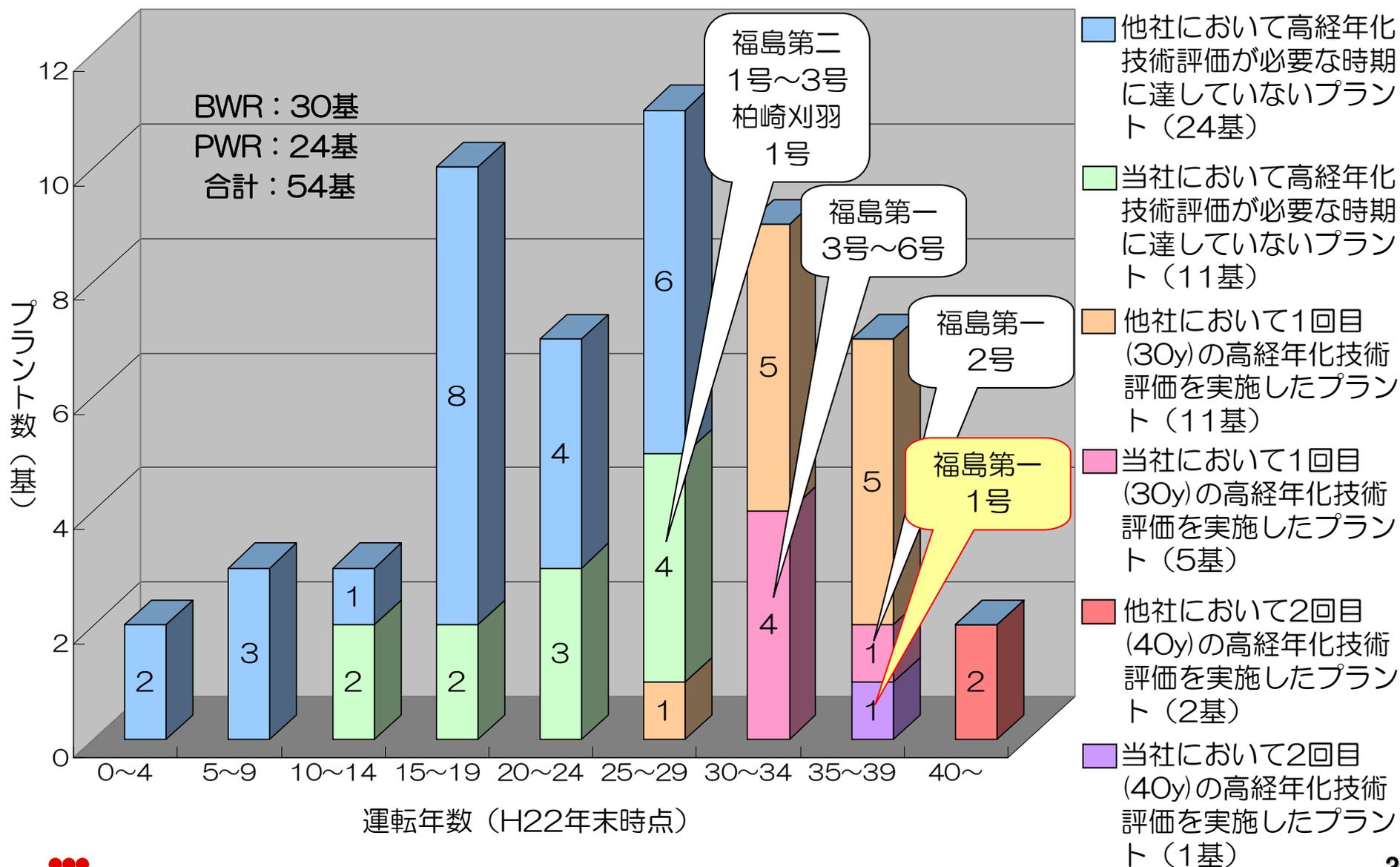


福島第一原子力発電所1号機 高経年化技術評価の概要補足資料

国内プラントの運転年数と基数分布

国内プラントの運転年数と基数分布

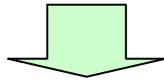


原子力発電所の保全活動

保全活動の例

運転中

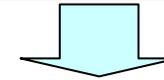
- ・パトロール
- ・定例試験
- ・状態監視



事業者における原子力発電所の高経年化対策について
電気事業連合会(H17.2.1)

