

伊方発電所の状況について

令和2年2月18日
四国電力株式会社

はじめに

- 伊方発電所3号機は、令和元年12月26日に発電を停止し、第15回定期検査を開始しており、当初、令和2年3月29日の発電開始を予定していたが、令和2年1月17日の広島高等裁判所における仮処分で「伊方発電所3号機の原子炉を運転してはならない」との決定が出されたことに伴い、発電再開時期は未定となっている。
- また、本年1月にトラブルが連続して発生したことを受け、1月25日より定期検査の作業を中断しています。
- 定期検査以外では、特定重大事故等対処施設をはじめ、中長期的な安全対策工事を継続して進めています。
- 伊方発電所1号機については、平成29年9月12日より廃止措置作業を開始しており、順次作業が進捗しています。
- 本日は、これらの伊方発電所の状況について、ご報告いたします。

1. 伊方発電所3号機第15回定期検査の概要
 - (1) 工程
 - (2) 主要な工事および燃料集合体の取替

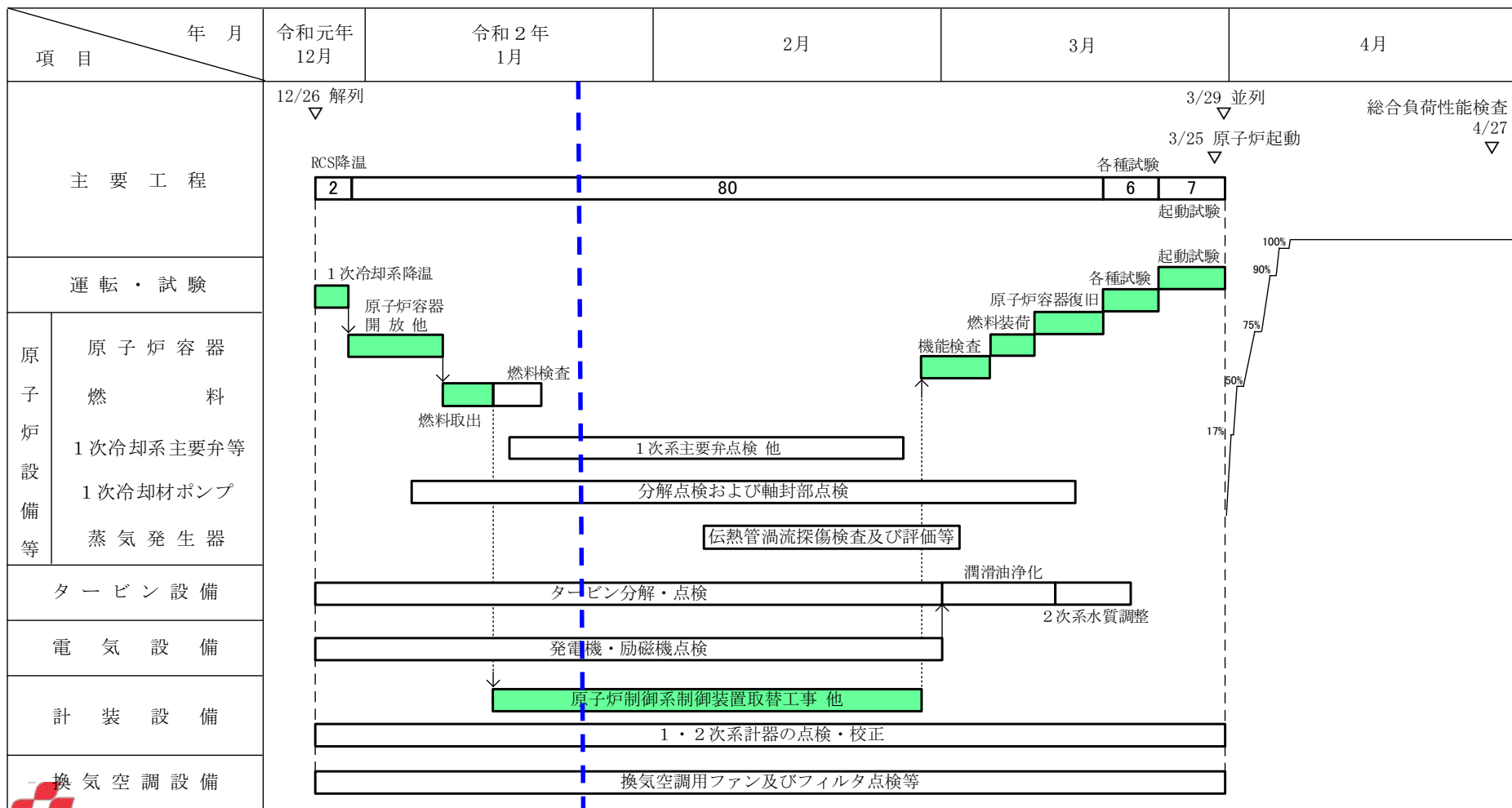
2. 伊方発電所の中長期的な安全対策など
 - (1) 特定重大事故等対処施設
 - (2) 非常用ガスタービン発電機
 - (3) 有毒ガス防護対策（バックフィット対応）

3. 伊方発電所1号機の廃止措置の状況について
 - (1) 廃止措置（第1段階）の実施状況
 - (2) 燃料の搬出
 - (3) 汚染状況の調査
 - (4) 原子炉容器、炉内構造物サンプル採取
 - (5) 2次系機器・建家等の解体・撤去
 - (6) 放射性廃棄物放出状況等

