

知識処理のための推論ソフトウェア

Software Tools for Knowledge Based Inference

知識処理技術は、従来の手続き形プログラムでは記述困難な知的な解決方法を必要とする問題に対する新しいプログラミング手法として注目を集めている。この知識処理は、ユーザーのもつ問題解決のための断片的知識と、その知識を統合、操作し結論を導く推論機能を分離することにより、部分的な知識の変更が他に影響を及ぼさないようなプログラミング体系を構築するという考え方に立脚している。知識処理用推論ソフトウェアは、知識の表現形式とともに、推論機能をユーザーに提供し、知識の計算機への移植、変更などを容易にするツールである。本稿では、中小形機分野のシステム制御応用を指向して開発し、その実用性も確認済みの日立製作所の推論ソフトウェアについて述べる。これらは推論高速性、コンパクト性に特長があり、このために実行マシンも日立制御用計算機HIDICに限らず、種々な用途に用いられるワークステーションにも適していると言える。

増位庄一* *Shōichi Masui*
 田代 勤* *Tsutomu Tashiro*
 山田直之** *Naoyuki Yamada*
 元田 浩*** *Hiroshi Motoda*
 船橋誠壽* *Motohisa Funabashi*

1 緒 言

知識工学¹⁾は、対象とする分野の専門家のもつノウハウや専門的知識を、計算機に移植することにより、専門家と同等のふるまいをする計算機システム(エキスパートシステム)²⁾を作りあげようとする、人工知能実用化のための技術である。これは、従来のプログラミング言語が不得意としていた非手続き、非定型、非数値的な知識の記述を容易とする新プログラミング技術でもある。この技術の最大の特徴は、図1に示すように専門家の知識を記憶する「知識ベース」と、記憶された知識に基づく推論を行なう「知識処理(推論)機構」を分離したことにある。知識ベースに記憶する知識は断片的なものだけでよく、知識処理機構がこれらを自動的に統合し、結論を導くという構成となっているため、知識の独立性が保たれ

る。この結果として、その修正、追加、削除が極めて容易で、機能拡張や環境変化に強いシステムを短期間に構築できるという利点が生まれる。非数値的な知識を扱う人工知能基本言語としてはLISPやPrologあるいはLONLI³⁾が著名で、これらを用いて専門家の判断過程を模擬するシステムを構築することも可能ではあるが、長期の開発期間と多くの費用を要し、現実的ではない。そこで、このエキスパートシステム開発を容易にするために開発されたものが、一般的な知識処理機構と、知識ベースに蓄えられた知識の適正さの判断と保守を行なうためのデバッガなどのプログラミング支援機構を備えたソフトウェアである。

本論文では、システム制御への応用という視点の下に開発し、実際の適用を通してその効果が確認されている表1の三つの推論ソフトウェアについて述べる。これらは、推論ソフトウェアとしての汎用機能を備え、その推論高速性、コンパクト性のために中小形機分野に適したEUREKA (Electronic Understanding and Reasoning by Knowledge Activation)を中心に、リアルタイム機能を強化した μ -EUREKA、更に、プロセス診断などのコンサルティング応用指向を強化したKRIT (Knowledge Representation and Inference Tool)から成り、知識処理の全分野に対応できるリアルタイム応用向き推論ソフトウェア体系を形成している。

最初に述べる μ -EUREKAは、IF~THEN~形式のルール表現によりFA (Factory Automation) でみられる作業物体の輸送、合体、分割というような離散形プロセスの制御プログラムが書きやすく、かつ読みやすくなることを示した世界最初のルール形制御ソフトウェアである。このソフトウェアの特徴は、リアルタイム高速推論をマイクロコンピュータで可能にした点にあり、FAの順序制御での秒以下オーダの知識処理を実現できる唯一のソフトウェアである。

EUREKAは、システム制御の全領域に適用可能な知識表現と推論機能の提供をねらいとし、専門家のもつ経験的知識をルール表現で、制御対象に関する機器の状態や機能をデータ

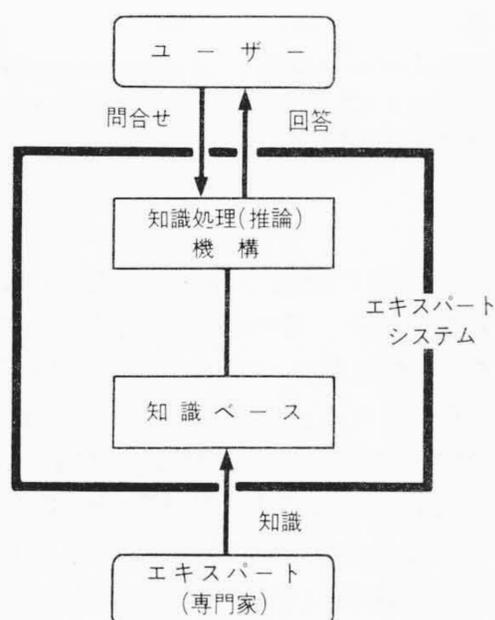
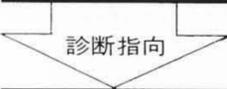


図1 エキスパートシステムの構成概念 エキスパートシステム技術の特徴は、専門家の知識を格納する「知識ベース」と、その知識を用いた推論を行なう「知識処理(推論)機構」を分離し、知識の変更を容易化した点にある。

* 日立製作所システム開発研究所 ** 日立製作所エネルギー研究所 *** 日立製作所基礎研究所 工学博士

表1 推論ソフトウェアの体系 汎用エキスパートシステム構築ツールEUREKAを中心に、リアルタイム機能を強化した μ -EUREKA、コンサルティング応用を指向したKRITがリアルタイム応用向き推論ソフトウェア体系を形成しており、知識処理の全分野に対応できるレパトリリーをもつ。

