

事対2251・005

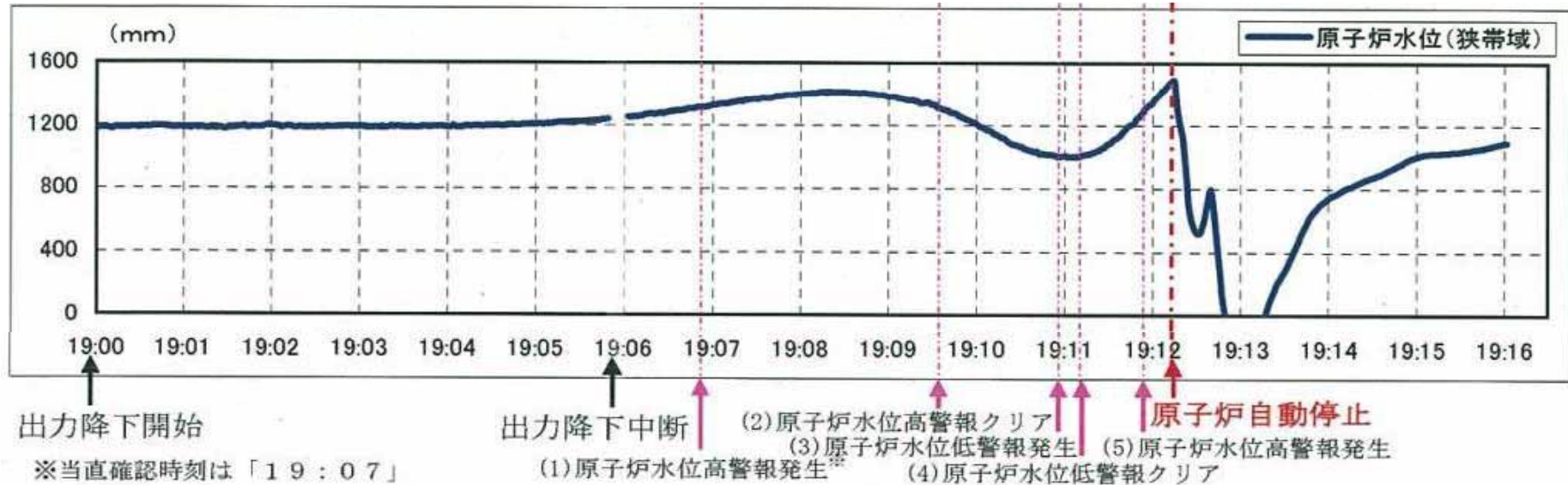
# 東京電力(株)福島第一原子力発電所5号機

原子炉水位高警報の発生に伴う  
原子炉自動停止

平成23年3月7日

経済産業省 原子力安全・保安院

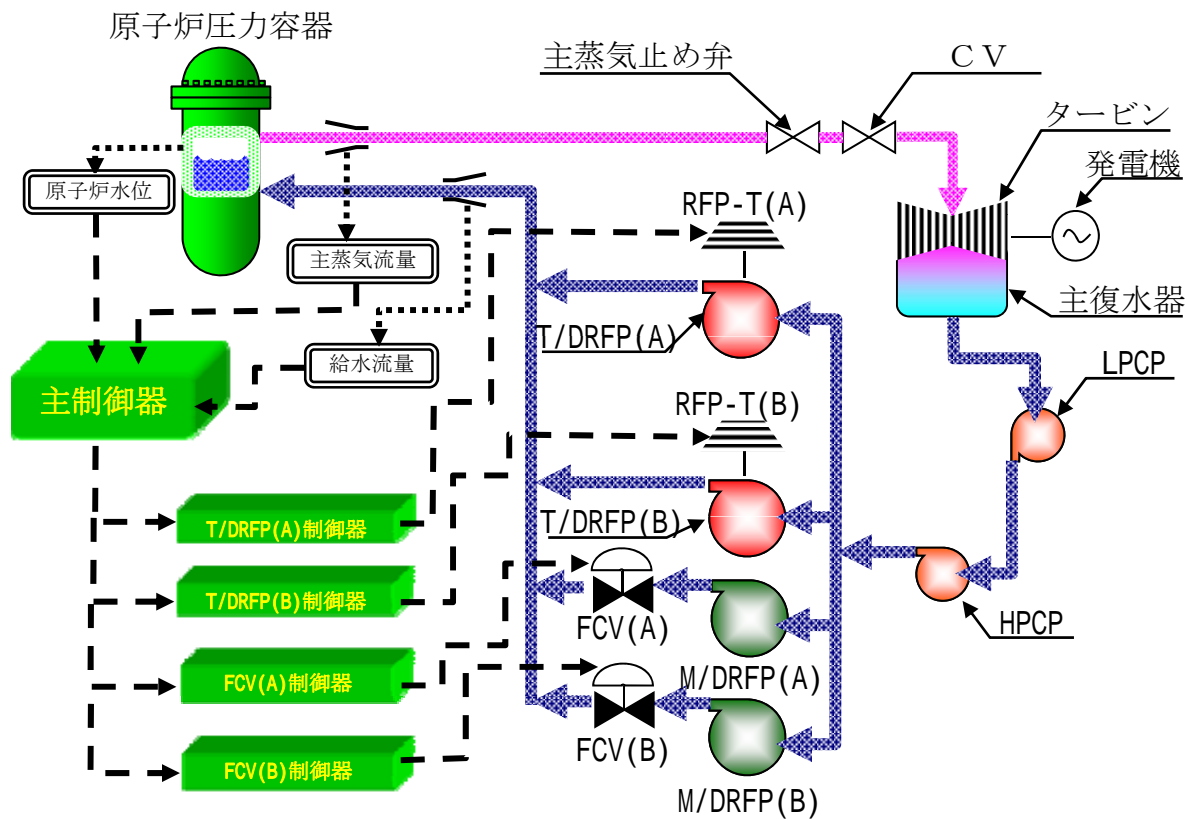
# 1. 事象の概要



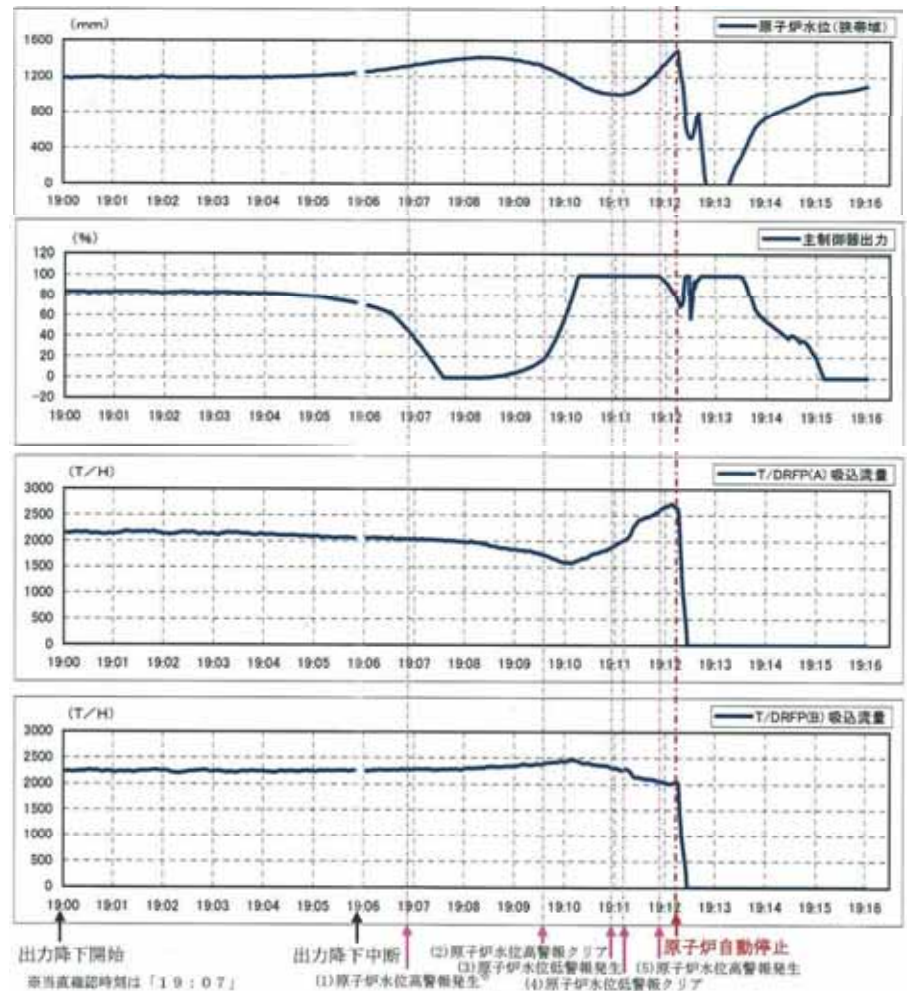
## 原子炉自動停止時の水位変化

- ・定格熱出力一定運転中の平成22年11月2日、制御棒パターン調整のための出力降下操作を実施していたところ、19時7分に「原子炉水位高」の警報が発生した。
