

# 福島第一原子力発電所1号機 高経年化対策について

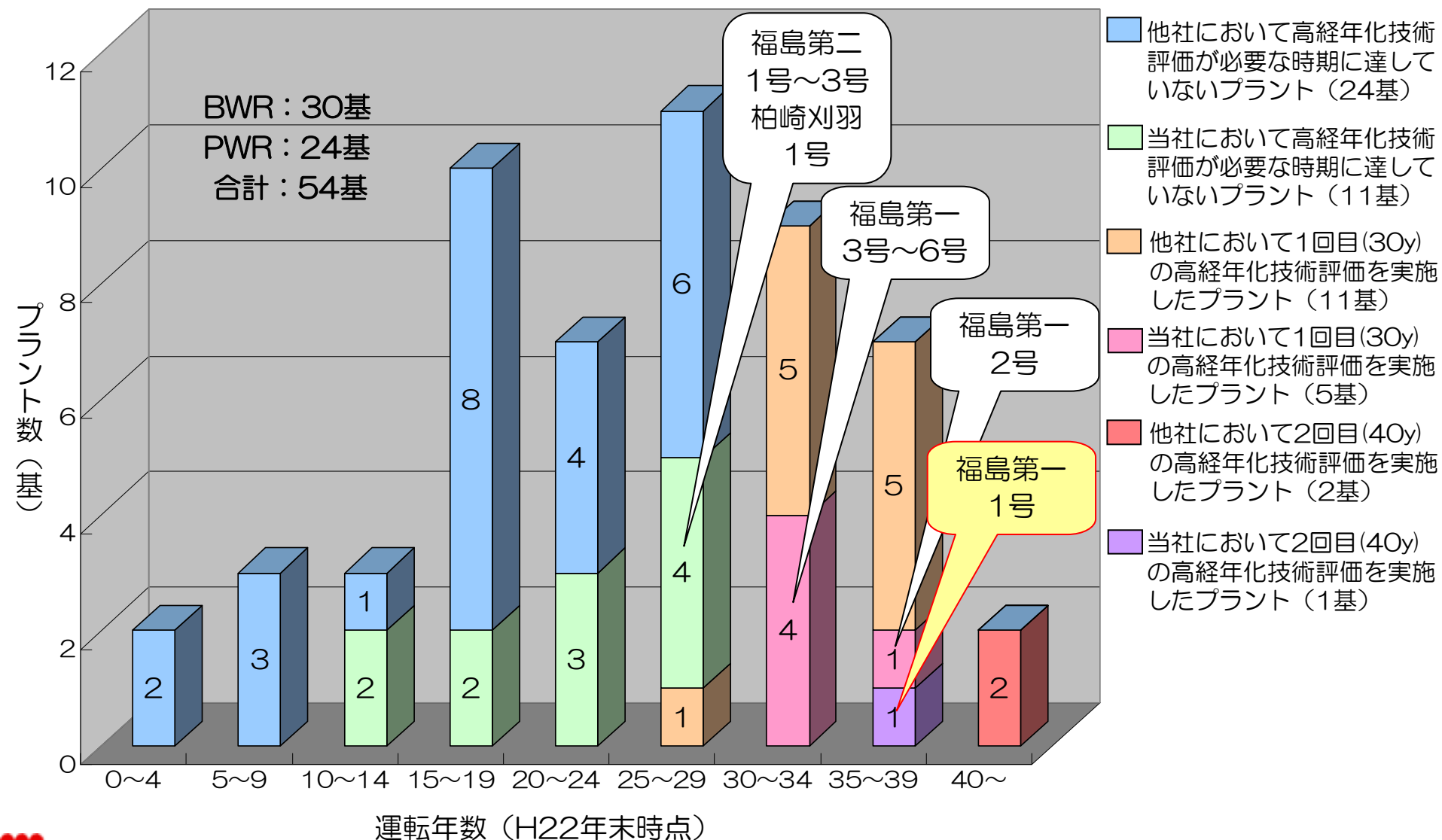
平成23年2月23日  
福島第一原子力発電所

- ①国内外の40年超え原子力プラントの状況
- ②福島第一1号機の設備更新状況
- ③福島第一1号機の40年目以降の運転に対する技術的妥当性
- ④まとめ

## ①国内外の40年超え原子力プラントの状況

# ①国内外の40年超え原子カプラントの状況（1 / 5）

## ■国内原子カプラントの運転年数分布



# ①国内外の40年超え原子カプラントの状況（2／5）

- 平成22年12月末時点において、国内外で40年を超えて運転している原子カプラントは、以下のとおり：12基

表①－1 国内外の40年超え原子カプラント（平成22年12月末時点）

国名	プラント	営業運転開始	電気出力（万kw）	炉型
日本	敦賀1号機	1970年	35.7	沸騰水型炉
	美浜1号機	1970年	34	加圧水型炉
アメリカ	ナインマイルポイント1号機	1969年	62.8	沸騰水型炉
	オイスタークリーク	1969年	64.1	沸騰水型炉
	ドレスデン2号機	1970年	91.2	沸騰水型炉
	ポイントビーチ1号機	1970年	50.9	加圧水型炉
	ロバート・E・ギネイ	1970年	60.2	加圧水型炉
イギリス	オールドベリー1号機	1968年	23	ガス冷却炉
	オールドベリー2号機	1968年	23	ガス冷却炉
インド	タラプール1号機	1969年	16	沸騰水型炉
	タラプール2号機	1969年	16	沸騰水型炉
スイス	ベツナウ1号機	1969年	38	加圧水型炉

出典：日本原子力産業協会「世界の原子力発電開発の動向(2010)」

# ①国内外の40年超え原子カプラントの状況（3／5）

- 今年、40年目を迎える国内外の原子カプラントは、以下のとおり：8基

表①-2 今年中に40年目を迎える国内外の原子カプラント

国名	プラント	営業運転開始	電気出力（万kw）	炉型
日本	福島第一1号機	1971年	46	沸騰水型炉
アメリカ	ドレスデン3号機	1971年	91.2	沸騰水型炉
	H.B.ロビンソン2号機	1971年	74.5	加圧水型炉
	モンティセロ	1971年	61.3	沸騰水型炉
	パリセード	1971年	84	加圧水型炉
