

3. 2 判断・予測支援システムの運用試験

3. 2. 1 平成 13 年度の運用試験結果の反映

平成 13 年度に実施した運用試験において更なる機能向上のために必要な事項を抽出した結果、現在の判断ロジックは限られた数の伝送データのみで構築されているためその判断結果は実際のプラント状態の判断結果との間に差異が生じていた。このため、判断ロジックの成立条件に人間がプラント状態を判断するのに考慮する情報を表示する機能を追加するとともに、判断ロジックの判断結果に人間の判断による確認を行う機能を追加して、各プラントに対して、個別画面のソフトウェアを変更し、原子力発電技術機構の判断・予測支援システムにインストールした。

(1) 人間の判断を手入力する機能の設計

① 人間の判断を手入力する機能の必要性

判断・予測支援システムは、プラント状況を「安全機能状態把握」の面から判定する機能、「放射能防壁状態把握」の面から判定する機能、「原子力災害特別措置法」の面から判定する機能を有している。「安全機能状態把握」の面から判定する機能においては、その即時性が重視されるため、対象となる機器の動作状況を判断ロジックで判定して、その作動状態を表示している。しかしながら、判断ロジックは、限られた数の伝送データで構築されており、判定に必要な情報が必ずしも全てそろってはいないため、判断ロジックの判定結果に対して、不足している情報を人間が判断して反映する機能が必要である。

また、「放射能防壁状態把握」の面から判定する機能においては、これまでは、放射能防壁としての健全性が脅かされる徴候をすばやく感知できるように判断ロジックを構築しており、異常の徴候がわずかでも見られた段階で判定結果を表示している。しかしながら、異常の徴候が発生し始めた初期段階で異常と断定することは難しく、人間の判断をもって行うことが望ましいため、判断ロジックの判定結果に対して人間の判断を反映する機能（人間の判断を手入力する機能）が必要である。

② 人間の判断を手入力する機能の検討

現状、人間の判断結果を判断ロジックへ反映する方法として、「オーバライド機能」があるが、この「オーバライド機能」は、判断ロジックの成立状態に対して、強制的に変更を加え

るものであり、判断結果の保留機能はないので、保留機能を有したオーバライド機能（拡張オーバライド機能）を検討した。

また、伝送データ以外の情報を用いて、判断ロジックの判定結果を検討することが可能なようにするために、「確認情報表示機能」を検討した。

a 拡張オーバライド機能（保留機能付き）

現状の「オーバライド機能」は、判断ロジックの上部に位置し、判断ロジックの成立状態に対して、強制的に「成立」－「未成立」－「解除」への変更を行う機能である。

これは、判断ロジック内のパラメータの一部が不信頼パラメータとなり、判断ロジックの判定が行われない状況が発生した場合に、不信頼パラメータの発生原因を電気事業者へ問合せ、その真偽が確認できた場合に判断ロジックの判定を強制的に「成立」「未成立」のいずれかに確定させる場合に使用する。

オーバライド機能の初期値は「解除」であり、通常は判断ロジックの判定結果をそのまま表示しているが、判断ロジックの判定結果を電気事業者へ確認したい場合に、その確認の間、判断ロジックの判定結果を「保留」扱いにすることができない。

そこで、判断ロジックの判定結果に対して、「成立」－「未成立」－「保留」－「解除」を選択できるようにした「拡張オーバライド機能」を検討した。

拡張オーバライド機能（保留機能付き）の例を図 3.2.1.1 に示す。

拡張オーバライド機能と判断ロジックの判定結果との関係を表 3.2.1.1 に示す。

拡張オーバライド機能で「成立」を選択した場合は、判断ロジックの判定結果に関わらず「成立」扱いとなり、判断ロジックは「赤色」表示となり、オーバライドされていることを表わすマークが表示される。

拡張オーバライド機能で「未成立」を選択した場合は、判断ロジックの判定結果に関わらず「未成立」扱いとなり、判断ロジックは「青色」表示となり、オーバライドされていることを表わすマークが表示される。

拡張オーバライド機能で「保留」を選択した場合は、判断ロジックが未成立の場合は「未成立」扱いとなり、判断ロジックは「青色」表示となるが、判断ロジックが「成立」の場合には判定結果を保留して判断ロジックは「黄色」表示となり、オーバライドされていることを表わすマークが表示される。（このとき、判断ロジックは「未成立」扱いとなる）

拡張オーバライド機能で「解除」を選択した場合は、判断ロジックの判定結果に従って

「成立」「未成立」を判定して、色替え表示され、オーバーライドされていることを表わすマークが非表示となる。

この拡張オーバーライド機能の特徴は、従来のオーバーライド機能が「成立」－「未成立」のどちらかしか指定できないことに対して、「保留」を選択することで判断ロジック全体の判断結果を一時的に止めることができるので、判断ロジックが不信頼表示の時に電気事業者へ確認する間に一時的に「保留」扱いとするなど、判断ロジックの判定結果を人間が確認した後に確定させるといった使い方をすることが可能となる。

なお、拡張オーバーライド機能の操作結果の伝ばについては、手入力により「成立」「未成立」「保留」を選択した場合の選択結果は、判断ロジックのトップのノードに結果として表示されるが、このとき、判断ロジックが階層構造を有していて、下層の判断ロジックが「拡張オーバーライド機能」にて手入力された場合の判定結果の伝ば方法を図 3.2.1.2 に示す。

図に示すように、「拡張オーバーライド機能」で手入力した結果は、手入力されている判断ロジックを直接参照している部分に伝ばされる。また、判断ロジック内に手入力された項目がある場合は、ノードのトップに「手」マークが付くことで、手入力されていることを表示する。これにより、下位の判断ロジックで手入力があれば、その上位の判断ロジックでも判るようにする。

「拡張オーバーライド機能」にて手入力された場合の判定結果の伝ば例を図 3.2.1.3 に示す。図に示すように、「保留」が手入力されると「黄色」表示となる。上位の判断ロジックでは、参照部分は「黄色」であるが、「保留」は「未成立」扱いであるので、判断ロジック内では「未成立」で伝ばされる。

b 確認情報表示機能

判断ロジックの「成立」「未成立」を判定するにあたって、伝送パラメータ以外で参考すべき情報を表示する機能を構築する。この機能は確認情報を表示するのみであり、判断ロジックに対して、判断項目の一つとして入力する機能ではない。

「確認情報表示機能」は「拡張オーバーライド機能」と組み合わせて使用する。これは、「確認情報表示機能」で表示した各種情報を確認した結果、判断ロジックの判定結果を変更する場合に「拡張オーバーライド機能」で変更することを可能とするためである。

確認情報の表示機能の画面構成を図 3.2.1.4 に示す。

図に示すように、判断ロジックには「拡張オーバーライド機能」を組み入れるとともに、判断ロジック内で使用しているシステムに関する「確認情報」を表示できるように呼び出しボタンを配置することとする。

③ 人間の判断を手入力する機能の組み込み方針

各判断ロジックへの「拡張オーバーライド機能」及び「確認情報表示機能」の組み込みの有無と初期値を以下にまとめる。

a 「拡張オーバーライド機能」の組み込み方針

拡張オーバーライドの組み込み方針を表 3.2.1.2 に示す。

「安全機能状態把握」機能の判断ロジックについては、即時性が重視されるため、判断ロジックの判定結果を停滞することなく表示することが必要であるので、「拡張オーバーライド機能」の初期値は「解除」として、判断ロジックの判定結果を直接反映するものとする。

ただし、BWRの場合、「注意」判断ロジックは「正常」判断ロジック及び「異常」判断ロジックの NOT を AND で組合せて使用しているため、「注意」判断ロジックに「拡張オーバーライド機能」を組入れると、2重に組み入れることとなるので、「正常」判断ロジック及び「異常」判断ロジックに「拡張オーバーライド機能」は組入れるが、「注意」判断ロジックには「拡張オーバーライド機能」は組入れないこととする。

同様に、PWRの場合、「正常」判断ロジックは「注意」判断ロジック及び「異常」判断ロジックの NOT を AND で組合せて使用しているため、「正常」判断ロジックに「拡張オーバーライド機能」を組入れると、二重に組入れることとなるので、「注意」判断ロジック及び「異常」判断ロジックに「拡張オーバーライド機能」は組入れるが、「正常」判断ロジックには「拡張オーバーライド機能」は組入れないこととする。

「放射能防壁状態把握」機能の判断ロジックについては、放射能防壁としての健全性が脅かされる徴候をすばやく感知できるように判断ロジックを構築しており、異常の徴候がわずかでも見られた段階で判定結果を表示している。

そこで、「一次冷却材流出」「炉心露出」「燃料被覆管破損」「放射能放出あり」は、伝送パラメータで明確に判断が可能であるので、「拡張オーバーライド機能」の初期値は「解除」として、判断ロジックの判定結果を直接反映するものとする。

一方、「炉心溶融」「圧力容器破損」「格納容器破損」については、異常の徴候が発生し始

めた初期段階で異常と断定することは難しく、人間の判断も加えて判断することが必要であるので、「拡張オーバーライド機能」の初期値は「保留」として、人間の判断結果を反映するものとする。

「第 10 条判断及び第 15 条判断」の判断ロジックについては、プラント状態から発生状況を把握するための機能であるので、判断ロジックの判定結果を停滞することなく表示することが必要であるため、「拡張オーバーライド機能」の初期値は「解除」として、判断ロジックの判定結果を直接反映するものとする。

「共用サブツリー」の判断ロジックについては、後述の「確認情報表示機能」を組み込む機器の作動状態の判断ロジック（原子炉注水作動、格納容器注水作動など）に「拡張オーバーライド」を組み込む。初期値は「解除」として、判断ロジックの判定結果を直接反映するものとする。なお、従来からオーバーライド機能がついているその他の判断ロジックについては、そのまま拡張オーバーライド機能に置き換えるが、初期値は「解除」として、従来と同様な設定とする。

b 確認情報表示機能の組み込み方針

「確認情報表示機能」は判断ロジックの「成立」「未成立」を判定するにあたって、伝送パラメータ以外で参考にすべき情報を表示する機能である。ここで、プラント挙動を判断・予測する上で安全機器の作動状況を把握しておくことが重要であることから、安全機器については伝送パラメータ以外の情報も参考にして、機器の作動状態を確認することが必要である。したがって、安全機能状態把握等で使用している機器の作動状態の判断ロジック（原子炉注水作動、格納容器注水作動など）については、「確認情報表示機能」と「拡張オーバーライド機能」の両機能を組入れることとする。

これは、「確認情報表示機能」で表示した各種情報を確認した結果、判断ロジックの判定結果を変更する場合に「拡張オーバーライド機能」で変更できるように考慮したものである。

「確認情報表示機能」を組み込む判断ロジックと判断に使用している系統名称を表 3.2.1.3 に示す。

④ 判断履歴及び音声告知機能の拡張

拡張オーバーライド機能の構築に当たり、判断ロジックの判定結果を出力する判断履歴機能と音声告知機能を拡張する。

判断履歴機能に関しては、判断ロジックが「保留」時の出力を追加するとともに、拡張オーバーライド機能を操作した履歴として「保留」操作ログを出力追加する。また、現在のオーバーライドの状況を一覧表示する機能を図 3.2.1.5 に示すように新たに構築する。

音声告知機能に関しては、判断ロジックが「保留」時の音声出力を追加する。

(2) 判断・予測支援システムへの反映

(1) で検討した「拡張オーバーライド機能」及び「確認情報表示機能」について、各プラントに対して反映を実施した。

① 日立型 BWR プラントへの反映

日立型 BWR プラントに対して、「拡張オーバーライド機能」及び「確認情報表示機能」の組み込み方法を検討・組み込みを実施した。

反映したプラントの一覧を表 3.2.1.4 に示す。

・「拡張オーバーライド機能」の組み込み

(1) での検討に基づき、拡張オーバーライド機能の構築を行った。

拡張オーバーライド機能の構築結果を図 3.2.1.6 に示す。

・判断履歴及び音声告知機能の拡張

(1) での検討に基づき、判断履歴及び音声告知機能の拡張を行った。

判断履歴画面の機能拡張された結果を図 3.2.1.7 に示す。

・「確認情報表示機能」の組み込み

(1) での検討に基づき、確認情報表示機能の構築を行った。

「確認情報表示機能」の構築結果を図 3.2.1.8 に示す。

② 東芝型 BWR プラントへの反映

東芝型 BWR プラントに対して、「拡張オーバーライド機能」及び「確認情報表示機能」の組み込み方法を検討・組み込みを実施した。

反映したプラントの一覧を表 3.2.1.5 に示す。

・「拡張オーバーライド機能」の組み込み

(1) での検討に基づき、拡張オーバーライド機能の構築を行った。

拡張オーバーライド機能の構築結果を図 3.2.1.9 に示す。

- ・判断履歴及び音声告知機能の拡張

(1) での検討に基づき、判断履歴及び音声告知機能の拡張を行った。

判断履歴画面の機能拡張された結果を図 3.2.1.10 に示す。

- ・「確認情報表示機能」の組み込み

(1) での検討に基づき、確認情報表示機能の構築を行った。

「確認情報表示機能」の構築結果を図 3.2.1.11 に示す。

③ PWRプラントへの反映

PWRプラントに対して、「拡張オーバーライド機能」及び「確認情報表示機能」の組み込み方法を検討し・組み込みを実施した。

反映したプラントの一覧を表 3.2.1.6 に示す。

- ・「拡張オーバーライド機能」の組み込み

(1) での検討に基づき、拡張オーバーライド機能の構築を行った。

拡張オーバーライド機能の構築結果を図 3.2.1.12 に示す。

- ・判断履歴及び音声告知機能の拡張

(1) での検討に基づき、判断履歴及び音声告知機能の拡張を行った。

判断履歴画面の機能拡張された結果を図 3.2.1.13 に示す。

- ・「確認情報表示機能」の組み込み

(1) での検討に基づき、確認情報表示機能の構築を行った。

「確認情報表示機能」の構築結果を図 3.2.1.14 に示す。

表 3. 2. 1. 1 拡張オーバーライド機能と判断ロジックの判定結果との関係

		オーバーライドの選択			
		「成立」選択	「未成立」選択	「保留」選択	「解除」選択
判断ロジック部分の判定結果	「未成立」時	出力値 = 「成立」	出力値 = 「未成立」	出力値 = 「未成立」	出力値 = 「未成立」
		表示色 = 「赤色」	表示色 = 「青色」	表示色 = 「青色」	表示色 = 「青色」
		出力値 = 「成立」	出力値 = 「未成立」	出力値 = 「未成立」	出力値 = 「成立」
	「成立」時				
		表示色 = 「赤色」	表示色 = 「青色」	表示色 = 「黄色」	表示色 = 「赤色」
		出力値 = 「成立」	出力値 = 「未成立」	出力値 = 「不信頼」	出力値 = 「不信頼」
		「不信頼」時			
	表示色 = 「赤色」		表示色 = 「青色」	表示色 = 「灰色」	表示色 = 「灰色」
	出力値 = 「成立」		出力値 = 「未成立」	出力値 = 「未判断」	出力値 = 「未判断」
	「未判断」時				
		表示色 = 「赤色」	表示色 = 「青色」	表示色 = 「白色」	表示色 = 「白色」
		出力値 = 「成立」	出力値 = 「未成立」	出力値 = 「未判断」	出力値 = 「未判断」
		出力値 = 「成立」	出力値 = 「未成立」	出力値 = 「未判断」	出力値 = 「未判断」
	説明	判断ロジックの判定結果に関わらず「成立」固定	判断ロジックの判定結果に関わらず「未成立」固定	判断ロジックの判定結果が「成立」の時のみ「未成立」を設定	判断ロジックの判定結果に一致した判定

表 3. 2. 1. 2 (1/2) 拡張オーバーライドの組込み方針 (BWRプラント)

分類	判断ロジック名	拡張オーバーライド機能 の組込み有無	初期値
安全機能状態把握	反応度抑制機能正常	○	「解除」
	反応度抑制機能注意	—	—
	反応度抑制機能異常	○	「解除」
	炉心冷却機能正常	○	「解除」
	炉心冷却機能注意	—	—
	炉心冷却機能異常	○	「解除」
	崩壊熱除去機能正常	○	「解除」
	崩壊熱除去機能注意	—	—
	崩壊熱除去機能異常	○	「解除」
	格納容器健全性維持機能正常	○	「解除」
	格納容器健全性維持機能注意	—	—
	格納容器健全性維持機能異常	○	「解除」
	放射能防壁状態把握	一次冷却材流出	○
炉心露出		○	「解除」
燃料被覆管破損		○	「解除」
炉心溶融		○	「保留」
圧力容器破損		○	「保留」
格納容器破損		○	「保留」
放射能放出あり		○	「解除」
第 10 条判断	敷地境界放射線量上昇 (第 10 条)	○	「解除」
	スクラム失敗	○	「解除」
	原子炉冷却材の漏えい	○	「解除」
	原子炉給水喪失	○	「解除」
	全交流電源喪失 *1	○	「解除」
第 15 条判断	敷地境界放射線量上昇 (第 15 条)	○	「解除」
	ECCS 作動失敗	○	「解除」
	格納容器内圧上昇	○	「解除」
	原子炉冷却機能喪失 *1	○	「解除」
	炉心溶融 (第 15 条)	○	「解除」
共有サブツリー	原子炉注水作動中 *2	○	「解除」
	原子炉注水未作動	—	—
	原子炉注水不作動	—	—
	格納容器注水作動中 *2	○	「解除」
	格納容器注水未作動	—	—
	格納容器注水不作動	—	—
	常用注水系作動 *1	—	—
	高圧 ECCS 作動 *1	○	「解除」
	低圧 ECCS 作動 *1	○	「解除」
	高圧母線電圧あり *1	○	「解除」
	非常用ディーゼル発電機受電中 *1	○	「解除」
	格納容器隔離中 *1	○	「解除」
主蒸気隔離弁全閉 *1	○	「解除」	

*1：オフラインパラメータのオンライン化による改良実施済のプラントのみロジック有り。

*2：確認情報表示機能の構築時に拡張オーバーライド機能をあわせて付けるロジック。

表 3. 2. 1. 2 (2/2) 拡張オーバーライドの組込み方針 (PWR プラント)

分類	判断ロジック名	拡張オーバーライド機能の組込み有無	初期値
安全機能状態把握	反応度抑制機能正常	—	—
	反応度抑制機能注意	○	「解除」
	反応度抑制機能異常	○	「解除」
	炉心冷却機能正常	—	—
	炉心冷却機能注意	○	「解除」
	炉心冷却機能異常	○	「解除」
	崩壊熱除去機能正常	—	—
	崩壊熱除去機能注意	○	「解除」
	崩壊熱除去機能異常	○	「解除」
	格納容器健全性維持機能正常	—	—
	格納容器健全性維持機能注意	○	「解除」
	格納容器健全性維持機能異常	○	「解除」
放射能防壁状態把握	一次冷却材流出	○	「解除」
	炉心露出	○	「解除」
	燃料被覆管破損	○	「解除」
	炉心溶融	○	「保留」
	圧力容器破損	○	「保留」
	格納容器破損	○	「保留」
	放射能放出あり	○	「解除」
第 10 条判断	敷地境界放射線量上昇 (第 10 条)	○	「解除」
	原子炉冷却材の漏えい	○	「解除」
	蒸気発生器給水喪失	○	「解除」
	全交流電源喪失	○	「解除」
第 15 条判断	敷地境界放射線量上昇 (第 15 条)	○	「解除」
	ECCS 作動失敗	○	「解除」
	格納容器内圧上昇	○	「解除」
	原子炉冷却機能喪失	○	「解除」
	炉心溶融 (第 15 条)	○	「解除」
共用サブツリー	原子炉注水作動 *2	○	「解除」
	原子炉注水不作動 *2	○	「解除」
	原子炉注水未作動	—	—
	格納容器注水作動 *2	○	「解除」
	格納容器注水不作動 *2	○	「解除」
	格納容器注水未作動	—	—
	高圧 ECCS 作動 *1	○	「解除」
	低圧 ECCS 作動 *1	○	「解除」
	非常用 D/G 状態 (入り) *1	○	「解除」
	外部電源状態 (受電) *1	○	「解除」

*1: オフラインパラメータのオンライン化による改良実施済のプラントのみロジック有り。

*2: 確認情報表示機能の構築時に拡張オーバーライド機能をあわせて付けるロジック。

表 3. 2. 1. 3 (1/2) 「確認情報表示機能」の組込み方針 (BWRプラント)

判断ロジック名	判断に使用している系統の名称	「確認情報表示機能」 の組込み有無	備考
原子炉注水作動中	・ 常用注水系 (原子炉隔離時冷却系など)	○	
	・ 高圧 ECCS 系 (高圧注水系など)	○	
	・ 低圧 ECCS 系 (炉心スプレイ系など)	○	
格納容器注水作動中	・ 格納容器スプレイ系	○	

表 3. 2. 1. 3 (2/2) 「確認情報表示機能」の組込み方針 (PWRプラント)

判断ロジック名	判断に使用している系統の名称	「確認情報表示機能」 の組込み有無	備考
原子炉注水作動中	安全注入系	○	
	余熱除去系	○	
格納容器注水作動中	格納容器スプレイ系	○	

表 3. 2. 1. 4 判断・予測支援システムへの反映したプラント一覧（日立型BWRプラント）

プラント名	拡張機能の反映結果		
	拡張オーバーライド	判断履歴の拡張	確認情報表示機能
福島第一原子力発電所 1号機	○	○	○
福島第一原子力発電所 4号機	○	○	○
福島第二原子力発電所 2号機	○	○	○
福島第二原子力発電所 4号機	○	○	○
柏崎刈羽原子力発電所 4号機	○	○	○
柏崎刈羽原子力発電所 5号機	○	○	○
柏崎刈羽原子力発電所 7号機	○	○	○
島根原子力発電所 1号機	○	○	○
島根原子力発電所 2号機	○	○	○
志賀原子力発電所 1号機	○	○	○
東海第二発電所	○	○	○

表 3. 2. 1. 5 判断・予測支援システムへの反映したプラント一覧（東芝型BWRプラント）

プラント名	拡張機能の反映結果		
	拡張オーバーライド	判断履歴の拡張	確認情報表示機能
福島第一原子力発電所 2号機	○	○	○
福島第一原子力発電所 3号機	○	○	○
福島第一原子力発電所 5号機	○	○	○
福島第一原子力発電所 6号機	○	○	○
福島第二原子力発電所 1号機	○	○	○
福島第二原子力発電所 3号機	○	○	○
柏崎刈羽原子力発電所 1号機	○	○	○
柏崎刈羽原子力発電所 2号機	○	○	○
柏崎刈羽原子力発電所 3号機	○	○	○
柏崎刈羽原子力発電所 6号機	○	○	○
女川原子力発電所 1号機	○	○	○
女川原子力発電所 2号機	○	○	○
女川原子力発電所 3号機	○	○	○
浜岡原子力発電所 1号機	○	○	○
浜岡原子力発電所 2号機	○	○	○
浜岡原子力発電所 3号機	○	○	○
浜岡原子力発電所 4号機	○	○	○
敦賀発電所 1号機	○	○	○

表3. 2. 1. 6 判断・予測支援システムへの反映したプラント一覧（PWRプラント）

プラント名	拡張機能の反映結果		
	拡張オーバーライド	判断履歴の拡張	確認情報表示機能
美浜発電所 1 号機	○	○	○
美浜発電所 2 号機	○	○	○
美浜発電所 3 号機	○	○	○
高浜発電所 1 号機	○	○	○
高浜発電所 2 号機	○	○	○
高浜発電所 3 号機	○	○	○
高浜発電所 4 号機	○	○	○
大飯発電所 1 号機	○	○	○
大飯発電所 2 号機	○	○	○
大飯発電所 3 号機	○	○	○
大飯発電所 4 号機	○	○	○
泊発電所 1 号機	○	○	○
泊発電所 2 号機	○	○	○
伊方発電所 1 号機	○	○	○
伊方発電所 2 号機	○	○	○
伊方発電所 3 号機	○	○	○
玄海原子力発電所 1 号機	○	○	○
玄海原子力発電所 2 号機	○	○	○
玄海原子力発電所 3 号機	○	○	○
玄海原子力発電所 4 号機	○	○	○
川内原子力発電所 1 号機	○	○	○
川内原子力発電所 2 号機	○	○	○
敦賀発電所 2 号機	○	○	○

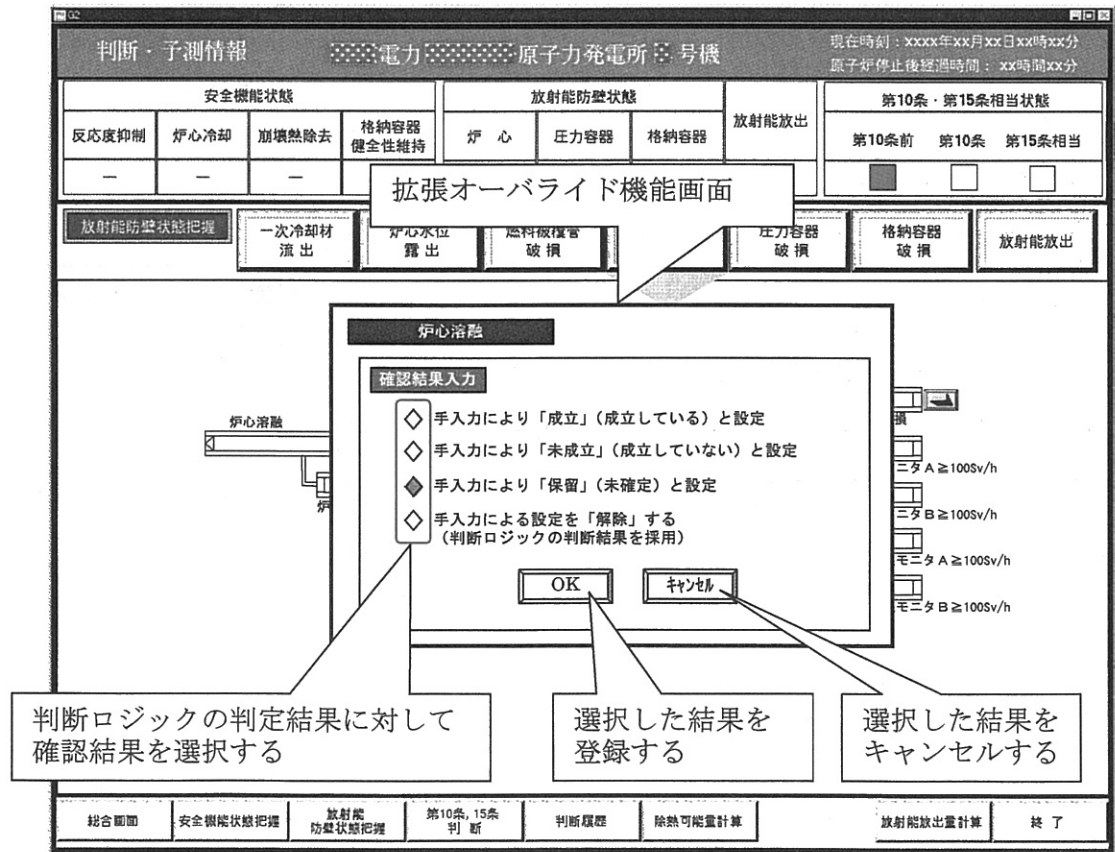
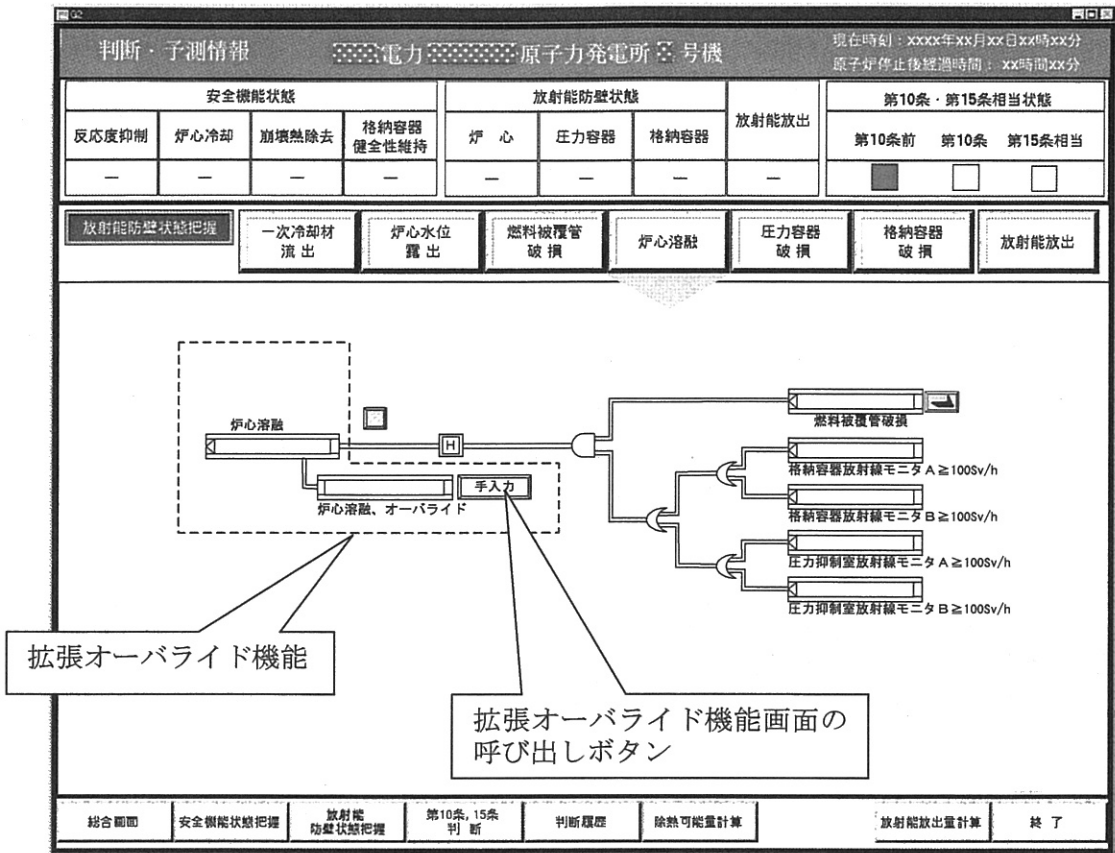


