

# 第五世代コンピュータプロジェクトの概要

## 研究開発の目標

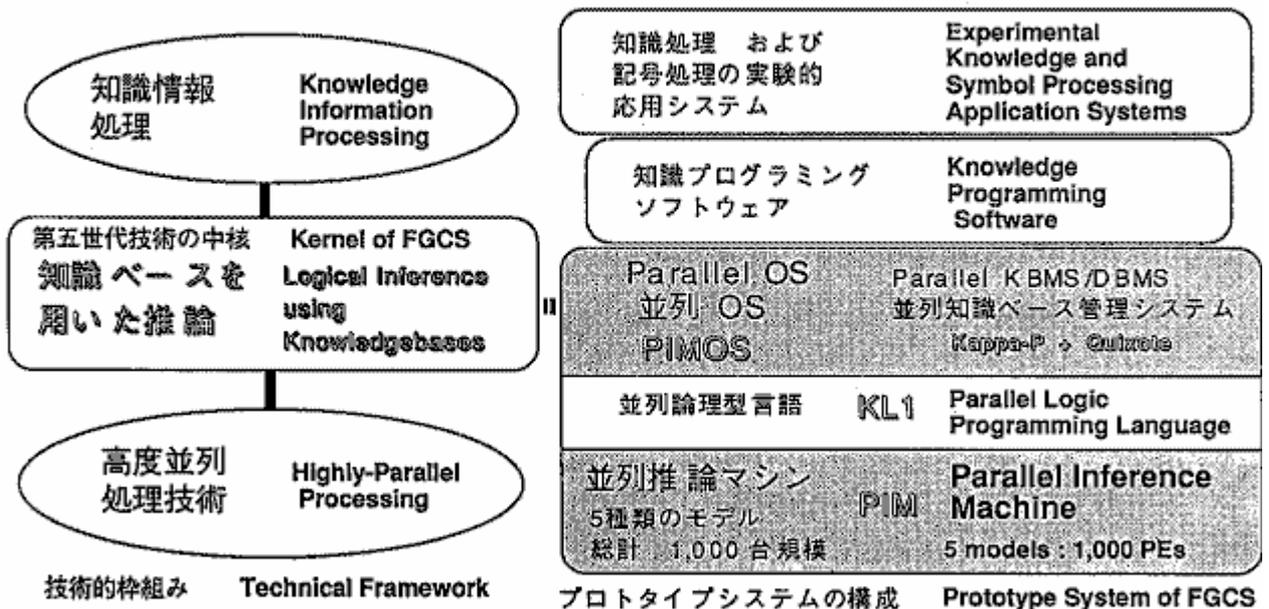
第五世代コンピュータプロジェクト（FGCSプロジェクト）は、知識情報処理の実現に必要な、新しいコンピュータ技術の研究開発を目指した、ナショナルプロジェクトとして、1982年（昭和57年）から、開始された。

このプロジェクトでは、将来における知識情報処理の中核的機能は『知識ベースを用いた推論操作』であることを見通し、第五世代コンピュータの中核として、論理プログラミングを採用した。そして、論理プログラミングによって、知識情報処理と高度並列処理を結び合わせるという新しい試みを行ない、それによって、新しいコンピュータ技術の創造を目指した。

## 第五世代コンピュータプロトタイプシステム

研究開発されるいろいろな要素技術を評価するために、最終目標として、第五世代コンピュータプロトタイプシステムを試作することが計画された。

新世代コンピュータ技術開発機構（ICOT）は、プロジェクトの中核機関として、第五世代コンピュータのための新しい理論や諸技術の、研究開発を実施してきた。現在、第五世代コンピュータプロトタイプシステムは、10年間の主要な研究開発成果を結集して、稼働を開始している。この強力なシステムによって、新しい知識情報処理の応用領域が開け、高度な応用問題への挑戦が可能なる。



## 第五世代プロジェクトの研究開発の経緯

### 研究開発計画と予算

第五世代コンピュータプロジェクトは、その研究開発目標が、コンピュータ技術の未踏分野であったため、プロジェクト期間中を、前期、中期、後期に分け、研究の進捗状況を見ながら目標を、順次、詳細化していく方針をとった。

研究開発予算額については、各期の始めに、その期の研究開発内容に応じて決定された。結果的には、研究開発は、広く内外の研究者の協力を得て、幾度か技術的な困難を克服、その歩みを止めることなく、後期の目標まで到達した。

### 並列推論システムの研究開発過程

並列推論マシン P I M や、大規模な並列ハードウェアを効率良く管理し、かつ、生産性の高い K L 1 プログラミング環境を提供する並列 O S, P I M O S の開発は、必要な要素技術をひとつひとつ積み上げる地道な努力の結果、達成された。

