

## 報 告



## パネル討論会

## 創立 30 周年記念

日本における情報処理教育のあり方<sup>†</sup>

## パネリスト

草原 克豪<sup>1)</sup> 国井 利泰<sup>2)</sup> 牛島 和夫<sup>3)</sup>  
 水野 幸男<sup>4)</sup> 三浦 武雄<sup>5)</sup> B. Tottem<sup>6)</sup>  
 司会 野口 正一<sup>7)</sup>

## 1. はじめに

司会(野口) 大変むずかしいテーマでございますが、きょうはここにおられます6人のパネリストの方から、それぞれの立場からこの問題についてお話をしていただきたいと思っております。この6人の方々はほとんど皆さんご存じの方々であり、あえてここでご紹介することもないと思っておりますが、一応簡単にご紹介をさせていただきます。まず向かって左から九州大学の牛島先生です。牛島先生は現在九州大学の教授であり、東大を38年に修士のご卒業でございます。現在ソフトウェア工学に関しての権威でいらっしゃいます。続きまして、そちらの端になります国井先生、東大の博士課程42年のご卒業で現在のソフトウェア工学のリーダーの1人でいらっしゃいます。続きまして草原さん、文部省の専門教育課の課長であられ、今後の日本におきます情報処理教育の最も重要なポジションにおられる方でいらっしゃいます。続きまして、水野さん、日本電気の専務でいらっしゃいます。水野さんはご存じのように、産業界から日本における広くソフトウェアのリーダーシップをとられている貴重な方でございます。続きまして次がビル・トッテンさん、ビル・トッテンさんは南カルフォルニア大学を44年にご卒業でございます、現在汎用ソフトウェアのビジネスを展開しておられます。非常に有



名な方でございます。最後になりますけれども、現在本学会の会長でいらっしゃいます三浦さん。きょうは会長ということではなくて、日立製作所の副社長、もっと広くは日本の情報産業のトップの立場から、この問題についてお話をいただくということでございます。よろしく願いいたします。各講師の方には、当面約8分で、それぞれの立場からのお話を伺います。そしてそれをもとにフロア、それからご登板いただきました6人の方を中心としたディスカッションを展開し、最後に、各パネリストの方から約2～3分程度の最終コメントをいただくということでございます。特に今回はフロアから貴重なコメントなり、あるいはディスカッションをしていただくように望んでおります。どうぞよろしくお願い申し上げます。進行の都合上、全体の話をもつて東大の国井先生からいただきまして、続いて牛島先生から、特にCSの問題、コンピュータサイエンスを中心とした教育問題、草原課長からは、今後の文部省における情報教育に対する基本的な考え方、水野さんには、情報産業特にソフトウェア産業からみた問題、ビル・トッテンさんからは外国からみた日本における情報産業、及び情報教育の問題、最後に三浦さんからはグローバルな情報産業、あるいは日本の企業からみたときの今後のこの分野の教育問題についてお話を承りたいと思っております。国井先生よろしく願いいたします。

## 2. 情報処理教育について

国井 皆さんこんにちは。お忙しい中大勢来ていただきまして、皆さんの時間に値するような話をやれるように、できるだけ努力してみたいと思

†日時 平成2年3月13日(火) 14:30~16:30

場所 早稲田大学大隈講堂

1) 文部省, 2) 東大, 3) 九大, 4) 日電, 5) 日立, 6) アシスト社, 7) 東北大

います。情報処理教育に関しましては、実は文部省の専門教育課が中心となって、情報処理学会が協力しまして、現在それがいかなるものであるべきかということをはたすら検討する委員会を開設して、第2年度に入っています。第2年度がちょうど終わろうとしているところでございますが、私の話はそういうことを背景にしまして、情報処理教育において、われわれは現在いかなる状況にあるかということ、多少かいつまんで皆さまに分かりやすくお話すということが任務です。それから、必ずしもここでは、そういう情報処理教育をめぐる委員会の総意を代表してしゃべるという立場ではございませんで、一個人としての観察でございます。私が考え違いをしているところはお許しいただきたいと思えます。



まず量的側面というのがあります。学生数がどうであるかというのを現在サーベイしています。少なくとも理工系の情報学科協議会に加盟している学科に関しましては、1年前のデータによりますと、3125人の卒業生を毎年送り出していることになっています。教官数は学生数にもなって配属されています。

もう一つの問題というのは、質的にいかなるものであるかということでございます。それは、カリキュラムを通して、どれくらいの内容の教育ができていくかという問題。それから研究を通してのことになりますと、いかなる研究に基づいて情報処理教育が行われていくかということになるわけです。カリキュラムに関しましては、現在いかなるものであるべきかを検討しているわけでございますが、現在確立しているものとしては、アメリカにおけるコンピュータサイエンス (CS) のカリキュラムというのがあります。これは1968年に出たアメリカ電子計算機学会 (ACM) が作り出した ACM 68 カリキュラムがあり、それ以後、10年おきに改訂版が出ています。カリキュラム 78、現在 88 が出ております。それに基づく教育というのは、どの程度行われていくかということ、これを現在調査中ですが、委員会の1人が含有率、どのくらいそれが含有されているかという言葉で発明いたしまして、含有率が20%であるとか30%であるとかという現状だというのが、現在われわれ

が理解しているところです。残りの70%とか80%はCS (コンピュータサイエンス) でないものを教えている。CS でないものがいかなるものであるかということは、各大学、各学科ごとにまったく違うということが日本の情報処理教育の現状であるわけです。それがいいかどうかということとは、別です。

それから研究を通じての教育という方向が ACM カリキュラム 88 では出てきている。実は、前の世紀の末にアメリカが、発見発明を行う研究というのを通して教育をすべきだという研究大学という考え方をしまして、以前のような鉱山の掘り方とか、農業の作物の作り方を教えるという生活必需品の確保のための技能教育から、大学で研究を行うことを通して教育するんだということに大転換を行ってきまして、それで世界をリードする国家にアメリカを変えていったという歴史があります。それがアメリカの研究大学群になっているわけでございます。

次に情報処理とかコンピュータサイエンスとかの分野のネーミングの問題があります。アメリカでは日本でいう情報科学とか工学、インフォメーションサイエンスという言葉は、図書館学ということで、日本とまったく対応する言葉とはなっておりません。ですから大変言葉使いに気を付けないといけなくて、日本の情報処理に対応するのは何であるかというのは、きわめて問題です。それからヨーロッパでは情報学に当たるインフォマティクス、それからイギリスではコンピューティングサイエンスという言葉を使っています。

それでカリキュラムとして現在ありますのは、コンピュータサイエンス分野ではさき申しあげた ACM カリキュラム 68, 78, 88 でございますが、他の分野として、情報システム分野ではオンラインバンキングとか、そういうものの構築の仕方を教えるカリキュラムがあります。CS のカリキュラムに関しては入門が9分野にわたって11教科で教えるということが、1988年最終レポートでは出ております。中級、上級に関しては出ておりません。入門だけのカリキュラムが提示されてるわけで、中級、上級に関してはわれわれが作らなければならない。それから情報システムのカリキュラムに関しましては、カーネギメロン大学において、修士で教えるためのCSを基本と

したソフトウェアエンジニアリング、ソフトウェアのライフサイクル全体を教えるカリキュラムがごございます。カルフォルニア大学のパークレー校のコンピュータサイエンスの学科の主任によりますと、もし教えるとするならば、そのカーネギメロンの情報システムカリキュラムを使うことになろうが、今のところ教官もいなければ、学生がそれに興味をもってるかどうか不明であるという現状だという説明をしました。必ずしも日本だけではなくて、各国とも、その辺はきわめて不明確のままになっていることをご報告したいと思います。

研究に対してどうするかということは、歴史的なタイムスパンというのがあって、コンピュータサイエンス、あるいはコンピューティングサイエンスは、現在非常に変わりつつあります。たとえば医学とか数学は数千年の歴史があり、化学や物理でもやっぱり100年以上の歴史はあるわけで、近代科学の中では一番新しい分野です。そこと工学の関係はどうかということになるわけですが、サイエンスなしに工学というのはありえないわけで、たとえば力学というものが理解できて機械工学ができた、あるいは量子力学が理解できて物性ができた、それからエレクトロニクス産業が出た。生物学が理解できて、バイオエンジニアリングが出たわけですが、本来あるべき情報科学が分からないと情報工学は分からないのかということになります。それがどうか、これはまったく不明です。すべてわれわれの手に残されている。きょう論ずる問題は、情報の科学とか工学とは何か、そこにおける仮説検証を含めて発見発明の全過程のことをわれわれがもう1回忠実に検討してみないと明らかにならない分野ではないかというふうに思ってるわけです。仮説を作ってモデルを作って、あるいは理論を作って、その検証をするというサイエンスのステップを1度通らないと多分、情報処理教育というものを、私どもは論じることはできないのではないかと、そういうことを申しあげて、私の前座とさせていただきます。次から牛島教授その他、産業界の方たちのお話を承りたいと思います。

**司会** どうもありがとうございました。まず全体を理解していただくためのイントロダクション、どうもありがとうございました。続きまして

CSを中心として牛島先生からお話をいただきたいと思います。

### 3. CS の教育について

牛島 野口先生から、次の3点、すなわち、現在の日本における情報処理教育の問題点、CSの立場からどのような教育を行うべきか、そのために情報教育におけるどのような変革が必要であるか、に絞って話をしてほしいと言われております。



