

No.113

December 25, 2002

Information

講 演

2002年9月5日（木）・第135回談話サロン（東京・弘済会館）

講師・演題

中島 尚正：「大学問題を俯瞰する」

社団法人

日本工学アカデミー

THE ENGINEERING ACADEMY OF JAPAN

日本工学アカデミーの使命

社団法人日本工学アカデミーは、広く学界、産業界及び国の機関等において、工学及び科学技術並びにこれらと密接に関連する分野に関し、顕著な貢献をなし、広範な識見を有する指導的人材によって構成されており、工学及び科学技術全般の進歩及びこれらと社会との関係の維持向上を図るため、下記の諸活動を通じて、我が国ひいては世界の発展に資することを目的とする。

記

- 1) 国内外の工学・科学技術政策、教育等に関する調査研究、提言活動を積極的に行う。
- 2) 国内外における学際・業際的及び新技術領域の活動を推進することに資する調査研究等の諸活動を積極的に行う。
- 3) 国内外の工学、科学技術の健全な進歩発展に寄与するための教育活動、及び一般に対する普及、啓発活動を推進する。
- 4) 上記の諸活動を効果的に実施するため、国内外の諸団体、特に海外の工学アカデミーとの連携を強化し、共同事業等を推進する。
- 5) 上記の一環として国際工学アカデミー連合の主要メンバーの一員として、特に近隣諸国における工学アカデミーの設立に対して、良きアドバイザーとしての責務を果たす。

2000年7月19日理事会

大学問題を俯瞰する



中島 尚正 (なかじま なおまさ)

1941年3月生まれ

1964年 東京大学工学部卒業

1969年 東京大学大学院博士課程修了、工学博士、東京大学工学部講師同助教授を経て

1983年 東京大学工学部教授

1992年 東京大学人工物工学研究センター長

1998年 東京大学大学院工学系研究科長、工学部長

2001年 放送大学教授、東京大学名誉教授

放送大学東京多摩学習センター所長

2002年 社会技術研究システム研究顧問

専門：人工物工学、設計工学、マイクロマシン、総合情報学

著書：「工学は何をめざすのか—東京大学工学部は考える」（編著）、
「人工物の構造と特性」等

司 会(大橋秀雄企画・政策委員) 第135回の談話サロンを始めさせていただきます。

9月になりましたけれども、大変暑い中をお集まりいただきましてありがとうございます。

私は、司会を仰せつかった大橋と申しますけれども、企画委員会と政策委員会の両方で委員をしております。

最後の談話サロンはたしか5月だったと思いますが、ちょっと途切れておりまして、山田専務理事がいろいろ考えたあげく、企画委員会とか政策委員会での議論の中から、いま、大学問題を中心として周辺の動きが激しい中で、全体を俯瞰できるような話を伺いたい。表題にも「大学問題(教育)を俯瞰する」とありますけれども、そういうことで山田専務理事から、きょうの講師の中島尚正さんをお願いしたところ、こういう難しい問題をお引き受けいただきまして、どうもありがとうございました。

「俯瞰」という言葉は、実は日本学術会議の会長の吉川弘之さんが学術会議の中で大いにはやらせた言葉でありますけれども、英語で言うとバード・ビュー、鳥になったような気持ちで見るとということのようです。しかし、鳥になった気持ちで一点だけを見ているのではただ単なる遠目なのですから、山も川も畑も森も全部一緒に見るといって

ころがバード・ビューの特色らしくて、きょうの表題のとおり、大学の問題を中心にして関連する問題をいろいろお話しいただくということでございます。

中島先生の略歴を紹介させていただきますと、1941年に東京のお生まれで、64年に東大工学部機械工学科を卒業されまして、大学院の博士課程を終えてすぐ講師に就任され、それから助教授になりまして、83年に工学部機械工学科の教授。産業機械工学科でしたっけ。卒業したときは機械工学科ですけれども、この後、学科増設部分は東大の機械も3学科に膨れ上がって、どこに所属するのか本人もわからなくなっていたりします。

中島尚正 はじめは機械、のちに産業機械です。

司 会 その後、いろいろ活発に活動されまして、東京大学の人工物工学研究センター、これは先ほどの吉川先生が大学の中でつくられたセンターですけれども、そのセンターの所長を92～97年まで5年間にわたって務められたわけでございます。その後、東京大学の評議員を経て、工学系の研究科長(昔で言えば工学部長)を98～2000年まで2年間務められました。2001年に定年になられて東京大学退官後、放送大学に移られまして、現在は放送大学東京多摩学習センターの所長をしていらっしゃいます。

ということで、教育畑一筋ですけれども、研究科長その他、全体的、それこそバード・ビューの機会を数多くお持ちでした。99～2002年までOECDの科学技術政策委員会の副議長をされておりますから、国際的にバード・ビューをしていらっしゃるというふうに思っています。

専門は、人工物工学、設計工学、マイクロマシン、総合情報学等でございまして、著書その他もたくさんございますけれども、省略させていただきます。現在お務めなのは日本工学教育協会の常務理事、大学評価・学位授与機構の大学評価委員会の委員、環境省の中央環境審議会の委員、総合科学技術会議の重点分野推進戦略専門調査会の委員などをやっています。

きょうは1時間ちょっとでお話しいただいて、その後、久しぶりにたくさんの方にお出でいただきましたので、そういう中から喧々諤々と議論していただき、何かまとまった課題ができれば、近ごろ作業部会という新しい制度ができましたので、有志が集まった作業部会で工学アカデミーの意見を取りまとめるという作業にもひょっとしたら進めるかもしれないと思っています。どうぞよろしくお願いします。

中 島 ご紹介いただきました中島でございます。2年ぐらい前に会員にさせていただきましたが、この会がどういうものか実は今日ここにくるまでよく理解していなかったのですけれども、このようなそうそうたる方の前で、しかも「俯瞰する」といったような大それたテーマをいただき、本当に今びくびくしているところでございます。よろしくお願いします。

「俯瞰」ということに値する話ができるかどうかわかりませんが、大橋先生から過分なご紹介をしていただきましたけれども、工学の教育に関してさまざまな経験をこれまでさせていただきましたので、その私自身の経験を通じて感じてきたことを少しずつご紹介させていただき、後半の活発な議論のタネにでもなればという気持ちであります。私の先生のような方々あるいは大先輩の方々がたくさんおられて、本当に場違いなところに入ってしまったという感じが、正直なところ、しております。

1. 学力低下問題

まず、大学問題の中で皆さんが共通して関心をお持ちの課題は、何といたっても学力低下ではないかと思います。これは大学だけではありませんけれども、新聞を開くと、毎週のように話題に事欠かないような感じがします。

これは、日本経済新聞紙上で先月末に教育学の潮木先生が述べられている話ですけれども、いわゆる学力低下は日本ばかりでなくドイツでも大変深刻な問題になっているそうです。具体的には、子供たちの学力、特に数学がOECDの約30カ国の中で20位になってしまっているということで、誇り高いドイツ人にとりましてはショッキングな話であること、この背後には、レジャー社会が裏目に出ているのではないかというようなことを紹介しています。

ともかく学力低下に関しましてはさまざまところで論じられていますけれども、大学の学力低下に関して組織的に行った例としては、ごらんのような大学入試センターが4年前に95国立大学に対して行ったアンケートがあります。362学部、これは文系・理系すべてを対象にした学部ですけれども、アンケート調査を依頼して361学部から回答が返ってきたという驚くべき数字です。

この結果を大ざっぱにまとめてみますと、まず、いつごろから問題が顕著になってきたかという点、大学入試センターが始まったころ、平成2年以降である。それから、何が問題であるかという点、必要な基礎科目を履修してない、理解が不足している、語学については、英語などの外国語ばかりでなく、日本語の能力もおぼつかないと訴えているわけです。

何が原因しているかという問もありましたけれども、それに関しましては、入学以前の高校も含めて学ぶべき基礎的な内容が身につけていないと指摘しています。

最近、具体的に数学力の低下ということがよく話題になっています。特に分数の計算が大学を卒業してもできないではないかということが問題にされているようです。しかし、これは冷静に見る必要があるかと思いますが、ここで言っている

分数というのは変数を含む分数でありまして、例えば、焦点距離を求めるレンズの公式 $1/a + 1/b = 1/f$ のような式とか、並列回路の抵抗の計算のような変数を含む分数ができないということがまず問題にされていると思います。しかし、考えてみると、私たち日常生活ではほとんどそんな分数は使わない。具体的な数値を入れた分数の扱いはあるかもしれませんが、あまり使わない。やや誇大化して喧伝されているところもあるように思われます。

むしろ大事なことは、もう一度分数の計算を教えたとして、それでもできないかどうかということではないでしょうか。つまり、コンピュータに例えますとOS、Windowsとかいろいろありますけれども、このようなものがちゃんと身についているかどうか的大事であって、アプリケーション・ソフトの類があるとかないとかということは大きな問題ではないと私は思います。分数の計算の場合も、恐らく多くの学生は四則演算などをもう一度5分でも10分でも教えてもらったら、間違えなく答えたのではないかと。あまりにも知識の断片的なアプリケーション・プログラムのことがいま問われ過ぎているような気がします。

それから、私も関係した東大生の学力に関しては、いまから4年ぐらい前ですけども、週刊誌でも数学力がずいぶん落ちているのではないかとこのことを指摘され、たたかれたことがあります。東大の工学部では、教養学部から進学してくる1,000人近い学生を対象にして、過去13年間ほとんど同じような問題を出題して得点を調べてきました。13年間の統計データがありますが、当初は平均点が55点ぐらいです。それがここ数年来下がってきて、13年間に10点ぐらい落ちているのです。

