

# 日本原子力学会 原子力安全部会セミナー (第3回)資料

## 福島第一原子力発電所2号機及び3号機 計装系の課題

株式会社 東芝  
2012年 6月26日



東芝グループは、持続可能な  
地球の未来に貢献します。

# はじめに

---

## [本日の御説明内容]

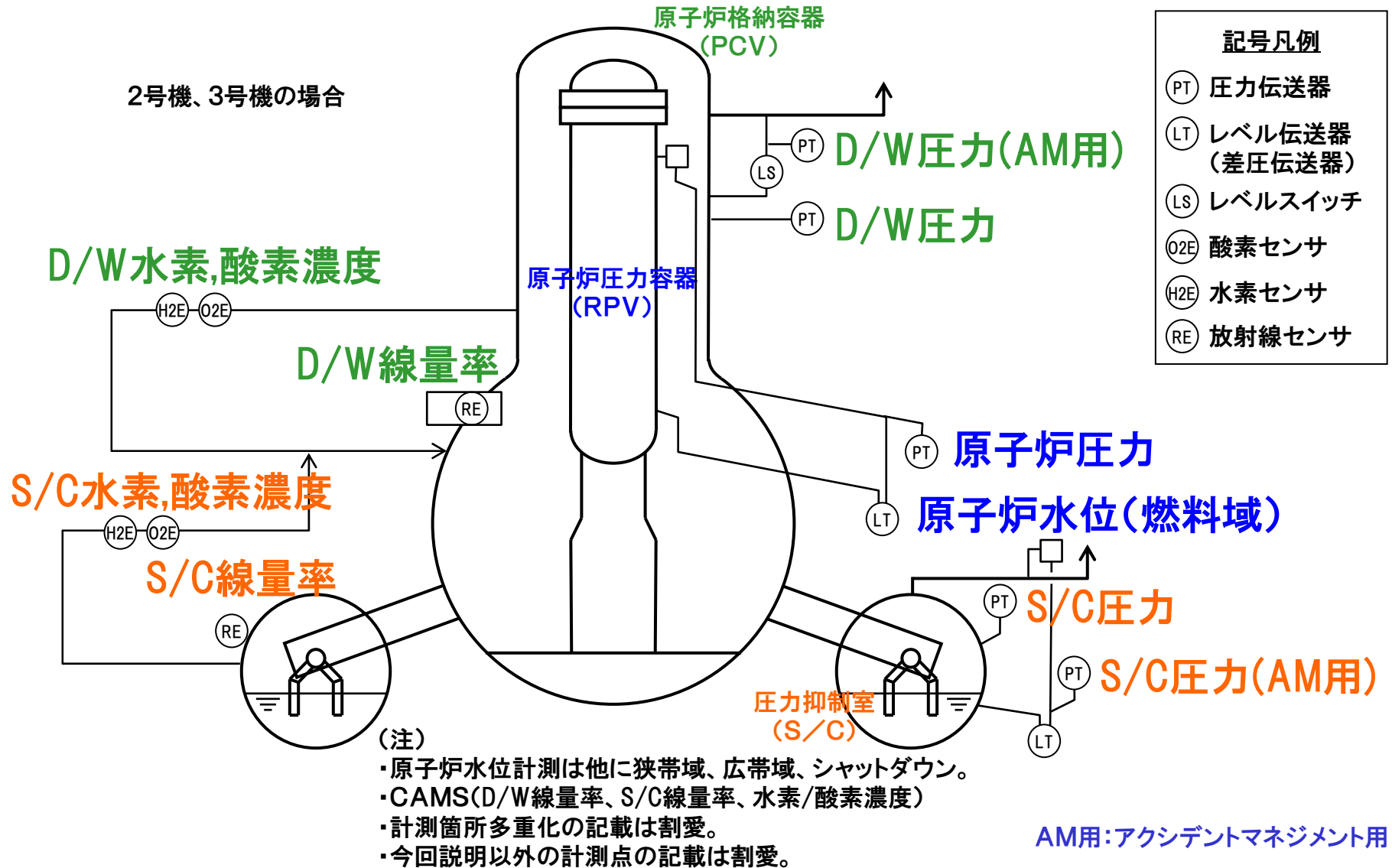
- 本セミナーの検討課題のひとつに計装系が挙げられています。
- そこで、2, 3号機の主要計測点に対し、計測の仕組み、事故時の挙動(推定)、今回得られた教訓、対策の方向性という観点で御説明申し上げます。
- また、情報伝達系も検討課題として挙げられ、本セミナー第4回の題目となっていますが、その前段として、SPDSについて概略構成を提示致します。

