

平成15年6月6日  
原子力安全対策課  
(15-25)  
<11時15分諸君表>

美浜発電所3号機の高燃焼度(55,000MWd/t)燃料の使用計画および  
高浜発電所の使用済燃料貯蔵設備の貯蔵能力変更計画に係る  
事前了解願いについて

本日、関西電力株式会社から、美浜発電所3号機の高燃焼度(55,000MWd/t)燃料の使用計画および高浜発電所の使用済燃料貯蔵設備の貯蔵能力変更計画について、「原子力発電所周辺環境の安全確保等に関する協定書」第2条第2項の規程に基づき、事前了解願いが提出された。

県としては、これらの計画について今後詳細に説明を受け、立地町の意見も十分踏まえ、安全の確保を最優先に慎重に対処していく。

〈事前了解願いの概要〉

1. 美浜発電所

使用済燃料の発生量を低減するため、ウラン濃縮度を高め高燃焼度化した燃料(集合体最高燃焼度 55,000MWd/t)を3号機の取替燃料として使用する。

2. 高浜発電所

3号および4号機の原子炉補助建屋内の使用済燃料ピット(Aエリア)の使用済燃料ラックを稠密化を図った新ラックに取替え、貯蔵能力をそれぞれ約580体増強し、使用済燃料管理に万全を期する。

また、増強工事を行うために必要な空容量を確保するため、3号および4号機の使用済燃料設備を1号、2号、3号および4号機共用とする。

## 1. 美浜発電所3号機 高燃焼度燃料の使用計画

## (1) 変更する施設名および変更内容

3号機における取替燃料として、現在使用している燃料（集合体最高燃焼度48,000MWd/t；高燃焼度化ステップ1）<sup>\*1</sup>より最高燃焼度制限を引き上げた高燃焼度燃料（集合体最高燃焼度55,000MWd/t；高燃焼度化ステップ2）<sup>\*2</sup>を使用する。

※1 美浜発電所では平成3年度から使用している。以下、現行燃料という。

※2 以下、高燃焼度燃料という。

## (2) 変更理由

使用済燃料の発生量低減を目的として、高燃焼度燃料を使用する。

## (3) 構造および設備（第1表および第1図参照）

高燃焼度燃料の仕様は以下のとおりである。

## ・高燃焼度燃料の基本構造

高燃焼度燃料の基本的な構造、寸法、形状等は現行燃料と同一である。

## ・燃料集合体最高燃焼度

55,000MWd/t

## ・ウラン235濃縮度

約4.6wt%以下

ただし、ガドリニア入り二酸化ウランペレットは約3.0wt%以下

## ・ガドリニア入り二酸化ウランペレットのガドリニア濃度

約10wt%以下

## ・ペレット初期密度

理論密度の約97%

ただし、ガドリニア入り二酸化ウランペレットは理論密度の約96%

## ・被覆材

ジルコニウム基合金

（ジルカロイ-4の合金成分を調整し、ニオブ等を添加したものおよびジルコニウム-ニオブ合金にスズ、鉄を添加したもの）

## (4) 装荷計画

高燃焼度燃料は、平成17年度に実施予定の第22回定期検査にて装荷を行う予定である。

## 2. 高浜発電所 使用済燃料貯蔵設備の貯蔵能力変更計画の概要

### (1) 変更する施設名および変更内容

3号および4号機の使用済燃料貯蔵設備の貯蔵能力をそれぞれ1,188体から、約1,770体に増強する。

また、3号および4号機の使用済燃料貯蔵設備を1号、2号、3号および4号機共用とする。

### (2) 変更理由

高浜発電所については、1号および2号機の使用済燃料貯蔵設備の貯蔵能力が小さいことから、平成10年に3号並びに4号機の使用済燃料貯蔵設備を1号および2号機と共用化し、使用済燃料を六ヶ所再処理工場へ搬出することにより貯蔵余裕を確保することとしていたが、使用済燃料搬出量が当初見込みより減少したため、平成18年頃から貯蔵余裕の厳しい状況となることが予想される。

