

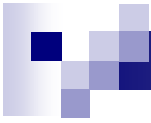
伊方3号機MOX燃料の 輸入燃料体検査結果 について

平成21年8月12日
経済産業省
原子力安全・保安院



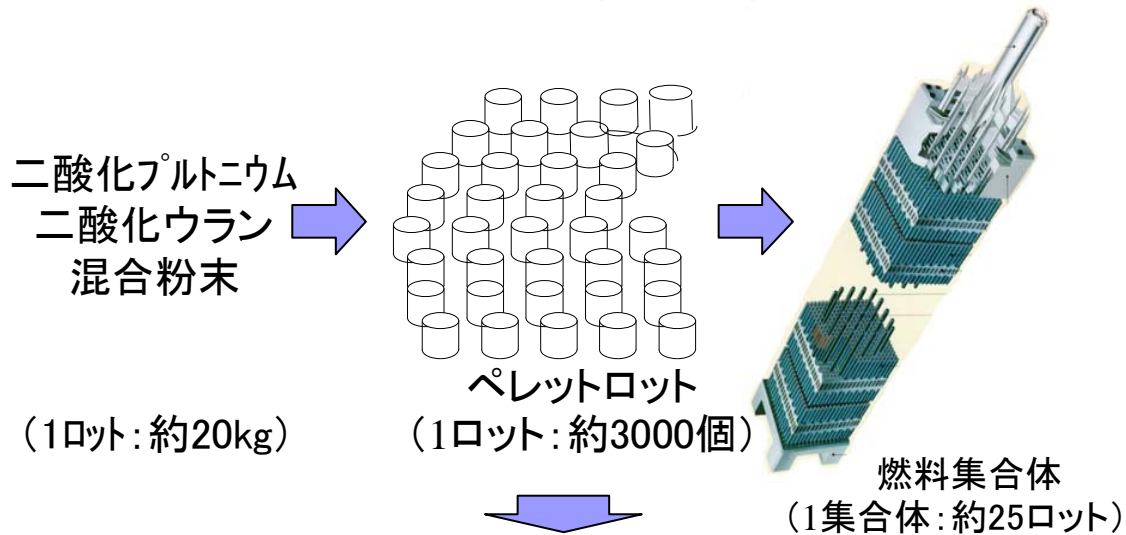
目次

- I. BNFL社のMOX燃料データ問題と検査制度の改善について
- II. 輸入MOX燃料体検査について
(制度概要、技術基準適合性等)
- III. 品質保証に関する確認結果について
- IV. 輸入MOX燃料体検査以外の規制について



I . BNFL社のMOX燃料データ問題 と検査制度の改善について

BNFL社のMOX燃料のデータ問題とは？



BNFL社: 工程管理用検査...仕様外ペレット選別のため、**レーザーマイクロメータで外径を全数自動測定、自動記録**

BNFL社: 品質管理用検査...**ロット毎に200個抜取**
レーザーマイクロメータで外径を測定
職員が記録

この工程
で不正

関西電力:.....BNFL検査の記録確認
2ロット(各20個)抜取検査

通産省:輸入燃料体検査.....関電検査の記録確認
発電所で集合体の外観等を
立会検査

4 (燃料体検査合格)

- 高浜4号機用(8集合体)
 - 199ロットの品質保証用検査データ中、3ロットに他のデータをコピーした不正が発覚
 - ・98年1月～12月製造
 - ・99年11月1日関電報告では不正無しとしていた
 - ・検査申請取下げ
 - ・英国に返送済み
- 高浜3号機用(8集合体)
 - 193ロットの品質保証用検査データ中、28ロットに他のデータをコピーした不正が発覚
 - ・98年12月～英国で製造
 - ・99年11月1日関電報告では22ロットに不正有りとしていた

2. 輸入MOX燃料体検査制度の改善(その1) H12. 7

BNFL社の事案は、製造事業者の品質保証体制に問題があったため、国は以下のMOX対策を実施しました。

電気事業法施行規則の改正

- 燃料体検査申請書に「品質保証に関する説明書」の添付を義務づけ

MOX燃料体に係る輸入燃料体検査の運用の改善(通達)

- 設置(変更)許可取得後にMOX燃料体の製造を開始
- MOX燃料の成形加工前に検査申請を行い、試験の計画、品質保証の計画を添付。さらに、製造完了後、日本に向けて海上輸送される前に、試験の結果、品質保証の結果等に関する補正申請を行い、書類審査を受けたいうえで、日本においてMOX燃料体の目視確認による検査を実施
- 当面の間、海外燃料工場の品質保証活動の確認等の際、第三者機関を活用

3. 輸入燃料体検査制度の改善(その2)

