

原子力の研究開発における品質保証活動の取組

鈴木 美寿 石川 博久*

本社 品質保証推進部

*本社 経営企画本部 バックエンド推進部

資料番号：10-1

Quality Assurance Activities in Nuclear Research and Development

Mitsutoshi SUZUKI Hirohisa ISHIKAWA*

Total Quality Management Division, Head Office

*Nuclear Cycle Backend Division, Executive Office for the Policy Planning and Administration, Head Office

サイクル機構の主要な研究開発課題である「FBRサイクル関連研究」と「高レベル廃棄物処分研究」の研究分野において、海外の類似研究開発機関における品質保証システムの事例研究を行う。米国のWIPPにおける品質保証システムが、事業化の進展度合いや外部環境によってどのように発展していくかについても調査する。サイクル機構の「高レベル廃棄物処分研究」における実施例として、性能評価計算コード等への品質保証の取組について紹介する。

A case study into the quality management system of the Associated Nuclear Research Association has been performed with reference to the fast breeder reactor (FBR) cycle and high-level waste management (HLWM) research fields. The Japan Nuclear Cycle Development Institute's major research and development projects are in these fields. Progress in the quality management system for research subjects has been compared and analyzed by comparing with both the development level of individual projects and the external environment. Computer-assisted performance assessment systems analysis (CAPASA) in high-level waste management is described as a practical example.

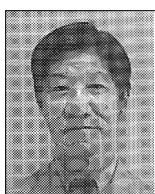
キーワード

研究開発の品質保証, FBRサイクル関連研究, 高レベル廃棄物処分研究, 性能評価計算コード, 性能ベース監査, 2000年レポート

Quality Management, Fast Breeder Reactor, High Level Waste Management, 10CFR50App.B, ASME NQA-1, 10CFR830.120, Work Breakdown Structure(WBS), WIPP, T2R3, CAPASA, H12 Report



鈴木 美寿



石川 博久

*現在：東海事業所 環境保全センター 処分研究部
Presently, Waste Isolation Research Division,
Waste Management and Fuel Cycle Research
Center, Tokai Works

1. はじめに

国内における原子力発電所の安全のための品質保証活動は、米国の規則・規格を参考にして制定された日本電気協会の品質保証指針を遵守することによって、また、規制当局の指導もあって発達してきた。

商業用活動を目的としない、国の原子力研究開発においても、1979年に発生した米国のスリーマイルアイランド(TMI)原子力発電所事故や国内のトラブルを契機として、上記の品質保証指針を発展させた品質保証基本計画書を自主的に作成し、

原子力施設の安全活動に寄与してきた。

こうした施設の安全管理を中心とした品質保証活動に対して、研究開発に対する品質保証活動は、対象とするソフトウェアや研究開発成果が製品として特定し難いこと、活動のプロセスが単純でないこと等により、その取組が遅れていた。

しかし、1988年頃より、サイクル機構（当時は動燃事業団）の主要な研究開発分野である、「高速増殖炉サイクル関連研究」と「高レベル廃棄物処分研究」において、独自の品質保証活動を展開し、そのシステムを発展させてきている。

ここでは、海外の原子力研究開発機関における品質保証システムの事例調査を行ったので、その結果について簡単にまとめた。また、サイクル機構の主要な研究開発における、品質保証活動の取組状況について紹介する。

2. 研究開発分野におけるQA活動

2.1 米国の政府原子力研究機関

原子力分野の品質管理基準としては、昔から良く知られた米国の規則である10CFR50App.Bより影響を受けた米国機械学会(ASME) NQA-1、性能ベース基準として米国の規則10CFR830.120を発展させたもの、またビジネス分野でよく用いられるISO9000が考えられる。米国の原子力発電所や国立研究所ではこの性能ベース基準10CFR830.120と、エネルギー省(以下、DOE)の命令であるDOE Order 414.1が基本的な品質保証プログラムとして、遵守義務が課せられている。