# 目次

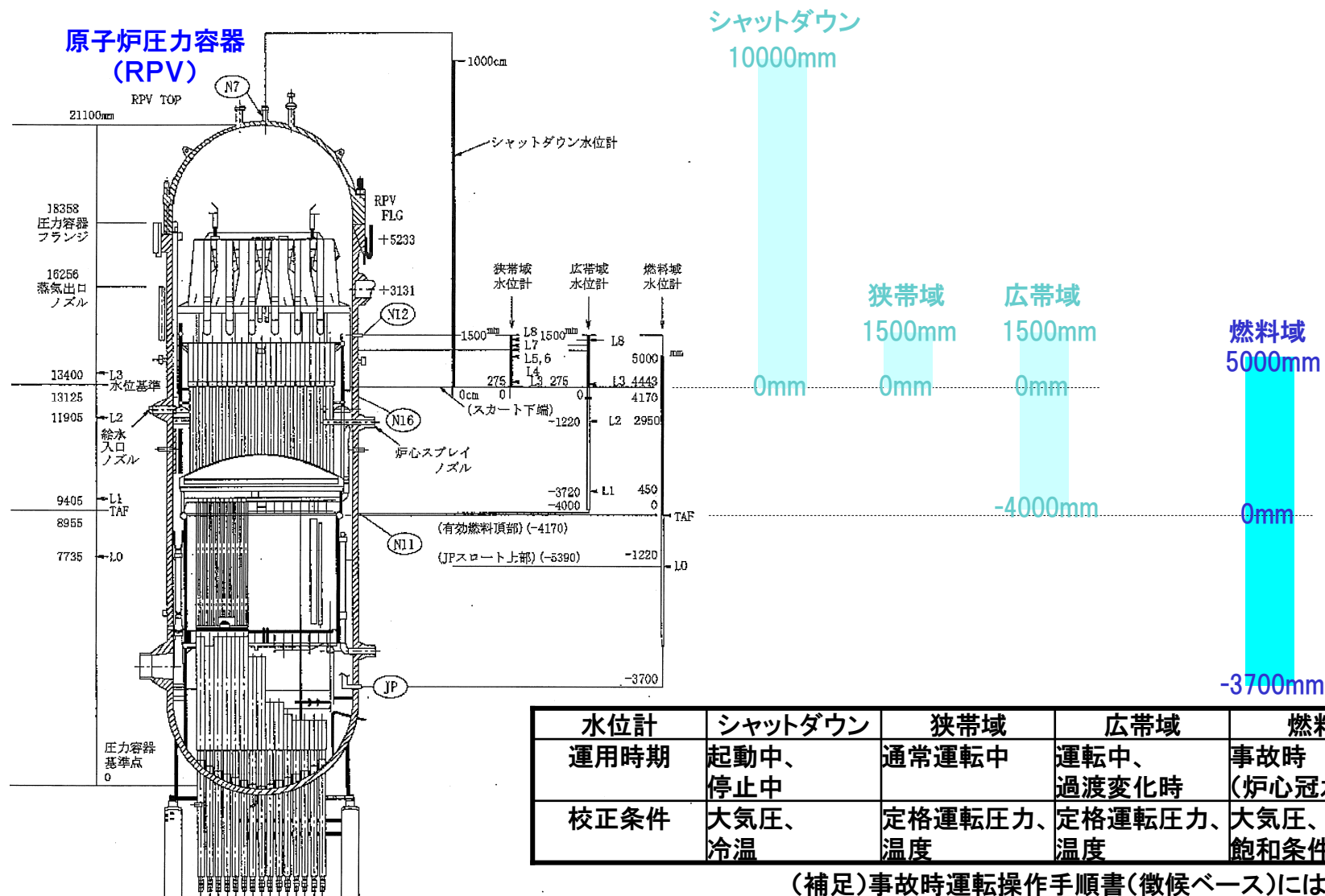
---

1. 原子炉压力容器・格納容器周り主要計測点
  1. 1 原子炉水位計
  1. 2 原子炉圧力
  1. 3 D/W圧力, S/C圧力
  1. 4 CAMS
2. 福島第一SPDSの構成
3. 計装系、情報系への教訓
4. 今後の対策

