

池内了氏の講演

それでは、池内先生、お願いします。

【池内】 前座として私が初めにお話させていただきます。これまで話されたのは非常に高級な話が多かったのですが、私の場合は、普通の人々にとって科学というのをいかに身近なものにしていくのか、そういう観点で私自身もやりたいことがありますて、そういう話をしたいと思います。

まず、その前に、1997年だったと思いますが、ジョン・ホーガンという人が「科学の終焉」という本を書きました。これはもう8年もたっているのですが、私自身が本当にちゃんと総括できて、何か物を言えるようになったのはそれから数年、時間かかりまして、彼の論点にどのように反駁するのか、反駁というのか、どのような意見で対峙するのがいいのかということいろいろ考えました。だから、その話をちょっとまずしたいと思うのですが。ホーガンが言ったのは、我々がだれで、どこからやってきたのかという神秘の追求である純粋科学は、認識論的・物理的・経済的限界に差しかかっている、つまり、本当に純粋科学、基礎科学、基礎の基礎、純粋科学はそろそろ限界に差しかかっているということを言っているわけですね。

その論拠としては、まず一つは、例えば研究者の数は15年で大体倍増していると。それから、論文の数は10年で倍増しているんですね。ということは、30年で一人の人が書く論文の数が大体2倍ずつ増えている、30年ぐらいかけてですね。だから、論文の数はもう圧倒的にふえている。にもかかわらず、収穫逡減の法則と言われる。つまり非常に論文の数がふえてはいるのだけれども、成果としては、指数関数的にいかないというわけですね。科学関係の論文は急速にふえているんだけど、もはや成果としてね、成果としては出てくるのはサチュレーションしている。例えば古典力学、量子力学というふうに行って、新しい学問が出発するとわっとふえるんですが、それは一定年度たつとサチュレートする。現代はそういうサチュレーションの時代ではないかというわけですね。

ここで言う認識論的・物理的限界というのは、例えば量子限界があります。例えば我々こう既に使っているCCD素子なんて、もはや量子限界にきております。もはやそれ以上いくら金をかけても雑音、電気的に取り払えない雑音のレベルなんですね。あるいは重力限界でもいいんですが、これ、例えば非常に強い重力場があるところ、ブラックホールというところ、それもやはり限界にきてるんですね。あるいは宇宙限界、宇宙論的、宇宙の話で言えば

地平線に及ぶ認識が広がりつつある。だから、認識論的・物理的限界に達しつつある。あるいは経済的限界、これはもうよく知られている。例えば加速器で、SSCが中心です。今はハドロンコライダー（巨大粒子衝突実験装置）というのが最終的にやられておりますが、その次の段階はもはや想像を絶する金額であり、かつ、例えばイーター（核融合炉）のようにひょっとしたらエネルギーが取り出せるかもしれないという夢がありますが、そういう実利的なものがない加速器で、何兆円というレベルはもはや経済的限界であると思っております。ある意味ではマンモスの道を歩いているんですね。まさに進歩主義の極としてのマンモスです。マンモスは最後絶滅しましたが、自然科学は絶滅するのかどうかと、そこまでは言いませんが、そういうようにいろいろな限界にさしかかってきて、科学そのものが一つの壁にぶち当たっているというわけです。

実は19世紀の末にも、「科学の終焉」というのが言われていたわけですね。19世紀の末はいわゆる古典力学、あるいは電磁気学という、古典物理学で決定論の世界で、すべてのものがあらかじめ条件さえ与えれば決定されると。それですべてわかるというふうと考えられていた。これはマイケルソンが言った言葉なのですが、純粋科学の未来の真実は小数点第6位に探されることになると、もはや小さな調整にすぎない、というふうに言われていたんですね。これは1893年、そのあたりのことです。これは元々ケルビンが言ったらしいんですが、ケルビンの本のどこにも書いてないそうなんですが。皆さん、そういうふうに使っていたんですね。科学が終焉するのが近い、そろそろすべてわかってくるのだ、と。

ところが、そう言った途端に、例えば特殊相対論が1905年ですね。今年2005年、アインシュタインから100年たっている。それから1916年に一般相対論。あるいは量子論が1925年。二重螺旋が1953年、ビッグバン理論が1947年です。プレートテクトニクス（大陸移動説）が1953年ですね。実は科学の終焉が疑われたにもかかわらず、むしろより新しい、よりブレークスルーの展開が事実あったわけですね。

ところがです、ほぼ50年の間、この50年の間、すなわち20世紀後半にあたるこの50年の間は、これに匹敵する理論は出ておりません。つまり、まさに我々はどこへ行くのかということを考えるような純粋科学の面での本当のブレークスルーというのが出ていない。現在は量子論と重力理論を結びつける、そういうふうな方向になっておりますが、まだまだ新しい展開が得られていないですね。

それに対して科学者はどういうふうに反論するかといいますと、これは常にそうなんですが、「いつかどこかでブレークスルーが起こるであろう」というわけですね。「19世紀末に

