

原子力発電所運転員のチームモニタ不良の防止対策

Prevention of Insufficient Team Monitoring Among Nuclear Power Plant Operators

高川 健一 (Kenichi Takagawa)*¹ 飯田 裕康 (Hiroyasu Iida)*²
松本 好雄 (Yoshio Matsumoto)*³ 岩橋 晴之 (Haruyuki Iwahashi)*³

要約 これまでの研究により、海外の原子力発電所で発生した運転員のヒューマンエラーは、エラーを起こした当事者よりもむしろまわりの上司・同僚等のエラーで発生する「チームモニタ不良」が最も多いことが分かっている。国内では実際の事例の報告は少ないものの、運転シミュレータ訓練の状況から「チームモニタ不良」は潜在的に発生しやすいと考えられたため、具体的な対策を検討した。Rasmussen が提唱した人間行動のモデルを用い、訓練指導の経験から教官が「チームモニタ不良」として抽出した事例を分析した結果、エラーはチーム構成員である運転員が状況認識を間違い、その後のチーム行動でもその間違った状況認識が修正されなかったときに発生していることが分かった。また、訓練時に見られた「チームモニタ不良」は直感型、迷子型、過小評価型、ベテラン依存型、自己満足型の5タイプに分類できた。これら5タイプに見られた問題点を新たに作成した「チームモニタ行動モデル」を用いて分析した。その結果、緊急時など業務輻輳時に、(1) 手順書が使いにくい、(2) 必要な知識が呼び出しにくい、または(3) 当直長の負担が増大するという共通の背後要因の改善が必要であることが分かった。そこで、(1) 当直長が指示すべき要点を抜き出し緊急時に使いやすくした手順書案、(2) 事象の進展や視野の広い空間把握に有効な教材案および(3) 役割分担と権限委譲により当直長の負担を軽減する方策を提示した。

キーワード 原子力発電所、運転員、人的要因、ヒューマンエラー、チームモニタ、状況認識

Abstract Earlier studies showed that the most common human errors involving operators at overseas nuclear power plants were those due to insufficient team monitoring, namely errors subsequently committed by superiors or fellow workers rather than an initial error committed by an operator. Although cases of insufficient team monitoring have rarely been reported in Japan, such faults could occur judging from the results of simulator training for operators. We therefore examined possible solutions to this problem. Using Rasmussen's model of human behavior, we analyzed the cases of insufficient team monitoring identified by instructors based on their experience in training. Analyses revealed that errors occur when an operator as a member of a team has gained a wrong situation awareness and this wrong situation awareness has not been corrected in the subsequent team action. The cases of insufficient team monitoring that were found during training can be classified into five types: the intuition type, the labyrinth type, the underestimation type, the dependence-on-experienced-operators type, and the complacency type. Problems identified in these five types of insufficient team monitoring have been analyzed using a newly developed team monitoring behavior model. Common factors that have been identified as the causes of errors committed during busy hours such as an emergency are: (1) the procedures are difficult to use; (2) necessary information cannot be retrieved easily; and (3) the procedure places an undue burden on a shift supervisor. These factors must be improved. Accordingly, we propose adopting a set of remedial measures: (1) the preparation of an easy-to-use procedure that sets forth instructions to be given by a shift supervisor; (2) the preparation of educational materials that are effective in assessing the progress of an event and gaining a broad overview of the situation; and (3) the sharing of responsibility and the delegation of authority to alleviate the burden on the shift supervisor.

Keywords Nuclear power plant, operator, human factor, human error, team monitoring, situation awareness

* 1 (株)原子力安全システム研究所 技術システム研究所

* 2 (財)労働科学研究所 研究部

* 3 (株)原子力発電訓練センター 技術部

国内の運転員のチームモニタ不良状況は、同様の状況下での運転員の行動を調査することにより把握が可能であり、プラント停止作業中または運転シミュレータ訓練時が同様の状況下に相当する。プラント停止作業中の行動調査は多大な労力を必要とするため、本研究では運転シミュレータ訓練の状況から国内の運転員のチーム行動を把握し、潜在的なチームモニタ不良を分析することとした。(株)原子力発電訓練センターは運転員の運転シミュレータ訓練時を

実施しており、その訓練教官（以下教官）が実際の訓練指導経験を通して感じている国内運転員のチームモニタ不良状況を調査した。

2.2 調査準備

調査にあたる教官全員で実際に発生したチームモニタ不良事例の分析結果⁽²⁾⁽⁸⁾ に対するブレインストーミングを行い、調査の対象を明確にした。その結果、良好なチームモニタ状況を「チームが組織的に、操作者または各チーム構成員の役割遂行に対し支援が充分であるかどうかを常に考慮し、継続的に支援し続けている状態」と定義づけた。この考え方は運転シミュレータ訓練指導上の配慮事項に含まれている。従って、「チームモニタ不良」は、上記の配慮・支援の欠落あるいは不適切により操作者が対応を誤りプラント状態が悪化することを意味し、教官のこれまでの指導経験の中から抽出が可能である。

2.3 調査結果

2.3.1 チームモニタ不良に影響する共通の背後要因

教官へのインタビュー調査によると、多くの教官が海外で多く発生しているようなチームモニタ不良事例と同様の不具合が国内でも発生しやすいと考えていた。その背後要因は次の2点に集約できた。

（1）手順書の肥大化により手順の全体把握が困難

になっている。

（2）事故時通報連絡・記録採取により業務負担が増大している。

2.3.2 「訓練におけるチームモニタ不良事例」の抽出

当直長経験者を含む教官5名が、これまでのシミュレータ訓練指導の経験の中から、チームモニタの配慮・支援の欠落あるいは不適切によりプラント状態が悪化した訓練ケースのうち、発生頻度が高く、重要度が高いと思われる「訓練におけるチームモニタ不良事例」15事例を選定し教官の考察を加えた分析用の事例集を作成した。

教官がチームモニタ不良として抽出した事例のほとんどは、図2のようにチーム構成員である運転員が状況認識を間違い、その後のチーム行動でもその間違った状況認識が修正されなかったものであった。

例えば、ある運転員が目目の前の現象だけでとっさに状況を判断し当直長に報告したにもかかわらず、当直長がその根拠や証拠を再確認せず、チームに追加情報の収集を指示しなかったり、当直長が通報連絡を急いだため自ら確認しなかったりしたため、最初の間違いが修正されず当直長が操作者に間違った指示をするようなケースがあった。

