

機械屋/電気屋といった意識の壁をいかに取り払うか

エレクトロニクスに精通した機械技術者を養成することで、メカトロニクスの発展を図ることが、現在、メーカーの持つ大きな課題のひとつとなっている。このような状況の解決のためには、機械屋/電気屋といった意識の壁をいかに取り払うかといった問題は大きい。装置の複合化、小型化、高速化、移動化、知能化、階層化、システム化、国際化、学際化など、多くの分野の相互乗り入れ的協力が不可欠な今日、機械の進歩に見合った新しい技術教育の在り方を中心に、その問題点と解決策を3人の先生方の対談を通して模索した。



出席者 千葉工業大学教授 雨宮好文
電気通信大学助教授 梶谷 誠
株式会社総合研究所技監 荻原宏康
司会 アウル出版企画 川村史記

大学、企業で理解の異なる工学部教育

司会●本日のテーマは、電気と機械分野の技術者各位が今後、共存共栄していくためにはどうしたらよいかを教育との関連で、お話し合いしていただくことです。主導権の点で機械技術と電気技術は今や昔とは逆の立場に立っているという電気優位説が主流になっています。しかし、メカトロの健全な発展のためには、電気・機械の両方がよい意味で業を競い共存共栄していかなくてはならないはずで、そして、そのためにはどうしても教育の問題を避けて通れないのではないかと思います。本日は結論を出すのではなく、そうした認識を踏まえて、お話しただけだと思えます。

最初に教育現場である学校としての課題からお話いただくことで問題提起をお願いします。まず、雨宮先生からどうぞ。

雨宮●教育に関しましては、企業側は詰め込み教育を廃して、やさしい基本をしっかり教えてくれ、という注文なのですが、実際、学校ではそのようにや

っているわけです。

基本事項を組み合わせると複雑な事項を理解するというのが科学の精神ですから。企業側に参考までに申しますと、今は売り手市場でたいへんよいわけですが、かつて買い手市場の時期に、情ない思いをした記憶があります。採用試験で企業の偶然の担当者がたまたま作った「物知り度テスト」的問題に答えられなくて不合格というのです。われわれは期末試験では記憶力になるべく頼らない問題を長い間苦勞して出すようにしているのです。それでもまだうまくいかないですけれども……。

司会●梶谷先生は教育現場の問題に関してどのように、お考えでしょうか。

梶谷●たぶんど大学の同じだと思うんですけど、カリキュラム見ますとびっしり。もし学生があつた60%でも完全に理解して卒業したらすごい学生ができると思います。だけど各専門分野ごとにこれは基礎的だ、ということをやるともう膨大な量になってしまうんですね。

昔は大分余裕があつたと思うんですが、今や勉強しなければいけないことがこれ

だけ増えちゃつた。増える一方で減らないわけです。昔、基礎的だつたことは今だって基礎的なわけです。その上に最近出てきた学問とか技術があつて、そのまた基礎があるから。そういうことを積み上げていくと、どうしてもパンクしちゃう。

そういう意味からこのへんで、本当の基礎というのは何だ、という、本当に身につけなくてはならないのは何だ、ということを考える時期にきたのかもかもしれません。

例えば、教科書に書いてある知識を教えるのか、考え方を教えるのか、何を知っているのかということ調べるのと、考え方をテストするのとでは、試験問題が全然違ってきます。

司会●今教える現場では、覚えなければいけない知識ばかりが増えてきて、このへんで整理・整頓をしなければとのご発言でしたが、受け入れ側の企業の立場は、どのような認識でしょうか。

荻原●その点については、単純に考えられません。というのは、学生のレベルをどこに設定するか、つまりマスターカバ

チェラーかで大分違ってきます。

大学教育で一生懸命に基礎を詰め込んでいるというのは本当かな、という気がするのです。と言いますのは、原子力工学、エネルギー工学科というような総合的な学科がぼんぼんできた時期がありました。そこを出た人間が電氣的センスの持ち主なのか、機械的センスの持ち主なのかと、よくわかりませんでした。原子力の方はできてもう10年以上経ったので、やっと様子がわかるようになったんです。

特に採用の際、この次に自分たちの仲間にエンジニアを入れたいという時に原子力工学科出を入れたいとか、エネルギー工学科出を入れたいとかいう発想はまざらないんです。機械屋が欲しい、電気屋が欲しいと言います。それから「基本」という話でいうと、感心したのはアメリカでのマスター、ドクターを出した連中ですね。というのは、この連中は実用品ですね。1年なら1年できちんと解答を出してくるんです。プロだと思いました。日本の学生たちはそういうところがわりと幼い。

大学教育というものが職業教育だという自覚、日本ではそれをどう教えてくれているかということがむしろ問題だという具合に思っています。

司会●雨宮先生、今、大学教育というのは一種の職業教育だと指摘がありました。が、どの程度まで掘り下げて学生指導に当たるのですか。

雨宮●カリキュラムの面からいいますと電気科では、従来の電気工学の他に半導体、トランジスタとかいうものの進歩に対応した物性の部分と、もう一つ、コンピュータの情報面、この3つの内容を柱として教えているわけです。

