

委員質問への回答
【2/1 第5回技術委員会中の質問】

平成25年2月19日



東京電力

委員質問 その1

地震により使用済燃料プール内の燃料が近接した（偏心した）場合における未臨界評価はどのようにおこなっているのか。

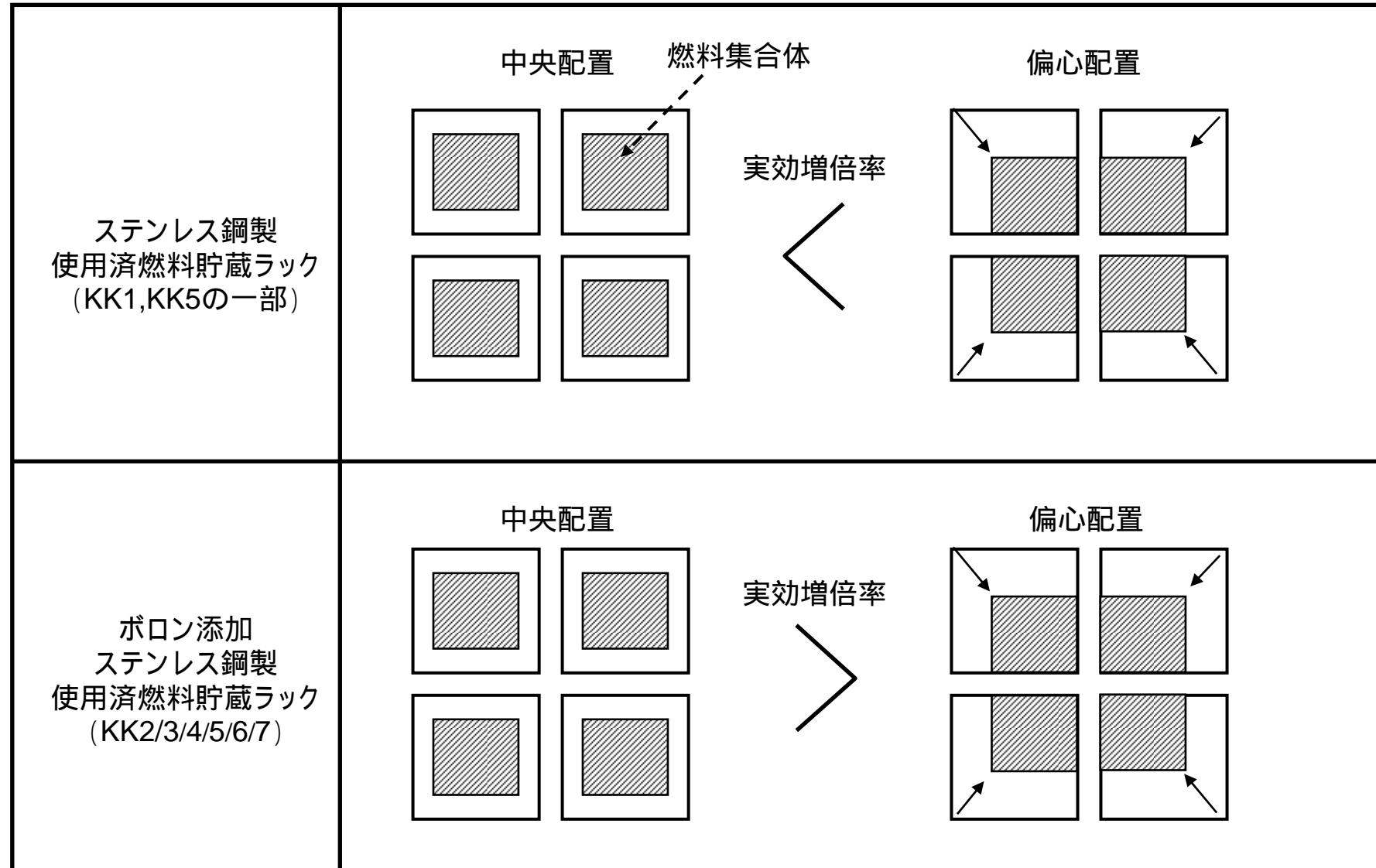
（平成24年度 第5回（2/1）技術委 鈴木委員）

使用済燃料貯蔵ラック内の燃料の偏心について

- 使用済燃料の未臨界性を確実に確保するため、未臨界評価の設計基準は、想定される厳しい状況において、実効増倍率が0.95以下となることとしています。ここで、想定される厳しい状態とは、前回の技術委員会でご報告した、燃料の反応度（保守的な無限増倍率（1.30）を仮定した燃料を全ての使用済燃料貯蔵ラックに貯蔵した場合を仮定）のみならず、ラックの製造公差、燃料の偏心等を考慮した上で、実効増倍率の値が最も大きくなる条件を設定しています。
- 柏崎刈羽原子力発電所の使用済燃料貯蔵ラックは、ステンレス鋼製又はボロン添加ステンレス鋼製のラックを用いています。燃料配置については、下表に示すとおり偏心配置を考慮して実効増倍率が厳しくなる体系での評価を行っています。

ラックの種類	未臨界評価におけるラック内の燃料配置	理由
ステンレス鋼製 使用済燃料貯蔵ラック	偏心配置	偏心配置で燃料集合体が集中することによる反応度上昇効果があるため
ボロン添加 ステンレス鋼製 使用済燃料貯蔵ラック	中央配置	偏心配置で燃料集合体が集中することによる反応度上昇効果よりも、中性子強吸収体であるボロンに接近して反応度が低下する効果の方が大きいため

