

NTTにおけるエキスパートシステムの応用

服部 文夫

江守 貞治

菊池 英夫

NTT 情報通信網研究所

〒 238-03 横須賀市 武 1-2356

あらまし NTTにおいては、通信サービスの円滑かつ効率的な提供のために様々なエキスパートシステム (ES) が構築され、活用されている。本稿では、ネットワークオペレーションの各業務分野毎に、ESの開発状況を紹介するとともに、実用となっている代表的な開発事例について、ES化のメリット、システム概要、技術的な特徴、導入状況などを述べる。また、今後の展望として、オペレーションの今後の動向と課題を述べ、AIを適用したインテリジェントオペレーションへの展開の必要性と、そこに求められるAI技術への期待を述べる。

キーワード エキスパートシステム, 知識処理, 知識ベース, 人工知能, ネットワークオペレーション, 通信網

Expert System Applications in NTT

Fumio HATTORI

Teiji EMORI

Hideo KIKUCHI

NTT Network Information Systems Laboratories

1-2356 Take, Yokosuka-shi, Kanagawa 238-03

Abstract NTT has built various expert systems and put them to practical use in order to provide communication service smoothly and efficiently. This paper introduce the present situation of expert systems development in the fields of NTT's network operation. Several representative expert systems are described in some detail. Then, future direction is reviewed on the basis of network operation development trend.

key words expert system, knowledge base, artificial intelligence, network operation, communication network

1 はじめに

NTTは非常に大規模かつ複雑なネットワークを用いて、多種多様な通信サービスを提供している。また、B-ISDNを始めたとする通信技術の進展にともない、今後ますますサービスは高度化、多様化していくことが予想される。このような状況において、通信サービスの高度化や円滑なサービスの提供にAI技術のはたす役割は極めて大きく、様々な取り組みが行われてきている。

ところで、通信サービスの提供という観点から考えると、「通信とAI」の関わり方については二つの視点がある[1]。

- 通信サービスを高度かつ知的にするためのAI技術の応用
- 通信サービスを円滑に提供するためのAI技術の応用

前者の典型的な例としては翻訳通信や知的ディレクトリサービスなどがあげられよう。一方後者は、お客様の要望に応じて通信サービスを滞りなくかつ効率良く提供するためのもので、いわゆるネットワークオペレーション*（以下、オペレーションと略す）への応用である。本稿ではこのオペレーションへのエキスパートシステムの応用について、NTTの状況を紹介するものである。

NTTにおけるESへの取り組みは1985年ごろに研究所で始まり、事業部門との協力によって100システム以上のESが構築されてきた。そのうち10数システムは実用システムとして日常業務の中で活用されており、中には後述するクロスバ交換機保守支援システムのように、全国100サイト以上で活躍している例もある。

しかし、NTTの膨大なオペレーション業務全体から見ると、ESが貢献しているのはごく一部であることも事実である。その意味で通信（オペレーション）におけるESの応用はターニングポイントに来ており、次なる飛躍に向けて、技術的にも新たな展開を考えるべき時に来ていると考えられる。

本稿では、NTTにおけるES開発事例を紹介するとともに、その経験を踏まえて、今後のオペレーションにおけるES（あるいは知識処理）の展開方向について、我々の考え方を述べる。またそれに関して、AI技術に対する期待を述べる。

2 NTTの業務分野とESの構築状況

NTTの業務分野は多岐にわたっているが、大別すると次のような分野にわけられる。

NW管理 通信サービスを滞りなく提供するためにネットワーク設備を運用する業務。設備の監視や保守、障害発生時の措置や修理、ネットワークの運用状況の監視と制御などがある。

*ここで言うオペレーションは通常使われる通信網の運用・保守・管理という意味よりは広く、通信サービス提供のためのあらゆる業務のことを指している

NW構築 通信サービスに供するネットワーク設備を構築するための業務。需要予測とそれに基づく設備投資計画、設備設計、設備工事計画などの設備建設工事と、その上に実際のサービスに供する回線網を構築するNW構成設計、回線開通等の業務がある。

営業販売 お客様に対して通信サービス販売する業務。マーケティング、コンサルティングや、お客様の要望に応じたサービスの設計などがある。

顧客サービス お客様から注文をいただいた後のサービスの開通や料金業務、およびサービス提供後の運用状況監視、故障受付とそれに対する措置、問い合わせへの対応などの業務がある。

