



日本原子力学会 新型炉部会
部会・連絡会セッション

「研究開発段階発電用原子炉の保守管理の在り方」

(2) 現状の保守管理における技術的課題

(3) 研究開発段階炉の保守管理の在り方

— 基本的な考え方 —

2016年9月8日

高屋 茂 (JAEA)



研開炉の定義

- ◆ 法令上、研究開発段階発電用原子炉(研開炉)の一般的な定義はない。

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行令」

研開炉として、発電の用に供する高速増殖炉と重水減速沸騰軽水冷却型原子炉を具体的に指定しているのみ。



本検討では、新型炉を対象としたより一般的な議論を行うために、**研開炉を次のように定義；**

**「新しい型式の発電用原子炉であり、
実用化を目指した研究開発段階のもの」**



研開炉の目的

◆ 本検討における研開炉の定義:

「新しい型式の発電用原子炉であり、
実用化を目指した研究開発段階のもの」



研開炉の目的:

新しい型式の発電用原子炉を実用化するために必要な研究開発



実用発電用原子炉(実用炉)の目的:
安定な電力供給



研開炉の保守管理において考慮すべき観点

- 既存の実用炉である商用軽水炉と、研開炉の例としてもんじゅを比較すると、①炉型による差と②運転経験の差の大きく二つの差が存在する。
- 既存実用炉で採用されている考え方や方法の中には研開炉で大いに参考になるものが多く存在すると考えられるが、研開炉に適用する際には、この二つの差について注意しなければならない。

	炉型A (軽水炉)	炉型B (高速炉)
実用炉 (目的:安定な 電力供給)	● 商用軽水炉	
研開炉 (目的:実用化の ための研究開発)		● もんじゅ

↔ 炉型の差

↑ 運転経験の差 ↓

既存実用炉(商用軽水炉)と研開炉(例:もんじゅ)の比較



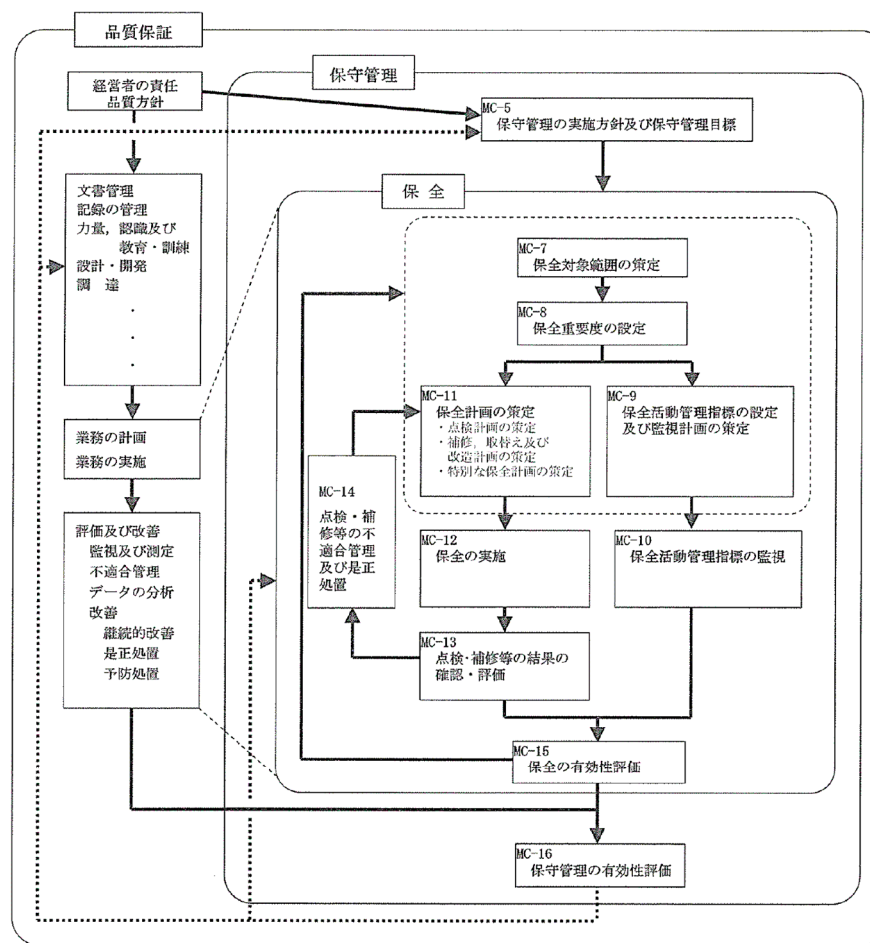
研開炉の保守管理の実施フロー

- 商用軽水炉の保守管理の基本要件は、「原子力発電所の保守管理規程」(JEAC4209)に定められている。
- 同規程中の保守管理の実施フローでは、計画、実施、評価及び改善のサイクルが複数の階層で設けられ、継続的な改善が図られるようになっている。



