

島根原子力発電所 2号炉 審査資料	
資料番号	PLM-07 改03
提出年月日	平成30年10月3日

島根原子力発電所 2号炉 高経年化技術評価  
(電気・計装設備の絶縁特性低下)

補足説明資料

平成30年10月3日

中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

1. 概要	1
2. 基本方針	1
3. 評価対象と評価手法	3
(1) 評価対象	3
(2) 評価手法	3
4. 代表機器の技術評価	6
4.1 低圧ケーブル（難燃エチレンプロピレンゴム絶縁特殊クロロレンゴムシースケーブル）の評価	6
(1) 電気学会推奨案による健全性評価（設計基準事故時）	6
(2) ACAガイドによる健全性評価（設計基準事故時）	8
(3) 現状保全	10
(4) 総合評価	10
(5) 高経年化への対応	10
4.2 電気ペネトレーションの評価	11
(1) モジュール型核計装用電気ペネトレーションの健全性評価（設計基準事故時）	11
(2) 現状保全	13
(3) 総合評価	13
(4) 高経年化への対応	13
5. 代表機器以外の技術評価	14
6. まとめ	27
(1) 審査ガイド適合性	27
(2) 保守管理に関する方針として策定する事項	29
7. 添付資料	30

別紙1. 高圧ポンプモータの評価について	
別紙2. 高圧ケーブルの評価について	
別紙3. 低圧ケーブルの評価について	
別紙4. 同軸ケーブルの評価について	
別紙5. ケーブル接続部の評価について	
別紙6. 電動弁用駆動部の評価について	
別紙7. 計測制御設備の評価について	
別紙8. 電気・計装設備の評価（共通項目）について	

## 別紙 1. 高圧ポンプモータの評価について

## 1. 高圧ポンプモータの技術評価

### (1) 高圧炉心スプレイポンプモータの評価

#### a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求される高圧炉心スプレイポンプモータについては、固定子コイルおよび口出線・接続部品絶縁物の熱による長期的な経年劣化および事故時雰囲気を考慮した実機同等品による長期健全性試験を実施しており、この結果に基づき長期間の健全性を評価した。

絶縁物の放射線影響については、使用環境および設計基準事故時雰囲気における放射線量は低いことから、絶縁低下にいたる可能性は小さいため劣化付与は行っていない。【別紙1. 添付-1) 参照】

高圧ポンプモータの長期健全性試験手順を図1に示す。

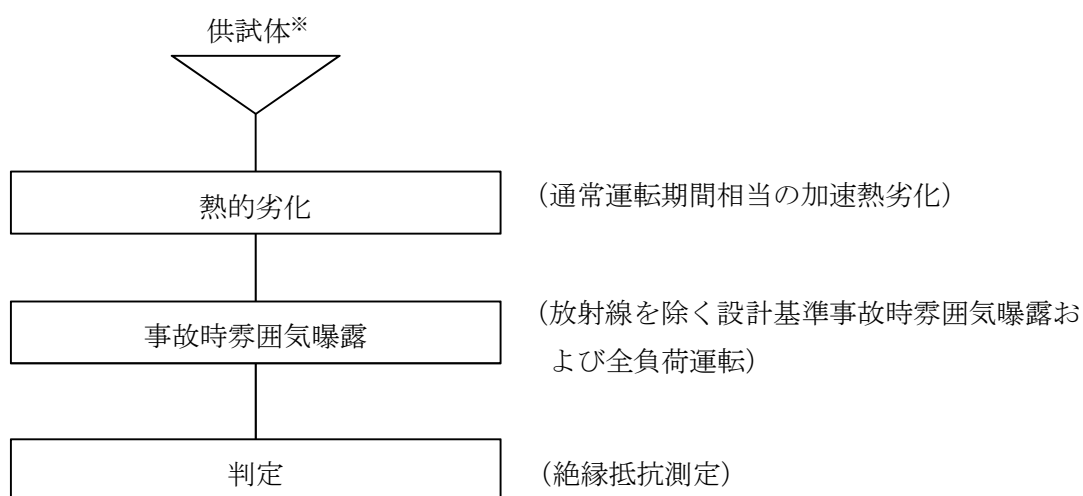


図1 高圧ポンプモータの長期健全性試験手順（設計基準事故）

※：供試体は、島根原子力発電所2号炉で使用している「高圧炉心スプレイポンプモータ」と同等の高圧ポンプモータ【別紙1. 添付-2) 参照】

b. 試験条件

試験条件は固定子コイルおよび口出線・接続部品絶縁物の60年間の運転期間を想定した熱および設計基準事故時雰囲気による劣化条件を包絡している。

高圧炉心スプレイポンプモータの長期健全性試験条件を表1に示す。

表1 高圧炉心スプレイポンプモータの長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
熱的劣化	155℃ <sup>※1</sup> ×24日間	高圧炉心スプレイポンプモータの周囲温度最高値（40℃）では、60年間の運転期間を包絡する。 【別紙1. 添付-3）参照】
事故時雰囲気曝露	最高温度：100℃（100%蒸気） 曝露時間：132時間 全負荷運転	島根2号炉の設計想定事故発生後の定常温度（66℃）での継続運転時間（100日）は包絡できていないが、温度条件（66℃は電動機にとって特殊な運転条件ではないと考えられる）より高圧ポンプモータに支障は生じないと判断した。【別紙1. 添付-4）参照】

※1：周囲温度100℃に定格出力時のコイル温度上昇55℃を加えた値

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、熱および設計想定事故時雰囲気による劣化に対して、固定子コイルおよび口出線・接続部品絶縁物は60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると考えられる。

高圧炉心スプレイポンプモータの長期健全性試験結果を表2に示す。

表2 高圧炉心スプレイポンプモータの長期健全性試験結果（設計基準事故）

試験手順	判定基準 <sup>※1</sup>	結果	判定
事故時雰囲気曝露終了後、高圧ポンプモータの絶縁抵抗測定を行う。	絶縁抵抗値：10MΩ以上	試験後：20MΩ	良

※1：判定基準はメーカー判定目安値

(2) 現状保全

固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定および絶縁診断試験を実施し、絶縁特性に有意な変化がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施し、健全性を確認している。

なお、これらの点検で有意な絶縁特性の変化が認められた場合には、洗浄、乾燥および絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）または固定子コイルおよび口出線・接続部品を取替えることとしている。【別紙1. 添付-6）参照】

### (3) 総合評価

固定子コイルおよび口出線・接続部品については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定および絶縁診断試験により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することで、今後も健全性は維持できると判断する。

### (4) 高経年化への対応

固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

## 2. 添付資料

- 1) 高圧ポンプモータの絶縁物に対する放射線の影響について
- 2) 高圧ポンプモータ長期健全性試験の供試体モータと評価対象高圧ポンプモータの仕様比較について
- 3) 高圧ポンプモータの長期健全性試験における評価期間について
- 4) 高圧ポンプモータの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について
- 5) 設計基準事故時に機能要求のある高圧ポンプモータの環境条件について
- 6) 高圧ポンプモータの修繕、取替実績について

タイトル	高圧ポンプモータの絶縁物に対する放射線の影響について																			
説 明	<p>高圧炉心スプレイポンプモータの長期健全性試験では、放射線劣化の付与は行っていないため、放射線に対する影響評価については、文献データを用いて評価を行った。エポキシ樹脂の適用可能な放射線しきい値に対して集積線量は十分低いことから放射線による影響は小さいと判断する。</p>																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">電動機名称</th> <th rowspan="2">絶縁物</th> <th colspan="3">放射線量</th> <th rowspan="2">放射線しきい値<sup>※3</sup></th> </tr> <tr> <th>通常運転時<sup>※1</sup></th> <th>設計基準事故時<sup>※2</sup></th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>高圧炉心スプレイポンプモータ</td> <td>エポキシ樹脂</td> <td>150 Gy</td> <td>450 Gy</td> <td>600 Gy</td> <td>2×10<sup>6</sup> Gy</td> </tr> </tbody> </table>					電動機名称	絶縁物	放射線量			放射線しきい値 <sup>※3</sup>	通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>	合計	高圧炉心スプレイポンプモータ	エポキシ樹脂	150 Gy	450 Gy	600 Gy	2×10 <sup>6</sup> Gy
	電動機名称	絶縁物	放射線量					放射線しきい値 <sup>※3</sup>												
通常運転時 <sup>※1</sup>			設計基準事故時 <sup>※2</sup>	合計																
高圧炉心スプレイポンプモータ	エポキシ樹脂	150 Gy	450 Gy	600 Gy	2×10 <sup>6</sup> Gy															
<p>※1：通常運転時における高圧炉心スプレイポンプエリアの60年間の集積線量（設計値）</p> <p>※2：設計基準事故時における高圧炉心スプレイポンプモータエリアの6ヶ月間の集積線量（設計値）</p> <p>※3：EPRI 1003456「Aging Management Guideline for Commercial Nuclear Power Plants Electrical and Mechanical Penetrations」</p>																				
以上																				

タイトル	高圧ポンプモータ長期健全性試験の供試体モータと評価対象高圧ポンプモータの仕様比較について
説明	<p>高圧ポンプモータ長期健全性試験に使用した供試体モータと評価対象高圧ポンプモータの仕様について比較する。</p> <p>供試体モータの仕様は、設計基準事故時雰囲気において動作要求のある評価対象高圧ポンプモータ（高圧炉心スプレイポンプモータ, 残留熱除去ポンプモータおよび低圧炉心スプレイポンプモータ）と出力に違いがあるだけで同仕様のものである。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>



高圧ポンプモータ試験機および評価対象高圧ポンプモータ仕様比較

	供試体モータ	高圧炉心スプレッドポンプモータ	残留熱除去ポンプモータ	低圧炉心スプレッドポンプモータ
出力	110 kW	2,380 kW	560 kW	910 kW
電圧	6,600 V	6,600 V	6,600 V	6,600 V
極数	4P	4P	6P	6P
絶縁階級	F種	F種	F種	F種
絶縁材	エポキシ樹脂	エポキシ樹脂	エポキシ樹脂	エポキシ樹脂
型式	立軸開放防滴カゴ形電動機 VEFLOU-KK	立軸開放防滴カゴ形電動機 VEFLOU-KK	立軸開放防滴カゴ形電動機 VEFLOU-KK	立軸開放防滴カゴ形電動機 VEFLOU-KK
軸受方式	上部：すべり軸受 下部：ころがり軸受	上部：すべり軸受 下部：すべり軸受	上部：すべり軸受 下部：ころがり軸受	上部：すべり軸受 下部：ころがり軸受
製造者				

タイトル	高圧ポンプモータの長期健全性試験における評価期間について
説明	<p>高圧炉心スプレイポンプモータの固定子コイルおよび口出線の加速熱劣化における実環境年数の算定は、固定子コイルの絶縁材（エポキシ樹脂）および口出線の絶縁材（エポキシ樹脂）の活性化エネルギー値を用いてアレニウスの式により算出している。</p> <p>運転状態および停止状態を考慮し、長期健全性試験における評価期間を包絡していることを確認しており、各種高圧ポンプモータは60年間の運転を想定した期間を包絡している。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <math display="block">\ln t_2 - \ln t_1 = \frac{E}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)</math> <p>t1：実環境年数            t2：加速時間  T1：実環境温度            T2：加速温度  R：気体定数                E：活性化エネルギー</p> </div> <p><b>【固定子コイル】</b>  高圧炉心スプレイポンプモータ  (運転状態)</p> <p>t1：実環境年数       ： 60年以上<sup>※3</sup> (306,267時間)  t2：加速時間           ： 500時間  T1：実環境温度       ： 376 [K] (=103℃) <sup>※2</sup>  T2：加速温度           ： 428 [K] (=155℃) <sup>※1</sup>  R：気体定数           ： 1.98721×10<sup>-3</sup> [kcal/mol・K]  E：活性化エネルギー： <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 50px; height: 15px; vertical-align: middle;"></span> [kcal/mol]  (エポキシ樹脂/メーカー提示値)</p> <p>(停止状態)</p> <p>t1：実環境年数       ： 60年以上 (1.9×10<sup>9</sup>時間)  t2：加速時間           ： 76時間  T1：実環境温度       ： 313 [K] (=40℃)  T2：加速温度           ： 428 [K] (=155℃) <sup>※1</sup>  R：気体定数           ： 1.98721×10<sup>-3</sup> [kcal/mol・K]  E：活性化エネルギー： <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 50px; height: 15px; vertical-align: middle;"></span> [kcal/mol]  (エポキシ樹脂/メーカー提示値)</p> <p>※1：全負荷運転時の固定子最高温度 155℃  ※2：周囲環境温度 40℃に全負荷運転時の温度上昇 63℃を加えた温度  ※3：運転状態 (103℃環境) となる期間を 27,000時間/60年として算出</p>

【口出線】

高圧炉心スプレィポンプモータ

t1 : 実環境年数 : 60 年以上 (56, 837, 030 時間)

t2 : 加速時間 : 576 時間

T1 : 実環境温度 : 368 [K] (=70 °C) ※1

T2 : 加速温度 : 428 [K] (=155 °C) ※2

R : 気体定数 :  $1.98721 \times 10^{-3}$  [kcal/mol · K]

E : 活性化エネルギー :  [kcal/mol]

(エポキシ樹脂/メーカー提示値)

※1 : 周囲環境温度 40°Cに口出線の温度上昇限度 30°Cを加えた温度

※2 : 全負荷運転時の固定子最高温度 155°C

以 上

<p>タイトル</p>	<p>高圧ポンプモータの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について</p>														
<p>説明</p>	<p>長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件との比較した結果を示す。</p> <p>事故時雰囲気曝露試験の試験条件は、設計基準事故時条件を包絡できている。</p> <p>【固定子コイル，口出線】 高圧炉心スプレイポンプモータ</p> <table border="1" data-bbox="419 734 1353 1025"> <thead> <tr> <th></th> <th>条件</th> <th>66℃換算時間</th> <th>合計※2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">事故時雰囲気 曝露試験条件</td> <td rowspan="3"></td> <td>1,251 時間</td> <td rowspan="3">2,602 時間</td> </tr> <tr> <td>1,251 時間</td> </tr> <tr> <td>100 時間</td> </tr> <tr> <td>設計基準 事故時条件※1※2</td> <td></td> <td>1,252 時間</td> <td>1,252 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：設計基準事故時における高圧炉心スプレイポンプ, 残留熱除去ポンプおよび低圧炉心スプレイポンプ機器エリアの環境条件設計値</p> <p>※2：絶縁種別から特殊な運転条件となる時間</p> <p style="text-align: right;">以上</p>		条件	66℃換算時間	合計※2	事故時雰囲気 曝露試験条件		1,251 時間	2,602 時間	1,251 時間	100 時間	設計基準 事故時条件※1※2		1,252 時間	1,252 時間
	条件	66℃換算時間	合計※2												
事故時雰囲気 曝露試験条件		1,251 時間	2,602 時間												
		1,251 時間													
		100 時間													
設計基準 事故時条件※1※2		1,252 時間	1,252 時間												

タイトル	設計基準事故時に機能要求のある高圧ポンプモータの環境条件について												
説明	<p>設計基準事故時雰囲気では機能要求のある高圧炉心スプレイポンプモータの環境条件は下記のとおり。</p> <p>高圧炉心スプレイポンプ室</p> <table border="1" data-bbox="453 542 1366 739"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時<sup>※1</sup></th> <th>設計基準事故時<sup>※2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td><math>2.7 \times 10^{-4}</math> Gy/h (最大)</td> <td><math>4.5 \times 10^2</math> Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における高圧炉心スプレイポンプ機器エリアの環境条件設計値</p> <p>※2：設計基準事故時における高圧炉心スプレイポンプ機器エリアの環境条件設計値</p> <p style="text-align: right;">以上</p>		通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>	周囲温度	40℃以下	100℃ (最高)	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h (最大)	$4.5 \times 10^2$ Gy (最大積算値)
	通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>											
周囲温度	40℃以下	100℃ (最高)											
最高圧力	大気圧	3.4 kPa											
放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h (最大)	$4.5 \times 10^2$ Gy (最大積算値)											

タイトル	高圧ポンプモータの修繕，取替実績について
説明	<p>評価対象の高圧ポンプモータの修繕，取替実績は以下のとおり。</p> <p>①残留熱除去ポンプモータ (B)</p> <p>取替理由：予防保全のため</p> <p>取替時期：第 17 回定期検査 (2012 年度) 1 台</p> <p>取替内容：モーター一式取替</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

## 別紙 2. 高圧ケーブルの評価について

# 1. 高圧ケーブルの技術評価

## (1) 高圧ケーブルの評価

### 1) 電気学会推奨案による健全性評価

#### a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある高圧架橋ポリエチレン絶縁難燃特殊耐熱ビニルシースケーブル（以下、「高圧難燃CVケーブル」という）の健全性の評価は、電気学会推奨案に基づく長期健全性試験により評価する。

