

JAERI - M  
89-183

原子炉異常診断システムDISKETによる  
常時監視型診断機能の検討

1989年11月

吉田 一雄

JAERI-Mレポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。  
入手の問い合わせは、日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

JAERI-M reports are issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Information Division  
Department of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-  
mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-11, Japan.

©Japan Atomic Energy Research Institute, 1989

編集兼発行 日本原子力研究所  
印刷 榎高野高速印刷

原子炉異常診断システムDISKETによる  
常時監視型診断機能の検討

日本原子力研究所東海研究所原子炉安全工学部  
吉田 一雄

(1989年10月16日受理)

知識工学的手法に基づく原子炉異常診断技術の実炉への応用を考えた場合重要となるオンライン形式による常時監視型診断機能と誤信号の識別機能に関して、手法の検討およびDISKETシステムの現行の知識表現形式を用いての上記二機能の実現の可能性について検討した。まず計算機上にオンライン診断のための模擬システムを構築した。このシステムを用いて、早期異常検知から原因の同定を行う異常診断へ自動的に移行する常時監視型診断機能およびプラントパラメータ間の相互関係より誤信号を識別する機能をルールで表現し、典型的事故例に対して診断を行い、その検証を行った。その結果、DISKETの知識ベースの特徴であるユニット構造により異常検知から診断への効率的な処理が可能であったこと、誤信号識別ルールを用いることで診断の確率が向上できることを確認した。

A Study on Continuous Monitoring & Self-started  
Diagnosis with Signal Validation  
Using DISKET  
Kazuo YOSHIDA

Department of Reactor Safety Research  
Tokai Research Establishment  
Japan Atomic Energy Research Institute  
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received October 16, 1989)

One of key issues in the application of expert system technology for transient diagnosis to real nuclear power plant is continuous monitoring and self-started diagnosis with signal validation. A method to realize this function has been proposed and verified using DISKET system developed by JAERI.

A simulation system for on-line diagnosis has first been built on the main frame computer at JAERI. The function to monitor plant status continuously and to start a transient diagnosis triggered by the early fault detection was realized in DISKET using rule representation. The signal validation function was also implemented as the rules which represent the normal relationship between main plant parameters and alarms.

The diagnosis of some typical transients with these rules has been performed for the verification study. In this results, these functions were successfully demonstrated.

Keywords: DISKET System, Self-started Diagnosis, Signal Validation,  
Continuous Monitoring

## 目 次

1. 序 .....	1
2. オンライン診断模擬システムの概要 .....	1
3. 常時監視型診断機能の検討 .....	2
3.1 異常検知の方法 .....	2
3.2 異常検知のためのルール表現 .....	2
3.3 知識ベース構造 .....	3
3.4 診断のプロセス .....	3
3.5 機能の検証 .....	3
4. 信号の検証 .....	5
4.1 誤信号の識別方法 .....	5
4.2 手法の検証 .....	6
5. 結論 .....	6
謝辞 .....	7
参考文献 .....	7

## Contents

1. Introduction .....	1
2. System Organization for Verification of Methods .....	1
3. Continuous Monitoring and Self-started Diagnosis .....	2
3.1 Method for Fault Detection .....	2
3.2 Rule Representation for Fault Detection .....	2
3.3 Restucture of Knowledge Base .....	3
3.4 Process of Diagnosis .....	3
3.5 Verification of Method .....	3
4. Signal Validation .....	5
4.1 Method .....	5
4.2 Verification of Method .....	6
5. Conclusion .....	6
Acknowledgement .....	7
References .....	7

## 1. 序

原研では、PWR型訓練用シミュレータ（SRS）を用いて知識工学的手法による原子炉異常診断システムDISKETの開発を進めている。これまでのDISKETの性能評価では、原子炉運転員が異常を認知し、手動でDISKET起動し適当な時間間隔で診断を行い推論結果を得るという想定のもとに検証を行った。同手法の原子炉異常診断への適用性を検討する段階では、これで充分であるが、次の開発ステップとして研究炉等の実炉への応用を考えた場合、次のような点が重要となる。

- a) 診断システムが、対象システムの変動を常時監視しており、異常が発生した場合、自動的にそれを検知し、診断を実行する。その結果を運転員に提示するような常時監視型診断機能が不可欠である。
- b) 実炉では誤信号の発生が考えられ、それがTMI事故のように異常事態の正しい認知を遅らせる原因となる場合もある。特に前項で述べた常時監視型診断の場合、診断に必要な信号はオンラインで診断システムに取り込まれるため、診断の確度を高いレベルに維持するためには、原因推論の前段階で、誤信号を識別し、それを排除する必要がある。