しかし電気科では主任技術者の資格の認定という外的問題があります。企業によってはその資格を持っている人を優先して採用したいとか。

そのためには通産省の決めた科目をとらなければだめなのです。それはずいぶん、電気科のカリキュラムを拘束することになっていますね。

司会●そうしますと、一種の制度的な意味での硬直化が起きている気がしますね。

梶谷先生の場合はいかがでしょう。い

わゆる人材育成の意味での産学協同路線はそれほどうまく行っていないのかなと感じるのですが。

梶谷●先ほど、荻原先生が職業教育とおっしゃいましたけれど、大学でどういう人物を育てるのかということは、大学の先生が必ずしも皆一致していないとぼくは思う。昔の大学と今の大学とはやはり違うと思うんです。大学の数も学生の人数も多くなったし、卒業してから何になるかにしてもずいぶん違うわけで、ぼく自身は工学部は技術者の教育だと思っています。だけどやはり大学の先生は、学者ですから学問としての基本的なものを教える。

だから、今の職業教育としてどんな基礎を教えていけばいいかという問題は、教える方も含めて必ずしも先生方のコンセンサスが得られているとは限らない。

例えば、機械設計なら機械設計の教科書というのは、昔からあまり変わっていない。これはおかしいと思うんですね。コンピュータ時代とそうでない時代では、同じ基礎と言っても教え方が違わなければいけないはずだと思うのです。しかし、大学や学会あたりでは、「教育とはどうあるべきか」ということへの真剣な取り組みが少ないと思います。むしろ大学の先生は研究には非常に熱心ですが、技術者の教育となると適当にやればいんだ、という人の方が多いです。そこが企業が期待するものとギャップが生じてくる原因だと思います。企業がどういうことを欲しているのか。それをもっと知りたいですね。

司会●荻原先生。望まれる人材像をもう少し具体的にお話し願えますか。

荻原●昔も今も、企業の人間は大学で講義をやる機会が多いんです。そんな時、ただ講義をするだけではなく、学生に研究所だとか工場だとかを見学させ先輩などとも懇談する機会をわりと作っているんです。その時に技術的な中身がむずかしいとか、珍しいということばかりではなくて、技術の現場のロジックとしては何を学んでもらいたいかを教えてもらいたいのです。そんな話が懇談では出るんですね。

司会●企業と大学との交流の話について雨宮先生はどんな意見をお持ちですか。

雨宮●大学と企業とで人の交流を大いにやってくれ、その交流を妨げるのは、大学の閉鎖性だと、必ず企業側の人に言われるのです。しかし、よく考えてみますとなぜ、企業の方が人事の交流を言うのか、それは大学の先生が現状に合わない教育をやっているとか古くさい研究をやっているからだ、ということなのでしょう。

で、交流ですから大学側から企業側へ出す人があるわけです。大学で例えば教授になったけど息切れしちゃった。新しい研究をやっていない。企業に行って少し勉強をと思っても果たして企業は受け入れてくれるでしょうか。

荻原●企業というのは、研究者、技術者の集団なんです。それ自体が1つの社会なんです。学校の先生たちの社会というのは、非常に狭い範囲の社会で、学校を単位に考えるなら全然オーバーラップした人がいない。ですから能力とか、先生がよくないとかいう前に適応力の問題になっていて、企業に入って技術を学ぶだけが目的というやり方では、やはりだめなものはだめということでしょう。

司会●人材論は単なる能力の問題ではなく、適応性の問題ということですか。

雨宮●逆に、大学で要員が足りない。そこで企業でバリバリやっている人に、是非きてもらいたい、と申し込んだって絶対にOKにならない。窓際の人ならOKでしょうが。

荻原●企業は大学で不足になった要員を満たすためのプールではありません。したがって今望まれている交流は、きてもらいたいということに応える格好ではなくて、本当の意味の交流、いったりきたりという交流、ということだと思うんですよ。これからはそのような実績を作っていかなければならないと思うのです。おそらくそれは可能ですよ。

雨宮●私はそれは無理だと思う。第一、両者のニーズというか思惑というか、それが異なる。それに年金などの継続性の問題もあるし。

荻原●会社にいったん入った若い人を、もう一度大学へ出すことがあります。それはそこで学ぶことが会社のメリットになるからで、その時は会社の人間として給与、ボーナス、社会保障も受けます。教官であることが、あるいは大学で研究

することが会社のメリットになるならば、そんな扱いを会社ではできるのです。そうして学際的、先行的なものを取り入れたり、産学協同研究へ対応したりしているのです。

雨宮●私は、企業から大学へ人を出すということは企業にとってはちっともメリットにならないような気がするんですよ。そりゃあもうできる人はずっと手ばなさないでおいの方がよい。

ニーズ高まる産学、相互「交流」

司会●梶谷先生が先ほどおっしゃった大学の2つの側面、「教育」と「研究」のバランスについてももう少しお話しいただけませんか。

梶谷●現実問題、大学の卒業生は修士ぐらいまでほとんどが企業にいて、いわゆる技術者として仕事をする。ところが、育ててる方が技術者じゃないというのが問題なんです。自分が技術者だと思っているか、自信をもって技術者だと言える先生は案外少ないんです。先生たちは学者なんです。昔の非常に優秀な学生ばかり集まっているところは、教育方法はどうでもよかったんです。極端なことを言うと、どんな教育されてもともと自立的な能力があったから。

