資料５

第５回発電用原子炉施設におけるデジタル安全保護系の共通要因故障対策等に関する検討チームにおける事業者からの意見聴取結果について

令和２年１０月２１日
原 子 力 規 制 庁

１．概要

令和２年３月１１日及び３月２３日の原子力規制委員会において、発電用原子炉施設におけるデジタル安全保護系の共通要因故障対策等に関する検討チーム（以下「検討チーム」という。）の検討結果を踏まえ、デジタル安全保護回路に係る共通要因故障対策として満足すべき水準（以下「対策水準」という。）が了承された。その後、７月８日の原子力規制委員会において、当面の対応として、対策水準の内容が事業者の自主的取組でどのように実現されるのか公開の会合で提案を受けること、必要に応じて進捗の状況を公開の会合で把握し、その結果を原子力規制委員会に報告するとの対応案が了承された。

これを受け、１０月６日に第５回検討チーム会合を開催し、事業者から対応状況等を聴取したので、その結果を報告する。

２．事業者からの聴取の結果

令和２年１月２９日の第４回検討チーム会合において、事業者から、本件は原子力エネルギー協議会（ATENA）のガバナンスのもとで対策を進めていくことが表明されたことから、今回の会合ではATENAから説明を聴取した。主な説明は以下の通り。

（１）対策水準を自律的に進めていくための産業界の基本方針について

- ○ ATENAが、対策水準を実現するための技術要件書を策定し、事業者に提示し対応の実施を求める。この際事業者に対して、実施計画書、有効性評価書、要件整合報告書の提出及び進捗状況の報告（半期に一度）を求める。
- ○ ATENAは、事業者から提出された文書及びその確認結果並びに対策の進捗状況及び完了実績をATENAホームページで公開する。

（２）各事業者の対策実施予定時期について

- ○ 新規制基準に適合するための設置変更が許可されたプラントについては、２０２４年度まで[1]、２０２３年度以降の最初の定期事業者検査の終了まで[2]、又は新規制基準適合に係る工事の完了まで[3]に実施する。

[1] 美浜３号、大飯３，４号、高浜１，２，３，４号、玄海３，４号、川内１，２号
[2] 伊方３号、柏崎刈羽６，７号
[3] 女川２号、東海第二

○ 新規制基準に適合するための設置変更許可申請を行っているプラントについては、設置変更許可後の最初の定期事業者検査の終了まで[4]、又は新規制基準適合に係る工事の完了まで[5]（建設中[6]を含む。）に実施する。

（３）ATENA 作成の技術要件書について

○ 技術要件書は、対策水準を実施するための具体的な仕様を示すもので、設備の主要項目、有効性評価手法の条件、手順書の整備及び教育訓練の実施について規定する。

○ 今回提示する技術要件書案は未だ作成中の段階のものであるが、令和２年末を目途に完成させ公表する予定である。

（４）原子力規制委員会への報告等について

○ 新規制基準に適合し稼働中のプラントについては、各事業者は、計画と実績を、安全性向上評価届出書に記載し提出する。

○ ATENA は、すべてのプラントに関し、確認した事業者の進捗状況を半期に一度書面で報告する。

３．今後の進め方

ATENA から半期に一度、定期的に書面で報告を受ける。また、必要があれば、進捗の状況を公開の会合等で把握し、その結果を原子力規制委員会に報告する。

資料一覧

別紙１　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（原子力エネルギー協議会）

別紙２　原子力発電所におけるデジタル安全保護回路の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（案）（原子力エネルギー協議会）

参考　発電用原子炉施設のデジタル安全保護回路に係る共通要因故障対策の今後の対応について（令和２年度第１５回原子力規制委員会資料４）

[4] 島根２号

[5] 泊１，２，３号、敦賀２号、東通１号、浜岡３，４号、志賀２号

[6] 島根３号、大間

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

2020年10月6日
原子力エネルギー協議会

目 次

1．はじめに（1/2）

（1）1月29日の公開会合で，産業界としてソフトCCF対策を自律的かつ計画的に取り組む旨表明。また，産業界が自律的に取り組む場合，ATENAの関与として下記を示した。

①技術要件書を作成し事業者へ提示する

②事業者に実施計画の提出を要求し，進捗フォローを行う

（2）7月8日の原子力規制委員会で，当面の対応として以下が決まった。

①対策水準の内容を，事業者が自らの自主的取り組みでどのように実現されるのか公開の会合で提案を受ける

②必要に応じて，進捗の状況を公開の会合の場で把握し，その結果を原子力規制委員会に報告する

1．はじめに（2/2）

今回の会合では以下の事項について説明・提案する。

1．ソフトウェアCCF対策を自律的に進めていくための産業界の基本方針

2．事業者の対策実施に対するATENAの関与

3．各事業者の対策実施予定時期

4．技術要件書の概要と原子力規制委員会で示された対策水準との対応
（対策設備の要求事項と有効性評価手法を纏めた技術要件書が，原子力規制委員会で示された対策水準と整合が取れていることの認識共有を図りたい）

2．産業界としての基本方針

（1）事業者は，ATENA会員の責任者が出席するATENAステアリング会議でコミットした「デジタル安全保護回路のソフトウェアCCF対策」を，責任を持って自律的かつ計画通りに実施する。

（2）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。

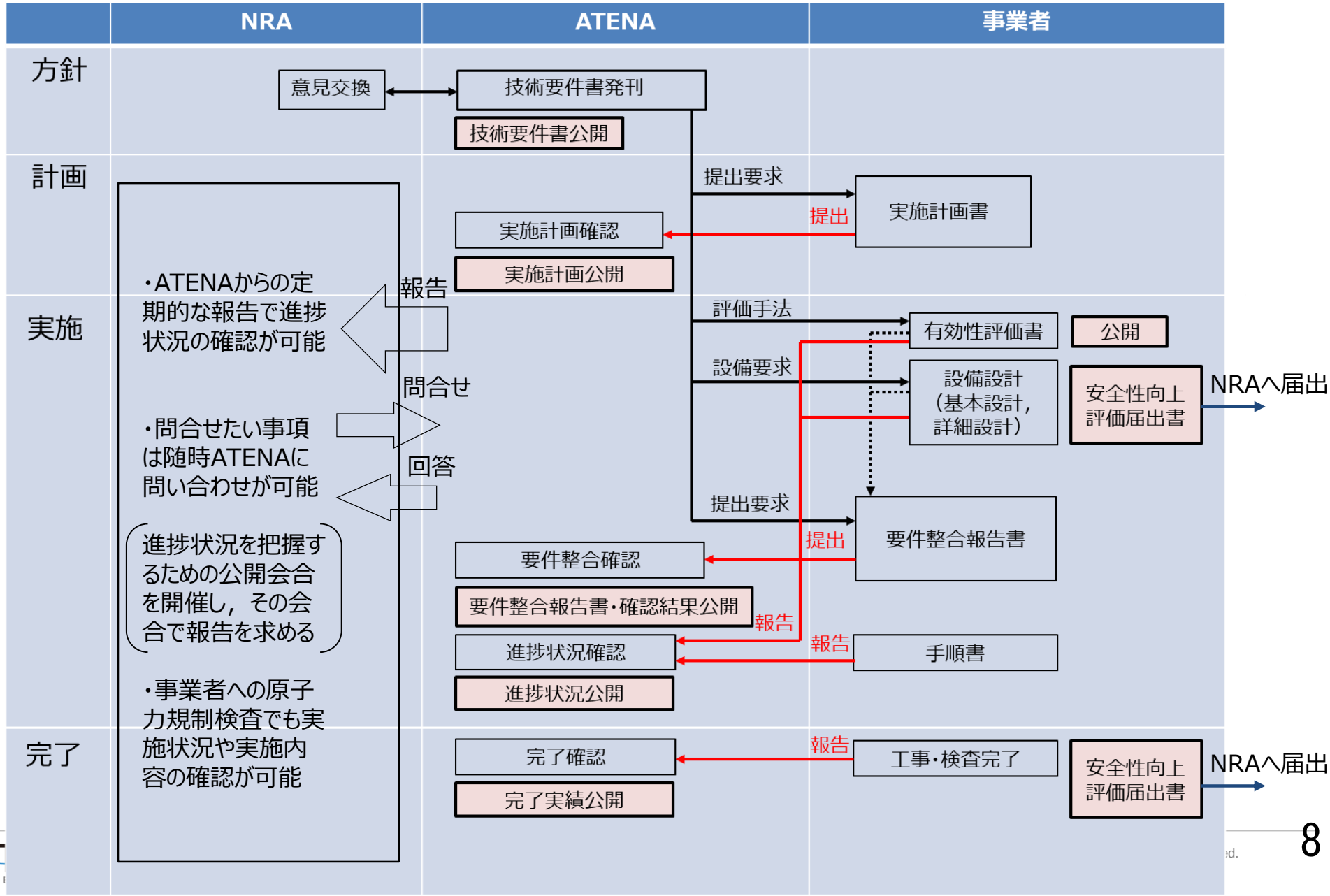
① 実施計画書の提出
② 有効性評価書の公開
③ 要件整合報告書の提出
④ 進捗状況の報告（半期に一度）

（3）事業者は，（2）の対応を行うとともに，対策の計画および完了時点で安全性向上評価届出書を原子力規制委員会（NRA）に提出する。
なお，再稼働前のプラントについては実施計画書のATENAへの提出をもってこれに替える。

（4）ATENAは，技術要件書，実施計画，要件整合報告書およびATENAによる確認結果，進捗状況，完了実績をATENAホームページ（HP）に公開する。
ATENAは，NRAに半期に一度進捗状況を報告する。また，NRAから公開情報に関する問合せがあれば回答すると共に，進捗状況を把握するための公開会合が開催される場合には，その場で報告する。

（5）ATENAと事業者は，WG等を通して対策実施状況や良好事例等の情報共有を継続して行う。

3．基本方針に基づく対応フロー



４．進捗状況確認の具体的方法

（1）事業者は，対策内容および下記プロセス※の完了予定時期を示した実施計画書をATENAに提出する。

（2）ATENAは，実施計画書を確認後，HPに公開する。（参考１）

（3）事業者は，半期に一度，それぞれのプロセス※の進捗状況を，ATENAに報告する。
事業者は，計画通りに実施できない場合には，その理由を付して報告し，ATENAはHPで公開する。

（4）ATENAは，半期に一度，確認した進捗状況についてNRAに報告する。（参考2）
また，NRAから公開情報に関する問合せがあれば回答すると共に，進捗状況を把握するための公開会合が開催される場合には，その場で報告する。

※「有効性評価」，「基本設計」，「詳細設計」，「要件整合報告」，「工事・検査」

（参考１）対策実施計画の予実績管理（例）

ソフトウェアCCF緩和対策に関する事業者の対策実施計画予定・実績

事業者	主要な対策		完了時期					備考
			有効性評価	基本設計	詳細設計	要件整合報告	工事・検査	
A電力 ○○発電所 1号機	・自動機能追加 ・警報機能追加	予定	2022年3月	2022年11月	2023年6月	2023年6月	2024年11月	
		実績	2022年3月					
B電力 ○□発電所 2号機	・自動機能追加 ・警報機能追加	予定	2021年4月	2021年12月	2022年7月	2022年7月	2023年12月	
		実績	2021年4月	2022年1月※ ※○○の理由により、予定より完了が遅れた。	2022年7月	2022年7月		
X電力 ○△発電所 3号機	・警報機能追加	予定	2022年3月	2022年11月				
		実績	2022年3月					

