。

最初の実験では、窒素の原子核が標靶で

あった。そしてこの粒子が標的の窒素からたたき出した粒子は、電子の荷電量が同じ反陽子が正反対のプラス電荷を帯びた粒子、即ち水素の原子核だった。実験を始めたときには、未知の場所には全く水素がなかったのに、水素の原子核が出現したことは、ラザフォードはびっくりした。水素は元々と丸軽い原子であるから、その原子核は自然界で特別の役割を果たすものであると、ラザフォードは理解していたので、この新しい粒子を「陽子」(プロトン、第1粒の意)と名づけた。1919年のことである。陽子は、一番最初に発見された核の構成粒子とだった。

その後引きつづけて、いろいろな核が標的とされた実験が行われた。そして窒素のみならず、その他の種類の原子核から陽子がたたき出されたことになり、すべての核のプラス電荷を担っているのは陽子であること、~~ラザ~~ラザフォードは想定した。例えば、ヘリウムの核は2個の陽子と、炭素の核は6個の陽子と、酸素の核は8個の陽子と含んでいる等というように。

ラザフォードのこの想定は、原子核の電荷の問題を解決したが、原子量についてはどうだろうか。先ず一番簡単な原子モデルをわけて水素について考えよう。原子量が1の水素の原子核が、陽子1個でできていることは、陽子の質量が原子量のそれとほぼ等しいと考えることができると。ところが、ここはラザフォードの原子モデルは一つの大きな問題点が出てくるのである。

若し原子核が陽子だけで構成されているとすると、例えばヘリウムの原子核は2個の陽子しかないのに原子量は4、6個の陽子があるはずの炭素の原子量は12、酸素の場合8個の陽子と元々核の原子量が16と出ている。これではつじつまが合わない。ラザフォードは元々、ほとんどの原子は、核内の陽子の合計の電量の約2倍の電量をもっていることは理屈では、1920年にすでに電核の中にはほとんど陽子以外の構成粒子が存在するであろうと考

ていた。そしてラザフォードは、この粒子はほぼ陽子と同じ
ぐらいの質量をもつ。電気的には中性の粒子であると考へて、
この假想の粒子を「中性子」(ニュートロン)と呼んだ。

ラザフォードの推測を実証したのは、彼の弟子である
チャドウィックであった。兄のまっかけをつくらぬのは、モート夫人
の娘と娘婿の ジョリオ・キュリー夫妻である。彼らも両親
と同じように、放射線に関するさまざまな実験をしている
が、その中にベリウムにα粒子をぶつける実験があつた。
するとベリウムから強い放射線が放出されたのだが、電荷を
もつてはいかつた放射線であつたので、夫妻はそれをγ線だ
らうと推測したのである。この大発見を推測間違ひでのがし
たは、おこに惜しいことである。

この放射線に正しい見解を与えたのが、チャドウ
ィックであつたのだ。彼はこの放射線をパラフィンにあ
てると陽子がとびだすことを見つけた。陽子と同じぐらいの質量を
もつ中性の粒子だと考へた。これがまさにラザフォードが予言
した中性子であつた。中性子の発見により、同位元素の存在に
ついでの理論的な根拠が得られた。また、このようにしてラザ
フォードの原子模型は、中子がないものとなつたが、しかしそれは
完全なるものとはつなわけではない。原子量の問題は解決で
きたが、もう一つより本質的な問題が残つていたのである。

原子核はプラスの電荷をもつ陽子と、電荷をも
たない中性子とで構成されてゐる。陽子一個だけ
で成つてゐる水素の原子核から問題はないとしても、水素
以外の原子核は複数の陽子と中性子とで構成されて
ゐるとなると、途端に問題が生じるのである。それは、
原子核の内部に一つ一つ複数のプラス電荷を帯び
てゐる陽子同士の間には、電気的な斥力がはたつき、あ
互いに反撥するはずであるのは、ヘリウムから始めにいた
りまでの原子核は何故崩壊しないのか、これは大なる
問題である。この問題に解決を付けたのは、日本の物理
学者湯川秀樹であつた。これについては後で適当な

