

海外だより

Stanford 大学人工知能プロジェクト

棟上 昭 男†

Stanford 大学人工知能プロジェクト（以下略して AIP）は米国国防省の下部組織 ARPA を後楯とする、計算機学科（略して CSD）の付属研究組織で、6 年程前より J. McCarthy 教授を中心に、人工知能を始めとする計算機科学の先進分野の研究を組織的に推進するために始められた。

筆者は 1971 年の秋から約 1 年間ここに滞在する機会を得た。少しずつ時期的なずれはあったが、京都大学の五十嵐氏や筆者と同じ電総研の田中氏がほぼ同時期に、また AIP の初期の時代には現在三菱電機におられる伊藤氏がそれぞれ滞在されているし、その他短期間日本から訪問された方々も非常に多く、さらに McCarthy 教授も何回か訪日されているので、その大方の内容はわが国でもかなりよく知られていると思うが、筆者の感想もおり混ぜて、その活動の様子、特色などを紹介したいと思う。

AIP はその建物も CSD のあるキャンパスから約 3 マイル程離れた牧場のはずれにあり、CSD とは一応独立した組織なのであるが、そのスタッフのうち教授陣は CSD との兼任であるし、研究活動の主要な役割をしている大学院の学生たちもそのほとんどは CSD に属している。AIP 専任のスタッフは、研究グループの実質的な指導者、あるいは中核研究者である Research Computer Scientist, Senior Research Associate, Research Associate と呼ばれる人たち約 20 人、その補助的な役割をする Research Programmer, Systems Programmer, Design Engineer と呼ばれる人たち約 25 人、さらにハーフ・タイムの大学院生である Student Research Assistant 30 人程度から構成されている。その他の構成員は Technician, Operator と呼ばれる人が 4～5 人、事務関係職員一人と数人の秘書、5～6 人程度の流動研究員および客員研究員、それに 10 数人の大学院学生である。

AIP は主として人工知能の研究を目的とするものであるとはいっても、その研究活動の範囲は計算機科学全般にわたっており、新しいプログラム言語の開発、改良とか、新しい計算機システムの設計、製作と

いった、かなり地道な研究活動も行なわれていて、CSD が大学院生に対するスクーリングの中心であるのに対して、AIP の方は大学の計算機科学研究の実質的な中心として機能しているといえる。

これは AIP 全体のリーダーである McCarthy 教授の比較的自由的な研究所運営方針、計算機科学全般に対する一定の見識、その他諸々の手腕等々と、それを可能にする研究予算の仕組、これまでの AIP の実績、さらにはオンライン実験研究用 TSS としては最大規模と思われる使い易い計算機システムを有すること、などの事情が反映されたものであろう。

さて AIP の研究活動の内容であるが、現在形式上は 14 の研究グループが存在している。それらの大きさは 30 人近くの構成員からなる Hand-Eye グループから、構成員 1 人の学習機械のグループにいたるまでまちまちで、また同じ人間がいくつものグループにまたがって属していたり、小さなグループはそれ自身の発生消滅がかなり自由かつ頻繁に行われていて、いわゆる研究室的なものとは全く異った雰囲気のもとに活動が行われている。それらの主なものを拾ってみよう。

まず Hand-Eye グループは、AIP のいわば目玉商品で、最大のグループである。MIT, SRI などのロボット・グループと比較した場合、その特色は種々の問題への対処の仕方が、かなり実世界の問題に即したものとなっていて、そのかわりに内容が人工知能と銘打つにしては、相当に泥くさい部分が多く含まれているということであろう。これは主として高レベルの問題および関連ソフトウェアの責任者である Feldman 教授、低レベルの問題およびマニピュレータ関係の責任者である Dr. Binford 等が、それぞれ技術的な感覚にも優れたものを持っていて、ロボットの問題をかなり実質的な技術の問題として捕えてゆこうとする姿勢を現わしているのだということもできる。

このほかパターン認識の問題に関連するグループとしては、Speech のグループが小規模ながら、チェスのプログラムで有名な Dr. Samuel を中心に、かなり特色のあるやり方で問題に取り組んでいるし、Percep-

† 電子技術総合研究所情報システム研究室

tion のグループは JPL と協力して、マリーナ 9 号等から送られてくる火星の写真解析の問題に取り組んでいた。

McCarthy 教授を中心とする計算理論のグループは Hand-Eye に次ぐ大グループで、プログラムの正当性に関する問題などを手がかりに、問題解決の理論的な側面の研究を活発に行なっている。

また計算機設計グループでは、現在の PDP-10 に対して完全な上位互換性を有し、1 桁性能が高いダイナミックマイク・ロプログラム方式の計算機の開発を行なっている。このプロジェクトは予定より 1 年以上遅れており、AIP 内部にもその実現を危ぶむ声が無いわけではないが、他大学の PDP-10 ユーザ等からもそれなりに期待されており、数人のグループ・メンバーは、とにかく使用可能な計算機をほとんど手作りで作らなければならないと、その開発に没頭している。

その他機械翻訳、音楽、精神分析等のグループがあり、機械による作曲と楽音の発生とか、パラノイアのシミュレーション、さらに最近では精神障害のある子供を計算機を利用して治療する実験なども行われている。

