



## 内容

- I. 巻頭言
- II. 講演会報告
- III. 平成26年度定例研究会・各グループ活動報告
- 編集後記

## I. 巻頭言 「品質保証部門の新時代」



副会長 石橋 邦夫

最近、筆者として特に注視している問題が発生している。それはTゴム社の免震ゴム装置の性能偽装、改ざんといった反社会的行為問題である。原子力業界では10数年前に社会問題となり、品質保証への取り組みへの大きな転換点となった。その後も建設業界での耐震偽装問題や自動車会社のリコール隠しなどもあり、原子力以外の業界でも改善が進んでいることを期待していたが、残念ながら、最近でも鉄道事業者などで枚挙に遑がない。

ここで、「品質保証」に関して考えてみたい。報道されている企業の多くは、それなりの企業であり、各社のホームページではCSRにも熱心で、ISO 9001の認証を得たり、あるいは独自の品質保証活動をしている。その「品質保証マネジメントシステム」は文書化された規準(ルール)が基本にあり、スイスチーズモデルを考慮した、多重のプロセスや仕組み(ある意味、深層防護)を構築しており、人間のミスや「ルール違反:バイオレンス」にも対応しているはずである。しかし今回の事例を視ると、偽装、改ざんといったルール違反の極みのような問題には有効であるのだろうか?と、無力感を覚えてしまうこともある。「品質保証マネジメントシステム」には限界があるのだろうか?

ここで、我々はあきらめてはならない。公益財団法人日本適合性協会(JAB)も採用の、『適合性評価—マネジメントシステムの審査及び認証を行う機関に対する要求事項(JIS Q 17021-2007)』にあるように、「品質保証マネジメントシステム」は《意図したアウトプットを達成するマネジメントシステムの能力に重大な疑いを生じさせるような状況》を防止することができるはずなのである。即ち、今回のような究極の違反行為である意図した反社会的行為を防止するだけでなく、意図せずとも「心理バイアス」による不作為の品質問題(製品不良や事故)も大きく低減できるのである。しかし残念ながら、最近、多くの企業経営者にはISO 9001不要論があると聞いている。どうすれば有効なものにできるのだろうか?

心理学では、「ゴール」を達成するには、個人の「行動様式(Behavior)」が重要で、それを決定づけるのは「個性(Personality)」と「意識・心構え(Attitude)」と言われている。特に、後者の「意識・心構え」は重要で、個人の「価値観」に左右され、「価値観」に「気付く」ことが重要であるとされる。品質保証マネジメントシステムの組織では、前者の「個性」を組織の体制・ルールなど捉え、後者の「意識・心構え」を組織の文化・風土・規律と捉えたと判りやすいと思う。そして、この個人の「気付き」は、その総体である組織としての「気付き」になる。

ハーバード大の実験(Harvard Business Review 2015/1/7)によると《職場での不正行為は、明らかな悪意があって始まるものではない。むしろ、最初は「ほんの端数を切り上げただけ」といった小さな無分別から始まる》。そして、《ささやかで控えめな注意喚起、つまり「Nudge」(肘で軽く相手をつつくしぐさ)によって正しい方向を示唆すればよい》とある。これが常態化された組織では、不正の芽が事前に取り除かれるのである。それには、マネジメントトップの参画(Commitment)が絶対条件である。しかしながら、ISO 9001の効果に否定的な経営者は「真の意味」で、本当に自ら参画しているのだろうか？品質方針も部下にまかせ、定期的の下からの報告を聞くだけでは、「お題目」になってしまうのである。また、形だけの「権限委譲」では、文化や風土は根付かない。日々のトップ自ら観察して組織の実態を把握し、自らの安全、品質を優先する「価値観」で発言・行動することで組織内個人の「気付き」が生まれる。そして組織全体の「気付き」になり、安全を優先する「価値観」に基づく意識・心構え(製品の安全、品質を最優先に考える風土)が組織に定着する。すなわち、トップマネジメントには日常的に「Nudge」する行動が求められるのである。

## II. 講演会報告

### 品質保証研究会 第42回講演会

### テーマ「化学プラントの事故から学ぶこれからの安全管理」

東京工業大学大学院  
イノベーションマネジメント研究所  
客員教授  
中村 昌允氏

東京工業大学より、化学プラントにおける安全工学及び技術者倫理などの研究の専門家である中村昌允氏をお招きし、化学プラント業界における事故及び原子力事故との比較から、これからの安全管理として学ぶべきことについてご講演をいただいた。

今回のご講演は、33名の受講者が参加し、質疑応答でも闊達な意見交換が行われました。

以下にその概要を報告いたします。

#### 1. はじめに

1991年に化学洗剤製造の蒸留塔が爆発し、死者2名、負傷者13名の事故が発生した。その製造プロセス、発生リスク、原因(開発、生産、社内システムにおける課題)、事故を振り返って判りやすい説明があった。

##### (1)界面活性剤(MES)の製造プロセス

- ①新規開発洗剤の色をねずみ色から白色に脱色するために、メタノール蒸留を実施中に爆発物質が副生され爆発した。
- ②1/10スケールの研究室段階では問題なかったが、実製造のスケールアップ中に事故が発生した

##### (2)どんなリスクがあったか

- ①爆発物質の存在が判らないまま工業化していることが、事故発生2ヶ月後に判明した。
- ②PH計故障により、運転環境の制御管理が実施出来なかった。
- ③改善提案採用時に変更管理の評価が十分に行われていなかった。
- ④生産不具合が発生しても生産目標達成のため運転を継続した。