今はある程度きちんとしたプログラムに沿った教育をしてやらないと、一人前に育たない人がずいぶん大学へきてるといふことがある。

そうすると技術者教育がどうあるべきか、ということは本当は考えなければいけないのですが、考えてないとは言わなけれども、やっぱり企業の側からすれば物足りないことになってくるだろうと思うし、大学においてそのことにどれだけ精力をつぎこんでいるかと言うとですね、われわれも人手が足りなくて、やっぱりどちらかと言うと自分の研究が中心になります。教育に熱心になればなるほど、時間がかかりますからそうすると研究ができない。研究できなくて論文が出なかったら、それでしか評価しないから、教育にいくら熱心でも評価してくれないんですよ。

荻原●大学の教課を教えることも、技術者としてのトレーニングと同じに考えて

いいんですかね、というところが今わからない。トレーニングというのは先生の仕事を通してかなりできる場所だと思う。教育ではおそらくそれは無理なんでしょう。

司会●短絡的ですが、大学の教授は一度、技術者を経験して、それから教壇に立つ方が環境作りしやすいとも思いますが、いかがでしょう。

梶谷●重要だと思いますよ。そこでさっきの人事交流があって、みんな大学を出てそのままずっと大学に残っていた人ばかりじゃなくて、企業を経験したというような人が大学に入ってきてまた教授になるという。そういう割合が日本の大学だと少ない。よその国はそういうのが多いと思いますね。企業で偉い人が教授になったり、逆に教授だった人が企業の偉い人になったりする例が日本では極端に少ないですよ。

雨宮●梶谷先生のおっしゃったことに私は賛成です。確かに学校出でずっと学校に残る人もいるし、またよそから企業を終わってくる、という先生が適当な比率、それはあまりフィックスしなくていいですけれど、必要だと思います。

もう1つは、純潔主義で、例えばそのの大学出身者だけだとかになると、考え方が片寄ることとかかなりあるんですよ。違った大学出るとまた違った考え方があるわけです。

梶谷●企業は、あの学校この学校とあちこちから採っている。だからいいですよ。

司会●「人種」構成というのは組織を性格付ける大きな要素ですね。

荻原●だから早い話、ここでも機械と電気を対比させますね。先生方はあくまでも電気からみた機械しか言えないし、機械からみた電気しか言えない。でも私は、40人の機械屋、40人の電気屋の混じった集団を見てきたという立場にありましたからそのような集団の強さがわかるわけですね。

司会●交流とか、国際的交流とか単純に唱えても、足元の交流をもう少し具体的に把握していないと、漠然とした「交流」なる言葉をもてあそぶことにはなりません。梶谷先生いかがでしょう。

梶谷●国際交流もそうですけど、例えば日本でできる大学間の交流とか、大学

の中で言えば学科の交流、学際的なものの学問の交流というのは基本的に非常にやりにくい環境にあると思います。

例えば、国立大学のいろんな規則とか習慣が、非常に自由にさせない状態になっているわけです。

司会●そうした不自由な環境の理由付けというのは何でしょう。

梶谷●それがよくわからないんです。日本の今までの習慣だという話になってしましますね。

例えば、メカトロニクスなんてのは、1つの交流ですよ。今までの技術、非常に大きな技術の交流のうえて成り立つようなものなんですけど、新しい技術が出たからといって、そういう学科がすぐできるかという問題もあります。アメリカだと新しい学科がすぐにできちゃうんですね。新しい講座ができてすぐそこで教育を始めてドクターを育てる。つぶすのも早いかもしれないけど、そういうことが日本ではない。

先日、中国へ行ってきたばかりですけども、北京にロボット研究センターがあるんです。ロボットの研究が最も盛んな日本にロボット研究センターとか、ロボット工学とかいう講座を持った国立大学はまだないと思うんです。講座の名前を変えるだけだいたいへんなんだから。自分たちの学科や講座の名前を自分たちで変えられない。そういう拘束があり過ぎると思うんです。

司会●お話では、国際交流での体験から国内を振り返ると足元の交流がない点に気づくとも受けとれますが。

梶谷●ないことはない。程度の問題ですから。学会なんかを通じてやっているわけですから。

荻原●システムの使い方を知らないということがあるのではないですか。せっかく、参加しても内に対しては存在価値がずいぶん希薄だったということもあり得るのではないですか。

梶谷●日本の大学に外国の教授が少ないというんで、今度少しできるようになったでしょ。でも、アメリカの大学に外国の先生がどのくらいいるかという割合とね、それに比べたら全然だめですよ。そういうところをみれば、明らかに国際交流はなっていないじゃないか、と

いうことになる。

雨宮●それは人だけの話ではなくていろいろある。例えば、松下幸之助さんが外国の大学にぼんと金を出すでしょう。松下さんだけじゃない。わが国の大学になぜ出せないか。税金などの問題があるわけでしょう。

司会●それは機能的な側面での価値判断、役に立つ、立たない、の議論の土俵には乗らないものですか。

荻原●そこがむずかしいんですよ。このへん、どこまで具体的に話しているのかわからないんですけど……。半導体というのは、日本では企業がトップを走っているつもり。ところがアメリカではスタンフォード大がリードしている。シリコンバレーというのは、スタンフォード大が自分の庭の中へ作ったようなものです。大学でさえ、あれだけの物を作って半導体産業をリードしているじゃないか。日本の大学だってできないはずはない。そこで産学協同といった発想が出てくる。

