

福島第一原子力発電所3号機の燃料プールに保管中の MOX燃料の健全性の確認結果について

平成22年5月21日
東京電力株式会社
福島第一原子力発電所

当社は、福島第一原子力発電所3号機の燃料プールに保管中のMOX燃料（32体）の健全性を確認するために、水中テレビカメラによる燃料集合体の外観点検、ならびにファイバースコープ等による燃料集合体の内側の状況確認を平成22年2月25日から実施しておりました。

[\(平成22年2月23日お知らせ済み\)](#)

このたび、これまでの点検・評価の結果がとりまとめ、本日、経済産業省原子力安全・保安院ならびに福島県へ報告いたしましたのでお知らせいたします。

また、上記の点検に加え、燃料プールにおいて保管中のMOX燃料を原子炉内で使用することを考慮して、燃料の組成変化の影響*に関する評価も実施いたしました。

今回の点検・評価の結果、以下のとおり、燃料プールに保管中のMOX燃料は、原子炉内で問題なく使用できる健全性を有していることを確認しました。

- ・ 水中テレビカメラによる燃料集合体の外観点検やファイバースコープ等による燃料集合体の内側の状況確認などを行った結果、健全性に影響を及ぼすような損傷や変形、酸化物の付着や異物等がないこと。
- ・ 燃料の組成変化の影響について評価した結果、保管による影響はわずかであり、原子炉内で使用することに問題がないこと。

以 上

添付資料

- ・ 福島第一原子力発電所3号機において長期保管したMOX新燃料の健全性に係る評価・検査報告書（概要）

*：燃料の組成変化の影響

MOX燃料は、燃料に含まれる核分裂性物質であるプルトニウム241が保管中に核分裂しないアメリカシウム241に自然と変化していく特徴がある。

福島第一原子力発電所3号機において
長期保管したMOX新燃料の健全性に係る評価・検査報告書（概要）

1. はじめに

福島第一原子力発電所3号機の燃料プールにおいて現在保管しているMOX新燃料（ベルゴニュークリア社／FBFC インターナショナル社製造）は、平成11年9月27日の発電所搬入後、10年以上水中にて保管してきた。

本報告書（概要）は、当該MOX新燃料の健全性を確認するために実施した評価結果及び検査結果についてまとめたものである。

○ 水中テレビカメラによる燃料集合体の外観検査やファイバースコープ等による燃料集合体内部確認などを行った結果

保管中の環境（水環境、放射線環境）による影響により、ジルコニウム合金やステンレス等の構成部材について、貯蔵時の腐食、クラッド付着が想定されるほか、地震時やプール内燃料移動時に発生する外力による燃料構成部材の変形、燃料集合体内部への異物混入が想定される。しかしながら、外観検査、内部確認および保管期間中の燃料プールの管理状況確認により、以下のとおり問題ないことを確認した。

- ・ 燃料健全性に影響を及ぼす損傷、変形、腐食等は確認されなかった
- ・ 燃料集合体内部に燃料健全性に影響を及ぼす異物は確認されなかった
- ・ 保管期間中の燃料プール水温、水位、水質は適切に管理されていた

○ 燃料の組成変化の影響について評価した結果

MOX新燃料にはその特性が経時変化するという特徴があり、プルトニウムのアメリカシウムへの崩壊等の燃料組成変化によって、ペレット物性の変化や燃料の反応度低下および反応度係数の変化等の影響が想定される。しかしながら、これらの影響を考慮した評価および解析により以下のとおり問題ないことを確認した。

- ・ 生成するアメリカシウムの量が微量であること等から、ペレット物性の変化等が燃料棒熱機械特性に影響しないこと
- ・ 長期保管MOX燃料と同時に装荷される燃料の体数や配置の工夫等によって、熱的制限値等を遵守した炉心の成立が可能であり、核炉心特性上問題のないこと
- ・ 燃料棒熱機械特性と核炉心特性の結果を基に評価される動特性、過渡・事故解析等には長期保管MOX燃料の影響は現れず、各項目に適用される判断基準を満足できること

2. 評価・検査項目の選定

長期保管したMOX新燃料に想定される影響を図1に示す。プルトニウム 241 のアメリカシウム 241 へのβ崩壊等の燃料組成変化の影響、貯蔵時の腐食等の保管中の環境からの影響、異物混入等の外的影響に対して、保管中のMOX燃料が現時点においても問題なく使用できる健全性を有していることを確認するために、評価・検査を実施した。今回の評価・検査で選定した確認対象項目と評価・検査方法を以下に示す。

