

石油コンビナート等防災体制検討会
(石油コンビナートにおける事故に関する検討)
報告書
(案)

令和 6 年〇月
消防庁特殊災害室

目 次

はじめに	1
第1章 検討会の概要	2
1 検討会設置の背景	2
2 目的	3
3 検討事項	3
4 委員名簿	4
5 検討経過	5
第2章 石油コンビナートにおける事故の分析結果	6
1 石油コンビナートにおける事故発生件数の推移	6
2 石油コンビナートにおける事故の深刻度評価	8
3 令和4年中における事故の発生要因	11
4 火災及び漏えい事故における要因（人的・物的）件数の推移	11
5 事故発生における行為者の年齢・経験年数の推移	13
6 業態別における事故件数の推移	17
7 施設別における事故件数の推移	20
8 起因物質別における事故件数の推移	22
9 運転状況別における事故件数及び要因（人的・物的）の推移	23
10 死傷者が発生した事故の分析	25
11 人的要因における事故の分析	31
12 まとめ	34
第3章 事業所における事故対応に関する調査	35
1 調査業務の概要	35
2 調査事業所	35
3 調査結果	35
第4章 先進的な資機材・技術・システムに関する調査	36
第5章 事故を防止する方策	46
1 手引きの特色	46
2 手引きの活用	48
3 手引きの構成	48
第6章 被害を軽減する方策	49
1 「自衛防災組織等の防災活動の手引き」の改訂	49
2 「自衛防災組織等の防災要員のための標準的な教育テキスト」の改訂	50
おわりに	52
別冊1 石油コンビナートにおける事故分析を踏まえた事故防止の手引き	
別冊2 自衛防災組織等の防災活動の手引き（令和6年〇月改訂）	
別冊3 自衛防災組織等の防災要員のための標準的な教育テキスト（令和6年〇月改訂）	

はじめに

(案)

石油コンビナート等特別防災区域では大量の石油、高圧ガス等を取り扱っていることから、ひとたび火災、漏えい等の事故が発生すれば特定事業所内のみならず当該事業所の敷地外、更には石油コンビナート等特別防災区域の外部にまで甚大な被害を与える可能性があります。石油コンビナート等災害防止法では、特定事業者の責務として、災害の発生及び拡大の防止に万全の措置を講ずるよう規定しており、特定事業者は事故が発生するたびに事故の原因究明を行うとともに、再発防止対策を策定すること等により、事故防止に取り組んでいるところです。

消防庁が公表した「令和4年中の石油コンビナート等特別防災区域の特定事業所における事故概要」によると、事故の発生件数は平成に入ってから以降増加傾向にあり、令和4年中の事故発生件数は過去最多となっているものの、一方で死傷者の発生状況については、毎年死傷者を伴う事故は発生していますが、平成27年以降、様々な取り組みにより、重大な事故の発生防止には一定の成果が見られる状況にあります。

そこで、本検討会ではこれらの状況を踏まえて令和5年度から「石油コンビナート等防災体制検討会（石油コンビナートにおける事故に関する検討）」を開催し、消防庁が保有する事故に関するデータを分析するとともに、事故防止の効果的な対策や取り組みを調査し、重大な事故につなげないよう「事故を防止する方策」及び「事故発生時の被害を軽減する方策」について検討を行い、この度報告書としてまとめました。

本報告書の成果が、各事業者における事故防止の取り組み又は事故発生時における災害対応力の向上の一助となり、石油コンビナートの防災体制の更なる充実強化につながることを期待しています。

また、本報告書を取りまとめるにあたり、御多忙にもかかわらず、本検討会に御参加いただき、積極的な議論をいただいた委員をはじめオブザーバー関係各位に対し厚く御礼申し上げます。

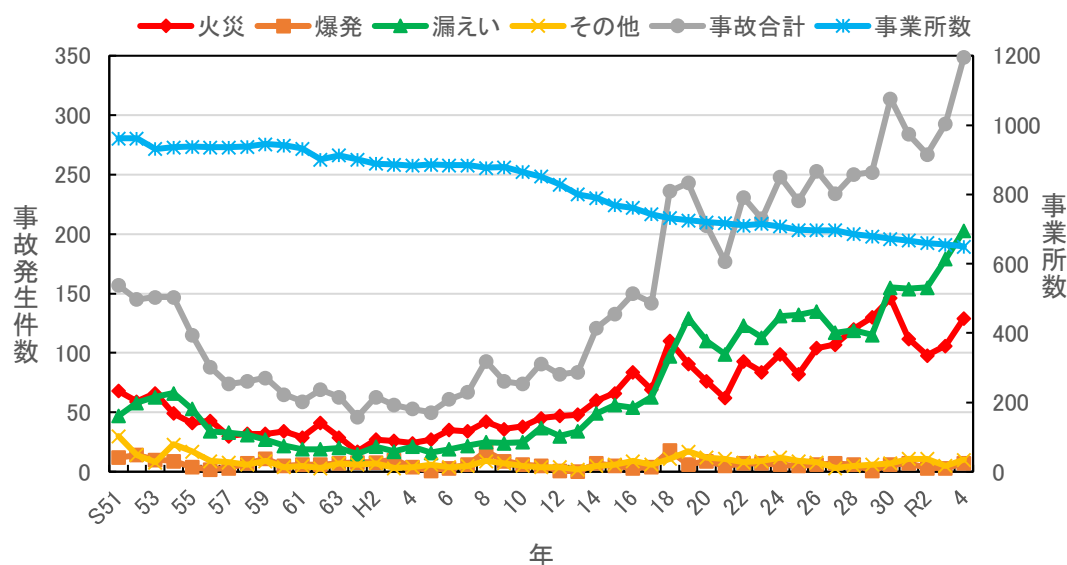
令和6年〇月

石油コンビナート等防災体制検討会
座長 小林 恭一

第1章 検討会の概要

1 検討会設置の背景

消防庁では、日本全国の石油コンビナート等特別防災区域（以下「石油コンビナート」という）における事故の発生状況を毎年調査し、データを収集している。事故の発生件数について推移をみると、石油コンビナート等災害防止法が施行された昭和 51 年以降は一旦減少していたが、平成に入ると一転して増加傾向が続き、令和 4 年中の事故件数は、過去最多となる 349 件を記録した。また、事故種別でみると、近年は漏えい事故の増加傾向が顕著となっている。【図 1.1】

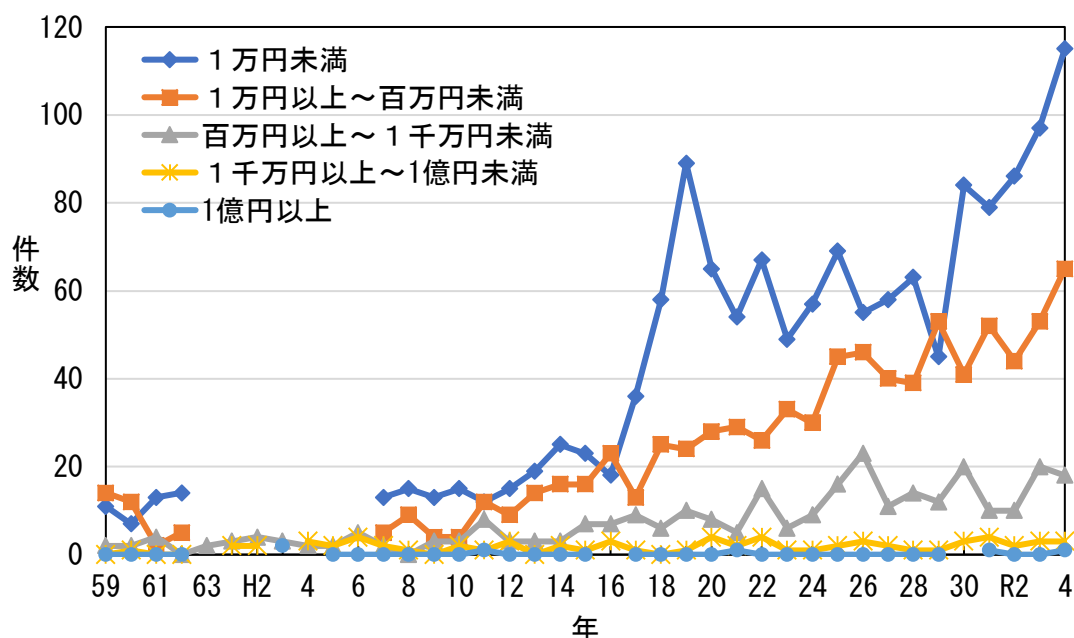


発生年月	発生場所(コンビナート名称)	死傷者数
平成 24 年 4 月	三井化学(株)岩国大竹工場／山口県玖珂郡和木町 (岩国・大竹)	死者 1 名負傷者 21 名
平成 24 年 9 月	(株)日本触媒姫路製造所／兵庫県姫路市 (姫路臨海)	死者 1 名負傷者 36 名
平成 26 年 1 月	三菱マテリアル(株)四日市工場／三重県四日市市(四日市臨海)	死者 5 名負傷者 13 名

※平成 24 年以降に発生した多数の死傷者を伴う石油コンビナート事故

さらに、近年増加傾向が続いている漏えい事故について損害額別件数の推移をみると、多くは損害額 1 万円未満の小規模な漏えい事案であることがわかる。一方で、漏えい物質が危険物等であることから、出火防止等に留意が必要である。

【図 1.3】



【図 1.3 漏えい事故における損害額別件数の推移】

※S63～H6のデータが一部未表示となっているのは、百万円未満のデータを詳細に分類していないため。

2 目的

近年、増加傾向にある石油コンビナートにおける事故について、消防庁の保有する事故データから発生状況を分析するとともに、効果的な対策や取り組みを調査し、重大な事故に繋がらないよう事故の発生防止や事故が発生したとしても被害を軽減するための方策を検討し、とりまとめることで、石油コンビナートにおける防災体制を強化することを目的とする。

3 検討事項

重大な事故に繋がらないよう次の項目を検討する。

- (1) 事故を防止する方策
- (2) 事故発生時の被害を軽減する方策

4 委員名簿

(1) 委員

(敬称略、委員については五十音順)

令和6年度

委 員	氏 名	役 職
座 長	小林 恭一	危険物保安技術協会 特別顧問 (元東京理科大学教授)
座長代理	西 晴樹	消防庁 消防大学校 消防研究センター 技術研究部長
委 員	荒木 勝美	石油化学工業協会 消防防災専門委員長
委 員	江藤 義晴	四日市市消防本部 参事兼予防保安課長
委 員	小山田 賢治	特別民間法人 高圧ガス保安協会 保安技術部門 グループマネージャー
委 員	金子 正和	川崎市消防局 予防部 保安課長
委 員	熊崎 美枝子	横浜国立大学大学院 環境情報研究院 教授
委 員	穴戸 仁	仙台市消防局 予防部 規制指導課長
委 員	辻 裕一	東京電機大学 工学部機械工学科 特定教授
委 員	時岡 宏彰	危険物保安技術協会 事故防止調査研修センター長
委 員	中西 美和	慶應義塾大学 理工学部管理工学科 教授
委 員	橋本 昌樹	一般社団法人 日本鉄鋼連盟 防災委員会 委員
委 員	藤井 直路	茨城県 防災・危機管理部 消防安全課長
委 員	三浦 安史	石油連盟 安全管理部長

令和5年度

委 員	氏 名	役 職
座 長	小林 恭一	東京理科大学 総合研究院 教授
座長代理	西 晴樹	消防庁 消防大学校 消防研究センター 技術研究部長
委 員	荒木 勝美	石油化学工業協会 消防防災専門委員長
委 員	江藤 義晴	四日市市消防本部 予防保安課長
委 員	小山田 賢治	特別民間法人 高圧ガス保安協会 保安技術部門 グループマネージャー
委 員	金子 正和	川崎市消防局 予防部 保安課長
委 員	熊崎 美枝子	横浜国立大学大学院 環境情報研究院 准教授
委 員	小谷 茂	一般社団法人 日本鉄鋼連盟 防災委員会 委員
委 員	舘 宏明	茨城県 防災・危機管理部 消防安全課長
委 員	辻 裕一	東京電機大学 工学部機械工学科 教授
委 員	時岡 宏彰	危険物保安技術協会 事故防止調査研修センター長
委 員	富田 正幸	仙台市消防局 予防部 規制指導課長
委 員	中西 美和	慶應義塾大学 理工学部管理工学科 教授
委 員	三浦 安史	石油連盟 安全管理部長

(2) オブザーバー

組 織 名
厚生労働省 医薬局 医薬品審査管理課 化学物質安全対策室
厚生労働省 労働基準局 安全衛生部 化学物質対策課
国土交通省 港湾局 海岸・防災課 危機管理室
海上保安庁 警備救難部 環境防災課
環境省 水・大気環境局 環境管理課
経済産業省 産業保安グループ 高圧ガス保安室
全国消防長会 事業部 事業管理課
一般社団法人 新金属協会
電気事業連合会 立地電源環境部
日本LPガス協会
一般社団法人 日本化学工業協会
一般社団法人 日本ガス協会
日本タンクターミナル協会

5 検討経過

(1) 令和5年度

	開 催 日	議 事
第1回	令和5年10月5日(木)	・ 検討会について ・ これまでの取組状況について ・ 検討の進め方について
第2回	令和6年3月22日(金)	・ 石油コンビナートにおける事故の分析結果について ・ 事故防止の方策について ・ 防災活動の手引き及び教育テキストの改訂(案)について

(2) 令和6年度

	開 催 日	議 事
第3回	令和6年6月28日(金)	・ 石油コンビナート等防災体制検討会(石油コンビナートにおける事故に関する検討) 報告書(案)について ・ 石油コンビナートにおける事故分析を踏まえた事故防止の手引き(案)について ・ 自衛防災組織等の防災活動の手引きの改訂(案)について ・ 自衛防災組織等の防災要員のための標準的な教育テキストの改訂(案)について

第2章 石油コンビナートにおける事故の分析結果

事故を防止する方策を検討するにあたり、石油コンビナートにおける事故の発生状況、要因及び被害状況について、消防庁が保有する事故データを使用して統計的手法により分析した結果は、以下のとおりである。

なお、分析の基となる事故データは、消防庁特殊災害室が全国の石油コンビナートを管轄している関係都道府県から毎年報告を受けているものであり、特定事業所内で発生した火災、爆発、有害な物質（危険物、高压ガス及び毒劇物等）の漏えい、施設の破損事案等が事故報告の対象となっている。

（令和2年12月24日付け消防危第300号・消防特第170号）

「危険物に係る事故及びコンビナート等特別防災区域における事故の報告」の一部変更について

https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/201224_kiho_1.pdf

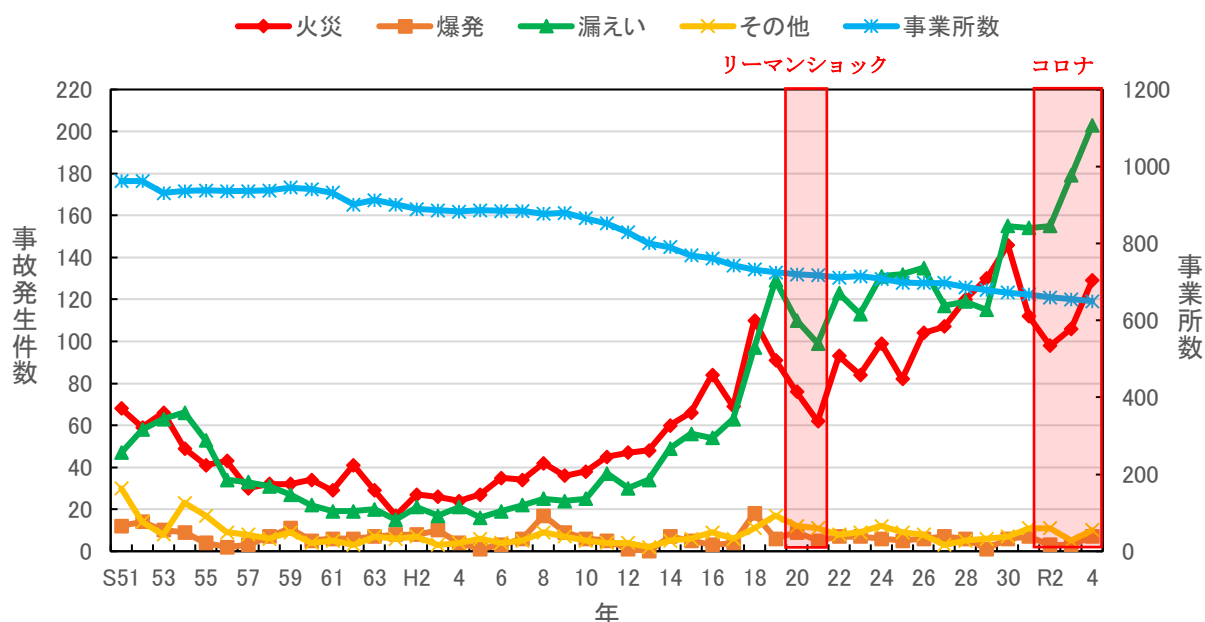
（平成28年12月5日付け消防危第228号・消防特第209号）

「危険物に係る事故及びコンビナート等特別防災区域における事故の報告」の一部変更について

https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/assets/281205_ki228_toku209.pdf

1 石油コンビナートにおける事故発生件数の推移

石油コンビナートにおける事故発生件数の推移（事故種別ごと）を図2.1.1に示す。

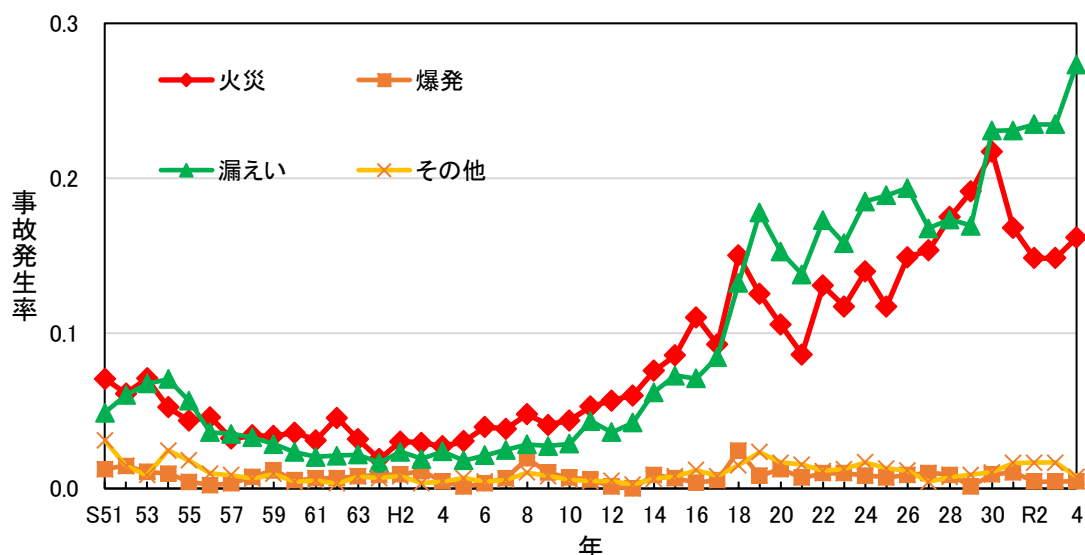


【図 2.1.1 石油コンビナートにおける事故発生件数の推移(事故種別ごと)】

昭和51年以降、事業所数の減少が続く中、近年、火災と漏えいの事故が増加している状況といえる。平成18年頃までは火災件数が漏えい事故件数を上回っていたが、それ以降漏えい事故が火災件数を上回る傾向となっている。