それは起こったではないか」と。「20世紀、21世紀になったって、ひょっとしたらブレイクスルーが起こるかもしれない。起こるであろう」と期待するわけですね。それはそれでそれぞれ正しいんだろう。我々未来は予測できませんから。それはそれで正しいんだけど、私自身疑問というほどのことではないんですが、考えてみるべきなのは、その楽観論に根拠があるのかということを実際に突き詰めて考えていく必要があるだろうということです。ブレイクスルーがあるといても、どこにブレイクスルーを見つけるのか。いや、それもわからない、予想できないとなれば、単なる楽観論で待っているだけになると思うんですね。かつ、断固として主張できるのかという疑問です。この点で私自身が常に言いたいのは、まさに今は役に立つ科学がさまざまに推奨されていて、経済論理に合わない科学というのはもう鼻にもかけられない状況がある中で、しかし、やっぱり純粋科学、基礎科学は擁護しなければならない。それでないと応用科学の道も開けないであろうと。だけど、しかし、この中身を真剣に突き詰めているのかというわけですね。ここら辺は非常に難しいところではあるわけです。

実際問題、いろいろな面で科学のブレイクスルーというのは無論考えうるわけですね、例えば、これは幾つか挙げてるんですが、時間の関係がありますので、ほんの少しだけ言いますと、一つは、例えばプランク点というのがあるんです。要するに重力の限界と量子論の限界で、重力場の理論、あるいは量子論の理論というのは、もはや単独で確立されているんですね。物質世界にあるいろいろな構造を、横軸をそのサイズ、縦軸を密度にとって、いろいろのものをプロットしてみるわけです。自然界はどのような構造をとっているかを見るのに一番わかりやすい図です。自然界というのは実は非常に単純な構造をとっている。これは物理屋的な、非常に粗っぽく見た場合です。自然の構造を大きさと密度をとって分類しています。これは現在我々が知っている、実験によって事が確実に押さえられている領域です。ここに見るように、我々の知っている自然界の階層はたった3つしかありません。まず、原子核の中身の世界ですね。各種のクォークが基本物質で、 10^{18} キログラム/立方メートルという密度です。それから、原子の世界。これは我々日常的に存在する原子で構成された世界ですね。単独の原子から人、地球、星まで、実にさまざまなものが存在しています。この2つの世界の間には15桁の密度の差があるんですね。この15桁の密度の間の空間には何もありません。何も無いことを証明するのは非常に難しいんですが、何も無いんですね。少なくとも現在の実験技術では何も無い。多分それは正しいと思います。それから、こちらに天体の階層があるんですね。だから、非常に大まかな意味で言うと、3つの階層しかない。

そうすると、無論ほんとに3つなのかということがやっぱり言われるわけですね。ここで描かれたサイズと密度の範囲内では3つしかないということは、現在では言い切れません。無論、人間の感覚は有限だから、ひょっとしたら黒いカラスの中に白いカラスが1羽ぐらい混じっているんじゃないかということもあり得ますが、我々は有限の経験の中での法則性を確立してきたのです。それで、別のグラフで、より大きくサイズと密度を展開しますと、実はここにまさに限界があるんですね。理論的な限界がある。1つは重力的限界です。要するにブラックホールにつながるんですね。これより内側はブラックホールで、情報を得ることができない。もう1つが量子限界です。これより内側は不確定性関係で、サイズをほとんど突き詰めようとするれば、運動量が非常に大きくなって位置がぼけちゃうことになります。量子的限界で、ここでサイズの情報が決定できなくなってしまう。現在はやられている実験は、せいぜいここまでなんですね。ところが、これらの理論が正しいとして延長します。延長すると、ここにプランク点というのに集約できるわけです。

実は、これから見ても我々の認識に限界があるのは事実なわけです。要するに、一般相対性理論の限界と量子論の限界があり、我々が知り得る範囲はこの間なんですね、現実と言うと。だから、これは第一の前提条件です。さらに、そのまた理論が適用できるとすれば、いずれ限界点に達するだろうということがあります。現在の実験はこの程度であり大したことないんですが、現在の理論では、ここは何もない砂漠だろうと言われていています。それはよいとしまして、この理論がそのままずっとエネルギーが大きい、より小さい世界ですが、より小さい世界にまで本当に適用できるのかということをもまず第一に問題ということが無論あります。これは徹底して調べる必要があるんですね。

それから、もしもこれが正しいとしても、このプランク点では量子論と古典論を結び合わせる必要がある。ここに新しい物理学が生まれる可能性があります。これは量子重力と言われて、現在の素粒子論がねらっているものです。これはつまり重力の理論と微視的な量子論を結び合わせるということですから、いわば、万物の理論とよく言われている、究極の理論だと学者は傲慢に言っているのですが、要するにすべての物質、すべての力を統一できるのではないか。それが一つのねらいです。我々が現在チャレンジしている、チャレンジングな、かつ、我々がどこから来てどこへ行くのかということに答えるような分野としてあり得るわけです。しかし、非常に極端な世界ですよ。

もうちょっとあり得るのは、例えば生命というのは問題としては非常に難しい。生命の起源ですね、どのようにして発したのか。あるいは人工的に生命をつくり出すことができるの