イギリス	ウィルファ1号機	1971年	56.5	ガス冷却炉
スペイン	サンタ・マリアデガローニヤ	1971年	46.6	沸騰水型炉
カナダ	ピッカリング1号機	1971年	54.2	重水炉

出典：日本原子力産業協会「世界の原子力発電開発の動向(2010)」

# ①国内外の40年超え原子カプラントの状況（4／5）

## ■国内外の40年超え原子カプラントのトラブル発生状況について

表①－3 至近の5年間ににおける国内外の40年超え原子カプラントのトラブル発生状況

トラブル情報件数			内訳	
13件	国内	4件	施工・保守上の不備	2件
			経年劣化	2件
	国外	9件	施工・保守上の不備	5件
			設計上の不備	2件
		経年劣化	2件	

出典：日本原子力技術協会原子力施設情報公開ライブラリー（NUCIA）

※：国内トラブル情報件数については、トラブル情報区分となっているもの

○上記4件の経年劣化を原因とするトラブルは配管・ダクトの腐食によるもの

○いずれも福島第一1号機の高経年化技術評価に反映済み

# ①国内外の40年超え原子カプラントの状況（5／5）

- アメリカと日本の40年超え原子カプラントにおける設備利用率は、下表のとおり
- アメリカの40年超え原子カプラントにおいては、平均設備利用率90%以上の稼働状況で推移

表①-4 アメリカと日本の40年超え原子カプラントにおける設備利用率の推移

プラント	営業運転開始	2009年	2008年	2007年	2006年	2005年	平均	運転サイクル期間
ナインマイルポイント1号機	1969年	92%	99%	89%	99%	85%	93%	24M
オイスタークリーク	1969年	90%	89%	93%	86%	98%	91%	24M
ドレスデン2号機	1970年	91%	98%	92%	96%	87%	93%	24M
ポイントビーチ1号機	1970年	98%	83%	86%	100%	82%	90%	18M
ロバート・E・ギネイ	1970年	92%	94%	98%	93%	93%	94%	18M
敦賀1号機	1970年	31%	48%	55%	83%	85%	60%	13M
美浜1号機	1970年	74%	77%	54%	58%	54%	63%	13M
福島第一1号機（参考）	1971年	92%	55%	41%	73%	47%	61%	13M

