

原燃発第10-239号  
平成22年12月10日

愛媛県知事  
中村時広殿

四国電力株式会社  
取締役社長  
千葉 昭

伊方発電所第3号機 炉内出力分布測定に用いる換算係数の一部誤りの報告について

拝啓 時下ますますご清栄のこととお慶び申し上げます。平素は、弊社事業につきまして格別のご理解を賜り、厚くお礼申し上げます。

さて、伊方発電所第3号機炉内出力分布測定に用いる換算係数の一部誤りについて、下記のとおりご報告いたします。

敬 具

記

別紙1：伊方発電所第3号機炉内出力分布測定に用いる換算係数の一部誤りについて  
別紙2：愛媛県伊方原子力発電所環境安全管理委員会、同技術専門部会（平成22年  
9月10日開催）資料の修正について

以 上

伊方発電所第 3 号機

炉内出力分布測定に用いる換算係数の一部誤りについて

平成 22 年 12 月

四国電力株式会社

## 1. 件名

伊方発電所第3号機 炉内出力分布測定に用いる換算係数の一部誤りについて

## 2. 経緯

伊方発電所第3号機（以下、「伊方3号機」という）は、第13サイクル（平成22年3月30日から平成23年4月下旬（予定）まで）の送電を平成22年3月4日に開始し、現在運転中である。

平成22年11月21日、伊方発電所の炉心設計業務を受注しているメーカ（以下、「メーカ」という）より、メーカ社内で他プラント向けの炉内出力分布測定に用いる換算係数を作成していた際、伊方3号機第13サイクルの炉内出力分布測定に用いる換算係数の一部に誤りが確認されたとの連絡を受け、調査した結果、当該サイクルにおける炉内出力分布測定結果に影響があることが分かった。

## 3. 換算係数誤りの状況

炉内出力分布は、可動小型中性子束検出器（以下、「M/D」という）の測定電流値を出力に換算して求めている。この際に使用する換算係数等（以下、「ソースデック」という）の算出に用いるパラメータの一つである「M/D 断面積」は、M/D 挿入位置における中性子束のエネルギー分布の影響を受けることから、より精度の高い評価を行うため、プラントタイプ毎に燃料タイプ（通常ウラン燃料、ガドリニア入り燃料、バーナブルポイズン挿入燃料（通常ウランおよびガドリニア入り燃料）、MOX燃料）、濃縮度等で詳細に分類したデータセットとして作成されており、ソースデック作成時には M/D 挿入位置における燃料タイプに応じて適切なものを参照するようにしている。

（添付資料－1）

伊方3号機第13サイクルでは MOX 燃料が新たに装荷されることから、それに先立ち、メーカは伊方3号機用として M/D 断面積のデータセット一式を新たに作成したが、その際に M/D 断面積のデータ個数の設定値が不適切であった。この結果として、ソースデックを作成する際、通常ウラン燃料、MOX 燃料の M/D 断面積は M/D 挿入位置における燃料タイプに応じてデータセットから正しく参照されたが、ガドリニア入り燃料、バーナブルポイズン挿入燃料（通常ウランおよびガドリニア入り燃料）は、データセットからの参照が正しく行われず、M/D 断面積が誤って用いられることとなった。

誤って用いられた M/D 断面積と正しい M/D 断面積との差異は、ガドリニア入り

燃料で 1.6%、バーナブルポイズン挿入燃料で 0.9% (通常ウラン燃料) または 0.4% (ガドリニア入り燃料) とわずかなものではあるが、作成されたソースデッキには誤った換算係数が含まれることとなった。

(添付資料-2)

#### 4. 影響範囲

##### (1) 影響範囲

本事象により影響を受けるものは、伊方 3 号機第 13 サイクルにおいて起動から現在までに取得された炉内出力分布測定結果である。

第 13 サイクルにおいて取得された炉内出力分布測定結果は、以下の検査および確認に用いられている。

- ① MOX 燃料装荷に係る使用前検査 (ホ項: 炉心性能確認検査)
- ② 伊方 3 号機第 12 保全サイクル定期事業者検査  
(総合負荷性能検査を含む)
- ③ 炉内出力分布測定により確認する保安規定確認項目

##### (2) 他プラント等への影響

今回の M/D 断面積データ参照誤りは、伊方 3 号機に MOX 燃料が装荷されることに伴い、ウラン燃料も含む伊方 3 号機用の全ての燃料タイプの M/D 断面積のデータセットを新たに作成した際に生じたものであり、伊方 3 号機第 12 サイクル以前、および伊方 1、2 号機には影響しない。

なお、念のため、伊方 3 号機第 12 サイクル以前および伊方 1、2 号機に適用される M/D 断面積のデータセットに対し、データ個数の設定値が適切に設定されていること、当該 M/D 断面積データセットを用いたソースデッキ作成にあたり M/D 断面積の参照が正しく行われることを確認した。

##### (3) 炉心設計への影響

M/D 断面積は、運転中に炉心の状態を監視する炉内出力分布測定のみに係るものであり、取替炉心の安全性確認項目の算出などの炉心設計には使用されていない。

#### 5. 正しいデータを用いた再評価結果

##### (1) 再評価に用いた修正後ソースデッキの妥当性

当社は、再評価に用いた修正後のソースデッキに対し、以下の確認を行うこと

により、今回発生した誤りが間違いなく除去されたものであり、別種の誤りが含まれていないことを確認した。

①メーカーにて実施した、M/D 断面積データセットのデータ個数の設定値の誤りの修正作業および修正後のソースデック作成作業について、以下の記録を確認した。

- ・ソースデック作成にあたり M/D 断面積の参照に誤りがないことの検証が、メーカーによって確実に行われていること。
- ・修正後ソースデック作成時のアウトプットデータを確認することにより、修正後ソースデック作成にあたり、参照すべき M/D 断面積が正しく選択されていること。
- ・メーカーのチェックシートにより、各段階の確認がなされた上で修正後ソースデックが作成されていること。

②さらに、メーカーへの立入調査を行い、①で記録確認した項目の現地確認、ソースデック作成および炉内出力分布処理に係るすべての解析プロセスに係るメーカーの実施状況に対する当社自身による直接確認、解析結果と手計算の比較等により、作成されたソースデックは、今回発生した誤りが間違いなく除去されたものであること、さらに別種の誤りがないことを確認した。

(添付資料-3)

## (2) 再評価結果

修正後のソースデックを用いて、伊方3号機第13サイクル起動から現在までに取得された全ての炉内出力分布測定結果の再評価を行った。その結果、いずれもその影響は軽微であるとともに、すべて制限値または判定基準を満足しており、安全性に影響を与えるものではないことを確認した。

### ① MOX 燃料装荷に係る使用前検査（ホ項：炉心性能確認検査）

MOX 燃料装荷に係る使用前検査のうち、ホ項：炉心性能確認検査（平成22年3月29日、30日）において炉内出力分布測定を実施している。修正後のソースデックを用いて再評価した結果、いずれもその影響は軽微であり、すべて判定基準を満足していることを確認した。

