

事件番号 平成28年（行ウ）第161号, 平成29年（行ウ）第43号

美浜原子力発電所3号機運転期間延長認可処分等取消請求事件

原告 松下照幸 外72名

被告 国

準備書面（20）

（電気ケーブル問題）

2018（平成30）年3月15日

名古屋地方裁判所 民事9部A2係 御中

原告ら訴訟代理人弁護士 北村 栄 ほか

目次

第1	はじめに一原子力発電所におけるケーブルの重要性と問題点	2
第2	電気ケーブルに関する規制基準	4
第3	本件原発には難燃ケーブルを使用していない部分があること（火災防護に係る審査基準との関係）	6
第4	運転期間の延長許可に関連した絶縁低下の問題	7
1	基準自体の不合理性	7
2	延長認可における電気ケーブルの審査方法の不合理性	9
3	小括	13
第4	まとめ	13
第5	求釈明	14

本書面は、本件原発における電気ケーブル問題について詳論するものである。

第1 はじめにー原子力発電所におけるケーブルの重要性と問題点

- 1 原発には、設備に対する電力の供給や制御のために、無数の電気ケーブルが施設されている。その長さは原発1基当たり優に1000キロメートルから2000キロメートルにも達し、あたかも人体における血管や神経のように、原発の状態把握や制御にとって不可欠の役割を果たしている。
- 2 ケーブルは、芯となる導体（多くの場合、銅でできている）の周りを絶縁のための被覆（ゴムやプラスチックでできている）で覆う形になっているが、老朽化に伴い、被覆が劣化してその絶縁性が徐々に低下することで、火災等の事故を引き起こすことがある。ケーブルの老朽化による事故の一例として、2016年10月12日に発生した東京電力のケーブル火災事故を指摘する。同事故は、東京電力グループの送電会社である東京電力パワーグリッドが埼玉県新座市野火止付近の洞道に設置していた送電ケーブルで火災が発生し、大規模な停電を引き起こしたものである（甲E47）。その原因としては、ケーブルコア（導体と導体の回りに巻かれた油浸絶縁紙の総称）と補強絶縁紙（ケーブル同士の接続部を形成する際にケーブルコアの回りに巻く絶縁紙）との間にあった油隙（ゆげき。ケーブルコアや補強絶縁紙等の隙間に油が入り込んだもの）が、ケーブルを使用するにしたがって拡大し、絶縁紙が黒色変化（絶縁油中の銅や硫黄、酸素などが反応して化合物となり、絶縁紙にたまって黒色になる現象）したことで部分放電が生じ、その結果、絶縁破壊により火災に至ったものと推定されている（甲E48）。
- 3 同様の劣化が原発で起こった場合、火災のみならず、事故時に情報の把握ができず、弁を動かしてコントロールすることもできないという恐ろしい事態に陥ることになる。1975年には、アメリカのブラウズフェリー原発1号機

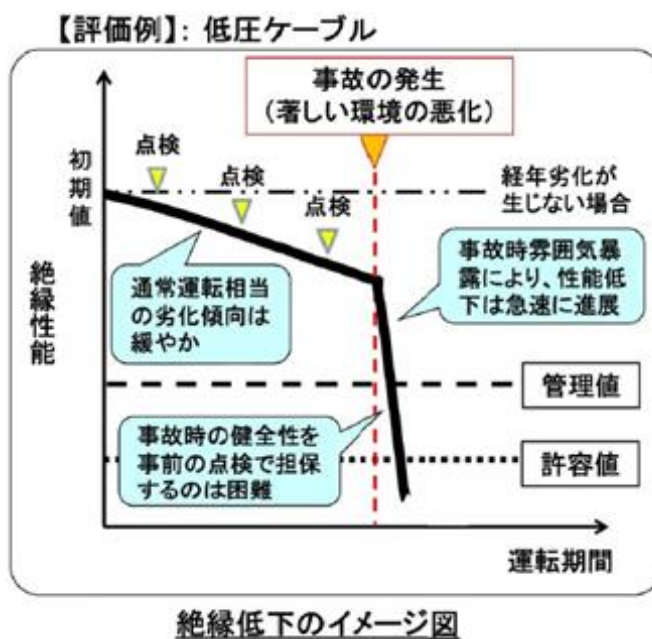
で、ケーブルにロウソクの火が燃え移って炎上し、発火から消火まで8時間を要し、安全系に属する628本を含む合計1600本を超える数のケーブルが焼損し、火災の進展につれ、安全系の複数の機器が誤作動、誤表示を起し、プラントの安全性が確認できない状態に陥った（甲E49）。

