

高速増殖原型炉もんじゅ

炉内中継装置のこれまでの状況及び今後の進め方

平成23年1月18日

独立行政法人日本原子力研究開発機構

敦賀本部

1. もんじゅの燃料交換と炉内中継装置 ... 1
2. 炉内中継装置の落下から吊上げ準備までの状況 ... 2
3. 炉内中継装置が引き抜けなかつた以降の状況 ... 9
4. これまでの状況のまとめ ... 13
5. 今後の進め方 ... 14
6. 炉内中継装置一括抜き・復旧作業の対応体制 ... 18

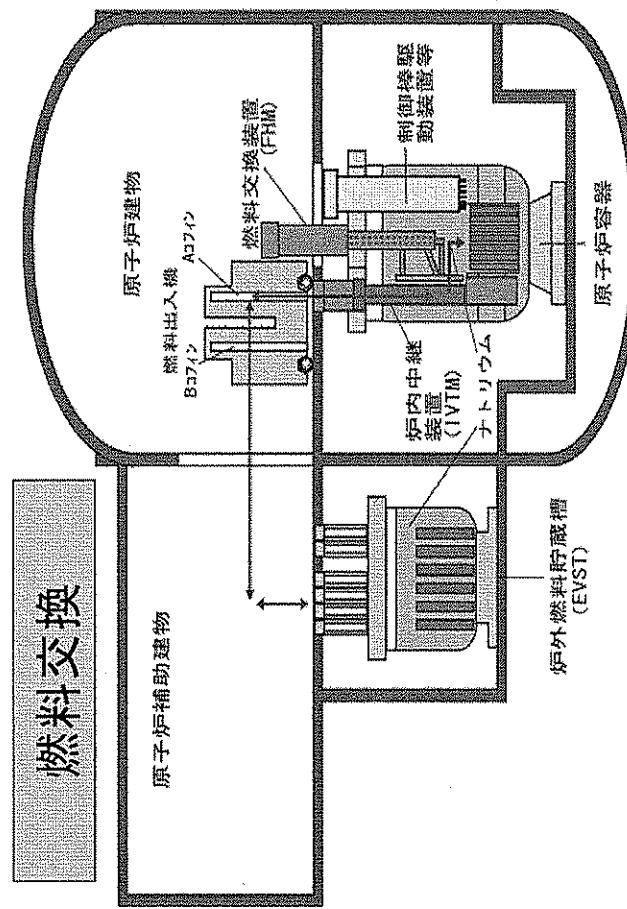
1. もんじゅの燃料交換と炉内中継装置

炉内中継装置とは

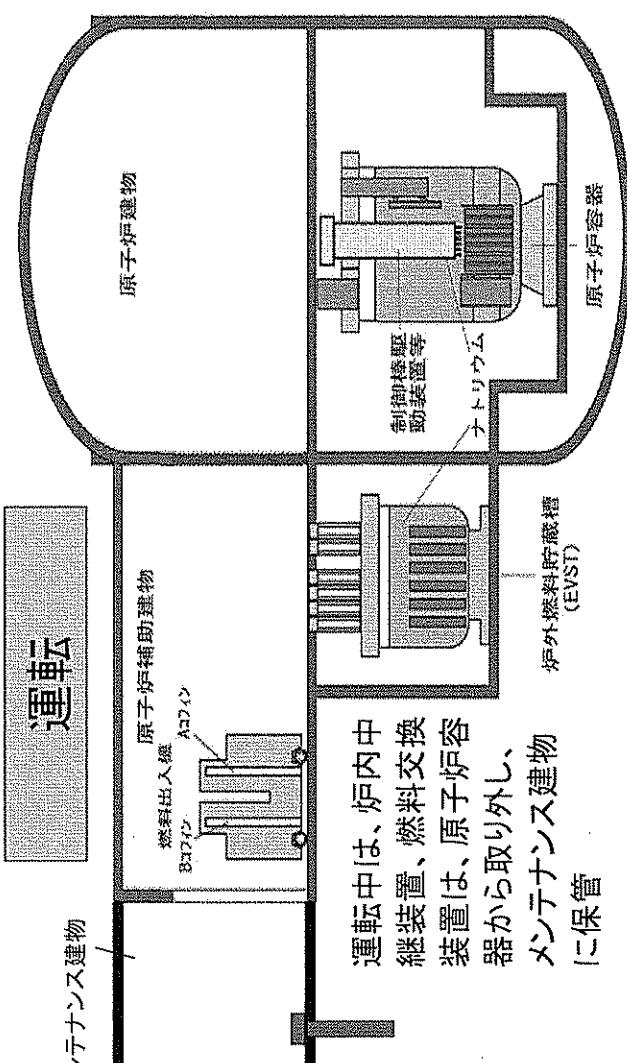
「もんじゅ」の燃料交換では、炉外燃料貯蔵槽にある新燃料と、炉心の使用済燃料を1体ずつ交換する。炉内中継装置は、燃料交換時に使用する設備で、原子炉容器で、原子炉建物に運び込む作業と使用済燃料を運び出す作業を行なうための、「もんじゅ」特有の設備。

原子炉運転時は取り外して、メンテナンス建物に保管する。

燃料交換

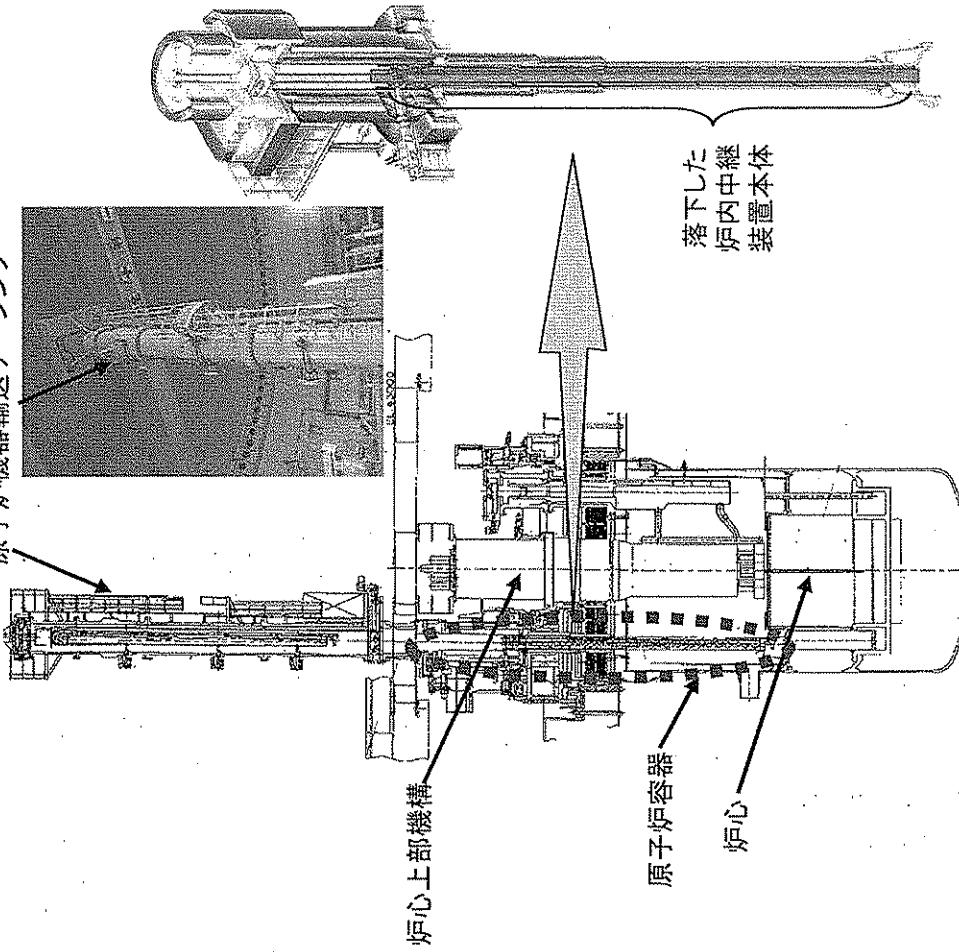


運転



2. 炉内中継装置の落下から吊上げ準備までの状況

原子炉機器輸送ケーシング

炉内中継装置の
設置概略図

8月26日 燃料交換に使用した炉内中継装置を原子炉容器の所定の位置から引き抜く作業をしていたところ、約2m位吊り上げた時点で、炉内中継装置が落下。

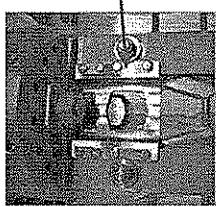
9月3日 落下原因は、原子炉機器輸送ケーシングのつかみ部の爪開閉ロッドが90°回転したことによるつかみ不足によるものと判明。