社内共通 総務、経理、厚生など、一般的な社内共通業務の他に、通信サービスの提供に関連したのものとしては、多様化・高度化するサービスやシステムに対応するための要員の教育がある。

各分野のESの構築状況を図1に示す。

この図に見られるように、これまでは圧倒的にNW管理分野、特に設備の故障診断ESの構築事例が多い。しかし、最近では顧客系のサービスや販売支援への応用例も増加してきている。

3 分野毎のES構築状況と事例

以下、各分野毎にESの開発状況を概観するとともに、実用となっているESのうち代表的な事例を紹介する。

3.1 NW管理分野

ネットワーク管理分野はESの適用が最初に試みられた領域である。最も実績を上げているのは設備の故障診断であり、交換機の保守、電力設備の保守[2][3]、通信ケーブルの位置位置探索[4]、高速デジタル回線故障診断[3]、その他各種伝送装置などへの適用が行なわれている。また、オペレーションシステムや交換機のソフトウェア故障に対して、その切り分けを支援するESの構築も実績を上げている[5]。さらに、個々の設備ではなく、ネットワーク全体を監視して故障装置の切り分けや措置方法を指示する試みも行なわれているが[6, 等]、実用にはいたっていない。また、性能管理、すなわちトラフィック状況を監視してルーティング制御を行なうようなことも考えられるが、アルゴリズム的手法に対して優位性を主張できるところまでいっていないのが現状である。

3.1.1 交換機保守ES

交換機は通信サービス提供の要であり、トラブルの発生は重大な影響を引き起こすことから、常に保守者が監視している。しかし、安定したサービスの提供のために一層の品質向上が要求され

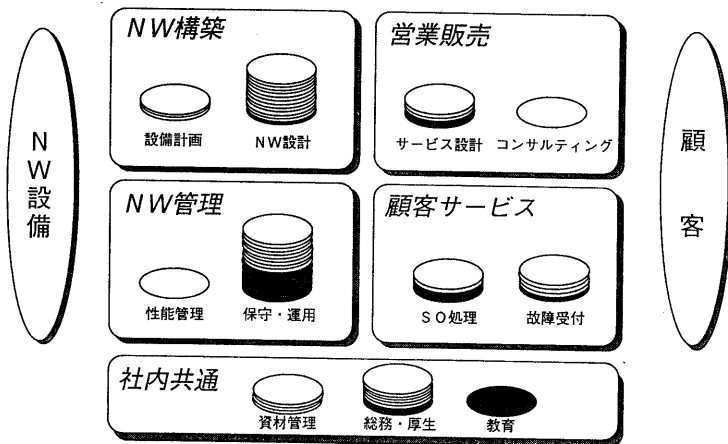


図1: NTTにおけるES構築状況

一方、保守の効率化のための集約化が進んでいる。またいずれ淘汰される旧式のクロスバ交換機などは保守者自体が減少していることから、その代替のためにESの開発が進められてきた。開発事例では、クロスバ交換機を対象としたXB-ES [7]、電子交換機を対象としたEOS-ES [8]、パケット交換機を対象としたPASPORT [2]の3システムがあり、各々100、23、15システムが現在運用中である。

交換機保守ESは交換機の出力する障害メッセージを解析し、障害原因の特定と保守者がとるべき措置方法を指示するものである。交換機は信頼性を上げるため多重構成を取っていることから、必ずしも個々のメッセージに対応する必要はない。数多く出力されるメッセージの中から、重要度、組合せ、回数等によって措置の必要な事象を識別し、対応を指示する。XB-ESとPASPORTではメッセージと原因や措置方法との対応関係を知識として記述しており、表形式の知識表現をとることで知識の作成およびメンテナンスの容易化を図っている。図2にXB-ESにおける診断結果の表示例を示す。