その時に今の話が出てくるわけで、企業はアメリカの大学には金を出している。日本の大学にも出してもいいじゃないかということになる。しかし、業種にもよりますが1つのテーマで5百万とか何千万程度の金を出しているところはあるのではないのでしょうか。電機というのは、おそらくそんなに出していないはず。それでもアメリカに出して、なぜ国内の大学には出さないんだ、と怒るわけです。それじゃあ、どこかの大学が中心となってスタンフォードの半導体研究所みたいのを建てたときに、それが産業の役に立つというフィチャーを明確に大学側は描き出してくれているかということ、そういうことはないと思います。

外国ではコミュニティとかクラブとかいう意識が発達している。オリンピックでさえ突き詰めていけば、個人の開催に近いんですよ。ああいうものをおれの事業だとして運営していく習慣が外国にはあるんですね。

金を出せとっている先生で、そこまで主張をしてくださっている人はいるのでしょうか。金を集める勧進元としてご自分の顔を使うけれど意欲の方はいつも隠しておられる。とすると出す金は結局、教育制度の充実とか大学施設の拡充とか



雨宮好文

に使われることになる。それはもうたっぷり出してあるはず。その意味で国際交流に金を出すならもう媒介役はいらない、企業が直接、外国の大学に出す。意識のうへではひと足進んだ国際交流をしています。それを機能的に見るというとき、より機能的な方へ金は当然流れます。能力と機能があるところへは、金が出るが、金が出たら能力はとにかくとして機能は整えます、というところに流れる金は少ない、ということではないでしょうか。国際交流にしても研究所新設にしても、そのへんのところで、もうちょっとリーダーとしての幅を出してくれてもいいんじゃないかと考えます。

司会●問題発見型の教育等のテーマが環境と遊離した形で話として出てきますけど、社会的には準備ができていない、土が耕されていないと、そうした発見型、開発型の能力が育つのはむずかしいのではないのでしょうか。「土づくり」への取り組みはどうなんでしょう。

梶谷●一般的に言うと、例えば文部省は日本の大学を卒業するには何単位取らなきゃいけない、と決めてるわけです。少なくともそのカリキュラムは用意して、それだけの時間はやらなきゃいけない。逆に言うと能力にこだわらず大学を卒業するには、4年間いなきゃいけない。もし3年で卒業できるような優秀な人材がいたって4年いなくてはいけません。そういうように枠が決まっているわけです。

先ほどの何が基礎かというのは量ではなくて質の問題ですね。この教科書のここまでは最低、機械出たやつはやらなきゃいけないと考えるのか、新しい発想ができるという能力を養うことを主としてやるのか、というのは大分違うと思って

います。

それによって教育のやり方がずいぶん違わなければいけない。もっと具体的な泥臭い話になると、ただ先生の言うとおりにきく。教科書読むっていうことではなくて、実験をやらせるとか、ものを作らせるとか、計算機なら実際にプログラム作ってやらせるとか。そういったことにはものすごい時間がかかるんですよ。それを丁寧に学生にやらせるために、時間をかけると他の授業ができなくなる。そういう実際にやらせることのできる時間が少な過ぎると思います。もっと授業の科目減らしちゃって余裕を持たせて、それで学生が自分で体験できる場を増やしてやらないと発想の教育はできない。

荻原●非常にユニークな例で、佐賀だったかな、公立なんですけども小学校、中学校に好きなことをやっていい、という学校があったんですね。どういう具合にしたかしらなければ、そこから出て京大出たのがいます。これは発想がすごくユニークです。論文書く習慣もきちんとあるんです。本当に若い時の教育ってすごいな、と感心しています。

逆の例では、入社試験の試験官をやったときに一切、予備知識なしでもずっと読んでいながら問題文どおり考えてくれると、解答できるという問題を出したんです。その時、例えば問題文の中にメカトロニクスということばが入っていたとしますね。答案用紙にメカトロニクスは習ったことがありません、と書いてそれ以上読み進んだ様子のないのがあるわけ。それでもうガックリきちゃいますね。習った、習わなかったということとは全然関係なしに初めから読んでくればちゃんとできるようになっているのにびっくりしました。

今、求められる問題発掘型の教育

司会●雨宮先生、創造性の開発などの問題についてはいかがですか。

雨宮●創造性開発には問題発掘と問題解決との2つがあるんですね。問題を見つけて出すことと、与えられた問題を解くこと。2つのものは、厳密に区別しなくてはいけない。問題解決というのは先生にこれをやれ、と言われてやること。問題

発掘というのは今ここで何をやらなければいけないか、考え出すこと。見出す、気がつくこと。問題解決と問題発掘、どちらが次元が高いかというよりは問題発掘だと思う。

司会●いわば、そのような能力がつくように仕向けていくわけですか。

雨宮●そうです。特別な訓練が必要だと思います。先生がテーマを与えて、これをやりなさい、という問題解決の訓練を続けていくうちにだんだん自分で問題発掘の能力が養われるという人がいますが、それは多くの場合、問題解決の次元に留まることに注意しなければならない。問題発掘訓練のためには積極的にどのような方法を学生に対してやったらよいか、考えなければなりません。また訓練の成果が特許出願とか論文投稿とかの形に出ないと訓練は成功したとはいえないと、私は考えております。修士過程の学生に対し問題発掘訓練をやった事例について、私は電気学会雑誌の昭和54年1月号に記事を書いたことがあります。

