

平成 3 0 年度
危険物施設における火災及び流出事故に関する
ヒューマンファクターに着目した調査分析概要

1. 調査概要①

○ 調査対象 データベース

平成元年～平成29年に国内で発生した事故(火災事故及び流出事故)について、消防庁が作成したデータベースを用いて解析を行った。

(データベース概要)

対象期間 平成元年～平成29年

火災事故 4937件(平成29年分 195件) 流出事故 8883件(平成29年分 369件)

○ 深刻度評価指標

深刻度評価指標の定義を下記のとおりとする。

図表1 深刻度評価指標（火災事故）

＜人的被害指標＞		＜影響範囲指標＞※1		＜収束時間指標＞※2	
深刻度レベル	内容	深刻度レベル	内容	深刻度レベル	内容
1	死者が発生	1	事業所外に物的被害が発生	1	4時間以上
2	重症者または中等症者が発生	2	事業所内の隣接施設に物的被害が発生	2	2時間～4時間未満
3	軽症者が発生	3	施設装置建屋内のみに物的被害が発生	3	30分～2時間未満
4	軽症者なし	4	設備機器内のみに物的被害が発生	4	30分未満

※1 移動タンク貯蔵所が荷卸し先等の事業所内に在る場合、「事業所」を「当該移動タンク貯蔵所が在る事業所」と読み替える。

※2 収束時間は事故発生から鎮圧までの時間とする。事故発生日時が不明の場合は、事故発見から鎮圧までとする。

図表2 深刻度評価指標（流出事故）

＜人的被害指標＞※1		＜流出範囲指標＞※2		＜流出量指標＞	
深刻度レベル	内容	深刻度レベル	内容	深刻度レベル	内容
1	死者が発生	1	河川や海域に危険物が流出する等、事業所外へ広範囲に流出	1	流出・漏えいした「危険物」の指定数量倍数（合計）が ¹ 10以上
2	重症者または中等症者が発生	2	事業所周辺のみ流出※3	2	（同上）が ¹ 1以上～10未満
3	軽症者が発生	3	事業所内の隣接施設へ流出	3	（同上）が ^{0.1} 0.1以上～1未満
4	軽症者なし	4	施設装置建屋内のみで流出	4	（同上）が ^{0.1} 0.1未満

※1 交通事故による死傷者は除く。

※2 移動タンク貯蔵所が荷卸し先等の事業所内に在る場合、「事業所」を「当該移動タンク貯蔵所が在る事業所」と読み替える。

※3 事業所数地境界線から100m程度の範囲にとどまるもの。また、流出範囲の記載のない場合は事業所外に流出量100L程度。

1. 調査概要②

○ 事故区分

深刻度評価指標に基づいて、事故の重大性に関する「事故区分」の定義を下記のとおりとする。

図表3 事故区分の定義

事故区分	定義
重大事故	一つ以上の深刻度評価指標で、深刻度レベルが1となる事故
MAX2事故	深刻度評価指標のうち、深刻度レベルの最大がレベル2の事故
MAX3事故	深刻度評価指標のうち、深刻度レベルの最大がレベル3の事故
軽微事故	全ての深刻度評価指標で、深刻度レベルが4となる事故

○ 人的要因事故の定義

事故の人的要因に関する分析における人的要因事故は、事故の分析用項目の主原因において、人的要因に分類される事故とする。なお、人的要因事故以外の事故は、物的要因事故、その他と不明(主原因に記述のないもの、記述不明瞭につき分類困難なものも含む)に分類する。

図表 4 人的要因事故の定義範囲

分析用項目 主原因	区分	構成要素
	◎人的要因	維持管理不十分 誤操作 操作確認不十分 操作未実施 監視不十分 人的その他
	◎物的要因	腐食疲労等劣化 設計不良 故障 施工不良 破損 交通事故 物的その他
	その他	天災等
	不明	不明、記述なし、記述不明瞭など

○ 人的要因事故の要因の詳細分析

図表 5 事故分析チェックリスト(人的要因／人) 分類項目

第Ⅰ層	人																														
第Ⅱ層	本人の意識								本人の知識・能力								本人の体調						対人関係								
第Ⅲ層	違反			思慮					知識			技能・技術力					肉体的			精神的			上司			同僚					
第Ⅳ層	理解しない	問題意識の不足	怠慢	その他	不注意	取り違い	思い込み	配慮不足	過信	その他	知識不足	知識の活用不足	忘れる	その他	未経験	経験不足／習熟不足	その他	肉体的疲労	睡眠不足	その他	精神的疲労	冷静でなかった	混乱	過度の緊張	その他	階級組織	権威主義的／従順	その他	競争による摩擦	相性が悪い	その他

図表5は、事故分析チェックリストにおける(人的要因／人)の分類項目である。平成19年度の事故から記入されており、これを人的要因の詳細分析に用いる。

1. 調査概要③

○ 分析

基本的な分析軸は、人的要因事故件数と人的要因事故率を用いる。

人的要因事故率が高ければ、人的要因を起こしやすい理由があることが疑われる。また、人的要因事故率が低くとも件数が多ければ、人的要因による事故削減のために効果的な取組につながる要因があることが考えられる。

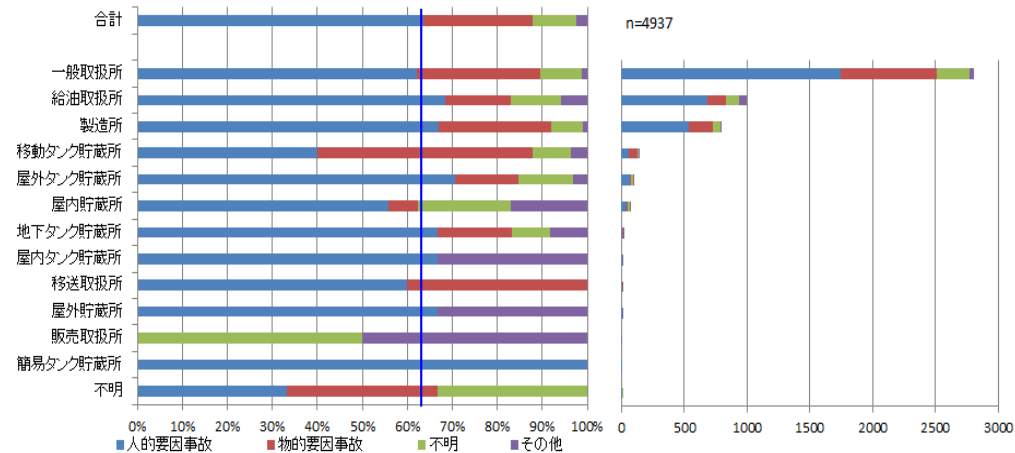
図表6の分析イメージは、施設区分別の人的要因事故発生状況の比較である。右のグラフは、事故件数の積み上げであり、左は、それを比率で表したものである。

合計：すべての施設区分の事故を合わせた事故件数・比率

青線：合計（全事故）の人的要因事故率

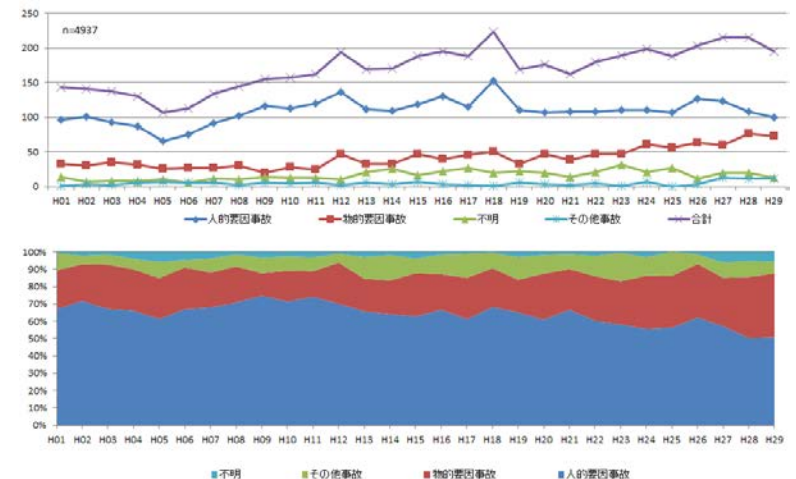
合計は、個々の施設区分の事故件数よりも大幅に件数が多いため、右側の件数グラフから除外してある。

この図においては、合計（全事故）の人的要因事故率の青線を引き、全事故の人的要因事故率と施設区分毎の人的要因事故率の比較を行っている。例えば、移動タンク貯蔵所において、人的要因事故率に顕著な差があることが見出される



