

# デジタル安全保護回路の ソフトウェア共通要因故障対策の 自律的対応について

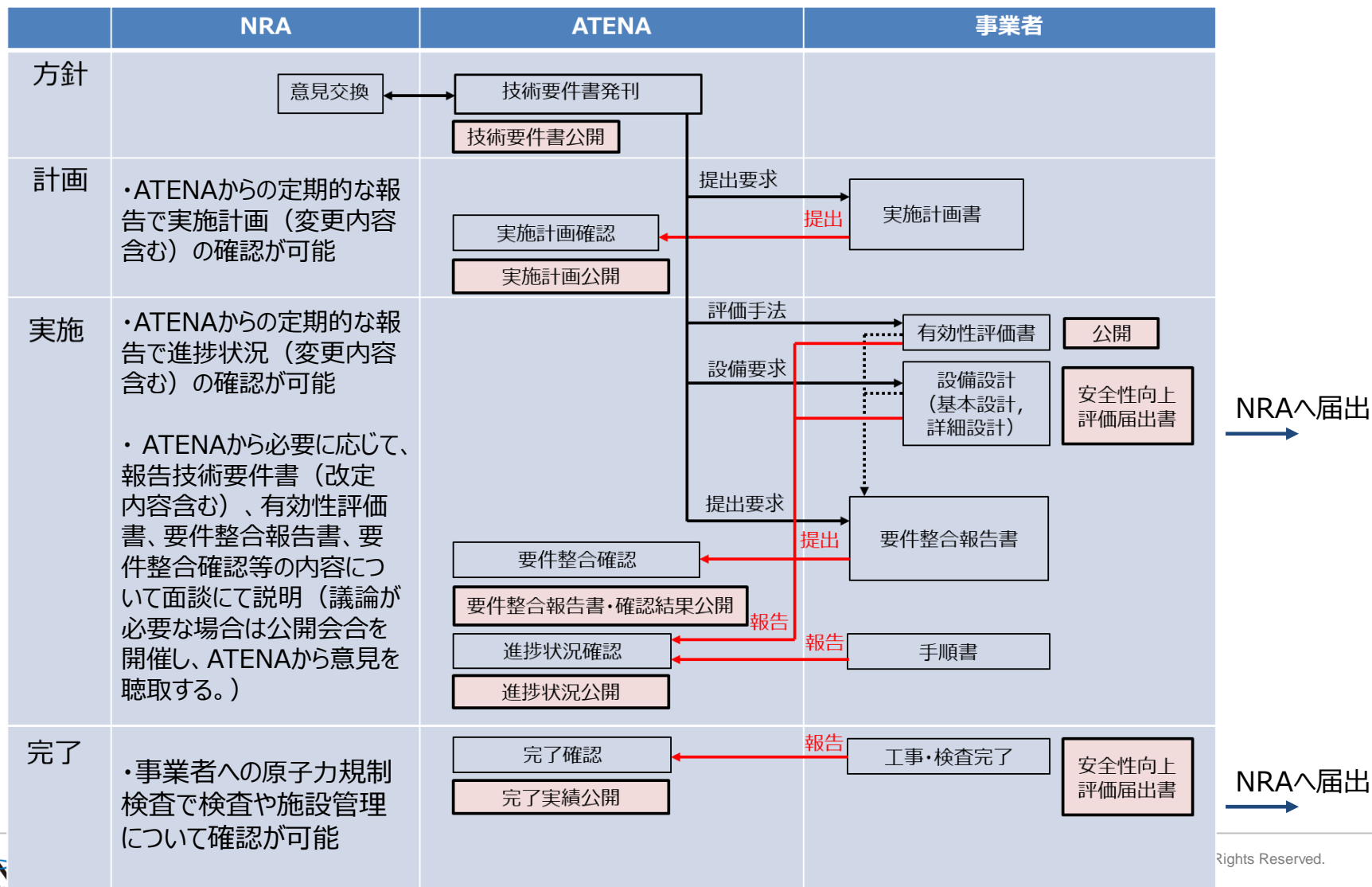
2023年 2月 2日  
原子力エネルギー協議会

1. はじめに	2
2. 基本方針に基づく対応フロー	3
3. 技術要件書の概要	5
4. 要件整合報告の内容	7
5. 要件整合確認の内容	9
6. 事業者自主検査の検査対象項目	10
7. 工事完了後の事業者自主検査の内容	12
8. 自律的対応に係る事業者の管理	13
(添付1) 技術要件書の記載内容	14
(添付2) 要件整合報告書(例)	22