停止中

- ・点検
- ・補修, 取替

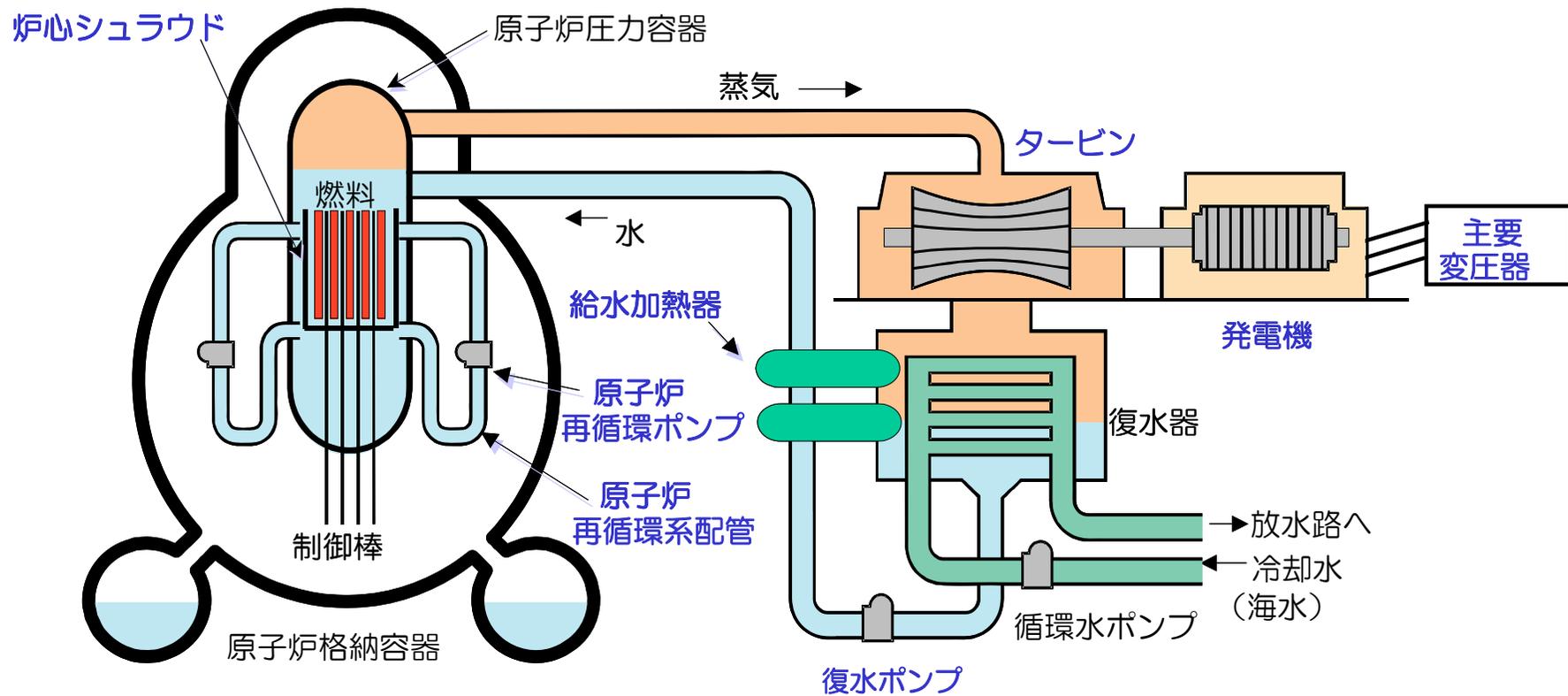


補機冷却系海水ポンプ
分解点検作業状況

残留熱除去系
海水ポンプ
吊り上げ状況

主な取替設備

※**青字**：取替を実施した主な設備



炉内構造物取替

◆ 取替時期

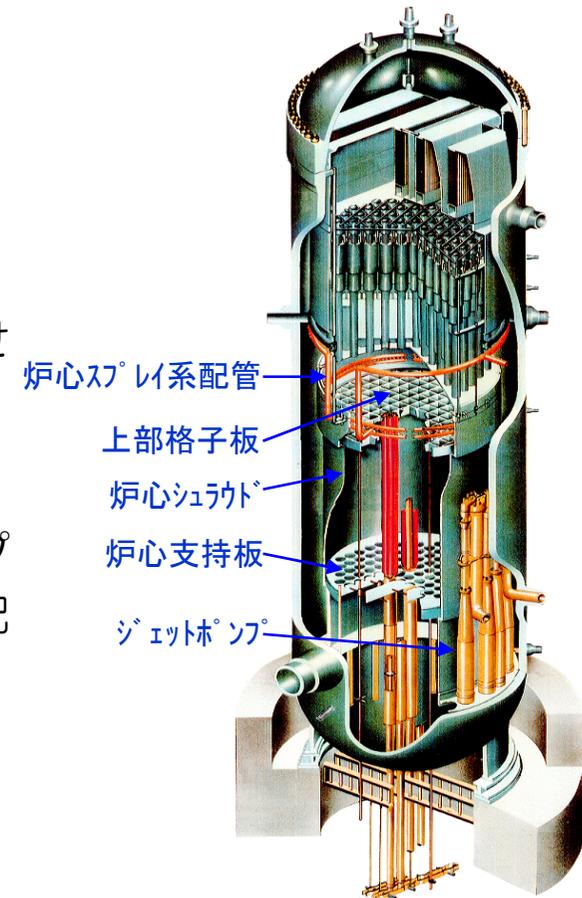
第22回定期検査（平成12年度）に実施

◆ 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



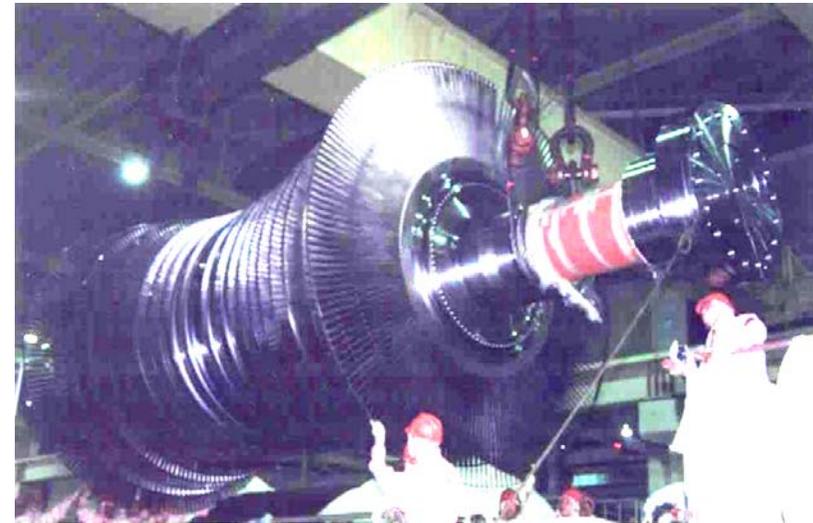
タービンロータ取替

◆ 取替時期

第14回定期検査（平成元年度）
LP（低圧）ロータA 一式取替

第17回定期検査（平成5年度）
LP（低圧）ロータB 一式取替

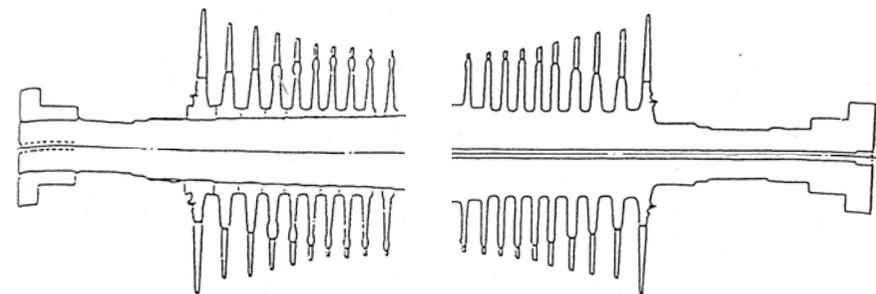
第23回定期検査（平成14年度）
HP（高圧）ロータ 一式取替



◆ 取替理由

○LP（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

○HP（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



取替前

取替後

タービンロータ

給水加熱器の取替

◆ 取替時期

第8回定期検査（昭和56年度）	HP2A,B LP1A,B 胴体取替
第9回定期検査（昭和57年度）	LP2A,B 胴体取替
第11回定期検査（昭和59年度）	HP1A,B 胴体取替
第17回定期検査（平成5年度）	LP3B 胴体取替
第19回定期検査（平成8年度）	LP3A 胴体取替 LP1A,B 一式取替
第22回定期検査（平成12年度）	LP3B 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

