

757. 知識工学を適用したプラント運転 ガイダンス方式の開発

木口高志*, 吉田健一*, 元田浩*, 小林節雄*

(1982年 10月21日 受理)

Method for Plant Operation Guidance by Knowledge Engineering Technique

By Takashi KIGUCHI, Kenichi YOSHIDA,
Hiroshi MOTODA and Setsuo KOBAYASHI

A method for plant operation guidance has been developed by using the Knowledge Engineering technique. The method is characterized by its capability of handling plant dynamics. The knowledge-base includes plant simulation programs as tools to evaluate dynamic behaviors as well as production rules of "if ..., then ..." type. The inference engine is thus capable of predicting plant dynamics and making decisions in accordance with time progress.

The performance of the guidance method was evaluated by simulation tests assuming various abnormal situations of a BWR power plant. It was shown that the method can detect each of the abnormal events along the course of their occurrence, and provide the guidance for corrective actions.

The operation guidance method proposed in this paper is general and is applicable not only to nuclear power plants but also to other plants such as chemical production plants and fossil power plants.

KEYWORDS: *knowledge engineering, inference engine, nuclear power plants, reactor operation, operation guidance, abnormal situations, reactor kinetics, simulation, reactor control systems, programing*

I. 緒 言

原子力発電所の稼働率, 安全性のより一層の向上を目的として, 発電所運転員の判断を支援する各種システムの開発が進められている^{(1)~(3)}。運転支援は, 通常運転から異常・事故時にまでわたるが, 本報では, 技術的課題の特に多い事故時の運転支援(以下, 運転ガイダンス)について論ずる。

従来から開発が進められている運転ガイダンス方式の一つは, あらかじめ想定した事象波及のシナリオに基づきガイダンスする方法である。その代表例が, CCT(Cause-Consequence Tree)に基づくDAS(Disturbance Analysis System)であり, 実用段階の直前にある^{(4)~(6)}。一方, 事故原因は追求せず, 事故の徴候(シ

ンプトン)から対応処置を決定する, 徴候対応(シンプトン・ベース)のガイダンスの考えも採用されようとしている⁽⁷⁾。

以上の方式のうち, 事象波及のシナリオを tree(樹木)形式で表現する方式は, 特に複数の原因が重なった事象を扱う場合, treeの枝分かれが多数になり, 計算機に記憶, 処理するうえで制約をうける。また, 事故原因は可能な限り追求し, 原因に対応した処置をとることが望ましい。このような観点から, 従来のDASや徴候対応のガイダンス方式等をバックアップし, 次に述べるように, 事故時の運転支援をより質の高いものとするを目的に, 運転ガイダンス方式への知識

* (株)日立製作所エネルギー研究所(Energy Res. Lab., Hitachi, Ltd.)

工学の適用を試みた。

知識工学は、人工知能研究の方法、手段を用い、専門家の知識を利用して知的推論を計算機に行わせるために発達した、計算機科学の一分野である^{(9)~(10)}。その特徴は、知識ベースと呼ばれるデータベース内の「知識」(ルール)に基づく論理判断により結論を導くことにある。この知識工学の方法を大規模プラントの運転ガイダンス方式に適用することにより、

- (1) 多数の事象が互に関連した一連の現象を、個々の事象に関する「知識」から自動的に組み立てて表現できるため、一連の現象をシナリオで記述し準備する必要がない。
 - (2) 「知識」と推論部分を分離できるため、「知識」の追加・修正によるガイダンス機能の強化が容易である。
 - (3) 推論プロセスを表示することにより、発生している現象に対する運転員の理解を助け、運転員の判断をより確実なものとする事ができる。
- 等の利点が期待できる。これらの利点に着目して、知識工学を原子炉異常診断、運転ガイダンス方式に適用し、その有効性が示されている^{(11)~(13)}。ただし、これらの適用例では、静的な論理判断が主体であり、プラントの動的挙動を扱った運転ガイダンス方式の開発が実用上の課題とされてきた。

プラントの動的挙動を扱うためには、論理判断を行うための記号演算と、プラント動特性を評価、予測する数値演算を結び付ける必要がある。本報では、記号演算と数値演算を結び付け、プラント動特性も考慮した運転ガイダンス方式について述べる^{(14)~(15)}。

