

令和元年（ワ）第172号，令和2年（ワ）第216号，令和3年（ワ）第181号 違法行為差止請求事件

原告 和田廣治 ほか

被告 金井 豊 ほか

第14準備書面

－重大事故発生の機序（総論）－

2021年9月22日

富山地方裁判所 民事合議C係 御中

原告ら訴訟代理人弁護士 岩淵 正明



目次

第1	はじめに	2
1	重大事故の定義	2
2	福島第一原発事故	2
3	原発事故予測の不確実さ	3
4	深層防護の考え方	4
5	本書面及び関連書面の位置付け	5
第2	原子炉事故発生の機序	5
1	止める，冷やす，閉じ込める	5
2	起因事象	8
3	事故シーケンス	8
4	冷却材喪失事故（LOCA）	9
5	全交流電源喪失（SBO）	9
第3	使用済核燃料プール事故発生の機序	10

第1 はじめに

1 重大事故の定義

重大事故とは、炉心の著しい損傷及び核燃料物質貯蔵設備に貯蔵する燃料体又は使用済燃料の著しい損傷をいう（核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第43条の3の6第1項第3号、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第4条）。

2 福島第一原発事故

(1) 福島第一原発で発生した重大事故

ア 2011年3月11日午後2時46分、三陸沖を震源とするマグニチュード9.0の東北地方太平洋沖地震が発生した。福島第一原発1乃至5号機は、地震とその後の津波により、全交流電源が喪失した（SBO）。地震発生当時運転中であった1乃至3号機は、冷却システムが停止したことから、原子炉が冷却できなくなり、核燃料の溶融（メルトダウン）に至った。

イ 上記の結果、15万人を超える人が避難生活を余儀なくされ、この避難の過程で入院患者等60人以上の方が亡くなった。東日本大震災による震災関連死の死者数（令和3年3月31日現在）は、福島県が2319人と、岩手県の470人、宮城県の929人と比しても格段に多く、福島第一原発事故の影響によるものと考えられる。

(2) 福島第一原発で発生するおそれがあった重大事故

ア 地震発生時、福島第一原発4乃至6号機は、定期検査中で運転を停止していたが、地震とその後の津波により全電源が喪失した4号機では使用済核燃料プールの冷却システムが停止した結果、使用済核燃料が溶融するかもしれないという危機的な状況が生じていた。

イ 近藤駿介原子力委員会委員長は、2011年3月25日、4号機の使用済核燃料が溶融するという「最悪シナリオ」の結果として、強制移転を求

めるべき地域が 170 km 以遠にも生じる可能性や、移転を希望する場合にはこれを認めるべき地域が東京都のほぼ全域や横浜市の一 部を含む 250 km 以遠にも発生する可能性があるという「東日本壊滅」の可能性を菅直人首相に報告していた。

ウ 2011 年 3 月 11 日当時 4 号機は計画停止期間中で、使用済核燃料プールに隣接する原子炉ウェル（原子炉上部にある空間）に工事により普段は張られていない水が張られていたところ（なお、原子炉ウェルの水は、同月 7 日には抜かれるはずであったが、工事の遅れにより残っていた。），全電源喪失による使用済核燃料の温度上昇に伴って水が蒸発し水位が低下した使用済核燃料プールに原子炉ウェルから水圧の差で両方のプールを遮る防壁がずれることによって、期せずして水が流れ込んだ。また、4 号機に水素爆発が起きたにもかかわらず使用済核燃料プールの保水機能が維持されたこと、かえって水素爆発によって原子炉建屋の屋根が吹き飛んだためそこから注水が容易になったということが重なった。

(3) 福島第一原発事故で明らかになった原発事故予測の不確実さ

上記のとおり福島第一原発事故においては、基準地震動を超える地震の襲来、基準津波を超える津波の襲来、長時間にわたる全交流電源喪失等の「想定外」の事象により重大事故が発生した。

他方、4 号機の使用済核燃料プールにおいては、原子炉ウェルから使用済核燃料プールに水が流れ込む等の偶然に偶然が重なった結果、東日本壊滅という最悪シナリオが現実のものになることを免れた。

3 原発事故予測の不確実さ

原発事故の原因は、原発の設計・施工の瑕疵、ヒューマンエラー、テロリズムなどの人的要因、地震、津波、火山等の自然現象など、様々なものが考えられ、また、これらが複合的に重なり得る。最新の科学的知見によっても、本件原発の運転期間内において、いついかなる自然災害等がどのような規模で発生

