

目 次

第 1	はじめに	3
第 2	玄海 1, 2 号機の概況	3
第 3	廃止措置の概要	4
1	廃止措置とは	4
2	廃止措置のスケジュールと進捗状況	4
第 4	廃止措置中の安全確保	8
1	廃止措置中の安全確保の考え方	8
2	使用済燃料ピット水全量喪失時の評価	11
第 5	結論	13

第1 はじめに

被告九州電力は、玄海1, 2号機の運転を終了し、廃止措置計画に基づき安全かつ着実に廃止措置を進めている。玄海1, 2号機とも既に原子炉内に燃料はなく、使用済燃料貯蔵設備で保管されている燃料は、崩壊熱が低下し、かつ、健全性確保に必要な維持管理を適切に行っているため、原告らの人格権を侵害するような重大事故が起こる具体的危険性はない。

以下、「第2」において、玄海1, 2号機の概況について述べ、「第3」において、廃止措置の概要及び今後の廃止措置のスケジュールについて述べた上で、「第4」において、使用済燃料貯蔵設備で保管されている燃料について十分健全性を確保しており周辺公衆に異常な放射性物質を放出する具体的危険性はないことについて詳述する。

第2 玄海1, 2号機の概況

玄海1号機は、1975年10月15日に営業運転を開始し、2015年4月27日に運転を終了した【乙イ B139】。被告九州電力は、2015年4月9日付上申書で述べたとおり、同年3月18日、経済産業大臣に対して、電気事業法9条1項に基づき玄海1号機を廃止する旨の変更の届出を行った【乙イ B20】。また、玄海1号機の廃止措置を実施するため、2015年12月22日、原子力規制委員会へ、原子炉等規制法¹に基づき、廃止措置計画認可申請書を提出し、同委員会より2017年4月19日に認可を得て、同年7月13日から廃止措置作業を開始している【乙イ B139, 乙イ B140-1, 乙イ B141】。

玄海2号機は、1981年3月30日に営業運転を開始し、2019年4月9日に運転を終了した【乙イ B142】。被告九州電力は、2019年4月17日付上申書で述べたとおり、同年4月9日、経済産業大臣に対して、電気事業法27条の27第3項に基づき玄海2号機を廃止する旨の変更の届出を行った【乙イ B138】。また、玄海2号機の廃止措置を実施するため、2019年9月3日、原子力規制

¹ 正式には、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」という。

委員会へ、原子炉等規制法に基づき廃止措置計画認可申請書を提出し、同委員会より 2020 年 3 月 18 日に認可を得て、同年 6 月 29 日から廃止措置作業を開始している【乙イ B142, 乙イ B143, 乙イ B144】。

このように、被告九州電力は、玄海 1, 2 号機ともに既に運転を終了し、廃止措置作業を進めている状況にある。

第 3 廃止措置の概要

1 廃止措置とは

廃止措置とは、原子炉施設を解体し、核燃料物質を譲渡し、核燃料物質による汚染の除去、核燃料物質によって汚染された物の廃棄その他原子力規制委員会規則で定める措置のこと（原子炉等規制法第43条の3の33）であり、事業者が発電用原子炉施設の廃止措置を講じようとする時は、これらの廃止措置に関する計画（以下「廃止措置計画」という。）を定め、原子力規制委員会の認可を受けることとなっている（原子炉等規制法第43条の3の34²）。

被告九州電力は、本件原子力発電所の廃止措置を安全に行うため、廃止措置計画に、廃止措置の方針、手順、工程等の具体的な内容を定め、これに基づき、廃止措置作業を進めている。この廃止措置計画は、前述の通り、原子力規制委員会より認可を受けている。

