

TM-0054

第五世代コンピュータ研究開発の土台を築く
—逐次型推論マシンの研究開発—

内田 俊一

April, 1984

©ICOT, 1984

ICOT

Mita Kokusai Bldg. 21F
4-28 Mita 1-Chome
Minato-ku Tokyo 108 Japan

(03) 456-3191~5
Telex ICOT J32964

Institute for New Generation Computer Technology

第五世代コンピュータ研究開発の土台を築く
— 逐次型推論マシンの研究開発 —

I C O T 研究所 第3研究室
内 田 俊 一

1. 新しいコンピュータ作りのための新しいツール

第五世代コンピュータは、いろいろな応用分野の知識を蓄え、これを用いた機械的な推論操作を行う機能を持つことから、「考えるコンピュータ」などと呼ばれている。このようなコンピュータは、従来のノイマン型コンピュータと異なり、知識を表現したり、推論操作を記述するのに適した、より記述レベルの高い言語を有すると考えられている。

現在、I C O Tを中心に研究開発が進められている第五世代コンピュータプロジェクトでは、このような言語として、三段論法にみられるような論理的推論モデルに基づく新しいタイプの言語、すなわち論理型言語を用いている。この言語は、ソフトウェア開発のベースとなり、ハードウェアの機能的仕様となることから、きわめて重要である。言葉をかえていえば、このプロジェクトは、論理型の言語とモデルを核として、新しいコンピュータ技術（知識情報処理技術ともいわれる）を、構築しようとするものといえよう。

これ故に、この言語は、核言語と呼ばれ、このプロジェクト10年間の間に、逐次型の核言語第0版(KL0)、並列型の核言語第1版(KL1)、研究開発の最終ゴールとなるマシンの言語となる知識表現機能を加味した核言語第2版(KL2)と、3つの版が作られることが予定されている。

核言語は、新しいタイプの言語であり、既存のノイマン型の言語に比べ、記述レベルが高く、知識ベース処理や推論操作が、簡潔に記述できることを特徴としている。しかし、その実行は、三段論法に基づく推論操作を行うわけで、核言語第0版に関していえば、文字列やデータ形式の一致をみる（パターンマッチング）操作や、ある解答を求めようとして失敗すると、他の解答の可能性を求めて、プログラムの実行の一部を後戻りしてやりなおす（バックトラック）操作を行わねばならない。（コンピュータが、こういう操作をしてくれるから、人間は、楽になるとも言える。）従って、単純なデータ移動や比較、加減算等を主に行う従来型コンピュータでやろうとすると、なかなか効率があがらない。

一方、第五世代コンピュータの研究開発では、多くの未知の問題を解決するために、大小さまざまなソフトウェアを試作して、新しいアイデアを出し、検証していかねばならない。従って、核言語を用いて能率よくプログラムを作成でき、さらに高速に実行できるツールが、まず、第一に必要となる。このために、本プロジェクトでは、核言語第0版を効率よく実行できるソフトウェア開発用のコンピュータシステムを、前期3年間の重要な研究開発目標の一つとした。

このシステムは、このプロジェクトの中期以降の主要ツールとして広く利用することから、短時間で開発する必要があり、ノイマン型コンピュータ技術をベースとし、これに、論理型言語の高速実行のため、すべてのデータに、データの中身を示すタグをつけたり、スタックとよばれるデータ構造を用い、これらをサポートするためのハードウェア機構を付加する等、いろいろと工夫をこらしている。しかし実行は逐次型をベースとすることから、逐次型推論マシン (SIH) と呼ばれている。

2. SIH システムの基本ハードウェアPSI (プサイ) とそのOS (SIHPOS)

SIH は、核言語第0版(KL0) を用いるソフトウェア開発を効率よく行い得る高性能、かつ、高機能のパーソナルコンピュータシステムとして設計されており、ローカルエリアネットワーク(LAN) により、SIH を相互に接続することで、分散システムを構築できるものとなっている。(Fig. -1 参照)

SIH は、その基本ハードウェアであるPSI(Personal SIH) 、そのOSであるSIHPOS(SIH Programming and Operating System)、および、性能、機能アップのための拡張部分より成るが、ここでは、最近、その中核部分の試作に成功したPSI と現在開発中のSIHPOSについて紹介する。