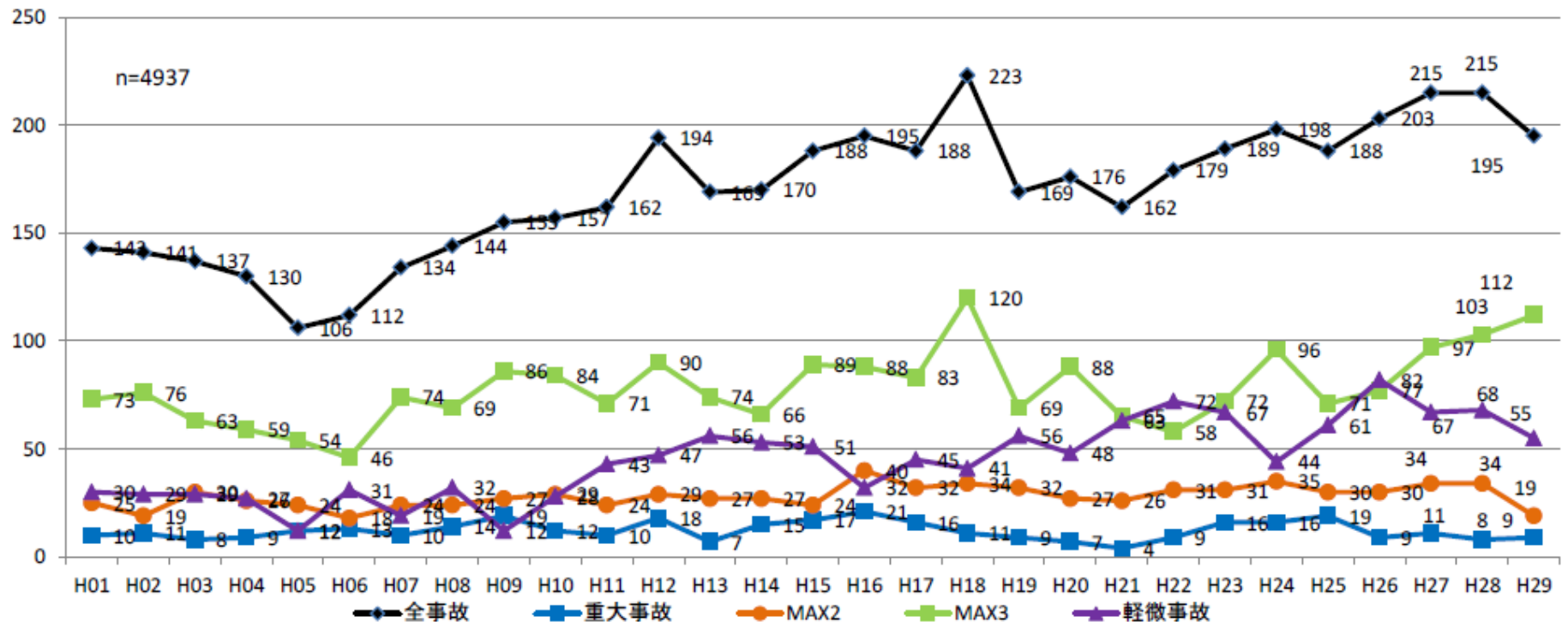
図表 6 人的要因事故件数・比率の比較（サンプル）

年次での増減の変化、業態などの事業所の類別や事故の重大性など、事故類別での比較やクロス集計などからも、分析を行う。図表7の例は、上のグラフは件数の年次推移であり、下は、比率の年次推移である。人的要因事故の件数と件数比率の推移を読み取ることができる。



図表 7 人的要因事故件数及び比率の年次推移（サンプル）

2. 火災事故における重大事故等の全体動向

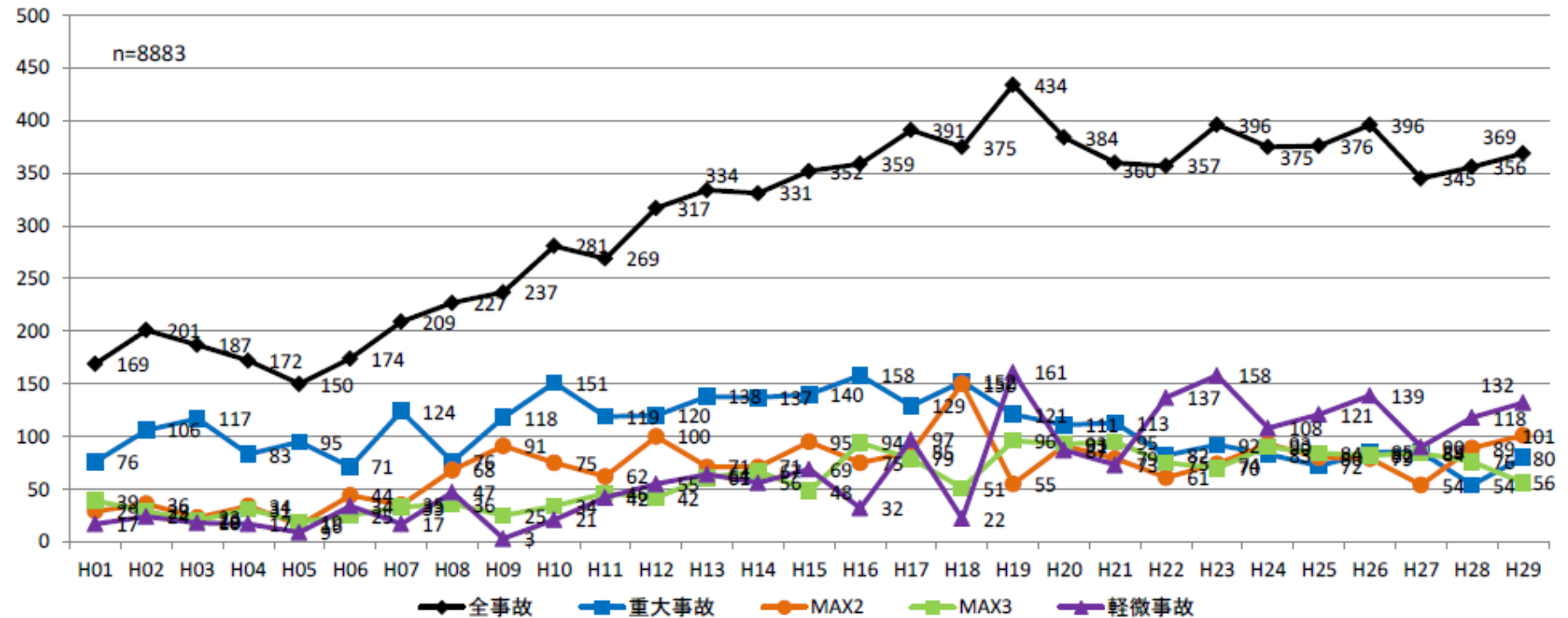


図表8 火災事故件数年次推移（全事故、重大事故、MAX2事故、MAX3事故、軽微事故）

火災事故は、全事故件数としては増加傾向にある。

重大事故は横ばいであり、MAX2事故もおおよそ横ばいであるが、平成16年頃から増えている。MAX3も振れ幅があるが、平成6年から増加傾向、平成17年から減少傾向、平成22年から増加傾向が見られる。軽微な事故に増加傾向が見られ、全事故件数の増加傾向の要因は、軽微な事故の増加傾向にあると見られる。平成29年度は、全事故件数がやや減少している。

3. 流出事故における重大事故等の全体動向



図表9 流出事故件数年次推移（全事故、重大事故、MAX2事故、MAX3事故、軽微事故）

流出事故は、平成19年頃までは、増加傾向にあり、平成19年以降は、横ばいである。

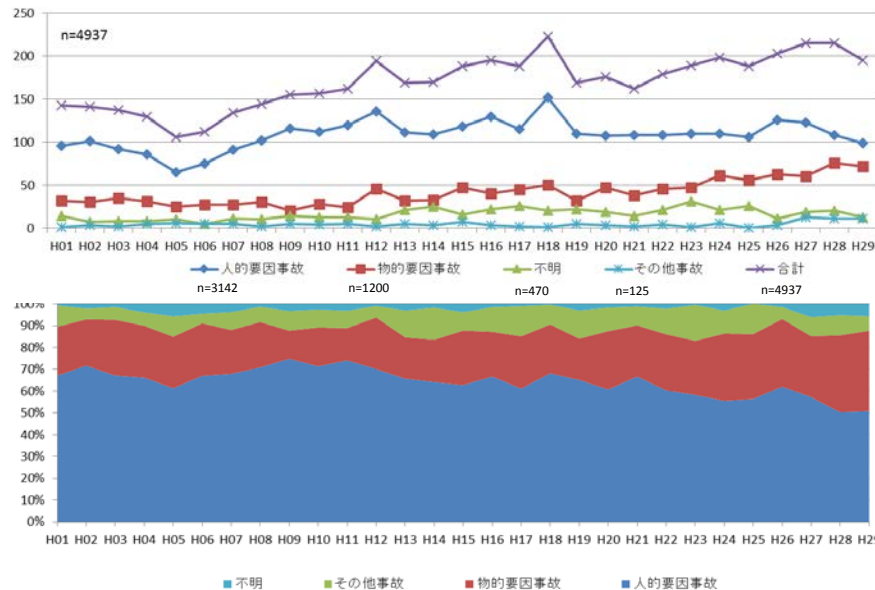
重大事故は、平成6年から漸増、平成18年頃から減少傾向にあり、MAX2事故は、平成6年から平成9年頃までに増加傾向が見られ、それ以降は、平成18年度に例外的な件数増加があるが、横ばいの傾向にある。

