

核燃料物質使用施設の安全評価の取組み (3)

— 高経年化施設の運転管理の改善方策 —

Activity of safety review for the facilities using nuclear material(3)

— Improvement of the management system for safety operation of aged facilities —

独立行政法人日本原子力研究開発機構 大洗研究開発センター 燃料材料試験部

藤島雅継 Tadatsune FUJISHIMA 雨谷富男 Tomio AMAGAI

水越保貴 Yasutaka MIZUKOSHI 坂本直樹 Naoki SAKAMOTO

大森 雄 Tsuyoshi OHMORI

In the site of O-arai research and development center of Japan Atomic Energy Agency (JAEA), there are five facilities for post irradiation examination to develop fast reactor fuel and core structure material. The facilities which were constructed during the period of 1960s and 1970s, have been accumulating operating experience of the facilities more than 30 years. The safety review based on the experience has started at 2003 to confirm safety operation of the facilities. Then the safety operation has carried out by the review activities.

On the other hand, the facilities are becoming more important to operate for the various needs of nuclear fuel development. And there is a difficulty of technology transfer to next workers of safety operation because of issue of human resources. Under the circumstance, the aged facilities should be kept under safety condition by adequate management of facility operation including workers education and maintenance of the equipment related with safety system.

In this report, the improvements of the management system for safety operation of the aged facilities are discussed in the view points of the organization, operation guideline, evaluation of equipment aging and budget issue.

Keywords: safety review, PSR, Performance Indicator, hot laboratory

1. 緒言

大洗研究開発センター燃料材料試験部の核燃料物質使用施設 (5 施設)では、高速増殖炉の研究開発を中心とした燃料・材料の照射後試験を実施している。

これらの施設は、いずれも運転開始から 30 年以上経過しているが、非密封核燃料物質を取り扱える

数少ない照射後試験施設として各方面から利用されており、今後も有効活用することが期待されている。そこで燃料材料試験部では、施設の安全確保のために、平成 14 年度から自主的な保安活動として施設の安全評価に取組むとともに、その評価結果に基づいて適切に保安活動を展開し、成果を上げてきた。[1]、[2]

また、この活動の中では、次の世代を担う人材育成にも取組んできた。しかしながら、運転開始当初から在籍してきた熟練した運転要員の世代交代の時期を迎え、施設固有の保全に係る技術・技能の継承等が喫緊の課題となりつつある。さらに、施設や設備の高経年化が進むことにより、相対的に保全の技術的難易度

連絡先：藤島雅継、〒311-1393 茨城県東茨城郡大洗町成田町 4002 番、(独) 日本原子力研究開発機構
大洗研究開発センター 燃料材料試験部 燃料試験課
電話：029-267-4141、
e-mail：fujishima.tadatsune@jaea.go.jp

が上がりつつある。

このような状況においても施設の安全確保はゆるがせにはできないことから、高経年化によるリスクを軽減し、将来的な施設の保安確保を目的とした運転管理の改善に取り組む必要が生じている。本報では、その運転管理の改善の方策について報告する。

2. リスク増加要因の洗い出し

運転管理の改善策の検討に先立ち、各施設の運転・保守に熟練した者を主体として、運転管理、人・体制、施設・設備の経年化、予算の視点から将来的な施設の安全確保に及ぼす高経年化によるリスク増加の要因を洗い出した。

図 1 に洗い出したリスク増加の要因をフィッシュボーン形式で示す。

図 1 の中から抽出したリスク増加の支配的な要因を以下に示す。

(1) 運転管理

- ①運転管理業務の体系化（企画化）の遅れ
- ②設計条件、使用条件、通常操作の逸脱時等についての解説や記録の不足
- ③運転管理の所掌組織の変更等による運転・保守経験や情報の継承の停滞
- ④施設間での保守経験等の情報共有化の遅れ