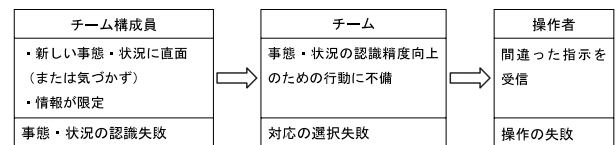


図2 典型的なチームモニタ不良のパターン

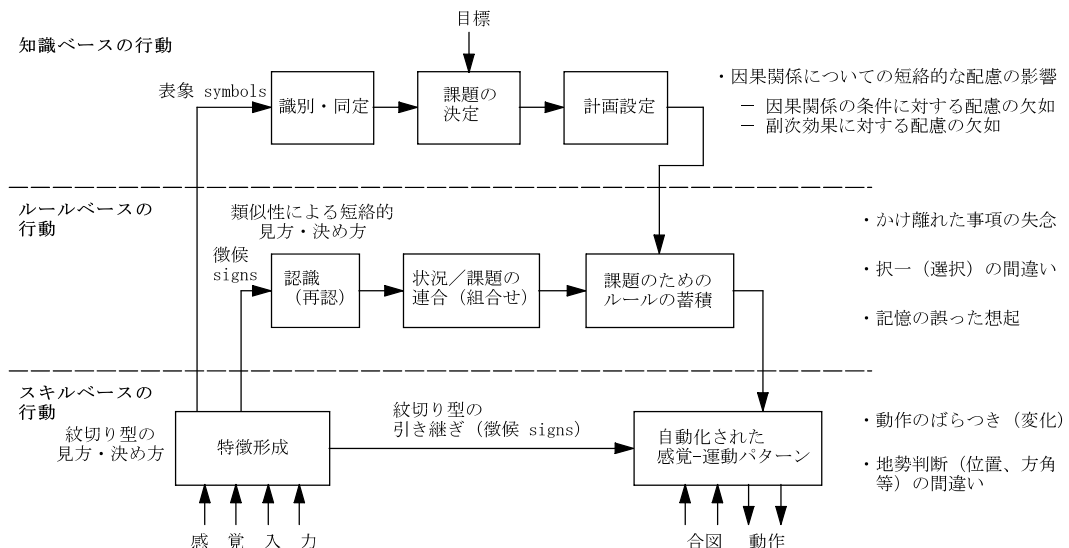


図3 典型的なヒューマンエラーのメカニズムと行動制御との関係(Rasmussen)⁽³⁾ (飯田裕康 訳)

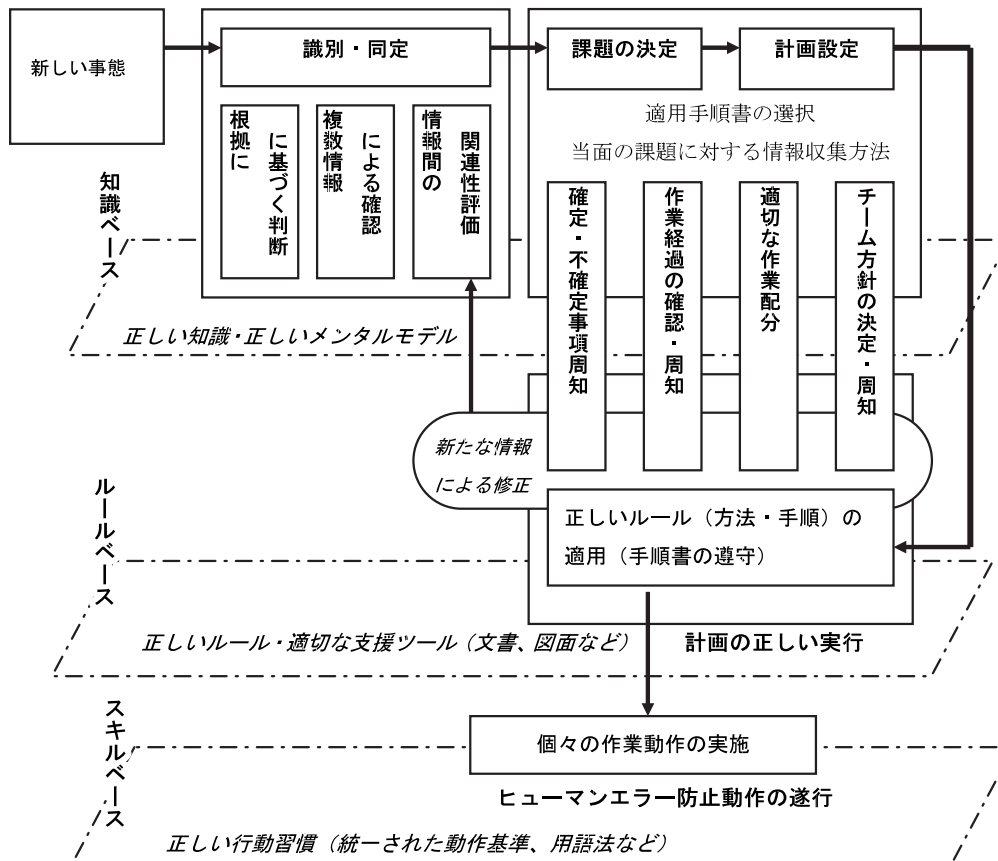


図4 Rasmussenモデルによるチームモニタ行動のメカニズムの説明図

2.3.2 「訓練におけるチームモニタ不良事例」の分析

（1）モニタ行動のメカニズム

図3に示すRasmussenモデルは大規模システムを制御する場合の人間の行動様式を示すモデルであり⁽³⁾、原子力発電所の運転員の行動分析に有用である。このモデルでは、行動様式をスキルベース、ルールベースおよび知識ベースの3つのレベルに区分している⁽³⁾。

図2からチームモニタ行動は「チーム構成員の状況認識」と「状況認識に基づくチーム行動」に大きく区分でき、それぞれがRasmussenモデルにおける知識ベース行動の「識別・同定」と、「課題の決定」「計画策定」に該当する。

訓練事例から読み取った運転員の行動は以下のようなステップで実施されていた。

ア．「チーム構成員の状況認識」段階

限定された情報の中で「識別・同定」精度を向上させるために「根拠に基づく事象同定」、「複数情報による確認」および「情報間の関連性評価」を順次実施。

イ．「状況認識に基づくチーム行動」段階

チーム全体としての事態収拾の「課題の決定」のため、「確定・不確定事項の周知」と「作業経過の確認・周知」を実施。

設定された目標の達成に向けた「計画策定」のため、「適切な作業配分（人・時間）」の上、計画遂行に向けた「チーム方針の決定・周知」を実施。

図4は、これらのチームモニタ行動のメカニズムをRasmussenモデル上で説明したものである。

（2）分類方法

チームモニタ行動のメカニズムから「チーム構成員の状況認識」と「状況認識に基づくチーム行動」は表1の各行動ステップに分解できる。これらの行動ステップを「訓練におけるチームモニタ不良事例」の分析のための分類項目とした。

表1 チームモニタ行動ステップ（分類項目）

チーム構成員の状況認識	状況認識に基づくチーム行動
- 根拠に基づく事象同定 - 複数情報による確認 - 情報間の関連性評価	- 確定・不確定事項の周知 - 作業経過の確認・周知 - 適切な作業配分（人・時間） - チーム方針の決定・周知

（３）事例の分類

「訓練におけるチームモニタ不良事例」の問題点を抽出し分類項目ごとに整理し、表２のような「訓練におけるチームモニタ不良事例分析シート」を作成した。このシートには教官が問題点に影響していると考えている背後要因も考察として記述した。

