

## 第 37 回 計測制御検討会 議事録

1. 日 時： 2025 年 8 月 28 日（木） 10 時 00 分～11 時 40 分

2. 場 所： 一般社団法人 日本電気協会 4 階 D 会議室（Web 併用会議）

3. 出席者：（敬称略，五十音順）

出席委員：深澤主査(東京電力 HD)，長谷川副主査(日本原子力発電)，赤木(原子力エネルギー協議会)，  
安部(四国電力)，荒木田(日立製作所)，市川(北海道電力)，上山(関西電力)，内海(三菱重工業)，  
長田(東芝エネルギーシステムズ)，小田(富士電機)，加藤(東芝エネルギーシステムズ)，芝原(九州電力)，  
峠(三菱電機)，鳥谷部(日立 GE ベルバニュークリアエナジー)，中野(電源開発)，藤岡(中国電力)，  
森本(北陸電力) (17 名)

代理出席者：なし (0 名)

欠席委員：角木(中部電力)，須藤(横河リユーションサービス)，手塚(東北電力) (3 名)

常時参加：石井(原子力安全推進協会)，菅(原子力エネルギー協議会)\*1，熊谷(日立製作所)\*1，黒江(三菱電機)，  
小池(東京電力 HD)，白澤(三菱重工業)，杉本(東京電力 HD)，田口(関西電力)，西金(三菱電機)，  
兵藤(日立 GE ベルバニュークリアエナジー)，福本(元東芝エネルギーシステムズ)，堀江(関西電力)，  
佐々木(原子力規制庁)，酒井(原子力規制庁)，柚木(原子力規制庁)\*1，皆川(原子力規制庁)，  
今瀬(原子力規制庁) (17 名)

説明者：野村(北陸電力) (1 名)

事務局：上野，中山(日本電気協会) (2 名)

\*1：議題(2)より常時参加者として出席。

### 4. 配付資料

資料 No.37-1 原子力規格委員会 安全設計分科会 計測制御検討会 委員名簿

資料 No.37-2 第 36 計測制御検討会 議事録（案）

資料 No.37-3 暫定用語の定義

資料 No.37-4 Limerick 原子力発電所の調査結果サマリ

資料 No.37-5 重要度と複雑さのマトリクスの考え方について

資料 No.37-6 多様化設備におけるデジタル技術の多様性評価案について

資料 No.37-7 デジタル安全保護系に関する課題検討アクションプラン

資料 No.37-8 ワークショップ開催案内

### 5. 議事

事務局から，本検討会にて私的独占の禁止及び公正取引の確保に関する法律及び諸外国の競争法に抵触する行為を行わないことを確認の後，議事が進められた。

#### (1) 定足数確認（代理出席者・オブザーバ承認，議事次第・配付資料確認）

事務局より，現時点で出席者は 17 名であり，分科会規約第 13 条（検討会）第 15 項に基づく，決議に必要な委員総数の 3 分の 2 以上の出席となっており，検討会決議の条件を満たしているとの報告があった。その後，配付資料の確認があった。

#### (2) 委員の変更

事務局より，前回の検討会以降，安全設計分科会で新委員候補 2 名が委員として承認されたとの紹介があり，その後新委員による挨拶があった。

事務局より、下記3名の常時参加希望者の紹介があり、分科会規約第13条(検討会)第8項に基づき常時参加者として承認するかについて、分科会規約第13条(検討会)第15項に基づき、会議室挙手及びWebの挙手機能により決議の結果、出席委員の5分の4以上の賛成で承認された。

菅（原子力エネルギー協議会）、熊谷（日立製作所）、柚木（原子力規制庁）

### (3) 前回議事録の確認

事務局より、資料No.37-2に基づき、第36回計測制御検討会 議事録（案）について紹介があり、正式議事録とするかについて、分科会規約第13条（検討会）第15項に基づき決議の結果、特にコメントはなく、出席委員の5分の4以上の賛成で承認された。

