

1.4 ICOTの研究計画概要および研究成果

(1) 研究開発の現状と今後の計画

ICOT 研究所次長 川野辺 一清

川野辺でございます。

それでは、これから約1時間半、新世代コンピュータ技術開発機構におきます研究の概要と、それから、ちょっと今年が、前期の最終年度になっており、来年度からは中期計画がはしる事になりますので、その概要等につきまして、ご紹介申上げたいと思います。なお、私の今回の説明の位置付けでありますけれども、次節で、各研究室長から、更に細かい内容の紹介があると思ひますし、また、その後のテクニカルセッションの中でも、ICOTからの論文が数件でしておりますので、全体をまとめるという位置付けでご紹介したいと考えております。

第五世代コンピュータの研究開発に至るまでの経緯につきましては、本日の各あいさつの中でいろいろと述べられておりましたので、省く事にしますが、要は、1982年(昭和57年)に、この第五世代コンピュータ開発計画を推進する中核組織としまして、新世代コンピュータ技術開発機構(略して、ICOT:アイコットと呼んでおります)が設立され、合わせて1982年から、第五世代コンピュータの研究開発が進められています。

(図-1参照)

図-2は、新世代コンピュータ技術開発機構の組織を簡単に説明したものです。理事会、その他ございますが、その下に研究所と事務局があります。

Major Events preceding the Establishment of the R & D Project for the Fifth Generation Computer

1979	<ul style="list-style-type: none"> ○ Committee for Study and Research on FGCS was founded. ○ Concepts related to FGCS were investigated.
1980	<ul style="list-style-type: none"> ○ FGCS research goals and themes were examined.
1981	<ul style="list-style-type: none"> ○ FGCS development plan was completed. ○ FGCS International Conference was held in Tokyo.
1982	<ul style="list-style-type: none"> ○ ICOT was established. ○ FGCS research and development was started.

図-1

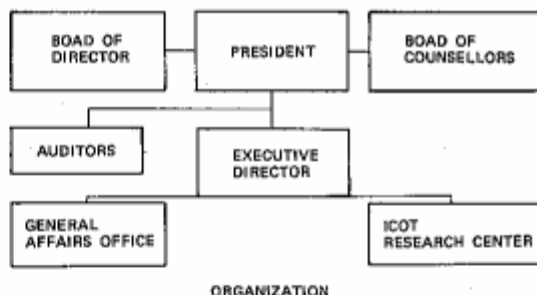


図-2

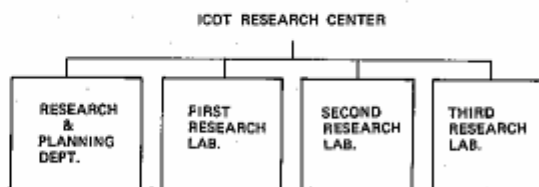


図-3

図-3は、研究所内の組織を紹介しています。研究所内は、研究計画部と第一研究室、第二研究室、第三研究室から構成されておりまして、第一研究室が主としてハードウェア・アーキテクチャ関係、第二研究室が基礎ソフトウェア関係、第三研究室が、基礎ソフトウェアの一部とソフトウェア開発用パイロットモデルの研究を行っております。

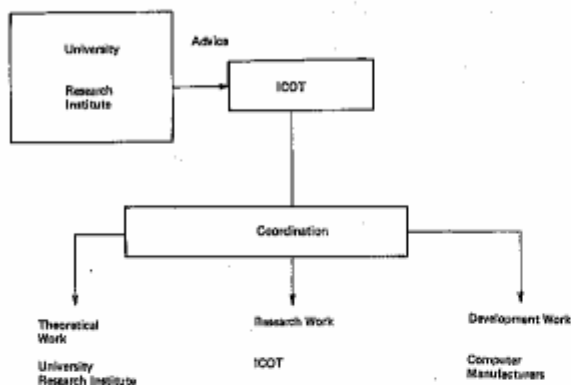
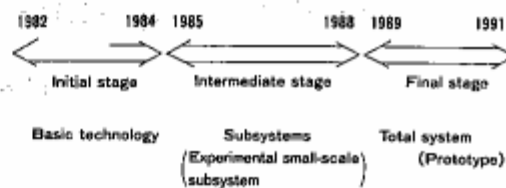


図-4

第五世代コンピュータの研究開発でありますけれども、図-4を見て頂きますとわかりますように、理論的な側面につきましては主として大学関係が、また、比較的、開発色の強いものにつきましては、メーカーの研究所が、また、比較的、研究色の強いものにつきましてはICOTの研究所が中心になって研究開発活動を行っております。また、ICOTが全体のコーディネーションを行っております。これらの研究活動、コーディネーションは、プロジェクト推進委員会という委員会がございまして、今回の実行委員長もして頂いております元岡先生を委員長に頂いて、ここからアドバイスを受けながら遂行しております。



FGCS Research and Development Stages

図-5

次に研究開発の計画についてもふれておきたいと思えます。図-5に示すように、研究開発計画は、3段階に分かれております。前期3年、中期4年、後期3年の10年計画です。前期計画の重点は、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、評価し、再構成を行うという事でありまして、中期にむけての基本技術の開発を行う事が、前期の中心課題です。中期は、前期の成果を基にしまして、ソフトウェア、ハードウェアの基礎となる計算モデル、実現上のアルゴリズム、基本アーキテクチャを設定し、それにそいまして小、ないし中規模のサブシステムを試作する事、これが中期における主な目標であります。

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分担を行い、それに基づくトータルシステム（これは、プロトタイプシステムであります）の試作を行うことであります。

