



内容

- I. 巻頭言
 - II. 第44回講演会報告
 - III. 平成28年度定例研究会・各グループ活動報告
 - IV. 会員の声
- 編集後記

I. 巻頭言 「福島第一原発事故の教訓と 品質マネジメントシステム」



会長 越塚 誠一

2011年3月に発生した福島第一原発事故では大量の放射性物質を環境に放出し、多くの住民が未だに避難を続けています。事故の根本原因は、日本原子力学会の事故調査報告書では、不十分であった津波対策、不十分であった過酷事故対策、不十分であった緊急時対策の3点と記されています。いずれも事前の準備が不足していたというものです。事前準備に対する教訓としては、政府事故調査委員会の最終報告書では「・・・外的事象及び従前から評価の対象としてきた内的事象をも考慮に入れて、施設の置かれた自然環境特性に応じて総合的なリスク評価を事業者が行い、規制当局等が確認を行うことが必要である」と書かれており、さらには「・・・、様々な種類の内的事象や外的事象の各特性に対する施設の脆弱性を見だし、・・・有効な対策(シビアアクシデント対策)を検討し準備しておく必要がある」と述べられています。

また、国際専門家の意見には「安全文化をめぐる問題点が隠されているのではないか」「安全文化も非常に重要である」など、安全文化への取り組みが不十分であったとの指摘が多くありました。

こうした教訓を踏まえて原子力規制委員会では新規規制基準が新たに作られました。品質マネジメントシステムに関しては、「発電用原子炉施設の新安全規制の制度整備に関する検討チーム」における議論を経て、品質管理規則およびその解釈が2013年に制定されました。原子力事業者に求められる品質マネジメントシステムは従来の運転段階だけでなく設計や工事の段階にも適用されるようになるとともに、IAEAのGS-R-3を参考に安全文化の醸成と経営責任者のリーダーシップが書き加えられました。これらに対応して日本電気協会原子力規格委員会の品質マネジメントシステムに関する規格JEAC-4111とJEAG-4121もそれぞれ2013年と2015年に改訂されました。また、安全性向上のための評価の届出・公表の制度が作られ、さらには検査制度も改革されようとしており、事業者による自主的かつ継続的な安全性向上のしくみが目指されています。

このような福島第一原発事故の教訓を反映した事業者による自主的かつ継続的な安全性向上のしくみでは、品質マネジメントシステムが中心的役割を果たさなければなりません。制度の移行途中ではぎくしゃくする場面も多々生じると考えられますが、最終的な目標を関係者の間で共有することによって、解決に向かって進んでいくことができると確信しています。

Ⅱ. 第44回講演会報告

テーマ： 事故とヒューマンファクター ～安全は存在しない、リスクを下げよ～

平成29年3月9日に、ヒューマンファクター工学、心理学の専門家である河野龍太郎氏をお招きし、ヒューマンエラー発生のメカニズムと、ヒューマンエラーを減らすための体系的な方策などについてご講演頂きました。今回の講演においては、34名が聴講し、質疑応答では聴講者が普段の業務における悩みも踏まえた質問をするなど、非常に有意義な講演会となりました。

講演者： 河野龍太郎氏
自治医科大学メディカルシミュレーションセンター
センター長 医療安全学教授



[講師ご略歴]

- ・大学で電気工学を専攻し、卒業後、東京航空交通管制部にて航空管制官として勤務。業務の関係から心理学を専攻。
- ・後に、電力会社の研究所に移り、原子力発電プラントのヒューマンファクターの研究に従事。
- ・2007年には自治医科大学医学部メディカルシミュレーションセンターに転職、現在に至る。

1. 現実を理解すること。

リスクを考えるときには、現実を直視することが重要である。現実を直視するとは、①データに基づく、②立場を変えて考える、③常識で判断する、の3点を留意し自分で考えることが重要となる。特に日本人は「全か無か」の極端な考えに走る傾向があり、マスコミ等で取り上げられているデータも片方の見方を強調したものが多いため、それに影響されやすい。従って、冷静な分析が必要となる。例えば交通事故の事例において、高齢者の発生頻度が高いというデータが示された場合であっても、原因をよく観察すると年齢に関係ないものが含まれているということもある。このような事例に見られるように、事象を科学的に捉えることが重要である。

