

I 糸巻貝

1. 本マニュアルを適用する業務範囲

本書はユニットに発生した異常、事故等が拡大し、「事故時運転操作手順書（徴候ベース）」の適用範囲を超える状態に至った場合（炉心が損傷し、原子炉压力容器の健全性及び、格納容器の健全性を脅かす可能性のあるシビアアクシデント事象）に適用する。

尚、本操作手順書の対象とする範囲は次の通りである。

- 1) 炉心損傷後に、炉心冷却を確保し、炉心の大規模損傷の防止が必要な場合。
- 2) 炉心損傷後に、炉心の冷却を確保し、原子炉压力容器破損の防止が必要な事象。
- 3) 炉心損傷後、もしくは、原子炉压力容器破損後に、格納容器の健全性を確保し、格納容器の破損防止が必要な事象。

2. 目的

本書は、TMI-2事故を鑑みて、炉心損傷に至った際にアクシデントマネジメントを実施するための、操作の判断や操作の実施に関する手順（炉心損傷後に原子炉压力容器破損及び、格納容器破損に至るシーケンスを対象事象とし、原子炉水位、格納容器内圧力、格納容器内温度等の徴候に基づいた事故終息の手順を提供）を定める。

3. 準拠法令等

(1) 法令

なし

(2) 法令等に基づいて作成する文書

- a. 原子炉施設保安規定
 - ・第3条 品質保証計画
 - ・第7条 原子力発電保安運営委員会
 - ・第14条 マニュアルの作成
 - ・第78条 異常収束後の措置
 - ・第110条 原子力防災資機材等

4. 関連するマニュアル

区分	業務	文書名	文書番号
基本マニュアル	運転管理	運転管理基本マニュアル	NM-51
業務マニュアル	運転操作	運転操作マニュアル	NM-51-5
関連マニュアル	運転操作	1号機 事故時運転操作手順書 (徴候ベース)	NM-51-5・1F-F1-006-1
		1号機 事故時運転操作手順書 (事象ベース)	NM-51-5・1F-F1-005-1
		1号機 警報発生時操作手順書	NM-51-5・1F-F1-004-1
	運転操作ガイド	アクシデントマネジメントの手引き 福島第一1号機 (BWR-3)	NM-51-13・1F-E1-003
原子力災害対策	原子力災害対策マニュアル	NM-51-13	

5. 用語の定義

- (1) シビアアクシデント (SA)
 原子力発電所の安全設計の評価において想定している事象を大幅に超える事象であって、原子炉の燃料が重大な損傷を受けるような事象。
- (2) アクシデントマネジメント (AM)
 シビアアクシデントに至る恐れがある事態が万一発生しても、それがシビアアクシデントに拡大するのを防止するために、あるいは万が一シビアアクシデントに拡大した場合にも、その影響を緩和するために取られる運用・設備両面の措置。
- (3) 支援組織 (TSC: 緊急時組織)
 アクシデントマネジメントの実施が必要な状況において、運転員は複雑かつ迅速な対応を求められることが想定されるため、運転員とは別に運転員が効果的なアクシデントマネジメント策を選定できるように技術的支援を実施する組織。
- (4) ストラテジ : 戦略、作戦。
- (5) デブリ : 溶融炉心(ペレット、被覆管、スペーサ等が溶融した混合物)

6. 責任と権限

本業務における責任と権限の所在を以下のとおりとする。

職務	責任者	役割
操作責任、指示(指揮)者	当直長(当直副長)	操作の責任を有し、あらかじめ定められたフローシート等(以下、「手順」という)に従って操作を実施するよう操作者に指示するとともに、操作が手順に従って行われていることを確認する
操作者	当直員	当該操作を行う

