

アセットマネジメントと保全業務革新

昨年発生した東京電力福島第一の原発事故は甚大なる損害を与えとともに、海外を含めた今後のエネルギー政策に大きな影響を与えつつある。このような重大事故を二度と起こしてはならず、原子力安全対策の観点から保全とアセットマネジメントを紹介する。(ファンディール、菊地徹・山田憲吉)

アセットマネジメントの枠組と規格化動向

原子力安全対策における重要性

保全技術は、製品の高度化、複雑化に応じて発展してきた。今日の保全に最も影響を与えていると言われる Nowlan & Heap によれば、保全は「設備固有の安全性および信頼性のレベルを維持する」と定義される。従って、設計者が意図し設備に埋め込まれた固有の安全性、信頼性レベルを維持するためには保全が不可欠であり、これが不適切であれば安全性は保証されない。

また、原子力プラントのような大規模、複雑な設備の保全を継続するためには第一線の保全グループを支援する体制も重要となる。資材・マニュアル供給支援、安全性や信頼性に係わるエンジニアリング技術支援、プランニング等の作業準備支援等、統合化されたロジスティクス支援体制を確立しなければならない。

組織的な保全を確実に実施するためには、そのマネジメントシステムも高度化されなければならない。このように、今後の原子力安全対策には、プラント改造等のハード面の対策に加えて、保全やマネジメントのようなソフト面の対策も必要不可欠である。

アセットマネジメントの枠組と ISO 規格化動向

くしくも福島事故と時を同じくして、アセットマネジメントの ISO 規格化の作業が本格的に開始された。これは設備を保有する企業がその物理的資産を今後どのように運用していくかの、意思決定を支援するマネジメントシステムの枠組を規定するものである。この規格は既に発効されている英国規

格 (BSI PAS55) を母体に国際標準化するものであるが、PAS55 の背景には 1988 年に発生した北海油田のガス爆発事故があり、安全対策の側面も持つ。今日、電力・ガス・水道・鉄道・道路・航空・石油等の社会資本を運用する企業には、収益性だけでなく、安全性・地球環境対応・規制対応等多岐にわたる経営課題に適切かつ確実に対応することが求められる。

本規格は、20 世紀後半より高度に発展した現場の保全を中心としたマネジメントシステムと、本店・本部側の財務を中心としたマネジメントシステムを連結し、企業レベルのマネジメントシステム構築への最低限の要求事項を定義するものである (図 1)。

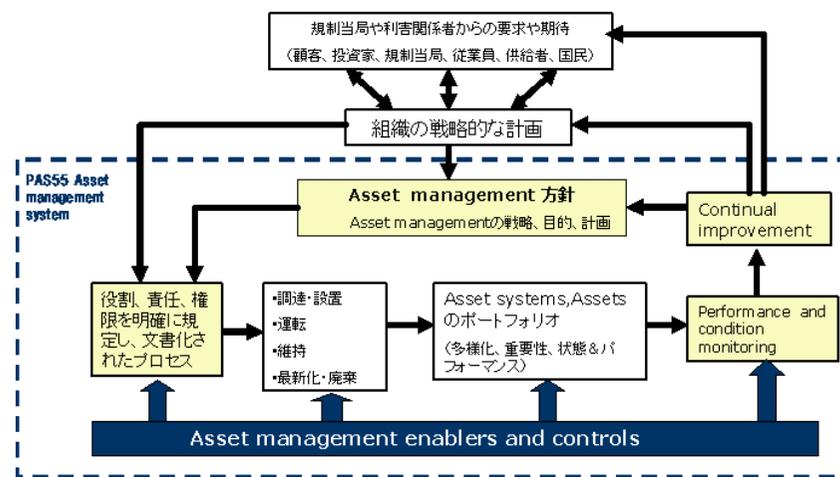


図 1 アセットマネジメント標準化の枠組

保全技術およびマネジメントシステムの発展

保全技術およびそのマネジメントシステムは、20 世紀高度に発展した。機械系中心の単純な製品から電気計装系を含む複雑な製品への高度化と大量生産設備の大規模化は、予防保全の技術や手法の発達を促した (図 2)。

