

第 44 回 安全設計分科会 議事録

1. 日 時 2019 年 10 月 23 日 (水) 13:30~16:10

2. 場 所 (一社)日本電気協会 4 階 A, B 会議室

3. 出 席 者 (敬称略, 委員五十音順)

出席委員: 古田分科会長(東京大学), 牛島幹事(関西電力), 井田(中国電力), 上村(東京電力HD), 内海(三菱重工業), 大木(早稲田大学), 大谷(電源開発), 小倉(ウツエハルブサービス), 鎌田(原子力安全推進協会), 此村(元福井大学), 佐々木(日立GEニュークリア・エナジー), 神保(三菱電機), 鈴木(慶)(東京都市大学), 立松(電力中央研究所), 富田(原子力安全システム研究所), 中川(四国電力), 南保(北海道電力), 西(電力中央研究所), 長谷川(北陸電力), 牧原(九州電力), 松本(中部電力), 三村(東芝エネルギーシステムズ), 村上(長岡技術科学大学), 森川(東亜ハルブエンジニアリング), 山野(日本原子力研究開発機構), 吉川(京都大学名誉教授) (26名)

代理委員: 浅原(電気事業連合会, 金井代理), 田澤(富士電機, 大橋代理), 中條(日本原子力発電, 大山代理), 松藤(東北電力, 高橋(和)代理) (4名)

常時参加: 河合(原子力規制庁), 今瀬(原子力規制庁) (2名)

説明者: (いずれも計測制御検討会メンバー) 遠藤主査(東京電力 HD), 加藤委員(東芝エネルギーシステムズ), 小山委員(日立 GE ニュークリア・エナジー), 原委員(日立製作所), 小山田常時参加者(東京電力 HD) (5名)

欠席委員: 井口(名古屋大学), 宇根崎(京都大学), 五福(岡山大学), 杉本(元京都大学), 高橋(清)(東京大学), 宮口(IHI), 守田(九州大学), (7名)

事務局: 三原, 平野, 大村 (日本電気協会) (3名)

4. 配付資料

資料 No.44-1 第 43 回安全設計分科会議事録 (案)

資料 No.44-2-1 原子力規格委員会 安全設計分科会 委員名簿

資料 No.44-2-2 原子力規格委員会 安全設計分科会 検討会委員名簿 (案)

資料 No.44-3-1 安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する規程/指針 (JEAC4620/JEAG4609) 改定検討概要

資料 No.44-3-2 (第 41 回安全設計分科会) JEAC4620/JEAG4609 の改定案に関する書面投票のコメント対応

資料 No.44-3-3 JEAC4620-20XX 「安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する規程」改定案 新旧比較表 Rev.18

資料 No.44-3-4 安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する規程 JEAC4620-20XX

資料 No.44-3-5 JEAG4609-20XX 「デジタル安全保護系の検証及び妥当性確認 (V&V) に関する指針」改定案 新旧比較表 Rev.16

資料 No.44-3-6 デジタル安全保護系の検証及び妥当性確認 (V&V) に関する指針 JEAG4609-20XX

資料 No.44-4-1 安全機能を有する計測制御装置の設計指針 (JEAG4611) 改定検討概要

(中間報告)

資料 No.44-4-2 JEAG4611-20XX「安全機能を有する計測制御装置の設計指針」改定案
新旧比較表 R8-3

資料 No.44-4-3 JEAG4611-20XX「安全機能を有する計測制御装置の設計指針」改定案
資料 No.44-4-参考 JEAG4611 の改定案に関するコメントと対応 R7-3

5. 議事

事務局より、本分科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周知の後、議事が進められた。

(1) 代理出席者の承認、会議定足数の確認

事務局より代理出席者 4 名を紹介し、分科会長の承認を得た。委員総数 37 名に対し、定足数確認時点で出席者数は代理出席者を含めて 30 名であり、会議開催条件の委員総数の 3 分の 2 以上 (25 名以上) の出席を満たしているとの報告があった。続いて、本日の説明者の紹介があった。さらに、配付資料の確認を行った。

