

デジタル安全保護系関係規格技術評価書案に関する確認事項及び要望事項

2022年10月17日

北海道電力株式会社
東北電力株式会社
北陸電力株式会社
東京電力ホールディングス株式会社
中部電力株式会社
関西電力株式会社
中国電力株式会社
四国電力株式会社
九州電力株式会社
日本原子力発電株式会社
電源開発株式会社

<技術評価書案該当箇所>

P.18 33～38行目

4.1.1 過渡時、事故時及び地震時の機能 (4) 変更点以外の評価

同規程における「デジタル計算機」(原子炉停止系及び工学的安全施設作動系の演算・論理回路)に対する要求事項を「デジタル安全保護系のデジタル化された演算・論理処理部」(核計装・放射線計装も含む安全保護系全体)に適用することとし、同規程(解説を含む。)における「デジタル計算機」は、「デジタル安全保護系のデジタル化された演算・論理処理部」と読み替える。

<要望事項①>

- 「デジタル安全保護系のデジタル化された演算・論理処理部」の対象範囲を明確化する観点から、以下のような注釈を追加して頂きたい。
 - ・デジタル安全保護系のデジタル化された演算・論理処理部 (※)
- (※):核計装・放射線計装・温度計装を含む安全保護系に使用される電子計算機の内部において、検出器から入力された電流/電圧信号またはリレーから入力された接点信号等処理する、デジタル化された設定値比較回路、多数決論理回路、または作動(起動)回路を実装した部位
- または、「デジタル安全保護系のデジタル化された演算・論理処理部」を「デジタル安全保護系の電子計算機」と修正したうえで、以下の注釈を加えてはどうか。
 - ・デジタル安全保護系の電子計算機 (※)
- (※):同規程(解説を含む。)が定めるデジタル計算機に加えて、核計装・放射線計装・温度計装の電子計算機を含む

<確認事項②>

- 「デジタル安全保護系のデジタル化された演算・論理処理部」における「演算・論理処理部」への要求事項について、以下の認識でよいか。
 - ✓ デジタル安全保護系の各設備に対する品質保証活動については、各々の保安活動の重要度に応じて適切な方法を適用すればよく、保安活動の重要度が特に高い「演算・論理処理部」のアプリケーションソフトウェアについては、V&Vが適用される。
 - ✓ 現場検出器や信号入出力カード等の内部に実装された組込回路（変更可能なアプリケーションソフトウェアを有さず、ソフトウェア変更できない一般製品のため、製品一式として品質管理するもの）については、従前の運用どおり、今後もソフトウェアとしては扱わず、ソフトウェアのライフサイクル管理、ソフトウェア変更管理、V&V及び不正アクセス防止の対象外としてよい。

<技術評価書案該当箇所>

P.18 33～38行目

4.1.1 過渡時、事故時及び地震時の機能 (4) 変更点以外の評価
同規程における「デジタル計算機」(原子炉停止系及び工学的安全施設作動系の演算・論理回路) に対する要求事項を「デジタル安全保護系のデジタル化された演算・論理処理部」(核計装・放射線計装も含む安全保護系全体) に適用することとし、同規程(解説を含む。)における「デジタル計算機」は、「デジタル安全保護系のデジタル化された演算・論理処理部」と読み替える。

<確認事項③>

- 読み替えに伴ってJEAC4620の適用範囲が拡大することとなるが、「炉規則別表」並びに「設計及び工事の計画に係る手続ガイド」の変更はないと理解してよいか？(既工認本文のうち、要目表の変更はないと理解してよいか?) 次頁の補足参照。
- 上記理解が異なり、申請範囲が拡大された場合、安全保護系のデジタル適用状況に応じて要目表や基本設計方針にアナログ/デジタルを明記する必要があるのか？(現行の要目表や基本設計方針は、「設計及び工事の計画に係る手続ガイド」の「安全保護系の論理演算機能(作動(起動)回路)」を除き、アナログ/デジタルを明記した記載とはなっていない。)

現状の適用範囲	今後の適用範囲（想定）
<p>技術基準規則 3 5 条の適用範囲</p> <p>デジタル特有のJEAC4620要件の範囲※</p> <p>設工認対象</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>① 原子炉停止系及び工学的安全施設 作動系のデジタル演算・論理回路</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>② 原子炉停止系及び工学的安全 施設作動系の演算・論理回路以外の デジタル演算・論理回路 (BWRの核計装等)</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>③ 安全保護系の現場検出器や信号入 出力カード等の内部に実装された組込 回路等</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>④安全保護系のアナログ回路</p> </div>	<p>技術基準規則 3 5 条の適用範囲</p> <p>デジタル特有のJEAC4620要件の範囲※</p> <p>設工認対象</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>① 原子炉停止系及び工学的安全施設 作動系のデジタル演算・論理回路</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>② 原子炉停止系及び工学的安全 施設作動系の演算・論理回路以外の デジタル演算・論理回路 (BWRの核計装等)</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>③ 安全保護系の現場検出器や信号入 出力カード等の内部に実装された組込 回路等</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>④安全保護系のアナログ回路</p> </div>

