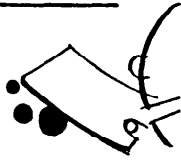


報告

パネル討論会

情報処理・これからの25年



パネリスト

木村 泉¹⁾, 辻井 潤一²⁾, 国井 秀子³⁾
西村 吉雄⁴⁾, 司会 大野 豊⁵⁾

総合司会 きょうの司会を京都大学の**大野先生**にお願いしてごさいます。皆さん、よくご承知と思えますけれども、念のために大野先生のご略歴をご紹介させていただきます。

大野先生は昭和21年9月に東京大学工学部の機械工学科をご卒業されました。それから国鉄の鉄道技術研究所で昭和47年まで、座席予約システム、あるいは新幹線の運転管理システムなどの研究開発に従事されていらっしゃいました。現在は京都大学工学部情報工学科の教授をなさっていらっしゃいます。ソフトウェア工学、システム性能評価、分散データベース、コンピュータグラフィックスなどの研究を幅広く、また深く行っていらっしゃいます。また昭和46年、紫綬褒賞を授与されたほか、多数受賞されていらっしゃいます。本日は25周年という非常に大きな区切りを迎えました情報処理学会の記念講演としまして、「情報処理・これからの25年」というパネルの司会を、大野先生にお願いしたわけでごさいます。

では、大野先生、よろしく願います。

大野(司会) ただいまご紹介いただきました京都大学の**大野**でごさいます。きょうはこの情報処理学会の25周年記念の大会でパネルの司会をしるという名誉あるお役目をおおせつかりまして、ここに立ったわけですが、きょうの「情報処理・これからの25年」というテーマは、これは大変なテーマでして、普通ですと「これからの10年」というお話が多いのですが、そういう10年ということだと大体いまやっていることの外挿をしていきますと10年ぐらいは大体話がつくということになるわけですね。25年ということになりますと大変長い、ある意味ではあまりまじめに付きあっても、ちゃんとしたお話はできそうもないと



いうことではありますが、まあ、とにかく皆でやってみましょうというようなことです。

まず、きょうパネルでやっていただきます方々の顔ぶれをご覧いただきますと、これはかなり異色な顔ぶれではないかと、私はひそかに自負しているわけですが、なぜこういう顔ぶれであるかということはこれからお話をお聞きになればおわかりになるように、それぞれ大変個性的にいろいろなものを持っておられる方ばかりです。

私はここで司会ということですから、なるべく自分のお話は時間が余ったときということの後でさせていただきます。実はことしの夏、20日ばかりヨーロッパをうろろろいたしまして、あっちこちの国の様子を見てまいったのですが、最後にイギリスへ行きますと、イギリスの街の様子、あるいは人間の様子を見ておりましたら、かつてのイギリスの栄光をまだ十分に背負って生きている国であると。しかも大きな、なんといいますが、鉄のかたまりが中にあると。それはどういうことかといいますが、私は久しぶりにサイエンスミュージアムという所へ行きて、あそこであつての鉄の時代の蒸気エンジンとか、そのほかいろいろな機械類を見てまいりました。そしてその端っこの方に、バベジの機械が置いてありまして、それがやはり鉄のかたまりでできておったわけです。そういう時代をいまだにイギリスはまだ引きずって歩いておると、そういう感じを受けまして、そのイギリスに対して、イギリスだけじゃないのですが、われわれ日本は非常に、小さな軽い、後で西村さんからお話が出ますが、軽い小さい石で対抗しているといいますが、挑んで、そういう姿をイギリスの街の中でつくづく思い浮かべたわけです。

そこで現在の日本の姿、あるいはこれから先のことを考える前に、25年前はどうであったかということをもまず考える必要があるのじゃないかと考えられます。

それできょうの話の筋道といたしましては、ここに書いてごさいますように、いままでの25年はどうで

↑日時 昭和60年9月9日(月), 15:45~17:45

場所 学習院記念会館

1) 東工大, 2) 京大, 3) リコー, 4) 日経マガロウヒル社,

5) 京大

あったかということ。それから現在はどうであって、したがってこれからの25年は——と、こういう具合にお話が進めば非常に具合がよろしいわけです。

これは私の勝手なシナリオでして、皆さんがそういうふうにやっていただけるかどうかはこれからのお話ということになります。

そこで、パネリストの方々のお話としまして、まず最初に東京工業大学の木村泉教授からお話をお伺いいたします。木村先生は現在東京工業大学の情報科学科の教授でございまして、非常にソフトウェア関係ではユニークな発想をされるお仕事をしておられる先生でございます。

大体各パネリスト、それぞれ10分前後お話をさせていただき、一通りお話をさせていただいたところで討論に入りたいと考えております。

では木村先生、よろしくお願ひいたします。

25年前をふりかえって

木村 木村でございます。ただいま大野先生のお話にありました「いままでの25年」というのを、私なりに少し考えてみたいと思います。



25年前といえますと、たまたま私などは計算機の勉強を始めたばかりのころでございます。大野先生に伺いましたら、先生はそのころ一仕事仕上げたところだったというお話でございました。

そのころからの雑誌類が大事にとってありまして、学生の研究室に置いてあります。この間大掃除のとき学生が来て先生はいつも計算機分野は次々に新しいことが出てくるから古いことにかじりついていたらだめだ、どんどん新しいことを勉強しなければいかん、というではありませんか、だから10年以上たった古い雑誌は捨てていいでしょう、と言ってきました。行ってみると床に放り出してあります。びっくりいたしまして、いやこれは思い出があるから置いておいてくれと言いまして、事なきを得ました。あまり物事の一面だけを強調してはいけない、ということでございますよう。

で、25年前はどうだったというお話になりますが、そういうことを考えてみるには情報処理学会の初期の雑誌が役に立ちます。引っ張り出して見てみましたところ、第2回情報処理学会通常総会特別講演というのが見つかりました。2巻4号1961年7月号でございます。「最近の計算機技術」という題で後藤英一先生が

話されています。読んでみると大変面白い。結論から先にいうと、そこでされてる予言は、ある意味で全部当たっているのですね。たとえばクライオトロンなんて話が出てまいります。そういう個々の点では当たっているとはいえないんですが、全体の方向としてはきわめてよく当たっている。

最初に「計算機の始まり」という話を書いてあります。パスカル、ライブニッツ、バベジときて、それからENIACの話になります。初期には既知技術が使われていたのが特徴だと書いてあります。たとえばENIACでは、たまたまレーダなどとの関連によってパルス技術が発達していたので、それが流用された。それに対して最近では——最近というのは1961年当時の話ですが——独自の新技术が使われるようになっていく。たとえば超伝導とか、エサキ・ダイオードとかいうような、新しい現象を応用する技術が出てきたことが一つの新しい流れである、とこう書いてあるわけです。

さて、その記事の次に書いてありますのは、これからやらなければならないのは、速度の向上と、小型化と、価格低下であるという主張です。これはすばり当たっているといえます。速度の向上はエサキ・ダイオードによる。価格低下と小型化は蒸着法による。小型化のためには電子線加工を考えるということが書いてございます。エサキ・ダイオードとか、クライオトロンとかいったいわば固有名詞は別といたしますと、これは、どんぴしゃり当たっている。現在まさにそのとおりになっているわけです。

特に面白いのは、IBMの人がしていた話というのが紹介されているくらいです。

IBMの研究所の方がどこかで講演されたのだと思うのですが、計算機というのはこれからは（これは当時の「これから」でございますが）本を印刷するようにパタパタとプリンティングで作るようになるだろう。そして小さくなって、いまの本と同じぐらいの大きさになるだろう。という話があった。そうしたら、「そんなに計算機が小さくなってしまったら、故障したときに修理するのに困るのではないか」という質問が出た。ところがその答えは「くずかごに捨てればいい。そのころになれば本ぐらいに安くなっているから」というものだったので、大笑いになった、といえます。これもある意味で当たってしまった。ただしこれはちょっと当たり方が違っていて、故障したら捨てるのではなく、故障しなくなった。これは私ども

の、ある意味では意識革命だったのかもしれませんが、

当時、私も、計算機は壊れるものだと思っておりました。計算機は壊れないものになったというのは、これは大変な違いだといってよいかもしれません。

後藤先生の講演のその先で言われていることは人の脳と計算機の対比です。「最終目標は人間の頭脳である。ところが人間の頭脳を調べてみると、素子の数が 10^{10} 個ぐらいある。記憶容量はシナプス1個当たり5ビットとすると 10^{14} ~ 10^{15} ビットぐらい、速さは1ミリ秒の程度だけれども、容量がものすごく大きい。最終的にはそこへたどり着きたいのだが、それはなかなか大変である。」とあります。

そして最後は、クライオトロンは家庭に入れるか、という話になります。クライオトロンは超伝導を使います。液体ヘリウムの装置を家庭に入れるのは大変じゃないか、困るという意見があるけれども、それはいま冷蔵庫にフロンが入っていることを、だれも知らないのと同じで、超伝導が家庭に入るときもくるだろう。いずれにしても種々の技術との関連が出てきた。たとえば極低温の技術というのが計算機の技術に関連してきた。このようにいろいろな分野と関連してきたことが、計算機技術が幼年期を過ぎて青年期に入ったあかしであると思う、ということで講演は結ばれております。