情報処理教育といいましてもいろいろな対象があります。ここでは、大学、あるいは短大、高専といういわゆる高等教育における情報専門学科の教育ということに絞ることにしたいと思います。いま、国井先生がご紹介になりましたように、文部省の委託によりまして昭和63年度から「大学などにおける情報処理教育の改善のための調査研究」を続けております。最初の年は当学会のコンピュータと教育研究会の中で大学の先生だけが集まって検討していました。今年度からは産業界の方も交えて2年にわたって検討を続けております。63年度の検討結果は、一応結論が出ておりますので、今日はそれを中心に簡単にご紹介したいと思います。

日本の情報専門学科には、情報工学科とか情報科学科とかいう名前がついております。この情報という名前がいろんな解釈をされているということを最初に申しあげます。そのことがそれぞれの学科の性格にも反映しています。ちなみに国井先生が現在会長をしておられる理工系情報学科協議会に属している国立38学科、私立13学科の学科名を列挙してみますと、情報工学科24、電子情報工学科7、情報科学科5、電気情報工学科3、知能情報工学科2、情報学類、情報知識工学科、システム工学科、組織工学科、情報通信工学科、制御情報工学科、計算機科学科、情報処理工学科、計算機工学コースそれぞれ1となっており、大部分の学科が情報という名前を使用しております。コンピュータ、すなわち計算機という名前を使っているのは51学科中2学科しかありません。

では、情報ということをそれぞれの学科でどう考えているのか、それぞれに確かめなければなら

ないのですが、一つの手がかりとして、学科の英語名称があります。理工系情報学科協議会では要覧を発行しておりますのでそこに英語名称が載っております。これを数えてみますと、Information Science(s) 24, Computer Science 7, Information Engineering 6, Electrical & Computer Engineering 3, (以下略) となっております。学科名の中に computer とか information とかの単語がどのくらい含まれているか数えてみますと、51 学科のうち 31 学科 (61%) で information という単語を使っています。computer は 22 学科 (43%), electrical が 7 学科 (14%) です。

これに対して北米(アメリカとカナダ)のコンピュータサイエンス 127 学科とコンピュータエンジニアリング 30 学科、合計 157 学科では computer という単語が 150 学科 (96%) に出てきます。information は 12 学科 (8%) で、electrical が 33 学科 (20%) の名前に現れています。こういうように認識あるいは解釈のギャップがあるということをご紹介してみました。

日本で国立の理工系学部情報専門学科が初めてできたのは 1970 年で、東工大、電通大、山梨大、京都大、大阪大の 5 校でした。そのちょうど 2 年前にカリキュラム 68 がアメリカで出たわけです。これは、電気工学とか、物理学とか、統計学だとかいった既存のディシプリンに対してコンピュータサイエンスが独立な学問領域であり、独立の学科を作って教えるべき内容をもったものであるということ世の中に初めて宣言したものでいえます。1970 年ごろに発足した各大学も新しい学科を作るうえで大いに参考にしたに違いないと思います。

ところが日本の場合には、物の名前を付けた学科、たとえば自動車工学科というのは従来ありません。計算機工学科とか計算機科学科という、物の名前を付けた学科というのは果して日本に馴染むかといった議論とか、新しく始めるのだからコンピュータだけではなくこれをツールとして使うもっと広い範囲の情報を研究し教育するのがこれからわれわれが作る学科であると先発の学科を作った方々は大いに論じられました。その結果として情報工学科なり情報科学科という名前がつけられ information science とか、information engineering とかの学科名が出てきたかと思いま

す。ところがいったん固定してしまうとそういう名前をつけたときの議論は置き去りにされて情報という名前だけが一人歩きしてしまって、自分にとって都合のよい解釈で情報工学科をみるということが続いてきたと考えられるのです。世の中はエネルギーと物質と情報からなっているといえ、世の中からエネルギーと物質を引いたものはなんでも情報という議論も成り立つわけですから。

問題なのは情報という外枠の中にコンピュータという芯があることが見えなくなってしまったということです。つまり、先発の学科を作るときには、コンピュータの核があってその回りに発展として情報があるという形で学科を作ったのだけでも、いったん外側の殻ができてしまうと外からそれを眺めた者は芯の部分にコンピュータサイエンスがあることに気がつかなかったというわけです。

もう一つは、1970 年には、情報専門学科の卒業生を教官に採用することができなかったのは当然で、電気、電子、物理、数学といった他の分野で勉強された方が教官として入ってきました。それらの方々が、いわゆる情報に転換なさっていただければよかったわけですが、転換なさって業績をあげておられる方がたくさんおられますけれども、自分の生まれた分野にそのままどまってしまった方もおられる。そこで、国井先生が先ほど引用した教員の含有率という話になるのです。コアの部分がぼけてしまいそれを担当する教員がいなくなれば情報という名前がついているけれどもいったい何をやっているのかということになります。

情報専門学科を強化し発展させていくためにはコアとなるコンピュータの基本のところから、論理のレベルからきちんとする教育をすべての情報専門学科の中でなされなければならないという問題意識で、1968 年から 10 年後に発表されたカリキュラム 78 を委員会でも集中的に検討いたしました。このカリキュラムは当時のメインフレームの影響が色濃く残っているけれども、カリキュラム 78 から 10 年間の学問の進歩を反映させたカリキュラムを各学科の事情を考慮して、よく吟味して作るべきである。コアの部分は情報専門学科で教えるべきミニマムであるというのが結論です。コア・カリキュラムの具体的な中身については時間

の都合で省略します。

ACM では、その後もカリキュラムの検討をつづけていまして、88年の報告書が昨年1月号のCACMに出ました。今年はこれも資料に加えて、我が国の情報専門学科のカリキュラムを検討したいと思っています。たとえば、日本語処理なんていうのはこの中にありません。情報ネットワークといった話もそれほど詳しく入っていないとか、いろいろ問題があるわけです。

**司会** どうもありがとうございました。CSに関する基本的なお話、その中でわれわれは今後いったい何をすべきかというのは、これからの議論の対象になると思います。続きまして文部省の草原課長から、今後日本における情報処理教育の問題についての基本的な考え方をお伺いしたいというように思います。

#### 4. 今後の情報処理教育の進め方

**草原** 私からは広い意味での情報技術者の養成についての文部省の基本的な考え方、それについてどういような具体的な措置を講



じているか、それから今後の残された課題、こういう点について簡単に申し述べたいと思います。

まず基本的な考え方としては、文部省では1988年6月に「情報技術者の養成確保について」という報告を取りまとめました。これに従って、いろいろな施策を進めているわけですが、その報告の骨子をここにあげておきました。まず、量的な側面では、大学の情報学科の計画的な拡充を図る必要があると言っております。ここでは具体的に数字をあげて将来予測をしております。これによりますと、2000年までに必要とされる情報技術者の数が230万ないし300万人、そのうちある割合は再教育によってカバーされると見込みまして、大学などの学校教育機関で新たに養成されなければならない情報技術者の数が150万ないし225万と、こう推定しております。ただここで情報技術者と言いますのは、きわめて広い意味にとっておりまして、ハードウェア、ソフトウェアの両方を含み、また、非常に高度な研究開発に従事する人も、一般的な利用活用に従事する人も含めた幅の広い概念でございます。

そしてそのような量的な目標を達成するためには、当面、1992年までに、大学などの入学定員を毎年7ないし10%の割合でふやしていく必要があると言っております。なぜ1992年までかと思われるかもしれませんが、実は1992年まで18歳の人口がふえ続け、92年にピークに達します。したがって現在の時期は大学の規模の拡充を図るうえで非常にやりやすい時期であるという背景がございます。

質的な面に目を向けますと、これから非常に高度な技術者を要求されるため大学院の拡充が非常に重要になります。そのほかに教育内容の改善、それを担当する教員の資質の改善、それから社会人技術者の再教育をどうするか、大学にとっての大きな課題になると思います。また情報処理教育というのは、必ずしも専門の学科だけで行われるものではなく、大学のいわばすべての学生を対象にした、いわゆる一般情報処理教育の拡充が大事であるといったことも指摘されているわけです。

そこで、それぞれについて、どのような進捗状況がみられるかと言いますと、まず量的な側面に関しましては、大学における情報専門学科の数が非常にふえております。昭和60年から、平成元年までの入学定員をみてみましょう。情報と言いましても、先ほど牛島先生のお話にありましたように中身に違いがあるかもしれませんが、ここでは一応情報という名称を使ってる学科の定員と、こうご理解いただければよろしいかと思っております。これでもみましても、昭和60年には全体で5000人余りだった入学定員が、4年後の平成元年には1万4000を越えるまでにふえております。これに電気工学科のような関連の学科の人数の半分を加えて、情報関係学科というように少し幅を広くとってみますと、全体の数が同じ期間に1万7000人から、2万7000人余りにふえているわけです。さらに大学だけではなくて、短大と高専も含めてみますと、全体として4年間に2万2000人から4万5800人にふえております。このように量的な面に関する限りは、これまでの推移をみてみますと、ほぼ当初予想したふえ方を示しております。したがってこのままでいけば、量的な面で、いわゆる情報技術者の深刻な不足という事態を避けることは十分可能だろうと思っておりますけれども、