(2) 前回議事録の確認

事務局より資料 No.44-1 に基づき、前回議事録(案)の紹介があり、承認された。

(3) 分科会委員、検討会委員の交替

1) 分科会委員の交替【報告】

事務局より資料 No.44-2-1 に基づき、委員の交替について報告と紹介があった。

9 月 24 日第 72 回原子力規格委員会にて、下記 3 名の委員就任が承認された。

長谷川委員(北陸電力)、牧原委員(九州電力)、大山委員(日本原子力発電)

2) 検討会委員の交替【審議】

事務局より資料 No.44-2-2 に基づき、新委員候補 2 名の紹介があり、挙手により承認された。

耐雷設計検討会

小澤 委員(中部電力) → 光岡 新委員候補(同左)

藤原 委員(日立 GE ニュクリア・エナジー) → 福田 新委員候補(同左)

(4) 規格案の審議

1) JEAC4620「安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する規程」改定案及び JEAG4609「デジタル安全保護系の検証及び妥当性確認(V&V)に関する指針」改定案【審議】

遠藤計測制御検討会主査他より、資料 No.44-3-1～3-6 に基づき、JEAC4620/JEAG4609 の改定案について説明があった。

○第 41 回安全設計分科会に上程し、書面投票の結果、可決されたが、コメントが 46 件と多数であったため、再度審議のうえ、規格委員会に上程したい。

○改定のポイント：①技術評価書上の条件及び要望事項、②新規制基準上の安全保護系への要求

事項, ③最新の関連海外規格の調査, ④運転経験, トラブル情報からの反映事項

検討の結果, 10月24日(木)から11月6日(水)の期間で書面投票を行うこととなった。

(主な意見・コメント)

- ・コメント G17で, ソフトウェアツールとは具体的に何を想定しているのか。
→メンテナンスや現地で改造に使うツールが対象と考えている。
- ・本体のソフトと整合性を取る必要はないか。バージョン管理は変更管理であるべきと考える。
→V&Vとは別に, 通常の品質保証活動の変更管理で管理する。ツールの中のソフトウェアの管理はデジタル安全保護系のアプリケーションに要求される部分とは違うレベルの他のソフトウェアと同じ管理をする。そこはJEAC4620のソフトウェア構成管理の方に記載している。
- ・資料 44-3-5 P11 解説-8 V&Vで, シミュレーションプログラムの作成では, ベリフィケーションはソフトのデバッグ, バリデーションは, 例えばそのソフトがシミュレートするための何かの実験があつて, その実験との照合で現実問題をソフトが具現化できていることを確認するという解釈をしている。ソフトウェアを(1)~(4)で作って, それをハードウェアに付けて動作させた時に正しく動くかを確認することが妥当性確認であるとする, 教科書等のバリデーションの意味と異なる。
→理解はその通りで良い。妥当性確認はハードウェアとのセットで機能確認をするというところでやってきており, そこをそのまま反映したという形をとっている。
- ・シミュレーションソフトの作成を行っている人が使用する用語と, 微妙に違う気がする。混乱するおそれはあるが, その時には教育するとのことであれば, それで良い。
- ・C-24で, 地震がプラントにきた場合, それによって起こるプラントの挙動は燃料の許容設計限界を超えないように終息させるよう, デジタル安全保護系ががんばるとの主旨になっている。仮にそう読めると, 実際の設計よりはかなり厳しい。基準地震動がきた場合, 燃料の許容設計限界に収まるということではない。もう少し配慮してはどうかと考える。
→原子炉停止系またはその他系統と合わせて機能することで, その他系統と合わせて機能するという条件を入れている。燃料要素の許容損傷限界を超えないというのは運転時の異常な過渡変化時において超えないことを言うと解説で限定させて, 地震時の要求では必ずしもないことを記載した。安全設計指針検討会とも議論して, あまり良い案がなかった。
- ・意図は理解した。文案を思いついたら連絡する。
- ・資料 44-3-3 P17 「多様性」を明確にしたい。留意事項「原子炉設置者が~デジタル安全保護系とは多様性のある設備を設けることが推奨される」との記載で, 主旨は理解したが「多様性」を使うとデジタルとデジタルではないものとのセットであり, 「デジタル安全保護系とは」とすると, 誤解を招く。デジタルと別のものと両方セットで安全保護系として準備することが推奨されるが要求事項ではない, それくらいのニュアンスではないか。
→位置付けとして, デジタル安全保護系には含まないと考えており, 留意事項としている。
- ・「とは多様性のある」という日本語がおかしいと考える。多様性として, 原理が違うという意

