

慶應義塾大学教養研究センター  
第3回シンポジウム  
「自然科学系を核とした教養教育の将来」

---

2003年7月4日(金)

慶應義塾大学日吉キャンパス来往舎1階 シンポジウムスペースにて

# はじめに

大学教養研究センター所長 羽田 功

本日は学期末のお忙しい中、また、蒸し暑い時期に多数お集まりいただきましてありがとうございます。

ただいまより教養研究センター第3回シンポジウムを開催いたします。教養教育全般を扱った第1回目、外国語と教養教育の関係について論じていただいた第2回目につき、お手元の資料にある通り、本日は「自然科学系を核とした教養教育の将来」というテーマを設定いたしました。そこで教室(現場)で、あるいはご研究を通して、教養教育として若い人たちに自然科学をどう教えていけばいいのか、普段からいろいろご苦労され、工夫を凝らしておられる先生方にお集まりいただきました。これから先、慶應義塾において、特に日吉キャンパスを中心に、自然科学系を軸としたどのような教養教育の展開が望まれるのか、興味深いお話が伺えると思います。

私ごとではありますが、実は私はかなりなサッカー好きでして、ジーコ・ジャパンにも大きな期待と関心を寄せております。ところで、日本代表の試合で特徴的な点は、流れが悪くなるとフォワードとバックスの間の距離が大きくなって開いてしまします。前線と後衛をつなぐラインが断ち切れてしまうのです。そうするととたんにチームが機能しなくなる。つまり、フォワードは前で孤立し、中盤はやすやすと破られ、バックスは相手に振り回されて失点を重ねるといった悪循環に陥ります。

どうも昨今の教育は全般的に悪いときのジーコ・ジャパン



羽田 功所長

と同じような状況にあるのではないかと、とりわけ自然科学系にそれが顕著ではないかという気がします。というのも、科学の最先端はどんどんと空恐ろしいほどのテンポで先を進んでいく。ところが、仮に大学入学時を基礎、出発点だとすれば、基礎の部分、出発点のところで見ると、科学に関する十分な基礎学力を持ち合わせていない学生が入ってくるという事態も深刻化しつつある。私が所属する経済学部で言えば、学生の数学力の低下問題です。あるいは生物の履修経験のない学生が医学部入試に合格するという事実もあります。2006年問題がこうした事態に拍車をかけることは間違いがありません。つまり、最先端と基礎・出発点との間の開きが大きくなりつつある。そして、その距離が広まれば広まるほど、間を埋める自然科学系教育の質や内実が薄まってしまい、教育活動自体がうまく機能していかなくなってしまう。個人的に私はそういう印象を強く持っています。

それだけに、最先端と出発点をうまくつなげるためには、教養教育においては、ある一定の密度、内容、水準を備えた自然科学系教育が今後ひじょうに重要になってくると思います。と同時に、日吉キャンパス固有の問題として、1,2年生を中心にさまざまな学部の学生がおりますので、そういう多様な勉強経験や多岐にわたる関心領域を持つ学生に対して、教養教育として自然科学的なものの考え方をどう伝えていけばいいのかを考えることも教養研究センターに求められております。場合によっては、具体的な科目や教育プログラムについての提言なども大歓迎です。

本日のシンポジウムは、文学部の増田先生に進行役をお願いしております。パネリストの先生方のお話をお伺いした上で、会場の皆様との活発な議論を展開していただければと思います。

# 「自然科学系を核とした教養教育の将来」

パネリスト 増田 直衛 本塾文学部教授（司会）  
 小瀬村誠治 本塾法学部助教授  
 金子 洋之 本塾文学部教授  
 青木健一郎 本塾経済学部教授  
 小宮 英敏 本塾商学部教授

**増田直衛** 文学部で心理学を担当している増田です。今回、教養教育の中での自然科学系の教育をどのようにするかということについて議論をしてくれ、という依頼を受けました。日吉の専任教員の分布を見ても、もちろん一番多いのは語学部門の先生方で、それからその次は自然科学部門、日吉の専任教員の14%が自然科学部門の先生ということになっております。いわば、自然科学は日吉の第二勢力であるわけです。

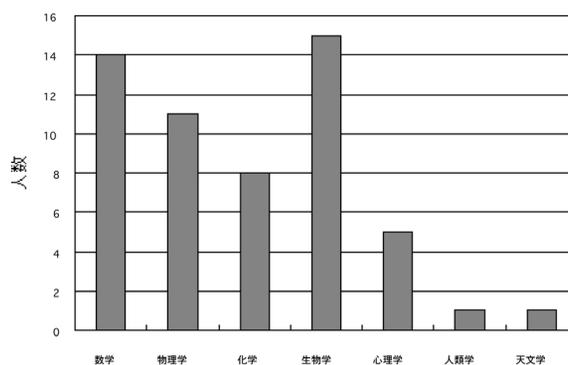
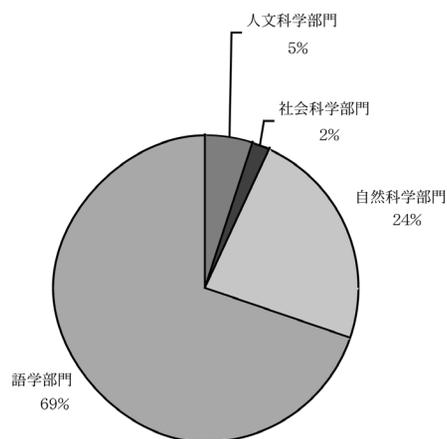
日本は技術立国だと言われて久しいのですが、このごろその危機感を募らせております。それから、かつて一般教養課程があったころは人文科学、社会科学、自然科学という3分野で、一番厳しいところは、それぞれの分野から3科目ずつ計9科目が必修だったというときから、だんだんそれが大綱化以降、緩められてきました。それと同時に、自然科学のみならず、おそらくほかの教養教育科目といわれるものが、「ないがしろ」というとちょっと言葉が過ぎるかもしれませんが、だんだん薄れてきたような気がいたします。しばらく前の新聞にこんな記事が載りました(「科学技術の国民理解」のスライド参照)。

科学技術の国民理解、関心というもので、18歳から60歳までの無作為抽出した3000人に10問の質問をして、それが正しいか正しくないかという判断をしてもらっています。

もちろん、いまここにお集まりの方々には自然科学がご専門でいらっしゃるから、全問正解だというふうに信じておりますが、私は何問か間違えました。それから『AERA』でもこのごろ大学生の知識が落ちてきていると。これは一般教養科目と言いますか、教養雑学も含めての調査がありました。それぞれ非常に日本国民全体、それから特に大学の学生の知識の低下が著しいのではないかという指摘ですよね。

いずれにしてもこういった我々の知識、あるいはこれから日本の大学教育の中での特に科学知識をどのように教えていくかということについて、今日は実際現場でどんな工夫をなさっているか、それからどんなことが問題かということを各教室から話をさせていただこうと思っております。もちろん我々、前に並んでいるものは、各教室の代表というわけではありません。いわば、個人的な意見が強い提案ないしは議

日吉専任教員数 (2003年7月現在)



論ということをご承知の上で今日の議論を、皆様方フロアからも活発な議論をいただきたいというふうに思います。

私はちょっと学生にも声をかけたんですけども、学生さん、それから職員の方、それから自然科学以外の先生方にもたくさんお集まりいただいてご意見をお聞きしたいなと思っていただんですけども、とりあえずそういうことではじめさせていただきます。

最初に小瀬村先生の方から「科学の言葉で自然の不思議をひも解く」。お願いいたします。

## 科学の言葉で自然の不思議をひも解く

**小瀬村誠治** こんにちは、小瀬村です。化学を担当しています。今日はこんな服装(ランニング姿で登場)をしていますが、これには訳があります。実は、昆虫採集の是非について学生に意見を述べさせる授業があるんですが、この格好は、その授業をするためのユニフォームみたいなものです。それで、今日はその授業の一部を再現してみようと思いいんな格好をしています。また、ここに昆虫採集用の網も用意して来ましたが、これも授業の小道具のひとつです。授業の終盤に小テストとして「子どもたちの昆虫採集は是非か」という問題を出すのですが、もし昆虫採集に賛成する学生が多いという結果になったときは、私が授業の途中に昆虫採集に出かけるという設定です。実は、この昆虫採集用の網にも仕掛けがあります。これについてはまた後で皆さんにも披露します。いずれにしても各授業の中で、いろいろな工夫をして文科系の学生に「ひょっとしたら自然科学は面白いかも」と思わせるような授業を心がけています。

### 文科系学生に対する自然科学教育

(2枚目のスライドを示して)文科系の学生に対する授業なので、何をどのように教えたらよいかを考えたとき、このスライドにもあるように「科学の言葉で自然の不思議をひも解く」ことで自然を大切にしないでいけない本当の理由と、学問としての自然科学に興味をもってくれたらと思い、授業テーマとして、これを選びました。

ちなみに、このスライドの写真は15年ほど前に宇都宮で自転車の世界選手権が開催されたのですが、そのコースを走っている私です。

ところで、今日は「自然科学を核とした教養教育」につい

て意見を述べるわけですが、あくまでも私個人としての意見であり、化学教室全体としての意見ではありませんので誤解のないようにしてください。

(「文科系の学生に対する教養教育としての自然科学は斯くあるべき!」のスライドを示して)先ほども言いましたが、私の担当する授業は文科系の学生を対象にして実践しているものです。当然ですが、理工学部の学生を対象とした「専門科目としての自然科学」の授業とは内容も進め方も違います。そこで、文科系の学生に対する「教養教育としての自然科学」の授業の内容、進め方をいろいろと私なりに考えたわけですが、スライドにも示したように、まず、授業をする側として学生は自然科学とどのように接してきたか、思い浮かべてみました。そうしたところ、文科系の学生はいままで、「自然科学を履修していなかったかもしれない」、「自然科学に興味を持っていないかもしれない」、「それに彼らは「自然科学にアレルギーを持っているかもしれない」、この3点を常に意識して授業の内容とその進め方を工夫しなければいけないと、考えたわけです。

### 「感性」を磨く教育

(同じスライドを示して)それから私ならではの授業かもしれませんが、自然科学の授業を通して、まず、学生の感性を磨く、養うことを心掛けています。なぜ「感性」なのかということですが、(「自然は生命をどう支えているのか」のスライドを示して)ひとつ例を出します。7、8年前、冷夏で特に稲の生育に大打撃を受けた年がありました。私は自宅から日吉キャンパスに来る途中、体育会の野球グラウンドやサッカーグラウンドの脇を通る緑道を利用しています。その年の7月も同じようにこの緑道を通って通学、いや通勤した際、何だか理由は分らなかったのですが例年と違うなーと感じたんです。実は、セミが鳴いていなかったんです。この時期、セミが鳴かないということは生態という観点から見ても問題なのですが、今日はその話題はさておき、「あれ? 7月なのにセミが鳴いていないぞ」と思わないことが問題なんです。

これは「多くの生物がいるべきところになくても不思議に思わない」ということを意味しており、さらにこれは「明確な存在理由がないものは切り捨ててもよい」という考えに発展する危険性を持っています。では、なぜなのかということですが、これはまさに「合目的性、効率重視に伴う現代人の

感性の低下」によるものです。では、どうしたらよいのかと言うことですが、その答えとして「自然の形態や色彩、そして変化などを豊かに感じる感性を養う必要がある」という結論が得られます。だから、私はこの点も意識して授業を工夫しています。

感性を磨く、養う教育がいかに重要かということは、あとでまた触れるかと思いますが、今日使っているパワーポイントの内容をコピーしたものがお手元にあると思いますので、あとで読んでいただければ幸いです。

(「文科系の学生に対する教養教育としての自然科学は斯くあるべき!」のスライドに戻り)それから、文科系の学生を対象にした授業でも、生命や地球環境をキーワードにして話題を提供すると特に興味を示してくれます。そこで、地球環境について話をするときも「人類の進歩と自然との調和」について考えさせるんです。特に、人類は進歩し続けなければいけないけれど、21世紀の進歩の方向は産業革命以来続けてきたテクノロジーを基盤とした20世紀の進歩と同じでよいのかなど。

それから最後ですが、「授業哲学を明確にする」。私の講義は教科書を使いません。たとえば、自然科学の講義内容は先生方と検討を重ねれば、よい教科書ができるという方がいらっしゃるかもしれませんが、大学の講義、特に自由な教育環境の整った慶應義塾ではそれぞれが独自の教育哲学をもって、また学生には講義の内容を理解させるだけでなく、その先生のもっている哲学なるものも学んでもらいたいと思います。ところで、自由であることの側面に触れてみますと、大学キャンパスでの教育・研究生活には自由がありますが、確かに、「自由こそがすべての人を豊かにする多様性と創造性を育む」わけですが、自由は時として、向上心を奪ってしまいます。気をつけないとしばらく間をおき、咳払い)

(スライドを指し)とにかくこの3点を意識して、またこの3点(スライドを指し)を取り込んで講義の内容と進め方を工夫しています。そうすることによって文科系の学生が「ひょっとしたら自然科学はおもしろいかも!」と思ってくれたらいいと考えています。誤解があるといけないので付け加えておきますが、これは専門科目としての自然科学の講義の内容と進め方ではありませんし、語学の授業には当てはまらないと思います。