### ② 伊方3号機第12保全サイクル定期事業者検査（総合負荷性能検査を含む）

伊方3号機第12保全サイクル定期事業者検査のうち、総合負荷性能検査および炉物理検査において炉内出力分布測定結果が成績書に記載されている。

総合負荷性能検査（平成22年3月29日、30日）については、炉内出力分布測定結果より DNB 比および最大線出力密度を記載している。修正後のソー

スデックを用いて再評価した結果、いずれもその影響は軽微であり、すべて判定基準を満足していることを確認した。

また、炉物理検査についても、原子炉熱出力 30%以下、約 50%電気出力時および定格熱出力一定運転時においてそれぞれ炉内出力分布測定を実施している。修正後のソースデックを用いて再評価した結果、いずれもその影響は軽微であり、すべて判定基準を満足していることを確認した。

(添付資料-4)

### ③ 炉内出力分布測定により確認する保安規定確認項目

第 13 サイクル起動から現在までの間、保安規定に基づき、炉内出力分布測定により熱流束熱水路係数、核的エンタルピ上昇熱水路係数および軸方向中性子束出力偏差の確認を実施したが、修正後のソースデックを用いて再評価した結果、いずれもその影響は軽微であり、すべて制限値を満足していることを確認した。

(添付資料-5)

## 6. 原因調査

今回の事象を受け、メーカーへの立入調査などにより、本事象の原因調査を行った。その結果は以下のとおりである。

### 6. 1. メーカーに対する調査

#### (1) M/D 断面積データセット作成時における品質管理

メーカーでは、プログラムに内蔵されたデータセットの改訂作業にあたり、メーカー社内規定に従い、(a) 要求仕様の作成、(b) 改訂仕様の作成、(c) プログラミング設計の実施、(d) 改訂作業、(e) 検証計画、(f) 検証、(g) 最終確認のステップで改訂作業に係る品質管理を実施することとしている。

今回の立入調査では、伊方 3 号機 MOX 炉心用 M/D 断面積データセットの作成作業に係るメーカーの品質管理状況を上記ステップに沿って確認した。

(添付資料-6)

#### ①計画 (上記(a)~(c))

設計部門で、M/D断面積データセットに MOX 燃料用データを追加する要求仕様が作成され、これを受けた開発部門において、要求を満たす改訂仕様書が作成されていることを確認した。

ここで、開発部門で作成された改訂仕様書には、M/D 断面積を作成する燃料タイプ毎の濃縮度の種類は明確化されていたが、データセットに格納する燃料タイプ毎の M/D 断面積のデータ個数の設定値「濃縮度の個数+1」の入力根拠は明記されていないことを確認した。

また、改訂仕様書には、MOX 炉心用のデータセット作成後の入力が確実に実施されていることの確認について、具体的方法は明記されていないことを確認した。

## ②改訂作業（上記(d)）

メーカーの技術資料等を確認した結果、当初改訂されたソースデック作成プログラムでは、ウラン燃料に係る M/D 断面積のデータ個数の設定値は、本来「濃縮度の個数+1」とすべきところ、「濃縮度の個数」が設定されていることを確認した。

また、MOX 炉心用データセット作成後、新たに格納したデータセットの入力について、担当者が M/D 断面積のデータ個数の設定値を含め全点チェックを実施したが、M/D 断面積のデータ個数の設定値の誤りを検出できなかった。

## ③検証（上記(e)～(f)）

メーカーの技術資料等により、作成した M/D 断面積データセットを用いたソースデック作成プログラムが適切に動作することを確認するため、以下の検証作業を含む検証計画書が作成されていることを確認した。

①伊方 3 号機第 12 サイクル（ウラン炉心）の出力分布処理によりウラン燃料の M/D 断面積が適切に適用されていることを確認

②先行プラント（MOX 炉心）の出力分布処理により MOX 燃料の M/D 断面積が適切に適用されていることを確認

上記検証作業を実施した結果、着目した燃料集合体出力の差異は軽微であったため、今回のデータセットの作成作業は妥当であると判断し、作成したソースデック作成プログラムを設計部門へリリースしたことを確認した。

上記調査の結果、以下の要因が抽出された。

- ・ソースデック作成プログラムでは、M/D 断面積のデータ個数の設定値は単に濃縮度の個数を設定するのではなく、濃縮度の個数に 1 を加えた数を設定する必要があり、担当者が間違いを犯しやすいプログラムであった
- ・改訂仕様書に、M/D 断面積のデータ個数の設定値「濃縮度の個数+1」の入力根拠が明記されていなかった

- ・改訂仕様書には、MOX 炉心用のデータセット作成後の入力が確実に実施されていることの確認について、具体的方法は明記されていなかった

## (2) 伊方 3 号機第 13 サイクル用ソースデッキ作成時の品質管理

設計部門における伊方 3 号機第 13 サイクル用ソースデッキ作成作業は、当社に提出されたチェックシートに従い、適切に品質管理が実施されていることを確認した。

## 6. 2 当社における調査

### (1) メーカーに対する品質保証活動

伊方 3 号機第 13 サイクルの取替炉心設計に係る発注仕様書においては、当社規定に基づいた品質要求が確実に行われていることを確認した。

また、伊方 3 号機第 13 サイクルの取替炉心設計に係るメーカーの品質保証活動については、メーカーの設計部門に対する以下の監査および調査において、取替炉心設計で使用するプログラムの変更管理が確実に行われるとともに、取替炉心設計が適切に行われていることを確認していた。

監査：伊方 3 号機第 13 サイクルの取替炉心設計に先立ち、MOX 燃料導入に伴う取替炉心設計が確実に行われていることを重点的に確認するための監査を行い、取替炉心設計が最新のプログラムを使用して問題なく実施されていることを確認

調査：伊方 3 号機第 13 サイクルの取替炉心設計開始後、使用前検査に必要な検査用設計値の妥当性を確認するため、解析コードの入出力の確認に重点を置いた立入調査を行い、検査用設計値の作成作業が適切に実施されていることを確認

以上のとおり、取替炉心設計に係る調達管理は、実際に炉心設計を行うメーカーの設計部門を主な対象としており、当社の社内規定ならびにメーカーに対する当社の品質要求事項に、メーカー内で行われるプログラムに内蔵されたデータセット変更に係る具体的な要求はなかった。

### (2) 伊方 3 号機第 13 サイクル用ソースデッキに対する品質管理

当社に提出された第 13 サイクル用ソースデッキがメーカーにおいて確実に作成され、オフサイト計算機に確実に設定し、動作することを確認した上で、伊方発電所に対してリリースしていることを確認した。



## 7. 推定原因

以上の原因調査の結果、今回の事象が発生した原因として、以下の要因が推定される。

### (1) メーカーにおける要因

- ① 今回の改訂作業で誤って設定した M/D 断面積のデータ個数の設定値については、単に濃縮度の個数を設定するのではなく、濃縮度の個数に 1 を加えた数を設定する必要がある、当該プログラムは担当者が間違いを犯しやすいプログラムであったこと
- ② 今回問題となったデータセットのようなプログラムに内蔵されている数値データについては、プログラム開発の管理からの観点だけでなく、プログラムを使用する際に入力されるデータと同等の管理が必要であるという観点からみると、メーカーにおいて
  - ・ 改訂作業時に数値データの入力根拠が明確になっていなかったこと
  - ・ 数値データの入力に正確に実施されたことを確認する方法が明確でなかったこと