推論ソフトウェア	ねらい	知識表現法	推論機能	特徴
μ -EUREKA	<ul style="list-style-type: none"> FA (マイクロコンピュータによる) 設備直接制御 	<ul style="list-style-type: none"> if~then~形プロダクショナルルール 	<ul style="list-style-type: none"> 前向き推論 	<ul style="list-style-type: none"> 秒以下オーダーの超高速処理
EUREKA	<ul style="list-style-type: none"> 中小形機分野 汎用エキスパートシステム 	<ul style="list-style-type: none"> プロダクショナルルール オブジェクト指向 	<ul style="list-style-type: none"> 前向き推論 	<ul style="list-style-type: none"> 多様な知識表現 高速処理 デバッグ能力
				
KRIT	<ul style="list-style-type: none"> プラント診断 システム設計 	<ul style="list-style-type: none"> 述語論理 (フレーム表現) 	<ul style="list-style-type: none"> 前向き・後ろ向き推論 導出原理による推論 	<ul style="list-style-type: none"> 多様な推論機能 知識の自動変換

と手続きの組合せから成るオブジェクト指向表現で記述できる本格的エキスパートシステム構築ツールである。このソフトウェアは、知識表現の豊富さにかかわらず高速処理が可能であることと、充実したデバッグ機能をもち、システムの段階的構築に適していることを特徴としており、実用的エキスパートシステムを極めて短期間に構築できる。

KRITは、そのねらいをプラント診断、システム設計など知識間に複雑な関連をもつ応用に置き、そのための知識表現として対象の状態に関する知識の関連性の記述が容易な述語論理を採用したプロセス診断向き推論ソフトウェアである。この特徴は、多様な推論機能をもつこと、処理高速化のため、述語論理表現を知識間関連をあらかじめ構造化したフレーム表現に自動的に変換する機能をもつことで、原子炉などの複雑な構成をもつプラントのリアルタイムの診断を可能とする。

2 ユーザーフレンドリーなルール形式で知識を記述する高速推論ソフトウェア μ -EUREKA⁴⁾

2.1 μ -EUREKAのねらい

最近のFAでは、製品の多様化、ライフサイクルの短期化の傾向から、システム立上げ期間の短縮、立上げ後の設備、運用の変更への迅速な対応が求められている。これまで、FAシステムのような離散形システムでの条件判断形の制御は、FORTRANなどの汎用言語で開発した制御プログラムにより行われてきた。しかし、このような言語の表現では、対象をどう動かすかという制御ノウハウがプログラム中に埋もれてしまい、実際の制御でどう機能しているかが分かりにくく、迅速なプログラムの開発、変更の障害となっている。

μ -EUREKAでは、制御ノウハウをそのままの形でIF(条件)-THEN(結論)形のルールで記述すると、そのルールを用いた推論により、制御指令を自動的に決定する機能を提供し、制御プログラムの容易な開発、理解、変更を可能にしている。

2.2 μ -EUREKAの知識表現

μ -EUREKAでは、前述のようにユーザー知識をIF(条件)-THEN(結論)形のルールで表現する。 μ -EUREKAは、モジュラリティの向上、むだなルールの排除による処理時間の短縮といった観点から、ルールを幾つかの群に分けて登録しておき、必要に応じてルール群を選択して推論を進める機能をもっている。このため制御指令を決定するための推論用ルールと、ルール群を選択し推論を制御するためのメタルールの2種類のルールを用意している。 μ -EUREKAのルールの例を図2に示す。ルールの条件、結論は、“(, ”) ”でくくって区

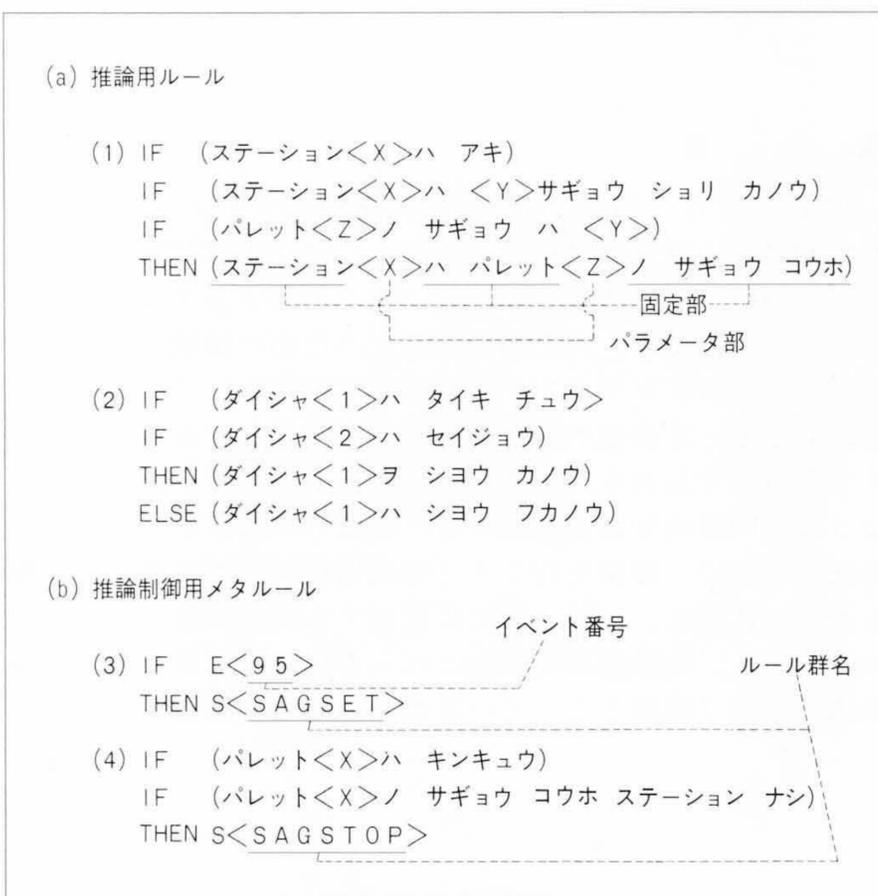


図2 μ -EUREKAのルール例 μ -EUREKAは前向き推論により設備状態から制御指令を決定する。ルールとしては、推論用ルール及び推論の制御を行なうメタルールを用意している。