表2 訓練におけるチームモニタ不良事例分析シートの例

タイトル	原子炉トリップ時の制御棒２本固着見落とし
状況概要	タービン故障によるタービントリップに伴う原子炉トリップ時に制御員は制御棒２本固着を１本固着と誤認して当直長に報告し、当直長はダブルチェックせずそのまま対外通報し、２本挿入不完全時の処置を指示しなかった。
チーム精成員の状況認識	
根拠に基づく判断	× 操作者：制御棒不完全挿入の見落とし
複数情報による確認	× 操作者：他の計器で確認していない。
情報間の関連性評価	－
状況認識に基づくチーム行動	
確定・不確定事項の周知	× 当直長：自らの状況確認不十分を周知していない。
作業経過の確認・周知	△ 当直長：事象確認状況の再確認を指示していない。
適切な作業配分（人・時間）	△ 当直長：２次系対応中にプラントトリップが予想されたが、当直長は自身に過度な負担がかからないように準備できていなかった。トリップ確認、一息ついてから原因究明する流れが身についていない。
チーム方針の決定・周知	△ 当直長：自ら確認せずに通報したにもかかわらず、その後状況再確認を指示していない。
考 察	
共通する背後要因	（正しい行動習慣の遂行） 当直長：報告に対し自らダブルチェックしなかった。 操作者：セルフチェック不足による制御棒不完全挿入の見落とし
（備 考）	
トリップ状況確認不備の場合の対応は手順書を見る余裕がないので手順書参照以外で支援する必要があり、今後の検討課題である。ユニットトリップ直後の中給、室長連絡はトリップの事実だけでいいのではない。定型化、または自動化が可能と考える。	

次に抽出した問題点を「×印：チームモニタ不良の原因となった問題点」と「△印：単独ではチームモニタ不良の原因にならない問題点」の２段階で示し一覧表を作成した。表３はこの一覧表の概略を示したものである。表２に示した分析例は事例 f になる。一覧表から問題のあったチームモニタ行動ステップ

表3 訓練におけるチームモニタ不良事例の問題点のあった行動ステップの概略一覧表

	事 例														
行動ステップ	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
根拠に基づく事象同定	×		×			×							△		
複数情報による確認	×		×			×	△								
情報間の関連性評価				×	△			×	×	×	×	×	×	×	×
確定・不確定事項の周知	×	△	×			×			△						
作業経過の確認・周知	△	×		△		△		△		×		×	×	×	
適切な作業配分	△					△	△			×	△		×	×	
チーム方針の決定・周知	△	×		△	×	△	×		×			△			

×印：チームモニタ不良の原因となる問題点があった行動ステップ

△印：単独ではチームモニタ不良の原因にならないが、問題点のあった行動ステップ

表4 訓練時のチームモニタ不良の分類

タイプ	状況認識			状況認識に基づくチーム行動			
	根拠に基づく判断	複数情報による確認	情報間の関連性評価	確定・不確定事項の周知	作業経過の確認・周知	適切な作業配分（人・時間）	チーム方針の決定・周知
A 直感型	×	×	－	×			
B 迷子型						×	
C 過小評価型			×				
D ベテラン依存型			×		×	×	
E 自己満足型							×

×印：チームモニタ不良の原因となる問題点のあった行動ステップ

表5 チームモニタ不良のタイプ別の特徴

タイプA 直感型	目の前の現象だけでとっさに状況を判断してしまい、その根拠や証拠を再確認しないまま、チーム内で暗黙のうちに「確定事項」として実行され、追加情報を収集しないため間違いが修正されない。単一情報で判断しているため情報間の関連性評価まで至っていない。
タイプB 迷子型	複雑な事象対応時に当直長が手順や手続きの細部に入り込み、全体の把握が不能になったため、指揮、監視が不十分になる。
タイプC 過小評価型	状況認識時の情報間の関連性評価において、過去の成功経験の影響、注意の集中、基本的な知識不足等により考慮すべき条件や影響範囲に対する視野が制限されていたため、その状況に適切に対処しなかった場合の影響が認識されず、チームが事態を收拾すべき課題として識別されない。
タイプD ベテラン依存型	電気設備や複雑なロジック回路の故障など高度な知識が要求される状況認識時の情報間の関連性評価において、特定の個人（上級制御員等）の特殊な経験や知識に依存し、その後のチームモニタが機能しない。
タイプE 自己満足型	状況認識に成功した場合でも、チーム方針の決定段階で当直長の思い込みや自己満足により適用する手順を間違ひ、誤った手順に移行する。

プのパターンの特徴を読み取り、パターン毎に分類した。その結果、チームモニタ不良は表４に示すように５つのタイプに分類できた。それぞれのタイプの特徴を表５に示す。

3. チームモニタ行動モデル

3.1 モデル作成の目的

チームモニタ不良対策を検討するために、チームモニタのメカニズムを整理し、チームモニタに成功するケースと失敗し事故に至るケースの違いを見極めることとした。

3.2 モデル作成

図５に「原子力発電所運転員のチームモニタモデル」を示す。このモデルは図４の Rasmussen モデルによるチームモニタ行動のメカニズムの説明図に基づき、エラーの発生と回避のメカニズムが説明できるように以下の点を考慮し作成した。

- 状況認識時に収集できる情報は限られており、すべての状況が識別・同定できると限らない。

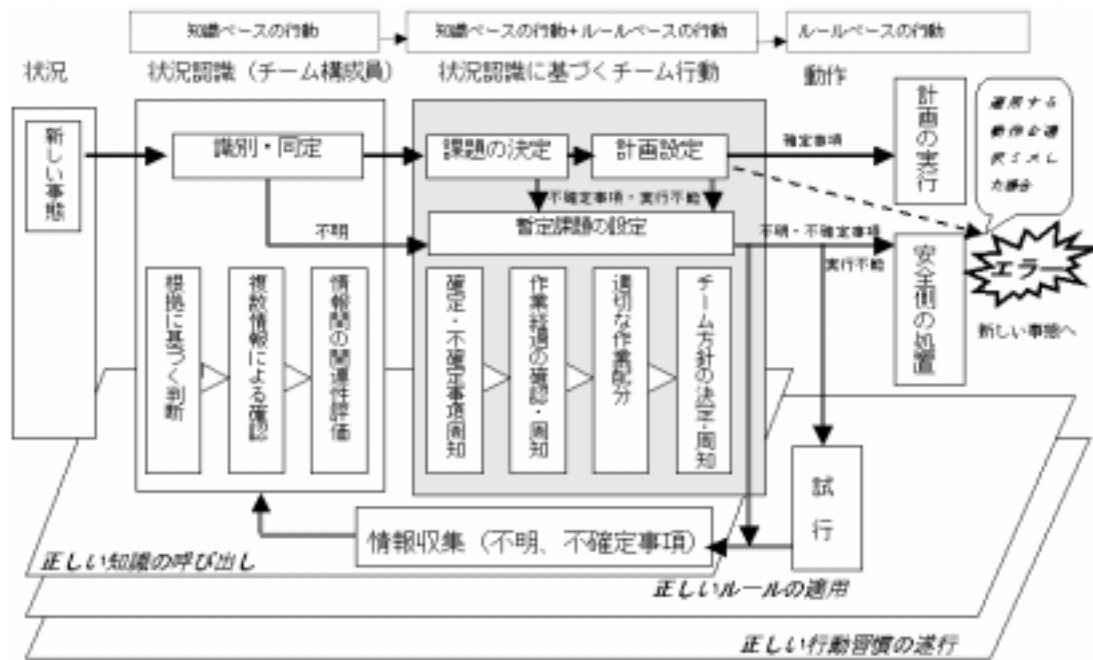


図5 原子力発電所運転員のチームモニタ行動モデル

- b. 不明・不確定事項に対しては、プラント停止等の安全側の処置を講じることになっている。計画された対応が実行不能の場合も同様である。
- c. 不明・不確定事項に対しては、もうひとつの選択肢として、臨機応変な対応として、プラントへの影響を考慮した上で何らかの対応を試行してみて、その結果から状況を識別・同定する場合がある。

