

# システムAIで開く新しい情報システム

## —情報処理と知識処理の統合—

### Development of New Information System Combined with AI —Integration of System Engineering and Knowledge Engineering—

ES(Expert System)の本格的な実用化を目指すには、システムの高度化が求められている従来の情報処理システムとの有機的な統合が不可欠である。この統合を実現するには、情報処理と知識処理の間で、業務機能および資源の分担が必要である。日立製作所は、これらの分担を実現するために必要となる機能と技術を明確にするとともに、提供する製品を整備した。

この情報処理と知識処理の統合を「システムAI」コンセプトとして確立し、統合システムの実現性を明らかにした。今後はシステムAIの実現により、ESだけでなく情報処理システムが進展するものと確信する。

平田重樹\* *Shigeki Hirata*  
山中止志郎\* *Toshirô Yamanaka*  
花岡かほる\* *Kahoru Hanaoka*

## 1 緒言

コンピュータシステムの世界でAI技術が急速に進展している。特に、従来は人間が経験で問題を解決していた過程を、コンピュータが代わって処理するES(Expert System)の開発が増加している。

ESの開発は、まず企業の研究開発部門が取り組んだ。当初は、AIという新技術へのなじみのなさもあり、小さなシステムが試行的に開発された。その中から実用システムへと発展するものが生まれた。開発主体も研究開発部門から現場部門へ、そして情報システム部門へと変遷した。今では、単にESを開発するだけでなく、その適用範囲の拡大や適用効果の向上が求められている。

一方、既存の情報処理システムをさらに高度化し、経営に寄与する戦略情報システムSIS(Strategic Information System)<sup>1)</sup>の構築が企業の重要課題となっている。

これらの課題を解決する手段として、2年前に、情報処理システムとESとを統合させるシステムAIへの展望<sup>2)</sup>を論じた。その後、日立製作所は、システムAI展開のニーズをより具体化し、実現に必要な機能と技術を明確にして製品に反映してきた。本稿では、その具体的な内容について述べる。

## 2 システムAI展開への背景

### 2.1 現状のコンピュータシステムの課題

企業は巨額な投資によって、データ処理を中心とした情報

処理システムを構築してきた。しかし、データ処理だけでは解決できない複雑な業務が増え、情報処理システムに要求される機能もしだいに高度化してきた。さらに、基幹業務の処理規模も拡大の一途をたどり、処理の分散化が要請されている。

一方、ES/KERNEL<sup>3)</sup>などのES構築ツールの普及、および構築技法の確立<sup>4)</sup>により、専門家の経験知識をシステム化するESが手軽に作られるようになった。しかし、次のような課題が生じてきた。

既存の情報処理システムに蓄えられた豊富なデータを、ESで活用できない、ESの推論結果を既存の情報処理システムに反映できない、さらにESで実現する業務処理の内容も試行的で適用範囲が狭く限られる、またワークステーションの限られたリソースのために大規模なESが開発できない、これらはスタンドアロン形ESの限界<sup>5)</sup>と言える。

この情報処理システムとESの抱えている課題を解決する手段として、双方の利点を活用したESとの有機的な統合が考えられた。

### 2.2 システム統合への要求

情報処理システムとESを統合するには、「企業活動のどの領域で、どのようにESが適用され、どのようにシステムが統合されるか」を明確にするとともに、それを実現する手段を整備することが重要である。統合が実現されるための要件を以

\* 日立製作所 情報システム工場

下に述べる(図1)。

(1) システム連携

情報処理システムは、従来計算可能な情報だけを扱って企業や組織のシステム化を実現してきた。しかし、知識工学を応用した情報処理技術を組み込むことにより、計測・論理化が困難な知識や諸手続き、さらには知恵・くふう・ノウハウという領域まで、システム化が可能になる。これは、戦略的な企業情報システムの実現技術として期待できる。

