

1. プロジェクトの基本理念——再説

ICOT 常務理事・研究所長 瀧 一博

前回の国際会議から3年、プロジェクトのスタートから2年半が経過した。この間の私たちのさまざまな体験は、私たちが当初に立てた基本理念の確信をますます深めさせるものであった。

私たちの考えの基本にあるのは、コンピュータの歴史において、新しい第二の段階が近づきつつあるという認識である。その新しい時代へ向けての準備がこのプロジェクトなのである。

コンピュータ技術の現在の枠組みに限界があることについては多くの人々が指摘している。私たちの指摘は、次の新しい技術的枠組みの可能性が見えてきたということである。

私たちの提示した概念的な枠組みは、可能性の指摘であり、仮説である。それを証明しようというのがこのプロジェクトなのである。

もちろん、仮説であるからには、すべての人の賛同が得られているわけではない。しかし、新時代への準備がすべての人の賛同を得た後で始まるということはない。一方、もしも、基本理念に誤りがあればすべての人の信頼を失うことは容易であろう。

この2年あまりの私たち自身の研究体験はその仮説を裏づけ補強しつつあると考えている。それと同時に、この3年間、私たちの基本理念の理解者が世界中で増加しつつある。

私たちの提案が世界中にセンセーションをひきおこしたのは事実である。それは、一部誤解を含みながらではあったが、基本的には、それが人々の新時代への予感に訴える所があったからであろう。それが単に一時的なセ

ンセーションに止まらず、世界各国での、同様な目標を持つプロジェクトの始動。また、プロジェクトといわないまでも、各地での新しい研究の活発化につながっているのは、やはり私たちの基本構想の正しさの傍証といつてよいのではないと思われる。

コンピュータ技術の新しい枠組みについての私たちの想定については、前回の会議その他の機会に述べたが、ここで復習するとすれば次のようになる。

私たちの概念的な枠組みを一言でいうと、述語論理と呼ばれる論理系をベースにして、コンピュータのハードウェア、ソフトウェアの体系を再構築しようということである。いいかえれば、述語論理マシンとして、次の時代のコンピュータを捉えようということである。述語論理の基本操作は推論であるから、それは推論マシンと呼んでもよいであろう。

現在のコンピュータには、機械語と呼ばれる水準の言語がある。この機械語は、コンピュータの基本的な構成(アーキテクチャ)を規定している。また、ソフトウェアは基本的にはこの機械語の上に組立てられる。いわゆるフォン・ノイマン方式と呼ばれるものの特徴はこの機械語の設定に集約的に表現されている。

私たちの構図では、この機械語に相当するものを核言語と呼んでいる。この核言語、すなわち新しい機械語として、述語論理系統の言語を設定しようということである。

新しい機械語の水準を想定することによって、ハードウェア、ソフトウェアの構成法は当然変わってくる。

ハードウェアとしては、推論が基本操作になるから、並列動作とか連想的検索というものがある。基本となっ

てくる。現在のフォン・ノイマン型コンピュータは、逐次動作とアドレス型検索を基本としている。そこで、並列型連想方式の推論マシンは、非フォン・ノイマン型コンピュータの一種になるだろう。

一方、ソフトウェアは、ハードウェアが提供する基本的な推論操作を組み合わせることで組み立てられる。

我々の核言語は、現在の技術の枠組みでは、非手続き型言語の一種で、超高水準言語に属する。それが機械語になるわけだから、ソフトウェア構築は現在よりはるかに高い水準から出発することになる。

その能力を活かして、知識情報処理や自然言語処理のような、高い機能を実現していこうというわけである。

ここでつけ加えれば、核言語はユーザ言語ではない。核言語より高い水準の言語がユーザ向き言語として次々に設定されていくだろう。知識表現言語と現在呼ばれているものはそういう水準で位置づけられよう。もっとも高水準のユーザ言語としては、自然言語が来るであろう。