高経年化技術評価

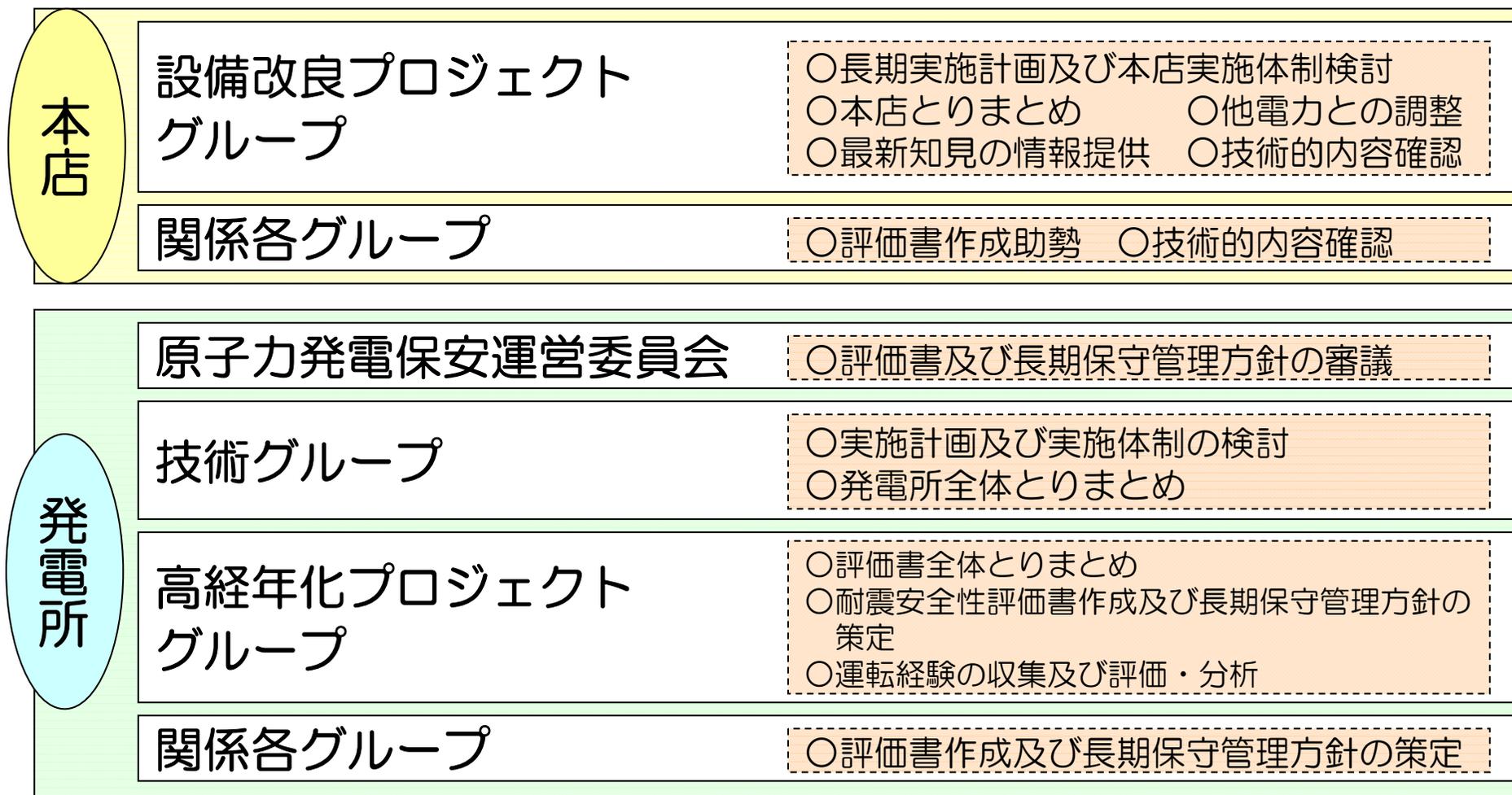
高経年化技術評価（PLM）の実績と予定

ユニット	営業運転開始	評価期限	提出実績	評価期限	提出期限	
		(30年目)	(29年目)	(40年目)	(39年目)	
福島第一	1号機	S46年	H13年3月	H11年2月公表済 ^{*1}	H23年3月	H22年3月提出済
	2号機	S49年	H16年7月	H13年6月公表済 ^{*1}	H26年7月	H25年7月
	3号機	S51年	H18年3月	H18年3月公表済 ^{*1}	H28年3月	H27年3月
	4号機	S53年	H20年10月	H19年10月提出済 ^{*1}	H30年10月	H29年10月
	5号機	S53年	H20年4月	H19年4月提出済 ^{*1}	H30年4月	H29年4月
	6号機	S54年	H21年10月	H21年1月提出済 ^{*2}	H31年10月	H30年10月
福島第二	1号機	S57年	H24年4月	H23年4月提出予定	H34年4月	H33年4月
	2号機	S59年	H26年2月	H25年2月提出予定	H36年2月	H35年2月
	3号機	S60年	H27年6月	H26年6月提出予定	H37年6月	H36年6月
	4号機	S62年	H29年8月	H28年8月提出予定	H39年8月	H38年8月