司会●梶谷先生のご経験ですとどうでしょうか。また違ったニュアンスがございましょうか。

梶谷●やはり雨宮先生のおっしゃったとおり、人から知識を吸収していたのではだめだと思います。やらせないといけないうわけですよ。完成させないといけないうわけで、そういう機会を教育の場でどれだけ与えられるかということが一番大事なことです。それは時間が必要なことと、あまり人数が多いと教官の見られる数が少ないからできない。そうすると、われわれが実際にそういうことができるのは、学部段階では卒業研究で研究室に配属された学生に対してはできる。大学院に行きますと数が少ないですから、ある程度授業の中でもそういうことができる。私は大学院の授業の中で、講義は時間の半分ぐらいでやめてしまっておもちゃを作らせる。そうすると学生が自分でアイデアを考えて作って、最後に発表会をやる。そういうのを5~6年やっているんです。そうすると非常に面白いものができてくるわけです。世の中におもちゃがネ、何の役にも立たないようなものが出てくるんですけどね。それを自分で発想して、いろいろメカを作る。私

の条件はメカニズムがなくてはいけない。ソフトだけではだめで、しかも、マイコンでコントロールする部分がなくちゃいけないということ、ソフトも、マイコンのインターフェイスも自分で作る。いろいろ考えて徹夜をしたり一生懸命やる。自分が考えたものが動いたときの喜びをまず経験させることが、教育の第1の目的だと思います。自分で考えたことがうまくいったときはこんなにうれしいんだということ、まず知る。それを早いうちに、本当は小学校からずっとやらなければいけないんだけど、そういう暇がないというのが現実かもしれない。じつは、大学でも学部までは学生の数が多すぎるなどの条件のためできにくいと思います。

司会●受け入れ企業の荻原先生の方から見て大学を終えて入ってくる人材の中で、創造的活動のプロセスを踏める人は、10人いたら何人ぐらいになりますか。

荻原●そうですね。基本的にはみんなそういうマインドを持っていて、新しいことや学んでも必要とすることをやりたいという抱負で来ていることは、ありありとわかるんですよ。何のために企業に入るのか。たしかに設計や技術営業をやりたいという人間もいます。でも少なくとも研究所や、技術部へくる人間は、新しいものに対して自分が何かプラスできるということの抱負に胸をふくらませてくるんですね。そういう意味で非常に重要な話は、今、総研の永井所長が言っているような問題発見型とかシーズ志向型という言葉の中にどっぴりつけておくとか、そういう意識をいつでも持たせておくことが非常に大切だと思っています。だからキーワードというのは非常に大事なんです。それがあれば自分のや

っていることの位置付けがわかる。

司会●技術の進歩をフォローできる教育というのは動機付けを環境化しておくとも受けとれますが、例えば梶谷先生がおっしゃっていたおもちゃ作りもそういう面を考慮して実践なさっているのですか。

梶谷●そういうことを別に意識してやらないけど、何かやりたいと、おもちゃでも何でもいいけど作りたいと思うでしょ。そうするとこういうことやりたいとか、それはどういうことができるかとか、いろいろ調べなくてはいかんわけですね。それを学生は勝手に調べますよね。例えば色の区別をしたいと思ったら、最近色のセンサーがあるよとか、いろんな雑誌を持ってきて調べて安い物をさがしているいろいろ考えますから、そういうのをやるときに古い物、新しい物って区別しませんよね。今使えるものから学生だって選びますからね。自然に現実の世の中のものを見つめることになりますよ。そこで自然にネ。色のセンサーのことで習ってないから使わないとかそういうことは関係ないわけです。

雨宮●技術の進歩に応じたものを教えろというのでしょうか、例えばロボットが盛んだからロボット学だとかLSIが盛んだからLSI何とかなんていうのは電気科では教えないわけですね。ロボットにしても自動制御とか、情報処理とか電気計測の話とか、そういったものの学問の集積ですからね。しかし特別講義という形で企業の人に随時お願いして新しい話を学生に聞かせているんですよ。企業の方が心配するほど遅れているということはないですね。

司会●そのへんは梶谷先生、現場にいらっしゃってどう感じられますか。

梶谷●最先端のことを大学で教育して、企業に行ったらすぐ役立つような教育をするということではできないわけですよ。ただ、雨宮先生が企業からきてもらっているとおっしゃっているように、私のところでも特別講演とかお願いするのは、やっぱり学生に動機付けをしなくてはいかん。学生は、例えば入ってきたら、マスコミとかでいろいろ知っているわけでしょう。自分が技術者になったときの夢みたいのがあるわけですね。おれはロボットをやりたいとか、スーパーコンピュ



● 梶谷 誠

ータを開発したいとか思っているんでしよう。大学にきたらそんな話全然なかったら、がっかりしちゃうわけです。

それで基礎だ基礎だといって、かけ離れた基礎をやって、それは何のためにやっているんだかわからない。だからロボットの話とか、極端なことを言えばお話でもいいわけですね。世の中ではこうなっているよという。だからロボットのことやるには、今雨宮先生がおっしゃったように自動制御が必要なんだよ。そういうようなのをやって自動制御の話とかに入ると、そうかおれはロボットをやるためにこの勉強やらなければいけないんだと学生がわかりますよね。そういう動機付けのためには企業の方にきてもらって、現在はこうだよという話をしてもらおうという、そういう必要はあると思いますね。刺激ですね。それを具体的に企業に入ったらすぐ役立つように訓練する必要はまったくない。