II. 知識工学を適用した運転ガイダンス方式

1. 基本的考え方

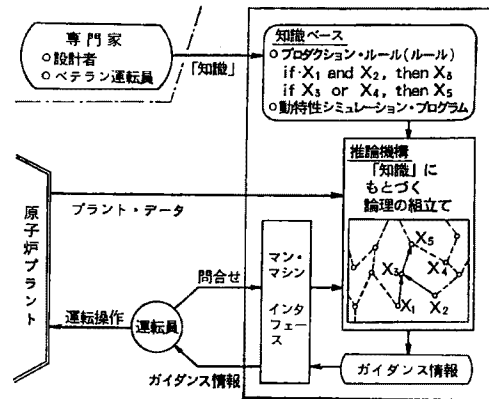
知識工学を適用した運転ガイダンス方式(知識ベース・ガイダンス方式)の基本構成を第1図に示す。

「知識」とは、原子炉プラント設計者、ベテラン運転員等のノウハウ、プラント動特性解析プログラムの解析結果に基づく運転方法に関する知見などであり、知識ベースの中に、プロダクション・ルールの形式で貯える。プロダクション・ルール(以下ルールと略)とは、

if (条件部), then (結論部)

で表現される知識である。また、プラント動特性を評価するための動特性シミュレーション・プログラムも「知識」の一部と考え、知識ベースの構成要素とした。

推論機構では、プラントの実測データと、知識ベースの「知識」に基づいて論理を組み立て、ガイダンス情



第1図 知識ベース・ガイダンス方式の基本構成

報を生成し、マン・マシン・インターフェースを介して運転員に示す。

以下、知識ベースでの「知識」の表現、推論機構での「知識」の利用について、特に本方式の特徴であるプラントの動的挙動の扱いに重点をおいて説明する。

2. 「知識」の表現 (知識ベース)

原子力発電所運転ガイダンスに必要な「知識」は、次のように分類できる。

(1) プラントの動的挙動を記述する知識

- (i) インターロック動作、スイッチ類の操作のように、オン・オフ的挙動に関する知識
- (ii) 連続的に変化するプロセス量変化に関する知識

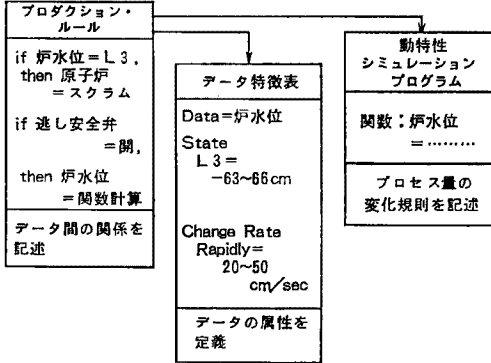
(2) 論理判断のための知識

- (i) 事故状態を推定(異常検出, 原因推定)するための知識
- (ii) 運転方法に関する知識

これらのうち、(1)-(i)、(2)-(i)、(ii)に関する知識は、if……, then……形式のルールで表現するのに適している。これに対し、(1)-(ii)は、動特性シミュレーション・プログラムのような、数値計算プログラムも利用して表現するのに適している。

以上の観点にたち、「知識」を第2図のように表現する。ルールは、データ間の関係をif……, then……形式で表現したものである。特に、プロセス量の時間変化を求めるため、ルールのthen部から関数計算(動特性シミュレーション)プログラムを直接呼び出せることが特徴である。データの特徴表は、ルールで使用している各データの属性を定義する表である。例えば、データ名=炉水位に対して、状態(State)L3とは、炉水が-63~66 cmであることを定義する。動特性シ

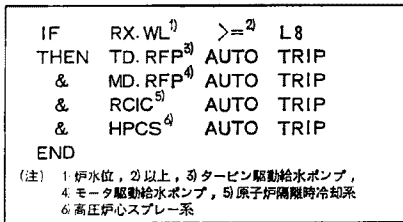
シミュレーション・プログラムは、プロセス量の変化に関する知識を記述するものであり、具体的には、FORTRAN等のサブルーチン・プログラムである。この動特性シミュレーション・プログラムは、ルールの then 部から呼び出されると、その呼び出し時刻に対応するプラント状態(プロセス量)を初期値として、次節に述べる時間ステップ幅 Δt 間のシミュレーション計算を実施し、結果(Δt 時間後のプロセス量)をルールの then 部に戻す。



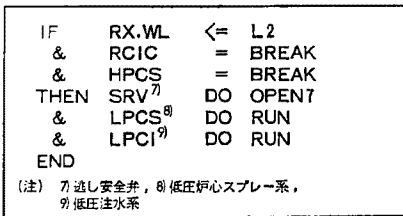
第2図 知識の表現(知識ベースの構成)

