

「OAの視点から見た AI専用ハードウェアとその適用」

三菱総合研究所計画システム部主任研究員 玉井 哲雄

昨今の人工知能(AI)への関心の高まりは、ブームとも呼べるものである。3~4年前は、OAブームがもてはやされた。今回、AI展がOAショーとともに開かれることは、その意味で興味深い。

本稿では、OAという軸を一つの視点としながら、ハードウェアを中心にAIの現状と動向をみることにする。

1. OA文化とAI文化

大型コンピュータによる事務処理からワープロに至るオフィスでの情報処理と、これまで主として研究分野で進められてきたAIとは、その様相は一見大きく異なる。前者は、ハードウェアとしてIBMをはじめとする大型汎用コンピュータ(メインフレーム)、オフコン、パソコンなどを用い、ソフトウェアはたとえばCOBOLやBASICといったプログラム言語を使う。後者のAIのハードウェアは、伝統的に通常のDP部門ではあまり見ることのないDEC10シリーズが代表的であり(もっとも同社のVAXシリーズの方は、最近では一般ユーザーのDP部門にも数多く見られるが)、さらに1980年代になってからは、LISP(あるいはPROLOG)で書かれるものが圧倒的に多い。このようなハードとソフトの違いは、それらの育ってきた風土あるいは文化の違いと見ることもできる。

これに対し、仮にOA文化とAI文化と名づけるこの両者には、共通部分もある。一つには、コンピュータの歴史の上で、どちらもそれぞれ長い伝統をもつ点があげられる。

OAという言葉は比較的新しいが、オフィスでの事務処理にコンピュータが使われてきたのは、1951年の最初の商用コンピュータUNIVAC-Iが国勢調査に利用されて以来の一貫した流れである。

一方、AI研究の始まりを象徴するのは、1956年、すなわちUNIVAC-Iが登場してわずか5年後に、ダートマス大学で開かれたマッカーシー、ミンスキー、サイモン、ニューウェル等による会議である。この会議以来、AIという語が定着したとされる。COBOLがCODASYL委員会により発表されたのが1960年であるが、AIのアsemblerとも言われるLISPがJ.マッカーシーにより作られたのも、ほぼ同時期である。

最近の流れでは、AI用の専用マシンとして普及し始めたLISPマシンと、OA分野で使い勝手の良さから高い評価を受け、一つの流れを形作っているゼロックス社のSTAR(日本語版はJSTAR)からアップル社のマッキントッシュに至るパソコンとは、ある意味で姉妹関係にある。この点について、やや詳しく述べてみよう。

2. LISPマシンとOAパソコン

数多くあるプログラミング言語の中でも、LISPはそのユニークさにより特異な位置を占める。プログラミング言語を分類すると、LISPとそれ以外に分かれるという話もある位である。

LISPの大きな特徴は、その計算機構が、具体的なコンピュータは独立したラムダ計算

法という枠組みに基づいている点にある。ラムダ計算法は、コンピューターの発明以前に研究された理論であるから、そのハードウェアからの独立性は、当然の帰結である。(コンピューターの計算方法を前提として作られたプログラミング言語であるFORTRANやCOBOLとは、この点が大いに異なる。)

LISPの設計者は、AIという語の創始者でもあるJ. マッカーシー現スタンフォード大学教授であり、その出生からAI研究とは不可分の関係にあった。

- ① 理論的にしっかりとした基盤があり、しかも簡単なラムダ計算法がベースであること
- ② リストと呼ばれるデータ構造を中心として記号の処理に適すること
- ③ プログラムとデータとを同等に扱えるため、概念の抽象的な階層構造が作りやすいこと—などがLISPがAI世界で人気を保ってきた理由であろう。

LISPの問題は、多量のメモリーを必要とし、またメモリーへのアクセス速度が遅いと大幅に性能が低下するという意味で、メモリー性能への要求が高い点にある。従来型のコンピューターにLISP処理系をのせて使用する場合、この点が大きなネックとなってきた。