- (1) 2020年1月29日の公開会合において、産業界としてソフトウェアCCF対策を自律的かつ計画的に取り組む旨表明。また、2020年10月6日の公開会合において、産業界として対策を自律的に進めていくための基本方針、ATENAの関与、各事業者の対策実施時期等について説明した。
- (2) ATENAは、2020年12月24日に「原子力発電所におけるデジタル安全保護回路ソフトウェア共通要因故障緩和対策に関する技術要件書」（以下技術要件書）を発刊するとともに事業者に対して対策の実施を要求し、半期に一度事業者の対策実施進捗状況を公開、NARAに報告を行っている状況である。
- (3) 現在事業者の対策は予定通り進められており、2023年にはいくつかのプラントで要件整合報告書がATENAに提出されるとともに、対策設備の工事・検査が完了する段階にきている。
- (4) 今回の公開会合では、自律的対策における下記概要について産業界の方針をご説明する。
  - ・事業者の要件整合報告とATENAによる確認について
  - ・事業者の自主検査について
  - ・事業者の管理体制について

## 2. 基本方針に基づく対応フロー（1/2）

各事業者は、以下に示す基本方針に基づく対応フローに従い、責任を持って自律的かつ計画通りに対策を実施する。



- (1) ATENAは、有効性評価手法や設備設計要求を明確にした技術要件書を発刊し、事業者に提示するとともに、事業者に対して以下の対応を求める。
  - ① 実施計画書の提出
  - ② 有効性評価書の公開
  - ③ 要件整合報告書の提出
  - ④ 進捗状況の報告（半期に一度）
  
- (2) ATENAは、各事業者のデジタルCCFに係る安全対策の実施計画を公開するとともに、半期に一度実施状況を公開しNRAへ報告する。
  
- (3) ATENAは、各事業者から提出された要件整合報告書とATENAによる要件整合確認結果を実施状況に合わせて公開するとともにNRAへ報告する。
  
- (4) ATENAは、事業者の対策完了実績を公開しNRAに報告する。

## (1) 目的

本技術要件書の目的は、事業者が自律的にデジタル安全保護回路のソフトウェアCCF緩和対策を行うにあたり、対策設備である多様化設備への要求事項及び有効性評価手法を技術要件として提示するとともに、手順書の整備や教育訓練の実施を要求するものである。

## (2) 技術要件書の概要

- 会合を通じてNRAが示した対策水準を具体化した内容としている。
- 多様化設備要求については、多様性・多重性・耐震性などの主要な項目について要求事項を記載する。
- 有効性評価手法については、評価すべき事項・判断基準・解析に当たって考慮すべき事項など共通的な条件について要求事項を記載する。
- 手順書の整備や教育訓練の実施について要求する。

## (3) 技術要件書の目次 (各章の要求事項は添付 1 参照)

### 1. 序文

- 1.1 目的
- 1.2 概要
- 1.3 適用範囲
- 1.4 用語の定義

技術要件書作成の経緯・位置づけを記載

### 2. ソフトウェアCCFについて

- 2.1 ソフトウェアCCF想定範囲
- 2.2 ソフトウェアCCFの故障モード想定

CCFの定義を記載

### 3. 多様化設備要件

- 3.1 設置要求
- 3.2 機能要求
- 3.3 多様化設備の範囲
- 3.4 設計基本方針
- 3.5 多様化設備への要求事項

設備要求を記載

### 4. 有効性評価

- 4.1 有効性評価の目的
- 4.2 評価すべき事象
- 4.3 判断基準
- 4.4 解析に当たって考慮すべき事項

有効性評価手法への要求を記載

### 5. 手順書整備と教育

- 5.1 手順書整備
- 5.2 教育及び訓練の実施

手順整備と教育訓練の要求を記載

要件整合報告、確認の対象範囲

事業者は、技術要件書が定める「3. 多様化設備要件」及び「4. 有効性評価」の各要求内容に対する整合性の確認を行い、以下の内容を要件整合報告書に取りまとめATENAに提出する。

### 【要件整合報告書の内容】

- ・技術要件書に記載された要求事項に対応する設計図書及び有効性評価図書の記載内容
- ・要求事項への整合性判定及びその理由
- ・設計図書名・図書番号と記載場所（ページ・表番号など）
- ・記載が確認できるエビデンス(有効性評価書、設計図書の抜粋)