また、平成 19 年頃から事故が一時的に減少しているのは、リーマンショックによる生産低下の影響が考えられ、同じく、令和元年頃からの一時的な火災事故減少についても新型コロナウイルス感染拡大による生産低下が一因と考えられる。

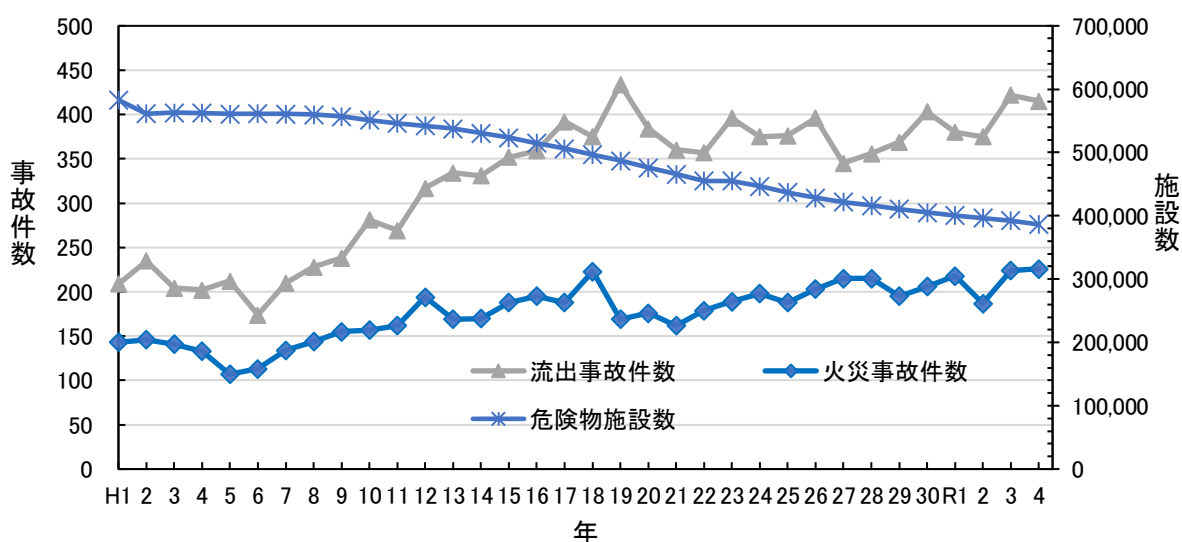
続いて、1 事業所あたりの事故発生率の推移（事故種別ごと）を図 2.1.2 に示す。



【図 2.1.2 1 事業所あたりの事故発生率の推移】

令和 4 年中の事故発生率をみると、火災事故は 0.16 件、漏えい事故は 0.27 件、爆発事故は 0.005 件、その他は 0.008 件となっている。

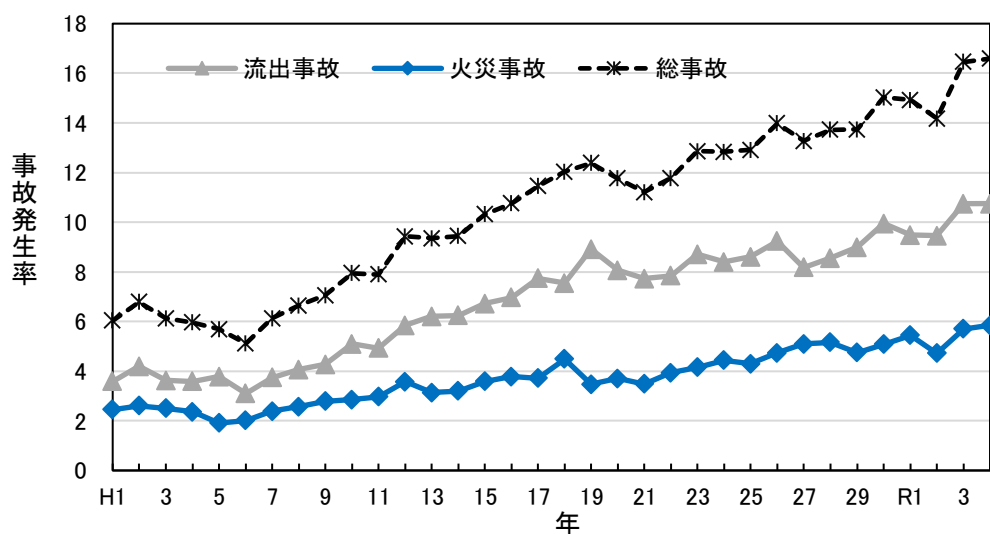
続いて、全国の危険物施設全体における事故発生件数の推移を図 2.1.3 に示す。



【図 2.1.3 危険物施設全体における事故発生件数の推移】

平成19年頃までは火災事故及び流出事故ともに増加傾向にあったが、それ以降火災及び流出の件数はおよそ横ばいの傾向にみられる。

ここで、危険物施設1万施設あたりの事故発生率の推移を図2.1.4に示す。



【図 2.1.4 危険物施設1万施設あたりの事故発生率の推移】

平成6年頃以降、事故発生率は緩やかに増加を続けていることが分かる。

危険物施設数は減少しているが、石油コンビナートにおける1事業所あたりの火災や漏えい事故の発生率は増加している。

2 石油コンビナートにおける事故の深刻度評価

石油コンビナートにおける重大事故の発生状況を評価するため、平成28年度から消防庁が統計に使用している深刻度評価指数を用いて分析を行った。

なお、当該指標は危険物を対象にしているため、高圧ガスや毒劇物等の事故については評価から除かれていることに注意が必要である。

(令和2年12月7日付け消防危第287号)

「危険物施設における火災・流出事故に係る深刻度評価指標の一部改正について」

<https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/af898a47127944e7ce544cc7ae80acaa006e5dde.pdf>

(平成28年11月2日付け消防危第203号)

「危険物施設における火災・流出事故に係る深刻度評価指標について」

https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/assets/281102_ki203.pdf

(1) 深刻度評価指標（火災事故）

火災事故（爆発事故を含む）に係る重大事故は、危険物施設で発生した火災事故のうち、①死者が発生した事故（人的被害指標）、②事業所外に物的被害が発生した事故（影響範囲指標）、③収束時間（事故発生から鎮圧までの時間）が4時間以上要した事故（収束時間指標）のいずれかに該当する事故をいう。

<人的被害指標>

深刻度レベル	内容
1	死者が発生
2	重症者または中等症者が発生
3	軽症者が発生
4	軽症者なし

<影響範囲指標>※1

深刻度レベル	内容
1	事業所外に物的被害が発生
2	事業所内の隣接施設に物的被害が発生
3	施設装置建屋内のみに物的被害が発生
4	設備機器内のみに物的被害が発生

<収束時間指標>※2

深刻度レベル	内容
1	4時間以上
2	2時間～4時間未満
3	30分～2時間未満
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。

(2) 深刻度評価指標（流出事故）

流出事故に係る重大事故は、危険物施設で発生した流出事故のうち、①死者が発生した事故（人的被害指標）、②河川や海域など事業所外へ広範囲に流出し、かつ、流出した危険物量が指定数量の1倍以上の事故（流出被害指標）、③事業所周辺のみ流出し、かつ、流出した危険物量が指定数量の10倍以上の事故（流出被害指標）のいずれかに該当する事故をいう。

<人的被害指標>※1

深刻度レベル	内容
1	死者が発生
2	重症者または中等症者が発生
3	軽症者が発生
4	軽症者なし

<流出被害指標>※2、※4

内容		指定数量の 倍数が10 以上	指定数量 の倍数が 10未満 ～1以上	指定数量 の倍数が 1未満 ～0.1以上	指定数量 の倍数が 0.1未満
		深刻度レベル			
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	深刻度レベル	1	1	2	3
事業所周辺のみ流出※3		1	2	3	3
事業所内の隣接施設へ流出		2	3	3	4
施設装置建屋内のみで流出		3	3	4	4

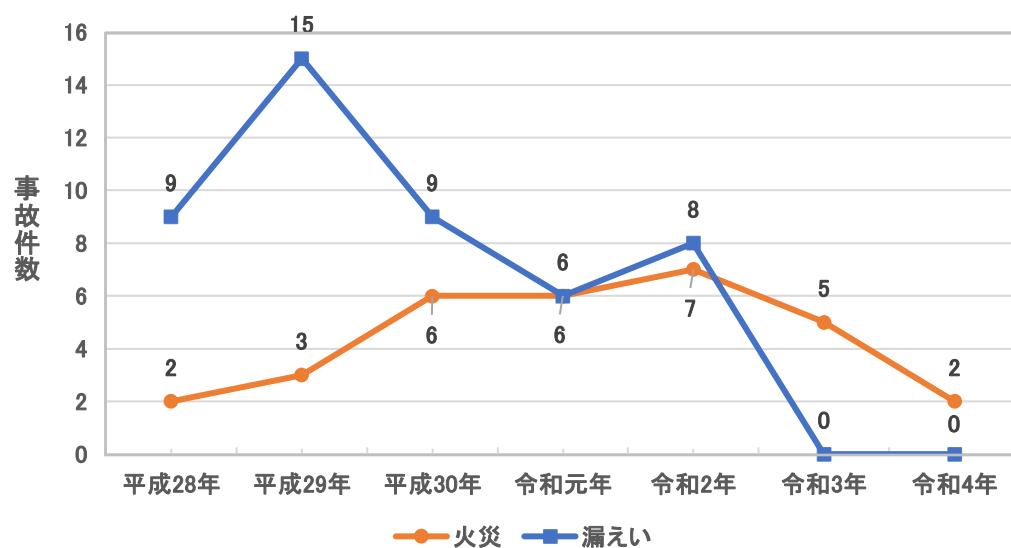
※1 交通事故による死傷者は除く。

※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 事業所敷地境界線から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。

※4 指定数量の倍数は流出・漏えいした「危険物」の指定数量の倍数を合計した数。

平成 28 年以降の石油コンビナートの危険物施設における重大事故の発生状況を図 2.2.1 に示す。



【図 2.2.1 石油コンビナートの危険物施設における重大事故の発生状況】

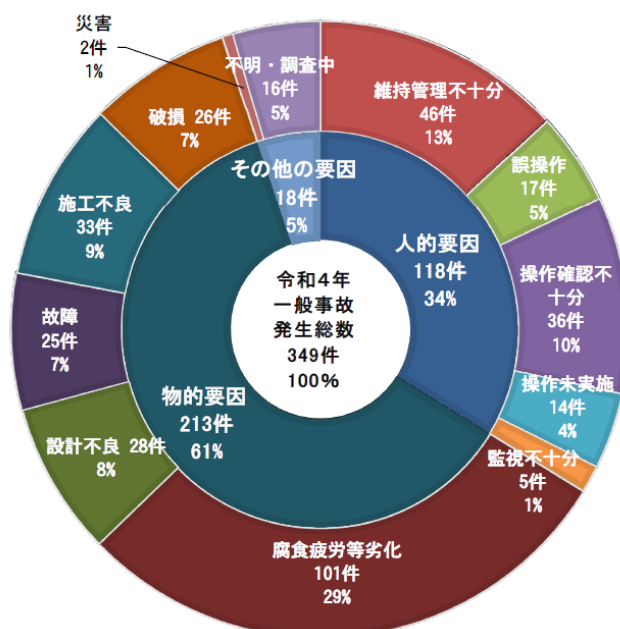
※令和2年以前の漏えいの件数については、①死者が発生した事故(人的評価指標)、②河川や海域など事業所外へ広範囲に流出した事故(流出範囲指標)、③流出した危険物量が指定数量の10倍以上の事故(流出量指標)のいずれかに該当するもの(「危険物施設における火災・流出事故に係る深刻度評価指標について」(平成28年11月2日付け消防危第203号))を計上している。

危険物施設における重大事故は、火災事故、漏えい事故ともに令和2年以降、減少傾向となっている。

3 令和4年中における事故の発生要因

令和4年中における事故について主原因別の発生状況を図2.3.1に示す。

人的要因によるものが118件(34%)、物的要因によるものが213件(61%)となっており、「腐食疲労等劣化」、「維持管理不十分」、「操作確認不十分」、「施工不良」が主な原因となっている。

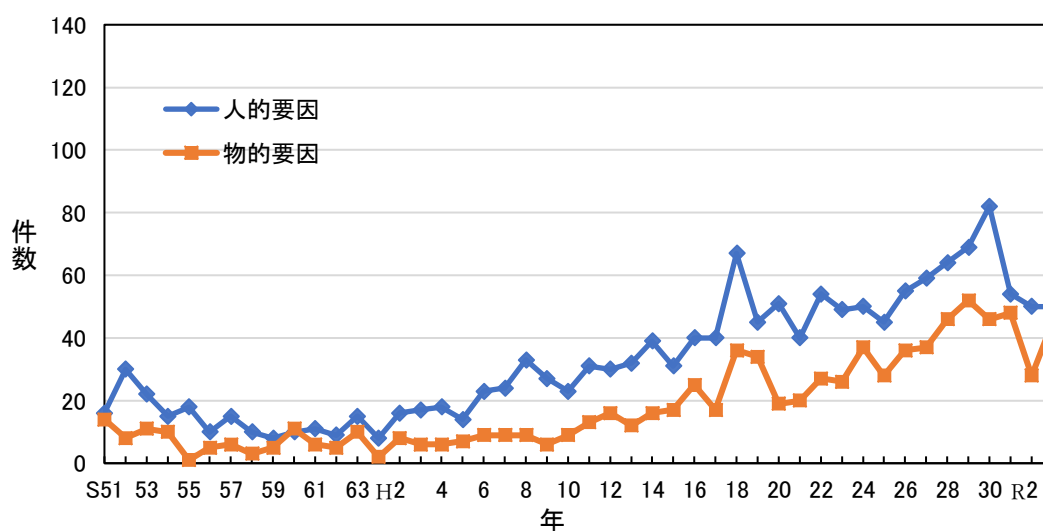


【図 2.3.1 令和4年中における事故の発生要因】

4 火災及び漏えい事故における要因（人的・物的）件数の推移

(1) 火災事故

火災事故における人的要因及び物的要因の件数の推移を図2.4.1に示す。

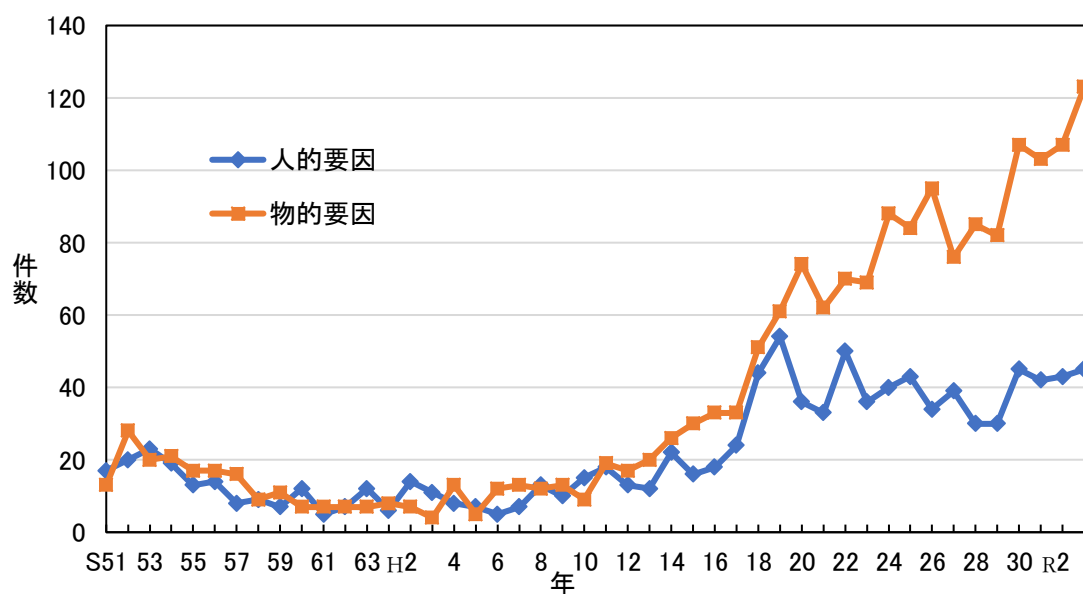


【図 2.4.1 火災事故における人的・物的要因件数の推移】

火災事故では、物的要因と比較して人的要因が多くなっている。

(2) 漏えい事故

続いて、漏えい事故における人的要因及び物的要因の件数の推移を図 2.4.2 に示す。



【図 2.4.2 漏えい事故における人的・物的要因件数の推移】

漏えい事故では、近年、人的要因と比較して物的要因が多く、物的要因が年々増加しているが、人的要因は平成 20 年頃以降、およそ横ばい状態である。

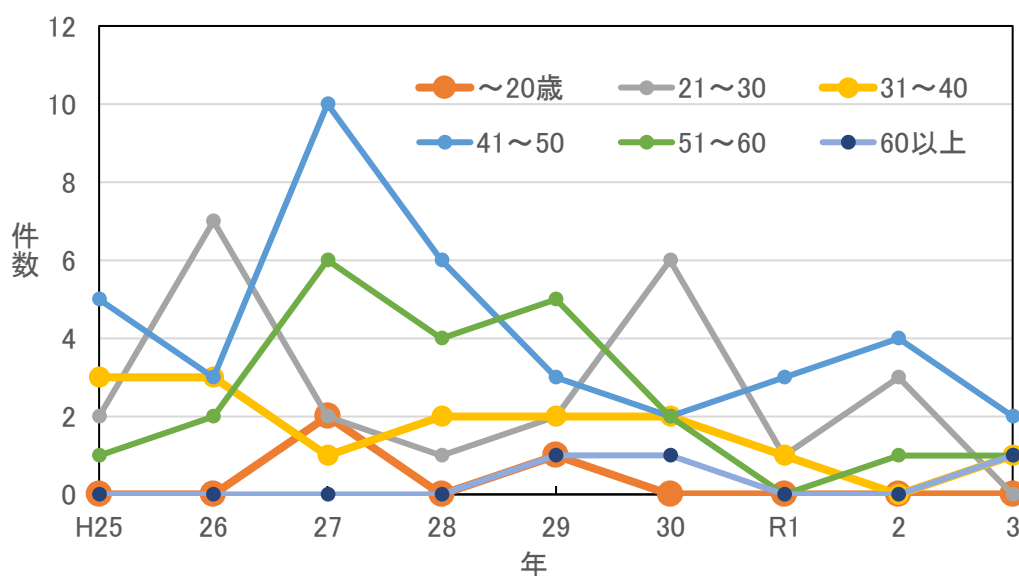
火災事故は人的要因が多く、漏えい事故は物的要因が多い傾向にある。
漏えい事故の物的要因の増加傾向が顕著である。

