

2. 研究開発の現状と今後の計画

ICOT 研究所次長 川野辺 一清

アブストラクト ICOT では、通産省の委託を受け、昭和 57 年度より第五世代コンピュータの研究開発を進めている。この計画は前期 3 年、中期 4 年、後期 3 年の 10 年計画である。現在、前期計画の最終年度にあり、研究開発は順調な進捗を示している。本論文では、これら研究開発の現状と中期計画（案）について述べる。

1. はじめに

日本における第五世代コンピュータ開発プロジェクトの生立ちをみると、1979 年（昭和 54 年）まで遡る。この年、通産省の発意により、日本情報処理開発協会が調査委員会を設置し、第五世代コンピュータ実現の為の研究開発計画の作成にとりかかった。同委員会では 1979 年（昭和 54 年）に第五世代コンピュータのイメージについて調査、検討を行ない 1980 年（昭和 55 年）に研究開発の目標、課題について調査、検討を行なった。これら 2 年間の調査、検討活動から、大規模で複雑な知識情報処理の実現を目指すコンピュータとしての第五世代コンピュータ像が明確になってきた。この結果を受けて、1981 年（昭和 56 年）に、通産省は第五世代コンピュータ開発のためのナショナル・プロジェクト計画をまとめ、同年 10 月 19 日から 22 日までの 4 日間、第五世代コンピュータに関する国際会議を開催し、本計画に関する意見交換を行なった。続いて、1982 年（昭和 57 年）に、研究開発を進めるにあたっての中核組織として、(財)新世代コンピュータ技術開発機構 (ICOT) が設立された。このような経緯の後、1982 年 4 月に、通産省の委託を受け、ICOT が第五世代コンピュータの研究開発に着手した。

計画は、前期 3 年、中期 4 年、後期 3 年の 10 年計画で、前期の研究開発の重点は、知識情報処理の分野における

これまでの研究成果を収集し、評価と再構成を行ない、中期に向けての基本技術開発を行なうことである。中期の研究開発の重点は、前期の成果をもとに、ソフトウェア、ハードウェアの基盤となる計算モデル、実現上のアルゴリズム、基本アーキテクチャを設定し、それに沿って、小～中規模のサブシステムを試作することである。後期の研究開発の重点は、ソフトウェア・システムとハードウェア・システムとの間の機能配分、および、それに基づくトータルシステム（プロトタイプ）を試作することである。

研究開発は核言語を中核として展開されている。核言語はハードウェアとソフトウェアのインタフェースを規定するものであり、ハードウェアの研究成果、ソフトウェアの研究成果が核言語に凝縮される。この結果、核言語の仕様は研究の進展に伴って変化し、前期で第 0 版、第 1 版の仕様を確定する、中期では第 2 版が確定する。後期に試作する第五世代コンピュータのプロトタイプは、この核言語第 2 版によることとなる。

以下では、このような背景のもとに進められている研究開発の現状と今後の計画について紹介することとする。紹介にあたり、第 2 章では、研究開発の考え方の変化も明らかにするため、プロジェクト発足時に設定した目標と現状とを対比することとした。また、中期研究開発は、現在、検討中であるため、今後の検討の進展によ

り、変更のあることを前提に紹介することとする。

2. 研究開発の現状

前期は、基本技術の確立が目的であるため、推論サブシステム、知識ベースサブシステム、基礎ソフトウェア、ソフトウェア開発用パイロット・モデルの各研究課題について、夫々、独立に研究開発を進めている。以下では、各研究項目の前期目標と研究開発の現状について紹介する。

2.1 推論サブシステム

推論サブシステムは知識ベースサブシステムとともに、第五世代コンピュータのハードウェアの中核となるシステムである。前期においては、ハードウェア・アーキテクチャに関する基本技術の開発を目的として、並列型推論基本メカニズム、データフロー・メカニズム、および抽象データ型メカニズムの研究開発を実施している。

2.1.1 並列型基本推論メカニズム

(1) 前期目標

本研究項目の前期目標は、データフロー方式と並んで、第五世代コンピュータの並列推論方式となり得る他の幾つかの候補方式を設定し、シミュレータ等により、その特性を評価することである。

(2) 研究開発の現状

並列推論方式の候補として、リダクション方式、およびリダクション方式の変型である完全コピー方式と節単位方式の3方式を設定した。

引き続き、リダクション方式に関し、64並列規模のソフトウェア・シミュレータを試作して、全体的な評価を行なった。また、精度の高いデータを収集するため、リダクション方式については、要素プロセッサ8台からなるハードウェア・シミュレータを試作中であり、今年度内には、試作を完了し、評価を実施する予定である。完全コピー方式および節単位方式についても、ソフトウェアの若干の変更により、両方式をシミュレートすることが出来る要素プロセッサ16台からなるハードウェア・シミュレータを試作中であり、今年度内には試作を完了し、評価を実施する予定である。

