

高浜4号機

制御棒はなぜ落下したのか

運転期間の制限は不可欠

2023年4月30日

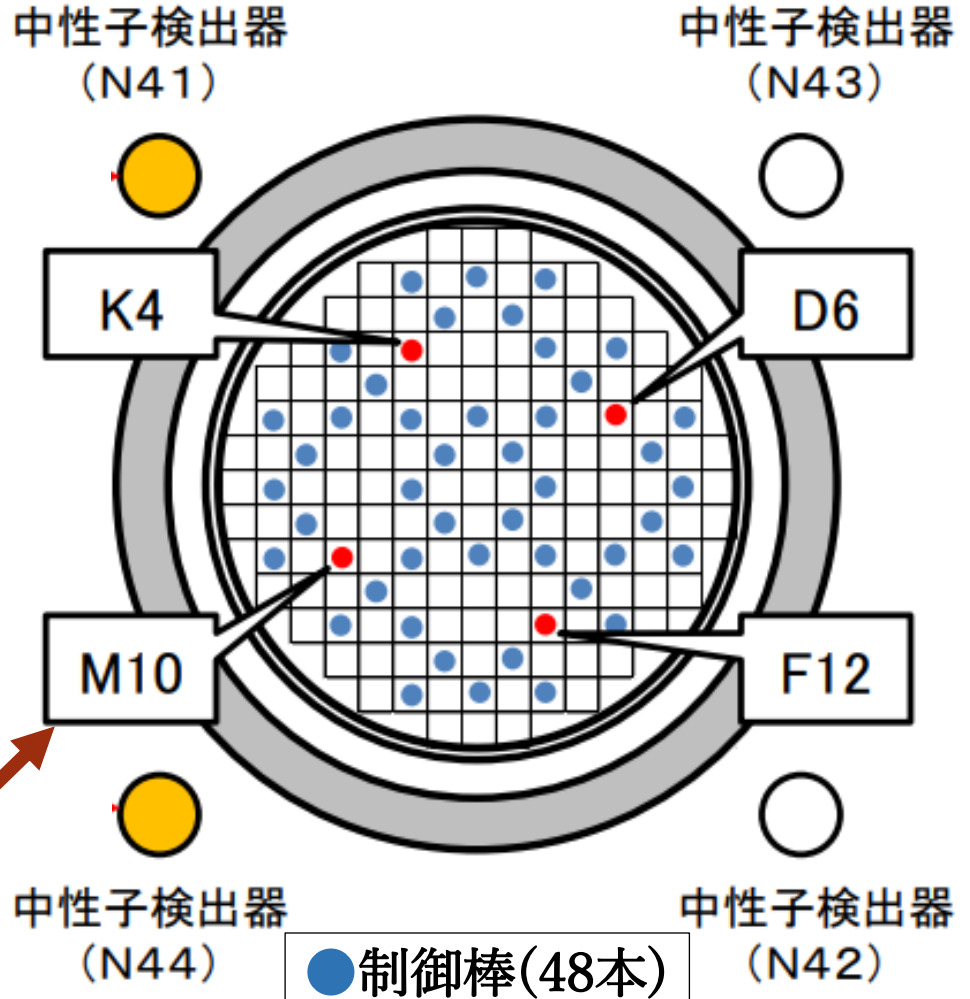
小山 英之

高浜4号
今年1月30日
定格出力で運転中
突如炉が自動停止

4本組制御棒
(M10, K4, D6, F12)
