

物理学とは何だろうか

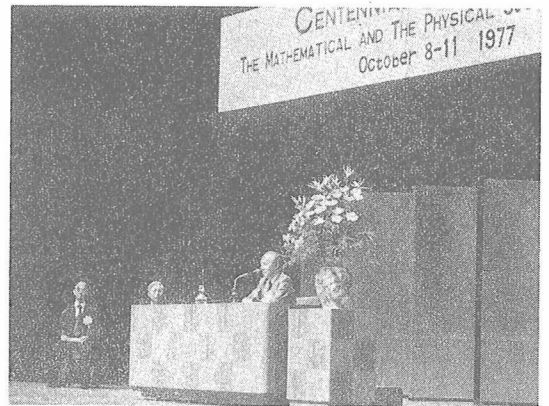
朝 永 振 一 郎

只今お話がありましたように、ちょっと私風邪をひいて、大したことはないのですが、少し熱がありますのですわって喋らせて頂きます。そういう訳で、彌永先生のお話のようなキチンとしたお話があんまりできないかもしれませんが、お許しを願いたいと思います。その上、私は悪い癖がありまして、話をするときどういう話をするか前もってあまりキチンと決めずにおく癖がありますもんですから、何喋ってもいいような題をつけておく癖があります。(笑) それでああいう大それた題をつけました。中味は大したことございません。

物理学というものは一体何だろうかというようなことを、この年になりましていろいろ考え始めた、そういうことを、雑談的に話したいと思います。

で、彌永先生は100年前のことからお始めになった。徳川時代の話もございましたんで、或いは、もうちょっと古いと言った方がよろしいかもしれませんが、私は、物理学が現代の意味での物理学らしいものになった頃からお話したいと思うんです。それで、物理学が物理学らしくなったというのは大体いつ頃か。今の物理学の教科書もその辺から始まっている訳ですが、それは16世紀から17世紀にかけて、ケプラー、ガリレオ、ニュートン、そういう風な人達が出た頃と考えてよいでしょう。そしてガリレオが生まれたのは1564年ですから、今から400年前ですね。それを45分で喋る訳です。

それで、先ず今言いました3人の学者ですね、こういう人達が出る前はどのような状況であったかと申しますと、科学と宗教と、それから哲学と申しますか、そういうふうなものがまだはっきり分化していない、そういう時期がありました。特に科学の系譜の中にありますところの呪術的な、つまり魔法的な、そういうふうなものが相当長い間



行われていた。そして、そういう要素が混然としていた中から自然科学らしい形で物理学ができたのが、ケプラー、ガリレオ、ニュートンの頃だとそういう風に見られるんじゃないかと思われまます。ところで、今、呪術的といいましたものを具体的にいいますと、天文学につながる占星術、星占いですね。それから、もう一つは化学の前身と考えられます錬金術。こういうのが非常に盛んに行われていました。例えば、ケプラーの師匠でありますティコブラーエです。この人は天文学者ですけれど占星術を信じていた人でもあります。その頃の状況をお話してみますと、ヨーロッパで神聖ローマ帝国というのがありまして、そこにルドルフII世という皇帝がいた頃です。この皇帝は非常に変わった人で、プラハにあった自分の宮庭の中に錬金術と占星術の非常に大きな研究所を作って、そして、世界中の(と言ってもヨーロッパ中でしょうが)錬金術師や星占術師達をそこに招聘しまして、そこをそれらの術の中心にしていたという時代であります。

このティコブラーエですが、この人はデンマーク人で、はじめデンマーク王の被護下でフヴェン島に大きな天文台を作ってもらったりして、王様のための星占いなどをしていました。しかし彼は

後にルドルフ II 世に招聘されて、そこで星の観測をしていました。言うまでもなく彼の観測の目的は、天体の運動をそれまでよりもっと精密に知ることによって占星術の適中率をより高くしようという、そういう動機だったというふうに言われております。ケプラーはこの名声高いティコにあこがれてそこへ弟子入りまして(ケプラーはドイツ人です)、そこでティコの集めた非常に精密で、しかも非常に沢山のデータを使いまして、星の運行を理論的に推定するという計算をやったのです。当時はなお天動説、地動説、両方あった訳ですけども、彼はこの計算から結局は地動説に傾いていったわけです。これはもう大変な計算だったと思われるんですけども、結局、ご承知のケプラーの三法則というのを発見したわけですね。で、太陽をめぐる惑星の運動は円ではない、長円(楕円)軌道であり、その焦点に太陽があるという第 1 法則。第 2 法則は面積速度が一定という法則。それから、第 3 が惑星の周期(軌道を一回りする時間)が軌道の大きさ(円と考えれば直径)の $3/2$ 乗に比例するという比例関係。この三つを見つけた。

