

(5) 基調講演 「新時代への発進」

財団法人 新世代コンピュータ技術開発機構
常務理事・研究所所長 瀧 一博

本日はFGCS'92のために、皆様、多数ご参加いただきまして誠に有難うございます。

私共は「第五世代コンピュータ」の研究プロジェクトを10年計画ということで進めてまいりました。実は、丁度10年前の今日、私共の研究所が発足しております。ということで、プロジェクトが実質的にスタートして今日で丁度10年になるわけであります。

この機会に私共の10年の研究成果を皆様に見ていただくというのがこの国際会議の第一の目的であります。それと同時に、未来のコンピュータ、情報処理技術の将来を目指して、世界中の各地でも様々な意欲的な研究が進められています。FGCSに関連するそれらの先進的研究の発表と交流の場を提供するのがもう一つの目的であります。

さて、私はこのプロジェクトの技術的な目標を端的に表すキーワードとして「並列推論」という言葉を使ってきております。従来のコンピュータ技術の枠組みを越えた新しい技術は何かということを考えたとき、そこでは「並列推論」という技術が中核になるであろうというのが私たちの想定であります。

私はこの事をこの10年来、機会あるごとにくり返しご説明してまいりました。この事を何度も繰り返しているのは、もちろんその重要性をアピールしたいからであります。もう一つ、裏の事情もあるわけです。

というのは、プロジェクトの当初にかもし出されたものですが、プロジェクトにたいするある種の過大なイメージともいえるべきものがあり

まして、これが意外に根強く、いまだに、残りつつけているようだからであります。例えば、人工知能(AI)の難問を10年で片付けようとしているとか、人間並の機械翻訳システムを作ろうとしているとか、そういったイメージであります。

当時は、そのようなイメージをもとにして、不可能に挑戦しようとする無謀なプロジェクトだという批判があつたりしました。また、最近では、そのような壮大な目標を掲げているにもかかわらず、その目標をほとんど達成していない、だからこのプロジェクトは失敗だ、という評論が国の内外で現れたりしています。

そのようなイメージの元はなにかというと、これは、プロジェクト開始の前の年に開かれたFGCS'81にあったということが出来ると思います。確かに、そこでは様々な夢や構想が語られています。それが非常に衝撃的な形で世界中に伝えられたのは事実であります。

しかし、いくら野心的なプロジェクトを目指すとはいえ、そのままの形でプロジェクトになるはずがありません。仮にそのままプロジェクトをスタートさせたとしても、それを有効な研究計画として運営することは出来ません。実際、プロジェクトのスタート時点では、計画はもっと、ある意味では、つつましいものになっていたのです。

例えば、機械翻訳システムなどの応用システム自身の開発はプロジェクトの目標からは消えていました。高度に知的なシステムを10年で完成させることは不可能で、その前段階として、

基礎研究の充実とか、コンピュータ技術自身の改作が必要になります。むしろ、それをプロジェクトの内容にすべきだというのが私たちの判断であったからです。一方日本では、現実的な、低いレベルでの機械翻訳システムの開発などは、既に民間企業の自発的な、競争的な段階に入ろうとしていたという事情もあったのです。

また、パターン認識などに関連するテーマも大幅に削除されました。実は、それ以前の10年間に「パターン情報処理」というプロジェクトが通産省のナショナル・プロジェクトとして行われていたのです。そういう事情もあり、また、研究の段階が異なっているという判断もあったわけです。

このパターン情報処理のようなテーマでカバーする分野というのは、このプロジェクトでは意識的にゼロに近づけたわけですが、それ自身の重要性というのは減っているわけではありません。むしろ、次に残された大きな研究テーマとして残り続けているわけであり、これがまた、新しい次のナショナル・プロジェクトのテーマとなっていくことが期待されるわけであり、