図3. 2. 1. 1 拡張オーバーライド機能の画面構成 (例)

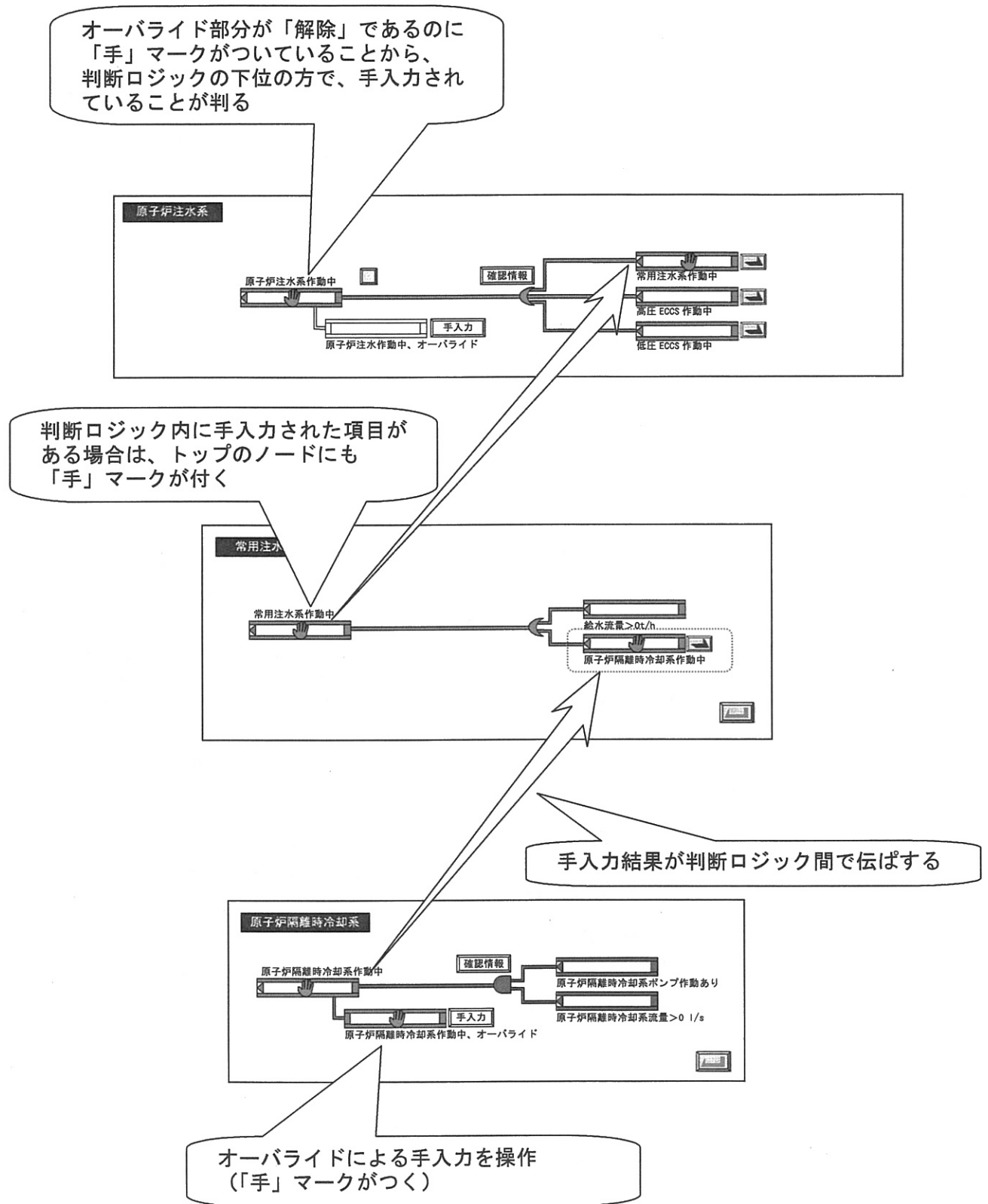
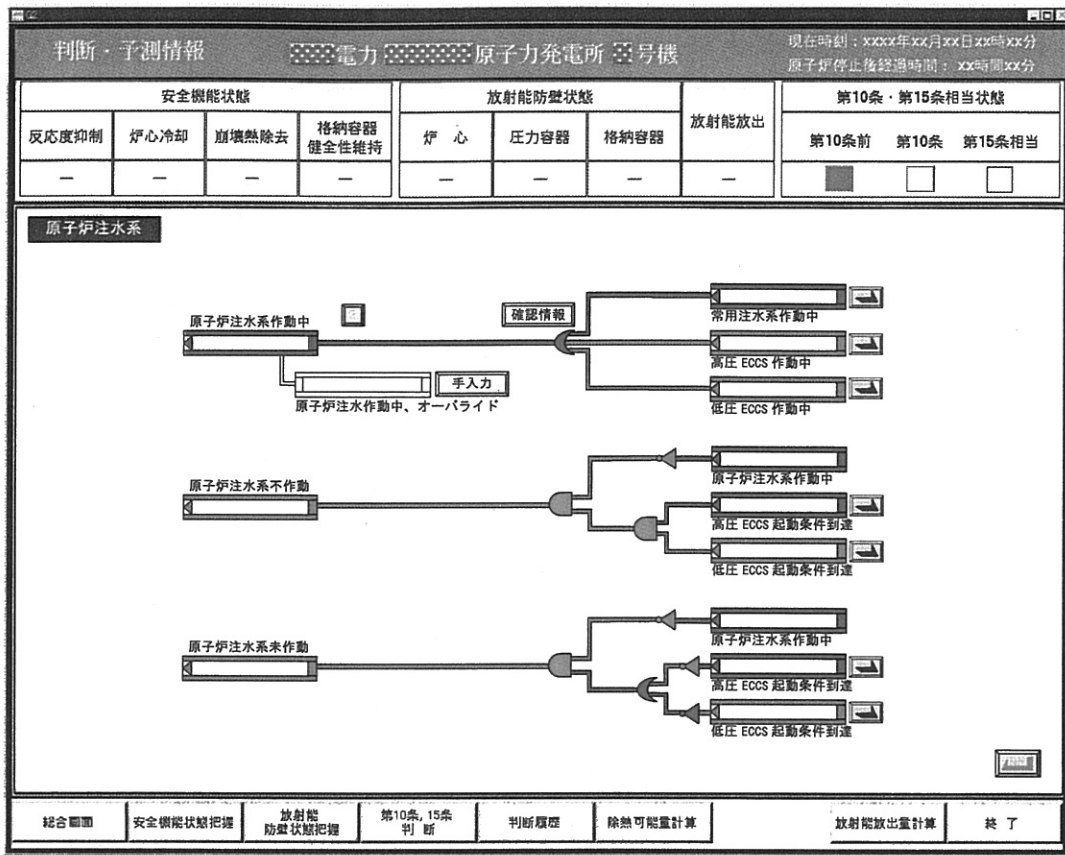


図 3. 2. 1. 2 「拡張オーバーライド機能」にて手入力された場合の判定結果の伝ば方法



「保留」操作すると

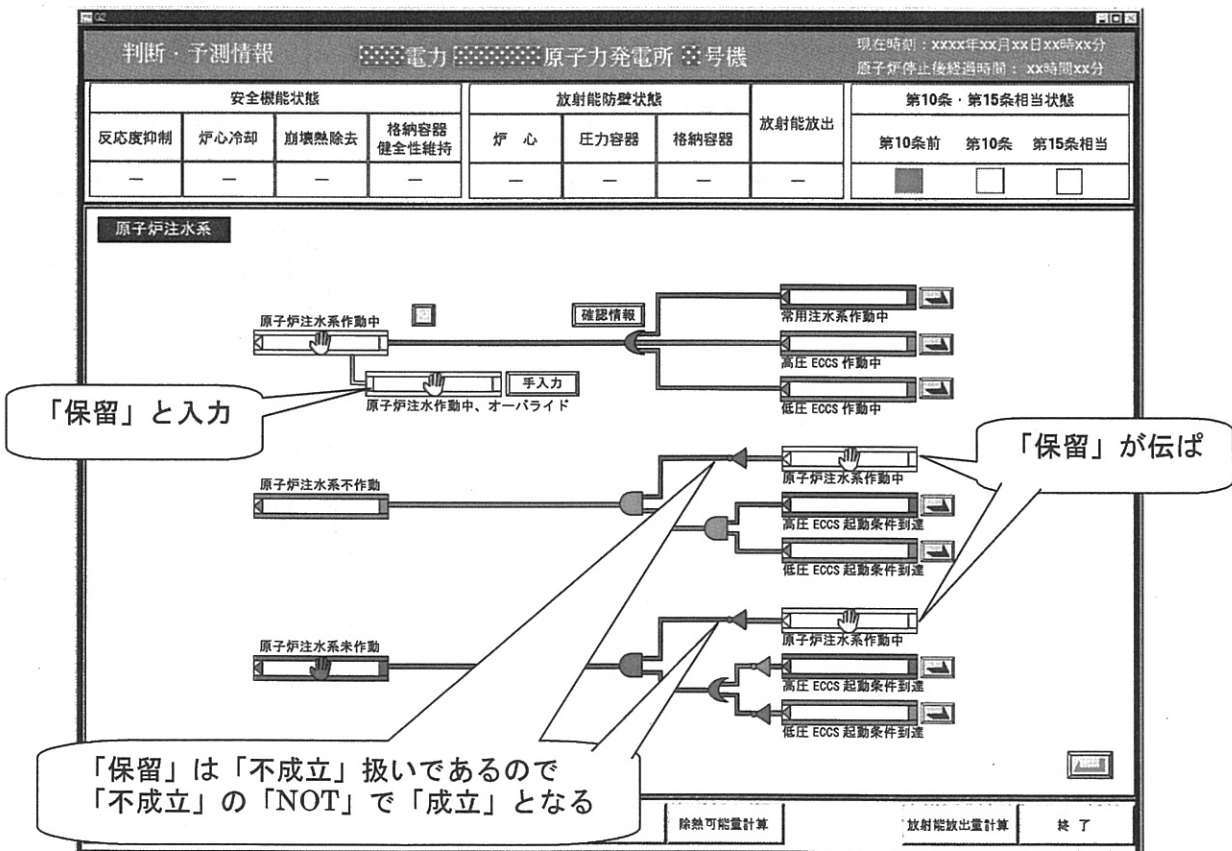


図 3. 2. 1. 3 「拡張オーバーライド機能」にて手入力された場合の判定結果の伝ば例

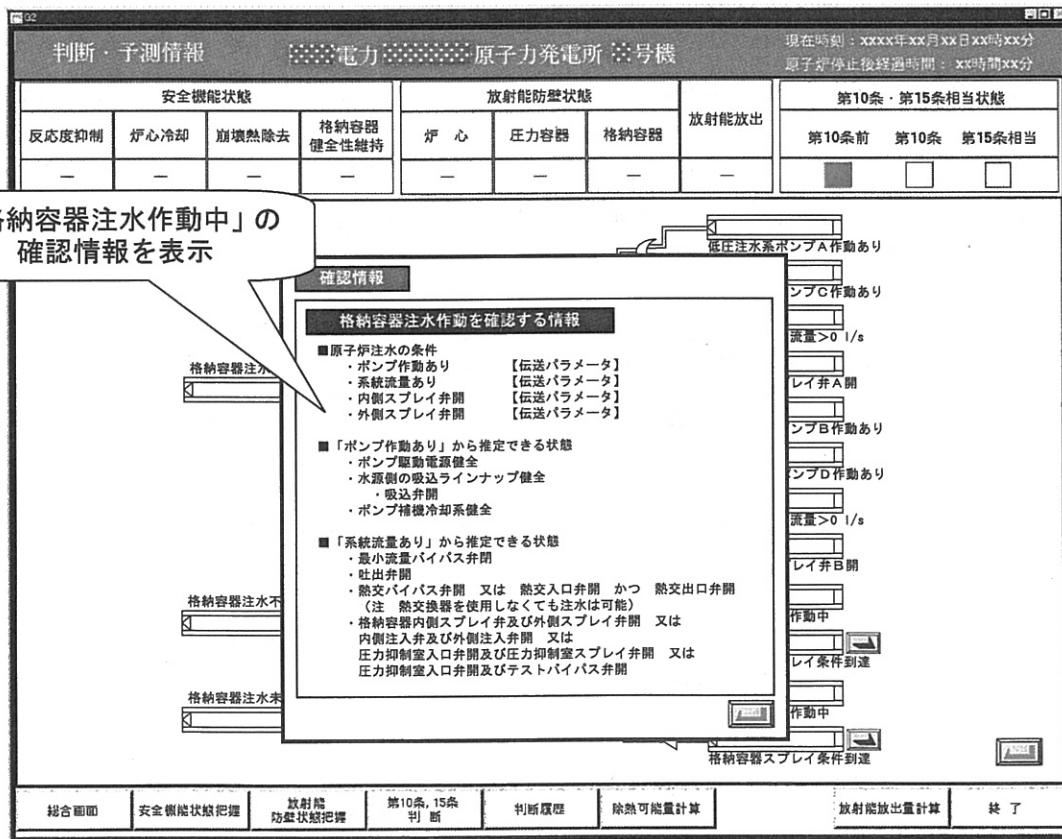
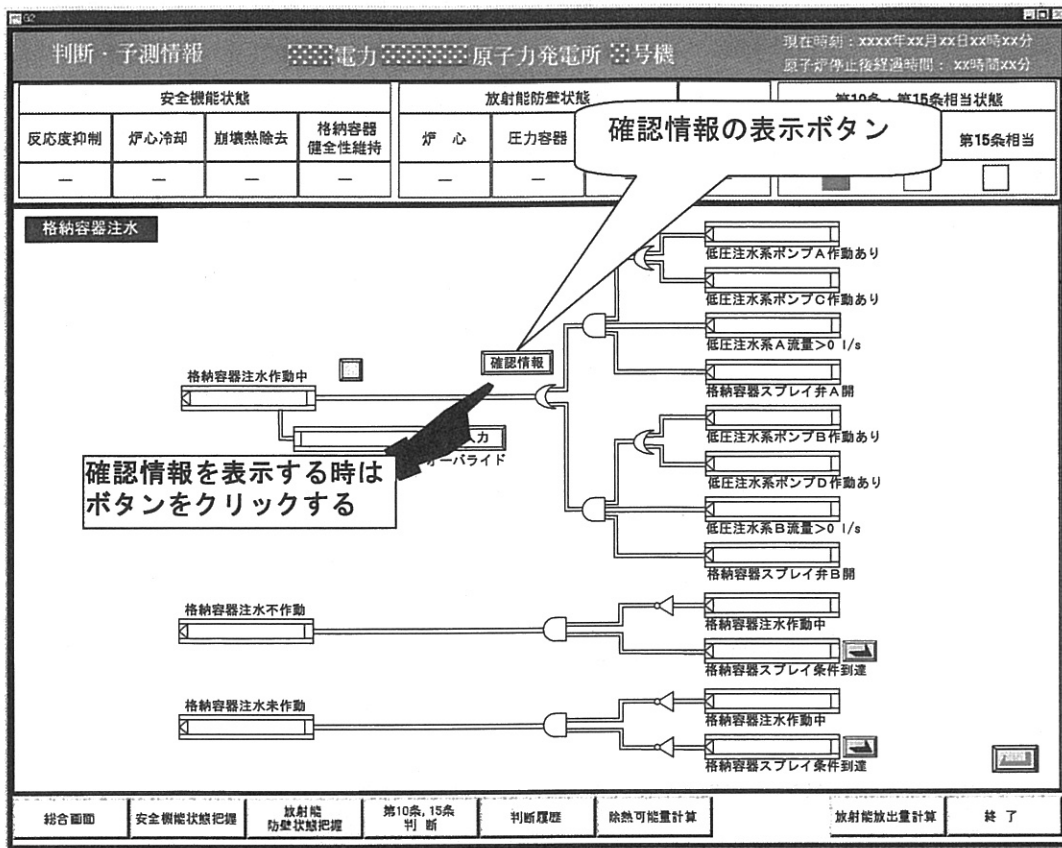
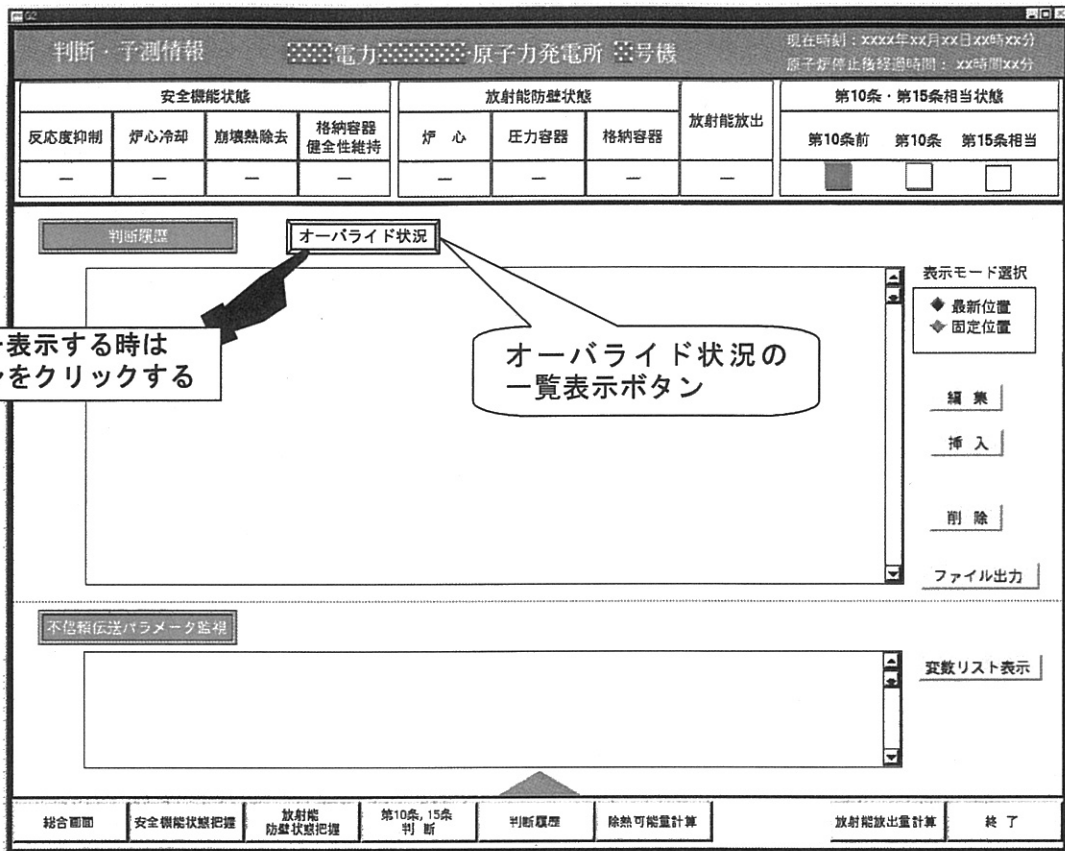
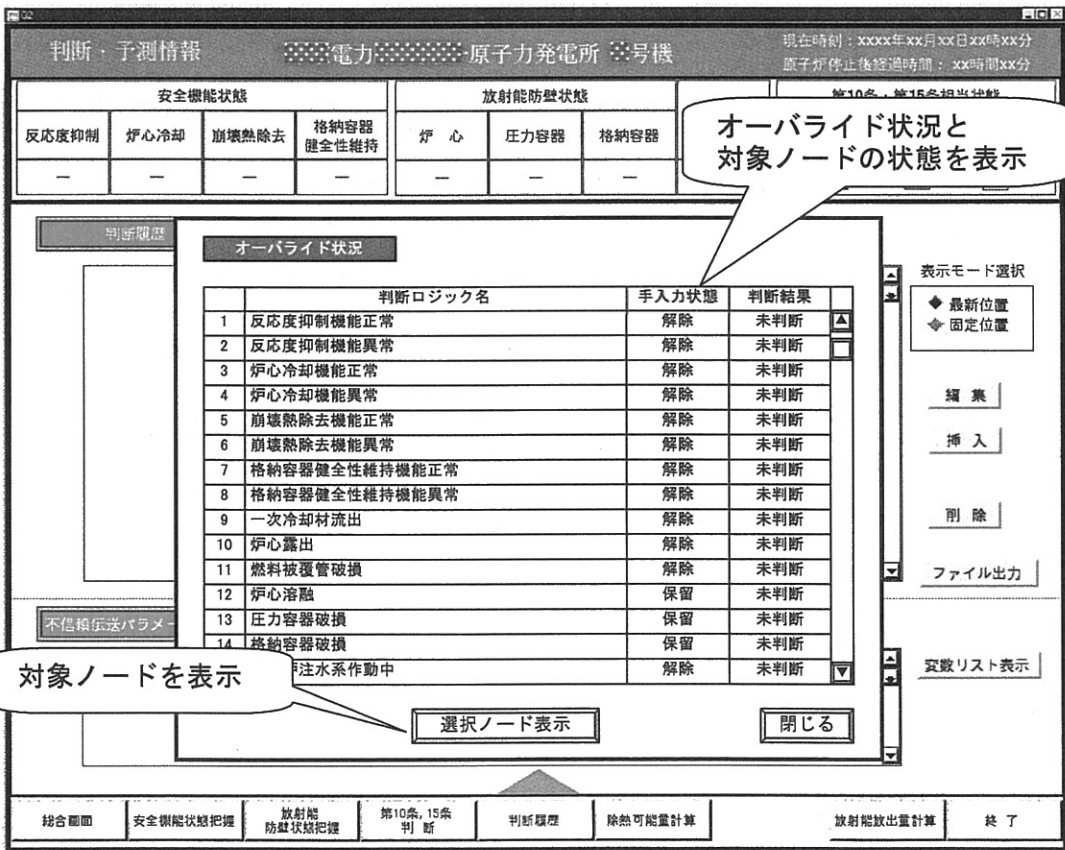


図 3. 2. 1. 4 確認情報の表示機能の画面構成 (例)



一覧を表示する時は
ボタンをクリックする

オーバーライド状況の
一覧表示ボタン



オーバーライド状況と
対象ノードの状態を表示

対象ノードを表示

選択ノード表示

図 3. 2. 1. 5 オーバライドの状況一覧表示機能 (例)

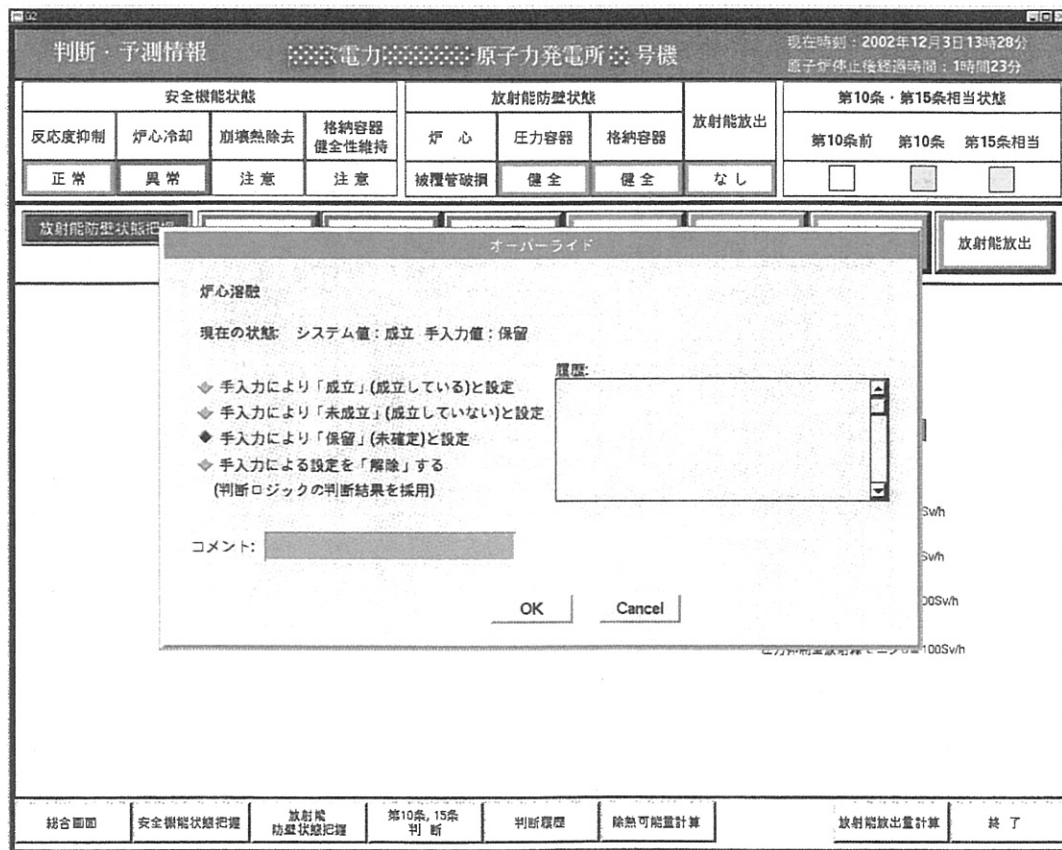
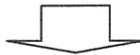
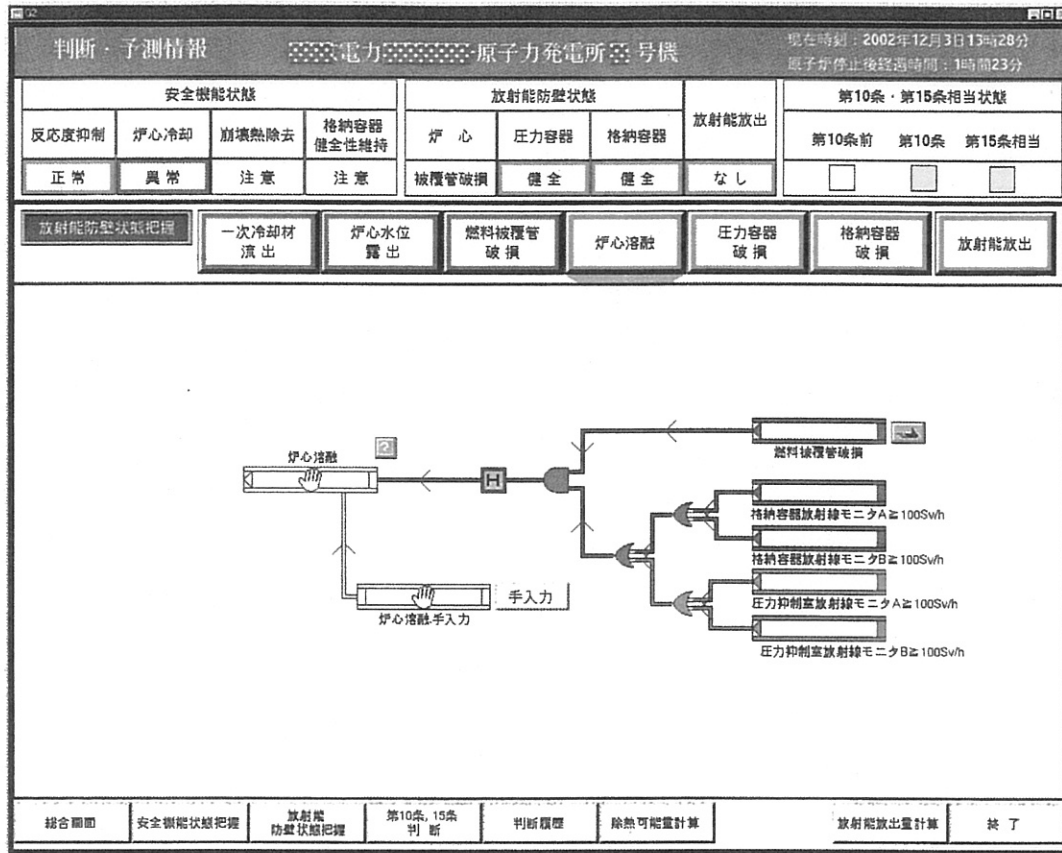


図 3. 2. 1. 6 拡張オーバーライド機能の構築結果 (日立型BWRプラント)

判断・予測情報 電力 原子力発電所 1号機 現在時刻: 2002年12月3日13時25分 原子炉停止後経過時間: 1時02分

安全機能状態				放射能防壁状態				放射能放出	第10条・第15条相当状態		
反応度抑制	炉心冷却	崩壊熱除去	格納容器健全性維持	炉心	压力容器	格納容器	第10条前		第10条	第15条相当	
正常	異常	注意	注意	露出	健全	健全	なし	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

判断履歴: オーバーライド状況

2002年12月03日13:24 安全機能状態把握-崩壊熱除去機能が「未判断」から「注意」になりました。
 2002年12月03日13:24 放射能防壁状態把握-一次冷却材流出が「未判断」から「流出あり」になりました。
 2002年12月03日13:24 安全機能状態把握-炉心冷却維持機能が「未判断」から「異常」になりました。
 2002年12月03日13:24 放射能防壁状態把握-炉心露出が「未判断」から「炉心露出」になりました。
 2002年12月03日13:24 安全機能状態把握-反応度抑制機能が「未判断」から「正常」になりました。
 2002年12月03日13:24 放射能防壁状態把握-燃料被覆管破損が「未判断」から「健全」になりました。
 2002年12月03日13:24 安全機能状態把握-格納容器健全性維持機能が「未判断」から「注意」になりました。
 2002年12月03日13:24 放射能防壁状態把握-炉心溶融が「未判断」から「溶融なし」になりました。
 2002年12月03日13:24 放射能防壁状態把握-压力容器破損が「未判断」から「健全」になりました。
 2002年12月03日13:24 放射能防壁状態把握-格納容器破損が「未判断」から「健全」になりました。
 2002年12月03日13:24 第15条相当事象判断: 「ECCS機能喪失」

