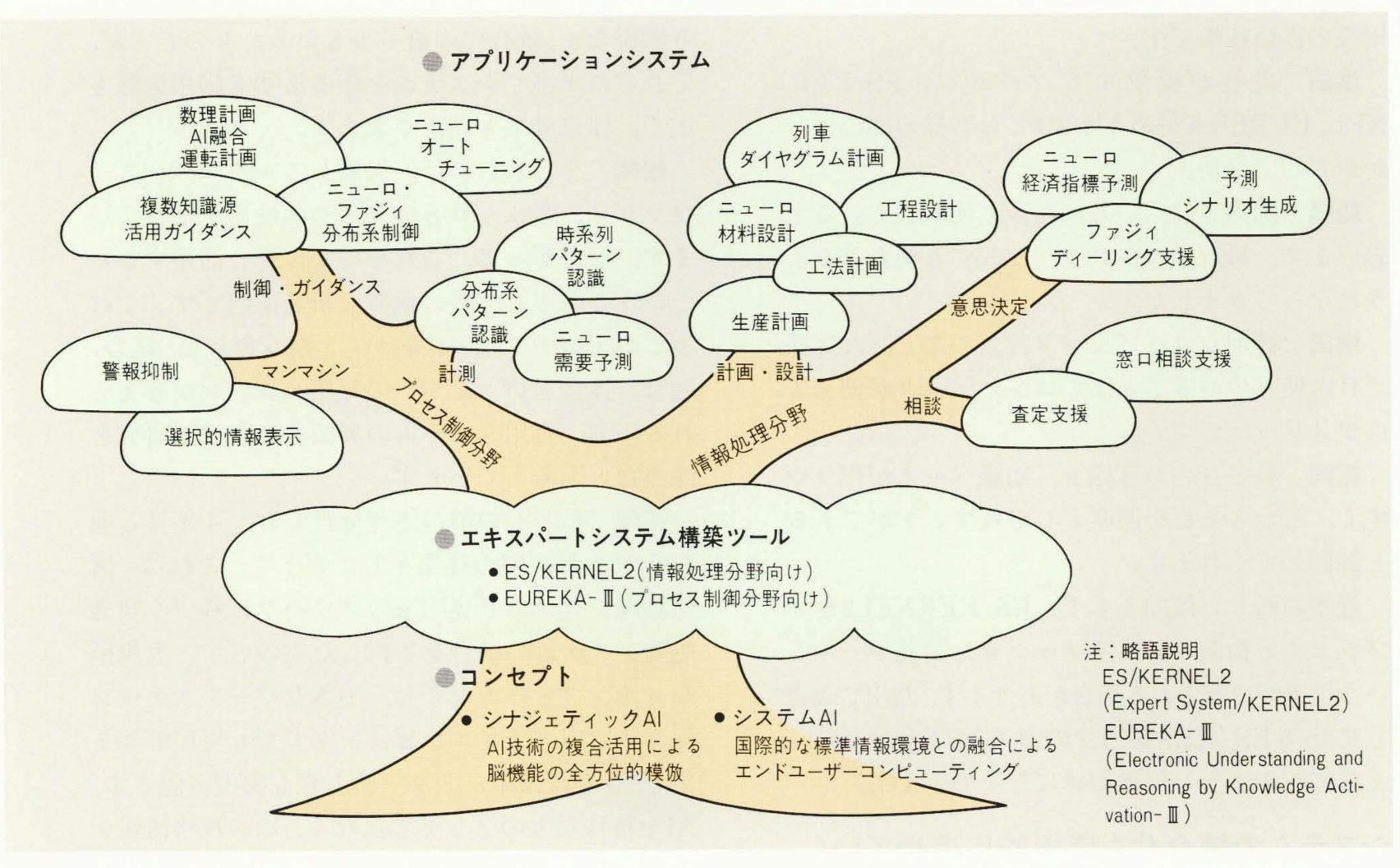
知的情報処理システムの新展開

Current Progress of Intelligent Information Processing Systems

M橋誠壽* Motohisa Funabashi 諸岡泰男** Yasuo Morooka 増田崇雄*** Takao Masuda 小六正修**** Masanobu Koroku



