

意見書

平成 27(2015)年 4 月 21 日

住所： 〒279-0021

千葉県浦安市富岡 1-19-7

電話： 0739-72-2491、090-1793-4404

氏名： 藤原 節男(ふじわらせつお)

(元 PWR 原子力発電所設計技術者)

生年月日：昭和 24(1949)年 4 月 2 日生 (66 歳)

(自署)

藤原 節男

被告準備書面(7)への藤原反論

(注)本意見書は、被告準備書面(7)の第 72 ページ～第 80 ページに記載ある「5. 藤原節男氏の意見書について」への藤原反論です。

【1】被告準備書面(7)の第 74 ページ～第 76 ページに記載ある、(1)藤原意見書に対する反論「ア. 鉛直動(縦振動)を考慮していないとの批判について」への藤原反論

被告準備書面(7)では、以下のとおりの記述がある。

(引用開始)

確かに、燃料集合体及び制御棒クラスタ駆動装置等の制御棒挿入経路(図 1 2 参照)の機器が、水平方向振動により変位すると、制御棒がそれらの機器と接触し、その時に鉛直動による地震力が作用することで、制御棒に対して上向きまたは下向きの摩擦力が抵抗力として作用する。また、鉛直地震力は、制御棒挿入経路にある機器を上下に振動させるため、自重落下する制御棒に対しても、内部流体(水)を介して慣性力が作用する。上記の力は、制御棒の挿入を阻害する方向に作用することがあり得るものの、いずれも鉛直方向の交番荷重(向きと大きさが繰り返し変わる荷重)となり、制御棒の挿入を遅らせる方向にも早める方向にも作用する。したがって、これらの力による制御棒の挿入遅れへの影響は水平地震力に比べて十分小さい。

鉛直動による制御棒挿入性への影響が小さいことについては「平成 10 年度耐震設計高度化調査原子炉建屋・機器の水平・上下応答特性評価法の調査報告書」(平成 11 年 3 月、(財)原子力発電技術機構)において、制御棒挿入性解析を

行って鉛直地震動による遅れ時間が評価されており、その結果、加速度が、上向きに、かつ※制御棒クラスタ駆動装置保持コイルの電源遮断から落下開始までの時間(0.05秒)にわたって継続して作用するという保守的な仮定のもとにおいても、鉛直地震動を考慮することによる制御棒の挿入時間遅れは僅か(0.02秒)であることが確認されている(乙C69(23頁、26頁))。

この制御棒挿入性解析の妥当性については、当該解析結果と、(財)原子力発電技術機構が昭和59~60年度にかけて、実際に水平・鉛直同時加震を行って制御棒挿入の遅れ時間を測定した結果とが整合的(解析の方がやや保守的)であることから、その妥当性が確認されている。

(引用終了)

○ 被告の論理的な説明への藤原反論

まず、被告準備書面(7)では、論理的な説明として「確かに、燃料集合体及び制御棒クラスタ駆動装置等の制御棒挿入経路(図12参照)の機器が、水平方向振動により変位すると、制御棒がそれらの機器と接触し、その時に鉛直動による地震力が作用することで、制御棒に対して上向きまたは下向きの摩擦力が抵抗力として作用する。また、鉛直地震力は、制御棒挿入経路にある機器を上下に振動させるため、自重落下する制御棒に対しても、内部流体(水)を介して慣性力が作用する。上記の力は、制御棒の挿入を阻害する方向に作用することがあり得るものの、いずれも鉛直方向の交番荷重(向きと大きさが繰り返し変わる荷重)となり、制御棒の挿入を遅らせる方向にも早める方向にも作用する。したがって、これらの力による制御棒の挿入遅れへの影響は水平地震力に比べて十分小さい」と述べている。

しかし、被告がいう「上向きまたは下向きの摩擦力」については、論理的には、上下振動が加わる場合、制御棒と制御棒案内管(シンプル)の間で、相対移動距離を増やすことになるため、必ず、制御棒の挿入を遅らせる方向に作用する。被告がいう「制御棒の挿入を遅らせる方向にも早める方向にも作用する」ものではない。