味で使っているかと考えるが、一つの設備の中の a パートと b パートというニュアンスになるので、用語の使い方として見直していただきたい。例えば、デジタル安全保護系に加えて、別の原理で動くものを付け加えることが推奨される等が、日本語として適切と考える。

→拝承。

- ・資料 44-3-5 P3 序論 2 段落目「設計製作プロセスにおいては基本的な原子力品質保証活動がなされるべきであるが、その要求事項は本指針の対象外である。」では、V&V 活動に関して品証をやらなくて良いと読めなくもない。「設計製作プロセスにおいては一般の品証活動が適用されるので、本規定ではそれを定めているものではない」の方が良い。

→拝承。

- ・資料 44-3-5 P12 解説-8 ⑦, 2008 年版の⑦が削除され、ハードウェアに対する要求で、ソフトは関係ないから削除とある。V&V の 2 つ目の V はきちんと動くことの確認との説明であった。ハードに入れた時の確認であれば、⑦を削除するのは説明と整合していないのではないか。

→JEAC4620 でハードウェアについて、環境性を要求しており、包絡できる。今回、主眼はソフトウェアで、当然最後にハードウェアと組み合わせて機能確認するが、あくまでロジックについての確認であって、耐震性や耐環境性等のハードウェアに対する性能については JEAC4620 で指定して、通常品質保証活動の中で確認していくという位置付けで考えている。

- ・2 つ目の V は、ハードに入れて動くとの確認ではなく、ロジックが再現されている確認とのニュアンスになると思う。V&V という言葉は業界により使い方が異なるので、委員の中で認識を合わせるのに苦労しているように思う。全体で整合が取れるように、上程時に説明すると良い。

→拝承。再度検討する。

- ・資料 44-3-6 P6 体制で、V&V 実施者の技量の記載が追加されているが、原設計に携わった者と同等以上の力を有するものでなくても良い場合がある。その組織等が力量を認めたものが行うというような記載に変更されたい。

→原設計に携わった者と同等以上、というところを見直す。ある程度専門性は必要であるため、何も要求がないように読めるのは問題という認識で、今回専門性を記載したもの。

○まとめ

- ・前回書面投票のコメント反映の結果、編集上の修正以外の変更があったと考え、再度書面投票を実施する。再投票であり、期間は 2 週間とする。本日のコメントを反映した表現の修正は、基本的に合意されているので、書面投票の後の最終案とする段階とし、一任いただきたい。
- ・上記条件にて、書面投票への移行について、挙手にて決議し、承認された。

○今後の手続

- ・書面投票期間；10月24日（木）～11月6日（水）

- ・ 書面投票の結果，可決の場合，規格委員会に上程。規格委員会までの編集上の修正は分科会長に一任。規格委員会の書面投票の結果，可決の場合，2 ヶ月間の公衆審査に移行。公衆審査開始までの編集上の修正は規格委員会の委員長，副委員長，幹事（3 役）に判断を一任。公衆審査の結果，意見提出がない場合には成案，発刊準備に移行。編集上の修正が意見として出た場合には規格委員会の3 役の判断により，編集上の修正を承認して，修正内容を委員に通知して，発刊準備に移行。編集上の修正を除く修正がある場合には別途審議。公衆審査で意見がなく，発刊までの編集上の修正については，出版準備の範疇として，分科会の責任で修正。
- ・ 明日 10 月 24 日に，事務局から投票用紙と対象規格改定案を送付する。