荻原●その意味で言うと今、習っている、あるいは聴いている講義が何なのかということに対する感度っていうんですかねー。そいつだけはちゃんと習ってもらいたい。

『電気』『機械』主導権はどちら

司会●話は決着しませんが、今度は、もう少し視点を狭くしてメカトロニクスとは何かという定義から、具体的な有様をお話していただきたいと思いますが…

梶谷●機械系の方から言うと、新しい機械技術がメカトロニクスだと。だから、従来の機械技術の中にエレクトロニクスのほかに意識的にもう1つ情報っていうのをいれるんですけどね。情報っていうのも今までの機械の中に知能を入れる。これからの機械はすべてそういうふうになっていく。だから、これからの機械技術者っていうのは、今言っているメカトロニクス技術者にならなければいけないんだと思っています。

司会●そうするとですね、どんな科目を誰が教えるか、今、電気、機械、情報と各分野にまたがる作業になるわけで、これまでの話し合いの状況からして、なかなかむずかしい面もあるかと思いますが。

梶谷●理想的に言いますと、やっぱりメカトロニクス教育をする人、教官自身がメカトロニクスの体験がないとだめだと思えます。機械と電気が必要だということで機械のところは機械の専門家、機械科の先生が教えています。電気は電子工学科の先生にきてくださいと言って、電子回路の講義をします。次に情報が必要だからコンピュータの専門の先生にきてもらう。さっきから言うように時間が限られているわけですから、それらを個別に少しずつやって知識として入ったということじゃ、本当のメカトロニクスの技術者になれるかという、これは大変に疑問なのです。

やはり本来メカトロニクスで、例えばロボット作ったり、メカトロ的なことを研究した人とか、実際にやった人が、これからのメカトロニクスというのはこういうところが基礎なんだというようなことを整理した段階で新しいメカトロニクス科みたいなカリキュラムを考えなくてはいけないと思います。そこまでなかなか、現実では対応しきれないという面もあると思いますね。

司会●荻原先生の方の企業現場の研究所に目を移しますと、今まで必ずしもメカトロニクスとしての技術者が育ってきている時代ではないと思うのですが、どう

いうふうな形で取り組んでおられますか。荻原●やはりメカトロニクスを見る時に、メカ側とロニクス側と両方の見方がある。それで思い出していただけかどうか、3年前に東芝がホテルオータニで技術展をやったときに、ヘビの格好のロボットを出しました。今度の科学万博のときにもこま廻しロボットのバックにいて、座長役をやっていたんですが。それを開発していくときに、メカ側が要求したエレクトロニクスと、エレクトロニクス側が要求したメカとはかなり違っているのが非常に面白かった。ヘビロボットはどちらかというと、エレクトロニクスのつまり情報側が主導してやった例ですが。一般的にはメカの方にクラシックな状況がまだある。それで先生たちにお願ひするのはむしろ、メカとエレクトロニクスとの間の結び役というんですかね。両方の性質を持った生徒を育てていただきたい。しかし、これは現実問題としては無



荻原宏康

理ですから、機械的センスでエレクトロニクスを見る目、あるいはエレクトロニクスから機械的なものを見る目を養わなくちゃいけないんです。こういう場合に、今みたいな言い方ではなく、中間に立って一つのサイドから一つのサイドを解釈する力というのをちゃんと説明していただきたいと思います。

雨宮●私は梶谷先生と同じ意見です。言葉が適切でないかも知れませんが、機械科の体質改善というか脱皮というか、それも含めて梶谷先生がおっしゃるように機械科の学生のための講義に電気の先生を呼ぶというのではなくて、機械の先生が電気も教えちゃうという形にすべきだと。それは実際にできるんです。私も名古屋大学で機械科の若い先生たちとつき合ってきて、その実感をもっております。助教授、講師という人たちは、電気とかマイコン使って現実にやっているんです。機械科の学生に教える電気は、例えば電気科でやるのと同じ内容の必要はないわけですね。電気科では例えばトランジスタの作り方みたいなのも教えるけど、機械科ではそんな教える必要なく、機械に必要な電子的、情報的な話をすればいいので、それを選んでちゃんとカリキュラムの科目をつくって、機械の助教授、講師の方たちががんばって自分の科に教えるということが一番いいと思う。要するに電気科のお世話にならずにやればできるんだというのが私の考え方です。

司会●こういう状況がずっとなまじっかな気持ちで続いていくと、機械というものが電気に飲みこまれてしまうのではないかという、懸念を抱く人もかなりいるようですが、他方では、やっぱりメカトロっていうのはメカのエンジニアが主導権

を持ってやっていくのがいいのだとする「正統派」もいます。そうした両者の意見を並列してみても、現状が続く限りは、やがて電気がリードしてしまうのではという言い方に今のところ、説得力があるように思われますが……。

荻原●私どもに対する接し方が機械屋と電気屋とは同じ工学でありながら違うんです。理学部と工学部なら工学部はものを作らなくてはいけない、っていう言い方をします。それをまた工学部の中で機械と電気に分けて考えると、機械屋のほうがものを作る現場に対する責任が強すぎる。電気屋のほうがもっといい加減という、物の言い方が悪いですけど。そのためにかなりアドバンスしたアタックができる。そのセンスが非常に違います。1mm違ったら入らんものね。歯車なんかはね。