(1) 環境による影響およびその他の影響にかかる確認対象項目

- | | | |
|-----------------|---|--|
| ① 燃料構成部材の変形 | } | 燃料集合体の外観検査
保管期間中の燃料プールにおける
水質・水温データの確認 |
| ② ジルコニウム合金の腐食特性 | | |
| ③ ステンレス等の腐食特性 | | |
| ④ 燃料集合体内部への異物混入 | | |
| | | — ファイバースコープ等による燃料集合体内部の確認 |

(2) 燃料組成変化の影響にかかる確認対象項目

- | | | |
|----------------------|---|--|
| ① 燃料棒熱機械特性 | } | 許認可解析手法に基づく
評価または、許認可解析
の前提に包絡されていること
の確認 |
| ② 核炉心特性・熱水力特性 | | |
| ③ 動特性 | | |
| ④ 使用済燃料貯蔵時の冷却性及び未臨界性 | | |
| ⑤ 運転時の異常な過渡変化の解析 | | |
| ⑥ 事故解析 | | |

3. 燃料集合体外観検査結果

(1) 検査および確認対象

MOX新燃料集合体 32 体

(2) 実施期間

平成22年 2月25日～3月9日

(3) 検査方法および検査結果

水中テレビカメラにより燃料集合体外観を観察し、損傷、変形、腐食等の観点から、燃料健全性への影響がないことを以下の判定基準により確認した。
(図2参照)

【判定基準】

- a. 燃料棒の明らかな損傷・つぶれのないこと、燃料棒以外の構成要素の有害な損傷・変形等のないこと、また、燃料棒間の間げきに狭小な箇所がないこと。

b. 燃料棒の明らかな油脂・酸化物等で有害な付着物のないこと。

4. ファイバースコープ等による燃料集合体内部確認結果

(1) 検査および確認対象

MOX新燃料集合体 32 体

(2) 実施期間

平成22年 3 月23日～ 4 月27日

(3) 確認方法および確認結果

燃料集合体の各部について、ファイバースコープ、水中カメラ、目視（双眼鏡）により、燃料健全性に影響を及ぼす異物がなことを確認した。

5. 保管中のデータ確認結果

(1) 確認対象

福島第一原子力発電所 3 号機燃料プールの水質等（MOX燃料集合体受入れ以降）

(2) 確認結果

社内保管データの確認により以下のことを確認した。

- ・ 燃料プール水位・水温について、保安規定を満たしていることを確認した。
- ・ 燃料プールの水質について、社内管理基準を満たしていることを確認した。

6. 燃料組成変化の影響にかかる確認結果

① 燃料棒熱機械特性

MOX燃料の長期保管による燃料棒熱機械特性への影響としては、アメリカシウム蓄積に伴うペレット物性の変化や、ヘリウム生成・放出量増加に伴う燃料棒内圧増加が想定される。しかし、MOX燃料中に蓄積されるアメリカシウムの量は 0.5wt%以下と小さいこと、また、燃料棒内圧に関する基準である応力設計比の評価において保守的な取扱いをしていることから、長期保管を考慮した評価結果においても、設置許可解析結果と同等な評価結果が得られ、燃料棒熱機械特性に関する判断基準を満足している。

② 核炉心特性・熱水力特性

MOX燃料の長期保管による核炉心特性・熱水力特性への影響として、燃料単体としては、アメリカシウム蓄積に伴う反応度の低下や反応度係数の変化が想定されるものの、長期保管MOX燃料と同時に装荷される燃料の新燃料体数や燃料装荷パターン等を工夫することによって、熱的制限値等を遵守した炉心が成立することや反応度係数等が設置許可の安全解析の包絡条件に包絡されていること等を確認した。なお、評価にあたっては、長期保管された

MOX燃料が使用済燃料として取り出されるまでの期間（3サイクル分）について、継続してMOX燃料が装荷されることを条件とした。

③ 動特性

MOX燃料の長期保管による動特性への影響としては、アメリシウム蓄積に伴う核炉心特性の変化によるものやヘリウム放出量増加に伴うギャップ熱伝達係数の増加によるものが想定される。しかし、長期保管MOX燃料の影響は、動特性評価に際し安全側に条件設定された特性の範囲にとどまるため、動特性に対しても長期保管MOX燃料の影響は現れておらず、評価結果は設置許可解析結果と同様に、動特性に関する判断基準を満足している。