このことは確かに事実であって、工学部の教員たちも客観的にこの事実は受けとめています。私どもの工学部は、ちょうどこのころ外部評価をしました。工学部として初めての外部評価です。それに関連して、20学科の関係者たちに、数学力がこのように落ちていると週刊誌などはいっているけれども、進学後の2年間の専門教育をする上で支障を感じているかどうかというアンケートを内

部で行ったのですが、その結果は「ほとんど支障を感じていない」ということなのです。これは一体どういうことか。つまり、見かけの上では教養学部を終えたときの数学力は落ちているけれども、それは専門課程を学ぶ上で問題にはならない話であるということですが、この辺も、教える中身と必要なこととの食い違いのようなものが示唆されているかもしれません。

しかし、工学部の教員たちがほぼ異口同音に問題視し、また訴えていたことは、学習意欲が減退しているということです。つまり、学力低下よりも学習意欲が落ちていることに問題があるということが、いまの大学レベルで見た場合の学力低下の問題ではないか。

また、産業界の方たちからは厳しいことをいろいろと大学には投げかけられていますが、その代表的なものは、もはや卒業生に即戦力は期待していないけれども、せめて入社後、on the job training、つまり仕事しながら体験を通じてどんどん学んでいくOJTのための基礎知識は身につけておいてほしい。しかし、それが足りないということです。つまり、即戦力は期待しないけれども、OJTで能力をブラッシュアップすることは期待したい。それに必要な能力がついていないということを産業界からは厳しく問われています。

入社後に、専門知識の半減期、放射性物質にならって役に立つ割合が減る時間を考えてみると、現在は2~8年だと言われているようです。そのために、CPD(Continuous Professional Development)、継続教育ということが必要になるわけですけども、このあたりにも問題が生じているということです。

それから、私自身、いま放送大学の教授として社会人の学生向けに総合情報学を担当しています。放送大学は、普通の社会人ばかりでなく、大学とも単位互換協定をしています。通学制の大学生に放送大学の授業を聞いて単位をとってもらおう。そういう協定を結んでいます。特に、最近では教養課程が単科大学では維持しにくくなってきた。文学、哲学、歴史学、そういったものを工科系の大学で人をそろえて教えるのは難しくなったということで、放送大学に対する期待も大きなものがあ

ります。

しかし、問題は合格率が非常に低いということです。放送大学は入学試験がなく、「学びたい」という意思が入学の条件です」というようなキャッチフレーズがあります。しかも15歳以上であればいつでも入学できる。その入学試験のない放送大学の社会人の学生の単位取得の合格率が平均すると6～7割です。しかし、同じ教材をもとに学んだ通学制の20代の学生が単位認定試験を受験すると、合格率が3割ぐらいになってしまいます。何とかして甘くしてくれという突き上げもあるのですけれども、そうもいかない。

しかし、放送大学もお客さんを増やしたいわけです。そういう営業的な観点からしますと、もっとも甘くしたいところですが、そのくらい大きい差があると手の施しようがないわけです。これもやはり一般に言われている学力低下問題のあらわれではないかという気がします。

それから、学力低下とほぼ同じような課題として、若者の科学離れあるいは理工系離れといった問題があります。これに対しては、科学というものは非常におもしろいのだということを示そうとして、さまざまなイベントとかキャンペーンなどがいろいろ試みられているところですが、そういう科学離れを食いとめようとして熱心に活動している方たちが共通して訴えているところは、関心を持続させるのが難しいということです。おもしろい科学的なショーのようなものを見て一時的には感動するけれども、すぐそれが冷めてしまう。単なる一過性のおもしろさを追求するならば、何も科学や理科でなくてもいいわけでありまして、落語とか狂言、漫才でもいいかと思います。

しかし、落語の大家である小さんの話だっと思いましたが、落語はおもしろさを追求しているのではない、聞き終わってから、後でよかったと思わせることが我々のねらいなのだということをいっています。それから、若手で活躍している野村萬斎さんから直接聞いたことですが、狂言もその場でおもしろく思ってもらうことを単に期待しているのではなくて、半日も一日もたった後で、日常生活の中でふと、そのときのシーンを思い起こして、それで思わず笑ってしまう、そう

いうのが我々のねらいであるといっていました。一過性のおもしろさの追求には問題があるということ、その道のプロが感じているところですが、科学技術にもそれは当てはまることであり、いかにして関心を持続させるかが大事なことです。

学力低下の問題は非常に深刻な問題であるだけに、教育の方法論とか具体的な教え方に関心が集まりがちで、みんながさまざまなことを言い合いかねない面がありますけれども、これは極めて構造的な問題でありまして、さまざまな観点から検討することが必要だと思います。

特に、私が重要だと思うのは、いまはうまくいかないといっている対症療法的に何か考えようとするのではなくて、これまでどうしてうまくいったのか、たまたまこれまではいい条件に恵まれて、あまり努力しなくてもうまくいったのかもしれない、このような見方で広く検討してみることだと思います。

私自身、工学を教える場にいましたけれども、私が習ったところの教員に比べて、最近の教員はずっと教育に努力していると思います。昔の先生方からは教育に苦勞したという話は聞かない。それでいて立派な技術者がたくさん出て、世の中で活躍したわけです。

若手の先生方の教育負担は、現在では、東大の工学部でも相当なものです。産業界の方からは、大学、特に研究大学では、研究に熱心なあまり教育に手をこまねているのではないかということをよく言われます。特に私が関係している日本工学教育協会では、常にそういう目で産業界の方からは見られているように思うのですけれども、工学部に長いた者として弁解させていただきますと、実態は決してそういうことはありません。大変努力している。ただ、努力の仕方や動機が必ずしもよいとはいえないと思っています。

これはどういうことかといいますと、研究大学では大学院の学生が戦力になりますので、元気な学生、やる気のある学生は少しでも自分の研究室に誘いたい、囲い込みたいわけです。そのためには学部教育に非常に力を入れてやらなくてはいいけない。リクルート活動の観点から学部教育をしているように思えるのです。結果として、それがいい

い結果になっているかどうかは別として、努力していることは間違いないところです。

2. 教育動機と学習動機の乖離

それでは、実際に授業がどのように学生たちに評価されているか。4年前に東京大学の大学総合教育研究センターが、卒業間近の2月に4年生全員、4,000人を超える学生に対して、学部教育を振り返ってみてどうであったかという調査を行いました。約3分の1の学生がそれに対して回答しました。

その中で幾つか特徴的な、私たち教員にとっては大変ショッキングなことを挙げてみますと、東大新聞が大きく扱ってしまいましたけれども、学部を振り返ってみて授業内容に意味があったと思う授業が何割ぐらいあったかという問いに対して、「2割以下」であったという学生が58%を占めていたわけです。つまり、大半の学生は、せっかく苦勞して、親も苦勞して難関を突破して大学に入ってきたわけですが、大学の中で与えられる授業に対して非常に意味があったと思うのはせいぜい2割以下である。あとは、むだとは言わないまでも、いままでの努力には値しなかったと言ってもいいのでしょうか、このような評価をしている。

これは全学の平均でありまして、工学に関しては、実学でもあり、将来の就職にも関係し、卒業後の力にすぐなるということでもう少し高いのではないかと期待したのですけれども、全く同じ割合でした。有意差が全く見られない。これは我々工学部の教員にとってもショッキングなことでした。

ということは、教えようとする者の動機・目的と学ぼうとする者の目的・動機とが相当乖離しているということだと思います。

では、そもそも学生達はどのような目的で大学に入ってくるのか。これに関しましては教育学部で学部長を務められた佐伯胖先生が大変よくまとめられています。これは東大出版会の『UP』という雑誌に何年前に紹介されたものですが、学生の入学動機あるいは入学目的を程度の重要なものから順に並べて整理すると、4つに分けられるというわけです。

1つが卒業後の生活準備である。フリーターの言動によって、いまの若い者たちが就職をどのように考えているか、非常に混乱させられるのですが、恐らくこれは二極化してしまっていて、学生の多くは就職に対して強迫観念に近いような気持ちで臨んでいる。社会に出て先輩たちと、あるいは同期生の中で同じような扱われ方をしなくてはならないという非常に強い危機意識すら感じている。一方でフリーターというどうでもいいという割り切った集団がいますけれども、一般の学生たちは就職活動が重荷になっているようです。

2番目が「自分探し」です。つまり、受験勉強に追われていて客観的に自分を見詰める時間が足りなかった。社会の中に自分をいろいろ当てはめてみて自分が何に向いているかを試す場であるということです。かつて、東大でもオウム真理教に多くの学生が参加し、社会的な事件を起こしました。現在でも問題学生がいますけれども、彼らがそういうところにはまり込んだ1つの理由は「自分探し」で道を迷ったためではないかと思います。自分の可能性をさまざまなところに当てはめていくときに、運悪く深入りしてしまったのでしょう。

3番目が、知人、友人を得ること。

大学の教師がもっとも期待している知の探求というのが4番目で最も低い。問題は、卒業後の生活準備と知の探求とが結びついていないことです。大学で教えてもらうこと、授業で学ぶことと卒業後の生活準備とは別のものであると考えている。そういう状況がありまして、現役の教員としては動機の乖離に非常に悩んでいるところです。