### (2) 当社における要因

当社の取替炉心設計に係る調達管理は、実際に取替炉心設計を行うメーカーの設計部門を主な対象としており、当社の社内規定ならびにメーカーに対する当社の品質要求事項に、メーカー内で行われるプログラムに内蔵されたデータセット変更に係る具体的な要求はなかったこと

## 8. 対策

以上の推定原因を踏まえ、以下の対策を講じることとし、今後の当社における調達管理の強化・充実を図る。

### (1) 直接原因の除去（推定原因(1) ①への対策）

- ① 今後同様の誤りが生じないように、メーカーにおいてデータセット構造の見直しを行い、ソースデック作成プログラムを修正する。
- ② メーカーがプログラムを正しく修正したことを検証結果等により当社が確認する。

## (2) 再発防止対策（推定原因(1) ②、(2)への対策)

今後、許認可等の重要な解析業務の遂行にあたり、プログラムに内蔵されたデータセットの改訂等が必要な場合に、メーカーの計画段階において、以下を明確にすることを追加で要求する。

- ・変更あるいは追加する具体的数値データ（あるいは数値データが格納されたファイル名）
- ・数値データの根拠
- ・数値データの入力が正確に実施されたことを確認する方法

また、メーカーの解析結果の検証のために、以下のとおり、メーカーの実施結果を立入調査にて確認する。

- ・計画書が当社の要求どおりに作成されていること。
- ・数値データが明確な根拠に基づき設定されていること。
- ・データ入力が正しく行われていることが、チェックシートにより確認されていること。

加えて、抜き取りにより入力データが計画段階での設定値と一致していることを確認する。

## (3) 水平展開

解析業務における調達管理の強化のため、伊方発電所に係る許認可等の重要な解析業務に関して、今後類似の誤りが生じることのないよう、今回の入力データの設定誤りに鑑み、メーカーに対して以下を追加で要求するとともに、立入調査によりこれらの実施状況を確認する。

- ・入力根拠を明確にすること
- ・入力が正確に実施されたことの確認を行うこと
- ・プログラムを適切な方法で検証すること
- ・検証の記録を維持すること 等

以 上

## 添 付 資 料

添付資料－1 炉内出力分布測定の概要

添付資料－2 伊方3号機第13サイクル 炉内出力分布処理用ソースデッキ作成時におけるM/D断面積の参照誤りについて

添付資料－3 修正後のソースデッキに対する現地調査について

添付資料－4 伊方3号機第12保全サイクル定期事業者検査に係る炉内出力分布再評価結果

添付資料－5 伊方3号機第13サイクル炉内出力分布測定により確認する保安規定確認項目 再評価結果

添付資料－6 今回のソースデッキ作成プログラム改訂作業のフロー（概要）

炉内出力分布測定の概要

(1) 炉内出力分布測定について

PWRにおける炉内出力分布測定は、炉心内の約 1/3 の燃料集合体（伊方 3 号機で 50 体）に挿入される M/D を用いて行われる。

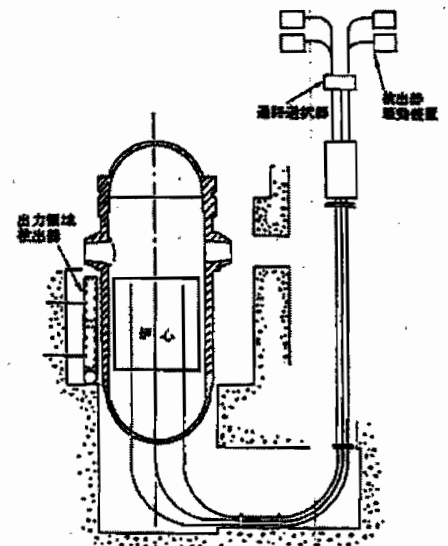
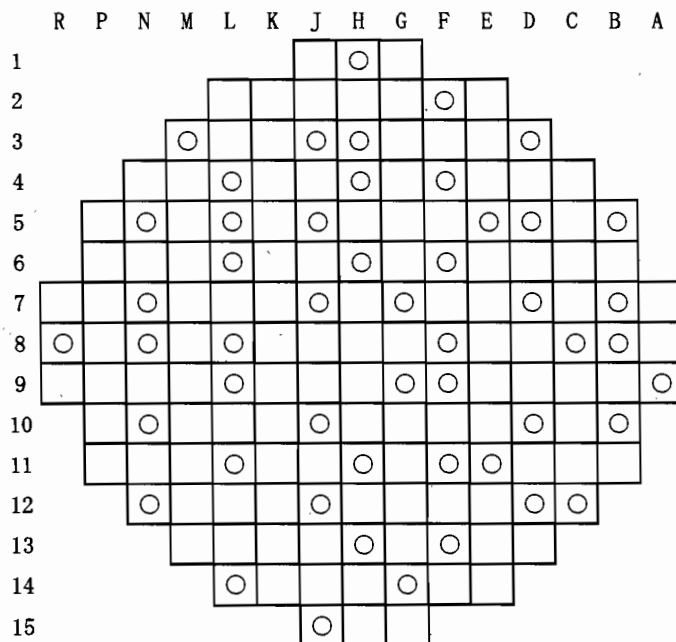
炉内の出力分布は、炉内に挿入された M/D からの信号（電流値）を、出力に換算することにより算出される。

この換算に用いられる換算係数等を格納した電子ファイルをソースデッキといい、定期検査時の燃料取替毎に作成される。

(2) M/D 断面積

ソースデッキ作成に当たっては、M/D が挿入される位置（燃料集合体計装用案内管）における M/D 断面積を用いて、換算係数を算出する。

M/D 断面積は、M/D 挿入位置における中性子エネルギー分布の影響を受けることから、プラントタイプ、M/D 挿入位置における燃料タイプ（通常ウラン燃料、ガドリニア入り燃料、バーナブルポイズン挿入燃料（通常ウランおよびガドリニア入り燃料）、MOX 燃料）、濃縮度等により僅かに変わる。このため、M/D 断面積は、これらの種類に応じて、予めデータセットとして設定しており、ソースデッキ作成時には、M/D 挿入位置に装荷される燃料タイプに対応したデータをデータセットから参照して用いる。