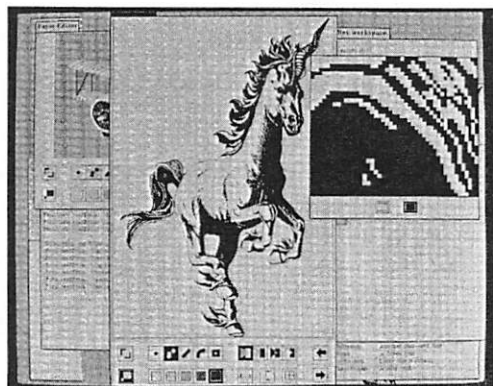
ワークステーション化して、単一のユーザーにかなり強力なCPUと大きなメモリーを占有させることにより、この問題を解消しようという発想で生まれたのが、LISPマシンだといえる。LISPに特化することにより、マシンのアーキテクチャーをLISPに向けたものにして性能をあげるという努力も、もちろんなされている。また、個人が使うワークステーションという形態は、LISPに本来的になじむ対話型の処理によく適合する。

現在商用化されているLISPマシンの源をたどると、マサチューセッツ工科大学(MIT)とゼロックス・パロアルト研究所(ゼロックスPARC)の二つの研究機関に行き着く。

MITでは、1974年にLISPマシンの開発プロジェクトがスタートした。まずCONSと呼ばれる最初のマシンが完成した。さらに1978年に、ビット・マップ・ディスプレイとマウスによる使いやすいユーザー・インタフェースをもったCADRと名付けられたマシンが完成し、これがシンボリックス社およびリズ・マシン社から後に商品化されるLISPマシンの原型となった。

ビット・マップ・ディスプレイとは、画面を1000×1000程度のドットに分け、そのドットの白黒(あるいは色)のパターンで文字や図形を表すものである(写真1参照)。従来の文字ディスプレイよりはるかに多様で、品質の高い文字を表示できるとともに、これまで高価で特殊用途にしか用いられていなかったグラフィック・ディスプレイの機能も兼ね、文字と図形を手軽に組み合わせることができ。ビット・マップ・ディスプレイが比較的安価に作られるようになった背景には、VLSI

写真1 ビット・マップ・ディスプレイの例
(富士ゼロックス1100S I P)



技術の進歩に伴うメモリーの大容量化と低価格化がある。なぜなら、画面のドット・パターンを表すビット・マップに、少なくともドットの数(100万個程度)のビットだけのメモリーを必要とするからである。

マウスは、まさにネズミの形状をした、ポインティング・デバイス(指示装置)である(写真2参照)。端末への入力装置の代表はキーボードであるが、画面上の特定な点を指したり、点や図形の移動を指示したりするにはあまり便利ではない。そのためには、従来、ライトペンが多く用いられたが、マウスはライトペンによる画面上の操作を、机上の平面上でのデバイスの運動で代替するものである。マウスの優れている点は、現在指している位置(画面上では「カーソル」で示される)を安定的に保つのが楽なこと(マウスをそのままの位置に置いておけばよい)、画面に直接指示するより自由な姿勢が取れること、などだといわれる。マウスには、通常2つないし3つのボタンがついており、そのボタンの操作で指示に変化がつけられるようになっている。

ところで、ビット・マップ・ディスプレイ

とマウスをワークステーションにつけるアイデアは、ゼロックスPARCで生まれた。アラン・ケイという天才がALTOという名のパーソナル・コンピューターを1973年に開発したが、そこでビット・マップ・ディスプレイとマウスが採用されたのである。(現在、アラン・ケイはアタリ社に移っている。)このALTOが、現在のゼロックス社のO AパソコンSTARとDシリーズ・LISPマシンの原型である。さらにそのユーザー・インタフェースが、遠くMITのLISPマシンにまで影響を与えたわけである。これらの系譜を図示したのが、図1である。なお、ALTOの影響は、ここにあげたLISPマシンやSTARだけでなく、いわ

写真2 マウスの例
(富士ゼロックス1100SIP用)

