

独立行政法人日本原子力研究開発機構
大洗研究開発センター（南地区）高速
実験炉「常陽」計測線付実験装置との
干渉による回転プラグ燃料交換機能の
一部阻害について

（平成21年7月22日：最終報告）

1. 件名

独立行政法人日本原子力研究開発機構大洗研究
開発センター(南地区)高速実験炉「常陽」計測線付
実験装置との干渉による回転プラグ燃料交換機能の
一部阻害について

2. 事業所

独立行政法人日本原子力研究開発機構
大洗研究開発センター(南地区)

3. 施設

(1) 名称 高速実験炉「常陽」

(2) 発生場所 高速実験炉「常陽」 原子炉建家内

4. 発生日時

平成19年11月2日(金)

(燃料交換機能の一部阻害が確認された日)

5. 事象内容

(1) 発生に至る状況

高速実験炉「常陽」は、平成19年5月15日から施設定期検査を実施中のところ、5月28日に回転プラグを操作して、照射を終了した計測線付実験装置(MARICO-2)を照射位置(3E3)から炉内ラックの所定の位置(R16)に移動し、5月30日にMARICO-2の保持部と試料部の切離作業を行い、6月1日に回転プラグを操作し、MARICO-2の保持部を照射位置(3E3)に戻した。

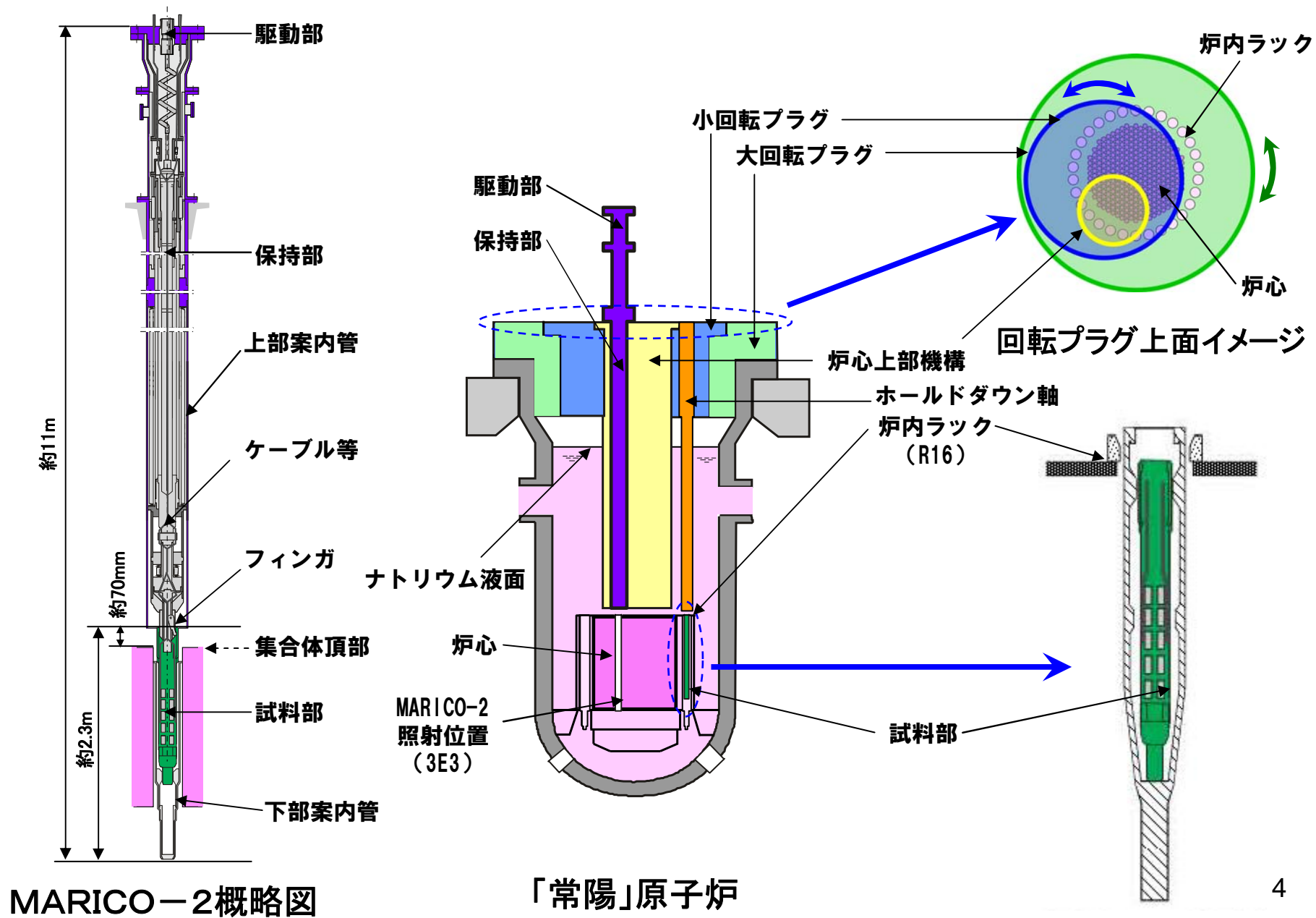
6月11日に回転プラグに燃料交換機を取り付け、炉内ラック(R16)近傍で下降させた際に、燃料交換機のホールドダウン軸に荷重異常が発生した。その対応として6月19日に点検を行ったところ、ホールドダウン軸の先端部に2箇所程度の圧痕を確認した。

この原因調査のため、炉心の崩壊熱の低下を待ち、8月からカメラ及びファイバースコープを用いて、炉心上部機構下端周辺の詳細観察を開始し、詳細に画像解析を行ったところ、11月2日に炉心上部機構等がMARICO-2と干渉するため、燃料交換機能に支障が生じたことが判明した。