企業は一般にPLAN(企画)-DO(実行)-SEE(分析)の活動サイクル<sup>6)</sup>から成り立つ。

PLAN領域は、意思決定支援システムがある。日々の判断業務や意思決定を迅速かつ的確に行う。特に、経営戦略として製品・サービスの差異化、新ビジネスチャンスの創出などをねらって、マーケティング情報・生産販売企画システムなどが求められる。これらは今後、コンピュータ化が進む領域であり、知識処理が要求される度合いも高い。

DO領域は、PLAN、SEE領域の基盤を成す領域であり、すでに基幹情報システムがある。今後、大幅なコスト削減・省力化に対応し、競争力強化を目指す多品種少量生産にも対応するフレキシブル生産を実現する生産管理システムや、顧客サービスを向上する販売管理システムなど、知識処理の適用により、高度化がいつそう進む領域でもある。

SEE領域では、企業活動の実態把握分析のための販売分析システムや業績評価システムなどがあり、経験技術・ノウハウを生かした分析・評価が望まれている。

(2) データ交換

知識処理でも、従来蓄積されているデータを有効活用したい。しかし、既存のデータベースはデータ処理向けのデータ

構造に組み立てられており、知識処理向けデータ構造への変換が必要である。したがって、既存データベースとの連結方式が重要な課題になる。

(3) 資源分担

規模が拡大する一方の既存の情報処理システムに柔軟性を持たせるために、ホストコンピュータ上の処理機能をワークステーションに分散する形態が推進されている。したがって、処理をワークステーションに分散し、ホスト側の性能負荷を軽減することが考えられる。

一方、ホストコンピュータでは大規模なリソースと高性能を生かした処理が実現できる。

ホストコンピュータとワークステーションのおのおのが持つ機能、特性を生かした統合処理も考えられる。

### 3 システムAIの確立

#### 3.1 システムAIコンセプト

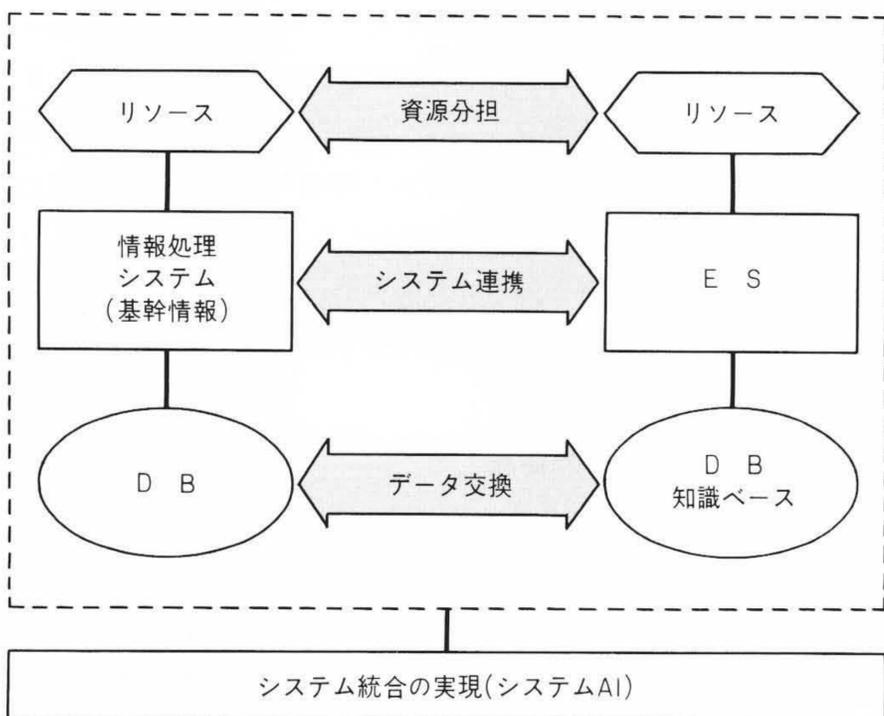
一般的なビジネスシステム領域で、システム統合の要求にこたえるために、次の4本の柱を技術として構成する「システムAI」コンセプトを確立した。システムAIとは、「既存の情報処理システムと、AI技術の中の知識処理、とりわけESとの連携により、コンピュータシステムの利用分野の拡大と高度化を実現する」ものである。その概念を図2に示す。