次に、このスライド(「自然科学特論 ガイダンス」のスライド)を見てください。これは自然科学特論 という授業の



小瀬村誠治氏

ガイダンスを行ったときの資料です。この授業は法学部の1、2年生を対象としたものです。講義はオムニバス形式にしています。皆さんもそうだと思いますが、自然科学の中でも興味のあるテーマとそうでないテーマが、ですから理工学部の学生に教えるように科学の基礎から積み上げていくスタイルで行くと、専門科目なら必死でついていこうと努力するかもしれませんが、やはりきついと感じたら授業に来なくなってしまう。オムニバス形式だと、仮に前回授業が理解できなかったり、欠席してしまったとしても、また興味を持って講義に臨むことができるというメリットがあります。この点は学生に行った講義についてのアンケート結果にもはっきり出ています。

次はこの点ですが、過去の経験からガイダンスでは講義内容を細かく述べることも大切ですが、成績がどうなるのかも学生にとってはもっとも気になることなんです。それで前年度の結果を説明します。たとえば、期末は行わない、でも毎回クイズを行うとか。私の授業はとにかく出席重視です。なぜかと言うと、これは私の授業哲学のひとつですが、「文科系の学生に対する教養教育としての自然科学の授業」は、まず授業に出席させることから始まると考えています。

次の「毎回3点または5点満点で評価する」ですが、このときも今日は資料を持ってきていませんが、昨年のクイズの採点例を示し、どの程度が1点、2点、3点、4点それから5点なのかを示して納得させる。さらにそれぞれの点数の占める人数の割合も示します。つまり「こっちだってちゃんと採点しているんだ、お前も履修するなら心して履修しろ」と言いたいのです。それからこの3点満点でする評価ですが、実はクイズとして授業の内容を季語代わりにして俳句や短歌を一句捻らせるんです。驚かれるかもしれませんが、

けっこう授業を聞いているかどうか、またどのくらい理解しているか見ることができます。それに何より感性を磨く訓練にもなります。

それから体育会、公認のサークルも含めてですが、公欠を認めています。先生の中には授業をサボって運動してるなら、体育大学へ行けという人もいますが、私がスポーツ好きということもあるのですが、何より体育会、また文化活動をするサークルもそうですが、彼らもまた慶應義塾にとって重要な文化であると認識しています。そうは言っても「これは？」と思う学生には当然ペナルティを課しますけれど。

昨年の例ですが、中には全部出席したのになぜ「A」がつかないのかといってきた学生がいました。そこでこのスライドにも示したように評点の分布をガイダンスで公表しています。昨年は履修者404人中授業に全部出席した学生が243人その内「A」は124人、「B」は111人、「C」は8人だったという納得するんです。もちろん「D」も28人いたことを公表しました。学生にとって授業イメージがマイナス要因となる情報も公表しています。

「自然科学は面白いかも」と思わせる

(「1000年先の地球環境を考えたリベラルアーツとしての自然科学の実践的教育方法の検討」のスライドを示して)講義用のノートは一度つくると次の年からは楽だと言いますが、そうではないんですね。私の場合、まだまだ模索中です。ですからつくっては壊し、壊してはつくるの繰り返しです。研究は膨大な予算が必要ですが、教育はわずかな予算と情熱が必要です。そこで今年は以下の5項目を達成することを目標にして講義を組み立てています。

繰り返しになりますが、「学生の感性を磨く、養う」。それから「感動させる」。「おお、あの先生、すごい」それでもいいと思うんです、授業の内容ではなくても。それから「記憶に残させる」。私も学生のころを振り返ってみると、授業はまじめに出席してたんですが、覚えていないんですね、講義をされた先生のことを。ですから学生の記憶に残る授業がしたいんです。それから「知的好奇心をくすぐる」。いかにすれば自然科学をとおして文科系の学生の知的好奇心をくすぐれるか。とにかくこの5項目の達成を目指して授業に取り組んでいます。このような努力をすることで私の授業を履修した学生が「ひょっとしたら自然科学はおもしろいかも!」と思ってくれたら、と考えています。それからこの5項

目を達成することで、学生には、「欠席をさせない」、「遅刻をさせない」、「居眠りをさせない」、「おしゃべりをさせない」、「内職をさせない」、「嫌いにさせない」授業ができると思っています。たとえば、大教室だと学生がおしゃべりをしていますよね。そういうときには、「今日は喉の調子が悪いので講義は手話で行います」と、こんなふうに、突然、手話を使って講義をするんです。そうすると教室の中は一瞬どよめきが起こって、そのあとは静かに授業を聞いてくれる。こんな工夫もしています。

私もちょっと驚いたのですが、化学の授業、この授業は実験と講義を一回おきに行います。定員は1クラス50人です。70人は入れる実験室ですが、安全面を第一に考えていますので1クラス50人で授業をしています。それで私は3クラス担当しますので定員は合計で150人になりますが、この授業のガイダンスに1200人の学生が来ました(場内からどよめき)。それでガイダンスですけれど教室では狭くて学生が入りきれないので、外に出て拡声器を使って行いました。チョットじゃなくてかなり驚いたし、興奮もしました。それに外で1200人を集めて拡声器でしょ。なんだか集会でもしているようで。

あと自然科学特論。今年の自然科学特論の授業は先週までで10回講義を行いました。履修者数287人で、出席率は毎回90%以上を保っています。毎回クイズを行うので代返はできませんが、でも、まだ遅刻をする学生もいるし、居眠りをする学生もいるし、おしゃべりも内職をしている学生もいるしで、まだ目標は達成できていません。

(「ひょっとしたら自然科学はおもしろいかも?」のスライドを示して)とにかく私の授業は理工学部での「専門科目としての自然科学」ではありません。どちらかというと、かなりかもしれませんが苦手な科目である自然科学。つまり「教養科目としての自然科学」を文科系の学生にいかに関心をもたせる講義をするかにかかっています。それで、私の授業を聞いてくれた学生が「ひょっとしたら自然科学はおもしろいかも?」と思ってくれて、やがて彼らが親となって、その子どもたちが自然科学に興味をもち、たとえば<sup>ぼけがく</sup>化学に興味を示したとき、親として「そんな危険なことはやってはダメです」と言うのではなく、「おもしろいと思うならやってみなさい」と言える親になってほしい。

自然科学に興味を持たないまま卒業してしまうと1000年後の地球環境を考えたとき、怖いものを感じます。しかし自ら自然科学に興味をもち子どもに対して「おもしろいと思う

ならやってみなさい」、そう言える親が何世代か続き、やがて1000年が過ぎると……。ちょっと想像してみてください、その差を。

次のスライド(「授業の一コマ」のスライド)から10枚ほどは実際に授業で使っているものです。学生に「1000年先の地球環境を考えさせる」ために「子どもたちの昆虫採集は是か、非か？」をテーマにして講義をしたときのものです。はじめに言いましたが、この服装と昆虫採集用の網もそのときのものです。

これも授業で使うスライド(「この春、自然科学は教えてくれる」のスライド)ですが、「この春、自然科学は教えてくれる。僕はプラネット・ブルーが大好き」ですね。最近、ポカリスエットのコマーシャルで地球のことを「プラネット・ブルー」と表現していますが、言わせてもらおうと私のほうが先に「水の惑星 地球」のことを「プラネット・ブルー」と言っていたので、優先権は私にあると思います。

#### 人類の進歩と自然との調和

(「1000年先の地球環境を考える」のスライドを示して)さて、「1000年先の地球環境を考えさせる」ために、まず、15分間ほどクイズを行います。最初にクイズをすると遅刻対策にもなります。テーマは「子どもたちの昆虫採集は是か、非か？」、それで是か、非か？を書かせて、その理由も書かせます。それでクイズの結果を集計してそれを使えばいいんですが、時間的に不可能なので前年度の結果を使って授業を進めます。

(「失われた胸のときめき - 昆虫採集をめぐって -」のスライドを示して)昆虫採集や虫取りが戒められる3つの理由を示す。例年70～80%の解答がこの3つの中に入ります。それで昆虫採集や虫取りが戒められる3つの理由が正しいかどうかを検証していきます。たとえば3番目の「自然の生態系を破壊してはいけないこと」ですが、はたして子どもたちが昆虫採集をすると自然の生態系を本当に破壊してしまうのか。そんなことは絶対にないということ为例を挙げて説明した後、「大人たちは何をしてきたか!」のスライドを示して)大人たちが行ってきたことこそが自然の生態系の破壊につながることを説明し、さらに子どもたちが昔からやってきた虫取りそのものが悪いのではなく、子どもたちが安心して虫取りができる環境を残してやることこそが大切であるということを説明します。

(「SILENT SPRING(沈黙の春)」、「DDTと沈黙の春」のスライドを続けて示して)それからレーチェル・カーソンの「沈黙の春」の話や殺虫剤DDTの話をして、このスライド(「失われた胸のときめき」のスライド)を感情を込めて読みます。

かなり飛躍してしましますが、このスライド(「人類の目標とは実際何なのか?」のスライド)を示して学生に訴えかけるんです。「人類の目標とは実際何なのか?」ということ。たとえば、皆さんもそうだと思いますが、「ああ、昔はよかったなあ」としみじみ思うことがありますよね。それだったら技術の進歩なんかしない方がいいということになりますよね。だけれど、人類はこれからも進歩し続けるでしょうし、進歩する必要があると思います。ただ、21世紀は20世紀とは違った方向に進歩していかなければならない。つまり、闇雲に技術の進歩を猛進してきた20世紀とは違って、21世紀は「人類の進歩と自然との調和を考えた進歩」でなければいけないことを説明します。それで大袈裟なんですけれど6500万年前に滅びてしまった恐竜の話をするんです。確かに恐竜は滅んでしまいましたが、それでも2億年近く地球とともに繁栄してきたことを。2億年ですよ。いかに自然と調和しながら生きることが大切なことであるかを理解させる。なぜなら人類は産業革命以来200年で、ここまで技術の進歩をもたらしましたが、このまま20世紀と同じ方向に進歩し続けると1000年後には……。分かってもらえんと思います。(「失われた胸のときめき」のスライドを示して)チョット大袈裟な話をしておいて、もう一度「失われた胸のときめき」のスライドに戻り、昆虫採集や虫取りが戒められる3つの理由に対して、「子どもたちの虫取りは反していない!」と結論を出します。そしてここからが学生を授業に……。私のキャラクターかもしれませんが、興味を引き付けておく工夫のひとつなんです。

(「昆虫採集に行こう!」のスライドを示して)さあ昆虫採集に行こうと言って、採集用の網を持って出かけようとするんです。でも、実際は網に穴が開いていて昆虫採集に使える。じゃあどうすればいいかということになるんですが、実はこれ(昆虫採集用の網の竿の部分)吹き矢の筒なんです。ということで授業で実際に吹いてみます。今日もチョット実演してみます(笑)吹き矢の実演)

(「授業の一コマでした」のスライドを示して)今日は昆虫採集をテーマにしたときの授業の一コマを紹介しましたが、「光と色」をテーマにした講義では、教室を真っ暗にするこ

ともありますし、とにかくいろいろと工夫しています。けっこうたいへんですが。

(「えっ!!自然科学?」のスライドを示して)いろいろ工夫して授業をしていくと学生たちがキャンパスで「えっ!!自然科学?」「もちろん自然科学」ということになるんです。

(「ほっ」のスライドを示して)そうすると私が「ほっ」とするわけなんです。

それで、この「自然科学の基地発見!」のスライドで閉めたいと思いますが、このデータはGPSを使って測定したものです、私の研究室のある地点です。

「北緯35度32分59.07秒」「東経139度39分12.09秒」「隊長、自然科学の発信基地を発見しました。爆撃しますか?」「いや、履修しよう」ということで(笑)。

これは最後のスライド(「1000年先の地球環境を考えたりペラルアーツとしての自然科学の実践的教育方法の検討」のスライド)ですが、「1000年先の地球環境を考えたりペラルアーツとしての自然科学の実践的教育方法の検討」について書いてありますが、時間の関係で省略します。お手元の資料を読んでいただければ幸いです。以上です。ありがとうございました(拍手)。

**増田** 先生の人柄、それからこの授業の1コマを本当にほうふつとさせていただきまして、ありがとうございます。私も、もう高校から化学を離れていまして、先生の授業だったら取ってみたいと思わず思わされてしまいました。

**小瀬村** そうですか。そう言っていたと何かうれいそうですね。それからひとつ忘れていましたが、化学のガイダンスに1200人の履修希望者が来たと言いましたが、実はこれも営業努力の成果だと思います。このTシャツを見てください。自分でプリントしたんです(背中に、化学と自然科学特



金子洋之氏

論の文字)。3月と4月の間、昼休みに、これを着てグラウンドをジョギングしたんです。2カ月間で400キロ走りました。長野マラソンのトレーニングをかねて(笑)。近藤先生はご存じかと思いますけれど。以上です。

**増田** それでは続きまして、生物学の金子先生からご発表をお願いしたいと思います。

### 教養教育としての生物学にはたして研究者は必要なのか

**金子洋之** まずはじめに、慶應大学での私の経歴を簡単にお話したいと思います。私は4年前に大阪市立大学の理学部生物学教室にいました。慶應大学で育ったわけではないですね。こちらに来てはじめて教養教育に携わり、悪戦苦闘しながら、そしてけっこう難しいなと思いつている状況です。今日は、2点お話しします。1点目は、「自然科学系の教養教育において、生物学は何をどのように教えるべきか」ということ。これを前半に話します。2点目が私の発表のタイトルになっていますが、「教養教育としての生物学にはたして研究者は必要なのか」ということです。

#### 教養教育として生物学をどう教えるか?

では、最初の話からはじめたいと思います。教養教育としての生物学をどのように教えるべきかという問題を考えるために、生物学教育の変遷を簡単にお話します。1975年、私が大学生のころだったんですが、その時代は、いろいろな生物学の学問領域での研究を遂行していく上において、科学技術がかなり急速に発達していました。しかしながら、教養での講義は、まだ生物学の学問領域、すなわち各論を紹介するというスタイルで行われていました。

