

工学教育をめぐる環境の変化

工学院大学長 大橋 秀雄

大橋でございます。笠井課長の大変精緻なお話の後で恐縮でございますが、日ごろ感じておりますことを少しざっくばらんにお話したいと思います。

工学教育の一般的認識

私、出かける前に、家内に「講演を頼まれたのでこれから富山に行ってくる。」と話したら、「何の話をするんですか。」と聞かれました。「実は工学教育の話をするんだ。」といいましたところ、いつものように大変軽蔑した顔つきをしました。「あなたは流体の専門家でしょう。流体の話をしていればいいのに、どうして専門でない工学教育の話などするの。みっともないからやめておきなさい。」と厳しいことをいうわけですが、確かにそういうところは多分にあります。正直に申し上げますと、私もそのように感じております。工学教育協会については、最近はいろいろとお手伝いをしていますが、20年以上も会員であった割には、こういう場に余り積極的に出てくることはなかったかと思えます。現に、この参加者を見ましても、私が永いこと勤めた東大工学部からはだれも来ていません。そういう意味で、自分の昔を裏返すような感じがして、皆様方には申しわけないと思っております。また一つ裏返してみれば、昔ながらの大学教授のイメージ、東大あたりでは古きよき大学のイメージがまだ残っており、自分の講義がベストであって、それは自分の責任でやるんだという感じがまだ根強く残っているという感じがしております。半ばいいわけになるかもしれませんが、恐らくそのような感じの人が多く、このように教育についてみんなで話し合っ、さらによい教育を求めることについて比較的関心が薄いのではないかと思っております。

教育環境の今昔

私は14世紀頃の絵を紹介したいと思います（表紙をご参照ください）。ドイツの大学における神学の講義風景をアルベルツス・マグヌスという画家が描いたベルリンの美術館に所蔵されている油絵であります。14世紀ですから、この頃は本当にエリートだけが大学で学ぶことができた時代であります。先生は高い教壇の上で分厚い本を前にして講義をして、前には学生が並んでおります。机

は4列位ありますが、最前列の学生はノートを手にして、先生の顔を見ながら一生懸命講義を聞いている。2列目になりますと、変な格好をして、手肘をついている者もおります。3列目になると、居眠りしている者もあり、私語をしている者もあります。これを見て私は大変愉快になりました。それは、昔の講義室の風景は今と余り変わらないのではないかと、この絵をみて改めて痛感したわけです。もちろん大学の教室の風景は若干違っており、黒板はないとか、近頃は殆どの講義室にありますAVの装置などはありません。先生が喋り、学生が聞くという古い昔ながらの大学の講義風景ですが、よく考えてみますと、大学の本質は知を求める、あるいは知を愛する、フィロソフィア（フィロが愛するで、ソフィアが知）が基本であって、学生が知を求めて集まってくる。それに対して先生が応えるという図式があるわけです。その図式は、昔も今も変わらないはずだと思います。そうしますと、我々が毎日毎日大学改革とっておりますが、それは一体何なのかという疑問にぶちあたりますが、それに対する回答が今日のお話のテーマであるかと思えます。



3つの波

日本工学アカデミーの講演会で、一橋大学の伊丹敬之先生が、3つの波というお話をされました。ご紹介しますと、1955年からオイルショックに至るまでの18年間で第1の波で、政治の安定から始まり、日米安保、所得倍増、国内市場の拡大、重化学工業主体の高度成長の時代です。この時代は、鉄、合繊、重電、自動車などが日本の産業をリードしたといいますが、この末期には、黒字が拡大してミニバブルが起り始めたころにオイルショックがやってきました。これが第1の波で、古い意味での産業発展の時代です。それまでのエネルギー多消費型、あるいは資源多消費型の産業ではオイルショック以降の体制が乗り切れないので、ここで産業体質の転換が始まり、「重厚長大さようなら、軽薄短小こんにちは」という

言葉で象徴される産業の転換が起こり始めました。それ以来、高い生産技術に支えられたいわゆる規格大量生産品の国際競争力が急激に高まり、それに関するものの輸出が急増しました。輸出としては、自動車とかエレクトロニクスがこれを牽引したことになります。これもちょうど18年間で、これを第2の波とっておられます。

