

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

原告ら 外









被 告 四国電力株式会社

準備書面28

(水蒸気爆発3)

2020年2月26日

広島地方裁判所 民事第2部 御 中

原告ら訴訟代理人弁護士	能	勢	顯	男		
同	弁護士	胡	田	敢		
同	弁護士	前	川	哲	明	
同	弁護士	竹	森	雅	泰	
同	弁護士	松	岡	幸	輝	
同	弁護士	橋	本	貴	司	
同	弁護士	村	上	朋	矢	
同	弁護士	河	合	弘	之	

(但し、1281号事件のみ)

本書面は、準備書面15、同24につづき、水蒸気爆発について述べるものである。

第1. はじめに

最判平成4年10月29日は、原子炉施設の安全性が争われる訴訟における審理は専門技術的な調査審議及び判断を基にした行政庁の判断に不合理な点があるか否かという観点から行われるべきだとし、「現在の科学技術水準に照らし、右調査審議において用いられた具体的な審査基準に不合理な点があり、あるいは当該原子炉施設が右の具体的な審査基準に適合するとした原子力委員会・・・の調査審議及び判断の過程に看過し難い過誤、欠落があり、被告行政庁の判断がこれに依拠してされたものと認められる場合には、被告行政庁の判断に不合理な点があるものとして、右判断に基づく・・・許可処分は違法と解すべきである」と判示した。

これを本訴に言い換えれば、原子力規制委員会（以下、規制委員会という）の調査審議及び判断の過程に看過し難い過誤、欠落があるにも拘らず、同委員会がこれに基づき原子炉の設置変更を許可したときは、その許可は違法であり、安全性は何ら保障されていないということになる。

本書面における原告の主張は、規制委員会が伊方発電所3号炉の設置変更許可申請に対し、OECD/NEA（経済協力開発機構/原子力機関）の共同プロジェクトとして実施されたセレナプロジェクトの成果を調査審議することなく判断したのは、その過程に看過し難い過誤、欠落があるもので、申請を認めた判断は不合理で許可は違法であり、伊方発電所3号炉の安全性はまったく保障されていないというものである。

第2. 適合性審査

被告は、規制委員会に対し、平成25年7月8日、「伊方発電所の発電用原子

炉設置変更許可申請書（3号原子炉施設の変更）」（乙13。以下、本件許可申請という）を提出し、同委員会は、同27年7月15日、「四国電力株式会社伊方発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書（3号原子炉施設の変更）に関する審査書」（乙16。以下、本件審査書という）により、原子炉等規制法第43条の3の6第1項第2号、第3号、第4号に適合するとして、これを許可した。

こうして3号原子炉の稼働が認められることになるのだが、この2年間にどのような審査が行われたか、本書面では、水蒸気爆発に限って論じる。

1. 審査手続きの概観（甲E15～17）

原子炉施設の規制基準適合性審査の進め方については、「原子力発電所の新規規制基準適合性に係る審査会合」（以下、審査会合という）におけるメーカーからの聴き取りを中心に行われている。これに加えてヒアリングも実施されているようであるが、その目的は申請書等の記載内容の確認のためのものとされている。審査会合は、平成25年7月8日から同27年7月15日までの2年間に249回行われた。

原子力規制委員会の会議（以下、本会議という）は、規制委員会としての意思決定の場であり、上記適合性審査の結果を受け適合性の有無や許可の判断等を行う。平成24年9月19日に初めて開催され、毎月数回のペースで行われている。平成25年7月8日から同27年7月15日までの2年間には118回開かれている。

審査会合や本会議は、原子炉の再稼働を目指し、精力的に行われているようである。しかしながら、それは（平成25年7月10日時点で）4電力会社による合計10原子炉に対する設置変更許可申請を受けてのものであり、極めて多くの重要課題に対し、十分な時間があつたかは疑問である。審査会合・本会議の様子はネット中継で公開されているが、流れ作業の感を否めない。

2. 水蒸気爆発に関する審議

(1) 水蒸気爆発とセレナプロジェクト

上記審査会合及び本会議において、水蒸気爆発に関しては、聴取、調査あるいは審議自体が極めて少ない中、セレナプロジェクトの成果については、全く取り上げられなかった。要するに、伊方発電所3号原子炉における水蒸気爆発に関する安全性（基準適合性）の審査では、セレナプロジェクトの成果は考慮されることなく、適合性が認められたのである。被告も審査会合及び本会議においてセレナプロジェクトの成果を調査審議していない事実を令和元年11月29日付回答書で認めている。本書面で問うのは、正にこの点である。