### 【要件整合報告書の品質保証】

- ・事業者は、原子炉設置変更許可申請書、および設計及び工事の計画認可申請書での図書承認プロセスと同等のプロセスの下で、要件整合報告書を取りまとめ、原子力本部長の責任の下、ATENAに提出する。



【技術要件書に対する要件整合報告の概要】（要件整合報告書の記載例を添付2に示す。）

## 技術要件書における要求項目

### 3. 多様化設備要件

- 3.1 設置要求
- 3.2 機能要求
- 3.3 多様化設備の範囲
- 3.4 設計基本方針
- 3.5 多様化設備への要求事項

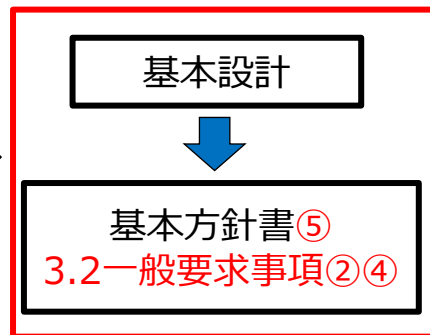
3.5.4 耐震性 (例)  
基準地震動Ssに対し機能維持すること①

### 4. 有効性評価

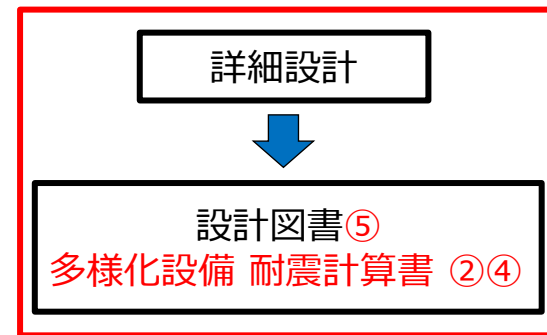
- 4.1 有効性評価の目的
- 4.2 評価すべき事象
- 4.3 判断基準
- 4.4 解析に当たって考慮すべき事項

4.4.3 安全系機能に対する仮定 (例)  
CCFにより安全保護回路の機能喪失を仮定①

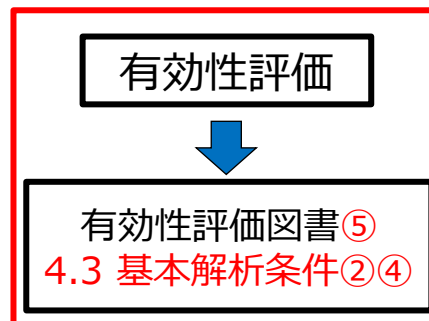
技術要件書に従い設計



基本設計・有効性評価結果を踏まえ設計



技術要件書に従い基本設計の有効性を評価



## 要件整合報告書

- ① 技術要件書の要求事項
- ② 各要件に対応する設計図書、有効性評価図書等の記載内容
- ③ 整合性判定、理由
- ④ 設計図書名、記載場所
- ⑤ エビデンス (有効性評価書、設計図書の抜粋)

(1) ATENAは、事業者から提出された要件整合報告書及びエビデンス(有効性評価書、設計図書の抜粋)を下記の要領で確認し、**不十分な点があれば事業者に改定指示を出し**、反映されたことを確認後整合確認書として取りまとめる。

- ①技術要件書の要求事項が抽出されていること
- ②記載内容に、具体的な設備仕様や有効性評価結果が記載され、要求事項への整合性が明確になっていること。
- ③設計仕様や解析条件等が小項目に細分化されて記載されていること。
- ④要件整合判定が全て「○」で、かつ、その合理的な理由が記載されていること。
- ⑤エビデンスに記載内容が具体的に記載されていること。
- ⑥関連する項目が紐づけられていること。(例；設備仕様－有効性評価条件)