2 廃止措置のスケジュールと進捗状況

本件原子力発電所の廃止措置は、次の 4 つの期間に区分し、この順序で行う（図 1 ～ 3 参照）。

（1）解体工事準備期間（玄海 1 号機：2017 年 7 月 13 日～2025 年度、玄海 2 号機：2020 年 6 月 29 日～2025 年度）

・放射性物質による汚染のない設備（2 次系設備）の解体撤去（第 1 ～

² 原子炉等規制法の一部改正（2018 年 10 月 1 日施行）に伴い、廃止措置計画認可に係る条項が第 43 条の 3 の 33 から第 43 条の 3 の 34 に変更。2017 年 4 月に廃止措置計画の認可を得た玄海 1 号機については、法改正前の第 43 条の 3 の 33 に基づき認可。

4 段階を通じて実施)

- ・放射性物質による汚染状況の調査
- ・燃料の施設外への搬出 (第 1, 2 段階で実施)
- ・汚染の除去及び汚染された物の廃棄 (第 1 ～ 4 段階を通じて実施)

(2) 原子炉周辺設備等解体撤去期間 (2026 年度～2040 年度)

- ・ 1 次系設備のうち放射能が比較的低い設備の解体撤去 (第 2, 3 段階で実施)

(3) 原子炉等解体撤去期間 (2041 年度～2047 年度)

- ・ 1 次系設備のうち放射能が比較的高い設備 (原子炉本体等) の解体撤去

(4) 建屋等解体撤去期間 (2048 年度～2054 年度)