それでは、FGCS'81は、世の中を欺いていたのでしょうか。私はそうは思いません。当時の雰囲気では、研究の新しい展開にたいして悲観的な見方の方が非常に多かったのです。例えば、人工知能の研究など役に立つようになるはずがないという意見が大勢でした。そのような時代には、10年スパンであれ、50年スパンであれ、技術研究の未来に前向きな姿勢を持つことは貴重なことだったと思います。だからこそ、前向きにも、後ろ向きにも世の中の反応が大きかったのだと思います。それが第一です。

第二には、FGCS'81の中で既に、「並列推論」というものの構想が明確な形で示されていたと思うからです。

ここで、一枚の図を見ていただきたいと思

います。(図1、スライド)

これは私がFGCS'81の講演で使用した一種の古文書であります。この原案は1980年に作ったのですが、その4年ほど前に着想し、周囲の研究の仲間たちと議論を続けてきた構想を一枚にまとめたものであります。

ここには、「並列推論マシン」というものをゴールにするという構想が明示的に示されているわけであり、

これはインファランス・マシン(推論マシン)ですが、いろいろな並列アーキテクチャをベースに展開してこういうものにいきたい。そのためには新しい言語の研究が必要である。現在KL1と言っているようなものでしょうか、コア・ランゲージというものを設定したい、そういう図でもあります。

それから上のほうは、これは研究用のインフラストラクチャーでありますけれども、研究用のパーソナル・インファランス・マシン、ワークステーションをつくりたい、それをチップにしたい。そのチップは、きっとこのゴールに役に立つであろうというようなこと。あるいは、この辺は、コンピュータ・ネットワークをもっとたくさん引きたいというようなことでもあります。

下のほうは、ソフトウェアということからしますと、ソフトウェア工学であるとか、人工知能の研究、こういうものをベースにして、みずから研究しながらハイレベルの記号処理の骨格を作り、それを目標に反映させたい、こういう構想をお話ししたわけであり、

私としては、興味と時間のある方には、後程黒住研究所次長が報告しますプロジェクト後期の研究計画と比較検討して頂けると幸いです。12年前の基本構図と、現在の研究の達成とを比べて、達成できたところは評価し、足りないところは批判する、あるいは原案の未熟だった点を批評する、というようなこ

とをお願いしたいわけでありませう。(スライド終わり)

ところで、世の中には、一個人の構想や信念より、委員会の結論を重んじる人も居るように思います。しかし、ここでちょっと脱線しますが、西洋には、「委員会によって設計された馬はラクダであった」という諺があると聞いたことがあります。

このプロジェクトのための準備委員会は3年

間熱心な議論を続けてきたわけで、普通の委員会仕事ではあまり見られない、なかなか立派な仕事だったと当時から思っていました。しかし、壮大なものではありましたが、やはりラクダだったのだらうと思うのであります。情熱のあまり幾つか余分のこぶもあったようであります。これはさらに脱線でありますけれども、本来の馬そのものよりもラクダにこだわるという人たちも結構いらっやって、場合によっては学会

