

第48回水化学部会定例研究会

「原子力安全と水化学」 のテーマ設定にあたって

2024年6月17日（月）

水化学部会
部会長

（一般財団法人 電力中央研究所）
河村 浩孝

日本の軽水炉発電の状況

- 福島第一事故後、12基のPWRが再稼働
- 2023年9月12日、「脱炭素社会の実現に向けた電気供給体制の確立を図るための電気事業法等の一部を改正する法律の一部の施行期日を定める政令」を2025年6月6日施行とする政令が閣議決定。これにより、60年を超える原子炉の運転が可能となった。

再稼働 12基	設置変更許可 5基	新規制基準 審査中 10基	未申請 9基	廃炉 24基
-------------------	---------------------	-----------------------------	------------------	------------------

稼働中 10基、停止中 2基（送電再開日） (許可日) (申請日)

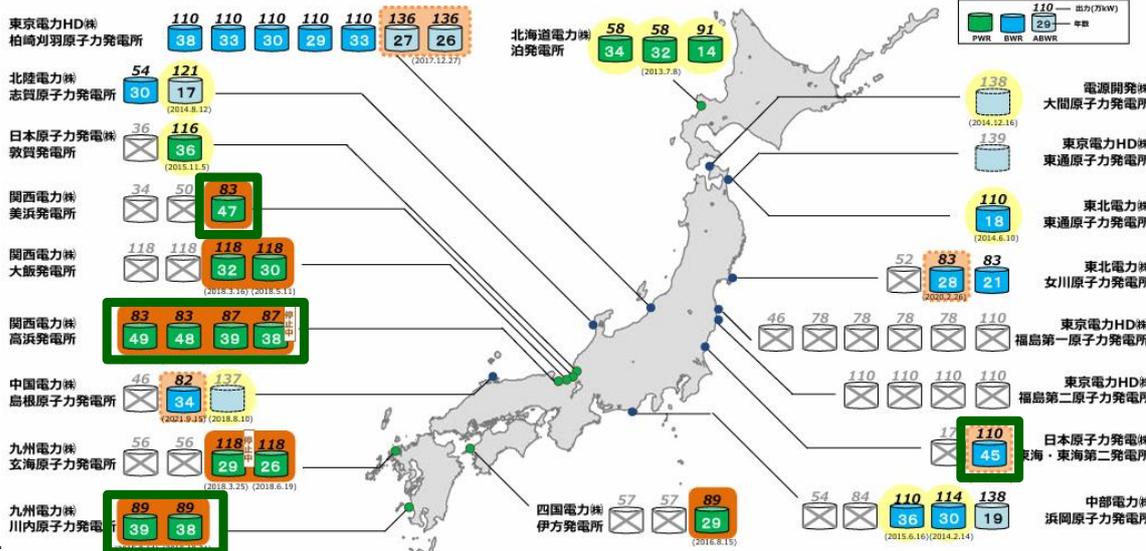
2024年1月24日現在

◆ **再稼働PWR**
（玄海3, 4, 川内1, 2, 伊方3, 高浜1, 2, 3, 4, 大飯3, 4, 美浜3）

◆ **設置変更許可**
（柏崎6, 7, 島根2, 女川2, 東海第二）

◆ **新規制基準審査中**
（泊1, 2, 3, 大間, 東通, 志賀2, 島根3, 浜岡3, 4, 敦賀2）

□: **60年運転許可**
（川内1, 2, 高浜1, 2, 3, 4, 美浜3, 東海第二）



出典: エネルギー資源庁HP
https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/001/pdf/001_02_001.pdf

原子力安全に対する基本的な考え方

- ▶ 日本原子力学会は、原子力安全文化の醸成、自主的安全性向上の観点から、経産省資源エネルギー庁の「**軽水炉安全技術・人材ロードマップ**」を策定
- ▶ **軽水炉の長期的利用に必要な安全性向上を継続**するには、顕在化したトラブルに対するリアクティブな対策に留まらず、様々な**バイアスや思い込みを取り除き**ながら“**Unknown-unknowns**”の存在を前提^{[1],[2]}として、**新知見をプロアクティブに蓄積**し、原子力安全に反映していくための**PDCA**が必要^{[3],[4]}