従って、原発の寿命期間中において、ケーブルがその機能を確保できることは、安全性の確保のために絶対的な条件である。

4 なお、訴状にも記載した

が、原発内に施設された電気ケーブルは、まず、通常運転中に熱や放射線に曝されることによって徐々に劣化する。原発の原子炉はさながら巨大なボイラーであるところ、原子炉運転中の原子炉格納容器内などは高温、高湿、かつ高放射線量の環境であ

り、ゴムやプラスチックで出来た電気ケーブルの絶縁被覆にとっては劣化が進みやすい環境である。通常運転時にもそのような劣化が進みやすい環境に曝されている電気ケーブルであるが、例えば、原子炉格納容器内で配管が破損して、原子炉格納容器内に冷却水が大量に漏出するような事故（いわゆる冷却材喪失事故（LOCA））が発生した場合、環境が急速に悪化して、急速に劣化が進み、絶縁などの性能の低下が急速に進展する。なお、冷却水の漏出といっても、水道管の破裂のようなものとはまったく異なり、原発の場合、1次冷却水で摂氏約320度、約157気圧の冷却水（冷却水がどのようなものか留意されたい）が、破損した配管の破損箇所から、ほぼ大気圧である格納容器内に高温蒸気として一気に噴出するのである（本件原発では、2004年に2次系の配



管破断事故が発生しているが、この事故の際、最初に発報した警報は火災報知器であった。「水漏れ」というイメージとはまったく異なる。甲E50)。しかも、1次冷却水であれば放射能を含んでおり、格納容器内の放射線量も一気に上昇する。事故時に電気ケーブルが環境の急速な悪化で熱や放射線に激しく曝されるとするのは、さながらケーブルがスチームオープンの中で蒸し焼きになった上に高い放射線を浴びるようなイメージであり、通常運転中に徐々に進んでいた劣化が一気に進んでしまうのである（前頁図（甲E1、22頁）参照）。

そのため、事故時における健全性を事前の点検で担保することは非常に困難であり、電気ケーブルの機能を確保するという場合、通常運転時には相当高い水準で劣化を管理する必要がある。

以下では、設置変更許可に係る火災防護基準と、運転期間延長認可におけるケーブルの審査に関連して、本件原発に即して、基準不適合であることを指摘する。

第2 電気ケーブルに関する規制基準

- 1 本件原発は、原子炉等規制法に基づく運転期間の延長認可がなされているところ、いわゆる原発ケーブルに関する原子炉等規制法に基づく規制がどのようなになっているのかをまず確認する。
- 2 まずは、運転期間の延長認可におけるケーブルに関する規制内容を確認する。
 - (1) 原子炉等規制法43条の3の32第5項、実用炉規則114条により、発電用原子炉の運転延長認可に当たっては、運転期間を延長しようとする期間において、原子炉その他の設備が延長しようとする期間の運転に伴う劣化を考慮した上で技術基準規則に定める基準に適合しなければならない。

そして、安全施設（設置許可基準規則2条2項8号）につき技術基準規

則14条が、重大事故等対処施設（設置許可基準規則2条2項11号）につき技術基準規則54条が、それぞれの環境条件において、その機能を発揮することができるよう施設を設置することを求めている。電気ケーブルは、平常時、事故時を問わず、設備に対する電力の供給や制御に不可欠であり、安全施設、重大事故等対処施設に含まれる。

- (2) また、実用炉規則114条の要求事項を具体化した「実用発電用原子炉の運転の期間の延長の審査基準」では、「電気・計装設備の絶縁低下」について、「環境認定試験による健全性評価の結果、設計基準事故環境下で機能が要求される電気・計装設備及び重大事故等環境下で機能が要求される電気・計装設備に有意な絶縁低下が生じないこと。」と規定されている（なお、2016年の改定により下線部が新たに付加された）。すなわち、実用炉規則114条の要求として、電気ケーブルについては、設計基準事故環境のみならず重大事故環境（すなわち、事故時にケーブルがあたかも「蒸し焼き」になった上に高い放射線を浴びるような環境）においても有意な絶縁低下が生じないことが求められている。