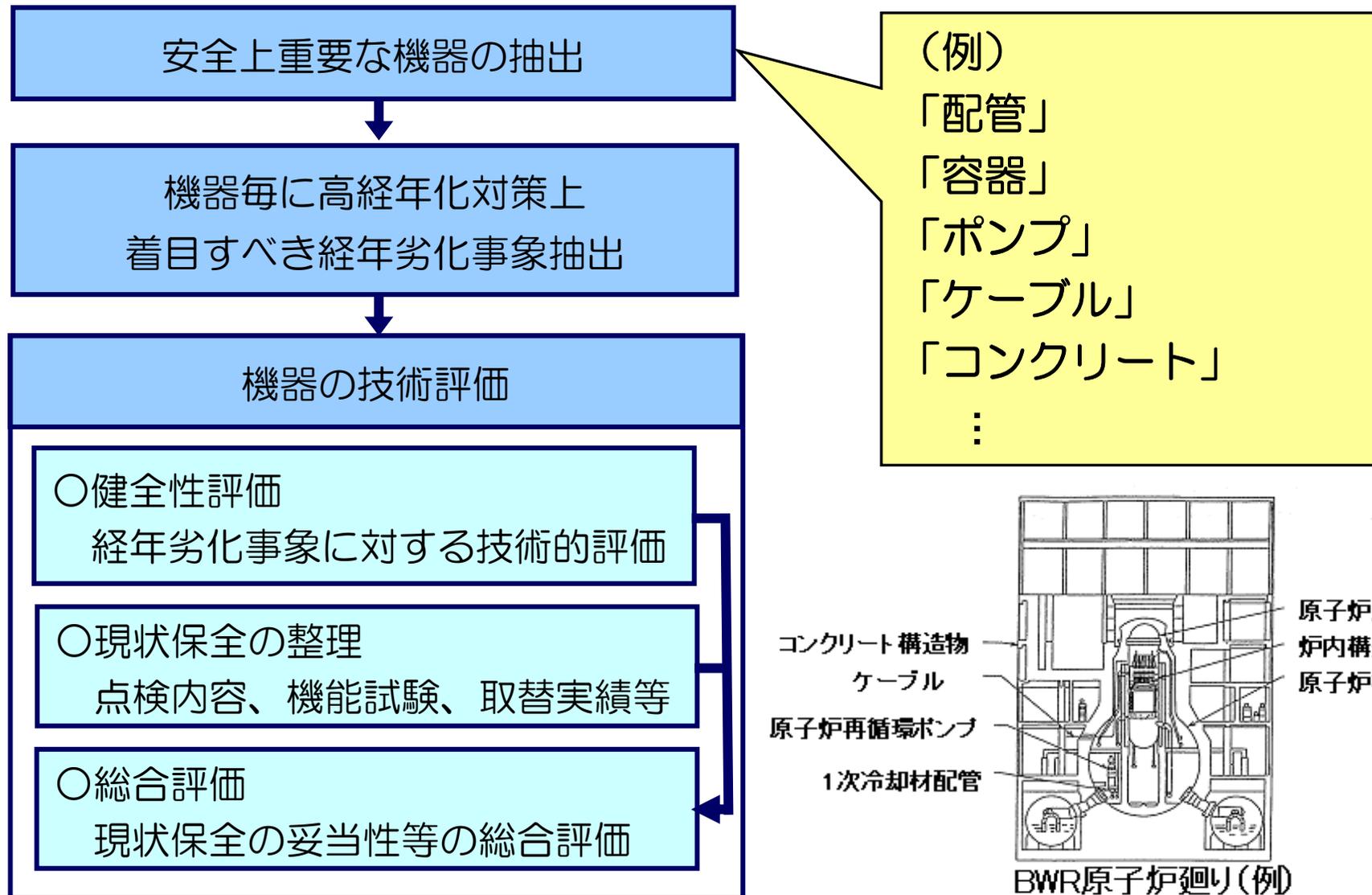
* 1：平成20年10月22日以前に発出された「実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイドライン」での提出期限