原告は水蒸気爆発の発生の可能性あるいは発生した場合の破壊力の大きさを議論しようとしているのではない。セレナプロジェクトの成果を検討しなかったこと、それ自体を問題にしているのである。

(2) 本件審査とセレナプロジェクトの時間的關係（甲E10～12）

前述したように被告による本件許可申請が平成25年7月8日、規制委員会による許可が同27年7月15日である。

これに対し、セレナプロジェクトの開始が2002年（平成14年）1月、セレナレポート1の発表が同年12月13日、セレナレポート2の発表が2007年（平成19年）9月17日、セレナレポート3の発表が2015年（平成27年）2月16日である。

日本は当初からJAERI（日本原子力研究所）とエネルギー総合工学研究所原子力工学センターの二つの研究機関がセレナプロジェクトに参加している。セレナプロジェクトの成果は原子力関係者の間で共有されていたはずである。

(3) 本件審査過程における水蒸気爆発の扱い（甲E14）

被告は許可申請書において「水蒸気爆発の発生の可能性は極めて低い」と

して、圧力スパイクに対する解析等を行い、規制委員会は「水蒸気爆発の発生の可能性を極めて低いとしていることは妥当」と判断した（p 200）。ただ、「3. 審査過程における主な論点」（p 201）として、「特に指摘を行い、確認した点」として、次の2点を挙げている。

第1点：水蒸気爆発が実機において発生する可能性

規制委員会は、被告が「実機において想定される溶融物（二酸化ウランとジルコニウムの混合溶融物）を用いた大規模実験としてコテルス、ファロ及びクロトスを挙げ、これらの内、クロトスの一部実験においてのみ水蒸気爆発が発生していることを示すとともに、水蒸気爆発が発生した実験では、外乱を与えて液-液直接接触が生じやすくしていることを示した。さらに、大規模実験の条件と実機条件とを比較したうえ、実機においては、液-液直接接触が生じるような外乱となり得る要素は考えにくいことを示した」と評価し、

第2点：JASUMINEコードと格納容器破損確率

規制委員会は、被告が「水蒸気爆発の規模が最も大きくなる時刻に液-液直接接触が生じるような外乱を与え、水蒸気爆発を誘導していること、・・・流体の運動エネルギーを大きく評価していることを示した」と評価し、いずれも被告の説明に納得したようである。そして、原子炉圧力容器外におけるFCIで生じる現象としては、水蒸気爆発を除外してよいことを確認したと結論した。

ここで留意すべき点は、ともにセレナプロジェクトの存在を知りながら、被告がこれについて触れることなく、規制委員会もこの点について質問していないことである。「阿吽の呼吸」とでもいうのであろうか。

本書面では、水蒸気爆発の発生の有無等について、具体的にどの程度の調査審議が行われたかは問題にしない。重要なのは、被告がコテルス、ファロ及び

クロトスの3実験を根拠に水蒸気爆発発生の可能性は無視していいほど低いと説明し、規制委員会がこの説明に納得したことである。そもそも、セレナプロジェクトを実施する必要が生じたのは、コテルス、ファロ及びクロトスの実験から信頼できる必要かつ十分な解析コードが獲得できなかったことによる。

因みに、コテルス、ファロ、クロトスの実験が実施されたのは、いずれも2000年までである（準備書面15p7～8）。被告も規制委員会も古いデータを用いて調査審議し、最新にして先進諸国が英知を集めたセレナプロジェクトの成果を無視したのである。

第3. セレナプロジェクトの意義

1. セレナプロジェクト実施の理由と得られた知見

被告（及び規制委員会）は、コテルス、ファロ及びクロトスの実験結果から、水蒸気爆発発生の可能性は無視していいほど低いと主張する。しかしながら、セレナプロジェクトの成果はそれと全く異なっている。

(1) セレナプロジェクト実施の理由

セレナレポート1（甲E10の2p4）は、その冒頭に「原子力安全研究および事業に関する上級専門家グループが、FCIに関する一部の観点で不確かさが存在しているにもかかわらず、世界的にFCI研究が軽視される傾向について表明した懸念が根源である」とセレナプロジェクト開始の動機を述べ、次いで「セレナ全体の目的は、FCIのエネルギーレベルについての理解と予見範囲とをリスク管理上望ましいレベルにするために、FCIの機序とエネルギーレベルについての理解内容と実炉条件における荷重の規模を見積もる十分に信頼性を持つ手法の、それぞれの集束を目指すものである」とその目的を述べている。