新規制基準適合性に係る工事計画認可が下り、再稼働時期の見通しが立った際に報告をする。

（参考２）NRAへの報告内容（例）

原子力エネルギー協議会

原子力発電所における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に関する原子力事業者の対策実施状況について

2022年4月～ 2022年9月の期間，事業者の進捗は以下のとおりである。

１．A電力　○○発電所　1号機
・「有効性評価」が2022年4月に完了した。

２．B電力　○□発電所　2号機
・「詳細設計」が2022年7月に完了した。
・ATENAへの「要件整合報告」が2022年7月に完了し，ATENAは要件整合報告書およびその確認結果をＨＰで公開した。

5．要件整合確認の具体的方法

（1）事業者は，許認可や設工認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（参考３）を取り纏め，原子力本部長の責任の下，ATENAに提出する。

（2）ATENAは，事業者の要件整合報告書が下記の観点で作成されていることを確認する。

- 技術要件の各項目について，設計仕様や解析条件等が網羅性をもつ小項目に細分化されていること。
- 細分化された各項目について，根拠となる設計図書における具体的な記載内容，要件整合判定およびその理由，並びに設計図書名および記載場所が明確に記載されていること。

（3）ATENAは，事業者の要件整合報告書およびその確認結果をHPで公開する。

（4）ATENAは，先行PWR/BWR事業者の協力を得て要件整合報告書のひな型を作成し，後続プラントに標準適用できるように共有する。

（参考３）要件整合報告書（例）

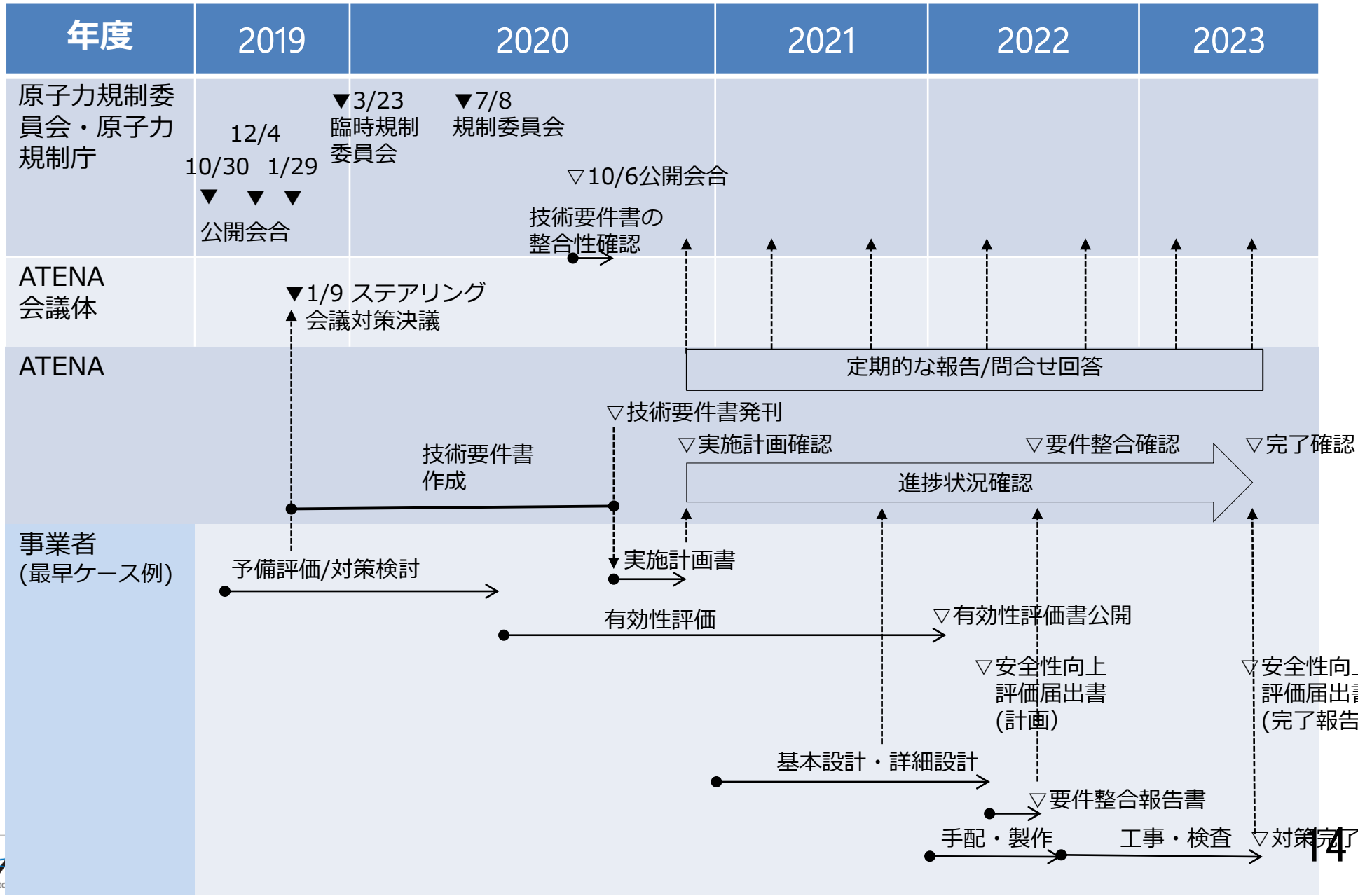
要件整合報告書は全項目に対して記載するが，ここでは例として一項目を抽出

例：「LOCA＋ソフトウェアCCF」事象の解析条件(ABWR)

技術要件書		設計図書における要件整合			
項目	要求内容	根拠となる設計図書における具体的な記載内容	要件整合		設計図書名および記載場所
			判定	理由	
4.4.2解析で想定する現実的な条件等	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，プラントの運転条件等を前提とした条件としてよい。	・100%出力/100%炉心流量	○	定格出力，定格炉心流量を初期条件としている。	・有効性評価書A.B節 xページ
		・9×9燃料A型炉心ノミナル出力布	○	ノミナル出力分布を初期条件としている。	・有効性評価書A.B節 ｘページ
		・原子炉圧力 7.17MPa(abs)	○	定格原子炉圧力を初期条件としている。	・有効性評価書A.B節 ｙページ
		・原子炉水位　NWL	○	通常原子炉水位を初期条件としている。	・有効性評価書A.B節 yページ
		・100%給水流量/100%主蒸気流量	○	定格給水流量，定格主蒸気流量を初期条件としている。	・有効性評価書A.B節 yページ
		・給水温度 216℃	○	定格出力での給水温度を初期条件としている。	・有効性評価書A.B節 yページ

判定凡例：○　→　適合している

6. ソフトウェアCCF対策に関する対応スケジュール



7．ソフトウェアCCF対策実施予定時期について（1/3）

実施予定時期の考え方

- 再稼働済み，もしくは2023年度までに再稼働するプラントは，2023年度以降の最初の定期事業者検査時
- 2023年度以降に再稼働するプラントは再稼働時期までに実施

対象プラント

- デジタル安全保護回路導入済プラント及び導入予定プラント
  （部分デジタル化のプラントも含む）

対策　（現状の自主設備に追加となる対策）

対象	対策
BWR（ABWR）／PWR共通	・事象発生時の手順書整備
ABWR	・警報機能追加
PWR	・SI自動起動機能追加 ・警報機能追加

7．ソフトウェアCCF対策実施予定時期について（2/3）

PWR	実施予定時期 ［定検回数］，（新規制基準許可状況）
泊１号	新規制基準適合性に係る工事完了までに実施（許可申請済）※
泊２号	新規制基準適合性に係る工事完了までに実施（許可申請済）※
泊３号	新規制基準適合性に係る工事完了までに実施（許可申請済）※
美浜３号	2023年度［第27回定検］（許可済）
大飯３号	2023年度［第20回定検］（許可済）
大飯４号	2023年度［第19回定検］（許可済）
高浜１号	2024年度［第29回定検］（許可済）
高浜２号	2024年度［第29回定検］（許可済）

PWR	実施予定時期 ［定検回数］，（新規制基準許可状況）
高浜３号	2023年度［第26回定検］（許可済）
高浜４号	2023年度［第25回定検］（許可済）
伊方３号	2023年度以降に実施する最初の定検にて実施（許可済）
玄海３号	2023年度［第17回定検］（許可済）
玄海４号	2023年度［第15回定検］（許可済）
川内１号	2023年度［第27回定検］（許可済）
川内２号	2023年度［第26回定検］（許可済）
敦賀２号	新規制基準適合性に係る工事完了までに実施（許可申請済）※

※　新規制基準適合性に係る工事計画認可が下り，当該工事完了時期の見通しが立った際に報告を受ける。

7．ソフトウェアCCF対策実施予定時期について（3/3）

BWR	実施予定時期 （新規制基準許可状況）
東通１号	新規制基準適合性に係る工事完了までに実施（許可申請済）※1
女川２号	新規制基準適合性に係る工事完了までに実施（許可済）※1
柏崎刈羽６号	2023年度以降に実施する最初の定検にて実施（許可済）
柏崎刈羽７号	2023年度以降に実施する最初の定検にて実施（許可済）
浜岡３号	新規制基準適合性に係る工事完了までに実施（許可申請済）※1
浜岡４号	新規制基準適合性に係る工事完了までに実施（許可申請済）※1

BWR	実施予定時期 （新規制基準許可状況）
志賀２号	新規制基準適合性に係る工事完了までに実施（許可申請済）※1
島根２号	2023年度以降に実施する最初の定検にて実施（許可申請済）
島根３号	建設中に実施（許可申請済）
東海第二	新規制基準適合性に係る工事完了までに実施（許可済）※1
大間	建設中に実施（許可申請済）

※１　新規制基準適合性に係る工事計画認可が下り，当該工事完了時期の見通しが立った際に報告を受ける。

※２　新規制基準適合性審査を未申請の下記プラントについては，新規制基準適合性審査の申請・許可後，工事計画認可が下り，当該工事完了時期の見通しが立った際に報告を受ける。

・女川3号，柏崎刈羽１～５号，浜岡5号，志賀1号

8．技術要件書（案）の概要（1/10）

（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（案）の概要

- NRAが示した対策水準を具体化した内容とする。
- 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。

8．技術要件書（案）の概要 （2/10）

(3) 技術要件書（案）の目次

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想定の範囲
- 2.2 ソフトウェアCCF発生時の安全保護回路故障モード想定

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

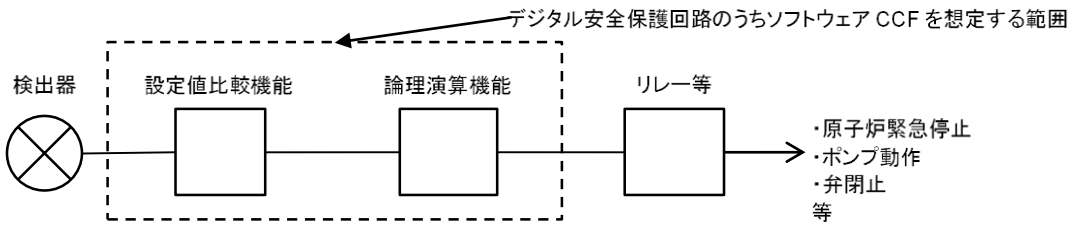
5．手順書整備と教育
- 5.1 手順書整備
- 5.2 教育及び訓練の実施

手順書整備と教育訓練の要求を記載

添付資料

参考資料

8．技術要件書（案）の概要（3/10）

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ＣＣＦ想定の範囲	ソフトウェアＣＣＦ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。 
2.2 ソフトウェアＣＣＦ発生時の安全保護回路故障モード想定	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，原子炉停止系統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。

