

玄海原子力発電所4号炉高燃焼度燃料の使用に伴う 原子炉設置変更許可申請書の変更内容について

1. はじめに

玄海4号炉高燃焼度燃料の使用に伴い、原子炉設置許可申請書の本文五号、本文九号及び本文十号を変更して申請している。

申請に伴い変更した、「高燃焼度燃料の使用に伴い変更する項目」、「高燃焼度燃料の使用に伴う再評価に合わせて変更する項目」及び「記載の適正化により変更する項目」の内容を以下に整理する。

2. 高燃焼度燃料の使用に伴い変更する項目

高燃焼度燃料の使用に伴い変更する項目を表1に示す。

3. 高燃焼度燃料の使用に伴う再評価に合わせて変更する項目

今回、2. に伴う再評価の実施と合わせて、高燃焼度燃料の使用には直接関連しないが、新指針、新知見等を取り込んだ評価を行っている。その具体的な項目を表2に示す。

4. 記載の適正化により変更する項目

本申請に合わせて、申請書の記載の適正化を行っている。その具体的な項目を表3に示す。また、その他、項番号のずれ等の軽微な修正を実施している。これら、記載の適正化により変更する項目については適合性の確認は不要と考える。

5. 申請における変更理由

3. については、高燃焼度燃料の使用には直接関連しないが、高燃焼度燃料の使用に伴う再評価の実施と合わせて変更するものであるため、今回申請の変更理由は「高燃焼度燃料の使用」のみと整理している。

以上

表 1-1 高燃焼度燃料の使用に伴い変更する項目 (4号炉)

変更項目		変更内容
本文五号	炉心に係る設計	燃料体の最高燃焼度及び最大挿入量を高燃焼度燃料の仕様に変更する。
	燃料体に係る設計	燃料材の種類、燃料被覆材の種類を高燃焼度燃料の仕様に変更する。
	使用済燃料ピット冷却器の伝熱容量	使用済燃料ピット冷却器について、高燃焼度燃料の貯蔵を踏まえた崩壊熱に対応した伝熱容量に見直している。
	燃料取替用水ピットほう素濃度	高燃焼度燃料の使用に伴う未臨界性確保の観点から、燃料取替用水ピットのほう素濃度を 2,500ppm から 3,100ppm に見直している。
	制御設備の反応度制御能力	高燃焼度燃料の使用に伴い、制御棒クラスタの制御能力が低下することから制御棒クラスタの反応度制御能力が変更となる。
本文九号関連	年間放出量及び γ 線実効エネルギー	高燃焼度燃料の使用に伴い、炉心平均熱中性子束等が変化することから、年間の放出放射量及び γ 線実効エネルギーが変更となる。
本文十号関連	燃料取替用水ピットほう素濃度	燃料取替用水ピットのほう素濃度 (2,500ppm から 3,100ppm に見直し) に合わせて評価条件を見直している。
	原子炉運転時間	高燃焼度燃料の運用に対応し、被ばく評価の条件として設定する原子炉運転時間を最高 30,000 時間から最高 40,000 時間に見直している。
	使用済燃料ピット崩壊熱	4号炉使用済燃料ピットについて、評価条件として高燃焼度燃料の貯蔵を踏まえた崩壊熱に見直している。
	燃料機械設計の変更	高燃焼度燃料の使用に伴い、安全解析におけるペレット密度及び濃縮度について、適切に設定している。
	安全解析使用値の変更	高燃焼度燃料の使用に伴い、安全解析使用値を現行の炉心の安全解析使用値から変更している。(実効遅発中性子割合、炉心崩壊熱、臨界ほう素濃度等)

表 1-2 高燃焼度燃料の使用に伴い変更する項目 (3号炉)

変更項目		変更内容
本文九号関連	年間放出量及び γ 線実効エネルギー	4号炉の高燃焼度燃料の使用に伴い、炉心平均熱中性子束等が変化することから、4号炉の年間の放出放射量及び γ 線実効エネルギーが変更となる。
本文十号関連	重大事故等対策の有効性評価 4号炉の評価条件及び評価結果記載の反映	重大事故等対策の有効性評価は、3,4号炉が同時発災することも想定し、3号炉、4号炉それぞれ評価して厳しい結果となる号炉の結果を3,4号炉共通の評価値として申請書に記載している。 高燃焼度燃料の使用により4号炉の方が厳しい結果となり、4号炉の結果を3号炉の申請書に反映している。