2003年現在、生命科学とか生物科学というふうに生物学自体の名前が変わってきています。それはなぜかという、1980年以降に分子生物学、生き物をDNAやタンパク質の分子レベルで解析する技術が一般に普及しはじめた結果として、私が学部学生であったときに習っていた各論的な内容がかなり統合されているからです。生物学は、物理や化学に比べると、現象が多岐に渡っていてなかなか体系化して教えることができない状況だったのが、現在ではそれが可能になっています。

いま言いましたように、1975年当時は、各論の入門編が

一般生物学というような名前のもとで行われていたわけでは、各論自体のバックグラウンドはもちろん深いんですけども、その一部を話してくれるという感じでした。正直いいますと、当時私の頭の中はかなり混乱して、いろいろな生物現象をお互いにどう有機的に結びつけていいのか分からない状態でした。ところが高学年になり卒論をやりはじめると、そのときはテーマをもらって、それに沿って自分でものを考えはじめるので、各論が非常に有機的につながりはじめました。

それで、私はどう教えるべきかということに関しては、中心テーマというものを立てて、そこにいろいろな各論、要するに個々の事実を組み込んでいこうと変えていくべきだと考えています。実際のところ各論のみを教えている方というのは、慶應の生物学教室の中でもうらっしやらないとは思ってすけれども。

#### 教養教育における生物学で何を教えるべきか？

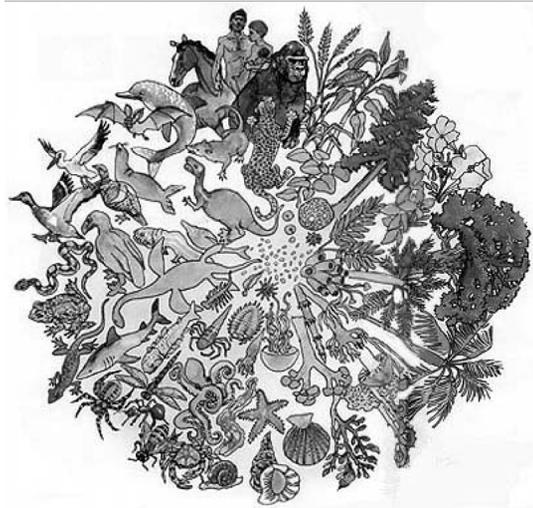
次に何を教えるべきかということなんですが、私はいまからお話する3つの中心分野、テーマが重要と考えます。ひとつは「進化」で、次が「人間の体」、そして3番目に「生態系」。この3つをひとりの教員が全部教えるというわけではないのですが、現在の生物学において非常に大事なテーマと思えます。

まず、進化の話からはじめます。図1を見ていただきたいのですが、ここには現在地球上にいる、あるいはいままで地球上にいたいろいろな生物たちが載っています。ど真ん中にあるのはバクテリアです。私たち人間も含めてあらゆる生物のご先祖様はバクテリアです。このバクテリアから38億年かけて生き物というのはどんどん変わって行って多くの種が生まれ、現在の生物多様性が生じています。

人間はこの絵の上の方にちょこっと載っています。人間といっても生物の1種類にすぎないということもこの絵は物語っています。また、現在はいない恐竜なども載っていますが、現在の地球上にいる生き物はいままで現れた生き物のうちのたった1%です。99%はもう絶滅しているんですね。

このような絵をスタートとして、自分はなぜここにいるのかという問題提起をしながら、生物学の各論を教えたいと思います。このようなやり方で、現在解明が進んでいる先端の研究内容も紹介できます。そして、このテーマのもとに各論を有機的に結びつけ得れば、学生たちは各論自体の内容

図1



出典：『Oh! 生きもの』(三田出版会、1996年) p.177

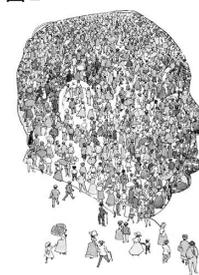
をスムーズに理解してくれると思います。

2番目は「人間の体」です(図2)。ここに人の顔が書いてありますが、よくよく見てもらうと人の顔を構成しているのも個々の人なんですね。この絵のポイントは生き物の形というものは変わらないけれども、それを構成している細胞たちは入れ替わっている。要するに全体は維持されていても、その内容は非常にダイナミックに変化しています。これは細胞を構成する分子においても同じなんですね。生きています細胞の中では、代謝に伴い個々の分子が合成されたり壊されたりします。この絵からイメージされるダイナミズムを中心に、生物としての自分を考えるという問題を提示できると思います。

このテーマのもと細胞生物学、発生学、生理学、分子生物学、それから免疫学の各論や、どうやって生物は多細胞になれたかという進化生物学の話などを紹介することができます。

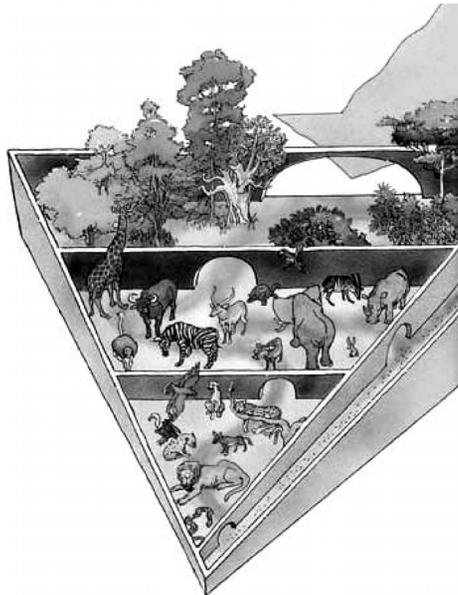
最後に「生態系」です(図3)。生態系というのは、いままでにお話したふたつと比べてマクロな視点から見た地球環境と生物との相互作用を研究する学問なんですね。この絵は食物連鎖を示しています。まず絵の一番上に、生産者である植物がいて、それからふたつの段階の消費者が載っています。消費者には草食動物である一次消費者とそれから肉食動物の二次消費者がいます。ここでのポイントは、三角形になっていることです。それは、各段階を構成している生き物たちはどんどん数が

図2



出典：『Oh! 生きもの』 p.147

図3



出典：『Oh! 生きもの』p.51

少なくなっていくということなんです。このようなバランスにおいて、はじめて生態系は維持されます。右端には、細い溝が書いてあります。これらはキノコとかバクテリアたちのような分解者です。

地球上にはこういった生き物たちがいて、こういうバランスのもとに、生態系が維持されていることをこの絵から学ばせ得ます。ここでの問題提起は、自分と地球環境のつながりを考えるということです。このテーマの講義に含まれる各論は、右に載せてあります。

私の前半の話、何をどう教えるかというところをまとめます。文系、理系の学生にリベラルアーツとしての生物学が必要かという問題に対して、私が提案する3つの内容は成果として何を与え得るのかという視点で整理します。

進化は、自分たちの生き方、現在の生き方、それと未来を探るということに対して、問題意識をちゃんと植え付けてくれると思うんですね。人間の体のところでは、生物としての体を自覚させ得ます。現代社会では、多くの薬剤が開発されているように思いますが、全て大丈夫なのか？ 自分たちは単なる生物なのだという大原則をちゃんと理解するところから、生物に対するいろいろな薬の影響なども教え得ます。3番目の生態系。実際のところ、私にとってかなり苦手な領域ですけども、非常に大事だということは重々分かります。ここから未来に対する危機感を持つことを実感させ得ます。

このような3つの内容は、生物に関わる社会問題を、文系の学生の個人個人がより科学的な視点で考え得るバック

ボーンになります。理系の学生にとっては、私が大学1年生のころに感じたような、各論の羅列でなく、テーマに立脚した各論が有機的につながった状態で分かっていくという効果を持っていると考えます。これで前半の話は終わりです。

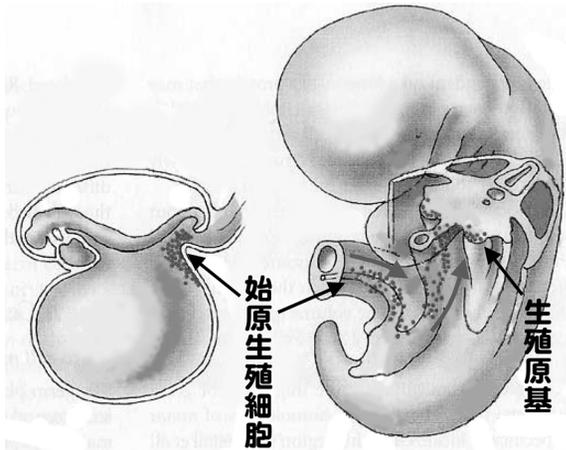
教養教育に携わる教員は  
研究者である必要があるのか？

さて、後半の話です。「リベラルアーツとしての生物学に研究者は必要か」という問題。要するに教養教育をやっている人は研究をする必要があるのかということです。どうしてこんなことを話そうかと思ったかと言うと、昨年の来往舎の開所シンポジウムで他大学の先生の意見を聞いたことによります。その内容は「教養教育をやる人は研究はしなくてよい、研究は国公立大学の先生に任せておけばよい」ということでした。理由は教育の専門家のランクは研究者より上だということです。教育というのは人間を育てる非常に高貴な作業であり、研究より上だと言われました。この大事な作業をするのに研究などやっている暇はないでしょうということですね。それゆえ、すっぱり研究はあきらめてしまって教育の専門家になりなさいというように受けとれました。この意見は非常にすっきりしていますし、革新的でもあります。そして、強いインパクトがあります。聞いたときに、「うーん」と思ったんですけども、「じゃあ私は研究者を廃業しなくてはいけいかな。困った。かなわんな」と感じました。その後時間をかけてこの問題を考えていました。今日は反論をしたいと思います。

もし教育の専門家だけが教養教育をやった場合、その人のやり方は研究なしですから、情報だけを仕入れて教えるというスタイルになりますよね。それで一生懸命最先端の論文を読んで教えたとしても、論文というのはある狭い領域のことしか書いていないわけですから、教える内容は断片的になる可能性があります。さらに研究をやっていないとその事実の面白さを感知する弾力性が徐々に失われていくと思われる。このような状態では、上っ面だけの、どうしても底の浅い教育に陥る危険性が高いと考えられます。

具体例として、哺乳類の始原生殖細胞の移動を説明します(図4参照)。始原生殖細胞は卵や精子になることを運命づけられている細胞です。この発生過程の中で、点で示してある始原生殖細胞は、胚の後方部分で生じ、6週から7週ぐらいの胎児の体の中を移動して、将来の精巣や卵巣にな

図4



出典： *Developmental Biology 5th Edition* p.845 Fig22-3 を修正

る生殖原基に入っていくわけです。教育だけをやる専門家は、原著論文まで当たってよく勉強された場合、哺乳類だけではなく、他の脊椎動物、両生類や爬虫類などでも同じことをやるんだよということも教え得ると思います。

次に、私の研究例です。私は海産無脊椎動物のヒトデ胚を使って研究しています（図5参照）。この図の中の点で示している間充織細胞も先に述べた始原生殖細胞のように身体の中を移動します。間充織細胞たちは将来、腸、消化管になる原腸の先端から出現して（図5a）、わざわざ移動して（図5b、c）、口を開いた時期に幼生の外胚葉、分かりやすく言えば皮膚に到達して分布するようになります（図5d）、ちなみに間充織細胞というのは何をやっているかという、約0.5mmぐらいのプランクトンの身体の中に外敵が入ってきた場合に、それらを捕食する免疫系のもっとも根幹と考えられる仕事をしています。捕食するためには、外敵が入ってきたときに最初に出会える場所が効率的なので、この部域に移っていくわけです。

先ほどの哺乳類の始原生殖細胞もヒトデ胚の間充織細胞も細胞行動としては同じように移動というダイナミズムを示しますが、これをどう考えるか。始原生殖細胞の場合、身体の後方部と言いましたが、本質的には身体の外なんですね。体外から体内に入ってきて、生殖巣で分化し、将来は卵や精子として体外に出て行ってしまふ。ヒトデの場合は、体内での移動に終止しています。それゆえ、研究者は移動といっても少なくともふたつのタイプはあるんだよという意味合いを持たせて話すことができる強みがあります。

## 研究者は教養教育に何をフィードバックできるか？

現役の研究者に求められることはオリジナリティーです。オリジナルな研究をやるということは、未知の問題に切り込んでいくということです。それには、フレキシブルに考えることが必須です。堅い頭で釘は打てても、よい研究はできないと思います。そして自分から積極的に行動すること。また、あきらめない、我慢する、執念を持つということも大事です。本当によい研究というのは高いハードルをいくつも乗り越えています。そのためには、強いハートを持つことも非常に大事です。

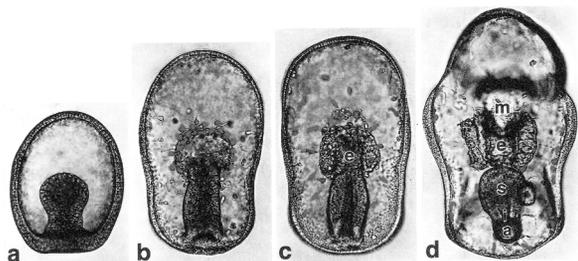
このような状況に立ち向かい続けている研究者が教育に何を還元できるかという、多様なものの見方、幅の広いアプローチ、それから壁を破ってやるというような姿勢です。さらに臨場感です。それゆえ、独自の立場や意見を示せるというような強みもあります。