9月28日 原子炉機器輸送ケーシングのつかみ部爪開閉ロッド回転防止策を実施。

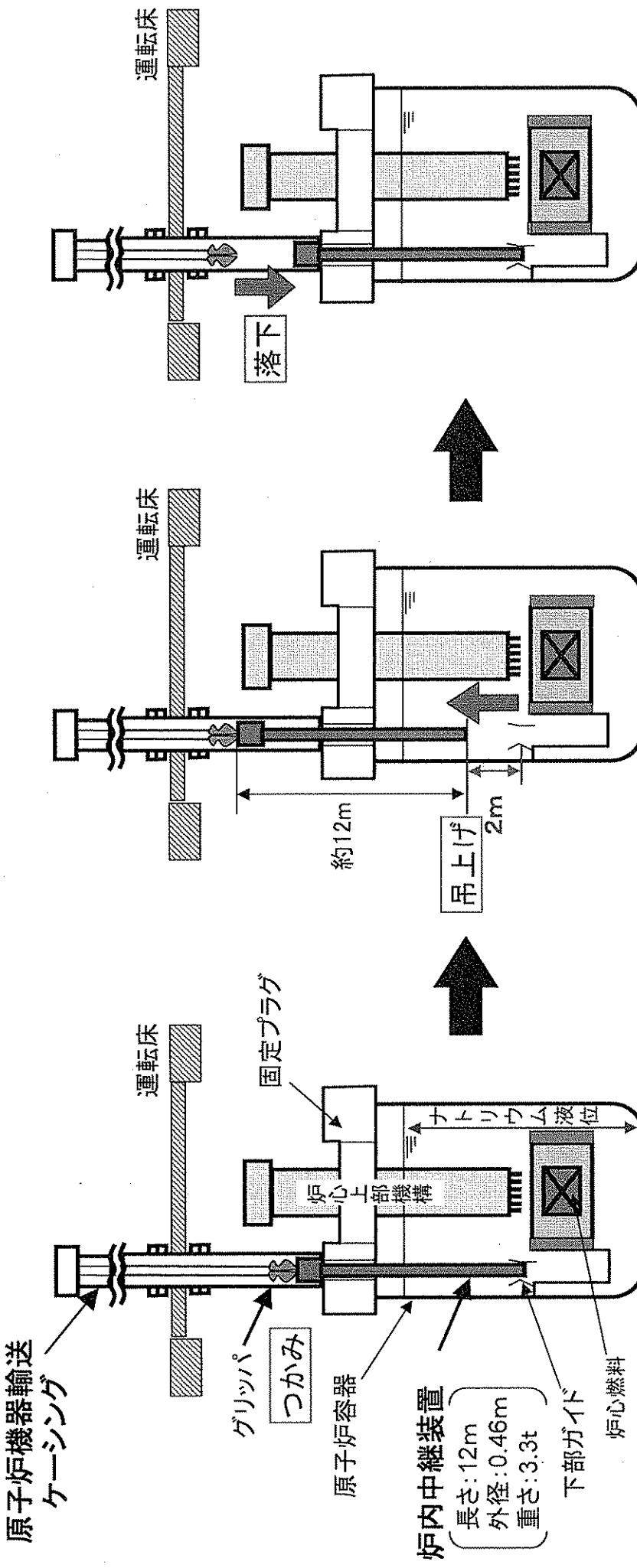
10月13日 炉内中継装置の引抜き作業を実施したところ、約2.3m吊上げ位置で荷重が上昇(荷重超過の警報発報)し、炉内中継装置が引き抜けないことを見抜くことを確認。

11月9日～16日 炉内中継装置の内側案内管と外表面を目視確認し、つなぎ部のギャップが広がっていることを確認。11月17日 炉内中継装置と燃料出入孔スリーブの一体引抜きの検討開始

12月16日 炉内中継装置の復旧作業と性能試験工程について公表

廻り止め当て板
(金属板)

つかみ部爪開閉ロッド回転防止策



①燃料交換の片付け作業として、原子炉機器輸送ケーシングを使って、原子炉容器内から炉内中継装置を取り外す。そのため原子炉機器輸送ケーシングのグリップ(つかみ装置)で炉内中継装置をつかむ。

②炉内中継装置を約2m吊り上げた。

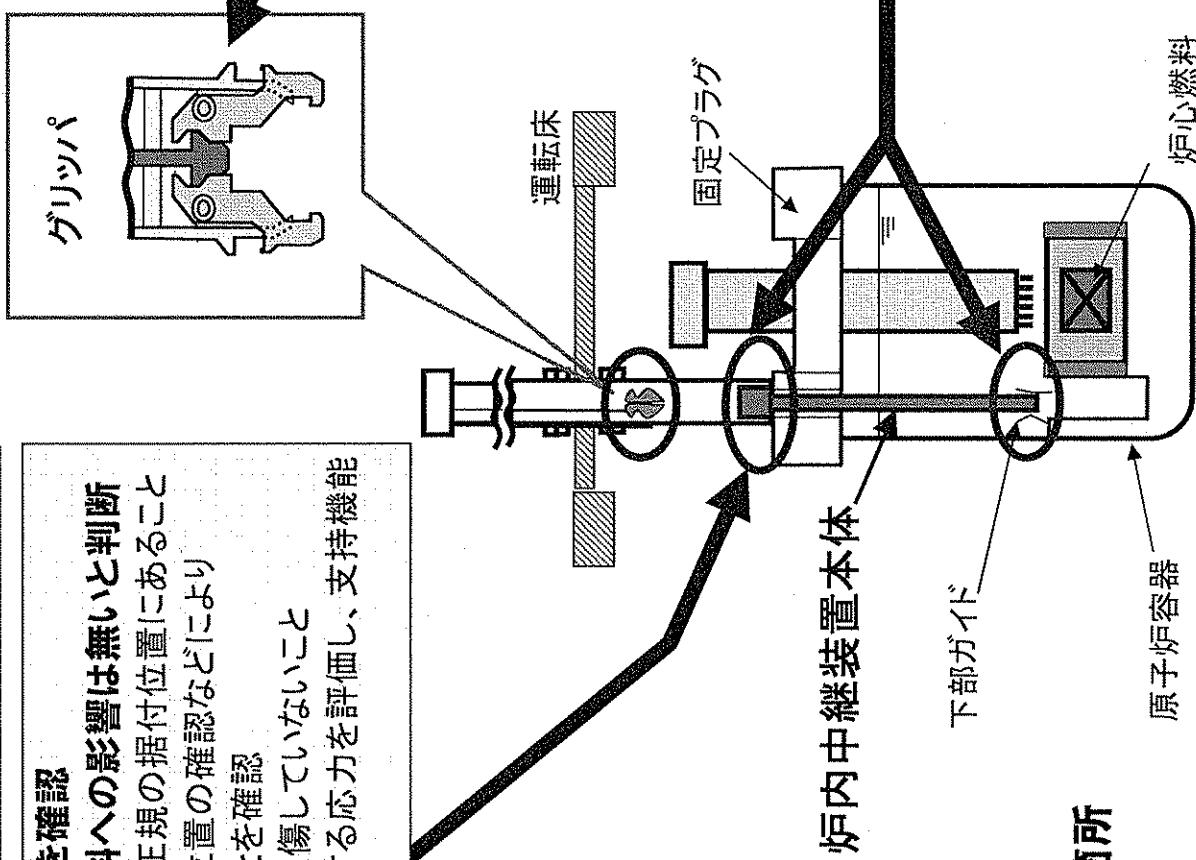
③約2m吊り上げた時、原子炉機器輸送ケーシングのグリップ(つかみ装置)から、炉内中継装置が外れ、落下した。