一方で、MAX3事故と軽微な事故は、平成5年頃から継続的な増加傾向見られるが、平成19年以降は、横ばいの傾向となっている。

4. 人的要因事故発生状況(平成元年～平成29年)

	軽微	MAX3	MAX2	重大	不明	合計
人的要因事故	833	1474	535	162	138	3142
物的要因事故	352	563	161	89	35	1200
その他事故	92	188	86	81	23	470
不明	24	47	30	18	6	125
合計	1301	2272	812	350	202	4937
人的要因事故率	64%	65%	66%	46%	68%	64%

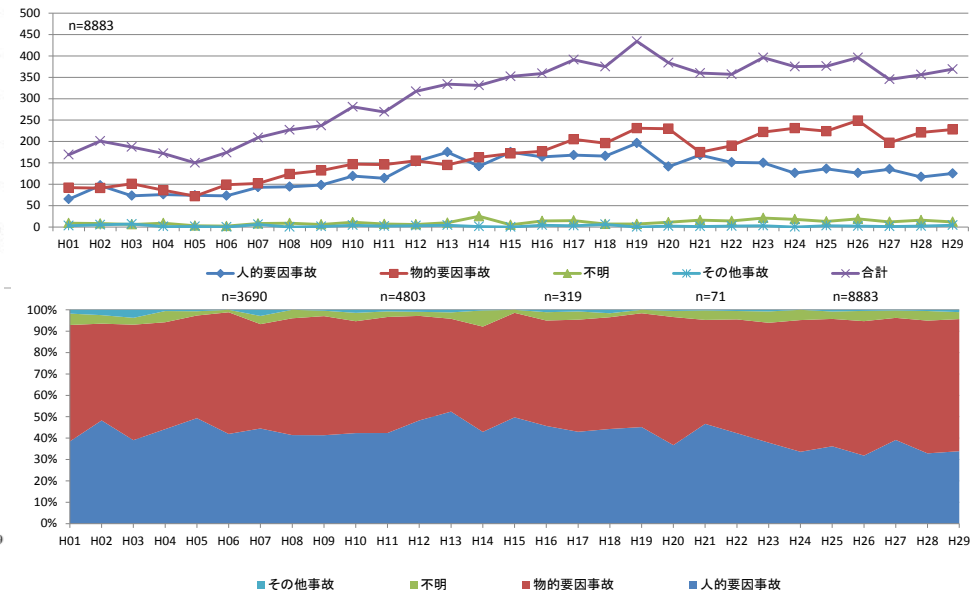
図表10 火災事故における人的要因事故の発生状況



図表12 火災事故における人的要因事故の年次推移

	軽微	MAX3	MAX2	重大	不明	合計
人的要因事故	654	691	850	1475	20	3690
物的要因事故	1228	923	1084	1466	102	4803
その他事故	6	10	12	43		71
不明	80	55	70	97	17	319
合計	1968	1679	2016	3081	139	8883
人的要因事故率	33%	41%	42%	48%	14%	42%

図表11 流出事故における人的要因事故の発生状況

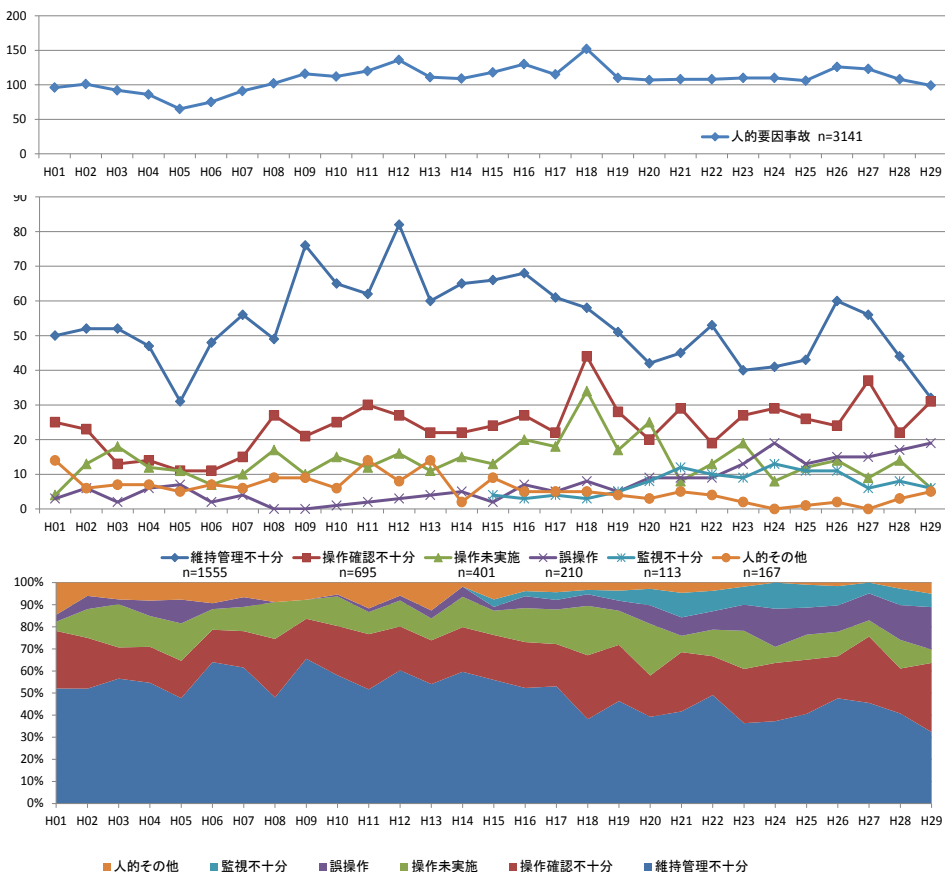


図表13 流出事故における人的要因事故の年次推移

流出事故よりも火災事故の方が、人的要因事故率が高くなっている。火災では6割、流出事故でも4割は人的要因による事故である。

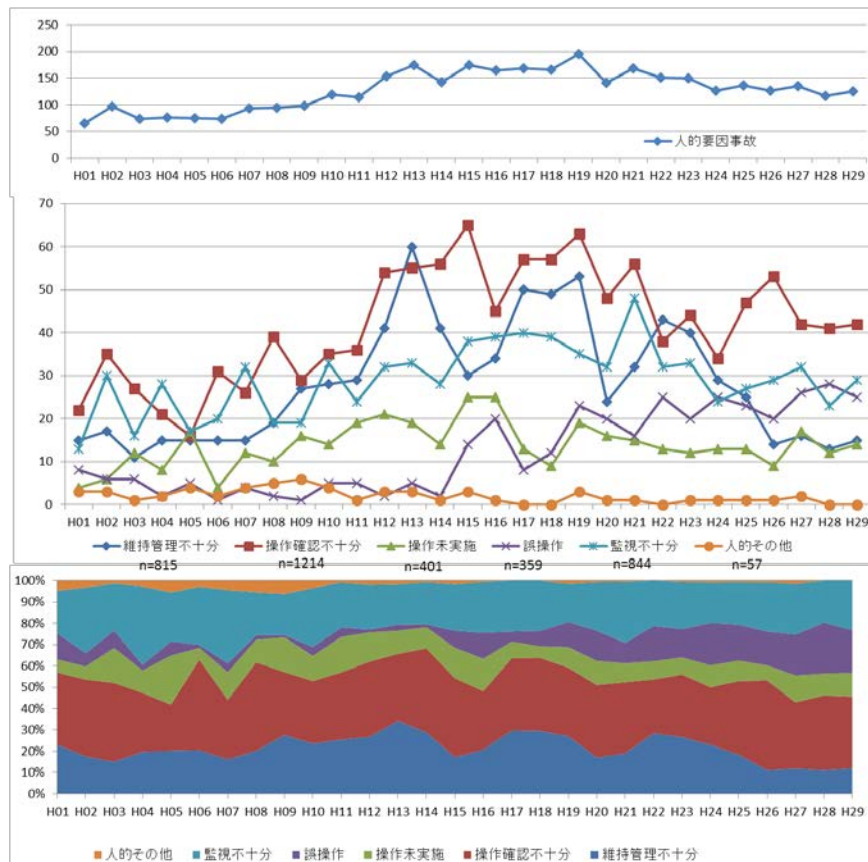
火災事故、流出事故ともに、物的要因事故は増加傾向が続き、人的要因事故は横ばい、あるいは、やや減少の傾向にある。そのため、相対的に、人的要因事故比率は減少傾向にある。

5. 人的要因事故の主要原因分析



図表14 火災事故 主要原因 人的要因事故(件数、比率)

もっとも多い「維持管理不十分」には減少傾向が見られる。一方で、「監視不十分」「誤操作」に増加傾向が見られる。「監視不十分」「誤操作」ともに、特定の業種のみではなく、様々な業種に増加傾向が見られた。「誤操作」においては、化学工業や燃料小売業の増加傾向が明らかであったが、その他の業種も、0件の時期があったことを勘案すると増加傾向とみられる。