7. 文書の保管期間

該当文書なし

8. 記録の保管期間

該当記録なし

II はじめに

1. 本書の制定理由

本書は、ユニットで緊急事態が発生した場合の対応措置について、従来の手順書を超越するシビアアクシデントを考慮し開発された、操作及び判断のガイダンスである。

従来の事故時運転操作手順書(事象ベース)は単一故障を仮定し、設計基準事故の範囲内に特定された事故毎の操作手順をリストアップする形式(イベント)である。一方、事故時運転操作手順書(徴候ベース)は事故の起因事象が何であるかを問わず、観測されるプラントの状況に応じて操作手順を示した形式(徴候ベース)で発生確率はきわめて低いと考えられる設計基準を超越するような多重故障にも対応可能な手順書である。

従来の事故時運転操作手順書(徴候ベース)では、多重故障に伴う炉心損傷を防止するまでの事象を対象としていたが、この度のAM整備に伴うアクシデントマネジメントの手引き及び、事故時運転操作手順書(シビアアクシデント)の整備により、炉心損傷後の初期注水の実施までを対象として拡張している。

本書は炉心損傷後に原子炉圧力容器破損及び、格納容器破損に至るシーケンスを対象事象とし、原子炉水位、格納容器圧力、格納容器温度等の徴候に基づいて事故終息の手順を提供する。

2. ストラテジを使用する理由

本書でストラテジという形式を用いた理由は、ある特定のプラントの状態に対応する操作が、ほとんどの場合単一の操作ではなく、複数の操作が存在し、それが相互に関連するため、その関連性を明確にするためである。

ストラテジ選択フローチャートは、シビアアクシデント時に想定される代表的なプラントの状態に応じて全体のストラテジを示すとともに、複数の操作が相互に関連するため、操作内容や複数の操作の関連を記述した「注水ストラテジ」及び、「除熱ストラテジ」を定め、最終的に「事故終息」に導くものとしている。ストラテジを「注水」、「除熱」という2つの階層に分けている理由は、まず注水操作を行い、炉心又はデブリの冷却がある程度確認された段階で除熱操作を行うといった、時間的な流れに対応させているためである。

ストラテジ選択フローチャートの構成は、早急な対応を必要とする損傷炉心もしくは格納容器へ放出された熔融炉心への注水操作の段階と、初期注水開始後の注水の継続・開始及び除熱操作の段階の2つの段階となっている。

シビアアクシデント時のプラント状況はパラメータの推移が早急な場合と穏やかな場合で総合的な判断を実施できる時間余裕が異なるため、本書の初期対応に相当する注水ストラテジー1, 3では初期に必要な確認及び操作を抽出し、指示している。本ガイドによる初期対応が成功すれば、事象の進展は穏やかになることが期待され、総合評価の時間余裕が確保されることとなり、その後の注水操作/除熱操作を判断することが出来る。

初期対応が出来ない場合にも、「注水ストラテジ」及び、「除熱ストラテジ」の組み合わせによる注水操作/除熱操作を実施することとなる。

3. 補足

本書は、シビアアクシデント事象に対して操作選択フローを準備しており、その操作選択フローによって各プラント状況に対応した確認/操作ガイドが指示されるので、参照して対応する。

但し、本書は一旦機能を喪失した安全系が復旧すること、あるいはアクシデントマネジメント設備が機能することを前提としている。又、計装系は運転操作の判断において重要な役割を担っているが、シビアアクシデント事象時には設計条件を超越する場合が生じると考えられる。この場合の機能喪失の態様としては、直ちに機能喪失するのではなく、徐々に指示値等の信頼度が低下していくと考えられるため、仮に設計条件を越えた計装パラメータがあったとしても、これを完全に放棄するのではなく、得られる情報を最大限に利用することを前提としている。

尚、下記の事象については、下記の手順等により対応する。

- (1) 格納容器破損後に炉心損傷に至るような多重故障シーケンス(ATWSシーケンス、炉心損傷以前の格納容器からの除熱失敗ケース)
 - a. 事故時運転操作手順書(徴候ベース)によって、その発生防止のための対応をとる。
- (2) 全交流電源喪失事象
 - a. 全交流電源喪失事象は、明らかに他の多重シーケンスと区別でき、事故時運転操作手順書(徴候ベース)にて対応する。但し、電源復旧後に炉心損傷した場合は、本書により対応する。

