

宇宙の涯^{はて}・知識の涯^{はて}



柳瀬 睦男

ただいまご紹介いただきました柳瀬です。実は私は幼児教育とどういふ関係があるかと思つて考えてみましたら、やはり、自分が幼児教育を受けたということが一番関係深いということに気づきました。私がまいりました幼稚園は、大変特別な幼稚園で、「家なき幼稚園」といふ、孤児院のような名前です。でもそうではなくて大阪府の池田という町にありまして橋詰先生という方が園長先生で、なるべく幼稚園の外で保育するという主義をもつておられたようです。先ほど先生からお話をうかがいますと、六つぐらいの幼稚園をもつておられたようで、私の記憶では、橋詰先生は、時々しか幼稚園に来てくださいませんでしたけれど、私が幼稚園というと思ひ出すのは、広い野原でみんなと一緒に明るい太陽の下で、ほとんど毎日どこかに行つて遊んだという記憶です。ですから、お茶の水のようなこうい

う幼稚園に来ると、全くイメージがちがいます。しかし、そういった幼稚園に通つたということは、私にはとてもよかつたと思ひます。その時に教えて下さつた三人の先生、西川先生、河内先生、門野先生に、お礼を申し上げるすべも今は遠くなつたのですが、その感謝の気持ちもこめて、皆様にも少しでもお役に立てばと思つてまいりました。

その幼稚園は、掘建小屋しかなくて、池田の呉服神社（呉織くまお）という、日本に織物を伝えた人がまつてある）の境内にありまして、朝くるとその境内で遊んで、お天気がいいと必ずみんなどこか遊びに行きました。お遊戯等を教わる時は、やはり小屋でオルガンを使って教わたのですが、そのほかはたいてい外でした。そういう自然に親しんだ幼児教育は、今考えてみますと、自分の情感を豊かにするとか、物を暖かく見るとか

感じるとか、そういうのに大変役立つように思われます。今では池田の町も大きな市になりまして、工場などあって今行くくと幻滅ですが、自然を教場として幼児教育ができればと思います。

さて、今の私の本当の仕事は、人生基礎論とでもいうものですが、私が専門的に勉強しているのは、科学基礎論という部門です。つまり自然科学と哲学との関係、あるいは特に物理学の基礎について、おもに勉強しています。

人類共通の財産 — 知識 —

私はまず何をお話ししようかと考えましたが、やはり、今の自然科学者が持っている宇宙像、つまり、この世界がどうなっているのかをお話ししてはどうかと思いました。特にこのごろ宇宙物理学がさかんになりまして、いろいろと新しいことができています。ですから、現代の私たちが持っている人類共通の財産としての知識がどういふものなのか、から入りたいと思います。

もちろん、私たちが住んでいる地球をまず考えるわけですが、このごろは月にまで飛行することができるようになったので、私たちの考える空間も実際広くなったと思います。もちろん昔は人間が中心だと思っていましたし、今でも太陽が中心でその

まわりを地球が回っているということは、直接目で見ただけではなかなかわかりません。しかし私たちは、教育のおかげで、ほんとうは地球が太陽のまわりを回っていると、みんな習い、信じています。

昔私は、ドイツの田舎に行きまして、あるおばあさんに「どこから来たのか」と尋ねられました。私は「日本から来た。インドを通して来た。でもアメリカを通して逆にも来られる」と言いましたら、おばあさんは急に興奮し、「そんなことはない」と言い出した。つまり、地球は丸いはずがないというわけです。どうしてそうかという、第一、見た所丸いはずがない。もしも丸かったら反対側の人は落ちてしまうじゃないかというわけです。それで私と一緒に行った友だちは大変苦労して、なぜ地球は丸いのか、物理の理論を使って説明しようとしたのです。しかし、おばあさんは一向にそれを聞き入れようとしません。世の中には、二十世紀の今日になってもそのような人がいるのだなあと感心しました。同時に、私たちの持っている世界についての知識は、目で見た直接経験は案外少なくて、大部分は教育によって教えられ、その結果をイメージとして、世界像を作っているのです。