# 1. 原子炉压力容器・格納容器周り主要計測点



# 1.1 原子炉水位(計測範囲)

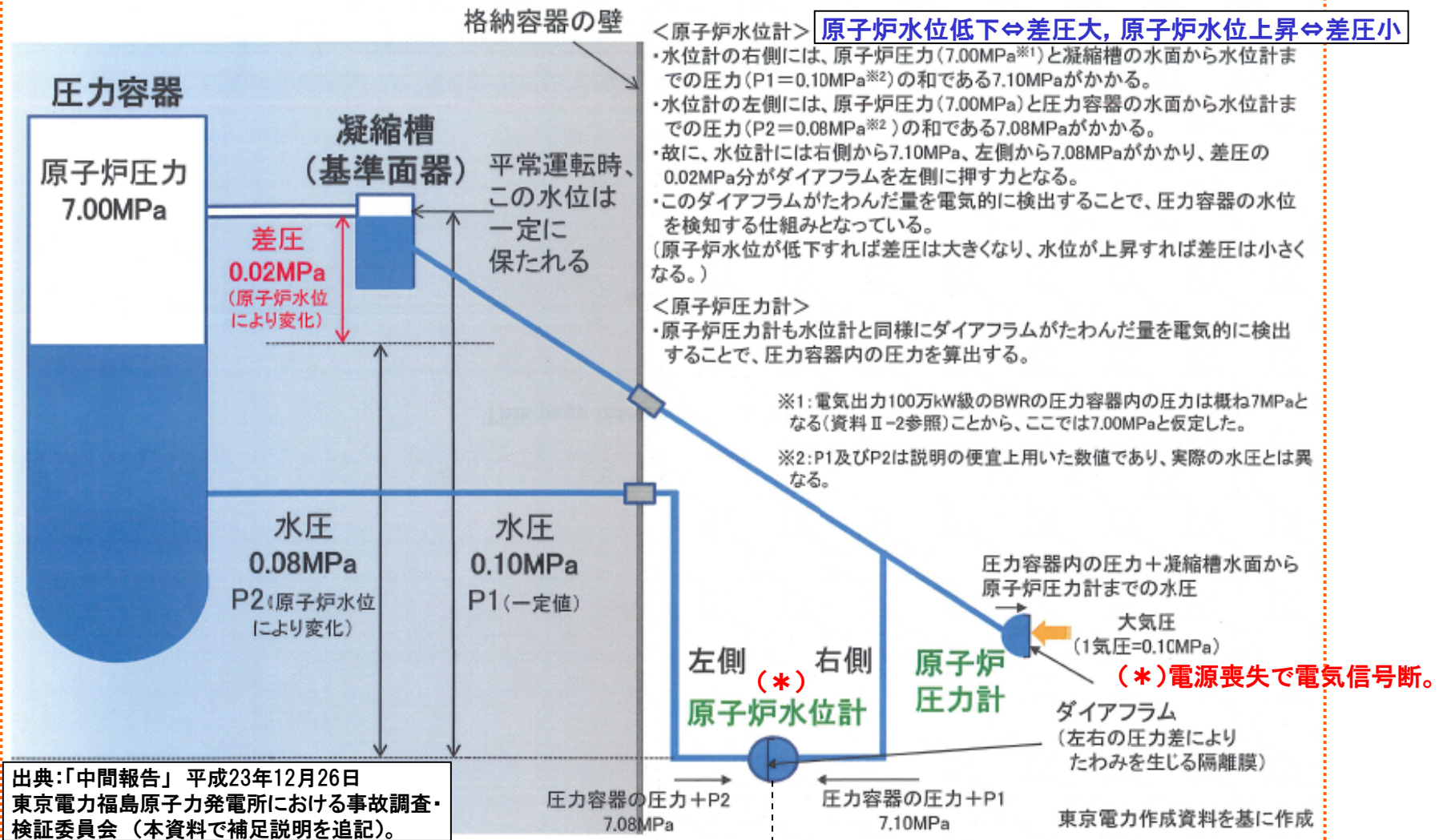


出典:「福島原子力事故調査報告書(中間報告書)」  
平成23年12月2日 東京電力株式会社  
(注)説明のレンジ、表、(補足)等を本資料で追記。

(補足)事故時運転操作手順書(徴候ベース)には、原子力  
圧力変化による原子炉水位計補正曲線が掲載されている。  
(注)計測範囲は代表で2号機を記載。

# 1.1 原子炉水位(計測の仕組み)

## 原子炉水位計及び原子炉圧力計の計測の仕組み

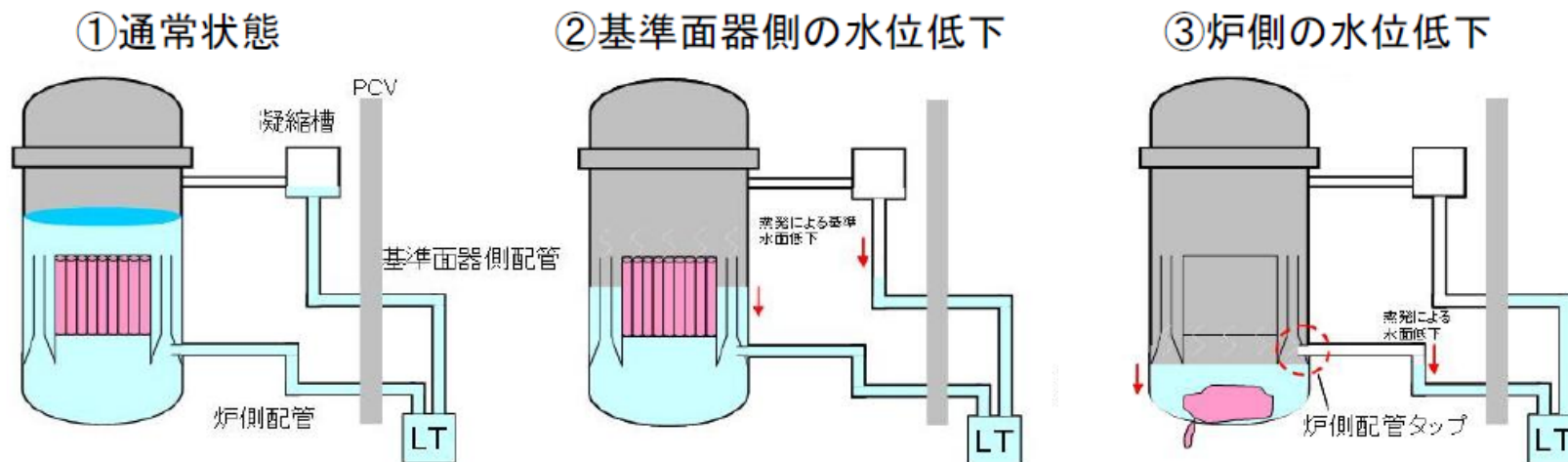


出典:「中間報告」平成23年12月26日  
東京電力福島原子力発電所における事故調査・  
検証委員会(本資料で補足説明を追記)。

原子炉水位計: 差圧伝送器内で、基準面器側と炉側との差圧→ダイアフラムのたわみの変化→(半導体経由)→電気信号と変換され、電気信号が中央制御室へ出力される。

→ 中央制御室へ

# 1.1 原子炉水位(福島事故時推定挙動)



①通常は基準面器(凝縮槽)に基準面は保たれ、差圧が水位として測定される。