- ・このため、操作員は原子炉水位の調整に努めたが、原子炉水位は変動し続け、「原子炉水位低」警報、「原子炉水位高」警報が発生した。
- ・その後、原子炉水位はさらに上昇し、19時12分、「発電機炉水位高トリップ」警報により発電機が自動停止し、これに伴いタービン及び原子炉が自動停止した。

## 2. 調査結果①



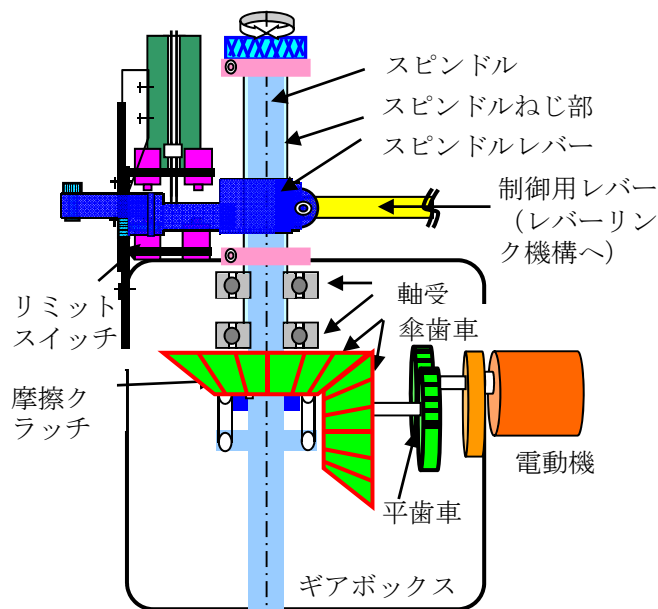
原子炉給水系概略図



原子炉自動停止時の給水制御系パラメータ

- ・タービン駆動原子炉給水ポンプ(A)(B)制御器は、**原子炉水位の変動に対して追従した出力信号を示していた。**
- ・タービン駆動原子炉給水ポンプの回転速度を制御する電気制御ユニットの位置は制御器が指示する設定に対して**(A)は緩慢な動きをしており、(B)は変化しなかった。**

## 2. 調査結果②



電気制御ユニット概略図



(左) 事象発生時

(右参考: 新品塗布時)

スピンドルレバーねじ部

	MGU(A)	MGU(B)	(参考) 新品
油分 (単位:%)	61.6	15.9	87.8
拡がり ちよう度 (単位:mmΦ)	5.1 拡がりが 極端に 減少	4.7 硬化し拡 がりが認 められな い	

採取した粘着物の拡がり  
ちよう度分析結果

・スピンドルレバーねじ部の間隙の目視確認を実施した結果、タービン駆動原子炉給水ポンプ(A)(B)の電気制御ユニットともに**スピンドルレバーねじ部に粘着物が付着**していた。