世の中には、自然科学の理論でちゃんと証明ができると教えられても、直接自分で数学を使って自分になるほどと納得する

のではなくて、ただ結果だけを教わっている。そういうことが多いと思います。それは学者の中でも同じことで、専門の狭い分野では、理論を使って自分のやっている仕事についてはちゃんと納得はいくけれど、ちょっとはずれてくると、人の話を聞いて、なるほどそうらしいと思うだけです。ですから、私たちにとって科学的常識として小学校の時から教わっている知識と、自分で直接ためすことのできる知識とは、真偽性の段階、確かさについてのちがいがあると思います。それは私の人生基礎論と関連してきます。つまり、目で見ることのできない、さわることのできない存在をどうしてわれわれは信じているか、どうして認めているか、というふうなことを考えてみると、知識の非常にたくさんさんの部分は、実はそういうものだ、と気がつくと思います。そういうことを前提としておいて、私たちの共通の財産としての宇宙を考えてみたいと思います。

人類共通の財産 — 宇宙 —

このごろの子どもたちは、テレビ等のインフォメーションでちゃんとした数字も覚えていると思います。ですから、たとえば宇宙の寿命はどれくらいか、等を気にするかもしれない。私も子どもの時、いったい宇宙には果てがあるのだろうか、ま

たどんどん昔にさかのぼったらどうなるかを、子どもなりに考えたことがあります。今の私たちの知識によると、だいたい宇宙が始まったのは、今から百八十億年前ぐらいです。百八十億年前といっても全然ピンときません。それが百億年でも千億年でもだいたいいまより変りがないように思われます。ただ百八十億年と結論だけでもつてくるとそうなるけれど、ではどうしてそのような結論がでたのかを少しづつ考えてみると、いろいろおもしろいことがあります。

今の私たちの知識では、宇宙はどういうふうになっているかという点、まず地球から出発して、地球は太陽のまわりを回っている。太陽系がある。その太陽系は銀河系宇宙に属している。今は東京ではほとんど見えませんが、天の川のように見えるのは、要するに星が円板状にちらばっていて、太陽系はだいたいい中心に近い所にあるので、円板状の板の面に沿ってながめると、星がたくさん集まっているように見えます。太陽系が属している銀河系宇宙の大きさは、直径が約十万年光年、つまり、光が銀河系のはしからはしまで行くのに十万年かかるわけです。光は一秒間に三十万キロメートル、つまり地球を七回り半するくらいの速さです。そこに数百億から数千億ぐらいの星があると言われています。ですから、星占いといいますが、星の数は人間

の数より圧倒的に多くて問題になりません。人間の数は三十億億ですね。星は銀河系宇宙だけで数百億あるのです。

宇宙全体を考えてみますと、星雲（銀河系宇宙もそのひとつです）がたくさんあり、銀河系宇宙が十万年と申しましたが、そのだいたい十倍ぐらいの距離の所、つまり百万光年ぐらいの所に、別のちようど銀河系宇宙と同じぐらいの数百億の星の集りがある。それがまたたくさん集まって、だいたいその十倍、つまり、約千万光年の単位で、銀河系宇宙と同じぐらいの星雲がたくさん集まっているわけです。それをクラスター（星雲団）と申します。その星雲団が数億光年の距離で、方々にぼつぼつとある。ですから、十億光年の広さの所に、星雲の群れが方々にあつて、星雲の群れを細かく見ると、その中にひとつひとつは数百億の星のかたまりの星雲があつて、それをまた細かく見ていくと、その中に特別の太陽系がある。太陽という星があつて、星はいくつかの遊星を伴なつていて、その遊星のひとつが地球で、そこに私たちが住んでいるというわけです。ですから全体の星の数を数えると大変な数になります。ひとりひとりに一億位の星を配分しないと、世界中の人の星がどれが決めることができな。一億位の星で自分の運命を決めるのはなかなか大変なことで、星占いも学問としてはむずかしくてとても手に負え相もないと思います。私たちはいろいろな方法で、宇宙は