機会にとりあげることとする。

さて、中性子の発見により、これで原子を構成する役者が揃ったことになる。物質の原子のモデルは次のように作られたのである。即ち、陽子と中性子とに付て構成された原子核を中心として、外側の空間で電子が軌道運動をしている。原子核内にあるプラス電荷の数は、即ちその核内にある陽子の数であるが、原子全体としては電気的に中性であるが故に、それは又軌道にまわっている電子の数に等しい。そして原子の質量は、ほとんど全部が核内に存在している。

この原子模型は私たちに、原子には前の半世紀階の白熱灯に遭遇した状況のようには多くの種類があるが、それらは皆3種の基本の構成要素、陽子、中性子及び電子と付て構成されていることを告げることである。つまり、任意の物質を構成するには、只3種類程度の素粒子が必用であるというのである。自然界の単純な工を追求する観点から見れば、このシンプルですばらしい原子核原子模型は、単純な工を求めたのに必要な標準をまたひとつ示された。

しかし、宇宙線の実験や高エネルギー加速器を使用した実験により発見された新しい粒子の数は、右に述べたように増え続けた。先ず宇宙線の実験についていえば、1930年代と1940年代に、非常に豊富な情報が宇宙線の実験から集められた。その最も重要な一例として、1932年にカルフォルニア工科大学のアンダーソンが「陽電子」(ポジトロン)を発見したことが挙げられる。陽電子は、電子と同じ質量をもちながら、プラスの電荷を帯びた粒子である。

また1938年には、アンダーソンとネッド・マイヤーは、電子質量の約240倍の質量をもつ新粒子を発見した。彼らはこの新粒子を「メソトン」と呼んだ。ギリシャ語で中間を意味する「メソ」からとった語であるが、この名前のちに「メソン(中間子)」と改められた。習慣上この粒子は μ (ミュー)で表わされるので、中間子は今日では μ 中間子またはミューオンと呼ばれている。実際ミューオンは、プラスまたはマイナスに帯電した μ^+ と μ^- の2種類がある。

第二次世界大戦の直後、宇宙線を使用した技法が、宇宙線の研究に広く用いられるようになった。1948年以降、英国ブリストル大学のパウエルグループは、いくつかの高い山の山頂約3000mの高さに設置した乾板を糊べた結果、ミューオン以外に、ミューオンよりも重い別種の中間子を発見した。この中間子は陽子と電子の中間の質量を持ち、原子核に近づくとき、これと強い相互作用をおこした。この中間子は、 π 中間子またはパイオンと呼ばれた。ただしパイオンには、 π^+ 、 π^- 、 π^0 の3つの種類があることが判明した。

パイオンを発見したのと同じころに、陽子と π^- に衝突する新しい中性粒子が発見された。この粒子は現在ではラムダ (Λ) 粒子と呼ばれ、 Λ^0 と表わされる。しかしラムダ粒子には寿命がきわめて短いという特別な性質があった。それで、ラムダ粒子を含めたこのような同じ性質をもつ他のいくつかの粒子を合わせて、その特別な性質の故に、「ストレンジ(奇妙な)粒子」と呼ぶようになった。そしてこれらの粒子には、「ストレンジネス(奇妙さ)」と呼ぶ量が与えられた。

ラムダ粒子の発見もほぼ同じころ、宇宙線の中からストレンジ中間子の一群が発見された。これは常に対でつくりに出されるという特異な性質があった。この種類のものは、K中間子またはケイオンと呼ばれ、2個ずつ対にたつてゐる。ケイ対は K^+ と K^0 で、ケイ対は K^- と K^0 である。これらの粒子はすべて電子質量の約1000倍の質量をもっている。パイオンや陽子にぶつかるおこされたほかの反応にもあいて、奇妙なケイオンが常にラムダ (Λ) とかシグマ (Σ) またはグサイ (Ξ) とかいつた、他の奇妙な粒子と対にたつてつくられる。後の方の粒子はいずれも陽子よりも重く、これらの性質に於いて、奇妙な重粒子(バリオン)として認識されている。