これら二つの機能を実現するにあたっての技術的問題点の検討および、DISKETシステムの現行の知識表現形式を用いた二つの機能の実現の可能性の検討を行った。

## 2. オンライン診断模擬システムの概要

常時監視型診断機能および誤信号識別機能を実現、検証するためには、DISKETによるオンライン診断を模擬する必要がある。このために、大型計算機FACOM M 380上に図2. 1に示すようなオンライン診断模擬システムを作成した。システムは、一定時間間隔（2～5秒）でプロセス信号を発生させる”原子炉模擬パート”と、DISKETを中核とする”診断パート”から成る。

”原子炉模擬パート”は、あらかじめ訓練用シミュレータで模擬した事故データを大型計算機の記憶装置に転送しておいた”事故データファイル”と、このデータファイルから、一定時間間隔で逐次、データを読み込み、ある時刻でのスナップショット事故データをデータ格納ファイルに書き込む”原子炉信号発生プログラム”から成る。

診断パートでは、診断に必要なデータをDISKETの入力形式に変換する”入力作成プログラム”が、データ格納ファイルを常時監視しており、原子炉信号発生プログラムによってデータが更新された時に、DISKET用の入力データを作成し、それを受けてDISKETが異常検知のための推論を行う。

## 1. 序

原研では、PWR型訓練用シミュレータ（SRS）を用いて知識工学的手法による原子炉異常診断システムDISKETの開発を進めている。これまでのDISKETの性能評価では、原子炉運転員が異常を認知し、手動でDISKET起動し適当な時間間隔で診断を行い推論結果を得るという想定のもとに検証を行った。同手法の原子炉異常診断への適用性を検討する段階では、これで充分であるが、次の開発ステップとして研究炉等の実炉への応用を考えた場合、次のような点が重要となる。

- a) 診断システムが、対象システムの変動を常時監視しており、異常が発生した場合、自動的にそれを検知し、診断を実行する。その結果を運転員に提示するような常時監視型診断機能が不可欠である。
- b) 実炉では誤信号の発生が考えられ、それがTMI事故のように異常事態の正しい認知を遅らせる原因となる場合もある。特に前項で述べた常時監視型診断の場合、診断に必要な信号はオンラインで診断システムに取り込まれるため、診断の確度を高いレベルに維持するためには、原因推論の前段階で、誤信号を識別し、それを排除する必要がある。

これら二つの機能を実現するにあたっての技術的問題点の検討および、DISKETシステムの現行の知識表現形式を用いた二つの機能の実現の可能性の検討を行った。

## 2. オンライン診断模擬システムの概要

常時監視型診断機能および誤信号識別機能を実現、検証するためには、DISKETによるオンライン診断を模擬する必要がある。このために、大型計算機FACOM M 380上に図2.1に示すようなオンライン診断模擬システムを作成した。システムは、一定時間間隔（2～5秒）でプロセス信号を発生させる”原子炉模擬パート”と、DISKETを中核とする”診断パート”から成る。

”原子炉模擬パート”は、あらかじめ訓練用シミュレータで模擬した事故データを大型計算機の記憶装置に転送しておいた”事故データファイル”と、このデータファイルから、一定時間間隔で逐次、データを読み込み、ある時刻でのスナップショット事故データをデータ格納ファイルに書き込む”原子炉信号発生プログラム”から成る。

診断パートでは、診断に必要なデータをDISKETの入力形式に変換する”入力作成プログラム”が、データ格納ファイルを常時監視しており、原子炉信号発生プログラムによってデータが更新された時に、DISKET用の入力データを作成し、それを受けてDISKETが異常検知のための推論を行う。

### 3. 常時監視型診断機能の検討

異常発生時において原子炉運転員は、正常状態からの何らかのズレを認知することで異常発生を知り、自分のこれまでの経験に照らして、その原因が何であるかを推論する。従って、常時監視型診断では、異常検知につづいて原因診断のための推論を行うという2ステップからなるプロセスが妥当であると考えられる。この章では、異常検知の方法、異常検知推論のためのルール表現、DISKET内での推論プロセス、機能の検証について述べる。

