

## 消防庁長官賞

# 危険物施設におけるヒューマンエラー対策について

川崎市消防局 臨港消防署 田淵 一人

### 1 はじめに

「危険物施設における火災及び流出事故件数は、平成6年から増加に転じ、平成19年以降は高い水準で横ばいの状況が続いている。」

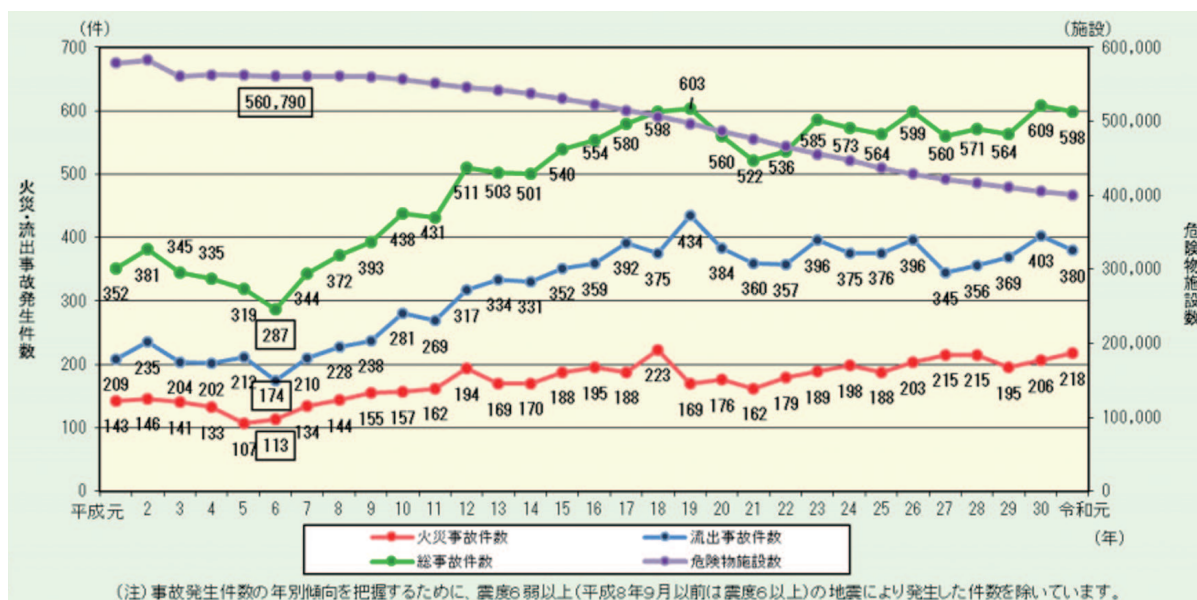
これは、今年度総務省消防庁がまとめた「令和元年中の危険物に係る事故の概要」の最初の一文であるが、危険物施設が年々減少しているため、実際は増加を続けているということになる。(図1参照)

私が勤務する川崎市においても危険物事故件数は増加傾向にあり、危険物事故防止対策は当市の重点課題として位置付けられている。

私は、平成31年4月に危険物施設の立入検査、事故調査等を行う係に配属され、「どうしたら事故を減らせるのか」と頭を悩ませたが、市民はもちろんのこと危険物を取り扱う事業所職員に怪我をさせないことを第一に考えることにした。そんな中、平成31年3月に総務省消防庁危険物保安室より発出された「危険物等に係る事故防止対策の推進について」(平成31年3月28日付け消防危第47号)に資料として添付されていた「平成元年から平成29年までに発生した危険物に係る事故の分析結果」(以下「危険物事故の分析結果」という。))に目が留まった。火災事故の6割、流出事故の4割が人的要因を主原因としており、『人に起因する事故では、スキル、経験などの「知識・能力」よりも「不注意」などの当事者の「意識」に関連した要因が多い。』という内容が特に印象に残った。そこで危険物事故を減らすためにはヒューマンエラーを防止することが重要であり、それを減らすことで負傷者が減少し、重大事故の防止にもつながるものと考えたのである。