2.2 点検・調査のポイントについて

■ 原子炉容器本体及び燃料への影響

正常な据付状態にあることを確認
⇒原子炉容器本体及び燃料への影響は無いと判断

- a) 原子炉容器本体頂部が正規の据付位置ににあること
・レーザ距離計による据付位置の確認などにより
所定の据付位置にあることを確認
- b) 据付部が衝撃力に耐え、損傷していないこと
・衝突により据付部に発生する応力を評価し、支持機能
が健全であることを確認



○ 点検・調査箇所

■ 落下の原因

- 落下の直接原因を解明し、炉内中継装置本体を吊り上げるための落下防止対策を完了
- a) 落下の直接原因を究明
 - ・グリッパ部について内部観察、分解調査、工場調査により原因を究明
 - b) 原因に基づく落下防止対策を完了
 - ・落下防止対策の実施
 - ・単体試験、動作試験による対策の検証

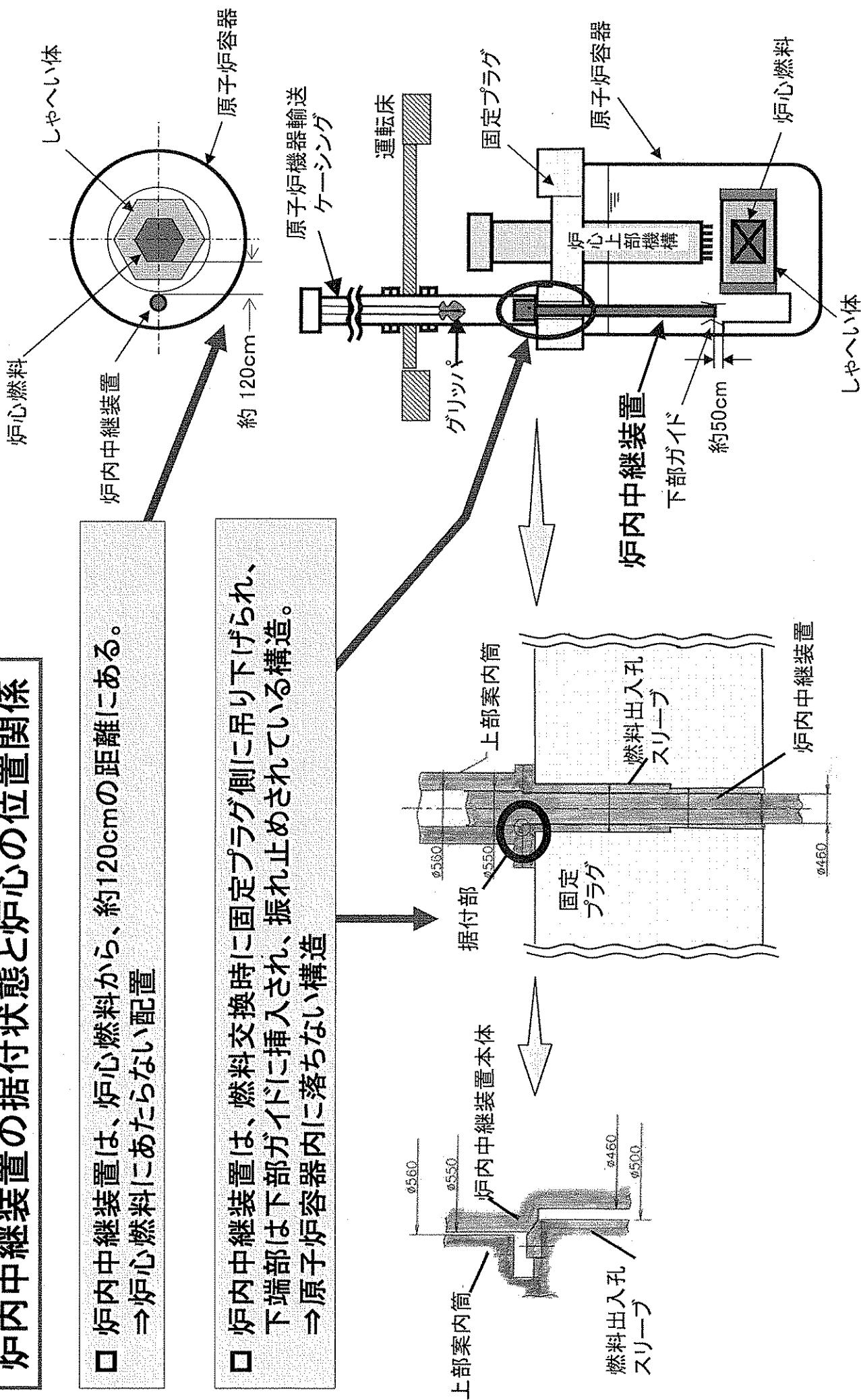
■ 炉内中継装置本体が吊上げ可能か

- 炉内中継装置本体が吊上げ可能であることを確認
- a) 下部ガイドとの干渉がないことを確認
 - ・下部ガイドへの影響を評価し、所定の深さまで本体が挿入されていることを確認

2. 3 原子炉容器本体及び燃料への影響

炉内中継装置の据付状態と炉心の位置関係

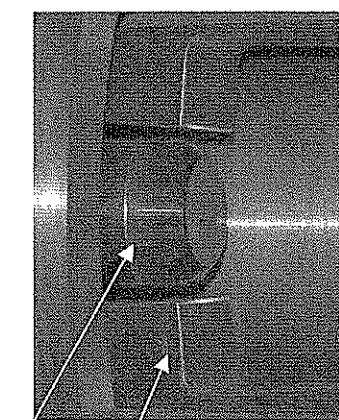
- 炉内中継装置は、炉心燃料から、約120cmの距離にある。
⇒ 炉心燃料にあたらない配置
- 炉内中継装置は、燃料交換時に固定プラグ側に吊り下がられ、
下端部は下部ガイドに挿入され、振れ止めされている構造。
⇒ 原子炉容器内に落ちない構造



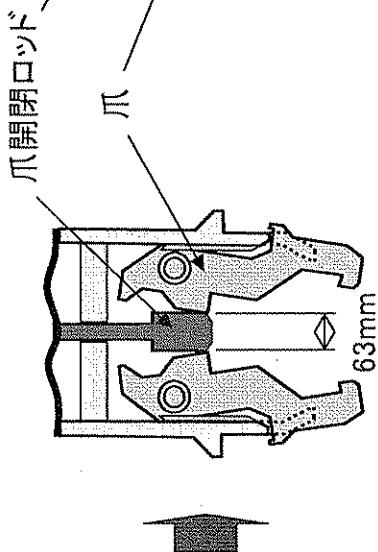
2. 4 炉内中継装置落下的直接原因(1/2)