5 事故発生における行為者の年齢・経験年数の推移

平成 25 年以降の事故データを使用して、火災事故及び漏えい事故の人的要因について、行為者の年齢別及び経験年数別の事故発生件数の推移を分析した。ただし、誰の人的ミスなのか個人を特定できない事故では行為者の年齢・経験年数は入力されていないことに留意が必要である。また、各年代ごとの母数となる人数は統計としては把握していないため、各年代ごとの発生率ではないことに留意が必要である。

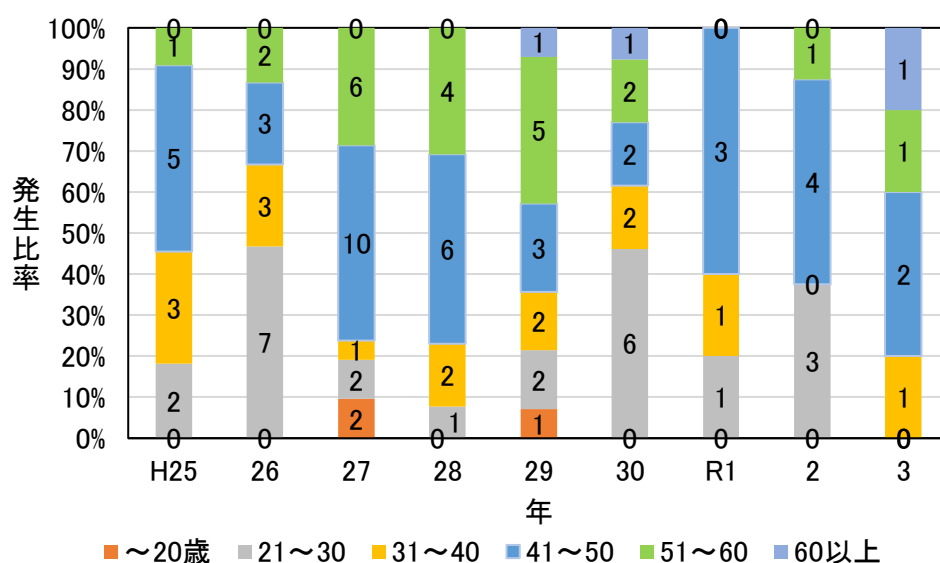
(1) 火災事故

年齢別の火災事故発生件数の推移を図 2.5.1 に示す。



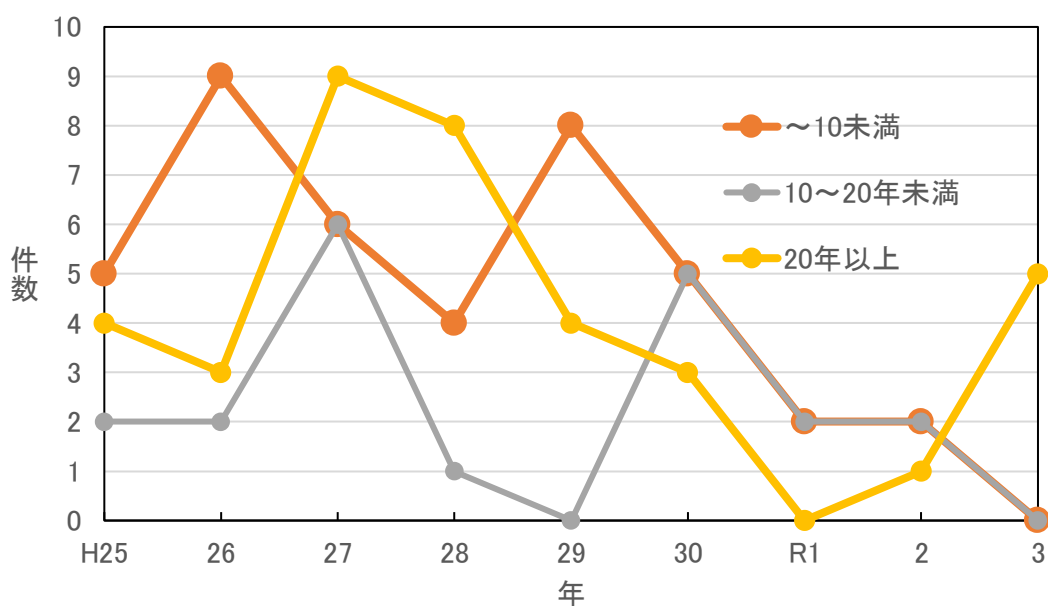
【図 2.5.1 火災事故における年齢別の事故件数の推移】

年齢別の火災事故発生比率の推移を図 2.5.2 に示す。



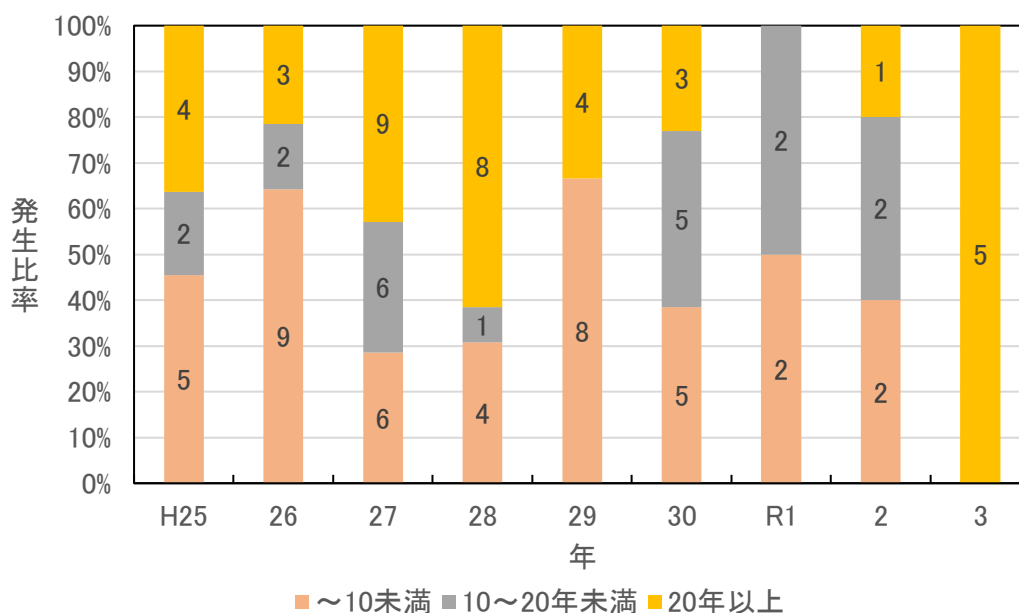
【図 2.5.2 火災事故における年齢別事故発生比率の推移】

経験年数別の火災事故発生件数を図 2.5.3 に示す。



【図 2.5.3 火災事故における経験年数別の事故件数の推移】

経験年数別の火災事故発生比率の推移を図 2.5.4 に示す。

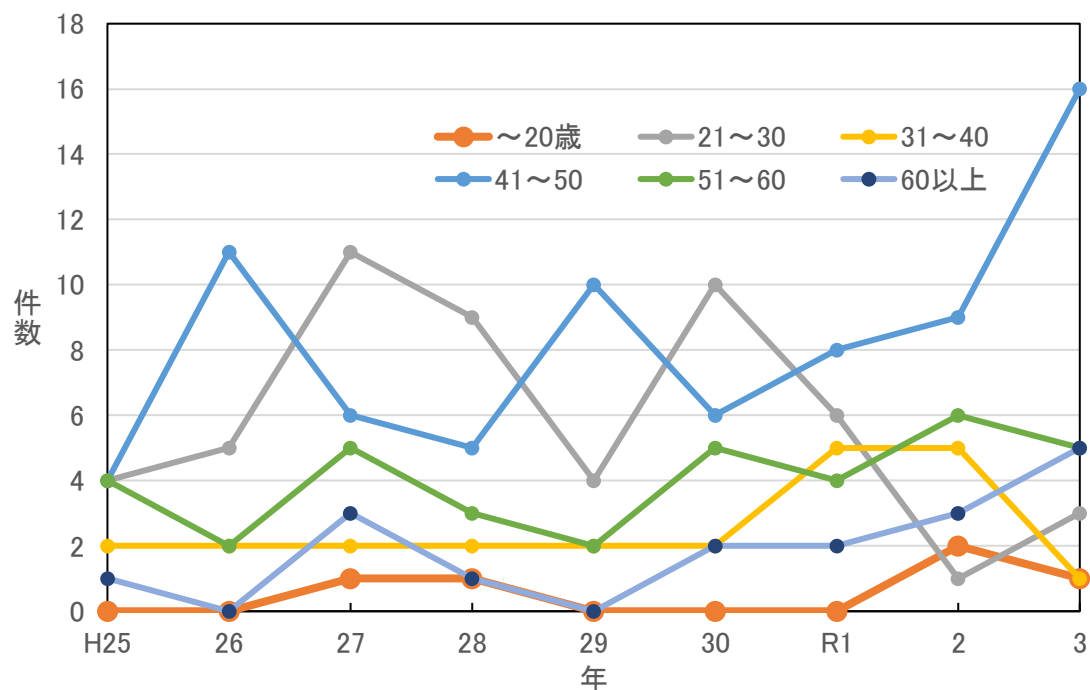


【図 2.5.4 火災事故における経験年数別事故発生比率の推移】

行為者の年齢・経験年数は入力されていない場合があり、一概に評価はできないものの、経験年数が 20 年以上の割合が増加傾向にある。

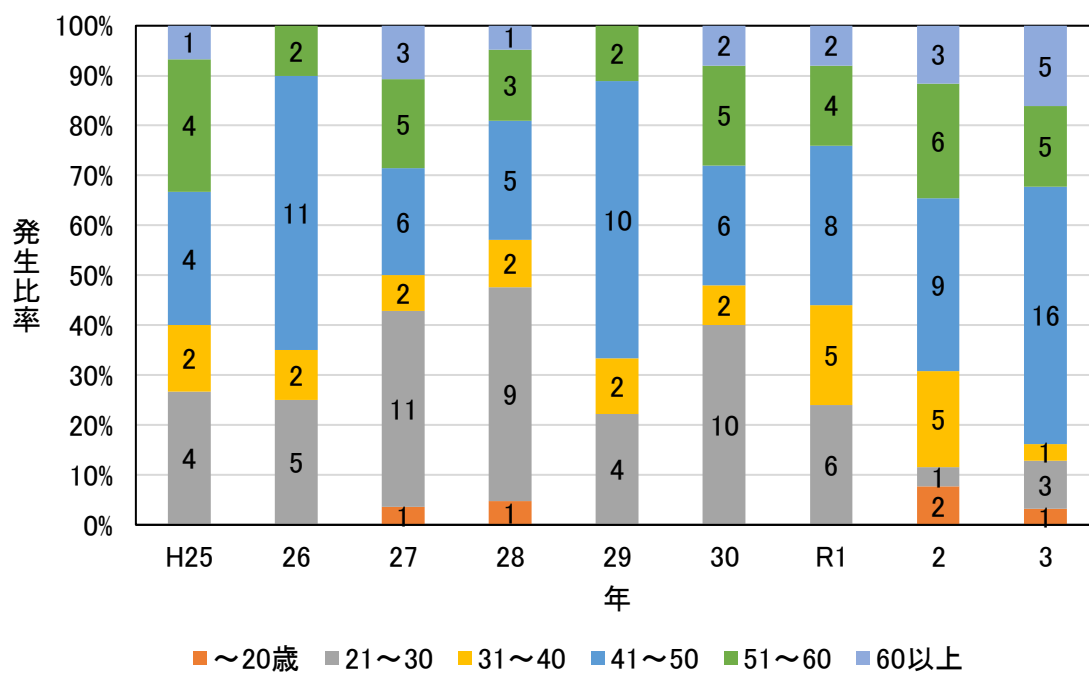
(2) 漏えい事故

年齢別の漏えい事故発生件数の推移を図 2.5.5 に示す。



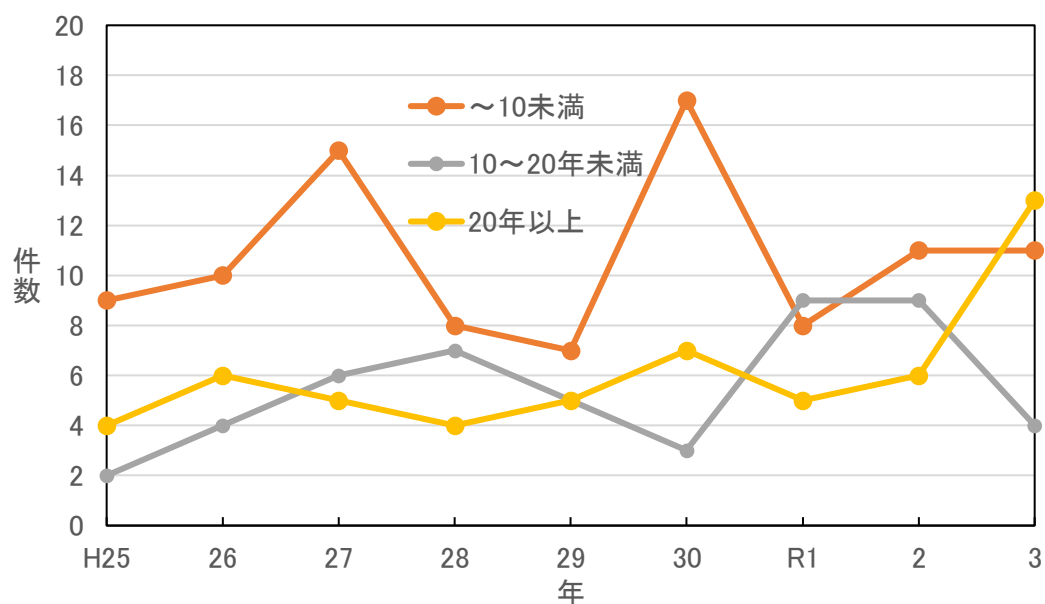
【図 2.5.5 漏えい事故における年齢別の事故件数の推移】

年齢別の漏えい事故発生比率の推移を図 2.5.6 に示す。



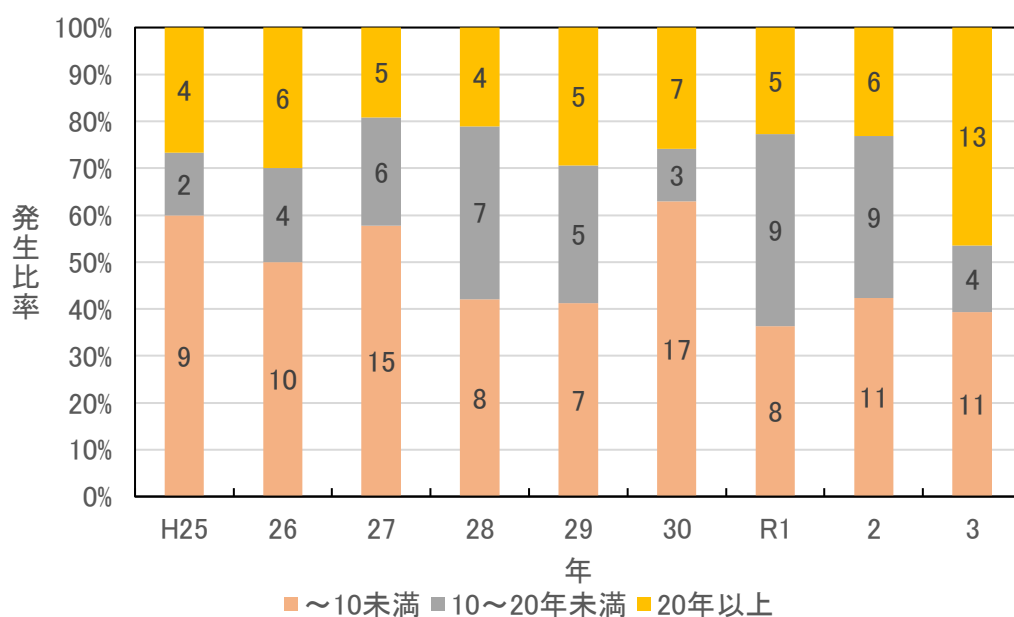
【図 2.5.6 漏えい事故における年齢別事故発生比率の推移】

経験年数別の漏えい事故発生件数を図 2.5.7 に示す。



【図 2.5.7 漏えい事故における経験年数別の事故件数の推移】

経験年数別の漏えい事故発生比率の推移を図 2.5.8 に示す。



【図 2.5.8 漏えい事故における経験年数別事故発生比率の推移】

行為者の年齢・経験年数は入力されていない場合があり、一概に評価はできないものの、漏えい事故件数は、年齢 41～50 歳の件数が増加しているとともに、経験年数 20 年以上が増加傾向にある。

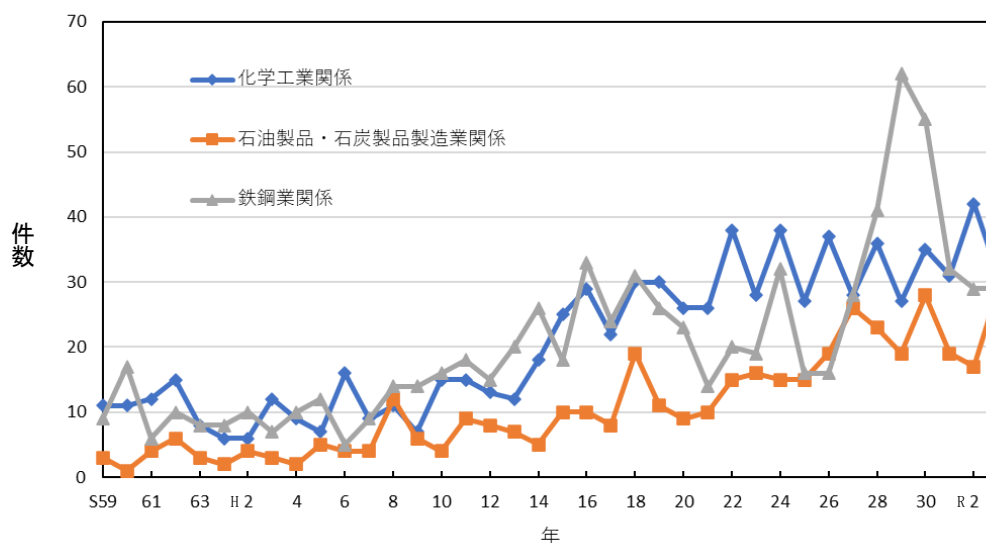
行為者の年齢・経験年数は入力されていない場合があり、一概に評価はできないものの、火災及び漏えい事故とも、経験年数 20 年以上による事故が増加傾向にある。