「品質保証に関する説明書」で記載すべき事項①

一般事項

ISO9000等の国際的に認知されている品質保証の規定に準拠して定めていること。

輸入MOX燃料体に係る事項

(1) MOX燃料加工事業者の評価及び監査の実施

電気事業者の監査を第三者機関が確認

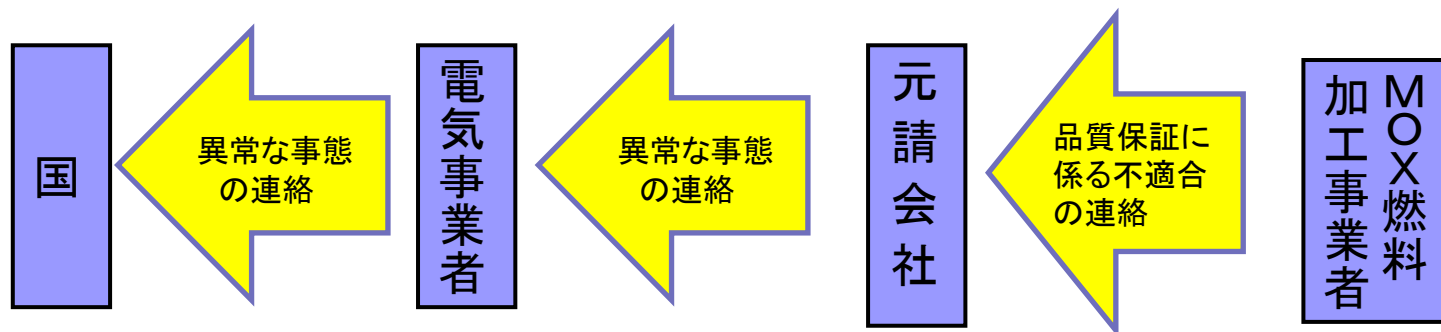
電気事業者はMOX燃料加工事業者の評価を行うこと。この際、特に、加工事業者の従業員教育、データのセキュリティ管理等不正発生の未然防止対策について評価を行うとともに、必要があれば改善を要求すること。

また、電気事業者はMOX燃料加工事業者に対し、適切な頻度で監査を行うこと。←

(2) 異常事態発生時の処置

通常の不適合を超える異常な事態が発生した場合に、電気事業者は規制当局へ連絡する方法及び体制を整備すること。元請企業が電気事業者へ連絡する方法及び体制を整備すること。

品質保証に係る不適合が発生した場合に、MOX燃料加工事業者が元請企業に連絡する方法及び体制を整備すること。



3. 輸入燃料体検査制度の改善(その2)