原子炉機器輸送ケーシングのグリッパ部

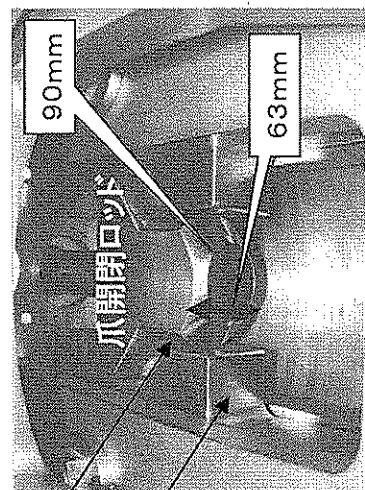
グリッパ爪を開閉する「爪開閉ロッド」が、グリッパ爪に対して正しい状態を確認した。



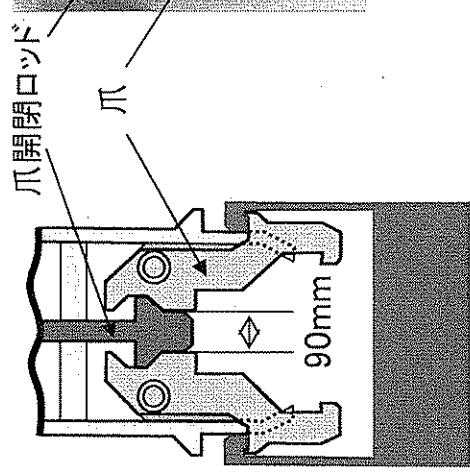
9月2日のグリッパ部
外観点検時に撮影



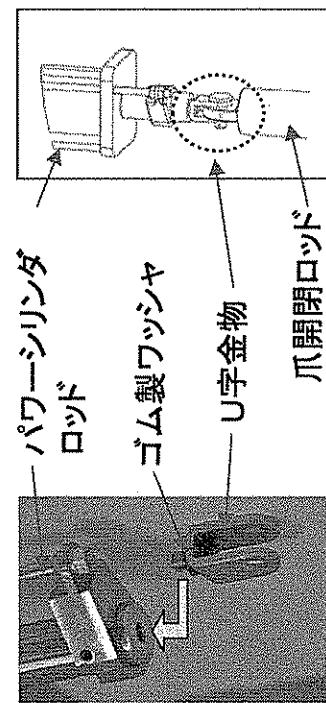
爪開閉ロッドの
90度回転



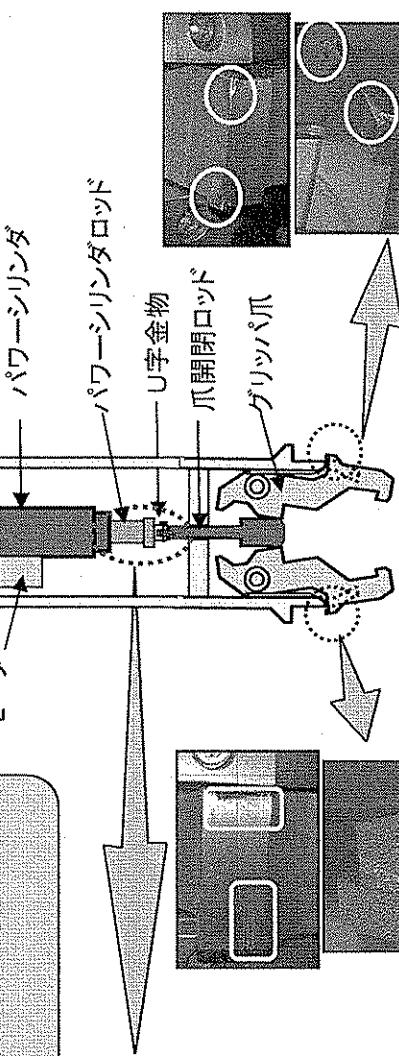
爪開閉ロッドの正常な状態



グリッパ部の点検を行ったところ、パワーシリンダロッドと爪開閉ロッドが90°回転していた。原団は、U字金物のネジ部の緩みによるものと確認した。また、2つあるグリッパ爪のうち片側にずれ痕を確認した。



U字金物が、パワーシリンダにねじで固定されているところの緩みを確認した。ネジは、U字金物に溶接で固定されている。



グリッパ部概略断面図
(爪開閉ロッド90°回転状態)

90° 方向のグリッパ爪

270° 方向のグリッパ爪

2. 4 炉内中継装置落下の直接原因(2/2)

落下事象の推定シーケンス

原子炉機器輸送ケーシンググリッパが
炉内中継装置をつかむ

爪開閉ロッド
90°回転
爪開閉ロッド

AHM
グリッパ

炉内中継
装置

爪先端が炉内中継装置ハンドリングヘッドに
かかること

片吊りでの吊上げ

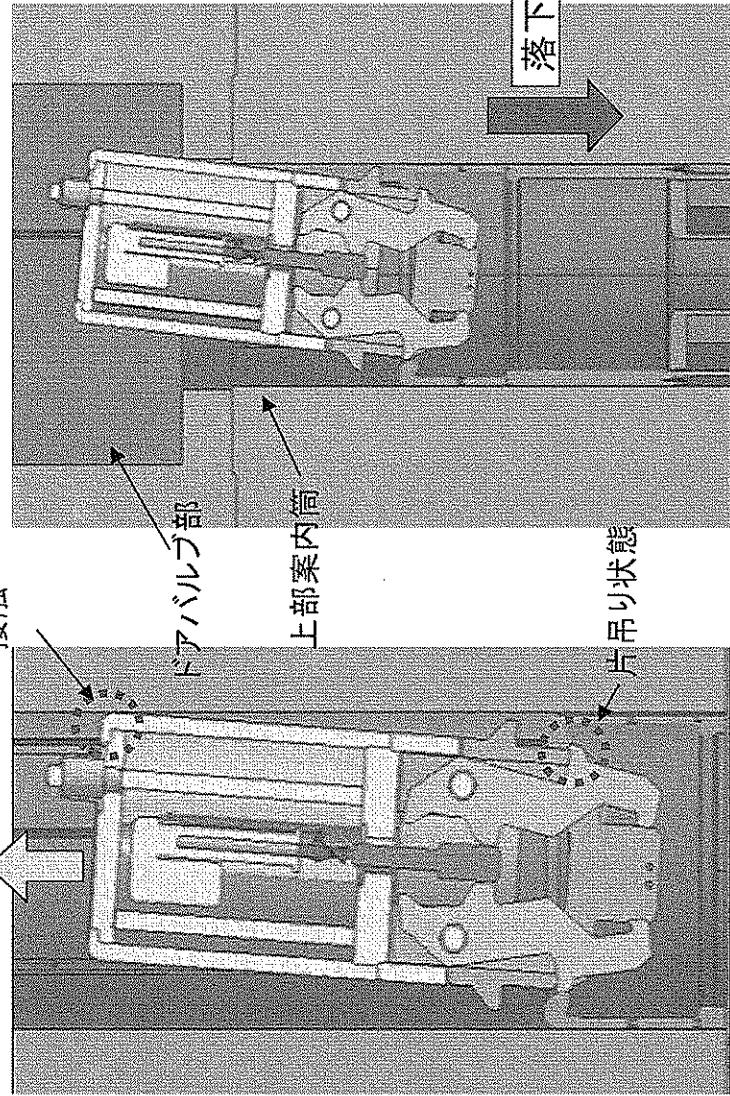
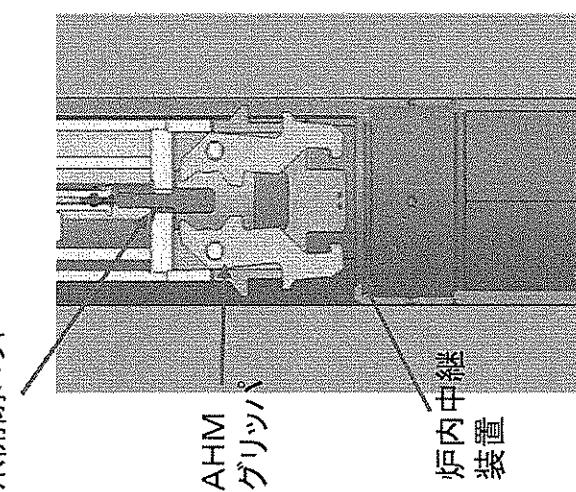
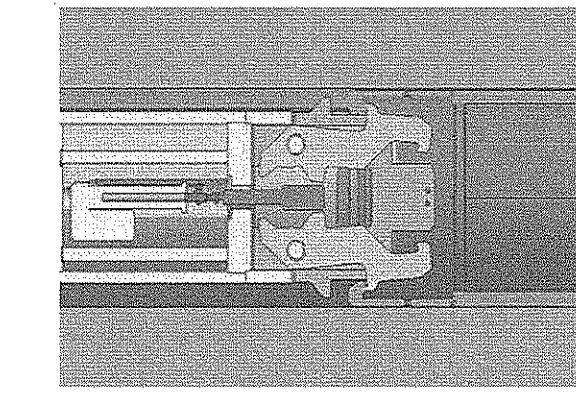
上部案内筒に
接触