第3図に、ルールの例を示す。(a)は状態推定用のルール、(b)は運転方法決定用ルールの例である。計算機内部でのルールの表現を、(b)のルールを例として第4図に示す。計算機内部では、ルールはリスト構造で表わされている⁽¹⁸⁾。

(a) 状態推定用ルール

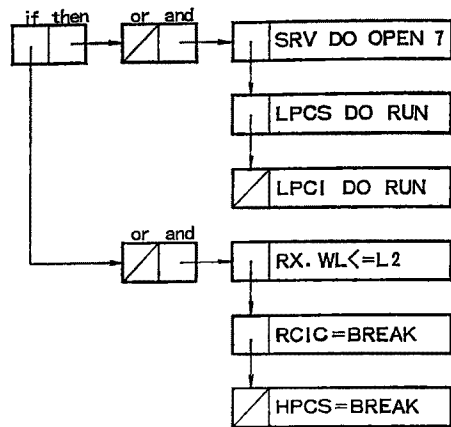


(b) 運転方法決定用ルール



第3図 プロダクション・ルールの例

以上のように、本方式での「知識」表現の特徴は、記号演算に適したルールと、数値演算に適した動特性シ

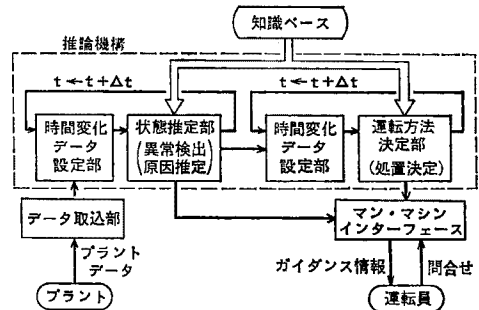


第4図 計算機内部でのルールの表現
(例: 第3図(b)運転方法決定用ルール)

ミュレーション・プログラムとを、密に結合したことである。この結果、プラントの動的挙動の取扱いが容易になった。

3. 「知識」の利用 (推論機構)

推論機構のブロック構成を第5図に示す。推論機構は、状態推定部および運転方法決定部からなる。後に説明するように、プラントの動的挙動を扱うため、時間変化データ設定部が状態推定部、運転方法決定部の前処理部となっている。



第5図 知識の利用方法(推論機構の構成)

状態推定部は、時間ステップ幅 Δt ごとに常時起動されて異常を検出し、その原因を推定する。異常が検出されると、その結果に基づいて運転方法決定部が将来を予測しながら処置法を決定する。

従来の知識工学的方法では、記号演算が主体であり、記号演算の処理の流れがそのまま計算制御の流れになっている。一方、動特性シミュレーションでは、時間の流れが計算制御の流れになっている。今回開発したガイダンス方式では、記号演算とシミュレーション

ン計算の両者を実行している。

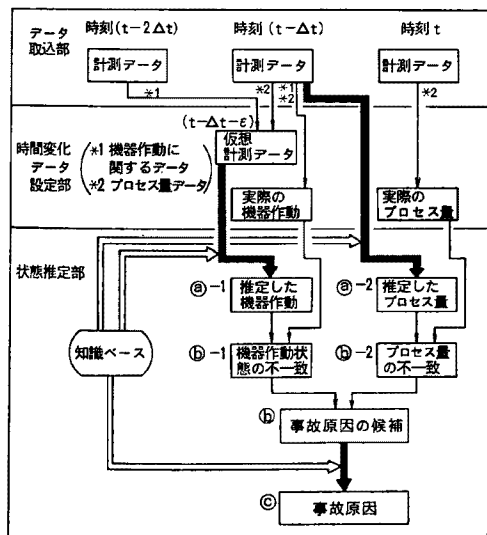
以上2つの計算処理を効果的に行うため、本方式では、時間の流れに沿った処理を主とし、記号演算をその中に含ませる制御構造とした。すなわち、第5図に示したように、時間をステップ幅 Δt で進めながら、各時刻 t ごとに状態推定(あるいは運転方法決定)を実行する。知識ベースを参照する演算は、各時間ステップごとに行われる。この方式の特徴は、ルールの中に時系列を直接取り込まなくともプラントの動的挙動を扱えること、複数の故障を時間順に検出できることである。

