

---

# 1) 第五世代コンピュータ 10年間の総括と展望

## —— 並列コンピューティングへの道程

---

東京大学教授 / 渕 一博

FGCS'92国際会議を終え、最後の成果報告会となった93年6月の第10回「第五世代コンピュータに関するシンポジウム」では、プロジェクト終了を機にICOT研究所の所長を退き、東京大学教授に就任した渕一博氏と、新所長の内田俊一氏から総合報告がなされた。ここでポスト第五世代コンピュータとして「研究基盤化プロジェクト」が2年継続して行われる旨の発表も行われた。渕氏は10年間のプロジェクトの推進責任者としての総括と展望を語った。

## ポスト第五世代コンピュータ

ただいまご紹介いただきました渚でございます。このシンポジウムも第10回を迎えましたが、ご出席の皆さんの中には、大体毎年のように来ていただいている方が多いのではないかと思います。また、新しい方も加わったかと思いますが、ICOTの研究所の前所長として、お集まりいただいた皆様のご出席だけではなく、過去10年あまりのいろいろなご支援、ご協力、その他に対して最初にお礼を申し上げておきたいと思っております。

このシンポジウムは過去9回行われておりまして、それに加えて3回の国際会議をやってきたわけですが、このスタートの数年間の会議では、このプロジェクトと一緒にスタートさせた元岡達先生が最初にお話しになる、その後、私が研究所長としてお話しをするというようなパターンでした。元岡達先生が残念ながら亡くなられて、その後は、招待講演という形でいろいろな先生方、坂井利之先生、猪瀬博先生、西澤潤一先生など、大先生方にお話しをお願いして、その後私が引き継いで話をするというパターンでやってきたわけです。今年から、また大きくそのパターンが変わったということになりましょうか。私が前のほうに押し上げられまして、内容的なことは後任の内田俊一君がこの後でお話をするということになったわけです。

スタートするときには10年というのは長いかなと思ったんですが、あっという間に過ぎてしまいました。しかしまた、10年という月日は非常に厚くて、10年を経てこういう大きな変化のタイミングを迎えたかという感慨がございます。

先ほどからご紹介いただいておりますよう

に、ICOTの研究所は体制を含めて新しく変わり、ポスト第五の「基盤化プロジェクト」をあと2年推進するということになっています。私は、その機会に形よく言えば勇退することになっておりまして、ただいまのような状況になっておりますが、新体制への切り替えということに関しては、実はだいぶ以前から考えていました。10年計画でプロジェクトが充足した当初は、予想されるいろいろな困難、あるいは予想できないいろいろな事柄があるだろうと思っておりましたが、とにかく10年間は頑張ろうという覚悟で私自身もこのプロジェクトに取り組んできたつもりであります。しかしながら、プロジェクトというのはやはりいろいろ節目があるべきだろうということも以前から考えていました。10年というのは大ざっぱな数字ですが、社会においてはなぜか10年周期的なリズムがあるようでして、10年プロジェクトであるからということだけではなく、10年たてば新しいものに切り替わっていかなくてはいけないだろうと思っていたわけです。それが具体的にどういう形になるかということについては、当初からわかっていたわけではなくて、いろいろな展開の過程においてこういう形になってきたわけであり

ます。内容的なことについては、内田君以下、これからの計画を話してもらうことになっていきますが、そういうふうになってきたいきさつを、ざくばらんにお話ししたいと思います。プロジェクトが後期に入りまして、あと数年で一応予定の年限が来る、研究の進展もある意味で非常に順調にいった、大体この辺まで到達できそうだということが見えてきた時期があります。今から2、3年前ということになるかと思います。そのころから、内々では、後をどうするかというような議論にかなり真剣

に取り組み始めました。プロジェクトは一応10年計画でしたし、基礎研究的なプロジェクトとしては珍しく、結果的にスケジュールに非常に近い線で進展してきて成果もほぼ10年でまとまるだろう、ということで、ここできれいにプロジェクトを終結させるべきではなからうか、そのほうがいいのではないかという議論もありました。