のうちM10が突然落下。
中性子分布の偏り検知。
全制御棒が挿入。

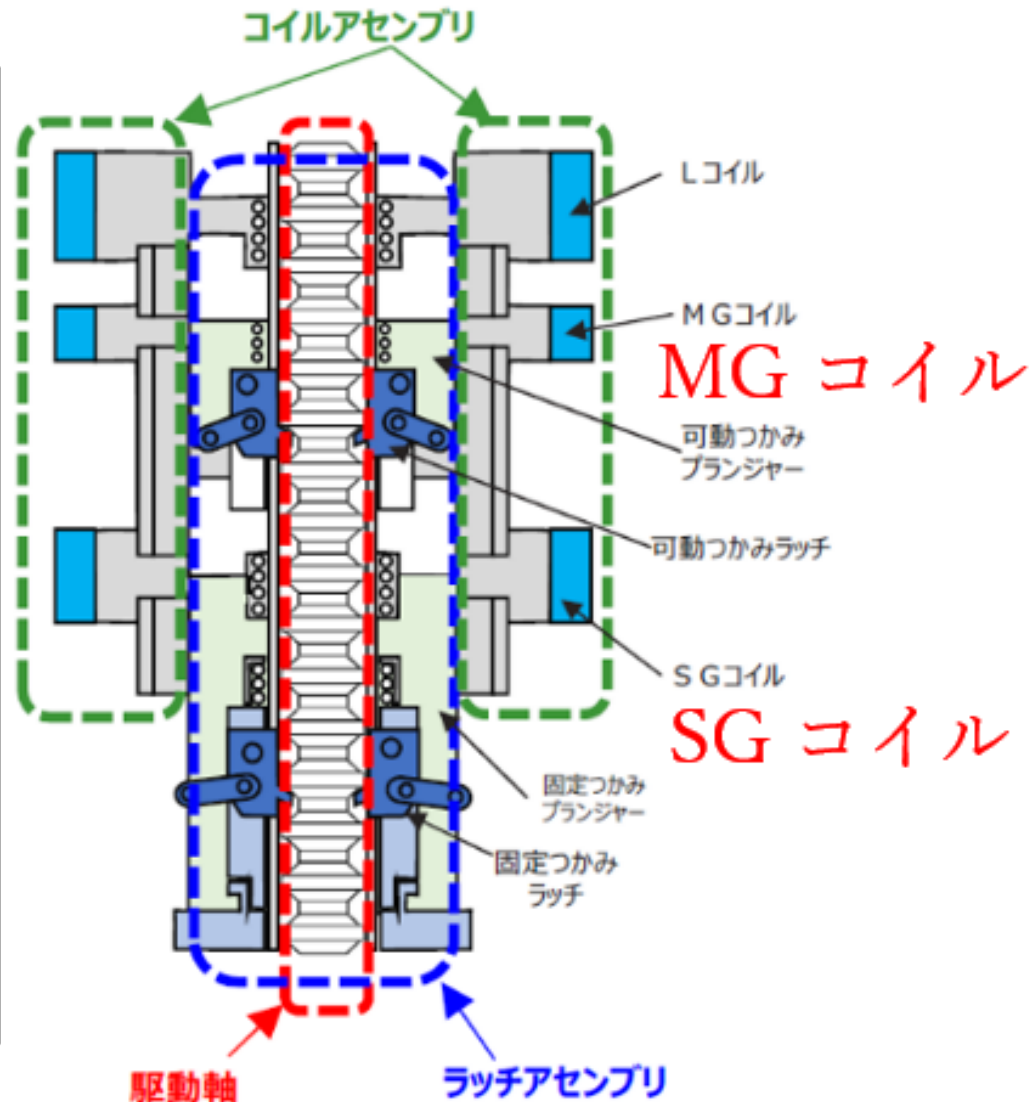
最初に落下

<炉心を上から見た図>



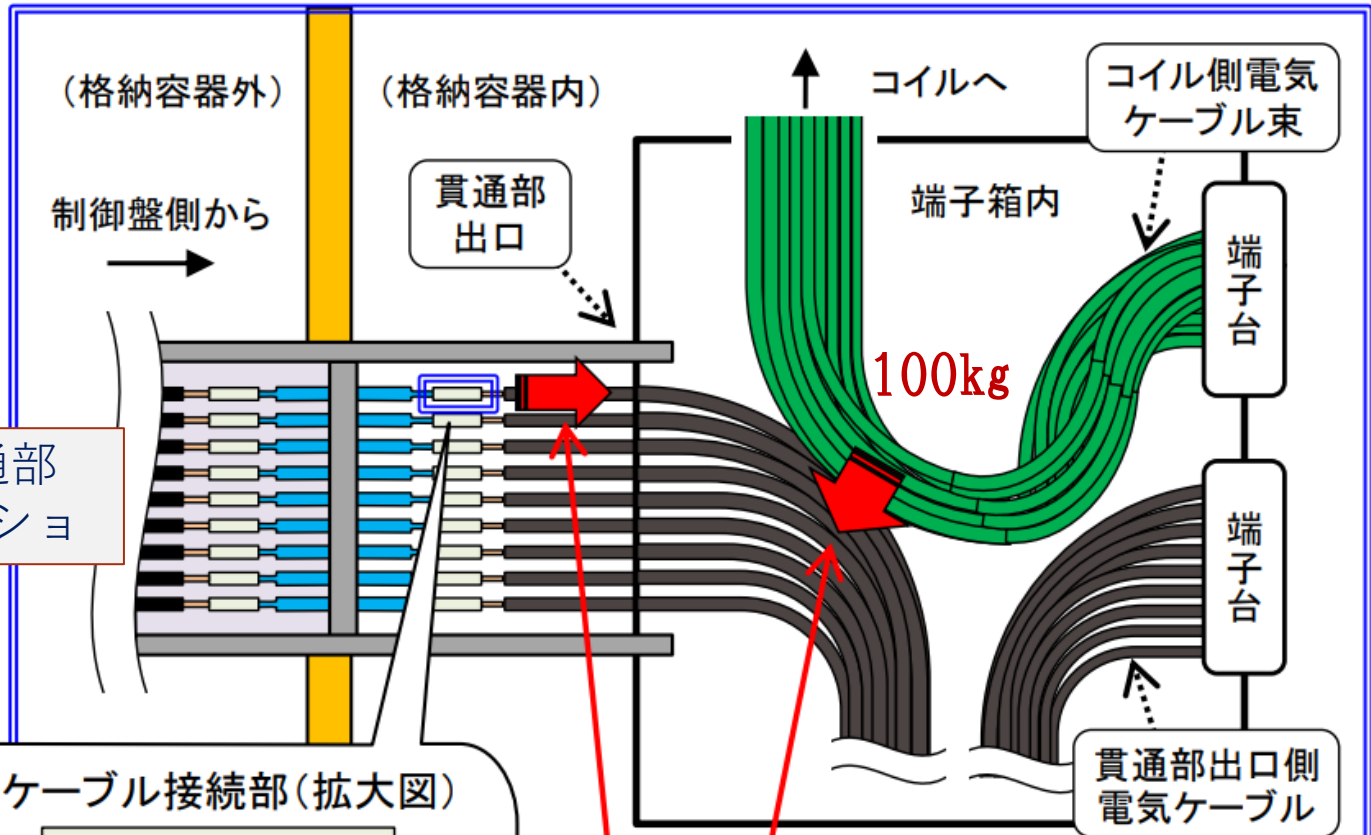
MG コイルの点検前に SG コイルの電流を確認し、MG の電源を切っても制御棒が落ちないことを確認。 ←

CRDM概略図



関電の原因説：はんだ付け部の接触不良

3



格納容器貫通部
(ペネトレーション)

ケーブル接続部(拡大図)

接続金具 はんだ付け

銅棒

ケーブル心線
約3.7mm

ろう付け(銀ろう)