先ほども申し上げましたけれども、このような状況を考えてみますと、現在が非常に難しいというよりも、過去がうまくいき過ぎた、むしろ過去は特別な条件に恵まれていたというふうに思ったほうがいいのではないかと、私は考えています。要するに、社会的動機付けがかつては非常に盛んであった、あるいは社会的な動機を発見することが容易であった。

これは、東大工学部に100年ぐらい前に外国人教員として就任されたCharles West先生の卒業式での予言ですが、卒業生、工学部の教員たちを前にして、「遠からず日本は欧米の工業国に肩を並べ

て一流の工業国になるであろう。工業立国に成功するであろう。」ということを話された。それを聞いて学生はみんなポカンとしていた。そればかりでなく、教員達も啞然としていたという逸話が残っています。

動機が強烈で、勤勉であり、モラルが高かった当時の工学部の学生は士族が非常に多かったと聞いています。武士のカルチャーが高いモラルの形成や天下国家を常に考えるということにつながったのではないかと。このような学生達の態度、また、社会の学生に対する期待の大きさなどからも Charles West 先生は工業立国を確信したのでしょう。

ともかく、社会では産業文化を興すようなこと、辺境の拡大、大きく発展させることに大変な関心がありまして、学生たちは知らず知らずのうちに社会の人々から持続的に、単発的ではなくて、そういった動機付けがされてきた。ところが、現在はもはや産業という文化だけの時代ではない。これは村上陽一郎先生がおっしゃっていることであり、また、最近の国勢調査でも裏付けられていることでもありますけれども、かつての工業型の文化、つまり、生産、消費、能率、無尽蔵、均質化、最適解とキーワードを並べてありますが、こういったことを重視した文化から、家政型の文化である維持、保存、融通、有限、異質、コンフリクトの少ない解、こういったものに確実に移行していることがうかがえます。

こういうことから、教育の仕方も重要ですが、教育の内容、つまり工学のあり方についても考え直す時期にきているのではないかと思います。これは工学ばかりでなく、ほかの分野の学問でも言えることではないかと思います。現在の若者の学力低下は、確かに学習意欲が落ちているという大きな問題がありますけれども、一方で、提供しようとしている学問とか文化そのものが、21世紀に生きる者たちにとって魅力が感じられない、それは本当に21世紀に役に立たないものかもしれない、あるいは役に立つものを与えていないかもしれない、そういった謙虚な気持ちで学問文化のあり方を問い直すことも重要ではないかと思います。

3. 技術者教育の再考

そこで、技術者教育についても少し触れておきたいと思います。工学教育の中で最も重要なことは技術者の教育かと思いますが、最近の動向としまして、JABEE などによる外部認定 (accreditation) があります。

これは、大学がある教育の目標を立てて、その目標が達成されているかどうか、アウトカムズがどうかということと、それが達成できるような教育改善の仕組みが持続的に機能しているかどうか、メカニズムがちゃんと存在しているかどうかをチェックするようなシステムです。これは産業界では既に採用されている品質管理に近い形ですが、品質管理技法を大学に導入したようなことと考えても間違いではないと思いますけれども、そういったことがいま志向されていて、技術者教育に関しては大変関心が高まっています。

この背景には、産業活動のグローバル化ということがあります。技術者の外部認定 (accreditation) も ABET 2000 をモデルにしていることからもおわかりのように、グローバル化のあらわれとして日本では取り組んでいるかと思っています。しかし、それだけを目的にして日本に位置づけますとどうしても限界が出まして、本来の目的が達せられないようなことがあるのではないかと、気になっているところ です。

むしろ技術者の質の認定は、技術が現在のように大きく我々の日常生活に影響を与え、環境化している。それから技術者自身も会社の技術者から社会の技術者へと脱皮しようとしている。そういうことに応えられるような教育を授ける。また、その質を担保すべきだと思うわけですが、グローバル化という意識が先行してしまいますと、国際並みになればもうそれでよしということになりかねない。また、それが最優先してしまうということで、やや問題があります。要するに、技術者認定に関しましては、グローバル化のためにやるべきだという意見と、本来技術者が果たさなくてはいけない義務を果たすためにやるべきだという意見の、大きく分けますと2つがあるように思われますけれども、両方の意見を組み入れること

が必要なのではないかと思います。

実際、外部認定が行われまして、工学の教育プログラムに対してJABEEによるお墨付きが得られる大学が増えているわけですが、問題は、その卒業生のすべてがその資格を得るのではなく、数割ぐらいの学生はそのコースを修了するが、残りの学生たちは、大学は卒業するけれども、認定の対象にはならないということで、卒業生が二重構造化してしまうという問題がこれから起きることが懸念されます。グローバル化を急ぎ過ぎると、そのことが問題になるような気もしています。

本来、技術は我々の日常生活に大きな影響を与えている。そういった技術を扱う者はしるべき素養を身につけなくてはいけない、最低限の技術の知識を備えなくてはいけないということで考えるべき話かと思います。

専門領域の細分化も最近の著しいことであります。先ほどのJABEEによる技術者の認定は、実際にはそれぞれの既存の学協会がそれを受けまして、委託されて評定するプロセスに入ります。これがまた1つ問題でありまして、学協会は非常にたくさんあることと、それぞれの組織の論理みたいなものがありまして、なかなか新しい教育をしようとする大学構想を受け入れることができないというような問題があります。

そういうことで、日本工学教育協会では既存の領域にとらわれない分野として、工学という新しい領域を設けました。括弧をつけていますが、工学(融合複合・新領域)。要するに、従来の専門領域から少し遠いようなものと新しい領域等を対象にするということです。

それから、専門領域化です。政治の世界もそうでしょうが、学問の世界は専門の分野が発展すればするほど細分化することを免れない。これは、城に例えてそれぞれの学会あるいは学科を描いています。土木、機械、電気、化学、それぞれ独立した構造を呈している。それだけならいいのですが、城だけでなく、堀までつくってしまって、交流が盛んに行われないようなことになりかねない。

確かに、こういった領域化は効率よく教育すること、あるいは既存分野を効率よく発展させる上では非常に有効です。さらに、学生にとりまして、

機械の学生ならば将来自分はどういうことになるのか、どういう位置付けになるかということがわかりやすい。先輩が周囲にいることによってわかりやすいということでは有効ですが、どうしても排他的になりやすい。総合的な理解を妨げ、まさに俯瞰的な視点が欠如しやすくなるといった問題が起こりやすくなります。

戦前の話ですが、アメリカでタコマ橋という吊り橋が、あまり強くもない風にあおられて、自励振動を起こして壊れた事故がありました。これは土木の技術者たちが設計して施工したわけですが、起こった現象としては空気力学のような分野が関係していたわけです。その事故の後、こんなこともいわれています。たとえ当時空力の専門家が吊り橋で自励振動が起こるということを土木の人たちに伝えたとしても耳をかさなかつただろうと。既に領域の細分化というのは長い歴史を持っていて、脱皮しがたいものです。

4. 専門領域の融合化、複合化、大括り化

学会とか大学ではこういった領域の細分化を越えて再編することはなかなか難しいわけですが、社会はもっと活発に動いていて先取りしています。最近では、専門領域の融合化、複合化、大括り化ということがさまざまな面で見られるようになっていきます。例えば、技術士の分科会では、現在の20部門に分かれている技術士をもっと大括りにしようということで、現在既に作業が進んでいます。これはグローバル化にも関係しています。APECでは11部門しかないのに、日本では20部門もある。現在では、電気・機械系、化学・生物・環境系、建設・土木系、それぞれワーキンググループをつくって大括り化する準備をしています。この3つに大括りすることはまずあり得ないことですが、APEC並みの10ぐらいの部門になるかも知れません。

それから、公務員試験の試験区分も大括り化とか融合・複合化が進んでいるところであります。公務員の1種、昔の上級試験ですが、それは行政、法律、経済はいままでどおりですけれども、そのほかの分野、人文科学とか理工系は、人間科学1、2

とか、理工1、2、3、4、農学1、2、3、4のように既に大括り化されて、13年度からこの試験を実施しています。理工系はいま4つの部門に分かれているわけですが、かつては十幾つかに分かれていまして、それぞれ分かれていた専門家を採用していたわけです。しかし、それでは問題があるということで、このようになっていきました。

なぜ実社会において融合化、複合化が学会や大学よりも進んでいるかといいますと、1つは、大括り化することによって、結果として社会との接点が増えるということで、社会や世界の動向に敏感にならざるを得ないということです。それから、組織がホモジニアスな組織からヘテロな組織にならざるを得ない。相互の触発効果、また異業種が自然に触れ合うというような効果でしょうか、持続的な発展が期待できるということがあるわけです。こういった社会の動きに対して、学会や大学は後れをとらないように努力していく必要があると思います。

同時に、また工学に戻りますと、工学の内容に関してもこういった社会の大括り化に見合うように再編する必要があるわけです。これは先ほどご紹介いただきました人工物工学にも若干関係するのですが、工学の基礎を再編する必要があるという吉川弘之先生のご指導を得て、私たちは工学の中を専門としては4つに分けまして、設計系、情報系、材料系、空間系とし、そのほか工学と社会との接点の部分ということで技術連携系を設けました。そう考えますと5つになりますけれども、この5つの系に工学基礎を分類して、工学部に進学しようとしている学生は、進学後でもいいのですけれども、このすべてを必修としてとらせる。つまり、工学基礎を全域化する、全共通化するということです。