大変面白い講演で、ある意味でいま聞いてもなかなかエキサイティング、という感じがします。脳が大問題であること、種々の技術と関連があることなどはいまも同じです。「情報処理」のあやうく捨てられるところだった第2巻第4号による限り、この25年間、計算機の世界はあまり変わらなかったという結論になるのかもしれませんが。

それでは面白くありませんから、変わっていることはいないかと一生懸命考えてみましたら、変わっているところもあるようです。当然と思われていたテーゼが当然ではなくなった、という変化です。いくつかありますが順に申し上げます。

当時とても忘れられない経験なのですが、「ソフトは巨大企業でなければ作れない」というテーゼがあった。正確にいうと25年前ではなく20年ぐらい前の話ですが、大きなOSが作られるようになったとき、もうこれからはソフトは巨大企業でなければ作れない、だから大学でソフトの研究をするのはおよしなさいという話がずいぶん出て、ちょうど私などはたまたま計算機というものに会って、ソフトというのは面白

い、これを男子一生の業にしたいと思った時期でしたから、実に暗い暗い気持ちになりました。

これが変わりました。いまや小さいソフトウェアハウスさんが大変な売上げを上げて堂々と経営しているという時代になったわけで、ソフトは巨人企業で1個作れば済むという時代ではなくなった。

それから「技術文書は俳句のように書け」というテーゼもありました。これはずいぶん昔からいわれていることで、だらだら書くものじゃない、なんでも短く俳句のように書け、箇条書きなどを使って、多少誤解されてもかまわないから短く書くもの、ということになっていたのですが、このごろはワープロの普及もあって、決してそうではなくなった。もちろん要点を短く書くことは大事ですが、要点の周りに将来の誤解を避けるための文章をきちっとつけておくことも大事で、それがやさしくなりましたので、このごろの技術文書というのはずいぶん長くなっています。

それから「キーボードは権威ある機関で標準化すべきだ」というテーゼもありました。権威ある機関が、いろいろ努力して標準化されたわけですが、その結果JISのキーボードというすごいものができてしまった。一本指で打っている間はよかったですけど、ワープロというものはやり出しまして、一般の市民が打ち出しますと、どうにもたまらない。で、OASYSキーボードをはじめ、新キーボードに食われ始めているふしがあります。これもずいぶん違った点だと思います。

それから「変数名は大文字であるべきだ」というテーゼもあったようです。これもやはり変わってきている。いまは学生の人たちが書いているプログラムを見ますと、手書きで書くとすれば小文字で書いています。こういったことは、25年前とまではいきませんが20年ぐらい前からずっと続いてきて、やっと近ごろ変わってきたことです。変わるのに20年かかっている。こういうふうに変化するのは、ずいぶん時間がかかる。

すごいものを考え出してぱっと作る、そうすると動く、というたちのものだと、物を作ってしまうとおかしいですけども、空気のほうはそうはいかない。たとえば変数名が大文字8文字というのは、昔は意味もあったのですが、いまとなつてはハードウェア的には別にそうでなくてもちっとも困らない。ところがプログラムというのは大文字で書くものだと思って、手でコーディングシートに書いている人がいまでもいる

わけですね。学生さんでもだめな学生さんはそれをやります。高校あたりで覚えてきて、高校のレベルからそれ以上進歩すまいと決意してしまっているような学生さんが中にはおまして、レポートが大文字で出てくる。

そういう人間がらみのところはなかなか変わらなくて、変えるのに20年とか25年とかかかる。これから25年たったあと、先ほど引用しました後藤先生の講演はこのまま、生き残るかもしれないという気がします。25年後クライオトロンが広く使われるようになっている、かどうかは、ちょっとわかりませんが、たとえば超伝導が家庭の中で使われる場面は出てくるかもしれない。とすれば、25年前の予言はこれから25年後に本当に当たることになるのかもしれない。ハードウェアの話は、そういう意味では予測可能、ないし、あまり変わらないんじゃないかと思えます。

それに対して、渦中にいるとなかなか気がつかないのですが、大文字8文字といった種類のちょっとした、いわば思い込みみたいなものは、25年かかって変わっていくのじゃないかなと思います。

またいろいろと議論が出るかと思いますが、とりあえずここまでにさせていただきたいと思います。

大野 どうもありがとうございました。それでは引き続き、次のパネリストにお話を伺いたいと思います。

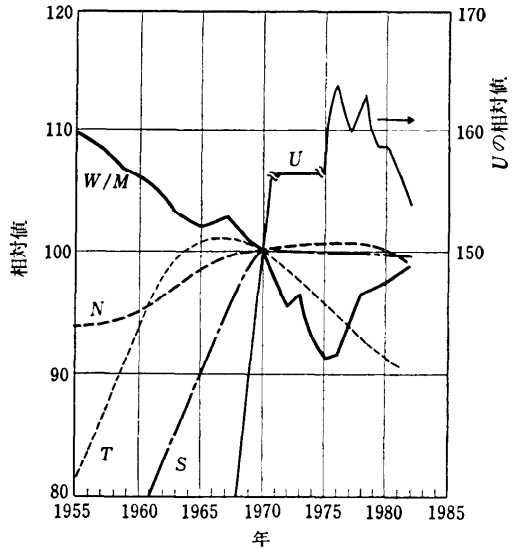
次は西村吉雄博士でございますが「日経エレクトロニクス」の編集長をやっておられ、しかも工学博士でございますので、異色の編集長といえるかと思えます。

最近いろいろな本もお出しになっておられまして、日本の技術の現状、あるいは将来についてのユニークなお考えを持っておられます。それではお願いいたします。

社会構造の変化

—情報社会／石器時代—

西村 最初に少し技術から離れて、こんな図をつくってみました(図-1)。日本全国の人口に対する東京都の人口の割合(T)、第二次産業(大部分は製造業)に従事している人の割合(S)、高等教育(大学、短大)への進学率(U)、核家族世帯(夫婦と子供または夫婦だけから成る世帯)の場合(N)が、1970年代の半ばに止まって、減少基調に変わりました。



- T: 東京都の人口の割合 (全国人口対比)
- S: 第二次産業就業者の割合 (全就業者対比)
- W/M: 女性労働力の割合 (男性労働力対比)
- N: 核家族世帯の割合 (全普通世帯対比)
- U: 大学・短大への進学率

いずれも1970年の値を100として指数化してある。『国勢調査』『労働力調査』『文部統計年報』などを基に作成

図-1 生活や労働の形態に関する各種指標の推移

W/Mと記した線は、女子労働人口を男子労働人口で割った労働力男女比です。この値は高度成長の始まった1955年ごろからずっと下がり続けていたのです。女子の労働人口は減っていたということです。それが1975年に反転して、今はかなりの急ピッチで増えています。

この時代に女子労働が減ったのは、農家の数が減ったからです。農家の女性は労働力としてカウントされます。これが工業化に伴って減っていきました。農家の働き手だった女性が、サラリーマンの奥さんになる、という形の変化が工業化の時代に進行した。ですから、女子労働の減る方向が、近代化・工業化を表します。

以上に挙げたなん本かの線の1970年代以前の傾向は、皆それぞれ、近代化とか工業化を象徴していたはずで。大都市の人口が増大し、製造業の労働人口が増え、核家族が増え、大学へ皆が進学したがかり、農家が減ってサラリーマンが増える。これは全部、日本の近代化・工業化の時代を象徴するパラメータですね。

それが1970年代の前半あたりを境にして、全部ひっくり返ってしまいました。そういう意味で、日本の

近代化というのは、このあたりで終わった、と言っているのではないかと考えています。

近代が終わったちょうどそのときが、実は情報処理の時代の始まりなのです。近代化、工業化を示すパラメータが逆転したところから、日本では鉄の生産が増えなくなりました。やや減り気味に最近まで推移しております。それからエネルギーの消費量も、飽和してほとんど増えていません。石油の輸入量も減っております。これに対して半導体用シリコンの消費量は、えらい勢いで増え続けています。

それで私は、この時代を、「硅石器時代」と呼んでおります。硅素（シリコン）のできた道具がはびこるからです。実は、光ファイバの方もシリコンを主成分としています。主な材料は二酸化硅素ですから。そして光ファイバ通信の方も1970年代にすごい勢いで進歩して、もう実用になってしまいました。

そこで、1970年代に、つまり日本が近代化・工業化を終えてなにか別の時代に移り始めたところに、鉄器時代から硅石器時代へ、あるいはエネルギーの時代から情報の時代へ、という変化が進行した。そんなふうを考えています。

LSIなんかを作っている物質処理側の人間と、情報処理学会の会員のような情報処理側の人間の関係について触れておきたいと思います。

LSI というのは、ほうっておきますと、進歩するにつれて汎用性がなくなってしまう、という性格があります。一つのチップの中にたくさんの機能が入ってくれば、当然特定用途向けにならざるを得ません。ところが一方で、LSIの製造技術は大量生産に向いています。同じものをたくさん作らないと、安くなりません。矛盾です。この矛盾の解決策がマイクロプロセッサとLSIメモリだったとも言えます。