それまでは、こういう観測に無関係に、惑星の軌道は円あるいは円の組あわせである、という考え方が非常に支配的であった訳ですが、それを彼は観測に基づいて長円であるということを経験した訳です。そういう風に、実際の精密な観測に基づいて、計算によって軌道を決定するというやり方(それ以前の人がやらなかったこと)をケプラーが初めてやった。

ガリレオの方は——ケプラーとほぼ同時代、ケプラーより少しガリレオの方が年上なんですけど——むしろ地上の物体の運動です。例えば、振子の運動があるとかいろいろありますけど、彼が最も力を入れていたのは落体運動です。つまり物が落下する運動の研究です。彼は実験によって落下運動についての法則をみつけたのです。彼のみつけた法則は——落体というのは非常に速く落ちますから、当時の技術ではどれだけの時間にどれだけ落ちるかということを見つめるのは、非常に難しい訳ですから、彼は斜面を利用してその斜面に沿って物体を落とす実験をやった。そうすれば落

下の速さがずっと遅くなりますから測れる訳ですね。彼はそういう実験をやった結果、一定長さの時間ごとに物体がどれだけの距離落下するかを知ることができ、一区間の落下距離が、1, 3, 5, 7, ……という奇数の比例でだんだん長くなるということを見つけた訳です。

ところで、この辺の話は皆さん、物理あるいは数学の方ですからあまりくどく話す必要もないでしょうし、また時間がなくなっても困りますから、早速次のニュートンに飛ばしますが、ニュートンは、いわばケプラーが発見した天体の運動と、ガリレオが発見した地上の物体の運動(特に落下運動)、これを統一する法則を見つけた訳です。

で、彼が万有引力を発見した話になりますが、それに関して、りんごが木から落ちるという話があります。けれど、それがどこまで本当かというせんさくは時間の都合でやめることにして、とにかく、東京にもニュートンのりんごの木の 3 代目があるということ。これ、御存知の方おありでしょうか。小石川の植物園にあるんだそうです。私も見たことないんですが、植物園のどこか、あまり人の知らない所に植えてある。何故かと言いますとですね。それが人に知られると、世の中の若者或いは教育ママが、大学へ入れるおまじないにその枝を折ったり葉っぱを取ったりするからではなからうかと。これは冗談ですが。(笑)

とにかくニュートンは地上の法則と天の法則(天界の法則)、これを統一することに成功した訳です。ですから、りんごが木から落ちる時の落下の現象も、月が地球の回りを回る現象と同じ万有引力の働きである。そういうことですね。

それじゃ、何故ケプラーやガリレオのできなかったことをニュートンができたかと言いますと、彼が微積分を発見したということなんです。それまでの人々は天体の運動にしる落体の運動にしる、積分したものを発見していた訳ですね。ところが、運動に関する自然法則は、もう一つそれを微分したところで成立っている。つまり、運動の変化が力、万有引力のようなものと関係するという、そういう形で自然法則が成り立っている。つまり、変化というものを数学的につかまえるということが可能な、そういう数学を発見したのがニュート

ンの大きな仕事であったのです。先ほど、関孝和はニュートンと同時代の人だったというお話がございましたけれども、ニュートンの方はただ微積分を発見したというだけでなく、それが即ち、自然が自然法則を書き表す時に使った言葉であったことを発見した。これが非常に大きな発見であった訳です。

ところで、ガリレオがしばしば言っているんだそうですね、「自然の本は数学によって書かれている」という、よく引用される言葉なんです。つまり、自然には法則があるが、その法則は普通の言葉で書かれていたんじゃないくて数学の言葉で書かれている。そうガリレオは言っているのです。ところが、ケプラーやガリレオ達はその言葉に必要な語彙と文法を見つけることができなかった。ところがニュートンはそれを見つけた。このことはニュートンの非常に大きな功績である。