か。人口知能などもやられておりますが、多分あれはだめなんですよね。もっと違う論理で生命をつくり出すことが可能だろうか。これら生命の問題は、実はさっきの大きさと密度で書き切れないもう一つの次元が必要なんです。新しい次元が必要です。だから、もう一つの次元と書いたのは、新しい次元を考えることによって科学の範囲を広げるという意味です。あるいは先ほどのマイケルソン流に言いますと、限界は対数の世界に入っていきます。神は細部に宿るんだというわけですが。つまり、我々、温度をどんどん下げていくときに、1度から0度へとはいかずに、1度から0.1度、0.01度となる、つまり対数的世界です。10のマイナスのべき乗にならざるを得ない。どんどんどんどん温度を下げていくとそうなります。だから、1度の10分の1、その100分の1、その1000分の1にしてというふうに、より温度を下げていくことによって新しい現象が見つからないかということを考える。神はずっと細部に宿るというわけですね。このあたりになると、まさに物理的限界に近づき、温度を下げる装置製作からいっても経済的限界に近づくわけですね。このような方法でいってもやはり限界にそろそろ近づいている。というようなことで、科学がそろそろ限界に近づいているのではないかとされています。で、私自身は、それはそれとしてチャレンジングする科学者がいるべきであるとは無論考えてはいますが。

ところが、一方で、一般の人々にとって科学とはどういうものであるかと考えると、一つは、非常に身近でなくなった。対象が身近でなくなりました。極低温とか超高エネルギーとか、超高圧となって、「極」とか「超」がつく。つまり先ほどお見せしたように、より限界にチャレンジしているわけですからね、我々の身近な部分からどんどんどんどん離れていってるわけです。対象が身近でなくなってしまっている。それから、日常の現象がむしろわからない。これは後ですぐ言いますが、これは普通「不確実性」と呼んでいるんですが、例えば、天気予報は今70%から80%ぐらいの的中率ですね。100%は絶対かない。地震は予知できません。台風の進路だってよくわからない。決定的に決められないで、ある幅でしかわからないわけですね。そういうふうに日常現象について、むしろ科学が非力なのではないかと思われまます。そういう側面があります。それから、科学の負の成果というの、無論あるわけですね。原爆とか核兵器なり、あるいは環境ホルモンの問題、それで、ひよっとしたら遺伝子操作なんか将来どうということが起こるかわかりませんが。科学に対してアンビバレンスな対応ですね。科学は非常に人々の生活を便利で効率的にするけれども、負の側面もある。それをどう考えていくかですね。

それから、経済的に言えば、まさにビックサイエンス化している。その結果として、もは

や世界で1台しかつくり出せない機械で結果を出している。追試ができたらいいいけど、独立した機械によって追試ができない。それでミスコンダクトが起こるという可能性もあるわけですが、私たちは結果を単にうのみにするしか仕方がないということになりつつあります。それから、自然から人間が疎外されている。こういうふうに現在の我々一般の人々にとっての科学というのは、身近でなくなってきました。

私自身は、専門の科学者に対してどうあるべきかということよりも、むしろ一般の人々のこういう科学からの疎外をもうちょっと近づけるための努力が必要なのではないかと考えています。すべての科学者がそうすべきと言っているわけではありません。しかし、多くの科学者がそういう側面にも興味を持って参加し、それを広めていくための努力が必要なのではないかと思っています。つまり、新しい科学への転換ということがやはり求められていると。科学の終焉ということで、ある種の限界が見えつつあるときに、私自身は無論それにチャレンジすることも必要だけれども、異なった要素を持つような科学を展開するまた一つの機会ではないかというふうに考えているのです。

そこで、ひとつ、最も大きいヒントになるのは、複雑系の科学です。複雑系の科学というのは、先ほど言いましたように、天気予報とか環境問題とか生態系とか人体とか、あるいはもうちょっと人間の活動で言えば経済活動ですね。あるいは社会構造、言語とか生物進化とか、実にさまざまなものが複雑系としてひとくくりにされております。これまでの科学が要素還元主義であったこと、つまり、より根源的なものにさかのぼって要素的なものが理解できれば、その要素の総和である全体も理解できるという考え方、要するに、分析的な手法で要素を明らかにする方法があります。その手法で原因と結果の関係が明瞭になると考えられてきたわけですが、そうではないシステムが複雑系なんですね。だから、要素還元主義とは違う、異なった側面、あるいはもうちょっと広げた概念ということになります。複雑系というのは多成分系である。要するにさまざまな成分が入り混じっている。その間に相互作用、それも非線形の相互作用が働いている。だから、重ね合わせがきかなくて、一つ一つが全部異なった様相を示すわけですね。この「多成分系非線形」というのは、複雑系のミニマムの定義だろうと思うんです。そこから、例えば量から質への変化、これを自己組織化というふうによく呼んでいます、非常に各要素が集団的な、共同現象 相変化的な現象を起こして新しい基質が生じる。だから1対1の原因と結果の関係に結びつけられないものであります。あるいはカオスというのは、決定論でありながら結果が予想できないことがさんざんに起こる。よく言われているのは、天気予報のバタフライ効果です。天気予報を予言するにはチョ