※：設備利用率の算定条件として、アメリカのプラントは年単位、日本のプラントは年度単位

また、敦賀1号機及び美浜1号機の設備利用率は、日本原子力発電株式会社及び関西電力株式会社ホームページより引用



## ②福島第一1号機の設備更新状況

## ②福島第一1号機の設備更新状況（1／9）

- 福島第一1号機のリニューアル計画（平成17年5月報告時\*）に基づく設備更新状況 \*：「福島第一原子力発電所1号機の安全確認の状況について」

安全・安定運転の観点から、信頼性向上および作業環境改善の両面で、国内外の技術的知見ならびにトラブル等の経験に基づき、積極的な設備上の対応を計画。優先度を考慮し、計画的に工事を実施・計画中。

### 【信頼性向上】

- 圧力抑制室ストレーナ大型化：平成18年度実施済み  
⇒海外プラントの非常用炉心冷却系統ストレーナ目詰まり事象や当社プラントの圧力抑制室内の異物発見に鑑み、非常用炉心冷却系統の機能確保のため、ストレーナの大型化を行う
- ドライウェルパージファンフィルターユニット追設：平成20年度実施済み  
⇒主排気筒からの粒子状放射性物質の放出低減の観点から高性能フィルタ設置等を行う
- 高圧注水系制御装置国産化：平成25年度で計画中  
⇒将来的な部品の調達を確保するために国産化への交換を行う
- 超高圧開閉所機器取替：平成25年度で計画中  
⇒廃型対応のために機器の取替を行う
- ケーブルトレイ修理：平成19年度一部実施済み、その他は実施時期等について検討中  
⇒災害に強い発電所づくりの取り組みとして、耐震性向上の観点からケーブルトレイへのサポート追設等を行う