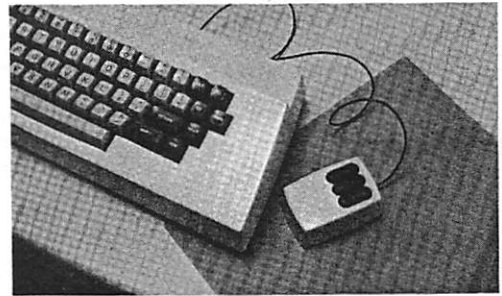
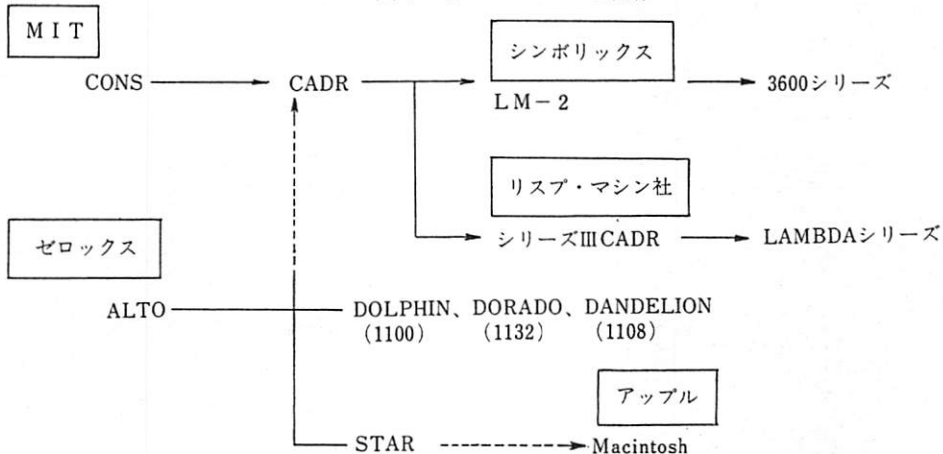


図1 リスプマシンの系譜



ゆるスーパーパソコンとして登場したPERQ、SUN、APOLLOなどにも及ぶものである。

ALTOが後に与えたもう一つの大きな影響は、その主要プログラミング言語として開発されたSMALLTALKである。SMALLTALKは、オブジェクト指向型という概念を導入した代表的な言語となり、実世界の構造をモデル化するのに適した知識表現能力を持つものとして、AI社会で注目されている。現在、SMALLTALKがのる代表的なマシンは、ゼロックス社のLISPマシン1100SIP（コード名DOLPHIN。日本では富士ゼロックスが販売）と、昨年発表されたテクトロニクス4404（日本ではソニー・テクトロニクスが販売）の2つである。ゼロックス社では、SMALLTALKのライセンスをすでに公開しており、多くのメーカーが取得に応じたため、今後はさらに多くの機種にSMALLTALKがのるようになると思われる。

