

事故と技術者の責任

Engineering Ethics Learning from Accidents

中村昌允

東京農工大学大学院技術経営研究科

Masayoshi NAKAMURA

Tokyo University of Agriculture and Technology

【Key words】

1. 技術者の社会的責任 (Social Responsibility of Engineers)
2. 注意義務 (Duty of Care)
3. 説明責任 (Accountability)
4. リスクアセスメント (Risk Assessment)
5. 変更管理 (Change Control)

【概要】

集団食中毒事件, JCO臨界事故, そして, 最近でも「再生紙への古紙配合比率の偽装」「建築強度の偽装」など, 技術の信頼を揺るがすような事故やトラブルが発生している. 今回は, これらの事件における技術者の行動に焦点をあてて, 技術者の責任を考えてみたい. 共通している事は, そこにいる技術者が, 実際の現場で判断し行動していることである. それだけに, 技術者は科学技術がもたらす危害を防げる最も大きな可能性を有している. 21世紀は科学技術への依存度がますます高くなり, 一般社会人にとっては, 技術者の存在が安全・安心の担保となる. 技術者は, 各専門分野のプロフェッショナルとして, 技術に忠実に判断し説明責任を果たしていくことが, 社会からの信頼を得ることになる.

はじめに

ただ今紹介にいただきました東京農工大学の中村と申します. 私の略歴はここに書かせていただいたとおりです.

私は歯磨と洗剤を作っているライオンという会社に勤務しておりました。その会社で30年間研究生生活を行った後、最後の6年間は関係会社の経営のことをやって、今は東京農工大学の大学院MOTの教授をしております。MOTというのは大学院の方はご存知かと思いますが、みなさんが大学を出て、会社に入って3～4年経ったら「しまった」と思います。「大学のときに、もっと勉強していればよかった」と思います。そういう方がもう一度勉強しようと思って入学してこられるのがMOT（技術経営研究科）です。私は、その実務家教員を務めております。

今日の概要を説明したいと思います。まず、私がなぜ安全工学や技術者倫理に関わるようになったかですが、私はこれが良いと思って技術開発して工業化したプロセスが工場に導入してから3ヵ月後に爆発事故を起こしました。私はそのプロセスの開発責任者でした。

この事故を経験したことから、「なぜ、事故が起きてしまったのか?」、「技術者として、どこが至らなかったのか?」そのことを考えながら生きてきました。

今日は、最初に、私が経験した爆発事故の話をして、次に、最近起きている種々の事故の背景や技術者の役割について取り上げ、さらに、関西電力(株)美浜原発で起きた配管破裂事故、JCO臨界事故、集団食中毒事件、JR西日本福知山線の脱線事故を取り上げて、具体的に、事故の背景とそこでの技術者の行動と責任について考えてみたいと思います。

これらの事故は皆さんご存知の事故もあるかと思いますが、しかし、私の話を聞かれると通常のマスコミの取り上げ方とは少し違うと感じられることと思います。それは、現場にいた当事者や責任者なら、そこでどのように行動し判断するかという観点で、事故を取り上げているからです。

私がそこで一貫して訴えたいことは、「技術者とはどのような責任があるのか」ということです。多くの事故を調べて分かることは、実際の判断は現場で行われ、その役割を担うのはそこにいる技術者であるということです。すなわち、技術者は事故を防げる可能性を最も多く有しており、その責任があるということです。今日は私と同じような技術士の方もたくさんいらっしゃ

いますので、いろいろなご意見もあろうかと思いますが、忌憚のない意見の交換が出来ればとも思っております。

さらに申し上げたいことは、「事故はヒューマンエラーによって起きるものなのか?」ということです。「多くの事故でヒューマンエラーが原因とされているけれども、本当は違うんじゃないのか」、「ヒューマンエラーがあっても、それが事故に繋がらないような設備や仕組みが必要で、それを作るのが技術者の務めではないか」そんな話をしてみたいと思います。

最初に、なぜ、私が「事故の事例を挙げていくのか」ということを説明します。

私が事故の経験者として最終的には何を感じたかということです。結局は「危ないと思うかどうかである」と悟ったわけです。これは「危機に関する感性」の問題で、私が反省したことは「危ないと思う気持ちが足りなかった」ということです。学生の皆さんから見ると、「そのような感性が初めから身についている人はいない。それは無理である」と考えられると思います。「それでは、私のように、痛い目にあって、初めて感性の重要性を知るのでしょうか?」それでは皆さんも大変だし、社会も大きな損害を蒙ります。

「どうすれば、良いのか?」それが「事故事例から学ぶ」ことだと考えています。

事故事例を第三者としてみるのではなく、皆さんがその当事者になったつもりで、例えば、管理者、部長、あるいは工場長であったとしたら、どう考え、どう行動するかを考えていただきたいと思います。「自分ならどう判断し、どう行動するか」を考える事が、「事故を仮想体験する」ことになり、自分の判断・行動基準につながる生きた知恵に結びつくと思います。

そこが新聞のように、ニュースとして事故を報道することと大きな違いであろうと思います。これは技術者と評論家との違いにもなります。技術者は問題があれば必ず解決策を求められます。そして、解決策を提案したら、それが実行され、その結果が出てきます。一方、評論家はいろいろコメントをしても、そのコメントの結果が問われることはほとんどないと思います。「技術者は解決策を求められ、その結果が出る」そこが大きな違いです。

私が安全工学に関わったのは、今から17年前の爆発事故からです。事故は6月の暑い日に起きました。パイロットで10年間研究してきた研究成果を、

私はこれで大丈夫と判断して工場に導入しました。そのプラントで爆発事故が起きました。この事故で2名の方が亡くなられました。幸い、大学の先生やいろいろな会社の方々に助けていただき、事故原因調査が終了し、再発防止策を講じてプラントは運転を再開でき、その後、順調に生産を続けております。

私に残された課題は、「この事故はどうすれば防ぐことができたのだろうか」「技術者として、私はどうすればよかったのだろうか」ということでした。

今日はその話をしたいと思います。いろいろな事故があるけれども、私自身が経験したメタノール蒸留塔爆発事故の話をするのが、藤本先生、瀬口先生がこのような機会を私に与えていただいたことに応えることになると思われました。

1. メタノール蒸留塔爆発事故

(1) MES 開発の狙いと事故の概要

これが事故後の蒸留塔の写真です。化学系の方は蒸留塔と書いてあるので分かるかと思いますが、そうでない方はそういうプラントがあると思って聞いてください。この地上に落下している部分が蒸留塔の塔頂部分です。爆発によってこのように無残な形で地上に落下しました。このあたりが爆発の中心部です。この部分で過酸化物が局部的に高濃度に濃縮され熱爆発しました。爆発威力は $160\text{kg}/\text{cm}^2$ でした。どの程度の力かは、ステンレスでできている蒸留塔の塔壁が、当初の厚さは5mmでしたが破片は3mmになっていました。急激な圧力上昇によってステンレスが瞬間的に引き延ばされ、圧力上昇に耐え切れなくなって、風船が破裂するように引き千切られて、破片となり周囲に飛散したことになります。破片は周囲約1kmの範囲に飛散し、破片にあたられた方が2名亡くなられ、13名の方が重軽傷を負われました。

事故の概要を説明します。事故はMESという新しいタイプの界面活性剤を作るプラントで起きました。ライオンは洗剤会社です。界面活性剤は洗剤が汚れを落とす主成分で、良い性能の界面活性剤を開発することが、企業にとっての最重要研究テーマです。