高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験手順を図1に示す。

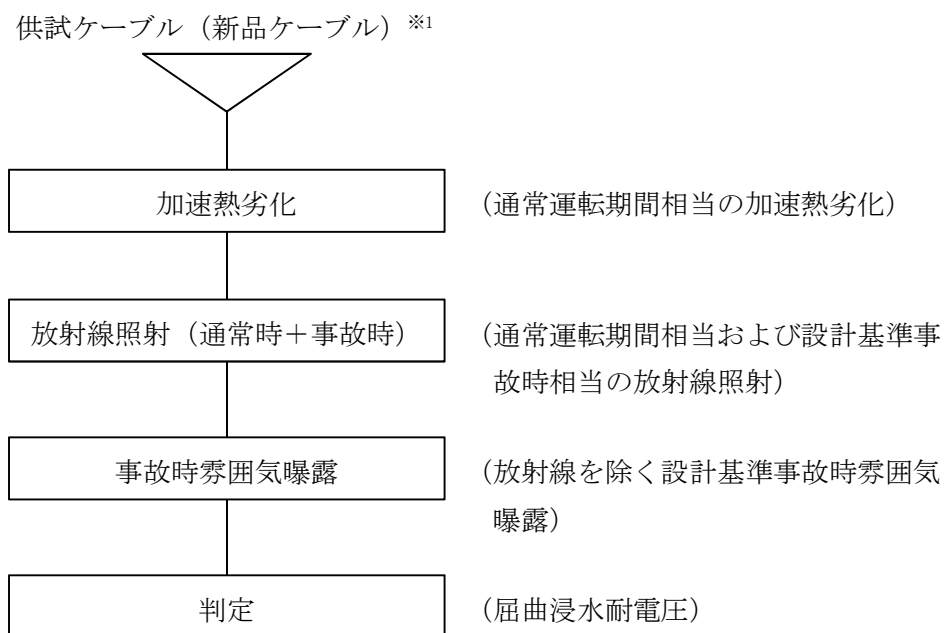


図1 高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験手順（設計基準事故）

※1：供試ケーブルは、島根原子力発電所2号炉で使用している高圧難燃CVケーブルと同等のもの



b. 試験条件

試験条件は高圧難燃CVケーブルの60年間の通常運転期間および設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験条件を表1に示す。

表1 高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×168時間	原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値（40℃以下）に対して、60年間の運転期間を包絡する。 【別紙2. 添付-1）参照】
放射線照射	放射線照射線量：5.0×10 <sup>5</sup> Gy	島根2号炉で想定される線量約2.0×10 <sup>3</sup> Gy（60年間の通常運転期間1.5×10 <sup>2</sup> Gyに設計基準事故時線量1.8×10 <sup>3</sup> Gyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.43 MPa 曝露時間：約25時間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度（100℃）、最高圧力（3.4 kPa）を包絡する。 【別紙2. 添付-2）参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、60年間の通常運転期間および設計基準事故時において、高圧難燃CVケーブルの絶縁性能を維持できることを確認した。

高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験結果を表2に示す。

表2 高圧難燃CVケーブルの長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後、試料外径（33.0 mm）の約40倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し1時間以上放置する。 ③ ②の状態、公称絶縁体厚さに対し交流電圧3.2 kV/mmを5分間印加する。	絶縁破壊しないこと	良

(2) 現状保全

高圧難燃CVケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定、絶縁診断試験を実施し、有意な絶縁特性低下がないことを確認している。さらに、系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においても絶縁機能の健全性を確認している。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、ケーブルの取替えを行うこととしている。

(3) 総合評価

高圧難燃CVケーブルの絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

(4) 高経年化への対応

高圧難燃CVケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

2. 添付資料

- 1) 高圧ケーブルの長期健全性試験における評価期間について
- 2) 高圧ケーブルの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について
- 3) 設計基準事故時雰囲気で機能要求のある高圧ケーブルの環境条件について

タイトル	高压ケーブルの長期健全性試験における評価期間について
説 明	<p>                     高压難燃 CV ケーブルの加速熱劣化における実環境年数の算定はケーブルの絶縁材の活性化エネルギーを用いてアレニウスの式により算出している。加速熱劣化条件は 60 年間の通常運転期間を包絡している。                 </p> $\ln t_2 - \ln t_1 = \frac{E}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ <p>                     t1 : 実環境年数                   : 60 年以上 (32, 190, 523 時間)                      t2 : 加速時間                     : 168 時間                      T1 : 実環境温度                 : 313 K (=40°C)                      T2 : 加速温度                    : 394 K (=121°C)                      R : 気体定数                     : 1.98721 × 10<sup>-3</sup> kcal/mol · K                      E : 活性化エネルギー : <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;"> </span> kcal/mol                        (架橋ポリエチレン/メーカ提示値)                 </p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

タイトル	高圧ケーブルの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について			
説 明	<p>高圧難燃 CV ケーブルの長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件を比較した結果を示す。</p> <p>事故時雰囲気曝露試験の試験条件は設計基準事故時条件を包絡している。</p>			
	a. 残留熱除去ポンプ，低圧炉心スプレイポンプ，高圧炉心スプレイポンプ			
	事故時雰囲気 曝露試験	条件	66℃換算時間	合計
	設計基準事故 ※1		407,769 時間	456,966 時間
			49,197 時間	
			873 時間	3,267 時間
		2,394 時間		
b. ケーブル通過エリア				
事故時雰囲気 曝露試験	条件	66℃換算時間	合計	
設計基準事故 ※1		407,769 時間	456,966 時間	
		49,197 時間		
		873 時間	3,267 時間	
		2,394 時間		
<p>※1：設計基準事故時における原子炉建物内の高圧難燃 CV ケーブル敷設箇所 の環境条件設計値</p>				
<p>以 上</p>				

タイトル	設計基準事故時雰囲気での機能要求のある高圧ケーブルの環境条件について																								
説明	<p>設計基準事故時雰囲気での機能要求のある高圧ケーブルの布設箇所の環境条件は下記の通り。</p> <p>a. 残留熱除去ポンプ，低圧炉心スプレイポンプ，高圧炉心スプレイポンプ室</p> <table border="1" data-bbox="453 589 1366 786"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時<sup>※1</sup></th> <th>設計基準事故時<sup>※2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td><math>2.7 \times 10^{-4}</math> Gy/h（最大）</td> <td><math>4.5 \times 10^2</math> Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>b. ケーブル通過エリア</p> <table border="1" data-bbox="453 882 1366 1079"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時<sup>※1</sup></th> <th>設計基準事故時<sup>※2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td><math>2.7 \times 10^{-4}</math> Gy/h（最大）</td> <td><math>1.8 \times 10^3</math> Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉建物内の高圧難燃 CV ケーブル敷設箇所の環境条件設計値</p> <p>※2：設計基準事故時における原子炉建物内の高圧難燃 CV ケーブル敷設箇所の環境条件設計値</p> <p style="text-align: right;">以上</p>		通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>	周囲温度	40℃以下	100℃（最高）	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h（最大）	$4.5 \times 10^2$ Gy（最大積算値）		通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>	周囲温度	40℃以下	100℃（最高）	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h（最大）	$1.8 \times 10^3$ Gy（最大積算値）
	通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>																							
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）																							
最高圧力	大気圧	3.4 kPa																							
放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h（最大）	$4.5 \times 10^2$ Gy（最大積算値）																							
	通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>																							
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）																							
最高圧力	大気圧	3.4 kPa																							
放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h（最大）	$1.8 \times 10^3$ Gy（最大積算値）																							

### 別紙 3. 低圧ケーブルの評価について

## 1. 低圧ケーブルの技術評価

### (1) 低圧ケーブル（KGBケーブルおよび難燃CVケーブル）の評価

#### 1) 電気学会推奨案による健全性評価

##### a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のあるシリコンゴム絶縁ガラス編組ケーブル（以下、「KGBケーブル」）および難燃架橋ポリエチレン絶縁難燃特殊耐熱ビニルシースケーブル（以下、「難燃CVケーブル」という）の健全性の評価は、電気学会推奨案に基づく長期健全性試験により評価する。

KGBケーブルおよび難燃CVケーブルの電気学会推奨案に基づく長期健全性試験手順を図1に示す。

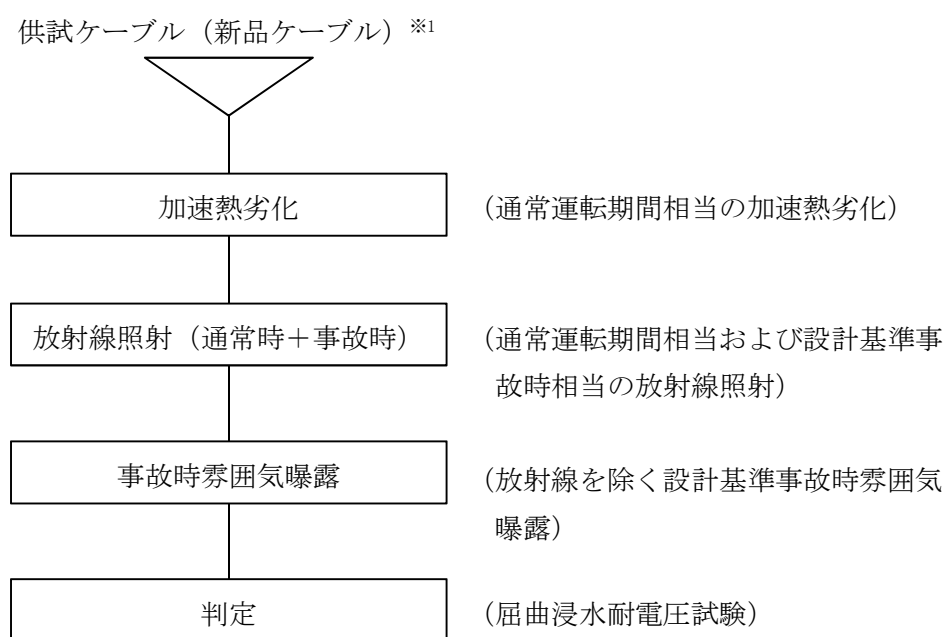


図1 低圧ケーブルの長期健全性試験手順（設計基準事故）

※1：供試ケーブルは、島根原子力発電所2号炉で使用しているKGBケーブルおよび難燃CVケーブルと同等のもの

b. 試験条件

試験条件はKGBケーブルは49年間、難燃CVケーブルは60年間の通常運転期間および設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

KGBケーブルおよび難燃CVケーブルの長期健全性試験条件を表1、表2に示す。

表1 KGBケーブルの長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×168 時間	原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値(60℃)に対して、49年間の運転期間を包絡する。 【別紙3. 添付-1) 参照】
放射線照射	放射線照射線量 : $7.6 \times 10^5$ Gy	島根2号炉で想定される照射線量約 $1.6 \times 10^4$ Gy (60年間の通常運転期間 $1.5 \times 10^4$ Gy に設計基準事故時線量 $4.5 \times 10^2$ Gy を加えた線量) を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度 : 171℃ 最高圧力 : 0.43 MPa 曝露時間 : 約 310 時間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(171℃), 最高圧力(14 kPa)を包絡する。 【別紙3. 添付-2) 参照】

表2 難燃CVケーブルの長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×168 時間	原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値(50℃)に対して、60年間の運転期間を包絡する。 【別紙3. 添付-1) 参照】
放射線照射	放射線照射線量 : $5.0 \times 10^5$ Gy	島根2号炉で想定される照射線量約 $2.6 \times 10^4$ Gy (60年間の通常運転期間 $2.4 \times 10^4$ Gy に設計基準事故時線量 $1.8 \times 10^3$ Gy を加えた線量) を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度 : 171℃ 最高圧力 : 0.43 MPa 曝露時間 : 約 25 時間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(100℃), 最高圧力(3.4 kPa)を包絡する。 【別紙3. 添付-2) 参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、49年間および60年間の通常運転期間および設計基準事故時において、KGBケーブルおよび難燃CVケーブルの絶縁を維持できることを確認した。

また、設計基準事故時環境において動作要求のあるKGBケーブルについては運転開始後29年（第17回定期検査）に取替えを行っている。

KGBケーブルおよび難燃CVケーブルの長期健全性試験結果を表3、表4に示す。



表3 KGBケーブルの長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後、試料外径（15.1 mm）の約40倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し1時間以上放置する。 ③ ②の状態、公称絶縁体厚さに対し交流電圧3.2 kV/mmを5分間印加する。	絶縁破壊しないこと	良

表4 難燃CVケーブルの長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後、試料外径（13.5 mm）の約40倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し1時間以上放置する。 ③ ②の状態、公称絶縁体厚さに対し交流電圧3.2 kV/mmを5分間印加する。	絶縁破壊しないこと	良

2) ACAガイドによる健全性評価

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気における健全性の評価は、「原子カプランスのケーブル経年変化評価技術調査研究に関する最終報告書JNESレポート（JNES-SS-0903）」（以下、「ACA研究報告書」という）をもとに、KGBケーブルおよび難燃CVケーブルは時間依存データの重ね合わせ手法を用いて評価する。

KGBケーブルおよび難燃CVケーブルの「原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド（JNES-RE-2013-2049）」（以下、「ACAガイド」という）に基づく長期健全性試験手順を図2に示す。

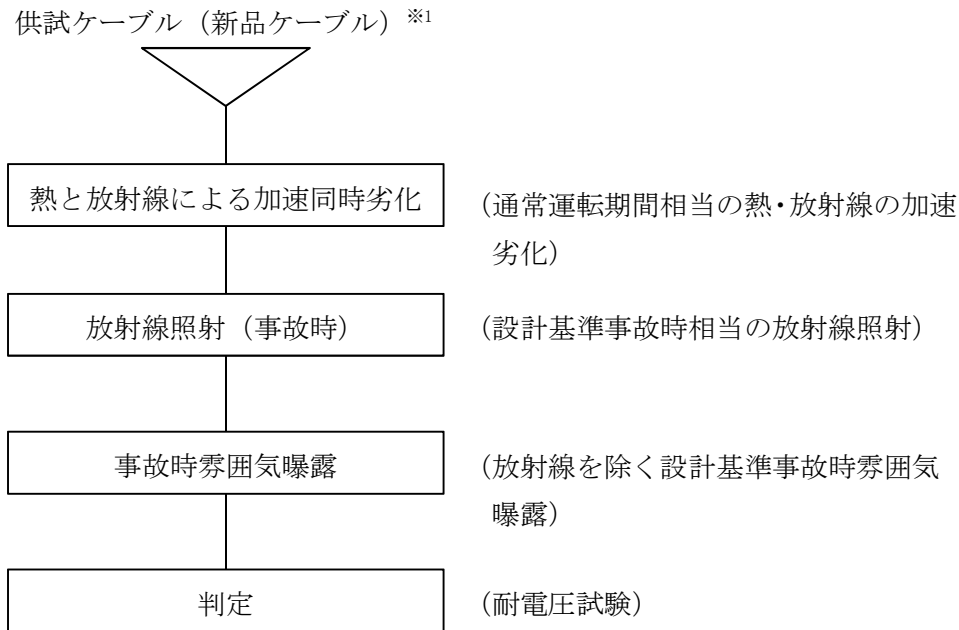


図2 低圧ケーブルのACAガイドに基づく試験手順

※1：供試ケーブルは、島根原子力発電所2号炉で使用しているKGBケーブルおよび難燃CVケーブルと同等のもの

b. 試験条件

試験条件はKGBケーブルおよび難燃CVケーブルは60年間、一部の難燃CVケーブルは47年間の通常運転期間および設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

KGBケーブルおよび難燃CVケーブルの長期健全性試験条件を表5、表6に示す。

表5 KGBケーブルの長期健全性試験条件（ACAガイド）

	試験条件	説明
熱・放射線 加速同時劣化	100℃—99.7Gy/h—約260日間 (6, 241h)	ACA 研究報告書をもとに時間依存データの重ね合わせ手法を用いて、原子炉建物の環境条件 (60℃, 0.03Gy/h) で評価した結果, 60年間の通常運転期間を包絡する。
事故時放射線照射	$5.0 \times 10^5$ Gy ( $1.0 \times 10^4$ Gy/h)	島根2号炉で想定される設計基準事故時の最大積算値 ( $4.5 \times 10^2$ Gy) を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.43 MPa	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度 (171℃), 最高圧力 (14kPa) を包絡する。

表6 難燃CVケーブルの長期健全性試験条件 (ACAガイド)

	試験条件	説明
熱・放射線 加速同時劣化	100℃—99.3Gy/h—約104日間 (2,500h)	ACA 研究報告書をもとに時間依存データの重ね合わせ手法を用いて、原子炉建物（原子炉浄化系熱交換器室）の環境条件（50℃, 0.045Gy/h）で評価した結果、47年間の通常運転期間相当の試験条件となる。また、その他の原子炉建物の環境条件（40℃, 0.018Gy/h）で評価した結果、60年間の通常運転期間を包絡する。
事故時放射線照射	$1.0 \times 10^5$ Gy ( $1.0 \times 10^3$ Gy/h)	島根2号炉で想定される設計基準事故時の最大積算値（ $1.8 \times 10^3$ Gy）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.18 MPa	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度（100℃）、最高圧力（3.4kPa）を包絡する。

c. 評価結果

ACA研究報告書の試験結果をもとに、時間依存データの重ね合わせ手法を用いて島根2号炉の原子炉建物の環境条件に展開し評価した結果、60年および47年時点において絶縁性能を維持できることを確認した。