その結果、地上の法則と天の法則とが統一されたというのです。で、この数学というのですね——今日は半分は数学者がいらっしゃる訳で、あまり人の領分のことを言いますと、あらが出ると思うんですけども——非常に抽象的なものである。しかし、この抽象性こそは、一見違って見えることを統一するには欠くことのできないことなのです。つまり違って見える物事の中から同一性を見出すには、どうしても具象性から離れねばならない訳で、そのためにはどうしてもその事を抽象的な言葉で語らなければならないんですね。

そういう訳で、このニュートンの時代からそろそろ物理学の特徴であるところの数学的に抽象化することによって法則がより普遍的になるという、そういうことが見られている。この頃に、運動の学問が近代的な物理学の性格を備えてきたというのは、一つは法則の論拠として観測とか実験とかいう方法を使うようになったこと、そしてもう一つは今言いました数学によって法則を言い表わすということです。そして法則を数理化することによって、一見脈絡がないように見える沢山の事柄をごく少数の基本的な法則から証明、証明、証明という連鎖によって導いてくる。こういう手続きによって初めて、天の法則と地の法則が共通のも

のであるということができた訳です。

ところで、ケプラー、ガリレオ、ニュートンの時代から、科学が魔術のようなもの、あるいは宗教のようなものから分化してきたということを言いましたが、ケプラー自身はやはり占星術を信じていた時期があります。しかし、彼の動機は占星術であったにしても、彼のやったことは、非常に近代科学的なものです。つまり観測から数学によって軌道を導き出してくるというやり方は、星占いじゃなくて、ちゃんとした実証精神に貫かれた科学です。彼のやったことは、ですから近代的な科学になっている訳ですね。そういう風にして呪術或いは魔術から科学が独立してきた。もう一つは宗教との関係なんですけれども、ご承知のように、ガリレオは彼の唱えた地動説が異端的であるという理由で法王庁から宗教裁判にかけられたという話があります。しかし、この時彼の考え方は、要するに、教会の守備範囲と科学の守備範囲と分けようという考え方であったのです。そういう訳で、彼は決して無神論者じゃなかったんで、彼によれば、神の啓示は聖書というものの中に現れているけれど、もう一つは自然そのものの中に現れている。そういうことを彼は考えている。このガリレオの考え方、即ち宗教と科学が各々の守備範囲をはっきり持っているという考え方はその後次第に一般的になってまいりました。

あまり古い話ばかりしているとどんどん時間が経ちますんで、一足とびに今度は科学というものと技術というものがどういう関係にあるかということをお話してみたいと思うんです。

科学というものと技術というものは、しばしば、今日普通の人達には混同されておりまして、同じように見られていることは皆さんすでに経験済みでしょう。しかしながらその本質から言いますと、科学というのはあくまで自然の法則を知るという、つまり知るところに重点が置かれ、技術の方はそれを使っているんな人間の生活がより楽になるように、或はより豊かになるようにするという訳で目的がはっきり違うわけです。しかしながらこの二つはまた切り離せない面もある。例えば科学なしに技術はあり得ないのです。つまり、自然法則に反するようなことをいくらやろうと思っ

たってできない訳ですから、科学なしに技術はあり得ないわけです。けれども、一方科学の方も技術なしには成長できないことも事実です。これも皆さん十分御承知のことだと思うんです。

ところで、18世紀頃までは科学から技術が生まれるということよりも、いろんな意味で技術が科学に新しい発展をもたらしたという逆の関係が多かったのです。それは、技術上の発明が科学に新しい研究手段を与えたということもあるでしょうし、また技術の要求によって科学に新しい問題が提起されるということもあるでしょう。何れにせよ18世紀まではこの種の逆の関係の方がむしろ多かったと言えるように思われます。例えば、望遠鏡というものは決して幾何光学が先にあって生まれたものじゃなくて、オランダのめがね師が偶然に見つけたといわれています。ところが、これが逆に、この望遠鏡を使って天体を見るということが科学に非常に大きな影響を与えております。そのあらわれは、先程申しましたケプラーもガリレオもニュートンも3人も望遠鏡を使って天体を観測したという事実に見られます。そういう訳で、御承知のように望遠鏡にガリレオ式望遠鏡、ケプラー式望遠鏡、ニュートン式望遠鏡とちゃんと三つあるわけで、3人3様に望遠鏡を作って使って天体を見ている。ニュートン式というのは反射望遠鏡ですね。ガリレオ式というのはオペラグラスにある凸レンズと凹レンズを使うやつ。ケプラー式というのは二つの凸レンズを使うもので、今の天文学者が用いる屈折望遠鏡がそれです。この三つが各々いいところ悪いところある訳ですけども。