するか、どの機器がどのように壊れどのように事故が進展していくかを完全に予測することはできない。

原発は、人体に有害な多量の放射性物質を発生させることが不可避であり、自然災害等の事象により重大事故が発生した場合には、広範囲に生命・身体を侵害する極めて重大かつ深刻な被害を生じさせるものであるところ、上記のとおり原発事故の原因となり得る事象は様々で、その発生の予測は不確実なものといわざるを得ない。

4 深層防護の考え方

原発が事故予測の不確実さに対応しつつリスクの顕在化を防いで安全性を確保するための方策として、深層防護の考え方を適用することが有効とされており、IAEAは第1から第5までの防護レベルによる深層防護の考え方を採用している。

表 2-1 IAEA の深層防護の防護レベル (INSAG-10)

防護 レベル	目的	目的達成に 不可欠な手段
当初 設計 プラントの	レベル 1 異常運転や故障の防止	保守的設計及び建設・運転における高い品質
	レベル 2 異常運転の制御及び故障の検知	制御、制限及び防護系、並びにその他のサーベランス特性
	レベル 3 設計基準内への事故の制御	工学的安全施設及び事故時手順
設計 基準外 計画	レベル 4 事故の進展防止及びシビアアクシデントの影響緩和を含む、過酷なプラント状態の制御	補完的手段及び格納容器の防護を含めたアクシデントマネジメント
緊急時	レベル 5 放射性物質の大規模な放出による放射線影響の緩和	サイト外の緊急時対応

出所：日本原子力学会「深層防護の考え方」

そして、IAEAの加盟国である日本の原子力基本法は、原子力利用の安全の確保について確立された国際的な基準を踏まえるものとしており、原子力規制委員会は、IAEAの上記深層防護の考え方を踏まえ、原子炉等規制法の委

任を受けて制定した設置許可基準規則において、設計基準対象施設に係る同規則第2章で第1から第3のレベルに相当する安全対策を、重大事故等対処施設に係る同規則第3章で第4の防護レベルに相当する安全対策を規定し、避難計画等の第5の防護レベルの安全対策については、災害対策基本法及び原子力災害対策特別措置法によって措置がされることにより、もって、原発の安全を図るものとしている。

そうすると、日本においても、原発の安全性は、深層防護の第1から第5のレベルをそれぞれ確保することにより図るものとされているといえることから、深層防護の第1から第5の防護レベルのいずれかが欠落し又は不十分な場合には、原発が安全であるということはできず、具体的危険があるというべきである。

5 本書面及び関連書面の位置付け

以下、本件原発において重大事故が発生する機序の総論を述べる。

本件原発が基準地震動を超える地震に襲われる危険性については第15準備書面、本件原発の敷地内活断層の危険性については第16準備書面、第5層の避難計画の不備については第17準備書面で述べる。

第2 原子炉事故発生の機序

1 止める、冷やす、閉じ込める

(1) 原子力発電は、核分裂反応によって生じるエネルギーを熱エネルギーとして取り出し、この熱エネルギーを発電に利用するものである。つまり、原子力発電では、原子炉において取り出した熱エネルギーによって蒸気を発生させ、この蒸気でタービンを回転させて発電を行う。

(2) 原発において発出されるエネルギーは極めて膨大であるため、運転停止後においても電気と水で原子炉の冷却をしなければならず、その間に何時間か電源が失われるだけで事故につながり、いったん発生した事故は時の経過に

従って拡大して行くという性質を持つ。このことは、他の技術の多くが運転の停止という単純な操作によって、その被害の拡大の要因の多くが除去されるのとは異なる原発に内在する本質的な危険である。

(3) したがって、施設の損傷に結び付き得る地震等が起きた場合、速やかに運転を停止し、運転停止後も電気を利用して水によって核燃料を冷却し続け、異常が発生したときも放射性物質が発電所敷地外部に漏れ出すことのないようにしなければならず、この「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」という要請3つがそろって初めて原発の安全性が保たれることになる。

また、核燃料は、①核燃料を含む燃料ペレット、②燃料被覆管、③原子炉圧力容器、④原子炉格納容器、⑤原子炉建屋という五重の壁に閉じ込められているという構造によって初めてその安全性が担保されることになる。