「品質保証に関する説明書」で記載すべき事項②

(3) 検査・試験管理

電気事業者は、加工の工程毎に、MOX燃料加工工場において検査を実施する。

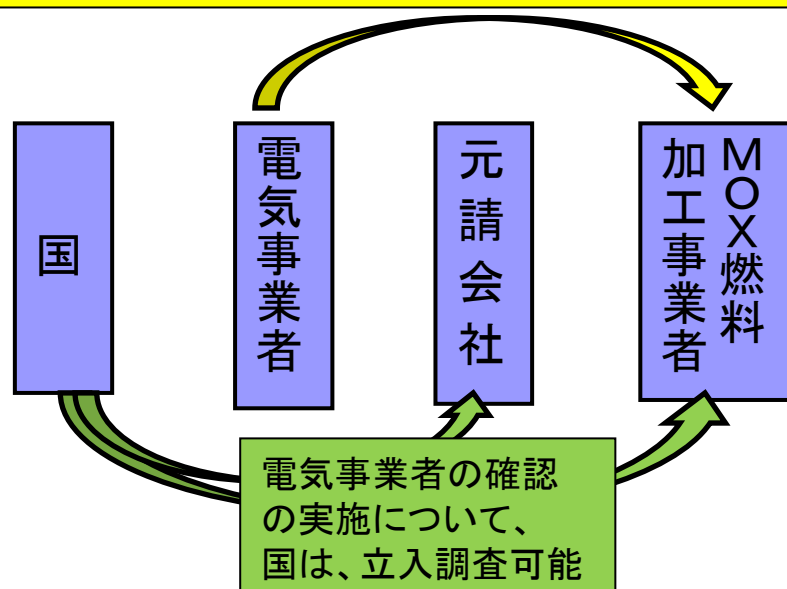
電気事業者の検査等を第三者機関が確認


(4) 製造状況等の確認

電気事業者は製造期間を通じてMOX燃料加工工場に社員を派遣し、製造開始後のMOX燃料加工事業者の製造状況及び品質保証活動を確認する。

電気事業者は、規制当局が必要に応じ、元請企業、MOX加工事業者に立入り、調査を行うことができる旨、元請企業、MOX加工事業者が定めていることを確認すること。

製造期間中の社員の派遣による、製造状況及び品質保証活動の確認の実施





Ⅱ．輸入MOX燃料体検査について （制度概要、技術基準適合性等）

1. 輸入燃料体検査の法令及び内容

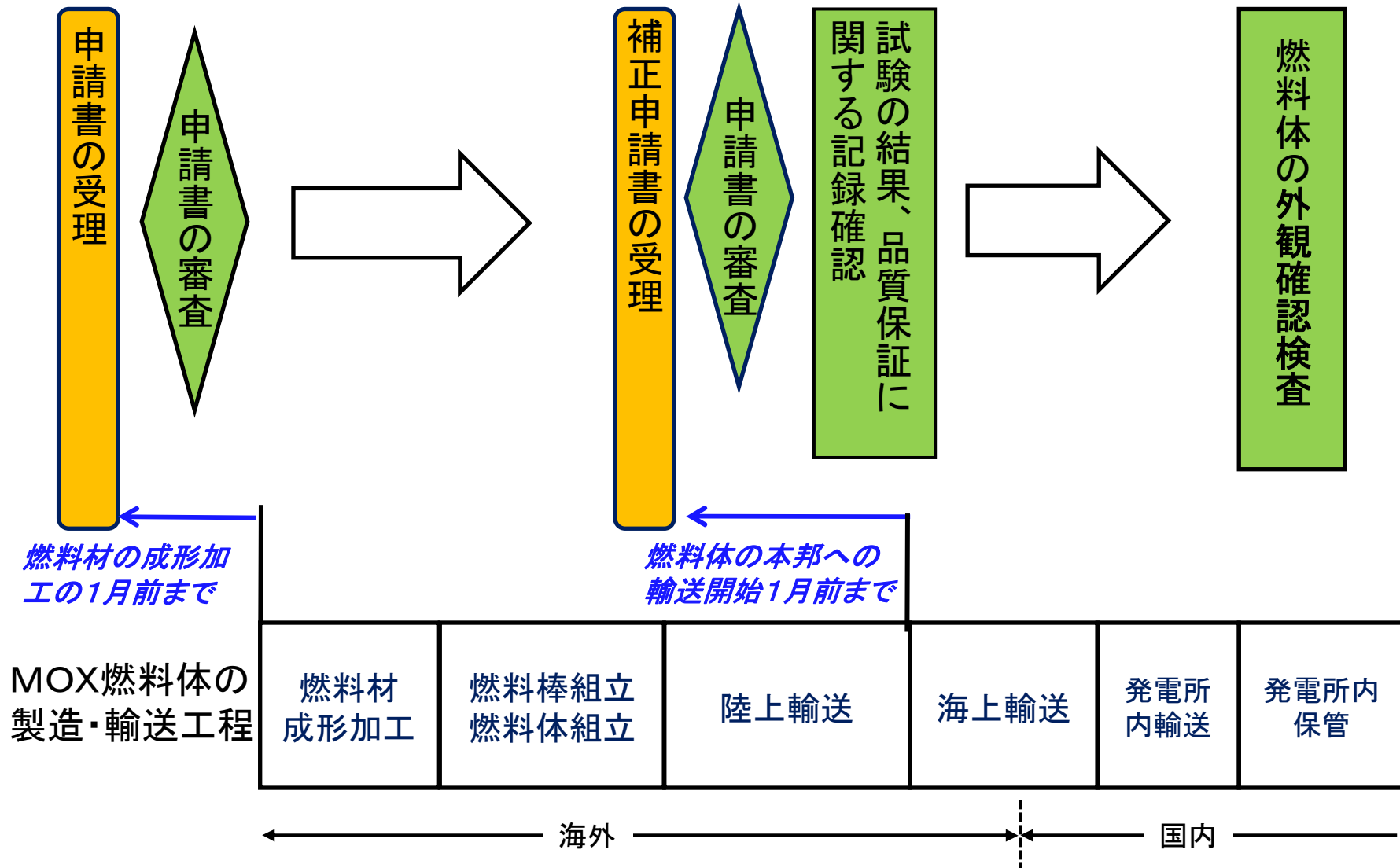
電気事業法

- ◆輸入した燃料体は、**経済産業大臣の検査**を受け、これに合格した後でなければ、これを使用してはならない。(第51条第3項)
- ◆前項の検査においては、その燃料体が第2項第2号の経済産業省令で定める技術基準に適合しているときは、合格とする。(第51条第4項)

【具体的な検査内容】

- 以下の申請書内容の書類審査(根拠となるデータを含む)
 - 燃料体の耐熱性、耐放射線性、耐腐食性その他の性能に関する説明書
 - 燃料体の強度計算書
 - 燃料体の構造図
 - 加工のフローシート
 - 燃料材、燃料被覆材その他の部品の組成、構造、強度等に関する試験の計画に関する資料
 - 品質保証の計画に関する説明書(以下は補正申請受理後)
 - 燃料材、燃料被覆材その他の部品の組成、構造、強度等に関する試験の結果に関する資料
 - 品質保証に関する説明書
- 組み立てられた燃料体の目視確認

1. MOX輸入燃料体検査の流れ



2. 四国電力(株)伊方発電所第3号機用MOX燃料体に係る許認可

- 平成12年 7月14日 電気事業法施行規則等の改正による輸入燃料体検査の改善・強化
- 平成16年11月 1日 原子炉設置変更許可申請
- 平成18年 3月28日 設置変更許可
- 平成19年 9月10日 輸入燃料体検査申請(21体分)
- 平成20年 4月23日 仏メロックス工場において製造開始
- 平成20年 9月24日 輸入燃料体検査 補正申請
- 平成20年10月16日 四国電力(株)本店において、上記補正申請の内
17日 容について記録確認検査を実施
- 平成21年 3月 5日 輸送船が仏シェルブール港を出港
(日本時間 3月6日)
- 平成21年 5月12日 炉心に係る工事計画認可申請
- 平成21年 5月27日 輸送船が伊方発電所に到着
- 平成21年 6月29日 燃料体に対する外観確認検査を実施
~30日
- 平成21年 7月15日 輸入燃料体検査合格証(21体分)を交付
- 平成21年 7月15日 炉心に係る工事計画認可