ウチョウの一舞をも考えに入れなければならない。チョウチョウの一舞によってつくられた非常に小さな空気の流れが非線形効果によってだんだん成長して、最後は台風になってしまう可能性があるためです。だから、天気を予報するには世界中のチョウチョウの何億羽というチョウチョウまで入れなければならない。それどころか、僕がしゃべっているこの音波だって、どこかで大分成長しているかもしれないという、それは冗談なんです、そういうふうにカオスが必然的に起こり得ると言われています。

それから、もう一つ複雑系で非常に重要で従来の科学では考えられなかったこととして、揺らぎとか偶然とか、あるいはノイズの重要性です。それが結果を左右することがある。ところが、揺らぎとか偶然というのは制御できないものです。あるいはノイズなんていうのは、勝手に入ってくるわけです。そういうものが非線形作用によって非常に大きく系を変化させる。というような意味で複雑系の科学というのは、恐らく21世紀において、人間がどこへ行くのかということを示す科学かどうかは、それはわかりませんが、僕は、いずれそうなってくるのではないかと考えております。現在のところはまだまだものがわかっていませんから、断言できないのですが、そのような複雑系の科学というのは恐らく非常に重要な要素を占めていくだろうということです。これに関しては10年、20年の蓄積がなければ新しい展開は望めないということですね。

それに対して、普通の一般の我々が、一般の我々（僕は一応天文学の専門家ですが、それ以外の分野にとっては全く素人なんですね、）全く素人の人間でも、その辺の科学に少し触れられる、あるいは科学に参加できるということは考えられないであろうかと思うのです。だから基本的には日常的に接している複雑系の科学が対象になります。それを「等身大の科学」と一応呼ぶことにしているんです。複雑系の科学というのは、非常に大量データの蓄積ですね。かつ長時間データの蓄積が必要です。長期間でかつ大量、さまざまな要素が入る。それを組み上げることによってある種の法則性を見出していく。この等身大の科学の意味なんですが、要するにサイズが等身大、我々と同じぐらいのサイズのものを対象にする。だから、生態系の変化、里山とか川とか湖とか干潟とか、さまざまな私たちを取り巻く生態系を相手にしたときに、その生態系の空間的変遷あるいは時間的な変遷、あるいは人間環境の変化に応じてどのように変わっていくのかですね。その生態系みたいな、サイズが等身大で、研究費がそんなにかからない、莫大にかかるものではない、例えば50万円とか100万円のオーダーでもそれなりに意味のあるデータがとれる、それを等身大の科学と呼んでいます。

それからもう一つ大事なことは、だれでもが参加できるということです。つまり、子供

にだって、例えば桜がいつ咲いたかどうかというのを記録していく、あるいはセミがいつ鳴いたか、あるいはセミがいつ鳴きやんだかを記録していく。これを10年間集めると地球温暖化のフィンガープリントと呼ばれておりますが、地球温暖化の指紋ですよ、それが得られます。10年、20年のデータをもとにして、野生の生物がどれぐらい北へ上ったか、どれぐらい鳥が孵化を早めるようになったか、あるいは高山植物がどのぐらい高いところへ上がったかということがわかります。そういう10年、20年分のデータを調べて、去年、「地球温暖化のフィンガープリント」という論文が発表されました。この10年で北へ6メートル移っている、そういう結果が出ました。あるいは、北海の魚43種のうち16種かな、平均的な分布がずっと北へ移動しました。最高のものは400キロも北上していたそうです。それから、9種ぐらいが深海、より深く潜るようになったというデータが出ております。これはまさに北海の海の温度がこの40年で0.6℃上がった。結果として、魚が移動しているわけですね。そういうようなデータがあります。海の魚まではなかなかできないんだけど、それはしかし漁師さんたちのちょっとしたデータの助けでできるかもしれない。そういうふうにならでも参加できる。

こういうような、アカデミーを取り巻いて、自然に密接した科学というのを構想できるのではないかというのが私の一つの提案です。私自身はその提案にのっとったわけでもないんだけど、越後、新潟県の松之山という町で科学館作りに参加しました。そこでは「全町民が科学者である」というキャッチフレーズで、全町民が自分の身近なところで、自分の庭でもいいですが、そこでどのような花が咲いたか、咲いた日をちゃんと写真撮ってもらいます。花が咲いた、虫が鳴いた、鳥が飛ぶ、そういうデータをきちんと集める作業…作業と言っちゃ怒られそうだけでも、集める人は大変ですから、そういう楽しみを持った活動、それが10年続けばフィンガープリントの一つのデータになるのかなと思っているんです。そのように人々が普通に参加しながら、しかしそれなりに意味があるものができる、地道にデータを集めていくことによってです。そういうのが等身大の科学です。さまざまな科学館や博物館がありますが、その人たちが日常の中で科学に参加していて、それが形としていずれちゃんと出てくる。そういう等身大の科学をつくり上げていくのは一つ重要なことではないかと思っています。

それから、もう一つは「新しい博物学」と言ってるんですが、これはある日常生活に存在する物を取り上げる。民族学博物館なんかではいろんなものを取り上げて、歴史を調べております。その物を、例えば竹なら竹ですね、魚の骨なら骨、タコならタコと、一つ取り上げて、

