

平成 22 年 9 月 10 日  
福島第一原子力発電所

## MOX 燃料使用での安全監視状況の情報提供について（案）

### 1. はじめに

平成 22 年 8 月 20 日に開かれた第 1 回福島第一原子力発電所 3 号機におけるプルサーマル実施に係る安全確認のためのプロジェクトチーム会議において、MOX 燃料使用の安全性を示すために、炉心全体の安全性を示すこと以外に、MOX 燃料に特化した情報を示すべき、また、予測値に対する測定値の結果を示すべきとの意見を頂きました。また、情報提供の頻度についても、具体的な考え方を示して欲しいとの意見を頂きました。これら意見を踏まえまして、情報提供の考え方について以下に示します。

### 2. 情報提供の考え方

原子力発電所の安全・安定運転を確保するための基本ルールは、保安規定により定められています。そのため、県民の安全・安心を確保する観点から、分かりやすく MOX 燃料使用の安全性を示すものとして、事業者が炉心の安全性に関する保安規定を遵守して原子力発電所の運営を行っていることを示すことが適切と考えます。

#### (1) 炉心の安全性

保安規定に定めている炉心の安全性の評価項目は、保安規定の第 82 条（燃料取替実施計画）に規定している停止余裕、最小限界出力比、燃料棒最大線出力密度、燃料集合体最高燃焼度となります。

##### a. 停止余裕\*1

停止余裕は、炉心内の最大反応度値を有する制御棒 1 本が挿入されない場合でも、未臨界を維持できることを確認するものであり、炉心全体の安全性を確認することとなります。また、検査において、未臨界の深さは測定できないことから、予測値に対する測定値の結果を示すことは出来ません。

##### b. 最小限界出力比\*2

最小限界出力比は、炉心内にある燃料集合体の限界出力比の最小値ですが、燃料のタイプ毎（ウラン燃料と MOX 燃料それぞれ）に運転上の制限を満足していることを確認します。また、設計段階でサイクル中の予測を行い、運転上の制限を満足することを確認することから、MOX 燃料について、予測値に対する測定値の結果を示すことが可能です。

##### c. 燃料棒最大線出力密度\*3

燃料棒最大線出力密度は、炉心内の線出力密度の最大値ですが、燃料のタイプ毎（ウラン燃料と MOX 燃料それぞれ）に運転上の制限を満足していることを確認します。また、設計段階でサイクル中の予測を行い、運転上の制限を満足することを確認することから、

MOX 燃料について、予測値に対する測定値の結果を示すことが可能です。

d. 燃料集合体最高燃焼度\*4

燃料集合体最高燃焼度は、炉心内の燃料集合体燃焼度の最大値ですが、燃料のタイプ毎（ウラン燃料と MOX 燃料それぞれ）に制限値\*を満足していることを確認します。また、設計段階でサイクル後の予測を行い、制限値\*を満足することを確認することから、MOX 燃料について、予測値に対する測定値の結果を示すことが可能です。

\*燃料集合体最高燃焼度については、設計段階で制限値を満足することを確認するものですが、燃料集合体燃焼度は積算値であり、燃料集合体を運転に供する期間に従って徐々に増加していくことから、保安規定では日々の運転上の制限を確認する項目とはなっていません。

以上をまとめると、以下のような情報提供が可能となります。

項目	MOX 燃料に特化した情報	予測値に対する測定値の結果の情報
停止余裕	× (炉心全体評価)	×
最小限界出力比	○	○
燃料棒最大線出力密度	○	○
燃料集合体最高燃焼度	○	○