3. 検査における確認項目 記録確認検査(例:MOX燃料材)

伊方3

発電用核燃料物質に関する技術基準を定める省令		検査の項目と方法		検査判定
第五条 ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料材		次の各号に適合すること	MOX燃料材	
第一号 各元素の含有量の全重量に対する百分率の値の偏差	著しく大きくないこと	・不純物 ・ ²³⁵ U濃度 ・プルトニウム含有率 ・プルトニウム組成 ・化学成分 (U+Pu+ ²⁴¹ Am)含有率	記録確認	良
第二号 酸素の原子数のウラン及びプルトニウムの原子数の合計に対する比率の値	実用上差し支えがないこと	・化学成分 O/M比	記録確認	良
第三号 ウラン235、プルトニウム239及びプルトニウム241の含有量の合計のウラン及びプルトニウムの含有量の合計に対する百分率の値の偏差	著しく大きくないこと	・ ²³⁵ U濃度 ・プルトニウム含有率 ・プルトニウム組成	記録確認	良
第四号 プルトニウムの均一度	実用上差し支えがないこと	・プルトニウム均一度	記録確認	良
第五号 ペレット型燃料材		次に適合すること	(以下のとおり)	
イ 各部分の寸法の偏差	著しく大きくないこと	・寸法	記録確認	良
ロ 密度の偏差	著しく大きくないこと	・密度	記録確認	良
ハ 表面の割れ、きず等	有害なものがないこと	・外観 割れ、きず等	記録確認	良
ニ 表面の油脂、酸化物等の付着物	有害な付着物がないこと	・外観 表面の汚れ		

3. 検査における確認項目 記録確認検査(例:ジルコニウム合金燃料被覆材)

伊方3

発電用核燃料物質に関する技術基準を定める省令		検査の項目と方法		検査判定
第七条 ジルコニウム合金燃料被覆材	次の各号に適合すること	ジルコニウム合金燃料被覆材		
第一号 各部分の寸法の偏差	著しく大きくないこと	・寸法 内径 肉厚 溶接部外径(下部)	記録確認	良
第二号 被覆材の軸	著しくわん曲していないこと	・わん曲	記録確認	良
第三号 各元素の含有量の全重量に対する百分率の値	JIS H4751(1998)「ジルコニウム合金管」の「四品質」表二、三に規定する値であること	・化学成分	記録確認	良
第四号 水素化物方向性係数	JIS H4751(1998)「ジルコニウム合金管」の付属書三等の方法で試験を行ったとき、0.四五を超えないこと	・水素化物方位 水素化物方向性係数	記録確認	良
第五号 超音波探傷試験による欠陥信号	JIS H4751(1998)「ジルコニウム合金管」の付属書四等の方法で試験を行ったとき、対比試験片の人工きずからの欠陥信号と同等以上の欠陥信号がないこと	・欠陥	記録確認	良
第六号 表面の割れ、きず等	有害なものがないこと	・外観 割れ、きず等	記録確認	良
第七号 表面の油脂、酸化物等の付着物	有害な付着物がないこと	・外観 表面の汚れ	記録確認	良
第八号 表面の粗さの程度	実用上差し支えないこと	・外観 表面の粗さ	記録確認	良
第九号 耐食性	JIS H4751(1998)「ジルコニウム合金管」の付属書二等の方法で試験を行ったとき、表面に著しい白色又は褐色の酸化物が付着せず、かつ腐食質量増加が3日間で22 mg/dm ² 以下又は14日間で38 mg/dm ² 以下であること。	・耐食性	記録確認	良
第十一号 引張強さ、耐力及び伸び	JIS Z2241(1998)「金属材料引張試験方法」等の方法で試験を行ったとき、必要な値であること	・機械的性質 引張強さ 耐力 伸び	記録確認	良

3. 検査における確認項目 記録確認検査(例:ジルコニウム合金端栓)

伊方3

発電用核燃料物質に関する技術基準を定める省令		検査の項目と方法		検査判定
第十条 ジルコニウム合金端栓		ジルコニウム合金端栓		
1 引張強さ、耐力及び伸び	JIS Z2241(1998)「金属材料引張試験方法」等の方法で試験を行ったとき、試験温度の区分に応じ、必要な値であること(316°Cで引張強さ \geq 215 N/mm ² 、耐力 \geq 105 N/mm ² 、伸び \geq 24%)	・機械的性質 引張強さ 耐力 伸び	記録確認	良
3 各部分の寸法の偏差、各元素の含有量の全重量に対する百分率の値、表面の割れ、きず等、表面の油脂、酸化物等の付着物、耐食性	第七条(第二号、第四号、第五号、第八号、第十号及び第十一号を除く。)の規定は、ジルコニウム合金端栓に準用する。ただし、第七条第三号のJIS H4751(1998)「ジルコニウム合金管」の「四 品質」の表三に掲げるニオブ及びカルシウムを除く。	・寸法 頭部長さ 外径 ・化学成分 ・外観 割れ、きず等 ・外観 表面の汚れ ・外観 表面の粗さ ・耐食性	記録確認	良

3. 検査における確認項目

記録確認検査(例: 支持格子、上・下部ノズル、制御棒案内シンプル)