炉内計測装置

図 1 - 1 可動小型中性子束検出器位置（伊方 3 号機）

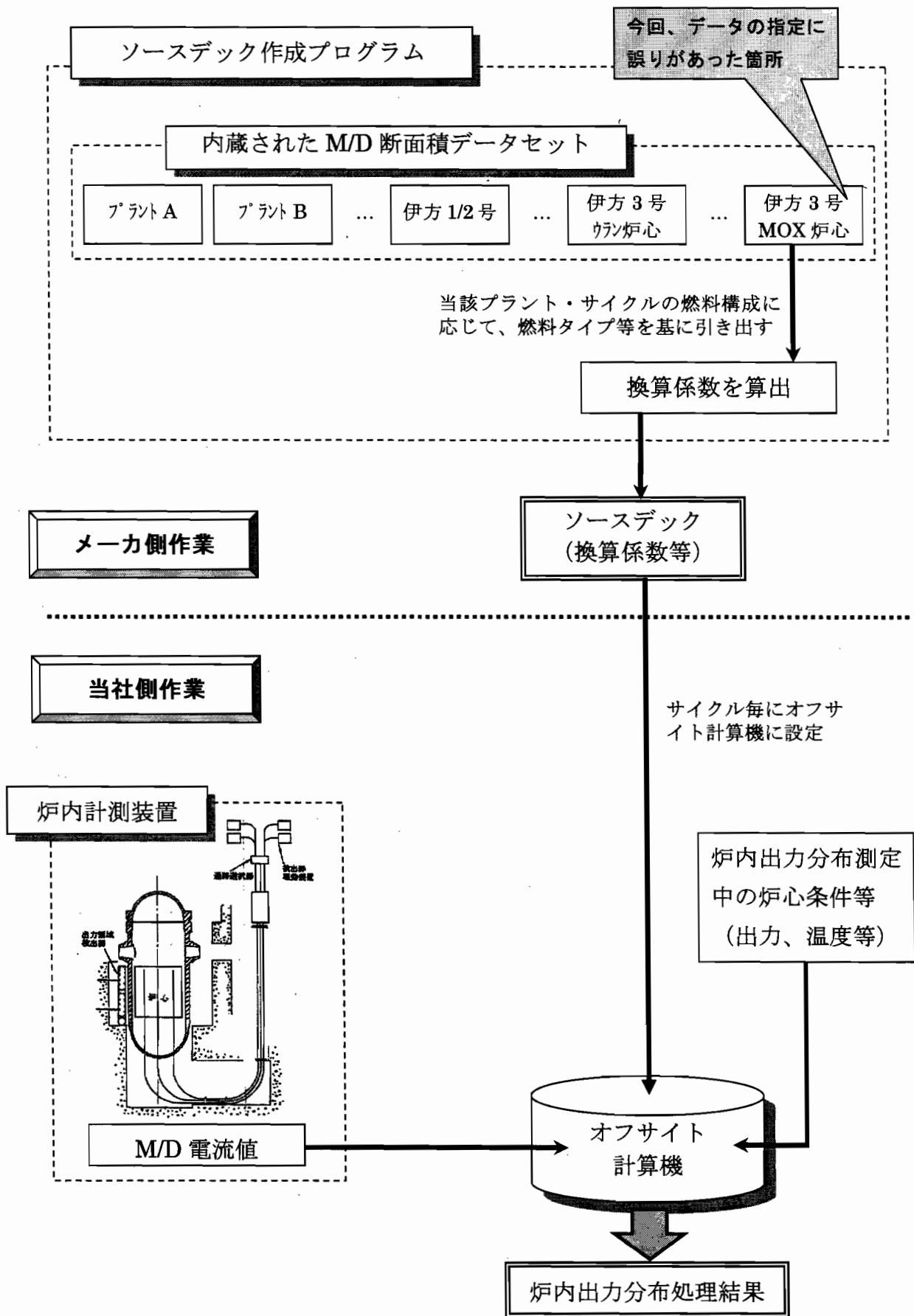


図 1-2 炉内出力分布測定の概要

伊方3号機第13サイクル 炉内出力分布処理用  
ソースデッキ作成時における M/D 断面積の参照誤りについて

炉内出力分布処理用ソースデッキ作成にあたっては、M/D 挿入位置の燃料集合体の種類（燃料タイプ、濃縮度等）に従って、適切な M/D 断面積を参照すべきであるが、伊方3号機用に作成された M/D 断面積データセットにおいて、MOX 燃料以外の燃料について、燃料タイプ毎のデータ個数の設定値を誤った<sup>(\*)</sup>ことから、第13サイクルのソースデッキ作成にあたり、参照すべき M/D 断面積が選択されなかった。具体的には、例えば、本来濃縮度 4.8wt%ガドリニア入り燃料（ガドリニア濃度 6wt%）の M/D 断面積を参照すべきところ、濃縮度 4.1wt%ガドリニア入り燃料（ガドリニア濃度 6wt%）の M/D 断面積を参照するなど、ガドリニア入り燃料 13 体、バーナブルポイズン挿入燃料（通常ウランおよびガドリニア入り燃料）5 体の M/D 断面積の参照が正しく行われなかった。（図2-1 参照）

なお、MOX 燃料（4 体）の M/D 断面積は、ウラン燃料とはデータセットの構造が異なっており、ソースデッキ作成プログラム内部においても別処理となっていることから、参照誤りは生じていない。また、通常ウラン燃料の M/D 断面積についても、データセットの構造上データ個数の入力誤りの影響を受けないことから、参照誤りは発生していない。

表2-1 M/D 断面積の参照誤りによる影響

	通常ウラン 燃料	ガドリニア入り 燃料	バーナブルポイズン(BP)挿入燃料		MOX 燃料
			通常ウラン 燃料	ガドリニア入り 燃料	
差異*	誤りなし	1.2～1.6%	-0.7～0.9%	-0.4～0.4%	誤りなし

\* 誤って用いられた M/D 断面積と正しい M/D 断面積との差異

(\*) ソースデッキ作成プログラムの構造上、M/D 断面積データセットには、燃料タイプ毎に最大濃縮度の M/D 断面積データを1個余分に追加している。従って、ソースデッキ作成プログラムに入力すべき「燃料タイプ毎のデータ個数の設定値」は、実際の M/D 断面積データ個数（濃縮度の個数に1加えた値）とする必要があるが、今回は濃縮度の個数そのものとしたことから、燃料タイプ毎にそれぞれ1少ない値が設定された。