前期は、逐次型の推論技術の開発と蓄積につとめ、中期では、逐次型推論のハードウェアやソフトウェア技術を土台として、並列処理の世界へと飛び移った。そして、後期では、並列処理の世界での新しいソフトウェア作成技術や、並列知識処理の応用分野の開拓に力を注いだ。

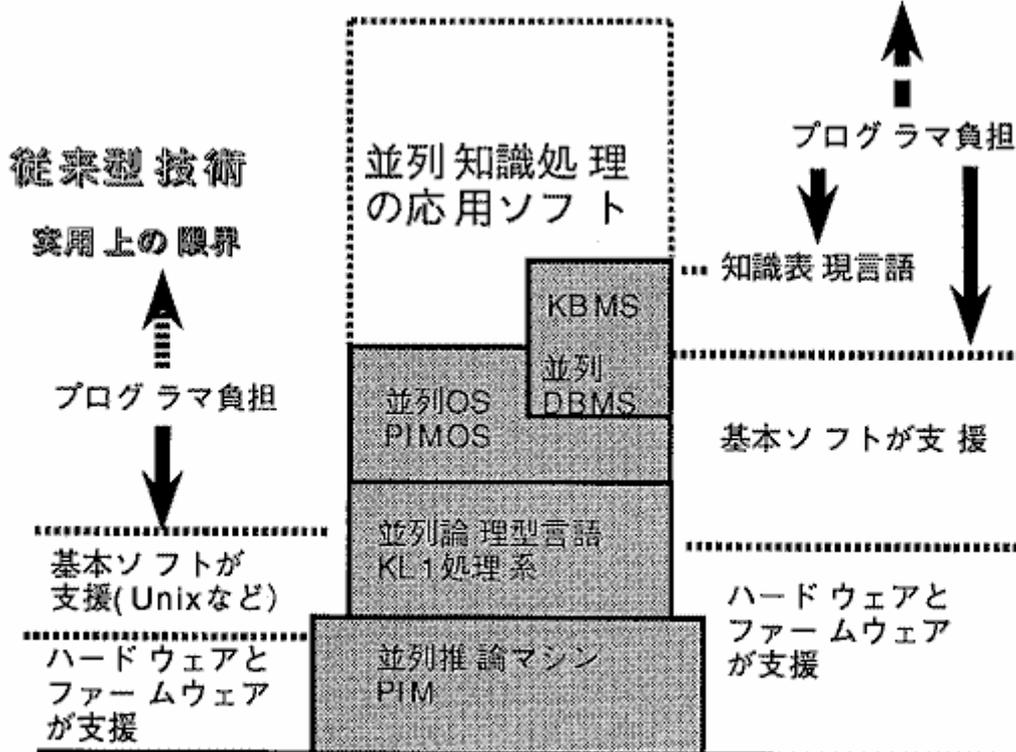
第五世代コンピュータプロジェクトの計画 R & D Plan of FGCS Project

Fiscal Year	各期の目標	Goals of Stage	予算額	Budget
'82 ~ '84 昭和57 - 59	前期 要素技術と ツールの開発	Initial stage R & D of Basic Component Technology and Tools	¥8.3 B	Billion Yen x 10 億円  ¥54.2 B
'85 ~ '88 昭和60 - 63	中期 実験的 中規模 サブシステム の開発	Intermediate stage R & D of Experimental Medium-scale Subsystems	¥21.6 B	
'89 ~ '92 平成1 - 4	後期 総合的 プロトタイプ システムの開発	Final Stage R & D of Experimental Prototype System	¥24.3 B	