日立製作所は、ワークステーションからメインフレームまで統一したアーキテクチャHAA(Hitachi Application Architecture)に基づき、情報処理システム製品の開発・利用環境を提供している。システムAI関連製品についても、その思想にのっとり、既存製品との親和性を損なうことなく、知識処理機能と情報処理機能を融合させるような開発を実現する。

企業では、競争優位の獲得に貢献する戦略情報システムの構築が進められている。データベース、ネットワーク、ワークステーション技術を基盤とし、PLAN-DO-SEEの活動を実現する情報処理システムを構築する。これに知識処理をスムーズに溶け込ませ、統一的なシステム環境や運用形態の上に、情報処理の高付加価値化を実現する。

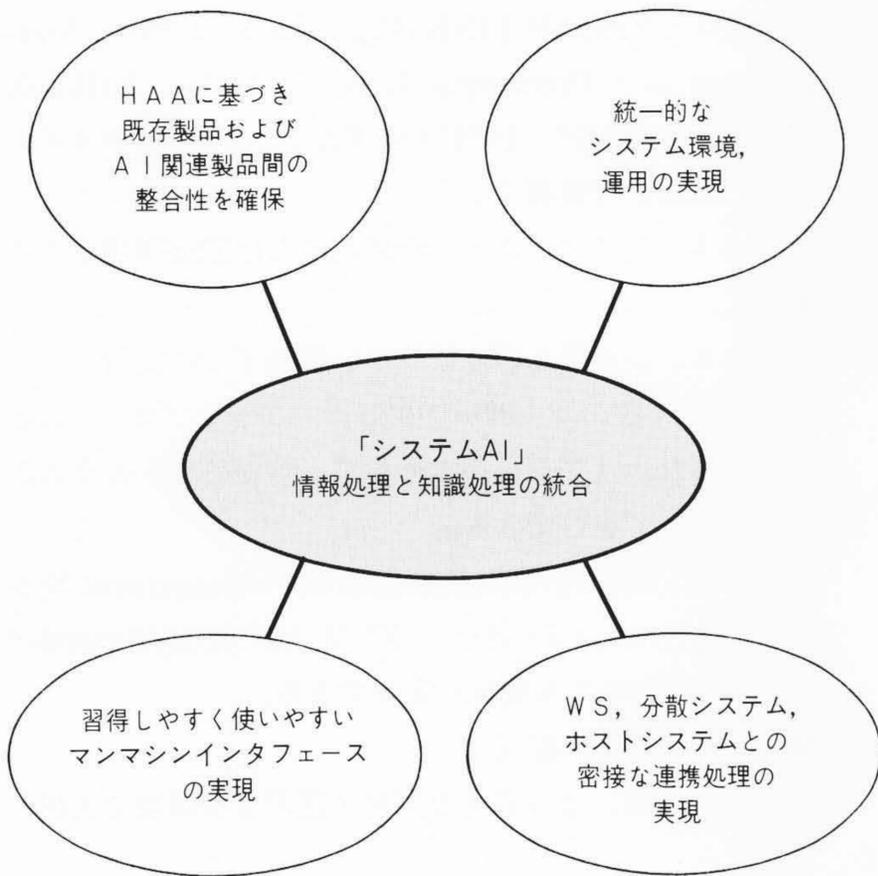
そのシステム構成形態を図3に示す。ホストコンピュータの運用状態に左右されずに、ワークステーション間で水平に統合する形態、大量のデータ処理、オンラインリアルタイム処理を実現したホストコンピュータシステム内で統合する形態、さらにホストコンピュータとワークステーションとで機能を分散して、システム性能、マンマシンインタフェースを最適にする形態など多様な連携を実現する。