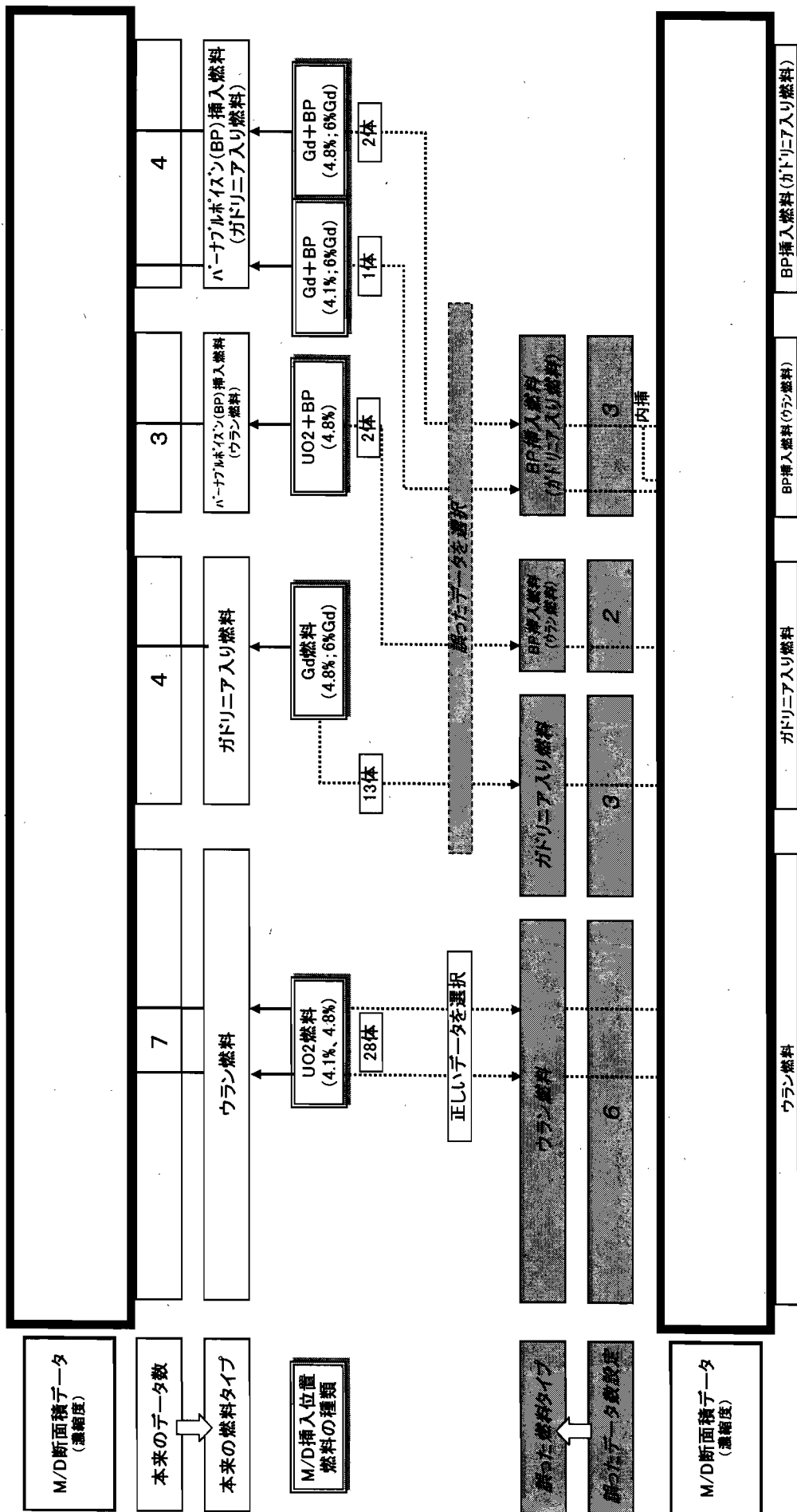


図2-1 ソースデスク作成時における M/D 断面積データの参照誤りの概要

枠囲いの中は商業機密につき公開できません。

## 修正後のソースデックに対する現地調査について

当社にてメーカーに対して現地調査を実施し、修正後の伊方3号機第13サイクル用ソースデックは今回発生したM/D断面積のデータセットのデータ個数の設定値の誤り（以下、「今回の誤り」という。）が間違いなく除去されたものであること、さらに別種の誤りがないことを確認した。

詳細は以下のとおり。

## (1) 今回の誤りが間違いなく除去され、ソースデックを正しく作成できること

## ① 今回の誤りが除去されたことを確認

- ・ソースデック作成プログラムのプログラムソースを確認することにより、誤りのあった伊方3号機MOX炉心におけるウラン燃料のM/D断面積データセットのデータ個数の設定値が「6, 3, 2, 3」から「7, 4, 3, 4」に修正されていることを確認した。
- ・修正後、伊方3号機第13サイクル用ソースデックの作成において参照されたM/D断面積と、M/D断面積のデータセットから手計算により算出した値が一致することを確認することにより、ソースデック作成時に意図するM/D断面積データが参照されることを、全てのM/D挿入位置に対して確認した。

## ② ソースデックを正しく作成できることを確認

- ・今回の誤りが除去された伊方3号機MOX炉心用のM/D断面積のデータセット中のM/D断面積の数値を、伊方3号機ウラン炉心用のものに置き換えた後、伊方3号機第12サイクル用ソースデックを作成した。そのソースデックを用いて第12サイクルに取得したM/Dデータを処理した結果が、第12サイクル運転中に処理した結果と一致することを確認することにより、今回の誤りが除去され、ソースデックを正しく作成できることを確認した。

## (2) 修正後の伊方3号機第13サイクル用ソースデックを正しく作成していること

## ① ソースデックを正しく作成していることを確認

- ・使用したソースデック作成プログラムの名称および保管場所を確認することにより、今回の誤りが除去されたソースデック作成プログラムが使用されたことを確認した。
- ・ソースデック作成プログラムのインプットファイルの名称、保管場所および内容の確認により、正しいインプットを使用していることを確認した。
- ・参照されたM/D断面積と、M/D断面積のデータセットから手計算により算出される値が一致することの確認により、修正後のM/D断面積のデータセットが正しく使用されたことを確認した。



- ② テストランが正しく行われたことを確認
  - ・テストランで使用されたソースデッキ、インプットファイルおよび模擬 M/D データについて、名称、保管場所および内容を確認することにより、作成したソースデッキと正しいインプットおよび模擬 M/D データを使用して、テストランを正しく行っていることを確認した。
- ③ 作成されたソースデッキが正しいことを確認
  - ・テストランで得られた出力分布処理結果が炉心設計コードの計算値と一致していることを確認することにより、作成したソースデッキが正しいことを確認した。
- ④ 当社のオフサイト計算機がメーカーと同じ環境設定となっていることを確認
  - ・テストランによる出力分布処理結果と、メーカーより当社へ提出された出力分布処理結果が一致することを確認した。
  - ・当社のオフサイト計算機において、メーカーから送付されたソースデッキ、インプットファイルおよび模擬 M/D データを用いてテストランを実施した。テストランで得られた出力分布処理結果が、メーカーのテストランによる出力分布処理結果と一致すること、炉心設計コードの計算値と一致することを確認することにより、当社のオフサイト計算機がメーカーと同じ環境設定となっていることを確認した。

(3) 修正後の伊方 3 号機第 13 サイクル用ソースデッキ作成において別種の誤りがないこと

- ① 伊方 3 号機 MOX 炉心用の M/D 断面積を正しく解析していることを確認
  - 許認可コード PHOENIX-P のインプットファイルの内容を確認することにより、ウラン燃料および MOX 燃料各々に対して伊方 3 号機 MOX 炉心用の M/D 断面積を正しく解析していることを確認した。
- ② 伊方 3 号機 MOX 炉心用の M/D 断面積のデータセットに正しくインプットされたことを確認
  - ソースデッキ作成プログラムのプログラムソースの内容を確認することにより、①で得られた伊方 3 号機 MOX 炉心のウラン燃料および MOX 燃料の M/D 断面積の値をデータセットの正しい箇所にインプットしていることを確認した。
- ③ ソースデッキ作成プログラムが正しく機能していることを確認
  - ソースデッキ作成プログラムの換算係数算出機能が行う処理を、サンプリングで手計算により実施し、得られた換算係数がソースデッキの値と一致することを確認することにより、ソースデッキ作成プログラムが正しく機能していることを確認した。