以上は非常に簡略化した記述だが、我々の構図の骨組みである。

核言語に述語論理型言語を想定するということを含めて、私たちの構図は、一つの仮説である。プロジェクトを進めるための作業仮説である。しかし、仮説といっても、任意に選んだという意味ではない。

情報処理の世界におけるこれまでの研究状況の進展、それを支える関連技術の状況の今後の進展を分析し、それらの総合の上に立った見通しなのである。

これについては前回の会議において詳しく述べたわけであるが、その後の状況の進展を見ても、基本的には改訂する必要がないであろう。むしろ、その後の進展はその見解を補強してくれるものといってよい。

私たちが検討した研究分野は、大きく言えば、人工知能、ソフトウェア工学、アーキテクチャ研究であり、それを支えるものとしてのデバイス研究である。

また、将来社会のイメージ、社会ニーズからの検討も加えられた。

人工知能の分野について言えば、我々のプロジェクトの基本に、その応用が将来の情報処理の中で大きな流れになるだろうという見通しがあったわけである。それは、将来独自の応用分野を形成するだけでなく、従来の応用分野においても、その高度化と深く結びつくだろうということである。

知識工学、それを受けてのエキスパート・システムの開発が始まっているが、それは将来を示唆するものだという見方である。

ここ数年、人工知能の応用、とくにエキスパート・システムや自然言語処理を中心とする AI ビジネスが脚光をあびている。しかし、私たちはこの AI ビジネス自体には関与するつもりはない。現在の AI ビジネスは現代的コンピュータの上で展開されている。当座それがビジネスになり得るにしても、その限界がいずれ来るであろう。これは AI ビジネスの意義を無視する意見ではない。むしろ、それが将来もっと大きく健全な形で成長していくには、新しい技術基盤の整備が必要だというのが我々の立場である。また、それまでの人工知能応用の経験の蓄積自体は将来の展開への糧となるであろう。

ところで、私たちのプロジェクトは、一部に誤解があるような、人工知能プロジェクト、エキスパート・システム・プロジェクトそのものではない。知的機能の解明を旨とする人工知能研究は、非常に長期の努力を継続しなければならない、開かれた分野である。エキスパート・システムも適用分野は無限に広がっている。そのすべてをカバーするようなプロジェクトはあり得ない。

しかし、私たちのプロジェクトは、人工知能やエキスパート・システムの問題と深くかかわっている。核言語の選択にしても、知識表現言語の問題と深くかかわっている。述語論理型言語の選択の根拠の一つはそこにある。述語論理は、唯一のといわないが、知識表現のベースとして有力な候補だからである。

私たちの構図を支える研究分野の一つは、ソフトウェア工学である。ソフトウェアの生産性向上ということは我々のもっとも強い問題意識の一つである。しかし、例えば、ADA や UNIX のような現代的なものを直接採り上げるつもりはない。現在の技術的枠組みの制約から離れて考えてみようということが基本だからである。

新しい立場に立てば、ソフトウェア工学のこれまでの成果を踏み台にして、それをさらに展開する展望がひらける。そういう意味では新時代のためのソフトウェア工学のプロジェクトとすることができる。

ソフトウェア工学の中で、述語論理型言語や関数型言語あるいは対象指向言語が浮び上がってきている。これらは、論理型言語をベースに有機的に統合できるだろうというのが我々の見通しである。それをベースにした知的

プログラミング方式の確立というのがプロジェクトの大きな目標の一つになっている。

それは、仕様化、検証、変換合成、デバッグなどを新しい立場で統合することになる。現在のソフトウェア工学で進められている、ラビッド・プロトタイピングや第四世代言語などの考え方と将来方向において一致するものといってよい。

ソフトウェア技術の分野では、プログラミングの世界とデータベースの世界を有機的に統一することが望ましい。関係データモデルは有望な方向であるが、それは述語論理をベースにしたものである。