バブル崩壊に引続く第3の波では、創造的技術とベンチャースピリットが日本を支える基本になると伊丹先生はっておられました。パソコンを例にとりますと、パソコンの命はCPUとOSになるかと思えます。CPUもOSも、日本はアメリカ勢に独占されている形に近いわけがあります。新産業素材は、天然資源と同じように他ではできないものですから、極めて価値が高い。例えば、今、液晶は殆ど日本でつくられておりますが、よその国でできないとすると、それは日本独特の天然資源と同じわけで、新産業素材というか、新しい天然素材というべき独自のものをこれからつくっていくのが、第3の波を乗り切る一つの生き方だといわれて話が終わりました。

これから後は私がつけ加えることですが、その後の展開をみますと、企業が極めてボーダレス化してきている。空洞化という言葉と対比されておりますが、国内の生産拠点が次々と外に出て行く時代です。そして、日本国内だけではなくて、グローバルに経営を考えなければならない時代がやってきたこと、同時に、日本的経営（終身雇用制、年功序列制）の転機という極めてドラスチックな変化が起りつつあります。これが第3の波の特色であると思えます。

教育改革の3つの波

我々が今までやってきたいろいろな教育改革は、このような産業の変化とぴったり合っているのであります。そこで、ちょっと重ねてみますと、第1の波の時代、我々が一番やったことは、要するに量的拡大を行ったことです。このころは技術者が足りない悲鳴が産業界から強く出て、いわば国論になり、工学系の学科増設ブームが起りました。その結果として次第に大学の大衆化が進み、その一つの結末として大学紛争が起りました。

第2の波の時代に我々は何をやったかを今考えてみますと、この時代の特色は、カリキュラムの改革をみんなが努力したことです。それと同時に、片仮名の入ったいろいろな新しい名前の学科が次々に現れてきたことです。これは産業体質の変換に、大学もカリキュラム上対応していったと考えられます。この時代になり、漸く大学院の充実が出てきたと思えます。そして、皮肉なことに国

民一人一人は豊さを味わっていたこの時代に、国立大学の貧困が極致に達しました。

そして、第3の波の時代が始まるわけでありまして。1993年に設置基準の大綱化が始まり、自己評価という波が我々にも押し寄せてきて、それなりに努力をしてまいりました。しかしながら、それだけでは足りないわけで、これから日本の産業が急激にグローバル化していくことに対応して、グローバルに活躍できる技術者を育成するという見地を新たに入れなければならないことが出てくるかと思えます。明治以来、例えば、東大の機械系でいいますと、アイルランドから招聘されて日本の機械工学の基礎をつくったウエスト先生の時代は、英語で講義されていたものが、いつの間にか日本語になり、工学教育において、教科書から参考書に至るまで、すべて日本語で済ませてしまう時代になりました。いざグローバルに活躍するといわれても、日本の中で役に立つ技術者は教育したと思えますが、外国でも役に立つ教育は皆無だったと思えますから、これを新たに、至急強化する必要があります。

経団連の夏期セミナーの席上での教育議論において、産業界から即戦力を期待する声が大変高まっているのが新聞に載っておりました。今までの企業は余力があり、大学から素材としての人材を受け入れればいい。あとは社内教育を通じて、立派に役立つ人に育てるシナリオで大学側も企業側もお互いに了解し合って、いわば半ばもたれ合いの形できました。どうやら、そんなのんきなことはいつてられない。これからまだまだ新しい事態に対応して教育を変えていく必要があるかと思ひまして、私は、ポイントを3つとりました。第1に「ボーダレスの時代に対応して教育をどのように変えるか」という点、第2に「日本的雇用環境の変化に対して、教育をどう対応するか」という問題、第3に「受け入れる学生の変化、ゆとりある学習の世代の学生が入ってくるときに、我々がどのように対応するか」を中心としてお話していきたいと思っています。

ボーダレスの時代に対応する教育

一日米の教育体制の比較

その一つの例として、私が前におりました東大と、アメリカのジョンズホプキンス大学の機械工学科のカリキュラムの比較をしました。卒業に必要な単位数は、日本では基本的には124単位、アメリカは125単位で殆ど変わりません。日本の工学教育でアメリカの工学教育に比べて自慢できるものは余りありませんが、たった一つ自慢

できるとすれば、卒論で学生をきちんと教育している点かもしれません。しかしその卒論のために、講義の上では大変な犠牲を受けています。4年生になると殆ど卒論に集中して、実質的な講義は3年で済まされなければなりません。その上、最近少しはよくなりつつありますが、教養課程と専門課程との受け渡しがあり、専門教育は短い期間にどうしても圧縮される宿命があります。3年の前期の、いわば専門教育がピークに達する一つの学期だけ選んで比較すると、卒業に必要な最低取得単位数は東大の学生は27単位、ジョンスホプキンス大学の学生は16単位と大きな違いがあります。