梶谷●実際にはロボットだってメカがちゃんとしていないとどうにもならないですものね。いくらコンピュータが正確に動いたって。メカの重要性はいつさい変わらないですよ。

司会●電気を修得しておけば、機械は後から本でも読めばわかるといった声も聞かれますので、梶谷先生、反論をお願いします。

梶谷●メカを作るという技術は非常に経験的な部分が多いのです。つまり電気回路みたいに計算とよく合うとか、あるいはある方程式で解けるとかいう部分が、機械の場合は非常に少ないですね。ですから非常に泥くさいわけで経験がいる。だから、なかなか進歩しない。しかし、初めての人がひよいと機械の設計をできるかといったら、これがだめなんです。図面書いてみたってここのあらさをどうするのか、どうやって加工するのか、どういう材料を使うかっていうのはものすごい経験がいるわけです。だからむしろ機械屋さんは、機械の基礎をしっかりしておいて、なおかつ電子回路やソフトもわかるようにしておく。非常に細かい電子回路部やソフトウェアの細かいことはそういう専門家におまかせしたい。しかし、そこで話が通じなきやどうにもならないんですよ。だからメカトロニクス技術っていうのは、やはり機械のバックボーンをしっかりしておいて、ロボット

を動かすのにもね、いろいろ広い範囲に加工のこととか、熱のこととかあるわけですね。そのうえで知能を持った機械を作るためにコンピュータで何ができるのかということがわからなければ全体のシステム設計はできません。

雨宮●思うのに機械の技術者っていうのはあらゆるところにいるのだから、その人たちが電気や情報のことをちよつと知っていれば、もうずいぶん技術の熟成度が違うんじゃないかという気がするんだけどね。

梶谷●それと機械工学、機械技術っていうのを魅力あるものにしなくちゃいけない。

荻原●そう。賛成賛成。

梶谷●学生だって今はエレクトロニクスの時代だからそっちのほうへ行こうとして、優秀な学生が機械にこないわけですよ。昔は機械は、どこだってよかった。最近ロボットが出てきて、機械科の人氣があがってきましたけど、ロボットという魅力あるものがくると、あれは動くから機械らしいということが大体わかるらしくて、機械科のレベルがあがってきたんですよ(笑)。やっぱりそういう機械の魅力を上げるためには、機械屋自身ももっと新しいものを取り込んで魅力あるものにしなくちゃいけませんね。

雨宮●そうしなくちゃいけないんだけど、現実はどうですか梶谷先生。

梶谷●それは、まあ遅いです。遅いですいろいろ動きはありますね。さっき先生がおっしゃっているように、私より年下の若い先生たちは、研究自体にもコンピュータなどを取り込んでやっていけますから、自分で教育もできます。

荻原●若い世代に期待はするけれども、かなりこう望み薄のところがあり……(笑)。なぜかという、やっぱり学校っていうのはアカデミックなところでしょ。機械屋の中で電気を教えようとする電気の先生は、やっぱり交流理論からとか初めのところを教えたくはなりません。ところが最低のところから、要するに機械屋が本当に必要なところからいきなり、今半導体を使うのに中味をいちいち知って使うわけではありません。あれと同じ学問ってありうると思う。それをちゃんと体系化しないといけない。

司会●要するに必要な領域を絞り込んで、そこで必要な電気学を教えていくというように形になっていくのでしょうか。

雨宮●機械科の学生に教えるには、電子回路で抵抗がいくら、コンデンサがとかいうことを教えずに、ブラックボックスでやればいいのだから。そういう趣旨で例えば出版社もそのための機械科用のテキストあたりを計画していいんじゃないかと。そういう時がきていると思えますね。

司会●ところで東芝の場合、東芝機械と総研との交流は、そういう意味ではうまくいっているのですか。

荻原●そう思います。というのは、総研はもともと先き物をやるという使命がありますから、そこでR&Dに使う装置などで直接東芝機械の製造力に頼らねばならないものがあります。逆に総合研究のもつ共通基盤的な部分を東芝機械は必要とします。だから半年に1回とかの連絡会、あるいは担当者の交流っていうのがあります。そういうことには相当神経を使っているんですよ。

学会に期待する産学共通のテーブル

司会●もうひとつ、東芝のような大きな会社の場合は、ある程度研究所同士と企業との話し合いを持ちながら、いわゆる工作機械というものを媒体として電気と機械の両方の技術をよく持った者がメカトロを育てていくことは、ある程度容易だと思うんですけど、中小企業レベルになると、技術者を社内ですべて育てるのは大変深刻な問題だと思うんですが、このあたりの取り組みはどうなるんですか。

雨宮●さっきは大学のなかの教育の話ですけど、今度はすでに職場についている現場の技術者の教育をどうするかという話で、大学の一人の先生、1つの企業での経験だけでは効果の高い教育方法が見つからないような気がするんです。われわれも考えているんですが、梶谷先生も考えているしみんな考えていて案も出しているんですが、やはり機械関係学会が委員会でも作って一番エレクトィブな方法を創出するということがいいんじゃないかと思えますね。