それではこのような位置付けの中で、ちょうど今年が前期の最終年度にあたりますので、その研究状況等についてご報告申し上げたいと思えます。

研究開発は大きく、推論サブシステム、知識ベースサブシステム、基礎ソフトウェアシステム、ソフトウェア開発用パイロットモデルの4つに分けております。そのうち、まず最初が推論サブシステムです。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す。前期では、これらハードウェア・アーキテクチャに関する基本技術の開発を目的としまして、3つの研究項目を実施する事にしておりました。その1つは、並列型推論基本メカニズム、2つめは、データフローメカニズム、3つめが、抽象データ型メカニズムであります。

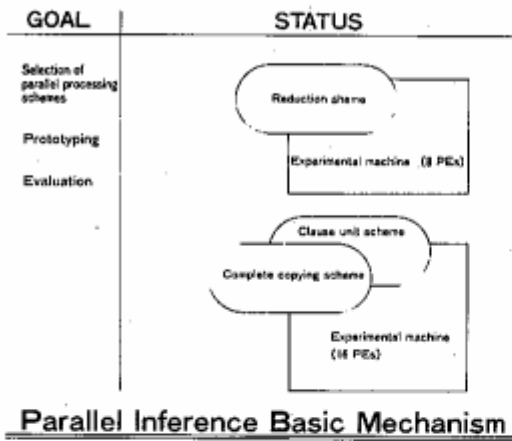



図-6

図-6は並列型推論基本メカニズムに関するものです。説明にあたりましては、ゴールとステータスに分けて説明しようと思っております。左側がゴールです。このゴールでは、今までの研究課程における変化も明らかにするため、この計画が設定された当時、従いまして、1982年当時に設定したゴールが書いてあります。それから、ステータスのところでは、現在の状況が書いてあります。また、の形をしたものは、これからもでてくると思いますが、アーキテクチャの設定を意味しております。その下の四角い箱は、ハードウェア・シミュレータ、ないしは、実験システムを作りつつあるか、作りましたという事を意味しております。それでは、まず、並列型推論基本メカニズムについてみていきます。この研究項目の前期の目標は、データフローと並んで、第五世代コンピュータの並列推論方式となりうる他のいくつかの候補

を設定しまして、その候補について、シミュレーション等により、特性を評価する事が、目標であります。研究の現状であります。まずその候補といたしまして、リダクション方式及びリダクション方式の変型であります。完全コピー方式と節単位方式という3つの方式を設定致しました。引き続き、リダクション方式については、64並列規模のソフトウェアシミュレータを試作して、全体的な評価を行いました。また、その後、精度の高いデータを収集するために、リダクション方式については、要素プロセッサ8台から成るハードウェア・シミュレータを現在、試作中でありまして、そろそろ試作が完了する予定になっております。今年度内には、評価も行なう予定であります。

次に、完全コピー方式と節単位方式であります。この方式につきましては、ソフトウェアを若干、変更する事により、両方式がシミュレートできる、要素プロセッサ16台から成る、ハードウェア・シミュレータの試作を行っておりまして、今年度内に試作を完了し、評価を行う予定で研究開発を進めております。まだ、具体的な評価が終わっていない段階でありますので、それぞれの方式について、この場で評価する事は避けたいと思っております。現在までの感触としましては、それぞれの並列推論方式とも、よく並列性をひきださるものであるという感触を受けております。こちらにつきましては、後日、もう少し細かく説明があるかと思っております。

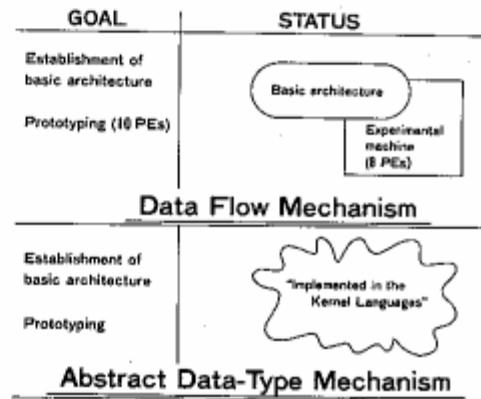


図-7

図-7は、推論サブシステムの第2番目の研究項目であるデータフローメカニズムに関するものです。このデータフローにつきましては、前期に、要素プロセッサ10台規模の実験システムを試作し、基本アーキテクチャを設定するという内容が、この計画作成当時における目標です。研究開発の状況ですが、この方式に関しても、64並列規模のソフトウェアシミュレータを試作しまして、全体的なシミュレーションを行っております。その後引き続き設定した基本アーキテクチャにより、要素プロセッサ8台から成る実験システムを試作中でして、今年度内には試作を完了し、評価を行う予定であります。この方式につきましても、先ほどのリダクション方式、完全コピー方式、節単位方式と同じように、まだ評価が終わっていない段階ですので、評価について言及する事は避けたいと思っておりますが、研究者等の話を統合してみますと、かなり推論の並列実行に親和性のある方式であるというような事を言っておりますので、大体そのような結果がでてくるんじゃないかと期待しているところであります。

3番目の研究項目は、抽象データ型メカニズムであります。図-7では何か、アミーバみたいな形がでておりますけれども、これは計画目標を変更したという事を意味するものです。これは、計画内容がアミーバみたく、ぐにゃぐにゃしていたという意味ではありませんで、まあ、変更したという事は、更に進化したという事でもありますので、そういうアクセントも兼ねまして、変わった記号を使いました。その内容であります。まず、この抽象データ型メカニズムに関する当初の目標は、核言語仕様に規定されているモジュール化機能、それから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狙いとして、モジュールの試作を行うことです。

しかし、このような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、全体計画からみると、中期以降で十分であり、前期にハ-

