

Journal of the Institute of Nuclear Safety System

2011, Vol.18, 252-266

米国原子力発電所の安全文化改善を目指した諸活動についての考察

A Study on Activities of Nuclear Stations in the U.S. in the Aim of Enhancing Safety Culture

一木 邦康 (Kuniyasu Ichiki)



株式会社 **原子力安全システム研究所**

Institute of Nuclear Safety System, Incorporated

〒919-1205 福井県三方郡美浜町佐田64号

Tel 0770-37-9100 Fax 0770-37-2008

URL <http://www.inss.co.jp>

米国原子力発電所の安全文化改善を目指した諸活動についての考察

A Study on Activities of Nuclear Stations in the U.S. in the Aim of Enhancing Safety Culture

一木 邦康 (Kuniyasu Ichiki)*¹

要約 米国ではデービスベッセ発電所で発生した原子炉上蓋損傷事象を契機として、規制当局であるNRCが、原子力発電所の安全文化に着目した評価を実施している。この評価では、発電所に対する検査(Reactor Oversight Process; 以下、ROP)における指摘事項について、その発生につながった安全文化面の問題点が指摘されている。発電所の安全文化を評価し、その結果を公開している活動は他に例がない。本研究では、米国でのこうした評価結果に対する分析を行い、あわせて米国の発電所で組織運営を改善するために取り組まれている事例の調査を行うことにより、国内発電所における安全文化醸成活動の展開に関して、参考となり得る手掛かりを抽出することを目的としている。これまでROPにおいて、指摘事項の件数や内容の面では目立った傾向変化は見られていない。しかし発電所によって指摘件数のレベルに大きな違いがあり、安全文化の状況は発電所毎に異なるものと推測される。ROPの検査結果を子細に見れば、米国の発電所が、問題点を特定し、これを解決する活動である是正措置プログラム(Corrective Action Program; 以下、CAP)について、その運営改善のために多大な労力を傾注していることが読み取れる。CAPは品質保証活動のひとつのあり方であるが、米国の発電所では、これを他の組織運営と同じく、継続的改善の概念によって運営していることが注目される。その具体的な手順とは、多数の性能指標によって現状を数値的に把握し、ベンチマーキング等を通じて改善目標を数値的に設定し、改善の効果を数値的に評価して、新たな目標を状況に応じ再設定することである。米国の発電所ではこのような業務運営の改善手法を広く取り入れており、これによって組織運営は客観的な事実に基づいたものになり、同時に効率的になっている。またこのような組織運営のあり方は職員を業務に主体的に関与させ、組織全体を活性化させる効果も伴っている。

キーワード 安全文化、原子力発電所、傾向分析、NRC、原子炉監視プロセス

Abstract After the discovery of a Reactor Vessel Head Degradation at Davis Besse, the NRC, a regulatory body in the U.S., launched an evaluation scheme regarding nuclear stations' Safety Culture. In this evaluation, the NRC examines every inspection finding of conventional Reactor Oversight Program inspections to find out what was the most dominant causal factor with SC aspects. There are no similar analyses of this kind opened to public. This study has its goal of obtaining some useful clue for realizing how to project SC enhancement activities, by making analysis on every ROP inspection finding as well as collecting examples of good practices in improving organizational performance of stations in the U.S. As for the inspection results of ROP, there are no obvious change in the trend of number and types of ROP findings. On the other hand, because of the variety in average number of findings at stations, we could assume that actual condition of SC within a particular station quite differs from other stations. Looking at ROP reports minutely, you may realize that all U.S. stations have been making great effort to improve the efficiency of its Corrective Action Program which is regarded as the key ability to identify and fix undesirable incidents broke out at the station. It is a noteworthy aspect that CAP is not a simple program of quality assurance but also one of the items in power stations to be improved continuously. The concrete elements of this process are realizing current organizational condition by series of Performance Indicators, setting the next goals with the PIs, also evaluating the degree of the achievements with them, and modifying or re-defining new goal of the organization in accordance with new situation. This idea is introduced into broad range of organizational activities all over the U.S., which assure their improvement to be objective and effective. Simultaneously, such way of operation have its staff devoted in own responsibility, which eventually encourage the whole staff in the station to act more creatively.

Keywords safety culture, nuclear power station, trend analysis, NRC, Reactor Oversight Process

*1 (株)原子力安全システム研究所 技術システム研究所

1. 研究の目的

米国NRC（原子力規制委員会）は、2002年にデービスベッセ発電所で発生した原子炉容器上蓋腐食事象を契機に、従来から行われている原子力発電所（以下、発電所という）に対する監視活動（Reactor Oversight Process;ROP（1））の枠組みに追加して、発電所の運営における安全文化（注）に関する問題点に対する評価活動を2006年7月から開始した。具体的には、ROPにおける指摘事項の不具合の原因に介在する安全文化の要素を抽出し、その出現頻度が高ければ安全文化上の問題点が存在するとの考え方に基づく指摘活動である。NRCが行うこの評価活動は、米国各発電所において安全文化の改善に対する意識を高める規制上の強制力として効果を発揮しており、多くの発電所がNRCの指摘事項の再発防止のための改善活動を実施している。NRCの安全文化面に関する発電所に対する指摘の内容は、もともとIAEA（国際原子力機関）やINPO（米国原子力発電運転協会）が提唱した安全文化の要素に関する概念をもとに定められた定義（Cross-Cutting Aspect;「分野横断的局面」(図1(3))）に従ったものであり、NRCによる指摘事項の内容は、安全文化の要素についてなされた分類上の整理に基づいて表現されている。

本研究は、NRCによるROP検査での指摘事項について分析を行うことにより、米国発電所の安全文

化に関する状況を把握するとともに、同時に米国発電所で実施されている安全文化醸成のための様々な活動の実例を現地訪問により調査して分析し、これらの成果を統合することによって、国内原子力発電所において安全文化を醸成するための活動を具体的に検討する際にあたっての手掛かりを整理することを目的としている。

2. NRCによる発電所の安全文化評価

2.1 ROP

ROPとは、NRCが原子炉施設の安全確保に関する発電所の活動に対する監視分野（7分野；図2）それぞれに着目して実施する検査の中で、抽出された指摘事項に関する不具合のリスク上の影響の大きさ（安全上の重要度）を判定した上で、それを発電所に改善させるための強制力（検査の追加、情報提出指示、原子炉停止命令など）や罰則（罰金など）を及ぼすプログラムである。各監視分野に対してNRCは、発電所の様々な運営活動（プラント設計基準管理、検査等保守作業、手順書内容、リスク評価、オペラビリティ判断、改造、サーバランス試験、放射線管理、是正措置プログラム、訓練等）に対して観察、調査、巡視などを行うことにより、これらの運営の妥当性を評価することと併せ、発電所の機器健全性等を表す性能指標を監視している（図2）。