KGBケーブルおよび難燃CVケーブルの長期健全性試験結果を表7、表8に示す。

表7 KGBケーブルの長期健全性試験結果 (ACAガイド)

項目	試験条件	判定基準	結果
耐電圧試験	課電電圧：1,500V/1分間	絶縁破壊しないこと	良

表8 難燃CVケーブルの長期健全性試験結果 (ACAガイド)

項目	試験条件	判定基準	結果
耐電圧試験	課電電圧：1,500V/1分間	絶縁破壊しないこと	良

(2) 現状保全

KGBケーブルおよび難燃CVケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また、系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、ケーブルの取替えを行うこととしている。

### (3) 総合評価

原子炉浄化系熱交換器室に設置される難燃CVケーブルの絶縁体については、使用開始から47年間経過する前に取替えを行うことで、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

KGBケーブルおよびその他の難燃CVケーブルの絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

### (4) 高経年化への対応

KGBケーブルおよび難燃CVケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

## 2. 添付資料

- 1) 低圧ケーブルの長期健全性試験における評価期間について
- 2) 低圧ケーブルの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について
- 3) 設計基準事故時雰囲気で機能要求のある低圧ケーブルの環境条件について

タイトル	低圧ケーブルの長期健全性試験における評価期間について
------	----------------------------

説明	<p>KGB ケーブルおよび難燃 CV ケーブルの加速熱劣化における実環境年数の算定はケーブルの絶縁材の活性化エネルギーを用いてアレニウスの式により算出している。加速熱劣化条件は 49 年間および 60 年間の通常運転期間を包絡している。</p> $\ln t_2 - \ln t_1 = \frac{E}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ <p>① KGB ケーブル</p> <p>t1 : 実環境年数 : 約 49 年 (435, 867 時間) t2 : 加速時間 : 168 時間 T1 : 実環境温度 : 333 K (=60℃) T2 : 加速温度 : 394 K (=121℃) R : 気体定数 : <math>1.98721 \times 10^{-3}</math> kcal/mol · K E : 活性化エネルギー : <input type="text"/> kcal/mol (シリコンゴム/メーカー提示値)</p> <p>② 難燃 CV ケーブル</p> <p>t1 : 実環境年数 : 60 年以上 (1, 984, 603 時間) t2 : 加速時間 : 168 時間 T1 : 実環境温度 : 323 K (=50℃) T2 : 加速温度 : 394 K (=121℃) R : 気体定数 : <math>1.98721 \times 10^{-3}</math> kcal/mol · K E : 活性化エネルギー : <input type="text"/> kcal/mol (難燃架橋ポリエチレン/メーカー提示値)</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>
----	---

タイトル	低圧ケーブルの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について																							
説 明	<p>KGB ケーブルおよび難燃 CV ケーブルの長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件を比較した結果を示す。</p> <p>事故時雰囲気曝露試験の試験条件は設計基準事故時条件を包絡している。</p>																							
	a. KGB ケーブル																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="403 633 624 685"></th> <th data-bbox="624 633 871 685">条件</th> <th data-bbox="871 633 1137 685">66℃換算時間</th> <th data-bbox="1137 633 1414 685">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="403 685 624 882" rowspan="4">事故時雰囲気 曝露試験</td> <td data-bbox="624 685 871 736"></td> <td data-bbox="871 685 1137 736">795, 617 時間</td> <td data-bbox="1137 685 1414 736" rowspan="4">1, 340, 590 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 736 871 788"></td> <td data-bbox="871 736 1137 788">151, 191 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 788 871 840"></td> <td data-bbox="871 788 1137 840">80, 085 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 840 871 882"></td> <td data-bbox="871 840 1137 882">313, 697 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="403 882 624 1032" rowspan="3">設計基準事故 ※1</td> <td data-bbox="624 882 871 934"></td> <td data-bbox="871 882 1137 934">265, 206 時間</td> <td data-bbox="1137 882 1414 934" rowspan="3">267, 978 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 934 871 985"></td> <td data-bbox="871 934 1137 985">378 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 985 871 1032"></td> <td data-bbox="871 985 1137 1032">2, 394 時間</td> </tr> </tbody> </table>		条件	66℃換算時間	合計	事故時雰囲気 曝露試験		795, 617 時間	1, 340, 590 時間		151, 191 時間		80, 085 時間		313, 697 時間	設計基準事故 ※1		265, 206 時間	267, 978 時間		378 時間		2, 394 時間	<p>※1：設計基準事故時における原子炉建物内の KGB ケーブル敷設箇所環境条件設計値</p>
		条件	66℃換算時間	合計																				
	事故時雰囲気 曝露試験		795, 617 時間	1, 340, 590 時間																				
			151, 191 時間																					
			80, 085 時間																					
			313, 697 時間																					
	設計基準事故 ※1		265, 206 時間	267, 978 時間																				
			378 時間																					
		2, 394 時間																						
b. 難燃 CV ケーブル																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="403 1220 624 1272"></th> <th data-bbox="624 1220 871 1272">条件</th> <th data-bbox="871 1220 1137 1272">66℃換算時間</th> <th data-bbox="1137 1220 1414 1272">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="403 1272 624 1370" rowspan="2">事故時雰囲気 曝露試験</td> <td data-bbox="624 1272 871 1323"></td> <td data-bbox="871 1272 1137 1323">123, 612 時間</td> <td data-bbox="1137 1272 1414 1323" rowspan="2">147, 932 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 1323 871 1370"></td> <td data-bbox="871 1323 1137 1370">24, 320 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="403 1370 624 1469" rowspan="2">設計基準事故 ※1</td> <td data-bbox="624 1370 871 1422"></td> <td data-bbox="871 1370 1137 1422">551 時間</td> <td data-bbox="1137 1370 1414 1422" rowspan="2">2, 945 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="624 1422 871 1469"></td> <td data-bbox="871 1422 1137 1469">2, 394 時間</td> </tr> </tbody> </table>		条件	66℃換算時間	合計	事故時雰囲気 曝露試験		123, 612 時間	147, 932 時間		24, 320 時間	設計基準事故 ※1		551 時間	2, 945 時間		2, 394 時間	<p>※1：設計基準事故時における原子炉建物内の難燃 CV ケーブル敷設箇所環境条件設計値</p>							
	条件	66℃換算時間	合計																					
事故時雰囲気 曝露試験		123, 612 時間	147, 932 時間																					
		24, 320 時間																						
設計基準事故 ※1		551 時間	2, 945 時間																					
		2, 394 時間																						
以 上																								

タイトル	設計基準事故時雰囲気で機能要求のある低圧ケーブルの環境条件について																								
説明	<p>設計基準事故時雰囲気で機能要求のある低圧ケーブルの敷設箇所の環境条件は下記の通り。</p> <p>a. KGB ケーブル</p> <table border="1" data-bbox="453 589 1366 786"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時<sup>※1</sup></th> <th>設計基準事故時<sup>※2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>60℃以下</td> <td>171℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>14 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td><math>2.7 \times 10^{-2}</math> Gy/h (最大)</td> <td><math>4.5 \times 10^2</math> Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉建物内の KGB ケーブル敷設箇所の環境条件設計値  ※2：設計基準事故時における原子炉建物内の KGB ケーブル敷設箇所の環境条件設計値</p> <p>b. 難燃 CV ケーブル</p> <table border="1" data-bbox="453 1072 1366 1270"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時<sup>※1</sup></th> <th>設計基準事故時<sup>※2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>50℃以下</td> <td>100℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td><math>4.5 \times 10^{-2}</math> Gy/h (最大)</td> <td><math>1.8 \times 10^3</math> Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉建物内の難燃 CV ケーブル敷設箇所の環境条件設計値  ※2：設計基準事故時における原子炉建物内の難燃 CV ケーブル敷設箇所の環境条件設計値</p> <p style="text-align: right;">以上</p>		通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>	周囲温度	60℃以下	171℃ (最高)	最高圧力	大気圧	14 kPa	放射線	$2.7 \times 10^{-2}$ Gy/h (最大)	$4.5 \times 10^2$ Gy (最大積算値)		通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>	周囲温度	50℃以下	100℃ (最高)	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	放射線	$4.5 \times 10^{-2}$ Gy/h (最大)	$1.8 \times 10^3$ Gy (最大積算値)
	通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>																							
周囲温度	60℃以下	171℃ (最高)																							
最高圧力	大気圧	14 kPa																							
放射線	$2.7 \times 10^{-2}$ Gy/h (最大)	$4.5 \times 10^2$ Gy (最大積算値)																							
	通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>																							
周囲温度	50℃以下	100℃ (最高)																							
最高圧力	大気圧	3.4 kPa																							
放射線	$4.5 \times 10^{-2}$ Gy/h (最大)	$1.8 \times 10^3$ Gy (最大積算値)																							

## 別紙 4. 同軸ケーブルの評価について



# 1. 同軸ケーブルの技術評価

## (1) 同軸ケーブル（難燃三重同軸ケーブル）の評価

### 1) 電気学会推奨案による健全性評価

#### a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある難燃三重同軸ケーブルの健全性の評価は、電気学会推奨案に基づく長期健全性試験により評価する。

難燃三重同軸ケーブルの電気学会推奨案に基づく長期健全性試験手順を図1に示す。

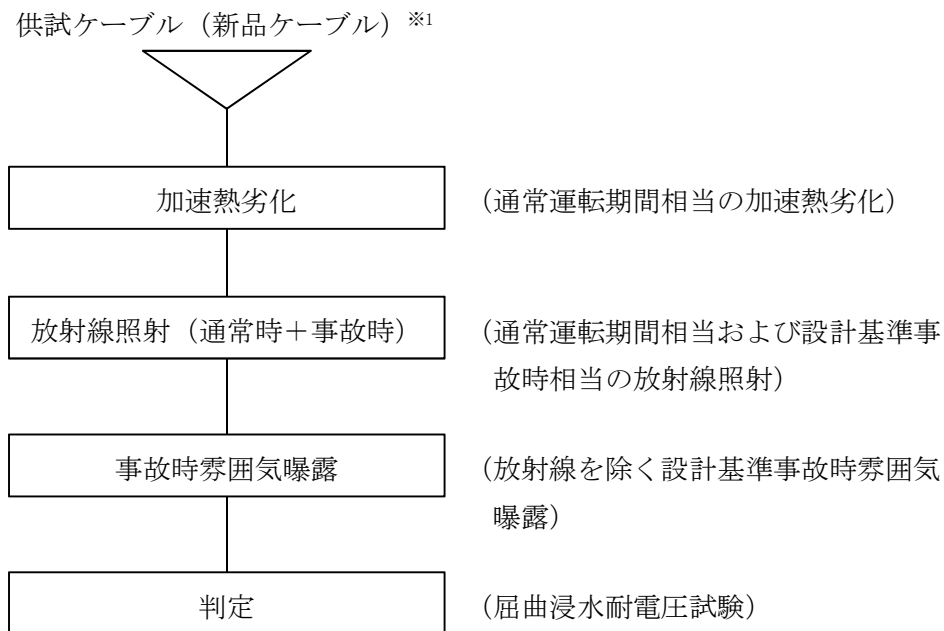


図1 同軸ケーブルの長期健全性試験手順（設計基準事故）

※1：供試ケーブルは、島根原子力発電所2号炉で使用している難燃三重同軸ケーブルと同等のもの

b. 試験条件

試験条件は60年間の通常運転期間および設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験条件を表1に示す。

表1 難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×168 時間	原子炉格納容器内の周囲温度(63℃)に対して、60年間の運転期間を包絡する。 【別紙4. 添付-1) 参照】
放射線照射	放射線照射線量：7.6×10 <sup>5</sup> Gy	島根2号炉で想定される照射線量3.6×10 <sup>5</sup> Gy(60年間の通常運転期間8.4×10 <sup>4</sup> Gyに設計基準事故時線量2.7×10 <sup>5</sup> Gyを加えた線量)を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：約310時間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(171℃)、最高圧力(0.427 MPa)を包絡する。 【別紙4. 添付-2) 参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、60年間の通常運転期間および設計基準事故時において、難燃三重同軸ケーブルの絶縁性能を維持できることを確認した。

難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験結果を表2に示す。

表2 難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後、試料外径(10.9 mm)の約40倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し1時間以上放置する。 ③ ②の状態、公称絶縁体厚さに対し交流電圧3.2 kV/mmを5分間印加する。	絶縁破壊しないこと	良

2) ACAガイドによる健全性評価

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気における健全性の評価は、「原子カプランスのケーブル経年変化評価技術調査研究に関する最終報告書JNESレポート(JNES-SS-0903)」(以下、「ACA研究報告書」という)をもとに、難燃三重同軸ケーブルは等価損傷簡易手法を用いて評価する。

難燃三重同軸ケーブルの「原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド(JNES-RE-2013-2049)」(以下、「ACAガイド」という)に基づく長期健全性試験手順を図2に示す。

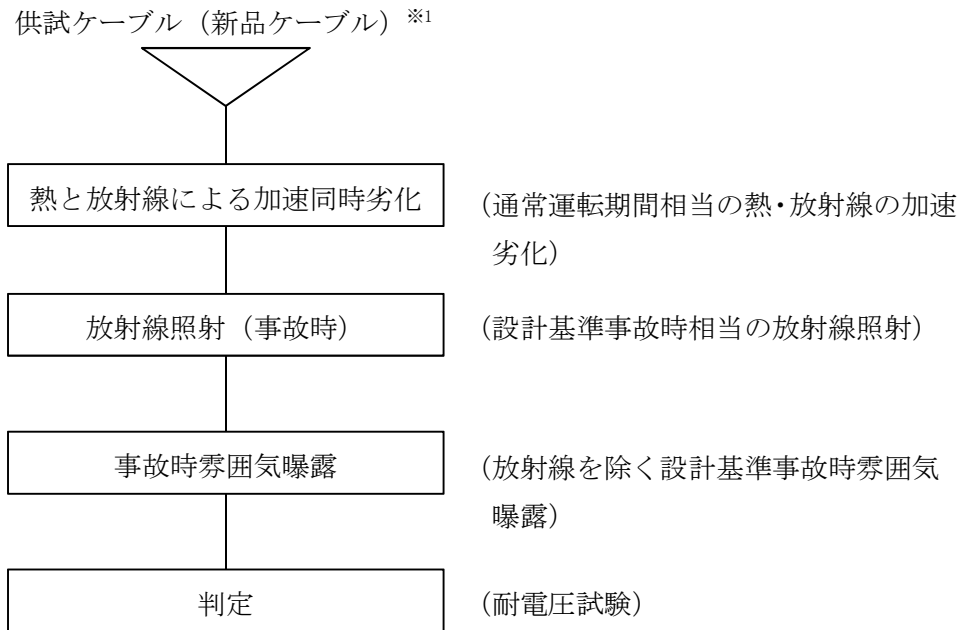


図2 同軸ケーブルのACAガイドに基づく試験手順

※1：供試ケーブルは、島根原子力発電所2号炉で使用している難燃三重同軸ケーブルと同等のもの

b. 試験条件

試験条件は60年間の通常運転期間および設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験条件を表3に示す。

表3 難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験条件（ACAガイド）

	試験条件	説明
熱・放射線 加速同時劣化	100℃—98.1Gy/h—約293日間 (7,024h)	ACA 研究報告書をもとに等価損傷簡易手法を用いて、原子炉格納容器内の環境条件（63℃，0.16Gy/h）で評価した結果，60年間の通常運転期間を包絡する。
事故時放射線照射	$5.0 \times 10^5$ Gy ( $1.0 \times 10^4$ Gy/h)	島根2号炉で想定される設計基準事故時の最大積算値（ $2.7 \times 10^5$ Gy）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427 MPa	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度（171℃），最高圧力（0.427MPa）を包絡する。

### c. 評価結果

ACA研究報告書の試験結果をもとに、等価損傷簡易手法を用いて島根2号炉の原子炉建物および原子炉格納容器内の環境条件に展開し評価した結果、60年時点において絶縁を維持できることを確認した。

難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験結果を表4に示す。

表4 難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験結果（ACAガイド）

項目	試験条件	判定基準	結果
耐電圧試験	課電電圧：7,000V／1分間	絶縁破壊しないこと	良

#### (2) 現状保全

難燃三重同軸ケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また、系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、ケーブルの取替えを行うこととしている。

#### (3) 総合評価

難燃三重同軸ケーブルの絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

#### (4) 高経年化への対応

難燃三重同軸ケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

## 2. 添付資料

- 1) 同軸ケーブルの長期健全性試験における評価期間について
- 2) 同軸ケーブルの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について
- 3) 設計基準事故時雰囲気で機能要求のある同軸ケーブルの環境条件について
- 4) 同軸ケーブルの構造について
- 5) 同軸ケーブルの代替評価について