④ 使用済燃料貯蔵時の冷却性及び未臨界性

長期保管MOX燃料は崩壊熱が増加するが、プール水温の評価基準を満足している。

未臨界性については、長期保管MOX燃料は反応度が低下するため、設置許可解析の入力条件に包絡されており、MOX燃料の長期保管を考慮しても、未臨界性は確保される。

⑤ 運転時の異常な過渡変化の解析

MOX燃料の長期保管による過渡解析への影響としては、アメリシウム蓄積に伴う核炉心特性の変化によるものやヘリウム放出量増加に伴うギャップ熱伝達係数の増加によるものが想定される。しかし、長期保管MOX燃料の影響は、過渡解析に際し安全側に条件設定された値の範囲にとどまるため、過渡解析に対しても長期保管MOX燃料の影響は現れず、評価結果は設置許可解析結果と同様に、過渡解析に関する判断基準を満足している。

⑥ 事故解析

MOX燃料の長期保管による事故解析への影響としては、アメリシウム蓄積に伴う核炉心特性の変化によるものやヘリウム放出量増加に伴う燃料棒熱機械特性の変化によるものが想定される。しかし、事故解析では、これらの影響を包絡できるような保守的な入力条件が設定されているため、事故解析に対しても長期保管MOX燃料の影響は現れず、評価結果は設置許可解析結果と同様に、事故解析に関する判断基準を満足している。

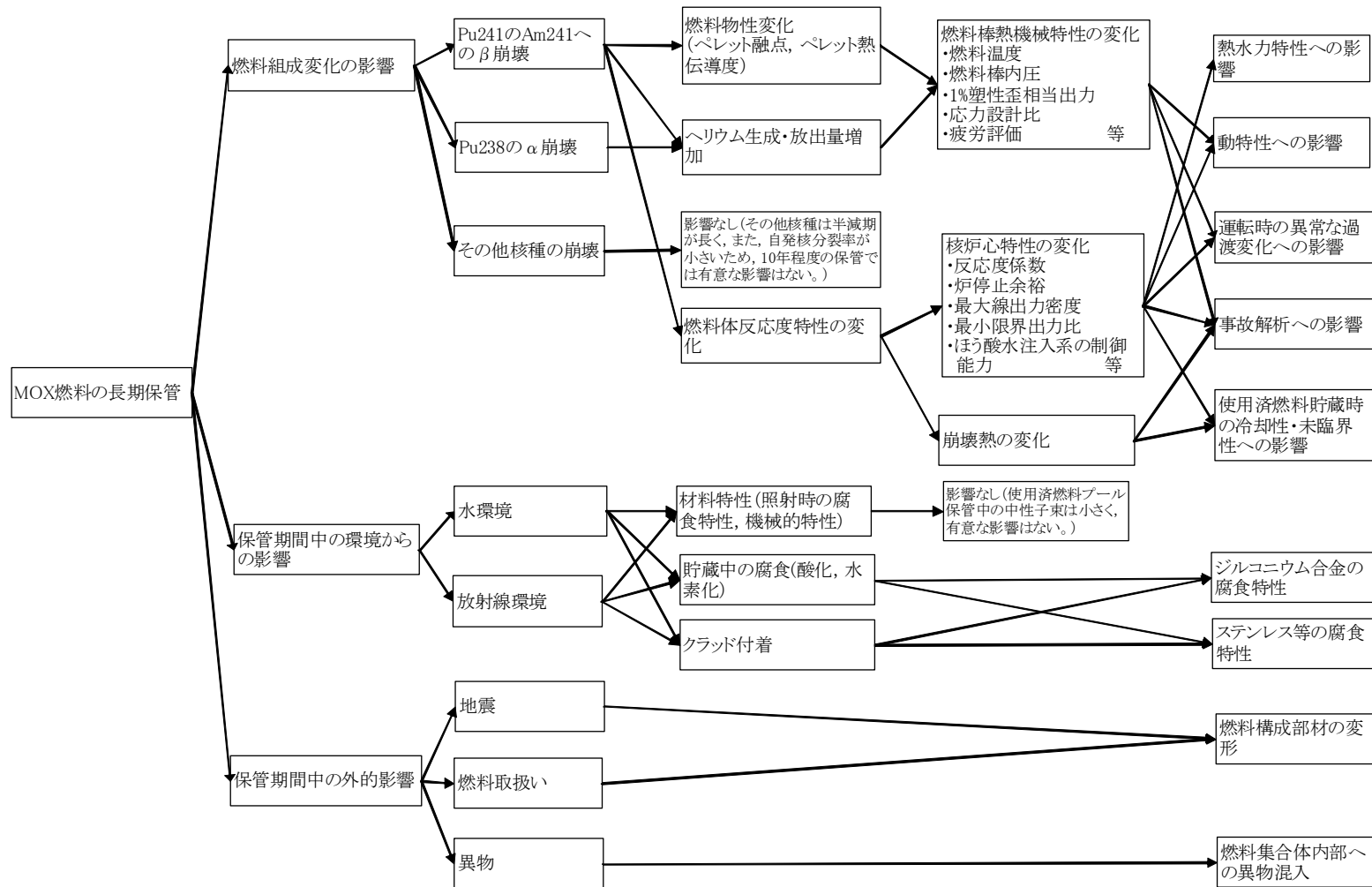


図1 長期保管したMOX新燃料に想定される影響

燃料集合体外観検査 (UMF 1(A面)の例)