表示モード選択
 ◆ 最新位置
 ◆ 固定位置
 編集
 挿入
 削除
 ファイル出力

パラメータ状況

変数リスト表示
 ◆ 不信頼
 ◆ オーバライド

総合画面 安全機能状態把握 放射能防壁状態把握 第10条、15条判断 判断履歴 除熱可能量計算 放射能放出量計算 終了



判断・予測情報 電力 原子力発電所 1号機 現在時刻: 2002年12月3日13時26分 原子炉停止後経過時間: 1時03分

安全機能状態				放射能防壁状態				放射能放出	第10条・第15条相当状態		
反応度抑制	炉心冷却	崩壊熱除去	格納容器健全性維持	炉心	压力容器	格納容器	第10条前		第10条	第15条相当	
正常	異常						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

判断履歴: オーバーライド状況

判断ロジック名	手入力状態	判断結果
1 放射能防壁状態把握	-	-
2 一次冷却材流出	解除	成立
3 炉心露出	解除	成立
4 燃料被覆管破損	解除	成立
5 炉心溶融	保留	未成立
6 压力容器破損	保留	未成立
7 格納容器破損	保留	未成立
8 安全機能状態把握	-	-
9 反応度抑制機能異常	解除	未成立
10 反応度抑制機能正常	解除	成立
11 炉心冷却機能異常	解除	成立
12 炉心冷却機能正常	解除	未成立
13 崩壊熱除去機能異常	解除	未成立
14 崩壊熱除去機能正常	解除	未成立
15 格納容器健全性維持機能異常	解除	未成立

選択ノード表示 閉じる

表示モード選択
 ◆ 最新位置
 ◆ 固定位置
 編集
 挿入
 削除
 ファイル出力

変数リスト表示
 ◆ 不信頼
 ◆ オーバライド

総合画面 安全機能状態把握 放射能防壁状態把握 第10条、15条判断 判断履歴 除熱可能量計算 放射能放出量計算 終了

図 3. 2. 1. 7 判断履歴画面の機能拡張された結果 (日立型BWRプラント)

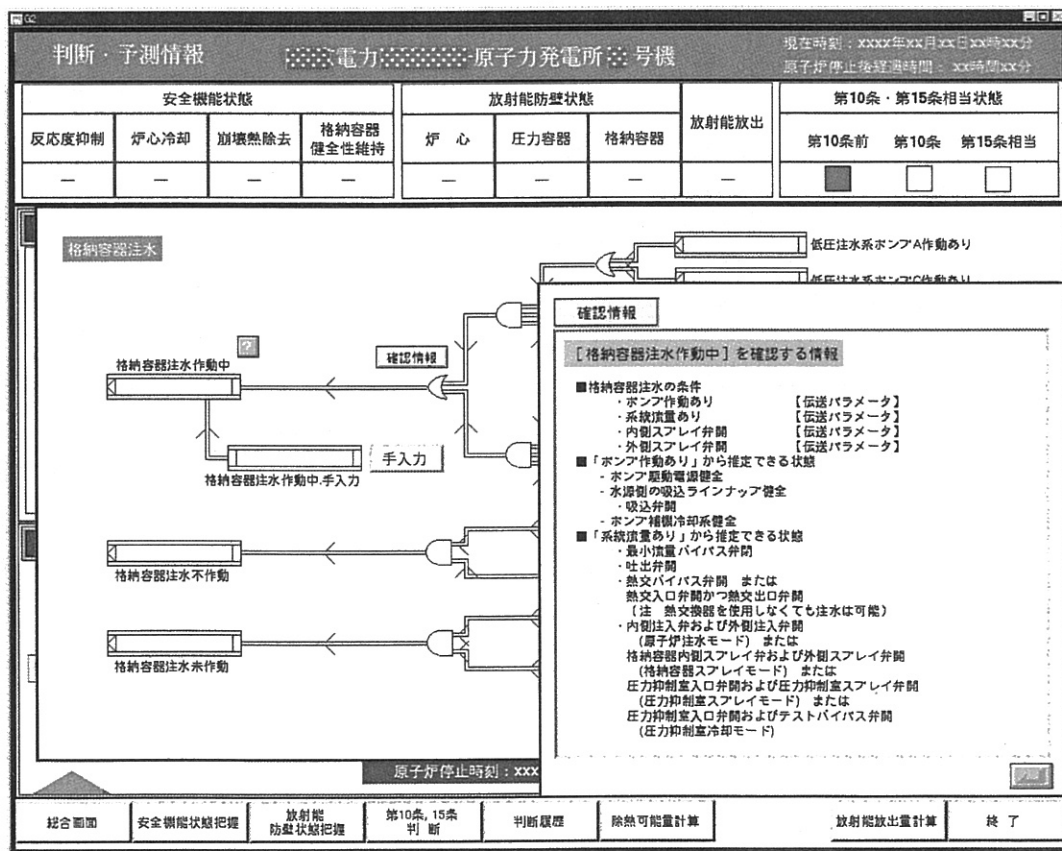
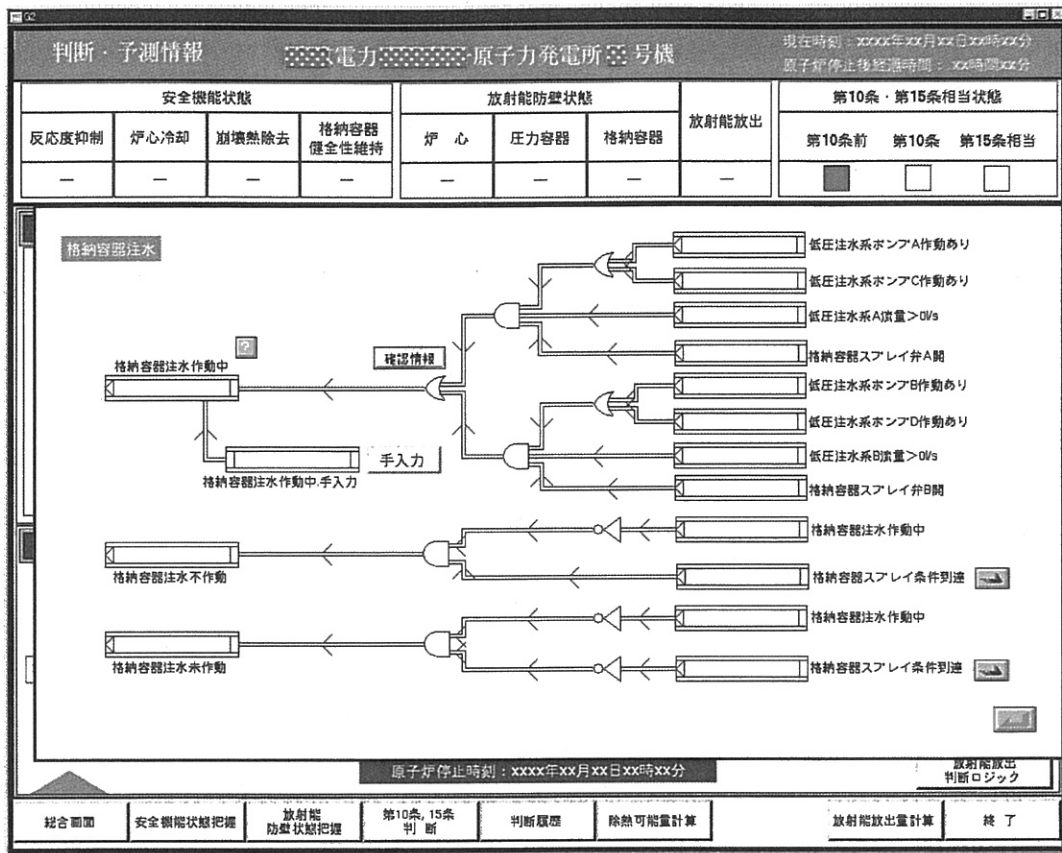


図 3. 2. 1. 8 「確認情報表示機能」の構築結果 (日立型BWRプラント)

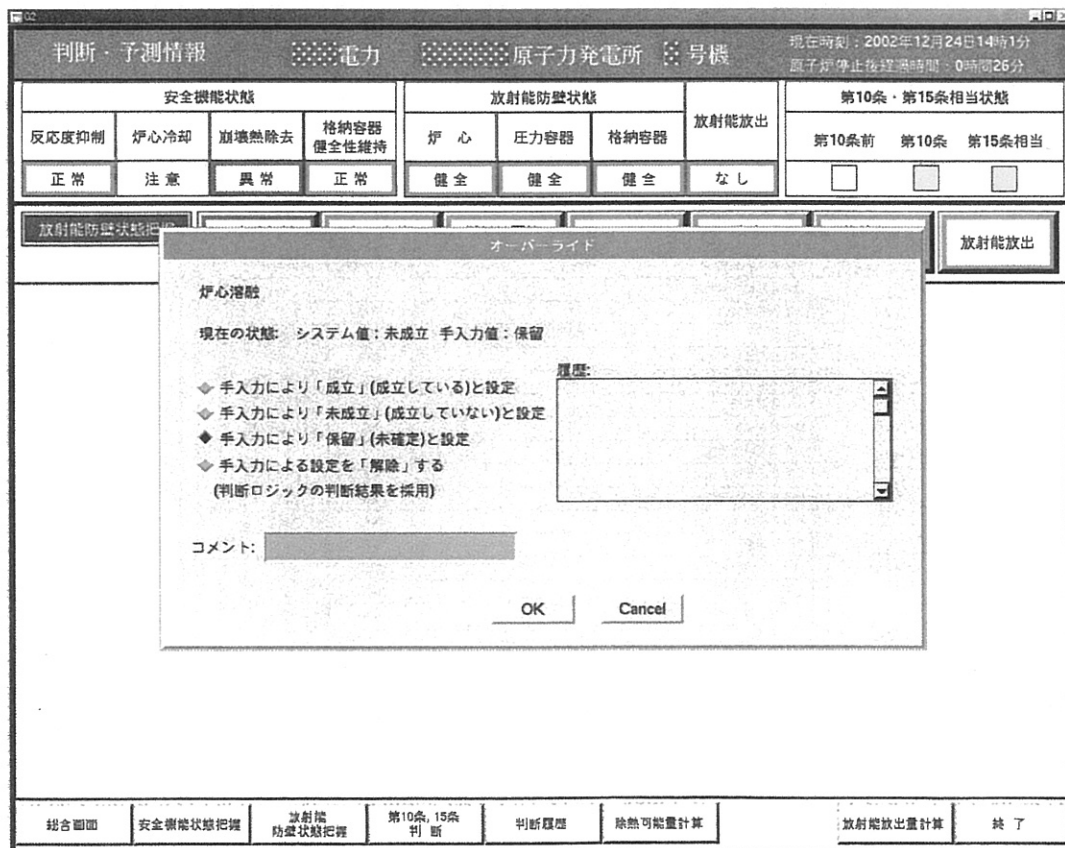
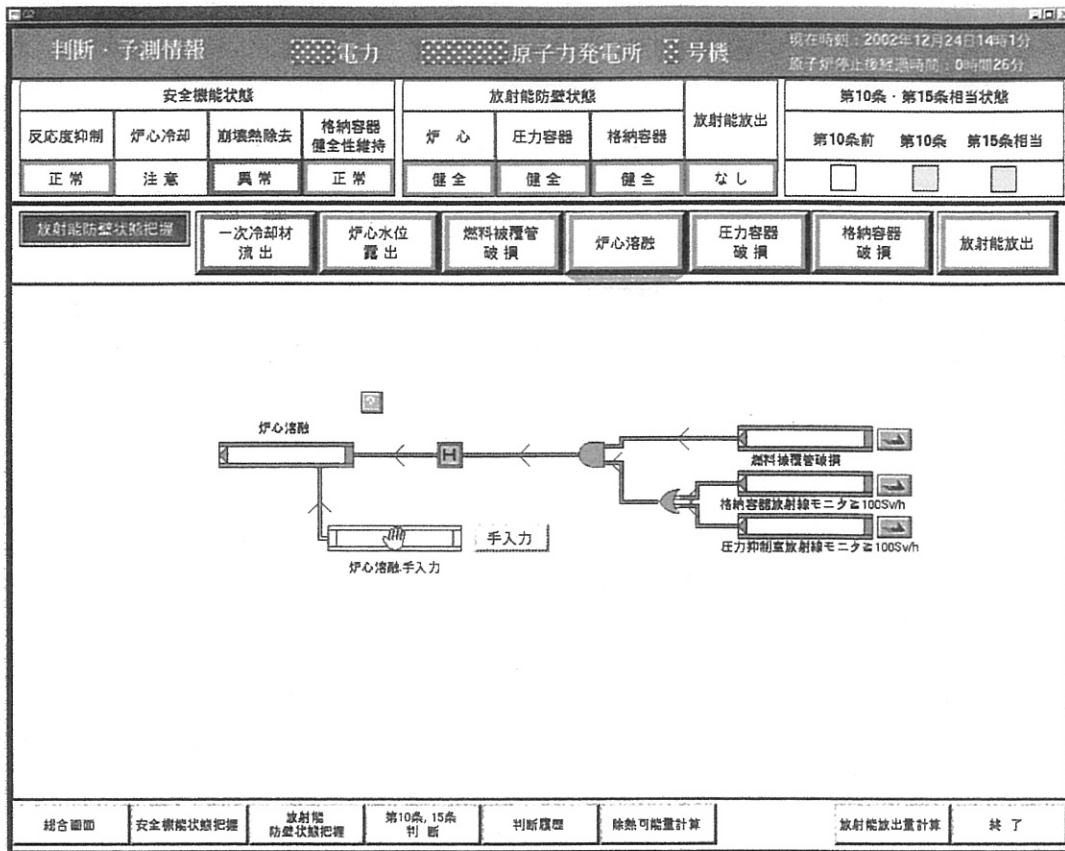


図 3. 2. 1. 9 拡張オーバーライド機能の構築結果 (東芝型BWRプラント)

判断・予測情報 電力 原子力発電所 号機 現在時刻：2002年12月24日14時1分 原子炉停止後経過時間：0時間26分

安全機能状態				放射能防壁状態			放射能放出	第10条・第15条相当状態		
反応度抑制	炉心冷却	崩壊熱除去	格納容器健全性維持	炉心	圧力容器	格納容器		第10条前	第10条	第15条相当
正常	注意	異常	正常	健全	健全	健全				

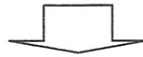
判断履歴 オーバーライド状況

2002年12月24日 13:51 放射能防壁状態把握-炉心露出が「未判断」から「炉心取水」になりました。
2002年12月24日 13:51 安全機能状態把握-反応度抑制機能が「未判断」から「正常」になりました。
2002年12月24日 13:51 放射能防壁状態把握-燃料被覆管破損が「未判断」から「健全」になりました。
2002年12月24日 13:51 安全機能状態把握-格納容器健全性維持機能が「未判断」から「正常」になりました。
2002年12月24日 13:51 放射能防壁状態把握-炉心溶融が「未判断」から「溶融なし」になりました。
2002年12月24日 13:51 放射能防壁状態把握-圧力容器破損が「未判断」から「健全」になりました。
2002年12月24日 13:51 放射能防壁状態把握-格納容器破損が「未判断」から「健全」になりました。
2002年12月24日 13:58 安全機能状態把握-崩壊熱除去機能が「注意」から「異常」になりました。
2002年12月24日 13:59 第10条相当事象判断：「原子炉冷却材の漏えい」
2002年12月24日 13:59 第15条相当事象判断：「ECCS機能喪失」
2002年12月24日 13:59 放射能防壁状態把握-一次冷却材演出が「演出なし」から「演出あり」になりました。

表示モード選択
◆ 最新位置
◆ 固定位置
編集
挿入
削除
ファイル出力

パラメータ状況
変数リスト表示
◆ 不信頼
◆ オーバライド

総合画面 安全機能状態把握 放射能防壁状態把握 第10条、15条判断 判断履歴 除熱可能量計算 放射能放出量計算 終了



判断・予測情報 電力 原子力発電所 号機 現在時刻：2002年12月24日14時1分 原子炉停止後経過時間：0時間26分

安全機能状態				放射能防壁状態			放射能放出	第10条・第15条相当状態		
反応度抑制	炉心冷却	崩壊熱除去	格納容器健全性維持	炉心	圧力容器	格納容器		第10条前	第10条	第15条相当
正常	注意									

判断履歴

2002年12月24
2002年12月24
2002年12月24
2002年12月24
2002年12月24
2002年12月24
2002年12月24
2002年12月24
2002年12月24
2002年12月24
2002年12月24
2002年12月24
2002年12月24
2002年12月24
2002年12月24

オーバーライド状況

判断ロジック名	手入力状態	判断結果
1 放射能防壁状態把握	-	-
2 一次冷却材演出	解除	成立
3 炉心露出	解除	未成立
4 燃料被覆管破損	解除	未成立
5 炉心溶融	保留	未成立
6 圧力容器破損	保留	未成立
7 格納容器破損	保留	未成立
8 安全機能状態把握	-	-
9 反応度抑制機能異常	解除	未成立
10 反応度抑制機能正常	解除	成立
11 炉心冷却機能異常	解除	未成立
12 炉心冷却機能正常	解除	未成立
13 崩壊熱除去機能異常	解除	成立
14 崩壊熱除去機能正常	解除	未成立
15 格納容器健全性維持機能異常	解除	未成立

選択ノード表示 閉じる

表示モード選択
◆ 最新位置
◆ 固定位置
編集
挿入
削除
ファイル出力

変数リスト表示
◆ 不信頼
◆ オーバライド

総合画面 安全機能状態把握 放射能防壁状態把握 第10条、15条判断 判断履歴 除熱可能量計算 放射能放出量計算 終了

図 3. 2. 1. 10 判断履歴画面の機能拡張された結果（東芝型BWRプラント）

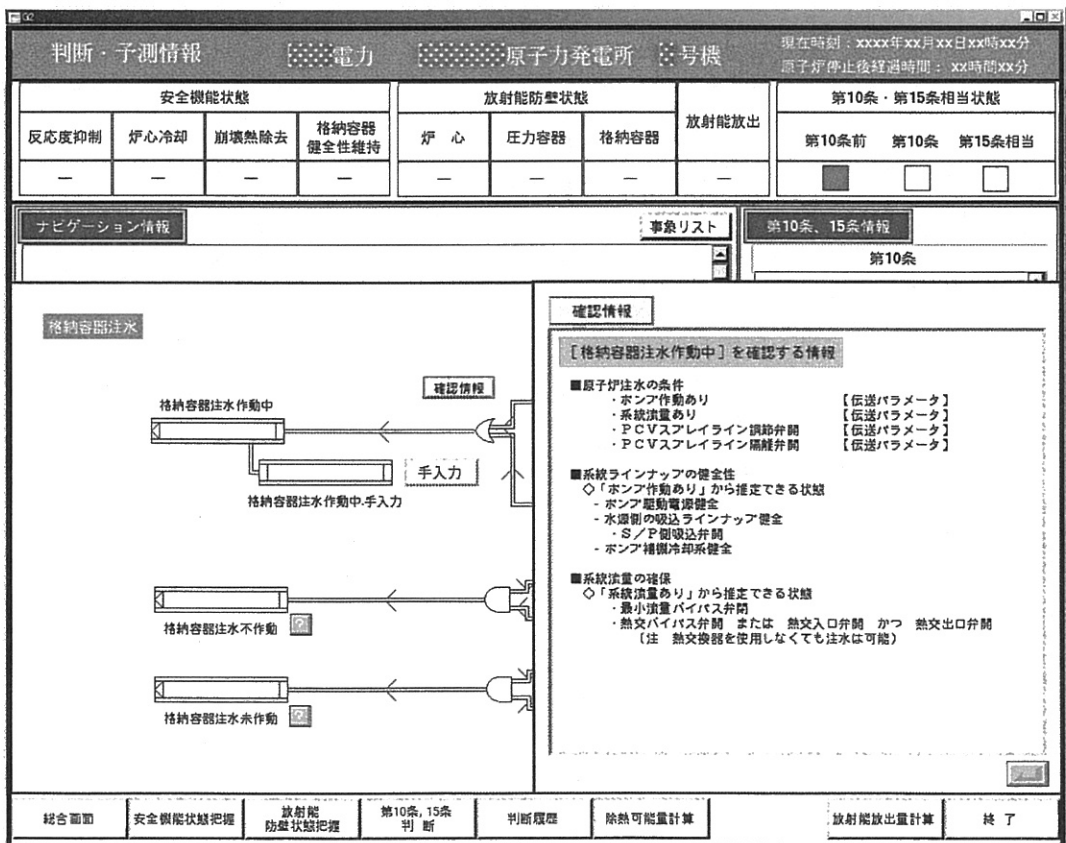
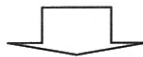
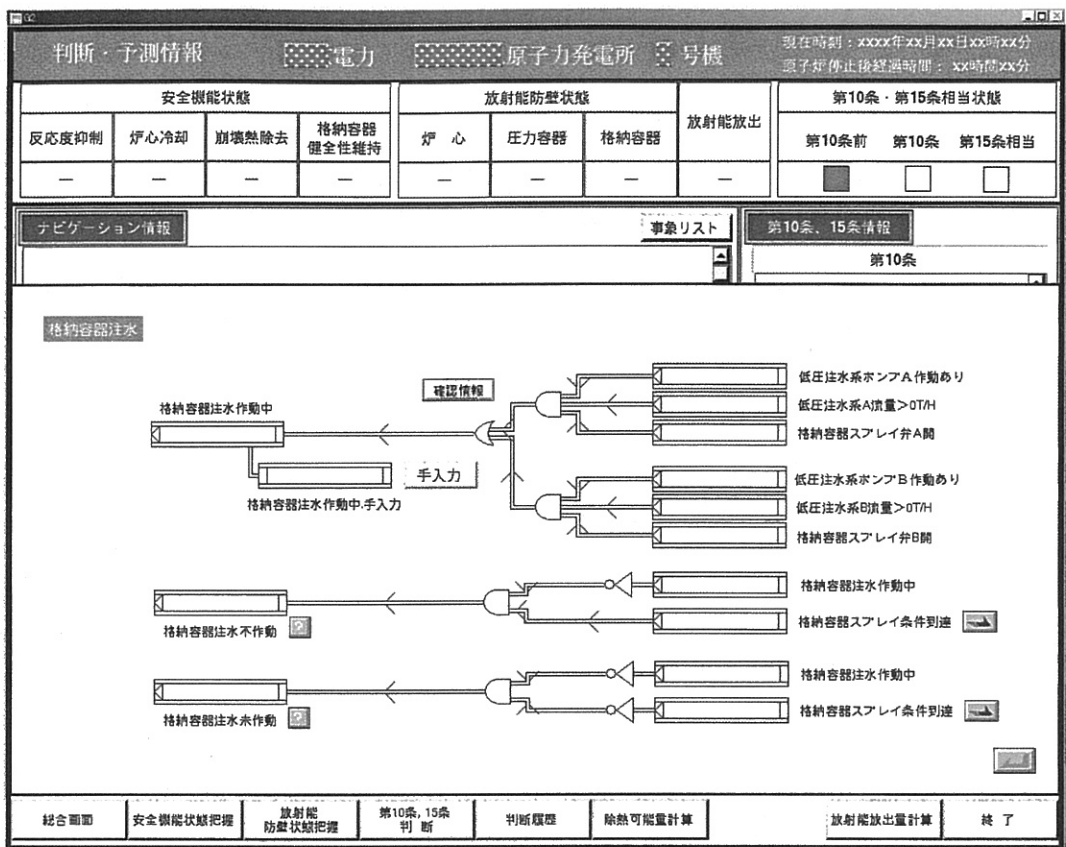


図3. 2. 1. 11 「確認情報表示機能」の構築結果（東芝型BWRプラント）

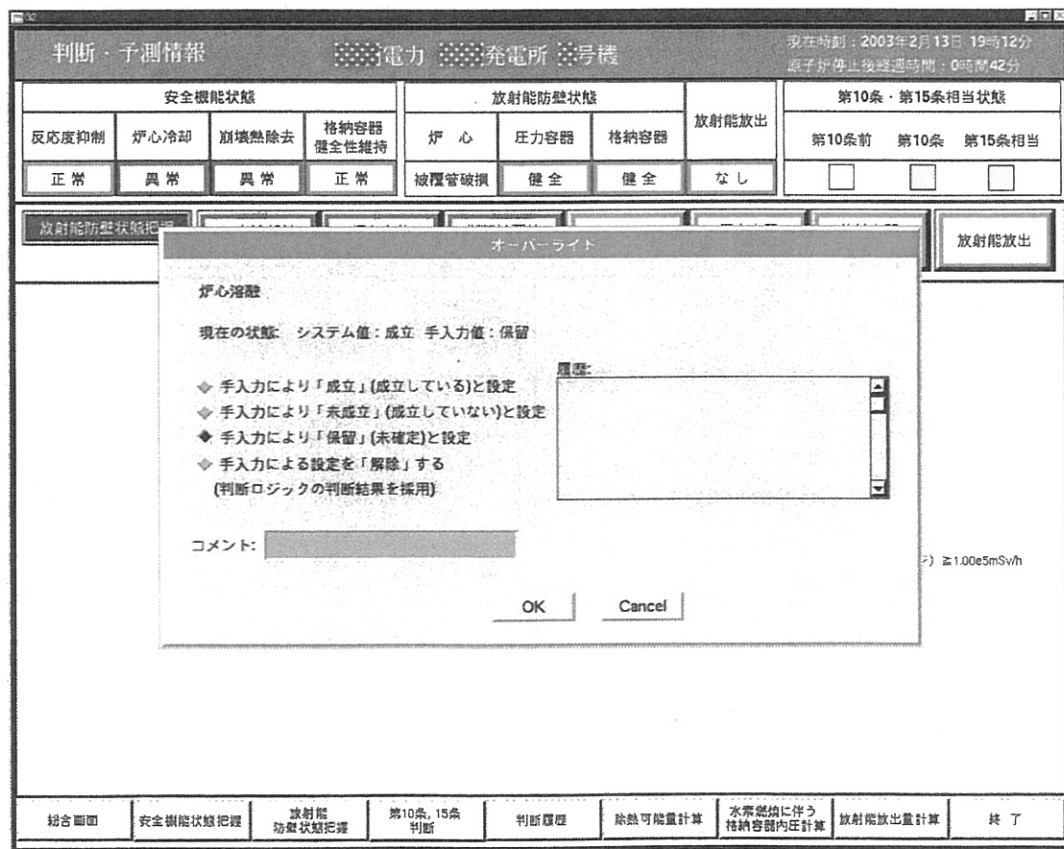
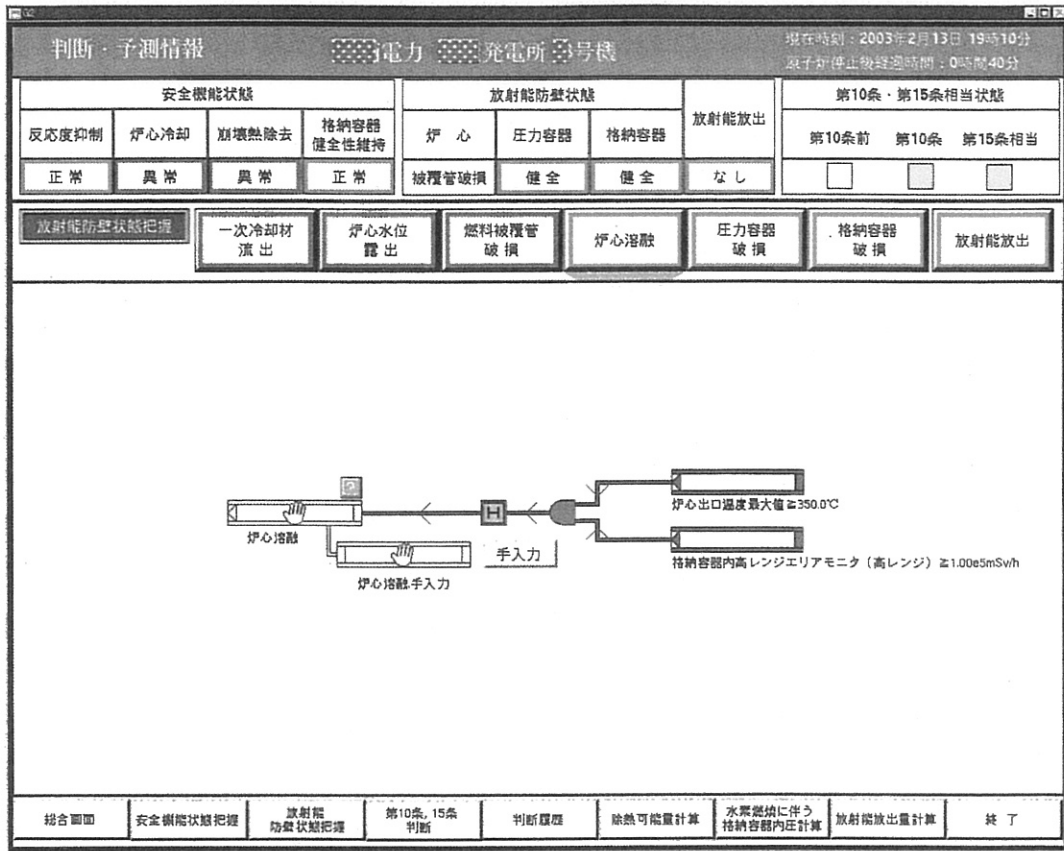


図 3. 2. 1. 1 2 拡張オーバーライド機能の構築結果 (PWRプラント)

判断・予測情報 電力 発電所 号機 現在時刻: 2003年2月13日 19時15分 原子炉停止後経過時間: 0時間45分

安全機能状態				放射能防壁状態				第10条・第15条相当状態		
反応度抑制	炉心冷却	崩壊熱除去	格納容器健全性維持	炉心	压力容器	格納容器	放射能放出	第10条前	第10条	第15条相当
正常	異常	異常	正常	被覆管破損	健全	健全	なし	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