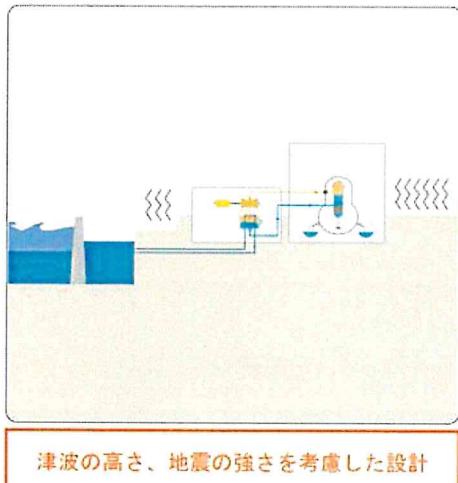
(4) 止めることに失敗すると、わずかな地震等による損傷や故障でも破滅的な事故を招く可能性がある。地震及び津波の際の炉心損傷を招く危険のある事象についての複数のイベントツリーのすべてにおいて、止めることに失敗すると炉心損傷に至ることが必然であり、とるべき有効な手立てがないことが示されている。

志賀原発1号機では、1999年の定期検査中に制御棒3本が引き抜け、原子炉が臨界状態となる事故が起きたが、北陸電力によって隠ぺいされた。

(5) 冷やすことに失敗すると、圧力容器内の水位が低下し、炉心損傷に至る。冷やすことができなければ、放射性物質を閉じ込め続けることは困難であり、閉じ込めることに失敗すると、外部に放射性物質が放出される。

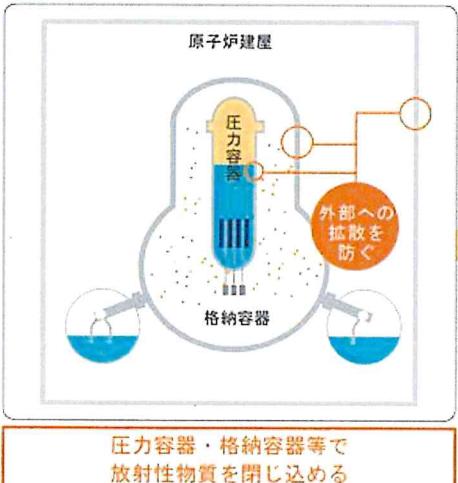
(6) 福島第一原発事故では、止めることには成功したが、冷やすことができなかつたため、放射性物質を閉じ込めることもできず、外部に放出されることになった。

0. 防ぐ



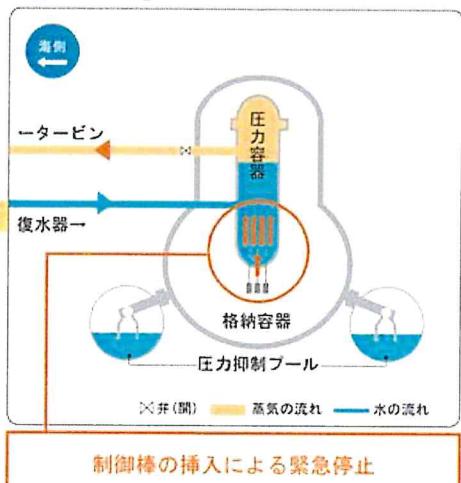
発電所敷地で想定される地震や津波の襲来に備えて設計されています。

3. 閉じ込める



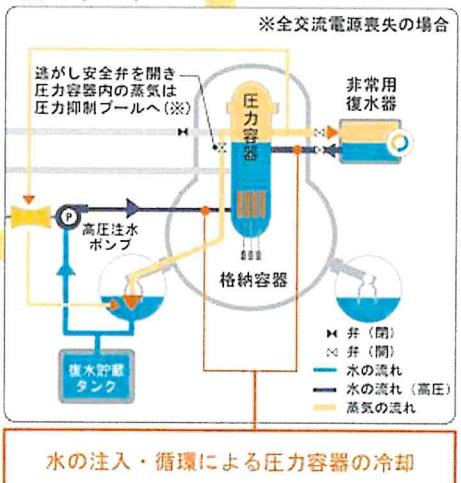
事故があっても、放射性物質が外部に出ないよう、放射性物質を閉じ込める防壁をつくっています。

1. 止める



大きな地震などの緊急時には制御棒が素早く挿入され、原子炉は緊急停止します。

2. 冷やす



燃料が高温になって炉心が空焚き状態にならないように、大量の水を炉内に送り込んで冷却する設備が設置されています。また、その後の対応によっては格納容器内も高温高圧となるため、格納容器を冷却する設備が設置されています。