#### 3. 1 異常検知の方法

異常検知は、一般的には、次の2通りが考えられる。

- a) アラーム発信による検知
- b) アラーム発生前の検知

下記変数の正常値からの偏差の検知

- 1) 主要プラント状態量
- 2) 1) の変数の時間変化率
- 3) 主要制御系の制御変数

比較的進展の速い事故の場合は、a) の形態の検知のみであると考えられる。b) の形態の検知は、状態の変化が緩やかな事象において可能であり、早期に異常検知を行うことができる。この場合、偏差検知のしきい値が小さいほど、検知感度を向上でき、より早い異常検知が可能となるが、小さ過ぎると逆に、計装系のノイズ、あるいはフィードバック制御の時間遅れに起因する状態量の緩やかな揺らぎなどを異常として検知してしまうような異常の誤検知が発生しやすくなるという問題点がある。また、原子炉の運転には、大別して、起動、出力運転、停止の三モードがあり、出力運転中も、運転状態の変更等による過渡的な変化が起こりうる。従って、一定出力運転以外では、正常値は一般的に変動するため、これを予想する機能が必要になり新たな課題が生じる。本報では、簡単のために、定常運転における異常検知のみを対象とする。

#### 3. 2 異常検知推論のためのルール表現

異常検知の推論のためのルールをDISKETのルール表現形式で表した一例を図3.1に示す。「条件部に示した各プラントパラメータのいずれかが、条件を満足した時原子炉異常発生の可能性が大きい」という意見のルールである。条件部の第1項は、充填流量が定格流量(13.0t/h)より $\pm 2$ t/h以上変動した場合を以上発生条件であることを表す。このときのしきい値である $\pm 2$ t/hは、充填流量高あるいは流量低アラームの発信のしきい値の



1/2の値を用いている。第2項は、加圧器圧力の変化率を検知条件とするものである。第3項は、加圧器水位のアラーム発信の参照値である制御変数の一種を異常検知に用いた例である。また各種アラームも明確な異常兆候であるから、第4項のように条件部に含めてある。

### 3. 3 知識ベース構造

D I S K E Tの知識ベースは、図3. 2に示すような構造である。すなわち、推論仮説および兆候 (Findings) を定義するデータ定義部と、ルールを定義するルール部から成る。ルール部は、さらに知識ユニットとして細分化可能であり、不用なルールをチェックすることなく推論を実行でき推論の効率化をはかることができる。

異常検知推論は、逸早く異常を検知するため、ある時間間隔で頻繁に実行する必要がある。したがって不用なルールのチェックを極力減らし効率的に行うことが肝要であり、D I S K E Tの知識ベースの特徴である知識ユニット構造を応用して、効率的な異常検知推論を実現できる。すなわち、図3. 2の右側に示すように、異常診断のためのルールを含む従来の知識ユニットに加え、異常検知のためのルールを含む新たな知識ユニットを追加することで効率化を実現した。

### 3. 4 診断のプロセス

図3. 3に常時監視型診断のプロセスを示す。D I S K E Tシステムは、推論機構 I E R R I A Sと知識ベースから成る。従来の推論では、原子炉信号の入力と同時に、異常原因の同定を行う異常診断推論を行っていた。これに対して常時監視型診断では、平常時には、一定時間間隔で信号入力を取り込み、異常検知知識ユニット内のルールを用いて異常検知推論を行い異常でないという推論結果であれば、このプロセスを繰り返す。異常であると推論されたならば、異常診断知識ユニット内のルールを用いて原因同定のための異常診断推論を行う。一度異常診断推論プロセスが実行されると、それ以降は、新たな信号の発信にあわせて異常診断推論プロセスが繰り返され、事故原因が高い確度で推論されるまで行う。以上が常時監視型診断のプロセスの概要である。

### 3. 5 機能の検証

前述の機能をD I S K E Tに組み込みその検証を行った。異常事象としては、定格出力運転中に、コールドレグから100ガロン/分の冷却材の小リークを想定した。このときの常時監視型診断の例を図3. 4に示す。事故発生2秒後に充填流量が増加したことから異常を検知し、原因同定のための異常診断に入る。しかし、2分15秒までは、アラームの発信がないため診断不能が続くが、同時刻に加圧器水位低アラームの発信により、約40%の確信度で液相部からの小リーク、蒸気発生器 (S G) U字管破損、やや低い17%

の確信度で気相部からの小リークが原因候補として推論されている。その後3分10秒に体積制御タンクアラーム発信で液相部小リークの確信度が71%と高くなり、事故原因を正しく同定できた。事故発生2秒後という早い時期に異常検知できないにも拘らず加圧器水位低アラーム発信まで診断不能であったのは、現状の知識ベース内の異常診断ルールには、アラームに基づくルールのみしか含まれていないためである。この点は、異常診断ルールとして、アラームに基づくものだけでなく、圧力、水位などのプラント状態量の事故初期の変化の傾向に基づくルールを追加すれば、改善できる。

以上の結果から、プラント状態量などの正常値からの偏差を検知することで、早期異常検知を含めた常時監視型診断が可能であることを検証した。また知識ベースのユニット構造により異常の検知から原因の診断への効率的な処理が可能であった。