* 2：平成20年10月22日に発出された改訂ガイドラインに基づき、提出期限が平成21年1月以降に変更

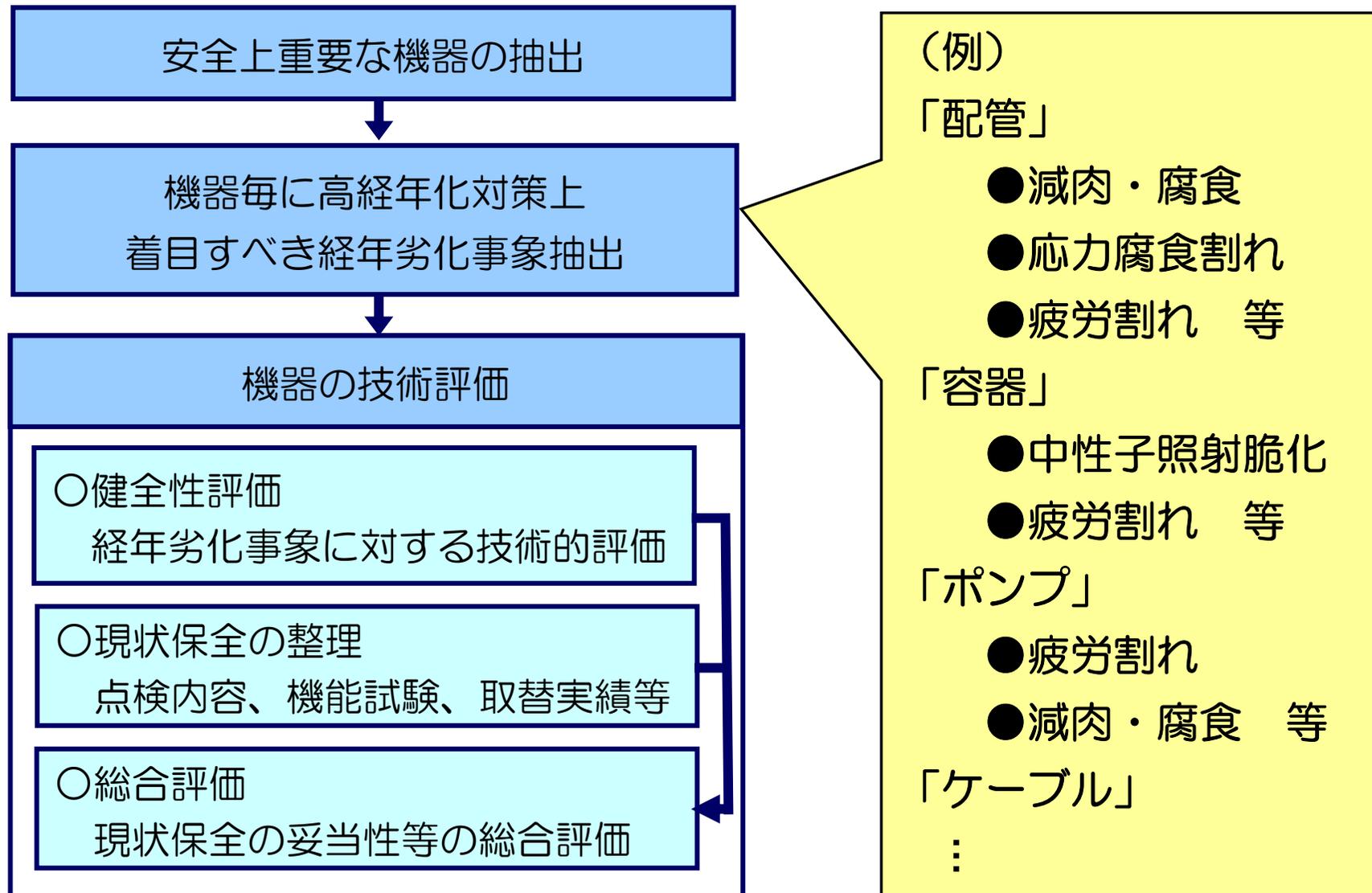
高経年化技術評価（PLM）実施体制



長期保守管理方針策定までの流れ



長期保守管理方針策定までの流れ

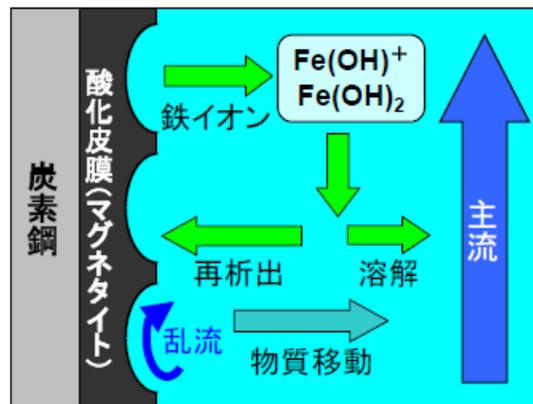


経年劣化事象の例① (配管減肉)

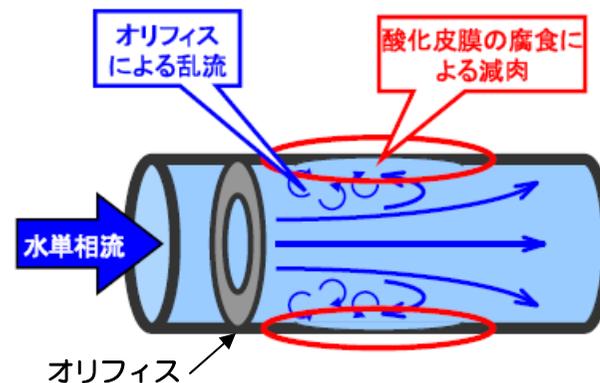
- 配管減肉とは、配管内の流れの乱れが発生する箇所（オリフィス等）において、配管の肉厚が時間の経過とともに徐々に減っていく事象である。
- その要因は、**流れ加速型腐食（FAC）**と呼ばれる配管内面の腐食に起因する化学的作用によるものや**エロージョン**と呼ばれる流体内の力による機械的作用によるものがある。