- 常に改善を促す保守管理の実施フローは、研開炉にも適用可能であると考えられる。
- 但し、具体的な実施内容(保全プログラム)については、研開炉の特徴を適切に考慮しなければなら

ない。



商用軽水炉の保守管理実施フロー (JEAC4209)



実用化に向けた保全プログラム構築の必要性

① 炉型の差

例えば、既存実用炉と類似名称の機器であっても、安全上の重要性や想定される劣化メカニズム等が異なる場合があり、既存実用炉の保全プログラムをそのまま研開炉に適用することはできない。

② 運転経験の差

研開炉の保全プログラムは保全対象や保全技術に関する知見の蓄積・拡充により段階的に適正化していくべき対象である。



研開炉自身で、原子炉施設の安全性を確保しながら、
実用化に向けて炉型に適した保全プログラムを構築していくことが必要

研開炉の保守管理の在り方として次頁以降で以下を提案

- ◆ 炉型に適した保全プログラムの構築
- ◆ 運転経験の蓄積による保全プログラムの段階的構築



炉型に適した保全プログラムの構築

(a) 炉型特有のリスク特性の考慮

炉型によって安全設計の特徴が異なり、懸念されるリスク特性も異なる。



- リスク分析手法を活用し、炉心損傷等に至る支配的な事故シーケンスやその際クリティカルとなる系統・機器を抽出し、炉型特有のリスクを把握することが重要。
- 原子炉施設の安全性を確保しながら、効率的に実用化に向けて保全プログラムを構築していかなければならない研開炉では **Graded Approach (GA)** の活用が有効である。
Graded Approach (GA):
機器や活動等の重要性に応じてマネジメントにおける要求レベルを決定し、人的・経済的資源を適切に配分することで、原子炉施設の安全性を確保する考え方
- 炉型特有のリスク特性を考慮して重要性が高い系統・機器を選定し、より高い品質の保全を実施することで、原子力施設の安全性を確保しつつ、研開炉の目的の一つである保全プログラムの構築に関する研究開発を進めることができる。



炉型に適した保全プログラムの構

(b) 炉型特有の劣化メカニズムの考

炉型により使用環境等が異なるため、考慮すべき劣化メカニズムも異なる。



- 既存実用炉の知見を踏まえつつ、当該炉型に関する既往知見（科学的知見、設計的知見、実験炉や海外炉の経験）から劣化メカニズムを設定。
- 運転経験の蓄積によって、設定内容の妥当性を検証していくことが

既存実用炉の知見

当該炉型に関する既往知見

劣化メカニズムの
設定

具体的な保全内容
(含、検証用データ取得)

運転経験の蓄積による検証



運転経験の蓄積による保全プログラムの段階的構築

(a) 運転開始後の初期段階における不具合の早期検知

運転開始後の初期段階：

設計・施工や運転・管理等に関する
不具合の顕在化の可能性



- どのような不具合が発生するかを予測することは難しいことからリスクの大きさに応じて、不具合の早期検知を目的とした保全を重点的に実施することが望ましい。
- 運転経験の蓄積により、設計・施工や運転・管理等の妥当性が確認されるにつれて、重点化対象や検知方法等の見直しを行う。