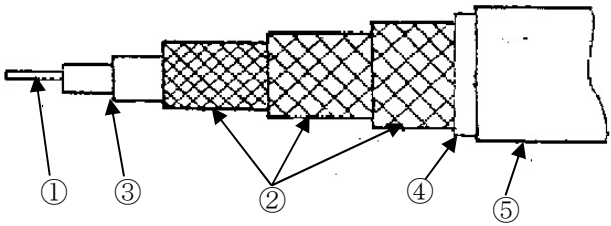
<p>タイトル</p>	<p>同軸ケーブルの長期健全性試験における評価期間について</p>
<p>説明</p>	<p>難燃三重同軸ケーブルの加速熱劣化における実環境年数の算定はケーブルの絶縁材の活性化エネルギーを用いてアレニウスの式により算出している。加速熱劣化条件は 60 年間の通常運転期間を包絡している。</p> $\ln t_2 - \ln t_1 = \frac{E}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ <p>①難燃三重同軸ケーブル</p> <p>t1 : 実環境年数 : 60 年以上 (560, 870 時間)</p> <p>t2 : 加速時間 : 168 時間</p> <p>T1 : 実環境温度 : 336 K (=63°C)</p> <p>T2 : 加速温度 : 394 K (=121°C)</p> <p>R : 気体定数 : 1.98721 × 10<sup>-3</sup> kcal/mol · K</p> <p>E : 活性化エネルギー : <input type="text"/> kcal/mol (架橋ポリエチレン/メーカー提示値)</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

タイトル	同軸ケーブルの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について			
説 明	<p>難燃三重同軸ケーブルの長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件を比較した結果を示す。</p> <p>事故時雰囲気曝露試験の試験条件は設計基準事故時条件を包絡している。</p> <p>a. 難燃三重同軸ケーブル</p>			
		条件	94℃換算時間	合計
	事故時雰囲気曝露試験		37,892 時間	57,072 時間
			6,566 時間	
			3,185 時間	
			9,429 時間	
	設計基準事故 ※1		18,947 時間	28,534 時間
			6,567 時間	
			644 時間	
			2,376 時間	
<p>※1：設計基準事故時における原子炉格納容器内の難燃三重同軸ケーブル敷設箇所環境条件設計値</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>				

<p>タイトル</p>	<p>設計基準事故時雰囲気での機能要求のある同軸ケーブルの環境条件について</p>												
<p>説明</p>	<p>設計基準事故時雰囲気での機能要求のある同軸ケーブルの敷設箇所の環境条件は下記の通り。</p> <p>a. 難燃三重同軸ケーブル</p> <table border="1" data-bbox="453 589 1366 786"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時<sup>※1</sup></th> <th>設計基準事故時<sup>※2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>63℃</td> <td>171℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>14 kPa</td> <td>0.427 MPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td><math>1.6 \times 10^{-1}</math> Gy/h (最大)</td> <td><math>2.7 \times 10^5</math> Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉格納容器内の難燃三重同軸ケーブル敷設箇所の環境条件設計値</p> <p>※2：設計基準事故時における原子炉格納容器内の難燃三重同軸ケーブル敷設箇所の環境条件設計値</p> <p style="text-align: right;">以上</p>		通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>	周囲温度	63℃	171℃ (最高)	最高圧力	14 kPa	0.427 MPa	放射線	$1.6 \times 10^{-1}$ Gy/h (最大)	$2.7 \times 10^5$ Gy (最大積算値)
	通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>											
周囲温度	63℃	171℃ (最高)											
最高圧力	14 kPa	0.427 MPa											
放射線	$1.6 \times 10^{-1}$ Gy/h (最大)	$2.7 \times 10^5$ Gy (最大積算値)											

タイトル 同軸ケーブルの構造について

同軸ケーブルの構造は以下の通り。  
 ①難燃三重同軸ケーブル

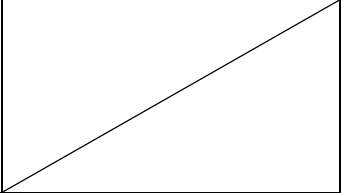
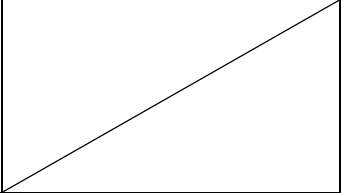
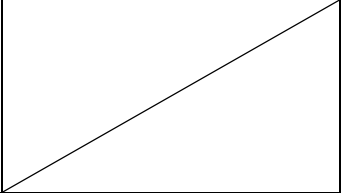
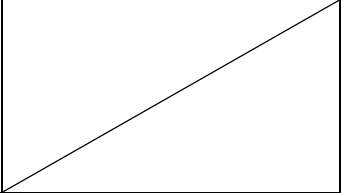


部位	材料
① 内部導体	錫メッキ軟銅より線
② 外部導体	錫メッキ軟銅編組
③ 絶縁体	架橋ポリエチレン
④ セパレータ	難燃テープ
⑤ シース	難燃架橋ポリエチレン

説明

以上



<p>タイトル</p>	<p>同軸ケーブルの代替評価について</p>								
<p>説 明</p>	<p>1. 電気学会推奨案による健全性評価（設計基準事故時）</p>								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="403 448 738 497">評価対象ケーブル</th> <th data-bbox="738 448 1062 497">代替評価ケーブル</th> <th data-bbox="1062 448 1414 497">評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="403 497 738 689"> <p>難燃三重同軸ケーブル ①絶縁体種類： 架橋ポリエチレン ②製造メカ：<input type="text"/></p> </td> <td data-bbox="738 497 1062 689"> <p>(同等ケーブルにて評価)</p> </td> <td data-bbox="1062 497 1414 689">  </td> </tr> </tbody> </table>	評価対象ケーブル	代替評価ケーブル	評価	<p>難燃三重同軸ケーブル ①絶縁体種類： 架橋ポリエチレン ②製造メカ：<input type="text"/></p>	<p>(同等ケーブルにて評価)</p>		<p>(同等ケーブルにて評価)</p>	
	評価対象ケーブル	代替評価ケーブル	評価						
	<p>難燃三重同軸ケーブル ①絶縁体種類： 架橋ポリエチレン ②製造メカ：<input type="text"/></p>	<p>(同等ケーブルにて評価)</p>							
<p>2. ACA ガイドによる健全性評価（設計基準事故時）</p>									
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="403 784 738 833">評価対象ケーブル</th> <th data-bbox="738 784 1062 833">代替評価ケーブル</th> <th data-bbox="1062 784 1414 833">評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="403 833 738 1025"> <p>難燃三重同軸ケーブル ①絶縁体種類： 架橋ポリエチレン ②製造メカ：<input type="text"/></p> </td> <td data-bbox="738 833 1062 1025"> <p>難燃一重同軸ケーブル ①絶縁体種類： 架橋ポリエチレン ②製造メカ：<input type="text"/></p> </td> <td data-bbox="1062 833 1414 1025"> <p>絶縁材料は同一であり、代替ケーブルを用いた評価にて問題ないと判断する。</p> </td> </tr> </tbody> </table>	評価対象ケーブル	代替評価ケーブル	評価	<p>難燃三重同軸ケーブル ①絶縁体種類： 架橋ポリエチレン ②製造メカ：<input type="text"/></p>	<p>難燃一重同軸ケーブル ①絶縁体種類： 架橋ポリエチレン ②製造メカ：<input type="text"/></p>	<p>絶縁材料は同一であり、代替ケーブルを用いた評価にて問題ないと判断する。</p>	<p>難燃一重同軸ケーブル ①絶縁体種類： 架橋ポリエチレン ②製造メカ：<input type="text"/></p>	<p>絶縁材料は同一であり、代替ケーブルを用いた評価にて問題ないと判断する。</p>	
評価対象ケーブル	代替評価ケーブル	評価							
<p>難燃三重同軸ケーブル ①絶縁体種類： 架橋ポリエチレン ②製造メカ：<input type="text"/></p>	<p>難燃一重同軸ケーブル ①絶縁体種類： 架橋ポリエチレン ②製造メカ：<input type="text"/></p>	<p>絶縁材料は同一であり、代替ケーブルを用いた評価にて問題ないと判断する。</p>							

 以 上 |

## 別紙 5. ケーブル接続部の評価について

1. ケーブル接続部の技術評価

(1) ケーブル接続部（端子台）の評価

1) 端子台接続の健全性の評価

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある端子台接続（原子炉格納容器内）の健全性の評価は、IEEE Std. 323（1974）および382（1972）に基づく長期健全性試験により評価する。

端子台接続（原子炉格納容器内）の長期健全性試験手順を図1に示す。

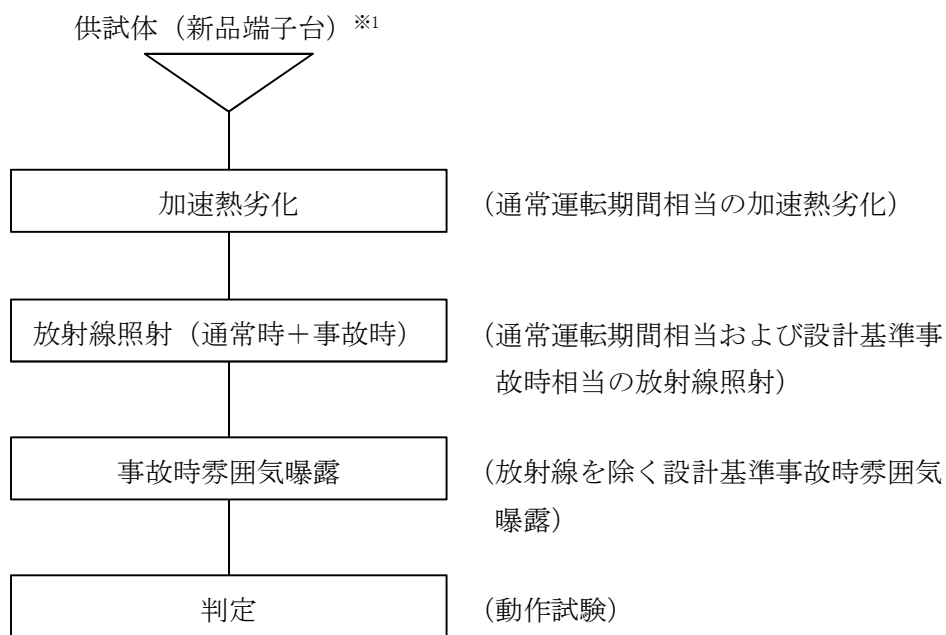


図1 端子台接続の長期健全性試験手順（設計基準事故）

※1：供試体は、島根原子力発電所2号炉で使用している端子台接続（原子炉格納容器内）と同等のもの

b. 試験条件

試験条件は、25年間の通常運転期間および設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

端子台接続（原子炉格納容器内）の長期健全性試験条件を表1に示す。

表1 端子台接続（原子炉格納容器内）の長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
加速熱劣化	123℃×120 時間	原子炉格納容器内の周囲温度(63℃)に対して、25年間の運転期間を包絡する。 【別紙5. 添付-1) 参照】
放射線照射	放射線照射線量：2.0×10 <sup>6</sup> Gy	島根2号炉で想定される照射線量3.6×10 <sup>5</sup> Gy(60年間の通常運転期間8.4×10 <sup>4</sup> Gyに設計基準事故時線量2.7×10 <sup>5</sup> Gyを加えた線量)を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：174℃ 最高圧力：0.78 MPa 曝露時間：約30日間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(171℃)，最高圧力(0.427MPa)を包絡する。 【別紙5. 添付-2) 参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、25年間の通常運転期間および設計基準事故時において、端子台接続（原子炉格納容器内）の絶縁性能を維持できることを確認した。

また、設計基準事故時環境において動作要求のある、端子台接続（原子炉格納容器内）については運転開始後29年（第17回定期検査）に取替えを行っている。

端子台接続（原子炉格納容器内）の長期健全性試験結果を表2に示す。

表2 端子台接続（原子炉格納容器内）の長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目	試験手順	判定基準	結果
動作試験	事故時雰囲気曝露試験終了後、電動弁の開閉動作を確認する。	正常に動作すること	良

2) 現状保全

端子台接続（原子炉格納容器内）の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また、系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においても絶縁機能の健全性を確認している。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、端子台接続（原子炉格納容器内）の取替えを行うこととしている。

### 3) 総合評価

端子台接続（原子炉格納容器内）の絶縁体については、運転開始から54年間経過する前に取替えを行うことで、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

### 4) 高経年化への対応

端子台接続（原子炉格納容器内）の絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

## (2) ケーブル接続部（直ジョイント接続）の評価

### 1) 直ジョイント接続の健全性の評価

#### a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある直ジョイント接続の健全性の評価は、IEEE Std. 323（1974）および383（1974）に基づく長期健全性試験により評価する。

直ジョイント接続の長期健全性試験手順を図2に示す。

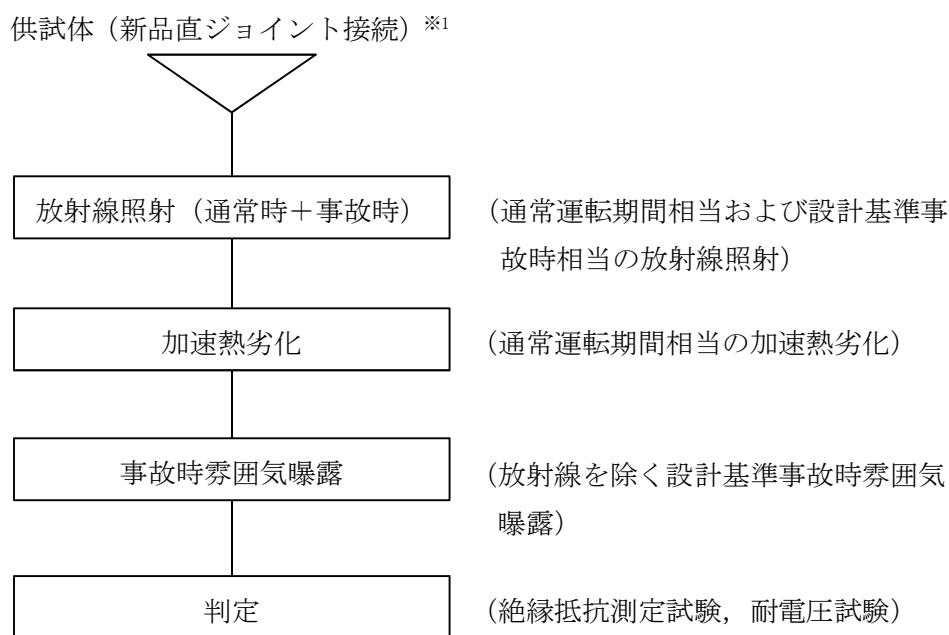


図2 直ジョイント接続の長期健全性試験手順（設計基準事故）

※1：供試体は、島根原子力発電所2号炉で使用している直ジョイント接続と同等のもの

b. 試験条件

試験条件は60年間の通常運転期間および設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

直ジョイント接続の長期健全性試験条件を表3に示す。

表3 直ジョイント接続の長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
加速熱劣化	115℃×10,075 時間	原子炉格納容器内の周囲温度(63℃)に対して、60年間の運転期間を包絡する。 【別紙5. 添付-1) 参照】
放射線照射	放射線照射線量：5.2×10 <sup>5</sup> Gy	島根2号炉で想定される照射線量3.6×10 <sup>5</sup> Gy(60年間の通常運転期間8.4×10 <sup>4</sup> Gyに設計基準事故時線量2.7×10 <sup>5</sup> Gyを加えた線量)を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：約13日間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(171℃)，最高圧力(0.427 MPa)を包絡する。 【別紙5. 添付-2) 参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、60年間の通常運転期間および設計基準事故時において、直ジョイント接続の絶縁性能を維持できることを確認した。

直ジョイント接続の長期健全性試験結果を表4に示す。

表4 直ジョイント接続の長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目	試験手順	判定基準	結果
事故時雰囲気曝露後試験	絶縁抵抗測定試験	1.0×10 <sup>4</sup> Ω以上	良
	耐電圧試験 (交流電圧720Vを4秒間印加)	絶縁破壊しないこと。	良

2) 現状保全

直ジョイント接続の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また、系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においても絶縁機能の健全性を確認している。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、直ジョイント接続の取替えを行うこととしている。