- ・ 建屋の解体撤去

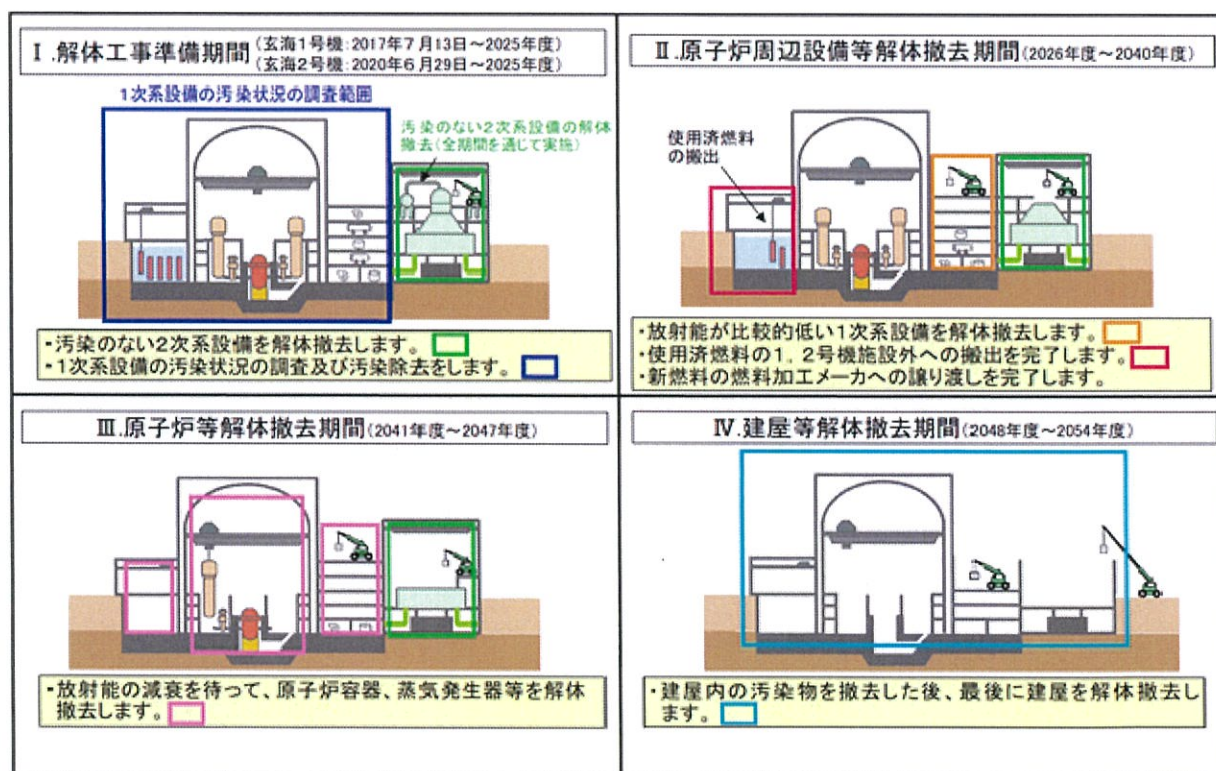


図 1 廃止措置の 4 段階

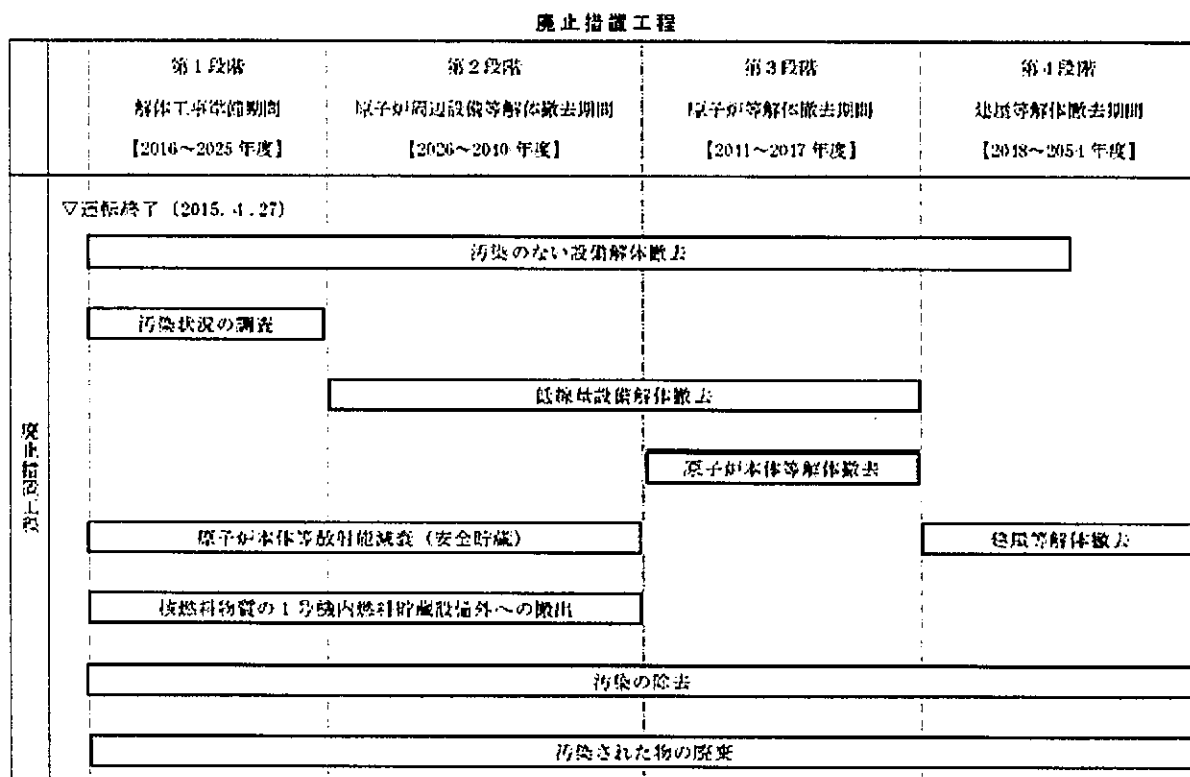


図2 玄海1号機 廃止措置工程



図3 玄海2号機 廃止措置工程

現在、玄海 1，2 号機は、第 1 段階の解体工事準備期間にあり、放射性物質による汚染のない設備（2 次系設備）の解体撤去、放射性物質による汚染状況の調査等を実施中である（解体撤去の一例として、2 次系設備である玄海 1 号機湿分分離加熱器³の解体撤去前後の状況を図 4 に示す）。