能の場合は、慎重に対応し、安全側の処置、
試行または追加の情報収集だけを実行する。

4. チームモニタ不良の問題点と対策検討

4.1 検討する問題点の絞込み

訓練事例の5つのタイプをチームモニタ行動モデルにあてはめ、どのステップの問題点が改善されればエラーが回避できたかを評価した。例えば、Aの直感型では、確定・不確定事項の周知ステップで不確定事項であることが正しく認識されればエラーは回避できる。

評価の結果、改善効果の高い特定のステップは存在せず、表6に示すようにそれぞれのタイプ毎に対応するステップを改善する必要があることが分った。

表6 訓練時のチームモニタ不良タイプと改善効果のあるステップ

タイプ	状況認識			状況認識に基づくチーム行動			
	根拠に基づく判断	複数情報による確認	情報間の関連性評価	確定・不確定事項の周知	作業経過の確認・周知	適切な作業配分(人・時間)	チーム方針の決定・周知
A 直感型	×	×	—	◎			
B 迷子型						◎	
C 過小評価型			◎				
D ベテラン依存型			×		◎		
E 自己満足型							◎

×印：チームモニタ不良の原因となる問題点のあった行動ステップ
◎印：問題点を改善するとエラーが回避できる効果がある行動ステップ

3.3 モデルによるエラー発生メカニズム

状況認識に基づくチーム行動の結果、設定された計画が間違っていたため、適用する動作（対応処置）の選択を誤ったまま実行された場合がエラーになる。

状況認識を誤っていてもチーム行動で回復し正しい計画が実行された場合、状況認識が不明・不確定または計画実行不能でも安全側の処置が取られる場合、または追加の情報収集のための試行として実行される場合はエラーにならない。

以上からエラー防止のために必要な対応は次の 3 点になる.

- (1) 確定事項および不明・不確定事項を正しく識別し、チーム内で状況認識を共有する。
- (2) 確定事項にはその実行性を考慮して設定された計画を選定の上、実行する。
- (3) 状況認識が不明・不確定、または計画実行不

(2) 確定事項にはその実行性を考慮して設定された計画を選定の上、実行する。

(3) 状況認識が不明・不確定、または計画実行不

次に、各行動ステップで発生した問題点と共通の背後要因の相互の関連性を分析し、改善が必要な根本的な問題点を絞り込んだ。訓練におけるチームモニタ不良事例分析シートに記述した背後要因に対する教官の考察には、教官へのインタビューで明らかになった手順書の問題点と業務負担の増大のほか、状況に応じた正しい知識が呼び出せないという問題を上げていることから、教官が考えている共通の背後要因は次の3点になる。

- (1) 使いにくい手順書（手順書）
- (2) 知識が呼び出せない（知識の呼び出し）
- (3) 当直長の負担大（ワークロード）

これらの共通の背後要因とチーム行動の問題点を連関図に示したものが図6である。この図は上流側の問題点が下流側に影響し、背後要因がそれぞれの問題点に影響していることを示している。従って、改善が必要な根本的な問題点は3つの共通の背後要因に集約できる。

4.2 対策検討

前項に示した3点の根本的な問題点別に各行動ステップに見られた個々の問題点を整理し、それぞれの問題点を改善する具体的な方法を検討した。図7にチームモニタ行動ステップの問題点、図8にこれらに対応した対策課題を示す。

(1) 手順書の改善

a. 「確定・不確定事項の周知」の改善

産業界で一般に使用されている手順書には、「適用条件」が明確に記述されている。手順書の「適用条件」を明確にし、適用条件の確認方法を明確化する。確定・不確定が記録できるようにする。

b. 「作業経過の確認・周知」の改善

既存の手順書は切れ目がなく、重要度に応じた優先順位付けがないことから、手順書に状況の変換点になる切れ目を追加しタイミングを明確にし、確認項目は重要度に応じて識別できるようにする。