品質保証システムを重視する従来の考え方では、膨大な文書類の管理が過度に必要となるための非効率的な面が強調されており、最近では業務実施の成果や実効面を重視した性能ベースの品質保証プログラムや監査が用いられるようになっていく。

2.2 性能ベース監査

性能ベース監査の例として、米国ハンフォードにある高速中性子束試験施設（以下、FFTF）における性能ベースアセスメントの事例を取り上げる。

FFTFは、エネルギー省の液体金属高速増殖炉開発のために建設された試験施設であり、1980年に臨界に達した後、政府の高速増殖炉に関する方針変更により、1997年に燃料を炉心より取り出して、液体ナトリウムを温めた状態で保持している。

この施設に、ハンフォード施設評価委員会（ハンフォードの運営に対し、品質保証活動全般の内

部監査を実施する委員会）が10分野に及ぶアセスメントの範囲を設定し、独立型アセスメント（性能ベース監査の一つで、他に管理型アセスメントがある。）を実施した¹⁾。その結果、FFTFの全体的性能は、5段階レベルの上から2番目と評価され、「期待度に適合し性能の基準が高く、性能及びプログラムの改善が若干の分野で必要であるものの、最低要件を満足し管理者の期待度に適合している」と判断された。

上記10分野のアセスメント範囲は、運転行為について規定したDOE5480.19Atta.1や総合安全管理システム(ISMS)に基づいた項目となっており、この中に管理型アセスメントも含まれている。

2.3 仏国の研究開発機関

仏国内の研究開発機関・企業の代表者から成るワーキンググループにおいて、1997年に研究の品質向上のためのパイロットガイド(<http://www-dsm.cea.fr/Qualite/index.html>)をまとめている。

そこでは、研究活動における品質保証の必要性について、以下のようにまとめている。

(1) 科学的観点

現在は研究環境を取り巻く情報量が非常に多くなっており、研究者は研究成果のピアレビューのために、また新規性保持のためにも、研究情報システムを構築し、最新のものに維持・管理する必要がある。

(2) 経済的・財政的観点

研究開発分野において、当該研究活動に対して、どのくらいまでのコストをかけていいのか等の必要コストの見直しは急務になっており、研究活動に対する費用対効果を考慮した正当な理由が求められている。

(3) 人類・社会・環境への影響

最近の科学的発明は人間社会に大きな影響を与え始めており、最早、そのすべてが人類にとって幸福となるものではなくなってきた。人類・社会・環境に対する安全性を議論しなければならない。

このガイドでは、研究の品質に関する条件について、目標設定・実施プロセス・結果評価の各段階において、研究開発の品質確保上注意すべき観点が整理してある。

2.4 高速炉サイクル研究における具体例

サイクル機構の高速増殖炉サイクル関連の研究開発活動を行っている大洗工学センターにおいては、1993年度より、「研究開発の要領」を自主的

に定めて研究開発業務のQA活動を行っている。

この要領書は、研究開発業務の計画・実施・評価・報告書作成の各段階における手順について体系的に整理したものであり、研究開発業務の効率的・効果的展開を目的として作成されたものである。そこでは、WBS(Work Breakdown Structure)を作成して、各研究課題の位置付けと相互関係を明示するとともに、実施計画書を記載することにより、計画策定段階・実施期間における四半期ごとの評価等をチェックできる仕組みになっている。研究開発の要領の目次を示すと以下のようになる。

表1 研究開発の要領の目次

1.	目的	7.4	データ及び成果のまとめ
2.	適用範囲	7.5	評価・検討
3.	準拠・関連図書	7.6	計画の見直し
4.	経営管理サイクル	7.7	安全研究成果(調査票の作成)
5.	研究開発体系	7.8	諸用品及び固定資産の処分
6.	研究開発の計画	8.	研究開発の成果
6.1	人員・予算	8.1	技術報告書の作成
6.2	研究開発目標の設定	8.2	工業所有権の申請
6.3	計画書の作成	8.3	成果の登録
7.	研究開発の実施	8.4	外部発表
7.1	研究開発のための整備	8.5	査読・予聴会
7.2	契約請求	8.6	成果の普及
7.3	データ取得と解析		