宇宙線の実験は、自然界には今まで考えもしなかったような粒子がたくさん存在し、これらはすべて不安定であつたことを知らせてくれた。しかし、新しい粒子の発見が大量に左右された宇宙線の実験は、当時ほぼ限界に

遠し、~~それ~~新しい発見をするのは困難であると思われた。
そこで、素粒子の系統的な研究をするには、高エネルギーの
粒子をつくりだせる何かの新しい人工的方法を考案しなければ
ならなかった。そのために、急速に開発されたのが荷電粒子を加速
する加速器で、加速器とよばれるものであった。重要は
加速器実験の一つが、バンクレイで行われた反陽子の発見であ
る。

1952年から、シカゴ大学のフェルミの指導のもとに、
荷電粒子中の中性の水素に対する散乱のデータが集まり始めて
いた。その結果、特別なエネルギーの値のもとでは、パイオン
と陽子が近づくにつれて結合して別の粒子に変わってしまう
が、しばらくすると、もとのパイオンと陽子に別れてしまうと考え
られた。この中間状態の粒子を「共鳴状態」とよび、今では
これをデルタ (Δ) で表わしている。そのうち、いろいろな共鳴状
態が発見された。

1950年代は、ストレンジ粒子の生産的の時代
でもあった。シグマ粒子 (Σ) は 1953年に発見され、現在
では、シグマ粒子の一族には三つの粒子 Σ^+ 、 Σ^0 、 Σ^- があるこ
とが知られている。また、グザイ粒子 (Ξ) は 1954年に発見さ
れ、 Ξ^0 と Ξ^- の二種類が存在していることが知られている。

1960年代初期は、ちよと見わたせば、誰かが新
粒子を発見していた時代である。高エネルギー加速器が発
達し、巧妙な検出器が開発されるにつれて、新粒子
(大部分は共鳴状態) の発見は、日常茶飯事となっていた。
今日では、文字どおり何百という素粒子が知られており

自然の中の簡単な本末で、素粒子の探求を止めたの
であらう、始めほうまくいへるに思われた。だが、その後ま
に正反対の展開となった。数白丸の種類の素粒子が存在
するのでは、自然は簡単であるとはいえない。粒子がこのよう
なあひだりしい数になると、当然その中に何らかの秩序を
見い出さなくてはならぬ。最も重要な課題となる。つまり私たちが、
次の幾何学・群論モデルの時代にはましかつてきたのである。

最新の段階、第3段階はフオーモデルの時代である。数種種類の粒子に秩序を与えるには、一番簡便な方法は「分類」することである。分類は、共通の性質・特徴をもつ一群を見つけ出すことより始まる。そして、どんな性質・特徴を標準にして分類するかによって、いろいろな組み合わせができる。

まず、分類に使う性質として、相互作用(力)が考えられる。素粒子間の相互作用については、後でくわしく討論するが、ここで簡単に説明しておこう。自然界に存在する基本的な力(あるいは素粒子内の相互作用)には、重力、電気力、電磁気力、強い力の4つがある。

重力は質量をもつ物体の間にはたらく引力であり、電磁気力は荷電体の間にはたらく引力や斥力であり、共に素粒子のみならず、自然界のマクロな物体間にも作用している、よく知られている力である。強い力と弱い力は、素粒子内でのみ観測される相互作用である。強い力とは、はじめ陽子や中性子(まとめて核子という)を形成するのに必要で力、つまり原子核を維持する力(核力という)として導入された相互作用である。そして弱い相互作用とは、 β 崩壊のように、素粒子の時間スケールに比べてはるかにおそく進行するプロセスである。