それで、ガリレオが宗教裁判にかけられたのは彼の地動説にあるのですが、そのきっかけは、彼が望遠鏡で星を見ましているんな発見をしている頃にさかのぼることができるのです。彼は、望遠鏡を用いることによって太陽に黒点があるとか、月にクレーターがあるとか、また木星に四つの衛星があるとかいうことを発見しましたが、彼が自分の発見したことをいろいろ書いたものが、どうも教会の方の考え方や、古い学説を唱える学者達にとって具合の悪いという点もあったんでしょう。そのあたりから彼と教会との不和が始まっている

のです。しかしニュートンの時代になりますと、ニュートンはかなり異端的な考え方をしているにもかかわらず——彼も無神論者じゃないんですけどもキリストが神の子であることを否定したり、聖霊の存在を認めなかったりしている——もはや教会の方が彼を裁くことはできませんでした。それというの、もはや教権が科学の領分に口を出すことができなくなってきたからでしょう。そしてそれも結局は望遠鏡で星を見るというのが常識になってしまい、ガリレオを非難した教権の旗色が悪くなっていったことによるのでしょう。そういう訳で技術上の発明が科学の発展に非常なプラスであったことがわかります。このほかにも技術上の発明が科学に新しい活力を与え新しい分野を開くの役に立ったという、むしろそういうことがしばしばあったのです。さらにもっと新しい時代になりますと、17世紀から18世紀にかけて蒸気機関の発明から物理学が熱の奇妙な性質と取り組むことになった話を例にあげることができます。

17世紀の半ば少し過ぎた頃ワットが蒸気機関を改良したという話があるんですけど、これが熱力学を生んだ歴史がそれです。御承知のようにきっかけはフランスのカルノーが1824年に書いた論文です。それが「火の動力についての考察」という論文で、彼がこれを書いたのは確かに蒸気機関を改良するということが動機になっている。事実彼が書いたものを見ますと、蒸気機関というものは非常に大きな発明であるけれども、その改良は今までのところ行きあたりばったりに行われているだけで、あまりちゃんとした理論的考察がないということから、自分はこの考察を書いたと言っているわけです。けれども彼が1番問題にしましたのは、熱から動力を発生させる、その動力ですね——動力というのは今の言葉でいうと熱効率といっていいかと思うんですけど——、それには何かの上限があるんだろうか、これ以上は原理的に不可能だという限界があるんだろうかという問題です。それともそんな限界なんかなくて、うまい機械を作ればいくらでも熱効率をよくできるのか。そういうことを考察しようと思っ言っている。しかもその熱効率の上限というのは機械の構造や、水蒸気を使うか或いは他のものを使うか、

そういうことに関係のない普遍的限界があるんじゃないだろうか、そういうことを少し考えてみようという訳で有名なカルノーサイクルということを考えまして、熱機関というのはその構造に無関係にある限界があるということを見つけている。で、これが有名な熱力学の起りになるのですが、彼の論文はあまり人目を引かなかつたらしくて、20年ほど後になってイギリスのウィリアム・トムソン、つまり後のケルヴィン卿が初めて彼の論文を取上げて世に紹介した。

御承知のように熱というものはエネルギーの形態であって、それと機械的エネルギーの和が保存するという考えが19世紀の中頃確立されましたが、それだけではいけないので、その保存則のほかにもう一つ何か法則があるとしないと、カルノーのいう熱機関の限界は出てこないということが、同じ頃大きな謎でありました。つまり、カルノーが限界の存在を証明したと言っていますが、それに関するカルノーの議論は熱素説という間違った説によっていたんです。そこで、クラウジウスというドイツの学者が——御承知だと思うんですけども——熱力学の第1法則、即ち熱エネルギーと力学的エネルギーとの和は保存するという法則の他に、もう一つ、第2法則というのを付け加えると、カルノーの限界が導かれることを発見した。つまり「何の変化も他に残さないで、熱が自分自身で低温から高温に移ることはあり得ない」という第2法則ですね。これを付け加えることによって、結局熱を熱素という物質的なものだという誤った説からカルノーが導いていた熱機関限界説を正しい軌道にのせたのです。つまり、第2法則によって証明を多少修正すればカルノーの結論はそのまま成り立つということをクラウジウスは見つけたのです。