別し、任意の文字列で記述できる。文字列は、条件、結論の意味を表わす固定部と、その条件、結論の当てはまる対象(設備名、番号など)を表わすパラメータ部(“<”, “>”でくくって示す。)で構成される。推論用ルールは、 μ -EUREKAインタプリタ内のワークテーブルにIF部の文字列と同じ文字列が存在すれば(しなければ)、THEN(ELSE)部の文字列を新たにワークテーブルに追加するというように、前向き推論で処理される。ここで、IF部に変数があれば、ワークテーブルからその変数に対応する具体値をすべて取り込み、AND条件を満足する値だけを結論の変数に当てはめる(JOIN演算)。本機能により、多くの選択枝の中から条件によって絞り込み、意思決定を行なうという条件判断形の制御を、容易に記述することができる。メタルールとしては、イベントNo.に基づき最初に使用するルール群を選択するためのもの、推論の途中である条件が満足された場合に次に使用するルール群を選択するものの2種類がある。

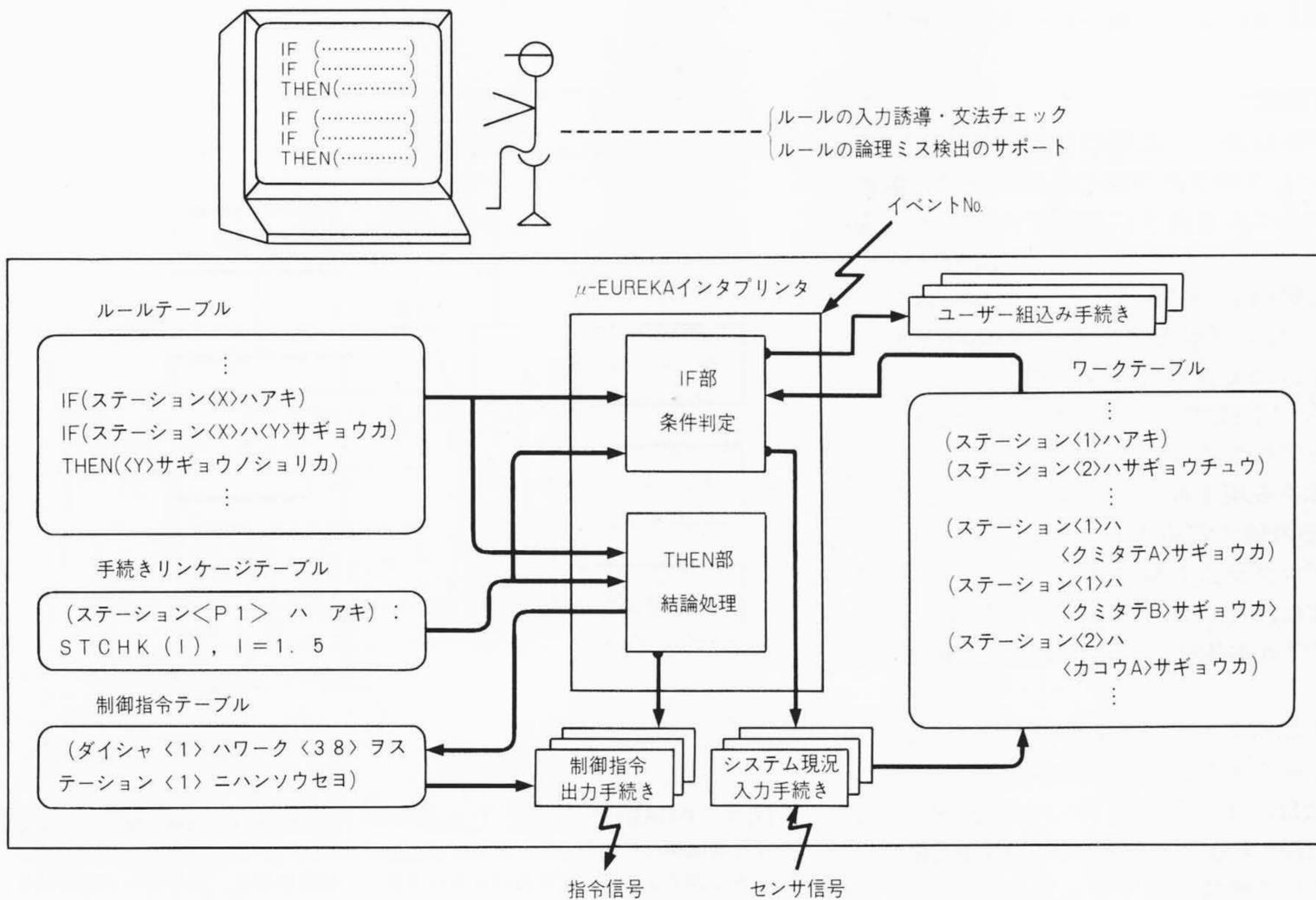


図3 μ-EUREKAを用いた制御系の構成 μ-EUREKAは、条件の組み合わせによって制御出力が決まる設備群の制御に適用できる。ユーザーは制御論理を“IF(条件), THEN(結論)”形のルールで入力し、制御対象の入出力手続き、その手続きのリンクージ定義を作成するだけでオンライン制御プログラムを作成できる。