伊方3号機第12保全サイクル定期事業者検査に係る  
炉内出力分布再評価結果

## (1) 総合負荷性能検査 (平成22年3月29日測定)

項目	変更前	再評価後	判定基準
最小限界熱流束比	2.950	2.937	$\geq 1.42$
最大線出力密度	34.7kW/m	34.6kW/m	$\leq 41.1\text{kW/m}$

## (2) 炉物理検査 (出力時炉内出力分布測定検査)

## ①原子炉熱出力30%以下 (平成22年3月4日測定)

項目		変更前	再評価後	判定基準
熱流束熱水路 係数( $F_Q(Z)$ )	測定値が最大	2.768	2.757	$\leq 4.605^{*1}$
	測定値/制限値が最大	2.762	2.751	$\leq 4.593^{*1}$
核的エンタルピー上昇熱水路係数( $F_{N_{\Delta H}}$ )		1.751	1.744	$\leq 2.095^{*2}$
最大相対出力誤差 <sup>*3</sup>		-5.16%	-5.54%	$\pm 10\%$ 以内

## ②約50%電気出力時 (平成22年3月4日測定)

項目		変更前	再評価後	判定基準
熱流束熱水路 係数( $F_Q(Z)$ )	測定値が最大	2.175	2.166	$\leq 4.163^{*1}$
	測定値/制限値が最大	2.171	2.162	$\leq 4.100^{*1}$
核的エンタルピー上昇熱水路係数( $F_{N_{\Delta H}}$ )		1.660	1.653	$\leq 1.860^{*2}$
最大相対出力誤差 <sup>*3</sup>		4.30%	3.87%	$\pm 10\%$ 以内

## ③定格熱出力一定運転時 (平成22年3月11日測定)

項目		変更前	再評価後	判定基準
熱流束熱水路 係数( $F_Q(Z)$ )	測定値が最大	2.000	1.992	$\leq 2.323^{*1}$
	測定値/制限値が最大	2.000	1.992	$\leq 2.323^{*1}$
核的エンタルピー上昇熱水路係数( $F_{N_{\Delta H}}$ )		1.569	1.563	$\leq 1.640^{*2}$
最小限界熱流束比		2.985	2.990	$\geq 1.42$
最大線出力密度		35.6kW/m	35.4kW/m	$\leq 41.1\text{kW/m}$
最大相対出力誤差 <sup>*3</sup>		-4.62%	-5.01%	$\pm 10\%$ 以内

\*1)  $4.64 \times K(Z)$  ( $P \leq 0.5$ )、 $2.32/P \times K(Z)$  ( $P > 0.5$ )  $P$  は原子炉熱出力の定格に対する割合

\*2)  $1.64[1+0.3(1-P)]$   $P$  は原子炉熱出力の定格に対する割合

\*3) 相対出力1.0以上の燃料集合体について

伊方3号機第13サイクル炉内出力分布測定により確認する保安規定確認項目 再評価結果

熱流束水路係数 (F<sub>q(z)</sub>)の最大値 (保安規定第29条)

	50%出力	定格熱出力	3月定例	4月定例	5月定例	6月定例	7月定例	8月定例	9月定例	10月定例	11月定例
測定日	3/4	3/11	3/29	4/28	5/27	6/24	7/22	8/19	9/16	10/15	11/10
制限値	4.163	2.323	2.326	2.324	2.324	2.323	2.324	2.324	2.324	2.324	2.324
変更前	2.175	2.000	1.956	1.901	1.875	1.844	1.814	1.832	1.844	1.877	1.899
変更後	2.166	1.992	1.947	1.894	1.867	1.836	1.808	1.825	1.837	1.869	1.892
差異 (%)	-0.009 (-0.42)	-0.008 (-0.40)	-0.009 (-0.46)	-0.007 (-0.37)	-0.008 (-0.43)	-0.008 (-0.44)	-0.006 (-0.33)	-0.007 (-0.38)	-0.007 (-0.38)	-0.008 (-0.43)	-0.007 (-0.37)

核的エンタルピ上昇熱水路係数 (F<sub>ΔH</sub><sup>N</sup>) (保安規定第30条)

	50%出力	定格熱出力	3月定例	4月定例	5月定例	6月定例	7月定例	8月定例	9月定例	10月定例	11月定例
測定日	3/4	3/11	3/29	4/28	5/27	6/24	7/22	8/19	9/16	10/15	11/10
制限値	1.860	1.640	1.641	1.640	1.640	1.640	1.640	1.641	1.640	1.641	1.640
変更前	1.660	1.569	1.554	1.544	1.545	1.545	1.551	1.545	1.558	1.577	1.595
変更後	1.653	1.563	1.549	1.548	1.549	1.549	1.555	1.545	1.552	1.571	1.589
差異 (%)	-0.007 (-0.42)	-0.006 (-0.38)	-0.005 (-0.32)	0.004 (0.26)	0.004 (0.26)	0.004 (0.26)	0.004 (0.26)	0.000 (0.00)	-0.006 (-0.39)	-0.006 (-0.38)	-0.006 (-0.38)

軸方向中性子束出力偏差の炉内外差 (保安規定第33条)

	50%出力	定格熱出力	3月定例	4月定例	5月定例	6月定例	7月定例	8月定例	9月定例	10月定例	11月定例
測定日	3/4	3/11	3/29	4/28	5/27	6/24	7/22	8/19	9/16	10/15	11/10
制限値	炉内外差3%以内										
変更前	-	0.5	0.7	0.8	1.0	1.1	1.1	1.2	0.1	0.1	0.2
変更後	-	0.5	0.7	0.8	1.0	1.1	1.1	1.2	0.1	0.1	0.2
差異	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：測定日は、いずれも平成22年

今回のソースデック作成プログラム改訂作業のフロー (概要)

	設計部門	開発部門	原因調査で抽出された要因
計 画	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">要求仕様書</div> <span style="font-size: 2em;">→</span>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">改訂仕様書</div> ↓	<ul style="list-style-type: none"> <li>改訂仕様書に、燃料タイプ毎の M/D 断面積のデータ個数の設定値「濃縮度の個数+1」の入力根拠は明記されていなかった</li> <li>改訂仕様書に、入力が確実に実施されていることの確認について、具体的方法は明記されていなかった</li> </ul>
改 訂 作 業		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">改訂作業</div> ↓ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">入力値チェック</div> ↓ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">入力が確実に実施されていることの確認 (全点チェック)</div> ↓	<ul style="list-style-type: none"> <li>M/D 断面積のデータ個数の設定値を誤って設定 「7,4,3,4」とすべきところを 「6,3,2,3」と設定</li> </ul>
検 証	リリース ←	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">検証計画</div> ↓ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">検証</div> ↓	

