

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

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CCF³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

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)

ヤ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

前回委員会では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。

(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LOCA⁶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

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

① ABWR

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。

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、今回設置を求めてい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ありますが、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。

したがって、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をごさいますて、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ふことなのですからけれども、順序立てていふと、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。

○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点、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ふものもあるだろうし、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が、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、そこで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、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えますけれども、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、多重性なのだけでも、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が、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）として残しているというところがあるのでしょうかから、今回、それを要求しようという、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が、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ますと、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。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が、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る、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が、その辺、もう少し何か事務局と我々の方も整理して、議論するといいたいかなと思いたいのですけれども、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えます。

○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、レポートの中身はしっか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えます、私は。自ら基準化してしまった方が早いのではないかと考えていますし、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うだけだと思えますけれども、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考えています。

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のようなものを書いていただいて、検査で見っていくというような方法もあろうかと思えますし、（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えます。

○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っていますけれども、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、繰り返すようでは思いますが、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訂方針について（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