1. 伊方発電所3号機第15回定期検査の概要

(1) 工程

- 定期検査は、令和元年12月26日より開始しており、当初は3月29日に発電を再開する計画としていましたが、広島高等裁判所の決定により、運転再開は未定となっています。
- また、1月にトラブルが連続して発生したことから、1月25日から定期検査の作業を中断し、現在、トラブルの原因究明および再発防止策の検討を進めています。



1. 伊方発電所3号機第15回定期検査の概要

(2) 主要な工事および燃料集合体の取替

①原子炉制御系制御装置取替工事

通常運転時における主給水制御系、加圧器圧力制御系等の1次系プラント制御機能等を担う原子炉制御系制御装置の一式取替を行い、設備の機能維持を図る。

②高エネルギーアーク損傷対策工事

電気盤内で短絡事故が発生し、さらに、アーク放電が長時間継続した場合に盤内の可燃物が燃焼し、火災に至る可能性があることから、速やかにアーク放電を除去できるよう保護装置の動作時間の短縮等を行う。

③燃料集合体の取替

燃料集合体全数157体のうち、37体(MOX燃料^{※1}16体含む)を新燃料に取り替える予定としており、新燃料の一部として、MOX燃料(5体)および4.1%ステップ2燃料^{※2}(8体)を用いる予定。

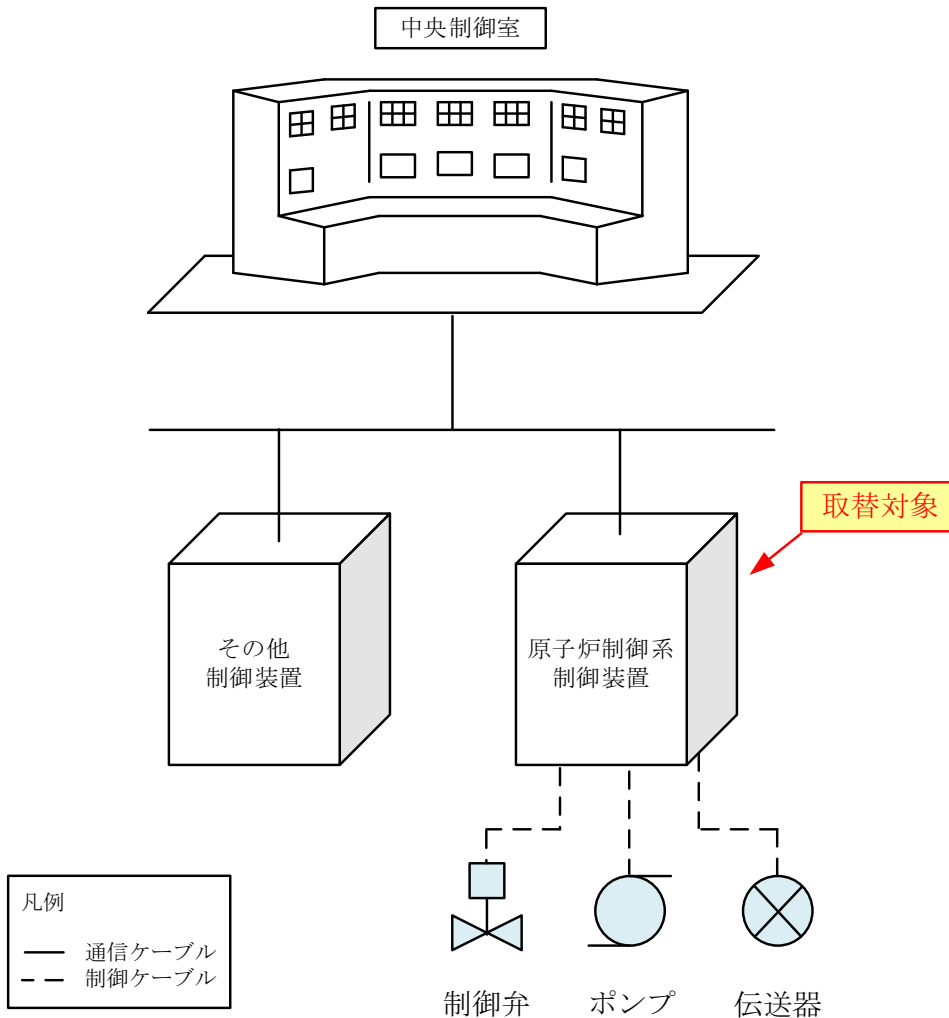
※1 ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料

※2 現行の燃料(ウラン235濃縮度約4.8%)と設計、材料、燃焼度が同じで、ウラン濃縮度が低い燃料(ウラン235濃縮度約4.1%)を導入することで、次サイクルの運転計画に伴った、より最適な燃料配置を行えることから、これまでよりウラン資源の有効利用ができる。