ドウェア試作をあえて行う特段の必要性もありませんし、時期的にも、中期の方が、当を得ていると判断しました。本件に関しましては、核言語、(これは後ほど基礎ソフトウェアの方で述べますが)の中で、言語的側面から研究を進めていくことに方向を変更し、現在、そのような形で順調に研究を進めている状況であります。

次は、知識ベースサブシステムに関する研究開発の状況であります。この知識ベースサブシステムも3つの研究項目を設定して、研究を進めております。その一つは、知識ベース基本メカニズムであり、二つめは、並列型関係知識演算メカニズムであり、三つめが、関係データベースメカニズムであります。

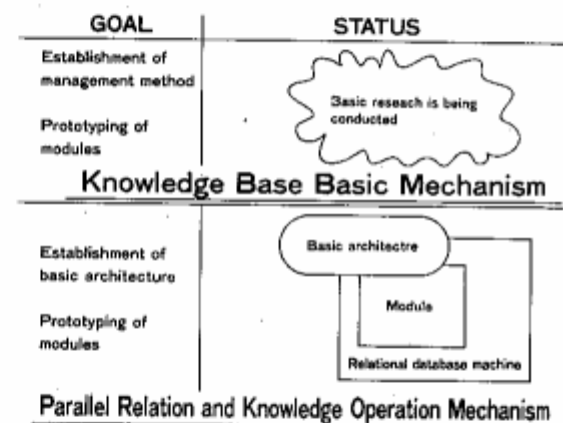


図-8

まず、その内の最初の研究項目である知識ベース基本メカニズムにつきましてご説明申し上げます。図-8に示すように、これもアミーバのような図がでております。つまり、当初の目標に対して、変更を行っております。この知識ベース基本メカニズムに関する当初の研究目標は、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、試作しまして、知識ベース基本メカニズムの評価を行うという事でありました。しかし、これは後ほど述べますが、知識表現言語のアプローチを変更しました。

また、知識ベースとしての確たる知見を得るた

めには、応用面からの幅広いフィードバックが必要であるという事、更には、知識ベースそのものに関する研究は、中期ないし、後期に重点があるという事から、前期におきましては、基礎的研究を中心に研究を進めております。本件は、このような理由で目標変更を行いました。今後の知識ベースの研究開発に、何らマイナスにはなっていないと判断しております。

2番目の研究項目は、並列型関係知識演算メカニズムであります。この件に関する前期の目標ですが、これは並列型関係演算及び知識演算メカニズムに関する基本アーキテクチャを設定する事です。この研究項目に関する研究の現状ですが、図-8に示すとおり、並列型の関係代数演算メカニズムに関し、まず、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致しました。このハードウェア機能モジュールは、後に述べます関係データベース・マシンの中に組み込まれておりまして、関係データベースと一体になって今年度内に評価を実施、完了する予定になっております。尚、知識演算につきましては、先ほどの目標変更等により、機能モジュール等の試作は省かれております。

次が、知識ベース・サブシステムの3番目の研究項目である関係データベース・メカニズムであります。この計画設定時の目標は、シミュレーション等によりまして、関係データベースに関する基本アーキテクチャを設定し、引き続き、要素プロセッサ8台程度から成る関係データベース・マシンを試作する事です。

この目標に対する研究開発の現状であります。図-9に示すように、基本アーキテクチャを設定しまして、その後、ハードウェアの試作を行っております。このハードウェアの試作に関しましては、1983年度末(昭和58年度末)に、5Gバイトの容量をもつ関係データベース・マシンの試作を完了しております。あまり図版がよくありませんが、その写真を四角の中に入れました。

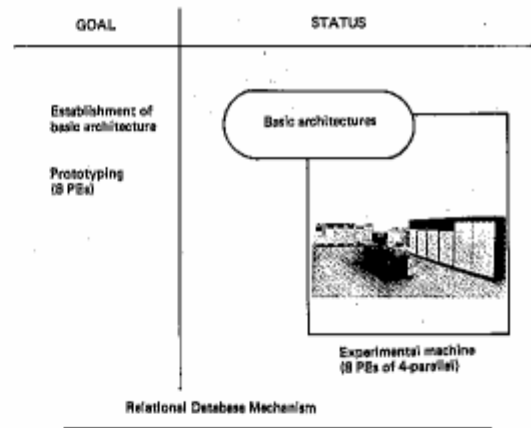


図-9

この関係データベース・マシンは、今年度は、機能拡張を実施しておりまして、その後、評価を行うようになっております。このマシンは先ほど述べました、関係代数演算メカニズムの成果を関係データベースエンジンとして取り入れてありまして、それらが一体となって以下に述べるような特徴をもった関係データベースマシンとなっております。

即ち、一点めは、要素プロセッサ8台から成る並列関係データベースマシンであります。並列度は4です。2点めは、従来の関係データベースに比べまして、データの検索に柔軟性をもたしてありまして、ここいらが関係データベースから知識データベースへと、知識化を図っていく研究作業の一環と考えております。3点めは、最大容量20Gバイトを想定して、現在、機能拡張を行っております。

以上が、知識ベースサブシステムに関する研究の概要であります。次に、基礎ソフトウェアシステムに関する研究の概要につきまして御紹介したいと思います。

基礎ソフトウェアシステムは、たくさんの研究項目から成っておりまして、具体的には次の五つ

の研究項目で構成されております。その1つは、5G核言語、2点めが、問題解決推論ソフトモジュール、3点めが、知識ベース管理ソフトモジュール、4点めが、知的インタフェース・ドソフトモジュール、5点めが知的プログラミングソフトであります。