要するに、①FCIには看過できない不確かさがある、②コテルス、ファロ及びクロトスの実験が既に行われているにもかかわらず、未だリスク管理

の観点から十分に信頼できる手法が無い、③それが故に調査研究を始めると
いうのである。

(2) セレナプロジェクトにより得られた知見

セレナプロジェクトフェーズ1で得られた知見は、セレナレポート2（甲
E11の2）p7で「圧力容器外の事例で予測される衝撃力は総てが20と
100 kPa・sの範囲内であった。数十kPa・sオーダーの荷重は格納
空間に何らかの損傷を与え、それによって格納容器の健全性を脅かす可能性
もあると考えられる」と記載され、さらにこれを受けて「結論及び勧告」（p
8）の第2段落「圧力容器外の水蒸気爆発では、計算予測荷重は総て低いも
のではあったが、代表的格納容器壁の耐荷重を上回っていた」というもので
ある。

セレナプロジェクトフェーズ2で得られた知見は、セレナレポート3（甲
E12の2）p20の第5段落に記載されているが、「圧力容器外水蒸気爆発
荷重の計算による予測荷重は、従来から報告された値よりもバラツキが大き
い状態のままであるが、幾らか小さいものである。この意味では本事業で圧
力容器外の水蒸気爆発に関する課題が決定的解決に至ったとは言えない。」と
いうものである。

セレナプロジェクトは、フェーズ2において、溶融物の組成や系の圧力の
影響など、不確実なパラメーターの定量化を目的にトロイとクロトスを使っ
た実験を行い、その結果を加味してシミュレーションコードの能力を評価し
た。しかしながら、結局のところ20～100 kPa・sという、最大5倍
のバラツキを絞り込むことが出来なかった。

例えば、JAEA-Research（甲E13p36）には、ベースの
ケースでさえ力積が2.95 MN・sとあり、これを仮に直径6 mの水槽と
すると、単位面積当りの力積は、 $2.59 \div 28.26 \text{ m}^2$ （床面積）=0.0

$916 \text{ MN} \cdot \text{s} / \text{m}^2 = 91.6 \text{ kPa} \cdot \text{s}$ となる。これは、フェーズ1により得られた知見、即ち「数十 $\text{kPa} \cdot \text{s}$ オーダーの荷重は格納空間に何らかの損傷を与え、それによって格納容器の健全性を脅かす可能性もある」に照らし極め危険であることが判る。

2. 知見の優越性

セレナプロジェクトの実施が決定した時点で、既に、コテルス、ファロ、クロトスの各実験は行われていた。被告はコテルス、ファロ、クロトスの各実験結果を根拠に、水蒸気爆発の発生確率は無視できるほど小さいと主張し、規制委員会はこれを認めた（甲E14p201）。明らかに、上記したOECDの見解、即ち、実験結果に基づくシミュレーションで得られた荷重は格納容器を破損する可能性があるという知見とは異なる（真逆である）。OECDは、コテルス、ファロ、クロトスの各実験を見たうえで、FCIには未だ看過できない不確かさがあるとして、セレナプロジェクトを開始したことを思い出すべきである。

コテルス、ファロ、クロトスの実験結果とセレナプロジェクトから得られた知見のどちらが信頼できるかは、余りにも明白で言うまでもないところである。規制委員会は合理的な調査審議を怠り、明らかに不合理な調査審議を行い、その結果、不合理な判断を行った。

3. セレナプロジェクトの意義

(1) セレナプロジェクトの前提としての水蒸気爆発の発生

セレナプロジェクト：フェーズ2では、溶融物の組成、系の圧力、初期ジェット径などの影響、不確実なパラメーターの定量化を目的に、クロトス、トロイの施設を使い、各6回合計12回のコリウム溶融物を用いた実験を実施した。これら12回の実験のうち8回で水蒸気爆発が発生した。水蒸気爆発に至らなかった4件でも3件に水蒸気スパイク等の事象が発生している。

これらの実験ではいずれも外部トリガーが加えられている。

被告はこの点を捉えて、実機においては外部トリガーと成り得る要素は無いから水蒸気爆発の発生可能性は無視できるほど小さいと主張している。しかしながら、外部トリガーと成り得る事象はいくらでも存在する。

そもそも、セレナプロジェクトが何故、外部トリガーを加えて実験したのかである。水蒸気爆発を発生させるその目的は、詰まるところ水蒸気爆発の格納容器に対する影響(どの程度の損傷を与えるか)を把握するためである。最終的な目標はそこにある。それ以外には有り得ない。子供でも分かる道理である。