コンピュータシステム発展のための課題の一つとして、人とコンピュータの間のインタフェースの改善がある。ソフトウェア開発では、容易な開発マンマシンインタフェースの提供が必須(す)である。特に、知識処理部分の開発は、情報システム部門以外に現場部門の専門家の参加が重要となり、イ



注：略語説明 ES (Expert System), DB (Data Base)

図1 システム統合への要件 システム連携、データ交換、資源分担の観点でシステム統合実現が要求される。



注：略語説明 HAA (Hitachi Application Architecture)  
WS (Workstation)

図2 システムAIコンセプト 情報処理と知識処理の統合は、4本の柱(技術)から成り、それらを実現するための機能と具体的な技術が提供される。

インタフェースの向上が求められる。さらに、不特定多数の人が操作になじめる運用環境に合致したマンマシンインタフェースを提供する。

### 3.2 システムAI実現のための機能と技術

システムAIコンセプトを実現するための機能と技術を考える。

#### (1) プログラムの結合

既存のプログラミング言語で開発したプログラムとESとが機能を分担するには、従来プログラムとESとの親和性を高める必要がある。

##### (a) 既存言語との結合

既存の情報処理システムは、一般にCOBOL, PL/I, FORTRANなどのプログラミング言語で開発される。これらのプログラムとESとの結合は、ES双方からサブルーチンとして呼び出したり、呼び出される方法が考えられる。

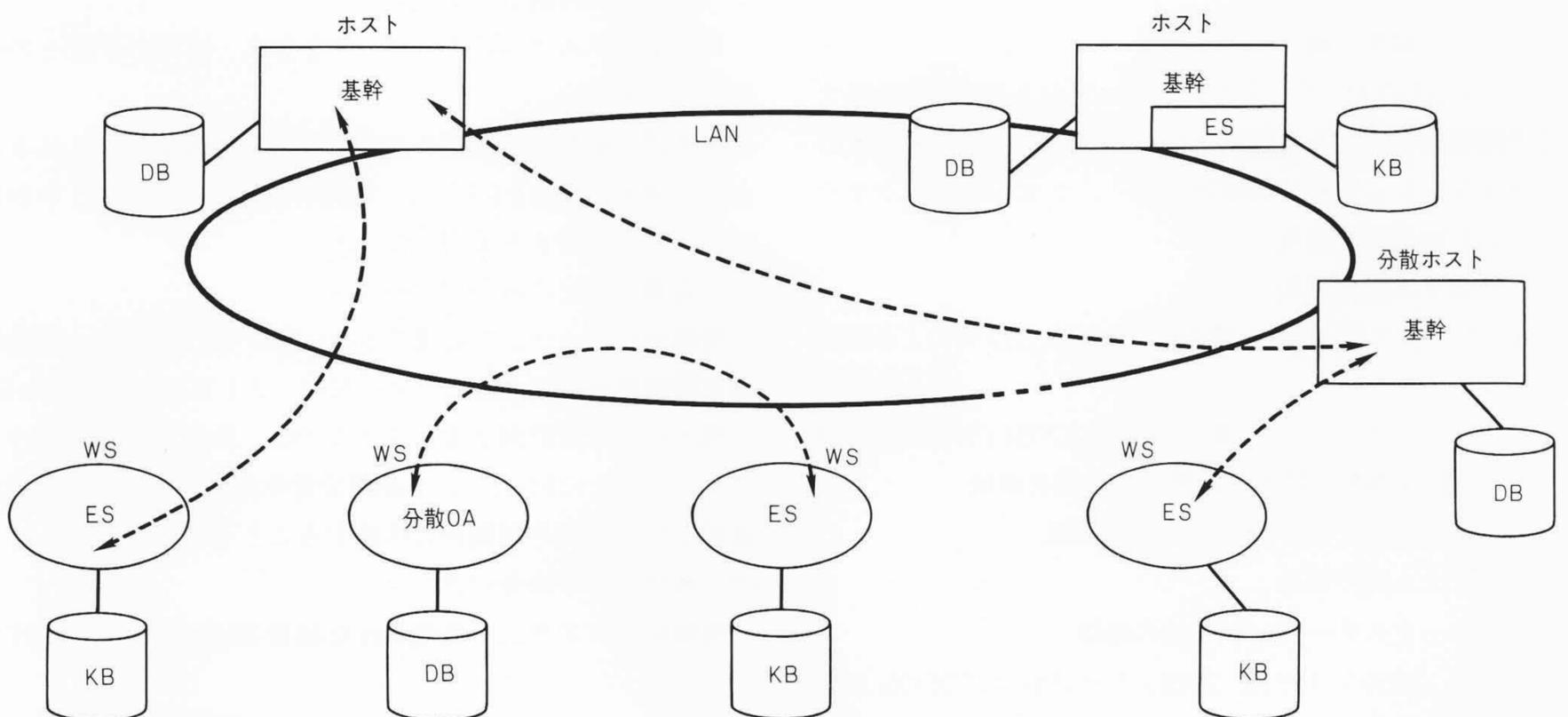
システムAIでは、これをサブルーチン形推論実行機能で実現した。従来プログラムの修正を最小限に抑え、知識処理が必要な部分をサブルーチンとしてES化し連携させる方式を採用した。本方式は、情報システム部門にもなじみやすい。