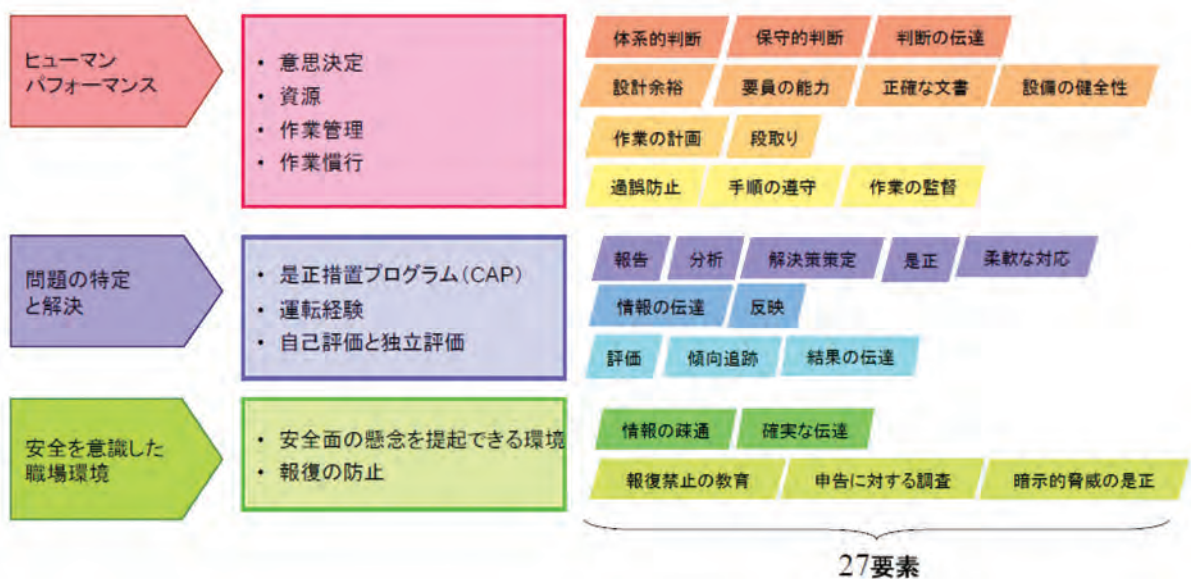


図1 ROPで定義された分野横断的局面

注) 1986年に発生したチェルノブイリ原子力発電所事故を受けて、同年9月に国際原子力機関（IAEA）における国際原子力安全諮問グループ（INSAG）が発行した報告書（2）の中で提唱された概念。

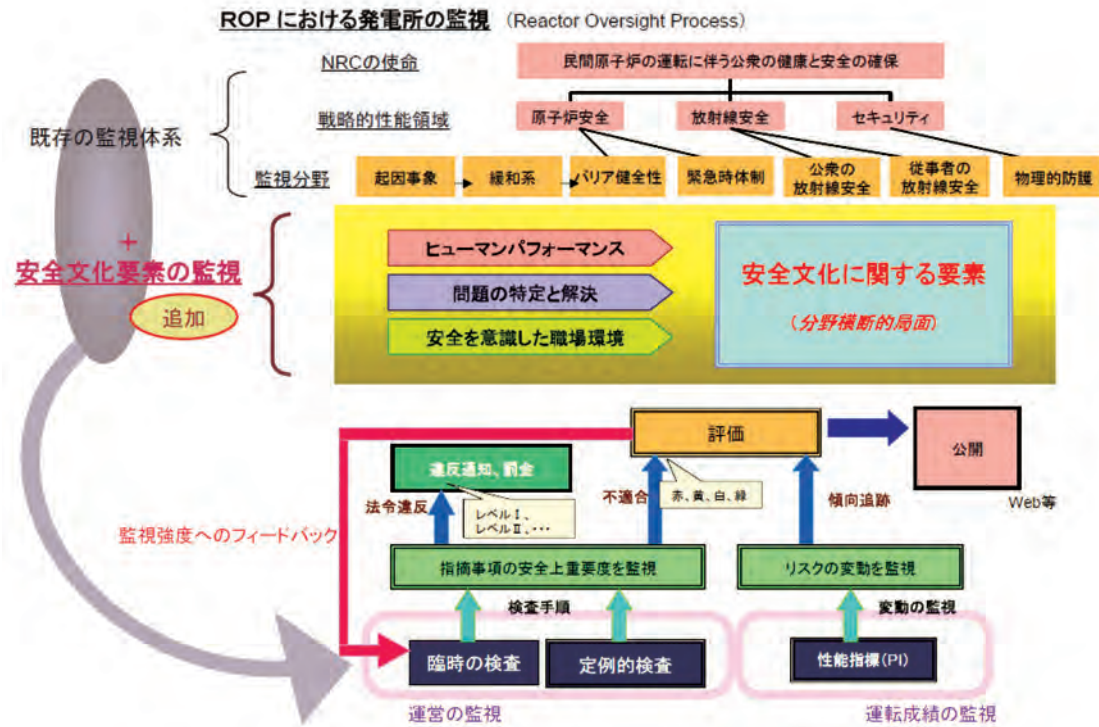


図2 NRCのROPによる検査指摘事項における安全文化要素の評価

ROPにおける基本検査（Baseline Inspection）は実質的には連続的な監視によるものであるが、四半期毎に検査結果の報告書が発行されている。検査で不具合が指摘された場合、その内容が重大とみなされれば、検査頻度の増加や検査プログラムの強化として監視強度にフィードバックされる。

発電所のROPの検査における指摘状況が比較的良好である場合、その発電所は基本検査のみを受ける。指摘事項は全て発電所の是正措置プログラム（Corrective Action Program; 以下、CAP）で処理すべきこととなっており、その状況はNRC検査官が確認している。

NRCは2006年7月以降、このROPの仕組みの中に分野横断的的局面に関する監視を追加した。これは上述の通り、ROPにおける指摘事項の不具合の原因に介在する分野横断的的局面に属する要素を抽出し、その出現頻度が高ければ安全文化上の問題点が存在するとの考え方に基づく指摘活動である。

このようなROPによる評価結果は毎年、年間評価書（Annual Assessment Letter）や、第2四半期終了段階における中間評価書（Mid-Cycle Performance Review）として公表される。これらは個々の発電所に対し、以降の検査実施計画を通知するためのものであるが、発電所で「本質的な分野

横断的事項」が見出された場合には、それに関する発電所に対する評価も説明されている。このような指摘があった場合、以後の検査で同項目に属する指摘件数が減少するか、プラントのパフォーマンス改善として効果が現れているとNRCが判断するまで、発電所は継続して監視される。

2.2 ROPにおける安全文化の評価

ROPの検査では、個々の指摘事項が、分野横断的的局面の9つの項目をさらに細分化した27の小項目のどれに最も関連していたかが評価されている。最も寄与の大きい要素は「分野横断的事項」（Cross-cutting Issue）として抽出されている。

分野横断的的局面の項目のうち「ヒューマンパフォーマンス」と「問題点の特定と解決」に関する要素に関しては、過去1年間の検査で出された指摘事項で関係した同一の分野横断的事項の累積件数が4件以上になった場合、その事項は「本質的な分野横断的事項」（Substantive Cross-cutting Issue）であると指摘され、事業者の改善への取組みが求められる。

一方「安全意識の高い職場環境」（SCWE; Safety Conscious Working Environment）の要素について

はこのようなルールは明確ではなく、これまでの検査で指摘された例はほとんどない。

3. NRC による指摘状況の分析

NRC の規制活動に関する情報は、発電所のセキュリティに関するもの等を除き、その内容はホームページ⁽³⁾で公開されている。ROP の検査や評価は検査マニュアル⁽¹⁾に基づいて行われているため、その結果にはある程度の客観性があると考えられる。そこで本研究では、NRC による ROP での指摘事項に対する分析を行った。

3.1 指摘された分野横断的事項の傾向分析

2006 年後半（ROP において分野横断的領域に関する監視が開始された時期）以降の ROP の検査結果において、米国全 65 発電所が分野横断的事項について受けた指摘件数合計の四半期ごとの推移を図 3 に示す。各四半期の指摘件数はおおむね 100～150 件で推移しており特段の変化傾向はない。発電所 1ヶ所あたりの指摘件数は平均で約 2 件である。

分野横断的事項指摘の項目ごとの件数推移を図 4 に示す。指摘件数の割合が多いのは「作業慣行」と「CAP」に関するものであるが、単独の項目で最も指摘件数が多いのは「資源」の「正確な文書」（文書、手順書、作業文書、機器の表示を正確に維持すること）に関するものである。

各項目の指摘件数に関しては、それほど目立った傾向の変化は見られないが、「資源（正確な文書）」については指摘件数の総数が若干減少傾向にある可能性がある。手順書等の記載が適切に維持されるようになったことは改善活動の成果の表れであるといえるが、組織の運営が良好であるか否かということ