C400XB-ES修理依頼票							
NO	8	略名	SW	ユニット番号	A	パンチ枚数	
88年08月17日		パンチ分析期間 89/08/15から89/08/16まで					修理票ID
修理優先表示	マール種別	障害種別	運行表示	番号	修理期間	開始年月日	
	CM	WT	QGRK	25	終了年月日		
接続種別	LOGUTOG						
発信レジスタ種別	PBOR-定		PBOR.FRN17				
レジスタ番号RN	一定		RN2				
接続行号	特定ノロ目		Aコード2.4リードソロ目				
一次措置	該当PBORをCSFにて開通する。					実施図表	
SUBID	故障原因推定		アクション方法		記号		
1	該当PBORの該当接続行番号等のRDO~Bリード1リレー接点動作しきり		リードリレーの接点導通確認		A-PBORC		
2	該当PBORのAS~XSリレー接点導通		接点目視点検		A-PBORC		
3	該当PBORのra 5M~rc 2M接点不良		接点目視点検		A-PBORC		
4							

図2: XB-ES診断結果表示例

また、EOS-ESには2つの機能があり、交換機が異常になった場合にその回復措置支援を行なう機能と、異常状態の回復後、故障箇所の探索を行なう機能とがある。前者は故障事例の分析結果から症状と措置手順の関係をルール化している。また、後者では交換機の機能と構造をオブジェクト指向で表現し、装置の接続関係に着目して故障探索を行なう点に特徴がある。

3.1.2 プロトコル故障診断ES

通信に特有な故障診断システムとして、プロトコル故障診断システムがある。DDX網やISDN網で障害が発生したとき、原因によってはモニタによって収集したプロトコルのシーケンスの解析が必要となる場合がある。しかし、この解析は大量のデータの中からプロトコル仕様と適合していないシーケンスを捜し出すもので、プロトコルに関する高度な知識を必要とするとともに、原因の特定には長時間を要しているのが現状である。

ISDN - Sequence	
TE	NT
1222'039	CR.0.1
23'780	CC.0.1
25'197	DT.0.1.0.0
25'990	RR.0.1.1
26'330	DT.0.1.0.1
26'400	DT.0.1.1.1
26'611	RR.0.1.1
27'056	RR.0.1.2
27'576	DT.0.1.1.2
27'601	RR.0.1.2
28'196	RI.0.1.0
28'917	RF.0.1
22'506	
23'770	
25'330	
25'985	
26'197	
26'280	
26'618	
27'051	
27'443	
27'606	
28'191	
28'822	

図3: プロトコル診断結果表示例

プロトコル故障診断ESはこの解析を自動的に行ない、プロトコルシーケンス図とともに故障箇所、原因を表示するものである

(図3)。

診断知識はプロトコル仕様および実際の故障事例に基づいて作成しており、故障であるシーケンスパターンとそれに対応する原因とをルール形式で記述している。このシステムを利用することにより、場合によってはこれまで何時間もかかっていた解析が数分のうちに可能となっている。本システムは昨年度より導入が始まっており、迅速な故障対応に効果を発揮することが期待されている。

3.2 NW構築分野

ネットワーク構築の分野はNTTにとって非常に重要な分野であり、またESの適用に関しても有望な領域であるが、残念ながらまだ十分な成果をあげているとは言えない。その一番の理由は、NTTのネットワークの規模の大きさによると思われる。例えば網設計を考えてみても、設計の基本となるデータベースからして非常に大規模かつ設備等ごとに分散しているため、そのアクセス自体が問題であるし、さらにそれ以前に、設計にあたって考慮すべきパラメータが多岐に渡り、複雑に絡み合っているため、設計評価法自体が確立していないという問題もある。したがって、事例としては、比較的小規模である企業向けの専用網の設計支援システムが主である [3][9]。

3.2.1 プライベート網設計支援ES

プライベート網設計支援ES (PES [2]) は、専用線、回線多重化装置 (TDM)、構内交換機 (PBX) を用いたプライベート網を設計するESである。このシステムはお客様の事業所間のトラフィック量から論理的な網構成を設計し、さらにそれを実現する物理網を設計するとともに、通信品質の評価を行なう。とりうる網構成の中から事業所の集中度合、トラフィック量などをもとに現実的な解を絞り込むところに設計担当者のノウハウがいかされており、熟練担当者の設計にほぼ近い結果が得られている。図4にPESの構成を、また図5に設計結果の画面例を示す。