また、被告がいう「自重落下する制御棒に対しても、内部流体(水)を介して慣性力が作用」についても、論理的には、制御棒案内管(制御棒ガイドシンプル)内の冷却材、つまり内部流体(水)の排出は、制御棒案内管の最下端にある冷却材排出穴(オリフィス)の穴の大きさで時間が決まる。穴が大きければ、制御棒落下速度が大きくなり、穴が小さければ制御棒落下速度が小さくなる。上下振動で、制御棒と燃料集合体の相互間に振動位相のずれが生じ、上方向位

相のずれ(制御棒が浮き上がる方向のずれ)は、燃料集合体の構成要素である制御棒案内管(制御棒ガイドシンプル)内の冷却材が増える状態、つまり、制御棒が一時的に引き抜かれる現象が生じる。したがって、制御棒が引き抜かれ、制御棒挿入時間が伸びる現象は、全体の制御棒挿入時間に加算しなければならない。

なお、下方向位相のずれ(制御棒が、より挿入される方向のずれ)の場合、被告が期待するように、比例して、制御棒落下速度が大きくなり、制御棒挿入時間の減少になるかという、そうはならない。下方向位相のずれでは、冷却材排出穴(オリフィス)での流体速度が大きくなり、それだけ流体抵抗(圧力損失)が大きくなる。その結果、水の排出は抑制され、論理的には、下方向位相のずれ(制御棒が、より挿入される方向のずれ)により、制御棒挿入時間が短くなる現象は、抑制されることになる。

このように、論理的には、すべてが、制御棒の挿入を遅らせる方向に作用する。被告が期待する「制御棒の挿入を遅らせる方向にも早める方向にも作用する」ものではない。

○被告の「鉛直動による制御棒挿入性への影響が小さいこと」についての藤原反論

藤原意見書(甲108号証)では「制御棒落下開始から、制御棒落下完了までの時間遅れ」を問題にしているにもかかわらず、被告準備書面(7)では「制御棒挿入性解析を行って鉛直地震動による遅れ時間が評価されており、その結果、加速度が、上向きに、かつ※制御棒クラスタ駆動装置保持コイルの電源遮断から落下開始までの時間(0.05秒)にわたって継続して作用するという保守的な仮定のもとにおいても、鉛直地震動を考慮することによる制御棒の挿入時間遅れは僅か(0.02秒)であることが確認されている(乙C69(23頁、26頁))」と述べている。

被告は、藤原意見書(甲108号証)での指摘とは関係のない「制御棒落下開始までの時間遅れ」が僅かであることをもって、被告反論としているように読める。乙C69(23頁、26頁)を参照しても、藤原意見書(甲108号証)で言う「制御棒落下開始から、制御棒落下完了までの時間遅れ」について、記述がないように読める。

もし、この被告反論が「制御棒落下開始から、制御棒落下完了までの時間遅れ」に関するものであったとしても、この被告反論は、制御棒挿入性解析[NUPEC解析条件：約166ガル(下向き)、乙C69(23頁～26頁)]からの解析評価であり、実験結果による被告反論ではない。

また、NUPEC解析は、解析条件が約166ガルであり、伊方3号の基準地震動 S_s 鉛直加速度[0.7 G=686ガル以下、乙C69(23頁)]での解析評価としては、外挿評価となる。単なる予想、推測にすぎない。しかも、被告がいう制御棒挿入性解析に、上述の藤原側論理(制御棒挿入時間が長くなる論理)が、組み込まれていたかどうか、疑わしい。

さらにまた、以下に示す、藤原意見書(甲108号証)(10/14ページ上段)での主張に対する、被告側反論が、まったく、ない。

(藤原意見書引用開始)

