

高経年化技術評価の高度化 —安全規制研究の取り組み—

Study of System Safety Evaluation on LTO of National Project - NISA Safety Research Project on System Safety of Nuclear Power Plants -

| | | | |
|------|-------|-------------------|------------|
| 三菱総研 | 滝沢 真之 | Masayuki TAKIZAWA | Member |
| 東京大学 | 関村 直人 | Noato SEKIMURA | Member |
| 法政大学 | 宮野 廣 | Hiroshi MIYANO | Member |
| NISA | 青山 勝信 | Katsunobu AOYAMA | Non-Member |

Japanese safety regulatory body, that is, Nuclear and Industrial Safety Agency (NISA) started a 5-year national safety research project as “the first stage” from 2006 FY to 2010 FY whose objective is “Improve the technical information basis in order to utilize knowledge as well as information related to ageing management and maintenance of NNPs.

Fukushima disaster happened in March 2011, and the priority of research needs for ageing management dramatically changed in Japan. The second-stage national project started in October 2011 with the concept of “system safety” of NNPs where not only ageing management on degradation phenomena of important components but also safety management on total plant systems are paid attention to. The second-stage project is so called “Japanese Ageing Management Program for System Safety (JAMPSS)”.

Keywords: Regulatory Body, Safety Research, Technical Information Basis, Ageing Management, System Safety, National Project

1. はじめに

高経年化したプラントが増加する中、最新知見や技術を導入し、データベースや知識ベースを整備して、様々なプラントの実測データの分析・評価に基づくプラントの経年劣化状態を正しく把握することが求められてきている。原子力安全・保安院(以下、NISA)は、2006年度から2010年度まで5ヶ年間、高経年化対策に係る情報や知識を活用するための技術情報基盤の整備を目的とした『高経年化対策強化基盤整備事業』と称する安全規制研究事業を実施し、成果を取りまとめた。

2011年3月に発生した福島第一原子力発電所の事故を契機に、高経年化対策に係る研究ニーズの優先度は大きく変化し、NISAが2011年10月に立ち上げた『高経年化技術評価高度化事業』と称する第二フェーズの安全規制研究事業では、原子力発電プラントのシステム安全への取り組みを前面に出したものとなった。そこでは、主要機器の経年劣化事象のみならず、プラントシステム全体の安全管理を重要視した研究を実施している。

2. 技術戦略マップの活用

日本では、主要な高経年化対策の研究課題については、高い技術的知見を有する学術界が参画する形で、産官学連携の安全研究が取り組まれる事例が多い。官界と産業界との間には、規制 vs. 被規制の関係においては厳格な独立性が求められるが、高経年化対策に係るデータや知見については、プラントの安全性を継続的に維持するために活用する上では、両者の間で適切に共有されるべきである。そこでは、官界、産業界および学術界の間で高経年化対策のデータや知見を効果的に共有するための重要な手段として、技術情報基盤が位置付けられる。

高経年化対応技術戦略マップは、官界、産業界、学術界の役割分担を明確化して安全研究や技術情報基盤の整備等を実効的に実施していくための背景、課題の優先度、工程等が記されており、毎年見直しをかけながら、三者の間で共有されている。官界が資金を提供し、産業界が実機データ等の提供を行いながら、学術界が高い技術的知見を發揮して安全研究を実施している前述のNISA事業に

おいても、この高経年化対応技術戦略マップは、毎年の研究成果の自己評価や次年度の新たな課題を設定する事業のPDCAサイクルを回す上で重要な役割を担ってきた。Fig. 1に、NISAの安全規制研究事業における研究課題の設定と技術情報基盤の位置づけ、ならびにその中の技術戦略マップのPDCAサイクル上の役割を模式図で示す。

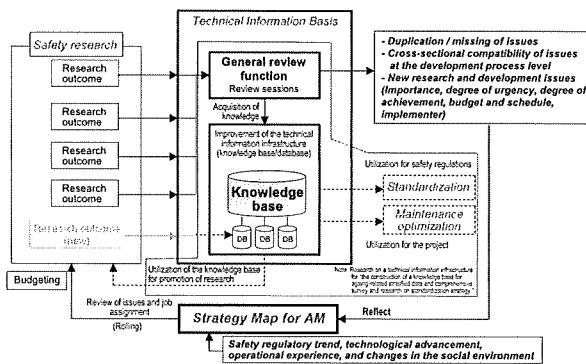


Fig.1 Strategy Map as PDCA cycle engine for Ageing Management Research Project

3. NISA 安全規制研究事業の概要

3.1 第一フェーズ事業

2006年度にスタートし、2010年度まで5ヶ年間実施した。目的は、高経年化対策に資する情報ならびに知識をプラントの安全性向上に活用するための技術情報基盤の整備である。国内の4地域を拠点とした研究クラスター制を採用し、各地域の特徴を生かした研究テーマを選定して、産官学連携で研究を推進する事業スキームを採用了した。クラスター間で実施された類似の研究テーマを効率的かつ相乗効果を上げるために、クラスター横断の密な情報交換・連携を図りながら事業を進めた。4クラスターで20を超える研究テーマが実施され、大きく以下の7つの研究領域に分類された。