III 運用について

1. 事故時運転操作手順書(シビアアクシデント)の使用の判断

事故発生後、「事故時運転操作手順書(事象ベース)」を使用するか、「事故時運転操作手順書(徴候ベース)」を使用するか、「事故時運転操作手順書(シビアアクシデント)」を使用するかを考え方は、「図-1 事故時運転操作手順書の体系」によるものとする。

(1) 実施体制について

異常徴候発生や事故・故障段階においては「トラブル調査委員会」が設置され、事故・故障等の対応をしているが、その後、発生した事故・故障等が拡大し、設計想定外の状態からさらに事象が進展したような場合、AM実施組織(緊急時対策本部(TSC))に移行する。

2. 指示命令について

(1) 事故時運転操作手順書(シビアアクシデント)を使用して行う際に必要な判断は、基本的に当直長が行うものとする。

尚、支援組織(緊急時対策本部(TSC))が発足された場合には、当直長は支援組織と緊密な連絡を取りつつ、必要に応じて支援組織の助言を得て操作方針を決定する。この場合、支援組織側の最終判断者は本部長(発電所長)である。(「図-2 事故時運転操作手順書(SOP)と各組織の関係について」参照。)

但し、以下の操作については、当直長は操作前に支援組織の助言を求め、指示を仰ぐものとする。

[助言を求めるもの]

但し、連絡が取れない場合、又は事象の進展の状況によりやむを得ない場合はこの限りではない。

- ・隣接プラントからの電源融通
- ・消火系の利用
- ・SHC/CCS、D/Gの復旧操作
- ・炉心損傷後の格納容器注水操作
- ・その他、中操が判断に迷う場合

[指示をあおぐもの]

炉心損傷後のベントの実施については、支援組織が判断し、中操はその指示に従って操作を行う。

3. 大型フローチャートの使用について

事故対応において、大型フローチャートにより操作、確認を段階的にチェックする。

(2F OSART 指摘事項)

EOP: 事故時運転操作手順書(徴候ベース)

SOP: 事故時運転操作手順書(シビアアクシデント)

4. 手順書の具体的使用方法

(1) 操作に当たり当直長又は当直副長は、I総則(6. 責任と権限)に基づき体制を定め、操作指示者、操作者及び手順書チェック者(操作指示者、操作者等)を明確にする。