これだけいろいろ成果が積み上がってきた、この成果をどうするか。基礎研究ですから、すぐにこれが実社会に出て、ビジネス社会で普及するというより以前のことをやってきたわけです。特に若手の研究者の皆さんの努力で非常に多くの成果が上がったわけですが、やはり基礎研究の段階の成果なので、実際にこの技術が社会に定着する時点との間に、時間的にも内容的にもギャップがあります。そのギャップをどう見るかということで議論が分かれていたと思います。片方は、技術の内容がよければ自然に社会がそれを育ててくれるものであろう、そうあるべきという意見。もう一つは、やはり技術が社会に定着するためには、もう少し手を入れてこの技術が広まりやすくする手立てをすべきだという意見。このあたりが、大きく議論として分かれていたと思います。

#### 研究技術者としての役割とプロジェクト推進

私自身は、どちらかというときれいにやめる立場でした。技術開発のいろいろなリズムを考えると、国が永遠にプロジェクトを続けるわけにはいかない。基礎研究ができた、次は開発研究かということで国がプロジェクトを立てる、それもうまくいったから国が株式会社をつくってベンチャーを始める、それが成功したから巨大企業を国がつくる、という

ふうにはいかないのです。必ずどこかで節目というか折り返しが必要だろうということもありまして、私はどちらかという、終結させたいほうの立場であったわけです。

かたや、内田君をはじめとする、現在では若手と言っては申しわけない大家ですが、私から見るとずっと若手の中堅だと思っていた連中が、技術というのはやはり一歩下がっても、もう一つ手を入れられるところは手を入れて世の中に引き渡すような努力をしなくてはいけないという主張をしていた。その辺の議論は、担当の通産省の電子政策課の人たちとも一緒になってかなり激しくやりました。その結果、4月からスタートしている「基盤化プロジェクト」が動き出すことになったわけです。昨年6月の国際会議のころにはほぼ見えていたのですが、実際は、国際会議の後にそういう路線が確定していったという状況です。

私も、個人としてはかなりズボラですが、技術屋としては、技術というものは単に論文を書いて終わるというものではなくて、やはりどこかの時点では実社会に役に立つことを目指すのが、基礎研究といっても技術研究のあり方だろうと、哲学的には思っているわけです。ですから、この10年間のプロジェクトが、ただ記録にとどめられるだけで、ああ、いろいろやったな、テクニカルレポートも1,000以上あるようですから、論文もたくさんあったな、という歴史的事実だけで終わってしまうようなプロジェクトをやっていたつもりもないわけです。

このプロジェクトで開発した技術が、これからの社会に本当に定着して展開していくことを期待しながらやってきたわけです。ですから、内田君をはじめとする人たちが主張していた、地道な努力をさらに積み重ねるべきだという意見のほうが、技術者としての正論

であったかと思えます。

### 生き続ける「並列推論」

このプロジェクトは通産省のプロジェクトですから、通産省が行政的なことも含めてどう判断するかが問題であったわけですが、幸いにして、通産省の中でもやはりこの技術をもう少ししっかり固める方向で行くのがよからう、というような議論になっていきました。

これは大変珍しいのではないかと思います。というのは、プロジェクトを10年もやりますと、成果が上がったにしても大体みんな疲れ果てて、もういいということになる。一番働くのは中堅といいますか、若手ですから、一番くたびれるのはそこら辺で、実はやれやれと号令をかけている老人だけが元気で、まだやるぞと言ってるけど下はくたびれているということが多。幸いなことに、このプロジェクトは逆であった。この10年間、肉体を酷使して、くたびれたと言いつつも、実は心の中は全然くたびれていない連中がたくさん育っていたということは、これは大変珍しい。

それから、もう一つはそういう技術研究者たちの意見と行政的な判断というのが非常にきれいにマッチした。これもなかなか珍しいわけです。研究者はやりたいと言っているが、やめておいたほうがいいのではないかという意見がまわりに多いとか、逆にいろいろな事情でもう少し続けざるを得ないけれども、研究者はやりたくない。しかし、義務としてやれという組み合わせというのは、世の中には結構あったりするわけです。そうではなくて、非常にいい形で両方の意見がそろって後継プロジェクトをスタートできたというのは、大変恵まれた状況であったのではないかと思います。

私自身は、このプロジェクトがうまくいっていなければ、当然、引責でやめざるを得なかったわけですが、うまくいってもやめようと思っていました。私自身は進退を明らかにするというか、節目をつけるということで、昨年度末には身を引こうと決意していました。規模は小さめになりましたが、その後を引き継いでいくピリッとした新しいチームを発足できるということになって現在に至っています。皆さんとは長いおつき合いをさせていただいていますので、いろいろとざっくばらんにお話させていただいていますが、そういうことで、新しい立場でこの壇上に立つことになったというわけです。