評価が完了していない現在、各方式の評価について言及することは避けるが、現在までの感触では、各方式とも、推論操作の中から、よく並列性を引き出し得る方式であ

ると言うことが出来る。

2.1.2 データフローメカニズム

(1) 前期目標

本研究項目の前期目標は、データフロー方式に関し、シミュレータによる評価を行なう。その後、要素プロセッサ10台規模の実験システムを試作して評価し、データフロー方式に関する基本アーキテクチャを設定することである。

(2) 研究開発の現状

データフロー方式に関し、64並列規模のソフトウェア・シミュレータを試作して、全体的な評価を実施した。引き続き、基本アーキテクチャを設定して要素プロセッサ8台の実験システムを試作中であり、今年度内には、試作を完了して評価を行なう予定である。

本方式についても、評価が完了していない状況にあるので、評価について言及することは避けるが、現在までの感触では、推論の並列実行に親和性のある方式であると言うことが出来る。

2.1.3 抽象データ型メカニズム

本研究項目は、核言語仕様に規定されるモジュール化機能、オブジェクト指向機能をサポートするハードウェア・アーキテクチャの確立を目標にすることから、推論サブシステム(研究課題)の一部として設定した。しかし、抽象データ型概念のハードウェア・アーキテクチャへの反映は中期以降で充分であり、かつ、時機的にも、その方が当を得ている。このため、前期においては、基礎ソフトウェアの核言語(研究項目)の中で、言語的側面から研究開発を進め、推論サブシステム(研究課題)の中では、言語仕様をハードウェア・アーキテクチャの面から検討することにとどめた。その結果は、核言語の進捗状況で述べるとおり、順調な進展を示している。

2.2 知識ベースサブシステム

知識ベースサブシステムは推論サブシステムとともに、第五世代コンピュータのハードウェアの中核となるシステムである。前期においては、知識表現言語や核言語で記述された知識データの蓄積、検索、更新を能率よく処理できる大容量の知識ベース・マシン開発のための基本技術として、知識ベース基本メカニズム、並列型関係・知識演算メカニズム、および関係データベースメカニズムの3研究項目を設定し、研究開発に着手した。

2.2.1 知識ベース基本メカニズム

本研究項目では、知識表現言語、核言語、および知識ベースに関する理論から、知識ベースの構成・管理方式を明らかにすると同時にシミュレータを設計・試作し、知識ベース基本メカニズムの評価を行なうことが、計画策定時の前期目標であった。しかし、知識表現言語については、基礎ソフトウェアの知的インタフェース・ソフトウェア・モジュール（研究項目）の項で述べるとおりのアプローチに関する変更がなされたこと、知識ベースとしての確たる知見を得るには、更に応用面からの幅広いフィードバックが必要であること等のため、引き続き基礎的研究を進め、シミュレータの試作、評価は中期に実施することとした。なお、本研究項目は後期の重点課題であるため、前期においては、しっかりとした基礎固めこそが、中期以降の本研究項目の円滑な展開に資するものである。従って、研究開発の目標変更が今後の研究開発の展開にマイナスとなることは有り得ないと判断している。

2.2.2 並列型関係・知識演算メカニズム

(1) 前期目標

本研究項目の前期目標は並列型の関係代数演算や知識

演算を実現するための基本アーキテクチャを設定して機能モジュールを試作し、評価して、並列型関係演算および知識演算に関する基本アーキテクチャを確立することである。

(2) 研究開発の現状

並列型の関係代数演算メカニズムを実現する基本アーキテクチャを設定し、引き続き、ハードウェア機能モジュールを試作した。本機能モジュールは、後述する関係データベース・マシンに組み込まれており、関係データベース・マシンと一体として、今年度内に評価を実施する予定である。

なお知識演算メカニズムについては、前記2.2.1のとおりである。

2.2.3 関係データベース・メカニズム

(1) 前期目標

シミュレーション等により、関係データベース・マシンに関する基本アーキテクチャを設定する。引き続き、要素プロセッサ8台程度からなる関係データベース・マシンを試作・評価する。なお、このシステムは、実験システムながら、逐次型推論マシンと接続してソフトウェア開発用のツールとしても使用できるものとする。