もう一つ AIP を特徴づけるものとして、SAIL (Stanford Artificial Intelligence Language) のグループがある。SAIL は AIP の創立後間もなく、Feldman 教授を中心に開発を始められた人工知能研究用プログラミング・システムで、数年前より AIP で実用化されており、1972 年末にはさらにいくつか新しい機能を加えた新 SAIL が開発され、米国では Utah 大学、Carnegie-Mellon 大学等、他の PDP-10 ユーザの間でもかなり広く使用され始めている。

このシステムは拡張アルゴン・コンパイラと種々の実行時ルーチン群よりなり、その主な特徴は、

- (i) 連想三つ組データ構造を基盤とする、データの集合と相互関係に関する処理機能 (LEAP 機能)、
 - (ii) LEAP 機能を有効に利用し、会話型プログラムの作製を容易にする豊富な実行時ルーチン群、
 - (iii) 機械語に近い低レベルの処理機能、および機械語ブロックの埋め込み機能、
 - (iv) ある程度までのマクロ機能
- などである。新 SAIL にはこれらの他に次のような機能が付加された。

- (i) リスト処理機能、
- (ii) マクロ機能の拡張、
- (iii) 多重プロセス機能とプロセス間交信機能、

(iv) procedure 変数の導入、

(v) ある程度までのバック・トラック機能と、連想データ構造検索のための新機能 (matching procedure)。

このシステムの実際の製作、改良は、数人の職員と学生で行われたもので、細かい点では使用者に十分のサービスが行われていない面もあるが、基本的にはその機能は一般使用者に十分に利用可能になっており、Hand-Eye システムを始め、AIP のシステムのかなりの部分がこのシステムを用いて作られている。

AIP の計算機設備は最初 PDP-6 を中心とした比較的小規模のものであったが、その後 1968 年に PDP-10 が導入されて一躍強力なものとなった。筆者が滞在中にも主記憶が 128kW (36bits/W) から最大規模の 256kW に増強され、Disk も 2314 型から 3330 型に交換された。

このシステムは全体が非常に図形処理向きの TSS となっていて、端末としても TV 方式のグラフィクス端末約 50 台が備えられている。また通常の CRT ディスプレイも 6 台接続されており、その他にはテレタイプと文字ディスプレイが約 20 台接続されている。TV 式端末は軽量の半導体キーボードと組合わさっていて、プログラム作製や文章編集作業にも非常に使い易くできている。また図形の表示に関しても、線図形はもち論、濃淡面図形も表示可能な高機能のものである。AIP の中ではカードは 1 枚も見られないし、紙テープもほとんど無い。ソース・プログラムはすべて端末を通してオンラインで作製される。

AIP で最近新しく開発された装置の一つにビデオ・スイッチという交換回路がある。これは一種の半導体クロスバ・スイッチで、本来は端末リフレッシュ用のディスクを端末が効率よく使用できるよう開発されたものであるが、この機能を利用してどの端末にも計算機からのビデオ合成信号を表示できるようになったし、その他 TV 受像機や CATV からの信号もモニターへのコマンドで表示できるようになった。AIP のシステムは、他に ARPA ネットワークにも接続されていて他大学、研究所の計算機にアクセスできるし、さらに最近では AP (Associated Press) からのニュースがオン・ラインで計算機に入力されるようになって、キーボードからのコマンドで最新のニュースをプリントさせたり、キーワードにより関連ニュースを検索したりできるようになった。

このように大規模な TSS が種々のコミュニケーション

ジョン・リンクと結合することにより、その周辺の人間と計算機の結び付きはますます緊密になり離れ難くなってゆくわけで、AIP はそれ自身が McCarthy 教授の描く高度の計算機利用社会の一つの典型的なモデルになっているともいえる。

また先に述べたようなシステム機能拡張のための装置、インターフェイスの設計、製作、TSS モニタの改造、接続作業等はほとんどすべて AIP のスタッフで行われ、しかも一般使用者にはさほど大きな影響を与えずに、1 日数時間程度のダウン時間で工事を完了させたのは筆者にはかなりの驚きであったし、AIP 全体の基礎的な計算機技術の水準の高さを示すものでもあると思う。

ところで米国の計算機科学研究のやり方を見ていて強く感ずるのは、各大学や研究所が互いに開発したプログラムを交換しあい、効率よく研究を進めていることである。先に述べた SAIL もすでに他大学で使われ始めているし、MIT の μ -PLANNER も AIP で試してみることが出来る。また AIP の Perception グループは Utah 大学の FET プログラムを使用して実験を行なっているといった具合である。

このように試作品的なプログラムの流通を円滑に行

い得るのは、計算機科学研究の中心的な大学、研究機関がほとんど PDP-10 という研究用に適した計算機を中心に研究をすすめているのが一因であろう。もともと研究用の計算機には、それを売るメーカーの営業方針も含めて、通常のビジネス用のシステムとは非常に異ったシステムが必要とされるのであるが、これまでわが国の業界にこのような要求を受け入れる気運があまり無かったのは不幸なことであったと思う。その理由の一つには使用者のレベルが、その声を計算機システムの企画、設計の段階に反映させ得るほどにまで高められていなかった点にもあろうが、これは研究向きの計算機を使用できない研究者の現状と裏腹の関係にもあることであって、自国の産業可愛さのあまりの過度の保護政策が、かえってその自主的な計算機技術の発育を遅らせた面のあるのは見逃せない事実であると思う。

やや脇道にそれたが日本国内でも AIP 程度の研究道具を気軽に利用し、活発な研究交流を行うことができる日の遠からず訪れることを期待したいものである。

(昭和 48 年 1 月 24 日受付)