出典)

[1] 原子力規制庁,「高経年化した発電用原子炉の安全規制に関する検討チーム」における検討状況(中間報告)(第3回), 令和5年5月10日, <https://www.nra.go.jp/data/000429829.pdf> <<https://www.nra.go.jp/data/000429829.pdf>>

[2] 原子力規制庁,「原子炉安全専門審査会及び核燃料安全専門審査会会長との意見交換」の参考2, 令和5年11月15日, <https://www.nra.go.jp/data/000459297.pdf> <<https://www.nra.go.jp/data/000459297.pdf>>

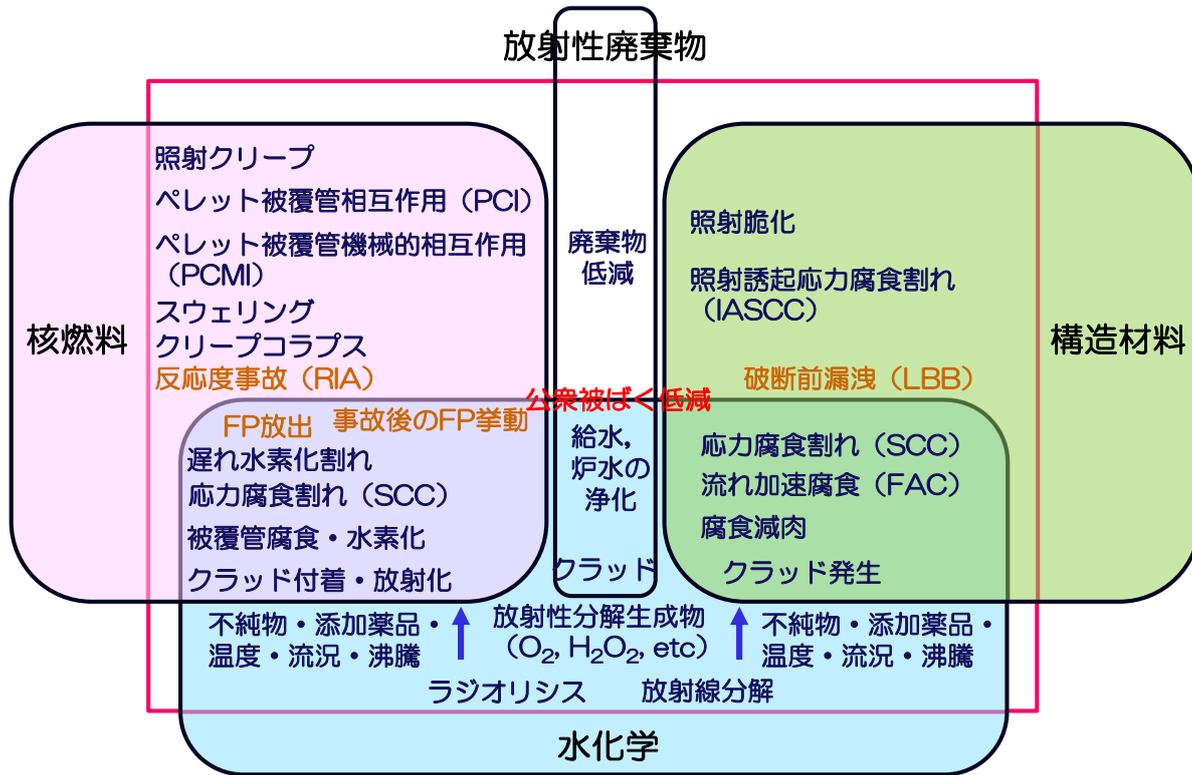
[3] 関村直人,“安全な長期運転にむけた標準化活動(1)安全な長期運転の体系”,日本原子力学会2023年秋の大会予稿, 1D_PL01, (2023).