##### (b) 業務プログラム間の通信

システムAIでは、複数のES間の通信を多階層協調形推論で実現した。業務機能別に開発したESを統合して大規模ESを実現するのに便利である。ホストコンピュータとワークステーション間、ホストコンピュータ内だけ、ワークステーション内だけという協調形態で実現する。

#### (2) データの結合

システムAIでは、既存データベースシステムへのアクセスを可能としている。



注：略語説明 KB (Knowledge Base)

図3 システム構成形態 ホストコンピュータ内で連携、ホストコンピュータとワークステーションとで連携、ワークステーション間で連携と、情報処理と知識処理の組み合わせが幾つか考えられる。

## (a) 大規模データベースシステムとの結合

既存の情報処理システムでは、ホストコンピュータ上に大規模データベースシステムが構築されている。システム統合を図るうえで、まず既存データベースとの結合が必要となる。

ES構築ツールES/KERNEL/H(ES/KERNEL/Host system)およびデータベース知識化オプションES/KERNEL/H/DA(ES/KERNEL/Host system/Data base Assistant)では、VOS3 RDB1(Virtual-storage Operating System 3 Relational Data Base 1)またはXDM/RD(Extensible Data Manager/Relational Database)のRDBの表データをESのフレームに変換したり、フレームをデータとしてデータベースに格納する機能を提供する。

また、情報処理システム側にデータベースアクセス処理を組み込めば、RDB以外のデータベースとの結合も実現できる。

## (b) 分散データベースとの結合

ワークステーション上でESを運用する場合、ワークステーション上にあるデータベースを利用したり、拡張ホストアクセス機能により、ホストコンピュータ上の大規模データベースからワークステーション上のデータベースへデータを転送して利用する。ES/KERNEL/W(ES/KERNEL/Workstation)では、クリエイティブワークステーション2050上のOFIS/POL-EV(Office Automation and Intelligence System Software/Problem Oriented Language-Excellent View), RDB, EXCEED2(Executive management Decision support system 2)の表データを知識ベースに格納して推論に用いたり、推論結果をデータベースに格納することができる。

## (3) システム環境の統一

システムAIでは、ワークステーションおよびホストシステムでの開発を実現する。運用については、単にホストまたはワークステーションだけの運用でなく、ホストとワークステーションとの連動を実現した。

## (a) システム開発環境

(i) ワークステーション側のES/KERNEL/Wによる開発環境

(ii) ワークステーション側のES/KERNEL/Wとホスト側のES/KERNEL/Hとの連携による開発環境

(iii) ホスト側によるTSSでの開発環境

## (b) システム実行環境

(i) ワークステーション単独の処理

現在、2050シリーズ、2020シリーズおよびDPOS(Distributed data Processing Operating System)営業店システム分散機で実行できる。