次に、状態推定を例に、時刻 t での推論プロセスを説明する。推論プロセスを第6図に示す。推論の基本的考え方は、以下の通りである。

- ① 知識ベースを参照して本来あるべきプラントの状態(機器作動状態とプロセス量)を推定する。
- ② 推定したプラント状態(本来あるべき姿)と実際を比較し、互いに矛盾する事象を抽出する。
- ③ 抽出した事象のうち、矛盾の原因となった事象を知識ベースを参照して選び出し、事故原因とする。

以上の基本的考え方は、第6図に示した手順により実現できる。

- ①-1 時間変化データ設定部で作成した仮想計測データから、時刻 $(t-\Delta t)$ での機器作動を推定する。仮想計測データは、時刻 $(t-\Delta t)$ での機器作動直前 $(t-\Delta t-\epsilon)$ のプラント状態を表わすデータで



第6図 時刻 t での状態推定

あり、実際には計測されていない。そこで、機器作動状態に関するデータとしては、その状態はオンオフ的であるから $(t-2\Delta t)$ での状態が $(t-\Delta t-\epsilon)$ まで保持されていると仮定して、時刻 $(t-2\Delta t)$ での計測データを採用する。連続的に変化するプロセス量に関するデータとしては、 $(t-\Delta t-\epsilon)$ の値と $(t-\Delta t)$ の値とが等しいと仮定して、 $(t-\Delta t)$ での計測データを採用する。

- ①-2 時刻 $(t-\Delta t)$ の計測データから、時刻 t でのプロセス量を推定する。
- ② ①-1で推定した機器作動状態と、時刻 $(t-\Delta t)$ での実際の機器作動状態との不一致(②-1)、および①-2で推定したプロセス量との不一致(②-2)を事故原因の候補(③)とする。
- ③ 原因の候補のうち、他の候補から派生したと判断できるものを除き、残った候補を事故原因と推定する。

①-1, -2 での状態推定, および③ での原因推定では、知識ベース(ルール, シミュレーション・プログラム)を参照する。知識ベースの利用方法は、一般的な Forward chaining であり¹⁷⁾、その基本的考え方を[脚注]に示す*。

Ⅲ. 知識工学を適用した運転ガイダンス方式の評価

第Ⅱ章で述べた運転ガイダンス方式に基づき、オフライン版の計算機プログラムを作成し、本方式の有効性を下記の項目に重点をおいて評価した。

- (1) 複数の原因が重なった事象が発生したとき、個々の事象に関する「知識」から一連の事象波及シナリオを構成できること。
- (2) 「知識」の一つの表現形式として導入したプラント動特性シミュレーション・プログラムにより、プラントの動的挙動を推定・予測できること。

* いま、推論のもっとも基本的な形式である三段論法を考えてみる。

- I. 大前提 $\forall x, P(x) \supset Q(x)$
- II. 小前提 $P(a)$
- III. 結論 $Q(a)$

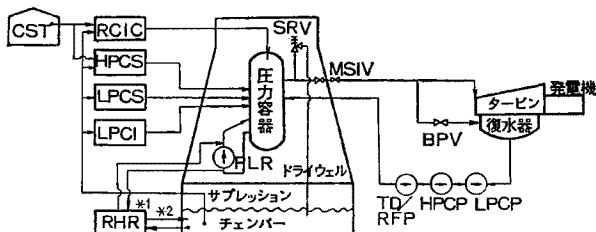
演繹とは、大前提 I と小前提 II から結論 III を導き出す推論である。この演繹的推論を実際を進めるときの手続は幾通りもありうる。I + II \rightarrow III の方向で推論を進めることを前向き推論(forward chaining)と呼ぶ。逆に、I が成り立っているとき III を証明するには、II を証明すればよいという推論を、後向き推論(backward chaining)と呼ぶ。

(3) 知識ベースに記憶した「知識」にない現象が発生した場合の本方式の有効性。

以下、対象とした原子炉プラントの概要、知識ベース、評価結果を述べる。

(1) 対象とした原子炉プラント・モデル

第7図に、対象とした原子炉プラントの主要システムを示す。このプラントは、電気出力1,100 MWクラスの沸騰水型原子炉(BWR)プラントである。本図で、RCIC, HPCS, LPCS, LPCI, RHRは安全系であり、通常は待機状態にある。



記号	名称	記号	名称
CST	復水貯蔵タンク	SRV	逃し安全弁
RCIC	原子炉隔離時冷却系	PLR	再循環ポンプ
HPCS	高圧炉心スプレー系	BPV	タービン・バイパス弁
LPCS	低圧炉心スプレー系	TD/RFP	タービン駆動給水ポンプ
LPCI	低圧注水系	HPCP	高圧復水ポンプ
RHR	残留熱除去系	LPCP	低圧復水ポンプ
	※1 停止時冷却モード ※2 プール冷却モード	MSIV	主蒸気隔離弁