図表15 流出事故 主要原因 人的要因事故(件数、比率)

もっとも多い「維持管理不十分」には減少傾向が見られる。一方で、火災事故と同様に、「誤操作」に増加傾向が見られる。「監視不十分」「誤操作」ともに、特定の業種のみではなく、様々な業種に増加傾向が見られた。「誤操作」においては、化学工業と燃料小売業の増加傾向が見られた。卸売・小売業は減少傾向にも見えるが、振れ幅が大きい。

火災事故で増加傾向が見られた「監視不十分」は、やや減少傾向だが、火災事故と比較して、件数、件数比率ともに大きく、増加傾向が見られた後、平成20年頃からやや減少傾向となっている。

6. 人的要因事故の主原因: 要因詳細分析

I 層		II 層		III 層		IV 層	
人	311	対人 体調 知識・能力 意識	0 1 76 234	違反 思慮	40 194	不注意 配慮不足 過信 思い込み 取り違い その他	71 50 34 30 8 1
設備 (点検・維持管理等)	205	設計 管理保守	23 182	管理 点検整備	15 167	点検未実施／不足 点検不適切 整備していない 整備不適切 確認不足 その他 異常事態放置	54 30 24 20 20 10 9
管理 (組織・チェック体制)	123	緊急対応 組織 監督 リスクアセス	1 10 24 88	事故調査 危機意識	0 88	危険認識不足 危険性評価不適 安全装置標識不適 その他	69 11 7 1
環境	41						
制度	40						

図表16 火災事故 主原因: 要因詳細分析(n=720)

I 層		II 層		III 層		IV 層	
人	606	対人 体調 知識・能力 意識	0 7 77 522	違反 思慮	81 441	不注意 思い込み 取り違い 配慮不足 過信 その他	190 179 59 51 37 6
設備 (点検・維持管理等)	154	設計 管理保守	13 141	管理 点検整備	11 130	点検未実施／不足 確認不足 整備不適切 点検不適切 その他 整備していない 異常事態放置	44 34 16 10 10 9 7
管理 (組織・チェック体制)	76	緊急対応 リスクアセス 組織 監督	14 19 43	監査 監視	1 42	監視未実施／不足 監視がない その他	33 9 0
制度	33						
環境	5						

図表17 流出事故 主原因: 要因詳細分析(n=874)

火災事故、流出事故ともに、(人・意識・思慮)を原因とする事故が最も多く、次いで、(設備・保守管理・点検整備)が多いことは、人的要因事故対策の検討において留意すべきことである。

それらに次いで、火災事故においては、(管理・リスクアセスメント・危機意識)が多く、流出事故においては、(管理・監督・監視)が多いことにも留意すべきである。

7. 事故事例調査概要

平成元年から平成29年までのデータ解析の他に、平成30年に発生した危険物事故のうち重大事故に発展する可能性のあるものや再発防止や啓発の観点で重要性が高いと見られるものについて、現地調査を実施した。

事例番号	事故区分	事故概要	事故防止のポイント
①	爆発	特殊引火物を改質剤とする粉体の樹脂原料改質反応系において検量供給システムのトラブルによって、原料組成に異常が発生し、樹脂・改質剤の混合した餅状の物質が生成した。その抜き取り作業を行っている過程で、引火・爆発したもの。	○ 従来からの方法の見直し ○ 非定常作業の市すぐアセスメントと対応
②	爆発	大型ディーゼルエンジンの起動時に、起動渋滞が起こり、燃料ガスがエンジン外の排気系に放出され、排気系の配管内に滞留した。そのままエンジンの再起動をしたところ、排気系に滞留した燃料ガスに引火し、煙道内で爆発が発生したもの。	○ 類似事例の調査 ○ 委託先の監督
③	爆発	加熱炉の燃料系のインターロック試験を加熱炉稼働中に実施したが、加熱炉の燃料系システムの確認不足によって、本来操作する予定のない燃料バルブを閉止してしまった。復旧の際に加熱炉バーナーの燃焼状況を十分に確認せずに消炎したままのバーナーに燃料供給を再開したため、滞留した燃料ガスが加熱炉の余熱によって発火・爆発したもの。	○ 設計基準等の不統一 ○ 当日の変更に対する注意
④	火災	発電設備の老朽化した煙道の撤去作業において、本来はグラインダーによる切断であったが、工事請負者が独断でガス溶断に変更した結果、煙道内のFRPライニングに着火し、煙道から煙突に及び大規模な火災となったもの。	○ 規律の維持 ○ FRPライニングの燃えやすさ
⑤	火災	反応系よりサンプルを抜き取り時に静電気が発生し、サンプル溶剤に引火したもの。	○ 繰り返される静電気による着火 ○ 本質安全
⑥	火災	移動タンク貯蔵所から地下貯蔵タンクに荷卸しする際、可燃性蒸気回収ホースを地下貯蔵タンクの通気管側だけに接続し、移動タンク貯蔵所へ接続せずに、地盤面に可燃性蒸気を排出させたため、滞留した可燃性蒸気に何らかの原因で引火したもの。	○ 生産性と安全確保 ○ 危険物のリスクに対する感度
⑦	流出	移動タンク貯蔵所に引火性液体を過積載したうえで、移動タンク貯蔵所のマンホール蓋を閉めずに走行したため、マンホールから危険物が流出したもの。	○ 忙しさのリスク ○ 繰り返される類似エラー
⑧	流出	エンジン試験室に敷設された燃料配管から試験用エンジンへの燃料供給バルブを間違え、接続されていない燃料配管バルブを開放したため、実験室内に燃料油を流出させたもの。実験室の床が一部グレーチング構造になっていたため、作業員が危険物の流出に気付かなかったため、雨水溝を通じて事業所外まで流出が拡大した。	○ 現場担当者以外の視点 ○ 古い設備の管理
⑨	流出	特定屋外タンク貯蔵所の側面に取り付けられた攪拌装置の軸受部から、危険物のにじみが認められたため、施工会社に軸受のグランドパッキン押さえの増し締めを口答で指示した。しかし、施工会社はグランドパッキン交換の指示と誤解し、屋外貯蔵タンク内に危険物を貯蔵している状態で、グランドパッキンを抜き取ったために、大量の流出が発生したもの。	○ 管理体制の徹底 ○ ベテランの過信
⑩	流出	調整槽内の危険物を別タンクへ移送した際、本来は実施する必要の無い作業であるサンプリングバルブの開放により、移送の完了を確認した。その時、作業員は別の作業を指示されたため、サンプリングバルブの開鎖を忘れ、その場を離れたため調整槽に新たに危険物を受け入れる際に、開放状態であったサンプリングノズルから危険物が流出したもの。	○ 組織的な取組 ○ 危険物取扱いのリスクに応じた対策

※ 各事故調査の詳細は別紙参照

8. 総括

【事故データによる分析結果】

《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》

- ・ 流出事故の4割、火災事故の6割が人的要因を主原因とする。
- ・ 人的要因事故は、全般的には横ばい、あるいは、やや減少傾向にある。
- ・ 流出事故と火災事故ともに「誤操作」に増加傾向がみられ、火災では「監視不十分」にも増加傾向がみられる。

⇒【人的要因事故詳細分析】

「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。

- ・ 人的要因事故の主原因では、「維持管理不十分」が最も件数が多いが、減少傾向がみられる。

⇒【人的要因事故詳細分析】

「設備」に起因する事故では「点検未実施／不足」「点検不適切」などの「点検・整備」に関連した要因が多い。

- ・ 人的要因事故件数と当事者年齢別の事故発生状況に顕著な差はなく、同じく人的要因事故件数と事業所規模による事故発生率にも差は見られない。

⇒【人的要因事故詳細分析】

人的要因事故件数と事業所の従業員数の多寡による事故発生率に差は確認されなかった。また、人的要因事故件数を当事者の年齢構成別に比較したが、発生状況に差はみられない。

【事故事例現地調査におけるポイント】

事故事例現地調査において確認された事故防止のポイントは、「経営」、「安全管理」、「各個人の行動」に分けられる。

事故事例現地調査において確認された事故防止のポイント		
経営	安全管理	各個人の行動
○ 組織的な取組 ○ 「規律」の維持 ○ 生産性と安全確保 ○ 忙しさのリスク ○ 危険物取扱のリスクに応じた対策	○ 管理体制の徹底 ○ 従来からの方法の見直し ○ 非常作業のリスクアセスメントと対応 ○ 類似事例の調査 ○ 繰り返される静電気による着火 ○ 繰り返される類似のエラー ○ 本質安全（危険の排除） ○ 委託先の監督 ○ 現場担当者以外の視点 ○ 古い設備の管理 ○ 設備の設置基準等の不統一 ○ FRPライニングの燃えやすさ	○ ベテランの過信 ○ 当日の変更に対する注意 ○ 危険物のリスクに対する感度