(ii) ワークステーションとホストシステムとの連動

VOS3上のHOAP/LINK(High Level Object Management and Processing Link Controller)とHI-UX(Hitachi-UNIX<sup>※</sup>)上のCAM-EXによるマイクロメインフレーム結合で実現する。

(iii) ホストシステムのバッチ処理またはTSS環境下での実行

(iv) ホストシステムのオンライン環境下での実行

ESは、一般のユーザーアプリケーションプログラムとして扱われ、サブシステムとして、情報処理システムから呼び出して実行できる。

現在、TMS-4V/SP(Transaction Management System-4V/System Product)・XDM/E2(XDM/Extended version 2)環境で本機能が実現できる。

## (4) 開発・利用者層の拡大

システムAIでは、より容易な開発・運用支援環境を実現する。

開発支援環境は、ES/KERNELに加えて各種構築支援ツール<sup>7)</sup>が整備され、今まで以上に開発が容易になった。診断業務用のESの開発を容易にしたES/PROMOTE/W-DIAG(ES/Problem Oriented Tools for ES/Workstation-Diagnosis)や、過去の事例を利用してルールを作り出すES/TOOL/W-RI(ES/Tool/Workstation-Rule Induction)が提供される。

知識の機密保護や世代管理などの機能の充実は、今後の課題である。

## 3.3 システムAI実現形態

情報処理と知識処理との統合形態を、プログラムの機能形態によって表1に示す。

## (1) 前処理形の統合パターン

情報処理システムの入力データを生成・補正するESとの統合形態である。

例えば、契約査定支援システムでは、各種契約申し込みの査定に関する知識をES化し、契約の多様化への対応、手作業による誤りの防止を実現している。

## (2) 協調処理形の統合パターン

情報処理システムで処理できない部分をESに渡し、推論結果を情報処理システムにフィードバックする統合形態である。

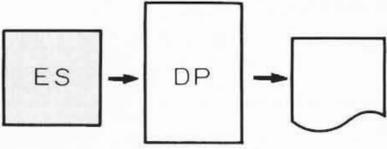
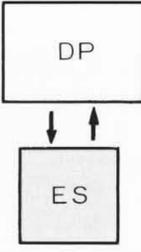
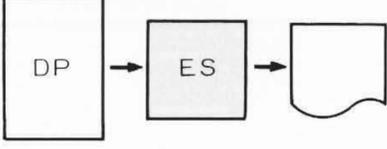
例えば、生産計画立案システムでは、計画立案担当者のノウハウをもとにES化し、多品種少量生産のニーズに対応した適切な生産計画を短期間に作成することを可能にする。

## (3) 後処理形の統合パターン

情報処理システムで処理された結果(帳票やリストを含む)

※) UNIX: 米国AT & T社ベル研究所が開発したソフトウェアであり、AT & T社がライセンスしている。

表1 システム統合形態 既存の情報処理の入力部分に知識処理を付加する形態、情報処理と知識処理とが相互に行き来する形態、および情報処理の出力部分に知識処理を付加する形態がある。

形態	アプリケーション
前処理形	 <p>あいまいな入力データを、ESが解析・判断・加工して、従来の情報処理システムの入力データとして使用できるようにする。</p>
協調処理形	 <p>情報処理システム中の分析・判断ロジックにESを用いて処理を継続する。</p>
後処理形	 <p>情報処理システムの出力データをもとに、ESが解析・説明を加え、ユーザーにわかりやすい出力結果を作成する。</p>

注：略語説明 DP (情報処理システム)

に、解釈やコメントを付加するESを統合する形態である。

例えば、売上分析支援システムでは、統計処理の専門家のノウハウをもとにES化し、統計処理結果の解釈を容易にして利用者層を拡大することが期待できる。

#### 4 システムAI適用事例

システムAIを適用または想定した代表的な事例を金融業、製造業、流通業、輸送業に絞って述べる。

##### (1) 金融業でのシステムAI事例(表2参照)

情報系システムを考える。本部情報システムでは、業績管理、原価・採算管理、資産負債総合管理ALM(Asset Liability Management)などにESが適用できる。営業情報システムでは、営業店の窓口支援、経営支援にESの適用を実現している。