(2) ATENAは、事業者の要件整合報告書およびその確認結果を半年ごとの進捗状況の公開にあわせてHPで公開しNRAに報告する。

## 6. 事業者自主検査の検査対象項目（1/2）

### （1）技術要件書「3.多様化設備要件」の確認項目

事業者自主検査では、要件整合報告書では確認できない、現地工事後の機能及び性能検査を検査対象項目とする。

【川内1,2号機の例】

技術要件書の要求項目	要件整合報告書で確認	事業者自主検査で確認
3.2 機能要求	自動作動機能（自動原子炉トリップ、自動安全注入作動他）、 手動操作機能、 警報機能、 指示機能	○特性検査 ・設定値確認検査 ・応答時間測定検査 ○機能・性能検査 ・ロジック検査 ・警報機能検査 ・指示性能検査
3.3 多様化設備の範囲	検出器、操作器、論理回路、指示計、警報、表示灯他の仕様	
3.4 設計基本方針	「3.5 多様化設備への要求事項」で個別に確認	—
3.5 多様化設備への要求事項	耐環境性、耐震性、 供給電源、設備の共用、試験可能性、 安全保護回路への波及的影響防止、 火災防護及び溢水防護、 外的事象に対する防護、 操作性、監視性	—

## (2) 技術要件書「4.有効性評価」の確認項目

要件整合報告書で全て確認できるため、現地工事後の事業者自主検査の検査対象項目はない。

【川内1,2号機の例】

技術要件書の要求項目	要件整合報告書で確認	事業者自主検査で確認
4.2 評価すべき事象	評価対象事象（過渡、事故全事象 + CCF）、グルーピング、解析を省略した事象	—
4.3 判断基準	設計基準事故の判断基準の準用、他の判断基準の適用の有無、判断基準への適合性	—
4.4 解析に当たって考慮すべき事項	最適評価コードの適用、解析の範囲、解析で想定する現実的な条件、安全系機能に対する仮定、常用系機能に対する仮定、多様化設備に関連する条件（機器条件、操作条件）、解析に使用する計算プログラム及びモデル	—