さらに高次のデータモデルも関係モデルを基礎にして研究されつつある。それは知識表現の問題と近づきつつある。一時期別グループで進められてきた、ソフトウェア工学やデータベース研究と、人工知能の分野が融合しつつあるのが大きな傾向といってよいであろう。

私たちのプロジェクトは新世代のソフトウェア工学のプロジェクトであるだけではない。ソフトウェア工学などから出てきた反省の一つは、現在のハードウェア・アーキテクチャに関するものである。ソフトウェアの分野で出現した新しい概念を定着させるには、ハードウェアの支えも望ましいことである。むしろ、それと一体になってそれらが活かされることになるだろう。

コンピュータ・アーキテクチャにおける新しい研究、とくに並列マシンの研究は、関数型言語や関係型、すなわち、述語論理型言語、対象指向言語などと結びつくようになってきている。

そういうアーキテクチャ研究は、ソフトウェア概念によって導かれる一方、素子技術の進歩予測によっても支えられている。

私たちの基本構図というのは、情報処理の分野の研究の進展。それに含まれる今後の展開方向を見定めることによって、それらを統一的に組織化するものとして構想されている。

ここで強調したいのは、全体的な構図、それを支える基本的理念という観点である。局部的に見れば、いくつもの選択肢がありうるだろう。しかし、それを全体としてつなげて見ると、解の可能性は減るであろう。もし、全体を統一する理念が見えなければ、それは現在の体系が存続するというを意味する。

私たちの主張は、新しい枠組みの存在の可能性である。

それがまだ可能性である限りはそれを否定する議論もありうるだろう。また別の枠組みの指摺もあってよいだろう。しかし現在の所、局部にこだわった批判は多いが、全体的な構図についての代案は見あたらないといってよい。代案の探究もあってよいが、それと同時に、見出したと借ざる方向性の検証への努力も必要であろう。

ところで技術的な観点で論議が集中するのは、核言語のまわりである。もう少し議論しておこう。

一つは誤解に基づくものだが、核言語の位置づけである。述語論理型言語の一つである Prolog が、現在はユーザ言語として使われているため、核言語をユーザ言語としての適否から論ずるものである。しかし、我々の位置づけは、機械語としての位置づけなのである。

これも誤解に基づくが、既存の Prolog をそのまま我々が選択したとして、その欠点、限界を論ずるものがある。Prolog は述語論理型言語であり、出発点として検討に値するものであるが、その改良、拡張が必要なことは、当初から我々が明言していたことである。

私たちは、新しい技術体系を確立するための作業仮説として、述語論理型言語を核言語に想定した。それは私たちが確信に基づくものだが、結論的な断定ではないのである。Prolog や私たちの現在の核言語にしても、完成品ではない。しかし、作業仮説はむしろ明確すぎる方が有効だというのが私たちの考えでもある。

何かを完成品とみて批判する人々には、私たちのプロジェクトが近未来の製品化を目指しているという誤解があるのではないかと思われる。私たちはむしろ未来への可能性を見ようとしているのである。

我々の核言語に対する批判としては、その他のよりよい候補がないのか、述語論理型言語に将来の実用規模のソフトウェアを支える力があるのか、等の、誤解ではない、当然の意見がある。

新しい言語の候補としては、関数型言語とか対象指向型言語がある。私たちがこの種の言語を昔から検討対象にしていたことは、前回の会議での私の話を見ていただければ分るだろう。私たちの立場は、これらの言語の良い特徴は、述語論理型言語をベースにして有機的に統一的に融合されるだろうということであった。これももちろん仮説であったわけである。