2.3 μ-EUREKAの機能

図3に、μ-EUREKAを用いた制御系の構成を示す。ユーザーは、斜線で示す部分の手続きプログラム及びデータを作成することで、オンラインで動作する制御プログラムを実現できる。μ-EUREKAは、処理要求元からイベントNo. 付きで起動がかかると、与えられたルールに基づき前向き推論を実行する。推論の過程で制御対象の状態の判定が必要となると、システム現況入力手続きを起動しセンサ情報の判定を行なう。制御指令が決定されると、制御指令出力手続きを起動し制御対象に指令信号を発信する。また、必要に応じて、数値処理、最適化などの手続きを推論の途中で起動することができる。

μ-EUREKAでは、以上のように推論機構と外部のインタフェースを手続きプログラムを介して取る方式を採用し、ユーザー準備の任意のハードウェアに対応できるようにしている。これは、ルールの特定の文字列にあらかじめ対応づけられた手続きを、推論途中で起動する方式で実現される。文字列と

手続きの対応づけ定義の例を、図4に示す。手続きとの情報の授受は引き数を介して行なう。定義内容は、対応づける手続き名、その手続きの引き数と文字列のパラメータ部の対応、パラメータ部の取る値の範囲などである。手続きプログラムは、μ-EUREKAインタプリタがルールに記述されたその文字列の処理に達した際、自動的にコールされる。

2.4 μ-EUREKAの効果

μ-EUREKAはFAシステムでSCD(Station Coordinator)という名称で既に製品化されている。具体事例としては、ビレット精整プロセス制御⁹⁾というリアルタイム制御分野で世界初の知識工学応用として著名であるが、このほかにも自動倉庫システムのクレーンやコンベヤの制御、基板組立てショップの台車制御などに適用されている。この適用経験から、(1)プログラム非専門家でもルールを記述でき、現場ノウハウを制御プログラムに容易に反映できる、(2)制御プログラムの開発工数が削減(従来比 $\frac{1}{3}$)という効果が明らかとなっている。

3 ルール形式とオブジェクト指向を融合した高記述推論ソフト EUREKA

3.1 EUREKAのねらい

エキスパートシステム構築のためには、熟練エキスパートのもつ様々な知識を統一的フレームワークのもとに記述し処理する必要がある。エキスパート知識にはノウハウ的な経験知識のほかに、プラント構成やそれを動かす手続き的な専門知識などが含まれ、ルール記述だけでは対応できないことも多い。EUREKAは、システム制御をその主要対象とした本格的エキスパートシステム構築用ツールであり、記述性の豊富さと、処理速度の高速性をその特長としている。

EUREKAは、熟練エキスパートの設備運転に関するノウハウ知識を記述するため、μ-EUREKAと同様のルール表現に加えて、行動指示の対象となるプラント構成機器の状態と機能をデータと手続きで表現するオブジェクト指向の言語仕様を

文字列内容			
(ステーション<>ハ<>サギョウ ショリ カノウ)			
ルーチン名称: SAGCHK			
引き数No.	I/O	Pn	データ範囲
1	I	P1	1, 5, 1
2	I	P2	1, 3, 1

図4 ユーザー手続きとのリンクージ定義例 μ-EUREKAでは、ユーザーの任意の入出力ハードウェアに対応できるように、推論機構と外部のインタフェースを手続きを介して取る。手続きは、手続きリンクージ定義を行なっておくだけで、必要時μ-EUREKAにより自動的に起動される。

もち、これらの組み合わせにより、強力かつ柔軟な知識ベースを構築できる。

3.2 EUREKAの知識表現⁶⁾

EUREKAの知識表現は、ルール表現のもつ制御ノウハウ(論理処理)の表現容易性と、手続き形言語の処理高速性、数値処理の容易性を融合させることを基本に設定されている。論理処理記述形式としてIF(条件)-THEN(行動指示)形ルールを用い、ルール右辺の行動指示の対象として、フレーム形データ構造と手続きプログラム(プロセデュア)を一体化したオブジェクト指向パラダイムによる対象表現を採る。

EUREKAのオブジェクトはプロセスを構成する設備、機器(実体)の計算機内のモデルであり、**図5**に示すように、名称(オブジェクト名)、実体を表現するデータ(*Data)を属性(\$で先行される文字列)とその値で記述するとともに、その実体の機能(*Methods)をプログラム名称で表現する。このプログラムはメソッドと呼ばれ、そのオブジェクトに付随するものとみなされる。プログラム本体は、別途C、FORTRAN77などで記述する。

一方ルールは、**図6**に示すように、条件部(IF部)に、このルールが実行される時のオブジェクトの状態を記述し、行動指示部(THEN部)には、オブジェクトへの機能(メソッド)実行依頼メッセージを記述する。メッセージはEUREKAが自動的に当該オブジェクトの機能プログラムを実行する形で処理される。EUREKAのルール記述の特長は、条件部で変数("<")