- ・ 技術情報基盤の整備
- ・ 検査・補修技術の高度化
- ・ 圧力容器の中性子照射脆化
- ・ 減肉配管・耐震安全
- ・ 応力腐食割れ
- ・ ケーブル絶縁劣化
- ・ コンクリート強度劣化

Fig. 2に、4クラスター制を採用した第一フェーズ事業の遂行スキームを、Table 1には各クラスターの特徴等を整理して示す。

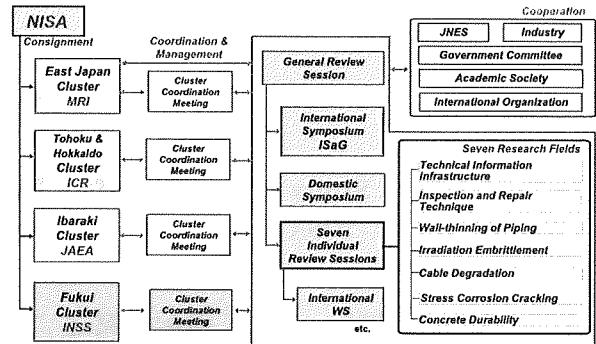


Fig.2 Project Implementation Structure of 1st stage NISA Project

Table 1 Characteristics of Four Clusters

| Cluster Name | Coordinator | Project Character | Research Outline |
|--|--|--|---|
| East Japan Cluster | Mitsubishi Research Institute, Inc. | Cooperative project among universities, academic societies, manufacturers, etc. In Kanto area, whose core is Univ. of Tokyo | Survey research to create a standardization strategy, generally managing the upgrading of technical information infrastructure and developing knowledge base; etc. |
| Tohoku / Hokkaido Cluster | Intelligent Cosmos Research Institute, Corp. | Cooperative project among universities in Tohoku / Hokkaido area, whose core is Tohoku Univ. | Evaluation of the occurrence mechanism of potential events; a survey on measures against them; research on the accuracy improvement of evaluation of SCC and pipe wall-thinning development; etc. |
| Ibaraki Cluster | Japan Atomic Energy Agency | Cooperative project among universities and research organizations, whose core is Japan Atomic Energy Agency and Univ. of Tokyo | Research on evaluation of embrittlement of the welding heat-affected zone of nuclear reactor pressure vessels by neutron irradiation; evaluation on the degradation of cables; etc. |
| Fukui Cluster (Kinki area cooperation) | Institute of Nuclear Safety System, Inc. and Kansai area, whose core is Osaka Univ. Fukui Univ. etc. | Cooperative project among universities, research organizations, etc. in Kinki area, whose core is Osaka Univ. Fukui Univ. etc. | Research on sophistication of pipe wall-thinning control using actual plant data; evaluation of soundness after the repair of the facilities; etc. |

5ヶ年間の活動を通じて、一例として減肉配管の耐震安全に係る評価手法を導出し標準手法として提案したのを始め、経年劣化事象に対する基礎データや知見を取得し、技術情報基盤として取りまとめた。

3.2 第二フェーズ事業

2011年度に5ヶ年計画でスタートし、現在様々なテーマの安全規制研究を実施している。目的は、設計・建設の段階から運転さらには廃炉までを見据え、プラントシステム全体の安全評価を、炉型や型式さらには運転履歴も考慮して実施できる評価体系を整備して、稼働プラントの実力ベースの評価を行う環境を整備することにある。そこでは、定常運転状態のみならず、過渡・事故状態さらにはシビアアクシデント状態の評価も実施できる評価体系を目指している。

当該評価体系の構築に際しては、重要機器の材料劣化に着目した従来の研究テーマに留まらず、プラント全体のシステム応答を炉心損傷頻度や格納容器損傷頻度といった指標以外の、高経年化プラントの実力ベースの安全評価を実施する上で必要となる評価指標の導出や、評価手法・ツールの整備を目指す研究テーマも合わせて実施している。