ドアバルブの空間で原子炉機器輸送
ケーシンググリッパの傾きが大きくなる

炉内中継装置
吊上げ開始

炉内中継装置
落下

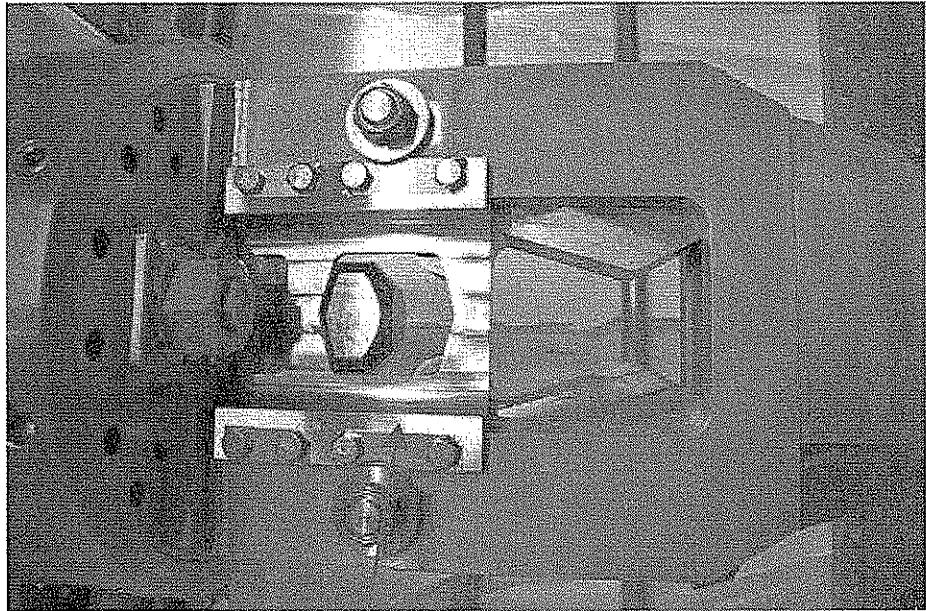
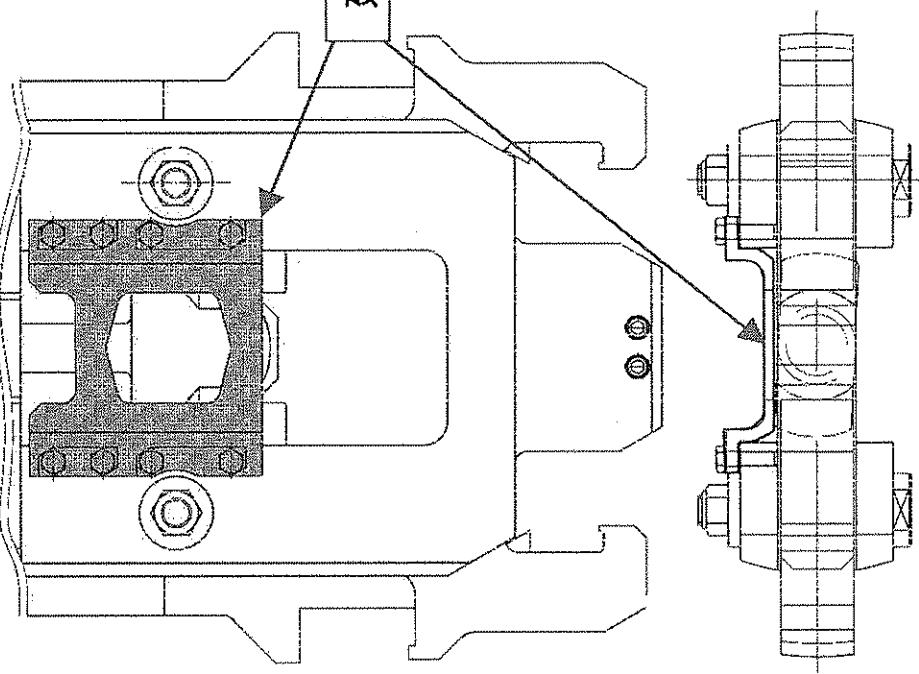
原子炉機器
輸送ケーシング
グリッパが
炉内中継装置を
正常につかんだ
状態



2. 5 炉内中継装置本体を吊り上げるための落下防止対策

落下防止対策 爪開閉ロッドの回転防止策

グリッパの爪開閉ロッドの回転が落とした直接原因であることから、爪開閉ロッドが回転しない構造とした。
 (1) 爪開閉ロッドの回転を制限する廻り止め当て板(金属板)をグリッパパームを収容する支持板に取り付ける。
 (2) 爪開閉ロッドとそれを押すためのシリンドラロッドを結合するねじを、金属ねじ緩み止め用接着剤により固定し、回転を防止する。



