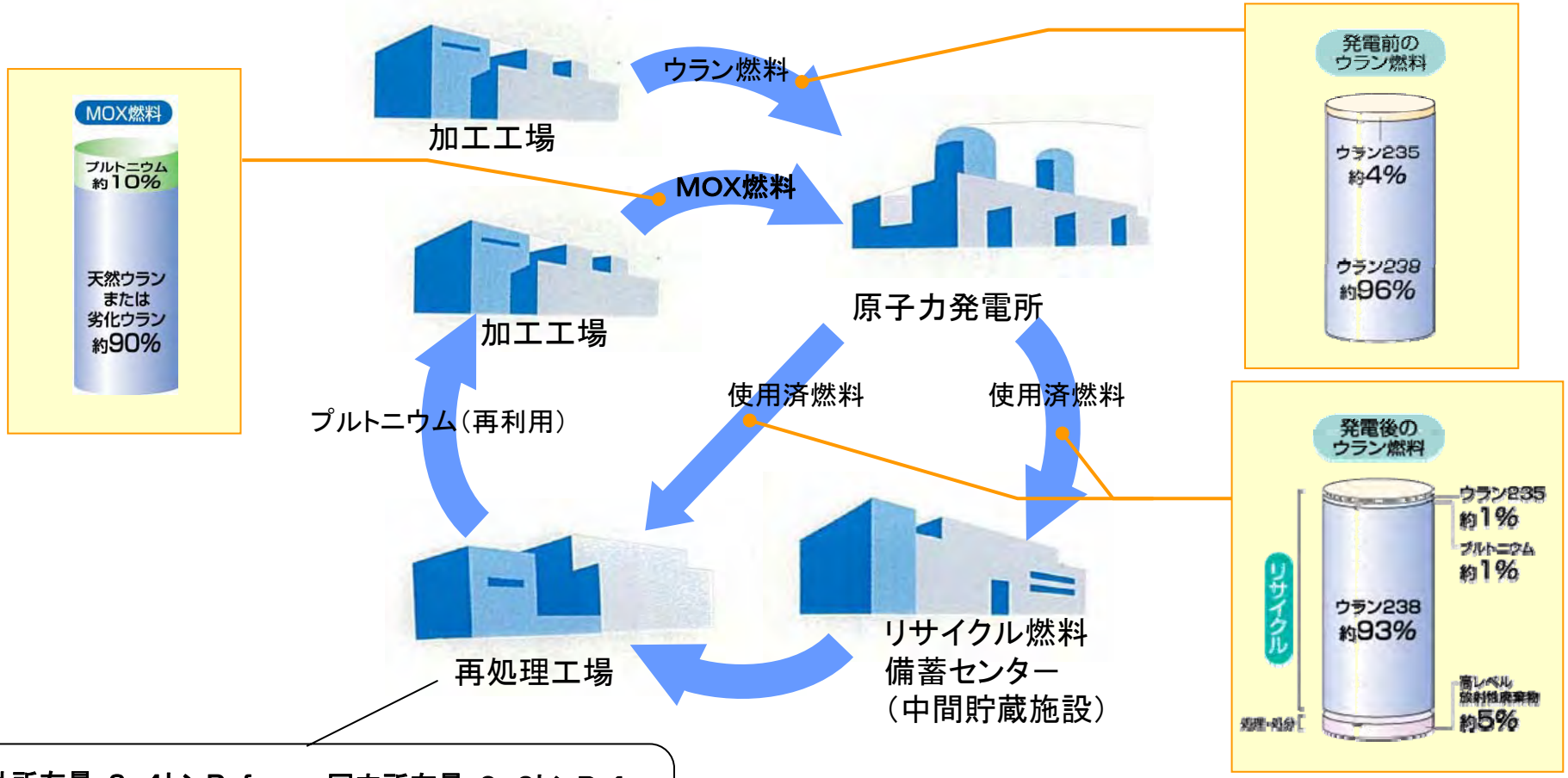
資料No．１－１

高浜発電所3，4号機の
プルサーマル計画について

平成20年3月29日
関西電力株式会社

プルサーマルの概要



海外所有量：8．4トンPuf
（25．2トンPuf）

＜当社分内訳＞
仏国分：6．6トンPuf
英国分：1．8トンPuf

国内所有量：0．2トンPuf
（1．2トンPuf）

＜当社分内訳＞
JAEA分：0．2トンPuf

※：（　）内は全電力の数値
※：平成19年12月末時点の数値
※：日本原燃分はまだ電気事業者に割り当てられていない

高浜発電所3、4号機における導入計画

使用済燃料を再処理して得られるプルトニウムを利用したMOX燃料を取替燃料の一部として装荷する（157体中最大40体）。

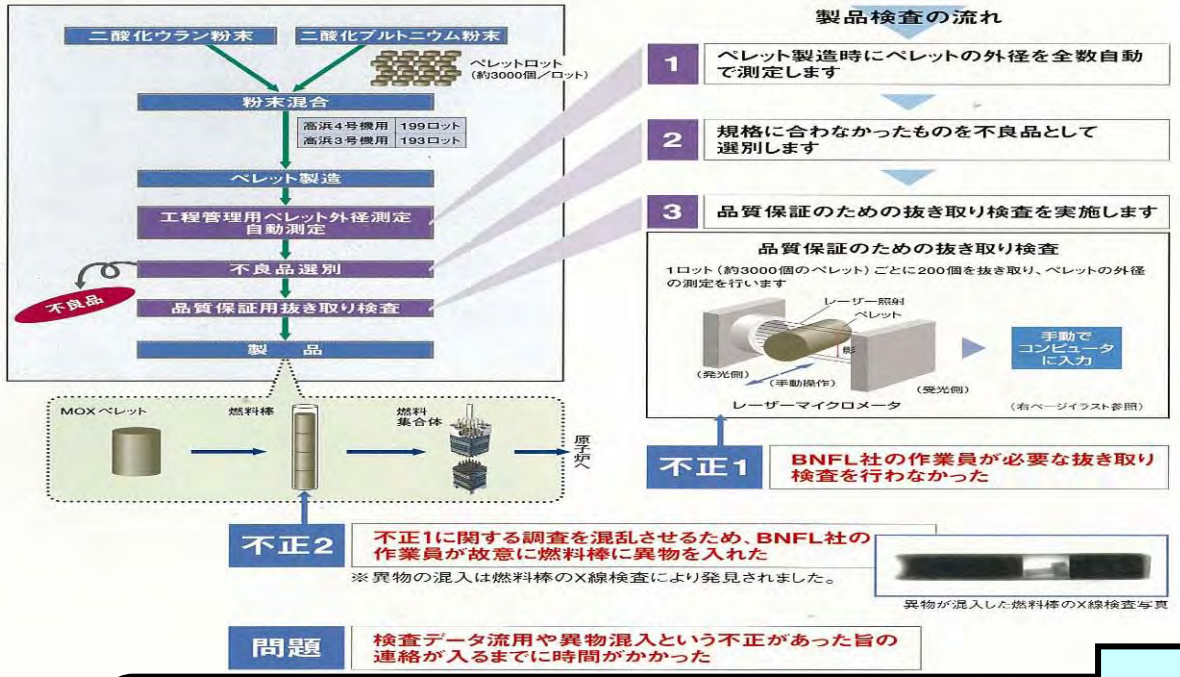
○MOX燃料の構造・寸法・形状等は17行17列型ウラン燃料と同一
○プルトニウム富化度
- ペレット最大　13wt%以下
- 集合体平均　約4．1wt%濃縮ウラン相当以下
- 3種類の富化度分布
- 燃料集合体最高燃焼度　45，000MWd／t