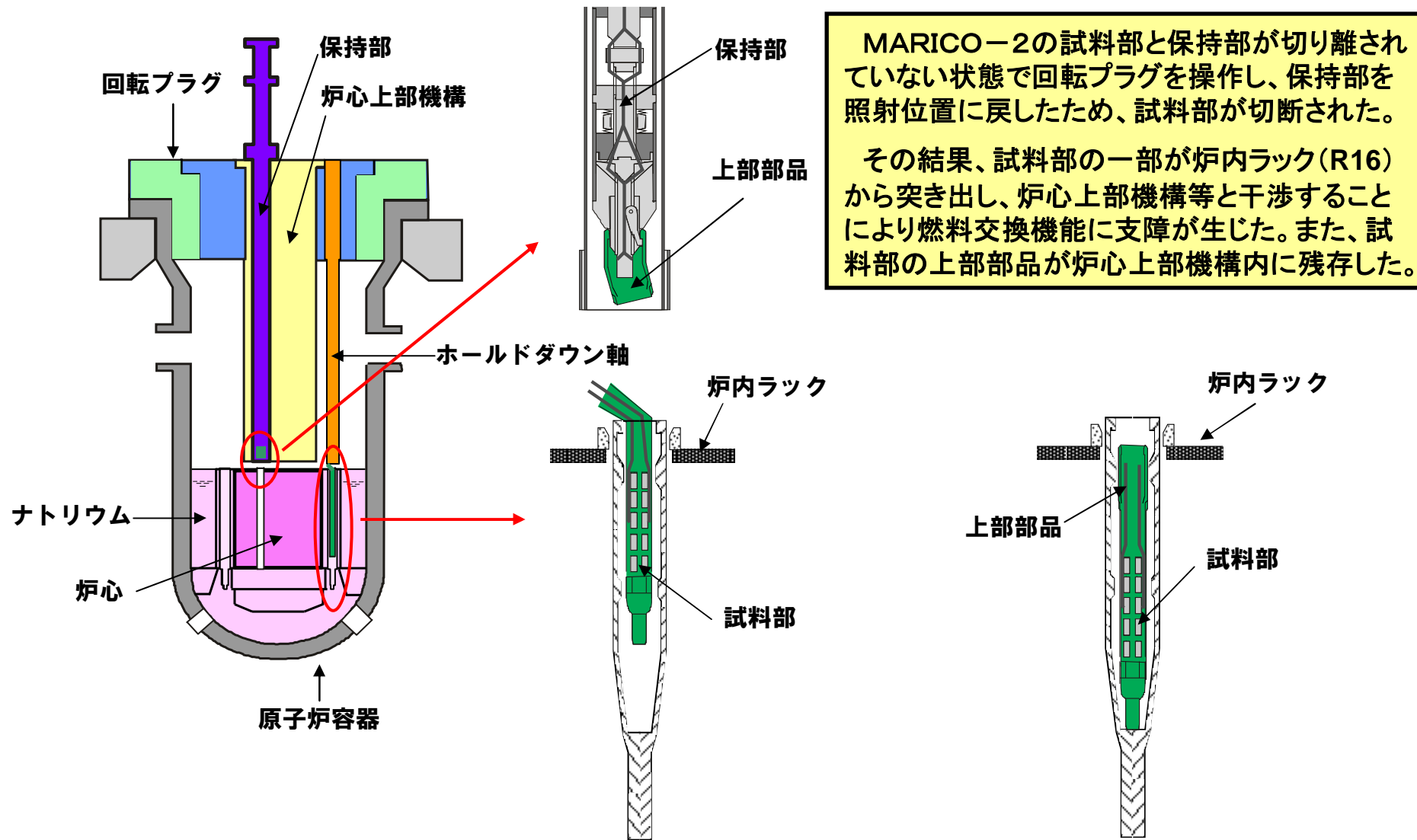
(2) 炉内観察結果

燃料交換機能の一部障害が判明した後、炉内観察を実施した結果、試料部が所定の位置に収納されていないこと、試料部の上部部品から固定ピンが外れたこと、上部部品が炉心上部機構内に残存していること、炉心上部機構の一部が破損・変形していることが確認された。

