

副本

平成28年(ワ)第289号, 平成28年(ワ)第902号, 平成29年(ワ)第447号, 平成29年(ワ)第1281号, 平成30年(ワ)第1291号

原告 外

被告 四国電力株式会社

令和元年 7 月 31 日

準備書面 ( 1 6 )

広島地方裁判所民事第2部 御中

被告訴訟代理人弁護士

田 代



同弁護士

松 繁



同弁護士

川 本 賢



同弁護士

水 野 絵 里 奈



同弁護士

福 田



同弁護士

井 家 武



本書面は、平成31年4月26日付け原告ら準備書面24（以下「原告ら準備書面24」という。）に必要な範囲で反論するものである。

被告は、平成30年7月26日付け被告準備書面（9）（以下「被告準備書面（9）」という。）において、本件3号機では、水蒸気爆発に至る可能性は極めて小さいと評価できることについて、本件3号機においては、水蒸気爆発の前提となる重大事故等に至る危険性はないこと（被告準備書面（9）第1（1頁以下））に加え、実機において水蒸気爆発に至る可能性は極めて小さいと評価できることを主張した（被告準備書面（9）第2（3頁以下））。すなわち、水蒸気爆発は複雑な過程を経て初めて発生する現象であり、原子力発電所で想定される溶融物及びその加熱度を用いる実機と同等の条件においては、水蒸気爆発が発生する可能性は極めて小さいことが複数の実験の結果から科学的な知見として得られていることを主張した。

これに対して、原告らは、原告ら準備書面24において、OECDが実施したSERENAプロジェクト及び国立研究開発法人日本原子力研究開発機構の報告書「JAEA-Research2007-072」（甲E13、以下「JAEAレポート」という。）を踏まえれば、水蒸気爆発に至る可能性を小さいとは評価できないかのように主張する。しかしながら、原告らの主張は、以下に述べるとおり、SERENAプロジェクト及びJAEAレポートに対する独自の見解に基づくものであって、理由がない。

#### 1 SERENAプロジェクトについて

SERENAプロジェクトは、水蒸気爆発によってもたらされる負荷を予測するための計算機コードの能力を評価することを目的に開始された（乙404）。

原告らは、SERENAプロジェクトの最初の段階であるフェーズ1においてFARO<sup>1</sup>等の過去の実験について「既存のデータを既存のツールで解析している」

1 FAROの試験のうち実験IDがL-33の試験について、原告らの述べるように、外部トリガー有りの条件であったとする文献もあるが、いずれにしても、人為的な外部トリガー無しで水蒸気爆発が発生したとするものではなく、人為的に外部トリガーを与えるなどした実機条件と異なる条件の試験でなければ水蒸気爆発は発生していないとの被告の主張に影響するものではない。

のは、F A R O等の既存の実験について「実験の精度、実験結果に対する解析の精度に不安があるということである」と主張するが(原告ら準備書面24(9頁)), フェーズ1では、「a purely analytical phase to assess the predictive capabilities of existing tools for reactor cases (Phase 1)」(被告証: 既存のツールの予測能力を評価, 分析だけの段階(フェーズ1))とされている(甲E11の1(15頁))ことから分かるように, 既存のツールの能力を既存のデータを基に確認, つまり, 既存の各種解析ツールを用いて, 既存の実験で使用した実験条件(外部トリガーの付与を含む。)に沿って計算したときに, 実験における水蒸気爆発の個々の過程(粗混合, 伝播等)をどの程度再現できるか, 各種解析ツールの計算結果の間でどの程度ばらつきがあるのかといったことを確認し, これを通じて, 水蒸気爆発による負荷を予測する観点から, 既存のツールで何ができるのかを測ろうとしているのであって, 原告らが主張するように, 既存の実験について「実験の精度, 実験結果に対する解析の精度に不安があるということである」から実施したものではない。

また, フェーズ1の結果を踏まえたフェーズ2の試験においては, コリウム<sup>2</sup>溶融物の爆発挙動の明確化と計算機コードの能力検証が目的とされている<sup>3</sup>。原告らは, このフェーズ2の試験によって, 高い確率で水蒸気爆発が起きることが証明されたと主張するが, コリウム溶融物の爆発挙動の明確化と水蒸気爆発による負荷を計算する計算機コードの能力を評価するというS E R E N Aプロジェクトの