3) 総合評価

直ジョイント接続の絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

#### 4) 高経年化への対応

直ジョイント接続の絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

### (3) ケーブル接続部（電動弁コネクタ接続）の評価

#### 1) 電動弁コネクタ接続の健全性の評価

##### a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある電動弁コネクタ接続の健全性の評価は、IEEE Std. 382 (1980) に基づく長期健全性試験により評価する。

電動弁コネクタ接続の長期健全性試験手順を図3に示す。

供試体（新品電動弁コネクタ接続）※1

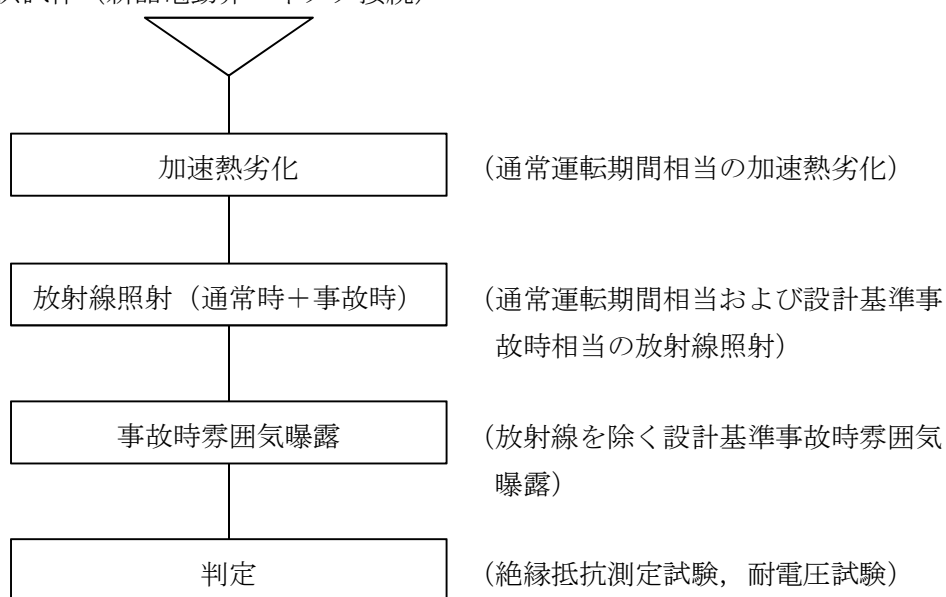


図3 電動弁コネクタ接続の長期健全性試験手順（設計基準事故）

※1：供試体は、島根原子力発電所2号炉で使用している電動弁コネクタ接続と同等のもの

##### b. 試験条件

試験条件は60年間の通常運転期間および設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

電動弁コネクタ接続の長期健全性試験条件を表5に示す。

表5 電動弁コネクタ接続の長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
加速熱劣化	138℃×300 時間	原子炉格納容器外（原子炉建物）の周囲温度(40℃)に対して、60年間の運転期間を包絡する。 【別紙5. 添付-1) 参照】
放射線照射	放射線照射線量：1.0×10 <sup>6</sup> Gy	島根2号炉で想定される照射線量2.0×10 <sup>3</sup> Gy（60年間の通常運転期間1.5×10 <sup>2</sup> Gyに設計基準事故時線量1.8×10 <sup>3</sup> Gyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.10 MPa 曝露時間：約31日間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(100℃)，最高圧力(3.4kPa)を包絡する。 【別紙5. 添付-2) 参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、60年間の通常運転期間および設計基準事故時において、電動弁コネクタ接続の絶縁性能を維持できることを確認した。

電動弁コネクタ接続の長期健全性試験結果を表6に示す。

表6 電動弁コネクタ接続の長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目	試験手順	判定基準	結果
絶縁抵抗測定試験	環境試験終了後、常温にてDC500Vメガテスタによる絶縁抵抗測定を行う。	制御用：0.25×10 <sup>6</sup> Ω以上 動力用：0.6×10 <sup>6</sup> Ω以上	良

2) 現状保全

電動弁コネクタ接続の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また、系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においても絶縁機能の健全性を確認している。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、電動弁コネクタ接続の取替えを行うこととしている。

3) 総合評価

電動弁コネクタ接続の絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

4) 高経年化への対応

電動弁コネクタ接続の絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。



#### (4) ケーブル接続部（同軸コネクタ接続）の評価

##### 1) 同軸コネクタ接続の健全性の評価

###### a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある同軸コネクタ接続の健全性の評価は、IEEE Std. 323 (1974) および383 (1974) に基づく長期健全性試験により評価する。

同軸コネクタ接続の長期健全性試験手順を図4に示す。

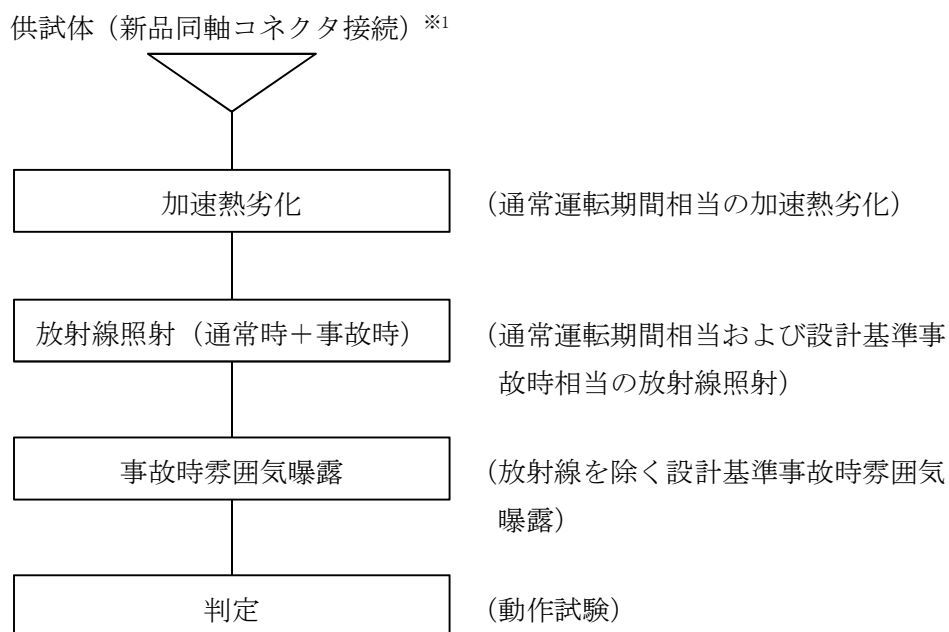


図4 同軸コネクタ接続の長期健全性試験手順（設計基準事故）

※1：供試体は、島根原子力発電所2号炉で使用している同軸コネクタ接続に相当するもの

###### b. 試験条件

試験条件は、60年間の通常運転期間および設計基準事故時を想定した条件を包絡している。

同軸コネクタ接続の長期健全性試験条件を表7に示す。

表7 同軸コネクタ接続の長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
加速熱劣化	149℃×241 時間	原子炉格納容器内のペステル内の周囲温度最高値(55℃)に対して、60年間の運転期間を包絡する。 【別紙5. 添付-1) 参照】
放射線照射	放射線照射線量：2.9×10 <sup>5</sup> Gy	島根2号炉で想定される照射線量1.9×10 <sup>4</sup> Gy (60年間の通常運転期間1.6×10 <sup>2</sup> Gy に設計基準事故時線量1.8×10 <sup>4</sup> Gyを加えた線量) を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.39 MPa 曝露時間：約100日間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(171℃)を包絡する。また、最高圧力(0.427 MPa)は包絡できていないが、接続部であり圧力の影響は軽微である。 【別紙5. 添付-2), 4) 参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、60年間の通常運転期間および設計基準事故時において、同軸コネクタ接続の絶縁を維持できることを確認した。

同軸コネクタ接続の長期健全性試験結果を表8に示す。

表8 同軸コネクタ接続の長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目	試験手順	測定値	結果
機能試験	絶縁抵抗測定試験	1×10 <sup>10</sup> Ω以上	良

2) 現状保全

同軸コネクタ接続の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また、出力信号測定においても絶縁機能の健全性を確認している。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、同軸コネクタ接続の取替えを行うこととしている。

3) 総合評価

同軸コネクタ接続の絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

4) 高経年化への対応

設計基準事故時雰囲気において機能要求される同軸コネクタの絶縁体について、型式等が同一の実機同等品を用いて60年間の通常運転および事故時雰囲気による劣化を考慮した事故時耐環境性能に関する再評価を行うこととし、その評価手順については、日本電気協会の「原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針」を活用していく。

## 2. 添付資料

- 1) ケーブル接続部の長期健全性試験における評価期間について
- 2) ケーブル接続部の長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について
- 3) 設計基準事故時雰囲気機能要求のあるケーブル接続部の環境条件について

タイトル	ケーブル接続部の長期健全性試験における評価期間について
説明	<p>ケーブル接続部の加速熱劣化における実環境年数の算定はケーブル接続部の有機材料の活性化エネルギーを用いてアレニウスの式により算出している。</p> $\ln t_2 - \ln t_1 = \frac{E}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ <p>①端子台接続（原子炉格納容器内）</p> <p>t1：実環境年数                   ：約 25 年（222, 563 時間）  t2：加速時間                       ：120 時間  T1：実環境温度                   ：336 K（=63℃）  T2：加速温度                       ：396 K（=123℃）  R：気体定数                       ：1.98721×10<sup>-3</sup> kcal/mol・K  E：活性化エネルギー：<input type="text"/> kcal/mol  （ジアリルフタレート樹脂／推定値）</p> <p>②直ジョイント接続</p> <p>t1：実環境年数                   ：60 年以上（4, 684, 712 時間）  t2：加速時間                       ：10, 075 時間  T1：実環境温度                   ：336 K（=63℃）  T2：加速温度                       ：388 K（=115℃）  R：気体定数                       ：1.98721×10<sup>-3</sup> kcal/mol・K  E：活性化エネルギー：<input type="text"/> kcal/mol  （架橋ポリオレフィン／メーカー提示値）</p> <p>③電動弁コネクタ接続</p> <p>t1：実環境年数                   ：60 年以上（2, 858, 655 時間）  t2：加速時間                       ：168 時間  T1：実環境温度                   ：313 K（=40℃）  T2：加速温度                       ：411 K（=138℃）  R：気体定数                       ：1.98721×10<sup>-3</sup> kcal/mol・K  E：活性化エネルギー：<input type="text"/> kcal/mol  （ジアリルフタレート樹脂／EPRI 文献値）</p>

説 明

④同軸コネクタ接続

t1 : 実環境年数 : 60 年以上 (1, 262, 139 時間)

t2 : 加速時間 : 241 時間

T1 : 実環境温度 : 328 K (=55°C)

T2 : 加速温度 : 422 K (=149°C)

R : 気体定数 :  $1.98721 \times 10^{-3}$  kcal/mol · K

E : 活性化エネルギー :  kcal/mol

(ポリエーテルエーテルケトン/EPRI 文献値)

以 上

タイトル	ケーブル接続部の長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について			
説 明	<p>ケーブル接続部の長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件を比較した結果を示す。</p> <p>事故時雰囲気曝露試験の試験条件は設計基準事故時条件を包絡している。</p>			
	a. 端子台接続（原子炉格納容器内）			
	事故時雰囲気 曝露試験		66℃換算時間 988, 891 時間	合計 1, 489, 382 時間
			209, 467 時間	
			222, 194 時間	
			68, 830 時間	
	設計基準事故 ※1		370, 837 時間	合計 637, 296 時間
			141, 755 時間	
			20, 321 時間	
			104, 383 時間	
<p>※1：設計基準事故時における原子炉格納容器内の端子台接続（原子炉格納容器内）敷設箇所環境条件設計値</p>				
b. 直ジョイント接続				
事故時雰囲気 曝露試験		66℃換算時間 416, 317 時間	合計 593, 299 時間	
		176, 982 時間		
設計基準事故 ※1		138, 773 時間	合計 283, 564 時間	
		57, 501 時間		
		11, 273 時間		
		76, 017 時間		
<p>※1：設計基準事故時における原子炉格納容器内の直ジョイント接続敷設箇所環境条件設計値</p>				

説 明	c. 電動弁コネクタ接続			
		条件	66℃換算時間	合計
	事故時雰囲気 曝露試験		4,402 時間	17,641 時間
			779 時間	
			0 時間	
			2,598 時間	
			9,862 時間	
	設計基準事故 ※1		153 時間	2,547 時間
			2,394 時間	
	※1：設計基準事故時における原子炉建物内の電動弁コネクタ接続敷設箇所 の環境条件設計値			
d. 同軸コネクタ接続				
	条件	66℃換算時間	合計	
事故時雰囲気 曝露試験		20,256 時間	71,883 時間	
		9,770 時間		
		3,293 時間		
		38,564 時間		
設計基準事故 ※1		6,710 時間	6,710 時間	
※1：設計基準事故時における原子炉格納容器内の同軸コネクタ接続敷設箇所 の環境条件設計値				
以 上				

タイトル	設計基準事故時雰囲気での機能要求のあるケーブル接続部の環境条件について																																				
説明	<p>設計基準事故時雰囲気での機能要求のあるケーブル接続部の敷設箇所の環境条件は下記の通り。</p> <p>a. 端子台接続（原子炉格納容器内）</p> <table border="1" data-bbox="453 589 1366 786"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時<sup>※1</sup></th> <th>設計基準事故時<sup>※2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>63℃</td> <td>171℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>14 kPa</td> <td>0.427 MPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td><math>1.6 \times 10^{-1}</math> Gy/h（最大）</td> <td><math>2.7 \times 10^5</math> Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉格納容器内の端子台接続（原子炉格納容器内）敷設箇所の環境条件設計値  ※2：設計基準事故時における原子炉格納容器内の端子台接続（原子炉格納容器内）敷設箇所の環境条件設計値</p> <p>b. 直ジョイント接続</p> <table border="1" data-bbox="453 1072 1366 1270"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時<sup>※1</sup></th> <th>設計基準事故時<sup>※2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>63℃</td> <td>171℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>14 kPa</td> <td>0.427 MPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td><math>1.6 \times 10^{-1}</math> Gy/h（最大）</td> <td><math>2.7 \times 10^5</math> Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉格納容器内の直ジョイント接続敷設箇所の環境条件設計値  ※2：設計基準事故時における原子炉格納容器内の直ジョイント接続敷設箇所の環境条件設計値</p> <p>c. 電動弁コネクタ接続</p> <table border="1" data-bbox="453 1556 1366 1753"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時<sup>※1</sup></th> <th>設計基準事故時<sup>※2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td><math>2.7 \times 10^{-4}</math> Gy/h（最大）</td> <td><math>1.8 \times 10^3</math> Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉建物内の電動弁コネクタ接続敷設箇所の環境条件設計値  ※2：設計基準事故時における原子炉建物内の電動弁コネクタ接続敷設箇所の環境条件設計値</p>		通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>	周囲温度	63℃	171℃（最高）	最高圧力	14 kPa	0.427 MPa	放射線	$1.6 \times 10^{-1}$ Gy/h（最大）	$2.7 \times 10^5$ Gy（最大積算値）		通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>	周囲温度	63℃	171℃（最高）	最高圧力	14 kPa	0.427 MPa	放射線	$1.6 \times 10^{-1}$ Gy/h（最大）	$2.7 \times 10^5$ Gy（最大積算値）		通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>	周囲温度	40℃以下	100℃（最高）	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h（最大）	$1.8 \times 10^3$ Gy（最大積算値）
	通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>																																			
周囲温度	63℃	171℃（最高）																																			
最高圧力	14 kPa	0.427 MPa																																			
放射線	$1.6 \times 10^{-1}$ Gy/h（最大）	$2.7 \times 10^5$ Gy（最大積算値）																																			
	通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>																																			
周囲温度	63℃	171℃（最高）																																			
最高圧力	14 kPa	0.427 MPa																																			
放射線	$1.6 \times 10^{-1}$ Gy/h（最大）	$2.7 \times 10^5$ Gy（最大積算値）																																			
	通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>																																			
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）																																			
最高圧力	大気圧	3.4 kPa																																			
放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h（最大）	$1.8 \times 10^3$ Gy（最大積算値）																																			



d. 同軸コネクタ接続

	通常運転時※1	設計基準事故時※2
周囲温度	55℃	171℃ (最高)
最高圧力	14 kPa	0.427 MPa
放射線	$3.0 \times 10^{-4}$ Gy/h (最大)	$1.8 \times 10^4$ Gy (最大積算値)

※1：通常運転時における原子炉格納容器内の同軸コネクタ接続敷設箇所の環境条件設計値

※2：設計基準事故時における原子炉格納容器内の同軸コネクタ接続敷設箇所の環境条件設計値

以 上

説 明

## 別紙 6. 電動弁用駆動部の評価について

# 1. 電動弁用駆動部の技術評価

## (1) 電動弁用駆動部の評価

### 1) 電動弁モータ（原子炉格納容器内）の評価

#### a. 評価手順

原子炉格納容器内において使用されている，設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある電動弁用駆動部絶縁物の長期間の経年劣化を考慮した絶縁特性低下の評価方法は，IEEE Std. 382（1972），323（1974）の規格にまとめられており，これに基づき，実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

