

原子力発電所保修作業における不具合事例分析とその活用について

– Study on analysis method and its application for effective utilization of trouble experiences in maintenance work at nuclear power stations –

関西電力株式会社

関西電力株式会社

千種 直樹

Naoki CHIGUSA

藤井 大士

Takeshi FUJII

Although performance of nuclear power stations has been increased dramatically due to high reliability of the plant system and equipment in recent years, the troubles related to human performance are still reported at present. It becomes therefore, important to analyze the trouble experiences related to human performance and to share those lessons learned among maintenance personnel in order to secure the safety of nuclear power stations.

In this study, error management analysis was carried out using trouble experiences related to maintenance personnel's performance and its result was applied to them to improve their safety mind and routine activities. In addition, a general preventive method for maintenance activities related troubles is proposed.

KeyWords : nuclear power station, maintenance, human factors, organizational factors, tripod, instruction and training

1. 緒言

原子力発電所の安全かつ安定な稼動において保修業務の品質を維持・向上させる重要な性が広く認識されている。この原子力発電所の保修業務は大きく分けて法令に基づく定期検査、事業者の自主保安活動等からなっている。定期検査、点検作業は発電所従業員のみならずメーカ、協力会社など数多くの作業者が関わっており、作業管理、品質管理及びそれらの計画策定など膨大な作業が実施されている。

しかしながら、検査機器やシステムが最新の技術を取り入れ高度化されつつも、人間の技術能力による作業も多く、いかに熟練作業者の技術能力を伝承していくか、個々の作業をミスなく確実に遂行していくかが従来から課題となっている。

一方、近年のヒューマンファクターの考え方では、人間のミスを単純に「ヒューマンエラー」として片付けるのではなく、トラブルの要因を深く分析し、エラーの背後にどのような問題があったのかを明らかにすることによって、人間が関わるトラブルを防止する業務シス

ムを確立することが重要となってきている。

また、図-1に示すように機器の信頼性向上によりトラブル件数が減少傾向にあり、その結果、逆にトラブル経験が減少し、現場の保修員のトラブル予知の感度が低下してきていることも問題となっている。これらの感度を向上させるには、単にトラブル要因を知っているだけでは不十分であり、経験を通して体得されている技術・知識の伝承・共有化を図り、現場の保修員が知識のバックグラウンドとして備えていることも

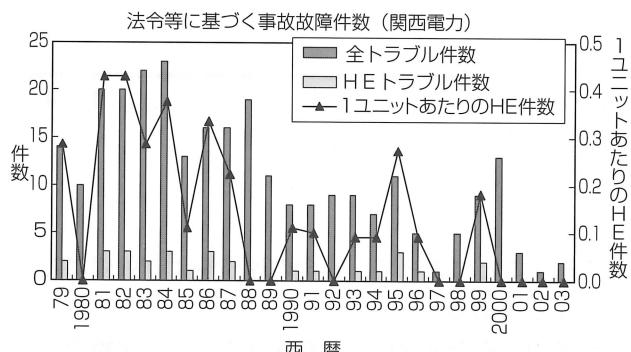


図-1 原子力発電所のトラブル件数の推移

重要となってくる。

本稿では、過去に原子力発電所で発生したトラブルのうち、人間が関与していたと考えられるものを対象として要因分析を行い、共通要因として整理することによって教訓化を行い、これを研修及び現場において発電所保修作業者に浸透させることによって、現場作業者の安全意識向上及び日常業務の改善に活用した結果を報告する。

また、さらにそれらの結果に対し、 3×3 マトリックスの考え方⁽¹⁾を用いて分析し、トラブル防止徹底のための組織的行動についてより一般性の高い方法を提案する。

なお、従来の「保修技術力継承のための学習支援システム」⁽²⁾と本研究との関係を図-2に示す。これら2つの研究により得られる成果は、保修作業員の技術能力向上を図るために両輪をなすものとなる。

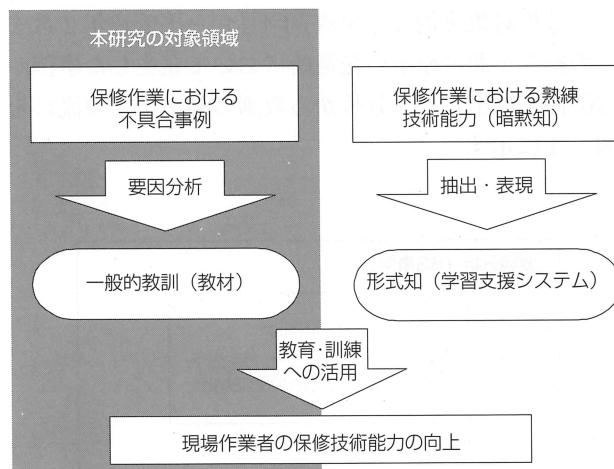


図-2 保修技術能力向上の方法

最後に、このようなトラブルを極小化する分析や対策の中に潜在している法則は何かを検討し、容易に定量化できない保全行為の妥当性を保証する手法について提案する。

2. 分析モデル

事故やトラブルのヒューマン・ファクター的観点からの分析手法にはいくつかあり、これらは用途や対象となる分野によって使い分けられているのが現状である⁽³⁾。本研究は、不具合事例を組織として教訓化し、