第五世代プロジェクトが何を指したかということ、改めて議論することもないかと思いますが、この十数年来言っておりますように、並列推論というキーワードを取り出しまして、それを核としてプロジェクトを展開してきたわけです。十数年前、並列推論を核としてスタートした時の議論を振り返ってみると、当時はまだコンピュータ技術というのは、それ以前の蓄積の上に立った成長の段階にあったわけですが、われわれのプロジェクトは、その先をどうするかというような議論からスタートしたと思っています。研究としては、いろいろなテーマや大事な切り口があったわけですが、すでに基礎ができていて、産業として現在発展しつつある技術ではなくて、そのまた先に来る何かを作り出すプロジェクトをやりたいと思った。これは研究者のほうの議論もそうでしたし、先ほど林良造課長が言われたように、当時の通産省もそういう問題意識があったわけです。では何を核として選ぶかということで、一つは言葉としては大変簡単ですが、並列技術という方向、それからもう一つは知識処理といいますか、情報処

理をより高度にする方向として人工知能的な研究をさらに発展させる。その二つを結びつけた接点のところでプロジェクトができないかという議論の結果、第五世代プロジェクトがスタートしたわけです。

この二つは、ルーツからするとやや別なものであるわけです。並列ということだけで言いますと、いろいろなハードをたくさん並べるといふ長い歴史もあったわけです。そういう単なるボトムアップ的な発想から、並列技術の研究をテーマとして選ぶ方法もあります。それから、人工知能的な、あるいは知識処理的な研究については、ハードは何であれ、いろいろおもしろいモデルを出して研究するという方法もなくはなかったと思います。しかし、このプロジェクトのポイントは、その二つをつなぐところに研究が生産的になる要素があるのではないか、と思ひ定めたところがあったかと思ひます。

### 「推論」というキーワードで引っ張る

皆さんご存じのように、並列コンピュータの歴史は長いですが、大体これは難しい、うまくいかないという過去の多くの研究者の失敗の歴史というか、苦闘の歴史、ともいえるものがあつたわけです。ですから、みだりにそういうものをやってもうまくいくはずがない、再び前者の轍を踏む危険性が高いという状況が、少なくとも10年前にはあつたと思ひます。数年前までもきわめて根強く残つていたといえるかも知れません。

人工知能の研究も結構歴史が長くて、山あり谷ありだつたわけです。プロジェクトをスタートする頃までに、そういうものはおもしろいと思われていた時期がありますが、やはりとてもうまくいかないものである、これは

学者の道楽みたいなもので、絶対ものにならないという非常に悲観的な観測が高まつていました。

そういう二つの悲観論の対象であつたものを結びつけると、悲観の二乗になってしまうのではないかという議論もありました。しかし、私どもの考えは、それは逆ではなかろうか。並列という方向でボトムアップ的にだけアプローチしようとしても、それまでのいろいろな研究者の苦闘の歴史が示すように、うまくいかない可能性があります。何か別の要素を入れなきゃいけない。片方、人工知能のほうはソフトの問題ですから、ハードはボロでも頭さえよければいいものができると言っても、なかなかうまくいかない要素があります。この二つの難しいものを結びつけたい。並列については、もう一つオペレーションのレベルを高めて考えることはできないか、それから知識処理、人工知能のほうも、よりハイパフォーマンスな技術をベースにしたものにならないかということで、「推論」というキーワードを引っ張つてきたわけです。推論ということには並列性があるというのは、理屈としてあつただけで、技術としてはまだなかつたわけですが、そういうところに新しい活路が見出せるのではないかということでプロジェクトがスタートしたわけです。

それ以来、プロジェクトの中の研究の歴史がいろいろあるわけですが、結果的に言ひますと研究を進めるための仮説が、節目節目にうまく展開してきたような気がしています。

例えば、前期について言うと、プロジェクトの基礎を作ろうということで、まず基礎的な研究チームを発足させました。片方ではそのための研究インフラを早急に整備しようということで、後にPSIと呼ばれるようになったワークステーションを企画して、それを自分