### 3. 情報提供の頻度

新たな当該情報提供の頻度は、各項目の測定時期、制御棒操作の有無等を考慮して、以下とすることが適当と考えます。

(1) 炉心の安全性

a. 停止余裕

停止余裕の確認は、燃料取替後の運転にあたっての前提条件となっており、起動前に実施しています。そのため、起動前までに停止余裕の結果を提供することとします。

b. 最小限界出力比

最小限界出力比は、原子炉熱出力が 30%以上において、日々確認しています。出力変動が無く、かつ、制御棒操作が無い場合、当該期間での変動は十分緩やかであるため、日々の値（制限値に対して最も厳しい値）を一週間分（月曜日から日曜日まで）まとめて火曜日（ただし、火曜日が休祭日の場合、休祭日明けの平日）に提供することとします。出力変動がある、又は、制御棒操作がある場合、一連の操作（起動、パターン調整等）期間の日々の値（制限値に対する最も厳しい値）を一連の操作終了後まとめて翌日（ただし、翌日が休祭日の場合、休祭日明けの平日）に提供することとします。ただし、一連の操作が日曜日を超えて続く場合は、日曜日までのデータをまとめて火曜日（ただし、火曜日が休祭日の場合、休祭日明けの平日）に提供することとします。

なお、今回の定期検査の総合負荷性能検査までの期間については、日々の値（制限値に対して最も厳しい値）を翌日に提供することとします。

#### c. 燃料棒最大線出力密度

燃料棒最大線出力密度は、原子炉熱出力が 30%以上において、日々確認しています。出力変動が無く、かつ、制御棒操作が無い場合、当該期間での変動は十分緩やかであるため、日々の値（制限値に対して最も厳しい値）を一週間分（月曜日から日曜日まで）まとめて火曜日（ただし、火曜日が休祭日の場合、休祭日明けの平日）に提供することとします。出力変動がある、又は、制御棒操作がある場合、一連の操作（起動、パターン調整等）期間の日々の値（制限値に対して最も厳しい値）を一連の操作終了後まとめて翌日（ただし、翌日が休祭日の場合、休祭日明けの平日）に提供することとします。ただし、一連の操作が日曜日を超えて続く場合は、日曜日までのデータをまとめて火曜日（ただし、火曜日が休祭日の場合、休祭日明けの平日）に提供することとします。

なお、今回の定期検査の総合負荷性能検査までの期間については、日々の値（制限値に対して最も厳しい値）を翌日に提供することとします。

#### d. 燃料集合体最高燃焼度

燃料集合体燃焼度は積算値であり、燃料集合体を運転に供する期間に従って徐々に増加していくことから、保安規定では日々の運転上の確認項目とはなっていません。そのため、停止後速やかに（停止後一週間程度を目安）に運転サイクル後の燃料集合体最高燃焼度の結果を提供することとします。

#### 4. 別紙

従来から公開・報告しているデータと今回新たに提供するデータを別紙に示します。

#### 5. 添付

情報提供の様式を添付に示します。

以 上

#### \*1 停止余裕

全制御棒全挿入状態から炉心で最も効きの良い制御棒 1 本が抜けた場合でも炉心が未臨界状態を維持できることを停止余裕があるといいます。

#### \*2 最小限界出力比

出力運転中に、異常な過渡変化（原子炉施設の寿命中に予想される機器の故障等により生じる異常な事象）が起きた場合にも、沸騰遷移により燃料ペレットを収める金属製のさや（燃料被覆管）の温度を異常に高くすることなく、安定して熱除去ができるように定めた指標。

沸騰遷移を生じさせる燃料集合体出力を限界出力といい、限界出力と実際の燃料集合体出力との比を限界出力比といいます。炉内にある燃料集合体の限界出力比の最小値が最小限界出力比となります。

#### \*3 燃料棒最大線出力密度

出力運転中に、異常な過渡変化（原子炉施設の寿命中に予想される機器の故障等により生じる異常な事象）が起きた場合にも、燃料ペレットの膨張により燃料ペレットを収める金属製のさや（燃料被覆管）に過大な歪を与えることがないように定めた指標。

燃料の単位長さ当たりの出力（発熱量）を線出力密度といい、kW/m 等の単位で表されます。炉内で出力（発熱量）は一様でなく、炉内の線出力密度の最大値が最大線出力密度です。通常運転時には 44kW/m に制限されます。