計測線付実験装置(MARICO-2)の概要



回転プラグ燃料交換機能の一部阻害



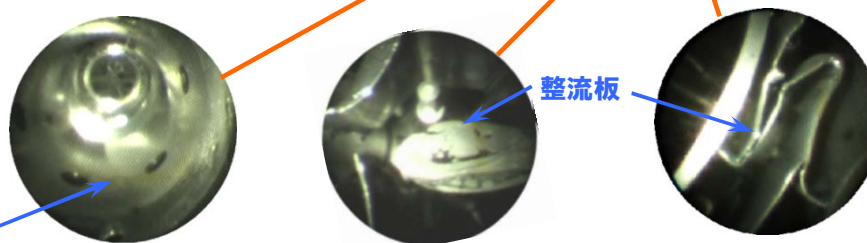
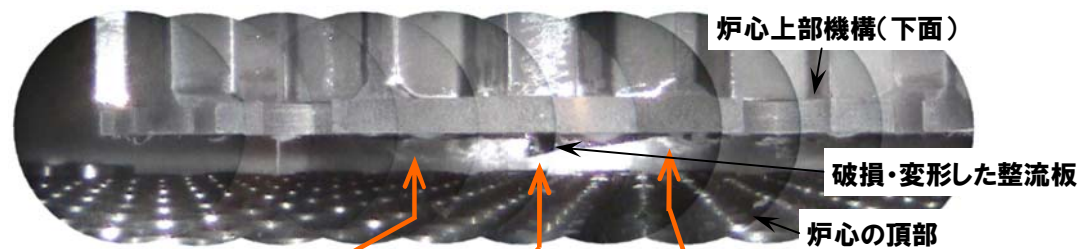
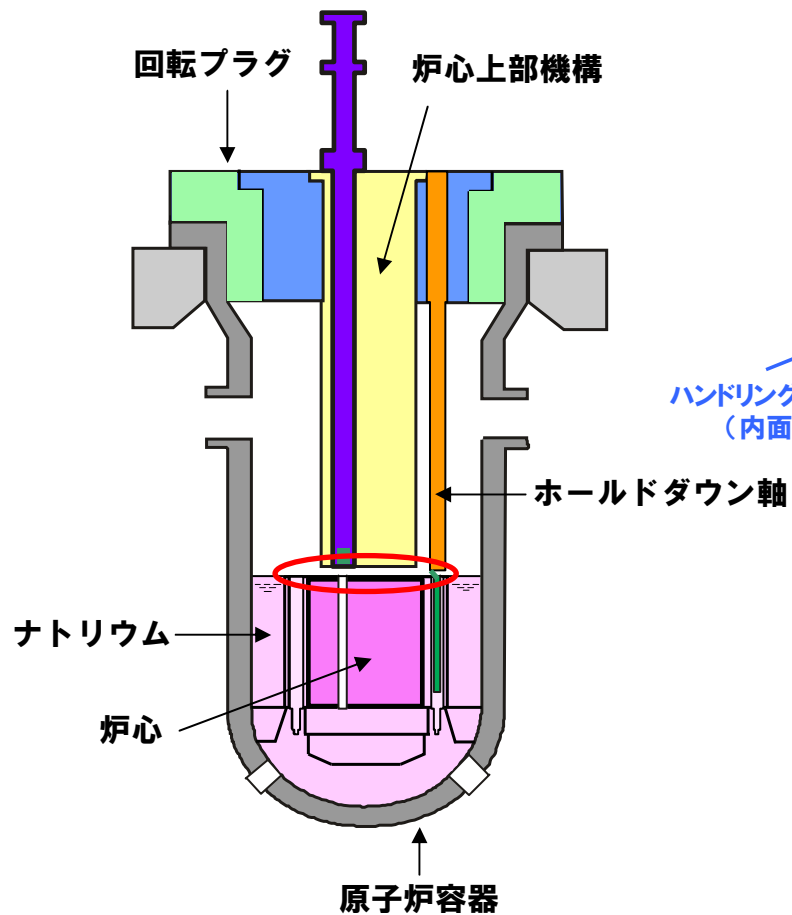
MARICO-2の試料部と保持部が切り離されていない状態で回転プラグを操作し、保持部を照射位置に戻したため、試料部が切断された。

その結果、試料部の一部が炉内ラック(R16)から突き出し、炉心上部機構等と干渉することにより燃料交換機能に支障が生じた。また、試料部の上部部品が炉心上部機構内に残存した。

試料部切り離し後の状態

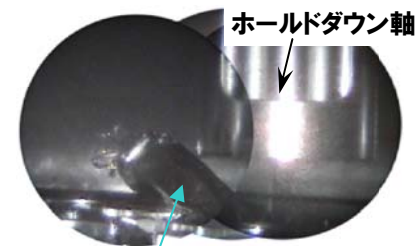
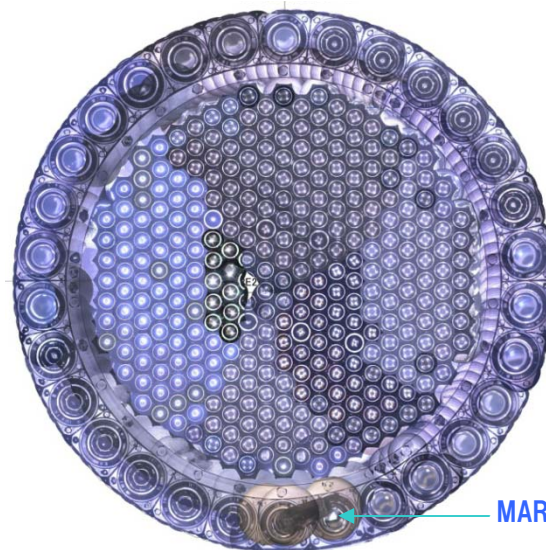
正常な試料部切り離し後の状態

炉内観察結果



ハンドリングヘッド
(内面)

炉心上部機構下面の観察を行い、炉心上部機構内への試料部の上部部品の残存、炉心上部機構の一部(整流板)の破損・変形を確認

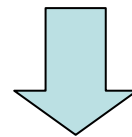


MARICO-2試料部

炉心の頂部からの炉心上部の観察結果

6. 環境、作業員への影響

- 原子炉は停止中であり、閉じ込め機能及び炉心の冷却機能に問題はなく、原子炉の安全性は確保されている。
- 排気筒モニタ及びモニタリングポストの測定値に異常は見られなかった。
- 作業員の被ばくは生じていない。



