

# BWRプラントにおける 被ばく線量低減への取り組み

東京電力株式会社  
原子力運営管理部  
放射線管理グループ  
宮澤 晃



東京電力

---

# 目次

---

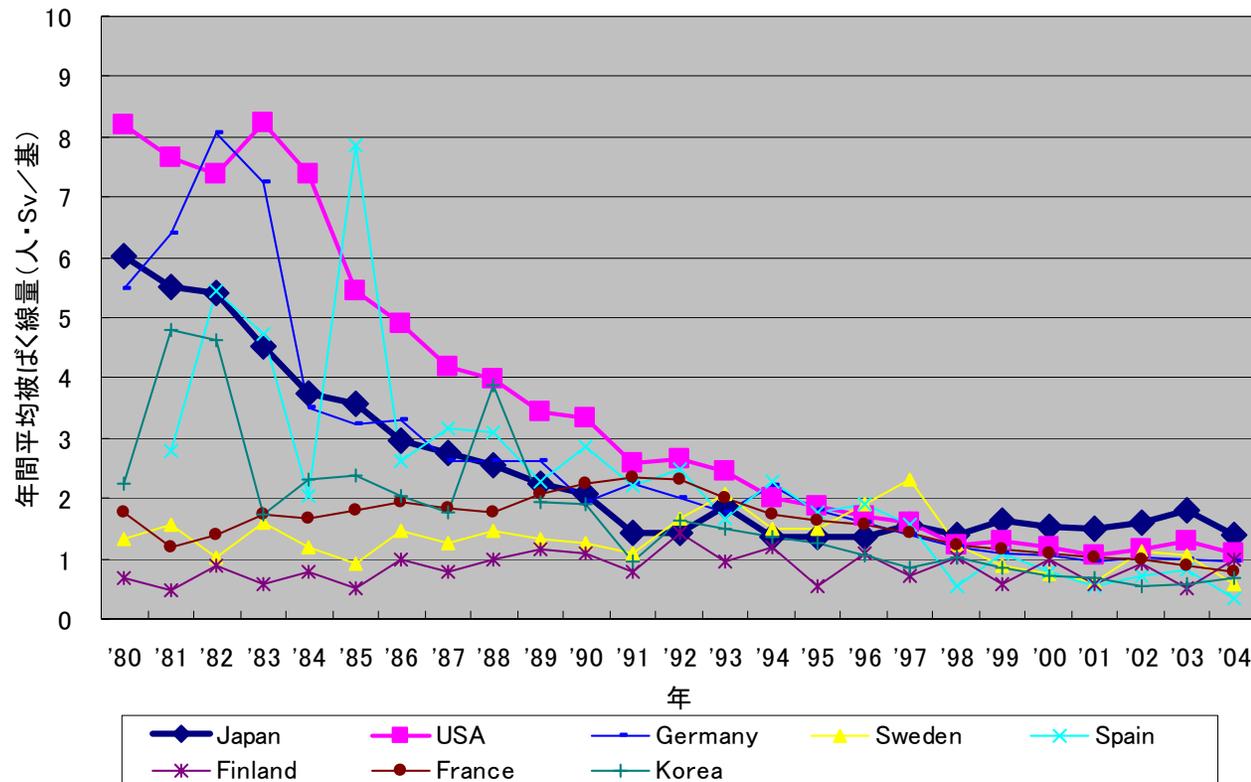
1. はじめに  
東京電力の被ばく線量概況
2. 福島第一原子力発電所の状況  
給水鉄低減の取り組み
3. 福島第二原子力発電所の状況  
化学除染後再汚染防止の取り組み
4. 柏崎刈羽原子力発電所の現状と課題  
ABWRプラントの線量低減
5. まとめ

# 1. はじめに

## 東京電力の線量概況

# 被ばく線量の現状（日本vs諸外国）

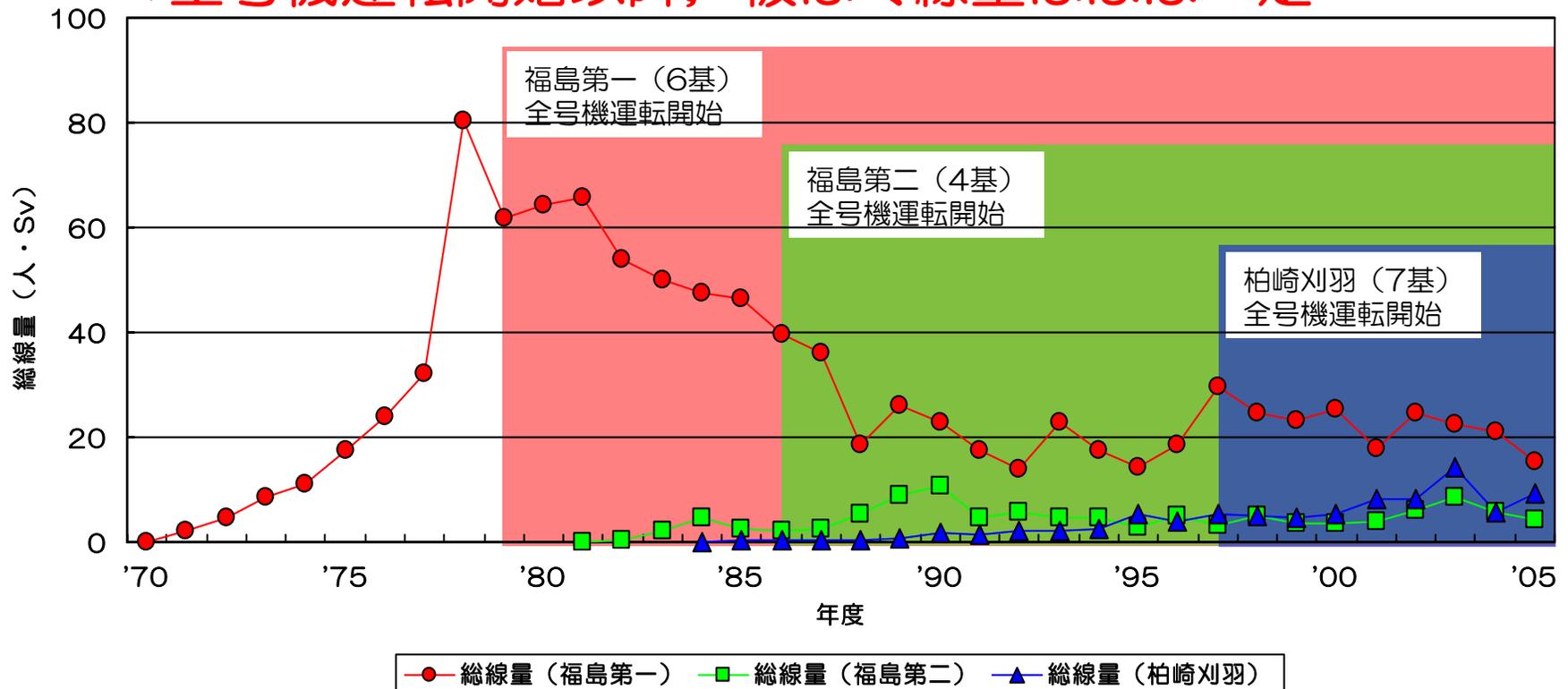
- 80年代～90年代初頭にかけて、日本の原子力発電所は様々な線量低減対策を実施
- 90年代以降、日本の線量は横ばい傾向（海外は低減傾向が継続）



諸外国と比較した日本の年間平均被ばく線量

# 被ばく線量の推移（当社）

- 福島第一は，運転中のプラントに様々な追加対策を実施  
⇒ **全号機運転開始以降，被ばく線量は低減**
- 福島第二および柏崎刈羽は，設計段階で様々な対策を導入  
⇒ **全号機運転開始以降，被ばく線量はほぼ一定**



当社原子力発電所の総線量の推移

## 水化学管理における被ばく線量低減対策

(BWRプラントの場合)

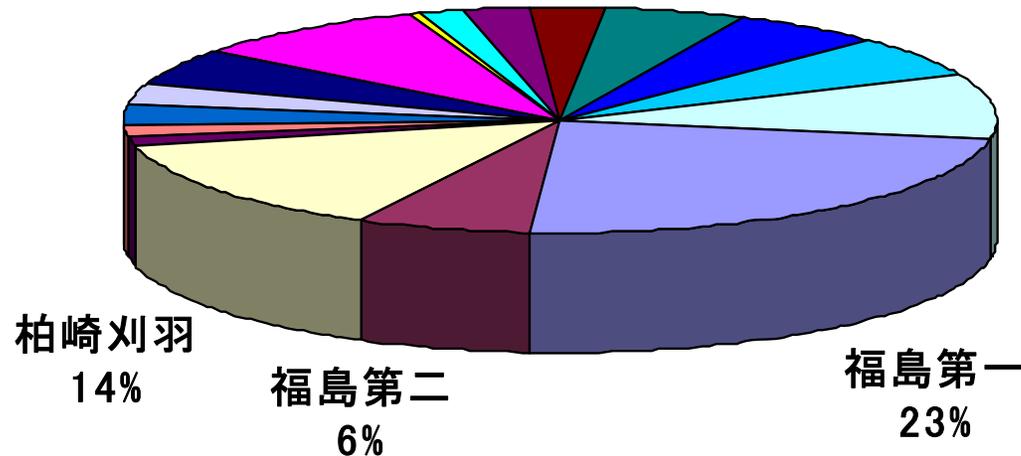
	'80	'90	'00
配管線量率低減	Fe/Niコントロール	改良Fe/Niコントロール 極低Fe/高Ni運転 亜鉛注入	プレフィルミング 化学除染 RHR低温投入
クラッド放射能低減	HFF追設	復水系プレフィルタ設置	プリーツフィルタ ソフトシャットダウン