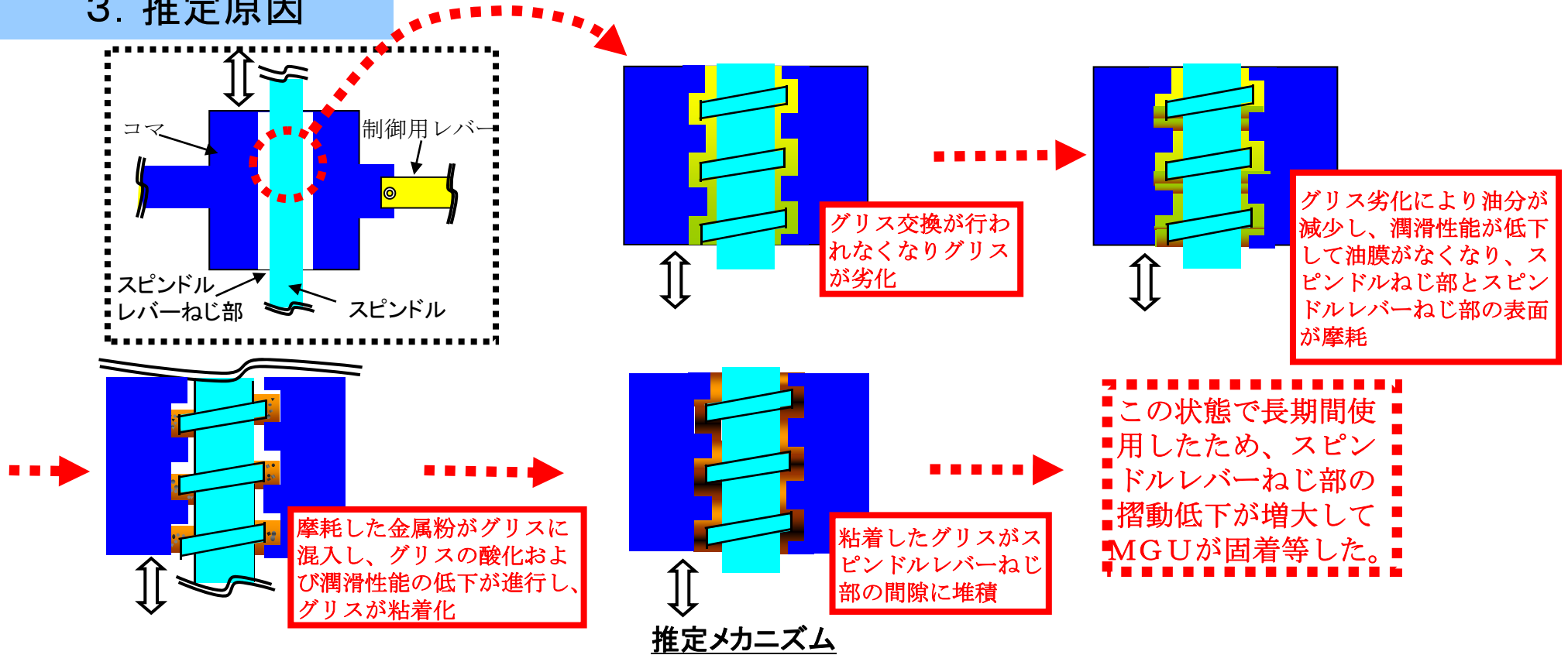
・付着していた粘着物は分析の結果、**スピンドルレバー部で使用しているグリスと同一成分**であった。

・グリスの交換は、**定期検査毎に行っている制御装置の特性試験で異常が確認された場合に行うこととしており**、これまで異常がなかったことから、**平成13年の第18回定期検査以降、行われていなかった**。

・平成16年に他プラントにおいて同様の事象による不具合が発生し、その情報が原子力施設情報公開ライブラリーに登録されていたが、平成15年10月に当該ライブラリーが開設されて以降、**東京電力(株)が水平展開の仕組みを見直した平成17年3月までの間は十分な水平展開が行われていなかった**。

・当該事象発生時の操作員の運転操作については、手順書に準じて行われていた。ただし、現状の手順書は、**制御装置が2台同時に不具合となった場合を想定した記載がない**ことを確認した。

### 3. 推定原因



- ・グリス交換が行われなくなりグリスが劣化
- ・グリスの油分が減少し、潤滑性能が低下して油膜がなくなり、スピンドルねじ部とスピンドルレバーねじ部の表面が摩耗
- ・摩耗した金属粉がグリスに混入し、グリスの酸化及び潤滑性能の低下が進行し、グリスが粘着化。
- ・スピンドルレバーねじ部が摺動低下したため、タービン駆動原子炉給水ポンプ(A)及び(B)の制御装置は給水流量制御信号に追従しない状態になった。
- ・これにより、原子炉水位が調整不調となり発電機が自動停止する水位まで上昇したため、発電機が自動停止し、これに伴いタービン及び原子炉が自動停止した。

### 3. 対策

- ・タービン駆動原子炉給水ポンプの制御装置内にある回転棒とレバーの接続部について分解点検を実施し、回転棒及びグリスを交換した上で作動試験を行い、異常がないことを確認した。
- ・今後、タービン駆動原子炉給水ポンプの制御装置内にある回転棒とレバーの接続部の分解点検及びグリス交換を定期的実施することとし、その旨を保全プログラムに基づくマニュアルに明記する。
- ・制御装置が2台同時に不具合を起こした場合を想定した対応操作手順書を作成し、周知・徹底を図るとともに、シミュレーターによる訓練を実施する。
- ・原子力施設情報公開ライブラリーが開設された平成15年10月から、水平展開の仕組みの見直しを実施した平成17年3月までの間に、同ライブラリーに登録された他社の不具合情報について、水平展開の要否を確認し、必要に応じて対策を図る。

