

FGCS'88 基調講演

4) ホップ・ステップ・ジャンプ

—— 7年間の総括と次なる飛躍に向けて

ICOT・研究所所長 / 梶 一博

1988年11月開催の第3回「第五世代コンピュータ国際会議」FGCS'88の冒頭の基調講演で、前期・中期・後期を三段跳びになぞらえて「ホップ・ステップ・ジャンプ」と表現した。7年間の総括とともに、後期3年のプロジェクトの方向性を語ったが、後期は並列推論のソフトウェア研究の本格化とコンピュータ・サイエンスの再構築を掲げた。新しいコンピュータ・システムの創造が歴史的必然であるとし、妥協を許さないナショナル・プロジェクトとしての研究継続を宣言した。

ジャンプの時

本日は、FGCS'88のために、皆様多数お集まりいただきまして、誠にありがとうございます。

このFGCS'88の目的は、一つには、私もICOTを進めております、第五世代コンピュータ・プロジェクトの中間成果を皆様にご報告することにあります。

それと同時に、コンピュータの新時代を目指した先進的な研究が世界中で盛んになってきています。それを進めている世界中の研究者の方々に研究交流の場を提供するというのも大きな目的であります。

おかげ様で、350を越す論文発表の申し込みが世界中から寄せられました。この会議の後半3日間では、その内の90編余りを発表していただき、皆様に討議していただくことになっているわけですが、主催者の一人として、ご協力いただいた方々に、改めて、御礼申し上げます。

私たちの第五世代プロジェクトは、1982年にスタートして7年目、中期計画の最終年度になっております。前回の国際会議FGCS'84からちょうど4年経ったところであります。三段飛びで言えば、ホップ、ステップときて、これから最終段のジャンプにとりかかろうというタイミングにあります。

これまでのところ、これは自己採点ではありますが、このプロジェクトは順調に進んできたと思っております。プロジェクトの当初に、私が心の中で想定した線に、結果的に、ほぼ合ったペースで進んできており、それなりの成果を上げてきていると思っております。

これは、プロジェクトに従事した多数の研究者、技術者の努力の結果であり、また、ICOT

のまわりの、多くの方々の御支持と御協力のおかげであることは、言うまでもないことであります。

そういう人たちの努力と協力が、うまく成果に結び付いてきたわけですが、そういう結び付きを可能にした裏の事情として、実は、当初からのプロジェクトの設定、基本方針の設定が良かったということがあるのではないかと、ひそかに思っている次第であります。

前期「ホップ」はPSIの時代

何度も申し上げているようですが、このプロジェクトの技術的な特徴を一言で言い表すキーワードは、「並列推論」という言葉だと思えます。このキーワードについては、後ほどまた述べさせていただきますが、とにかく、これが当初からの目標で、この目標に向かって、前期、中期と研究を続けてきた。そういう準備を土台にして、これからの3年あまりの、いわゆる後期段階に入る。この段階で並列推論の技術の基本が確立される。これが、当初から想定していたスケジュールであったわけです。

1982年度から84年度までの前期、ホップの段階は、PSIの時代であったといつてよいと思えます。研究成果というのは、テクニカル・レポートのような論文の形でも蓄積されているわけですが、具体的なものの形になっている例の方がわかりやすいかと思うわけです。

PSIというのは、論理型言語を機械語として逐次的に実行するコンピュータで、中期以降のソフトウェア的研究のためのツール、研究用ワークステーションとして用いるために設計したものであります。

ハードウェアだけでなく、その上のオペレーティング・システムとして、SIMPOSという

ものを開発しております。このSIMPOSというのは、論理型言語というものを使って構築されたものとしては、最初のOSであり、最初の大規模なソフトウェアであったと言ってよいものであります。