②シビアアクシデント時、PCV内温度が飽和温度以上になり、基準面器側の配管内水が蒸発(\*)。差圧は下がり原子炉水位は見かけ上昇。

③原子炉水位は回復せず。炉側配管側の配管内水も蒸発(\*)。蒸発が整定すると、原子炉水位指示は見かけ一定を示す。

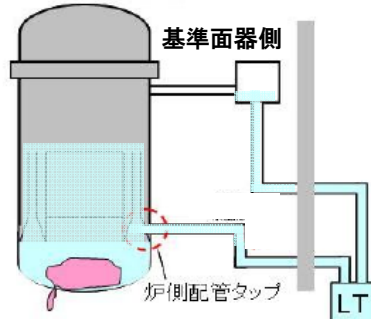
(注)図は「福島第一原子力発電所事故について(1号機)原子力学会安全部会セミナー(第2回)平成24年5月8日 東京電力株式会社 から一部転記。

(\*)平成23年6月25日付及び平成23年11月30日付東京電力HP記者会見配布資料。(2号機の記載のみ。3号機は記載無し。)

# 1.1 原子炉水位(教訓)

- 電源喪失で電気信号断となり計測ができなくなった。
- 燃料下端以下まで水位低下した後、炉心冠水含め計装系復旧まで至らなかった([補足]参照)。

[補足]



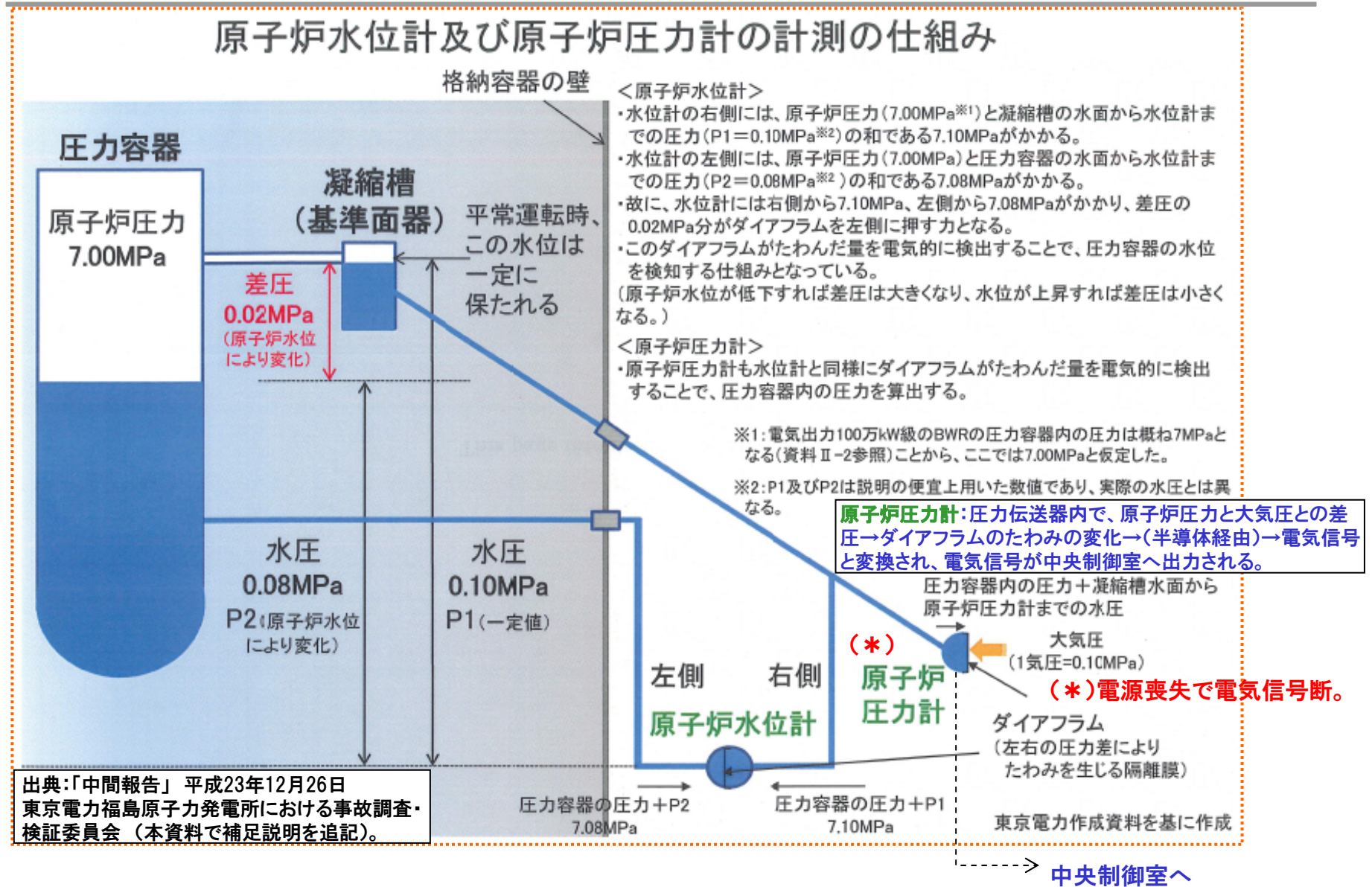
注水成功により原子炉水位が有効燃料頂部(TAF)以上まで回復した場合、基準面器側配管内水張り作業(※)により、原子炉水位計の指示は復旧可能と考えられる。