だいたいそういうものだとわかる。一番遠い所にある星雲は、かすかに見ることができ、これは十億光年の距離、つまりこうして今見ている光は、今から十億年前にその星を出発して、私たちの目まで十億年かかってきたわけですね。

星を見る — 光学的天文学から電波的天文学へ —

そういう広い宇宙、そして、数えきれない星がそういう形で集まっているのだということを、私たちはあまりまちがっていないと思つてゐる。星について、ではどうしてそういうことがわかるのかというと、まず一番原始的なのは、目で見ることです。それは大昔からあります。旧約聖書を見ますと、アブラハムが神様に呼び出されて、「星を見なさい。あなたの子孫をこの星の数よりも多くしてあげよう」といわれたと記されています。もちろんそのころは肉眼で見たので、今のようになん億も見えなかつたでしょう。とにかくそういうふうに、人間が少し文化的になつたところから、星に非常にひかれて、星についてたぐさんの観測をしたり、記録にとどめたりして、そして間もなく、その星の中に、恒星（相互の位置を全然変えない）と遊星、あるいは惑星（遊んだり感つたりする。つまり位置を変え、ある時は戻つたりする）があり、それをいくつかみつけた。それを調べていくうちに、だんだんと太陽が中心で、そのまわりを

遊星が回っていると考えられてきたわけです。

そのころガリレオが望遠鏡をみつめました。そして木星を見ると、木星のまわりを回っている星、つまり衛星がみつかった、これは光学的天文学、つまり目で見える光で天体を調べていたわけです。ところが、戦争中レーダーが発達して、目で見る光だけでなく電波（光と同じ性質をもっているが波長が少し違う）を使うようになった。戦争後は、敵の飛行機を見つけることとはいらない、今度はそれを空に向けてみたのです。何か新しいものはないかと見ていたら、なるほどいろんなことがわかってきた。つまり、目で見える星のほかに、目には見えないけど電波を出している星がたくさんあることがわかった。それをラジオスター（電波星）といい、また、このような星を研究する学問を電波天文学といいます。光学的な、つまりレンズを使って見る望遠鏡のほかに、今度は電波望遠鏡を使って、空から来る電波をつかまえるようになった。それを調べてみるといろいろなことがわかってきた。電波を出している星は、普通の星といろいろ違った所があるし、また、星雲が大爆発するのかわかり、時々百万年も続けて爆発していることがわかってきました。

最近になると、また次から次へと宇宙空間に私たちの知らなかった星がみつかりました。たとえばX線星があります。X線

を出している星です。X線は電波と同じ性質のもので、ただ波長が非常に違うだけです。空気が地球の上にあるから、X線は空気に吸収されてしまつて地上から見えません。つまり、地上から見ると、海の底から外を見ているようなもので、ある限られた光しか入ってこない。ですからX線を測る装置をロケットで大気圏の外に出してみると、ある所からX線が来るということがわかりました。それがX線星というもので、今からちょうど十数年前に見つかりました。それが今ではかなりたくさん見つかっています。しかもこのX線星についてはわからないことがいっぱいあるのです。というのは、太陽みたいな普通の星は、どうして光っているか最近（四十年前）わかりました。核融合という反応、つまり水素が集まるとものすごいエネルギーを出して燃える反応によって光を出しているのです。昔はどうして太陽が燃えているかわかりませんでした。しかし原子核物理、つまり、物質のうんと小さい原子核の研究が進んでくると、それを通して今お話したように、太陽がどうして燃えているのかわかるようになりました。さて太陽は普通の光を出しています、X線星はX線を出しているので、そのメカニズムは私たちによくわかっていません。なぜそういうものがあるのか。最初はX線を出す星があるなんてだれも考えていませんでした、十五年前までは。しかしみつかつてみると、案外たくさんあるこ

とがわかりました。十五年前というところかなり新しい時代です。もちろん原子力発電はもう始まっています。人間はいろんなことがわかったと思っているけれど、案外何も知らないのだということは、X線星のことを考えててもよくわかります。