6 業態別における事故件数の推移

分析する主な業態として、食料品製造業関係、パルプ・紙・紙加工製造業関係、化学工業関係、石油製品・石炭製品製造業関係、窯業・土石製品製造業関係、鉄鋼業関係、非鉄金属製造業関係、機械器具製造業関係、電気業関係、ガス業関係、倉庫業関係、廃棄物処理業関係、その他とした。

(1) 火災事故

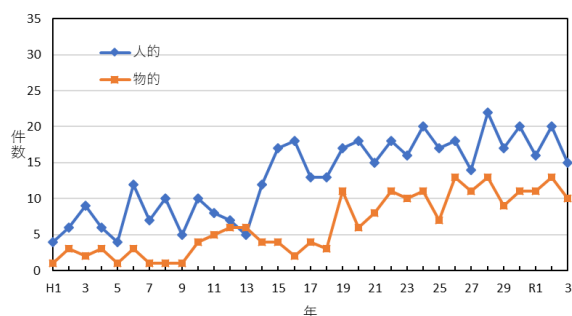
火災事故における業態別事故件数の推移を図 2.6.1 に示す。



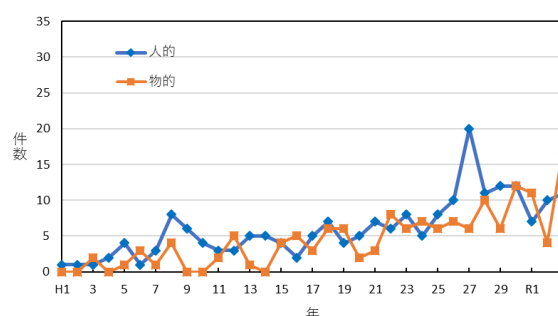
【図 2.6.1 火災事故における業態別事故件数の推移】

昭和 59 年から令和 3 年までの発生件数の上位 3 業態の化学工業関係、石油製品等関係及び鉄鋼業関係の推移をみると、3 業態ともに平成以降緩やかに増加傾向が続いており、鉄鋼業関係は平成 27 年頃から件数が急上昇したが平成 29 年以降減少している。

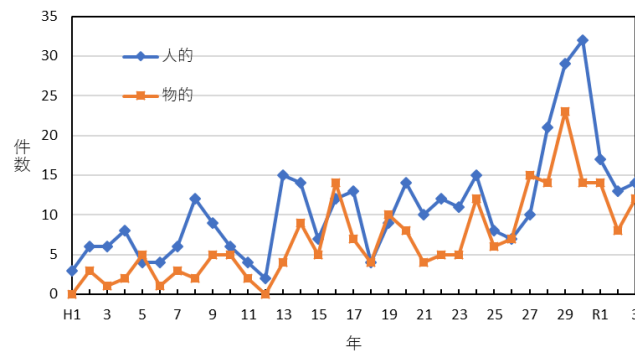
ここで、化学工業関係、石油製品等関係及び鉄鋼業関係の 3 業態について要因分析を行った結果を図 2.6.2～図 2.6.4 に示す。



【図 2.6.2 化学工業関係の火災事故における要因別件数の推移】



【図 2.6.3 石油製品等関係の火災事故における要因別件数の推移】

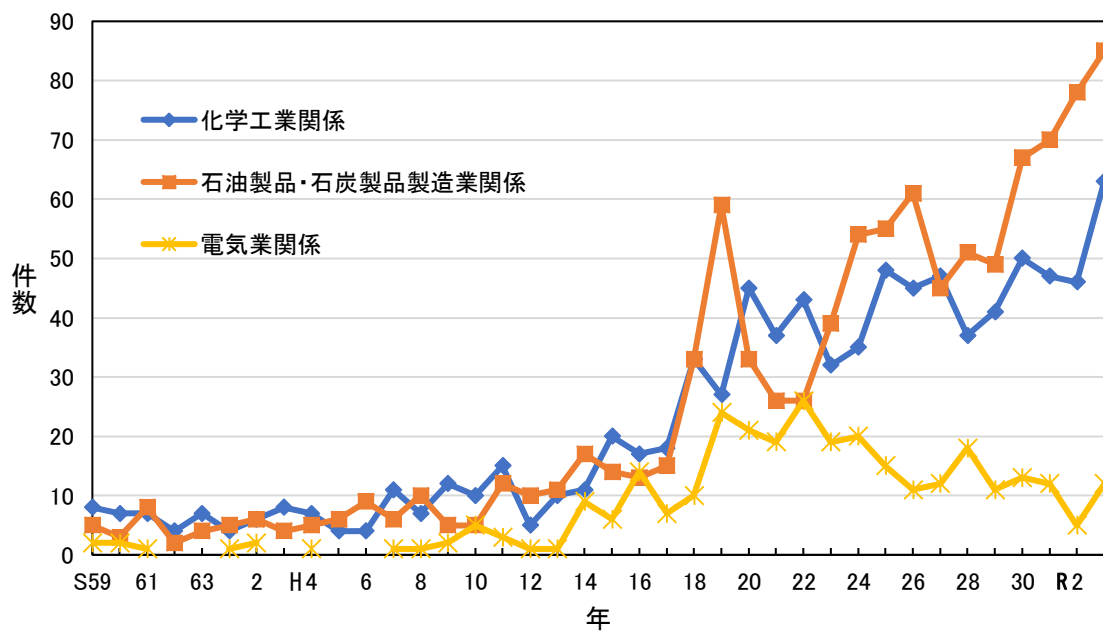


【図 2.6.4 鉄鋼業関係の火災事故における要因別件数の推移】

化学工業関係では、石油製品等関係及び鉄鋼業関係に比べて人的要因が多い傾向となっている。また、鉄鋼業関係については、平成 29 年以降、人的要因及び物的要因による事故とも減少傾向にある。

(2) 漏えい事故

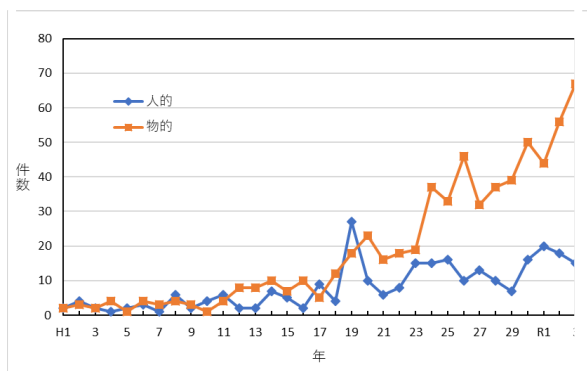
続いて、漏えい事故における業態別事故件数の推移を図 2.6.5 に示す。



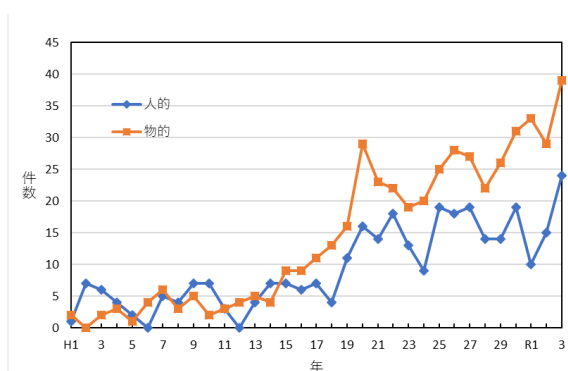
【図 2.6.5 漏えい事故における業態別事故件数の推移】

昭和 59 年から令和 3 年までの発生件数の上位 3 業態は、石油製品等関係、化学工業関係及び電気業関係となっており、平成 18 年以降、石油製品等関係及び化学工業関係の件数が増減しつつも増加傾向にあることがわかる。

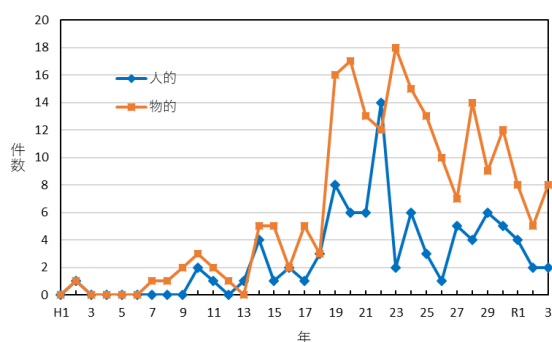
ここで、石油製品等関係、化学工業関係及び電気業関係の 3 業態について要因分析を行った結果を図 2.6.6～図 2.6.8 に示す。



【図 2.6.6 石油製品等関係の漏えい事故における要因別件数の推移】



【図 2.6.7 化学工業関係の漏えい事故における要因別件数の推移】



【図 2.6.8 電気業関係の漏えい事故における要因別件数の推移】

石油製品等関係、化学工業関係及び電気業関係の3業態とも、物的要因が多い傾向にある。

上位3業態の比較では、火災事故は人的要因が多い傾向にあり、漏えい事故については、物的要因が多い傾向にある。

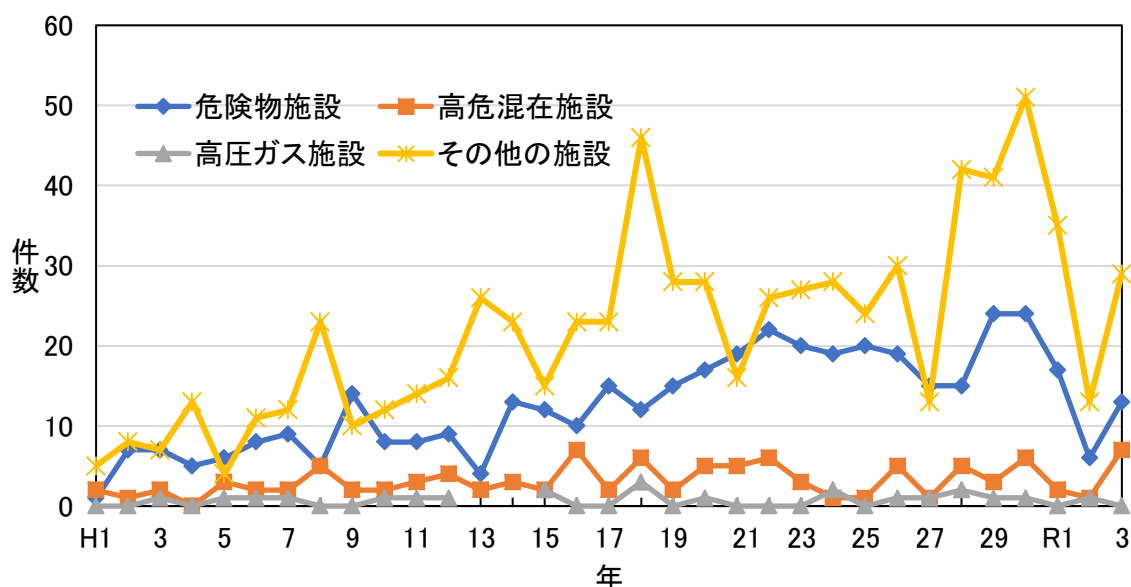
7 施設別における事故件数の推移

石油コンビナートにおける事故を、危険物施設、高圧ガス施設と危険物施設の混在施設（以下「高圧混在施設」という。）、高圧ガス施設及びその他の施設（※）に分類して分析した。

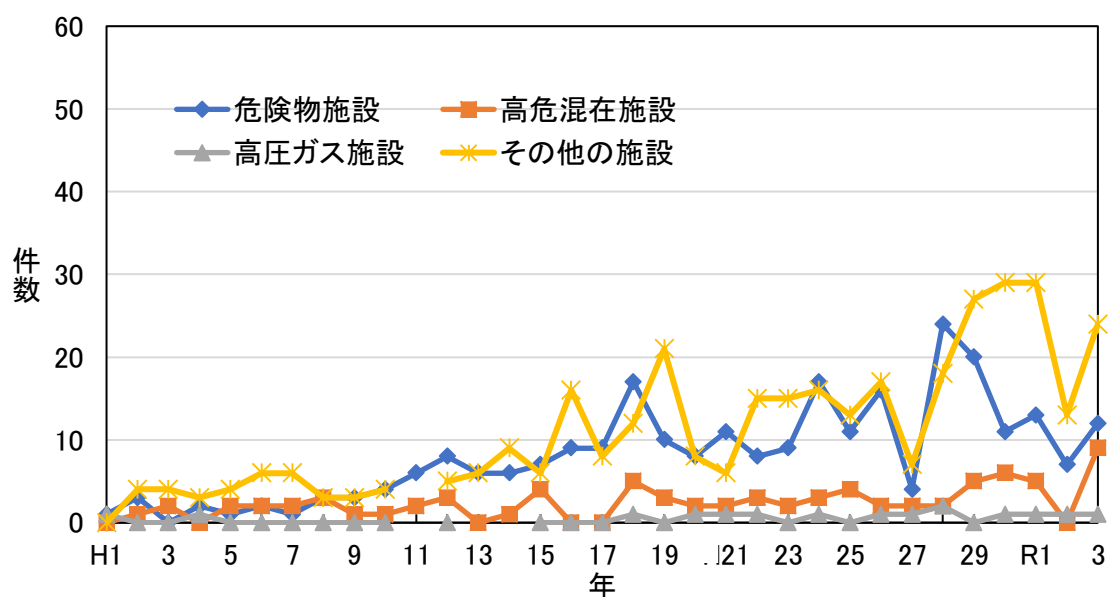
※その他の施設には、作業場、車両、空地、毒劇物施設等がある。

（1）火災事故

各施設における火災事故における人的及び物的要因件数の推移を図 2.7.1 及び図 2.7.2 に示す。



【図 2.7.1 火災事故における施設別の人的要因件数の推移】

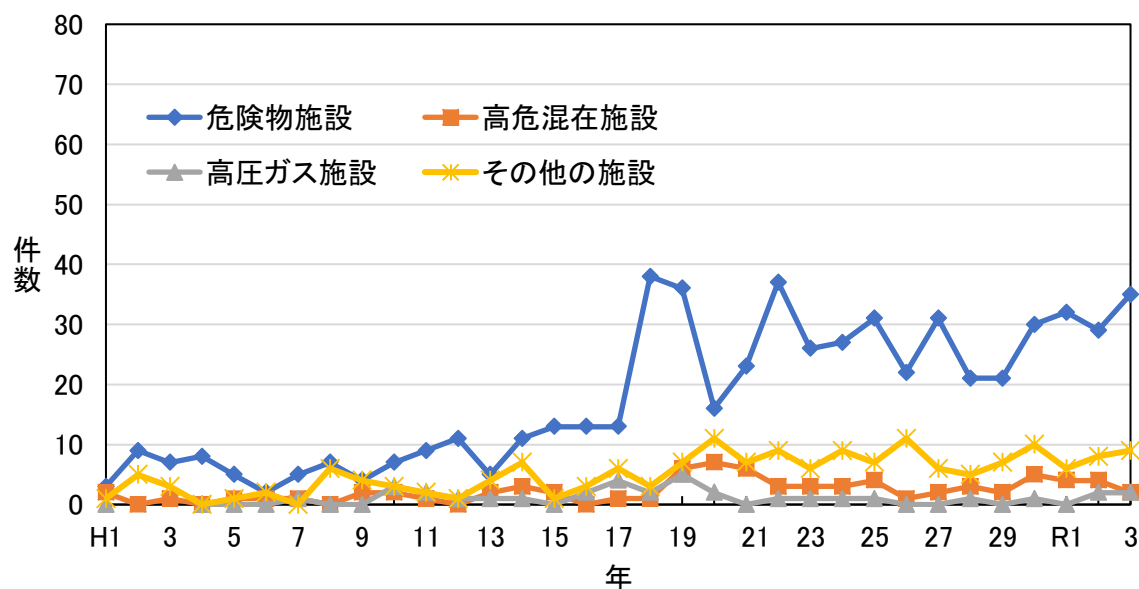


【図 2.7.2 火災事故における施設別の物的要因件数の推移】

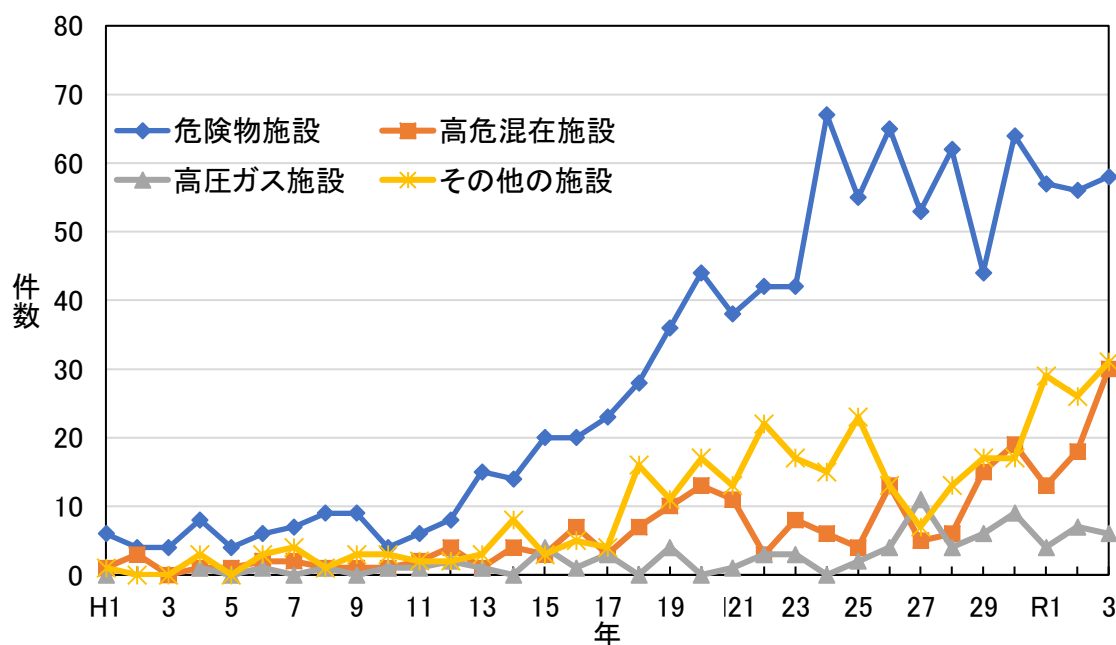
施設分類毎の母数となる施設合計数は把握していないため、施設分類の比較は一概にはできないものの、各施設分類とも、増加又は高止まりの傾向にある。