2. 安全への取り組み

安全への取り組みは「最後の勝利無き長期のゲリラ戦である」とJ.リーズン氏が著書の中で述べている通り、決して勝てない、決して終わらない、敵の発見が困難(潜伏しており発見の為には訓練が必要)、手を抜くとやられる、リターンマッチはないというものである。リスクが無くなるわけではないので、リスクが顕在化する条件を少なくするなどの手を打ち、受け入れることができるレベルに抑え続けることが重要である。

3. ヒューマンエラー発生のメカニズムとモデル化

ヒューマンエラーとは「意図しない結果を生じる人間の行為(出典: JIS Z8115-2000)」と定義付けられており、それを理解するためには、まずは人間の行動を理解することから始めなければならない。エラーに対する見方を誤れば、個人の問題となり、「注意せよ」との精神論となる。文書やミーティングによる周知、ポスター掲示や講演会による意識付けなどの精神論的対策は効果が期待できない。人間の行動は、心理学による3つのモデルを使うことで上手く説明することができることから、ヒュー

マンエラーは、人間の本来持っている特性と、人間を取り巻く広義の環境が上手く合致していないために引き起こされるものであり、原因ではなく結果であることが分かる。

(1)レヴィンの行動の法則

$B=f(P, E)$ で表すことができ、人間の行動には人間側の要因と環境側の要因の二つが関係していることを意味する。

(2)心理的空間へのマッピング(コフカの説明)

人は物理的空間から得た情報を基に、自分の理解した世界(心理的空間)をつくり、そこで合理的な判断を行って行動を決定している。

(3)意思決定の天秤モデル

人は利益と損失のバランスを見て行動するものであり、行動の瞬間は、自分は正しいと思っている。

3つのモデルは、(レヴィンの行動法則により)心理的空間が作られ(コフカの説明)、正しい・合理的判断(意思決定の天秤モデル)で行動を起こす(レヴィンの行動の法則)という関係になる。その結果として意図しない結果を生じたもの(許容範囲から逸脱したもの)がヒューマンエラーである。

4. エラー対策の発想手順

エラーによる事故対策の基本として、エラー発生防止と、エラー拡大防止があり、これを更に細分化して、作業数を低減(ステップⅠ)、各作業でのエラー発生確率を低減(ステップⅡ)、多重のエラー検出策を設ける(ステップⅢ)、被害を最小とするために備える(ステップⅣ)の4つのステップがある。各ステップをより具体化したものとして以下のように11の施策が考えられる。

(1)ステップⅠ: やめる

(2)ステップⅡ: できないようにする、わかりやすくする、やりやすくする、知覚能力を持たせる、認知・予測させる、安全を優先させる、できる能力を持たせる

(3)ステップⅢ: 自分で気付かせる、検出する

(4)ステップⅣ: 備える

5. 質疑応答

講師による説明は事例を多数引用しながらであり、非常に分かり易いものであったが、聴講者の更なる理解のために質疑応答が行われた。

以下に主な質疑応答内容を示す。

Q1: 集団で同じ心理的空間に陥る場合がある。その場合に組織事故になることがあると考えるため、探し出し、破壊しなければならないと考え、日々模索している。具体的な方法等があれば御教示頂きたい。

A1: 明確な答えがあるわけではないが、長い時間軸で考える場合と短い時間軸で考える場合がある。短い時間軸の例として、スリーマイルアイランド事故の時には中央制御室に居た運転員たちは皆それぞれが、違う心理的空間を描いていたが、結果的にバルブが閉じていないことに誰も気付かなかつた。これは皆が同じ場所で同じ時間経過の中にいたからだ。その後、外から来た当直長が気付いたという経緯があった。これを踏まえて、EDFでは有事の際には第三者外の目を入れるようにシステムを見直している。事象の中に居ては時間経過と共に思い込みが発生している。