1. 伊方発電所 3号機第 15 回定期検査の概要

【参考 1】原子炉制御系制御装置取替工事

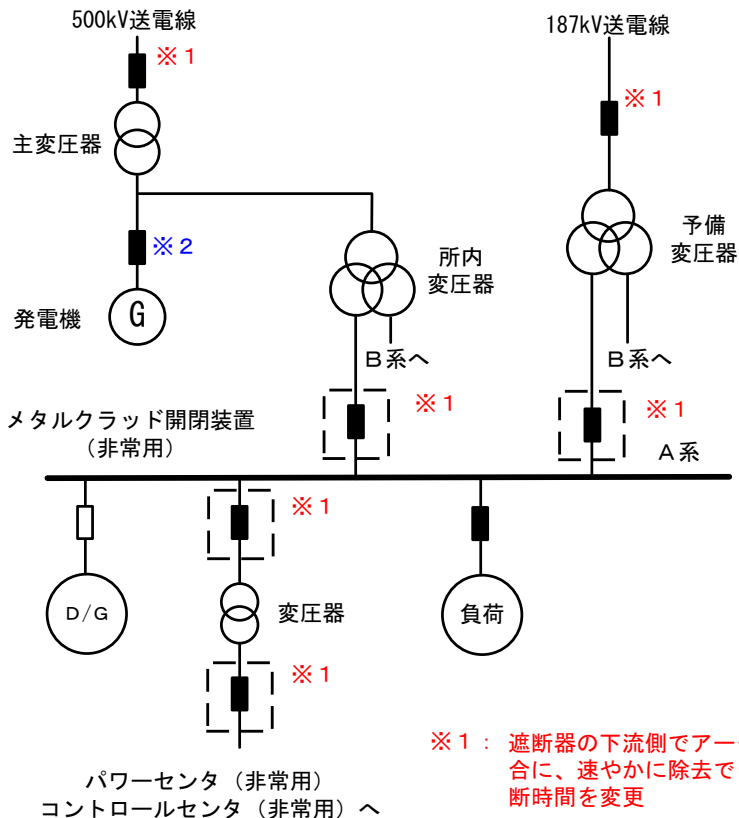
1 次系プラント制御機能等を担う原子炉制御系制御装置の一式取替を行い、設備の機能維持を図る。



1. 伊方発電所3号機第15回定期検査の概要

【参考2】高エネルギーアーク損傷対策工事

電気盤内で短絡事故が発生し、さらに、アーク放電が長時間継続した場合に火災に至る可能性がある。このため、速やかにアーク放電を除去できるように、上流の遮断器※1の遮断時間を短く変更する。また、自動で遮断する機能を有さない遮断器※2は、アーク放電による事故電流を検知し、遮断器を切とする機能を追加する。



※1：遮断器の下流側でアーク放電が継続した場合に、速やかに除去できるように遮断器の遮断時間を変更

※2：メタルクラッド開閉装置でアーク放電が継続した場合に、速やかに除去できるように、自動で切とする機能を追加

凡例：■ 遮断器「入」

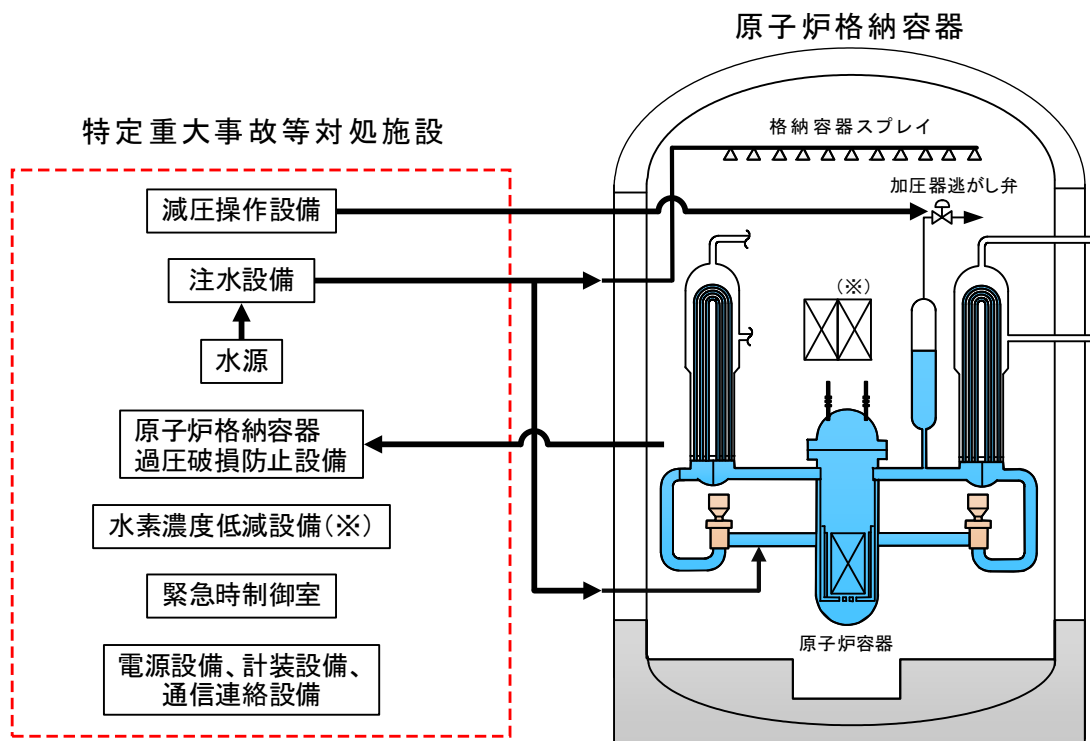
□ 遮断器「切」

2. 伊方発電所の中長期的な安全対策など

(1) 特定重大事故等対処施設 (1 / 2)

