

副本

平成29年(㉔)第651号 高浜原発3, 4号機運転差止仮処分命令申立事件

債権者 水戸 喜世子

債務者 関西電力株式会社

### 主張書面 (3)

平成29年10月25日

大阪地方裁判所第1民事部 御中

債務者代理人 弁護士 小 原 正 敏



弁護士 田 中 宏



弁護士 西 出 智 幸



弁護士 神 原 浩



弁護士 原 井 大 介



弁護士 森 拓 也



弁護士 辰 田 淳



弁護士 畑 井 雅



弁護士 坂 井 俊



弁護士 谷 健 太



弁護士 中 室



## 目 次

第1章	はじめに	8
第1	重大事故発生の際等に関する債権者の主張及びこれに対する反論の位置 付けについて	8
第2	本書面の構成	9
第2章	本件発電所がミサイル攻撃を受ける切迫した危険の不存在	11
第1	本件発電所を標的としている蓋然性は低いこと	11
1	北朝鮮の発表内容	11
2	他国又は他の施設を標的とする可能性	11
第2	弾道ミサイル防衛態勢が整備されていること	13
1	日米同盟の下での緊密な協力関係	13
2	ミサイル防衛態勢の整備	14
3	ミサイル防衛態勢の運用	15
4	小括	16
第3	北朝鮮のミサイルの命中精度は低いこと	16
第4	切迫した危険の不存在	20
第3章	原子力発電の仕組みと本件発電所の構造等	21
第1	原子力発電の仕組み	21
1	原子力発電の仕組み	21
(1)	原子力発電と火力発電	21
(2)	核分裂の原理	22
(3)	核分裂のコントロール	23
2	加圧水型原子炉（PWR）における発電の仕組み	24
第2	本件発電所の構造等	25
1	1次冷却設備	26
(1)	原子炉	27

(2) 加圧器	31
(3) 蒸気発生器	31
(4) 1次冷却材ポンプ	31
(5) 1次冷却材管	32
2 2次冷却設備	32
3 電気施設	33
(1) 常用電源設備（発電機，外部電源）	33
(2) 非常用電源設備（非常用ディーゼル発電機）	35
4 原子炉停止の際に原子炉内の熱を除去する設備	35
(1) 主給水設備及び補助給水設備	36
(2) 余熱除去設備	37
5 工学的安全施設	38
(1) 非常用炉心冷却設備（ECCS）	39
(2) 原子炉格納施設	40
(3) 原子炉格納容器スプレイ設備	41
6 使用済燃料ピット	42
第3 福島第一原子力発電所事故後における設備の充実	44
1 電源設備の充実（空冷式非常用発電装置，電源車等）	44
2 最終的な除熱機能の充実	46
(1) 消防ポンプ	46
(2) 大容量ポンプ	47
(3) 代替低圧注水ポンプ	48
(4) 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ	49
3 使用済燃料ピットの冷却機能の充実	50
第4章 本件発電所の安全確保対策	51
第1 安全確保対策の概要	51

第2	自然的立地条件に係る安全確保対策.....	51
第3	事故防止に係る安全確保対策.....	52
1	異常の発生を未然に防止するための対策（異常発生防止対策）.....	54
	（1）自己制御性を有する原子炉の採用.....	54
	（2）余裕のある安全設計.....	55
	（3）原子炉出力，1次冷却材圧力等の監視，制御.....	56
	（4）誤動作や誤操作による影響を防止する設計.....	56
2	異常の拡大及び事故への発展を防止するための対策（異常拡大防止対策） .....	57
	（1）異常の早期検知が可能な設計.....	57
	（2）原子炉を安全に「止める」設計.....	58
	（3）原子炉停止後の冷却手段の確保.....	59
3	周辺環境への放射性物質の異常な放出を防止する対策（放射性物質異常放 出防止対策）.....	60
	（1）原子炉を「冷やす」設計.....	61
	（2）放射性物質を「閉じ込める」設計.....	62
	（3）工学的安全施設が機能する具体的場面（LOCA）.....	63
4	安全性維持・向上のための継続的活動.....	64
5	小括.....	65
第5章	福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全確保対策の強化及びより一層の 安全性向上対策の充実.....	67
第1	本件発電所における安全確保対策の強化.....	67
1	自然的立地条件に係る安全確保対策の強化.....	67
2	事故防止に係る安全確保対策の確認及び強化.....	68
	（1）電源対策の確認.....	68
	（2）火災防護対策の強化・徹底.....	69

(3) 内部溢水対策の導入	69
3 小括	70
第2 より一層の安全性向上対策の充実	70
1 より一層の安全性向上対策	70
2 より一層の安全性向上対策の内容	73
(1) 炉心の著しい損傷を防止する対策	73
(2) 原子炉格納容器の破損を防止する対策	80
(3) 使用済燃料ピット内の燃料体の著しい損傷を防止する対策	82
(4) 運転停止中における原子炉内の燃料体の著しい損傷を防止する対策	83
第3 テロリズムへの対策の強化	84
第6章 重大事故発生の機序等に関する債権者の主張に対する反論	86
第1 原子炉建屋周辺の諸設備にミサイルが着弾等した場合	86
1 非常用海水系及び関連設備に着弾等した場合	86
(1) 債権者の主張	86
(2) 債務者の反論	87
2 中央制御室に着弾等した場合	90
(1) 債権者の主張	90
(2) 債務者の反論	91
3 使用済燃料ピットに着弾等した場合	92
(1) 債権者の主張	92
(2) 債務者の反論	93
4 外部電源系統との接続装置に着弾等した場合	94
(1) 債権者の主張	94
(2) 債務者の反論	94
第2 原子炉格納容器にミサイルが直撃した場合	95
第3 原子炉容器にミサイルが直撃した場合	98

第4	小括 .....	99
第7章	債権者準備書面（9）第4に対する反論.....	99
第1	債務者の安全対策ではミサイル攻撃に対応できないとの点について....	99
第2	福島第一原子力発電所事故に関する債権者の主張について.....	100
第3	事故シーケンスが少ないとする点について.....	101
第8章	求釈明に対する回答 .....	102
第1	求釈明事項 .....	102
第2	回答 .....	102

## 第1章 はじめに

### 第1 重大事故発生の機序等に関する債権者の主張及びこれに対する反論の位置付けについて

債権者は、高浜発電所3号機及び4号機（以下、「本件発電所」という）が北朝鮮によるミサイル攻撃を受けた場合に重大事故に至る危険性は極めて高いと主張する。そして、本件発電所がミサイル攻撃を受けた場合における重大事故の発生の態様・機序について仮処分申立書7～9頁で主張し、これをさらに敷衍した主張を債権者の平成29年8月30日付準備書面（5）（以下、「債権者準備書面（5）」といい、他の準備書面もこの例による）において展開している。また、債権者準備書面（9）3～14頁においても重大事故の発生の態様・機序に関する主張を補充し、原子炉運転中の本件発電所がミサイル攻撃を受けた場合における重大事故の危険性を強調する。

しかしながら、債権者の主張疎明では、そもそも、本件発電所が北朝鮮からミサイル攻撃を受ける具体的かつ現実的な危険が切迫しているとはいえないことは、答弁書9～13頁で既に述べたとおりである（この点は本書面第2章でもさらに補足する）。また、ミサイル攻撃によって本件発電所に発生する重大事故の態様・機序に関する債権者の主張は、北朝鮮が本件発電所への攻撃に実際に用いると予期されるミサイルの種類・性能等について何ら具体的に特定しておらず、かつ、これらの点に関する的確な裏づけを伴わないまま、仮定の上に仮定を重ねた観念的なものに過ぎない。

例えば、ミサイルの命中精度という点についてみると、第2章第3で後述するように、北朝鮮のミサイルの命中精度は低く、本件発電所のような特定の施設を狙い撃ちにできる程度のものとは到底いえないと考えられるところ、債権者は、このような事情を何ら考慮することなく、北朝鮮が本件発電所に向けてミサイルを発射すれば命中する可能性が高いかのような仮定を漫然とおいた上で主張を展開しているに過ぎないのである。また、仮に北朝鮮のミサイル攻



撃が本件発電所に一定の影響を及ぼす場合をあえて仮定したとしても、ミサイル攻撃によって実際にどの設備がどの程度破壊されるのか等について、債権者がその機序を含めて具体的な主張を行っているとは到底評価できず、被害想定に関する債権者の主張も抽象的に過ぎると言わざるを得ない。

したがって、北朝鮮のミサイル攻撃によって本件発電所で発生する重大事故とその機序に関する債権者の主張については、債務者はそもそも反論の要を認めない。

しかし、本件仮処分の経過に鑑み、以下では、ミサイル攻撃によって実際に本件発電所のどの設備がどの程度損傷する具体的・現実的な蓋然性が存するののかという問題は一旦捨象した上で、債権者の主張するような設備の損傷をあえて仮定した場合であっても、債権者の主張するような事態に必ずしも陥るわけではないことについても念のため述べることにする。

## 第2 本書面の構成

以下では、まず、本件発電所がミサイル攻撃を受ける具体的かつ現実的な危険が切迫しているとはいえないことについて主張を補充する（第2章）。

また、債権者の主張するような設備の損傷が生じた場合に、本件発電所でどのような事象がどのような機序を辿って発生するのか、あるいは発生しないのかを理解するためには、原子力発電の仕組み、本件発電所の構造、本件発電所の安全対策等に関する基本的事項についての理解が不可欠であることから、これらについて述べる（第3章から第5章）。その上で、債権者準備書面（5）の場合分けに応じて債権者の主張に対して反論し、債権者の主張する設備の損傷を仮定した場合であっても、当然に重大事故（原子炉内の燃料又は使用済燃料の著しい損傷）<sup>1</sup>及びこれに伴う放射性物質の大量放出に至るわけではないこと

---

<sup>1</sup> 原子炉等規制法（核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律）上の「重大事故」とは、炉心（原子炉内の燃料）の著しい損傷、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

を明らかにする（第6章）。

さらに、債権者準備書面（9）の「第4．新規制基準の重大事故対策ではミサイル攻撃に対処できないこと」（14～18頁）における債権者の主張についても、必要な範囲で反論する（第7章）。

最後に、債権者準備書面（9）の「第6．求釈明」（19頁）に対して回答する（第8章）。

## 第2章 本件発電所がミサイル攻撃を受ける切迫した危険の不存在

### 第1 本件発電所を標的としている蓋然性は低いこと

#### 1 北朝鮮の発表内容

債権者は、北朝鮮が本件発電所をミサイルで攻撃する可能性は高いと繰り返し主張する（仮処分申立書 12～13 頁、債権者準備書面（4）1～2 頁等）。

しかしながら、北朝鮮は、ミサイル発射実験にあたり、本件発電所を標的としていると述べたことは一切ない。むしろ「周辺国の安全を考慮して」発射したと発表するなど、日本を含む周辺国へ被害が生じないように配慮していることも窺えるのである（疎甲 30 左側の記事 3 段目、乙 33、「平成 29 年版 日本の防衛 防衛白書」90 頁脚注 41 等）。

このような事実は、北朝鮮が本件発電所を標的としたミサイル攻撃を行う切迫した危険があるとはいえないことを指し示す重要な事実である。

#### 2 他国又は他の施設を標的とする可能性

(1) また、一連の報道によると、現在、北朝鮮との対立関係が問題になっている直接の相手国は米国であるとみられる（疎甲 4、右側 3 段目、疎甲 30、「北『新型ミサイル成功』」と題する記事の 4 段目、疎甲 34、中央の記事 1 段目及び 2 段目、疎甲 89 の 3、4 及び 9、疎甲 91 の 1 ないし 4 等）。例えば、平成 29 年 7 月 5 日付の日本経済新聞 1 面は、北朝鮮が大陸間弾道ミサイル（ICBM）「火星 14」の発射実験を行ったのは、「米本土を射程に収めるミサイル技術を誇示することで米国の敵視政策の撤回と、直接交渉による金正恩（キム・ジョンウン）体制の保証取り付けを狙ったものだ」と報じている（疎甲 43 号証の 1、冒頭部分）。他にも、平成 29 年 9 月 24 日付の毎日新聞 7 面、東京新聞 4 面は、北朝鮮において、米国のトランプ大統領の演説に反発し、大規模な反米総決起集会が開かれたと報じている（疎甲 92 の 2 及び 4）。このように、近年の北朝鮮によるミサイルの発射は、米国との関係を念頭に置

いているという見方が一般的である。

そして、北朝鮮によるミサイル発射問題については、関係各国による外交努力が鋭意続けられているところであるが、仮に、北朝鮮が武力攻撃に踏み切ることを想定したとしても、北朝鮮は、上のような見方を前提とすれば米国を直接攻撃することが想定され得るし、また、朝鮮戦争の休戦状態が継続し、現在もなお軍事境界線を挟んで対峙する韓国を攻撃することも想定され得るのである（後者は債権者準備書面（3）9頁で債権者も指摘している）。また、攻撃手段も様々なものが想定され得るのであって、当然にミサイル攻撃という手段が選択されるというものでもない。

したがって、仮に北朝鮮が武力攻撃に踏み切るとしても、その標的が当然に日本となるとは限らないし、かつその攻撃手段がミサイルであるとも限らないのである。

(2) また、仮に、北朝鮮が日本を対象とした武力攻撃に踏み切り、かつ攻撃手段としてミサイルを選定したことを想定したとしても、標的となりうる施設等としては様々なものが想定され得るのであり、当然に原子力発電所が標的とされるともいえない。

(3) 以上を踏まえると、仮に、北朝鮮が武力攻撃に踏み切ったとしても、そもそも直ちに日本の領土を攻撃対象とするかも不明であるし、日本の領土を攻撃対象にするとしても、その標的としては様々なものが想定され得るのであって、他ならぬ本件発電所が北朝鮮によるミサイル攻撃の対象となるという債権者の主張は、具体的な裏付けを欠いている。

なお、万一、北朝鮮が日本の領土に対する何らかの武力攻撃に踏み切った場合には、「武力攻撃事態等及び存立危機事態における我が国の平和と独立並びに国及び国民の安全の確保に関する法律」及び「武力攻撃事態等における国民の保護のための措置に関する法律」に基づき、国の主導の下、関係機関が相互に連携して対処することが予定されており、債務者も、原子炉を停

止すべき事態に至った場合は、原子炉の停止を含む適切な措置をとることになるのは、答弁書 13～18 頁で述べたとおりである。

## 第2 弾道ミサイル防衛態勢が整備されていること

上記第1で述べたとおり、北朝鮮が本件発電所をミサイル攻撃の標的としている蓋然性は低いところ、日本は、同盟関係にある米国との緊密な連携の下、ミサイル防衛態勢を整備しており、万一、北朝鮮が本件発電所に向けてミサイルを発射したとしても、この態勢による迎撃が期待できる。以下、この点について述べる。

### 1 日米同盟の下での緊密な協力関係

(1) 日本と米国は、「日本国とアメリカ合衆国との間の相互協力及び安全保障条約」に基づく同盟関係にある。そして、同条約5条は、「各締約国は、日本国の施政の下にある領域における、いずれか一方に対する武力攻撃が、自国の平和及び安全を危うくするものであることを認め、自国の憲法上の規定及び手続に従って共通の危険に対処するように行動することを宣言する」と定めており、日本の施政下にある領域における日本又は米国いずれか一方に対する武力攻撃が発生した場合、両国は共通の危険に対処することとなる。このような同盟関係の下、日本及び米国は、平成27年4月に、新たな「日米防衛協力のための指針」（乙34）を取り決めている。

同指針は、「平時からの協力措置」として「自衛隊及び米軍は、弾道ミサイル発射及び経空の侵入に対する抑止及び防衛態勢を維持し及び強化する。日米両政府は、早期警戒能力、相互運用性、ネットワーク化による監視範囲及びリアルタイムの情報交換を拡大するため並びに弾道ミサイル対処能力の総合的な向上を図るため、協力する。さらに、日米両政府は、引き続き、挑発的なミサイル発射及びその他の航空活動に対処するに当たり緊密に調整

- する」と定めている（4～5頁）。また、「日本に対する武力攻撃が予測される場合」は、「日米両政府は、攻撃を抑止し及び事態を緩和するため、包括的かつ強固な政府一体となつての取組を通じ、情報共有及び政策面の協議を強化し、外交努力を含むあらゆる手段を追求する」、「自衛隊及び米軍は、必要な部隊展開の実施を含め、共同作戦のための適切な態勢をとる」などとされている（8頁）。さらに、「日本に対する武力攻撃が発生した場合」は、「日米両国は、迅速に武力攻撃を排除し及び更なる攻撃を抑止するために協力し、日本の平和及び安全を回復する」とされ（8頁）、弾道ミサイル攻撃に対しては、「自衛隊及び米軍は、日本に対する弾道ミサイル攻撃に対処するため、共同作戦を実施する」とされ、弾道ミサイル発射の早期探知を目的としたリアルタイムの情報交換、弾道ミサイル防衛等を実施するとされている（9頁）。
- (2) このように、日本を対象としたミサイル攻撃を含む武力攻撃に対しては、同盟関係にある日米両国の緊密な連携によって防衛することが予定されている。

## 2 ミサイル防衛態勢の整備

- (1) 日本は、平成5年以降、米国との間で、ミサイル防衛に関する情報交換、共同研究・開発等といった協力を進めてきており、平成15年12月には、安全保障会議及び閣議において「弾道ミサイル防衛システムの整備等について」を決定し、BMD（弾道ミサイル防衛）システムを導入するに至った（乙35、「平成29年版 防衛ハンドブック」143頁、145頁）。

現在では、海上自衛隊がBMDに対応可能な護衛艦（イージス艦）4隻を保有し、航空自衛隊がペトリオットPAC-3（以下、単に「PAC-3」という）を保有する17個の高射隊を日本各地に配備、運用している（乙33、349～350頁、乙36、『MAMOR』2017年2月号」19頁、乙37、「弾道ミサイル防衛」、乙38、「第百九十三回国会参議院外交防衛委員会会議録第二十

七号」11頁)。また、飛来する弾道ミサイルを探知・追尾する警戒管制レーダー(計11基)を日本各地に配備し、指揮命令・航跡情報等を伝達・処理する自動化した全国規模の防空・弾道ミサイル防衛用システムであるJADGE(自動警戒管制システム)を整備している(乙36, 19頁, 52頁)。このような装備等により、多層防衛を基本としたミサイル防衛態勢が整備されている。こうした態勢は、今後さらに充実する予定であり、例えば、BMDに対応可能な護衛艦(イージス艦)は、既存護衛艦の改修によるものも含め、平成32年度までに4隻から8隻に増加する予定である(乙33, 350頁)。

また、米国も、その保有するミサイル防衛システムの一部(TPY-2レーダー, イージス艦, PAC-3等)を日本に段階的に配備している(乙35, 144~145頁)。

(2)そして、日本と米国は、訓練等による対処能力の維持・向上、検証等も積極的に行っており、例えば、平成22年以降、弾道ミサイル対処のシミュレーションを行うBMD特別訓練を共同実施しているほか、平成28年以降は、両国に韓国を加えて弾道ミサイル情報共有訓練を実施するなどして、連携強化を図ってきている(乙33, 349頁)。

### 3 ミサイル防衛態勢の運用

(1)弾道ミサイルへの対処にあたっては、航空自衛隊航空総隊司令官を指揮官とする「BMD統合任務部隊」を組織し、JADGE(自動警戒管制システム)等を通じた一元的な指揮の下、効果的に対処するための各種態勢をとるとされている(乙33, 348頁)。JADGEは、自衛隊の警戒管制レーダーが入手した弾道ミサイルに関する情報を各種迎撃システムに伝達し、BMD統合任務部隊指揮官の指揮統制を支援する(乙36, 18頁)。

以下では、このような指揮の下におけるミサイル迎撃態勢について説明する(乙36, 16~17頁, 乙37, 乙38, 11頁, 乙39, 「第百九十三回国会衆議

院安全保障委員会議録第三号」5頁、乙40、「第百九十三回国会衆議院安全保障委員会議録第五号」4頁）。

(2) まず、米軍の早期警戒衛星からの情報提供や各種の警戒管制レーダーにより、飛来する弾道ミサイルを探知・追尾する。

そして、第1段階の迎撃を、海上自衛隊に配備されている護衛艦（イージス艦）に搭載されたSM-3によって行う。SM-3とは、大気圏外である高度100km以上を飛行中の短距離・中距離弾道ミサイルを迎撃するためのミサイルであり、2、3隻の護衛艦（イージス艦）で日本全域を防護することが可能である。

さらに、SM-3で迎撃できなかった場合に備えて、地上では航空自衛隊のPAC-3で迎撃する。PAC-3は、地上10数kmを飛行中の短距離・中距離弾道ミサイルを迎撃するためのミサイルであり、合計17個の高射隊に配備、運用されている。同装備は、1個高射隊の編成（1FU）につき半径数十kmの範囲を防護し、事態に応じて機動的に移動、展開することが予定されている。

#### 4 小括

このように、日本は、米国との同盟関係の下、弾道ミサイル発射に関する兆候を早期に察知し、多層的な防衛態勢により機動的に対応するミサイル防衛態勢を整備しており、万一、北朝鮮からミサイル攻撃を受けても、迎撃して防衛することが期待できる。

### 第3 北朝鮮のミサイルの命中精度は低いこと

1 債権者は、「北朝鮮のミサイルの精度は『7メートルの誤差』の実績があると北朝鮮は主張している・・・から格納容器直撃のおそれは十分にある」とし、北朝鮮が本件発電所に向けて発射するミサイルの精度が高いかのように主張



する（仮処分申立書 8 頁）。

2 しかしながら、次に述べるとおり、世界的に権威のある研究所の情報によると、本件発電所を射程とすることが可能な北朝鮮のミサイルの命中精度は、原子力発電所のような特定の施設を標的とすることができる程度には到底達していない。

米国の戦略国際問題研究所（Center for Strategic and International Studies）は、北朝鮮を含む世界各国が開発・保有するミサイルに関する情報を収集・検討し、その結果をウェブサイト上で公表している<sup>2</sup>。（なお、同研究所は、世界の 6846 のシンクタンクから優れたシンクタンクを選出し、順位付けしたペンシルベニア大学のレポート「2016 Global Go To Think Tank Index Report」（乙 41）において、防衛・国家安全保障分野で第 1 位、外交政策・国際問題分野で第 6 位と非常に高く評価されている（乙 41，72 頁，84 頁）。）

同研究所の公表資料には、北朝鮮が開発中又は使用可能なミサイルの種類、射程距離が一覧表形式で記載されており、北朝鮮から本件発電所までの距離（約 1000～1500km）を踏まえると、本件発電所を射程とすることが可能なミサイルで開発済みのものは、ノドン（射程 1200～1500km）とスカッドER（射程 800～1000km）であることが分かる（乙 42，『Missiles of the World』の『Missiles of North Korea』と題する記事）。そして、ノドンとスカッドERの命中精度を示す指標であるCEP（Circular Error Probability，円形公算誤差）は、それぞれ、2000m，3000mとされており（乙 42，『No Dong 1』と題する記事，乙 42，『Scud-Extended Range (Scud-ER)』と題する記事），特定の施設をピンポイントで狙うにはあまりに低い命中精度といえる。

この点を具体的に説明すると、CEPとは、ある 1 点の目標に向けて発射されたミサイルが着弾する範囲を、その目標を中心とする円で示すときに、円内

---

<sup>2</sup> <https://missilethreat.csis.org/missile/>

に着弾する確率が 50%となる円の半径を統計的手法を用いて算出したものである(乙 43,「火器弾薬技術ハンドブック(2012年改訂版)」301頁)。そして、あるミサイルのCEPが定まれば、当該ミサイルがある施設を標的として発射された場合に当該施設に着弾する確率を求めることができる。