事業所外、事業所内での影響は確認されていない

7. 原因究明

- 燃料交換機能に支障が生じた原因

燃料交換機能に支障が生じた原因

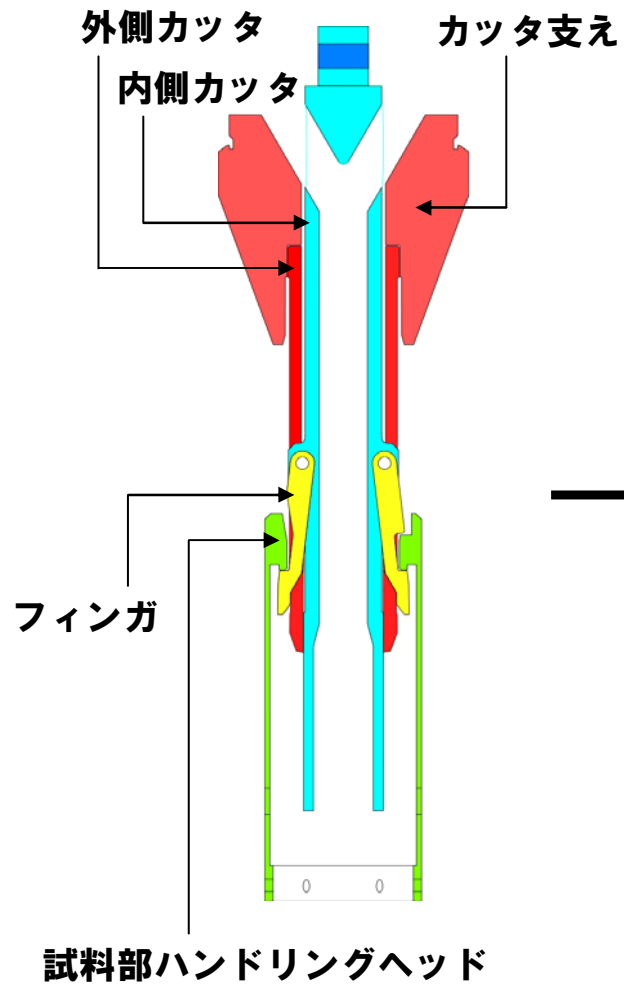
- (1) 炉内ラックにおいて試料部と保持部の切離作業を実施した際に、試料部が正常に切り離されなかったこと

- (2) 荷重計による測定で試料部の重量に相当する重量差が確認されたことで、切り離しが成功したと誤って判断したこと

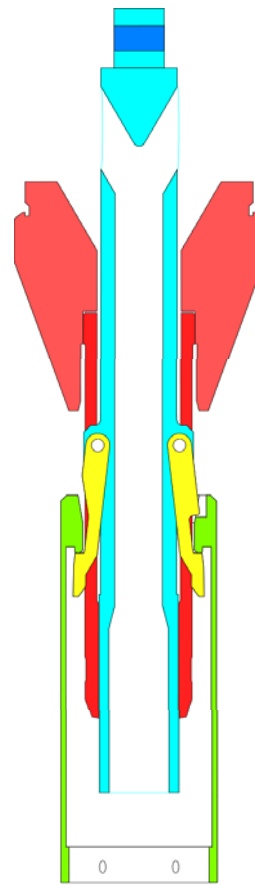
燃料交換機能に支障が生じた原因を精査した結果

- ① 試料部が正常に切り離されなかった要因
 - 設計・製作を実施したメーカーによる試料部切離機構の設計において、試料部の切り離しが確実に実施できるよう寸法が的確に設定されていなかったこと(設計不備)
 - 過去に同一メーカーが設計・製作した計測線付実験装置において試料部の切り離しができたことから、メーカー及び原子力機構において切離機能の検証が実施されなかったこと(検証作業の未実施)

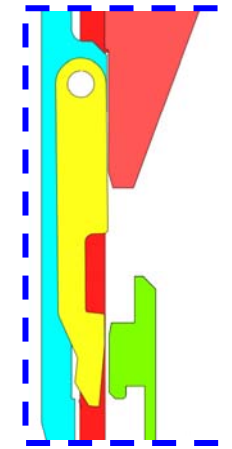
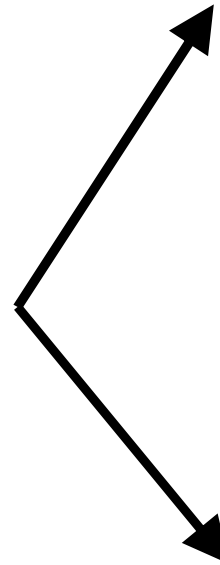
試料部の切離動作