##### (3)開発、生産、社内システムの課題

- ①(開発)
  - ・爆発物質の未検出(過去10年開発爆発事故なし、危険物質未検出)



#### 講師ご略歴

- ・東京大学工学部卒
- ・ライオン油脂株式会社入社
- ・ライオンエンジニアリング(株)取締役  
品質保証室長、業務部長を歴任
- ・東京農工大学大学院教授
- ・化学プラントのものづくり製造分野でご活躍後、安全工学及び技術者倫理など幅広い分野の研究に携わる。
- ・現在東京工業大学客員教授、著書・論文・講演などでもご活躍中

- ・メインプロセスに注力し、蒸留工程は装置メーカーに任せる。
- ・研究と生産でプロセス管理を分担し、全体を通しての管理が不十分であった。
- ・大規模工業化の経験が浅く問題発生もなく、新規工業化技術の検証が不十分であった。

#### ②(生産)

- ・pH計の故障の備えがなく、対応が遅れた(爆発物の存在がわかっていないので、pH計故障への対応遅れが事故につながるという認識がなかった)。
- ・蒸留塔の運転停止操作で、改善提案された事項を十分な検証をせずに採用していた。
- ・分離工程が安定していないまま、生産しながら現場で技術確立を目指した。

#### ③(社内システム)

- ・安全を専門に担当する部署がなかった。
- ・工業化技術を専門的にチェックする仕組みがなかった。
- ・工業化技術の導入後の開発と工場との責任と権限が明確になっていなかった。

#### (4)教訓(学ぶべきこと)

- ①事故の96%は、過去にも発生している。(類似事故の事前調査の徹底)
- ②変更管理が確実に実施出来れば、災害の2/3は回避できる。
- ③現場を管理するのは、開発サイドでなく、工場である。工場側は、新しい技術を受け入れるために、技術リスクを納得するまで開発側に確認し、開発側は工場の了解が得られる迄説明する。
- ④リーダーが「危ない」と思うかどうかである。リーダーが危ないと判断しなければ組織は動かない。(事故は主要プロセスでなく、周辺機器で発生する)。
- ⑤どんな企業も事故を経験し、それを克服して今日がある。
- ⑥事故を起こした会社がやることは、事故原因を公表し、他社の類似設備で、同じような事故の再発防止に努めること。

## 2. 最近の化学プラント事故

2011年から2012年の「塩ビモノマー製造施設爆発火災事故(A社)」「レゾルシンプラント事故(B社)」「アクリル酸タンク事故(C社)」事故事例の問題点及びそのポイントの詳細説明があった。

#### (1)事故の構図

- ①いずれも、非定常状態で起きている。(故障による能力低下、緊急停止、能力アップ)
- ②その事態に、現場は適切に対応できなかった。(土曜・休日が多い)
- ③関係者は、事故の直前まで、「危ない」とは思っていなかった。  
(どんな事態が起きているか判っていなかった)
- ④その結果、「反応暴走」となり、もはや、対処できなかった。

#### (2)危険状態の認識⇒爆発事故の惨状の保存(現物、写真、映像等)

- ①当事者たちの「リスク感性」が問われた。
- ②危険状態を的確に知らせることができなかった。「アラームマネジメント」の問題がある。  
(同時多発的アラームには対処出来ない。アラームの重点化層別が必要)

#### (3)問われていること

- ①現場力の低下に、どう対応するか
- ②人か、システムか?

#### (4)危機認識に関するまとめ

- ①事故の共通点
  - ・緊急時や非定常運転時において、異常事態に「気づかなかった」
- ②「アラームマネジメントシステム」は、異常を伝えられなかった。
  - ・オペレーターに、適切な状況を認識させ、対応操作を促すことができなかった。
- ③「アラームマネジメント」の課題
  - ・設計段階から、アラームの目的・設定期理由を明確にし、優先的に対応すべき重要アラームと通常アラームを層別する(良かれと思い、余計なものが付いている)
  - ・重要アラームをアラーム洪水の中で埋没させないように、通常アラームの削減を検討

- ・個々のアラームにおける優先度や閾値の適正化

#### (5) 事故原因(4M分析)

##### 【Man】

- ① 運転者の知識と理解⇒緊急時対応能力、ルール理解不足、取扱物質の基礎知識不足、異常事態の進行に気づいていない
- ② 緊急事態の対応⇒管理者の能力

##### 【Machine】

- ① 設備の維持管理⇒設備・計器トラブルが発端
- ② アラームマネジメント⇒感性を補うシステム
- ③ 設備の本質安全設計⇒運転者の判断力、技能を補う設計  
(事故になっても、経済性・効率性から大事にならない設計が大切)

##### 【Media】

- ① マニュアルの記載と教育⇒“Know-Why”の伝達

##### 【Management】

- ① リスクアセスメントの徹底
- ② 変更管理 (特に現場での条件変更)
- ③ 変更(設備・条件)履歴の記録

### 3. 保安事故の背景

#### (1) 安全意識の低下と安全管理体制の緩み

- ① 大きな事故もなく運転されてきた。→「現在の管理方法で良い」
- ② 製造現場と本社・スタッフとのコミュニケーション不足、現場の安全活動に対する評価が十分行われていない。
- ③ 安全を最優先する意識が、トップと現場とでギャップがある。トップの安全に対する本気度が問われている。⇒管理職が安全最優先と言っても運転側は運転効率を考えている。朝礼・会議で幾ら話しても、部下はトップの実際の場での判断・行動を見ている。