# 被ばく線量の現状（日本vs当社）

## 国内被ばく線量の現状

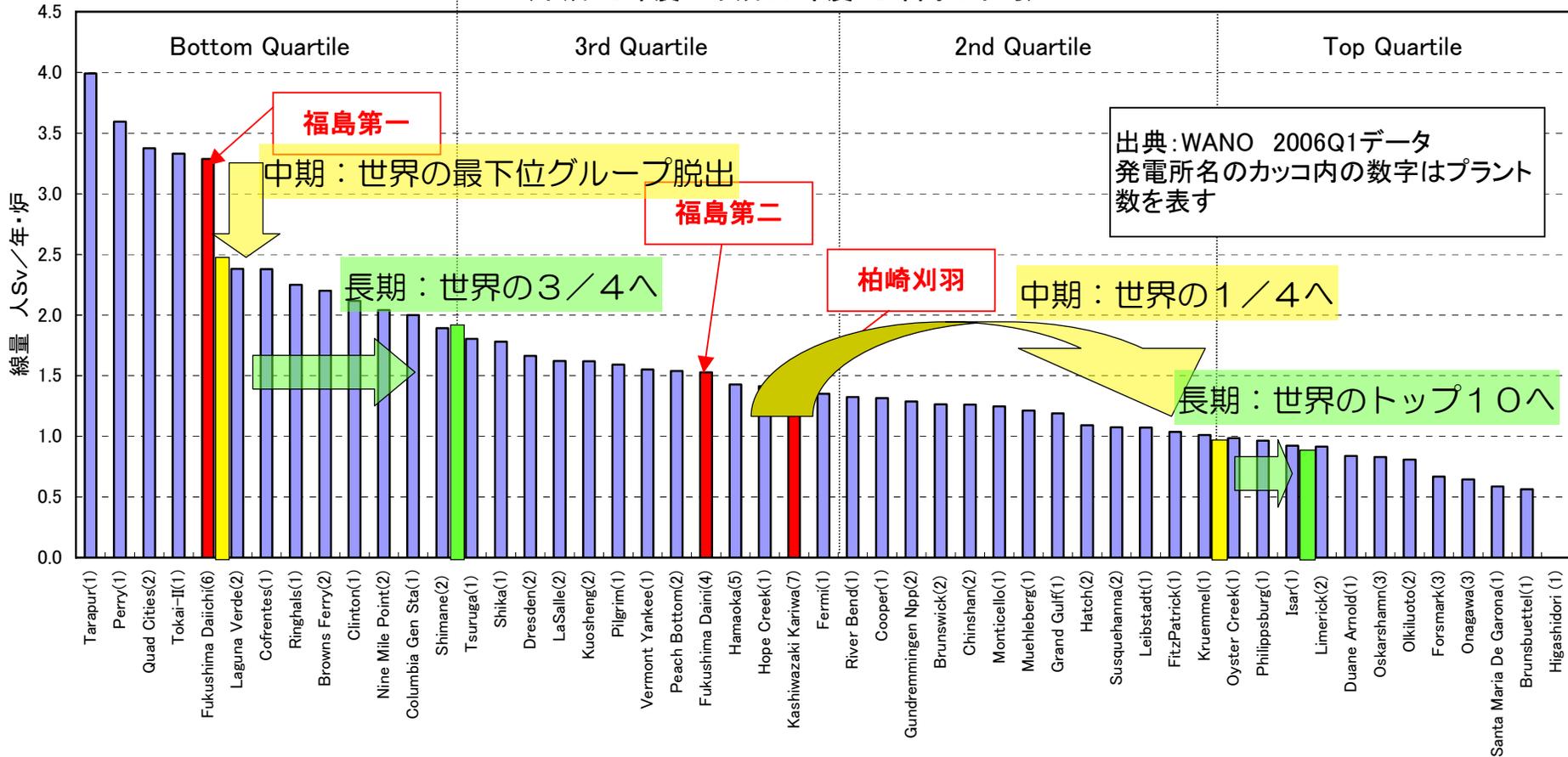
- 当社三発電所で日本の被ばくのほぼ半分（43%）
  - 福島第一は日本の被ばくのほぼ1/4（23%）
- ⇒**当社の線量低減が、日本全体の線量低減に直結**

平成17年度 日本国内総線量（PWR+BWR）



# 当社における中長期線量目標

世界のBWR発電所における原子炉1基あたりの年度線量  
(平成15年度～平成17年度 3年間の平均)