8．技術要件書（案）の概要（4/10）

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。

8．技術要件書（案）の概要（5/10）

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。

8．技術要件書（案）の概要（6/10）

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。

8．技術要件書（案）の概要（7/10）

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」第十三条第一項第二号）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。

8．技術要件書（案）の概要（8/10）

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	・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。 ・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。
4.4.3　安全機能に対する仮定	・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。 ・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。 ・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。 ・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。

8．技術要件書（案）の概要（9/10）

４.有効性評価（続き）	概要
4.4.4 常用系機能に対する仮定	・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。 ・事象発生前から機能しており，かつ，事象の過程中も機能し続ける設備は，故障の仮定から除外可能。 ・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。
4.4.5 多様化設備に関連する条件	（１）機器条件 ・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。 ・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。 （２）操作条件 ・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。 ・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。 ・原子炉制御室外における現場操作を考慮して良い。
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	（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。 （２）現実的な計算モデルを使用しても良い。 （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。

8．技術要件書（案）の概要（10/10）

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。

9. NRA対策水準とATENA技術要件書（案）の対応（1/6）

出典：令和2年度 原子力規制委員会 第15回会議
議題4 「発電用原子炉施設のデジタル安全保護回路に係る共通要因故障対策の今後の対応について」資料より引用

NRA対策水準	ATENA技術要件書（案）
①安全保護回路とは異なる動作原理の機構により，原子炉停止系統及び工学的安全施設を自動的に又は原子炉制御室から手動により作動させることができるものとすること。 ➢ 「安全保護回路とは異なる動作原理の機構」とは，ソフトウェアを用いることなく作動させることができるものなど，ソフトウェアに起因する共通要因故障によってデジタル安全保護回路の安全保護機能と同時にその代替作動機能を喪失するおそれがない系統，機器その他の機構をいう。	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 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。 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。 3.5.2 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。

9. NRA対策水準とATENA技術要件書（案）の対応（2/6）

NRA対策水準	ATENA技術要件書（案）
②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，安全保護回路の安全保護機能が喪失したときにおいても，発電用原子炉施設の安全性が損なわれることを防止することができるものとすること。 ➢ 「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，安全保護回路の安全保護機能が喪失したとき」とは，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において，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異常な状態を検知することできないとき又は原子炉停止系統及び工学的安全施設を自動的に作動させることができないときをいう。	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」第十三条第一項第二号）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。 2.2 ソフトウェアＣＣＦ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，原子炉停止系統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。

9. NRA対策水準とATENA技術要件書（案）の対応（3/6）

NRA対策水準	ATENA技術要件書（案）
➢ 「発電用原子炉施設の安全性が損なわれることを防止することができる」とは，最適評価により設計基準事故時の要件を概ね満足すること又は炉心の著しい損傷を防止することができることをいう。	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 ・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。 ・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る。 4.4.3 安全機能に対する仮定 ・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。 ・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。 ・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。 ・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。

9. NRA対策水準とATENA技術要件書（案）の対応（4/6）

NRA対策水準	ATENA技術要件書（案）
➢ 「発電用原子炉施設の安全性が損なわれることを防止することができる」とは，最適評価により設計基準事故時の要件を概ね満足すること又は炉心の著しい損傷を防止することができることをいう。 （続き）	4.4.4 常用系機能に対する仮定 ・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。 ・事象発生前から機能しており，かつ，事象の過程中も機能し続ける設備は，故障の仮定から除外可能。 ・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。 4.4.5 多様化設備に関連する条件 （１）機器条件 ・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。 ・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。 （２）操作条件 ・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。 ・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。 ・原子炉制御室外における現場操作を考慮してよい。 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 （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。 （２）現実的な計算モデルを使用しても良い。 （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。

9. NRA対策水準とATENA技術要件書（案）の対応（5/6）

NRA対策水準	ATENA技術要件書（案）
③共通要因によって安全保護回路の安全保護機能と同時にその代替作動機能が損なわれるおそれがないよう，適切な措置を講じたものとすること。 ➢ 「適切な措置を講じたもの」とは，安全保護回路の作動が要求される場合において安全保護機能と代替作動機能とが同時に損なわれないよう，物理的方法その他の方法によりそれぞれ互いに分離することをいう。	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 運転時の異常な過渡変化多様化設備が，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。 3.5.10 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。

9. NRA対策水準とATENA技術要件書（案）の対応（6/6）

NRA対策水準	ATENA技術要件書（案）
④外部電源が利用できない場合においてもその代替作動機能が損なわれるおそれがないものとするほか，重要安全施設と同等の信頼性を確保したものとすること。	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。 3.5.11　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。

別紙２

ATENA 20-ME05 Rev.0

原子力発電所におけるデジタル安全保護回路の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

（案）

原子力エネルギー協議会

2020 年●月

【はじめに】

原子力発電所においては，信頼性向上や保守性の向上を目的として 1980 年代頃から常用系にデジタル計算機が適用され，その良好な運転実績を踏まえ，1990 年代頃から安全保護回路にもデジタル計算機が適用される事例が増えてきている。デジタル計算機では，設計上の要求機能がソフトウェアによって実現されることから，安全保護回路に適用するソフトウェアの信頼性を確保する取り組みとして，「安全保護系へのディジタル計算機の適用に関する規程」（JEAC4620）や「ディジタル安全保護系の検証及び妥当性確認に関する指針」（JEAG4609）に基づき，ソフトウェアライフサイクル及び構成管理手法を含めた品質保証活動・検証及び妥当性確認が実施されてきた。

これらの活動により，ソフトウェアの共通要因故障（以下，「ソフトウェア CCF」という。CCF；Common Cause Failure）が発生し，多重化されたデジタル安全保護回路の機能が喪失する可能性は十分低く抑えられているが，デジタル安全保護回路を設置した原子力発電事業者（以下，「事業者」という。）は，深層防護の観点で，より一層の信頼性向上を図るため，デジタル安全保護回路のソフトウェアを介さず原子炉停止系統や工学的安全施設を作動できる多様化設備を自主的に設置してきた。

一方，2019 年 10 月 2 日の第 33 回原子力規制委員会において，「発電用原子炉施設におけるデジタル安全保護系の共通原因故障対策等に関する検討チーム」（以下，「検討チーム」と言う。）が設置され，ソフトウェア CCF 緩和対策の規制化に関する議論が進められてきた。原子力エネルギー協議会（以下，「ATENA」という。）では，検討チームにおける議論や国際水準を踏まえ，運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生時にソフトウェア CCF が重畳する可能性は極めて低いものの，ソフトウェア CCF 緩和対策として炉心損傷防止を重視し，更なる対策を自主的に且つ計画的行うことを 2020 年 1 月の ATENA のステアリング会議※で決定し各事業者に対策の実施を要求した。

本技術要件書は，事業者が自主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その有効性評価手法を技術要件として示すことを意図して整備したものである。

各事業者は，本技術要件書に示した技術要件に従いソフトウェア CCF 緩和対策を自主的に整備し，ATENA は事業者の活動状況の確認を行い，対策の確実な実施をフォローしていく。

また，ATENA は，海外動向なども参考にしながら，今後もソフトウェア CCF 緩和対策の技術的検討を継続し，新知見が得られた場合は，必要な対応を進める。

※ ステアリング会議とは，ATENA 会員の責任者クラスが委員として参加する会議体。なお，安全対策については，事業者の全会一致を必要としない方式で決定する。

本技術要件書の情報等の取扱いについては，以下のとおりとする。

（免責）

ATENA，ATENA 従業員，会員，支援組織等本技術要件書の作成に関わる関係者（「ATENA 関係者」）は，本技術要件書の内容について，明示黙示を問わず，情報の完全性及び第三者の知的財産権の非侵害を含め，一切保証しない。ATENA 関係者は，本技術要件書の使用により本技術要件書使用者その他の第三者に生じた一切の損失，損害及び費用についてその責任を負わない。本技術要件書の使用者は，自己の責任において本技術要件書を使用するものとする。

（権利帰属）

本技術要件書の著作権その他の知的財産権（「本件知的財産権」）は，ATENA に帰属する。本件知的財産権は，本件技術要件書の使用者に移転せず，また，ATENA の承諾がない限り，本技術要件書の使用者には本件知的財産権に関する何らの権利も付与されない。

改定履歴

改定年月	版	改定内容	備考
2020 年●月●日	初版	新規制定	

目次

1. 序文

1.1 目的

本技術要件書の目的は，事業者が自主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

デジタル安全保護回路は，4 区分の検出器，2 out of 4 回路，チャンネル間の独立性確保，運転中の試験可能性，自己診断機能による計算機の異常検知など，ハードウェアに対するランダム故障と共通要因故障に対してその安全機能に相応した十分に高いハードウェア信頼性が確保されている。

また，デジタル安全保護回路のソフトウェアについても，品質保証活動や検証及び妥当性確認に加え，1度に1つのタスクのみ実行するシングルタスク処理や実行中のタスクを中断する割り込み処理を行わないシンプルなソフトウェア構造の適用と，可視化言語の適用により第三者による検証を容易にするなど，十分に高い信頼性が確保されており，ソフトウェアに起因した共通要因故障の発生は十分低く抑えられている（参考資料1）。しかし，特定できない不具合がソフトウェアに内在することを想定した場合，同一のプラットフォームの使用下において，ソフトウェア CCF が顕在化することにより，多重化されたデジタル安全保護回路が同時に故障し，安全保護機能が喪失するという可能性は否定できない。このようなソフトウェア CCF リスクに対し，各事業者は，デジタル安全保護回路を設ける場合には，ソフトウェア CCF の影響を受けない代替作動機能を有する多様化設備を自主的に設置してきた。これにより，運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生時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適切に事象を緩和することが可能になる。2020 年 1 月 29 日の検討チーム公開会合において，事業者は，自主設置していた多様化設備に，安全系の自動起動や警報を追加することにより，運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故 全事象で炉心損傷の防止が可能になるとの予備評価結果を示した（参考資料1）。

本技術要件書に，検討チームでの議論や米国でのソフトウェア CCF 緩和対策要求を参考に，多様化設備への要求事項やその有効性評価手法，ならびに手順書整備と教育の実施要求について記載する。

各事業者は，本技術要件書に示した技術要件に従いソフトウェア CCF 緩和対策を自主的に整備し，ATENA は事業者の活動状況の確認を行い，対策の確実な実施をフォローしていく。（添付資料1　対応状況確認プロセス）

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

- デジタル計算機
  内蔵されたプログラムによって制御され，人手の介入なしにデジタルデータの算術演算や論理計算等の計算を行う装置を言う。

- デジタル安全保護回路

安全保護回路とは，運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故を検知し，これらの事象が発生した場合において，原子炉停止系統及び工学的安全施設を自動的に作動させる設備を言う。 デジタル安全保護回路とは，安全保護回路のうち，ソフトウェアにより設定値比較機能，論理演算機能の全部または一部を作動させるものを言う。

- 設定値比較機能
  既定の設定信号値と検出した信号値を比較する機能のことを言う。

- 論理演算機能
  設定値比較機能からの出力信号を受けて既定のロジックで，原子炉停止系統や工学的安全施設の機器を動作させる，または警報発信やランプ点灯させるための信号を出力するための論理演算を行う機能のことを言う。