この矛盾をなんとかしようとする、作りかたではなくて設計の方がだんだん重大になってきます。「数が出るチップというのはどんなのがいいのか」とか、あるいは「どんな機能をチップに載せれば高く買ってもらえるだろうか」といったことが大問題となります。つまり、「いかに作るか」から「なにを作るか」へと、焦点が移っていきます。

作るのが難しくて集積密度が低かったころは、設計者は製造技術をよく知っていないと上手な設計ができなかったでしょう。この時代は、「いかに作るか」を軸にして、設計者も製造技術者も同じ「生産者グループ」を形成していた。そしてこの生産者グループが全

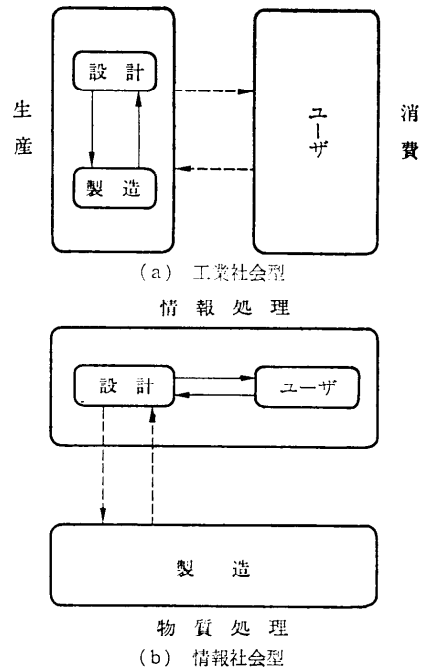


図-2 設計、製造、ユーザの関係の変化。製造技術が未熟なうちは、設計は製造技術の制約下であり、設計と製造が共通の生産者（メーカ）文化圏を形成（(a)工業社会型）。製造技術の進歩とともに、設計は製造から独立し、消費者（ユーザ）と共通の文化圏をつくる（(b)情報社会型）。

体として、ユーザすなわち消費者グループと対峙する、という構造でした。この構造では、生産者と消費者がはっきり違うセクタとして、対立することになります。そしてこの「生産と消費の分離」こそが、工業社会の特徴です（図-2(a)）。

ところがLSIの製造技術が進歩するにつれて、設計者が理解できるようなものではなくなってきた。同時に、製造技術の細かいことは知らなくても、作ってもらえるようになりました。ここではLSIを例にして、製造対設計という二項対立をもちだしましたが、ハードウェア対ソフトウェアと言っても、ほぼ同じことだろうと思います。

ここに表れてきた情報社会型の構造では、生産対消費より、情報処理対物質処理の方が重大な対立関係となります（図-2(b)）。設計者は生産セクタの人ではありませんが、消費者に近づいていきます。「なにを作るか」は消費者に聞かなければわかりませんから、それでいて、同じ生産セクタに属しているはずの製造技術者とは違う人種として対峙するという構造になります。仕事の内容が違うからです。

消費者に近づいていくグループの仕事は、LSI 設計者であっても、情報処理です。情報処理学会にいらっしゃるような方々は皆そうですね。物は扱わずに情報だけを扱う。

ところがその陰に、物質処理をにやう人たちがいます。LSI ならプロセス技術者がそうです。一般化すれば、ハードウェア製造技術者ということになります。ハードウェアの進歩の結果として、ハードウェアのことを気にしなくてもよくなったのです。ソフトウェア・コストが重大になったのは、ハードウェアが安くなったからです。それを忘れないで欲しい。

情報社会型の構造ですと、物質処理のグループに被害者意識が芽生えやすいのです。物質処理の方の学会へ行きますと、「情報処理ばかりもてはやされて面白くない」とか、「物質処理の研究室には学生が来たがらない」といった声をよく聞きます。

アメリカの大学で物質処理の研究室には、白人の学生はほとんどいない、という事態もよくあります。アメリカは物質処理をあまりしなくなっていると思います。半導体貿易摩擦のかなりの部分はそのせいです。産業空洞化というやつです。

情報処理学会の方々も、物質処理のグループを多少意識していただきたい——そう感じています。

大野 どうもありがとうございました。それでは次に京都大学の工学部の電気第二教室の助教授をやっておられます、辻井先生をお願いいたします。辻井先生は長尾先生の下で、現在機械翻訳などやっておられまして、いろいろ卓抜なご意見をお持ちとお伺いしております。では、お願いいたします。

これからの知識情報処理

辻井 「情報処理・これからの25年」という話をするのがいいのでしょうかけれども、「情報処理・これからの25年」ということを一般的に話すという立場にありませんので、私自身がやってきた研究、人工知能とか、自然言語処理とかに話を限定して、将来どういうことが問題になりそうかということを考えてみたいと思います。

人工知能は最近になって非常に人気のでてきた分野ですが、実はかなり古くからあった分野です。ただ、初期の人工知能は、非常にたわいのないこと、とても現実には役に立ちそうもないことをやっていたのですね。たとえば、3人の人食い人種がいて、それと3人

の宣教師がいる。中央に川があって、そこには2人乗りのボートがある。人食い人種の数か宣教師の数よりも多くなると、人食い人種が宣教師を食べてしまう。どうしたら食べられずに人食い人種と宣教師をボートを使って対岸の方に移すことができるか。このような単純な問題を計算機に解かせようとしていたわけです。

それ自身は非常にたわいのない試みであったのですが、人工知能の問題意識で重要なのは、人間がこういう問題、パズルだとか、ゲームとかが与えられたときに、その問題をどういうふうにより内部的に定式化して解くか、言い換えると、それを人間がどのように情報処理しているかということに焦点を当てたということだったと思います。

つまり、実際にある問題が与えられると、人間はその問題を（内部的に）定式化して解いているわけですが、その全体の過程をモデル化するというを行っていたわけです。このように問題なり現象なりがあって、それを定式化して、そこからある回答を導き出すとか、予測を行うというのは必ずしも人工知能固有の方法論ではなくて、ごく一般の科学的方法論というのは、すべてこれを行っています。たとえば物理学ですと、現実の物理現象を見てそれを定式化し、そこからなにかある予測を導き出すということですが、人工知能は、そういう物理学者の行っている「観察→モデル化→問題解決」という人間の行っている過程全体を、もう一度人間の情報処理過程といいますか、そういう観点から定式化しようとするのが人工知能であったかと思えます。

現実にはこの人間の情報処理という「現象」を定式化するのは、それを観察している人間、すなわち、人工知能研究者の側が行うことになり、[現象の観察→モデル化]というサイクルが行われるという点では、既存の科学的方法論から見て特になにも新しいことはないのですが、たとえば人工知能以前の科学ですと、こういうたわいのないパズルを人間がどうして解いていくのか、解いていく過程を定式化しようかということとは考えてもみなかったことであつたわけです。つまり物理現象をなんらかの意味で定式化するとか、科学の現象のある種のモデルで説明するというは行っていたわけですが、そういうことを行っている人間の情報処理過程、すなわち、人間が現象を把握してゆく過程そのものを定式化しようというのは人工知能の研究が始まって、初めて出てきた問題意識であつたと言



っていいと思います。

それでは、このような人工知能研究が、結果としてなにを作り出したかといいますと、一つには、現象を定式化する、あるいは、現象をモデル化する手法を拡大したことが挙げられると思います。つまり物理学を代表とするこれまでの自然科学は、主として定式化の手法として、たとえば、微分方程式とか行列式とかいった数式を使ってきた、すなわち、数式で外部の現象をとらえて、実際にどういう現象が次に起こるか予想してきたわけです。

ところが実際には、そういう数式では定式化できない分野が非常に多くあります。たとえば、言語学というのは微分方程式で定式化するというわけにはいきませんし、心理学の対象も数式で定式化するのは難しい話ですし、また経済学だとか社会学が対象とするような現象も従来の数式によるモデルでは非常にとらえにくい、そういう分野であったわけです。

現在の計算機科学が、この場合には、知識工学だとか、人工知能といった分野を念頭に置いて言っているのですけれども、こういった分野が提供する新しい方法論というのは、たとえば制御工学を例にとりますと、これまでは微分方程式なり、ある種の行列式なりを使って系をモデル化し、それで問題を解くということを行っていたのですが、それに代わって、ある意味では計算機のプログラム自体といえますか、計算機の記号処理的な機能全体を使って系をモデル化するという手法が出てきたと言えるかと思えます。

このような意味で、これまでの数式に代わって、計算機プログラムを現象の定式化の手段として提供してきたことが、現在の知識情報処理の新しい点であるかと思っています。

たとえば、エキスパートシステムは整理された知識ではなくて、体系化できない知識を計算機化するという言い方をよくするのですが、それを少し言い方を換えますと、従来の数式であるとか、あるいは、自然言語の文章では表現することができないような知識を、計算機のプログラムとして、あるいは、処理という動的なプロセスを含めてモデル化してゆこうということになってきたのではないかと思います。