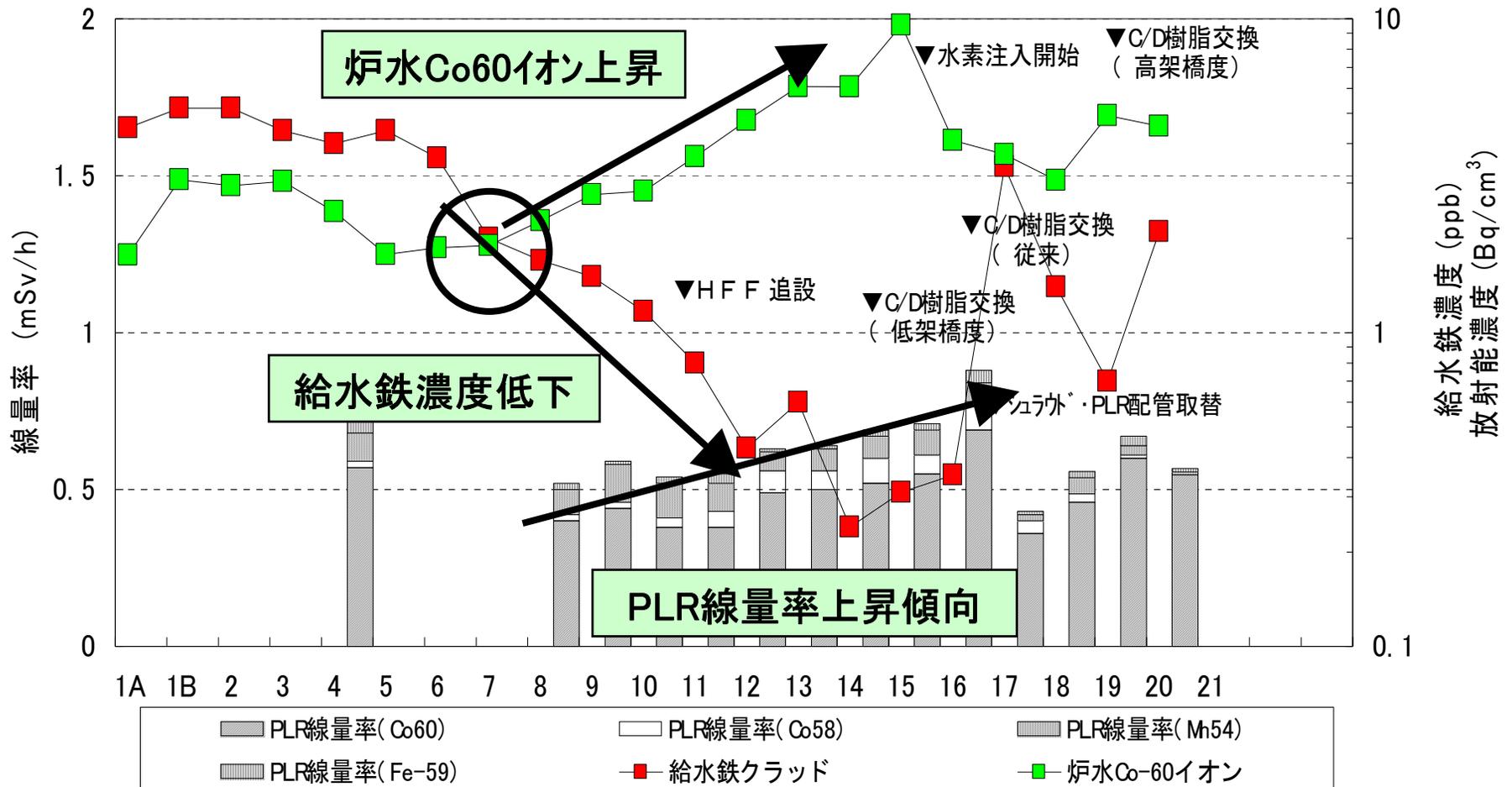
## 2. 福島第一原子力発電所の状況

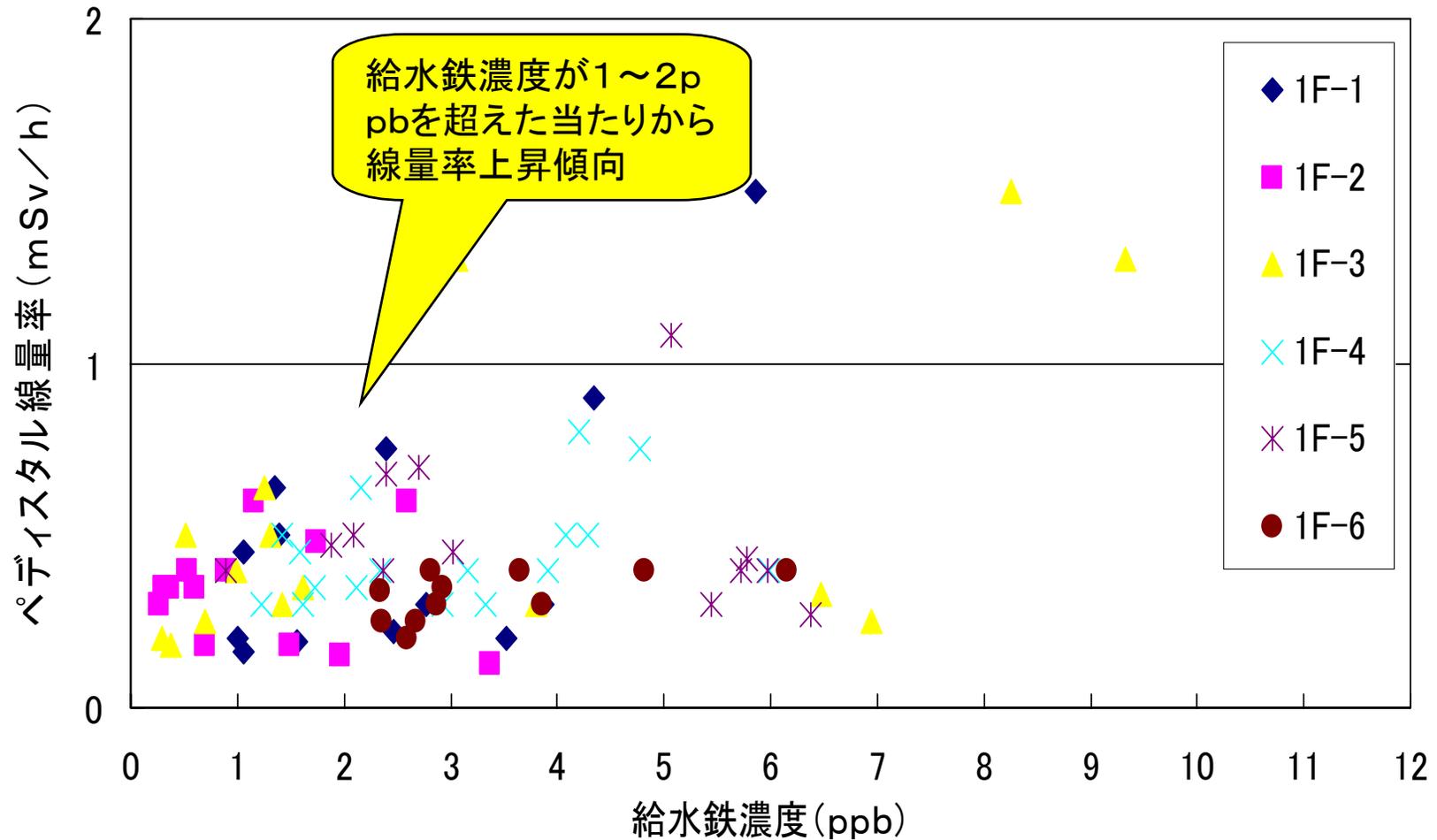
### 給水鉄低減の取り組み

# 給水鉄濃度とPLR線量率の関係 (BWR-4)

【福島第一】

BWR-4給水鉄濃度と炉水放射能、PLR線量率の推移



給水鉄濃度とD/W内 $^{\circ}$ ペイスタル線量率の関係福島第一における給水鉄濃度とドライウェル内 $^{\circ}$ ペイスタル線量率との相関

# 給水鉄低減対策

## 【当面】

- コンデミ樹脂逆洗及び薬品再生増加
  - 給水鉄濃度 1～2ppb 目標

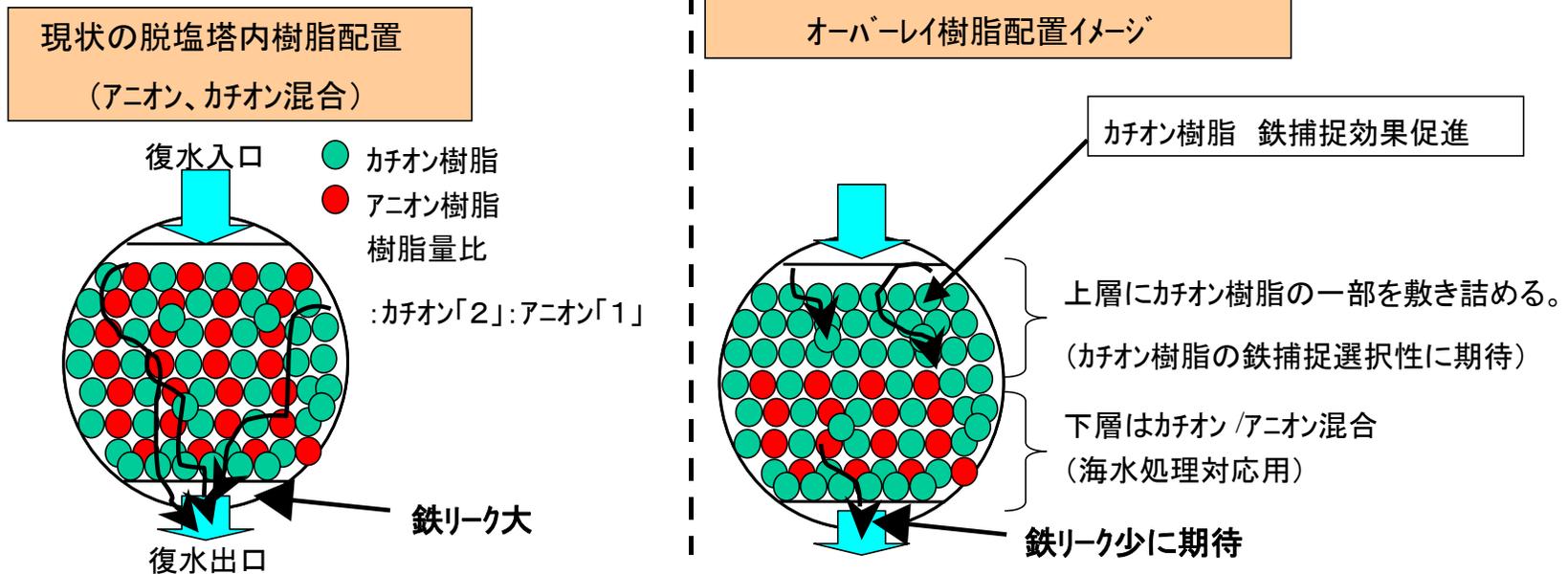
## 【中長期的】

- 前置フィルタの増強
  - HFF100%容量化
  - プリーツフィルタの導入
- 樹脂除鉄性能向上
  - カチオンオーバーレイ