宇宙の歴史

それでは宇宙の寿命とは何のことか。宇宙はそもそもある時間から始まったのか、あるいは、永遠の昔から宇宙があるのか。それは大昔から大問題でした。アリストテレスは、宇宙に始まりがあるかどうか証明できない、どっちをとっても同じ結果が出ることを議論しています。結局、キリスト教の考えが入ってきたので、宇宙の創造、つまり神が万物を創造されたということとを、合理的にどういうふうの説明するかという神学の問題になりました。中世以来いろいろ議論がありますが、今度は自然科学の立場から、宇宙には始まりがあるのか、永遠の昔からこういう物質があるのかというのが、大きな問題になりました。ところが調べてみるとおもしろいことがわかりました。

今の星雲はだいたいお互いに離れていく、つまり爆発的に膨張していることがわかります。ですから、地球からみると、あらゆる星は、全部私たちから遠ざかっています。それは非常に簡単な法則があつて、遠い星ほど速い速度で遠ざかっています。

ということは逆に時間をたどっていくと、大昔には全部の星雲が地球のまわりにあった。それがものすごい勢いで爆発したので、どんどん大きくなっているのだということになる。つまり、今一番遠くにある星も、何十億年前にそれは地球の近くにあったことになる。そういう逆算を学者たちがやってみると、だいたい一九三〇年代ですが、二十億年前だとわかった、ところが、地球の年齢を調べる別の方法がありまして、地球の年齢はだいたい四十五億年でした。太陽系はだいたい五十億年くらいということになります。しかしこれではおかしい。宇宙の寿命よりも地球や太陽系の方が長いことになります。宇宙が爆発的に広がって、二十億年前に宇宙の始まりがあつたと考えるのがおかしいのか、あるいは、計算の仕方がどこかまちがっているのか、という議論になりました。それで、やっぱり宇宙は永遠の昔からあるという考え方をする人がたくさんできました。

定常宇宙論（大昔から宇宙はそのままである）です。しかしそれでは遠ざかっていく星はどうなるのか。つまり、だんだん水平線から遠ざかって船が見えなくなるように、宇宙の果て、つまり非常に遠い所まで行くとどんどんスピードが速くなってしまいこちらからいくら見てももう宇宙の果てに消えてしまします。物がどんどん減っていく訳です。ところが定常宇宙論では、宇宙の各所から新しく物質が吹き出してくる。この考えは、一

時勢力を得たのですが、その後調べてみると、実は宇宙の年齢の数え方がまちがっていたので、少なくとも一けた上になくてはいけない。今ではだいたい百八十億年ということになります。宇宙の寿命が百八十億年だと、地球の寿命が四十五億年で勘定が合います。こういうことが、今の天文学でわかっていきます。

そうすると、依然として宇宙は始まりがあったらしい、とにかく大昔に宇宙の空間のどこかに物質が全部集まっていた、それが広がり始め、今のような宇宙になったと、今の天文学者は考えています。もちろんこれは今の自然科学の知識ですので、これから先どんなに新しいことが出てくるかはだれもわかりません。しかし、だいたい宇宙はそれぐらいの広さで、それぐらいの寿命だということになりそうです。

未知なるもの・それに対する好奇心

先ほどどんどん新しいことが出てくると申しましたが、X線星というのは専門家にとって非常な驚きですが、私たちのような素人は、別にラジオスターがあればX線スターがあってもそんなに変わりはないと思われそうです。しかし今度はまた全然新しいものがみつかりました。それは準星です。英語で Quasar といいます。太陽のような星は、光が行くのに二、三秒かかる

位の直径の大きさです。ところが星雲はものすごく大きく、光が横断するのにだいたい十万年位かかる大きさです。なぜ遠い所の星雲が見えるかというと、星の数が多いため光の量が多くまた大きいからです。遠い所に太陽があっても小さすぎるし、光の量が不足で到底見えません。星として見えるのは銀河系宇宙の中にある星、つまり比較的近い所の星です。どんなにいい望遠鏡で見ても、何百万光年も遠くの星は見えません。