最後に、日本の大学における自然科学の研究の現状と教養教育というのを少し考えてみたいと思います。自然科学の研究を基礎的な研究、基礎領域の研究と同義だと位置づけてください。日本では、基礎的研究は応用研究に比べて軽んじられていると私は感じています。これは世界からも指摘されています。日本は応用研究に力を注ぐけれど基礎的な研究に対しては甘い。基礎的研究へのバックアップが欠如しているあるいは弱い大学は、大学としての深みというかキャパシティがどうしても不足していると思えます。

慶應大学は文系の学生に自然科学の実習を体験させることができる素晴らしい体制を持っていますが、応用研究に重点をおく理工学部や医学部に比べ、自然科学の研究へのバックアップが少ないと私は感じています。

最後に提案とお願いです。まず提案です。これは前半の話を準備したおりに湧いてきたアイデアなんですけれども、自然科学は非常に大事なことから、文系・理系を問わずに

図5



出典： *Development Growth & Differentiation* (blackwell publishing) pp. 567-575 (568)

自然科学系の教育を受け得る4年一貫体制を整備するという事です。そして、お願いです。自然科学系の研究者に高度な研究遂行できる時間や研究費のゆとりをもっと与えて欲しいということです。以上です(拍手)

**増田** 教育者の面、それから研究者としてのふたつの面ということに関して大変貴重な提言がされたと思います。では、続きまして物理学の青木先生からの提言をお願いいたします。

### 実験を含む文科系学生のための 自然科学教育

**青木健一郎** 経済学部の青木です。私は物理を教えています。はじめに、現状の物理学実験の講義のシステムはどうなっているかという全体的な話をします。これは必ずしも物理に限った話ではないです。次に実際にどういう考えでどのような物理の講義をしているかについて話します。これはほかの教員などと普段議論しているので、似通ったところもあると思いますが、必ずしも私の言うことはほかの人と同じではないです。最後に、物理に限らず、教養教育についてコメントして終わりにしたいと思います。

#### 実験科目のシステム

ここでは主に実験と講義とが一緒になった自然科学の科目の現状について話します。この科目は実は1949年に新制大学に移行したと同時に日吉でははじまっています。10年ぐらい前までは実は文科系学生にも実験科目が必修の時代がかなりの間ありました。現在は90分の授業をふたつ続きで2コマ6単位の通年科目で行っています。これは文科系学部共通の乗り入れで行っています。乗り入れの度合いは物理、化学、生物に多少差がありますが、物理の場合は30年ほど前ぐらいからずっと乗り入れを続けていて、文科系学部、文・経・法・商、どの学部でも全ての物理の実験科目を履修できるようにしています。

実際には学生は実験科目を履修する必要はありません。自然科学系の必要単位数は、学部によって6だったり8だったりします。文科系の学生が単位を埋めるだけであれば講義だけの科目もありますし、たいていの場合情報処理や数学等も同じ分類に入っていますから、それで単位数を充足することもできます。いまは半期科目などけっこう多いの

で、実験科目を2コマ続けて通年で入れるというのはたぶんカリキュラム上履修するのは厳しい状況なのではないかと思えます。ただ現状を見ると、いろいろ理由があるとは思いますが、3分の2程度の文科系の学生は実験科目を履修しているようです。

講義内容は物理の中でも講師によって違います。実験科目は、各講師共通のものも違うものもあります。物理ではたぶん半分程度の実験種目が共通のものだと思います。これは生物、化学、物理全部同じだと思いますけれども、我々の哲学としては、高校で物理、化学、生物、高度な数学を履修している、ということはまったく前提としていません。むしろすでに学んでいない人にこそ取ってほしいと、こういうふうに思っています。たとえば私は微分、積分なども使わないようにしています。それは物理の難しさはそういうところにあるとは思っていないからです。私がどのような講義をしているのか、私が考える物理とはどういうものなのか、ということをまず話します。

#### 物理学の講義内容

私は物理学はやはり「なぜか」ということを考える学問だと思っています。私が「なぜか」というのは以下の3つぐらいを指します。まず、なぜそういう現象は起きるのかの仕組みの問題。これは、こういう原理でこういう計算をしたらこういう結果になります、そしてそれは実際の現象と合っています、ということです。次は、なぜそんなことを言えるかの根拠です。それは正しいのかどうか、ほかの説明はだめなのか、といったことです。あともうひとつの「なぜ」は、経緯です。実際にそういう発想はどういうところから出てきたのか。その辺の3つの「なぜ」を常に考えて学生に私は講義しています。

文科系の学生と理科系の学生でどういふに教え方が違うのか、とよく聞かれます。私の場合は文科系の学生の場合には、なぜそういう考え方をするのかの根拠、またどうしてそういうことを考えるようになったかの経緯、などを多めに話します。それが自然科学とはどういうものなのか、ということを理解してもらう上で重要だと思っていますので強調します。逆に、理科系の学生には、そういうことより実際の仕組みで、これこれこういう計算をしたらこういう結果になる、ということ、を、ていねいに導出します。それで2分の1などのファクターも全部合わせて導出することが重要な

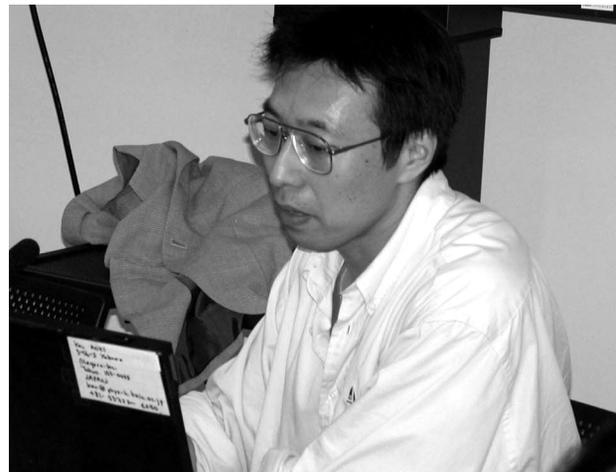
ので、けっこうそういうところに時間を取ってしまうことになります。

自然科学がどういうものを理解するには実験は非常に重要だと考えています。実際に自然科学は実証的学問です。ひとつの講義の仕方としては、物理学は完成した学問、カット・アンド・ドライドなもの、としての提示です。私の場合は、そのような講義ではなく、どういうふうに新しいものが出てきたのかということと話しながら講義をしています。

たとえば原子論にしる、量子力学にしる、出てきたときには、それは間違っているとかなぜそのような考え方をするのか、という議論は多くあったわけです。原子論については激しい議論が19世紀中ずっとありました。もちろんギリシャ時代からも原子論はありましたが、19世紀に、そんなものは間違っているとか、そんなものが正しいという根拠はどこにあるのかということが散々言われたわけです。そういった議論は、エントロピー、統計力学、といったものに発展しているということも説明します。

量子力学でも、たとえばアインシュタインは光量子仮説を提唱し、いまではこれは正しいとわかっています。当時は、プランク定数のプランクという量子力学の大家が、アインシュタインの推薦状を書くときに、光量子仮説に関してはアインシュタインは間違えてしまった、と書いています。なぜそういうことを言ったのか、というようなことも話しています。あともうひとつ、新しい理論と古い理論との関係もできるだけ説明するようにしています。我々のいま知っている学問というのは古い学問なわけです。そのときに、実際それはどのように新しい学問になっていくのか？ それは必ずしも間違っているわけではないわけです。たとえばニュートン力学は間違っていて、相対性理論が出てきたわけではありません。ニュートン力学はある意味で正しいです。実際昔の人がやっていたことは間違っていたわけではなくて、それは新しい学問の一部として取り込まれているわけです。どういうふうに取り込まれているのか。なぜ相対性理論が出てきたのか、そういうことを強調して話しています。

私の場合は学生の興味を引くようにというためにも、比較的現代的な内容を扱っています。20世紀以降の物理です。量子力学と一般相対性理論との話はしますし、宇宙物理も最先端の話をするから決して簡単だとは思っていません。ただ、なぜそういう話ができるかというと、物理の本質的な難しさというのは必ずしも数学の難しさではなくて、新しい発想だからです。いままでの既成概念を越えて頭を柔らか



青木健一郎氏

くしてもらって、「ああ、そういう考え方もできるのか」ということを考えてもらうことによってはじめて一般相対性理論などが理解できます。そういったことを強調しているのでできるわけです。

あと、特に文科系の学生には大ざっぱなスケールとかを把握してもらうことを重要視しています。つまり2分の1とかそういうファクターなどは理科系だったらどうやって計算するかということは重要ですが、専門家でなければそのようなことよりも、大ざっぱな考え方でどの程度のオーダーのものが出てくるのかを理解することが非常に重要なことです。

#### 文科系学生にとっての物理学の意味と実験の重要性

科学的な真実というのは何であるか、そういうことを実感してもらいたいと私は常に思っています。そういう意味では実験を自分でして、実際のデータから「科学的真実」をどうやって導くのかを、理解してもらうというのは、非常に重要だと思っています。そういうことを理解していないと、いわゆる科学的事実を過信してしまったり、あるいは逆に全然信じなかったりするわけです。新聞などの記事を読んだときにどういうふうに評価するのか。我々だとそれなりの評価の仕方がありますが、実験の経験がある人とない人で、だいぶ見方が変わってくると思います。その辺のことを重要視しています。日本では文科系の学生に実験の機会を与えている大学は少ないです。

文科系学生にとっては物理というのは、直接適用できる場合もあると思います。たとえば、金融工学などでは比較的近い形で使えます。それ以外でもプロセスを、いろいろな考え

方のプロトタイプとして使えます。たとえば、経済学史の方と話したときに、ケインズが物理学の教科書をお手本にして本を書き、どの教科書をお手本にしたか、ということをお教えしてもらいました。そういう意味ではほかの分野にも影響を与えている考え方でもあるので、考え方を理解してもらうようにしています。

それから、いろいろな考え方を学ぶことによって、自分の守備範囲を広げるというか、いろいろなことができるようになる。冒頭の羽田先生のたとえで言えば、もしかしたらフォワードもできるし、ミッドフィルダーもできるけれどもサイドバックもできるのと同様に、いろいろな考え方ができます。柔軟な発想を身に付けるということです。実際に手を動かすということは重要だと思います。

#### 教養教育全般について

最後に教養教育について全体的な話を少しします。これは慶應大学に限ったことではありませんが、大学というのは個性を持たなくてはいけないと思います。慶應大学とはどういう個性を持った方がいいのかというと、私はしっかりと専門教育、それと共に幅広い教養を持った人材を卒業生として出す大学にしたいと思っています。

教養とはただ知識を幅広くたくさん知っているというのではなく、いろいろな考え方を理解しているということです。それが異文化と出会ったときや、いろいろな新しいものを見たときなどにそれを取り込める素地になると思います。豊かな創造力、高い判断能力、そして柔軟な対応能力など求められる能力を持つためには、いろいろなものに関して幅広いいろいろな考え方を理解していることが非常に重要だと思います。

実際に、研究分野で見ても研究ですごいと思う人は、話をしてみると意外といろいろなことを知っていたりします。専門分野以外のことも。それは直接使っていなくても決して無駄になっていないと思います。そういう意味で、文科系学生だけの問題ではなくて、文科系の学生は、最低でも理科系の学問を学ぶべきだと思いますし、理科系の学生も文科系の学問は最低でも学ぶべきだと私は常に思っています。

慶應全体を見たときにやはりどういうカラーを出すのかというと、ほかのところにはまねできない、慶應の強いところを出した方がよいと思います。慶應の強いところは、素晴らしい人材が、ありとあらゆる分野にたくさんいるというすごいこ

ろだと思っています。よって、教養教育は慶應の大きな強みだと思います。

たとえば実験なども、さっき言ったように日本で文科系学生が履修できるというのは珍しいと思います。自然科学に関して言えば、私自身は物理・化学系や生物系や数学系を全部履修してもらいたいと思っています。これは別に絵に描いたぼた餅や前例のないことではなくて、アメリカの大学には文科系学生にも物理・化学系と生物系とを両方履修しなさい、というところはかなりあります。たとえば、ハーバードなどは11分野に学問分野を分け、自分の専門分野より一番遠い8つの分野に関しては1科目ずつは履修しなくてはならないとなっています。フィロソフィーが非常にはっきりしています。実験科目も、私は取ってほしいと思っています。アメリカの大学ではプリンストン大学など、文科系学生にも実験科目を必修にしているところもあります。私自身、アメリカのすべてがよいと思っはませんが、学部教育に関しては、アメリカの評価は世界的に低くはないので、我々も謙虚に学ぶべきところはあると思います。

特にこれから、初等、中等教育が内容的に少なくなったり片寄りたりしてきているというときに、教養教育は重要性を増していくと思います。大学教育は即効性を求めているわけです。専門学校だったらもちろん即効性を求めているし、自動車教習所ももちろん即効性を求めていますけど、我々はそういうことを求めて教えているわけではないと思います。学生によく半分冗談で言うのですが、逆に半分真剣でもあるわけですが、物理学を教えて、それがすぐ役立つとすれば非常に私としてはうれしいけれども、実際には10年後、20年後になって役立つとすればいいです。たとえば、死ぬときになって、「ああ物理学を取ってよかった」と言ってもらえれば一番嬉しいと私自身は思って教えています。長い間どうもありがとうございました(拍手)。