Q2: 現実を直視することが重要であるとのことであるが、リスクマネジメントの場合、未知の事象を扱うことになるが、如何にして実態把握をすれば良いか御教示頂きたい。

A2: 非常に難しい質問。一つの事例として、東日本大震災以前、東電福島第二においては安全系が2系統あることから、故障確率はそれぞれの故障確率を掛け合わせたものとなり、2系統が同時に故障する確率は非常に低いと考えられていたが、実際には2系統共、同じ物理的空間に入っていたため、結果は既知の通り。システムの弱点を発見するには逆にどうすれば破壊できるかという思想で考えることが有効ではないかと思う。一方、航空業界でも予測されない事故を予測するための議論があった。この時は基本的に物理的基礎知識が活かせるとの結論であった。

Q3: 相対的なリスクを下げる努力はできるものであって、結果として下げてきた。一方、許容リスクを下げることは難しい。特に日本人の苦手な分野だと考えるが方策があれば御教示頂きたい。

A3: 許容リスクという考え方は日本人に欠けているもの。幼少期からリスクの教育をするしか方法がないと思うが、これが無ければ原子力は立ち行かない。

ヒューマンエラーを3つのモデルを用いて科学的に考え、原因ではなく結果として捉えることという視点は、非常に参考になるものであった。また、エラー対策のための11施策は、より確実な作業が求められる原子力業界において示唆に富むものであり、有効に活用できるものであると思われた。



第44回講演会会場の様子

以上
(記録:K.U.)

Ⅲ. 平成28年度定例研究会・各グループ活動報告

1. 第1グループ活動状況(宇奈手 一之リーダー)

「原子力 QMS のあるべき姿に関する研究 - 原子力セクタ規格の調査・検討」を研究テーマとして、研究方針と昨年度までの活動実績、および平成29年度の活動計画に基づき、これまで5回(8/10、10/13、1/11、3/24、5/11)の研究会を開催した。成果は以下の通り。

・ISO9001-2015、ISO/CD19443などの国際規格や各国の基準などを分析し、原子力セクタ規格として必要な要素の抽出を行った。

特に、設計管理の厳格化、内部監査の有効性向上、模倣品や情報セキュリティに関する事項の追加などが必要であるとの結論を得た。

・従来の“仕組み”に加えてヒューマンファクターを考慮することでQMSの有効性を上げるというアプローチを検討した。

IAEA GSR-Part2で管理者のリーダーシップが着目されていることや、スウェーデンでは“MTO(Man-Technology-Organization)”と称して各活動にヒューマンファクターを意識的に盛り込むことで一定の成果を得ているとの情報に基づき、パフォーマンス向上とエラー低減の観点からヒューマンファクターを考慮するという方向性を決定した。

今後の取り組みとして、上記成果を昨年度の成果である“大きなQMS”の中にもどのように反映するかを検討し、原子力セクタ規格としての考え方を纏め、具体的な要求事項の検討に繋げていく予定。

2. 第2グループ活動状況(氏田博士リーダー)

「エラーマネジメントに関する調査研究」を研究テーマとして、これまで6回(9/15、12/6、1/16、2/15、4/11、5/16)の研究会を開催した。活動実績は以下の通り。

(1)東京電力福島第一原子力発電所事故の論点整理と提言

H27年度活動報告に引き続き、「安全を達成するために必要な個人及び組織の在り方」を、以下の調査及び意見交換を通して検討した。

- ①「ヒューマンファクターの観点からの福島第一事故の調査報告(HMS部会)」
- ②福島第一原子力発電所事故をふまえた組織レジリエンスの向上
- ③安全思想の再構築
深層防護(DID)と確率的安全評価(PRA)の関係を整理し、リスクマネジメントの観点から、リスクベネフィット解析の重要性を指摘した。