新規制基準において設置が要求されている特定重大事故等対処施設は、原子炉建屋等への故意による大型航空機の衝突やその他のテロリズムによる重大事故に対し、原子炉格納容器の破損を防止するための機能を有する施設であり、既設安全対策設備のバックアップ施設として設置する。

本施設については、平成29年10月に原子炉設置変更許可を受けており、現在、5分割して申請した工事計画のうち、3つの認可をいただき、残り、2つの工事計画の審査を進めているところである。また、令和元年6月に現地工事に着手し、実施可能な範囲で現地工事を進めている。



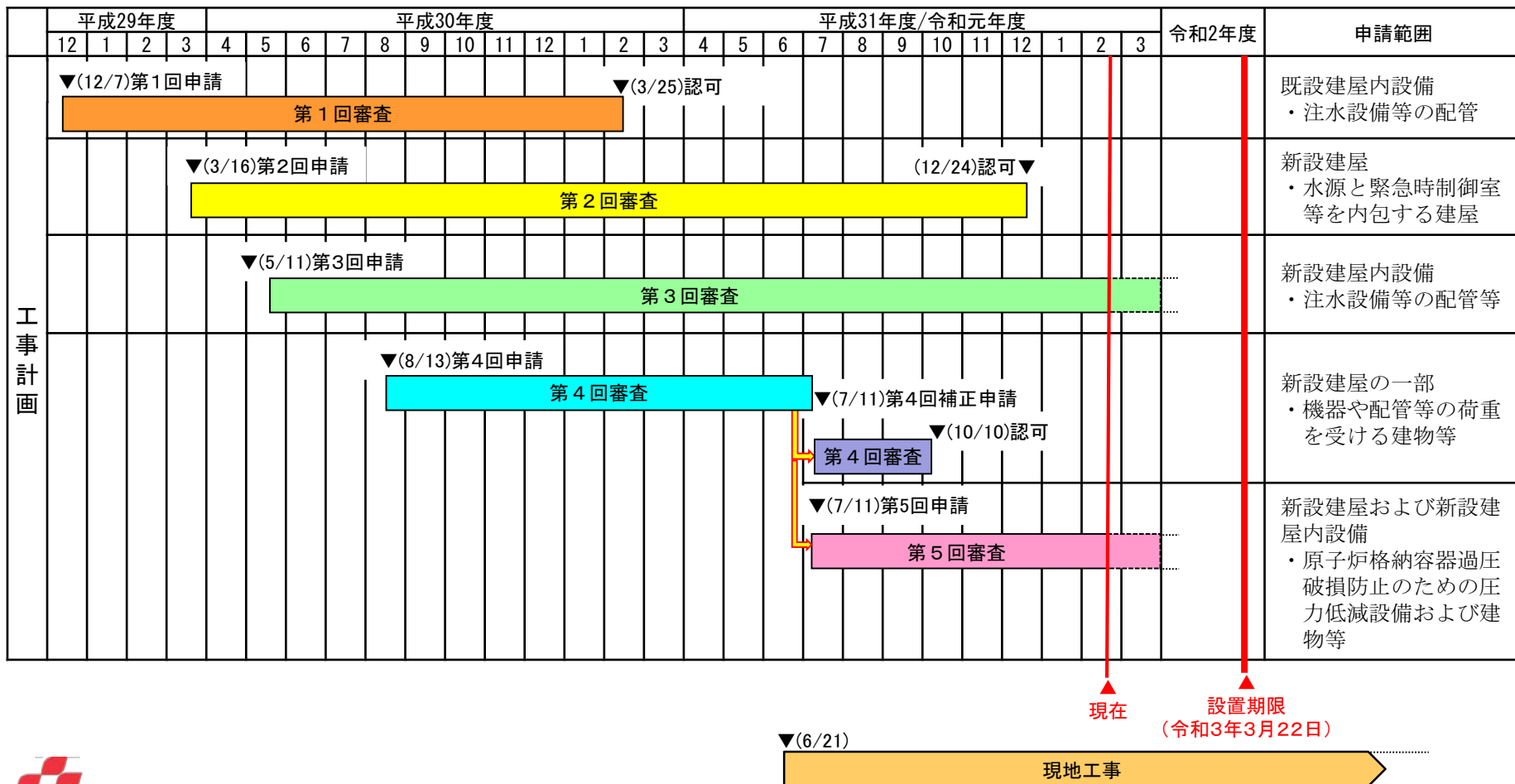
2. 伊方発電所の中長期的な安全対策など

(1) 特定重大事故等対処施設 (2/2)

【設置変更許可】

- ・平成28年 1月14日 原子炉設置変更許可申請
- ・平成29年10月 4日 原子炉設置変更許可

【工事計画申請】



2. 伊方発電所の中長期的な安全対策など

(2) 非常用ガスタービン発電機

非常用電源設備の信頼性向上のため、新規制基準で設置した既設の空冷式非常用発電装置に加え、非常用ガスタービン発電機の設置を自主的に進めており、現在、機器の設置などは完了しており、国の使用前検査が終了すれば、運用を開始できる予定。