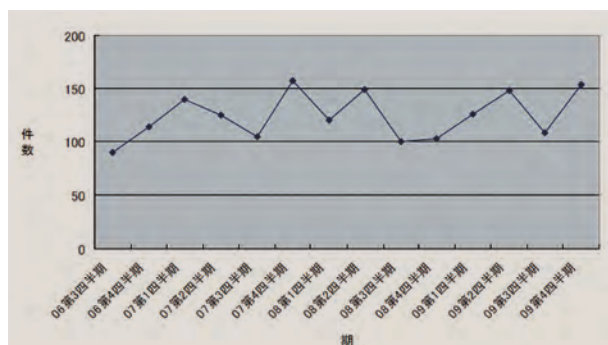


図 3 四半期ごとの分野横断的事項指摘件数推移

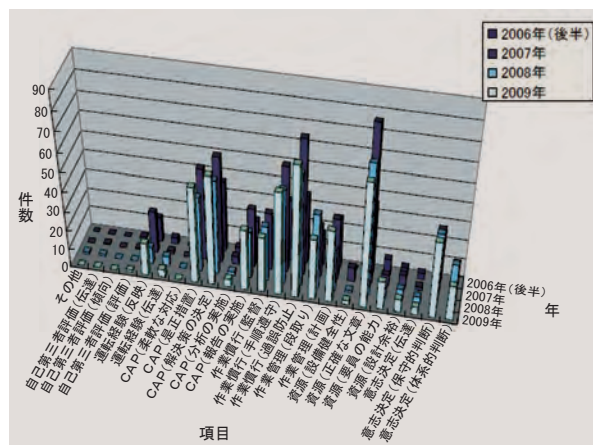


図 4 項目ごとの分野横断的事項指摘件数の各年の推移

に関しては、このような改善はどちらかといえば組織運営そのものの要素に関連するものではなく、例えば設備改良のような「再発防止対策」としての結果のひとつであると言え、このことが組織文化の改善を示す変化とまではいえない。

ただ、発電所が有する手順書等の分量は極めて膨大であり、記載の不良事項を抽出して改善することは非常に労力を要することである。よってこのような改善成果は、決して容易に達成された成果であるというわけではない。

その他の項目では、指摘件数が減少傾向にある項目は見あたらぬ。実際には多くの発電所において、「作業慣行」や「CAP」に関する様々な改善の努力が継続されているが、このような活動の成果は、明確な指摘件数の減少として表れていない。

3.2 指摘件数の少ない発電所と多い発電所の状況

NRC による分野横断的事項に関する指摘事項の件数は発電所によって相当の違いがある。この様子

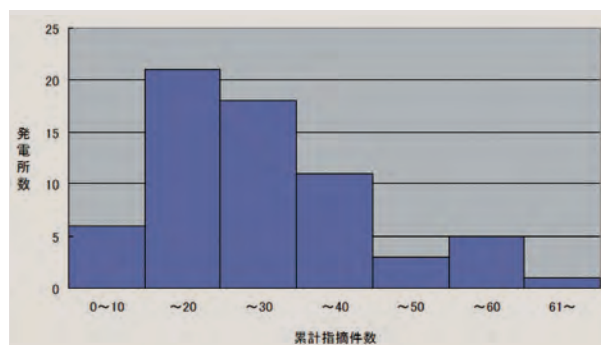


図 5 累積指摘件数の分布

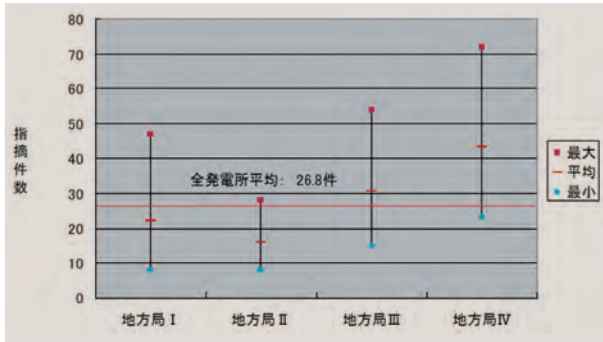


図6 NRC 地方局毎の累積指摘件数の分布

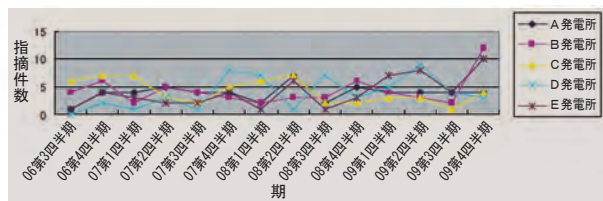


図7 指摘件数の多い発電所における指摘件数推移

を図5に示す。NRC 地方局によっても局管内全体の指摘件数のレベルは違うものの、局管内毎でもそれぞれ指摘件数の多い発電所と少ない発電所があり、その差は大きい(図6)。このことは、指摘件数の差が単なる検査官の視点の厳しさの違いによって生じているものであると言い切れないことを示唆する。指摘件数が少ない発電所ではどの四半期でも指摘件数がゼロかごく少数にとどまっているが、指摘件数が多い発電所ではほとんどの四半期の指摘件数が3件以上で推移しており、時折5件を超えるのが典型的である(図7)。なお、このような指摘事項に関して、分野横断的項目面では特段の傾向は見られず、指摘件数の多い発電所で多く指摘されるような分野横断的項目というものはない。

3.3 本質的な分野横断的事項の指摘に対する傾向分析

本質的な分野横断的事項の存在を指摘された発電所の数の推移を図8に示す。2009年以降、本質的な分野横断的事項を指摘された発電所数はやや減少している。ROPにおける安全文化面の評価においては、分野横断的事項のうちヒューマンパフォーマンス、問題の特定と解決、の2つの局面における指摘事項の「件数」をカウントしている。この仕組みにおいて、年間4件以上の指摘があった場合に「問題点」を指摘するというNRCの見解の妥当性につ

いて、明確な根拠をもった説明が一般に向けてなされた形跡はない。

ROPでは、本質的な分野横断的事項を指摘された発電所に対するNRCの監視は厳しくなり、発電所における検査負担も重いものになる。このためNRCによる分野横断的事項の指摘事項は、多くの発電所で非常に優先度の高い事項として意識されている。多くの発電所では、NRCによる分野横断的事項に関する指摘件数を発電所運営における性能指標として位置付けており、同じ項目の指摘事項が増加しないよう発電所経営層がリーダーシップを発揮した活動を実施している。このことは、図8に表れている本質的な分野横断的事項の指摘を受けた発電所の数が減少した一因であると推定される。

しかしながら、図4で見られたように米国発電所全体としては、各分野横断的項目における指摘件数に目立った減少傾向はない。このことは、本質的な分野横断的事項の指摘を受けた発電所では「一過的に」同じ項目に関する指摘件数は減少するものの、そのことは必ずしも「永続的な」改善が達成されたわけではないことを示唆している。ROPにおいて指摘がなされている安全文化上の問題点とは、組織運営における問題点の一部が指摘事項の1件として露見したものに過ぎない。指摘事項に対する是正措置が完了したということは、それだけでは1件の指摘事項に対する再発防止対策が終了したという以上の意味を有するものではなく、そのことは組織の運営における本質的な改善の達成ということと同義ではない。

図9に、本質的な分野横断的事項の指摘継続期間の様子を示す。ほとんどの指摘例では、2年以内に、NRCは発電所の改善活動に一定の成果が見られたとして、監視強度が通常に戻されている。一方、比較的少数ではあるが、同じ発電所において同じ分野横断的事項についての問題が再度指摘されている例もある。