それと、アメリカの場合は、例えば1つの科目をみましても、週に2回やることが多く、機械の学生は、3年の前期には流体と伝熱をしっかりとやる。その他は回路理論、電気工学実験などの選択科目と文科系の科目を3単位とればいわけです。比較的少数の科目をじっくりやって、今学期は何と何をしっかりと勉強したいという感じになっているのに対して、日本は伝統的にたくさん聞く。1週間に1こま聞くだけですから、大体聞いたことを忘れたころにまた次の講義がやってくるというような繰り返しになってる。要するに日本の教育は、聞いたことがあるという実績だけを積み重ねる教育であって、応用力を身につけて、実際にそれが使えるようになることは、先生も学生も余り期待していないかもしれません。

因に、日本のこういうやり方がいかに架空なものであるかを、数値を挙げてご説明いたします。1単位は、皆様方ご承知のように、戦後アメリカが大学改革をしたときからですが、原則的に15時間の講義時間に、その倍、30時間の自習、あるいは宿題をする学習時間で、講義以外に30時間勉強することです。1単位取るのに合計45時間勉強しなければならないことになります。ところが、1学期間27単位取ろうとしますと、1,215時間勉強しなければならないことになります。1学期は15週ですから、1週5日と考えて、日数を勘定しますと75日になります。さっき申し上げました1,215時間を75日で割りますと、1日16.2時間になります。ところが、ここに製図とか実験があります。ご承知のように製図とか実験は、1単位当たりの時間要求がもっと大きいわけですから、実質的に考えますと、まじめに1学期27単位取ろうとすると、学生は1日18時間勉強しなければなりません。ところが、1日は24時間しかないのであって、残り4時間で、寝て、食べて、通学して全部やりなさいというわけであり、凡そ論理的に考えてもおかしいのです。我々は、今までずっとそういう体制でやってきました。そういうことを一

つ一つ変えていって、学生が本当に理解する講義体制にもっていく必要があります。ひょっとすると、それが企業でご要望の即戦力の学生につながる可能性もあるかもしれません。これがボーダーレス時代に対応した教育の一つです。

日本の雇用環境の変化

アメリカでは、製造業とサービス産業の雇用の逆転が1982年に起きています。ところが日本では、ちょうど1993年に起きており、アメリカとは大体10年の違いで、日本も製造業が落ちて、サービス業が増えました。製造業の雇用が落ちたことは、製造業のプロダクトが落ちたことではなくて、逆にいえば、製造業の生産性が上がることによって、製造業に従事する人の数の割合が減ってきたと思います。

最近、外国に行くときは、出来るだけ機会をとらえて、日本の現地生産工場をみせていただくようにしております。そこで働いている日本の技術者から、日本で受けた教育が、例えば、アメリカでもいいし、ヨーロッパでもいいのですが、現地の人たちと一緒に物をつくったりするときに、何が不足でどう困っているか、機会をみては話を聞くようにしております。一番よく聞くことは、早く交替の人をよこしてもらって日本に帰してもらいたいという、悲痛な叫びでした。

これからは、我々が育てる技術者はだれでも、「さあ行ってこい。」といったときに、「はい、行ってきます。」といえるような人たちに育てたい。そうでないと、今、外国で頑張っている日本の技術者に対して大変申し訳ない。それが一番強く受けた感じですが。個人の能力としては、こういう時代に何が必要かをいろいろ考えてみますと、何といっても、外国語力が必需品になってきます。言葉だけでなく、これと同時に、外国の文化に対する包容度、許容度が高いこと、日本の文化そのものも語れる力があることでありまして、言葉だけでなく、文化一般にかかわる理解力が必要になってくることは当然であります。今、日本の大学の工学教育の中で、外国の教科書を使って講義をしている数少ない先生もおられますが、教科書は殆ど日本語であります。やはりそういうもののバランスをもう少しよく考えながらやっていく必要があるかと思えます。

実は、最近話題になっておりますが、アメリカのプロフェッショナルエンジニアという職位がございますが、それに日本の学生も受験する話が出ております。そのプロフェッショナルエンジニアの試験は2段階あり、ファ