ところが不思議なことに、準星は普通の望遠鏡では普通の星のように見えるけれど、距離を測ると、宇宙の一番果て、つまり十億光年の遠くにある天体だということがわかりました。最近まで、その星は普通の星だとだれも思っていました。写真をとるとちゃんと点として見え、銀河系宇宙の中の近い所にある天体だと思っていた。ところがある偶然でその距離を測ってみると、とんでもない遠い所にある。もし太陽のような星だったら、どんなに光が強くてもそんなに遠かったら全然見えないはずです。ところがはつきりみえる。その星はものすごく明るいにちがいないといえる。その明るさは想像できないほどのものです。つまり星雲の百億の星を全部一箇所に集めて光らせたよりももっと明るく見えるのです。なぜそんな小さな場所からそんな光が出てくるか。今までのどんな理論を使っても、そんなものすごいエネルギーがどこから出てくるのかわかりません。

そういうものが最近十年間にたくさんみつかりました。それを物理学者はいろいろ考えていますが、ほとんどわかっています。

もうひとつおもしろいのは、準星はまたたき、光が始終変わっていることです。光が変わる星を変光星といまして、割り合いたくさん見えます。しかしそれは非常に近い所の星です。ところがこんなに遠い所の星がそんなにもすごい光を持っている、しかも始終光が変わるといふのはどういふことなのか、私たちは全然わかりません。そのほかパルサーというのがあります。これは規則的にまたたくので、パトカーのようにチカチカ光ります。この星のメカニズムもよくわかりません。わかっているのは多分想像もできないほど重い星らしいことぐらいです。このようにいろいろな新しい星が見つかってくると、私たちがどれだけ宇宙について知らなかったかがもつとはつきりわかります。それを説明するために物理学者は頭をひねっているのです。星のように昔から人間にとって親しく、しかもあらゆる時代にあらゆる人が調べあげてもうすつかりわかっていると思われる領域でも、私たちはほんとうに新しい事実を毎年見つけ驚いています。英語の歌に *twinkle twinkle little star* というのがあります、あの幼児の驚きと好奇心は、物理学者、天文学者が第一線で新しいことを極めようとするとぶつかる感覚です。

それは、私たちが子どものころ最初に空を見て、先生やお兄さんから星について最初に教わった時の驚き、つまりたとえば、星は今見えるけれどあれはずっと大昔に星から出た光だといわれた時の驚きが、やはり今の第一線で研究している人の驚きになっておられると思います。そういう宇宙の話、そしてそこにあるいろいろな天体、新しいわれわれの知識、それらをいろいろと苦心して新しい理論をつくり、その理論によってだんだんとそれを説明していこうとする理論的な営みは、人間の本質的な衝動、つまり好奇心、新しいものを知りたい、その理由をさぐりたいという営みだと思います。

極微の世界

今は宇宙の大きな話でしたが、一方小さい方はどうか、つまり極微の世界、物質の一番小さい構成要素はどうなっているか。これもギリシャの昔からいろいろの人が、いろいろな議論を重ねてきました。しかし、ご承知のように、十六世紀から始まった自然科学によって、だんだん方法論（どうやってたら物質について規則や現象がとらえられるか）が確立したために、新しい知識が重ねられました。だいたい二十世紀の始めころは、元素の周期律が発見されました。世の中のでの物質は九十二種類の元素からできている。そしてその九十二種の元素を重さの

順に並べると、不思議なことにある重さの所にくると必ず同じ性質が現われる。たとえばヘリウム、ネオン、キセノン、クリプトンという元素は全然他のものと反応しない。これらは重さの順に並べた時八番目にくる。他の元素もこのような規則性をもっている。これは非常に不思議なことです。つまり、世の中のあらゆる物を見ると全くちがった無数のものからできていると思えるが、詳しく見ると、九十二種類の元素からできていてしかも規則性をもっている。それだけでもびっくりすることですが、なおさらびっくりすることは、元素(原子)をこわしてみると中がわかってきました。原子はたった三種類の粒子(電子、陽子、中性子)からなっている。そればかりでなく、どうして九十二種の元素が周期律をもっているか、その基本法則がわかりました。それが量子力学です。