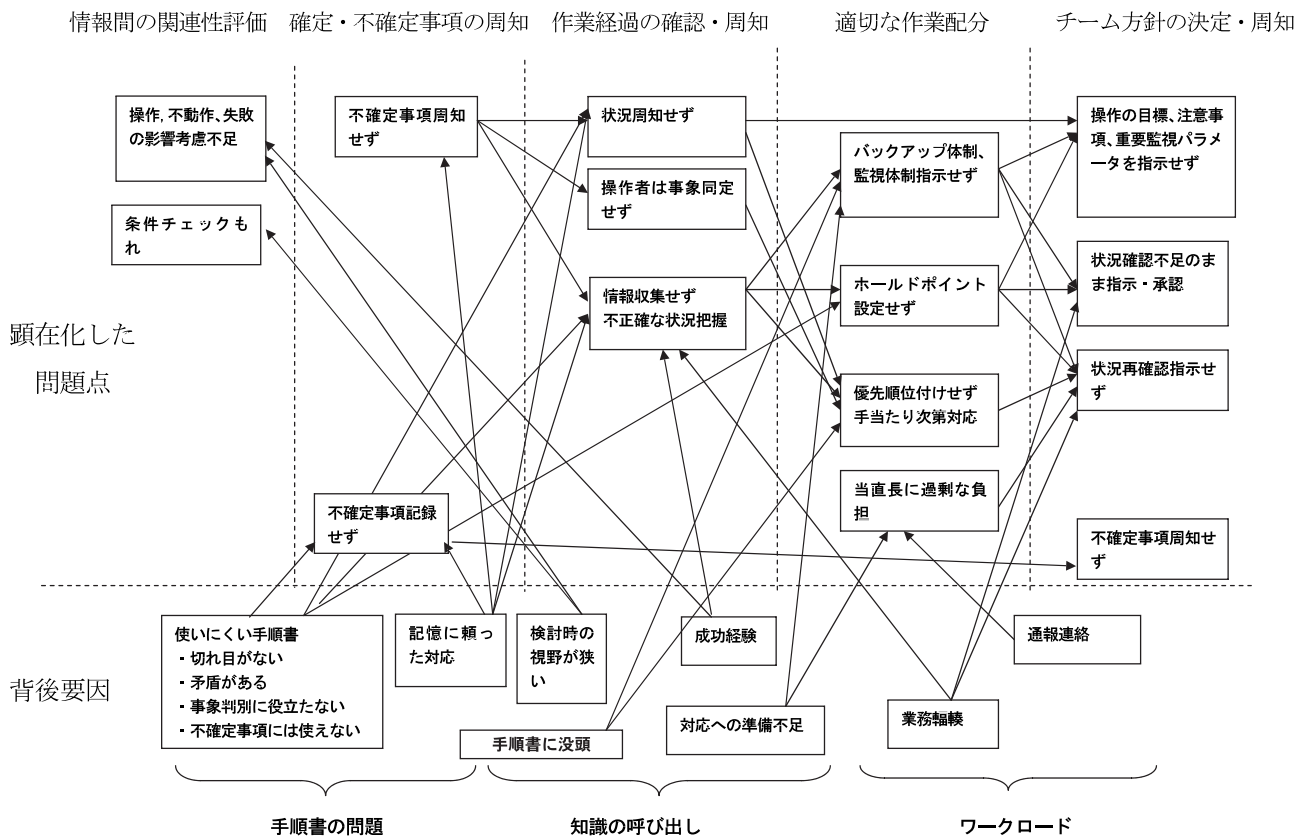
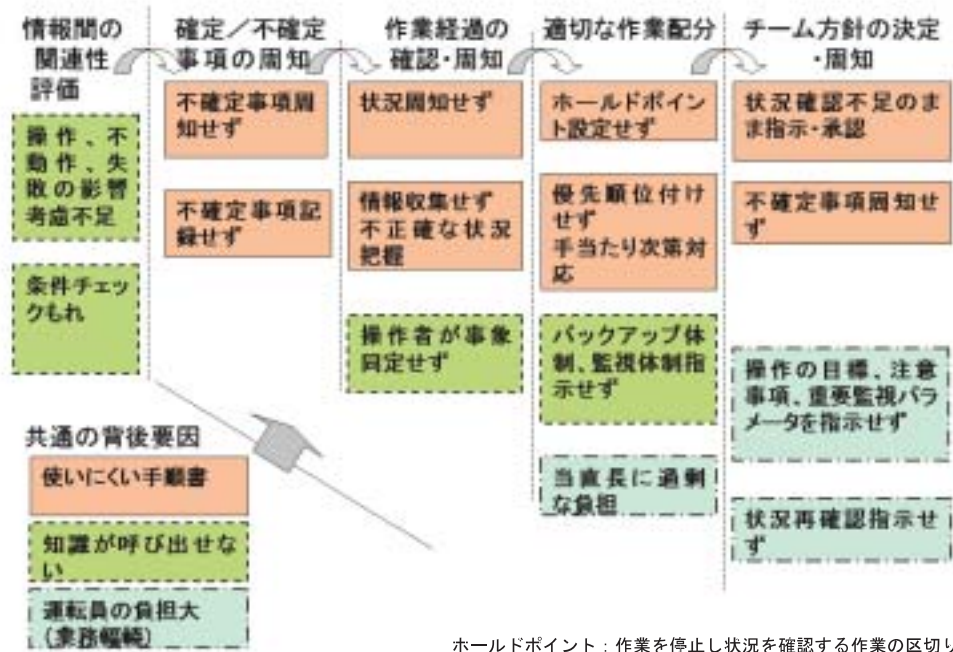


図6 状況認識に基づくチーム行動の問題点の連関図



ホールドポイント：作業を停止し状況を確認する作業の区切り

図7 チームモニタ行動ステップの問題点

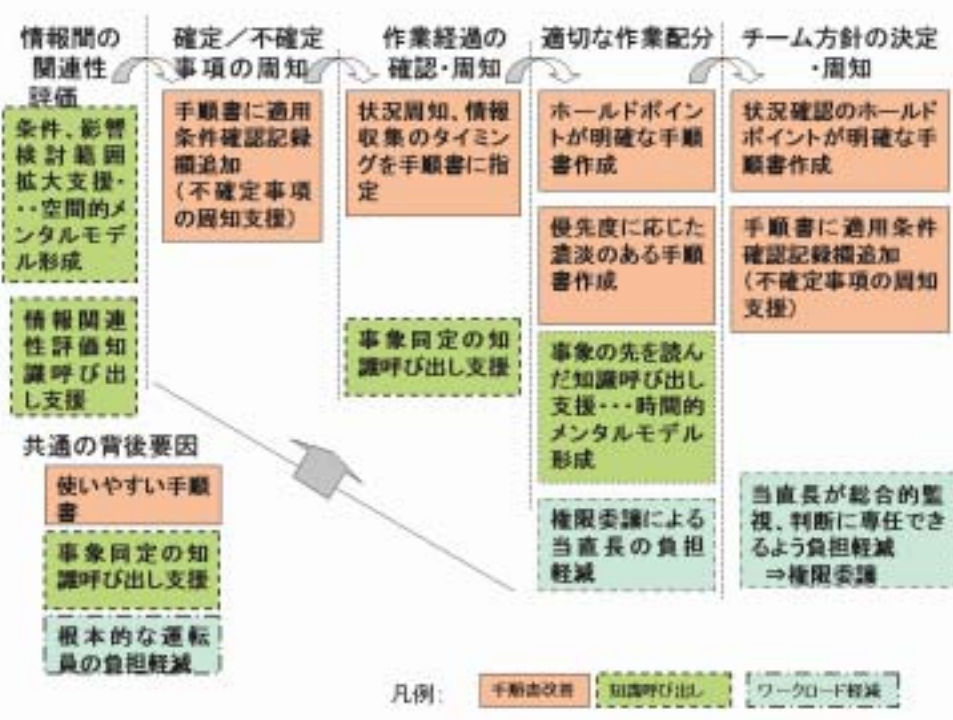


図8 チームモニタ行動ステップの問題点の対策課題

- c. 「適切な作業配分」, 「チーム方針の決定・周知」の改善

計画設定においては、まず作業の区切りの付け方が重要であり、区切りごとに作業を停止し状況を確認するホールドポイントを設定することで、役割が分担でき当直長の負担の軽減につながる。区切りは、前項のとおり手順書に状況の変換点になる切れ目を追加する。

- d. 「チーム方針の決定・周知」の改善

手順書に不確定事項が記録できることにより課題の見過ごしを防げる。

(2) 知識の呼び出しの改善

- a. 「状況認識時の情報間の関連性評価」の改善

視野を広げた知識の呼び出し支援方策として、運転員が知識として持っている機器系統の配列の概念モデル（空間的メンタルモデル）の形成を正確でより広範囲にすることで関連知識の呼び出しを支援できるツールが必要である。

- b. 「作業経過の確認・周知」の改善

適切な確認項目の選定と判断には十分な知識が必要であり、正確な空間メンタルモデルの形成により関連知識呼び出しを支援できるツールが必要である。

- c. 「適切な作業配分」の改善

運転員が知識として持っている事象進展に伴うプラント挙動の概念モデル（時間的メンタルモデル）を正確にし、多くのモデルを持っておくことにより、あらゆる事態でも先読みが可能となる。体制が整わないため計画実行が不能となり安全側の処置が必要となるという判断も時間的メンタルモデルにより判断するタイミングを明確にすることができる。

(3) 当直長の負担軽減

- a. 「適切な作業配分」の改善

計画設定にあたっては総合的な判断が要求されることから、当直長自身に過大な負担がかからないように自らを制御しておく必要があり、ホールドポイントでの正確な状況把握を前提に時間を区切った権限委譲は負担軽減に有効である。