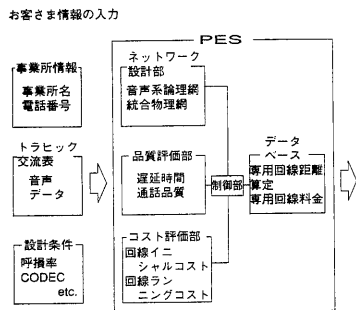


図4: PESの構成

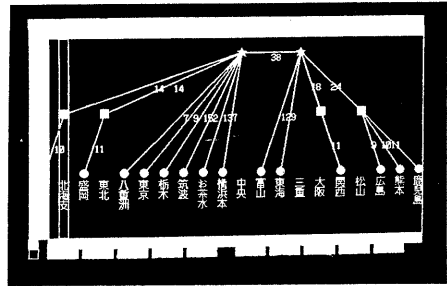


図5: PESの画面例

3.3 営業販売分野

営業販売と次の顧客サービスはお客様（人間）相手の業務であり、非定型な処理が多くなることから、AI技術の適用が期待される分野である。

営業販売分野に関して言うと、フリーダイヤル、ISDNなど提供するサービスが多様化かつ複雑になってきており、お客様のニーズにフィットした提案をタイムリに行なうためには、ES技術の必要性が高まっている。具体的な事例としては、通信機器販売支援ES [3] やISDNサービスの販売支援ESなどがある。また、前節で述べたプライベート網設計支援システムもこの分野のESの一つであると考えられる。

3.3.1 INS販売支援ES

ISDNはNTTにおいてはINSサービスとして提供されており、91年度末には10万回線を突破して順調に拡大が続いている。しかし、その販売においては、

- 回線種別や付加機能が多く、組合せが複雑である。
- 設備更改時の提案は経済比較条件が難しい。
- 技術革新が早いので販売担当者の教育が間に合わない

等の問題がある。これらの問題を解決するため、販売担当者のノウハウを体系的に整理・蓄積し、システム化することによって、お客様に最適なINSネットサービスの提案を行なうINS-ESを開発している [10][2]。

本システムは、業種、従業員数、事業所間の通信量などのお客様情報と、工事形態や支払方法などの要望を入力し、機器や回線数等の提案書、料金計算書、既存サービスとの経済比較調書を出力する。INS-ESを利用することで、これまで1~2日かかっていた作業が約30分に短縮され、かつ誤りの防止や新サービスへの迅速な対応が可能となっている。図6にINS-ESの構成図を示す。現在、首都圏を中心に28システムが運用されており、今後さらに拡大が予想されている。

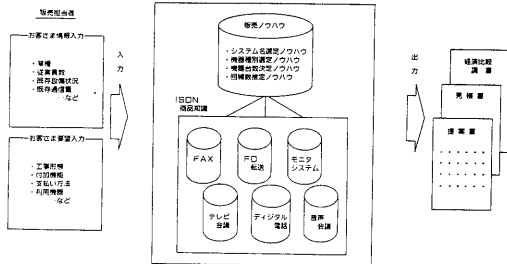


図6: INS-ESの構成

3.4 顧客サービス分野

お客様からの注文や問い合わせ等に対して、迅速かつ的確に対応するためにES技術の適用が試みられてきている。実用事例としてはまだまだ多くないが、後述のSOチェックESや、各種の故障申告に対してお客様への問診と措置方法の指示を支援する故障受け付け支援ESなどがある。

3.4.1 SOチェックES

電話などの各種注文は、営業所の窓口や116番で受け付けられた後、顧客情報システムに投入され、NW運用部門や工事部門などに通知される。この時、注文内容の矛盾や既存設備との不適合などの誤りを防止するため、人手によるチェックが繰り返行なわれているが、誤処理率の削減、チェック稼働の確保等の問題をかかえている。SOチェックES [2] は膨大な組合せのチェックをシステム化することにより、チェック稼働を約90%削減可能としている。また、業務知識の乏しい者でもチェックが可能であるため、繁忙期による他部門からの応援等が柔軟に行なえるようになる。