第7図 沸騰水型原子炉プラントの主要システム

扱った機器・システム故障の例を第1表に示す。

第1表 機器、システム故障の例

No.	機器、システム	内容
1	タービン	故障
2	タービン・バイパス弁(BPV)	誤動作
3	逃し安全弁(SRV)	誤動作(弁固着)
4	タービン駆動給水ポンプ(TD/RFP)	故障
5	高圧復水ポンプ(HPCP)	//
6	低圧復水ポンプ(LPCP)	//
7	再循環ポンプ(PLR)	//
8	原子炉隔離時冷却系(RCIC)	故障(起動せず)
9	高圧炉心スプレー系(HPCS)	// (//)
10	低圧炉心スプレー系(LPCS)	// (//)
11	低圧注水系(LPCI)	// (//)
12	残留熱除去系(RHR)	// (//)
13	非常用ディーゼル発電機(DG)	// (//)

(2) 知識ベース

知識ベースに記憶させるルールは、第1表に示した各種故障を仮定した事故解析結果に基づき作成した。ルールの例は、第3図に示した通りである。また、ルールのみでは表現が難しいプロセス量変化に関する知識は、動特性シミュレーション・プログラムで表現した。動特性シミュレーション・プログラムで表現したプロセス量の主なものは、炉水位、炉圧、サブプレッション・プール水温等である。詳細な事故時プラント挙動解析プログラムの解析結果に基づき、注目するプロセス量の時間変化を表現する簡略化したプログラムを作成し、知識ベースに記憶させた。

以下の評価に用いたルールおよび動特性シミュレーション・プログラムの数は、次の通りである。

(1) プラントの動的挙動を記述する知識

- (i) インターロック動作、スイッチ類の操作のように、オン・オフ的挙動を表わすルール 34
 - (ii) 連続的に変化するプロセス量変化を表わすルール 40
- 同じく、動特性シミュレーション・プログラム 32

(2) 論理判断のための知識

- (i) 事故状態を推定(異常検出, 原因推定)するための「知識」 ((1)-(i), -(ii)と共通)
- (ii) 運転方法に関するルール 15

(3) 評価結果

複数の機器・システムの故障を想定して、プラント動特性解析プログラムでプラントの動的挙動をシミュレーションし、ガイダンス・プログラムへの入力データ(オンラインでプラントから取り込むべきデータ)を作成した。以下、代表的な3ケースについて、本方式により得たガイダンス情報を示す。

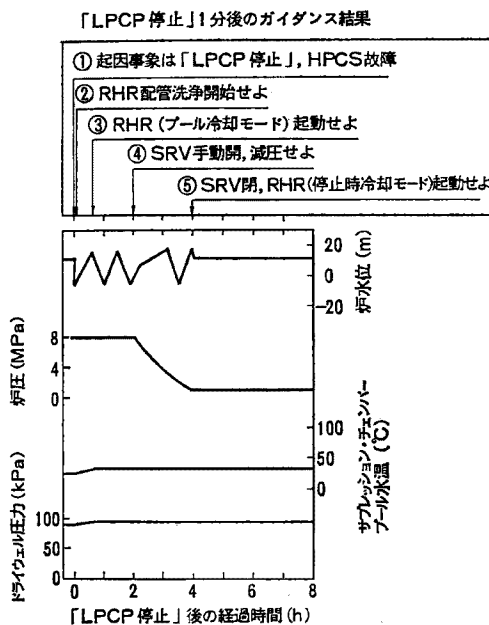
(a) ケース1

ケース1は、LPCP(低圧復水ポンプ)のポンプ軸受損傷、ポンプ・シール水流量低下等の理由による「LPCP停止(故障)」(第1表のNo.6)のため原子炉への給水が停止され、原子炉は緊急停止(スクラム)された場合である。さらに、スクラム後の炉心冷却系の一つであるHPCSも故障している場合を想定した。

第8図に、「LPCP停止」発生直後(約1min後)に、本方式による運転ガイダンス・プログラムが出力したガイダンス情報を示す。このガイダンスは、原子炉の冷温停止を目標としたものである。以下、このガイダンスの内容を説明する。