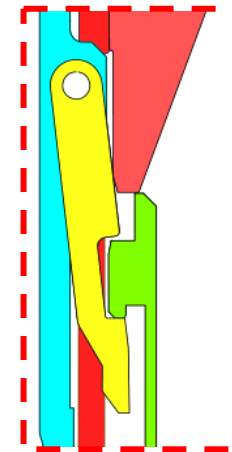
1. 初期位置



2. カッタ支え
下降



正常な設計による動作



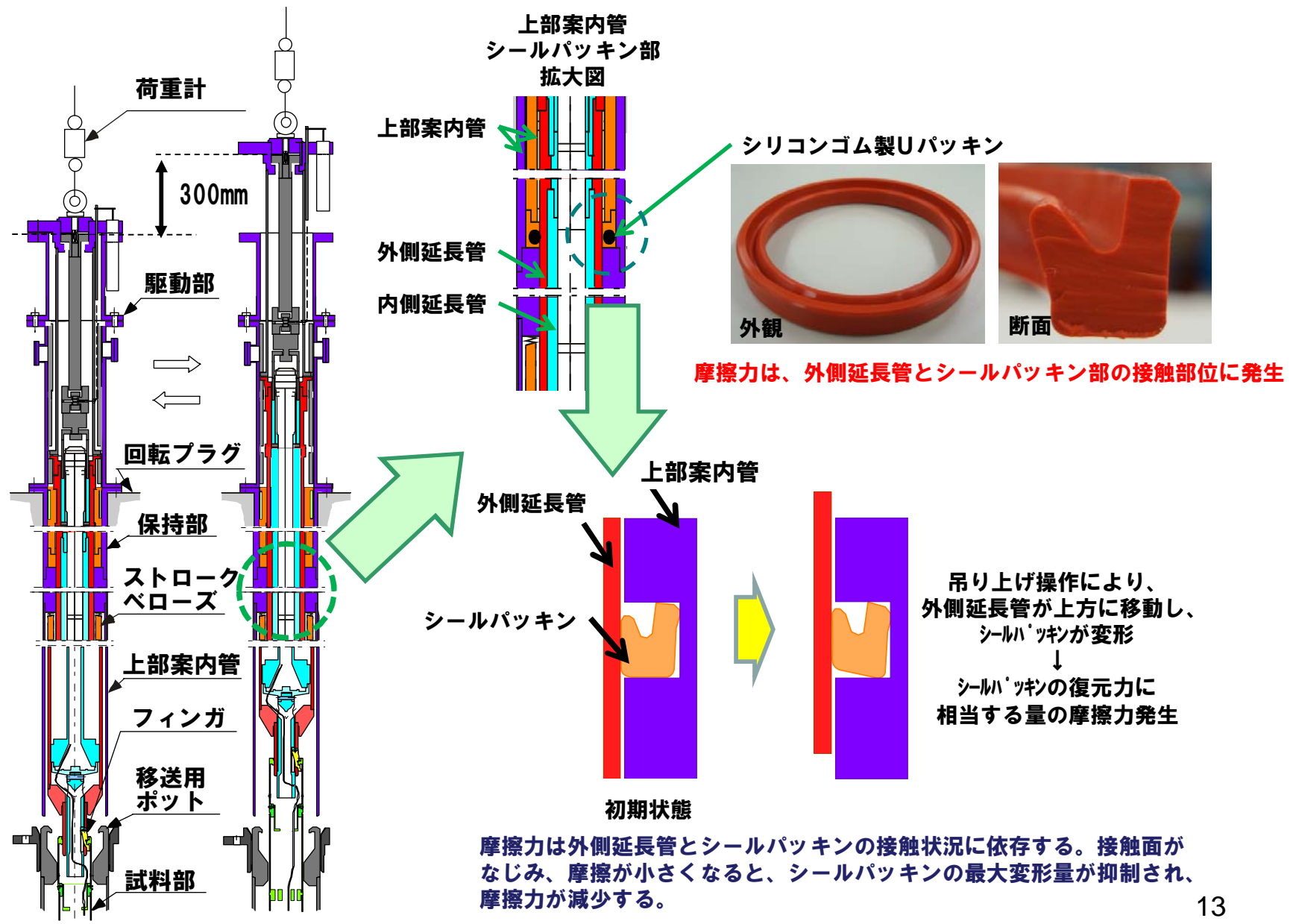
設計不備による動作

3. カッタ支え
下降終了

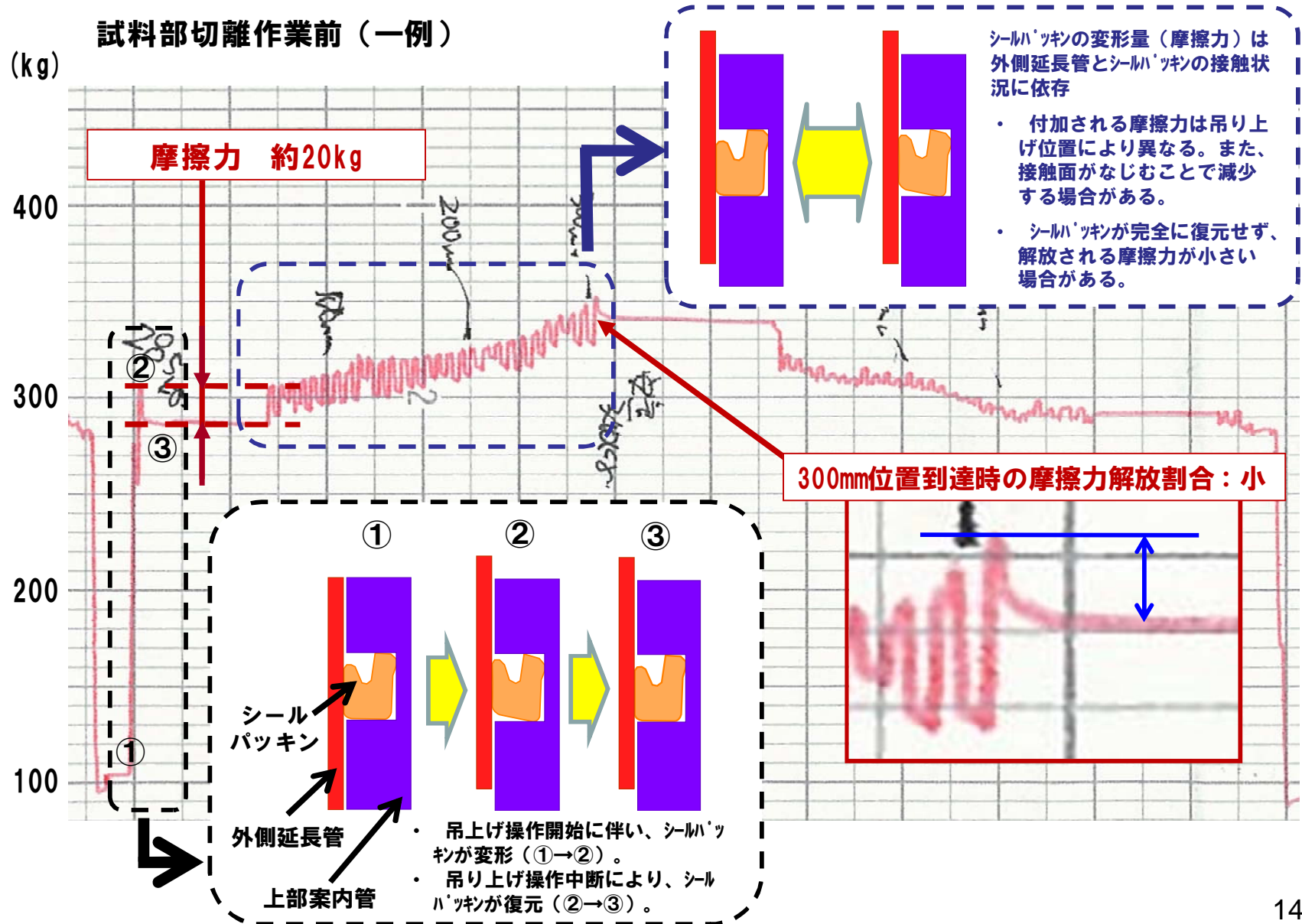
② 当該装置の切り離しが成功したと誤って判断した要因

- 荷重計による重量測定で、試料部の切離作業前の摩擦力に対して作業後の摩擦力が減少したため、見かけ上の吊り上げ重量差が発生したこと