これによって、元素はどうしてそんな性質があるのか、また元素が組み合わさるとどうしてそんなにたくさんのいろんな物質になるかだんだんわかってきました。一九三〇年代までの極微の世界の知識は、中央に原子核があり、ここには、陽子と中性子の粉がたくさんあり、その回りに、マイナスの電気を帯びた電子がある。プラスとマイナスは同じだから外からみると電気がないようにみえる。おもしろいことは、物質はすべてすけすけであるということです。つまり、物を見るとすべて空間を

満たしているようだけれど、原子を見るとそうでない。ひとつの原子の大きさを半径一キロの球にたとえてみると、その物質の質量の大部分はその球の半径約一センチの所に集まっています。他は何もない。すけすけなのです。そのようなボールのようなものがたくさん集まって机ができた、椅子ができた、人間の体ができているのです。原子核の大きさは直径¹³10センチ、原子の大きさは10センチです。この所までははっきりわかってきました。

そこで今までは原子核の外をこわして調べてきましたが、今度は原子核そのものをこわしてみました。こわすためにはこれと同じくらいの粒子を外からものすごいスピードでぶつけます。これが加速器という機械です。小さな粒子を丸いドーナツ形の管の中で加速して、ある時管から出します。こわし出してみるといろいろ新しいことがわかりました。この中には今までわかっていなかった三種類の粒子のほかにたくさんの粒子が出てきました。たとえば π (パイ)中間子というのは湯川先生がその存在を予言されてノーベル賞をもらった粒子です。この予言は全く画期的なことでした。どうして画期的かというと、一九三〇年代ころには、もう物質の構造はわかった、つまり物質の究極的な構成要素は陽子と中性子と電子の三種類しかないと思っていたのですが湯川先生はそれだけでは足りなくて、ちょっと電子と陽

子の中間の重さを持った中間子があるはずだと言い出した。これは今までの考えを全く変えてしまい、それ以外の知識を飛躍的に進歩前進させました。原子核をこわしてみろといろいろわかりましたが、もうひとつ極微の世界を探る方法があります。

それは宇宙線です。私たちは全然感じないけど、しょっちゅう粒の雨が降っている。これは二十世紀になって気がつきました。

その雨を調べてみるとその中にまた新しい粒子が続々と見つかりました。このようにして現在私たちの知っている粒子は百種類くらいです。今まで見つかった電子、陽子、中性子は人間とかあらゆる物質を作っているもので、そんなに早くなくなつては困りますが、大体いつまでも存在します。(安定粒子といいますが)しかし新しく見つかった粒子は非常に寿命が短く、長い方で 10 秒くらいです(不安定粒子といいます)。今まで見つからなかったのは、寿命が短いことと、いろいろな新しい方法が最近になってわかったからです。今の時点では、極微の世界は非常に複雑だということがだんだんわかってきました。約百種類の粒子が生まれたり消えたりしてこの世界はできている。⁻¹⁰ 10 秒から⁻¹⁶ 10 秒の間にいろいろな不思議なことが起こっている。ではどうしてこういうことが起こっているのか、これは全然わかっていません。量子力学という学問のおかげで、なぜ物質が九十二種類(今では百何種類になっています)の元素か

ら作られているのか、また元素からあらゆる複雑な物質ができるのか、原理的にはわかってはいますが、これよりもっと細かい所はあまりわかっていません。

自然科学と人間

私たち人間は一メートル五十から一メートル九十までの大きさで、寿命は長くて百年ぐらいのシステムであるのに、私たちの地球のみならず、宇宙の果てつまり十億光年などという遠いこととか、百何十億年といった長い時間のこと、短い方では、⁻¹⁶ 10 秒のような短い時間、⁻¹³ 10センチ位の小さな所まで知識を広げています。ですから、考えてみると大変なことです。