今回は、当市におけるヒューマンエラーを原因とする危険物事故の発生状況及び管内の事業所に実施したヒューマンエラー対策に係るアンケート調査結果を踏まえ、具体的なヒューマンエラー対策について検討する。

図1 全国の危険物施設における火災・流出事故件数及び危険物施設数の推移



## 2 川崎市における危険物事故の発生状況

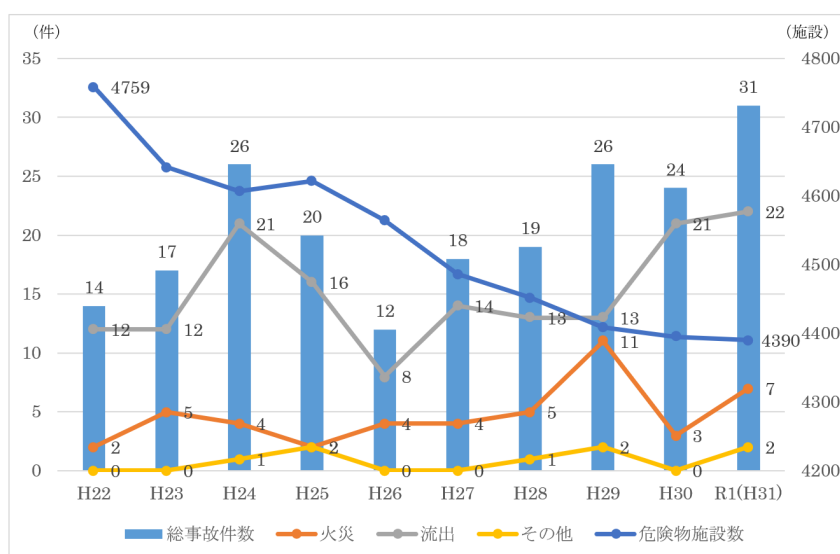
当市の危険物事故件数は、平成22年から令和元年までの10年間に於いて多少の増減はあるものの高い水準で推移しており、平均件数は20.7件となっている。平成12年から平成21年までの平均9.8件と比較すると増加傾向であることが確認できる。令和元年中（平成31年1月1日～令和元年12月31日）の事故件数については、火災事故が7件、流出事故が22件、破損が2件、合計31件で過去最大の件数となっている。

一方、危険物施設数は全国と同様に減少傾向にあり、平成22年の4,759施設から、令和元年には4,390施設にまで減少している。（図2参照）

また、市内で発生している事故のうち、8割超が石油コンビナート等災害防止法に規定する特別防災区域内で発生しており、当市の大きな特徴であるといえる。

今回は、人的要因を主原因とする事故に着目し、最近の傾向を確認するため、平成27年から令和元年までの5年間に発生した火災・流出事故の詳細を調査することにする。

図2 川崎市における危険物事故件数及び危険物施設数の推移



※平成23年の危険物事故件数は、東日本大震災に起因するもの（17件）を除く。

### (1) 火災・流出事故の発生要因

5年間の火災事故（30件）の発生要因を、人的要因、物的要因及びその他の要因に区分してみると、人的要因が17件（約57%）、物的要因が12件（40%）、その他の要因（調査中を含む。）が1件（約3%）となっている。（図3参照）

5年間の流出事故（83件）の発生要因を、同様に区分してみると、物的要因が52件（約63%）、人的要因が29件（約35%）、その他の要因（調査中を含む。）が2件（約2%）となっている。（図4参照）