使用済燃料貯蔵ラック内の燃料の偏心について



委員質問 その2

2号機の圧力容器の上部ベローシール箇所（TE-16-114R#2）の温度が2013年1月15日頃、100 を超えましたが、これは「冷温停止状態」ではないことを意味しているのではないですか？

また、TE-16-114R#2の熱電対が不良であれば、起電力が下がるため、実際の温度より低い値を示すはずですが、著しく高いのはなぜですか？

（平成24年度 第5回（2/1）技術委 鈴木元衛委員）

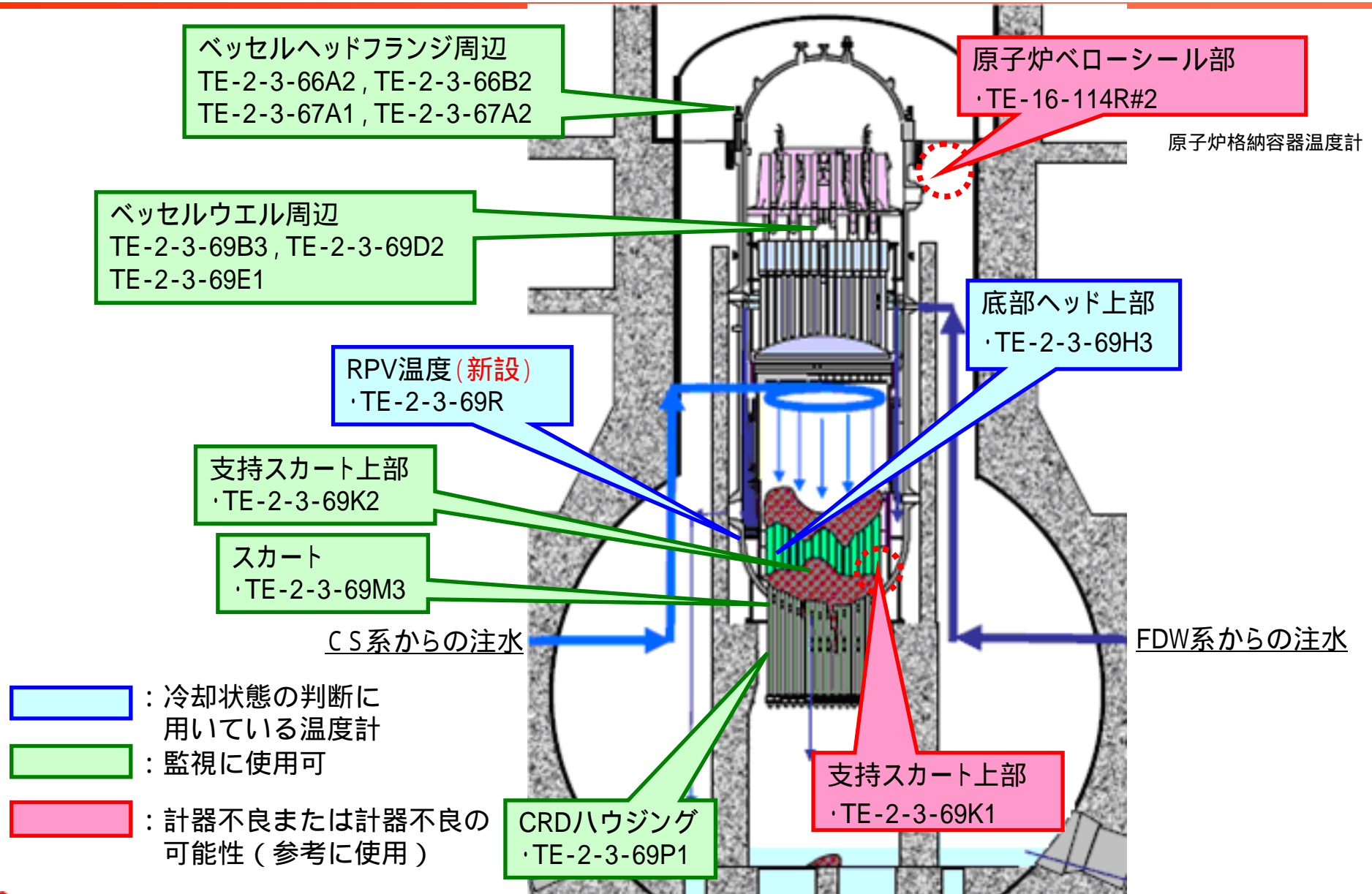
当社回答

2号機の圧力容器の上部ベローシール箇所（TE-16-114R#2）は事故環境の影響により指示値が上昇していると考えております。

保安規定で、原子炉の冷却状態を維持するにあたって、判断に用いている以下の温度計指示値は判断基準を十分下回って推移しております。

- ・ 原子炉圧力容器底部温度（80 以下）