(2)レジリエンスエンジニアリングの適用

- ①Resilience Analysis Grid(RAG)のシート見直しと組織への適用性の調査・検討を実施した。
- ②良好事例分析手法の確立と調査・検討
良好事例分析として、統一的な教訓シートに基づき、良好事例(3事例)と過去に分析した組織事故分析から教訓の抽出方法について検討した。
また良好事例分析対象を、福島第一、福島第二、女川、東海第二の事故事象へ拡張し、比較検討を試みている。
- ③MTO(Man-Technology-Organization)関連の文献を数件収集し、その内容を評価し各組織への適用性の検討を試みている。

今後の取り組みとして、MTO文献調査検討および良好事例分析手法の確立とその適用に注力する予定。

IV. 会員の声

監査とは何か？

原子力安全推進協会
技術顧問 渡邊邦道

我々は、品質保証活動の一部として「内部監査」や「調達先監査」を当たり前のように実施している。しかし、監査とは何か、真正面から考えると非常に難しい問題に直面する。そもそも何をするのか？である。

一般的に言えば、規格適合性の確認である。或いは、自ら定めたマニュアル(社内ルール)への適合性確認である。しかし、最近になって Performance を見るという事が言われているが、何をすれば Performance を見ることになるのか、この点を中心に考察してみたい。

1. EPRI の「Performance based Audit」

EPRI NP6630, Guidelines for Performance-Based Supplier Audits (NCIG-16)という文献の中にパフォーマンスベース監査の4要素として次を挙げている；

- ① 製品の意図された機能
- ② 意図された機能を発揮するための特性
- ③ この特性を作りこむ工程や活動
- ④ これらの工程や活動を評価する手段

製品が意図された安全な重要機能を十分に果たせると言う自信・確信を持つために監査を行うとして、そのために技術的品質要求事項を明確にする、即ち「安全上の製品の重要特性 Critical characteristics」を明確にするとともに、そうでない望ましい特性を分けること。監査する側がこれを明確にする必要はなく、製造者のみがこれを明確にすることができるので、製造者の設計文書を通してこれを確認する。

技術的・品質的要求の全てが満たされていることを確認する必要は無く、製品の安全上重要な Critical characteristics 機能が満たされていることを確認するという主張である。

抽象的で分かりにくいので、核燃料集合体を例に具体的な事例を当てはめてみよう。その中の、UO₂ペレットを例に取れば、寸法、密度、外観健全性、分析値(不純物)、UO₂濃縮度など全ての設計仕様項目は、Critical、Major、Mainor、Incident と区分され、Criticalな項目を着眼点とする。そのうちの外観健全性に、パフォーマンスベース監査の4要素を当てはめると、次のようになる；

- ① 製品の意図された機能⇒燃料破損を起こさない。
- ② 意図された機能を発揮するための特性 ⇒燃料破損を起こさないために、ペレットの外観健全性は Critical(外観欠損部分が燃料破損の原因となることが最近明らかとなった)
- ③ この特性を作りこむ工程や活動⇒ペレット外観健全性の観点でのペレット製造プロセス；グリーンペレット(UO₂粉末をプレスで成形してできたペレット)から焼結ペレット(1700℃で焼き固めたペレット)、ペレット研削、装填、燃料棒ハンドリングの工程は、ペレットの外観健全性に影響を及ぼす。グリーンペレットは欠けやすく、プレスオペレーターは、その1個1個に気を配る必要があるし、ペレットが装填された燃料棒に対しても衝撃を与えない取り扱いが求められる、といことである。
- ④ これらの工程や活動を評価する手段⇒最終的なペレット外観健全性検査とペレットや燃料棒を扱う際の注意深さの観察、作業員の認識確認(作業員への意識付けの教育も含めて)。

Performance-Based Auditsとして、製品の安全上重要な Critical characteristics 機能が満たされていることを確認することを EPRI は、意図している。ここで言う「Performance」とは正に製品の性能を発揮する観点での「Performance 確認」であり、製品性能上重要な特性に着目した監査、ということになる。製品の重要特性 Critical characteristics を設計文書、品質文書でどのように明確にしているか含めて、①～④まで確認するのが「Performance」監査ということになる。即ち、上記の⇒で示した内容がどのように現場で具体的に展開されているかを確認することが監査での確認となる。