さて、今まで探求してきた粒子の大抵は、強い相互作用を通じて生成され、崩壊する粒子である。弱い相互作用に関与しているのは、ほんのごく少数の粒子だけである。従って、次のように、相互作用の違いにより粒子を分類することができる。

電子、ミューオン及びニュートリノ(β 崩壊の時に出てくる一種の中性粒子)の三種類の素粒子は、強い相互作用には全く関与していない。これらの粒子を「レプトン(弱粒子)」という。それ以外のすべての粒子は、何らかの形で強い相互作用に関与しており、これら

を「ハドロン (強粒子) とよぶ」。つまり第2段階の終りで見た多様な新粒子は、すべてハドロンである。これ故に、ハドロンは毎にそれぞれ分類される。

ハドロンは崩壊して最終的には、安定な粒子である陽子、電子、ニュートリノ及び光の集まりにたつてしまう。この崩壊の最終的に到達するまでは、この状態が可能な限りある。一つは、最終粒子がレプトンと光だけの場合と、もう一つは、その外に陽子が含まれている場合である。従って、最終生成物の中に陽子があるか否かを、分類の標準として使用する事ができる。

ある粒子の崩壊で、その最終生成物の中には陽子があらずに「電粒子 (バリオン) とよぶ、ラムダ粒子、シグマ粒子、Xi粒子、Zeta粒子などがあり、陽子もバリオンの中に入ります。更に、最終生成物がレプトンと光のみから成る粒子を「中肉子 (メソン) とよぶ。例として、 π 中肉子、 K 中肉子、 Λ 中肉子など、中肉子の種類は多い。電粒子と中肉子とは分類する概念は、定量的に電粒子数 (またはバリオン荷) B という量で表わされる。電粒子数は、崩壊の最終状態に現れた陽子の数で定義される。上に挙げたすべての電粒子は $B=1$ で、すべての中肉子は $B=0$ である。

素粒子の分類法は、その外にも例えば崩壊の速さ、奇特性に於けるもの、内部自由度: スピンによるもの、荷電: アイソスピンの異なるもの等、いろいろあるが、これららは素粒子のもつていう属性: 奇特性、スピン、またはアイソスピン等の如何による分類であることは明らかであるので、特別に説明を要するものはないと思う。

また分類法の外に、急速に増えた粒子の数は、もつていろいろの性質の中にも、規則性を示すようなパターンがあることが気づかれ、新しい単純化への道が浮かびあがってきた。

先ず1960年代に劇的に数が拡大した共鳴体について、同じ性質をもつ共鳴体連を、原子の中の各電子軌道に対応するものと考えて、一つの粒子の励起状態にいさむのと同じように同一族に属するものと考えれば、粒子の数は多くても、後の数としては少くなく、収容のつかぬかた混沌状態に、秩序を導入し、簡単な道のびらけよう。

又1869年にメンデレーフは元素の原子の同期表を定式化したか、それは原子が内部構造を持ち、原子よりも基本的な種類の物質があつて、それにより可成りの原子が構成され、性質が与えられたことに對する最初の手がかりを与えたのと同じように、今度はその約1世紀後の1960年代の初期に数多くの核粒子連の間にくり返して生じるパターンを見出したか、元素の原子の同期表から類推して、それは核粒子よりも更に基本的な種類の物質があつて、それにより核粒子が構成される可能性を有す、素粒子の同期表とも考えられよう。

このようには ~~素粒子の同期表ともいうべき~~ パターン ^は 1960-1961年に、カリフォルニア工科大学のゲルマンとロンドン大学の研究員ネーマンとはつて提出された八道鏡(八道図)である。このパターンは、縦軸に奇妙土の大きさをとり、横軸に電荷の大きさをとつて書かれた図式である。

