

### 3 知識情報処理技術

#### 3.1 主要技術

第五世代プロジェクトで開発された知識情報処理の主要技術には、以下のものがある。

##### (1) 並列論理型パラダイムに基づく知識情報処理基礎技術

知識情報の表現・管理・利用の諸技術を、並列論理型パラダイムに基づいて再構成し、高いレベルで自由に表現した知識を効率的に並列処理する、大規模知識情報処理に必須な基礎技術を確立した。

##### (2) 知識表現技術

高レベルで多角的な知識表現技法・知識表現言語を開発し、知識表現の自由度を大幅に増した。また、これを具体的問題に適用することによって、人間の知識のさまざまな性質を、計算機処理の側面から明らかにした。

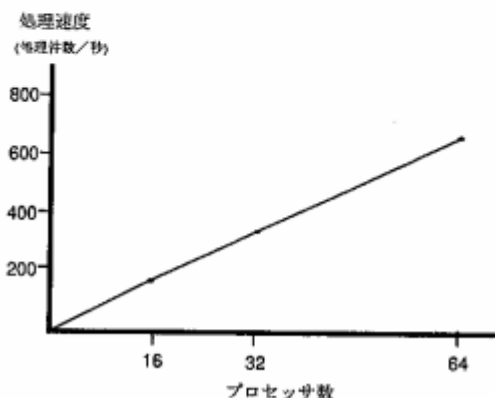
たとえば、制約論理型言語 GDCC は、どのような問題を解くのかを記述すれば、解法をプログラミングせずとも、回答を得ることができるような言語になっている。場面に応じた問題解決をシステムが行うために要求される多大な計算処理は、並列処理を導入することによって効率化され、その上での種々の応用システムの試作を通じて高い機能と高い効率の実現が確かめられている。

また、知識表現言語 Quixote は、通常の演繹の他に、実世界の知識を自然に表現するために必要な知識ベースに仮説を追加して推論する機能、知識ベースに不足している知識を推論する機能なども含めた、包括的な機能を持っている。その有効性は、新しい事件の判決を予測する法的推論、複数の自然言語表現から曖昧性を除去する状況推論、複雑な構造体間の関連を推論する遺伝子情報処理などの応用によって確かめられている。

##### (3) 知識情報管理技術

高レベルで多角的に表現した大量データの効率的管理の基礎技術を確立し、大規模並列知識ベースシステムのモデルとして提示・試験実装し、機能の適切性・実装の効率性を確認した。

たとえば、並列データベース・システム Kappa-P による分子生物学データベースからのモチーフ検索では、用いたプロセッサ数にほぼ比例する性能向上を得ている。この検索は、従来の関係データベースでも処理可能な単純な検索とは異なり、生物学上の知見に基づいた複雑な類似検索である。Kappa-P はこのような高度な検索も、簡単に指定できるシステムになっている。

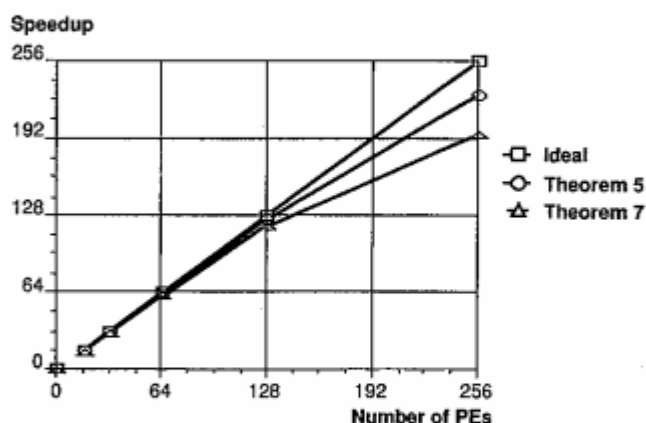


モチーフ検索の並列処理効果

#### (4) 並列知識利用基礎技術

論理式、制約などさまざまな形式で表現した情報の、効率的並列処理技術の基礎を確立、これを並列処理システム上に実装した。また、通常の推論の枠にとらわれない高次推論技術、学習技術の理論的基礎も確立した。

たとえば、並列自動定理証明システム MGTP においては、200 倍以上 (256 プロセッサ使用時) の並列処理による性能向上を達成している。これは、従来高性能であるといわれてきたワークステーション上のシステムに比べても 400 ~ 1000 倍の性能であり、人類にとって未解決だった群論に関する問題の一部を、自動的に証明することにも成功している。