- 3 次に、運転期間の延長認可に限らず、改正原子炉等規制法に基づくいわゆる設置変更許可におけるケーブルの規制ぶりを確認する。

- (1) 実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準では、「ケーブルは難燃ケーブルを使用すること。」と規定されている（2.1.2(3)）。ここでいう「難燃ケーブル」とは、使用するケーブルについて、「火災により着火し難く、著しい燃焼をせず、また、加熱源を除去した場合はその燃焼部が広がらない性質」を有していることが、延焼性及び自己消火性の実証試験により示されている」ものをいう。
- (2) この、難燃ケーブルを使用するという規制内容は、本件原発のようないわゆる老朽原発のみならず、全ての原発で求められているものであるが、おおむね1980年代以降に建設された原発では建設当初から難燃ケーブ

ルが使用されているので、この観点からの基準不適合は余り問題にならないのに対して、おおむね1970年代以前に建設された原発においては、難燃ケーブルが使用されていないことがあり、本件原発においても難燃ケーブルを使用していない部分があるため、問題となる。

- 4 以上をまとめると、本件原発については、ケーブルに関して、①運転期間の延長認可に関連した絶縁低下の問題と、②設置変更許可の段階において火災防護基準で求められる難燃ケーブルの問題がある。

以下、論述の都合上、②の難燃ケーブル、①の絶縁低下の問題について順次論じる。

第3 本件原発には難燃ケーブルを使用していない部分があること（火災防護基準との関係）

- 1 前述のように、実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準では、「ケーブルは難燃ケーブルを使用すること。」と規定されている（2.1.2（3））。

しかし、火災防護に係る審査基準は、その2.1.2ただし書きで、「当該構築物、系統及び機器の材料が、不燃性材料又は難燃性材料と同等以上の性能を有するもの（以下「代替材料」という。）である場合……はその限りではない。」として、例外を認めている。

- 2 そして、本件原発では、非難燃性ケーブルを防火シートでくるんだものを「複合体」としての参加人の説明（甲美E2）を国も是として、火災防護に係る審査基準に適合しているとして、国も認可している。

ここで、「複合体」が火災防護に係る審査基準に適合するといえるためには、「複合体」が、「不燃性材料又は難燃性材料と同等以上の性能」であることが必要である。しかし、「複合体」とは、ケーブルを、それが収納されたケーブ

ルトレイごと防火シートで包んで結束ベルトで固定したというものに過ぎず、難燃性能が高いとは到底考えがたい。また、ケーブルの老朽化による事故発火に際しては、少なくともケーブルトレイ中の非難燃ケーブルについては延焼して複数のケーブルに影響が伝播しかねない構造であり、この意味でも難燃ケーブルと同等以上の性能を有しているとはいえない。

- 3 よって、本件各原発が設置変更許可に係る火災防護基準に適合するとした本件原発の設置変更許可処分、ひいてはそれを前提とする運転期間の延長認可は違法であると言うべきである。

第4 運転期間の延長許可に関連した絶縁低下の問題

1 基準自体の不合理性

- (1) 前述の通り、実用炉規則114条の要求事項を具体化した「実用発電用原子炉の運転の期間の延長の審査基準」では、「環境認定試験による健全性評価の結果、設計基準事故環境下で機能が要求される電気・計装設備及び重大事故等環境下で機能が要求される電気・計装設備に有意な絶縁低下が生じないこと。」と規定されている（傍線引用者）。

ここで、「有意な絶縁低下が生じない」ことを基準とされている以上、「絶縁低下」という指標を何らかの方法で把握することができるということが当然の前提となる。例え話で説明するならば、ある1人乗りの乗り物があって、その乗り物には乗客の体重制限の基準があるとする。乗ることができる人、できない人を区別するためには、乗客の体重を把握することができなければならない。体重であれば、体重計を用意すれば把握することができる、というのと同じような話である。

- (2) しかし、「絶縁低下」という指標は極めて把握しにくいものであるため、実際にはケーブルの経年劣化指標としては、「破断時の伸び」（ケーブル

を引っ張るとゴムやプラスチックの被覆が伸びる。そして、被覆が伸びきって破断、すなわち千切れてしまったとき、元の長さ比べてどれだけ伸びたか、ということ）という代替指標が用いられているのである。