たちで設計し、自分たちで使って研究を進めていく準備をしました。前期はそういう期間であると位置づけていたわけです。ということで、PSIとかSIMPOSとか、言語でいうとESPというようなものができたというのが前期の成果です。

また、前期の終わりごろに、KL1のもとになったGHCという計算モデルの提案がありました。これは、いろいろな研究者、古川康一君以下のICOTのチームと、また、国内だけでなく、英国など外国の新鋭たちとの密度の高い議論のあげくに生まれました。後で考えると、それが線表にピタリと乗っているわけですが、線表を作るときに、だれそれが何年の何月にどういう計算モデルを提案するなんてことはわかるはずがない、スケジュールできるようなものではありません。何となくその頃には何かあるかなというようなことで線表を書いてスタートしたのが、結果的にはその通りになるというようなこともあったわけです。

中期に入って、いよいよ並列コンピューティングの技術に取り組もうということになったときにも、いろいろ新たな展開がありました。結果的には、GHCから出てきたKL1という言語を基本にして、ハードのほうの並列アーキテクチャあるいは並列マシン自体をやっつけようということになりました。私としては、それはまさにそうあってほしかったわけですが、内部的に言うと、研究者たちの自発的な議論の中でその線が固まってきたというのが中期だったのではないかと思います。Multi-PSIをつくったり、KL1も固まってきて、その処理系ができたりとか、それをベースにして現在PIMOSと呼ばれているOSができてきたというのが中期の成果でした。

### アプリケーション・オリエンテッドに固執せず

その後、後期に入ってどのように展開するか。それ以前の展開をさらに伸ばすという方向もあったわけですが、中期に生まれた技術をもとに、それをさらにいろいろな問題に結びつけていこうという動きも出てきました。これが、現在アプリケーションとか、検証用のソフトとか呼ばれているいろいろなテーマにつながっているわけです。内部ではいろいろな議論がありましたが、

結果的に見ると、結構多彩な問題について並列推論の技術の展開が図れたと思います。遺伝子情報の解析であるとか、LSIのCADであるとか、法律の問題とか、これまでご報告したようなテーマがいろいろありますが、そういうテーマに沿ったチームができて、さらに内容的な充実が図れたというのが後期だったと思います。

そのような展開は、結果的に見ると私としては非常に満足がいくわけですが、いろいろな議論を思い起こすと、特に初期のころはさまざまな忠告とか助言があったように思います。研究プロジェクトを進めていくときにどのような方向をとればいいのかというのは、別にこれだと決まったものではなくて、それぞれの人の考えによっていろいろなケースがありますが、いくら基礎研究のプロジェクトといっても、アプリケーションを先行させないものはだめだというようなことを、まわりの方から強く言われた記憶があります。これは、ある意味で正論なんです。私は性格があまのじゃくにできているものですから、そういう議論が出るとたちまち片方の極論に走りまして、「そんなことはない。現実の応用問題を分析して、その分析から次のステップの新しい

技術はかくあるべしというようなことがわかって、それを展開して新技術ができたというためには、技術の歴史の中で私は見たことがない」なんて極論を言ったことがあります。実は、今でもそういうふうな気がしています。

私は技術史の専門家ではないので、大きなものを見落としているかもしれませんが、アプリケーション・オリエンテッドで一つのプロジェクトがスタートして基礎技術ができた例は、やはりないような気がします。しかしながら、大きく考えると、世の中全体としてはアプリケーション・オリエンテッドの構造になっているわけです。現実の問題にいろいろ取り組んでみる。そこで苦しんでうまくいったりうまくいかなかったりする。そういう何千、何万の技術者の体験がもとになって、やはり新しい技術が必要だということになります。

それで、プロジェクトになる以前の基礎的であり萌芽的な研究もスタートして、何か結果が出てくる。それがだんだん育っていつてぐるっと回ってくるという、超マクロなアプリケーション・オリエンテッドなパターンというのは、当然あります。テクノロジーというのは、そういうものだと思いますが、しかし、これをスケジュール的にやって、例えば10年ぐらい、あるいは10数年のレンジでやっけてうまくいった例というのは極めて少ないと言えます。大体、応用からスタートしますと、どうしてもその応用をうまくやらなくてはいけないというので、早目に既存の技術を使ってまとめようということになりがちです。仮にそこで新しい芽が生まれたとしても、そのプロジェクトの中ではなくて、その後で、非常に間接的な形で役に立つというようなことが多いような気がしています。というようなことで、当初はこの第五世代プロジェクトを、