#### (2) 現場の対応能力の低下

- ① 現場対応能力低下の要因：
  - ・ トラブル対応体験機会の減少
  - ・ 自動化／デジタル化による現場感覚の希薄化
  - ・ 管理者と運転員とのコミュニケーション機会の減少
- ② 非常作業に対する現場の対応経験が不足し、応用能力が低下
- ③ 製造現場・技術スタッフの知識・経験の不足

#### (3) 高機能化に潜む経験不足の落とし穴⇒日本独特の事情

- ① 海外工場は大規模設備による大量生産が一般的で、構造が比較的単純
- ② 日本の化学工場は多品種少量生産を加速しており、たくさんの設備を何重もの配管でつなげる複雑な構造になっている
- ③ 原油高騰や円高傾向で国際競争は激化、今後も汎用品を整理して、高機能化を目指すのは避けられない。
- ④ 運転員が身に付けなければならない知識やスキルは年々増す一方だ。

#### (4) (1)～(3)に対して必要なこと

- ① 若者の危険感受性を高めるには、疑似体験(危険体感教育)が有効。
- ② 若者のモチベーションを高めるには、厳しさよりもやさしさを優先する(ほめる)。
- ③ 研究所と製造現場の間ではあまり人事交流がなく、研究所で当たり前のように認識されている危険性が、現場では共有されていない。研究所の人材を製造現場の仕事に従事させる等、積極的に人材交流を図り、壁を取り払うことが必要。
- ④ 組織・人の面や業務改善環境における問題点・課題として、「ルールの肥大化・複雑化」「組織間の意識のバラツキ・世代間の意識ギャップ」「業務量のオーバーフロー(メール処理の時間も大きい)」が考えられる。

(5)問われていること

- ①日本の技術者・現場は優秀であった。⇒その認識は、これからも通用するか？
- ②安全に対する日本の認識は大丈夫か？
  - ・「ゼロリスク」は理念目標⇒「リスクベースの安全管理」
  - ・リスクアセスメント(RA)の認識⇒RAは、リスクの大きさを見積もり、評価すること。リスクの大きさに応じて、優先順序をつけ、低減措置を講じる。
  - ・すべてのリスクに対応しようとする結果、それほどでもないリスクにも対応し、その結果、重大リスクが見落とされていないか？
  - ・残されたリスク(残留リスク)を、関係者間で共有しているか！

4. 原子力と化学プラントの比較において(1)原子力と化学プラントの共通点と相違点

原子力と化学プラントは、事故・運転再開・リスク認識等で相違点もあるが共通点も多い。

**【事故】**

- (共通点)①運転を停止しても、発熱が続く。この熱を除去できないと、大惨事になる。  
⇒「止める、呼ぶ、待つ」では、安全を確保できない。
- ②事故が起きれば、環境、社会的影響が大きい。(原子力：放射線)、(化学：有毒ガス)  
⇒会社として何処までは許容出来ないか決める必要がある。

**【運転再開】**

- (原子力)なかなか許されない。  
(化学)事故原因を調査し再発防止策を講じれば運転を再開できる。  
⇒時々事故を起こすが、起きても、社会は自社のエリア内で納まっていれば容認している。

**【リスク認識】**

- (共通点)閾値のない物質の安全性  
(原子力)放射線のリスク認識⇒何処まで下げる必要があるか共通認識になっていない。  
(化学)化学物質安全性に関するリスク認識  
⇒一生懸命説明しているが農業については難しい。

(2)なぜ、福島第二、女川は大丈夫であったか。

- ①福島第一の後で、第二を建設しているが、その結果を何故福島第一に反映できなかったか。
- ②電源が一つでも残ったか否かが分岐点だった。

(3)日本の原発は、何が問題か。

- ①日本の原発は、通常運転では、トラブルが少なかった。
  - ・1基当たりのトラブル件数(日本0.4、仏国2.7、米国1.1)
- ②原発は、地震や津波に弱かった。
  - ・設備設計時に、どれだけのリスクアセスメントをしたか？
  - ・設備設計時に、残っている「残留リスク」にどう備えたか？
- ③フランスと日本の違い
  - ・重大事故防止
  - ・残留リスクが顕在化した時の対策 e x . 医療機関へのヨウ素剤の事前配置
  - ・政府の国民への説明
- ④フランスの考え方
  - ・「事故ゼロはあり得ない。万一、事故が発生したら、それを受け入れられる水準に食い止め、可能な限り安全を確保」  
【エネルギー政策】⇒この政策は、野党を含めて承認された政治的科学的選択
  - ・エネルギーの独立を果たすために、原発を選択
  - ・「事故はあり得る」という前提に立ち、重大事故を予測予防し、回避するかを説明
  - ・いかなる重大事故も発生していない

### ⑤政府事故調の核心解説

- ・日本は「小さな事故を起こさないためには神経を集中させてきたが、いったん事故がおこった後のことを十分には考えてこなかった」と総括
- ・津波のありえた現実的な対応策として、防潮堤、浸水防止以外に、「配電盤やバッテリーの水没(周辺部)」「圧縮空気の枯渇(周辺部)」「水位計の機能喪失(神経部)」の主要部以外の設備の過酷事故を防ぐ最低限の対策があった。