(2) 漏えい事故

各施設における漏えい事故における人的及び物的要因件数の推移を図 2.7.3 及び図 2.7.4 に示す。



【図 2.7.3 漏えい事故における施設別の人的要因件数の推移】



【図 2.7.4 漏えい事故における施設別の物的要因件数の推移】

人的要因及び物的要因ともに危険物施設における事故が多く発生し、高止まっている。

人的要因、物的要因ともに火災事故は、その他施設が多い傾向にあり、漏えい事故は、危険物施設が多い傾向にある。

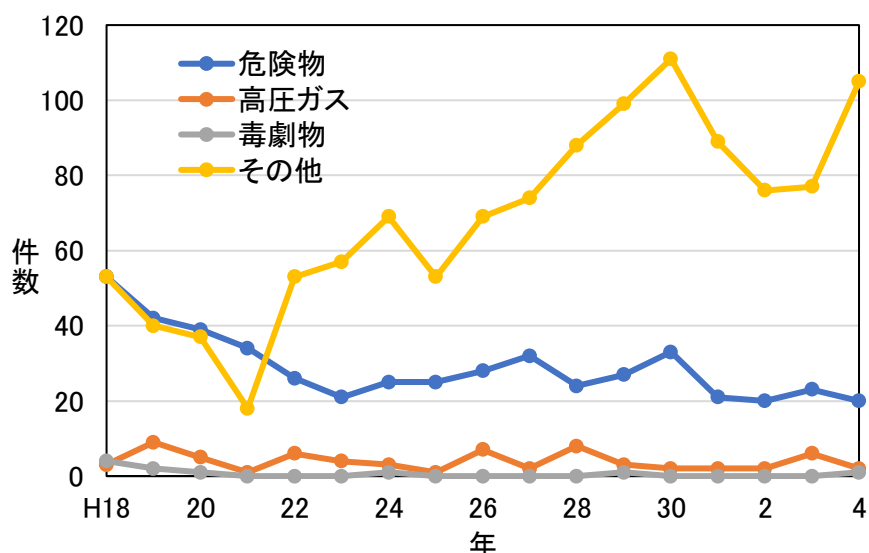
8 起因物質別における事故件数の推移

石油コンビナートにおける事故を起因物質に着目し、危険物、高圧ガス、毒劇物、その他（※）に区分して分析した。

※その他とは、危険物、高圧ガス、毒劇物以外の物質であり指定可燃物や可燃性ガスなどをいう。

（１）火災事故

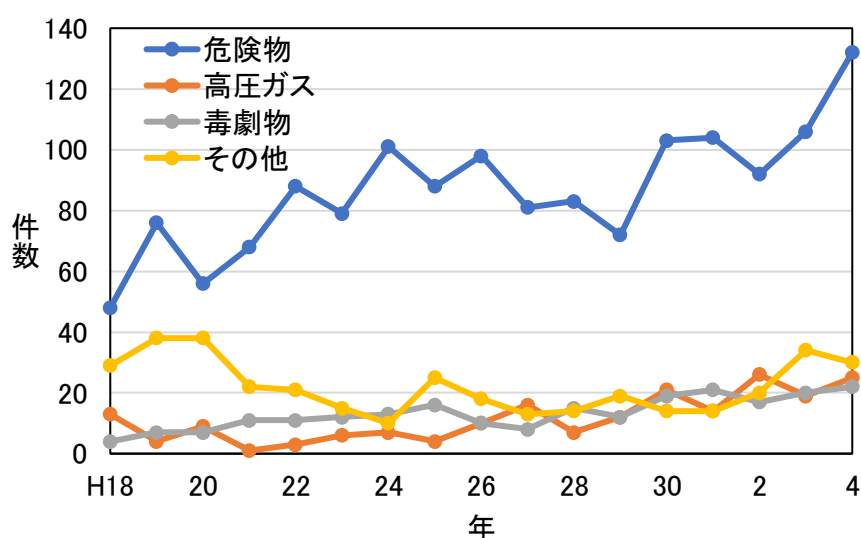
各起因物質による火災事故における事故件数の推移を図 2.8.1 に示す。



【図 2.8.1 各起因物質による火災事故における事故件数の推移】

（２）漏えい事故

各起因物質による漏えい事故における事故件数の推移を図 2.8.2 に示す。



【図 2.8.2 各起因物質による漏えい事故における事故件数の推移】

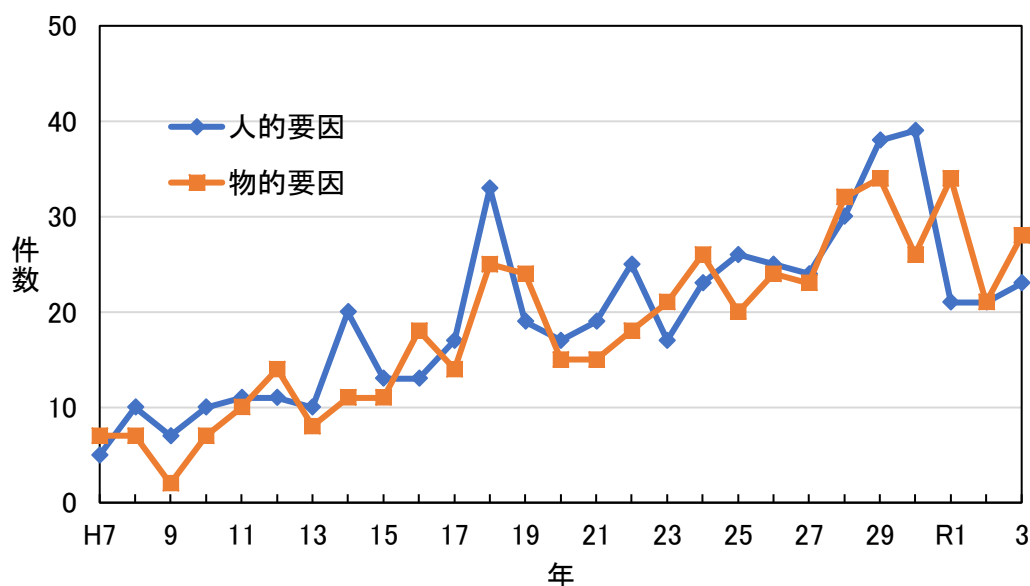
火災事故は、その他物質に起因する事故が多い傾向にあり、漏えい事故は、危険物に起因する事故が多い傾向にある。

9 運転状況別における事故件数及び要因（人的・物的）の推移

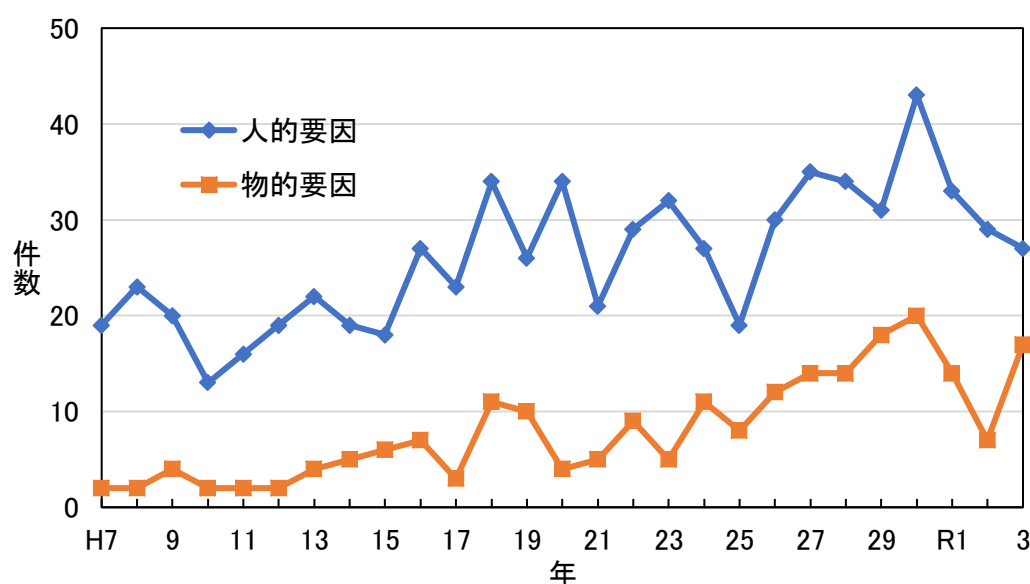
石油コンビナートにおける事故を、定常運転中と非定常運転中（停止中、スタートアップ中、シャットダウン中など）に区分して分析した。

（１）火災事故

火災事故における定常及び非定常の各運転中の要因件数の推移を図 2.9.1 及び図 2.9.2 に示す。



【図 2.9.1 火災事故における定常運転中の人的・物的要因件数の推移】

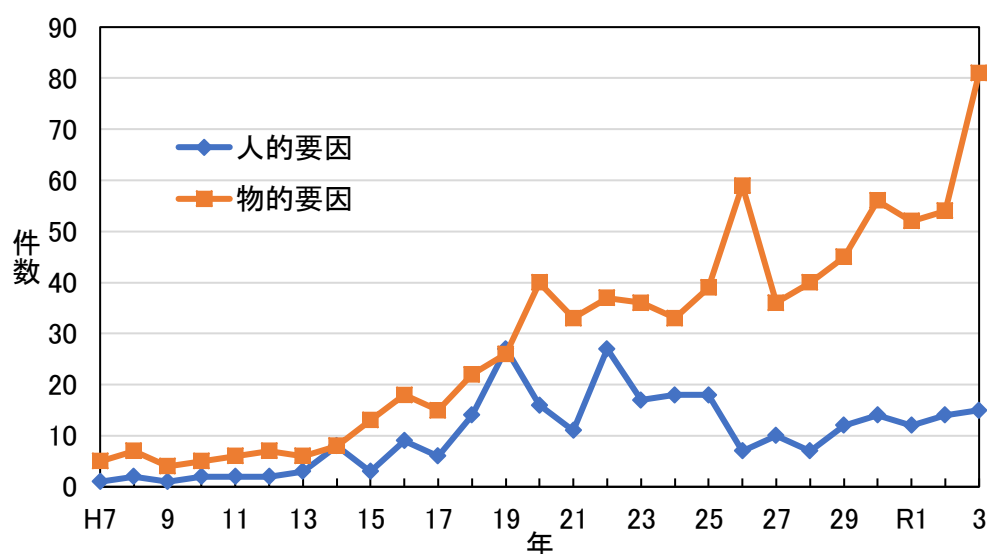


【図 2.9.2 火災事故における非定常運転中の人的・物的要因件数の推移】

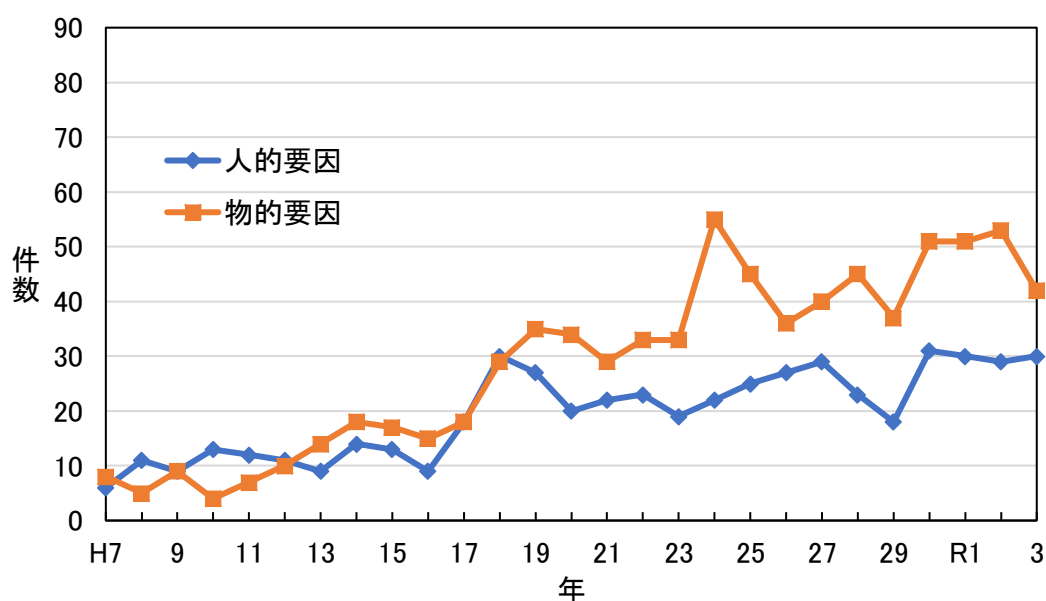
火災事故において、定常運転中では要因の差は認められないが、非定常運転中では人的要因が物的要因の2倍以上となっている。

(2) 漏えい事故

続いて、漏えい事故における定常及び非定常の運転中の要因件数の推移を図2.9.3及び図2.9.4に示す。



【図 2.9.3 漏えい事故における定常運転中の人的・物的要因件数の推移】



【図 2.9.4 漏えい事故における非定常運転中の人的・物的要因件数の推移】

漏えい事故において、定常運転中、非定常運転中とも、人的要因よりも物的要因が多い傾向にある。また、定常運転中の人的要因は低調に推移しているが、物的要因では増加が顕著である。非定常運転中では人的要因及び物的要因ともに増加している。

定常運転中においては、火災事故における要因別の差異は認められないが、漏えい事故においては、物的要因が多くなっている。非定常運転中においては、火災事故においては、人的要因により多く発生し、漏えい事故においては、物的要因により多く発生している。