教育等に役立てていくことが目的であり、そのためには、事故やトラブルの要因を組織的観点から分析していくことが望ましいと考えられる。

組織的要因分析手法は、何人かの研究者により提案されているが⁽⁴⁾、原子力発電所の保修業務における作業やトラブルの特性を踏まえて検討した結果、以下の理由から石油採掘産業の事故分析手法である「トライポッド理論」⁽⁵⁾を適用することとした。

- ・保修作業は、協力会社作業員との協業によって行われるいわば重層構造であるが、当該理論はこの重層構造を取り扱うことが可能である。
- ・本研究で明らかにしたいのは、個々の事例の詳細な背景要因でなく、教訓として残る共通要因である。当該理論では、後述のとおり組織的要因が明確に示されており、共通要因の同定が比較的容易である。この分析手法は、事象の記述方法と要因分類に特徴があるが、原子力保修作業分野と比較的類似した作業環境において開発されたものであるため、組織的要因群も保修作業現場で分類しやすいものになっている。すなわち、トライポッド理論では、直接的なトリガーを引き起こす背景要因として12個の組織的因子を挙げている。これらは、過去に発生した多くの事故・トラブルから調査分析を行い一般化されたものである。そこで、本研究で用いた分析モデルでは、図-3に示すように発生事象から組織に存在する背景要因を検討し、これを組織的因子のいずれかに当てはめていくことで、当該組織の問題点を抽出していく。

実際は、これらの因子が複合して発生する場合が多く、各因子の違いを正しく理解しておかなければなら

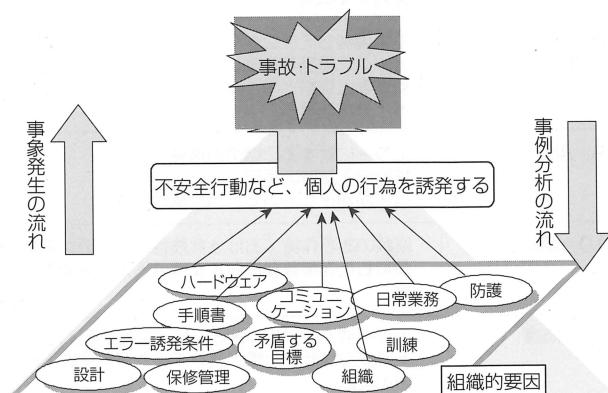


図-3 分析モデルの概念

ない。そこで、分析者ごとに判断基準があいまいとなるよう、共通認識の得やすい形、すなわち分析者が日ごろ遭遇するような具体的な事例を示す等の配慮を行った。これを表-1に示す。

表-1に示した分類のうち、3. 保修管理は、元の理論において「保守管理」とされていたものを再定義した。これは、保修作業における管理業務の重要性を考慮したものである。

表-1 組織的要因分類の判断基準

要因の名称	保修作業において遭遇する可能性のある例
1. ハードウェア	<ul style="list-style-type: none"> ・何らかの理由による一時的な基準外の機器や工具の使用 ・購買側の事情（価格等）による既存品と同等の別メーカーの部品の使用
2. 設計	<ul style="list-style-type: none"> ・過剰な正確性を要求する作業工具の設計 ・設計思想とは著しく異なる使い方をする工具等の使用
3. 保修管理	<ul style="list-style-type: none"> ・作業計画段階で認識できる危険の看過 ・保修計画段階や管理者レベルで潜在的危険性の認識が希薄 ・定検統括者と作業責任者の業務範囲の不明確さ
4. 手順書	<ul style="list-style-type: none"> ・記載事項の不足した手順書 ・失敗ややり直しが許容されない作業手順の運用
5. エラー誘発条件	<ul style="list-style-type: none"> ・日常的な逸脱や軽微な手順の変更を黙認する風潮 ・手順の逸脱等があっても周囲や管理者に発覚しにくい状況
6. 日常業務	<ul style="list-style-type: none"> ・作業量に対して従事する人員が少ない現場 ・現場で感じられている危険性やトラブルの可能性の放置 ・過去の定検等で問題となった事項への対応不十分
7. 克服できない矛盾した目標	<ul style="list-style-type: none"> ・業務改善が、全体のスケジュールや現場全体に与える影響が大きすぎて実施できないという現場の状況 ・ある程度の危険よりも、それ以上に工程遵守を優先する風潮
8. コミュニケーション	<ul style="list-style-type: none"> ・不明確なコミュニケーション上のルール（Wチェック、担当外作業） ・管理者と現場との不十分なコミュニケーション ・不十分な注意喚起
9. 組織	<ul style="list-style-type: none"> ・エラーに対する認識の温度差 ・技術向上意識の不足 ・危険が潜在しているという感性の鈍化
10. 訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・経験のある作業における危険性の不十分な把握 ・類似した作業経験に対する準備不足や訓練の怠慢
11. 防護	<ul style="list-style-type: none"> ・エラーやトラブルが起きた際の防護の脆弱さ ・トラブルが起きた際の連絡手段や避難誘導手段の不具合
12. その他	上記11個以外の背景要因