しかし問題は質の面でございます。

質の面で問題になりますのは、まず大学院の拡充ですけれども、大学院においても近年多くの情報関係の専攻が設置されております。これもグラフで見えますと、修士課程では、4年間で、入学定員が856から1030にふえております。博士課程のほうはどうかと言いますと232から334までふえております。細かい数字そのものよりも、全体としてこのようにふえているという傾向をご理解いただければよろしいかと思えます。しかし企業のほうからご覧になりますと、実際に採用する立場に立つと、とてもそんなにふえているとは思えないと、こういうふうにお感じになるかもしれません。これは無理からぬことでありまして、今ここにお示した数字は入学定員でございます。したがって、卒業していくのは4年後ですから、4年のタイムラグがあるということにご注意いただきたいと思えます。

次に教育内容の改善、これについてどういことをやってるかと言いますと、先ほどすでに国井先生、牛島先生からお話がありましたように、情報処理学会にお願いをいたしましてカリキュラムの開発研究を今実施してるところでございます。それから教員の資質向上に関しましては、従来から内地研究員の制度がございまして、高専、あるいは短大、大学の先生が他の大学へ行って勉強する機会を与えられております。高専の教員を対象とする講習会も行ってあります。またこのように新しい分野ですから、大学の外から、企業から教員を採用するというのも必要になるわけですが、大学の教員資格については、博士号をもたなければいけないとか、論文をどれだけ書いてなければいけないとかいった要件とは別に、特定の専門分野についての優れた知識および経験をもって人であれば、大学あるいは大学院の教員資格が与えられるようにいたしました。実際にどういう人を選考するかは、それぞれの大学の教授会が決めることになってはいますが、規定上はそういう意味での一つの障壁は取り払われたというふうに思っております。

次に再教育についてですけれども、短期のコースを開設するというはすでに九州工業大学などで行われております。また夜間の大学院の制度化も図りました。まだ具体的に情報処理教育につ

いての夜間大学院は、私は聞いておりませんが、たとえば経営学などでは筑波大学の夜間大学院が大変に人気を集めているということをご承知のとおりであります。それから再教育を進めるうえで非常に有効と思われる新しい仕組としましては、大学院博士課程への入学資格の弾力化を図りました。従来は修士課程を終えていなければ、博士課程へ入れなかったわけですけれども、規定を変えまして、修士号をもっていなくても、一定期間の研究歴があれば学部卒から、いきなり大学院の博士課程に入学できるということにいたしました。このように規定が改定されたのは、昨年9月のことであります。

それから一般情報処理教育については、各大学において、総合情報処理センターの設置を進めておりますし、また一般情報処理教育を担当する教員の研究集會も一昨年から始めてあります。これには私も出席いたしましたけれども、やはり多くの大学、短大、高専で、一般情報処理教育を担当する先生方は、大変に困っておられる、苦勞しておられる、そういう状況が伺われます。したがって一般情報処理教育のあり方についても今後十分検討を行う必要があると思っております。現在、京都大学が中心となって検討を進めているところです。

最後に今後の課題についてですが、実は今申しあげたことがすべて現在の課題であると同時に、今後なお継続する課題でもありますけれども、特にカリキュラムの改善は、今後産業界や大学の方の協力によって進めていかなければならない大きな課題であると思っております。それから社会人技術者の再教育は、むしろ、これから取り組まなければいけない課題でありまして、私ども来年度、つまり平成2年4月からの新年度に再教育の推進方策について、調査研究を始めたいと考えております。これに関連して、経団連ともいろいろご相談をしております。経団連の呼び掛けで新しく先端技術者育成トラストという制度が発足することになりました。企業から金銭信託という形でお金を預けていただいて、その利息を運用して、特に再教育に熱心に取り組もうとしてる大学に配分をするという制度であります。産業界と大学との新しい協力の形態として私ども期待をしてるわけです。

それから情報技術者といいますと、通常はすぐ工学部あるいは理学部を頭に浮かべるわけですが、それだけでありません、たとえば経済学部、経営学部などにおいても情報教育は行われています。しかしどちらかという、文科系の分野においては、情報教育が大事であるという認識がまだ必ずしも十分ではないように思われます。したがって大学の文系の学科における情報処理教育をどう進めるか、これは、これから検討しなければならない大きな課題だろうと思っております。

最後に大学と産業界の協力ですけれども、今情報処理学会にお願いをしていますカリキュラムの研究においては、やはり当初、大学の先生方と産業界から出てこられている委員の方々との間で、なかなか議論がかみ合わない点がありました。しかし何回か議論を重ねているうちに、だんだんお互いの考え方、主張の背景が分かってくるようになりまして、ようやく一つの同じ土俵のうえで話し合える場が作られてきたのではないかと考えております。こういう意味でお互いの建設的な対話というのは、これからますます必要となると思います。今後は、大学は特に、大学の教育内容の改善のほうで自ら努力をする必要がありますし、国としては、特に文部省ですけど、特に予算面でのバックアップということが大事であります。また産業界も、大学にはいろいろと注文も不満もあるでしょうけれども、しかし最終的には大学がよくならなければ産業界も困るんだという認識をもっていただいて、大学を育てていただきたいと思っております。こういう立場で三者が協力し合わなければならないと思っておりますので、どうかご理解とご協力をいただきたいと思っております。以上でございます。

**司会** どうもありがとうございました。ただ今まででいわゆる情報処理教育に関する基本的な考え方、また文部省の今後の展望などについてお話があったと思います。つぎに産業界の方々から、現状の情報処理教育問題に対して、いろいろな立場からサゲッションをしていただけたと思っておりますが、最初のお話を日本電気の水野専務からお願いしたいと思います。

## 5. 産業界からみた情報処理教育の問題点

**水野** 私たちに与えられましたテーマは、特にソフトウェア産業の立場からみて、現在の日本における情報処理教育の問題点、今後どのような変革が必要であるかということでございます。問題点と言いますと、いろいろあると思いますが現実の教育状況という点からお話したいと思っております。



まず最近、情報処理のシステムが独創性と創造性を必要とするようになり、たとえば戦略情報システムは、他社との優位性を非常に重要視したシステムであり、ただ単にコストダウンを目的としてシステムを作ればよいということではなくなって参りました。したがってシステムの開発についても、必ずそこに新しい他のシステムとの差が求められてきてる。また巨大化複雑化した情報システム、その全体を見渡せる人材の育成が必要になっております。マルチベンダーエンバイラメントという言葉も最近普及してきておりますが、いろいろな会社の機種が相互接続されて、巨大化する複雑なシステムを構成しています。そういう全体を見渡せる人材をなんとか育成をしなければいけません。特にこれからの情報処理の技術者に必要なのは、なんとと言っても、業種とか、業務のノウハウであります。業種、業務の知識がありませんと良いシステムはできません。さらにエンドユーザの教育、また新しいフィールドでございます AI とか、SI とか、どちらかという未経験の、まだまだ普及があまり進展していない領域、そういう問題に対する人材教育も大変重要になってきております。このような状況から考えますと現在産業界では、教育における需要と供給のアンバランスの問題、大量の教育ニーズ、これに教育環境が必ずしも追いついておりません。たとえば先生を捜しても、なかなか社内に十分ない。いてもそれはまたシステムの開発に従事してしまう。

それから問題を少し異なった面から眺めてみたいと思っております。たとえば従来工業化社会においては、工業所有権すなわち特許などは本来お金を出せばだれでもそれを使っても良いということが前提の社会構造から、情報化社会においては、著作

権が一層重要視されコピーが許されない1番初め作った人にもみ権利が与えられる社会構造へ移ってきています。そこで情報化社会特有のルール、倫理観というものを教育していく必要があると思います。

さて、そういう問題を現実の産業界でどう解いていくべきかということについて2~3、触れてみたいと思います。情報処理教育は、従来は徒弟制度でした。その結果、たとえば先輩のアルゴリズムなり、ロジックの癖が、その下に付いた人に移り、これはあのグループに入っている人が作ったソフトウェアだというのは、外から見てもはっきり分かるような徒弟制度で育ててきておりました。言うならば水泳をあんまりよく知らない人をプールの中に投げ込んで、自ら泳げということでプールの中でもがいているうちに、だんだん泳げるようになる。そういうような教育が中心でございました。これからはそれだけではだめで、品質のいいものを効率よく作っていくためには、水泳の選手でもウェイトリフティングをやって足腰を強める。階段を上ったり下りたりして、足を鍛える。そういったようなソフトウェアについても科学的な教育方法というものが必要であります。たとえば、ソフトウェアエンジニアリングです。ソフトウェアの開発技術のツールとメソドロジーの両方の教育です。従来の徒弟制度的な教育ではなくて、もっともっとサイエンティックな要素も入れ、両者合わせた教育が必要になるんじゃないかと思っております。

また、ソフトウェアの仕事の中には見積りの技術、それからお客様を指導していくコンサルテーションの技術、さらにプロジェクトそのものの管理の技術、ドキュメンテーションの技術が必要です。たとえばプロジェクト管理技術一つ取りましても、プロジェクトが遅れたときに、どういうアクションを取ったらいいかというような問題、これは実際に遅れてしまってからでは遅過ぎるわけで、シュミレーションをベースにした教育が必要であります。

また、産学の交流による現場体験が重要であります。多分この情報処理学会だと思いますが、ロンドン大学の先生が来られたときに、お話が出ておりました。情報科学科を卒業した人たちが、すぐにメーカに来てソフトを作るのではなくて、