こういう定式化の新しい手法を計算機という情報処理装置が、われわれの人間社会に与えてくれたことが、計算機科学がもたらした一番大きな貢献ではないかと思えます。

計算機の出現とか、あるいは電氣的、磁氣的な記憶

媒体の出現が印刷技術の出現とよく対応がとられるわけですが、印刷技術の場合には、それ以前に書き言葉の出現というものがあって、それが人類の文化の伝承にとって大きな役割をすでに果たしたのが、印刷技術の出現が、その伝承の形態を本という形で大量化するという役割を果たしたことになります。すでにあった伝承の形態を大量化・大規模化したというのが、その貢献であったわけです。これに対して、計算機の出現というのは、紙という媒体を電氣的・磁氣的な媒体に換えることによって、知識の伝承の方法をさらに大量高速にしたということだけでとどまるのではなくて、たとえば、これまで自然言語でいろいろの人に知識を伝えていたのが、三次元表示、カラー表示、動画とかいったより多様化して、ダイナミックなものになっていったということ、さらにもう一步進めると、プログラムだとかシステムそのものが知識の伝承手段になっていく。つまり自然言語というものが、いままでわれわれのコミュニケーションの主たる手段であったのが、プログラムそのもので知識が伝承されていくことになる。

先程の講演¹⁾で福村先生がお話しになられたように、自然言語と人工言語の接点をすり合わせていくという意識が顕著な傾向として見られる、ということは、プログラムそのものが人間から人間への知識伝承の媒体、自然言語に代わる新しい媒体になっていくという意識の反映ではないかと思えます。

ただ必ずしもこういう形でうまく知識伝承が行われて、情報化社会というのは非常に結構なことであると主張するつもりは全くありません。特に人工知能や機械翻訳ということを研究してますと、実際にいろいろな問題を感じます。その一つは、モデル化なり、定式化なりが、人間のためのものか、あるいは、計算機のためのものか、ということです。たとえばある問題や現象についてある種の回答を得るということを考えますと、計算機以前の科学や工学の場合には、人間がすべてである意味で面倒をみていたわけです。言い換えますと、物理的世界だとか、ある種の社会現象を把握・理解するとき、人間のサイズに合わせて認識できていた。個々の定式化の手法も人間が理解できますし、数式を立てたらその数式そのものを解くことも、人間の能力の範囲内で行うことができた。あるいは、解くことができる範囲内で定式化を行っていたのですが、ここに計算機が入ってきたことで、ある定式化の結果を実際に解くのは必ずしも人間でなくてもよいように

なった。このことが定式化の手法まで変えて、人間よりもより高速で、より複雑な処理ができる計算機に合わせて定式化しても良いことになってしまった。

そうしますと、定式化そのものの形態が変わってきます、定式化が人間のサイズには、合わなくなってくる。つまり人間が納得できなくても、計算機が処理できればその定式化は十分役に立つのだということが出てきた。その結果として、計算機が出した結果を検証するときの手段がどんどんなくなっている。定式化そのものが計算機に合わせて行われているために、人間が分かる、人間が納得できるものから、ずいぶんと離れてゆくような気がします。

機械翻訳の研究を行っているのですが、言語学者の方は言語を定式化するときには、できるだけ少数のプリンスプルで定式化しようとする。たとえば人間の言語能力はこの四つの原理・原則で支えられていて、自然言語の本質はこの四つなんだというふうに定式化する。このように定式化すると、われわれは納得できて、自然言語というものはそういうものかなと分かる。つまり、定式化そのものが、われわれのサイズに合っていたわけですね。ところが機械翻訳のために膨大な現実の言語現象を取り扱おうと思いますと、必ずしもそういう原理・原則では説明できなくなって、たとえば 1 万近い文法規則を書いたときに、この 1 万の規則集合は、それ自体で一つの自然言語の定式化になるわけですが、それ自身は私がみてもどのような動作をするかというのは、ほとんど予測ができないという状態になる。それは計算機にとっては妥当な定式化になるわけですが、人間が納得できるような定式化ではない。AI 研究に対してワイゼンバーグが、以前「コンピュータパワー」という本の中で批判したわけですが、その批判の一つは問題の定式化そのものがリアリティから遊離してる、しかも、リアリティから遊離していても、それを検証する手段を持たなくなってくるということであつたと思いますが、それと同じような問題が現実に出てきている。

知識情報処理のシステムというのは、ほとんどそういう傾向がある。あるシステムがあつて、いろいろな人間がそのシステムに自分の知識を投入していく。たとえばわれわれの機械翻訳のシステムの場合ですと、20 人とか 30 人の人間が一つのシステムのために、文法規則だとか、辞書だとかを書いていく。1 人 1 人の人間はこのシステムの中にどれだけの知識が入っているかはわからないという状態です。

これが知識の遺産として、先ほど言ったようにプログラムなりシステムそのものが知識の伝承形態であつて、プログラムとかシステムをつくることで知識をほかの人に伝承していく……。

つまり自然言語の代わりにプログラム、あるいはシステムが知識伝承の手段として使われると考えますと、こういう膨大な知識情報処理システムというのは、それを伝えられたほかの人間にとっては、ほとんどブラックボックスになってしまうということになる。知識情報処理とか、知識の記述という問題が真剣にとりあげられたり、宣言的な知識記述言語が研究されるのは、人間にとってより理解しやすい知識記述の形式を開発するというのだと思うのですが、それだけで果たして知識の規模、すなわち、人間のサイズを越えた量の問題を解決できるとは、とても思われぬ。

つまり、知識記述を、表面上どれだけ透明なものにしても、問題は解決しなくて、ほかの人に伝承可能な知識記述の形式の問題は、人間的な情報処理と計算機的な情報処理の本質的な差を埋めるという大きな観点から、取り組んでゆく必要があると考えています。

「人工知能とこれからの 25 年」という話になりますと、かなり SF 的になってしまって恐縮なんですけど、さらにいろいろな問題があるかと思ひます。たとえば、現在までの情報処理や問題解決では、問題や現象の定式化は人間が行うという前提があつたわけですが、少し極端な議論なんですけれども、人工知能で学習や自己組織化の研究が進むと、現象を観察してそれを定式化し、予測や解答を出すという過程全体が徐々に機械の中に取り込まれてゆく可能性も否定はできないこととなります。現在の段階では、この定式化の過程は、少なくとも人間の責任であつた。そして、その定式化も実際には問題を解く計算機の能力に合わせて徐々に計算機向きになってきて膨大なものになり、人間の納得できる範囲を徐々に越えはじめています。そういう膨大な知識を管理するために、計算機が、人間の与えた定式化までも変更してゆく能力を持つとか、問題の定式化の機能まで計算機が持つことになってゆくと、計算機内部での処理というものがますます不透明になって、計算機の実行結果をどのようにして人間側が確認するかといった、もっと広い意味でのマンマシン系、人間と計算機の共存の仕方がこれから問題になってくると感じております。

大野 どうもありがとうございました。最後に、国井秀子さんをお願いいたします。国井さんは、きょう

は女性の代表としておいでいただいております。

現在、株式会社リコーのソフトウェア研究所の所長をやっておられまして、大勢の人を率いて活躍されておられる方でございます。よろしくお願ひいたします。

情報処理分野発展の課題

一人工知能，教育，女性一

国井 国井です。これからの25年，情報処理分野が順調に発展するのに，問題あるいは課題となることはなにかという点を中心に，三つのトピックを選んでお話しします。



最近 AI がニュービジネスとして新聞とか雑誌などをにぎわしています。5年後にはアメリカでは1兆円の産業になるというようなこともいわれています。ところで，AI の学問自体は，25年以上前からあり，AI でよく使われる LISP という言語はマッカーシーが1958年に提案しています。60年代後半から70年代前半にかけては米国を中心に AI の研究が非常に盛んでした。アメリカの幾つかの大学に「AI ラボ」などが作られ，ロボットやエキスパート・システムなどが研究されました。そのときには10年後，15年後に当たる現在までには AI が日常生活の中に入るという期待があったのですが，実状はこの夢がこれからの25年の2010年までに実現するかどうかということです。

学問の中身については先程お話があったので，実用化の観点から見てみたいと思います。AI の研究対象は，エレイン・リッチの本には現在コンピュータより人間の方が得意としているような分野と述べています。こうなりますと本当に実用になったものは，もう AI と呼ばないということになるのかもしれませんが。いずれにしてもメモリ容量やプロセッサの処理能力がいまより桁違いに向上しないと，日常生活の中に入るといふものにはならないのではないのでしょうか。現在の AI は，主にフィジブルかどうかを研究している段階だと思います。多額の投資をしても効果が大きく採算のとれる分野，たとえば，石油の探索などのアプリケーションも確かに存在しますが，こういう分野というのはあまりまだ多くないようです。時期尚早に過度の期待をかけると危険です。

次に，ハードウェアとソフトウェアの両方の技術革新が進み，値段も手ごろなエキスパート・システムができた場合，人間の生活にどう影響を及ぼすかを

考えてみましょう。産業革命によって人間の生活は相当変わりました。肉体労働が非常に減少し，それに伴いスポーツが非常に盛んになりました。これは通常の仕事では身体のバランスをとるといふことだと思います。カリキュレータの出現で，人間は計算を自分の手でやらなくなっています。エキスパート・システムなどがいろいろ考えてくれると，人間の頭脳も使う方向が少し違ってくるのではないのでしょうか。そして今まで使っていた頭脳を生かすために，人為的につくった頭のスポーツみたいなものがある程度いるかもしれません。