通常、保修作業は、電力会社保修員による計画・管理の下、協力会社作業員によって進められる。13ヶ月に1回実施される定期点検作業は、この保修作業の中でも大規模かつ長期間にわたるもので、延べ人数でおよそ2000～3000人、期間としても2～3ヶ月を要する。したがって、これを計画する保修員の能力や現場作業員との連携、作業進捗の管理は、非常に重要である。

このように、要因分類の判断基準作成にあたっては、原子力発電所における実際の保修業務を踏まえた具体的な事例の提示、あるいは、より実態に即した要因名への変更等、トライポッド理論の分析モデルに若干の調整を加え、分析性の向上を図っている。

3. 事例分析

3-1) 分析対象事例と分析方法

前節で整理した分析モデルに則り、事例分析を行った。分析対象事例は、平成7年4月から平成12年2月までの約5年間に原子力発電所において発生した事例から63件を抽出した。分析から教訓の導出までの流れを図-4に示す

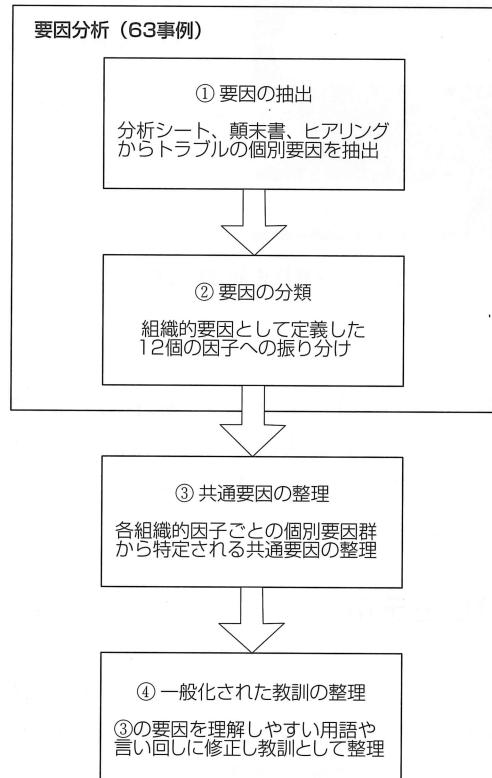


図-4 事例分析の流れ

①要因の抽出

まず、各個別事例について個別のトラブル要因の抽出を行った。この際、情報源として、トラブル顛末書、トラブル分析シート、及びヒアリング結果を活用した。

トラブル顛末書には、技術的な概要や時系列的な流れなどが記載されており、詳細を把握するのに用いた。

トラブル分析シートは、「トラブルに至った遠因」及び「どうすればトラブルを防げたのか」というフォーマットによって事例を掘り下げるための机上分析ツールである。これを図-5に示す。顛末書では把握しにくい情報や関係者の声を集める手段として作成した。

ヒアリングは、トラブル発生当時の監督者や管理者層に対して行なうものであり、トラブル発生以降にとられた対策の実施状況や組織風土の変化を聴取すること

とを目的とした。これらの情報を入手することにより、トラブル発生時の状況や原因、対策等を詳細かつ多面的に把握することができた。

②要因の分類

各事例の個別要因について、2. で定義した組織的因素への振り分けを行った。この際、1事例1要因と限定せず、できるだけ多くの要因を振り分けるよう配慮した。

例えば、あるトラブル事例では「解・結線作業時の接触不良」が直接原因であったとする。直接原因は1つであるが、その背景要因として次のような項目を挙げ、多くの組織的因素が重なっていることに注目して分析を進めた。