それに対する科学の内容がもう一つ重要な柱としてある。竹というのは、70年に一遍花が咲くとか、さまざまな科学的なデータがある。あるいは地下茎でどんどん伸びていく。あるいは、竹の葉はいろいろな食べ物を包むように、化学的に非常にいいわけですね。そういうような科学の側面も一つの柱に取り上げるとともに、これは文系知と僕は一応呼んでいるんですが、竹なら竹にかかわるさまざまな文系、人文系あるいは社会科学系統もありますが、さまざまな人間とかかわる歴史があるわけですね。文学とか歴史とか伝承とか、あるいは民俗学、あるいは人類学、あるいは大衆芸能とかであって、あるいは政治学というふうに、非常にさまざまに文系の知を我々は持っているわけです。財産として持っているわけです。竹ならもう例えば2000年の歴史があるわけですね、日本では。大衆芸能は竹の子を取り上げた狂言なんかもありますし、さまざまな竹にまつわる物語もあります。それらを統合する。つまり、「新しい博物学」とつけたのは、まさに統合する、さまざまな要素を統合するという意味です。「新しい」とつけたのは、科学の内容だけではなくて、文系知を統合して一つの物語として語る。そんなことをいろいろ試みてみればおもしろいのではないのでしょうか。

これはつまり文系の人にとっても、実は科学というのはそんなに難しいことではないというのを、自然のうちに知っていくきっかけになるのではないか。例えば、ここに塩という、科学材料としては漬物に、あるいは塩はどのようにできるか、海水とか岩塩ですね、あるいは土壌の塩による汚染とかさまざまな科学について知る。それ以外に塩の循環もあります。昔は塩は税金で使われていましたから、あるいはお金と等価交換だったとか、あるいは争奪戦の問題、あるいは塩の結晶作用でスタンダールの恋愛論がある。地の塩は聖書にもありますが、塩一つとってもさまざまな要素があるんですね。それを一つの物語にして、塩ってこうだよ、こういうところもあるよと物語として話すことによって、文系の知も理系の知も両方ともが同じように結び合えて体の中に入っていくのではないか。それを新しい博物学と呼んでいるわけです。

塩の博物誌というのは既にフランス人が書いていて、どうやらそういう試みはそろそろ広がりつつあるようです。僕が言うまでもないことなんですね。あるいは、魚のタコですね。タコに関してさまざまな博物誌を集めた本が出ておりました。ただ、今のところは一応寄せ集めの側面があって、まだ一つの物語として完結させ、一つの物語としてつながったものにはなかなかかなりきれてないですが、それを一つの、例えば起承転結というものが付け加わったり、あるいは舞台が転換するように、さまざまなキーワードを通じて話が展開していく中で全体的な知が得られるのではないかと思います。それはつまり知の楽しみというその

側面ですね。科学のおもしろさのさまざまな側面を知ることです。実はこれは単なる私の狭い経験かもしれませんが、一般の人々は役に立つ科学はむしろ結構なんだけど、むしろ役に立たないような科学の方にむしろ飢えている、求めていると僕は勝手に解釈しているんです。だからそれは宇宙の始まりはどうかなんて、我々は宇宙の講演会をすれば必ず、あるいは宇宙の果てはどうだなんて必ず聞かれるわけですね。それは好奇心であり、それは人々がむしろそっちの方が知りたいと思っているんですよね。なかなか知り得ないんですが、今、科学の最前線の細かな話よりも、むしろそういうふうな知的な好奇心というんですか、そういうところに知の楽しみというのがある。私は「考えてみれば不思議なこと」という本を去年の12月に出したんですが、割によく売れているんですね。それは本当にちょっとした科学の話、くだらなさそうな話、何ていうことのない話ばかりです。例えば、クジラは各地域ごとに違う歌を歌っています。あるときオーストラリアの西岸のクジラが東岸のクジラに2頭だけ紛れ込んでしまった。西岸の歌を学ぶ東岸のクジラがいて、明くる年は非常に多数のクジラが西の歌を歌い出したという話があります。そういう話を、これは「NATURE」にでた論文なんですけど、まさにこれはジャズが日本に広がってきたのと同じような歴史をクジラがやっているというエピソードです。そういう話をたくさん集めた本なんですけど、そういう話は実は何にも役に立たないんだけど、楽しいんですね。だから、そういうふうな楽しいということを知る中で世界が広がる。あるいはいろいろなものとの関係性とか相関性ですね、我々がつながっているんだということがわかる。あるいは、さまざまなものが歴史を持っている、歴史の中でつながっているということを実感する。そういうような科学、科学だけじゃないんですが、新しい博物学という語り口は今後僕は非常に必要なんではないかと思います。これは進歩主義に続く何か、どこにというわけじゃなくて、むしろ我々自身が科学者の一員としても、こういう側面でコントリビュートしていければと思うのです。そういう面では文系の人と非常につながりを持って、お互いにそういう興味を持ってつながっていけば、さまざまな物語が作れるのではないかというふうに思っています。私の話は以上でございます。