このため、3号および4号機の使用済燃料貯蔵設備の貯蔵能力を増強し、使用済燃料管理に万全を期すこととする。

また、増強工事を行うために必要な空容量を確保するため、3号および4号機の使用済燃料貯蔵設備を共用化することとする。

### (3) 構造および設備（第2図および第3図参照）

3号および4号機原子炉補助建屋内の使用済燃料ピット（Aエリア）の使用済燃料ラックを、ボロン添加したステンレス鋼を使用した新ラックに取替え、稠密化を図ることにより、貯蔵能力をそれぞれ約580体増強する。これにより、既設使用済燃料ピット（Bエリア）の貯蔵能力と合わせて、3号および4号機の使用済燃料ピットの貯蔵能力はそれぞれ、1,188体（全炉心燃料の約760%相当分）から約1,770体（全炉心燃料の約1130%相当分）となる。

### (4) 工事計画

高浜発電所3号機：平成17年 9月頃～平成18年 6月頃

高浜発電所4号機：平成16年11月頃～平成17年 8月頃

## 3. 説明資料

- ・美浜発電所3号機 高燃焼度燃料の使用計画の概要

……………添付資料1

- ・高浜発電所 使用済燃料貯蔵施設の貯蔵能力変更計画の概要

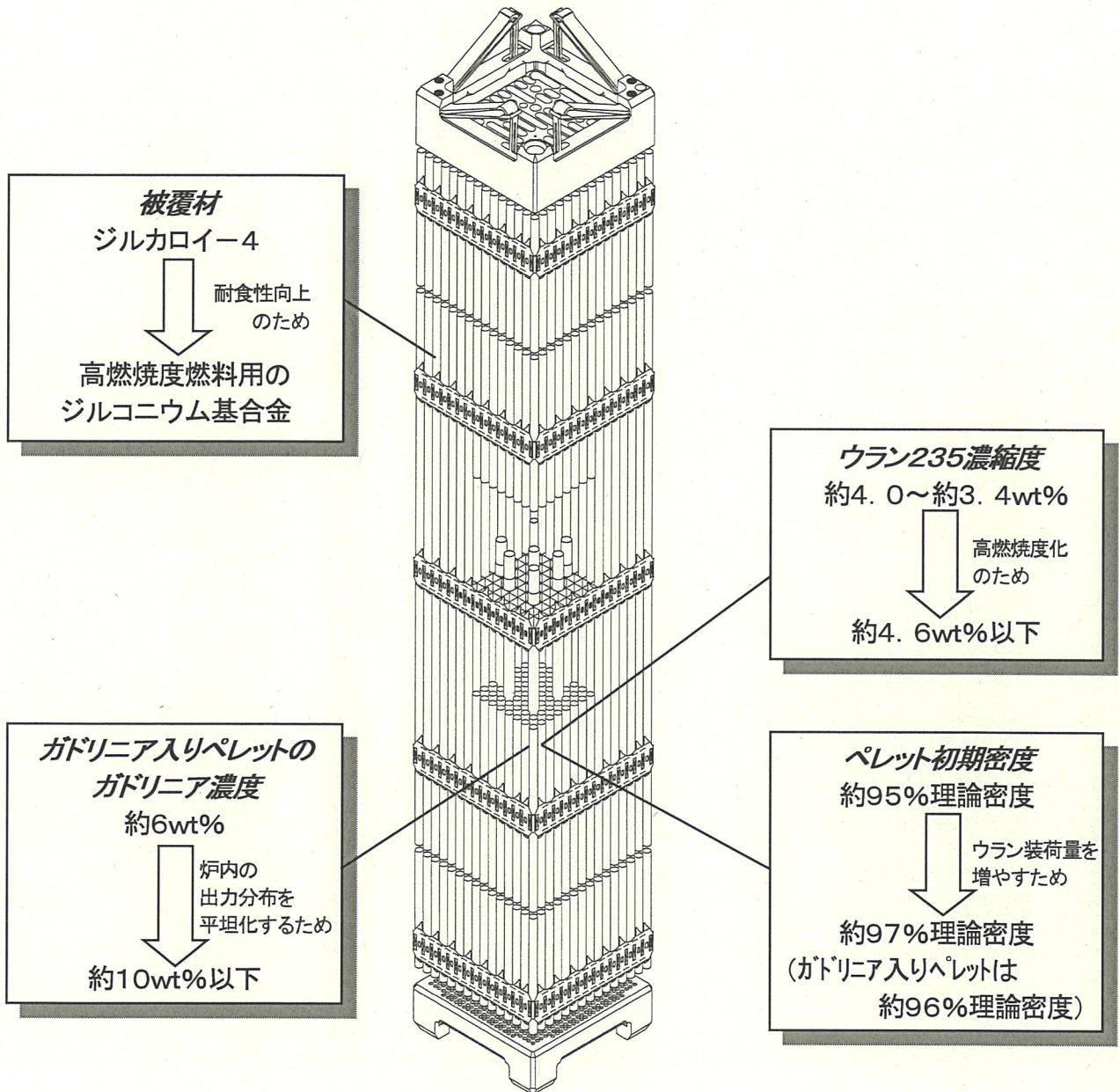
……………添付資料2

第1表 15行15列型高燃焼度燃料の設計値

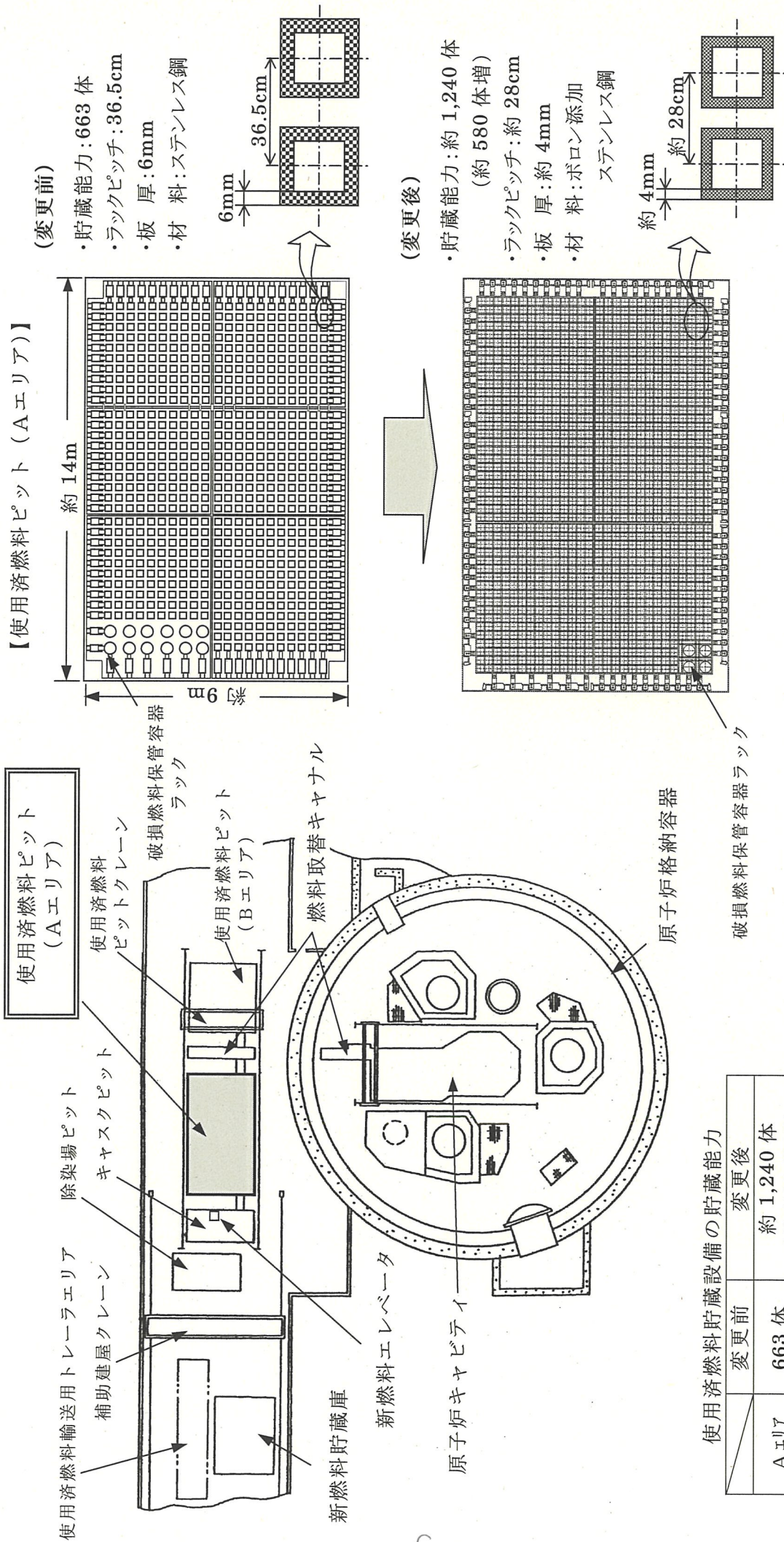
項 目	高燃焼度燃料	現行燃料
1 燃料材		
ペレット	二酸化ウラン焼結ペレット (一部ガドリニアを含む)	同左
ウラン235濃縮度	約4.6wt%以下 (ガドリニア入り燃料は 約3.0wt%以下)	約4.0~約3.4wt% (ガドリニア入り燃料は 約2.5~約1.9wt%)
ガドリニア濃度	約10wt%以下	約6wt%
ペレット初期密度	理論密度の約97% (ガドリニア入り燃料は約96%)	理論密度の約95% (ガドリニア入り燃料は約95%)
2 燃料棒		
被 覆 材	ジルコニウム基合金	ジルカロイ-4
燃料棒外径	約11mm	同左
被覆管厚さ	約0.6mm又は約0.7mm	同左
燃料棒有効長さ	約3.7m	同左
3 燃料集合体		
配 列	15×15	同左
燃料棒ピッチ	約14mm	同左
燃料棒本数	204本	同左
ガドリニア入り燃料集合体の ガドリニア入り燃料棒本数	20本又は16本	16本
制御棒案内シンプル本数	20本	同左
炉内計装用案内シンプル本数	1本	同左
集合体最高燃焼度	55,000MWd/t	48,000MWd/t