- ソフトウェア
  ソフトウェアとは，コンピュータを動かすプログラムのことを言う。 ソフトウェアには，入出力の制御やハードウェアの管理など，コンピュータの基本的なコントロールを行うオペレーティングシステム（OS），設計上の要求機能をコンピュータ上で実現するアプリケーション，アプリケーションを実行するためのデータベースやデータ設定などがある。

- ソフトウェア共通要因故障，ソフトウェア CCF（CCF；Common Cause Failure）
  ソフトウェアの不具合により多重化されたデジタル安全保護回路が同時に故障する状態を言う。

- 多様化設備
  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，デジタル安全保護回路の代替機能として，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設備を言う。

- サポート系
  機器や系統の性能を発揮するのに必要となる電源系，空調系，冷却系などの設備系統を言う。

- プラットフォーム
  アプリケーションソフトウェアの実行を制御するオペレーティングシステム(OS)やアプリケーションソフトウェアとデータベースとのやり取りを管理するミドルウェアなどをプラットフォームと言う。

2. ソフトウェア CCF について

2.1 ソフトウェアCCF想定の範囲

ソフトウェアCCF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。

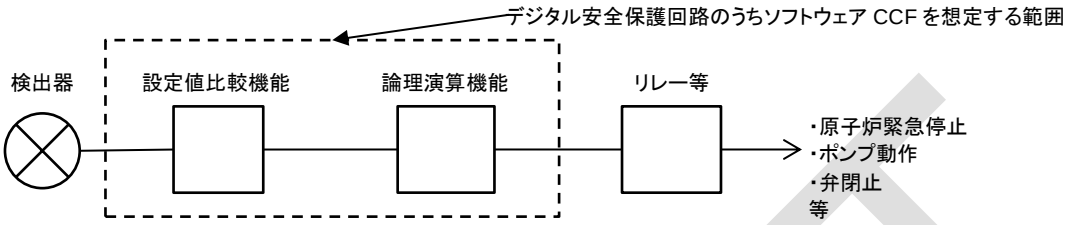


図1：安全保護回路のうちソフトウェア CCF を想定する範囲（例）

2.2 ソフトウェアCCF発生時の安全保護回路故障モード想定

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，原子炉停止系統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。

なお，ソフトウェア CCF の発生により安全保護機能が喪失する場合においても，それ以前に起動し運転中のポンプなどの機器については，ソフトウェアCCFの影響を受けず機器の作動状態に変化は生じないものと想定する。

3. 多様化設備要件

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（図2）。

ここで，上記の構成要素は，3.5 に示す各要求事項を満足する限り，デジタル安全保護回路のソフトウェア CCF 緩和対策として設けた以外の設備でも多様化設備として資することができるものとする（例　安全保護回路の検出器や操作スイッチ，重大事故等対処設備など）。

なお，多様化設備の範囲は安全保護回路のデジタル化の範囲等により異なるため，どの設備を選定したか明確にすること。

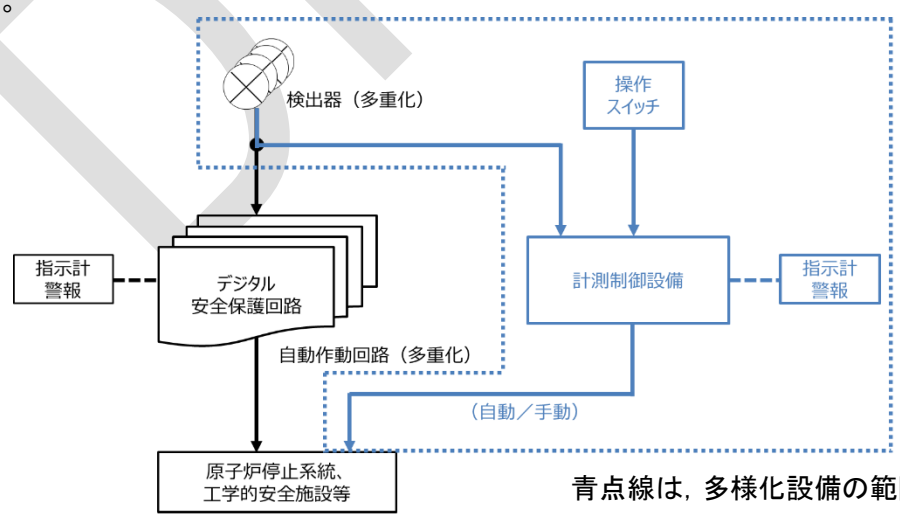


図2　多様化設備の範囲

3.4 設計基本方針

多様化設備は，設計基準事故対処設備や重大事故等対処設備のもつ機能と異なり，ソフトウェア CCF に対応するための設備であることに鑑み適切と考えられる設計方針を以下に定める。

デジタル安全保護回路は，高い信頼度でソフトウェア設計がなされており，ソフトウェア CCF が発生する可能性は極めて小さく抑えられているため（参考資料2），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。

多様化設備は，ソフトウェア CCF 発生時のデジタル安全保護回路を代替する設備としての位置づけであることから，耐環境性，耐震性，供給電源は安全保護回路と同等の条件で機能を発揮できる設計とする。

3.5 多様化設備への要求事項

3.5.1 多重性

多様化設備には，多重性は要求しない。

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。

また，多様化設備に用いられるソフトウェアとデジタル安全保護回路に用いられるソフトウェアとが，そのプログラムに不具合が共通して内在する可能性がないこと，その他ソフトウェア CCF が生ずるおそれがないことが明らかである場合には，多様化設備にもソフトウェアを用いることができる。

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防止

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（参考資料３）。

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。
なお，有効性評価により，原子炉制御室以外での操作で対応可能であることが確認された設備はこの限りではない。
また，誤操作防止を考慮した設計とすること。（例　盤の配置，計器表示及び警報表示において発電用原子炉施設の状態が正確かつ迅速に把握できるよう留意すること）

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，その動作要因が原子炉制御室に表示される設計とすること。
多様化設備には，運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故とデジタル安全保護回路のソフトウェアCCF が重畳した事象の発生を認知できる警報，事象の判定及び対応操作に必要な監視設備を原子炉制御室に設けること。

4. 有効性評価

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，3 章に示す設備要件を満たす多様化設備等により，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

安全保護回路を含む原子炉施設の安全設計の妥当性を確認するため，設置（変更）許可申請書では，「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」に基づき，「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」全事象について解析し評価を行っている。したがって，本有効性評価でも，「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。

評価に際しては，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（参考資料1、参考資料4）してもよい。また，判断基準に照らし合わせて影響の程度が軽微である事象，グループ内の代表事象に包絡されることが定性的に評価できる事象，及びデジタル安全保護回路の動作に期待しない事象については解析を省略することができる。

なお，グルーピングを行う場合は，代表シナリオの包絡性（グループに含まれるシナリオの包絡性）を確認し，その妥当性を示すこと。

4.3 判断基準

有効性評価は，「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」とソフトウェア CCF が重畳する事象に対し，ソフトウェア CCF 緩和対策により，炉心損傷防止が可能になることを確認することが目的であるため，「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」第十三条第一項第二号）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の確認を行う。なお，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・温度等の条件や，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。

4.4 解析に当たって考慮すべき事項

3.4 に示したとおり，運転中の異常な過渡変化又は設計基準事故とソフトウェア CCF が重畳発生する事象は，設計基準を超える事象と見なすことができるため，これらのプラント応答を評価するにあたっては，安全設計の妥当性確認に用いる安全解析（「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」）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。すなわち，プラント初期条件及び機器の作動状態の想定などについては最適評価条件を考慮し，運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故に対する評価を行うこと。

ただし，ソフトウェア CCF を仮定した場合においても，解析評価結果が判断基準に対して余裕があり，最適評価を適用する必要がないと判断できる場合は，保守的な条件設定のままでもよい。

4.4.1 解析に当たって考慮する範囲

有効性評価を行うに当たっては，異常状態の発生前の状態として，通常運転範囲及び運転期間の全域について考慮し，サイクル期間中の炉心燃焼変化，燃料交換等による長期的な変動及び運転中に予想される運転状態を考慮すること。

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

最適解析で想定する現実的な条件の例を以下に示す。

・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。 その場合，許認可解析における前提条件との差異及び根拠を明確にすること。
・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る。その場合，許認可解析における前提条件との差異及び根拠を明確にすること。

（BWR の例）
制御棒の異常な引き抜き及び制御棒落下の反応度投入事象において使用する制御棒価値は，現実的な炉心設計を前提とした条件を想定する。

4.4.3 安全機能に対する仮定

ソフトウェア CCF 発生時の安全保護回路，原子炉停止系統及び工学的安全施設を含む安全設備の作動状態については，以下を仮定すること。

- ソフトウェア CCF により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。
- 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（4.5.5 多様化設備に関連する条件参照）。
- 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。
- 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。

4.4.4 常用系機能に対する仮定

常用系設備の機能は以下の仮定とする。

- 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。
- 事象発生前から機能しており，かつ，事象の過程中も機能し続ける設備は，故障の仮定から除外可能。
- 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。

4.4.5 多様化設備に関連する条件

（1）機器条件

- 多様化設備の有効性を確認する観点から，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。
- ソフトウェア CCF により安全保護回路は機能喪失するが，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。ただし，想定する起因事象及びCCFが発生した状態においても，多様化設備のサポート系（電源系，冷却系，空調系等）が利用可能であることを確認すること。

（2）操作条件

- 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。ただし，有効性評価において運転員による手動操作を期待する場合，原子炉制御室において運転員の事象の認知が可能であり，それに基づく操作手順書が整備され，運転訓練が適切に実施されることが前提となる。
- 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よい（設計基準事象の評価で想定している運転員操作に対する時間的余裕（いわゆる「10 分ルール」）を考慮する必要はない）。その場合，運転操作開始時間の根拠を明確にすること。
- 原子炉制御室外における現場操作を考慮してよい。その場合においては，運転員による事象の認知から現場操作箇所までの移動時間，操作開始までの時間は適切に考慮し，その根拠を明確にすること。

4.4.6 解析に使用する計算プログラム，モデル

（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[1]を使用しても良い。
（2）現実的な計算モデル（例：崩壊熱モデルにおいて，設計基準事故解析で使用しているGE+3σ式（無限照射）ではなく，ANSI/ANS-5.1-1979 式などを用いる）を使用しても良い。
（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（妥当性確認及び検証）がなされたものであること。なお，許認可での使用実績により確認ができる場合は妥当性確認及び検証は不要である。