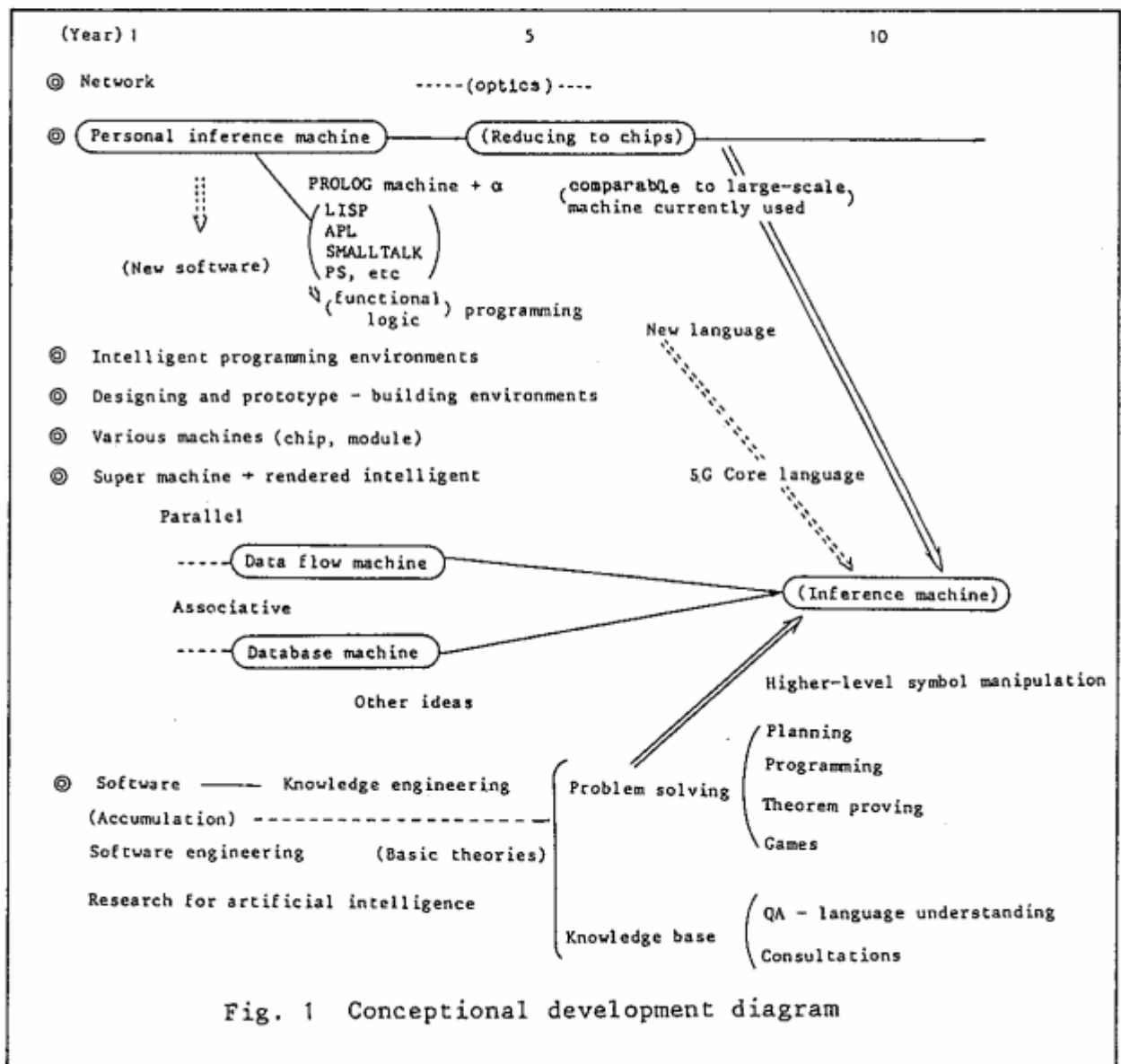


Fig. 1 Conceptual development diagram

T. Moto-oka(ed): Fifth Generation Computer Systems (Proc. FGCS'81), JIPDEC: North-Holland, 1982, p. 113

とか、ジャーナリズムの世界にもそういういわば官僚主義的な見方が結構あるので、私は最近でも驚くことがあります。

このような意見は、私は、今始めて言っているわけではなくて、少なくとも日本語では、この10年公言しております。それがけしからんということなら、私はいつでも首になる運命にあったわけでありませう。

ということで、私はこの10年、プロジェクトの実質的な責任者として、自分の信念に基づいて、「並列推論」の路線を推進してまいりました。それでも野心的すぎるといふ批判がありました。それについては責任をとれると私は思っていたわけでありませう。

もちろん国のプロジェクトですから、個人の独断ではいけないわけで、この10数年、いろいろな人と議論を重ねてきました。幸いであったのは、それが一個人の信念にとどまらず、プロジェクトに結集した多くの研究者や研究リーダー達の共通の信念になったということでありませう。

このプロジェクトが成功したとすれば、私は成功だったと信じていますが、それが一番大きかったのだらうと思っております。研究プロジェクトというようなものが成功するには、様々な環境条件に恵まれることも必要ですが、一番大事なのは、それにかかわる研究集団が、目標にたいして共通の信念と意志をもてるかどうかだと思います。そのことが、この10年間、実現できたといひますか、体験できたといひのは、私自身にとりまして非常に恵まれたことであつたと思つたわけでありませう。