そういうことで、PSI/SIMPOSで前期の成果を代表させてもよいだろうと思うわけでありませう。

もちろん、前期においても、研究用ツールの開発だけでなく、論理プログラミングの考えの上に立ったソフトウェアの基礎的な問題の研究もしましたし、自然言語の研究にも進歩があった。その他いろいろ基礎的な研究もしてきたわけですが、前期はおおよそそういう時代だった、ということができるといえます。

中期に並列化研究を開始

1985年度から今年度までがステップの段階であります。この中期の研究の特徴の一つとして、並列化の研究を開始したことを挙げていきたいと思います。言語面でいえば、GHCという言語の考案があって、これが並列化の研究の一つのスプリング・ボードになっています。このGHCというのは、並列操作の機能を加味した論理型言語の一種と言えるものであります。

論理型言語に並列制御の機能をどう入れるかという問題は、この時期、論理プログラミングの分野で世界的に課題であったのですが、ICOTでもGHCの提案によってこの問題に貢献することができました。これをベースに、並列プログラミングの基礎研究がスタートすることになりました。

このGHCを基本にして、当初からの計画にあった核言語KL1というものを設定したわけ

ですが、この核言語というものは、ソフトウェアの基礎であるとともに、マシン・アーキテクチャの出発点になるものであります。このKL1に準拠して、並列アーキテクチャの研究が始まったのであります。

その成果の一つはマルチPSIであります。これは、前期に開発したPSIの改良版を1システム当たり64台並列に接続したものです。これを開発した意図は、並列ソフトウェアの研究を開始するための環境をできるだけ早く作りたいということにあります。

ところで、このマルチPSIと、並列推論マシンのためのOSであるPIMOSの雛型については、この会場でデモンストレーションを行っております。ぜひ見ていただきたいと思っております。

このマルチPSIと並行して、本来の並列推論マシンであるPIMの中期モデルとして100PE規模のシステムの開発を、来年の前半をメドにして進めていますが、これは後期の開発につながる目的のものであります。

300台以上のPSIが研究用WSに

中期におけるもう一つの特徴は、前期に開発したPSI/SIMPOSをベースにして、ソフトウェア的な研究を本格化したことです。PSI/SIMPOSはその後改良されておりますが、現在300台以上のPSIが、研究用ワークステーションとして、プロジェクトの中で使われています。その上でいろいろなソフトウェア的な研究が展開されてきているわけでありませう。

論理プログラミングの研究を深めることは、このプロジェクトの柱の一つであります。この分野では、並列プログラミングと制約プログラミングが、世界的にも大きな研究上の話題であります。

制約プログラミングについても、ICOTでは研究を進めており、いずれ並列プログラミングと統合することを目指しています。

論理プログラミングの枠組みの中で、メタプログラミング、プログラム変換、部分評価などを展開することは前期以来進めてきたことですが、中期においても、並列化も念頭において、すなわちGHCという言語をベースにして進めてきております。

また、自然言語理解の研究は、人工知能研究の中核の一つであり、将来のマン・マシン・コミュニケーションのためにも、重要なものであります。ICOTでも、前期以来大きなテーマであり、状況意味論などを基本にしたモデルの研究を進めてきております。

この自然言語研究の中期の成果については、前期よりひと回り成長した言語理解システムDUALS3という形で見ていただけたと思います。また、その研究過程で蓄積された論理プログラムのライブラリーは、言語処理のためのツール・ボックス、LTBとして整理されてきています。

人工知能のもう一つの核は、知識処理であります。エキスパート・システムをいろいろな領域で試みたということも、中期の特徴としてあげることができるでしょう。ただ、これについて理解していただきたいのは、これらは、実用面での適用をアピールするためというよりは、高度の技法の開拓、並列化への準備、という観点で進めているものだけということでもあります。