メタノール蒸留塔の爆発



〈事故後の蒸留塔写真〉
 このような事故の再発を
 防ぐにはどうすれば良いか？

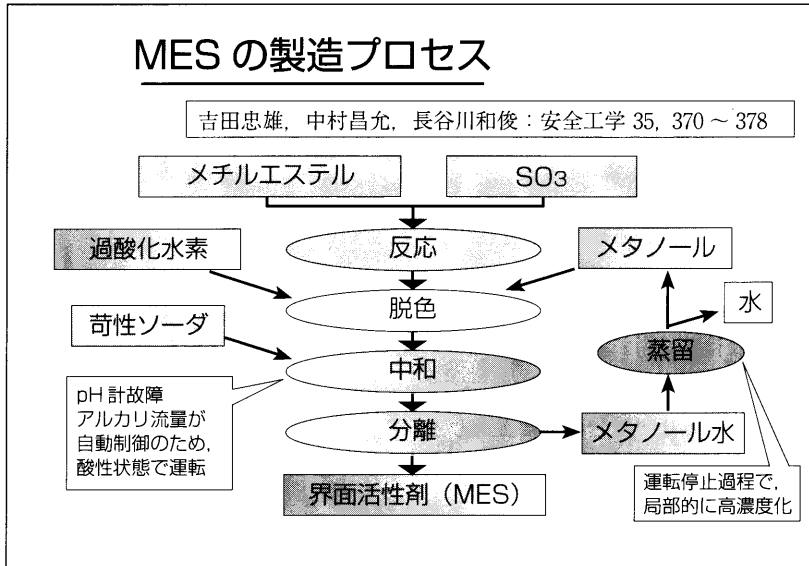
洗剤会社は「汚れを良く落としかつ環境への負荷が少ない界面活性剤を開発すること」で技術力を競い合います。MESはその目的に叶っており、洗剤メーカー各社が開発競争に参入しました。MES開発のもっとも大きな技術課題は、色が黒いMESを脱色して白くすることでした。理屈の上では、「この洗剤は黒い色をしているけれども汚れは良く落ちる」といえば売れるように思えますが、実際の商品となると、消費者は色が黒い洗剤を買ってくれません。そこで、洗剤各社はいかにしてMESの色を脱色して白くするかを競い合うわけですが、ライオン(株)は運良くその界面活性剤を白く脱色する技術を見つけて、他社に先駆けて工業化することができました。その開発した製造プロセスの工程の一つに蒸留塔があり、そこで爆発事故が起きました。

(2) なぜ、MESを開発したか？

MESの特徴は、従来からあった石油から作る界面活性剤の半分の濃度で汚れが落ちることです。すなわちMESは従来の半分の量で従来と同じ汚れを落とすことができます。洗剤は洗濯終了後、脱水機から排水されて下水道や河川に放流されるので、半分の量で汚れを落とすことができるということは、環境への有機物負荷がそれだけ少なくなります。環境への負荷が半減し、しかも植物油脂から作ることができるので再生産可能資源を使うことになり、

地球環境問題にも寄与できる。したがって洗剤各社は開発を競い合いました。

私達は運よく白くできる脱色技術を見つけました。正直な気持ちは「やった」ですよ。「これで他社よりも先に工業化できる。」と喜んだわけです。その結果が先ほど申しあげた爆発事故となったわけです。その工業化プロセスフローをここに書いておきました。



このフローは、工業化プロセスの技術内容をきちんと説明することが目的ではなく、事故とはどうして起きたかというのを知ってもらうためのものです。このメチルエステルというのは植物油脂であるパーム油から作ります。植物は石油と違って空気中の炭酸ガスを吸収して成長する再生産可能資源です。メチルエステルにSO₃という無水硫酸を反応させます。反応してできたMESが先ほど見ていただいた真っ黒な色をしているわけです。「これを白くしたい。どうするか」と基礎研究を行っていたところ、この黒いMESに過酸化水素とメタノールを同時に入れたら白くなることを見つけました。MESはSO₃を含んでおり酸性です。そこで苛性ソーダを加えて中和という操作をします。中和をした後、分離工程で界面活性剤とメタノール水とに分離します。メタノール水は蒸留して、メタノールと水に分け、分離したメタノールはもう一度脱色工程に戻してリサイクル使用します。このプロセスを技術確立す

るために、パイロットで10年間研究をしました。パイロットでは事故はありませんでした。

(3) なぜ、事故が起きたのか

パイロット研究によって工業化技術が固まってきたので、実装置に導入したわけですが、何故事故が起きたかをこれから説明します。

反応でできたM E Sは酸性で中和を必要としますが、中和のために取り付けていたp H計が事故のあった日に故障しました。中和に使用するアルカリの流量は、p H計の指示値に連動して自動的に制御されていました。p H計が故障してアルカリ性を示したため、アルカリ流量はどんどん自動的に減少してしまいました。アルカリの流量が不足した状態で約3時間プラントが運転されました。爆発物質は脱色工程で微量生成していた有機過酸化物でした。過酸化物は中性～アルカリ性では分解するが、酸性では安定で分解しない性質があります。事故当日はp H計が故障した結果、中和されて分解されるはずの有機過酸化物が分解されないで蒸留塔に供給されたことになります。蒸留塔に供給されたメタノール水中の有機過酸化物の濃度は、0.1%でした。

事故は蒸留塔の運転停止過程で起きました。

蒸留塔の運転終了後、蒸留塔内に残ったメタノール水は廃水処理設備を経由して工場外に排出します。廃水処理設備は微生物の力で有機物を分解する生物酸化方式でした。蒸留塔に残ったメタノール水をそのまま廃水処理設備に放流すると、微生物が栄養過多で死んでしまう問題があるため、残留液中のメタノール分をできるだけ少なくしてから廃水処理設備に流そうと考えるました。装置メーカーより、蒸留塔内で液をグルグル循環させる全還流操作を行えば、沸点が64℃と低いメタノールは蒸留塔の上部に、沸点が100℃と高い水は蒸留塔の下部に分離する。そこで蒸留塔下部より蒸気を導入して、蒸留塔上部のメタノール分を塔頂から追い出した後、蒸留塔内に残った水を廃水処理設備に流せばよいという方法が提案されました。

理に叶った方法に見えますが、この方法を選択したことが事故に繋がりました。爆発物質である有機過酸化物の沸点は87℃とメタノールと水の間での温度でした。蒸留塔内で液をグルグルと回す全還流操作を行っているうちに、爆発物は中間の沸点温度のため、蒸留塔の中央部に局部的に高濃度に濃縮さ

れてしまいました。低い濃度なら爆発の危険性のなかった有機過酸化物が、シミュレーションの結果爆発当日は40%以上の高濃度に濃縮されることが分かりました。爆発物がどの濃度で危険になるかは、筑波の化学技術研究所（現産業総合技術研究所）にお願いし、40%以上になると危ないというコメントをいただきました。すなわち、この蒸留塔の運転停止操作によって、爆発物は爆発濃度にまで濃縮され、熱爆発を起こしたのです。これが事故の原因です。

原因調査結果を整理します。

- ① 爆発物質は有機過酸化物でした。
- ② 中和工程でpH計が故障しました。アルカリ流量が自動制御されていたために、プラントは酸性状態で運転されました。その結果、有機過酸化物は分解されないまま蒸留塔に供給されました。メタノール水中の有機過酸化物の濃度は0.1%でした。
- ③ 蒸留塔の運転停止操作で全還流操作が行われ、さらに蒸留塔の下部よりスチームが導入されたために、局部的に有機過酸化物は40%以上の高濃度にまで濃縮され、熱爆発を起こしました。

(4) どこに問題があったのか

ここまで聞いていただくと、皆様は「何が事故に繋がった原因か？どこがチェック不足だったのか」と考えておられることと思います。そのことをまとめてみます。

① 爆発物があることをどのように認識していたのか？

私は今まで説明しませんでした。この爆発物の存在は工業化検討段階では分かっておりませんでした。10年間のパイロット検討で事故らしい事故がなかったので、「危ないことはない。このプロセスは安全だ」ということで安心していました。いつ爆発物の存在が分かったかといいますと、事故が起きて2ヶ月経って後ようやく分かりました。このことは、工場の運転員がそのような「危ないもの」があるということはまったく知らないまま、プロセスを動かしていたこととなります。