いったんインターン制度という形で、大学の付属のソフトウェア会社で、実際にソフトを作ってから世の中に出て行く。そういった医学部のインターンのような制度が大切だと思います。

また、ソフトウェア開発には、いろんな面がございりますが、抽象化、アブストラクションがうまくできるかどうかということが、いいソフトウェアができるかどうかの鍵になってるんじゃないかと思えます。そういう意味でアブストラクションの技法というものを、もっともっとソフトウェアの教育の中に取り入れなければならないと思います。たまたまMITのコンピュータサイエンスのコースにこの前伺ったときに、そんな話をしたら、本当にそのとおりだよということで、プロフェッサ・リスコフから『アブストラクション』という本をもらいました。それをコンピュータサイエンスの1年生のときに、1年かけて教えるそうです。そういう抽象化能力の育成が、どうも日本の場合なかなかうまくないようです。現実のリアルの世界から、コンピュータのロジカルな世界への変換技術をベースにした、いわゆる論理的な世界へのアブストラクションの教育をもっともっとやらなければならないと思います。産業界ではいったん会社に入りますと、ライフタイムエンプロイメントというわけではございませんが、終身雇用的に非常に長く会社にいるわけでございまして、その間の教育が大変重要でございまして。この間にソフトウェアを作る人の能力、新しい技術の再教育、そういったものをどうしていくか、モラルをどうやってあげながら、ソフトウェアの仕事にチャレンジしてもらえるか。そこで私どもでは、キャリア・開発ノートというものを作りました。きょう持って参りましたが、これをソフトウェアの技術者に、1冊ずつ渡すわけです。この「キャリア・開発ノート」にはおのおののソフトウェア技術者の自分の教育のヒストリが書き込まれていくようになっております。私どもではソフトウェア部門に配属されますと研修SEのレベルになり、それから三つのキャリアに分かれます。一つはアプリケーションのエンジニアになっていく。たとえばバンキングのシステムの領域のアプリケーションエンジニアになるキャリアパス。第2はプログラムプロダクト、ソフトウェアのパッケージ化、あるいは基本ソフトウェアのような領



域に入っていくパス。第3はテクニカルのサービスの領域に入っていくパス、たとえばネットワークについてはこの人に任せておけばいい。あるいはデータベースについてはこの人に任せておけばいい、というような高度な専門家になるパスであります。第3段階までは初級、中級になっていまして、そこから上は上級SEになって参ります。そういうことでSEのキャリアパスが作る、長期にわたっての教育が私どもの一つの課題でございますが、まだまだ十分でない点が多いのでございますが、その方向で努力をしております。

最後に一言だけ。ソフトウェア教育をいかに効率よくやっていくかということでございますが、現在私どもでは衛星通信システムを利用して、ソフトウェアの遠隔地教育を行っております。これは大変効果的であり、先生一人で多くの遠隔地にいる人を教えることができます。

**司会** どうもありがとうございました。問題点の指摘、具体的な方法論のお話がありました。さらに詳しくはディスカッションで詳細な話が伺えると思いますが、続きましてビル・トッテンさんに、特にアメリカからみた日本における情報産業、情報教育問題について、いろいろなコメントをいただきたいと思っております。日米格差は先ほどのお話にもございました。そういう問題提起をいただければと思っております。どうぞよろしく願いいたします。

**ビル・トッテン** この話はアメリカ人にとってはすごくこわい話です。日本は石油や原料などをかうために輸出が必要で、一生懸命輸出しています。最近アメリカではコカインなど多くの麻薬を南米から輸入するために、やっぱり輸出が必要になっていきます。輸出は大事になっているけれども、だんだん売れるものはなくなって、大学しか売れないような話を聞いてます。だから、日本の大学まで強くなるとアメリカはなおさら大変になって、むこうのこわい人はここにきてなおさらうるさくなるかもしれません。ちょっと冗談ですが、実は今日は水野専務の商品を持って来ました。最近みんな知ってると思っておりますが、日本電気の98ノートとか東芝のダイナブックとか、その手のコンピュータはものすごく小さく安



くなっています。おそらくあと2〜3カ月ぐらいで、ブックタイプのコンピュータは10万円を切るんじゃないかと思っております。

アメリカ人から見ると、日本の経済はものすごく危くなってきています。結構いいところはあるけれども、アメリカと比べて考えれば、現在の日本の経済は、昭和30年ぐらいのアメリカの経済とかなりそっくりじゃないかと思っております。現在の日本の製品はすごく品質が良いけど、昭和30年あたりのメイドインジャパンは、ちっちゃか粗悪品の代名詞で、世の中で一番品質が良いのはアメリカの製品でした。昭和30年ぐらいのアメリカは、製造技術や製造設備がものすごく良く、世の中で一番優れたものを作っていました。今は日本がそうなっています。しかし、今の日本の経済条件は、アメリカの昭和30年あたりと、すべてよく似ていると思っております。昭和30年あたりからアメリカは坂道を下り始め、日本はその間に登ってきました。私からみると、登ることのできた、大きな理由は大量製造の力にあると思っております。アメリカの30年代のすばらしい技術、すばらしい工場設備を買ってきて、安い賃金の人が、同じ製造武器を使って、どんどん良いものを安く作ったので、経済はずい分よくなりました。しかし、今世の中で賃金が一番高いのは日本だと思います。そして、日本人が昭和30年あたりのアメリカ人と同じように、相当に工場設備を売ってます。安い賃金の韓国か台湾か、そのような国々の人が日本の企業と同じ設備技術を使って、大量製造で勝負すれば、賃金の差で勝つはずですよ。日本は、このまま続ければ、やっぱりアメリカと同じように坂道を下るんじゃないかと思っております。そうならないためには、大量製造から多品種少量製造に切り替える必要があります。要は、情報の付加価値が高いものを作ることです。今、家内が靴を買いに銀座のワシントンに行くと、まず右足をコンピュータに入れて計り、次に足を計って、それから山ほどのデザインと、革の種類から自分に最適な靴を指定できます。すると、その店が2〜3週間以内に、普通の既製品の靴と同じぐらいの値段で指定した靴を作ってくれます。そのような、人間に合わせて製造する時代に切り替えなければならないと思っております。そうすると、大量製造の安いものはあまり勝負にならないんじゃないかと思っております。

しかし、情報の付加価値が高いものをやろうと思ったら、デスクワークをやっている人の生産性が勝負になると思います。最近、自分の会社やあちこちの会社に行って引き出しを見てみると、何が入っているかという、消ゴムや鉛筆、ハサミ、ノリなどが入っています。これはチャールズディッケンズ時代、人力の工場や、人力車の配達時代の事務所とあまり変わっていません。今日お持ちしたノート型のパソコンなんかは、ほとんど見あたりません。こういうものはどんどん安くなっているのに、われわれの教育は、まだおそらく小学生から鉛筆や消ゴム、ハサミ、ノリを教えています。新しい道具についてあまり教えていないから、社会人になるまでずっと鉛筆と消ゴムのようなことをやっているから、なかなかこういうものを覚える機会がないんじゃないかと思います。最初から、小学校あたりから新しいものをどんどん教えていけば、社会人になったときにまったく抵抗なく使いこなせるようになると思います。そして、生産性を大幅にあげるためには、皆さんが消ゴムや鉛筆と同じ程度に、気楽にこのようなものを使えるようになる教育をやらなければならないと思います。そうすると、多品種少量の生産に切り替えることによって、今までと同じような経済の状況が続けられると思います。簡単ですけども、私が考えていることはこのくらいにします。どうも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。いずれさらに詳しい、突っ込んだ話をディスカッションでお願いしたいと思います。最後になりましたが、三浦さんから日本全体のグローバルな立場からみた情報の教育問題についてお話をお願いしたいと思います。

**三浦** 私は企業の立場からみた情報処理教育への要望という課題をいただいております。まず、われわれが情報処理教育に対して、



いろいろな期待をするわけでございますが、その背景には、まず第1に情報産業がこれからのリーディングインダストリになると言われていることへの対応でございます。通産省の中期展望検討結果として1984年における情報産業の大きさが20兆円でGNPの6.4%、2000年になりますと

140兆円で20.7%ということで、数字の上からみてもこれを示しています。

第2番目はそれに対して、情報処理技術者、特にソフトウェア分野の恒常的な不足ということでございます、これも通産省の数字を借りますと、ソフトウェアエンジニアが、2000年になりますと数10万人も不足するということでありまして、特に問題は、リーダーが非常に不足してくるということでありまして、若い人は種々手が打たれており、大分ふえてきていますのでございますが、情報処理のリーダーの場合は電気系とかの学科の人が特に必要でございますが非常に採用困難になっているというのが実情でございます。ソフトウェアの生産性向上に対しても、通産省指導のシグマプロジェクトというようなものもありますし、国際標準化活動というものを推進することによって、ソフトウェアの流通性をあげるとか種々施策が打たれているわけですが、とにかく情報処理技術者が恒常的に不足しているということが大きな問題でございます。