「作業箇所の扱いにくい形状であった（設計）」「作業性の悪い現場であることを認識していたにも

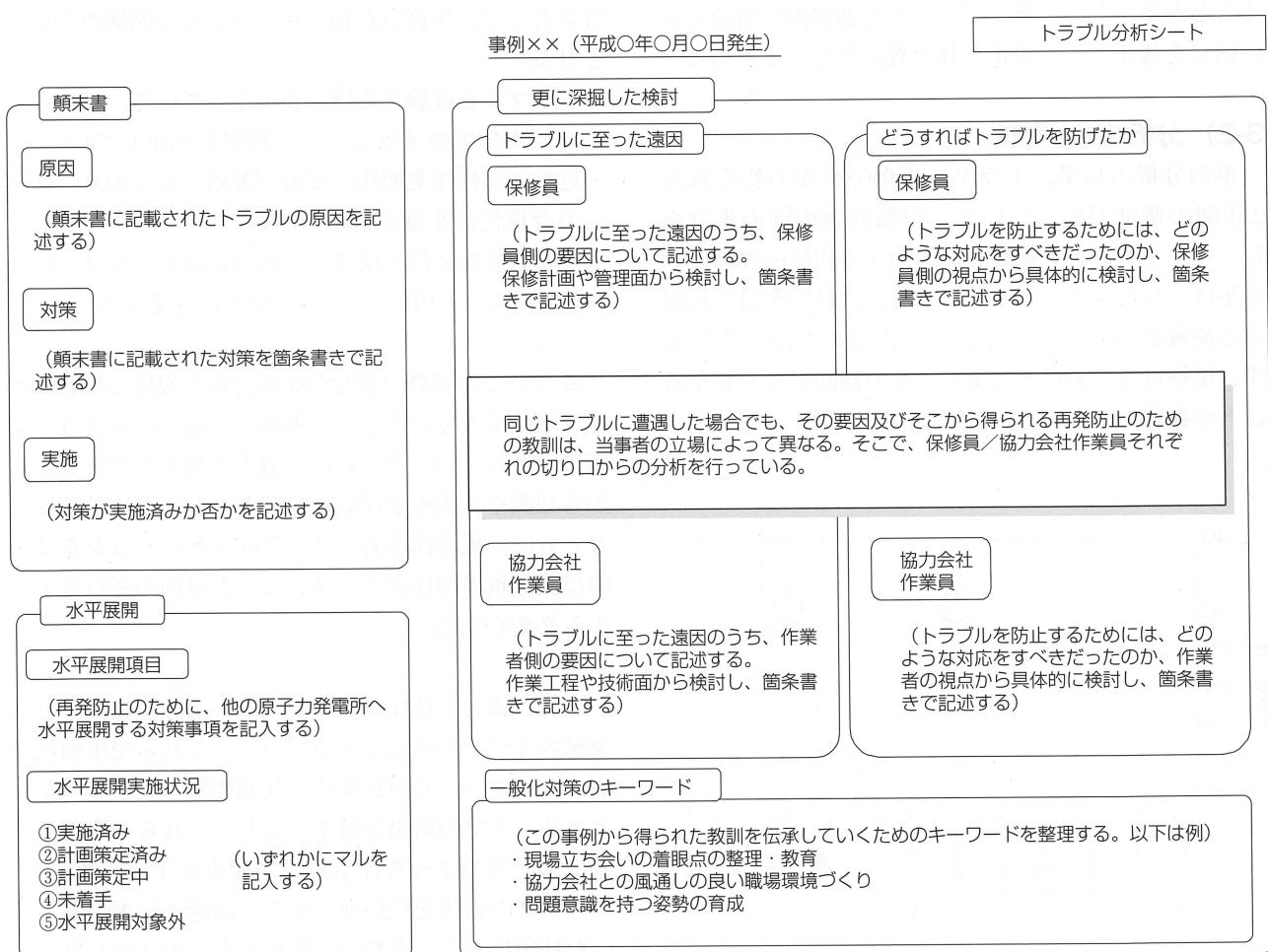


図-5 トラブル分析シート例

かかわらず放置されていた（日常業務）

「常識的な知識であるとして作業要領書への記述が省略されていた（手順書）」

「作業時の重要管理点に対する認識が不足していた。また周知徹底が不足していた（コミュニケーション）」

このようにして、1つの事例について平均4個から5個の背景要因を抽出し、分類を行った。

③共通要因の整理

②での分類によって、12個の組織的因子は、63事例から抽出された個別要因群によって形成される。

この個別要因群から、組織的因子ごとの共通要因を抽出した。

④一般化された教訓の整理

③で抽出された要因を教訓として取り上げる場合には、平易かつ記憶に残りやすい用語として整理しておくことが望ましい。そこで、③の共通要因の用語や言い回しを修正し、一般化された教訓としてまとめた。

3-2) 分析結果と考察

事例分析の結果、トラブル事例63件から得られた259個の個別要因について、組織的要因別の集計を行った。このうち、保修員に起因する組織的要因として挙げられたものを図-6に、協力会社作業員に起因する組織的要因として挙げられたものを図-7に示す。保修員と作業員とにより、その傾向がやや異なることが把握できる。