判断履歴 オーバーライド状況

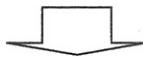
2003年02月13日 18:31	安全機能状態把握-反応度抑制機能が「注意」から「正常」になりました。
2003年02月13日 18:36	安全機能状態把握-格納容器健全性維持機能が「異常」から「正常」になりました。
2003年02月13日 18:54	安全機能状態把握-炉心冷却維持機能が「注意」から「異常」になりました。
2003年02月13日 18:54	放射能防壁状態把握-炉心露出が「炉心冠水」から「炉心露出」になりました。
2003年02月13日 18:57	第10条相当事象判断: 「蒸気発生器給水喪失」
2003年02月13日 18:57	第15条相当事象判断: 「ECCS機能喪失」
2003年02月13日 18:58	放射能防壁状態把握-燃料被覆管破損が「健全」から「破損」になりました。
2003年02月13日 18:59	第15条相当事象判断: 「炉心熔融(15条)」
2003年02月13日 18:59	放射能防壁状態把握-炉心熔融が「熔融なし」から「保留」になりました。
2003年02月13日 19:06	第10条相当事象判断: 「原子炉冷却材漏えい」
2003年02月13日 19:06	放射能防壁状態把握-一次冷却材流出が「流出なし」から「流出あり」になりました。

表示モード選択
◆ 最新位置
◆ 固定位置
編集
挿入
削除
ファイル出力

パラメータ状況

変数リスト表示
◆ 不信頼
◆ オーバライド

総合画面 | 安全機能状態把握 | 放射能防壁状態把握 | 第10条、15条判断 | 判断履歴 | 除熱可能量計算 | 水素燃焼に伴う格納容器内圧計算 | 放射能放出量計算 | 終了



判断・予測情報 電力 発電所 号機 現在時刻: 2003年2月13日 19時17分 原子炉停止後経過時間: 0時間47分

安全機能状態				放射能防壁状態				第10条・第15条相当状態		
反応度抑制	炉心冷却	崩壊熱除去	格納容器健全性維持	炉心	压力容器	格納容器	放射能放出	第10条前	第10条	第15条相当
正常	異常	異常	正常	被覆管破損	健全	健全	なし	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

判断履歴 オーバーライド状況

判断ログ名	手入力状態	判断結果
1 放射能防壁状態把握	-	-
2 1次冷却材流出	解除	成立
3 炉心露出	解除	成立
4 燃料被覆管破損	解除	成立
5 炉心熔融	保留	保留
6 压力容器破損	保留	未成立
7 格納容器破損	保留	未成立
8 安全機能状態把握	-	-
9 反応度抑制機能異常	解除	未成立
10 反応度抑制機能注意	解除	未成立
11 炉心冷却機能異常	解除	成立
12 炉心冷却機能注意	解除	未成立
13 崩壊熱除去機能異常	解除	成立
14 崩壊熱除去機能注意	解除	成立
15 格納容器健全性維持機能異常	解除	未成立

選択ノード表示 閉じる

表示モード選択
◆ 最新位置
◆ 固定位置
編集
挿入
削除
ファイル出力

変数リスト表示
◆ 不信頼
◆ オーバライド

総合画面 | 安全機能状態把握 | 放射能防壁状態把握 | 第10条、15条判断 | 判断履歴 | 除熱可能量計算 | 水素燃焼に伴う格納容器内圧計算 | 放射能放出量計算 | 終了

図 3. 2. 1. 13 判断履歴画面の機能拡張された結果 (PWRプラント)

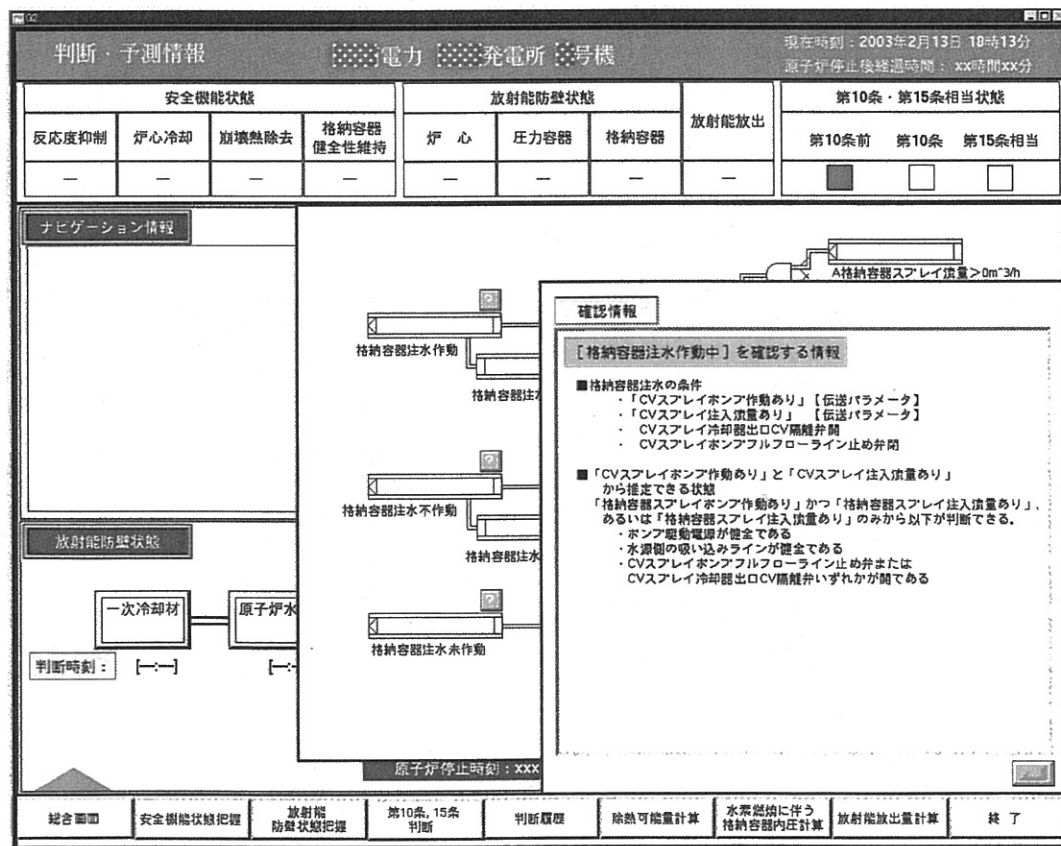
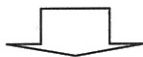
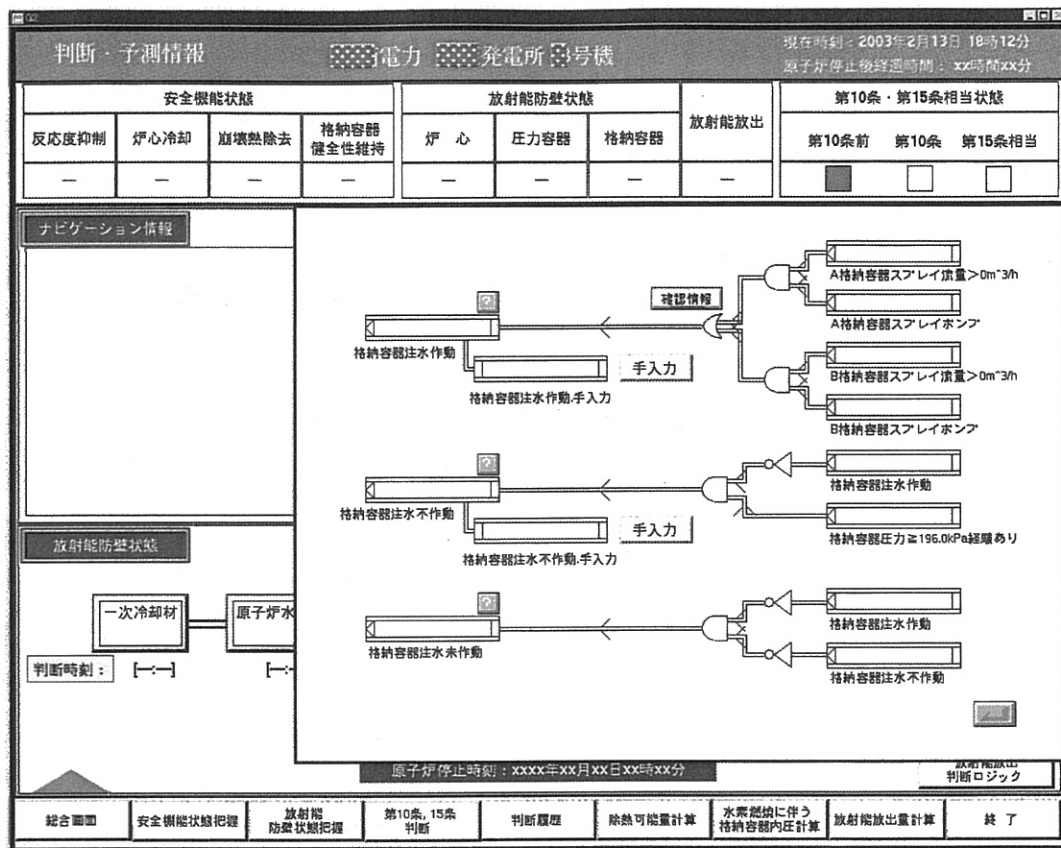


図3. 2. 1. 14 「確認情報表示機能」の構築結果 (PWRプラント)

3. 2. 2 判断・予測支援システムの保守

平成14年度は、以下に示すプラントでSPDS (Safety Parameter Display System) のパラメータの単位系がSI単位に変更されるため、それに対応して判断・予測支援システムの変更を行った。

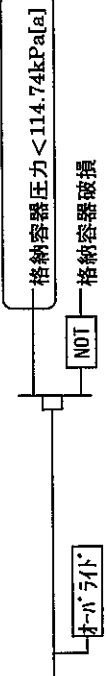
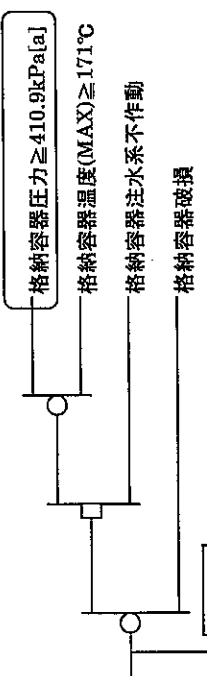
また、(財)原子力発電技術機構の判断・予測支援システムにインストールし、接続試験を行って適切に画面表示されることを確認した。

変更内容の例を表3.2.2.1に、また画面例を図3.2.2.1に示す。

データポイントライブラリ変更のあったプラントは以下のとおり。

- ・東京電力(株)福島第一原子力発電所3号機
- ・東京電力(株)福島第二原子力発電所2号機
- ・東京電力(株)柏崎刈羽原子力発電所7号機
- ・中部電力(株)浜岡原子力発電所1号機
- ・中部電力(株)浜岡原子力発電所2号機
- ・九州電力(株)玄海原子力発電所1号機
- ・九州電力(株)玄海原子力発電所2号機
- ・日本原子力発電(株)東海第二発電所
- ・日本原子力発電(株)敦賀発電所1号機
- ・日本原子力発電(株)敦賀発電所2号機

表 3. 2. 2. 1 データポイントライブラリ変更に伴うロジック及び小型解析コード修正の例

ロジック修正例	修正点	説明
ロジック名 格納容器健全性維持機能正常		S I 単位系へ変更 1. 17kg/cm ² a → 114.74kPa[a]
格納容器健全性維持機能異常		S I 単位系へ変更 4. 19kg/cm ² a → 410.9kPa[a]

小型解析コード修正例

コード名	修正点	説明
除熱可能量計算	一次系圧力の単位 kg/cm ² g → MPa への変更を反映した。 現在の格納容器圧力の単位 kg/cm ² a → kPa[a] への変更を反映した。	S I 単位系への変更 kg/cm ² g → MPa kg/cm ² a → kPa[a]
放射能放出量計算	計算条件詳細画面 格納容器圧力の単位 kg/cm ² a → kPa[a] への変更を反映した。	SI 単位系への変更 kg/cm ² a → kPa[a]

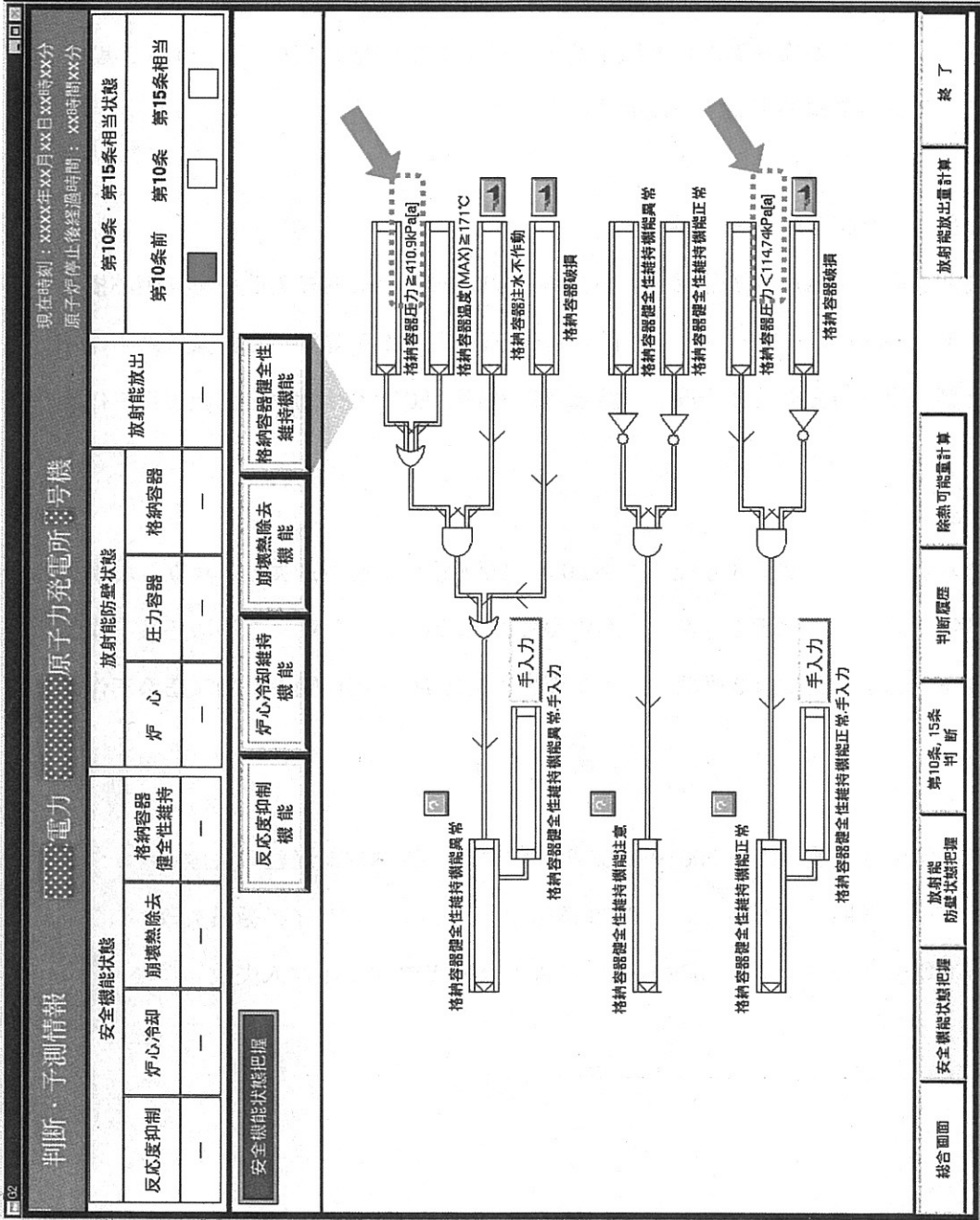


図3. 2. 2. 1 データポイントライブラリ変更に伴うシステム修正 (画面例)

SI 単位系化による修正箇所

3. 2. 3 システム変更結果の確認試験

ERSS各システムを使用した運用試験を行い、「平成13年度の運用試験結果の反映」及び「判断・予測支援システムの保守」で行ったシステム変更がERSSのトータルシステムとして整合性のとれたものであることを確認した。

試験は、1プラントにつき1事故シナリオとし、日立型BWRプラントの代表3プラント、東芝型BWRプラントの代表3プラント、PWRプラントの代表3プラントについて実施した。

実施したプラント名及び事象名を以下に示す。

(1) 日立型BWRプラント

- ・ 柏崎刈羽原子力発電所7号機 : 小LOCA (LOCA後の炉心冷却失敗で早期炉心損傷)
- ・ 東海第二発電所 : 給水喪失+高圧ECCS不作動+自動減圧系不作動
- ・ 福島第二原子力発電所2号機 : 給水喪失+高圧ECCS不作動+自動減圧系不作動

(2) 東芝型BWRプラント

- ・ 柏崎刈羽原子力発電所6号機 : 小LOCA (LOCA後の炉心冷却失敗で早期炉心損傷)
- ・ 福島第二原子力発電所1号機 : 給水喪失+高圧ECCS不作動+自動減圧系不作動
- ・ 福島第一原子力発電所3号機 : 給水喪失+高圧ECCS不作動+自動減圧系不作動

(3) PWRプラント

- ・ 大飯発電所3号機 : 中LOCA+ECCS再循環失敗+CVスプレイ注入失敗
- ・ 泊発電所1号機 : 小LOCA+ECCS再循環失敗+CVスプレイ再循環失敗
- ・ 伊方発電所3号機 : 小LOCA+ECCS注入失敗+CVスプレイ注入失敗

3.3 解析予測システムの運用試験

3.3.1 解析予測システムの運用試験

平成14年度は、平成12年度及び平成13年度に引き続き国内プラントを模擬したERSSの運用試験を行い、APSの運用に係る検証を行った。

平成14年度の運用試験の実施状況を表3.3-1にまとめる。

本年度は、実運用に即したAPSの役割検証に重点をおき、通報及び指示から予測開始/結果の表示までの一連の作業を明確にすることを目的とした。運用試験時における代表的なAPSの訓練状況を表3.3-2に示す。表からわかるとおり、通報後スムーズに予測が開始され、効率よく予測結果を報告することができている。

また訓練時においては、伝送データ及び通報から状況を判断し予測実行の際の条件を設定するが、バッテリー継続等判断の付きにくい内容に関しては、初期に複数の解析を行い、早い段階である程度の予測結果を得ている。このことから、APSの行動は適切に実施されていることがわかる。

また、訓練を通して予測結果の迅速な対応を図るとともに、使用時における操作性を検証し、APS機能の確認と高度化の検討を行った。高度化内容を以下に示す。

(1) APSメニュー画面への情報の追加

APSは、予測を同時又は時間において複数実施し、結果を保存することができる。しかし、APSのメインメニューで表示する項目は、実施した内容の一覧表示であり、予測結果であるイベント時刻等はトレンド表示によって確認する。

イベント時刻の予測に関して、それぞれの予測条件における内容をすぐに知りたい場合があるため、これをAPSメインメニュー上に表示できるようレイアウトの変更を行った。変更前のAPS画面及び変更後の画面を図3.3-1に示す。

(2) APSメニューボタンレイアウトの変更

APSは、さまざまな操作をマウスで行えるようにするため、メニュー上に多くのボタンが配置されている。

訓練を通して、良く使用するボタン、及び一連の操作を行う場合の操作手順を検討し、マウスの移動が少なく、一連の操作ボタンが同じエリアにおさまるようにレ

イアウトの変更を行った。(図3. 3-1)

(3) トレンド図レイアウトの変更

APSのトレンド表示機能は、トレンド図と同時にイベント発生予測時刻を下表内に表示する。表示する項目は、外部ファイルにより操作することができる。

トレンド機能作成当初予定していたイベント項目は6つであったが、訓練を通し、格納容器設計圧到達の予測時刻を含め7項目が必要であると判断された。そのため、表を1段増やし、7項目が表示できるものとして改良を行った。変更後のトレンド表示画面を図3. 3-2に示す。

(4) トレンド図操作の改良

APSのトレンドは、起点をスクラム時刻又は現在時刻として表示する。そのため、スクラムから時間が経った伝送データを受信した場合、又は解析予測が長くなる事象では全体の表示が見にくく、わかりづらいものであった。

これをわかりやすくするため、マウドラッグによりトレンド表示範囲を移動できる機能の追加を行った。画面上の表示時間幅はこれまでと同様に、6/12/24/72/任意(時間) から選択できる。表示後、マウス右ボタンをクリックしたまま、右又は左にマウスを移動する(ドラッグ)ことで、移動量にあわせて画面の表示範囲を変更し、トレンド図の再表示を行う。

(5) 複数の伝送データの同時表示

ERS Sの訓練では、時間短縮のためスクラム時刻を変更して伝送データを再送する場合がある。また、実際の場合でも伝送が途切れた場合は伝送データを新しく取り直すことになる。APSでは、伝送が途切れた時点(3分間以上応答無し)で受信内容が更新されるため、再送後には受信中のデータのみを表示することとなり、全体の流れがつかみにくいものとなっていた。

これを、必要に応じて過去に受信したデータを指定し、現在受信中のデータと同時に表示できるものとして改良を行った。また、過去解析結果表示機能(以前に予測解析を行った内容を再度表示する機能)に、現在受信中のデータを重ねて表示する機能を追加した。(図3. 3-2)

(6) SPEED Iフォーム表示部分の変更

APSが表示するSPEED Iフォーム画面では、予測を行った際に使用したタイトルが表示される。この部分は固定されたレイアウトであるため、長いタイトルの場合、全てを表示することができないものであった。

そのため、マウスをタイトル部分に合わせることによりタイトル全文が表示される「ツールチップテキスト」表示機能を追加した。ツールチップテキストを表示した例を、図3. 3-3に示す。

3. 3. 2 不確定性解析パラメータの調査

APSは、MAAPコードの不確定性幅を考慮した解析予測を行うための機能(MUS:Maap based Uncertainty analysis System)を有している。これは、MAAPコードのモデル又はパラメータ数値を変更することにより、幅をもった解析が行えるものである。

MUSにおける設定パラメータを以下に示す。ここで示す安全側とは、イベント発生が早くおこる避難助言に対しての安全マージン側に予測するモデルを意味する。同様に危険側とはイベント発生が遅い方のモデルを意味する。

- ・崩壊熱 (ANS-79 推奨の崩壊熱曲線) : 全プラント共通

デブリの崩壊熱を標準の1.2倍(安全側)0.8倍(危険側)で設定する。

- ・RPV内デブリ冷却(外部からの冷却) : 全プラント共通

原子炉容器内のデブリが、原子炉容器壁に触れてもある程度の冷却が行われ、すぐには原子炉容器破損と至らないモデルである。

標準及び危険側でこのモデルを適用する。

- ・RPV外デブリ冷却(デブリの進入水に対する臨界速度係数) : 全プラント共通

原子炉容器破損後、格納容器内部に流出したデブリと水が接したときの熱伝達に係わるパラメータで、標準:0.036 安全側:0.1 危険側:0.0036で設定している。数値が大きいほど熱伝達が大きく、蒸気発生量が増えるため、格納容器内圧力上昇が早くなる。

- ・1次系破損モード : PWRプラント

1次系配管(高温側、サージラインのいずれか)が、熱によりクリープ破損を

起こすかどうかを設定する。MAAPコードでは、標準でこのクリーブ破損を模擬しているため、破損が判断された場合の破損面積を変更することで破損の有無を設定する。

危険側を破損無し（破損面積 0.0 m²）、標準及び安全側を 0.1 m²とする。

・RPV外部冷却：PWRプラント

原子炉容器の外側に水があった場合（格納容器スプレイ等による）その水により原子炉容器内部が冷やされるモデルである。

標準及び危険側でこのモデルを適用する。

・格納容器破損温度：BWRプラント

格納容器破損判定となる格納容器壁温度を設定する。

標準：750° K（固定） 安全側：650° K 危険側：850° Kとする。

・格納容器破損圧力：全プラント共通

格納容器破損判定となる格納容器内部圧力を設定する。

標準はMAAPパラメータファイルに設定された値（設計圧×3）であり、安全側＝標準×0.9 危険側＝標準×1.1 とする。

MUS項目の個別検証を行うため、PWR、BWRそれぞれにおいて、タイプの異なる代表プラントを用いて、全MUSパラメータと事象の組み合わせにおける感度解析を実施した。感度解析の結果（抜粋）を表3.3-3（PWR）及び3.3-4（BWR）に示す。

表中に示す数字は、左端を事象毎の標準解析における事象発生からイベント発生までにかかった時間（時、分）とし、MUSパラメータを変更した場合には、その差を分で表示してある。すなわち、標準解析より1時間早く発生したイベントであれば「-60（マイナス60）」として表示している。

MUSパラメータ感度解析における考察を以下に示す。

(1) PWRプラントでのMUSパラメータの影響

PWRプラントの全事象に影響のあるパラメータは「崩壊熱」及び「格納容器破損圧力」である。この2つのパラメータに関しては、危険側/安全側の逆転現象は発生していない。また、安全側では「RV内デブリ冷却」及び「RV外部冷却」では、大きな影響があることがわかる。事象個別の影響評価、及び危険側/安全側で

逆転現象が起こったものを以下に示す。

① ADC事象

安全側では、「RV内デブリ冷却」により原子炉破損時刻以降に影響が出ているが、格納容器破損に関して逆転が生じている。

これは、MAAPコードのモデル計算により、原子炉容器破損タイミングの遅い標準ケースのほうがキャビティ内へ落下するデブリの量が多く、コンクリートの浸食が進み、わずかながら格納容器圧力上昇が速くなっているものである。この事象はECCS・スプレイが起動しないため、キャビティ内部の水量が少なく、蒸気の発生による影響は少ない。

② AHF事象

「RV外デブリ冷却」の安全側において、格納容器破損時刻に逆転が生じている。これは、安全側モデルではデブリの進入水に対する臨界速度係数を変更することで水の蒸発量が増えるが、デブリが冷却されることでコア-コンクリート反応が減少し、格納容器内圧力の上昇が結果的に抑えられた結果となったものである。

③ S2DC事象

安全側の「RV内デブリ冷却」により、一部プラントを除き格納容器破損時刻に逆転が生じている。これはADC事象と同様に、キャビティ内に落下するデブリの量により格納容器圧力上昇に違いが生じたものである。

④ S2HF事象

一部プラントでは、安全側の「RV内デブリ冷却」で逆転が生じる結果となった。これはADC事象と同様に、キャビティ内に落下するデブリの量により格納容器圧力上昇に違いが生じたものである。

⑤ SGTR事象

細管破断が生じる一部のプラントでは、「1次系破損モード」による影響が見られ、原子炉容器破損時刻に逆転現象が現れている。これは、1次系のクリープ破損を無しとしたため原子炉内圧力が外に抜けず、早くに水が蒸発することにより破損タイミングが逆転したものである。

「1次系破損モード」は、原子炉容器の健全性維持のためではなく、1次系から格納容器内へのFP漏洩のタイミングを遅らせるように設定されているた

め、このような逆転現象が生じる結果となった。

⑥ TMLB事象

安全側では「RV内デブリ冷却」により原子炉破損時刻大きな逆転現象が生じる結果となった。これはADC事象と同様に、キャビティ内に落下するデブリの量により格納容器圧力上昇に違いが生じたものである。

⑦ TMLF事象

細管破断が生じるため、「1次系破損モード」による影響が見られるが、支持板破損時刻及び原子炉容器破損時刻に逆転が生じている。

事象全体として、「1次系破損モード」は危険側として設定されているにもかかわらず、原子炉及び格納容器破損時刻が早くなる方向へ影響を与えていることがわかる。また、基本事象では格納容器破損が発生しない事象に対しても破損が発生する場合がある。前述の通り、「1次系破損モード」は、1次系から格納容器内へのFP漏洩のタイミングを遅らせるために設定されているが、原子炉容器破損までに注水等の回復がなされない場合は、イベント発生が早まる予測となることを認識しておく必要がある。

また、「RV内デブリ冷却」は安全側の設定であるが、格納容器内に水が少ない事象において逆転が生じる場合が多く見られた。これは、原子炉容器破損が早いタイミングで起きることで、キャビティ内に落下するデブリの量が少なく評価された結果である。格納容器内に大量の水が存在する事象では、早いタイミングで落下したデブリによる水蒸気の発生で格納容器内圧力が早くに上昇するため、逆転現象は生じない。しかし、原子炉容器破損時における格納容器内水量は、予測開始時点で判断できないため、全体的にイベント発生時刻が早くなる「RV内デブリ冷却」の設定は必要であると思われる。

(2) BWRプラントでのMUSパラメータの影響

全体として、「崩壊熱」による影響が大きく現れている。また、「破損温度」による安全側の影響も見られた。事象個別の影響評価及び危険側／安全側で逆転現象が起こったものを以下に示す。

① AE事象

「RPV外デブリ冷却」により逆転が生じているケースが見られる。これは、原子炉容器破損のタイミングによって、ドライウエル及びペダスタルキャビティに落下するデブリの量に差が生じ、ドライウエル内圧力上昇割合が変わったために起こった現象である。「RPV外デブリ冷却」は、格納容器中に落下したデブリと水の反応による蒸気発生量とコア-コンクリート反応に影響があり、安全側では蒸気発生量が多く、危険側ではコンクリート反応によるガス発生量が多いモデルである。デブリの落下場所及び質量により、水蒸気の発生とガスの発生とのバランスが異なるため、逆転が生じる可能性の大きなパラメータである。

② S2E事象

小破断が生じ、全ECCSが不動作になる事象である。危険側「RPV外デブリ冷却」では、逆転が生じている。これはAE事象と同様にライウエル及びペダスタルキャビティに落下するデブリの量に差が生じたものであるが、ドライウエル内に落下したデブリにより壁温度の上昇が大きく変わり、標準では過圧破損であるが危険側では過温破損となり、原子炉容器破損から短時間で格納容器破損となっている。

③ TB事象

「崩壊熱」変更時の安全側に逆転現象が起こっている。

破損形態は、標準では過温判定であり、崩壊熱変更時には過圧破損となっている。これは、前述S2E事象における「RPV外デブリ冷却」と同様に、崩壊熱により原子炉容器破損タイミングがずれ、原子炉容器破損時におけるデブリの飛散状態が変化し、格納容器壁温度が上昇しなかったものである。