しかし、上述のとおり、鉛直地震力が大加速度である実験を実施した事実もなく、制御棒が一時的に引き抜かれ、制御棒挿入時間が伸びる現象を考慮しているわけでもないため、この「鉛直動の影響は余りない」とする文言を証明する根拠は、まったく薄弱である。

(藤原意見書引用終了)

[2] 被告準備書面(7)の第76ページ～第77ページに記載ある、(1)藤原意見書に対する反論「イ. 特定の代表地震波による実験結果を用いているとの批判について」への藤原反論

被告準備書面(7)では、以下のとおりの記述がある。

(引用開始)

藤原氏は「実際の地震波は、鉛直動(縦振動)を伴う速度波形の、いびつな複合地震波(三次元)であり、時刻歴震動は多種多様である」とし「特定の代表地震波(水平二次元)実験のみで、伊方3号の制御棒挿入性が適切に模擬されるとは、到底考えられない」と批判している(藤原意見書3頁)。

多度津工学試験所での試験における地震波の選定にあたっては、PWRで用いられた設計地震波の中から最も厳しいものを選定し、制御棒挿入性に特に影響が大きい燃料集合体、制御棒クラスタ駆動装置及び制御棒クラスタ案内管の応答が実機と同等になるように※模擬地震波を設定している。確かに、模擬地震波と本件発電所の基準地震動 S_s とを比較した場合、エネルギー、位相特性等の基本的性質が必ずしも同一とは言えないが、模擬地震波は、制御棒挿入性評価に影響する燃料集合体変位等を生じさせやすい地震波となるよう策定されており、制御棒挿入性に係る機能限界を確認する観点で妥当であり、一般性は十分にあると考えられる[乙C.69(10～11頁、18頁)]。したがって、本件発電所における制御棒挿入性の評価に用いることは可能であり、藤原氏の批判は理由がない。

(引用終了)

○藤原からの反論

被告の反論は「特定の代表地震波（水平二次元）実験が妥当である」との説明である。藤原意見書(甲 108 号証)の「実際の地震波は、鉛直動（縦振動）を伴う速度波形の、いびつな複合地震波（三次元）であり、時刻歴震動は多種多様である」についての反論説明ではない。

さらに、水平地震動に関しても、被告は「確かに、模擬地震波と本件発電所の基準地震動 S_s とを比較した場合、エネルギー、位相特性等の基本的性質が必ずしも同一とは言えない」と述べており、特定の代表地震波（水平二次元）実験の地震加速度が、本件発電所の基準地震動 S_s の加速度に満たないものであり、基準地震動 S_s での、制御棒挿入時間評価に適用するのが不適切であったことを暴露している。

【3】被告準備書面(7)の第 77 ページ～第 79 ページに記載ある、(1)藤原意見書に対する反論「ウ、被告による評価が直線外挿の評価であるとの批判について」への藤原反論

被告準備書面(7)では、以下のとおりの記述がある。

(引用開始)

藤原氏は、被告が、中間報告時点における基準地震動 S_s (最大加速度 570 ガル=基準地震動 S_2 の最大加速度の約 1.2 倍) に対して「遅れ時間が直線的に増加する範囲」であるとして応答倍率法を適用したことについて「四国電力は『遅れ時間が直線的に増加する範囲』と主張するが、実験科学的に証明されているとは言えない。つまり、線形推定する場合に、直線内挿の評価では実験科学的に証明された推定範囲に属するが、直線外挿の評価の場合には単なる予想、推測範囲でしかない。特に、比例幅が大きくなると予想の確実性も低くなる。1000 ガル、2000 ガル以上もあり得る加速度の場合には、『遅れ時間が直線的に増加する範囲』とは、とても言えない」と批判する(藤原意見書 3～4 頁)。