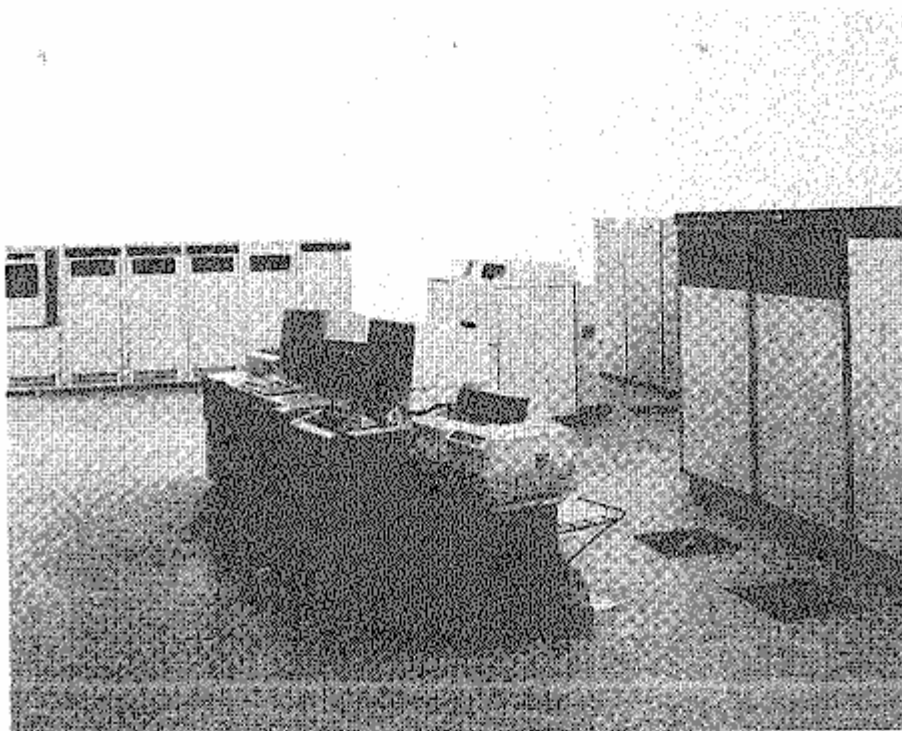


図1. 関係データベース・マシン

(2) 研究開発の現状

関係データベース・マシンに関する基本アーキテクチャを設定し、試作を実施している。1983年度(昭和58年度)末に5GBの容量をもつ関係データベース・マシンの試作を完了した(図1参照)。今年度は、機能拡充を実施しており、その後、評価を行なう予定である。本マシンは、前記研究項目(関係代数演算メカニズム)を関係データベース・エンジンとして取り入れたもので、一体となって、次のような特徴を有するものである。

- (i) 要素プロセッサ8台からなる4並列関係データベース・マシンである。
- (ii) 従来の関係データベースに比べ、データの検索に柔軟性がある(知識化対応の一環)。
- (iii) 最大容量20GB

2.3 基礎ソフトウェア・システム

基礎ソフトウェア・システムは、第五世代コンピュータのソフトウェアの中核となるシステムで、前期においては、5G核言語、問題解決・推論ソフト、知識ベース管理ソフト、知的インタフェース・ソフト、知的プログラミング・ソフトの5研究項目から構成される。

2.3.1 5G核言語

(1) 前期目標

5G核言語第0版は、ソフトウェア開発用パイロット・モデルのハードウェアとソフトウェアのインタフェースを規定するもので、1983年度までに設計・試作を完了する。本言語は従来のPROLOG言語に比較し、次の機能が追加された論理型プログラミング言語とする。

- (i) プログラムの構造化
- (ii) 関係データベース・インタフェース
- (iii) 並行プログラミング
- (iv) データ型定義チェック

核言語第1版は中期に開発する推論サブシステムのハードウェアとソフトウェアのインタフェースを規定するもので、言語仕様を前期末までに確定する。本言語は核言語第0版に次の機能を追加したものである。

- (i) 核言語第0版の諸機能のリファイン
- (ii) 並列実行モデルに伴う言語の再構成
- (iii) データ抽象化のための基本機能
- (iv) メタ推論機能

(2) 研究開発の現状

核言語第0版については、1982年度(昭和57年度)末

までに、目標どおりの機能をもった言語仕様および、その処理系の試作を完了した。引き続き、核言語第1版の言語仕様の設計に入っており、1984年度(昭和59年度)末までに完了予定である。

2.3.2 問題解決・推論ソフト

(1) 前期目標

本研究項目の最終目標は、理詰め推論を行なう演繹機能、不完全な知識に基づく憶測を含んだ帰納的推論機能、システムが相互に協調して問題の解決にあたる協調型問題解決機能等未踏技術を多く含む機能の開発であり、後期に重点を置いた挑戦的研究項目である。前期では、このため、問題解決のための各種のソフトウェアを試作し、これらを通して、最終目標に対する知見を得ることとしている。

(2) 研究開発の現状

2つのアプローチで研究開発を進めている。1つは理論面からのアプローチであり、高階述語論理で記述された問題の解決を可能とするため、演繹機能の拡張を図ったソフトウェアの試作、および並列実行環境下で、与えられた制御情報(個々のルール、およびルールを使用するためのルールが含まれる)から推論を進めるメタ推論機能の実現をはかったソフトウェアの試作等が、これに相当する。他の1つは実例からの問題解決・推論機能の抽出であり、電子回路における自動レイアウト・システムおよび、PLA(Programmable Logic Array)設計システムの試作を通して、問題解決のための戦略、戦略決定のためのメタ推論機能、協調型問題解決戦略に関する知見を得るものである。いずれも、現在、試作中であり、今年度内には完了予定である。この結果、本研究項目に関する所期の目標は十分に達成可能である。