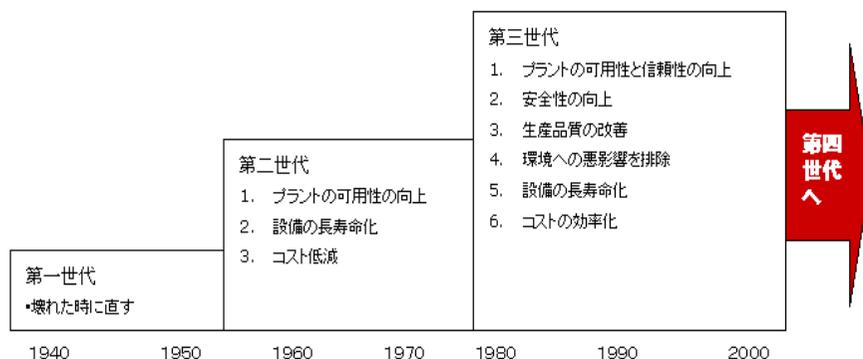


図2 保全の進化

一方、欧米では、「民間航空機墜落事故」、「スリーマイル島 (TMI) 原発事故」、「北海油田事故」等の社会的に大きな影響を与えた重大事故を教訓に、いわばピンチをチャンスに活かして保全のマネジメントシステムを高度化してきた。これらの事故を起こした業界で確立されたシステムが他の業界に波及し、産業界のデファクトスタンダードが確立されてきた。アセットマネジメント国際規格は、その集大成の位置づけにある。これらのマネジメントシステムの最大の特徴は、「パフォーマンス基準」にある。設備の状態や業務プロセスを高度に可視化し、パフォーマンスを定量的に測定し、指標化して監視する。設備の状態や実績のデータをフィードバックし、継続的改善を可能とする「学ぶシステム」が構築されつつある。このシステムは21世紀からの情報革命に支えられ、データを情報に、情報を知識に変換し高度情報基盤を形成しながら、繰り返し性の高い保全業務の特性を活かし、確実に前進する、いわば時間を味方とする保全システムを確立しつつある。

米国原子力のマネジメントシステム標準化動向

1979年3月のTMI事故の教訓をふまえたアメリカ原子力産業界は、改革に着手した。その成果は、規制側の改革と相まって、今世紀に入って90%を安定的に超える設備利用率に顕著に現れている。ここでは、アメリカ原子力標準業績モデル (SNPM) を、マネジメントシステムの標準化という観点

から捉える。

SNPMは、アメリカ原子力発電所業務運営の標準モデルであり、以下を特徴とする (図3)。

- プロセス・コスト・KPIの3つの軸を標準化して、プラント間のベンチマーキングを可能にする
- コアプロセス群は、製品である電気を直接に生産する『プラント運転』と、それを支える『作業管理』を中心に『設備信頼性』『構成管理』『資材サービス』を合わせた保全プロセスからなる
- 支援プロセス群は、コアプロセス群を支援
- マネジメントプロセス群は、上位方針/共通プロセスを定める