発電用核燃料物質に関する技術基準を定める省令		検査の項目と方法		検査判定
第十三条 その他の部品	次の各号に適合すること	支持格子、上・下部ノズル、制御棒案内シンプル		
第一号 各部分の寸法の偏差	著しく大きくないこと	・寸法 外寸 支持格子 上・下部ノズル 内径 制御棒案内シンプル	記録確認	
第二号 表面の割れ、きず等	有害なものがないこと	・外観 割れ、きず等	記録確認	良
第三号 表面の油脂、酸化物等の付着物	有害な付着物がないこと	・外観 表面の汚れ	記録確認	良
第四号 支持格子、上・下部ノズル、制御棒案内シンプル	次に適合すること	(以下のとおり)		
イ 各元素の含有量の全重量に対する百分率の値の偏差	著しく大きくないこと	・化学成分	記録確認	良
ロ 引張強さ、耐力及び伸び	JIS Z2241(1998)「金属材料引張試験方法」等の方法で試験を行ったとき、必要な値であること	・機械的性質 引張強さ 耐力 伸び	記録確認	良

3. 検査における確認項目 記録確認検査(例:燃料要素)

伊方3

発電用核燃料物質に関する技術基準を定める省令		検査の項目と方法		検査判定
第十四条 燃料要素	次の各号に適合すること	燃料要素		
第一号 各部分の寸法の偏差	著しく大きくないこと	・寸法 全長 プレナム長 上部端栓溶接部外径	記録確認	良
第二号 燃料要素の軸	著しくわん曲していないこと	・わん曲	記録確認	良
第三号 表面の割れ、きず等	有害なものがないこと	・外観 割れ、きず等	記録確認	良
第四号 表面の油脂、酸化物等の付着物	有害な付着物がないこと	・外観 表面の汚れ	記録確認	良
第五号 表面に付着している核燃料物質の量	JIS Z4504(1993)「放射線表面汚染の測定方法」における間接測定法等によって測定したとき、表面に付着している核燃料物質の量が0.00004Bq/mm ² を超えないこと	・表面汚染 α汚染	記録確認	良
第六号 ヘリウム漏えい	ヘリウム漏えい試験を行ったとき、漏えい量が一億分の304MPa・mm ³ /sを超えないこと	・ヘリウム漏えい	記録確認	良
第七号 溶接部のブローホール、アンダーカット等	有害なものがないこと	・溶接部の健全性 (上部) 周溶接部 シール溶接部	記録確認	良
第九号 部品の欠如	部品の欠如がないこと	・外観 部品の欠如	記録確認	良