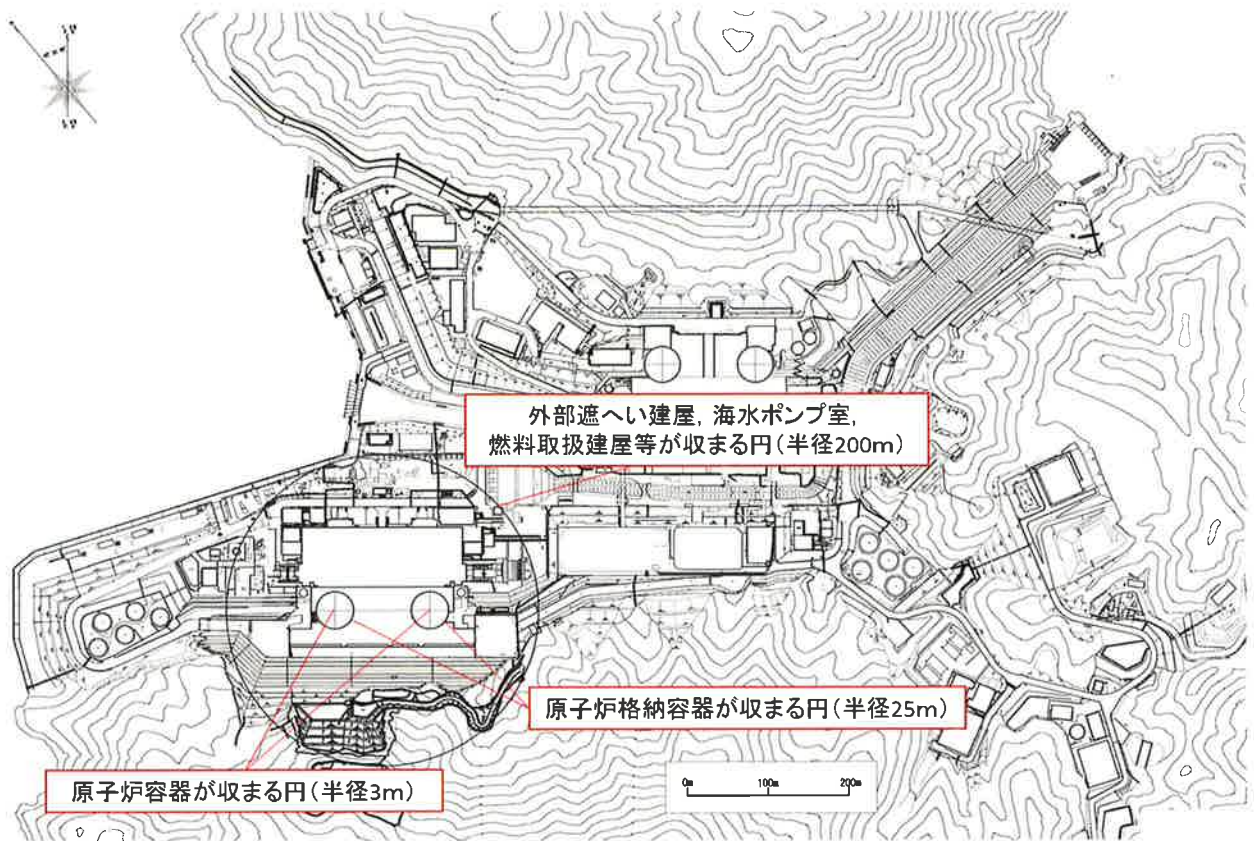
例えば、本件発電所の原子炉格納容器を囲む外部遮へい建屋、使用済燃料ピットのある燃料取扱建屋、中央制御室のある補助一般建屋、海水ポンプ室等は半径 200mの円に収まるところ、CEPが 2000mであるノドン及びCEPが 3000mであるスカッドERがこの円内に命中する確率は、それぞれ 0.69%、0.31%と非常に低い値にとどまる。また、原子炉格納容器を囲む外部遮へい建屋(半径 25mの円に収まる)及び原子炉容器(半径 3mの円に収まる)に対する命中率はさらに低くなり、外部遮へい建屋については、ノドンで 0.01%、スカッドERで 0.0048%に過ぎないし、原子炉容器に至っては、ノドンで 0.00016 ( $1.6 \times 10^{-4}$ ) %、スカッドERで 0.000069 ( $6.9 \times 10^{-5}$ ) %に過ぎない。<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> 一般財団法人防衛技術協会発行の「火器弾薬技術ハンドブック(2012年改訂版)」(乙 43)の第6章「2.4 円形公算誤差: CEP」(301頁)によると、標準偏差  $\sigma$  の  $c$  倍となる半径誤差  $\rho$  の円内に弾着する確率は、( $c = \rho / \sigma$  を同頁に記載の式  $P = 1 - \exp(-c^2/2)$  に代入することで、)  $P = 1 - \exp\{-(\rho / \sigma)^2/2\}$  という式で表される。また、(1.6.2-9)式では、 $\sigma = CEP/1.1774$  とされている。

ここで、CEPを 2000mとすると、標準偏差  $\sigma$  は、 $\sigma = 2000/1.1774 = 1699$  となり、半径 200mの円内に弾着する確率は、 $P = 1 - \exp\{-(200/1699)^2/2\} = 0.69\%$  となる。同様に半径 25mであれば  $P = 0.01\%$ 、半径 3mであれば  $P = 1.6 \times 10^{-4}\%$  となる。

また、CEPを 3000mとすると、標準偏差  $\sigma$  は、 $\sigma = 3000/1.1774 = 2548$  となり、半径 200mの円内に弾着する確率は、 $P = 1 - \exp\{-(200/2548)^2/2\} = 0.31\%$  となる。同様に半径 25mであれば  $P = 0.0048\%$ 、半径 3mであれば  $P = 6.9 \times 10^{-5}\%$  となる。



【図表 1 高浜発電所全体配置図】

3 このように、本件発電所を射程とすることが可能な北朝鮮のミサイルの命中精度は、特定の施設を狙い撃ちするにはあまりに低すぎるのである。そのため、このような兵器を他ならぬ本件発電所に向けて使用することは極めて想定し難いところであるし、仮に本件発電所に向けて使用したとしても、実際に命中する蓋然性は非常に低いのである。

この点、防衛省も、ノドンやスカッドといったミサイルの命中精度について「この弾道ミサイル（引用者注：ノドンのこと）がスカッドの技術を基にしているとみられていることから、例えば、特定の施設をピンポイントに攻撃できるような精度の高さではないと考えられる」（乙 33， 88 頁）としている。

#### 第4 切迫した危険の不存在

以上に加えて、債務者の答弁書 10～13 頁でも述べたとおり、北朝鮮が繰り返しているミサイルの発射は、いずれも具体的に日本の領土を標的とした攻撃と認められるようなものではないこと、政府において「武力攻撃事態」や「武力攻撃予測事態」を認定するに至っていないこと、原子力発電所への攻撃を禁じた「千九百四十九年八月十二日のジュネーヴ諸条約の国際的な武力紛争の犠牲者の保護に関する追加議定書（議定書 I）」（乙 5）に、日本及び北朝鮮が加入していること等の事情も存在する。

このような事情を踏まえると、(i) 北朝鮮が本件発電所をミサイル攻撃の対象として選定し、かつ (ii) このミサイル攻撃を実行に移す具体的かつ現実的な危険が切迫しているとは到底いえないし、また、(iii) 仮にこのミサイル攻撃が実行に移されたとしても、日米同盟の下で整備されているミサイル防衛態勢や命中精度の低さを考慮すると、本件発電所に命中する蓋然性は極めて低いのである。

### 第3章 原子力発電の仕組みと本件発電所の構造等

本章では、第6章で本件発電所の設備が損傷した場合に陥る事態及びその対応について述べる前提として、第1及び第2において原子力発電の仕組み、及び本件発電所の構造等について述べる。加えて、第3において、福島第一原子力発電所事故後に本件発電所に追加された設備についても述べる。

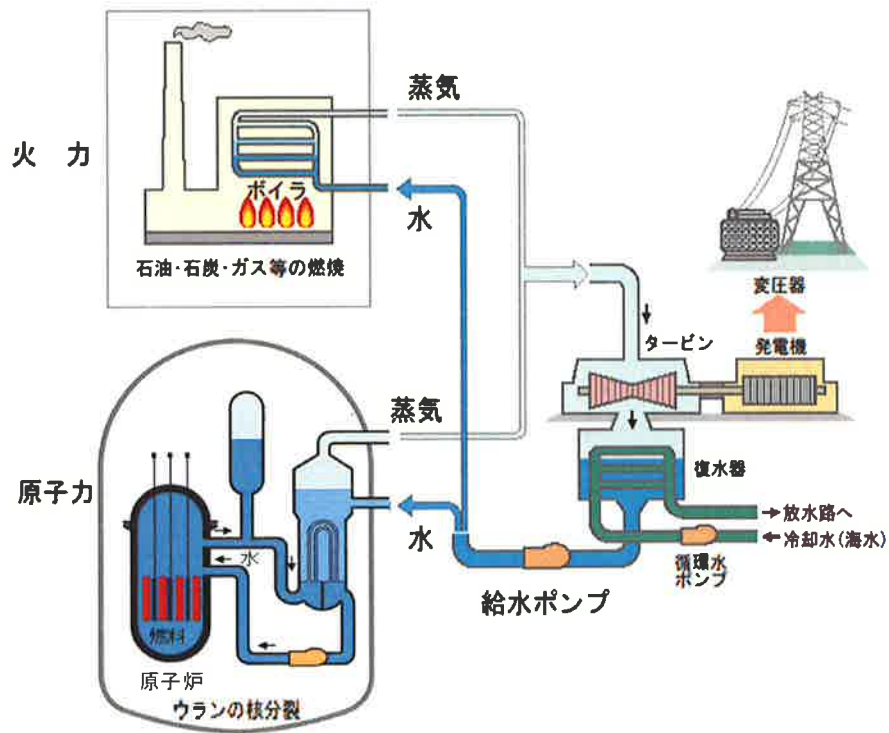
#### 第1 原子力発電の仕組み

##### 1 原子力発電の仕組み

###### (1) 原子力発電と火力発電

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。一方、火力発電では、石油、石炭等の化石燃料が燃焼する際に生じる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。

このように、原子力発電と火力発電とは熱エネルギーの取り出し方が異なるが、蒸気でタービンを回転させて発電を行う点では全く同じである(図表2)。



【図表 2 原子力発電と火力発電の比較】

## (2) 核分裂の原理

上記のとおり、原子力発電は、原子炉においてウラン 235<sup>4</sup>等を核分裂させることにより熱エネルギーを発生させ、発電を行っている。以下では、その核分裂の原理を述べる。

全ての物質は、原子から成り立っており、原子は原子核（陽子と中性子<sup>5</sup>の集合体）と電子から構成されている。重い原子核の中には、分裂して軽い原子核に変化しやすい傾向を有しているものがあり、例えばウラン 235 の原子核が中性子を吸収すると、原子核は不安定な状態となり、分裂して2つないし3つの異なる原子核（核分裂生成物<sup>6</sup>）に分かれる。これを核分裂と

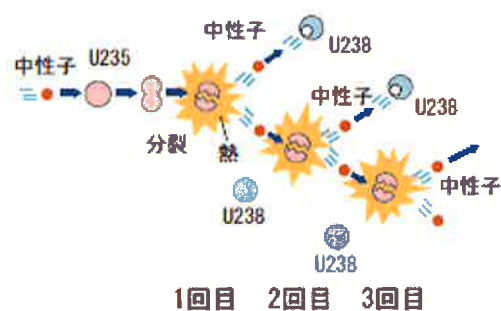
<sup>4</sup> ウラン 235 とは、原子核の中の陽子数と中性子数の合計が 235 個であるウランをいう。

<sup>5</sup> 中性子とは、陽子とともに原子核を構成している粒子をいい、電気的には中性である。

<sup>6</sup> 核分裂生成物とは、核分裂により生み出される物質をいい、その一例として、放射性物質であるセシウム 137、ヨウ素 131 等がある。

いい、核分裂が起きると、大きなエネルギーが発生するとともに、核分裂生成物に加え、2ないし3個の中性子を生じる。この中性子の一部が他のウラン 235 等の原子核に吸収されて次の核分裂を起こし、連鎖的に核分裂が維持される現象を核分裂連鎖反応という（図表3）。

なお、核分裂を起こす物質としては、ウラン、プルトニウム等がよく知られているが、ウラン鉱石から取り出した状態のウラン（天然ウラン）には、核分裂しやすい性質を有するウラン 235 が約 0.7%しか含まれておらず、残りの約 99.3%は核分裂しにくい性質を有するウラン 238 である。日本の商業用原子力発電所では、ウラン 235 の比率を 3~5%程度に高めた低濃縮ウランを燃料として使用しており、本件発電所では、この低濃縮ウランの燃料のほか、プルトニウムとウランを混ぜ合わせた燃料（MOX燃料）も使用している。



【図表3 核分裂連鎖反応の仕組み】

### (3) 核分裂のコントロール

ウラン 235 等の原子核が中性子を吸収して核分裂する確率は、中性子の速度が遅い場合に大きくなる（速度の遅い中性子を「熱中性子」という）。このため、本件発電所が採用している原子炉のように熱中性子を利用して核分裂連鎖反応を行わせる種類の原子炉では、核分裂を継続させるために、

減速材<sup>7</sup>を用いて核分裂時に放出された高速中性子（速度の速い中性子）の速度を熱中性子の速度まで減速させている。

また、核分裂連鎖反応を制御するためには、核分裂を起こす中性子の数を調整することが必要であり、中性子を吸収しやすい性質を持つ制御材を用いて中性子の数を調整している。

## 2 加圧水型原子炉（PWR）における発電の仕組み

原子炉には、減速材及び冷却材<sup>8</sup>の組合せによっていくつかの種類があり、そのうち減速材及び冷却材の両者の役割を果たすものとして軽水<sup>9</sup>（普通の水）を用いるものを軽水型原子炉という。軽水型原子炉は、大きく分けると、沸騰水型原子炉（BWR）と加圧水型原子炉（PWR）の2種類がある。

本件発電所の原子炉は加圧水型原子炉（PWR）に分類されるところで、その発電の仕組みを簡潔に示すと以下のとおりである（図表4）。

- ①原子炉で燃料のウラン 235 等を核分裂させて熱エネルギーを発生させる
- ②1次冷却設備を流れる高圧の1次冷却材（軽水（普通の水））が用いられるに、原子炉内で熱エネルギーを伝えて高温水とする
- ③高温水となった1次冷却材を蒸気発生器に導く
- ④蒸気発生器において、高温水の持つ熱エネルギーを、2次冷却設備を流れている2次冷却材に伝えて蒸気を発生させる
- ⑤この蒸気となった2次冷却材をタービンに送って発電する

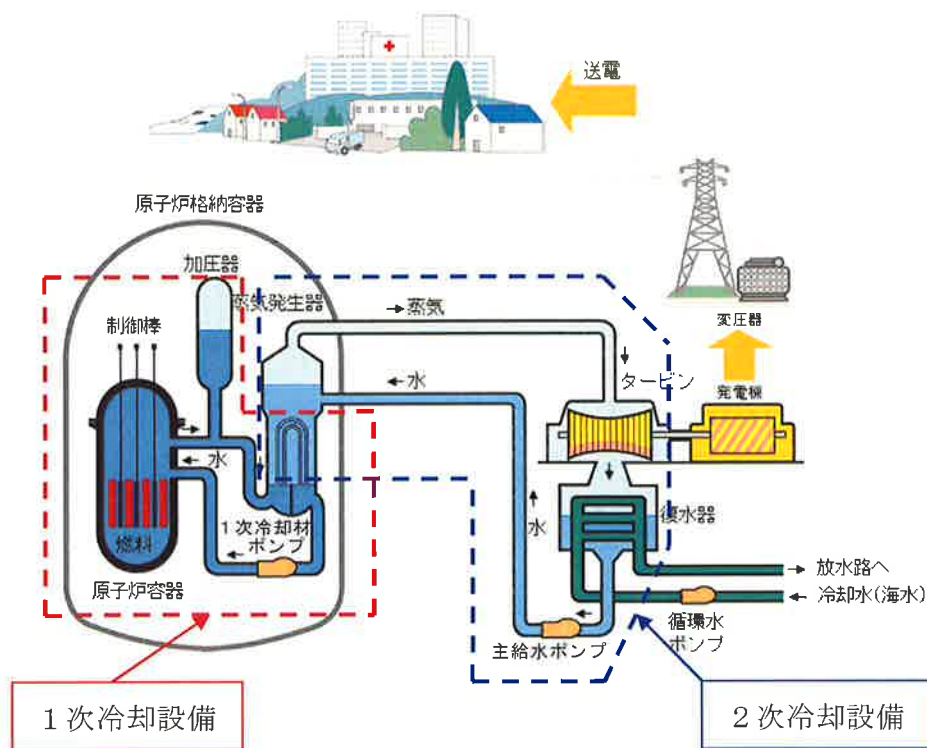
---

<sup>7</sup> 減速材とは、中性子の速度を核分裂に適した速度に減速させるために用いられる物質をいう。高速中性子が、減速材中の軽い元素の原子核と衝突を繰り返すことで、高速中性子の速度が減少し、熱中性子となる。

<sup>8</sup> 冷却材とは、核分裂によって発生した熱エネルギーを運ぶ媒体をいう。

<sup>9</sup> 軽水とは、原子核が陽子1個のみで構成される水素原子2つと酸素原子1つからなる水をいい、普通の水のことである。特に重水と区別する場合に軽水と呼んでいる。なお、重水とは、原子核が陽子1個と中性子1個から構成される水素原子2つと酸素原子1つからなる水のことである。





【図表4 加圧水型原子炉（PWR）】

## 第2 本件発電所の構造等

本件発電所には、第1で述べた仕組みで発電を行うために必要な様々な設備が設けられている。これに加えて、本件発電所の安全性を確保するために必要な設備も数多く設けられている。

本件発電所の主な設備としては、燃料から取り出した熱エネルギーを2次冷却材に伝達する「1次冷却設備」（原子炉・蒸気発生器・1次冷却材管等）、蒸気発生器で蒸気となった2次冷却材でタービンを回転させるための「2次冷却設備」、電気を供給するための「電気施設」、原子炉停止の際に原子炉内の熱を除去するための設備等があり、これに加えて、緊急時の安全性を確保するための「工学的安全施設」等が設けられている。また、使用済燃料を貯蔵する設備として「使用済燃料ピット」を備えている。

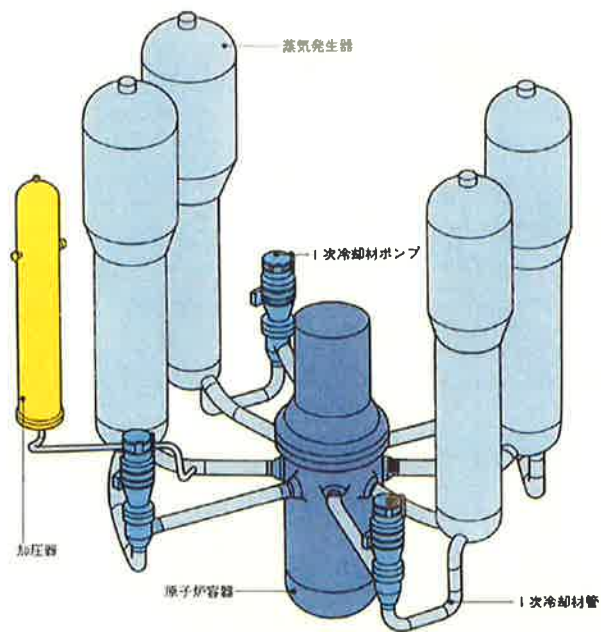
以下では、本件発電所を構成する主要な設備や施設について具体的に述べる。

## 1 1次冷却設備

1次冷却設備は、原子炉、加圧器、蒸気発生器、1次冷却材ポンプ、1次冷却材管等から構成されており、原子炉内で生じたウラン 235 等の核分裂による熱エネルギーで1次冷却材を高温水とした上で、これを蒸気発生器に導き、蒸気発生器内において2次冷却材に熱を伝えて蒸気にする機能を果たしている（図表 4、乙 44、「加圧水型（PWR）原子力発電設備のあらまし」5～6 頁、乙 45、「高浜発電所 発電用原子炉設置許可申請書（3，4号炉完本）」添付書類八、8-5-1 頁）。

原子炉内で発生する熱は1次冷却材を経て2次冷却材に伝えられ、2次冷却材によって除熱されて温度の下がった1次冷却材は、再び原子炉に戻るという一連の過程を繰り返す。（なお、1次冷却材から伝えられた2次冷却材の熱はタービンを回転させる際に消費され、残った熱は復水器を通じて海水に熱を伝達することによって除去される。）

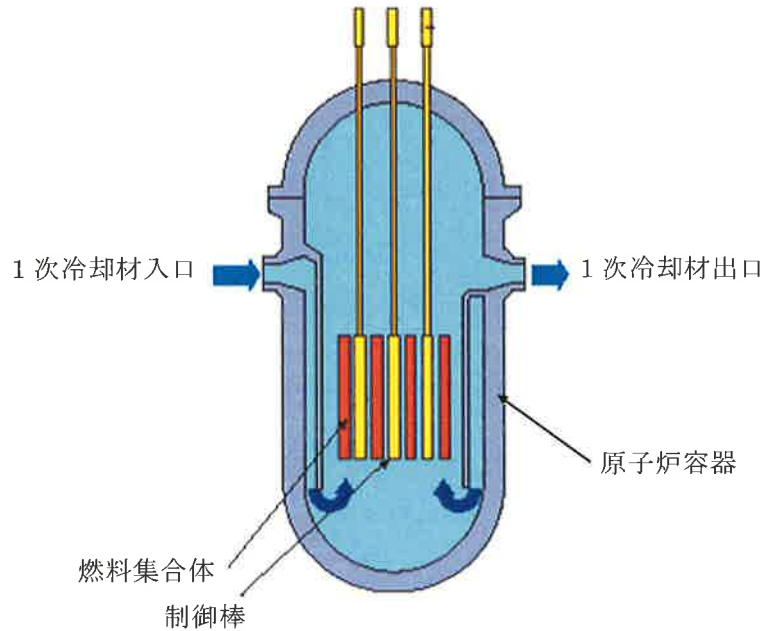
原子炉容器、蒸気発生器及び1次冷却材ポンプは、1次冷却材管によって接続されて、上記一連の過程をなす回路を形成している。この回路は1つの原子炉容器を中心として複数組設けられており、本件発電所の原子炉容器は3組の回路を有している。（図表 5 は、回路を4組有している1次冷却設備である）



【図表 5 1次冷却設備】

### (1) 原子炉

原子炉は、原子炉容器、燃料集合体、制御材、1次冷却材等から構成されており、核分裂連鎖反応を制御しながら安定的に持続させ、それにより発生する熱エネルギーを安全かつ有効に取り出す設備である（図表6）。



【図表6 原子炉】

#### ア 原子炉容器

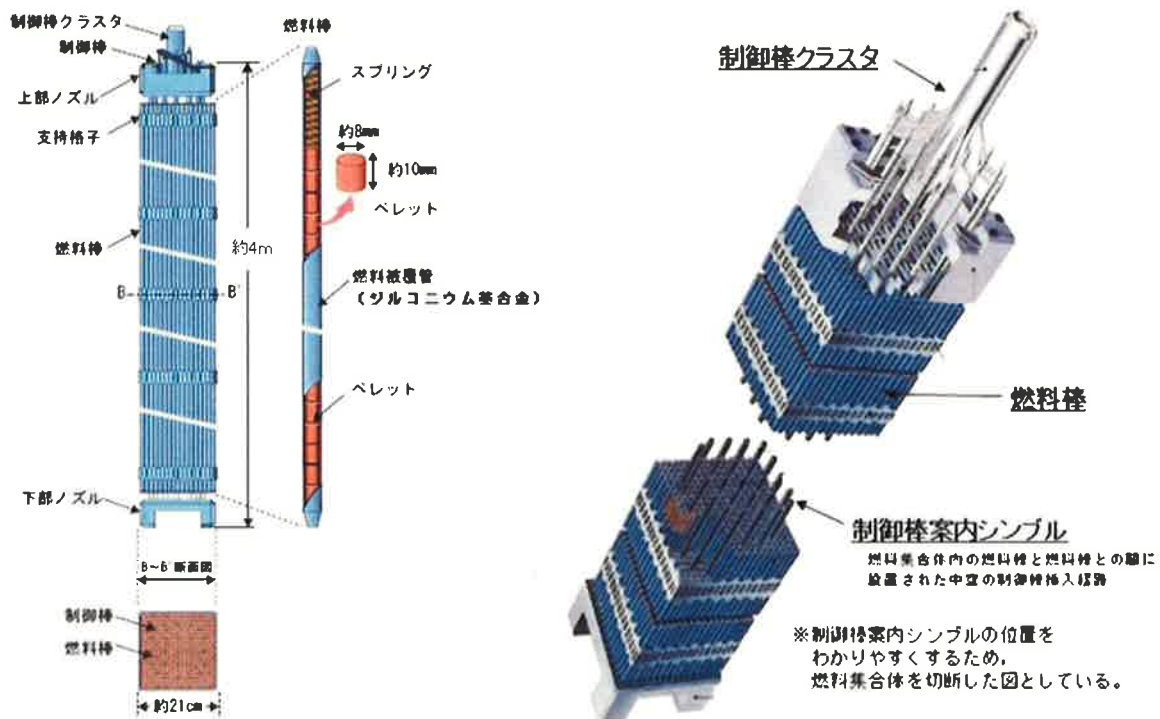
原子炉容器は、縦置き円筒型の容器であり、その内部に1次冷却材を満たし、その中に燃料集合体と制御棒等を配置している。なお、原子炉容器内の燃料集合体が存在する部分を「炉心」という。(乙44, 5頁, 乙45, 添付書類八, 8-3-1頁, 8-5-5～8-5-6頁)

#### イ 燃料集合体

燃料集合体は、燃料被覆管の中にペレットを詰めた燃料棒を束ねたものである。

低濃縮ウラン燃料のペレットは、ウランと酸素の化合物である二酸化ウランを小さな円柱形に焼き固めたものであり、MOX燃料のペレットは、プルトニウムと酸素の化合物である二酸化プルトニウムと二酸化ウランを混合したものを小さな円柱形に焼き固めたものである。本件発電所の場合、直径約8mm、高さ約10mmのペレットを、長さ約4mのジルコニ

ウム基合金<sup>10</sup>製の燃料被覆管の中に縦に積み重ね、密封溶接して燃料棒とし、この燃料棒を 264 本束ねた燃料集合体を、157 体炉心に装荷している（図表 7、乙 44、7～8 頁、乙 45、添付書類八、8-3-6～8-3-7 頁、8-3-55～8-3-59 頁）。



【図表 7 燃料集合体（制御棒クラスタを含む）】

#### ウ 制御材（制御棒及びほう素）

原子炉において核分裂連鎖反応を安定的に持続させ制御するためには、核分裂を起こす中性子の数を調整することが必要であり、制御材はこの調整に用いられる。本件発電所では、制御材として制御棒及びほう素を用

<sup>10</sup> ジルコニウム基合金とは、燃料被覆管に要求される性能を満たすよう、ジルコニウムにスズ等の成分を加えた合金であり、高温水に対する強度と耐食性を向上させる目的で開発された金属材料をいう。なお、ジルコニウムとは、原子番号 40 の元素で、銀白色の硬い金属である。高温において強度が大きく、耐食性に優れるという性質を有している。

いている。(乙 45, 添付書類八, 8-3-19~8-3-20 頁)

#### (ア) 制御棒 (制御棒クラスタ)

制御棒には, 中性子を吸収しやすい性質を有する銀・インジウム・カドミウム合金が用いられている。制御棒を原子炉内の燃料集合体に出し入れすることにより中性子の数を調整することで, 核分裂連鎖反応を制御することができる。本件発電所では, 24 本の制御棒を束ねて制御棒クラスタ (以下, 単に「制御棒」という) とし, この制御棒を, 原子炉容器の上部にある制御棒駆動装置により, 炉心に出し入れできるように配置している。