- b. 「チーム方針の決定・周知」の改善

最終的なチーム方針・周知を確実に実施するため、当直長には全体監視に必要な余力を十分確保しておく必要がある。当直長は「総合的状況把握、危険拡大の可能性判断および実施すべ

き安全側の処置の考慮」に専念できるようにすることが重要である。当直長自身に過大な負担がかからないようにしておく。

5. 具体的な対策内容

(1) 手順書の改善

業務輻輳時にでも当直長が使いやすい手順書にするため、当直長が指示すべき要点を抜き出した手順書の案を1例作成した。状況確認や周知のタイミング、確定・不確定事項を明確にすることとでチーム内の状況認識行動を負担なく支援する目的で、対策課題に沿って既存の手順書に以下の改善を加えたものである。

- a. 手順書適用条件の明記

図9に示すように、事象毎の目的、適用条件を明確化し、項目毎に確認ステップを追加し、不確定事項が記録できるようにした。

- b. 手順書確認のタイミング指定（当直長用の手順書）

図10に示すように、当直長が手順書の細部に入り込まないように、指示すべき要点として操作の分岐点や条件確認ステップ等のタイミングを指定する主要操作項目表を追加した。また、目次と、フローチャートに主要操作ステップ番号を追加した。

(2) 知識の呼び出し支援

時間的な切迫の中でも、先を読んだ、視野の広い知識が呼び出せるよう、日頃から事象ごとのパラメータ変化や広範囲の配管系統構成の正確なメンタルモデルの形成に役立つ教材案を1例ずつ示した。

- a. 事象進展の時間的メンタルモデルの形成

当直チームの職場内教育で事象別の代表的なトレンドグラフを活用することにより時間的メンタルモデルがチーム内で共有できることが期待できる。図11はNTCにおける運転シミュレータ訓練で活用されているパラメータ・イベント・ログ装置⁽⁹⁾の出力を教材化した例である。

- b. 広範囲の空間的メンタルモデルの形成

図12のような「全体が見える系統図」を作成した。これは原子炉冷却材系統につながるすべての配管、機器の系統構成をA3サイズの大ききで1枚に表したもので、これは教育、作業計画、運転操作、事故対応等のあらゆる場面で一貫して活用できる。常にチームがこのような「全体が見える系統図」を見て、業務に活用すること

により，チーム内で広範囲の正確な空間的メンタルモデルを共有できることが期待できる．

(3) 当直長の負担軽減

当直長は「総合的状況把握，危険拡大の可能性判断および実施すべき安全側の処置の考慮」に専念できるよう，役割分担と権限委譲により当直長の負担軽減負担を軽減する．そのため以下の対応を日頃から訓練しておく．

- a．当直長は状況確認ステップを明示した上で，その間の手順書による指示・確認は当直長を補佐する当直主任に任せ，操作の詳細は操作者に任せる．
- b．当直長は自らに過剰な負担がかからないように，余裕があるうちに体制確保と安全側の処置移行の条件を検討し，周知しておく．
- c．通報連絡，応援要請は機械的にこなせるよう訓練しておく．またこれらの実施項目を「実行リスト」として整備しておく．
- d．記憶に頼らない．手順書，ホワイトボードを活用する．

6. まとめ

Rasmussen モデル⁽³⁾を用い，運転シミュレータ訓練指導の経験から教官が「チームモニタ不良」として抽出した事例を分析した結果，エラーはチーム構成員である運転員が状況認識を間違い，その後のチーム行動でもその間違った状況認識が修正されなかったときに発生していることが分った．また，訓練時に見られた「チームモニタ不良」は直感型，迷子型，過小評価型，ベテラン依存型，自己満足型の5タイプに分類できた．

新たにチームモニタ行動モデルを作成し，これら5タイプに見られた問題点を分析した結果，緊急時など業務幅転時に，(1) 手順書が使いにくい，(2) 必要な知識が呼び出しにくい，または(3) 当直長の負担が増大するという共通の背後要因の改善が課題であることが分った．そこで(1) 手順書の改善，(2) 知識の呼び出し支援，(3) 当直長の負担軽減の3点を対策課題とし，次の「チームモニタ不良」対策案を提示した．

- (1) 当直長が指示すべき要点を抜き出し緊急時に使いやすくした手順書案
- (2) 事象の進展や視野の広い空間把握に有効な教材案

- (3) 役割分担と権限委譲により当直長の負担を軽減する方策

以上

文献

- (1) 宮崎孝正他：海外原子力発電所における不具合事象の傾向分析(2004年)，INSS Journal, Vol.12, p82, (2005)．
- (2) 高川健一：海外の原子力発電所における運転員ヒューマンエラー事例の新しい分類と利用しやすい事例シートの作成，INSS Journal, Vol.11, p95, (2004) ．
- (3) Rasmussen, J.: "Cognitive Control and Human Error Mechanisms". In: J. Rasmussen, K. Duncan and J. Leplat (Eds), *New Technology And Human Error*. 54, John Wiley & Sons Ltd. (1987)
- (4) 行待武生：“原子力発電所のトラブルとヒューマンエラー”ヒューマンエラー防止のヒューマンファクターズ363-369，テクノシステムス(2004)．
- (5) 行待武生：“ヒューマンファクターズとヒューマンエラー”ヒューマンエラー防止のヒューマンファクターズ13-19，テクノシステムス (2004)．
- (6) 行待武生：“事故時のチーム行動”ヒューマンエラー防止のヒューマンファクターズ603-609，テクノシステムス (2004)．
- (7) 佐相邦英：“集団レベルのヒューマンエラー”ヒューマンエラー防止のヒューマンファクターズ23-25，テクノシステムス (2004)．
- (8) USNRC : Licensee Event Reports, (1994-2004)．
- (9) 松本好雄：原子力発電訓練センターの運転員訓練における品質向上，平成16年度火力原子力発電大会論文集，300-305 (2004)．