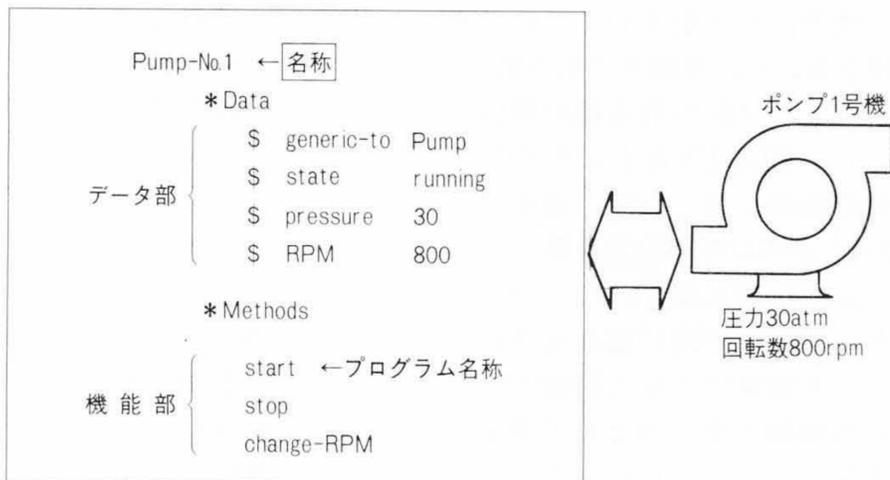


図5 EUREKAのオブジェクト例 EUREKAのオブジェクトはプロセス構成機器の状態、機能を名称、データ部(*Data)、機能部(*Methods)で記述する。この例ではポンプ1号機が圧力30atm、回転数800rpmで稼働中(running)であり、その機能としてstart、stop、change-RPMがあることが示されている(日本語記述も可能である)。



図6 EUREKAのルール例 EUREKAのルールはエキスパート知識を記述する。IF部にはオブジェクトの状態を、THEN部にはオブジェクトへのメッセージが書かれ、IF部が満足されたルールが実行される。この例ではポンプ1、2が同じ回転数(RPM)であるとき、圧力が10以上40以下で停止しているポンプにスタートメッセージが送られる(日本語記述も可能である)。

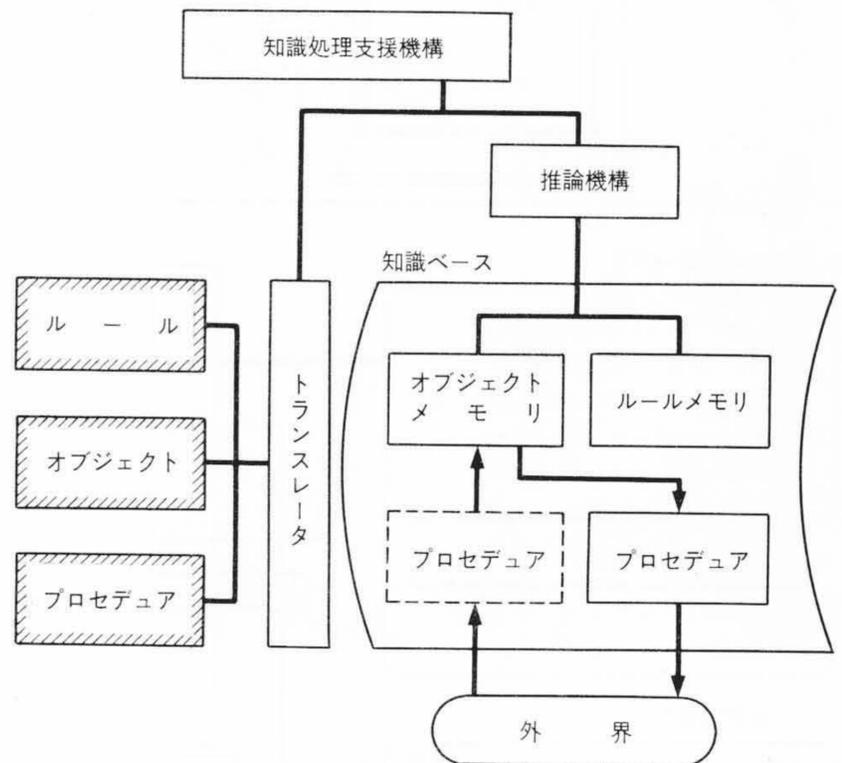


図7 EUREKAの構造 EUREKAは、知識ベース、推論機構及び知識処理支援機構から成る。ユーザーは斜線部のルール、オブジェクト、プロセデュアを記述するだけでエキスパートシステムが構築できる。ユーザーの記述はトランスレータによって知識ベース化されるコンパイル方式を採り、処理高速化を実現している。

">"で囲まれた文字列)記述が可能、属性値の二項比較(=, <, >など)が可能なる点にあり、これがユーザー知識の自然な表現を可能とするとともに、複雑な知識記述をも可能にしている。

EUREKAでは、オブジェクトにより対象プロセスの構成、機能を表現し、ルールにより、そのプロセスを操作するヒューリスティックな知識を記述する。ユーザーはこれらルール、オブジェクト、メソッドを記述するだけで容易にエキスパートシステムが構築できる。なお、オブジェクト、ルールは、日本語記述可能で漢字仮名交じり文を用いることもできる。

3.3 EUREKAの機能

EUREKAの構造は**図7**に示すように、知識ベース(ルールメモリ、オブジェクトメモリ)と推論機構、知識処理支援機構から成る。推論機構の基本推論形式は、前向き推論であり、オブジェクトの現況にマッチする条件部をもつルールを選択し、その行動指示部を実行する。条件部のオブジェクト記述は、該当オブジェクトの一部でもよく、その場合、その部分だけのマッチングが行なわれる(パーシャルマッチング)。EUREKAではリアルタイム性を確保するために、ルールの相互関係、条件部の成立状況をネットワークで表現しマッチング回数を最少化するReteアルゴリズム⁷⁾を基本にした最適推論方式を新開発し、推論速度160RULE/sec(HIDIC V90/50)を達成している。

EUREKAは、ルールの実行順序を制御するため、ルールを群分けし、その群単位で実行指示ができるメタルール機構をもっており、自由かつ柔軟にルール実行順序や推論の深さの制御ができる。したがって、アルゴリズム的知識も容易に記述できる。またオブジェクトの属性データの書き換え、値参照時にあらかじめ設定したメソッドを自動的に起動できるアクティブ属性機能をもち、プラントシミュレータが簡単に構

成できる。EUREKAは、強力なプログラミング支援機能⁸⁾をもち、これを通して、知識ベース(ルール、オブジェクト)への任意アクセスやルール実行のトレース、実行の中断、再開などができ、容易にプログラムのデバッグや段階的構築が行なえる。