ンダメンタルエンジニアリングという在学中に受けられる試験と、卒業してからある程度の実績、経験を積んでから受ける本試験の2つがあります。在学中に受けられる前者の試験を受けないかという強い誘いがございましたが、私は、学生に積極的に受験を勧める気分にはなかなか出来なかったことがございます。なぜかという、実は問題をみせてもらおうと、かなり分厚い80ページぐらいの英文の問題の冊子がありまして、それを1日ばかりで解くわけでありまして。恐らく、今の学生は、専門知識といえますか、工学的な知識を問われる前に語学力を問われることになって、これで点をつけられたらかわいそうだという気が強くなりました。恐らく、今のままで日本の学生が受けたら、シンガポール、香港、韓国の学生に比べてかなり低い点が出るのではないかという感じがしております。日本の工学教育が余りにも日本語に特化してきたことが裏目にでていて強く感じているわけです。

雇用の国際化—就職か入社か

それから、雇用が国際化してきております。私も、ドイツに就職する学生を1人世話して、日本の大学は、入社のお世話はするが、就職のお世話はできないとつくづく感じたわけです。4月1日入社に合わせて会社に学生を紹介して、会社は何をするか仕事も決めないうちに数だけそろえる。入ってから仕事を決めていく、そういうのは入社であり、日本の場合はほとんど入社です。ところが、外国の企業が人を採るときは、入社という考えはなくして就職であり、ある職の人を必要とするという動機で人を採るわけですから、その職が必要とする教育上のバックグラウンド、経験をもっているかが重要であるわけです。したがって、学生にいろいろドキュメントを出させまして、何を勉強したか、どういうシラバスで、どういう講義を受けたか、卒論のテーマはどういうことであって、内容はどうかを全部出させるわけです。日本の大学が支援できるのは、たかだか英文の卒業証明書、あるいは成績証明書ぐらいであり、英文のシラバスをもっている大学は極めて少ないのではないかと思います。我々が国際化時代に学生を外国の企業に送り出そうとすると、バックアップ体制が殆どないことをつくづく感じたわけです。

日本の大学は、設置のとき一度認められたら、あとは教育内容を問われることはありませんから、その卒業生が卒業する時点において、例えば、機械工学科を出るときに、機械工学科卒業生として当然期待されていることを学んだかどうかという証明はどこにもありません。今までそういう事態はなかったわけですが、これから国際化

につれてそういう事態が出てくる可能性があります。そこで、ア krediteーション (Accreditation) の問題が出てまいります。大学全体としての評価は大学基準協会のようなところでできるかもしれませんが、各専門ごとでア krediteーションということになりますと、やはり専門の学会が十分それに関与して認定する体制を、これから我々が築いていかなければなりません。そういう事態が急速にやってくるのではないかという気がします。職位というのは、プロフェッショナルエンジニアのようなものですが、日本には例えば、技術士という国が認めた職位があります。しかし、日本の技術士が国際的に認知されるかどうかにつきましては、やはり幾つかの問題点があるようです。雇用が国際化するに当たって、我々がバックアップしなければならない問題が学位から職位に至るまで沢山あると思います。

それから、学位のコンペテンス化 (Competence化) があります。例えば、日本で博士というと、ある専門の領域を深く研究して、その道では大家であると評価するわけです。ところが、外国におけるドクターはそうではなくて、高い知的能力、知的コンペテンスに裏付けられて、全人的能力も優れているという証明としてとらえるわけでありまして、評価の仕方が全然違います。

企業は、雇用形態の変化もあり、今までの入社が就職になる可能性もあります。今まではただ人材として採ってきたものを、即戦力の求めもそうかもしれませんが、能力保証が出来る教育を要求してくることでしょう。

日経連の調査結果

昨年、日経連 (日本経営者連盟) が社長さんにアンケートをとりまして、日本の経営がこれからどう変わるかを調査しました。例えば、企業系列を維持する、長期的利益を重視する、これらは日本的経営の一つの特色であったかと思いますが、維持するのがまだ圧倒的です。しかしながら、シェア争と薄利多売も日本的経営の一つの特色であったわけです。これは、維持するよりも変更する方が大きい。終身雇用をみてみますと、313の回答に対して、維持するとはっきり答えておられるのは約3分の1です。3分の2の会社は、終身雇用は従来のような線では守れないと考えています。もっとはっきりしているのが年功序列で、これを維持すると答えているのは本当の少数派、300社のうち9社しかありません。我々にとって関心が強いのは、技術者の雇用形態がこれから大きく変わるのではないかということです。今まで我々が企業に素材として供給した人材が、企業の中で育てていただ