(2) 操作指示者又は操作者は、操作にあたって該当する手順書を準備し、当該手順書に従ってステップ毎にチェックしながら操作を実施する。

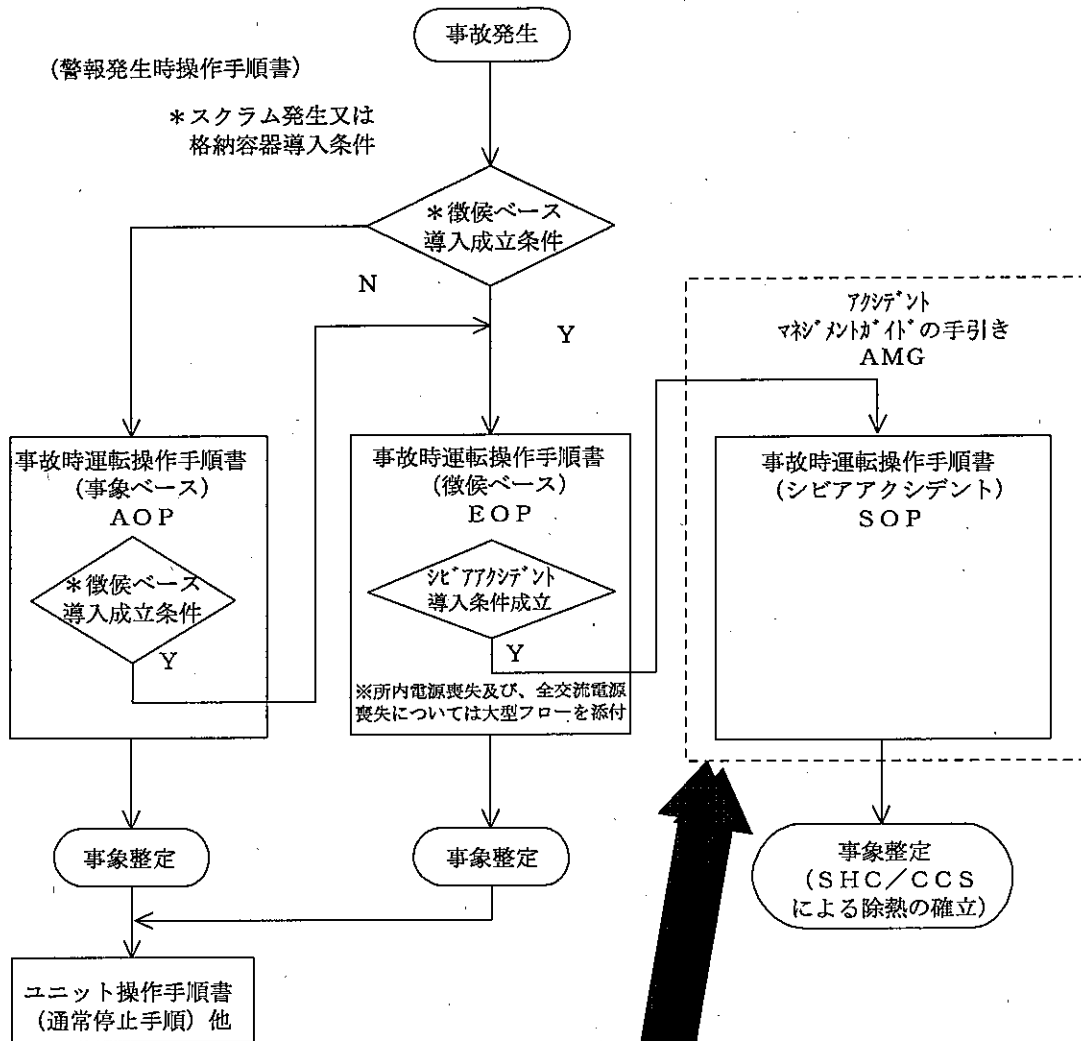
ただし、事象の収束を優先して行う操作については、一連の操作実施後、実施した操作が手順と相違ないことを速やかに確認する。

又、手順書をチェックすることで過剰被ばくや汚染拡大等につながる恐れがある操作、及び操作者の安全に影響

響を及ぼす操作については、操作を行う前に手順書を確認し、一連の操作実施後、実施した操作が手順書と相違ないことを速やかに確認する。

- (3) 操作指示者又は操作者は、手順書を準備していることを操作前に当直長又は当直副長へ報告する。
- (4) 操作者は、操作にあたり復唱及び指差呼称することを徹底する。
- (5) 手順書使用時余裕がある場合は、手順書の原紙(暫定運用されている物は暫定承認された手順書)をコピーしチェック用とする。又、チェック用に使用した手順書は、使用后チェック漏れの無いことを確認し破棄する。手順書使用時余裕がない場合は、手順書の原紙(暫定運用されている物は暫定承認された手順書)にチェックする。又、チェックした手順書は、使用后チェック漏れの無いことを確認し、チェックを消去する。消去が出来ない場合は、チェック用に使用していない手順書の原紙(暫定運用されている物は暫定承認された手順書)をコピーし、チェックした手順書と差し替える。
- (6) 手順書の確認方法は、「レ」点チェックとし、確認する時期及び注意事項を以下に記載する。
 - a. 「レ」点チェックする時期は、操作・確認・報告等を実施し、完了した時点でチェックする。
又、「レ」点チェックは、フローチャート及び本文にチェックする。
 - b. 引継時、手順書チェック者は、引継までに実施した操作について、手順書に線引き等を行い明確にしておく。
 - c. 引継時、引継者は、引継前に実施された操作について、手順書のチェック及び線引き等を確認し、引継漏れが発生しないよう注意する。
- (7) 不具合を発見した場合等で、事象の収束等を優先して行う操作については、対応操作を実施後、手順書があるものについては、操作が手順書と相違ないことを速やかに確認する。
- (8) 現場等に於いて、操作者が1人で手順書を使い、操作と手順書のチェックを実施する場合、手順書の確認及び操作後のチェックが可能であれば、ステップ毎にチェックしながら操作を実施する。
又、1人で手順書の確認及び操作後のチェックが困難な場合は、操作前に手順書の確認をすると共に、一連の操作実施後手順書をチェックし、実施した操作が手順書と相違ないことを速やかに確認する。
- (9) 現場等に於いて、操作者が1人で操作する場合、中操で操作指示者が手順書を準備し、操作指示者が手順書の操作内容を操作者に電話(PHS)又は、ページング等で指示し、操作者に代わり手順書をチェックする事で、操作者は手順書の使用を省略出来る。