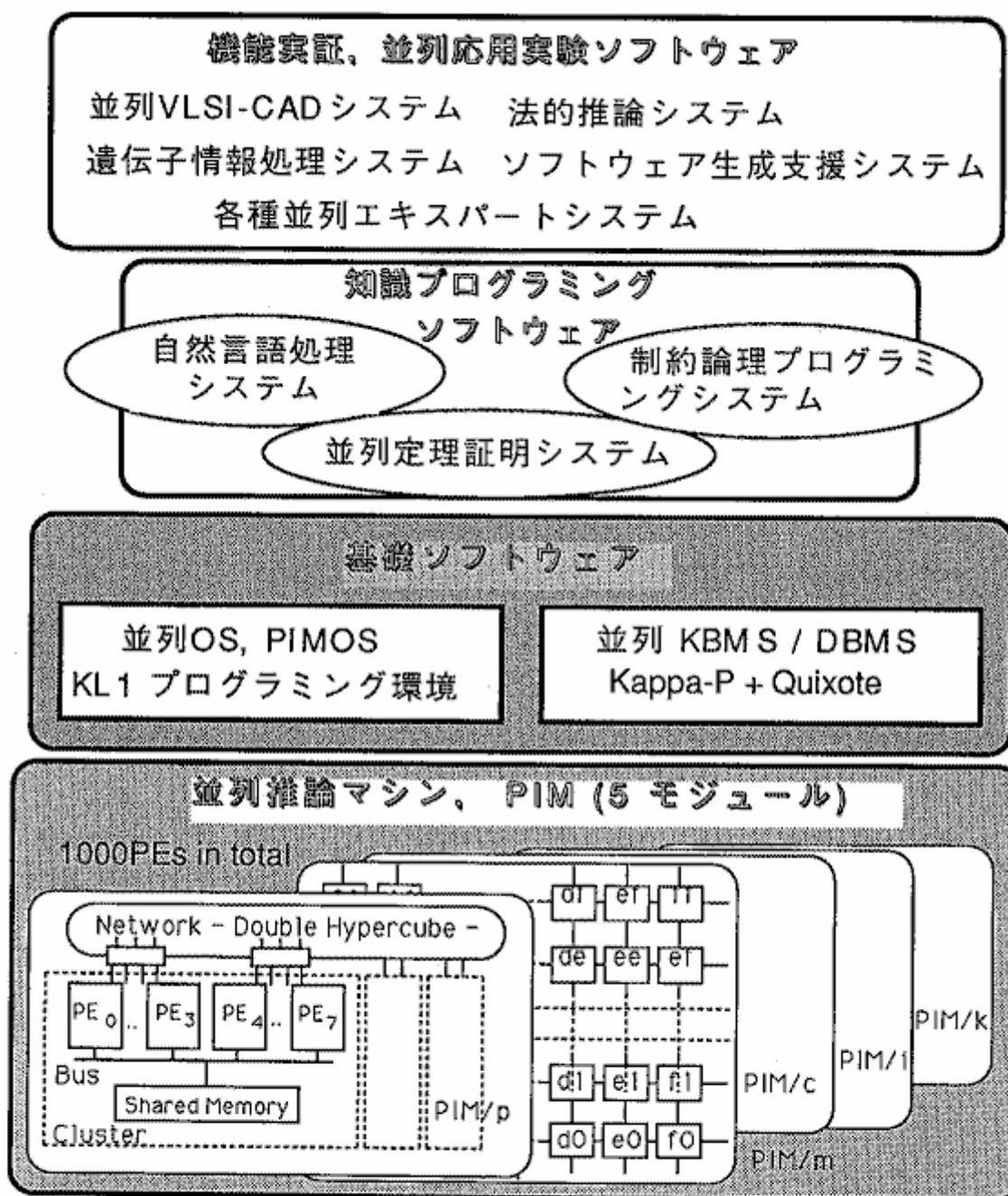
	逐次推論の技術 Sequential Tech.	並列推論の技術 Parallel Tech.
'82-'84 Initial Stage 前期	Sequential Logic Programming Languages, KL0 and ESP 逐次論理型言語、KL0とESPの設計  Sequential Inference Machine, PSI-I and SIMPOS, 380KLIPS for KL0 逐次型推論マシン、PSI-Iの開発	Parallel Logic Programming Languages GHC and KL1 並列論理型言語、GHCとKL1の設計
'85-'88 Intermediate Stage 中期	New model of PSI, PSI-II, 330KLIPS for KL0 第2版、PSI-IIの開発	Experimental Model of PIM, Multi-PSI System, 600KLIPS / 64PEs for KL1 PIMの実験機、マルチPSI, 64台版  Parallel OS, PIMOS and Small Application Programs 並列OS, PIMOSと小規模応用ソフト
'89-'92 Final Stage 後期	New model of PSI, PSI-III (PSI-UX), 1.4M LIPS for KL0 第3版、PSI-IIIの開発	Prototype of FGCS, PIM, 1000 PEs total, 2000LIPS / 512PEs for KL1 FGCSプロトタイプマシン、 1000台規模と並列基本ソフト

5世代技術の提供する高レベル並列プログラミング

5 世代技術



## 第五世代コンピュータプロトタイプシステムの構成



# 第五世代コンピュータプロジェクトの研究開発成果

## 成果の概要

第五世代コンピュータプロジェクトの当初目標は、『知識情報処理のための新しいコンピュータ技術の体系』を確立することであった。この目標にそって、新しいプログラミング言語や、並列ハードウェアやソフトウェア技術が開発された。また、これら技術の基盤となる理論や方法論などが生み出された。