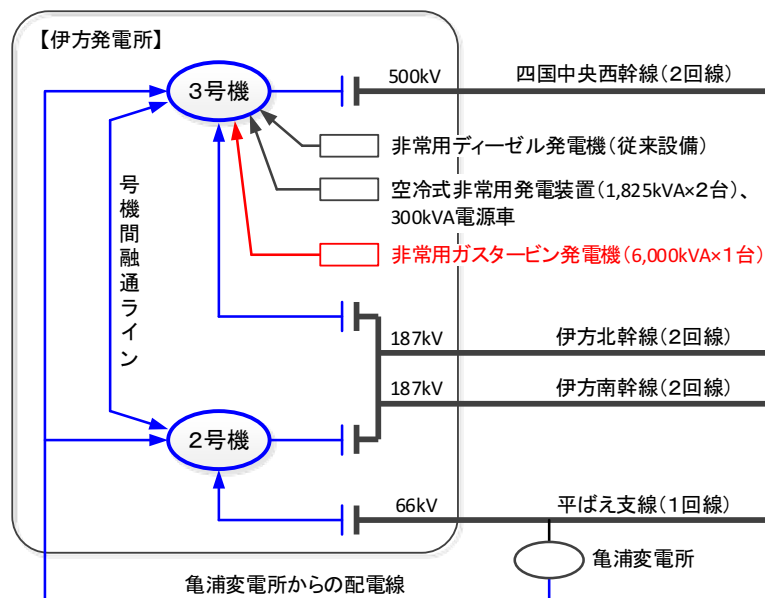


図1 交流電源設備 概要図

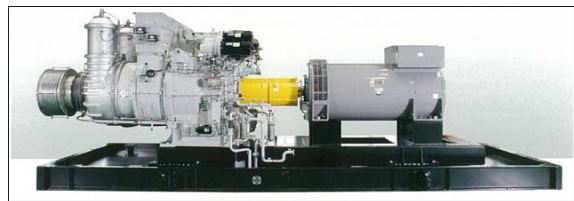


図2 非常用ガスタービン発電機



図3 非常用ガスタービン発電機建屋（建設中）

項目	設備概要
型式	空冷式ガスタービン発電機
設置場所	EL. 32m 専用建屋(非常用ガスタービン発電機建屋)内
建屋 個数	高さ:約15m 幅:約36m 奥行:約26m 1
容量	6,000kVA
燃料	・重油 ・専用の燃料油貯油槽・燃料油移送ポンプを 設置 ・定格負荷で7日間の連続運転が可能
起動要領	中央制御室で起動

2. 伊方発電所の中長期的な安全対策など

(3) 有毒ガス防護対策（バックフィット対応）

平成29年5月1日、「設置許可基準規則※」等の改正が行われ、有毒ガスが発生した場合でも発電所の運転や事故対応に影響が生じないように、適切な防護措置を講じることが求められた。

（経過措置：令和2年5月1日以降に定検が終了した日迄）

※ 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

○法令改正に伴う要求事項

- ・ 有毒ガスが発生した場合に適切な処置をとるために、有毒ガスの発生を検出し、検出した際に中央制御室等に警報するための装置などを設けなければならない。
- ・ 中央制御室の運転員等の防護に関し、以下の措置などを講じること。
 - ① 要員の吸気中の有毒ガス濃度を有毒ガス防護のための判断基準値以下とするための手順・体制を整備すること。
 - ② 予期せぬ有毒ガスの発生に対応するため、要員のうち運転員及び初動対応を行う者に対する防護具の配備、着用等運用面の対策を行うこと。

○当社の対応

- ・ 伊方発電所内外の有毒化学物質を特定し評価した結果、全量漏えいした場合でも有毒ガス防護のための判断基準値を下回るため、検出装置及び警報装置の設置による検知がなくとも、運転員等は、中央制御室等に一定期間とどまり、支障なく必要な措置をとるための操作を行うことができることを確認した。
- ・ 予期せぬ有毒ガスの発生に対する対応として、酸素呼吸器の配備、装着の手順・体制を整備するとともに、酸素呼吸器の補給に係るバックアップ体制などを整備することとした。
- ・ 原子炉設置変更許可申請書について、上記内容を反映し、平成31年2月7日に原子力規制委員会に提出し、令和2年1月29日に許可を得ている。

3. 伊方発電所 1号機の廃止措置の状況

(1) 廃止措置（第1段階）の実施状況

1号機の廃止措置は、使用済燃料の3号機への搬出、汚染状況の調査、2次系機器・建家等の解体など、計画通りに進捗している。

	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度	令和8年度
主要工程	▼廃止措置計画認可(6/28) ▼地元了解(9/8) ▼廃止措置計画変更認可申請(10/10)※ ▼廃止措置作業開始(9/12)									廃止措置計画 変更認可申請▽
施設定期検査		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目			
燃料搬出		使用済燃料: 1号機使用済燃料貯蔵施設から3号機使用済燃料貯蔵施設へ		新燃料: 1号機新燃料貯蔵庫・使用済燃料貯蔵施設→加工事業者へ						
汚染の除去	余熱除去系統、 化学体積制御系統 の汚染の除去									
汚染状況調査	調査方法の検討			原子炉容器、炉内構造物サンプル採取	汚染状況調査(各所の線量測定、物量調査)					
管理区域内の 解体計画作成						解体計画作成				
2次系 機器・建家等 の解体・撤去	解体・撤去方法の検討		2次系機器等の解体・撤去							