# 最高燃焼度

48,000MWd/t → 55,000MWd/t



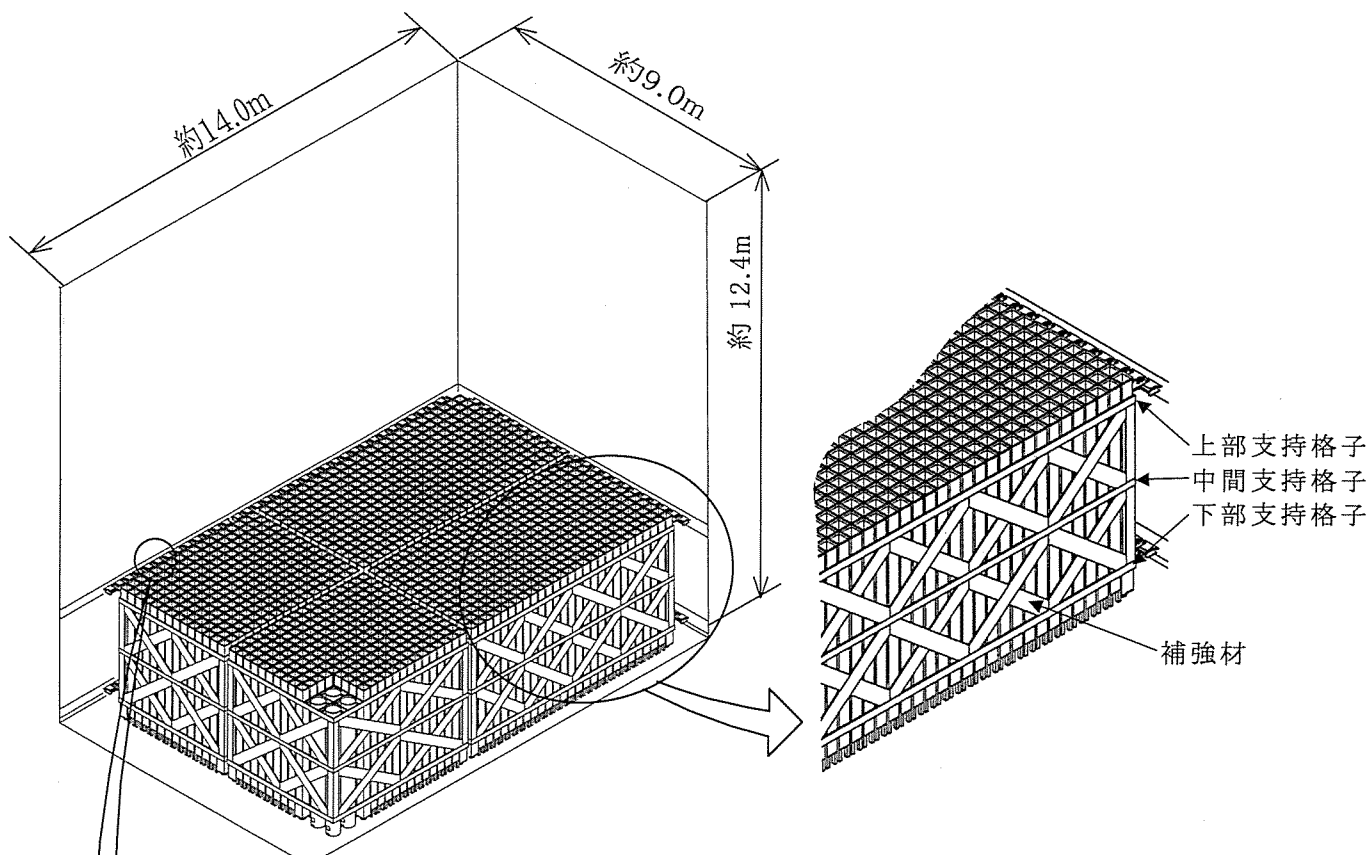
第1図 高燃焼度燃料の主な変更点



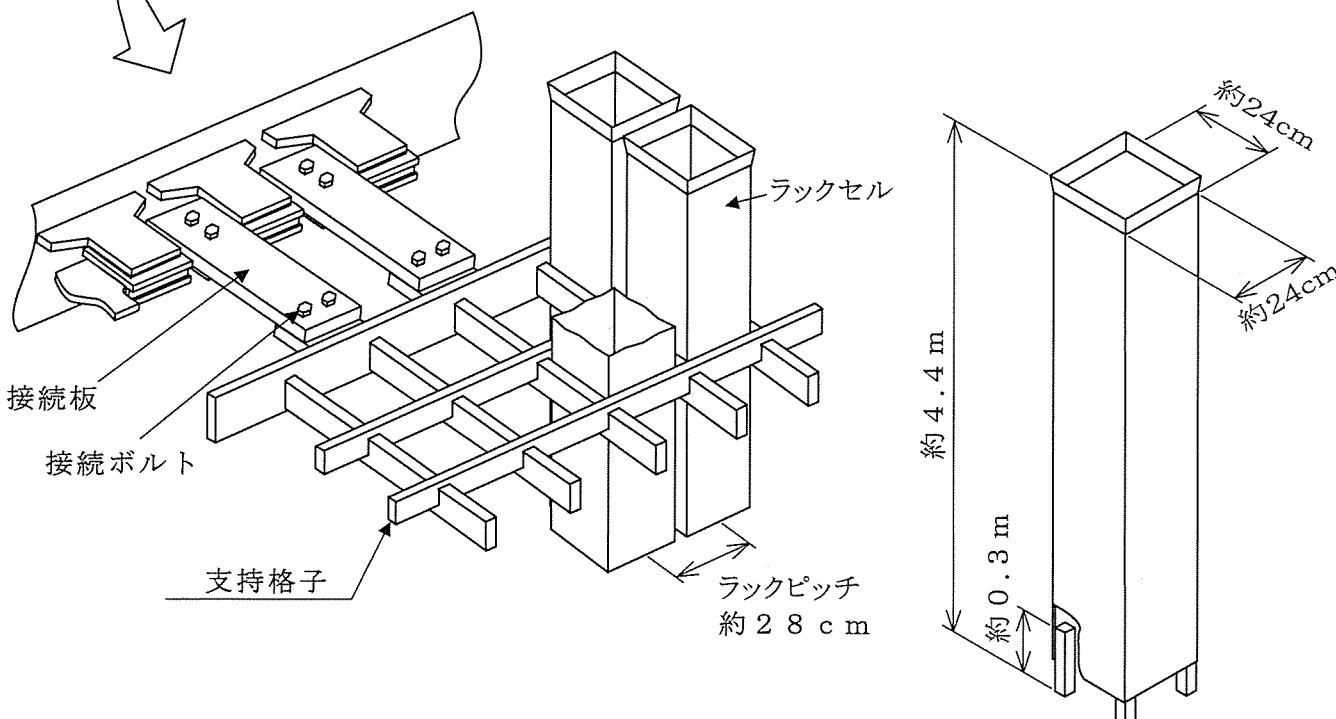
使用済燃料貯蔵設備の貯蔵能力

	変更前	変更後
Aエリア	663 体	約 1,240 体 (約 580 体増)
Bエリア	525 体	525 体
合計	1,188 体	約 1,770 体

第2図 高浜発電所 使用済燃料貯蔵設備の配置図 (3号機の場合)



3号機使用済燃料ピット (Aエリア)



板厚：約 4 mm  
 材料：ボロン添加ステンレス鋼

第3図 使用済燃料ラック概念図 (3号機の場合)

## 高燃焼度燃料の使用計画の概要

## 1. 施設の使用に関する説明

## (1) 使用目的

使用済燃料の発生量低減を目的として、現在取替燃料に使用している燃料より最高燃焼度制限を引き上げた高燃焼度燃料を使用する。

## (2) 燃料の高燃焼度化

関西電力（株）では、燃料の高燃焼度化を段階的に進めており、ステップ1として、燃料集合体最高燃焼度制限を当初の  $39,000\text{MWd/t}$  から  $48,000\text{MWd/t}$  に引き上げた燃料を、平成2年から使用しており、これまで良好な照射実績を得ている。これに引き続き、ステップ2として最高燃焼度制限を  $55,000\text{MWd/t}$  まで引き上げた高燃焼度燃料を使用する計画である。

現行燃料は概ね3サイクル使用できるが、高燃焼度燃料を使用することにより、燃料を3サイクルないし4サイクル使用できるようになる。これにより、使用済燃料発生量を約10%低減することができる。

高燃焼度燃料の使用にあたっては、海外における照射試験などを行いデータを拡充し、燃料挙動を把握するとともに、念のため平成9年3月から平成14年3月まで大飯4号機において先行照射を行い、良好に照射を完了した。