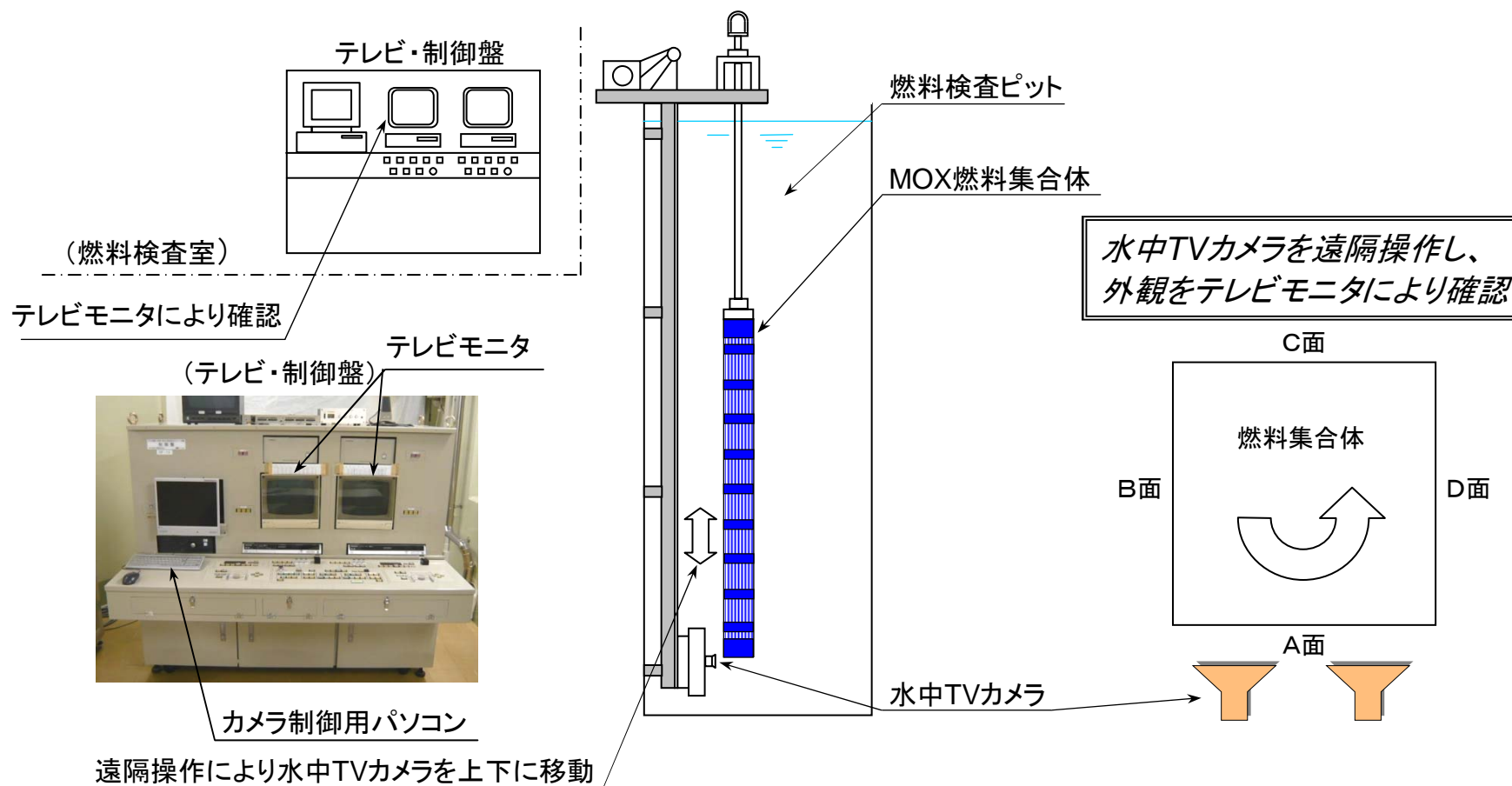
3. 検査における確認項目

伊方3

記録確認検査外観確認検査(例:燃料集合体)

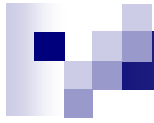
発電用核燃料物質に関する技術基準を定める省令		検査の項目と方法		検査判定
第十五条 燃料集合体		次の各号に適合すること	燃料集合体	
第一号 各部分の寸法の偏差	著しく大きくないこと	・寸法	記録確認	良
第二号 表面の割れ、きず等	有害なものがないこと	・外観 割れ、きず等	記録確認及び 外観確認検査による確認	良
第三号 表面の油脂、酸化物等の付着物	有害な付着物がないこと	・外観 表面の汚れ		
第四号 部品の欠如	部品の欠如がないこと	・外観 部品の欠如		

MOX輸入燃料体の外観確認検査



- 判定基準
- ・表面に割れ、きず等で有害なものがないこと
 - ・表面に油脂、酸化物等で有害な付着物がないこと
 - ・部品の欠如がないこと

なお、今回はBNFL問題を踏まえて制度を改善して以降、伊方発電所での初回の検査であることから、国が自らが検査を実施しました。(通常は原子力安全基盤機構が実施)



Ⅲ. 品質保証に関する確認結果について

3. 検査における確認項目

伊方3

(1) 品質保証に関する説明書記載と記録確認検査

要求事項①: MOX燃料加工事業者の評価を行うこと。(特に、従業員教育、データセキュリティ管理等不正発生の未然防止対策等)また適切な頻度で監査を行うこと。

申請書の記載

4. 2. 3 品質保証監査による確認

(a) システム監査

当社は、メロックスにおけるMOX燃料の製造に先立ち、2007年7月にシステム監査を行い、メロックスの品質保証体制を確認した。

監査では、ISO9001に基づき、JEAC4111、経済産業省内規(平成14・05・16原院第1号)等を考慮し、品質マネジメントシステム、経営者の責任、資源の運用管理、製品実現、測定、分析及び改善、検査・試験要員の独立の程度、従業員教育、データのセキュリティ管理等の項目について問題のないことを確認した。また、あわせて、確立されたQMSの現場での運用状況も確認し、良好な活動が行われていることを確認した。

(b) 工程監査

当社は、メロックスにおけるMOX燃料製造において、製造の工程ごと(MOXペレット、燃料棒、燃料集合体)の初期段階及び製造完了時に工程監査を実施した。

工程監査では、「システム監査等を通じて確認したQMSが、現場で適切に機能していること」「製造関係書類に記載された内容が現場にて遵守されていること」を、確認した。

記録確認検査

平成20年10月17日 国の記録確認検査において以下の文書をもとに、四国電力によるMOX燃料加工事業者の評価及び監査が適切に行われていることを確認しました。

- ・伊方発電所3号機MOX燃料成型加工契約に基づく海外成型加工会社品質保証システム監査実施結果報告書
- ・伊方発電所3号機MOX燃料成型加工契約に基づくMELOX工程監査実施報告書
- ・伊方発電所3号機MOX燃料成型加工契約に基づくMELOX最終監査実施報告書
- ・海外MOX燃料成型加工における一般業務力量及び監査員・検査員認定条件達成状況

3. 検査における確認項目

(1) 品質保証に関する説明書記載と記録確認検査

要求事項②: 異常事態発生時の連絡方法及び体制について定めること

申請書の記載

4. 3 不適合(異常事態を含む)発生時の連絡について

品質保証に係る不適合が発生した場合の連絡方法及び体制については、

- ・当社MOX燃料の品質保証に係る不適合が発生した場合に、メロックスがMHIへ連絡する方法及び体制を定めていることを確認した。
- ・連絡された不適合が、万一、品質保証に係る通常の不適合を超える異常な事態である場合には、迅速にMHIが当社へ連絡する方法及び体制を定めていることを確認した。

(MHI: 三菱重工業)