当社のプルサーマル計画の経緯

1998年 2月23日	福井県・高浜町にプルサーマル計画の事前了解願いを提出
12月16日	高浜発電所の原子炉設置変更許可
1999年 6月17日	福井県・高浜町、プルサーマル計画事前了解
9月13日	BNFLによるMOX燃料製造データ問題が発覚（高浜3号機用燃料）
12月16日	受け入れ済みの高浜4号機用MOX燃料にもデータ問題が発覚
2002年 7月	MOX燃料8体の返送（9月に英国到着）
2003年10月23日	品質保証体制の改善状況報告書を、福井県、高浜町他へ提出
2004年 2月 5日	品質保証体制の改善状況報告書に対し、原子力安全・保安院は妥当と評価
3月20日	福井県、高浜町から、当社に対しプルサーマル計画を進めていくことへの了承
3月31日	当社、原燃工及びコモックス社間で基本契約締結
5月～6月	品質保証システム監査の実施
7月12日	品質保証システム監査結果について、報告書を福井県、高浜町他へ提出
8月9日	美浜3号機事故
2008年 1月30日	プルサーマル計画の準備作業の再開表明
2月	品質保証システム監査の実施（原燃工 12日、メロックス工場 18日～21日）
3月17日	品質保証システム監査結果について、報告書を福井県、高浜町他へ提出

BNFL製MOX燃料問題の概要

BNFL社でのMOXペレット製造時の不正および問題



BNFL製MOX燃料問題については、国の「BNFL社製MOX燃料データ問題検討委員会」および当社「BNFL製MOX燃料問題調査検討委員会」において、原因および再発防止対策について検討し、報告している。

不正および問題の原因

海外燃料メーカーの原因

設備	・設備が自動化されていないなど、データのねつ造が容易な作業環境だった
意識	・工場の管理者・作業員共に品質保証や品質管理の意識が薄かった
作業環境	・手作業による長時間にわたる単調な検査を行うなど作業環境が悪かった ・容易に異物が混入できる作業環境だった
連絡体制	・異常が発生した場合の連絡のしくみがなかった

当社の原因

確認	・海外燃料メーカーの品質管理状態について、書類確認が中心だった

品質保証のためのペレット抜き取り検査状況図

BNFL製MOX燃料問題の当社要求事項への反映

BNFL製MOX燃料問題

当社の要求事項

①品質保証に関する要求

・品質マネジメントシステムがISO9001等の要求事項に基づき構築・維持されていること

②製造管理及び製造の業務プロセスの要求

・元請会社は海外MOX燃料加工メーカを適切に管理・指導すること、海外MOX燃料加工メーカは元請会社の要求事項を適切に製造に反映すること

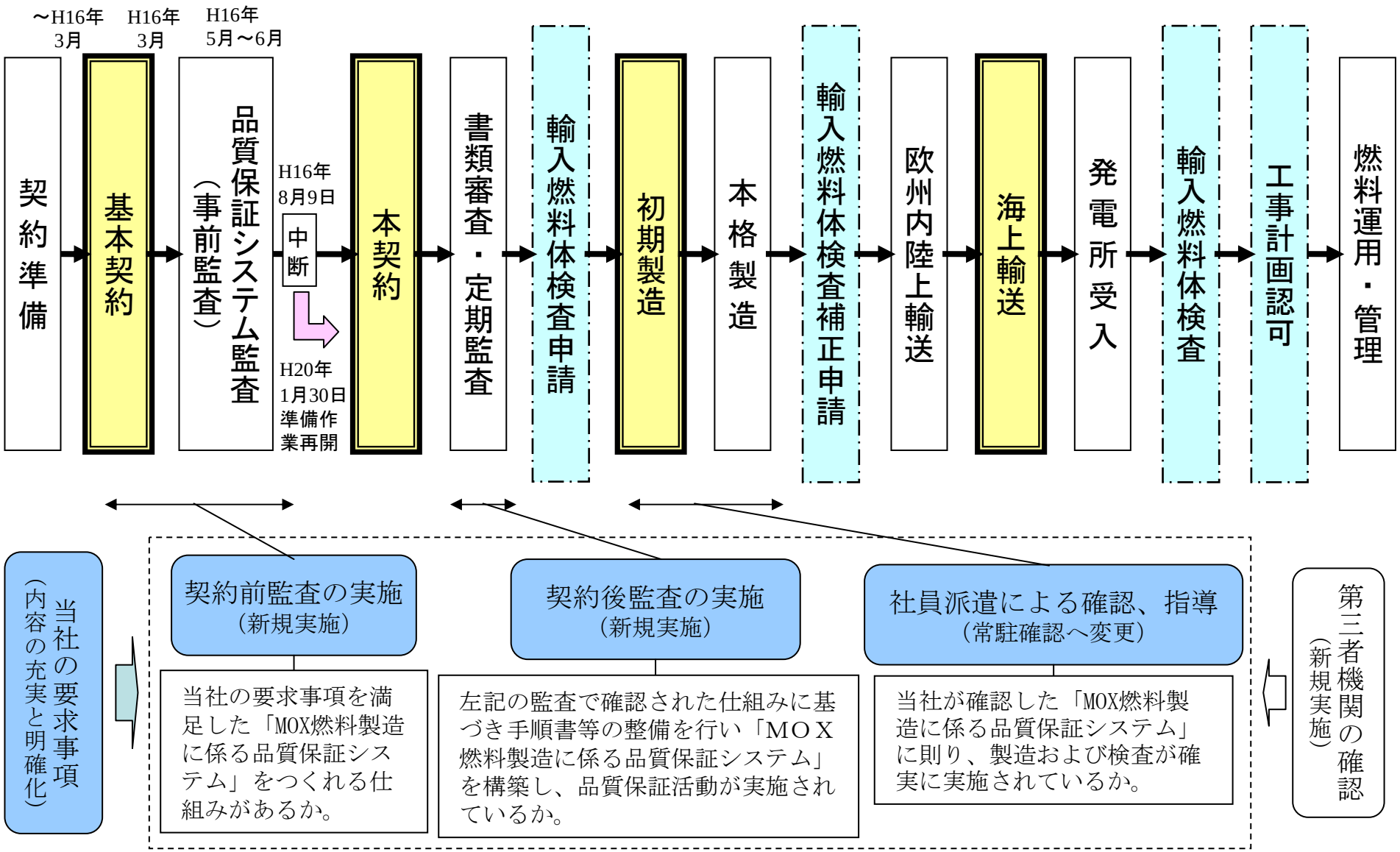
③BNFL問題再発防止対策の要求

・要求仕様に適合した製品の製造に適切な加工工程であり、設備の自動化等の不正防止を図ること
・品質管理データのセキュリティが厳格に確保されること
・従業員教育に対する品質に関する教育、管理者による現場作業のチェック等の実施
・各組織の責任と権限が明確で、検査員に対する管理者の監督が適切であること
・品質保証に係る通常の不適合を超える異常な事態が発生した場合の連絡体制を整備すること
・当社が製造期間中に実施する現場確認、データチェック等の活動に協力すること　等