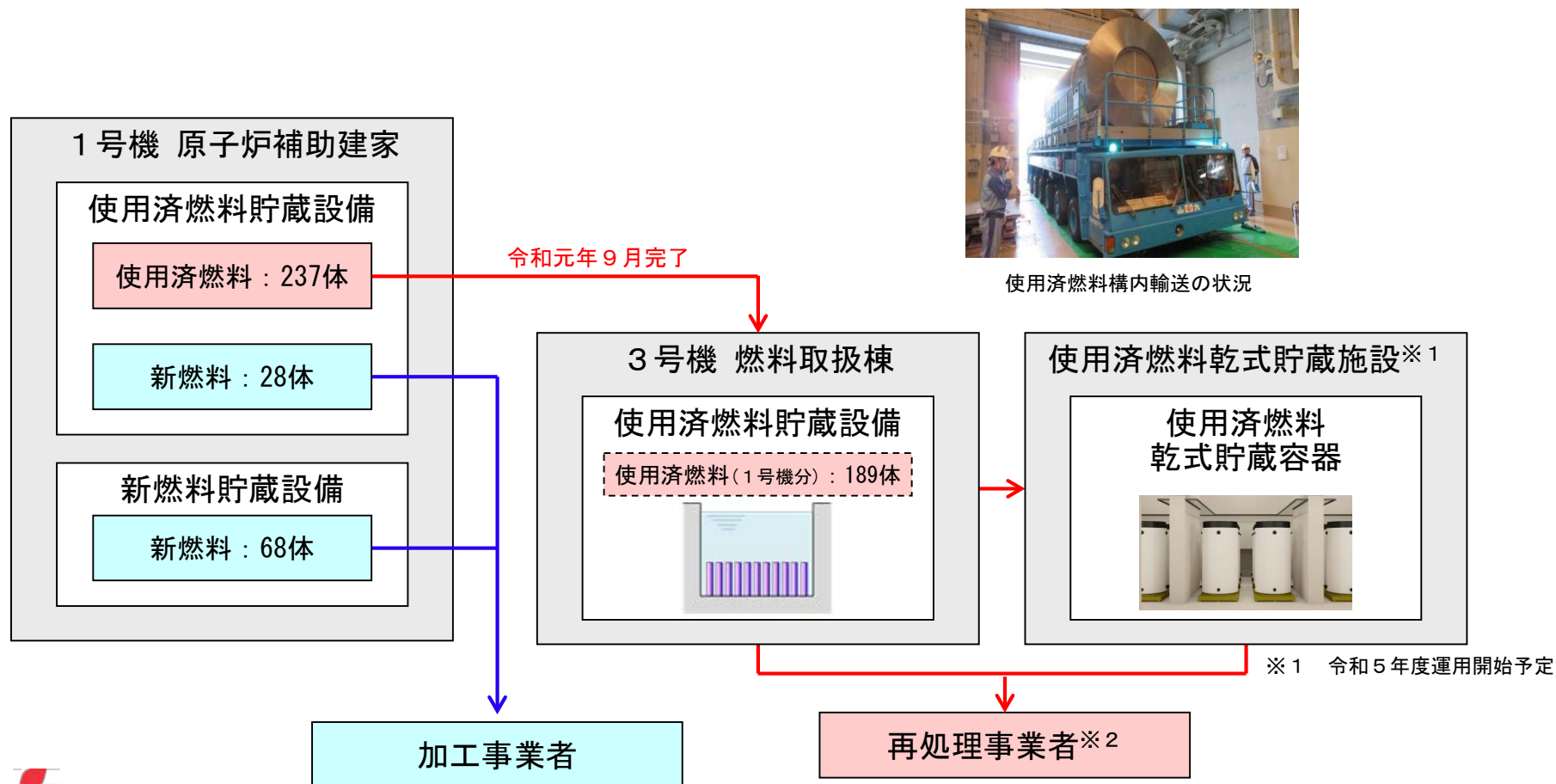
※ 2号機の廃止に伴い1号機の廃止措置計画について、1、2号機共用施設の解体を2号機の廃止措置で行うことなどを明確化する等の変更

現在

3. 伊方発電所 1号機の廃止措置の状況

(2) 燃料の搬出

- 1号機の使用済燃料貯蔵設備に貯蔵していた使用済燃料237体は、平成30年6月より3号機の使用済燃料貯蔵設備への輸送作業を開始し、令和元年9月に輸送が完了した。
- 3号機へ輸送した1号機の使用済燃料は、廃止措置終了までに再処理事業者に譲り渡す。
- 1号機の原子炉補助建家内に貯蔵している新燃料は、第1段階の期間中に加工事業者に譲り渡す。



使用済燃料構内輸送の状況

3. 伊方発電所 1号機の廃止措置の状況

(3) 汚染状況の調査

今後の適切な解体撤去工法と手順の策定、および解体撤去工事に伴って発生する放射性物質発生量の評価精度の向上を図るため、汚染状況調査方法を検討し、管理区域内に設置されている設備の放射能を調査する「放射能調査」および設備の物量を調査する「物量調査」を実施することとした。

(1) 放射能調査：放射化汚染

- ・ 運転履歴や設計情報を基にした計算による評価および解体対象施設から代表試料を採取して放射能量の分析を行う。
- ・ 今年度は、原子炉容器および炉内構造物から試料を採取しており、次年度以降に採取した試料の分析および計算による評価を行う。

(2) 放射能調査：二次的な汚染

- ・ 配管および機器の外部から線量当量率の測定を行うとともに、代表試料の分析や計算で核種組成比の評価を行う。
- ・ 今年度から線量当量率の測定を開始し、次年度以降に核種組成比の評価を行う。