また、この結果が崩壊熱を大きくした場合全体のものか、ランダムに発生する現象かを調べるため、崩壊熱を少しずつ変化させて検証を行った。結果は、崩壊熱を次第に増やしていくことで、10%を超えたあたりからペダスタルキャビティ内にデブリが落下するケースが多くなり、その量にほぼ比例して格納容器破損のタイミングが遅くなっている。原子炉容器破損以前のイベントでは、全てのケースで逆転現象は生じていない。

④ TC事象

一部プラントでは、安全側の「崩壊熱」により格納容器破損が遅れる結果と

なった。これは、崩壊熱を変更することで原子炉容器が格納容器破損以前に壊れる結果となったため、原子炉圧力が低下し、L P C I が炉心内部に注入されることで流出した水により格納容器圧力の上昇が抑えられたものである。

⑤ T Q U V 事象

安全側の「R P V 内デブリ冷却」により逆転が生じている。これは、早い段階で原子炉容器が破損し、ペDESTALキャビティ内にデブリが飛散することで格納容器壁温度が上昇せず、格納容器破損のタイミングが遅れたものである。

⑥ T Q U X 事象

「R P V 外デブリ冷却」が、ほとんど逆転する結果となったが、逆転の割合は小さい。一部プラントでは、「崩壊熱」による逆転が生じている。これは、T B 事象と同様に、原子炉容器破損時におけるデブリの移行割合に差が生じたために起こった現象である。

⑦ T W 事象

「R P V 外デブリ冷却」により、逆転が生じている。これは、T C 事象と同様パラメータを変更することにより原子炉容器が先に壊れ、その影響で逆転が生じたものである。

事象全体として、「崩壊熱」によるイベント時刻逆転が生じていることが問題である。P W R では、「崩壊熱」による逆転現象は見られていないが、B W R プラントは格納容器容積が小さく、さらにドライウェル壁の過温破損モデルが組み込まれているため、一律に安全側／危険側へパラメータを変更することは難しいものと考えられる。B W R プラントでは少しのパラメータ数値の影響が大きくあらわれることから、現時点でP W R プラントと同様に設定している 20% の幅で変更することは、数値的に無理があるのではないかと思われる。

3. 3. 3 解析予測時間の短縮

A P S における予測実行を、格納容器破損時刻を解析開始から 1 時間以内に予測することを目標とし、具体的に時間のかかるプラントと事象の組合せの抽出作業を行った。A P S で設定された全プラントにおける全事象を、スクラムからの解析を実施し、解析終了までの時間を測定した。その結果、予測に 1 時間以上を

要し、時間短縮をはかるための検討を要するプラント・事象は、PWR 2ループプラントのAHF、S2HF、TMLF事象及び、アイスコンデンサプラントのS2HF事象である。BWRプラントは全て1時間未満で解析を終了した。これらの事象に対して高速化を図るため、以下の項目を検討した。

(1) MAAP コードの最小ステップ時間の変更

MAAPコードにおける時間幅パラメータは、最小ステップ時間=TDMIN、最大時間ステップ=TDMAX である。無指定（標準解析）の場合の時間幅は、TDMIN=0.001 である。このタイムステップを変更することによってイベント予測時刻が変化することを極力避けるため、それぞれのイベントまでにかかる時間を別途計測し、イベント間で時間のかかる部分に設定するものとした。

タイムステップを変更した結果を表3. 3-5に示す。表から判断し、2ループプラントAHF及びS2HF事象ではTDMIN=0.005~0.1において解析時間に大きな変動がないことから、0.005の値とすることが適切であると思われる。アイスコンデンサS2HF事象では、原子炉容器破損後にTDMIN=0.5とすることで、かなりの高速化を実現し、標準解析との誤差も少ない。2ループTMLF事象(1)では、TDMIN=0.05とした場合でも1時間以内の解析は実現できていない。しかし、TDMIN=0.1とした場合には標準との誤差が非常に大きいため、TDMIN=0.05が最も現実的である。同様にTMLF事象(2)では、TDMIN=0.04以上を指定した場合、MAAPコードの計算エラーとなったが、TDMIN=0.01を指定した場合で飛躍的に速度が向上しているため、この値が適切であると思われる。

(2) MAAP コードの最小時間計算ロジックの変更

MAAPコードは、ガス質量・水質量・エネルギー・温度・体積・圧力（イベント発生フラグにより1次系又は格納容器圧力を参照する）の最大許容変化率を設定し、これを超えない最大ステップ幅を計算する。この許容範囲を上げることで、実行速度を確保できるものと考えられる。

許容値を2倍、4倍にした場合の実行結果を、表3. 3-5に示す。

表からわかるとおり、事象によっては有意な結果を得られていない。また、

許容値を2倍から4倍にした場合でもほとんど速度は向上せず、アイスコンデンサS2HF事象では標準解析より速度が低下する結果となった。

このパラメータでは、許容変化率を大きくとることで1つのステップが許すタイムステップは大きくなるが、次のステップで計算する変化量が増大することとなり、バランスが取れなくなるものと考えられる。このパラメータでの解析速度の大きな向上は望めないものと判断した。

(3) 解析マシンCPUの高速化

マシンのCPU性能を上げた場合の実行速度比較を行った。CPU負荷による誤差を少なくするため、APSマシンで30分前後の事象とし、AHF及びADC事象の2ケースを用いて比較した。

実行時間の比較を次に示す。

CPU	AHF事象	ADC事象
PentiumIII 1GHz	29分48秒	14分33秒
PentiumIV 1.7GHz	22分39秒	11分56秒

CPU速度が1.7倍になることで、約20%の速度向上が得られている。

表から、マシン性能向上による高速化が十分に期待できることがわかる。

(4) PC環境負荷の削減

MAAPコードは、実行中に多くのファイルにアクセスし、随時書き込みを行っている。そのためI/Oにかかる割合が大きく、複数の実行を行った場合には同時に同一ディスクにアクセスすることとなり、実行速度が遅くなる。

このため、必要ないファイルの出力を抑えることで、複数同時実行の場合の速度を少しでも高めることができると考えられる。可能な限りの出力をキャンセルした場合でのアイスコンデンサプラントのAHF事象を3ケース同時実行し、パフォーマンスの計測を行った。

結果は、標準3ケース同時実行（出力有り）で約1時間17分、出力無しで、1時間12分と、大きな速度の向上は見られなかった。

しかし、APSのトレンドグラフ出力機能は、ファイル番号にかかわらず指定した変数名の内容を表示することができるため、現在のアクセスファイルを

少なくするためにパラメータをファイルにまとめて出力し、少しでもアクセスするファイルを少なくすることは有効な手段と思われる。

3. 3. 4 解析予測システムの保守

平成14年度は、昨年度に引き続き一部プラントの伝送データがS I化されたため、それに対応したAPS環境を整え、実行の確認を行った。

(1) APSが使用するインターフェイスファイルの変更

国内の各プラントから送られてくる伝送データは、プラントに応じて固有の単位及び計測限界値を持っているため、APSではこの伝送データ数値をMAAPコードが用いる単位に変換するためのファイルを用意している。また、予測実行を行った内容が伝送データとどの程度一致しているかを把握する必要があるため、予測計算実行中のMAAPコードの出力を、伝送データの単位に合わせるための追加インプットファイルを用意している。

本年度作業は昨年度と同一の手順で行い、プラント固有の単位、計測限界値等を模擬データを用いて検証を行った。

① 伝送パラメータ内容設定ファイルの変更

伝送データの単位をMAAPコードの単位にあわせ、APS予測実行時にMAAPコードの初期化数値として使用する。

② MAAPコード解析結果出力用ファイルの変更

MAAPコードは内部でこのファイルに書かれた式を読みとり、出力時に伝送データ単位にあわせた変換を行う。

(2) 検証結果

S I化されたプラントの解析結果表示画面を図3. 3-4に示す。

図から、各パラメータがS I単位で間違いなく示されていることがわかる。

表 3. 3-1 平成 14 年度 E R S S 運用試験実施状況

実施年月	対象プラント	起因事象
平成 14 年 4 月	BWR (MARK-I)	
5 月	PWR (3 ループ) PWR (3 ループ) PWR (アイスコンデンサ)	AHF TMLF S2HF
6 月	PWR (2 ループ) BWR (MARK-I 改) PWR (2 ループ)	TMLF TQUX S2HF
7 月	BWR (MARK-I 改) BWR (MARK-I) BWR (MARK-I 改) 院内訓練 PWR (3 ループ) BWR (MARK-II) BWR (ABWR)	S2E S2E SGTR S2E TMI 相当
8 月	PWR (3 ループ) PWR (4 ループ)	TMLF+AM 回復 S2HF
9 月	PWR (4 ループ) 防災訓練対応	
10 月	PWR (4 ループ) 防災訓練	S1HF
11 月	PWR (4 ループ) 防災訓練	
12 月	PWR (3 ループ) BWR (MARK-II) BWR (MARK-I)	ADC 委員会対応/S2E (中破断) TQUV
平成 15 年 1 月	PWR (3 ループ) BWR (MARK-I) PWR (2 ループ) BWR (ABWR) PWR (2 ループ) BWR (MARK-I) PWR (4 ループ) BWR (ABWR)	TMLB TB TMLF TQUX S2HF TQUV SGTR TMI 相当
2 月	PWR (アイスコンデンサ) BWR (MARK-II)	補助建屋漏洩 TQUV
3 月	BWR (MARK-II)	

表 3. 3-2 訓練時APS予測実行状況

事象：全交流電源喪失+タービン動補助給水作動+30分後タービン動補助給水停止

伝送内容	APS予測内容	評価・コメント
10:00 給水喪失 10:05 10条通報 (全交流電源喪失通報) 10:15 伝送開始		
10:35 非常用直流電源喪失通報 原子力緊急事態(15条)通報	10:30 3ケース予測開始 ① 電源喪失+10条継続 ② 電源喪失+タービン動2時間 ③ 電源喪失+補助給水停止	* 電源喪失 10条継続はタービン動 が継続する場合
	10:38 ①解析終了* (イベント発生無し) 10:43 15条通報により予測開始 ④ 電源喪失+タービン動30分	*15条通報を受信したため 表示せず
	10:53 ②、③ケース解析終了 (②表示) 11:00 ④解析終了 (表示) *	*15条より30分経過した 後②の表示に切り替え
13:00 伝送再開	13:16 APS予測開始 ⑤ 全交流電源喪失+給水喪失 13:30 ⑤解析終了 (表示)	
13:36 炉心露出 14:33 被覆管破損 14:59 炉心熔融		
15:32 1次系配管破損 15:34 最高使用圧到達	15:00 APS予測開始 ⑥全交流電源喪失+給水喪失 15:28 ⑥解析終了 (表示)	予測時刻がずれたため同 一条件にて予測を再開
16:00 伝送終了		

APS解析予測条件詳細

- ① 全交流電源喪失+タービン動による補助給水作動 (作動継続)
- ② 全交流電源喪失+タービン動による補助給水作動+2時間後補助給水停止
- ③ 全交流電源喪失+全直流電源喪失 (補助給水無し)
- ④ 全交流電源喪失+タービン動による補助給水30分継続 (以降給水停止)
- ⑤ ④条件を、補助給水停止後に予測開始
- ⑥ ④条件を被覆管破損判定後に予測開始

表3. 3-3 MUS感度解析結果 (PWRプラント)

事象	標準		危険(下限)側				安全(上限)側				
	ADC		崩壊熱	RV外デブリ	1次系破損	CV破損圧	崩壊熱	RV内デブリ	RV外デブリ	RV外部冷却	CV破損圧
単位	時	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分
炉心露出	0	00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
被覆管破損	0	15	4	0	0	0	-2	0	0	0	0
炉心溶融	0	20	5	0	0	0	-3	0	0	0	0
細管破断	0	00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支持板破損	0	57	20	0	0	0	-16	0	0	0	0
RV破損	2	01	11	0	0	0	-62	-62	0	0	0
CV破損	41	36	1861	-13	0	411	-737	131	-43	0	-387
事象	AHF		崩壊熱	RV外デブリ	1次系破損	CV破損圧	崩壊熱	RV内デブリ	RV外デブリ	RV外部冷却	CV破損圧
単位	時	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分
炉心露出	0	00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
被覆管破損	0	50	7	0	0	0	-5	0	0	0	0
炉心溶融	0	57	9	0	0	0	-6	0	0	0	0
細管破断	0	00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支持板破損	1	45	18	0	0	0	-14	0	0	0	0
RV破損	2	25	-145	0	0	0	0	-39	0	-4	0
CV破損	35	45	3520	1332	0	246	-875	22	134	9	-243
事象	S2DC		崩壊熱	RV外デブリ	1次系破損	CV破損圧	崩壊熱	RV内デブリ	RV外デブリ	RV外部冷却	CV破損圧
単位	時	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分
炉心露出	0	52	0	0	0	0	-1	0	0	0	0
被覆管破損	1	12	3	0	0	0	-3	0	0	0	0
炉心溶融	1	18	4	0	0	0	-3	0	0	0	0
細管破断	0	00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支持板破損	2	08	26	0	0	0	-13	0	0	0	0
RV破損	3	06	195	0	0	0	-38	-57	0	0	0
CV破損	37	34	1349	3	0	870	-644	154	11	0	-409
事象	S2HF		崩壊熱	RV外デブリ	1次系破損	CV破損圧	崩壊熱	RV内デブリ	RV外デブリ	RV外部冷却	CV破損圧
単位	時	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分
炉心露出	3	39	67	0	0	0	-50	0	0	0	0
被覆管破損	4	24	80	0	0	0	-65	0	0	0	0
炉心溶融	4	41	82	0	0	0	-69	0	0	0	0
細管破断	0	00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支持板破損	7	01	98	0	0	0	-153	0	0	-42	0
RV破損	0	00	0	0	0	0	RV破損判定	RV破損判定	0	RV破損判定	0
CV破損	57	30	819	0	0	325	-1734	-1189	0	-1293	-329
事象	SGTR		崩壊熱	RV外デブリ	1次系破損	CV破損圧	崩壊熱	RV内デブリ	RV外デブリ	RV外部冷却	CV破損圧
単位	時	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分
炉心露出	8	24	86	0	0	0	-51	0	0	0	0
被覆管破損	9	19	107	0	0	0	-62	0	0	0	0
炉心溶融	9	33	112	0	0	0	-64	0	0	0	0
細管破断	11	06	89	0	0	0	-83	判定せず	0	0	0
支持板破損	11	04	322	0	0	0	-83	0	0	0	0
RV破損	14	09	254	0	-164	0	-183	-183	0	0	0
CV破損											
事象	TMLB		崩壊熱	RV外デブリ	1次系破損	CV破損圧	崩壊熱	RV内デブリ	RV外デブリ	RV外部冷却	CV破損圧
単位	時	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分
炉心露出	1	00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
被覆管破損	1	19	3	0	0	0	-2	0	0	0	0
炉心溶融	1	25	4	0	0	0	-3	0	0	0	0
細管破断	0	00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支持板破損	2	26	85	0	0	0	-15	0	0	0	0
RV破損	4	24	75	0	0	0	-59	-116	0	0	0
CV破損	64	44	2104	155	0	671	-1233	528	-119	0	-525
事象	TMLF		崩壊熱	RV外デブリ	1次系破損	CV破損圧	崩壊熱	RV内デブリ	RV外デブリ	RV外部冷却	CV破損圧
単位	時	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分
炉心露出	1	37	41	0	0	0	20	0	0	0	0
被覆管破損	2	04	59	0	0	0	13	0	0	0	0
炉心溶融	2	21	62	0	0	0	10	0	0	0	0
細管破断	2	56	63	0	0	0	3	0	0	0	0
支持板破損	4	48	167	0	-90	0	-9	0	0	-1	0
RV破損	0	00	0	0	RV破損判定	0	RV破損判定	RV破損判定	0	RV破損判定	0
CV破損	70	35	676	0	-1504	380	-2252	-1603	0	-1666	-376

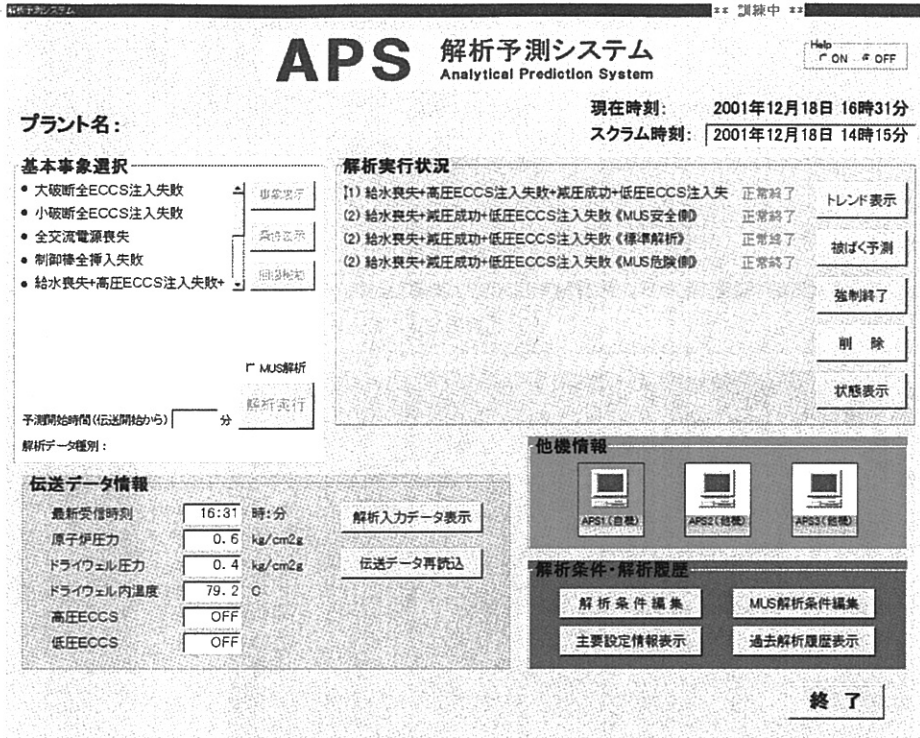
表 3. 3-4 MUS感度解析結果 (BWRプラント)

事象	標準		危険(下限)側				安全(上限)側				
	AE		崩壊熱	RPV外デブ	破損圧力	破損温度	崩壊熱	RPV内デブ	RPV外デブ	破損圧力	破損温度
単位	時	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分
炉心露出	0	09	0	0	0	0	0	0	0	0	0
被覆管破損	0	22	4	0	0	0	-3	0	0	0	0
炉心溶融	0	46	8	0	0	0	-4	0	0	0	0
支持板破損	2	05	55	0	0	0	-26	0	0	0	0
RV破損	5	12	124	0	0	0	-72	-185	0	0	0
CV破損	13	02	224	0	0	81	-156	-63	0	0	-242
過温破損判定時刻	13	02	224	0	0	過圧	-156	過圧	0	0	-242
事象	S2E		崩壊熱	RPV外デブ	破損圧力	破損温度	崩壊熱	RPV内デブ	RPV外デブ	破損圧力	破損温度
単位	時	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分
炉心露出	0	28	4	0	0	0	-6	0	0	0	0
被覆管破損	0	44	10	0	0	0	-10	0	0	0	0
炉心溶融	1	22	25	0	0	0	-20	0	0	0	0
支持板破損	2	53	67	0	0	0	-47	0	0	0	0
RV破損	4	24	139	0	0	0	-66	-90	0	0	0
CV破損	15	50	251	-14	43	0	-212	-134	22	-79	-169
過温破損判定時刻	過圧		251	過圧	43	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	-169
事象	TC		崩壊熱	RPV外デブ	破損圧力	破損温度	崩壊熱	RPV内デブ	RPV外デブ	破損圧力	破損温度
単位	時	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分
炉心露出	0	13	9	0	0	0	-2	0	0	0	0
被覆管破損	0	18	18	0	0	0	-4	0	0	0	0
炉心溶融	0	28	41	0	0	0	-9	0	0	0	0
支持板破損	0	36	43	0	0	0	-9	0	0	0	0
RV破損	3	24	-16	0	19	0	-126	-167	0	-20	0
CV破損	2	04	-8	0	9	0	136	147	0	-9	0
過温破損判定時刻	過圧		過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧
事象	TQUV		崩壊熱	RPV外デブ	破損圧力	破損温度	崩壊熱	RPV内デブ	RPV外デブ	破損圧力	破損温度
単位	時	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分
炉心露出	0	25	8	0	0	0	-4	0	0	0	0
被覆管破損	0	37	12	0	0	0	-7	0	0	0	0
炉心溶融	1	04	23	0	0	0	-13	0	0	0	0
支持板破損	2	34	60	0	0	0	-37	0	0	0	0
RV破損	5	41	145	0	0	0	-75	-186	0	0	0
CV破損	17	17	434	0	92	0	-228	-209	0	-88	0
過温破損判定時刻	過圧		過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧
事象	TQUX		崩壊熱	RPV外デブ	破損圧力	破損温度	崩壊熱	RPV内デブ	RPV外デブ	破損圧力	破損温度
単位	時	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分
炉心露出	0	41	9	0	0	0	-6	0	0	0	0
被覆管破損	1	05	20	0	0	0	-12	0	0	0	0
炉心溶融	1	30	29	0	0	0	-18	0	0	0	0
支持板破損	3	18	74	0	0	0	-44	0	0	0	0
RV破損	4	39	81	0	0	0	-72	-91	0	0	0
CV破損	14	58	404	66	120	0	-163	-19	14	-54	0
過温破損判定時刻	過圧		過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧
事象	TW		崩壊熱	RPV外デブ	破損圧力	破損温度	崩壊熱	RPV内デブ	RPV外デブ	破損圧力	破損温度
単位	時	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分
炉心露出	26	02	644	0	65	0	-355	0	0	-74	0
被覆管破損	27	13	674	0	67	0	-371	0	0	-74	0
炉心溶融	28	12	693	0	65	0	-384	0	0	-76	0
支持板破損	32	29	判定せず	0	68	0	-453	0	0	-79	0
RV破損	34	33	判定せず	0	59	0	-465	-122	0	-81	0
CV破損	23	19	583	0	65	0	-317	0	0	-70	0
過温破損判定時刻	過圧		過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧
事象	TB2		崩壊熱	RPV外デブ	破損圧力	破損温度	崩壊熱	RPV内デブ	RPV外デブ	破損圧力	破損温度
単位	時	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分
炉心露出	0	31	10	0	0	0	-6	0	0	0	0
被覆管破損	0	52	21	0	0	0	-12	0	0	0	0
炉心溶融	1	18	29	0	0	0	-18	0	0	0	0
支持板破損	3	09	77	0	0	0	-43	0	0	0	0
RV破損	4	39	88	0	0	0	-113	-88	0	0	0
CV破損	14	50	366	0	93	0	-249	-84	-21	-83	0
過温破損判定時刻	過圧		過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧	過圧

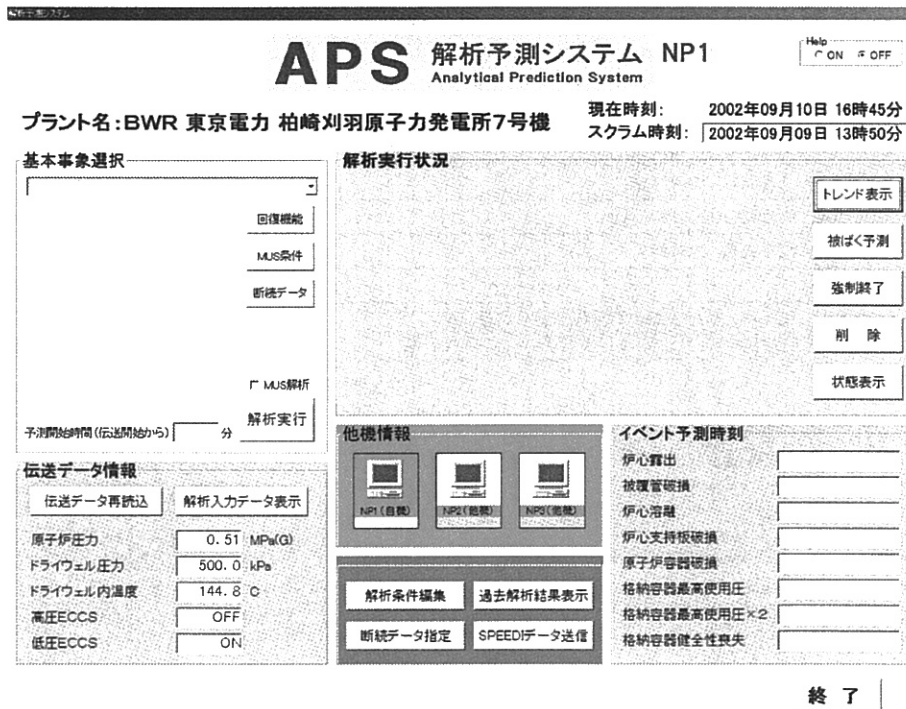
表 3. 3-5 解析速度高速化のための実行結果

イベント時刻は 分単位で示す

解析時間	炉心露出	被覆管破損	炉心溶融	支持板破損	RV破損	CV破損	破損時刻差	
2ループAHF事象	0	54	61	113		5210	(分)	
TDMIN = 0.005	0:55:29	0	54	61	112	5212	3	
TDMIN = 0.01	0:54:42	0	54	61	113	5219	9	
TDMIN = 0.1	0:51:52	0	54	61	114	5215	5	
最大許容値×2	1:01:19	0	54	61	115	5202	-7	
最大許容値×4	0:59:11	0	54	61	113	5220	10	
2ループS2HF事象	1:00:57	153	186	196	283	4946		
TDMIN = 0.005	0:50:59	153	186	196	284	4898	-48	
TDMIN = 0.01	0:50:42	152	186	196	283	4922	-24	
TDMIN = 0.1	0:49:59	153	187	197	282	4909	-38	
最大許容値×2	0:58:58	153	186	196	284	4864	-83	
最大許容値×4	0:59:01	153	186	196	284	4864	-83	
2ループTMLF事象	1:45:53	150	228	272	504	505	4022	
再循環失敗後TDMIN=0.01	1:21:36	150	228	272	504	505	4021	-2
再循環失敗後TDMIN=0.05	1:11:43	150	228	272	504	505	4020	-2
再循環失敗後TDMIN=0.1	1:06:13	150	228	272	504	505	4099	76
最大許容値×2	1:40:32	150	228	264	477	480	3971	-51
最大許容値×4	1:40:21	150	228	264	477	480	3971	-51
2ループTMLF事象(2)	7:59:47	109	161	201	226	238	2641	
再循環失敗後 TDMIN=0.01	0:34:42	109	161	201	226	238	2594	-47
最大許容値×2		5時間で終了せず。						
最大許容値×4		5時間で終了せず。						
75コンデンサS2HF事象	3:21:08	72	100	109	175	325	1073	
TDMIN = 0.01	2:23:07	72	101	109	162	265	1017	-1017
RV破損後TDMIN = 0.1	1:17:13	72	100	109	175	325	1059	14
RV破損後TDMIN = 0.5	0:53:14	72	100	109	175	325	1054	19
最大許容値×2	3:29:14	72	100	109	175	324	1073	0
最大許容値×4	4:02:13	72	100	109	175	324	1073	0



APSメインメニュー レイアウト変更前



APSメインメニュー レイアウト変更後

図 3. 3-1 メインメニューレイアウトの変更

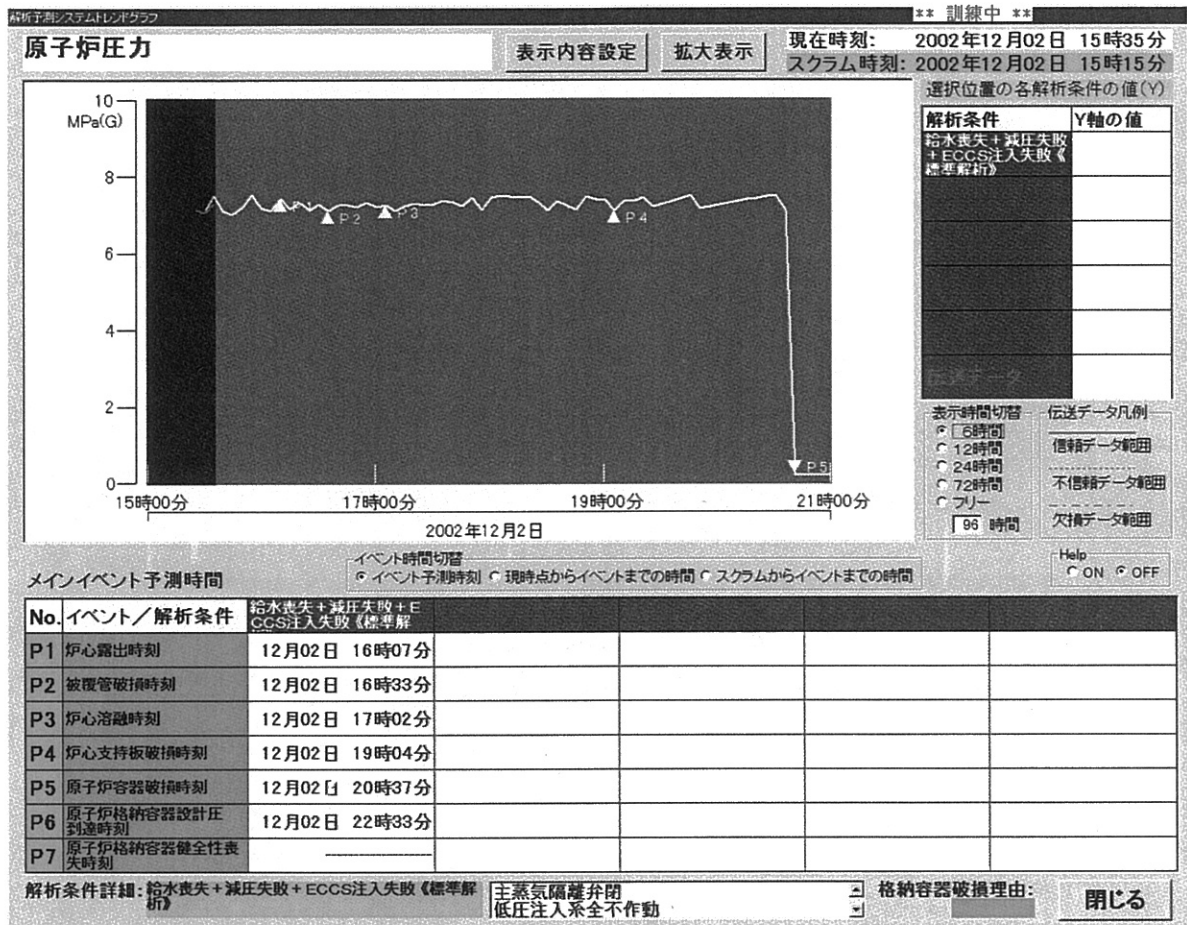


図3. 3-2 トレンド画面のレイアウト変更

ADS 解析予測システム NP1

Help
ON OFF

プラント名:

基本事象選択

予測開始時間(伝送開始から)

伝送データ情報

伝送データ再読込

解

原子炉圧力

ドライウェル圧力

ドライウェル内温度

高圧ECCS

低圧ECCS

SPEEDI形式

計算条件

プラント名:

APS解析条件:

給水喪失+減圧成功+高圧・低圧ECCS注入失敗+原子炉

スクラム時刻:

2003年02月04日 17時49分

放出開始時刻(予測):

2003年02月04日 17時49分

放出率計算開始時刻:

2003年02月04日 17時00分

予測時間隔:

6時間

出力間隔:

1時間

放出率継続時間:

6時間

放出核種名及び放出率

ページ数: 1 / 5

0~1 時間:	全希ガス	2.978E+12 Bq/h	全ヨウ素	6.365E+05 Bq/h
1~2 時間:	全希ガス	3.273E+12 Bq/h	全ヨウ素	1.392E+06 Bq/h
2~3 時間:	全希ガス	4.609E+12 Bq/h	全ヨウ素	3.179E+06 Bq/h
3~4 時間:	全希ガス	6.500E+12 Bq/h	全ヨウ素	4.505E+06 Bq/h
4~5 時間:	全希ガス	8.680E+12 Bq/h	全ヨウ素	4.918E+06 Bq/h
5~6 時間:	全希ガス	1.013E+13 Bq/h	全ヨウ素	4.790E+06 Bq/h

24時間合計: 全希ガス 5.938E+18 Bq 全ヨウ素 7.328E+15 Bq

SPEEDI送信
ファイル作成

仮想事故一覧
表示

単位換算

計算実行

閉じる

03年02月05日 16時55分

03年02月04日 16時45分

正常終了

被ばく予測モード

SPEEDI様式出力

DOSEデータ送信

SIROCCO実行

空間被ばく積分
実行

戻る

時刻

圧

圧×2

圧到達

終了

図3. 3-3 SPEEDIフォーム表示機能の変更

3. 4 緊急時事故解析支援システムの運用試験

3. 4. 1 解析支援システムの評価

(1) 目的

緊急時事故解析支援システム（A I R）の運用状況と運用結果を評価し、原子力災害対策特別措置法に基づいた事故対応を行う上でどのようにシステムを運用すればよいかをまとめるとともに、更なる機能向上のために必要な事項を抽出する。

BWR10 回/PWR10 回の運用試験を行ってシステム運用状況の確認を行い、事故対応訓練にA I R側から提供できる情報を評価した。運用試験では、緊急時対策支援システム（E R S S）から1分間隔で伝送されるデータに基づいたA I Rの検索推論情報とともに、平行して運用されるE R S Sの情報収集システム（I C S）の表示画面情報も併せて利用して、訓練時の事故シナリオに最も近いデータベースを検索して、情報として提供した。

(2) PWR運用試験評価

①試験内容及びA I Rからの提供情報

表3. 4. 1に平成14年度に実施した運用試験の内容及びA I Rからの提供情報について整理した。

②A I R運用方法のまとめ

A I Rの標準的な運用方法を検討し、運用マニュアルとしてまとめた。以下にその内容を示す。

- (i) E R S S からの伝送データを用い、イベントツリー（以下、E Tと称す）推論、定性推論及び時系列推論により、できる限りシナリオの絞り込みを行う。3通りの推論法については、運用者がイベントツリー推論、定性推論、時系列推論の順に優先度をつけて類似シナリオの絞り込みを行う。（第1回目の検索推論では、データ長が短いため、通常は、定性推論と時系列推論は絞り込みの参考とならないことなどによる）
- (ii) 最も類似しているシナリオの絞り込みができた段階で、データベースに蓄えられているイベント情報（ファイル eventinfo.dat）を用いて、炉心損傷時期を予測する。
（ファイルの参照方法はマニュアル等を参照のこと）
- (iii) 更に、この炉心損傷につながる最悪シナリオの時間推移を、DataBase（以下、D Bと称す）ビューワを使用して観測するとともに、データベースに蓄えられているイ

ベント情報（ファイル eventinfo.dat）を参照してR V 破損及びC V 破損時期を求める。また、C V 破損時のF P放出率（破損口と通常放出経路の合計の1時間積算値）をデータベースに蓄えられているデータ（ファイル fprelease.dat）を参照して求める。

(iv) 復旧対策の進展により、将来起こりうるシナリオが絞られてゆくが、その中で最悪シナリオに関して、(iii)と同じ情報を求め、支援情報として逐次提供する。

③更なる機能向上のために必要な事項の抽出

(i) E T推論において、L O C A事象に対するイベントツリー等に「2次系冷却」のヘディングがある。このヘディングの分岐条件の1つに各ループの「蒸気発生器（以下、S Gと称す）の破損状態」があるが、これについては手入力をする必要がある。S Gに水位が無い場合でもE C C Sの注入に成功した場合、E C C Sの注入が行われている間は2次系冷却という観点からみると、S Gは健全とみることもできる。このように、S Gの破損状態の判断基準が明確になっていないため、「2次系冷却」の分岐条件について見直すことを検討する。

(ii) 原子炉容器（以下、R Vと称す）及び格納容器（以下、C Vと称す）の破損の予想時刻がA P S（Analytical Prediction System）やP B S（Plant Behavior Data System）と異なる場合があるが、この原因は解析条件が相違することが考えられる。このため、各システムの解析条件の詳細について調査し、その相違について明確にするとともに、解析条件を統一することが望ましい。

(iii) R V破損時刻及びC V破損時刻を求める手順は、人間による手計算が多い。

（R V 破損及びC V 破損時期は、イベント情報ファイル（eventinfo.dat）の中に、それぞれトリップ時刻、炉心損傷時刻を基準とした零起算の時刻で記述されているため、人間による手計算が発生する）手作業によるケアレスミスを防止するため、将来的に自動で計算できる部分は可能な限り自動化することを検討する。

(iv) F P放出率計算に関して、C V破損時期が72H r以降の場合、EXCELの計算用のマクロが、データベースファイル（ファイル名：fprelease.dat）に対応していない場合がある。この場合、F P放出率を正しく計算できないため、対応策を検討する必要がある。また、計算方法自体、人間による手作業が多いため、できるだけ手作業を減らすことを検討する。

(v) 電気事業者の安全パラメータ表示システムからの伝送パラメータの追加に伴い、パ

ラメータ「原子炉水位」が追加された。「原子炉水位」は、シナリオを特定するのに有用なパラメータの 1 つと考えられるため、「原子炉水位」を時系列推論及び定性推論、トレンド監視に使用することを検討する。

- (vi) E T推論が判断した結果が通報による連絡の内容と異なる場合が考えられる。このような状態が起きた時には、通報による連絡の方を優先させるべきであるため、E T推論の判断結果をオンラインで訂正する機能の追加を検討する。
- (vii) E T推論におけるLOCA事象に対するイベントツリー等において、「格納容器除熱」のヘディングがある。このヘディングの分岐条件に「CV圧力高レンジ」を使用しているが、この「CV圧力高レンジ」に対応するパラメータは伝送されてきていないため、手入力を行う必要がある。CV圧力は、時事刻々と変化するパラメータであり、手入力忘れなどが考えられることから、手入力とするのは適当ではない。よって、ヘディング「格納容器除熱」の分岐条件の見直しを検討する。
- (viii) 現状、時系列波形観測用のパラメータは、伝送パラメータを受信してからしか登録できない。監視パラメータは、事前に登録しておき、事故に備えるべきであるため、伝送パラメータを受信する前にこれらのパラメータを登録できるように改造することを検討する。また、登録したパラメータは、2、3、4 ループとアイスコンデンサのプラントごとにファイルに保存される仕組みになっているため、次回同一ループの違うシナリオの試験を行う場合、監視するパラメータが変われば、登録変更を行う必要がある。このような作業をなくすために、登録したパラメータを信号グループ又は解析シナリオごとに管理し、ファイルに保存することを検討する。
- (ix) E T推論において、シナリオを絞り込んだ後、そのシナリオに対する解析シーケンス（データベース）が複数ある場合、現状、それぞれの解析シーケンスの詳細について知るには、「時系列データベース識別」コードに関する資料などを参照する必要がある。事故時の緊急事態の時に文献を参照することは現実的ではないため、関連する文献を用意しなくても、これらの解析シーケンスの詳細を参照できる仕組みについて検討する。また、使い勝手の向上のため、E T画面の「時系列データベース識別コード」の欄をマウスにてダブルクリックすると、対応する時系列データ波形を呼び出し、表示する機能の追加を検討する。
- (x)トレンドグラフにおける時系列波形観測において、例えば監視対象のパラメータが指数で表される大きな値を示す場合、現状は表示レンジを手さぐりで調整しないと

波形を観測することができない。この作業に時間を費やすと運用上支障がでるため、オートスケール機能を追加することを検討する。また、波形より数値を読み取る場合に読み取り誤差が生じるため、正確な値を知るためにカーソルを置いた位置のデジタル値を表示する機能の追加などを検討する。

- (x i) 定性推論においては類似度に有意な差がみられず、事象を特定できない場合がある。また、「イベントツリー推論」、「定性推論」、「時系列推論」の上位候補のシナリオが互いに異なる場合があるのに対して、「総合推論」、「イベントツリー推論」、「定性推論」、「時系列推論」の結果が同様なレイアウトで並列に表示しており、どこに重きをおいて見て良いかわかりにくい。総合的な結果を表示している「総合推論」の結果がいちばんに参照されるべきであるので、「総合推論」の結果欄を強調した表示画面に改造することを検討する。

(例) 「定性推論」の欄を割愛し、総合推論結果欄の表示を大きくするなど。

- (x ii) アクシデントマネジメント（以下、AMと称す）策の分岐条件は、AM追加パラメータ設定機能を使って手入力を行う仕組みになっている。現状、この設定機能の呼び出しは、A I Rとは無関係に Windows システムのデスクトップに配置しているショートカットコマンドにより行うことになっている。本設定機能はA I Rの一部であるにとらえることができるため、操作性向上のためにもA I Rの中に組み込み、A I Rより呼び出せるようにすることを検討する。

(3) BWR運用試験評価

①試験内容及びA I Rからの提供情報

BWRに関する結果の一覧を、表3.4.2にまとめて示す。ここでは、各訓練事象ごとに、事象の進展状況と現在のA I Rの機能として提供可能な情報をまとめた。

初期の運用試験(10月15日女川2号)では、標準手順が未確立のため、適切な情報が提供できなかった。この主因は、故障情報やERSSのICS画面から得られる情報を手動でA I Rの検索推論の判定に追加できなかったことが主因であり、以降の運用試験では、これらの経験を反映して、人間系による判断も加味して、事象の推移に伴って一番似た事象を検索し、そのデータから炉心損傷時間を予測し、さらにそれにつながる最悪事象の格納容器破損時間とその際の放射性物質放出量の予測値を情報として提供することができた。情報提供タイミングとしても、原災法第15条に匹敵する通報時点の前後での提供を実現でき、訓練に

役立つことを確認できた。また、その後の事象の復旧操作などによる進展に伴って、逐次、最悪事象が緩和されてゆくが、その都度、情報として提示できた。これらの情報は、並行して用いられるERSSの解析予測システム(ASPS)やPBSによる予測結果のクロスチェックとして役立ててゆくことが可能である。

また、停止時事故(PWR)、燃料取り扱い事故(PWR, BWR)、廃棄物建屋事故(PWR, BWR)に関しては、プラント事故情報を、DBビューアを用いて手動で入力し、類似事象の検索と、その際の放射性物質放出量の予測値を情報として提供できることを確認した。停止時事故については、ERSSでデータベースを持っていないことから、AIRからの情報提供が重要となる。

一方で、AIRでは、データベースが、BWR・PWRとも標準4プラントの定格出力運転での事故シナリオに限られていることで、個別プラントとの違いや事故時の運転出力を考慮してデータベースを見る必要があることが分かった。また、スクラム後から事故までの時間シナリオも崩壊熱の評価に大きな影響を与えるが、データベースとしては一つのシナリオしかないので、これを考慮してデータを評価する必要がある。

また、AIR内にデータベースとして含まれている情報でありながら、システム操作手順の未習熟や表示システムの機能不足で、迅速な情報提供ができなかった場合が、運用訓練で散見された。これについては、システム改良項目として別途まとめたが、これらの機能改良を行うことで、AIRの一層の有効活用が可能になると考えられる。

②AIR運用方法のまとめ

運用試験の結果に基づいて、AIRの検索推論システムとDBビューアの標準的な運用指針をまとめた。以下にその概要を示す。

- (i) 起因事象の初期設定は、事故通報やERSS情報として判明しているため、検索推論システム起動時に入力する。炉心損傷後の事象についても、起因事象につながる事象を選んで選択しておく。その他の検索推論パラメータ(推論対象信号など)は、標準のものを採用する。
- (ii) ERSSからの伝送データを用い、イベントツリー(ET)推論と定性推論及び時系列推論により、できる限りシナリオの絞り込みを行う。3通りの推論法については、イベントツリー推論、定性推論及び時系列推論の順に優先度をつけて類似シナリオの絞り込みを行う。

- (iii)最も類似しているシナリオの絞込みができた段階で、データベースに蓄えられているイベント情報 (eventinfo.dat ファイル)、ないし、時系列推論の詳細表示画面を用いて、炉心損傷時期を予測する。同時に、時系列波形も表示し、主要信号の時間推移を情報として提供する。
- (iv)さらに、この炉心損傷につながる最悪シナリオの時間推移を、DBビューアを使用して表示・確認するとともに、データベースに蓄えられているイベント情報 (eventinfo.dat ファイル) を用いて、圧力容器破損及び格納容器破損時期を求め、情報として提供する。また、格納容器破損時の放射性物質放出率 (破損口と通常放出経路の合計の1時間積算値) をデータベースに蓄えられているデータ (FPRELEASE.DAT) を参照して求め、情報として提供する。
- (v)復旧対策の進展により、将来起こりうるシナリオが絞られてゆくが、その中で最悪シナリオに関して、(iv)と同じ情報を求め、支援情報として逐次提供する。
- (vi)上記の検索で、標準データベースと個別訓練プラントに出力の違いや解析条件で差がある場合、ERSSのデータベース (PBSなど) の感度解析を参照し、違いが有意なものか無視できるものかを判断する。

これらの手順の中で、AIRとして提供できる情報の一覧を下記に示す。これらの中で、ix)の要約表が提供情報としては一番重要である。これに付随して、iii)のET推論結果の画面、vi)の時系列波形表示画面、viii)の放射性物質放出量などを情報として提供する。

- i) 起因事象に付随するイベントツリーで分類した事象一覧
- ii) 検索推論総合判断画面 (類似シナリオの上位候補判定)
- iii) ET検索推論結果の表示画面
- iv) 定性推論詳細画面
- v) 時系列推論詳細画面
- vi) 時系列波形表示画面
- vii) イベントシナリオ表示画面
- viii) 放射性物質放出量 (希ガスとヨウ素) の時間推移
- ix) 検索結果の要約表 (炉心損傷、格納要破損時刻、放射性物質放出量のまとめ)

③更なる機能向上のために必要な事項の抽出

システムの運用試験の中から、機能向上のための改良項目を抽出・整理した。A I Rは、ERSSと併用して訓練に用いることを前提とするため、ERSSからの情報や、プラントからのFAXによる通報情報も活用して、より効果的なデータベース検索と情報提供を行うことが望まれる。

A I Rの特徴は、膨大な事故シナリオデータベースを利用して、事象の進展に一番近いシナリオを検索し、予測情報を提示することにある。このため、改良項目を検索推論の機能向上に係わるものと、情報提示機能（表示機能）に係わるもの、データベースの解釈・拡充に係わるものの3通りに分類して、その主要なものをまとめた。

(i) 検索推論の機能向上に係るもの

- ・ ET 推論の手入力によるロジック変更機能（迅速、効率的なデータ絞込みに重要）
- ・ ET 推論の高頻度化（現状 10 分の高速化）と開始タイミング（伝送開始直後から開始）の改良
- ・ 類似度計算法の高度化（ET 推論の類似度計算法、時系列推論の類似度計算法、信号の上下限值処理の追加）
- ・ ET 推論の判断ロジックの改良（確実な判断より、迅速な判断を優先させたロジック変更や閾値の最適化）

(ii) 情報提示機能（表示機能）に係るもの

- ・ 時系列波形の表示単位のERSSとの統一、表示時のスケール設定の容易化
- ・ データベース表示内容の詳細化（ET 推論結果の表示での、サブシナリオの内容やCD時間、放射性物質放出量など重要度に係わる情報の表示の追加）
- ・ ET 推論の分岐ロジックの可視化
- ・ 放射性物質放出率（一時間積算値）のグラフ表示
- ・ 訓練中断時のデータ自動保存機能

(iii) データベースの解釈・拡充等に係るもの

- ・ 標準プラントデータベースと個々のプラントの違い（出力、炉型、格納容器）、安全系の動作ロジックの違い、事象発生タイミングの違い、解析条件の違い、初期運転出力など、標準データベースとの差異の解釈に係わる事前知識の整理
- ・ 防災訓練、学習へのデータベース提供機能（A I Rのデータベースによる訓練）

今後、A I Rの更なる機能向上のために、上記の改良項目の優先度を判断して、逐次改

良してゆくことが望まれる。

(4) BWRデータベースの妥当性評価

A I Rの運用状況や運用結果を評価し、原子力災害対策特別措置法に基づいた事故対応を行う上でどのようにA I Rを運用すれば良いかをまとめるとともに、更なる機能向上のために必要な事項を抽出した。試験実施ケースを表3. 4. 3に示す。

1.) 個別の試験ケースの試験条件とデータベースの妥当性

①女川-2 (TQUV、AM 有り)

試験の条件は、原子炉スクラム後R C I Cの起動及び故障、さらに低圧注水系(L P C I)の作動及び故障を経て、最終的に原子炉スクラム後 13 時間の時間遅れをもって、全ての注水系が機能喪失に至るというものであった。

A I Rデータベースには、原子炉停止後の時間遅れは、一部のイベントツリーの終状態に対してのみ考慮されているが、システムティックに全てのイベントツリーの終状態に対して考慮しているものではない。これは、全ての終状態に対して、系統的に時間遅れや作動した系統等のパラメータを変化させて解析シナリオを網羅することは現実的ではなく、むしろ、代表的な解析結果を種々のシナリオについて格納しておき、時間遅れの無い保守的なタイミングに関する情報を提供することによって、E R S Sにおいて評価されたシナリオと決定的な乖離がないことを示すという基本的な考え方に基づくものである。

したがって、本試験のように、注水系の全ての機能喪失に至るまでに時間遅れがある場合については、時間遅れのない保守的なタイミングを提供することがデータベースとしての役割であり、この観点からは、それぞれの時刻における以後の進展に関する情報を適切に提供できたと考えられる。ただし、時間遅れのあるケースに関する扱いについては、今後の検討課題である。

②福島第二-1 (LOCA、AM 有り)

試験の条件は、原子炉停止作業中 (60%出力) にL O C Aが発生したとの条件で、全ての注水機能の喪失とその後の復旧を伴う現実的なシナリオであった。A I Rデータベースには、部分出力運転時を初期状態とするシナリオは含まれていないため、定量的に意味のある

データを提供することは困難であったが、本試験のような条件においては、条件として厳しい通常運転中を初期条件とする保守的なタイミングを提供することで、ERS Sの他のシステムが提供する情報との齟齬を確認することは可能であると考えられる。

③浜岡-2 (TQJV, AM 無し)

試験の条件は、通常運転中に過渡事象が発生し、原子炉減圧後に全ての注水手段を喪失するというものであり、その後のAM操作もないというものであった。

このような事故条件については、類似の条件がデータベースにも記載されており、プラントの違いはあるものの、適切なタイミングで、検索された事故シーケンスに関する代表プラントの情報を提供できるデータベースとなっていたと考えられる。

なお、ERS Sでは、「炉心損傷」を格納容器内の放射線レベルを用いてプラント共通で設定しているため、プラントによって、現象論的な「炉心損傷」に至る前に「炉心損傷」が判定されるケースがある。今回の試験でも、このことによって、「炉心損傷」がAIRデータベースよりも早めに判定されたが、試験における運用においては、ERS Sにおける「炉心損傷」が広義の炉心損傷を扱っているということを念頭におく必要があると考えられる。

④敦賀-1 (TB, AM 無し)

試験の条件は、全交流電源喪失後、非常用復水器 (IC) の運転の後、DC電源の枯渇により全ての注水手段を喪失するというものであり、その後のAM操作もないというものであった。

このような事故条件については、ICが運転されるという点を除いた類似の条件がデータベースにも記載されており、プラントの違いはあるものの、適切なタイミングで、検索された事故シーケンスに関する代表プラントの情報を提供できるデータベースとなっていたと考えられる。

しかしながら、イベントツリー推論の構造上、「高圧ECCSの作動に一旦成功した後に失敗する」というシナリオを絞り込めないため、結果として、時間遅れの全くないシナリオのデータベースを参照することとなった。このことから、試験時におけるデータ提供の観点から、電源喪失のイベントツリーにおける改善が必要であると考えられる。

⑤柏崎刈羽-7 (TQUX, AM 無し)

試験の条件は、通常運転中に過渡事象が発生し、原子炉が高圧の状態ですべての注水手段を

喪失するというものであり、その後のアクシデント・マネジメント操作もないというものであった。

このような事故条件については、類似の条件がデータベースにも記載されており、プラントの違いはあるものの、適切なタイミングで、検索された事故シーケンスに関する代表プラントの情報を提供できるデータベースとなっていたと考えられる。

⑥福島第一-5 (TQUV、島根訓練相当)

試験の条件は、原子炉スクラム後R C I Cの起動及び故障、さらに低圧注水系(L P C I)の作動及び故障を経て、最終的に原子炉スクラム後 13 時間の時間遅れをもって、全ての注水系が機能喪失に至るというものであった。本条件についての考察は、①と同様であり、注水系の全ての機能喪失に至るまでに時間遅れがある場合については、時間遅れのない保守的なタイミングを提供することがデータベースとしての役割であり、この観点からは、それぞれの時刻における以後の進展に関する情報を適切に提供できたと考えられる。

⑦柏崎刈羽-6 (TQUV、AM 有り)

試験の条件は、原子炉スクラム後R C I Cの起動及び故障、さらに低圧注水系(L P F L)の作動及び故障を経て、最終的に原子炉スクラム後 2 時間の時間遅れをもって、全ての注水系が機能喪失に至るというものであった。本条件についての考察は、①と同様であり、注水系の全ての機能喪失に至るまでに時間遅れがある場合については、時間遅れのない保守的なタイミングを提供することがデータベースとしての役割であり、この観点からは、それぞれの時刻における以後の進展に関する情報を適切に提供できたと考えられる。

⑧東海第二 (TQUV、AM 有り)

試験の条件は、通常運転中に過渡事象が発生し、一旦炉心損傷に至るものの、アクシデント・マネジメント操作によって炉心損傷の進展が回避されるというものであった。このような事故条件については、類似の条件がデータベースにも記載されており、適切なタイミングで、検索された事故シーケンスに関する代表プラントの情報を提供できるデータベースとなっていたと考えられる。

2.) まとめ

運用試験におけるデータベースの妥当性に関する検討の結果をまとめると、以下のよう

になる。

- ① 類似の条件がデータベースにも記載されている事故条件のケースでは、プラントの違いはあるものの、適切なタイミングで、検索された事故シーケンスに関する代表プラントの情報を提供できるデータベースとなっている。
- ② 事故条件の中に時間遅れや複雑な運転操作が含まれる場合、条件が合致するデータベースは必ずしも登録されていない。この場合、定量的な意味は小さいが、定性的な確認を目的として、保守的な事象進展のタイミングを提示することは可能である。ただし、高度化という観点で、代表的な時間遅れについてはデータベースを拡充することが考えられる。
- ③ 電源喪失のイベントツリーの構造及び論理は、データベースを有効活用するためには高度化が必要であると考えられる。

3. 4. 2 データベース表示機能の向上

(1) 目的

事故データ伝送の有無にかかわらず、任意の時刻に炉心損傷前後の事故シーケンスを検索し、プラントパラメータ、イベント履歴、放射性物質放出量のトレンド図を表示する機能を整備する。また、放射性物質放出量を緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム（SPEED I）入力様式に変換し表示印刷する機能を整備する。なお、このシステムは以下DBビューアと略称する。

(2) 基本設計

DBビューアの基本機能として、下記を定義した。

- ① 伝送データの有無に係らず、炉心損傷前後のデータベースをつないで、時系列波形として表示可能にする。また、複数のデータベースの比較表示、伝送データとの比較表示も可能とする。
- ② データベースの選択はイベントツリー表示画面でのロジック選択を利用して行う。
- ③ 時間波形の表示グループは、プラントタイプごとに、標準グループ（表示スケールも含む）を用意しておき、容易な表示を可能とする。また、起因事象に応じた独自の表示グループも登録可能とする。さらに、表示時に一時的に信号やスケールの変更ができる機能もつける。

- ④ 放射性物質放出率は、希ガス、ヨウ素の同位体の合計量からなる独立したデータベースとして変換準備しておき、これを用いた時系列波形を表示する。また、一時間積算値も、異なる放出場所の合計値として、独立したデータベースとして変換準備しておき、参照可能にする。

(3) 使用方法

図3. 4. 1に、DBビューアの画面遷移を示す。選択画面から起因事象を選び、炉心損傷前後のイベントツリーを表示し、さらに、イベントツリー内の各事象の成功・失敗の判定をすることで、データベース内の事象を絞り込むことができる。ここで絞り込んだ事象内には、さらに、複数のサブシナリオがあるが、これは、選択画面で手動選択することになる。その後、信号列波形表示の信号グループを選択した後に、信号列波形表示を行う。また、この表示後、信号選択画面で、表示信号と表示スケールを一時的に変えることができる。また、新たな信号グループとして登録することも可能である。

信号列波形表示の例を図3. 4. 2に示す。CD前とCD後の波形を上下に分離して一旦表示しているが、オプション指定することで、これらをつないで一つの画面に表示することも可能である。

また、複数のデータベース比較のために、信号ごとの比較表示画面も用意してある。ここでは、データベースからの信号だけでなく、ERSSから伝送されてきたデータとの比較も可能となっている。

(4) 今後の改良

DBビューアは、AIRの検索推論と平行して用いる情報提供システムとして重要である。このため、更なる改良が望まれる。優先度の大きい改良点を下記にあげるが、これらは、本体の検索推論システムの改良とも重なっているので、共用ソフトウェアの設計が可能になる。

- ① イベントツリー表示画面で、サブシナリオの詳細情報を提供することで必要な情報を迅速に検索できる。詳細情報は、データの解析条件、重要度（炉心損傷時間、放射性物質放出率）などである。
- ② イベントツリー上で判断ロジックを参照できる機能
- ③ 信号列表示画面上で、信号のデジタル値を読み取る機能

3. 4. 3 国際単位系 (S I 単位系) の反映

電気事業者の安全パラメータ表示システム (SPDS) からの伝送パラメータの単位系の変更を受けて、以下に示すプラントについて電気事業者の安全パラメータ表示システムに合わせて解析支援システムの単位系の変更を行い、国際単位系 (S I 単位系) を反映した。反映は、標準化プラントデータリストを改造することにより実施した。

①PWRプラント

○伝送パラメータの単位系の変更があったプラント

- ・九州電力 (株) 玄海原子力発電所 1 号機及び 2 号機
- ・日本原子力発電 (株) 敦賀発電所 2 号機
- ・四国電力 (株) 伊方発電所 2 号機

○単位系の変更項目

- ・「1 次冷却材圧力」 : $\text{kg/cm}^2\text{g}$ → MPa (敦賀 2 号機以外)
- ・「加圧器圧力 ($\text{kg/cm}^2\text{g}$)」 : 「B ループ 1 次冷却材圧力 (2) (MPa)」
及び
「C ループ 1 次冷却材圧力 (3) (MPa)」
に変更 (敦賀 2 号機のみ)
- ・「格納容器圧力」: $\text{kg/cm}^2\text{g}$ → kPa (敦賀 2 号機のみ)、
MPa (玄海 1/2 号機及び伊方 2 号機)
- ・「A~D 主蒸気ライン圧力」 : $\text{kg/cm}^2\text{g}$ → MPa

②BWRプラント

今年度 S I 単位系に変更されたプラントは下記のとおりである。また、変更されたパラメータは、原子炉圧力、格納容器圧力 (ドライウエル及びサプレッションチェンバー) の 3 点である。

東京電力 (株)	福島第一原子力発電所 3 号機 福島第二原子力発電所 2 号機 柏崎・刈羽原子力発電所 7 号機
中部電力 (株)	浜岡原子力発電所 1 号機及び 2 号機
日本原子力発電 (株)	敦賀発電所 1 号機 東海第二発電所

緊急時事故解析支援システム内部においては開発当初からS I 単位系で統一しているため、上記プラントからの入力信号の標準化テーブルにおいて、これまで行っていたMKS 単位系からS I 単位系への変換を廃止するとともに、上下限值を見直した。

3. 4. 4 オンライン化データの反映

(1) 目的

平成 14 年度までに実施される、電気事業者の安全パラメータ表示システムからの伝送パラメータの追加に対応するとともに、検索推論ロジックの見直しを行い、検索推論機能の向上を検討する。また、伝送データを緊急時対応センター情報計算機 (A、B)、原子力発電技術機構内計算機 (閉ループ) のいずれからでも自動的に受取れるようにする。