以上のことを前置きにして、次には、10年間の研究成果を「並列推論」の観点から、その大筋をお話してみたいと思ひます。ところで、このプロジェクトで一番のポイントは何かといひば、それは、ある一つの言語に絞つて、それをベースに、ハードウェア、ソフトウェアの展開

を試みた、そのことを壮大な規模で実験したということだつたと言つて良いのではないかと思ひます。

「論理プログラミング」といふものを、超並列のマシン・アーキテクチャと、応用やソフトの問題とをつなぐリンクとして位置づけるといひのが当初からの私たちの構図でありまして、この「並列推論」のためのプログラミング言語を求めるといひのが最初からの私たちの課題であつたわけでありませう。

このテーマは、古川次長を中心にしたグループによつて追究されたのですが、その結果、プロジェクトの中期のはじめ、上田研究員によつてGHCといふ言語モデルが提案されました。これにはParlogとかConcurrent Prologなどの先駆者があつたのですが、それらを洗練し、簡素化したようなモデルです。このGHCをベースに近山研究員が、KL1といふプログラミング言語を設計しました。

このKL1といふ「論理型言語」から派生した言語が私たちのプロジェクトの後半の基礎になつたのでありませう。言い替へれば、私たちの後期の研究計画はすべてKL1ベースに統一したといひます。

例へば、ハードウェアとして、マルチPSIといふものを中期の終わりに作りました。これは前回のFGCS'88でデモをしましたが、その後数セットのコピーを作り、その後のソフトウェア研究のインフラとして役に立つてきました。

後期には、最終目標のひとつとして、ハードウェアとしての「並列」推論マシンPIMを数種類試作してきました。これらは今回デモをしているものでありませう。

これらのマシンは、内部接続のネットワーク・アーキテクチャなど内部ではそれぞれ異なつた構成をとつておりまして、それ自身が研究の対象であるわけでありませう、外からみると、それらはすべてKL1マシンでありませう。

これらの詳細については、内田部長や瀧室長の報告を聞いて頂きたいのですが、ここで強調したいのは、これらはすべて、内部のチップ設計に至るまで、KL1という普通には超高級言語に相当する言語を「機械語」と想定して設計されているということでもあります。

ソフトウェアの方の研究テーマも、勿論、KL1ベースに統一したわけでありませぬ。応用ソフトも、OSのような基本ソフトも、すべてKL1をベースにして書こうということでもあります。

FGCS'88の時、PIMOSというOSをデモしたわけですが、これはKL1によって書かれた初めてのOSソフトだったということが出来ます。このときは、まだ雛形の段階であったのですが、その後、改良発展しておりまして、今回のデモでも裏方ですべてを支えているのは、立派に成長したPIMOSだということになっております。

詳細は近山室長の報告を聞いて頂きたいのですが、ここで強調しておきたいのは、OSのように複雑で大規模なソフトをすべてKL1で書くことができたということだけではありません。むしろ、OSのようなソフトを作るのに、KL1の方が、普通の言語より実ははるかに適しているということ、体験を通して実証したということ、これを強調したいのであります。

OSや言語処理系のような基本ソフトだけではなく、KL1が色々なアプリケーションにも有効であることを示すことが後期の大きな課題であったのですが、新田室長が報告しますように、LSI-CAD、遺伝子解析、法的推論など、かなり多様な課題についてそのことを実証できたと思っております。これらは実験的な問題と密接につながり、しかも規模においても実用に近い大きさを持つものであります。しかしながら、ここで再び強調したいのは、それらもやはり、「並列推論」の有効性を実証するのが目的であったのだということでもあります。

このように、一つの言語に統一してプロジェクトの展開を行うというやり方は、実は、プロジェクトの前半でも試みたことでもあります。この時期は、逐次技術のレベルであったのですが、Prologを拡張したESPという言語をベースにしました。