知的情報処理システムの展開 二つのコンセプト「シナジェティックAI」、「システムAI」に基づいてアプリケーションシステム、ツールを 開発している。

ますます幅広い情報に基づいて問題解決を図ることが必要となってきた意思決定・制御の手助けや、SIS(Strategic Information System:戦略情報システム)などでの業務用ソフトウェアの開発・保守の問題を解消する方策の実現を目指して、AI(Artificial Intelligence:人工知能)技術の開発を進めてきた。

問題解決の幅を広げ、質を高めるために、種々の AI技術を複合的に活用して人間の脳を全方位的に 模倣する「シナジェティックAI」コンセプトを提案 し、いくつかの事例で具体化した。さらに、ソフトウェア生産性向上の有力手段であるエンドユーザーコンピューティングの実現のために、AI技術を国際標準のインタフェース、データベースなどの情報処理環境の中で活用可能とする「システムAI」コンセプトを展開した。

これら二つのコンセプトは、激動する1990年代の 知的生産性の向上を支える情報処理技術の基幹とな っていくと思われる。

^{*} 日立製作所 システム開発研究所 工学博士 ** 日立製作所 日立研究所 工学博士 *** 日立製作所 機電事業部 **** 日立製作所 コンピュータ事業本部

はじめに

産業革命から始まった物作りに関する生産性の向上 は、人類に著しいゆとりを与えた。しかし、先進諸国で は、決まりきった物を作ったり動かしたりする生産性の 向上は、もはや世の中を変革する要因にはならなくなっ てきている。

あらゆる業種にわたって、新製品を生み出したり、多 様な情報に基づいて判断を下すといった, 知的情報を生 み出す業務に携わる人々の比率が圧倒的に増大している からである。これらの業務に関する生産性ををいかに高 めるかが重要な課題となっているい。

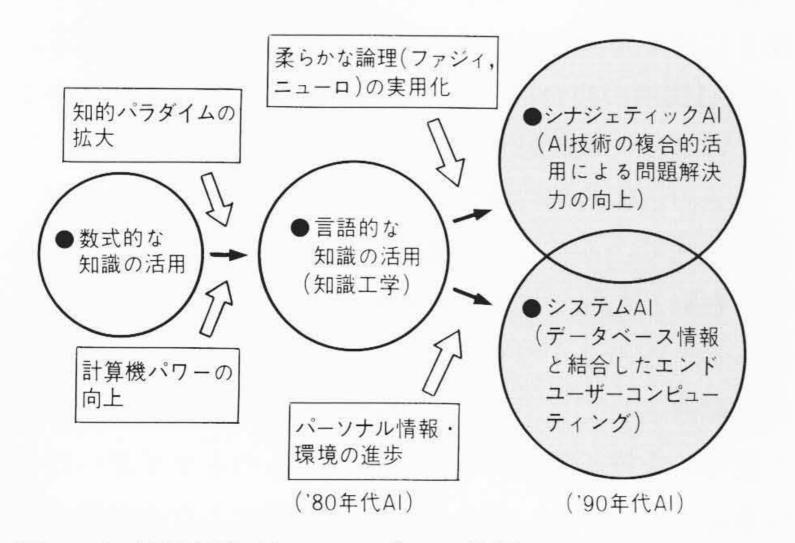
このような産業界が迎えた新たな局面に適合して, 1980年代に実用化が芽生えた知的情報処理技術は、競争 優位を勝ち取るための中心的技術の一つとして世の中に 浸透し続けてきた2)。ここでは、この分野での日立製作所 の最近の技術成果について述べる。

2 知的情報処理技術の動向

計算機のハードウェアの進歩を背景に、1980年代から AI技術の実用化が進んでいるが、この進展を模式的に表 わすと図1のようになる。

伝統的な知識のあり方は, 文書として表現される静的 な範囲にとどまっているのが大半であった。計算機を用 いてさまざまな状況に広く活用できる知識は、数値的な 関係式で表現されるごく一部のものに限られたり、たと え、知識を計算機のプログラムとして表現できても、あ とから手直しをするのが難しい融通の利かない範囲にと どまっていた。