- ・ 原子炉格納容器内温度（全体的に著しい温度上昇傾向が無いこと）

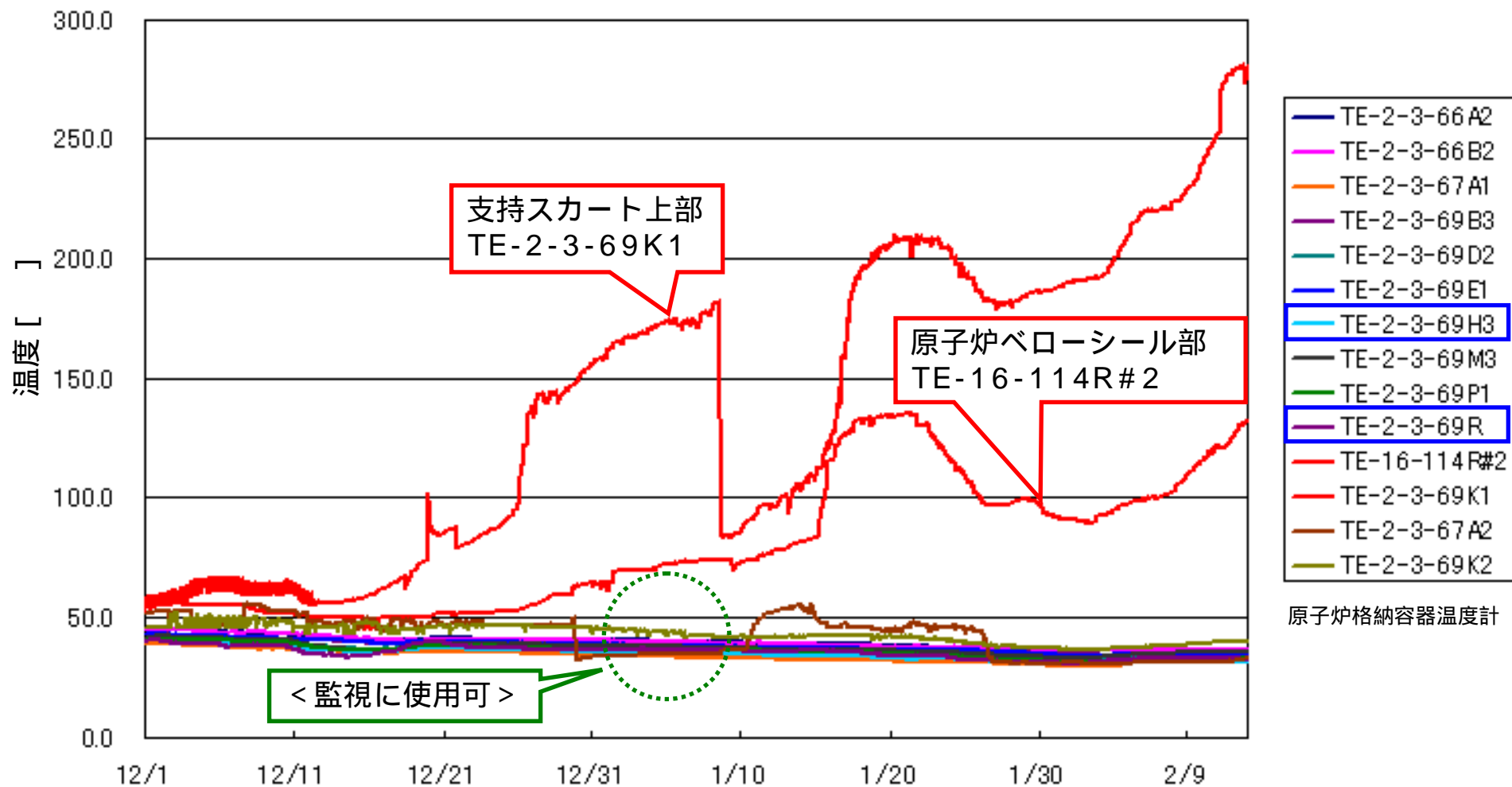
1 F 2 温度計の設置位置概要（原子炉压力容器）



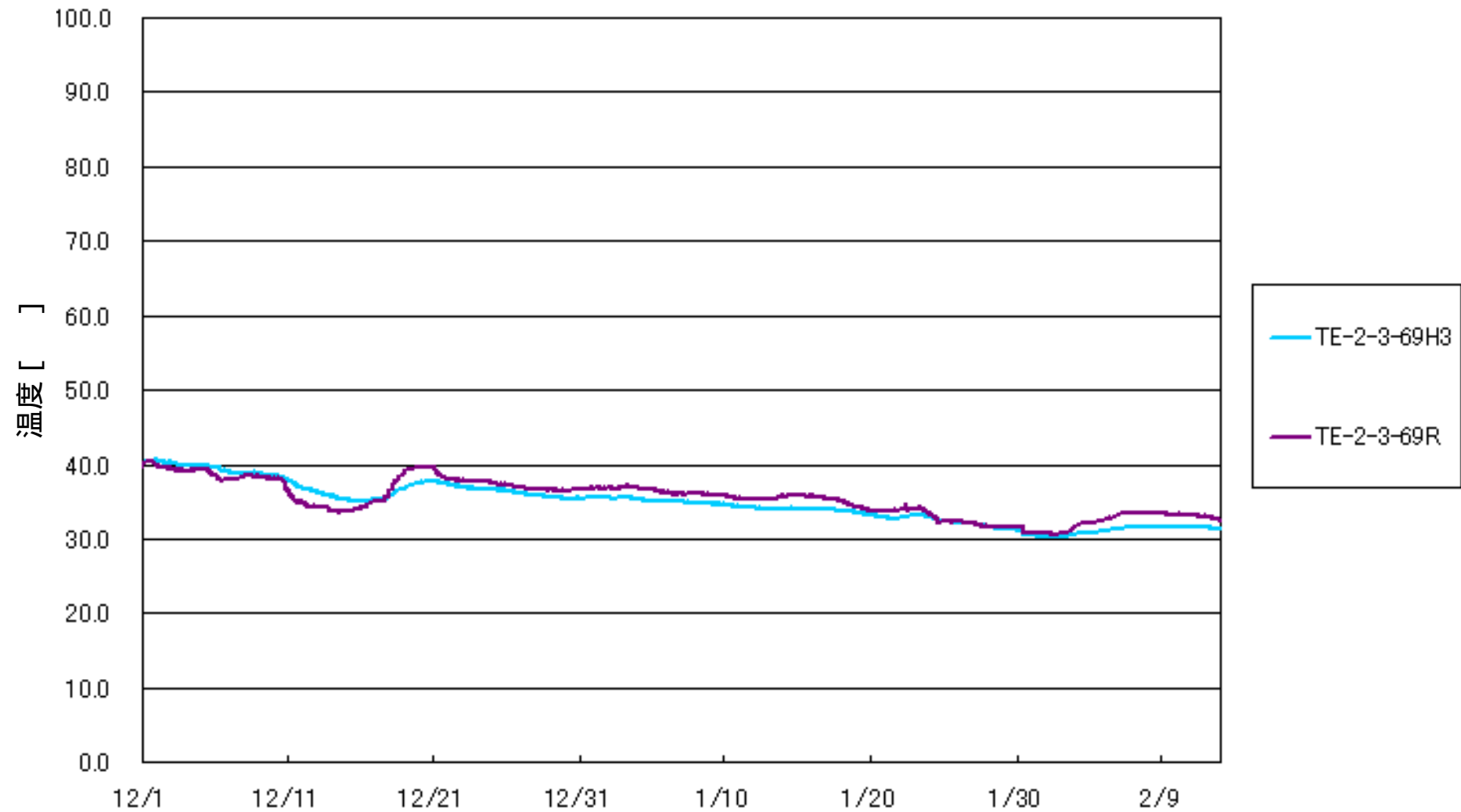
- : 冷却状態の判断に用いている温度計
- : 監視に使用可
- : 計器不良または計器不良の可能性（参考地使用）