# カチオンオーバーレイ

## カチオンオーバーレイ手順及び C/D 脱塩塔内樹脂配置イメージ

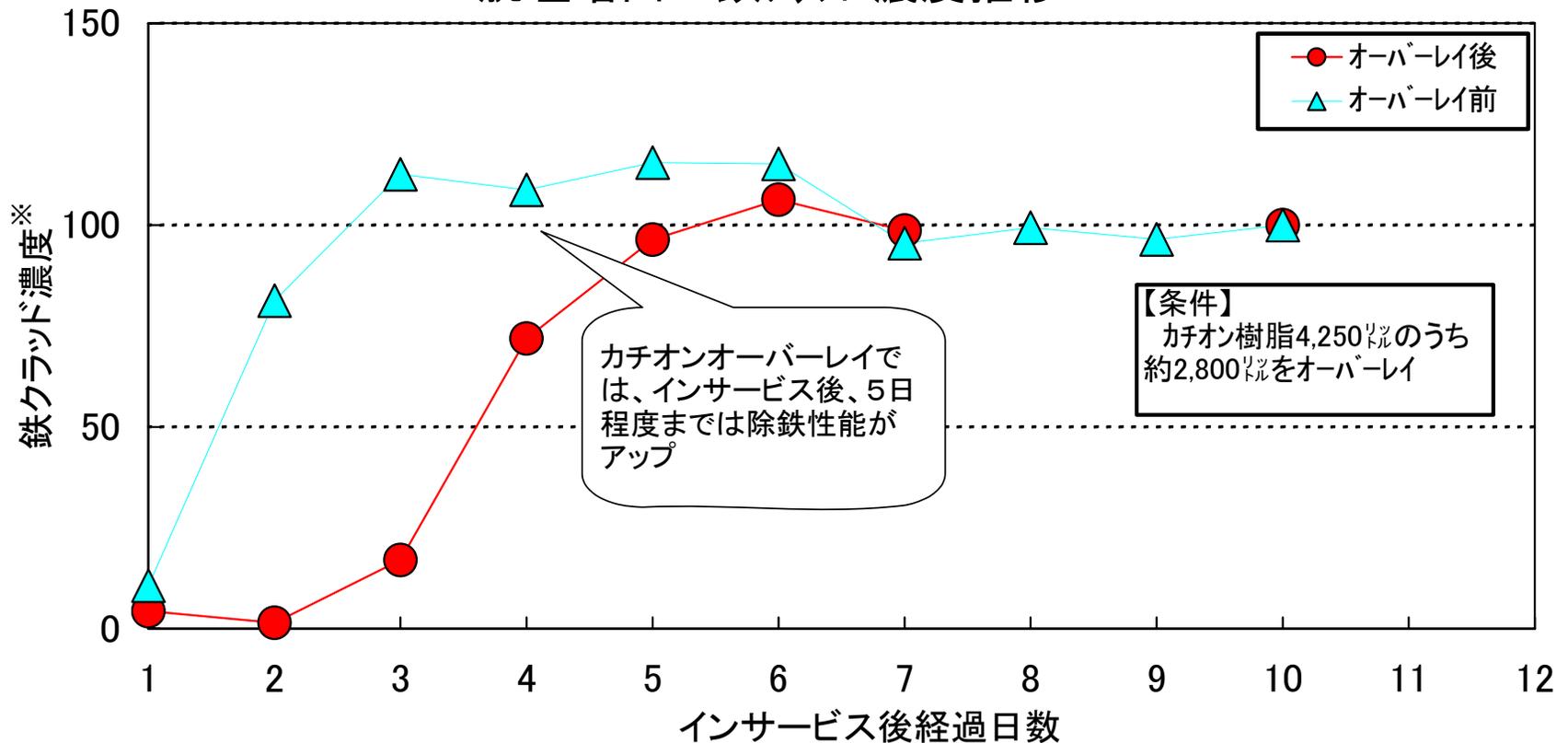
目的・期待効果 「カチオン樹脂が選択的に鉄クラッドを捕捉する効果に着目し、脱塩塔内の上層にカチオン樹脂層を形成することで、除鉄性能向上に期待し、コンデミ出口及び給水鉄濃度低減を図る」



# カチオンオーバーレイ試験結果

## □ インサービス後数日間効果が持続

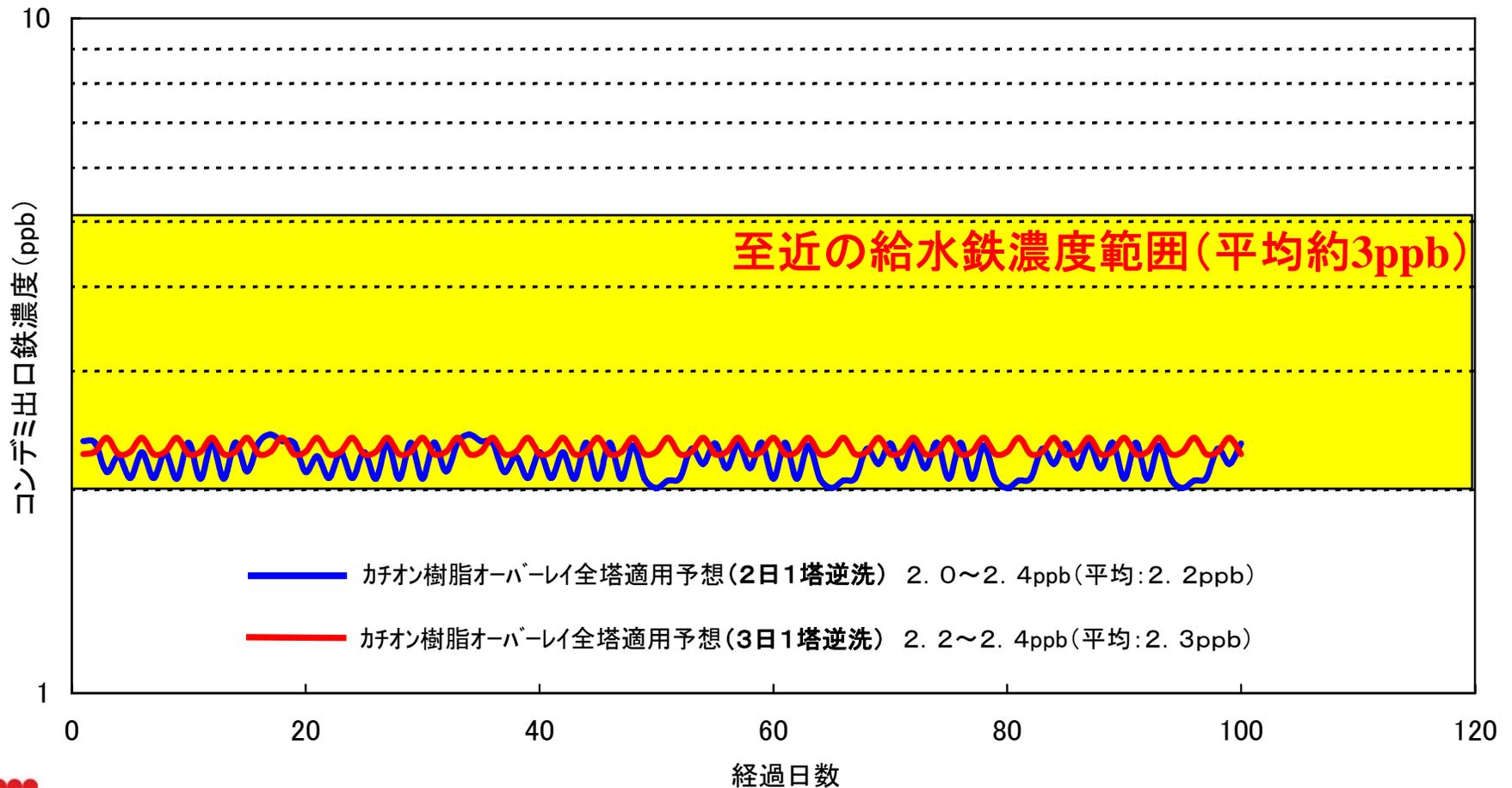
脱塩塔出口鉄クラッド濃度推移



(※インサービス10日後の濃度を100とした値)

# カチオンオーバーレイの被ばく低減効果

コンデミカチオンオーバーレイ  
全塔適用時の鉄濃度低減効果予想



# 今後の課題

## □ 復水浄化系設備の増強による給水鉄低減

- 当面はCD樹脂の除鉄性能向上による鉄濃度低減
- 将来的にはHFF/プリーツフィルタ等の導入  
(費用対効果の検討が必須)
- 給水鉄濃度の目標を設定
  - ✓ 2F/KKと同様に極低鉄運転を指向するのか、  
給水鉄濃度管理を行うのかを検討