知識獲得、帰納、学習というようなテーマ、仮説推論、非単調推論などといったテーマ、これらのテーマにアタックするためであります。

これらの分野での研究成果についても、論文発表およびデモを通して見ていただければ幸いです。

前期に比べて、中期においては、研究活動が一層充実し、成果も多様化してきたと考えておりますが、これらも、当初からの基本的な考えを、後期において統一的に展開するための、広い意味での準備ということができると思います。

後期は並列推論のソフトウェア研究の本格化

さて、来年度からジャンプ段階の後期が始まるわけですが、これは、並列推論のソフトウェアの研究が本格化する時期であります。これまでも並列ソフトウェアの研究は、ソフトウェアによるシミュレーションなどを通して進めてきたわけですが、マルチPSIという新しい強力な研究環境が出現したことにより、その上で一段と大きく前進することになるだろうと期待しております。

ハードウェア的には、1000PE規模の並列推論マシンを、知識ベースマシンのアーキテクチャも統合した形で構築することが後期の目標になります。

一方、そのマシンを有機的に使いこなすということで、資源管理などの、これまでは、観念的、理論的に研究されてきた課題が現実の問題になるわけでもあります。

さらに、知識処理、自然言語処理、あるいは、ある程度の規模の応用プログラムを並列化することも後期の大きなテーマであります。これもまた、ほとんど前人未踏の研究課題であります。

これらの課題をこなすには、システム化を行うだけではなく、基礎に立ち戻った研究も必要になってくると思われます。と同時に、並列プログラミング環境の整備が重要であることを、もう一度強調しておきたいと思っております。

中期までに用意した環境条件を前提にして、

並列プログラミングの諸手法を、知識プログラミングという形でまとめあげることが、後期のソフトウェア的な目標であるということができると思います。

このように、並列推論というものを中心的な縦糸にしてプロジェクトを進めてきているわけですが、それは、並列推論というものが、将来の情報処理の核になるだろうという見通しによるものでありまして、また、それが、新しいタイプのコンピュータの実現につながるという考えを持っているからであります。

情報処理の将来、その高度化の基本的な方向は、知識情報処理という方向であろうという予測が、このプロジェクトの計画の前提にあったわけでありまして、これは人工知能化、AI化といってもよいわけですが、このことについては、今や改めて論じる必要はないと思われまします。プロジェクト発足の1982年前後とは状況が全く違ってきていて、AIというものが、その後、世界的な流行になり、社会に定着してきているからであります。

しかし、このプロジェクトは、AIそのもののプロジェクトではない、ということも、当初から申し上げていることでもあります。少し正確に言うとするれば、将来のAIのための新しいコンピュータというものを目指すプロジェクト、ということになると思います。

ということは、現在ある、あるいは近い将来実用化されるAIシステムは、このプロジェクトの直接の対象ではないということでもあります。また、現在のコンピュータから、その延長として考えられるコンピュータは、プロジェクトの目標ではないわけでもあります。

AI化の第3の軸

すこし脱線になりますが、私は、AIというものを、少なくとも三つの次元で捉えるべきだと思っております。空間が縦、横、奥行きで3次元でできているように、AI活動もそういう3次元のかけ算をした体積で量られると思うのです。

今のAIブームは、主として、横幅にかかわるものといってよいと思います。現実の問題にある程度応用できるようになり、幅が広がってきた。一昔前までは、その幅はほとんどゼロであったわけですから、それがビジネスにもかかわるように広がってきています。

奥行きは、研究の深さといってよいと思われまします。人工知能は30年来研究されてきていますが、知能というものがどれくらい解明されたか。どの程度モデル化されたか。これはAIの科学的側面といってよいと思います。

もう一つの高さの次元を何に例えるかですが、それは、AI的な機能の実現、その実現体系になるのではないかと。そういう技術的な次元と考えてよいように思われまします。

体積が問題であれば、それぞれの次元が大きくなるのが重要になります。今は、応用の幅が広がってきた。これは大変意義深いことですが、それだけでよいのか。AIの基礎的な研究の重要さが、最近また言われるようになり、私もそう思うのですが、AIの全体的な、健全な成長には、その軸の成長もまだまだ重要であります。