また，このような高頭脳のシステムが実用化されると，それに支えられた人間の文化はいまとは少し質的に違ったものになると思います。人間の力のみでは果たし得なかった大量の情報処理が，コンピュータによって可能となれば，いままで見えなかったものが見えてきます。人間社会についてより正確な知識を得，より正しい判断を下すことが可能となります。間違っても利用されれば，社会の破壊の道具にもなるコンピュータですが，人間社会の進歩に大いに役立つことと信じます。

次に教育についての話ですが，私はコンピュータの教育はアメリカで受けました。日本に戻ってきて強く一つ感じたのは，大学でのソフトウェア分野の定員が極端に少ないということです。調べますと大体アメリカの20分の1ぐらいの人しか大学で情報科学分野を専攻していないのです。人口がアメリカは日本の約2倍ということも考慮しても，やはり一桁違います。

量的な変化が質的な変化をもたらすということもあります。日本の風土に合った創造的なソフトウェアを作るためには，十分なソフトウェア人口が日本にも必要だと思います。ソフトウェアは新しい学問分野ですから，政策的にこの分野の人材を育成してほしいと思います。

それから大学だけではなく，小学校から高等学校までの教育も日本は少し遅れています。アメリカの場合ですと，いろいろな設備が整っているところが多く，コンピュータをすでに小学生が学校で使っていたり，中学生がいろいろなプログラムを作っていたりします。日本ではほとんどの学校で設備がないとか，教える先生がいないとかいう状況で，子供たちに対するコンピュータ教育はまだ非常に貧困です。

これからの25年といひますと，いまの小学生や中学生が社会の中堅になります。その人たちは，今日バ

ソコンで遊ぶのみというのが現状であり、本当の情報科学の教育は受けていません。

さて、教育にもいろいろなレベルがあります。タイプライタの使い方を覚えるようにキーボードに馴れるというレベルもありますが、コンピュータのアーキテクチャやデータ構造とアルゴリズムというような基本的なことも教えるべきではないでしょうか。コンピュータの仕組みを知り、かつ数学の定石のようにアルゴリズムを覚えさせないと、いいプログラムはできませんが、専門家でなくてもそういうことに対する理解を少し持って、システムの使い方を覚えるということが高度な情報化時代には重要になると思います。

ところで、コンピュータに対しても教育が必要です。最近いろいろなシステムに学習機能が入ってきていますが、コンピュータにおいても詰め込み教育は効果的ではありません。人間がなにかを覚えるとき、無意識かもしれませんが、すでに知っていることといろいろな関連づけをして覚えます。コンピュータでもデータを蓄積する際、幾つかのアクセスの仕方と同時に蓄積する必要があります。

次に、人間は忘れることができます。ある期間使わない情報はどんどん忘れてしまいますが、コンピュータの場合は忘れ方をあらかじめ教える必要があります。不必要になった情報までどんどんたまり、洪水を起こすことがないように、どういう選択基準で忘れていくかということをコンピュータに教えていく必要があります。これからは忘れ方の技術も脚光を浴びるかもしれません。

最後に、女性とコンピュータについてふれてみたいと思います。「男女雇用機会均等法」が、来年から施行されるので、最近女性の職域拡大などの話が盛んになっています。ここに、あるリクルート会社が従業員5千名以上の企業に対して調査した資料があります。まず、女性にやってほしい仕事の上位2種がコンピュータ関係だそうです。1位はプログラマ、2位がOA機種のインストラクタです。新しい職業が幾つか生まれ、女性の職域も拡大されておりますが、ソフトウェアはその中でも一番重要な地位を占めております。

さてこれからの25年、女性の地位はどんどん上がっていくでしょうか。

きょうのダンカン先生の講演²⁹で、ここ数年間のアメリカでのコンピュータ関係の仕事はいままでの伝統的な分野と同じようなパターンに陥ってきたと伺いました。専門職や管理職も多くなっているが、データ

入力のような比較的低賃金の仕事の比率が高まっているとのことです。これは日本でもほぼ同様であろうと思います。アメリカの方が女性解放ということでは歴史もあるので、もう少し進んでいると期待していましたが残念です。

日本の企業でも最近技術系の女性を相当採用しています。そのとき最初から女性にハンディキャップがあることが多いのです。つまり同じ年齢の人を見ましても、女性の方がコンピュータ関係のバックグラウンドを持って入ってくる人が非常に少ないのです。コンピュータの知識がありませんと、たとえばシステム設計者に育成するのに数年以上かかってしまいます。結局、それだけ教育しても十分な年数を勤めてくれるかどうかの疑問が出てきてしまいます。いっぽう在宅勤務は現状ではほとんどがパート・タイムの身分であり、女性にとって必ずしも有利ではありません。これにはコンピュータ以前の社会問題も多いのですが、これからの25年間になんとかしていかなければいけない課題だと思います。

最後に、情報処理技術の進歩が家庭に及ぼす影響に目を向ければ、これは確実に女性の生活を楽にします。コンピュータの導入により、家事の合理化は飛躍的に進行することでしょう。人間の意識の変化の方が遅れがちになるのではないのでしょうか。

大野 どうもありがとうございます。

以上でひととおり、パネリストの方々のお話をお伺いしたわけですが、木村先生はこれから感性の時代だというようなお話だったかと思いますが、それから西村先生は、石器時代というようなことで、70年代に入って時代がターニングポイントを迎えたと、あるいは峠の時代であるというようなことで、いろいろ面白い観察であったかと思います。

それから辻井先生はAIの問題で、AIによって人間のやる仕事、すなわち定式化とか、回路を作るということが機械に任せられたときに、それがブラックボックスになって、しかも問題のサイズが人間のサイズを越えるというようなときにどうなるかという問題を提起されたわけでございまして、これもこれからの重要な問題になってくるかと思います。

それからいま国井先生のお話はAIの問題、それから教育の問題、女性の問題と幾つかお話がございました、それぞれ面白い問題提起があったわけでございますが、特に私ども大学の関係者といましては、教育で日米の格差が非常にあるということ、これは重要

な問題でございまして、ここでも大いに議論をしたいところではないかと思ひます。

— 討 論 —

以上のようなお話を伺ったところで、できれば二・三フロアからご質問をいただければありがたいと思ひますが、もしなければ、またこの壇上の方々の間で少し議論を交わしたいと思っておりますが、なにかいままでのお話でご質問、あるいは反対のご意見でもございませぬでしょうか。澤田さんいかがでしょうか。

専門家と大学教育

澤田（永楽電気）ご指名なので、あまり私も考えてないのですが、実はコンピュータというのが非常にわれわれの身近なものになってきて、情報処理の専門家というよりは、むしろそれぞれの分野の人が非常によく使っておるということになってきますと、これから25年もたちますと一体情報処理の専門家というのが本当に存在するのだろうか、むしろ、それぞれの技術の分野でやるのが、もっといいのではないかという感じがしないでもないんですが、そのへんはいかがお考えでしょうか。木村先生、いかがでしょうか。

木村 企業の方、特にリクルート関係の方に伺いますと、大学の教育なんて全く役に立たん、大学は選抜の機構として使っておるのだ、ということをよくおっしゃいます。これは若い人たちが高慢にならないようにそういうことをおっしゃっているのだと思ひますが、それにしても私どもがやっている教育は役に立たないのではないかと、たえず反省をし氣にしております。先程の国井さんのお話に、アルゴリズムとか、データ構造とかをわかってない人がきて困るよ、というくだりがありまして、おやっと思ひました。ひょっとするとわれわれのしている教育も少しは役に立っているのかなと思ひたわけです。

計算機関係、あるいは情報処理関係の専門学科はあんまり役に立っておらんからやめてしまつて、たとえば、交流理論とか、シュレディンガーの方程式とかいった、ちゃんとした学問を学んできたものを企業で再教育すればいい、という意見の方はたくさんいらっしゃいまして、本当はそうなのかなと私も思ひますが、やはりそうでない方がうれしいことは確かです。国井さんのお話を伺つてひょっとするとそれほど悲觀的にならないでもいいじゃないかなと思ひたというほどの立場ですので、いまのご質問のお答えはむしろ国井さんにお願いしたいと思ひます。

国井 たしかにこれからはコンピュータの専門家と

いうよりは、それをどう使うか、ユーザ仕様をまとめる人のほうが需要も大きくなると思ひます。

その場合も、コンピュータがどのような性質のものであるかということを理解していますと有効な使い方ができると思ひます。そういう意味ではやはり物理学、化学、数学、生物のような基礎科目の一つとして、ある程度は学校で教えていただけると、今後のコンピュータの活用は非常にうまくいくと思ひます。

大野 ほかになにかございませぬでしょうか。榎本先生、なにかご質問なりご意見なりございませぬでしょうか。

これからのソフトウェアと人間のコミュニケーション

榎本（富士通）お話を面白くするという意味で、ちょっとドラスティック過ぎるかもしれませんが、というのは、いまアルゴリズム教育の話が出ましたけれどもアルゴリズム教育は場合によっては有害であるというのが時々言うことです。