図-1 事故時運転操作手順書の体系

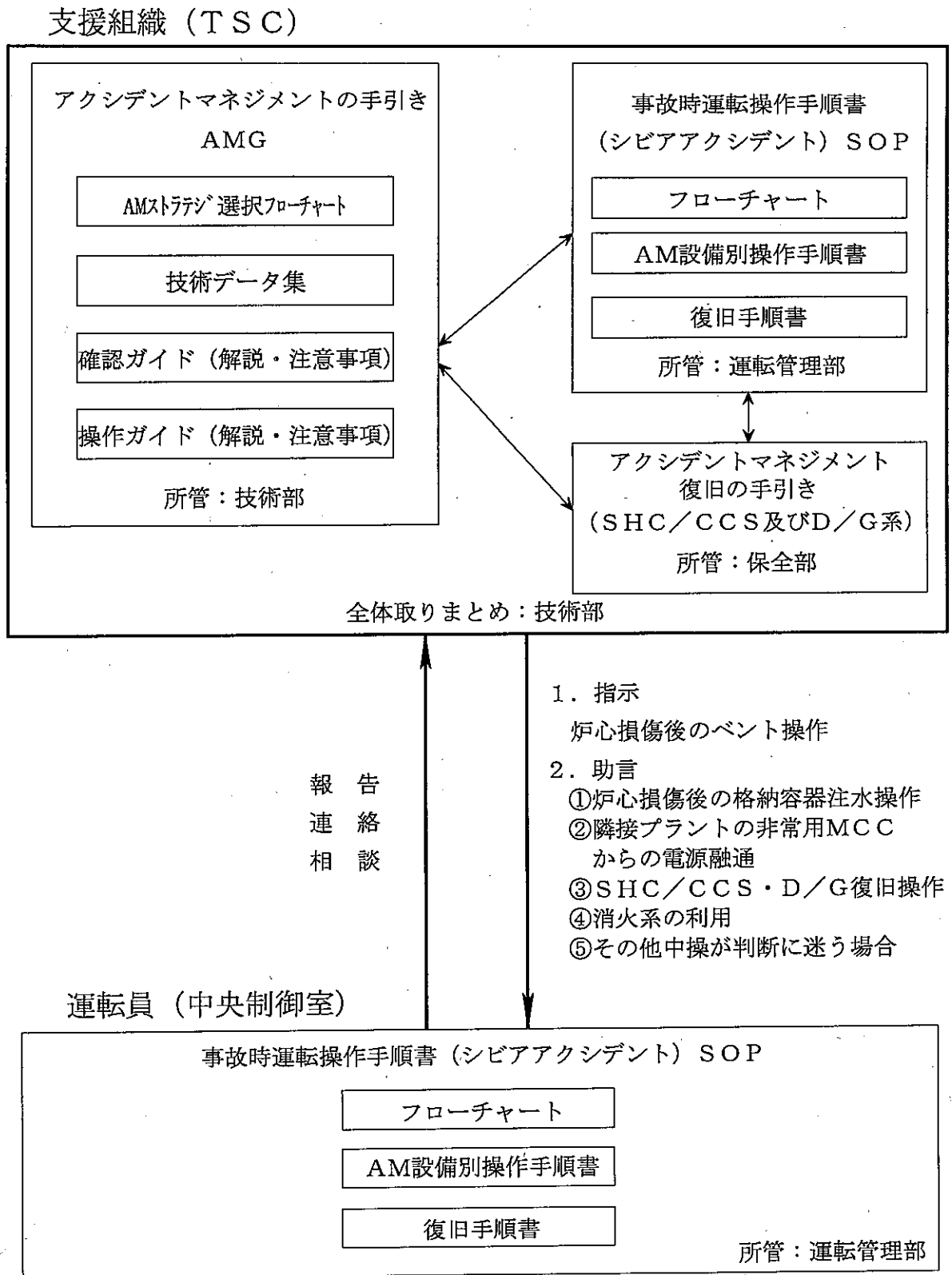


AMG, SOPの対象範囲

炉心損傷後に、原子炉圧力容器の健全性および格納容器の健全性を脅かす可能性のある以下シビアアクシデント事象

- (1) 炉心損傷後に、炉心冷却を確保し、炉心の大規模損傷の防止が必要な事象
- (2) 炉心損傷後に、炉心冷却を確保し、原子炉圧力容器破損の防止が必要な事象
- (3) 炉心損傷後、もしくは、原子炉圧力容器破損後に、格納容器の健全性を確保し、格納容器の破損防止が必要な事象

図-2 事故時運転操作手順書 (SOP) と各組織の関係について



IV 事故時運転操作手順書(シビアアクシデント)の全体構成

中央制御室において、炉心損傷後の対応操作を行うための本操作手順書は、フローチャート、AM設備別操作手順、SHC/CCS復旧不可能時の対策から構成される。

1. フローチャート

BWRプラントの「事故時運転操作ガイド(炉心損傷後)」の内容を大型フローチャート化し、中央制御室で炉心損傷後に実施すべき対応操作内容を視覚的に認識できるようにしたものであり、以下7枚のフローチャートから構成される。

(1) AM操作方針の全体流れ図

炉心損傷後の対応操作は下記の5つの注水ストラテジと2つの除熱ストラテジから構成され、これらのストラテジの概要とストラテジ間の関連を示した図である。

原子炉圧力容器破損前	原子炉圧力容器破損後