##### (2) 製造業でのシステムAI事例(表3参照)

CIMの構築が望まれている。本社部門での環境変化に対応した経営意思決定業務や商品企画業務を支援するESの適用をはじめとして、基幹業務である工場部門での生産管理や資材管理を支援するESの適用が考えられる。特に、生産計画ESの構築技術の確立<sup>8)</sup>により、実現性がさらに高くなった。また、製造販売の一体化(即応化)が進み、物流部門でのESの活用が考えられる。

##### (3) 流通業でのシステムAI事例(表4参照)

まず、自社ブランドを扱う販売形態では、製造業と同様に、

表2 金融業でのシステムAI事例 本部情報システム、営業店情報システムなどで基幹データベースを利用したアプリケーションが考えられる。

システムの概要	システムの特徴
<ul style="list-style-type: none"> <li>●ディーラー支援システム 売買取引などの市場情報を管理する既存の基幹システムと連動して、売り買いのタイミングを判断し、ディーラーの判断を支援する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●リアルタイム性 (相場変動へ迅速な対応)</li> <li>●大量データの一括処理 (銘柄別時系列データ)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>●相場分析システム 既存の基幹システムで管理する相場情報をオンライン入力・分析し、売り買いのタイミングを指示する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●大量データの一括処理 (銘柄別時系列データ)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>●保険契約査定支援システム 保険加入時や入院給付金の支払い時に、既存の基幹システムで管理する被保険者の告知内容、医務査定などを基に、保険査定担当者を支援する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●大量データの一括処理 (被保険者個人別データ)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>●営業店実績管理システム 既存の基幹システムで管理する営業店の業務データ(売高など)を基に、営業店の評価を支援する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●大量データの一括処理 (営業店業務データ)</li> </ul>

表3 製造業でのシステムAI事例 CIMを実現するアプリケーションが考えられる。

システムの概要	システムの特徴
<ul style="list-style-type: none"> <li>●生産計画立案システム 既存の基幹ホストシステムで稼働している受注データ管理システムや資材管理システムなどのシステムから、データを基に生産計画を立案する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●大量データの一括処理 (顧客別受注データ、原材料発注データ)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>●需要予測支援システム IC、家電など非受注生産品に対する需要予測を、実績データおよび各種指標を基に予測支援する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●多種データの一括処理</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>●市況状況判別支援システム 原材料、資材の市況実績および予測を表示し、バイヤーを支援する(ディレードオンラインなど)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●タイムリー性</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>●在庫引き当て業務支援システム 新規の受注情報を基幹ホストシステムから受け取ると、それに対して、工場などの余剰在庫から引き当てる業務を支援する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●リアルタイム性 (顧客・営業からの問い合わせへの対応)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>●生産設備機器故障診断システム 製造ラインの製品の検査結果をオンラインでリアルタイムに収集し、異常の早期発見とその対策を管理担当者に通知する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●リアルタイム性 (故障・障害への迅速な対応)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>●品質予測管理システム 製品の品質状況から新規製品を含む不良を予測し、設計・検査部門に情報をフィードバックし、品質向上を支援する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●多種データの一括処理</li> <li>●リアルタイム性 (問い合わせへの迅速な対応)</li> </ul>

企画業務の一環として商品企画や販売計画立案支援にESの運用が考えられる。また、卸・小売業では、物流業務を知識化して、配送計画立案支援を行っている。さらに、店舗販売情報システムのサブシステムとして、従業員のワークスケジュー