3.4 EUREKAの効果

EUREKAは、今までにプラント故障診断、運転ガイダンス、プラント補修計画、製造ライン設備計画など様々な形態のエキスパートシステム開発に適用されてきた。これら応用を通してEUREKAの適用性の広さが確認されるとともに、その効果として、(1)エキスパート知識の移植による、従来の数値形制御の限界を越える制御品質の達成、(2)プロトタイピング機能の利用によるシステム開発期間の短縮、が明らかとなっている。

4 述語論理とフレーム表現を扱う高機能推論ソフト KRIT

4.1 KRITのねらい

複雑なプラントシステムの診断を行なう場合、システム構成要素間の複雑な関連の記述や診断論理の適用方式の特殊化、推論の無矛盾性の厳格な保証などが要求されることがある。これらは、EUREKAのような汎用推論ソフトでも記述可能であるが、知識記述の利便性、安全性を高めるためには、診断に適した推論ソフトを用いたほうが良い場合がある。原子炉などの動的でかつ高信頼性を要求されるシステムは、この場合に属する。KRITは知識処理技術の動的システムの診断、設計への適用を支援するために開発したツールであり、使用する知識の性質に応じて、述語論理表現、フレーム表現の2種類の知識表現法を取り扱い、それらの表現法に応じた豊富な推論機能を実現している。

4.2 KRITの知識表現

KRITでは、対象システムの物理的あるいは機能的表現に対応した階層化、構造化が容易な対象システムに関する知識に対してはフレーム表現(KRIT-FR; KRIT-FRAME)を、構造化は困難であるが高い記述能力を必要とする一般的知識に対しては述語論理表現(KRIT-PC; KRIT-PREDICATE-CALICULAS)を用いる。ただし知識表現上の制約をできるだけ少なくし、かつ記述能力を高めるためユーザーのもつすべての知識を述語論理表現で記述する。KRIT-FRで使用する知識は、述語論理表現された知識が知識編集プログラムにより自動的にフレーム表現に変換される。文字列マッチングにより推論処理を行なうKRIT-PCでは、使用する述語記号に対して特に規定はないが、KRIT-FRで使用する知識はフレーム表現に変換されるため、時間依存知識、構成要素の入出力表現などに使用する述語記号及び関数記号を数個規定している。

知識記述の例として、プラント制御などに使用される三要素制御器の機能、結合関係及び状態を表現する知識を図8に示す。同図中、小文字は規定された述語記号あるいは関数記号であり、大文字は構成要素を示す固体記号である。また、“\$”は全称記号であり、それが変数であることを意味する。

なお、KRIT-FRで使用する知識は相互に関連する3種類のフレーム群で表現される。すなわち、構成要素あるいは機能単位の属性を記述する構成要素フレーム、構成要素の入出力間関係を記述するクライテリアリティフレーム、及び数値計算に関する関数名、結果の記憶場所などを記述するシミュレータフレームである。図8に示した知識の対応する構成要素フレームを図9に示す。