## 4. 信号の検証

この章では、誤信号の識別、いわゆる”Signal Validation”をエキスパートシステムのルール表現で行うことの可能性を検証する。

## 4. 1 誤信号の識別方法

一般的な誤信号識別の方法としては、次の三つが考えられる。

- a) 関連信号間の矛盾のチェック
- b) 独立信号間の矛盾のチェック
- c) 余剰信号（類似信号）の比較

ケース a の例としては、プラント状態量とそれに関連するアラームとの間の矛盾チェックが挙げられる。たとえば、加圧器逃しラインの温度がアラーム設定点（77℃）以上にもかかわらず、加圧器逃しライン温度高アラームが発信しなかったり、その逆で、温度が設定点以下のときにアラームが鳴れば、加圧器逃しライン温度高アラーム故障の可能性が高いと考えられる。

ケース b の例としては、信号系統は、独立しているが、そのアラームによって監視されている機器の間に関連がある場合、それぞれのアラームに物理的に矛盾があれば、どちらかのアラームが誤っている可能性が大きいといえる。たとえば、加圧器逃し弁と加圧器逃しラインは、機器的に接続しており、逃し弁を通して、蒸気の流出があった場合、逃しラインの温度は上昇する。したがって、加圧器逃し弁開信号と加圧器逃しライン温度高アラームは、両者とも発信されるのが正常であり、どちらか一方のみが発信されている場合は、どちらかのアラームの故障の可能性があると見える。

ケース c は、温度、圧力等のセンサー信号、特に原子炉スクラムに関係する信号であり、複数のセンサーを用いて計測して誤信号の排除を行う場合である。この種の信号は、ハード的にすでに Signal Validation が成されており、誤信号発生の可能性が低いと考えられる。このケースのもう一つの例としては、原子炉各部で比較的多くの計測点がある温度、圧力、流量などの信号で、それらの物理的な関係から矛盾し見出し、誤信号を識別する方法である。

以上の誤信号識別法を I F - T H E N タイプのルールで表現した例を図 4. 1 に示す。この例では、センサー信号は、何らかの方法ですでに Signal Validation 済みで、正しいと仮定している。図中、上半分に示したルールは、ケース a の例に対応したルールであり、下半分は、ケース b に対応している。

#### 4. 2 手法の検証

前述のルールをDISKETの知識ベースに組み込み、誤信号識別手法の検証を行った。異常事象としては、TMI事故シナリオを想定した。すなわち、定格出力運転中に、主給水喪失し、一次系圧力が上昇、それにともない加圧器逃し弁が開となるが、開固着状態となる。ところが弁開閉信号は、閉状態を示すというシナリオである。この事故について、誤信号識別ルールを用いて診断した場合とそうでない場合の事故後1分30秒経過した時点の診断結果を図4.2に示す。

誤信号識別ルールを用いていない診断例では、事故の主原因である主給水喪失は高い確度で診断できているが、加圧器逃し弁開固着による蒸気の小リークは、原因候補には挙がっているものの弁閉状態であるという誤信号により、低い確信度しかなく、逆に、液相の小リークの仮説が2番目に高い確信度でもって推論されている。これに対して、誤信号識別ルールを用いた診断では加圧器逃し弁閉信号は、誤信号であると仮定され推論から排除されたため、蒸気相の小リークが主給水喪失について高い確信度で推論され、液相水の小リークは、低い確信度しか持っていない。両ケースの診断結果より、誤信号識別ルールにより、誤信号が推論から排除され、原因の同定が正しく行われることがわかる。

#### 5. 結論

知識工学的手法に基づく原子炉異常診断技術の実炉への応用を考えた場合重要となる常時監視型診断機能と誤信号の識別機能について、手法の検討および、DISKETシステムの現行の知識表現形式を用いた二つの機能の実現の可能性の検討を行い次のような結果を得た。

1. プラント状態量などの正常値からの偏差を検知することで、早期異常検知を含めた常時監視型異常診断が、DISKETの現行の知識表現形式の範囲で可能であった。
2. DISKETの知識ベースのユニット構造により異常の検知から診断への効率的な処理が可能であった。
3. 誤信号識別ルールを用いることで診断の確度が向上した。

#### 4. 2 手法の検証

前述のルールをDISKETの知識ベースに組み込み、誤信号識別手法の検証を行った。異常事象としては、TMI事故シナリオを想定した。すなわち、定格出力運転中に、主給水喪失し、一次系圧力が上昇、それにもない加圧器逃し弁が開となるが、開固着状態となる。ところが弁開閉信号は、閉状態を示すというシナリオである。この事故について、誤信号識別ルールを用いて診断した場合とそうでない場合の事故後1分30秒経過した時点の診断結果を図4.2に示す。