本質的な分野横断的事項においても「意思決定」、「資源」、「作業慣行」、「CAP」に関する指摘が多くなされている。この傾向は米国の65発電所のデータ全体としての暦年の変化はほとんどない。一方、個々の発電所においては、指摘された事項の項目内訳は毎年様々に異なっている例が多い。これは、発電所1カ所の1年分の指摘件数は高々10件程度のレベルであり、発電所の運営状況を把握する目的としてはデータ数が少な過ぎるためと考えられる。こ

のことから、ROPの指摘事項のみから各発電所の運営の状況を明確に捉えることは難しいと言える。

現実的に考えて、NRCの検査官が発電所の運営全てを対象として、ROPで漏れなく評価するというようなことは、物理的に困難であろうと考えられる。ROPによる指摘事項は、発電所で発生している運営上の不具合が網羅されているものではない。また、検査官の技量にも当然ばらつきがあることを考えれば、NRC全体で均一な厳しさの検査が行われていると単純に考えることはやや乱暴かもしれない。ROP検査は統一された検査マニュアルを用いて実施されているものではあるが、検査報告書の記事からも明らかであるように、実施されている検査の内容は、検査官の技術的能力から繰り出される問題意識に多くを負っている。NRCの検査官は豊富な知識を持って検査を行っており、高い技量を有していると言える。しかしそれであっても、検査官の技量のばらつきは検査結果のばらつきとして表れ得る。NRC地方局毎で平均的な指摘件数のレベルが異なることを考慮にいと、このような違いは検査官の技量の違いに起因している可能性も否定できない。確かに、それぞれの地方局内でも発電所毎に指摘件数のレベルの違いがあり、指摘件数の多少は発電所の運営の良否との関連があると考えられることについて、ある程度の妥当性があると考えられることは可能である。しかしながら、そもそも本質的な分野横断的事項の指摘というものは、年間4件以上の同一項目の指摘があったという事実のみを単純に示すものに過ぎず、NRCによる規制活動が強化されるしきい値という以外の意味を持たない。つまりこれは単なる「数」の問題に過ぎない。

以上から、図8に示すような本質的な分野横断的事項の指摘を受けた発電所数の推移については、米国全体の発電所安全文化に関する状況を示すデータ

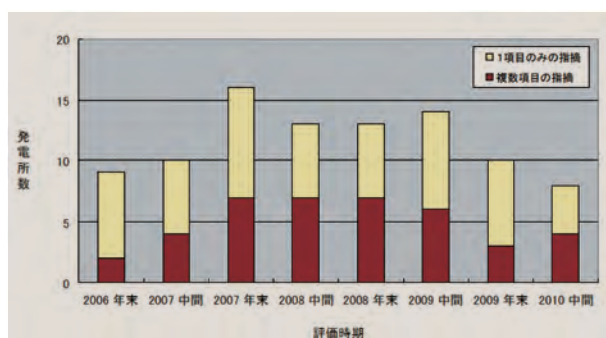


図8 本質的な分野横断的事項指摘を受けた発電所数の推移

としてはそれほど大きな意味のあるものではないと考えられる。

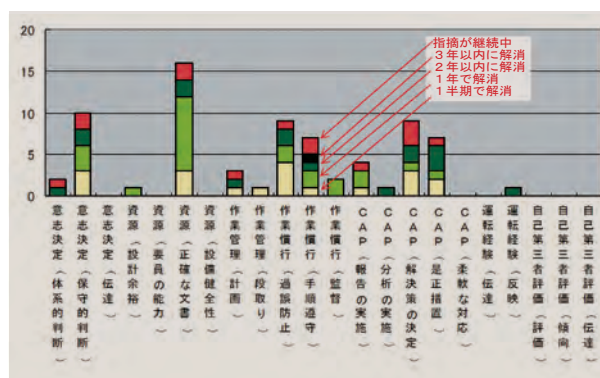


図9 本質的な分野横断的事項指摘の継続期間と発電所数の状況

3.4 指摘件数の少ない発電所の立地

図10に、2006年第3四半期～2009年第4四半期のROP検査における各発電所の指摘件数レベルの状況を示す。図10の分布については前項でも記載した通り、検査官の技量の影響がないとは言いきれないものではあるが、米国東海岸沿いの地域と中北部の一部において、指摘件数の少ない発電所が隣接して立地している様子がみられる。この様子からは、運営が良好な発電所の周辺には別の運営が良好な発電所が立地している傾向があるように見受けられる。このようなことが起こる要因としては、ある発電所の良好な運営が別の発電所の運営にも良好な影響を及ぼしている可能性が考えられる。例えば、それほど離隔していない発電所相互の間においては、運営改善に関する情報の交換を行うことは距離的に比較的容易であろう。特定の課題を解決するためのベンチマーキング調査の実施や、不具合の対処方法に関する情報の共有といった活動に着目すれば、米国では多くの発電所でそのような情報の相互交換を通じて運営の改善を進めていることが多いが、このような活動において、近隣に立地する発電所間ではそうでない場合に比べて地理的に容易であることは自明である。さらに運営の良好な発電所が隣接しているケースを詳細に観察すると、これらの発電所は同じ会社に属している例が多い。同じ会社に属する発電所の場合、社内標準や組織体制も同じであるため、良好な運営の事例を強制力によって水平展開することは容易である。昨今ではインター



図10 米国発電所の指摘件数レベルの分布状況

ネットや電子メールを利用すれば距離に関係なく情報を伝えること自体は容易になった。しかし実際に業務上の困難に直面した場合にそれを解決（現実化）する過程においては、良好事例を効果的に導入する観点から、改善活動に関する具体的な情報、改善活動の実現が可能となった前提条件などの詳細な情報が求められる。このようなことで高まった具体的な質疑応答のニーズは、電子メールのような非対話的で断片的な情報交換手段によって満たされることは難しい。この点、近隣に隣接している発電所相互の間では、直接の訪問、討議を通じた情報共有は実施しやすい。さらに同じ運転会社に属する隣接した発電所であれば、共通の組織構成、手順書、業務手順などがそのまま使えるといった意思疎通上の利点もある。このような発電所を運転する運転会社本社では、各発電所のパフォーマンスの相互比較などによって競争意識を喚起することを実施しているところが見られた。このような環境下にある発電所では、発電所の運営改善に職員が関与する動機が、そうでない発電所と比べて強くなるはずである。

3.5 NRC から改善があったと認められた発電所の指摘件数推移

ある発電所では、ROPにおいて分野横断的事項の指摘を多数受け、2006年後半期から2008年後半期までの期間、分野横断的事項に関する多数の項目において、発電所運営上の問題があると指摘されて

いた。この発電所に対するNRCの監視強度は厳しいものであった。そこでこの発電所では、NRCによる指摘事項に対する包括的な改善計画として、安全文化や発電所の運転上注力すべき事項などの要改善項目を整理して、各項目についてそれぞれ具体的な改善達成目標を複数定め、各活動項目に推進責任者を任命するとともに活動実施期限も明示することにより、発電所を挙げた改善活動キャンペーンを開始した。その活動目標については公開ミーティング（地元住民等が参加）にて内容が公開された。その後2009年のROPの中間評価では、この発電所はそれまで指摘を受けていたすべての項目について改善があったとNRCに認められている。この発電所の、分野横断的事項各項目の指摘件数の推移を図11に示す。図11からは指摘件数にそれほど劇的な変化が見られるわけではないが、CAP（解決策）、作業計画（段取り）の項目に関しては、指摘件数にはやや目立った減少があったと言えるかもしれない。

NRCによる分野横断的事項に関する問題有無の判定クライテリアは、過去12ヵ月間に同項目の指摘件数が3件以内であることであり、文字通りその観点で言えば同発電所は基準を達成した。これはあくまで指摘件数が4以上かそうでないかという表面的な数字上の変化に過ぎない。確かに同発電所では2009年以降、目立った指摘件数の上昇傾向はなく、長期的には運営改善の効果が指摘件数の減少として表れているようにも見える。この発電所における各四半期の指摘件数の推移は、図7でC発電所（黄色）