### (4) 暫定用語の定義について

深澤主査より、資料No.37-3に基づき、暫定用語の定義について説明があり、今後の議論において用語を使用する際に留意して欲しい旨の依頼があった。

（主なご意見・コメント）

- ・ CGD(Commercial Grade Dedication)は CGI(Commercial Grade Item)ではないか。  
→ そのとおりである。
- ・ 一般的なV&Vとは、JEAG4609ではなくIEEE 1012のような大きな範囲を示すということでよいか。  
→ 全般的に検証と妥当性という言葉を使う場合は単にV&V、JEAG4609の話をしている場合はJEAG4609のV&V、IEEE 1012を指す場合はIEEE 1012のV&Vと明確化して欲しいという意図である。
- ・ 品質基準規則ではCGIは一般産業用工業品と定義しているが、それと異なるJEMAの定義を使用しているのはなぜか。合わせてもらった方が混乱がなくなる。  
→ 議論していく中で言葉が何を指しているのか分からないため、どのスコープで話をしているのかを補足してもらうことにより、ずれが生じないようにしていきたいという意図であり、これで恒久的に定義していくという意味ではないので理解いただきたい。

### (5) 海外動向調査の報告について

堀江常時参加者より、資料No.37-4に基づき、原子力安全推進協会の米国Limerick発電所訪問調査において情報収集した米国国内でのデジタルI&Cに関する最新動向について紹介があった。

（主なご意見・コメント）

- ・ デジタル設備間の多様性評価においては多様性の程度をどのように評価し判断基準をどうするかが最も重要であるが、NUREG/CR-6303の定性評価に加え、NUREG/CR-7007などの定量評価の手法がどのように使われているのか、ということについては調べたのか。  
→ 定量的な評価の中身までは教えてもらえなかった。
- ・ 今後、多様性の評価手法を確立するうえではそこがポイントになると思うので、もし追加調査の機会があれば、お願いしたい。
- ・ CIM間にCCFが発生しないことの説明に関してはいろいろな手法が実績としてあるが、Limerick発電所ではどのような形で申請しようとしているのか、また新たな論点がないか確認しているか。
- FPGAベースの装置でありCIM同士が通信を行っているものではないということと、非常に単純な構造であるということをよりどころに回答しようとしているとの発言があったので、単純な構造であるというところには、メーカーでのシミュレーションであったり全パス試験であったりといった要素が含まれているものと推察している。
- ・ いろいろな仕分け方について、DEGを用いて行っているということであるが、そのサブ文書とかも結構新しいものであり、それらを使ってよいということはNRCで議論されたりしているという話はあったのか。

- 米国国内の一般としてどういう立ち位置なのか、というところまでは調査はできていない。
- 定量的に示せる明確な基準については、まだ見えていないのが実情だと思う。
- ・ NRC の BTP 7-19 とかでも定量評価のパスを作ろうとしている中で、リスクインフォームドパスを使う時にこの辺りは使えるかもしれないというような話はしていると思うが、そのバックグラウンドが整備できるかといった懸念はあるものの、これを使わないとこの辺りが定量評価によりパスを作れないので、かなり詳しく見ないと分からないのではないかと感じている。
- NRC がどのような判断をするのかはケースバイケースであり、個々の審査のプロセスについては外に出さないで分からないが、日本の産業界としてどうするかということをお場で議論させていただきたい。
- ・ 日本では決定論的に見ていっているが、米国流に DEG を使うことになれば、リスク情報活用も視野に入ってくる気はするので、その辺りを検討していく中でどこまで見るのかは確認していきたい。
- PRA とかヒューマンリスクアセスメントについて国際的にも議論は進んでいるが、カルチャーの違いや基盤の違いもあると思うので、どこまで日本で取り込むかは慎重にいかないといけないと個人的には考える。
- ・ p.1 の「メーカーが違い品証体制が異なれば多様性が示されるのではないか」について、対象は何か。ソフトウェア全てなのか FPGA のようなものなのか。
- 資料とかで示されたわけではなく推測になってしまうが、会話の中で CPU ベース同士の多様性についてどう説明しているかについて質問したので、おそらく CPU ベースの多様性についての回答を得たと認識している。