これらの成果は、並列論理型パラダイムを縦糸として、一貫性のある形で体系づけられ、さらに、第五世代コンピュータプロトタイプシステムという、実際に稼働するものとして、まとめあげられている。また、このプロトタイプシステムは、VLSI-CADシステム、法的推論システム、遺伝子情報処理システムなど、実用規模の応用問題に適用され、その有効性と効率性が、実践的に評価されている。

この結果、このプロジェクトは、従来の数値計算向きの逐次処理技術の拡張では到達できない『大規模並列知識情報処理システム技術の基盤』を確立し、次のような新しいコンピュータ技術を提供していることが実証された。

## 大規模並列記号処理（並列推論）の技術

1. 並列論理型言語KL1を用いることで、知識処理や記号処理の『非定型的な応用問題』を、マシンやシステムの細かな制約にわずらわされずに自由に、かつ、能率良くプログラミングすることが可能。このため、従来は困難であった、1,000台規模の大規模並列マシンを駆使した応用ソフトウェア開発が、短時間で可能となった。また、それ以上の大規模並列マシンの応用ソフトウェアの効率的な作成方法についても見通しを得た。
2. 1,000台規模の並列推論マシンは、KL1を効率良く実行でき、現在、世界中で最も強力な記号処理能力を提供している。これによって、従来のマシンでは、手の届かなかった知識処理の応用問題や、ソフトウェア生成の手法が実用レベルに到達した。
3. 世界初の本格的な並列OS, PIMOSは、『動的な計算負荷の分散や要求に応じたデータの再配置』を効率良く行なうことができ、百万台規模の並列処理や分散処理を管理することが可能。また、KL1言語処理系と同様、PIMOSの技術は、MIMD型の並列マシンに対して、広く適用が可能。

## 高水準の知識情報処理の技術

1. 論理型のパラダイムを基に、論理式や種々の領域の制約として、知識を表現する技法を開発し、知識表現言語 *Quixote* や 制約論理プログラミング言語 *GDCC* として提供している。これによって、人間社会に蓄積されている知識を記述し、コンピュータが理解する形式に変換する自由度が、大幅に向上した。
2. 高水準の知識表現を許しながら、大容量データを効率的に管理する知識ベース管理技術や高並列データベース管理技術を新たに開発した。その中核部分は、演繹オブジェクト指向データベースシステム (*Quixote + Kappa-P*) として、並列推論システム上に試験実装し、有効性を確認している。
3. 論理的に表現された知識を効率的に利用して、知的応用システムを作るためには、高水準の高次推論機構 (エンジン) が必要である。並列自動定理証明システム *MGTP* は、このようなエンジンの中核となるものである。

このような機構を用いて、事例ベース推論や仮説推論などの高次推論機構の基礎技術とソフトウェアツールを提供している。ソフトウェアツールは、並列推論システムの強力な記号処理能力に裏打ちされており、従来技術では手の届かなかった高水準の知識処理が、実現可能なものとなっている。

## 実践的な機能実証と新しい応用分野の開拓

1. *KL1* と *PIMOS* の提供する快適な並列プログラミング環境によって、知識処理や記号処理の多くの応用問題の中から、高い並列性を抽出し利用することが可能となった。これらの多くは、非定型的な並列性であり、従来技術では、抽出し利用できなかったものである。このため、多くの応用問題において、数十倍から数百倍の速度向上が達成でき、第五世代技術の汎用性と有効性を実証できた。

また、定理証明システム、遺伝子の配列解析システム、CADシステムなどの記号処理の問題では、速度向上と共に、並列ソフトウェアの生産性、保守性が極めて高いことが確認された。

2. 知識表現技法や高次推論機構の利用により、従来の技術では、実用レベルに到達し得なかった知的水準の高い、エキスパートシステムやプログラムの生成支援システム、自然言語処理システムなどが、構築可能となった。

法的推論システムや並列プログラム開発支援システムは、高次推論機構を用いることで、部分的ながら、『知的処理の自動化』を行なっている。これらでは、強力な並列記号処理能力が、知的水準の向上という質的なものに転換されており、実際のシステム例としては、世界に先駆けたものとなっている。

3. 第五世代コンピュータの技術の機能実証のための問題の発掘は、従来のコンピュータ技術では、手の届かなかつた応用領域の開拓に、必然的につながっていく。法律、遺伝子情報、ソフトウェアの生成、自然言語処理などの分野への、高水準の知識情報処理技術の適用は、コンピュータ技術の、新たな適用領域と学際的な研究分野を、生み出している。

平成4年5月 新世代コンピュータ技術開発機構