3. LISPマシンの商品化

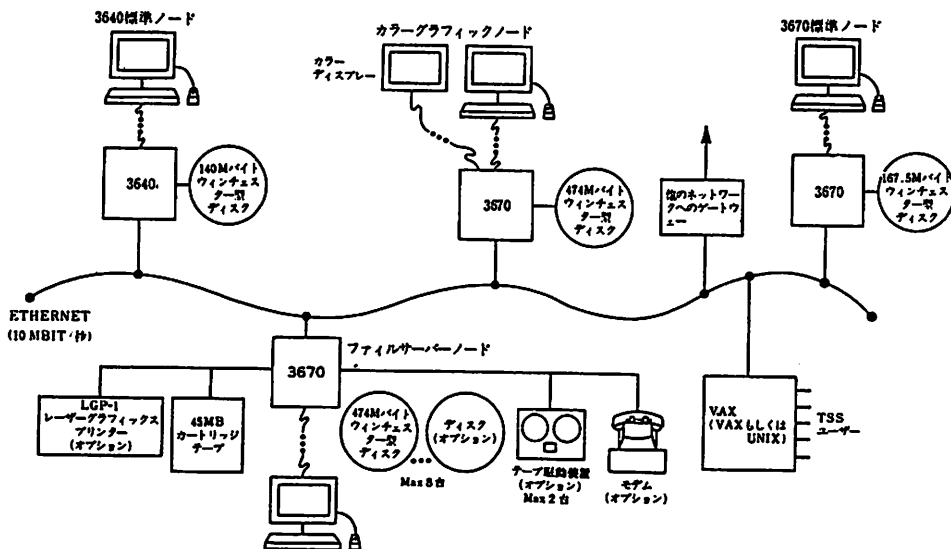
MIT系のLISPマシンの商品化は、その開

発グループの約10名がシンボリック社を1980年に設立したことから始まる。シンボリック社では、まずMITのCADRを商品化しLM-2として発売、続いて1982年に新しいマシンとして3600シリーズの販売を開始し、これが現在の主力製品となっている。価格は、8~10万ドル。図2に、シンボリックの製品群によるネットワーク構成例を示す。LISPマシンの売れ行きは、当のシンボリック設立者自身の思惑を上回り、すでに600~800セットの販売実績をあげているといわれる。

日本でも、ニチメンおよび東洋情報システムの手で輸入販売が行われており、50~60セット程度の販売実績がある。日本での価格は、3,000万~4,000万円。最近この両社は、ティアイエスシステムエージおよび日本シンボリックという二つの販売会社を独立させ、シンボリックの販売をそこへ移管した。

MITのAIグループから生まれたもう一つのベンチャー企業は、その商品をそのまま会社名にしたリスプ・マシン社である。会社

図2 シンボリックによるネットワーク構成例



の設立はシンボリックスと同じく1980年。シンボリックスが3600という新しいマシンを開発したのに対応し、リスプ・マシン社も1983年に新シリーズLAMBDAを発表、それが現在の主力製品となっている。価格はシンボリックスとはほぼ同じ程度。シンボリックスが本拠地をケンブリッジのMITの近くに置いているのに対して、リスプ・マシン社は、西海岸ロサンゼルスを拠点としている。

LAMBDAシリーズは、UNIXプロセッサを共存させ、LISP環境とUNIX環境を同時に提供できるようにするなどの工夫が見られるが、現在のところシンボリックス3600と比べ、販売実績では出遅れている。日本では、伯東が輸入販売を行っている。

ゼロックスにおけるLISPマシンの開発は、MITとは別に進められた。その際にモデルとなったのが先行して開発されたALTOである。既に述べたように、ALTOがCADR以降のMIT系のLISPマシンの系列にも影響を与えたことから、これらとゼロックスで商品化されたDシリーズのLISPマシンとでは、商品イメージに強い類似性が見られる。

最初にDOLPHIN(イルカ)と呼ばれるLISPマシン(1975年)、続いてその高性能版DORADO(黄金郷)が開発され(1977年)、それらは1980年代に入って、それぞれゼロックス1100とよび1132として商品化された。さらに廉価版のDENDELION(タンポポ)が1108として1983年に発売されたが、これはハードウェアとしては先行して発売されたOAワークステーションのSTARと同等であり、マイクロ・プログラムによりLISP向き命令を実現している。STARは、ワード・プロセッシング、電子メール、グラフ等のオフィスにおける文書処理に徹した高級パソコンである。

ここで導入されたアイコン(ギリシア正教で聖像を指すのに使われるアイコンと同語)と呼ばれるオフィスの文具を表象する図形と、その操作による文書処理という手法は、斬新なものである。ただし、STARはその斬新性にもかかわらず、これまでのところビジネスとしては余り成功しているとはいえない。

なお、STARとDシリーズ・LISPマシンは、開発の歴史とハードウェアのアーキテクチャーに共通性をもつだけでなく、同じイーサネットのネットワーク・インタフェースを持ち、LAN結合が自然な形で行える。ゼロックスでは、とくにSTARを中心とするOAネットワークシステムを、XINS(Xerox Information Network System)と名付け、力を注いでいる。ゼロックスのLISPマシンのうち1100SIPは、日本では富士ゼロックスが販売している。価格は約2,000千万円。またSTARの日本語版JSTARは、同社がハードウェアの製造も行い、国内で販売中である。

このほかAI専用マシンと見なされるものには、すでにあげたテクトロニクスの4404がある。これは昨年8月に発表されたSMALL TALKマシンで、価格が15,000ドルと安く、注目された。日本では、ソニー・テクトロニクスから、約500万円で販売されている。