④輸入燃料体検査制度への適合に関する要求

・品質保証に係る通常の不適合を超える異常な事態が発生した場合の連絡体制を整備すること
・製造期間を通じて海外MOX燃料加工メーカに派遣する当社社員が海外MOX燃料加工メーカの製造状況および品質保証活動について確認することを受け入れること
・当社が第三者機関を活用することおよび規制当局の立入りを受け入れること　等

BNFL問題を踏まえた改善策および今後の計画について



… 原子力安全・保安院による法的な規制事項。

… それまでの業務プロセスの実施結果に問題がないことを、社長が確認した上で実施する業務プロセス。

BNFL問題後の社内標準の改善状況（MOX燃料調達に係る主な社内標準）

BNFL問題以前（平成11年当時）

- 原子燃料業務要綱
- 原子力発電所原子燃料濃縮・成型加工工事管理要綱
  - 原子燃料輸送中事故その他異常事象取扱要綱
    - 原子燃料輸送中事故その他異常事象取扱要綱準則
  - （若狭支社）原子力安全管理業務要領
    - （発電所）安全管理業務所則

現在の社内標準［改善策を反映済］

- 原子力発電の安全に係る品質保証規程
  - 原子燃料サイクル通達
    - 原子燃料業務要綱
    - 原子燃料契約業務要綱
      - 取引先による法令等違反に対する取引に関する措置要綱指針
    - 原燃品質・安全業務要綱
      - 原燃品質・安全業務要綱準則
    - 原子力発電所原子燃料濃縮・成型加工工事管理要綱
      - MOX燃料成型加工標準仕様書
    - 原子力発電所MOX燃料輸送要綱
    - 原子燃料サイクル異常事象等対応要綱
    - 原子燃料輸送中事故その他異常事象取扱要綱
      - 原子燃料輸送中事故その他異常事象取扱要綱準則
    - 原子燃料管理業務要綱
      - （発電所）原子燃料管理業務所則

MOX燃料調達に関する実施体制と役割分担

＜役　割＞

【発注者】

関西電力

・MOX燃料加工の発注

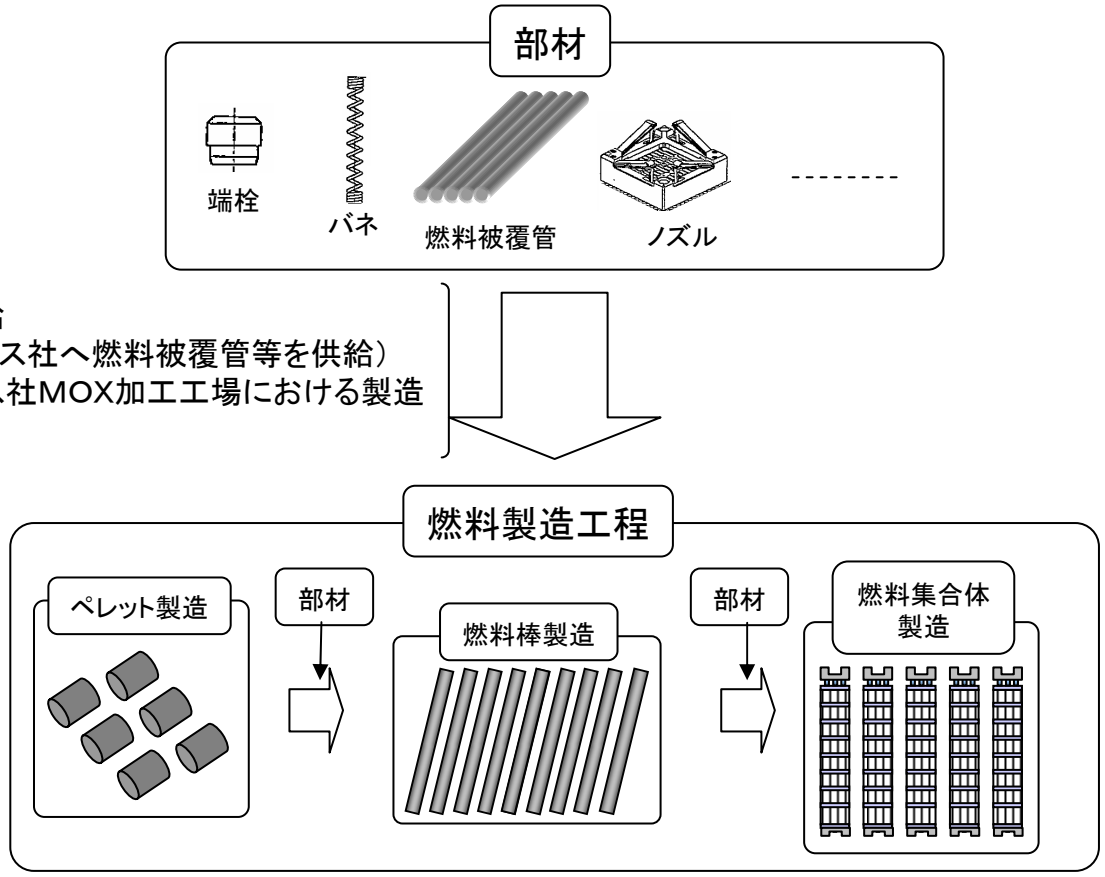
【元請会社候補】

原子燃料工業㈱
熊取事業所

・部材供給
（メロックス社へ燃料被覆管等を供給）
・メロックス社MOX加工工場における製造管理

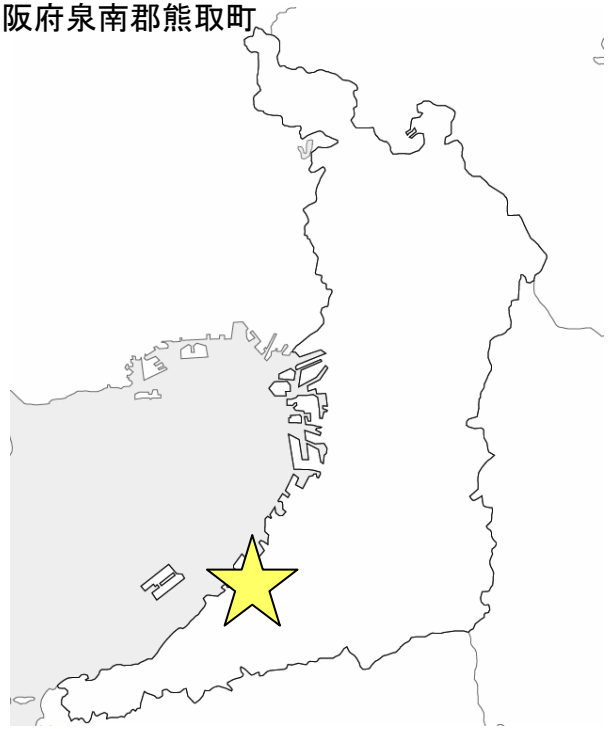
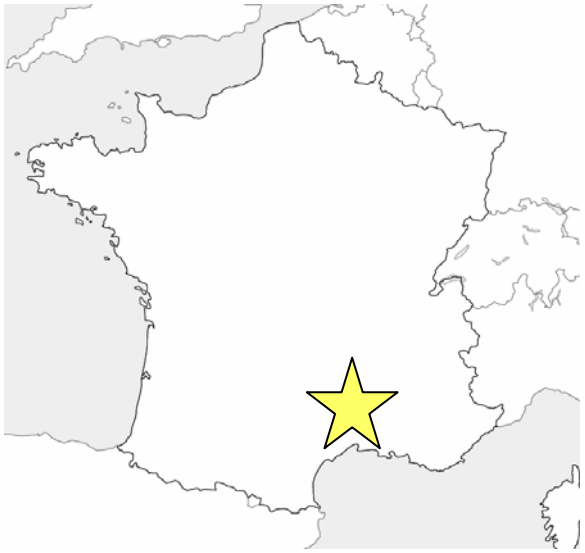
【下請会社候補】