1 F 2 各温度計の温度（原子炉压力容器）

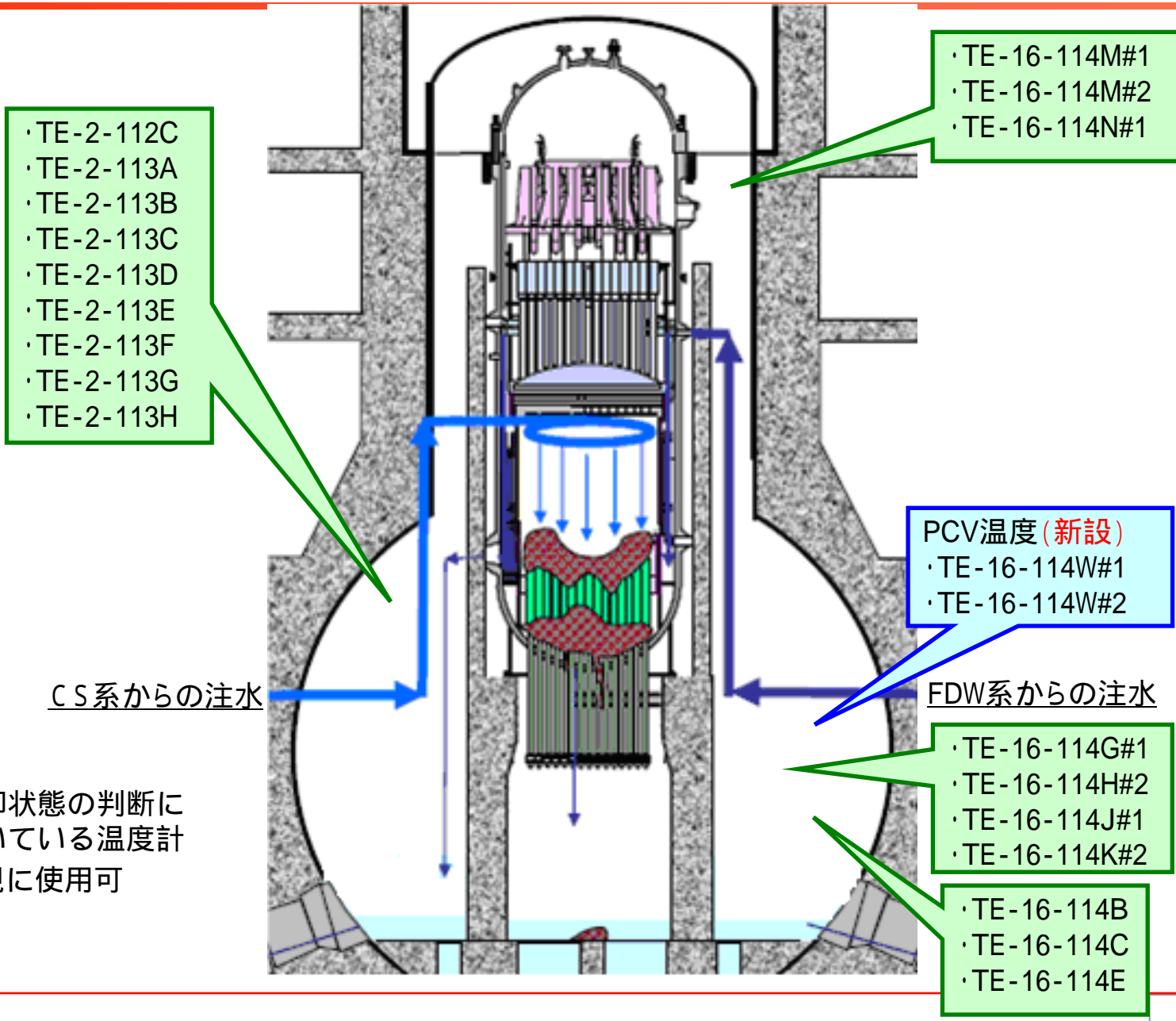
 : 冷却状態の判断に用いている温度計



< 参考 > 冷却状態の判断に用いている温度計の温度

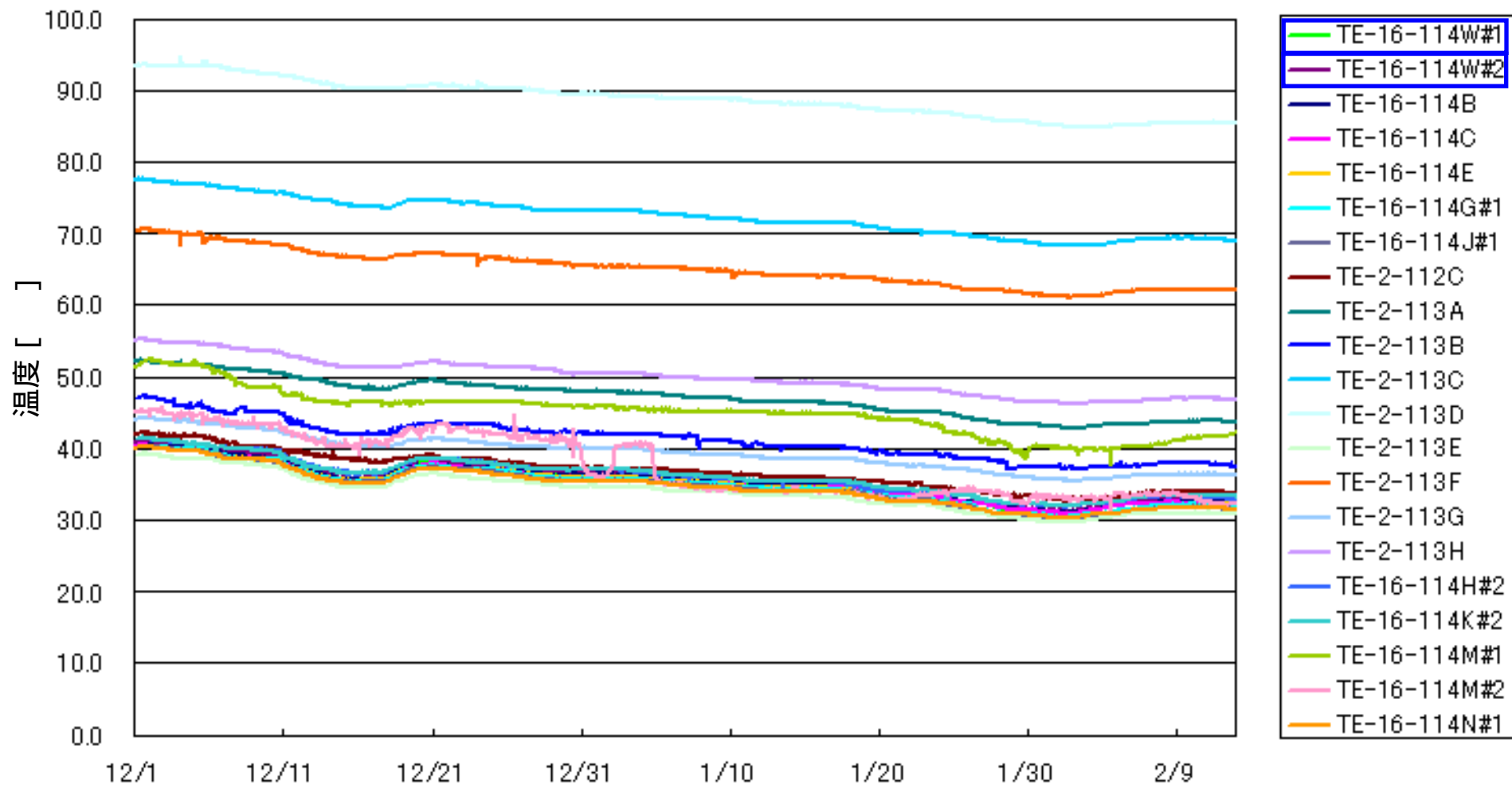


1 F 2 温度計の設置位置概要（原子炉格納容器）

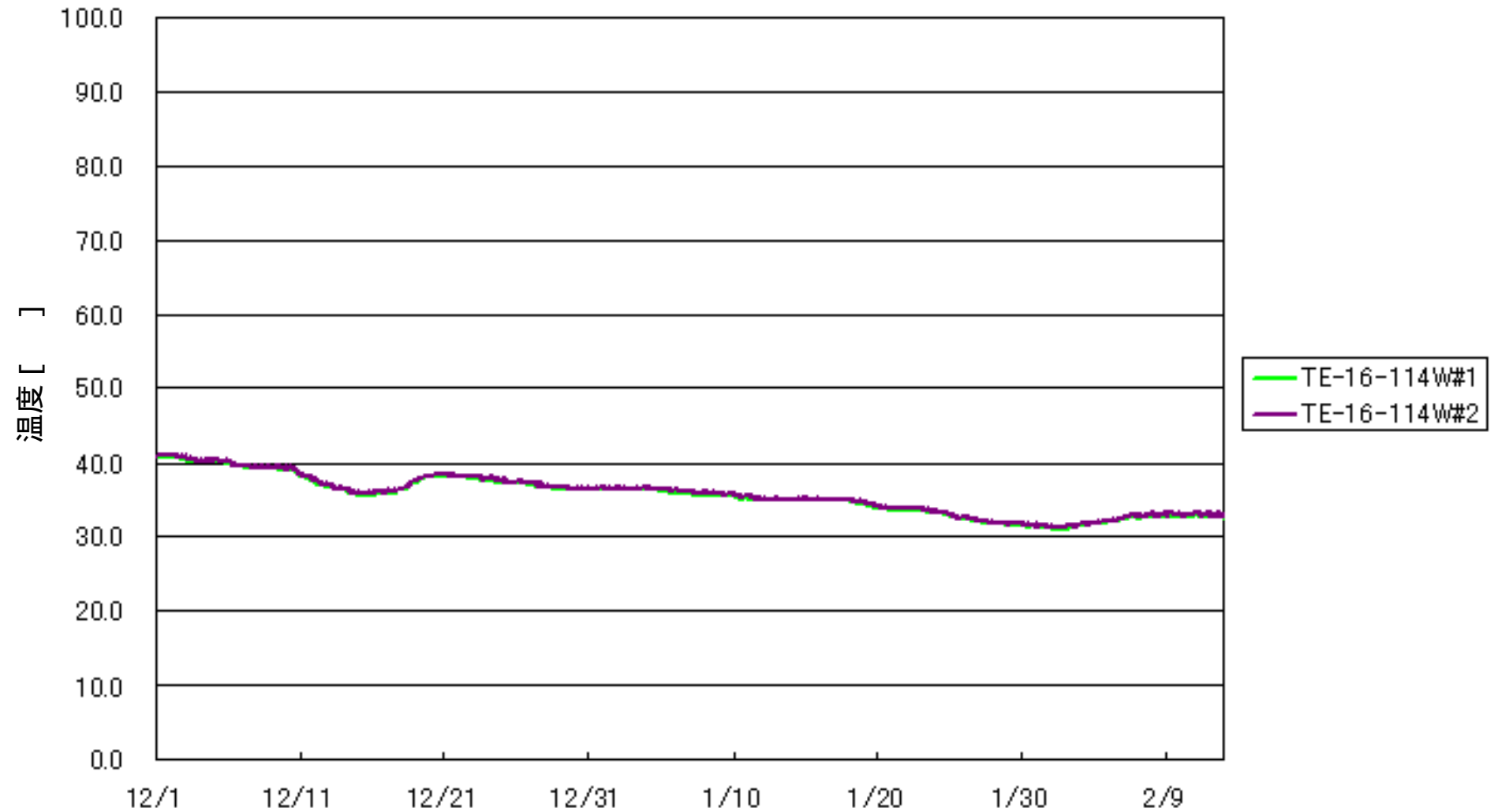


1 F 2 各温度計の温度（原子炉格納容器）

TE-16-114W#1 : 冷却状態の判断に用いている温度計



< 参考 > 冷却状態の判断に用いている温度計の温度



1 F 2 原子炉压力容器・格納容器代替温度計の設置

事故以降（H24年9月・10月）に、2号機の原子炉压力容器や格納容器に新設の温度計（代替温度計）を設置したところ、現状健全と評価され冷却状態の判断に用いている温度計の指示値と大きな乖離がないこと、及び、それらの指示値が100 を十分に下回っていることを確認。

冷却状態を新設の温度計でも確認。

表1 . 既設温度計と新設温度計の指示値

対象温度計	既設指示値	新設指示値	新設設置時期
2号機RPV温度計	46.1	42.6	H24/10/3
2号機PCV温度計	47.5	47.8 ~ 47.9	H24/9/19