本件発電所の通常運転時には, 制御棒駆動装置により, 制御棒を炉心からほぼ全部引き抜いた状態で保持しているが, 緊急時には, 原子炉トリップ信号<sup>11</sup>によって原子炉トリップ遮断器<sup>12</sup>が自動的に開放され (制御棒を保持している制御棒駆動装置への電源が遮断され), 自重で炉心に落下することで, すみやかに原子炉を自動で停止できる仕組みとなっている。(乙 44, 7~10 頁, 乙 45, 添付書類八, 8-3-19~8-3-24 頁)

#### (イ) ほう素

ほう素 (ほう酸) も, 中性子を吸収しやすい性質を有している。ほう素 (ほう酸) を 1 次冷却材に添加し, その濃度を調整することによって中性子の数を調整し, 核分裂連鎖反応を制御することができる。(乙 45, 添付書類八, 8-5-102 頁)

---

<sup>11</sup> 原子炉トリップ信号とは, 1 次冷却材等の圧力, 温度等の異常を検知した場合に発信される, 原子炉を緊急停止 (原子炉トリップ) させる信号のことをいう。

<sup>12</sup> 原子炉トリップ遮断器とは, 制御棒駆動装置と電源を接続又は切断するための設備をいう。

## エ 1 次冷却材

1 次冷却材は、熱エネルギーを伝達し、また、中性子を減速する役割を果たしている。すなわち、1 次冷却材は、上記のとおり、核分裂により生じた熱エネルギーを吸収して高温水となり、蒸気発生器に導かれた上で、その熱エネルギーを 2 次冷却材に伝達している。

また、中性子の減速能力が高い軽水を 1 次冷却材として使用することにより、減速材としての機能を果たしている。そのため、核分裂を継続している炉心が 1 次冷却材を喪失すれば、中性子を熱中性子の速度まで減速させることができなくなり、核分裂連鎖反応は自然に停止することになる。(乙 45, 添付書類八, 8-3-1 頁)

### (2) 加圧器

加圧器は、原子炉で高温(約 300℃)になった 1 次冷却材が沸騰しないよう高い圧力をかけ、かつ、1 次冷却材の熱膨張及び収縮による圧力変動を調整し、1 次冷却材の圧力を一定に制御するための設備であり、1 次冷却材管に接続されている。(乙 44, 13~14 頁, 乙 45, 添付書類八, 8-5-9~8-5-10 頁)

### (3) 蒸気発生器

蒸気発生器は、1 次冷却材の熱エネルギーを 2 次冷却材に伝えるための熱交換器である。蒸気発生器の内部にある伝熱管内を流れている 1 次冷却材が、伝熱管の外側の 2 次冷却材を熱し、2 次冷却材が蒸気となってタービンに導かれる。(乙 45, 添付書類八, 8-5-6~8-5-7 頁)

### (4) 1 次冷却材ポンプ

1 次冷却材ポンプは、1 次冷却材を循環させるための設備であり、蒸気発

生器の 1 次冷却材出口側に設置される。蒸気発生器において 2 次冷却材に熱エネルギーを伝え終えた 1 次冷却材は、このポンプにより再び原子炉に送られる。(乙 44, 15～16 頁, 乙 45, 添付書類八, 8-5-8～8-5-9 頁)

#### (5) 1 次冷却材管

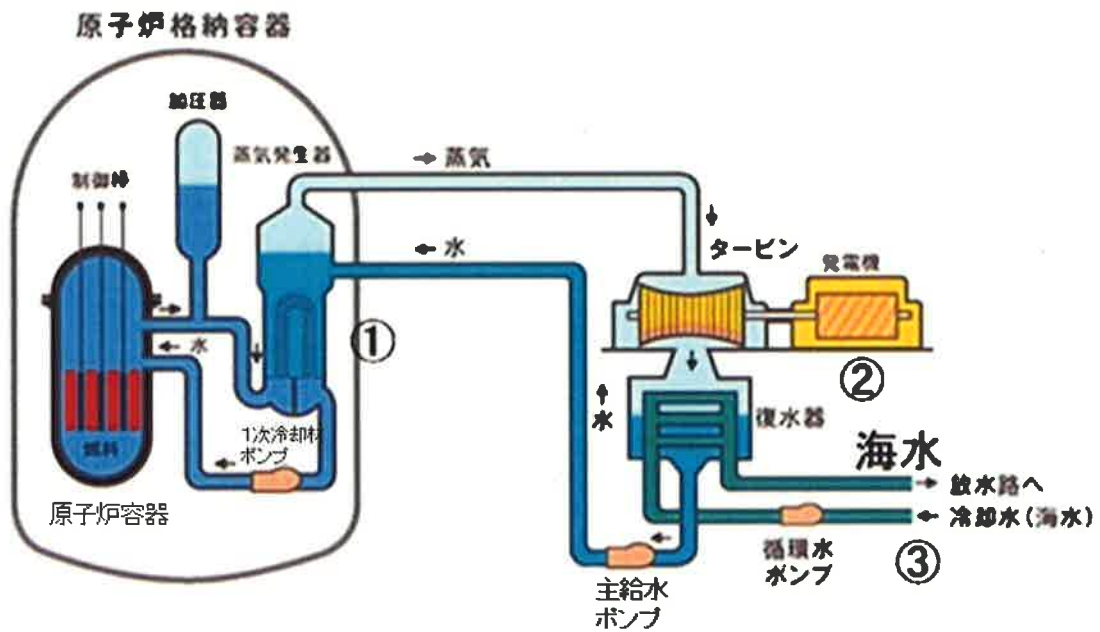
1 次冷却材管は、1 次冷却材が通るステンレス鋼製配管である。原子炉容器、蒸気発生器及び 1 次冷却材ポンプを相互に連絡し、回路を形成している。(乙 45, 添付書類八, 8-5-10～8-5-11 頁)

### 2 2 次冷却設備

2 次冷却設備は、タービン、復水器、主給水ポンプ、及びそれらを接続する配管等(主蒸気管等)から構成されている(乙 45, 添付書類八, 8-5-129 頁)。2 次冷却設備では、蒸気発生器で蒸気となった 2 次冷却材をタービンに導き、蒸気力でタービンを回転させて発電する。また、タービンを回転させた蒸気を復水器において海水で冷却して水に戻し、主給水ポンプ等で再び蒸気発生器に送っている(図表 8)。復水器で蒸気から熱を伝えられた海水は、放水路を経由して放水口から海に放出される。

なお、2 次冷却材は、放射性物質を含む 1 次冷却材とは隔離されているため、放射性物質を含んでいない。





- ①原子炉内の核分裂エネルギーによって熱せられた1次冷却材(水)が、蒸気発生器で2次冷却材(水)に熱を伝える
- ②2次冷却材(水)が蒸気発生器の中で沸騰して蒸気になり、タービンを回した(発電した)後に、復水器で海水に熱を伝えて再び水に戻る
- ③復水器で熱を伝えられた海水は、放水路を経由して放水口から海に放出される

【図表 8 通常運転時の除熱の仕組み】

### 3 電気施設

電気施設については、常用電源設備として発電機及び外部電源を備えるとともに、常用電源を喪失した場合の非常用電源設備として、非常用ディーゼル発電機を備えている。

#### (1) 常用電源設備(発電機, 外部電源)

##### ア 発電機

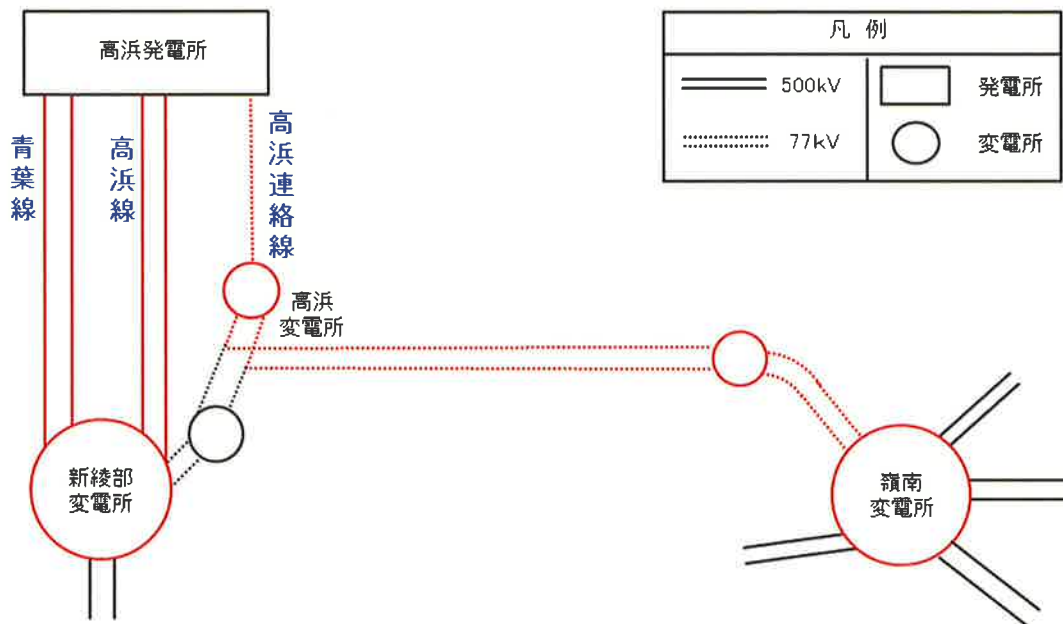
発電機は、タービンの回転エネルギーをもとに電気を発生させる設備であり、発生した電気は、変圧器を通じて原子力発電所外の送電線に送られるほか、原子力発電所内の各設備にも供給される。(乙 45, 添付書類八,

8-10-24 頁, 8-10-28 頁)

## イ 外部電源

前述のとおり, 原子力発電所は, 変圧器を通じて発電所外の送電線につながっており, これにより発電所外から電力の供給を受けることができる。この発電所外から供給される電源を「外部電源」という。発電所内の機器を作動させるために必要な電力は, 通常は発電所内の発電機から供給される(もちろん, 発電機で発電した電力の大半は発電所外へ送電されている)が, 発電機が停止している場合には, 外部電源から供給される。

本件発電所に接続する送電線については, 送電及び受電が可能な 500kV (キロボルト) 送電線を青葉線及び高浜線の 2 ルートで 4 回線, 受電専用の 77kV 送電線を高浜連絡線の 1 ルートで 1 回線, 合計で 3 ルート 5 回線を確保している。また, 500kV 送電線は約 30km 離れた新綾部変電所に連系し, 77kV 送電線は約 9km 離れた高浜変電所に連系する(さらに嶺南変電所を経由するルートとする)ことで各々独立性を持たせるとともに, 地すべり等で電力の供給が全て同時に停止しないよう, 送電線を同一の送電鉄塔に架設しないこととするなどしている。(図表 9, 乙 45, 添付書類八, 8-10-24~8-10-27 頁)



【図表9 外部電源の送電線路図】

## (2) 非常用電源設備（非常用ディーゼル発電機）

非常用の電源設備である非常用ディーゼル発電機は、原子力発電所の発電機が停止し、かつ外部電源を喪失した場合に、原子炉を安全に停止した状態で維持するために必要な電力を供給し、後述の工学的安全施設を作動させるための電力も供給する。

本件発電所では、1台で必要な電力を供給できる容量を持つ非常用ディーゼル発電機を各号機に2台ずつ備え、それぞれ隔壁により独立した区画に分離して設置している。（乙45，添付書類八，8-10-4～8-10-6頁）

## 4 原子炉停止の際に原子炉内の熱を除去する設備

原子炉が停止し、核分裂連鎖反応が止まった後も、燃料集合体に内包される放射性物質の発熱は継続するため、原子炉停止後も冷却手段を確保する必要がある。原子炉停止作業開始後の冷却手段について述べると、まず、原子炉を停止する初期段階では主給水設備（主給水設備が機能喪失した場合等は補助

給水設備)により冷却する。そして、1次冷却材の圧力及び温度が所定のレベルまで低下した段階で余熱除去設備による冷却に切り替えて原子炉内の残留熱<sup>13</sup>を除去する。

## (1) 主給水設備及び補助給水設備

### ア 主給水設備

原子炉停止の際は、まず2次冷却設備の主給水ポンプ等で蒸気発生器への給水を継続することにより、蒸気発生器で1次冷却材の熱を2次冷却材に伝えて原子炉内の熱(残留熱を含む)を除去する。なお、熱を伝えられて蒸気となった2次冷却材は、復水器において海水に熱を伝えて(海水で冷却されて)水に戻り、熱を伝えられた海水は、放水路を経由して放水口から海に放出される。(乙45, 添付書類八, 8-5-137頁, 8-5-139～8-5-140頁)

### イ 補助給水設備(電動補助給水ポンプ, タービン動補助給水ポンプ)

主給水ポンプ等による給水機能が故障その他何らかの原因で失われた場合等には、補助給水設備を用いて、復水タンク(補助給水設備等のための貯水タンク)を水源として蒸気発生器への給水を維持する。

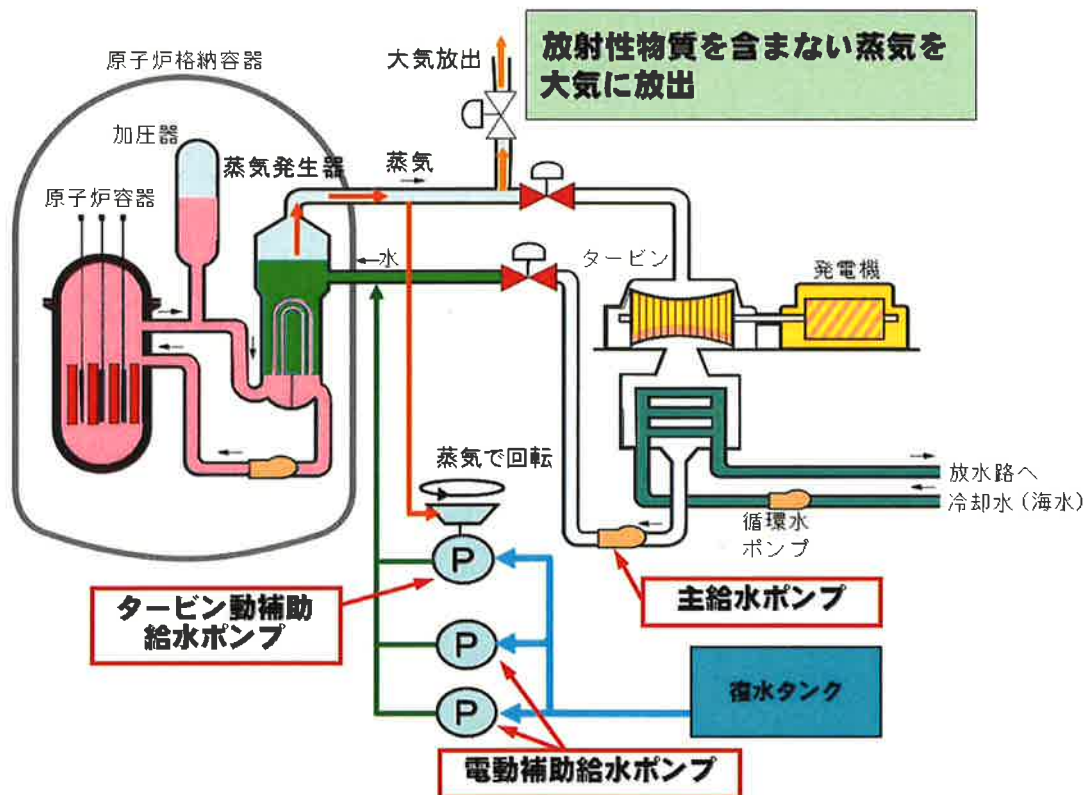
補助給水設備には、電動機により駆動する電動補助給水ポンプと、動力源として電力を必要とせず蒸気タービンにより駆動するタービン動補助給水ポンプとがあり、本件発電所の各号機には、それぞれ電動補助給水ポンプが2台、タービン動補助給水ポンプが1台設置されている。電動補助給水ポンプの電動機は、外部電源が失われた場合でも、非常用ディーゼル発電機により電力の供給を受ける。タービン動補助給水ポンプは、動力源

---

<sup>13</sup> 残留熱とは、核分裂により原子炉内で発生した核分裂生成物等の崩壊に伴い発生する熱のことで、原子炉停止後も引き続き発生し続ける。「崩壊熱」ともいう。

として電力を必要とせず，2次冷却設備である主蒸気管から分岐して取り出した蒸気の力で駆動する(図表10, 乙45, 添付書類八, 8-5-140頁)。

なお, 補助給水設備によって蒸気発生器に送られ, 1次冷却材の熱を伝えられて蒸気となった2次冷却材(前述のとおり放射性物質を含まない)は, これを主蒸気逃がし弁又は主蒸気安全弁から大気に直接放出することによって熱を排出する設計としている。主蒸気逃がし弁及び主蒸気安全弁は設定圧力に達すると自動的に作動する。(主蒸気逃がし弁は手動で開閉することも可能である。)(乙45, 添付書類八, 8-5-130頁, 8-5-132頁)



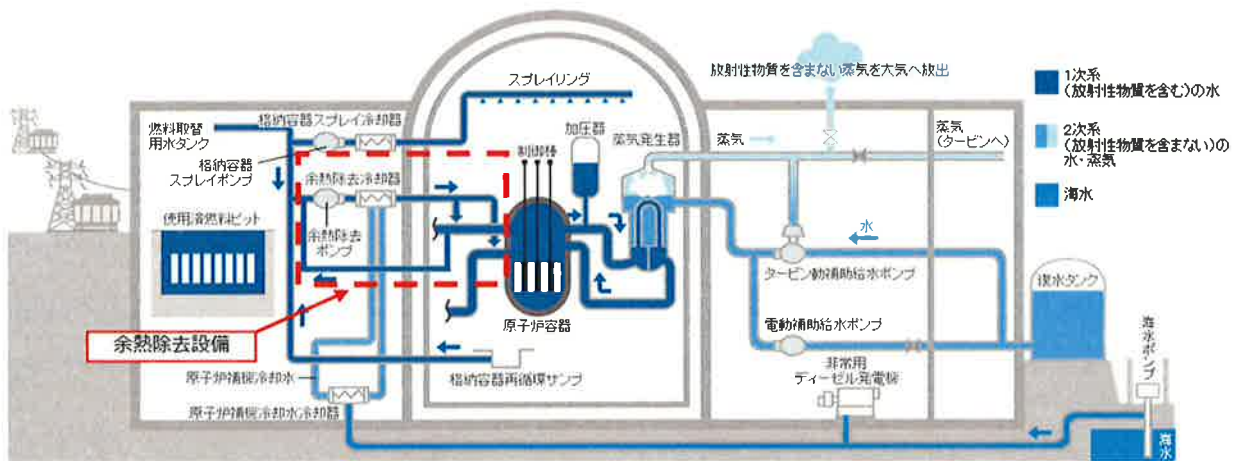
【図表10 補助給水設備による蒸気発生器への給水】

## (2) 余熱除去設備

余熱除去設備は, 余熱除去ポンプ及び余熱除去冷却器等から構成される。余熱除去設備では, 原子炉で残留熱を伝えられた1次冷却材の一部が, 余熱

除去ポンプによって1次冷却材管から余熱除去冷却器へ送られ、同冷却器内で原子炉補機冷却水に熱を伝えた後、1次冷却材管へ戻されるという過程を繰り返すことで、原子炉の残留熱を除去する。

なお、熱を伝えられた原子炉補機冷却水（1次冷却材から隔離されているため、放射性物質を含まない）は、原子炉補機冷却水冷却器へ送られて、その熱を同冷却器内で海水に伝え、熱を伝えられた海水は、放水口から海に放出される。（図表11，乙45，添付書類八，8-5-19～8-5-20頁，8-5-113～8-5-116頁）



【図表11 余熱除去設備】

## 5 工学的安全施設

原子炉施設の故障や破損等による、炉心の著しい損傷及びそれに伴う多量の放射性物質放出の防止又は抑制のため、非常用炉心冷却設備（以下、「ECCS<sup>14</sup>」という）、原子炉格納施設、原子炉格納容器スプレイ設備等の工学的安全施設が設置されている。

工学的安全施設の作動については高い信頼性を確保する必要があることから、各設備には、多重性、独立性<sup>15</sup>を持たせ、互いに独立した2系統以上の設

<sup>14</sup> ECCSは、「Emergency Core Cooling System」の略である。

<sup>15</sup> 脚注22を参照。

備で構成させることにより、同時にその機能を喪失しない設計としている。

例えば、ECCSの高圧注入系の充てん／高圧注入ポンプは、1台で必要な能力を有するものを2台、隔壁で分離して設置し、また、ポンプの電動機は各々独立した電気系統に接続している。これに加えて、同ポンプをさらにもう1台、隔壁で分離して設置しており、上で述べた2つの独立した電気系統のいずれにも接続できるようにしている。さらに、外部電源が喪失した場合でも、非常用ディーゼル発電機により電力が供給される仕組みとしている。(乙 45, 添付書類八, 8-5-24～8-5-25 頁)

#### (1) 非常用炉心冷却設備 (ECCS)

ECCSは、蓄圧注入系、高圧注入系及び低圧注入系で構成され、万一、1次冷却材管の破断等により1次冷却材の喪失(以下、「LOCA<sup>16</sup>」という)等が発生した場合であっても、ほう酸水を原子炉容器内に注入して原子炉を冷却することで、炉心の著しい損傷を防止できる(図表12, 乙 45, 添付書類八, 8-5-23 頁)。

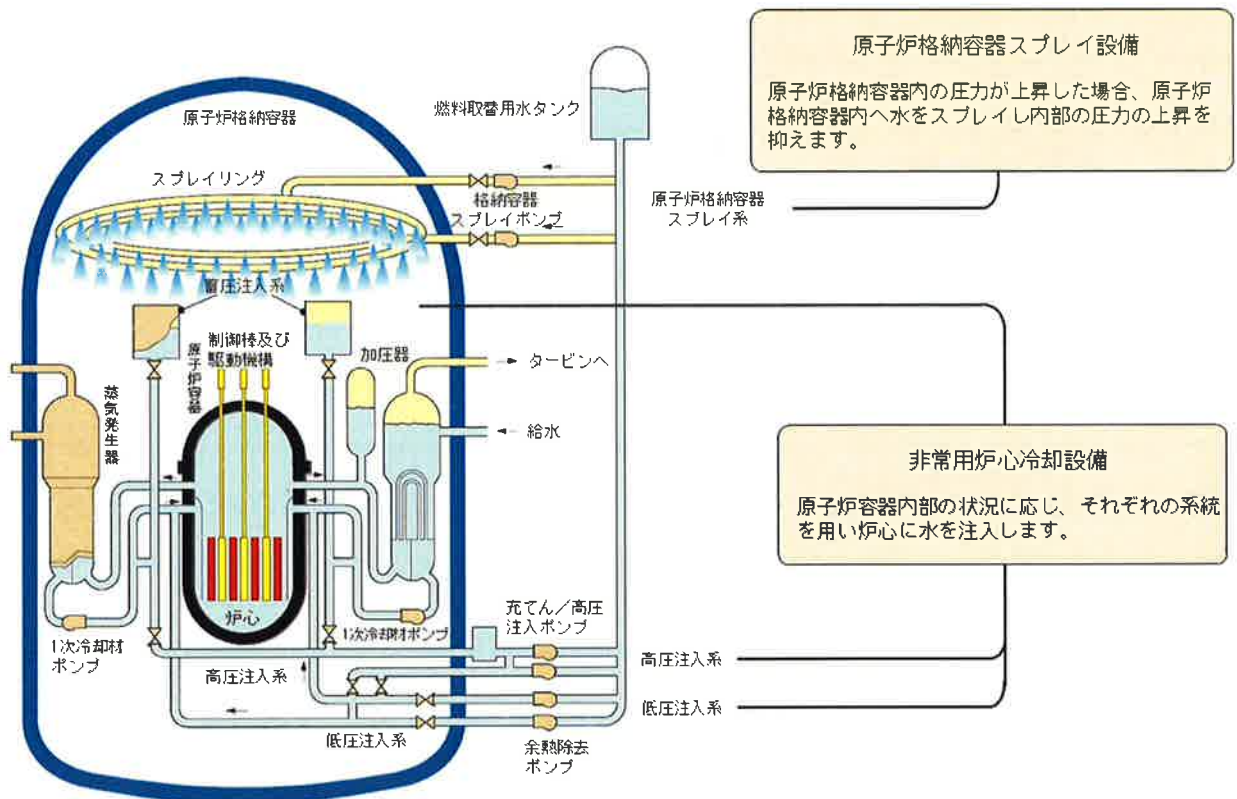
蓄圧注入系は、加圧されたほう酸水を貯えた蓄圧タンクが1次冷却設備と接続されており、LOCA等が発生し、1次冷却材の圧力が低下すると自動的にほう酸水が注入される。蓄圧注入系は、蓄圧タンク内に封入された窒素ガスの圧力によってほう酸水が注入されるため、外部電源等の駆動源は必要としない。

高圧注入系は、充てん／高圧注入ポンプ等で構成され、LOCAが発生した場合等に、燃料取替用水タンクに貯蔵されるほう酸水を原子炉容器内に注入する設備であり、原子炉容器内の圧力が高い場合にも注入できる。低圧注入系は、余熱除去ポンプ等で構成され、燃料取替用水タンクに貯蔵される

---

<sup>16</sup> LOCAは、「Loss of Coolant Accident」の略である。

ほう酸水を原子炉に注入する設備であり、原子炉容器内の圧力が低い場合に大量のほう酸水を注入できる。また、いずれの設備も燃料取替用水タンクのほう酸水の水位が低くなった際に、水源を格納容器再循環サンプル<sup>17</sup>に切り替えて原子炉容器内へ継続して注入することが可能である。