**増田** 普段聞けないお話も聞けたと思います。特に大学の教育、特に教養教育がどうあるべきか、それから慶應として売りをどうするかという視点もまた、いままでなかった視点ないしはご提言だと思います。では続きまして、自然科学系として数学に登場してもらいます。数学というのは自然科学なのかというのが、いつも仲間内でも議論になります。それから特に文系の学生に取っては、もっとも積み上げが必要でもっとも苦手とされるであろう数学の教育を、どのようにお考えになっているかということ、小宮先生からお話をお伺いいたします。お願いいたします。

## 数学の効用——大学生の場合

小宮英敏 よろしくお願ひします。いまおっしゃったように数学はやはり自然科学ではないものですから、いままでのパネラーの方の発表と様子が変わってしまうかもしれませんが、題目としては「数学の効用・・・大学生の場合」とつけました。数学の効用についてちょっと考えてみて、それで大学、このキャンパスですと、我々が普通教える学生は文・経・法・商の学生になるわけですが、それに対して、どういう効用があるから勉強した方がいいのだということを、僕が考えていることを、お話ししようかと思っています。

もっと低学年の高校生以下の学生であれば数学を勉強する、それこそ計算力をつけるとか、あるいは決められた通りに何かをやるという態度を身に付けるとかいろいろあるでしょうが、大学生になったときに、どんなものがあるかちょっと考えますと、これはだいたい経済学部も商学部もそうなんです、専門の基礎科目としての位置づけで数学をやっております。

そのときに、基礎科目として数学を勉強すると、たとえばどういういいことがあるかということをちょっと挙げてみました。「効用かな？」とクエスチョンマークをつけているんですが、これは確かに効用なんでしょうが、それほど積極的な効用なのかどうかということについては、どうかなという感じがあったのでクエスチョンマークをつけてみました。

ひとつずつお話ししますと、「まず最初に数学を勉強すると数学を使った本が読めるようになる」。これはたとえばよく、特に経・商ですと、中級以上の経済学を勉強しようとすると、どうしても数学の基礎知識が必要になります。それが大きな理由となって、基礎教育ということになっています。

それからもうひとつが「計数感覚が身に付く」。たとえば、アンケートを取るとか、統計を取るとかをしたときに、その数字の感覚を身に付けるのに、数学はよろしいだろうという感じがあるわけです。それからこれもよく言われることで、「論理の運用に強くなる」と。論理の運用に強くなるなら、私も論文を書いて論理的に間違っただ論文は書いたことがないと、自負しているのですが、でも議論をし出しますと僕はだいたい負けます。議論に強いかどうかというのは、どちらかというとその人の性格の方の問題かなという気がするのですが、いずれにしても論理の運用は、ある程度はちゃんとできるようになるだろうということです。この3つぐらいを



小宮英敏氏

だいたい期待して数学の基礎教育というのはされているんだろうと思います。

当然これは非常に大事なことなわけですが、ただ数学というのはそれだけではなくて、常々私が考えていることを、数学の効用としてはこんなこともあるのだということをお話ししようかと思っています。

### 抽象性と論理性

いろいろな数学の見方はあると思うのですが、ひとつは先ほど申し上げたように論理性というのは、どうしても避けて通れないところがあります。あと抽象性ということがあります。そもそも数学で扱う「数」というのは非常に抽象的なものですし、さらにたとえば私のやっている解析学というのはその数と数との間の関係を考える関数というものを主に研究対象にしているのですが、それも普通目で見ようと思うとグラフを書くわけですが、グラフが書ける部分というのは非常に限られておまして、かなり抽象的なことを考えなくては行けないということになります。

数学ではだいたいどんな分野でもこの抽象性と論理性というのはいつもついて回る話になります。それで抽象性を扱わなくてはならなくなると、どうしてもやらなければならないことが出てきます。ひとつは、絵に描いて理解するというだけではうまくいかないで、いろいろな事象を見て、その事象に共通な本質と言いますが、そういうものを捉える必要が出てきます。それを捉えることによって概念というものが作り上げられてきます。その概念も精緻化されないと、今度は論理にのりませんので、必然的に精緻化されるということが起こってきます。

その概念の精緻化と論理の厳密性が一緒になったときにはじめて数学というのはワークし出すところがあります。そういう態度が数学をやるとどうしても必然的にやらざるを得ないということになってきます。それで、じゃあその抽象化されたものである程度議論して、当然具体的なこともいろいろなことを頭に入れないと抽象化できないわけですので、抽象化されたものだけでうんぬんという議論はなかなかできないのですが、それをとにかく運用してかなり頭の中で、鮮明な映像をつくらうと苦労するわけです。

そうした後、その抽象化された概念というのはいろいろなものから、その共通の性質を引き出してきてつくった概念ですので、今度はそれを適用しようとする、適用範囲は広がっているという状況になります。そうしますと、他分野に刺激を与える可能性も当然出てきます。こういうことなわけです。

そういういくつかの例をこれからお話したいと思います。お手元の資料にいまいくつか挙げていますが、これは文系の学生にとって、必ずしも必要かどうかという議論が出てくるころなのですが、一番上の UNIX というのは計算機の OS ですが、それでもたぶん文系の学生であっても、UNIX ぐらいの考え方は手に入れておくべきではないかというのは僕の感じですので、一応挙げておきました。それからゲーム理論というのはいま社会科学の中で理論を記述する言葉となりつつある理論です。それから簿記論というのは皆さんご存じのように会計学の一番基本になるものです。この辺の実例を挙げまして、いわゆる抽象化と言われるものがどういうふうに役立っているか、効用があるかということをちょっとお話したいと思います。

## フィルターとパイプ

まず UNIX の話からしますと、たとえば「UNIX という考え方」。これは本の名前ですが、2001 年に出た本で、非常にやさしくなおかつ示唆に富む本ですので、挙げておきました。UNIX というのはいろいろ独創的な、オペレーティングシステムの考え方を提出してきた OS なのですが、その中でこれも非常に簡単な概念として、フィルターとパイプという概念があります。

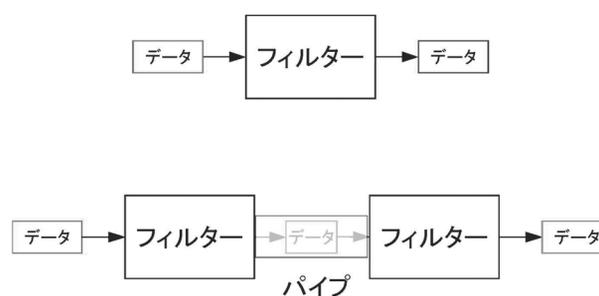
フィルターというのは、いわゆる我々が普通に感じるフィルターです。空気清浄機のフィルターという感じで、そこに何かを通すと別のものが出てくる、きれいになった空気が出てくるという概念です。いま計算機の話をやっておりますの

で、そのフィルターというのは実は普通のソフトウェアです。何でもいいのですが、簡単なソフトウェアだと思ってください。そこにデータを入れますと、ソフトウェアが何か仕事をして、またデータを出してきます。こういう考え方です。ですから、もうちょっと具体的に頭に思い浮かべていただこうとすると、たとえば皆さんが試験をして、学生たちの名前とクラスとそれから点数というデータを手に入れられたとします。そして、それが電子化されてコンピューターの中に入っているとします。そのときに自分が「A」を付けたいと思う学生のデータだけ取り出したいというとき、そういうソフトウェアすなわちプログラムを書ける人は書くわけです。そういう仕事をするものがフィルターです。

皆さんがつくった学生たちの成績のデータをフィルターに通しますと成績のいい子だけのデータが出てきます。ですから、スライドにある左側のデータは元データで、右側のデータは成績のいい子たちのデータであると、それだけのことなのですが、こういう考え方をしているわけです。実は UNIX の独創的だったところは、さらにそのフィルターを何個でもつなぐ方法を提出しているわけです。

これがいわゆるパイプです。いまありましたフィルターとフィルターをつなぐパイプを、簡単につくれるようにソフトウェア上につくっていくわけです。たとえば、いまの例で言いますと元データ(左側のデータ)を最初の点数のいい子たちだけのデータに変えるという、真ん中のデータのところはちょっと薄くなっていますが、それはパイプの中に入っているわけです。次のフィルターがまた別の仕事をするソフトで、それはたとえばその子たちを褒めてあげたいので、呼び出して食事をおごってあげようなんていうときに名前だけ必要で、点数は必要ないので、名前だけ引っ張り出したデータ、そういうデータをつくりたいわけです。そのデータを右側としますと、そういう仕事をするフィルターをまたつなげるわけで

## フィルターとパイプ



す。

そうやって最初の粗いデータから、だんだん必要なデータを引っ張り出してくる時に、フィルターをどんどんかませていくという考え方を、それをつなぐのがパイプという概念というわけです。これは非常に分かりやすく、いま私が少し話ただけで理解していただけたと思います。

このフィルターは実は数学で言いますと、関数という概念そのものであります。このUNIXというOSをつくった代表的な人としてトンプソンという人と、リッチーという人がいるのですが、このリッチーという人は、数学で学位を取っている人です。たぶん彼らの頭の中には実はここにある関数という概念が、意識しているかどうかは分かりませんが、入っていたらと思うと思います。

ここでいま関数というのは数学の概念ですが、実は数学の中でも分野によって、同じ関数という概念を変換と呼んだり写像と呼んだり作用素と呼んだり、これはそれぞれのニュアンスを表しているんですね、その分野、分野の。全部それを抽象して考えると、関数というのは実は「モノ」をその関数に放り込むと 赤いものを放り込むと青となって出てくる、これだけのことなんです。

「モノ」というのをわざわざカタカナで書いたのは、いわゆる普通の漢字の「物」という物理的なものというわけではなくて、先ほどの電子データであったり、あるいはさらにこの「モノ」というのは抽象的なものであって、三角形を入れるというふうにも考えてもいいわけです。それでカタカナで「モノ」と書いたわけです。当然数学にも、関数と関数をつなげるという考え方がありまして、いまのパイプに当たるものです。それが合成関数と言われるものです。非常にこれは抽象化した概念なのですが、こういうものが数学の至るところにあるわけです。

## ゲーム理論

いまはUNIXの例を挙げたのですが、次にゲーム理論の方にいきたいと思えます。ゲームには必ず3要素があります。ゲームをする「プレイヤー」。それから各々のプレイヤーは「戦略」を持っています。その戦略を各々のプレイヤーが打ち出し合って勝負をするわけですね。その勝負をした結果、勝ち負けが決まります。その勝ち負けの度合いを「利得」という言葉で表しています。それがプレイヤー、戦略、利得と言われ、ゲームの3要素です。ゲーム理論というの

は、20世紀の数学の天才だと言われているフォン・ノイマンという人がつくったわけですが、ここにもやはりどうしても数学の抽象化された概念が入り込んできています。

実際にゲーム理論をしっかりと理解しようとする数学の知識、それもそんなに難しい知識は必要なくて、集合の点とか、集合という概念や、いまお話しした関数という概念で、実は戦略とか利得というものはすべて記述されます。このゲーム理論というのが実はいまかなり経済学の中にも入り込んでいてそこで市民権を得ている状況になっています。

## 簿記論

もうひとつ、今度は簿記論です。実は、6、7年前でしたか、商学部で井尻雄士さんという方が日本に来られたときに、商学部の会計パートの方たちがホストになって講演会を催したんです。この井尻さんという方は優秀な方で、いまカーネギーメロン大学の大学教授の地位にあります。

この方の講演を聴いたときに、けっこう印象に残ったのでそのお話をしようと思えます。「三式簿記の研究」とスライドにあるんですが、その下のところに複式簿記という概念があります。これはいま世界中で使われている簿記の形態だそうですね。これから「だそうです」という言葉が多くなりますが、会計学に自信がないのでそういう表現になってしまいます。複式簿記は会社の財務状況を記述するときに財産と、たとえば、1年経つと儲かった会社は財産が多くなるわけですが、どうしてそれが多くなったかという理由を、右側の利益という概念で説明をするという考え方をしているらしいんですね。その財産と利益とふたつあるために複式簿記であると、こういう言い方をします。

そのときに、そもそも財産が多くなるか少なくなるかというのは企業にとっては非常に大事なことなのですが、それだけではなくてその増減を説明するものとして利益というものがあります。その対でもって複式簿記というものが出来上がっていて、それがいま世界中で行われているというわけです。その複式簿記というのは実は500年間ずっと続いている構造だそうですね。

会計学における仮説として、複式簿記の完全仮説というものがあるそうですね。もう複式簿記で完全なんだと、財務状況を記述するためには、ところが研究者にとってはそれは本当なのか、もっと拡張できるのではないかと、こういう考え方があるらしいんですね。

それが実はその本にある三式簿記の研究とつながるのです。下の三式簿記というのは、財産、利益というこれまでの複式簿記に加えて、井尻さんという方のオリジナリティーで利力という概念を提出しているわけです。この利力というのは実は物理学からのいわゆるニュートン力学の力の発想だということなんですね。そこでいわゆる会計学を研究するにしても、そういうたとえば力学とのアナロジーというのは非常に大事なんだということを井尻さんは言うわけです。

最後に、細かくお話しできませんが、三式簿記と微積分のアナロジーということで、実は関数の二階の微分を使って運動を記述するという、運動方程式のアナロジーで利力という概念を考え出したんだと、こういうわけです。そういった意味でこれも井尻さんが抽象的ないわゆる微積分というのをしっかり理解されていて、それをご自分の研究に適用したという実例なのです。

いまいくつか例を挙げたわけですが、要するにいま挙げた例というのは数学がいろいろな分野で独創的な活躍をするための教養になっていることを示しているだろうと思うわけです。そういった意味で、いろいろな教養の考え方はあるでしょうけれども、いわゆる専門に対してその単なる基礎知識ではなくその根底から影響を与え得る教養としての数学の勉強の仕方というのがあるんだろうと思うわけです。なかなか難しいことなのかもしれませんが、そういう意識の下に教養教育というものを考えると楽しいんじゃないかなという感じがするわけです。