(2) 伝送パラメータの追加対応

平成 14 年度に安全パラメータ表示システムからのオンライン伝送パラメータが 20 プラントに対して追加された。追加されたパラメータはプラントによって変わるが概ね以下のようなものである。

- ・排気筒 / SGT S 放射線信号
- ・ECCS ポンプ起動信号
- ・給水流量信号
- ・主蒸気隔離弁個別閉信号
- ・逃がし安全弁開信号
- ・CAMS (放射線、水素 / 酸素濃度) 関係信号

これら追加されたパラメータを緊急時事故解析支援システムが正しく受け取れるように入力信号を定義する標準化テーブルに追加を行った。

一方で、従来オンラインあるいはオフライン伝送されていたパラメータの中には変更後伝送されなくなったり、パラメータ名称が変更されたものがある。これらについてはデータ欠損によるシステムへの影響を少なくするために、他のパラメータにより代替値を設定した。

該当するパラメータの例を以下に示す。

- ・原子炉出力
- ・全制御棒全挿入
- ・原子炉格納容器隔離

- ・ RHR機能維持
- ・ 外部電源状態
- ・ PCVスプレイ状態

さらに、ECCS作動状態の様に伝送されなくなっただけではなく、代替パラメータもないもので、かつET推論ロジックで使われている場合には、ロジックの見直しを行った。

(3) 検索推論機能の向上の検討

電気事業者からの追加で伝送されるパラメータは以下の2種類に大別される。

- ① より詳細な機器の作動状態を示すオンラインパラメータ (ポンプの起動状態、注入弁の開閉状態等)
- ② 総合的に系統の作動状態を判断したオフラインパラメータ

これらのパラメータを使用して診断を実施すると、従来よりも早く確実に系統の作動状態を判別することが可能となり、より早い時点での予測結果の提供が可能となる。

①に関してBWRの格納容器スプレイを例にとると、RHR系の弁の切替により原子炉注水(LPCIモード)あるいは格納容器スプレイが実施されるが、従来はRHR系の流量しか伝送されていなかったため、格納容器の圧力あるいは温度の低減で格納容器スプレイが動作していることを診断するしかなく、診断の確実性に欠ける面があり、またこれらのパラメータの変化が遅いため診断時間が長くなってため、より確実に早く診断をすることが可能となる。

②に関して①の信号の追加でかなり改善されるものの、なお運転現場に較べれば得られる情報は少ない。例えばBWRの高圧の注水系(RCIC、HPCS等)は原子炉水位低(レベル2)で注水を開始し、水位高(レベル8)にて注水を停止するため、注水流量が無いことにより直ちに系統の機能喪失とは判断できない。現場ではより多くの情報があり、注水流量が無いことが正常か故障かを判断でき、この結果がオフライン信号で伝送されることにより、より確実に早く診断をすることが可能となる。

また、排気筒/SGTS放射線信号についてはオンライン信号により伝送されることから、炉心損傷後の格納容器健全性や格納容器ベント成功の判断に資することが考えられるため、新たに検索推論ロジックに組み入れることも考えられる。

(4) 伝送データの受け取り

伝送データは、今まで経済産業省情報計算機 (A) のみにアクセスし受取っていたが、(財)原子力発電技術機構内計算機 (閉ループ) にアクセスするように変更した事により、経済産業省情報計算機 (A、B) のいずれからでも自動的に受取れるようになった。また、(財)原子力発電技術機構内計算機 (閉ループ) から受取れるようになった。

(5) 女川 3 号のシステムへの組み入れ

女川 3 号が平成 13 年度に運転を開始した。これに伴い、緊急時事故解析支援システムにおいても女川 3 号機の診断が他の運転中プラントと同様に診断可能となるように、イベントツリー、診断ロジック等のデータベースを作成するとともに、緊急時事故解析支援システムの全体システムに組み入れた。

(6) PWRプラントのオンライン化

平成 14 年度までに実施される電気事業者の安全パラメータ表示システムからの伝送パラメータの追加を受けて、オンライン化後の試験に対応できるように以下に示すプラントについて標準化プラントデータリストの改造を行った。

- ・四国電力 (株) 伊方発電所 1 号機及び 2 号機
- ・九州電力 (株) 玄海原子力発電所 1 号機及び 2 号機、3 号機、4 号機
- ・九州電力 (株) 川内原子力発電所 1 号機及び 2 号機
- ・日本原子力発電 (株) 敦賀発電所 2 号機

表3.4.1 (1/6) 運用試験一覧 (PWR)

日時	対象プラント/ 起因事象 (注1)	訓練事象の進展	AIRからの提供情報
10月8日	大飯3号 LOCA/CDLB	9:30 中 LOCA(8inch 径) 10:34 10条通報 10:20 ECCS 停止 10:26 15条通報 再循環弁不動作 10:58 炉心露出 11:03 炉心損傷 11:59 支持板損傷 12:44 RPV 損傷	<ul style="list-style-type: none"> ・試験中の段階で運用方法及びデータ保存方法について手探りで実施したため、試験中の情報提供は弊になし。 ・ERSS側への情報提供は、「時系列波形+ET画面 (事象シナリオが判断できるもの)」で行い、事象の進展にあわせて早めに行うことを検討した。 ・CD前評価は、ET推論画面及び時系列波形比較画面よりILOCA-005-CD-02-CDLB, LOCA(1)ファイード破断+ECCS再循環失敗+CVスプレイ除熱失敗+炉心損傷」のシナリオが最も近い事象と判断でき、推論結果は概ね良好。 ・CD後評価は、ET推論画面及び時系列波形比較画面より「CDLB-007-CD-01-XXXX, 低圧炉心損傷 (ギロチン破断)+ECCS注入有り+CVスプレイ注入なし+CV自然対流冷却+CV健全」のシナリオが最も近い事象と判断でき、推論結果は概ね良好。
12月17日	泊1号機 燃料取扱事故	ERSSからの伝送なし。	<ul style="list-style-type: none"> DBビューワにより以下のように放射線放出量 (予測値) を定量的に把握できた。 ① "I-131" 及び "Xe-133" がスクラム時より約1時間かけてほぼ零となる。 ② 破損体数1%の時の方が破損体数0.1%の時より放射線物質 ("I-131" 及び "Xe-133") が多く出ている。
12月17日	高浜3号機 気体廃棄物処理設備の 破損事故	ERSSからの伝送なし。	<ul style="list-style-type: none"> DBビューワにより以下のように放射線放出量 (予測値) を定量的に把握できた。 ① "I-131" 及び "Xe-133" がスクラム時より約30分かけてほぼ零となる。 ② 破損体数1%の時の方が破損体数0.1%の時より放射線物質 ("I-131" 及び "Xe-133") が多く出ている。

(注1) LOCA : Loss Of Coolant Accident, CDLB : 運転時格納容器内事象炉心損傷後 (低圧炉心損傷+ECCS注入有り+CVスプレイ注入無)

表 3. 4. 1 (2/6) 運用試験一覧 (PWR)

日時	対象プラント/ 起因事象 (注 1)	訓練事象の進展 (注 2)	AIRからの提供情報
12月17日	美浜1号機 過剰なドレン (炉心損傷まで) 停止時炉心損傷 (炉心損傷後)	ERSSからの伝送なし。	D B ビューワにより以下のように主要なパラメータの変化 (予測値) を定量的に把握できた。 ① CV 圧力及び CV 温度が刻々と上昇している。 ② 原子炉水位が下降傾向にある。 D B ビューワにより以下のように主要なパラメータの変化 (予測値) を定量的に把握できた。 ① 原子炉容器破損と同時に (" I-131" 及び " I-135") が放出され、約 16 時間を要してはほぼ零になっている。(アニユラスから環境への設計漏えいによる) ② 原子炉水位がいったん 0% となるが、徐々に原子炉破損時と同程度の水位まで回復する。 ③ ミッドループ運転の方が RCS 満水時より放射性物質の量が多くでる。 ④ 原子炉容器破損から約 75 時間後に CV 破損に至っている。 ⑤ 炉停止後 120 日では、放射性物質は放出されない。 ⑥ ミッドループ運転と RCS 満水運転では有意な差はみられない。
12月24日	川内1号機 ADC	10:00 LOCA 発生。炉心露出。 10:16 被覆管破損 (ICS) 10:30 被覆管破損 (DPS) 10:30 炉心熔融 12:00 試験終了	12:24 シナリオを特定。「大 LOCA+ECCS 失敗+CV スプレイ失敗+CD (CDLD-007-01~03)」を検索。 10:46 D B ビューワで FP 放出量を確認 (一番激しいケース" CDLD-010-01 (大・中 LOCA+ECCS 注入無し+CV スプレイ無し+CV 破損)"にて 10:30 時点の値は、I-131、Xe-133 とほぼ 0Bq/hr であることを予測)
1月7日	高浜1号機 TMLB	10:00 全交流電源からの電力供給停止。 10:49 炉心露出 11:02 被覆管破損 11:04 炉心熔融 11:22 炉心冠水 11:31 炉心再露出 14:30 試験終了	10:14 シナリオ絞り込み (シーケンス No.18~23, 25~34) 10:42 2 次系冷却成功を判断。 10:50 C D 時間を 11:09 頃と予測。 10:53 ファイード&ブリード失敗を判定。シーケンス NO.22,23 に絞り込み。 10:59 シーケンス詳細表示で、23 の CD 時間=11:04 を確認。 11:15 CD 後の最悪シーケンス: CDMD-10-1 を表示。 FP 放出率は 14:00 の瞬時値で I131=0.2e12[Bq/h], X133=0.2e15[Bq/h]。 (ただし、通常放出経路からの放出率のみで、破損口からの放出率は含まない) CDMD-10-1 は、CV スプレイ無しで 59h 後に CV 破損のケース。 CDMD-10-1 の 59h 後の情報は、CV 圧は 0.8Mpa で破損。 X133=0.2e15[Bq/h], I131=0。 12:08 CDMD-10 にシナリオ絞り込み。

(注 1) ADC: 「大破断 LOCA+ECCS 注入失敗+CV スプレイ注入失敗」、TMLB: 外部電源喪失

(注 2) ERSS からの伝送開始 10:00 を基準に時間を算定

表 3. 4. 1 (3/6) 運用試験一覧 (PWR)

日時	対象プラント/ 起因事象 (注 1)	訓練事象の進展 (注 2)	A I R からの提供情報
1月14日	美浜2号機 TMLF	10:00 伝送開始 10:05 伝送中断 (スクラム時刻を 08:30 に変更) 10:10 伝送再開 10:21 炉心露出(11:51) 11:21 被覆管破損(12:51) 12:01 炉心溶融(13:31) 12:59 R V破損(14:29) 13:00 伝送中断 (スクラム時刻前々日 16:30 に設定) 14:00 伝送再開 14:35 C V過圧破損(16日 6:35) 15:30 伝送終了	(10:00 起因事象をインタープルーエーションシステム LOCA(ISLC)に設定) (11:15 ET 推論の起因事象をその他過渡事象 (OTHE) に変更) 11:25 OTHE-7-5 (1位:その他過渡事象 (主給水喪失) + 2次系冷却失敗 + F & B 失敗 + 炉心損傷)、 OTHE-8-5(2位:その他過渡事象 (主給水失敗) + 2次系冷却失敗 + F & B 失敗 + C V スプレイ注入失敗 + 炉心損傷)に絞り込み。 CD 時間は、11:29。 CD を判断。 12:01 DB ビューワで炉心損傷前: OTHE-7-5、炉心損傷後:「CDHC-10-CD-01 (高圧炉心炉心損傷 (2次系除熱失敗) + E C C S 注入無し + C V スプレイ注入有り + C V 破損)」を最悪ケースとして選択。 12:15 CV 破損は 1/15 19:16 (CD 後 31h 後)、破損直後の PP 放出率は、希ガス=0.2e15[Bq/h]、ヨウ素=0.1e12[Bq/h]未満。(ただし、通常放出経路からの放出率のみで、破損口からの放出率は含まない) CD 後 1h が MAX 値となり、希ガス=0.2e15[Bq/h]、0.2e12[Bq/h]。(ただし、通常放出経路からの放出率のみで、破損口からの放出率は含まない) 12:35 CDHC-12-CD-01 (高圧炉心炉心損傷 (2次系除熱失敗) + E C C S 注入無し + C V スプレイ注入有り + C V 漏えい、ET 推論で検索されたもの)を DB ビューワで表示。 放出率は、希ガス=0.1e15[Bq/h] (本日 20:00)、ヨウ素=0.9e15[Bq/h] (本日 16:00)。 (ただし、通常放出経路からの放出率のみで、破損口からの放出率は含まない) 12:43 CV 内注水失敗、CV 自然対流冷却失敗、C V 液相部蓄熱失敗を判断。 14:35 1次系圧下降開始。環境モニタ値上昇開始。DPS が格納容器破損と放射能放出開始を判断。

(注 1) TMLF : 全給水喪失

(注 2) 括弧内は ERSS からの伝送開始 10:00 を基準に時間を算定

表 3. 4. 1 (4/6) 運用試験一覧 (PWR)

日時	対象プラント/ 起因事象 (注 1)	訓練事象の進展 (注 2)	A I Rからの提供情報
1月21日	玄海1号機 S2HF	10:10 伝送開始 11:10 伝送中断 (スクラム時刻を 08:50 に変更) 11:20 伝送再開 12:05 炉心露出(13:25) 12:20 被覆管破損、炉心溶融(13:40) 13:50 伝送中断 (スクラム時刻を前々々 日 20:00 に設定) 14:00 伝送再開 14:49 C V過圧破損(24日 0:10) 15:04 伝送終了	10:00 起因事象を LOCA に設定。 10:24 LOCA 事象に対する ET の第 1 回推論で選択されたシーケンスは、以下のとおり。 8 = 炉心/バウンダリ健全 (極小 LOCA は対象外) 10 = 格納容器除熱失敗 + 炉心損傷 (格納容器先行破損) 11, 12 = ECCS 再循環失敗 + 炉心損傷 15 = LOCA (小破断) + 2 次系冷却失敗 + F & B 成功 + 炉心健全 17 = LOCA (小破断) + 2 次系冷却失敗 + AM 策失敗 + 炉心損傷 18, 19 = LOCA (小破断) + 2 次系冷却失敗 + F & B 成功 + ECCS 再循環失敗 + 炉心損傷 22, 23 = 2 次系冷却失敗 + F & B 失敗 + 炉心損傷 11:01 11-3 の CD 時間 = スクラム後 08:08。 11:58 11-3 に続く炉心損傷後の最悪シナリオ : 10-1 をチェック。 時間は全てスクラム後。 CD=3:03、RV 破損=5:52、CV 破損=30:44、31:00 の FP 放出率は、 希ガス=1.79e18、ヨウ素=5.7e15。 12:12 2 次系冷却失敗に状態が変わって、22-2 に絞り込み変更。 CD は、スクラム後 5:45。 CD 後の検索を開始。起因事象は、CDMA。 12:23 格納容器隔離成功及び CV スプレイ作動失敗を判断。 12:59 ET 推論/時系列推論により、CDMA 10-1/10-2 に絞り込み。 10-1 2-インテンチ破断 CV 破損時期は、CD 後 27HR 後。 10-2 3/8 インテンチ破断 CV 破損時期は、CD 後 41HR 後。

(注 1) S2HF : 「小破断 LOCA + ECCS 再循環失敗 + CV スプレイ再循環失敗」

(注 2) 括弧内は ERSS からの伝送開始 10:10 を基準に時間を算定

表 3. 4. 1 (5/6) 運用試験一覧 (PWR)

日時	対象プラント / 起回事象 (注 1)	訓練事象の進展 (注 2)	AIRからの提供情報
1月28日	敦賀2号機 SGTR	<p>10:00 事故発生</p> <p>10:10 原子炉トリップ</p> <p>10:12 高圧ECCS注入開始</p> <p>10:20 事業者より10条通報。 ERSS伝送開始。</p> <p>11:00 中断(スクラム時刻を4:00に設定)</p> <p>11:10 伝送再開</p> <p>11:33 再循環切替(17:53)</p> <p>11:42 低圧注入ポンプ作動(18:03)</p> <p>13:00 伝送終了</p>	<p>10:00 起回事象を“CDSG”(蒸気発生器伝熱管破損)及び“CDCV”(炉心損傷(格納容器先行破損))に設定。</p> <p>10:25 第1回ETI推論結果、No1~4、7、8を選択。(スクラム、高圧ECCS成功のケース)</p> <p>11:22 「ECCS再循環成功」を判断。ETI推論結果、No1~4、8のシーケンスを選択。(実際のシナリオは、再循環切替失敗であるが、この時点においては、再循環切替の成功条件である「RWST水位が20%以下かつ炉心出口温度が350℃以下」という条件を満たしていたため)</p> <p>11:32 総合推論結果で、“3-CD-09-CDSG”(漏えい箇所の隔離失敗+炉心損傷)が第1位。</p> <p>11:48 「ECCS注入」及び「ECCS再循環」のヘディングが「成功」から「不定」となり、「漏えい箇所の隔離(長期)」が失敗と判断された。これに伴い、選択されたシナリオがNo1,3,4,7~IIに増えた。</p> <p>11:52 総合推論結果では、“3-CD-01-CDSG”及び“3-CD-02-CDSG”(漏えい箇所の隔離失敗+炉心損傷)が第1位。</p> <p>12:02 「ECCS注入成功」及び「2次系冷却成功」を判断。また、「漏えい箇所の隔離(長期)」の判断が「失敗」から「成功」に変わった。</p> <p>これに伴い、No.1,2(炉心健全、バウンダリ回復)のシーケンスに絞り込まれた。</p> <p>総合推論第1位は、“2-XX-01~04-XXXX”(炉心健全)</p> <p>12:34 総合推論第1位は、“2-XX-01~04-XXXX”(炉心健全)</p> <p>12:55 「2次系冷却成功」を判断</p>

(注 1) SGTR: 蒸気発生器伝熱管破損

(注 2) 括弧内は ERSS からの伝送開始 10:20 を基準に時間を算定

表 3. 4. 1 (6/6) 運用試験一覧 (PWR)

日時	対象プラント/ 起因事象 (注 1)	訓練事象の進展 (注 2)	A I R からの提供情報
2月4日	大飯1号機 IFLOCA	10:00 スクラム時刻 12:43 炉心露出時刻 12:57 被覆管破損時刻 13:05 炉心溶融時刻 13:50 伝送終了	10:29 スクラム成功、ECCS 成功、CV 隔離成功と判断。E T 推論の最悪ケースは 2 次冷却失敗と思われる。 10:47 最悪シナリオとは隔離失敗。 11:06 最悪シナリオは、炉心損傷後、漏えい箇所を隔離に失敗して CV 漏えいに 至るケース。RV 破損=CD 後 01:52 11:10 漏えい箇所の隔離に成功、消化水+CV 液相部蓄熱成功+CV 健全 シナリオ予測は、「CV 注水+CV 液相部蓄熱成功+CV 健全」 11:35 「炉心健全+バウンダリ回復」を選択。 11:55 ECCS 注入停止に伴い、ECCS 注入の判断が不定になり、 CV 破損のケースが候補として増えた。 CD 後の最悪シナリオの CV 破損時期と FP 放出量の予測を開始。 CV 破損=CD 後 133 時間後。 12:24 再循環失敗ケース (消化水あり) の進展予測は、CV 破損=2/9・23:41。 CV 破損後の最大値は、希ガス=6.99e19Bq/h、ヨウ素=1.24e20Bq/h。 13:10 12:24 報告の FP 値を修正。希ガス=1.17e18Bq/h、ヨウ素=2.09e18Bq/h。 13:21 CD 後の第 1 回目の推論結果で、「CD 後の漏えい停止成功」、「CV スプレイ作 動失敗」を判断。 13:38 「CV 注水成功+CV 液相部蓄熱成功+CV 破損」のシナリオに絞り込み。

(1) IFLOCA : インターフェース LOCA

表 3. 4. 2 (1/2) 運用試験一覧 (BWR)

日時	対象プラント/ 起因事象 (注1)	訓練事象の進展 (注2)	AIRからの提供情報
10月15日	女川2号 TRAN/CDLP	6:36 定格でMSIV誤閉スクラム 9:40 10条通報 19:46 15条通報 27:27 炉心損傷 32:40 炉心再冠水 (LPCI復旧)	11:22 減圧成功、低圧ECCS成功で、TRAN-3, TRAN-11と炉心健全のケースを検索。 19:56 15条通報直後の推論では、TRAN-1, 8, 9 (事故収束)と、TRAN-2, 10 (低圧炉心損傷)を候補として検索 (LPCI故障は未判定) 22:26 LPCI故障であるが、水位が保たれているため、低圧ECCS成功による復旧 (TRAN-1, 2)と、長期冷却失敗による炉心損傷 (TRAN-3)と間違ったシナリオが選ばれ、有効な情報として提示できず。故障情報は人間系の判断による追加が必要。 10:53 AIR不具合で、DBビューアで検索。減圧失敗で炉心損傷するLOCA-12-1, LPCA-12-2を情報提示。このCD時間は、11:09~11:24 (但し定格出力)である。 11:51 AIRの伝送復旧による推論開始 12:00 CD前の判定は、LOCA-12-1, LOCA-12-2で上と同じ 14:10 CD後の最悪ケース (CDSL-15-1)の時間変化情報を提示。 14:30 注水復旧判定で、CV冷却成功 (CDSL-1, CDSL-2)と、CV長期冷却失敗 (CDSL-3)に絞込み。各ケースの時間変化を情報提示
12月16日	福島第二・1号機 LOCA/CDSL	9:45 定格でMSIV誤閉スクラム 9:48 10条通報 10:36 15条通報 10:45 炉心損傷 23:12 CV破損	10:24 総合推論第1候補でTRAN-6 (低圧炉心損傷)に絞込み、CD時間が10:57~11:17という情報を提示。 10:27 DBビューアで、TRAN-6につながる最悪ケース (CDLP-015-1)の事象進展を確認・提示。RPV破損14:15, CV破損は22:25を提示。 10:45 時系列推論で、TRAN-6-2 (CD時間11:07)に絞込み。実際のCD時間の差は、炉出力の相違によるものと判断。 10:46 CD後の最悪ケースのFP放出量を情報提示
1月8日	敦賀1号機 LOPA/CDHP	9:50 定格でスクラム 9:55 10条通報 18:00 15条通報 20:35 炉心損傷 48:20 RPV破損 (運用試験終了時)	19:10 ET推論で最悪ケースとしてLOPA-26 (高圧炉心損傷)を検索。その後の最悪シナリオでCDHP-30-1の事象進展を確認・提示 (炉心損傷は19:37, RPV破損は23:09, CV破損は31:18) (データベースはIC不動作、伝送データはIC作動のため、ET推論のみ利用) 20:10 CD後の最悪シナリオ CDHP-30-1の希ガス (Xe133)の最大放出率が2e+18Bq/Hrであることを確認・提示 20:36 CD判定 48:17 RPV破損を判定、情報提示はCDHP-30-1と同じ。
1月15日	柏崎刈羽7号機 TRAN/CDHP	9:45 定格でMSIV誤閉スクラム 10:00 10条通報 10:18 15条通報 11:02 炉心損傷 24:35 CV破損	10:23 検索推論でTRAN-7-5 (減圧失敗で高圧炉心損傷)を検索、CD時間11:03を予想情報として提供。 10:40 CD後の最悪ケース (CDHP-30-1)のCV破損時間 (24:02)と放射能放出量を提示 (希ガス1Hr積算値=2.9e+18Bq/Hr (@CD後13Hr)) 10:51 CD判定でCD後の推論に移行

(注1) TRAN:給水受入設備、LOCA:冷却設備、LOPA:全動冷却設備、CDLP/CDSL:低圧炉心損傷、CDHP:高圧炉心損傷 (注2) ERSSからの伝送開始10:00を基準と時間を算定

表 3. 4. 2 (2/2) 運用試験一覧 (BWR)

日時	対象プラント/ 起因事象 (注1)	訓練事象の進展 (注2)	AIRからの提供情報
1月22日	福島第一・5号機 TRAN/CDLP	5:05 定格でMSIV誤閉スクラム 9:49 10条通報 18:05 15条通報 24:48 炉心損傷 31:05 炉心再冠水 (LPCI 復旧)	10:47 TRAN-003-1 (低圧 ECCS 成功による炉心冷却) を人間の判断で検索して情報提供 (伝送データ不良につき人間が判断) 18:28 低圧 ECCS 故障の情報により、TRAN-6-3 (低圧炉心損傷) を検索、情報提示 (炉心露出後 45 分~55 分で CD に至るケース)。ただし、初期冷却時間が実際は 7 Hr 経過しており、この見積りは過大となる。 24:00 CD 後の最悪ケース (CDLP-15-1) の CV 破損時間 (31:31)、希ガス放出量 3.21e+18Bq/Hr を情報提示。 25:28 注水復旧後の最悪ケース (CDLP-3-1、長期冷却失敗) の CV 破損時間、FP 放出量を、次の最悪ケースとして情報提示。 10:43 SR 弁再閉鎖成功の判断を人間が追加して、TRAN-007-1(高圧炉心損傷)を検索・情報提示。 11:25 検査推論で減圧で低圧 ECCS 成功を判定、高圧 ECCS 失敗の過去の判定を人間が入れなおして、TRAN-003 (低圧 ECCS 成功で炉心健全) のケースに移行したことを提示。 11:32 将来の最悪シナリオとして低圧 ECCS 故障で炉心損傷に至る TRAN-006-1 のシナリオを提示 (炉心損傷はスクラム後 1:26)。ただし、スクラム後の冷却時間が長いため過大評価となっている。 12:08 低圧炉心損傷につながる最悪ケース (CDLP-15-1) の CV 破損時間 (CD 後 14:41) を確認・情報提示。このときの希ガス放出量は、2.94e+18Bq/Hr。 18:02 注水復旧、CV スプレイ成功で、CDLP-1~3 の収束ケースに絞り込んで終了。 10:08 ET 推論で、高圧ないし低圧炉心破損に至る 5 ケースのシナリオを絞り込み 10:24 減圧開始の情報を得て、低圧炉心損傷ケース (TRAN-006) の CD 時間 (11:04) を確認、情報提供 10:42 復旧途中であるが、念のため、CV 破損に至る最悪ケース (CDLP-015) の CV 破損時間 (26:25) を確認、情報提供 10:48 復旧後の最悪シナリオで長期冷却失敗で CV 破損 (CDLP-3) の CV 破損時間 (33:49) を確認し、希ガス放出量 4.17e+18Bq/Hr を確認、情報提供 30:03 中断後 (CD 後推論) で復旧シナリオ (CDLP-2、3) に絞込み。 同左シナリオでの FP 放出率を DB ビューアで確認、表示。関連シナリオ (MSIV 隔離遅れ 10 秒と 30 秒) との FP 放出率の比較表示と確認も実施。
1月29日	柏崎刈羽 6号機 TRAN/CDLP	8:10 定格でMSIV誤閉スクラム 10:10 10条通報 12:01 15条通報 17:40 炉心損傷 18:40 LPCI 復旧で試験終了	9:50 定格でMSIV誤閉スクラム 9:50 10条通報 10:12 15条通報 10:49 炉心損傷 30:05 LPCI 復旧、CV スプレイで試験終了
2月5日	東海 2号機	9:50 定格でMSIV誤閉スクラム 9:50 10条通報 10:12 15条通報 10:49 炉心損傷 30:05 LPCI 復旧、CV スプレイで試験終了	同左シナリオでの FP 放出率を DB ビューアで確認、表示。関連シナリオ (MSIV 隔離遅れ 10 秒と 30 秒) との FP 放出率の比較表示と確認も実施。
2月5日	柏崎刈羽 1号機 停止時/DRDA	停止時の制御棒落下事象 シナリオ (事故検知→MSIV 未隔離→復水器漏波有り→HVAC 運転)	同左シナリオでの FP 放出率を DB ビューアで確認、表示。関連シナリオ (系統隔離の有無) との FP 放出率の比較表示と確認も実施。
2月5日	柏崎刈羽 1号機 停止時/SRSA	停止時の補助建屋 FP 放出事故 (固体廃棄物処理施設の破損) シナリオ (漏洩検知→系統未隔離→HVAC 運転)	同左シナリオでの FP 放出率を DB ビューアで確認、表示。関連シナリオ (系統隔離の有無) との FP 放出率の比較表示と確認も実施。

(注1) TRAN: 給水系統過熱現象, LOCA: 冷却系統過熱現象, CDLP/CDLSL: 低圧炉心損傷, CDHP: 高圧炉心損傷 (注2) ERSS からの伝送開始 10:00 を基準に時間を算定