しかし、このようなことは大学で実際にやろうと思ってもなかなかすぐにはできません。私の現役時代はただ夢に描いただけで終わってしまいました。しかし、大学よりも社会のほうが進んでいるということかどうかわかりませんが、岩波書店は理解して、『現代工学の基礎』というシリーズをこのような考え方に基づいてつくっています。ここでは特に設計といったことを強く打ち出して

ます。それから、5つの基礎を、必修にするという姿勢を打ち出しているところでもあります。

これは大学では、まだ、受け入れられてはいないのですが、技術士の試験ではほぼ採用されています。技術が我々の生活環境に与える影響の大きさ、あわせてグローバル化なども考えまして、技術士の制度が見直されていまして、法律に基づいて1次試験の科目なども改正されています。つまり、基礎科目、適性科目という新しい科目が昨年度の技術士試験から導入されています。適性科目には技術倫理などが入ります。基礎科目は工学の基礎を広く対象としています。

これまで、学力低下、動機の乖離、技術者教育について延べてきましたけれども、実際に具体的に教育を大学工学部でする場合に、工学の中身が現在問われているのではないかという気がしまして、また多くの方もそういうことを指摘されていますので、そのことに触れてみたいと思います。

5. 工学のあり方

いまここに映っているのはHenry Dyer先生です。いまから120年ぐらい前に日本政府より招かれて東大工学部の前身を設計したのですが、実は東大工学部として位置付けられたこの学部は世界初の工学部であったのです。

そのころヨーロッパでは実学よりも理論的な課題が優先していまして、総合大学の中には工学は存在しなかった、また、入れてもらえなかった。一方、産業革命発祥の地でありましたイギリスでは実学が盛んになりまして、工学は学問というよりも実践の対象として位置付けられていた。Henry Dyer先生はスコットランドの出身ですが、その状況をよく観察されて、これからの工学教育には理論と実践、あるいは理論と実務をバランスよく入れ込むことが大事であるといって、サンドイッチ構造という言葉がありますけれども、そういった理論と実践をうまくバランスをとるような工学部をデザインされたのです。最初にそれが設置されてこの理想が実現する場となったのが実は東大の工学部の前身です。

2年ぐらい前に、Henry Dyer先生の功績をたた

えて胸像をイギリスと日本の大学にそれぞれ贈呈するという式典が行われまして、前会長の永野さんにもイギリスのストラスクライド大学にお出ましました。Henry Dyer 先生が現在の工学の基礎をつくった。これは東大だけではなく、日本だけでもなく、世界の工学部の基礎をつくったわけです。東大工学部（前身）は当時は7学科ありまして、学生数は30名。1学科当たり5名足らずということになるので、少人数教育です。当時の学科は、土木、機械、電気、造船、造家、応化、採鉱・冶金、この7学科であった。2002年現在は17学科になり、学生数は1,000名ということで、大変大きくなっています。

Henry Dyer 先生の理論と実践の併用型のモデルは大変成功したわけです。日本が工業立国を果たしたのもこの理念のおかげだと思います。そういう意味ではこのモデルは有効に寄与したわけですが、工業立国を実現し豊かさを実現したが、地球規模の解決困難な諸問題を起こしてしまっている。これは私が申し上げるまでもないわけですが、温暖化、事故の大型化と日常化。日本全体で毎日数百人の死者が出て何も感じないように交通事故が日常化している。あるいは廃棄物の蓄積等々の問題があります。こういった問題が出て、21世紀の工学として Henry Dyer モデルそのものでは限界があるであろうと我々も感じてきました。

さて、吉川弘之先生が総長になられる1年前に人工物工学の提唱をされて、東大に人工物研究センターをつくられました。当初、私はそれに関わりました。人工物工学は、哲学をはじめとして他の分野からもいろいろと批判され、反省を迫られている工学を、工学の内部から反省し、学問的に見直して、それを基にして現在の工学を再編しようというねらいではじめたものです。先ほどの専門領域の細分化なども人工物工学の研究対象となりますが、最大の課題は知識体系がどうかということです。

これについて結論からいいますと、工学はいまだに工学を記述するのにふさわしい記述方式を持っていないということになってしまいます。どうということかといいますと、工学でよく使われている教科書を調べてみますと、例えば、流体力学

を例にとりますと、まずナビエ・ストークスの基本式を導入するところから始まります。そして、式が全部出揃いますと、それを使って流体の現象をそれぞれあてはめてみて、完全にはすべてというわけにいかないでしょうけれども、ほとんどの流体の現象が説明つくということをする述べていくわけです。その流体がとまっても、滝のように激しく動いていても、適用できる。また、液体であっても気体であっても特別な場合を除いて適用できる。そういうすばらしい理論体系であるということを学生達は知り、感動するわけです。

こういう基本式をまず導入して、それから定理を引き出すような形でアプリケーションしやすい形に展開していくやり方になっていますけれども、これは実はニュートン力学の型そのものです。『プリンキピア』でニュートンは基本法則を3法則、それから万有引力を提示して、それから諸定理を導いています。この形もユークリッド幾何学に似ていますけれども、その中でリンゴの落下から遠い宇宙の惑星の動きまですべて説明できる。

この知識の記述というのはまさに演繹的です。つまり三段論法であって、これは釈迦に説法かもしれないけれども、例えば「人は死ぬ運命にある。私は人である。ゆえに私は死ぬ」、そういう論法です。工学の中で体系がきれいにできている分野、特に何々力学と言われている分野は、ほとんど例外なくこのような演繹的な記述になっています。

それに対して、推論に関してはほかに帰納というのがあります。「過去に永遠に生きた人はいない。この事実は将来も真実であろう。ゆえに人は死ぬ運命にある。」というものです。しかし、演繹と帰納をいくら組み合わせても、工学の重要な課題である創造あるいはもっと日常的な設計のプロセスを記述することはできないです。設計というのは法則を誘導することではなく、むしろ法則を参考にして事例をつくるような問題です。いかにしてその事例を推論していくかということが伝統的な演繹や帰納からは全く説明されない、そういう問題があるわけです。

しかし、そういった問題は我々人工物工学が問題にする前から先人たちは問題にしていました。

アメリカの哲学者である Charles S. Peirce は、早くからこのような発見的な推論、発明・発見の原理に注目して、どういう論理の思考過程かということを経年にわたって研究した。そして、それはアブダクション(abduction)だということを前世紀にしています。

簡単にこれをご紹介しますと、例えば「Aが殺害された。証拠の断片 U,V,W,X がある。」とします。これに基づいて、犯人が B であると推論する。なぜならば、B を犯人と仮定したときのみ手にしたすべての証拠が統一的に説明できるからである。これは限りなくシャーロック・ホームズの推理です。実際にシャーロック・ホームズとの対比で Peirce を研究した哲学者もいます。

説明は略しますが、このアブダクションの考え方は、ニュートンが運動の法則を考えたプロセス、建築家の設計のプロセスと非常に近いということを人工工学では認めています。しかし、そういう演繹でも帰納でもないそういった知識であるアブダクションを記述する方法は、残念ながら、いまはないということです。したがって、せっかくの技術的な体験などが十分に生かされなくて、失敗によって獲得された知識は十分組織化されない、そういったことにつながっているかと思いますが、教育と結びつけて、いかにして合理的に設計のプロセスを記述する方法を編み出すかということを手がける必要があるかと思っています。

もっとも、設計は記述できないかということ、決してそうではなくて、具体的なポンプとかカメラの設計はそれなりに書けるわけです。しかし、カメラの設計書を見てポンプを設計することはできないし、またコンパクトカメラのマニュアルを見て一眼レフカメラの設計はできないということで、共通性のある基礎的なところで本質を突いたような記述が非常に難しいということです。

さて、そういったことで工学においてアブダクションに関係する設計や創造を教えるのは非常に苦労するわけですが、東大の工学部では2年前に外部評価を実施したときに、自己点検の1つの目標として工学のあり方なるものを検討しました。当時400人ぐらいの教授・助教授がいましたけれども、そのうちの1割ぐらいが参加して、21世紀

はどういう工学であるべきか熱心に議論した。

そこで、まず大きく打ち出したガイドラインの、1つは、21世紀の社会と環境に責任を持つ必要があるということです。2番目の技術革新に挑戦し新産業と文明を支えることは、これまでも重視されてきたことであり、21世紀はいままで以上に重視されなければならないが、それに加えて、社会と環境に工学が責任を持つということを憲法のように位置付けまして、それに基づいて、従来の発展型の工学に加えて新しい工学を提唱した。

これは『工学は何をめざすのか—東大工学部は考える』にまとめていますが、その中の幾つかの例をご紹介しますと、例えばヒューマンウェア工学という名前の付いた分野があります。これは実は5～6年前にJR東日本の寄付講座として東大の産業機械科がそれを受けて3年間運営したものです。これはどういうことかといいますと、ものづくりの基礎としては従来型の工学や自然科学に根差した生産技術がいろいろあるが、それを使ってもものづくりをしたのでは性能・経済性・効率・安全性といった基本的な満たすべき条件は満たせても、人間性・情緒・感性といったようなこれまで工学が苦手としてきた特性は実現することはできない。しかし、最近の工業製品はどちらかというとそのような面が消費者の心をとらえている。

例えばソニーの“アイボ”などは役に立つ仕事はしてないが、人の心をとらえている。ヒューマンウェア工学ではその辺の橋渡しをしようということで始めたわけで、工学部出身の工業デザイナーとそういったことに造詣の深い設計者に客員助教授として参加して貰って、従来型の工学でこれまで扱いかねて手をこまねいていたところを、研究していただいた。