ところで、こういう風にして蒸気機関を改良しようという要求から出てきた熱力学は、初めの目的である熱機関の改良を越えて、熱の関係するあらゆる現象が、しかも宇宙全体を通じ、また生物の体内においてさえ、それによって支配されているということがわかったんです。つまりそれは一つの普遍的な原理であったのです。この時、御承知のようにエントロピーという概念が出てくる訳

ですが、「熱は自分自身で低温から高温のものに移れない」というこの第2法則ですね、それが熱機関を越えた普遍法則になるためには、何よりまずそれを数学を用いて抽象的に表わすことが必要です。しかしそのことはとてもじゃないけれど難しいことだということはおわかりになると思うんです。第1法則の方は、すでに「和が一定である」という数学の言葉で言い表わされている訳ですけども、「熱は自分自身で低温から高温に移ることができない」という、これを数学で表現するのはとても難しいことだということは今更ながらわかんと思うんです。ところがクラウジウスの天才はここにエントロピーという不思議な概念をキーワードとしてつかまえて、これを使うとちゃんと数学の式で法則が言い表わせる。それがどういう式かということは皆さん御承知だから省略致します。これなんか驚くべきことだと思うんですね。

そういう訳で、むしろ技術が科学の進歩、或いは新しい展開に非常に大きなモーメンタムを与えているということがおわかりと思うんです。

逆に科学の発見から新しい技術が生まれたというのはそれより少し後になりますが、典型的な例は有名なファラデーの電磁誘導の発見です。それは1831年の出来事でしたが、これを発電に利用しようということはかなり時間がかかってからで、それはドイツのジーメンスが初めて実用に耐える発電機、いわゆるダイナモを作った1866年のことです。その結果、蒸気機関に代わる動力源が見つかってきた。これなどは何と言ってもファラデーの発見が先で、それが新しい電気工学という応用の方に延びていった例です。

今世紀に入りますとそういう例はいくつもあります。例えば、半導体の研究からいろいろ新しい電気の素子が作られるようになったという風なこと、また原子エネルギーの利用といったようなこと。これらもう、新しいことは皆さんよく御承知だろうと思うんです。

そういう経過をたどりながら物理学はだんだん普遍性を増して来ました。初めは物の運動だけだったのが、その他、光、熱、電磁気、原子、分子、その他諸々、それから化学まで物理の中に含むよ

うになった。御承知のように、最近では分子生物学というふうなものができまして、生物現象の一部即ち遺伝の現象がやはり物理学、或いは化学と言った方がいいかも知れませんが、化学も物理学の中に入っちゃっている訳ですから、こういう物理的な法則に従っているということがわかった。即ち、長い間、生物の世界と無生物の世界とは非常に違いがあると見られていた訳ですが、そのギャップの一部が分子生物学で埋められた。これは、ちょうど天の法則と地の法則、それが昔は全然違う法則だという風に峻別されていたのをニュートンが一つの傘の中に入れた様に、この分子生物学は無生物の法則と生物の法則と違うというふうな考え方が必要ではなかったことを、少なくとも遺伝に関する限りでははっきりさせた訳です。これも画期的なことなのですが、このとき遺伝という現象は非常に決定論的な現象で、従って特に物理現象に近いものだったのではないかと。そして生物にはその他に諸々の現象があって、それは物理法則にしたがっているといえるだろうか。特に生物の中でも人間がものを考えるというようなことを、物理学や化学の現象としてつかまえることができるだろうか。そういう問題が出てくる訳です。例えば、生物研究の中には神経や脳の働きを生理学的に調べる分野がある訳ですが、そういう分野が進歩すれば、物を考えたり知ったりする脳のメカニズムが物理法則によって明らかになるのではないかと、という期待が当然浮かんでくるでしょう。勿論そこにはまだまだわからないことが山のようにある訳ですけども、果してそういうものを研究していくと、我々がものを考える、ものを知覚するとか、あるいは意識するとかそういう風なことが総て物理の法則、化学の法則の傘のもとに入るだろうかというようなことが考えられます。しかしこの点について分子生物学者も、例えばデルブリュックなども、結論を保留しているということをお伝えしておきましょう¹⁾。つまり、まだ今、そんなことをはっきり言えないという訳です。それではどういう理由で彼らが答えることを躊躇しているのか、ステントという人の言うことを聞きましょう。この人も分子生物学者の一人で、やはりデルブリュックと同じような保留をつ