※ 各ポイントは別紙事故事例詳細参照

9. 提言

（経営） 経営からの安全管理への取組

- ・ 安全文化の醸成
- ・ 安全管理に対する経営判断
- ・ 安全管理体制の整備、見直し

【経営的な視点】

忙しさや生産性の追求が、省略行為やうっかりを誘発するように、作業環境や労務管理のあり方が人的要因事故を引き起こすリスクを引き上げている場合には、経営の関与が必要である。また、規律等の安全管理に関する意識レベルの維持、安全管理体制の整備、安全管理に対する投資などは、経営からの取組が必要である。

（安全管理） 安全管理の仕組みの検証

- ・ つくった仕組みが正しく機能しているかどうかの検証
- ・ 現在の仕組みが適切であるかどうかの検証

（安全管理） 安全管理を任せない

- ・ 安全管理における自らの責任を自主的にとらえる姿勢を持つ

【安全管理の視点】

従来からあるルールが守られなかったのか、守れなかったのか、事業環境や人員構成が変化する中で、従来と同じでは安全が確保されない場合がある。現状を把握し、適切に変更する必要がある。また、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、双方の責任区分が不明瞭にしないよう注意が必要である。

（行動） 危険物リスクへの感度の維持

【行動の視点】

事故事例調査では、危険物に関するリスクに対する感度の低下が疑われる事例が多い。各危険物の危険性を正しく認識し、リスク評価する必要がある。

○ 爆発事故

反応容器内可燃性蒸気への引火・爆発 特殊引火物と混合した異常反応残留物除去中の事故

企業概要

業種 化学工業
事業規模 資本金 5億円 従業員数 約1200名
事業概要 フィルム製品等

(事故概要)

被害規模 反応容器内で特殊引火物が爆発
6名が爆風を浴び、1名負傷（打撲）

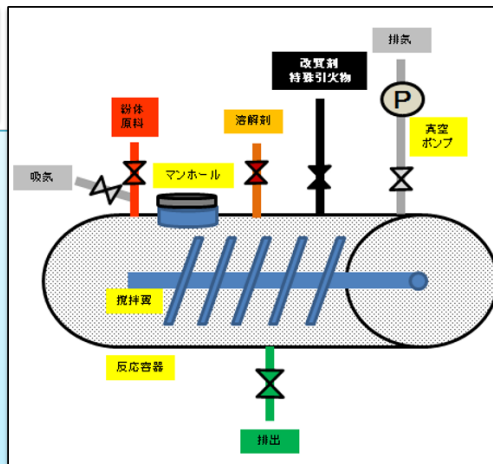
通常は、粉体原料を反応容器に入れ、排気を行って、容器内を高真空にした状態で改質剤（特殊引火物）を投入し、改質反応を行う。未反応の改質剤（特殊引火物）を排気した後に、吸気してから溶解剤を加えて溶解後、拔出、次工程に送る。

事故当日は、原料等の制御システムに異常があり、前のバッチの溶解剤が残留していたため、通常の改質が行われず、粉体原料と改質剤と溶解剤が混合した餅状物質を作ってしまった。

それを除去するために、真空ポンプによる排気後に、吸気してから、溶解剤を追加して溶解を進め、排出した。

しかし、槽内に、餅状物質の溶け残りがあったため、槽内で人力による清掃を行おうと考えた。入槽するためにマンホールのボルトを外し、槽内に空気を取り込むために真空ポンプで排気しつつ吸気弁を開けた所で爆発が起こった。

溶解剤を追加する前に、真空ポンプで排気しているが、餅状物質が改質剤（特殊引火物）を包み込んでおり、槽内には改質剤の可燃性蒸気が満たされていたものと考えられる。反応容器はアースしており、着火源は不明である。



対策と効果

① 物的対応

溶解設備、設備周辺の静電気対策の強化（除電アースの設置）

溶解剤残留の原因となった前バッチでの操作に対するシーケンス改良

② 人的対応

当該プロセスに対する爆発火災リスクアセスメント

③ 管理面の対応

異常時対応手順書
室置置換検討中

(ポイント)

○ 従来からの方法の見直し

当該プロセスの設備は、比較的新しいが、プロセスとしては数十年の実績があり、爆発事故は初めてであった。その為、この非正常作業においても、このプロセスに爆発リスクがあるとは考えていなかった。事故がなかった実績は、安全である事を保証するものではない。

当該プロセスにおいても、リスクアセスメントが足りなかったと見られ、実績あるプロセスにおいても、潜在リスクを洗い出す取り組みが必要である。

○ 非正常作業のリスクアセスメントと対応

常に繰り返している作業が、その通りにできなくなった場合には、特に注意が必要である。定期的に行っていない作業を行う場合の保安安全を担保するための手順を決めておく、臨時作業時の対応手順書が重要である。リスクの洗い出しを行うチェックリストや作業工程の明文化による共有、承認による複数の視点などで、リスクアセスメントの質の向上を図る。

○ 爆発事故

排気系への燃料ガス滞留による爆発 大型ディーゼルエンジン起動不良

企業概要

業種 上下水道局
事業規模 資本金 ー 人員 ー
事業概要 下水道事業

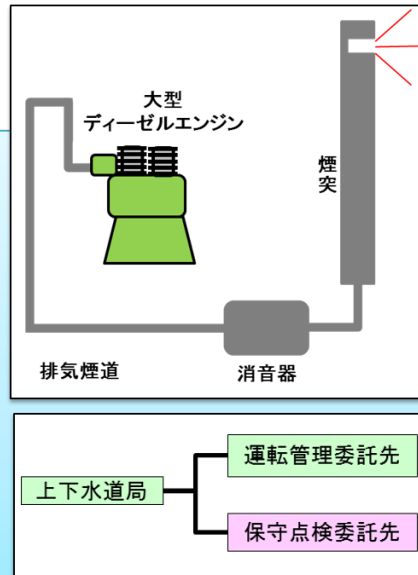
(事故概要)

被害規模 爆発により煙突先端部等の飛散物が飛散し施設付近約40～50m範囲の近隣工場の屋根を損傷した。
人的被害なし。

ポンプ場の大型ディーゼルエンジンの始動性が悪くなったため、エンジンの保守点検専門業者に委託して、燃料弁及び燃料噴射ポンプの分解整備を行い、運転管理委託先と保守点検委託先によって、試運転を実施した。

その際、通常始動（制御盤による自動起動）を行ったが、2回実施しても起動渋滞（起動しなかった）を起こした為、手動に切り替えて始動したところ、排気煙道内に滞留していた未燃焼ガスに引火、爆発を起こした。

爆発は排気煙道内で発生し、煙突上部のガリを破損し破片の一部が近隣に飛散、隣接する工場のスレート屋根等を破損した。



対策と効果

① 手順書の見直し

保守点検委託先が、起動渋滞後の煙道内のエアバジの実施を徹底するように、手順書を作成し、ポンプ場に設置し、運転管理委託先に操作の教育を行った。

② 事例の横展開

保守点検委託先が類似の点検等を行っている事業所等に対して、情報提供を行った。

(ポイント)

○ 類似事例の調査

大型ディーゼルエンジンの起動渋滞によって燃料ガスが滞留し、煙道火災（爆発）を起こすことは良く知られている。事故が起こる前に類似施設の事故事例や設備の注意事項について調査し、作業手順書などに反映させておく必要がある。

○ 委託先の監督

専門性が高く、実績ある外部企業に委託していても判断ミスやウっかり等の人的なエラーは起こりうる。

委託側にもリスクの高い作業を把握し、注意喚起するなど、安全管理に関しては、委託先を監督できる技量や仕組みが求められる。

事例番号 3

○ 爆発事故

消炎したバーナーに燃料を送り続けて滞留爆発 計装システムの確認不足による燃料バルブの誤作動

企業概要

業種 石油精製業
事業規模 資本金 1億円 人員 約1400名
事業概要 原油・石油製品の輸出入・精製・貯蔵・販売等

(事故概要)

被害規模 負傷者 なし
加熱炉の一部破損

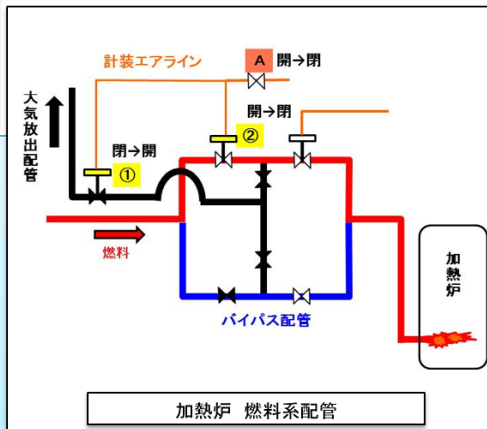
加熱炉燃料系統のバルブ作動点検の事前準備を実施していた。

バイパス配管の通気確認のために、大気放出配管の①バルブを開放しようとして①バルブを操作する計装エアラインAを閉じた所、燃料供給配管(赤ライン)のバルブ②が、同時に閉止した。