池内了氏の講演についての討議

【司 会】 ありがとうございました。それでは、御質問など、御意見など、どうぞお願いします。進歩主義の後継ぎは何かというそういうテーマを立てた発想の根源にですね、やっぱり池内さんおっしゃった、限界を恐れる、そういう点では非常に共通性があると。博物館の楽しみが後継ぎの一つだというふうに言えるかもしれませんですね。どうぞ。

【鴨 下】 感想みたいなもので。私、国際世界物理学年で、アインシュタインの存在は大きいと思うんですけど、ちょっと前に、次のアインシュタインはいつ出るかというのが、エディトリアルサイエンスに書かれたんです。それで、もうだめだと、もう出ないと。その理由は、アメリカですけれども、要するに科学研究費の使い方なんです。すべて生命科学、さっき先生がおっしゃった役に立つ実用的な方に流れちゃって、基礎科学にほとんどお金が流れなくなってきた。だからだめなんだということなんです。それはそれでわかると思うんですけども、アインシュタインの時代、実際お金をそんなに使わないでやったんじゃないのかな。だから、そういう意味では先生がおっしゃった等身大の科学を大事にするというのはわかるし、我々生命科学でいろいろ聞いてもですね、やっぱりそういった物理や化学や基礎的なものの上にライフサイエンスの何かがないと、しんどいものじゃないかなと。そういうふうなことを考えました。感想ですけれども。

【司 会】 どうぞ。

【高 畑】 高畑ですけど。物をベースに押さえて書いたということなんです。その後で話しになった物語ということと、その物の見方というか、切り方なんですけども。あることを物語としていろいろな観点から総合的に見ていこうとすると、タイムスケールもサイズやベースに揃っていなければいけないですけども、そのことをとやかく言っていないタイプ。例えば今、何でもいいんですけど、ニワトリならニワトリというものを生物学の立場から、あるいはデザインの立場から、地理学の立場から、いろんな立場からそれを解明して楽しもうという話があったときにですね。そもそもはニワトリなんで、一番のもとですので、それを例えば生物学者として、歴史なども踏まえて全部見てやろうとすると、とてもそんな一万羽のことで済まない興味がわいてくるわけですね。ところが、仲間がですね、やっぱり例えば文科系の人がおられれば資料がある時代しかそういうものは扱えないということですので、全体的なものをつくろうとするとですね、どうしたってタイムスケールをそろえないといけない問題が出てくると思うんですが、最初にこう切られたときのその図の中に、あれは

タイムスケールが入っていないわけですね。それで、等身大と言われても、ですから、タイムスケールの問題は、やはり生き物として見るときと、物として、あまり歴史を考えなくてもいいという場合と、随分様子が違ってくるようになってきているんですが、その点については。

【池 内】 科学の側面は割に表裏的というのか、割に共時的に時間スケールはすばすばと切れるわけですね。文系の知というのは、その意味では数理的には時間系列あるいは過去・未来との関連で変化しているという側面があると思うんです。だから、僕はその両面をまさに一つの物語として語るときに、どのようにうまく盛り合わせるかが基本的に問題だろうと確かに思います。が、やはり科学の方はいろんな側面を示しながら、この面は例えば卵をね、生む仕組みを、それを今はブロイラーで一日何個産ませる、そういうことで技術の流れとともに、人間というのはその卵の利用はどのように変化していったのかというふうな。だから、おっしゃるように時間軸の部分を入れて人間とのかかわりをさまざまに論じていくということはやっぱり必要だと思います。だから、僕は今、具体的に考えているんですが、第一幕が科学の話だとすると、舞台を転換してね、人類が生まれたときからどのようにそれとどうかかわってきたかということ、長い時間と、それからまた短い時間というふうなとらえ方をし、舞台転換をするということが必要だと思います。確かに時間軸が入ってないんですよ。生命が生きられないですね、さっきの図ではね。

【日 高】 日高ですけども、今、一番最後の、博物館で思ったんですが、終わりの方へきまして、僕ら生物をやっている連中、生物をやっている連中が昔、非常に悩んでいたことは、とにかくこういうことをやっちゃいけないという、大学で徹底的に教わったことは、それです。物理学でもやりなさいという話なんですね。でも、このために十数年苦しめられた。だから、それは今でも僕自身、やっぱりそれはいいと思っているんですが、今になると、全然逆に出てきて、それは科学ではないというんで、いろんな側面で科学とおっしゃったけれども、そんなものは科学じゃないという話だった。博物学というのであって、博物学は科学の手前である。博物学は科学でという形ですときました。これ、進歩主義はいかがでしょうね。それで、今どこに持っていくかということ、話はまた元に戻っているかなという気もするので、そういう話、いろいろ僕らのところもその議論しているんだけど、それでいいのかなと。それが一番気になるんですね。

【池 内】 私があえて「新しい博物学」というふうに「新しい」というのをつけたのは、18世紀、19世紀の博物学的な要素と、文系の知を加えると。文系的な知を加えて、より