### (4)原発事故から学ぶこと⇒事故が起きる規模を小さくすることが大切である。

#### ①リスクアセスメント

- ・中越地震後に実施された「福島第一・第二原発の耐震性評価」において、津波や屋外重要土木施設が評価の対象とならなかった。

#### ②リスクマネジメント

- ・重大事故防止に重点を置いて対策が実施されていたか？
- ・福島第二で、電源設備を気密建屋に設置した際に、第一の見直しはできなかったのか？

#### ③設備設計の考え方

- ・非常用復水器（IC）の機能喪失については、放射能漏れを防ぐための『フェールセーフ』であったが冷却機能喪失に対する『フェールセーフ』でなかった。
- ・ベント、計測機器等に対する非常用電源の確保が不十分であった。

## 5. 化学プラントの安全設計について

### (1) 化学プラントの安全設計

化学プラントの安全設計としては、本質安全、受動的安全、能動的安全、手順による安全について考慮する必要があり、その狙いと事例を以下に示す。

#### ①本質安全

- (狙い)ハザードの規模を小さくする
- (事例)より危険性の低い物質や危険物質保有量を小さくする

#### ②受動的安全

- (狙い)ハザードの規模及び発生頻度を小さくする
- (事例)反応時に発生する圧力に耐えるように設備を作る

#### ③能動的安全

- (狙い)ハザードの発生頻度を小さくする、ハザードの影響範囲を局所化
- (事例)暴走反応が生じた際に、発生圧力より、低い圧力で、「インターロックが作動」「圧力弁、破裂板」の対応を行う

#### ④手順による安全

- (狙い)ハザードの発生頻度を小さくする
- (事例)運転員が、計器を見ながら停止措置を実施

### (2)プラントの防御階層

⇒原子力を参考にして考えているところもあるが、第1層と第4層が重要。

- ①第1層(プロセス設計)プロセスの本質安全化(危険物滞留量の最小化)
- ②第2層(基本プロセス/制御システム)DCS等で通常運転時のプラント監視  
⇒プロセス値が設定値から逸脱すれば警報
- ③第3層(警報処置)運転員によるプラント停止⇒運転員介入の時間的余裕がある場合
- ④第4層(自動安全/計装システム)計装によるプロセス安全システムや緊急停止措置⇒運転員が介入する時間的余裕がない場合、システムで自動的にプラントを停止
- ⑤第5層(物理的防護(1))安全弁(圧力逃し弁等)による圧力防御システム
- ⑥第6層(物理的防護(2))液漏洩を局所化するための防油堤等
- ⑦第7層(緊急対応計画)事業所内の緊急時対応
- ⑧第8層(地域防災計画)地域住民・公共施設における緊急時対応

**(3)本質安全設計(実施項目と内容)**

- ①強化:プラントや貯蔵所における危険物質取扱数量(所在量)の削減  
⇒バッチ反応器から連続リアクターにする。
- ②代替:危険な物質の代わりに、より安全な物質に代替
- ③縮減化:危険な物質を持つとも危険性の小さい条件下で取り扱う
- ④影響の極限化:設備設計あるいは反応条件の変更による(設備・制御システム・人間の)失敗の影響を極限化する
- ⑤簡素化:簡単なプラントにする。最初の機械は複雑でも、次の機械は同じ効果をたやすく生み出せるようにする。

**(4)化学プラントの安全弁又は逃し弁**

圧力機器・配管を含む系統全体を異常圧に耐えるように作らなくても良い。流出した先の無害化措置を施す。

**(5)社会的に許容できない事故**

⇒死亡事故を起こさないことと事故の影響をプラント施設外にださないこと。

**(6)セベソ事故**

1976年7月10日イタリアの農薬工場で爆発事故が発生し、ダイオキシンが広範囲に飛散し、高汚染地区で疎開措置実施。

- ・1982年セベソ指令「一定の作業活動に伴う重大事故の危険性に対するEU指令」
- ・1996年セベソII指令「重大事故の危険性に対するEU指令」  
危険物質による大規模災害の予防、災害発生時に人間・環境への危害を最小限に食い止める。
  - ①全管理計画書・安全報告書、
  - ②緊急対策の策定、近隣住民への情報提供の義務付け、
  - ③土地利用計画
- ・2012年セベソIII指令「大規模災害のリスク管理の強化」
  - ①近隣住民への情報提供:事故リスクや事故発生時の対応方法
  - ②指令対象施設の土地利用計画(工場、住宅、学校他、大病院別に開発可否を助言)
  - ③産業施設の安全性を確保する検査基準

**6. すべてのリスクに対応できるか?**

- ・合理的に実行可能な範囲で出来るだけ低くすること
- ・イギリス安全衛生庁(1988年)「リスク耐容性の枠組み」の適用方針を示す  
『広く受容される領域』『我慢できる領域』『受容されない領域』で構成  
⇒リスクを受容出来るわけでないが、リスクが適切に制御されているという下で、便益確保のため、そのリスクの伴う生活を受容する。

**(1)【安全の考え方】**

- ①日本社会:「安全」「危険」しかない。
- ②グローバル:「安全」「安全か危険かわからない状態」「危険」の三段階があり、「広く受け入れ可能」「ALARPの領域」「受け入れ不可能」の領域で考えている。

**(2)【日本と欧米の安全の考え方の違い】****日本の考え方**

- ・災害は努力すれば再発防止できる
- ・災害の主原因は「人」である
- ・管理体制構築、人の教育訓練、規制強化で安全を確保できる
- ・安全衛生法で規制、災害の都度規制強化
- ・安全は基本的にただである
- ・安全コストを認めにくい
- ・最低限のコストで対応し災害対策の