また、当社は日本の規制当局へ連絡する方法及び体制について定めている。

記録確認検査

平成20年10月17日 国の記録確認検査において以下の文書をもとに、異常事態発生時の連絡方法及び体制が適切に定められていることを確認しました。

- ・伊方発電所3号機初回MOX燃料成型加工に係るインターフェース要領書の内容確認について
- ・海外MOX燃料加工中の異常時措置連絡の手引き

3. 検査における確認項目

(1) 品質保証に関する説明書記載と記録確認検査

要求事項③:加工の工程毎に、MOX燃料加工工場において適切な検査を実施すること。

申請書の記載

4.4 検査・試験管理について

メロックスにおけるMOX燃料の製造にあたっては、製造期間を通じて当社駐在社員により、製造の工程ごと(MOXペレット、燃料棒、燃料集合体)に検査(立会、記録確認)を実施した。

更に検査に際しては、当社駐在社員の他、元請企業であるMHIの社員も検査を行った。

なお、部材の検査(立会、記録確認)については、MNFにおいて実施した。

(MHI:三菱重工業 MNF:三菱原子燃料)

記録確認検査

平成20年10月17日 国の記録確認検査において以下の文書をもとに、四国電力による検査が適切に行われていることを確認しました。

- ・伊方発電所3号機初回MOX燃料成型加工 工場立会検査報告書(検査対象:MOXペレット・燃料棒)
- ・伊方発電所3号機初回MOX燃料成型加工 工場立会検査報告書(検査対象:燃料集合体)
- ・伊方発電所3号機初回MOX燃料成型加工用国内調達部材 工場立会検査報告書
- ・MELOX立会検査実施要領書

3. 検査における確認項目

(1) 品質保証に関する説明書記載と記録確認検査

要求事項④: 製造期間を通じてMOX燃料加工工場に社員を派遣し、製造開始後のMOX燃料加工事業者の製造状況及び品質保証活動を確認すること。

申請書の記載

4. 5 製造状況等の確認について

当社は、MOX燃料の製造期間を通じて当社駐在社員により、上記の4. 4の検査に加え、巡視点検を行うことにより、製造状況及び品質保証活動について確認した。

製造状況の確認に際しては、当社駐在社員その他、元請企業であるMHIの社員も巡視点検を行った。

記録確認検査

平成20年10月17日 国の記録確認検査において以下の文書を確認し、四国電力によるMOX燃料加工事業者の製造状況及び品質保証活動の確認が適切に実施されていることを確認しました。

・パトロールチェックシート

3. 検査における確認項目

(1) 品質保証に関する説明書記載と記録確認検査

要求事項⑤：規制当局が必要に応じ、元請け企業、MOX燃料加工事業者に立ち入り、調査を行うことができる旨、元請け企業及びMOX加工事業者が定めていることを確認すること

申請書の記載

4. 6 規制当局の立ち入りについて

当社は、日本の規制当局が必要に応じ、MHI及びメロックスに立ち入り、品質保証活動状況の調査を行うことができる旨を、契約図書で明確にしている。

記録確認検査

平成20年10月17日 国の記録確認検査において以下の文書を確認し、規制当局が必要に応じ、MOX加工事業者等に立ち入り、調査ができることとなっていることを確認しました。

- ・伊方発電所3号機 ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料集合体契約仕様書
(四電－MHI契約仕様書)
- ・CONTRACT FOR THE FABRICATION OF MOX FUEL FOR LOADING IN A REACTOR OF :
SHIKOKU ELECTRIC POWER CO., INC
(MHI－メロックス契約書)

3. 検査における確認項目

伊方3

(1) 品質保証に関する説明書記載と記録確認検査

要求事項⑥: 海外工場における我が国向けMOX燃料体製造の実績が蓄積されるまでの当面の間、電気事業者は、海外MOX燃料工場の製造時の品質保証活動の確認等を実施する場合、第三者機関を活用すること。

申請書の記載

4. 2. 3 品質保証監査による確認

(a) システム監査 なお、監査にあたっては、適切に実施されたことについて第三者機関の確認を受けた。

(b) 工程監査 なお、工程監査が適切に実施されていることについては、第三者機関の確認を受けた。

4. 4 検査・試験管理について

メロックスにおける当社検査が適切に実施されていることについては、第三者機関の確認を受けた。

4. 5 製造状況等の確認について

メロックスにおける当社巡視点検が適切に行われていることについては、第三者機関の確認を受けた。

記録確認検査

平成20年10月17日 国の記録確認検査において以下の文書を確認し、四国電力によるMOX燃料加工事業者の品質保証活動の確認等において適切に第三者機関が活用されていることを確認しました。


- ・REPORT No R-AIX-IND-07-1750019 SHIKOKU / BUREAU VERITAS SYSTEM AUDIT OF MELOX PLANT (2007)
 - ・SHIKOKU ELECTRIC POWER CO., Inc. SHIKOKU / Bureau Veritas Process Audit (Powder-Pellet-Rod) at Melox Plant (2008)
 - ・SHIKOKU ELECTRIC POWER CO., Inc. SHIKOKU / Bureau Veritas Process Audit (Assembly) at Melox Plant (2008)
 - ・SHIKOKU ELECTRIC POWER CO., Inc. SHIKOKU / Bureau Veritas Process Audit (Final Audit) at Melox Plant (2008)
- (全てビューロベリタス※のレポート)