(3) 物量調査

- ・ 管理区域に設置されている機器類の重量等を調査する。
- ・ 今年度は、原子炉補助建家地下1階（A/B 4.2 m）に設置されている機器類の調査を実施しており、次年度以降、順次、他エリア（原子炉補助建家、原子炉格納容器）の調査を行う。

【基本工程】

	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度
汚染状況調査	3/18▼	(1)放射能調査:放射化汚染			
		原子炉容器等から試料採取	分析および計算による評価		
		10/11▼	(2)放射能調査:二次的な汚染		
			線量測定、核種組成比の評価		
		8/5▼	(3)物量調査		
		A/B 4.2m	他のエリア(原子炉補助建家、原子炉格納容器)		

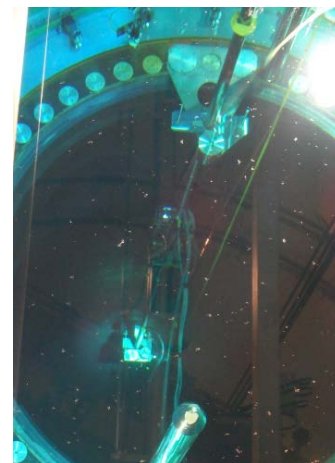
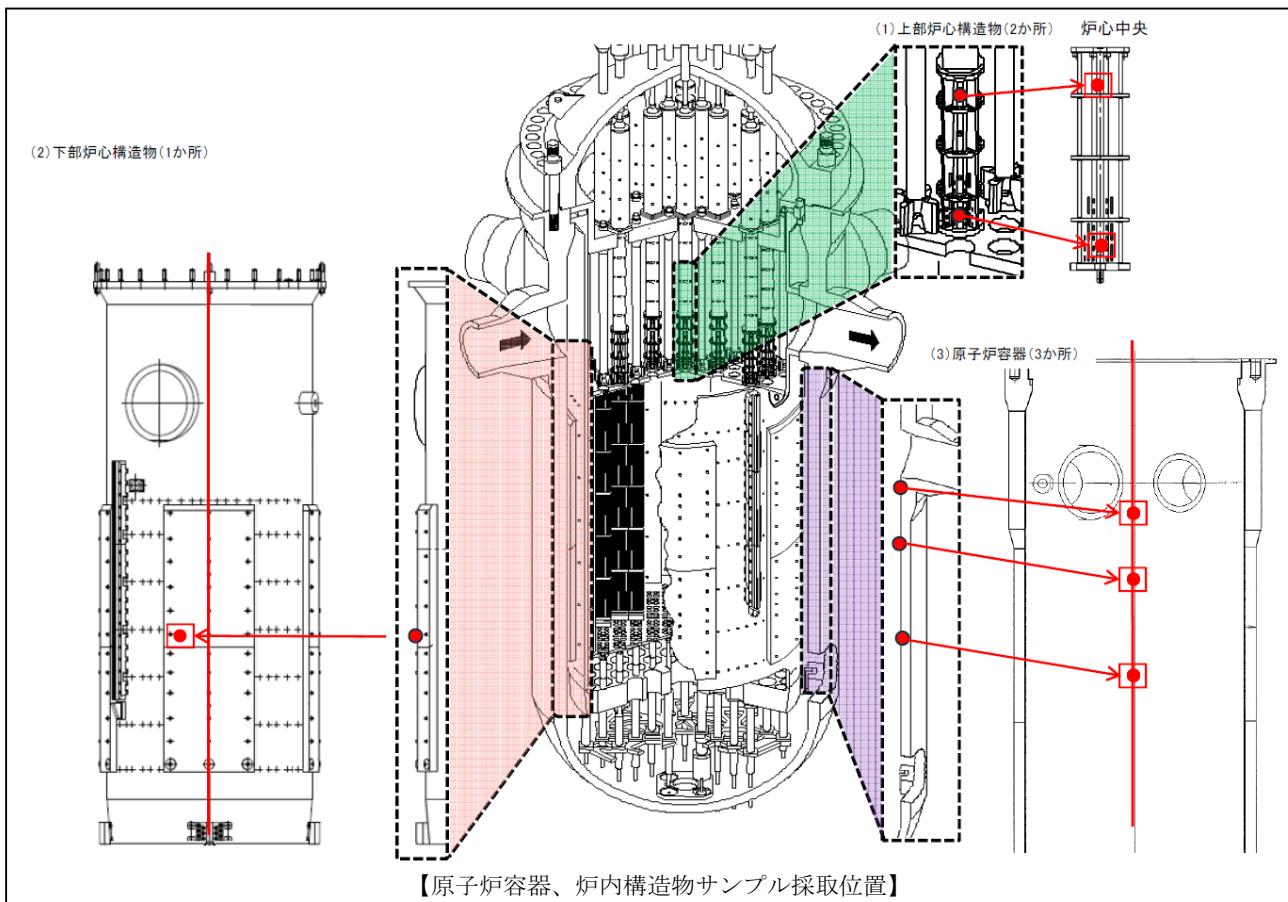
現在

3. 伊方発電所 1号機の廃止措置の状況

(4) 原子炉容器、炉内構造物サンプル採取

今後の解体計画を策定するため、放射能レベルが高い原子炉容器等の放射エネルギーを把握する必要があることから、専用の試料採取装置にて原子炉容器および炉内構造物の金属サンプルを採取した。今後、採取したサンプルの分析を社外機関にて実施する。