**欧米の考え方**

- ・災害は努力しても技術レベルに応じ必ず起きる
- ・災害防止は、技術的問題である
- ・人は必ず間違いを犯す、技術力向上なくして安全は確保できない
- ・事故が起きても重大雑賀に至らない技術対策
- ・安全は基本的にコストが掛る
- ・安全にはコストをかける
- ・危険源を洗い出し、リスクを評価し、

- |                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| 技術的深耕をしなかった            | コストをかけ、災害の低減化努力をする      |
| ・見つけた危険をなくす技術(危険検出型技術) | ・論理的に安全を立証する技術(安全確認型技術) |
| ・度数率(発生件数)の重視          | ・強度率(重大災害)の重視           |

**(3)【根底にあるもの】****①作業者の質**

(日本)現場の作業者は優秀⇒卓越した生産技術力、現場の改善提案  
(現場で作り込んでいくことによって、良い製品ができる)

(欧米)作業者は、信頼できない⇒ISOの管理体制

(優れた人が、決めたルール通りに現場が物を作る/不良品は確率的に発生するので、検査によって排除)

**②技術の導入**

(日本)戦後、欧米から技術を導入し、生産体制を確立してきた

⇒(工業化を経た技術を導入し、開発に伴うリスクの経験不足)

(欧米)技術開発した成果を工業化(開発リスクを自ら体験)⇒(不良品は技術に起因)

**③基本的考え方**

(日本)人間が注意すれば、事故は防げる

(欧米)機械は壊れ、人は過ちを犯す

仮に、作業者がミスしても、設備・システムで作業者の安全と品質を確保、第三者認証

**(4)【日本と欧米の災害発生率の比較】**

①死亡災害率(1年間に労働者10万人当たりの死亡者数)⇒欧米はこちらを重視

日本(2.1)、米国(2.3)、EU平均(2.5)、英国(1.3)、阿蘭陀(1.7)、独国(2.1)、仏国(3.4)

②休業4日以上(1年間に労働者千人当たりの休業4日以上(の死者数)⇒日本が重視

日本(2.4)、米国(44.0)、EU平均(30.1)、英国(11.4)、阿蘭陀(28.3)、独国(32.8)、仏国(40.2)

**(5)【Control Of Major Accident Hazard規則Regulation(1999)/英国・安全衛生庁(HSE)】**

①安全報告書(Safety Report)を全ての企業に求めている。中小はコンサル会社に相談対応

・考えられる重大事故のシナリオの説明と発生確率

・事業者自身の「必要な全ての措置」をHSEに証明することが求められている

⇒重大事故の危険が確認されていること、重大事故を防止し、人と環境への影響を抑えるために必要な措置が講じられていることをHSEに示す必要がある

②必要なすべての措置

=リスクを合理的に、実行可能な限り低く抑制する。

=As Low As Reasonably Practicableの原則

③COMAH規則4

「重大事故の防止、制御及び緩和に必要とされるあらゆる手段(AMN)を講じるよう求めている」

⇒英国も20年を経て、社会に、この認識が浸透してきた。

④日本国内もH18年3月厚生労働省安全衛生部安全課が「危険性または有害性等の調査等に関する指針(アセスメント指針)同解説」p24

・提言されるリスクの効果に比較して必要な経費が大幅に大きく、措置を求めることで合理性を欠く時は適用を除外している。しかしながら、死亡や重篤な後遺障害をもたらすときは措置(可能な限り高い優先順位のリスク低減措置)を行う必要がある。

**7. これからの安全管理****(1)爆発火災事故の社会への大きな影響**

①化学プラント事故の「危害の大きさ」は、労働災害に加えて、経済的損失、社会的影響を含めて判断

②重大事故の防止

③敷地の境界を越えて影響を及ぼさない

**(2)新規開発技術の工業化**

①専門家による評価

②ALARPの原則の適用

③残存リストは関係者で情報を共有



### (3)プラント設計段階からの安全確保

- ①人間と機械との役割分担
- ②危険物滞留量の最小化/影響範囲の局所化
- ③効率化から本質安全化へ

### (4)具体的な取り組み事例

事例1「石油化学工業協会の事故評価基準(CCPS)」

⇒事故の強度、人の健康、火災・爆発被害金額、漏洩の潜在的影響、環境への影響(対応費用)、社会への影響の評価基準を設けている

事例2「住友化学/プロセス安全検討会議」

⇒新規プロセスの評価手順、内容を社内規則で明確にしている①化学物質に関する各種情報の整理と評価、②安全データの取得と評価、③設備材料の検討・評価、④中実験での検証の各段階での安全性が確認されない限り次のステップに進めない。また、研究開発段階と工業化段階で安全チェックが行われる。

### (5)高度技術システム導入による人間の役割変容

- ①人間を機械で代替し、システム全体の高信頼化を図ろうとしても、設計段階で予期しえなかったことは、人間に頼らざるを得ない。
- ②人間の負担を軽減してエラーの発生を抑制したいとして、高度な技術システムが導入されてきたが、「機械化できるところを機械化する」等の名ばかりの「技術の高度化」は、人間と技術システムの間にもスマッチが発生。
- ③ヒューマン・マシン・システムにおいて、「最終決定権を人間に与えることが重要だ」と言われているが、「いついかなる場合でも最終決定権は人間に与える」は必ずしも適切ではない。  
事態の緊急度によっては、人間の指示を待たずに、機械が安全確保手段を講じることを許す等、「状況に応じて人間と機械の役割分担を調整する仕組み」が必要。  
⇒(JR西日本の福知山脱線事故後、平成18年4月に国土交通省が「公共交通に係わるヒューマンエラー事故防止対策検討委員会最終報告」で取り纏めたもの)