尻切れトンボになってしまいましたが、そういう実例をお話して、いわゆる教養としての数学、ひとつの場面としての抽象性ということをご紹介して、私のお話としたいと思います(拍手)

**増田** ありがとうございます。普段縁遠いと思っているんですが、数学というのも応用、効用の面から、それからほかの学問からのアナロジーとしての、新しい学問の創設というところまでいくのではないかというお話だと思います。確かに昨年度のノーベル経済学賞ダニエル・カーネマンは実験経済学の中でゲーム理論を用いています。それからアナロジーとか、数学を使うという意味では実は慶應大学文学部の心理学、印東太郎先生(名誉教授でいらっしゃいますけれども)は、数理心理学という分野で世界的な名声を博しておられます。残念ながら私はあまり算数が得意でなかったのもので、その後は継げなかったわけですがそれでも、いろいろな学問の分野においていわば、基礎的な学問ないしは理



増田直衛氏

論的な側面の支援には、確かに数学の教養ないしは訓練というのは、必要であると思います。

### 自然科学としての心理学

**増田** 心理学が自然科学に入っているというのはやはりこれも慶應独自だろうと思います。あまり日本の大学の中で心理学を自然科学系列の単位とするところは多くないように思っております。おそらく物理学や生物学や化学の皆様は、「何で心理学が、あなたたち、私たちの部門にいるの」というふうにお思いになる方はいらっしゃると思うんですね。学生に話を聞きましても、「心理学を学ぶと人の心が読めるようになるのか」とか、それから「心理学ってテレビとかに出てきて当たり前のことを難しそうに言うような人たちのこと?」とかいろいろのことを言います。

私が、自分の時間の最初にこういうことを聞くとだいたいこういう答えが返ってきて、どうして心理学が自然科学なのと言って、自らの出生が明らかでない気持ち悪いんですね。心理学の自分探しというのを考えてみますと、実は先ほどの数学も含めて科学を、心理学者の J.F. Corso が *Experimental Psychology of sensory behavior* という教科書の中でこんなふうに分類してくれました。

科学をひとつはフォーマルサイエンス、つまり公理的なアプローチとそれからマテリアルサイエンス、実証科学とに分けて、それからマテリアルサイエンスをノモロジカルなサイエンス、一般法則を求める科学ですね。法則定立的な科学とそれから類型論、ティポロジカルなサイエンス。さらにティポロジーはヒストリカルなティポロジーと、システムティックなティポロジーと分けるんです。ノモロジカルなサイエンスとティポロジカルなサイエンスの違いというのは、ノ

モロジカルというのは一個一個の具体的な事象は捨てて抽象的に扱う一般法則を求めます。ティポロジーというのは個体差とか一回一回の事象を大事にする、歴史学とかですね。それから心理学で言えばパーソナリティー、個人個人のユニークさを記述するようなものを、ティポロジカルなサイエンスと言っています。実は心理学が自然科学になろうとしたときの出はじめは、19世紀末期にブントという人がこの心理学はノモロジカルな一般法則を求める学問として位置づけをはじめました。

ブント自身は科学というのをこんなふうに分類していました。公理を定めて演繹法によっているいまの小宮先生の数学というのはまさに典型ですけれども、これはフォルマーレヴィッセンシャフト *formale Wissenschaft*、つまり、常に抽象で具体的なものではない公理を、たとえば2点間の最短距離というのをこういうふうに分類して公理を決めて、後は定理で次々それを発展して積み重ねていって、新しい知識の体系をつくっていくという方法。それに対してリアーレヴィッセンシャフト *reale Wissenschaft* (実証科学)と言われている、いわば事実を元にする科学。これは帰納法によって知識の体系をつくります。この実証科学がさらにブントに言わせると主観がとらえる内容となる客観を用いる、これはナトゥールヴィッセンシャフト *Naturwissenschaft*、これが物理学、生物学、化学。それに対して経験内容そのものを扱う学問があるんですね。これをガイステスヴィッセンシャフト *Geisteswissenschaft*、精神科学です。心理学とか社会学はここに分類されます。

というふうにしてブントは居所をつくってくれたというふうに思っております。そうしますと、最初自然科学系とつけて数学があって議論になると言いましたけれども、ブントに言わせれば、そういう意味でサイエンスの中に、数学から心理学まで入れてくれるひとつの枠組みをつくってくれました。いろいろな学問が慶應の中にもあるわけですが、私は人の職業分類とか興味の問題などの理論から見ていきますと、学問というのも二次元の座標軸の中に入れてしまします。ひとつの軸がモノからカタカナのヒト、それから漢字の人という軸。それからいまの実証のリアルなところとそれから公理、理念というところですね。で、この二次元に置きますと、物理、化学、生物、人類学はこのあたりで、心理学というのは実証データを元にいわば漢字の人と、カタカナのヒトの間ぐらいのところに置かれるのが、たぶん心理学じゃなからうかと考えています。

それで、私の地図で言う一番遠いところにいるのが数学でありまして、いま先生とは近くに座っていますけれども、実は学問的な距離は非常に心理学というのは遠いところにいます。私が苦手な理由もここにあると、自分でこの地図上でこう置いているんですけど。

もうひとつ言うならばマイクロ・マクロの軸なんです。経済学でもマイクロ経済と・マクロ経済というようなことを言っていますから、実際学問というのはもう少し3次元的な立体の中に置こうかなとも思ったりするんです。いずれにしてもどこかで心理学の位置づけをしなくてはいけない、ないしは位置づけを置こうと考えまして、そうしましていろいろな学問と、ちょうど生物学が1975年にたくさんいろいろな、個別な科学分野が生まれてきたと言ってくださいましたけれども、心理学も同様でありまして、特に60年代、70年代にたくさんの学問、自然科学を含め、社会科学、哲学、あるいは数学とも非常に関連をもって心理学の分野がたくさん出てきました。1年間の教養教育の中でこのすべてのところを触るといことはもう不可能になってきています。どうしてもそこではどの内容をどんなふうに見えるのかということの問題にせざるを得なくなります。たぶんこれは生物学とか、ほかの学問でも学問が細分化されるに従ってそのような傾向というのがどうしても出てくるのではなからうかというのがあります。

#### ものの考え方の伝達

心理学で私の場合は何を目的にするのかということ、ひとつは大学の教養教育の中で具体的な知識の伝達、先日の国の、先ほど示しましたように、科学知識がどれくらい正しく伝わっているかというような事柄は知識の伝達だろうと思うんですけど、それ以外さらに深いところにはものの考え方の伝達ですね。どうしてそういうふうに見えるか。それとこれは、先ほど青木先生が物理学の場合になぞらえておっしゃってくれまして、私も同じようなことを考えておりました。ただし、私の場合には、進路的に「ああ心理学を勉強してよかったな」というふうに思えるかどうかとも心配なんですけれども。物理学とは違いまして。それで、ものの考え方。たとえば、私は5月のはじめごろ学生とこんなふうに関わりながら、わが増田製薬が新しい薬をつくったのでその効果を、どうやってこれを確認しようかというときに、実験者と被験者がいて、薬を与えて検査してもこれだとか何か分かりません。いくらなんでもこんなので実験なんかしま

せん。普通は前の検査、使用前、使用后とやってそれで見ます。こんなの週刊誌にも、それから新聞の広告に入ってくるのでもあるけど、けれどこれは自然治癒な可能性があるわけですね。この実験だけじゃだめだと。

ですから、普通は前に検査をしてふたつのグループに分けて、投薬する群、実験群と、統制群というのを置いて、そしてそれぞれ検査をして、これで差を見るようにします。こうしないと自然に治ってしまったのか薬が効いたのか分かりません。でもこれじゃまだその薬で治ったというのは、お医者さんから薬をもらった、片一方は飲んだ、片一方は飲んでいない。飲んだという暗示の効果ですね。プラシーボ効果というんですけれども、それかもしれないのでこんな実験ではまだずさんだよなと。それで丁寧にやるなら3つ群を置いて、あらかじめ効果が分かっている偽薬、プラシーボを飲ませる群を加えて3群つくて、あるいは統制群はなしにしても、少なくとも偽薬を飲ませる群との2群でやらないといけません。こんなふうにして、実際に本当にその新しい薬の成分が効いたかどうかというのを調べるというふうに厳密なのがいわば自然科学のやり方です。それで心理学もこういうふうになりたかったんだよという話をします。

もちろん、まだこれでも気になるところがありまして、被験者になる人が自分は薬をもらった、私のは偽薬だと分かってはいけません。それから検査する人が今度検査する患者さんは新薬をもらった人、今度診る患者さんは偽薬の人と分かってはいけませんから、そこも隠しちゃうといいですね。ダブルブラインドテストという方式をとらないと間違いを犯すかもしれないんです。

心理学の例で言いますと、20世紀の初頭にクレバー・ハンスという計算ができる馬が出現してしまって、プロシャの科学アカデミーは、生物学者、サーカスの団長等々、心理学者も加わりまして委員会をつくり、このハンスを検査して、危うく本当に計算ができると結論づけそうになったんですけれども、心理学者のシュトンプのお弟子さんのプフンクストという院生が決定的な実験を行いまして、問題を出す人、質問者が答えを知っている場合とそうでない場合とでやると全然正答率が違って、問題を出す人が知らず知らずのうちにハンスに答えを教えている行動を取っていた。そういう意味ではクレバーだったのはハンスだったんですけれども、非常に微妙な人間の方の動きを見ていてそれに答えているだけだよということをはっきり示すのは、やはり科学的な手続きによってはじめて、明らかになるんだというふうにして、い

わばものの考え方を教えるというふうなところが、心理学だよと話をしています。

そんなふうにして19世紀の末期に心理学は生まれてきたんですけれども、最後に私がいつも学生に感想を書いてもらうんですけれども、「何だか心理学って生物学みたい」と言われていますし、私の専門は知覚論なんですけれども、「それって物理学でいいんじゃないの」と言われたりして、いつでもずっと心理学というのは、アカデミックアイデンティティーを求めてさまよっているのが私の心理学です。またそういうことを、学生に伝えるというのもひとつの、自分たちの学問がそれほど歴史が長なくて確立していなくて、いま現場にいるところで、みんな一緒にこれを考えてよ、というようなスタイルでの提示というのもひとつのあり方、受け入れていく内容です。何も大学で教えられることがすべて正しい知識でもありませんし、それが未来永劫に正しいわけでもないというのも、ニュートンの古典力学と同じですね。それは常に変わっていくものであるし、となるとどういうふうな手順で、そのことが得られたのかということを引きちんと押さえ、それから学問自体が大学なら特に、もう高校までの教育で知識を伝授するところは終わって、新しく創造するところでは、そういういわば現場の苦勞というものを知らせるというのが、基本的なあり方ではないかなと思っているというのが私の心理学なんです。

私のプレゼンはこれで終わりにしようと思っております。これまでちょっと長い時間に渡りまして、小瀬村先生の衝撃的な授業風景からはじまりまして、数学それから心理学に、何だかわけの分からない鬼っ子みたいな存在まで含めまして、どういう意図を持って授業をしているか。それから何を教養教育に期待しているのか。それからこれからはどうあるべきか。あるいは青木先生からは教育者という問題とそれから研究者という問題ですね。そういうふうなことも議論できます。いまのところでの議論を展開したものでなんですけれども、まずは教養教育の中で考えて、いまのようなそれぞれの自然科学という教育のあり方について、フロアの方ないしはパネルの方から発言をいただきたいと思います。我々パネリストも、最初に言いましたように各教室の代表者ではありません。勝手な自分の授業を紹介しただけだというふうな思っておりますので、私は違う、俺は違うという方がいらっしやいましたら、まずは例をお話いただきたいと思いますけれどもいかがでしょうか？

特に自然科学と、それからほかの社会科学やそれから人文科学とは少しスタンスが違うのかなと思います。先ほども見てきましたように、特に慶應大学の自然科学、物理学、化学、生物は実験を伴うという大変ユニークな教育の仕方をしておりますけれど、それも含めて。はい。お願いします。

## 科学を知らないことの危険 (Q&A)

**小菅隼人** 理工学部の小菅です。理工学部で語学人文系を教えていますので、パネリストの方々とは逆の立場になるんじゃないかと思います。小瀬村先生をはじめとして、それぞれの分野の先生方のお話を大変面白く伺いました。

ただ、教養教育の中での科学ということを考えたときに、私は、たとえば生物をやればこういうふう面白いよ、化学をやればこういうふう面白いよ、数学をやればこういうふう面白いよ、というような面白さとか魅力を語るというのは、どの学問分野でもやることだと思います。おそらくすべての学問が自らの価値と魅力を語ります。しかし、教養教育の中で必要なのは、科学というものを知らないことがどんなに危険かという、いわば危機感というものを語ることで、私は思っています。

もうひとつは、そのように言うとき、必ず返ってくる反応が、「でも私はやはりこれこれの分野をやりたくて大学に入ったのです、両方できますか」ということだと思うんです。“全部ができるよ、ひとつのことが深くできた方がずっと素晴らしいんだ”というような一芸尊重の職業倫理観が、我々の中にも、学生の中にも、社会の中にもあると思います。しかし、そのような考え方は間違っていると思います。なぜなら、何かをやらなければ何かができるということではなくて、できる人は全部できるし、できない人は何もできないということの方が近いわけで、いま申し上げた極端な一芸尊重の職業倫理観というものを、崩していく必要があるだろうと思うからです。これはたとえば科学の先生が文学を語らなければいけないし、文学の先生が科学を語らなくてはならないということも、我々のFDの問題としてもあるかと思うのです。