- ① この原子炉スクラムの起因事象は、「LPCP停止」であることを推定、ひきつづき自動起動すべきHPCSが故障で起動していないことを検出

- ② 冷温停止時の炉心冷却を行うためのRHR(停止時冷却モード)の配管洗浄(約4hを要す)をただちに開始するよう指示
- ③ 炉心残留熱によるサブプレッション・チェンバの水温上昇を防ぐため、約40min後にRHR(プール冷却モード)を起動するよう指示
- ④ 2h後から、SRVを手動で開き、炉圧を下げるよう指示(55°C/hに相当する変化率で減圧、2hを要す)
- ⑤ 炉圧が1.03 MPa まで下がった状態(約4h後)で、SRVを閉じ、RHR(停止時冷却モード)を起動するよう指示



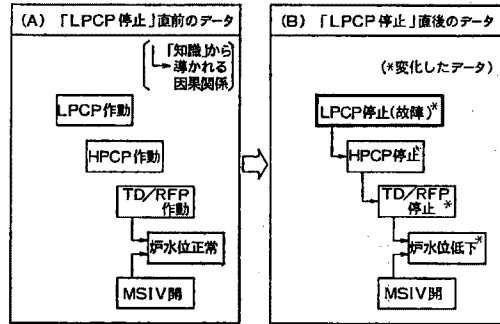
第8図 「LPCP 停止(故障)」および HPCS 故障に対するガイダンス(冷温停止する場合)

以上のガイダンス結果のうち、①「LPCP停止」がこの一連の事象の起因事象であったことを、知識ベース内の「知識」を用いて導いたプロセスを第9図に、また③RHR(プール冷却モード)起動を処置法として導いたプロセスを第10図に示す。

第9図の(A)は、「LPCP 停止」発生直前の、関連する主なプラント・データである。(B)は、「LPCP停止」発生直後のデータである。またも印は、ルール(またはシミュレーション・プログラム)により導かれる因果関係(if……, then……の関係)を示している。

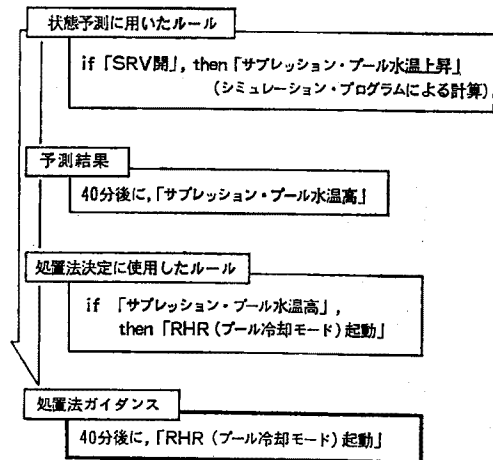
(B)の時点では、複数の機器停止(LPCP, HPCP, TD/RFP), プロセス量の異常な変化(炉水位低下)が起こ

っているが、これらはすべて、「LPCP 停止」からの派生事象として説明できる。このような推論プロセスを経て、本プログラムは、起因事象が「LPCP 停止」であることを推定した。



第9図 起因事象「LPCP 停止(故障)」を推定したプロセス

第10図では、③RHR(プール冷却モード)の約40min後の起動を処置法として推論したプロセスを示している。SRVは炉圧を一定に保つよう開閉が繰り返される。この結果、炉心残留熱がサブプレッション・チェンバのプール水温を上昇させる。知識ベースの動特性シミュレーション・プログラムは、約40min後に、「プール水温高」になることを予測する。ここで、「プール水温高」に対する処置法を決めるルールが検索され、「RHR(プール冷却モード)起動」が得られる。



第10図 処置法「RHR(プール冷却モード)起動」を推論したプロセス

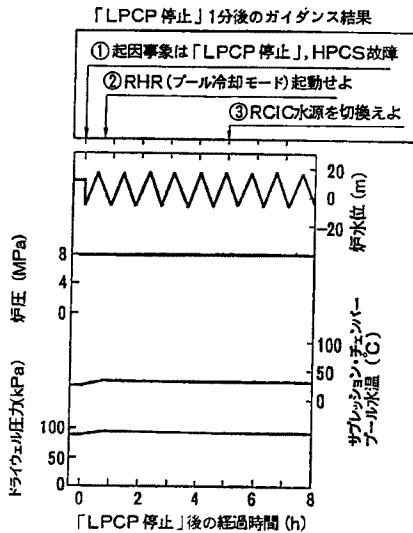
以上、ガイダンス情報を推論したプロセス2例を示した。これらのプロセスを、使用したルールも含めて運転員に示し、推論プロセスを説明することにより、運転員の最終的判断をより確実なものとするのが可