## **8. まとめ**

### (1)直接問われたこと:安全の基本遵守の徹底

- ①リスクアセスメント
- ②ルール遵守と変更管理の徹底
- ③情報伝達の徹底(口頭と文書では倍以上効率が異なる)

### (2)根本原因:現場の対応能力低下への対応!

- ①設計・開発段階からリスク低減を図る。本質安全化
- ②人への依存を減らす設備設計
- ③アラームマネジメント

⇒設備・システム設計にかかわる技術者・管理者の責任重大

### (3)これからの安全管理:リスクベースの安全管理

- ①リスク評価に基づき優先順序をつけて低減措置を実施。
- ②重大事故は起こさない管理体制
- ③残留リスクは、関係者で情報共有

### (4)【何が問題か】

- ①団塊の世代は、時間をかけて、自分が体験してきたトラブルから、事故防止のノウハウを身に付けてきた。
- ②今は、トラブルを経験する機会が格段に少なくなった。例えば、「HAZOP」を行っても、自ら解決した経験の積み重ね、生きた知恵がないと、潜在的なリスクをうまく拾い出せない。
- ③座学では限界がある。しかし、体験教育にも限界がある。
- ④現場でのトラブルは、そうそう自ら経験できるものではない。過去の事例に学ぶのは、有力な手段である。ある程度の知識と経験があって、事例のポイントを掴める。
- ⑤このような時代の安全をどうやって確保するのか？

### (5)【最後に】

最後に、「なぜ起きた鉄道事故」の著書の中で、山之内秀一郎氏(今のJR東日本の安全の基準を作った人である)が述べていることであるが、『在来線に比べて、新幹線はなぜ安全かを考えると、「安全は、人ではなく、システム」ということになる。しかし、本当にそうか！私は「最後は人間だ」と思う。設計段階で分からなかったリスクは、人間に頼るしかない。結局は、リーダーの「リスク感性」である。』と話している。

### 【質疑応答(前半)】

(Q1): アラームマネジメントと変更管理は我々がリスクと考えて取り組んでいるところで非常に参考になりました。レーシングカーとオートマチック車の話のところで、私どもも機械で出来ぬところは人にやらせ、機械で出来るところは自動化を進めているが、なんか起きた時にレーシングカーになったらどうするか悩んでいるところがある。この対応方法として、他の事例とか、知見があれば教えて欲しい。

A1: 事故の現場で感じたことは、化学プラントの事故は最後の反応暴走の段階では、残念ながら手の施しようがないと思っている。考えていることは、一つはそれで事故が起きても規模が小さくなることを考えて作り、そこだけに被害を局所化すること。もう一つは、機械的に止めることを徹底する必要がある。B社の例では、途中でインターロックを解除している。それが、簡単に出来る設備設計に問題がある。何故解除したかと言うと、緊急ラインより循環ラインの方が流量が多いことで、現場でそのことを知っているから切り替えを実行した。緊急冷却水の水量が十分であれば、このまま待つことになっていたかもしれない。設備設計者はトラブルが起きたらどうなるか想定する必要がある。今の技術者は現場に出て行かないとだめだと思う。現場でどう運転するか、自分で体験する必要があると思う。JR東日本は、今運転手も車掌さんもみんな若い人が多くなっている。システムとか、指令を行う人は運転経験がなければその職につけない。車掌経験2年、その後運転経験3年しないと、システムとか指令の職務につけないようにしている。つまり、現場のことを知らないと設備設計が出来ないようにすべきである。また、JR東日本は、レベルアップする時(40才位で責任者になるとき)に技術アカデミーとして、必要な教育を受けさせることも進めている。

(Q2): 爆発事故として、死傷者が思ったより少ないと言う印象を持った。爆発の兆候を捉えて、避難するとか、人を移動させる処置をしているとか、訓練により迅速な避難を考え方、運用があるのか、どんなことをしているのか教えて頂きたい。

A2: 化学プラントの場合は異常があれば、とにかく逃げることを徹底している。化学プラントで死亡する人は、第一発見者(見つけた責任で対応する)か、現場の長(最後まで責任があるので残っている)の人です。B社の場合は見に行こうとした作業員で、A社は係長です。C社は、タンクが爆発してなくなったのは消防の方です。爆発して飛んできたものに当たって、なくなっている。化学プラントの事故の時、消防が到着したら、その指揮下で化学プラント会社の人も従うとしていたが、今後は危険度について消防では判断できないので、化学会社がプラントオーナーとして判断して消防に教えることが必要であり、今後は両者共同で行うことになった。大手化学会社では、プラントの危険を知らせる(確実に通報するために)人を決めている。

(Q3): 現場の改善提案で、我々のところも変更管理が原因で事故になった例がある。現場が改善提案して上がってくるケースと上がってこないケースがあると思うが、上げるかどうか誤ってしまうことがあると思うが、化学プラントの場合どのように対処しているか教えて欲しい。

A3: 化学プラントは、勝手に現場がやってしまうことは無くて、最低係長には報告されている。問題は、その係長レベルでどうするかになっている。その下の段階で勝手にやることはあまりないと思っている。B社の場合は、会社が危ないと思う物質を指定して、その物質が関係する変更は全て管理システムの対象にするルールを決め、報告させ審議することになっている。また、他の会社では反応条件が数値されているところの変更は、全て報告させ確認審議するルールにしているところもある。会社として、現場にガイドラインとして示す必要があると考えている。

