

第 3 回意見交換会の説明依頼事項への回答（SA ケーブル知見）

説明依頼事項※	回答
(1) 8 pには、「電極式水位計については、BWR プラントは $10^4 \Omega$ オーダー（水中） $\sim 10^6 \Omega$ オーダー（気中）、PWR プラントは $10^4 \Omega$ オーダー（水中） $\sim 10^5 \Omega$ オーダー（気中）の検知が必要。」とあります。BWR プラントと PWR プラントとで抵抗のオーダーが異なる理由を説明して下さい。	①
(2) 9 p表には、BWR 電力の難燃三重同軸（架橋ポリエチレン絶縁）ケーブル、PWR 電力の MI ケーブルについて、「ー」とされています。各電力の両ケーブルの格納容器内での使用は無いという意味か、ケーブルはあるが対象となる接続機器が無いという意味か説明して下さい。	②
(3) 10 pには、「難燃三重同軸（架橋ポリエチレン絶縁）ケーブル（計装ケーブル）（放射線監視モニタ用）」について説明されています。同ケーブルについて実験結果を提示してください。また、「絶縁抵抗値が $2.0 \times 10^{10} \Omega m$ 以上ある」技術的根拠を説明して下さい。	③
(4) 11 pについて、以下の(a)～(c)について説明して下さい。 (a) 「NRA技術報告対象のケーブルについては（中略）計器誤差に影響があることが懸念される」とあるが、BWR ではどのような懸念があるのか。 (b) 再稼働までにMIケーブル等に交換する予定とあるが、いつ決定したのか。また、MIケーブル等の「等」とは何か。 (c) 「MI ケーブル（計装ケーブル：熱電対、測温抵抗体、水素濃度計、電極式水位計用）」について実験結果、「絶縁抵抗値が $10^8 \Omega m$ 以上ある」技術的根拠、PCV 内ケーブル長約100mで絶縁抵抗を評価する理由。	④
(5) (参考1) ケーブルに係る技術開発とは、どのような内容、スケジュールで実施しているのか、実績・計画を示して下さい。また、今回のBWRのMIケーブルの知見との関係を説明して下さい。	⑤

(1) 8 pには、「電極式水位計については、BWR プラントは $10^4\Omega$ オーダー（水中）～ $10^6\Omega$ オーダー（気中）、PWR プラントは $10^4\Omega$ オーダー（水中）～ $10^5\Omega$ オーダー（気中）の検知が必要。」とあります。BWR プラントとPWR プラントとで抵抗のオーダーが異なる理由を説明して下さい。

【回答】

電極式水位計については、採用している電極式水位計の電極の構造上の違い（電極間の幅や形状等）で設定値が異なります。PWRとBWRで採用している電極式水位計はメーカー型式が異なることから設定値が異なるためです。

(2) 9 p 表には、BWR 電力の難燃三重同軸（架橋ポリエチレン絶縁）ケーブル、PWR 電力の MI ケーブルについて、「-」とされています。各電力の両ケーブルの格納容器内での使用は無いという意味か、ケーブルはあるが対象となる接続機器が無いという意味か説明して下さい。

【回答】

「-」とは、現時点において格納容器内で確認対象となる（SA 環境下で機能要求がある）ケーブルの接続機器が無いという意図で記載している。

(3) 10pには、「難燃三重同軸（架橋ポリエチレン絶縁）ケーブル（計装ケーブル）（放射線監視モニタ用）」について説明されています。同ケーブルについて実験結果を提示してください。また、「絶縁抵抗値が $2.0 \times 10^{10} \Omega m$ 以上ある」技術的根拠を説明して下さい。

【回答】

難燃三重同軸（架橋ポリエチレン）ケーブルについて、NRA殿で実施した試験と同様に、PWRプラントの重大事故時の温度条件（ 150°C -7日間）にて蒸気暴露試験を実施しており、蒸気暴露試験中に1日1回の絶縁抵抗値を取得している。その中で一番絶縁抵抗値が低かった7日目の絶縁抵抗値（ $2.4 \times 10^{10} \Omega m$ ）を保守的に記載し、影響確認を行っている。以下に取得した絶縁抵抗値を下表に示す。