誤信号識別ルールを用いていない診断例では、事故の主原因である主給水喪失は高い確度で診断できているが、加圧器逃し弁開固着による蒸気の小リークは、原因候補には挙がっているものの弁閉状態であるという誤信号により、低い確信度しかなく、逆に、液相の小リークの仮説が2番目に高い確信度でもって推論されている。これに対して、誤信号識別ルールを用いた診断では加圧器逃し弁閉信号は、誤信号であると仮定され推論から排除されたため、蒸気相の小リークが主給水喪失について高い確信度で推論され、液相水の小リークは、低い確信度しか持っていない。両ケースの診断結果より、誤信号識別ルールにより、誤信号が推論から排除され、原因の同定が正しく行われることがわかる。

#### 5. 結論

知識工学的手法に基づく原子炉異常診断技術の実炉への応用を考えた場合重要となる常時監視型診断機能と誤信号の識別機能について、手法の検討および、DISKETシステムの現行の知識表現形式を用いた二つの機能の実現の可能性の検討を行い次のような結果を得た。

1. プラント状態量などの正常値からの偏差を検知することで、早期異常検知を含めた常時監視型異常診断が、DISKETの現行の知識表現形式の範囲で可能であった。
2. DISKETの知識ベースのユニット構造により異常の検知から診断への効率的な処理が可能であった。
3. 誤信号識別ルールを用いることで診断の確度が向上した。

謝辞

本研究の実施にあたっては、鴻坂厚夫前室長（現企画室）、藤木和男氏（現動力炉試験炉部）から有益なコメントを頂いた。ここに深甚なる謝意を表する。

参考文献

- 1) 岡田二郎、横林正雄、溝口文雄 「知識工学的手法による原子炉事故診断システムの開発」 日本原子力学会誌 vol.25, No.6 P469 ~ 479 (1983)
- 2) Yokobayashi,M. Yoshida,K. Kohsaka,A. and Yamamoto,M. : Development of Reactor Accident Diagnostic System DISKET using Knowledge Engineering Technique, J.Nucl. Sci.Technol., 23[4],(1986)
- 3) Yoshida,K., Yokobayashi,M., Aoyagi,T., Shinohara,Y. and Kohsaka,A. : Development and Verification of an Accident Diagnostic System for Nuclear Power Plant by using a Simulator, ANS Topical Meeting on Computer Applications for Nuclear Power plant Operation and Control, Pasco, USA September (1985)
- 4) 横林正雄、吉田一雄、山本稔、鴻坂厚夫 「知識工学を用いた原子炉事故診断システムの推論機構：IERIAS」 JAERI-M 84-205 (1984)

謝辞

本研究の実施にあたっては、鴻坂厚夫前室長（現企画室）、藤木和男氏（現動力炉試験炉部）から有益なコメントを頂いた。ここに深甚なる謝意を表す。

参考文献

- 1) 岡田二郎、横林正雄、溝口文雄 「知識工学的手法による原子炉事故診断システムの開発」 日本原子力学会誌 vol.25, No.6 P469 ~ 479 (1983)
- 2) Yokobayashi, M. Yoshida, K. Kohsaka, A. and Yamamoto, M. : Development of Reactor Accident Diagnostic System DISKET using Knowledge Engineering Technique, J. Nucl. Sci. Technol., 23[4], (1986)
- 3) Yoshida, K., Yokobayashi, M., Aoyagi, T., Shinohara, Y. and Kohsaka, A. : Development and Verification of an Accident Diagnostic System for Nuclear Power Plant by using a Simulator. ANS Topical Meeting on Computer Applications for Nuclear Power plant Operation and Control, Pasco, USA September (1985)
- 4) 横林正雄、吉田一雄、山本稔、鴻坂厚夫 「知識工学を用いた原子炉事故診断システムの推論機構：IERIAS」 JAERI-M 84-205 (1984)