図3 火災事故の要因別件数

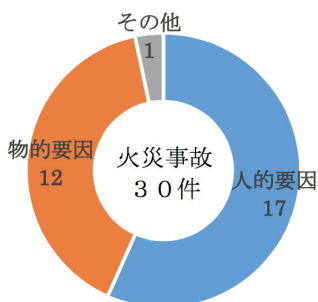
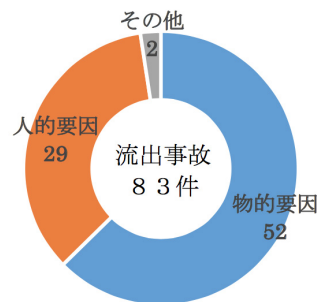


図4 流出事故の要因別件数



(2) 人的要因事故の主要原因

人的要因火災事故(17件)の主要原因は、操作確認不十分が9件(約53%)、維持管理不十分が4件(約24%)、操作未実施が4件(約24%)となっている。(図5、表1参照)

人的要因流出事故(29件)の主要原因は、操作確認不十分が11件(約38%)、操作未実施が7件(約24%)、誤操作が6件(約21%)、維持管理不十分が4件(約14%)、監視不十分が1件(約3%)となっている。(図6、表1参照)

全体でみると、操作確認不十分及び操作未実施が高い数値となっている。

図5 人的要因火災事故の原因別件数

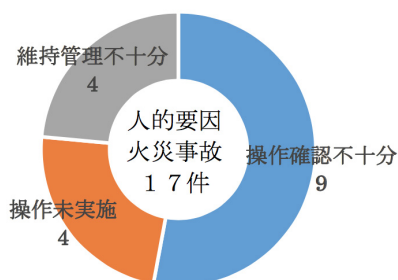


図6 人的要因流出事故の原因別件数

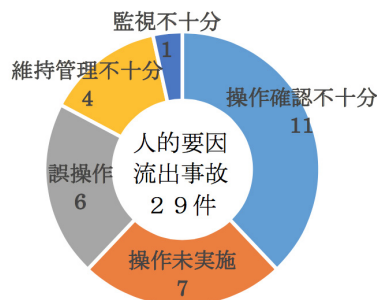


表1 事故原因の区分

原因の別	内 容
維持管理不十分	当該施設において本来なされなければならない維持管理が不十分であったものをいう。
誤操作	本来なされなければならない操作と異なる操作を実施したものをいう。
操作確認不十分	操作項目、操作手順には問題ないが、確認が不十分であったため、操作の内容等が不適切であったものをいう。
操作未実施	本来なされなければならない操作を行わなかったものをいう。
監視不十分	本来なされなければならない監視が不十分であったものをいう。

(3) 人的要因事故の詳細分析

人的要因火災・流出事故(46件)の発生要因を、設備、制度、管理及び人の観点から区分してみると、人に起因するものが24件(約52%)、設備に起因するものが11件(約24%)、制度に起因するものが7件(約15%)、管理に起因するものが4件(約9%)となっている。(図7参照)

人に起因する事故(24件)を詳細に区分してみると、本人の意識に関連するものが19件(約79%)、本人の知識・能力に関連するものが5件(約21%)となっている。(図8参照)

本人の意識に関連する事故(19件)を詳細に区分してみると、不注意が5件(約26%)、思い込みが5件(約26%)、配慮不足が4件(約21%)、過信が2件(約11%)、問題意識の不足が1件(約5%)、怠慢が1件(約5%)、その他が1件(約5%)となっている。(図9参照)

全国の事故を対象とした「危険物事故の分析結果」と同様に、当市においても火災事故の6割、流出事故の4割が人的要因を主要原因としており、「不注意」や「思い込み」などの当事者の「意識」に関連した要因が多いことが分かった。