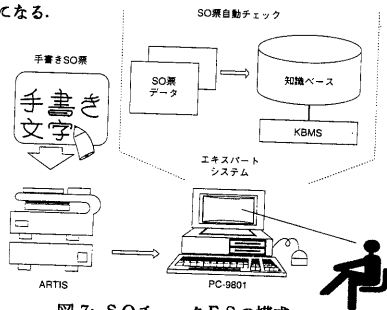


図7: SOチェックESの構成

本ESは、注文内容の形式的なチェックとともに、お客様の設備状況に基づいた注文内容の読み替え、日本語表現の曖昧さへの対応など、熟練者の知識に基づくチェックを行なうため、チェック精度の向上を全体的にはかることができる。また、一定の形式で表現されたチェック知識を内部表現に変換する知識更新機能を用意することにより、知識の保守を容易化している。なお、手書きの注文伝票を処理するために、帳票知識を用いるこ

とで高精度な読みとり精度を実現した、手書き伝票入力システムARTIS [11] を利用していることも本システムの特徴である。システムイメージを図7に示す。

3.5 社内業務分野

社内業務を支援するESとしては、総務関係の各種申請の処理を容易化する総務業務ESや、住宅資金借入れプラン作成 [2]、在庫管理等々、多種多様なESの事例がある。また、次々と導入される新技術や新サービスに対する要員の訓練を効率よく行なうため、知的CAIシステム(CAIRNEY)の導入が全社的に進みつつある。

3.5.1 総務業務ES

総務業務エキスパートシステムKOA [12] は、構築事例の比較的少ないオフィス業務を支援するESである。KOAは、社員の結婚、転居などともなる総務関係の申請を支援するもので、利用者はシステムからの質問に答えていくだけで、面倒な帳票の記入を行なう必要がなくなる。

KOAは、知識として総務知識(例えば扶養の認定基準など)そのものの他に、どのような出来事(イベント)に対してどのような申請を行なえばよいかというイベント知識と、どう申請にどのようなデータが必要かという帳票知識を持っている。システムはオブジェクト指向で作られており、イベントの入力を契機として次々と知識を起動し、最終的に社員データベースに格納されている以前の社員情報との差分を質問として利用者に問合わせる(図8参照)。このような構成とすることにより、規定の変更への対応や地域毎のカスタマイズが非常に容易になっている。

また、もう一つの特徴として質問画面の動的な生成がある。すなわち、個々の質問項目を部品化しておき、個人の状況に応じて必要な部品を選択・表示して質問を行なっていく。また、投入済みのデータの修正が必要となった場合には、矛盾の生じないように適切な所までさかのぼる実行制御を実現している。

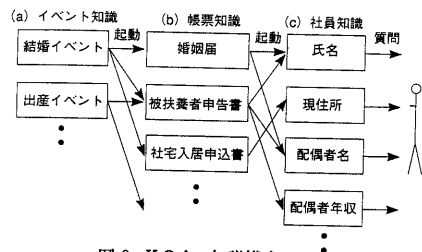


図8: KOAの知識構成

3.5.2 教育支援ES

ISDNや各種新サービス、新技術が次々と導入されていく中で、社員の教育は非常に重要な課題となっている。知的教育支援

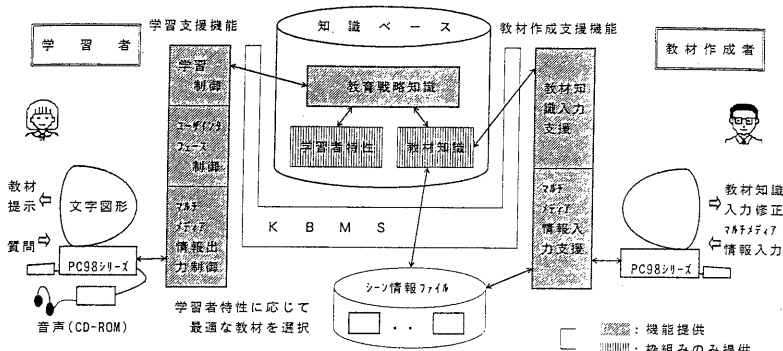


図9: CAIRNEYのシステム構成

システムCAIRNEY [13] は、パソコンを利用したいいわゆる知的CAIシステムであり、これを用いることで社員はそれぞれの職場で必要な時に各種の知識を習得することが出来る。

従来のCAIシステムでは、決められたコースウェアにそって次々と教材が提示されただけであつたのに対し、CAIRNEYでは教材はシーン情報としてデータベース化され、学習の進行状況や学習者の理解状況に合わせて、適切な教材が選択・提示される(図9)。CAIRNEYの試用利用結果によると、教師による集合研修に比べて、スキルの習得状況はほぼ同等、学習時間は約2/3で済むという結果が得られている [2]。