事故後、「何としても原因調査を行い、再発防止策を講じないことには、プラントの運転が再開できない」という必死の思いがありました。事故調査委員の先生方の指導の基に、気相爆発、液相爆発、固相爆発の可能性を調べましたが、いずれの可能性も否定されました。「何か、未知の爆発物質があるはずで、それを見つけ出さねばならない」ということで、今度は過酸化物の専門メーカーの人にいろいろ教えていただいて、微小な帰属不明ピークを全部調べていきました。ここに示したのは、蒸留塔に供給していた液のNMRの積算を繰り返した後のチャートです。前の(席の)方は分かると思うのですが、ここに何か見えますか？ちょっと出ているのが分かりますか。たぶん、後ろの方は何も見えないと思います。まっすぐな線が見えるだけだと思います。ここにちょっとの点がある。これが、爆発物のピークでした。弁明するわけではありませんが、みなさんに聞いてみたいのは、事故があった後、こういうピークをみるとチェック不十分とおっしゃるかもしれませんが、「開発段階でこのピークが何かを検討されるでしょうか？」ということです。開発は10年間要しており、ガスクロ分析で反応過程や脱色工程で生成する物質を同定しておりましたが、なんら不明なピークは出ておりませんでした。その後の分析技術の進歩もあって、事故後、爆発物質であるメチルヒドロパーオキシド「過メタノール」の存在が分かりました。

これが当事者の気持ちになって考えてくださいということです。事故が起きたという結果を知っている人は、「何で見つけられなかったのか？だらしない」といわれると思いますが、このNMRチャートを見て、果たしてどれだけの人がこれは危ないピークと思われるでしょうか？

この過メタノールは、メタノールに酸素1個余計についての簡単な構造です(CH₃OOH)。ところがこの過メタノールがどの程度危険なものであるかという物性データは、事故当時はありませんでした。そこで、DSCで分解熱を測定し、ARC分析で分解温度・速度などの物性データを調べることから事故調査をはじめました。

すなわち、過メタノールの危険性に関する物性データがなく、この構造が分かっただけでは危険性とは結びつかなかったのです。

② pH計が壊れるということに備えはしていなかったのか？

この図は、pH計が壊れたことと蒸留塔内に滞留した過メタノール量との関係です。横軸が時間で、縦軸が蒸留塔の中に溜まった過メタノールの量です。きちんと中和がされていれば、pH 6～pH 8になり、ほとんど蒸留塔には爆発物が溜りません。ところが事故のあった日はpH計が壊れpH 3で運転されていました。pH 3ではこの線に沿って時間とともに爆発物である過メタノールが蒸留塔内に溜まっていきます。

「計器は壊れることがある」という安全対策上重要な前提を忘れて設備設計していたことが、事故の発生要因の一つです。残念ながら、pH計故障の備えはしておりませんでした。

③ 蒸留塔の運転停止操作はどのようにして採用したのか？

爆発物質が蒸留塔に供給されていても、それだけでは事故にはならず、蒸留塔の運転停止操作が行われて始めて事故になりました。爆発物の沸点は87℃で、水(100℃)とメタノール(64℃)との中間の温度でした。蒸留塔は物質の沸点差によって分離する操作ですが、通常運転ならば、蒸留塔のピーク段での爆発物濃度は2～3%程度にしかありません。全還流操作を行っても濃度は20%程度にしかありません。全還流操作を行った後、蒸留塔の下部から蒸気を吹き込んでメタノールを追い出した「焚き上げ操作」を行った時に初めて40%という濃度に達しました。すなわち、この運転停止操作が採用されていなければ事故にはならなかったわけです。この運転停止操作は、蒸留塔の装置メーカーから提案され、現場サイドで採用したものです。

後から調べると、蒸留塔の事故はほとんどが微量物質の濃縮によって起きておりました。すなわち、この運転停止操作の採用は極めて危ない方法を選んだことになります。

事故は、①爆発物質が存在したこと、②pH計が壊れて自動制御されていたため酸性状態で運転されたこと、③蒸留塔の運転停止操作が不適切であったことの3つの要因が重なり合って起きました。

(4) どうすればよかったか

私はここで皆さんと一緒に、「どうすれば良かったか」を考えてみたいと思

います。

私は開発の当事者です。最初の問題は、「10年間のパイロット研究をして工業化したのに事故が起きたということで、その判断は良かったのだろうか」ということです。パイロットから実装置にスケールアップする際に「何を注意し、会社として、どのようなシステムを採用すればよいか」という課題です。この事故は、この課題を開発サイドの技術者や経営管理層に投げかけています。

では、生産サイドはどうでしょうか？

私は計器が故障したといましたが、「計器や設備は壊れることがある」のが現実で、国際的には、「機械は壊れる事」を前提に安全対策が打たれます。このプロセスもpH計が故障しなかった3ヶ月間は無事に運転できていました。pH計が壊れることを想定して対応策をとっていなかったことが、今回の事故の原因になります。このように設備や計器の故障が事故の原因になることはしばしば起きます。雪印の集団食中毒事件も発端は電気室に氷柱が落ちて停電になったことでした。

「リスクアセスメントをきちんと実行する事」この事故が設備やシステムの設計者に問うていることです。

蒸留塔で液をグルグル回す停止操作をしたといましたが、「何故、この方法を採用したのか」ということが問題になります。日本の生産技術力が高いのは現場力の賜物ですが、最近、熟練技能者が少なくなり、かつ、自動化の進展とともに運転員そのものの数も減少しています。この結果、現場はかつては提案の良し悪しを判断する力を持っておりましたが、最近提案の是非を判断するだけの力が弱くなっているように感じます。現場力が低下しているわけで、最近、現場が「良かれ」と思って提案したことを実施した結果、事故が起きてしまったという事例が増えています。JCO臨界事故も作業員3人が「良かれ」という方法を実施した結果、事故が起きてしまいました。

「現場からの提案を会社としてどうやって採用するか、その仕組みがちゃんとできているか」が問われています。このことは「変更管理」の問題として捉えることができます。「しっかりやればいいじゃないか」と思われるでしょうが、「現場からの改善提案という芽を摘まないようにしながら、かつ、採用してもミスが少ないシステムをどうやって作っていくか」これが、製造業各

社が抱えている大きな問題になっております。

私は10年間パイロットで研究したといたしましたが、技術を全部完成してから工場に導入したわけではなく未熟な部分がありました。今日は詳しくはいえませんが、その未熟な不具合があったことが今回の事故につながっています。日本のこれまでのやり方は、技術的に未完成な部分があっても工場に導入し、生産していく中で技術を確立してきました。現場力が低下してきたときに、「この方法のままでよいか」ということになりますが、「ある程度まで完成した状態での導入を認めなかったら、技術確立に時間はかかるし、現場サイドの改善意欲も殺がれてしまう」それが大きな課題だと思います。

何がいたいかといいますと、「現場を受け持つ人に、不具合があった時に、生産を止める権限を与えねばならない」ということです。未完成で持ち込まれた技術には不具合が生じることがありますが、現場の責任者としては生産スケジュールがセットされていると運転を止めにくいのが実情です。そこで無理をすることになりますが、この事故も現場としては「生産を止めたいが、やらざるを得ない」と思って頑張ったところに、前述の蒸留塔運転停止操作を採用した背景がありました。

現場の責任者には「プラントを止める権限を与えねばならない」という事を強く申し上げたいと思います。

(5) 心に残る反省点

最後に、以下の3点が心に残ります。

- ① 途中段階で、爆発物質を見つける事が困難であったのは事実ですが、「なぜ見つけられなかったのか?」「どうすれば良かったのか」という問題が残ります。
- ② 爆発物質の存在を知らずに3ヶ月生産したことになる。現場の方に大変な負担をかけたことにはなるが、分からないで運転していると、事故になってしまうのだろうか?
現場はどこまでプロセスの中身を知らされて運転しているのだろうか?
ほとんどの場合、分からないまま運転しているのではなからうか?
- ③ 未完成な技術で生産すると危ないのだろうか?