(2) 人・体制

- ①設備の設計・設置から運転の立ち上げを経験した熟練した運転要員の定年退職等による減少
- ②熟練した運転要員の減少による知識、技能の低下のおそれ

(3) 施設・設備の経年化

- ①想定外の事象（故障）発生のおそれ

(4) 予算

- ①予算措置と保全時期のミスマッチのおそれ

これらの要因を排除することが、高経年化によるリスクを軽減し、将来的な施設の保安確保を目的とした運転管理の更なる改善につながる。

3. 運転管理の改善ポイントの整理

運転管理の改善の方策を検討するために、前項で洗い出した高経年化によるリスク増加の要因から、運転管理の改善ポイントを整理した。

(1) 運転管理に係わる情報管理の改善

各施設共に 30 年以上が経過して、建屋や設備を設計し、運転の立ち上げを行ってきた熟練した運転要員が減少する一方で、設備の高経年化により相対的に保全の技術的難易度が上がるおそれを念頭に、2. (1)②通常操作の逸脱時等についての解説や記録の不足、2. (1)③所掌組織の変更等による運転・保守経験や情報の継承の停滞、2. (1)④施設間での保守経験等の情報共有化の遅れ、2. (2)①熟練者の減少、2. (2)②技術力の低下のおそれを集約し、運転管理に係わる情報管理の改善を 1 つ目のポイントとした。

これまでの運転管理で培った知識、技能、技術、経験を目に見える形に整理し、継承するための本ポイントは、高経年化施設の運転管理の改善の中核をなすものである。

(2) リスク因子を抽出する仕組みの改善

これまで行ってきた施設の安全評価では、まず設備が故障にいたるリスク因子を運転管理の経験則に基づいて抽出してきたが、2. (3)①想定外の事象（故障）発生を防止するためには、今後生じるであろう、潜在的なリスク因子の洗い出しに力点を変えていくことが必要となる。すなわち、この潜在的な補修課題を抽出する仕組みの改善を 2 つ目のポイントとした。

(3) 保全コストの最適化

独立行政法人化により成果を求められる一方、合理化やコスト削減が強く求められる状況下で、安全確保と保全コストのベストバランスは、非常に難しい課題となっている。

施設の保全を担う立場からは、安全を損なうことなく、適切かつ的確に予算を投入し、2. (4)①予算措置と保全時期のミスマッチを回避しなければならない。そこで、安全確保と保全コストのベストバランスを図

るための保全コストの最適化を3つ目のポイントとした。

(4) 運転管理業務の体系化（企画化）

施設の安全安定運転を限られた経営資源で継続していくために、2. (1)①運転管理業務の体系化（企画化）の遅れに配慮し、本運転管理の改善にあたって上記(1)～(3)を体系的に関連づけることを4つ目のポイントとした。

4. 改善の方策

前項で整理した運転管理を改善するためのポイント(1)～(4)に対する具体的な方策について述べる。

(1) 運転管理に係わる情報管理の改善の方策

情報管理の改善については、以下の2つの方策を立案した。

①設備毎の運転管理要領等の再整備

運転信頼性の向上、適切な操作、通常状態を逸脱した場合の解説の充実等を狙って、設備毎に運転管理要領を再整備する。

運転管理要領の再整備にあたっては、従来の操作手順に加えて以下を考慮する。

- 1) 設備毎の設計仕様、機能、シーケンス、運転上の制約、設置状況等を施工図や電気図面により確認調査し、その結果を反映する。
- 2) 現行の法や規則、技術情報、品質管理要領等の新しい知見、情報に照らして設計や操作方法等が適切であるかどうかを調査確認し、その結果を反映する。
- 3) 設備毎に状態監視保全基準と時間管理保全基準の明確化を図る。
- 4) 通常状態を逸脱した場合のトラブルシューティングの充実を図る。
- 5) 通常の操作を誤った場合における設備の挙動等について、できるだけ解説を加える。
- 6) 現状の設備の運用方法等が設計範囲等を逸脱していないかどうかを確認し、必要に応じて操作手順や関連する作業マニュアル等を見直す。

この設備毎の運転管理要領の再整備は、次の世代を担う運転要員の育成強化・OJTの場ともなる。

②軽微な保全実績の情報収集方法の改善

性能劣化監視指標（Performance Indicator：PI）や日常点検等に基づき、軽微な補修を行った経験を日常の保全に生かすために、ローカルネットワークを活用して各施設からその記録を収集し、データベースソフトウェアにより一元管理して保守経験の情報共有を図る。

(2) リスク因子を抽出する仕組みの改善

一般には、FMEA（Failure Mode and Effect Analysis）やFTA（Fault Tree Analysis）[3]が広く認知されているが、大洗研究開発センターでは作業安全の評価を目的とした作業リスクアセスメントが導入され、その手法が現場に根付いていることから、簡便に設備が故障に至る潜在的なリスク因子を抽出する仕組みとして応用する。