#### (6) 重要度と複雑さのマトリクスの考え方について

小池常時参加者より、資料No.37-5に基づき、デジタル計測制御装置における重要度と複雑さの整理方針について説明があった。

(主なご意見・コメント)

- ・ 複雑さの定義について、ユーザがカスタマイズできるかどうかという視点で整理されているように理解したが、ソフトウェアの構造とか規模とか、ソフトウェアそのものが複雑かどうかという評価は必要ないのか。
- ソフトウェア自体の複雑さの話になると言葉で定義するのが難しいので、そこまで議論ができていないのが現状である。細かいところについては今後議論していく必要がある。
- ・ ソフトウェアの複雑さの評価は、ロジック演算の数や入出力点数のような規模だとか、動作を複雑にする要素としてタイマー回路のようなものがあるかどうかといったところをパラメータにするのかと思っており、ずいぶんイメージが違ったので、このような考え方を持ち込んだよりどころがあれば教えて欲しい。また、警報回路のようなものが一律に複雑さ低になってしまっているが、例えば警報監視盤であれば警報設定値の比較処理とか優先度処理のロジック処理等もあり、安全保護系よりもむしろ複雑ではないかと思えるので少し違和感がある。
- この警報設定器は単純な設定値だけに対して出すようなもので、今、言われたようなものは常用系コントローラーとかに含まれ、複雑さ高に入ると考える。
- ・ それであれば理解できる。
- ・ アメリカでは「デジタル装置の複雑性」と「故障時のプラントへの影響度合い」により管理を行っているとはあるのは、リスクを考えた確率論的なアプローチと理解した。それに対して日本ではなかなか PRA も難しいので重要度でやるということは、決定論的なアプローチでやるというように聞こえる。取り得る手法としてはそうなのかなと思うが、アメリカのアプローチをそのまま取り入れられないと言っているようにも聞こえる。重要度を重視する場合と確率を重視する場合とで取り扱う事象が全く異なるといったことを何回も見ている。CCF や多様性の議論の中で、これを前提とすることの意味が少し難しいように感じるが、どのように考えているのか。