けております。どういう保留かと言いますと、彼は著書「進歩の終焉」²⁾という本の中で「脳によって脳自身の働きを説明することは不可能かもしれない」ということを言っている。だが、注意すべきことは、分子生物学者の言っているのは、脳について一切の物理的説明は不可能だとか、そこでは物理法則と異なる法則が支配しているのだとかいうことでなく、そこはやはり物理法則の世界であっても、そのことを物理法則によって証明できない、という事情が起こるかもしれない、ということなのです。ここで再度、数学の先生達の前で変なことをいう羽目になりますが、この予想或いはむしろ予想の保留を、分子生物学者ジャコブはこういう言い方をしています。「ゲーデル以来われわれは、ある論理体系がその体系そのものを記述するのに十分であり得ないのを知っている」³⁾ということになります。われわれがここで遭遇するのは、論理学でいうところの、命題それ自身についての命題なのです。一体それはどんなものか、卑近な例を取りますと、「いま私の言っていることはウソである」といった命題です。私がこういった時、それは本当であるかウソであるか、そこにパラドックスが現われますが、デルブリュック、ステント、ジャコブ達はこういう事情を念頭に持っているようです。

私は分子生物学者達のこういう考え方を知った時、盲へびにおじず、数学者ゲーデルの有名な「不完全定理」のことを少しでも知りたいと思い、それに関する通俗的解説書を一生懸命読んでみました。そして大雑把にわかったような気がした限りでは、ゲーデルは今言いましたウソつきのパラドックスとの関連において数学の基礎を論じたもののようで、その結果彼は、数学の中に、真であるけれどもその体系によっては証明できないような、そういう命題が存在するということを論理的に証明したということなのです。

さて、自然法則が数学の言葉で書かれているとするならば、物理学者はゲーデルのこの発見に無関心であることはできません。しかし、物理学とそれとの関連を今論ずるにはまだいろんなことを知らねばならないと私は思うんです。それよりもここで大事なことをもう一つ申し上げないといけ

ない。それは、そういう風な物理学の先の先の話は別と致しまして、現在すでに大きな問題になっていること、つまり物理学というものは何であろうかと考えた時に抜かしてはいられないことがある、その話です。つまり我々が物理学——自然科学というふうに少し広げてもいいんですけど——それによって自然の奥の奥にある法則を知ることです。そして、それを発見することは物理学者にとっては非常に喜ばしいことだという考えです。その喜ばしさを最も卒直に言っているのがケプラーなんですけど、ここで、ケプラー自らをしてその喜びを語らせてみましょう。即ち彼は第3法則を発見したときの喜びを「世界の調和」⁴⁾という本の中に書いているのでそれをちょっと読んでみます。彼はまず第3法則を見つけてきたいきさつをこう述べている。

「18か月前に最初の曙光を見、3か月前に朝を迎え、しかし、ほんの数日前に輝きわたる陽光を仰いでからの今となっては、何者をもってしても私を抑えることはできない。」

つまり、随分長い間宇宙の調和を求めてきた彼の心に、第3法則らしいものが18か月前にぼんやりと見えてきて、それがだんだんはっきりしてきて、数日前にはそれが非常にはっきりした形で自分の心の中に浮かんできた。そうなるともう今では何も自分を抑えるものはないと言い、それに つづけて「私は聖なる疾走に身を委ねるばかりなのだ。…そして現在または後の世のための一冊の著書を書く。私にとっては現在も後世も同じである…」そして彼は100年もの間読者を待たねばならないならそれでもよい、とこういう風に言っている訳です(事実ニュートンがケプラーの法則を取り上げるまで約半世紀の時が必要でした)。そしてこの「世界の調和」のおしまいに、非常に熱っぽい文章でこういうことを書いています。

「偉大なるかな我等の主よ、主の力、主の英知の偉大なることは数えつくせず、誉めたたえるべきかな主の天、誉めたたえるべきかな太陽、月、惑星…」そう言って天地の創造の偉業と、造り主を賛美している。こういう風な発見の喜び、それによって神様のお造りになった偉大な宇宙の中の