約10mm

貫通部出口側電気ケーブル仕様

直径: 約1.3cm

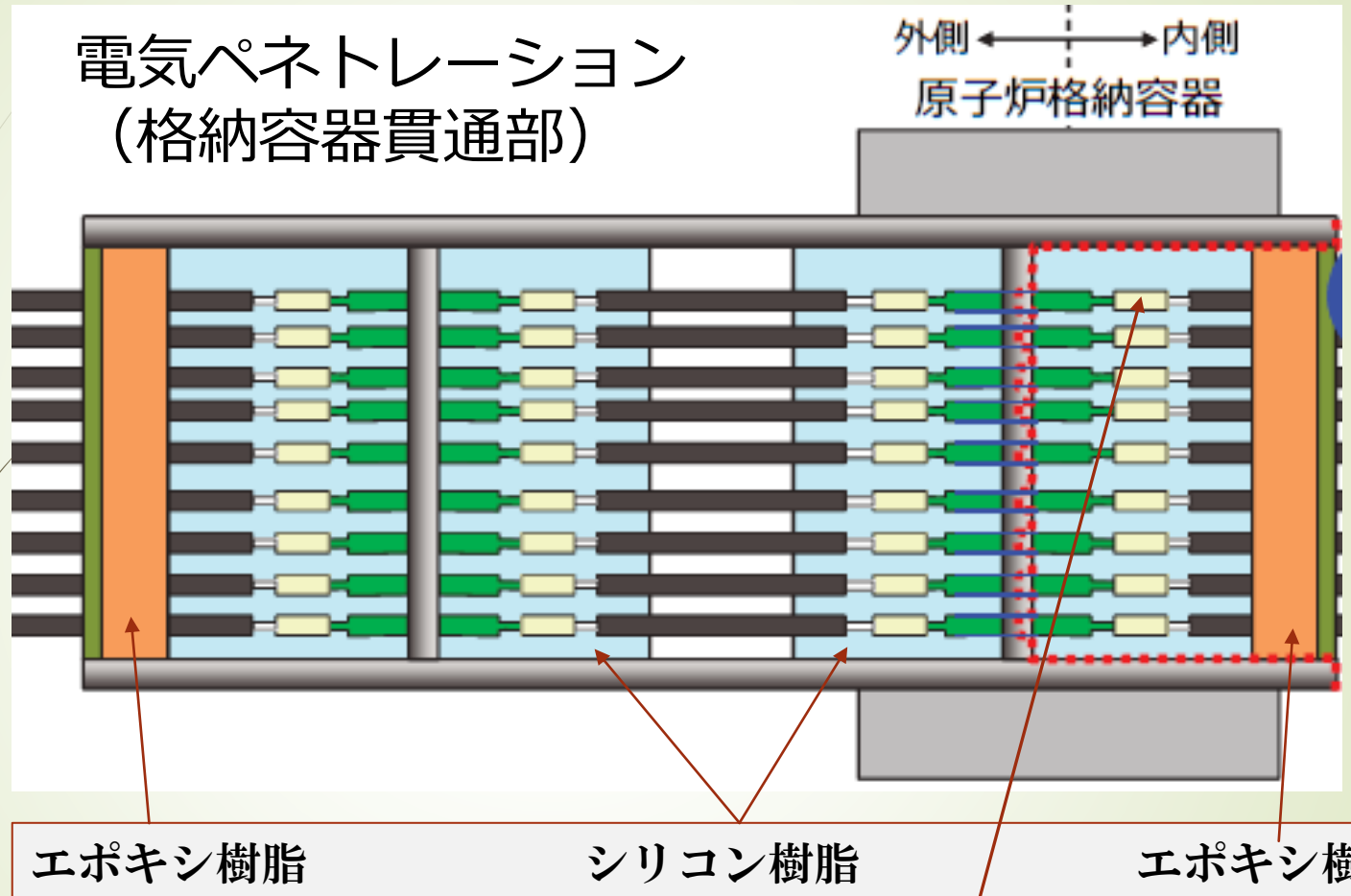
材質: (被覆) 難燃EPゴム (心線) 銅

覆いかぶさったケーブル束の荷重により、ケーブル接続部が引っ張られている状態

M10制御棒が落ちた推定原因(関電)と教訓

- ◆M10制御棒をつかんでいたSGつかみコイルの電流が落ちた。
 - ◆その原因は、格納容器貫通部ではんだづけ部分が引っ張られて接触不良を起こしたため。
しかし、実物での調査・確認はなされていない。
 - ◆D6制御棒関係の電源を切ったとたんにM10が落ちたが、この2つの間に関係はないとしている。
 - ◆異常なケーブル状態を、なぜ40年近くも見逃したのか、なぜ運転期間延長のための「特別点検」でも見逃したのか。
たとえば高浜1・2号の「特別点検」では、ペネトレーション部分の長期健全性試験を行っているが実物試験ではない。
- ★何かの異常が見逃されて経年により重大事故を起こす—
この危険を防ぐためには運転期間を暦年で制限するしかない。**