【図表 1 2 ECCS 及び原子炉格納容器スプレイ設備】

## (2) 原子炉格納施設

原子炉格納施設は、原子炉格納容器及びアニュラス部で構成されている。

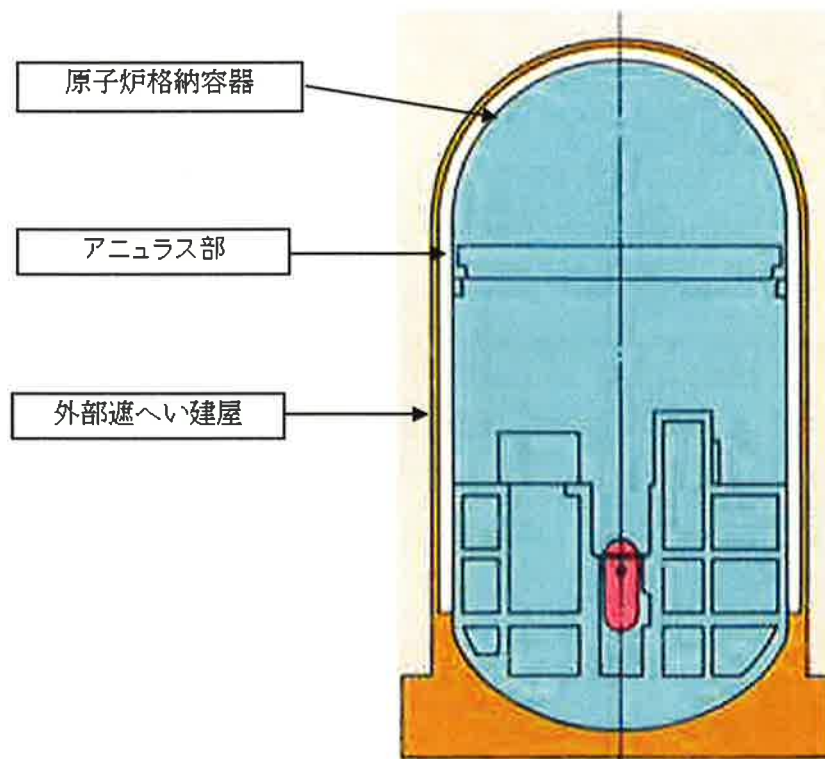
1 次冷却設備を格納する原子炉格納容器は、気密性が確保されていることから、LOCA が発生した場合等において圧力障壁となり、かつ、放射性

<sup>17</sup> 格納容器再循環サンプルとは、原子炉格納容器の下部に設置された、1 次冷却設備から流出した 1 次冷却材（ECCS により注入されたほう酸水を含む）及び原子炉格納容器スプレイ設備からスプレイされたほう酸水を溜める槽のことをいう。



物質の放出に対する障壁ともなる。本件発電所においては、原子炉格納容器の本体部は半球形ドームを有する円筒形の炭素鋼製であり、そのさらに外側には、鉄筋コンクリート造の外部遮へい建屋が設けられている。

また、アニュラス部は、原子炉格納容器の配管等貫通部の外側に設けられた密閉された空間であり、LOCAが発生した場合等に、原子炉格納容器に設けられた配管等の貫通部から漏えいした放射性物質を含む空気を閉じ込める機能を持つ。(図表13, 乙45, 添付書類八, 8-9-1頁)



【図表13 原子炉格納施設】

### (3) 原子炉格納容器スプレイ設備

原子炉格納容器スプレイ設備は、格納容器スプレイポンプ、スプレイリング等で構成されている(図表12)。LOCAが発生した場合等に、核分裂により生成した放射性よう素を吸収しやすくする薬剤をほう酸水に添加し

ながら、原子炉格納容器内に水を噴霧して圧力上昇を抑える<sup>18</sup>とともに、原子炉格納容器内に浮遊する放射性よう素等を除去する機能を持つ。(乙 45, 添付書類八, 8-9-9~8-9-11 頁)

## 6 使用済燃料ピット

原子炉から取り出された使用済燃料を貯蔵する設備である使用済燃料ピットは、使用済燃料の冷却に十分な量の使用済燃料ピット水で満たされており(水深は約 12 メートル)、貯蔵した使用済燃料(長さ約 4 メートル)の上端から水面まで十分な深さを確保している(乙 45, 添付書類十, 10-7-637 頁)。

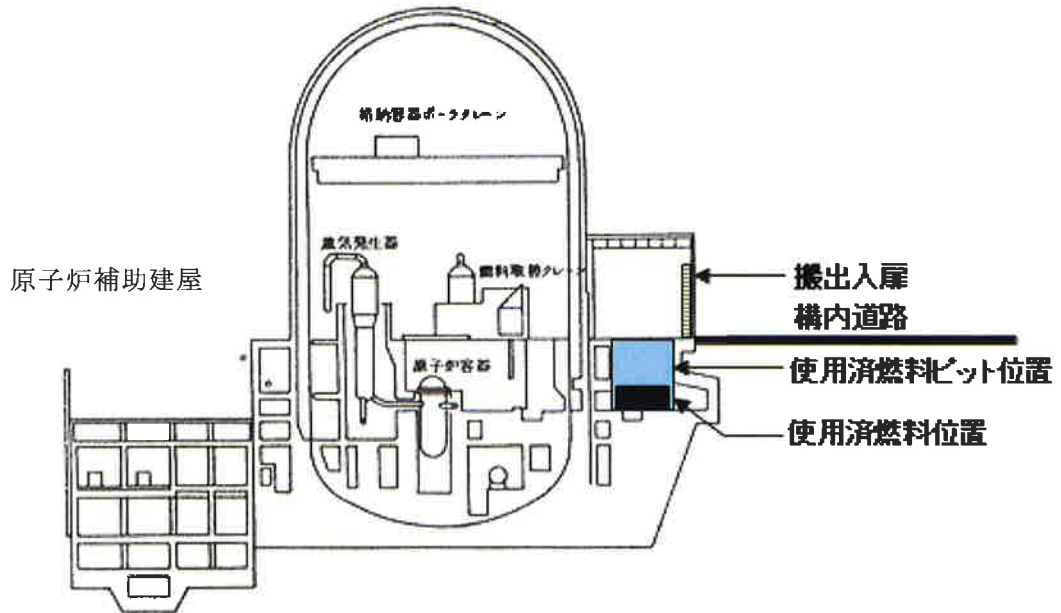
使用済燃料ピット水は、使用済燃料ピット水浄化冷却設備(図表 1 5 の「冷却系」)により、継続的に浄化及び冷却されており、その水温は、通常約 40 度以下に保たれている(冷却機能)。また、その水位及び水温は常時監視されていることに加え、仮に冷却機能を喪失するなどして水位が低下した場合に、使用済燃料ピット水を補給するための設備(図表 1 5 の「補給系」)も設けられている(補給機能)。(乙 45, 添付書類八, 8-4-1~8-4-6 頁)

なお、使用済燃料ピットに接続される配管は、全て使用済燃料の上端よりも高い位置で接続され、万一、これらの配管が破断しても、その配管の接続位置より水位が低下することはなく、使用済燃料の冠水状態は維持される。使用済燃料は、適切な間隔を空けて保管し、冠水状態を維持さえしていれば残留熱(崩壊熱)が十分除去され、放射性物質を閉じ込める役割を果たす燃料被覆管の損傷に至ることはなく、安全性を確保することができる。(乙 45, 添付書類八, 8-4-7, 8-4-12~8-4-13 頁)

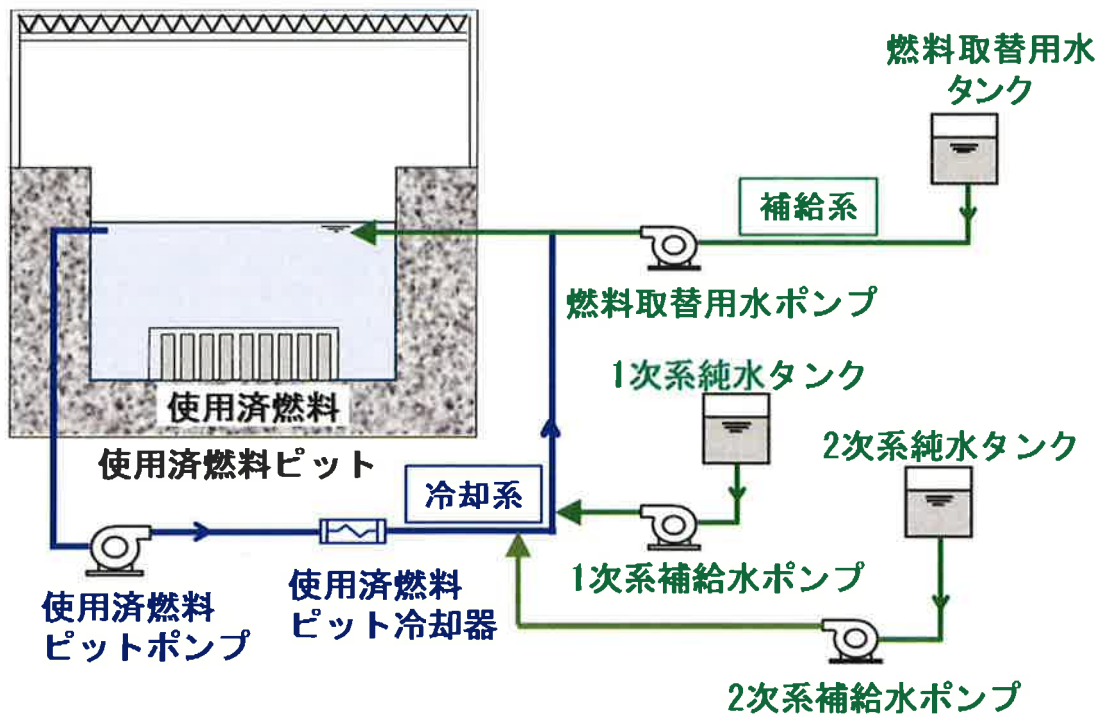
---

<sup>18</sup> 1 次冷却材管の破断等により L O C A が発生した場合、原子炉格納容器内に、放射性物質を含む、高温、高圧の 1 次冷却材が蒸気となって放出され、原子炉格納容器内の圧力が上昇するが、原子炉格納容器スプレイ設備で水を噴霧することによって蒸気を凝縮させ、原子炉格納容器内の圧力上昇を抑え、その健全性を保つことにより放射性物質を原子炉格納容器内に閉じ込める設計としている。

原子炉格納施設



【図表 1 4 本件発電所の使用済燃料ピット位置（概略図）】



【図表 1 5 使用済燃料ピットの冷却機能及び補給機能】

### 第3 福島第一原子力発電所事故後における設備の充実

本件発電所では、後述のとおり、津波により電源や海水冷却機能を喪失する事態に陥った福島第一原子力発電所事故を踏まえて、安全性をさらに向上させるために設備を充実させている。なお、これらの設備を活用するより一層の安全性向上対策については、第5章第2で述べる。

#### 1 電源設備の充実（空冷式非常用発電装置、電源車等）

前述のとおり、本件発電所の発電機が停止し、かつ外部電源を喪失した場合であっても、必要な設備を作動できるように非常用ディーゼル発電機を設置しているが、万一、この非常用ディーゼル発電機までその機能を喪失する事態（全交流電源<sup>19</sup>喪失事象（SBO））に至った場合でも必要な電力を供給できるよう、代替の電源として、空冷式非常用発電装置、電源車、蓄電池、号機間電力融通恒設ケーブル等を備えている。（乙45、添付書類八、8-10-11～8-10-14頁）

これらの電源設備のうち、空冷式非常用発電装置（図表16）及び電源車（図表17）は空冷式のディーゼル発電機であり、本件発電所の各号機に2台ずつ（電源車はさらに3号機及び4号機共用の予備として1台）、いずれも非常用ディーゼル発電機から離れた位置に分散して配置している。また、電源車は、少なくとも1台は空冷式非常用発電装置からも離れた位置に分散して配置している。（乙45、添付書類八、8-1-730頁、8-10-15～8-10-18頁、8-10-120～8-10-121頁、乙46の1及び2、「高浜発電所3号機 機器配置図面（電源設備関係）」等）

---

<sup>19</sup> 「全交流動力電源」ともいうが、本書面では「全交流電源」という用語で統一する。



【図表 1 6 空冷式非常用発電装置】



【図表 1 7 電源車】

なお、全交流電源喪失に至った後、これらの代替電源による電力供給が開始されるまでの間に必要な電力を供給する設備として、蓄電池（安全防護系用）を各号機の原子炉補助建屋（補助一般建屋）内に2組備えている。（乙 45，添付書類八，8-10-6～8-10-7 頁，8-10-12～8-10-13 頁）

また、福島第一原子力発電所事故では、津波の浸水によって電源盤等の電気設備が機能喪失し、「安全上重要な設備」<sup>20</sup>が受電できなくなったことを踏まえ、

---

<sup>20</sup> 「安全上重要な設備」とは、法令等で定義された用語ではなく、原子力発電所の安全性を確保する（例えば、原子炉を「止める」「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」）ために設置されている格段に高い信頼性を持たせた設備のことを概括的に総称する際に、便宜的・一般的に用いられている用語である。

本件発電所には、所内の電気設備が機能喪失した場合に備えて、恒設の代替所内電気設備を新たに設けている。同設備は、原子炉補助建屋の上部に設置している。(乙 45, 添付書類八, 8-10-13 頁)

## 2 最終的な除熱機能の充実

### (1) 消防ポンプ

補助給水設備である電動補助給水ポンプ及びタービン動補助給水ポンプは復水タンクを水源としているところ、復水タンクへの新たな給水がなければタンクの水は枯渇し、以後、蒸気発生器による冷却機能は期待できなくなる。そこで、復水タンクの水が枯渇する前に、発電所構内の純水を貯蔵しているタンクや海から必要な水量を復水タンクに供給し、原子炉の冷却機能を維持するための設備として、消防ポンプ(図表 1 8)を標高約 12m と約 32m の位置に分散して配置している(乙 45, 添付書類八, 8-1-730 頁, 8-4-54 頁, 8-4-118~8-4-119 頁, 乙 47 の 1 及び 2, 「高浜発電所 3 号機 機器配置図面(消防ポンプ等)」等)。

なお、消防ポンプは電源を必要とせず、ガソリンにより駆動するが、緊急時においても十分なガソリンを確保し、確実に作動できるように、発電所構内でのガソリンの備蓄はもとより(乙 45, 添付書類八, 8-10-76 頁, 8-10-137 頁), 外部からガソリンを輸送する手段(ヘリコプターによる空輸等)も整備している。



【図表 1 8 消防ポンプ】

## (2) 大容量ポンプ

原子炉施設内の設備の冷却に必要な海水を汲み上げる海水ポンプが使用できない場合に備えて、その代替となるディーゼル駆動式の大容量ポンプを本件発電所において3台保有し、分散配置している。なお、各ポンプは、1台で3号機及び4号機の設備の冷却に必要な容量の海水を同時に汲み上げる機能を有している（図表19、乙45、添付書類八、8-1-730頁、8-4-58～8-4-60頁、8-4-119頁）。



【図表 1 9 大容量ポンプ】

### (3) 代替低圧注水ポンプ

万一、1次冷却材管が破断するなどして原子炉から1次冷却材が流出した場合（LOCA）、通常は、ECCSが作動して冷却水が原子炉容器内に注入されるが、さらに万一、このECCSが使用できない場合には、冷却水（海水等）を原子炉容器内に直接注入する必要がある。

また、原子炉格納容器スプレイ設備により原子炉格納容器内に水を噴霧する際、格納容器スプレイポンプが使用できない場合や、あるいは水源が枯渇した場合には、他の水源（海水等）から水を供給する必要がある。

そこで、恒設代替低圧注水ポンプを各号機の原子炉補助建屋（補助一般建屋）内に1台設置し、燃料取替用水タンク等の水源の水を必要な設備に供給できるようにしている（図表20）。また、恒設代替低圧注水ポンプの機能喪失時に備えて、可搬式代替低圧注水ポンプ及び同ポンプ専用の電源車を各号機に2台ずつ（さらに3号機及び4号機共用として1台）分散配置し、上記（1）の消防ポンプで（仮設組立式水槽に）汲み上げた海水を必要な設備に供給できる体制を整備している（図表21、17）。（乙45、添付書類八、8-1-730頁、8-4-116～8-4-120頁、乙47の1及び2）



【図表20 恒設代替低圧注水ポンプ】





【図表 2 1 可搬式代替低圧注水ポンプ】

#### (4) 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ

主給水ポンプが機能を喪失し、さらに補助給水設備である電動補助給水ポンプ及びタービン動補助給水ポンプがいずれもその機能を喪失した場合に、蒸気発生器に復水タンクの水を注入して残留熱を除去することができるようにするため、本件発電所の各号機に、蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ及び同ポンプ専用の発電機を設置している（図表 2 2）。



【図表 2 2 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ】

### 3 使用済燃料ピットの冷却機能の充実

使用済燃料ピット水の冷却機能及び補給機能を喪失した場合や、使用済燃料ピットからの水の漏えいその他の要因により使用済燃料ピットの水位が低下した場合において、使用済燃料ピット内の燃料体の冷却等を行うため、消防ポンプ（図表18）等による海水の注水や、可搬式代替低圧注水ポンプ及び同ポンプ専用の電源車（図表21, 17）並びにスプレイヘッド（図表23）等を用いた散水（スプレイ）による海水の注水により、使用済燃料を冷却できるようにしている。（乙45, 添付書類八, 8-4-29～8-4-32頁）



【図表23 スプレイヘッド】

## 第4章 本件発電所の安全確保対策

本章では、第3章で述べた原子力発電の仕組みと本件発電所の構造等を前提として、債務者が本件発電所において講じている安全確保対策の内容について述べる。

### 第1 安全確保対策の概要

原子力発電所では、核分裂反応によって生じるエネルギーを利用しており、その運転に伴って放射性物質が発生する。原子力発電所における安全確保とは、この放射性物質のもつ危険性を顕在化させないよう適切に管理し、放射性物質を確実に閉じ込め、原子力発電所の周辺公衆に放射性物質による悪影響を及ぼさないようにすることである。

原子力発電所における安全確保の基本的な機能としては、①原子炉を安全に「止める」こと、その上で、②原子炉を「冷やす」こと、そして③放射性物質を「閉じ込める」ことの3つが重要である。こうした基本的な機能を確実なものとするため、これらの機能を担う設備は、地震・津波等の自然現象で機能喪失しないようにするとともに、特に高い信頼性を確保する設計として、その機能が確実に働くようにすることが重要となる。

このような観点から、債務者は、以下で述べるとおり、本件発電所における安全確保対策として、自然的立地条件に係る安全確保対策及び事故防止に係る安全確保対策を講じている。以下、これらの対策について述べる。

### 第2 自然的立地条件に係る安全確保対策

原子力発電所を設置するにあたっては、設置する地点やその周辺における地盤、地震、津波等の影響といった自然的立地条件が原子力発電所の安全確保に影響を及ぼさないようにする必要がある。

そこで、債務者は、本件発電所の設置地点及びその周辺について、過去の記

録の調査や現地調査等を詳細に実施し、当該地点に到来しうる地震動や津波等の自然的立地条件の評価を行っている。その上で、想定される自然力に対して十分安全性が確保できるように本件発電所の設計及び建設を行っている。

また、建設以降も、最新の知見、調査結果等を把握し、これらを考慮した検討、評価等を行っており、最新の知見、調査結果等を踏まえても、本件発電所の安全性が十分に確保されていることを確認しているところ、第5章第1の1で後述するとおり、福島第一原子力発電所事故を受けて、自然現象による共通要因故障の防止をより確実なものとするべく、地震、津波、火山活動、竜巻、森林火災等の評価をより厳格なものとし、安全確保対策をさらに充実させている。

### 第3 事故防止に係る安全確保対策

放射性物質の持つ危険性を顕在化させ、周辺公衆に放射線による悪影響を及ぼさないようにするため、債務者は、原子力発電所の運転に伴い発生する放射性物質を、ペレット、燃料被覆管、原子炉容器、原子炉格納容器及び外部遮へい壁の5重の防壁により本件発電所内に閉じ込める構造としている。

その上で、債務者は、この5重の防壁の機能を維持し、事故により放射性物質が周辺環境に異常放出されることを防止するために、①異常の発生を未然に防止する（異常発生防止）、②仮に何らかの原因で異常が発生した場合でも、異常の拡大及び事故への発展を防止する（異常拡大防止）、③仮に事故に至った場合でも、周辺環境への放射性物質の異常な放出を防止する（放射性物質異常放出防止）、という段階的な対策を講ずる「多重防護」<sup>21</sup>の考え方を取り入れた設計を行っている（図表24）。この3つの段階での対策は、各段階における対策を合わせることで初めて安全確保が図られるというものではない。それぞ

---

<sup>21</sup> 「深層防護」ともいうが、本書面では「多重防護」という用語を用いる。

れの段階の対策は、後続の段階の対策に期待せず、当該段階で確実に異常の発生を防止し、確実に異常の拡大を防止し、又は周辺環境への放射性物質の異常な放出を確実に防止する機能を有することが求められる。

債務者は、この多重防護の考え方のもと、上記②の段階では、仮に異常が発生した場合であっても原子炉を確実に「止める」ことができるように、また、上記③の段階では、上記②の段階での対策が奏功せず万一事故に発展した場合であっても、原子炉を確実に「冷やす」こと及び放射性物質を確実に「閉じ込める」ことができるように、各種の安全機能を有する設備を設けている。

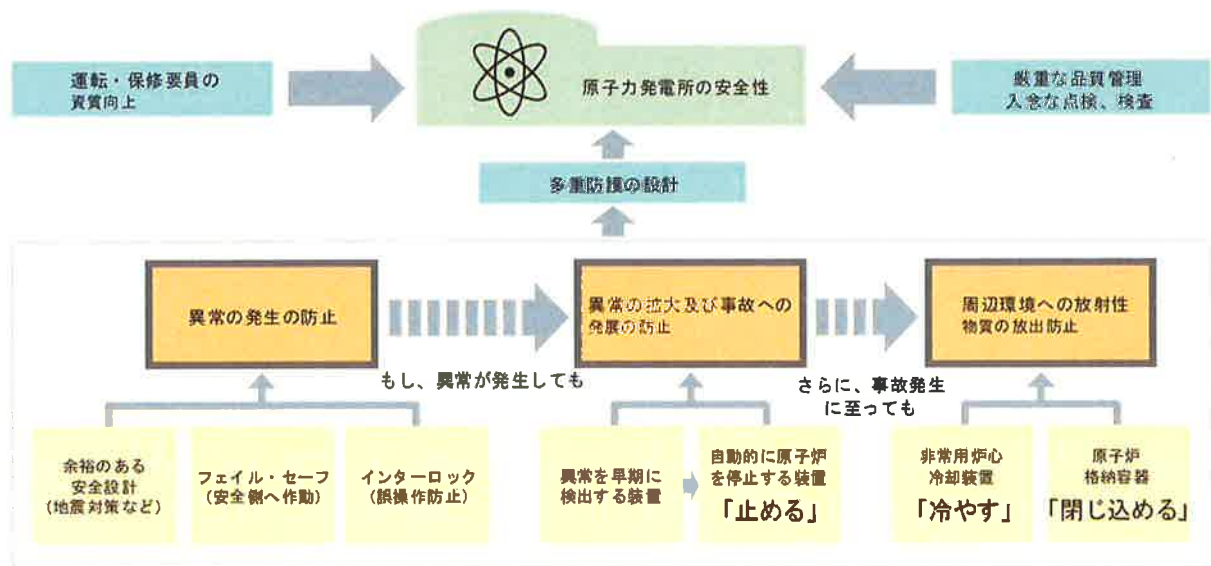
このような安全機能を有する設備のうち、安全機能の重要度が特に高い「安全上重要な設備」については、設備の構造、動作原理、果たすべき安全機能の性質等を考慮して、仮に設備の一部について人的過誤や偶発的事由等による故障が発生した場合であっても安全機能が失われることがないように、独立した設備を複数設けるなど（多重性又は多様性及び独立性<sup>22</sup>の確保）、格段に高い信頼性を確保する設計としている。

さらに、債務者は、多重防護の考え方に基づく安全確保の対策を実効性あるものとするべく、「安全上重要な設備」を含む各種の設備について、定期的な点検、検査、取替え等の維持管理に取り組んでいる。

以下では、多重防護の考え方の順序に従って、具体的な対策の内容について説明する。

---

<sup>22</sup> 多重性とは、同一の機能を有し、かつ、同一の構造、動作原理等を有する設備（系統又は機器）が2つ以上あることをいう。多様性とは、同一の機能を有するが、構造、動作原理等が異なる設備（系統又は機器）が2つ以上あることをいう。独立性とは、2つ以上の設備（系統又は機器）を、物理的方法その他の方法によりそれぞれ互いに分離することにより、設計上考慮する環境条件及び運転状態において、共通の要因又は従属的な要因によって同時にその機能が損なわれないことをいう。