また、経済産業大臣の諮問機関である総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会原子炉安全小委員会は、「PWR燃料の高燃焼度化（ステップ2）及び燃料の高燃焼度化に係る安全研究の現状と課題について」（平成13年12月7日）の中で、PWR高燃焼度燃料を本格採用することについて基本的に問題はないと結論づけている。

## (3) 高燃焼度燃料の基本仕様

高燃焼度燃料の構造は現行燃料と基本的に同一であるが、最高燃焼度制限の引き上げにより、原子炉へ装荷されている期間が延びることから、必要な反応度を確保するためウラン濃縮度を現在の約4.0～約3.4wt%から約4.6wt%以下にし、被覆材としてジルカロイ-4から耐食性を

向上させたジルコニウム基合金を採用する。

また、ペレット初期密度を従来の理論密度の約95%から約97%に高めることにより、燃料集合体1体あたりのウラン量を増やし、使用済燃料の発生量を低減することとする。

さらに、出力分布の平坦化を目的に、ガドリニア入り二酸化ウランペレットのガドリニア濃度を現行の約6wt%から約10wt%以下にするとともに、ガドリニア入り二酸化ウラン燃料棒の本数を現行の集合体あたりの16本から20本又は16本とする。

#### (4) 高燃焼度燃料の使用実績

原子燃料の高燃焼度化は、海外においても段階的に進められている。米国PWRでは既に燃焼度の制限が約56,000MWd/t（燃料棒燃焼度で62,000MWd/t）の高燃焼度燃料が導入されるなど、海外の原子力発電所では、安全に使用されている。

また、国内BWRにおいても最高燃焼度制限55,000MWd/tの高燃焼度燃料の使用が許可されており、平成11年度以降、順次本格導入されている。

## 2. 施設の安全設計に関する説明

高燃焼度燃料では、現行燃料に比べウラン濃縮度を高めており、中性子スペクトルが硬化することから、制御棒価値やほう素価値が低下する。また、炉内滞在期間が長くなることから被覆材として現在使用しているジルカロイ-4に比べ耐食性が向上したジルコニウム基合金を使用すること、炉内の出力分布を平坦化するためガドリニア入り二酸化ウランペレットのガドリニア濃度を高めること、ウラン装荷量を増やすためにペレット初期密度を高めることなどの変更を行うが、これらの特徴を考慮し、以下の設計を行うこととしている。

### (1) 核設計

高燃焼度燃料を装荷した炉心における反応度停止余裕、最大線出力密度、減速材温度係数等の取替炉心の安全性確認項目を評価し、全ての評価値が

安全解析使用値の範囲内に収まるように、核設計を行うこととする。

## (2) 機械設計

高燃焼度燃料の健全性については、燃料中心最高温度、燃料棒内圧、被覆管の応力、歪及び疲労を評価し、全ての評価値が基準値を満足するように、機械設計を行うこととする。

## (3) 熱水力設計

燃料の健全性を確保するため、最小限界熱流束比が許容限界値以上、かつ燃料中心最高温度が溶融点未満となるよう設計を行うこととする。

## (4) 動特性

高燃焼度燃料を装荷した炉心の動特性は、設計負荷変化に対して原子炉制御設備を含めた原子炉系の応答が安定で、原子炉出力等のパラメータが十分制御され、通常運転時及び過渡時においても、動特性上問題のないように設計を行うこととする。

## (5) 設備影響

高燃焼度燃料の使用に伴う主な設備影響項目としては、原子炉停止余裕、燃料貯蔵設備の未臨界性、使用済燃料ピットの冷却性、燃料取替停止時のほう素濃度が挙げられる。これらについては、基本的に現行設備で対応が可能であるが、高燃焼度燃料の使用に伴いほう素価値が低下することから、燃料取替用水タンク等のほう素濃度を2,200 ppm以上から2,600 ppm以上に上昇させることとする。