(Q4): 共感するお話が多く、非常に興味深くお話を聞かせて頂いた。リスクマネジメントで、一昨年位から体系立てて管理することに取り組んでいるが、トップは、アンノンなところで、気づかないところを如何に出して行くとか、全てのリスクを出して対策を打っていくことを要求されている。アンノンなところは、経験者、専門家を入れて、出来るだけ出すように取り組んでいる。但しすべてのリスクを出すところは、我々として困惑している。上手く出来る方法にたどり着いていないので、その辺のアドバイスをお願いしたいと思います。

**A4:** トップの人に言いたいのは、リスクアセスメントは、何のためにやるか、どう思っているか逆に確認したい。リスクアセスメントを実施するということはリスクをゼロにすることではない。リスクとして取り上げたものに全て手を打つのであれば、リスクの大きさを評価する必要はないし、経済的・技術的にもすべてのリスクに対応することはできない。評価をしているということは、そこに優先順位を付けると言うことであり、重大リスクから優先的に低減措置を実施することになる。設備にしてもリスクベースメンテナンスにしても、やらなければならないものややらなくても良いものを見極めるためのものであると思う。全てやるのであれば、評価は必要なくなると思うし、お金をかけてやることになるので、その覚悟が必要になる。

**(Q4)追加:** 原子力業界は、ちょっとしたことで、新聞沙汰になると、その影響力が大きく、トップはあらゆるリスクを排除する方向の考えを持つことになっている。先生がおっしゃるようにリスクマネジメントのあり方をトップに伝えているが、何処までやるかの狭間が難しい。

**A4追加回答:** 今の点も考えてこれからお話ししたいと考えております。

#### 【質疑応答(後半)】

**(Q5):** 本日は先生の辛い話も含め示唆に富んだお話どうもありがとうございました。一点目のマニュアルをきちんと抑えることは私も同感です。二点目のリリース弁は何があるから取り付けているのであることの話は、規制としては何が起こるかを予測して設計に反映してやっていただきたい立場で、若干意見が異なる場所があった。英国のHSEとか厚労省の話は我々も3.11を踏まえ、そちらの方向に舵を切りながら向かっていくのかなと思っている。前半の話で、単純な疑問点を教えて欲しい。A,B,Cの事故で、B,Cの事故で通常使用する液よりも液位が高かったり、温度が高かったりするものであったが何故あのような設計をするのか、逆に余裕を持った設計にしなければ、運用の方で応用問題をしなかったのではと思いました。

**A5:** 設計者としては、そんなことが起こると考えずに、余裕を持って作ったと思われる。C社のタンクは、バツファータンクとして作ったものであり、これくらいの容量で、何かトラブルがあればそこに溜めれば良い程度で考えて作ったと思う。B社の場合は、下から泡が出て余計に膨らむから作ったということも言える。ただ、おっしゃるとおりに、設計者は、基準よりも、多少過剰に設計しても特段それを咎められることはなかった。むしろ余裕を持って作ることで安全であるという意識があった。しかし、日本の現場は優秀だから余裕があればそれを利用して物事を考えるので、B社、C社のような事態が起きた。新たな考え(基準以上に設計することは安全といえるか)を持たなければならない。今までは、余裕が安全であることであったが、本当に余裕か考えなければならない。

**(Q5)追加:** 設計のベースを知ってマネジメントすれば良いと言うことと理解しました。

**A5追加回答:** A5何故そうなっているか書いてあれば良い。良い会社は、設計根拠等を判り易く現場の目につくところに纏めて置いている。それは事務所でなく、製造の現場においていて、常に判るようにしておかないと読まないと思うし、事務所に飾っておいてはいけないうちと思っている。

**(Q6):** 今日はどうもありがとうございました。水平展開の考え方で、原子力とか航空業界で、何処かで起きると規制側から同じようなところで起きないように指示が出たりすることがあるが化学プラント業界では事故調査委員会の対策の指示が規制から出るのか、海外も含めどのように取り組んでいるか、教えて頂きたい。

**A6:** 今の質問を聞いて、化学業界としては、自分たちの取組をもっと世の中に伝えていかなければならないと反省しています。実は三つの事故の後で、原因をしっかりと調べて日化協の中で、その安全のためのチェックリストを作った。どんな内容かと言うと、物質は異なるが、似たようなことをしているということで、変更管理とか、リスク管理をチェックリストの項目として質問して確認することとしてまとめた。それを関係各社に配布して使ってもらうことを実施している。只、設備、システムが異なるので、うちは違うよと言うところもあるが、アンケートをとると6割の会社は上手く活用している。もう一つ話すと日化協の環境安全部に問い合わせると、この三つの事故をDVDにして販売している。事故を無くす取組を行っている。石化協は、トップの意識が大切と言うことで、大きい会社が多く、社長5名をチームにして、何故事故が起きたかと言うことを含めて、どんなことを討議しなければならないかと言うガイドと懇談の場を作って実施している。さらにその討議の結果をまとめ、外に発信する活動を実施している。

規制側は、日化協とか石化協を通して、関係会社に通達することを行っている。規制は、業界団体にやってほしいことを伝え、その団体から各社にそれを伝えている。

化学業界ではあまり宣伝していないが、3件の事故の原因をして日化協で安全のチェックリストを作成した。そして、質問項目を各社に配布した。それを6割程度はうまく活用している。  
また、環境安全部は、3件の事故をDVDに纏めて、各2000円で三部作の資料を作成し、公開HPで販売している。