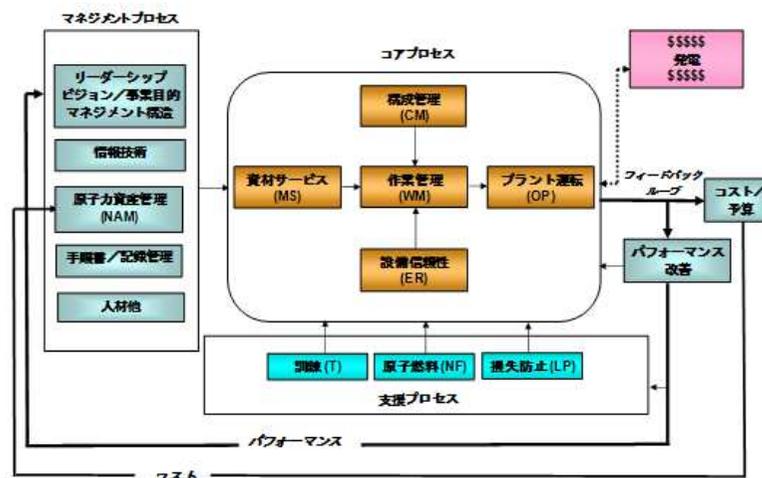


図3 標準原子力業績モデル SNPM

SNPMのマネジメントプロセスのひとつに、原子力資産管理 (NAM) がある。NAMは、以下の三つの主要機能をはじめとして、物理資産の管理よりはむしろ経済性評価に重点を置いた、本店/本部の固有の業務を支援するプロセスである。

- プロジェクトの評価および順位づけ—企業価値モデル等にもとづいて投資プロジェクトの優先度を定量的に評価し、実施優先度を決定
- 長期計画—投資プロジェクトを決定し、運転保全コスト・労務・燃料の長期計画を決定
- プラント／部門の評価額査定—シナリオにもとづいてリスク分析と資産査定を行う

SNPM では、アセットマネジメント規格案が定める主要な要件の多くは、NAM だけでなく、発電所のコアプロセスや管理プロセス群を含む SNPM の全体によって実現される。例えば、

- リスク管理は、次項の『安全対策』で述べるように、設備信頼性 (ER) の一環として評価し、作業管理 (WM) の中で保全作業との関連で実行する。
- 施設構成にともなう文書や作業手順書等の管理手順は、マネジメントプロセスのひとつである情報管理が、具体的な管理要件を定める。

原子力資産管理がカバーする業務は、本店／本部所管業務に対応する。SMPM は、NAM だけでなく、コアプロセスや他の管理プロセスや支援プロセスと合わせて、全体として運用段階に限定したアセットマネジメント規格案の要件を満たしていると考えられる。

米国原子力の安全対策

TMI 事故の半年後に公表された「TMI 事故に関する大統領委員会報告書」(通称ケメニー報告書) は、原子力安全に対する規制組織と産業界の姿勢を根本的に問いかけた。

『スリーマイル島と同じように重大な原子力事故を予防するためには、組織・手順・慣行に、中でも原子力規制委員会および……原子力業界の姿勢に根本的な変革が必要である』

ケメニー報告書で根本的な変革が必要とされた原子力規制委員会 (NRC) と産業界は、その後真摯な努力を続けた。TMI 事故以来のアメリカにおけ

る NRC と産業界の原子力安全への取り組みは、福島事故後の日本の原子力発電のあり方を考える上で示唆に富むと考えられる。リスク情報の活用、原子力発電業界における安全文化の追求、のふたつの点から概観する。

リスク情報の活用

プラント個別評価

NRC は、代表的な設計タイプをカバーした 5 プラントを対象に、確率論的リスク評価 (PRA) の手法を用いて苛酷事故の発生頻度を評価し、その結果を 1990 年に公表した。うち 2 プラントについては、内的事象だけでなく、地震をはじめとする外的事象の解析も実施し、地震発生→外部電源喪失→非常用ディーゼル発電機の起動失敗→炉心溶融のシナリオの可能性を指摘しており、福島事故直後に日本でも注目を集めた報告書である。

この試行評価結果をふまえて、NRC は全プラントを対象とした PRA によるプラント個別評価 (IPE) を産業界に要請した。図 4 は、IPE が確立した 1992 年以降の、業界平均の炉心損傷頻度 (CDF) と、安全上重大な事象件数・設備利用率の推移を示す。CDF を指標としてプラントの脆弱性を評価して改善し、90%を超える安定した稼働率に象徴される経済性も同時に実現している。CDF の低減は、プラントの改造よりもむしろ、適正な保全による機器故障率の低下や、後述する安全文化の徹底によるヒューマンエラーの低減といった、保全マネジメントによって実現されていることに注意すべきである。