2.3.3 知識ベース管理ソフト

(1) 前期目標

本研究項目は、知識ベースの大規模化に対処して、知識ベース・マシンと推論マシンの結合方式を検討する大規模関係データベース管理プログラム、複雑な知識の表現を追求する知識表現システム、および知識を利用した実験システムを設計、開発することにより、研究成果の評価を行なう知識利用システムの3つの部分に細分化して研究開発を進める。大規模関係データベース管理プログラムの前期目標は逐次型推論マシン上に大規模なデータを管理するシステムを開発すると同時に逐次型推論マ

シンと関係データベース・マシンの結合方式を検討することにより、分散知識ベース・マシンに関する知見を得ることである。知識表現システムの前期目標は特定領域の知識表現言語を開発することである。知識利用システムは幾つかの実験システムを試作することにより、知識利用に関する知見を得るためのものであり、研究の進展に伴って、新たに追加したものである。

(2) 研究開発の現状

大規模関係データベース管理プログラムとして、次の5つのソフト・モジュールからなるプログラムを試作中であり、今年度末までに、逐次型推論マシン上で動作させ、評価する予定である。

- (i) 知識獲得モジュール
- (ii) 知識対話モジュール
- (iii) 知識インタフェース・モジュール
- (iv) 知識操作モジュール
- (v) 知識蓄積モジュール

なお、逐次型推論マシンと関係データベース・マシンの結合は、ソフト的には(iii)で検討している。

知識表現システムの当初の目標は特定領域用の知識表現言語を試作することであった。しかし、知識表現言語の作成には、その分野における知識は勿論、更に知識利用に関する知見の集積が必要である。また、知識表現言語は、夫々の分野別に異なったものになることが予想されるため、これら知識表現言語の作成を容易にするツールを準備することが、緊急の重要課題である。このため、先ず、知識表現言語の作成を容易にするツールとして、知識プログラミング言語(Mandala)の設計・試作を実施しており、今年度中に完了の予定である。特定領域用の知識表現言語は次に記す知識利用システムの試作を通して得られる知見に基づき、知識プログラミング言語を利用して中期に試作することとする。

知識利用システムについては、日本語校正支援実験システムと論理設計支援実験システムの試作を実施している。日本語校正支援実験システムは、入力された文章について、予め入力された単語、文章に関する知識から、単語、固有名詞、文章の誤りを検出するシステムである。論理設計支援実験システムは、機能仕様記述言語(OCCAM)で書かれた要求仕様から論理回路図を作製するものである。

2.3.4 知的インタフェース・ソフト

(1) 前期目標

本研究項目の最終目標は人間とコンピュータ間の柔軟な会話機能を実現することである。このため、前期においては、当初、自然言語処理技術、音声処理技術、図形・画像処理技術の3つの部分に細分化して研究を進めることとした。自然言語処理技術では、自然言語処理用データベースの開発、言語解析技術の開発、および知的インタフェースの認知科学的研究が目標である。音声処理技術では、音声認識方式の確立、音声合成システムの試作を、また、図形・画像処理技術では図形・画像処理専用言語および図形・画像処理マシンの概念設計が目標である。

(2) 研究開発の現状

本研究項目のうち、音声処理技術、図形・画像処理技術は、現在、民間で激しい研究開発競争を繰り広げているところであるため、前期においては、これら民間の研究開発によることとし、中期から民間の研究成果を活用して研究を展開することとした。自然言語処理技術では、自然言語処理用データベースの開発に先立ち、言語解析技術、および意味理解に関する基本技術の確立が重要であることから、高機能構文解析プログラムの試作を先行させ、引き続き、意味解析システム・パイロットモデルの試作を追加して実施している。高機能構文解析プログラムは1982年度(昭和57年度)に試作を完了し、1983年度(昭和58年度)は機能拡充を行なった。意味解析システム・パイロットモデルは状況意味論を基本としたもので、小学校低学年用の国語教科書に出ている文章の理解を機能目標として試作を進めている。今年度内に試作を完了し、評価を行なう予定である。

自然言語処理用データベースの開発は、上記の事由により、必要最小限にとどめることとし、前期においては枠組の確定作業を実施している。知的インタフェースの認知科学的研究も中期以降に本格実施することとした。

2.3.5 知的プログラミング・ソフト

(1) 前期目標

本研究項目の最終目標は、与えられた問題を自動的に効率よいコンピュータ・プログラム(核言語レベル)に変換する機能を実現することである。このため、前期においては、知的プログラミングの基本となるモジュラ・プログラミングを円滑に行なうためのモジュラ・プログ