PSI は、KL0 を機械語とし、直接実行するコンピュータであり、実行速度においては、大型汎用機DEC 2060上で実行されるDEC-10 PROLOG (KL0と同種の言語) と同等の30KLIPS (注) の性能を持ち、メモリ容量では約64倍の16M 語(40ビット/語)を、さらに、ビットマップ・ディスプレイやマウス等の対話用デバイス、LAN 接続部など高機能入力機器を持つことを特徴としている。(Fig-4, Fig-5 参照)

(注) LIPSはLogical Inference Per Secondの略で、1秒間に実行可能な三段論法に基づく推論操作の回数を示す。

そのマシン・アーキテクチャおよびハードウェアの特徴は、次のようなものである。

1) アーキテクチャの特徴

- ① タグ・アーキテクチャの採用 1語は40ビットであり 8ビット/タグ+32ビット/データよりなる。
- ② マイクロプログラム制御 コンパイラが作りだした内部コードをファームウェア・インタプリタで実行
- ③ ハードウェア・スタック機構 メモリは、256個の論理的エリアに分割され、各エリアは、実行途中結果を蓄えるスタックまたはプログラムやデータを格納するヒ

ープエリアとなる。デマンド・ベースのページ割当機構付加

- ④ マルチプロセス・サポート ハードウェアでは、最大63個までのプロセスの並行処理をサポート。
- ⑤ 入出力バス 汎用性の高いIEEE796 バスを持つ。
- ⑥ LAN CSMA/CD 方式、10Mbps。イーサネットなどで用いているものと同じ。

2) ハードウェアの特徴

- ① 実行速度 30KLIPS
- ② 制御記憶 64ビット×16K 語
- ③ マシンサイクル 200 ナノ秒
- ④ メモリ容量 40ビット×16M 語, 256Kビット・チップ使用
- ⑤ キャッシュ 40ビット×4K語× 2
- ⑥ 使用素子 CPU はTTL が主体, メモリはNMOS.

PSI は、そのOSであるSIMPOSと組合せて用いられる。SIMPOSは、PSI のハードウェアを制御・管理するOSの中核部分と、KLO をベースとするシステム記述言語ESP(Extended Self-contained PROLOG) を中心とするプログラム作成を効率よく行なうためのプログラミング・システムより成る。(Fig. -2, Fig. -3 参照)

ESP は、オブジェクト指向型の考えに基づくプログラムのモジュール化機能、マクロ機能などを持ち、OS自身や種々の応用ソフトウェアを簡潔に記述できるものである。ESP で書かれたプログラムは、コンパイラにより、KLO に変換される。SIMPOSは、すべてESP により記述されている。

SIMPOSの特徴は次のようにまとめられる。

- ① OSの種類 マルチプロセスをサポートするパーソナルマシン用OS
- ② 対話機能 いくつものウィンドウをビットマップ・ディスプレイ上に表示する機能 およびマウスによる入力指示機能などをもつマルチウィンドウ・サブシステム
- ③ ファイル機能 ハード・ディスクやフロッピー・ディスクを用いるファイル・システム
- ④ 通信機能 LAN を介して通信を行うネットワーク・サブシステム
- ⑤ プログラム作成機能 効率よいプログラム作成をサポートするプログラミング・システムがあり、これはエディタ、インタプリタ/ディバッガ、コーディネータ等を含んでいる。