3. 炉内中継装置が引き抜けなかつた以降の状況



9

炉内中継装置落下後の検討経緯

8月26日 燃料交換に使用した炉内中継装置を原子炉容器の所定の位置から引き抜く作業をしていたところ、約2m位吊り上げた時点で、炉内中継装置が落下。

9月3日 落下原因は、原子炉機器輸送ケーシングのつかみ部の爪(開閉ロッド)が90°回転したことによるつかみ不足によるものと判明。

9月28日 原子炉機器輸送ケーシングのつかみ部爪(開閉ロッド)回転防止策を実施。

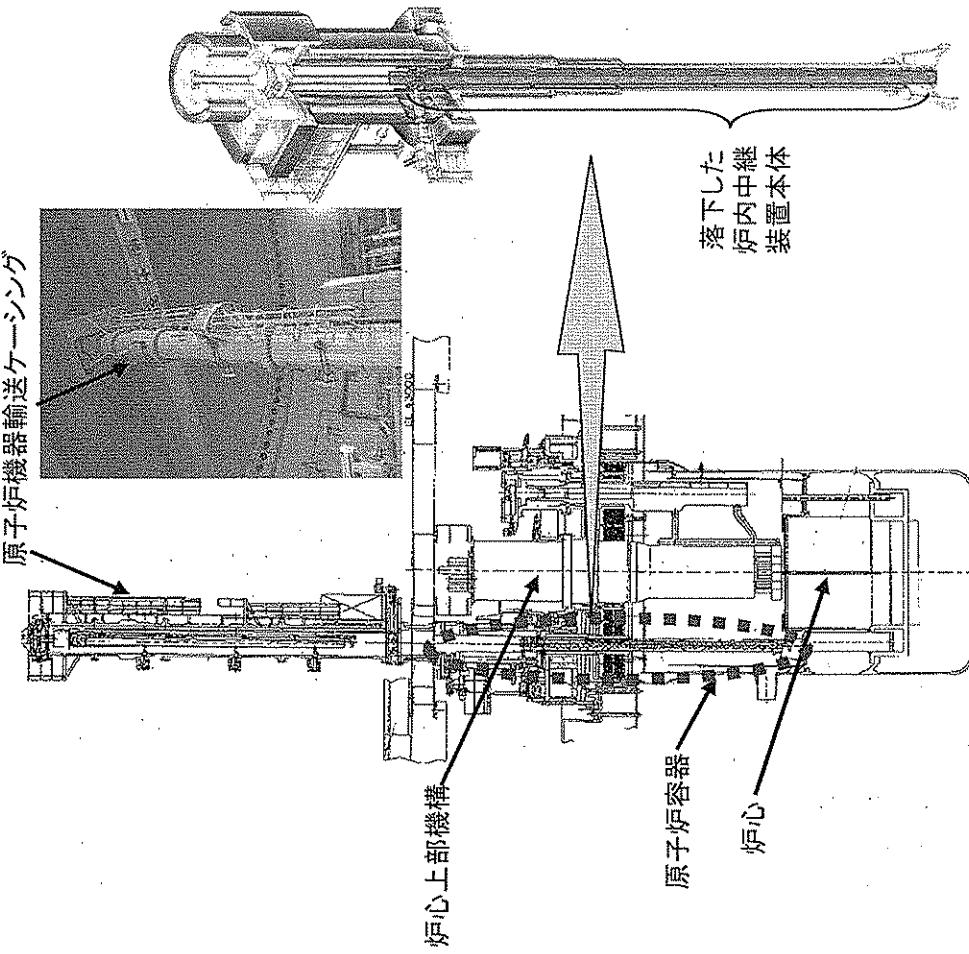
10月13日 炉内中継装置の引き抜き作業を実施したところ、約2.3m吊上げ位置で荷重が上昇(荷重超過の警報発報)し、炉内中継装置が引き抜け(ならないことを確認)

11月9日～16日 炉内中継装置の内側案内管と外表面を目視確認し、つなぎ部のギャップが広がっていることを確認

11月17日 炉内中継装置と燃料出入孔スリーブの一体引き抜きの検討開始

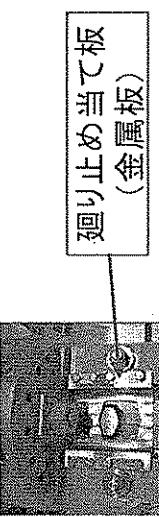
12月16日 炉内中継装置の復旧作業と性能試験工程について公表

原子炉機器輸送ケーシング



炉内中継装置の設置概略図

炉内中継装置吊上げ時ににおける原子炉容器の断面図



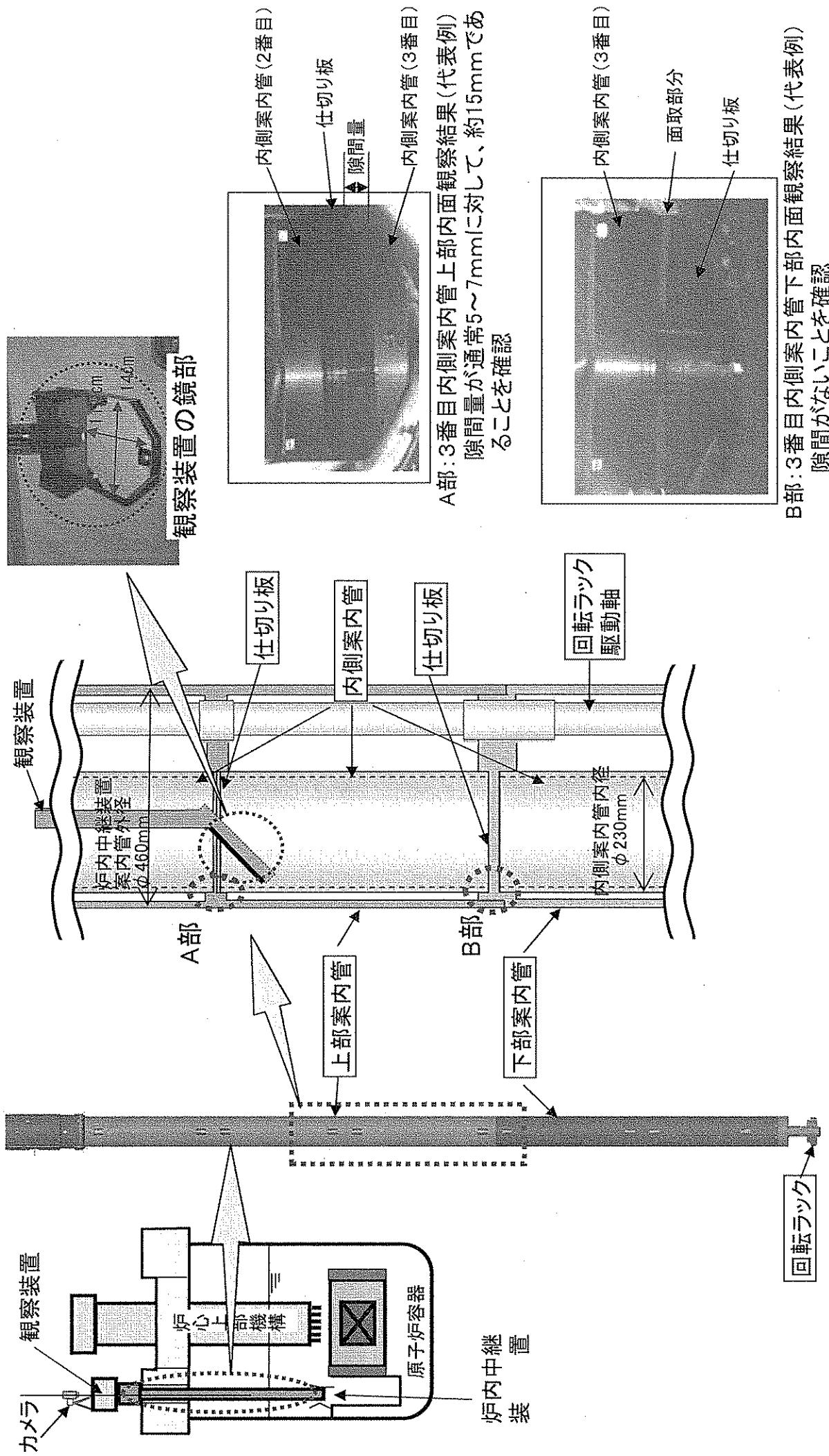
廻り止め当て板(金属板)