※:JEAC4620-2020の「4.16 自己診断機能」、「4.17 ソフトウェアの管理外の変更の防止」、「4.18 不正アクセス行為等の被害の防止」及び「4.19 品質保証」

<技術評価書案該当箇所>

P. 29 30行目～P.30 19行目 (表 変更点以外 ① 4.16 自己診断機能)

4.1.1 過渡時、事故時及び地震時の機能 (5) 適用に当たっての条件

デジタル安全保護系は、各チャンネル独立に適切な周期で実施される自己診断機能を有する設計とすること。また、自己診断機能によりデジタル安全保護系のデジタル化された論理・演算処理部の異常を検知した場合には、当該処理部の異常を運転員へ告知する設計とすること。自己診断機能は、故障を早期発見することができるため、従来のアナログの安全保護系でも実施されている故障進展後の警報及び定期的な試験による健全性確認に加えて、システムの信頼性を更に向上させるのに有効な一手段である。自己診断機能によりデジタル安全保護系のデジタル化された演算・論理処理部の異常が検出された場合には、運転員が適切な措置をとれるよう、警報等により運転員へ告知する。さらに、自動で、当該チャンネルを動作状態又はバイパス状態にすることもある。自己診断の例として、ウォッチドッグタイマ、パリティチェック、送受信信号の誤り検出、ソフトウェアによるチェック等がある。

<要望事項④>

- 要望事項①及び②にも関連するが、デジタル保護リレー等の計器単品には、自己診断による警報機能は無く、改造も困難である。そのため、「デジタル化された論理・演算処理部」の対象でないことを明確にして頂きたい。

- 「論理・演算処理部」と「演算・論理処理部」について用語が統一されていないため、「論理・演算処理部」に用語を統一して頂きたい。

<技術評価書案該当箇所>

P.28 36行目～ P.29 6行目

4.1.1 過渡時、事故時及び地震時の機能 (4) 変更点以外の評価

③ アンアベイラビリティと誤動作率

ある装置に技術基準規則第35条第1項の「運転時の異常な過渡変化が発生する場合又は地震の発生により発電用原子炉の運転に支障が生ずる場合において、原子炉停止システムその他システムと併せて機能することにより、燃料要素の許容損傷限界を超えないようにできる」ためのデジタル化された演算・論理処理が適用されているのであれば、これに必要な全ての要素を含めて評価するよう見直すことを要望する。また、「(解説-4) アンアベイラビリティ及び誤動作率の評価」は、ハードウェア構成要素にソフトウェア構成要素を加味するような表現になっていることから見直すことを要望する。

