

## 原子力発電所の保全業務モデル② 作業指示書を軸とした保全作業管理

前回に続き、RAMS (Reliability, Availability, Maintainability and Supportability) 研究会の研究成果「原子力発電所の保全業務モデル」を報告する。

米国の原子力産業は、標準原子力パフォーマンスモデル (SNPM Model) を原動力の一つにして復活した。SNPMの中核は前回報告した「信頼性管理」と「保全作業管理」だ。今回は保全作業管理に焦点を当て、プラント保全一般で使われる管理手法とSNPMへの展開を紹介する。

(SOLE 日本支部・山田憲吉)

### 原子力産業復活の舞台裏

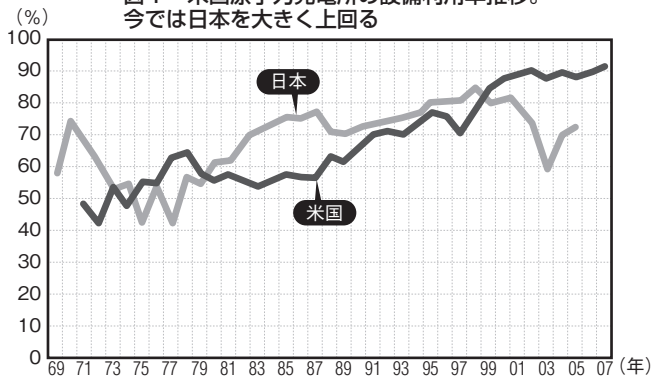
原子力発電所の最も基本的な業績評価指標 (KPI) は設備利用率である。前回でもふれたが、米国では一九七九年のスリーマイル島事故以来、新規プラントの建設が

停止し、設備利用率が低迷していた。それが八〇年代終わり頃から目覚ましい向上をみせ、現在では九〇%に近づいている(図1)。米国原子力産業の鮮やかな復活は「原子力ネサンス」と呼ばれ、注目を集めている。

原子力ネサンスをもたらした要因のうち、日本の新検査制度への対応を考えると、まず規制との関係を把握しておく必要がある。米国の規制はNRC (米国原子力規制委員会) が規定する保守規則「10CFR50.65」を基準として、民間規格でそれを具体的に展開するかたちをとっている。

米国の原子力発電所保全業務モデルを理解するためにもう一つ前提としておさえておくべきは、「保全マネジメント」である。原子力プラントに限らず、プラント保全一般に適用されている一連の管理手法だ。中心となるのはプランニング・スケジューリングであり、作業指示

図1 米国原子力発電所の設備利用率推移。  
今では日本を大きく上回る

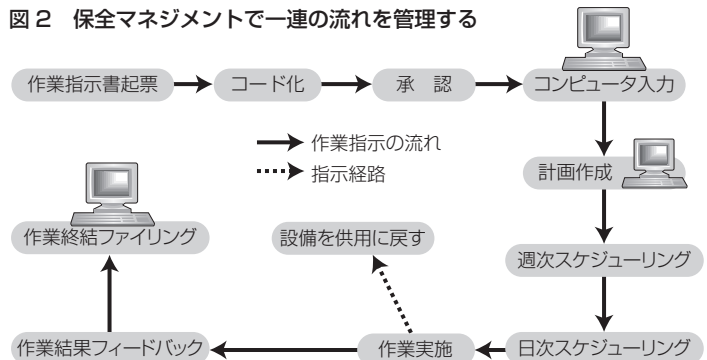


書 (ワークオーダー) を基軸として起票から終結まで保全作業を一貫して管理する(図2)。

作業指示書は設備の管理単位と整合した保全作業の管理単位である。当該作業に係る組織・関係者間の情報共有と責任を明確化するものであり、保全実績収集の「データボックス」でもある。

プランニングは、保全作業範囲・方法、安全処置、リソース(取替部品等資材と労務)を規定するものである。起票者が記述した現象

図2 保全マネジメントで一連の流れを管理する



を、プランナーが保全作業範囲として確定。放射線防護や設備の隔離など保全作業に必要な処置を準備して、作業指示書に記入する。対象設備の系統、タイプ、停止要否などの主要情報はコード化しておく。スケジューリングは、保全作業の優先度と実施時期を規定する。運転中保全のスケジューリングでは週を単位として「作業実施部隊の労務リソースを充足するよう、作業優先度の高い作業から順に作業指示書