つかみ部爪開閉ロッド回転防止策

3. 1 炉内中継装置内側案内管の内面観察結果

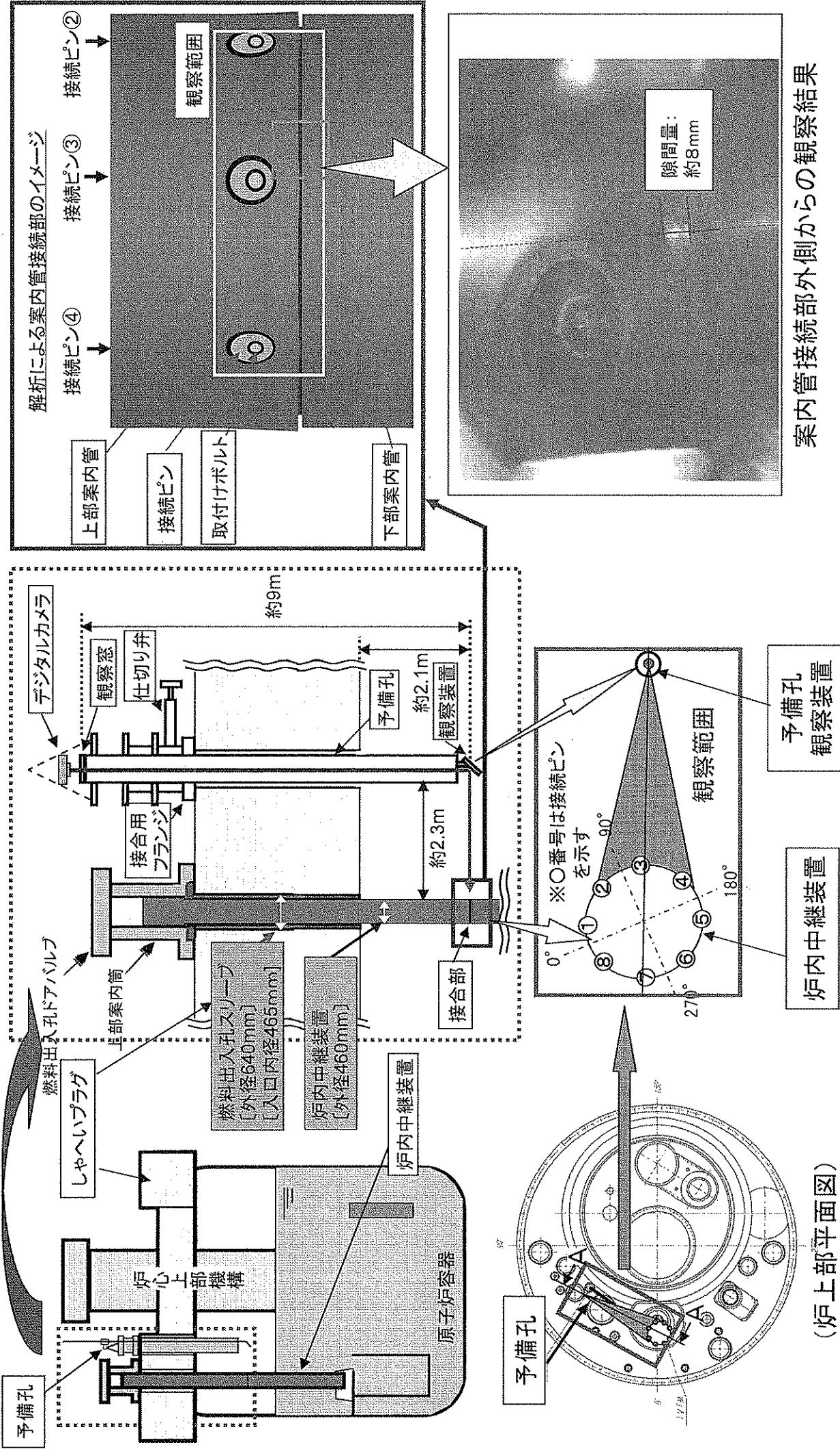
10

11月9日に内側案内管の内面観察を行った結果、5分割してある内側案内管のうち、上から3番目 の上部と仕切り板間の隙間値(初期値(5~7mm)に対する、約15mm)と広がっていることを確認



3.2 炉内中継装置外面観察結果

11月16日に案内管の外面観察を行った結果、通常隙間がない上部案内管と下部案内管のつなぎ部に約8mmの隙間量を確認



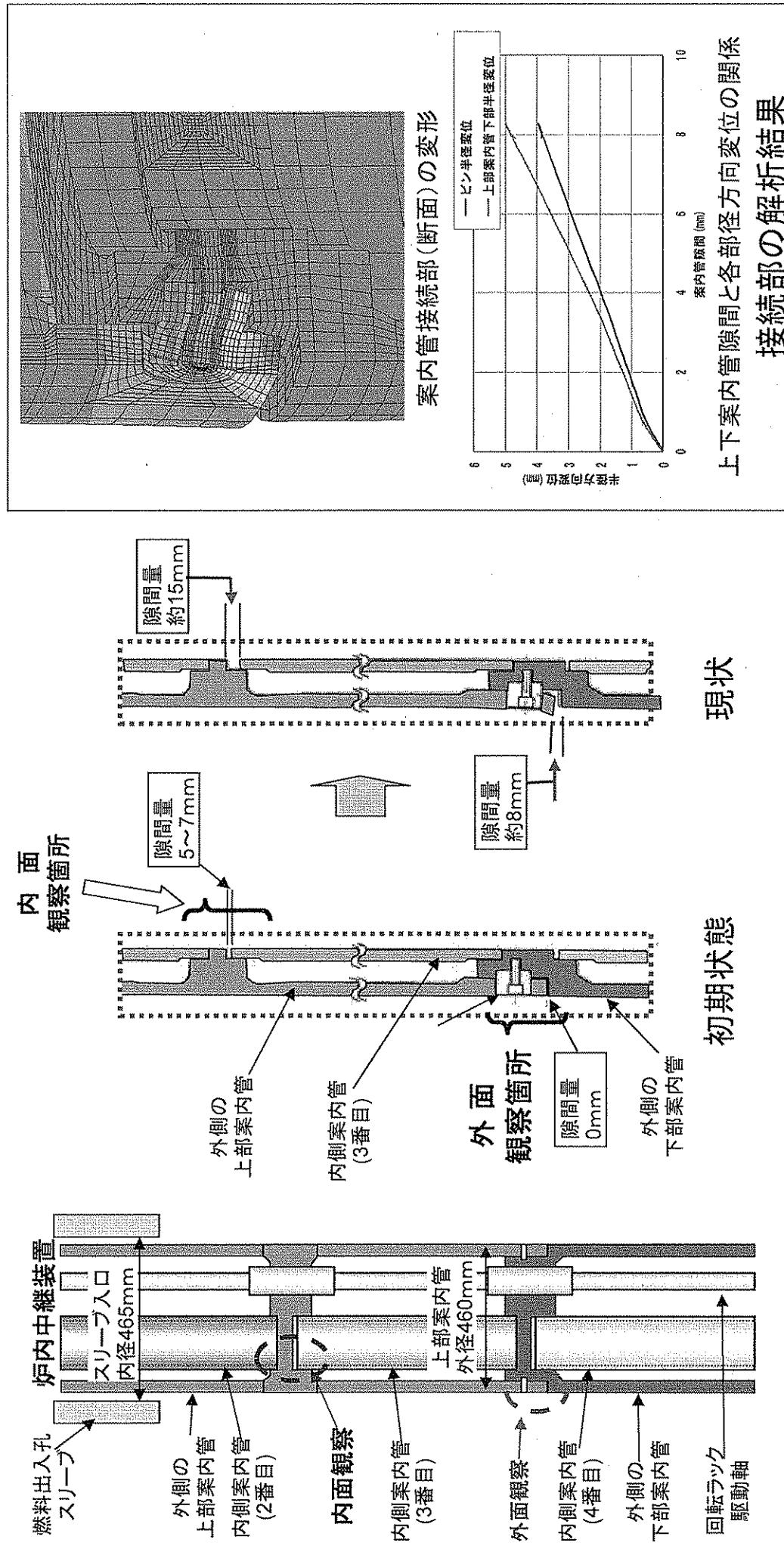
3. 3 炉内中継装置案内管接続部の変形(推定)

12

内側案内管の外面観察と外側の案内管の外面観察の隙間量から、外側の上部案内管の接続部の接続部で外側に約5mm(ピン近傍)張り出したものと推定(張出後の外径約470mmと推定)。このことから、炉内中継装置が燃料出入孔スリーブの入口部(入口部内径465mm)で接触しているものと推定