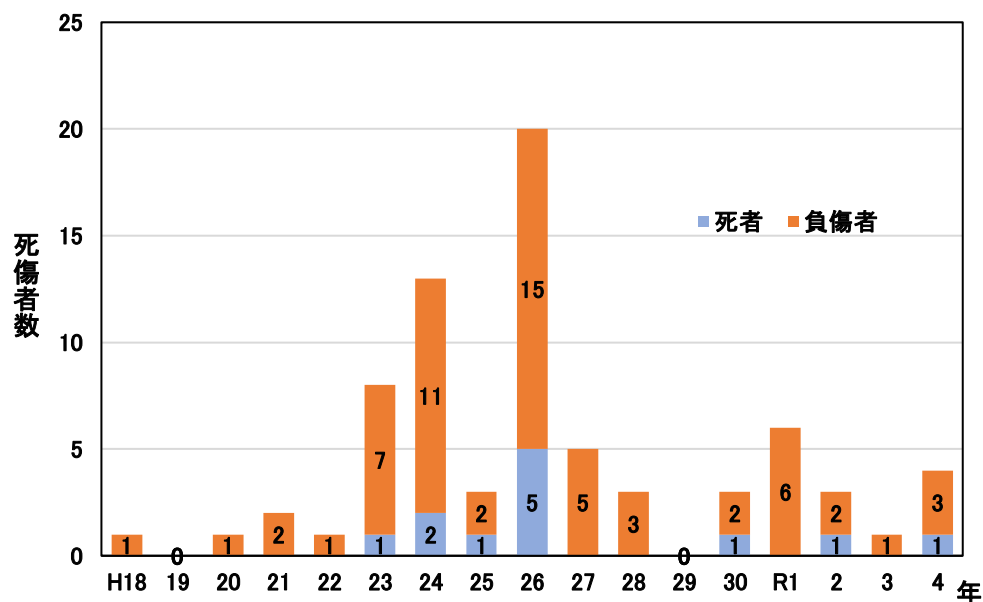
10 死傷者が発生した事故の詳細分析

石油コンビナート事故のうち死傷者が発生した事故(以下「死傷事故」という。)について分析した。

(1) 事故種別ごとの死傷者数の推移

ア 爆発事故における死傷者数の推移

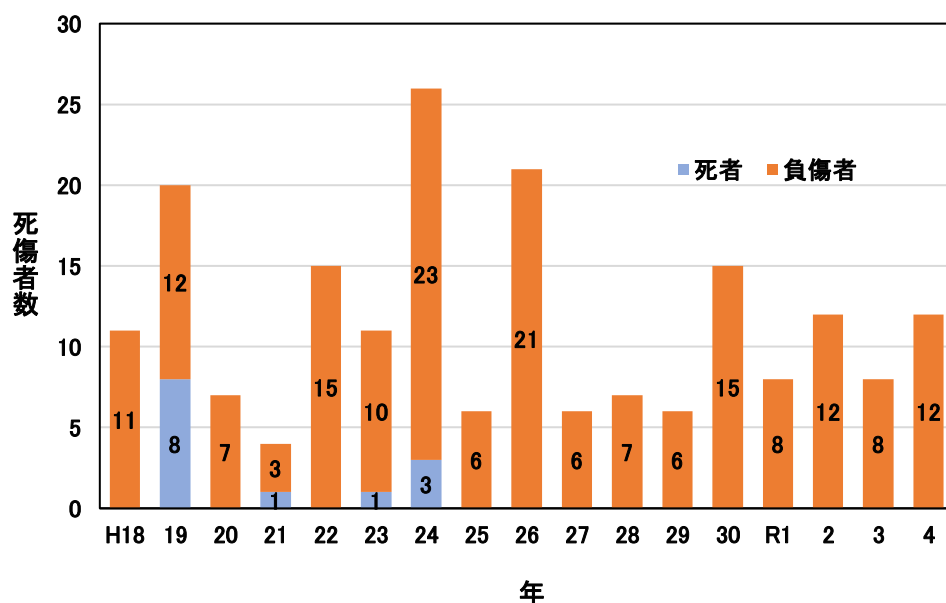
爆発事故における死傷者数の推移を図 2.10.1 に示す。



【図 2.10.1 爆発事故における死傷者数の推移】

イ 火災事故における死傷者数の推移

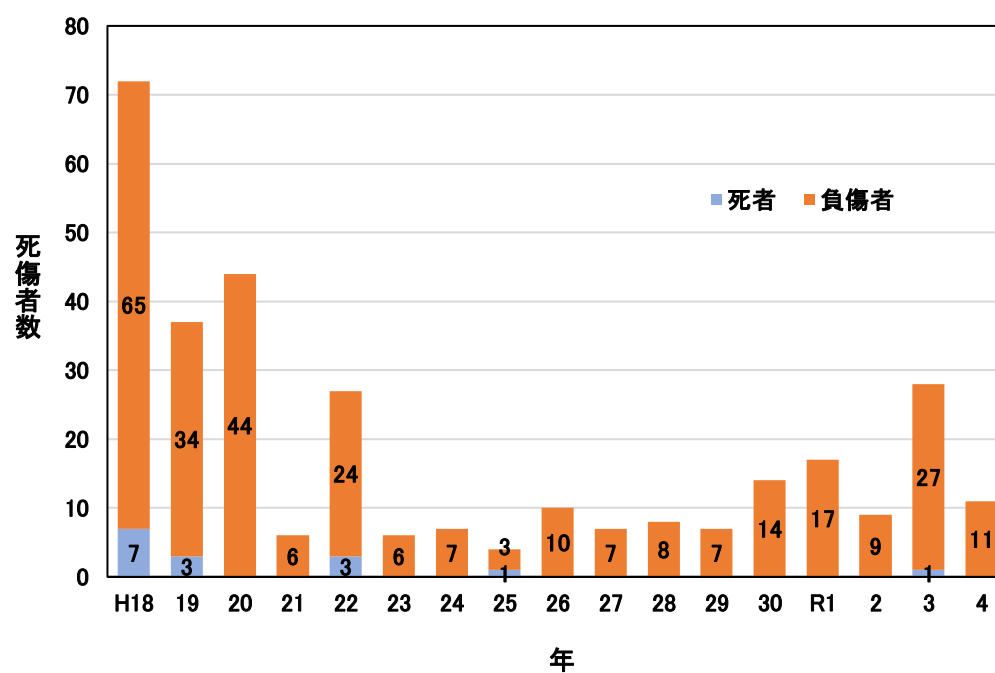
火災事故における死傷者数の推移を図 2.10.2 に示す。



【図 2.10.2 火災事故における死傷者数の推移】

ウ 漏えい事故における死傷者数の推移

漏えい事故における死傷者数の推移を図 2.10.3 に示す。

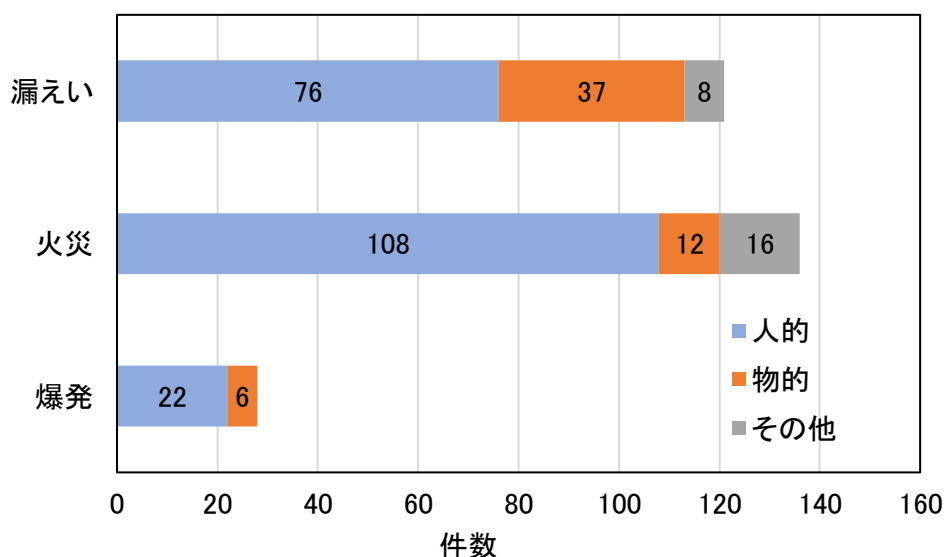


【図 2.10.3 漏えい事故における死傷者数の推移】

各事故種別における推移をみると、爆発事故及び火災事故の死傷者数については、平成 27 年以降、抑えられているが、死傷者が、発生している状況が続いている。

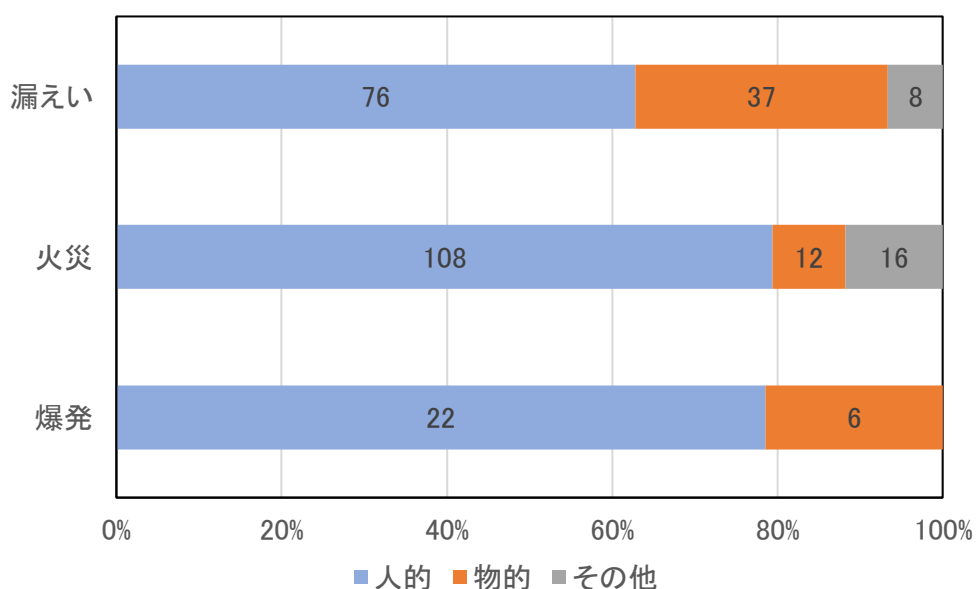
(2) 死傷事故における要因別件数

死傷事故の発生件数について、事故種別ごとの要因別（人的要因、物的要因）事故発生件数を図 2.10.4 に示す。



【図 2.10.4 死傷事故における要因別の事故件数】
(平成 18 年から令和4年までの合計値)

各事故種別における要因の構成比を図 2.10.5 に示す。



【図 2.10.5 死傷事故における要因別の構成比】
(平成 18 年から令和4年までの合計値)

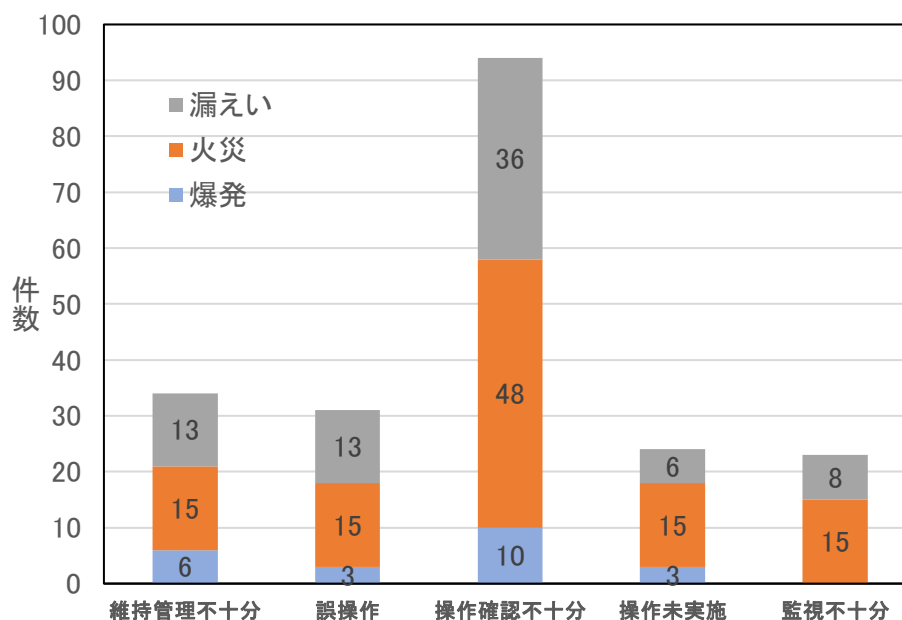
死傷事故は、全ての事故種別で人的要因によって多く発生しており、特に火災事故及び爆発事故では約 8 割が人的要因により発生している。

(3) 要因別の主原因件数

死傷事故における要因別（人的要因、物的要因）件数をさらに主原因別に分析した。

ア 人的要因

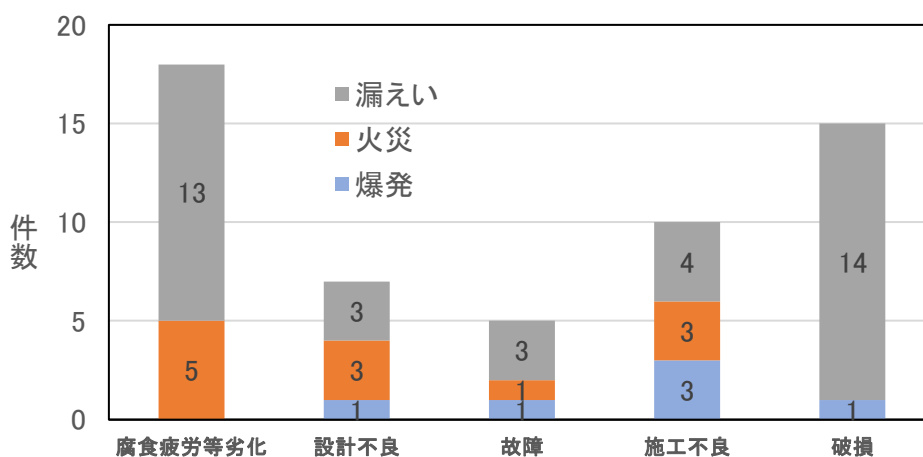
人的要因における主原因別件数を図 2.10.6 に示す。



【図 2.10.6 人的要因における主原因別件数】
（平成18年から令和4年までの合計値）

イ 物的要因

物的要因における主原因別件数を図 2.10.7 に示す。

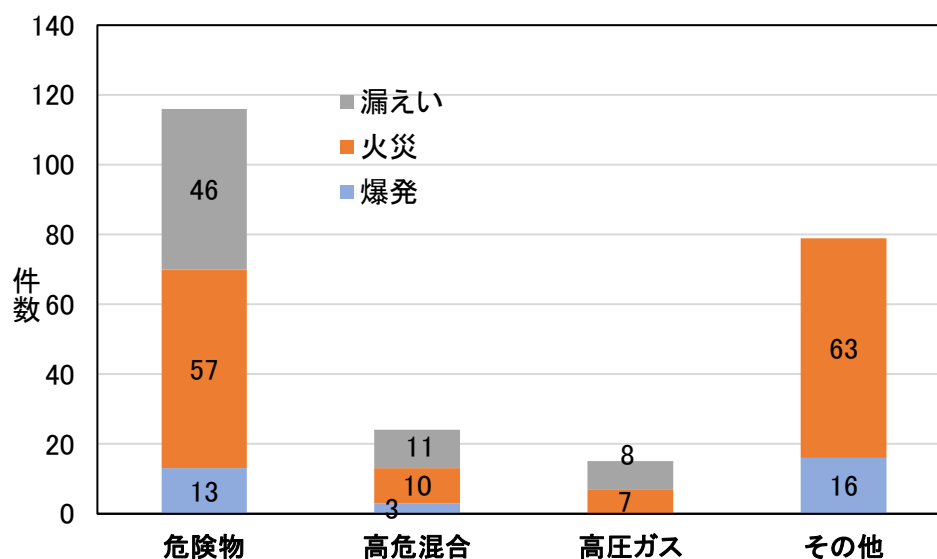


【図 2.10.7 物的要因における主原因別件数】
（平成18年から令和4年までの合計値）

死傷事故の発生要因としては、人的要因では操作確認不十分、物的要因では腐食疲労等劣化が多くなっている。

(4) 施設別の死傷事故発生件数

施設別の死傷事故発生件数を図 2.10.8 に示す。

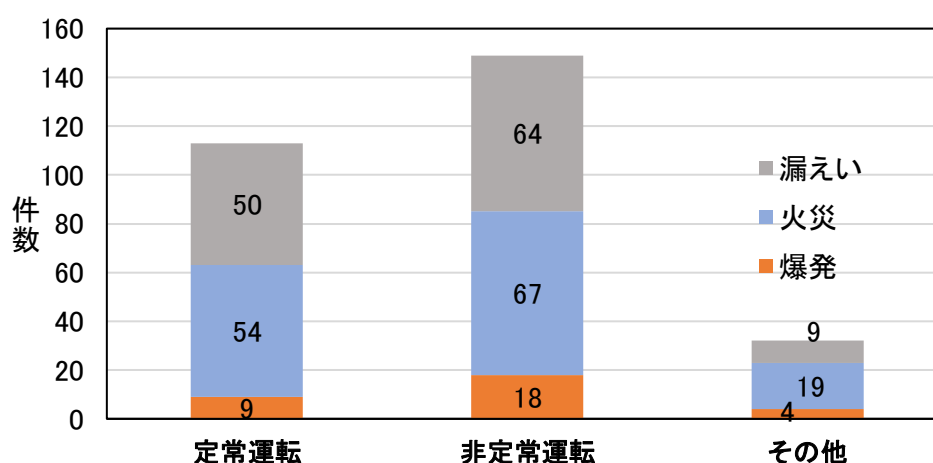


【図 2.10.8 施設別の死傷事故発生件数】
(平成 18 年から令和4年までの合計値)

施設数による母数は分からないため、一概には比較できないものの、火災による死傷事故は危険物施設とその他の施設で多く発生している。また、漏えいによる死傷事故は、危険物施設で多く発生している。

(5) 運転状況別の死傷事故発生件数

運転状況別の死傷事故発生件数を図 2.10.9 に示す。

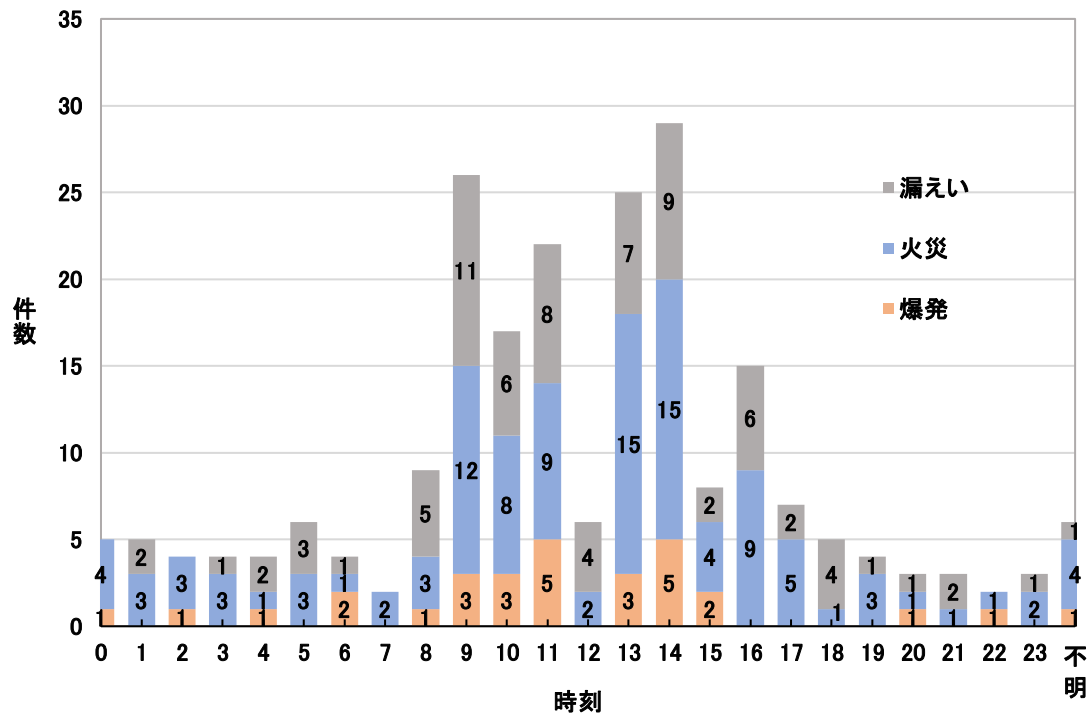


【図 2.10.9 運転状況別の死傷事故発生件数】
(平成 18 年から令和4年までの合計値)

死傷事故は定常運転と比較し、非定常運転中に多く発生している。特に、爆発による死傷事故は、非定常運転中が定常運転中の2倍の件数となっている。

(6) 時間帯別の死傷事故発生件数

時間帯別の死傷事故発生件数を図 2.10.10 に示す。



【図 2.10.10 時間帯別の死傷事故発生件数】

(平成 18 年から令和 4 年までの合計値)

死傷事故は、昼間時間帯に多く発生していることがわかる。

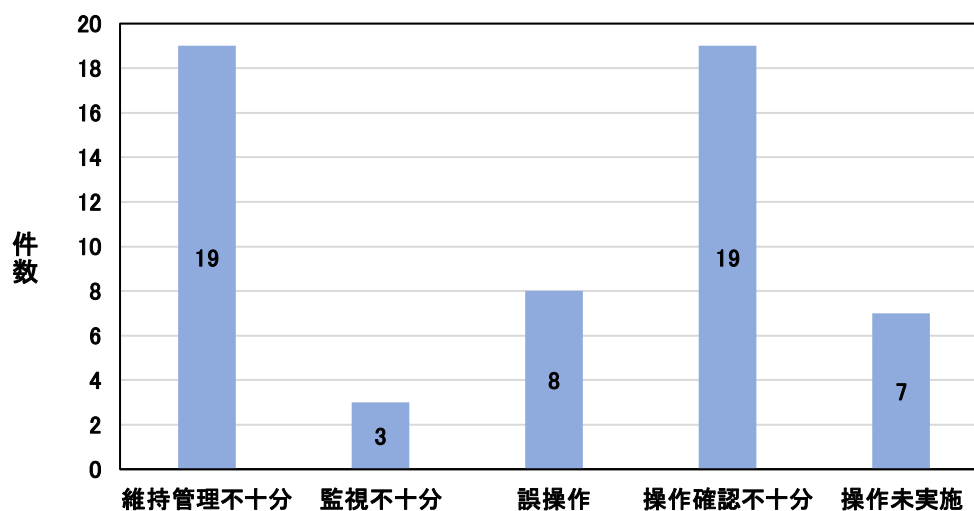
死傷事故は、物的要因よりも人的要因で多く発生しており、昼間時間帯に死傷事故の発生が多くなっている。

11 人的要因における事故の分析

死傷者を伴う事故は、人的要因で多く発生していることから、人的要因における事故について、主原因別に分析を行った。

(1) 爆発事故における人的要因の分析

爆発事故における人的要因の主原因別件数を図 2.11.1 に示す。

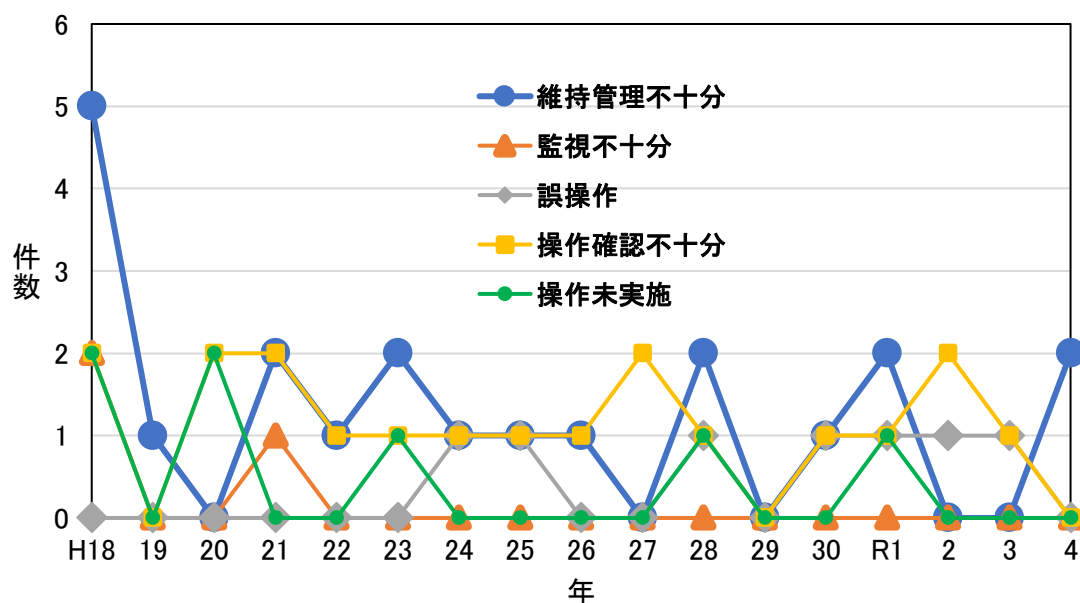


【図 2.11.1 爆発事故における人的要因の主原因別件数】

(平成 18 年から令和 4 年までの合計値)