それは日本の今後の技術力確保のためには必要ではないか？

それぞれを検証してみます。

最初の問題ですが、痛切に反省したことは、私自身に「危ない」と思う気持ちが足りなかったということです。事故後、調査委員長を務めていただいた吉田忠雄東大名誉教授より強く戒められた事は、「過酸化物を取り扱っているという事に、もっと慎重であるべきだ」という事でした。「過酸化物というものは、化学の世界では危ないもののリストの代表的物質です。そういうものを取り扱う以上は、10年間パイロットで事故がなかったにしても、もっと慎重であるべきです」ということを指摘され、それが大きな反省点になります。

「なぜ、パイロットで事故がなくて工場で起きたのか」ということですが、パイロットは人間が運転します。人間は計器を見ながら動かします。そうするとpH計が壊れてもそのまま動かす事はないわけです。実装置は自動化されているがゆえに、かえって危険な側面を持っていることになります。

二番目の問題です。生産する側は危険なことがあるとは知らずに運転していました。事故後、現場から言われたことは、「爆発物質があると分かっている、pH計管理が重要と知っていれば、きちんと備えをしたが、知らない以上はどうしようもない」ということでした。「その通り」といいたいところですが、実際問題として現場はどこまで分かって運転しているのでしょうか？私は工場長をやった経験がありますが、そのとき工場長というのは全部の状況を細部まで知って生産しているわけではないと実感しました。しかし、守るべき基準を遵守していれば無事に生産できるわけで、そのために基準があります。

pH計故障に対するリスクアセスメントは、爆発物質の存在を知らなければできないことではありません。pH計は中和を確実に行うために設置した計器で、爆発を避けるために設置したわけではなく、品質管理のために、pH計が故障したら、どのように対処するかという備えがあるべきでした。すなわち、pH管理を品質管理上の重要項目と認識していなかったという事になります。

蒸留塔の運転停止操作の採用は作業方法変更の問題です。改善提案をどのようにして採用するかというシステムの問題です。マニュアルを遵守する事

が基本で、それを変更するなら、変更するための手続きをとってから行なうというルールを徹底する事が必要だと思います。

三番目の問題は、生産側の使命は品質を確保して予定の生産数量を確保することで、責任者はその方向で判断し経営もそれを期待しています。仮に、プラントに不具合があり、運転を止めないと危ないと思う時、「プラントを止める権限を現場の責任者に与えているかどうか」ということです。多くの事故は経営上の暗黙の要請が強く働いたために、現場が無理な運転をしたことから起きています。「安全第一」とはいいいながらも、現場は「生産第一」で考えていることになります。しかし、事故が起きれば責任は現場が取ることになり、経営者が訴追される事はまずありません。それならば経営からの要請を拒否できる権限を現場が持てるようにすることが必要であると思うわけです。

もう一ついえることがあります。事故は、黒いものを白くする脱色工程で起きたのではなく、蒸留という化学工学でいうと単位操作となっている工程で起きました。このことは一生懸命に研究してきたところで事故が起きたのではなく、大丈夫と思い、力を掛けていなかったところで事故が起きたことになります。これは試験勉強と一緒です。山をかけたならそこは一生懸命勉強するので対応できるが、山をかけなかったらそこは勉強していないのでお手上げになります。全く同じことがこの事故で起きたと思っています。研究者は危ないと思ったところは細心の注意を払うけれども、なんとかなると思って手を抜いていたところで事故が起きた。これが大きな反省材料です。

(6) 技術者の責任

この事故は多くの方に助けていただいて、プラントは無事に運転を再開し、その後、順調に生産を続けています。事故が起きたときに私は45歳でした。多くの人から慰めの言葉をかけていただきましたが、「お前はまだ45歳だ、頑張り」「どんな会社も事故を経験している。事故を克服した会社が今日繁栄している会社だ。お前もしっかりやれ」と言われたことが強く心に残っております。その次に言われたことは、「この事故の責任は、どうしたらとれると思うか」と訊かれたことです。そして、「責任の取り方というのは、どういう原因で事故になったのかをきちんと社会に公表して、同じような事故が他で

起きないようにすることだ」と諭されました。

この事故の概要は安全工学誌で公表しています。また、このように皆様の前で話す機会があると、蒸留塔爆発事故の内容と反省事項の説明をしてきました。これが、技術者が責任を取ることだと思っています。

2. 最近の事故

さて、次の話題に移りたいと思います。

昨年の日経新聞に掲載された「事故の発生件数は減っているが、重大事故は増えている」という記事を見て、皆さんはどのように思われるでしょうか？

なぜでしょうか。事故発生件数が減れば重大事故も減るはずなのにどうして増えているのでしょうか？新聞はこのように解説しています。「現場力が低下している。現場を知っているプロが減ってきた。重大事故が起きないので、安全への危機感が薄らいでいる。現場での安全管理に問題がある。」このように書きます。私はこの解説が間違っているとはいませんが、具体的にどうせよといっているのでしょうか？

私が言いたいのは、これが評論家と技術者の違いであると感じるのです。皆さんは、現場で実際に物を作る立場になる人です。現場力が低下しているといたら、「お前はどうか対応するか」と聞かれます。低下しつつある現場力をどのように向上させていくかが、技術者の仕事だからです。危機感が薄らいでいるといたら、「どうやって危機感を持たせるか」と対応策を求められます。そして、対応策はしばらくすると、実際の場での結果が出てきます。それが私たち技術者の厳しさだと思います。

これは昨年の12月に起きた三菱化学(株)鹿島事業所の火災事故の写真です。ここは名古屋ですから鹿島で起きた事故はそれほど報道されなかったのかもしれませんが、この事故で4名の方が亡くなられました。どのように管理体制を立て直していくかが問われています。事故原因として分かっていることは、「仕切り板の交換時に、配管に取り付けられたバルブの弁が何故か開いてしまい、そこから内溶液が噴出して事故になった」ということです。大事なことは、「なぜ閉まっていなければいけない弁が開いたか」です。そこにどのような管理上の問題があったかをしっかり突き詰めて対策を打たないと、同

種の事故が起きる事になります。また、「これに対し管理体制や仕組みをどのように見直したか」が、他社にとっても参考になるわけです。日本の代表的な企業である三菱化学(株)という日頃から安全に力を入れている企業でも事故が起きた。そこに日本社会が安全確保に対して抱えている大きな構造上の問題があると感じるわけです。私たち技術者の使命は、このことの解決策を提案し、それを社会共有の財産とすることだと思います。

しかし、そこには日本の事故原因調査に対する大きな問題があります。アメリカでは事故原因の究明に貢献した説明に対しては免責措置がありますが、日本では正直に説明すると、その内容に基づいて刑事罰が課せられます。最近、学術会議を中心に原因究明に貢献した説明に対する免責の機運が出てきましたが、日本も早く「罪を憎んで人は憎まず」の体制にならないものかと願っています。

KYTという言葉があります。KYTとは危険予知トレーニングのことで、Kは危険のK、Yは予知のY、そしてTはトレーニングのTです。現場では仕事を開始する前に、「今日は何が危ないのか、それを防止するためには何を注意するか」を話し合います。これがKYTで、この地道な活動が日本の安全確保に寄与してきました。しかし現場から人が少なくなってくると、「KYTが今のままでよいのだろうか？昔は何かで行っていたKYTが、最近では一人で行う『一人KYT』になっているが、それで従来のようなKYTの水準が保たれるだろうか」という事が懸念されます。日本の技術者は優秀だったといわれます。「今も本当にそうなんだろうか」「そのような認識をされていて良いのだろうか」そういうことを、私たち技術者は考えなければならないと思います。

日本の安全に対する見方は、グローバルスタンダードな見方と大分ずれています。国際的には危ない場所があったら、注意を喚起して防ぐ前に、施設設備やシステムを安全側にして、人間がミスをしても事故が起きないようにします。JR西日本の脱線事故の例で言いますと、事故原因を運転士の不注意と捉えるのではなく、運転士が誤ってスピードを出そうとしても、自動列車停止装置などを設置してスピードが出ないように考えるのが、グローバルスタンダードです。

今日はこれから4つの事故の事例を紹介いたします。

私がこういう話をすると学生の方からは「技術者というのは厳しいな、私は嫌だ」といわれるんですが、だけど私は「技術者の最大の喜びは、自分の作ったものをみなさんに使ってもらえること」だと話をします。「その喜びがあるから技術者は厳しさがあっても耐えていける」と思います。それをこの4つの事例で話をしていきます。まず、最初は美浜原発の配管破裂事故です。