これに対して,知識処理技術は,人が平素から用いて



知的情報処理コンセプトの位置づけ 新AI技術の登 場,情報環境の進展を踏まえて、1990年代の基本コンセプトとして 「シナジェティックAI」,「システムAI」を提案する。

いる「ことば」に近い表現を使って知識を直接的に計算 機に与え、さらに、この「ことば」どうしの演算処理(推 論)を実現することによって、多様な状況での問題解決を 可能にした。これによって、人の知識の伝承・流通や活 用の範囲が大きく広がる可能性が生まれた。

このような知識処理技術を用いて, 専門家のノウハウ を入力し、これを活用する計算機システムはエキスパー トシステムと呼ばれる。このシステムは, 非専門家に対 する新しい形態の業務マニュアルとも言える形(例えば, 直面した状況に最も適切な処方せんを推論の結果として 導き、ユーザーに指示する。)で導入が図られ、さまざま な業務の高水準化に貢献してきている。

産業の各分野で、これまでに構築されたこのようなエキ スパートシステムの具体例をまとめると表1のようになる。 このようなエキスパートシステムの適用を通じて、さ らには、計算機ハードウェアの発展を背景として、今日 では次のような二つの観点からの新たな方法論が実用化 されるようになってきている。

(1) 知識の多様な形態に応じた方法論の総合的活用

ファジィ推論処理や、ニューロコンピューティングと いった元来の知識処理技術には欠けていた方法論が実用 化の領域に入ってきた。ファジィ推論処理は,「ことば」 によって表現された概念の成り立ち度合いを,「成立」あ るいは「不成立」と白黒きめつけずにグレイゾーンを許 した形で推論する方法であり,不確実性や矛盾を含んだ 言語的な知識を, 問題解決に役立てる基本的な枠組みを 与えた。一方, ニューロコンピューティングは, 脳での 情報処理の仕組みを神経細胞レベルでそっくりまねよう とする考え方であり、「ことば」で表現するには難しい直

知的情報処理システムの実例 製造、金融など社会の あらゆる場面に,知的情報処理システムの実用化が広がっている。

● 製 造 分 野	● 商 業 分 野
材料設計支援システム生産計画支援システムプラント運転支援システム	棚割支援システム要員スケジューリングシステム
プラント制御システム	● 金 融 分 野
● 建 設 分 野	●ディーラー意思決定支援シス
● 施工計画支援システム	テム ● 保険契約査定支援システム
● 電気・ガス・水道分野	●営業店実績管理支援システム
●需要予測システム	● 運 輸 分 野
● 配電融通システム ● プラント運転支援システム	● 列車ダイヤ作成システム
プラント診断支援システム	30 50 2 M

観的な知識や, 実データに隠されている法則を自動的に 見つけだし,これらを計算機で活用することを可能にし 始めている。

(2) 汎(はん)用的なプログラミング言語としての知識処 理技術の適用拡大

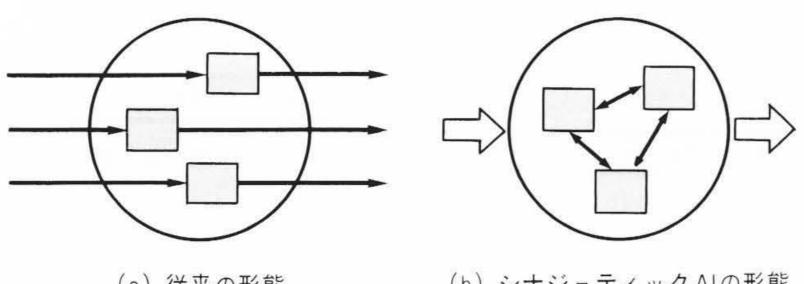
知識処理技術の原点に立ち戻るとともに、業務の改革 は担当者自身が進めなければならないというような組織 原理に基づいて見いだされた新たな展開である。すなわ ち、「知識処理技術は、人間の持つ知識の表現方法や活用 形態を追い求めてきた。」という考え方に基づいて、計算 機の非専門家である業務の担当者でも計算機プログラミ ングに参画できる汎用的な手段として知識処理技術を利 用していこうという方向である3)。