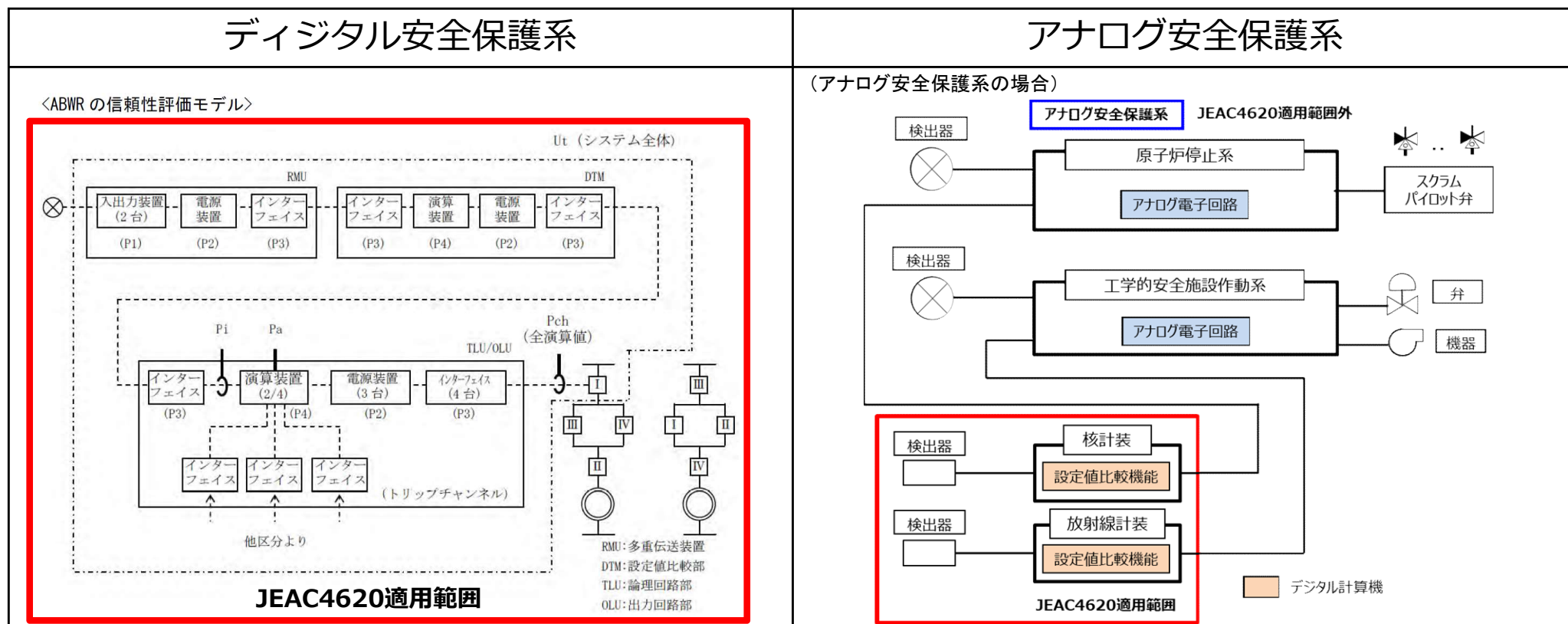
<確認事項⑤>

- 「これに必要な全ての要素を含めて評価する」について、アナログ安全保護系を適用しているプラントにおいて核計装・放射線計装のような一部にデジタル計算機を適用している場合、安全保護系全体のアンアベイラビリティ及び誤動作率の評価を要求されるか？
アナログ安全保護系はJEAC4620の適用範囲ではないため、基本的に安全保護系全体としての評価は要求されないものとする。

- 「これに必要な全ての要素を含めて評価する」について、核計装・放射線計装のような安全保護系の中で検出器として扱われている部分にデジタル計算機を適用している場合、当該の設備に対してアンアベイラビリティ及び誤動作率の評価を要求されるか？
核計装・放射線計装のような安全保護系の中で検出器として扱われている部分にデジタル計算機を適用している場合については、従前どおり各設備の保安活動の重要度に応じた適切な方法を適用し、機器単体としての健全性を確認すれば十分と考える。

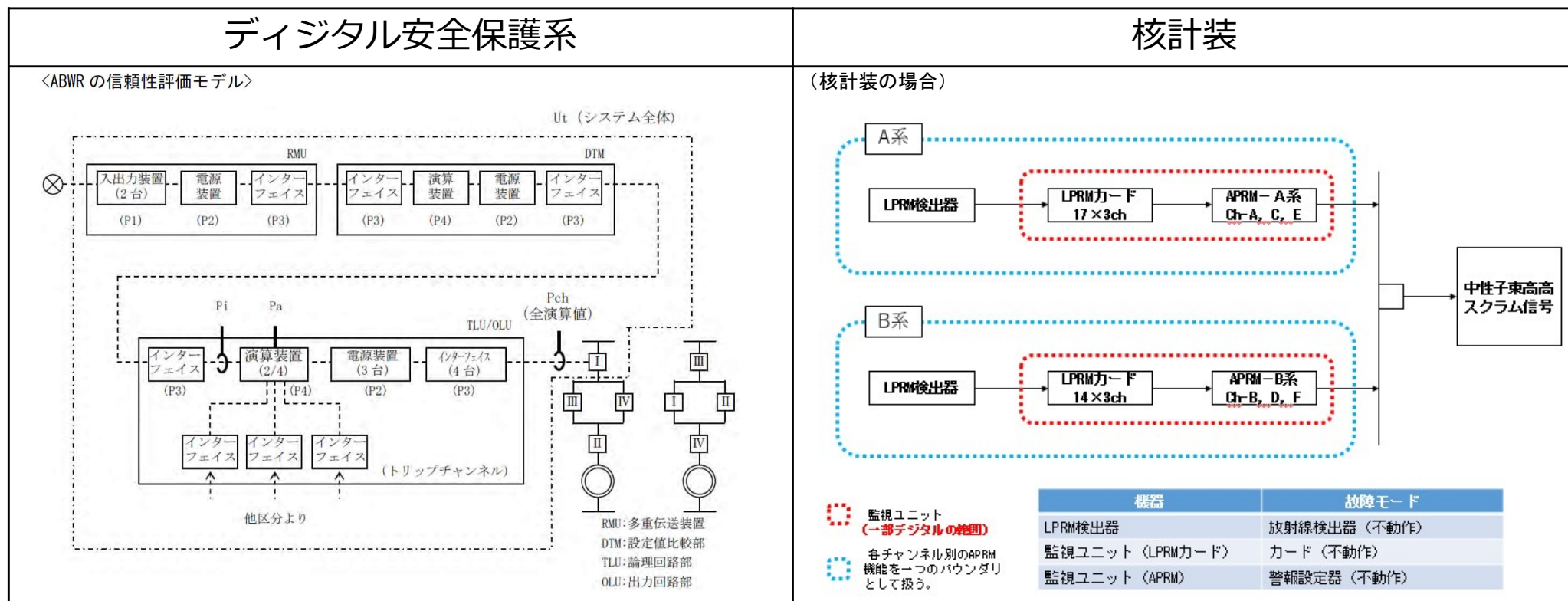
(1) アンアベイラビリティ及び誤作動率の評価の範囲(デジタル安全保護系/アナログ安全保護系の比較)