大洗工学センターにおいては、高速増殖炉の実用化研究等の研究課題をブレークダウンしたWBSを作成して、研究開発課題の体系化を進めている。

また、サイクル機構が全社的に行っている年度単位の計画・実施・評価・是正(PDCA)の経営管理サイクル(経営の目標管理制度)と整合させ、予算策定期間や成果評価時期と連動させることによって、事業活動としての研究開発業務の品質保証を行っている。

研究開発の管理の仕組みについて、サイクル機構内で実施している代表例は「研究開発の要領」で表されるシステムであり、業務品質保証の管理の制度化という観点からは良好事例となっている。

3. 地層処分研究における具体例

3.1 米国の廃棄物隔離パイロットプラント(WIPP)

米国サンディア国立研究所の核廃棄物管理プログラムの一環として、実施主体であるDOEにより、ニューメキシコ州カールスバットの廃棄物隔離パイロットプラント(以下、WIPP; Waste Isolation Pilot Plant)が運営されている。米国では、国立研究所や軍事施設の核廃棄物が、TRU廃棄物

の処分施設であるWIPPに運び込まれている。実施主体はDOE、規制当局は環境保護庁(以下、EPA)で、サンディア国立研究所は、WIPPに対して科学的支援を行っている。

規制当局であるEPAによって廃棄物処分の安全基準が制定されたのは、WIPPの建設が開始した数年後の1985年である。その後、1996年にDOEが許可申請を提出し、1998年の許可証発行の後に、1999年より廃棄物の搬入が始まっている。こうした一連の事業進展に対応して、表2に示すようにQA基準が制定されてきている。

表2 事業進展に伴うQA基準の増加

年代	事業段階	QA 基準
1975-1977	サイト選定	工業的掘削 地科学的業務
1977-1980	サイト特性評価 (1979:議会によりWIPP研究開発の承認)	10CFR50App. B ASME NQA-1, 1979 ANSI N45.2
1980-1983	サイト設計	NUREG 5700.6A ASME NQA-1, 1979
1983-1989	WIPP建設 (1985:EPAによるTRU 廃棄物処分安全基準制定)	NUREG 5700.6B ASME NQA-1, 1979
1989-1993	科学的調査 (1989:収納室完成) (1992:土地搬退条例が議会承認)	NUREG 5700.6C ASME NQA-1, 1989
1993-現在	操業準備 (1996:40CFR194が、EPAによって発行され、NQA-1, 2a, 3を要求。DOEが許可申請をEPAに提出) (1998:EPA 許可証交付) (1999:廃棄物搬入開始)	NUREG 5700.6C ASME NQA-1, 1989 ASME NQA-2a, 1990 ASME NQA-3, 1989

現在は、NQA-1, 2a, 3及び40CFR194等の要求を満足する核廃棄物管理プログラム手順書が定められている。

このQA基準書は、“T2R3”として呼称される5つの概念

- ① Traceable (跡をたどれる)
- ② Transparent (透明性がある)
- ③ Reviews (審査する)
- ④ Reproducible (再生できる)
- ⑤ Retrievable (修復できる)

が反映されている。解析・サンプル管理・ソフトウェア・実験計画・研究ノート等の項目を定めているQA手順書は、岩石サンプリングによる試験や保管、解析的な性能評価が中心となる廃棄物処分の研究開発業務の品質保証として適したものとなっている。

3.2 サイクル機構の地層処分研究

我が国における地層処分の安全基準を考える際には、地層処分概念の安全性を示すための指標について、人間や環境に対する影響の定量的指標であるリスク、線量及び核種放出率に関して確率論的、あるいは決定論的な性能評価手法を考える必要がある。また、将来の人間環境や生活様式の変化に関する予測の不確実性を同時に考慮しなければならない。