## ②福島第一1号機の設備更新状況（2／9）

- 福島第一1号機のリニューアル計画（平成17年5月報告時\*）に基づく設備更新状況 \*：「福島第一原子力発電所1号機の安全確認の状況について」

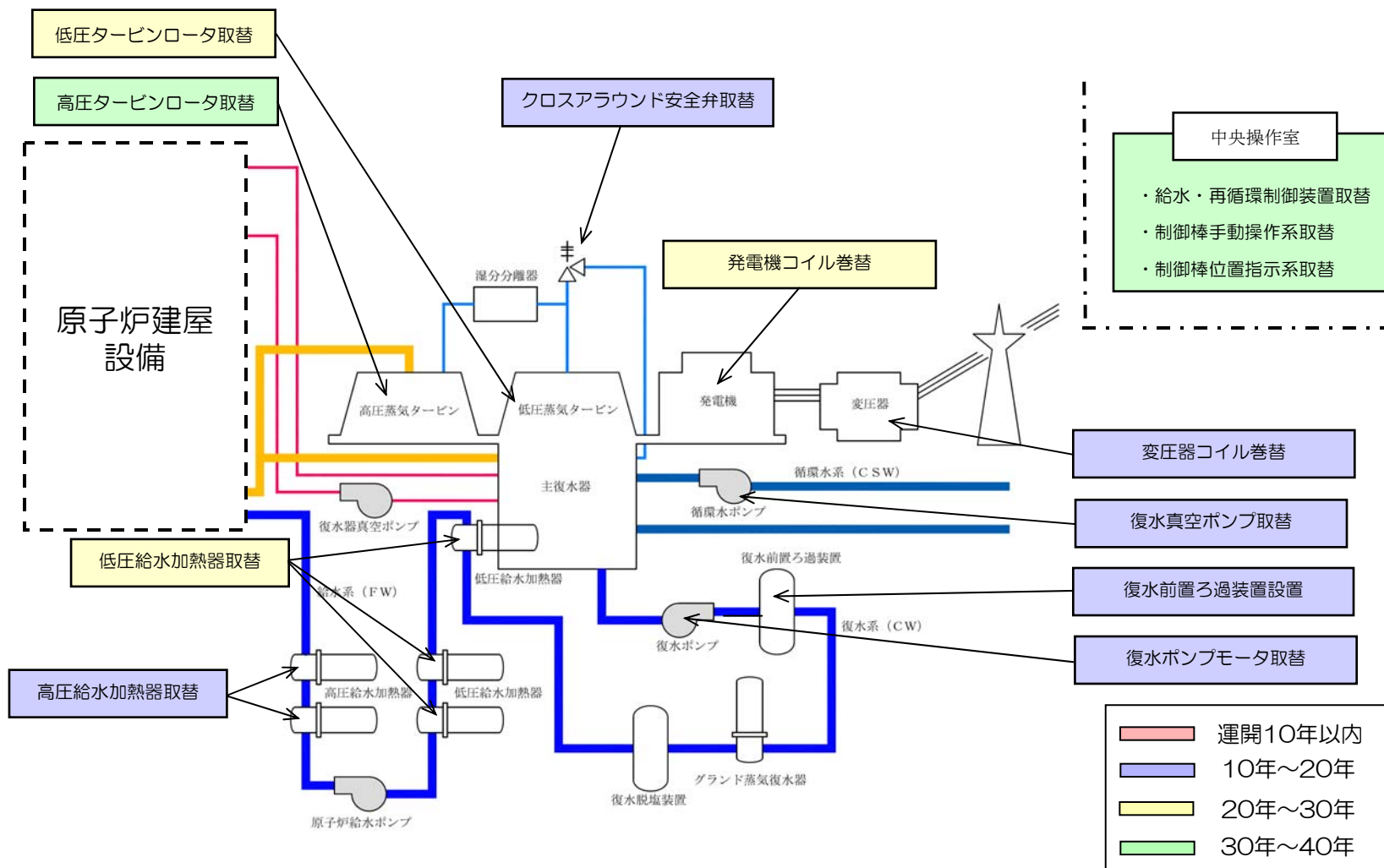
### 【環境改善】

- 圧力抑制室水浄化：定期検査毎に実施中  
⇒被ばく低減、異物混入防止意識の高揚および異物混入発見機会の増加を図るため、  
圧力抑制室の水の浄化を定期検査毎に実施する