例えは、メソン連(各種の π と K)をこの図上の奇妙土と電荷の相応する各点に於いてみれば、その結果得られる図式は、中心は1つの粒子(π^0)をもつ六角形にたつてゐる。次に同じ方法でバリオン(中子、陽子、 Λ 、 Σ 、 Ξ)についてこのような図式を書いてみると、同じ六角形のパターンが現れるが、但し今度は中心は2つの粒子(Λ^0 と Σ^0)がくる。

これらの図式には、極めて印象的な相似性がある。しかし、これらの図式を全く同一にするため

には、 Δ の図式 Δ の中心角は 120° と同居する 8 番目の Δ が必要である。1961 年に、電荷や奇妙さをもたない Δ Δ Δ (Δ) が発見され、これでこの図式は完全に仕上がったことにはなる。これは Δ 、 Δ 、 Δ がその同期表の空白のところに入ると原子の Δ とその性質とともを予言したのが、実際は発見されたのと同じ経過であって、非常に興味深いことである。これらの図式は、ゲルマンによって Eightfold Way と名づけられたが、これを八道図とでも呼ばよう。

次に同じこと、一簇を Δ と Δ にみえる Δ 、 Δ 、 Δ の Δ の Δ の Δ について述べておく。今度は単純に六角形ではなく、その最上端の二辺を延長した両隅に各々一つの粒子 (Δ と Δ) をもつ六角形が得られる。そしてこの Δ から六角形の相対する二辺を結んで延長すると一つの Δ の逆六角形が得られるが、この図式は 10 個の粒子を念頭に必要である。つまり三角形の Δ の Δ 、即ち底の頂角の空白の位置に粒子が存在するはずであり、その粒子は Δ の奇妙さとマイタスの電荷をもつはずである。ゲルマンはこれを Δ と Δ (Δ) と名付けた。1963 年に、フランクヘゲン研究所と CERN にあいて、それらが独立に Δ を発見し、以上の図式の妥当性が確立された。

1960 年代初期には、素粒子を八道説に従って分けられる。例えば、共鳴状態の寿命や、新しい粒子やその性質などについて予言することによって、非常に多くの結果を得ることができた。これは明らかになった。それを受けて、1964 年に、ゲルマンとツイクは、それらを独立に、八道説のすばらしい結果を説明する簡単な物理的モデルを提唱した。

すばりのハドロン (電磁粒子と中間子) は、皆より基本的な物質の複合体であり、これらの複合体を合成するために、3 種の構成要素が必要であるという。これらの構成要素は、ゲルマンによって「クォーク」と名づけられた。また、クォークの合成で Δ のハドロンをつくり出す

ためには、クォークはきわめて異常な性質をもたなくてはなら
ない。例えば、クォークの電荷は、電子や陽子の電荷の分数
倍ではなくてはならない。実際、クォークはいずれもマイナス $1/3$
かプラス $2/3$ という半端な電荷をもっている。これは
非常に特異な性質である。

クォーク・モデルによれば、ハドロンはこう電荷をば
らばらのクォークから合成され、一方中粒子はクォークと反クォーク
からつくられるという。ではいつまで、クォークはどれだけあ
るのだろうか。電荷が異なり陽子と中性子を形成する
ためには、電荷の異なりを補う2種類のクォークが必要
である。この2種類のクォークが、アップ・クォーク(u)と
ダウン・クォーク(d)である。又、奇妙な粒子といわれる一群
のハドロンを説明するために、奇妙粒子を補うスト
レンジ・クォーク(s)が必要である。更に1970年代以降、
新しく発見されたハドロンをすべてうまく説明するために、
u, d, s のほか更にチャーム・クォーク(c)とボトム・クォーク
が必要である。一方、u, d, s, c の4個はそれぞれ2個づつ
(uc) と (sc) のように2つの組をつくっている。これを、b と相
対称にわたる3つめの組をつくる第6番目のクォークが必要
である。これをトップ・クォーク(t)である。このようにクォーク
には6種類があるが、クォークの種類の違い、u, d, s, ...
をクォークの「香り」といい、又2個づつ1組を世代と
いう。結局クォークは、三代で6つの香りだけの種類
があり、更にこの各種クォークが、3つの色の自由度をも
っている。又6種のフレーバは三代に分けられたが、これは
質量を除き、お互いの性質が複写されているという特色
がある。