第3番目は、情報処理技術というのは、非常に創造的であり革新的であって、特に未経験分野が非常に多くて、しかも最近では情報がいわゆる経営の一つの資源になってきております。これに対応できる人をどうやって育成していくかということでございます。高度なかつ新しい技術、概念を必要とする例を具体的に申しあげますとまず一つは、最近言われておりますトータルソリューションであります。お客が種々抱えておられる課題をメーカーの立場からなんとかして解決できる提言をしていくということでございます、そのための戦略情報システムの構築があります。その他グローバル化に関連してネットワークング、半導体技術への進歩に関連をいたしまして新しいデバイスの開発、あるいはニューメディアの出現、その利用技術などきわめて広範囲でございます。さらにもう一つの問題は情報処理がだんだんと、一般社会に浸透するに従い、製品を開発するに当たっては、従来のハウ・ツー・メイクの課題がホワット・メイクにシフトしてきていることへの対応です。このようなことを思考できる人をどう育成するかということが新しい問題であります。

以上は、やや情報に指向した話でございます

が、一般的に企業が求める技術者像について少し述べておきたいと思います。一つは、基礎のきちんとできた人で基礎技術力をもっているということは、非常に重要でございます。2番目は変化にフレキシブルに対応できる人です。最近のように、激変の時代中では、自分に一つの信念をもちながら、しかも変化に対応できる人が必要でございます。3番目は、マクロ的にものを見れる人、システム思考のできる人です。局所のみ着眼して、全体的な思考ができないということでは大変困るわけです。4番目は創造的にかつ、開拓者精神と言うんですか、新しいものに挑戦しようという人が非常に必要でございます。それから、仕事をやり遂げる実行力、責任感がある人です。企業では多くの人を使い仕事をする人が多いわけで、そういった点で統卒力の非常に優れている人を要求する場合もございます。それから協調力、包容力も重要です。これらをすべてでなくてもいくつかを備えた人を企業としては求めているということでございます。

最後に、大学教育に期待することで、第1に技術者教育です。企業では大学での教育をベースにいたしまして、企業の中で企業内教育ということで、ずっと技術者を育成していくわけでございますので大学教育は重要と考えています。さらに、最近では製品構造の転換などによりまして、技術者の再教育もやっているわけでございます。大学にお願いしたいのは、最初の大学教育に加えて技術者の再教育に対しましても、期待をするわけでございます。

しからは大学教育で期待する内容であります。まず、前述の基礎技術力の向上でございます。最近の技術はどんどん変わってきておりますが、そういうトピックス的話題も必要ですが、むしろ基本を重視した教育をやっていただきたいと思っております。そのことは、新しい技術の位置付けと内容をきちんと理解するうえでも重要ですし、さらに新しい研究課題、あるいは技術課題を解決できる力にもつながるわけでございます。それから論理的思考というのもやはり重要でございます。

第2番目は幅広い常識の涵養であります。リーダーと上位職になって参りますと、非常に幅広い常識が必要でございます。技術者として単に技術というだけでなく、プラス $\alpha$ の幅が是非ほ

しいと考えているわけでございます。この辺はカリキュラムの中には是非組み込んでいただきたいと思っております。

期待する第3は研究開発をリードできる人材の育成であります。これには大学院の教育が重要だと思っております。国井先生の研究を通じて教育をするのだというお話は大変重要と思われました。大学院の質的な向上、あるいはまた高い研究水準をさらに高めていただきまして、それを通じて、研究開発をリードできる人材を育成していただきたいと思うわけでございます。

第4は産学共同への期待であります。最近の企業では強い競争力をもつために有力な知的所有権、独自技術をもつことが重要になってきております。また、開発期間も著しく短くなって参りまして、基礎研究と実用化との時間を非常に短縮する必要が出てきております。そういった意味での産学共同の重要性が高まっているわけでございますが、大学サイドでは、そういうのを通じて、産業界のもつ具体的課題についても関心をもっていたいただきまして、抽象的な学問の世界だけでなく実地的な教育指導を是非拡大していただきたいと思っております。

最後は国際性のある人材教育への期待でございます。語学力はもちろんのこと、国際感覚をいろいろ大学教育を通じて植え付けていただきたいと思っております。

司会 どうもありがとうございました。情報処理教育全体の問題の整理をいろいろしていただきましてありがとうございました。

それではただ今から討論に入らせていただきます。最初に各パネリストの立場からいろいろな話を伺いました。つぎは討論の焦点を明らかにしていかなければいけないと思っておりますが、つぎのような重要なテーマがあったと思っております。一つは獨創性、あるいは創造性のある人材を大学がいかにして作り得るか、一つはトータルシステムのインテグレーションの能力をもち得る人間をどうやって教育できるかなどです。とりあえず大学側に対して、企業のほうからこれらの問題について少しブレイクダウンしたレベルでのコメントあるいはご質問などを、フロアあるいはパネリストからいただきたいと思っておりますが、いかがでございますか。企業、あるいは社会からみたときに、大学ではこ

ういう教育を是非やるべきではないかというよう  
な提言をまずいただきたい。いかがでございま  
しょう。最初の口火を切っていただく意味で、水野  
さんから、具体的なレベルからのコメントをいた  
だけたらありがたいと思います。

## 6. 創造性について

**水野** 私は創造性という問題につきまして、大  
学に入る前からの改善が必要なんじゃないかと思  
います。つまり入学試験の制度でございませ  
ん。現在ですと5教科とか何教科とか、○×でたくさん  
の問題を短時間に解かないと大学に入れないとい  
うことで、いかに問題を解くかということばかり  
に時間をかけています。そして入るともう疲れて  
しまうと、これじゃ創造性が、大学に入る前  
からだめになってしまう。そこで一教科でも秀  
れていれば大学に入れるようにすべきだと思  
います。ある大学で試行されていると聞いてお  
りますがもっと多くの大学で採用していただ  
きたいと思えます。また入った後、その人が体  
育の学科をとらないと卒業できないというん  
じゃなくて、数学なら数学が非常によくでき  
るという人は別に体育ができなくても卒業さ  
せてもいいんじゃないか、そういう感じがいた  
します。そういう意味で、大学の入試から内  
部における単位の取り方、そういったところ  
から基本的に、獨創性が発揮できる環境を  
作っていく必要がわれわれにあると思えます。

**司会** 大変に重要なご指摘だと思いますが、大  
きい問題提起でもございませぬ。それに関し  
て大学側の先生方、牛島先生、国井先生から  
ショートコメントをいただき、つぎに草原課  
長からコメントをいただくというふうにし  
たいと思えます。

**牛島** 一芸に秀でたものを受け入れようとい  
う大学が増えてきているのですが、そういう学  
生の一芸以外のところは、入学のところで調  
査していないわけですから大学教育を受け  
るだけの基礎学力に達していない部分をそ  
れぞれもっているかもしれない。基礎学力  
の欠けている部分をほかと同じところまで  
持ち上げなければならぬわけだ。そのため  
の教育を大学が用意するには大変お金の  
かかる。国民がお金を払う覚悟があるか  
ということがキーポイントだと思います。大  
学が受け入れるだけでは問題が解決しませ  
ぬ。

創造性を育てるといふのは耳に心地よくひびき

ますが、では、たとえば自分の部下に非常  
に変わった奴がいる。そういう部下を自分  
は気に入らないといって切り捨てていな  
いかどうかを反省してみる必要があるの  
ではないでしょうか。今、企業側は、人  
が足りない。人が足りないといってくる  
わけですが、たとえば、自分は気に入ら  
ないといふ部下を窓際に追いやってい  
るようなことはないのでしょうか。それ  
によって創造性を殺しているかも知れ  
ない。変わったものをきちんと認める  
社会というのが大事なんだと私は思  
っております。

**国井** 創造性教育に、もし本当に絞るんだと  
すると相当に問題が大きいと思うので、  
教育以前にまず創造ということ、どう  
いうふうの評価するかということから考  
えなければならぬ。創造というのは結  
局発見と発明になるわけだ。それで  
発見や発明が行われたということ  
を認定することは、スポーツの場合  
の新記録と似ていて、ジャッジが  
いて、公式競技場という所で記録  
を出して初めてジャッジが新しい  
記録が出たと認定するわけだ。公  
式競技場というのが発明発見の  
場合には学術雑誌と学会になって  
いるわけだ。唯一のジャッジの  
仕方というのは、今までそう  
いうことが発見発明されてない  
ということを証明するしかない  
わけだ。そのために学術データ  
ベースというものの重要性が  
叫ばれているわけだ。日本は  
その入力に対して最近やっ  
と力を入れたということ  
で下部構造がきわめて  
不足していると思えますし、  
それからもう一つさ  
き申しあげたのは、  
新しい発見発明とい  
うのを認定すること  
は、今まで見つけ  
られていない専門  
分野に対してもな  
されるわけで、  
尺度として共通  
の物差しを作ら  
ないかぎり、ど  
のくらいの大き  
さの記録が出た  
ということをは  
測れない。日本  
は評価するのが  
大変嫌いな社会  
ですから、みんな  
同じ記録を出  
したと委員会  
で決めました、  
会議で決め  
ましたといふ  
ことになりや  
すい。それが  
逆に言うと、  
均質なバラツ  
キのない製  
品という意味  
で製品の高  
品質という  
ものを保証  
してきた。現  
在のわれわれ  
の社会形態、  
農業で大勢  
でそろって  
田植する  
という農業  
社会に起源  
をもつ文化  
の問題とし  
て、多少私  
どもの文化  
のあり方  
ということ  
を考えない  
といけ  
ない。その  
辺につ  
いて、産  
業界につ  
いて私  
は逆に  
言う  
と質問  
がある  
んだけ  
れども、  
なぜ  
プ