そのうち、まず最初の、5G核言語につきまして、ご紹介いたします。

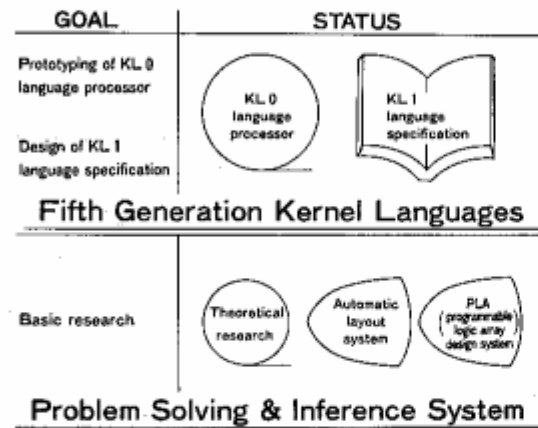


図-10

図-10のうち、MTのマークのついたものは、プログラムの試作を行ったという事を意味しております。また、本図にでておりますが、これは仕様を確定したことを意味しております。まず、5G核言語であります。この研究項目に関する当初の目標について説明しますと、この5G核言語は2つに分かれております。1つは核言語0版であり、もう1つは核言語1版であります。核言語0版は後ほど述べる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ありまして、計画

目標は、PROLOG言語に次のような機能を追加した論理型プログラミング言語というイメージです。その追加機能といいますのは、4点ありまして、1つはプログラムの構造化であります。2点めは、関係データベースとのインタフェースであります。3点めは、マルチプロセッシング機能であります。4点めは、データ型定義チェックの導入であります。

同じく、核言語一版に關します目標は、核言語0版に、次に述べます4点の機能を追加した仕様を確定しようというものでありまして、その4点といいますのは、1点は核言語0版の諸機能のリファインを行なうことです。2点目は、並列実行モデルに伴う言語の再構成を行おうというものであります。3点めは、データ抽象化のための基本機能を入れようというものであります。4点めはメタ推論機能を追加しようというものです。

これに關しての研究開発の現状ですが、核言語の0版につきましては、1982年、昭和57年度末までに、目標通りの機能をもった言語仕様、更にはその処理系としましてのインタープリタの試作を完了し終わっております。引き続きまして核言語第1版の言語仕様の設計に入っております。この件につきましても、目標通り、今年度末までに仕様の確定を終え、一部、処理系の中核部分の試作を手がけようという状況になっております。

次の研究項目は、問題解決推論ソフトモジュールであります。この問題解決推論ソフトといえますのは、この研究における最終目標、つまり、10年計画の最終目標としまして、理ずめの推論を行う演繹機能、それから、不完全な知識に基づく機能的推論機能、更には、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という未踏技術を多く含んだ機能の開発を行うことです。このような10年間の課題の中から、前期は、問題解決のための、各種ソフトウェアを試作して、それらの試作を通して、最終目標に対する知見を得ようということが目標であります。

この件に関しての研究開発であります。図-10を見ますと、MTに加えて、しっぽのない魚のような図がでておりますが、これは実験システムの試作を意味しております。何かいろいろなポンチ絵が出てくるので、こんがらがっちゃうかもしれませんが、この研究開発の現状であります。具体的には2つの面からアプローチを試みております。1つは理論面からのアプローチでありまして、高階述語論理で記述された問題の扱いを可能とするため、演繹機能の拡張を図ったソフトウェアの試作を行う事です。それから、メタ推論機能の実現を図ったソフトウェアの試作を行うなど、主として理論面からの展開を中心としたアプローチであります。

もう1つのアプローチは、実例からの問題解決推論機能の抽出でありまして、具体的には、電子回路における自動レイアウトシステム、及び、プログラマブル・ロジックアレイ設計システムの試作を通して、問題解決のための戦略とか、戦略決定のためのメタ推論機能とか、協調型問題解決に関する戦略というようなものに関する知見を得ており、我々としましては、当初の目標を十分に達成しうる見込みであると判断しております。これらの内容につきましては、テクニカルセッションでのペーパー、その他でもご紹介したいと思います。

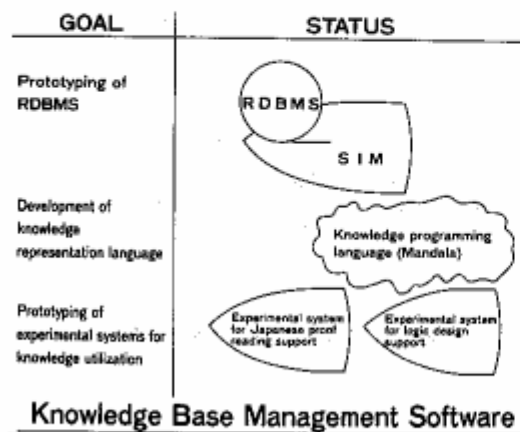


図-11

図-11は、基礎ソフトウェアの3番目の研究項目である知識ベース管理ソフトです。この研究項目はやはり3つの柱から成っております。1つは大規模関係データベース管理プログラムでして、この前期目標は、逐次型推論マシンの上に大規模なデータを管理するシステムを開発する事あります。

2つめは、知識表現システムでありまして、当初設定した目標は、特定領域用の知識表現言語を開発する事あります。

3点めは、知識利用システムです。この知識利用システムは、研究の進展に伴いまして新たに追加したものです。その研究開発の現状ですが、大規模関係データベース管理プログラムについては5つのソフトモジュールから成るプログラムを試作中でありまして、今年度末までには、逐次型推論マシンの上で動作させ、評価を行う考えであります。知識表現システムに関しては、目標の変更を行なっております。即ち、知識表現言語の作成には、その分野における知識とか、知識利用に関する知見、経験の集積が必要です。また、知識表現言語は、それぞれの分野により、多分異なったものになるであろう想像されます。このため、知識表現言語の作成を容易にするためのツールの開発が知識表現言語を作るよりも先の課題として重要であると判断しました。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、これをMandala (マンダラ) と呼んでおりますが、この設計、試作を実施してありまして、今年度中にその骨格が完成する予定であります。当初の目標である、特定領域用の知識表現言語については、後に述べます、知識利用システム等の試作の中で得られる知見等も加味しまして、中期に開発しようと考えております。