(1) 関西電力美浜第3原発配管破裂事故

関西電力の美浜原発配管破裂事故は、5名の方がなくなられ、6名の方が軽傷を負った事故でした。これが配管破裂後の写真です。配管の厚みは当初10mmありましたが、事故発生時には、エロージョンのために一番薄いところで0.4mmにまでなっていました。配管の厚みが薄くなったために140℃の熱水が噴出してしまい、そこで作業していた人が被害にあったという事故です。これだけを聞かれるとこれは原発と書いてあるので原発特有の事故だと思われると思いますが、同様の配管は火力発電所にもあるので、経済産業省は事故後、直ちに全国の原発、火力発電、水力発電における類似箇所をチェックするように指示しました。そしたら、原子力よりも火力、水力の方がはるかに危なかったという結果が出てきました。何を言いたいかといいますと、この事故は原子力発電所特有の問題ではないということです。他の発電設備だって考えられる事故なのに、原子力だと大きくクローズアップされてしまうところに、技術者が原発についてもっと説明し、社会から理解を得るようにならなければならない課題があります。

この事故はなぜ起きたのか、配管の破裂箇所はここですが、この場所は点検リストから漏れていたために28年間点検されていなかった。私が報告書などを読んで考えたことは、少なくとも3回は未点検であることに気づく機会があったということです。なぜそう思うかといったら、自分が同じ技術者だったら、そのように行動するだろうと考えるからです。それが冒険でいったことで、「皆さんがその当事者だったならばこのように判断するか」ということです。1回目はアメリカのサリー原発で起きた配管破裂事故です。同じ原発で配管の破裂事故があったら、普通は自社の同種の設備を点検します。ライオンが事故を起こした時に住友化学(株)を訪問しました。そしたら先方は「ラ

イオン(株)蒸留塔事故」と書いたファイルを持ってきました。「どうしてですか」と聞いたら「今は事故が減っているじゃないですか、そうすると他の会社がやった事故を見て、自分の会社の類似設備を見直すことを徹底しているのです。」という答えが返ってきました。このときも関電は調査をM重工に依頼しています。その時のチェックが甘かったということになります。

2番目の機会は何かといいますと、これは事故が起きる前の年のことです。N社と書きましたけれど、メンテナンスを請け負っていた下請け会社がさきほどの配管の当該箇所が点検リストから漏れていることに気がつきました。「他の原発ではこの箇所が点検されているのに、この原発はやっていないからおかしい」ということで気付いたといっています。その時どうしたかといったら、図面の修正をして済ませた。つまり関電にはそのことが伝わっていませんでした。

3番目の機会、11月にN社が「これではいかん」と思って、配管の点検漏れを関西電力に報告しました。関西電力は聞いていなかったといっていますが、この時にきちんと対策が採られていれば事故は起きなかったと悔やまれます。定修は8月に行われますが、関電も少なくとも8月以前には、当該箇所が長年未点検であることを認識していましたが、あと少しで定修になるので、定修時に確認するとして運転を継続しました。何故、運転を止めなかったのでしょうか？原子力発電所というのは1年間連続して運転し、定期点検を経てまた1年間連続で動かします。電力会社は電力コストの安い原子力発電をコンスタントに動かして、需給調整は火力発電所で行っています。したがって、未点検と分かっても何とか定期点検まで運転を持続させて、定期点検時にチェックし、まとめて補修するという考え方をします。事故は定修を開始する5日前に起きました。惜しいとは変な言い方ですが、あと少し設備が持ってくれば惨事にはならなかったわけです。

「みなさんが点検漏れを見つけた人だったならばどう行動しますか。その時設備を止めますか」それが実際の企業の中で、みなさんが遭遇する事になるジレンマです。相手にどうやって訴えて理解してもらえるかです。実際に裁判でこのことが問題になりました。

敦賀簡易裁判所判決ではこう書いてありました。関電は2004年7月末～8月初に、また、グループ会社の日本アーム社員は、03年11月頃、破損した

配管が美浜3号機の運転開始以来、28年間未点検であったのに気づき、事故の可能性を予見できたのに、適切な処置をとらなかった。

課長以下の関係者は刑事罰を受けましたが、経営者は罪を問われておりません。それが意味するところは、誰が現場で実際に判断し行動したかで罪が問われているということです。でも裁判長も分かっています。「本当は、長年、管理がずさんであったことの結果として、こういう事故が起きた。だから個人だけに責任を問うのは公平ではないけれども、しかし実際に止めることができるのはこの人たちだったんだ」といっているわけです。

この裁判が技術者に問うていることは技術者の注意義務です。

技術者が何を注意しなければならないかです。「この場所が、28年間点検されていないことに気づいたら、技術者として行動すべきであった」といっているわけです。下請けで点検を請け負っている会社は、決められた箇所を点検せよといわれています。だから点検漏れを指摘することが業務ではありません。しかし「危ないことがあると知ったならば、技術者は行動せよ」といっているわけです。

「もしそのことが本当に危ないかどうかはわからないけれども、気になることだったらどうしますか？」このことも同時に私達に問いかけていることです。

こういうことは現場で実際に起きる話です。

これに対してこの裁判はこう言ったわけです。最初に言ったことは、「こういうことが分かったら、自分の業務ではなくてもちゃんと行動しなさい」その次に言ったことは、「分からない、どうするかという時は誰かに相談しなさい」ということです。

今日は時間の都合で詳しく話しませんが、よく技術者倫理の教材でよく取り上げられる事故で、「チャレンジャー号の爆発事故」があります。NASAの当事者は、組み立て会社から打ち上げ延期の要請が出ていることを上の方に報告していませんでした。なぜそういうことをいうかといいますと、「ものごとを撤退する決断は上でないといけない」ということです。NASAは事故後報告体制を整備しました。

みなさんは、将来、これと類似の状況に遭遇すると思います。

① 分かっていたら、当然、自分が動かなければならない

- ② 他の人に影響を与えるかもしれないが良く分からないことがあったら、ちゃんと上の人に報告する。

この事故は、この技術者としての行動の心構えを私達に教えています。これが「事故から学ぶ技術者の行動」です。

(2) JCO臨界事故

JCOの臨界事故はどういう事故だったのか、これも聞かれたことがあると思います。

新聞はなんと報道したでしょうか？杜撰な管理で事故が発生した。原子力用のウラン燃料を、バケツを使い、柄杓を使うという杜撰な行為で作業し事故を起こした。

私が事故調査書を読んでいくと、JCOが特殊な会社でなく、似たような管理状態は、どこの会社でも起こりうることで、製造業各社が抱える問題と同じであると思いました。

「あなたがその当事者ならば」、といった立場でこの事故を考えてみてください。

実際の工程がここに書いてありますので簡単に説明します。この青い線は科学技術庁が認可した正式マニュアルです。ところが、最初の段階からこの緑の線で作ることになりました。それは納入先である動燃から40リットル毎の製品品質が一定であることを要請されたからです。そこで、JCOは生産単位である4リットルのボトルをそのまま納入しては品質のフレがあるので、各ボトル毎の製品を10本の容器に小分けして、10本分を集めると所定の量になる。その操作を10回繰り返すことによって、それぞれの容器には均一な性状の硝酸ウラニル溶液4リットルができる。これが「クロスブレンディング」という方法です。次にステンレス容器が何故使われたかという問題ですが、溶解塔は原鉱石の溶解と、その溶解品から不純物を取り除いた精製品の溶解のために2度使用されておりました。すなわち原鉱石を溶解後、溶解塔の内部を洗浄して再度使用することが必要でした。放射性物質の洗浄は大変であるといって、ステンレス容器を使えば面倒な溶解塔の洗浄作業などが効率化できると考えたわけです。その次に行われたことは、クロスブレンディングを効率よく行いたいということで、貯塔を利用して均一化作業を行うことに

なりました。この方法が社内マニュアルの方法です。事故が起きるまでは、この社内マニュアルに沿って生産されておりました。ところが、事故当日、貯塔の下部に取り付けられた液の取出し口が床から10cmしかないために、もっと容易にできる方法はないかということで、沈殿槽の利用が考えられました。この沈殿槽を使ったことが事故の原因になりました。