メロックス社
メロックス工場



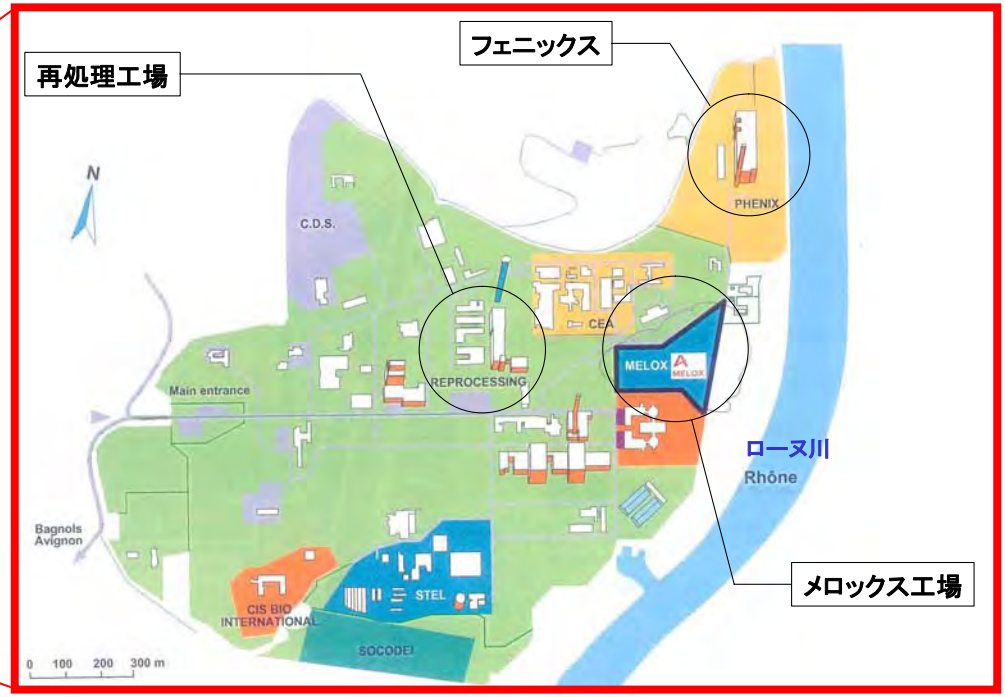
・MOX燃料体の製造（ペレット加工、燃料棒製造、集合体組立）

原子燃料工業㈱熊取事業所およびメロックス社メロックス工場の概要

	原子燃料工業㈱熊取事業所	メロックス社メロックス工場
工場の所有、運営	原子燃料工業株式会社	MELOX （AREVA　NCが100%出資）
所在地	大阪府泉南郡熊取町 	フランス南部　シュスラン　マルクール地区 
従業員数	（2007年末時点） 約320人	（2007年末時点） 729人 ・約12%が女性 ・約53%が直体制、約47%が日勤者
操業開始	1972年	1995年
製造実績	2007年末時点で約3300tUのウラン燃料を納入	2007年末時点で1300tHMのMOX燃料を製造
加工容量	284tU／年（2002年～）	195tHM／年（2007年4月～）
品質保証体制	PWR燃料を対象に品質、環境、安全衛生マネジメントシステムの第三者認証を取得	品質保証、環境、労働安全を統合したシステムを構築

メロックスの概要

○ 工場の所有、運営
　　MELOX
○ 所在地
　　フランス南部　シュスラン　マルクール地区
○ 従業員数 （2007年末時点）
　　729人
　　・約12%が女性
　　・約53%が直体制、約47%が日勤者



メロックスの年表

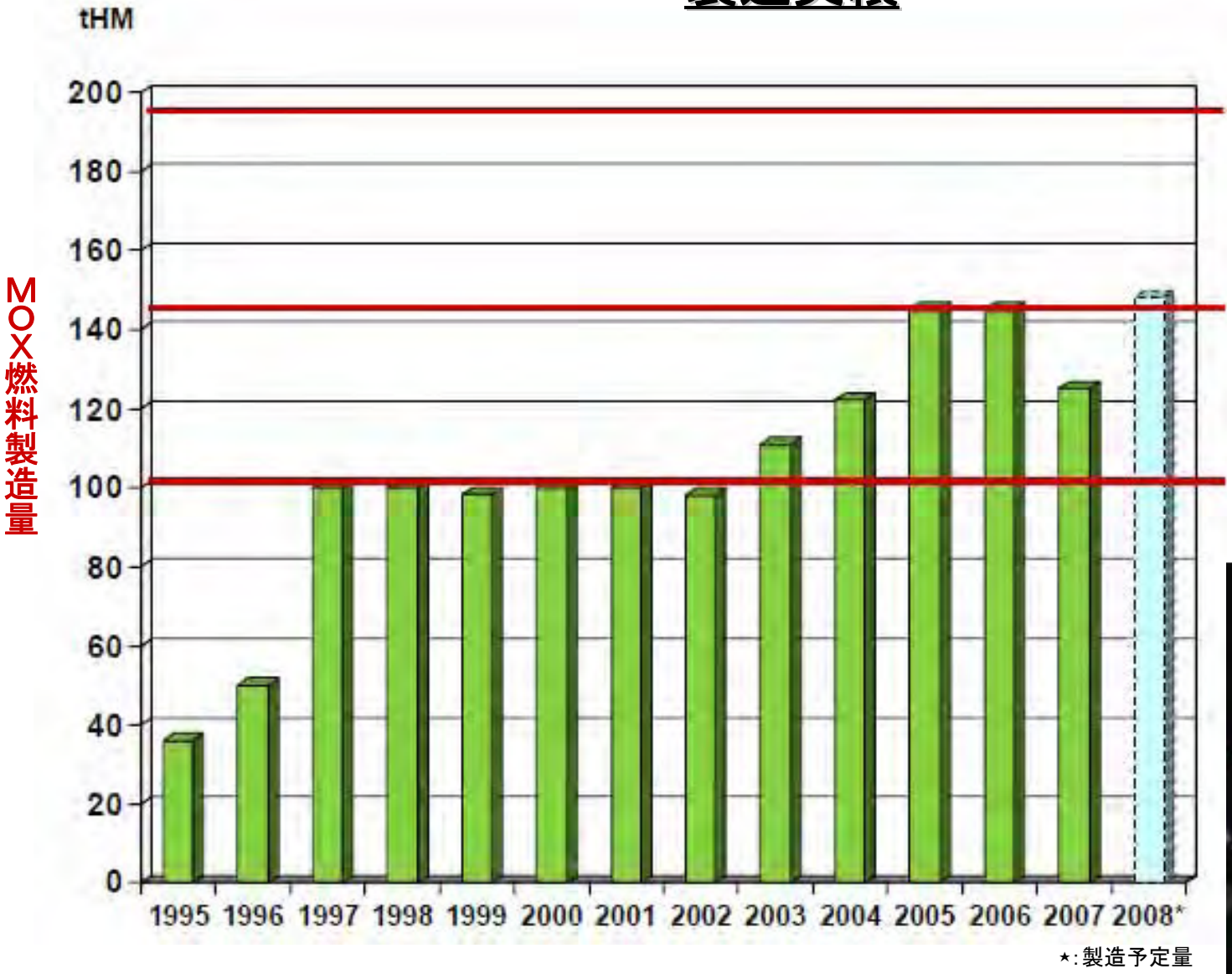
- 1995年　操業開始（工場へのプルトニウム投入）
- 1997年　年間加工量100tHM／年を達成（当時の認可加工容量）