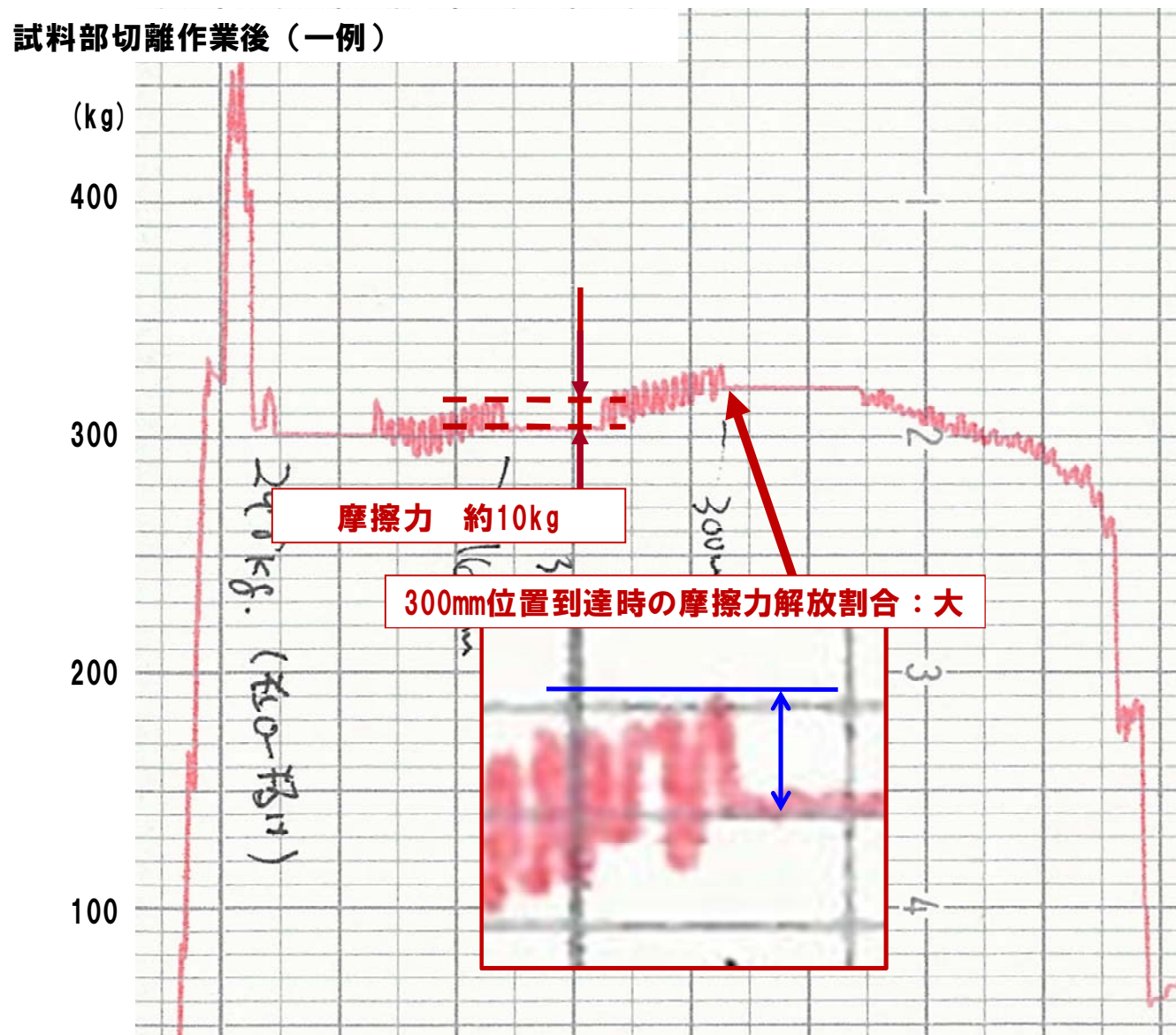
重量測定における摩擦力の影響



試料部切離作業前の吊り上げ重量チャート(一例)



試料部切離作業後の吊り上げ重量チャート(一例)



8. まとめ

- 試料部が正常に切り離されなかった
 - ― 一切離機能の検証作業の確実な実施
 - ― 検証されていることの確認を品質保証体系の文書に明確化
- 切り離しが成功したと誤って判断した
 - ― 一切離確認方法の多様化