愛媛県伊方原子力発電所環境安全管理委員会、同技術専門部会  
(平成 22 年 9 月 10 日開催) 資料の修正について

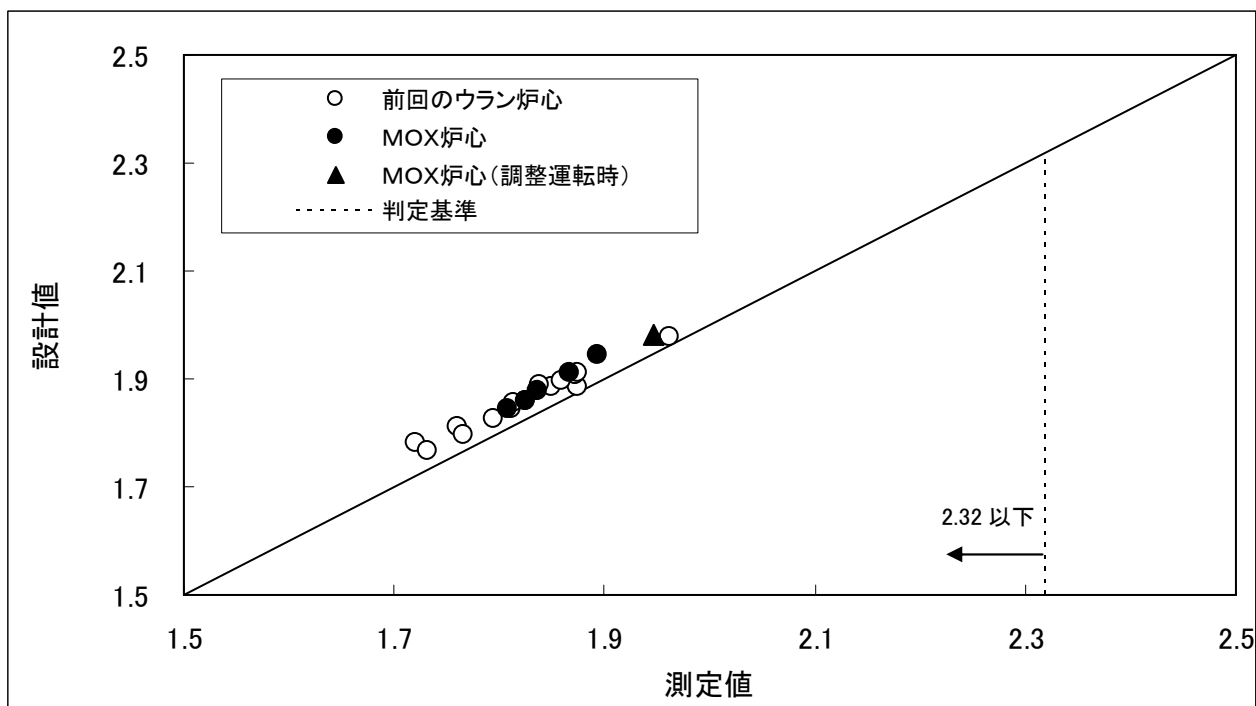
伊方発電所第 3 号機炉内出力分布測定に用いる換算係数の一部に誤りがあったことに伴い、愛媛県伊方原子力発電所環境安全管理委員会、同技術専門部会（平成 22 年 9 月 10 日開催）資料のうち、資料 3 「伊方 3 号機プルサーマルの運転状況について」の該当箇所を別紙のとおり修正いたします。