図7 人的要因事故の詳細分類

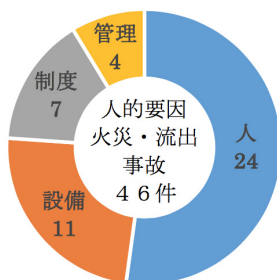


図8 人に起因する事故の詳細分類

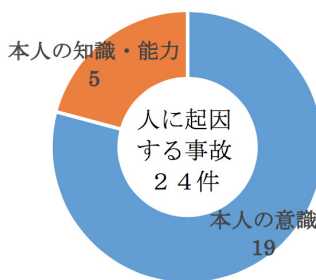
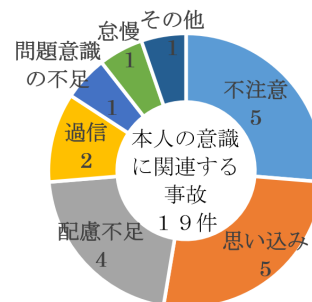


図9 本人の意識に関連する事故の詳細分類



#### (4) 危険物事故による負傷者の発生状況

平成27年から令和元年までの負傷者が発生した危険物事故件数は4件で、負傷者は5人となっており、全て製造所で発生している。事故種別は火災事故2件、流出事故2件で、発生要因は全て人的要因となっており、操作未実施が2件、誤操作が1件、操作確認不十分が1件となっている。4件のうち2件が、配管閉塞の貫通作業中に高温の危険物が噴出し、被液したものであり、定常作業の中で発生する細かい非定常作業への注意が必要であることが分かった。(表2参照)

表2 負傷者が発生した危険物事故の概要

発生年月	種別	施設区分	原因	概要
平成28年 9月	火災	製造所	操作未実施	定期修理後のスタートアップ時に、フレアスタック上流に設置されているロックアウトドラムに危険物が過剰に送られてしまい、可燃性液体がミスト状でフレアスタックへ送られたことにより、大きな炎を形成して燃焼し、周囲の建屋等を焼損させたもの。
平成30年 5月	流出	製造所	操作確認不十分	他の施設からの配管の縁を切るため、遠隔操作弁を手動で閉め、弁上流のフランジを開けたところ、高温の危険物が糸状に出たため、弁ハンドルを増し締めしたが、危険物が噴出し、約1キロリットル流出したもの。
平成31年 3月	流出	製造所	誤操作	サンプリングを実施しようとしたが、配管閉塞のため出来ず、針金で詰まりを解除しようとしたところ、高温の危険物が約8リットル流出したもの。
令和元年 12月	火災	製造所	操作未実施	配管の閉塞を解消させるため、配管のドレンノズルに手動テストポンプを接続し、貫通作業を行った。作業終了後、テストポンプを取り外した直後、ドレンノズルから高温の危険物が噴出し、火災が発生したもの。

### 3 ヒューマンエラー対策に係るアンケート調査について

当市では、例年危険物安全週間に合わせた6月上旬から11月にかけて石油コンビナート等特別防災区域内の特定事業所等約40事業所に対し、立入検査を実施している。立入検査では、定期点検記録等の書類及び施設の維持管理状況の確認を行うほか、危険物安全週間の重点項目等に基づくヒアリング調査を実施している。令和元年度の立入検査では、人的要因を原因とした事故に着目し、「経営」、「安全管理」及び「個人の行動」の観点からヒューマンエラー対策に係るアンケート調査を実施した。それぞれの項目に選択肢を設け、事業所にとって事故防止の重要なポイントと考えているものを最大3つ選択してもらう形式とした。