ラミング・基本ソフトウェア、および設計、コーディング、テスト・デバッグ、修正・改良、保守・管理といったプログラミングの各段階において、知的な支援を行い、プログラム作成の効率化をはかるソフトウェア検証管理プログラムを試作し、評価することである。

(2) 研究開発の現状

モジュラ・プログラミング・基本ソフトウェアについては、逐次型推論マシン上で動作するオペレーティング・システムの作成に、論理型プログラミングにおけるモジュラ・プログラミングを導入している。また、論理型モジュラ・プログラミング・システムとして、次のプログラムを試作した。

(i) オブジェクト指向機能を有する論理型プログラミング言語 (ESP)。

(ii) オブジェクト指向言語が共通にもつ欠点である実行効率の悪さを克服するための最適化プログラム

(iii) デバッグ、プログラムの情報を管理するライブラリ・サブシステム等から構成される作成支援・管理プログラム

(iv) エディタ、ユーザ・プロセス管理プログラム等、ソフトウェア検証管理プログラムについては、

- ・設計・記述・理解系
- ・テスト・検証・評価系
- ・作成・改良・修正系
- ・保守・管理系
- ・開発支援系

の5系のサブシステムを設定し、夫々の機能をもつエキスパート・システムが協調的に働き、全体として1つの総合的プログラミング環境を提供するものとして扱った。

このような観点から前期では、次の3種の実験システムを試作しており、今年度内に完了の予定である。

(i) ソフトウェア開発利用コンサルテーション・システム

自然言語を仕様記述に導入し、ユーザとのインタラクションを介して、半自動的にプログラムを合成する、設計・記述・理解系の実験システムである。

(ii) 階層型論理プログラム検証システム

Boyer-Mooreの定理証明システムをベースとしたプログラム検証システムであり、テスト・検証・評価系の実験システムである。

(iii) ソフトウェア再利用基礎実験システム

人間のソフトウェア再利用の行動モデルを設定し、これを黒板型推論により実現しようとするプログラム再利用のためのコンサルテーション・システムであり、作成・改良・修正系と保守・管理系を兼ねた実験システムである。

2.4 ソフトウェア開発用パイロット・モデル

既存のノイマン型アーキテクチャを一部改良した逐次型推論マシンであり、第五世代コンピュータ用ソフトウェアの開発を効率よく行なうためのツールである。前期において開発を完了するものであり、逐次型推論マシン・ハードウェアと逐次型推論マシン・ソフトウェアの2つの研究項目からなる。

2.4.1 逐次型推論マシン・ハードウェア

(1) 前期目標

核言語第0版をサポートするファームウェアベースマシンを試作する。本マシンは、核言語で書かれたソフトウェアの実行にあたって、汎用大型機の10倍程度の処理速度と10MB以上の番地空間をもつものとする。開発は前期で完了する。

(2) 研究開発の現状

1983年(昭和58年)末に核言語第0版を直接実行するマシンを試作した(図2参照)。本マシンは処理速度30 KLIPS (Logical Inference Per Second)、最大主記憶容量80MBである。今年度は拡張型マシンの試作を実施し

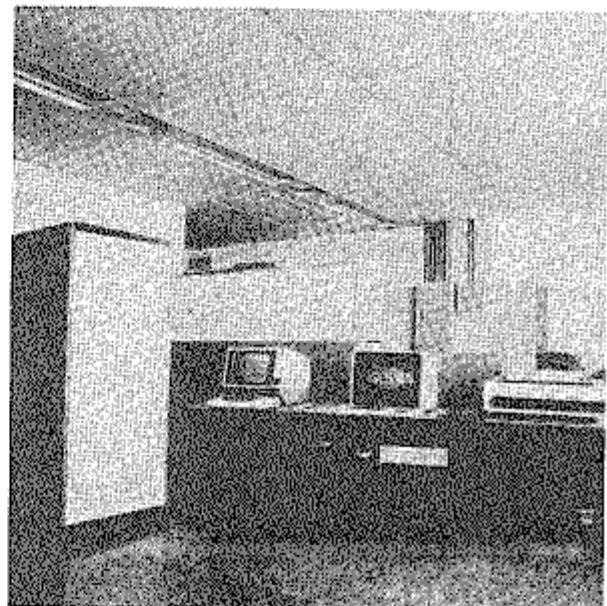


図2. 逐次型推論マシン (SIM)