このような二つの展開が実を結ぶためには、それぞれ についてのステップアップが必要である。ルールベース, ファジィ、ニューロといった多様な知識の形態に応じる 技術の充実に対しては, 具体的な場面でこれらの技術を どのように活用していくかを明らかにしなければならな い。一方,知識処理技術を汎用的なプログラミング技術 として活用していくためには, 既存の計算機利用技術と の融和をいっそう高めていかなければならない。以下の 各章でこれらの具体的な考え方について述べる。

シナジェティックAI

今日,知的情報処理技術として実用の域に達している のは、大きく言って、

- (1) 知識を日常のことばに近い表現方法で(厳密には,記 号論理学の範囲で)計算機に移し変えることを可能にし た知識処理
- 不確かであったり、時には矛盾をはらんだような言 語的な知識を活用可能にしたファジィ処理
- (3) 直観的な知識を、神経細胞特性とのアナロジーから 学習と呼ぶアルゴリズムによって計算機に移植可能とし



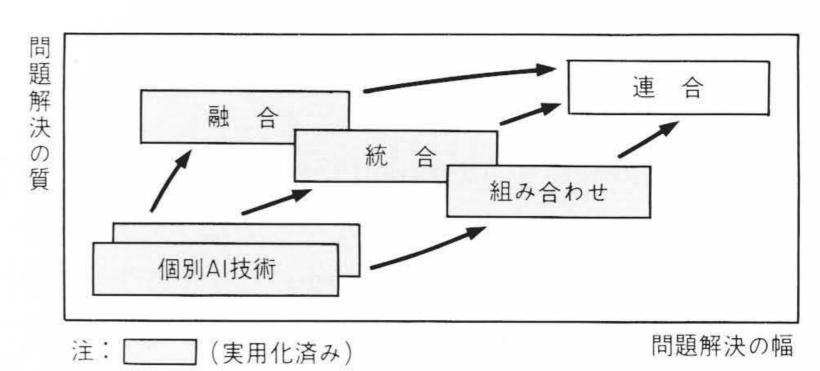
(a) 従来の形態

(個別AI技術)

(b) シナジェティック AIの形態

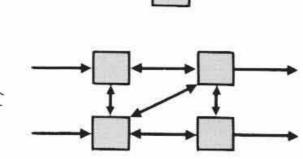
図 2 シナジェティックAIの形態 シナジェティックAIでは、

いくつかのAI技術が相互作用してシステムとしての機能を生み 出す。



(a) 問題解決での複合活用タイプの位置づけ

- 組み合わせ (Combination) 要素としていくつかのAI技術を用い、全体 として機能
- 統合 (Integration) 主機能の統括下でAI技術を作動させる。
- ●融合(Fusion) いくつかのAI技術が混ざり合って新機能を 達成
- 連合 (Association) いくつかのAI技術が動的に作用し合って全 体として機能



注:→(情報の流れ), □(個別AI技術)

(b) 複合活用のタイプ

図3 シナジェティックAI(AI技術複合活用)のタイプ 複合活用には種々のタイプが考えられる。究極的なタイプと思わ れる「連合」に向かって基本的なタイプをすでに実用化した。

たニューロ処理

である。ルールベース知識処理やニューロ処理は、それ ぞれ人間の左脳と右脳の働きを模擬し, ファジィ処理は この二つの働きを結び付けるととらえられている。

人間が行っている高度な判断処理を計算機で模倣し て、問題解決の幅を広げたり質を向上させるためには、 これらの知的処理技術を複合的に活用していくことが不 可欠である。このような複合活用を, それぞれの知的処 理技術の相乗的効果を引き出すという意味で, ここでは 図2に示すように「シナジェティックAI」と名づける。 このAI技術の複合活用の形態は、図3に示すようにいく つかのタイプに着目することができる。

脳での情報処理の機構にはいくつかの知見はあるが, 解明されているとは言い難い。しかし、先に述べたよう に、右脳と左脳で機能分担が行われていることは明らか である。このような見方に立つと、知的処理の複合的活 用の形態としては、「パターン認識とこの認識結果に基づ く記号的な推論処理」というようなものをまず思い浮か べることができる。例えば、図4に示すような熟練オペ レーターの判断プロセスのモデル化が該当する。鉄鋼制 御ではこのモデル化に基づいて、ニューロ処理とファジィ