【図表 2 4 多重防護の考え方に基づく設計等】

## 1 異常の発生を未然に防止するための対策（異常発生防止対策）

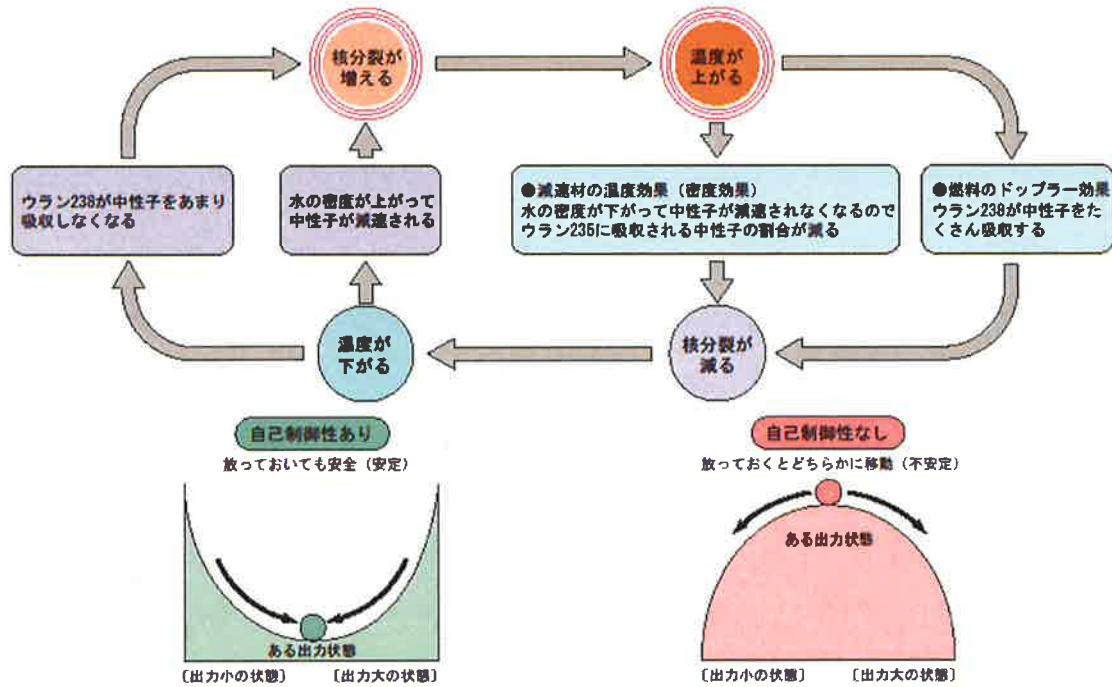
原子力発電所における事故の発生を防止するためには、事故の原因となるような異常の発生を未然に防止することが重要である。このため、本件発電所においては、「自己制御性を有する原子炉の採用」、「余裕のある安全設計」、「原子炉出力、1次冷却材圧力等の監視、制御」、「誤動作や誤操作による影響を防止する設計」等の様々な対策を講じている。

### (1) 自己制御性を有する原子炉の採用

本件発電所の原子炉は、制御棒及びほう素により、核分裂連鎖反応を安定的な状態に制御できるが、何らかの原因で核分裂反応が増加した場合には、この制御によらず、核分裂反応を自動的に抑制する性質を備えている。この性質のことを、原子炉の自己制御性又は固有の安全性という（図表 2 5）。

具体的には、原子炉内に装荷する燃料として低濃縮ウランを使用すること

による「燃料のドップラー効果<sup>23</sup>」，減速材に水を使用することによる「減速材の温度効果（密度効果）<sup>24</sup>」によって，温度が上昇すると自動的に核分裂反応が抑制されるため，本件発電所の原子炉は，本質的に固有の安全性を備えている。



【図表 2 5 軽水炉の自己制御性】

## (2) 余裕のある安全設計

債務者は，本件発電所について，運転中の各設備が，加わる力や温度等に対して十分に耐えられるように余裕をもった設計を行っている。

<sup>23</sup> 原子炉内に装荷する燃料の大部分は核分裂しにくい性質を有するウラン 238 が占めているが，このウラン 238 は，その温度が上昇すると中性子を吸収しやすくなるという性質を有している。そのため，何らかの原因で核分裂が増加すると，燃料の温度が上昇し，ウラン 238 に吸収される中性子の割合が高くなり，その分，ウラン 235 に吸収される中性子の数が減少するため，核分裂の増加が抑制される。これを燃料のドップラー効果という。

<sup>24</sup> 本件発電所のように，減速材として水を用いる軽水炉では，核分裂の増加による燃料の温度上昇等により，減速材である水の温度も上昇するため，体積が膨張して水の密度が低下する。その結果，水の減速材としての働き（中性子の減速効果）が低下するため，ウラン 235 に吸収される中性子の数が減少し，核分裂の増加が抑制される。これを減速材の温度効果（密度効果）という。

例えば、本件発電所の原子炉容器について、通常運転圧力が約15.4MPa[gage]<sup>25</sup>であるのに対し、最高使用圧力<sup>26</sup>を17.16MPa[gage]とすることで十分余裕のある設計とし、後述の加圧器圧力制御設備とあいまって、原子炉容器が損傷しないための対策をとっている。

### (3) 原子炉出力、1次冷却材圧力等の監視、制御

原子炉の安定した運転を維持するためには、原子炉出力、1次冷却材圧力等を安定的に制御することが重要である。

そこで、債務者は、本件発電所において、制御棒制御設備、加圧器圧力制御設備等からなる原子炉制御設備を設けている。

原子炉出力は、制御棒が炉心から引き抜かれた状態で安定しているが、タービン出力に合わせて原子炉の出力を調整する必要があることから、タービン出力が変化した場合には、制御棒制御設備により制御棒を自動で炉心に挿入あるいは引き抜くことで、原子炉の出力は安定的に制御される。また、1次冷却材の圧力は、加圧器圧力制御設備により、あらかじめ設定した圧力に維持されるよう自動的に制御される。

さらに、原子炉出力、1次冷却材圧力等を制御する原子炉制御設備等の計測装置及び制御装置を、中央制御室の制御盤に配置し、運転員が常時これらを集中的に監視、制御できるシステムを採用している。

### (4) 誤動作や誤操作による影響を防止する設計

本件発電所においては、誤動作や誤操作による影響を防止するため、フェイル・セーフ・システムやインターロック・システムを採用している。

---

<sup>25</sup> MPa[gage] (メガパスカルゲージ) は、大気圧を差し引いた圧力の単位である。

<sup>26</sup> 最高使用圧力とは、機器等の設計における条件として定めるものであり、機器等がその主たる性能を果たすべき通常運転状態において受ける圧力に余裕を持たせた値を設定する。機器等の受ける圧力が、最高使用圧力を超えた場合であっても、直ちに機器等が損傷するものではない。



フェイル・セーフ・システムとは、異常動作が起こっても常に安全側に作動する設計のことである。例えば、制御棒を保持している制御棒駆動装置の電源が何らかの原因で喪失した場合にも、電源喪失により制御棒駆動装置による保持力が失われることで、自重により制御棒が炉心に落下し、原子炉を自動停止する仕組みとなっている。

インターロック・システムとは、誤操作による影響を防止するため、ある条件が揃わなければ、操作しようとしても動かないような設計のことである。例えば、運転員が誤って制御棒を引き抜こうとしても、所定の手順を踏まなければ制御棒の引き抜きはできない。

## 2 異常の拡大及び事故への発展を防止するための対策（異常拡大防止対策）

上記1で述べた異常の発生を未然に防止するための対策（異常発生防止対策）により、運転中に異常が発生することはほとんどない。しかし、原子力発電所の安全性の確保の観点からは、仮に異常が発生したとして、それが拡大しないように適切に対処できる備えが重要である。

そこで、本件発電所においては、「異常の早期検知が可能な設計」、「原子炉を安全に『止める』設計」、及び「原子炉停止後の冷却手段の確保」等の対策を講じている。

### （1）異常の早期検知が可能な設計

配管等から漏えいが生じた場合などには、これらの異常が小規模であっても検出できるように、各機器の水位、圧力、温度、配管内の水の流量、原子力発電所内各ポイントの放射線レベル等を連続的に監視する設備を備えている。例えば、1次冷却設備の各機器をつなぐ配管から漏えいが生じた場合には、1次冷却材圧力の低下や原子炉格納容器内の放射線レベルの上昇等の漏えいの兆候を検出し、あらかじめ設定された警報が発信される設計として

いる。

## (2) 原子炉を安全に「止める」設計

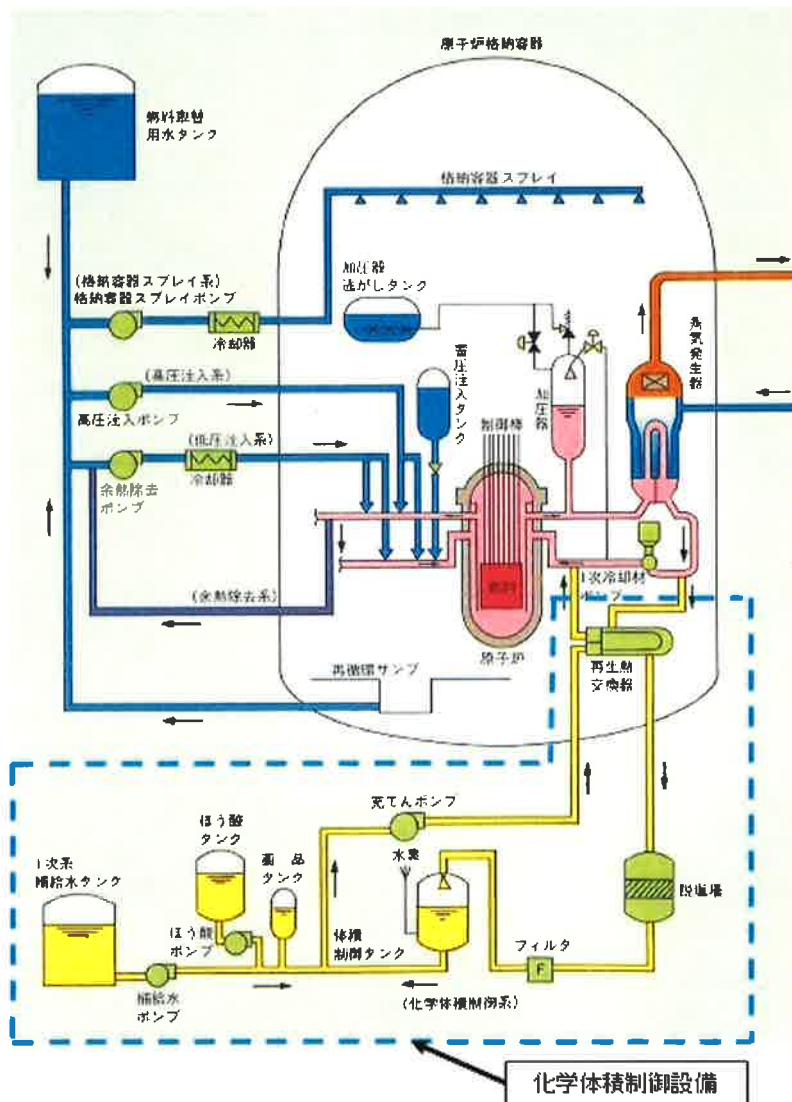
例えば原子炉の圧力が何らかの原因で異常に上昇するなど、緊急を要する異常が検知された場合、「原子炉トリップ信号」を発信し、急速に制御棒を挿入して、原子炉を自動的にすみやかに停止させる（これを「原子炉トリップ」という）設備を設置している。温度、圧力等の異常が検知された場合のほか、地震による一定規模の揺れを検知した場合にも（この場合は温度、圧力等の異常の有無にかかわらず）原子炉トリップ信号を発信して急速に制御棒を挿入し、原子炉を自動停止する仕組みが採られている。

制御棒については、全部引き抜かれている通常運転時でも、その先端部は炉心に入った状態で保持されており、地震による揺れが生じた場合であっても炉心に確実に挿入できる仕組みとしている。また、制御棒駆動装置の電源が何らかの原因で喪失した場合でも、自重により制御棒が炉心に落下し、原子炉を停止する仕組みになっている（フェイル・セーフ・システム）ことは前述のとおりである。

なお、制御棒とは独立した系統の設備である「化学体積制御設備<sup>27</sup>」から、ほう酸水を1次冷却設備（原子炉）に注入することにより、原子炉内の核分裂反応を抑制し、原子炉を停止できる設計も採用するなど（図表2.6）、安全性に配慮した設計としている。

---

<sup>27</sup> 化学体積制御設備とは、1次冷却材の一部を取り出し、ほう酸濃度の調整、不純物の除去等を行った後、再び1次冷却設備に戻す設備をいう。1次冷却材の取り出し／戻し量の調整により1次冷却設備中の1次冷却材保有量の調整も行う。



【図表 2 6 化学体積制御設備】

### (3) 原子炉停止後の冷却手段の確保

原子炉が停止した後も、燃料集合体に内包される放射性物質の崩壊による発熱は継続するため、原子炉の残留熱を確実に除去すること、すなわち原子炉停止後の冷却手段の確保も重要である。

通常、原子炉を停止する際は、2次冷却設備の主給水ポンプ等で蒸気発生器への給水を継続することにより、蒸気発生器で1次冷却材の熱を2次冷却材に伝えて原子炉内の熱を除去するが（第3章第2の4（1）ア）、通常

使用する設備が故障等の原因で使用できない場合に備え、他にも原子炉内の熱を除去する手段を確保する設備を設けている。

例えば、主給水ポンプ等の故障により蒸気発生器への通常の給水機能を失った場合等には、補助給水設備により、復水タンクを水源として蒸気発生器への給水を維持する（第3章第2の4（1）イ）。この補助給水設備として、電動機により駆動する電動補助給水ポンプと、動力源として電力を必要とせず蒸気タービンにより駆動するタービン動補助給水ポンプとがあり、各号機への設置台数及びその動力源等については、第3章第2の4（1）イで述べたとおりである（図表10）。

また、原子炉停止後の残留熱除去のために、余剰な蒸気を逃がす（1次冷却材で除去した原子炉の残留熱を蒸気発生器で2次冷却材へ伝え、蒸気として大気へ逃がす）必要が生じた場合<sup>28</sup>には、大気に蒸気を直接放出する主蒸気逃がし弁を手動で開ける等の操作もでき、仮に主蒸気逃がし弁が動作不能となった場合にも、主蒸気安全弁により大気に蒸気を直接放出する設計としている。

そして、2次冷却設備（主給水設備又は補助給水設備、蒸気発生器等）を用いた冷却により1次冷却材の圧力及び温度が所定のレベルまで低下した段階で、余熱除去設備による冷却に切り替えて残留熱を除去する（第3章第2の4（2））。

### 3 周辺環境への放射性物質の異常な放出を防止する対策（放射性物質異常放出防止対策）

本件発電所においては、上記1の異常発生防止対策及び上記2の異常拡大防止対策等、事故の発生を防止するための設備や体制を適切に備えているが、

---

<sup>28</sup> 補助給水設備を用いて冷却する場合（第3章第2の4（1）イ）のほか、主給水設備を用いて冷却する際に何らかの事情で復水器が使用できない場合にも、余剰な蒸気を逃がす必要が生じる。

それでも万一、事故発生に至った場合においても、炉心の著しい損傷や周辺環境への放射性物質の異常な放出を防止するための備えが重要である。そのため、「原子炉を『冷やす』設計」、「放射性物質を『閉じ込める』設計」等の対策も適切に講じている。

### (1) 原子炉を「冷やす」設計

原子炉を「冷やす」設計として、工学的安全施設であるECCSを設け、万一、1次冷却材管が破断するなどして、1次冷却材が喪失する事故（LOCA）が発生したとしても、原子炉を冷却し続け、炉心の著しい損傷を防止できる設計としている（図表12）。

ECCSとして、蓄圧注入系、高圧注入系及び低圧注入系をそれぞれ複数の系統設けており、多重性及び独立性を有した信頼性の高い設計としている。

このうち、高圧注入系及び低圧注入系は、1次冷却材圧力や加圧器水位の低下等が検知された場合、運転員の操作を待たずに、工学的安全施設作動設備<sup>29</sup>からの信号により自動的に作動する仕組みとなっている。

高圧注入系及び低圧注入系の電動ポンプは、各号機に、1台で必要な能力を有するもの2台をそれぞれ分離して設置し、さらにポンプの電動機は各々独立した電気系統に接続し<sup>30</sup>、また、外部電源が喪失した場合であっても、2台の独立した非常用ディーゼル発電機により電力が供給されるなど、非常時においても確実に作動する仕組みを整えている。

蓄圧注入系は、1次冷却材の圧力が低下すると、蓄圧タンク内に封入された窒素ガスの圧力によって自動的にほう酸水が注入される仕組みとな

---

<sup>29</sup> 工学的安全施設作動設備は、原子炉の異常が検出された場合に工学的安全施設を作動させる信号回路により構成される。

<sup>30</sup> 高圧注入系の電動ポンプは、上で述べた2台に加えて、さらにもう1台を分離して設置しており、上で述べた独立した電気系統のいずれかに接続して使用することができる。

っており、外部電源等の駆動源を必要としない。

## (2) 放射性物質を「閉じ込める」設計

本件発電所では、放射性物質を確実に閉じ込めるため、5重の防壁を設けている。

第1の防壁はペレットである。ペレットは高温で焼き固めたセラミックであるため、化学的に非常に安定しており、放射性物質の大部分を閉じ込めることができる。

第2の防壁は燃料被覆管である。気体状の放射性物質は一部がペレット外に出るが、ペレットは燃料被覆管内に密封されており、この気体状の放射性物質は燃料被覆管内に閉じ込められる。

第3の防壁は原子炉容器である。燃料集合体は原子炉容器内に収納されている。放射性物質が燃料被覆管から1次冷却材中に漏れ出したとしても、鋼製の原子炉容器等が防壁となり、放射性物質は原子炉容器内に閉じ込められる。

第4の防壁は原子炉格納容器の鋼板、第5の防壁は原子炉格納容器の外側を覆う厚い鉄筋コンクリート造の構造物（外部遮へい建屋）である。原子炉格納容器は耐圧性能を有しており、仮に放射性物質が1次冷却設備から原子炉格納容器内に漏れ出した場合でも、放射性物質は原子炉格納容器内に閉じ込められる。

万一、1次冷却材管が破断するなどして、原子炉格納容器内に放射性物質を含む1次冷却材が高温、高圧の蒸気となって放出され、原子炉格納容器内の圧力が上昇する事象が発生したとしても、原子炉格納容器スプレイ設備で水を噴霧することにより、蒸気を凝縮させて原子炉格納容器内の圧力上昇を抑え、その健全性を保つことにより、原子炉格納容器内に放射性物質を閉じ込め、周辺環境への放射性物質の異常な放出を防止する設計と

している（図表 1 2）。

本件発電所では、このような 5 重の防壁により、放射性物質を確実に「閉じ込める」ことで、周辺環境への放射性物質の異常な放出を防止している。

### （3）工学的安全施設が機能する具体的場面（LOCA）

放射性物質が周辺環境へ異常に放出されるおそれのある事象の 1 つとして、LOCA が想定される。ここでは、LOCA を例にとって、本件発電所の工学的安全施設による、原子炉を「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」機能について具体的に説明する。

本件発電所において、万一 LOCA が発生した場合、異常の検知により原子炉トリップ信号が発信されて直ちに制御棒が挿入され、原子炉がすみやかに自動停止する（原子炉を安全に「止める」）とともに、工学的安全施設が次のように作動し、炉心の著しい損傷や周辺環境への放射性物質の異常な放出を防止する（図表 2 7）。

まず、1 次冷却材圧力や加圧器水位の低下が検知されるため、自動的に ECCS の高圧注入系及び低圧注入系が作動し、原子炉容器内にほう酸水が注入される。また、1 次冷却材圧力の低下に伴い、蓄圧注入系も作動し、蓄圧タンク内のほう酸水が原子炉容器内に注入される。なお、原子炉内の圧力が高い場合は高圧注入系が有効に機能し、原子炉内の圧力が低下するにつれて、蓄圧注入系、低圧注入系の順に有効に機能することから、原子炉内へのほう酸水の注入は、高圧注入系、蓄圧注入系、低圧注入系の順に行われる。

注入により、高圧注入系及び低圧注入系のほう酸水の水源である燃料取替用水タンクの水位が低くなると、水源を格納容器再循環サンプ<sup>31</sup>に切り

---

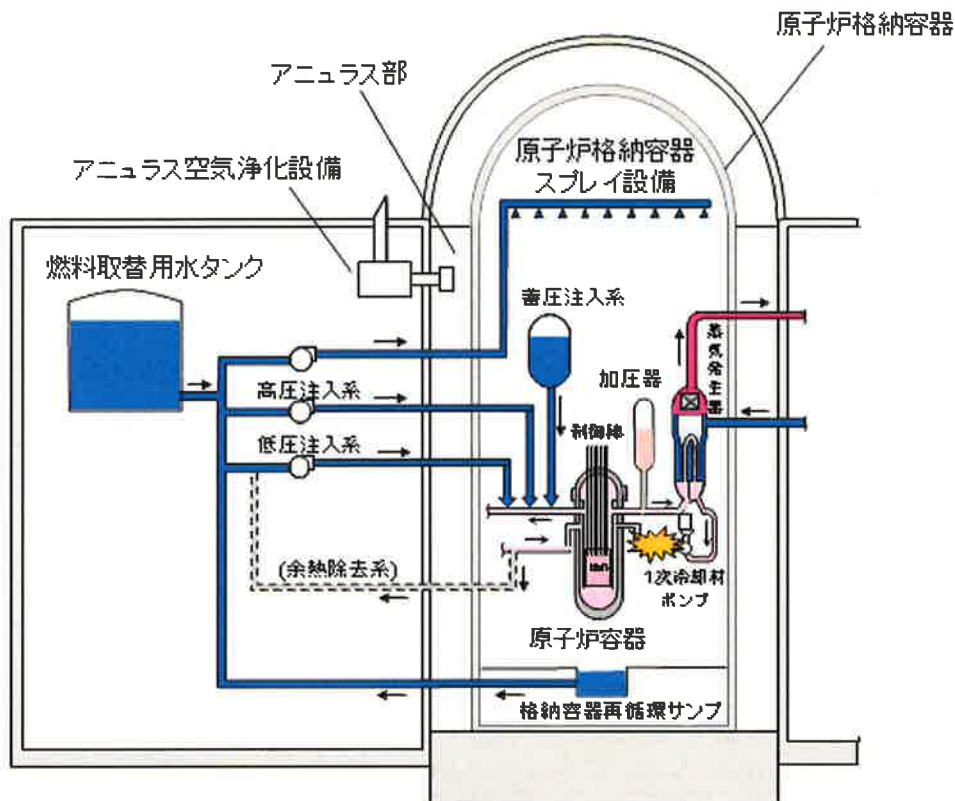
<sup>31</sup> 脚注 17 を参照。

替え、継続的に原子炉容器内にほう酸水が注入される。

また、LOCA時に放出された高温、高圧の蒸気により、原子炉格納容器内の圧力が上昇した場合は、原子炉格納容器スプレー設備が自動的に作動し、水を噴霧することで、蒸気を凝縮させて原子炉格納容器内の圧力上昇が抑制される。

このように、本件発電所では、万一LOCAが発生した場合であっても、工学的安全施設が作動し、炉心の著しい損傷には至らず、周辺環境への放射性物質の異常な放出を確実に防止するための仕組みを整備している。

(乙 45, 添付書類十, 10-3-2~10-3-4 頁, 10-3-50~10-3-51 頁)



【図表 2 7 工学的安全施設によるLOCAへの対処】

#### 4 安全性維持・向上のための継続的活動

- (1) 債務者は、上記で述べた多重防護の考え方に基づく設計を実効性あるものとするために、安全性を維持・向上するための活動を継続して展開して



いる。その具体的な内容について、以下の代表的な例で説明する。

- (2) 本件発電所の設備を安全な状態に維持し、トラブルの未然防止や安全運転を図るために、定期的に点検、検査、取替え等を実施している。これらの点検、検査、取替え等は、発電所に設置されたそれぞれの設備・機器毎に、他プラントを含む運転実績、設置環境、劣化・故障形態等をもとに時期、方法等を定めた計画に基づいて実施している。
- (3) 本件発電所の運営に携わる運転員・保守員の資質の維持・向上のために、継続的な教育・訓練を実施している。日常業務を通じた実務訓練に加えて、運転員は、シミュレータを用いた本番さながらの訓練を繰り返し実施することで、通常の運転操作に加え、故障の際の対応に至る対応まで定期的に確認している。また、保守員は、発電所の実機と同様の設備・機器を備え付けた研修施設にて、保守・点検作業等の訓練を行っている。
- (4) 本件発電所の運営にあたっては、運転段階において遵守すべき措置を定めて、これに従った発電所運営を行っている。具体的には、品質保証、放射線管理、保守管理、非常時の措置、保安教育等の遵守事項を定めた上で、これを遵守した運営を行っている。
- (5) 本件発電所の安全を達成・維持・向上させるため、社団法人日本電気協会が策定した「原子力発電所における安全のための品質保証規程（JEAC4111-2009）」に基づき、発電所における保安活動に係る品質マネジメントシステムを確立し、発電所の安全に関わる全ての活動において、業務の計画に基づき業務を実施し、評価し、改善する、いわゆる「PDCA」活動による品質保証活動を行っている。

## 5 小括

以上のとおり、債務者は、本件発電所について、地震や津波等の自然力に対する対策や、事故の発生を未然に防止するための対策はもとより、万一の

事故発生時に炉心の著しい損傷や周辺環境への放射性物質の異常な放出を防止する対策も含めて、放射性物質のもつ危険性を顕在化させないための様々な安全確保対策を講じている。

このため、万一、事故が発生し、さらに、安全性確保のために必要な設備等の一部が故障するなどした場合であっても、炉心の著しい損傷や周辺環境への放射性物質の異常な放出を確実に防止できるようになっている。

## 第5章 福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全確保対策の強化及びより一層の安全性向上対策の充実

債務者は、地震、津波等の影響といった自然的立地条件に係る安全確保対策を十分に講じ、多重防護の考え方にに基づき、事故防止に係る安全確保対策を講じている。また、債務者は、本件発電所の設置後も、最新の科学的、専門技術的知見を収集、検討し、必要に応じて本件発電所の安全確保対策に反映させるなど、本件発電所の安全性の更なる向上に努めてきたところであるが、福島第一原子力発電所事故の発生を受けて、本件発電所の安全性をさらに確実なものとするべく、安全確保対策を強化するとともに、安全確保対策が奏功しないという事態をもあえて想定した、より一層の安全性向上対策を充実させている。

第4章においては、本件発電所の現在の安全確保対策について述べ、本件発電所の安全性が確保されており、債権者の人格権等を侵害する具体的危険がないことを明らかにしたが、以下では、この安全確保対策のうち、福島第一原子力発電所事故の発生及びこれを機に制定された新規制基準の施行を受けて強化された事項に焦点を当てて改めて述べる（第1）。また、かかる安全確保対策が奏功しないという事態をあえて想定したより一層の安全性向上対策を、福島第一原子力発電所事故の発生及び新規制基準の施行を受けて、どのように充実させたのかという点についても述べる（第2）。