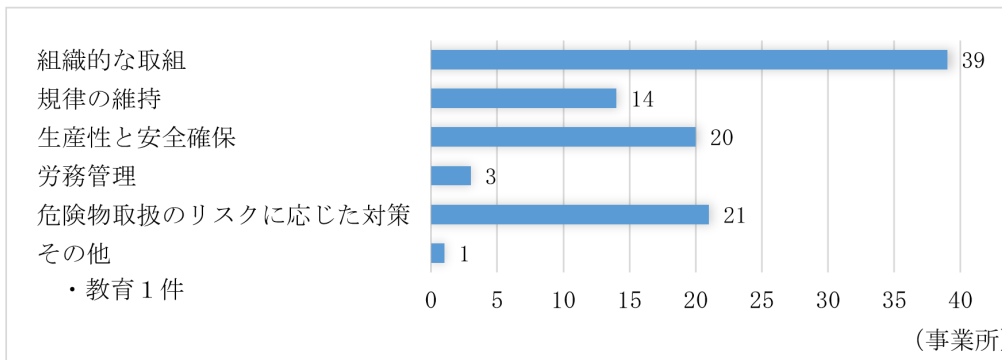
#### (1) 経営

経営の項目では、「組織的な取組」が39事業所と最も多く、次いで「危険物取扱のリスクに応じた対策」が21事業所、「生産性と安全確保」が20事業所と続いている。(図10参照)

忙しさや生産性の追求が、省略行為やうっかりを誘発し、ヒューマンエラーを引き起こすリスクを引き上げていることがあるため、安全管理体制の整備、見直しに組織的に取り組んでいくことが重要である。



図10 経営に係る調査項目への回答

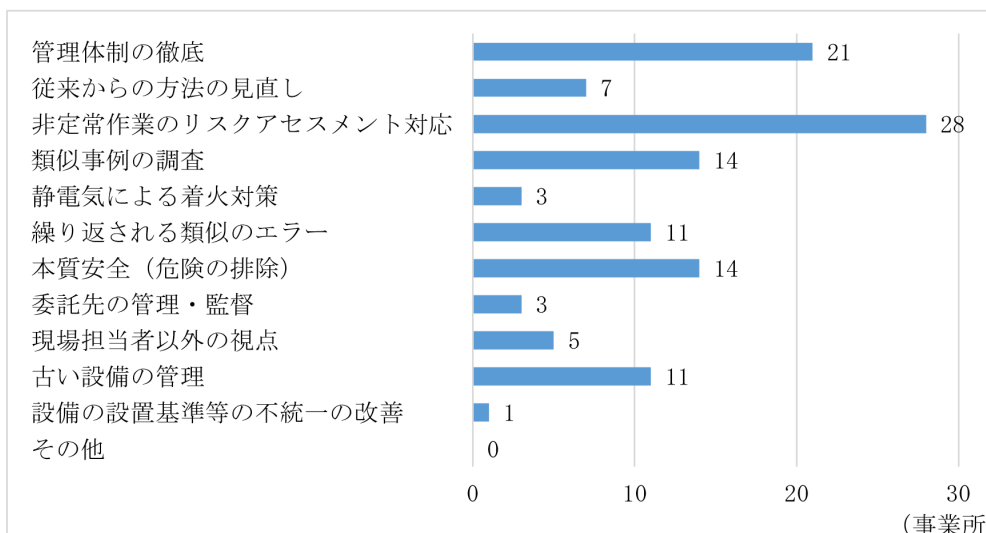


(2) 安全管理

安全管理の項目では、「非常作業のリスクアセスメント対応」が28事業所と最も多く、次いで「管理体制の徹底」が21事業所、「類似事例の調査」及び「本質安全(危険の排除)」が14事業所と続いている。(図11参照)

非常作業は普段行われない作業のため、思いもよらない事故が起こることがある。過去に同様の事案が発生している場合には、現在の手順を検証し、適切に変更する必要がある。また、新技術の導入等により作業環境が変化する中で、従来と同じでは安全が確保されない場合や、委託業者の監督が不十分なために発生した事故もあるため、管理体制を整えることが重要である。