電動弁モータ（原子炉格納容器内）の長期健全性試験手順を図1に示す。

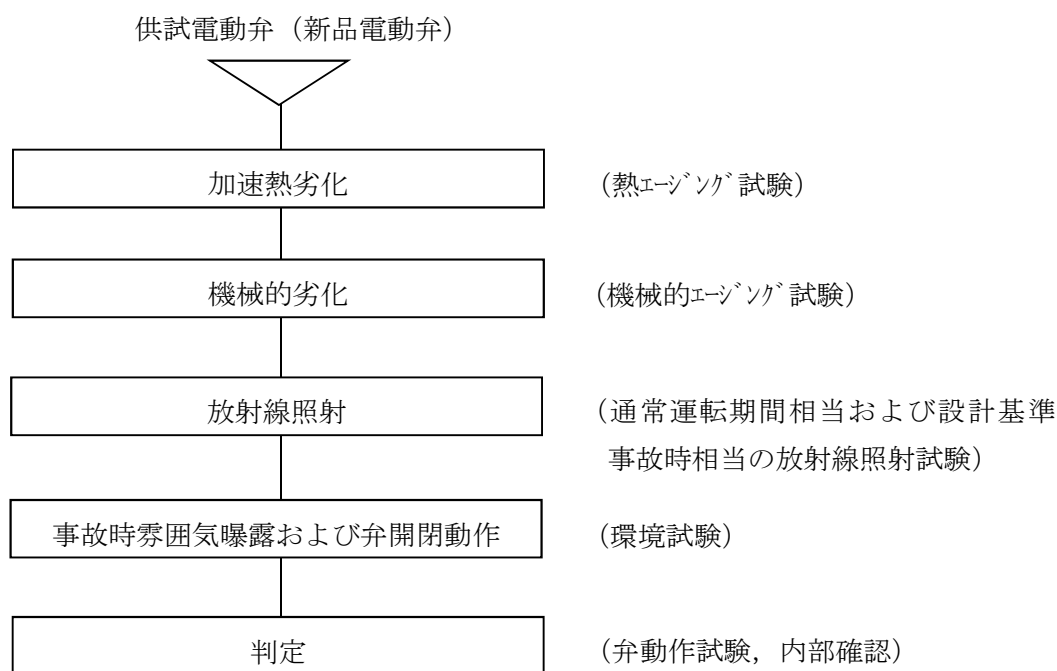


図1 電動弁用駆動部長期健全性試験手順（原子炉格納容器内電動弁）

b. 試験条件

試験条件は電動弁モータ（原子炉格納容器内）の60年間の運転期間を想定した熱，放射線，機械的および設計基準事故時雰囲気による劣化条件を包絡している。

電動弁モータの長期健全性試験条件（原子炉格納容器内）を表1.1に示す。

表1.1 電動弁モータの長期健全性試験条件（原子炉格納容器内）

	試験条件	説明
加速熱劣化	熱エージング試験 123℃×120時間	原子炉格納容器内の周囲温度(63℃)では、60年間の運転期間を包絡する。 【別紙6.添付-2)参照】
機械的劣化	機械的エージング試験 弁開閉往復動作を578回実施	島根2号炉の60年間の動作回数(約300回)を包絡する。 【別紙6.添付-3)参照】
放射線照射	通常運転期間相当および事故時相当の放射線照射試験 2.0×10 <sup>6</sup> Gy	島根2号炉で想定される照射線量3.6×10 <sup>5</sup> Gy (60年間の通常運転期間8.4×10 <sup>4</sup> Gy に設計基準事故時線量2.7×10 <sup>5</sup> Gy を加えた線量)を包絡する。
事故時雰囲気曝露	環境試験 最高温度：174℃ 最高圧力：0.78 MPa 曝露時間：約30日間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(約171℃)，最高圧力(約0.427 MPa)を包絡する。 【別紙6.添付-4)参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果，60年間の通常運転期間および設計基準事故時において，電動弁モータ（原子炉格納容器内）の絶縁性能を維持できることを確認した。

電動弁モータ（原子炉格納容器内）の長期健全性試験結果を表1.2に示す。

表1.2 電動弁モータの長期健全性試験結果（原子炉格納容器内）

試験手順	判定基準	結果
事故時雰囲気曝露試験終了後，電動弁の開閉動作を確認する。	正常に動作すること	良

## 2) 電動弁モータ（原子炉格納容器外／原子炉建物）の評価

### a. 評価手順

原子炉格納容器外において使用されている，設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある電動弁用駆動部絶縁物の長期間の経年劣化を考慮した絶縁特性低下の評価方法は，IEEE Std. 382（1972），323（1974）の規格にまとめられており，これに基づき，実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

電動弁モータ（原子炉格納容器外）の長期健全性試験手順を図1に示す。

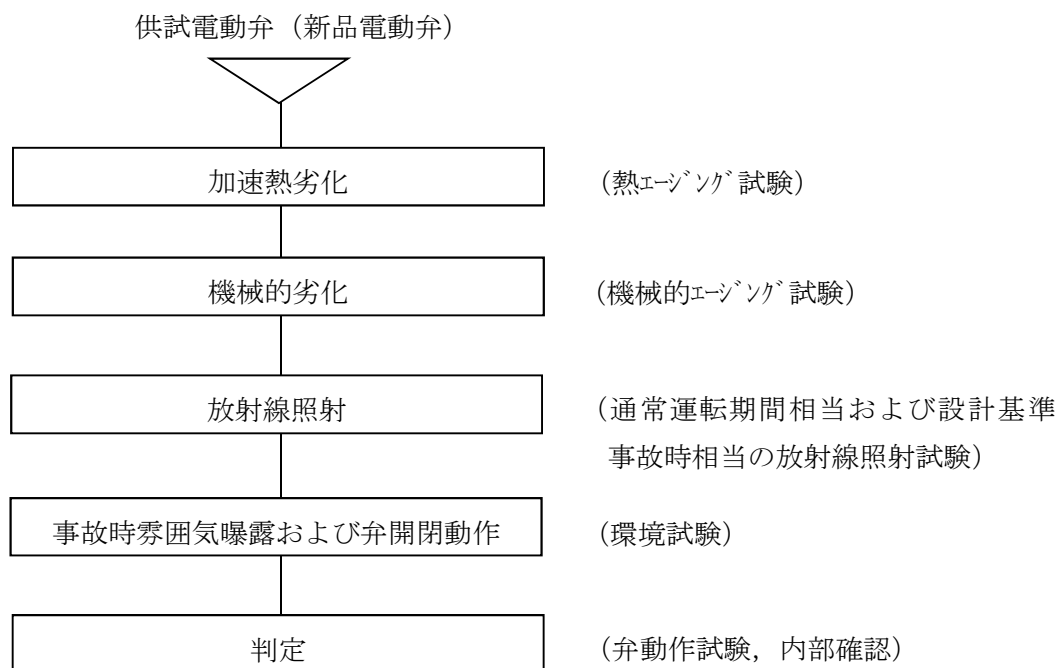


図1 電動弁用駆動部長期健全性試験手順（原子炉格納容器外電動弁）

b. 試験条件

試験条件は電動弁モータ（原子炉格納容器外）の60年間の運転期間を想定した熱、放射線、機械的および設計基準事故時雰囲気による劣化条件を包絡している。なお、機械的劣化条件は当該機器の動作回数では約38年に相当するが、電動弁は動作時間が短いことから機械的劣化はわずかであり、影響は少ないものとする。

電動弁モータの長期健全性試験条件（原子炉格納容器外）を表1.1に示す。

表1.1 電動弁モータの長期健全性試験条件（原子炉格納容器外）

	試験条件	説明
加速熱劣化	熱エージング試験 123℃×120時間	原子炉建物の周囲温度(40℃)では、60年間の運転期間を包絡する。 【別紙6.添付-2)参照】
機械的劣化	機械的エージング試験 弁開閉往復動作を578回実施	島根2号炉の約38年間の動作回数(約900回)を包絡する。 【別紙6.添付-3)参照】
放射線照射	通常運転期間相当および事故時相当の放射線照射試験 2.0×10 <sup>6</sup> Gy	島根2号炉で想定される照射線量 2.0×10 <sup>3</sup> Gy (60年間の通常運転期間 1.5×10 <sup>2</sup> Gy に設計基準事故時線量 1.8×10 <sup>3</sup> Gy を加えた線量) を包絡する。
事故時雰囲気曝露	環境試験 最高温度：174℃ 最高圧力：0.78 MPa 曝露時間：約30日間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(約100℃)、最高圧力(約3.4 kPa)を包絡する。 【別紙6.添付-4)参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、60年間の通常運転期間および設計基準事故時において、電動弁モータ（原子炉格納容器外）の絶縁性能を維持できることを確認した。

電動弁モータ（原子炉格納容器外）の長期健全性試験結果を表1.2に示す。

表1.2 電動弁モータの長期健全性試験結果（原子炉格納容器外）

試験手順	判定基準	結果
事故時雰囲気曝露試験終了後、電動弁の開閉動作を確認する。	正常に動作すること	良

## 2. 添付資料

- 1) 長期健全性試験の供試体に用いた電動弁モータの仕様，設置環境等について
- 2) 電動弁モータの長期健全性試験における評価期間について
- 3) 電動弁モータの機械的劣化試験の弁開閉往復動作回数について
- 4) 電動弁モータの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について
- 5) 設計基準事故時で機能要求のある電動弁の環境条件について
- 6) 電動弁モータの取替実績について

タイトル	長期健全性試験の供試体に用いた電動弁モータの仕様，設置環境等について
説明	<p>長期健全性試験の供試体に用いた電動弁モータの仕様，設置環境等は下記のとおり。</p> <p>島根 2 号炉に設置している電動弁モータと供試体モータの構造，絶縁材料等は同じものである。</p> <p><b>【電動弁モータ（原子炉格納容器内，原子炉格納容器外）】</b></p> <p>モータサイズ：#25（2.4 kw）</p> <p>絶縁種別：H 種</p> <p>仕様年数：新品</p> <p>製造者：明電舎</p> <p style="text-align: right;">以上</p>



<p>タイトル</p>	<p>電動弁モータの長期健全性試験における評価期間について</p>
<p>説 明</p>	<p>電動弁モータの固定子コイル，口出線および電磁ブレーキコイルの加速熱劣化における実環境年数の算定は，固定子コイル，口出線および電磁ブレーキコイルの絶縁材の活性化エネルギー値を用いてアレニウスの式により算出している。</p> $\ln t_2 - \ln t_1 = \frac{E}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ <p>【原子炉格納容器内】</p> <p>①電動弁モータ（固定子コイル／電磁ブレーキコイル）</p> <p>t1：実環境年数           ： 55.27 年（484,505 時間）</p> <p>t2：加速時間             ： 119.8 時間</p> <p>T1：実環境温度          ： 336 [K]（=63 °C）</p> <p>T2：加速温度             ： 396 [K]（=123 °C）</p> <p>R：気体定数             ： 1.98721×10<sup>-3</sup> [kcal/mol・K]</p> <p>E：活性化エネルギー： <input type="text"/> [kcal/mol]</p> <p style="text-align: right;">（ポリアミドイミド/メーカー提示値）</p> <p>t1：実環境年数           ： 5.33 年（46,730 時間）</p> <p>t2：加速時間             ： 0.2 時間</p> <p>T1：実環境温度          ： 313 [K]（=40 °C）</p> <p>T2：加速温度             ： 396 [K]（=123 °C）</p> <p>R：気体定数             ： 1.98721×10<sup>-3</sup> [kcal/mol・K]</p> <p>E：活性化エネルギー： <input type="text"/> [kcal/mol]</p> <p style="text-align: right;">（ポリアミドイミド/メーカー提示値）</p> <p>②電動弁モータ（口出線）</p> <p>t1：実環境年数           ： 60 年以上（36,157,182 時間）</p> <p>t2：加速時間             ： 120 時間</p> <p>T1：実環境温度          ： 336 [K]（=63 °C）</p> <p>T2：加速温度             ： 396 [K]（=123 °C）</p> <p>R：気体定数             ： 1.98721×10<sup>-3</sup> [kcal/mol・K]</p> <p>E：活性化エネルギー： <input type="text"/> [kcal/mol]</p> <p style="text-align: right;">（シリコンゴム/メーカー提示値）</p>

【原子炉格納容器外】

①電動弁モータ（固定子コイル／電磁ブレーキコイル）

t1：実環境年数 : 60 年以上 (28,038,576 時間)  
t2：加速時間 : 120 時間  
T1：実環境温度 : 313 [K] (=40 °C)  
T2：加速温度 : 396 [K] (=123 °C)  
R：気体定数 :  $1.98721 \times 10^{-3}$  [kcal/mol・K]  
E：活性化エネルギー :  [kcal/mol]  
(ポリアミドイミド/メーカー提示値)

②電動弁モータ（口出線）

t1：実環境年数 : 60 年以上 ( $1.7 \times 10^{10}$  時間)  
t2：加速時間 : 120 時間  
T1：実環境温度 : 313 [K] (=40 °C)  
T2：加速温度 : 396 [K] (=123 °C)  
R：気体定数 :  $1.98721 \times 10^{-3}$  [kcal/mol・K]  
E：活性化エネルギー :  [kcal/mol]  
(シリコーンゴム/メーカー提示値)

説 明

以 上

タイトル	電動弁モータの機械的劣化試験の弁開閉往復動作回数について
説明	<p><b>【弁開閉往復動作回数】</b></p> <p>電動弁モータの機械劣化試験の動作回数は、プラント定検中のサーベランス（3回×運開から60年までの定検回数41回を想定=123回）、定期点検による電動弁駆動部の開閉5回（運開から60年までの定期点検回数16回=80回）および余裕動作回数100回の約300回は電動弁モータ（原子炉格納容器内）の開閉往復動作回数578回に包絡される。</p> <p>また、プラント運転期間中のサーベランス（1回/月×60年×12ヶ月=60年の運転ヶ月82ヶ月=638回）、プラント定検中のサーベランス（2回×運開から60年までの定検回数41回を想定=82回）、定期点検による電動弁駆動の開閉5回（運開から60年までの定期点検回数16回=80回）および余裕動作回数100回の約900回は電動弁モータ（原子炉格納容器外）の開閉往復動作回数100回に包絡していないが、電動弁駆動部の動作回数による設計寿命20000回を考慮すると機械的動作による影響は軽微であると考えられる。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

タイトル	電動弁モータの長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について																											
説 明	<p>長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件の比較した結果を示す。</p>																											
	<p>【原子炉格納容器内】</p>																											
	<p>①固定子コイル/ブレーキコイル</p>																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="403 598 643 685"></th> <th data-bbox="643 598 887 685">条件</th> <th data-bbox="887 598 1118 685">94℃換算時間</th> <th data-bbox="1118 598 1353 685">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="403 685 643 882" rowspan="4">事故時雰囲気 曝露試験</td> <td data-bbox="643 685 887 736"></td> <td data-bbox="887 685 1118 736">26,399 時間</td> <td data-bbox="1118 685 1353 882" rowspan="4">46,032 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 736 887 788"></td> <td data-bbox="887 736 1118 788">10,231 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 788 887 840"></td> <td data-bbox="887 788 1118 840">7,677 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 840 887 882"></td> <td data-bbox="887 840 1118 882">1,725 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="403 882 643 1081" rowspan="4">設計基準 事故時条件※1</td> <td data-bbox="643 882 887 934"></td> <td data-bbox="887 882 1118 934">19,219 時間</td> <td data-bbox="1118 882 1353 1081" rowspan="4">28,893 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 934 887 985"></td> <td data-bbox="887 934 1118 985">6,650 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 985 887 1037"></td> <td data-bbox="887 985 1118 1037">648 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 1037 887 1081"></td> <td data-bbox="887 1037 1118 1081">2,376 時間</td> </tr> </tbody> </table>		条件	94℃換算時間	合計	事故時雰囲気 曝露試験		26,399 時間	46,032 時間		10,231 時間		7,677 時間		1,725 時間	設計基準 事故時条件※1		19,219 時間	28,893 時間		6,650 時間		648 時間		2,376 時間			
		条件	94℃換算時間	合計																								
	事故時雰囲気 曝露試験		26,399 時間	46,032 時間																								
			10,231 時間																									
			7,677 時間																									
			1,725 時間																									
	設計基準 事故時条件※1		19,219 時間	28,893 時間																								
		6,650 時間																										
		648 時間																										
		2,376 時間																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="403 1169 643 1220"></th> <th data-bbox="643 1169 887 1220">条件</th> <th data-bbox="887 1169 1118 1220">94℃換算時間</th> <th data-bbox="1118 1169 1353 1220">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="403 1220 643 1420" rowspan="4">事故時雰囲気 曝露試験</td> <td data-bbox="643 1220 887 1272"></td> <td data-bbox="887 1220 1118 1272">2,949,998 時間</td> <td data-bbox="1118 1220 1353 1420" rowspan="4">3,729,105 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 1272 887 1323"></td> <td data-bbox="887 1272 1118 1323">698,920 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 1323 887 1375"></td> <td data-bbox="887 1323 1118 1375">77,248 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 1375 887 1420"></td> <td data-bbox="887 1375 1118 1420">2,939 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="403 1420 643 1621" rowspan="4">設計基準 事故時条件※1</td> <td data-bbox="643 1420 887 1471"></td> <td data-bbox="887 1420 1118 1471">1,821,163 時間</td> <td data-bbox="1118 1420 1353 1621" rowspan="4">2,190,865 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 1471 887 1523"></td> <td data-bbox="887 1471 1118 1523">363,165 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 1523 887 1574"></td> <td data-bbox="887 1523 1118 1574">4,161 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="643 1574 887 1621"></td> <td data-bbox="887 1574 1118 1621">2,376 時間</td> </tr> </tbody> </table>		条件	94℃換算時間	合計	事故時雰囲気 曝露試験		2,949,998 時間	3,729,105 時間		698,920 時間		77,248 時間		2,939 時間	設計基準 事故時条件※1		1,821,163 時間	2,190,865 時間		363,165 時間		4,161 時間		2,376 時間				
	条件	94℃換算時間	合計																									
事故時雰囲気 曝露試験		2,949,998 時間	3,729,105 時間																									
		698,920 時間																										
		77,248 時間																										
		2,939 時間																										
設計基準 事故時条件※1		1,821,163 時間	2,190,865 時間																									
		363,165 時間																										
		4,161 時間																										
		2,376 時間																										
<p>※1：設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値</p>																												