ており、年度内に完成の予定である。拡張型マシンは処理速度 150 KLIPS 以上を目標としている。

2.4.2 逐次型推論マシン・ソフトウェア

(1) 前期目標

逐次型推論マシンのオペレーティング・システムであり、前期末までに完成を目指す。プログラミング・システムについては知的プログラミングの項で記述している。

(2) 研究開発の現状

モジュラ・プログラミングによる 3 階層からなるオペレーティング・システムを開発中であり、今年度内には完成の予定である。3 階層とは、カーネル部、スーパーバイザ部、および入出力部であり、入出力部にはマルチウインドウ機能をもつウインドウ・サブシステム、逐次型推論マシン間および逐次型推論マシンと関係データベース・マシン間を接続する基本機能を提供するネットワーク・サブシステム等のソフト・モジュールがある。

3. 中期計画

3.1 中期計画の基本方針

1982 年(昭和 57 年)に着手した第五世代コンピュータの研究開発は、上記のとおり、順調な進捗を示し、所期の成果を上げて前期計画を終了する予定である。中期計画では、前期 3 年の研究開発成果(基本技術開発)を踏まえ、サブシステムを開発する。また、成果を幾つかの応用面から検証し、技術的方向付けを確定する時期であり、第五世代コンピュータ研究開発の成否を決める重要な時期である。したがって、計画策定にあたっては、研究開発の展開と同時に、各研究項目間の統合化を考慮する必要がある。以下に、中期計画策定にあたっての基本的な考え方を示す。

(1) 前期成果の継承

前期における研究開発は、各研究課題とも所期の目標を達し、ソフトウェア、ハードウェア、基礎となる理論等に関し、新しいコンピュータ技術体系を開発するための具体的な裏付けが得られる見込みである。また、当初、設定した最終目標も、研究の進展に伴ない若干の変更はあるにしても、全般的には修正の必要はない。このため、中期の研究開発は、基本的には、プロジェクト発足時に策定した全体計画を前期の成果を踏襲しつつ展開することとする。

(2) 中期研究開発課題

中期における研究開発活動は、前期から取り組んでいる研究課題、即ち

・ハードウェア・システム

(推論サブシステム、知識ベースサブシステム)

・基礎ソフトウェア

に、中期から新たに

・開発支援システム

の課題を加えた 3 課題を軸に展開する。展開にあたっては、下記の項を原則とする。

(i) 研究の展開および各研究項目の統合化の観点から研究開発を進める。

(ii) 各種分野に適用できる問題解決法、知識表現、意味理解等の研究開発が重要であるため、研究開発の実行にあたっては、要素技術的観点とシステムの観点という 2 つの軸から整理することにより、課題への組織立った研究・開発を実施する。

(iii) 知識情報処理における並列性を見究め、実用的規模の実験システムの試作、マン・マシン・インタフェース技術の開発、知識データ等の周辺技術の開発・蓄積を行ない、実用化への橋渡しの端緒とする。

(iv) 各研究開発グループの自主性の活用、大学・国公立研究機関との情報の交流等を考慮しつつ、各方面の力を結集して、研究・開発を展開する。

(3) インフラストラクチャの整備

高度な研究・開発には、適切なインフラストラクチャが重要であり、また、インフラストラクチャの開発からも多くの成果が得られるものである。前期において、その基本的なツールの試作を完了した。中期においては、更に研究・開発の一層の円滑化をはかるため、ツール自身の改良・拡張を行なう。また、計算機ネットワークの整備をはかり、研究開発に適したインフラストラクチャを構築する。

(4) 研究開発体制の拡充

体系立った技術開発を行なわねばならぬこと、また、先進的な研究・開発に対応できる制度的柔軟さと十分な人材を確保すること等から、プロジェクト推進の中核組織として新世代コンピュータ技術開発機構(略称 ICOT)が作られ、前期における研究開発の中核的役割を果たしてきた。中期においては、研究・開発課題からくる要請、人材の活用と養成、大学・国公立研究機関との有機的な

連携、国際的な交流、成果の普及等を果す必要からこの中核組織の意義は一段と大きくなる。また成果を各分野に適用し、その有効性を実証するなど幅広い裾野も重要であることから、研究開発体制の拡充をはかることとする。

3.2 各研究課題の展開

3.2.1 ハードウェア・システム（推論サブシステム）

(1) 研究開発目標

第五世代コンピュータ・ハードウェアは、最終的には、推論サブシステムと知識ベースサブシステムが統合されたものであり、推論実行速度 100 M~1 GLIPS を目指すものである。このため、中期における推論サブシステムの研究開発目標を、核言語第 1 版を効率よく実行できるマシンであり、要素プロセッサ 100 台程度からなる並列推論マシンのアーキテクチャを確立することとする。また要素プロセッサは、プロセッサ内部で細かなレベルの並列処理を行なうことにより、更に規模の大きな並列処理の実現を可能にするものとする。

(2) 研究開発の進め方

主な研究項目の進め方は次のとおりである。

(i) 並列推論マシン・アーキテクチャ

要素プロセッサ 100 台程度からなる並列推論マシン・アーキテクチャを確立するため、要素プロセッサ 100 台規模の並列推論マシン実験機（またはハードウェア・シミュレータ）を試作し、評価する。