図11 安全管理に係る調査項目への回答

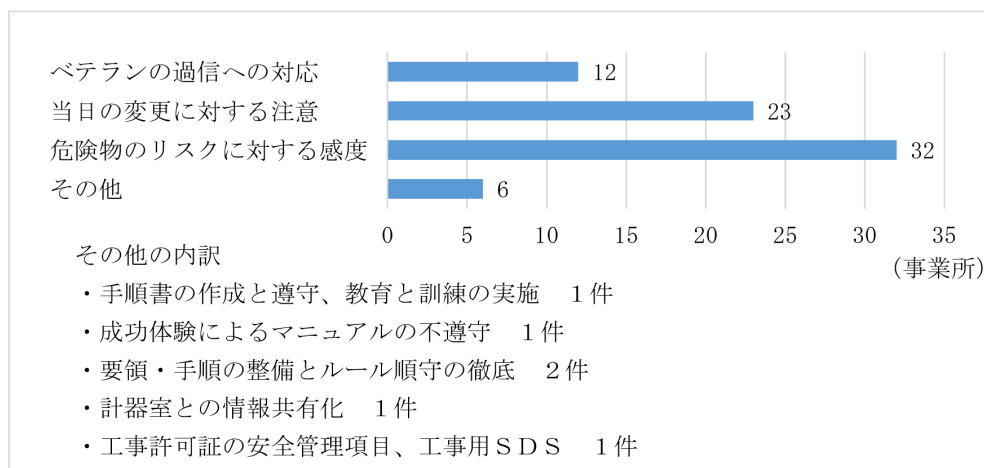


(3) 個人の行動

個人の行動の項目では、「危険物のリスクに対する感度」が32事業所と最も多く、次いで「当日の変更に対する注意」が23事業所、「ベテランの過信への対応」が12事業所と続いている。(図12参照)

必ずしも若い従業員が事故を起こすのではなく、ベテランの作業への慣れや経験の長さによる過信から危険物に関するリスクに対する感度が低下し事故につながることも多いため、感度を維持するための教育が必要である。また、工事の当日の変更の情報がうまく伝わらないことや、作業手順が変わることで事故につながることもあるので、各個人への周知徹底が必要である。

図12 個人の行動に係る調査項目への回答



#### 4 まとめ

今回の調査結果から、次に示すとおりヒューマンエラー対策における6つのポイントが見えてきた。これは当たり前のことかもしれないが、逆に言えば人間は同じミスを繰り返すものであり、同じことを言い続けていくことが重要であることの証明なのかもしれない。

##### (1) 人はエラーを起こすもの

火災事故の6割、流出事故の4割が人的要因を主原因としており、「不注意」や「思い込み」などの当事者の「意識」に関連した要因が多い。人はエラーを起こすものであり、当事者に責任を押し付けるのではなく、作業方法、設備、職場の風土などを改善する必要がある。どれか一つでも欠けるとエラーはまたやってくる。

##### (2) 配管閉塞は重大事案

負傷者が発生した事故の多くが配管閉塞の貫通作業中に高温の危険物が噴出し、被液したものである。同様の事故が何度も繰り返されていることから、配管閉塞には慎重に対処する必要があり、個人の判断で対応しない。

##### (3) 「定常」の中の「非定常」

配管閉塞の貫通作業のような、「定常作業の中で発生する細かい非定常作業」への注意を怠ってはならない。非定常作業のリスクは、定常作業に隠れている。

##### (4) 安全対策にも新技術

新技術の導入等により作業環境が変化する中で、従来と同じでは安全が確保されない場合には、安全管理体制の整備、見直しに組織的に取り組んでいくことが重要である。今後はAI等の新技術の導入が進み、作業が合理化・省力化されることでますます作業環境が変化し、安全管理体制の見直しの遅れや危険に対する感受性の低下が懸念される。安全対策にも新技術を積極的に取り入れていく必要がある。

##### (5) 「みんな知っているだろう」は大間違い

工事の当日に作業内容が変更になった場合に、情報がうまく伝わらないことで事故につながることもあるため、各個人への周知徹底が必要である。情報が共有されないと、「思い込み」はすぐにやってくる。

##### (6) 「教える」より「考えさせる」

保安教育においては、「教える」より「考えさせる」、「感じさせる」など危険に対する感受性を高めることに重点を置く必要がある。ベテランの作業への慣れや経験の長さによる過信から事故につながるが多いため、ベテランに対する教育も重要である。