説 明

【原子炉格納容器外】

①固定子コイル／ブレイキコイル

	条件	66°C換算時間	合計
事故時雰囲気 曝露試験		1,716,176 時間	2,992,599 時間
		665,148 時間	
		499,080 時間	
		112,195 時間	
設計基準 事故時条件 <sup>※1</sup>		880 時間	3,274 時間
		2,394 時間	

②口出線

	条件	66°C換算時間	合計
事故時雰囲気 曝露試験		$1.68 \times 10^9$ 時間	$2.1 \times 10^9$ 時間
		$3.97 \times 10^8$ 時間	
		43,878,323 時間	
		1,669,608 時間	
設計基準 事故時条件 <sup>※1</sup>		11,721 時間	14,115 時間
		2,394 時間	

※1：設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値

以 上

タイトル	設計基準事故時で機能要求のある電動弁の環境条件について																								
説明	<p>設計基準事故時雰囲気で機能要求のある電動弁の環境条件は下記のとおり。</p> <p><b>【原子炉格納容器内】</b></p> <table border="1" data-bbox="453 539 1366 736"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時<sup>※1</sup></th> <th>設計基準事故時<sup>※2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>63℃</td> <td>171℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>14 kPa</td> <td>0.427 MPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td><math>1.6 \times 10^{-1}</math> Gy/h (最大)</td> <td><math>2.7 \times 10^5</math> Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉格納容器内の環境条件設計値          ※2：設計基準事故時における原子炉格納容器内の環境条件設計値</p> <p><b>【原子炉建物】</b></p> <table border="1" data-bbox="453 929 1366 1126"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時<sup>※1</sup></th> <th>設計基準事故時<sup>※2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃ (最高)</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td><math>2.7 \times 10^{-4}</math> Gy/h (最大)</td> <td><math>1.8 \times 10^3</math> Gy (最大積算値)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：通常運転時における原子炉建物の環境条件設計値          ※2：設計基準事故時における原子炉建物の環境条件設計値</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>		通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>	周囲温度	63℃	171℃ (最高)	最高圧力	14 kPa	0.427 MPa	放射線	$1.6 \times 10^{-1}$ Gy/h (最大)	$2.7 \times 10^5$ Gy (最大積算値)		通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>	周囲温度	40℃以下	100℃ (最高)	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h (最大)	$1.8 \times 10^3$ Gy (最大積算値)
	通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>																							
周囲温度	63℃	171℃ (最高)																							
最高圧力	14 kPa	0.427 MPa																							
放射線	$1.6 \times 10^{-1}$ Gy/h (最大)	$2.7 \times 10^5$ Gy (最大積算値)																							
	通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>																							
周囲温度	40℃以下	100℃ (最高)																							
最高圧力	大気圧	3.4 kPa																							
放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h (最大)	$1.8 \times 10^3$ Gy (最大積算値)																							

タイトル	電動弁モータの取替実績について		
説 明	事故時動作要求のある電動弁モータの取替実績は以下のとおり。		
	〔取替電動弁〕		
	取替電動弁 MV222-2A (A-RHR 熱交換ハブス 弁用電動機)	実施年 2016 年度	実施理由 水密化仕様への変更のため駆動部 を更新
	MV229-100A (A-CAMS トライウェルサ ンプリング 隔離弁用電動機)	2017 年度	蒸気対策仕様への変更のため駆動 部を更新
以 上			

## 別紙 7. 計装制御設備の評価について



1. 計装制御設備の絶縁特性低下の技術評価

(1) 温度検出器（熱電対式）の評価〔主蒸気管周囲温度計測装置〕

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で動作要求のある温度検出器（熱電対式）の絶縁特性低下については、実機同等品による設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

温度検出器（熱電対式）の長期健全性試験手順を図1に示す。

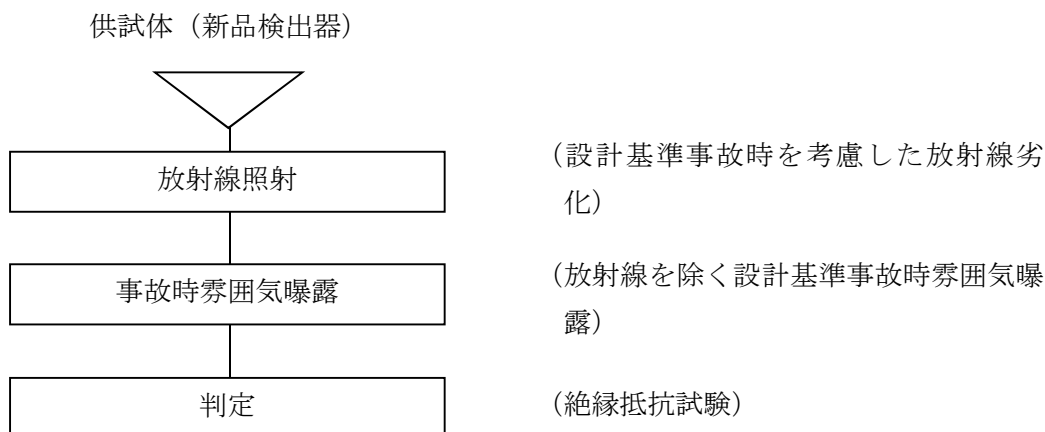


図1 温度検出器（熱電対式）の健全性試験手順

b. 試験条件

試験条件は、温度検出器（熱電対式）の60年間の運転期間を想定した劣化条件および設計基準事故時環境条件を包絡している。

温度検出器（熱電対式）の長期健全性試験条件を表1に示す。

表1 温度検出器（熱電対式）の健全性試験条件（設計基準事故時）

	試験条件	説明
放射線照射	$1.0 \times 10^6$ Gy	島根2号炉で想定される線量約 $1.6 \times 10^4$ Gy (60年間の通常運転期間約 $1.5 \times 10^4$ Gy に設計基準事故時線量 $4.5 \times 10^2$ Gy を加えた線量) を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：180℃ 最高圧力：0.9 MPa 時間：約168時間	島根2号炉の原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値（60℃）に対して、60年間の運転時間と設計基準事故時の最高温度（171℃）、最高圧力（14 kPa）を包絡する。 【別紙7.添付-1）、2）参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、60年間の通常運転期間および設計基準事故時において、温度検出器（熱電対式）の絶縁特性を維持できることを確認した。

温度検出器（熱電対式）の長期健全性試験結果を表2に示す。

表2 温度検出器（熱電対式）の健全性試験結果

項目	判定基準	結果
絶縁抵抗測定	5MΩ以上	良

(2) 現状保全

温度検出器（熱電対式）の絶縁特性低下については、定期的に動作試験を実施し、健全性を確認しており、異常が認められた場合には取替えを行うこととしている。

(3) 総合評価

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある温度検出器（熱電対式）については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁特性を維持できると判断する。

(4) 総合評価

温度検出器（熱電対式）の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

## 2. 計測装置の特性変化の技術評価

計測装置の特性変化は、長期間の使用による検出部の変化や電気回路の不良（絶縁特性の低下、導通不良等）により検出器の特性が変化する事象であり、絶縁特性低下と合わせて本資料で整理する。

### 2.1 圧力伝送器〔原子炉圧力計測装置〕および差圧伝送器〔主蒸気流量計測装置、原子炉水位計測装置〕の評価

#### (1) 健全性評価

##### a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある圧力伝送器および差圧伝送器の特性変化については、実機同等品により通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

温度検出器（熱電対式）の長期健全性試験手順を図2に示す。

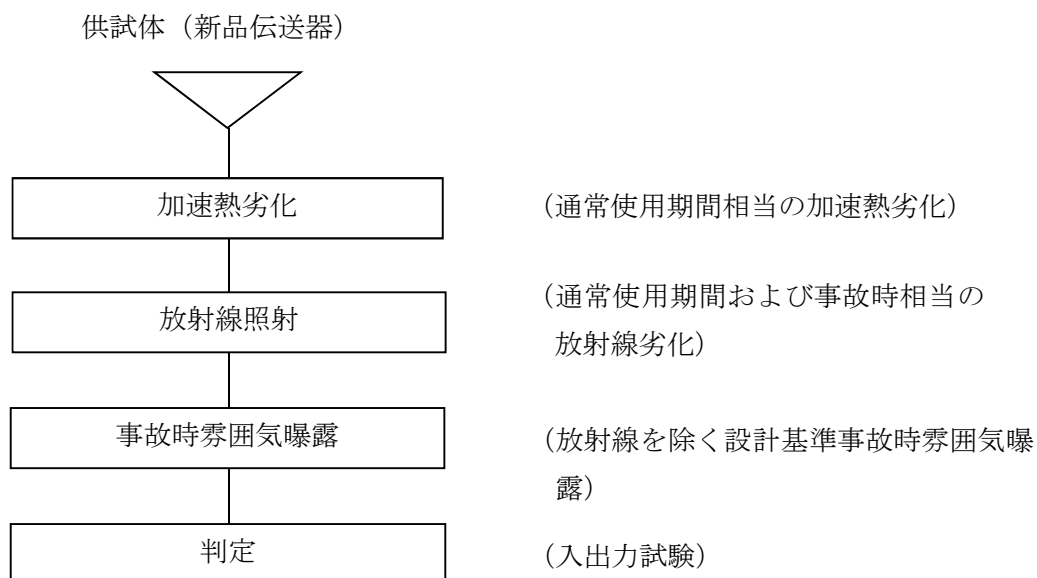


図2 圧力伝送器，差圧伝送器の長期健全性試験手順（設計基準事故時）

b. 試験条件

試験条件は、圧力伝送器および差圧伝送器の約 4.3 年間の運転期間を想定した劣化条件および設計基準事故時環境条件を包絡している。

圧力伝送器および差圧伝送器の長期健全性試験条件を表 3 に示す。

表 3 圧力伝送器および差圧伝送器の長期健全性試験条件（設計基準事故時）

	試験条件	説明
加速熱劣化	95℃×409 時間	原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値（40℃）に対して、約 4.3 年間の運転時間を包絡する。 【別紙 7. 添付-4）参照】
放射線照射	$3.0 \times 10^3$ Gy	島根 2 号炉で想定される線量約 $2.0 \times 10^3$ Gy（60 年間の通常運転期間約 $1.5 \times 10^2$ Gy に事故時線量 $1.8 \times 10^3$ Gy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：100℃ 最高圧力：3.4kPa 時間：約 144 時間	島根 2 号炉の事故時の最高温度（100℃）、最高圧力（3.4 kPa）を包絡する。 【別紙 7. 添付-5）参照】

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、約 4.3 年間の通常運転期間および設計基準事故時において、圧力伝送器および差圧伝送器は特性を維持できることを確認した。

圧力伝送器および差圧伝送器の長期健全性試験結果を表 4 に示す。

表 4 圧力伝送器および差圧伝送器の長期健全性試験結果（設計基準事故時）

項目	試験内容	判定基準	結果
入出力試験	0～100%校正	計器スパンの±10%	良

(2) 現状保全

圧力伝送器および差圧伝送器の特性変化については、定期的に圧力伝送器および差圧伝送器を含む各装置の特性試験（入出力試験、ループ試験）を実施し、急激な特性変化が無いことを確認しており、必要に応じて調整を行っている。

なお、初期の特性状態からの急激な変化が認められた場合には、取替えを行うこととしている。

### (3) 総合評価

圧力、差圧伝送器については、設計基準事故時雰囲気特性が著しく変化する可能性は小さいと評価できることから、点検時に初期の特性状態から急激な変化が認められない場合、健全性評価期間を超えた使用が可能と判断できる。また、現状保全を実施していくとともに、必要に応じて適切に取替えを行うことで、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において特性を維持できると判断する。

### (4) 高経年化への対応

圧力伝送器および差圧伝送器の特性変化については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

## 2. 2 水位検出器（フロート式）の特性変化〔水位計測装置〕の評価

### (1) 健全性評価

#### a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある水位検出器（フロート式）については、実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

水位検出器（フロート式）の長期健全性試験手順を図3に示す。

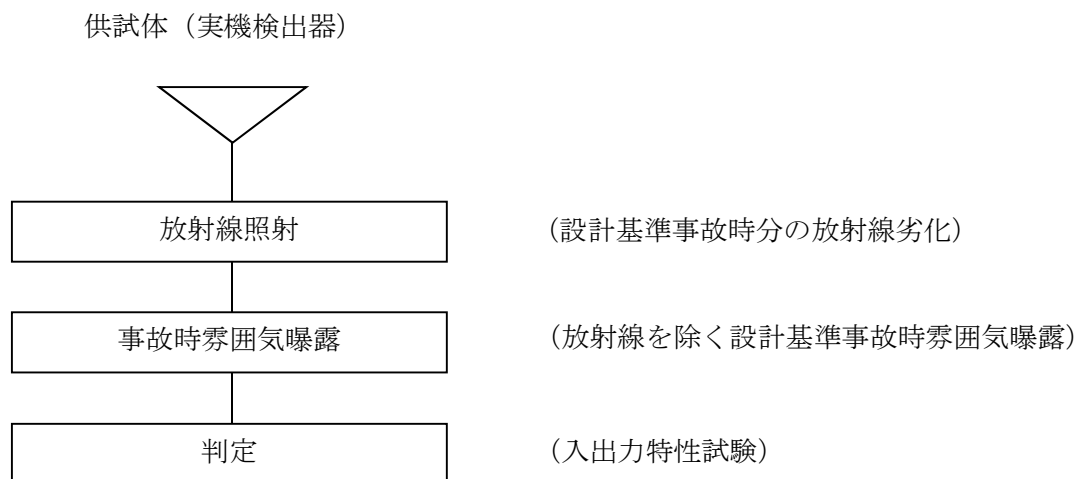


図3 水位検出器（フロート式）の長期健全性試験手順（設計基準事故時）

#### b. 試験条件

試験条件は、水位検出器（フロート式）の約27年間の運転期間を想定した劣化条件および設計基準事故時環境条件を包絡している。

水位検出器（フロート式）の長期健全性試験条件を表5に示す。

表5 水位検出器（フロート式）の長期健全性試験条件（設計基準事故時）

	試験条件	説明
経年劣化	約27年間	実機環境で使用していたものを供試体とした。
放射線照射	$5.0 \times 10^2$ Gy	島根2号炉で想定される設計基準事故時線量 $4.5 \times 10^2$ Gy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：100℃ 最高圧力：3.4kPa 時間：約57日間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(100℃)、最高圧力(3.4 kPa)を包絡する。 【別紙7.添付-5) 参照】

### c. 評価結果

長期健全性試験の結果、約 27 年間の通常運転期間および設計基準事故時において、水位検出器（フロート式）は特性を維持できることを確認した。

水位検出器（フロート式）の長期健全性試験結果を表 6 に示す。

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある水位検出器（フロート式）については、第 17 回定検に取替えを実施していることから、約 56 年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気においても必要な特性を維持できると評価できる。

表 6 水位検出器（フロート式）の長期健全性試験結果（設計基準事故時）

項目		試験内容	判定基準	結果	判定
作 動 試 験	設定水位	計器仕様表に示す値以内であることを確認する。	100mm ± 10mm	100mm - 4mm	良
	切断差		10～30mm	20mm	良

#### (2) 現状保全

水位検出器（フロート式）の特性変化については、定期的の点検を実施し、初期の特性状態から大きな変化が無いことを確認しており、必要に応じて調整を行っている。

なお、初期の特性状態からの大きな変化が認められた場合には、取替えを行うこととしている。

#### (3) 総合評価

水位検出器（フロート式）については、点検において初期の特性状態からの大きな変化は確認可能であり、初期の特性状態から大きく変わっていない場合には、健全性評価期間を超えての使用が可能と判断できる。また、現状保全を実施していくとともに、必要に応じて適切に取替えを行うことで、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において特性を維持できると判断する。