■メカニズムの概要（FACの場合）

炭素鋼の保護酸化皮膜が水の流れなどに溶解する
→乱流の影響で溶出した鉄イオンの移動が助長される
→配管の内面の肉厚が徐々に減っていく



FACのメカニズム概略図



オリフィス下流のFACによる減肉

経年劣化事象の例① (配管減肉)

設計上の減肉対策

- 材料面の対策

減肉対策材（低合金鋼やステンレス鋼）の適用
→抽気系統，給水加熱器ベント・ドレン系統に採用

- 水質面の対策

酸素注入の実施
→給水・復水系に適用

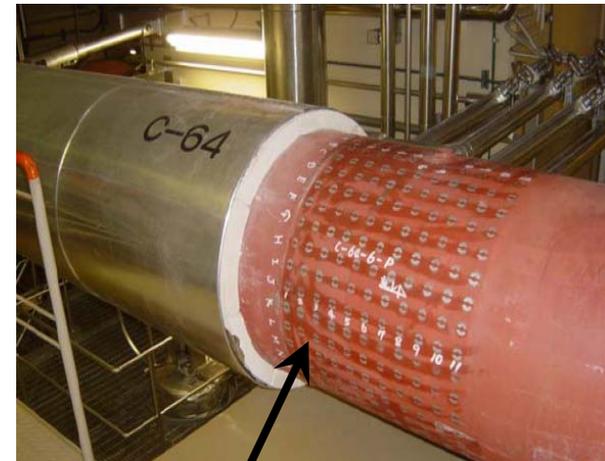
- 構造面の対策

減肉しにくい構造への設計変更
→配管のルート変更（オリフィスの移設等）

余寿命管理

- 計画的な点検の実施

減肉傾向を把握し余寿命評価等を行う。
→必要に応じて取替等を実施



肉厚測定箇所例

経年劣化事象の例② (原子炉压力容器の中性子照射脆化)

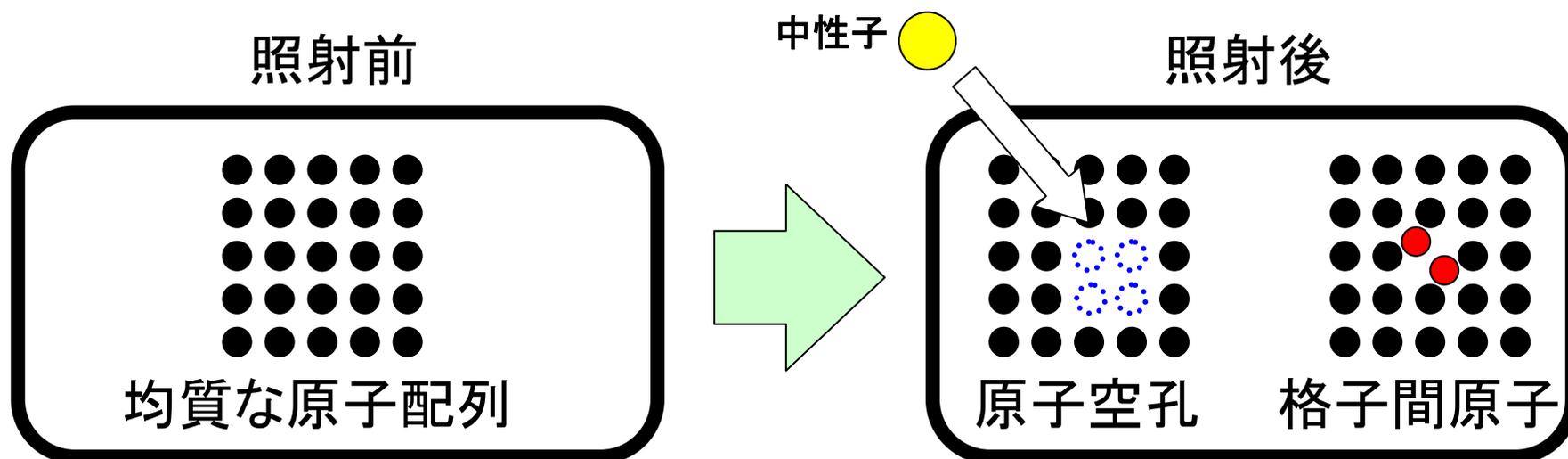
- 原子炉压力容器の中性子照射脆化とは、中性子照射によって原子炉压力容器本体が硬く脆くなる事象である。