作業リスクアセスメントは、当該作業に潜む危険性を一定の尺度により数値化し、安全対策の有効性を評価して作業の実施の可否を判定する手法である。

これを応用し、例えば設備を構成するある部品の劣化の進行（潜在的なリスク因子）を想定し、それにより設備が故障に至る危険性を数値化して構成部品の重要性和潜在的なリスク因子の危険性を相対的に比較できる設備リスクアセスメントの概念を構築する。

設備リスクアセスメントにより抽出した潜在的なリスク因子（補修課題）とその対策は、老朽化によるこれまでに経験の無い事象の発生を可能な限り想定内とするためのケーススタディとしても活用する。

(3) 保全コストの最適化

安全確保と保全コストのベストバランスを図り、保全コストを最適化するために、以下の2つの方策を立案した。

①設備の保全区分の明確化

施設を構成する様々な設備について、保安上の重要度から予防保全対象設備と、その他の事後保全対象設備に区分する。

例えば、核燃料物質を安全に閉じ込めるためのホットセル内の負圧を維持する給排気設備や停電時に電源を供給する非常用電源設備などの施設の保安に直接影響する設備は、予備系統の有無に関わらず予防保全対象設備とする。一方で、居室の空調設備など施設の保安に直接影響のない設備については事後保全設備とする。

予防保全対象設備は、これまでと同様に継続的な安全性の確認対象とし、摘出されたリスク因子（補修課題）に設定したP Iによる性能劣化の監視結果等に応じて適切に予防保全を図る。事後保全対象設備は、基本的に故障後に必要に応じて保全する。

この保全区分の明確化により、限られた予算を有効に活用する。

②保全技術の高度化

4. (1). ①設備毎の運転管理要領等の再整備、同3)状態監視保全基準と時間管理保全基準の明確化において、産業界の保全に関する知見や技術を広く取り入れ、保全技術の高度化を目指す。

状態監視保全では、P Iの監視技術の向上を図り、より適切な使用限界の見極めを可能とすることで保全予算の有効利用と削減を目指す。時間管理保全では、安全を担保しつつ現行の部品交換間隔等の延長を図る、また、技術的な根拠に基づいて時間管理保全を状態監視保全に切り換え、寿命前の適切な時期に保全するなど、保全作業の効率化と保全間隔の延長を図り、保全コストの低減につなげる。

(4) 運転管理業務の体系化

これまでの運転管理に上記の改善の方策を組み込み、P D C Aサイクルの観点から整理した運転管理業務の体系を図2に示す。

[Plan]

- ①合理的に保全を行うために設備を予防保全対象と事後保全対象に区分する。
- ②予防保全対象設備について、時間管理保全基準と状態監視保全基準を定める。
- ③トラブルを想定内とするために、予防保全対象設

備について設備リスクアセスメントを行い、リスク因子（補修課題）を洗い出す。

- ④洗い出したリスク因子のうち、最もリスクが高いものを補修課題として施設・設備の経年劣化（安全）の評価手法により、当該設備の継続的な安全性を確認する。
- ⑤既存の作業要領等や②等を取り込んで、設備毎に運転管理要領を整備する。

[Do]

- ①運転管理要領に基づき、当該設備を運転する
- ②運転や保守の経験を一元的に管理された仕組みによりデータベース化する。

[Check]

- ①運転管理要領に基づく運転管理実績について、設計・運用レビューを各施設乗り入れにより行い、その適切性を確認すると共に改善点を摘出する。
- ②設備毎の時間管理保全基準と状態監視保全基準の適切性を評価する。

[Action]

- ①設計・運用レビューに基づき、設備のハードや運転管理要領を改善する。
- ②保全コストの最適化を念頭に一般の知見・技術を取り入れて設備毎の時間管理保全基準の適切化と状態監視保全基準の高度化を図り、運転管理要領に反映する。

5. 改善の実施予定

本運転管理の改善は、基本的に重要度（設備機器影響度）の高い設備について優先的に運転管理要領の再整備等を進め、今後5年間で運転管理業務体系のP D C Aを一通り回すことを目標として実施する。

6. 結言

平成14年度から自主的な保安活動として施設の安全評価に取り組んできた実績を踏まえ、さらに進行する高経年化に対応すべく、将来的な施設安全確保のために運転管理の改善の方策を具体化した。