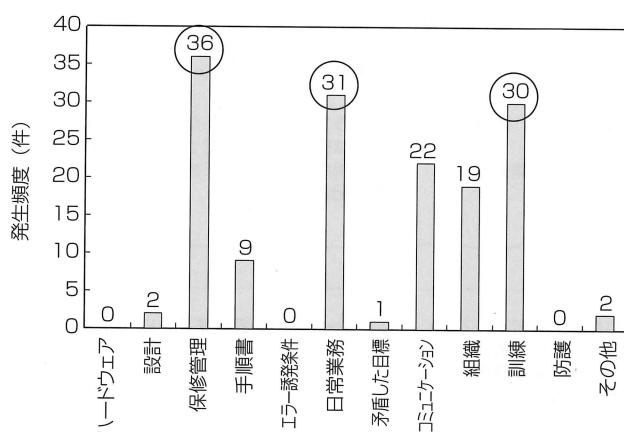


図-6 保修員に起因する組織的要因の発生頻度 (n=152)

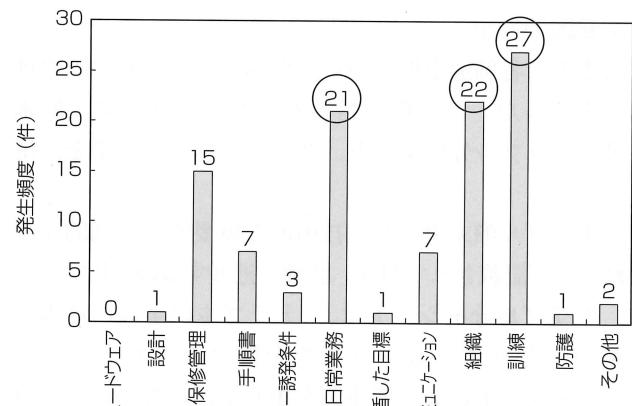


図-7 協力会社作業員に起因する組織的要因の発生頻度(n=107)

保修員に起因する組織的要因は、保修管理、日常業務、訓練の3つで約64%を占めている。これら発生頻度の高い因子についての具体的な共通要因（表-2）やヒアリングでの結果を踏まえると、これらの要因の背景として、保修員が抱える次のような問題点が抽出される。

- ・トラブルを経験する機会が不足している。特に、トラブル発生のメカニズムの理解が不足している
- ・近年、保修作業期間の短縮が進められており、作業の合理化に意識が集中している
- ・協力会社作業員と協業する機会が減っており、保修員が作業への関与、立会、指導に遠慮がちである

こういった姿勢や態度が保修計画や現場での管理態度に現れてきているものと推測される。このような問題に対応していくためには、過去に発生したトラブルから知識や教訓を学び取り管理者としての感性を養うとともに、現場作業者とのコミュニケーションを積極的に図り現場関係者と一体となった計画の遂行を実現する必要がある。

一方、協力会社作業員の要因は、訓練、組織、日常業務の3つで約65%を占めている。これら発生頻度の高い因子についての具体的な共通要因（表-3）や、ヒアリングでの結果を踏まえると、これらの要因の背景には、次のような作業員の問題点が挙げられる。

- ・作業者の世代交代が進む中で、技能の伝承が不十分な状態にある（重要な暗黙知としてのノウハウが伝わりにくい）

- ・ 保修員と作業員が一丸となって作業に取り組もうとする姿勢に乏しい（作業環境の改善や技能向上に対する意欲が低い）

表-2 発生頻度の高い因子の共通要因（保修員）

要因	共通要因
保修管理 (24%)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全般的な視野に立った保修計画が不十分 ・ 作業上、注意を要する部分に過度の気を遣うことによって、軽微な注意点を見逃してしまう傾向がある ・ 現場作業者や実際の作業環境に合った保修計画を立てる面が不十分 ・ 現場の作業環境を十分把握した上で、作業計画を立てるという面が不十分 ・ 現場作業者の能力や経験、作業グループの構成を考えた教育・指導が不十分 ・ 不具合が生じた場合の対応を想定することが不十分／または曖昧である ・ 当該作業が及ぼす影響についての事前検討が不十分
日常業務 (20%)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 不具合が少ない設備の作業や類似した作業に対して過信する傾向がある ・ 定期的に点検されない機器や重要性の低い機器に対する問題点が放置される場合がある ・ 過去に経験したトラブル対策を適切に反映することが不十分 ・ 知識が不足している点を補強しようとする姿勢が弱い ・ 問題を事前に解決しようとする取り組み意識が薄い ・ 作業に対するやる気が不十分 ・ 立ち会いやチェックにムラがある ・ 自分の役割以外への配慮が足りない ・ 自分の役割が曖昧である ・ 自分の作業範囲外への状況把握が鈍い
訓練 (20%)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 知見／認識がない ・ 事前に検討できた知見に対して、十分な検討を行っていないかった ・ 事前には予測し得ない知見であり、検討は不可能だった ・ 過去のトラブルや水平展開を熟知していれば知り得るものだったにも関わらず、認識を怠っていた