注水-1: 損傷炉心への注水	注水-3b: R P V破損後のペDESTAL注水
注水-2: 長期の原子炉水位の確保	注水-4: 長期のR P V破損後の注水
注水-3a: R P V破損前のペDESTAL初期注水	
除熱-1: 損傷炉心冷却後の除熱	除熱-2: R P V破損後の除熱

(2) 注水-1 損傷炉心への注水

炉心損傷後にAMGに導入された場合に第1に実施するストラテジであり、損傷炉心へ注水することによって損傷炉心の冷却を行い、原子炉圧力容器の破損を回避することを目的としている。

操作の内容は、CRD系による注水と並行して、原子炉圧力と注水可能な系統の組み合わせから3つの方策を摘出して速やかに注水を実施するとともに注水を促進するために原子炉減圧が必要な場合にはSR弁2弁を手動開放する。また、原子炉が高圧でかつ原子炉への注水が出来ない場合には原子炉の水位を監視して、基準水位に達した場合には圧力容器の高圧破損を回避するためにSR弁2弁を手動開放して原子炉の減圧を行う。

SR弁の開操作に際しては、サプレッションチェンバー水温が均一になるように操作を行うこと。また、ICを運転している場合はウォーターハンマー防止のために一時隔離すること。

損傷炉心への注水により炉心冷却が成功した場合には「注水-2」と「除熱-1」へ移行し、長期の原子炉水位の確保と損傷炉心冷却後の除熱操作を並行して実施する。損傷炉心の冷却が確保されない場合は本ストラテジを脱出して「注水-3a」へ移行し、R P V破損前のペDESTAL初期注水を実施する。