- このマトリクスを作り、その後の品証をどうしていくかという段階であり、あまり CCF と関連しては考えておらず、JEAC4620 だとデジタル安全保護系で、特にアプリケーションの部分でデジタル計算機と言われている部分だけをフォーカスしたものになっているが、安全系だと MS2 のところまで議論をしなければいけないだろうと考え、マトリクスを MS3 まで一旦広げて、そのレベルに対してどういうことをやらなければならないかということを整理していくためのものである。まず最初は、安全保護系や MS1 のところに力を入れて進めるが、その成果を安全重要度が低いものにも展開していくといった議論の整理のためにこのマトリクスを作成した。安全保護系の中でも、それが壊れたとしても起因事象にもならないようなものもあるので、そのようなものを同じ規格で作ると同じ要求を課すことになってしまうので、そこに対して過剰な要求はせず、より重要なところに力を入れられるような規格にしたいと考えており、どう影響度が低ければグレードを下げていいといったようなところの議論は、今後しっかりしていかなければならないと考えている。PRA を使うのか、故障率を使うのかといったところまでは考えが及んでいないのが現状である。
- ・ アメリカのアプローチをそのまま取り入れられないかもしれないという前提で議論するということか。
- そのとおり。日本では設計の中ではまず重要度分類があり、近年になり PRA とかの確率論を取り入れながら大事なものに対してグレードアップをしようということになっており、それと齟齬があってはいけないので、今の全体の安全のグレーディングに合わせた中で線引きをしたいと考えている。基本的には決定論で整理をしていくが、その後詳細な分析により PRA とかの知見によりグレードが上がれば、それに相応する管理になっていくと考えており、決定論以外のものは全然考慮しないという意味ではない。大事なものは、フレームで決まった区分に対してどのようなコントロールやマネジメントをしていくかということなので、まずは大きなフレームワークとしてはこれで進めたいと考えている。マトリクスの横軸の複雑度については、エラーがどれだけ内在する可能性が高いかといった発生の程度を表し、縦軸の影響度については、エラーが起こった時にどれだけの影響度があるのかというグレード分けについて、日本に既にあるグレードの考え方をそのまま使用したいと考えている。今は 3 つに分類して線引きをしており、詳細な区分については、これから議論していきたいと考えている。
- ・ 考え方は理解した。
- 例えば、同じ設計や同じベンダーのモジュールが、MS1 の ECCS に使われていたり常用系で使われていたりする。それらは何が異なり、それらに対する管理は何を違えることが合理的なのかということ、よく考えなければいけない。そういう意味で、分類に当てはめていき、何が差別化できるか、何が共通なのかというところを整理していくのが我々の仕事だと思っている。
- ・ 複雑さが高いものについてはしっかりとしたものを作り、複雑さが低いものについてはリーズナブルな管理をすると思う。そのため、複雑さの高中低がリスクとは関係ないかもしれないといった気もしている。そのようなところもこの議論の中で考えていただきたい。
- 複雑さの概念については、例えば JEAG4609 の時代からあったと思うが、複雑さが高いものは単品特注品で専用を作り込んで、低いものは広く使われているシンプルなものを利用しようというイメージである。そのような物の見方を含め、複雑さというものがどのように定義されるのがまとまっていくものと考ええる。
- 複雑さ、重要度に加え、影響度ということが大事であり、複雑さは低いに影響度が大きいものを低としてよいのか、といったようなところを具体的に検討していくことになると思う。同じ検出器でも規模やどこに使うのかとか機能とかで影響度などが異なってくるので、それを定量的に確率的に評価するのは難しいかもしれないが、ある程度定性的なところから始めて、それらを具体化の議論の中で進めていくものと理解している。
- ・ 具体的な中身について議論しないと空中戦になってしまうと思われるので、例を挙げながら定義付けについてもブラッシュアップしていきたいので協力をお願いしたい。

## (7) 多様化設備におけるデジタル技術の多様性評価案について

小池常時参加者より、資料No.37-6に基づき、多様化設備におけるデジタル技術の多様性案について説明があった。

(主なご意見・コメント)