表-3 発生頻度の高い因子の共通要因（作業員）

要因	共通要因
訓練 (25%)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 知見が不足している ・ 当該作業に対する知見が不足している ・ 当該作業がプラントへ及ぼす影響を考察するための知見が不足している ・ 計画外作業やトラブル発生時に対処するための技術的知見に関する知識が不足している
日常業務 (20%)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 作業現場として問題になっている作業性 ・ 作業環境の悪い部分への対策が不十分 ・ 暗い場所での作業 ・ 足場の悪い作業 ・ 作業の慣れによる過信がある ・ 作業性の悪い状況でもこれを当然と考え作業を行おうとする ・ ローカルルールが浸透している ・ 作業意欲が不十分 ・ 作業対象範囲外への影響を意識していない
組織 (21%)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 作業体制に曖昧な部分がある ・ 作業上での役割や責任に不明確な部分がある。または作業によって役割や権限の範囲が変化する ・ 組織全体として作業への動機が不十分で作業意識や確認が不足

このような問題を解決していくためには、保修員と同様に、過去のトラブルを題材にし、作業者としての知識や教訓を学び取り、作業上の問題点を予測する必要がある。また、個人の技能だけに頼るのではなく、周囲と連携を取りながら作業を進め、作業現場全体のパフォーマンス向上を実現させるような態度を養っていかねばならない。

以上のことから、トラブル経験の不足は、保修員、作業員のいずれにおいても問題となっていることが把握でき、「失敗から学ぶ」ことの重要性が改めて認識される結果となった。

4. 事例分析結果の活用

4-1) 教材の作成

トラブル事例分析結果をもとに、現場保修員に対する研修用の教材を作成した。教材は、「教訓編」と「事例編」の二部構成となっており、それぞれ以下の内容である。

●教訓編

- ・ トラブル事例分析から整理した一般化された教訓
- ・ 以下の9つの教訓について、①共通要因、②対策、③関連するトラブル事例の索引

教訓1【読み間違いの無い書類作成】

教訓2【作業ミスや不具合を前提としたレビュー】

教訓3【作業者の能力を考慮した保修計画】

教訓4【日常業務における問題点の改善】

教訓5【信頼に基づく協力会社との補完関係】

教訓6【トラブルの進展メカニズムの理解】

教訓7【部署間で異なる常識・非常識の理解】

教訓8【影響を考えたパトロールや作業の実施】

教訓9【トラブル事例の効果的な活用】

●事例編

- ・ 個々のトラブル事例の分析シート（図-5参照）
- ・ 関連する一般的教訓の索引

4-2) 研修の実施とその効果に関する考察

作成した教材を用いた研修及び現場における活用は平成13年度から実施した。

研修は「トラブル事例活用研修」として、発電所保修課、保全計画課の職員を対象に実施した。講師はト

ブル事例分析に関わった電力会社社員が担当した。また、教材の内容を繰り返し学習し研修をフォローアップする目的で、現場ミーティング等の機会を利用した現場フォローアップ活動が行われた。現場フォローアップは作業グループごとに行われ、多いグループでは月1回以上（1回あたり20～30分）実施された。

トラブル事例研修実施後、教材内容の適切さや研修の有効性を探ることを目的に、受講した保修員にアンケート調査を実施し、Kirkpatrickによる訓練効果の評価を行った⁽⁶⁾。Kirkpatrickによると訓練効果はいくつかのレベルに分けて測定・評価できるとされている。レベル1の評価は受講者に対して受講コースのプログラムや教材の満足度を測定するものであり、レベル2の評価は受講者がどれくらい内容を習得したのかを確

認するためのものである。このレベルまでの評価では、習得した知識や技能が実際に現場活動に活かされたかどうかはわからない。レベル3の評価は施された教育の成果を自分の現場で実践したかどうかを問うものであり、さらにレベル4の評価は習得されたものが現場で何らかの形で実践されていれば、受講者が所属する職場の業績が向上する（または維持される）という前提で、職場の改善効果を問うものである。通常、レベル4の評価は、評価指標の設定や分析が困難とされている⁽⁷⁾。