なお、今回使用した専用の試料採取装置は、原子力事業者における相互協力（西日本5社※アライアンス）での廃止措置実施における協力の一環として、関西電力・九州電力・当社の3社で共同調達した。



原子炉容器のサンプル採取



原子炉容器サンプル

3. 伊方発電所 1号機の廃止措置の状況

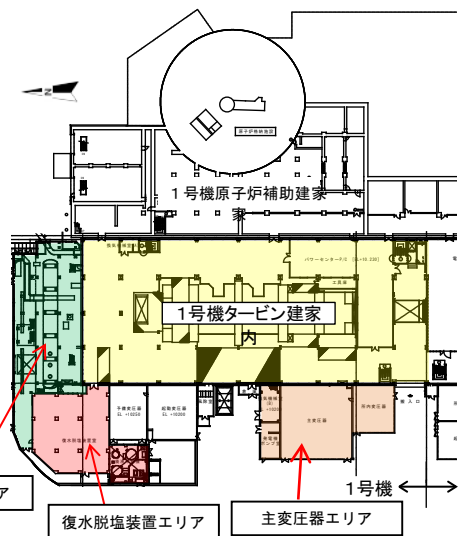
(5) 2次系機器・建家等の解体・撤去

2次系機器・建家等の解体・撤去方法および解体・撤去範囲について検討し、第1段階では、タービン建家の機器およびタービン建家周辺エリア（復水脱塩装置エリア、主変圧器エリア、脱気器エリア等）の機器について解体・撤去を行うこととし、平成31年1月から令和元年9月に復水脱塩装置エリアの機器の解体・撤去作業を実施した。

【基本工程】

	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度	令和8年度
2次系 機器・建家等 の解体・撤去	解体・撤去方法の検討		タービン建家外機器撤去			タービン建家内機器撤去				
		復水脱塩装置 エリア		主変圧器エリア 脱気器エリア		タービン建家				

現在



タービン建家平面図



撤去前



撤去後

復水ブースターポンプ・モータの撤去（復水脱塩装置エリア）

3. 伊方発電所 1号機の廃止措置の状況

(6) 放射性廃棄物放出状況等

○ 放射性気体廃棄物

- ・原子炉運転中と同様に処理を行ったうえで、監視しながら排気筒から放出しており、昨年度および本年度第3四半期までの放出状況は、1, 2, 3号炉合算値で放出管理目標値を下回っている。(表1のとおり)

○ 放射性液体廃棄物

- ・原子炉運転中と同様に処理を行ったうえで、監視しながら放水口から放出しており、昨年度および本年度第3四半期までの放出状況は、1, 2, 3号炉合算値で放出管理目標値を下回っている。(表1のとおり)

○ 放射線業務従事者の被ばく

- ・解体工事準備期間10年間の推定値約1.4人・Sv(1,400人・mSv)に対し、廃止措置段階の原子炉施設保安規定を施行した平成29年7月7日～令和元年12月末までの被ばく線量は74.49人・mSvであり、当初の計画値を下回っている。
- ・個人の1日の管理線量1mSvに対し、上記期間中の1号機における被ばく線量は最大で0.61mSv/日である。

表1 放射性廃棄物の放出実績

廃棄物		平成30年度 累積放出量	令和元年度 第3四半期までの 累積放出量	放出管理目標値 (1, 2, 3号炉合算値)
放射性 気体 廃棄物	希ガス	検出限界未満 ^{※1}	1.5×10 ⁸ Bq	9.5×10 ¹⁴ Bq/年 ^{※2}
	よう素 (I-131)	検出限界未満 ^{※1}	検出限界未満 ^{※1}	4.4×10 ¹⁰ Bq/年 ^{※2}
放射性液体廃棄物 (トリチウムを除く)		検出限界未満 ^{※1}	検出限界未満 ^{※1}	7.4×10 ¹⁰ Bq/年 ^{※2}

※1 検出限界未満とは、放射性気体廃棄物・放射性液体廃棄物中の当該放射性物質濃度の測定値がすべて検出限界濃度未満であることを示す。
 なお、検出限界濃度は「発電用軽水型原子炉施設における放出放射性物質の測定に関する指針」に示される測定下限濃度を満足している。
 仮に当該期間中、測定下限濃度(放射性液体廃棄物はコバルト-60に対する値を代表とする)で検出が継続したと想定した場合における放出放射エネルギーを試算すると、平成30年度においては、放射性気体廃棄物の希ガスは2.0×10¹⁴Bq、よう素131は7.0×10⁷Bq、放射性液体廃棄物は5.2×10⁷Bqとなる。
 また、令和元年度第3四半期までにおいては、放射性気体廃棄物のよう素131は5.2×10⁷Bq、放射性液体廃棄物は3.6×10⁷Bqとなる。

表2 放射線業務従事者の被ばく線量の推移

期 間	被ばく線量 (人・mSv)	個人の1日の 被ばく線量の最大 (mSv/日)
平成29年7月7日～ 平成31年3月31日	69.28	0.61
平成31年4月1日～ 令和元年12月31日	5.21	0.15
合 計	74.49	—

※2 平成30年10月10日に廃止措置計画変更認可申請をしており、認可後は放出管理目標値が以下となる。
 希ガス:3.7×10¹⁴Bq/年、よう素:7.7×10⁹Bq/年、
 放射性液体廃棄物:3.8×10¹⁰Bq/年