なお、参考として当市における保安教育に関する取組を紹介する。

ア 「ヒューマンエラー対策事例集」(臨港工場消防協議会)

川崎市臨港消防署の協力団体である「臨港工場消防協議会」は、危険物事故及び異常現象の発生原因の約半数近くがヒューマンエラーに起因することを分析し、会員事業所から提供された事例を取りまとめた「ヒューマンエラー対策事例集」を作成した。

会員事業所は、これらの事例集に掲載されている事例を自社に合わせてアレンジし、社内保安教育を始め危険物事故及び異常現象の発生防止に有意義に活用されている。

ヒューマンエラー防止に向けた対策事例

対象	<input checked="" type="checkbox"/> 防災		<input type="checkbox"/> 安全	
種別	<input type="checkbox"/> 火災 <input type="checkbox"/> ガスの漏洩 <input checked="" type="checkbox"/> その他(機器の破損)	<input type="checkbox"/> 爆発 <input type="checkbox"/> 危険物の漏洩	<input type="checkbox"/> 挟まれ・巻き込まれ <input type="checkbox"/> 墜落・転落 <input type="checkbox"/> 激突 <input type="checkbox"/> 感電 <input type="checkbox"/> その他( )	<input type="checkbox"/> 有害物等の接触、 <input type="checkbox"/> 高温・低温物との接触 <input type="checkbox"/> 飛来・落下 <input type="checkbox"/> おぼれ
人的要因 区分	<input type="checkbox"/> 無知・無理解 <input type="checkbox"/> 認識・判断と行動が異なる行為	<input checked="" type="checkbox"/> 誤認識 <input checked="" type="checkbox"/> 誤った行動	<input type="checkbox"/> 判断ミス <input type="checkbox"/> 故意(意図的)	

- タイトル  
回転機のシール液ラインバルブの開閉状態の見える化
- 問題点  
回転機整備などで通常操作しないバルブを閉止するが、グローブバルブの為開閉状態が分かりにくく、整備後復旧時の開け忘れでの機器破損が懸念された。(シール液がないと焼付く)
- 対策  
バルブのタイプをコック弁に変更し、常時開札を取り付ける事で一目で開閉状態がわかる。

< 改善前 >



< 改善後 >



さらに誤操作防止対策としてハンドルをマジックテープにて固定した

イ 「危険物等事故事例から学ぶ教育資料」(川崎市危険物等保安審議会)

当市の附属機関である「川崎市危険物等保安審議会」は、市内の石油精製業、化学工業、鉄鋼業、電力事業等々、幅広い業種の企業から推薦された有識者で構成されている。近年、ベテラン世代の退職により技術伝承不足が要因と思われる危険物の事故が全国各地で見受けられるようになった背景を踏まえ、危険物等を取り扱う事業所における事故の未然防止を目的として、過去の事故事例などの教訓を効果的に学習できる「危険物等事故事例から学ぶ教育資料」を作成した。本教育資料の作成にあたっては、次の項目にポイントが置かれている。