本研究ではレベル3までの教育・訓練効果を測定した。表-4に評価レベルごとのアンケート調査結果を示す。なお、調査対象数は3原子力発電所で合計410人である。

表-4 教育訓練効果の評価レベルと測定結果

Kirkpatrickによる訓練効果の評価レベル		調査対象数	測定結果													
レベル1	受講者はそのコースに満足したか	410	<table border="1"> <tr><td>非常に満足できた</td><td>58%</td></tr> <tr><td>満足できた</td><td>33%</td></tr> <tr><td>普通</td><td>4%</td></tr> <tr><td>あまり満足できなかった</td><td>0%</td></tr> <tr><td>全く満足できなかった</td><td>5%</td></tr> <tr><td>無回答</td><td>0%</td></tr> </table>	非常に満足できた	58%	満足できた	33%	普通	4%	あまり満足できなかった	0%	全く満足できなかった	5%	無回答	0%	<ul style="list-style-type: none"> □非常に満足できた ■満足できた □普通 ■あまり満足できなかった ■全く満足できなかった ■無回答
非常に満足できた	58%															
満足できた	33%															
普通	4%															
あまり満足できなかった	0%															
全く満足できなかった	5%															
無回答	0%															
レベル2	受講者は何を習得したか (トラブルの要因と得られた教訓)	410	<table border="1"> <tr><td>非常に理解できた</td><td>0%</td></tr> <tr><td>理解できた</td><td>71%</td></tr> <tr><td>普通</td><td>10%</td></tr> <tr><td>あまり理解できなかった</td><td>17%</td></tr> <tr><td>全く理解できなかった</td><td>0%</td></tr> <tr><td>無回答</td><td>0%</td></tr> </table>	非常に理解できた	0%	理解できた	71%	普通	10%	あまり理解できなかった	17%	全く理解できなかった	0%	無回答	0%	<ul style="list-style-type: none"> □非常に理解できた ■理解できた □普通 ■あまり理解できなかった ■全く理解できなかった ■無回答
非常に理解できた	0%															
理解できた	71%															
普通	10%															
あまり理解できなかった	17%															
全く理解できなかった	0%															
無回答	0%															
レベル3	受講者は習得したことを職場で活用したか	410	<table border="1"> <tr><td>非常に活用できる</td><td>0%</td></tr> <tr><td>活用できる</td><td>65%</td></tr> <tr><td>普通</td><td>11%</td></tr> <tr><td>あまり活用できない</td><td>20%</td></tr> <tr><td>全く活用できない</td><td>0%</td></tr> <tr><td>無回答</td><td>0%</td></tr> </table>	非常に活用できる	0%	活用できる	65%	普通	11%	あまり活用できない	20%	全く活用できない	0%	無回答	0%	<ul style="list-style-type: none"> □非常に活用できる ■活用できる □普通 ■あまり活用できない ■全く活用できない ■無回答
非常に活用できる	0%															
活用できる	65%															
普通	11%															
あまり活用できない	20%															
全く活用できない	0%															
無回答	0%															
レベル4	受講者が所属する職場は良くなったか	-	未測定													

アンケート調査の結果から、まず評価レベル1の「受講者の研修に対する満足度」については、「非常に満足」、「満足」が全体の6割程度となっており、過半数の受講者は研修に満足したといえる。その理由としては、「業務に活用できると感じた」、「自己の認識を再確認・強化できた」など研修内容の有効性に関する事項と、「分かりやすかった」など内容提供の適切性に関する事項などが指摘されている。また、否定的な意見として、「専門外の事項は効果がない」など共通要因に関する理解が得られていない例や、「教え方が今ひとつ」といった研修方法についての意見もあった。

評価レベル2の「受講者が研修で習得したもの」については、「非常に理解できた」、「理解できた」が全体の8割を超えており、教材が理解しやすい構成、内容であったことを示しているといえる。

評価レベル3の「受講者が習得したことを職場で活用したか」については直接的に観察、測定しているわけではなく、そう思うかどうかを問うものであるが、「非常に活用できる」、「活用できる」が全体の8割程度となっており、業務への活用に関して概ね肯定的な意見であった。その理由として、「手順書、要領書、図面の作成時に」、「メーカ、協力会社とのコミュニケーション時に」、「設備改造計画時に」、「パトロール、日常点検時に」など個別具体的な業務の中での活用イメージをあげる意見が多く、活用の場面が想像できることから、活用可能性は大きいと考えられる。

研修全体に対する要望では、「時間的に短い」、「ディスカッションなども取り入れ参加型に」、「継続的に研修実施を望む」など研修カリキュラムや方法についての要望が寄せられた。

アンケート調査の結果から、

- 研修の趣旨について現場の意識にマッチしており、研修は有効である
 - 教材内容は概ね適切である
 - 研修方法に工夫が必要である
- ということがわかった。

5. 3×3マトリックスによるトラブルの分析

本稿では、トラブルの要因分析を行いトラブル防止の徹底を図るという点に主眼がある。これまでの分析によれば、具体的な要因は〔保修管理、日常業務、組織・訓練〕の3つが突出している。これらの具体的な事項は、一般的な表現をすればそれぞれ、〔計画、実行、評価〕という表現をとる。人間が物事を効率的にかつ完結した形で完成させたいときにとる行為と同じである。つまり、保修管理はその内容を考えたとき、設計的であり、実行前の計画に対応すると考えることができる。日常業務は保修管理で計画された内容を現実に実行することである。組織・訓練というのは日常業務の実行の結果を評価したうえで得られるので、一般的な表現をとれば評価となる。

ところで、この〔計画、実行、評価〕という行為は時間軸に沿った行為の展開である。したがって、この各々の事項に対して、空間軸に沿った事項が存在すると考える。〔トラブル要因の抽出、要因間の関係、共通要因の整理とそこから引き出される教訓〕というものが空間軸に沿った事項である。これらの項目が時間と空間に関して3×3のマトリックスを構成するのは自明といえる。⁽¹⁾