#### \*4 燃料集合体最高燃焼度

燃料集合体燃焼度は、燃料集合体から放出される単位重量あたりの全エネルギー量をいいます。単位は、ギガワット・日（GWd）に換算し、燃料 1 トン当たりに取り出されるエネルギー量で表されます。炉内にある燃料集合体の燃焼度の最大値が燃料集合体最高燃焼度となります。

従来から公開・報告しているデータ及び今回新たに提供するデータ

別紙

公開方法	掲載データ	掲載内容
ホームページ掲載	発電機出力	定格出力および定格出力に対する割合
	原子炉圧力	運転中の各プラントの原子炉圧力
	炉水温度	運転中の各プラントの炉水温度
	原子炉水位	運転中の各プラントの原子炉水位
	取放水温度差	各プラントの取放水温度差、南北放水口の排熱量
	モニタリングポスト測定値	各モニタリングポストの測定値
	排気筒モニタ測定値	各排気筒モニタの測定値
	放水口モニタ測定値	各放水口モニタの測定値
	環境試料測定値	環境試料のセシウム137、カリウム40の測定結果
	放射性気体廃棄物放出量	希ガス、よう素、粒子状物質、トリチウムの放出量
	放射性液体廃棄物放出量	全核種、クロム、マンガン、鉄等の放出量
	燃料健全性の確認状況	運転中の原子炉の原子炉水中のよう素131濃度
		運転中の原子炉の排ガス放射線モニタ測定値

福島県原子力発電所安全確保技術連絡会報告データ (四半期毎の報告)	報告データ	報告内容
	空間線量率	各モニタリングポストの測定値(8地点)
	空間積算線量	蛍光ガラス線量計(16地点)
	大気浮遊じん	大気浮遊じん(2地点)全α放射能及び全β放射能
	環境資料	全β放射能及び核種濃度(γ線放出核種及びトリチウム)

今回新たに提供するデータ	提供データ	提供内容
	停止余裕	停止余裕検査の結果
	最小限界出力比	ウラン燃料とMOX燃料について、運転上の制限を満足するとともに、予測値に対する測定値の結果を示す。
	燃料棒最大線出力密度	
	燃料集合体最高燃焼度	ウラン燃料とMOX燃料について、制限値を満足するとともに、予測値に対する測定値の結果を示す。

案

添付

福島第一原子力発電所3号機におけるプルサーマル実施に係る  
安全確認のためのプロジェクトチーム主任 殿

平成〇〇年〇〇月〇〇日  
東京電力株式会

社

福島第一原子力

発電所

福島第一原子力発電所 3号機での

「MOX燃料使用での安全監視状況の情報提供」について

福島第一原子力発電所の各号機における運転状況については、発電機出力、原子炉圧力などのプラントデータ並びにモニタリングポストの測定値などの放射線管理データなどを「リアルタイムデータ」として、また、原子炉水中のよう素濃度などを「燃料健全性の確認状況」として当所インターネットホームページにて公表させていただいております。

本資料は、福島県知事より「MOX燃料使用に際して安全監視状況について、適切な情報を提供すること」が求められていることへの対応の一環として、以下の項目について、プロジェクトチームへの情報提供を行うものです。

以 上

<添付資料>

- 最小限界出力比（データ一覧表及び推移グラフ）
- 燃料棒最大線出力密度（データ一覧表及び推移グラフ）
- 停止余裕
- 燃料集合体最高燃焼度

MOX 燃料使用での安全監視状況の情報提供について  
 (最小限界出力比及び燃料棒最大線出力密度)

最小限界出力比及び燃料棒最大線出力密度の日々の値<sup>注)</sup>

注) 制限値に対して最も厳しい値

日にち	最小限界出力比		燃料棒最大線出力密度 (kW/m)	
	MOX 燃料	ウラン燃料	MOX 燃料	ウラン燃料
平成〇〇年〇〇月〇〇日				
平成〇〇年〇〇月〇〇日				
平成〇〇年〇〇月〇〇日				
平成〇〇年〇〇月〇〇日				
平成〇〇年〇〇月〇〇日				
平成〇〇年〇〇月〇〇日				
平成〇〇年〇〇月〇〇日				