ロセッサ、大型機、中型機、ワークステーション、それからパソコンまで、プロセッサは、日本では日本人が作った、設計のプロセッサというのは一つも主たる製品に使われていないのか。日本人が、そういうものを創造していないとは私思えない。いろんなプロセッサが提案されるけれども、なぜ産業界が使わないのかというのが第1点です。第2点はOSで、大型機でも、ワークステーションでも、小型機でも日本人が設計したOSというのはたくさんあるわけですが、産業界は主たる製品としては使ってくださってものはない。大もとが日本人が設計したというものはないというのは、いかなる理由であるか。創造性とおっしゃるならば、創造的教育を振興するうえでも産業界が、まず新しいものを使ってみるというチャレンジをすべきではないか、それは産業界の課題ではないかと思うので、私が逆に質問を投げかけます。

**司会** ブーメラン効果みたいになりましたけれども水野さんと三浦さんにその点、またあとビル・トッテンさんもコメントいただきたいんですが。

**水野** CPU 一つ、マイクロプロセッサユニットをとりましても使っていないじゃないかというお話ですが、そうではなくて、実際に私も独自に開発してるチップ・Vシリーズと呼んでおりますが、立派なものを作っています。さらに最近ではメインフレームについても、独自のものをどんどん作っています。スーパーコンピュータなどは世界最高速のものも作っています。OS につきましても、日本電気では ACOS という独自の OS を開発し日本にもたくさんございます。確かに向こうからもってきてるものもあると思いますが、その場合には、戦略として互換性、つまりコンパティビリティが必要であるからもってきているわけです。基本的には、どんどん新しいものを作りたいと思います。産業界として大いに独自性を今後とも発揮していきたいと考えております。

**司会** 今のお話は基本的にはある程度クリエイティブな、たとえばアーキテクチャ、OS の問題に関して日本は持っているよと、必ずしも世界に大威張りするわけにいかないかもしれないが、それなりのものはあるのではないかというお話でございますね。

**水野** そうですね。たとえば、OS なども、私自身も何年かかかって開発に参加しましたし、独自のものを作ってきました。ソフトウェアエンジニアリングツールについても我が国独自のものを作ってきております。しかし一方で、オープンアーキテクチャという形で UNIX の問題、OS のこのような問題、データベースの SQL にしても、国際標準が重要になってきました。獨創性という領域と、国際互換性、あるいは標準化という問題と、二つの課題がここに今生まれてきてると思います。そういう意味で競争する場面が、標準化が進んできますと、独自性もある程度限定されてくると思います。しかし、その中で独自性というものが要求されてくるし、それを突破しないかぎり、国際競争に勝ち残っていけないと思っております。

**司会** また話を少し戻しまして、要するに現在日本における情報教育制度の中から、あるいは教育システムの中からクリエイティブのものが作り得るかどうかということに関して三浦さんいかがですか。

**三浦** 水野さんのご意見とほとんど同じです。ソフトウェアでの獨創性について申しあげますと日本でも特長のある独自のソフトウェアがいろいろと実用されているわけですが、問題は世界に通じるものがきわめて少ないということにあります。ソフトウェアには国際性とか、国の文化とか、いろいろな見地からの課題がありまして、必ずしもそういった国際標準化に対して、日本のソフトウェアが成功してきたかどうかという点については、大いに反省する点があると思います。しかし、システムアプリケーションレベルでは獨創的、世界的な成功例はいくつかあると思います。銀行関係における第3次オンラインシステム、証券取引所のシステムや JR のシステムなどは非常に創造的なシステムになっていると思います。

**司会** ありがとうございます。ただ一つお伺いしたいのは今のクリエイティブな話は確かにあるということでありましたが、それが大学教育の成果なのか、企業が教育をしてくるからうまくスタッフがやってくれてるのか、その辺の切り分けはいかがでございますか。

**三浦** これはやはり大学の教育や企業内の教育の一貫したのから得られた獨創性であると思います。

**司会** 国井先生どうですか。今のお二人の話についてのコメントございますか。

**国井** きわめておもしろい問題が明らかになったと思います。やはり国際社会で私ども生活しますのでお客さんのことを考えると、やはり互換性というのは保たなければならない。確かにこの、アメリカなどで始まった計算機のアーキテクチャというのが先に存在してまして、そういう環境下で日本はやらなければならないかった。

ただアメリカが CPU を RISC に変えて互換性を大きく放棄したときにも、日本の産業界は設計を創造するのではなく、またアメリカの RISC の設計を買っていますね。日本とアメリカにおける創造性のあつかいの比較については、むしろビル・トッテン社長のほうに、両方に国籍があるような方ですから、聞いていただくほうが良いでしょう。

**司会** そうですね、トッテンさんよろしく。特に日米の格差、特にこれはソフトウェア関係においては非常に大きいというのは一般常識として日本には定着していますね。それに関していろんなコメントを含めてお話を伺いたいと思います。

**トッテン** 私のコメントは二つあります。私の生まれと育ちはアメリカで、娘たちはずっと日本の義務教育を受けています。それで比較できるのですが、私から見るとアメリカと比べれば日本は創造力を殺していると思います。しかも、それをどっちかと言うと、わざとやっているんじゃないかと思えます。戦後の日本の経済は大量製造の経済で、そこでは創造力よりも協調性やチームワークが必要でした。日本人はコンピュータを発明しなかった、自動車を発明しなかった、半導体を発明しなかった。世界で成功してる分野の基本的なことはあまり発明しなかったけれども、世界で一番良いものを製造して売っています。今までは大量製造であり、したがって創造力よりもチームワークが勝負だったので、わざとチームワークがある人たちを育ててきたのだと思えます。これからは創造力をもっとキーポイントになってくるので、日本の教育体制も変わってくるんじゃないかとずっとみていました。2番目はソフトウェアについてですが、われわれは、昭和 47 年からずっと輸入販売をやってきました。でも、最近はかなり早いペースで輸入ソフトウェアから国産のソフ

トウェアに切り替えています。どうしてかと言うと、創造力かどうかわかなくて、アメリカのソフトウェアと最近の日本のソフトウェアと比べると、同じ商品、たとえば表計算やワープロ、給料計算、在庫管理のソフトウェアは、日本のほうが良くできているからです。むしろは結構創造力はあるかもしれませんが、機械が大き過ぎたり、動くのに時間がかかり過ぎたり、バグが多過ぎたり、覚えにくかったり、なかなか使いものになりません。最近ではソフトウェアの分野でも、元々は海外で発明したものであっても、製造については日本のほうが勝っています。それはどちらかと言うと、創造力よりはチームワークを作る日本の教育制度の成果の一つじゃないかと思えます。

**司会** 具体的に、たとえば日本の教育制度に対して、クリエイティブな教育をするためのリコメンデーション、具体的にしていただけますか。

**トッテン** ちょっと前に水野さんがおっしゃったことですが、小学校から娘たちは毎週漢字のテストがあって、漢字を毎週 10 個覚えなければいけません。大勢の子どもが、最初から毎日毎日まったく同じことをやっています。そして試験があって、ずっと同じことをやらなければならないとしたら、創造性を養う余裕が与えられていないんじゃないかと思えます。それはチームワークを作るには良いことかもしれませんが、もっと創造力がほしければ自由を与えなければなりません。国井先生がおっしゃったように、尺度を決めるのは難しいことであり、創造力を育てたかったら尺度自体を捨てるべきかもしれません。自由を与えるべきかもしれません。

**司会** お立場上、お話にくいかもしれませんが、草原課長、個人の資格で結構でございますので、どうぞコメントをお願いしたいと思います。

**草原** 大変にむずかしいテーマですけれども、創造力の問題については、私は今皆さん方のお話を伺っていて、ある先生が言われたことを思い出すのです。その方は日本の研究者、技術者には十分創造性があるという立場でおっしゃってる方なんですが、その方が言われるには、それまでの技術開発の歴史をざっと調べて、若い研究者の創造性がいかされた例と、いかされなかった例を比較してみると、そこに二つのきわだった要因があると。一つは、若い研究者が何か新しい成果をあ

げた時点で、その芽の可能性を見抜いて育てようとするすぐれた指導者に恵まれたかどうか。もう一つは、たまたまそういう小さな成果をあげたときに、その研究をさらに続けさせるための、わずかかもしれないけれども、それに必要な研究費がなんらかの形で得られたかどうか。この二つがキーファクタだと、こうおっしゃるんです。それが満たされたときには、最終的に大きな技術開発に結び付くような成果が生まれる。そのファクタに恵まれなかったときには、せっかくいい芽を出したけれども、それが実を結ばずに終わってしまう。こう言われるわけですね。おそらく大学の中では、指導者というのは、若い研究者がついている教授のことでしょうし、それから研究費というのは、通常は科学研究費であろうと思います。企業の中では、むしろ企業の製品開発の方針ということも作用しているのかもしれない。

このように潜在的には創造性があるけれども、問題はそれを育てようとする条件が整っているかどうかであるといえますと、これはうまくいっているところもあれば、うまくいっていないところもありますから、日本はどうだというふうに一概に言うわけにはいかないと思います。しかしトッテンさんがおっしゃるように、制度的に、あるいはもっと言えば、文化的に、そういう創造性を伸ばしにくいような要因というのが日本の社会にはもしかしたら比較的強いかもしれないとは思いますが。これは先ほど牛島先生が言われたことですけれども、創造性を本当に伸ばすということは、社会の中にいろいろな異端者、異端の発想をする人、異端の行動をする人、そういう人をおる程度受け入れるということですから、それをどこまで許すかについては、日本の社会は、特にアメリカと比べると、そういう面を嫌う社会だろうというふうに思います。しかし、そうは言っても、その中で創造性を発揮してる人もいますから、これはなかなか一概に言えることじゃないかもしれません。