1 F 2 R P V 代替温度計設置

既設温度計との比較

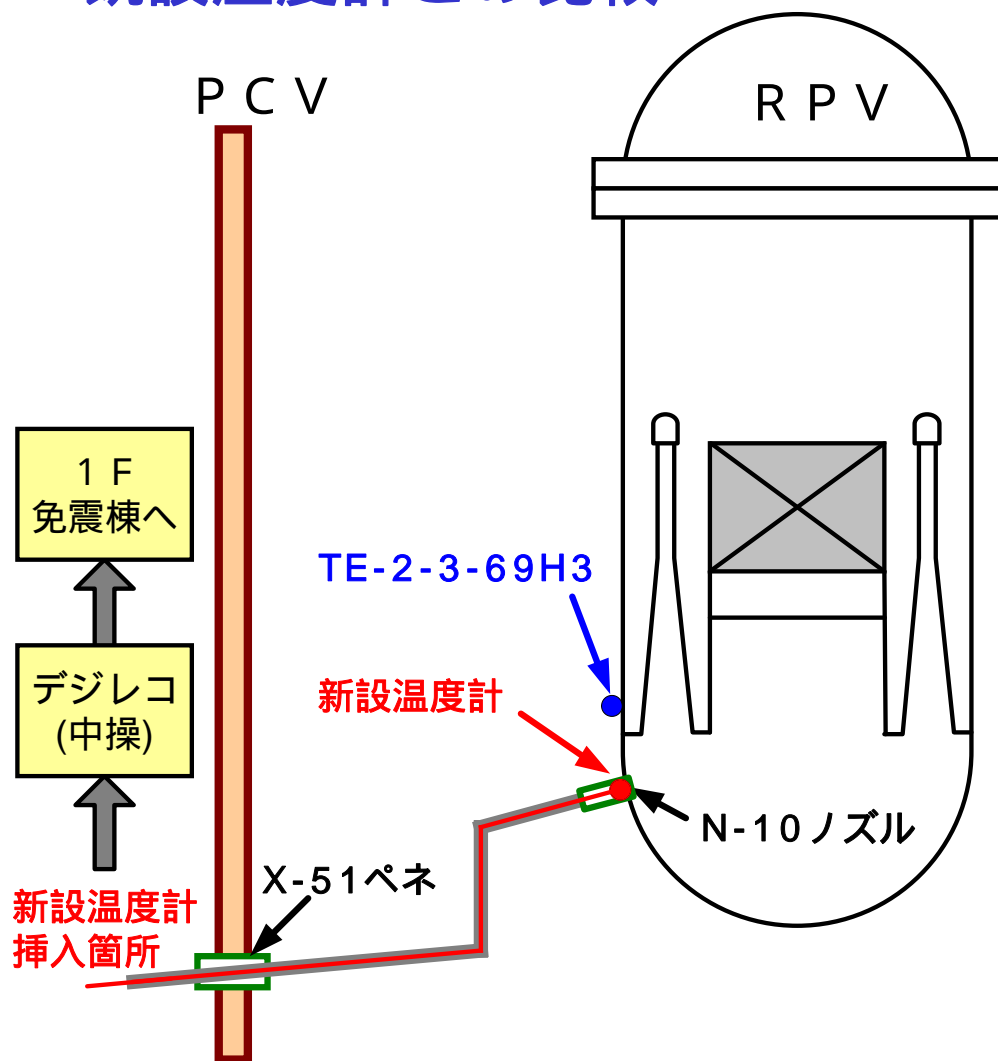


表2 . 既設温度計と新設温度計の指示値

TE-2-3-69H3 (RPV底部ヘッド 上部温度計)	TE-2-3-69R (新設RPV温度計)
46.1	42.6

10/3 11:00現在

指示値の大きな乖離はないため、
冷却状態を監視できている。

1 F 2 P C V 代替温度計設置

既設温度計との比較

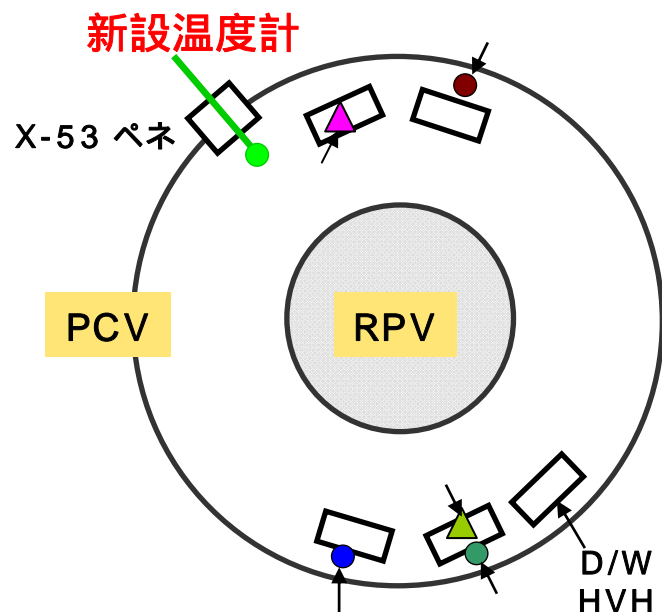


表3 . 既設温度計と新設温度計の指示値

No.	Tag No.	計器名称	指示値
	TE-16-114B	D/W(B)HVH戻り	47.9
	TE-16-114C	D/W(C)HVH戻り	48.0
	TE-16-114E	D/W(E)HVH戻り	47.8
	TE-16-114G	D/W(B)HVH供給	47.6
	TE-16-114J	D/W(D)HVH供給	47.5
	TE-16-114W#1	新設PCV温度	47.8
	TE-16-114W#2	新設PCV温度	47.9