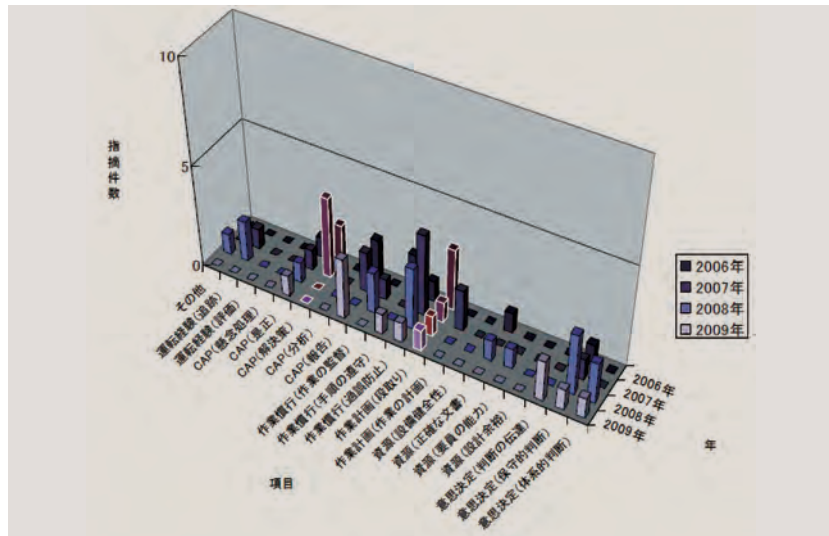


図 11 運営が改善したと認められた発電所の指摘件数の推移

として示したものであるが、2008年第3四半期以降から若干の件数低下傾向はあるようである。この例から言えることは、発電所の運営上の改善が達成されたとしても、それは検査指摘件数などの指標においては、誰の目にも明白であるというほどにははっきりと表れるわけではないということである。検査での指摘事項は、発電所の過去の運営実績に対する評価において問題点を抽出したものであり、したがって発電所の運営状況の実際の変化に対して、少なくとも時間遅れを伴って現れるものである。

発電所の安全文化とは、組織の運営の仕組みにも関連していると考えられるが、同時に経営層や職員それぞれの意識の表れでもある。このような事項においては、組織の中のごく限られた範囲の職員が参加する活動によって、組織全体に好ましい効果が直ちに現れるわけではない。安全文化の醸成においては、組織運営における改善が定着することが必要であり、また新しい業務のやり方が職員からの信頼感を得ることも必要であるため、このような活動の目的を達成するためには、組織を挙げた改善の努力が継続的に払われることが必要である。

3.6 NRC の指摘状況に対する分析の総括

NRCによる分野横断的項目の指摘状況そのものは、個別の発電所の運営状況に関する具体的な状況を直接に示しているものではない。また発電所の運営の改善成果は、ROPでの指摘件数の減少として明確に現れるわけでもない。ただし発電所毎の指摘

件数のレベルは明確に違っており、これは発電所運営の良否に関連はしているものと考えられる。

なお、分野横断的項目に属する要素のうちSCWE（安全意識の高い職場環境）に関しては、NRCによる指摘例はこれまでのところほとんど存在しない。このような要素は実際には、NRCのAllegationsプログラム（申告制度）において調査対象となる場合がほとんどである。これはこのような局面における組織運営の不良は、検査で指摘事項として抽出されるようなトラブルとは性質が異なるものであるためであると考えられる。

4. ROP の検査指摘内容に対する更なる分析

ROPの検査における指摘結果から安全文化醸成の具体策に関する手掛かりを得るため、検査報告書の記事に対し、さらなる分析を行うこととした。

4.1 指摘の対象となった業務種類に対する傾向分析

NRCによる指摘事項が、現場作業と机上業務に関してどのような比率で発生しているかについての傾向分析を行った（2009年；図12）。指摘件数において、現場業務と机上業務との間に目立った差はなく、運転業務と保守業務の間でもそれほど大きな違いはない。この様子は2006年以降暦年でほとんど変化はない。あらゆる作業段階においてまんべん

く指摘を受けているということは、発電所で指摘されている安全文化上の問題は、特定の業務局面に関連するものではなく、発電所の運営全般に広く存在することを示す。

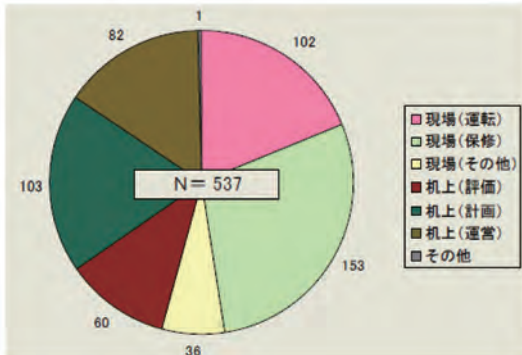


図12 NRCの指摘を受けた業務種類の分析結果

4.2 指摘事項における個人と組織の関与に関する傾向分析

NRCの指摘事項に対して、それが個人の過誤による不具合であるか、組織運営の不良に起因するものかについての傾向分析を行った(2009年;図13)。ほとんどの指摘事項は、ある職能の内部での業務の運営の不適切さによって生じたものである。個人や作業グループの過誤による不具合が指摘事項となった例は全体の約25%程度と少ない。このことから、ROPにおいて指摘されている安全文化上の問題点は、個人の意識向上のみによって改善が可能と推察されるような事項は稀であると言える。すなわち、安全文化の醸成において重要な点は、個人の能力や意識の改善にあるというよりもむしろ、組織としての業務の運営のあり方に潜んでいる問題点を見出して改善していくことが重要であるのではないかと考えられる。このような改善を達成するためには、例えば、一部の職員が現状業務に対してやり方の工夫を自発的に行うといったことももちろん大切ではあるが、その程度の改善では不十分なものであり、業務の運行において発生しがちな不注意の原因となる要素を取り除いていく方向性が必要である。このような改善は必然的に仕事のやり方の変更を伴うものであるため、発電所経営層のリーダーシップによる支援は欠かせないと考えられる。

なお図13の傾向は2006年以降暦年でほとんど変化していない。

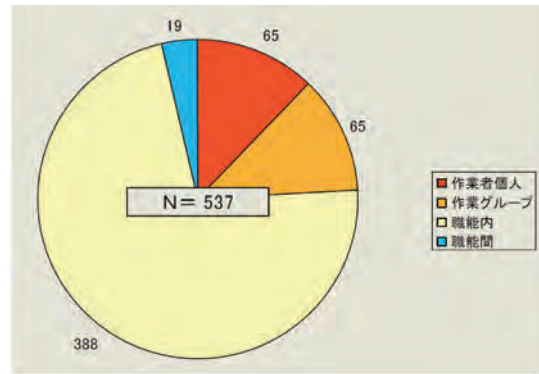


図13 指摘事項における個人と組織の関与に関する分析

4.3 職能内の運営不良事例に対する詳細分析

前項で抽出された職能内の運営不良指摘事例(388件)について、運営不良の要素を把握するための傾向分析を行った(図14)。この分析では、指摘を受けた事象における職能内の情報伝達の悪さに関して、上司の視点(情報付与不備)と部下の視点(問題提起せず)から捉えた傾向分析を行っている。分析の結果、上位職位者等からの情報付与の不備が職能内の業務運営の不良の約20%(76件)を占め、担当者が問題点を上司に報告しない事例は約7%(28件)を占めていた。全体の約72%(281件)は職位上の立場とは関連性のない運営不良であり、これは職員個人の問題意識そのものに関連するものであると考えられる。なお図14の傾向は2006年以降暦年での変化はない。