2. NUPIC における Performance Based Audits

2016年8月にNUPIC(米国事業者による合同監査)に同席することが許可され、燃料メーカーを対象とする2週間のメガ監査を観察することができた。その際、監査チームは18名、その構成はQA部門の監査員が13名、炉心・燃料設計部門が5名というものであった。

この技術部門の5名は、前回監査以降の間に当該メーカーから出されたCR(事象、原因、対策が記載され、顧客である電力が承認する文書)の中で、技術的に共有すべき問題、納得できない問題・課題をPBSA(Performance based Supplier Audit)ワークシートとして事前にまとめ、監査期間中に解決する(炉心管理、燃料設計管理にかかわるCRの内容は、専門技術者でなければ、内容を正確に把握できない)ことが責務となっている。

今回2件のPBSAシートの検討に参加した。1件は、制御棒落下事故に伴うCRで、十分な説明が無いためにPBSA対象になったもので、被監査メーカーは、RCAもやり、その結果を要領書に反映して再発防止を図っており、これら内容を確認した結果、取組には問題がなく、監査側は、メーカーの単に説明不足であることが判明し、納得した。1件は、C発電所の炉心管理に使うコードに関するもので、CRが、Rev.0、Rev.1、Rev.2まで発行されているが、内容にあまりにも誤記が多すぎて、10年後の技術者は内容を理解できないほど酷い誤記であることからPBSAシートの対象となったものである。この問題に対して、当該電力以外の他電力の技術者が、自社の問題のように、解決を迫っていたのが印象的であった。

二つのCRについては、その適切性は、技術専門家でなければ見抜けないテーマである。設計検証の適切性にしても、技術専門家でなければ判定できない(どこまでの検証で十分か、も含めて)と考えられる。

もし監査員が被監査領域の技術に十分造詣が深ければ、技術専門家の役割を担えるが、そのような技術的に深い理解力ある監査員の確保は簡単ではないであろう。

NUPIC 合同監査要領では、これら技術者(The Technical Specialist)の責任として以下の通りに定められている:

- ・自らの発電所に関連する適切な技術要件や関連する設計合否基準、またサプライヤー実績を特定すること。
- ・提出された事業者の技術仕様書等の収集、理解、評価の上、優先順位をつけ、技術特性と設計合否基準に仕上げる(課題となったCRについて解決する)。
- ・指摘された技術的問題に関連するサプライヤーのプロセス(acceptance criteriaを含む)を特定すること。

以上の責任が定められ、監査チームの重要メンバーとして位置づけられている。

26年前にNUPICが設立された当初から米国でも、NUPIC 合同監査において監査対象組織の技術的な問題に何処まで迫れるかが課題となっていた、とのことであった。今回の監査の主任監査員から、以下の説明を受けた;

監査は、どちらかと言うとQAの人が主体になり、適合性重視になりがち(QA的な指摘、Programmaticな指摘とも言う)であるが、技術陣が入ることで「Performance base」を志向できる。通常は、監査員の人も少なく、同じ部屋でQAの人と技術専門家が意見を交わして交流が図れる。今後、監査において、QAに係わる人(Compliance base)と技術専門家(Performance base)の融合、統合が課題と認識している。

監査において、技術専門家の役割が課題であり、技術専門家が入ることでトータルな意味で監査が「Performance based」になるという見解が示された。

NUPIC 合同監査を通して、「Performance Based Audit」について EPRI とは異なる意味がある事を確認した。

3. 監査における技術専門家の役割

監査についてのガイドとして広く行き渡っている ISO19011:2012 に次の記載がある:

「3.10 技術専門家 監査チームに特定の知識または専門的技術を提供する人

注記1 省略

注記2 技術専門家は、監査チームの監査員としての行動はしない」

監査チームに技術情報を提供する人という位置づけであり、技術専門家が被監査側の技術的問題を検討・確認することは含まれていない。更に「技術専門家は、監査チームの監査員としての行動はしない」とまで記載されているのである。ISO19011 はあくまで内部監査についてのガイドではあるが、これをベースに ISO 認証システムが成立しているとしたら、これは ISO 認証システムの大きな課題である。「技術には専門の監査が必要だ(監査信頼性回復への提言)」NPO 法人地域と行政を支える技術フォーラム[編集]においても、このことが問題視されている。同書において、製品品質の社会的問題或いはリコール問題に発展する企業に対する技術的問題の監査が行われていないことを問題提起している。また同書では、技術専門家同士のベアレビューが必要、と提案されているが、その技術専門家同士で相互にその適切性をみることで視野に入れて提案がなされている。

内部監査或いは調達先監査において、監査する側が被監査側の技術的問題にどこまで迫れるのか、これはやはり大きな課題ではないか。

4. まとめ

監査における Performance とは、ということで米国での取り組みを紹介したが、今後の監査の取組において参考になれば幸いである。

今回の NUPIC 監査の主任監査員との話で、調達先監査と内部監査は、異なる性質があるとのコメントがあった。

調達先監査員は、被監査側の問題を広く捉える(相手の組織文化まで捉えて、どうなって欲しいか、ということで Findings を組み立てる)。調達先監査員には、相手を良くする為に、何処まで相手を深く知るか、ということが必要なのである。技術的に深い内容については、技術専門家を監査チームに加えることで対処できる。また、

調達先監査(外部監査)結果は、共有され、ある意味で社会性のある事なので、監査する側もある意味で監査を通して評価されることになる。

これに対して、内部監査員は技術的な深さが要求される。内部監査に対する期待事項は突き詰めると、「規制の検査や顧客の検査より前に問題点を抽出すること」、「潜在的な問題や劣化兆候を抽出すること」に集約される。このため、監査員一人一人は、単に QA 的素養ばかりではなく、被監査の

領域に対して技術的バックグラウンドを持った人が必要となる。何より、米国では監査する人は被監査側から尊敬されているのである。自主自立の世界において改善を推進するために、内部監査はその牽引役を担い、尊敬されているのである。

日本における内部監査は、設計・製造・品質の各部門が関係性を重視して仕事を進める中において、位置づけは難しいものがあるのではないかと疑問になる。細かな適合性を指摘してばかりでは本当に意味のある監査となっているか疑問になる。監査部門に、相手から見えてくれという関係になるまで相当に成熟した「監査」が必要になる。その際の監査員の役割は、やはり相手から「規制の検査や顧客の検査より前に問題点を見つけてくれる」、「潜在的な問題や劣化兆候を見つけてくれる」存在として認められる必要がある。設計・製造・品質の各部門の関係性において現状どのような課題があるかまで見抜く監査は、これはきわめてハイレベルな監査、外部の目を持つ監査、組織全体を俯瞰して見る「鳥の目」を持つ監査と言わざるを得ない。しかし、そこに監査の目指すべきものがあると思われる。

今まで、監査とは、或いは監査の Performance とは、という議論は、少なかつた(或いは無かつた)ので、今後はもっと深く検討する必要があると考え、今回は一つの問題提起を行わせて頂いた。

編集後記

昨年の秋に家内と北海道を旅行した際、家内のたつての希望で旭山動物園に行った。期待をはるかに超える面白さで、大いに感動した。色々なアイデアで動物の思わぬ姿などが見られる。そこにはアイデアを考えた人の観客に対するきめ細かい思いやりがくみ取れた。また、その人自身もきっと楽しみながら考えたのだろうなと勝手に思ってしまった次第である。

業種は全く異なるが、顧客や、自社内の他部署、関係する他社に自分たちのアウトプットがどう見られているのか、見やすいように使いやすいように、一人一人が考えて作り込むことが大切だと、改めて感じた。

今年も新入社員が配属され、話をする機会があったので、自身への戒めも含めて話をした。

- ・仕事に込めた思いは製品として顧客に伝わる。
- ・人への説明は自分が言いたいことを話すのではなく、相手が知りたいことを察知し、分かり易く伝える。

忘れないで、実践してくれるか、今後は楽しみである。

(編集: Y.M)

以上