2 燃料, 被覆管材料等を含む炉心溶融物のこと。同様な組成のものを実験に用いるとき, この模擬物もコリウムと呼ばれる。主な成分は, 二酸化ウラン( $UO_2$ ), 酸化ジルコニウム( $ZrO_2$ ), 金属ジルコニウム( $Zr$ )等とされる。(乙405)

3 フェーズ2の目的に関して, 「The objectives of the experimental programme were to provide data: (1) to clarify the explosion behaviour of prototypic corium melts and for validation of steam explosion models for prototypic materials; and (2) for steam explosion behaviour in two different geometries to verify the geometrical extrapolation capabilities of the codes. (被告証: 実験プログラムの目的は, (1) 典型的なコリウム溶融物の爆発挙動の明確化し, また, 典型的な材料物質による水蒸気爆発のモデルを検証するためのデータ提供, さらに(2) 計算コードの外挿能力を検証のために, 2つの異なる形状の施設における水蒸気爆発挙動のデータ提供にあった。)」(甲E12の1(7頁))とされている。

目的からすれば、水蒸気爆発を発生させて検証しなければ意味がなく、水蒸気爆発の発生を意図して試験するのは当然のことである。そして、SERENAプロジェクトの試験においては、水蒸気爆発を発生させるために、いずれの試験においても外部トリガーとして強い圧力を付加<sup>4</sup>している（甲E12の1（13頁））<sup>5</sup>。そして、SERENAプロジェクトで用いられたKROTOS及びTROIの実験装置のトリガー発生機構によって発生する圧力が、実機で想定される圧力ではないことは、被告準備書面（9）第2の3及び4（6～9頁）において述べたとおりである。したがって、フェーズ2の試験によって、高い確率で水蒸気爆発が起こることが証明されたとの原告らの主張に理由はない。

また、フェーズ2の試験の観察結果からは、原子力発電所において炉心の著しい損傷が発生した場合に想定される二酸化ウラン（ $UO_2$ ）及び二酸化ジルコニウム（ $ZrO_2$ ）を主成分とした熔融物では、アルミナ（酸化アルミニウム）を用いた試験よりも爆発力が弱いこと<sup>6</sup>や、酸化していない金属（ $Zr$ ）が含まれた場合<sup>7</sup>には、トリガーを与えた場合でも水蒸気爆発に至らなかった<sup>8</sup>ことなどが確認さ

- 4 ただし、KROTOSの実験装置を用いて行った試験のうち、KS-3は、外部トリガーの付与に失敗して水蒸気爆発（S/E）は発生しなかった。
- 5 TROIの実験装置を用いて行った試験のうち、外部トリガーなしの条件で行われたものは、SERENAプロジェクトとして実施された試験ではない。なお、これらの試験のうち、水蒸気爆発が起きたものは、熔融物の加熱度が実機想定よりも非常に高い条件で行われたものであることは、被告準備書面（9）（10～15頁）で主張したとおりである。
- 6 「Prototypic corium melt (i.e., predominantly a mixture of  $UO_2$  and  $ZrO_2$ ) does not produce stronger explosion energetics relative to simulant melt compositions (e.g., KROTOS alumina tests) even though the calculated energetics in some TROI and KROTOS tests in the current series were higher than in previous experiments with prototypic mixtures. (被告訳：今回のTROIとKROTOSの試験のいくつかでは、従前の典型的な混合物を用いた試験よりも高いエネルギーが計算されたものの、典型的なコリウム熔融物（すなわち、主に $UO_2$ と $ZrO_2$ からなる混合物）では、模擬熔融物（例えば、KROTOSのアルミナ試験）と比較すると、強いエネルギーを持った爆発は生じない。）」（甲E12の1（7頁））
- 7 ジルコニウム（ $Zr$ ）は、燃料被覆管に用いられている材質（乙13（8-3-99頁））。ジルコニウムは、異常な高温下では水と反応する性質があり、反応が進むと二酸化ジルコニウムと水素になる。フェーズ2の試験では、炉心熔融後、一定程度、反応せずに残ったジルコニウム（金属ジルコニウム）が、水中に落下後に反応（酸化）して与える影響を検討するために、TROI装置におけるTS-5及びKROTOS装置におけるKS-5が試験されている。
- 8 酸化していない金属（ $Zr$ ）を用いた試験に該当する、TROI装置におけるTS-5及びKROTOS装置におけるKS-5のいずれの試験においても水蒸気爆発（S/E）に至らず（TS-5は「Steam Spike（圧カスパイク）」、KS-5は「Energetic event（エネルギー事