バルブ①とバルブ②は連動しており、大気放出するバルブ①を開放すると燃料供給を止めるために、燃料供給配管のバルブ②が閉止する様に計装エアラインが設計されていた。

バルブ操作した作業者は、計装エアラインを確認せずに操作を行ったため、予定にないバルブ②の閉止による燃料供給停止が起こった。加熱炉のバーナーの燃焼を継続したまま行う予定だったため、燃料供給が止まったことに慌てた加熱炉の運転員は、バーナーの燃焼状況を十分に確認せずに燃料供給を直ちに再開するように指示し、バルブ②を開けさせた。しかし、バーナーはすでに消炎しており、加熱された加熱炉に未燃焼の燃料ガスを送り込む状況になり、滞留した燃料ガスが加熱炉の残熱により再加熱され、発火点を越えたところで滞留したガスが発火、爆発に至った。

バルブ①の操作は、当日のKYミーティングの中でバイパス配管の通気テストの必要性が指摘されたために当日追加されたものであった。バルブ操作した作業者は、類似作業を別の類似施設で実施しており、その施設ではバルブ①と②が独立していたために、確認を怠り、思い込みで操作した。加熱炉の運転員は、消炎時のリスクは認識していたが対応を誤り、燃焼状態の確認が不十分のまま、燃料供給の再開を指示した。



対策と効果

① バルブ個別操作可能化

類似施設において、個別操作できるものと連動するものが混在していた。

類似施設も含めて、バルブ①、②の計装ラインを分離して個別操作ができるようにした。

② 非正常作業手順書の見直し等

消炎時のリスクは、作業前KYで指摘されていたが、消炎後の対応については具体的に関係者で共有されておらず、確認が不十分のまま燃料供給を再開した。

非正常作業手順書に「想定リスクの発生時の対応」を追加項目として加えた。

また、通気試験の追加による作業手順書の見直しに思いが至らなかったのは、作業標準や安全対策会議議事録などで非正常作業手順書の作成を代替できるようになっていたことによると考え、代替を禁止した。

(ポイント)

○ 設備の設計基準等の不統一

当事故は、計装ラインの確認不足が発端ではあるが、類似施設で計装ラインの設計思想が統一されていなかったことが、思い込みによる操作の一因となっている。歴史の長い事業所や大規模な事業所においては、時期や部署によって、設計基準等が統一されていない場合があり、思い込みや勘違いの原因となっている。

○ 当日の変更に対する注意

当日の作業KYでリスクを抽出し、対応をとった中で事故が発生した。当日の変更は、当日のスケジュールを切り詰めることになり、確認不足等の省略行為や焦りによる確認不足、手順の確認不十分、連絡の齟齬などにつながりやすい。

当日変更については、特に慎重に対応する必要がある。

事例番号 4

○ 火災事故

FRPライニング煙道のガス溶断作業火災 委託工事における無断火気使用

企業概要

業種 化学製品製造業
事業規模 資本金 約1,200億円 人員 約17,000名
事業概要 化学製品製造・販売等

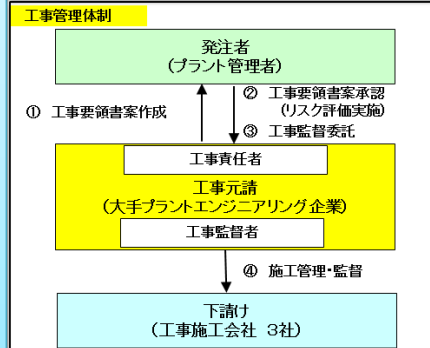
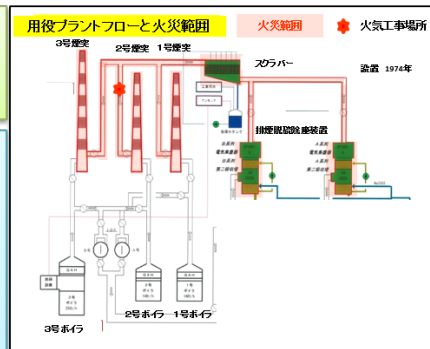
(事故概要)

被害規模 右図に示す、用役プラントの煙道、煙突、排煙脱硫除塵装置等の施設を焼損。隣接施設屋外に飛び火、延焼。人的被害なし。

用役プラントの定期修理において、古い煙道撤去工事の際、工事発注者と工事元請 工事責任者が事前にリスク評価を実施した上で承認された工事要領書にもとづいて、切断部分の「煙道のFRPライニングを除去した上で、グラインダーで切断」する予定だった。しかし、工事要領書通り切断することが困難と思った工事元請の工事監督者がグラインダー切断から「FRPを剥がさずに散水しつつガス溶断する」事に、工程変更し、下請けに実施させた。

工事内容を変更する場合に、リスクの再評価を行う規則は工事元請との間で共有されており、工程変更を伝える機会もあったが、監督者はそれを発注者に伝えずに実施した。結果的に、FRPに着火し、切断作業が炎と煙に気付いた時点で消火器による初期消火を図るも消火できず、煙道内のFRPを伝って広範囲に延焼することとなった。

FRPの延焼が非常に早く、広範囲に延焼範囲が広がった。煙道鋼板とFRPライニングの空隙がドラフト効果を起こして、空隙内から延焼したものと推定されている。



対策と効果

① リスク事前評価要領の見直し

可燃物を内貼した設備の切断工事の管理レベルを引き上げ、切断方法に関わらず、最高ランクの管理を実施することとした。

② 元請会社の特別監査

用役プラントのエンジニアリングに対して、専門的な技術と経験、実績を持つ大手企業であり、用役プラントの工事をおこなってから委託していたが、今回の事故を受けて、再発防止対策実施状況について定期的な監査を実施することとした。

③ 工事関係者に対するルールの徹底

事業所内で工事を行う関係企業は、協議会形式で組織化しており、そこで工事変更に関するルール遵守を再周知する。

(ポイント)

○ 「規律」の維持

安全管理において、ルールの遵守は前提である。ルール遵守の前提がなければ、ルールの厳格化や周知などが直接的な対策としての効果は限定的と見られる。また、一人のルール違反が重大な結果を生む。ルールを順守を徹底する「規律」が全ての個人に徹底されていなければならない。

○ FRPライニングの燃えやすさ

着火後のFRPライニング延焼の速さは、当該事業所の保安安全担当者にとっても想定外のものであった。FRPあるいは樹脂ライニングを施した類似の設備においては留意すべき事故である。

事例番号 5

○ 火災事故

サンプリング時の静電気による着火
開放系抜き取り作業中の着火

企業概要
業種 化学工業
事業規模 資本金 非公開 従業員数 数百名
事業概要 化学製品製造

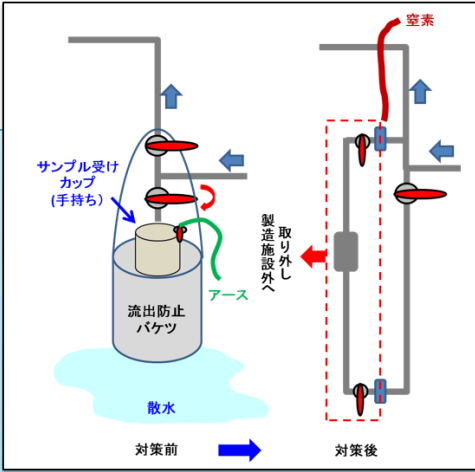
(事故概要)
被害規模 ポリエチレン・トルエン分散液 約500g 焼損
初期消火で鎮火（5分程度）
熱傷2度 1名

ポリエチレンのトルエン分散液製造において、
抜取バルブから開放系でサンプリング操作をして
いる最中に、抜き取った分散液が静電気によって
着火した。
作業者は、抜取バルブを閉じた際に右手を、
着火した分散液の一部をこぼして、足にやけどを
負った。
火は、周辺作業者が消火器によって初期消火を
行い、延焼もなく、5分程度の間に鎮火した。

- 事故当時の静電気対策
- ・ 導電性の作業服、帯電防止靴
 - ・ 足元への散水
 - ・ サンプル受カップ、配管などへのアース
 - ・ 噴霧器による場内湿度の調整

対策と効果
① サンプルの直接抜取をやめる
従来から静電対策を進めており、今回も定められた方
法で作業を行い、上記のような静電気対策をとっていた
が、静電気による着火が防げなかった。そこで、開放系
でサンプルを直接流出させるサンプリングを止め、サンプ
リング用のバイパスラインを設けて、バイパスラインごと
外す事にした。バイパスライン取り外しの際にも溶媒の蒸
気が出るので、窒素ページラインも設置した。

② 類似箇所への展開
同様のサンプル抜取を行う場所に、同じ設備対策を全
社展開した。



(ポイント)
○ 繰り返される静電気による着火
危険物を含むサンプリング中の静電気による着火
事故は、作業者が有機溶剤の蒸気や液体のそばに
いる状況で起こるために、人的被害にもつながりや
すい事故である。サンプリング中の静電気による着火
事故は、毎年のように発生しており、良く認識され
ているが、無くならない事故である。当事例では、
一般的な対策は徹底されている中で発生しており、
静電気対策の難しさを示しているが、リスクの高い
作業として、一層の対策と安全管理を行う必要があ
る。