これらの軸と並んで、第三の次元も同様に重要だと私たちは思うわけです。私どものプロジェクトは、この第三の軸に力点を置いたものであります。

AIシステムもまた、コンピュータというハー

ドを土台にして、何層ものソフトを重ねた重層構造でできています。その体系は、今の形でよいのか。知識が大事であり、ソフトが大事であると言われます。それはまさにその通りですが、しかし、そのことから、ハードはいつでもよい、ということにはならないはずであります。

現在のコンピュータの技術にも、まだ成長の余力がありますが、それが成熟に近づいてきているのは確かであります。しかし、情報処理の世界は、これからさらに大きく成長していくと予想されます。そこで、その成長を、現在のコンピュータの技術の延長ということで支えることができるのだろうかという問題が出てきます。

一方では、コンピュータを支える電子技術の進歩にはきわめて著しいものがありまして、それは、コンピュータが現在の姿から脱皮し、大きく変身しても大丈夫なだけの力を持ち始めてきているという状況が出てきております。

「並列推論」の必然性

AI、知識情報処理ということが、情報処理の将来方向だとして、その観点からコンピュータを見直しますと、今の形のコンピュータが理想的な構造を持っているというわけではないということが見えてきます。とすれば、新しい立場から、コンピュータの作り方、その原理を見直すべきだということになるであります。さまざまな状況は、その時機がきているということを示している、というのが私たちのプロジェクトの出発点にあったわけです。

健全な精神は健全な肉体に宿る、とすれば、将来の情報処理、高度な情報処理のためには、

そのための、よりしっかりした土台として、新しいタイプのコンピュータが望まれるわけです。そしてまた、その技術的可能性も見えてきているのであります。

より強力、高性能ということ、ハードの面から見れば、超超LSIの出現などを背景にして、「並列化」ということが大きな指針として出てきます。

一方、ソフトの面からは、AIなどの、高性能のソフトウェア作りの観点から、論理プログラミングの考えが浮かび上がってきます。その基本操作は、論理学でいうところの、「推論」であります。

この両者には、推論の実現形態として並列化を捉えるという形で、内的な関連があり、ここに「並列推論」という言葉が、新しいコンピュータへの指針、キーワードとして位置づけられるわけでありまして。

しかしながら、並列推論だけが将来の情報処理にとって唯一重要な研究だということを主張しているわけではありません。

AIをめぐる活動は、以前と違って、社会的規模の大きさになっています。単一のプロジェクトでその全てを覆うことはできないし、そうでない方が好ましい時代になってきています。それぞれのプロジェクトは、三次元の空間の中のそれぞれの場所に、その力点を設定して構成されるべきだと考えられます。私どものプロジェクトもその中の一つでありまして、その特徴としては、既存技術の延長ではない所に、新しいコンピュータのための基礎技術を創成しようという立場、そういうことを目指すナショナル・プロジェクトという立場から、第三の軸に重点を置いた計画を、当初から立てているわけでありまして。

コンピュータサイエンスの再構築

先ほど、このプロジェクトはAIそのもののプロジェクトではないと申し上げたのには、そういう意味が、一つあるわけでありませぬ。

ところで、AI化が情報処理の将来の大きな方向になると言ったのですが、これも、それが全てである、というわけではありません。それは重要な傾向ではありますが、情報処理の世界は、それより広いと考える方が妥当であろうと思われませぬ。必ずしもAI的ではないもの、AIを狭く考えれば特にそうですが、そういう分野もある。その分野でもシステム高機能化、高性能化ということは重要であります。

その際、大きな問題として浮かび上がってくるのは、大規模な、複雑で高度なソフトウェアをどう作るかという問題であります。ソフトウェア作りに、科学的な方法論を導入したいというのが、いわゆるコンピュータ・サイエンスのメインテーマだという言い方もできます。