事業者は、自律的対応であるデジタルCCF対策に係る工事完了後の事業者自主検査を、以下の内容にて実施する。

### 【川内1,2号機の例】

#### (1) 工事完了後の検査範囲、検査項目、検査方法

○使用前事業者検査又は適合性確認検査相当の検査を実施する。

検査範囲：多様化設備のうち既設流用（許認可対象機器）

新規設置（自主対策設備）の両方

検査項目：特性検査、機能及び性能に係る検査

検査方法：特性検査（設定値確認検査、応答時間測定検査）

機能・性能検査（ロジック検査、警報機能検査、指示性能検査）

#### (2) 検査体制

○使用前事業者検査又は適合性確認検査と同等の検査担当者の独立性を担保する。

設計・工事箇所： 保守課

検査担当箇所： 安全品質保証統括室

事業者は、自律的対応であるデジタルCCF対策に係る設備の保全計画、手順書の整備および教育・訓練、管理体制について以下のとおり管理する。

### 【川内1,2号機の例】

#### (1) 多様化設備の保全計画

○保安規定に基づく規定文書の中で管理する。（**保守基準、保全プログラム管理要領**）

保全計画：点検頻度、点検方法、検査

検査項目：（定期事業者検査と同等の自主検査）

検査独立性：独立性を担保

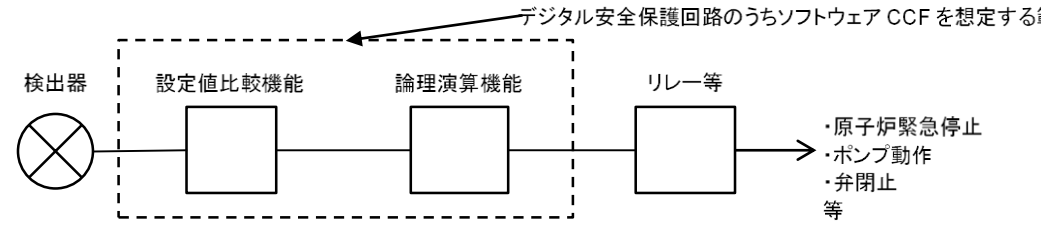
#### (2) デジタルCCF対策に係る手順書の整備および教育・訓練

○保安規定に基づく規定文書の中で管理する。（**運転基準、教育・訓練基準**）

○運転基準の制定プロセス（**検証等**）についても、保安規定認可対象と同等に管理する。

#### (3) デジタルCCF対策に係る管理体制

○デジタルCCF対策に係る運転管理、施設管理、教育・訓練については、保安規定に定める保安管理体制のもとで管理する。

1. 序文	概要
1.1 目的	本技術要件書の目的は、事業者が自律的にデジタル安全保護回路のソフトウェアCCF緩和対策を行うにあたり、対策設備である多様化設備への要求事項及び有効性評価手法を技術要件として提示するとともに、手順書の整備や教育訓練の実施を要求するものである。
1.2 概要	(省略)
1.3 適用範囲	デジタル安全保護回路のソフトウェアCCF緩和対策に適用する。
1.4 用語の定義	(省略)
2.1 ソフトウェア C C F 想定範囲	<p>ソフトウェア C C F の発生を想定する設備の範囲は、デジタル計算機を適用した安全保護回路（設定値比較機能，論理演算機能）とする。図1にソフトウェアCCFを想定する範囲の例を示す。</p> 
2.2 ソフトウェア C C F の故障モード想定	デジタル安全保護回路のソフトウェアに不具合が潜在し、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生し安全保護回路の自動作動が要求されたときに、不具合が顕在化しソフトウェアCCFが発生することにより、原子炉停止システムや工学的安全施設を自動起動する信号が出力されず、安全保護機能が喪失する状態を故障モードとして想定する。



3.多様化設備要件	概要
3.1 設置要求	デジタル安全保護回路を設ける場合には、代替作動機能を有する多様化設備を設置しなければならない。但し、ソフトウェアに起因する共通要因故障が発生するおそれがない場合、または、当該ソフトウェアが機能しない場合を想定しても、他の安全保護機能が作動することにより多様化設備を用いることなく設計基準事故の判断基準を概ね満足することが有効性評価により確認できる場合には、多様化設備を設けなくても良い。
3.2 機能要求	多様化設備は、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生し、かつ、ソフトウェアCCFにより多重化されたデジタル安全保護回路がその安全保護機能を喪失した場合においても、設計基準事故の判断基準を概ね満足できるよう、原子炉停止系統、工学的安全施設等を自動的に、または手動により作動させることができること。 原子炉停止系統、工学的安全施設等を手動により作動させる場合には、運転員が判断基準を概ね満足した状態で事象を収束させるために必要な時間内に操作を開始できるよう、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故時に安全保護動作の異常の発生認知し、必要な操作の判断を行える機能を設けること。
3.3 多様化設備の範囲	多様化設備の範囲は、3.2に示す機能要求を達成するために必要となる、検出器、操作スイッチ、論理回路、指示計・警報などの計測制御設備とする。
3.4 設計基本方針	多様化設備は、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生し、かつ、ソフトウェアに起因する共通要因故障により安全機能が喪失するという設計基準を超える事象に対応する設備とみなすことができる。従って、多様化設備には、単一故障や溢水・火災あるいは外的影響とソフトウェアCCFの重畳を想定した設計を行う必要はない。
3.5.1 多重性	多様化設備には、多重性は要求しない。



3.多様化設備要件 (続き)	概要
3.5.2 多様性	多様化設備は、ソフトウェアを用いたデジタル安全保護回路に対して多様性を有した設備とすること。 なお、多様性を有した設備とは、アナログ設備など、ソフトウェアCCFによってデジタル安全保護回路と同時にその機能を喪失するおそれが無いものを言う。
3.5.3 耐環境性	多様化設備は、4. 有効性評価で対象とする運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故とソフトウェアCCFが重畳する状態で想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とすること。
3.5.4 耐震性	多様化設備は、基準地震動Ssによる地震力に対し、機能維持する設計とすること。
3.5.5 供給電源	多様化設備は、外部電源が利用できない場合においても、非常用電源系又は重大事故等対処設備電源系のどちらか一方から給電される設計とすること。
3.5.6 設備の共用	多様化設備は、二以上の発電用原子炉施設において共用しない設計とすること。また、相互に接続しない設計とすること。
3.5.7 試験可能性	多様化設備は、原子炉の運転中又は停止中に、試験又は検査ができる設計とすること。
3.5.8 安全保護回路への波及的影響	多様化設備は、多様化設備の故障影響により安全保護回路の安全機能が喪失しない設計とすること。
3.5.9 火災防護及び溢水防護	多様化設備が、火災・溢水の影響を受けたとしても、安全保護回路の安全機能喪失に波及しない設計とすること。