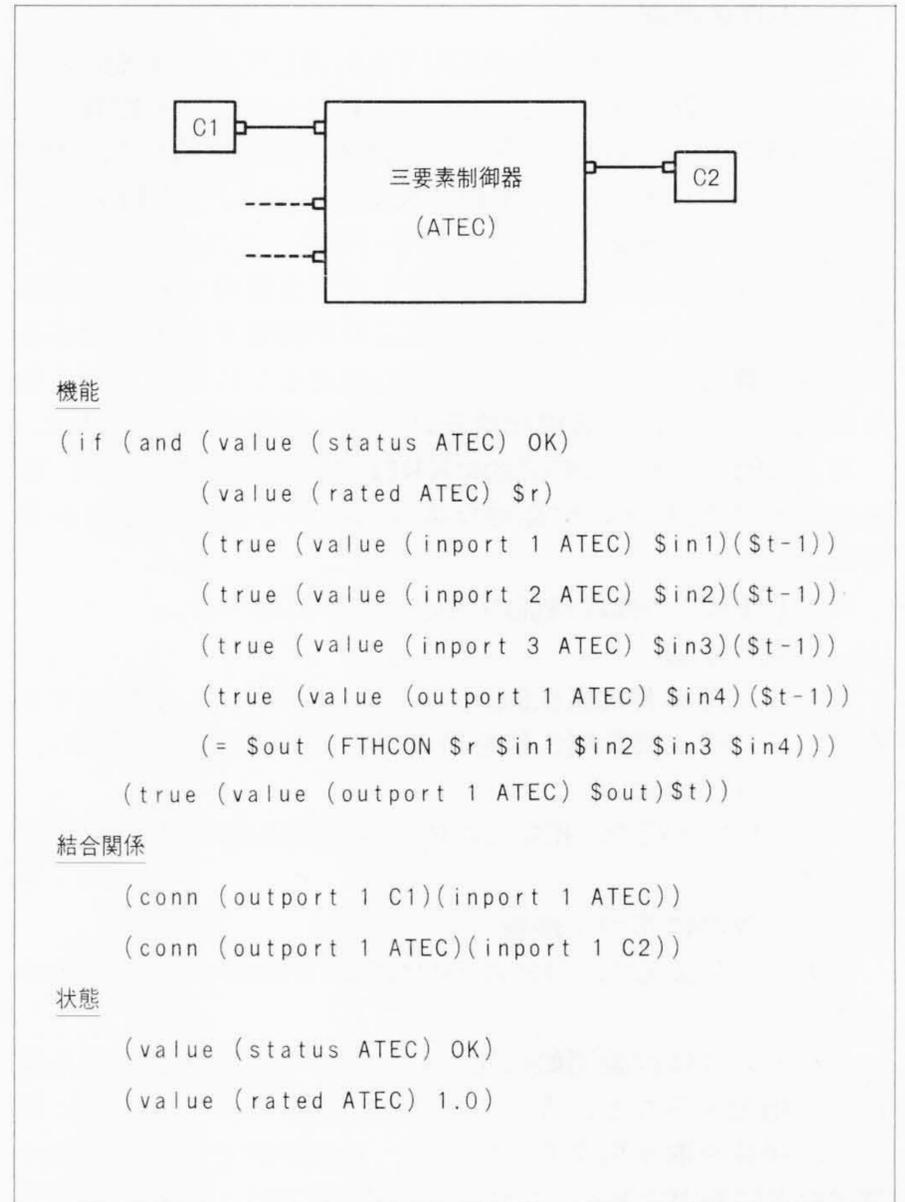


図8 KRITにおける知識記述例 3入力、1出力の三要素制御器の記述例を示す。(true A, B)は時刻BにAが成立すること、(value A, B)は、Aの値がBであることを示す。また、機能表現中FTHCONは三要素制御器の動特性を計算する数値計算プログラム名である。

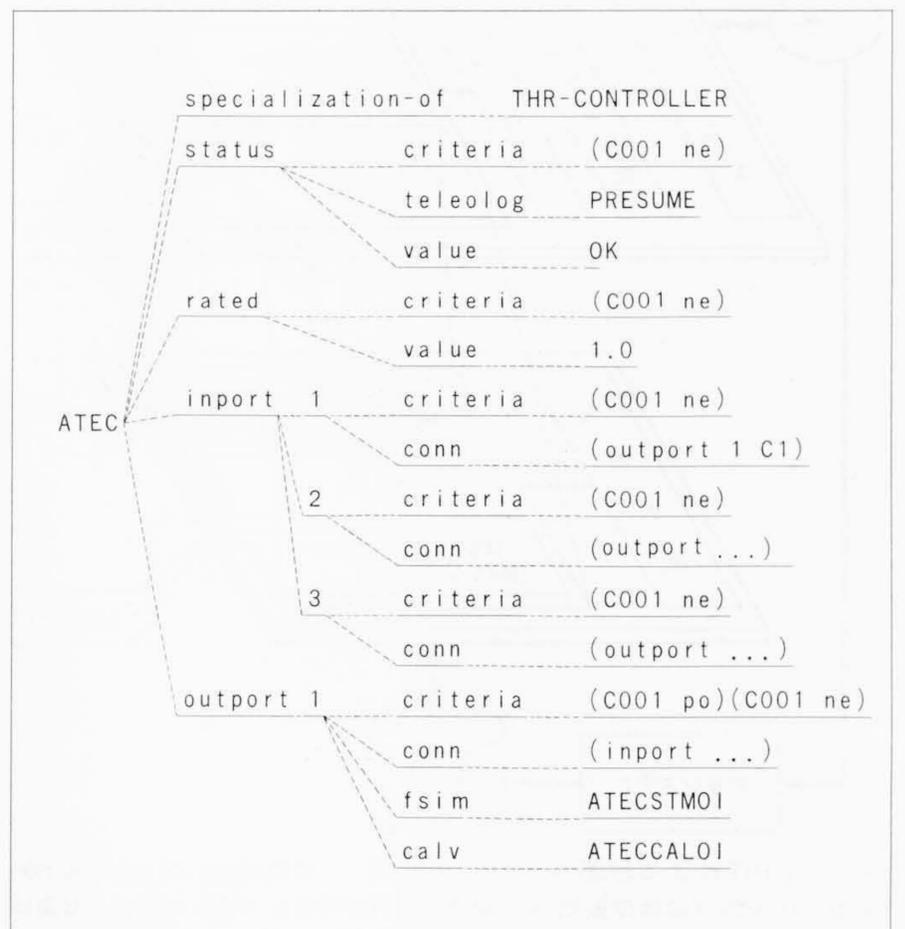


図9 KRIT-FRにおける知識格納法 三要素制御器に関する知識のフレーム表現の一部を示す。フレームは基本的に、(対象名, 属性名, 副属性名, 値)の組で表現される。動特性に関する情報は副属性名criteriaの、また、その数値計算に関する情報はfsimの値として、対応するフレーム名を記述する。

4.3 KRITの機能

動的システムの診断支援をKRITを利用して実施する際のシステム構成を図10に示す。同図に示すように、対象固有の知識はKRIT-FRで処理し、その処理はメタ知識を通じて、問題解決の一般的知識を扱うKRIT-PCで制御する。KRITの推論機能及び特徴を表2に示す。KRIT-PCは、この表のように、述語論理で表現された推論規則をそのまま実行する前向き推論、推論規則を逆に利用し条件成立の可能性を順次検索する後ろ向き推論、及び推論の方向性の指定なしに与えられた条件の成立性を検証する導出原理に基づく推論を備えている。一方、KRIT-FRでは形式的にKRIT-PCと同様であるが、推論の過程で数値計算が必要な場合にそれを実行する点が異なる。

KRIT-FRでの推論機能の用途を以下に述べる。

(1) 前向き推論

指定した構成要素属性値から、動特性を利用して結論できるすべての構成要素属性値を得る(属性値変更の影響予測)。

(2) 後ろ向き推論

与えられた状況で、指定した構成要素属性値を得る(属性値の確認)。

(3) 導出原理に基づく推論

与えられた状況で、目的に応じた知識を抽出する(必要条件の抽出)。

このうち(3)は推論開始に先立ち、導出の強制終了条件を属性名で指定することにより、推論の結果としてその推論に関与した属性を取り出す方法であり、異常診断での異常候補の抽出などに利用できる。なお、KRIT-FRでは、構成要素属性値間の因果関係をプロダクションルールで記述し、このルールを利用した推論も実施することができる。