私はいつか哲学の試験問題に、電話器はひとつの物資であるが、それにもかかわらず、相手の人、つまり全然そこにいない人と話ができるのはなぜか、また、相手が何千キロと離れていても、この人だとわかるのはなぜかというのを出したら、いろいろなおもしろい答えが返ってきました。

つまり、普通の人は、こうしたことは当り前のことで不思議と思わない。しかし、そういうことが可能になるには、たっさんの自然法則に対する知識があって、その自然法則をある目的つまり声をできるだけ正確にゆがめないであの人だとわかるようにし、遠くの人に伝えるという目的のためにそれを総動員し

て、その結果が電話というものになった。そういう驚きを自然科学者、つまり新しい現象をみつけて苦労している人の方が、むしろ新鮮に感じているのではないかと思えます。実際、私たちはうんと努力してこれだいたいと思っても、たちまち新しいことが出てきて、それをどうやって説明していいかわからない。特に、宇宙のことに物質の細かいことは、私たちにとって驚きの泉のようです。ここでは宇宙の果ての話と物質の極微の話でしたが、驚くことはここにとどまらず、中間的なもの、パスカルは人間は中間的なものと言いましたが、この人間に関して、自然科学が発達すると、いろいろおもしろいことがたくさんみつかりました。

ひとつの例は、計算機と比べてみることです。コンピュータは、今では私たちは慣れてしまいましたが、人間の頭では到底覚えきれないようなたくさんあることを、人間では到底できないような速さで計算をし、答を出して来ます。それを作り出したのは、第二次世界大戦の真ん中ごろからで、アメリカで最初に作りました。最初は真空管を使っていました。皆様はもう真空管のラジオは使っていないんじゃないと思いますが、私は真空管の初期の時代から、ちょうど今のトランジスター、IC回路への時代を過ごしてきましたので、非常におもしろい経験をしてきたと思います。真空管は昔は大きなもので、すぐ熱くな

ります。それが段々小さくなって、戦後は豆粒のようになりました。トランジスターやICができたために、楊枝のはしぐらいの大きさと、同じ働きをすることができるようになりました。それで飛躍的に小さくなりました。真空管が十万もあると、大変な量の水を使って冷さなくてはいけないし、しょっちゅう取り換えねばなりません。一九五〇年ごろは、コンピュータは大変なもので、人間のやることをすべてできるだろうとみんな思いました。確かに計算をすることか、記憶することは、人間に比べよほどうまいですね。しかしわかってきたことは、コンピュータと人間の頭脳はだいぶちがうということです。

たとえば私たちが、幾何の問題を解く時、補助線を引くとたちまちできますが、コンピュータに数学の問題をやらせてみると大変なことになる。補助線というのはコンピュータは到底考えつかないらしい。いろんなことをこちょこちょとしらみつぶしにやって、やっとみつけ出します。そういうことになると、人間の頭脳に到底及びません。しかも質的に及ばない。人間の頭は逆に言えば、それほど複雑なものである。つまり、私たちの知識を総動員して、いかに精巧なコンピュータを作っても、こんな小さな頭の中に、これと同じ性能を持ったコンピュータを作れといっても到底できない。少なくとも今の知識ではそうです。だから私たちの頭は、世界中のどんなコンピュータ

よりも、何千倍何万倍もりっぱなものです。これは誇りにしていいと思います。

コンピュータを契機として、今度は人間の体に物理学者が興味を持つようになりました。今は生物物理という学問が急激に発達しています。生命現象ほど、少なくとも物理学者にとっては厄介なものはない。記憶というものは非常に原始的だと昔から思われているし、私もそう習いました。学校で単語をいっばい覚えてもしようがない、もっと創造的な頭の働きのほうが高次ののだと考えられています。しかしそのような記憶作用もよく調べてみると、よくわからない。だんだんと進歩しています。が、わからない方がずっと多いように思います。