平成22年12月22日

東京電力(株)福島第一原子力発電所5号機の  
原子炉自動停止に関する原因と対策について

原子力安全・保安院は、11月2日、東京電力(株)から、定格熱出力一定運転中の福島第一原子力発電所5号機（沸騰水型：定格電気出力78.4万キロワット）における原子炉水位高警報の発生に伴う原子炉の自動停止について、原子炉等規制法に基づく報告を受けました。

本事象に伴う外部への放射性物質の影響はありません。

（11月4日お知らせ済み）

本件について、本日（22日）、東京電力(株)から、原因と対策に係る報告書の提出を受けましたので、お知らせします。

原因については、以下のとおり推定しています。

- ・タービン駆動原子炉給水ポンプの制御装置内にある回転棒とレバーの接続部の分解点検を長期間実施しなかった。
- ・このため、当該部のグリス交換が行われず、潤滑性能が低下したグリスの使用を継続したことにより、制御棒パターン調整※<sup>1</sup>時の出力降下において、タービン駆動原子炉給水ポンプの制御装置が給水流量制御信号に追従しない状態となった。
- ・これにより、原子炉水位が調整不調となり発電機が自動停止する水位まで上昇したため、発電機が自動停止し、これに伴いタービン及び原子炉が自動停止した。

対策としては、タービン駆動原子炉給水ポンプの制御装置内にある回転棒とレバーの接続部の分解点検を実施し、回転棒及びグリスを交換した上で作動試験を行い、異常がないことを確認したとしています。また、今後、当該部の分解点検及びグリス交換を定期的に行うこととし、その旨をマニュアルに明記するととしています。

今般、東京電力(株)から提出された報告書においては、原因について、各種調査から適切に推定されていること、対策について、推定原因を踏まえた適切な内容であることから、原子力安全・保安院は、当該報告書の内容を妥当と考えます。

## 1. 事象発生によるプラント安全性への影響

本事象は、原子炉の運転中に原子炉水位高警報が発生して発電機が自動停止し、これに伴いタービン及び原子炉が自動停止した事象ですが、原子炉は設計に従って安全に停止し、原子炉を「止める」、「冷やす」及び放射性物質を「閉じ込める」の安全機能は確保されたことから、直ちにプラントの安全に影響を与える事象ではありません。

また、本事象の発生に伴う外部への放射性物質による影響はありません。

原子力安全・保安院では、事象の発生を受け、直ちに現地の原子力保安検査官が現場に出向くとともに、以下の活動等を通じて、事象の把握とともに、プラントの安全が維持されていることを確認しています。

- ・ 事象の概要、事業者による対応経緯と今後の作業計画の把握
- ・ 原子炉の安全停止の確認
- ・ 主排気筒モニタ、モニタリングポストの指示値の確認

## 2. 東京電力(株)からの報告の要点

東京電力(株)から報告のあった内容は、主として以下のとおりです。

### (1) 事象の概要

運転中の福島第一原子力発電所5号機において、11月2日、制御棒パターン調整のための出力降下操作を実施していたところ、19時7分に「原子炉水位高」の警報が発生した。このため、操作員は原子炉水位の調整に努めたが、原子炉水位は変動し続け、「原子炉水位低」警報、「原子炉水位高」警報が発生した。その後、原子炉水位がさらに上昇し、19時12分、「発電機炉水位高トリップ」警報により発電機が自動停止し、これに伴いタービン及び原子炉が自動停止した。

### (2) 原因調査結果及び推定原因

- ・ タービン駆動原子炉給水ポンプ（A）及び（B）の給水流量を制御する制御装置内の回転棒とレバーの接続部を分解して調査した結果、劣化したと思われるグリスが付着していた。このグリスの潤滑性能を調査した結果、新品のグリスに比べて著しく低下しており、また、回転棒及びレバーの成分が含まれていることを確認した。
- ・ グリスの交換は、定期検査毎に行っている制御装置の動作確認時に異常が確認された場合に行うこととしており、これまで異常がなかったことから、平成13年の第18回定期検査以降、分解点検が行われていなかった。