- 環境モニタリングの結果及び作業員の被ばく状況に異常はない

9. INESは3種類の評価基準

(1) 基準1: 事業所外への影響

(2) 基準2: 事業所内への影響

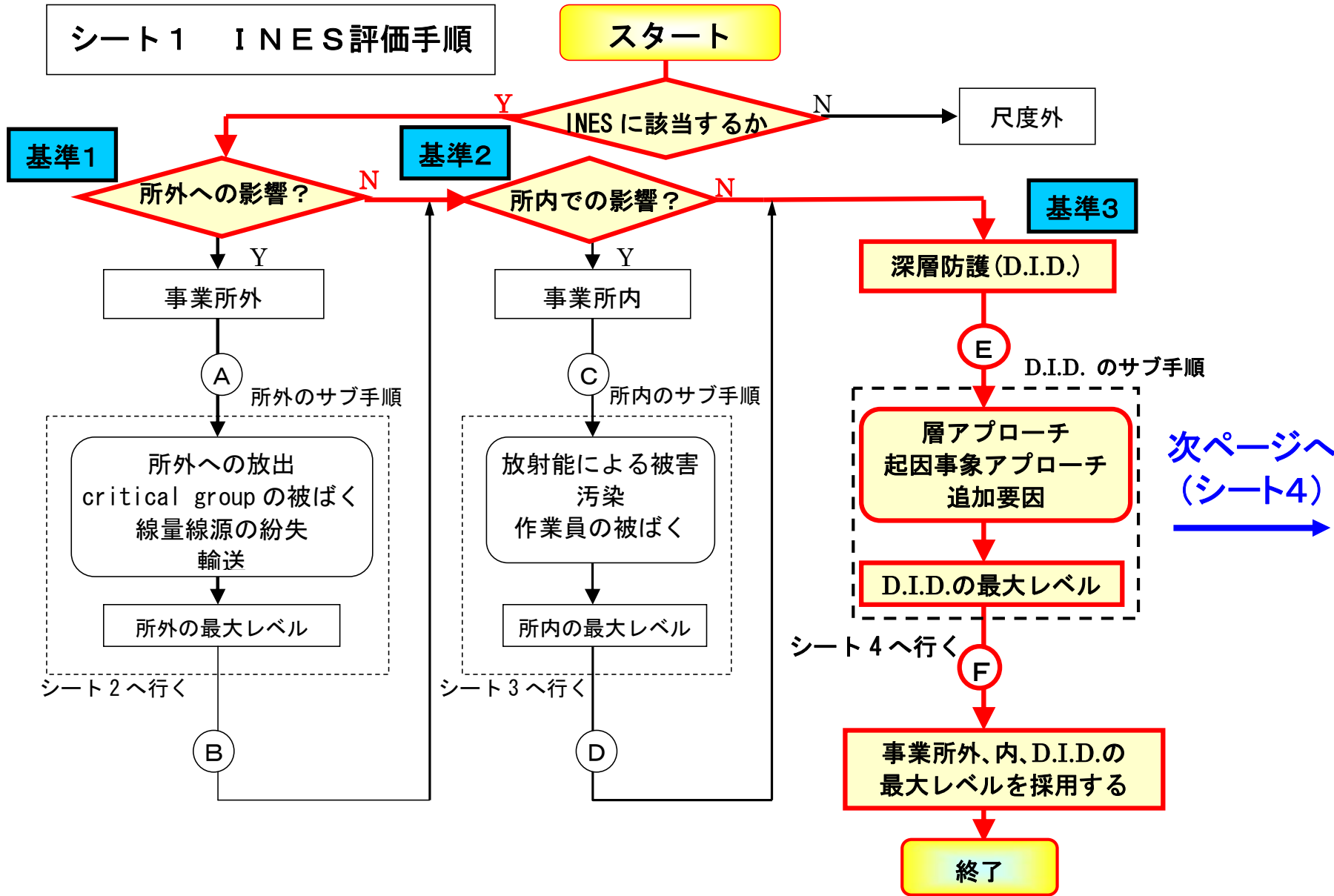
(3) 基準3: 深層防護への影響

→これらについて、INESの検討をする。

原子力施設等の事故・故障等に係る事象の国際原子力事象評価尺度(INES)

レベル	影響の範囲(最も高いレベルが当該事象の評価結果となる)			参考事例
	基準1	基準2	基準3	
	事業所外への影響	事業所内への影響	深層防護の劣化	
7 深刻な事故	放射性物質の重大な外部放出:ヨウ素131等価で数万テラベクレル以上の放射性物質の外部放出			チェルノブイリ事故 (1986年)
6 大事故	放射性物質のかなりの外部放出:ヨウ素131等価で数千から数万テラベクレル相当の放射性物質の外部放出			
5 事業所外へリスクを伴う事故	放射性物質の限定的な外部放出:ヨウ素131等価で数百から数千テラベクレル相当の放射性物質の外部放出	原子炉の炉心や放射性物質障壁の重大な損傷		スリーマイル島事故 (1979年)
4 事業所外への大きなリスクを伴わない事故	放射性物質の少量の外部放出:法定限度を超える程度(数ミリシーベルト)の公衆被ばく	原子炉の炉心や放射性物質障壁のかなりの損傷/従業員の致死量被ばく		JCO臨界事故 (1999年)
3 重大な異常事象	放射性物質の極めて少量の外部放出:法定限度の10分の1を超える程度(10分の数ミリシーベルト)の公衆被ばく	重大な放射性物質による汚染/急性の放射性障害を生じる従業員被ばく	深層防護の喪失	旧動燃東海事業所 アスファルト固化処理施設 火災爆発事故 (1997年)
2 異常事象		かなりの放射性物質による汚染/法定の年間線量当量限度を超える従業員被ばく	深層防護のかなりの劣化	美浜発電所2号機蒸気発生器伝熱管損傷 (1991年)
1 逸脱			運転制限範囲からの逸脱	もんじゅナトリウム漏えい (1995年)
0 尺度以下	安全上重要ではない事象			INESユーザーズ・マニュアル (2001年版)和訳、9頁より
評価対象外	安全性に関係しない事象			