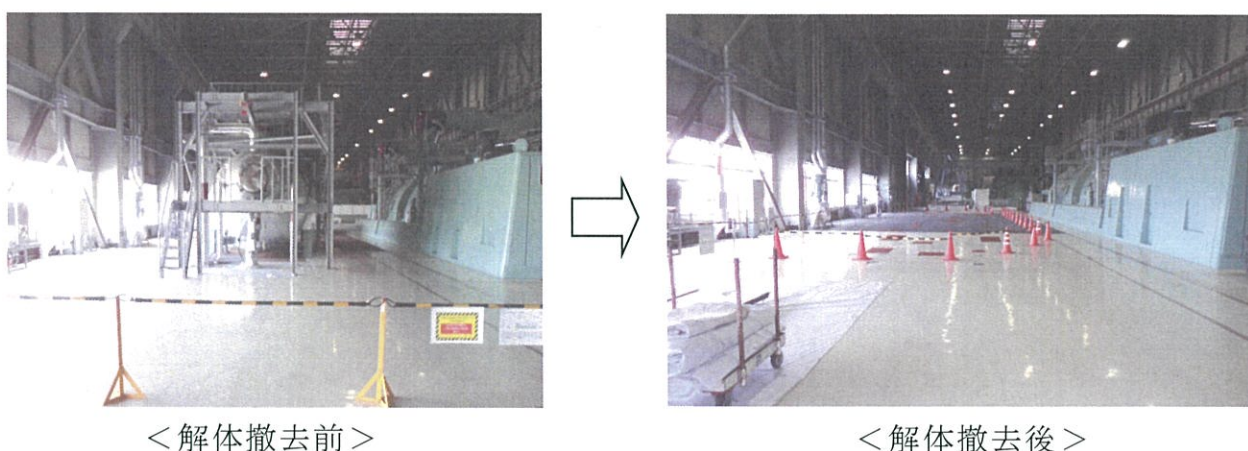


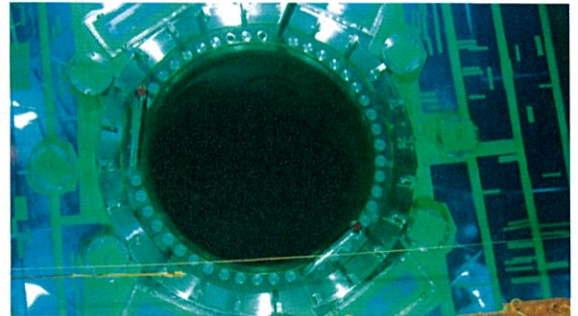
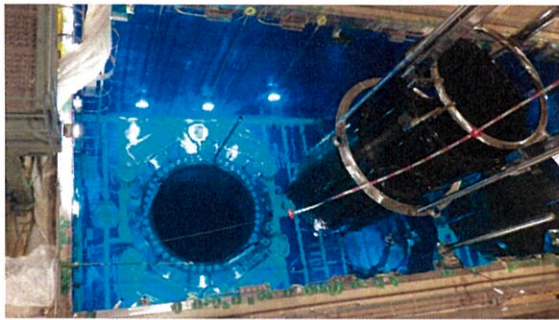
図 4 湿分分離加熱器の解体撤去状況（玄海 1 号機）

今後、第 1 段階で実施した放射性物質による汚染状況の調査結果を踏まえ、放射能レベルに応じた解体工法、手順、放射性廃棄物の処理方法等の詳細を定め、廃止措置計画の変更を行った上で第 2 段階へ移行する予定である。

なお、玄海 1，2 号機の原子炉で使用した燃料については、原子炉から使用済燃料貯蔵設備への取り出しを完了しており（玄海 1 号機は 2013 年 4 月 12 日に完了，玄海 2 号機は 2013 年 4 月 25 日に完了）【乙イ B140・1（4，添付書類一 1・1～1・2 頁），乙イ B143（4，添付書類一 1・1～1・2 頁）】，玄海 1，2 号機ともに原子炉には燃料はもとより燃料を配置するための炉内構造物もない状態である（図 5，6）。また，原子炉へ燃料を再装荷できないよう燃料移送管の弁を閉止し，施錠管理している。