[4] 日本原子力学会標準「原子力発電所の継続的な安全性向上のためのリスク情報を活用した統合的意思決定に関する実施基準」(AESJ-SC-S012:2019)

水化学における原子力安全の考え方

- ▶ 発電用軽水炉の通常運転時, 起動時, 停止時等を対象とした水化学管理は, **異常・事故の発生の未然防止**と, それら**兆候の早期検知**を主目的
- ▶ 水化学管理が護るべき対象は多重障壁を構成する圧力バウンダリ, すなわち構造材料や燃料の被覆管の健全性
(これらの損傷時には, トラブルや事故の起因事象(発端事象)となり, 通常運転を逸脱し事故状態に至ることが想定)
- ▶ このため, **原子力安全**及び“**Risk-Informed**”の観点を踏まえ, 規制規則や保安規程等に適合させつつ, 水化学に起因する事象により**通常の状態を逸脱するリスクを低減**
- ▶ 水化学部会でも, 原子力安全に係る深層防護に立脚しつつ自主的安全性向上の視点を常に持ちつつ, 福島事故後の安全性向上への取り組みを**深化・継続** ⇒ **水化学RM, 水化学管理指針に反映**

原子力安全に関わる 水化学-核燃料-構造材料の相互作用



水化学管理指針（標準類）の策定と改定

担当分科会	標準名称	番号	発行日
水化学管理分科会	加圧水型原子炉一次冷却材の化学分析方法—ほう素:2023	AESJ-SC-S002:2023	2023年12月26日
	加圧水型原子炉一次冷却材の化学分析方法—溶存水素:2023	AESJ-SC-S003:2023	2023年12月26日
	加圧水型原子炉一次冷却材の化学分析方法—放射性よう素:2023	AESJ-SC-S004:2023	2023年12月26日
	加圧水型原子炉一次系の水化学管理指針:2019	AESJ-SC-S008:2019	2019年11月22日
	加圧水型軽水炉二次系の水化学管理指針:2020	AESJ-SC-S013:2020	2020年11月10日
	加圧水型原子炉一次冷却材の化学分析方法—ほう素同位体比:2023	AESJ-SC-S014:2023	2023年12月26日
	沸騰水型原子炉の水化学管理指針:2019	AESJ-SC-S007:2019	2019年10月25日
	沸騰水型軽水炉の水化学分析方法—放射性よう素:2018	AESJ-SC-S009:2018	2019年12月26日
	沸騰水型軽水炉の水化学分析方法—金属不純物:2018	AESJ-SC-S010:2018	2019年12月26日
	沸騰水型軽水炉の水化学分析方法—コバルト60イオン:2018	AESJ-SC-S011:2018	2019年12月26日