## ②福島第一1号機の設備更新状況（4/9）

### ■福島第一1号機における設備・機器の主な取替・修理実績 （タービン建屋・サービス建屋・屋外設備）



## ②福島第一1号機の設備更新状況（5/9）

### 炉内構造物取替

#### ◆取替時期

第22回定期検査（平成12年度）に実施

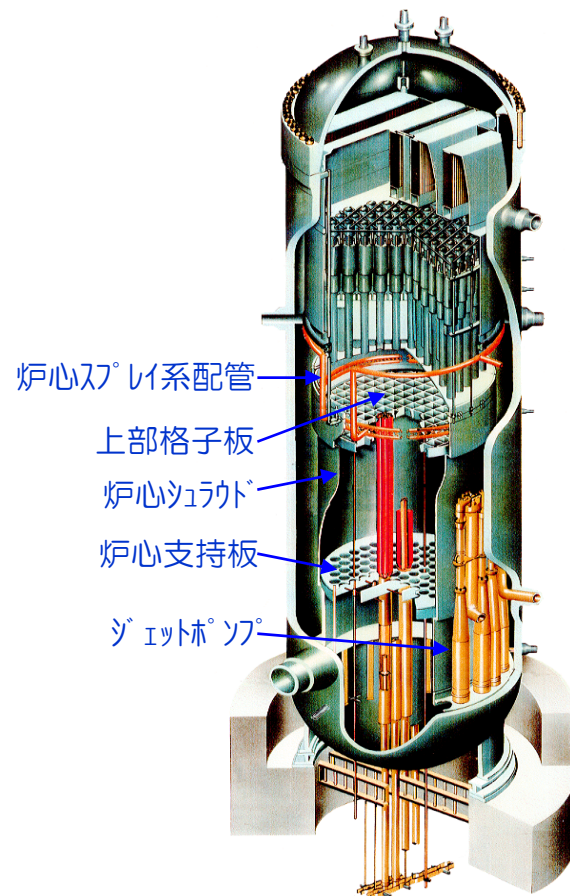
#### ◆取替理由

応力腐食割れに対する予防保全対策として、SUS304製の炉内構造物を応力腐食割れ（SCC）感受性の低いSUS316L製に取替

炉心シュラウドについては溶接を少なくし、併せて残留応力の改善を実施

#### ◆主な取替対象

炉心シュラウド、上部格子板、炉心支持板、ジェットポンプ、給水スパーチャ、炉心スプレイ系スパーチャおよび炉内配管





## ②福島第一1号機の設備更新状況（6/9）

### タービンロータ取替

#### ◆ 取替時期

第14回定期検査（平成元年度）  
低圧ロータA 一式取替

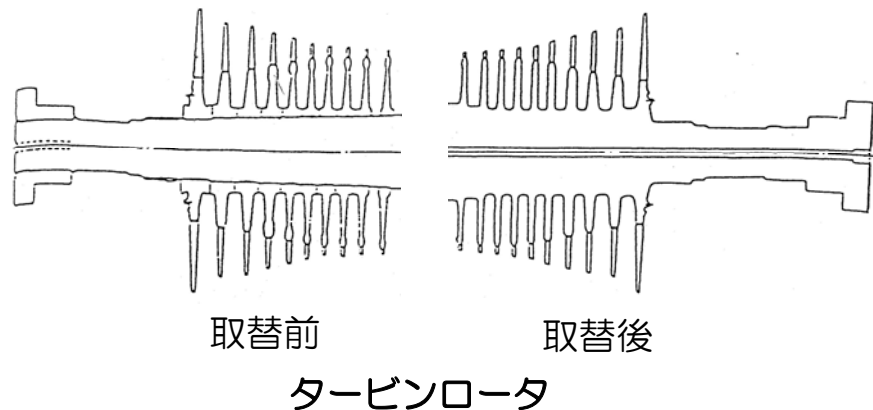
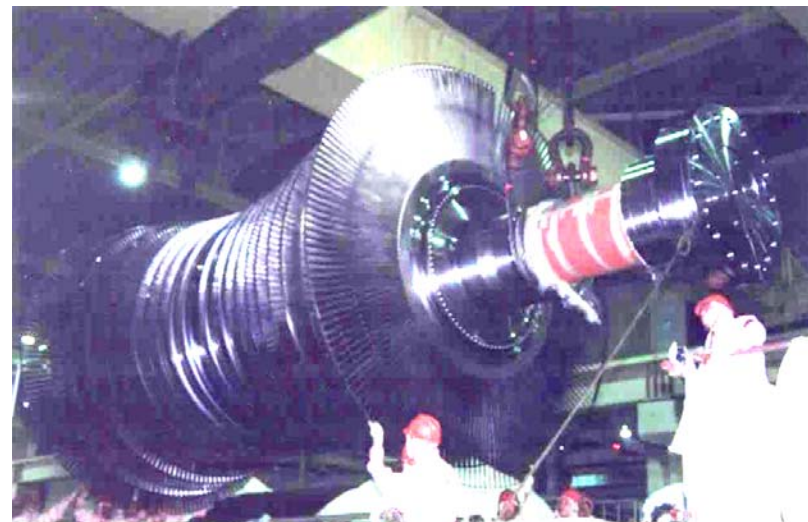
第17回定期検査（平成5年度）  
低圧ロータB 一式取替

第23回定期検査（平成14年度）  
高圧ロータ 一式取替

#### ◆ 取替理由

○低圧ロータについては、応力腐食割れ対策のため、円板焼き嵌め形から削りだし一体型ロータに取替

○高圧ロータについては、振動低減対策のため、一体型ロータに取替



## ②福島第一1号機の設備更新状況（7／9）

### 高圧・低圧給水加熱器取替

#### ◆ 取替時期

第8回定期検査（昭和56年度）	高圧2A,B 低圧1A,B 胴体取替
第9回定期検査（昭和57年度）	低圧2A,B 胴体取替
第11回定期検査（昭和59年度）	高圧1A,B 胴体取替
第17回定期検査（平成5年度）	低圧3B 胴体取替
第19回定期検査（平成8年度）	低圧3A 胴体取替 低圧1A,B 一式取替
第22回定期検査（平成12年度）	低圧3B 内部構造物取替



給水加熱器取替工事

#### ◆ 取替理由

管支持板や胴体に腐食・減肉傾向が見受けられるため、予防保全の観点から耐食性に優れた低合金鋼に取替



## ②福島第一1号機の設備更新状況（8／9）

### 制御装置（盤）取替

#### ◆ 取替時期

給水・再循環制御装置取替	1回目：第14回定期検査（平成元年度）
	2回目：第26回定期検査（平成21年度）
制御棒手動操作系取替	1回目：第13回定期検査（昭和62年度）
	2回目：第26回定期検査（平成21年度）
制御棒位置指示系取替	1回目：第13回定期検査（昭和62年度）
	2回目：第26回定期検査（平成21年度）