Fig. 3に、第二フェーズ事業の遂行スキームを模式図で示す。

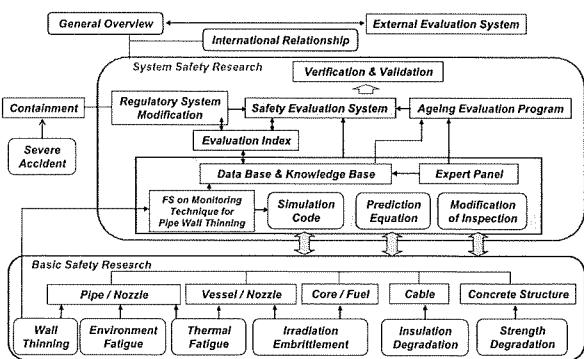


Fig.3 Project Implementation Scheme of 2nd stage NISA Project

プラントの安全上重要な機器と、当該機器に発生し得る経年劣化事象に着目し、経年劣化事象の進展のメカニズムの解明に基づく経年劣化予測式の導出や予測の高精度化を図る。また、当該予測式に基づく解析コードの整備・改良や、機器の経年劣化の予測を確実なものにするための検査技術の高度化、検査箇所や頻度の最適化を図るために安全基盤研究を実施する。そして、これらの安全基盤研究の成果を取り込んで、稼働プラントの実力ベースの安全評価を実施する評価体系を整備するシステム安全研究を並行して実施し、両者の相互関係を密に保ちながら、事業全体を取りまとめるスキームとなっている。第二フェーズ事業は、2013年度末には中間成果を取りまとめ、継続の実施意義の高い研究テーマに重点化し、5ヶ年成果として取りまとめる方針としている。

4. 国際標準対応・国際協力への取り組み

原子力の安全規制は、国際標準への準拠が必須の情勢にある。したがって、今後の安全規制研究は、国際的な最新動向を的確に捉え、国際的なニーズに則した研究テーマの選定や、研究成果の積極的な国際発信が求められている。

これまでNISA事業では、第一フェーズから毎年継続的に国際会議をオーガナイズし、海外の最新知見を取り入れると共に、事業活動状況や成果を積極的に情報発信してきた。

今後は、日本がリーダーシップを取りながら、国際協力を一段と推し進める上で、国際共同プロジェクトの日本からの提案や国際機関への継続的な人材の派遣など、国際的な場への積極的な参画が求められており、NISA事業を通じて国際貢献を果たしていく方針である。

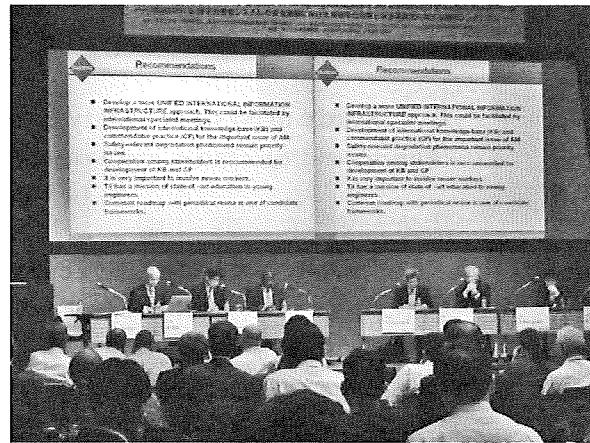


Fig.4 "International Symposium on Ageing Management and Maintenance of Nuclear Power Plants (ISaG)" held by NISA Project

5. まとめ

原子力安全・保安院の委託として2006年度からスタートし、現在も継続実施している高経年化対策に係る安全規制研究を体系的に推進する事業の概要を紹介した。第一フェーズ事業は、減肉配管の耐震安全性に係る標準的な評価手法の提案などを含めて、2010年度末に成果を取りまとめた。そして、当該成果ならびに2011年3月に発生した福島第一原子力発電所の事故に伴う安全規制研究ニーズの変化も踏まえて、2011年度より5ヶ年計画で第二フェーズ事業に着手した。当該事業の研究計画や成果については、本学術講演会においても複数発表がなされているので参照されたい。第二フェーズ事業は、2013年度末に3ヶ年間の成果をまとめて中間報告を行い、稼働プラントの実力ベースの安全評価を実施できる体系の整備に資する安全規制研究テーマに重点化して継続し、2016年度末に成果取りまとめを行う予定である。

謝辞

ここでは、原子力安全・保安院のプロジェクト「高経年化対策強化基盤事業（2006-2010）」および「高経年化技術評価高度化事業（2011-）」にて進めてきた成果を紹介した。関係各位の協力に謝意を表する。

参考文献

- [1] M.Takizawa, S.Takagi, H.Miyano and N.Skimura, "Development of Technical Information Basis in Japanese Ageing Management Program for System Safety of Nuclear Power Plants", IAEA-CN-194-1P07