能となる。

(b) ケース 2

ケース 2は、起因事象はケース 1と同じく「LPCP 停止」であるが、原子炉を高温待機状態で保持する場合のガイダンスの例である。結果を第11図に示す。

高温待機状態では、原子炉は RCIC で冷却される。RCIC の水源は CST であるが、CST の貯蔵水は 5～6 h でなくなる。したがって、5 h 後に RCIC の水源をサブプレッション・チェンバのプール水に切り換えるようガイダンスしている。



第11図 「LPCP 停止(故障)」および HPCS 故障に対するガイダンス(高温待機する場合)

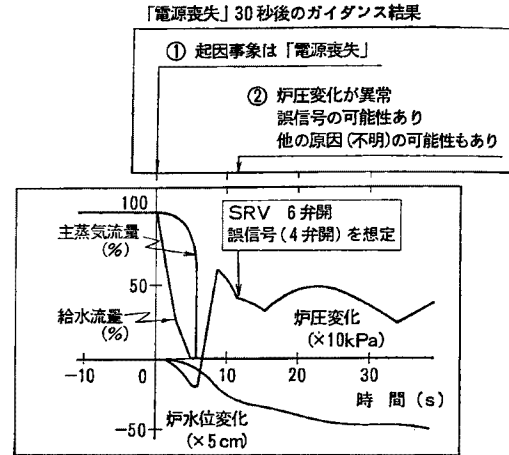
(c) ケース 3

第12図に示すケース 3は、「電源喪失」により LPCP, HPCP, PLR が停止して原子炉がスクラムされた場合である。このとき、特に SRV の弁開閉信号に誤信号があった場合を想定した。すなわち、時刻②で、実際には SRV 6 弁開であるものを 4 弁開として、本プログラムに入力した。

特に②では、入力された SRV 開閉データ(4 弁開)、炉圧等のプロセス量変化を、知識ベースの「知識」からは説明できず、結論を断定していない。このように、本方式では、「知識」で説明できない場合は、何が説明できないか、何をチェックすべきかを知らせることにより、人間の判断をうながすことになる。

(4) 評価のまとめ

以上、3 ケースを例にとり、本方式の評価結果を説明した。結果は、次のようにまとめられる。



第12図 「電源喪失」および SRV 開閉信号に誤信号が発生した場合のガイダンス

- (1) 複数の異常事象(故障)を、その発生時刻順に検出しよう。
- (2) ルール、動特性シミュレーション・プログラムにより、将来のプラント状態を予測し、その結果に基づき、あらかじめ運転処置法を提示できる。
- (3) 知識ベースの「知識」で説明できない現象に対しては、何が説明できないかを提示することにより、人間の判断をうながすことができる。
- (4) 推論のプロセスを提示することにより、人間の判断をより確実にすることができる。

上記結果のうち、特に(3)は、知識ベース・ガイダンス方式の特徴の一つとして重要である。本来、知識ベース・ガイダンス方式が対象とすべき事象は、必ずしもルーチンの対応手順が決まっているものだけではなく、想定外の事象も含む。したがって、事故原因や運転処置法を一義的に特定できない場合もありうる。このような場合にも、知識ベース・ガイダンス方式は、計算機と人間が共同で適切な解を見出してゆく上で有力な手段となる。

例に示したガイダンス情報を得るに要した計算時間は、1 ケースあたり、HITAC M-200H で約10 s である。

IV. 結 言

知識工学を適用したプラント運転ガイダンス方式を提案した。その特徴は、「知識」の表現、利用に際して、プラント動特性を直接反映できる知識ベース構成、推論機構を導入した点である。

電気出力1,100MWクラスの原子炉プラントの故障を対象に、上記のプラント運転ガイダンス方式の有効性を評価するフィージビリティ・スタディを実施した。その結果、第Ⅲ章で述べたように、複数の故障を発生時刻順に検出できること、適切な運転ガイダンス情報を提供できることを確認した。

この機能評価の結果、個々の事象に関する「知識」から、複数の事象が互いに関連した一連の現象を推定でき、また、推論過程を表示することにより人間の判断を支援できる、等の知識工学の特徴を発揮できる見通しを得た。

一方、計算時間は、本報の機能評価では約90のルールと32のシミュレーション・プログラム(関数)を用いて、約10s(HITAC M-200H)である。今後、ルール数の増加、シミュレーション・プログラムの複雑化に伴い、計算時間の短縮が課題になるが、「知識」の階層表現等により対処可能と考える。