というのはアルゴリズムをあんまり詰め込みますと学生さんのほうがアルゴリズムでしか、ものを考えられなくなるケースが、どうもあるようで、アルゴリズムだけでなく、もうちょっといろいろなオブジェクトの性質であるとか、そういうこともあわせてものをちゃんと記述するという教育が大変重要でないかなという気がどうもしておるわけです。

もう一つ、西村さんがお話しになりましたように、最近のLSIはデザインは物質処理を忘れてもいいんだと、こういうお話がありましたけれど、いつかの時点で、コンピュータも忘れてもいい時分が25年先にはくるかもしれない。コンピュータというものを一番ベーシックなコンポーネントとして考えますと、これをやる人はどうしても必要なわけですが、それよりもはるかに大きいオーダで、そのコンピュータを忘れてもいいようなソフトウェアシステムをなんとかつくり上げないと、25年先にはどうもまずいんじゃないかという気もするわけですが、今度は逆襲の形で、まず最初に大野先生からひとつご意見をお聞かせいただきたいと思います。

大野 榎本先生からご指名にあずかりましてお答えしなければなりません、現在のわれわれの研究の方向は、まさに榎本先生が言われた方向を、意識しているにいかかわらず、めざしているのではないかなと私は思っております。

それで、かつて「コンピュータユーティリティ」と

という言葉がありました。あれはコンピュータが水道やガスと同じように使えるのだということであったわけですが、たしかにそういうことが出てきて、まあ、ある範囲の専門家といえますか、それが扱える時代になったと、そういうことかと思えます。

しかしながら現在、マイコンそのほかが普及して、だんだん家庭にも入るということですが、それでもなおかつ、それは相当な勉強をして使うというような時代でございまして、ものを考える、いま、記述それから整理・分析するということをしていわれましたが、そういうことはやはりまだ人間がやって、しかもそれはコンピュータがなにをするかというのを意識してやっているというような時代がまだあるということですが、それが先程の辻井さんのお話にもありますが問題の現象、それを定式化するという仕事までコンピュータがやりだすということになりますと、人間は一体、ただ問題さえ出せばいいという話になってきまして、それは相手がコンピュータであるのか神様であるのか、あるいは人間であるのかわからない時代、そういうようなことかと思えます。

これは後でお話ししようかと思ったのですが、情報ユーティリティの時代というふうについて、現在そういうものはすでに実現しているのじゃないかと思えますが、現在の単なるデータベースが使える程度の話でありまして、そういうことではなく、家庭の中で電灯線をつけたらいつでも使えるという、どんなお婆あさんでも、おじいさんでも、そういう情報のいろいろな問題が使えるという時代は、やはりコンピュータを意識しないで使える時代ではないかと思えますので、少し問題をすり替えたきらいはありますが、方向としてはそういう方向をわれわれはめざしているのではないかというふうと考えております。

しかしながらコンピュータがそういうふうなことになるのはどういうことかという、これはかなり人間の思考、あるいは人間の意思伝達といえますか、そういうものに近い形にコンピュータがなっていないかいかんということは言えるかと思えます。

そういうことが、たとえば現在の人工知能でできているかという、必ずしもそうはいえないというふうと考えております。これは私の非常に乱暴な個人的な見解でございまして、これからのコンピュータの使い方といいますのは、結局コンピュータと人間がコミュニケーションをするということかと思えます。

コンピュータと人間がコミュニケーションすること

を、より人間的にするということがこれからのわれわれの仕事であると思すと、これはコンピュータをより人間的なコミュニケーションができるようにしていくということであると思えます。これは人間が現在人間同士で行っているコミュニケーションの方法、あるいは枠組み、概念、そのほかそういうものがコンピュータでやれるという、そういうことかと思えます。この問題は現在の、たとえば第五世代でやっている人たちも必ずしも十分タッチしているとは言えないかと思えます。

そういうことを考えますと人間のコミュニケーションがなんであるかということ、これをもう少し追及しないといけないということになってまいります。これにはいろいろな学問分野がございまして、その中で直接的にこの問題を扱っているというのは、これはむしろ理科系ではなくて、たとえば文科系の方々がやっている記号論などがあります。

先程辻井さんの方からも少し出てきておりますが、この記号論の問題は、これは単なるコミュニケーションというのは言葉だけではなくて、いろいろなもの、着物でも顔色でも、あるいはそのほかなんでも記号になって、文化的な現象はすべて記号として扱える、また逆に、記号は文化の現れだということもあるようです。この辺のところをもう少し追及しないと、本当の人間らしいコミュニケーションというのはコンピュータにのせていくことはまずできないのではないかと思えます。

それで非常に乱暴なことを言いますが、その辺のところを少しこれから理科系の人間も勉強しなければいけないのじゃないかなと漠然と考えておまして、そういうことによって初めてわれわれはコンピュータをより人間的にしていけるということだと思えます。

現在の AI はなにかというと、その中の一部、いってみれば推論機構を中心にした一部のところを研究しているというように考えてもいいのではないかなと。これは少し反論があるかと思えますが、反論を期待して、あえてこんなことを申し上げますが、そういうような気がしております。

榎本 大野先生のお話、なるほどと思うわけですがコンピュータの研究というのは、私は大変重要だと思っております。特にインテリジェンスを取り扱うようなコンピュータというのはどういうアーキテクチャをとるべきかというのは大変問題になるわけで、といいますのは、いま辻井先生のお話にありましたよう

に、ニューロンサイホンの数は 10^{10} ぐらいですから、メモリのほうも LSI インダストリを初め、どんどん急速に進歩してきて、それに匹敵するオーダになり、しかし今のコンピュータアーキテクチャとインテリジェントを持つようなコンピュータとは全然違うのじゃないかと。

といいますのは人間だけにとどまらず、動物なんかの記憶というのはネットワークで覚え、ネットワークでリトリブすると、このネットワークで覚えるということは単なるニューロンサイホンじゃなくて、そのインタアクションがありますので、たちまちオーダがひょっとすると何乗か、あるいはエキスポネーションなり得るケースもなきにしもあらずで、そうするとオーダ的に全然競争にならないという感じもするのですが、その辺について辻井先生のご意見をちょっとお伺いしたいと思います。

人間の情報処理の研究

辻井 非常に難しい問題なので、どのようにお答えしていいのかわからないのですが、榎本先生が指摘のインタアクションの問題は、現在の人工知能の最も重要な問題になっていると思います。

人工知能の研究というのは、人間の知能とはこのようなものだろうというモデルをまず作って、それをプログラムで実現するのが普通ですが、作ったプログラムがどのような動作をするかは、実際にはモデル作成の時点で予想できることが多い、特に、モデルが小規模な場合にはですね。実際にプログラムを作成して、それを動作させる必要が出てくるのは、モデル自体が大規模になって、モデルを作成した人間でも、その動作が予測できない場合、すなわち、モデルの各部分の間のインタアクションが非常に複雑、かつ、大量になっている場合です。このような場合に、プログラムでそのモデルの動作を実際に模擬する必要が出てくる。ところが、このインタアクションですが、現在までの人工知能研究で作られてきたプログラム中での処理モジュール間のインタアクションというものが、実際人間の内部での情報処理におけるインタアクションとはかなり違ったものになっている、という気がします。

先程申しましたように、人工知能の研究においても、われわれは、ある現象、この場合には人間の情報処理という現象を観察して、その観察結果を説明できるような内部での処理機構のモデルを作ることになりますが、この処理モデルというのは、結局は、われ

われ人間にとって納得のゆく、あるいは、われわれ人間の能力の範囲内で理解できるモデルになっているわけです。実際の人間の情報処理は、10の何乗のオーダの神経細胞とその間の、オーダのさらに大きなインタラクションによって支えられているのですが、このような大規模な相互関係をとても把握することができない。そこで結局は、人工知能の研究では、ある処理に関係する種類の異なる幾つかの処理をまず分離し、それぞれの処理を記号処理的なモデルで把握し、その間のインタラクションを考えることになるわけですが、ここで、人間の情報処理とは決定的に違ってしまう可能性がある。つまり、人間の情報処理は、神経回路網的な組み合わせ的なインタラクションで支えられていて、これはごく少数の処理モジュールとその間のインタラクションでとらえられるようなものではない、という気がします。コネクション・マシンのように大量のプロセッサを結合するといったハードウェア的な解決はあるとしても、実際にその上にどのような情報処理のモデルを作るかというソフトウェアの面になると、とても手がつかないという気がしています。人間の情報処理は、大量のプロセッサがすべて一様な処理を実行しているわけではないでしょうから……。

つまり、現在の人工知能は、記号的な処理、すなわち、広い意味での論理操作を基本としているわけですが、人間の情報処理は、外見的にはそのようなモデルで記述できるにしても、内部的には、非常に複雑なインタラクションを持った一種のアナログ系で実現されているわけで、お答えにはなっていないかもしれませんが、今後は、記号処理を支えている、一段下のレベルでの人間的なアーキテクチャに目を向けていかざるを得ないのではないかと個人的には思っています。

知の枠組の確立

西村 榎本先生が、物質処理の方は忘れてもいいというふうに私が言ったという先程のお話でしたが、私のさっきのニュアンスは、むしろ情報処理の人たちは忘れないでもらいたいということにあります。