(4) 規格案の中間報告

1) JEAG4611「安全機能を有する計測制御装置の設計指針」改定案【中間報告】

遠藤計測制御検討会主査より，資料 No.44-4-1～4-3 に基づき，JEAG4611 の改定案について説明があった。

○改定目的

- ・ 規制要求，海外関連規格等を調査・検討し，必要な事項を反映する。
- ・ 改定作業中の電気・規格装置の重要度分類指針 JEAG4612 や運転経験，トラブル情報を確認し，必要な事項を反映する。

10 月 24 日（木）から 11 月 25 日（月）までの期間で意見募集を行うこととなった。

(主な意見・コメント)

○適用範囲

- ・ 資料 44-4-2 新旧比較表 P7 適用範囲の変更理由で，重大事故等対処設備以外でも適用範囲が少し変更になっているが，その背景を説明いただきたい。
- 放射線モニタリングの部分について除外とし，放射線モニタリングの指針で記載していた。今回，放射線モニタリングの指針検討会から，放射線監視装置も適用範囲にするよう要望があり，また設計要求事項はこちらで問題ないとし，除外を削除した。ただし，放射線モニタリングの要求はモニタリング指針で，計測装置の要求事項はこちらも見ていただくという形にしたい。

○耐環境性

- ・ 資料 44-4-3 P10, 11, 12 耐環境性の要求事項で，prevention（以降 P と略す）段階ではそれほど気にしなくても良いが，mitigation（以降 M と略す）段階に入ると，環境条件が変わってくる。M となり燃料が溶け炉心周りの計装系は大半が作動しない等の時に，だめでないよう設計することを要求しているのか。
- M への要求として，SA の環境条件に耐える計装装置を入れるというのが要求である。
- ・ 計装系の判断は設計側で行うとすると，M の時の設計条件は P と同じで良いか。7 では P と M とを分けているが，8 では分けていない。設計者は M の環境条件を決めかねるのではないか。
- 基本的に計器により環境は変わるので，設計基準時も同じである。要求事項として分けて書く必要はない。表-5 で P と M の欄を分け，耐環境性は両方当てはまるので両者「○」で，重大

事故防止設備に合う環境を加味して設計することが、本指針の要求事項である。

・指針では、環境がどういうものかは決めず、指示しないのか。

→そこまでは指示しない。

・SAのMの環境は、DB、SAのPとは異なる。そちらは環境条件が大きく変わることはない条件での設計要件であるが、SAのMは全く異なる環境になりうる。そこを記載しないと、厳しい設計要求になる。設計者はあらゆることを想定して、それに耐えられるように作るという要求になる。

→耐える設備を入れるのが基本的な考え方で、これまでもそのような設計をしてきている。

・そうであれば、福島第一の事故時には電源が落ちたからということで、電源があればいろいろなパラメータが取れた、そういう設定になっていたのか。

→重大事故等対処設備として要求される計測制御装置については、その環境で機能する性能を持つというのが、今まで制定してきたものになる。

→DBAも基本的に同じで、想定する事故に対して使用する計測器は、その環境条件に耐えなければならない。今回、SAが規制化されたが、基本的に同じである。想定する重大事故はいくつかの種類がある。そこで使われるものについて、想定される環境条件に耐えるという要求を課するのが主旨である。その課し方は、従来の考え方も今回のSAの考え方も特に変わりはない。

・SAのPとMが決定的に違うのは、環境条件が決められない点にある。DBでは結果が厳しくなるパラメータを設定して、それが最大になるように、その手前の部分の保守性を担保していく考え方がある。しかし、SAでこの方法を取ると、結果が非常に大きくなってしまいか、あるいは、本来運転員に伝えなければいけない実現象の流れが、保守性を入れたシミュレーション結果と異なるという可能性も出てくる。Mの耐環境性をどのような考え方で設定するかを詰めておかないと困ると考える。

→資料44-4-3 P53は、シナリオや機能をどういう時に要求されるかを、新規基準の適合性審査やJEAG4612を踏まえて整理したものである。要求されるパラメータが下に整理されており、「●」がついた中で一番厳しい環境のものが満足するという設計になると思っている。これまでのやってきたことを踏まえて決められるとの認識である。