被告は、中間報告の際、平成 17 年度 JNES 文献の結果を踏まえて、中間報告時点における基準地震動 S_s (570 ガル) は制御棒挿入時間の遅れが直線的に増加する範囲にあると判断し(図 13 参照)、既往の評価結果[基準地震動 S_2 (473 ガル) に対する制御棒挿入解析]における地震による挿入遅れ時間に応答比を乗じて挿入時間を評価した。藤原氏が、被告の評価に関して、直線外挿の評価であると批判する趣旨は必ずしも明確ではないが、図 13 のグラフは、実際に大加速度の加震試験を行って制御棒の挿入遅れ時間を測定し、その結果よりも保守的に解析できることを確認した上で、実機条件での制御棒挿入性解析に基づき

作成されたものである。すなわち、実際に行った大加速度の加振試験の結果を踏まえたものであることから、少なくとも「単なる予想、推測範囲でしかない」との藤原氏の批判は何ら理由がない。
(引用終了)

○藤原からの反論

被告反論は、藤原意見書(甲 108 号証)の「線形推定する場合に、直線内挿の評価では実験科学的に証明された推定範囲に属するが、直線外挿の評価の場合には単なる予想、推測範囲でしかない」についての反論ではない。ただ、直線外挿について「実際に大加速度の加振試験を行って制御棒の挿入遅れ時間を測定し、その結果よりも 保守的に解析できることを確認した上で、実機条件での制御棒挿入性解析に基づき作成されたものである」と述べているにすぎない。大加速度の加振試験が、基準地震動 S_s (570 ガル) を上回っていると、被告が主張するのであれば、その実験結果を元に、実験科学的な直線内挿の評価をしなければならぬ。

それでもなお、藤原意見書(甲 108 号証)でいう「1000 ガル、2000 ガル以上もあり得る加速度の場合には、『遅れ時間が直線的に増加する範囲』とは、とても言えない。直線外挿評価の場合は、単なる予想、推測範囲でしかない」との批判は残る。

【4】被告準備書面(7)の第 79 ページに記載ある、(1)藤原意見書に対する反論「エ. 評価基準値が 2.2 秒を超過しているとの批判について」への藤原反論

被告準備書面(7)では、以下のとおりの記述がある。

(引用開始)

藤原氏は、基準地震動 S_s による地震力が作用した場合における制御棒挿入時間の評価基準値である「2.50 秒」について「原子炉設置許可申請書添付十での安全解析前提条件となる制御棒挿入時間 2.2 秒との整合性がない」とし「安全解析での制御棒挿入時間が 2.2 秒なら、基準地震動 S_s 時の評価基準値も 2.2 秒でなければならない」とした上で「基準地震動 S_s の評価基準値 2.50 秒を見直ししないならば、・・・安全解析の前提条件(評価基準値 2.2 秒)を変更し、評価基準値 2.50 秒にして、改めて安全解析が必要となる」と主張する(藤原意見書 4 頁)。

しかしながら、基準地震動 S_s による地震力が作用した場合における制御棒挿入時間の評価基準値の 2.50 秒は、安全解析条件である 制御棒落下開始から※全ストロークの 85%までの時間(2.2 秒)に原子炉※トリップ信号発信から制御棒

落下開始までの時間 (0.3 秒) を加えて評価基準値として設定しているものであり、整合性がないという藤原氏の批判は何ら理由がない(むしろ整合的である)。当然ながら、被告は、安全解析においては、制御棒落下開始から全ストロークの 85%までの時間 (2.2 秒) のみならず、原子炉トリップ信号発信から制御棒落下開始までの時間 (0.3 秒) についても考慮した上で解析を行っている。
(引用終了)

○藤原からの反論

被告のいう評価基準値 2.50 秒のうちの「トリップ信号発信から制御棒落下開始までの時間 (0.3 秒)」は、トリップ信号制御回路の経年劣化などを見越した解析余裕として設定している。制御棒挿入時間の実験評価や解析評価は「制御棒落下開始から、全ストロークの 85%までの時間 (2.2 秒)」を評価基準としなければならない。もし「制御棒落下開始から、全ストロークの 85%までの時間」が 2.2 秒を上回る結果となるなら、被告のいう評価基準値 2.50 秒が守れない評価結果ということになる。規定どおりに、被告が「トリップ信号発信から制御棒落下開始までの時間 (0.3 秒)」を余裕として、固定値 (0.3 秒) として、取り扱う場合には、制御棒挿入時間評価は、許容範囲となる。