爆発事故では、維持管理不十分と操作確認不十分がともに 19 件と多くなっている。

次に、人的要因における事故件数の推移を図 2.11.2 に示す。



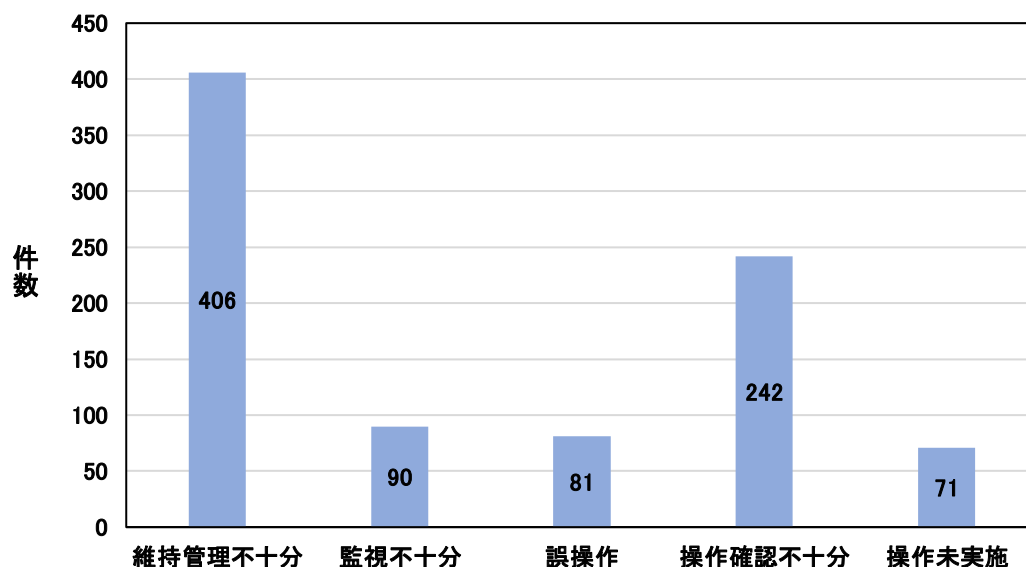
【図 2.11.2 爆発事故における人的要因の事故件数の推移】

(平成 18 年から令和 4 年までの合計値)

事故件数の推移に大きな特徴はみられない。

(2) 火災事故における人的要因の分析

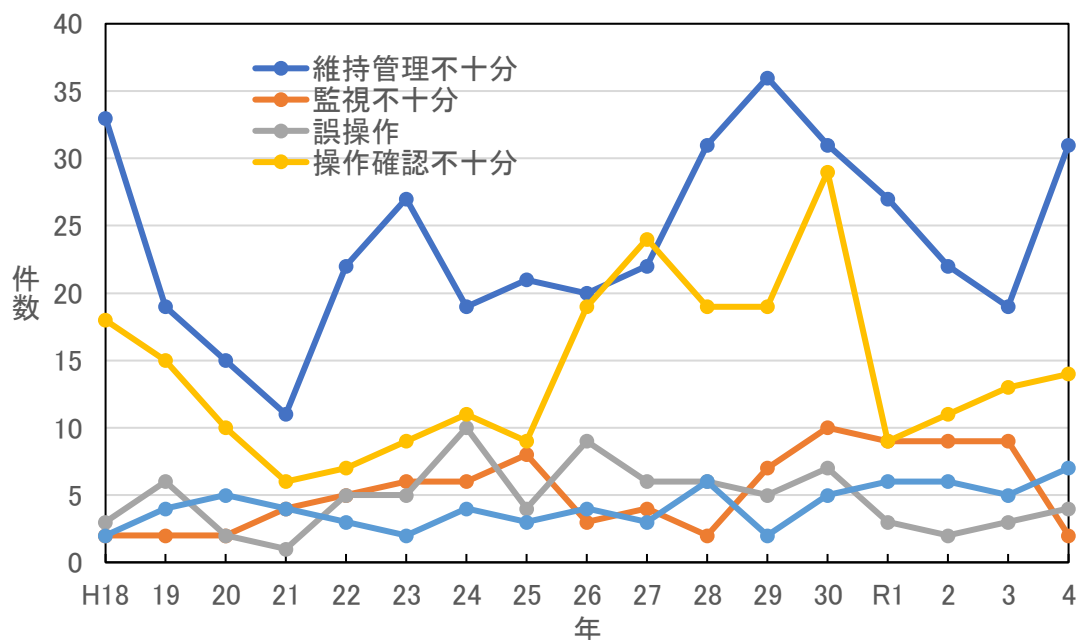
火災事故における人的要因の主原因別件数を図 2.11.3 に示す。



【図 2.11.3 火災事故における人的要因の主原因別件数】
(平成 18 年から令和 4 年までの合計値)

火災事故では、維持管理不十分が 406 件と最も多く、次いで操作確認不十分が 242 件と多くなっている。

次に、人的要因における事故件数の推移を図 2.11.4 に示す。

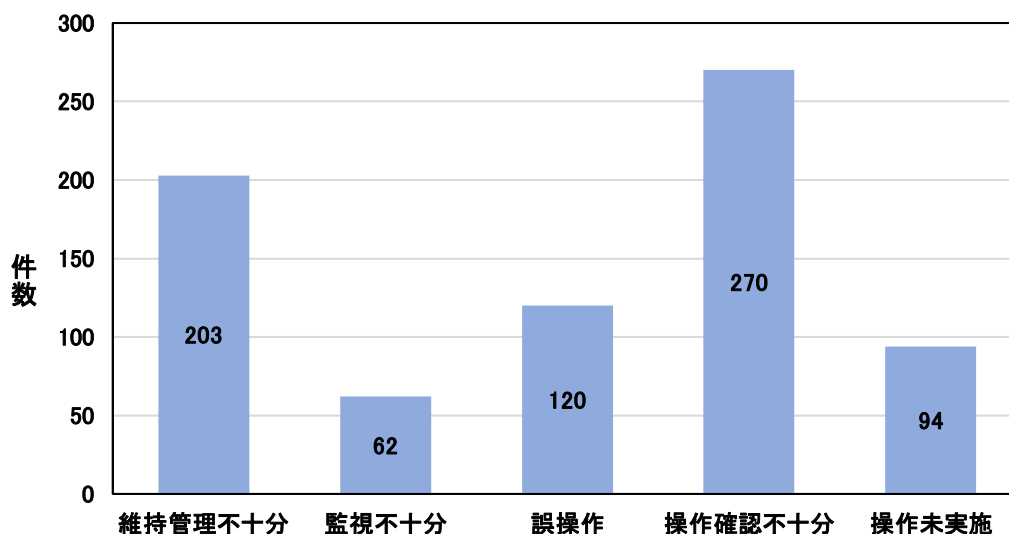


【図 2.11.4 火災事故における人的要因の事故件数の推移】
(平成 18 年から令和 4 年までの合計値)

維持管理不十分による事故件数の推移は増減を繰り返しているものの、他の要因と比較して高い水準となっている。

(3) 漏えい事故における人的要因の分析

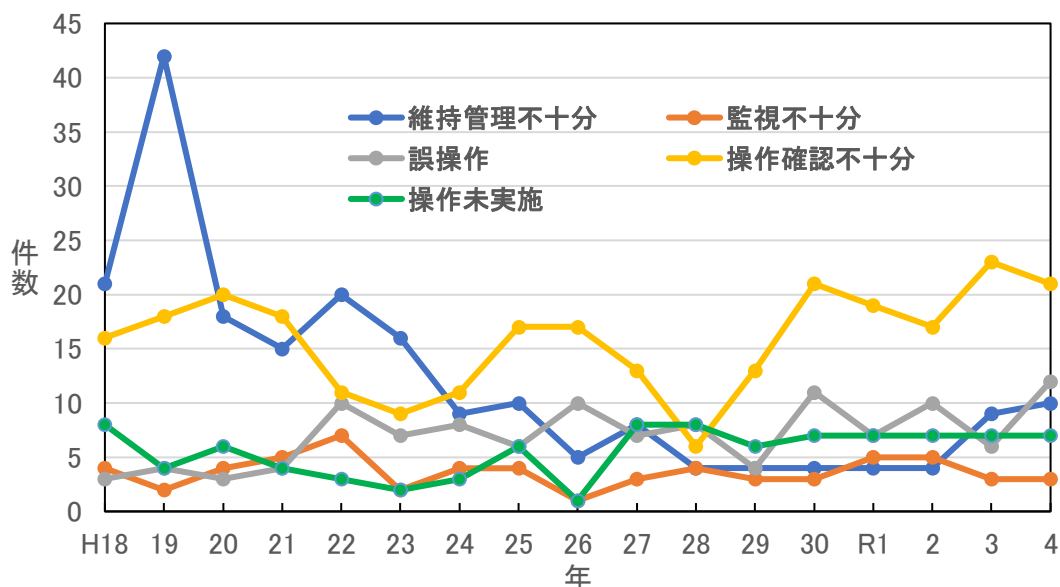
漏えい事故における人的要因の主原因別件数を図 2.11.5 に示す。



【図 2.11.5 漏えい事故における人的要因の主原因別件数】
(平成 18 年から令和4年までの合計値)

漏えい事故では、操作確認不十分が 270 件と最も多く、次いで維持管理不十分が 203 件と多くなっている。

次に、人的要因における事故件数の推移を図 2.11.5 に示す。



【図 2.11.5 漏えい事故における人的要因の事故件数の推移】
(平成 18 年から令和4年までの合計値)

操作確認不十分による事故件数は、高い水準で推移している。維持管理不十分による事故件数は、およそ減少傾向にあるといえる。

維持管理不十分については、火災事故では高い水準で推移しているもの、漏えい事故では減少傾向にある。操作確認不十分については、火災及び漏えい事故の両方において、高い水準で推移している。

12 まとめ

石油コンビナートにおける事故の分析を実施した結果、昭和 51 年頃から事故件数は一旦減少したが、平成 6 年頃から増加に転じ、近年は増加傾向が続いている。また、漏えい事故では、物的要因に起因する事故が特に増加している。

一方で、石油コンビナートにおける事故について、深刻度指標を適用し重大事故の発生状況を分析したところ、近年、重大事故は減少傾向にあることが分かり、漏えい事故件数自体は増加しているものの、多くは小規模な漏えい事故にとどまっている。

これらは、事業所の取組によって事故を早期に覚知し、自衛防災組織による適切な対処がなされ、被害を最小限に留めている結果と考えられる。事業所の取組例として、「リスクベースド・アプローチ（リスクの大きさに応じて有限な資源を有効な安全対策に投入する考え方）」等の重大事故を発生させないという業界団体の取組が効果をあげていると推測される。

鉄鋼業関係については、近年、事故が減少しており、事故事例を踏まえ、火気付近の可燃物の除去を徹底させるなどの取組が効果を上げていると推測される。しかしながら、事業所で発生する事故によって、毎年死傷者が発生しており、事業所における死傷者を一人でも減らし続けていく努力が必要である。

石油コンビナートにおける死傷者の発生状況を分析したところ、死傷者を伴う事故は、多くが人的要因で発生しており、その主原因は「操作確認不十分」が近年多い状況にある。人的要因により死傷事故が多く発生しているのは、操作などを行っている人が事故現場付近にいるからという可能性が考えられる。

第3章 事業所における事故対応に関する調査

1 調査業務の概要

近年、漏えい事故の件数は増加傾向にあるものの、その多くは軽微な事案となっている。そこには、漏えい事案を早期に発見し、安全かつ的確な漏えい防止措置により、出火させずに、漏えい範囲を局限化させる自衛防災活動のノウハウが存在すると考えられる。

消防庁が発行している「自衛防災組織等の防災活動の手引き」及び「自衛防災組織等の防災要員のための標準的な教育テキスト」に「小規模漏えい事案への対応」を追加・改訂することを目的とし、このような漏えい事案に対して効果的な活動を行っている特定事業所を対象に、被害軽減のために有効である技術、システム及び事故発生時の活動要領等について、調査した結果をとりまとめた。

2 調査事業所

漏えい起因物質に着目し、「危険物、高圧ガス、毒劇物」の区分から、表3.2に示す事業所を調査対象とした。

表3.2 調査事業所

漏えい起因 物質の区分	事業所名称	所在地
危険物	ENEOS 株式会社 仙台製油所	宮城県仙台市宮城野区港五丁目1番1号
高圧ガス	株式会社 ENEOS マテリアル 四日市工場	三重県四日市市川尻町100
毒劇物	セントラル硝子株式会社 川崎工場	神奈川県川崎市川崎区浮島町10番2号

3 調査結果

本調査の結果をとりまとめ、「自衛防災組織等の防災活動の手引き」第2 防災活動に「3 小規模漏えい事案への対応」を追加、「自衛防災組織等の防災要員のための標準的な教育テキスト」第8章 防災活動要領の第2節 現場指揮本部の設置要領に「現場指揮体制の確立と消防隊への情報提供」を追加、第3節 漏えい・流出時の防災活動要領に「小規模漏えい事案への活動事例」を追加し、事故を経験していない事業所への教本となるテキストに改訂する。

第4章 先進的な資機材・技術・システムに関する調査

近年、AI・IoT等の技術は発展が目覚ましく、すでに石油コンビナート保安分野での活用が期待される技術が現れており、災害対応への活用も期待されている。そこで、消防庁では令和元年～4年にかけて「先進技術を活用した石油コンビナート災害対応に関する検討会」を開催し、先進技術の活用事例等を取りまとめている。

○先進技術を活用した石油コンビナート災害対応に関する検討会ホームページ

https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/post-51.html

本検討会において、事業者団体等を通じて、事故防止・被害軽減を目的とした先進的な資機材・技術・システムの開発・導入について新たに調査を実施した。調査結果のうち事業所において新技術の活用や検討の一助となりそうな事例を次に紹介する。

今後も事業者において更なる先進的な資機材・技術・システムが開発され、現場において導入が進むことを期待したい。

【調査結果】

① 自衛防災活動の向上に資するもの（先進技術を用いた防災資機材等）

No.	資機材・技術・システム	概 要
1	無線通信機能付き携帯警報システム	隊員が装着する携帯警報器と指揮隊のPCを無線で繋ぎ、指揮命令・安全管理を行う携帯警報システム。 隊員の動静や周辺温度情報を指揮隊で共有したり、隊員からSOS発信を行ったり、指揮隊から退避命令を出す事が可能となる。
2	ガス系消火薬剤（エアロゾル消火薬剤）	カーボンニュートラルが求められる時代背景やフッ素の環境規制においてガス系消火設備の代替 二酸化炭素消火設備の誤放出事故の防止等のためガス系消火設備の代替消火薬剤
3	車両火災用ブランケット	燃えている対象物にブランケットをかけるだけで、周囲への延焼を防止。耐熱温度最大1,600℃の特殊な燃えにくい素材で出来ているため、炎や煙を内部へしっかり閉じ込めて、外部へ逃がすことなく火勢を抑制。
4	簡易型止水板	高潮やゲリラ豪雨等による洪水の床下浸水を防止ハザードマップで浸水の可能性のある建築物への対策用品。 土のう等、設置に時間と労力が必要な資機材の代替品とし侵入・漏洩の観点で普及が進む。

② 保守点検技術の向上に資するもの（先進技術を用いた特定防災施設等の点検等）

No.	資機材・技術・システム	概 要
1	防爆型 IoT センサ	維持管理等のための人員（点検・保安要員）の確保が近年難化している。その解決策として、IoT・ビッグデータを活用した危険予兆や災害早期発見のためのスマート保安推進の促進 これらを支える低価格かつ長寿命の防爆型 IoT センサを開発し設置予定。
2	防災支援システム	火災や設備異常等の有事の際に、知識・経験が少ない方でも円滑に有事の対応に移行できるよう支援するシステム スマートフォンを通じて有事発生のお知らせや適切な行動指示を提供し、管理者と現場対応者の迅速な情報共有を可能にする。 対応時間の短縮と管理者の負担軽減が実現され、組織の BCP 強化を支援
3	赤外線式ガス探知機	「自衛防災組織等の防災要員のための標準的な教育テキスト」赤外線によるガス検知のコラム（P157）で紹介
4	ガス監視カメラ	
5	リアルタイム X 線装置	「石油コンビナートにおける事故分析を踏まえた事故防止の手引き」保温材配管の腐食検査技術のコラム（P52）で紹介
6	パルス渦流探傷	

無線通信機能付き携帯警報システム

1. 概 要

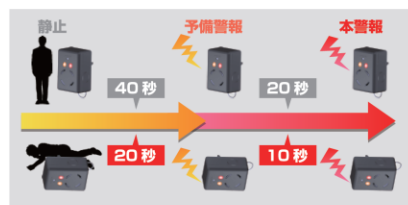


隊員が装着する携帯警報器と指揮隊の PC を無線で繋ぎ、指揮命令・安全管理を行う携帯警報システム。

隊員の動静や周辺温度情報を指揮隊で共有したり、隊員から SOS 発信を行ったり、指揮隊から退避命令を出す事が可能。

2. 特 徴

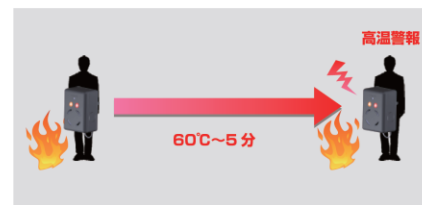
✓ 直立・転倒状態を検出し警報条件を変化



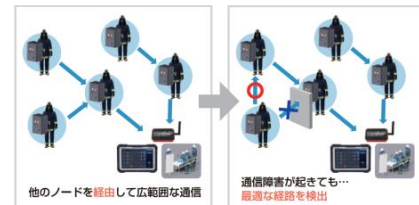
✓ 危険な状況下では、指揮本部（ベース PC）からの一斉避難指示が可能 また、退避命令への応答も確認可能



✓ 動静検出と温度センサによるダブル監視



✓ 電波の届きにくい場所でもノード同士が通信することで広範囲をカバー



（ノード）

- ・寸法：高さ105mm 幅 67mm 厚み 54mm（ベルトクリップ含まず）
- ・質量：約 280g（電池含む）
- ・電源：単 3 アルカリ電池 2 本 マクセル製 LR6（T）
- ・保護等級：IP65
- ・防爆構造：EX ia IIC T4 Ga
- ・警報音：1m 離れて最大 90dB 以上

（ベースユニット）

- ・寸法：高さ 90mm 幅 187mm 厚み 98mm（アンテナ含む）
- ・質量：約 330g（電池含む）
- ・電源：単 3 アルカリ電池 3 本
- ・保護等級：IP43