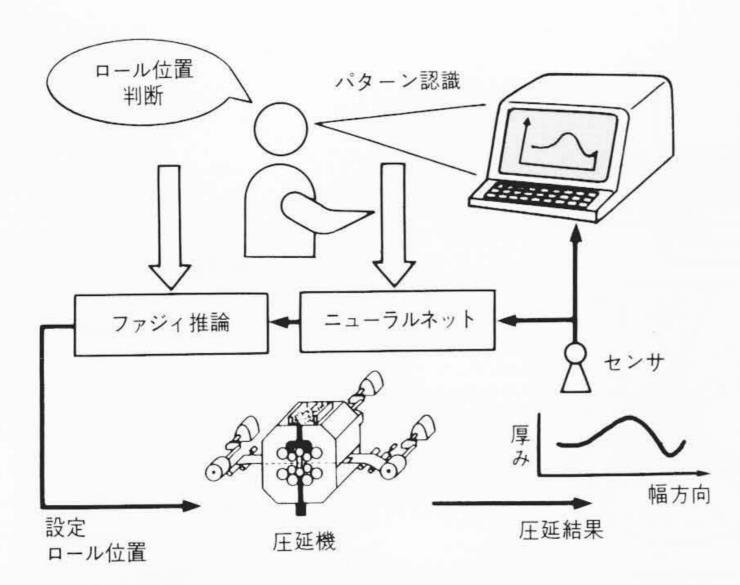
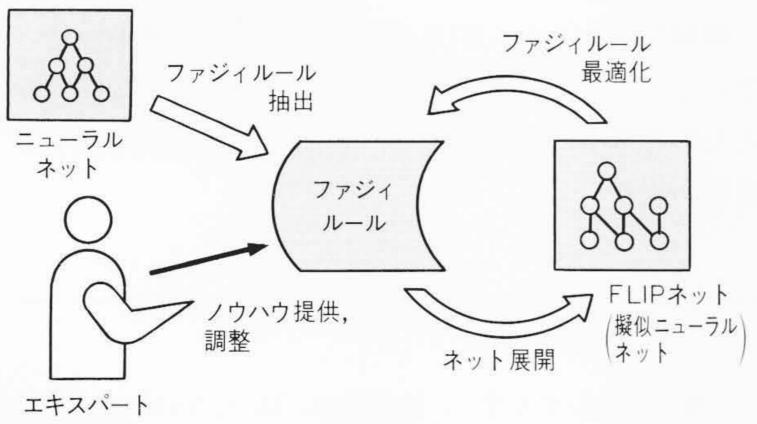


図 4 圧延機制御における知的処理の組み合わせ活用 パターン認識能力をニューラルネットで, 論理的判断能力ファジィ推論で置き換えることにより, 高品質な制御を実現する。

処理を直列的に結合して、オペレーターの判断プロセスの全体を計算機化するのに成功している⁴。図3ではこのような複合活用の形態を、「組み合わせ(Combination)」と名づけている。

脳での情報処理が、このような組み合わせ活用だけで 説明し尽くされないことは明らかである。例えば、状況 に応じて人間は判断の仕方を変えたり、相補ったりする こともしばしばある。このような形態を図3では、「統合 (Integration)」と名づけている。水処理プラントの運転 支援では、処理すべき水の質によって用いるべき知識を 経験知識(ファジィ)と実績知識(ニューロ)とに使いわけ ることによって、的確な運転ガイダンスを実現した。

さらに脳では、たとえ記号処理であろうとも神経回路 網で実行されていることは事実である。このような考え に基づくと、記号的な処理とニューロ処理とを「融合



注:略語説明ほか FLIP (Fuzzy Logic Inference Procedure)

→ (従来), ⇒ (新開発)