表2 KRITの機能及び特徴 KRIT-PCもKRIT-FRも機能的に等価な推論機能を備えている。

	知識表現法	推論機能	特徴
KRIT-PC	述語論理表現	<ul style="list-style-type: none"> 前向き推論 後ろ向き推論 導出原理による推論 	<ul style="list-style-type: none"> メタ知識処理 不確実性の取扱い アジェンダ機構
KRIT-FR	フレーム表現	<ul style="list-style-type: none"> 前向き推論 後ろ向き推論 導出原理による推論 	<ul style="list-style-type: none"> 高速処理 時系列データの取扱い 動特性プログラム使用

4.4 KRITの効果

KRITはこれまでに、機器寿命予測システム、原子炉異常診断システムの開発などに適用された。これらを通じて、(1)既存の動特性解析技術を利用したエキスパートシステムが容易に構築できること、(2)論理的推論に基づく問題解決に有効であること、が確認されている。

5 結 言

種々の応用分野に対して適用可能な3種の推論ソフトウェアを示した。これらのソフトウェアを単独にあるいは組み合わせて利用することにより、任意のシステム制御用エキスパートシステムを容易かつ短期間に構築でき、システム立上げを迅速に行なうことができる。これら推論ソフトウェアは、システム制御への応用という観点から開発されたものであり、プロセスとのインタフェース、リアルタイム応用に耐える処理性能の実現を特に考慮している。この長は単にシステム制御用だけでなく、ビジネス分野への適用でも重要であり、更に、既存のソフトウェアやデータベースとの連携も容易に行なえるため、これらを活用した高度なビジネス用エキスパートシステム開発にも適用できる。

参考文献

- 1) E. A. Feigenbaum: The Art of Artificial Intelligence: Themes and Case Studies of Knowledge Engineering, Proc. of IJCAI '77 1014~1029(1977)
- 2) 辻井: プロダクションシステムとその応用, 情報処理, 20巻, 8号, 735~743(昭54-8)
- 3) 石原, 外: 知識工学基本ソフトウェア, 日立評論, 67, 12, 933~937(昭60-12)
- 4) T. Tashiro, et al.: Advanced Software for Constraint Combinatorial Control—Rule-Based Control Software for Factory Automation—, Proc. of Compint '85(Sept. 1985)
- 5) 都島, 外: 流れ作業ライン制御へのルール型制御方式の適用—製鉄所のピレット精整ライン制御への適用—, 計測自動制御学会論文集, 21巻, 10号(昭60-10)
- 6) 増位, 外: 知識制御核ソフトウェアEUREKAの記述体系, 情報処理29回全国大会論文集 6Q-5
- 7) C. L. Forgy: Rete: A Fast Algorithm for the Many Pattern/Many Object Pattern Match Problem, Artificial Intelligence, 19, 1 (1982)
- 8) 増位, 外: 知識処理核ソフトウェアEUREKAによるプラント管理制御のラピッドプロトタイピング, 情報処理30回全国大会論文集 2N-6

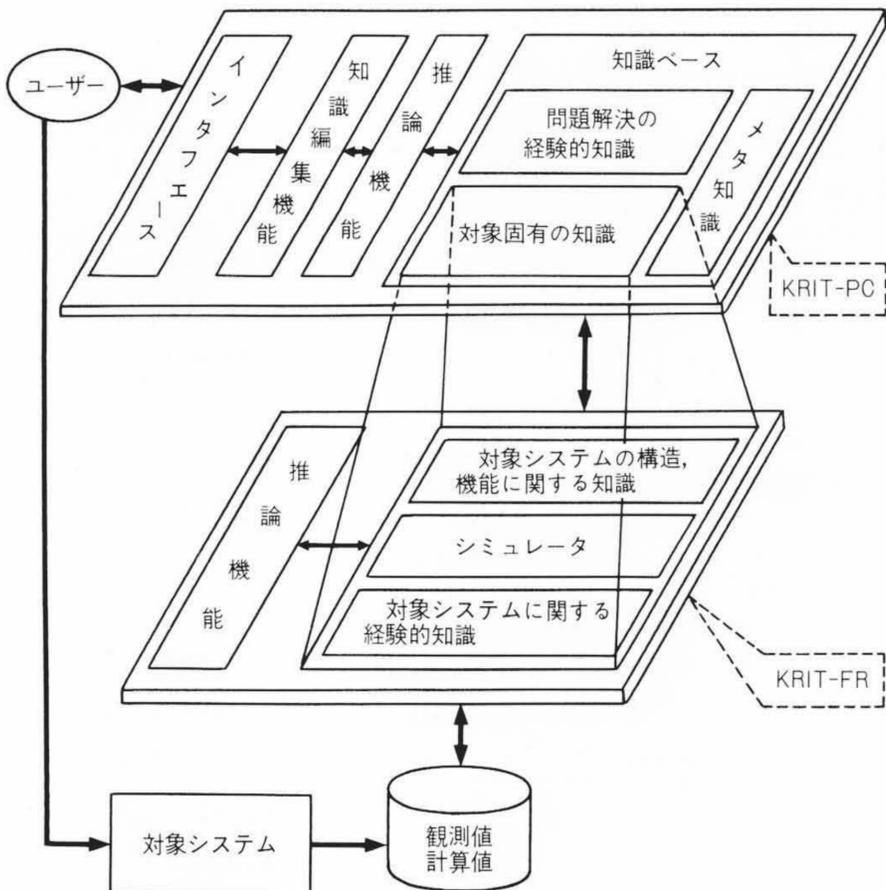


図10 KRITによる診断システムの構成 問題解決に関する一般的知識はKRIT-PC(述語論理表現)で、構造化される対象システムに関する知識はKRIT-FR(フレーム表現)で処理する。