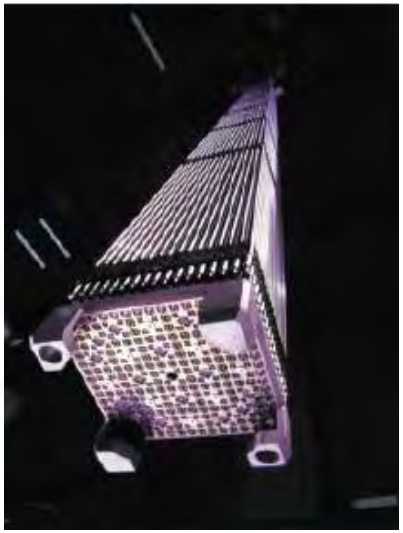
- 2000年　年間加工容量の増加申請（100tHM→145tHM／年）
- 2003年　年間加工容量145tHMの許可取得

- 2004年　年間加工容量の増加申請（145tHM→195tHM／年）
- 2005年　製造累積1000tHM達成

- 2007年　年間加工容量195tHMの許可取得

製造実績





2007年末時点で1300tHMのMOX燃料を製造

メロックスの品質保証体制

メロックスは品質保証、環境、労働安全を統合したシステムを構築

French Quality Award in 2001.

1997年　ISO 9002認証取得（品質）

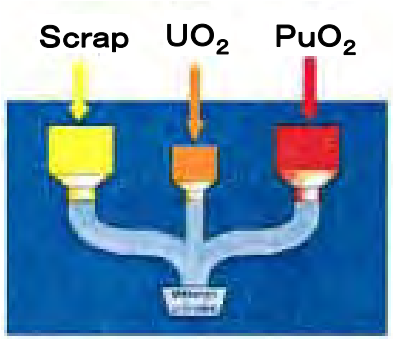
1999年　ISO 14001認証取得（環境）

2001年　仏国品質賞受賞（FRENCH　QUALITY　AWARD）

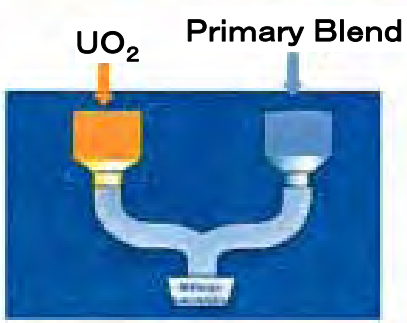
2003年　ISO 9001、ISO 14001の統合認証取得（品質／環境）

2006年　ISO 9001、ISO 14001、OHSAS18001の統合認証取得
（品質／環境／労働安全）

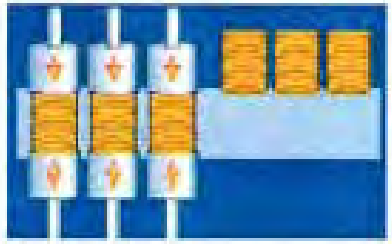
MOX燃料の製造工程



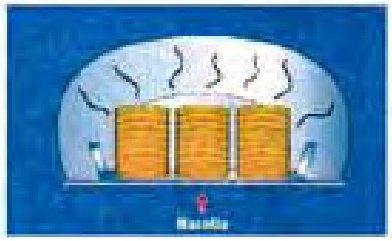
1. 一次混合



2. 二次混合

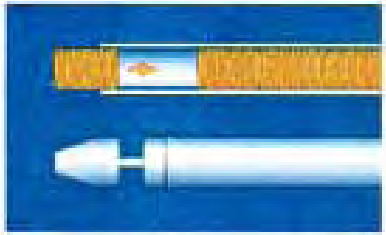


3. プレス

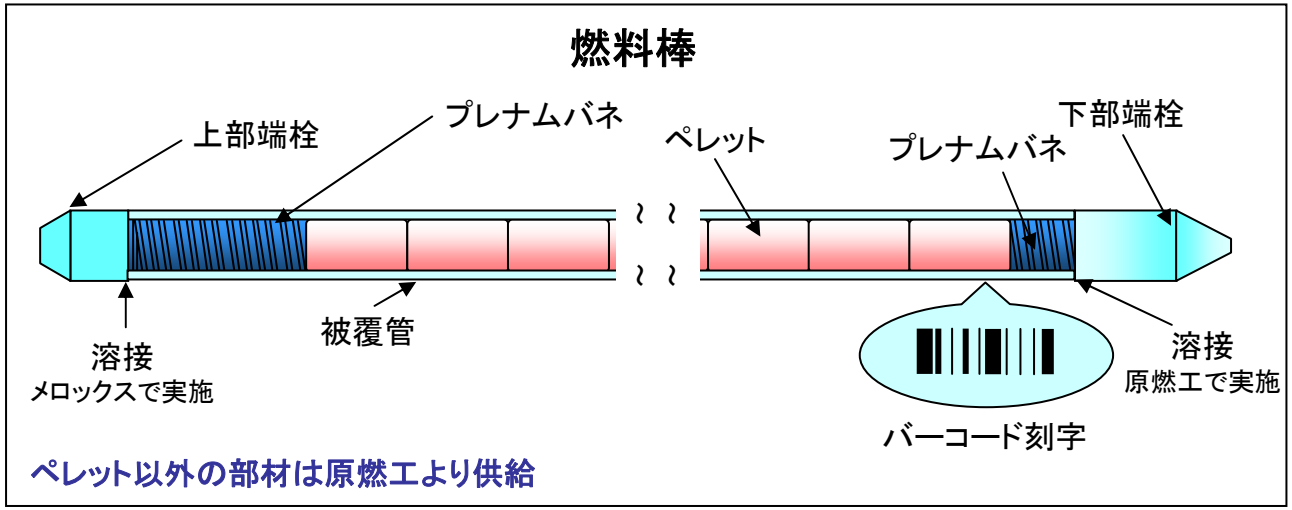


4. 焼結

5. 表面研削



6. 燃料棒製造



7. 集合体組立

MOX燃料品質確保のためのメロックスの活動

製造開始前

要求仕様に合致したMOX燃料が製造できることを確認

・要求仕様を原燃工と合意

・製造設備の能力確認
・製造方法の確定（製造パラメータ確定　等）

・試作品等による製造能力確認

・製造方法、品質管理方法（製造、検査プロセス手順書）の作成

原燃工による承認
（関西電力の確認）

製造中

要求仕様に合致したMOX燃料が製造されていることの確認

・焼結前ペレットの密度、寸法等の中間製品に対する工程内検査

・ペレット焼結温度、燃料棒溶接時電流等の製造パラメータの確認

・品質部門による製造部門の活動状況の確認

関西電力／原燃工による
巡視、製造パラメータの確認

製造後

要求仕様に合致したMOX燃料が製造されたことの確認

・メロックスによる品質検査

【検査項目】

・ペレット
・燃料棒
・集合体

15

関西電力／原燃工
による立会検査

製造後の検査項目

	検査項目
ペレット	○ 目視検査 ・表面粗さ ・外観 ・プルトニウム富化度マーク ○ 寸法 ・ペレット高さ ・ペレット外径 ・端面形状 （ディッシュ、チャンファ寸法） ・密度 ○ 微細構造 ・平均結晶粒径 ・空孔分布 ・プルトニウム均質性（プルトニウムスポット） ・ウラン、プルトニウムの同位体組成 ・熱的安定性（再焼結試験） ・ウラン、プルトニウムの含有率 ・ペレット溶解度 ・O／M比 ○ 蒸発性不純物量 ○ 不純物