(※)水張り作業がある事は、『事故時運転手順書(徴候ベース)「水位不明」』を参照した。

(注)図は「福島第一原子力発電所事故について(1号機)原子力学会安全部会セミナー(第2回)平成24年5月8日 東京電力株式会社 から転記し、一部説明のため追記。



# 1.2 原子炉圧力(計測の仕組み)



## 1.2 原子炉圧力(挙動、教訓)

---

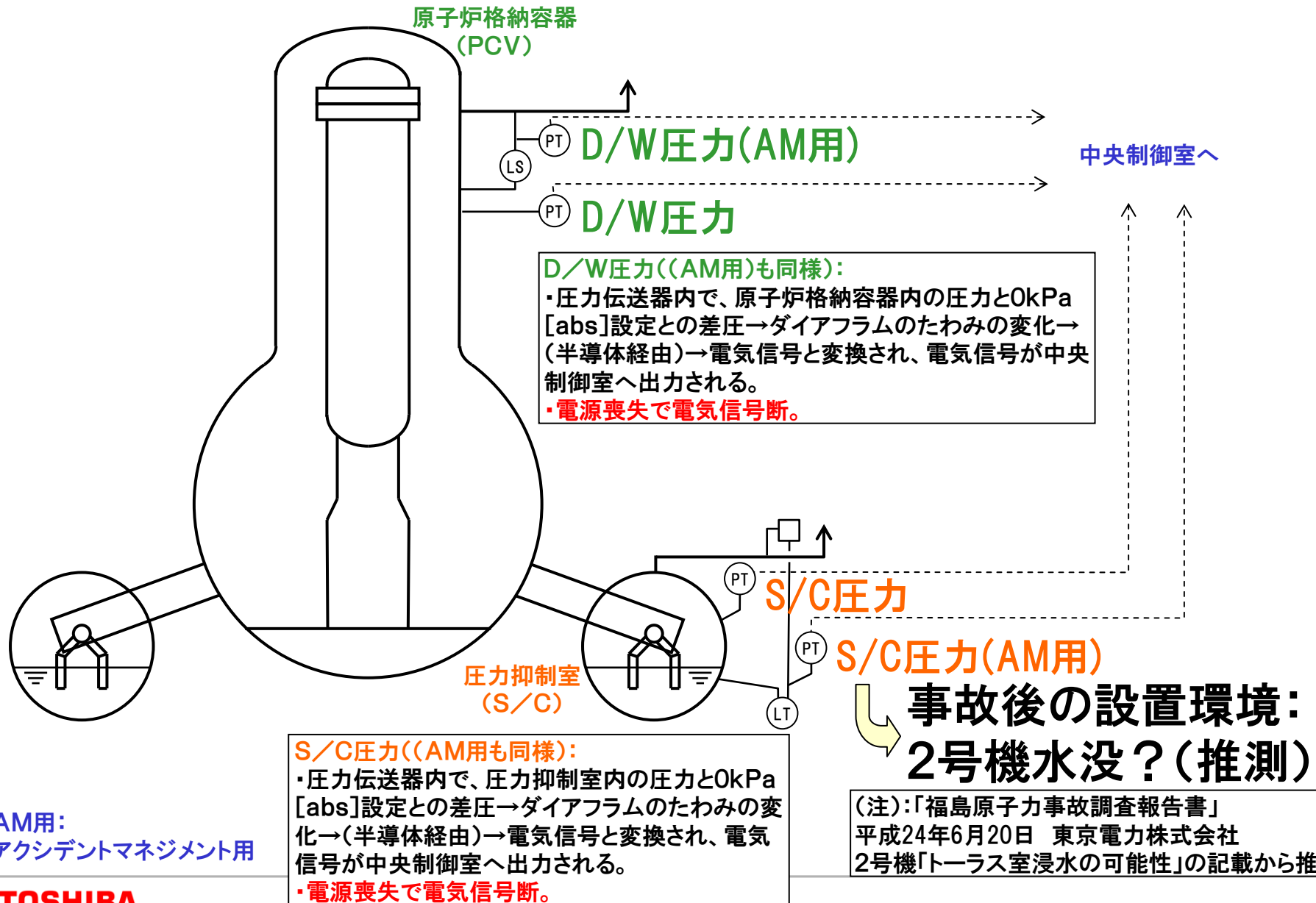
### (挙動)