ESPをKL0と想定して、ハードウェアとしては、逐次型パーソナル推論マシンPSIを設計しました。これを研究用ワークステーションにしようということで、改良版を入れてますと、総計で約500台のPSIを作り、これをプロジェクトの中で使ってきたということになります。

このPSIのOSであるSIMPOSはすべてESPで書かれております。これは、当時では、論理型言語で書かれた最大規模のソフトウェアだったと思います。

プロジェクトの中期までは、このPSIとSIMPOSを研究用のインフラとしてエキスパート・システムや自然言語処理システムなどの研究を展開してきたのであります。

ところで、このようなやり方は実は研究者の夢でもあります。しかし一方、疑問を持つ方もいらっしゃると思います。私たちのプロジェクトは、規模は大きいのですが、やはり基礎研究の範囲にあり、自由な伸び伸びした雰囲気の中で創造的な成果を生み出したいということであったわけですね。とすると、そのような方針は、研究の自由や多様性を制約するものではないかというような疑問です。

しかし、これも私あるいは私たちの信念によるのであります。私は研究も「仮説の設定と検証」のプロセスだと思っております。とすると、その仮説は純粋で明瞭であることが望ましいわけですね。そうでなければ、何を検証しようとしているか分からなくなります。

実用的なシステム自身は、いろいろと妥協-妥協と言って悪ければ、いろいろなニーズに対応する幅の広さというものを持たれていいと思

いますけれども、研究プロジェクトという限りは、この仮説というのは明瞭で検証に耐え得る形でなければいけない。成果が出た後は、これにはいろいろな過去のしがらみ、妥協、その他を加えたものを展開していただいてもいいと思うんですけれども、そういうことを当初から信念として持っておりまして、あえて批判を呼ぶような方針も貫いてきたわけでありまして。

それともう一つは、私たちの仮説の中には、極めて豊富な、自由な研究の世界が含まれているという信念が私たちにはあったということです。仮にそれが制約であったとしても、「創造的な制約」であるはずだと私は信じていたわけです。

このような方針を決めた時、私たちの研究員の間には抵抗がなかったと言えば嘘になると思います。KL1や並列プログラミングというのはまったく新しい世界です。そこに飛び込むには勇気が要ります。しかし、その心理的障壁を乗り越えた後は、研究員たちは並列プログラミングの新しい技法を次々に生み出してくれたのであります。

新しい言語とか、そういうものに対して、世の中に結構、抵抗感があって、安定した言語やシステムしか使わないという、一種の保守主義の風潮もあるようでありましてけれども、やはり未来というものを切り開いていくためには、新しい未知のものにも挑戦する、冒険をするという精神を残しておくということは、非常に大事じゃないかと思えます。そういう実験も、この10年間のプロジェクトを通してやらさせていただいたと思っています。

後期の成果にはまだ色々なものがありますが、その一つとして、高速の定理証明システム（ブルーバ）の開発を挙げたいと思います。詳しいことは長谷川室長の報告にありますが、これは定理証明研究の復活につながるものだと思っております。

コンピュータによる定理証明の研究というのは、数学者の目からすると、これはおもしろいということしかやれないということで、昔からいろいろと批判もあったわけです。しかしながら、ごくごく最近の成果なんですけれども、オーストラリア大学の人たちとの共同研究の一環として、私たちの「ブルーバ」とマシンを使って、ある数学者がオープン・プロブレム（未解決問題）として挙げていた問題を解くことができたということがあります。

それから、この「ブルーバ」は数学の定理の証明をするというだけではなくて、さっき法律の推論をするシステムを試みていると言ったわけなんですけれども、その中で推論エンジンとしても使われている。片方では数学の定理、片方では法律の問題という、両方に使われているということをお願いしたいと思います。

また、プログラミング言語の研究もKL1で終わっているわけではありません。KL1の上位に位置する言語として、例えば、制約論理型言語のGDCCというものが開発されています。また、Quixoteという言語もあります。