燃料棒	○ 溶接部健全性（X線検査 等） ○ ヘリウムリークテスト ○ α表面汚染（スミアテスト） ○ ペレット有効長、ペレット間ギャップ ○ プルトニウム富化度 ○ 外観 ○ 溶接部外径 ○ 燃料棒全長 ○ 真直度 ○ プレナム長さ 外観検査の状況
集合体	○ 傾き ○ 真直度 ○ 燃料棒－燃料棒／燃料棒－シンブル管間隙 ○ 集合体全長 ○ 制御棒クラスタ挿入力 ○ 集合体外観 ○ シンブル管内の異物の有無

MOX燃料調達に関する品質保証システム監査内容

品質保証システム監査計画

【監査目的】
前回の品質保証システム監査から、3年半以上が経過しているため、両社の品質保証システムが現在もMOX燃料製造に適したものであるかを再評価する。

	原子燃料工業㈱熊取事業所 （元請会社候補）	メロックス社メロックス工場 （下請会社候補）
実施日	平成20年2月12日	平成20年2月18日～21日
監査体制	・副事業本部長：監査に関する管理責任者 ・監査チーム：チームリーダー、監査員2名 ・ビューローベリタス社審査員（1名）	・同左 ・同左 ・仏国ビューローベリタス社審査員（2名）
確認方法	書類確認、記録確認、現場確認、インタビュー	

MOX燃料調達に関する品質保証システム監査結果

項目	原子燃料工業㈱　熊取事業所	メロックス社　メロックス工場
①品質保証に関する要求	当社が要求するISO9001:2000等の要求事項を満足する品質マネジメントシステムが構築・維持されていることを確認	同左
②製造管理及び製造の業務プロセス	海外MOX燃料加工メーカによる製造を適切に管理する仕組みがあることを確認	元請会社の管理下で適切にMOX燃料を製造できる仕組みがあることを確認
③BNFL問題再発防止対策	海外燃料加工メーカに対し指導できる品質保証体制、綿密な立会検査、長期滞在の措置、異常時の連絡体制整備等のBNFL問題再発防止対策を反映する仕組みがあることを確認	設備の自動化等の不正防止策を図っていること、データセキュリティが厳格に確保されていること、異常時の連絡体制整備等のBNFL再発防止対策を反映する仕組みがあることを確認
④輸入燃料体検査制度への適合	規制当局による品質保証活動の受入れ、第三者機関の活用等の輸入燃料体検査制度への適合を海外燃料加工メーカに要求する仕組みがあることを確認	規制当局による品質保証活動の受入れ、第三者機関の活用等の輸入燃料体検査制度への適合を品質保証システムに反映される仕組みがあることを確認
⑤「九州電力MOX燃料製造上の問題」への対応	部品を海外加工メーカに送る際に合格証を発行する識別管理の仕組みがあることを確認	元請会社から合格証のある部品を受け取り、その後の合格証のある部品のみを製品に使用される仕組みがあることを確認

詳細は 18 ～ 21

原子燃料工業の品質保証システム監査結果（主な確認結果）

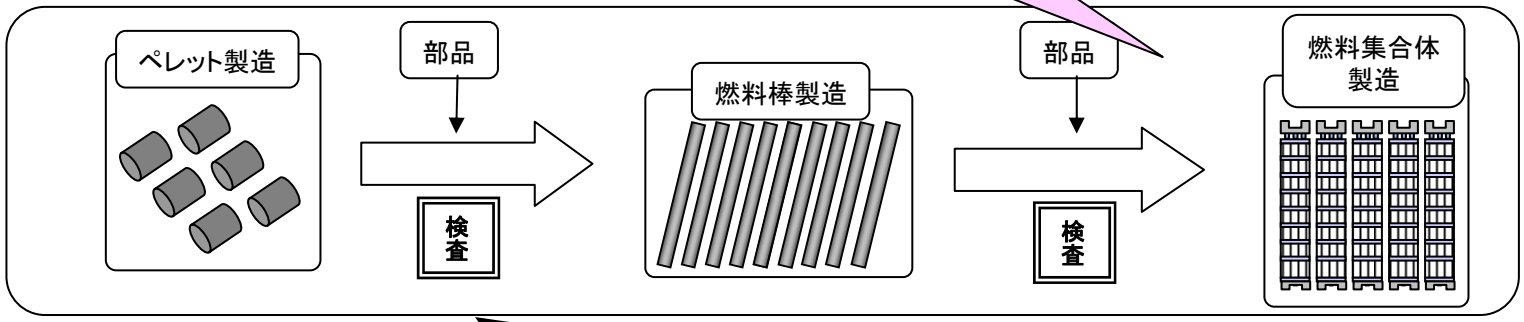
確認事項①
・品質マニュアルを作成・維持
・文書・記録の管理等の仕組み
・MOX燃料のプロジェクトを横断的に管理するプロジェクト総括を設置

確認事項②
・MOX燃料調達のプロジェクト計画書を作成し、レビューする仕組み

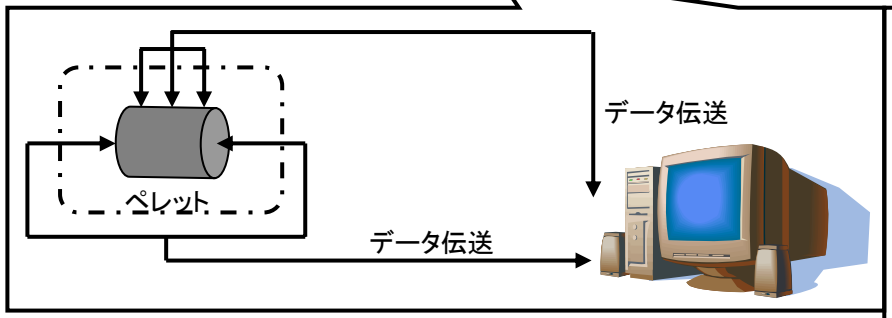
確認事項②
・MOX燃料加工メーカに対する燃料集合体組み立ての教育・訓練および模擬燃料体を使った認定試験実施の仕組み