本報では、原子炉プラントを対象として、運転ガイダンス方式について述べた。ここで提案した方式は、原子炉プラントに限らず、他のプラントの運転・制御にも適用可能である。

本研究の推進にあたり有益なコメントを頂いた日立製作所エネルギー研究所の谷口 薫氏、山田周治氏に感謝いたします。また、本研究の初期の段階で、基本的考え方に関して有益な討論を頂いた同社中央研究所の江尻正員氏、原子炉運転ガイダンスの機能について討論頂いた同社原子力事業部の能 一彦氏、後藤 篤

氏、同社エネルギー研究所の渡辺孝雄氏、加藤監治氏に感謝いたします。

—参考文献—

- (1) 原子力発電支援システム開発組合:「原子炉の安全性向上のための計算機利用」短期研究会発表論文,京大炉,(Aug., 1982).
- (2) YOSHITOSHI, H., et al.: Int. Symp. on Nuclear Power Control and Instrumentation, Munich, Oct., 1982, IAEA-SM-265/75, (1982).
- (3) HANES, L.F., et al.: *IEEE Spectrum*, 19(6), 46(1982).
- (4) BASTL, W., et al.: "Human Detection and Diagnosis of System Failures", (ed. RASMUSSEN, J., et al.), 451 (1981), Plenum Publ. Corp., New York.
- (5) MEIJER, C.H., et al.: *EPRI NP-1379*, (1980).
- (6) BASTL, W., et al.: 文献(2), IAEA-SM-265/96, (1982).
- (7) CORCORAN, W.R., et al.: *Nucl. Safety*, 22, 179 (1981).
- (8) FEIGENBAUM, E.A.: Stanford Heuristic Programming Project Memo/HPP-80-21, Stanford Univ., (1980).
- (9) 田中幸吉,他: 知識工学特集: 数理科学, 4月号, (1981).
- (10) BARR, A., et al.: "The Handbook of Artificial Intelligence", Vol. I, (1981), Heuritech Press, Stanford.
- (11) 横林正雄, 他: 原子力学会昭56分科会予稿集, C29, (1981).
- (12) 溝口文雄, 他: 知識工学入門, 講談社ブルーバックス, B-496, (1982).
- (13) WELLS, A.H., et al.: *Trans. Am. Nucl. Soc.*, 41, 41 (1982).
- (14) 木口高志, 他: 原子力学会昭57年会要旨集, D35, (1982).
- (15) 吉田健一, 他: 同上, D36, (1982).
- (16) WINSTON, P.H., et al.: "LISP", (1981), Addison - Wesley, Reading, Mass.
- (17) WATERMAN, D.A., et al.: "Pattern-Directed Inference Systems", (1978), Academic Press, New York.

○放射線医学総合研究所○ 研修生募集

○第7回緊急被曝救護訓練課程

目的 主として原子力発電所等原子力施設に関連した機関において、緊急時に救急活動に携わる者を対象として、被災者の救急処置および人体汚染計測に必要な基本的知識と技術を習得させる。

期間 7月4日(月)～9日(土) (定員 15名)

応募資格 原子力施設,これに関連する機関で、緊急被曝時に人の救急,救護活動に従事する男子救護要員で、すでに放射線計測,管理の基本的知識と経験を有する者。

研修費 不要(雑費7,000円程度)。宿泊・食事は実費負担。

申込要領 所定申込書で5月28日(土)までに放医研所長宛(養成訓練部気付)提出すること。

連絡先 (〒260)千葉市六川4-9-1

放医研 養成訓練部教務室(Tel.0472-51-2111,内線337)

○原研 RI・原子炉研修所○ 研修生募集

○第188回基礎課程

目的 RIの利用をめざす研究者,技術者を対象とし,RIの一般知識と安全取扱いおよび利用のための基礎技術を実習を通して習得させる。

期間 7月25日(月)～8月17日(水)

受講料 65,000円(定員 32名),締切 6月18日(土)

○第142回専門課程放射線管理コース

目的 RIの利用管理に関連した研究者を対象とし,放射線管理に必要な一般知識と基礎技術を講習および実習を通して習得させる。

期間 7月5日(火)～21日(木)

受講料 45,000円(定員 32名),締切 6月4日(土)

申込先 (〒113)東京都文京区本駒込2-28-49

原研 RI・原子炉研修所 (Tel.03-944-4311~3)