仮に通産省が何を言おうと応用オリエンテッドな、応用を先行させる研究にはしないと頑張っていたわけです。

そうは言っていたわけですが、技術の当然のありようとして、いろいろな応用の問題と結びついていくということに関して、反対するつもりは当然なかったわけです。実に幸いなことに、そういう応用問題も手がけるべしという意見が現場の研究者の中から出てきて、この問題がおもしろい、この問題をやってみようということではいろいろな問題が手がけられた。その結果、中核の技術である並列推論の技術にそれがフィードバックされて、その内容がより発展したというのが後期であったかと思います。

ということで、今になりますと1セットの技術、つまり、コンピュータですから中核に言語があり、その両脇にハードのコンピュータのアーキテクチャと、基本ソフトのOSや知識データベース的な基本ソフト、その上のいろいろなアプリケーションというようなワンセットの技術ができてきたのです。ですから、プロジェクトとしては非常に形よく、技術のワンセットを手がけてきた、結果としてそういう形になってきた、というように見ることもできるかと思います。

#### 創造的研究と研究管理・組織

しかしながら、またよくよく考えてみますと、結果としてそうなるという別の隠されたスケジュールがあったというよりは、やはりこのプロジェクトに結集した研究者たちが、自分自身の研究者あるいは技術者としての発想をベースにして、自発的、意欲的に研究を展開してくれた。これが一人だけではなくて、何十人、数えようによっては何百人の人たちが

そういう気持ちでいてくれたということで、そういう結果がもたらされたのだろうと思います。

この10年間のプロジェクトがうまくいったのは、まさに今申し上げたように、このプロジェクトに結集した研究者たちの気持ちが、なぜか限りなく一つに近かったということが最大の原因だったのではないかと思います。そう言ってしまえば簡単ですが、現実にはそういう現象が起こるといのは、大変珍しいことではないかと私は思っています。というは、研究というものは、新しいものを作り出さなくてはいけない、「創造」という側面があります。非創造的な研究というのがあるかわかりませんが、何か新しいものを作るから発するものです。いろいろなデータを集めてきて、ある種のプログラムにかけると何かが出てくるというようには、いまだになっていないわけですし、いわく言いがたい個人の何かに根ざしていることが大変多い。ですから、個性的なキャラクターと創造性には深い関係があると言われるわけです。

ということで、研究というのは多様性に富むというか、個性的なものでなければならぬということが片方に常にあるわけです。そういう基本的な性格を持っている「研究」というものを組織化するといのは、どういふことでしょうか。プロジェクトといのは、多くの人たちを結集して一つの組織としてやっていくということでもあるわけです。理屈で考えると、創造的な研究と、プロジェクトといのは本質的に矛盾があるのではないか。組織といのは、どちらかといと個性をならして、全体を合理的にスケジュール化して、多くの人をむだがないように管理して進めていくといのが、やはり基本的にあるような気がします。そういうことと創造的な研究とい

うのはどうもうまくいかないことが多いわけです。

実際に、私も結局のところ、電総研を含めて研究所以外に出たことがないという人間ですが、研究者社会の生態といのは、皆さんご存じのように何だかんだ言っても個性が強い。また、何だかんだ言ってもみんな優秀な人たちなわけです。中では、お互いにあのバカとか言ってますが、世間的に言うとは大変優秀な人の集まりですから、これが、組織的に行儀よく管理されているからといって成果が上がるわけではありません。無秩序にガンガンやっているときのほうが、後になってみると生産性が高かったということもある。そういう社会なわけで、そうそう研究者を組織化して線表に乗せていくというわけにもいかないといのが基本的にあるわけです。

しかし、研究といのものも時代の進展とともに、何らかの意味で大規模化します。最初の最初は、ある個人の中に、これでいけるのではないかという小さなアイデアがある。その裏には実は、本人を含めた多くの人たちの体験や思索が何らかの形で反映しているわけですが、ある瞬間は個人的な思いつきといのものからスタートせざるを得ないわけです。しかし、それだけでは進みません。特にテクノロジーの場合には、その一人が思いついて一人が頑張っていけばでき上がるといものではない。研究といのは、鉛筆と紙だけではできないので、何らかの意味でプロジェクト化といふか、組織化、それに伴ういろいろな予算的な措置等が不可欠であるとい必然性があります。そういうことで、創造的な研究とプロジェクトとの関係といのは、かなり以前から議論になっていたのではないかと思います。