また、高次の推論、問題解決のために言語の拡張や、さらに高水準言語の開発が必要なことは当初から言明し

であった。

これらのことを、私たちのプロジェクトの前期の展開に即して見てみよう。

周知のように、私たちは、中期以降の研究用ツールとして、逐次型推論マシンを開発してきた。そのモデルの一つが PSI である。

逐次型推論マシンの機械語として、私たちは KL0 を設計した。PSI は KL0 マシンである。KL0 は、基本的には、拡張 Prolog と書いてよい。しかしこれは機械語である。そこで、よりユーザフレンドリーな ESP という言語を設計した。これはモジュール化機能やマクロ機能などを組み込んだ言語である。KL0 に対する、いわばマクロ・アセンブリ言語と書いてよいものである。

ESP には、そのマクロ機能を利用して、関数型の記法とか、対象指向の記法が自然に導入されている。これはまだ最終的な解ではないだろうが、当初の仮説に対する一つの答になっていると思う。

PSI の OS は SIMPOS と呼ばれている。SIMPOS のプログラムはすべて ESP で書かれている。

述語論理型言語に対する批判の一つは、それで OS のような制御プログラムが書けるかということであった。我々の実験はそれに対する一つの答になるだろう。それとともに、SIMPOS は大規模なソフトウェアである。

新しい言語で新しい OS を書き上げるのには、種々の困難が予想される。しかし、ESP の採用は、ソフトウェア構築の生産性でも、またシステムの効率でも効果を上げている。

現在 SIMPOS は開発中であり、その上での大きなアプリケーション・プログラムはまだ動いていない。この段階では断言をしないまでも、ESP と SIMPOS の体験は、これまでの多くの批判に答える素材を提供しているといつてよいであろう。

KL0 は私たちがプロジェクト発足直後に設計したものである。それにはまだ逐次型実行ということから来る制約が反映されている。

私たちは、中期以降の展開に備えて、並列性等を加味した KL1 を検討してきた。Prolog の発展型の一つとして現われてきた Concurrent Prolog は、KL1 設計の大きな参考になっている。Concurrent Prolog はストリーム並列型プログラミングに基づき、対象指向型プログラミングや並列事象のシミュレーションの可能性を持って

いる。

ところで、Prolog などの述語論理型言語は、ホーン節と呼ぶ、述語論理の部分系をベースにしている。これは一種の制限である。機械語であるべき核言語としては、ある種の適切な制限が望ましいことである。一方、知識表現や意味表現の立場からは、これだけでは不十分であるのは当然である。逆に拡張の方向の研究も必要である。

しかし、それを単に、普通の一階述語論理や高階述語論理に戻すのではなく、別の構成法を求めることが望ましい。メタ推論的な機能を取り入れた、重層的な構成の可能性について、私たちは当初から指摘してきた。その線に沿った研究がこの2年間進み、それらの成果は KL1 の設計に反映されつつある。

ここで、私たちが、推論というコトバを安易に使いすぎるという批判に触れてみよう。推論一般でいえば、それが高度に複合的で、解明されていない働きを含むことは、これまた当たり前である。推論マシンというようなき、私たちが意味しているのは、記号論理的な基本的な推論である。しかし、これも推論である。

問題は、そういう基本的な推論を組み合わせ、高度の推論が可能になるか、ということであろう。例えば帰納的推論はどうであろうか。

これは哲学的立場にも依るであろうが、私たちの立場は、帰納的な推論も複合的な推論であり、分解していけば、基本的な推論に還元されるというものである。もちろん、これも仮説であり、したがって、重要な研究テーマなのである。

核言語関連でよく議論されることに、Lisp か Prolog かというものがある。Lisp が関数型言語という意味では、前にも述べたように異和感はない。直ちにとはいかなくとも将来有機的に融合されるだろう。

しかし、この種の議論の特徴は、現時点での完成品、製品という観点から見るとのことのようである。近未来の、現行のコンピュータの上での実用システムのベースとしてどちらがよいか、という議論に私たちは直接コミットしているつもりはない。

私たちのプロジェクトは、新体系を目指すものである。そのための作業仮説として何が有効か、という観点である。そういう観点で私たちのプロジェクトでは、私たちの選択を追求するわけである。それを外国のプロジェクトに強制するつもりはないし、それが出来るはずもない。