図3 作業指示書を用いたプランニング・スケジューリングの導入前と導入後の生産性比較。レンチタイムを指標とする

作業時間内訳	事後保全環境 プランニング・スケジューリングなし	先行型保全環境 プランニング・スケジューリングあり
作業指示書受取	5	3
工具・資材の入手	12	5
作業場所への／からの移動	15	10
組織調整による遅延	8	3
作業現場における手待ち	5	2
作業開始遅れ、作業早上り	5	1
所定の休憩・息抜き	10	10
私用（余分な休憩等）	5	1
非稼働	65	35
稼働「レンチタイム」	35	65

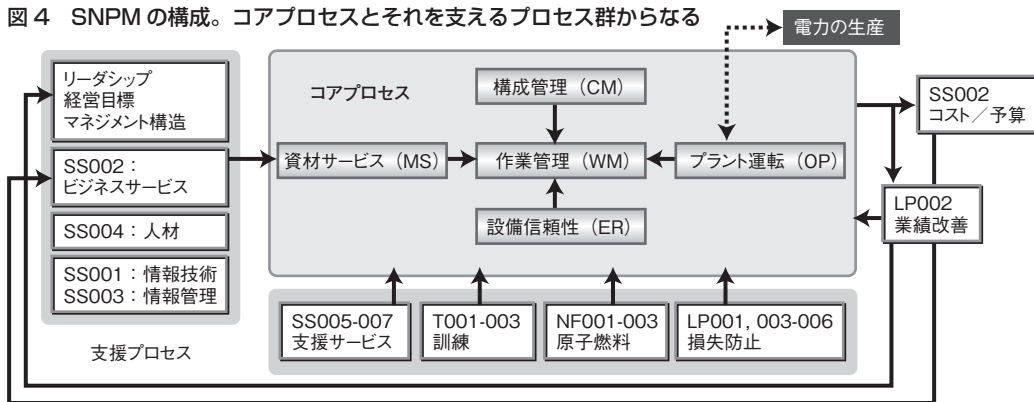
出典：Don Nyman & Joel Levitt, "Maintenance Planning, Scheduling and Coordination"

を選択する」ことを基本方針とする。一方、定期点検時や改良工事などのプロジェクト型作業にはスケジューリングソフトを適用する。

**保全マネジメントで稼働率向上**

作業指示書を用いたプランニング・スケジューリングの効果は、「レンチタイム」を指標として定量的に評価することができる（レンチは工具の一種であり、レンチタイムは実働作業時間の意）。プランニング・スケジューリングの導入により、

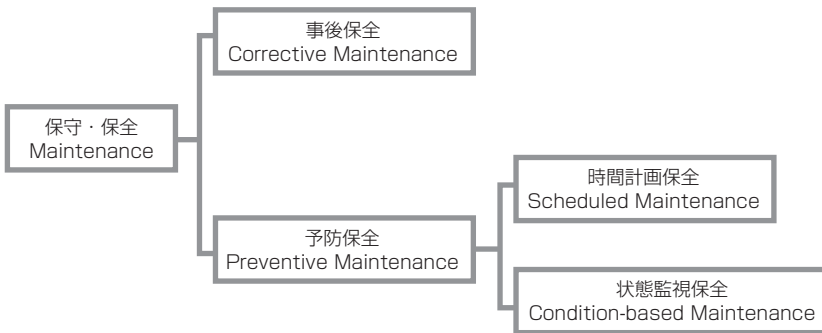
図4 SNPMの構成。コアプロセスとそれを支えるプロセス群からなる



保全作業の生産性は大幅に向上する(図3)。

生産性向上の効果は人員削減等の合理化ではない。生じた余力を予防保全に振り向け、事後保全作業の発生を減らすことでプラント稼働

図5 一般的な保全作業の分類



率向上を実現し、経営目標達成に資する——ここに保全マネジメントの本質的意義があると考えられる。

プランニング・スケジューリングを推進する保全業務支援組織は、今後の作業の計画作成に専念するラインから独立したスタッフ組織であり、プランナーは優秀な技能者から選拔し、保全作業班の班長と同格に処遇される。同組織は C M M

S (Computerized Maintenance Management System) の利用部門としての主管業務も担当する。

米国原子力産業復活の業界側の原動力は、SNPMである。SNPMは異なるプラント設備間の比較評価を行うための共通の考え方であり、プロセスおよびコスト管理を標準化し、統一的な評価指標を定義した標準業務モデルである。SNPMの構成を図4に示す。中央に位置する五つのプロセスは「コアプロセス」と呼ばれる中心的業務プロセスである。