電気ペネトレーション (格納容器貫通部)



**接触不良との推定
しかし実物調査不可**

高経年化技術評価上の取扱い（関電の考え）

「経年化、経年劣化とは、設計通りの施工を前提として、時間経過に伴い、使用環境や条件により、機能、性能に影響を及ぼすおそれがある事象」

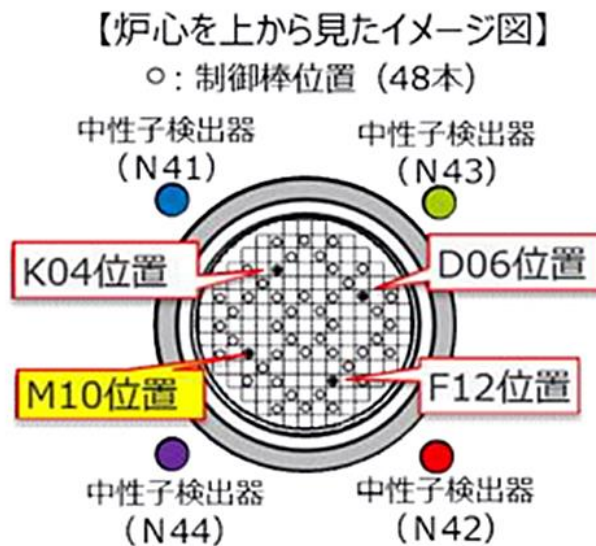
この定義に照らせば、今回の事象は設計上想定していない引っぱり力によるものなので、経年劣化事象に相当しない。

- ◆規制庁は今回の事象が経年劣化によるものだと交渉で認めた。
- ◆設計通りなら経年劣化はすべて把握できるのか？
電気ケーブルの絶縁低下は把握できない。
- ◆むしろ、設計通りでない隠れた欠陥が経年により顕在化することの方が危険性が高いのでは？ ⇒運転期間の制限が必要

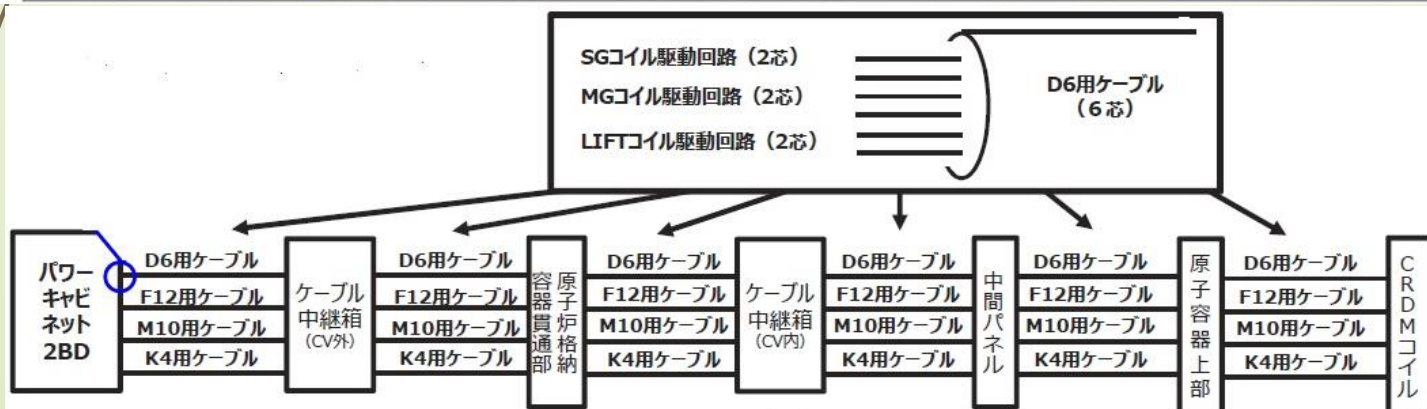
制御棒のグループ分け

7

48本



M10が落下



(補足2) 事象発生に至る経過 (資料1-2 別紙 p.2 2023.3.7 関電)