(ii) 構成要素モジュール

細かなレベルでの並列処理を行なう要素プロセッサ（構成要素モジュールよりなる）を試作し、核言語第 1 版レベルの要素プロセッサ・アーキテクチャを確立する。

(iii) 大規模並列推論マシン・アーキテクチャ

後期に実施する要素プロセッサ 1000 台規模の第五世代コンピュータ・ハードウェア（プロトタイプ）試作のため、同規模のマシンをモデルとしたソフトウェア・シミュレーションを行なう。また、並列推論マシンと知識ベース・マシンの結合メカニズムについても検討する。

3.2.2 ハードウェア・システム（知識ベースサブシステム）

(1) 研究開発目標

本研究項目の最終的な目標は、知識表現システムや大規模知識ベースシステム等からの要求を満たし、大量の知識データの蓄積、検索、更新を能率よくサポートする

ハードウェアで最大 100~1,000 GB の容量と推論に必要な知識ベースの検索を数秒以内に行なえる性能を有するハードウェアの開発である。このため、中期における知識ベースサブシステムの研究開発目標は、前期成果（関係データベースマシン）をベースにして、知識演算メカニズム、並列アーキテクチャ、分散知識ベース制御メカニズムを確立することである。

(2) 研究開発の進め方

主な研究項目の進め方は次のとおりである。

(i) 知識ベースマシン・アーキテクチャ

前期成果に基づき、関係データベースマシンを改良・小型化し、別途試作するプログラムと連動させて、知識ベースマシン・アーキテクチャに関し、データの収集、評価、設定を行なう。

(ii) 分散知識ベース制御メカニズム

分散関係データベースのモデルを構築し、別途試作するプログラムと連動させて、分散知識ベースのアーキテクチャ、制御メカニズムに関し、データの収集、評価、設定を行なう。

(iii) 大規模知識ベースマシン・アーキテクチャ

後期に実施する第五世代コンピュータ・ハードウェア（プロトタイプ）試作のため、同規模のマシンをモデルとしたソフトウェア・シミュレーションを行なう。また、知識獲得、知識体系化のためのハードウェア・アルゴリズムの検討、評価を行なう。

3.2.3 基礎ソフトウェア

(1) 研究開発目標

第五世代コンピュータ・ソフトウェアの中核となるソフトウェア群の開発を最終目標とする。中期における基礎ソフトウェアシステムの研究開発は、前期における基本技術開発の成果をもとに、核言語第 1 版を拡充し、並列処理をベースとする並列推論制御等の新しいソフトウェア技術の研究開発、前期に開発した要素技術の評価、および本格的なシステムの試作を行ない、核言語第 2 版へと発展させる。そのほか、基礎ソフトウェアシステムの最終目標である協調問題解決システムにむけての高次推論、分散知識ベース管理などの機能の研究を行なう。

これらの研究開発の中でも、推論サブシステム、および知識ベースサブシステムのハードウェアシステムを制御・管理する並列処理に基づくソフトウェア・モジュールの実現技術の確立は、中期の大きな研究開発目標であ

る。また、知識獲得機能等の未知の要素を多く含む知識ベース管理機能の実現技術の明確化や、論理型プログラミングによる本格的システムとしての知的インタフェース機能や知的プログラミング機能の実現技術の確立も、重要である。

中期における基礎ソフトウェアの研究開発は次の6つの研究項目によりすすめることとする。

- (i) 5G 核言語
- (ii) 問題解決・推論ソフトウェア・モジュール
- (iii) 知識ベース管理ソフトウェア・モジュール
- (iv) 知的インタフェース・ソフトウェア・モジュール
- (v) 知的プログラミング・ソフトウェア・モジュール
- (vi) 基礎ソフトウェア実証システム

(2) 研究開発の進め方

主な研究項目の進め方は次のとおりである。

(i) 5G 核言語

核言語第1版に関しては、実用的な処理系とプログラム作成支援システムを試作し、並列実験環境、プログラミング環境を整備し、他の研究項目に資すると同時に評価を行ない、結果を核言語第2版の仕様に反映する。

核言語第2版は核言語第1版の仕様に、知識に関する矛盾性のチェック、冗長性のチェック、帰納推論などの知識ベース管理機能、および equality の導入を計るものであり、中期末までに仕様設計を完了する。

(ii) 問題解決・推論ソフトウェア

本研究項目では並列推論ソフトウェア、協調型問題解決・基本ソフトウェア、高次推論基本ソフトウェア等の研究開発を行なう。

並列推論ソフトウェアでは、広範な応用分野を対象として、平均100程度の並列度が達成できるシステム・モデル化手法、および、階層的システム構成手法を開発する。併せて、各種並列アルゴリズムを開発する。