調和がみつけれられたということの喜びを声高らかに彼は歌いあげている訳です。

それからまたアインシュタインは1941年に「科学と宗教」⁵⁾という題でこういうことを述べております。

「自己中心的な執着、欲望、恐怖の絆から、できるかぎり人類を解放することが宗教の目標の一つであるとすれば、科学的推理はまた別の意味で宗教を助けることができます。…科学の領域において立派な進歩をなしとげた強烈な経験を持つすべての人々は存在の中に明らかにされた合理性に対して深い畏敬をいただくものです。理解を通じて、そのような人々は、個人的願望や欲求の足かせから遠く自らを解放し、存在の中に具現している合理性の荘厳さ——最も深遠な深みにおいては人間には近づくことのできない荘厳さ——に対して、謙虚な態度をとるに至るのです。…人類の精神的進化が進めば進むほど、真の宗教への道は、生や死に対する恐怖とか盲目的信仰に通じているのではなく、合理的知識への努力に通じていることが、ますます確実となるように思われます。…」

ところが今度の戦争で原子爆弾が作られて、かつそれが使われたということに関して、オッペンハイマーがこういうことを言っています⁶⁾。

「……物理学者たちは[この戦争において]原爆の開発を示唆し、支持し、そして最後にはその大規模な実現をなし遂げたが、それについて、彼らは特別に深い内的責任を感じたのである。さらにまた、それが実際に使われ、そしてその結果が近代戦争の非人間性と悪とを残酷なまで劇的に示したことを忘れることができないようになったのである。どんな粗雑な論法によっても、どんなユーモアによっても、またどんな誇張的言辞によっても、拭い去ることができないようなある種のなまなましい意味において、物理学者たちは罪を知ってしまった。…」

この罪というのはキリスト教の方でいう原罪の意味だと思わなければいけません。オッペンハイマーに至って、物理学者の前にそのことがつきつけられたのです。つまり科学によって自然の奥深くかくれている法則を知るということは、ケプラーにとっては宇宙の美しい調和と神の栄光を知ること

でした。それから、アインシュタインにとっては、自然の中にある合理性の荘厳さを知ることによって個人的願望や欲望の足かせから解放されることをそれは意味しました。しかしこのオッペンハイマーの言っていることは、私流に敷衍致しますと、科学によって自然の奥の奥を支配する法則を知る時、その自然は、善の元になるもの、悪の元になるものすべてを容赦なく我々に知らせてしまうということです。ですから、そういう意味で一種の罪を知ったということだろうと思うんです。このオッペンハイマーの文章というのは、浅薄な読み方をしたのでは真意を捕えていないかもしれないので、或いは私の取り違えがあるかもしれません。けれども、少なくともかつてケプラーが子供のような純な心で科学をやった時代は遠く過ぎ去って、現代ではもっと大人の、と言っていいかもしれませんが、もっと複雑なそして屈折した心でそれに対面しなければならない、そういう時代になってきたのだ、ということではないでしょうか。物理学とは何であろうか、という題をつけた私の話は、こうして物理学者達がたどりついた場所を

皆さんに示してみ、皆さんはどうお考えでしょうか、という問を皆さんに向かって投げかけるつもりでありました。それについて私がここでああ考えるべきだ、こう考えるべきだとは申し上げませんが、やはり時々はそういうこともじっくり考えていただきたい。そういうわけでございます。

注

- 1) M. Delbrück : Les Prix Nobel en 1969 (Imprimerie Royale P. A. Norstedt & Söner, Stockholm, 1970) p. 147—A Physicists Renewed look at Biology.
- 2) ギュンター・S. ステント著、渡辺格、生松敬三、柳沢桂子訳：進歩の終焉(みすず書房, 1972)p. 101.
- 3) フランソワ・ジャコブ著、島原武、松井喜三訳：生命の論理(みすず書房, 1977)p. 312.
- 4) ケプラー著、島村福太郎訳：世界の調和(河出書房, 1963)p. 235 [世界大思想全集, 社会・宗教・科学思想篇 31].
- 5) アインシュタイン著、市井三郎訳：科学と宗教(河出書房, 1960)p. 239~240 [世界大思想全集, 社会・宗教・科学思想篇 35].
- 6) J. R. Oppenheimer : Bulletin of the Atomic Scientists 4 (1949) No. 3 p. 66—Physics in the Contemporary World.