もう一つは、テキサス・インスツルメントが最近発表したEXPLORER(探検家)と呼ばれるLISPマシンで、価格は約5万ドル。これはやはりMITの技術を基に、リスプ・マシン社と共同で開発したもので、リスプ・マシン社からもLAMBDA/Eとして発売される。

国内では、富士通がFACOM- α という名のLISPマシンを昨年発表し、現在既に出荷を始めている。これは今までに紹介したスタンダードアロン(独立)型のマシンとは異なり、バ

ックエンド（後置）型と呼ばれるタイプである。すなわち、ユーザーはこのLISPマシンを直接動かすのではなく、フロントエンドにある汎用機を介して、その後ろに置かれたLISPマシンを操作するという形をとる。そのために生ずる使いにくさについては、性能の良さを考えて目をつぶる、という考え方である。

また商品化されてはいないが、日本電信電話（NTT）の武蔵野電気通信研究所では、ELISという名の性能のよいLISPマシンを開発している。このマシンは、LISPのみならず、SMALLTALKのようなオブジェクト指向型のプログラミング環境、およびPROLOGのような論理型プログラミング環境を、同等の性能で提供することが、大きな特徴となっている。

4. LISPマシンの用途

LISPマシンは、もともとAIの研究用に開発されたものである。ベンチャー企業として設立されたシンボリックスやリスプ・マシン社も、当初想定していた市場は、主として大学や研究機関を対象としたものだったであろう。しかし、AIに対する産業界の関心は、予想以上のテンポで盛り上がり、一般企業でLISPマシンを導入する例が増えてきた。日本の第五世代コンピューター・プロジェクト、それに対抗する米国の国防総省や民間による大規模AIプロジェクト、さらにヨーロッパにおける類似プロジェクトも、これらのマシン市場の拡大に寄与している。

AIの応用として産業界が最も注目しているのは、各種エキスパート・システムの開発である。エキスパート・システムの開発は、LISPあるいはPROLOGを使わなければならないというものではない。ましてLISPマシンの導入は必須条件というわけではないが、過

去に作られたエキスパート・システムはLISPで作られたものが圧倒的に多い。そのため、エキスパート・システムを作るためのツール（汎用的な推論メカニズムや知識ベース管理機能を組みこんだソフトウェア）もLISPをベースとするものがないため、LISPによるソフトウェア開発には最適な環境を提供するLISPマシンが、多少値段は高くとも購入されるわけである。ただし、応用の本格化が進むにつれ、応用システムの運用マシンとして適するかどうか問題となるだろう。

5. オフィスにおけるAIの応用

ここで、オフィスにおいてAI技術がどのように応用されるか考えてみよう。

すでに述べたように、産業界におけるAIブームの火つけ役は、エキスパート・システムだといえる。エキスパート・システムとは、ある特定領域の専門家のもつ知識、判断力などをシステム化し、診断、意思決定、計画、予測、設計などの自動化を目指すものである。

これまでの応用分野は、スタンフォード大学のMYCINに代表されるような医療診断システムや、デジタルイクイップメント社のXCONに代表されるような、機械やシステムに関する設計・運用のコンサルテーション、あるいは故障診断、といったテーマが中心であり、一般のオフィスへの応用例は少ない。その理由としては、いくつか考えられよう。

第1に、エキスパート・システムに適した対象は、その領域が狭く、かつその専門性がかなり深い分野である。ところが、オフィスで要求される技能は、OAでファクシミリやワードプロセッサが入りこんだような、専門性の低い事務処理か、経営判断のような幅広い知識と経験を必要とする意思決定が主である。前者はAI以前の分野であり、後者は

高度すぎて、現在のAI技術では手に負えない。

第2に、オフィスでの知識活動には、(とくに日本の場合)根回しなどの心理的・人間的な要素が多すぎて、ルールベースのシステムにはなじみにくい。

第3に、仮にオフィス内の専門性の高い分野(たとえば経理)を対象に、エキスパート・システムを開発することに成功したとしても、その効果は、単純労働に対するOA化による省力化効果のように、明確には見えにくい。とくに省力化効果を強調すると、単純労働の場合以上に抵抗が生ずることも考えられる。