ア この点、訴状にも記載したが、かつて独立行政法人として存在していた原子力安全基盤機構（JNES）がまとめた「原子力発電所のケーブル経年劣化ガイド」（ACAガイド。甲E2）によると、原則として日本工業規格（JIS）の「ゴム・プラスチック絶縁電線試験方法」に基づく耐電圧試験を実施し、耐電圧試験において絶縁破壊が生じないことを安全の判断基準としている（甲E2、8頁）。しかし、JNESが2009（平成21）年7月にまとめた最終報告書であるJNES-SSレポートでは、JISの耐電圧試験（交流1500ボルト－1分間）をクリアしたケーブルでも、米国のアイ・トリプル・イー（IEEE）のより厳しい耐電圧試験（交流2600ボルト－5分）で不良を起こすものがあることが報告されており（甲E3、160頁）、ACAガイドで安全と判断されたとしても絶縁低下が生じないということではない。

イ JNES-SSレポートの4頁注1（甲E51、4頁）には「ケーブルに要求される信号伝送機能等を維持するには絶縁体の絶縁機能が維持される必要があり、この機能は絶縁抵抗や破壊電圧により確認することができるが、絶縁抵抗や破壊電圧は経年劣化指標として捉えがたいパラメータである。このため、平成13年度の「原子力プラントのケーブル経年変化評価技術検討会」において、ケーブルの経年劣化指標として「破断時の伸び」が妥当であるとされた」との記述がある（甲E4、287頁）。

ウ 電気ケーブルの絶縁低下をどのように把握するか、という問題に関する状況というのは、先程の例え話で説明すると、ある乗り物には乗

客の体重制限という基準を設けているのに、基準である体重を把握するための体重計が当てにならず、仕方がないので、代わりに身長を計測して、一定の身長以上の人は（それ相応に体重も重いだろうから）基準から外れることにする、と言っているのと同じようなものである。

(3) 以上より、そもそも電気ケーブルの老朽化の指標として、「絶縁低下」は把握しがたいものであるにもかかわらず、「有意な絶縁低下が生じない」ことを基準とする「実用発電用原子炉の運転の期間の延長の審査基準」は、基準として不合理である。

2 延長認可における電気ケーブルの審査方法の不合理性

(1) 仮に、「有意な絶縁低下が生じない」ことを基準とする「実用発電用原子炉の運転の期間の延長の審査基準」において、「絶縁低下」の代替指標として「破断時の伸び」を用いることについて、審査基準自体は不合理であるとまで言えないとしても、実際に本件原発で行われた評価は、要求されている評価手法を満たしているとは言い難い。以下、本件原発に即して具体的に論じる。

(2) 本件原発では、事故時に機能要求されるのは低圧ケーブルでは難燃KK（シリコン）と難燃PH（エチレンプロピレン）である。ここでは、本件原発のループ室にある難燃KKケーブルについて検証する。

ア 2016年8月26日付運転期間延長申請書の補正申請の2. 低圧ケーブルの表2. 3-17（甲美E3、24頁）によれば、実布設環境条件は32℃、0.3462 Gy/hである（次頁図）。その評価期間（取替を免れる期間）は130年と評価されている。

この評価計算はJNES最終報告にある等価損傷線量データの重ね合わせ手法によってなされたと表2. 3-17に注釈されているので、上記実布設条件の場合の劣化の過程をたどることができる。

表2.3-17 実布設環境での長期健全性評価結果

布設区分	実布設環境条件		使用ケーブル	評価期間 [年]*1	備 考
	温度 [°C]	放射線量率 [Gy/h]			
ループ室	32	0.3462	難燃KK	130*2	
	31	0.3882	難燃PH	75*3	
加圧器室上部	51	0.0016	難燃PH	90*3	
通路部	39	0.0015	難燃KK	730*2	
	41	0.0014	難燃PH	78*3, 4	
MS区画*5	40	0.0013	難燃PH	200*3	

*1: 時間稼働率100%での評価期間
 *2: 等価損傷線量データの重ね合わせ手法により評価
 *3: 時間依存データの重ね合わせ手法により評価
 *4: ケーブルトレイの温度上昇値(8°C)を考慮して評価している
 *5: 主蒸気配管・主給水配管中間建屋区画および主蒸気配管ディーゼル建屋区画