- ・JEAC4620としてアナログ安全保護系に対するアンアベイラビリティ及び誤動作率の評価は要求していない。
- ・アナログ安全保護系のプラントに一部デジタル化された装置(BWRの核計装・放射線計装のようなケース)を使用した場合(下図左側)も, JEAC4620としてはアナログ安全保護系全体へのアンアベイラビリティ及び誤動作率の評価は要求していないと考えている。これは, 「デジタル計算機」を「デジタル安全保護系のデジタル化された演算・論理処理部」と読み替えた場合も同様と考えている。
- ・一部デジタル化された装置(BWRの核計装・放射線計装のようなケース)に対する信頼性評価については, 次頁参照。



(2) アンアベイラビリティ及び誤作動率の評価の範囲(デジタル安全保護系/核計装との比較)

- ・デジタル安全保護系の信頼性評価では、ハードウェア構成要素ごとに分割した信頼性評価モデルを使用して信頼度を算出しており、評価対象は、装置の入力からロードドライバ開までのデジタル安全保護系(下表左側:一点鎖線の範囲)を対象としている。
- ・一部デジタル化された演算・論理処理部(核計装の場合)では、各チャンネルのAPRM機能として、LPRM検出器からAPRMの各チャンネルまでを1つのバウンダリ(下表右側:青点線の範囲)とし、3つの関連機器のうち、機器故障率が比較的高い「LPRM検出器」の故障率を適用している。
- ・このように、デジタル安全保護系ではハードウェア構成要素ごとの信頼性評価モデルを使用しているのに対し、一部デジタル化された演算・論理処理部では、機器単位での故障率から評価している。



<技術評価書案該当箇所>

P.78 11～15行目

4.1.11 環境条件の考慮 (3) 検討の結果

以上のように、環境条件に関する要件としては、想定される電源じょう乱、サージ電圧、電磁波等の外部からの外乱・ノイズへの対策を含む、環境条件に対する達成すべき水準を明確にした上で、その達成すべき水準に対する設計の適切性を確認する必要がある。したがって、「デジタル安全保護系は、次の環境条件を考慮した設計とすること。」に「各環境条件については達成すべき水準を明確にすること。」を加える。

<確認事項⑥>

- 「各環境条件については達成すべき水準を明確にすること。」とはこれまでの評価を踏まえて、過去に実施した試験結果や参考にしている規格の値等を数値として明確に示すという理解で良いか。また、それは統一された規格等ではなく、プラント個別、固有のものであっても良いか。

<技術評価書案該当箇所>

P.3 11～16行目

2.3 技術基準規則との対応 (1)

技術基準規則とデジタル安全保護系規程2008及びデジタル安全保護系V&V指針2008については、「表2.3-1技術基準規則第35条及び解釈とデジタル安全保護系規程2008及びデジタル安全保護系V&V指針2008との対応関係」に示すように、技術基準規則の要求事項と対応している。なお、同表では、デジタル安全保護系規程2020及びデジタル安全保護系V&V指針2020で規定の内容が変更されている部分（技術的変更ではない軽微な変更は除く。）に下線を付してある。

<確認事項⑦>

- 既に設計、製作済みの設備で既に設置許可変更申請済のプラントは2008年版を適用しているが、核計装及び放射線計装にデジタル計算機を適用しているBWRプラントについては2008年版に準拠してこれらを設計していることから（審査で説明済又は説明予定）、今後新たに設計、製作する設備でエンドース以降に設置許可変更申請をするプラントから2020年版を適用する棲み分けで良いか。また、運転中プラントの規制検査においては基準適合性を求められているため、追加される品質保証活動の要求については、エンドースを起点に猶予期間を明確にされるとの認識で良いか。
- このことについて、今後、技術基準規則解釈等により明記されるのか。