AESJ-SC-S007:2019



日本原子力学会標準

沸騰水型原子炉の水化学管理指針:2019



AESJ-SC-S008:2019



日本原子力学会標準

加圧水型原子炉一次系の水化学管理指針:2019



AESJ-SC-S013:2020

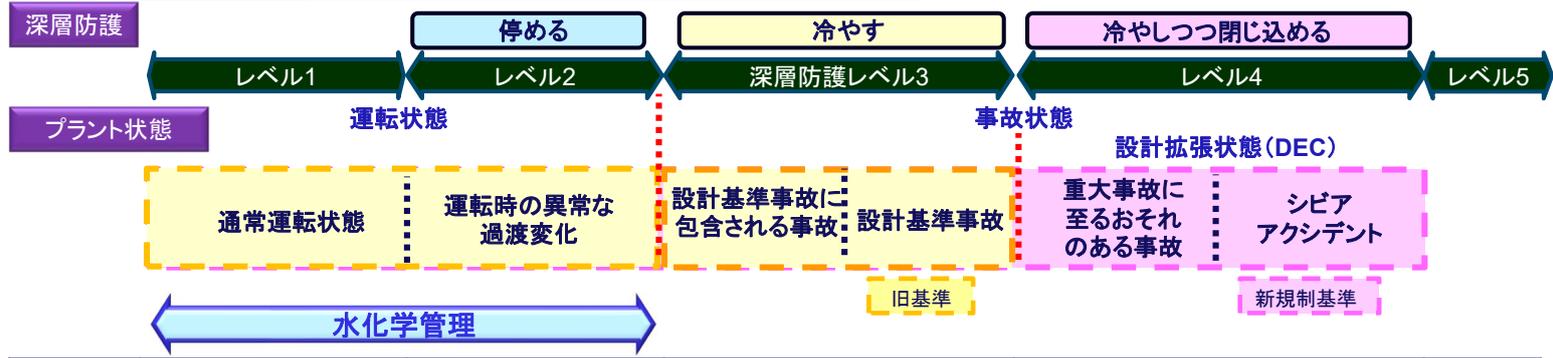


日本原子力学会標準

加圧水型原子炉二次系の水化学管理指針:2020



深層防護，プラント状態と水化学管理との関係 及び水化学に関わる深層防護の考え方



深層防護	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5
日本原子力学会における定義	異常・故障の発生防止	異常・故障の事故への拡大防止	事故の影響緩和		防災
水化学の安全目標	異常・事故の未然防止	異常・事故の早期検知	DBAに含まれる事故	設計基準事故 (DBA)	1Fの廃止措置
水化学に求められる防止対策	構造材料の経年劣化の抑制と管理，燃料の健全性維持と性能維持を目的とし，実証された技術や知見に基づいて十分な裕度を考慮した水化学管理，品質管理等に基づいた保守管理を行うこと	機器・配管等の腐食に起因した冷却材の漏えい等の機能喪失が起きた場合，直ちに検知し，冷却材の漏えいによる環境放出等の拡大を防ぐことを目的とした対策を講じること	炉心損傷防止，冷却性能維持 燃料ペレット溶融前の放射性物質 (FP) 放出挙動の把握	公衆被ばく低減 事故後のFP挙動把握 炉心損傷防止	SA前 / SA後 冷却性能維持 燃料ペレット，燃料デブリからのFP放出抑制
			環境への放射線放出を抑制し，環境への影響を緩和すること	設計基準を越すような事故状態に備え，SAを防止するための対策およびSAに至った後の影響を緩和するための対策を講じること	水化学の寄与は小さい

出典) 本表は，水化学ロードマップ2020，日本原子力学会水化学部会編 (2020) より一部抜粋

水化学管理指針の制定後のフォロー (PDCA)

- 水化学管理関連の化学分析方法についても**自主的安全性向上**を取入れる必要あり
- **改良水化学の導入**又は**耐食性の優れた材料への変更**などにより水化学管理指針のアクションレベル，制御値及び推奨値等を見直す際，**必要に応じ化学分析方法を改定**
- **新たな化学分析機器の導入**及び**化学分析方法の提案**等を受け化学分析方法を改定
- **安全性向上に係る新知見**をプラントの運用管理に適切に反映するため，**プラントの運転経験及び新知見に基づく適用事例を解析しフィードバック**を図り，最新の化学分析技術を導入 (解説図2)
- 制定後，**5ヶ年間毎に見直し**
- 必要に応じ適宜，**改正を実施**
- 制定・改正後に講習会開催
- 上記の活動を通じ，**継続的な安全性向上に寄与**

PWR一次系水化学管理指針：最新知見に基づく指針の改正
PWR一次系化学分析標準：最新技術の導入に伴う化学分析方法の改正

適用事例の解析・採用 ↔ 運転経験のフィードバック
 国際展開・情報の提供 ↔ 課題・良好事例

事業者 (標準化・高度化・事業者間の情報共有) ↔ **学会等への情報提供**

安全技術・人材ロードマップ (水化学ロードマップ)
 NRA, IAEA等の動向 / 国際会議
 材料 / 燃料
 国内外の関連指針 (JIS, IAPWS, EPRI, VGB)

解説図2－最新知見を取り込む仕組み