- \* 出力変動又は制御棒位置を調整する操作があったか (Yes or No)
- \* Yes の場合は、出力変動又は制御棒位置を調整する一連の操作終了後、まとめて翌日提供  
 (操作期間：平成〇〇年〇〇月〇〇日～平成〇〇年〇〇月〇〇日 (実績 or 予定))

原子炉水中のよう素 131 濃度 (※1)

測定日	原子炉水中のよう素 131 濃度 (Bq/g)

排ガス放射線モニタ測定値の日々の値 (※1)

日にち	排ガス放射線モニタ測定値(A)
平成〇〇年〇〇月〇〇日	
平成〇〇年〇〇月〇〇日	
平成〇〇年〇〇月〇〇日	
平成〇〇年〇〇月〇〇日	
平成〇〇年〇〇月〇〇日	
平成〇〇年〇〇月〇〇日	
平成〇〇年〇〇月〇〇日	

※1：発電所ホームページ公開データの最新データを参考情報として再掲

MOX 燃料使用での安全監視状況の情報提供について  
 (最小限界出力比及び燃料棒最大線出力密度)

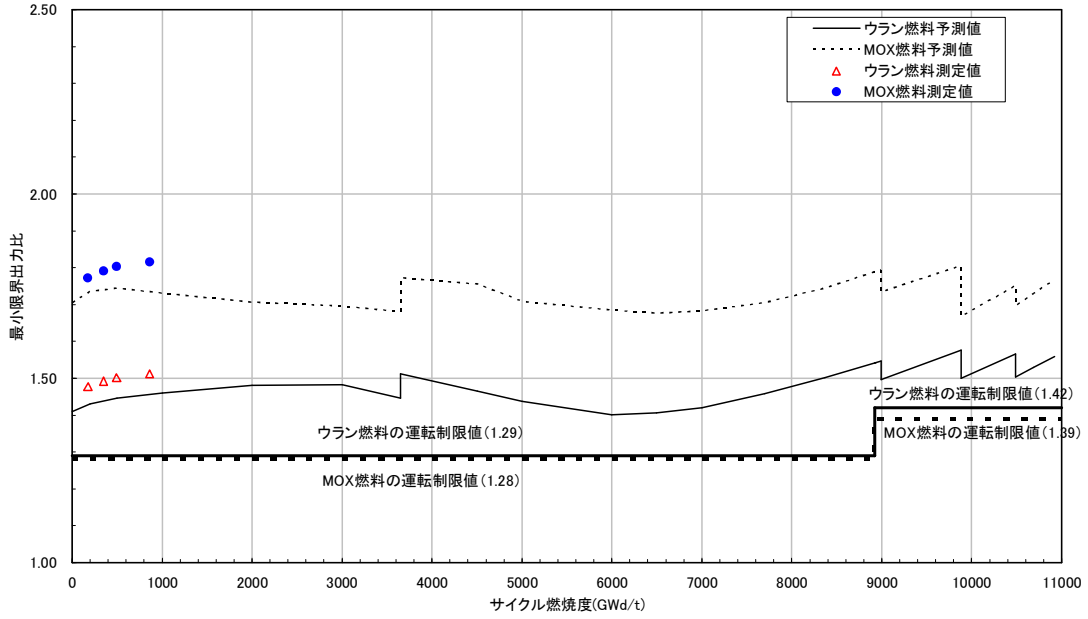


図1 最小限界出力比の推移(イメージ)