- ・ **Functional Diversity** や **Signal Diversity** を当面外すのは、今はプラットフォーム間での多様性を評価する段階だからということによいか。
- そのとおり。多様性が弱いという話になると、**Function** や **Signal** も異なるということも最終的には評価項目に入れて、これだけ多様性があるというところを示す必要があるのではないかと考える。そこにそれほど議論は必要ないだろうと考えるので、今回はプラットフォームにどれだけ多様性があるかというところを深堀するのはこの4つの項目ではないかと考える。
- ・ 理解した。心配したのは、これは国際標準的になっている6分類だと思うので、日本だけ除外したというのは適切ではないのではと思ったからである。
- 機能やシグナルが異なるということは、ある程度上の設計で決まっているので、それを前提としてその下のプラットフォームのところのダイバーシティを議論するということである。
- もともと機能的な多様性が本当に必要であれば、デジタルのプラットフォームの設計以前のプラント安全設計の中で多様性は確保されているはずなので、それを受けて下側の設備としては何を考え、さらに確実な多様性を持たせるのかということところが、我々として考えるポイントであると思っている。
- ・ プラント設計の多様性を持たせた部分に関して、ソフトウェアも多様性を持たせるのが理想だとは思う。
- ・ p.9「①異なる技術」、「②異なる製造業者のプラットフォーム」辺りから議論を始めるのか。
- この2つを主眼に多様性を示せば多様性が強いと言えるかというところを議論して、その他の項目も必要であれば加えるが、この2つをベースとして進めることを考えている。
- ・ p.9①に「CPU vs FPGA など異なる動作原理である場合」とあるが、CPU と FPGA は等価に代替し得るのか、CPU と FPGA とではできる範囲が異なるのではないかと考えていることと、動作原理というよりもCPU と CPU の多様性やFPGA と FPGA の多様性のようなことになるのであれば、②から始めるのではないかと考えるが、いかがか。
- 多様化設備は安全保護系全ての機能を作るわけではないので、おそらくCPU 対 FPGA で十分いけるのではないかと考えている。当面は②ということになるかもしれないし、①、②の組み合わせもあると思うが、詳細は今後議論していくことになる。
- ・ 全てを代替するつもりではなく、CPU と FPGA のどちらでも使えるような機能を中心に議論することであれば、自ずと議論していく設備とか機能が決まってくるようにも感じるので、そういうことを意図しているのかと思い、ここに書いている意図について質問した。
- 安全保護系の中で多様性を示すというものではなく、完全に多様化設備が安全保護系のコピーという訳ではないので、そのような限定した機能をFPGA で実現するというところを意図して、多様化設備として必要な機能をデジタル技術で実現する場合にどのような多様性を示せばよいのかというところのたたき台の資料になる。
- ・ 幅広く議論しようとするとう発散してしまうので、例えば、現在デジタル設備の多様化をアナログでしかできていないところにフォーカスを当てて議論するなどすると発散しにくいのではないかとと思う。
- 今回の議論のスタートはそこからである。
- いろいろなアイテムがある中で、多様化が明らかにあるだろうというところを挙げて、それに対して今ATENA でやっているCCF の要件書のようなところに、どう多様性を担保するのかということを定義付けていこうと思っているところである。その先で要件書をどう改定していくかというところを目指しており、まずは異なる技術、異なる製造業者のプラットフォームというものをどう定義付け、それに対してどう確認すれば認められるのかというところを今後、案出ししていきたいと考えている。
- ・ p.2 のようにある程度の機器の構成の図を描いて、多様性があるか、共通要因がないということを確認していくことが必要になってくると理解しているが、その場合、どこまで分解するかといった話が出ると思

っており、OECD/NEAのCSNIのワーキンググループリスクでデジタルI&Cのモデル化をしているのを見ると、非常に緻密な分解をしている国もある。どこまで分解してやるかは程度問題があるので、どの程度までやるかは早めの段階でコンセンサスさせないと難しいのではないかと考える。国際比較をした場合に緻密にやっているものも出てくるので、ここまでやらなくてもできるというロジックを組まなくてはいいけないような気がしている。

- 細かなところまでやる場合はコストの問題などもあり、上位のもっと分かりやすいところで分解できればコスト面からも分かりやすさの面からもよいのかもしれない。資料の項目2.において分かりやすいところは、○が付いている項目ではないかという議論であり、どの辺りを落とし所にするかというところがポイントではないかと考える。
- ・ 同じようなプラットフォームをいろいろなところに使うことを許容する代わりに、細かな分析をしっかりやってCCFの存在確率が少ないというふうに見る方法もあるし、一方で、上位の段階でここは絶対に違うものを使うと宣言してやるといったやり方もあるので、そういうことも含め、諸外国の事例とかも含めて、このようなアプローチであるとかのようになるということをしっかり整理しておかないと、後々議論になるような気がする。
- 資料No.35-5のように、どこにどういった物が作れるのかということを分類していく作業との組み合わせになると考える。
- グレード分けの中で明らかなところから固めていき、境界が難しいところはやはりそれは認められない、といったような形で段階的に進めていきたいと考えている。
- ・ 欧州が違うアプローチをとったりするので、それも参考になるのかなという気はする。
- リスク的なところで考えていき、安全に対するリスクとしてどうなのかといった評価になると考える。
- ・ 共通要因故障はデジタルの設備だけの場合、EMCや太陽フレアとかもあるが、この規格としては考えるのか。
- この資料はデジタルCCFの中のソフトウェア共通要因故障の資料になるので、ハードウェア的なことは記載していないが、資料No.37-5でマトリクスを作って要件を決めていくという中には、EMCに対する試験について、ここに分類されているものはこのレベルでやらなければならない、この機器はやらなくていいというようなところをグルーピングして、ハードウェア側はそちらで整理していくことになる。
- ・ 議論としてはそのように認識しているが、規格の改定はそれも対象になるのか。
- JEAC4620にもノイズの話はあるが、それを具体化する規格を新しく作るのかどうするのかは今後の議論になる。
- ・ 理解した。Equipment Qualificationもこの検討会のスコープになるのか。各メーカーで耐環境性を検証する社内プログラムにより確認したものを採用していると聞いているが、対外的な説明は聞いたことがなく、国際的には各国はすごい規格を作ったりしているので、そのようなものを日本でも整備されればいいと思うが、この検討会の活動には含まれているのか。
- 自社の規格があるので、それに基づいてプラットフォームの検証を各メーカーにしてもらっているが、多分PWRとも全然違うことをやっているし、それが規格化されているわけではない。
- 事故時耐環境試験の方法についてはJEAG4623があり、米国の323などをベースにして整理はされている。Environment QualificationのことでEquipment Qualificationは試験方法ではなく管理手法になる。
- ・ 熱サイクル試験や湿度サイクル試験やEMCなどの社内規格でやっているものを規格化してエンドースできればよいとの要望か。
- 例えば溶接については溶接規格があり、それがエンドースされており、それに従って社内手順を作成して認定している。溶接規格があることにより、日本の溶接管理はこうなっていて国が認めたものであるということになる。この設備に関しては、そのような要求事項が規制要求としてあるわけではないのでエンドースとかはそもそも現時点では規制委員会は考えていないが、そのような自主的な規格があり、それはもっと上位概念かも知れないが、それに従い各社で社内認定をしているというようになっていけば、皆さんが実施している技術的な共通的なことが分かるので、そのような体制、状況になっていけばよいと思っている。