その中では、アーティフィシャル・フレンズを修士論文のテーマにしたことがあった。アーティフィシャル・フレンズというのは仕事はしないけれども人にとって無視できない魅力を感じさせるもので、そういうものをとにかくつくろうとした。

修士学生の1人がつくったものは、犬の形をしたロボットに紐がついて、その紐の引き方によって、飼い主が丁寧に扱っているのか、やさしく扱っ

ているのか、邪険に扱っているか、そこを判断して、邪険に扱っているときは反抗し、やさしいときには近寄る、そういうような行動をするというものです。それがいまになってみればソニーの“アイボ”に非常に似ているのではないかと思って、基本特許を押さえておけばよかったと残念に思っているところです。そのような研究活動は大学で5~6年前に芽生えていて、当時の我々の見通しも決して間違っただけではなかったと思っています。

これはこの寄付講座でつくったソーラーカーで、能登ソーラーカーレースの60kmぐらいのコースを実際に走破しました。この寄付講座の先生たちが指導して、修士や学部の学生10人ぐらいのチームをつくって実際にこのようなソーラーカーをつくったわけです。いまでいうところの創造性教育とかPBLになるでしょうけれども、これでも2,000万円ぐらい費やしています。

これはそれなりに教育効果は上げたと思いますが、いま振り返ってみて反省させられるところは、参加者すべての学生がこれによって持続的に関心を持ち続けたわけではないのです。レースに出るときとか授業のときはこれに対して非常に引かれるところがあるけれども、それが長続きしないということです。それは実際に指導した先生方が一番失望したところであります。こういったところでも社会的な動機付けの重要性が強く感じられます。

工学を感性や情緒の世界に広げることが重要だと思いますが、工学をもっと社会に結びつけて、文理融合型の学問を工学が先鞭をつけて開発することも重要です。例えば、総合情報学がありますが、単に情報工学ではなくて、情報化が人の営み、産業から文化までに与えるそういった変容を理解しつつ、技術とその影響を両方考えるような新たなスコープに基づく学問、こういったことが重要です。

6. その他の問題点

それから、お配りした最後のページにメモをつけてあります。1つは、研究に関して非常に懸念されることを指摘したい。それは、いまの東大ある

いは旧帝大のような研究大学として社会から認知されている大学でも、研究の主体は修士課程の学生です。修士課程の学生は2年間在籍しますけれども、最初の1年間は元4年生というわけで、学部卒の力しかないわけです。そういった者を対象にして研究大学でも研究を推進せざるを得ない。博士コースの進学者が非常に少ない。特に日本人の学生は少ない。どうしても修士課程に見合うようなテーマにトリミングして矮小化してしまうことは避けて通れません。これは日本の研究を考える上で大きな問題ではないかと思います。

教育面からしますと、多様な人材を大学でお招きしたいわけですが、現実にはそれがあつたために制約になっていることをあえて挙げますと、1つは設置審、もう1つは博士号です。

設置審について文科省は大局的な観点から考えていると思いますが、設置審にかけられるということで研究論文がたくさんある人でないと、当事者である大学が学部新設等における人事の対象としないことがよくあります。私も産業界の人を教員として推薦してくれと頼まれて、これはという人を推薦したこともあるのですが、最終的には、設置審が怖くて、内部で取りやめましたという残念な話を何回か聞かされたことがあります。

それから、学位がないという理由で採用できない。大学教員は無免許教員で、教員免許があるわけではないですけれども、学位が事実上の免許状になっています。逆に、学位がないと採用することは極めて難しい。建築家の安藤忠雄さんぐらいになれば一あの人は学位どころか大学を卒業していない—安心して採用できるとはいつても、実は工学部の審査のときに、私達は大変に心配していた、そういう状況があります。

3つ目は、これは今井兼一郎先生から教えていただいて、私も強く感じているところですが、女性技術者の育成の問題です。日本では関心が非常に薄い。アメリカでは大変これがいま問題視されています。つまり、女性技術者がなかなか育たないことが問題視されて、いかにこれを改善すべきかということにNFSなども大きな予算をつけて大規模に検討している。

私も、今井先生からこのことを指摘されて、関係者に少し働きかけてみたのですが、現在では女性研究者をどう遇するかという関心にとまっています。「女性技術者ってどんな人がいるんですか」と逆に聞かれて驚いたのですが、女性技術者は社会的にまだ存在が認識されていないほど後れをとっているのかなと感じています。

「俯瞰する」といったテーマをいただきながら、十分なお説明はできませんでしたが、私のこれまでの経験を通じて感じたことをいろいろお話しさせていただきました。どうか後の議論のご参考になればと思っています。どうもご静聴ありがとうございました。

司 会 どうもありがとうございました。

学力の話から始まりまして、学ぶ目的、工学教育、領域の話、工学のあり方、最後の問題点に至るまで、まさしくいろいろな問題をご指摘いただきました。これからちょっと頭を冷やしてからディスカッションの時間に入りたいと思います。

——休憩——

司 会 問題がかなり多岐にわたっておりまして、最初に学力とか学ぶ目的あたりから入っていったらどうかと思います。

私自身、大変衝撃に思ったのは、東大の学生に聞いたところ、学部学生の入学目的は「自分探し」ということがありまして、日本でもいわゆるリベラルアーツに対応する教育は東大の教養学部がそれになるかもしれませんが、国際基督教大学などはそれを志向しているし、今度、駒澤大学はリベラルアーツ学科をつくるという話で、少しずつ注目が集まっています。そういう少数の例外を除けば、日本の学部教育は、工学部をはじめとしてほとんど専門教育を目指しているわけです。法学部も農学部も医学部ももちろんそうです。もういっそのこと学部教育は全部リベラルアーツにしたほうが人間探し・自分探しに合うのではないかなという気すらするくらいで、教育が基本的にニーズと合わなくなっているのではないかなという感じもいたします。何か教育のあたりからご意見を伺っていきたいと思います。

どうぞ、佐藤先生から始めてください。

佐藤 豪(慶應義塾大学名誉教授) 慶應におりまし

て、偏差値が70近いところから金沢工業大学の偏差値40ぐらいのところまで行きまして教育をやったのですけれども、慶應の学生はわりにかつよくしたがるものですから、あまり何を考えているかがわかりませんでした。金沢工大はざっくばらんでして、自分探しの旅に出てしまったりするわけです。旅に出たやつは、その後、顔も変わりますし、ものすごくよくなるのです。だから、いなくなったら私はしめしめと思っていたのですが、周りの人たちは家出かというような話になって困るわけですが、本当に自分探しをやるわけです。

教員の側としては巣立ちの準備をしてやっているという考え方をして、ご父兄といろいろ接触する機会があるのですけれども、一緒に巣立ちの準備をしてやりましょうというようなことを言っています。その辺が偏差値の低いほうではかなりいいような気がしております。エリート校の場合はちょっとわかりません。

司 会 容認派のご意見をいただきました。いかがでしょうか。これはきっかけでございますけれども、何かご意見ございましたらお願いしたいと思います。

伊藤利朗(三菱電機(株)顧問) 最近は人生が男では78歳で、それは1歳で死ぬ人も含めての平均ですけれども、我々の年代になると90歳まで覚悟しておかなければいけないということになると、企業に勤めていても、定年後の生活をどうエンジョイしていくかということが重要な問題だろうと思います。そのときに、ゴルフか甚ぐらいしかできないようでは、それもまた楽しみの1つだと思うのですけれども、ちょっと寂しいのではないかな。やはり知的活動、しかも創造的活動をもっともっと自由に、例えば工学部でいままでやっても、漢詩の分析をやっても構わない。そういうことができるような人間を育てていくことが今後重要なことになるのではないかな。いままではあまりにも工学部なら工学部という非常に狭い範囲の知識しか平均的には習わなかった。

もう1つ、大学の先生の視野が狭い。専門分野があまりにも狭過ぎて、我々、大学の先生と会合したことがあるのですけれども、自分の専門分野

を離れると全然興味を示されない方が非常に多いのです。こういうことでは話にならないと思っております。もっともっと先ほどおっしゃったヒューマンウエアを重要視して、企業で働いて金をとることが目的であるといままでは思っていたと思うのですけれども、そこから何とか離れる必要があるのではないかと思いながら聞いておりました。

それから、アブダクションとディダクションとおっしゃいましたけれども、アブダクションにはディダクションが重要な役割を果たしていると思うのです。証明するためには。しかも、ディダクションはアブダクションから生まれているのではないか。例えば流体力学でもリリエントールあるいはライト兄弟、それから非常に泥臭い考え方で物事を見ていくとか整理していく、そういう学者の方がアブダクションをやって、一応現在の流体力学のようなきれいなものができている。しかし、現在においても何か流体で飛ばそうと、例えば任意の形をした風を飛ばそうと思ったら、これはアブダクションでないとできません。ディダクションなんてやっていたら役に立たない。役には立ちますけれども、立たない。そんな感じがしました。

中 島 アブダクションの説明が十分ではなかったかと思いますが、確かにディダクションと関係が非常に深いわけですが、アブダクションは間違いのあり得る推論だということをいいますね。それに対して、ディダクションやインダクションにはほとんどそれがない。そこが違う。それから、演繹の大もとになる原理・公理のようなものはアブダクションによって生まれるのだということで、両者は1つのサイクルの中に入っているわけです。