冷やすに失敗すると…

圧力容器内の水位が低下、炉心損傷に



冷やせなければ閉じ込め続けることは困難。
閉じ込めるのに失敗すると外部への水素や放射性物質の放出に



出所：東京電力「止める、冷やす、閉じ込める」

2 起因事象

- (1) 事故の原因あるいは発端となる事象を「起因事象」と呼ぶが、これには原発の内部に生ずる「内部事象」と外部に生ずる「外部事象」とがある。
- (2) 原発は、大規模で複雑なシステムであり、無数の構成要素から成り立っているため、原発に生じ得る内部事象の種類は、多種多様である。
ごく些細な事象であっても、これが見過ごされたり、処置を誤ったりした結果、どんどん波及拡大して重大事故に至るということがあり得る。
- (3) 外部事象には、自然現象と人為的現象とがある。
自然現象の代表的なものには、噴火、地震、津波、高潮、洪水、台風、地滑り、竜巻等がある。
人為的事象とは、人間の活動に由来して、原子炉施設の外部から異常や事故の原因がもたらされるものを指す。さらに分類すると、戦争、テロ等の「意図的」なものと航空機墜落、ガス爆発等の「非意図的」なものがある。

3 事故シーケンス

上記のような起因事象から、これが拡大して事故になり、さらにその一応の収束を見るまでには、様々なことが起こる。このような一連の事象のつながり、すなわち事象連鎖を「事故シーケンス」と呼ぶ。

一つの起因事象から、いくつもの事故シーケンスが生じ得る。どのような事故シーケンスが生ずるかを決定する「支配因子」は多数あり、例えば、ある機器が正常か故障かというような、イエスかノーしかないものもあるが、原子炉出力や操作時点などのように、連続的なものも沢山ある。事故シーケンスは、これらの因子の組み合わせの数だけ種類があり、連続的な支配因子も含まれるから、事故シーケンスの種類は、無限にある。

現実に発生するのは、この無数の事故シーケンスのどれか一つである。どの一つが起こるかを事前に特定することはできないが、以下に代表的な事故を挙げる。

4 冷却材喪失事故（L O C A）

原発の代表的な事故とされる冷却材喪失事故（L O C A）は、原子炉冷却材（原子炉を冷却し、熱を取り出すことに用いられる流体。本件原発では水。）を内蔵している配管などが破断することが主要な起因事象である。配管の破断は、材料に応じて発生するおそれのある応力腐食割れや流れ加速型腐食による劣化と地震などによる外部荷重とが単独又は重複して発生する可能性がある。

L O C Aは、時間的猶予の許されない極めて深刻な事態である。圧力容器内の水位が低下し、炉心が露出して核燃料の損傷が始まる前に冷却水を送り込まなければならない。

5 全交流電源喪失（S B O）

発電機で発生した電気は、原発の外部に送電されるほか、原発の各設備に供給される。このほか、原発は、変圧器を通じて送電線に繋がっており、これにより外部から電源の供給を受けることができる。かかる電源を外部電源という。原発内の機器に必要な電力は、発電機が動いている場合には発電機から供給されるが、発電機が停止している場合には、工学的安全施設が作動するための電力を含め、外部電源から供給される。

非常用ディーゼル発電機は、発電機が停止し、かつ、外部電源が喪失した場合に、原発の保安を確保し、原子炉を安全に停止するために必要な電力や工学的安全施設が作動するための電力を供給する。

発電機、外部電源及び非常用ディーゼル発電機からの電力供給がすべて喪失した状態を全交流電源喪失（S B O）という。

過酷事故の中で最も代表的で、かつ、炉心損傷に至らしめる発生頻度の高いものとして最も警戒されていたのがS B Oであったが、福島第一原発事故で現実に発生し、核燃料の溶融（メルトダウン）に至った。

第3 使用済核燃料プール事故発生の機序

1 原子力発電においては、核燃料を原子炉内で核分裂させると、核燃料中に核分裂生成物が蓄積し、連鎖反応を維持するために必要な中性子を吸収して反応速度を低下させるなどの理由から、適当な時期に核燃料を取り替える必要がある。この際に原子炉から取り出されるのが使用済核燃料である。

使用済核燃料は、原子炉停止後に原子炉より取り出された後、水中で移送されて使用済核燃料プールに貯蔵される。

使用済核燃料プールには、核分裂連鎖反応を制御する機能を有するホウ酸水が満たされており、冷却設備によって冷却されている。

2 使用済核燃料プールにおいても、原子炉と同様の起因事象により冷却水喪失事故や電源喪失事故が発生するおそれがある。使用済核燃料プールは、原子炉とは異なり、放射性物質が漏れたときに外部に放出されることを防御する格納容器のような設備は存在しない。

また、比較的発熱量の大きい使用済核燃料が保管されている使用済核燃料プールの冷却水が喪失した場合、過熱による「ジルコニウム火災」発生の危険が生じる。この場合には、ジルカロイ製の燃料被覆管も破損し、内蔵されている大量の放射性物質が熱によって外部に放出されることになる。

以上