たしかに情報処理の方が、人をたくさん必要としているとは思いますが、けれども物質処理の方に優秀な人が行かなくなると、品質のいい LSI が作れなくなる、つまりいまのアメリカみたいになる、そういう恐れがあります。

実はいまの「情報処理対物質処理」の関係は、工業化が始まったころの「工業対農業」の関係とよく似ています。工業が成立するためには、農業人口が工業に

移る必要がありました。ただしこれが可能になるについては、農業の生産性向上が必要だったはずですが、そうでないと、食糧が不足してしまいます。同じことが情報処理と物質処理（ソフトウェアとハードウェア）の関係についても言えるでしょう。

工業社会の「生産対消費」という2項対立に代わって、情報社会では、「情報処理対物質処理」という2項対立が意味のある概念になる、と先程申しました。同じように、近代工業社会で成立していたさまざまな2項対立が、情報化の進展の中で意味を失っていくのではないのでしょうか。たとえば、理科と文科とか、基礎と応用、理学部と工学部などの区別があまり意味のないものになる。

記号論なんていうのは、まさに理科か文科か分かりませんでしょう。人工知能の開発などでは、理科対文科というような概念は、ほとんど意味がなくなっていると思います。

代わって別の形の概念、「知」の枠組み、みたいなものが出てくるのではないかと、そしてそれを出していくあたりにこれからの大学の相当大きな役割があるのではないかと、と考えているところです。

日本の会社員が有給休暇をあまりとらないのは、大学で4年間、一生分の休暇をとったからだ、と加藤周一さんが書いておられます。日本の10歳は世界でも稀なほど勉強しています。けれども日本の20歳の勉強しないこと、これまた世界に稀です。最初の図-1に示しましたように、大学への進学率はもう増えなくなっています。

この辺はおそらく、従来の近代工業社会型の学問の構造みたいなものが、ゆるんできているせいではないのでしょうか。そういう過渡期に大学があるため、大学の有効性がある意味で希薄になったように見えるのかもしれませんが。次の時代の新たな「知」の構造を打ち出すことが、大学の役割として期待されているのだと思います。それと、地域社会との交流も大学への期待として相当大きいでしょう。

大野 どうもありがとうございます。それでは少した話題を変えざる意味で、指名させていただきたいと思いますが、私の正面におられます筑波大学の池田先生、なにかご意見ございませんでしょうか。

“どうなるか”ではなくて“どうしようとするか”

池田 池田でございます。目が合ってしまったので当てられてしまいました。私はサイエンスとかエンジニアリングとして情報をやっているのは非常に

面白くて夢があっただらうと、こう思っているのですが、ひとつこれが非常に高度に発達して、あまねく世の中に広まったときに、われわれはその社会問題として本当に幸福なのだろうかということを常に思いながらそういうことをやっているわけです。

たとえばホームバンキングでは全部家にいて全部の買物ができる、銀行の決済ができるというのは本当にいいのかどうかというのは、はなはだあやしいと思うのです。こんなことはいまの技術では全部できてしまっているから、それこそたいした問題ではないのですが、ですけれども、たとえばさっきの辻井さんのお話でも、やっている本人が問題出さずだけで、あとはどうなっているかわからんと、そういうことになってゆくようですから、これは問題としては、たしかにどんどんそうなると思うんです。

次の社会問題として危惧するのは、そういう意味ではごく一部のところにしか知識が集中しないこと。ですから物質屋さんもひがむことはないで、ごく一部の人がそういうパブリケーションを知っていると、ある製品が作られたら、それは非常にたくさん作られるけれども、一遍壊れたら、実は最近のものは自身をそう簡単に普通の人は読んで修理するわけにいきませんから、これもどうしようもない。そういう意味で知識の集中化が起こってくるわけですが、いまの世界を見ますと、そういうふうなことを言っているのは非常に結構な国であって、もっと悲惨な状態の国があるわけです。そういう所はもう追いつけないんじゃないかと思うわけですね。そうすると将来としては先進国がそういう所を全部サポートするのかということになってしまうわけで、これは一体どうなるのかなということ、つつい思いながら、私は情報工学科の一部をになっているようなことをしているわけです。

ですから本当に夢はバラ色なのだろうかと思いたいのですが、逆の面もあるんじゃないかしらと思って、ちょっと心配しているところもあるのです。

こんな質問をしないほうがいいのかもしれませんが、お考えがありましたらお聞かせいただきたいと思えます。

大野 後で西村さんにこの辺のことをお答えいただきたいと思っておりますが、実は私も、池田さんと同じようなことを考えております。初めに私はヨーロッパを回ってどうのこうのというお話をいたしました。良く言われるようにヨーロッパの連中というのは

人間の生き方、楽しみ方というのを身にしみて、身につけておるといいますか、それでどういう生き方が人間の幸福かというのを非常によく知っている。

それで衰えたりといえども、現在でも過去の栄光をそのまま持っていて、それが崩されることを非常に嫌ってというか、非常に反発を感ずるということがありまして、日本はかつてそういう強大な国に対して非常に弱小の国としてぶつかっていったということがありますが、現在は日本の力の方が強くなって、どんどんそれにぶつかって行って、そういう、ある意味の確立されてる文化を横から行って多少なりとも侵略破壊しつつあるようなところが見えるというような。では、そういうことで日本自身は幸福になっているかという、どうもわれわれは西洋人と比べて非常に幸福だという感じはしない。われわれはなんに向かって走っているのかという非常に疑問を感じてしまうことが、しばしばあるわけでございます。

結局は、これから高度情報化社会とかなんとかということで、われわれも一生懸命やっているわけですが、それが本当にわれわれの幸福につながっていくかというようなこと、まあ、通産省の資料とかそのほかには、情報化社会になると、ごく人間的な生活ができますというようなことが書いてありますが、その間には非常にギャップがありまして、情報化が進むから人間的な生活ができるという説得力があまりない感じがするわけです。

こんな話をするのはこのパネルの主旨に反するかもしれませんが、そういうことでわれわれはやはりなにかそこで人間として生きる生き方というものについて、もう少し考えなければならぬということになってくるわけですが、このパネルはそういうことを討論するとそれで終わりになってしまって、あまり先に進めませんので、やはりわれわれがこれから考える 25 年、これから先どうなるかというのではなくて、われわれはどうしようとするかということを考えなければならぬだろうと。どうなるかというのは、だれか、あるいは自然現象として、日本の国がどうかなっていくというようにみえるのですが、そういう考えではなかなか国はよくなっていかぬ、国がよくならなくても個々がよくなればよいということがあるかもしれませんが、われわれは、むしろ、われわれ自身をどうしていかうかと。この社会をどうしようかというところを考えなければいかんということで、それはやはりわれわれが進んでいる道、これが日本としては正しい道

であるということを確認して進むよりしょうがない。この方向を自分たちのために生かしてゆくことを考える。

それでこの辺について、いろいろ分析されました西村さんから、一言お願いできればと思っておりますが。

西村 どうすべきか、ということにそんな大それた考えがあるわけではありません。ただ、近未来の社会の構造について、一つの仮説を持っております。

最初の図-1 を見ますと、いろいろなパラメータが山の形のカーブを描いています。単純化すると、図-3 のようになります。将来の C 点の値は、当然過去の A 点の値と同じですね。たとえば 25 年先の C 点の社会の構造は、近代化・工業化が始まる前の A 点のころと相当してくるのではないか、そう考えているのです。ごく単純な話です。

近代化・工業化以前というのは、農業中心の農耕社会だったはずで、そうしますと、これから先の情報化社会、私の言いかたですと石器時代の社会の構造や男と女の関係などは、農耕時代の文化と似てくるのではないか——というのが私の仮説です。

先程議論のありました発展途上国の問題を、上の仮説にひきつけて考えてみましょう。先進国への情報の集中というのはたしかにあるでしょう。ですが一方で、情報処理、特にソフトウェア産業は、発展途上国と相性の悪い産業ではないと思います。

発展途上国の社会のパラメータの多くは、図-3 の A 点にあります。そして将来は、結局 C 点に行く。そ

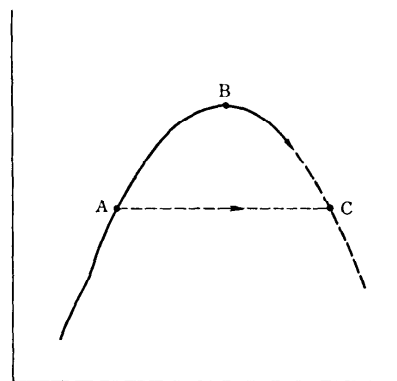


図-3 単純化した年次推移曲線。年次推移曲線が山の形なら、将来の C 点は過去の A 点と同じ値をとる。発展途上国が今 A 点にいるなら、B 点を経由せず直接 C 点へ行くことも可能。

れならB点を通らずに、直接C点へ行ってしまうというバイパスが可能なのではないか、今私はそう考えています。

実は日本自身がこの種のバイパスを経験しているのです。先程大野先生からお話のあったヨーロッパについて、図-1のようなカーブを描きますと、非常に高い山になります。たとえば第二次産業の労働人口をみると、イギリスやドイツでは、最盛期には50%に達します。フランスあたりでも、日本の最大値より上になります。そこから急ピッチで下がってきている。これが高い失業率の原因の一つでしょう。