- Work Management (WM) : 作業管理
- Equipment Reliability (ER) : 設備信頼性
- Materials & Services (MS) : 資材とサービス
- Manage Configuration (CM) : 構成管理
- Operate Plant (Op) : プラント運転

「プラント運転」以外はすべて保全業務のプロセスである。うち「作業管理」「設備信頼性」の二つが、基幹のプロセスとなる。「資材とサービス」は狭い意味でのロジスティクスであり、周辺に位置するプロセス

群はコアプロセスを支える支援プロセスだ。

## 米国をモデルに保全業務革新

保全マネジメントの一般論が原子力のSNPMにどう展開されているかを、具体的に確認してみたい。

### ① 保全作業の分類

保全作業は一般に図5（前ページ）のように分類される。SNPM業務モデルでは、予防保全のプランニングは設備信頼性プロセスとして実施し、そのスケジューリングは作業管理プロセスが扱う。作業管理プロセスでのプランニング対象は事後保全系の保全作業であり、重大度、対象設備等により以下のように分類している。

分類	基準
事後保全	発電プラント設備の重大な劣化
選択保全	発電プラント設備の潜在的または軽微な劣化
その他保全	足場構築等の支援作業、改良処置等
軽微保全	「技能者のスキル」の下で作業可能な軽微作業
ツールボーチ保全	開始のための文書化を必要としない作業

ツールボーチ…工具袋

### ② ワークパッケージ

保全マネジメントで取り上げた作

業指示書を含む「ワークパッケージ」

を保全作業用に準備する。ワークパッケージには作業範囲と作業の目的、準備と確認作業、放射線被曝や産業安全の予防措置、作業手順のほか、取扱説明書、図面、ベンダーマニュアルなどの参考図書も含むことがある。

論理的には作業指示書が上位、ワークパッケージが下位にあると考えられる。

### ③ 業績評価指標

SNPMでは異なるプラント間の評価が可能となるよう、上位業務プロセスを標準化し、業界標準の業績評価指標を定義している。作業管理プロセスに関係する業績評価指標に以下がある。

運転中事後保全のバックログ	設備信頼性の総合的評価尺度および発電所構成要素の状態評価
運転中選択保全のバックログ	同右
保全作業範囲の安定性	1 範囲凍結時点から開始時点までの変動÷範囲凍結時点の作業範囲
緊急作業	スケジュール凍結以降に追加された緊急作業の割合
予防保全タスク延滞件数	猶予期間を過ぎても実施できなかった予防保全件数
スケジュール厳守度	完了作業数÷全予定作業数

### ④ 保全作業へのコンピュータ適用

SNPMのプロセスは四階層からなり、上位二階層が標準化されている。下位プロセスは各発電所の創意工夫に委ねられる。

近年プラント保全業務へのコンピュータ支援には、EAM (Enterprise Asset Management) を採用する形態が主流になってきている。EAMの中心はCMSだ。設備機器管理を土台に、作業指示書を基軸とした保全作業の計画・実施・結果の記録、および保全に必要な取替部品・予備品の在庫発注管理を支援する。

EAM (CMS) を中心として、スケジューリング、ワークフロー、設計図書管理、不適合管理などの周辺ソフトウェアを組み合わせて、保全業務を支援するコンピュータシステムが構築されている。

新検査制度の実施に伴い、日本の原子力発電所の保全業務には設備信頼性管理という新規業務が義務づけられることとなった。設備信頼性管理を行うためにも、その前提となる作業管理をはじめとする保全業務全体のモデル化が必要である。

そのための先進事例として、SNPMを中心前提としての規制のあり方やプラント保全一般の手法を

含めて、米国における保全業務モデルを調査検討してきた。国情の違いはあるものの、米国原子力発電所の保全業務モデルをベースとして、日本の原子力発電所の保全業務革新は進展するものと考えられる。

■

### 次回フォーラムのお知らせ

次回フォーラムは10月1日（水）に「SOLE 2008 Conference 参加報告第2回」と「SOLE日本支部年度総会」を予定している。このフォーラムは年間計画に基づいて運営しているが、単月のみの参加も可能。1回の参加費は6,000円。ご希望の方は事務局 (sole-j-office@cpost.plala.or.jp) までお問い合わせください。