表. 難燃三重同軸（架橋ポリエチレン）ケーブルの蒸気暴露試験中の絶縁抵抗値

	試験前	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	試験後
絶縁抵抗値 (Ωm)	1.7 $\times 10^{13}$	6.2 $\times 10^{11}$	4.5 $\times 10^{10}$	4.0 $\times 10^{10}$	3.0 $\times 10^{10}$	2.8 $\times 10^{10}$	2.6 $\times 10^{10}$	2.4 $\times 10^{10}$	9.5 $\times 10^{11}$

- (4) 11pについて、以下の(a)～(c)について説明して下さい。
- (a) 「NRA技術報告対象のケーブルについては(中略)計器誤差に影響があることが懸念される」とあるが、BWRではどのような懸念があるのか。
- (b) 再稼働までにMIケーブル等に交換する予定とあるが、いつ決定したのか。また、MIケーブル等の「等」とは何か。
- (c) 「MIケーブル(計装ケーブル:熱電対、測温抵抗体、水素濃度計、電極式水位計用)」について実験結果、「絶縁抵抗値が $10^8 \Omega m$ 以上ある」技術的根拠、PCV内ケーブル長約100mで絶縁抵抗を評価する理由。

【回答】

- (a) NRA技術報告から、BWRのSA環境下における難燃EPゴム絶縁ケーブルについては、 $10^5 \Omega m$ まで絶縁低下が確認されていることから、BWRプラントの対象ケーブルの最長約100mを考慮した場合の絶縁低下($10^3 \Omega m$)が、熱電対、測温抵抗体の誤差へ影響が出ることが懸念される。
- (b) MIケーブルの採用については、震災後の2011～2014年度に実施された国プロにおける重大事故環境に耐える製品開発の進捗に伴い、信頼性向上対策として、電力各社において、採用を検討したものである。
- MIケーブル等については、現在電力共同研究において、MIケーブル以外の耐環境性能が期待出来るケーブルについて検証試験を計画しており、検証結果により、採用の可否を検討している(2021年度完了予定)。
- (c) MIケーブルについて、NRA殿で実施した試験と同様に、BWRプラントの重大事故時の温度条件(200℃-7日間以上)にて蒸気暴露試験を実施しており、蒸気暴露試験中に7回の絶縁抵抗値を取得している。その中で一番絶縁抵抗値が低かった1日目の絶縁抵抗値($3.15 \times 10^8 \Omega m$)を保守的に記載し、影響確認を行っている。
- 以下に、取得した絶縁抵抗値を下表に示す。

表. MIケーブルの蒸気暴露試験中の絶縁抵抗値

	試験前	1日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	8日目	試験後
絶縁抵抗値(Ωm)	5.7×10^9	3.15×10^8	5.85×10^8	6.0×10^8	6.18×10^8	6.18×10^8	6.69×10^8	6.09×10^8	6.0×10^9 以上

また、BWR電力各社のPCV内対象ケーブルの最長が約100mであることを確認しており、保守的に最大ケーブル長で評価している。

(5) (参考1) ケーブルに係る技術開発とは、どのような内容、スケジュールで実施しているのか、実績・計画を示して下さい。また、今回のBWRのMI ケーブルの知見との関係を説明して下さい。

【回答】

参考1に記載している、ケーブルに係る技術開発について、それぞれ以下の通り回答する。

<ケーブルに係る技術開発テーマ>

・電気・計装設備の重大事故時環境試験

実施時期：(2016年度～2021年度末(予定)まで継続検討)

概要：NRA 殿検証ケーブル以外ケーブルにおいて、経年劣化を踏まえたSA環境下での試験を実施中である。具体的には、NRA 殿検証対象ケーブルと絶縁材は同じ種別であるが、製造メーカーが異なるケーブルであれば、経年劣化の進展具合が異なるという知見(旧JNESの知見)があるため、製造メーカーが異なる同種絶縁材ケーブル等の劣化を踏まえた試験を実施している。

・状態監視技術の高度化

実施時期：2021年度より実機適用性を検証開始

概要：現在発電所で実施されている絶縁機能の低下の有無の確認に用いられている絶縁抵抗測定等の状態監視方法の強化という観点で、絶縁抵抗測定以外の指標にてケーブル劣化進展具合を確認できる指標があれば、より精度の高いケーブル劣化管理が可能となることから、新たに実機適用可能性が高いインデターモジュラス法[※]等について、実機適用可能性の検証を開始する予定としている。

※インデターモジュラス法とは、ケーブル絶縁体の硬さを計測することで、絶縁体の劣化進展具合を把握する計測する手法である。