[1]想定する事象を現実的に予測できるコード。

5. 手順書整備と教育

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。

添付資料 1 対応状況確認プロセス

1．産業界としての基本方針

（1）事業者は，ATENA ステアリング会議でコミットした「デジタル安全保護回路のソフトウェア CCF 対策」を，責任を持って自律的かつ計画通りに実施する。

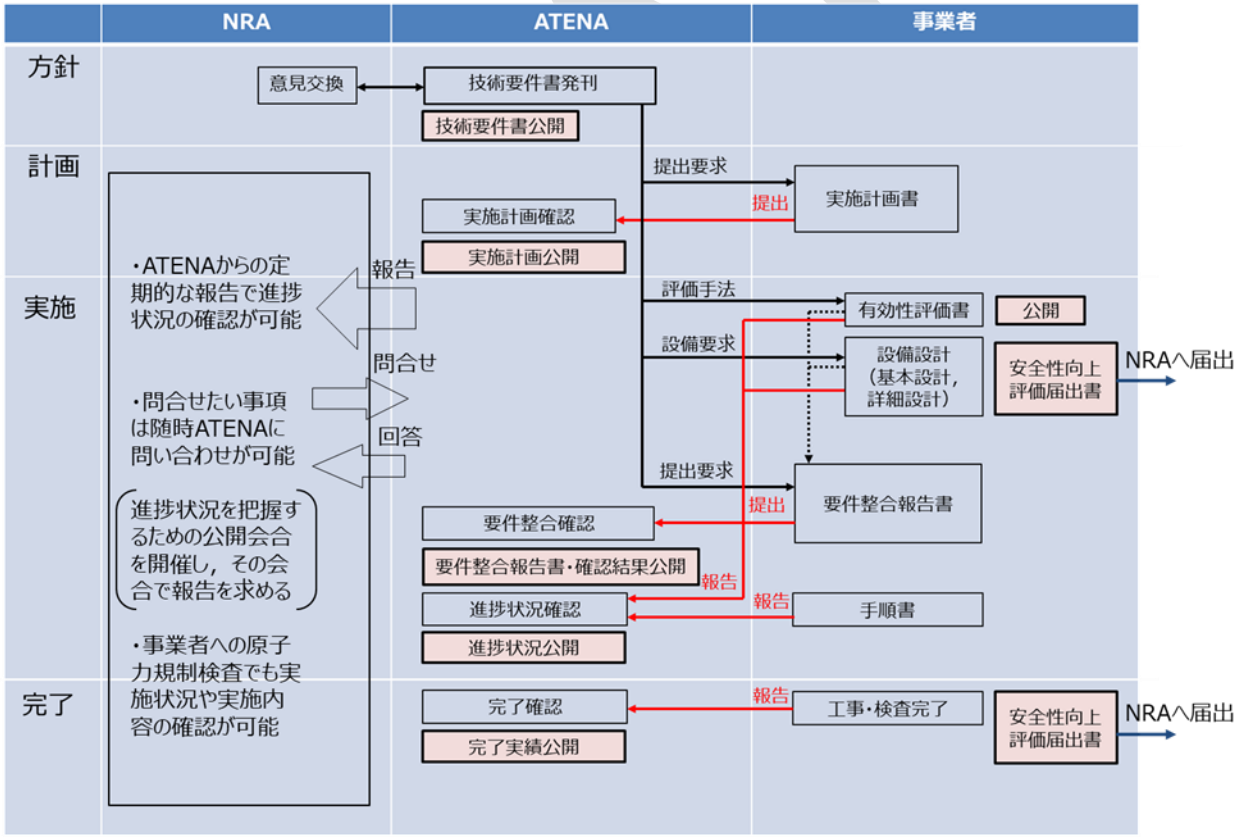
（2）ATENA は，有効性評価手法や設備設計要求を明確にした技術要件書を発刊し，事業者に提示するとともに，事業者に対して以下の対応を求める。

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）

（3）事業者は，（2）の対応を行うとともに，対策の計画および対策が完了の時点で安全性向上評価届出書を原子力規制委員会（NRA）に提出する。
なお，再稼働前のプラントについては実施計画書の ATENA への提出をもってこれに替える。

（4）ATENA は，技術要件書，実施計画，要件整合報告書および ATENA の確認結果，進捗状況，完了実績を ATENA ホームページ（HP）に公開する。
ATENA は，NRA に半期に一度進捗状況を報告する。また，NRA から公開情報に関する問合せがあれば回答すると共に，進捗状況を把握するための公開会合が開催される場合には，その場で報告する。

（5）ATENA と事業者は，WG 等を通じて対策実施状況や良好事例等の情報共有を継続して行う。



2. 進捗状況確認の具体的方法

(1)事業者は，対策内容および下記プロセス※の完了予定時期を示した実施計画書を ATENA に提出する。

(2)ATENA は，実施計画書を確認後，HP に公開する。

(3)事業者は，半期に一度，それぞれのプロセス※の進捗状況を，ATENA に報告する。
事業者は，計画通りに実施できない場合には，その理由を付して報告し，ATENA は HP で公開する。

(4)ATENA は，半期に一度，確認した進捗状況について NRA に報告する。
また，NRA から公開情報に関する問合せがあれば回答すると共に，進捗状況を把握するための公開会合が開催される場合には，その場で報告する。

※「有効性評価」,「基本設計」,「詳細設計」,「要件整合報告」,「工事・検査」

3. 要件整合確認の具体的方法

(1)事業者は，許認可や設工認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纏め，原子力本部長の責任の下，ATENA に提出する。

(2)ATENA は，事業者の要件整合報告書が下記の観点で作成されていることを確認する。
・技術要件の各項目について，設計仕様や解析条件等が網羅性をもつ小項目に細分化されていること。
・細分化された各項目について，根拠となる設計図書における具体的な記載内容，要件整合判定およびその理由，並びに設計図書名および記載場所が明確に記載されていること。

(3)ATENA は，事業者の要件整合報告書およびその確認結果を HP で公開する。

(4)ATENA は，先行 PWR/BWR 事業者の協力を得て要件整合報告書のひな型を作成し，後続プラントに標準適用できるように共有する。

参考資料1 第4回 検討チーム公開会合資料

後報

参考資料2 第1回 検討チーム公開会合資料

後報

参考資料3 第3回 検討チーム公開会合資料

後報

※ 第2回については，セーフティとセキュリティのインターフェイスに関する非公開の会合のため資料等は原子力規制委員会に掲載されない。

参考資料4 グルーピングの考え方

「4．2　評価すべき事象」におけるグルーピングの考え方（例）

＜BWR のグルーピングの例＞
「原子炉停止」，「炉心冷却」及び「放射能閉じ込め」の各基本的安全機能別に事象のグルーピングの考え方を整理すると以下のとおりとなる。
（原子炉停止）
原子炉緊急停止系のバックアップとしての代替制御棒挿入機能（ARI）はハードワイヤードであり，原子炉圧力高信号または原子炉水位低信号により自動作動する。したがって，運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の隔離事象及び非隔離事象については，いずれかの信号によりスクラムすることとなる。一方で，部分的な出力上昇であり，初期の炉心挙動が大幅に変動しない事象（制御棒の異常な引き抜き，制御棒落下）については，ARI 自動作動に期待することができない。また，制御棒の異常な引き抜き及び制御棒落下は燃料のエンタルピーを判断基準に用いているのに対し，それ以外の事象では燃料被覆管最高温度（PCT）を判断基準に用いており，着眼点が全く異なる。したがって，評価対象とする事象は反応度の異常な変化または投入事象と，それ以外の事象の 2 種類に大別することができる。
反応度の異常な変化または投入事象である，制御棒落下と制御棒の異常な引き抜きは，引き抜き速度（落下速度）及び反応度価値の違いを考慮し，これらも各々グルーピングできる。

（炉心冷却）
初期の原子炉水位低下速度と初期注水のタイミングが以降の燃料のヒートアップに大きく影響するため，原子炉内の保有水が流出し，初期の原子炉水位低下速度が極めて早い原子炉冷却材喪失事象（LOCA）と LOCA 以外の事象では事象進展が大きく異なる。したがって，評価対象とする事象は LOCA と LOCA 以外の2種類に大別することができる。

（放射能閉じ込め）
放射能閉じ込め機能に係る事象は，環境への放射性物質の異常な放出と原子炉格納容器内圧力，雰囲気等の異常な変化があるが，いずれも以下のとおり定性的な評価が可能である。

－環境への放射性物質の異常な放出
燃料集合体の落下などは，それら事故の影響の拡大は限定的であり（事故発生以降の放出インベントリの増加はない），ソフトウェア CCF により放射能放出抑制機能が低下しても，それ以上の影響の拡大には至らず，概ね判断基準を満たすと判断できる場合。
【主蒸気管破断，燃料集合体の落下，原子炉冷却材喪失，制御棒落下，放射性気体廃棄物処理施設の破損】

－原子炉格納容器内圧力，雰囲気等の異常な変化
原子炉格納容器内圧力，雰囲気等の異常な変化に挙げられる事象は，評価の着眼点が安全保護回路や工学的安全施設の自動起動ではなく，事故後長期における運転員による手動起動（格納容器スプレイ手動起動，FCS手動起動など）及び当該の系統能力の確認並びに格納容器に掛かる荷重に対する耐性の確認（動荷重の発生）が主眼となる事象であり，ソフトウェア CCF による影響が小さく，概ね判断基準を満たすと判断できる場合。
【原子炉冷却材喪失，可燃性ガスの発生，動荷重の発生】

発行者 ： 原子力エネルギー協議会

問合せ先 ： contact@atena-j.jp

参考資料

発電用原子炉施設のデジタル安全保護回路に係る共通要因故障対策の今後の対応について

令和２年７月８日
原 子 力 規 制 庁

１．経緯

発電用原子炉施設のデジタル安全保護回路に係る共通要因故障対策については、「発電用原子炉施設におけるデジタル安全保護系の共通要因故障対策等に関する検討チーム」（以下「デジタル検討チーム」という。）において、これまで4回の検討会合を開催した。

原子力規制庁は、令和2年3月11日及び令和2年3月23日の原子力規制委員会において、これまでの検討チームにおける検討結果を報告するとともに、デジタル安全保護回路に係る共通要因故障対策として満足すべき水準（以下「対策水準」という。）の案を原子力規制委員会に諮った。

原子力規制委員会は、第73回原子力規制委員会（令和2年3月23日）において対策水準について了承し、原子力規制庁に対してその取扱いを検討するよう指示した。

【これまでの原子力規制委員会の議論】

○デジタル安全保護回路に係る共通要因故障対策は、品質確保措置の要求やSA対策における有効性評価により現状において災害防止上の支障はないといえるが、更なる信頼性向上を図る観点から対策水準の見直しの検討を行う。

○見直す場合の対策水準は、事務局案（別添１の３．（１））のとおりとする。

○審査の形式で確認してはいないものの、デジタル検討チームの会合で聴取したところによれば、既存の実用発電用原子炉施設は事業者の自主設備によって新たな対策水準の大部分を満足していると考えられる。また、対策水準を完全に満足するため、現在設けられている自主設備に加え、BWR（ABWR）については警報機能の強化が、PWRについては安全注入の自動作動化が必要との方向は、妥当と考えられる。

２．今後の対応について

（１）新たな対策水準については、主に次のような論点があると考えられる。

○新たな対策水準の位置付け

○新たな対策水準を満足するための事業者の取組

○新たな対策水準が十分に満足されない場合の対応

（２）今後の対応案

事業者は、デジタル検討チームの会合において本件への対応に必要な期間を具体的に示すなど、自律的かつ計画的に取り組む意向を表明している（別添１の３．（２）③及び別添２の２．（４））。そこで、当面の対応として、事業者から別添１の３．（１）

の内容を事業者自らの自主的取組でどのように実現されるのか公開の会合で提案を受けることとする。必要に応じて、進捗の状況を公開の会合で把握し、その結果を原子力規制委員会に報告する。また、（１）の論点についても引き続き検討する。

なお、継続的な安全性の向上については、「継続的な安全性向上に関する検討チームの設置について（令和2年7月8日原子力規制委員会資料３）」に基づき検討チームを設置して検討を進めることとしている。

＜添付資料一覧＞

別添１　発電用原子炉施設のデジタル安全保護回路に係る共通要因故障対策の強化について（検討チームにおける検討結果の報告）（令和元年度第69回原子力規制委員会資料４）　一部抜粋

別添２　発電用原子炉施設のデジタル安全保護回路に係る共通要因故障対策の強化について（第2回）～検討チームにおける検討結果の追加報告～（令和元年度第73回原子力規制委員会資料２）　一部抜粋