図1 共通品質の向上と品質向上 労働者の権利・待遇

1-1-1-1-1-1 労働者の権利・待遇

1. 目的

番号	内	外	説明
1	労働者の権利・待遇の向上に資する。		
2	労働者の権利・待遇の向上に資する。		

2. 適用条件

番号	内	外	説明
1	労働者の権利・待遇の向上に資する。		
2	労働者の権利・待遇の向上に資する。		

3. 原因

番号	内	外	説明
1	労働者の権利・待遇の向上に資する。		
2	労働者の権利・待遇の向上に資する。		

4. 効果

番号	内	外	説明
1	労働者の権利・待遇の向上に資する。		
2	労働者の権利・待遇の向上に資する。		

図2 共通品質の向上と品質向上 労働者の権利・待遇

1-1-1-1-1-2 労働者の権利・待遇

1. 目的

番号	内	外	説明
1	労働者の権利・待遇の向上に資する。		
2	労働者の権利・待遇の向上に資する。		

2. 適用条件

番号	内	外	説明
1	労働者の権利・待遇の向上に資する。		
2	労働者の権利・待遇の向上に資する。		

3. 原因

番号	内	外	説明
1	労働者の権利・待遇の向上に資する。		
2	労働者の権利・待遇の向上に資する。		

4. 効果

番号	内	外	説明
1	労働者の権利・待遇の向上に資する。		
2	労働者の権利・待遇の向上に資する。		

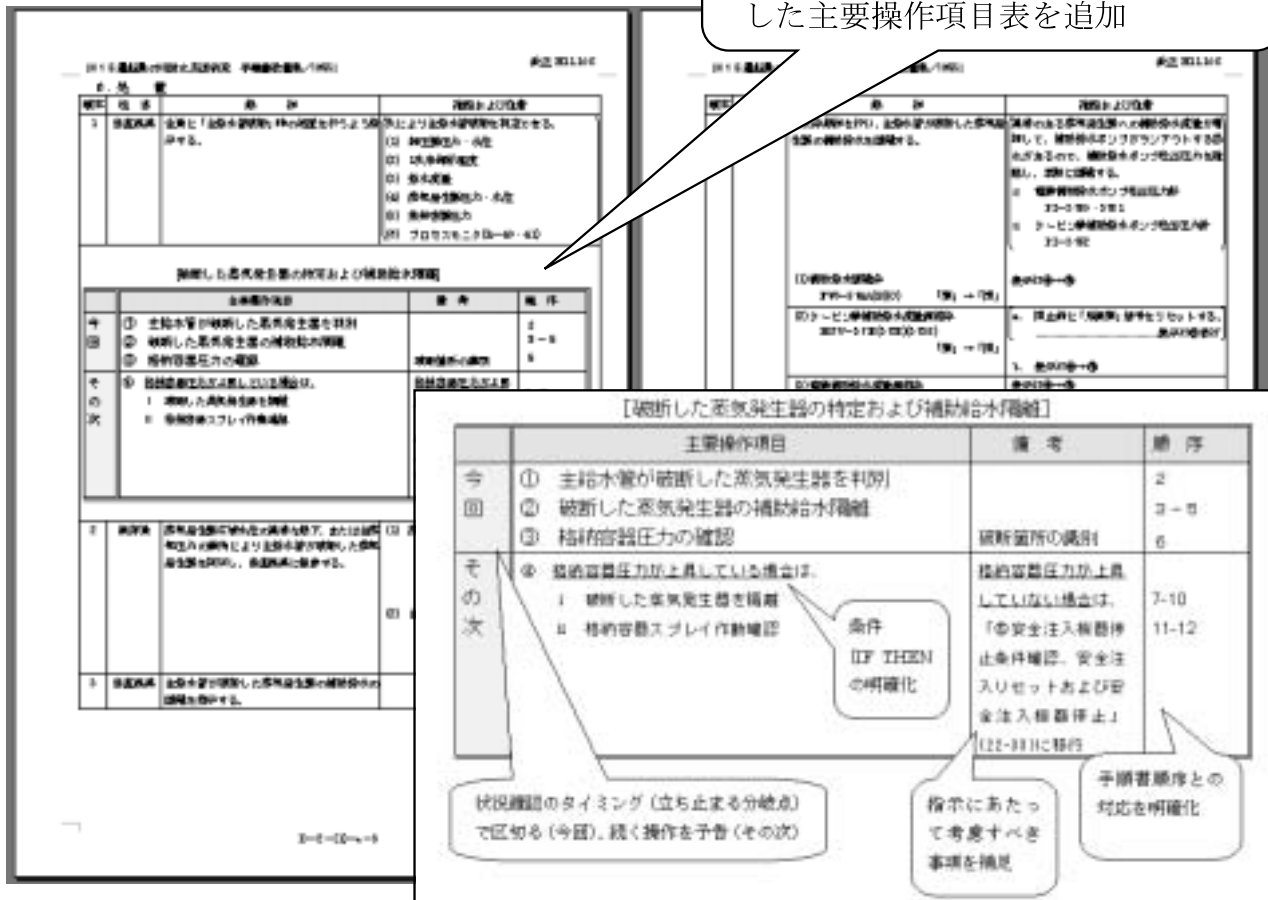
目的、適用条件の明確化

適用条件、徴候、原因、注意事項に確認ステップを追加
(不確定事項も記録可)

図9 対策1-1 手順書適用条件の明記

主要操作項目表の挿入

当直長が指示すべき要点を抜き出した主要操作項目表を追加



フローチャートリンク番号・目次追加

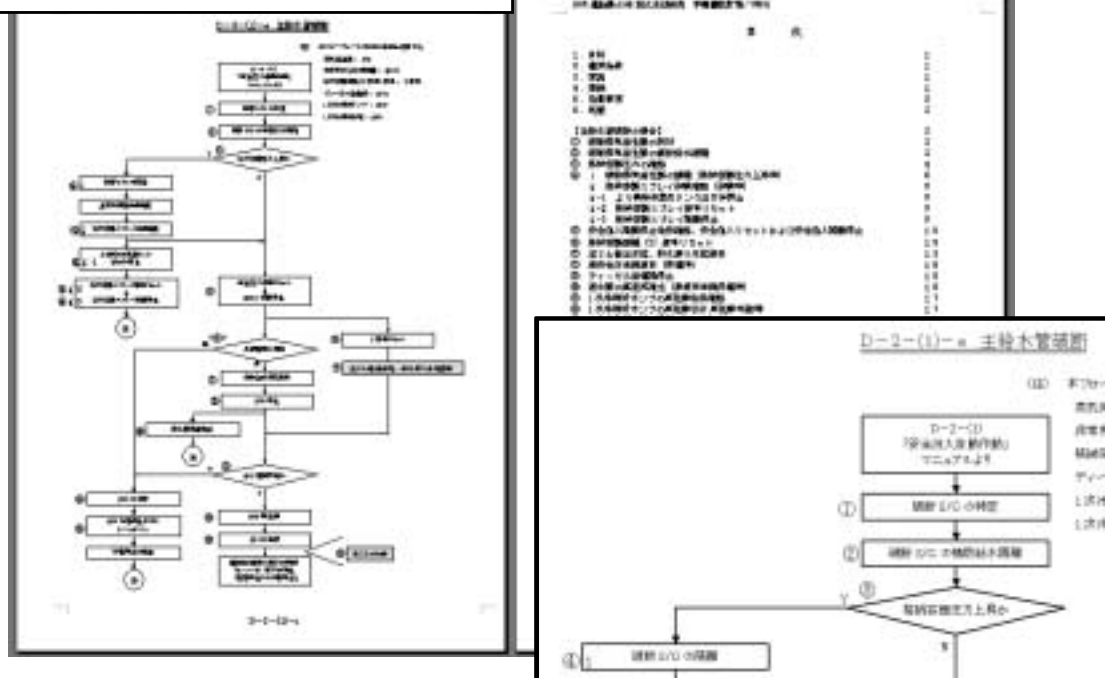


図10 対策1-2 手順書確認のタイミング指定(当直長用の手順書)