尚、本ストラテジの操作中に原子炉圧力容器が破損した場合には、「注水-1」を脱出して、「注水-3b」に移行しR P V破損後のペDESTAL注水を実施する。

(3) 注水-2 長期の原子炉水位の確保

「注水-1」で原子炉水位がTAF以上に回復した場合に原子炉の水位を長期的に確保することを目的として本ストラテジは導入される。

本ストラテジでは「注水-1」で実施された注水を継続するとともに、原子炉水位が確認できる場合には原子炉水位制御を実施し、原子炉水位が不明の場合には原子炉満水操作を実施する。また、本操作中に低圧ECCS(CS, SHC/CCS)が復旧した場合には低圧ECCSによる原子炉注水への切り替え操作を実施する。

尚、本操作中にR P Vが破損した場合には速やかに本ストラテジを脱出して「注水-3b」に移行してR P V破損後のペDESTAL注水操作を実施する。また、PCV水位が外部水源注水制限に達した場合には本ストラテジを脱出して「除熱-1」のPCVベント操作へ移行する。

(4) 注水-3a R P V破損前のペDESTAL初期注水

本ストラテジは「注水-1」と「注水-2」に於いて損傷炉心の冷却が確保されない場合に、R P V破損前のペDESTAL注水と原子炉注水を実施することを目的として導入される。

本ストラテジは、ペDESTAL内の水位確保のため、初期注水量としてペDESTAL床からS/Cへの溢水が生じる程度の40m³を注水する。

ペDESTAL初期注水終了後は本ストラテジを脱出し、R P Vに破損がない場合は「注水-1」を経由「注水-2」と「除熱-1」に移行して、原子炉への注水を実施するとともに、格納容器の除熱操作を実施する。尚、本ストラテジ脱出後R P Vに破損がある場合は「注水-3b」に移行して、R P V破損後のペDESTAL注水を実施する。

(5) 注水-3b R P V破損後のペDESTAL注水

本ストラテジは「注水-1」と「注水-2」に於いてR P Vが破損した場合に、R P V破損後のペDESTAL注水を実施することを目的として導入される。

本ストラテジのペDESTAL注水は、原子炉スクラム後の経過時間に応じた必要注水流量を注水する。

このペDESTAL注水終了後は本ストラテジを脱出して、「注水-4」と「除熱-2」に移行して、引き続いてペDESTALへの注水と原子炉への注水を実施するとともに、格納容器の除熱操作を実施する。

(6) 注水-4 長期のR P V破損後の注水

本ストラテジは「注水-3b」からペDESTALへの注水を継続することを目的として導入される。

ここでは、原子炉スクラム後の経過時間に応じたペDESTAL注水量の調整と原子炉注水の継続が行われ、低圧ECCS(CS, SHC/CCS)が復旧した場合には低圧ECCSによる原子炉注水への切り替え操作が行われる。

尚、注水中にP C Vの水位が外部水源注水制限に達した場合には、本ストラテジを脱出して「除熱-2」のベント操作に移行する。

(7) 除熱-1 損傷炉心冷却後の除熱

本ストラテジは「注水-1」に於いて原子炉水位がT A F以上に回復した場合に、「注水-2」と並行して、格納容器の除熱を行って格納容器の健全性を維持するとともにプラントを事故収束に導くために導入される。

I C並びにSHC/CCSが使用できる場合にはI C並びにSHC/CCSを使用して、SHC/CCSが使用できない場合にはI C、D/Wクーラーによる代替除熱及びC U Wによる代替除熱を実施して格納容器の除熱を実施する。また、代替除熱を実施したにも係わらず格納容器の除熱が充分でない場合には、D/Wクーラーを停止して代替水源P C Vスプレイを間欠で実施する。

尚、P C V水位が外部水源注水制限に達した場合にはP C Vベントを実施する。

(8) 除熱-2 R P V破損後の除熱

本ストラテジは「注水-3b」に於いて破損後のペDESTAL注水が行われた後、「注水-4」と並行して、格納容器の除熱を行って格納容器の健全性を維持するとともにプラントを事故収束に導くために導入される。