ところが日本では、最大のときでも37~38%です。そこからもう下がり始めています。ただしゆっくりとです。これはやはり、後からきた利点でしょう。工業化にそれほど深入りせずに、情報化に向かうことに日本は成功しつつあります。

同じことを、ほかの発展途上国がやれないということは、原理的にはないはずですが。いま地方分散型の構造なら、無理に都市への人口集中をしないようにする。製造業、特に重化学工業に従事する人口が少なくても無理な工業化をしない——そういう選択が可能なのではないか、ということです。今せっかくA点にいるのなら、B点を經由せずに直接C点へ行く。いわば、工業化を跳び越えて情報化に行ってしまうというわけです。

これが難しいことは百も承知です。しかしこれから重化学工業を起すことに希望が持てるでしょうか。鉄道を引き、大工場を建て、エネルギーをたくさん使い、物の生産に励んで、それを誰が買うのですか。

鉄道より先に光ファイバを引いて、あるいは衛星通信の回線網を利用し、そこから端末を引っばってきてソフトウェアの仕事をする。こういう選択があり得るでしょう。労働人口の需要はソフトウェアの方が多いのです。

こういう意味で、情報産業は発展途上国にとって相性の悪い産業ではありません。難しいことは承知のうえで、そこに希望を見出したい、と私は考えます。

最後に、きょうダンカン先生からお話のあった女子労働に触れておきます。先に、「情報化社会は農耕社会に近い」と言いました。過去に女性がたくさん働く社会というのは農耕社会でした。情報化社会になって女子労働の比重が高まるとすれば、男女の働きかたに関するかぎり、農耕社会に近くなることになります。

近代工業社会の「男が工場に働きに行き、女が家

で家事をする」という形の男女分業は、狩猟文化とよく似ています。狩りをするのは男だけです。狩猟文化とつながりの深い牧畜においても、このパターンの男女分業が普通です。カウボーイがいて、カウガールがいないんですね。このためアメリカやイギリスなどの牧畜の比重の高い国々では女子労働の比重が、かつてはとても低かった。工業社会の男女分業はこのカウボーイ文化からきています。

これに対して、日本を初めとする東アジアの水田農耕社会では、男も女も一緒に野良仕事をします。豊饒と多産のつながりから、女性が重視されます。早乙女がいて早男がいない、ということが状況を象徴しているでしょう。女子労働の比率も高くなります。タイでは男女の労働力比は、だいたい1対1です。日本の女子労働力率も、かつてはアメリカよりずっと高かった。アメリカが日本を追い越したのは、ごく近年、1970年代の中ごろです。

いま、工業社会から情報社会への転換に伴って、女子労働の上昇が起っています。これは、近代化・工業化を示す現象ではなく、工業化が終わって情報化が始まっている徴と考えた方がいいと思います。男女分業のパターンから言えば、狩猟/牧畜系のカウボーイ型から、農耕系の早乙女型への転換です。男女が一緒に野良仕事をしたように、男も女も一緒に働くようになるのです。

さらに、在宅勤務などを通じて、雇用労働よりは発注受注型の家内工業的な働きかたが増えるのではないのでしょうか。ソフトウェアなんかはこれで相当いけそうですね。小さな企業、あるいは家庭が、受注の単位となって、自営業的になる。そして家庭が、消費の場としてだけでなく、生産の場としても復活してくる。こうなりますと、これはまさに近代以前の、農耕が中心だった時代の構造です。とまあ、こんな仮説を考えております。

大野 どうもありがとうございました。そろそろ終わりの時間に近づいてきたのでございますが、ほかになにかございませぬでしょうか。

ございませぬようでしたら、たぶん前に出ている方方の中で言い残したことがあって、お腹にたまっているのではないかと思いますので、それぞれ一言ずつお願いしたいと思います。

辻井先生、いかがでしょうか。

辻井 パネルそのものが情報化社会のこれからの25年という感じになってしまったので、もう少し「情

報処理の25年」ということを考えてみる必要があるという感じがするのですが……。

大野 私もそう思っておりますが、あまり技術の細かい話になりますと、25年先というのは、とてもじゃないが議論ができそうもないので、こういう話に、たぶんなるのだろうと思うんですが、その点、国井先生いかがでしょうか。

国井 先程アルゴリズムや、データ構造の話をしたのですが、これはコンピュータサイエンスの勉強がそれだけということではなくて、コンピュータサイエンスで最初に勉強する科目がその辺だろうということでお話しただけです。

ですから、もっと広い意味でとらえていただけたらと思います。

それから、いま西村先生の方から、農耕時代に戻るといってお話がありました。たしかにいろいろな分野で製品が多様化しています。この多様化に対応するには、家内工業的に小さい組織で物を作っていった方が、いろいろなアイデアが生かされて、時代に即しているところもあります。

それと同時に情報化社会では分散してるそういう組織をまとめていくことが重要です。

ソフトウェアに関していえば、これからどんどんコンポーネント化していくと思いますが、それを支えるのが標準化です。

標準化は、もちろん個々ばらばらでは成り立たず、大きな組織がやらざるを得ません。たとえば情報処理学会でもそういう活動がこれからますます重要になります。

大野 どうもありがとうございました。それでは木村先生――。

木村 先程、これからは感性の時代だという話を申し上げようと思いつつ、つい忘れてましたが、実は言いたかったところはその辺にありまして、いままではとにかく物を作って、動かして、というところに忙しかったわけですが、これからは作ったのをどういうふうにかかしていか、要するに、どう楽しむかというような部分がだんだん重大になってくるのじゃないかなと思います。

先程、大文字8文字という話を申し上げました。あの辺はまさに感性の問題で、その感性の問題というのは、だんだん変わっていくことは変わっていくのですけれども、ひどく時間がかかります。そして昔の感性を持っている人は、昔の感性にしがみつきます。です

から感性は、世代交替が起こらないと本当には変わらないとさえいえます。

たとえば若い人は皆ラブレターというのは横書きで書くらしいのですが、私なんかやっぱり、ラブレターは書かないにしても、年長の方にお手紙を差し上げるときは、たて書きで拝啓と書いて、敬具と書く、ボールペンだと失礼にあたるかもしれないから万年筆で書く、というところがありまして、これはどうも年長の方にお手紙出している間は仕方がないと思っています。そういうことがあると思います。

人は感性の問題については、あんまり言語化して考えるということをしません。その場その場で一瞬のうちに判断してしまうところがあります。これからはその点を気をつけないと時代遅れになるのじゃないかなと思います。

情報処理学会の持つ重み

大野 どうもありがとうございました。あんまり時間が過ぎてとも思いますので、この辺で終わりにしたいと思います。このパネル討論は結論を出すのではなくて問題を提起すればよろしいという提案者側のご意見もありまして、司会者のもとめはなくてもよろしいということにさせていただきます。それぞれ受け取られる側の皆さまがどうお考えになるか、どうもたいしたことないなとお考えになっても結構でございますし、なにかこれから少し考えようかとお考えになっても結構でございますが、まあ、とにかくきょうのお話からいろいろな問題があって、過去の25年と、これからの25年と、ある範囲の議論が出たように思います。

とにかくこの社会は、現在情報化社会ということで突っ走っているわけです。この情報処理学会というのはその中心になって活躍し、推進していく学会であると考えなければなりませんので、それはそれなりに、ある意味では、これからの25年はいままでの25年以上にこの学会の社会に持つ重みというのは大きいのではないかと思います。

いままでは、とにかく外国の技術に追いつこうということやってきて、あるところは追いつき、追い越したところかと思いますが、これからは日本の独自の技術を見せて進んでいかなければならないというそれが、また日本の国の在り方を左右する大きな責任のようなものが、この学会の構成員にかかっているといっても過言ではないと思います。きょうは少数人のご意見だけでして、もっといろいろな議論すべき問題がたくさんあります。このたくさん問題をもとにして

この学会の持つ重みというものを考えましたときに、きょうご出席の皆さまを初め、そのほかの方々すべてが、これから25年、われわれはどのようにこの社会をもっていかんということを考えながら我が国独自の技術を推進していただければと思っておるわけでございます。

こんなことできょうの締めくくりとさせていただきます。どうもありがとうございます。

総合司会 どうも面白いお話をありがとうございました。これからの25年、いろいろ楽しみもあるわけですが、いろいろ問題もあって、われわれよく考えなければいかんということでございました。

有益な討論の司会をしていただきました大野先生、

パネリストの諸先生、会場でいろいろなご意見をいただきました方々に厚く感謝を申し上げます。

ここで恐れ入りますが盛大な拍手でパネリストの方々に労苦に報いたいと思います。よろしく願いいたします。

(拍手)

参 考 文 献

- 1) 福村晃夫：言語と多元情報——その研究と国際協力——，情報処理，Vol. 27, No. 5, pp.472-476 (1986).
- 2) K. A. Duncan：情報化社会における女性の役割，情報処理，Vol. 27, No. 5, pp.485-492 (1986).