## テクノロジーとして存在しないものを目指した

このプロジェクトは、通産省を含めて基礎技術を研究すると決意をしてスタートしたわけですが。そういう説明を、私自身も何度も繰り返したんですが、そんなものは信用できないと言われたこともたびたびありました。考えてみれば、私がいま言ったのと同じようなことを思う人は多いわけで、私自身も、もしかするとほかのプロジェクトに対してはそういうことを申し上げるかもしれません。基本的にその二つの関係の調整というのは難しいわけです。

このプロジェクト自体は、キーワードはあったわけですが、テクノロジーとしては存在しないものをつくらうということでした。10年前に並列推論と言っていたのを、ある人たちからは、それは単に世の中を惑わす言葉の遊びだと言われたこともあります。実際にそれをしっかり裏づけるテクノロジーが当時は存在しませんでした。では、それを作らうということでプロジェクトがスタートしたわけです。ですから、いろいろな疑いとか批判も受けたかと思えます。

そういうことの結果が、先ほど申し上げたように、実は非常にうまくまとまってきたわけで、これは自分が当事者の一人でしたから、手前みそになりますが、かなり不思議な歴史的現象だったのではないかと思います。普通で言えば、趣旨もよく、集めた研究者が優秀であっても、途中で瓦解するということのほうが、エントロピーの法則を言うまでもなく確率的には高いわけです。

よく並列コンピューティング技術の中で議論されることですが、たくさんの台数のコンピュータを使うとどうなるか、100台集めれば

100倍になるのかという議論があります。100台集めて100倍になったって、全然おもしろくないと言う人たちもいまして、三人寄れば文殊の知恵だから、100台集まれば1万倍か100万倍ぐらいのことができるのがおもしろいと言う方もいらっしゃいます。しかし、テクノロジー世界で言うと、それはなかなか難しく、100台集めて100倍にするためにICOTは苦勞してきたのですが、最近では80倍ぐらいになって、500台つなげて400倍とか言っているわけです。物質に根ざした技術の世界では、リニアオーダで並列効果が出れば、それだけでも大変なことではないかと思いますが、人間の場合にはそう単純でもない。場合によっては、数百人が集まったために数百倍以上のことができるというスーパーリニアなこともあつたりします。逆に、たくさん集まったために一人でやるより能率が下がると言うこともあります。非常に幅の広いのがどうも人間の特性のようです。このプロジェクトの場合には、幸いなことにスーパーリニアな効果が出たかなという気がしています。

数学とかピュアサイエンスというのは私自身体験がないのですが、テクノロジーにおける基礎技術、基礎研究のあり方というのは、これからも問題であり続けるのではないかと思います。そこに解があるかという、多分期待される解はないのであろうというのが私の直感です。その解というのは、普通にマニュアルに書いてあって、このマニュアルのとおりをやると研究プロジェクトがうまくいくというようなもので、コンピュータの世界で言えばプログラム化するというか、アルゴリズムが存在すれば大変楽なわけです。開発でも同じようなところがあるのではないかと思います。

しかし、基礎技術の研究というのはアルゴ

リズムのない、マニュアルのない世界であり続けるのではないかと思います。かといって、まったくランダムなものかという、そうでもない。そのときのそれぞれの当事者の知恵などによって、うまくいくとスーパーリニアな効果が出ます。アルゴリズムはなくても体験というのは参考になるわけで、あそこはこうやったけど、ああいうふうにはやらないというような、いろいろな経験の積み重ねというのは大切であると思います。

#### 将来にどのように生かされるか

そういうことで、並列推論ということ 키워ドにしてプロジェクトを進めてきましたが、この技術はこの11年間で基本的には相当よく確立されたのではないかと考えています。しかしながら、内々の者が思っている成功というのが、本当にどの程度、客観的な成功であり、あるいは多くの人のコンセンサスになるかというのは、むしろこれからことです。評価委員会等でさまざまな評価をいただいています。それは一つのステップであり、本当の評価というのは5年後、10年後あるいは20年後に、5Gの技術が将来の技術の中でどの程度生かされているかということで定まってくるものだと思います。それがまた、基礎研究のあり方の一つであって、ここに矛盾もあるわけです。最近では基礎研究シフト、基礎シフトと言われていますが、世間が本当に基礎の意義を認めているかという、何年かたつといくらもうかったかとか、いつ商品化されるかという議論につながってしまうことが多いです。ICOTの成果に対しても、一部のジャーナリズムは商品化されなかったから失敗だなんてことを言っています。