論理プログラミングという考えは、その観点からも見るができます。自動プログラミングというのは夢の一つですが、そのためには、プログラムの論理的な性質が明確にならなければなりません。また、プログラム変換などの技法を展開するには、逆に、プログラミングの方法論、プログラミング言語を、もっと明確な論理の上に築くことが望ましいこととなります。それはコンピュータ・サイエンスの再構築につながることとなりますが、論理プログラミングは、その可能性をもつアプローチと見るができます。

そう考えると、推論というものを、ソフトウェア構築の基本的概念と捉えることができるわけで、その高速な実現として並列化とい

うことを位置づけると、並列推論ということは、仮に、人工知能、AIという言葉を使わないとしても、情報処理高度化にとって今後必要になるものとして、十分意義づけることができるものだと考えられます。

並列推論ということを経り返し述べておりますが、それは、このことがプロジェクトの中心的な柱であるからであります。

妥協の誘惑

前回のFGCS'84の時にも申し上げたのですが、長期にわたる大きな研究プロジェクトでは、単純明解な基本理念が必要であり、それを持ち続けることが大事だと思っております。前期から中期への移行の時期にも、その観点で計画を見直し、展開を図ったつもりであります。

基本理念といえども、常々反省することが大事であり、それを心がけておりますが、幸いなことに、これまでのところ、それを変更する必要はないようであります。むしろ、これまでの7年間の研究の展開は、当初の基本理念を再確認するものであったと私は感じております。それは、もちろん、当初より内容豊富になり、補強されてきているわけですが、その過程を通して、自分たちのアプローチについての確信が深まってきたと言ってよいと思っております。

後期計画については、本日の午後、少し詳しい報告を予定しておりますが、その計画を策定する際にも、当初からの基本理念を再確認し、それをさらに明確化することが基本になっているのであります。これまでも、中心的なテーマに向かって、計画の整理を行ってきたわけですが、後期計画では、その純粋化の方向をさらに進めようとしているのであり

ます。

これまた少し脱線ではありますが、このような研究プロジェクトをやり遂げるには、特に、それがナショナル・プロジェクトである場合には、いくつか心しておかなければならないことがあると私は思っております。

その一つは、妥協の誘惑ということであり、プロジェクトへの支持を取り付けるため、あるいは、その成功を見せかけるために、妥協として、実用的なテーマに傾斜することが、世の中では起こりがちであります。はじめから実用化が目的であったり、研究が予想以上に進むという幸運に恵まれれば別ですが、多くの場合、当初の理想や目標を引き下げることになるようであり、それは研究者のモラルを低下させ、頑張り通せば可能であったかもしれない成果を見捨てることにつながります。視野の中に実用化が見えているテーマは、そのテーマの性格や規模にもよりますが、民間企業の自発性と創意に任せた方がいいことが多いように思われます。

国の研究プロジェクトとしては、既存技術の単なる延長ではない、新しい技術を作り出すという、リスクに満ちたものが、特に先進国の場合は、ふさわしいように思われます。

もう一つの誘惑は、高すぎる目標を掲げることであります。限られた期間、人的資源を含む、限られた資源の中では、達成可能なものの上限は、自ずからあるように思われます。目標が高すぎて、あるいは、高すぎると誤解されて、反動を呼び、研究の暗黒時代を招いた例も歴史の中にはあるようであります。

これは、一つには、研究者の無邪気な楽天主義からくるわけですが、必ずしもそればかりではないようであります。景気のいい話、夢のような話というも、時には、人気が出ることもあるわけで、意識的にか、無意識的に

か、それに迎合する例がないわけではないようであります。これも形を変えた妥協といっているのではないかと思われます。

これから並列推論に挑戦

しかしまた一方には、危険を恐れる危険もあるわけであり、危険を恐れることが妥協の最大の誘因であるわけで、危険を恐れ、妥協を重ねつつ、しかも、新しいものを創造しようというのは、まさに矛盾の最たるものであり、最も達成不可能な目標かもしれません。創造的な研究にとって最も危険なものは妥協であると言って、過言ではないようであります。