↓

炉内中継装置と燃料出入孔スリーブの一體引抜きによる炉内中継装置の引き抜き復旧工事の方法を検討



4. これまでの状況のまとめ

○現在までの調査、対応状況

- ・平成22年8月26日(水)14時48分頃、原子炉機器輸送ケーシングを用いて炉内中継装置を取り出す作業中、原子炉容器内より約2m吊り上げた時点で、炉内中継装置が落下した。
- ・落下した原因是、爪開閉ロッドの回転により、グリッパの爪が正常に作動せず、つかみ不足により落としたものと推定。
- ・平成22年10月13日に炉内中継装置の引き抜き作業を実施したところ、炉内中継装置が引き抜けないことを確認。
- ・引き抜けない原因は、落下時の衝撃により炉内中継装置の接続部で変形が生じ、燃料出入孔スリーブの入口部で接触しているためと推定。



炉内中継装置と燃料出入孔スリーブの一體引抜きによる
炉内中継装置の引抜き復旧工事(準備含む)の方法を検討

5. 今後の進め方

5.1 今後の工程

15

年 月	平成22年度	平成23年度	平成24年度
4月～9月	10月～3月	4月～9月	10月～3月
炉心確認試験		40%出力プラント確認試験	4月～

燃料交換・1次、2次系設備点検

起動前点検

水・蒸気系設備点検 水・蒸気系機能確認試験

試験運転等

屋外排気ダクト取替工事

炉内中継装置引抜き・復旧工事

- ・1次主冷却系循環ポンプA,C分解点検
- ・制御棒駆動機構分解点検
- ・1次主冷却系循環ポンプB
- ・格納容器全体
- ・漏元率試験
- ・分解点検
- ・2次主冷却系循環ポンプB
- ・分解点検
- ・ディーゼル発電機点検、主変圧器点検 他

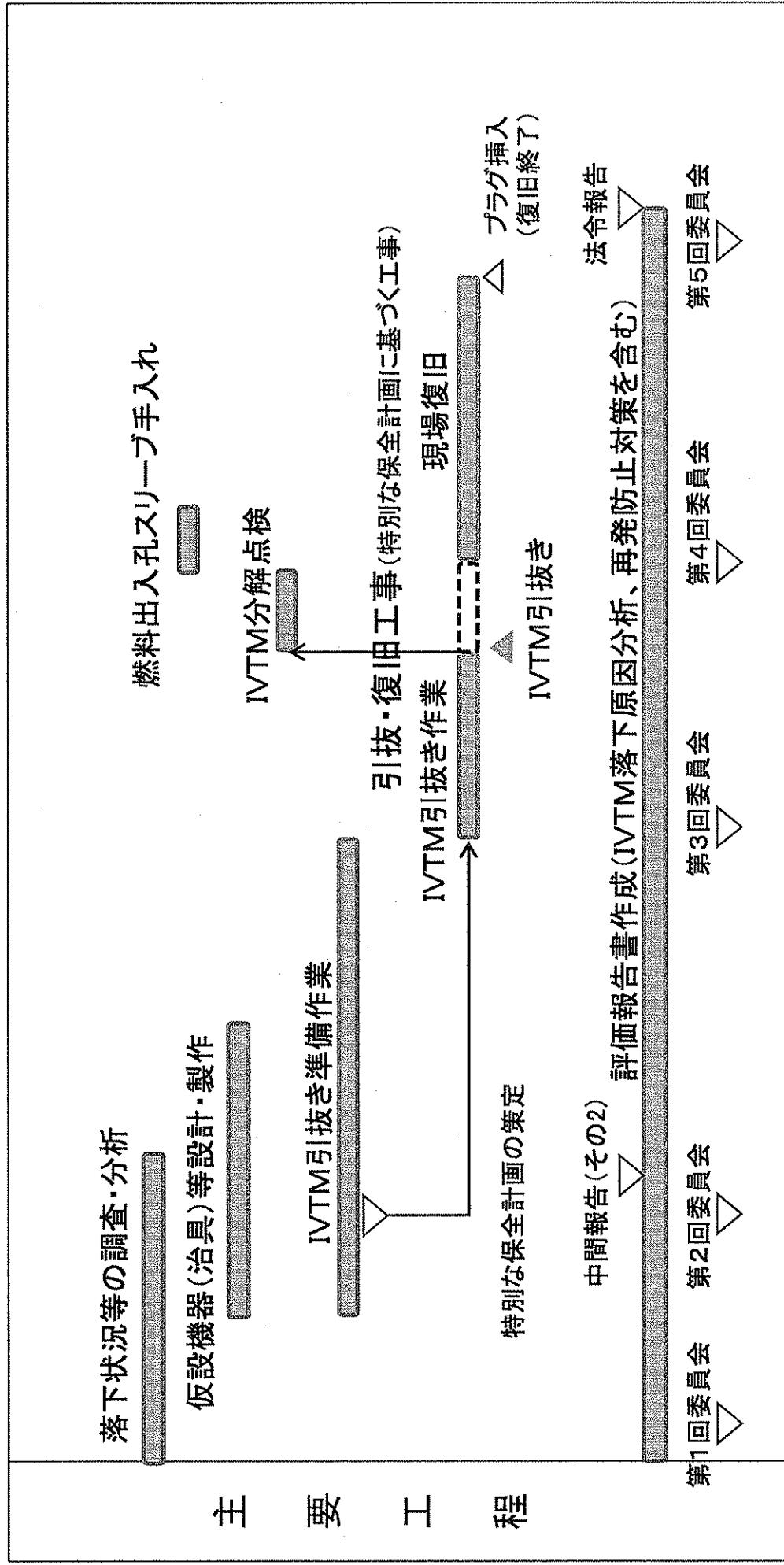
- ・水・蒸気系設備系統確認
- ・冷却系総合運転試験
- ・復水給水・補給水系運転試験
- ・蒸気発生器廻り水・蒸気系運転試験
- ・発電機運転試験
- ・蒸発器ガーミング操作確認試験

- ・仮設機器・炉内中継装置引抜き
- ・現場復旧
- ・製作

注)状況によって工程の変更はあり得る。

5. 2 炉内中継装置一体引抜き・復旧作業予定

16



※IVTM:炉内中継装置



5. 3 炉内中継装置一体引抜き・復旧作業の審議予定

17

回数	審議内容(案)	開催予定
第1回	①炉内中継装置のこれまでの状況について ②炉内中継装置一体引抜き・復旧の工事概要 ③引抜き準備作業について	H23年1月
第2回	①炉内中継装置一体引抜きの作業手順について ②品質管理、安全管理について ③炉内中継装置本体等の構造評価について ④第1回のコメント回答	IVTM引抜き計画 の策定後
第3回	①作業準備、安全対策について(現地確認) ②炉内中継装置引抜き後の点検計画について ③第1～2回のコメント回答	IVTM引抜き作業 着手前
第4回	①炉内中継装置引抜き後観察、分解点検状況について(現地確認) ②復旧作業手順について ③第1～3回のコメント回答	IVTM引抜き後
第5回	①炉内中継装置引抜き・復旧作業結果報告について ②審議結果の取り纏め	IVTM復旧後

(注)炉内中継装置等検討委員会では、「炉内中継装置引抜き・復旧」の他に、40%出力プラント確認試験に向け検討すべき技術的課題等についても審議いただく予定。

6. 売内中継装置一括引抜き・復旧作業の対応体制



炉内中継装置等検討委員会

委員：岡本 孝司(東京大学大学院新領域創成科学研究科教授)
小澤 博(関西大学社会学部教授)

作田 敏一(福井大学原子力システム研究所ヒューマンファクター研究センター長)

竹田 孝夫(東京工業大学大学院総合理工学研究科准教授)

長崎 修次(福井大学大学院工工学研究科教授)

服部 則幸(京都大学大学院工工学研究科教授)

宮崎 則幸(東京大学大学院工工学研究科教授)

- 設置目的：炉内中継装置の引抜き・復旧対応などもんじゅの安全性向上に資するため
外部有識者の助言を受ける。
- 文部科学省他が出席