別添３　令和元年度第73回原子力規制委員会議事録　一部抜粋

別添１（令和元年度第69回原子力規制委員会資料４　一部抜粋）

発電用原子炉施設のデジタル安全保護回路に係る共通要因故障対策の強化について（検討チームにおける検討結果の報告）

令和2年3月11日
原 子 力 規 制 庁

1. 経緯と概要

発電用原子炉施設に用いられるデジタル安全保護回路のソフトウェアに起因する共通要因故障対策については、昨年9月13日に行われた第29回原子力規制委員会（以下「前回委員会」という。）において今後の取組方針が了承され、検討チームを設置して現行規制の見直しを検討することとなった[1]。その後、ATENA（原子力エネルギー協議会）や事業者、メーカー等の参加を得て計4回の検討チーム会合を開催し、現行規制を見直す場合の具体的な要求事項や経過措置について事業者意見を聴取しながら検討を進めてきた[2]。

これまでの検討チーム会合での議論等を通じて、現行規制の見直しの方向性について概ねの整理ができたことから、今般その結果を報告するとともに、原子力規制委員会の了承を得て、今後本件検討結果の規制上の取り扱いを具体化する作業を進めることとしたい。

2. 前回委員会で確認された事項

（1）現行規制の概要と現状認識

現行規制においては、ソフトウェア処理の簡素化や可視化、自己診断機能の実装、ライフサイクルを通じた品質管理、検証及び妥当性確認（V＆V）の実施といった、様々な品質確保措置が要求されており、これらを的確に実施することによりソフトウェア起因のCCF[3]が発生する可能性は十分低く抑えられている。さらに、SA対策の有効性評価を行う際には、安全保護回路がデジタル式であるか否かを問わず、何らかの理由により安全保護回路が原子炉停止系統又は工学的安全施設を自動的に作動させることができない場合でも重大事故等に対処できることを確認しており、現状においても災害防止上の支障はない。

その上で、事業者は、こうした要求事項を満たすだけでなく、ハードワイヤード機構（以下「Hw機構」という。）によるバックアップ設備を自主的な対策として別途設けている。

（2）継続的改善に向けた取組

近年、国内では、従来はアナログ式であった安全保護回路をデジタル化して取り替える事例が増えてきている。また、海外では、特に新設炉において、PLD（Programmable Logic Device）といった新たなデジタル技術を適用する事例も見られる。IAEAは、昨今のデジタル技術の進展や利用の拡大を踏まえて新たなガイドを策定し、I&Cシステムやアーキテクチ

[1] 第29回原子力規制委員会（令和元年9月13日） 資料1－1
[2] 「発電用原子炉施設におけるデジタル安全保護系の共通要因故障対策等に関する検討チーム」（開催履歴及び参加者は別紙3参照）
[3] Common cause failure（共通要因故障）

ャの共通要因故障について、多様性を確保することによってその影響を緩和できるようにするべきとしている。

これらを踏まえ、原子力規制委員会は、更なる信頼性向上を図る観点から現行規制の見直しに向けて検討を進めるよう原子力規制庁に指示した。本件検討に当たっては、検討チームを設置して事業者からの意見（経過措置に関するものを含む。）を聴取しつつ、今年度内を目途に具体的な要求事項の整理等を行うこととされた。

3. 検討チームにおける検討結果

前回委員会で了承された取組方針に基づいて、事業者意見を聴取しながら現行規制を見直す場合の具体的な要求事項や経過措置を以下のとおり整理した。

（1）具体的な要求事項

デジタル安全保護回路を設ける場合には、次に掲げるところにより、代替作動機能を有する装置（以下「代替作動機構」という。）を設けなければならないものとする。ただし、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又は代替作動機構を設けることなく下記②の要件を満足する場合には、この限りでない。

①安全保護回路とは異なる動作原理の機構により、原子炉停止系統及び工学的安全施設を自動的に又は原子炉制御室から手動により作動させることができるものとすること。

- 「安全保護回路とは異なる動作原理の機構」とは、ソフトウェアを用いることなく作動させることができるものなど、ソフトウェアに起因する共通要因故障によってデジタル安全保護回路の安全保護機能と同時にその代替作動機能を喪失するおそれがない系統、機器その他の機構をいう。

②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、安全保護回路の安全保護機能が喪失したときにおいても、発電用原子炉施設の安全性が損なわれることを防止することができるものとすること。

- 「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、安全保護回路の安全保護機能が喪失したとき」とは、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において、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異常な状態を検知することできないとき又は原子炉停止系統及び工学的安全施設を自動的に作動させることができないときをいう。
- 「発電用原子炉施設の安全性が損なわれることを防止することができる」とは、最適評価により設計基準事故時の要件[4]を概ね満足すること又は炉心の著しい損傷を防止することができることをいう。

③共通要因によって安全保護回路の安全保護機能と同時にその代替作動機能が損なわれるおそれがないよう、適切な措置を講じたものとすること。

[4] 許可基準規則第13条第2号を参照。

➢ 「適切な措置を講じたもの」とは、安全保護回路の作動が要求される場合において安全保護機能と代替作動機能とが同時に損なわれないよう、物理的方法その他の方法によりそれぞれ互いに分離することをいう。

④外部電源が利用できない場合においてもその代替作動機能が損なわれるおそれがないものとするほか、重要安全施設[5]と同等の信頼性を確保したものとすること。

（2）経過措置

発電用原子炉施設のデジタル安全保護回路に関しては、現在、上記2.（1）のとおり、規制上の措置及び事業者による対策が講じられており、現状において災害防止上の支障はない。

このため、上記3.（1）の要求事項を規制に取り入れることは、更なる信頼性向上の観点からは効果があるが、安全上緊急の必要性まではない（現行の基準により災害防止上の支障はない）ことから、これを既存の発電用原子炉施設に要求する場合には、設置者が当該要求事項に的確に対応するために必要な期間を合理的に見積もって経過措置を設定しておくことが適当である。

そこで、検討チーム会合では、事業者に対して、現在自主的に設置しているHw機構が上記（1）の要求事項をどの程度満足しているか概略評価し、今後必要となると見込まれる追加対策の概要及びその追加対策の実施に要する概ねの期間について説明するよう求めた。事業者からは、別添1の資料を用いて概要以下のとおり説明があった。

① ソフトウェアCCFが発生する可能性は極めて低く抑えられているが、過渡・事故発生時にソフトウェアCCFが重畳する場合を想定したとしても、自主的に設置しているHw機構によって、殆どの過渡・事故に対して炉心損傷防止が可能である。

② 一方、大中破断LOCA[6]とソフトウェアCCFの重畳については、現状のHw機構では炉心損傷に至るおそれがある。このため、このような場合でも炉心損傷防止ができるよう、次のような追加対策を講じる。
・ABWR…運転員が早期に事態を認知できるよう、警報機能を強化する。
・PWR…現状のHw機構による手動操作に加えて、安全注入機能の自動化を図る。
なお、現状のHw機構で炉心損傷防止ができない場合でも、格納容器破損防止対策により環境への大量の放射性物質の放出は防止することができる。

③ これらの追加対策の実施に要する期間は、事業者ごとに異なるが、概ね2年程度を要すると想定している（設備改造は1回の定検で工事可能と想定。審査に要する期間は含まれていない）。産業界として、ATENAのガバナンスのもと、自律的に且つ計画的に取り組んでいきたい。

審査の形式で確認したわけではないが、検討チーム会合で聴取したところによれば、事業者が上記②の追加対策を講じれば上記3.（1）の要求事項を満足すると考えられ、事業者はかかる対策を現に講じる方針であると認められ、また、その実施に要する期間も不合理なものではないと評価できる。

---

[5] 許可基準規則第2条第2項第9号を参照。
[6] Loss of coolant accident（冷却材喪失事故）

4. 今後の予定

上記3. のとおり、現行規制の見直しの方向性について概ねの整理がなされ、これに対応するための産業界の取組姿勢も確認することができた。今後、原子力規制庁において、経過措置を含め本件検討結果の規制上の取り扱いを具体化し、改めて原子力規制委員会にお諮りすることとしたい。

（別紙）

別紙1　第29回原子力規制委員会資料1－1（令和元年9月13日、原子力規制庁）（抜粋）

別紙2　第4回発電用原子炉施設におけるデジタル安全保護系の共通要因故障対策等に関する検討チーム会合資料1（令和2年1月29日、原子力エネルギー協議会）

別紙3　発電用原子炉施設におけるデジタル安全保護系の共通要因故障対策等に関する検討チーム会合開催履歴及び参加者

別添２（令和元年度第73回原子力規制委員会資料２　一部抜粋）

発電用原子炉施設のデジタル安全保護回路に係る共通要因故障対策の強化について（第2 回）
～　検討チームにおける検討結果の追加報告　～

令和2年3月23日
原子力規制庁

1. 経緯

発電用原子炉施設に用いられるデジタル安全保護回路のソフトウェアに起因する共通要因故障対策について、原子力規制庁は、今月１１日の第69回原子力規制委員会[1]においてこれまでの検討チーム[2]における検討結果等を報告した（別紙1）。その際、検討チーム会合で事業者側が示した追加対策の内容を原子力規制庁が要約して報告したが、その要約では追加対策の必要性に係る炉型による違いが明確でなかったことから、今後規制上の取り扱いを議論していく前提として、その内容を適切に補充して再度説明するよう指示を受けた。

2. 事業者側が示した追加対策

御指摘を踏まえ、検討チーム会合で事業者側が示した追加対策の内容を適宜再整理すると次のとおり。

（1）想定事象

ソフトウェアに起因する共通要因故障（CCF）により安全保護機能が喪失している状態で、単一の過渡事象又は設計基準事故（いずれも全事象が対象）が発生するものと仮定する。

（2）主な評価条件等

原子炉停止系統及び工学的安全施設は、デジタル安全保護回路を経由しない自動又は手動信号で起動させることができる（自主設備であるハードワイヤード機構（Hw機構）の故障は想定しない）。安全設備の単一故障は想定しない。

プラントの運転状態や原子炉制御室での運転員による操作時間は現実的に想定する。現場操作は現実的な時間余裕の範囲内で想定する。

（3）評価結果

①ABWR

通常運転時に上記（1）の想定事象が発生した場合には、アナログ式の代替制御棒挿入回路の起動信号により自動スクラムができる。その後、事態を認知した運転員が自主設備であるHw機構を用いて高圧炉心注水系を手動で起動し緊急炉心冷却を行うこととなるが、この手動操作が遅れれば炉心損傷に至るおそれがある。

冷却材喪失事故以外の場合には、事象発生から炉心損傷までの時間余裕が約30分～１時間程度あることから、現状のままでも炉心損傷を防止することができるが、給水配管の

[1] 第69回原子力規制委員会（令和2年3月１１日）資料4
[2] 発電用原子炉施設におけるデジタル安全保護系の共通要因故障対策等に関する検討チーム

破断による冷却材喪失事故（最も厳しいケース）が発生した場合には、事象発生後14分程度で燃料被覆最高温度（PCT）が1200℃に達するおそれがある。

このため、運転員が早期に事態を認知できるよう、警報機能を強化する。これにより、事象発生後10分程度以内に運転員が事態を認知して高圧炉心注水系を手動で起動することができることから、確実に炉心損傷防止を達成することができる。