○ 本質安全（危険の排除）
当事故は、相当の静電気対策を実施した上で発生
しており、静電気の帯電を抑制するのではなく、危
険物蒸気を伴う作業方法自体を見直している。静電
気着火のリスクを皆無にすることが困難であれば、
それを前提として、人手での作業や溶剤を開放状態
でフラッシングさせるようなサンプリング方法をや
めて、危険物自体に触れる可能性を排除する方法な
どの検討を行う必要がある。

事例番号 6

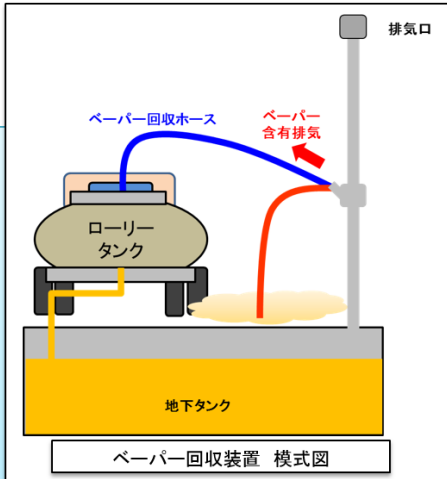
○ 火災事故

荷卸し時、流出した可燃性蒸気（ペーパー）に着火
ペーパー回収ホースの未接続

企業概要
業種 輸送業
事業規模 資本金 約4700万円 人員 約130名
事業概要 石油製品等輸送

(事故概要)
被害規模 負傷者 1名
ペーパー回収ホース
防火壁の一部焼損

24000L移動タンク貯蔵所から給油取扱所の地下タンク
にレギュラーガソリンと軽油を荷卸しする際、ペーパー
回収装置のペーパー回収ホースを地下タンクの排気管側
のみ接続し、移動タンク貯蔵所側には接続しなかった。
正しくは、排気管側と移動タンク貯蔵所側が接続した
状態（青のライン）であり、ペーパー回収ホースを通じ
て、ペーパー含有排気は移動タンク貯蔵所のタンクに戻
る。
当事故では、移動タンク貯蔵所のタンク側にペーパー
回収ホースが接続されなかった（赤のライン）為に、
ペーパーを含有した排気が床面に漏出、滞留した。
そこに、何らかの着火源により引火し、火災を起こした。
運転手は、当日の運行の遅れを気にしていた。ペーパー回収ホースを接続することによって、移動タンク
貯蔵所タンク内に高濃度のペーパー含有排気が残留することが、次の積載時に移動タンク貯蔵所タンク内の
ペーパー回収作業を長引かせると思い、移動タンク貯蔵所側へのペーパー回収ホース接続を行わなかった。



対策と効果
① 個人面談
約40名の運転手全員と個人面談を実施し、類似事故防
止のための注意喚起、ペーパー回収作業の徹底を促し
た。
類似事故防止（同じ事故を起こさない）、確実な確認（指
差呼称）などの注意喚起も行った。

② 訓練の実施
従来から、毎日の点呼時の安全確認、毎月の安全会
議、年一回の研修、作業に関するコンテストなどを行って
いた
その中で、注意喚起、ペーパー回収作業を含む荷卸し
作業の訓練実施を行った。

(ポイント)
○ 生産性と安全確保
省略行為は、生産性にかかわりのない作業で発生
しやすい。安全対策等の省略は、結果的に事故が起
こらなければ、生産性に影響を与えない。
作業者は懸命に生産性を上げようとしたことが、省
略行為や人的要因による事故の原因となることがあ
る。安全確保には、管理側から配慮する必要がある。

○ 危険物のリスクに対する感度
危険物を恒常的に取り扱うことによって、リスクに対す
る感度の低下が懸念される。
慣れによって、リスクの高い危険物の取扱い作業とな
らないように留意する必要がある。

事例番号 7

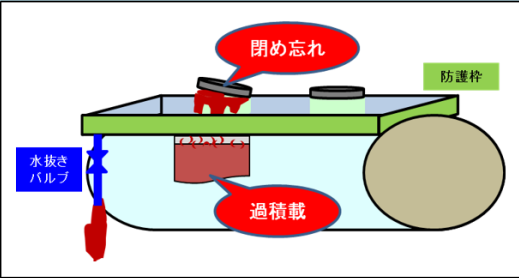
流出事故

企業概要
業種 卸売・小売業
事業規模 資本金 ー 人員 約600名
事業概要 農業協同組合

(事故概要)
被害規模 第三石油類 重油 約7.5L 事業所外流出 (道路上約600m)

近隣への燃料油小口配送の為、貯油タンクのある充填一般取扱所で、移動タンク貯蔵所(タンクローリー)の運転手が都度充填し、配送していた。
充填一般取扱所には人員は配置されておらず、運転手は自分一人で充填作業を行う。
当日、2トンの移動タンク貯蔵所に充填を行ったが、充填前の移動タンク貯蔵所内の残量確認を怠り、過積載となった。しかし、配達を急いだ運転手は、そのまま配達に向かうとし、その際に、マンホールの蓋を完全に閉めずに走り出した。
このため、輸送中の振動によりマンホール口から漏油した。移動タンク貯蔵所のマンホール周辺には、防護枠が設置されているが、防護枠の水抜きバルブが開いたままになっており、そのまま、道路上に流出させることとなった。

流出発見後は、速やかに通報し、油処理剤にて応急処置を実施した後、専門業者による道路洗浄を実施した。



対策と効果
① チェック表と指差呼称
雨水排水コック確認、充填後 上部注入口蓋締め確認等のチェック表を作成し、上司の確認を得ることとした。
マンホールの蓋の閉止や積載量の確認では、指差呼称の徹底を図る。

② コンプライアンス教育
当該事故については、移動タンク貯蔵所運転手に所長より伝え、年に1回のコンプライアンス教育を実施することとした。

(ポイント)
○ 忙しさのリスク
作業者は、忙しさを事故の言い訳にならないと考えるが、管理者は忙しさのリスクを考慮する必要がある。
小口配送は、積み下ろし頻度が多い点だけをとっても流出事故のリスクが高くなる。
急かされるような状況は、ウッカリボンヤリや勘違い、省略行為を誘発する原因となる。多忙な状況の緩和や多忙の中で安全を確保する取組が必要であり、チェックリストや指差呼称で、立ち止まって確認することが重要である。

○ 繰り返される類似のエラー
移動タンクのマンホール閉め忘れによる流出事故は、全国で、何度も起こっている事故である。充填作業後、マンホールで作業していることを考えると、閉め忘れは、想定しにくいエラーである。しかし、実際に、ベテラン、新人によらず起こっており、ウッカリボンヤリは、誰にでもありうることである。一方で、マンホールの閉め忘れの様な繰り返されるエラーのパターンがある事を事例から読み取り、自らにも起こりうると考え、対策を取る事が必要である。

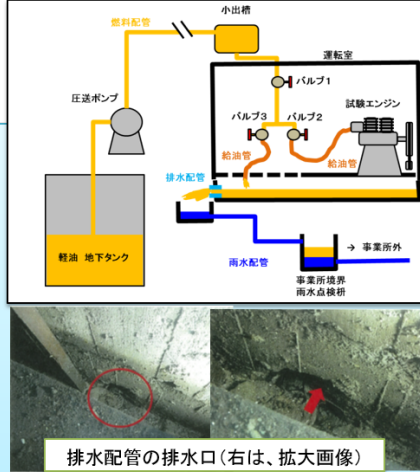
事例番号 8

流出事故

企業概要
業種 機械器具製造業
事業規模 資本金 約5億円 人員 約200名
事業概要 ディーゼルエンジン製造・販売等

(事故概要)
被害規模 軽油 3000L超流出、一部事業所外流出

運転室(少量危険物取扱施設)にて試験エンジン試運転を行うにあたって、燃料配管からバルブ2を通じて給油管を接続した。
本来は試験当日にバルブ2を開放して給油するが、担当者は、前日にバルブを開放した。その際、バルブ1、2と3を開放した。(3を開放した意図は不明)
これによって、機器に接続されていないバルブ3の給油管から、燃料の漏出が始まったが、担当者は、それに気づかずして退室した。燃料油は、容量9000リットルの地下タンク貯蔵所に貯留されており、圧送ポンプにより運転室屋外に設置された小出槽に輸送され、小出槽から各機器に給油する。圧送ポンプは、小出槽のレベルが下がると自動的に給油する様になっている。翌朝、流出に気づいてバルブ3を閉止するまで燃料油の圧送が続き、流出し続けた。地下タンク貯蔵所の油量は毎日確認しており、前日と当日朝の油量変化から3000リットル以上の流出が明らかとなった。
運転室内は、床が二重になっており、床下の空間がピットになっていたが、設備管理者も当該事故後の調査まで認知していなかった排水配管が設けられており、漏出した燃料油が排水配管を通じて雨水配管に流れ込んでいた。雨水配管は、事業所境界の点検井に接続しており、点検井に燃料油が流入していることが確認され、漏出した燃料油の一部が事業所外に流出したと見られている。
運転室の使用に不慣れた担当者が、不適切なバルブ操作(前日からバルブ2、3両方開放)したことが直接原因であり、圧送ポンプが常時自動運転していたことにより小出槽の容量を超えて流出を続けた事と床下に設備管理者も認知していない排水配管があったことが被害を拡大した。