- 単なる事故事例にとどまらず、教育に重点をおくこと
- 設問や解説等を加え、活用しやすいものにする

過去の事故事例などの教訓を効果的に学習できる教育資料

事故事例-39	配管からの作動油漏えい							
教育対象者	製造部門	◎	保全部門	○	設計部門	○	開発部門	-
難易度	★		原因		維持管理不十分	災害種別	漏えい	
事故の概要	外面腐食により作動油配管に穴が開き、作動油が漏えいした。							
事故の経過	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 設備用油圧式昇降装置の定期検査を行う為、系内の作動油（第4類第4石油類作動油）を抜いた。</li> <li>2 検査完了後、作動油を給油し、当該設備の責任者（職長）は、昇降作動テストを行う為、油圧ポンプを起動し、作動油タンクから作動油を系内へ供給した。</li> <li>3 職長は作動油タンクレベルが若干低下した事を確認したが、タンク周囲を確認したが、漏えいの確認は出来なかった。オイルが系内へ供給された事によりタンク内のオイルレベルが低下したものと判断した。</li> <li>4 タンクオイルレベルのローアラームが作動したが運転員はそのアラームを誤報と勘違いしリセットした。</li> <li>5 職長が定時パトロールで現場確認を行ったところ、配管（鋼管）から作動油が漏えいしているのを発見した。</li> <li>6 漏えいが発生した配管は、排水口に汚泥等が詰まり水はけが悪く湿度が高い環境のピット内に設置されていた。結果、配管外面が汚れ、水分も配管表面に付着しやすく、常に外面腐食しやすい環境であった。</li> </ol>							
フロー図・写真等	<p>概略図</p> <p>※ピット内の漏えいに気付かずポンプを稼働させていた。</p>							
設問	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 異常なタンクレベルを正常なレベルと判断したのは何故でしょうか。</li> <li>2 アラームを誤報として勘違いする要因としてどのような事が考えられるでしょうか。</li> <li>3 漏えいの直接原因は配管外面腐食による穿孔です。配管の外面腐食を防ぐために必要な確認ポイントとしてどのような事があるでしょうか。</li> </ol>							



<p>解答と解説</p>	<p>1 系内の作動油量や構造をよく理解していないと異常なレベル低下を良いと判断してしまう事が考えられる。 初期の作動油抽入後の液面低下と補充量を明確に規定しておく事が必要である。</p> <p>2 1の正常な状態を理解していないにも関わらず、異常では無いという思い込みからアラームを誤報としてしまうケースがある。アラーム発報時には一つ一つ関連する事項を確認する。</p> <p>3 本事例では水はけが悪く、また、外面が汚れていたために湿潤環境になっている。 ピット内に水が溜まらない様、排水口の点検を定期的を実施する。また配管に付着した埃が表面の湿潤環境を増長しているため、排水口の清掃とともに配管表面に塗装を施す等、防食環境を整える。</p> <p>4 本事例では配管がピット内に設置されているが、極力、地上配管が良い。設備的に根本的に見直す際には、配管地上化を進める。</p>
<p>関連知識</p>	<p>1 発錆は、空気中でも起こるが、鉄の表面に水分が付着すると、更に進行が早まる。 雨滴のみならず、湿気や結露なども影響を与えるので、普段からのメンテナンスが大事である。</p> <p>2 複数のアラームが発報するケースもあり、それらのアラームに重要なアラームが埋没してしまうケースもある。あれば便利というアラームと重要なアラームを区別し、発報するアラームの音色やインジケータの色を変える等して重要度を表すと効果的である。</p>

## 5 おわりに

危険物事故による負傷者を発生させないためには、危険に対する感受性を高めることが重要になってくる。そしてそれを伝えていく。しかしながら、急速に社会情勢が変化していく中で、次の世代の危険に対する感受性を高めることは、決して簡単なことではない。

例えば私が運転免許を取得したのはセルフスタンドが存在しない時代であり、当時はガソリンを顧客自らが給油することは考えられず、給油という行為は危険なものであると認識しているが、最近ではセルフスタンドが当たり前になり、給油が危険な行為であると感じにくくなっているのではないだろうか。セルフスタンドは顧客の給油行為を従業員が監視することで実現したわけだが、従業員が監視の重要性を理解していなければ成り立たない。

危険物を取り扱う現場は、「安全」ではない。「危険」を常に意識することがヒューマンエラー対策には重要であることを伝えていかなければならない。

この先、どんなに社会が変化しても「人」を第一に考え、真剣に安全対策に取り組む姿を次の世代に見せていくことが事故防止につながるものと考えます。

### 参考文献

- 1) 臨港工場消防協議会 事故防止対策連絡会  
ヒューマンエラー対策事例集(平成29年版)
- 2) 川崎市危険物等保安審議会  
危険物等事故事例から学ぶ教育資料 平成30年3月