ハドロンに対し、もう一方の物質を構成する
粒子のグループのレプトン族であるが、そのスペクトルも
クォークのとよく似かよっている。レプトンにも6種のフレーバ、
即ち電子(e)、電子型ニュートリノ(ν_e) ミューオン(μ)、ミュー
型ニュートリノ(ν_μ)、タウ(τ)、タウ型ニュートリノ(ν_τ)が

存在する。これらの6種のレベルは三世代に分けられ、これら38人はい互にコピーをたがっていき、魂子、ミエオン、夕少は、クオークの場合と同じように、お互にただ質量だけが違っている。

特長にあっては尚物質粒とは三世代しかたないといえるが、このかた疑う人はいない。統一思想によれば、神の層1つの層性が数理的であり、これ神はる数の存在であり又万物は神に似せてつくられたので、万物（勿論素粒子も念入）；すべてその存在をその数で現わすものである（統一思想については後の章で個別詳しい説明をする）。故に、統一思想が見れば、クオークやレプトンは三世代しかたないと考えられる。

3. 宗教、哲学からのアプローチと自然科学からのアプローチの統一

自然界(物質)の事象を探究するのは、宗教、哲学からのアプローチと自然科学からのアプローチの二つの道があり、これら二つの道の違いについて見えてきたが、次にこの二つのアプローチには、どんな関係があるのかを考えてみたいと思う。

一般にはよく宗教と科学は相矛盾なものだとか、甚くは至つては、科学こそ事で宗教にたいして信仰は迷信であると、主めつける人が少なくないようだが、私はそう思うこと自体が、それこそ迷信であるのではなからうかと思う。是れ二つとの違いについて、少し検討してみたいと思う。

科学とは広い意味でいえば、「経験的に得られる対象を一定の目的と方法によって組織的・体系的・理論的に研究・整理し、普遍妥当な原理や法則を求めた学問。またそれらを他に応用する学問」と国語大辞典に定義されている。そしてその対象や目的により、科学はさらに、人文科学、社会科学、自然科学、応用科学、形式科学など、多くの分野に分けられる。

しかし一般には、せめて意味で、科学といふは自然科学を指している。そして、自然科学とは、「人間の総合的な自然界における現象を研究する学問。自然現象のあいだにある関係、原因などをしるべし、その法則をそのための科学」と同辞典に定義されている。本文でいう科学も、この自然科学を指しているものである。

さて、もう一方の宗教に対しては、「神仙などの超自然的、超人間のものを信仰、畏怖、尊崇することによって、心の安らぎを得ようとすること。また、その信仰の体系的なものを」と同辞典に定義されている。

これらの定義より、平たくいえば、科学の対象は目に見える世界、自然界の現象であり、宗教の対象は目に見えない世界、超自然的な世界にいつたものであるといえよう。または、言葉をかえていえば、科学の対象は

外的世界、現象世界であり、宗教の対象は内的世界、本質世界であるといえよう。

さて、統一思想をば統一原理にすれば、私たちは人間は、丁度パウロが聖書の中で「わたしは、肉の人として神の律法を喜んで」いたが、わたしの肉体には別の律法があって、わたしの心の律法^{聖法}に対して戦っている。そして、肉体には存在する罪の法則の中には、わたしはとりまはしてはいない。わたしは、むんというみじめな人間なうた^{ろう}」(コリネ、22~23)と概嘆したように、善と指向する本心と悪と指向する邪心とが同一の個体の中で、互いに相反する目的を指向して、互に熾烈な斗争を展開するという矛盾性を内包している。従って、このような矛盾性を持つようになる人間は、自らに破滅状態に陥つていくことになる。このように破滅状態のこと、キリスト教では墮落とよんでいるのである。