【5】被告準備書面(7)の第 79 ページ～第 80 ページに記載ある「(2)制御棒挿入性に係る本報告時の被告の評価について」への反論

被告準備書面(7)では、以下のとおりの記述がある。

(引用開始)

以上のとおり、被告による応答倍率法の適用に関する藤原氏の批判はいずれも何ら理由がないが、そもそも、被告は、中間報告(補正)を行った時点(平成 21 年 12 月)においては、概略的な評価として応答倍率法を用いて制御棒挿入性に係る評価を実施していたものの、その後、本報告を行った際(平成 23 年 3 月)には、応答倍率法とは異なる詳細な手法を用いて評価を行っている。

被告が本報告時に用いた評価手法は、スペクトルモーダル解析等による地震応答の最大値に対応する抗力を用いた手法であり、具体的には、以下のとおりである。

まず、制御棒挿入経路を構成する制御棒クラスタ駆動装置、制御棒クラスタ案内管及び燃料集合体の地震応答について、制御棒クラスタ駆動装置及び制御棒クラスタ案内管の地震応答に対してはスペクトルモーダル解析(時間的变化を考慮せず地震応答の最大値を求める解析)を、燃料集合体の地震応答に対して

は時刻歴解析（時々刻々の地震応答を求める解析）をそれぞれ適用し、各部位の地震応答を求める。そして、各部位で求められた地震応答の最大値に対応する抗力（すなわち、制御棒の挿入にとって最も厳しい抗力）が一定値で作用すると仮定して制御棒挿入経路で生じる各種の抗力を設定する。

次に、上記のとおり設定した抗力を制御棒挿入時間解析コード（通常運転時の抗力、地震時の抗力等を考慮した運動方程式に基づき開発された計算手法）に当てはめて、制御棒挿入時間を評価する。

以上の結果、本件3号炉に係る制御棒挿入時間は、2.21秒[落下開始から全ストロークの85%に至るまでの時間（1.91秒）に、トリップ信号発信から制御棒落下開始までの時間（0.3秒）を加えた時間]となり、評価基準値である2.50秒を十分下回ることを確認している（ZD1（VII—48頁及び添付資料7—1～2頁）（引用終了）

○藤原からの反論

被告のいう「以上のとおり、被告による応答倍率法の適用に関する藤原氏の批判はいずれも何ら理由がない」については、上述の【1】～【4】にて、今回、藤原から反論した。

被告のいう「応答倍率法とは異なる詳細な手法（スペクトルモーダル解析等による地震応答の最大値に対応する抗力を用いた手法）を用いて評価」については、いずれにせよ、藤原意見書（甲108号証）での指摘「実際の地震波は、鉛直動（縦振動）を伴う速度波形の、いびつな複合地震波（三次元）であり、時刻歴震動は多種多様である」「特定の代表地震波（水平二次元）実験のみで、伊方3号の制御棒挿入性が適切に模擬されるとは、到底考えられない」「線形推定する場合に、直線内挿の評価では実験科学的に証明された推定範囲に属するが、直線外挿の評価の場合には単なる予想、推測範囲でしかない」に対する被告反論とは、なっていない。

【6】藤原意見書（甲108号証）指摘に対する被告反論がない項目について被告準備書面（7）第72ページ～第73ページに、以下のとおりの記述がある。（引用開始）

原子力発電所における品質マネジメントに係る問題、震源が近いことによる制御棒挿入性への影響に係る問題及び津波による海水ポンプへの影響に係る問題が主張されているが、被告は、品質マネジメントに係る問題については被告準備書面（5）第4の6（5）（124頁）、震源が近いことによる制御棒挿入性への影響に係る問題については被告準備書面（3）第5（8頁以下）等、津波による海水ポ