**司会** どうもありがとうございました。今後かなりフレキシブルな対応が教育の面でも必要であり、将来いろいろな展開があり得るというとらえ方でよろしゅうございますか。創造性の問題はなかなかむずかしいのですが、改めてその重要性を認識すべきでしょう。これから日本の情報産業は

三浦さんがおっしゃいましたように、リーディングインダストリに成長しなければならない。そのための中核となるスタッフを育てるのがやはり大学の責務でしょう。そういう状況の中で、新しい教育での展開がこれからいろいろ出てくると思います。先ほど三浦さんのお話の総括から、教育問題は大学の教育プラス企業の教育、プラスその後の再教育の問題として捉えられます。このように考えたときに、特に再教育の問題に関して、今後大学のコミットする役割はきわめて大きいのではないかという気がしております。大分こちらのほうでお話をしましたので、フロアのほうから、ご自由なコメント、あるいはご質問等々ありましたらいただきたいと思います。

## 7. 一般情報処理教育の問題について

**関口**(北海道大) 文科系の学部で情報処理教育をやっておる人間としてちょっとお聞きしたい。私はもともとは工学部の出身なんですが、経済学部で情報処理教育をやっております。一番困るのは、一番最初の牛島先生のお話にありましたけれども、情報処理教育の基礎というのが、コンピュータサイエンスの教育から入らないといけないようなカリキュラムになってるわけです。文科系の学部で、情報処理教育をしようとするときに、コンピュータサイエンスの基礎からやっていたのではとてもできない。それをショートカットしてやったらうまくできるかと言うと、本格的にやってもなかなかむずかしいのが、ショートカット版でできるかと言うと、これはもうほぼ不可能に近い。しかしそういう困難はあるんですが、一方で文科系の学科、あるいは非情報系の学科で情報処理教育をすることの必要性というのは、先ほど草原課長さんのお話にもあったとおりでございます。私のコメントの一つは、エンドユーザ教育が非常に重要だと思いますし、それを除いてもシステム開発の全体的な上流工程から下流工程までを考えたときの、上流工程でのシステムエンジニアの教育として、文科系の教育、あるいは非情報系の教育というのは、非常に重要ではないかと思っております。そこで、たとえば従来から文科系の学部の卒業生は、たとえば組織設計というようなことをやっておったわけですが、情報システムの設計というのは組織設計に非常に類似のと

ころがあると思います。そういう意味でも、非常に重視されてよろしいのではないかと思います。そういう観点からご質問したいんですが、一つは草原課長さんにお聞きしたいんですが、文科系の学部で情報処理教育をしようとしたしますと、従来の集合教育のやり方ではとてもできない。ですから文科系の学部にも少人数の教育ということが可能になるような配慮をしていただかなければいけないんじゃないかと思えます。その点についてお聞きしたい。それから産業界のどなたでも結構なんですが、その方にお聞きしたいのは、そういう文科系の学部から、言ってみるとプログラミングの教育などをまったくしないが、しかしたとえばシステム分析のような教育を受けてきた人間というのが、産業界にとっては、どういうふうに受け止められるのかということをお聞きしたいと思います。それから情報処理の関係の先生方には、こういうコンピュータサイエンスの基礎というのを教えないで、情報処理教育をするということが可能のように思われるかどうか、そういうカリキュラムは考えられないのかどうかということをお聞きしたいと思います。以上です。

**司会** 三つの質問がございました。最初に草原課長をお願いします。その次は水野さん。最後には国井さん、ご3人にご回答をお願いします。

**草原** 今の先生は確か経済学でしたね。経済学の中でもたとえば統計パッケージを使うというような意味での情報処理教育もあり得るわけですけども、しかしもっと広い意味で、経済学を専門にして、将来情報システムの構築にかかわるような仕事をするというケースもこれからふえてくるわけです。そうしますと一つの学問分野が、もっともっと広がってくる。情報処理を一つの軸にしながら、従来の学問分野が広がってくるというのは、これからの傾向だろうと思えます。そうなりますと当然また新しい形の情報処理教育の方法を考える必要も出てくると思われますが、この点については一口に文科系の情報処理教育と言いましても、専門の分野によってずいぶん事情が異なってくるだろうと思えます。したがってこれも一般論としてなかなか言えないんですが、ただ今のご質問にありましたように、少人数教育が可能になるような方法を工夫する必要もあるだろうと思えます。このような点を含めて、文科系の情報処理

教育のあり方については、むしろこれから関係の先生方のご意見も伺いながら、今後の進め方を検討していかなければならない課題であろうと思っております。

**司会** 第2の質問について、水野さん代表してお願いいたします。

**水野** 経済学を勉強した人が、情報処理の関係に入るということにつきまして、結論的にはなんら遜色がなくて、むしろそういう人たちがもっともっと情報システムの構築に入っていただきたいと思っております。たとえば私どもでも、新入社員が入りまして、3カ月間基礎教育を行います。大学時代1回もコンピュータの話を聞いてこなかった人が、3カ月後のプログラミングのテストで、トップになっている例が多くあります。そのトップの人が経済学とか国文学をやってきた人の例が結構あります。本当にそういう意味で差がないんじゃないかと思えます。これからは特に業種、業務の知識が必要であり我が国の情報産業を背負っていくのは、理学部、工学部の方ばかりじゃなくて、是非文科系、たとえば経済学をやっておられる方々が、この領域に入っていただく、これしかないんじゃないかと、逆に思っております。大変期待しております。

**司会** 最後の質問の3番目、国井先生コメントをお願いします。

**国井** 今のご質問は、実は情報処理学会のほうに、草原課長の専門教育課から委託されております。カリキュラムを作れというものの2番目ですが、コンピュータサイエンスじゃなくて、実は情報システムなんですね、その主査を大学側と産業界からということで私と日本電気の藤野支配人と二人で引き受けております。まず、コンピュータサイエンスというものの意味がきわめてあいまいに今まで論ぜられていたのですけれども、ACMの88では、自動化のためのコンピュータアルゴリズム、計算法の研究、そういう分野をコンピュータサイエンスと呼ぶと定義しております。これについて、日本独自の解釈を作ろうとするならば、内容の定義付けを行う必要があります。それでほかに計算機の場合はどういうことがあり得るかということになるわけですけども、主としてそれは人工物に対するサイエンス、あるいはエンジニアリングという問題になる。そのほかに思考の場



合、人工知能とか、推論とか、この二つが現在コンピュータサイエンスでは対象になっております。何がなっていないかと言うと、自然界はあまり対象にしてない。それは自然科学がやっております。それから感情の世界もやりません。これは主として芸術の世界でやっている。それから社会、今おっしゃった問題、経済その他も対象にほとんどならない。それが法学、経済学、社会学がやっている。人工物の場合でも情報システムが対象とするような大規模システムについては、実はいわゆるビジネススクールがCOBOLを教える程度では構築できないということが『コミュニケーション・オブ ACM』の1989年2月号のフォーラム欄に投書として載っております、やはりそういう大規模な複雑な人工物を構築してきたのは工学しかない。ですから工学的手法をとらざるをえないというのが、大方の私どもの見解です。工学のご出身だということで、その辺は私の説明を特に要しないと思いますが、ビルでも何でもビジネスの人が建てたということはないということです。

情報システムを作る方法は工学ではどうやってやるかと言うと、さっきから水野専務とか、三浦副社長がおっしゃるとおり、人工物の世界から、ある社会要求を満たすモデルを作って、設計から実現に落として検証するというライフサイクルの問題になるわけですね。この方法が、いわゆる普通のサイエンスの方法と違うかと言うと、実は全然違いますんで、その部分について、私は特に珍奇なる教育が必要だとは思わない。なぜかと言うと、工学における人工物の世界というのが、自然科学の場合は自然界ですね。それから、科学における「仮説」に当たる、世の中で何が必要とされるかというのは「要求」になるわけですね。それからモデルという理論を作る。たとえば物理ではドブロイの物質の波動説という仮説というのがあり、それが量子理論というモデルになった。それと同じようなモデルを工学でも要求という仮説から作るわけですね。アーキテクチャという方式を設計するというのがそれに当たる。それから検証するというのは、工学でも科学でも観測による。確かに電子線も干渉しますということで波動説が成り立たと証明すると同じことを、製品は世の中の要求を満たしたということで説明するわけです。ですからこの基本をはずさなければ、単なる

小手先の教育に終わらなければ、教育というのはなんら問題はないと思います。今一番の問題は、日本の教育制度がこのような、創造の基本的な過程を教えるものになってないということですね。啓蒙教育というか、既製の知識体系を教えることに徹してしまっている。小学校から、中学校、高等学校までずっとそうですね。それで大学に入ってきて急にさあ創造性教育と言っても、全部大学の先生の手期待されても、それは無理というものだとは私思うんです。現に私の学科の学生もそう言っています。小学校あるいは幼稚園からの教育全体を創造過程を体験できるよう設計し直す必要がある。これが私の回答です。