### 第1 本件発電所における安全確保対策の強化

債務者は、福島第一原子力発電所事故の発生や新規制基準の制定を受けて、本件発電所における自然的立地条件に係る安全確保対策及び事故防止に係る安全確保対策を強化した。以下、この点について述べる。

#### 1 自然的立地条件に係る安全確保対策の強化

(1) 第4章で述べたとおり、債務者は、本件発電所に係る自然的立地条件を把

握し、これを踏まえた設計及び建設を行い、本件発電所の建設以降も、最新の知見等に基づく評価、検討を行い、本件発電所の安全性が十分に確保されていることを確認してきた。

- (2) この点、福島第一原子力発電所事故では、津波の想定に問題があったために、津波の襲来によって共通要因故障に至ったとされたことを踏まえ、債務者は、共通要因故障の原因となるおそれのある地震、津波といった自然的立地条件に対する安全確保対策を強化した。

また、地震、津波以外の自然現象（火山活動、竜巻、森林火災等）についても発生状況の評価を改めて十分に行った上で、必要に応じて新たな安全対策を講じて、本件発電所が火山活動、竜巻、森林火災等の影響により安全機能が損なわれないことを確認した。

## 2 事故防止に係る安全確保対策の確認及び強化

自然的立地条件のほか、「安全上重要な設備」の共通要因故障の原因となるおそれのある事象として、全交流電源喪失、発電所内部で発生する火災及び溢水があり、これらに対する対策も強化、確認している。

### (1) 電源対策の確認

第3章第2の3で述べたとおり、債務者は、従来から、外部電源として本件発電所に接続する送電線を複数ルート設けて、異なる変電所に連系することで独立性を持たせるとともに、電力の供給が全て同時に停止しないよう、送電線を同一の送電鉄塔に架設しないなどの対策を講じている。

また、外部電源が喪失した場合に備え、本件発電所の安全性を保つための電力を供給する非常用ディーゼル発電機を各号機にそれぞれ2台設置し、しかも、これら発電機は1台で必要な電力を供給できる容量を持ち、さらに各々別の場所に配置するなどして、多重性及び独立性を確保している。これ

に加えて、定期的な点検，検査，取替え等を実施して，同設備に格段に高い信頼性を持たせている。

そして，非常用ディーゼル発電機については，外部からの支援なしに7日間以上にわたって給電できることも確認している。（乙45，本文44頁，207頁，添付書類八，8-1-510頁，8-10-2頁，8-10-4～8-10-6頁）

## （2）火災防護対策の強化・徹底

債務者は，従来から，本件発電所の内部で発生する火災への対策を講じているところ，新規制基準の施行を受けて，こうした火災防護対策をさらに強化，徹底している。そして，本件発電所内の火災による影響を考慮しても原子炉を安全に停止することができることを，火災影響評価により確認している。（乙45，添付書類八，8-1-178～8-1-219頁）

## （3）内部溢水対策の導入

福島第一原子力発電所事故においては，津波により海側に設置されていた海水ポンプや屋内の非常用ディーゼル発電機等の電源設備が水没し，その機能を喪失したため，炉心の冷却が行えなくなった。

債務者は，従来から，ECCSのポンプを設置する原子炉補助建屋地下階の部屋をそれぞれ隔壁で区分するといった溢水対策を講じていたが，内部溢水に対する対策をより手厚くする観点から，原子炉補助建屋内に設置された機器及び配管の破損による保有水の流出等といった原因により発生する溢水（内部溢水）を想定し，この溢水によって，「安全上重要な設備」が，その機能を喪失することのないように，浸水経路に対する止水対策を講じている。

（乙45，添付書類八，8-1-240～8-1-241頁）

### 3 小括

債務者は、福島第一原子力発電所事故の発生と新規規制基準の制定とを踏まえ、地震、津波等の自然的立地条件について従前以上に保守的な評価を行って安全性を確保したうえ、上記のとおり、緊急時の電源確保のための設備を増強するとともに、火災、溢水等に対する対策等をより手厚くするなどして、事故防止に係る安全確保対策をより確実なものとしている。

## 第2 より一層の安全性向上対策の充実

### 1 より一層の安全性向上対策

(1) 本件発電所の安全確保の上で重要な役割を果たす「安全上重要な設備」については、前述した自然的立地条件に係る安全確保対策により、地震、津波等の自然的立地条件に対する安全性を確保した上で、多重性又は多様性及び独立性を考慮した設計とするとともに、定期的な点検、検査、取替え等を実施することで、格段に高い信頼性を持たせている。こうした信頼性の高い設備によって事故防止に係る安全確保対策を講じることにより、本件発電所の安全性は十分確保されており、仮に「異常状態」（設置許可基準規則<sup>32</sup> 条 2 項 3 号の「運転時の異常な過渡変化」又は同 4 号の「設計基準事故」、乙 11、3～4 頁）が生じたとしても、炉心の著しい損傷や、周辺環境への放射性物質の異常放出等に至ることは考えられないところである。

しかし、債務者は、福島第一原子力発電所事故前より、多重防護の考え方を踏まえ、念には念を入れてさらに安全性を向上させる観点から、「安全上重要な設備」が故障等で安全機能を喪失し、その安全機能を利用した事故防止に係る安全確保対策が奏功しない事態をもあえて想定して、このような事態に備えた対策（アクシデントマネジメント策）を、設備面はもちろんのこと、

---

<sup>32</sup> 正式には、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（平成 25 年原子力規制委員会規則第 5 号）である。

実施体制，手順書類，教育等の運用面も含めて自主的に整備してきた。そして，日本において実際に福島第一原子力発電所事故のような過酷事故が発生し，これを受けて新規制基準が制定されたことを踏まえて，本件発電所において，より一層の安全性向上対策を充実させている。すなわち，債務者は，恒設及び可搬式の設備（電源設備，注水設備等）を新たに配備するなどして，上記の事故防止に係る安全確保対策が奏功しないような事態に至った場合であっても，事象の進展，拡大を防ぎ，かかる状況においてもなお炉心の著しい損傷を防止する対策を講じ，また，炉心の著しい損傷に至った場合であっても原子炉格納容器の破損を防止するための対策を講じている（いわゆる重大事故等対策）。

(2) 債務者が本件発電所において講じているこのような安全性向上対策（重大事故等対策）は，より具体的には次の4つである（設置許可基準規則 37 条，乙 11，71 頁）。

- ①運転中の原子炉において，「異常状態」に対処するための「安全上重要な設備」が安全機能を喪失して，炉心の著しい損傷に至る可能性があるとして想定される事象（ECCS注水機能喪失，全交流電源喪失等）を抽出し，そのような事象が発生したとしても炉心の著しい損傷を防止する対策
- ②上記①の対策が奏功せず，炉心の著しい損傷が生じるに至ったと仮定した場合に，原子炉格納容器の破損に至る可能性があるとして想定される事象を抽出し，そのような事象が発生したとしても原子炉格納容器の破損等を防止する対策
- ③使用済燃料ピットの「安全上重要な設備」等（冷却機能，補給機能（注水機能）に係る設備）がその安全機能を喪失して，使用済燃料等の燃料体の著しい損傷に至る可能性があるとして想定される事象を抽出し，そのような事象が発生したとしても燃料体の著しい損傷を防止する対策
- ④運転停止中の原子炉内の燃料体の著しい損傷に至る可能性があるとして想

定される事象を想定し、そのような事象が発生したとしても燃料体の著しい損傷を防止する対策

(3) このような対策のために配備している設備等（重大事故等対処施設。設置許可基準規則 2 条 2 項 11 号，乙 11，5 頁）については，地震等の自然現象によって必要な機能が損なわれないようにしている。そして，これらの設備等は，他プラントを含む運転実績，設置環境，劣化・故障形態等をもとに時期，方法等を定めた計画に基づいて，定期的に点検，検査，取替え等を実施している。

また，上記の対策（重大事故等対策）については，その設備，手順等の有効性を解析等で評価して確認している（乙 45，添付書類十，10-6-1 頁，6.1 等）。

加えて，上記の対策を実施するために必要な体制を整備するため，事故発生時における要員の配置，対策の手順等を定めるとともに，夜間及び悪天候，高放射線環境等の厳しい条件を想定した訓練を繰り返し行っている。

なお，本件発電所の安全を達成・維持・向上させるため，社団法人日本電気協会が策定した「原子力発電所における安全のための品質保証規程（JEAC4111-2009）」に基づき，発電所における保安活動に係る品質マネジメントシステムを確立し，発電所の安全に関わる全ての活動において，業務の計画に基づき業務を実施し，評価し，改善する，いわゆる「PDCA」活動による品質保証活動を行っている点は，第 4 章第 3 の 4 で述べた事故防止に係る安全確保対策の場合と同様である。

(4) 第 4 章及び第 5 章第 1 で述べた安全確保対策に加えて，以上のようなより一層の安全性向上対策を実施することにより，本件発電所の安全機能はさらに大幅に強化されている。以下では，このようなより一層の安全性向上対策の内容について，上記①から④に分けて述べる。



## 2 より一層の安全性向上対策の内容

### (1) 炉心の著しい損傷を防止する対策

債務者は、「異常状態」に対して原子炉の安全性を損なうことがないように設計することが求められる「安全上重要な設備」がその安全機能を喪失し、事故防止に係る安全確保対策が奏功しない場合に、炉心の著しい損傷に至る可能性がある事象として、「ECCS注水機能喪失」、「全交流電源喪失」その他様々な事象を想定し、そのような場合にも炉心の著しい損傷に至ることを防止するための対策を講じている。以下では、「ECCS注水機能喪失」及び「全交流電源喪失」を例に説明する。

#### ア 「ECCS注水機能喪失」事象

第4章第3の3(3)で述べたとおり、原子炉の運転中に、1次冷却材管が破損するなどしてLOCAが発生した場合、原子炉がすみやかに自動停止し、多重性及び独立性を備えて高い信頼性を持つ「安全上重要な設備」であるECCS<sup>33</sup>が作動し、機能する。すなわち、ECCSの蓄圧注入系、高圧注入系及び低圧注入系が作動し、原子炉内の圧力が高い場合は高圧注入系が有効に機能し、原子炉内の圧力が低下するにつれて、蓄圧注入系、低圧注入系の順に有効に機能して、ほう酸水が原子炉容器内に注入される。このようなECCSの機能等によって安全性を確保することができる。

「ECCS注水機能喪失」事象は、LOCAが発生した場合において、上記の信頼性の高いECCSのうち高圧注入系（図表28の「充てん／高圧注入ポンプ（高圧注入系）」）が、何らかの原因で2系列ともに機能喪失し、かつ外部電源がない事象をあえて想定するものである。このような事象を想定した場合、原子炉はすみやかに自動停止するが、1次冷却材が流

---

<sup>33</sup> 第3章第2の5(1)を参照。

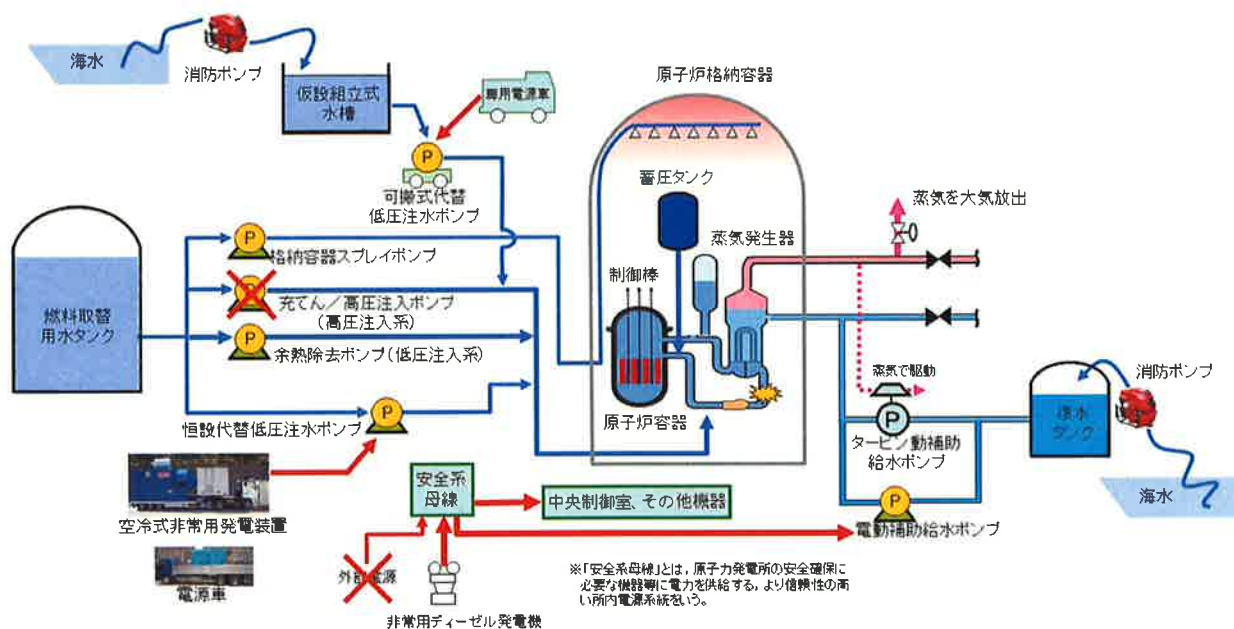
出する一方、高圧注入系が作動せず、ほう酸水が注入されないことで、炉心の冷却能力が低下し、炉心の著しい損傷に至るおそれがある。

このような状況に対処するため、本件発電所では、蒸気発生器を通じたすみやかな除熱（蒸気発生器で1次冷却材の熱を2次冷却材に伝えて原子炉の残留熱を除去する）によって原子炉内の圧力を下げた上で、蓄圧注入系（図表28の「蓄圧タンク」）により炉心にほう酸水を注入し、さらに原子炉内の圧力が下がった後に低圧注入系（図表28の「余熱除去ポンプ（低圧注入系）」）又は恒設代替低圧注水ポンプ<sup>34</sup>により炉心に冷却水を注入する手段を確保している。この手段により炉心を冷却することで、炉心の著しい損傷を防止することができる。

（以上につき、図表28，乙45，添付書類八，8-1-560～8-1-570頁，添付書類十，10-7-222～10-7-225頁）

---

<sup>34</sup> 恒設代替低圧注水ポンプは、燃料取替用水タンクを水源とし、原子炉に注水するものである。なお、1次冷却材の減少時に冷却水を炉心に直接注入するための設備として、恒設代替低圧注水ポンプに加えて、可搬式の代替低圧注水ポンプも配備している（第3章第3の2（3）を参照）。これは、電源を必要としない消防ポンプにより海水を仮設組立式水槽に汲み上げて水源とし、原子炉に注水するものであり、この可搬式代替低圧注水ポンプは専用の電源車を備えている。



【図表 2 8 E C C S 注水機能喪失に係る炉心損傷防止対策】

## イ 「全交流電源喪失」 事象

(ア) 第 3 章第 2 の 3 で述べたとおり，外部電源については，本件発電所に接続する送電線として合計 3 ルート 5 回線を設け，異なる変電所に連系することで独立性を持たせている。また，発電機及び外部電源が機能喪失した場合に備えて，本件発電所では，1 台で必要な電力を供給できる容量を持つ非常用ディーゼル発電機を各号機につき 2 台ずつ備え，それぞれ独立した区画に分離して設置し，十分な燃料を備蓄している。

(イ) 「全交流電源喪失」事象 (S B O) は，原子炉の運転中に，独立性を持たせた複数回線の外部電源が全て喪失するだけでなく，非常用ディーゼル発電機からの電力供給も全て喪失し，その結果，「安全上重要な設備」に必要な交流電源が喪失する事象をあえて想定するものである。

このような事象を想定した場合，プラント停止<sup>35</sup>とほぼ同時に，「安全

<sup>35</sup> 前述のとおり，制御棒駆動装置の電源が何らかの原因で喪失した場合にも，自重により制御棒が炉心に落下し，原子炉を自動停止するようになっている。

上重要な設備」として格段に高い信頼性を有し、動力源としてそもそも電力を必要としないタービン動補助給水ポンプが起動し、蒸気発生器への2次冷却材の給水が行われ、蒸気発生器で発生した蒸気を主蒸気逃がし弁等から大気に放出することで、交流電源を要せずに安定的に原子炉を冷却できる（図表10）。

もともと、タービン動補助給水ポンプの水源である復水タンクの水が枯渇すると、蒸気発生器への2次冷却材の給水を継続できなくなる。他方、1次冷却材ポンプは、その構造上、全交流電源喪失時にはポンプ内部から1次冷却材がわずかずつ漏えいするが、ECCSの蓄圧注入系はほう酸水の量に限りがあり、1次冷却材の継続的な漏えいには対処できないし、全交流電源喪失時には電動の高圧注入系及び低圧注入系の動作を期待することもできない。したがって、炉心の著しい損傷に至る事態を避けるためには、復水タンクの水が枯渇するまでに他の水源を確保する設備や、1次冷却材の漏えいに対処するための設備が必要になる。また、監視計器等に必要な電力は蓄電池から供給されるが、いずれ枯渇してしまうことから、これらの設備に電力を供給する設備も必要となる。

そこで、本件発電所では、電源を必要としない消防ポンプ等を備え、タービン動補助給水ポンプの水源である復水タンクの水が枯渇する前に、発電所構内の純水を貯蔵しているタンクや海から、必要な水量を蒸気発生器に供給し、原子炉の冷却を維持できるようにしている。また、1次冷却材の漏えいに対処するため、恒設代替低圧注水ポンプ<sup>36</sup>を備えて、冷却水を原子炉容器に直接注入することとしている。この恒設代替低圧注水ポンプや監視計器等に電力を供給するために、空冷式非常用発電装置等の代替電源設備を備えている。加えて、恒設代替低圧注水ポ

---

<sup>36</sup> 恒設代替低圧注水ポンプは、燃料取替用水タンクを水源とし、原子炉容器内に注水する。

ンプの機能喪失に備えて、専用の電源車を有する可搬式代替低圧注水ポンプ<sup>37</sup>も配備している。

(以上につき、図表 2 9, 乙 45, 添付書類八, 8-1-560~8-1-570 頁, 添付書類十, 10-7-44~10-7-50 頁)

(ウ) 以下、緊急対応時における電源設備の重要性に鑑み、上記の代替電源設備について具体的に述べる。

代替電源設備としては、炉心損傷及び原子炉格納容器破損並びに使用済燃料ピット内の燃料体の損傷を防止するために必要な機器に交流電源を供給する（例えば恒設代替低圧注水ポンプに動力源としての電力を供給する）とともに、直流電源の供給（プラントの監視等に必要な機器への電源供給）も可能な、空冷式非常用発電装置を設けている。

空冷式非常用発電装置は、各号機に、当該号機の重大事故等対処施設に必要な電力を供給できるものを配備している<sup>38</sup>。

仮に、ある特定の号機の空冷式非常用発電装置がいずれも機能喪失した場合であっても、号機間電力融通恒設ケーブルにより、他の号機の非常用ディーゼル発電機から電力を供給できる対策を講じており、また、号機間電力融通恒設ケーブルが使用できない場合に備えて、号機間電力融通予備ケーブルも配備している。

さらに、本件発電所の各号機に、監視計器等に必要な電力を 1 台で供給できる電源車を 2 台ずつ設置し、さらに、予備として 1 台の電源車を備えている。

このほか、蓄電池についても、24 時間にわたり監視計器等に直流電源の供給を行うことができるよう増強している。

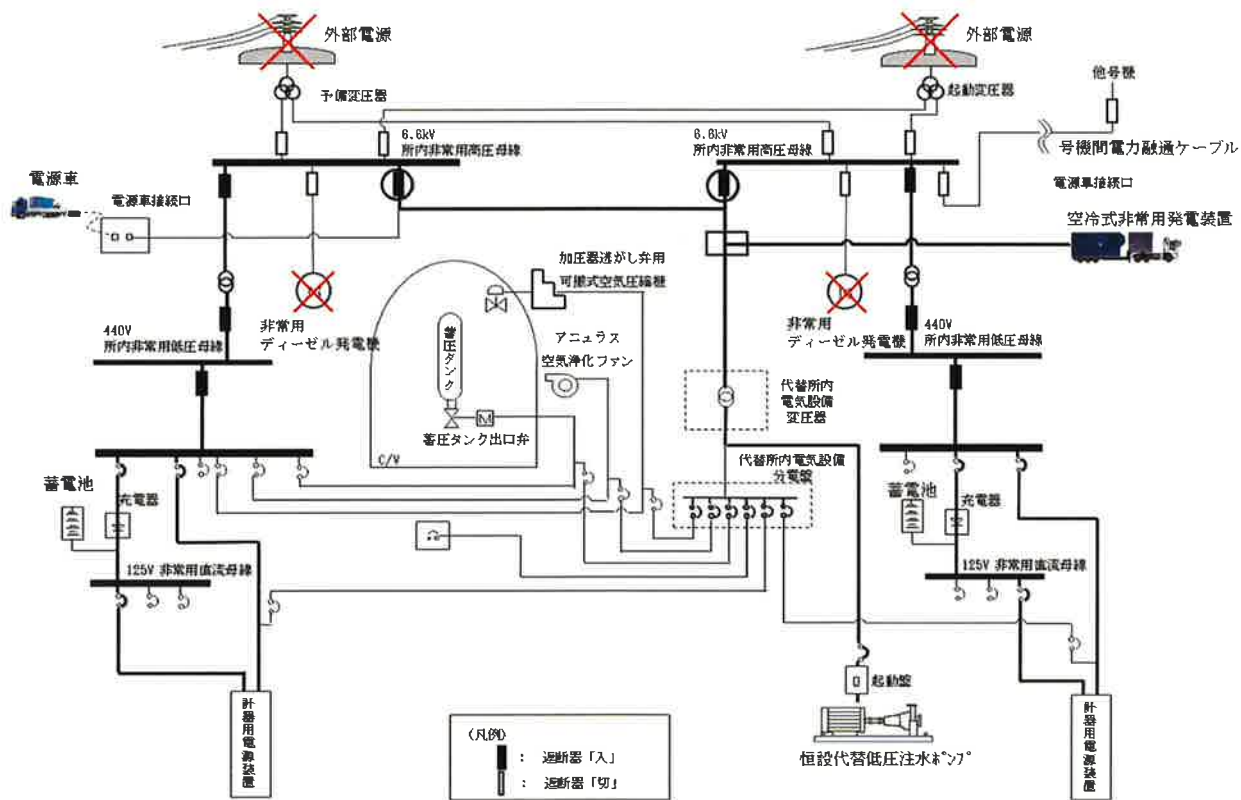
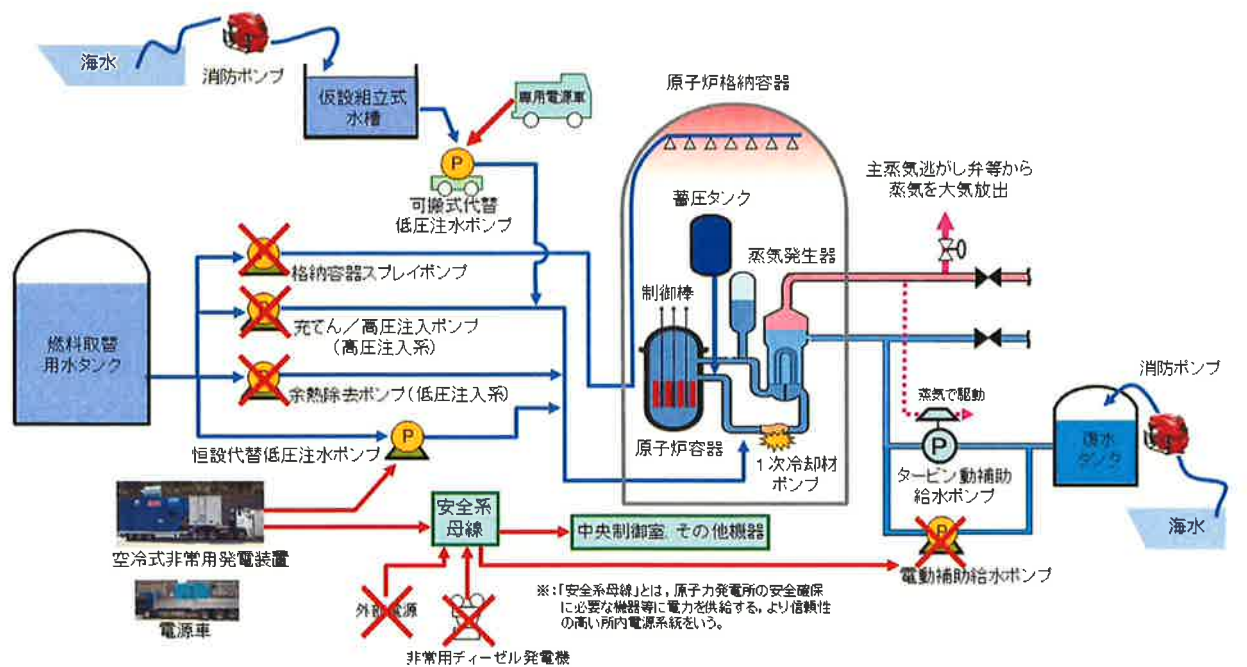
---

<sup>37</sup> 脚注 34 を参照。

<sup>38</sup> 空冷式非常用発電装置は、非常用ディーゼル発電機と同じ A 重油を燃料としており、非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵用タンクに備蓄された燃料は、空冷式非常用発電装置にも使用できるようにしている。

(図表 2 9, 乙 45, 添付書類八, 8-10-11~8-10-14 頁)