すみません。ちょっとまとまりなくなりましたが、2点。ひとつは、科学の素晴らしさを語るよりも危機感を語らなくてはいけないのではないかということ、そして我々教員の側として一芸尊重を考え直すべきではないかということが2点目です。だれに質問というわけでもありませんが、あえて言え

ば小瀬村先生でしょうか。

**小瀬村** 確かに危険ということをお教える必要はあると思います。特に化学の場合は、そのことについては、たとえば、昆虫採集を例に挙げて地球環境の話をするときは、殺虫剤や除草剤といった農薬の危険性を教えています。たとえばDDTとかBHCなどの殺虫剤の話をするときは、化学構造式も示しますし、その毒性の強さやベトナム戦争で枯葉剤として使われた話やそのとき散布された枯葉剤、DDTですが、その中にはDDTの製造過程で副生したダイオキシンが含まれていて……などの話や、また場合によってはその薬物の作用メカニズムの話もします。さらに具体的にダイオキシンが1グラムで1万7000人、サリンは7500人を殺してしまう強い毒性を持っているということも話します。皆さんも、もし青酸カリを見せられたら後ずさりされるかと思いますが、それは青酸カリについての正しい知識がないからです。実は正しい知識を持っていないことが怖いんです。ちなみに青酸カリは1グラムで3人ですが、飲まなければ大丈夫です。というように、危険というキーワードを前面に出して自然科学の授業をすればよいのかというと、それは違うと思います。最初のページの「文科系の学生に対する教養教育としての自然科学は斯くあるべき」を見てください。とにかく自然科学に対して苦手意識を持っている文科系の学生には「ひょっとしたら自然科学はおもしろいかも!」と思わせることが大切です。

言い忘れましたが、当然実験のときはその危険性をしっかり認識させてから、またその回避方法を理解させてから実験に臨んでいます。

**増田** ほかの先生方、いかがですか？ ふたつの質問で。  
**青木** 我々の現代の社会は、科学的なものに頼っている部分が非常に多いわけです。それで先ほど言ったように「科学的真実」は何なのかと言ったときに、その持つ意味を分かってくれるかどうかということが重要です。それは自然科学の教育を受けていないとなかなか難しいと私は思っていますので、そういう意味では重要だと、常に思っています。ですから先ほども言ったように、科学的真実とは何かというのを、体験してもらおうというのは非常に重要です。「科学的真実」も絶対的なものではないわけです。事実でもたとえば古い理論が新しい理論に覆されたように進歩していくものですから、どういところが確実に分かっている、どういところが確実に分かっているのか。あるいは誤差の問題とか、そういうものを分かってもらうことが非常に重要だと感じます。

似たような意味で、文科系の学問もやはり重要だと思います。先ほど私が言ったように、理科系の学生に文科系の科目も必要であると思います。それで逆に文科系の学生もやはり理科系の科目を取るべきです。総合大学としては両方教えるのは使命だと私は常に思っています。

いわゆる一芸尊重についてですが、いままで私が見てきた人のなかで長い間クリエイティビティーを持ち続けられる人に、狭い視野しか持っていないとひとつのことしかやってこなかった人は非常に少ないです。いろいろ幅広い教育を受けて、いろいろな発想のできる引き出しの多い人は、長い間クリエイティビティーを保つことができると思います。そういう意味で、いろいろなことを学ぶ教養教育、文科系だったら理科系科目の方が、どちらかというと遠いと思えますし、理科系だったら文科系科目の方が遠いでしょう。専門から遠いことをしているということは非常に重要だと思います。

**増田** ありがとうございます。バランス感覚、生物学も生命倫理等々、あるいは遺伝子とか。はい。

**金子** 生命倫理や遺伝子を例にとりませんが、最初のコメントに対する私の考えを述べます。私は、危険であるということに力点を置くのは、何かあれやっちゃいけない、これやっちゃいけないという感じになって、あまりよくないと思います。ちゃんと原理を説明して、これがだめになって、こういうふうに崩れると、その結果としてこうなるよということはいいと思うんですけど、そちらに力点を置くのはやはりポジティブではないと思います。

それから2番目のコメント、多芸であらねばならないということ。教養教育に自分が携わってみると、質はちょっと自分では評価できないんですけど、どうしても多芸になりますよね。あれもこれもという感じで。慶應に来る前に、私は専門の方にいたんですけど、専門の人たちにもっと多芸になりなさいと現在は言いたい心境です。大いに賛成ですね。

**小菅** 第一点目に関しては、私の趣旨は、文科系の人間が科学的な知識を持たないでいることは、いわば科学者に対して知的な奴隷になることではないかということなのです。つまり、これから社会に出て行く上で科学的な知識があれば素晴らしい、ではなくて、ないことが非常に危険であることを教えるべきだという趣旨です。

**金子** そうですか。おっしゃられたコメントを少しとり違えて答えたかもしれません。

**小菅** もうひとつ、たぶん理科系の先生方が文科系の学問が必要であるというふうに思っているのと、文科系の先生が科学系の学問を必要だというふうに思っているのを比べてみれば、たぶん文科系の先生の方がずっと認識は低いのではないかと思います。そういう意味ではちょっと自己批判的になりますが、慶應にはそういう面での改革が必要だというふうに思っています。

理工学部はもう大学院の学生に人文教育をするカリキュラム改革もなされていますが、たぶんそれは文科系の学部にはないですね。そういうことがこれから必要になってくるというふうに考えています。

**増田** はい。フロアの方がいかがでしょうか？ 私も知らないことが危険、科学を知らないことは危険だよというのはよく分かるんですね。先ほどの薬の効果にしても、多くの場合チラシに入ってくるのは、こういうものを飲んでどこでもだめだったけれども、最後に民間療法でやって薬が効いたよと。本人にとって効いたことはそれでいいんですけども、それが本当にその薬が効いたかどうかというとまた分からないわけで、それは手続きをきちんと知っていればもちろんそれがブラシーボの暗示で治ってもそれは結構です。病気で、本人が納得すればいいんですけども、でもそのことは確かにそういうことがあるんだよということは教えておかなくてはいけないし、でないとかカルト宗教集団のようないわば英才に科学を振りかざされると、先ほどおっしゃったように奴隷になるということがあり得るとか、それは自然科学者自身にも言えることだと思うんですね。あの集団で私が誇りに思っているのは、心理学者は上の方にはいなかったと。少なくとも、はい。失礼しました。ほかにどうでしょうか。

**小沼通二** 私は自然科学の分野で物理なんですけれども、お聞きしていてやりとりがずれているんじゃないかと思います。というのは、科学を知らないことの危機というのは、たとえば慶應大学は半分以上は人文・社会科学系の学部です。そういう人たちが慶應を卒業して社会人になり、その中から会社のトップになったり、あるいは政治家になったり総理大臣が出てきたりなんていうことですよ。そういう人たちが科学を、中学でもう選択になりかけちゃっていて、高校はもっともっと選択になって、大学ではやらない。

そういう科学を全然知らない人が日本の国を動かす、あるいはそんなに大きな話でないにしても、だれでも自分の中で判断していかなければならないわけなんです。そのときに、科学を知らないで判断しているということが、ものすごく恐る

しいことだと、そういう感じがあるんですね、私は。だから先ほどおっしゃったのもそういう面があるのかなと思って聞いていたのです。

## 学部のカリキュラムと 教養研究センターの位置づけ (Q&A)

**塩見尚史** 神戸女学院大学の塩見でございます。少し初歩的な質問をさせていただきます。うちの大学には人間科学部がございまして、これは理科系主体(環境科学・心理学)の学部です。そのほか、文科系の学部として文学部(英文学科と総合文科学科)があります。この文学部の学生は、カリキュラムの中に環境科学の授業やバイオテクノロジーの授業、あるいは心理学などを自由に組み込んで、自由選択科目として履修していきます。ですから、別に1単位でも2単位でもいいし、一回生から四回生まで開講している科目を自分の判断で履修することもできます。そういうスタンスで文科系の学生に教養教育を行っております。本当に専門的な知識や伝えたい感性も得られ、それが自然科学のリベラルアーツ教育になっているのではないかと感じているわけです。そして、このことに対して特に不便さも感じていませんし、むしろたくさん履修してくれればデュアルキャリアとして逆に文学にも生きてくるというように思っています。そこで質問ですが、法学部で化学、文学部に生物があることがどうしても分からないままずっと聞いていました。私どものような理科系の学部をオープンにして、そこに授業を取りにいて教養教育をするという方法と比較して、こういうふうに教養教育をセンター化していった教育をするということのメリットというか、ここは違うというところがありましたら教えていただきたいと思っています。

**増田** これはどなたが こういうのは羽田先生(笑)。

**羽田** どうも遠路はるばるご参加いただきましてありがとうございます(笑)。神戸女学院からはこれまでもご出席いただいております。さて、ご質問の件ですが、いくつか誤解されておられる点もあるかと思っておりますので、訂正も含めて、私の分かる範囲でご説明いたします。

まずひとつ、慶應の場合、教員は学部に分属しています。つまり、それぞれの学部は専門系の教員と外国語を含めた教養教育系あるいは一般教育系の教員によって構成されています。大まかな言い方ですが、このうち文・経・法・商・理工・医学部に所属する教養教育系の教員が日吉キャン

スを拠点として教育・研究活動を行っています。ところで、日吉キャンパスで提供されるカリキュラムは大きくふたつに分けられます。ひとつは学部が独自に設置する外国語科目や専門・専門基礎科目です。もうひとつは各学部の設置ではありますが、実質的に学部共通科目として履修が可能な総合教育科目です。これが教養教育系の科目に該当するわけですが、たとえばパネリストの金子先生の場合は、所属の文学部とは別に学部を越えた生物学教室の一員でもあり、「生物」の授業もこの教室が責任をもって提供しています。あるいは小瀬村先生ならば、法学部と同時に化学教室にも所属しており、化学教室が「化学」に関する授業を組み立てるという形をとっています。つまり、教養教育系に関しては、教員は学部に分属しつつ、教育・授業のレベルでは学部共通の科目を担当する、という構造になっているわけです。ただし、形式的にはいずれかの学部が設置した科目としてカリキュラムに記載されています。

次に私どものセンターですが、よく「教養教育センター」と間違った名称で呼ばれることがあります。内部の人間でさえたまに間違えることがある。正しくは「教養研究センター」です。つまり、教養教育についての研究組織であるというのが基本です。ということは、いまお話ししたように、カリキュラムそのものはあくまでも学部主導でつくられています。これに対して、教養研究センターは現状のカリキュラムを出発点として、その利点・欠点も総合的にこれを再検討し、慶應義塾にとってあるべき教養教育のあり方についての提言や具体的なプログラム・モデルの構築、場合によってはその実験を行うといったことを主なミッションとしています。

もうひとつ、センターの重要な役割は、教員同士の交流や教育・研究情報の共有化を促進することにあります。私自身は経済学部にも所属しており、しかも普段はドイツ語を教えていますので、同じキャンパスの同僚といいながら実はまだ言葉を交わしたことがない先生方も少なくありません。今回にしても、このシンポジウムがきっかけではじめてお話しした先生もおられます。つまり教養教育系の教員といいながら、個々人に関する情報にせよ、実際的な交流にせよ、なかなか横のつながりをつくることができません。そこで、センターとしては、そのような機会をこれからも数多く提供することで、教養教育の新しい芽を生み育て、将来的には総合的な教養教育モデルをつくり出したいと考えています。本日のシンポジウムはその一環だとしてご理解をいただければ幸いです。

**増田** 私自身も研究員のひとりでありながら、話しながらよ



く間違うんですね。「教養教育研究センター」とすぐ言ってしまうんですね。このしみついているのも怖いものですね。そのほかに？ はい。

**小宮** いまのご質問の中で、神戸女学院では数学はお持ちではないかもしれませんが、慶應では数学だったら理工学部がありますので、理工学部で教育する、だからみんな理工学部に行って教育を受ければいいたろう、ということも選択肢としてはあるわけですね。そういうこともちょっとちらっとおっしゃっていたと思うんですが、そこで最近ちょっと考えるんですが、たとえば私の場合数学なんですが、数学を使って理工の方でしたら機械工学をやるとか、他の工学をやる、あるいは純粋に数学をやるという、それからこちらですと経済学をやる、あるいはひょっとしたらいまありましたように会計で必要になるかもしれない、そういうときに、いわゆるいままであった文系、理系の数学というのはそれほど意味のある分け方ではないような気がするんですが、その使うべきものが先ほど私が言った抽象化された概念を使うとすると、その使う概念が専門によって違うということはけっこうあり得るわけです。

そういうのがありますので、これは数学だけなのかもしれませんが、いわゆる、たとえば経済学を勉強したいと思って

いる学生に教えるべき数学と、たとえば機械工学をやりたいと思っている人に向けた数学とは、重きを置くところは違ってくるだろうと思うんですね。世間で思われているように、文系の数学はやさしく理系のそれは難しいということはまったくないんです。それなりの教育というのはどうも必要らしいなという感じは最近持っております。

#### 学問のつながり、体系をどう教えるか (Q&A)

**小沼** 一番最初の小瀬村さんがオムニバスでやっている、前に来なくても後から出てきても分かるようにやっているんだというお話をされましたよね。この話はとても私は最初から気になっていました。どういふことかと言うと、おそらくここにいらっしゃる方の中では、数学や物理が非常に典型的かもしれないけれども、次々に積み重ねていかないと理解できないという分野があるわけです。すべての分野がそうであるとは言いませんから、化学は違うのかもしれない。しかし、やはり自然科学はつながりが相互にあるでしょう？ そうすると読み切り、あるいは細切れの話というのはトピックとしてのお話ならそれでいいけれども、化学はやはり学問と