そういう基本的立場を見間違えての批判は、批判という名に値するだろうか。

もちろん、お互いの立場を理解した上での建設的批判は大事であり、有効である。私たちはそれらは聞きもらさないよう心掛けているつもりである。

世界全体としては、いろいろな可能性の追求が行われることが望ましい。それらは相互に補い合って、新しい時代の到来を加速するだろうからである。

私たちは、この3年程の体験によって、私たちの基本理念、基本的な構図についての確信を深めている。もちろん、時期的に言えば前期のまとめという時点で、結論には早すぎるが、現時点で反省すればそう言えると思う。

私たちがこの2年あまり行ってきたことは、中期以降のプロジェクトの本格的な展開のための準備であったといつてよい。

それには、準備段階としての基礎研究とともに、中期展開のためのツール作りが含まれている。それは単なるツールでなく、私たちの基本思想を盛り込んだ設計のツールである。

前期に開発した逐次型推論マシン PSI や関係データベースマシン DELTA はそう位置づけることができる。それは同時に、私たちの基本思想の確認の作業でもあった。

その結果はこの会議および私たちの機構内でのデモンストレーションによって見ていただけだと思う。

私たちの結果とともにここで強調したいのは、国内外における研究の高まりである。それは年ごとに盛んになり、種々の成果を生み出している。それは、私たちのプロジェクトの外での活動であるが、それらの研究は、私たちの構図にうまくはまるものが多い。私たちにとってみればそれは強力な援軍であるが、もっと全体的に見ると、それは新時代へ向けての時代のうねりの始まりと評価することができよう。私たちのプロジェクトもその中の一つの動きであると捉えられる。

私たちのプロジェクトの中期段階は、前期の成果を受けて来年度から始まる。その前提は、私たちの立てた基本路線の再確認ということだろう。

中期においては、研究テーマとして、前期より難しい課題がひかえている。

並列推論マシン、知識ベースマシンの研究は、中期において本格的に取り組むテーマである。それと同時に、

自然言語処理、知識情報処理への取り組みも本格化する。それらの取り組みにおいて、前期で開発したツール群は有効な働きをしてくれるだろう。

逐次型推論マシン等の上でのソフトウェアの蓄積は、実用規模での応用問題への挑戦ということを含む。それを通して、我々のアプローチに対する理解者が増加し、新しい文化の普及が始まることが期待される。

私たちの提示した構図は、未来の技術のための枠組みであるが、これは、未来へ向けての多彩な努力を制限するものではない。むしろ、これは新しい世界をひらくためのキーワードと考えられる。それはより広く自由な空間を提供するものと考えている。その中では、多くの新しいアイデアが必要とされる。そしてそれらは、孤立的に存在するのではなく、有機的に結合され、新しい世界の内容を形づくっていく。そのための有効な枠組だと私たちは考えている。

そういう私たちの基本理念を再確認した上で、最後に強調したいのは、新時代へ向けての国際的な協力の問題である。私たちのプロジェクトは新時代の創造への努力である。ということは、私たちのプロジェクトが閉鎖的であってはならないということの意味する。新時代の創造は、一国の一プロジェクトのみでは不可能であろう。新しい時代は、世界中の人々の未来への意志、その協調的な努力によってのみ実現されていくものであろう。それは他への寄りかかりとか強制であってはならない。自発的な努力が前提となった協調でなければならないだろう。

私たちの構想は大胆な仮説とも評されている。大胆な仮説をもとにしたプロジェクトは日本にとって初めての体験といつてよい。しかし、これまで多くの国々の援助を受けて育ってきた日本としては、これからは、冒険をも含む努力によって世界に貢献していかなければならないわけである。そのことが理解された上で、世界中に協力の輪が広がることは、私たちの心から期待する所である。この会議自体、新しい交流の場になり、さらに今後の展開のきっかけになることを私としても心から希望している。