原子力関係の設備は臨界条件に至らないように形状制限がされていました。溶解塔と貯塔は形状制限がされていました。形状制限というのは、仮に想定量以上のウランが入っても形状的に臨界に達しないように設計されていることで、沈殿槽は形状制限がされていない設計になっていました。

しかし、同じ場所に3つの槽が並んでいて、二つは形状制限されているために質量オーバーしても臨界には至らないが、沈殿槽は形状制限されていないので、質量制限を守らないと臨界に達することになります。このことは大事なことなので後でもう一度話します。

当日はスペシャルクルーといわれている3人が作業を行いました。この人たちは普段はこういう仕事をしていません。何をしていたかといいますと、軽水炉ラインの仕事、廃水処理工程の運転、クリーニング液処理、固体廃棄物の処理、定期検査などを行っていました。今回が高速増殖炉用濃縮度ウラン燃料製造の久々の仕事だったので、このスペシャルクルーが担当した。JCOの主力製品は、軽水炉用溶液（ウラン濃度3～5%）で、高速増殖炉用ウラン燃料（ウラン濃度18.8%）は、売上の2%で1～2年に1回程度しか生産がないために、このスペシャルクルーが担当しました。

安全の防止策はなかったのか。

私は先ほど言いましたが安全の防止策は2つ実施されていました。一つは質量制限を守ることで、一定量以上のウランを取り扱ってはいけないということです。もう一つは形状制限ということで、容器の形状を細長くして、単位体積辺りのウラン量が臨界に達しないように特殊な形状になっていました。すなわち仮に質量制限を越える重量が供給されても臨界条件に達しないように設計されていました。貯塔と溶解塔はこの形状制限がされている設備ですが、沈殿槽にはこの配慮がありませんでした。

何回も同じことを言っているのは、事故調査報告書には作業者の錯覚によって今回の事故が起きた。錯覚とは沈殿槽も貯塔と同様に形状制限されている

と思ったのではないかということです。安全軽視というよりも業務改善追求を行っていった結果、ステンレス容器が使われ、そして今度は沈殿槽を使ったということです。

臨界事故報告書の中にはこのように書いてあります。

<事故の直接的原因> 使用目的が異なり臨界安全形状に設計されていない沈殿槽に、臨界量以上のウラン(16.8kgU-0.2kgU = 16.6kgU)を含む硝酸ウラニル溶液を注入したことにあった。

質量制限値は定められていたが、濃度制限値が別に定められていなかったことが、処理容量に余裕のある沈殿槽を、再溶解後の高濃度の均一化工程に使ってもよいのではないかと錯覚を作業員に与えたおそれがある。なお、全濃度臨界安全形状(濃縮度20%以下)に設計された貯塔を過去に同じ目的に使用しており、その際に質量制限値を大幅に超えても臨界にならなかったことが今回の錯覚の背景にあるものと思われる。

大事なことを言います。事故報告書には「錯覚を作業員に与えた」と記載されています。

どういう錯覚をしたのか。使用目的が異なり、臨界安全形状設計されていない沈殿槽に、所定量以上のウランを入れても良いと錯覚したと推定されるのです。沈殿槽には質量制限があるが、他の装置は多少多く入っていても大丈夫のように設計されていた。3つ並んでいる装置が全部形状制限されているんだと錯覚したように思えるのです。

事故後、臨界に対する基礎教育を行ってこなかった会社の責任が問われましたが、実際に起きたことは、錯覚という内容です。事実、作業副長はこの方法でよいかを核燃料取り扱い主任者に聞いています。そこで相談内容のコミュニケーションの問題があった様で、核燃料取り扱い主任者からストップがかからず、翌日、沈殿槽に大量の硝酸ウラニル溶液を投入してしまいました。

さて、どうすればこのような事故を防げるでしょうか？

問題点は、この3人がこの沈殿槽を使おうと提案したことに対して、ストップがかからずに実施され、社内でチェックする仕組みがなかったことです。ライオン(株)の事故も同様の問題がありました。現場の提案をやってしまったら事故になった。

管理上の問題としては、安全管理グループ長や核燃料取り扱い主任者の承認

を得るなどの技術管理上の適正な手続きが定められていなかった。作業手順書は、貯塔を用いて均一化を行なうことになっており、この変更をしないで、提案を実施した。その際に安全管理グループ長や核燃料取り扱い主任者の承認を得ないまま、沈殿槽を使用したことは適切ではないと記載しています。

裁判結果は、事業所長、製造部長、計画グループ長、みんな罪になりました。何が罪だったのか。事業所長、製造部長、核燃料取扱主任者、職場長は本来実施すべき作業を守らなかった。また臨界教育をきちんとやっておかなかった。計画グループ主任は、核燃料を取り扱う資格もっている人でした。この人は副長から、沈殿槽で、本件操業での混合均一作業において7ハッチ分のウランを注入して、攪拌・混合する作業を求められた際、臨界が起こる危険性が高く、これを承認しない義務があったにも関わらず、これを守らなかった。

また、副長は本来の工程を守ってやるべきだった。

これが事故の原因だといわれています。「何が問われているか」と言いますと、基準遵守の徹底であり、変更したいときには、社内での変更手続きを行ってから実施するというルール確立です。その変更手続きを承認する会議には、専門家である安全管理者や核燃料取り扱い主任者をきちんと参画させる必要があるといっています。

「この事件が問いかけていることは何か」

作業者は何がいけなかったのか。さきほど錯覚といいましたが、マニュアルをきちんと守ろうという厳しさがなかったということです。たとえ、正式には承認されていない社内マニュアルでも、それに沿って製造していれば臨界事故は起きておりません。

経営者・管理者は何が問われているのでしょうか？

今まで一回も本来の工程で作っていないということは、マニュアル通りに作らなくても良いという雰囲気を会社内に作り出したことになります。管理者にルール遵守の厳しさが欠けていたことになります。管理とは、「やってはいけないことをやってはいけないこととして徹底すること」で、このことを明確に指導しておかなかった責任が問われています。

専門家はどうか。危ないと相談されたら、その相談されたことに対して、危険があるならば止めなければならぬということです。核燃料取り扱い主

任者はおそらく通常品濃度と勘違いがあったのではないかと推察しますが、仮にそうだとすれば、相手の質問内容をきちんと確認して答える必要があるということになります。

経営者も責任があります。長年にわたって、正規マニュアルでない方法で生産してきたことを容認し、専門家をきちんと処遇していなかったこととなります。やはり専門家をちゃんと処遇して権限を与える。それがこの事故が私たちに問うたことだと思えます。

(3) 集団食中毒事件

次は雪印で起こった集団食中毒事件です。これはリスクマネジメントの観点から多くの課題を我々に投げかけています。まず事故の概要を説明します。これは雪印のHPに掲載されている内容です。

この事故は、2000年6月21日にお客様より「大阪工場製造の低脂肪乳を喫飲後、嘔吐・下痢などの症状が出た」というご連絡をいただいたことから明らかになりました。

調査の結果、当社の大樹工場で起こった突発的な停電に端を発していることが判明しました。この停電により、脱脂粉乳を製造する工程に温度管理の不適切な箇所が生じ、黄色ブドウ球菌が増殖し、エンテロトキシンが産生されました。この工程で製造された脱脂粉乳が当社大阪工場において低脂肪乳等の原料となり、製品として出荷されました。そのため、関西地域を中心としたお客様に多数の発症者（14,849人）を出すに至ってしまいました。

事故の経緯を説明します。2000年3月31日北海道の大樹工場で電気室に氷柱が落下し、停電トラブルが発生。そのとき、製造中の脱脂粉乳の原料乳が加温された状態でプラントに約3時間滞留してしまいました。その間に黄色ブドウ球菌が大量に増殖し、毒素エンテロトキシンが産生してしまいました。この毒素は耐熱性毒素で熱を加えても死ななかつた。