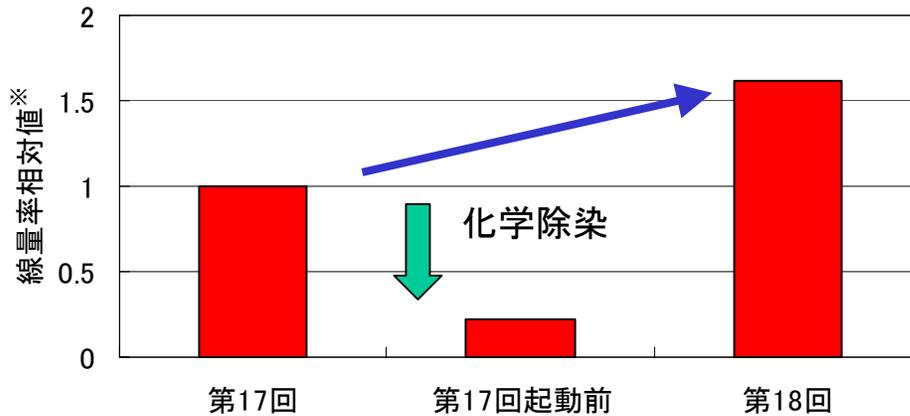
### 3. 福島第二原子力発電所の状況

#### 化学除染後再汚染防止の取り組み

# 化学除染後の再汚染状況

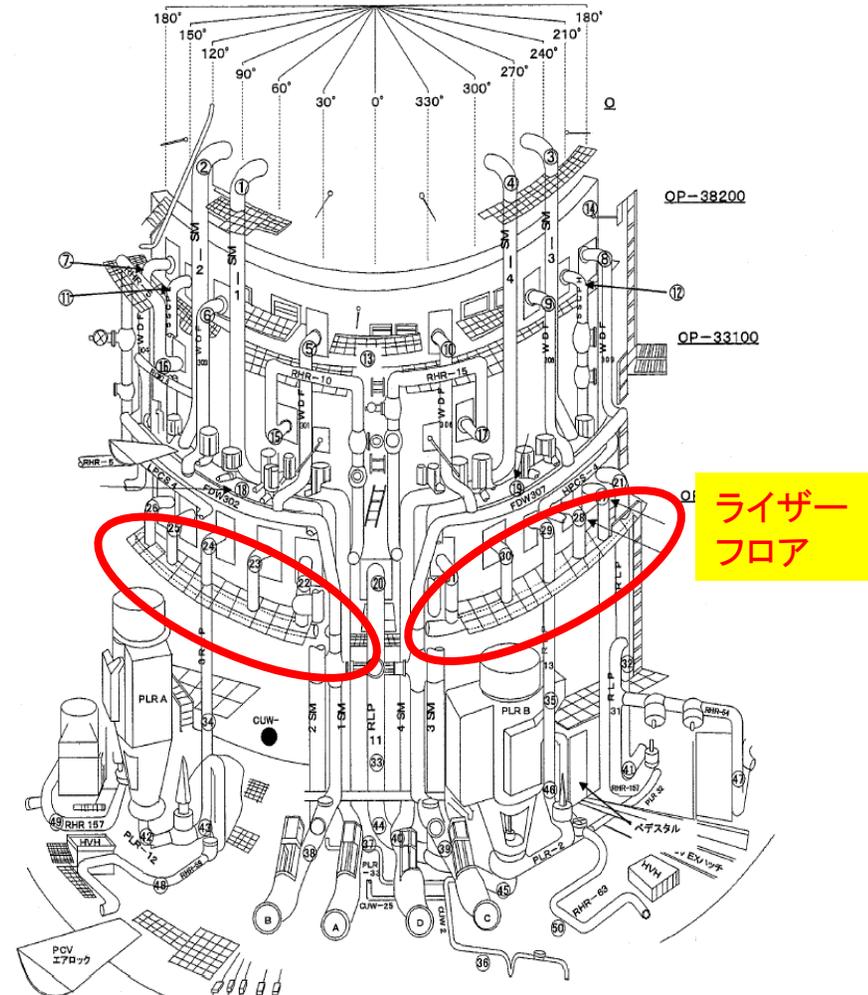
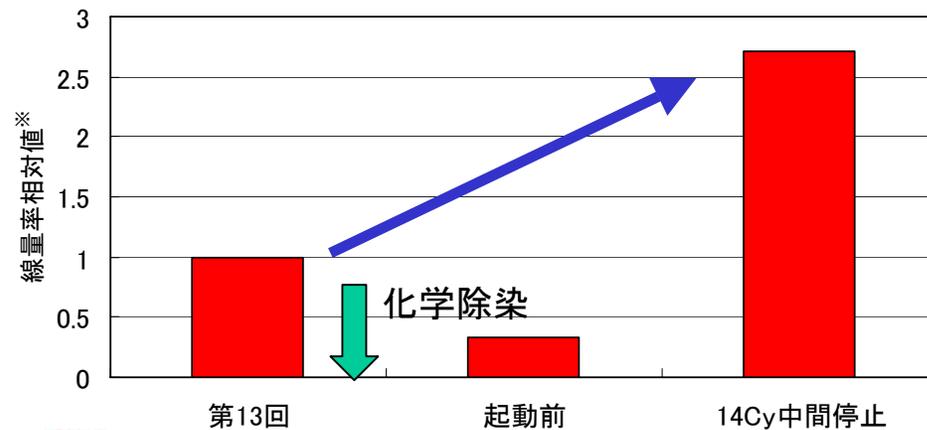
## 1号機D/W内線量状況

### OP28(ライザーフロア)



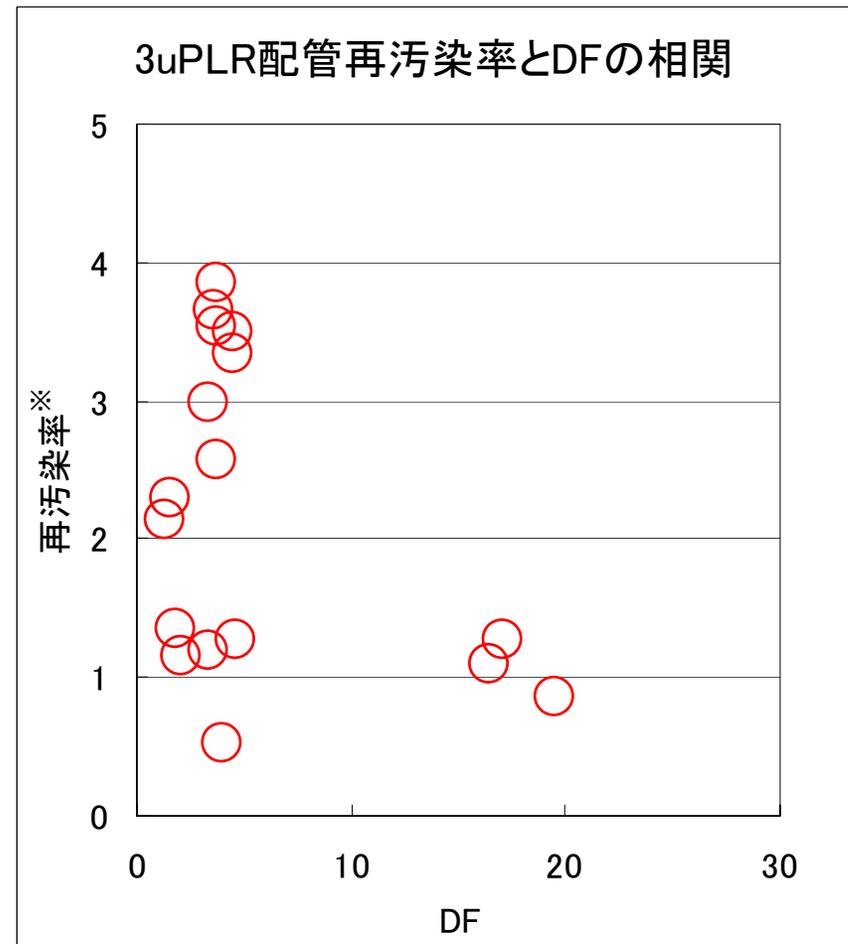
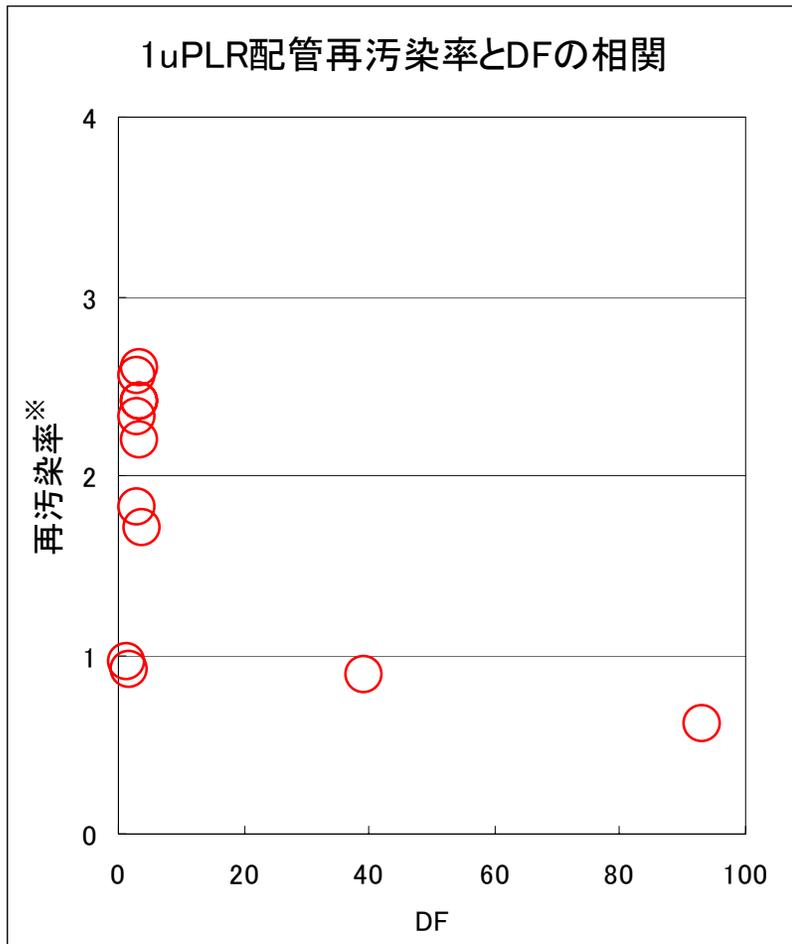
## 3号機D/W内線量状況