玄海 1，2 号機施設外への燃料搬出については，第 1 段階から開始し，第 2 段階（2026 年度～2040 年度）には完了させる予定である。

³ 湿分分離加熱器：高压タービンを回した蒸気を低压タービンに送る前に，蒸気に含まれる湿分を除去し加熱する機器



＜炉内構造物の取出し＞

＜現 状＞

図5 原子炉の状況（玄海2号機）

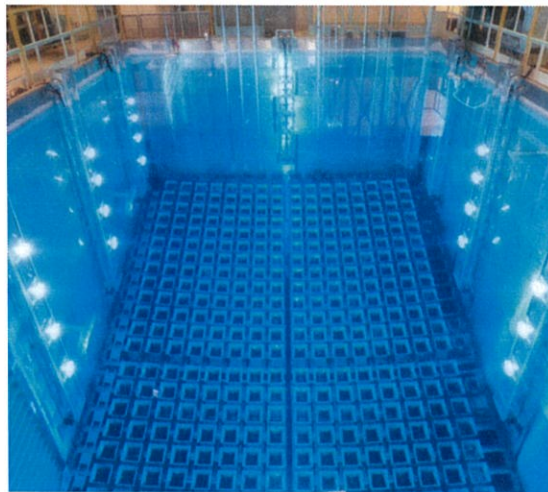


図6 使用済燃料ピットの状況（玄海2号機）

第4 廃止措置中の安全確保

1 廃止措置中の安全確保の考え方

玄海1，2号機の燃料は，既に原子炉から取り出され，使用済燃料貯蔵設備で保管されている。

使用済燃料貯蔵設備は，ほう酸水を満たした使用済燃料ピット，水質と水温を保つための浄化・冷却系統設備を備えた設備である。被告九州電力は，

使用済燃料貯蔵設備に燃料が貯蔵されている期間は、臨界⁴を防止（未臨界性の確保）し、水位・水の漏洩を監視し、浄化冷却・給水機能を維持管理している。廃止措置中に想定される事故としては、燃料が取扱い中に落下する事故を想定した被ばく評価を行い、問題がないことを確認している。

（１）臨界防止（未臨界性の確保）

使用済燃料ピットは、ほう酸水を満たしたステンレス鋼で内張りしたコンクリート製の設備であり、臨界の観点から原子炉とは異なる設計となっている。すなわち、原子炉は、そもそも核分裂による熱を取り出すためのものであるから、中性子がウラン原子に衝突しやすいよう、燃料集合体同士を隣接して並べ、核分裂の連鎖が継続する設計となっているのに対して、使用済燃料ピットは、燃料を安全に保管する目的から、燃料集合体間の距離を一定間隔とり、また、満たされたほう酸水が中性子を吸収する役目を果たすことで、核分裂の連鎖が継続せず、未臨界性を保つ設計となっている【乙イ B145（8，10 頁），乙イ B146】。

（２）水位・漏洩の監視、浄化冷却・給水機能の維持管理

使用済燃料からは、崩壊熱⁵が発生し、放射線が放出されることから、使用済燃料ピットをほう酸水で満たして燃料を冷却するとともに、水面から燃料集合体頂部まで十分な水深を確保することによって放射線を遮へいしている。被告九州電力は、使用済燃料を安全に保管するため、使用済燃料ピットの水位・漏洩の監視を行うとともに、水質と水温を保つ浄化冷却・給水機能の維持管理を行っている。

なお、崩壊熱は時間の経過とともに低下していくものであり、玄海 1，

⁴ 臨界：ウラン原子等に中性子が衝突することで原子が核分裂し、それと同時に飛び出す中性子が別のウラン原子等に衝突し、次々と核分裂が起きることを核分裂の連鎖といい、この核分裂の連鎖が一定の割合で継続することを臨界という。