#### ◆ 取替理由

予防保全（廃型対応）の観点より一式取替を実施

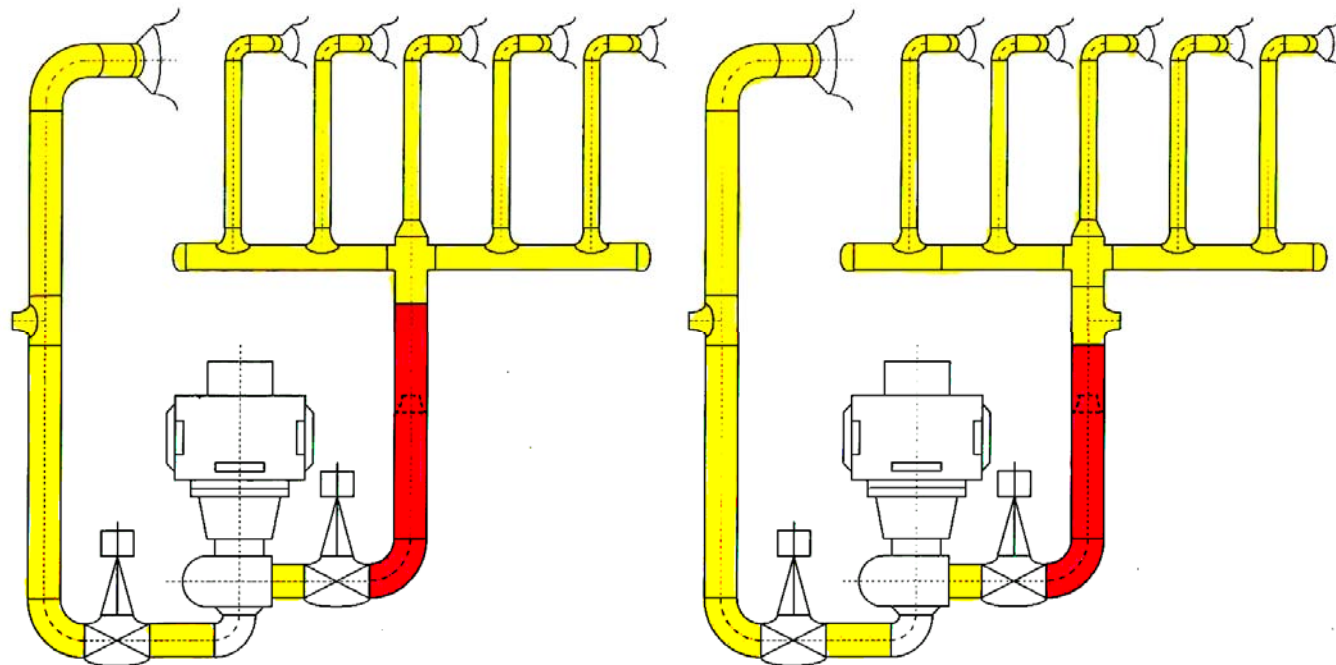
## ②福島第一1号機の設備更新状況（9／9）

### 原子炉再循環系配管取替

- 第19回定期検査（平成8年度）及び第22回定期検査（平成12年度）にて全配管を耐力腐食割れに優れた材料（SUS316L）に取替を実施
- 配管取替においては、溶接部の入熱を少なくするように開先形状を狭くすることにより、応力腐食割れのリスクを減らしている

※取替を行った配管については、原子力安全・保安院指示文書に基づき点検を行っている

原子力安全・保安院指示文書：「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の解釈について」（H21.12.25）



原子炉再循環系（A）

原子炉再循環系（B）

■：第19回定期検査(平成8年度)  
■：第22回定期検査(平成12年度)

## ③福島第一1号機の40年目以降の運転に対する 技術的妥当性

### ③福島第一1号機の40年目以降の運転に対する技術的妥当性（1 / 4）

#### ■高経年化技術評価において仮定した運転期間60年について

平成8年4月 「高経年化に関する基本的な考え方」（資源エネルギー庁）

- ▶ 安全上重要で取替困難、かつ長期的な経年劣化を考慮すべき機器・構造物（原子炉圧力容器，原子炉建屋など）に対し，60年使用を仮定し健全性評価を実施  
⇒ほとんどの経年劣化に対して十分な余裕あり／一部の点検・検査の充実が必要