I C並びにCCSが使用できる場合にはI C並びにCCSを使用して格納容器除熱を実施し、CCSが使用できない場合にはI C及びD/Wクーラーによる代替除熱を実施し格納容器の除熱をする。また、代替除熱を実施したにも係わらず格納容器の除熱が充分でない場合には、D/Wクーラーを停止して代替水源P C Vスプレイを間欠で実施する。

尚、P C V水位が外部水源注水制限に達した場合にはP C Vベントを実施する。

2. AM設備別操作手順

上記(1)のフローチャートにおいて指示された操作を実施する場合に使用する設備の操作手順であり、以下6系統の設備別手順から構成される。

- (1) 復水補給水系 (MUW)
- (2) 消火系 (FP)
- (3) 不活性ガス系 (耐圧強化ベント)
- (4) 格納容器代替除熱 (CUW系)
- (5) 格納容器代替除熱 (ドライウエル冷却系)
- (6) 制御棒駆動系 (CRD系)

3. SHC/CCS復旧不可能時の対策

SHC/CCS系は、AM操作を実施するに当たって重要な機器であるが、万一使用する際に故障しており、かつ故障復旧操作が難行する場合、以下の応急対策、代替対策を実施する。

- (1) 応急対策
 - a. SHC/CCSポンプ制御回路復旧不可能時
 - ・制御回路をアイソレし、ポンプを強制起動
- (2) 代替対策





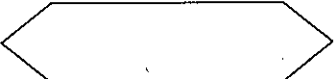

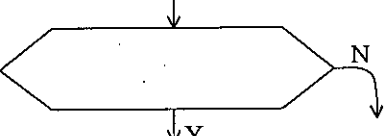
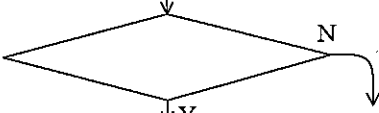
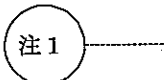
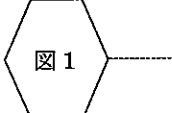
応急対策でもSHC/CCS系機能を復旧できない場合、以下の優先順位で炉心の除熱を行う。

 - a. 隔離時復水器 (常時使用)
 - b. CS系の押し込み圧力によるCCS Hx 強制通水
 - c. CS系の押し込み圧力によるSHC Hx 及びCCS Hx 強制通水
 - d. 原子炉の水頭圧によるCCS Hx 強制通水

4. AMGフローチャート基本ルール


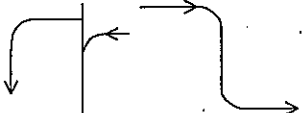
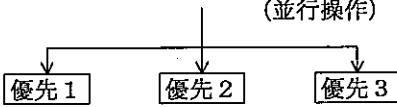
AMGフローチャート基本ルール

表-1 (1/2)

	記号	記号の意味
1		<ul style="list-style-type: none"> • 他の制御からの導入 (常に左から入る) • ○内は矢羽根連携ナンバーを記載
2		<ul style="list-style-type: none"> • 他の制御への移行 (常に右へ出る) • ○内は矢羽根連携ナンバーを記載
3		<ul style="list-style-type: none"> • 各制御名称
4		<ul style="list-style-type: none"> • 確認
5		<ul style="list-style-type: none"> • 操作
6		<ul style="list-style-type: none"> • TSCの指示によって実施する操作
7		<ul style="list-style-type: none"> • 操作判断
8		<ul style="list-style-type: none"> • 判断
9		<ul style="list-style-type: none"> • フローチャート別, 注意1
10		<ul style="list-style-type: none"> • フローチャート別, 図1

AMGフローチャート基本ルール

表-1 (2/2)

	記号	記号の意味
11		<ul style="list-style-type: none"> 各操作ステップ間の連絡線には移行方向を明確にするため三角矢印を適所に用いる。
12		<ul style="list-style-type: none"> 各操作ステップ間の連絡線の曲り箇所は、ステップ記号の視認性向上を目的に曲線とする。
13	<p>(並行操作)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 各制御又は各ステップ操作、確認等が並行操作であり、且つ優先順位がある場合には、左から優先順位順に記載する。