次に知識利用システムですが、これは新しく追加したものでして、次の2つのシステムの設計・試作を通して知識の利用に関する知見を得ようということで研究を進めております。

その2つのシステムとといいますのは、日本語構成支援実験システムと論理設計支援実験システムであります。日本語構成支援実験システムとといいますのは、入力された文章の誤りを、あらかじめコンピュータ内に蓄積している単語とか文章に関する知識を使って検出するシステムであります。論理設計支援実験システムは、機能仕様記述言語で書かれた要求仕様から論理回路図を作成するものであります。

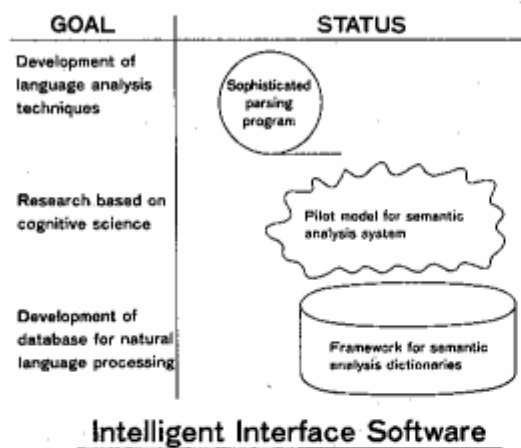


図-12

図-12は、基礎ソフトウェアシステムの4番目の研究項目である、知的インタフェースソフトです。

この知的インタフェースソフトでは、計画設定当初、自然言語処理技術、音声処理技術、及び図形画像処理技術の3つの研究開発を目標としておりました。このうちの自然言語処理技術では、更に、言語理解技術の開発、知的インタフェースに関する認知科学的研究、それから、自然言語処理用データベースの開発が柱となっております。

これらに関する研究開発の現状ですが、まず、音声処理技術、図形画像処理技術の2つについては、現在、民間で激しい研究開発が繰り広げられており、前期は、これら民間の研究開発に依る事とし、中期から、民間の研究成果を活用して研

究の展開を図ろうと考えております。従いまして、この知的インタフェースソフトモジュールの中心的な課題は、自然言語処理技術です。自然言語処理技術では、自然言語処理用のデータベースの開発が目標としてありますが、このデータベースの開発に先立ちまして、言語解析技術及び、意味理解に関する基本技術の確立が先決であるとの観点から、まず、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おります。高機能構文解析プログラムは、昭和1982年度、即ち、昭和57年度に試作を完了し、1983年度は、その機能の拡張を行っております。それに引き続いて、意味解析システムパイロットモデルの試作に取りかかりました。この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して、小学校低学年の国語の教科書にでている問題の理解を、当面の機能目標としまして、試作を進めております。今年度内に、試作プログラムを完成する予定です。

以上のような研究を先行して進めており、自然言語処理用のデータベースの開発は、中期に本格的に実施したいと考えております。

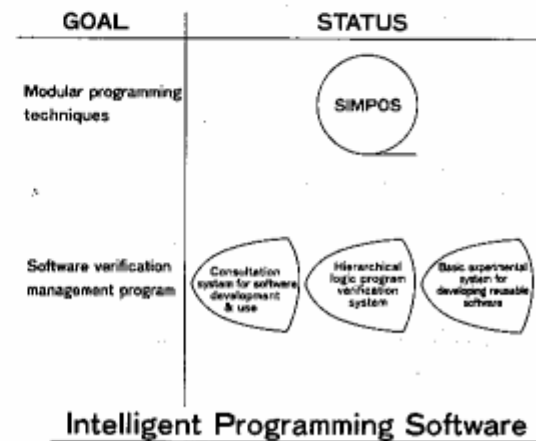


図-13

図-13は知的プログラミングソフトウェアモジュールです。この知的プログラミングソフト

ウェアモジュールは、基礎ソフトウェアシステムの5番目の研究項目でして、2つの柱から成っております。その1つは、モジュラープログラミング基本ソフトウェアであり、もう1つは、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図るためのソフトウェア検証管理プログラムを試作することです。

このうち、モジュラープログラミング基本ソフトウェアは逐次型推論マシンの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ープログラミングという概念を導入しました。また、この他、論理型モジュラープログラミングシステムという、プログラミングシステムの試作も行ってござりまして、今年度中に完成の予定です。これらを総称して、SIM POS (シンボス) と呼んでござります。この件についても、明日、またその後のテクニカルセッションの中で、詳しい説明があるかと思ひます。

次に、ソフトウェア検証管理プログラムです。これは、3つの実験システムの試作を通して、この件に関する知見を得てござります。その3つの実験システムの1つは、ソフトウェア開発利用コンサルテーションシステムでして、自然言語を仕様記述に採用し、ユーザー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しようという実験システムでござります。

2点めは、階層型論理プログラム検証システムでして、このシステムは、Boyer-Moorの定理証明システムをベースにしたプログラム検証システムでござります。

3点めは、ソフトウェア再利用基礎実験システムでして、人間のソフトウェア再利用に関する行動モデルを設定し、これを推論により実現しようとする実験システムでして、これにつきましても、テクニカルセッションのペーパーで発表がござります。