### OP27(ライザーフロア)



※除染前線量率を1とした場合の値

# 線量率と化学除染DFの関係



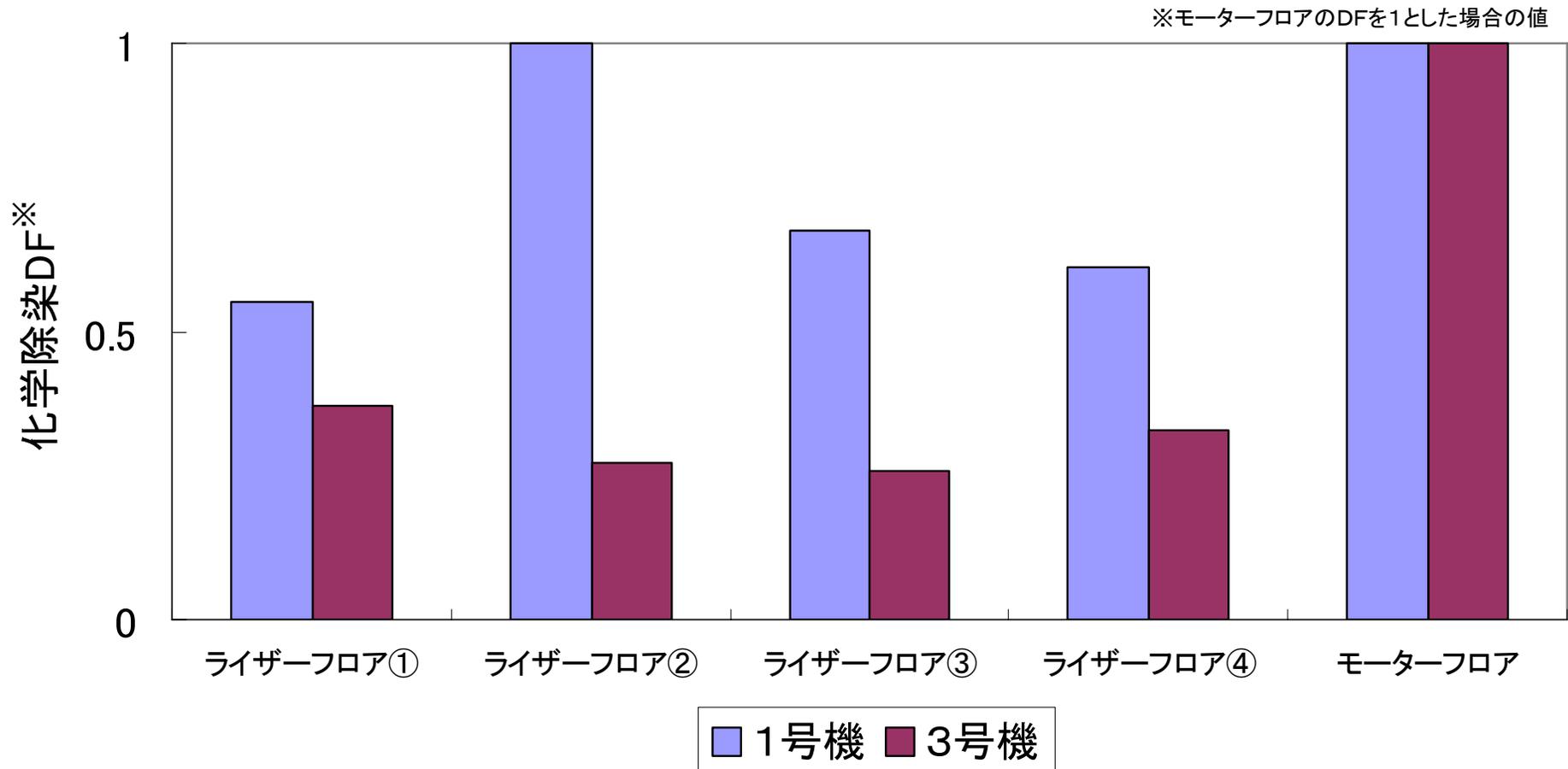
※除染前線量率と除染後1運転サイクル経過後の線量率の比

DF10以下の部位で再汚染が顕著

# 再汚染抑制対策

- 保護皮膜形成による再付着抑制
  - 例えばH i - Fコート技術の適用など
  