4月1日製造した脱脂粉乳中に社内規定を上回る一般細菌数を検出しました。そしてその製品を一旦はよけました。しかし10日に別の牛乳と混ぜて再利用しました。

この工場の幹部は再利用した理由を次のように説明しています。「実は1年半前にも基準を上回る菌数を含んだ脱脂粉乳を使用したことがあったが問題

は生じなかった。牛乳は最終工程で高温殺菌するので大丈夫」と考えた。

このことを聞くと皆さんはとんでもないと思われるかもしれませんが、それは食中毒事件が起きたことを知っているからで、事故が起きる前に、「基準以上の菌数を含む脱脂粉乳があるが、廃棄すれば問題はないが、それでは工場の経営成績が苦しくなる。」

背景には、牛乳はスーパーの目玉商品とされ採算ぎりぎりのところで生産していることがあります。

あなたが工場長であったら、どうしますか？

これは不良品だから除くという決断ができるかという問題です。経営が非常に苦しくなるという背景を理解しないで、再利用する決断がおかしいというのは、あまりに安易であると思います。工場長は、検査の結果、確かに菌が多かった。会社の基準を超えているが、一年半前も同じようなことがあったし、牛乳というのは最後に加熱殺菌するし大丈夫であろうと考えたわけです。技術者はこのようなジレンマの中でどう決断するかを迫られるわけです。必ずしも、十分な情報があるわけではない、それでも決断を迫られるのが工場長です。

結果から見ればその決断は責められるけれども、当事者としてみなさんが同じ立場ならばどうしますか。本当にそれがおかしい判断だといえるのか。そこをしっかりと考えなければ、類似事故はまた繰り返すことになります。これがこの事故が私たちに問いかけていることだと思います。この事故は3つの問題点があります。

- ① 事故後の対応：消費者からの訴えに対する対応の遅れが被害を拡大
- ② 設備故障に対する備え：ツララが落下し停電になったために黄色ブドウ球菌が増殖
- ③ 品質管理の問題：前述の基準を上回る菌数の脱脂粉乳をどのように処理するか？

第1番目の問題は、みなさんは結果を知っているので対応が遅いと言います。確かに、お客様の父親から窓口に電話があってから回収決定までに2日かかっています。

そこで質問ですが、皆さんが窓口の担当、あるいは回収を決断すべき立場の人であったとして、何日で回収の決断ができますか？決断の前に「もし聞

違ってうちの製品ではなかったら後で責任問題になる」「他の食べ物との組み合わせと言うことはないのだろうか」を調べるのではないのでしょうか？「慌て者が粗忽な判断するから、損失を出してしまった」といわれないように調べるのではないのでしょうか？それをやっている間に時間が経過してしまったというのが最初の問題です。このことを個人の責任に帰してはまた同じ状況が起きます。

雪印はどう考えたのか。「個々人に判断させたら無理だ。回収判断の基準は組織が決める。今後、お客様から同じロットの商品で2件の申し出があった時点で、お客様センタのアラームが点灯するようにし、商品安全保証室長が重大化の判断をする」と決めたのです。日和佐信子、古谷由紀子さんなどの外部有識者を集めた雪印の決断を高く評価しています。「一人一人の判断にしたら、担当者は迷う。会社が基準を決めたということは、もし損害がでてでも会社が責任をとる」ということです。そういう対策を決めることがリスクマネジメントで再発防止策です。経営者がいくら謝っても、具体的な方策が実行されないと再発防止はできません。そして、その後の品質管理体制は、雪印のHPにも出ていますが、毎日19時に商品安全保証室長より、社長はじめ役員関係者に、品質課題の有無と概要を報告するようにし、対応の遅れない様に仕組みを作っております。

2番目の問題はリスクアセスメントの問題で、多くの事故に共通する課題です。

3番目の問題は、基準逸脱品をどのように扱うかという問題です。一つは最終的には加熱殺菌するので大丈夫という考え方は、乳業界での一種の常識でした。今回の食中毒事件で見直されたでしょうが、私達だって、日常的には少し疑わしいものがあると加熱してから食べているではありませんか？なぜ、問題が生じたか？それは脱脂粉乳に含まれていたのが耐熱性の「エンテロトキシン」という毒素であったからです。

再利用の判断は工場長を交えて行われました。「エントロトキシン」が耐熱性菌であることを知らないのはおかしいとマスコミは言いましたが、私は自分が工場長をしていた経験で言えば、工場で生産に従事している人が全てを知っていることはないと思います。仮に、知っていて再利用したのなら、それは救いようのない話になります。技術者にはそんな人はいないと思います。

私はこう考えます。基準遵守の徹底と、ルールを変更する際の仕組みが必要である。

前の年に基準を少し上回っても大丈夫だったので、少し基準を超えてもよしとする。これを「基準逸脱の正常化」と呼んでいます。多くの事故やトラブルの原因になっています。基準逸脱行為が日常化してしまっただけ。これをどうやって防ぐのか。それが今問われていることになりませんが、基準遵守を徹底することしかないと思います。そして、基準の変更をしたいときは、基準を社内手続きに従って、専門家を加えて審議し、基準変更を行ってから実施する。これが「変更管理」に対するルールです。

今回の場合、脱脂粉乳は製造後10日して再利用されています。ここまで待ったのなら、専門家に問い合わせ、大丈夫かどうかを評価してそれから再利用すればよかったです。

(4) JR福知山線脱線事故

JR福知山線脱線事故について述べます。

この脱線事故はスピードの出し過ぎによって起きました。半径300mのカーブに116km/hの速度で突入したために脱線したといわれています。原因は運転士のスピードの出し過ぎといわれていますが、リスクアセスメントの立場からは、運転士がスピードを出そうとしても出ないように設備上の対応措置がとられていなかったことが問題になります。従来半径600mのカーブを300mのカーブに変更する際、どのように設備対策を行ったかが問われています。

「本当に運転士の不注意によるものなのか？」国際的には「人間は過ちをす。機械は壊れる」ということが安全確保の前提になっていますが、そのことを忘れた経営者、設備技術者の責任ではないかと考えるわけです。事故のたびにヒューマンエラーが問題になりますが、人間がミスをしてそれが事故に繋がらないように、設備やシステムを考える必要がある。国土交通省に、ヒューマンエラー事故対策防止検討委員会というのがあります。そこでは以下のようにまとめられています。この報告書は福知山線の脱線事故の後にまとめられており、十分、福知山線の脱線事故を意識しております。

① 交通事故の多くにおいて、共通する因子として「ヒューマンエラーと事故

との関係」が指摘される。

- ② 事故やトラブルが発生すると、人間のみが問題視されるが、エラーの背景関係を調べ、システム全体で防止策を検討することが重要。
- ③ ヒューマンエラーは発生するものとの認識の下に、企業風土や組織にあり方、個人の教育、企業防止技術など総合的な対策が必要。

人間のエラーは起こるものとの認識の下で対策が必要だといっていることになります。このことを交通事故の例で見えます。この図は交通事故の発生件数、死亡事故発生件数の時系列変化をまとめたものです。青い線は交通事故の発生件数、赤い線は交通事故で亡くなった人の数を示しています。途中まではほぼ同様の傾向を示していますが、平成に入ってから事故の数は増えても、亡くなる人は減っています。これは何を意味するのでしょうか？

警察庁は平成以降、シートベルト着用率が向上し、エアバック装置が導入され、さらに飲酒運転の規制が強化されたためと説明しています。「注意せよ」というだけじゃあだめだというわけで、具体的な設備対策や飲酒運転に対する規制などがあって、初めて人身事故が減ったと説明しています。注意というだけでは増え続けていた死亡者が、具体的な対策を採ることによって初めて減少に転じたということです。

「事故というのは本当に人間が原因なんだろうか」わたしは十分な原因調査をしないで、安易にヒューマンエラーにしているように感じます。2003年に経済産業省が産業事故に対する中間報告書をまとめました。そこでは事故の8割は人的エラーに起因しているとまとめています。しかし、高圧ガス保安協会がまとめたコンビナートの事故の報告書では、人的エラーに分類された事故も内容を分析すると、システムエラー64%、人的エラー36%。となり、純粋なミスに起因する事故は4割程度としております。「ミスや誤使用があっても、それが人間に危害を加えるようなことがないようにすること」それが安全確保の要諦です。自動車の例は、運転ミスをしてそれが死につながないように、シートベルトやエアバックを装備したわけで、このような設計を設備の本質安全化といいます。