以上分析されてきた内容を3×3マトリックスにまとめると表-5のようになる。

この3×3マトリックスの主張するところをまとめると、次のようになる。

- 1) トラブル発生防止対策は、構造を持つと解釈する。その構造を時間軸と空間軸に分類すると、抜けが無くなり完結性が高まる。
- 2) 空間的に見た場合、まず、トラブル発生に寄与する要因の候補が多数存在する状況がある。次いで、要因の間の相互関係があり、トラブル発生をどれだけ誘発するかを分析する。ここではその手段として、トライポッド理論を援用し、主要な要因として人間に着目して、分析している。保修員と作業員の良好な関係などはその良い例である。
- 3) トラブルにつながる要因と要因間の関係がわかれれば、トラブルを防止できるルールやマニュアル類を整備できる。この3点がトラブル防止の空間的側面であり、一般性の高い考え方といえる。
- 4) 時間的要因としては、発電所全体に対して、実行すべき保修管理計画を立案し、実行可能な日常業務を整理し、それらを可能とするために組織の訓練を

表-5 トラブル防止徹底のための3×3マトリックス

時間軸		計画	実行	評価
空間軸	具体的な項目	保修管理	日常業務	訓練・組織
要素	トラブルの要因の抽出	<u>トラブル発生の要因の抽出</u> <ul style="list-style-type: none"> ・トラブル顛末書 ・トラブル分析シート ・ヒアリング 	<u>リストアップされたトラブルへの留意</u> <ul style="list-style-type: none"> ・日常業務の改善 ・実行可能性の検討 	<u>トラブルの性質、影響度などの理解</u> <ul style="list-style-type: none"> ・トラブルの進展メカニズム
関係	要因間の関係	<u>トラブル発生の要因の分析</u> <ul style="list-style-type: none"> ・12個の組織的因子への分類 ・共通要因の整理 	<u>連携関係の考慮</u> <ul style="list-style-type: none"> ・部署間の常識・非常識 ・協力会社との補完関係 ・組織的要因に基づいた予防対策 	<u>トラブルの複合事象としての理解</u> <ul style="list-style-type: none"> ・トラブル事例の活用 ・ヒューマンファクター ・保修員、協力会社作業員の関係
抽象	共通要因の整理と教訓	<u>トラブル防止策の立案</u> <ul style="list-style-type: none"> ・手順書 ・教訓 ・分かりやすい表現 ・作業者の能力に応じた保修計画 	<u>防止策の有効性の確認</u> <ul style="list-style-type: none"> ・効果的パトロールと作業の実施 ・マニュアルの整備 	<u>総合評価</u> <ul style="list-style-type: none"> ・研修は有効 ・教材内容は適切 ・研修方法に工夫が必要

欠かさず、品質保証活動を徹底していくことが必要となる。これらの時間軸に沿った活動を展開するときには、先に述べた空間軸を絶えず気にしておくことが大事である。

- 5) このようにして、3×3マトリックスに基づいて組織的行動を展開していくれば、防止対策の完結性が格段に高まっていくと考えられる。

6. 結 言

本稿では、人間が何らかの形で関与している過去に発生したトラブル事例を対象として、組織的要因の観点からトラブルの共通要因を分析し、一般化された教訓として整理した。さらに、分析結果を現場保修員のトラブル感性を向上させるための研修及び現場作業の中で使用可能な教材としてまとめ、運用の中でその有効性を測定し、検討を行った。

有効性に関するアンケート結果等から、ここで採用した方法及びその結果は妥当なものであったと評価することができる。本研究を今後も継続することが現場保修員の感性の向上、プラントのさらなる信頼性向上につながるといえる。今後、より多くの事例をもとにモデル分析し、教材の充実を図ることが、より信頼性の高い保修作業につながるといえる。

謝辞

本研究の実施にあたっては、慶應義塾大学 宮健三教授、(株)三菱総合研究所 上野信吾氏、大橋毅夫氏のご協力を得た。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

1. 宮、織田；「保全の体系化に関する一考察」、日本AEM学会誌、Vol.8, No.2, 2000
2. 花房、千種、古田；「保修技術力継承のための学習支援システムの開発」、フォーラム保全学、Vol.1, No.2, 2002
3. ジェームズ・リーズン著 塩見弘監訳：「組織事故」、日科技連出版社
4. エラーマネジメントに関する調査研究
- 実務者のためのヒューマンエラー分析 手法の提言に向けて -、品質保証研究会エラーマネジメント研究会、2002
5. Hudson, P.T.W. et al. : proactive approach enhanced safety, J. Petroleum. Technol. 40, (1994) pp58-62 (<http://www.tripod.nl/index.html>)
6. D.L.Kirkpatrick : 「訓練の評価」、教育訓練ハンドブック, pp109-138, 1972
7. 新井吾朗 : 「訓練効果評価手法開発の試み」、職業能力開発研究第19巻、2001

(平成15年 8月 19日)