#### (4) 高経年化への対応

水位検出器（フロート式）の特性変化については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。

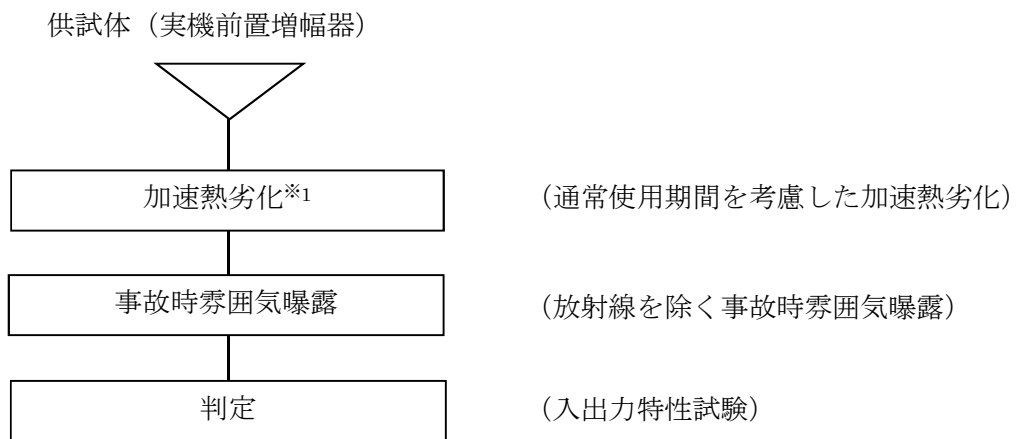
2. 3 中性子源領域計測装置（以下，SRM という）および中間領域計測装置（以下，IRM という）  
前置増幅器の評価

(1) 健全性評価

a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある SRM および IRM 前置増幅器については，実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

SRM および IRM 前置増幅器の長期健全性試験手順を図 4 に示す。



※1: SRM/IRM 前置増幅器盤を対象とした加速熱劣化

図 4 SRM および IRM 前置増幅器の長期健全性試験手順（設計基準事故時）

b. 試験条件

試験条件は，SRM および IRM 前置増幅器の約 10 年間の運転期間を想定した劣化条件および設計基準事故時環境条件を包絡している。

なお，SRM および IRM 前置増幅器の設計基準事故時雰囲気における放射線照射量は，信号変換処理部（半導体）等に影響が現れる放射線照射量に対し十分小さいため，長期健全性試験において放射線照射は実施していない。

SRM および IRM 前置増幅器の長期健全性試験条件を表 7 に示す。

表 7 SRM および IRM 前置増幅器の長期健全性試験条件（設計基準事故時）

	試験条件	説明
加速熱劣化	（前置増幅器） 約 10 年間	実機環境で使用していたものを供試体とした。
	（SRM/IRM 前置増幅器盤） 110℃×47 日間	原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値（40℃）に対して，約 10 年間の運転期間を包絡する。 【別紙 7. 添付-4）参照】
事故時雰囲気曝露	最高温度：100℃ 最高圧力：3.5kPa 時間：約 2 時間	島根 2 号炉の設計基準事故時の最高温度（100℃），最高圧力（3.4kPa）を包絡している。 【別紙 7. 添付-5）参照】



c. 評価結果

長期健全性試験の結果、島根2号炉の約10年間の運転期間および設計基準事故時において、SRMおよびIRM前置増幅器は特性を維持できることを確認した。

SRMおよびIRM前置増幅器の長期健全性試験結果を表8に示す。

表8 SRMおよびIRM前置増幅器の長期健全性試験結果（設計基準事故時）

項目	試験内容	判定基準	結果
パルス波特性	パルス信号を与え、その時の出力特性を評価する。	出力特性：基準値±2%	良

(2) 現状保全

SRMおよびIRM前置増幅器の特性変化については、定期的に点検を実施し、初期の特性状態から大きな変化が無いことを確認しており、必要に応じて調整を行っている。

なお、初期の特性状態からの大きな変化が認められた場合には、取替えを行うこととしている。

(3) 総合評価

SRMおよびIRM前置増幅器については、点検において初期の特性状態からの大きな変化は確認可能であり、初期の特性状態から大きく変わっていない場合には、健全性評価期間を超えての使用が可能と判断できる。また、現状保全を実施していくとともに、必要に応じて適切に取替えを行うことで、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において特性を維持できると判断する。

(4) 高経年化への対応

SRMおよびIRM前置増幅器の特性変化については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。

## 2. 4 放射線検出器（イオンチェンバ式）の評価〔放射線計測装置〕

### (1) 健全性評価

#### a. 評価手順

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある放射線検出器（イオンチェンバ式）については、実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

放射線検出器（イオンチェンバ式）の長期健全性試験手順を図5に示す。

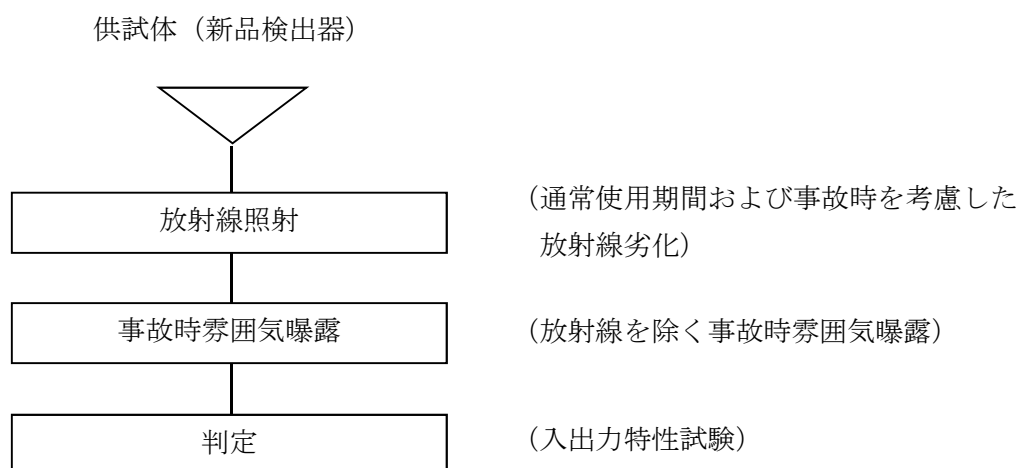


図5 放射線検出器（イオンチェンバ式）の長期健全性試験手順（設計基準事故時）

#### b. 試験条件

試験条件は、放射線検出器（イオンチェンバ式）の60年間の運転期間を想定した劣化条件および設計基準事故時環境条件を包絡している。

なお、設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある放射線検出器（イオンチェンバ式）には有機物が使用されていないため、通常運転時相当の熱劣化試験は実施していない。

放射線検出器（イオンチェンバ式）の長期健全性試験条件を表8に示す。

表8 放射線検出器（イオンチェンバ式）の耐環境試験条件（設計基準事故時）

	試験条件	説明
放射線照射	$7.7 \times 10^5$ Gy	島根2号炉で想定される線量 $2.0 \times 10^3$ Gy（60年間の通常運転時線量約 $1.5 \times 10^2$ Gy に事故時線量 $1.8 \times 10^3$ Gy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：710kPa 時間：約444時間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度（100℃）、最高圧力（3.4kPa）を包絡する。

c. 評価結果

長期健全性試験の結果、島根2号炉の60年間の運転期間および設計基準事故時において、放射線検出器（イオンチェンバ式）は特性を維持できることを確認した。

放射線検出器（イオンチェンバ式）の長期健全性試験結果を表9に示す。

表9 放射線検出器（イオンチェンバ式）の耐環境試験結果（設計基準事故時）

項目	試験内容	判定基準	結果	
			放射線後	LOCA 後
絶縁特性	ケースに電圧を印加し、各コネクタに流れる電流を測定	各々について抵抗値が $1 \times 10^{12} \Omega$ 以上であること	良	良
耐電圧	高圧端子にAC1500Vを一分間印加	異常が無いこと	良	良
感度特性	軸に直角方向からγ線を照射し、600V印加したときの感度を測定	感度バラツキが±20%以内	良	良

(2) 現状保全

放射線検出器（イオンチェンバ式）の特性変化については、定期的に放射線検出器を含む各装置の特性試験を実施しており、必要に応じて取替等の適切な対応をとることとしている。

(3) 総合評価

放射線検出器（イオンチェンバ式）については、今後もこの保全を継続し、特性変化を監視していくとともに、必要に応じて取替等の適切な対応をとることにより、60年間の運転期間および設計基準事故時において特性を維持できると判断する。

(4) 高経年化への対応

放射線検出器（イオンチェンバ式）の特性変化については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。

#### 4. 添付資料

- 1) 計測制御設備（絶縁特性低下）の長期健全性試験における評価期間について
- 2) 計測制御設備（絶縁特性低下）の長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について
- 3) 設計基準事故時雰囲気で機能要求のある計測制御設備（絶縁特性低下）の環境条件について
- 4) 計測制御設備（特性変化）の長期健全性試験における評価期間について
- 5) 計測制御設備（特性変化）の長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について
- 6) 設計基準事故時雰囲気で機能要求のある計測制御設備（特性変化）の環境条件について

<p>タイトル</p>	<p>計測制御設備（絶縁特性低下）の長期健全性試験における評価期間について</p>
-------------	---

<p>説明</p>	<p>温度検出器（熱電対式）の加速熱劣化における実環境年数の算定はシール材の活性化エネルギーを用いてアレニウスの式により算出している。加速熱劣化条件は 60 年間の通常運転期間を包絡している。</p> $\ln t_2 - \ln t_1 = \frac{E}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ <p>t1：実環境年数            : 60 年以上 (2811054 時間)</p> <p>t2：加速時間               : 100 時間</p> <p>T1：実環境温度           : 333 K (=60°C)</p> <p>T2：加速温度              : 453 K (=180°C)</p> <p>R：気体定数               : 1.98721 × 10<sup>-3</sup> kcal/mol・K</p> <p>E：活性化エネルギー : <input type="text"/> kcal/mol                                            (エポキシ樹脂/EPRI 文献値)</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>
-----------	---

<p>タイトル</p>	<p>計測制御設備（絶縁特性低下）の長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について</p>															
<p>説明</p>	<p>温度検出器（熱電対式）の長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件を比較した結果を示す。          事故時雰囲気曝露試験の試験条件は設計基準事故時条件を包絡している。</p> <table border="1" data-bbox="418 636 1401 931"> <thead> <tr> <th data-bbox="418 636 624 685"></th> <th data-bbox="624 636 871 685">条件</th> <th data-bbox="871 636 1137 685">66℃換算時間</th> <th data-bbox="1137 636 1401 685">合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="418 685 624 784">事故時雰囲気曝露試験</td> <td data-bbox="624 685 871 931" rowspan="4"></td> <td data-bbox="871 685 1137 784">964, 114 時間</td> <td data-bbox="1137 685 1401 784">964, 114 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="418 784 624 882">設計基準事故 ※1</td> <td data-bbox="871 784 1137 833">15, 937 時間</td> <td data-bbox="1137 784 1401 931" rowspan="3">18, 459 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="871 833 1137 882">128 時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="871 882 1137 931">2, 394 時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：温度検出器（熱電対式）が設置されている原子炉建物（主蒸気管室）の設計基準事故時における環境条件設計値</p> <p style="text-align: right;">以上</p>		条件	66℃換算時間	合計	事故時雰囲気曝露試験		964, 114 時間	964, 114 時間	設計基準事故 ※1	15, 937 時間	18, 459 時間		128 時間		2, 394 時間
	条件	66℃換算時間	合計													
事故時雰囲気曝露試験		964, 114 時間	964, 114 時間													
設計基準事故 ※1		15, 937 時間	18, 459 時間													
		128 時間														
		2, 394 時間														

タイトル 設計基準事故時雰囲気で機能要求のある計測制御設備（絶縁特性低下）の環境条件について

設計基準事故時雰囲気で機能要求のある温度検出器（熱電対式）の設置箇所の環境条件は下記の通り。

	通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>
周囲温度	60℃以下	171℃（最高）
最高圧力	大気圧	14 kPa
放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h	$4.5 \times 10^2$ Gy（最大積算値）

- ※1：温度検出器（熱電対式）が設置されている原子炉建物（主蒸気管室）の通常運転時における環境条件設計値
- ※2：温度検出器（熱電対式）が設置されている原子炉建物（主蒸気管室）の設計基準事故時における環境条件設計値

以上

説明





説 明	<p>④放射線検出器（イオンチェンバ式）</p> <p>放射線検出器（イオンチェンバ式）には有機物が使用されていないため、通常運転時相当の熱劣化試験は実施していない。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>
-----	---

タイトル 計測制御設備（特性変化）の長期健全性試験条件の事故時条件の包絡性について

計測制御設備（特性変化）の長期健全性試験における事故時雰囲気曝露試験条件と設計基準事故時条件を比較した結果を示す。  
事故時雰囲気曝露試験の試験条件は設計基準事故時条件を包絡している。

①圧力伝送器および差圧伝送器

	条件	66℃換算時間	合計
事故時雰囲気曝露試験		2,735 時間	2,735 時間
設計基準事故※		114 時間	
		2,394 時間	

※：圧力伝送器および差圧伝送器が設置されている原子炉建物の設計基準事故時における環境条件設計値

②水位検出器（フロート式）

	条件	66℃換算時間※2	合計
事故時雰囲気曝露試験		45 時間	2,484 時間
		6 時間	
		2,433 時間	
設計基準事故※1		46 時間	2,440 時間
		2,394 時間	

※1：水位検出器（フロート式）が設置されている原子炉建物の設計基準事故時における環境条件設計値

※2：活性化エネルギー  kcal/mol での換算値（アクリロニトリルブタジエンゴム/メーカー提示値）

説明

説 明	③SRM および IRM 前置増幅器（前置増幅器および SRM/IRM 前置増幅器盤）		
		条件	合計
	事故時雰囲気曝露試験		2 時間
	設計基準事故 <sup>※1</sup>		1 時間
	※：SRM および IRM 前置増幅器が設置されている原子炉建物の設計基準事故時における環境条件設計値		
	④放射線検出器（イオンチェンバ式）		
		条件	合計 <sup>※2</sup>
	事故時雰囲気曝露試験		444 時間
	設計基準事故 <sup>※1※2</sup>		6 時間
	※1：放射線検出器（イオンチェンバ式）が設置されている原子炉建物の設計基準事故時における環境条件設計値		
※2：機器仕様である <input type="checkbox"/> °C を超過する時間			
以 上			

タイトル	設計基準事故時雰囲気で機能要求のある計測制御設備（特性変化）の環境条件について																								
説明	<p>設計基準事故時雰囲気で機能要求のある計測制御設備（特性変化）の設置箇所の環境条件は下記の通り。</p> <p>①圧力伝送器および差圧伝送器</p> <table border="1" data-bbox="453 589 1366 786"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時<sup>※1</sup></th> <th>設計基準事故時<sup>※2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td><math>2.7 \times 10^{-4}</math> Gy/h</td> <td><math>1.8 \times 10^3</math> Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：圧力伝送器および差圧伝送器が設置されている原子炉建物内の通常運転時における環境条件設計値</p> <p>※2：圧力伝送器および差圧伝送器が設置されている原子炉建物内の設計基準事故時における環境条件設計値</p> <p>②水位検出器（フロート式）</p> <table border="1" data-bbox="453 1122 1366 1319"> <thead> <tr> <th></th> <th>通常運転時<sup>※1</sup></th> <th>設計基準事故時<sup>※2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>周囲温度</td> <td>40℃以下</td> <td>100℃（最高）</td> </tr> <tr> <td>最高圧力</td> <td>大気圧</td> <td>3.4 kPa</td> </tr> <tr> <td>放射線</td> <td><math>2.7 \times 10^{-4}</math> Gy/h</td> <td><math>4.5 \times 10^2</math> Gy（最大積算値）</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：水位検出器（フロート式）が設置されている原子炉建物内の通常運転時における環境条件設計値</p> <p>※2：水位検出器（フロート式）が設置されている原子炉建物内の設計基準事故時における環境条件設計値</p>		通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>	周囲温度	40℃以下	100℃（最高）	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h	$1.8 \times 10^3$ Gy（最大積算値）		通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>	周囲温度	40℃以下	100℃（最高）	最高圧力	大気圧	3.4 kPa	放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h	$4.5 \times 10^2$ Gy（最大積算値）
	通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>																							
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）																							
最高圧力	大気圧	3.4 kPa																							
放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h	$1.8 \times 10^3$ Gy（最大積算値）																							
	通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>																							
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）																							
最高圧力	大気圧	3.4 kPa																							
放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h	$4.5 \times 10^2$ Gy（最大積算値）																							

説 明

③SRM および IRM 前置増幅器（前置増幅器および SRM/IRM 前置増幅器盤）

	通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）
最高圧力	大気圧	3.4 kPa
放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h	6.2 Gy（最大積算値）

※1：SRM および IRM 前置増幅器が設置されている原子炉建物内の通常運転時における環境条件設計値

※2：SRM および IRM 前置増幅器が設置されている原子炉建物内の設計基準事故時における環境条件設計値

④放射線検出器（イオンチェンバ式）

	通常運転時 <sup>※1</sup>	設計基準事故時 <sup>※2</sup>
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）
最高圧力	大気圧	3.4 kPa
放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h	$1.8 \times 10^3$ Gy（最大積算値）

※1：放射線検出器（イオンチェンバ式）が設置されている原子炉建物内の通常運転時における環境条件設計値

※2：放射線検出器（イオンチェンバ式）が設置されている原子炉建物内の設計基準事故時における環境条件設計値

以 上