そういうようなことを含めて、日本の社会

あるいは国際社会で基礎研究がしっかり定着するには、順風だけではなく、いろいろな要因が残っているかと思っています。それは別にしても、本当の技術の評価というのは、時を経て定まるものではないかと思っています。

しかしながら、このプロジェクトで展開した技術は、やはりこれからのコンピュータの技術の展開に対して大きな役割を持つと私自身は信じています。それには、かなり非アルゴリズム的な感覚もあるわけですが、この過去10年の展開を見ても、ある瞬間で見れば非常に偶然と思われることが何度も積み重なってうまくいった。その偶然の裏には、いや俺はものすごく徹夜したとか、夜も寝ずに考えたかという、何百人の人がいるわけです。それを含めたいろいろな偶然、それは研究のほうの偶然ですが、世界のコンピュータ技術を見ても、そういう偶然からの展開と解釈していいようなことがいっぱいあるわけです。

去年の段階ではまだはっきりしていなかったと思いますが、この数年、並列コンピューティングへの動きが、エクスポネンシャルに立ち上がってきているのではないかと思います。今でもそうかもしれませんが、数年前の論調に比べ、ワークステーションとかパソコンが多くの人々の予想を超えて展開した。そんなことを予想していた人は本当はたくさんいるというのが私の持論ですが、実際にこうなるとは思わなかったという正直な人たちの感想のほうが正しいかもしれません。ワークステーションベースの分散処理というのが、これから先10年以上の大きなトレンドだということで、並列処理の時代はまだ来ないという論調もあるし、あるいはそれと違う方向で現実のコンピューティングの歴史が動いているという指摘も結構あったりしたわけです。

しかしながら、それはそう簡単に割り切れ

るものではなくて、現在あるワークステーション技術を、ただ速くする、洗練するというだけでいいかという、私自身はいまだに疑問を持っています。速くする、洗練することそれ自体に意義はありますが、もっと先の展開もある。その接点のところ、並列処理の技術というのが浮かび上がってくる、位置づけられるだろうと思っていたわけです。もう少し先にそういう現象が起こるだろうと思っていましたが、少し早目に時代が動き出したような気がしています。

### ICOTが手がけなかったこと

それからもう一つは、言葉で言うと並列処理と分散処理は違う単語になっていますが、私の好きな、技術のよりルーツのほうに戻してみると、この二つは非常に密接な関係があります。同じものの二つの現象であるかもしれないと解釈してもおかしくはないと思います。たまたま、現実には分散処理のほうはきわめてボトムアップ的に進んできた。それから、並列処理のほうはまわりから見ると、哲学者のフレーズを持ってきたような、少し高踏的な、トップダウン的な方法で進めてきたような印象はありますが、基本的にはそこに共通のものがあって、その辺の融合というのはこれからのコンピュータ技術のポイントの一つになるという気がしています。

ICOTで手がけなかったコンピューティングの分野、超高速の数値計算という、いわゆるスーパーコンピュータの世界、これは別のプロジェクトもあったということで直接手がけておりませんが、数値計算の超高速化、超並列化ということについても、ICOTでやってきた研究は大変参考になるのではないかと、私は直感的に思っています。そちらの世界では

FORTRANしか使わないなどという、超保守的な、あるいは現実主義的な意見もありますが、やはり関数的プログラミングの考え方というのは浸透していつているようであって、それらの接点からすれば、この超並列の数値計算をさらに大きく展開させるための一要素にもなり得ると思っています。

ということで、推論という言葉から、あるいは知識処理、人工知能というキーワードから、現実の問題とは違うような情報処理分野を手がけているかのごとく思われていた側面もありますが、そうではなくて、現実的ないろいろな問題と今後つながっていくようにいろいろな皆さんに努力していただいても有効であろうと思うわけです。当事者が言うが強がりかもしれませんが、この技術はあと2年間の基盤化プロジェクトの成果もあわせてうえで、より広く世の中に広がっていくと私自身は思っているわけです。