CAIRNEYは現在約40システムが試用導入されるとともに、教材の作成が精力的に行なわれており、今後全社的に導入が進められる予定となっている。

4 今後の動向と課題

以上に述べてきたように、NTTの中においてESは様々な分野で利用され、実際の業務に活用されてきている。しかし、これらのESで支援される業務は、NTTの膨大なオペレーション業務全体から見ればごく一部である。我々は、今後のオペレーションの高度化、効率化にとってAI技術は非常に重要な技術の一つであると考えているが、現状がそれに答えているとは言い難く、ある意味で転機に立っていることも事実である。

以下では、オペレーションの今後の動向と課題を踏まえた上で、その解決にES(AI)技術がどう貢献できるか、どのような所に適用領域があるかを考察し、さらにそれを実現するために必要となるであろう技術的な課題について述べる。

4.1 今後のオペレーションの動向と課題

これまでのオペレーションは、安定した高品質の通信サービスをいかに提供するかに主眼がおかれていた。これに対応してESの構築もネットワーク設備系のオペレーション分野に重点がおかれていたことは前述の通りである。これは電話を中心とした固定的なサービス形態を前提としていたためであると思われる。

しかし、情報化社会の進展に対応して、通信サービスに対する顧客ニーズが多様化してきている。すなわち、単なる高速、高品質な通信手段を提供するだけでなく、お客様の個々の要求に適合した機能、網構成をもった、カスタマイズ型の論理的なネットワークサービスの提供が要求されている。これに対して、ネットワーク本体は、高速、広帯域の通信手段を提供する伝達系の上に、仮想的な様々な論理ネットワークを構築できる柔構造ネットワークに変身しようとしてきている [1]。したがって、これからのオペレーションの重点は、いかにお客様のニーズに適した通信サービスをこの柔構造ネットワークを使って実現するかということにおかれてきていると言えよう。また、これにもなってお客様からの問い合わせへの対応などにも一層の柔軟性、多様性が要求される。

ところで、このようなサービスやお客様の要求は、お客様のプロフィールや地域性などによって幅広いバラエティを持つとともに、時間的な経過にもなつて様々に変動していくと考えられる。このようなものをオペレーションを取り巻く環境ととらえると、今後のオペレーションの一番の課題は、環境に柔軟に対応できる環境適応オペレーションの実現であると言えよう。

4.2 インテリジェントオペレーションへの展開

我々は、上記の環境適応オペレーションの実現にとってAI技術がキーになるものと考えている。それは、従来のコンベンショナルな情報処理技術では環境の多様性、変化に対応しきれないと

考えているからである。すなわち、個々の環境に対応して個別に固定的なオペレーションシステムを開発している現状に対して、今後のオペレーションは、様々なオペレーションの機能部品を環境に応じて組み合わせて処理を行なう形態になっていくと予想される。この時、組み合わせを柔軟にかつ変動に強い形で行なうためには、AI技術を適用したインテリジェントオペレーションの実現が必須となる。インテリジェントオペレーションの概念を図10に示す。

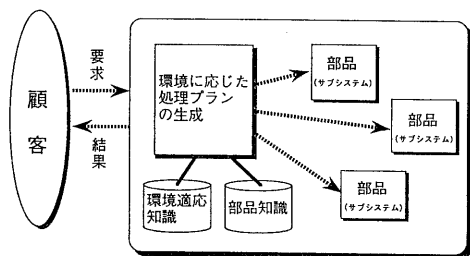


図10: インテリジェントオペレーションの概念

具体的なイメージとしては、例えば次のようなものがある。

サービス設計 お客様の要望を把握し、それに適合した通信リソース（回線などの物理資源および基本機能・付加機能などのサービス内容）を組み合わせてサービスを設計する業務。新しいサービスの追加や地域特性などに対して柔軟に対応できる必要がある。

顧客対応 お客様の問い合わせへの対応の支援。問い合わせには、故障の申告、サービス内容への問い合わせ、料金の問い合わせ、クレーム等々、非常に多岐に渡る。これを支援するシステムの構築には、多様性に対応できるフレキシビリティが必要。