- バッテリーを接続することで計測が可能となった。2号機、3号機の場合には異常は見られなかった。

### (教訓)

- 電源喪失で電気信号断となり計測ができなくなった。

# 1.3 D/W圧力, S/C圧力(計測の仕組み)



## 1.3 D/W圧力, S/C圧力(拳動、教訓)

---

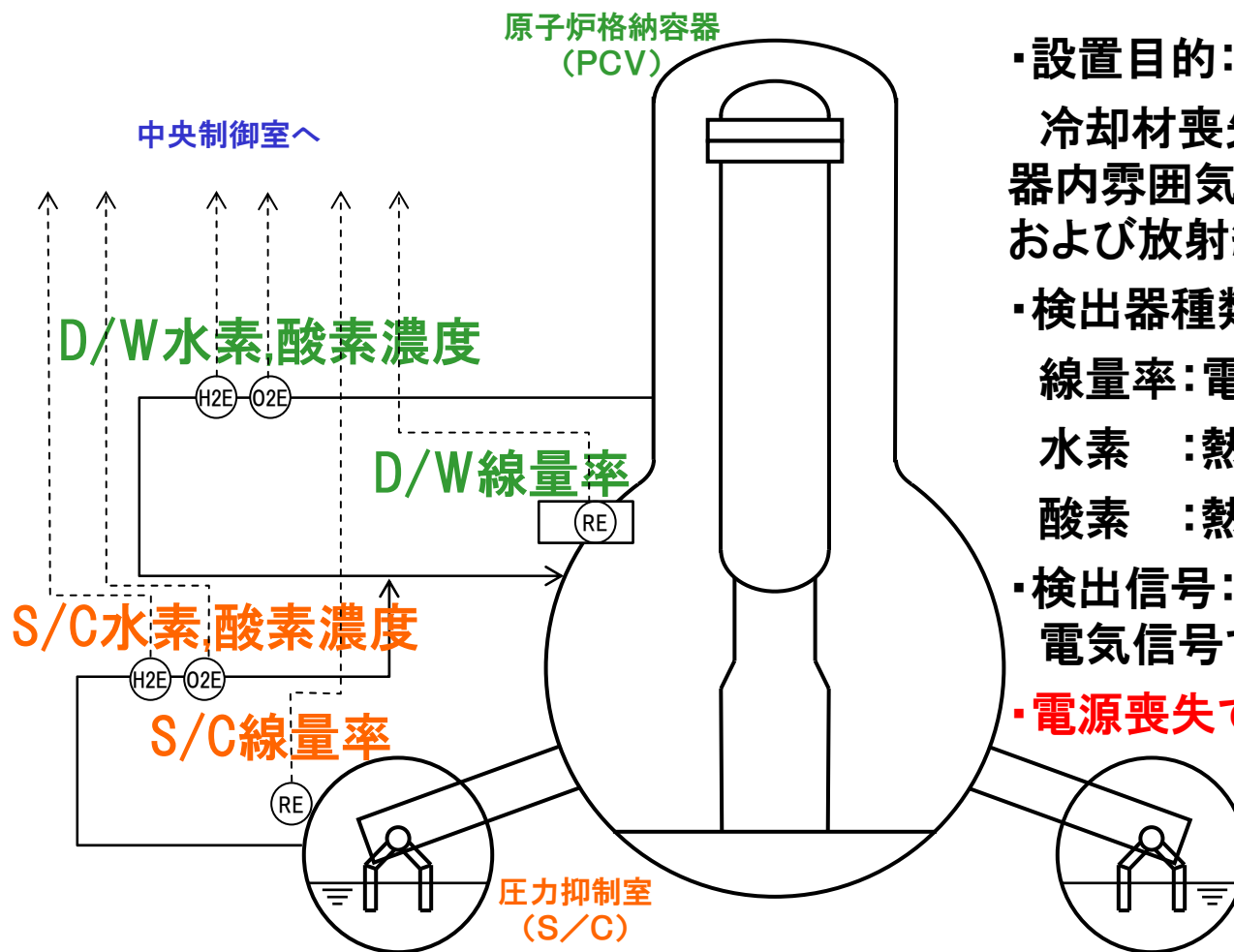
(拳動)

- バッテリーを接続することで計測が可能となった。

(教訓)