安全対策をどのように考えるかについても、日本はグローバルな考え方や乖離しています。日本は注意することによって事故は防げると考えますが、

国際的にはスリーステップ法を使えとっております。スリーステップ法とは、まず第1に本質的安全設計によるリスク低減、次に防護措置によるリスク低減、それでも対処できないことには安全のための注意情報を与えることにし、対策の優先順位を明記しています。

この図は機械安全について向殿先生がまとめておられるもので、最初にやるべきことは本質安全設計、その結果、リスクはここまで下がります。本質安全設計とは、例えば電気洗濯機の脱水機です。脱水機は蓋を開けると回転が止まります。逆にふたを閉めないと脱水機は回転しません。これは回っているところに手を入れたら危ないからで、注意しても人間は中に手を入れてしまうからです。そのような設計をすることが本質安全設計です。

防護とは例えば、ロボットを運転するときガードを設け、人間が近づけないようにします。人間さえいなければ人身事故にならないからです。それでもだめなら使用上の安全情報を徹底させてからやる。それでもいくらかのリスクは残る。それがこの図です。

次に日本と欧米の安全に関する考え方の違いについて説明します。

日本は事故が起これば原因は人と思っています。欧米はそうではなくて、原因は技術にあると思っています。

人が原因と考える日本は、事件が起きれば、規制を強化し、管理体制をきちっとやります。教育訓練をしっかりとやらなければならないと考えるからコストがかけにくくなります。

欧米はこれに対して、人は必ず間違いを犯すものだから技術力の向上なしに安全は確保できないと考えます。設備をきちっとしなければならぬと考えるから安全にコストをかけます。

日本は事故発生件数を問題にする国ですが、欧米は件数ではなく強度率を問題にします。かすり傷は起きても許容できるが、人の死や、休業に繋がる事故はいけないと考えるのです。

3. 技術者の責任

技術者はどんな責任を負っているのかについて説明します。

私は、今日、ときどき、みなさんに「実際に当事者になったつもりで、どう判断したか」を質問しました。事故が起きた時、誰が現場にいたでしょうか？技術者ではなかったでしょうか？誰がJCOの事故の際にこの方法でやろうと言い出しましたか？そして誰に相談しましたか？私は実際に判断している人が技術者であることに、技術者の大きな責任があると思っています。

技術者のもっとも大きな責任は科学技術の危害を防ぐことです。そして技術者が現場で判断をする機会が最も多いということは、科学技術の齎す危害を防ぐことができる可能性を最も多く有していることになります。そこに、技術者の大きな社会的責任があると考えられるわけです。

「専門家の責任とは何か」科学技術はどんどん進化した結果、どんどん細分化され高度化されてきました。その内容を一般の人は分かるでしょうか。結局は専門家の判断に頼るしかありません。そこに、専門家が専門的知識に則って公衆のためにきちんと判断しなければならない責任があると思います。

今日、多くの事故の話をしました。ライオン(株)の事故もなぜ起きたのかと申しましたら、実は商品発売上、どうしても作りたい数量がありました。この数量を確保したいという経済的要請があったのです。この経営からの要請に、工場はムリを重ねて事故になったとも言えるのです。私は技術者の判断というのは、多くの場合、経済的要請によって狂わされると考えています。技術者の判断は技術に忠実でなければならないと思います。技術に忠実に判断し、その上で経営上の課題をどう判断するかを考える必要があります。この考える順番を間違えてはいけないと思います。そして、技術者はどうやって判断し、そこにはどんなリスクがあるかを公衆に説明する責任があります。

それで私たちは技術者である以上はどうやって決めたのか、そこにはどんなリスクがあるのか、それをきちんと説明する責任があると思います。それが私は技術者の責任であると思っています。

多くの場合、事故は経済的要因が背景にあるといいました。食中毒事件についても牛乳は利益商品ではなく採算ギリギリの商品でした。私が言いたいことは経済的要請が絡んだときに、技術者の判断が曇ることがあるということです。なぜ、JR西日本の事故が起こったのか、どうしても、関西の私鉄に勝ちたかったからです。そのときに、私たち技術者は、技術が本来どうあるべきかで考えなければなりません。

この技術が適用されたら、どうなるかも考えなければならないということです。JR 西日本の脱線事故でいえば、過密なダイヤを組んで、なおかつちゃんと運行スケジュールを守れといったら、どんな歪が運転手にかかるかです。私たちがいろいろなことに対して、結果に対して想像を働かせなければならないということです。

原則に立ち返るとはいったいどういうことか。基準は遵守するという事が基本です。

「ここまで基準を逸脱しても、問題がなかったからいいね」と言ってやってしまったら、食中毒事件になってしまうということです。しかし私は言い方を変えれば、こういってしまえば非難されるかもしれませんが、私たち技術者というのは、この基準逸脱の正常化をやりがちです。それを戒めなければいけないと思います。不二家事件だってそうです。本当は消費期限4日と決めているのに、なぜ5日でもよいと判断したか？5日でも経験上問題がないと確信していたからで、ここにマニュアルの形骸化が見られます。

大事なことはマニュアルを変えたいと思ったら、専門家が加わって、変更手続きをとってから、その変えたマニュアルに従って、実行することです。本来はどうあるべきか。本来はどんな姿か？オリジナルな設計が重要と書きました。自動回転ドアがわかりやすいと思います。これは畑村洋太郎先生がよくおっしゃいます。私も本当かと思って北欧にいったら回転ドアに触ってきました。自動回転ドアは触ったらちゃんと向こうのは止まりました。日本のものは引っ張られました。なぜ、そうなったのか、向こうはアルミで作っています。日本はステンレスです。重さが違います。重さが違ったら、当然回転に必要な駆動力が違ってきます。駆動力が違ったらどうなるか。片方は事故になりますし、片方はそんな危害はないということになります。だから、「オリジナルな設計はどうあるべきか」を考えなくてはいけないということです。

最後に、皆さんに技術者に何が期待されているのかももう一度考えてみるべきだと思います。

21世紀というのはどういう時代ですか。今は地球温暖化で大騒ぎしています。ガソリンの値段が上がったとっております。今世紀中に天然資源のほとんどがなくなってしまう。でもそれだけではありません。鉱物資源も

なくなります。鉄鉱石も21世紀中になくなるといわれています。銅もなくなります。どうするのか。食料はもっと悲惨です。2000年を境に世界の穀物在庫量は減ってきています。この先、人口が増えていくのに既に在庫量が減っている。そういう先行きが不透明な時代をどのように乗り切っていけるのでしょうか？ こういう時代にこそ、皆さんには、技術のわかる人が経営者になっていただきたいと思うわけです。

是非、私は皆さんにそうなってもらいたい。しかし、事故その他があった際に、責任をとられる重さに比べたら、はるかに権限が少ないのが技術者です。

権限を付与されるには、技術者は自らを律して、社会からの信頼を得られるように努める必要があります。つまり技術者倫理をしっかり守ってやっていくことが、私たちが社会から信頼を得ることになり、責任に見合った権限を持てるようになると思います。

なぜそういいたいのか、技術者は自らの身を律していかなければ、経営の分かる技術者や技術の分かる経営者にはなれません。技術の分かる経営者が、21世紀の企業活動のリーダーシップをとっていかないと、この地球がおかしくなります。それが、今日、私が訴えたかったことです。

最後になります。今日は様々な安全の話をしました。今日聞かれていろいろ思われたこともあると思います。やっぱり現場の全員が真摯に努力していくことが大事だと思います。そして、事故防止への強い決意と意欲によって、初めて事故を抑え込むことができる。

「凡事徹底」

安全のABCと書きました。このABCとは何かといいますと、Aは当たり前前のAです、BはほぼほぼしないでのBです。そしてCはちゃんとやれのCです。当たり前前のことをほぼほぼせずにはちゃんとやるのが安全の確保だと思います。

今日はこのような機会を与えていただき、本当にありがとうございました。