3.多様化設備要件 (続き)	概要
3.5.10 外的事象に対する防護	多様化設備は、想定される自然現象（地震を除く）、人為による事象及び蒸気タービン、ポンプその他の機器又はまたは配管の損壊に伴う飛散物等に対して、多様化設備が影響を受けても、それが安全機能の喪失に波及しない設計とすること。
3.5.11 操作性	多様化設備として手動操作設備が必要になる場合は、原子炉制御室に設置すること。
3.5.12 監視性	多様化設備のうち自動作動系が動作した場合には、その動作原因が原子炉制御室に表示される設計とすること。

4.有効性評価	概要
4.1 有効性評価の目的	有効性評価は、「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」にデジタル安全保護回路のソフトウェアCCFが重畳した場合でも、設計基準事故において使用される判断基準を概ね満足し、かつ、事象が収束することを解析等により確認することを目的とする。
4.2 評価すべき事象	本有効性評価では、「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」全事象を対象とすること。
4.3 判断基準	「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」いずれに対しても判断基準は、設計基準事故（「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第十三条第二項）において使用される判断基準を準用し、設計基準事故の判断基準が概ね満足されることを確認する。

4.有効性評価 (続き)	概要
4.4 解析に当たって考慮すべき事項	安全設計の妥当性確認に用いる安全解析のような保守的評価を適用することはせず、重大事故等対策の有効性評価 (以下、「SA評価」という。) のような最適評価を基本的な考え方とする。
4.4.1 解析に当たって考慮する範囲	解析は、想定した事象が、判断基準を概ね満足しながら過渡状態が収束し、その後原子炉が支障なく安定状態に移行できることが、合理的に推定できる時点までを包含すること。
4.4.2 解析で想定する現実的な条件等	<ul style="list-style-type: none"><li>・事象発生前のプラント初期状態 (出力, 圧力, 温度, 水位, 流量, 機器の作動状態など) は、設計値等に基づく現実的な運転条件としても良い。</li><li>・事象発生によって生じる外乱, 炉心状態, 機器の容量などは、設計値等に基づく現実的な値を用いても良い。</li></ul>
4.4.3 安全機能に対する仮定	<ul style="list-style-type: none"><li>・デジタル安全保護回路の機能が喪失し、原子炉停止系統及び工学的安全施設が自動作動しない。</li><li>・デジタル安全保護回路を経由しない自動もしくは手動起動信号で、原子炉停止系統及び工学的安全施設は作動可能。</li><li>・最適評価を行う観点から、安全機能を有する機器の単一故障は想定しない。</li><li>・安全機能のサポート系 (電源系, 冷却系, 空調系) は、起因事象が発生する前の作動状態を維持する。</li></ul>

4.有効性評価 (続き)	概要
4.4.4 常用系機能に対する仮定	<ul style="list-style-type: none"><li>・起因事象として外部電源の喪失を仮定する事象以外は、外部電源は利用可能。</li><li>・事象発生前から機能しており、かつ、事象の過程でも機能し続ける設備は、故障の仮定から除外可能。</li><li>・常用系機能の喪失が、起因となる事象の前提である場合は、当該事象を評価する際にはその機能には期待しない。</li></ul>
4.4.5 多様化設備に関連する条件	<p>(1) 機器条件</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・多様化設備の単一故障は想定しない。また、多様化設備が代替作動させる原子炉停止系統、工学的安全施設等の故障や誤動作が起因となる事象は想定しない。</li><li>・原子炉停止系統、工学的安全施設等は利用可能であり、多様化設備が代替作動することができる。</li></ul> <p>(2) 操作条件</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・運転員による手動操作は多様化手段の一部として期待することができる。</li><li>・原子炉制御室での運転操作開始時間は現実的な想定を前提としても良い。</li><li>・原子炉制御室外における現場操作を考慮して良い。</li></ul>
4.4.6 解析に使用する計算プログラム、モデル及びパラメータ	<p>(1) 最適評価を行う際に必要に応じて、ベストエスティメイトコードを使用しても良い。</p> <p>(2) 現実的な計算モデルを使用しても良い。</p> <p>(3) 使用する計算プログラムは、本評価の範囲が適切に評価できることの確認がなされたものであること。</p>

# (添付1) 技術要件書の記載内容 (8/8)

5. 手順書整備と教育	概要
5.1 手順書整備	運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生し、デジタル安全保護回路に期待される原子炉停止系統や工学的安全系施設が作動していないことが確認された場合、その要因がソフトウェアCCFの重畳発生によることを認知し、原子炉停止系統や工学的安全系機能を動作させたうえ、事象を収束させることができるよう、必要な手順書を適切に整備すること。
5.2 教育及び訓練の実施	運転員には、整備された手順書に従い、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故にソフトウェアCCFが重畳発生した場合において、的確に対処できるよう、教育および訓練を適切に計画し、計画通りに実施すること。