- 化学除染時のDF確保
  - 配管加温による除染効率向上

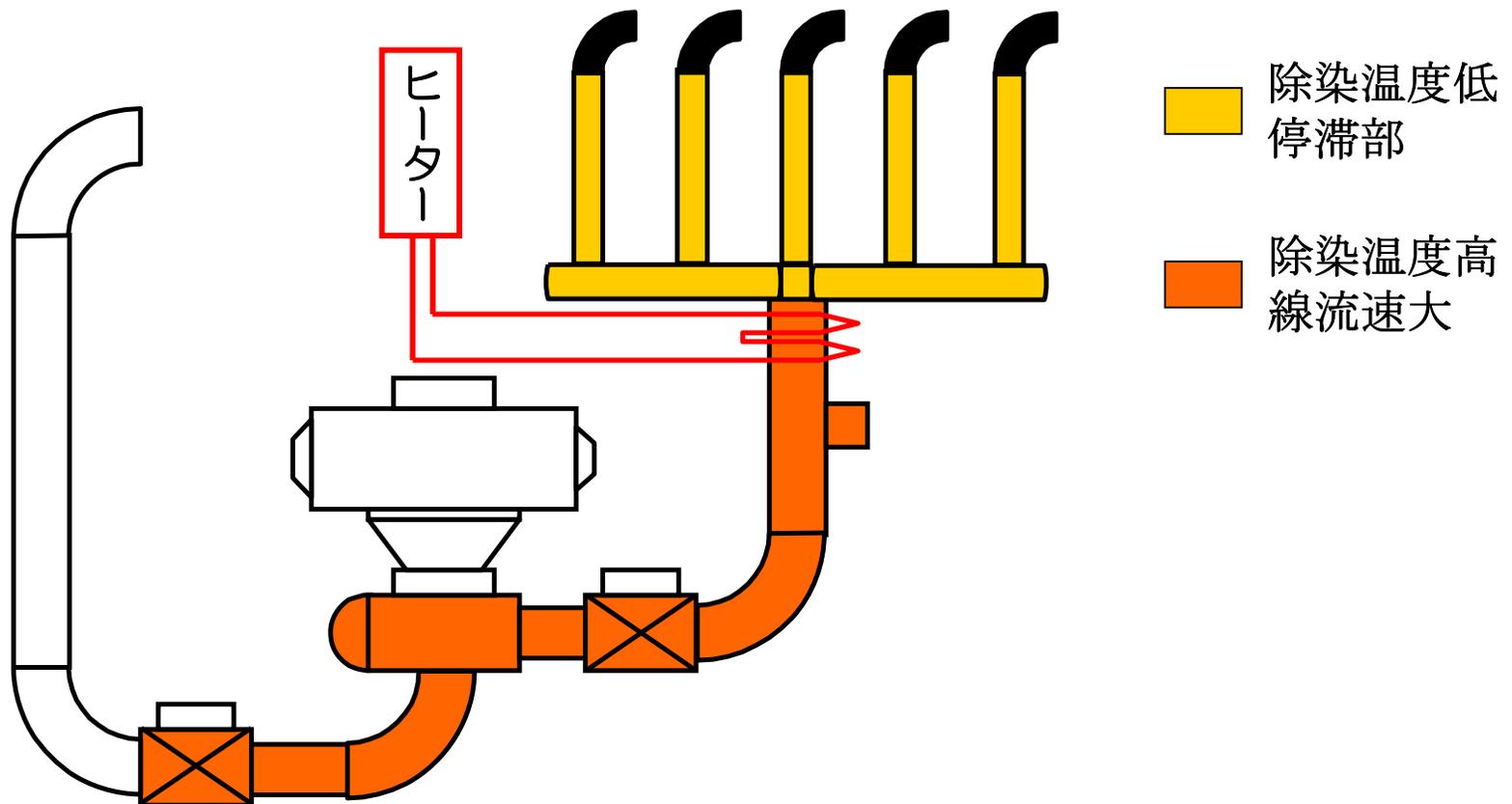
# ライザー部の化学除染DF



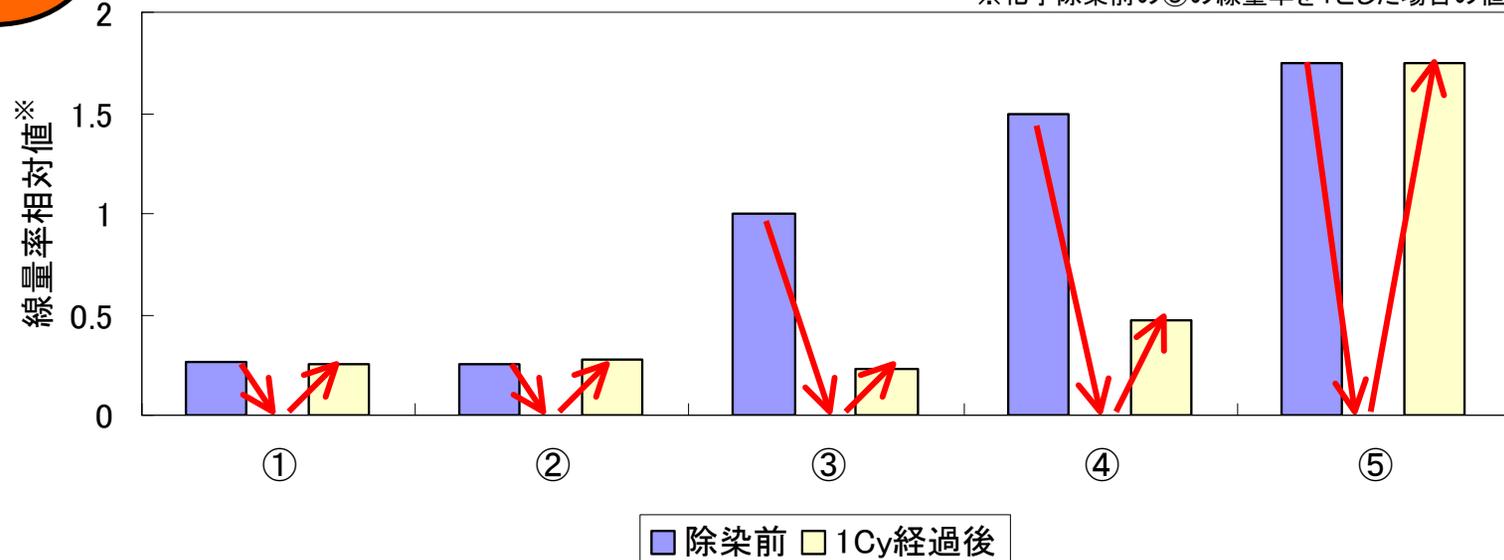
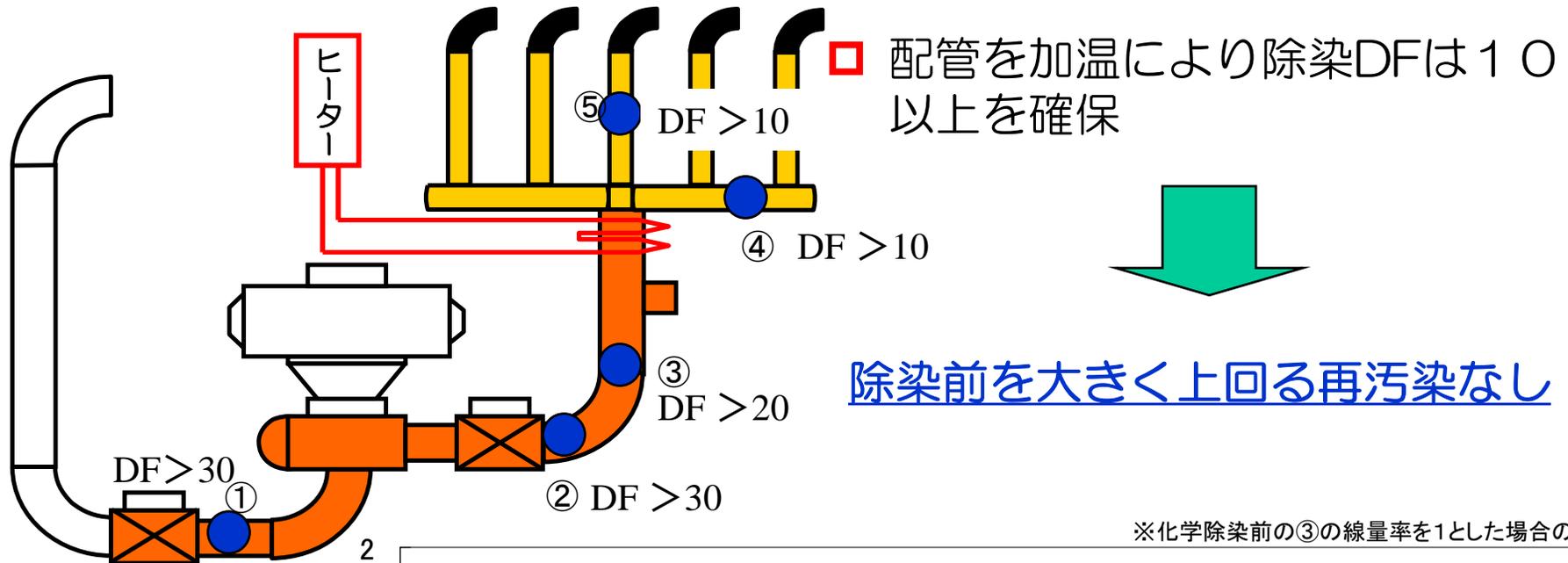
ライザー部はモーター部に比べDFが低い