このほか、SIMPOSは、漢字を含む日本語入出力機能を、その基本的機能としてサポート

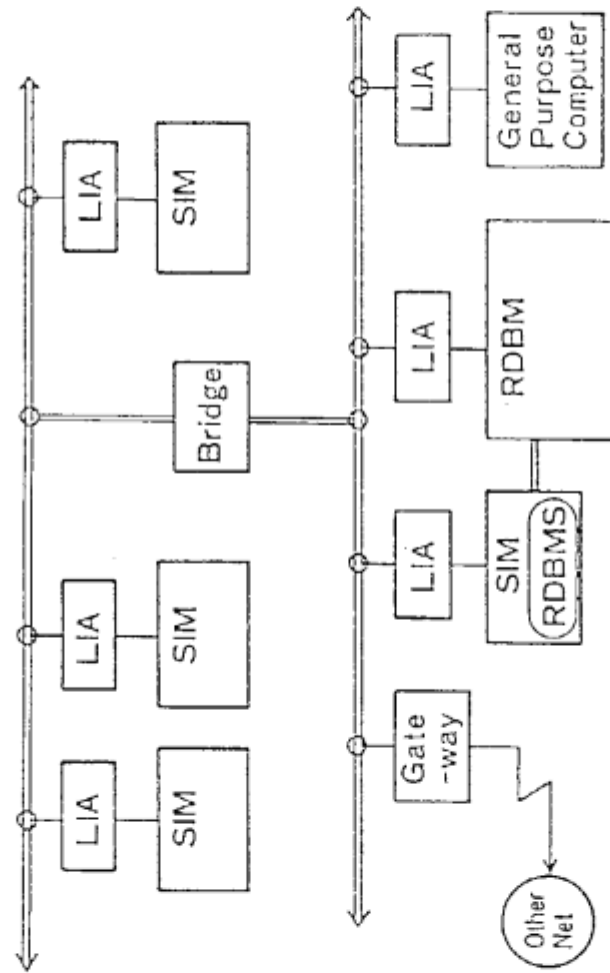
していることも特徴の一つである。

3. おわりに

以上、PSI とSIMPOSについて紹介した。これらのうち、PSI の中核ハードウェア部分については三菱電機（株）が、LAN を中心とする高機能入出力部分については沖電気工業（株）が、製造を担当している。

SIM システムは、PSI、SIMPOSのほか、これらの機能、性能をアップするための拡張部分を、開発中である。この中には、PSI へ、バックエンド型プロセッサとして接続される高速プロセッサ・モジュールがあり、これはPSI の4～5倍の高速処理能力の実現を目指している。このほか、図形・画像の入出力のための機器などがある。これら拡張部分については、日本電気（株）、松下電器（株）、シャープ（株）が、製造を担当している。

これらは、ツールではあるが、これら自身、本プロジェクトの最初の本格的な研究開発成果物である。従って、より使い易いツールとするために、ハードウェアの小型化、ソフトウェアの機能拡充をはかっていく予定である。