※ビューロベリタス: フランスの第三者機関で、ISO9000やISO14000シリーズ他の認証において世界26の公共機関より認証機関として認められており、船舶・航空機の国際登録、エネルギー・プロセスプラント機械、土木建築、輸出入検査等において、様々な分野の検査・認証業務を行う機関。



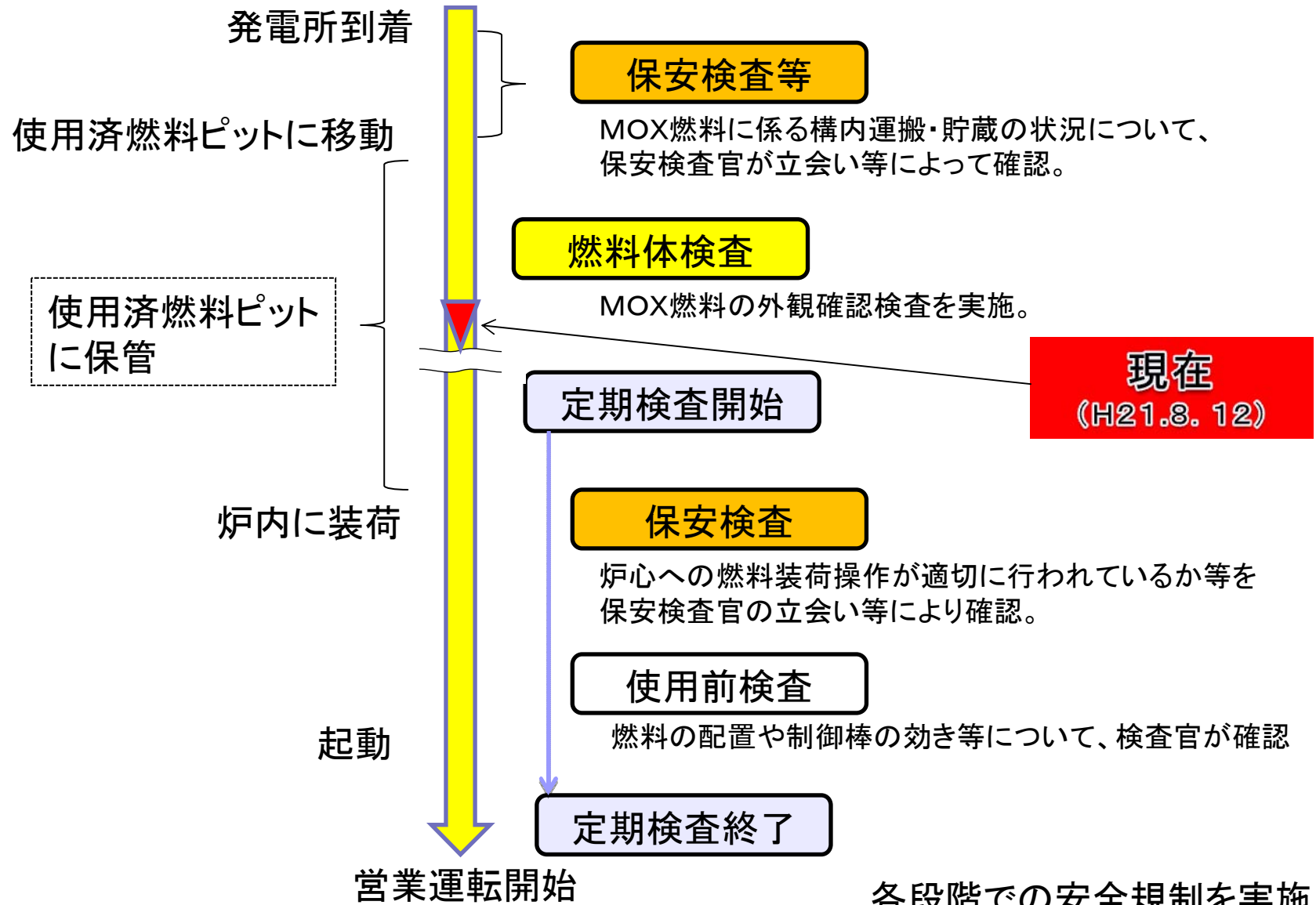
3. 品質保証に関する評価

- 四国電力(株)から申請された伊方発電所第3号機のMOX燃料体に関する品質保証の計画に関する説明書、品質保証に関する説明書及び係る記録確認を実施した結果、国が通達等で要求している事項を満足しているものと判断する。



IV. 輸入MOX燃料体検査以外の 規制について

MOX燃料到着後の検査等について





まとめ

- 燃料体検査に際して下記の点を確認しました
 - 燃料体の技術基準への適合性
 - 詳細設計
 - BNFL社の問題を踏まえた事業者の品質保証活動
- 特に、今回は初回であったことから原子力安全・保安院自らで全ての検査を実施しました。
- 今後、燃料体の装荷の段階、試運転の段階において、保安検査、使用前検査により厳格に安全性を確認してまいります。

(参考)

今後の伊方発電所第3号機への検査等

- 次回定期検査 平成22年1月開始予定
- 使用前検査 定期検査期間中に実施

※内容

炉心等に係る工事計画(平成21年7月15日認可)に係るもの

- ・炉心性能確認検査
- ・原子炉停止余裕検査
- ・燃料装荷検査 等