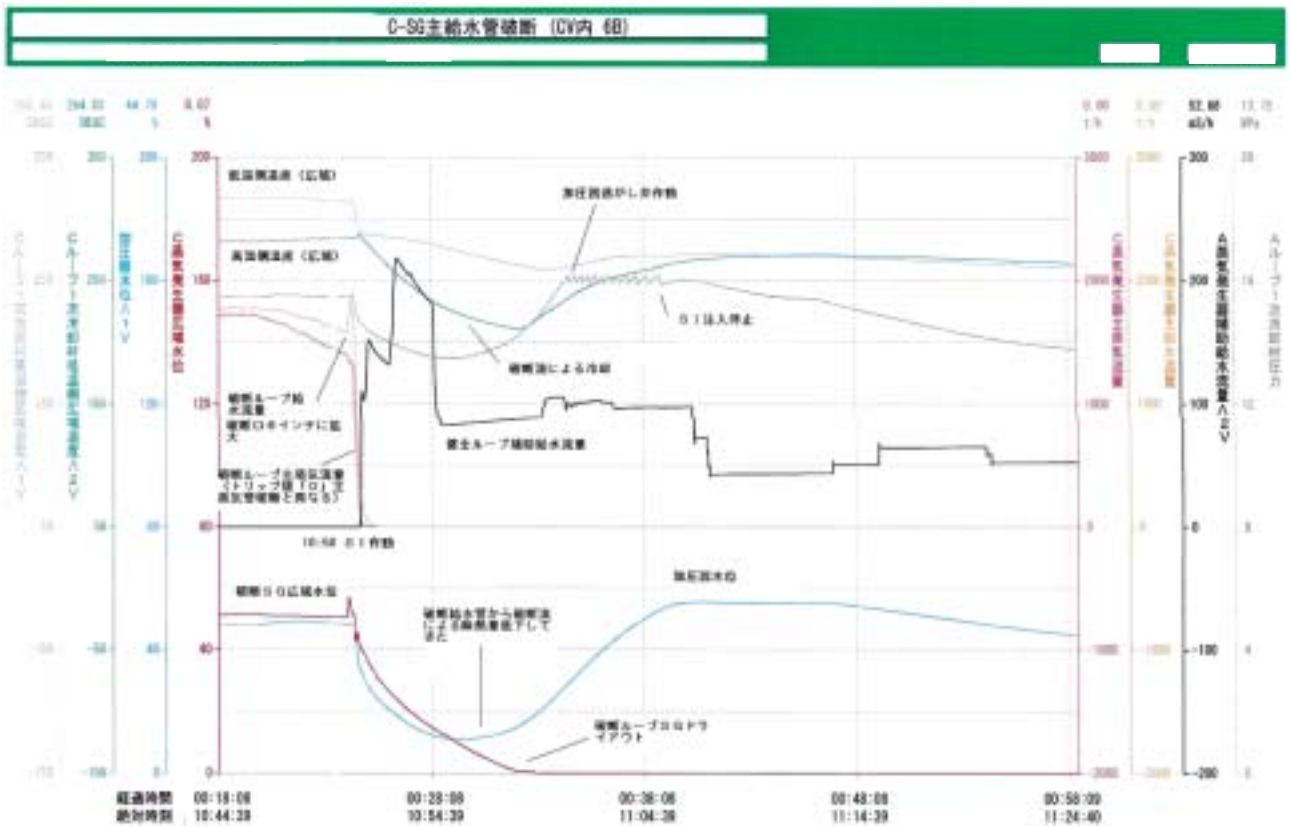


図11 対策 2-1 事象進展のメンタルモデル

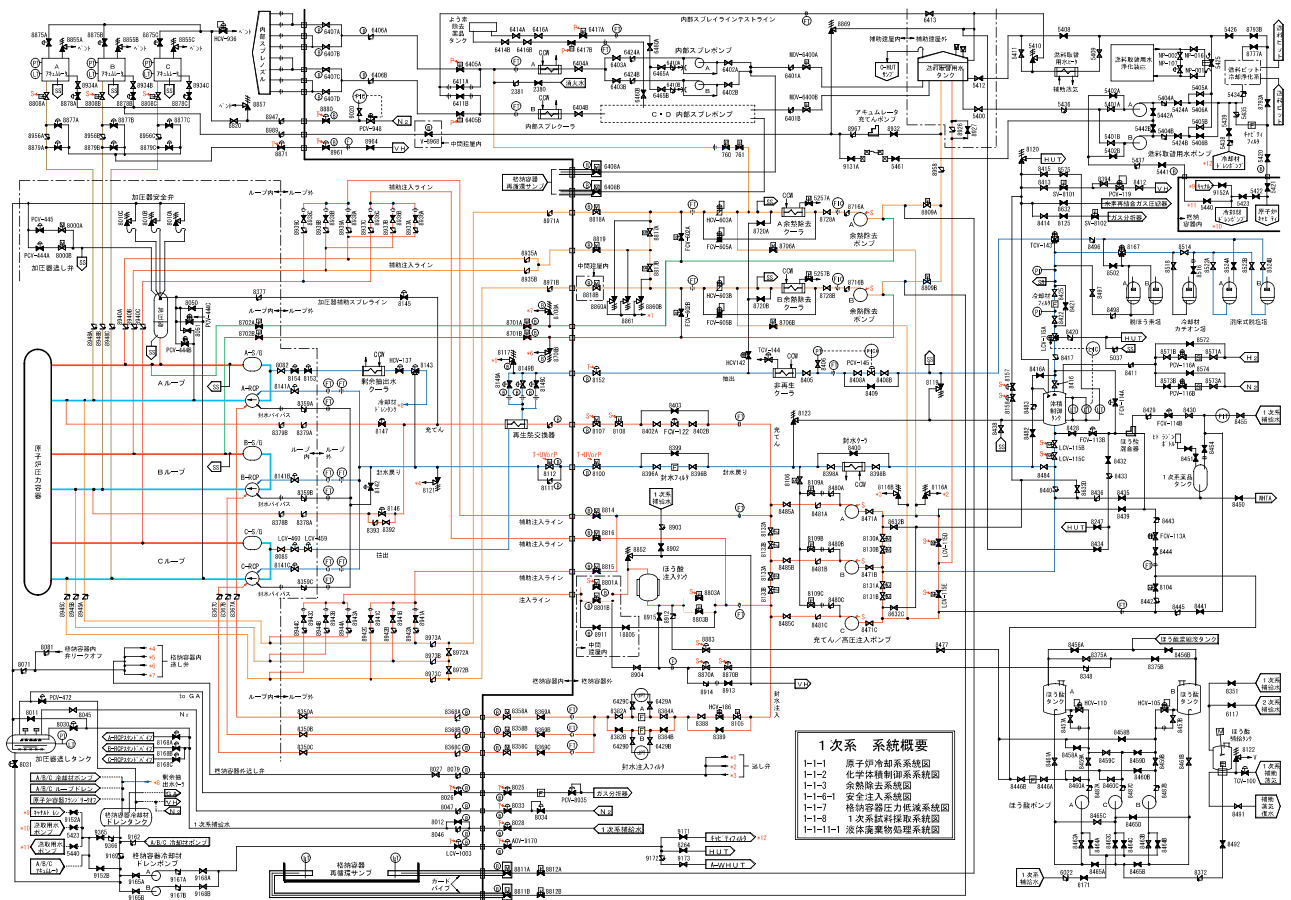


図12 対策 2-2 広範囲の空間的メンタルモデル (全体が見える系統図)