→ 高経年化の分野では、電気計装設備の耐環境性能は、事業者では例えば 60 年の健全性評価をしており、審査基準の中にも環境認定試験に基づいて評価をするというのがあるので、その観点で見ているものがある。一方、高経年化を迎える前のプラントについては、我々も見っていないのが現状である。JEAG4623 があり、そのようにやっているのだろうと想像はしているが、この安全保護系の議論の中でも JEAC4620 の中に耐環境性能の話が出ているので、そことのリンクがどうなっているのかははっきり見えていないところがあるので、その辺りの整理がされると明確になると個人的には思っている。

- ・ Equipment Qualification の話か。

→ Environment Qualification の話である。同じ話であるが、特に Environment Qualification を例に挙げて話をしている。

- ・ それであれば、先程の JEAG4623 があり、専門の検討会でやっている。Equipment の方で、EMC とかの機器認定の方の話をするのであれば、プラットフォームの検討は計測制御検討会になる。JEAC4620 に性能規定ベースくらいを書いてあり、具体化は各社がマニュアルでやっているというような現状である。
- ・ 普通、EQ というと Equipment Qualification で、その中に Environment の耐震もノイズも入る。米国の制度や EPRI のガイドラインでは、それを一連で試験をするようなやり方が多くあるが、日本は環境に対するケーブルの劣化とかはかなり深掘りをされていて Environment Qualification という言葉が一本立ちしているところがあるが、その辺りの事情のギャップにより思いの齟齬とかが生じるのではないかと思う。EMC は今議論しており、耐震はかなりリジッドなやり方でやっていると思うので、その辺りが体系化された形でどうなっているのかが見えるとよいという要望であると理解した。

#### (8) スケジュールについて

深澤主査より、資料No.37-7に基づき、次回12月の検討会に向けての進め方について説明があった。

(主なご意見・コメント)

- ・ 特になし。

#### (9) Battery Testing and Transmission System Validationワークショップ開催について

佐々木常時参加者より、資料No.37-8に基づき、Battery Testing and Transmission System Validationのワークショップ開催について、各社の関係部署への周知依頼があった。

(ご意見・コメント)

- ・ Transmission はバッテリーを使った電源のトランスミッションという理解でよいか。

→ Battery は原子力発電所の中の安全系の蓄電池で、Transmission は外部電源系統の安定性の話である。

以 上