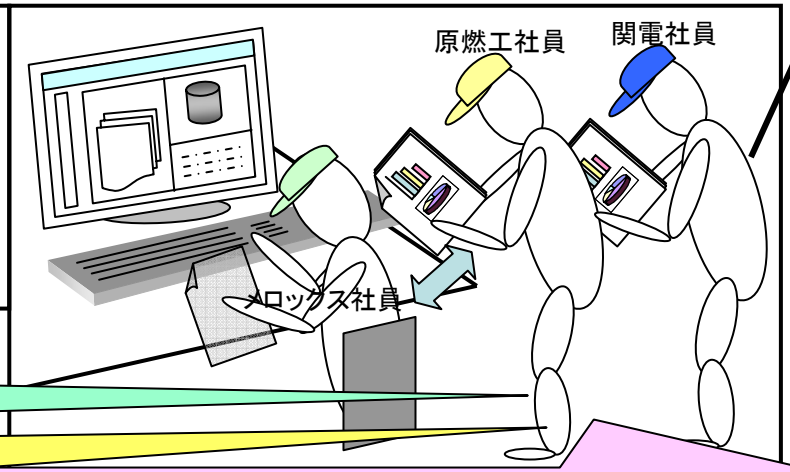
確認事項④
MOX燃料加工メーカへの要求の仕組み
・MOX燃料加工メーカが規制当局の立ち入りを受け入れること
・当社による第三者機関活用を受け入れること

確認事項③
・異常時連絡体制の整備および速やかな通報連絡のMOX燃料加工メーカへの指導



製造期間を通じて派遣する当社社員の役割
・工程監査、検査、巡視を行って、加工状況、品質管理の状況を確認





確認事項①
・MOX燃料加工メーカへの派遣要員育成の仕組み

確認事項③
・品質管理等の実態に応じた指導・監督を行う要員の長期滞在の措置

確認事項②
製造時の立会検査、定期的なサーベイランス、巡視等を行う仕組み

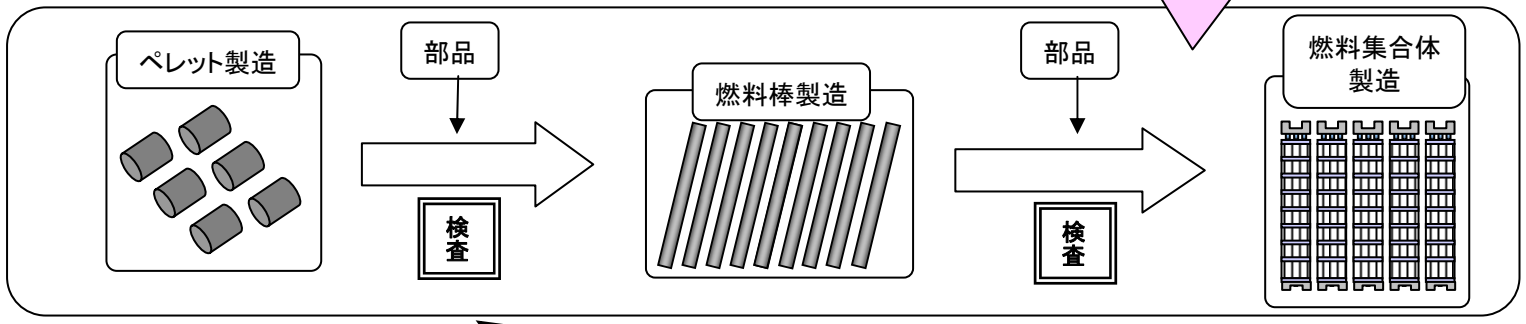
メロックス工場の品質保証システム監査結果（主な確認結果）

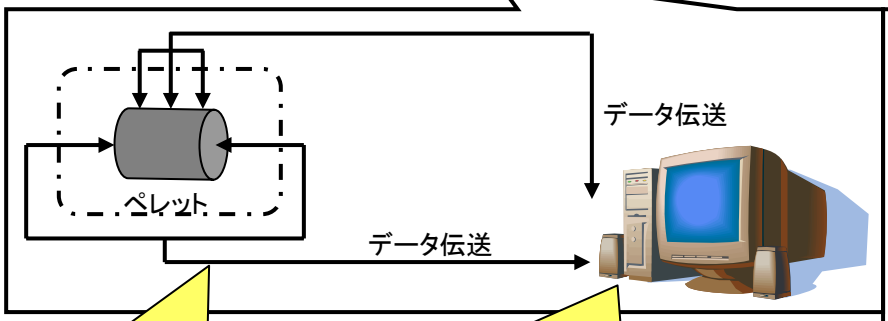
確認事項①
・品質マニュアルの作成・維持
・文書・記録の管理等の仕組み

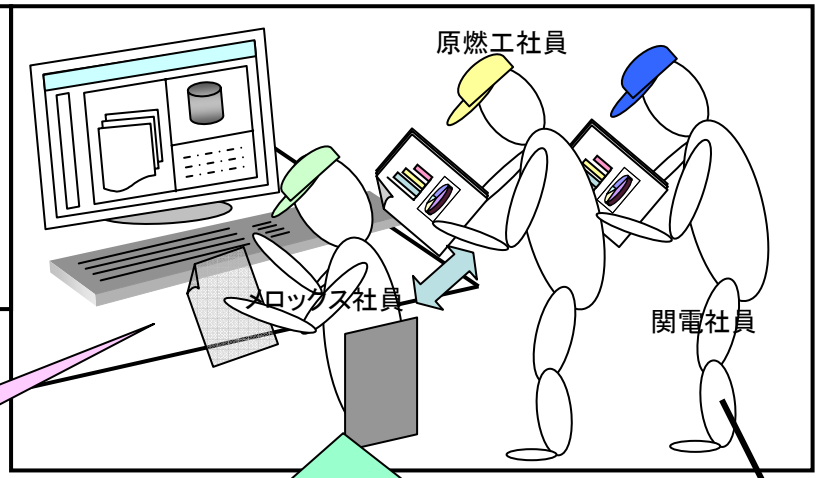
確認事項③
・各組織の責任と権限が明確
・異常時連絡体制を品質保証システムの中に反映する仕組み

確認事項②
・製造工程および検査装置の認定試験実施による元請会社の承認を得る仕組み

確認事項④
・規制当局が必要に応じ立ち入ることを受け入れる仕組み
・当社が第三者機関を活用することを受け入れる仕組み







確認事項③
・設備の自動化等の不正防止策

確認事項③
・品質管理データセキュリティの厳格な確保

確認事項②
・工程管理用オンラインシステムによる、誤った手順書適用、作業ステップ間違い等の人的ミス防止の仕組み

確認事項①
・日本顧客の立会検査等の支援チーム設置
・日本のプルサーマル計画を取り巻く環境を認識するための啓蒙教育、BNFL問題の教育
・顧客の燃料タイプごとの作業員の力量設定、教育の仕組み