いて、立派な技術者になっていく。我々が期待したシナリオはこういうものであったわけです。日本の学部の場合ですが、講義ばかり聞いて水膨れはしているが、殆ど血となり肉となっていない素材を我々が企業に供給する。日本では基本的に、一つの会社でいろいろな仕事につきながら、だんだん経験を積んでいくうちに、それぞれ有能な技術者に育ってゆきます。またその中から徐々に管理職に昇格していく。これが今までのシナリオであったわけです。アメリカの場合はそうではなくて、学部卒の段階でも一応の完成品として会社に自分の特色をアピールして、入社ではなくて就職するわけです。就職したら、多くの場合、会社を変えながら、技術者は技術者、経営者は経営者の道でだんだんと成長していくのが普通のシナリオです。

今、日経連などでお考えの、将来の雇用パターンは大分変わってきているようです。今までは、社員は一つで考えていたものを、長期蓄積能力活用型グループ、いわば幹部候補生といますが、会社に長くとどまって会社の継続性を支える人たちと、高度専門能力活用型グループという、どちらかといったら専門職であり、短期勤務で流動性もかなり高いグループに分かれます。プロジェクトが終わったら移っていくような、期限のある雇用の形のグループがここに出てまいります。さらにパートだとかフリーターと呼ばれているように、雇用柔軟型があり、かなり柔軟に入れ変わる人たちもあります。普通の技術者はこちらには入らないと思います。高度専門能力活用型は一見よさそうで、かなりの技術者、エンジニアがこれに属する可能性があります。極めて能力の高い人には、短期間に高い年俵をもらって、成果を上げて、また次に移るような成功物語になるかもしれませんが、技術者は食いつぶれがないという安定志向の技術者にとっては、従来のように安閑としていられるような情勢ではなくなりそうです。

受け入れる学生の変化

時間ですので、最後に一つだけ申し上げたいと思います。我々は高等教育を行っていますから、大学は最高学府であるということで、自分たちの好きな教育をしていければいいという態度でやってきました。今まで比較的注意が手薄だったことは、入学して入ってくる学生たちが、これまでどういう教育を受けてきたかを十分配慮して教

育を行うことでした。これから2年後に入学する学生は、ゆとりある学習の世代でありまして、大幅に選択が自由化された学生が入ってまいります。例えば、機械に来る学生が物理を習ったこともないような事態は余り予想もしていませんでしたし、あったとしても、レアケースとして片手間に対応していたところがあるかもしれません。これからはそうではなくて、何か専門の教育をする前に、補修の教育をもっと本格的に考える必要がある時代になるかと思えますから、我々は新しい事態に対応するために教育を相当工夫する必要があるかと思えます。

今までの積重ね教育では、段々ドロップアウトが増えてくるので、これからは、1年生のときからエンジニアリングはこんなにおもしろいものだというをまず最初に体験させてしまうことも大切です。実験でもいい、設計でもいい、例えばCADを使ってでもいいですから、まず最初に体験させ、興味を引き、なおかつ、自分たちがこれから勉強しようとするものが何につながっているかをある程度わからせる。それが終わってから、いろいろな専門をその上に教えていって、脱落防止をはかるのが一つのやり方であるかと思えます。これから入ってくる学生は、今まで以上に基礎力がなくて、ばらばらな学生が入ってきます。従って、それを企業が期待する即戦力のある学生に育てようとする、それは極めて難しいことであるかと思えますが、少なくとも大学の学部では、専門の基礎についてはきちんと理解している学生を育てる。そして、大学院で教育を終えたものは、企業で本当に期待されるような即戦力の要求に応えられるようにし、学部と大学院との役割分担を従来以上に明確にしていかなければなりません。

約束の時間が過ぎました。大分雑駁な話になってしまいましたが、それぞれ皆様方、教育の現場に立っておられると思いますが、ご参考になる点があれば幸せに思います。どうもありがとうございました。

.....
大橋 秀雄, Dr.-Ing., 工学博士

1954年 東京大学工学部機械工学科卒業
1954年 石川島重工業株式会社 入社
1959年 東京大学講師
1960年 東京大学助教授
1976年 東京大学教授
1992年 東京大学名誉教授(現在), 工学院大学教授
1994年 工学院大学長