## (6) 安全評価

運転時の異常な過渡変化及び事故に関する解析条件に高燃焼度燃料の影響を反映し、評価を実施する。運転時の異常な過渡変化については、燃料及び原子炉冷却材圧力バウンダリの健全性が確保され、事故については、炉心の冷却能力ならびに原子炉冷却材圧力バウンダリ及び格納容器バウンダリの健全性が確保されることを確認する。

事故時被ばくについては、高燃焼度燃料の影響、ICRP90年勧告取り入れを受けた指針変更を反映し、評価を実施する。事故については、周辺の公衆に対し著しい放射線被ばくのリスクを与えないことを、重大事故及び仮想事故については、立地審査指針のめやす線量を十分下回ることを確認する。

以上より、高燃焼度燃料を使用しても安全上問題ないよう設計する。

### 3. 周辺環境への影響に関する説明

気体廃棄物の放出量評価については、高燃焼度燃料を装荷した炉心では、燃料取替停止時のほう素濃度が上昇することなどにより、1次冷却材抽出水の処理量が増加し、気体廃棄物の放出量が若干増加するが、線量評価上の影響は小さい。

また、液体廃棄物の放出量評価については、上記理由により、液体廃棄物の放出量が若干変動するが、現行の評価に用いている放出量を満足している。

したがって、線量目標値を十分満足しており、高燃焼度燃料の使用による周辺環境への影響は問題となるものではない。

## 使用済燃料貯蔵設備の貯蔵能力変更計画の概要

## 1. 施設の使用に関する説明

高浜発電所については、1号及び2号機の使用済燃料貯蔵設備の貯蔵能力が小さいことから、平成10年に3号並びに4号機の使用済燃料貯蔵設備を1号及び2号機と共用化し、使用済燃料を六ヶ所再処理工場へ搬出することにより貯蔵余裕を確保することとしていたが、使用済燃料搬出量が当初見込みより減少したため、平成18年頃から貯蔵余裕の厳しい状況となることが予想される。

このため、3号及び4号機原子炉補助建屋内の使用済燃料ピット（Aエリア）の使用済燃料ラックを、ボロン添加したステンレス鋼を使用した新ラックに取替え、稠密化を図ることにより、貯蔵能力をそれぞれ約580体増強し、使用済燃料管理に万全を期すこととする。また、増強工事のために必要な空容量を確保するため、3号及び4号機の使用済燃料貯蔵設備を共用化する。

これにより、既設使用済燃料ピット（Bエリア）の貯蔵能力と合わせて、3号及び4号機の使用済燃料ピットの貯蔵能力はそれぞれ、1,188体（全炉心燃料の約760%相当分）から約1,770体（全炉心燃料の約1130%相当分）となる。

なお、既設の使用済燃料ラックは、取り出した後、切断して固体廃棄物貯蔵庫に貯蔵保管（ドラム缶換算で約800本程度）し、将来的には低レベル放射性廃棄物として埋設処分する計画である。また、ラック取替工事に伴う作業員の被ばく線量は、通常定期検査時の総被ばく線量に比べても十分低いものと予想される。

## 2. 施設の安全設計に関する説明

## (1) 未臨界性

ボロン添加（約1wt%）ステンレス鋼を用いた使用済燃料ラックを採用し、未臨界を維持できるよう設計する。

(2) 冷却能力

使用済燃料貯蔵設備の貯蔵能力変更後においても、使用済燃料ピットの冷却能力が確保できるよう設計する。

(3) 構造強度

使用済燃料貯蔵設備の貯蔵能力変更後においても、燃料及び使用済燃料ラック等の荷重に対してピットの構造が健全であるよう設計する。

以上より、本設備の安全設計に問題はない。

3. 周辺環境への影響に関する説明

使用済燃料貯蔵設備は、使用済燃料からの放射線をボロン水及びコンクリートにより遮へいして線量を十分低減する。

以上より、使用済燃料貯蔵設備の貯蔵能力の変更による周辺環境への影響はない。

以 上