なお、上記（1）の想定事象のうち、原子炉起動時における制御棒の異常な引抜きについては、制御棒の引抜き操作は核計装指示値等のパラメータが静定したことを複数人で確認しながら少しずつ手動で行なうため、ソフトウェア起因のCCFにより計器類の指示に異常が生じた場合に運転員がこれに気付かず誤って連続的に引抜き操作をすることは現実的に想定し難いが、仮に誤引抜きが行われた場合でも運転員が所定の操作ボタンから手を離すだけで直ちに引抜き操作を中断することができる。

②PWR

上記（1）の想定事象のうち、早期に対処する必要があるものについてはアナログ式の自動回路を、10分程度の時間余裕があるものについては運転員による手動操作機構を自主設備として用意しており、現状のままでも炉心損傷を防止することができる。ただし、大中破断LOCAとソフトウェア起因のCCFの重畳については、その発生頻度が極めて小さいとして自主設備の対象外としており、現状のままでは炉心損傷に至るおそれがある。

具体的には、アナログ式の自主設備により原子炉圧力低で自動トリップはするものの、事象発生後1分程度（大破断LOCA時）でPCTが1200℃に達するおそれがある。現状の自主設備には高圧注入系を手動で起動する機構しか用意されておらず、時間余裕の範囲内で安全注入系を作動させることは現状では困難と見込まれる。

このため、現状の自主設備による手動操作に加えて、安全注入機能の自動化を図る。これにより、アナログ式の自動回路により時間余裕の範囲内で高圧／低圧注入系が自動起動することから、確実に炉心損傷防止を達成することができる。

③共通事項

現状のHw機構で炉心損傷防止ができない場合でも、格納容器破損防止対策により環境への大量の放射性物質の放出は防止することができる。

（4）実施時期

工事実施時期は事業者ごとに異なるが、安全解析に2年程度を要し、設備改造工事は1回の施設定期検査期間内で可能と想定し、次のとおりとする。（なお、審査に要する期間は含まれていない。）

対象プラント：デジタル安全保護回路を導入済み及び導入予定のプラント

・再稼働済み又は2023年度までに再稼働するプラントは、2023年度以降最初の施設定期検査時

・2023年度以降に再稼働するプラントは、再稼働時期まで

3. 今後の予定

今後、原子力規制庁において、経過措置を含む規制上の取り扱いを具体化し、改めて原子力規制委員会にお諮りする。

別添３（令和元年度第73回原子力規制委員会議事録　一部抜粋）

令和元年度原子力規制委員会

第73回臨時会議議事録

令和２年３月23日（月）

原子力規制委員会

令和元年度　原子力規制委員会　第73回臨時会議

令和２年３月23日
14:00～15:15
原子力規制委員会庁舎　会議室Ａ

議事次第

議題１：東京電力福島第一原子力発電所の事故調査に係る当面の計画等について
議題２：発電用原子炉施設のデジタル安全保護回路に係る共通要因故障対策の強化について（第２回）～検討チームにおける検討結果の追加報告～
議題３：「震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム」の検討結果を受けた事業者からの意見聴取結果及びこれを踏まえた基準の改正方針について（第２回）

ないから、現場を変えるという判断をするのだったら、それこそ表面を採ってきたいところなのだけれども、実際に手を付けるまでの間に方針を明確にした方がいいですね。表面をどう扱うのかというところについては、方針をはっきりさせた方がいいと思います。

あとは、ここにはさらっとしか書かれていないけれども、SGTS、真空破壊弁はずっと追いかけている話だから、これはその後やるということなのだろうけれども。

私からはこれぐらいで。

よろしいですか。

（首肯する委員あり）

○更田委員長

ありがとうございました。

２つ目の議題は、「発電用原子炉施設のデジタル安全保護回路に係る共通要因故障対策の強化について（第２回）」。

これは本年３月11日に１回報告のあった話ですけれども、これについて改めて報告するように、要するに、要求レベルなり、共通要因故障（CCF）対策として、中身を詳しく説明してもらおうということで、改めて報告を求めたものです。

説明は、遠山技術基盤課長から。

○遠山長官官房技術基盤グループ技術基盤課長

技術基盤課の遠山です。

今月11日の原子力規制委員会で、これまで（発電用原子炉施設におけるデジタル安全保護系の共通要因故障対策等に関する）検討チーム会合で検討してきた結果を御報告いたしました。その際、事業者が示した対策の内容を原子力規制庁が要約して御報告いたしましたけれども、その炉型の違いが明確でなかったために、本日改めて御説明を行います。

（１ページの）２番（２．）に事業者が示した追加対策を再整理しております。

まず、検討に当たりまして、ソフトウェアに起因する共通要因故障が起こって、安全保護系の機能が喪失している状態で、運転時の異常な過渡変化や事故が発生することを想定しています。

次に、主な評価条件ですけれども、今回設置を求めておりますデジタル安全保護系とは異なる機構で原子炉停止系や工学的安全施設が作動できるとして、その有効性を評価します。プラントの運転状態や操作の時間は現実的に想定しています。

「（３）評価結果」ですけれども、まず、ABWR（改良型沸騰水型原子炉）ではアナログ式の代替制御棒挿入回路、「ARI」と呼んでおりますが、これがございまして、自動スクラムをいたします。その後、自主設備として設けているハードワイヤード機構を使って高圧炉心注水系を手動で動かします。手動ですので、操作が遅れれば炉心損傷に至る可能性があります。

冷却材喪失事故以外の場合ですと、炉心損傷までは約30分から１時間程度の時間余裕があります。

一方、配管の破断を考えますと、給水配管の破断というのが最も厳しくて、事象発生後約14分後にPCT（燃料被覆最高温度）が1,200℃に達するおそれがあります。このために、運転員が早期に事態を認知できるように、警報機能を強化するとしております。

なお、想定事象のうち、起動時の異常な変化として制御棒の異常な引抜きというのがございますが、これについては、そもそも制御棒を引き抜く際に少しずつ引き抜くということ。また、その都度、核計装の指示を静定することを確認してから操作を行う。また、それも複数人で確認を行うということですので、仮にソフトウェアの共通要因故障が起こって、計器の指示に異常がある場合に、そのまま引抜きを続けるということは現実には想定し難いと考えております。

次に、PWR（加圧水型原子炉）です。こちらは、異常な過渡変化や事故のうち、特に早期に操作が必要なものについては、アナログ式の自動作動回路というのを設けてあります。また、時間余裕があるものについては、手動の操作ができるように設けてあります。

しかし、大破断あるいは中破断の比較的大きなサイズのLOCA（冷却材喪失事故）につきましては、ソフトウェアの共通要因故障との重畳は考えておりません。これは発生頻度が極めて低いと考えておりますので、自主設備の対象外としております。

したがいまして、炉心損傷に至るおそれがありますが、具体的には、このような配管破断がありましても、アナログ式の自主設備で自動で原子炉トリップはいたします。

大破断LOCAの場合ですと、事象発生後約１分でPCTが1,200℃に達するおそれがあり、この時間余裕を考えますと、安全注入の自動作動を図ることとしたいと、そして、炉心損傷防止をより確実にしたいと考えています。

なお、BWR（沸騰水型原子炉）、PWRともに、この炉心損傷防止ができない場合でも、別途格納容器の破損防止対策というのがございまして、大量の放射性物質の放出は防止できております。

続いて、工事の実施時期ですけれども、これは事業者ごとに異なるのですが、安全解析に約２年程度、その後、１回の定期検査において工事ができるとしております。

再稼働が済んだプラント、あるいは2023年度までに再稼働するプラントについては、2023年度以降最初の定検（定期検査）で工事を行うと。2023年度以降に再稼働するプラントでは、再稼働までに工事を行うとしております。

なお、この見込みにつきましては、審査に要する時間は見込んでおりません。

「３．今後の予定」ですけれども、規制上の取扱いを具体化して、改めて原子力規制委員会にお諮りしたいと考えております。

説明は以上です。

○更田委員長

御質問、御意見はありますか。

今、説明されたものというのは、デジタル系にCCFが起きた際に、それを緩和する措置としてどちらもアナログ系を用いる。時間的余裕を考えて、PWRの場合はアナログのフィード

バックを自動化すると。BWRは時間的に余裕はあるけれども、警報装置を備えることによって十分間に合わせるということなのですけれども、順序立てていうと、前回（今月11日）の資料が後ろについていますから分かると思うのですけれども、その（議論の）前に、CCF対策があるはずなのだけれども、本来、Common Cause Failure（CCF）をそもそも起こさない対策だと。

諸外国の事例等も多少記されていて、V&V（Verification and Validation（検証及び妥当性確認））を行うので、これらのものが避けられるということなのだけれども、デジタル系に対する多様性の要求、そもそも（２つの系統の）双方をデジタル系としていて、それは国によって違いがあるのではないかと認識していると。ただし、我が国の現状のV&Vで、これで十分低く抑えられていると書かれているのだけれども（４ページの２．（１）参照）、この確認はどんなことをしたのですか。

○遠山長官官房技術基盤グループ技術基盤課長

前回（今月11日）の資料、（本日の資料の）通しページの４ページの２番（２．（１））に書いておりますけれども、まず、現行規制では、ソフトウェアの処理の簡素化や可視化、あるいは自己診断機能の実装、それから、品質管理、V&Vの実施といったようなものを品質確保の措置の要求として課しております。

○更田委員長

ただ、例えば、ダイバーシティとしてベンダーを変えろとは言っていないわけですよね。

○遠山長官官房技術基盤グループ技術基盤課長

はい。

○更田委員長

これはどうなのだろう。調査した範囲内で、海外のアプローチとデジタル系同士のCCF回避についての要求というのは、既にできているという認識に立っているのですか。

○遠山長官官房技術基盤グループ技術基盤課長

諸外国の事例を調べてみますと、国によっていろいろな違いがございます。発生頻度が低いとしているのは大体共通しているのですけれども、そもそもデジタル系の安全保護系に対して、バックアップもデジタル系でもよいとしているような国もございますし、また、今回の我が国のようにアナログ式の機構を別途設けるとしている国もございます。

ただし、国によって統一した対応を求めているかというと、そこまでは至っていない。そして、さらに、国の中で規制側と事業者側とで議論がいまだに続いている国もいろいろあります。

○更田委員長

それは分かっているけれども、むしろ日本は、ある意味、先行している部分があるので、ただ、デジタル系にそもそもCCFを起こさせないとしたときのアプローチで、バックアップをどう取るかの議論は混乱させるので、バックアップは、例えば、デジタルをもう一枚設けるというのもあるだろうし、PLD（プログラム可能な論理集積素子）みたいなものを使う

というやり方もあるのだろうし、それから、今、うちが取ろうとしているアナログをそもそも置きなさいという。

ただ、元々いわゆるＡ系、Ｂ系（２つの系統）双方をデジタルにしたときに、どのぐらいその間のダイバーシティを持たせるかということ。元々信頼性はそれぞれが極めて高いので、CCFは起きにくいというのはあるけれども、共通要因故障だったらば、例えば、OS（コンピュータのオペレーション（操作・運用・運転）をつかさどるシステムソフトウェア）を変えろとか、ベンダーを変えろとかというアプローチもあるし、一方で、ベンダーを変えることによる悪影響ももちろんあるので、そこは慎重に考慮しなければならないのだけれども、今ここで原子力規制庁が提案しようとしているＡ系、Ｂ系との間の違いというのは、これを要求していないと考えていいのですか。

○遠山長官官房技術基盤グループ技術基盤課長

ここについては、要求していないと考えています。

○更田委員長

要求していないけれども、バックアップとして、だから、話が先へ進んでしまっていて、そもそもＡ系、Ｂ系との間の違いを要求しなくていいかという議論があって、それは要求しなくていいのだと。