イ その場合、このケーブルの種類が何か問題になるが、それは表2.3-15(甲美E3、24頁)の通常運転欄で難燃KKケーブルについては試験条件が1

表2.3-15 難燃KKケーブルおよび難燃PHケーブルのACA試験条件

		試験条件
通常 運 転 相 当	温 度 放 射 線	100°C-99.9Gy/h-5549h *1
		100°C-94.8Gy/h-4003h *2
設 計 事 故 基 準	放 射 線 (集積線量)	1500kGy (10kGy/h以下)
	温 度	最高温度: 190°C
	圧 力	最高圧力: 0.41MPa[gage]

*1: 難燃KKケーブルの試験条件
 *2: 難燃PHケーブルの試験条件

00°C - 99.9Gy/h - 5549hと記されていることがヒントになる。この条件をJNES-SSレポート、139頁(甲E51)の表2.4.2-1(2/2)(次頁表)と比較すると、C社シリコーンゴム絶縁ケーブル(KK-1.25)で破断時の伸び(引っ張って破断したときの伸び率)が29%になったときの条件と一致している。つまり、関電は破断時の伸びがいろいろある中で、29%という最も劣化した場合を選んだことになる。

表 2.4.2-1 (2/2) LOCA 試験供試ケーブルの通常運転時相当の事前劣化条件(その2)

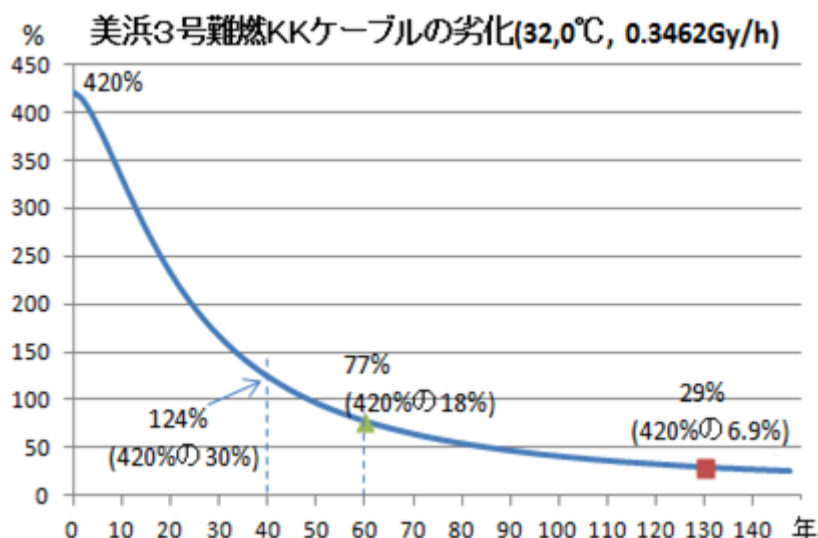
供試ケーブル種類	供試体番号	短尺	長尺	劣化条件			事前劣化条件の破断時の伸び	LOCA試験番号		
				温度	平均線量率	加熱時間			照射時間	
C社 シリコーンゴム 絶縁ケーブル [KK 1.25]	M B 81	○		100℃	106Gy/h	1.652Hr	1.637Hr	146%	第 10 回	
	M B 82	○		100℃	106Gy/h	2.519Hr	2.498Hr	88%		
	M B 83	○		100℃	105Gy/h	3.359Hr	3.331Hr	59%		
	M B 84	○		100℃	101Gy/h	3.964Hr	3.946Hr	47%	第 12 回	
	M B 85	○		100℃	100Gy/h	4.540Hr	4.519Hr	39%		
	M B 86	○		100℃	99.5Gy/h	5.577Hr	5.549Hr	29%		
	M B 91		○		100℃	105Gy/h	1.652Hr	1.637Hr	146%	第 10 回
	M B 92		○		100℃	104Gy/h	2.519Hr	2.498Hr	88%	
	M B 93		○		100℃	104Gy/h	3.359Hr	3.331Hr	59%	
	M B 94		○		100℃	99.8Gy/h	3.964Hr	3.946Hr	47%	第 12 回
	M B 95		○		100℃	99.9Gy/h	4.540Hr	4.519Hr	39%	
	M B 96		○		100℃	99.9Gy/h	5.577Hr	5.549Hr	29%	