# (添付2) 要件整合報告書 (例) (1/4)

(判定記号) ○：整合有 -：該当なし

表1 「3. 多様化設備要件」に関する要件整合性確認表(1/8)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策設備設計図書の要件整合性			
	記載内容(概要)	要件整合性		設計図書
		判定	理由	
要求内容				
3.1 設置要求				
デジタル安全保護回路を設ける場合には、代替機能を有する多様化設備を設置しなければならない。	デジタル安全保護回路の代替機能を有する、多様化設備である共通要因故障対策設備を設置する。	○	デジタル安全保護回路がソフトウェアに起因する共通要因故障によってその機能をすべて喪失し、かつ運転時の異常な過渡変化、又は設計基準事故が発生した場合でも設計基準事故の判断基準を概ね満足することができる設備を共通要因故障対策設備として設けていることを設計図書により確認した。 具体的な代替機能は 3.2 項にて、共通要因故障対策設備の範囲は 3.3 項にて確認した。	・デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書 3.2 章(39/56) ・多様化設備基本設計方針書(川内1号機、川内2号機) 2 章
ただし、ソフトウェア CCF が発生するおそれがない場合、若しくは運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生し、かつ安全保護回路の一部がソフトウェアにより作動するものがある場合で、当該ソフトウェアが機能しない場合を想定しても、他の安全保護回路の安全機能が作動することにより設計基準事故の判断基準を概ね満足することが有効性評価により確認できる場合には、多様化設備を設けなくてもよい。	-	-	-	-



(判定記号) ○：整合有 -：該当なし

表1 「3. 多様化設備要件」に関する要件整合性確認表(2/8)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策設備設計図書の要件整合性			
	記載内容(概要)	要件整合性		設計図書
判定		理由		
3.2 機能要求				
<p>多様化設備は、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生し、かつソフトウェア CCF により安全機能が喪失した場合においても、設計基準事故の判断基準を概ね満足できるよう、原子炉停止系統、工学的安全施設等を自動、又は手動で作動させることができないなければならない。</p>	<p>デジタル安全保護回路が共通要因故障によってその機能をすべて喪失し、かつ運転時の異常な過渡変化、又は設計基準事故が発生した場合でも設計基準事故の判断基準を概ね満足することができる設備を共通要因故障対策設備として設ける。</p> <p>多様化設備である共通要因故障対策設備には、ソフトウェア CCF 対策として、原子炉停止系統及び工学的安全施設等を自動又は、手動で作動させることができるように、以下の機能を設ける。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・自動作動機能 自動原子炉トリップ 自動安全注入作動 他 (別表1「共通要因故障対策設備が有する自動作動機能一覧表」参照)</li> <li>・手動操作機能 手動原子炉トリップ他 手動安全注入作動 他 (別表2「共通要因故障対策設備が有する手動作動機能一覧表」参照)</li> <li>・警報機能 多様化自動作動設備作動警報 他 (別表3「共通要因故障対策設備が有する警報機能一覧表」参照)</li> <li>・指示機能 蒸気発生器水位(狭域)指示 他 加圧器水位指示 他 (別表4「共通要因故障対策設備が有する指示機能一覧表」参照)</li> </ul>	○	<p>デジタル安全保護回路がソフトウェア CCF によってその機能をすべて喪失し、かつ運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生した場合でも設計基準事故の判断基準を概ね満足できるように、多様化設備である共通要因故障対策設備には自動作動機能、手動操作機能、警報機能及び指示機能を設けていることを設計図書により確認した。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書 3.2 章(39/56)</li> <li>・原子炉制御保護系ファンクナルダイヤグラム(川内 1 号機、川内 2 号機) シート 19</li> <li>・補機インターロック線図(川内 1 号機) SHEET NO.0-5、2-10、2-11、2-14-1、2-36、3-3、3-5、4-1、4-6、7-7、7-8、7-10</li> <li>・補機インターロック線図(川内 2 号機) SHEET NO.0-5、2-10、2-11、2-14、2-37、3-3、3-5、4-1、4-6、7-7、7-8、7-10</li> <li>・多様化設備基本設計方針書(川内 1 号機、川内 2 号機) 6 章</li> </ul>
<p>さらに、原子炉停止系統、工学的安全施設等を手動により作動させる場合には、運転員が必要な時間内に操作を開始し、判断基準を概ね満足した状態で事象を収束させることができるよう、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生時に安全保護回路の安全機能動作の異常の発生を認知し、必要な操作の判断を行える機能を設けなければならない。</p>	<p>多様化設備である共通要因故障対策設備を用いて原子炉停止系統、工学的安全施設等を手動操作する場合には、運転員が必要な時間内に開始できるように、ソフトウェア CCF 対策として必要なパラメータの監視及び共通要因故障対策設備から作動させた原子炉停止系統及び工学的安全施設等の機器の状態の監視が可能で設計するとともに、ソフトウェア CCF 時に必要な原子炉停止系統及び工学的安全施設等の手動操作ができる設計とする。また、共通要因故障対策設備が自動作動したことを、吹鳴装置を設け表示灯点灯と共に吹鳴音にて告知する設計とする。</p>	○	<p>多様化設備である共通要因故障対策設備の自動作動機能が動作すると、中央制御室に「多様化自動作動設備作動警報」が発信する。これにより、デジタル安全保護回路がソフトウェア CCF によりすべて機能喪失し、かつ運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生したことを検知でき、検知後は、運転員が必要な時間内に手動操作を開始できることを設計図書により確認した。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書 3.2 章(39/56)</li> </ul>