4.3 AI技術への期待

それでは、上記のようなインテリジェントオペレーションの実現において、どのようなAI技術が要求されるであろうか？これまで構築されてきたESの開発の狙いを考えてみると、大部分のシステムは従来手法では解決が困難であった ill-structured な問題の解決を狙っていると思われる。すなわち、経験の積み重ねによるヒューリスティックな分類知識にもとづく故障診断や、試行錯誤的な探索による設計・計画などであり、問題解決能力そのものの高さを期待したものであったと言える。このようなESの重要性は今後とも変わるものではない。

しかし、インテリジェントオペレーションに要求されるのは個別の問題解決能力もさることながら、組合せによる問題解決能力の向上である。したがって、そこに必要とされるAI技術もこれまでとは自ずから違ったものになってくると思われる。以下、主要技術課題について述べる。

1. 適応型問題解決技術

達成すべき目標を与えられた時、それを機能部品の組合せで達成するプランを作成して実行するための技術。この時、環境に応じたプランの生成や、機能部品の特殊化を知識にもとづいて行なうことで、多様性や変化への対応が可能となり、柔軟なオペレーションの実現が期待できる。

2. 協調問題解決技術

機能部品の組合せで問題解決を行なう際に、当然、部品間での処理の競合がおきる場合がある。また、組織との対応や地理的な状況から部品が分割される場合もある。このような場合には、機能部品間の協調処理が必要となる。

3. 知識獲得/再利用技術

プラン生成のための知識や部品に関する知識の獲得が必要となる。特に、地域向けのカスタマイズや新サービスの追加の際に、既存の知識をうまく利用できることが、環境への対応性を上げるために必須の条件となる。

5 おわりに

NTTにおけるESの応用について、各業務分野における開発状況と分野毎の代表的な開発事例を紹介した。また、今後の展望として、柔構造ネットワークを用いた顧客毎のカスタマイズドサービスの提供に、環境に適応できるフレキシブルなオペレーションが必要であること、その実現には従来の個別的な問題解決能力を求めるAI技術とともに、組合せによる問題解決能力を実現するAI技術が必要とされることを指摘した。

今後、通信システムが高度化が進む時、それを有効に活用するためにはオペレーションシステムが極めて重要な役割を担うことになる。その技術的なキーポイントの一つはAI技術であり、その飛躍のために一層の努力が必要であると考えている。

参考文献

- [1] 電気通信技術審議会編：電気通信と人工知能，オーム社，1988。
- [2] [特集] エキスパートシステム，NTT技術ジャーナル，Vol.4，No.8，1992。
- [3] [特集] エキスパートシステム，NTT技術ジャーナル，Vol.2，No.1，1990。
- [4] 古賀：通信ケーブル故障位置診断エキスパートシステム，信学会誌，Vol.74，No.5，1991。
- [5] 飯田，立花：ソフトウェア故障診断エキスパートシステム，NTT R&D，Vol.39，No.3，1990。

- [6] Shimazaki H., et al. : An Integrated ISDN Fault Management System : NEOPILOT, GLOBECOM '90, 1990.
- [7] 服部 佐伯, 馬場: 交換機故障診断エキスパートシステム, 人工知能学会研究会資料, SIG-KBS-9003-17, 1990.
- [8] 藤本, 日比野, ほか: オブジェクト指向型電子交換機故障探索エキスパートシステム構成法, 信学論 (B-1), J73-B-1, 5, 1990.
- [9] 上村, 高井, 川北: 企業専用網設計支援エキスパートシステム: COMPASS, NTT R & D, Vol.40, No.1, 1991.
- [10] 岡内, 渡辺, ほか: ISDNの販売業務をシステム化, NTT技術ジャーナル, Vol.4, No.1, 1992.
- [11] 北村, 仲林, ほか: 単後知識を利用した手書き文字列処理方式, NTT R & D, Vol.39, No.3, 1990.
- [12] 中野, 小島, 金田: 容易に知識修正ができる総務業務エキスパートシステム, 人工知能学会研究会資料, SIG-KBS-9003-4, 1990.
- [13] 福原, 鈴木, ほか: 教育支援エキスパートシステム (CAIRN), NTT R & D, Vol.39, No.3, 1990.