- 電源喪失で電気信号断となり計測ができなくなった。
- 水没しても計測可能な計測方式ではなかった。

# 1.4 CAMS(計測の仕組み)



## ・設置目的:

冷却材喪失事故(LOCA)後の格納容器内雰囲気内の水素濃度、酸素濃度、および放射線レベルの監視を行う。

## ・検出器種類:

線量率: 電離箱

水素 : 熱伝導度式/サンプリング方式

酸素 : 熱磁気風式/サンプリング方式

## ・検出信号:

電気信号で中央制御室へ出力される。

## ・電源喪失で計測不可能

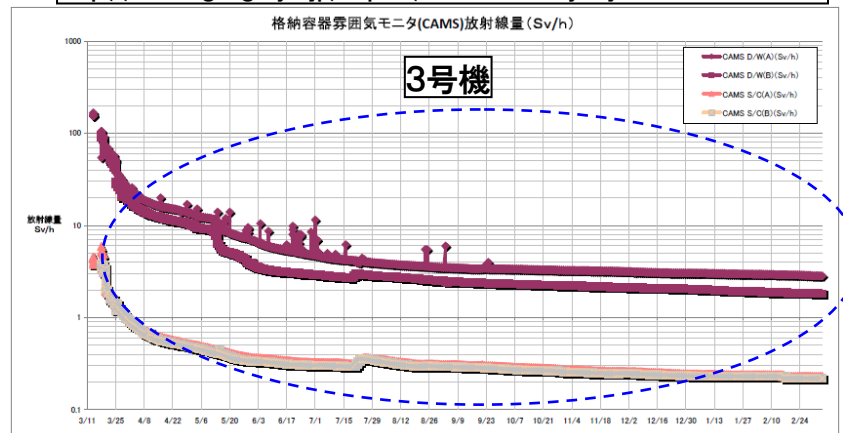
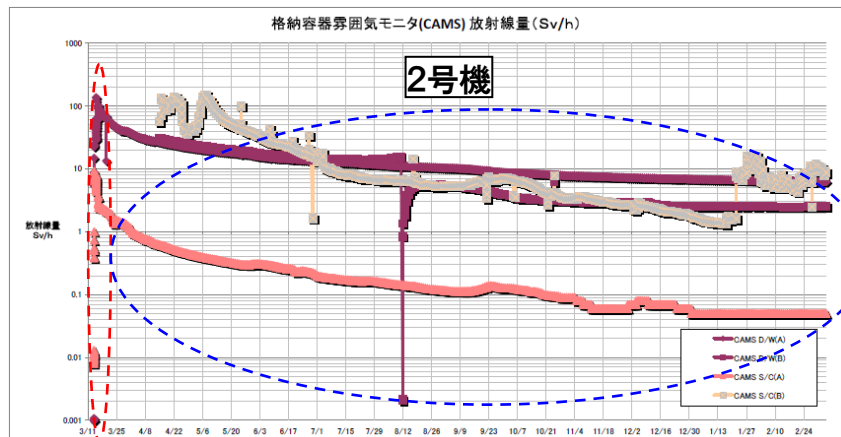
(注)

・CAMS(D/W線量率、S/C線量率、水素/酸素濃度)

Containment Atmospheric Monitoring System: 格納容器雰囲気モニタ系

# 1.4 CAMS(拳動)

出典：一般社団法人 日本原子力技術協会 東日本大震災関連情報  
「福島第一原子力発電所の状況」「主要パラメータ」  
<http://www.gengikyo.jp/report/tohokutaiheiyoujishin.html>



- ・バッテリーを接続することで計測が可能となった。
- ・2号機では、放射線量の上昇過程を捉えられた。
- ・データの乱れは分析不可能であるが、格納容器内放射線量の変化(減衰特性)の傾向は概ね捉えていると推測する。
- ・水素、酸素のデータは、バッテリー給電では復旧できなかった。

## 1.4 CAMS(教訓)

---

- 電源喪失で計測ができなくなった。
- 線量率の変化の傾向は捉えられていることから電離箱自体は相応の耐力があることが確認できたが、環境悪化に対する更なる対策強化が必要と考えられる。