図5 ファジィ知識ベース構築における知的処理の融合活用 人手に頼っていた構築が、ニューロ技術の導入によって大幅に効 率向上した(工数従来比 $\sim \frac{1}{6}$)。 (Fusion)」するような形態も考えられる。この具体例としては、図5に示すように、ファジィ知識の獲得・洗練化手法を開発している。ここでは、ニューロ学習結果からファジィ知識の候補を抽出したり、ファジィ推論の手続きがネットワーク状[FLIP(Fuzzy Logic Inference Procedure)ネットと呼ぶ。]に展開されることに着目して、ニューロ処理を用いたファジィメンバシップ関数の学習方法を実現している5)。

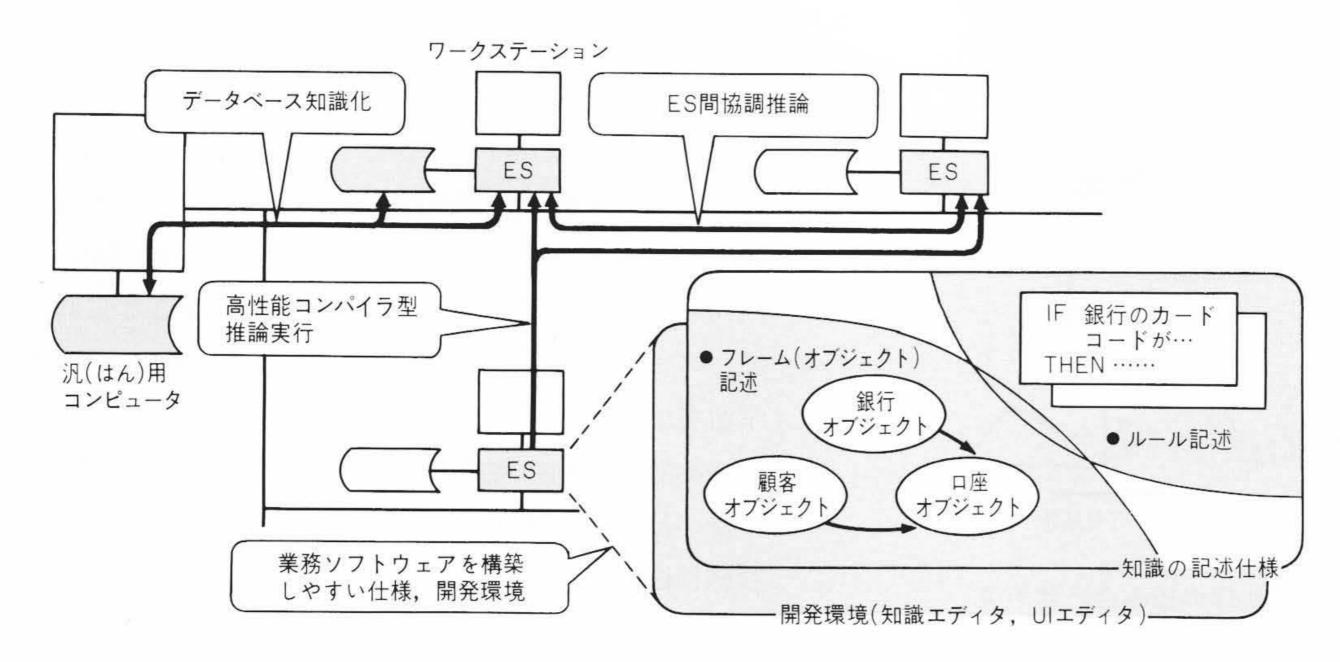
知的処理技術の複合的な活用方法はこのほかにもいくつかの形態が存在するかもしれない。しかし、究極的な形態は図3に示すようにいくつかの知的処理技術を動的に複合作用する「連合」(Association)が該当しよう。実システムレベルでは、このような形態は未踏の領域であるが、これまでに開発・実証したいくつかの複合化形態が今後の重要な足がかりなることはいうまでもない。図3には、これまでの経験を踏まえて、このような複合化が実際の問題解決の場面でどのような効果をもたらすかも模式的に示した。