表 2-1 高燃焼度燃料の使用に伴う再評価に合わせて変更する項目（4号炉）（1/3）

変更項目		変更内容
本文五号	3次元核設計手法の採用	<u>過去の国内 PWR プラントにおける高燃焼度燃料導入時に採用</u> した最新知見の反映。炉心の核設計手法として従来の 1,2 次元核設計手法に代わり、3次元核設計手法を採用する。3次元核設計手法では、核設計計算コードとして ANC コード等を使用する。
	改良統計的熱設計手法 (GSTM) の採用	<u>過去の国内 PWR プラントにおける高燃焼度燃料導入時に採用</u> した最新知見の反映。炉心の熱水力設計手法として従来の統計的熱設計手法に代わり、改良統計的熱設計手法を採用する。
	ほう素による負の反応度添加速度の評価方法変更	<u>過去の国内 PWR プラントにおける新設計燃料導入時に採用</u> した評価方法の反映。非常用制御設備のほう素添加による負の反応度添加速度評価に使用する条件(数値)の考え方を見直している。
本文九号関連	気象資料の更新	被ばく評価を見直す原子炉設置変更許可申請であり、かつ、異常年検定において既許可の気象資料が至近の気象状態と比較して同等と判断できないため、新たな代表性のある気象資料に更新している。
	有効放出高さの変更	被ばく評価を見直す設置変更許可申請であり、かつ、至近の気象観測の結果から敷地の造成による影響が考えられるため、風洞実験を実施し、排気筒有効高さを変更している。
	牧草地評価地点の変更	被ばく評価を見直す設置変更許可申請に伴い、発電所周辺の状況を確認した結果を反映している。
本文十号関連	改良統計的熱設計手法 (GSTM) の採用	<u>過去の国内 PWR プラントにおける高燃焼度燃料導入時に採用</u> した最新知見の反映。炉心の熱水力設計手法として従来の統計的熱設計手法に代わり、改良統計的熱設計手法を採用する。
	炉心崩壊熱（日本原子力学会推奨値及び ORIGEN-2）	安全解析見直しに伴い反映する項目であり、 <u>国内 PWR プラントにおいても採用済み</u> の最新知見の反映。炉心崩壊熱については、日本原子力学会推奨値及び ORIGEN-2 コードによる評価値に基づく炉心崩壊熱を使用している。

表 2-1 高燃焼度燃料の使用に伴う再評価に合わせて変更する項目（4号炉）（2/3）

変更項目	変更内容
蒸気発生器伝熱管施栓率	蒸気発生器伝熱管施栓率に係る影響確認については、原子炉設置変更許可申請のタイミングで安全解析に反映することが原則とされたことを受けた変更。蒸気発生器伝熱管施栓率について、10%までを考慮して解析を行っている。
「制御棒飛び出し」における解析手法	安全解析見直しに伴い反映する項目であり、 <u>国内 PWR プラントにおいても採用済み</u> の最新知見の反映。「制御棒飛び出し」において、「発電用軽水型原子炉施設の反応度投入事象における燃焼の進んだ燃料の取扱いについて」（以下「RIE 報告書」という。）に基づいた解析手法を採用している。
原子炉冷却材系の停止ループの誤起動事象の原子炉初期出力	安全解析見直しに伴い反映する項目であり、 <u>国内 PWR プラントにおいても採用済み</u> の実機運用条件に則した解析条件の見直し。初期原子炉出力を 70%から P-8（1 ループ 1 次冷却材流量低原子炉トリップ阻止）設定値の 35%に見直している。
美浜 2 号機蒸気発生器伝熱管損傷事象の教訓反映	安全解析見直しに伴い反映する項目であり、 <u>国内 PWR プラントにおいても採用済み</u> の最新知見の反映。美浜 2 号機蒸気発生器伝熱管損傷事象の反映として、「蒸気発生器伝熱管破損」の主蒸気隔離弁の閉止までに要する時間等について、十分余裕を考慮した解析条件に見直している。
反応度投入事象における燃焼の進んだ燃料の取扱い（RIE 報告書）の反映	安全解析見直しに伴い反映する項目であり、 <u>国内 PWR プラントにおいても採用済み</u> の最新知見の反映。反応度投入事象における燃焼の進んだ燃料の取扱いについては、「発電用軽水型原子炉施設の反応度投入事象に関する評価指針」及び「RIE 報告書」に従った評価を行っている。
水素生成割合（G 値）の見直し	安全解析見直しに伴い反映する項目であり、 <u>国内 PWR プラントにおいても採用済み</u> の最新知見の反映。可燃性ガス発生の評価において、水の放射線分解により発生する水素ガスの生成割合（G 値）を 0.5 分子/100eV から炉心水に対し 0.4 分子/100eV、サンプル水に対し 0.3 分子/100eV に見直している。