現代はむしろ安全主義が大勢であることを考えると、ある程度冒険主義である方が正解であるように思われます。

プロジェクトも後期が近づきますと、その終結について聞かれることが多くなっており、無難な終結を期待されることもあるわけですが、このプロジェクトは、残りの期間に手際よくまとまりをつけられるというほど安易なものではありません。

むしろ、並列推論という、最も大きな問題にこれから挑戦するということであり、言ってみれば、これまでの7年間は準備期間であり、その準備の上に立って、新しい3年プロジェクトがこれから始まるのだ、そういう心意気でことに当たろう、というのが私の表現であります。

一方では、不可能な問題に挑戦しようとしているのではないか、あるいは残り3年では無理ではないか、という意見ないし批判も聞かれます。

並列推論という問題に限定しても、これは大きな挑戦であります。言葉は単純ですが、そ

の中には、十分に高い、豊富な研究テーマが含まれています。それに関わりのある問題全てをその期間に解くというのは無理かもしれません。しかし、基本的なところでブレークスルーが生まれる可能性は十分あると私は考えております。

正しい問題設定と十分な環境が与えられれば、研究者は予想以上の力を発揮するものだというのが、私の楽観論の基本にあります。これまでの7年間は、そのための準備、努力でもあったわけですし、その成果には、可能性を信じてよいだけのものがあると見ているわけです。

後半を流せば成功裏に終わる、というほど楽なプロジェクトではなく、また、不可能に挑んでいるわけでもない、というところに、このプロジェクトの性格があり、意義があると思うのであります。

多様性の中に統一性を求める

さて、これまで私どものプロジェクトについて述べてきたわけですが、大事なことは、コンピュータの新しい時代、情報処理の新しい時代を目指した研究が、世界中で進んできたということだろうと思います。私どものプロジェクトも、そういう世界的な潮流の中の一つであり、また、一つに過ぎないと言うことができます。これは、必ずしも、日本的な謙遜の表現というわけではありません。

新しい歴史を創るということに、私どもなりに貢献したいと志し、努力しているわけですが、それも大きな歴史の流れ、言ってみれば、歴史的必然性の中に位置して生きてくるわけであります。

研究というものは、その過程で、多種多様

なアプローチを必要とするものです。しかし、その分野の研究が大きく実を結ぶのは、それらが単に発散していくのではなく、多様性の中に統一性が見えてくる时候であろうと思います。多様性と統一性を同時に追及する、研究の発展にはそれが必要ですが、いろいろな研究グループでオープンな交流が望ましいということは、そのことに関わっているのだと思います。

FGCSプロジェクトでは、当初から、国際交流、国際協調ということを強調しておりますが、それは、この研究分野において新しい歴史を目指す同志が世界中に存在し、またその数も増えてくる、そして、そういう研究者全員の共同作業によって、新しい歴史が実際に実現されてくる、と考えたからであります。そして、それは、人類全体の将来にとって必要な努力だと思うのであります。

とすれば、今必要なのは、研究者同士の対立抗争でなく、それぞれの立場、それぞれのアプローチを理解した上で、おたがいに協力しあうことであり、このことが今ほど必要な時代もあまりないのではないかと考える次第であります。

この会議もそういう未来を目指した活動の一環と考えております。今回は、FGCSの活動の中間報告であります。同時に、世界中のさまざまな研究の成果を発表していただくことになっております。多数の皆様にお集まりいただきましたが、相互交流を通して、皆様それぞれに実りの多いことを期待しますと同時に、この会議が、新しい時代に向けて歴史が一步大きく前進するきっかけとなることを願うものであります。

ご清聴ありがとうございました。