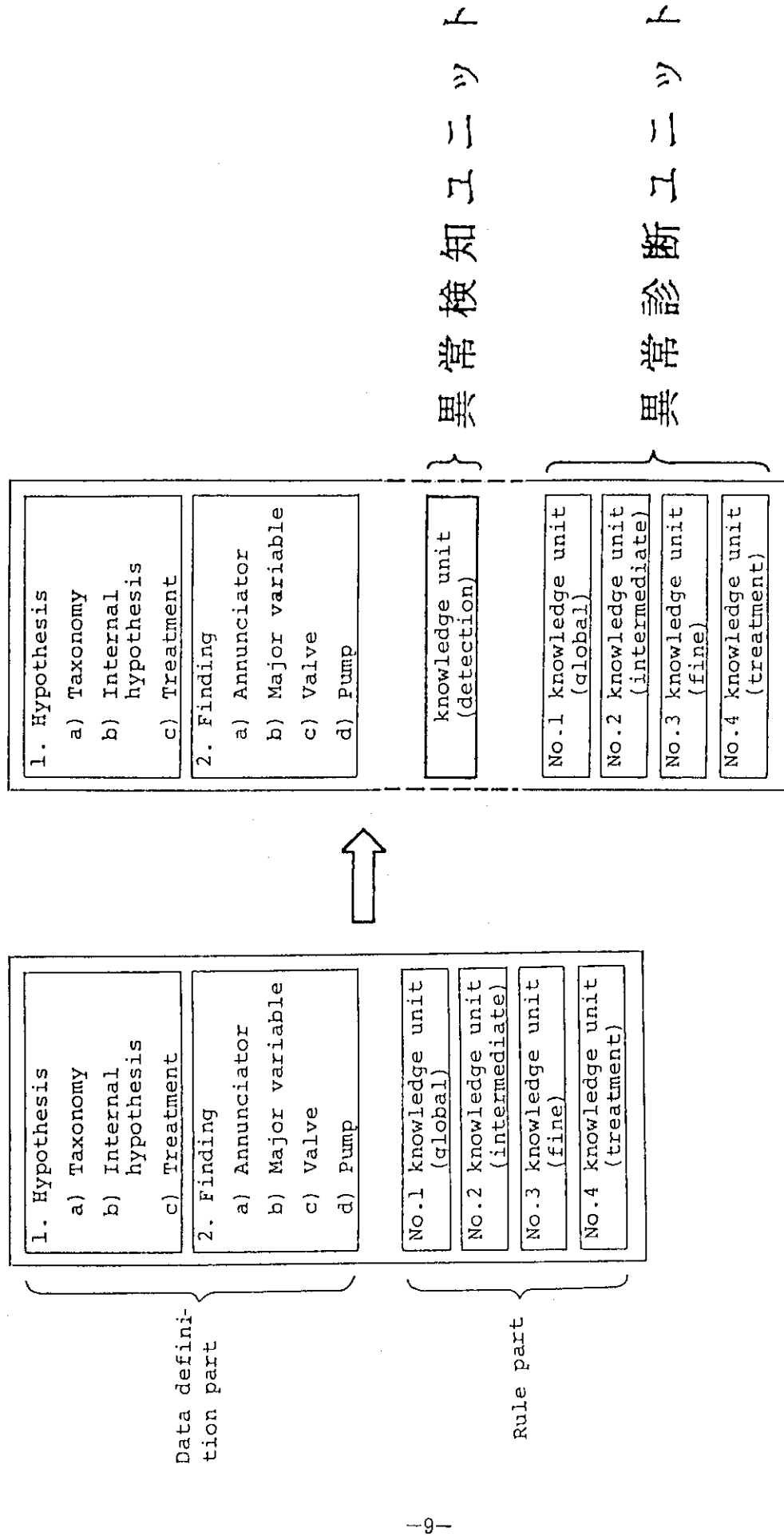
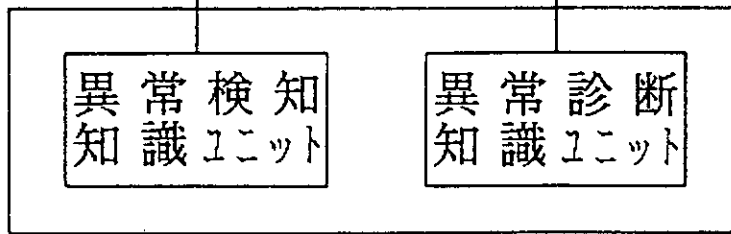
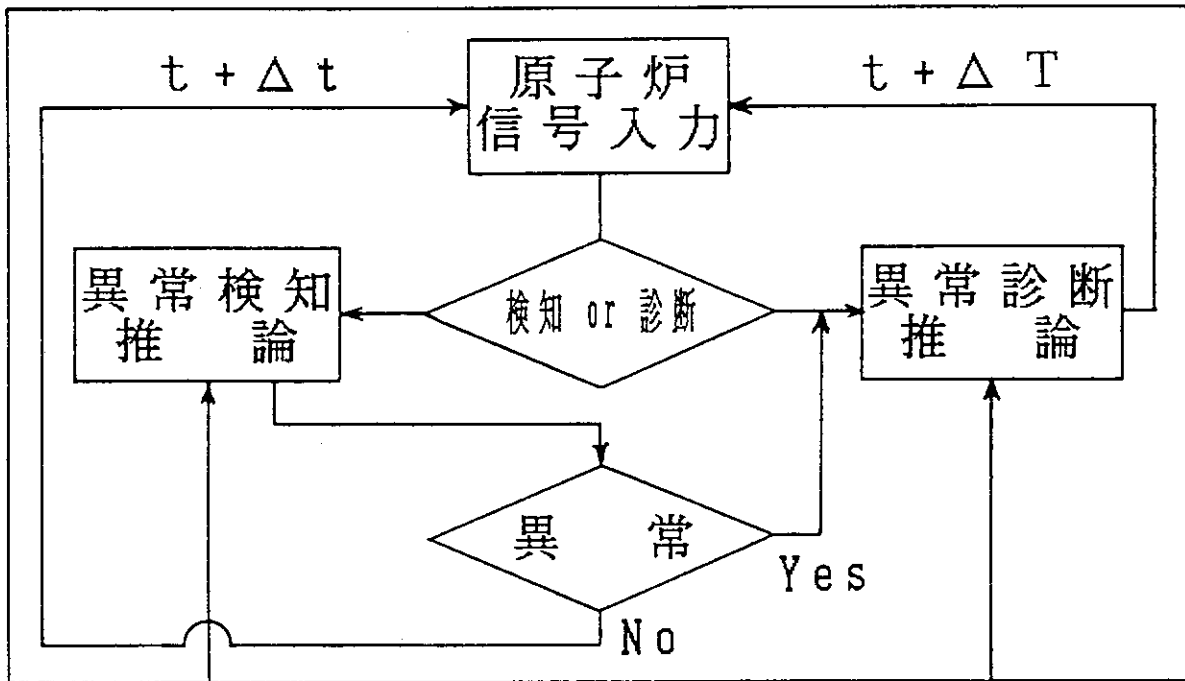