表 2-1 高燃焼度燃料の使用に伴う再評価に合わせて変更する項目(4号炉)(3/3)

変更項目		変更内容
本文十号関連	気象資料の更新	被ばく評価を見直す原子炉設置変更許可申請であり、かつ、異常年検定において既許可の気象資料が至近の気象状態と比較して同等と判断できないため、新たな代表性のある気象資料に更新している。
	有効放出高さの変更	被ばく評価を見直す設置変更許可申請であり、かつ、至近の気象観測の結果から敷地の造成による影響が考えられるため、風洞実験を実施し、排気筒有効高さを変更している。
	解析に使用する計算プログラムの変更	安全解析見直しに伴い反映する項目であり、 <u>国内 PWR プラントにおいても採用済み</u> の最新知見の反映。出力分布の評価を核設計計算コード ANC に変更した。
	燃料ペレット熱伝導率の燃焼に伴う低下の考慮	安全解析見直しに伴い反映する項目であり、 <u>国内 PWR プラントにおいても採用済み</u> の最新知見の反映。燃料ペレット熱伝導率として、燃焼に伴い熱伝導率が低下する効果を考慮している。

表 2-2 高燃焼度燃料の使用に伴う再評価に合わせて変更する項目 (3号炉)

変更項目		変更内容
本文九号関連	気象資料の更新	4号炉の被ばく評価にて気象資料を更新しており、気象資料は発電所で共通としているため、3号炉の気象資料も更新している。
	有効放出高さの変更	3号炉の気象資料の更新に併せて被ばく評価を見直しており、かつ、至近の気象観測の結果から敷地の造成による影響が考えられるため、風洞実験を実施し、排気筒有効高さを変更している。
	牧草地評価地点の変更	3号炉の気象資料の更新に併せて被ばく評価を見直すことに伴い、発電所周辺の状況を確認した結果を反映している。
本文十号関連	気象資料の更新	4号炉の被ばく評価にて気象資料を更新しており、気象資料は発電所で共通としているため、3号炉の気象資料も更新している。
	有効放出高さの変更	3号炉の気象資料の更新に併せて被ばく評価を見直しており、かつ、至近の気象観測の結果から敷地の造成による影響が考えられるため、風洞実験を実施し、排気筒有効高さを変更している。

表 3 記載の適正化により変更する項目（4号炉）

変更項目		変更内容
本文五号	運用ガイド及び最新記載の反映	本申請に係る最新の発電用原子炉施設の設置（変更）許可申請に係る運用ガイドにて「記載することとする」とされている項目及び <u>過去の国内 PWR プラントの高燃焼度燃料導入時の構成</u> を反映している。
	高燃焼度燃料を 3 号炉へ貯蔵しない記載の追記	4 号炉と共用化している 3 号炉の使用済燃料ピットに高燃焼度燃料を貯蔵せず、3 号炉の既許可における貯蔵可能燃料に変更が無いことを明確化している。
	使用済燃料ピットの遮へい評価対象燃料の補足削除	遮へいに必要な水深の評価に共用号炉の高燃焼度燃料が含まれることを補足的に明確化していたが、4 号炉においても高燃焼度燃料を使用することから補足が不要となるため削除している。
本文十号関連	最新記載の反映	安全解析見直しに伴い反映する項目であり、 <u>国内 PWR プラントにおける申請書記載を反映</u> している。