SIM: 逐次型推論マシン

RDBM: 別途開発される関係データベース・マシン

RDBMS: 関係データベース・マシンの管理システム

LIA: ローカルエリア・ネットワーク・システムの接続装置

Bridge: ネットワーク・ケープル間の接続装置

Gateway: 他のネットワークへの接続装置

Fig.-1 SIMシステム全体構成

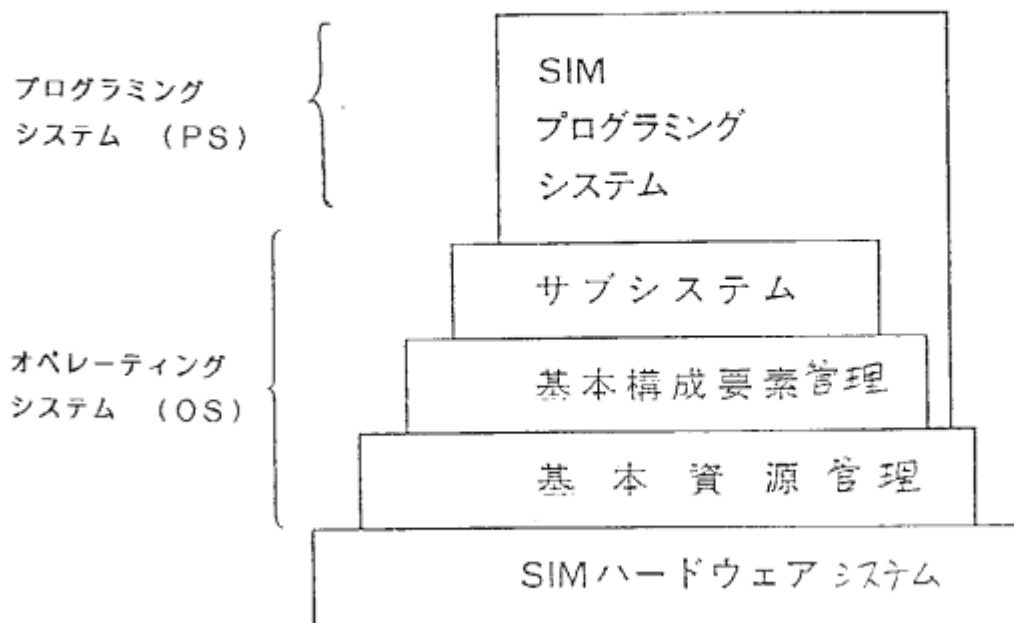