本方策に基づき、着実に運転管理の改善を図り、今後とも施設の保安確保に努める。

日本保全学会第6回学術講演会要旨集、(2009)。
 [3] (財)日本科学技術連盟：“信頼性技法実践講座 FMEA・FTA テキスト”，2000年度版。

参考文献

- [1] 藤島雅継 他：“核燃料物質使用施設の安全評価の取組み” 日本保全学会第5回学術講演会要旨集、(2008)。
- [2] 雨谷富男 他：“核燃料物質使用施設の安全評価の取組み(2) H20年度の評価結果と保全経験”

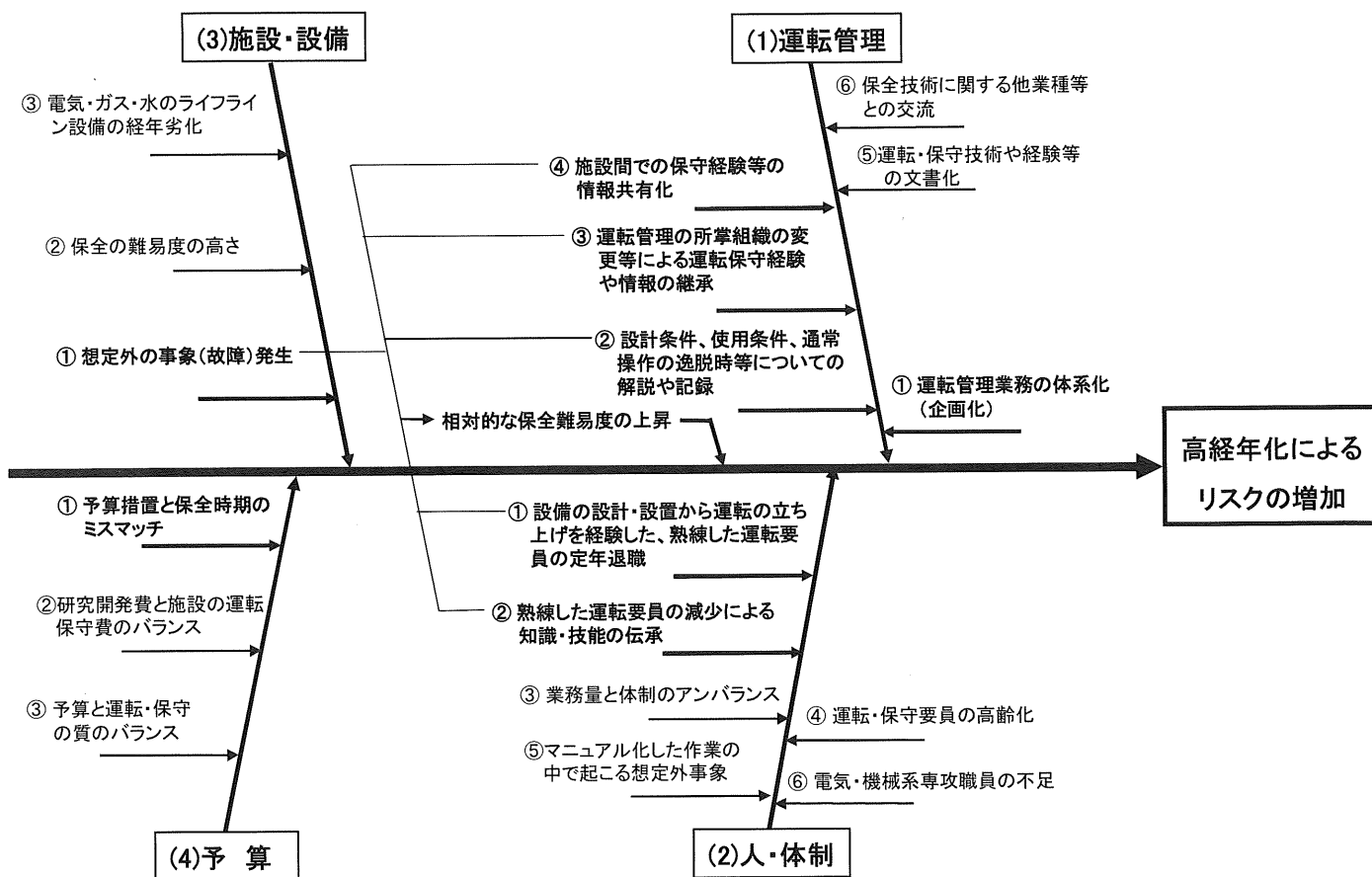


図1 施設の安全確保に係わるリスク増加の要因

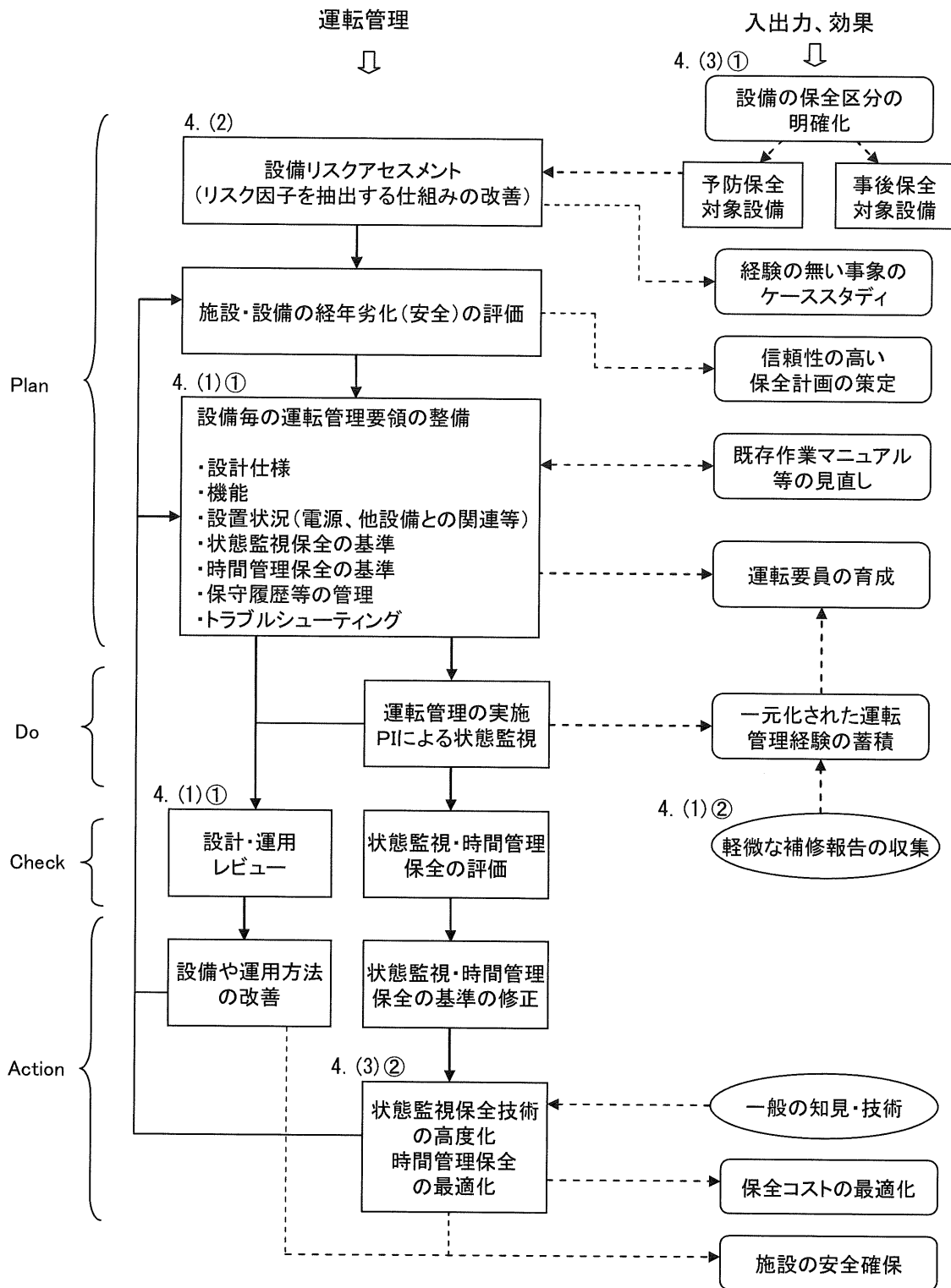


図2 高経年化施設の運転管理業務の体系