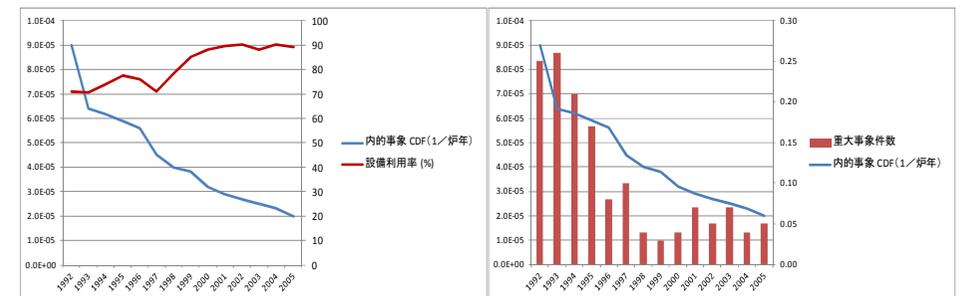


図 4 CDF, 重大事象件数, 設備利用率の推移

リスク情報を活用した規制

1995年NRCは、『PRA手法の最新の技術動向およびデータが支援できる程度において、NRCの決定論的アプローチを補完し、NRCの従来の深層防護の考えを支援するよう、あらゆる規制事項においてPRA技術の適用を増す必要がある』とするPRA活用の政策声明を公表した。これにもとづいて、リスク情報を規制に取り入れるための一般規制指針、供用期間中検査や技術仕様書等の一連の個別規制指針が制定された。アメリカの原子力規制は、パフォーマンスベースであるとともに、リスク情報を活用した合理性が大きな特徴である。

原子力発電業界における安全文化の追求

保全活動前のリスク評価

保全業務におけるリスク情報の活用は、連邦規則の一部である『保守規則』と、それを具体化した産業界のガイドライン文書にもとづいて実施される。保全の主体であるオンラインメンテナンスについては、PRAモデルにもとづく定量的評価が、定検時の保全については、従来の深層防護にもとづく半定量的評価が、それぞれ主流である。重要なことは、こうしたリスクの評価がPRAの専門家による解析の範囲にとどまるのではなく、電力会社の業務マニュアルのレベルで具体化され、保全活動を実施する技能者が作業との関連で日々実行している点にある。

安全文化の追求

INPO(原子力発電運転協会)は、産業界の自主規制組織である。INPOは、安全文化を次のように規定している。

『リーダーによってモデル化され、構成員によって内面化される、原子力安全をすべてに優先させるために役立つ、組織の価値および振舞い』

この規定は、次の8項目の安全文化の原則として具体化されている。

- 1 誰もが個人として原子力安全に責任を負う
- 2 リーダーは安全の確約を実証する
- 3 信頼が組織に浸透する

- 4 意思決定は安全をまず反映する
- 5 原子力技術は特殊かつ固有であると認識する
- 6 疑問に思う態度を育成する
- 7 組織的学習を歓迎する
- 8 原子力安全は、定常的な検査を受ける

運転部門のマネージャ向けに書かれた運転管理の基本文書には、上の安全文化の原則が反映され、「保守的な意思決定」「安全文化のメッセージ発信」を強調している。すなわち、経済性追求の圧力／誘惑に屈することなく、安全第一のプラント運転を目指し、マネジメント自らがそれを実証する重要性を説いている。

安全文化は、もちろんマネジメントのレベルだけでなく、各層にも浸透し実践を徹底している。例えば、保全作業手順書の作成と運用について、次のようなヒューマンエラー対策を重視した業界ガイドラインを規定している。