豊かなものにした博物学の定義です。それはね、もう科学でという定義はもういいんじゃないかと。科学というのはまさに分析的なものが本当であるというふうに長いこと思われてきて、今でも思われてますけどね。それによって生態学なんていうのは学問じゃないとよく言われたんだろうと思いますが、科学の概念をもっと広げて、あえて科学と言わないなら科学と言わなくてもいい。しかし、おもしろいではないかというものを現実に定義することではないかと思うんですよね。それが、だからどういう言い方になるのか、博物学というのはまさに古い言い方なんですけど、僕は「新しい博物学」しか今思いつかないんですが、何かそのような科学の内容をもう少し広めた言葉、概念がやっぱり僕は生きてくるんだろうと思いますけどね。

【日 高】 僕は前からね、博物学という言葉は日本語では非常に変な意味を持っていて、ナチュラルヒストリーというふうに定義、ヒストリーというのは、要するにさっき言われたストーリーですね。だから、どういうストーリーがあってもいいと思う。そのストーリーの内容が、僕の言葉で言わせれば、イリュージョン。そのときね、物理屋さんがいいと言うようなものは、どうもこれは例えばエレクトロン、電子というふうなものは、これはイリュージョンではないんじゃないかという気がする。しかし、例えば進化論なんていうのは、多分これはイリュージョンですね。それで、いろんなものにそのイリュージョンとイリュージョンじゃないものが入り混じった形で、それがサイエンスと呼ばれたりしているんですが、それが何となくはっきりしないままで物が進んでいく。イリュージョンでなかった部分が技術になったですね。だから、電子がイリュージョンだったらば、多分定義はできないはずですよ。できちゃったということは、あれはイリュージョンじゃなかったわけですね。その辺の関係はどうなっているのかなというのは、なかなか大変な話で、そこはちょっと非常に気になる話で。

【池 内】 ちょっと関連して考えてみる必要がありますね。

【日 高】 今すぐ答えが出るというものでは多分ないんだろうと。

【金 森】 池内さんの科学と私の専攻している物性科学は、同じ物理でも少し違うような気がします。我々は、いつも等身大の科学を目指していたと思っていました。しかし、科学で取り扱える問題はまだまだ大変限られていて、実験室で取り扱える問題でも未知の世界は大きく広がっています。さらに実験室からはみ出た問題については、何を科学的アプローチとすること自体が問題です。しかし種々の可能性を、人間の論理の範囲で多角的に検討することは必要で、それを科学が絶対的な結論を出すという幻想とは無関係であることを十分

断ったうえで、続けるべきであると思っています。

【司 会】 どうぞ。

【出 口】 ホーガンのサイエンスに大分引きずられているお話だと思えますけども、メインは認識論的限界ということだと思えます。全く違う発想で似たような限界がどこにあるかということを考えて見ますと、例えば、オリンピックの「100メートル走」というのがあって、何年かに一度、世界記録がでています。しかし、どこかに人間としての体力的な限界があるだろうというのは容易に予想されると思えます。これはやっぱりおっしゃるように対数的限界が恐らくあって、例えば、時計の精度が進歩していくことによって、仮に計測上の世界記録の更新ということは可能であったとしても、体力的な意味でのブレイクスルーとしての世界記録の更新には、おそらく限界があると思えます。

しかし、それは「人間」としての身体に基づいた発想です。仮に100メートルを一生懸命走るといようなスポーツを考える認識論的な未開拓の分野があるのかどうかということが、やはり一つのブレイクスルーになってこようかと思えます。

私はまだまだあってしかるべきだという、極めて楽観的なことを思っているのです。今、我々が認識しているというのは、この地球上の生物としての空間的あるいは時間的な制約の中での認識であって、その影響を度外視できないと考えます。例えば、別の星では、知的生命体が、粘菌のような形態のもので、個別に分離できない世界の中で知的体系が発展する。あるいは、我々の指は一本一本分れた指ですけど、それがフラクタル状になっているような知的生命体がドミナントに存在するような世界を考えてみますと、知的な体系の発見の順序は変わってくるだろうと思えます。いくら知的生命体であっても、そのようなものでは「自然数」という我々にとっては認識しやすいものを発見するのが、相当遅れるのではないかと思います。ここで問題にしたいのは、そのような中で作られた知的な体系が地球上のものと同じかどうかという点です。

文系と自然科学の大きな違いは、文系の場合は恐らく知的体系が異なったところからスタートすれば、たとえば経済学は今とは全く違った理論体系ができ上がるだろうと私は思います。一言で言えば、普遍的な体系ではない、ということかもしれません。他方で、廣田先生は、数学では、そんなことはあり得ない、どこからスタートしようと同じ体系になるということはおっしゃったことがあるのですが、ひょっとしたら、我々の地球上の物理的な存在というものが認識を限界にさせているところがあるのではないかと思います。その制約から、解き放たれたときに、ブレイクスルーは容易に起こるのではないかと思います。

例えば、さっきの100メートル走の例で言うと、足が3本、4本ある人間というのはあり得ないんですけども、仮に思考実験として4本足、3本足の人間が100メートル走するとですね、これはある種の記録の限界が大きく変わってくるだろうと思います。言い換えれば、100メートル走の限界、というのは「人間の身体」の制約を受けているはずであって、それと同様に、サイエンスも、地球上の空間的、時間的制約を受けているのであって、その制約が変われば、いくらでもサイエンスのブレークスルーが起ってもおかしくないというような、非常に突拍子もない発想についてはどうお考えでしょうか。