司会●そうしますと企業も学校も同じテ

ープルにつきやすい雰囲気はできますね。
荻原●ただ、中小っていうところが簡単に学会に人を出せない。中小の中にある研究者、あるいは大会社にいる研究者の学会の見方が違う。おそらく中小企業だと学会へ出ていくのは、その人の親分だとか、へたをすると部長だとかが出ていっちゃうわけですね。そういうところがむずかしい……。

雨宮●やはりわが国の将来に関する話だから、自分と関係ないにしても学会の関係者がいろいろ考えてもらいたい。私はメカトロニクスに関連して物を書かされたり、いろんな所で話をさせられたりするんですが、そのつどやはりメカトロニクスのリーダーは機械の人になってもらいたいと言っております。それについて世間の人に「雨宮先生は電気の人だ。そんなに機械機械といって何のメリットがありますか」と言われちゃう。電気の中の縄張りを機械のほうに渡すことないじゃないかと。しかも例えば電気科の学生の増員がなく、需要はものすごくある。学卒者はほとんど電気のメーカーが持っていくわけでしょう。機械とか船、化学、鉄の企業へ行く電気の学生はきわめて少ない。そんなことでいいのか。国立大学の教授の立場では、やはり日本全体のことを思いながら発言すべきだというのが私の信念で、やっぱり機械の人にがんばってくれ、電気の者にはまだ他にやるべきことがあるからと、こういう言い方しているわけです。日本の大きな企業は中小の下請け企業の手で支えられているともいわれます。中小企業のレベルが上がれば大きな企業が得るメリットも大きい。そこで中小企業からの会員は少なくとも機械関係学会が音頭を取って衆知を集め「現場機械技術者に対するメカトロ教育の具体的方法」の創出に努力すべきではないか、というのが私の主張です。

話を戻してすみませんが、日本機械学会の工業教育部会の、大学における機械工学教育に関する調査分科会が昭和58年11月に出している報告書があります。大学における機械工業教育に関するアンケートの集計結果です。その分科会が大学と企業に同じクエッションを出しているんですが、そのアンサーは「機械系の教育内容の3分の1から4分の1を電気



川村史記

系の教育内容にする」のがよいというのが79%の大学、75%の企業です。次に「就学年限が長くなってもこれまでの機械系の教育の上に電気系の教育をほどこす」のがよいと言うのが14%の大学、20%の企業というんですね。このアンケートが58年ですが、そのあとどうなったでしょうか。

梶谷●学会では今一生懸命メカトロとかそれに関する講習会をやっていますね。大企業小企業に関係なく、そういう知識を取り入れようとする意欲が現場の企業の人に多い。というのは、そういう講習会に参加者が多い。

荻原●たしかにそうですが、意欲ということになるとほんとにそうかなあと思っています。というのは、質問はというとほとんどないですね。

梶谷●でも行かなきゃいけないと思ってきているんですよ。

司会●結局中小企業等では、集中的トレーニングによる短期養成法も、現実的には取り入れていかなければならないでしょうね。

雨宮●その成功した事例を知っております。名古屋のブラザー工業、これはもともと機械会社で、いまコンピュータの端末機とかいろいろ作っている。工業高校の機械科卒の人の職種転換というんですけどメカトロの技術を教えてそっちのほうの仕事もできるようにということで昭和54年に教育センターを設け、教育担当者が熱意と創意をもって教育システムをつくり上げたのです。20人ぐらいの人を10カ月間かんづめにして教えるのです。内容は電気、電子、とくに実験に主力をおき、マイコンなども入れ、実験実習を総時間の60%くらいにした。終了後は自

由に工業高校の電気科卒と同じくらいに働けるということで教育が非常に成功した例です。教育センターには社員2名が担当となり、あとは私のところの大学院の学生2名がお手伝いしました。これに関しては、私が電気学会雑誌の昭和59年12月号に「メカトロ技術者への職種転換教育の実例」と題して詳細に紹介しました。また三菱重工が名古屋にメカトロ研修所というのを作り、全社的に人を集めまして、3カ月ここでトレーニングしております。これもやはり実験実習60%くらいです。非常に効果が上がったという話です。こちらは計測自動制御学会誌の昭和60年1月号に所長の野野さんが書いておられます。どちらも研修期間中は、かんづめで一般の企業ができるかという、これはむずかしいと思うわけですね。だから、かんづめができないものと小さな規模の企業での教育をどうするかというのは大きな問題だと思っています。

司会●最後に一言ずつ、まとめをお願いします。

雨宮●いま述べました小規模の企業の従業員のメカトロ教育の具体的方法の創出までも、機械関係学会にとりこんでもらいたいということです。

荻原●さっき、交流という話がありました。それから永井所長の問題発見型とか、目的基礎研究というようなキーワードの話があったように、わりと企業サイドに技術を押し進めるうえでの哲学というものがあるんです。今、学んでいる電気、機械を生かすためにもそんなものにもっと触れる機会を作ってほしいと思います。

梶谷●今はメカトロなんですけど、とにかくこれから10年、20年先どうなるかばくは全然わからんわけですよ。だから、われわれ学生を送り出す側から言いますと、とにかく頭が柔らかくて、将来どうなっても新しい技術とか学問を吸収して、それを自分のものにしていける、そういう技術者を育てることが学校の使命だと思えます。メカトロってというのは、電気と機械と情報っていいましたが、これから化学、生物学そういうものを機械に取り入れなくてはいけなくなるかもしれないんですよ。

司会●本日はお忙しいなか、ありがとうございました。