9/19 12:40現在

指示値の大きな乖離はないため、
冷却状態を監視できている。

当社回答

温度計の構成部品（ケーブル・端子台等）は原子炉格納容器内にあり、事故直後、高温・高湿度な厳しい環境に曝されたことにより、故障傾向にあると考えております。

高湿度環境下で端子台等の絶縁不良が発生した場合、ガルバニ電池効果により、温度指示値が上昇する、または下降する可能性が考えられます。

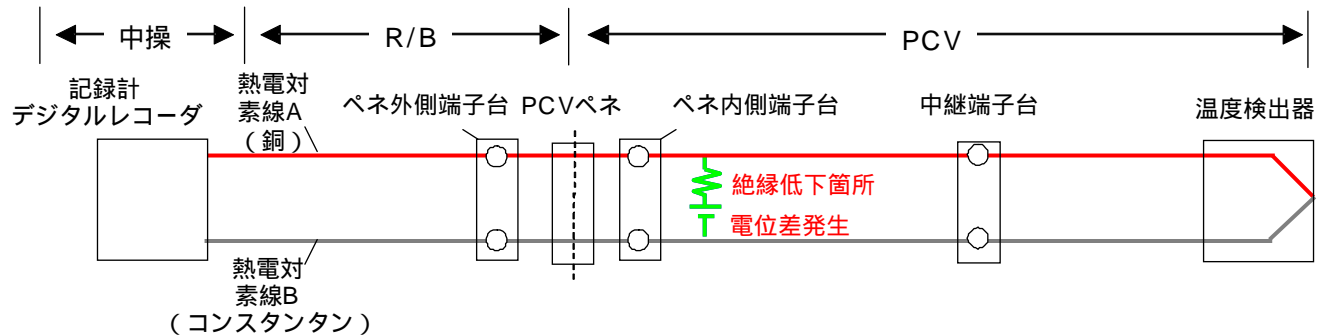
これまで同様な熱電対の指示不良を確認しており、想定される要因について検討し、モックアップ試験を行った結果、熱電対の温度が上昇することを確認しております。

ガルバニ電池：

各電極表面で生じる電気化学反応の平衡電位（標準酸化還元電位）の差異に起因する電池のことで電極が水溶液や水膜等の電解質を介して導通している場合に形成される。熱電対における熱起電力とは別物

温度指示上昇要因

原子炉底部温度計の概略構成図



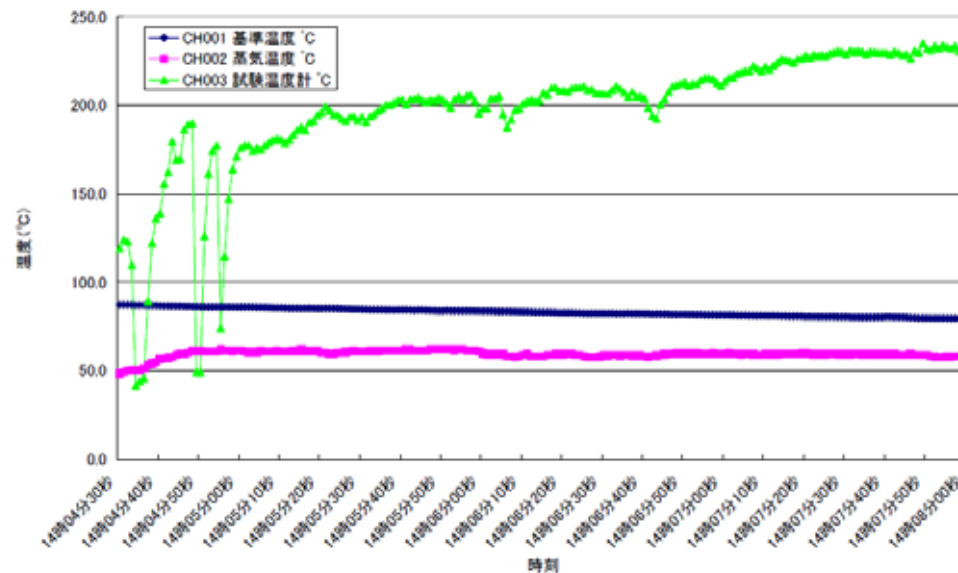
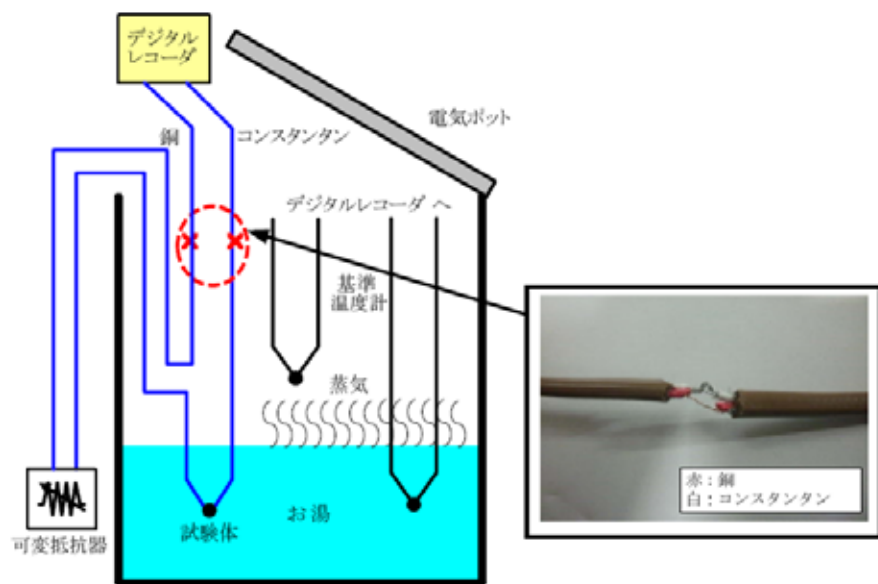
事象の推定メカニズム

温度計構成部品で絶縁低下が発生。その後、海水注水等の電解質溶液と湿分の影響により、絶縁低下箇所に腐食を生じ電位差が発生（ガルバニ電池電圧）。

電位差（ガルバニ電池電圧）の影響により温度計の見かけの指示値が、緩やかに実際の温度よりも高めに指示

温度指示上昇に関するモックアップ試験

モックアップ試験回路



塩水浸水後の蒸気暴露中の温度トレンド

試験結果より、実温度より高い温度を指示することを確認しております。