【池内】 私自身は、現実の科学者であるということもありまして、地球上の現在の置かれている範囲内でぎりぎり考えるということですね。今のような世界は、例えば無論フラクタル世界でどのような現象が展開できるとかというのは、それは非常におもしろいし、科学の内容からも、あるいは地震に適用できるか、そういう面で適用していくのであって、現実にはただ100メートル競争で3本足とかそういう境界条件は一応おかない。現実には可能な範囲内の境界条件のもとでとことん考えてみよう。その中で現在やられている科学の範囲内を含めて、無論文系的なさまざまな夢とか、それは含めるとしてね、ということですね、僕自身はそうですね。

【日高】 今聞いたことなんですけど。今言われた現実に可能なのというのは、その現実というのはどういう意味で。物理学ではとんでもない議論で考えて、現実にはないようなことを考えていますね。そういう話ではなくて。

【池内】 僕自身ね、だから物理学でもね、例えば多重世界なんて考えてる人がいるわけですよ。量子論でこう、あるいは確率の分布で、別の世界、また別の世界。僕はね、そういうのはね、あまりにもおもちゃ過ぎて、僕自身はあまり買ってないですよ。無論現実可能だという場合に歴史性のもがありますね。ただ生物がむしろ変な、今から見れば奇妙な形の生物がいた時代があった。それはそれで、その歴史性は無論含めるんですが、それは我々が経験した範囲内、地球が経験した範囲内の事柄として含めていて、あまりにもそのイリュージョン的なものちょっとというのは、やっぱりこれは僕はハードサイエンスをやっていたせいかもしれないけど。あるぎりぎりのところまでは入れるけど、あまり荒唐無稽なところは入れたくないということは無難ありますね、正直なところ。

【御園生】 先ほどの「役に立つ」と基礎科学に関してですが。もちろん、両方が大事で、基礎科学は、カルチャーとして不可欠なもので、それが無ければ科学は成り立たない。他方、「役に立つ」ことが、いま強調され過ぎているという点に関して、確かにそうですが、「役に

立つ」ということの中身が多様であることを強調したらいいのではないのでしょうか。「役に立つ」ことを広くとらえれば、基礎科学系の先生にもより理解されるかと思います。

もう一つは、先ほどお話に出たプロイラーの卵の話です。自然を眺めて自然の営みに共感するような立場から見ると、プロイラーのような卵の産ませ方は許しがたいかもしれませんが、実際は、我々はプロイラーに限らずこのような人工的な生産を広く認めているというか、積極的に活用しているわけですよ。そのあたりの線引きが一体どうなのかというのは、実は先ほどの役に立つということと関係して、難しい面があります。何かよいお考えがありますでしょうか。

【池 内】 僕自身は役に立つのを否定しているわけでもなくて、あまりにも役に立つことが強調されるので、我々みたいに役に立たない分野をちゃんと守らなきゃというのが僕の中にもものすごくあるんですね。その意味で、役に立たないけれども、本当は人々は望んでいるんだよ、本当は人々の求めているものだよということを常に言い続けないとだめだという、多少脅迫感を持っているところがある。

【廣 田】 ですから、御園生さんなりのあれを使うとね、楽しいということは役に立つということ。

【池 内】 そうです。そういうことですね。

【御園生】 ただですね、ある意味ではうれしくないとしても、卵をたくさん産ませるようなことを仕組んで行かねばならないのが人間だともいえます。工学は、目的を設定して手段を設計しますので、プロイラーを産み出す性格をもっていると思います。目的と手段の吟味が大事だということでしょうか。

【司 会】 いかがですか。

【日 高】 役に立つという話でね、昔のチョウチョウが何で向こうを飛んでこっちを飛ばないかと、つまらないことを研究したんですよ。非常に気になって。それで一生懸命調べて、結果としてはわかってきたんですが、役に立たない研究の典型みたいなものです。よく言われたのですが、あなたの研究は国立大学の研究ですよ。税金使って研究して、そんな役に立たないことをやってどうするんですかと、さんざん言われました。それはそうなんですけど、僕はやっぱり関心があるからということでやったんですが、その後になって、まちづくりがあって、チョウが町の中を飛ぶね、そういう楽しい町をつくらうということになったときに、それが非常に話が役に立った。(笑) だから、そういうことがありますよという話は時々してるんですよ。だから、やっぱり特に大学にいたときはそう言ったんですね。それは多分

学生たちでやることはない。官庁がやろうと言ったって、これはできないと。会社がやろう言ったら、会社はつぶれちゃって。だから大学があって、そこでというので、大学ってそういうところなんですって言って一生懸命やったんです。そういうことで、だから、あることが出てくるとそれが役に立つということになるんですね。

【池 内】 イギリスのブラケットは、おれたち、科学者たちはね、国の予算によって我々の好奇心を満たすために研究をやってるんだと。はっきり言ったらいいんですね。それははっきり言ったということは、だから、なにほど、何とか言われても、だからおれは反論するんだということを常に思うがために挑発的に言ったという部分があるようですね。挑発的に言う必要もやっぱあるのかもしれないね。

【司 会】 どうもありがとうございました。それじゃ、御園生さん。