図 3.2 知識ベース構造の変更

< I E R I A S >



< 知識ベース >

図 3.3 常時監視型診断のプロセス

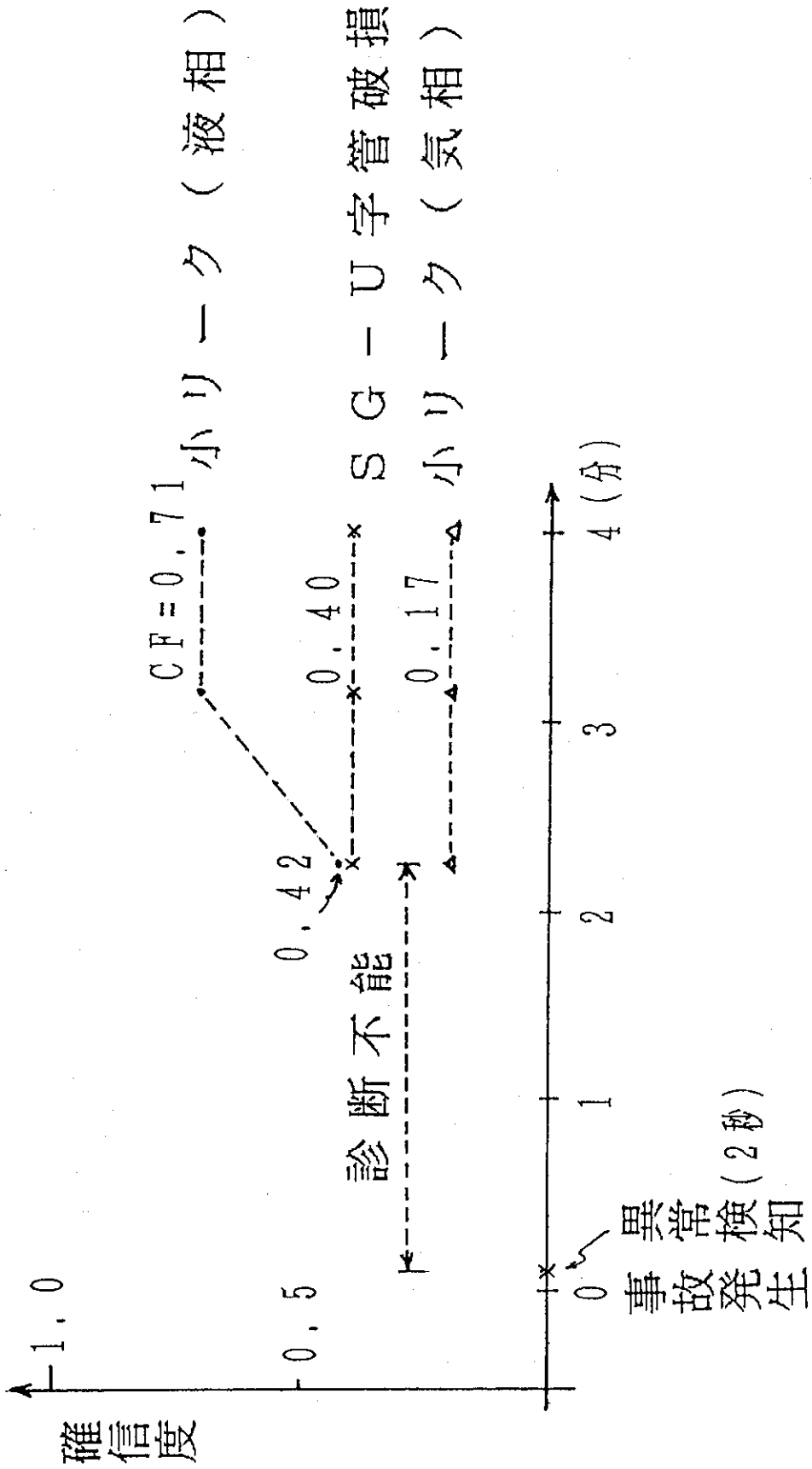


図 3.4 常時監視型診断の例

```

IF ( (加压器逃しライン温度 > 77°C) AND
      (加压器逃しライン温度高アラーム, F) )
      OR
      ( (加压器逃しライン温度 < 77°C) AND
        (加压器逃しライン温度高アラーム, T) )
THEN (加压器逃しライン温度高アラーム故障の可能性, 大) )

IF (加压器逃しライン温度高アラーム故障の可能性, 小)
      AND
      ( (加压器逃し弁, 開) AND (加压器逃しライン温度高アラーム, F)
        OR
        (加压器逃し弁, 閉) AND (加压器逃しライン温度高アラーム, T) )
THEN (加压器逃し弁開閉信号故障可能性, 大)
    
```

図 4.1 誤信号識別ルールの例

## 誤信号を識別しない場合の診断例

\*\* TAXONOMY CERTAINTY (-3-) 1986 MAR. 20,8:01:30

CERTAIN FACTOR	TAXONOMY MNEMONIC	EXPLANATION
0.80	FWFTL	TOTAL LOSS OF FEEDWATER
0.56	RCSLSL	LEQUID LEAK OF REACTOR COOLANT SYSTEM
0.49	TURTRP	TURBINE TRIP
0.47	CSGLFH	SG-B LEVEL CONTROL FAILS HIGH
0.47	GENTRP	LOSS OF MAIN GENERATOR
0.39	RCSLSS	STEAM LEAK OF REACTOR COOLANT SYSTEM
0.27	FWFPL	PARTIAL LOSS OF FEEDWATER