表4 流通業でのシステムAI事例 本部、店舗、物流センタ、サービスセンタなどで基幹データベースを利用したアプリケーションが考えられる。

システムの概要	システムの特徴
●商品仕入れ・販売計画支援システム 基幹のホストシステムに集められたPOSデータを基に、担当バイヤーが行う商品の仕入れ・販売計画の立案を支援する。	●大量データの一括処理 (商品別の時系列売り上げデータ)
●作業スケジュールリングシステム 既存のホストシステムで管理されているPOSデータ、天気予報などを基に、売り上げ予測を行い、必要となる作業量を導き出す。それを基に、個人別(正社員、パートタイマー、アルバイトなど)の作業スケジュールを自動作成する。	●大量データの一括処理 (作業別勤務状況、商品別時系列売り上げデータ)
●配送計画立案システム 既存の基幹システムで稼働している販売管理システムや、物流管理システムに入ってくる受注データに基づき、配送計画を立案して配送計画担当者を支援する。	●大量データの一括処理 (顧客別受注データ、車両・運転手情報)
●買物・販売支援システム 過去の買い上げ履歴、趣味などの既存のホストシステムで管理している顧客別管理データ、購入の目的、予算などの個々の購入時に決定される要因を基に、ホストシステムにある売り上げ履歴データを検索し、目的や予算などに適応する事例と商品情報を表示し、顧客の買い物および売り場担当者の販売活動を支援する。	●大量データの一括処理 (顧客別買い上げデータ、商品属性データ)

注：略語説明 POS(Point of Sale)

ーリングや棚割り管理にESの適用を実現している。

(4) 輸送業でのシステムAI事例(表5参照)

車両運用、乗務員運用、修理点検を踏まえたダイヤグラム作成を中心とするESの利用が考えられる。

5 結 言

今回、企業社会のシステム化でニーズの高いESと情報処理システムとの統合から製品化を実現した。

今後、自然語理解、機械翻訳、さらに画像理解など他のAI技術と従来の情報処理との統合を図った技術開発を推進していく考えである。

システムAIコンセプトに基づき、人々の英知と経験技術を取り込んだシステムが、新しい情報処理の世界を開くものと確信している。

表5 輸送業でのシステムAI想定事例 計画を中心とした業務への適用が考えられる。

システムの概要	システムの特徴
●ダイヤグラム作成支援システム 日々の数百本から数千本の乗り物運行のためのダイヤグラム作成を支援する。	●大量データの一括処理 (ダイヤグラム、車両、乗務員データ) ●リアルタイム性 (ダイヤグラム変更作業)
●車両運用計画立案支援システム ダイヤグラムを基に、どの車両の割り当てを行うかなどの運用計画を支援する。	●大量データの一括処理 (ダイヤグラム、車両)
●乗務員運用計画立案支援システム 車両の運用計画に基づき、どの乗務員を割り当てるかなどの乗務員の運用計画を支援する。	●大量データの一括処理 (車両、乗務員データ)
●検査修繕作業支援システム 車両、レールなどの設備の故障診断およびその修理・予防保守作業計画を支援する。	●一元管理された大量設備 ●履歴データの効率的な利用・リアルタイム性 (故障診断業務)

参考文献

- 1) 楠崎, 外: 戦略情報システム構築アプローチ-情報システム統合計画技法“HIPLAN”, 日立評論, 71, 2, 109~115(平1-2)
- 2) 山中, 外: AI実用化への展望-AIシステムからシステムAIへ, 日立評論, 70, 11, 1081~1087(昭63-11)
- 3) 増位, 外: エキスパートシステム技術の動向, 日立評論, 72, 11, 1099~1104(平2-11)
- 4) 花岡, 外: エキスパートシステム構築標準手順“ESGUIDE”, 日立評論, 72, 11, 1125~1130(平2-11)
- 5) 特別レポート “第2ラウンド”を迎えたエキスパートシステム, 日経AI, 1990 1.15付録(1990)
- 6) 篠澤, 外: システムOAの概念, 日立評論, 69, 6, 495~502(昭62-6)
- 7) 吉野, 外: エキスパートシステム構築用ミドルソフトウェアの開発, 日立評論, 72, 11, 1119~1124(平2-11)
- 8) 浜崎, 外: 計画・スケジュールリング形エキスパートシステムへのアプローチ, 日立評論, 72, 11, 1131~1136(平2-11)