「CRDM重故障警報」:1以上のつかみコイル電流の異常により発信

8

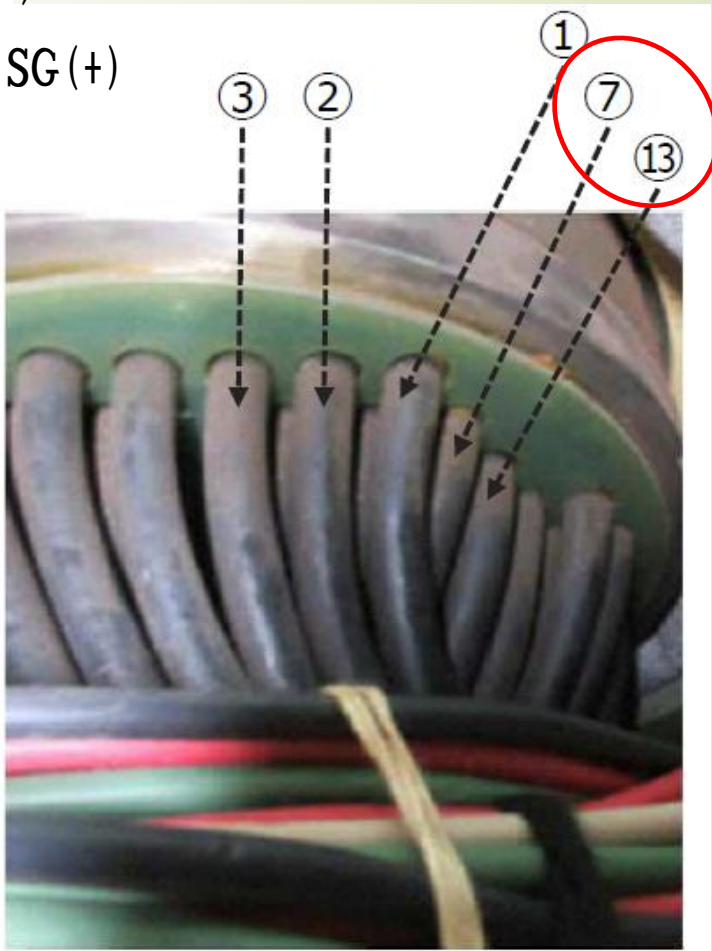
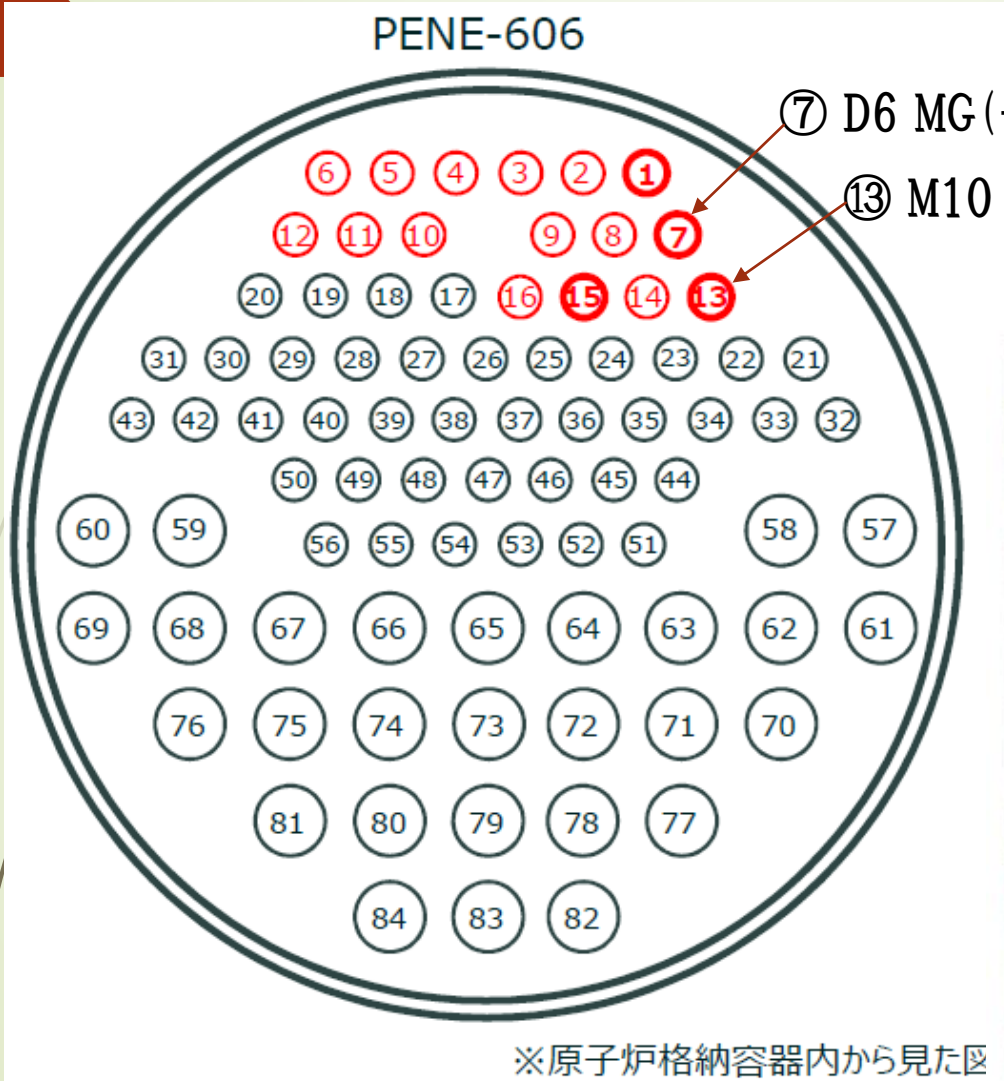
- ◇ 1月25日 7:24 CRDM重故障警報発信(2BD)(第1回目)
CRDM機能に問題なし、通常状態に復帰。
- ◇ 1月29日 16:46 CRDM重故障警報発信(2BD)(第2回目)
CRDM機能に問題なし、通常状態に復帰。
- ◇ 1月30日 0:12 CRDM重故障警報発信(2BD)(第3回目)
 - ・ 01:00 制御棒のうち1本(D6)のMGコイル電流値が通常より低下
 - ・ 14:00 2BDのSGコイルを保持状態に⇒CRDM重故障警報発信
 - ・ 15:18頃 当該(D6)MGコイルの主電源を解放(切断)
 - ・ 15:21頃 当該(D6)MGコイルの制御電源(コイルに流れる電流調節装置の電源)を解放(切断)
 - ・ 15:21 「原子炉トリップ」警報。原子炉等停止

★(疑問)D6制御棒のMGコイル系統の電源を切ると、なぜM10が落下?
3月7日報告ではD6は明記せず、委員の要求で3月14日に追加。

補足 3

D6のMGケーブルとM10のSGケーブルの位置関係

9



※原子炉格納容器内から見た区

「高浜発電所4号機原子炉自動停止について(概要版)」、関電、2023.3.7/ p.55, p.30

再発防止対策

発電用原子炉施設故障等報告書
2023年3月7日
関西電力株式会社 通しp.20

電流低下が認められたD6、M10およびK4のSGコイルおよびMGコイルのケーブルについて、以下の対策を行い電流低下の要因を排除する。

- (1) 制御棒3本のケーブルについては、他の原子炉格納容器貫通部にある予備ケーブルを使用する新たなルートに変更する。なお、予備ケーブルを使用する際には、健全性を確認したうえで接続する。
- (2) 原子炉格納容器貫通部のケーブルについては、覆いかぶさっていたケーブルの不要な余長を切断し、再整線する。