以上が、基礎ソフトウェアシステムに関する研究の現状でござります。

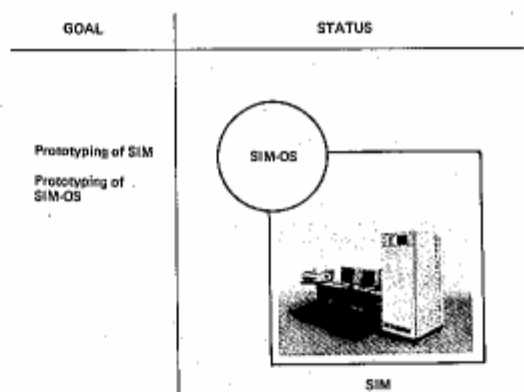


図-14

続きまして、ソフトウェア開発用パイロットモデルについてご紹介いたします。このソフトウェア開発用パイロットモデルは、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うためのツールでして、既存の、ノイマン型アーキテクチャの一部を改良したマシンです。(図-14参照) これは、前期で開発を完了するもので、ハードウェアに関する前期の目標は核言語0版をサポートするマシンを試作することです。研究開発の状況は、1983年末、つまり昭和58年12月末に、核言語0版を直接実行するマシンを試作してござります。このマシンは、処理速度が30K LIPS, LIPS といひますのは、Logical Inference Per Secondの略でして、1秒間に何回論理推論を行なえるかという速度単位ですが、この処理能力もってござります。また、最大主記憶容量は、80メガバイトです。このようなマシンの試作を1983年度末に完成しまして、今年度は、この拡張型マシンの試作を実施してござります。このマシンについても、今年度内に完成の予定でござります。このマシンの処理能力は、150 K LIPS 以上を目標としてござります。

次に、このマシンの上で動作する逐次型推論マシンソフトウェアですが、前期の目標は、前期末までにこれらソフトウェアを完成する事です。現状は、モジュラープログラミングによりまして、

3階層から成るオペレーティングシステムを開発中であり、目的通り、完成が見込まれております。この件につきましても、後ほどテクニカルセッションの中で報告があります。

以上が、研究開発の現状であります。このような状況から判断しまして、私共は、来年度より中期計画に移行できるものと判断しております。

次に、中期計画について、簡単にご紹介したいと思います。なお、この中期計画については、まだ、検討中の部分もありまして、その検討の結果によりましては、今後の変更もありえますので、そのところはご理解頂きたいと思っております。

Basic Principles of Intermediate Stage Plans

- (1) Succession of initial stage results
- (2) R & D themes
 - ① Hardware systems
 - ② Basic software
 - ③ Development support system
- (3) Improvement of infrastructure
- (4) Expansion of R & D organization

図-15

図-15は中期計画の基本方針を示しています。前期は、基本技術開発を中心に研究を展開してきました。そのため、個々の基本技術の間には、それほどの関係をもたせずに、どちらかといえば、それぞれ独立に開発してきました。中期におきます研究の展開は、その1つは、やはり、前期におきます基本技術の開発の一層の進展を図ることです。次に、中期になりますと新しくサブシステム作成という内容が加わりますので、これらの技術間の関連をシステム化という観点からとらえる必要があります。中期計画は、この2つの観点を軸に、次の4点を基本として実施していきたいと考えております。

その1点は、前期成果の継承でありまして、前期

の、研究開発成果をふまえて、また、プロジェクト発足当時に設定しました全体目標と全体計画を前提に、中期計画を進めていきたいと考えております。

2点めは、中期研究開発計画の研究課題であります。前期は、推論サブシステムと、知識ベースサブシステムの、2つのサブシステムに課題を分けておりましたが、中期におきましては、これを1つにまとめ、ハードウェアシステムという研究課題にしております。このハードウェアシステムの中身は、先ほど述べました推論サブシステムと知識ベースサブシステムに、まだ、中期においては分かれておりますが、システム化という観点から、1つの大きな傘をかぶせております。もう1つの大きな傘をかぶせております。もう1つの研究課題は、基礎ソフトウェアでありまして、これは、前期にもあった課題と名前は同じであります。

次は、開発支援システムであります。中期におきましては、この3つの課題を中心に、研究を展開していきたいと考えております。

次に、基本の3点めですが、中期におきましては、研究開発の一層の円滑化を図る事が重要でありまして、そのために、計算機ネットワークを構築し、インフラストラクチャの整備拡充を図っていききたいと考えております。

基本の4点めは、研究開発体制の拡充であります。このため、先ほど申しましたインフラに、中核的な技術開発に加えまして、成果を各分野に適用し、その有効性を実証するというような幅広い内容の研究も必要であり、このためには、幅広い裾野をもった研究開発体制が必要であります。このため、先ほど申しましたインフラストラクチャの整備拡充も含めまして、研究開発体制の拡充を図っていききたいと考えております。

基本的な話はこの位にしまして、個々の研究の展開の試案を、御説明申し上げたいと思っております。

まずは、ハードウェアシステムのうち、推論サブシステム関係であります。この推論サブシステムの、中期の主な研究開発目標は、核言語1版を

効率良く実行する要素プロセッサと核言語第1版
 を実行する要素プロセッサ 100 台程度から成る
 並列推論マシンのアーキテクチャを確立する事
 であります。このため、主として、次の3つの研究
 項目を中心に、研究を展開していく事とします。
 実際には、更にいくつかの細かい内容もつけ加わ
 りますが、大きなものを3つあげると、図-16の
 とおりです。

Research theme	Major R & D items
Hardware system (Inference subsystem)	○ Establishment of architectures for parallel inference machine (100 PEs)
	○ Prototyping of component modules
	○ Fixation of architectures for large-scale parallel inference machine (1,000 PEs)