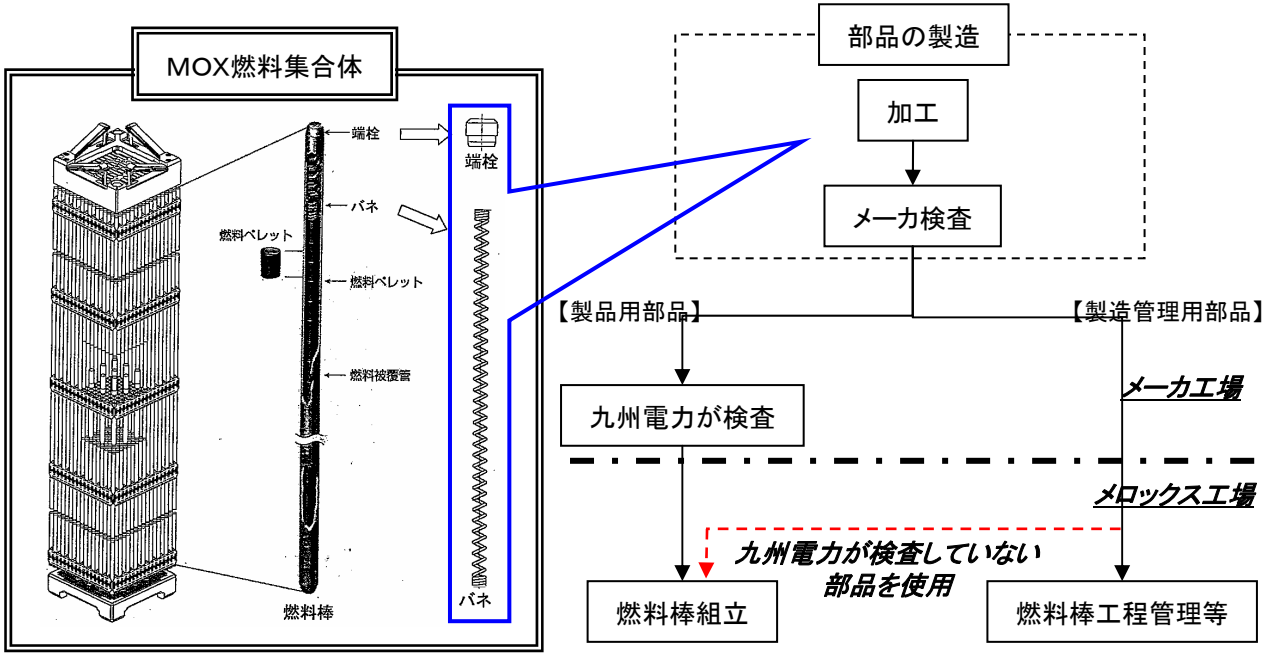
製造期間を通じて派遣する当社社員の役割
・工程監査、検査、巡 視を行って、加工状況、品質管理の状況を確認

監査結果（九州電力燃料製造時の問題）

事象の概要（平成20年2月1日公表）

●九州電力㈱玄海原子力発電所3号機向けMOX燃料のメロックスでの加工において、一部の燃料棒にメーカの検査に合格したものの、九州電力㈱が検査していない製造管理用の部品（上部端栓、バネ）が組み込まれたという事象が発生。

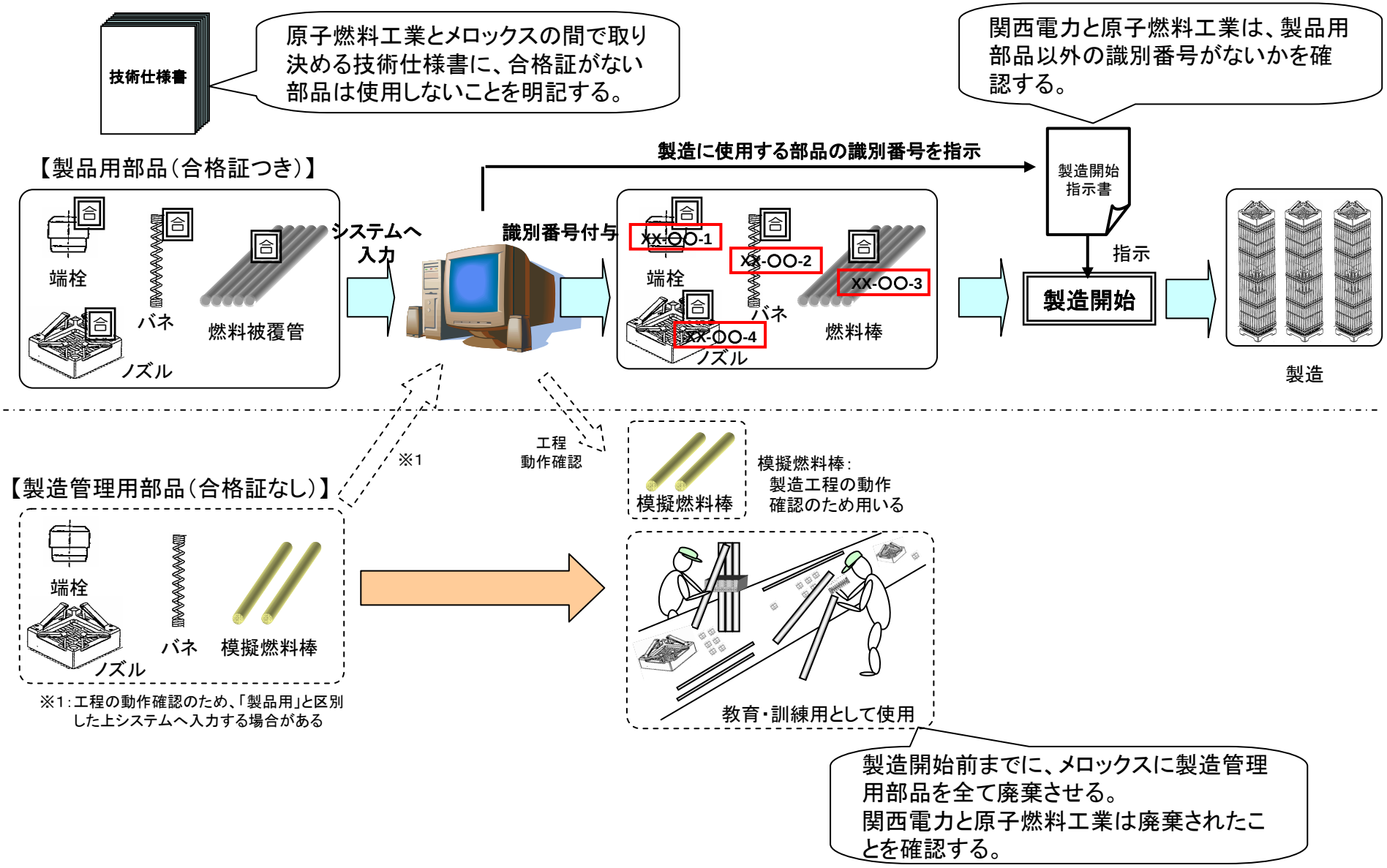
●本事象の原因は、製造管理用部品を製品に使用してはならないということが、三菱重工業㈱からメロックスに明確に伝わっていなかったことによるとされている。



品質保証システム監査の結果（関西電力の確認結果）

製品用と製造管理用の部品が識別管理される仕組みがあり、問題ないことを確認した。

監査結果（九州電力燃料製造問題への追加対策）



ま と め

当社は今回の品質保証システム監査において原子燃料工業㈱熊取事業所およびメロックス社メロックス工場の品質保証システムが当社の品質保証に関する要求事項を満足し、MOX燃料調達を進めるにあたり適切であることを確認しました。