れたとされている。実機において高い確率で水蒸気爆発が起こることがSERENAプロジェクトによって証明されたとの原告らの主張は、これらの報告とも整合せず、誤っていることは明らかである。

## 2 JAEAレポートについて

原告らは、水蒸気爆発に至る可能性が小さいとは評価できないとの主張の根拠としてJAEAレポートを挙げる。

しかしながら、JAEAレポートは、水蒸気爆発が起きたことを想定した場合の負荷の確率分布及び格納容器破損確率分布<sup>9</sup>を評価することを目的としたものであり（JAEAレポートの格納容器破損確率は、水蒸気爆発が発生したという条件付き確率である（甲E13（i頁，33頁））。），このため、「最大規模の水蒸気爆発が発生しやすい時刻に人為的に強いトリガーを与える保守的な取り扱い」（甲E13（43頁））としている。具体的には、トリガーとして、 $pV=4\text{ MJ}$ （ $=40\text{ MPa}$ ，約400気圧）の圧力源を置いたとしている（甲E13（32頁，34頁））が、このような強い圧力は、被告準備書面（9）第2の3（7頁）で述べたとおり、本件3号機の原子炉格納容器内で想定されるものではない。

したがって、JAEAレポートを根拠に、水蒸気爆発に至る可能性が小さいと評価できないかのように述べる原告らの主張に理由はない。

ちなみに、JAEAレポートは、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構の熱水力安全評価研究グループが作成したものであるが、同グループは、JAEAレポート作成当時において、同機構の安全研究センター原子炉施設安全研究ユニ

---

象）」（甲E12の1（13頁）のTable 2. Steam Explosion欄）。），「For both tests, there is a limited fuel coolant interaction even being triggered.（被告訳：どちらの試験においても、トリガーを付与したにもかかわらず、燃料—冷却材相互作用は限定的であった。）」（甲E12の1（7頁））とされている。

9 JAEAレポートは、原子炉格納容器の破損について、簡便のため、原子炉容器の変位が大きくなる何らかの条件が満たされた場合を原子炉格納容器の破損と見なしている（甲E13（5頁））。PWRについては、キャビティ壁が損傷した場合（甲E13（32頁）），あるいは、原子炉の拘束構造物（遮蔽壁）が炉容器の上昇運動エネルギーを吸収しきれない場合（甲E13（33頁，42頁））を原子炉格納容器の破損に至るものと見なしているが、いずれも原子炉格納容器内の原子炉近傍のコンクリート構造物の破損であって、これらの場合に、必ずしも原子炉格納容器の閉じ込め機能が喪失するわけではない。

ットに属する組織であり、JAEAレポート作成当時の同ユニットのユニット長が、原子力規制委員会委員長である更田豊志氏である。同氏は、同氏が担当委員を務めた新規制基準検討チームにおいて、「もともと溶融炉心で、ここにも頻度の考え方が入ってきますけれども、水蒸気爆発は非常に言葉がセンセーショナルなので、非常に大きく取り上げられる傾向がありますけれども、もともと水の中で融けたUO<sub>2</sub>で水蒸気爆発を起こさせるというのは物すごく難しいことで、水蒸気爆発を気にするあまり注水をためらうなんていうことは絶対にあってはならないことで、ちょっと水蒸気爆発に関しては、これまた実験的に大変おもしろいもので、研究者がみんな取り組んだというところがあり過ぎるので、あれほど余計に研究され過ぎた研究もないと私は思っているのですけれども、要するに水蒸気爆発というのは確かに頭の中に考えておかなければいけない。だけれども、むしろ冷却という観点からすると、過度に水蒸気爆発を恐れるということは弊害があると思っています。」と水蒸気爆発は発生する可能性が小さい事象であり、注水を優先すべき（注水しないことによるリスクと比較すれば、水蒸気爆発のリスクは小さい）旨発言している（乙406（61頁））。

### 3 まとめ

以上のとおり、SERENAプロジェクト及びJAEAレポートのいずれも、水蒸気爆発による負荷を検討するために、実機では想定されないような強い圧力を外部トリガーとして人為的に与えて意図的に水蒸気爆発を発生させているのであるから、これらを根拠に水蒸気爆発に至る可能性を小さいとは評価できないかのように述べる原告らの主張に理由はない。

以上