してひとつの体系になっています。もっと言えば先ほどのお話の中にもあったように化学と生物もつながっています。あるいは化学と物理もつながっているというようなことがありますよね。それでそういうことがトピックスとして来られるときに来れば楽しめる、先ほどのお話を聞いてみると楽しんでしまうという感じがあるけれども、そのもうちょっと何かあるんじゃないのか。そうかと言って本当に数学なりあるいは物理なりあるいはそれ以外の経済学でも何でもいいんですけども、本当にシステムティックに全部できるのかと言ったら、半年あるいは1年で終わろうと思えばそんなことはできるはずない。だからそれだって結局はバランスを取りながらトピックスも入れながらシステムティックにやっていると苦労されていると思うんですけども、化学はそれでいいんですか、というのが私の質問です。

**小瀬村** 確におっしゃる通りです。化学は本来、積み重ねの学問です。私は2年前まで理工学部にも所属していたのですが、当然専門科目として、私の場合化学を講義するのであれば、無機化学であれば、元素の周期表や原子の構造、電子配置の話から積み重ねていく授業をしたいと思います。有機化学ならメタン、エタンからはじまって、その命名方法やシグマ結合、パイ結合などの話から積み上げていくでしょうね。でも考えてみてください、文科系の学生にそんな講義をしたら、たぶん2回か3回で授業に出てこなくなります。語学の先生どうですか。たとえば、私は元素の周期表を丸暗記する時間があるならランドに行ってジョギングをして来なさいと言います。ただし、本棚のどの本を探せば元素の周期表が載っているか分からなくてはいいないと思えます。

とにかく興味を持たせることが大切なんです。難しい内容でもホットな話題だと興味を示してくれます。たとえば、バイアグラの話もそうです。バイアグラが男性性器を勃起させることは知っていても、そのメカニズムは知らないし、環境汚染の原因のひとつである一酸化窒素が実は生命にとって重要な働きをしていることや、その一酸化窒素がバイアグラと密接な関係にあることなど、メカニズムの話をして一生懸命理解しようとしているのが分かります。二酸化炭素の話もそうです。皆さんも二酸化炭素が温暖化ガスだということはご存じですよね。では、どうして二酸化炭素が温暖化ガスなのかとなるとどうですか。興味ありますよね。その知的好奇心の壺みたいなものを突くんです。

実際、二酸化炭素は大気中に0.0035%しか存在しない

です。酸素や窒素はたくさんあるのに、でも温暖化ガスではないんです。知的好奇心をくすぐりますよね。とにかくホットな話題を足がかりにして自然科学に興味を持ってくれたらと考えています。

**小沼** 興味を持たせるということですね。

**小瀬村** そうですね。はい。

**増田** たぶん世の中にはたくさんおいしいものがあるけれど、食べず嫌いというのが一番、かなり不幸なんじゃないかと思うんですね。私なんかは何でも、ゲテモノでもまずは食べてはみるんですけれどね。それを経験していればあのときまずかったけれども、次にはまたうまいかもしれないということも思うかもしれない。はじめから知らないと何だか分からないんですね。ですからそういった意味では教養研究の中で、いわばよく羽田所長がおっしゃるんですけども馬に水を飲ませることはなかなかできないんだけれども、連れてくるころまではなんとかしておかないと、それを飲むか飲まないかは別だけれども、そういったたくさん泉があるということは、知っておいていいのではないかな。あるいは知らせなきゃいけない、それがひとつの教養研究あるいは教育の中でのひとつの目標かもしれないねとよくお話をしているんですけども、そういうところではないかと思えますけれども。

## 専門とかけ離れた科目を履修させるべきか…… (Q&A)

**近藤明彦** 体育研究所の近藤です。私は体育が専門なのですが、今日の自然科学の先生方のお話の内容が自分の分野とも関係してくるので、いくつかお伺いしたことがあります。

ひとつは青木先生がおっしゃったハーバードの例でしたか、自分の専攻から一番離れているところの8つを選択するような、専門ではないところをある程度勉強させるシステムのようなものがやはり必要なのかどうかということです。

いまの学生は皆、自分のやりたいこと以外は全部切り捨てていく、それは高校のときからずっとそういうふうな癖がついているというようなことがあると思うのですが、そこについてやはり反対側も取らせた方がいいのかということがひとつ大きな課題だと思うんです。実際に体育などとすと、いまは選択制になっていますから、来る学生と来ない学生がいるわけです。体育の教員として何を考えるかということ、来る学

生というのは放っておいてもやる学生なんです。本当は来ない子たちを集めて教育するのが我々体育の教員が一番大切にしなければならないところなんですけれども。ですから、履修生が何人いたかとかいうことは非常に大事なことで、本当は来ない子をどう見るのが大事なのかなということ。

それからもうひとつは金子先生がおっしゃったように、自然科学系もずっと4年まで学べるようなシステム。そうすると反対側まで行きながらも4年まで学べるようなシステムという副専攻的なイメージも出てくると思うんですね。その辺が慶應義塾の中でできるのかどうか。カリキュラム改革の中でそういうことが考えられていくかもしれませんが、特に自然科学系の方は各教室で、ある程度専門の先生方がまとまっていて、これは体育と同じだと思うのですが、つまり、ある分野の専門家集団がカリキュラムを考えていくことができる点です。そういう場合に、学生が専門とする各社会科学系の学問分野と反対側の分野を担当する者としては、いまの2点についてどう捉えるか。やりたくない学生ほどやった方がいいと考えるのかということと、もうひとつは副専攻としてそういうものをある程度、取りたい者は3年、4年まで取らせた方がいいのか、その辺が出てくると、かなり幅の広い知識を大学卒業時に得られるのではないかと思うのですが、この2点に関して先生方がどうお考えになっているかちょっとお聞きしたいと思います。

**増田** いまの近藤先生からの件に関してどなたからでも。

**金子** 2番目の4年一貫教育に関して、違う視点から言いたいんですが、たとえば文系の子たちと講義や実習の時間にフランクに話している中で判ったことは、「本当はやりたい、けれどシステム上やれない」ということなんです。それで、私はいまのシステムがまだ不具合で不自由だからなのだろうと思っているわけです。現在カリキュラム改革などが着手されていますから、内容的にもっと融通を持たせるべく変えられると本当に受けたい子が受けられるようになるはず。こちらが大事だから教えるのではなくて、受けたい子がいる事実もあると思うんです。本当は生物は好きだったけれど数学が弱かったから行けなかった、その子たちを拾えるシステム。ちょっと違った視点から話していますが、それをつくる必要があると思えます。

**小宮** その辺に関しては、3年生、4年生に関して、やはり好

きだから取れるというシステムは非常に大事だと思うんですね。あともう1点ですね。最初の1年生、2年生のときに、自分のやりたくないものをやるべきなのかどうか。そうするとあまりやりたくないものをやるということ、昔のいわゆる一般教養の話に戻ってしまうかもしれないんですけど、自分の専攻するものではないものを先に取らないと専攻分野に行けないというようなそういう教育システムを取っている学校もありますので、その辺はどうなのか。先ほど神戸女学院の方のお話もありましたが、いわゆるバイキングで食べたいものだけ食べると。これは小学生だったら夕食に連れて行くとデザートケーキから食べはじめて最後までずっとケーキを食べて終わってしまう、そういう状態もあり得ると思うんですね。それで本当にいいのかなということなんですけれども。

**増田** おいしくないものを食べさせる方がいいのか。これは。

**小沼** 羽田さんを中心とした教養教育研究会に私もいたんですけども、そのときに非常に大きな、まさにいまの問題があったわけです。本当はおいしいかおいしくないか、好きか好きでないか分からないで取らないでいるというのが実際に起こることなんです。もっとも実際には、取りたくても時間割が重なって取れないというものが大部分なんです……。それにしても本当に取ってほしいものが、あるいは常識として必要なだけでなく後で必要になるんだよというものでも、選択科目であるとなかなか取らないでいるという矛盾があるわけでしょう。それはやはり1年生で入ってきた最初のときに学問はこんなにお互いにいろいろな関係があって、これをやるためにはこれが必要だよということを、公式ではなくて面白い話の中で伝えていくようなことがあると、「ああそうか」と。それから生物ではこんなことがあるんだ、数学にはこんな効用があるんだ、こんなつながりがあるんだ、というような話が分かったら、「じゃあやっぱりやりたいな」というのがもう少し増えてくるのかなと。

取りたくないのを取らせるという制度だけつくって何単位取れという昔と同じことが起きてしまって、やる気がなくて形だけ出ているということになってくるのではないかと、今日の話聞いていて改めて思いました。

**増田** もうひとつ。

**根岸寿美子** 教養研究センターというのは、私の理解では

いまの皆様方の言によればまずいものをいかにしておいしく見せて食べさせるかを研究する、そういうセンターじゃないかなと考えたんです。それである意味で言うと今度はまずいものをおいしく食べさせるにはそれぞれの人たちの教養を高めなければいけないから、教養教育に携わっている人の教養を高めるためのセンター、そういう意味もあるのではないかと、そう考えたわけです。

ですからいまのというと、あらゆるものがみんなこの歴史的な中に入っているのではないかなという具合に考えたんですけれど。

**増田** 大変直接的なコメントだったんですけどね。私はここに『サイエンスを再演する』という、下手なだじゃれの本があるんですけど、ここに1303年当時のツールーズ大学の時間割が出ていてやはりそこでは同じように倫理学だとか、私の専門領域で「知覚と知覚されるもの」とか、それから「動物の移動について」とかそういうものが置かれていますね。おそらくこれはたぶん神学とか法学の大学の、いまから700年以上前のところでも、同じように自分の専門以外のいわば自然科学的な知識というものがちゃんと置かれていて、それを勉強させられていたのか、おいしいと思っっているのか分かりませんが、そういったものが載っかっていて、たぶん長い大学の教育の中での問題なんだろうと思います。まだまだご意見を述べたい方はいらっしゃる方がいると思うんですけども、ちょっと時間が私の不手際で長くなってしまいました。最後に、羽田先生お願いします。

**羽田** パネリストの先生方、どうもありがとうございました。またフロアの皆様方、ご参加ありがとうございました。前回の外国語に関するシンポジウムもそうでしたが、今回もなかなか難しいテーマだったと思います。自然科学系に限らず、おそらくこれはどの分野・領域の教育にも当てはまることなのでしょうが、最後は「何をどのように学生に伝えればいいのか」という問題に尽きてしまうのかなという気がします。

現在、教養研究センターではファカルティ・ディベロップメントについて調査・研究を行っていますが、このFDにしても、究極的には授業の場において学生と教員がお互いにどれだけ幸福な時間を持つことができるのか、その幸福度を増すための方策を考えることにほかならないと言えるのではないのでしょうか。そして、そうした方策がポジティブな形で蓄積され、より進化していくことで、教育の質が高まっていくといった関係が成り立たないと、この種の問題は繰り返し同じ議論をし、そのたびごとに同じ地点で立ち止まってしまうことになるでしょう。

とはいえ、それがすぐにも実現できるような特效薬は残念ながらありません。今日のような取り組みを地道に重ねながら、また他大学の取り組みからも知恵を借りながら、それこそ一步一步成果を積み上げていかなくてはいけないのだろうという気がしております。その次なるステップとして、秋に「身体知」を軸に置いたシンポジウムを開催すべく、準備を進めつつあります。教養研究センターの活動にこれまで以上のご理解とご協力をお願いして、本日のシンポジウムを閉会いたします。今日はどうもありがとうございました(拍手)

## パネリスト紹介(発言順)

増田 直衛(ますだ なおえ) 本塾文学部教授

専攻分野: 実験心理学 知覚論

理論的には Gestalt 心理学、方法論的には実験現象学的アプローチにより、見えている世界の記述に興味をもっている。最近は、生き物の動き、風や雨の見え方に関心がある。

小瀬村 誠治(こせむら せいじ) 本塾法学部助教授

専攻分野: 化学生態学、天然物化学

植物の光屈性、アレロパシー物質の探索をしている。また、環境ストレスにより生産される生態系破壊型物質の探索をしている。

金子 洋之(かねこ ひろゆき) 本塾文学部教授

専攻分野: 発生生物学

多細胞動物が発生してくる過程で、細胞間相互作用、また細胞と細胞外マトリクスの相互作用が、その胚の形づくりにいかに関与しているのかといった発生生物学の問題に興味をもっている。

青木 健一郎(あおき けんいちろう) 本塾経済学部教授

専攻分野: 理論物理学

素粒子物理、超弦理論、非平衡物理の研究をしている。どのような物理現象がなぜ生じるかを、基本原理から理解するのを目的としている。

小宮 英敏(こみや ひでとし) 本塾商学部教授

数学では「関数解析」という解析学の一分野を専門としているが、経済学をはじめとする社会科学と数学との関わりに興味をもっている。

慶應義塾大学教養研究センター第3回シンポジウム

自然科学系を核とした教養教育の将来

2003年9月30日発行

編集・発行 慶應義塾大学教養研究センター

代表者 羽田 功

〒223-8521 横浜市港北区日吉4-1-1

TEL 045-563-1111 (代表)

Email lib-arts@hc.cc.keio.ac.jp

http://www.hc.keio.ac.jp/lib-arts/

©2003 Keio Research Center for the Liberal Arts

著作権者の許可なしに複製・転載を禁じます。