図-16

まず、1点は、並列推論マシン・アーキテクチャ
 という研究項目です。この研究項目では、要素プ
 ロセッサ 100 台規模の並列推論マシン実験機ない
 しは、ハードウェア・シュミレータを試作します。
 そうしまして、アーキテクチャに関する評価を行
 うのがこの研究の進め方であります。2点めは、
 構成要素モジュールという研究項目であります。
 この構成要素モジュールは、細かなレベルでの並
 列処理を行う要素プロセッサを試作するという内
 容のものであります。それから、3点めは、大規
 模並列推論マシン・アーキテクチャという研究項
 目です。これは、後期につながる重要な研究
 項目でありまして、要素プロセッサ1000台規模
 の第五世代コンピュータ・ハードウェアのアーキ
 テクチャの確立にむけまして、ソフトウェア・シュ
 ミレータ等を使い、研究を進める予定であります。
 この他、いくつか研究項目がありますが、大体こ
 のような研究項目を中心に、推論サブシステムを
 展開していきたいと考えております。

次が、ハードウェアシステムのうち、知識ベー
 スサブシステムであります。

この知識ベースサブシステムの中期における研
 究開発目標は、およそ3点にあると考えていま
 研究開発目標は、およそ3点にあると考えていま
 す。その1つは知識演算メカニズム、2つめが並列アー
 キテクチャ、3点めが、分散知識ベース制御メカ
 ニズムを確立することです。このような目
 標をうけまして、次の3つの研究項目を中心に、
 更にいくつかの研究項目を加えた形での研究の展
 開を考えております。

Research theme	Major R & D items
Hardware system (Knowledge base subsystem)	○ Improvement and miniaturization of relational database machine
	○ Fixation of distributed knowledge base architectures and control algorithms
	○ Fixation of large-scale knowledge base machines

図-17

その1つは、知識ベースマシン・アーキテクチャ
 という研究項目でありまして、これは図-17に示
 すように、前期に作りました関係データベース
 マシンを改良しまして、この上に別途試作するプ
 ログラムをのせて連動させ、知識ベースマシン・ア
 ーキテクチャに関するデータ収集、評価を行って
 いくというものです。

2点めの分散知識ベース制御メカニズムであり
 ますが、これにつきましては、分散しました関係
 データベース、つまり、分散関係データベースの
 モデルを構築いたしまして、これに、別途試作し
 ますプログラムをのせて動かしまして、分散知識
 ベースのアーキテクチャ制御メカニズムに関する
 データの収集を行い、評価し、制御メカニズムの
 設定を行うというふうに考えております。

3点めは、大規模知識ベースマシン・アーキテ
 クチャであります。これは、後期までつらぬく研
 究項目でありまして、後期に実施します第五世代コ

ンピュータハードウェアと同規模の、主として知識ベースまわりを中心としたマシンモデルを作りまして、そのモデルをソフトウェアシミュレーションにより評価するというアプローチを考えております。

以上が、ハードウェアシステムのうち、知識ベースサブシステムに関する中期の研究展開案であります。

次に、基礎ソフトウェアにつきまして、御説明いたしたいと思っております。

中期におきます基礎ソフトウェアの、大きな研究の流れといいますのは、核言語第1版から、核言語第2版にもっていくことでありまして、核言語の第2版が、この計画における最終試作といえますか、第五世代コンピュータのプロトタイプのハードウェアとソフトウェアを規定するものになります。これを、目標としまして、基礎ソフトウェアにつきましては、以下に述べます6つの研究項目を中心に中期の研究を展開していこうと考えております。

その1つが、5G核言語であります。

Research theme	Major R & D items
Basic software (Fifth generation kernel languages)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Prototyping of KL1 language processor ○ Prototyping of support system for KL1 program generation ○ Design of KL2 language specification

図-18

図-18に示すように、5G核言語の中では、まず、核言語第1版に関しまして、実用的な処理系とプログラム作成支援システムを試作いたしまして、並列実験環境、並列プログラミング環境を整備したいと考えております。また、核言語2版に

つきましては、これら核言語1版の試作及びその中からの各種の経験、知見をベースに、各種のリファインを行いますと同時に、知識に関します矛盾性のチェック、冗長性のチェック、それから、機能推論などの知識ベース管理機能、更にはEqualityをつけ加えまして、核言語2版の仕様を完成したいと考えております。

次に、基礎ソフトウェアシステムの2点目の研究項目である問題解決推論ソフトウェアであります。

Research theme	Major R & D items
Basic software (Problem solving and inference software)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Development of system modeling and hierarchical system configuration methodologies ○ Prototyping of multi-expert system ○ Study of high-level artificial intelligence functions

図-19

この問題解決推論ソフトウェアは、図-19に示すように、やはり3つの柱から研究が成りたっております。細かくは更にいくつかのものが追加されますが、マイクロレベルで見ますと、3つに分けられるかと思っております。

その1つは、並列推論ソフトウェアという項目でありまして、平均100台程度の並列度を達成するためのソフトウェア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ことです。ハードウェア的には、100台規模のアーキテクチャが設定されたとしても、ソフトウェアを作る面で、やはり、同じようなモデル化手法、構成手法が伴わない限り、本当のシステムにはなりませんので、そこらのところへの対応という意味合いでの研究課題でありまして、極めて重要な研究課題であると考えております。

2点めが、協調型問題解決基本ソフトウェアでありまして、この件につきましては、マルチエキスパートシステムを試作しまして、この中から、基礎技術の確立を図っていきたくて考えております。

3点めは、高次推論基本ソフトウェアでありまして、これに関しましては、機能的推論とか類推というような高度な人工知能機構に関してチャレンジしてみたいと考えております。