(Q7): 質問と言うより、意見を伺いたいのですが、何が問題かと言うところのPPTで過去ものはあまり生きないことを言っているのか。現場がオートマチックになっていることで、今後危険リスク、意識を持つために人材を育成する時にレーシングカーと言うかマニュアル車も必要になるのではと考えるが、そんなところをマニュアル化するなど残しても良いと思っているが。

A7: 過去ものはある程度のベースがあれば生かせる。ただ過去ものを読むだけでは不足。

オランダのアグゾーのプラントを見せてもらった時に、開発の段階から実物に近いものを作り、出来てから訓練用に小さいプラントを作り、多少何があっても事故にならないもので訓練を行っている説明があった。日本でも良い会社の例で、反応装置、蒸留装置、電熱装置が基本なので、その訓練設備を作っている会社もある。入社時、五年目、10年目に研修することを行っている。



— 以 上 —

(記録: 奈良)

### Ⅲ. 平成26年度定例研究会・各グループ活動報告

#### 1. 第1グループ活動報告(奥平光城リーダー)

品質システムの研究「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—」をテーマに掲げ、前年度に実施した原子力セクタ規格の調査・検討結果に基づき、以下の議論を実施した。

##### (1) ISO9001:2015改定案に対するコメント集約

ISO9001:2015に対して、主に原子力業界で運用を考慮した研究会コメントを集約した。品質保証組織の独立や不適合管理の文書化など原子力業界の慣例とギャップがある項目を認識した。

##### (2) NSQ-100の検討

NSQ-100ドラフトに対して、各社における現状の運用とのギャップアナリシスを実施した。NSQ-100の目的、方向性には理解できるものの、原子力機器供給者、サプライチェーンへの適用を考慮した場合、運用方法や適用範囲の明確化が必要である。

### (3) QMS枠組マトリクスの検討

原子力発電所の建設・維持に適用するマネジメントシステムの各要素を、それぞれの利害関係者の立場を考慮し、体系的に議論した。原子力QMSといっても立場が異なれば、目的や対象が異なる。東京電力福島第一原子力発電所事故のような事象を未然に防ぐ為には、従来の事業者や設計・製造者を対象としたQMSだけではなく、規制局を含めた、いわゆる大きなマネジメントシステムの枠組みが必要である。本質的な改善のためには、組織を超えた大きな枠組みにおけるPDCAを検討すべきである。事業者、設計・製造者は、規制との適合性確認だけに終わるのではなく、専門分野、技術者として、自主・自立的な貢献が発揮される環境を提供するマネジメントシステムが求められる。組織が本質的ではない問題に疲弊し、マネジメントシステムの形骸化や形式的な品質保証に陥らないためにも、安全や品質クラスに応じた対応や、事象の軽重を考慮したメリハリのあるマネジメントシステムが期待される。また、現状の規制の制度が、原子力安全の有効性だけではなく、経済合理性の観点から検証される機会が必要である。

## 2. 第2グループ活動報告(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として以下の2つのテーマに対して研究を行なった。その中でも特に、レジリエンスエンジニアリング(RE)の手法を用いた緊急時対応を分析する研究活動の講演を中心に議論した。また我々独自の分析も進めまとめた。

### (1) 福島第一事故の分析と評価

H25年度活動に引き続き、「安全を達成するために必要な個人及び組織の在り方」を、以下の調査を通して検討した。

#### ① 福島第一事故時の緊急時対応分析

レジリエンスエンジニアリング(RE)及び高信頼性組織(HRO)の手法を用いて緊急時対応を分析し、分析結果を整理し提言をまとめた。

#### ② 安全思想の再構築

(「原子力自主的安全性向上の論点・整理と役割分担と工程の提言」「確率的安全評価(PRA)日米比較分析」「安全思想の再構築工程検討」)の調査・検討するとともに、提言としてまとめた。

### (2) レジリエンスエンジニアリングの適用

① Resilience Analysis Grid(RAG)のシート見直しと現在組織の再分析及び詳細化の調査・検討した。各社へのQA活動への反映まで実現したい。

② 成功事例分析として、統一的な教訓シートに基づき、成功事例(3事例)と過去に分析した組織事故分析(9事例のうち1事例)を見直し教訓を抽出した。

## 編集後記

最近「ファシリテーション」なる言葉を耳にする機会が増えてきた。「ファシリテーション」とは「Facilitation」であり、英和辞書で調べると「〈物が〉…を容易[楽]にする;〈行動・処置などを〉促進[助成]する。」とか「〈物が〉〈人を〉手助けする。」となっている。他動詞で目的語を取るのだが、その目的語に「人の活動」を入れると、グループの合意形成を促進したり、アクションアイテムを行動に移すことを促進させるという意味合いで使われ、それが普及しているようである。人は結果の内容の優劣だけでなく、行動に移すためにはその決め方の優劣が重要になる。であれば、その決め方のプロセスの改善はどうやっていけばよいのか？

品質改善、組織改革、安全文化の醸成、さまざまな行動指針、アクションアイテムがあるが、通常はその内容の優劣だけで評価されるようにも感じる。決め方のプロセスというのはどうやって評価していけばよいのだろうか？ただ、これから安全文化や品質を語っていく上で欠かすことの出来ない要素になって行きそうである。(B)