しかしこのような条件にもかかわらず、オフィスへのAIの適用、とくにエキスパート・システム開発に関しては、関心が高まりだしている。

OAからAIに寄せられる最も大きな期待は、ヒューマン・インタフェースの向上であろう。インタフェースの手段としてまずあげられるのが、自然言語である。(自然言語とは、プログラミング言語のような人工言語に対照して使われる言葉で、日本語、英語などを指す。)通常、オフィスにおける活動は、自然言語を媒介としている。そこで、コンピューターに対しても自然言語でやりとりをしたいというのは、当然な要望であろう。しかも可能ならば、文書だけでなく音声を用いたい。これに応えるべく研究が進められているのが、AIの自然言語処理分野であり、また音声認識分野である。しかし、普通に連続して話された文章で、しかもあいまいさを含むようなものを、コンピューターが理解できるようになるまでの道程は、かなり遠いものと思われる。

しかし、インタフェースの向上という目的

ならば、そこまでの技術を望まなくてもよい。例えばある程度の制約のある文法に従い、自然言語風に入力できるというものでも、融通のきかないコマンド方式やメニュー方式より歓迎される場合もある。東工大の米沢研究室で試作された新幹線切符予約の日本語入出力システムなどが、その良い例である。ワードプロセッサのカナ漢字変換も、以前と比べればかなり進歩したが、さらに構文や意味に関する知識を広く活用するようになれば、もっと便利になる。そのような知識を用いるシステムは、自然言語分野でのエキスパート・システムとみなすことができる。

言語に対する知識を持ったエキスパート・システムの例として、IBMで研究開発中のEpistleがある。このシステムのねらいは、オフィスにおける文書作成の支援であり、たとえば文体や慣用句に対する知識をもって、かなり高度な助言を行うことを目指している。ただし、実用化までにはまだしばらくかかりそうである。

LISPマシンを開発したゼロックスPARCでも、出張の計画作成を例として、オフィスにおけるエキスパート・システム適用の研究が行われている。ODYSSEYと呼ばれるシステムが試作されているが、旅程、宿、日中の行動など、種々の観点から計画ができるようになっている。

会議、約束などのスケジュール管理も、オフィスを題材とするテーマとして、よくとりあげられる。MITでNUDGEというシステムの試作例があり、またNTT横須賀電気通信研究所で、秘書エキスパート・システムの試作例がある。

より本格的なオフィス業務へのエキスパート・システムの適用として、一部で強い関心

が持たれているのは、金融業分野への応用である。銀行等の融資の判断、保険の査定、クレジットの入金審査、投資選択、資産負債管理、債券・為替などのディーリング・サポート、相場の子測など、可能性のある分野は非常に多い。もちろん、人間のエキスパートにも難しいような問題に、AIを用いれば解決可能であるかのような過大な期待を持たせるのは危険であるが、問題範囲を明確に絞れば、アプローチの可能なものはかなりあるだろう。極めて簡単な例としては、米国の証券会社レーマン・ブラザースがシンボリックス社等と共同でK:Baseという知識ベース管理システム上に、スワップ取引の候補選択システムを試作しているケースがある。

金融業界でエキスパート・システムを本格適用する場合、LISPマシンのようなコンピューターが適当かどうかは、問題のあるところである。日本でも米国でも、金融業界は、伝統的にDPの最も大規模なユーザーであった。エキスパート・システムが探索したいデータベースも、インタフェースをとりたい業務システムも、すべて大型コンピューターの中にある。ここにハードウェアとしてのギャップがあり、初めに述べたOA(DP)文化とAI文化との衝突が顕著に現れる。しかし、もしかすると、ここに今後のLISPマシンに代表されるAI用ハードウェア、さらにAI一般の産業への適用の新たな展開の芽が潜んでいるかもしれない。

最後に、本稿は筆者の個人的な見解を述べたものであり、三菱総合研究所が行った人工知能に関するマルチクライアント調査とは、内容的に独立なものであることを、お断りしておく。