そして、墮落した人間は、例えば善悪をば^らせりと判別することができない、または神が存在するかどうかを知らないうなど、全く無知に陥つたのである。つまり、人間の墮落を知れば一面から見れば、それほと^りもな^らず「人間が無知に陥つた」ということ^を意味するのである。それ故に、人間は今日に至るまでどうと^して^いく^か、無知から知へと、無知を克服しようとして、真理を探求し続けようとしたのである。

しかし、人間は心と体との内外両面からなっているので、知的な面にあつては、内外両面の知を持っている。従つて無知にも、内的無知と外的無知の二種類がある。よつて、真理の探求にも内的真理の探求と外的真理の探求の二種類がある。内的真理を探求してはるのが宗教であり、外的真理を探求してはるのが科学である。このように、角度から見れば、宗教と科学は、内外両面の真理をそれぞれ探求する手段であつたことと^も知ることができよう。

それ故に、人間が無知あり完全に解放されるためには、
宗教と科学とが統一された一つの課題として解決され、
内外両面の真理が相通するようにはらたけられなければならない
のである。

では、宗教と科学は、どんな関係のもとで統一
されなければならないのだろうか。内外の真理を探求
する宗教と外の真理を探求する科学という観念は、正
述の如く、人間が心と体の内外両面からなっているとい
うことよりみちがま出してまた結果であるので、宗教と科
学の関係を考えるためには、大前提である人間の心と体
の関係を明らかに知ることが必要であるのは明白であろう。

統一原理（原理講論）によれば、人間は
体という外形と心という内性からなっており、見える体は
見えぬ心の心には似ていて、心は心には似ていてとい
うだけでなく、心の命ずるがモチに動じ静す、それ
によって人間はその目的を指向しつつ生を維持するので
ある。従って、心と体とは、内と外、原因と結果、
主体と対象などの相対的関係を持っているとい
う。

これより、このような人間の心と体の関係は
相対的に、私たちが、宗教と科学も内外的なもの
外的なもの、原因のものと結果のもの、主体
のものと対象のもの等というふうな相対的関係を
持つと考えるべきだと思う。従って、今日の人間が
墮落の結果、心と体が分裂した状態に陥っていることは
相対的に、現在の宗教と科学もお互いに矛盾し、
衝突し、妥協し難い稜相を呈しているのだと考
えられる。

では、宗教と科学は本来どんな関係にある
べきだろうか。これを考えるには、これに相対的に、本来の
人間はどうあるべきかについて考えなければならない
であろう。この問題を統一思想の観点より考えてみよう。

統一思想は、文鮮明先生が明らかにされた教
え(統一原理)を、哲学的に系統化した新しい思想であ
り。統一思想は神主義とよばれるように、神か
ら出発する理論であり、神は御自身に似せて人間と
宇宙を造られたというのがその基本的な立場である。

それ故に、本来ならば、先ず神の属性を論じ、
それより神に似せて造られた人間について扱うのが
順序であるが、神の属性を論じるのは本来の目的に
はないので、ここでは神の属性については論ぜず、
直接本来の人間の姿はいかたのものであるかと、統一
思想にもとづいて見てみたいと思う。

統一思想によれば、先ず人間は心と体より成り
上が、心が主役・体が対称に成り神を中心とした
授受作用(授受作用については後で説明するが、簡
単にいえば、ある要素とやりとりにお互に作用し合う
相互作用)により完全に一体化すれば、それがすなわち
人格の完成を意味する。この状態にふいては、神が
英霊の心は、魂対称の善を指向し、その心の働き
により体が動じ静まるのである。そして、このように人間の
心が、前に述べた本心である。