0.25	CSGLFL	SG-B LEVEL CONTROL FAILS LOW
0.16	PSPVC2	PRESSURIZER SPARY CONTROL TWO VALVES FAIL CLOSE
0.16	PSPVO1	PRESSURIZER SPRAY CONTROL ONE VALVE FAILS OPEN
0.13	HPHDPL	LOSS OF H.P.HEATER DRAIN PUMP
0.11	RCSUTR	SG U-TUBE RUPTURE

## 誤信号識別ルールを用いた診断例

\*\* TAXONOMY CERTAINTY (-3-) 1986 MAR. 20,8:01:30

CERTAIN FACTOR	TAXONOMY MNEMONIC	EXPLANATION
0.80	FWFTL	TOTAL LOSS OF FEEDWATER
0.69	RCSLSS	STEAM LEAK OF REACTOR COOLANT SYSTEM
0.49	TURTRP	TURBINE TRIP
0.47	CSGLFH	SG-B LEVEL CONTROL FAILS HIGH
0.47	GENTRP	LOSS OF MAIN GENERATOR
0.27	FWFPL	PARTIAL LOSS OF FEEDWATER
0.25	CSGLFL	SG-B LEVEL CONTROL FAILS LOW
0.16	PSPVC2	PRESSURIZER SPARY CONTROL TWO VALVES FAIL CLOSE
0.16	PSPVO1	PRESSURIZER SPRAY CONTROL ONE VALVE FAILS OPEN
0.13	HPHDPL	LOSS OF H.P.HEATER DRAIN PUMP
0.13	RCSLSL	LEQUID LEAK OF REACTOR COOLANT SYSTEM
***		
0.11	RCSUTR	SG U-TUBE RUPTURE

図 4.2 誤信号識別ルールを用いた診断とそうでない場合の  
診断結果の比較