以上が問題解決推論ソフトウェアであります。

3番目の研究項目は、知識ベース管理ソフトウェアであります。

Research theme	Major R & D items
Basic software (Knowledge base management software)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Prototyping of knowledge representation languages for specific domains ○ Development of support tools for knowledge acquisition ○ Prototyping of distributed knowledge base model

図-20

知識ベース管理ソフトウェアも、研究開発を要約しますと、図-20に示すようにほぼ3つ位になるかと思えます。その1つが、「知識表現利用システム」であります。ここでは、前期に開発しました知的プログラミング言語を使いまして、特定領域を対象とした知識表現言語の検討、試作を考えております。2つめは、知識機能獲得基本ソフトウェアでありまして、この中では、専門家からの知識の獲得を支援するツールの開発と、かなり難しい機能であります。帰納的推論に基づきルールを合成する機能とに、チャレンジしてみたいと、考えております。それから、3点めは、分散知識ベース管理基本ソフトウェアでありまして、これは、先ほどハードウェアの知識ベースサブシステ

ムのところで述べたものとタイアップしまして、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ようなアルゴリズムの確立を図っていきたくて考えております。

4番目の研究項目は、知的インタフェースソフトウェアであります。

Research theme	Major R & D items
Basic software (Intelligent interface software)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Enhancement of semantic analysis system ○ Prototyping of semantic analysis dictionaries ○ Prototyping of basic software for analysing and composing sentences ○ Prototyping of experimental system for natural language conversation ○ Study of graphics and image understanding

図-21

この知的インタフェースソフトウェアも、図-21に示すようにいくつかのアプローチがありますが、主なものにつきましてご紹介したいと思います。まず1つは、意味辞書、意味解析システムであります。この意味辞書、意味解析システムでは、前期に開発しました意味解析システムパイロットモデルの発展を図ろうとしております。次に、これとタイアップしまして、意味解析のための辞書、具体的に考えておりますのは、日本語と英語であります。に関する辞書の作成を考えております。それから2つめは、文章解析合成基本ソフトウェアで、文章の解析に関する機能、それから合成に関する機能を有する実験的なソフトウェアを試作してみたいと考えております。次に会話システムパイロットモデルであります。この件に関しては、会話の進展に伴い話し相手に関する知識ベースを変化させる機能を組み入れてモデル化した実験システムの試作を行い、評価したいと考えております。また、あわせまして、入出力が音声の場合、更には図形、画像というよ

うなものを補助手段として使ったインターフェイスに関する場合の技術についても研究開発を進めていきたいと考えております。

以上が、知的インタフェースに関する内容であります。

5番目の研究項目は、知的プログラミングソフトウェアであります。

Research theme	Major R & D items
Basic software (Intelligent programming software)	○ Design of specification description language
	○ Prototyping of specification verification system
	○ Prototyping of software knowledge management system
	○ Prototyping of basic software for program transformation, validation, and synthesis
	○ Development of pilot systems for software design, production, and maintenance

図-22

この知的プログラミング・ソフトウェアは図-22に示すように、4点を中心に研究の展開を図っていきたくて考えております。まず、その1つは、仕様記述検証システムでありまして、この中では、仕様記述言語や検証システムの設計を考えたいと思っております。2点めは、前期に開発しました逐次型推論マシン・ソフトウェアがありますが、このソフトウェアのメンテナンスシステムの試作運用という事を考えてみたい。知的プログラミングにおけるメンテナンスに関する知見をここから得たいと考えております。3点めとしましては、プログラムの変更、証明、合成等に関するものでありまして、最適化を目標としたプログラムの変換、それから変換の正しさを証明するプログラム、更には変換したプログラムの正当性、それからその合成という様なものを作る実験システムを作りたいと考えております。それからもう1つは、ソフトウェアの設計、作成、保守というプログラミングの各種段階を総合的に支援する管理シ

ステムも作っていきたくて考えております。

以上が、知的プログラミングソフトウェアに関する内容でありまして、更に、今までの中では述べませんでした、中期におきましては、ソフトウェア実証システムという6番目の研究項目を追加することを考えておりまして、このソフトウェア実証システムの中では、先ほど中期におきます1つの特徴として紹介しました実際の利用分野に適用し、その評価結果を研究開発活動にフィードバックするという事を図っていきたくて考えております。

Research theme	Major R & D items
Development support system	○ Development of pilot model of parallel software-developing machines
	○ Establishment of development support network

図-23

次が、開発支援システムです。この開発支援システムについては、先ほどの基本方針の中でも述べた通りでありまして、前期に開発しましたソフトウェア開発用パイロットモデルという、ソフトウェア開発用のツールがありますが、中期におきましては、図-23に示すようにこれらのソフトウェア開発用パイロットモデル（逐次型推論マシン）が複数台、密結合したようなイメージの、ハードウェアシステム、これを並列ソフトウェア開発用マシンと呼んでおりますが、この試作を考えております。また、研究成果の有効利用、活用、それから各研究グループ間の一体化を図るためのグローバルネットワークシステム（計算機ネットワークシステム）の作成を考えております。

以上が、中期計画の概要であります、計画の

中でまだ若干、未確定の部分がございます。例えば、VLSI 化に関する技術の開発をどうもっていくかという事、それから、音声、図形、画像のもうすこし細かい展開、更には、最終的には、第五世代コンピュータは、推論サブシステムと知識ベースサブシステムが一体になったシステムというイメージで描かれておりますが、これをどのような形で、どのような方向で、結合し、融合させていくかというような事につきまして、今ひとつ、詰める内容があります。このところは、これからの研究、および中期計画の検討の進展に伴いまして、順次、ICOT ジャーナル、また、テクニカルレポートとか、そういうような資料で紹介していきたいと考えておりますので、それらの内容を参照して頂ければ幸いです。

ご静聴有難うございました。