最近画期的だったのは遺伝のことがわかったことです。二重螺旋をした高分子があり、その中に生体のあらゆるインフォメーションが入っている。これがひとつひとつの細胞の中に入っていて、遺伝をする時に、子どもに伝えられていくのが原理的にも実験的にもわかったわけです。しかしわからないのは、これがどうしてできたのかということ。つまり、螺旋状の高分子が偶然に集まったという確率はほとんどありません。

もうひとつ不思議なことは、あらゆる生物の二重螺旋が、左巻きだということです。原理的に考えると右巻きも左巻きも同じ確率でできていいはず。対称の原理です。それがそうで

ないのはなぜか。今考えられるのは、宇宙の長い長い歴史の中で、たった一回どこかで何かができた。それがもとになって、あらゆる生物ができたのだというのがもともらしい考えです。もしたたくさんできたなら、必ず両方のものがだいたい同じ割合でるはず。たとえば十回くらい起こったならば、二割は左巻きで、あとの八割は右巻きが出てきていいはず。ところがこんなものがでてこないのは、やはり一回だったと思われません。しかしこれも、今の私たちの知識で確実に証明できそうにないので。せいぜい憶測することです。

ですからここでも、人間がいろんな苦勞を重ねた結果、遺伝の法則、つまりメンデル以来、私たちが高等学校の時にはただ現象としての遺伝の法則を習ったわけですが、その根拠は何かというの、最近になってわかりました。それが、螺旋状の高分子に含まれているインフォメーションだとわかりました。しかし、それをもっと進めて、どうしてこういうものができているのか、なぜ左巻きしかないのか、ということになると、私たちはほとんど知らないのです。

おわりに

私がいろんなことを並べましたが、一番申し上げたかったのは、パスカルの言葉で言えば、人間の偉大さとみじめさです。

つまり、一方では、そんなにたくさんのごことを、そんなに確かにつかんだ、その証拠に私たちはそれを使って技術文明を築き上げることができた。これは自然科学が、自然の中からそれだけのものを理解したからこそ、いろんなものを生み出すことができた。しかし他方において、自然というものを学べば学ぶほど、私たちがほとんど知らないということに気づきます。

たとえば、ある天文学者が、「私が天文学を始めたのは、子どものころ宇宙に果てがあるのだろうか、つまり、空を見て果てがあるのかどうかを素朴に疑問を感じたことがひとつの動機であった」と言っていました。その素朴な疑問はまだ解かれていません。それから、どうやらわかるのかもわかっています。微小の方にいけば、新しい現象の背後にどんな規則性があるのか、それからまた粒子がみつかったけれど、その粒子はまだ小さな粒からできているのか、あるいはそれでおしまいなのか、それもわかりません。そんなに大きなこと、小さなこととにいかなくても、私たちがしょっちゅうつき合っている人間を見ると、もっとわからない。人間についていろいろわかったけれど、それを使ってたくさんのごことを今生み出しているけれど、しかしわからない方がずっと多い。

私が一度大変驚いたことは、ある大学生のセミナーに行つてこういうふうな話をしたところ、学生が、高校の先生に自然科学

学は万能である、つまり、自然科学を使えば何でもわかると教えられたというんです。しかし私たちの実感は、それはとんでもないことで、自然科学は強力だということは確かだけれど、しかしそれよりも自然はもっと複雑です。そしてまた、自然科学の方法論だけが自分の対象、つまり私たちが目の前に見ている、あるいは目の前に見ているものを通して何かその背後にあるものをつかむ唯一の方法であるのかというと、決してそうではない。そういうことは、自然科学をつきつめていくと、ますますはつきりしてきます。

こういう話がどういうふうな幼児教育に結びつくのかわかりませんが、皆様がそれをうまく何かの意味で使っていただければありがたいと思います。

(現職研究会)

柳瀬先生は以前に「時間と空間」についてもご執筆をいただきました。ご専門は物理学ですが一方カトリックの神父さんでもある方です。広い観点で幼児教育をも頭におきながらご専門のことを私たちにわかるようにお話してくださいました。