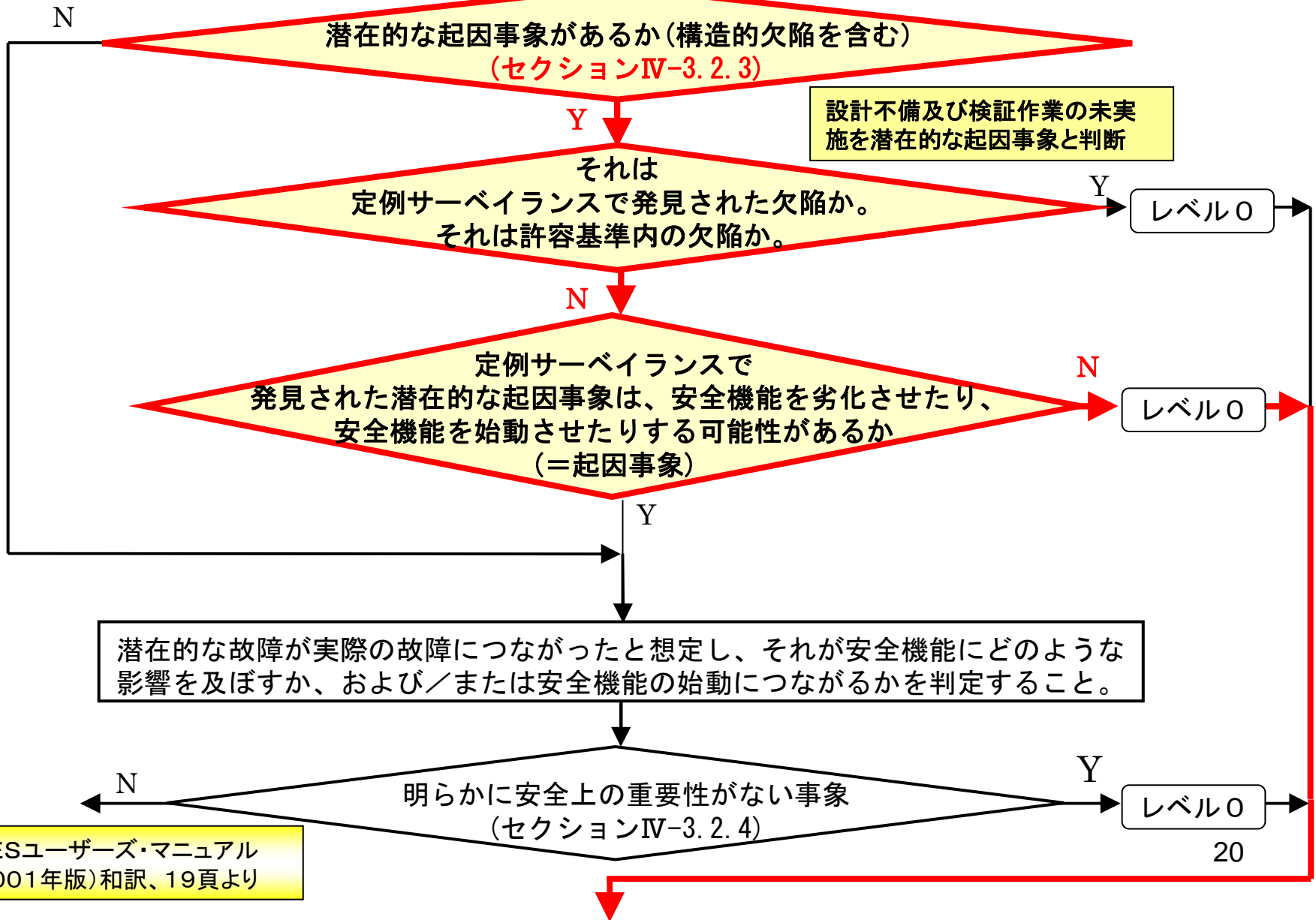
シート1 INES評価手順



次ページへ
(シート4)
→

シート 4
深層防護 (D.I.D.)におけるサブ手順

E



設計不備及び検証作業の未実施を潜在的な起因事象と判断

潜在的な故障が実際の故障につながったと想定し、それが安全機能にどのような影響を及ぼすか、および/または安全機能の始動につながるかを判定すること。

INESユーザーズ・マニュアル
(2001年版)和訳、19頁より

D.I.D.の基本評価

(付加的要因の検討)→次ページへ

根拠がある場合は、評価レベルをひとつ上げること。
検討すべき事柄には次がある。(セクションIV-3.3)

- ー共通原因故障
- ー手順の不備
- ー安全文化の欠如
 - ー運転制限条件(OL&C)手順に対する違反
 - ーQA プロセスの不備
 - ーヒューマン・エラーの累積
 - ー放射性物質や職員の被ばく線量の適切な管理が維持できていないこと

全体的なレベル説明書と比較したうえで、評価の整合性を検証する

D.I.D.の最大レベル

F

→P19に戻る

※D.I.D: defense in depth

深層防護

付加的要因の検討

- 共通原因故障
 - 単一の事象や原因の結果として多数の装置や機器が機能しなくなることはなかった
- 手順の不備
 - 決められた手順に明らかかな問題はない
- 安全文化に関連する事象
 - 運転制限条件(OL&C)手順に対する違反はない
 - 品証プロセスについて、切離機構の設計及び切離機能の検証において不備があったが、原子炉の安全に直接影響しないことから、評価レベルを上げるほどの理由はない
 - ヒューマン・エラーはない
 - 放射性物質の適切な管理は維持できている
 - 事象の再発によるものではない

基準3：深層防護への影響のまとめ

- 本事象は、安全機能を劣化させたり、安全機能を始動させたりする可能性がない事象であることからレベル0と評価
- 付加的要因は、切離機構の設計及び切離機能の検証において品証プロセスの不備があったが、原子炉の安全に直接影響しないことから、評価レベルを上げるほどの理由はない

10. 結論

(1) 基準1：－

(判断根拠) 事業所外への放射性物質の影響はなく、適用されない

(2) 基準2：－

(判断根拠) 事業所内への放射性物質の影響はなく、適用されない

(3) 基準3：レベル0

(判断根拠)

- ・ 本事象は、安全機能を劣化させたり、安全機能を始動させたりする可能性がない
- ・ 付加的要因は、品証プロセスの不備があったが、評価レベルを上げるほどの理由はない

(4) 評価結果【暫定値】：レベル0

〔基準1：－、基準2：－、基準3：レベル0〕