性能評価における適正なモデルと計算データを用いた数値的な安全性の確認は、超長期に渡る安全性を評価する際に当然行わなければならないことであり、この結果を、信頼性・透明性の高い状態にするためには、計算モデル・コード及びフィールド・実験室データに対する品質保証システムを構築することが重要である。このために、CAPASA(Computer Assisted Performance Assessment Systems Analysis)を、性能評価計算システムとして、性能評価のためのデータ群や解析コードの実行、結果の集成等を行うために構築した。

このCAPASAにおいては、計算結果の再現性・追跡性を保証するために、計算の入力・出力と、用いた計算コードとの関係を自動的に管理している。計算機による性能評価計算における管理システムの全体図を図1に示す。

品質保証システムを用いた地層処分研究開発の集大成として、1999年に「わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処

分研究開発第2次取りまとめ—」(2000年レポート)がまとめられた。技術的な内容に関しては、国内では大学教授等の専門家による会合やレビューの実施、国際的にはOECD/NEAによるレビュー、スイス放射性廃棄物管理共同組合(Nagra)や他の海外協力機関(6機関)の専門家による詳細な検討を実施した。また、報告書に用いられた研究成果等は、公開資料として出版化され、技術的な情報はデータベースとして、電子ファイルとして保管しており、2000年レポートは公開されている。

2000年レポートの報告後は、この技術情報を“T2R3”の観点から、より利用しやすく整備し、一般にも公開するために、階層構造から成る情報システムとして再構築し、インターネットによる情報交換・議論を可能とした情報管理・会話システム(IMCS)の構築を進めている。

こうしたインターネット(WEB)による情報データベースとしては、サンディア国立研究所(Baseline Inventory List)や、オークリッジ国立研究所(Oak Ridge Environmental Information System)等、米国のデータベースの先行例があり、研究開発の効率的推進、規制や実施手続きの援助、政策決定の支援等のために、継続的に整備していく計画である。

参考文献

- 1) Fast Flux Test Facility: FDH Facility Evaluation Board Facility Evaluation Report (1998).

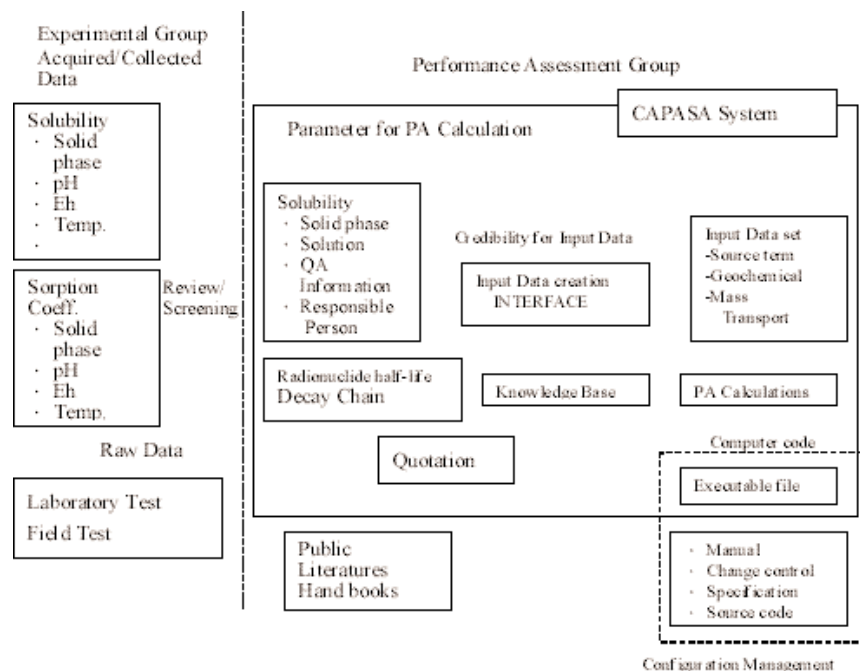


図1 計算機による性能評価計算の管理システム全体図