Fig.-2 SIMPOSの構成概念図

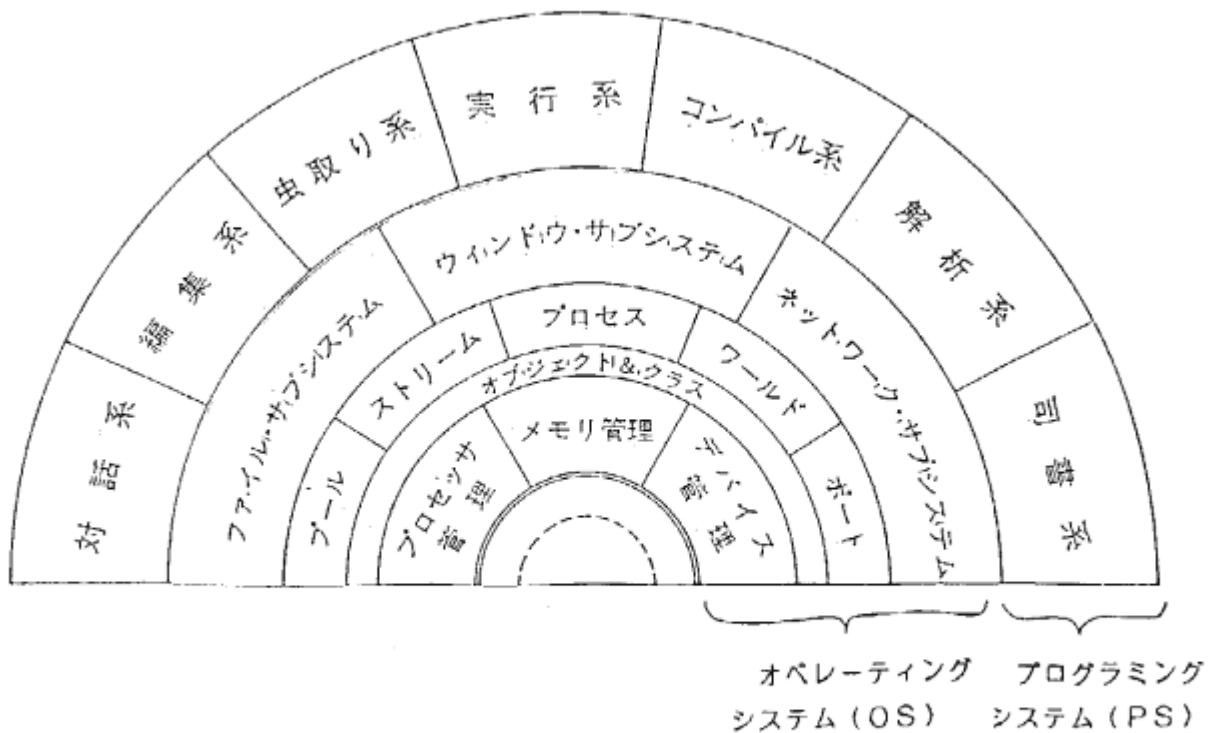


Fig.-3 SIMPOSのモジュール構成

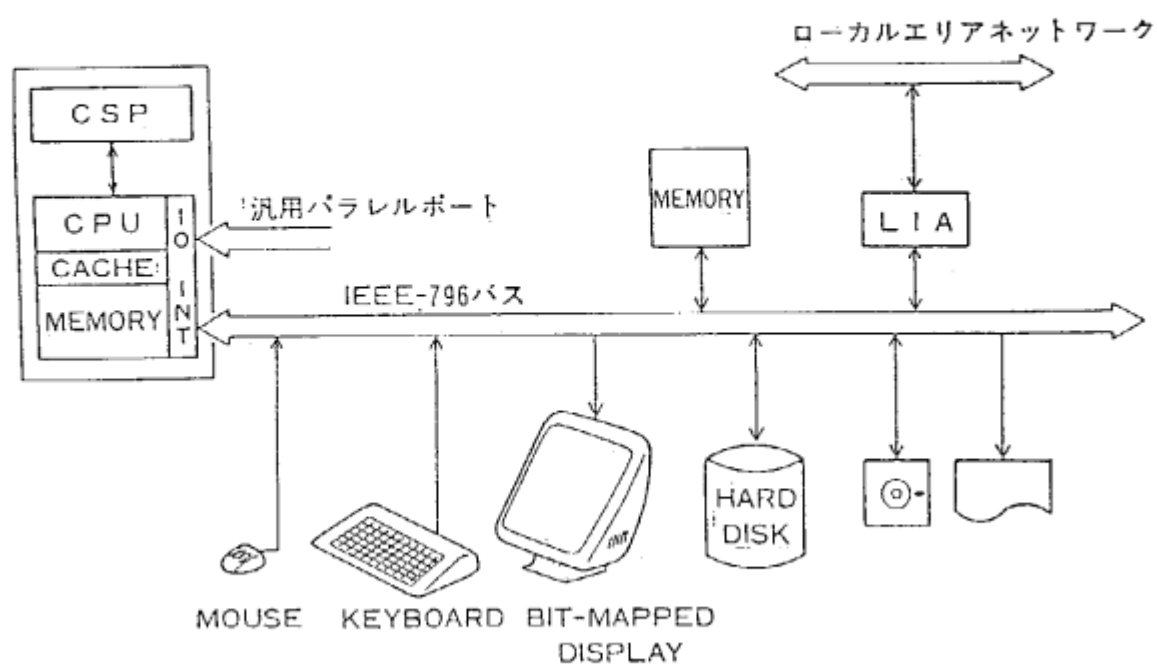


Fig.-4 PSIのシステム構成

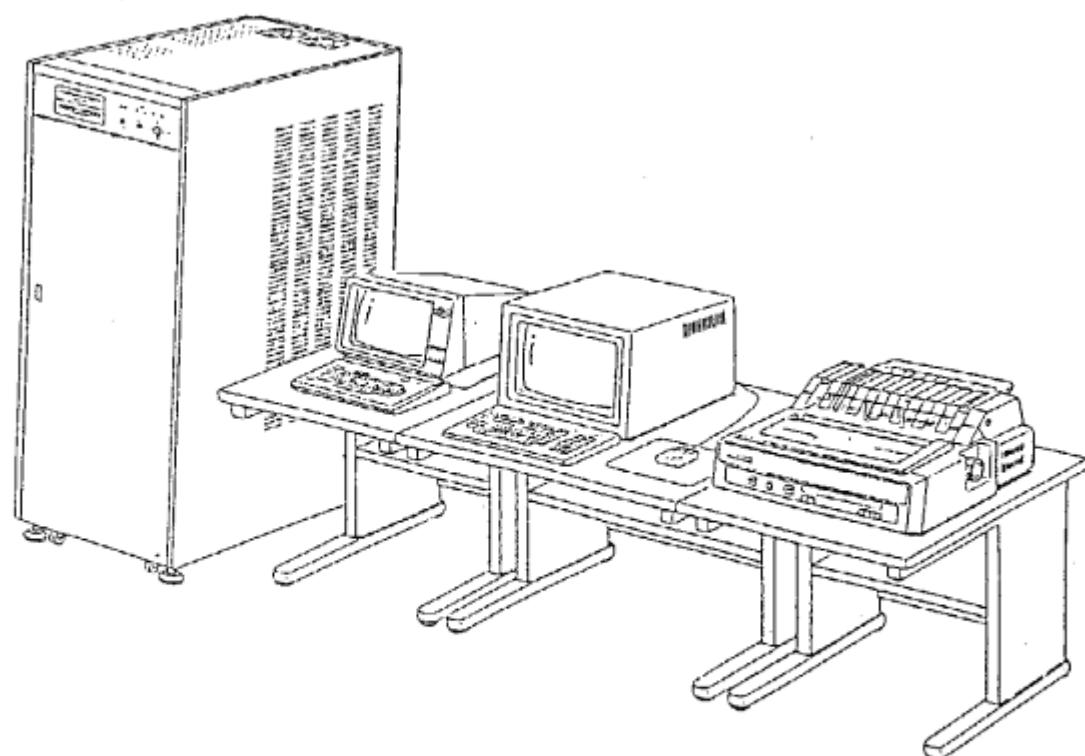


Fig.-5 PSIの外観