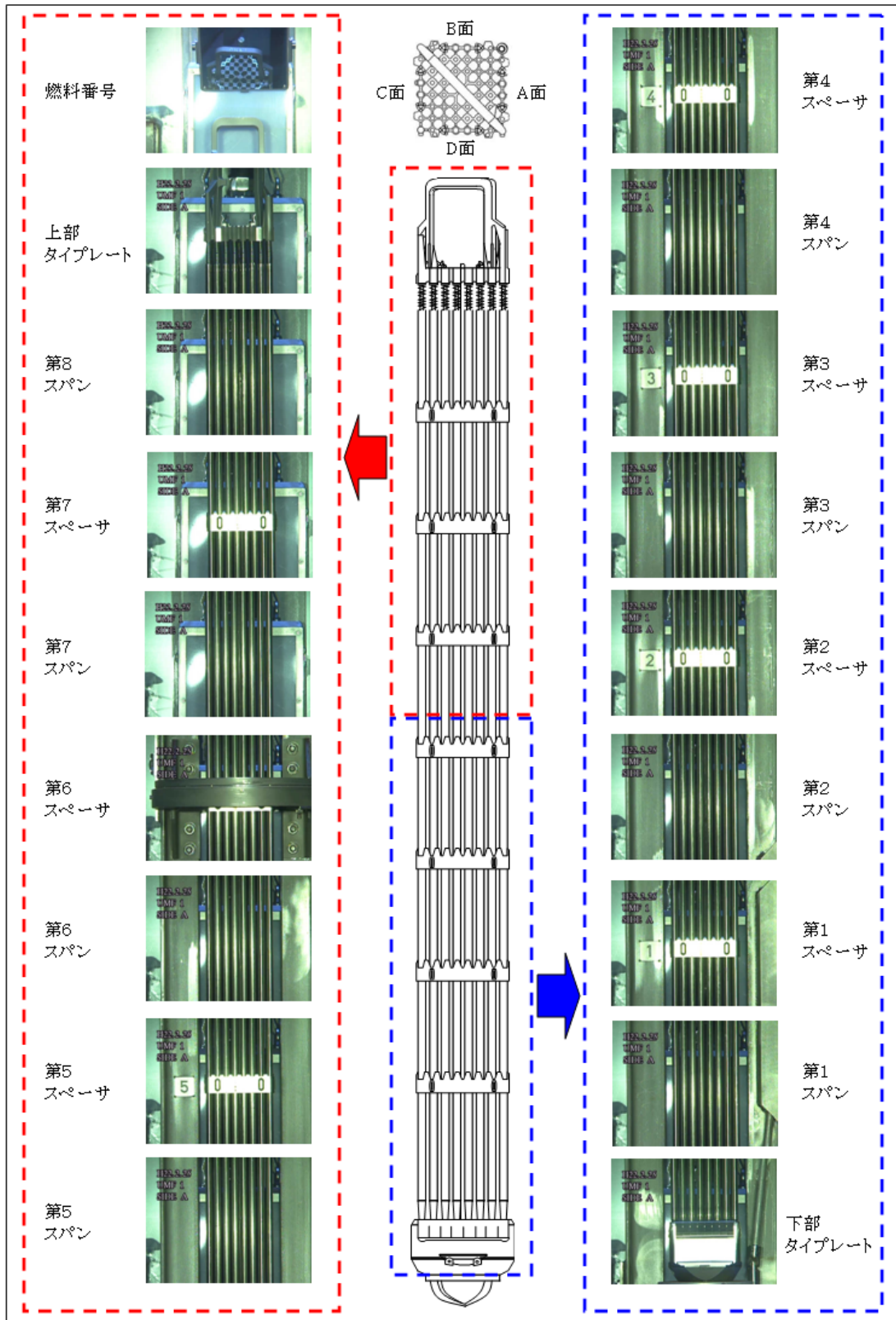


図2 燃料集合体外観検査の例