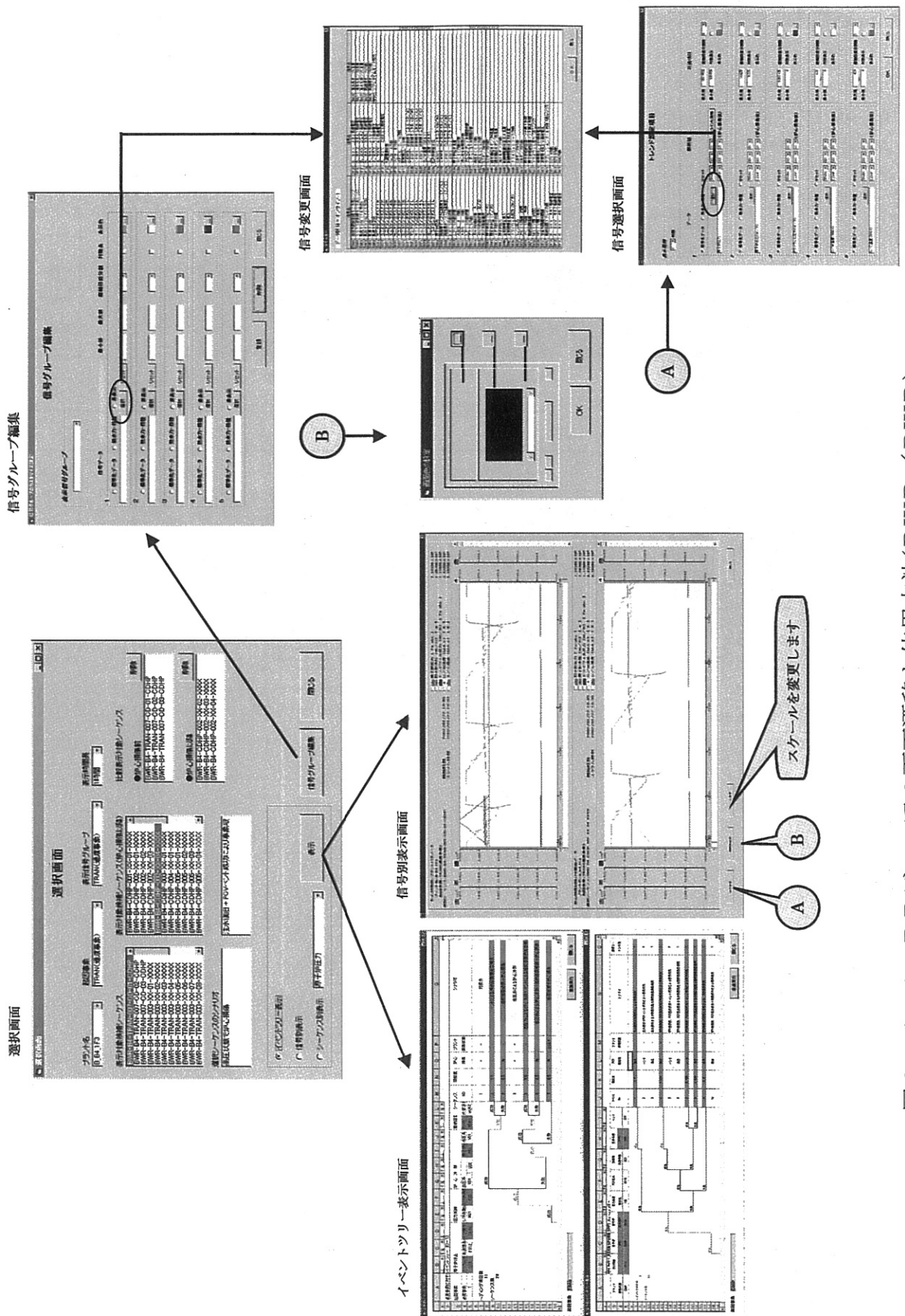


図 3. 4. 1 DBビューアの画面遷移と使用方法(BWR/PWR)

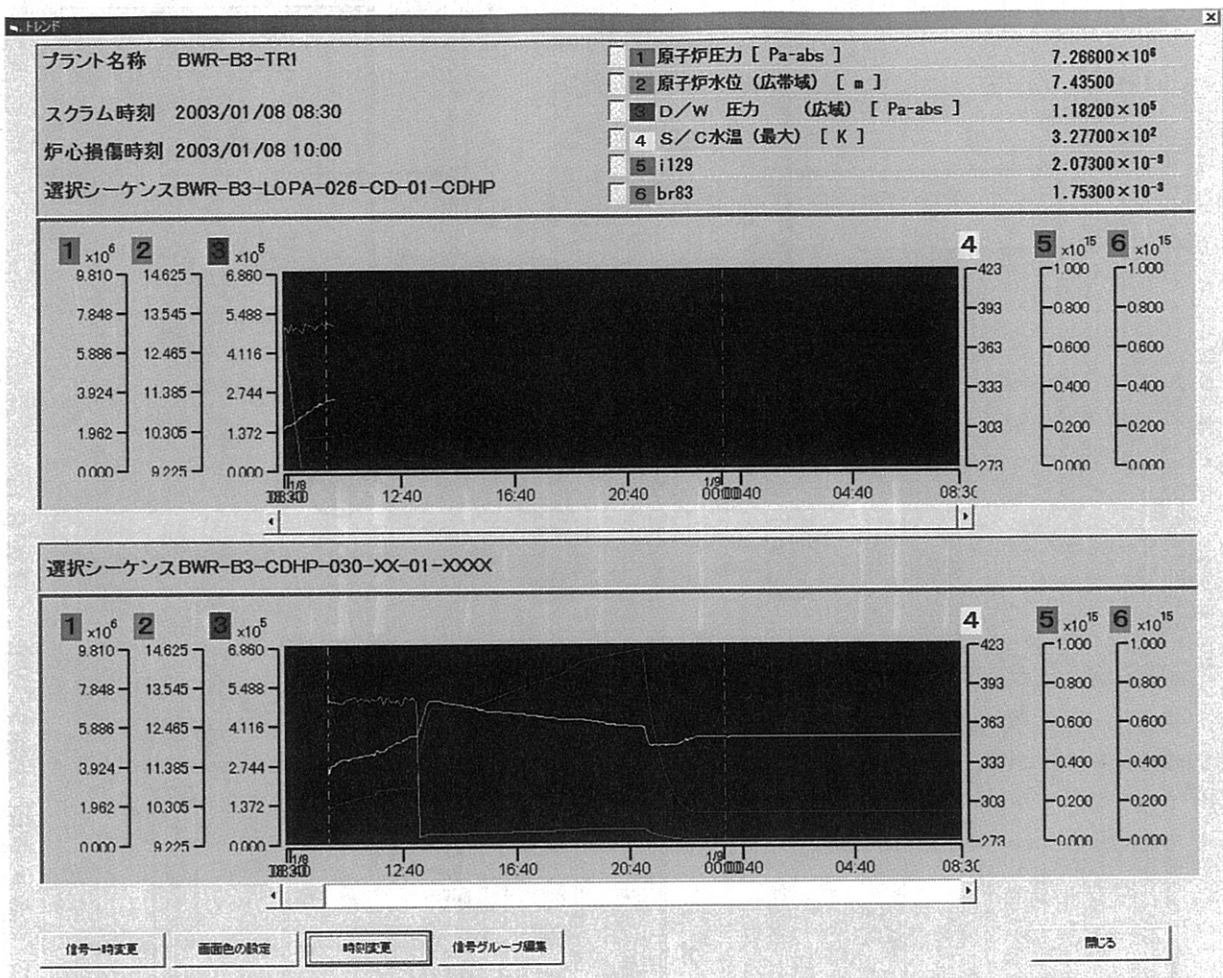


図3. 4. 2 DBビューアの信号列表示例 (BWR、敦賀1号)

表3. 4. 3 E R S S と連携して実施した試験ケース

No.	プラント	シーケンス	AM	備考	実施日
1	女川-2	島根訓練相当	有り (RPV 破損回避)	B5/AM	H14. 10. 15
2	福島第二-1	LOCA	有り	B5/AM	H14. 12. 16
3	浜岡-2	TQUV	無し	B4/基本	H14. 12. 26
4	敦賀-1	TB	無し	B3/基本	H15. 1. 8
5	柏崎刈羽-7	TQUX	無し	AB/基本	H15. 1. 15
6	福島第一-5	島根訓練相当	有り (RPV 破損回避)	B4/AM	H15. 1. 22
7	柏崎刈羽-6	TMI 類似	有り (RPV 破損回避)	AB/AM	H15. 1. 29
8	東海第二	TQUV	有り (RPV 破損回避)	B5/基本	H15. 2. 5

3. 5 予測解析結果のチェックプログラムの作成

解析予測システム（以下「APS」という）が計算する希ガス・ヨウ素の放射能放出量は、環境放出割合をもとにプラントごとの炉心内蔵量及び核種割合から減衰計算による実放射エネルギーである。一方、防護対策を重点的に充実すべき地域の範囲（以下EPZという）等の指標値に用いられる単位は0.5MeV換算値（全希ガス）又はI-131等価量（全ヨウ素）である。

APSによる現在の実放射エネルギー表示に加えて0.5MeV換算値又はI-131等価量を表示できるようにし、同時にEPZを超える防護対策を必要とする放射能放出量を予測した場合にはメッセージを表示するためのチェックプログラムを作成した。

(1) データベース作成

希ガス及びヨウ素の生成量は、装荷燃料組成と燃焼度によりほぼ決定される。APSはプラントに依存した代表核種組成比をコード内に組み込んでおり、直接の参照ができないため、これらのデータのデータベース化を行った。同時に、APSが取り扱う核種について、希ガスエネルギー及びヨウ素の臓器線量換算値(Sv/Bq)のデータの登録を行った。

また、プラント毎の仮想事故時放射性物質放出量を調査し、データベース化することで予測結果との比較確認ができるものとした。

(2) 換算プログラムの作成とメッセージ画面の追加

① エネルギー換算計算の組み込み

予測計算結果及び原子炉停止時刻から、放出開始時刻（評価時刻）と核種及びプラント固有データベースを用い、0.5MeV換算値又はI-131等価量計算を行うプログラムの組み込みを行った。

② メッセージ画面の追加

APSでは、希ガス及びヨウ素の環境への放出量予測結果をSPEEDIフォーム画面で表示する。表示の際、換算プログラムによる結果とプラント毎に登録された仮想事故時の放射性物質放出量を比較し、仮想事故の10倍を超える放出量となった場合には、注意喚起を行うメッセージ画面を出力するものとした。メッセージ出力画面を、図3.5.1に示す。

ADC 解析予測システム NP1

Help
ON OFF

プラント名:

基本事象選択

予測開始時間 (伝送開始から)

伝送データ情報

伝送データ再読込

原子炉圧力

ドライウェル圧力

ドライウェル内温度

高圧ECCS

低圧ECCS

計算条件

プラント名:

APS解析条件: 給水喪失+減圧成功+ECCS注入失敗《標準解析》

スクラム時刻: 2003年02月04日 16時45分

放出開始時刻(予測): 2003年02月04日 17時49分

放出率計算開始時刻: 2003年02月04日 17時00分

予測時間隔: 6時間

出力間隔: 1時間

放出率継続時間: 6時間

放出核種名

仮想事故の放出量の10倍を超えています。表示しますか?

表示する

表示しない

時間: 全希ガス

Bq/h

全ヨウ素

Bq/h

時間: 全希ガス

Bq/h

全ヨウ素

Bq/h

時間: 全希ガス

Bq/h

全ヨウ素

Bq/h

時間: 全希ガス

Bq/h

全ヨウ素

Bq/h

24時間合計: 全希ガス

Ba

全ヨウ素

Ba

SPEEDi送信
ファイル作成

仮想事故一覧
表示

単位換算

計算実行

閉じる

2003年02月05日 16時55分

2003年02月04日 16時45分

正常終了

被ばく予測モード

SPEEDi様式出力

DOSEデータ送信

SIROCCO実行

空間被ばく積分
実行

戻る

時刻

圧

圧×2

圧到達

終了

図 3. 5. 1 注意喚起メッセージ表示画面

3. 6 もんじゅ情報表示装置の構築

高速増殖炉「もんじゅ」において万一、事故が発生した場合、プラントパラメータを監視して事故状態を把握するため、福井県敦賀原子力防災センター、緊急時対応センター及び原子力発電技術機構に情報表示システムを構築した。

具体的には、核燃料サイクル開発機構の原子力環境ネットワークシステムから伝送パラメータを緊急時対応センターの情報収集装置で受信し、同装置から福井県敦賀原子力防災センターの情報表示装置 2 台、緊急時対応センターの情報表示装置 2 台及び原子力発電技術機構の情報表示装置 2 台に伝送するシステムを構築した。概念図を図 3. 6. 1 に示す。

(1) インターフェイスシステムの作成

核燃料サイクル開発機構もんじゅ建設所に設置されている原子力環境ネットワークシステムから、緊急時対応センターの情報収集装置への伝送パラメータを選択し、規定の伝送パラメータ形式に変換し送信するインターフェイス機能を設計した。伝送パラメータは、核燃料サイクル開発機構の平成 13 年度「一緊急時対策支援システム (ERS S) の整備拡充一に関する報告書」のパラメータの通り原子炉停止時刻を含めて 87 点とした。

上記のシステム設計に基づいてインターフェイスシステムを作成し、インターフェイス装置として核燃料サイクル開発機構もんじゅ建設所に設置されている原子力環境ネットワークシステムに隣接して設置した。

(2) 情報収集装置の改造

核燃料サイクル開発機構の原子力環境ネットワークシステムからの伝送パラメータを緊急時対応センターの情報収集装置で受信し、同装置から福井県敦賀原子力防災センターの情報表示装置 2 台、緊急時対応センターの情報表示装置 2 台及び原子力発電技術機構の情報表示装置 2 台に伝送するために緊急時対応センターの情報収集装置を改造した。

伝送パラメータは、核燃料サイクル開発機構の平成 13 年度「一緊急時対策支援システム (ERS S) の整備拡充一に関する報告書」のパラメータ 87 点とした。

(3) 情報表示装置の改造

緊急時対応センターの情報収集装置からの伝送パラメータを画面表示するための改造を行っ

た。緊急時対応センターの情報収集装置から伝送されたパラメータを受信し、別途作成した「もんじゅ」画面を起動できるよう情報表示装置を改造した。対象は福井県敦賀原子力防災センターの情報表示装置 2 台、緊急時対応センターの情報表示装置 2 台及び原子力発電技術機構の情報表示装置 2 台とした。

① 「もんじゅ」画面の作成

表示する画面は「発電所情報」、「環境パラメータ」、「トレンドグラフ」、「パラメータリスト」、「時系列リスト」及びその関連画面とし、新規に作成した。画面レイアウトは、核燃料サイクル開発機構の平成 13 年度「一緊急時対策支援システム（ERSS）の整備拡充一に関する報告書」をベースとした。

② 「もんじゅ」画面の起動

原子力安全・保安院の情報収集装置から伝送されたパラメータを受信し、上記「もんじゅ」画面を起動できるよう情報表示装置を改造した。このうち、発電所情報画面の例を図 3. 6. 2 に、環境パラメータ画面の例を図 3. 6. 3 に示す。

(4) 伝送試験

核燃料サイクル開発機構の原子力環境ネットワークシステムから伝送パラメータを原子力安全・保安院緊急時対応センターの情報収集装置に送信し、同装置から福井県敦賀原子力防災センターの情報表示装置 2 台、原子力安全・保安院緊急時対応センターの情報表示装置 2 台及び（財）原子力発電技術機構の情報表示装置 2 台に伝送パラメータが送信されることを確認した。また、伝送パラメータを受信し、福井県敦賀原子力防災センターの情報表示装置の 2 台、原子力安全・保安院緊急時対応センターの情報表示装置の 2 台及び（財）原子力発電技術機構の情報表示装置の 2 台について、「もんじゅ」画面が起動されることを確認した。

(5) 情報表示画面マニュアルの作成

情報表示装置に表示される情報からプラントの事故状態を把握するためのマニュアルを作成し、福井県敦賀原子力防災センターに設置した。

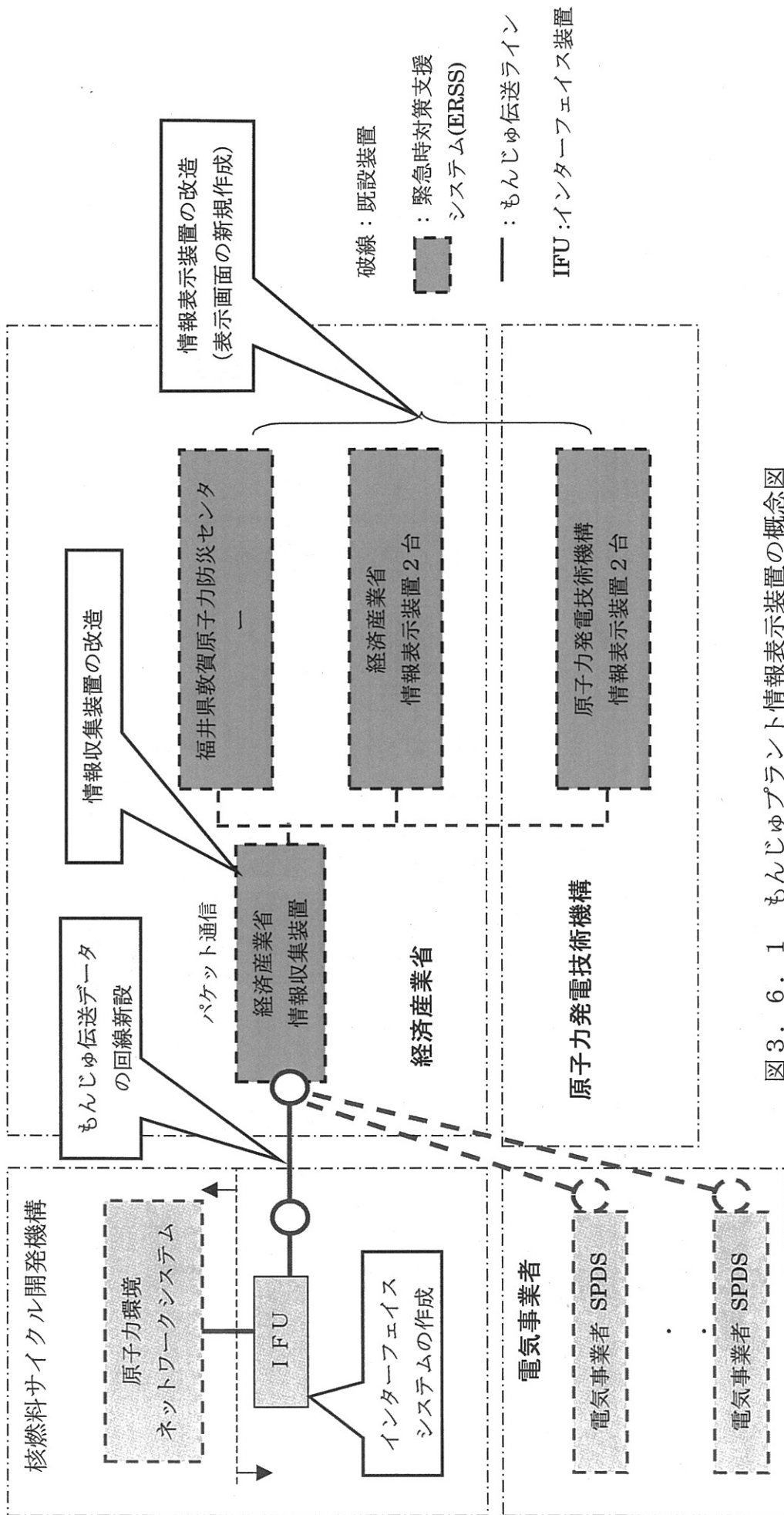
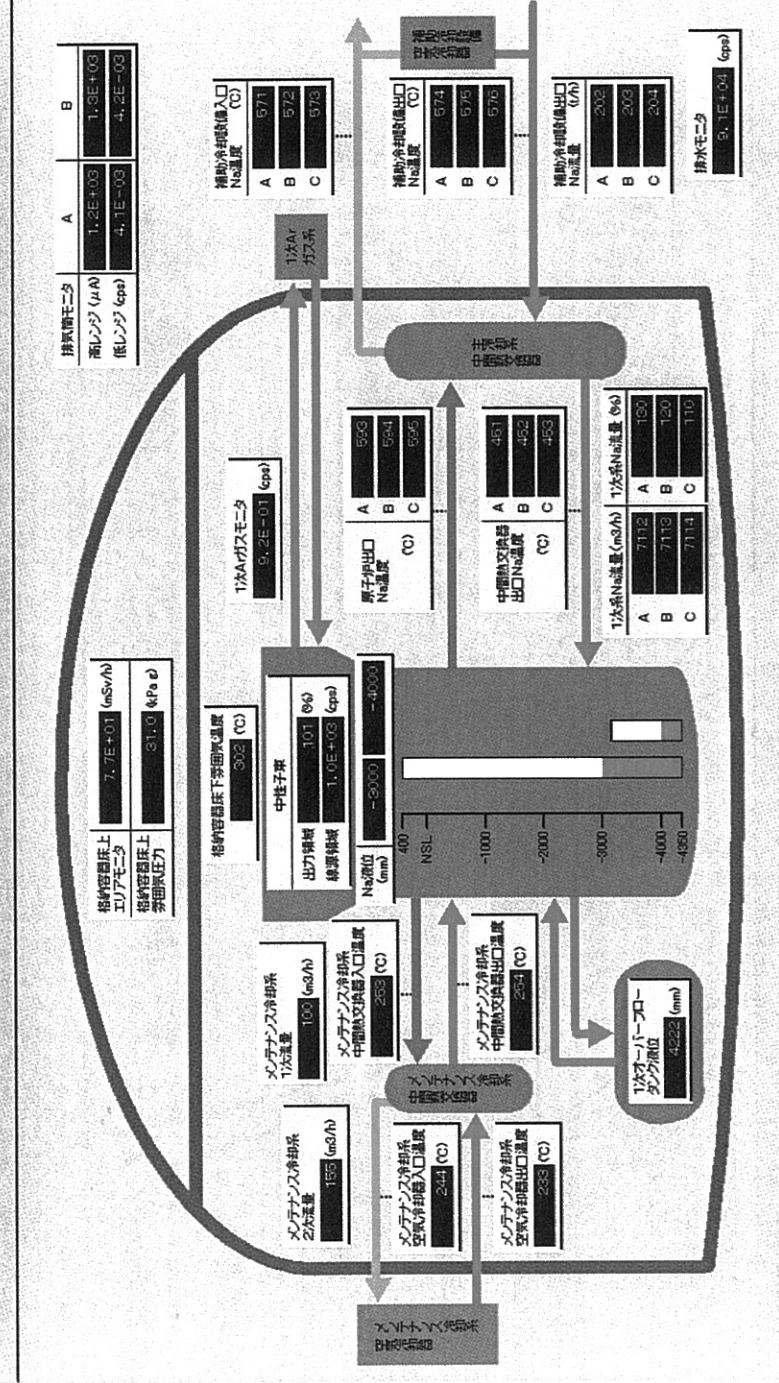


図 3. 6. 1 もんじゅプラント情報表示装置の概念図

原子炉	全制御棒	1次ポンプモーター	2次ポンプモーター	格納容器	外部電源	マイセル発電機
運転	未挿入	C起動	全台停止	全台停止	受電無	受電無



終了
 発電所情報
 環状パナメータ
 ヒストグラム
 パラメータ表示
 時系列表示

図 3. 6. 2 「もんじゅ」 発電所情報画面

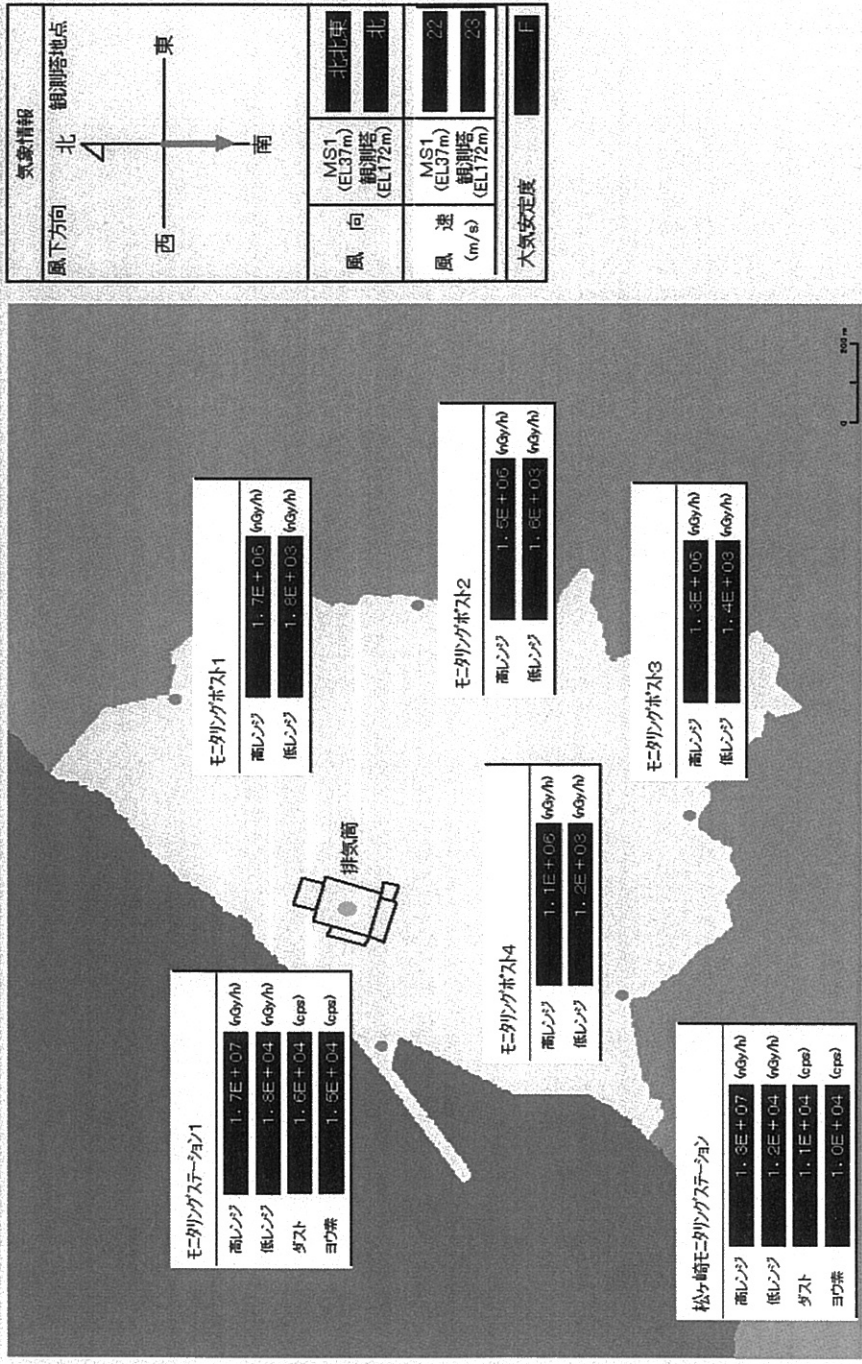


図 3.6.3 「もんじゅ」環境パラメータ画面

3. 7 一斉召集システムの改良

現行システムを用いた一斉召集連絡訓練（2ヶ月おきに実施）で明らかとなった問題点を改善するため、下記の改良を実施した。

3. 7. 1 召集連絡時間の短縮

現行の一斉召集システムは、送信に3回線を使用しており、召集連絡の完了までに40分～50分の時間を要している（召集人数約50人）。送信回線を12回線に増加するとともに、音声プロセスボード及びアプリケーション開発ツールも回線に対応するものに変更して召集連絡に要する時間を短縮する。また、受信回線も現行の1回線から4回線に増加し、受信後、ある程度の時間が経過した後にあらためて応答し、連絡内容を確認できる機能も追加する。

音声プロセスボード	D/120JCT-LS
アプリケーション開発ツール	VB Voice4.4

3. 7. 2 管理機能の拡張

(1) パスワード編集及び追加機能の追加

受信後、ある程度の時間経過後に一斉召集システムに応答することができる機能の追加に合わせパスワードを編集できる機能を追加する。

(2) 登録者情報の表出力機能の追加

一斉召集システムの登録者情報を管理するために、登録者情報を表形式で出力する機能を追加する。

(3) 発信グループ設定者の表出力機能の追加

一斉召集システムの発信グループ設定者を管理するために、発信グループ設定者を表形式で出力する機能を追加する。

(4) 召集状況一覧の表出力機能の追加

一斉召集システムにより召集状況を的確に把握するために、召集状況一覧を表形式で出力する機能を追加する。

(5) 召集状況一覧に召集開始時刻の表示欄の追加

一斉召集の時刻管理を的確に行うために、現行の召集状況一覧表に召集開始時刻の表示欄を追加する。

3. 8 ERSS電源強化整備

3. 8. 1 目的

ERSS（緊急時対策支援システム）は、国が原子力災害応急対策を実施するに当たり必要となる事故進展予測を行うために開発されたものである。本発注業務は、原子力発電技術機構に設置されているERSSの電源として非常用発電機を設置することを目的とした。

3. 8. 2 実施内容

(1) 非常用発電機の設置

ERSSの電源に対する信頼性を向上させるため、藤田観光虎ノ門ビル屋上に表3. 8. 1に示す非常用発電機を設置した。また、非常用発電機の運転状態を監視するため必要な計器等をERSS室に設置した。非常用発電機から供給する負荷は表3. 8. 2に示す。

(2) 非常用発電機の設置に伴う附帯工事

ERSS室には2系統の空調設備があるが、停電時には非常用発電機容量等の制限から1系統運転とする。ERSSに使用されているパソコン等の精密機器を長時間安定して運用するために、停電時、機器からの発熱量と空調設備の冷却能力がバランスするようにした。

表 3. 8. 1 非常用発電機の仕様

項目	仕 様
基本仕様	ヤンマー防災設備用発電機 (AP シリーズ 75dB 仕様) 相当
発電機出力	60KVA 程度
用 途	非常用予備電源
規 格	社団法人 日本内燃力発電設備協会が発行する適合証明書を有するか、これに準じる性能を有していること。
設置場所	藤田観光虎ノ門ビル屋上
運 転 方 式	シーケンス制御による全自動運転方式
	盤面スイッチによる手動運転方式併用
始 動 時 間	停電後、40秒以内に電圧確立し負荷投入できること
設置土台	消防設備等技術基準で示されている耐震性を有していること。また、屋上の防水関係には十分留意した仕様にする事。

表 3. 8. 2 非常用発電機に乗せる負荷

機器	定格電流	定格電圧	台数	kVA	備考
PC	6.0A	115.0V	14	9.66	ICS*2、DPS*1、APS*3、PBS*2 等
液晶ディスプレイ	3.2A	15.0V	8	0.38	
ルータ	20W		1	0.02	
ハブ	7W		2	0.01	
プリンタ	10.4A	100.0V	1	1.04	
一括起動装置	55W		1	0.06	
無停電電源装置	23W		8	0.18	
FAX、コピー機	885W		1	0.89	定格 350W、最大 885W
一般照明	40W		50	2.00	
空調設備	7700W		1 式	7.70	コンプレッサ 7500W、ファン 200W
その他	100W		1 式	0.10	
総計				22.04	