# 化学除染時のDF確保

- ヒーターにより配管を加熱し除染液の温度維持  
→ 除染温度低／薬液停滞部の除染効率の向上を期待



# 配管加温対策による線量率状況



# 今後の課題

## □ 再汚染の原因と対策の検討

- 再汚染メカニズムの検討
  - ✓ 水素注入等による腐食電位低下の影響
  - ✓ 除染DFの影響
  
- メカニズムに立脚した対策の検討
  - ✓ 保護皮膜の形成技術導入
  - ✓ 化学除染の高度化
  - ✓ 再汚染を予防する水質管理

## 4. 柏崎刈羽原子力発電所の状況

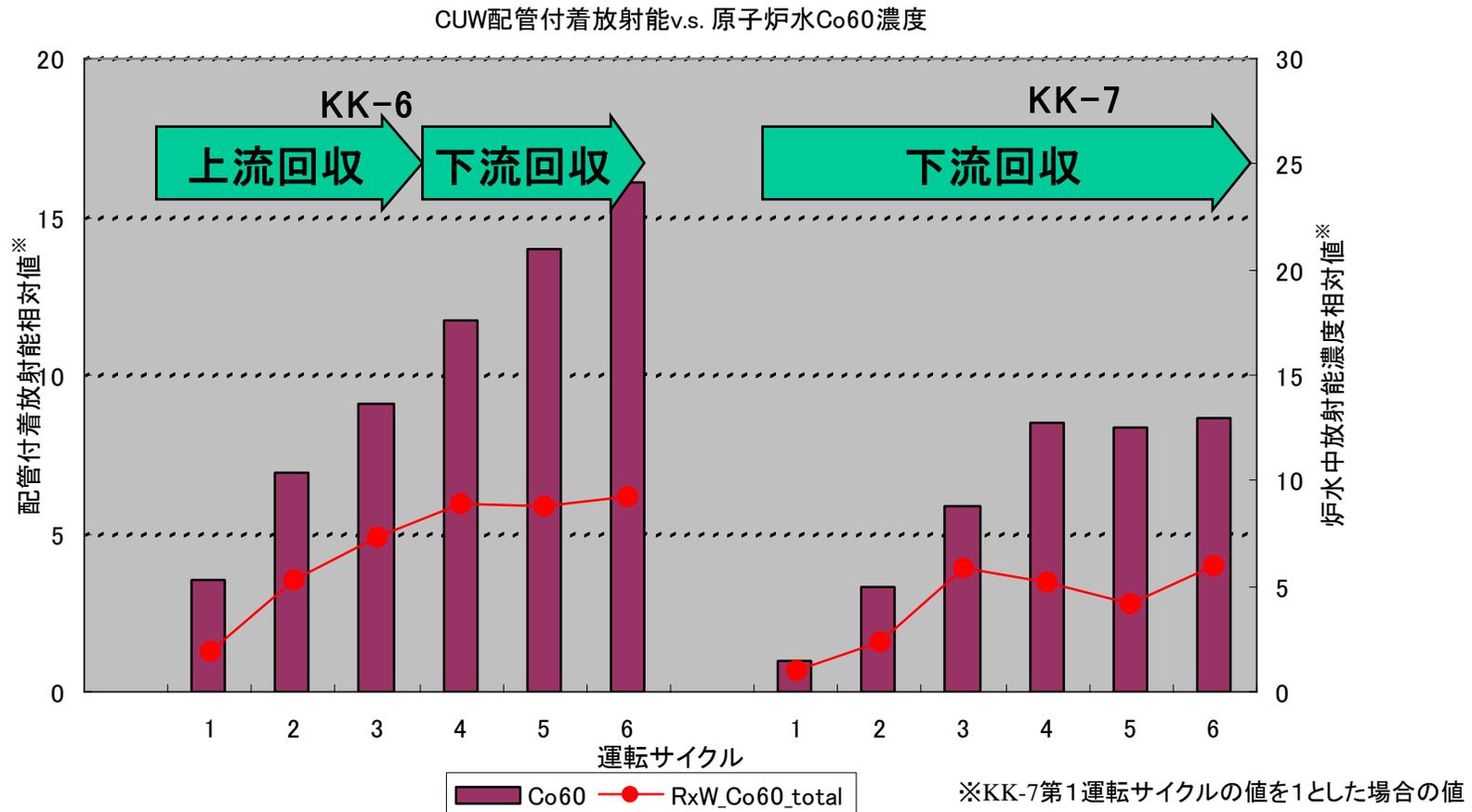
### ABWRプラントの線量低減

# ABWRプラントの運転状況と線量率推移

LPHD（低圧ヒータードレン）の回収先

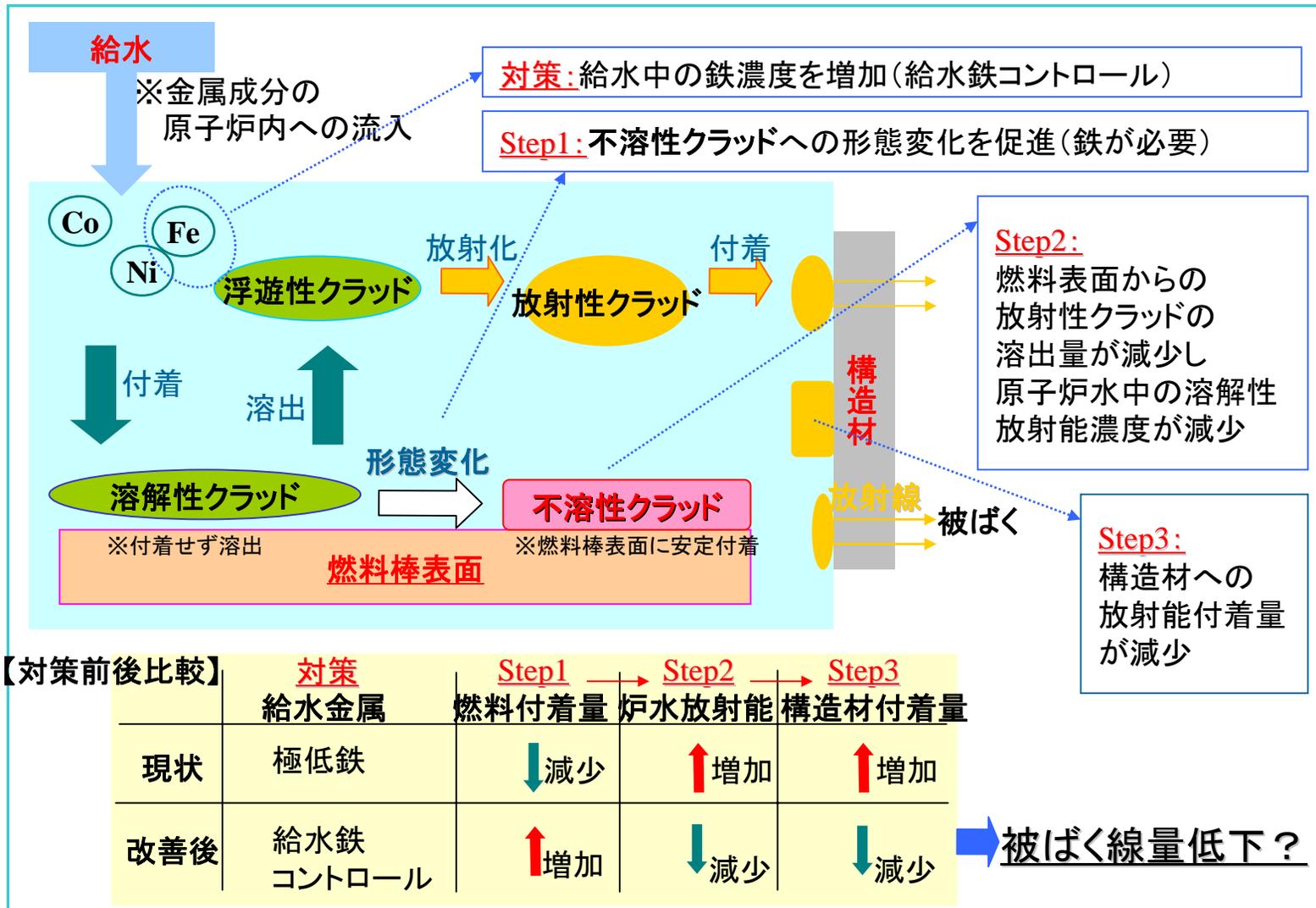
□ K-6：CD上流回収→下流回収

□ K-7：CD下流回収



# 配管線量率上昇要因推定

## □ 給水鉄濃度管理による被ばく線量低下が可能か検討中

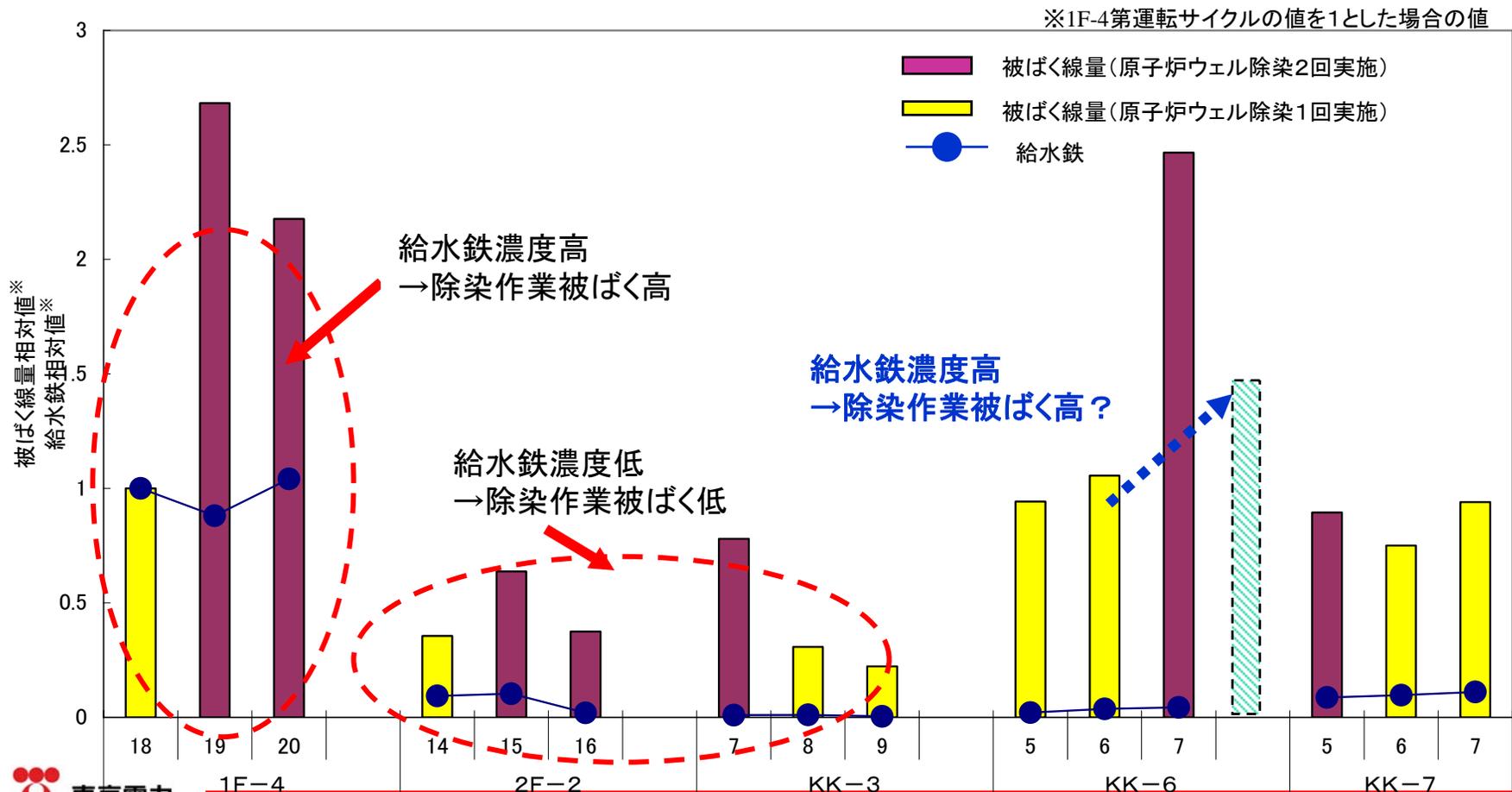


# 給水鉄持込のリスク

## □ クラッド放射能に起因する被ばく線量増大

(例) 清掃・除染関連作業による被ばく

- 給水鉄濃度が高いプラントは除染作業被ばくも高い傾向
- KK-6も給水鉄濃度上昇により更なる被ばく上昇の懸念あり



# 今後の課題

## □ CUW配管線量率低減とクラッド放射能起因の被ばく低減を両立できる水質管理の実施

➤ CUW線量上昇原因の詳細検討

➤ 給水鉄濃度の最適化検討

- ✓ 極低鉄運転の継続 or 給水鉄濃度管理
- ✓ LPHD水の回収ライン選択
- ✓ CDバイパス運転可否

## 5. まとめ

- サイト毎に被ばく低減の課題
  - 1F：給水鉄低減が最優先課題
  - 2F：化学除染後の再汚染顕著
  - KK：ABWRプラントの配管線量率低減
  
- 目標を達成する運用／技術を適用
  - 給水鉄低減対策 → CD樹脂オーバーレイ運用
  - 化学除染後再汚染防止 → 配管加温によるDF向上
  - CUW線量率低減 → 給水鉄濃度管理の要否検討
  
- 水質改善による被ばく線量率の低減により定検作業線量をバランス良く低減