- ・これらのことから、タービン駆動原子炉給水ポンプ（A）及び（B）の制御装置内の回転棒とレバーの間に塗布されていたグリスが劣化したことにより、回転棒とレバーが接触・摩耗し、その摩耗粉がグリスに混入して摺動抵抗が増大したことが推定され、（A）については動きが鈍くなり、（B）については、ほぼ固着している状態となった。この結果、給水流量制御信号に対して、タービン駆動原子炉給水ポンプ（A）については緩慢な動きをし、同ポンプ（B）については追従しない状態となったことを確認した。
- ・平成16年に他プラントにおいて同様の事象による不具合<sup>※2</sup>が発生し、その情報が原子力施設情報公開ライブラリー「ニューシア」に登録されていたが、平成15年10月にニューシアが開設されて以降、水平展開の仕組みの見直しを実施した平成17年3月までの間は、十分な水平展開が行われなかったことも、分解点検が行われなかった要因の一つである。
- ・当該事象発生時の操作員の一連の運転操作について調査した結果、操作員は手順書に準じて操作を行っていることを確認した。ただし、現状の手順書は、制御装置が2台同時に不具合となった場合を想定した記載がないことを確認した。

- ・以上のことから、原子炉が自動停止に至った原因を以下のとおり推定した。  
タービン駆動原子炉給水ポンプ（A）及び（B）の制御装置内にある回転棒とレバーの接続部の分解点検を長期間実施しなかった。

このため、当該部のグリス交換が行われず、潤滑性能が低下したグリスの使用を継続したことにより、制御棒パターン調整時の出力降下において、タービン駆動原子炉給水ポンプ（A）及び（B）の制御装置が給水流量制御信号に追従しない状況となった。

これにより、原子炉水位が調整不調となり発電機が自動停止する水位まで上昇したため、発電機が自動停止し、これに伴いタービン及び原子炉が自動停止した。

### （3）対策

- ・タービン駆動原子炉給水ポンプの制御装置内にある回転棒とレバーの接続部について分解点検を実施し、回転棒及びグリスを交換した上で作動試験を行い、異常がないことを確認した。
- ・今後、タービン駆動原子炉給水ポンプの制御装置内にある回転棒とレバーの接続部の分解点検及びグリス交換を定期的実施することとし、その旨を保全プログラムに基づくマニュアルに明記する。
- ・制御装置が2台同時に不具合を起こした場合を想定した対応操作手順書を作成し、周知・徹底を図るとともに、シミュレータによる訓練を実施する。

- ・ニューシアが開設された平成15年10月から、水平展開の仕組みの見直しを実施した平成17年3月までの間に、ニューシアに登録された他社の不具合情報について、水平展開の要否を確認し、必要に応じて対策を図る。

### 3. 原子力安全・保安院の対応

東京電力(株)から報告された内容は、原因について、各種調査から適切に推定されていること、対策について、推定原因を踏まえた内容であることから、原子力安全・保安院は、当該報告書の内容を妥当と考えます。

一方、本事象の要因であるタービン駆動原子炉給水ポンプの制御装置内の回転棒とレバーの間に塗布されていたグリスの劣化による制御装置の不調については、過去に他プラントにおいても類似事象が発生しており、東京電力(株)がこの軽微なトラブルから得られた教訓を適切に反映していれば、本事象を未然に防ぐことができた可能性もあったと考えられます。

このため、類似事象の再発を防止するためには、他プラントから得られた知見の反映も含めて東京電力(株)が講じることとしている対策を着実に実施することが重要であり、原子力安全・保安院は、今後、東京電力(株)が実施した再発防止対策の実施状況、他プラントにおける当該対策の実施状況等について、保安検査等を通じて確認していくこととします。

※1 原子力発電所は、通常定格出力を維持して運転しているが、燃料であるウランが燃焼に伴い消耗することから、一定の出力を維持するために炉内に挿入する制御棒の位置等を変更することがあり、この操作を制御棒パターン調整という。

※2 2004年1月27日 島根原子力発電所2号機「原子炉給水ポンプB号機駆動用タービン制御装置の点検補修について」(ニューシア 通番:2217)

(参考)

(1) 事象発生時の状況

運転中の福島第一原子力発電所5号機において、11月2日19時12分頃、制御棒パターン調整を実施していたところ、原子炉水位高警報が発生し、タービン及び原子炉が自動停止した。