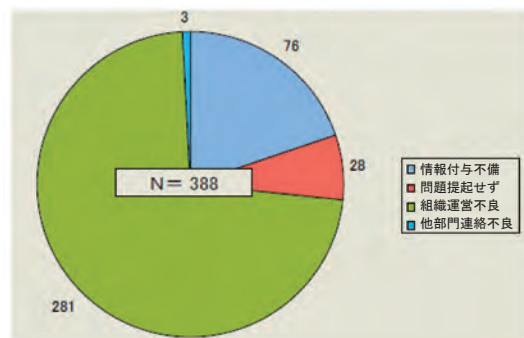


図14 職能内の運営不良に対する傾向分析

職位上の立場とは関連性のない運営不良の事例281件に対し、さらに以下の分類を設定することによって傾向分析を行った。(図15)。

- ▶ 既知の不具合による知見を，類似設備の維持管理に取り入れなかった（情報を取り入れず）
- ▶ 通常でない状況に対し，不具合であると認識しなかった（問題を意識せず）
- ▶ 点検を行っていないなど，機器等の状態の不具合を把握していなかった（問題を把握せず）
- ▶ 既知の問題点についての対策を行っていなかった（問題を放置）
- ▶ 不具合における真の原因を把握していなかった（原因追求不足）
- ▶ 要求される品質（精度等）に適合しない機器を使用していた（勝手な判断）

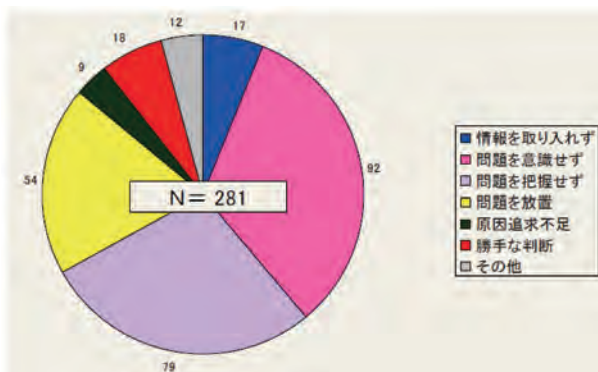


図 15 職位上の立場と関連性のない職能内の運営不良に対する傾向分析

分析の結果，職員「問題を意識せず」，「問題を把握せず」といった振る舞いに起因する不具合の件数（171件）の割合は，職位上の立場と関連性のない職能内の運営不良全体の約61%（職能内不具合全体の約43%，ROP指摘事項全体の約32%）を占める。これに「問題点を放置」を含める（225件）とその割合は約80%（職能内不具合全体の約58%，ROP指摘事項全体の約42%）に達する。以上から，組織（職能に属する各職員）は，「分りやすい」不具合はきちんと対処できている場合が多いが，問題点があまり明確でない不具合を意識に留めなかったり，解決が容易ではないような不具合に対しては処理を後回しにしたまま放置しているケースが，ROPにおける分野横断的の事項に関する指摘事項において広く見られていると総括できる。このような組織運営の不良は，組織の資源（職員数，職員の技能，時間的制約，設備維持のための予算など）が不足している場合には顕在化する恐れがあると考えられる。しかしながら，組織内に資源が十分確保されているかどうか

かについては，検査報告書などの公開された資料には全く記載がないため，これ以上の詳細な分析は不可能である。

資源が十分組織に与えられていればそれに越したことはないが，発電所経営層や職員を含めた組織全体が日頃から発電所の運営に関して明確な問題意識を持ち，注意深く問題の兆候を捉え，粘り強くこれらを解決しようとする姿勢や職場の雰囲気良好に保つという継続的な改善の意識は，このような問題を解決できる唯一の方向性ではないかと考えられる。

5. 米国発電所訪問による安全文化醸成活動の実態の調査

5.1 訪問調査

本研究は2008年以來，米国の発電所のいくつかを訪問し，NRCによる分野横断的の項目に関する改善活動の具体例の提供を受けるとともにその所見についての説明を受けた。

5.2 ヒューマンパフォーマンス（HP）に関する改善活動例

5.2.1 「意思決定」，「作業慣行」

「意思決定」，「作業慣行」に関する改善活動の例として，次のようなものが多く見られている。

- ▶ 不安全事例の件数を性能指標に位置づけ，その改善のために責任者を指名し，具体的対策を策定してその効果を測定するフィードバック活動の実施
- ▶ 発電所内の掲示物，ハンドブックの配布による意識喚起
- ▶ 部下の作業に密着した観察を行い，助言する慣行（オブザーベーション）
- ▶ プラントの系統状態を把握するため，日常ミーティングを実施

発電所運営の現状を数値（性能指標）で把握して新たな目標を定め，活動方針を立てて改善活動を行い，性能指標の推移から改善活動の問題点を分析し，フィードバックする，という継続的な改善活動サイ

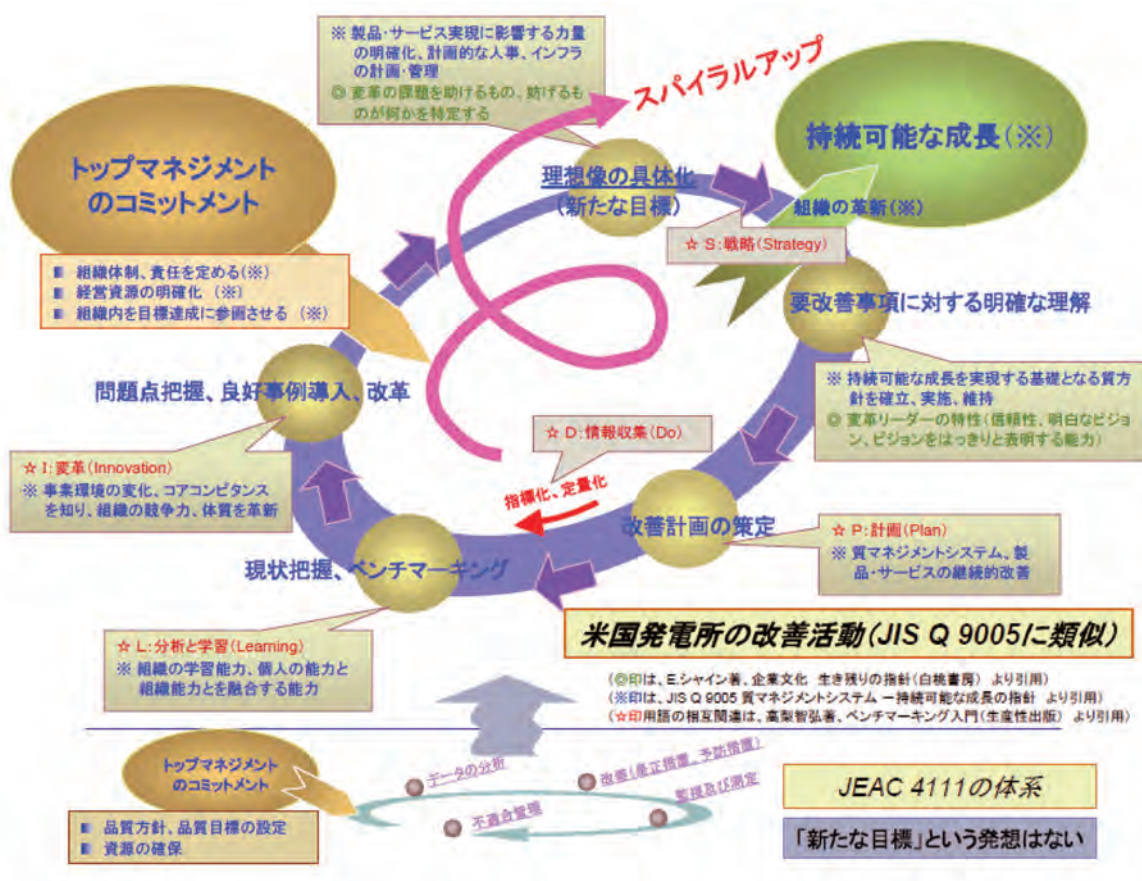


図 16 継続的な組織運営改善の概念を模式図化した例⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾

クルのモデルは、「意思決定」や「作業慣行」に限らず、多くの発電所で取り入れられるようになってい。各発電所が構築している改善活動モデルは、細かく見ればそれぞれ若干の違いがある。ある発電所の改善活動モデルは外部コンサルタントが設計したものであり、また別の発電所の改善活動モデルはINPOにおけるガイダンスを参照して取り入れられている。これらにおいて、現状把握、問題点の把握、目標の設定、要改善事項の特定、改善計画の策定の各ステップを連続的に機能させることにより、組織運営の継続的な改善活動を実行するという目標は共通するものである。このような継続的な改善活動のモデルについては、国内ではJIS Q 9005「質マネジメントシステム - 持続可能な成長の指針」(4)において提案されており、その内容は本質的には同じである(図16)。

現状の組織の運営パフォーマンスや、改善活動における目標達成度については、多くの場合、様々な性能指標を設定することで現状把握や目標設定がなされている。またその数値目標の妥当性などについても、性能指標の傾向追跡結果などによるフィード

バックが行われ、柔軟な修正が行われている。このような継続的改善の活動においては、達成目標の妥当性検討や方向修正などにおいて、発電所上層部のリーダーシップが果たす役割が大きい。多くの発電所ではこのような個々の活動を推進するための委員会が設置されており、これに発電所上層部が直接関与したり、担当責任者に定期的な状況報告を提出させたりしている。

職員の意識啓発に関しては、各職員にハンドブックを配布している発電所が多い。ハンドブックの記事では安全文化や作業の基本動作に関する内容が多いが、注目される例として、発電所が重視している価値、なりたい姿(リーダーシップ・モデル)を前面に出した解説をハンドブックで展開し、職員の意識統一を図っている発電所もある。この発電所のリーダーシップ・モデルで提唱されている特徴的なメッセージの例には次のようなものがある。

- わが発電所の目的は、長期的視野に立ち、安全で効率的に発電することである。
- 職位にかかわらず、全ての職員は指導者である。

- ▶ 成果こそ重要であり、それをどう達成するかを問題とすべきである。
- ▶ 我々は、安全、健全、信頼、尊敬、説明責任を行動目的とする組織である。
- ▶ 標準より優れていることを業務で実現することが、我々のやりかたである。
- ▶ 従来のやり方を新しい角度で捉え、変革するのが我々のやりかたである。
- ▶ 知識は業務の基礎である。だから共有しよう。
- ▶ 柔軟に模範事例を取り入れよう。

このハンドブックでは、上記の概念を基盤に置き、安全とは何か、説明責任とは何かなどが解説されている。このハンドブックで特徴的な点は、国内の発電所で配布されているような一般的な冊子の記事のほとんどを占めている「客観的事実」や「規則」に関する内容の割合が比較的少なく、記事の多くは職員に対する「呼びかけ」の要素を持っているということである。また発電所内のトラブル傾向分析結果なども併せて紹介することにより、職員に対する積極的な意識啓発ツールとして、極めてユニークな内容にまとめられている。このハンドブックは、記事全体において発電所の「主観的な」価値を強力に押し出している点において、国内発電所の冊子では類例が見られないものである。当然ながらこのようなハンドブックを「大胆に」まとめあげるにあたり、発電所経営層の強力なリーダーシップが発揮されたであろうと推察される。

5.3 問題の特定と解決 (PI&R) に関する改善活動例

5.3.1 「CAP」

米国の多くの発電所では、業務上重要な情報（業務に障害を及ぼしている事項を含む）が確実に必要な職位に届けられるべきこと、そのような情報を発信しても無駄にならないという信頼感、といった要素が確保されることが重要であることが強く意識されている。CAPの活動では特にこのような考え方が重視されている。この一つの理由として、米国の発電所においては規制対応の実務上においても、発電所のCAPが適切に運営されていることを説明できるということに大変重要な価値が置かれている点が挙げられる。

また米国の多くの発電所では、効率良く業務を完遂することを通じて発電所の稼働率を上げることが日常的に非常に重視されているが、それは例えば、発電所を運転計画通りに支障なく運転させ高い稼働率を維持すること、オンラインメンテナンスを計画通り完了して発電所の運転中リスクを合理的に低いレベルに維持すること、そしてCAPにおいては、あらゆる不具合の兆候を精度よく判断して合理的な資源量を投入し、最適の労力によって目的とされる安全レベル（例えば炉心損傷確率によって評価される）を達成することが目標とされている。

このようにCAPのパフォーマンス（処理の正確さ、投入資源のバランス、処理に要する時間、等）を改善するために、多くの業務資源が投入されているところであるが、CAPのパフォーマンス改善においても、上述の継続的な改善活動のモデルが踏襲されている。CAPの運営において継続的な改善活動のモデルを導入している状況について、その例を図17に示す。

CAPのパフォーマンスに関しては、不具合報告の処理件数、類似事象再発件数、起票された不具合処理票の出来栄えに対する評点など、性能指標が発電所独自で設定されており、改善目標は性能指標に基づいて具体的な数値として示されている。パフォーマンスが改善できない場合や悪化した場合には、担当責任者はそのことについての発電所上層部に対する説明が求められており、賃金や人事評価に大きな意味を持っている。

米国発電所のCAPの活動は、第一線の作業員から経営層に至るまであらゆる職位の職員が関与している。CAPの活動では次の要素を含むものであり、発電所内の各職員に対して改善活動を推進させる動機付けとしても機能している。

- ▶ 職員が不具合の存在に対して敏感になること
- ▶ 改善活動に対して経営層による誘導（動機付け、支援）があること

CAPの活動は、発電所の職員による懸念事項の表明に対し、組織として速やかな措置を行うためのしくみのひとつとして重視されているが、これは組織に対する職員の信頼感を向上させることにも寄与している。

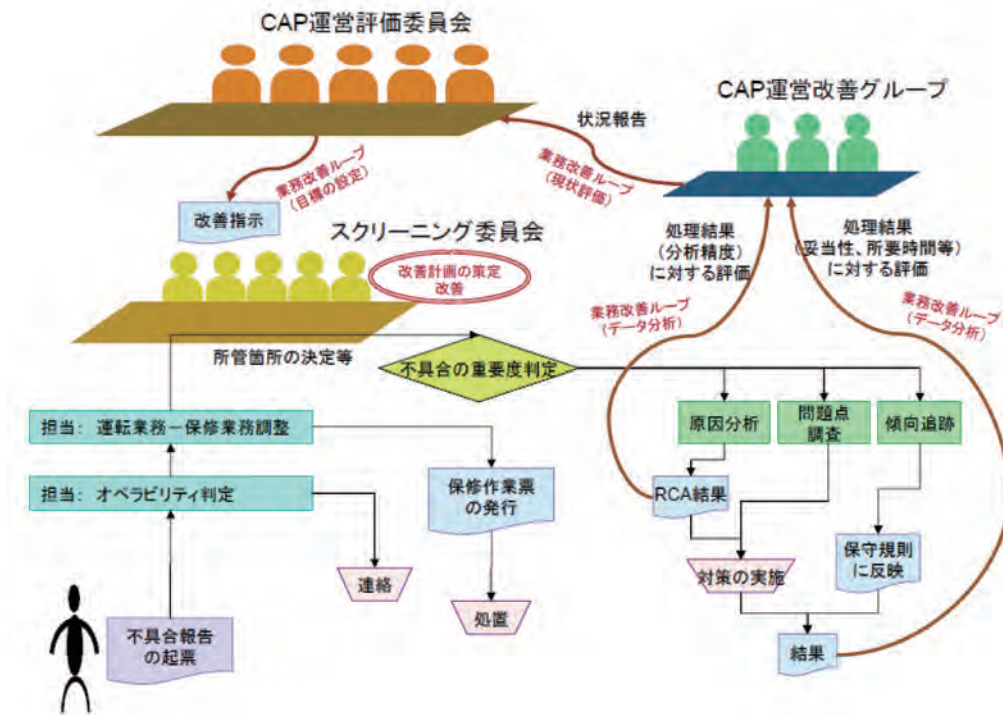


図 17 CAP 業務における継続的改善活動の取り込みの例

5.4 安全意識の高い職場環境 (SCWE) のための改善

ある発電所においては、SCWE についても他の安全文化の要素と同様、性能指標を設定して改善活動の現状把握、目標の設定に活用している例がある。これも、組織運営における継続的な改善活動の例である。この発電所における性能指標体系の構築例について、図 18 に示す。