(エ) 以上のように, 本件発電所では, 万一, 全交流電源を喪失した場合でも, 炉心を継続的に冷却し, 炉心の著しい損傷を防止できる対策を十分に講じている。



【図表 2 9 全交流電源喪失に係る炉心損傷防止対策】

## (2) 原子炉格納容器の破損を防止する対策

ア 債務者は、上記(1)の対策が奏功せず、炉心の著しい損傷が生じるに至った場合をあえて仮定し、かかる場合に、原子炉格納容器が破損し、周辺環境へ放射性物質が異常な水準で放出される可能性がある事象として、「原子炉格納容器過圧破損」に至る事象等の様々な事象を想定し、そのような場合にも原子炉格納容器が破損することを防止する対策を講じている。

イ 「原子炉格納容器過圧破損」に至る事象の1つを例にとって説明する。同事象は、原子炉の出力運転中に、1次冷却材管の大規模な破断(大規模なLOCA)が発生した場合に、かかる事態に対処する信頼性の高いECCS及び原子炉格納容器スプレイ設備がいずれも全てその機能を喪失することをあえて想定するものであり、対策の検討にあたっては、全交流電源を喪失することまでも想定する。この場合、炉心が著しく損傷し、このまま何も対策を講じなければ、原子炉格納容器内へ流出した高温の1次冷却材が蒸気になって膨張するなどして原子炉格納容器の圧力が異常に上昇し、破損に至る可能性がある。そこで、債務者は、原子炉格納容器内の圧力上昇を抑制するため、以下のような対策を講じている。

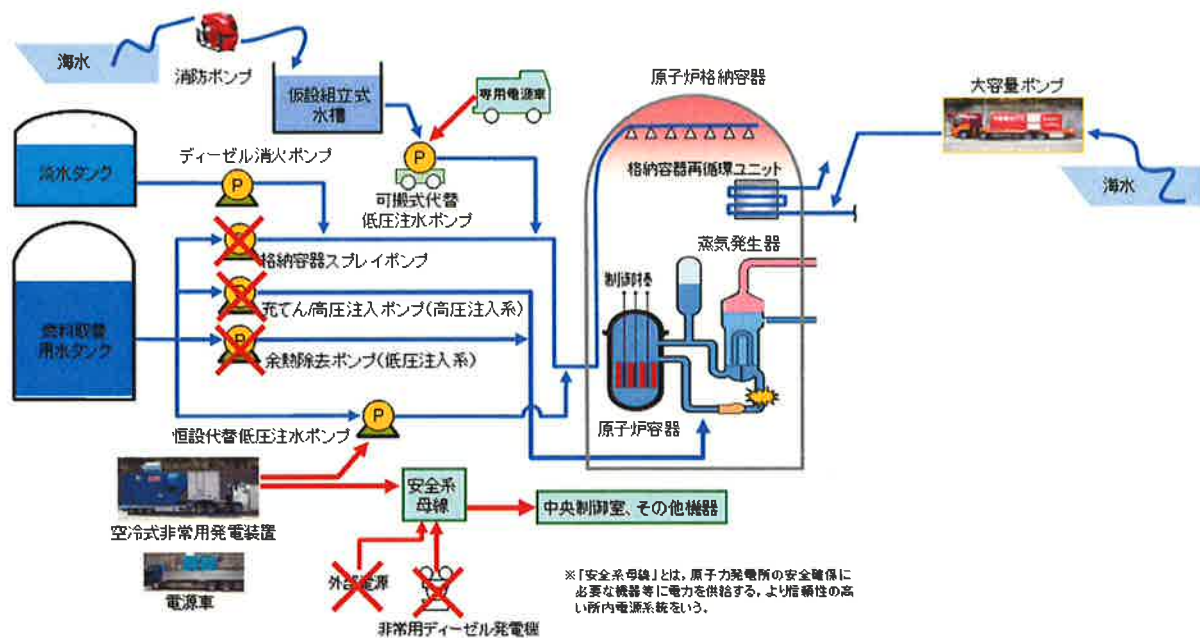
ウ まず、従来から、淡水タンクの水を、消火ポンプを用いて原子炉格納容器スプレイ配管に送水できるルートを設置している。また、上記(1)イで述べた恒設代替低圧注水ポンプ及び可搬式代替低圧注水ポンプは、1次冷却材減少時の原子炉への直接注水という用途に加えて、原子炉格納容器スプレイ配管を通じてスプレイリングから原子炉格納容器内に注水(水を噴霧)できるようにしており、後者の機能により、原子炉格納容器内の圧力上昇を抑制することができる。

さらに、自然対流冷却による原子炉格納容器内の除熱を可能とする格納



容器再循環ユニット<sup>39</sup>や、海水ポンプ<sup>40</sup>の代替となるディーゼル駆動式の大容量ポンプを配備しており、これらの設備によって、原子炉格納容器内の温度や圧力を低下させることが可能である<sup>41</sup>。(乙 45, 添付書類十, 10-7-395~10-7-401 頁)

以上のように、大規模なLOCAに際して、ECCSや原子炉格納容器スプレイ設備が機能喪失したような場合であっても、原子炉格納容器の過圧破損を防止できる対策を十分に講じている(図表30)。



【図表30 原子炉格納容器過圧破損防止対策】

<sup>39</sup> 格納容器再循環ユニットは、冷却コイルを内蔵し、原子炉補機冷却水設備により冷却コイルへ冷却水を供給することにより、原子炉格納容器気相部の自然対流冷却で、原子炉格納容器内の温度や圧力を低下させる。なお、原子炉補機冷却水設備とは、原子炉補機(余熱除去冷却器、格納容器スプレイ冷却器、使用済燃料ピット冷却器等)に冷却水(原子炉補機冷却水)を供給する設備であり、原子炉補機冷却水冷却器、原子炉補機冷却水ポンプ等により構成される。原子炉補機冷却水は、原子炉補機冷却海水設備から原子炉補機冷却水冷却器に供給される冷却海水により冷却される。

<sup>40</sup> 海水ポンプは、原子炉補機冷却水冷却器、非常用ディーゼル発電機等の各機器を冷却するために必要な海水を汲み上げる設備である。

<sup>41</sup> 万一、全ての海水ポンプに加えて、全ての原子炉補機冷却水ポンプが機能喪失した場合であっても、原子炉補機冷却海水設備(原子炉補機冷却水設備へ冷却海水を供給する設備)と原子炉補機冷却水設備とを直接接続し、大容量ポンプから格納容器再循環ユニットへ海水を直接通水することにより、原子炉格納容器内の温度や圧力を低下させることが可能である。

### (3) 使用済燃料ピット内の燃料体の著しい損傷を防止する対策

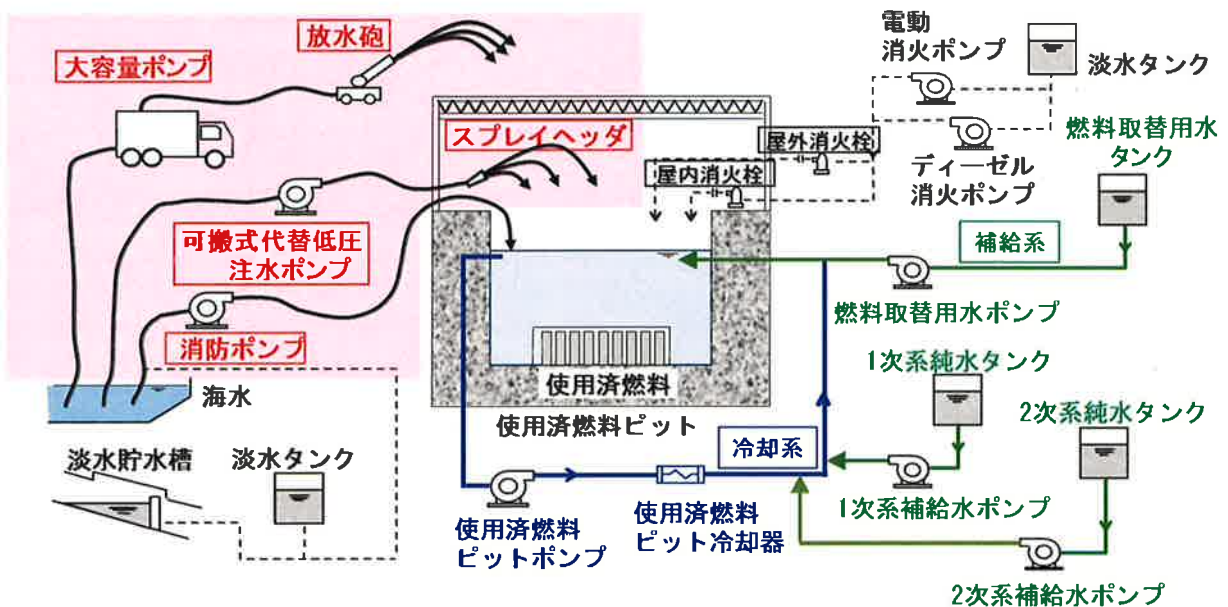
ア 債務者は、①信頼性を有する使用済燃料ピットの冷却機能及び補給機能（注水機能）を喪失して、使用済燃料ピット水の蒸発により水位が低下する事象や、②①の事象に加えて、使用済燃料ピットに接続する配管の破断により、使用済燃料ピット水の漏えいが発生してその水位が低下する事象をあえて想定し、このような事象に至った場合においても、使用済燃料ピット内の燃料体の著しい損傷を防止する対策を講じている。

イ 上記①の事象が発生すると、使用済燃料ピットの水温が上昇し、蒸発により水が減少して燃料体の冠水状態が維持できなくなり、水の補給がなければ燃料体の著しい損傷が生じるおそれがある。また、上記②の事象が発生すると、構造上、配管の破断に起因した水の漏えいは一定の水位（使用済燃料ピットに接続する出口配管の下端の水位）に達した時点で止まるものの、上記①の事象と同様、水の補給がなければ、使用済燃料ピット水の蒸発により、冠水状態を維持できなくなった燃料体に著しい損傷が生じるおそれがある。このような状況に対処するため、債務者は、上記①又は②の事象が生じて使用済燃料ピットの水温又は水位が管理値から乖離した場合には、消防ポンプにより海水を使用済燃料ピットへ代替注水することで、燃料体の冠水状態を維持することとしている。なお、淡水タンク等の本件発電所構内の各種タンクが使用可能であれば、各種タンクを水源として代替注水を行う。（図表3 1，乙 45，添付書類十，10-7-619～10-7-621 頁，10-7-638～10-7-640 頁）

ウ なお、使用済燃料ピットは、基準地震動に対する耐震安全性を備えており、格段に高い信頼性を有する「安全上重要な設備」であるから、大量の使用済燃料ピット水が漏えいし、上記の代替注水によっても水位の低下が継続するような事象に至ることは考えられない。

しかしながら、債務者は、このような事象をもあえて想定し、可搬式代替低圧注水ポンプ及びスプレイヘッド等を配備し、これらによる使用済燃料ピットへの直接散水（スプレイ）による注水を行うことで、燃料体の著しい損傷の進行を緩和し、できる限り環境への放射性物質の放出を低減する対策も講じている。

さらに、原子炉補助建屋が損壊した場合又は原子炉補助建屋に近付けない場合等、万一、上記設備での直接散水（スプレイ）による注水が困難となる場合に備えて、大容量ポンプ及び放水砲を配備し、これらの設備を用いて使用済燃料ピットへ放水できるようにしている。（図表 3 1，乙 45，添付書類八，8-4-30～8-4-32 頁）



【図表 3 1 使用済燃料ピット内の燃料体の著しい損傷を防止する対策】

#### (4) 運転停止中における原子炉内の燃料体の著しい損傷を防止する対策

債務者は、原子炉停止の際の初期段階では主給水ポンプ等を用いて蒸気発生器へ給水し、蒸気発生器を介して1次冷却材の冷却（残留熱の除去）を行

っている（主給水設備が機能喪失した場合等は補助給水設備により給水する）。そして、1次冷却材の圧力及び温度が所定のレベルまで低下した段階で、「安全上重要な設備」である余熱除去設備（余熱除去ポンプ及び余熱除去冷却器）による冷却に切り替え、以降の停止中の冷却は余熱除去設備により行う。

債務者は、格段に高い信頼性を有する余熱除去設備が機能喪失した場合等をあえて想定して、そのような場合でも、恒設代替低圧注水ポンプ等を用いて、原子炉内にある燃料体の著しい損傷を防止する対策を講じている。

こうした対策により、万一、原子炉停止中に、残留熱除去機能を喪失する事態等が生じて、原子炉内の燃料体の著しい損傷を防止することができる。

（乙 45、添付書類十、10-7-657～10-7-660 頁等）

### 第3 テロリズムへの対策の強化

- 1 債務者は、従来から、本件発電所において防護区域、周辺防護区域、警備区域を設定し、各区域の境界で本人確認や物品検査といった出入管理を行っていたところ、新規制基準の施行を受けて、防護区域では出入管理としてさらに爆発物検査を実施するとともに、警備区域を立入制限区域<sup>42</sup>として、センサー・監視カメラ等の監視装置を充実させた。また、防護区域内外の枢要設備<sup>43</sup>の防護を強化した。
- 2 さらに、債務者は、新規制基準の施行を受けて、故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによって本件発電所の大規模な損壊が発生した場合に

---

<sup>42</sup> 原子力発電所においては、施設等の重要度に応じ、鉄筋コンクリート造の障壁によって区画された「防護区域」を設定し、その外側に柵等の障壁によって区画された「周辺防護区域」を設定し、部外者の侵入を防止している。これらの区域への部外者の侵入をより確実に防止するため、「周辺防護区域」のさらに外側に設けられた区域が「立入制限区域」であり、柵等の障壁を設け、監視装置等を設置することにより、部外者の侵入を早期に察知、阻止できるようにしている。

<sup>43</sup> 枢要設備とは、妨害行為又は破壊行為により、原子炉又は使用済燃料ピットを冷却する機能が喪失し、原子炉又は使用済燃料ピット内の核燃料物質を発電所の外に漏出させることとなるおそれがある設備をいう。

備えた体制の整備等を行った。これについては、答弁書 18～21 頁で述べたとおりである。

## 第6章 重大事故発生の機序等に関する債権者の主張に対する反論

第2章で述べたように、そもそも、北朝鮮が本件発電所をミサイル攻撃の対象として選定し、かつ、このミサイル攻撃を実行に移す具体的かつ現実的な危険が切迫しているとは到底いえない。また、万一このミサイル攻撃が実行に移されたとしても、ミサイル防衛態勢が整備されている上、北朝鮮のミサイルが、本件発電所の原子炉容器、原子炉格納容器を囲む外部遮へい建屋、使用済燃料ピットのある燃料取扱建屋、中央制御室のある補助一般建屋、海水ポンプ室等の所在する範囲に命中する確率の低さを踏まえると、本件発電所に命中する蓋然性は極めて低い。

このように、本件発電所に向けてミサイルが発射され、かつ命中する蓋然性は極めて低いと考えられ、本件発電所が北朝鮮によるミサイル攻撃の対象とされ、かつ命中するという高度の蓋然性が何ら疎明されていないところではあるが、以下では、このような蓋然性の問題を捨象し、債権者が主張するような設備の損傷をあえて仮定した場合であっても、必ずしも炉心の著しい損傷等といった重大事故に至るわけではないことを、念のため、第3章から第5章までで述べた本件発電所の安全対策の内容を踏まえて明らかにし、重大事故発生の機序等に関する債権者の主張に対して反論する。

### 第1 原子炉建屋周辺の諸設備にミサイルが着弾等した場合

#### 1 非常用海水系及び関連設備に着弾等した場合

##### (1) 債権者の主張

債権者は、非常用海水系設備が機能を失えば、他の施設が健全であっても、炉心冷却が不能になり、重大事故に至るかのように主張する。そして、同設備が機能喪失するケースとして、①非常用海水系の取水ポンプ・熱交換器・配管系等の損傷による取水不能、②海水の取水路の爆破による取水不能、③非常用電源設備の損傷による非常用海水系のポンプ及び弁等の運転不能、④

運転制御のための信号ケーブル・制御ケーブルの損傷による海水系の各種機器の運転不能，⑤非常用電源設備のための燃料タンク，燃料移送系統設備の損傷，の5種類を挙げる。（債権者準備書面（5）2～3頁，債権者準備書面（9）11頁）。

## （2）債務者の反論

しかしながら，債権者が挙げる5種類のケースが仮に現実のものとなったとしても，本件発電所の安全性は確保され，炉心の著しい損傷等の重大事故に至ることはない。債権者が挙げる上記ケースは，（i）原子炉補機冷却海水設備の損傷（①，②，④），（ii）非常用電源設備の損傷（③，⑤）の2つに区分できることから，以下，この2つに分けて反論する。

### ア 原子炉補機冷却海水設備が損傷した場合

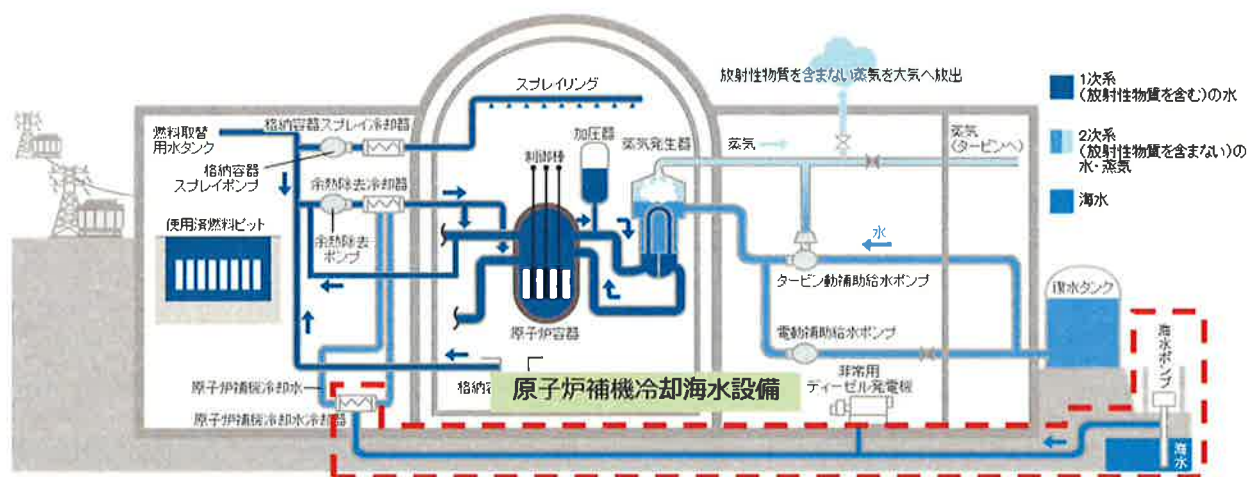
第3章第2の4（2）で述べたとおり，原子炉内の残留熱を伝えられた1次冷却材は，余熱除去冷却器で原子炉補機冷却水に熱を伝えることで冷却される。また，使用済燃料の残留熱を伝えられた使用済燃料ピット水は，使用済燃料ピット冷却器で原子炉補機冷却水に熱を伝えることで冷却される。

原子炉補機冷却海水設備とは，原子炉補機冷却水に伝えられた熱を海水に伝えることで，原子炉補機冷却水を冷却する設備をいい，取水路・海水ポンプ・海水を運搬する配管・原子炉補機冷却水冷却器（債権者のいう「熱交換器」はこれを指すものと思われる）から構成される（図表32）。

原子炉補機冷却海水設備を構成する諸設備は多重性が確保されており，具体的には，本件発電所の取水路は1ルートのみで必要な量の通水が可能なものが2ルート，海水ポンプは1台で原子炉の冷却に必要な能力を有するものが3台，配管は1系統で必要な量の通水が可能なものが2系統，原

原子炉補機冷却水冷却器は2台で原子炉の冷却に必要な能力を有するものが4台、それぞれ設置されている（乙45、添付書類八、8-2-9頁<sup>44</sup>、8-5-114～116頁）。

そのため、各設備の損傷が一部にとどまれば、原子炉補機冷却海水設備は機能喪失せず、原子炉の冷却を継続することが可能である。



【図表32 原子炉補機冷却海水設備】

上記のような諸設備の多重性に鑑みれば、債権者が主張するような原子炉補機冷却海水設備の機能喪失に陥る事態はそもそも想定し難いが、あえてかかる事態の発生を仮定した場合、原子炉補機冷却水の熱を海水へ伝えることができなくなるため、余熱除去設備（第3章第2の4（2））を用いて原子炉内の残留熱を原子炉補機冷却水に伝える方法によって原子炉を冷却することはできなくなる。

しかしながら、このような場合であっても、第5章第2で述べた、より一層の安全性向上対策（重大事故等対策）を活用することにより、原子炉の冷却を継続できることから、重大事故に至ることはない。

<sup>44</sup> 同頁の第2.4.1図の中央右側の「取水口」から、「取水路」とは別の取水ルート（点線部分）を設けている。



すなわち、第5章第2の2(1)で述べた炉心の著しい損傷を防止する対策では、想定事象の1つとして「全交流電源喪失」事象(SBO)を想定し、これに対する対策を講じている。この「全交流電源喪失」(SBO)事象は、原子炉の運転中に外部電源及び非常用ディーゼル発電機からの電力供給を全て喪失し、その結果、「安全上重要な設備」の稼働等に必要な交流電源を喪失する事象をあえて想定するものであるところ、動力源として電気が必要となる海水ポンプが使用不能となって原子炉補機冷却海水設備が機能喪失し、原子炉補機冷却水による冷却機能を失い、ひいては余熱除去設備が機能喪失する事態も、「全交流電源喪失」事象(SBO)の帰結として想定される事態といえる。換言すれば、「全交流電源喪失」事象(SBO)は、原子炉補機冷却海水設備の機能喪失に伴って原子炉補機冷却水による冷却機能を喪失するという事象を包含していると評価できる。

したがって、債権者が主張するように原子炉補機冷却海水設備が機能喪失した場合をあえて仮定したとしても、第5章第2の2(1)で述べた「全交流電源喪失」事象(SBO)に対する対策、すなわち、タービン動補助給水ポンプによる蒸気発生器への2次冷却材の給水、発生した蒸気の大気への放出によって安定的に原子炉を冷却するなどの対策によって、原子炉補機冷却海水設備に頼ることなく原子炉の冷却を継続することができ、重大事故に至ることはないのである。

#### イ 非常用電源設備が損傷した場合

非常用電源設備(非常用ディーゼル発電機)は、常用電源設備である外部電源を喪失した際に活用する設備である。そのため、外部電源による受電が継続できている限り、非常用電源設備の損傷の有無にかかわらず、原子炉補機冷却海水設備への電力供給を継続することは可能であり、原子炉補機冷却海水設備がその機能を喪失することはない。したがって、仮に、

債権者が主張するように非常用電源設備を損傷したとしても、原子炉の冷却を継続することができ、重大事故に至ることはない。

なお、第3章第2の3(1)で述べたとおり、本件発電所の外部電源は、送電及び受電が可能な500kV(キロボルト)送電線を2ルートで4回線、受電専用の77kV送電線を1ルートで1回線、合計で3ルート5回線を確保している。また、500kV送電線と77kV送電線とは異なった変電所へ連系するなどして各々独立性を持たせるとともに、地すべり等で電力の供給が全て同時に停止しないよう、送電線を同一の送電鉄塔に架設しないこととするなどしている。そのため、仮に、外部電源の設備の一部が損傷しても、1ルートでも機能喪失を免れれば、外部電源による受電は可能である。また、第3章第2の3(2)で述べたとおり、外部電源を喪失した場合に起動する非常用電源設備は、1台で必要な能力を有するものを本件発電所の各号機に2台ずつ設置しており、1台が使用不能になるだけでは機能喪失しない。

さらに、第3章第3の1で述べたとおり、万一、この非常用電源設備までその機能を喪失する事態(「全交流電源喪失」事象(SBO))に至った場合でも必要な電力を供給できるよう、代替電源設備として、空冷式非常用発電装置、号機間電力融通恒設ケーブル及び同予備ケーブル、電源車、蓄電池等を備えている。

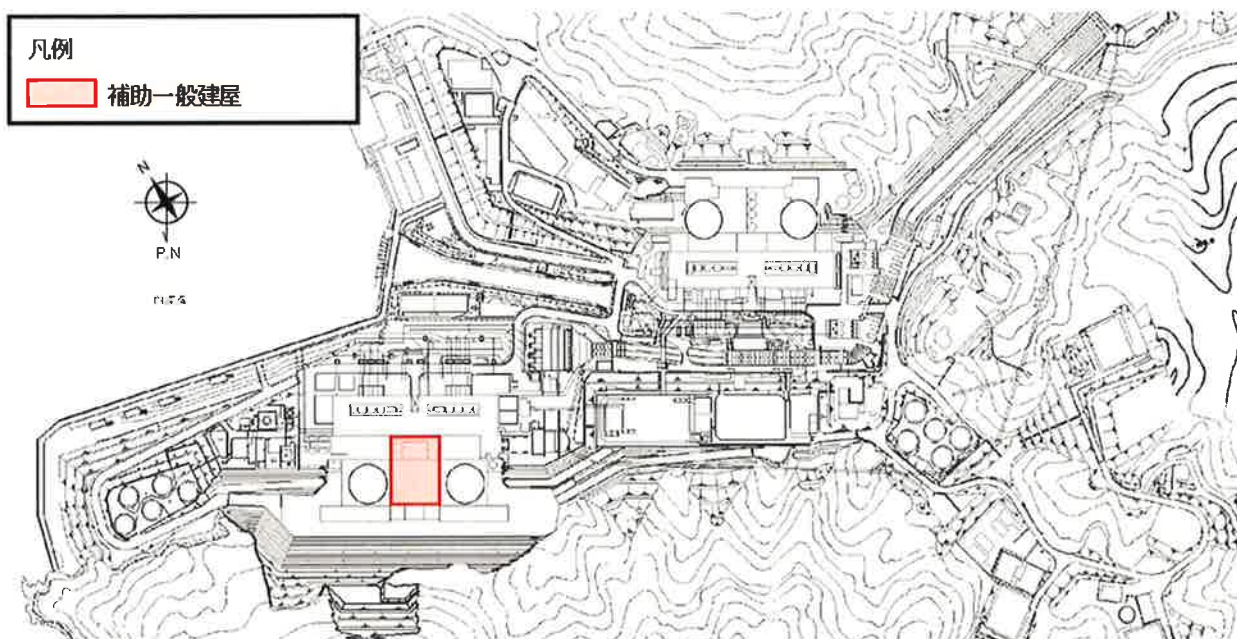
## 2 中央制御室に着弾等した場合

### (1) 債権者の主張

債権者は、中央制御室にミサイルが着弾した場合、死傷者が発生し、本件発電所の各系統の運転操作に必要な制御装置が破壊されて、安全系統設備の運転操作も不能になるから、重大事故に至ると主張する(債権者準備書面(5)3頁、債権者準備書面(9)11頁)。