それから、先ほど生涯学習のことをご指摘になっていましたが、これは私自身のPRになってしまいかねませんけれども、放送大学は生涯学習を支援する大学でございまして、いま学部生は9万人余り、大学院生は約1万人います。そのうち修士課程を目指すものは試験がありまして、一学年500人です。今度、私のおります東京多摩学習センターの卒業式で94歳の学生が卒業する予定です。職業は仕立屋さんです。関心を持って、これまで

とは違った分野を勉強してみたいというエンジニアリングの方が、文学とか哲学とか歴史を学ぶというケースが非常に多いです。ご参考にしていただければと思います。

中原恒雄(住友電気工業(株)顧問) 2点ほど問題提起したいと思います。

学生の入学目的あるいは意味があった授業はという調査を東大の大学総合教育センターがなさったということですが、こういうことを調査するのにこういう方法で本当にいいかどうか。例えば「意味があった授業は」というのを、まだ社会を全く知らない4年生の学生に聞いて的確な答えが本当に得られるかという問題があるように思います。次に、入学目的ですが、もっと現実の現象は、もちろん受験して受かったから入っていたというのが現実だと思うのです。ですから、学生がどうやって意義を見つけていくかということで、最初に入学してしまっているというのが現実に近いような気がするのでございますけれども、それが一点です。

もう一点は、最初に学力低下問題があって、最後に工学教育のあり方があって、あるべき姿から考えると、どういう学力が本当に必要なのか。本当にあるべき教育の仕方に対して実力が低下しているのか、それとも既定観念ではかるからおかしのかというようなことの循環的な評価はどういうふうにお考えでしょうか。

中 島 どうもご指摘ありがとうございます。確かに、意味があった授業というのは、卒業してしまうと学生をつかまえにくいからというので、社会に出る前に母集団を選んだかもしれませんね。ご指摘のように、社会人になって振り返ってみるのが本来の調査だと思います。4年間を振り返ってみて授業が楽しかったかどうかとか、そういう調査に終わってしまっている可能性は確かにございます。

ご参考までにこの話を、江崎玲於奈先生にお伝えしましたところ、江崎先生は東大の物理学を出ておられますけれども、そのときにたしか50%の授業は大変よかった、中でも最も社会人になってから役に立ったという観点で思い出されるのは高橋英俊先生の固体論であったということをおつ

しゃっていました。

そういうことを考えますと、確かに卒業後5年ぐらいたってから振り返ってみると、あるいは意味があったのが2割から5割ぐらいになっていたかもしれない、あるいはもっと減っているかもしれないが、正しい調査になっていたかもしれません。

それから、「入学目的」というのは私の言葉が間違っていたのかもしれません。佐伯先生は入学の意義、あるいは、大学の存在意義という表現だったかもしれません。いずれにせよ、学生は目的すら意識していないで大学に入ってしまう。受験という慣性で、大学に入ってから意義を求めようとする。その意義がこの4つであるということは、ご指摘を受けて、確かに私もそのように感じました。

3つ目の、あるべき学力は、これは特に放送大学にいても感じるのですけれども、自発的に勉強しようとするエネルギーを持った状態にするようなものということでしょうか。要するに自発的な学習をエンカレッジするようなものが大事だと思います。例えばいいかどうかわかりませんが、コンピュータでいえばOSなのかなという気がするのです。極めてベーシックなOSというべきでしょうか。それさえ持っていれば、社会に出てからいろいろ経験し体験することのうち重要なものが取り込まれて、血となり肉になるというものでしょうね。そういうことに寄与する知識が基本的な学力として在学中に付与すべきものだと思いますけれども、一体それは何かということを明示的に問われると非常に困るわけでございます。ともかく、世の中で活躍していらっしゃる皆さん方に共通して言えることは、自発的な学習、生涯学習を体験を通じてうまくやる能力に長けた方だと、私は思います。

司 会 「意味があった授業」が20%というのは大学生に聞いたからいけないということのようですけれども、IMD(Institute of Management Development)、ランキングを発表しているスイスのシンクタンクで日本のユニバーシティ・エデュケーションが49カ国中49位と一番ドンジリにきているのは、産業界のリーダーたちに対して、「あなたは大学時代に学ぶことができましたか」というふうに聞いたら、「何もありませんでした」と。そ

れから、「あなたの会社がこれだけ成長してくるのに、大学から援助してもらったことはありましたか」というふうに聞かれたら、「何もありませんでした」と。そういう答えばかりインタビュアーにしたものですから、とうとう49番目になってしまったというわけです。

そういう中でかなりのてらいがあったかもしれないけれども、私自身、機械を卒業してすぐ就職して、会社に入って比較的早く先輩にキャッチアップできたのは、まさしく大学で教わったこと(学部教育)だと思っていますから、意味がなかったなんてとんでもない、すごく意味があったと思っていますから、大学教育から学ぶものがなかったとおっしゃるのは、日本人独特のてらい、何となくかっこつけようというところがあるのではないかという気がします。

そうですね、卒業生に聞くのと、学部学生に卒業する前に聞くのとでは、若干違いがあるかと思います。

では、長谷川先生お願いします。

長谷川幸男(早稲田大学名誉教授) 先ほど、佐藤豪先生は慶應というふうにおっしゃいましたが、私は早稲田の関係でずっとやってまいりました。いま名誉教授をやっております。

この会のご案内をいただきましたときの出欠の返信にちょっと書かせていただきましたが、中島先生が、日本では東大でも研究の主力はマスターの学生ですとおっしゃったので、やっぱりねえというふうに感じました。私どもの大学に、いまから十数年前にMITから提携して一緒に研究しないかという呼びかけがございましたときに、先輩の教授方がそれを断ったのです。なぜかという、早稲田の場合、これは日本の大学はほとんどみんなそうかと思いますが、研究の主力がマスターの学生である。それに対してMITの場合にはドクターが主力になっている。これでは太刀打ちできないから恥をかくだけだからやめておこうという話があったのを覚えております。

私自身も、通産省の研究プロジェクト、あるいは大学自体が中心になってやるような共同研究プロジェクト、それを担当させていただきまして、非常につらい思いをいたしました。なぜかという、

先ほどのお話のように、日本の大学では研究の主力がマスターの学生である。そうしますと、産業界の皆さんはぐっと我慢して、大学に失礼になるといけないということで、マスターの学生が一生懸命やった結果を報告すると、まあまあということではそれを受け入れてくださるのです。ところが、私自身も産業界にいた経験があるものですから、これは不十分であると思ったのですが、それを我慢してくださる。非常に良かったです。

ところが、欧米の大学のように、学生が大学院に行き親から自立できるように国の予算では見てくれないのです。私も、ヨーロッパの研究所へ行ったり、そこでしばらく滞在して調べてみますと、特にドクターへまいりますと全部自立して、しかも結婚して子供まで養ってやっていけるだけの待遇をしてくれているのです。しかも、その人数が、ドイツのある大学の研究所では400人いる。アメリカのカーネギー・メロンでも、ロボット研究所だけで150人いる。なお、そこでやっている人たちがその国の人だけでなく、海外から、特にアジアからかなり大勢の人を受け入れている。

私が行っておりましたスイスの大学でもベトナムの難民を受け入れて、ドクターでリサーチ・アシスタントとして給料を払っていた。また、ベトナムの人が非常によくやるのです。その後どうなったかということ、彼はドクターをとりましてアメリカの大学の教授になった。ところが、日本へ逃げてきたベトナムの難民はろくなことになってない。何と違うことかというふうに思いました。

また、ドクターの学生といえども高度な教育を受けているわけで、国の研究プロジェクトでも、いま産業界の皆さんと一緒にやっている研究プロジェクトでも、その研究プロジェクトからドクターが何人生まれたかということ、欧米に比べて非常に少ないのです。いま国際共同研究プロジェクトでやっているものですから、非常に差があるのです。日本では大学院への進学率が非常に低いのは、予算制度等でそういう条件が非常に悪いということで、中島先生、ぜひそのあたりでお力添えをいただけましたらというふうに思います。

中 島 ドクターコースの進学率が低いということは、私は研究室の管理者としても感じましたけ

れども、大学全体から見ても大変深刻な問題であります。

前にやや不思議に思ったことは、東大の場合には工学部卒業生の8割が大学院へ進学して、そのうちの9割ぐらいが社会にすぐ出るのですが、彼らの多くが製造業に入って、行きたいポジションはどこかということ、研究所だということです。研究所ならばどうして博士をとらないのか、博士課程に行ったほうがいいたろうと思うのですが、聞いてみると、どうも研究所でも基礎研究所のような、あるいは研究者個人が能力を競うような研究所ではなくて、集団で何か開発するようなところがいいのだということです。つまり、個人で活躍するような場合は敬遠したいという気持ちが強いように感じています。いまも恐らく変わってないかもしれませんね。

ドクターコースの進学は社会的なさまざまな条件、待遇等、就職後の処遇ということもありますけれども、個人としてチャレンジする気持ちがあるかないかということも、大きく影響しているように感じております。

長谷川 もう1つ付け加えさせていただきますと、私もスイスの研究所に2回ほど客員教授として滞在しまして、ドクターの連中と一緒に仕事をやったことがあるのです。彼らは非常にしっかりしておりまして、いろいろ聞きますと、大体高校2年のときに方向を決めて、それに合った学科へ進み、自分のキャリア・デザインをするのだということだったのです。その一緒にやっていた連中が、もうこの大学にはこれ以上教わる人だとか環境がないのでアメリカのどこへ行きたいとか、ドイツのどこへ行きたいとか、はっきり言うのです。しかも、その研究所の教授の人たちが、では行け行けということで、むしろそれを励ますようなことなので、そういう場といいますか、欧米の人たちは志を立てているというようなことがあります。