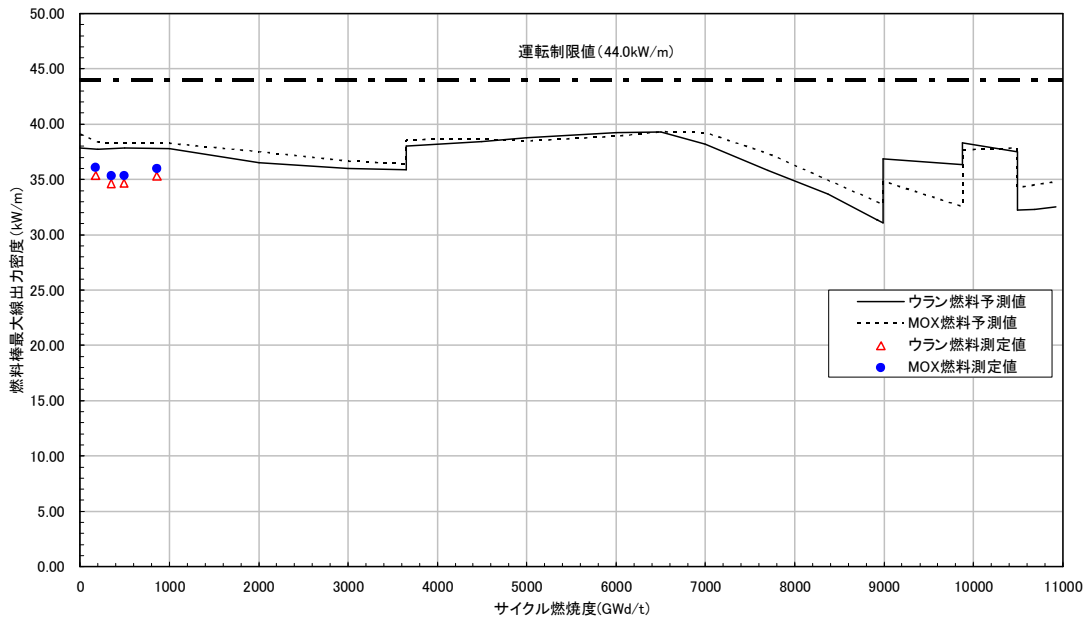


図2 燃料棒最大線出力密度の推移(イメージ)



MOX 燃料使用での安全監視状況の情報提供について  
(停止余裕)

1. 停止余裕検査の概要

<本系統の役割【止める】>

制御棒は原子炉を「止める」機能を有する。

<検査の目的>

最大反応度値を持つ制御棒※1が原子炉から完全に引き抜かれた状態でも未臨界状態であることを確認する。

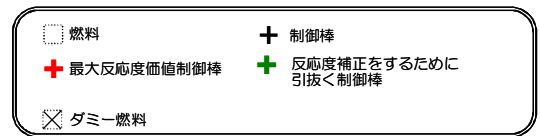
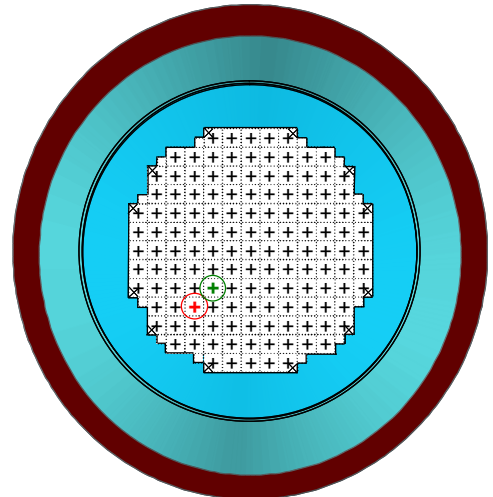
※ 1 最大反応度値を持つ制御棒：原子炉から制御棒 1 本を完全に引抜いたとき、最も核分裂が起こる制御棒

<検査の手順>

最大反応度値を持つ制御棒を原子炉から完全に引抜き、さらに反応度補正※2をして原子炉が未臨界であることを確認する。

※2 反応度補正

- ・運転に伴い変化する最大反応度値を考慮した補正
- ・最も反応度値が大きくなる炉水温度と検査時の炉水温度の差による補正
- ・制御棒の製作公差及び解析誤差の補正



2. 停止余裕検査の結果

	停止余裕検査の結果
第〇回定期事業者検査	良

MOX 燃料使用での安全監視状況の情報提供について  
(燃料集合体最高燃焼度)

燃料集合体最高燃焼度

	燃料集合体最高燃焼度 (GWd/t)			
	MOX 燃料		ウラン燃料	
	測定値	予測値	測定値	予測値
第○運転サイクル終了後				