### ICOTこれからの2年

ところで、この10年というのは結構長くて、途中にいろいろなことがありました。スタートのときには、まだ暗黒時代と言われていた人工知能の世界でAIブームというのが起こって、われわれのプロジェクトはそれで助けられたという評論もあります。片方で、私はその当時から、このプロジェクトはAIプロジェクトではない、コンピュータ技術のプロジェクトだと明言しているわけです。AIブームが起こった。ところが、その後しばらくしてしまいました。その後に出てきたさまざまなキーワードが、今度はまた大変画期的ではないかという期待が生まれて、現在考えれば、またしばらくしているかもしれません。

というようなことで、過去10年というのは

日本経済というか、世界経済がバブル的な拡張をして、それがまた崩壊したと言われていますが、技術の世界でもそれに近いことが何かあったのではないかと。AIにしても、あるいはニューロやファジー技術にしても、技術として見ればそれぞれの意義があって、それぞれ研究しなくてはいけないわけですが、それが世の中でブームを呼んで過大な期待を引き起こしてしまいました。過大な期待を寄せるような心理的状况が80年代にはやはりあったのかなという気がします。そういうのは、マイナスばかりではなくて、前進しようということだったり、あるいは新しいことをやろうという雰囲気につながったりしますが、危険なのはふくらみ過ぎた期待というのはやはりしばむということです。適正な規模にしばめばいいわけですが、大体、経済現象と同じに逆の極端にいつてしまいます。ひところあまりAIと言いつぎたために、最近ではAIはだめだとか言う人も出てきているようで、その後のいろいろなテクノロジーについても、ある技術的な意義を超えて評価されたり、逆にそれ以下におとしめられたりすることもあるかもしれないという危惧を感じています。

しかし、技術自体はその中間にあるわけで、これからもそれぞれの技術の開発、研究は大事だと思っています。並列というやや地味なところは、かつて基礎的なテーマであったわけですが、これについては蓄積が出てきています。が、その上に乗るべきいろいろな広い情報処理の世界は、これからさらに展開させるというか、研究を続ける必要があると思っています。

知識処理とか人工知能というのは、ICOTでもテーマとして取り上げましたが、私は昔から言っているように、これは10年で終わるものではなくて、極端に言うと50年、100年の

レンジのものである。本当の知識処理の時代というのは21世紀だというのが、実は私が10年前から言っていることなわけですが。これは、AIブームのときには、そんな悠長なことでもっと早くビジネスにするという勇ましい意見のほうに消されていたわけですが、その後、AIブームが去ってからは、今度は逆にそういうものはやはり難しくてだめなのではないかという悲観論のムードが出てきて現在に至っています。しかし、そう極端なものでもないと思います。基本に近い知能的なモデルなどは、新しいいろいろな発想をつけ加えていかないと発展しないというのは研究の常として当たり前ですが、まだまだこれからやるべきことがいろいろあるわけですから、これからの展開が重要だと思います。

素材的に言うと、このAIブーム時代のいろいろな体験を含めた情報の蓄積、これは自然言語、機械翻訳における辞書データの蓄積などというのが極端な一例ですが、そういうデータや、体験の蓄積が、この10年間大きく進んだと思います。そのあげくに、しかしなかなかうまくいかないという一部の絶望感も出ているかと思いますが、そんなに直線的なものではなくて、5年後なり10年後なりの新しい展開に向けての蓄積が80年代に進んだ。これからの新しい人とか、これまでの人のいろいろな思索によって、80年代の蓄積が生き返るような時期がまた来るだろうと思っています。そういうときのためにも、コンピューティングパワーが並列化されて、より高機能化され、研究のツールやいろいろな実験のツール、実用化のツールになっていく、そんな位置づけで進むのではないかと考えているわけです。

だいぶ、散漫な話になって、11年間を年表的に整理もせずにお話ししてしまいましたが、いろいろな雑感を交えて話してみました。先

ほど言いましたように、今は、技術研究をこれからさらにしっかり展開していくための大事な時期に来ているわけですので、ICOTのこれからの2年というのは、そのためになさなければならぬいくつかの努力のうちの一つにな

ると思っております。今後とも、特にご列席の皆様いろいろな激励や助言をいただければ幸いです。長時間、ありがとうございました。