日本ですと、いい会社に入りさえすれば何をやっていいというところもありますので、その辺の考え方が大切のように感じております。

司 会 いま中島先生から、研究の主力が日本は修士、しかし、外国では、特にアメリカあたりでは研究の主力はむしろドクターを通り越してポス

ドクであるという状況はずいぶん昔から言っています、日本もポストドク1万人計画を実現してポストドクの数はずいぶん増えていて、そういう意味ではずいぶん研究力は高まったように見えるのですけれども、その辺のスポンサー役だった川崎さん、何かコメントございますか。

川崎雅弘(宇宙開発委員会委員) 例の新しいポストドク1万人計画の中でいろいろな制度をやっているのですが、それは2つあって、1つは、科学技術振興事業団の場合には前からポストドクあるいは院生でも雇うことができたのですが、いまは科研費でも雇うことができるようになったわけです。

問題は、科研費の場合ですと4月からスタートするということで、予算がずれたりすると、ある期間ではできないとか、そういう不便さがありますけれども、生活面ではかなり条件はよくなっていると思います。

ただ、日本の場合のきょう先生がお話しにならなかった点で、ポストドクがやや不遇だと思うのは、先生が安直に院生をお使いになるわけです。そうすると、むしろポストドクのほうが正規の助手よりも給料がよくなると、ならしをやろうという、時々大学の先生方で流用だということで新聞種になって捕まる方がいますが、そういう高い人のものを低く合わせるようなことを教室ごとにおやりになってしまうと、アメリカでせっかくいい環境で育っていた方が戻ってきてポストドクで一生懸命やろうとするときに、ややマイナスになっているのではないかというのが、私の経験した問題として1つあります。

2番目は、おっしゃっている点の個人環境で競争していこうということについて精神力がちょっと弱いという面があるので、創造の場合に、いまずっと人を調べていつているのですが、1981年に林プロジェクトのときにポストドクでアメリカから飯島さんがグループリーダーで入ってこられるわけです。彼はもともと電子顕微鏡が中心で、構造をずっと見ておられたわけですが、彼の場合は菌の単体がいろいろな挙動をしていることを、動いているという実態を顕微鏡で見た後、カーボンナノチューブが発生するというような閃きがありますし、相沢先生も、その次は大谷プロジェクトで

鞭毛の運動を見るというようなことへ動くとか、そういうふうに育つ方がおられる。そのかわり育たない方もおられる。

日本の場合に、ポストドクの方全員ではなくて取捨選択を5年なら5年、3年なら3年という研究期間の中で正確にやっていくかどうかという点が難しい。社会的になかなかできにくいというのが一般的です。

3番目は、ポストドクの方が安心してこれられないのは、アメリカもヨーロッパもそうですが、一緒にチームを組まれた呼ばれた先生が必ず終わるときに次へ極めて正確な推薦状を書かれるわけです。その方の特性をつかんだ推薦状を書かれる。それがないと、逆に次にうまく再就職できない。ところが、日本は推薦状を書くシステムが必ずしも社会的に受け入れられていないのではないかと、そういう意味で言うと、ポストドクの方は3年なら3年一生懸命やられて、いい業績を上げられても、次の保障がない。そうすると、奥さんもお子さんもできたなんていうと大変なことになる。

その3つがいま大橋先生からご指摘があった点の答えです。

桜井 宏(三菱マテリアル(株)社友) ちょっと皆様とは違った視点から……。

いまから25年ぐらい前に、国連開発計画 (UNDP) が途上国援助をするにあたって、1人頭のGNPだけ考えていたけれども、これはどうもおかしいのではないかとということでヒューマン・ディベロップメント・インデックスなる概念を導入して、平均寿命と識字率とGNPの1人頭というのを援助を決めるための基準にしよう、それをあわせたものをヒューマン・ディベロップメント・インデックスといって、その低い国に多額の援助を与えるような方向に持っていくように変えていったわけです。

そこで、やはり識字率が教育の基本で、字が読める人の比率が高ければ経済も発展していくし寿命も伸びていくといういろいろな基本的な効果が出てくるわけですが、識字ということに対して、字がわかればというのと意味がわかればというのが違っておまして、大抵の国は、特に私は西欧語を使うところしか知りませんが、

西欧語の国では1個1個の単語に意味がある。その単語の意味をちゃんと教える、あるいはスペルをちゃんと教えることが識字教育だと思うのです。

ところが、日本は、識字でもって漢字は教える。国語の指導要領を見ると、技術の「技」と「術」の字を教えるのは何年生と何年生だ、科学の「科」と「学」は何年生と何年生というけれども、科学とは何を意味するのか、技術とは何を意味するのかということはどこでも教えてない。そのために科学や技術というものの概念がない。

最近、アメリカでもそういうことでリテラシーを重視して、科学のリテラシー、技術のリテラシーを教えなければいけない。リテラシーがあるというのはどういうことかという、話を聞いてわかるということだ、物を読んでわかるということだ。そうすると、先ほど先生が分数の計算も難しいやつはできなくても説明を聞けばわかる、物を読んだらわかる、できるという基礎の力がリテラシーであって、日本では国語の力が足りない先生はおっしゃいましたけれども、文科省の国語の指導要領にはリテラシーの概念がないのではないかな。海外ならサイエンスあるいはテクノロジーというのを教えればそれでいいけれども、日本では科学も技術もその意味を教えてない。

私、最近、本を翻訳していて気がついたことなのだけれども、工学の用語で「デザイン」という用語がある。先ほど、感性とか情緒と工学との関係というのが出ましたけれども、英語のデザインというのは神秘的な要素の強いものも工学的な要素の強いものも両方ともデザインなのです。そのデザインというのを日本語に直すときに大変苦労しまして、結局、横文字で「design」と使ったのですけれども、日本語では、ファッションデザインとか服飾デザインとは言いますが、そう言ったときには神秘性を強調したデザインだけを言って、設計と言った場合にはいわゆるエンジニアリングデザインで工学設計の意味なので、本を訳すときに訳語に非常に苦労したわけです。

そういう国語の基本についての教育で、国語の先生ばかりがやっていて、国語以外の理科や技術や美術や社会の先生がかんでリテラシーのベースになる言葉の意味をちゃんと教えていないところ

に何か大きな意味があるような気がするのですけれども、先生はきょうのお話でだいぶそれに近いことをお話しされたようなので、コメントをいただきたいと思います。

中 島 おっしゃるとおりだと思います。リテラシーというのは表面的な知識ではないでしょうね。その裏にある大切なものということを私も感じていますが、それがなかなか表に出せないというところで苛立たしさを感じております。少なくとも表面的なことにはあまり振り回されないで、その一歩深い奥にあるようなものを考える努力はしたいと思っています。あまり深いことはよくわかりませんが、ありがとうございました。

佐 藤 先ほどの続きで手を挙げたのですが、学生のアンケートです。私も、実は藤原工業大学の卒業生で1期生なのなのですが、創立60周年記念というか、我々仲間になって60周年記念で、『藤原工業大学の教育』という本を書きました。その中に、藤原工業大学の教育についての評価をするというので、皆さんに文章を書いてもらったのです。職業生活を終わった者たちへの総括的アンケートといえます。その中で非常に印象的だったのは、三菱自動車の副社長をやった山田剛二君が、我々は一つも選択がなかった、大先生方が非常に苦労して組んでくださったカリキュラムで教育を受けて、一生それでやって大変ありがたかったというふうなことを書いてくださったのです。そういう見方もあるので、いかに選択を増やしてやるかという考え方と、本当にこれだけは教えなければいけないという考え方があります。

いま慶應の教員でカリキュラムを組んでも、そんなものはとてもできないというのがたくさんあったのです。予科時代に茅野蕭々先生が、文化問題という課目でファウストの講義をするとか、学部3年生には工業経済とか原価計算とか工場設計というような、上のほうへ座ったときに必要そうなことをしっかり教えてくださった。これは学生にアンケートをとったら、あんなものは要らないと書くに決まっています。その当時は、不思議なことを教えてくれるものだなと思いましたけれども、とにかく藤原先生がすぐ役に立つ教育ということを3つの項目があるうちの1つにうたわ

れたわけです。そうしたら、谷村工学部長がすぐ役に立つ教育はすぐ役に立たなくなると言って、大論争された。それで、結局、「基礎をしっかりとしていればいかなる場面にも適用できる。」ということになりました。要するに、基礎をしっかりとやるという形になる。谷村さんが就任の挨拶でそのことを学生に話されたので、こんな大先生方が大喧嘩をしてくれたというので、我々は非常に感激したのです。ですから、多分これも必要なのだろかなと思ひながら一生懸命聞いていましたけれども、そんなことが歴史的にございまして、これは私の工学教育の物を考える上で非常に大きな原点になりましたので、お話ししました。

司 会 ありがとうございます。

きょうは、教育全般にわたるまさしく俯瞰的なお話で、いろいろディスカッションもありました。私がいまのところ日本の高等教育のグランドデザインとして一番問題に思っているのは、きょうも話になりましたように、学部教育は「自分探し」になってしまっている。日本は恐らくアメリカ以上に豊かさの大衆化が進んでいる国であるということ。それから、世界で一番長寿国であるということ。それ考えると、学部教育はそれこそ全体的に人間探し、自分探しのいわゆるリベラルアーツの教育に特化してしまっていて、いわゆる専門教育は大学院以下でやればいいではないか、そういう形に移り移るのか、それとも、国際情勢を見ると日本の高等教育も国際的常識に適合していくようにしていかなければならないか、その辺の選択が迫られている感じがします。