協調型問題解決・基本ソフトウェアでは、マルチ・エキスパート・システムを試作し、基礎技術の確立をはかる。

高次推論基本ソフトウェアでは、帰納的推論、類推など高度な人工知能機能の追求を試みる。

(iii) 知識ベース管理ソフトウェア

本研究項目では、知識表現利用システム、知識獲得基

本ソフトウェア、分散知識ベース管理基本ソフトウェア等の研究開発を行なう。

知識表現利用システムでは、前期に開発した知識プログラミング言語に基づき、特定領域を対象とした知識表現言語を設計、試作する。また、前期に開発した大規模関係データベース管理プログラムの機能拡充や知識ベース作成支援システムを試作、評価する。

知識獲得基本ソフトウェアでは、専門家からの知識の獲得を支援するツールの開発を実施するほか、帰納的推論に基づきルールを合成する技術の追求を試みる。

分散知識ベース管理基本ソフトウェアでは、前期に開発した大規模関係データベース管理プログラムを利用して、分散知識ベースモデルを作成し、複数の知識ベースを論理的に単一の知識ベースとして管理するアルゴリズムを確立する。

(iv) 知的インタフェース・ソフトウェア

本研究項目では、意味辞書/意味解析システム、文章解析・合成基本ソフトウェア、会話システム・パイロット・モデル、音声・図形・画像会話システム・パイロット・モデル等の研究開発を行なう。

意味辞書/意味解析システムでは、前期に開発した意味解析システム・パイロット・モデルを発展させるほか、意味解析のための辞書(日本語、英語等)を試作し、自然言語理解のための研究を進める。

文章解析・合成基本ソフトウェアでは、上記の成果に基づいた文章解析機能や、文章を合成する機能を有する実験的ソフトウェアを試作し、評価する。

会話システム・パイロット・モデルでは、会話の進展に伴う話し相手に関する知識ベースの変化をモデル化した実験システムを試作・評価する。併せて、入出力が音声の場合、また、図形・画像等が補助手段として使われる場合の各種技術についても研究開発を進める。

(v) 知的プログラミング・ソフトウェア

本研究項目では、仕様記述・検証システム、ソフトウェア知識管理システム、プログラム変換・証明・合成基本ソフトウェア、ソフトウェア設計・作成・保守システム・パイロット・モデル等の研究開発を行なう。

仕様記述・検証システムでは、前期の成果に基づき、本格的な仕様記述言語や検証システムの設計・試作を実施する。

ソフトウェア知識管理システムでは、前期に開発した

逐次型推論マシン・ソフトウェアのメンテナンス・システムを試作、運用し、評価する。

プログラム変換・証明・合成基本ソフトウェアでは、最適化を指標にプログラムを変換すること、変換の正しさを証明すること、変換に基づいて合成すること等を統一的行なう実験システムを試作し評価する。

ソフトウェア設計・作成・保守システム・パイロット・モデルでは、論理型プログラムだけでなく、従来型の言語によるプログラムも対象に、開発から保守にいたる全過程を管理・支援する実験システムを試作し、評価する。

(vi) 基礎ソフトウェア実証システム

各種研究開発成果を実際の利用分野に適用し、その成果を実証するとともに、評価結果を各研究課題にフィードバックすることを目的に、幾つかの実証システムを試作し、評価する。

3.2.4 開発支援システム

(1) 研究開発の目標

高度な研究開発には、適切な開発支援システムが重要であり、前期においては、その基本的ツールとして、ソフトウェア開発用パイロットモデルの試作を行なった。

中期においては、更に研究開発の一層の円滑化を図るため、並列ソフトウェア開発用マシン・パイロットモデル、開発支援用ネットワークの研究開発を行なう。

(2) 研究開発の進め方

並列ソフトウェア開発用マシン・パイロット・モデルについては、前期に開発した逐次型推論マシンを複数台密結合したハードウェア・システムを試作する。併せて、このシステムのために、核言語第1版ベースの制御プログラムを試作する。

開発支援用ネットワークについては、研究成果の有効利用等のため、研究グループ間を結ぶグローバル・ネットワークシステムを構築する。

4. おわりに

以上、研究開発の現状と中期計画(案)について紹介した。中期計画の中には推論サブシステムと知識ベースサブシステムとの結合方式の研究、VLSI化技術、音声・図形・画像処理技術の扱い方など未確定の部分があり、この検討結果が、他の研究項目に影響することも考えられる。これらの様子については、ICOT ジャーナル等により別途紹介するので、参照していただければ幸いである。

<参考文献>

- ・第五世代のコンピュータ・調査研究報告書：日本情報処理開発協会 (56.6)
- ・第五世代のコンピュータ・研究開発提案書：日本情報処理開発協会 (56.6)
- ・第五世代のコンピュータ・研究開発課題説明書：日本情報処理開発協会 (56.6)