米国の状況

- ▶ 米国における運転認可更新・・・40年の認可運転期間に対し、20年単位での延長更新



以降、営業運転開始後60年間を仮定し、高経年化技術評価を実施

- ◆平成17年4月 「高経年化対策の充実に向けた基本的考え方」（原子力安全・保安院）  
⇒それまでに実施した9プラントに対する高経年化技術評価に基づき、60年間の評価期間は適切であると評価されている
- ◆平成17年以降の高経年化技術評価においても、この考え方は国の「高経年化対策検討委員会」により妥当と結論付けられており、国のガイドラインにも明記されている

### ③福島第一1号機の40年目以降の運転に対する技術的妥当性（2/4）

#### ■原子炉圧力容器の設計の条件

表③-1 原子炉圧力容器（RPV）の設計の条件

	中性子照射脆化	低サイクル疲労
RPV	<p>&lt;設置許可申請書&gt;                      一定の条件として、原子炉圧力容器の中性子照射量は、<math>1 \times 10^{19} \text{nvt}</math> (<math>=\text{n/cm}^2</math>) を想定し、最小40年間に耐えるものと記載有り                      →原子炉圧力容器の中性子照射量限界値を示すものではない</p>	<p>&lt;工事計画書&gt;                      40年の運転期間に余裕を見込んだ過渡回数を設定し、疲労評価を実施                      →1F1建設時の工事計画書において、疲労評価は当時の要求事項*となっていないため、実施していない</p>

\*：現在は要求事項となっていることから、原子炉圧力容器ノズル取替等、建設後の工事計画書や定期安全レビュー及び高経年化技術評価（30年目及び40年目）においては疲労評価を実施

○最小40年間に耐えること、さらに高経年化技術評価における60年供用を仮定した評価においても、中性子照射による脆化や低サイクル疲労に対して十分な余裕を有していることを確認していることから、40年以降の運転においても余裕を見込んだ設計となっている

○実際の運転では監視試験片の試験結果を踏まえた評価・予測など、実態に基づく適切な管理を行っている

### ③福島第一1号機の40年目以降の運転に対する技術的妥当性（3／4）

#### ■ 供用開始後

##### ➤ 通常保全

運転開始当初より、経年劣化の観点から国内外のトラブル情報等の運転経験や最新の技術的知見を反映し、適切に点検・修理・取替等の保全を実施

##### ➤ 定期安全レビュー（10年毎）

定期安全レビューの中で経年劣化管理として、原子炉廻りの安全上重要な機器についての技術的な評価を実施し健全性を確認

- 中性子照射脆化
- 低サイクル疲労
- 照射誘起型応力腐食割れ

##### ➤ 高経年化技術評価（30年目以降、10年毎）

30年以上運転してきた実績、保全内容に加えて、最新の技術的な知見に基づき60年間の供用を仮定した技術的妥当性について評価

### ③福島第一1号機の40年目以降の運転に対する技術的妥当性（4/4）

#### ■高経年化技術評価

➤一部の機器において、今後の追加すべき保全策について、長期保守管理方針として保安規定に定め、確実に実施していくことで、健全性の維持は可能→国の認可（平成23年2月7日）

➤経年劣化の傾向は概ね把握できている

○予防保全を含めた計画的な設備更新

○設備更新が困難な機器→最新の技術的な知見による評価

➤40年目の高経年化技術評価で追加した「30年目の評価時との経年劣化傾向の比較」において、年数が経ったとしても、ある年数を超えることにより、経年劣化の傾向が急変しているものはない

経年劣化傾向を比較した経年劣化事象は、日本原子力学会標準「原子力発電所の高経年化対策実施基準：2008」に示される高経年化技術評価の評価対象事象である以下の経年劣化事象

低サイクル疲労、中性子照射脆化、照射誘起型応力腐食割れ、2相ステンレス鋼の熱時効、フレット疲労、電気・計装品の絶縁低下、コンクリートの強度低下及び遮へい能力低下

## ④まとめ



## ④まとめ

- 保全計画に基づく適切な保全活動を継続
- 長期保守管理方針に基づく追加保全策を保全計画に取り込み、計画的に実行
- 国内外プラントのトラブル等の運転経験や最新の技術的知見を保全活動へ確実に反映
  - 産・官・学の連携による技術情報基盤の整備、活用の検討
  - 未だ顕在化していない「潜在的経年劣化事象」に対する国内外の検討状況を的確に把握

上記を踏まえた、高経年化対策を着実に実施し、40年目以降の福島第一1号機の健全性を確保し、今後も安全・安定運転に努めてまいります