ウ 結局、次のようにすれば、関西電力のループ室難燃KKケーブルの劣化過程を調べることができる。

(ア) J N E S 最終報告に書かれている C 社絶縁ケーブル K K 1 . 2 5 を選び、2 つある方法のうち等価損傷線量データの重ね合わせ手法を用いる。

(イ) 通常運転中の実布設環境条件を 3 2 ° C 、 0 . 3 4 6 2 G y / h とし破断時の伸び (%) と評価期間 (年) との関係を計算する。

その結果は下図のようになり、破断時の伸びが 2 9 % のとき、確かに評価期間が 1 3 0 年となることが確認できる。



※甲 E 5 1 に基づいて原告らが作成

なお、J N E Sはその値に約10%の余裕をもたせて「管理値案」を提唱しているが（甲E51、256頁）、参加人はそれさえも採っていない。

表 5-3 劣化指標管理値案

対象ケーブル	劣化指標管理値案 (破断時の伸び)	備 考
C社シリコンゴム 絶縁ケーブル	40%	29%でその後のLOCAに耐えられることを確認

エ 仮に、「破断時の伸び」を絶縁低下の代替指標として用いることを承認したとしても、それが初期値の約15分の1にまで落ちる場合をもって「評価期間」としていいのか。前のグラフでは、劣化は40年を超えた頃から緩やかなので、130年と60年に大差はない。LOCA試験に通ったのは数本に過ぎないし、製造会社によってもばらつきがある。また、年数の評価はある種の平均値で行われているので、そのばらつきも考慮する必要もある。しかし、それらのばらつきが考慮されているのか不明である。

オ そもそも、運転期間の延長審査に当たっては、被告において、「破断時の伸び」いう指標がいくらになれば危険と判断するのか、その判断基準を持っていてしかるべきである。たとえば、配管では、傷がある程度以上の深さになれば危険と見なして取り替えることになっている。

ところが、被告は参加人の許容値や管理値が何か説明を受けていないだけでなく、自らそのような指標はもっていない。

(3) 「代表機器以外の評価結果」が示す危険性

また、上記に加えて、参加人の示す「代表機器以外の評価結果」にも問題がある。

ア 参加人の資料（甲美E4）は20～24頁において、「代表機器以外の評価結果」を示している。そのうち、たとえば21頁の「ケーブル接続部」は事故時に機能要求される部分である。

イ このうち、「高圧コネクタ接続」については、健全性評価として「長期健全性試験を実施していないため、絶縁低下の可能性は否定できない」と述べている。総合評価では「絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切」とし、高経年化への対応としては、「絶縁抵抗測定を実施していく」となっている。

電気ケーブルでは、事故時の絶縁低下は予測困難であると認めながら、ここでは測定で判断できることを前提としており、説明として矛盾しており、不合理である。

ウ しかし、被告は、参加人の不合理な説明を単に追認するのみで、事業者任せにしており、その対応は問題である。

3 小括

よって、本件原発が「実用発電用原子炉の運転の期間の延長の審査基準」の「環境認定試験による健全性評価の結果、設計基準事故環境下で機能が要求される電気・計装設備及び重大事故等環境下で機能が要求される電気・計装設備に有意な絶縁低下が生じないこと。」との要求事項を満たし、実用炉規則114条に適合するとしてなされた本件各原発の運転期間の延長認可は違法であると言うべきである。

第4 まとめ

以上より、本件原発は、電気ケーブルに関して、①設置変更許可に係る火災防護基準に適合するとした判断、②運転延長認可に係る「実用発電用原子炉の運転の期間の延長の審査基準」の「環境認定試験による健全性評価の結果、設計基準

事故環境下で機能が要求される電気・計装設備及び重大事故等環境下で機能が要求される電気・計装設備に有意な絶縁低下が生じないこと。」との要求事項を満たし、実用炉規則 1 1 4 条に適合するとした判断に誤りがあり、本件原発の運転延長認可は違法であり取り消されなければならない。

第 5 求釈明

「有意な絶縁低下が生じない」ことを基準とする「実用発電用原子炉の運転の期間の延長の審査基準」に関連して、「絶縁低下」そのものではなく、その代替指標である「破断時の伸び」を基準とすることの合理的根拠について主張立証されたい。

以 上