⁵ 崩壊熱：放射性物質が放射線を放出しながら別の原子へと変わることを崩壊というが、その際に発生する熱を崩壊熱という。

2号機においても、燃料取り出しからの時間の経過とともに崩壊熱が低下している。仮に今後使用済燃料ピット水の冷却を停止したとしても、使用済燃料ピットの水温を安全性が保たれる範囲内に維持できることを確認している。具体的には、気温が高くなる夏季を含む約5カ月間(2020年6月～10月)、実際に玄海1、2号機の使用済燃料ピット水の冷却を停止し、水温の測定を行ったところ、使用済燃料ピット水の水温は、崩壊熱の影響で上昇して平衡状態に達した後、外気温度の上昇に追随し、最高温度(1号機:54.8℃,2号機:51.4℃)を記録した。その後は外気温度の低下に伴い、使用済燃料ピットの水温も低下した。冷却を停止した期間を通して、使用済燃料ピットの水温は保安規定上の基準値(65℃)を超えることはなく、安全性が保たれることを確認している【乙イ B147(8頁)】。

(3) 想定される事故時の被ばく評価(燃料落下時の評価)

被告九州電力は、廃止措置中に想定される機械又は装置の故障等として、使用済燃料ピットでの燃料取扱い中に燃料集合体が落下する事故を想定し、放出される放射線による周辺公衆の被ばく量の評価を行い、周辺の公衆に対し著しい放射線被ばくのリスクを与えることがないことを確認している。

具体的には、使用済燃料ピット内において、取扱中の燃料集合体1体が最高位置から落下し、落下した集合体が破損した場合を想定し、その放射性物質放出量から公衆被ばく量を評価したところ、敷地境界外の1時間あたりの最大実効線量の評価値は、1号機:0.077 μ Sv/h、2号機:0.051 μ Sv/hであった。これらの線量は、仮に一定時間継続したとしても、一事故あたり5mSv⁶あるいは通常時の年間の公衆被ばくの実効線量限

⁶ 「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」(平成2年8月30日原子力安全委員会決定)の解説において、「周辺公衆の実効線量の評価値が発生事故あたり5mSvを超えなければ、「リスク」は小さいと判断する」とされている【乙イ A122号証(107頁)】。

度である 1mSv/年と比較しても十分低い値にとどまり、周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えない【乙イ B140-1 (添付書類四 4・1～4・7 頁)、乙イ B143 (添付書類四 4・1～4・8 頁)】。

2 使用済燃料ピット水全量喪失時の評価

上記のとおり、被告九州電力は、燃料を安全に保管するために、使用済燃料貯蔵設備の臨界防止、水位及び漏洩の監視、浄化冷却・給水の機能の維持管理を行うとともに、想定される事故の評価や冷却停止時の評価を行い、問題ないことを確認している。

以上に加えて、被告九州電力は、万が一の事態に備え、使用済燃料ピットの水が全量喪失した場合を評価し、燃料の温度上昇による燃料の健全性への影響、未臨界性の維持及び周辺公衆への被ばくの影響を評価し、問題のないことを確認している。先に述べたように、使用済燃料貯蔵設備は、使用済燃料ピットに満たされたほう酸水が、中性子の吸収、燃料の冷却及び放射線の遮へいの役割を担っていることから、使用済燃料ピット水が全量喪失することは、給水・冷却機能のいかなる故障状態をも包絡する最も厳しい条件となる。以下に、その評価内容を詳述する。

(1) 使用済燃料の健全性評価

通常、使用済燃料ピットは、満たされたほう酸水により燃料が冷却され、燃料被覆管の健全性が保たれているが、被告九州電力は、万が一使用済燃料ピット水が一定期間全量喪失した場合を想定しても、燃料被覆管表面温度は燃料被覆管が損傷する温度まで上昇することではなく、燃料の健全性に影響を与えないことを確認している。

具体的には、使用済燃料ピット水が全量喪失した場合における燃料被覆管温度を評価したところ、燃料は空気の自然対流により冷却されることが、また燃料が原子炉から取り出されて年数が経過し、崩壊熱も低下して