## (2) 債務者の反論

しかしながら，中央制御室は原子炉補助建屋（補助一般建屋）内に設置されているところ，当該建屋は堅固な鉄筋コンクリート造の外部遮へい建屋や周辺の山々に囲まれた場所に設置されている（図表 3 3，乙 45，添付書類八，8-2-5～8-2-6 頁，8-2-10 頁）。そのため，仮に外部から本件発電所をミサイルで攻撃するとしても，ミサイルを当該建屋に命中させることは容易ではない。また，中央制御室が設置されている補助一般建屋は堅固な鉄筋コンクリート造であり，中央制御室自体も鉄筋コンクリート造の構造物で覆われていることから（乙 45，添付書類八，8-1-152 頁，8-2-5～8-2-6 頁，8-6-76 頁），中央制御室まで被害が及ばないことも想定される。



【図表 3 3 補助一般建屋の位置】

仮に中央制御室内の制御装置（操作盤）が損壊しても，中央制御室以外の場所に設置された装置（中央制御室外原子炉停止装置）によって，原子炉の停止及び冷却に必要な操作を行うことができ，重大事故に至ることはない

(乙 45, 添付書類八, 8-6-69 頁)。

また, 上記装置までもが機能喪失する事態をあえて仮定したとしても, 前述した全交流電源喪失事象 (SBO) に対する対策で述べた, タービン動補助給水ポンプによる蒸気発生器への 2 次冷却材の給水, 発生した蒸気の主蒸気逃がし弁等からの放出といった手順によって, 原子炉内の熱を十分に逃がすことができる (タービン動補助給水ポンプは主蒸気管から分岐して蒸気タービンへ蒸気を送る配管のバルブを手動で開くことで起動でき, また, 主蒸気逃がし弁等もバルブを手動で操作することで開閉できることから, 制御系統を経由することなく直接操作することが可能である。)。さらに, タービン動補助給水ポンプの水源である復水タンクの水が仮に枯渇しても, 消防ポンプ等で他のタンクや海から水を補給することが可能である。

なお, 仮に, 中央制御室の運転員が業務を遂行できなくなった場合は, 高浜発電所 1 号機及び 2 号機の運転員を含む他の要員が代替要員となる。また, 中央制御室による設備の監視機能が失われた場合は, 目視や可搬型計測器等による状況把握の手順が整備されている (乙 45, 添付書類十, 10-5-37 頁, 10-5-40~41 頁, 10-5-207 頁)。

以上より, 債権者が主張するように中央制御室内の制御装置 (操作盤) や制御系統が機能喪失する事態をあえて仮定したとしても, 原子炉の冷却を継続することができる。

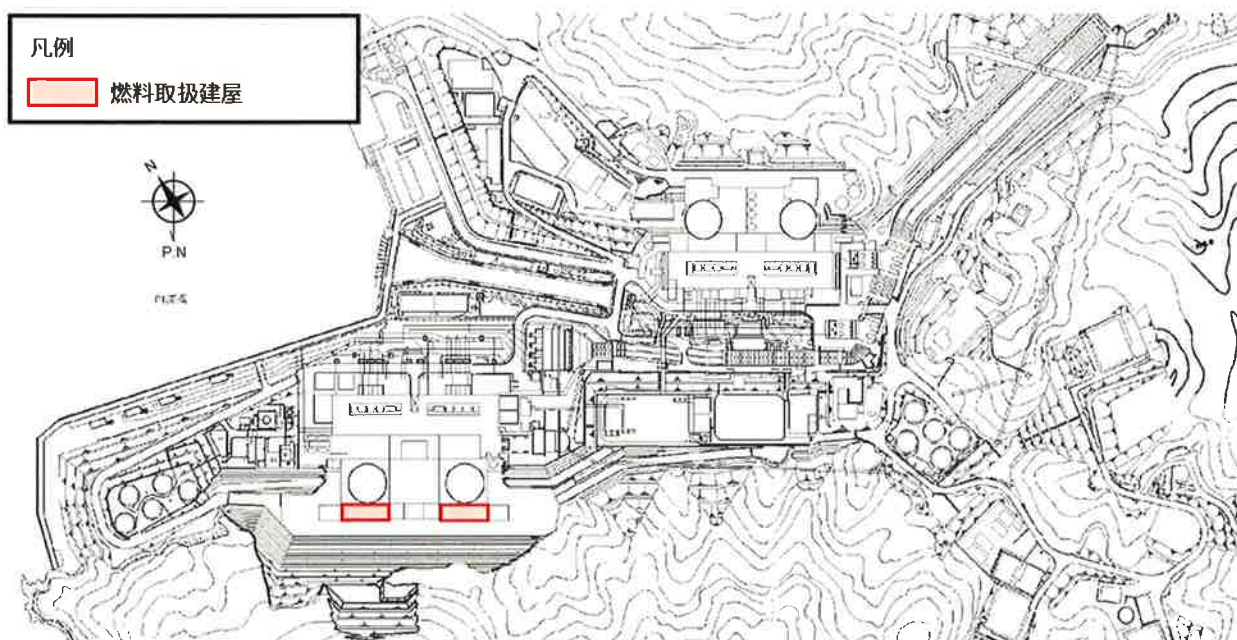
### 3 使用済燃料ピットに着弾等した場合

#### (1) 債権者の主張

債権者は, 使用済核燃料貯蔵設備 (使用済燃料ピット) に着弾等した場合, 使用済燃料が破壊され, 大量の放射性物質が放出されて, 本件発電所の運転操作に携わる人員は全員退避せざるを得なくなり, 重大事故に至るかのよう  
に主張する (債権者準備書面 (5) 3 頁)。

## (2) 債務者の反論

しかしながら、使用済燃料ピットは原子炉補助建屋（燃料取扱建屋）内に設置されているところ、当該建屋は鉄筋コンクリート造の外部遮へい建屋や周辺の山々に囲まれた場所に設置されている（図表34、乙45、添付書類八、8-1-152頁、8-2-5～8-2-6頁、8-2-10頁）。そのため、仮に外部からミサイルによる攻撃を受けることを想定しても、当該建屋に命中させることは容易ではない。この点、債権者側に協力している後藤政志氏の意見書（疎甲84）においても、使用済燃料ピットの脅威は限定的としている（疎甲84、25～28頁）。



【図表34 燃料取扱建屋の位置】

なお、仮に使用済燃料ピットの壁面が損傷した場合は、第5章第2の2(3)で述べた使用済燃料ピット内の著しい損傷を防止する対策を活用し、環境への放射性物質の放出の低減を図ることになる。

仮に、ミサイルが使用済燃料ピット内の燃料に直撃し、放射性物質が大量

に放出したとしても、本件発電所の中央制御室は、放射線からの遮へい能力を有し、換気機能等の居住性を備えていることから（乙 45，添付書類八，8-6-70～8-6-77 頁），本件発電所の運転操作に携わる人員が全員退避を余儀なくされるような環境になるとは必ずしもいえない。

#### 4 外部電源系統との接続装置に着弾等した場合

##### （1）債権者の主張

債権者は、開閉所・変圧器・送電線系統等に着弾した場合、外部電源が断たれ、非常用電源設備が当面稼動したとしても、燃料切れ等による運転可能時間を過ぎた場合には電源供給を受けられず、炉心が冷却できずに損傷し、重大事故に至ると主張する（債権者準備書面（5）4 頁）。

##### （2）債務者の反論

ア しかしながら、上記で述べたとおり、本件発電所の外部電源は、合計 3 ルート 5 回線を確保し、各々独立性を持たせるとともに、地すべり等で電力の供給が全て同時に停止しないよう、送電線を同一の送電鉄塔に架設しないこととするなどしている。そのため、仮に外部電源の設備の一部が損傷しても、1 回線でも機能喪失を免れれば、外部電源による受電は可能である。

また、仮に外部電源を喪失した場合は、非常用電源設備による電力供給が可能であるところ、同設備の運転に必要な燃料は 7 日分備蓄され、その間に外部から燃料補給等の支援を受けられる体制を整備できるようにしているから（乙 45，添付書類十，10-5-7～10-5-8 頁），非常用電源設備が燃料切れで運転できなくなる事態に陥ることはない。

イ この点に関連して、債権者は、非常用電源設備（非常用ディーゼル発電機）が全て破壊されて全電源喪失となれば、炉心溶融に至るとも主張する

(債権者準備書面(9)11頁)。しかし、第3章第2の3(2)で述べたとおり、本件発電所の各号機に2台ずつ備えられている非常用電源設備は、障壁により独立した区画に分離して設置しており、全てが破壊される蓋然性が高いとはいえない。また、非常用電源設備が全て機能喪失した場合をあえて仮定しても、第3章第3の1で述べたとおり、本件発電所の各号機に代替電源設備として空冷式非常用発電装置を設けていること、号機間電力融通恒設ケーブル及び同予備ケーブルにより、高浜発電所1号機及び2号機を含む他の号機の非常用ディーゼル発電機から電力を供給できる対策を講じていること、本件発電所の各号機に監視計器等に必要な電力を供給できる電源車を設置していること等、電源の喪失によって炉心の冷却を継続できずに重大事故に至る事態を防ぐための充実した対策が講じられている。

ウ 以上のとおり、本件発電所では外部電源の喪失を防ぐための対策が講じられており、また、仮に外部電源が喪失したとしても、非常用電源設備による電力供給、さらには非常用電源設備が機能喪失した場合に備えた充実した対策によって、重大事故に至ることはない。

## 第2 原子炉格納容器にミサイルが直撃した場合

- 1 債権者は、本件発電所の原子炉格納容器にミサイルが直撃した場合を考えると、ミサイルは本件発電所の外部遮へい建屋の壁及び原子炉格納容器の鋼板を貫通し、さらに原子炉格納容器内の蒸気発生器、バルブ等の機器や1次系配管、制御棒駆動装置や制御棒クラスタ等を損傷させるおそれが強いとする。そして、核反応停止(原子炉の停止)に失敗し、1次冷却材を喪失し、重大事故は避けがたいなどと主張する(債権者準備書面(5)5~6頁、債権者準備書面(9)3~4頁)。

しかしながら、第2章で述べたとおり、そもそも本件発電所がミサイル攻撃

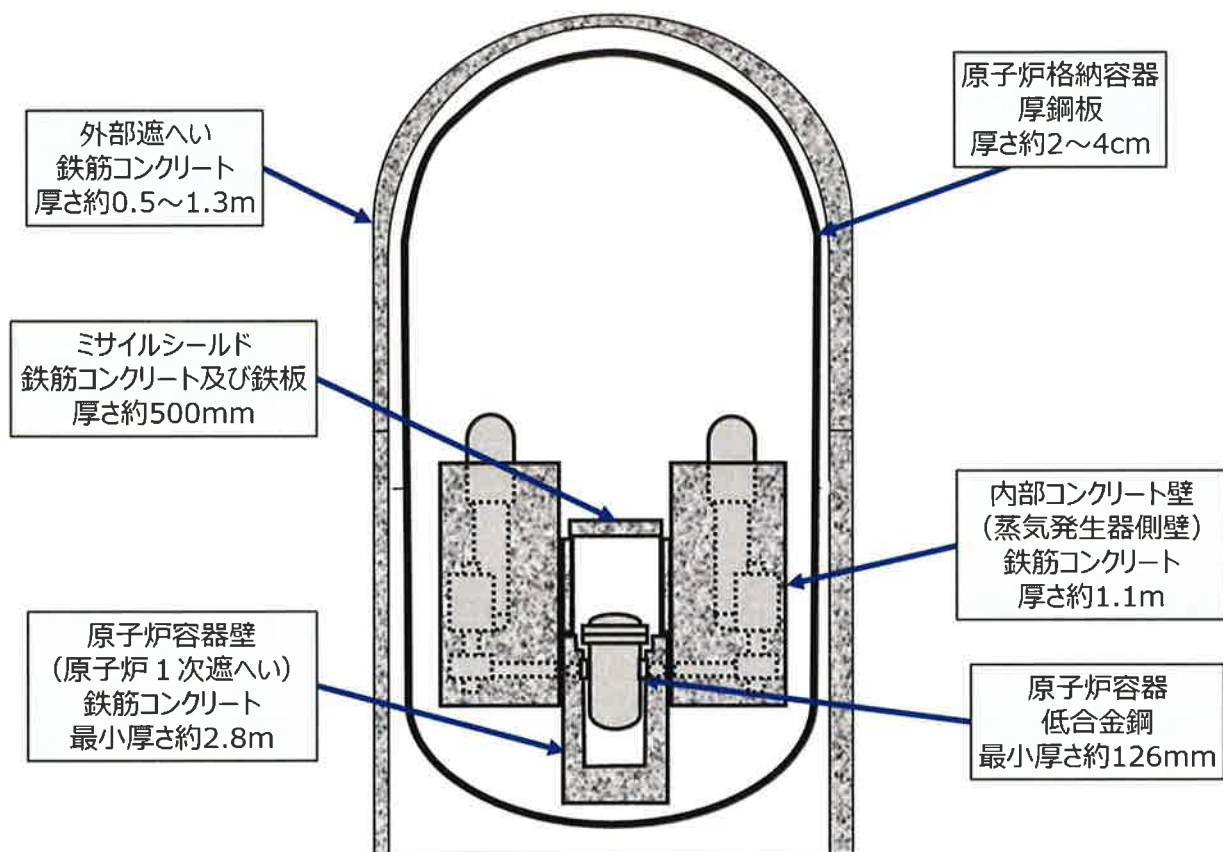
を受ける危険が切迫しているとはいえない上、仮に北朝鮮からミサイル攻撃を受けることを想定したとしても、債権者は、本件発電所に到達するミサイルの破壊力等を主張疎明できておらず、結局のところ、債権者の主張するシナリオは、債権者が具体的な裏付けなく仮定するものに過ぎない。

仮に債権者が主張するように、ミサイルが本件発電所の外部遮へい建屋の壁及び原子炉格納容器の鋼板を貫通したとしても、前者は厚さ約 1m の鉄筋コンクリート構造、後者は厚さ約 2～4cm の鋼板である上、原子炉格納容器の内部には、原子炉容器を直接取り囲む最小厚さ約 2.8m の鉄筋コンクリート壁（原子炉 1 次遮へい）や、原子炉冷却系機器を取り囲む厚さ約 1.1m の鉄筋コンクリート壁（蒸気発生器側壁）があるほか、さらに原子炉容器の上部には厚さ約 0.5 m の鉄筋コンクリート及び鉄板からなるミサイルシールド<sup>45</sup>等があり（図表 3 5, 乙 45, 添付書類八, 8-8-38 頁, 乙 48, 「ミサイルシールドの仕様について」）、これら多重の障壁によって制御棒駆動装置や 1 次冷却設備が損傷しない可能性も想定される。また、仮に 1 次冷却設備が損傷したとしても、損傷の程度が限定的で、第 3 章第 2 の 5（1）で述べた ECCS が健全であれば、炉心の冷却を継続し、重大事故を防止することができる。

---

<sup>45</sup> 制御棒駆動装置の破損等に伴う制御棒クラスタの飛び出し（ミサイル）を防ぐため、原子炉容器の上部に遮へい構造物（ミサイルシールド）を設置している。





【図表 3 5 外部遮へい建屋及び原子炉格納容器内部の構造】

2 債権者は、1次冷却材喪失事故に至り、制御棒駆動装置や制御棒クラスタが損傷変形すると、「核反応停止に失敗し、同時に冷却材喪失という極めて厳しい事故」になる（債権者準備書面（5）5頁）、核反応を止められずに冷却しても発生する熱量は極めて大きく、「原子炉停止ができないまま、一次系配管等が破損している可能性が高いので、そのまま冷却できなくなり炉心溶融・メルトダウンする」（債権者準備書面（9）9頁）とも主張する。

しかしながら、債権者は、核分裂連鎖反応についての理解を誤っている。確かに、原子炉の運転中に1次冷却材管の破断等によるLOCAが発生すれば、加圧により沸騰せず液体の状態であった高温（約300℃）の1次冷却材が急激に減圧されて水蒸気となり、炉心から1次冷却材が失われる。しかし、第3章第2の1（1）エで述べたとおり、炉心から1次冷却材が失われた場合、減速

材が失われることによって核分裂連鎖反応は自然に停止する。そして、ECCSにより注入される水は、中性子を吸収しやすい性質を有するほう酸水であり、この注入によっても核分裂連鎖反応は生じないのであるから、核分裂が継続するかのような前提でなされている債権者の主張は、極めてミスリーディングである。

- 3 なお、第2章で述べたとおり、北朝鮮が本件発電所をミサイル攻撃の対象として選定し、実際にミサイル攻撃を実行に移す具体的かつ現実的な危険が切迫しているとは到底いえないこと、また、北朝鮮のミサイルの命中精度は低く、原子炉格納容器を囲む外部遮へい建屋（半径25mの円に収まる）に対する命中率は著しく低いと考えられること等に照らせば、本件発電所の原子炉格納容器にミサイルが直撃した場合を前提として本件発電所の安全性を論じること自体が不合理であることを、念のため付言しておく。

### 第3 原子炉容器にミサイルが直撃した場合

- 1 債権者は、ミサイルが原子炉容器に直接着弾することがあり得るとし、この場合、原子炉容器及び同容器内の燃料が爆破され、大量の放射性物質が外部に放出されると主張する（債権者準備書面（5）6頁）。

しかしながら、かかる主張も、第2で述べたところと同様に、債権者が具体的な裏付けなく仮定するものに過ぎない。仮にミサイルが原子炉格納容器を貫通したとしても、前述のとおり、原子炉容器に至るまでには数々の障壁が存在するため、ミサイルが原子炉容器にまで到達しない可能性も十分想定される。また、原子炉容器自体が、厚さが最小でも約126mmの低合金鋼製という非常に堅固な設備であるから（乙45、本文81頁）、原子炉容器に至るまでの多重の障壁の効果と相まって、破壊が限定的なものにとどまる可能性も想定される。この破壊が第3章第2の5（1）で述べたECCSを活用することにより炉心の冷却を継続できる程度にとどまれば、同設備の活用によって重大事故を防止す

ることができる。

- 2 また、債権者は、「原子炉容器が破壊して、核燃料もバラバラになるような状態」の場合、「もはや核燃料を冷やすための水を入れる原子炉容器自体が壊滅しているので、重大事故対策等も全く役に立たない」とも主張するが（債権者準備書面（9）9頁）、本件発電所では、原子炉等規制法に基づき制定された新規規制基準により、重大事故等対策の一環としてのテロリズム対策が整備され、このような対策を可能な限り活用することになるのは、答弁書 18～21 頁で述べたとおりである。
- 3 なお、第2の3で述べたところに加えて、原子炉容器（半径 3mの円に収まる）が原子炉格納容器を囲む外部遮へい建屋（半径 25mの円に収まる）よりさらに大幅に小さい設備であることに鑑みれば、本件発電所の原子炉容器にミサイルが直撃する事態はなお一層想定し難く、かかる事態を前提として本件発電所の安全性を論じること自体が不合理であることを指摘しておく。

#### 第4 小括

以上述べたように、債権者が主張するような事態を仮に想定したとしても、必ずしも炉心の著しい損傷等といった重大事故に至るものではなく、かかる重大事故に至る場合は限定的である。したがって、自ら仮定する事態が発生した場合に当然に重大事故に至るかのように述べる債権者の主張には理由がない。

### 第7章 債権者準備書面（9）第4に対する反論

以下では、債権者準備書面（9）の「第4. 新規規制基準の重大事故対策ではミサイル攻撃に対処できないこと」における主張に対し、必要な範囲で反論する。

#### 第1 債務者の安全対策ではミサイル攻撃に対応できないとの点について

- 1 債務者は、主張書面（1）第3の5（2）（9頁）において、本件発電所では

新規制基準を踏まえた対策を講じており、万一、全交流電源を喪失した場合でも、炉心を継続的に冷却し、炉心の著しい損傷（重大事故）を防止できることから、容易に炉心溶融に至ることはないと主張した。

かかる主張に対する反論として、債権者は、新規制基準はミサイルが原子力発電所に着弾する事態を想定していないなどと述べ、債務者のいう新規制基準による対策では、ミサイル攻撃に対応することはできないと主張する（債権者準備書面（9）第4（14～18頁））。

- 2 しかしながら、新規制基準における全交流電源喪失事象に対する対策は、何らかの原因で全交流電源喪失に至った場合に機能するものとして整備されたものであって、全交流電源喪失に至った原因の如何を問うものではない。

したがって、ミサイル攻撃に起因して全交流電源喪失事象が発生したからといって、同事象に対する対策が活用できないことにはならない。

## 第2 福島第一原子力発電所事故に関する債権者の主張について

- 1 債権者は、福島第一原子力発電所事故時における同発電所の運転員の状況等について述べ、このような状況等が本件発電所においても当然に生じるかのよう  
に主張する（債権者準備書面（9）15～17頁）。
- 2 しかしながら、そもそも、福島第一原子力発電所と本件発電所とでは、立地条件、設備の仕様、構造等は大きく異なるのであり、（債権者が主張する福島第一原子力発電所事故の状況等の真偽の問題は措くとしても、）福島第一原子力発電所事故時の状況等が本件発電所においても当然に生じるとすることはできない。

また、第5章で述べたとおり、本件発電所は、福島第一原子力発電所事故を受けて制定された新規制基準に基づき安全確保対策を強化し、さらにより一層の安全性向上対策（重大事故等対策）を充実させている。例えば、債権者は、福島第一原子力発電所においては「非常時のマニュアルも津波によるSBOを

想定していない」と主張するが（債権者準備書面（9）15頁）、本件発電所では、第5章第2の2（1）イで述べたように全交流電源喪失事象（SBO）への対策を整備済みである。

債権者の主張は、このような差異を考慮することなく、福島第一原子力発電所事故で生じたような状況等が、同事故を受けて安全対策を強化した本件発電所においても当然に生じるかのように主張するものであって、短絡的に過ぎる。

### 第3 事故シーケンスが少ないとする点について

- 1 債権者は、「本件原発における重大事故等対処設備の想定する事故シーケンスは、わずか10例だけである」とし、事故シーケンスが過小であるかのように主張する（債権者準備書面（9）17頁）。
- 2 しかしながら、かかる主張も、事故シーケンスに対する無理解に基づくものである。

発電用原子炉施設には、何らかの異常事象が発生しても炉心の著しい損傷等に至ることを防ぐために各種の安全機能を有する設備が設けられている。そのため、発電用原子炉施設で炉心の著しい損傷等に至る場合には、まず炉心の著しい損傷等を引き起こすおそれのある何らかの事象（起因事象）が発生し、かつ、その際に当該事象に対処するための安全機能を有する設備がその安全機能を喪失するという過程を経ることになる。この炉心の著しい損傷等に至るまでの起因事象の発生及び各種安全機能を有する設備の安全機能喪失の過程を「事故シーケンス」という。

また、炉心の著しい損傷等に至る事故シーケンスを、起因事象、安全機能（注水設備等）及びサポート機能（「安全上重要な設備」を機能させるのに必要な駆動源等（電源等））の作動状態、対策の共通点に着目して類型化したものを「事故シーケンスグループ」という。

そして、新規制基準の一部である設置許可基準規則の解釈37条は、想定すべ

き事故シーケンスグループを挙げているところ（乙 11, 71～73 頁），債権者が「わずか 10 例」と主張しているのは，これら各事故シーケンスグループに含まれる複数の事故シーケンスの中から代表として選定した「重要事故シーケンス」の数にすぎず（疎甲 101），重要事故シーケンス以外にも多くの事故シーケンスを想定している。そして，この重要事故シーケンスに対処する対策を講じれば，同じ事故シーケンスグループに含まれる他の事故シーケンスに対処する対策を講じたことにもなる。このようにして事故シーケンスグループごとに講じた対策は，様々なケースにおいて，炉心の著しい損傷を防止する対策として機能するのである。

債権者は，より一層の安全性向上対策（重大事故等対策）における重要事故シーケンスの位置付けについて理解することなく，ただその数のみに着目して根拠なく過小であると主張しているに過ぎない。

## 第 8 章 求釈明に対する回答

### 第 1 求釈明事項

- ①「現時点で本件原発に最も近い迎撃ミサイル P A C 3 はどこに配置されているか」
- ②「その防御範囲は本件原発をカバーしているか」

### 第 2 回答

第 2 章第 2 で述べたとおり，日本の弾道ミサイル防衛は，海上自衛隊の S M - 3 を搭載した護衛艦（イージス艦）による上層（大気圏外）での迎撃と，航空自衛隊の P A C - 3 による下層での迎撃を，自動警戒管制システム（J A D G E）により連携させて効果的に行う多層防衛によるとされており，これにより日本全域を防衛するとされている（乙 33, 347 頁，乙 40, 4 頁）。

このうち，航空自衛隊の P A C - 3 については，北海道・東北・関東・東海・

近畿・九州及び沖縄に配備された高射隊が保有し、これらの部隊を機動的に移動、展開して拠点防護に使用するとされている（乙 49, 「第百九十三回国会衆議院安全保障委員会議録第十号」13 頁）。

本求釈明を受けて、債務者は、防衛省に対し、各高射隊が保有している個々のPAC-3の移動・展開に関する具体的な計画や具体的な防護範囲等について問い合わせたが、防衛上の機密を理由に回答を得られなかった。

以 上