プロジェクトの当初から、私は、論理型言語、関数型言語、オブジェクト指向言語のこの3者を統一することとか、プログラミングの世界とデータベースの世界を統一することとかを主張していたのですが、このQuixoteという言語は、その考えを具体化した一つの例だと思っております。これは演繹オブジェクト指向データベース言語というべきものであります。

一方、私どもの自然言語処理の研究の中で、CILという言語の試みがありました。これは向井研究員によるものですが、状況理論などにも対応することを考えた意味表現言語であります。QuixoteはこのCILを自然な形で取り込んでおります。ということで、これは意味表現言語でもあり、全体として、知識表現言語というものの今後のあり方を示すものであろうと私は思っ

ております。

これについては、分散並列型のデータベース管理システムKappa-Pの試みとともに横田室長の報告を聞いて頂きたいと思っております。

以上が、非常におおざっぱではありますが、私たちの10年プロジェクトの最終成果の見取り図であります。私が10年前に構想した、あるいは15年前から夢見て実現したいと願っていたことについて、私自身としては、予想どうりと言うべきか予想以上と言うべきか、かなり満足のいく結果を得たと内心思っております。

もちろん、ナショナル・プロジェクトは自己満足のためにあるわけではありません。このプロジェクトは、次の時代のコンピュータ技術の核となるものを創ろうということであったわけです。未来のコンピュータ、あるいは情報処理のためには、様々な要素技術が必要であると思っております。この一プロジェクトがそのすべてを行うことは不可能であります。その中核となる部分は作れた、少なくとも、その見本を示すことが出来たと自負しているわけであります。

とはいうものの、このプロジェクトの成果は、プロジェクトが終わってすぐに商品化されるというものではありません。だからこそナショナル・プロジェクトであった意味があるわけです。この成果が、本当に社会に根付き始めるにはあと5年程、「技術の熟成」とでもいうべき期間が必要だろうと思っております。そのような観測を、私は、プロジェクトの当初から、10年前から持っております。また公言もしてきましたが、何故か、プロジェクトが終わろうとしている今も同じ考えであります。

技術というのは、研究の基本段階からビジネス最前線までに、10年とか20年のギャップがあることが結構あるものであります。例えば、いま世の中で騒がれているダウンサイジングというような流れの中で、UNIXとかC、あるいはRISCなどというものがありますが、これらも

そういう類のものであります。

ビジネスの世界では、最先端の話題ということだと思いますけれども、もちろん進歩はしてきておりますけれども、これら自身については古くから研究されてきたわけでありまして、言ってみれば、産業界はやっとそこに追いついてきたというのが、研究者のほうから見た正直な考えではないかと思うわけです。

そういうことで、現実と基礎研究の間にはかなりのギャップがあります。私たちのプロジェクトは、そのまた先の技術を目指していたというわけであります。そういうことに関連する話題としましては、並列ということについては、現在、この数年、並列コンピュータへの動きというのは非常に活発になろうとしています。しかし考えてみますと、10年前、並列コンピュータに対しては懐疑的な意見が圧倒的に多数であったわけです。5年前でもそうでした。私たちが、前期の段階を終わって後期、並列の部分にさらに重点を移そうとしたときにも、並列なんか不可能だ、せっかく成功裏に終わった前半を守るためにも並列はやめたほうがいいという意見が多々ありました。

というわけで5年前もありましたし、現在でも懐疑論は当然、いろいろとあるでしょうけれども、しかしながら流れというのは、この数年で急激に変わろうとしていると思っております。これはもちろん、半導体技術というものが着実に進歩していますから、チップを500でも1,000でも5,000でも並べることは、ハードウェア的にはそれほど難しくない、比較的容易にできる時代になってきたという背景があるわけです。

いまはまだ、科学技術計算用のスーパーコンピュータという想定がほとんどで、ソフトウェア的には安易な考えのものが多いようでありませぬ。しかしそれでも新しい時代は始まろうとしているわけであります。