■メカニズムの概要

中性子が鋼材中の鉄原子に衝突

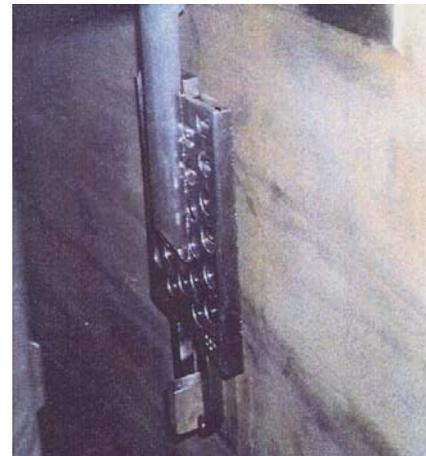
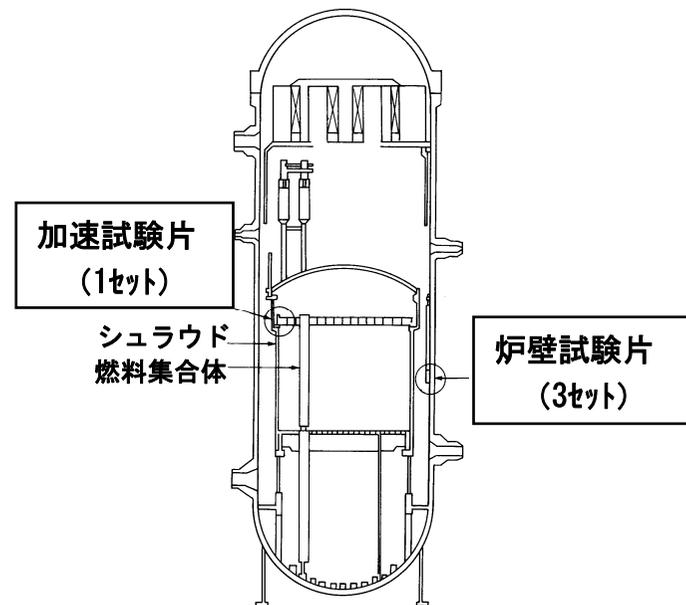
→不規則な原子配列（格子欠陥）を生成

→硬さを増して靱性（材料の伸びる力）の低下が生じる（脆くなる）

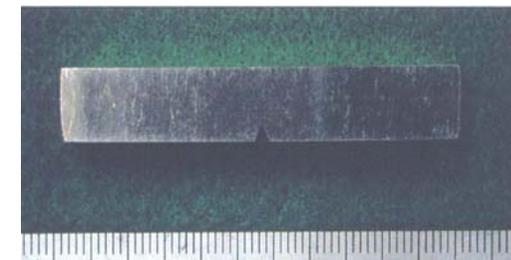


経年劣化事象の例② (原子炉压力容器の中性子照射脆化)

- 原子炉压力容器の脆化の進行状態については、日本電気協会の規定に基づき、脆化の程度を予測するとともに、脆化の程度を直接確認するため、運転当初より原子炉内に監視試験片を装荷し、計画的に監視試験片を取り出し試験を実施し脆化の程度を確認している。



【監視試験片】



高経年化対策の法制化の経緯

高経年化対策の法制化について（1/2）

平成8年度 「高経年化に関する基本的な考え方」

- 事業者は経年劣化に関する技術評価及び長期保全計画策定を実施し、国はその妥当性の評価を行う

平成15年度 実用炉規則第十五条の二 【平成15年10月施行】

- 保安規定に要求事項として記載
- 運転開始日以後30年を経過する日までに、技術評価及び長期保全計画策定を実施（10年を超えない期間毎に再評価）

平成17年度 実用炉規則第十五条の二（高経年化対策の実施） 及び第二十四条（報告） 【平成18年1月施行】

- 技術評価及び長期保全計画の実施の報告等の義務化
- 原子力安全・保安院指示文書（ガイドライン、審査要領）の発行による詳細化（平成19年6月に改訂）

高経年化対策の法制化について（2/2）

平成20年度 実用炉規則第十一条の二（原子炉施設の経年劣化に関する技術的な評価）【平成21年1月施行】

- 運転開始日以後30年を経過する日までに、技術評価を実施
- 運転開始日以後30年を経過した日以降、10年を超えない期間ごとに、技術評価を実施
- 技術評価を基に長期保守管理方針を策定→保安規定認可対象
- 法改正を踏まえた原子力安全・保安院指示文書（ガイドライン、審査要領）の改定による明確化（平成20年10月に改訂）