いることから、燃料被覆管表面温度は、最高でも1号機：380℃以下、2号機：300℃以下に保たれることを確認した。そして、これらの温度における燃料被覆管のクリープ歪⁷は、1年後においても1号機：約0.9%、2号機：約0.04%と、ともにクリープ歪の制限値である1%⁸を下回っており、クリープ変形による破断は発生せず、使用済燃料の健全性は保たれることを確認した【乙イ B140-2（添付書類六 6・追・1～6・追・16 頁）、乙イ B140-3（13 頁）、乙イ B143（添付書類六 6・追・1～6・追・16 頁）】。

（2）未臨界性評価

通常、使用済燃料ピットに満たされているほう酸水は、核分裂の連鎖を媒介する中性子を吸収する役割も担っているが、被告九州電力は、万が一使用済燃料ピット水が全量喪失した場合を想定しても、使用済燃料ピットにおける燃料の臨界を防止できることを確認している。

具体的には、使用済燃料ピット水が全量喪失した場合に、新燃料及び使用済燃料の臨界を防止できるかを評価したところ、実効増倍率⁹は最大で1号機：0.929、2号機：0.914であり、使用済燃料ピット水が全量喪失したとしても未臨界性を確保できることを確認した【乙イ B140-2（添付書類六 6・追・1、6・追・17～6・追・32 頁）、乙イ B143（添付書類六 6・追・1、6・追・17～6・追・32 頁）】。

（3）周辺公衆への放射線被ばくの影響

使用済燃料ピットは、水面から燃料集合体頂部までは十分な水深を確

⁷ クリープ歪：物体に一定荷重を加えた場合、時間の経過に従って塑性変形が増加する現象をクリープといい、この塑性変形によって生じる歪み。

⁸ 「使用済燃料中間貯蔵施設用金属キャスクの安全設計及び検査基準：2010」（2010年7月一般社団法人日本原子力学会）において、「燃料被覆管のクリープについては、累積クリープひずみ量が設計評価期間中に1%を超えないように燃料被覆管温度を制限することにより、燃料被覆管の健全性を確保する」とされている【乙イ A123 号証（131 頁）】。

⁹ 実効増倍率：燃料集合体に単位時間に発生する中性子数と、単位時間に消費される中性子数の比。実効増倍率が1.0未満であれば、臨界に達することはない。なお被告九州電力は、余裕を持って未臨界性の判断基準を0.98以下としている。

保することによって放射線を遮へいする設計としているが、被告九州電力は、万が一使用済燃料ピット水が全量喪失した場合を想定しても、露出された使用済燃料から放出される放射線による周辺公衆への放射線被ばくの影響が小さいことを確認している。

具体的には、露出された使用済燃料から放出されるスカイシャイン線¹⁰による周辺公衆への放射線被ばくを評価した結果、敷地境界で実効線量が最大となる地点における1時間あたりの実効線量は、1号機：2.4 μ Sv/h、2号機：2.7 μ Sv/hであった。事故発生時は、一事故あたり5mSvを超えなければリスクは小さいとされているが、これらの評価された線量は、5mSvを超えるまで約2カ月以上の期間があり、保安規定に基づき整備している体制に従い、要員を招集して使用済燃料ピットに注水する等の措置を講じる時間を十分確保できることから、周辺公衆の放射線被ばくへの影響は小さいことを確認した【乙イ B140-2（添付書類六 6・追-33～6・追-36 頁）、乙イ B143（添付書類六 6・追-33～6・追-36 頁）】。

第5 結論

以上のとおり、被告九州電力は、玄海1、2号機について、廃止措置計画に基づき安全かつ着実に廃止措置を進めており、保管中の使用済燃料についても安全確保のための措置を講じ、安全に保管している。さらに、使用済燃料ピット水の全量喪失という最も厳しい条件の事故を想定した場合にも保管する燃料の安全性に問題ないことを確認しており、原告らの人格権を侵害するような重大事故が起こる具体的危険性はない。

以 上

¹⁰ スカイシャイン線：原子力施設上部へ出た放射線が施設上方の空気中で散乱され、建物から離れた地上付近に降り注ぐ放射線のこと。