ンプへの影響に係る問題については被告準備書面(5)第2の5(4)イ(90頁以下)等において主張しているところであり、本書面では再論しない。

(引用終了)

○「原子力発電所における品質マネジメントに係る問題」について

藤原意見書(甲108号証)の指摘は、以下に示す指摘であるにも関わらず、被告準備書面(5)第4の6(5)(124頁)では、単に「品質保証活動(品質マネジメントシステム)を行っている」と述べているにすぎない。藤原意見書(甲108号証)の指摘に対する被告反論がない。

(藤原意見書2/14ページ中段引用開始)

原子力発電所は、1000万点あまりの部品によって構成されている極めて複雑な構造物なので、品質マネジメントシステムを、部品及びそれを総合した機器、設備のすみずみまでに浸透させることができない。不適合(故障)再発防止対策等の処置が全てに行き渡っているとは限らない。したがって、設計地震加速度以下の地震でも、機器設備が健全とは限らない。不適合品の配管等が損傷され、メルトダウン、メルトスルーに至る危険がある。まして、上記地震動(少なくとも1000ガル、2000ガル以上もあり得る加速度、ならびに少なくとも6強、あるいは7の震度の地震動)のように設計地震加速度以上の地震に遭遇した場合には、適合品質の配管等ですら損傷され、原子炉システムの機能不全により、メルトダウン、メルトスルーに至る危険がある。

(藤原意見書2/14ページ中段引用終了)

○「震源が近いことによる制御棒挿入性への影響に係る問題」について

藤原意見書が指摘しているのは「少なくとも1000ガル、2000ガル以上もあり得る加速度、ならびに少なくとも6強、あるいは7の震度の地震動が起きた場合」についての指摘、言い換えれば、基準地震動 S_s を上回る地震動が起きた場合の指摘であるにも関わらず、被告準備書面(3)第5(8頁以下)では、基準地震動 S_s の最大加速度(570ガル)以下の地震動が起きた場合の説明に終始している。藤原意見書(甲108号証)の指摘に対する被告反論がない。

○「津波による海水ポンプへの影響に係る問題」について

藤原意見書(2/14ページ)で指摘しているのは、以下に示す指摘であるにも関わらず、被告準備書面(5)第2の5(4)イ(90頁以下)には、藤原意見書(甲108号証)指摘に対する回答は、一切、記載がない。

(藤原意見書2/14ページ上段引用開始)

④ 海水ポンプの海面からの高さは1、2号炉がT.P+5.0m、3号炉がT.P+4.5

mなので、6～10mの津波によって海水ポンプが冠水して海水ポンプの機能が喪失し、原子炉の冷却、非常用ディーゼル発電機等の冷却ができなくなり、メルトダウン、メルトスルーに至る危険がある。

⑤ 3号炉では、津波の最高水位をT.P +3.5mと想定した上で、津波の影響を考慮した最低水位をT.P -3.02mと想定し、海水取水可能水位T.P -3.39mとの間に0.37mの余裕があるとしているが、6～10mの津波だと、海水取水可能水位を超える水位低下となり、海水ポンプが機能を喪失して、上記④同様のメルトダウン、メルトスルーに至る危険がある。

(藤原意見書 2/14 ページ上段引用終了)

○ その他の項目について

藤原意見書(11/14 ページ～12/14 ページ)で指摘している「5. 応答倍率法の問題点」「6. 炉安審『制御棒挿入に係る安全余裕検討部会』審査委員の問題点」などの項目についても、被告反論の記載がない。

○ まとめ

被告準備書面(7)の第72ページ～第80ページ「5. 藤原節男氏の意見書について」は、藤原意見書(甲108号証)に対する被告反論とのことである。

しかし、被告反論は、藤原意見書指摘の項目すべてに対しての反論ではなく、いわば、つまみ食いの反論である。しかも、そのつまみ食い反論も、上述【1】～【4】のとおり、当を得ていない。