(2) 事象発生時のINESによる暫定評価※

基準 1	基準 2	基準 3	評価レベル
—	—	0+	0+

※：2008年版INESユーザーズマニュアルによる評価。

INES (International Nuclear and Radiological Event Scale: 国際原子力・放射線事象評価尺度) とは、原子力発電所等のトラブルについて、それが安全上どの程度のものかを表す指標のこと。評価は3つの基準 (基準1: 人と環境、基準2: 施設における放射線バリアと管理、基準3: 深層防護) により行われ、最も高いレベルがそのトラブルの評価レベルとなる。評価レベルは、レベル0 (安全上重要ではない事象) からレベル7 (深刻な事故) まであり、原子力発電所では、レベル0のトラブルを「レベル0- (安全に影響を与えない事象)」と「レベル0+ (安全に影響を与え得る事象)」に分類している。

(本発表資料のお問い合わせ先)

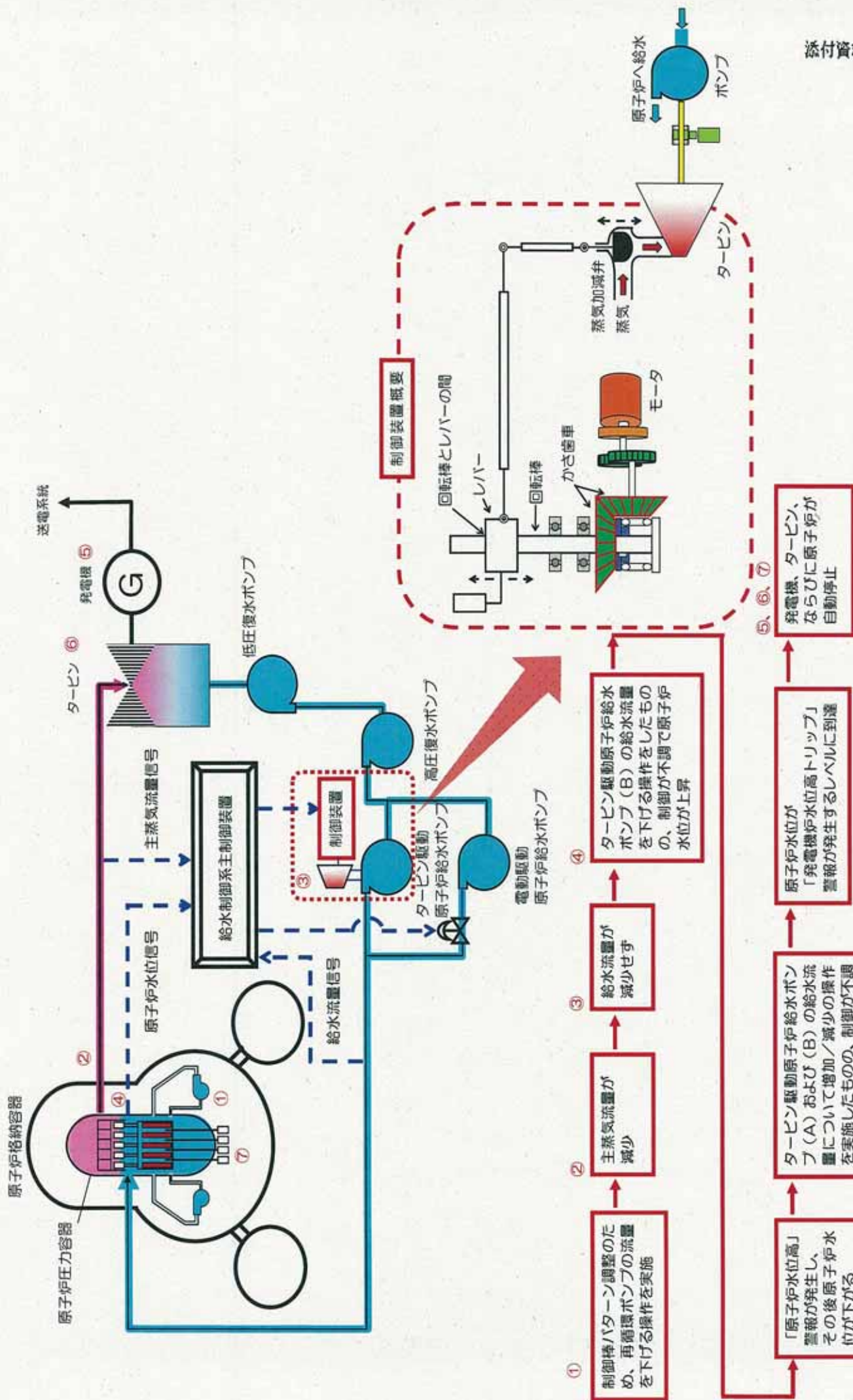
原子力安全・保安院

原子力防災課 原子力事故故障対策室

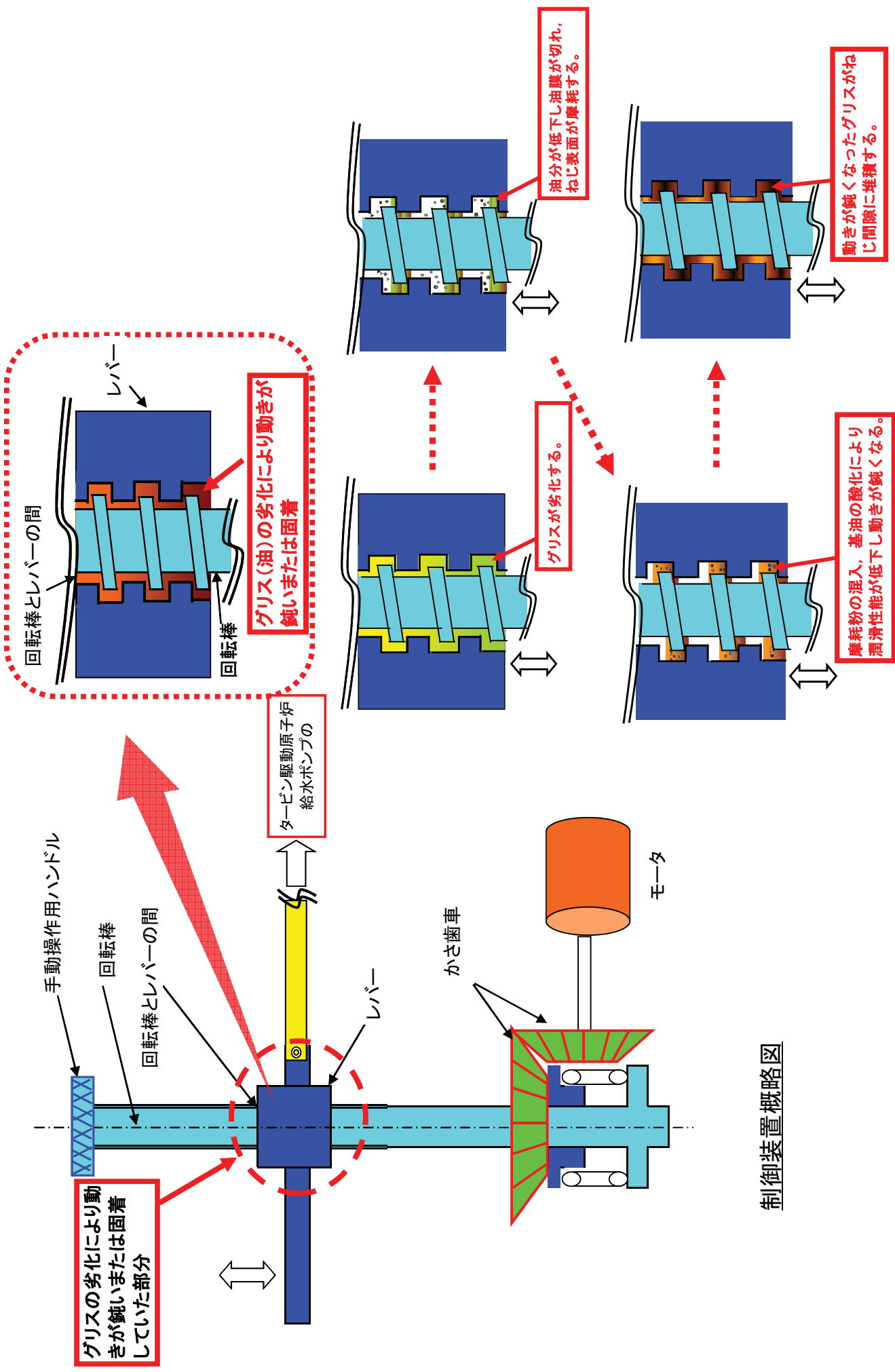
担当者: 八木、天野

電話: 03-3501-1511 (内線4911)

03-3501-1637 (直通)



5号機原子炉自動停止までの主要なメカニズム



グリス劣化の推定メカニズム