ところで、科学技術計算といっても、行列計

算のようなものを、ただ単純に大規模に行うレベルではそれでもよいでしょうが、いずれソフトウェアの問題が深刻になってくるはずであります。ここで、もしも、その問題が解決されて、複雑な構造を持つ大規模な問題全体を扱えるというようになったらどうでしょうか。その時には、単に科学計算という範囲に限定されない、いわば汎用的な能力を持つことになるわけがあります。そうなれば、いまの大型汎用機（メインフレーム）を置き換える可能性を持つということになるわけです。

そういうのが、将来の新型のメインフレーム的コンピュータに至る一つのストーリーだろうと思います。そういうことで、まず、チップを並べていろいろ苦労して、ソフトウェア問題を体験する。そこで新しいものに至るというのも、一つのストーリーだろうと思いますが、どういう技術が必要になるかということは今からでも考えることができるわけです。そこで、必要になる技術は何かということを考えてみますと、実は、それは私たちが追求してきた「並列推論」の技術であった、ということになるはずなのであります。

この考えを人に強制するつもりは無いのですが、仮に、私たちの試みを知らずに、あるいは、まったく異なると信じる哲学から出発したとしても、名前の付け方とか、細かい点は違っても、紆余曲折の末、大筋は同じ様なものに落ち着くだろうというのが私の予想であります。技術の本質というものは、そんなにたくさんあるものではないと私は思っています。

既に行われた試みと独立に、自分たちなりに苦労をしながら、結局は追体験をするということも貴重なことであります。しかし、もっと効率的に、このFGCSで試みられたことを土台にして、前進することの方にエネルギーを振り向けるという行き方もあるだろうと思っております。

ですから、汎用の並列推論マシンを追求したいという技術者にとって、私たちのプロジェクトの成果というのは、大いに参考にさせていただけるものと確信しております。

このプロジェクトは今年で終わるわけですが、「並列推論技術の熟成」ということになりますと、これまでとはパターンの異なった活動が必要になると思われまします。コンピューティング・モデルの中に「分散協調」という考えがありますが、そういうパターンで、このプロジェクトで作られた種子が国の内外に飛び散って、それが世界の各地で芽をふくということを期待しているわけであります。

そのためには、世界中からこのプロジェクトの成果に自由にアクセスでき、それを自由に利用できるようになっていなければならないわけです。すなわち、例えば、ソフトウェアであればソースコードを含めて、成果を積極的に全面公開すること、それを一種の「国際公共財」とすることが必要不可欠だと思っております。

渡部通産大臣、熊野機情局長が先ほどお話になりましたように、このプロジェクトの成果をそういう方向で世界中に大いに活用していただける、その方針をしっかりと定めていただいたというのは、非常に大きな努力であったと思えます。私としても非常に感慨深いものがあります。

このプロジェクトでは、この10年間、国際交流を積極的に進めてきたつもりであります。世界の各地で先進的な研究を進めている多くの研究者の方々と交流を持つことが出来ました。その人たちから様々な支援と協力を受けてまいりました。それなくしては、プロジェクトの完遂はなかったと思っているわけでもあります。

そういうことからしても、また、微力ながらも人類の未来に貢献したいということで進めてきた日本のナショナル・プロジェクトの立場からしても、その成果をそれにふさわしい形で、後世に、国際社会への遺産として残すことが私

たちの義務であると考えているわけでありませう。その成果がそれにふさわしい形で後世に、国際社会への遺産として残すことができるということになったのは、非常に大きな節目、未来に対するステップボードだと思います。

このプロジェクトは終わりますが、終わりは新しい出発でもあります。コンピュータや情報処理技術の進歩は、人類社会の将来に深くかかわっております。この重要性を認識できないよ

うな社会思想、イデオロギーとか社会体制は、どうやら滅びるらしいというのが、この数年間の世界史的な事件でもあったわけです。新しい時代をこれからさらに進めていかなければならないわけです。新時代を発進させるために、未来への情熱を共有する人々の輪が、世界中に、また日本の中でも、さらに大きく広がりつづけることを期待して、私の話しを終わらせて頂きたいと思います。

ご静聴有り難うございました。