MGTP の並列処理効果の例

### 3.2 従来技術に比しての優位点

第五世代プロジェクトで開発された知識情報処理技術は、以下の各点で従来技術に優れているといえる。

#### (1) 高レベルで表現した知識を効率的に処理する基礎技術

第五世代技術は、従来技術では不可能だった高レベル表現の情報を効率的に並列処理する基礎技術を確立し、大規模で実際的な問題に対する知識情報処理への道を開いた。

#### (2) 高レベルで自由度の高い知識表現技術

第五世代技術は、従来技術では不可能だった高レベルで自由な知識表現の基礎技術を確立、実際に各種の問題についての適用を通じて、人間の持つ知識のさまざまな性質を、計算機処理という側面から明らかにした。一方、高レベルの表現は、計算機による知識獲得などのさらに高いレベルの処理も著しく容易にした。

#### (3) 大容量知識情報の効率的な並列管理技術

第五世代技術は、従来技術では効率的に扱えなかった非定型的な大量データを効率的に管理する並列分散データベース技術を確立し、実用的な問題への計算機による知識情報処理の適用に不可欠となる、自由に表現した大量の情報の効率的アクセスへの道を開いた。

#### (4) 高い自由度で表現した知識の並列処理基礎技術

第五世代技術は、従来技術では困難だったさまざまな形式で自由に表現したデータを効率的に並列処理して利用するための基礎技術を確立し、大規模な知識情報

の効率的利用の基礎を作った。

### 3.3 知識情報処理技術についての当初目標の達成度

知識情報処理技術については、プロジェクトの当初目標では、知識ベースのソフトウェアとしての知識ベースメカニズムと、ハードウェアとしての知識ベースマシンがテーマとして挙げられていた。また、知的インタフェース・システムがテーマとして挙げられ、自然言語処理の他、音声・画像処理も含まれていた。これらのインタフェース・システムのテーマは、中核技術の上に築かれ、その検証にも役立つテーマと位置付けられていた。

知識ベースメカニズムについては、Kappa-P によって実現されている。また、知識ベース・マシンについては、PIM がファイルシステムを備えることで、当初目標が達成されている。

知的インタフェース・システムについては、音声や画像を数値的なデータとしてではなく知識情報として扱うためには、膨大な背景知識の蓄積と構造化が必要であることが、研究の進捗と共に明らかになった。このため、プロジェクトの中間段階からは自然言語処理を中心を据え、背景知識の蓄積と構造化のための基礎技術、すなわち、論理を共通基盤とする知識表現と、高い自由度で表現した知識の並列処理に的を絞った研究開発が行なわれてきた。具体的なインタフェース・システムの開発にまでは至らなかったが、基礎技術の研究開発成果は実験的応用システムに適用され、知的インタフェース技術の基盤技術として有効であることが実証された。

### 3.4 第五世代の知識情報処理技術の意義

プロジェクト発足当時、知識情報処理技術の急速な発展に寄せる期待は大きく、比較的短期間に本格的な知識情報処理システムが実用化できるだろうという見通しに基づいて、機械翻訳システムなどに対して民間でも多大な開発努力が払われた。これらの研究開発の動向を見ると、現段階の基礎技術に基づいたシステムでは適用範囲の限定が必須で、汎用的なシステムの実現には知識処理の基盤技術の一層の成熟が必要であることがわかってきている。

第五世代プロジェクトでは、非常に汎用的な体系である数理論理に基づく知識表現、管理、利用技術を、並列処理の提供する高い処理能力と組合せることによって、実用的な知識情報処理システムの共通基盤となし得ることを示した。これによって、自然科学、社会科学、人文／認知科学等の異なる分野における知識を、論理を基盤とする知識表現言語を用いて表現し、これらの諸分野で必要となる知識の質の比較を可能にし、将来の知識情報処理技術の研究開発の方向の策定に不可欠な座標系を示すことができた。

この成果は知識情報処理の基盤技術を示した点において大きな意義を持つが、本格的な実用システムの構築に至るまでには解決すべき問題がまだまだ数多く残されている。今後、本プロジェクトが確立した基盤技術に基づいて、一層の研究開発を進めることが必要である。