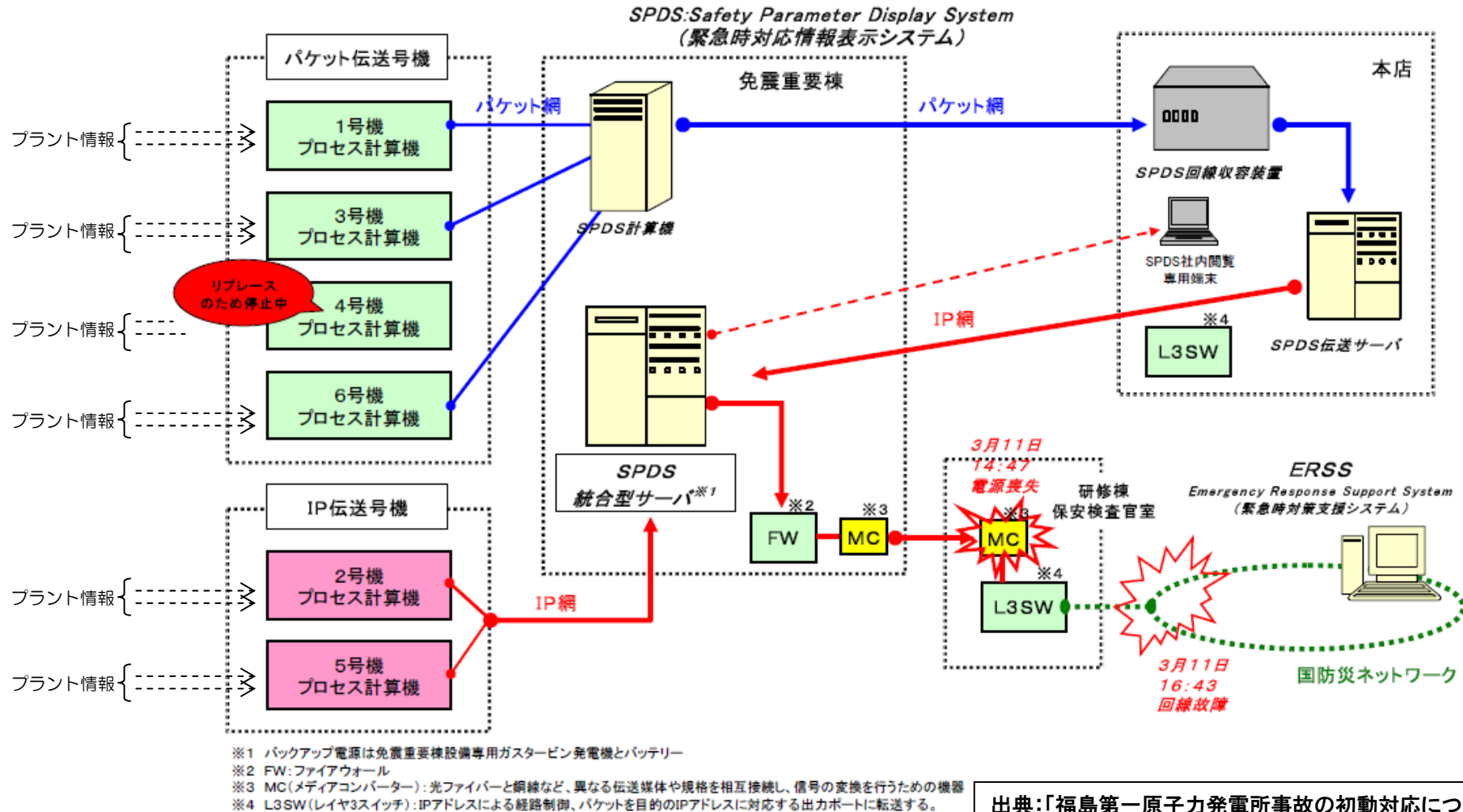
---

### □御参考:CAMS線量率測定値の応用

- アクシデントマネジメント対策時に、CAMS線量率測定値を、炉心の損傷程度の推定へ応用する解析が実施されている。  
(注)想定したアクシデントのもとで推定に使用されている。

# 2. 福島第一SPDSの構成

福島第一SPDS設備構成 ～3月11日地震発生後の伝送状態～



**教訓: 電源喪失で、プラント情報が検出されず、プロセス計算機が動作しない。結果、免震重要棟にあるSPDS計算機も情報を収集できない。**

出典:「福島第一原子力発電所事故の初動対応について」  
 東京電力株式会社 平成23年12月22日  
 (注)「プラント情報」がプロセス計算機に送られる図示と左記記載は、説明のため本資料で追記。



### 3. 計装系、情報系への教訓

---

#### ■ 電源が喪失した。

(例) 電源喪失で計装系、情報伝達系が機能しない。

教訓: 機能維持を目的とした電源確保が必要。

#### ■ 計測系が復旧できなかった(代替計測手段がなかった)。

(例) 燃料下端以下まで水位低下した後、  
炉心冠水含め計装系復旧まで至らなかった。

教訓: 特に原子炉水位計については多様化が必要。

#### ■ 設置環境が悪化した。

(例) ・S/C圧力計水没(?)により故障し、指示しなくなる。

・原子炉建屋環境悪化により、放射線量指示値変動。

教訓: これまで機能維持できている計装系についても、  
環境悪化に対する耐性強化が必要。

## 4. 今後の対策

---

■福島事象の教訓から得られた計装系及び情報系における対策は、NISA30項目のうち以下に相当する。本対策を考慮して計装系、情報系の信頼性向上を図る。

- ・対策9 : 個別専用電源の設置
- ・対策26 : 事故時の通信機能確保
- ・対策27 : 事故時における計装設備の信頼性確保
- ・対策28 : プラント状態の監視機能の強化

■あわせて、(\*)「過酷事故用計装システムに関する研究」にて実機への適用を目的とした研究開発を行っている。

(\*) 発電用原子炉等安全対策高度化技術開発費補助金

**TOSHIBA**

**Leading Innovation >>>**