5.5 米国発電所訪問による実例調査の総括

米国の発電所では、過去には NRC の指摘事項を直接に意識した「再発防止対策」の例が比較的多く見られていた。しかし最近の訪問調査において情報入手した改善活動の例としては、性能指標を尺度に用いた組織運営パフォーマンスの継続的改善の取り組みの例が多い。このような活動は、CAP の運営、人的過誤事例の低減、SCWE など、安全文化にかかわる様々な要素を対象として実施されている。継続的な改善活動においては、発電所経営層によるコミットメント（リーダーシップの発揮）、具体的には改善目標の決定、必要な資源の決定や投入、改善成果に対する評価とさらなる指示、さらにはハンドブックの記事内容の決定に至るまで、活動の中心軸

としての役割を發揮することが欠かせない。米国の発電所では、そのような経営層のコミットメントが具体的な事例として多数見られている。もし組織運営において経営層のコミットメントがなければ、組織内で遂行される業務は単なる現状維持のためのルーチン業務に留まりがちであり、経営環境の変化とともに組織のあり方は陳腐化していく。現状に適合するための継続的な改善が行われないう硬直的な業務運営は、予期しない新規の脅威が出現した際の対応能力を失わせるものであり、業務が徐々に非効率なものとなることを通じて組織は危機に対する脆弱性を抱えるようになる。継続的な改善を行うことは、組織を常に最適化する取り組みであり、環境の変化によるリスクを常に最小化するものである。安全文化とは、危機に対して敏感であろうとする組織の姿であると言えるが、安全文化を醸成するという活動は、継続的な改善を推進する姿勢に共通する部分が多いものと考えられる。

6. まとめ

安全文化の要素は様々な定義されているが、ROP の体系では「ヒューマンパフォーマンス」、「問題の特定と解決」、「SCWE」の 3 つの分野横断的領域として整理されている。これらは発電所の運営におい

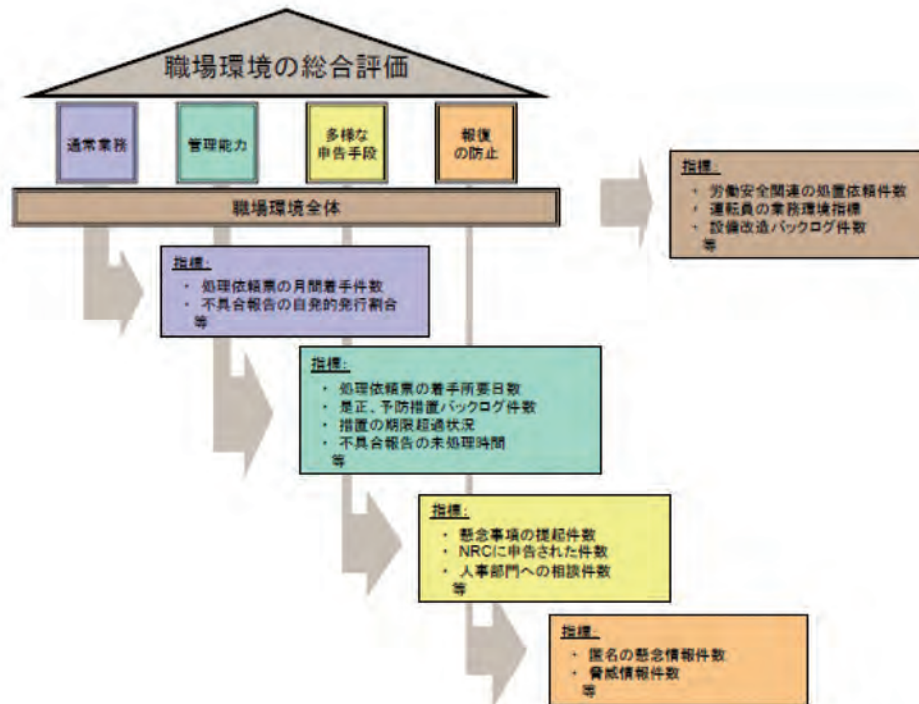


図18 SCWEの性能指標設定の例

て劣化の傾向が捉え得る要素として定義されたものである。しかしながらSCWEのように指摘事項の例がほとんど存在していないものもあり、ROPの検査報告書から捉えることのできる発電所の安全文化の状況について、情報は限られている。しかし、安全文化に関する問題点とは、発電所のごく限られた職員の不適切な判断や作業に起因しているものではなく、組織において業務を遂行する手順、または慣行の中に不注意を発生させがちな状況が潜んでおり、ROPでなされている指摘事項のかなり多くの部分が、そのような組織運営上の不適切さが露見した例となっている。このような不適切さは、職員に対する教育や訓練の充実、不具合事例の周知徹底、手順書の改訂など、単なる「不具合再発防止対策」によって解決する性質のものではない。発電所経営層や職員を含めた組織全体は、日頃から発電所の運営に関して明確な問題意識を持ち、注意深く問題の兆候を捉え、粘り強くこれらを解決しようとする姿勢や職場の雰囲気を保つという継続的な改善の意識が、このような問題を解決できる唯一の方向性ではないかと考えられる。

米国の発電所で近年多数の事例が見られる継続的な改善活動では、問題解決の視点を単一の「過去の」不具合事例に置くのではなく、常に「現状」に視点を置き、同時に「将来の」目指すべき姿をイメージ

する仕組みである点に大きな特徴がある。現状と将来像の2点を意識した活動を推進することは、過去の1点に注視することによる活動と比べ、柔軟性が高く適応性に満ちたものとなる。このような継続的な改善活動のモデルを示している文献として、国内ではJIS Q 9005-2005 質マネジメントシステム-持続可能な成長の指針がある。原子力安全を組織運営において確保していくため、各組織は経営層による具体的なコミットメントを基軸とした継続的な組織運営改善のモデルを確立していくことが求められているものと思慮される。そもそも安全文化とは危機に対して敏感であろうとする組織の姿であり、安全文化を醸成する活動とは、継続的な改善を推進する姿勢と根本において共通しているものと言える。

文献

- (1) NRC Inspection Manual, Chapter 0305, "Operation Reactor Assessment Program"
- (2) IAEA INSAG-4, Safety Culture
- (3) 米国NRC ウェブサイト (安全文化関連)
<http://www.nrc.gov/about-nrc/regulatory/enforcement/safety-culture.html>
- (4) JIS Q 9005 質マネジメントシステム-持続可能な成長の指針, 日本規格協会

- (5) 企業文化 生き残りの指針, E. H. シャイン,
金井壽宏監訳, 白桃書房
- (6) ベンチマーキング入門, 高梨智弘, 生産性出版
- (7) 原子力発電所における安全のための品質保証
規程 JEAC4111, (社)日本電気協会