国際的常識で言いますと、アメリカ式のバachelorとマスターがあるわけですが、ヨーロッパでもボローニャ宣言を1999年に採択して、ヨーロッパ全体でバachelorとマスターというアングロサクソン式の制度に切り替えていくということで、既に切り替えが始まっている。そうすると、バachelorというのはリベラルアーツのバachelorもあるけれども、バachelorの段階では専門教育の基礎も担うという役割は、世界的に見てどこもそれを放棄しているところはない。マスターはバachelorに続くさらに高度な高等教育、そういう構図が続いているとすると、日本だけ抜

け出して学部教育を全部自分探しに当ててしまうというわけにはいかないのではないか、その辺のところは大変悩ましいところです。

私自身は、JABEE(日本技術者教育認定機構)というところでまさしく学部教育の認定を導入するどちらかといえば旗振り役の一人であったわけですが、それでも、それをやったのも、やはり学部教育は現段階では人間探し、自分探しだけに特化するのではなくて、少なくとも専門教育の基礎、昔みたいに学部教育が最高学府を終えたという時代はとうに終わっていますけれども、少なくとも専門教育の基礎をする段階であるというのは捨ててはならないと思って、あえて学部卒の段階で認定というものを導入して、いまいろいろところでそれに適応すべく大変努力しているということで、当面としては、グランドデザイン自身は世界の情勢を考えるとそう簡単に変えられないというふうにも認識しています。

そうすると、我々は、大学に入ってくるときにまだ何のために学ぶのかということがはっきりしない学生を相手にして、なおかつ専門教育の基礎を担わなければならないというこの苦しみをこれからどういう形で乗り切っていかなければならないか、大変苦しい状況にあるのではないかと思います。

日本は豊かさの最先端を行く国として、もう学部教育は全部リベラルアーツに踏み切ったほうが良いというようにお考えの方はこの中にいらっしゃいますか。

川 崎 賛成ではないのです。

司 会 反対のほうですか。賛成という方はいらっしゃいますか。いらっしゃらない。

川 崎 そういう大学もあっていいと思います。

佐 藤 「自分探し」というのが何でリベラルアーツに直結してしまうのか。

司 会 リベラルアーツというのは、学部の段階では自分の職種を確定しないという意味でリベラルアーツというふうに申し上げているわけです。

伊 藤 アプライド・マセマティックスというような数学的な概念をもっと広めなければいけないのではないですか。なぜかという、それが要らんような発言をする人も非常に多いように思いま

す。

司 会 学部教育で基礎を求めるという傾向はますます鮮明になってきて、さっき東大工学部は2000年で17学科ですか。もう少し前は21学科あったわけですから、これはもっともっと減ってくると思います。少なくとも学部教育では基礎。さっきの絵で言うと城(専門領域を表わす)の数はもっともっと減ってくる。私は、城の数は1つでいい。それはエンジニアリング・ジェネラルということであって、そこではエンジニアリングの基本となる科学とエンジニアとしての基本的な力、あとは人間教育ということになるかと思いますが、そういうことでいいのではないかと思います。

ただ、当面はいろいろな城がありまして、城がお互いにしのぎ合っているということは確かです。最近、電気学会誌を拝見してびっくりしたのですが、私は機械学会ですが、電気学会誌を見た感じと機械学会誌を見た感じは、特集問題にしても何にしても、ほとんど変わらないのです。すなわち、私が学生のころは電気学会の会誌と機械学会の会誌は大違いだったのですが、それ以降にあらわれた新しい分野はほとんど城と城との間にきてしまって、そこがまさしく発展の源なのです。

そういう中で、もう城は要らないという意見と、それとも、それぞれにコアになる力があって、すべての城のコアの力を全部一身に集めているという人はなかなか難しいから、自分のコアのよりどころをどこかに求める必要があるのではないかと。そういう意味で、私自身だったら力学をベースにするような力がエンジニアリングのコアになるかもしれないけれども、そういうコアのよりどころとして残すべきであるという意見はあって、いま、そのところはかなりしのぎを削っています。しかし、それにしても城の垣根をきちんと張りめぐらせて、ここから入るべからずという時代はとうに終わっているのではないかと思います。

さて、きょうはせっかくお集まりいただいたので、何か研究テーマをつくって作業部会のようなものがあれば次につながっていくというわけですが、何かこういう全体の俯瞰的なお話あるいはディスカッションの中から、研究すべき、こ

ういう点は工学アカデミーとして詰めて議論したほうがいいというようなテーマのご提案はございませんでしょうか。

今井兼一郎 適当なことかどうか知りませんが、工学アカデミー的な立場でいうと、工学のたくさんのことを短い時間ではっきり教える。教わるほうからいうと、たくさんを短い期間で教わる。それは一体どういうことをどうしたらいいのかわかりませんが、かなり工学的には重大な問題ではないかと思います。そんなことをいま思っております。

それから、さっき女性のことをいわれましたけれども、ここをお見受けしても、会員の中に女性がおられるかどうかかわからないですが、はっきり考えなければならない問題ではないかと思います。

それはなぜかという、アメリカの工学教育学会の雑誌を見ましたら、日本語で赤い字で「アカハラ」と書いてある論文が出てきて、一体何事かと思って見たら、「アカデミック・ハラスメント」ということを日本語で「アカハラ」というのだと。それは、男の先生方がいわれるかどうかは知りませんが、女の先生にはそれは常識的なことのように。それをアメリカのおっちゃんや日本の方々の名のある研究所の先生方の顔写真入りで、その方たちが自分たちはアカハラでいかに苦しめられているかということを書いている話だったのです。

そのように、何とかしてほしいと思っているのですが、工学アカデミー的にもアカハラの実状を調べて、そういうことがなくなるようにしていきたい。何がしたいかという、これから先、10年はないかと思うのですが、中国の勢いを見ていると、いま中国では、21世紀に100の大学を世界一流にする「21.100」という計画が動いているわけです。それが非常に大きな成果を上げつつあるわけです。そういうことで、日本はいまのように男の方が一生懸命やっているということの中で将来がどうなるか、もう私は終わりですから、若い方々がご婦人に頼られるかどうかということの中で、もしそうするとすれば何かいま考えなければならない。そういうことを考えるとすれば、工学アカデミーがアカハラの実状の中

からそういう問題を探っていくことができればというふうに思って、勝手なことを申しました。ありがとうございます。

伊 藤 1つ提案があります。技術者の教育にいか
にコンピュータとウェブを活用していくかという
研究課題が1つございませんでしょうか。単にコ
ンピュータではなくて、ウェブ・コンピューティ
ング。

中 島 生涯学習あるいは継続教育の観点から非
常に注目されている分野に、Eラーニングがあっ
て、既に活発になりつつあるように思いますけれ
ども、いかにそれをうまく活用していくか。そう
いうことで工学アカデミーが力になるということ
はいいことだと思います。

司 会 工学アカデミーは、先ほど出ましたDND
(産業技術知識基盤構築事業)に大いに協力して、
例のプラットフォーム・マスターなども募集した
りして、ずいぶん活発に会員の皆さん方もいろ
いろなディスカッションに参加しておられると思
いますけれども、さっきのCPDの中でエンジニアが
直接役立つようなCPDのコンテンツづくり、いま
科学技術振興事業団(JST)を中心としながら学協会
が協力していろいろつくっておりまして、もう公
開直前にまできているようなコンテンツもありま
すから、これからいろいろと自分で勉強するいわ
ゆるEラーニング・ベースが広がっていくと思
います。

ただ、私自身も実際にEラーニングをやってみ
ると、コンピュータに向かって勉強するというのは、
よほど強い意思とニーズがないとくたびれてきて
だめになってしまいますから、Eラーニングはニ

ーズの強い人に対する対応としてはいいけれども、
普通の人はなかなか……。放送大学みたいにテレ
ビを見ているのはまだいいとしても、自分ひとり
でブラウン管に向かって勉強するというのはかな
りの意思を必要とするので、これからどのように
進展するか。むしろ自分で勉強しようとするニ
ーズの高い人をいかにたくさんつくっていくかの
ほうが重要であると思っています。

ちょっと話が分散しましたがけれども、きょうの
結論としては、1つは、工学アカデミーは570名
の中に女性会員はたった1人というわけですが
けれども、これはあまりにも異常である。もう1つ、
高等教育全般の中で女子学生の占める割合が
かなり高くなってきている。しかし、それはど
ちらかというと文学部を中心とするようなカル
チャーのほうに流れている。けれども、これ
から女性も高等教育に行くのは自分探しとい
うことではなくて、自分のプロフェッショナル
のために高等教育を受けるといふ女性が必ず
増えてくるわけですから、そういう増えてくる
女性をもっときちんと我々のほうに受け入れ
て、将来力を発揮できるような舞台をきちん
と整えるきっかけを工学アカデミーが何か
提言できればいいことだと思うのです。その
ような方向をきょうの会合の1つの結果とし
たいと思っています。

あと何かご提案はございませんでしょうか。

それでは、中島先生にもう一度改めて感謝の
拍手をして終わりたいと思います。どうもあ
りがとうございました。

(拍手)

2002年12月25日

編集発行

(社)日本工学アカデミー

〒108-0014 東京都港区芝 5-26-20

建築会館 4F

Tel : 03-5442-0481

Fax : 03-5442-0485

E-mail : academy@twics.com

URL : <http://www.eaj.or.jp/>