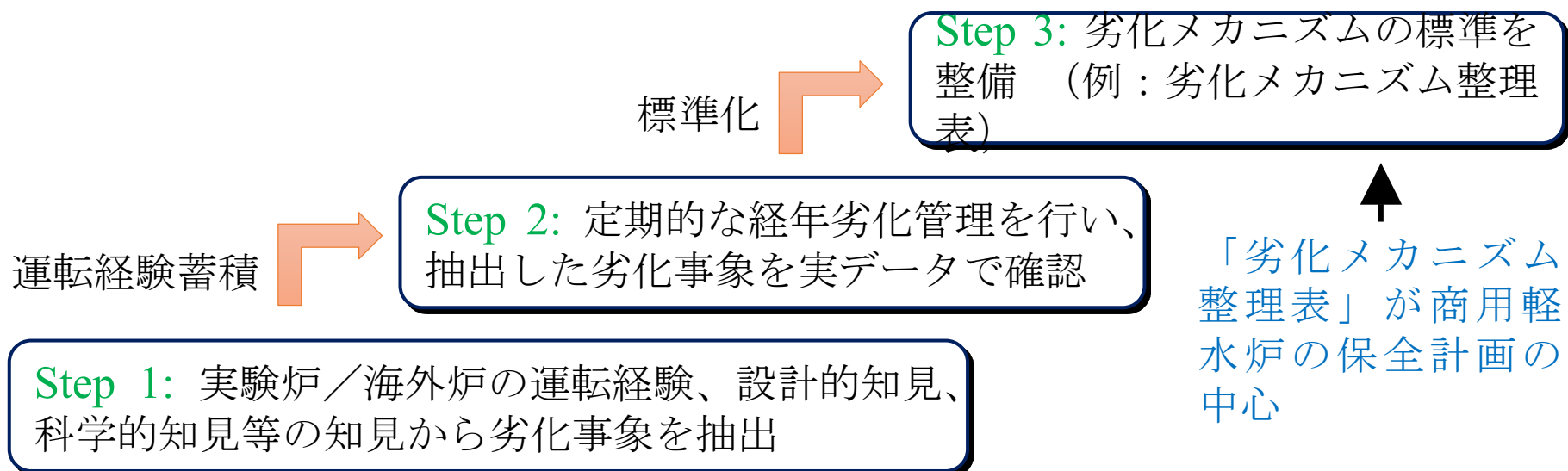
運転経験の蓄積による保全プログラムの段階的構築

(b) 知見の標準化

実用化に向けて計画的に知見を蓄積し、
最大限有効活用できる形で取得知見を整理していく必要



- 保全計画策定の技術的根拠となっている劣化メカニズムを含めた各種知見を実際のプラントの環境で検証。
- 得られた知見を標準等の形で整理し、実用化の際に知見を有益に活用。





運転経験の蓄積による保全プログラムの段階的構築

(c) 新知見反映手順の明確化

運転経験の蓄積により新たに得られた知見の
保全プログラムへの迅速な反映



- 保全プログラムにおける関係するプロセスの変更手順（保全重要度、保全方式、点検計画の内容等の変更手順）を予め明確に策定。
- GAの考え方を反映し、系統・機器が有するリスクや当該プロセスの変更によるリスクに応じて、変更に係る検討の要求レベルを設定。

(例) 使用実績が少ないことを理由として保全重要度を当初高めに設定した機器

運転経験の蓄積により、

➤仕様を満足することを継続的に確認

➤劣化メカニズムが想定通りであることを確認

➤…



保全重要度の適正化及び
それに伴う保全内容の変
更



運転経験の蓄積による保全プログラムの段階的構築

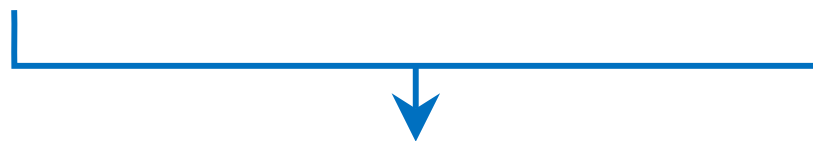
(d) 定量的指標の導入

実用化に向けた保全プログラムの構築状況の
客観的な把握



定量的指標

- 原子力施設の安全性確保の観点
 - (例) 計画外スクラム回数等
 - 指標の劣化が無いことを確認
- 保全の有効性の観点
 - (例) 作業日数、個人被ばく線量
 - 指標の向上を目指す



実用化に向けた保全プログラムの確実な構築



まとめ

- 研開炉の保守管理では、原子炉施設の安全性を確保しながら、保全の有効性を向上させ、炉型に適した保全プログラムを実用化に向けて構築していくことが重要である。
- リスク情報の活用、GAの考え方に基づく人的・経済的資源の適切な配分、原子力施設の安全性確保の観点及び保全の有効性の観点からの定量的指標の導入により、原子炉施設の安全性を確保しながら、実用化に向けた保全プログラムを構築していくことが可能になる。
- 炉型に適した保全プログラムの構築のためには、初期に科学的知見や設計的知見等に基づき想定した劣化メカニズムの妥当性を、研開炉での運転経験の蓄積により検証し、当該炉型で考慮すべき劣化メカニズムとして標準化していくことも重要である。
- 研開炉の保守管理が、研開炉の目的である実用化に向けた研究開発を実施しつつ、より安全かつ円滑に行われることを期待する。