別紙：修正前後の比較

以 上

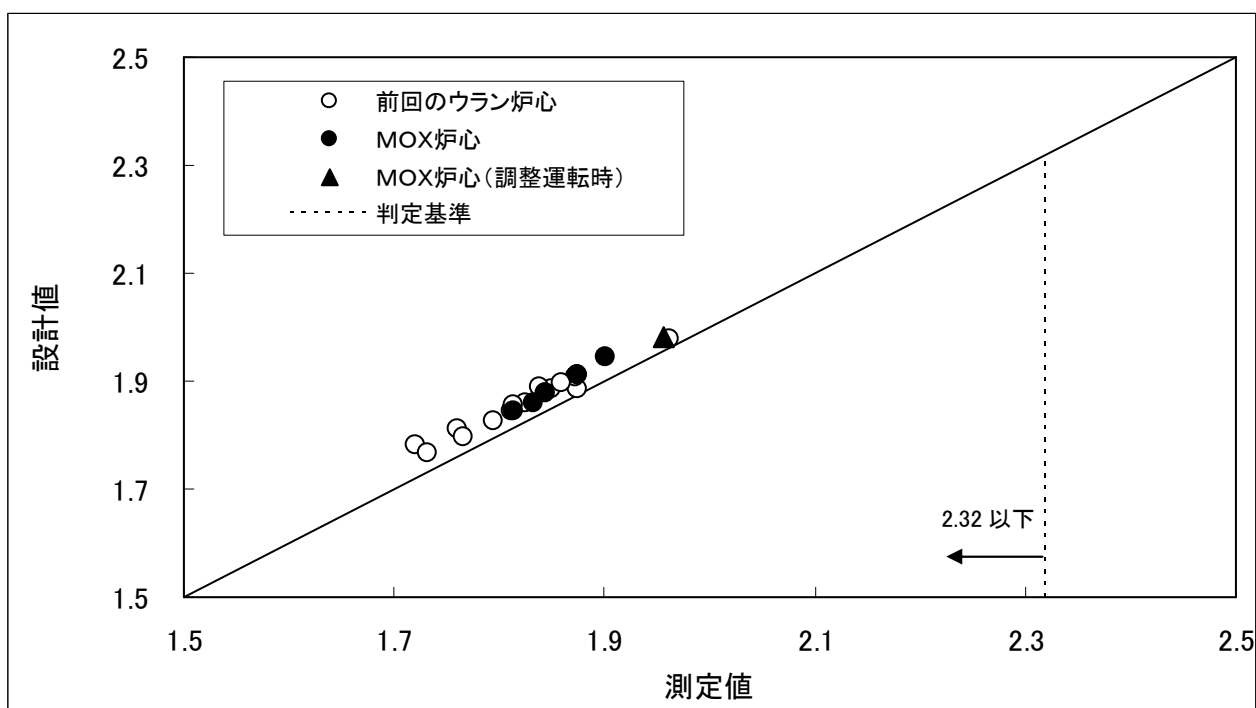
2. 定格熱出力運転時  
 (1) 熱流束熱水路係数

【修正後】



熱流束熱水路係数とは、炉心内における局所的な最大出力と平均出力の比であり、出力の分布状態を表す指標。

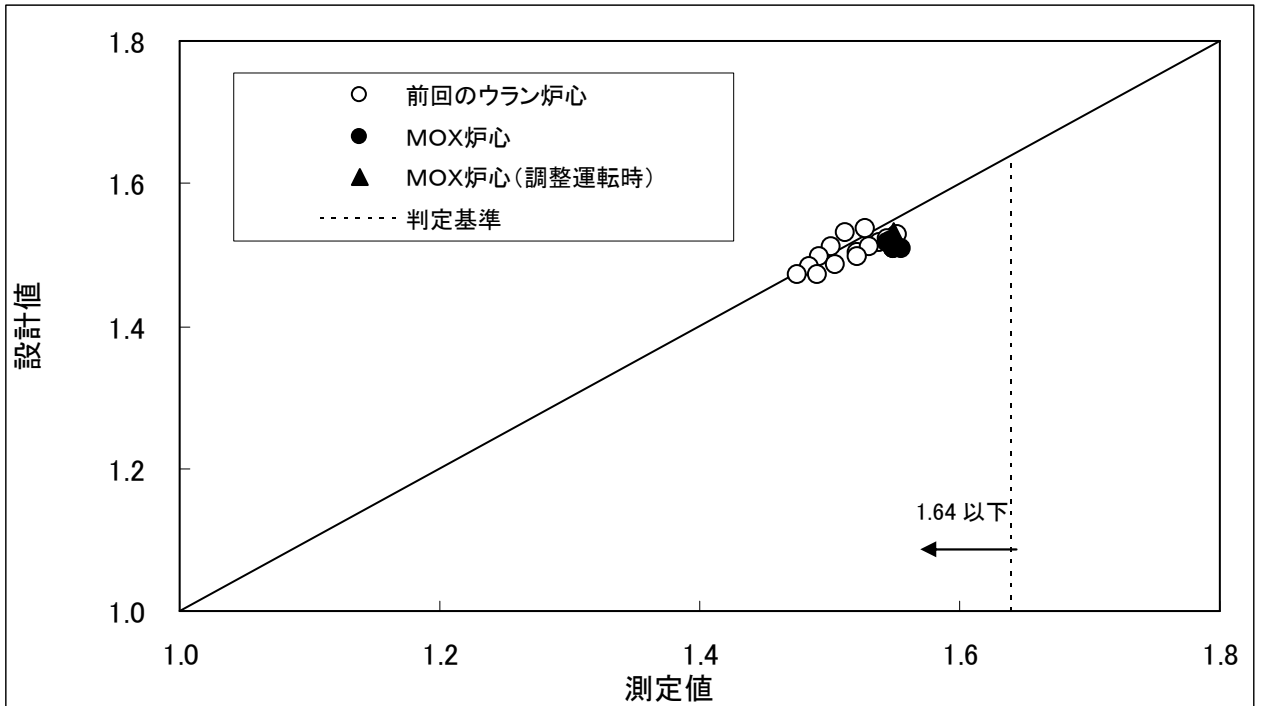
【修正前】



熱流束熱水路係数とは、炉心内における局所的な最大出力と平均出力の比であり、出力の分布状態を表す指標。

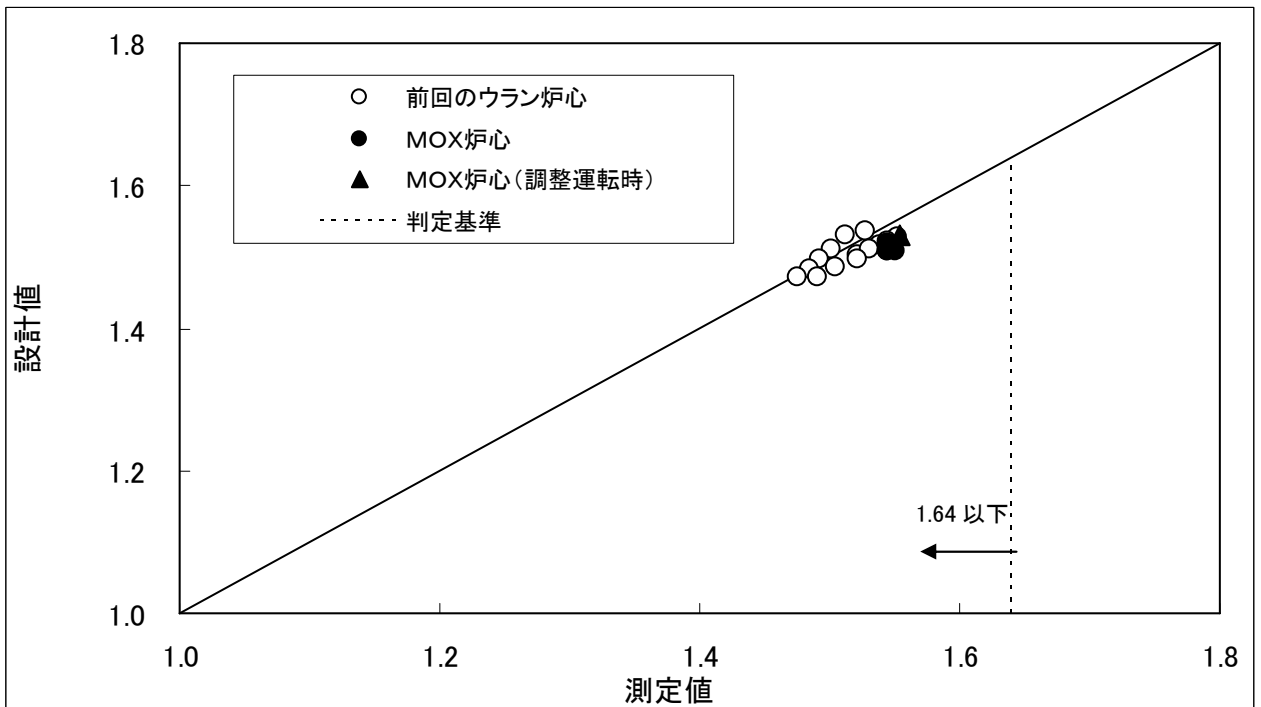
## (2)核的エンタルピ上昇熱水路係数

### 【修正後】



核的エンタルピ上昇熱水路係数とは、炉心内における燃料棒の最大出力と平均出力の比であり、出力の分布状態を表す指標。

### 【修正前】



核的エンタルピ上昇熱水路係数とは、炉心内における燃料棒の最大出力と平均出力の比であり、出力の分布状態を表す指標。

## 各プロット点の測定データ

## (1)熱流束熱水路係数

	調整運転時	4月定例	5月定例	6月定例	7月定例	8月定例
測定日	3/29	4/28	5/27	6/24	7/22	8/19
修正後	1.947	1.894	1.867	1.836	1.808	1.825
修正前	1.956	1.901	1.875	1.844	1.814	1.832

## (2)核的エンタルピ上昇熱水路係数

	調整運転時	4月定例	5月定例	6月定例	7月定例	8月定例
測定日	3/29	4/28	5/27	6/24	7/22	8/19
修正後	1.549	1.548	1.549	1.549	1.555	1.545
修正前	1.554	1.544	1.545	1.545	1.551	1.545