(判定記号) ○ : 整合有 - : 該当なし

表2 「4. 有効性評価」に関する要件整合性確認表( 1/ 13 )

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策有効性評価図書の要件整合性			
	要求内容	記載内容 (概要)	要件整合性	
判定			理由	
<b>4.2 評価すべき事象</b>				
運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の全事象を対象に評価	多様化設備は安全保護回路の代替機能を有する設備であるため、「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」の全事象を有効性評価の対象とする。	○	運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の全事象を対象としている。	3.2 事象選定の基本的考え (P.8)
ソフトウェア CCF が同じ影響を与える事象はグルーピングすることができる。なお、グルーピングを行う場合は、代表シナリオの包絡性を確認し、その妥当性を示すこと。	-	○	評価すべき事象において、グルーピングは考慮していない。	3.3 有効性評価事象 (P.9)
以下に該当する場合は解析を省略できる。 ・判断基準に対して影響の程度が軽微である事象	以下の事象は判定基準に対して影響が軽微であるため、解析を省略する。 ・運転時の異常な過渡変化 ・蒸気発生器伝熱管破損 ・可燃性ガスの発生 ・被ばく評価全般 「運転時の異常な過渡変化」にソフトウェア CCF が重畳した場合、多様化設備の作動により原子炉トリップに至るため、原子炉停止機能喪失	○	対象事象は判定基準に対して影響が軽微であることを示している。	3.3.1 運転時の異常な過渡変化 (P.9) 3.3.2 設計基準事故 (P.10) 4.4 運転時の異常な過渡変化 (P.22, P.30) 4.5.7 蒸気発生器伝熱管破損 (P181, P.189)

(判定記号) ○：整合有 -：該当なし

表2 「4. 有効性評価」に関する要件整合性確認表( 4/ 13 )

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策有効性評価図書の要件整合性			
	要求内容	記載内容(概要)	要件整合性	
判定			理由	
<b>4.3 判断基準</b>				
全事象に対して判断基準は設計基準事故において使用される判断基準を準用し、その判断基準を概ね満足することの確認を行う。	全事象に対する判断基準として設計基準事故において使用される判断基準を準用する。 また、解析等により判断基準を概ね満足することを確認している。	○	設計基準事故において使用される判断基準を準用し、その判断基準を概ね満足することの確認を行うこととしている。	4.1 判断基準(P.11) 4.4 運転時の異常な過渡変化 4.5 設計基準事故
設備の健全性が別途確認されている原子炉格納容器の限界圧力、温度等の条件、及び炉心の著しい損傷防止が達成できることを適切に確認できる他の判断基準を用いてもよい。	原子炉格納容器の最高使用圧力/温度を上回る場合の判断基準として、既許認可で確認された原子炉格納容器の限界圧力(最高使用圧力の2倍)/限界温度(200℃)を設定している。	○	健全性が別途確認されている原子炉格納容器の限界圧力/限界温度を判断基準として設定している。	4.1 判断基準(P.11)