手順書作成担当向け規定(例)

- コピーや穴あけによる情報喪失を防ぐために用紙余白を規定
- 一ステップ中に複数の措置を記述しない

手順書実行者向け運用規定(例)

- 手順の読み上げ役と、読み上げられた手順の実行役の二人一組で、相互に確認し合いながら作業を実施する
- 手順の脱落／重複実行を避けるために、チェックボックスを使用して現在のステップを確認する
- 予期しない状態が生じたら作業を停止し、設備と作業現場を安全な状態に置き、責任監督者に連絡して指示を仰ぐ

ITによる支援

こうした安全文化を追求する基盤として、IT活用の重要性がある。ここでいうITとは、個別のPRA解析評価ツールなどだけでなく、前述の保全作業手順書の作成管理ももちろん含み、作業指示書の作成から終結までの管理

をはじめとして、保全作業全般の支援を対象とする。筆者らが本誌でこれまで数回取り上げてきた、SNPM を前提とした、EAM が支援する業務領域である。

今後の原子力安全対策の推進に向けて（保全業務革新）

保全マネジメントシステムのようなソフト面の安全対策を外部から規制することには限界があり、電力の自主的取り組みが不可欠である。米国の原子力安全規制もパフォーマンス規制であり、結果は問うものの、目標を如何に達成するかについて、電力会社に裁量の余地を与えている。我国でも INPO の協力を得て同様な取組が始められつつあり、今後を期待したい。

最後に、今後の推進に向けて何点か提言させていただく。

トップマネジメントの率先した理解と支援

ソフト面の安全対策は組織や業務の変革等、内部の痛みをとまなうため、改革リーダーは現場から大きな抵抗を受けることが一般的である。トップマネジメント自らが理解し、改革を支援し鼓舞することが重要である。

ロジスティクス支援体制の強化

現場の保全グループが、安全かつミスなく作業に専念できる環境を整備することが重要である。このためには、事前の綿密な作業計画（プランナー）、エンジニアリング支援（系統エンジニア、機器エンジニア）、緊急時対応（FIX-IT-NOW チーム）等の、保全作業を支援する統合的な支援体制を強化する必要がある。これらのロジスティクス支援を外部にアウトソーシングする場合、アウトソーシング先も含めてマネジメントシステムを確立し、各々の役割、責任、権限を明確に定義する必要がある。

パフォーマンス情報共有

企業の経営層も含めて、社内の関係者の誰もが設備や業務のパフォーマンスを把握し、問題を共有できることが重要である。このためには、パフォーマンス指標の制定と、実績データを漏れなく正確にフィードバックできる仕組み、および企業レベルの保全統合化の情報システム構築が必要である。

保全要員のインセンティブ向上

熟練の技能者や保全エンジニアの経験や知識の継承が重要である。米国では、熟練技能者をプランナーに登用したり、CMRP (Certified Maintenance and Reliability Professional) という新たな資格認定制度を設けて、処遇の向上や社会的地位の向上に努めている。

保全業務革新のインセンティブ向上

米国原子力ではプラントの成績に応じた保険料率が適用されている。原子力以外でも、英国の公益事業でアセットマネジメント規格認証取得を、ドイツの風力発電事業で認定した状態監視システムの導入を保険査定に反映している等の事例がある。保険査定は保全業務革新を促す大きな原動力になる。

おわりに

アセットマネジメント規格（ISO55000 シリーズ）は、2014 年 3 月に制定される予定である。当該規格に限らず、ISO9000, 14000 等、マネジメントシステム規格は国際貿易の共通ルールになりつつある。我国は、ISO 規格を外圧と受け止める傾向が強いが、経営も含めた総力をあげた原子力の安全対策推進の観点からは、より積極的な対応が望まれる。そして、その成果が、欧米のように将来的に我国の産業界全般の保全業務革新やマネジメントシステム高度化に結びつくことが期待される。