司会 よろしゅうございますか。いろいろディスカッションの種はあると思いますが、重要な基本問題でございます。時間も迫って参りましたので、もう一つの質問を受けたいと思います。どうぞ。

#### 8. トータルな情報処理教育と大学の教育

五十嵐 産業界のほうに身を置いております者ですが、先ほどの話で、創造性の部分ですとか、人間的な側面、産業界のほうでいわゆるSEという職種で要求される特に対人能力ですとか、人間的な側面の部分について、非常に強い要求があるというお話がありました。それが先ほど大学教育の問題というよりは、その入口の入試の問題であるとか、さらに初等教育というところまで間口が広がって参りまして、今のお話でもそういったような観点からのお話だったと思いますが、じゃあ大学入試以前にたとえば人間性が完成されていて、大学は単にたとえばアカデミズムの追求であるとかといえば、そういうことでは、おそらくないと思いますので、はたして大学という機能がどこまでその部分をカバーできるのかというのが、第1点目の私の疑問でございます。第2点目には、当然子どもどものときの感性の部分のようなものが非常に重要な要素になってくるんですが現状の世の中でみますと、たとえばヘッドフォンステレオですとか、ファミコンですとか、子どもたちに与えられてる遊び道具のようなものが、かえってそういった部分を阻害するような形で、これはちょっと極端な例で、あえて例に出させていたのですが、そういうような作業をしていると。

しかしながらそれがまた産業界によって生み出されたものだというので、そういった自己矛盾のようなものを企業は、それをまた教育投資をかけて企業内教育で掘り起こしをやってるという構図を逆に産業界のほうが、どのような感じで考えられてるのかというのが2点目、以上2点でございます。

**司会** 三浦さんどうですか。今のご質問に対して。

**三浦** 情報という分野で、いったい大学教育にどこまで期待するのかという意味ですか。

**司会** 教育のトータルシステムを作るうえで、いろんな問題がありますが、その中でいったい大学はどこまできちんとした教育の役割がもてるかという意味でよろしいですか。

**三浦** SEという言葉が出ましたが、SEに焦点を合わせて話をしますと、SEは非常に幅の広い技術やコンセプトが必要で、そういった意味では、先ほど文科系での教育は、技術系の者からみまると幅の広い、フレキシビリティのある教育がされているように思えます。そこに情報に関連する教育が付加される形ですのでこれらはSEには必要なことで、そういう方々の活用は大いに期待できると思います。

**五十嵐** 1点目の質問は大学が、はたしてどこまでそういう機能をはたし得るからということですね。カリキュラムという問題で、いったいどこまで人間的な側面の部分を、いわゆるSEが対応する、産業界でSEと言ってるものの対応するものが学問の世界で、確立されていないのではないかと。大学側でカリキュラムの問題ではたしてそういう議論をどこまで解決し得るかなというのが疑問としてあったのが第1点です。

**三浦** 非常にむずかしい問題です。情報教育の中でも、先端技術を担当する人の育成のためと、システムの開発に必要なソフトウェアを実際に作ったりする技能的な人の教育も重要でございます。そういった人の教育育成も合わせて考えることが必要だと思います。

**司会** 続いて草原課長お願いいたします。

**草原** 大学における情報処理教育というのは、まだ発展途上でありまして、したがって組織もきわめて小さいわけです。その中で全体からみれば、少ない数の先生方が大変な努力をされてるわ

けですけれども、是非とも大学の情報処理教育をみんなで育てていくという気持をできるだけ多くの人にもっていただきたいと思います。きょうは三浦副社長、また水野専務から、大学に対する具体的な注文が出されました。私自身にとって大変参考になるお話ばかりで、非常にありがたいことだと思ってるわけです。産業界から大学に何を期待するかという議論をしますと、よくこういう声を聞くことがあります。「何もやらんでいいよ。健康で明るい性格の学生を送り出してくれれば、あとは全部会社で面倒みるから、それだけやってくればいいよ」と。これを冗談と受け取ってくれる人ばかりならいいんですが、必ずしもどうもそうじゃない場合もあるわけですね。私はこのような発言ほど大学をだめにする発言はないと思います。そして結果的には産業界をもだめにしてしまう。

きょうは非常に建設的な提言をたくさん聞かせていただいて、私は大変に嬉しく思っております。これからも大学は大学自身で閉鎖的にならずに、むしろ産業界の動向もよく見ながらカリキュラムの改革に努めていかなければならないと思いますし、またきょうはあまり文部省に対する注文が出なかったので実はほっとしておりますが、しかし私どもももっと努力をしなければならないと思っておりますので、産業界のほうからも是非いろいろな面でご支援をいただきたいと思っております。やはり大学、国、産業界、この3者が協力をして支えていくという雰囲気を作りあげていくことが大事だと思います。

## 9. まとめ

**国井** 継続性のあるこういう討論会が、きょうのようなのが継続的に保てるというののが、私の大変強い、きょう伺ったの感想です。いくつか問題が出たと思うのですが、国際的に情報処理の応用の互換性を、お客さんのことを考えれば、ソフトとかハードで保たなければならない。そういうときにどういうアーキテクチャをとったらいいかと言うと、やはりそういう既存のアーキテクチャを越えたアーキテクチャというのをどうやって自動生成するかということを教育するカリキュラムになっていくわけですね。そういう問題が、えてして単なる努力で生まれるというふうにとられるんですけれども、教育というのはそれを

受けた人間が後になって無駄な努力を省けるようにする仕事なのですね。実は、ですから教育が教育たるために、コンピュータ独自のディシプリンとしてわれわれが持ち寄れるものは何かあるかと言うと、やはり私はアルゴリズムだと思うのです。応用のアルゴリズムの新しいハードへの最適コードの自動生成とか。これは他の分野からは出てこなかった。情報処理という分野から生まれた。それはやはりディシプリンとして、情報処理において人手を省けるということを大事にしている初めて成り立つと思うのです。コンピュータサイエンスをまじめに、9分野を11科目で教えるというアメリカの88年のカリキュラムは、私は大変な努力だと思うのです。私が情報処理学会に今日お願いしたいのは、そういうカリキュラムを作る委員会の創設です。今までは文部省の委託だったんですけども、今度は主体的に情報処理学会というものが、そういう活動を開始していただけないかと思う。会長をお迎えしてる場でもございますし、会員の主たる方も30周年記念ということで来ていただいているので、私は30周年記念で是非お始めいただきたいというのが一パネリストとして参加した私の希望でございます。

**司会** どうもありがとうございます。最後に牛島先生どうぞ。

**牛島** 産業界の方から、情報工学科や情報科学科を卒業した学生と、電気工学科や電子工学科を卒業した学生と差はないよというようなことをよく伺います。しかし、一方、情報専門学科を卒業した人はやはり違うという評価も聞くわけです。それで先ほどの検討委員会の中で話題になったのですが、情報処理学会の各種の賞、論文賞とか、研究賞とか、学術奨励賞とかをもらった人の出身を調べてみると、実は情報工学科や情報科学科の卒業生が非常に高い比率を占めている。これは確かに他の学科との差がトップレベルでははっきり出ている。では、底辺でも差が出ているかという、産業界の方がおっしゃるとおり情報専門のディシプリンを受けてきたと感じられない。そのことはやはり、専門学科に共通なコアの部分を見遇ってきたからではないかというのが先ほどの説明だったわけです。

コアを提示すると同時に、それを実施する上で情報専門学科における実験・演習が非常に大事な

ものであることを強調しました。他の分野での実験・演習と情報専門学科での実験・演習とが同じなのか違うのか。実験・演習を指導する人の問題、使用する設備とそれを維持し、発展させる問題。ハードウェア、ソフトウェアは最新のものを与えなければ問題を解くうえで考え方を制約してしまう。そういったことを中間報告で述べております。ごらんになってご批判をいただきたい。

もう一つは、これまでほとんど触れなかったのですが、教員の養成と確保の問題です。産業界も人がほしいとどんどんもって行ってしまふ。大学も情報関係の教員を将来にわたって確保できるかというのは、非常に心寒い感じをもっているわけです。今日は、時間がなくて申しあげられなかったのですが、私の主張は、1974年以後に情報工学科の卒業生が出ています。新しい教育を受けた人たちに期待したいということです。

**司会** どうもありがとうございます。大変時間を超過いたしまして申しわけございませんでした。この問題を語り尽くすには、まだ何時間もかかる問題と思います。いずれにしても、今後新しい日本の情報処理教育を作っていくという意味で、今日は、重要なスタートポイントだろうと思います。われわれは今後研究会などを通して、いろんな提案をこれから学会、研究会、シンポジウムなどを通して提言して参りたいと思います。いろいろご批判もいただきたいと思います。どうぞ今後とも産・官・学が一体となって、新しい日本の情報処理教育のために、新しい世界を開いていきたいと思ひます。本日はどうも長い間、ご清聴ありがとうございました。

## 追記

情報処理教育は今後我が国の将来の発展を左右する、最も重要なものであり、また本シンポジウムですべてを尽くす得たとは思っていない。本学会では大学などにおける情報処理教育の改善のための研究調査を大学、企業の関係者をもって組織し1988年より2年間にわたって行っている。この中で教育問題に対する問題点の指摘とカリキュラムの在り方などについて数多くの議論が行われている。この成果は平成2年3月の中間報告書と本年3月にまとめられる報告書の中で述べられる。これらの報告書を今後ご参考にしていただければ幸いである。