しかし、人間は生れつきでこのように成り上がって
はいない。人間はそのような本性を与えられてつくられ
た人として成長してある時期にまで成長してそのような
状態に達するのであるが、成長は肉体的に後で見てい
れば、ここでは成長が完成した時の状態だけを論じて
いく。

以上で説明したことは、人格を完成した人間は、
心体統一体であり、心が主役で体が対称と成り上
り、それは、心が原因的で、体が結果的であるとい
うように、心の命ずるにより体が動じ静まるからである。このよ
うに人格を完成した人間の姿が、すなわちまた本来の人間
があるべき姿である。

以上説明した内容を要約すれば、本来の人間とは心と体が統一された心体統一体であるが、この心と体の関係は、主体と対象、原因と結果、内と外という関係にある。このように心と体の関係は等しく、本質世界と現象世界は、内的なものとしての原因のものと結果のものと、そして主体のものと対象のものとという関係を持つていたのである。

そして、心と体が完全にひとつになつてこそ完全な人をつくることができるよう、本質と現象との二つの世界も、完全に合致してはじめて、現象世界をつくることになるのである。それ故に、心と体との関係と同じく、本質世界と離れた現象世界はありえず、現象世界と離れた本質世界もあり得ないのである。

さて、宗教と科学の関係であるが、前でも説明したように、宗教の対象は本質世界であり、本質世界の真理、つまり内的真理を宗教は探求してまゐるのである。それに対して、科学の対象は現象世界であり、現象世界の真理、つまり外的真理を探求してまゐるのが科学である。

従つて、本質世界と現象世界の関係と等しく、それとすむわち心と体の関係と等しく、宗教と科学との関係は、内的なものとしての原因のものと結果のものと、そして主体のものと対象のものとという関係になつてゐると考えられる。そして、心と体が完全にひとつになつてこそ完全な人格をつくることができるよう、宗教的真理(内的真理)と科学的真理(外的真理)とが、完全に合致してはじめて、宗教と科学とを統一するところの新しい真理を築きあげることができると考えられよう。

ここで一言つけおきたいことは、以上の宗教と科学についての討論でいう科学とは自然科学を指し、宗教とは宗教と哲学とを含めたものをいうこと

とである。尤も私は、統一思想はこの新しい真理として現われた哲学であり、その内容はこの本益を拡大し、成長し、完全に至る域まで発展していくものと信じている。

統一思想によれば、すべての事物の成長又は発展は、三段階の過程、即ち蘇生、成長、完成の三段階の過程によつてなされるという。これは、神の一つの属性が数々の神であり、尤も三教の神であり、従つて神にかたがてつくりだされた万物は、その運動や成長は三段階の過程を通じてなされる。尤も三教の存在とは現われたのである。尤も、この法則は研究の発展過程にも適用される。統一思想の成長、発展も、当然この三段階を通じて完全に至るべきであると思う。尤も、何時かその成長の過程、つまりその内容の中や深さなどの拡充の奇みと分析して、尤も三段階の発展の過程を捉えたいものである。

本章を締めくくりにあたり、宗教、哲学の真理が原因の物であるという。尤も尤もこの結果的である自然科学の真理が現われた一つの事例を挙げ、本章を締めくくると思う。

統一思想によれば、上で述べたように、研究の発展過程には三段階の過程を通じて成長、発展が行われるが、これは科学において、物質世界の簡單な基本的研究、即ち物質の素粒子としての素粒子を追求する研究は適用すれば、物質の本質として原子の三段階を経てクォークに至るのである。尤も三段階の過程とは、第一段階（蘇生期）の化学元素の原子構造が確立された時代から次の第二段階（成長期）の近代物理学の発展した時代、尤も第三段階（完成期）のクォークモデルの発展の時代に至るのである。

クォークよりも更に基本的な物質があるのではないかという物理学者の意見が、しかし三段階の成長を経て完成したクォークであるので、尤も尤も基本的な物