・今発言した危惧は、気にしなくても大丈夫という理解で良いか。

→重大事故等対処設備として要求されているものについて、Mに必要なものはMで耐えるものを準備するということである。

○監視パラメータ

・別表3において、SAのM、クラス1で定義されているものに、炉心注水、格納容器スプレイ注水機能がある。この時、原子炉水位を見ないが、それで良いか。

→例えば、Mの復水移送ポンプの水位に関して、原子炉水位を直接見る手段ではなくて、他の手段で水位を推定するという使い方をするのが、基本的なシナリオとなっている。

→Mで炉心を冷却する機能は格納容器側に移行するので、格納容器側の重要度を上げるべきとの議論があった。見るべきは原子炉水位ではなくてペDESTALへの注水量等のパラメータになる。

・SA機器の重要度分類で議論をしている時に本指針が出てきているが、整合がとれているのか。

→上流側の考え方が決まると、計測制御の「●」の位置が変わる。

・審査シナリオで使う機器については、全てを包絡された状態で整理している認識で良いか。

- その通りである。新規制基準の適合性審査の結果も踏まえて、JEAG4612も議論中との認識のうちで、途中経過で反映をした。今後、修正する部分が多々あると認識している。
- ・計装設備は安全系の設備に附帯するもので、計装系独自に重要度を決めないことで良いか。
- 従来のJEAG4612とJEAG4611の関係と変わっていない。上流側の分類により、計測制御設備が直接作動系は同じクラス、情報提供系であればクラスは一つ下がる。
- 資料 44-4-3 P34 (1)で、事故時プラント状態把握のために、DBA の事故時の監視のパラメータとして、機器には付随していない運転員の動作のためのパラメータがある。その下に、SA 時を追加した。機器附属とは別に、運転員の判断やプラントの傾向監視のため、SA 等のプラント状態把握のためのパラメータを附属させている。検討しながら追加していきたい。
- ・M になると情報系はランクが下がるのではなく、ランクを上げなければいけない。クラス 1 の M で緩和系を動かすための判断は運転員がするが、その判断は系から上がる情報に基づく。
- ・P は炉内で、壊れたら格納容器に移り、その機能を担保すれば良い。そう理解をした。M では原子炉等の情報、例えば燃料の溶け方、放射線量の上昇、それらは重要な情報である。
- 実際の機能に対して、必要な監視はシナリオベースで整理をしている。重大事故時に、炉心損傷になったら、要求は格納容器で対処するために必要なパラメータである。
- ・例えば、M では水位計が使えない時、例えば、電離箱等で線量を測定し、燃料が裸であれば線量が上る。設計側で何を測るかはっきりしないと決められない。設計側に任せるのであれば、そういう記載にする必要がある。
- 新規制基準適合性審査で、シナリオは議論されている。それを踏まえて、JEAG4612も整理されている。その下で計測制御装置も整理していくという認識である。
- ・現状、系統に対して計装機器を紐づける形で、全てを整理しているが、SA を考えたとき、シナリオに対して何をするかを見て、計装機器を紐付ける整理が適切である。
- ・資料 44-3 P53 別表 3 これは、JEAG4612 で分類される前に、JEAG4611 側で議論していた、国プロで議論していた内容で、表では左から右に流れていくのが、事象の進展、重大事故が進展している状態である。最初は炉を冷やし、燃料破損後は RPV を守る、RPV が壊れたら PCV を守る、として、左から流れている。
- ・多岐に亘る SA シナリオの包絡性についての御指摘があったが、JEAG4612 の側から補足すると、有効性評価で要求されている代表的なシーケンスグループが、PWR, BWR で 10 個ずつ程度あり、基本的には、起因事象、事象進展及び終状態（炉心損傷、格納容器破損等）の類似性をグループとして整理、評価しており、重要かつ代表的なシナリオについてはある程度包絡していると考え。因みに詳細な SA シナリオを同定するためには SA 解析と PRA を連成した動的 PRA 等の適用が必要になる。サポート系である計装設備に対しては、当該系に対する直接関連系、間接関連系としての従属性で重要度を対応させている。これら当該系、関連系の整合性については、検討会レベルで必要に応じて合同会議を開催し、情報共有等を行っている。
- ・資料 44-4-3 別表 3 は、国プロの成果もあって出来上がったものに、検討中の JEAG4612 の当てはめたということであるが、プラントの状態で、炉心損傷防止対策の段階と格納容器破損防止対策の二つの段階に対して、目的が確認と操作項目をシーケンスにおいているものがあって、