ただ、CCFが起きたときの緩和系があるから、予防がこれでいいのだというのは本末転倒な議論だから、今日、先に説明されたのは緩和系の話であって、予防についてはいいのかという、この辺りの議論はどうだったのかと思って。

○西崎長官官房技術基盤グループ技術基盤課企画官

原子力規制庁の西崎です。

CCFの発生防止につきましては、現状、基準上の整理を御説明したいと思いますけれども、今、現行の基準上は、JEAG（日本電気協会電気技術指針）にV&Vの指針でありますとか、そういったものがありまして、それをエンドースしてございますので、日本の中では、いわゆる品質保証対策として、ソフトウェアにバグが入らないような要求というのはなされています。これはJEAGで要求されています。

今回は紙（資料）に書いておりませんけれども、この日本のJEAGの要求と比較いたしましたのは、IAEA（国際原子力機関）基準の新しい指針、ガイド（SSG-39（“Design of Instrumentation and Control Systems for Nuclear Power Plants”, SSG-39, IAEA））が２年（※正しくは、４年）ぐらい前にできているのですけれども、そことの要求事項の比較をしておりますが、大きな差はないでしょうということを確認しておりますので、個別の国では確認していないのですけれども、IAEA基準との比較ではSSG（-39）でやってございます。

それで、それを見ると大して差はないので、国際的に見て、CCFの発生防止対策としてはある程度できているだろう。ただ、諸外国では、それはできているのだけれども、仮に発生した場合の対策も求めているので、今回はそこが日本には足りないと思って検討してき

たということでございます。
○更田委員長
とはいうものの、ハードワイヤーは元々どこも残しているでしょう。
○西崎長官官房技術基盤グループ技術基盤課企画官
原子力規制庁の西崎でございます。
はい。更田委員長御指摘のとおりであります。それで、今回は、とりわけ日本の既設炉の状況を踏まえますと、別途自主的に起きた場合の対策というのを持っていたので、では、その対策というものが有効に機能しますかと。安全保護系のCCFが起きた場合に、今持っているものが対応できますかという観点で、今、評価をしていただいたということでございます。
以上、御指摘のように、もしゼロから検討すれば、そもそもＡ系、Ｂ系で多様性がどのようにあるべきかという議論はできたかと思いますけれども、今までのところ、我々が取ってきたアプローチは、Ａ系、Ｂ系、多重性なのだけれども、バックアップとしてあるので、それは多様性がありますかということで検討を進めてきたというのが経緯でございます。
○更田委員長
Ａ系、Ｂ系間のダイバーシティは要求していないけれども、信頼性の高いものに対してリダンダンシーを持たせていて、そして、バックアップは明らかに違う手段を取ってくださいと。そういった意味では、ハードワイヤーはPLD等に比べても、PLDはハードウェアに焼き込まれているから、ある意味、デジタル系とはいうもののバックアップとして成立するとは思いますけれども、ただ、日本の場合は、例えば、泊発電所等だってハードワイヤーは自主（設備）として残していてというところがあるのでしょうから、今回、それを要求化しようという、そういう理解でいいですね。
○西崎長官官房技術基盤グループ技術基盤課企画官
原子力規制庁の西崎です。
御指摘のとおりでありまして、今、御言及いただいたように、泊発電所というのは当初からデジタル設計をしているのですけれども、それにもかかわらず、自主的にバックアップを当初から設置していたと。
それから、最近、元々アナログなものをデジタル化する場合にも、アナログを残しているという現状を踏まえて、それをベースに今まで検討してきたということでございます。
○更田委員長
それでは、２回にわたって説明を受けましたけれども、Ｂ（BWR）についてはABWRについて、ABWRとPWRについて、まず、そもそもCCFの回避として、デジタル系に対して、Ａ系、Ｂ系に対して特にダイバーシティを求めるわけではないけれども、そのバックアップとしてアナログという全く違うものを設ける。そして、Ｐ（PWR）については自動化する。それから、ABWRについては警報を設置すると。

要求水準に関わるものですけれども、この方向を了承してもよろしいでしょうか。よろしいですか。

（首肯する委員あり）

○更田委員長

それでは、事務局から説明があったとおり、要求レベルについてはなのですが、今回は前回（今月11日）の資料もついていますけれども、では、その上でこれをどうエンフォースするかということについて、次に議論をしていかなければならないのですけれども、前回の本年３月11日の原子力規制委員会で既に各委員も説明を聞いておられると思いますが、私の考えを申し上げると、例えば、要求レベルの示し方もいくつもやり方があって、基準化、いわゆる規則で要求レベルを定めるというやり方。

それから、もう一つは、先ほどJEAGについての言及がありましたけれども、これはJEAGではないだろうけれども、例えば、ATENA（原子力エネルギー協議会）のような組織が達成水準をレポート化して、それを原子力規制委員会がエンドースするというやり方。

それから、３つ目、多分、これはあり得ないけれども、要するに、自由に任せるということで、これは多分、要求水準を示すという上では除外できるので、２つの要求水準の示し方があると思っています。

今度それをどう監視するか、ないしは確認するか、に３つぐらいありますかね。１つは許認可の対象とすると。それから、今回、事業者意見をいうと、これは自主（対策）でやらせてほしいという。

これは既に確か私は言及したと思いますけれども、中間のやり方はないかと。中間のやり方はいくつも工夫があるだろうとは思いますけれども、１つは、安全性向上評価、「FSAR」への記載、デジタル系とバックアップについて、安全性向上評価の報告書（安全性向上評価届出書）に記載することを明確に要求すると。この安全性向上評価、「FSAR」は、これは届出ですので、記載された事項そのものに関して強制力はないけれども、その記載内容を我々は見ていて、水準に達しないと思ったら、これは命令発出なりのやり方ができると。

ですから、許認可の対象とする、ないしは自主（対策）に委ねる、の中間の方法としてあろうかと思っています。これをどう進めるかというのを少し議論しておきたいのですけれども、御意見があれば伺いたいと思います。また、全く別の意見でも構いません。

○田中委員

今、更田委員長が言われたように、いろいろな考え方があるかと思うのですけれども、その辺、もう少し何か事務局と我々の方も整理して、議論するといいかなと思いながらなのですけれども、中間のやり方といったときに、先ほどJEAGとかATENAとか等々がありましたけれども、そういうところで本当にやってもらって、我々がそれをどう見るかという、そういうところをやるところについて、本当に彼らにその能力があるかどうかというのも重要な議論になってくるかと思うのですけれども、ATENAについては、１年ぐらい前にできたところであって、本当に能力については、今、見ているところもあるかと思うのですけ

れども、将来的にはそれも一つの方法だと思いますけれども、我々がどのように監視していくか等に、先ほどの中間的なところのときに、それが本当に見られるかどうかとか、彼らは本当にその能力があるかどうかというのも一つのポイントになってくるかと思うのですけれども、試行的にやってみるのはあるかも分かりませんが、そんな言い方は悪いですけれども、難しいところかと思います。

○更田委員長

いわゆる学協会レベルや、事業者団体の設けたレポートのエンドースをしている例というのは、旧規制当局時代も含めて例はありますので、それにあまりトピカルレポート等は最近あまり使われない制度になってしまったけれども、それはプラクティスはいくつもあります。

それから、主体に技術的な能力があるかどうかというよりも、レポートの中身はきっちりチェックをしますので、ある意味、基準を作るよりも、多分、そちらの方が時間が掛かるだろうなと思います、私は。自ら基準化してしまった方が早いのではないかと思っていますし、ただ、一方で、エンドースも、これは技術的に全く難しいことではないと私は認識をしています。

要求レベルの示し方、要求水準の示し方というのは、これは御意見があれば言っていただければと思いますけれども、これは私は基準化してしまえばいいのだろうと思っています。あくまで規制が要求している水準というのを示すのに、レポートを提出してもらって、そのエンドースというようなやり方を取らないでも、さっさと基準化してしまえばいいのではないかと思っています。

山中委員。

○山中委員

私も更田委員長と同じ考え方で、基準には取り入れる方向で、ただし、具体的にいつまでどんなことをしますかというのは、例えば、事業者の団体に提示をしていただいて、その先、どうそれを確かめていくかというのはいくつか案があるかと思うのですけれども、FSARのようなものに書いていただいて、検査で見ていくというような方法もあろうかと思いますし、（更田委員長から提示のあったエンフォースの仕方の）３つのうち１つ目の基準に入れるというのは、私もそれでいいかと思います。

○更田委員長

要求水準の示し方というのは、基準化するというのが一番明確だろうとは思うのですけれども、それは当然、パブリックコメントも経て、基準化して定めていく。ただし、基準適合のやり方としては、繰り返すようですけれども、許認可というやり方もあれば、要求水準は示されているけれども、その達成に関しては自主（対策）に委ねるというやり方もあるし、確認方法としてFSARを使うというやり方。

私はFSARを制度として育てたいと思っているので、そういった意味で、一つのやり方かなとは思っていますけれども。

もちろん、検査の中での確認、実態的な確認というのは、ただし、デジタル系は、検査で確認といっても、実働させてどうこうというものではないでしょうけれども、バックアップのハードワイヤー系等は検査で確認ができると思いますので､現場の確認というのは。ただ、設計や施工が確実になされているかどうかということに関しては、FSARでの記載でも確認できると思いますけれども。

ほかに御意見はありますか。よろしいですか。

そうしたら、今出た議論をまとめてもらって、改めて原子力規制委員会としてエンフォースの仕方について決定をしたいと思いますので、今日の議論の中身をもう一回資料に落としてもらって、改めて議論をしたいと思います。ありがとうございました。

３つ目の議題は、「『震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム』の検討結果を受けた事業者からの意見聴取結果及びこれを踏まえた基準の改正方針について（第２回）」。

これも本年３月４日に１回やっていますけれども、二度目になります。

説明は、森下原子力規制企画課長から。

○森下原子力規制部原子力規制企画課長

原子力規制企画課から森下です。

資料３－１に基づきまして説明いたします。

ただいま紹介がありましたけれども、本年３月４日の原子力規制委員会で一度、「震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム」（検討チーム）の検討結果を受けた対応について御議論いただきました。本日は、それに引き続きまして議論していただきたいというものでございます。

２．で論点を掲げておりますけれども、前回（今月４日）の原子力規制委員会で、まず１つ、（１）でございますけれども、「今後の地震動に関する知見収集について」論点の提起が更田委員長からございました。

具体的に申し上げますと、今回、原子力規制委員会が設置した検討チームで標準応答スペクトルを取りまとめました。この標準応答スペクトルにつきましては、下に注１（脚注の１）で書いておりますけれども、この検討チームの報告書（全国共通に考慮すべき「震源を特定せず策定する地震動」に関する検討 報告書)の中で､将来の課題といたしまして、中長期的な取組として、収集対象地震の地震動記録の分析、それから、定期的に標準応答スペクトルへの影響の確認を行っていくことが重要と述べられております。

この地震動に関する知見の収集の在り方について、整理する必要があるというのが１つ目の論点でございます。

具体的には、①でございますけれども、事業者に対して、将来、標準応答スペクトルの見直しの作業を求めるのかどうか。②ですけれども、事業者に求めるといたしましたら、この地震動の知見の収集、それから、標準応答スペクトルの見直しをどのような手段で求めるかということで、（②の中の）括弧（書きの中に）にいくつか考えられる手法を列挙