被告は、準備書面16 p 2～3で「フェーズ2の試験においては、コリウム溶融物の爆発挙動の明確化と計算コードの能力検証が目的とされている。…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セレナプロジェクトの目的からすれば、水蒸気爆発を発生させて検証しなければ意味が無く…」と述べる。そのとおりである。被告はそれ以上を言わないが、その先がある。

何故、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必要があるのか。答えは簡単である。それは水蒸気爆発に如何に対処するか、また、水蒸気爆発に対し如何に原子炉の安全性を維持するかを把握するためである。それ以外には有り得ない。そして、現時点でそれが出来ていないから、水蒸気爆発を発生させてそのデータを収集しようとしているのである。

被告の主張は、セレナプロジェクトが水蒸気爆発の発生を前提としたものであることを認めるものに外ならない。

(2) セレナプロジェクトと外部トリガー

準備書面15 p 18～19で、マガロンの意見を以下のとおり引用した。

「これまでの議論から、実機の中で水蒸気爆発が誘発されるか否かを予測することは事実上不可能であると結論することが出来る。このことは水蒸気爆発を防ぐ対策を明確にすることを非常に困難にする。実際、沸騰膜が支配的である様な冷却材の沸騰の状況にある、どんな熔融燃料と冷却材の混合物でも十分なエネルギーが供給されれば、水蒸気爆発が発生し得る。問題は、与えられた系や状況に関してどれだけのエネルギーがあれば十分か、また、実験系の中で水蒸気爆発を発生させるに必要な外部刺激のエネルギーが、原子炉事故での炉心熔融の間に生じる内部事象の中に見出せるかどうかを確かめることである。過去の研究は、このような点について結論が出ておらず、そして、FCI研究についての現状から言って、近い将来においてもこの分野での研究の進展はほとんど期待できない。このことが、次のように考える理由である。即ち、水蒸気爆発リスクについての現在の研究ではFCIがあれば水蒸気爆発は必ず起きると考える（即ち、発生確率は1）、そして、周辺の構造に関する結果を査定する。このことが水蒸気爆発に耐性を持つ構造をデザインし、さらに、それに応じて過酷事故処理戦略を明確にする助けとなる。」

マガロンはOECDセレナプロジェクトの事業統括者である（甲E10の2p7、プロジェクトの実質的最高責任者がマガロンであることが判る）。未だ、マガロンの経歴や業績を充分には知らないが、欧米における水蒸気爆発に関するトップクラスの研究者であることは間違いないようである。そのマガロンが「水蒸気爆発の発生確率は1」と考えて対応すべきだと言い、外部トリガーに要するエネルギーが未だ定量化されていないと言っているのである。

OECDが企画し、マガロンが調整して取りまとめたセレナプロジェクトの成果を無視した被告と規制委員会の態度には意図的なものさえ感じる。

第4. 原告の主張

水蒸気爆発は日常的に発生している。高温の液体と低温の液体が接触すると水蒸気爆発が発生するということは、古くから現在に至るまで多くの人がよく知るところである。労働災害の原因となる爆発・火災災害の原因として水蒸気爆発は常に5位以内に入っている（甲E18p10）。しかるに、その原因は未だに解明されていない。「爆発の発生は確率的であり、温度や熔融金属の量などの実験条件を一定にしても、爆発は起こったり起らなかったりして、この現象は十分に理解されていない」（甲E19p47）。水蒸気爆発とはそういうものなのである。だからこそ、この現代においても依然として水蒸気爆発の防止策としては、熔融金属と水との接触を避けるという素朴な措置が第1に挙げられているのである（甲E19p47）。

これが世界の常識である。熔融物が鉄やアルミでなく、核燃料であっても事は同様である。OECDが世界の先進国に呼びかけ、トップクラスの研究機関を集めて水蒸気爆発の危険性を把握しようとしているのは、それが未だに解明されていないからに他ならない。

セレナレポート2017は「(2) 総てではないにしても、ほとんどの国では、主に不確実性が解決していないため、圧力容器外での水蒸気爆発を考慮することは、未解決の問題のままである（原文は、(2) in most countries, if not all, the consideration of ex-vessel steam explosion remains an open issue, mainly due to unresolved uncertainties）」と記している。それ故に多くの国が水没冷却方式などという安価で安直であっても危険な方法を採用することなく、コアキャッチャー等の採用を目指しているのである。

最新の世界的知見と言うべきセレナプロジェクトの成果を無視して出された判断を不合理と断ずべきことは明白である。

以上