確認について、各機能に対応して重要度クラスが割り当てられているものに対応する計測とどういう位置づけにあると理解すれば良いか。ここが分かると全体の理解が進むと考える。
→確認は原子炉の状態や格納容器の状態が把握できるパラメータをまとめている。現状を確認するためのパラメータを、内容に応じて「●」を付けている。

・資料 44-4-2 P13 比較表の用語の定義に、主要パラメータ、代替パラメータ、補助パラメータがある。その解説を受けた形で解説-3(3)に、特に重要なパラメータとして、温度、圧力、水位及び流量に係るものについて、代替計測ができるものとして可搬型計測器が記載されている。別表 3 では、炉心の損傷防止対策から格納容器の破損防止対策に至るパラメータが列記されていて、原子炉水位や圧力がある。主要、代替、補助パラメータの概念が関係しているか。
→設計要求事項として切り分けていない。主要でも、代替でも、同じだけの要求を課している。
・「●」が残っているところは、主要パラメータと捉えているのかと考えた。代替という定義は故障した時に他で推し量ると考えた。主要パラメータが整理され、それらがダメなときに、他で推し量ることもできるのではないか。そういう理解をしたが、それで正しいか確認したい。
→別表 3 は主要パラメータで整理したという理解で良い。ただし、代替のレベルは、主要パラメータの代替が他の主要パラメータであったりしており、グレードを下げるとはなっていない。
→新規制基準適合審査で、代替パラメータの設計を下げるという議論にはなっていない。あまり整理できていない部分で、今後考えていきたい。

○溢水防護

・資料 44-4-3 P13(6)で、溢水発生の場合、機能が達成できるとは言いすぎかと考える。これは、多重性、多様性でカバーしている等の言い方となる。
・DBA も、新規制はハザードに対する要求は厳格になっているので、溢水と火災と例えば他のハザード、それに対してどうかを DB 以外にも追記するのを考えたら良いかと考える。
→拝承。

○操作のためのパラメータ

・別表 3、格納容器破損防止対策欄の確認で、運転員の判断に必要なとするデータを提供する。最低限ここを知れば、操作項目の判断ができるという表になっているとの理解で良いか。
→「●」がついているものを踏まえて、判断して操作するということである。
・状況把握のパラメータをだれが設定するのか。別表 3 は一例で、設計者が判断するのか。
→設置許可、シナリオや技術的能力で使えるパラメータの議論は既にされている。これは例で、全部は網羅していない。上流を踏まえて、確認項目、必要なパラメータを整理していく。
・設計者の目線の表はできている。ただし、運転員に必要なものを抽出しないと役に立たない。
→規制要求も同じで、網羅するように設計していく。
・別表 3 格納容器破損防止対策の確認の欄で、そういう視点が分かる表にすべきである。確認の欄で判断がある程度できて、その結果として右に行く流れでないと実際には使えない。
→JEAG4611 で書くかどうか、議論させていただいた方が良い。上流の要求に沿って必要なパラメータは決まるので、全部でこれだけとは言いきれない。必要なパラメータを全て言及するのは難しい。本文側で上流要求を踏まえパラメータを設定することになると考える。

○まとめ

- ・ JEAG4612 との関係が大きく， JEAG4612 の議論をにらみつつ，作成することとなる。
- ・ 12月25日開催の第73回規格委員会に中間報告を行い，その意見も踏まえて改定を進める。
- ・ 10月24日，事務局からコメント依頼を委員に送付する。ご意見等を事務局に連絡いただきたい。期間は10月24日（木）から11月25日（月）のほぼ1か月とする。

(5) その他

- 1) 次回分科会：別途調整とした。

以 上