4 システムAI

情報処理分野では、従来の事務の合理化に加えて、経 営戦略を実現するSIS(Strategic Information System: 戦略情報システム)への発展が強く望まれている。ここで は、業務環境のめまぐるしい変化に情報処理機能をきめ 細かく即応させねばならないし、業務の遂行を通じて得 られた知見を速やかに情報処理機能の中に取り込むとい った組織としての学習能力を具備していくことが不可欠 である。

このような状況の下では、情報処理機能の開発・保守を限られた専門家に委ねておくわけにはいかず、それぞれの業務の担当者自身が情報処理にかかわっていくエンドユーザーコンピューティングの実現が必須である。ワークステーションに代表されるように、ハードウェアコストの著しい低減化は進んでおり、エンドユーザーコンピューティング実現の素地は形成されているといってよい。問題は、ソフトウェアの面での困難をどう乗り越えるかという点にある。

このための現実的なソフトウェア技術として、第4世代言語と呼ばれる業務向け簡易言語がある。これらは、主として帳票処理業務を対象としたものである。しかし、現実の業務で帳票処理は限られた範囲でしかない。特に、SISで求められるような非定形的な業務の情報処理機能化にあたっては、より複雑な論理構造に対するソフトウ



注:略語説明 UI(User Interface) ES(Expert System)

図 6 システムAI情報 処理システムと一体化し たエキスパートシステム 知識の記述容易性, デー タベースとの連携機能など により, 業務ソフトウェア の開発が加速化される。

ェア技術が必要である。

知識処理技術では、「ルール」や「フレーム」といったプログラム記述の形式をとっている。ルールは、「もし~ならば~せよ。」という一つのパターンに記述が限定されているために理解しやすく、さらに、基本的には記述の順序が自由という特質がある。また、データやデータ処理の集まりを一まとめにして扱う「フレーム」は、実世界に存在する事物を表現するのにつごうがよい(オブジェクト指向という新しいプログラミング手法と同じ概念である)。したがって、これらの特質は専門家の知識をプログラム化するのにつごうがよいだけでなく、非定形的な業務論理全般をプログラム化するのに適したものと言える。

しかし、このような知識処理技術を単独に適用拡大しようとするだけではSISの実現要請にこたえることはできない。的確な判断には不可欠なデータベースなど既存の情報処理の体系との親和性がまず欠かせない。さらに、知識処理技術によって記述されたいくつかのプログラムが連携して動作でき、組織としての有用性が満たされること、実用性の高い処理性能を持っていることなど、システムとしての構築要件が満たされなければならない。このために、

(1) 国際的な標準データベース,グラフィカルユーザー

インタフェースなどとの連携機能

- (2) 異なるワークステーション間での協調処理(水平分 散型協調推論)機能
- (3) コンパイラ型の高速実行処理機能

などシステムとして知識を活性化する「システムAI技術」を開発した。この技術によって、図6に示すように既存の情報処理システムに深く溶け込んだ業務システムの実現が容易となった。ここでは、このツールを単に専門家のノウハウを計算機化するのに使うだけでなく、さまざまな業務システムを迅速に構築するRAD(Rapid Application Development)のための道具としての活用が始まっている。

5 おわりに

日立製作所が新たに開発した知的情報処理コンセプトである「シナジェティックAI」、「システムAI」について述べた。ここに述べた新技術の詳細は、この特集の各論文で具体的に述べているとおりである。それぞれに示しているように、問題解決の幅・質が大幅に高まるとともに、情報処理システム開発の的確化といった効果が見いだされている。これらが、1990年代での知的生産性の向上のための基本的技術として、社会に貢献すると信じてやまない。

参考文献

- 1) P. F. ドラッカー(上田, 外訳):未来企業, ダイヤモンド社(1992)
- 2) 日経AI:特別レポート,日本の実用エキスパートシステムを総ざらい,日経AI,1992.1.13号(1992)
- 3) 中所:エンドユーザーコンピューティングーソフトウェア
- 危機回避のシナリオー,情報処理,32,8,950/960(1992)
- 4) 中島,外:ニューロ・ファジィ応用パターン計測・制御技法の圧延機形状制御への適用,日立評論,**75**,2,133~136(平5-2)
- 5) 舩橋:ニューロコンピューティング入門,オーム社(1992)