対策と効果
① 圧送ポンプの自動運転停止
運転室を使用していなくても圧送を続けたことが被害を拡大した。運転室使用時以外は、自動運転を停止する事で、小出槽容量を超える漏出はなくなる。

② 排水配管の埋め殺し
水を使う試験設備があり、漏水した場合に備えて排水配管を設置していたが、現状は使用頻度が低いことから、これを埋めることで、万一、流出があっても、雨水配管に直接漏出する事はない。

③ 給油管の逆止弁付カップリング接続
給油管の先端に逆止弁付カップリングを設け、給油管接続していなければ燃料配管のバルブを開けても燃料油が流出しないようにする。

③ 管理強化
バルブの標示、バルブ操作や圧送ポンプの自動運転などに関するチェックリストなど、作業記録を残すための資料を総合的に整備した。今回の事故は、不慣れた担当者が操作したことが一因であり、不慣れた作業員に対しては、使用できる範囲とそれに応じた教育内容を記録し、曖昧な操作がないようにした。

(ポイント)
○ 現場担当者以外の視点
現場に慣れた担当者にとっては、十分な安全管理が、安全管理担当者から見ればリスクの高い管理をしている、実績的に、事故がなくとも、実は危険な状況が続いていたという事もある。
現場担当者以外の視点を加えて見直すことも必要である。

○ 古い設備の管理
歴史の長い事業所では、現在とは異なる法規制や管理手法等の下に設備改造を重ねて、詳細が曖昧になる事がある。管理責任者や使用者は、設備の実態把握に努める必要がある。

○ 流出事故

貯油中のタンク攪拌機軸封部を分解して重油流出
作業指示を思い違いしてグランドパッキン交換

企業概要
業種 電気業
事業規模 資本金 約560億円 人員 約270名
事業概要 発電所

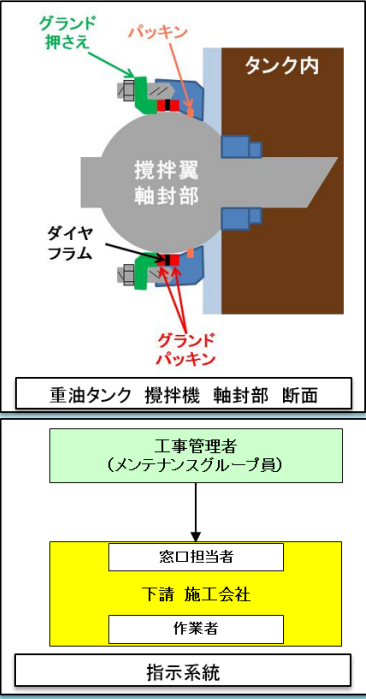
(事故概要)
被害規模 C重油 71.5キロリットル(防油堤内)流出
2名負傷(軽傷 やけど)

重油の屋外タンク貯蔵所の攪拌機軸封部に微量の漏油(にじみ)が見られたため、攪拌機を停止し、漏油点検修理工事を行うことになっていた。その過程で、工事管理者は、軸封部の点検修理(具体的な点検修理内容の指示なし)を下請け施工会社の窓口担当者に口頭で依頼した。

施工会社の窓口担当者が工事管理者から依頼を受け、施工会社の作業員に指示を伝えた。しかし、作業員は、点検修理をグランドパッキン交換と誤解(工事管理者と窓口担当者は貯油中のため増し締めと認識)しており、50代のベテラン作業員を中心とする作業員3名で現地KYを実施後、グランドパッキン交換にとりかかった。貯油されている事は作業員も認識しており、ベテラン作業員にも貯油中にグランドパッキン交換を行った経験はなかった。しかし、ベテラン作業員は工場での分解点検の経験があり構造に対し熟知していたことから、グランドパッキンの奥にあるパッキンによって、油が漏れることはないだろうと考えてグランドパッキンの交換に着手した。

二つあるグランドパッキンの一つ目を外した所で、二本目が押し出され、重油が流出した。

流出後は、タンク内の重油を抜き取りつつ、軸封部グランドパッキンの復旧及び鋼製の箱を製作し噴出口の攪拌機フランジ部に取付けて流出を抑えた。



対策と効果
① 文書による作業指示、禁止事項等の連絡の徹底
従来から書面による依頼、指示の仕組みを危険物取り扱い施設に係る全ての工事に適用することとした。
不具合発生時には、設備管理グループが不具合状況連絡シートを作成し、シートにより工事管理者が施工会社に状況を説明する。更に2者にて現場確認を実施し作業内容・禁止事項等について協議確認を行い情報の共有を図る。

② 作業時に注意を要する事項追加とリスクアセスメント
従来から、工事管理者側で行ったリスクアセスメントの情報を「作業時に注意を要する事項」として、書面で提供していた。それに、「作業内容確認事項」「危険リスク」「禁止事項」「アイソレ状況」(バルブや電源の緑切り状況など)の項目を追加した。

③ 作業員への直接伝達
窓口担当を介さず、実際に作業する作業員を入れて打合せを行い、作業内容と注意事項等の共有を個々の作業員まで徹底する。

(ポイント)
○ 管理体制の徹底
工事や作業の外部委託を行う場合、管理体制を明確にし、管理ルールを徹底する必要がある。信頼関係が築かれても、管理ルール外で「任す」「任される」関係になってはいけい。

○ ベテランの過信
ベテランの豊かな経験や知識は、危険を回避する上で重要であるが、ベテランが、常に正しいとは限らない。思い違いやウッカリ、ボンヤリは、経験が深く、注意レベルの高い人にも起こる事がある。

○ 流出事故

サンプリングバルブを開放したまま受け入れ、流出
不要なバルブ操作の実施

企業概要
業種 化学品製造業
事業規模 資本金 約900億円 発災事業所人員 900名
事業概要 化学品、樹脂、繊維等

(事故概要)
被害規模 第4類第1石油類(非水溶性)／第4類アルコール類の混合液(以下、混合液という) 約400L流出

作業員は、調製槽内の混合液を別タンクへ抽出した後、サンプリングバルブを開放し調製槽内に残液がないことを確認していた。

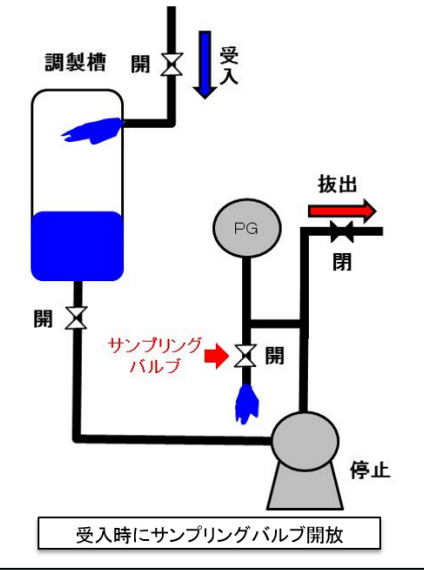
その際に、計器室から無線で別の作業を指示されたため、作業員は、サンプリングバルブを閉止することを忘れて、その場を離れた。

そこに、計器室からの遠隔操作によって、調製槽へ新たな混合液の受入を開始したことにより、開放されていたサンプリングノズルから混合液約400Lが流出した。

現場は無人状態であったが、ガス検知器を設置しており、ガス検知器の発報により覚知し、流出を止めた。

サンプリングバルブ開放による残液の確認は、従来実施していたが、過去に閉め忘れのヒヤリハットがあったため、その必要性とリスクを検討し、この開放操作を実施しない手順に変更されていた。

作業員はこの作業手順の変更教育を受けていたが、そのあとに約8カ月の休職期間があり、復職後にはバルブ開放操作が廃止になったことを忘れていた。そのため、従来通りのサンプリングバルブ開放による残液確認を継続していた。また、計器室の作業指示者は、そのような作業が行われていることを知らないために、別作業を指示してしまい、結果的に並行作業となった。



対策と効果
① 受け入れ時の液面上昇の確認
液面上昇が確認されるまで、作業員は現場を離れないこととした。受け入れ流量と液面の関係を検出し、異常時には警報発報するようにした。

② 復職者等に対する教育の徹底
復職者および新人に対しては、重要な伝達事項と現場禁止事項に関して、係長による理解度の確認を実施することとした。プラント運転においての禁止行動をまとめた「べからず集」を作成し、全作業員に対して周知教育を実施。

③ 並行作業の禁止
失念等の原因となる並行作業の禁止を徹底した。

(ポイント)
○ 組織的な取組
誰にも「思い違い」や「失念」などがあり得る。技術力や実績、注意レベルの特に高い作業員であっても例外ではない。バルブ操作などの誤操作は、様々な状況で起こりうる事であり、起こった事故の再発防止の視点だけではなく、管理上の課題として組織的な取り組みを行う必要がある。

○ 危険物取扱のリスクに応じた対策
危険物にかかわるバルブ等の誤操作は、大きな事故につながる可能性がある。操作にともなうリスクを正しく評価し、リスクに応じた人的・物的対策を取る必要がある。