3. 活用事例

従来の携帯警報器（音と光で警報を発出）として活用しながら、本製品の機能を活用することで、より高度で安全な現場隊員の活動管理を行う。

ガス系消火薬剤（エアロゾル消火薬剤）

1. 概 要

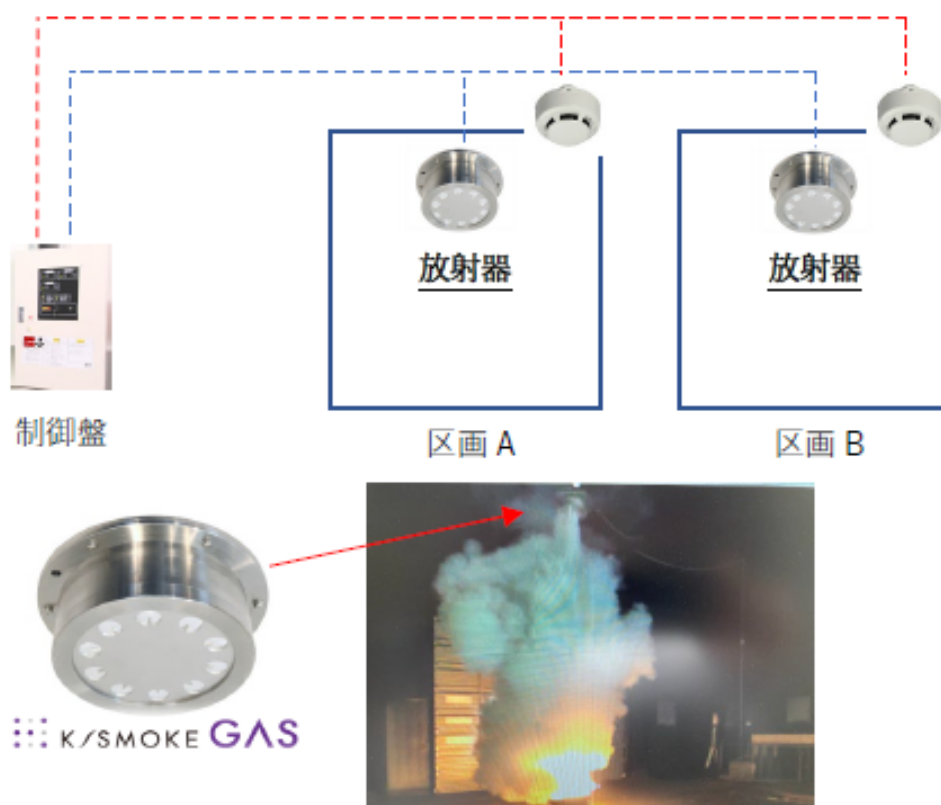
- ・カーボンニュートラルの取り組む時代背景及びフッ素の環境規制において、ガス系消火設備の代替
- ・二酸化炭素消火設備の誤放出事故の防止等のためガス系消火設備の代替消火薬剤

2. 特 徴

- ・カリウムを主成分とした消火薬剤が反応時に発生させる煙上の消火剤として機能する。
- ・人体に無害な消火薬剤を使用。
- ・環境に優しい（地球温暖化係数、オゾン破壊係数が0）。

用途：

ガス系消火設備の同等の用途を想定（電気室、サーバールーム、駐車場等）



3. 活用事例

- ・任意設置で電気室、工場などに導入済み。
- ・今後はメガソーラーなどに使用される電気設備などの設置も検討中。

車両火災用ブランケット

1. 概 要



燃えている対象物にブランケットをかけるだけで、周囲への延焼を防止します。耐熱温度最大 1,600℃の特殊な燃えにくい素材で出来ているため、炎や煙を内部へしっかり閉じ込めて、外部へ逃がすことなく火勢を抑制します。

2. 特 徴

- ・駐車場などの車が密集した場所で火災が発生した際に、他の車への延焼を防ぎ被害を最小限に食い止めます。
- ・車両火災の初動対応として有効であり、ブランケットをかけるだけで周囲への延焼を防止します。
- ・耐熱温度 1,600 度と高温に耐えることができ、ハイブリッド車や EV 車など、あらゆる車両火災に有効です。
- ・火災抑制と併せ、放水による冷却効果による抑制も可能。(※水浸透性あり)
 - ガソリンは窒息消火が可能だが、リチウムイオンバッテリー (LIB) は容器内部で酸化還元反応が進み窒息消火ができないため、反応を抑制するには“冷却”が必要
- ・施設内 (工場等) で使用する LIB が急増する中、安全な保管と有事対応にも最適なサイズ展開

	Sサイズ	Mサイズ	Lサイズ
使用用途	リチウムイオン電池を使用した製品	電動自転車、電動キックボード	ハイブリッド車、EV車等、電動作業機械
サイズ	2,000mm×2,000mm (収納時) 450mm×150mm×150mm	3,000mm×3,000mm (収納時) 500mm×220mm×160mm	6,000mm×9,000mm (収納時) 1,200mm×400mm×300mm
重量(ブランケット本体)	3kg	6.8kg	37kg
厚み	0.76mm		
カラー	クリアシャイニーホワイト		
耐熱温度	最大 1,600℃		
材質	高純度シリカ*		
試験規格	EN 13501-1 (耐火燃焼試験規格)		

※二酸化ケイ素を主成分とした、難燃性に優れた特殊な素材です。

3. 活用事例

- ・自動車メーカーや販売ディーラーにおける EV バッテリー火災時の対応策として。
- ・工場・倉庫などで利用するリチウムイオンバッテリーの保有における安全保管対策として。

簡易型止水板

1. 概 要



高潮やゲリラ豪雨等による洪水の床下浸水を防止ハザードマップで浸水の可能性のある建築物への対策用品。

土のう等、設置に時間と労力が必要な資機材の代替品とし侵入・漏洩の観点で普及が進んでいる。

2. 特 徴

- ・軽量強固なボディ・コンパクトな構造で緊急時に迅速に設営が可能
- ・「フィッティングバー」により密着性を確保することでシンプルながら高い止水性能
- ・設置環境に応じた配置の調整が容易
- ・重ねて収納ができるので場所を取らず企業のBCP対策に最適
- ・工場・施設内の電気施設など特定のリスクエリアへの浸水対策にも最適
- ・施設への浸水に留まらず、施設から外部への漏洩対策時においても素早く設置が可能

工場での漏洩対策訓練の様子	性能比較			性能比較		
	Flood Guard F	一般的な土のう	吸水土のう	Flood Guard F	一般的な土のう	吸水土のう
	本品以外に必要なもの	不 要	土砂・器具	土砂・器具	使用後処理	乾くまで天日干しする かクオル等で本体を拭く。
運 搬	少数なら運搬用具不要。 量が多い場合は台車を使用	土砂の運搬をするため、ダンブカーやショベルカー等が必要	給水後は台車等で運搬	再 利 用	可 能 Reuse(リユース)	不 可
迅 速 性	置くだけで能力を発揮でき初期対応に優れる	土砂の詰め込み作業が必要	水を溜り込ませる作業が必要	耐 久 年 数	未使用時 10 年 Reduce(リデュース)	紫外線に当たれば 1 週間、UVカット製品で最長 3 年
設置時間 ※10m設置 下準備除く	1 人で 5 分	2 人で 4 時間	2 人で 4 時間	重 量	1 台 4.4kg	1 袋 25kg
耐 久 性	流されたガレキ等がぶつかっても壊れにくい	流されたガレキ等が当たると破れる可能性が高い	流されたガレキ等が当たると破れる可能性が高い	重 量 (10m)	16 台 70.4kg	300 袋 7500kg

3. 活用事例

- ・地下駐車場やエントランスなどの浸水対策に。
- ・工場施設などからの漏洩対策に。
- ・EV バッテリー火災時の簡易冷却水槽として。

防爆型 IoT センサ

1. 概 要

- ・危険物施設の事故原因は「維持管理の不十分」や「腐食疲労等劣化」とされるものが多くの割合を占めるが、人員（点検・保安要員）の確保も近年難化
- ・解決策として、IoT・ビッグデータを活用した危険予兆や災害早期発見のためのスマート保安推進の促進
- ・これらを支える低価格かつ長寿命の防爆型 IoT センサを開発し設置予定

2. 特 徴

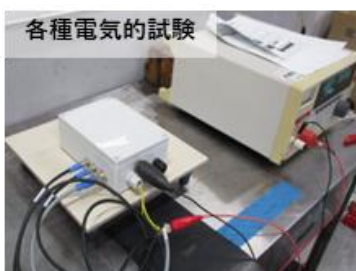
- ・圧力、振動、温度などを計測、また、危漏物漏洩、火災などを検知し、上位ネットワークへ無線送信する IoT センサを開発
- ・用途や監視対象に応じ、種々のセンサを複数接続可能な構成
- ・本質安全防爆構造を有し、ZONE 0 危険個所まで設置可能
- ・無線規格として、セルラー基地局を使用する LTE-M を採用のため、導入施設側に中継器やゲートウェイの設置が不要（導入コストの低減）
- ・省電力設計による、約 15 年の電池駆動
- ・各種試験を基とした、長期設置に耐えうる堅牢設計（IP65、耐腐食性ガス、電氣的耐性等）



IoTセンサ
(写真は圧力センサと振動センサを接続)



無線通信試験



各種電氣的試験



保護等級試験

3. 活用事例

- ・防爆型 IoT センサにより、危険個所におけるスマート保安を促進
- ・クラウドアプリケーション上でのデータ可視化、危険予兆解析による災害の早期発見
- ・低価格かつ長寿命な防爆型 IoT センサにより、プラントでのデジタルツイン活用を加速
- ・要望に応じて、PLC や DCS への接続も可能



基地局



振動監視



漏洩監視



温度監視



圧力監視

プラント危険箇所



- ・データ可視化
- ・危険予兆解析
- ・災害早期発見

防災支援システム

1. 概 要

- ・火災や設備異常等の有事の際に、知識・経験が少ない方でも円滑に有事の対応に移行できるよう支援するシステムである。
- ・スマートフォンを通じて有事発生のお知らせや適切な行動指示を提供し、管理者と現場対応者の迅速な情報共有を可能にする。
- ・対応時間の短縮と管理者の負担軽減が実現され、組織のBCP強化を支援する。

2. 特 徴

・システム構成

本システムは、信号変換装置、クラウドサーバー、ユーザーのパソコン及びスマートフォンにより構成される。

・迅速な初動対応

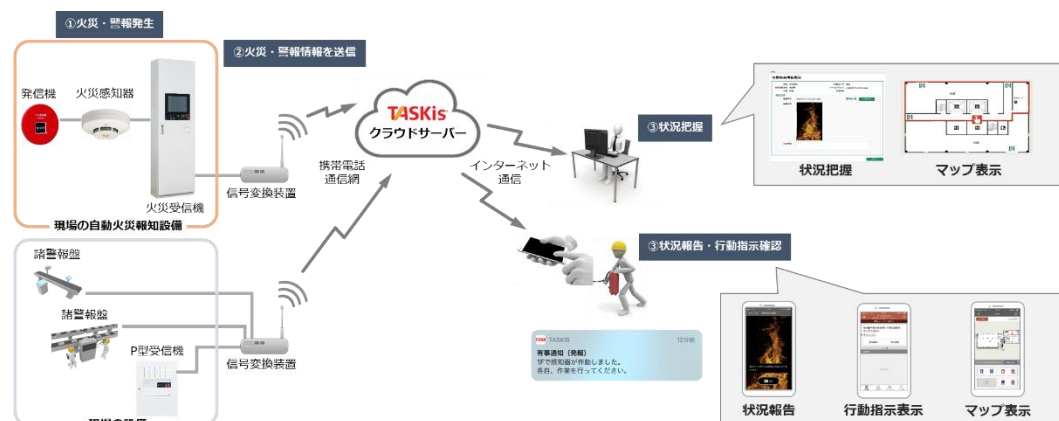
火災や設備異常等の有事の際に、スマートフォンへの Push 通知で有事発生を即座に通知し、明確な行動指示を提供する。

・情報共有の効率化

スマートフォンとパソコン間での迅速な情報共有を実現し、状況報告のためスマートフォンからワンタッチでの操作が可能であり、パソコンでリアルタイムの状況確認ができる。

・管理者の負担軽減

マニュアルの差替、配布、周知徹底等の管理ができ、管理者の負担を大幅に減少させることが可能。



3. 活用事例

- ・ 大型物流施設

広い建物内を管理者が現地確認する必要があり、迅速な対応が困難であった。
本システムの導入により、迅速な初期消火や避難指示が可能となり、建物外部からも現地の災害情報と対応状況の把握が可能となった。

- ・ 工場プラント

巡回中や夜間、休日に火災や設備異常をすぐに発見することができず、初動対応が遅れることが問題であった。

本システムの導入により、トラブル発生時にスマートフォンへ通知が届くため、対応が迅速となった。

また、マニュアルの周知徹底や防災訓練の報告書作成など、業務プロセスにおける課題もあったが、これらの作業がスムーズになり、業務効率が向上した。

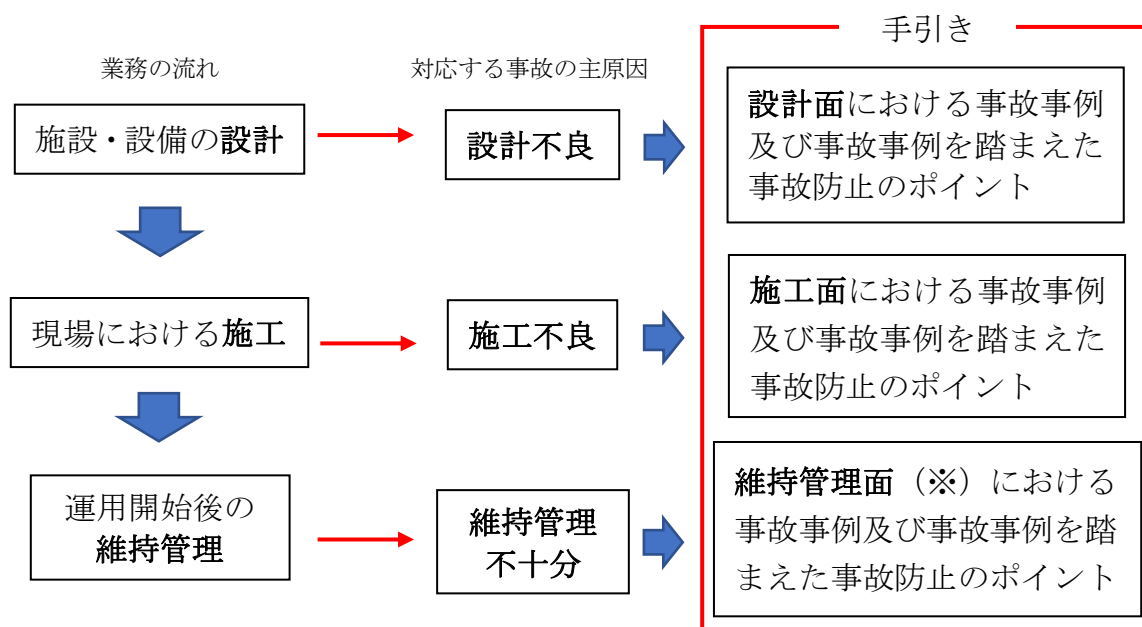
第5章 事故を防止する方策

近年、増加傾向にある石油コンビナートにおける事故について、消防庁の保有する事故データから発生状況を分析するとともに、効果的な対策や取り組みを調査し、重大な事故に繋げないよう事故の発生を防止するための方策についてとりまとめ、事業者における活用を想定した「石油コンビナートにおける事故分析を踏まえた事故防止の手引き（以下、第5章において「手引き」という。）」を作成した。

1 手引きの特色

（1）事故防止の切り口

事故防止のポイントを挙げる切り口として、事業者が手引きを活用することを考慮し、事業者の一連の業務の流れに対応するよう、各主原因への対策を事故防止のポイントとしてまとめた。



（※）手引きの「維持管理面」については2分類し、手引きに記載している。

・人的な維持管理面：

「維持管理不十分」のほか、「誤操作」「操作確認不十分」「操作未実施」及び「監視不十分」に係る内容を含めている。

・物的な維持管理面：

「腐食疲労劣化」、「故障」及び「破損」に係る内容を含めている。

(2) 事故防止のポイントの概要

手引きでは、「設計面」「施工面」「維持管理面」ごとに事故事例及び事故事例を踏まえた事故防止のポイントを示しており、概要は次のとおりである。

・事故の発生状況を分析

消防庁が保有する全国の石油コンビナートの事故データを用いて、「設計面」「施工面」「維持管理面」に係る事故の発生状況を分析。



・事故事例のまとめ

「設計面」「施工面」「維持管理面」に係る事故事例を、「爆発」「火災」「漏えい」の3つの事故に区分し、業態別にとりまとめる。さらに各業態における発生機器等別に事故事例を分類する。



・事故防止のポイント

「設計面」「施工面」「維持管理面」ごとに、事故事例を踏まえた事故防止のポイントを挙げるとともに、多く発生している事故形態を複数選び、「具体的な対策事例」として「発生原理」「多く発生している箇所」「対策事例」を示す。

「設計面」「施工面」「維持管理面」ごとに、「具体的な対策事例」として挙げたものは、次のとおりである。

ア 設計面

- ・粉じん爆発に対する配慮
- ・静電気による火災に対する配慮
- ・内圧上昇による漏えいに対する配慮

イ 施工面

- ・適切な材料や機器の選定
- ・フランジ継手からの漏えいに対する配慮
- ・電気設備の火災に対する配慮

ウ 維持管理面

(ア) 人的な維持管理面

- ・火気使用時における配慮
- ・作業時のヒューマンエラーに対する配慮

(イ) 物的な維持管理面

- ・長期使用による素材の劣化に対する配慮
- ・保温材下腐食（CUI）に対する配慮

(3) 事故防止の取組み事例の紹介

「施工面」「人的な維持管理面」及び「物的な維持管理面」における事故を防止する取組み事例について、業界団体等に調査した結果を「コラム」として紹介している。

2 手引きの活用

各事業所の安全管理部門向けに作成しているが、安全管理部門を通じて、現場監督者など現場サイドに展開され活用されるよう、具体的な対策事例などはイラストを活用して分かりやすくまとめ、そのまま現場の教育に活用できるようにした。

3 手引きの構成

第1章から第6章までの構成とし、それぞれ次の事項を記載している。

第1章 概要

背景と目的、手引きの特色及び石油コンビナートにおける事故の状況について記載。

第2章 基礎的知識

火災・爆発事故、漏えい事故に区分し、事故防止に必要な基礎知識について分かりやすく記載。

第3章 事故事例及び事故事例を踏まえた事故防止のポイント

「設計面」「施工面」及び「維持管理面」の各業務に着目し、各場面における「事故の発生状況」「事故事例」及び「事故防止のポイントと具体的な対策事例」を示している。また、事業所における取組み事例は、施工面及び維持管理面においてコラムとして紹介している。

第4章 石油コンビナート等災害防止3省連絡会議を踏まえた対策

石油コンビナート等における災害防止対策検討関係省庁連絡会議報告書に基づく事故防止対策をまとめている。

第5章 原因究明と再発防止対策

事故が発生した場合には、原因究明を行い、再発防止対策を策定する。適切な再発防止対策を講じるためには、適切な原因究明がなされていることが前提であることから、原因究明の手法の一例としてF T A (Fault Tree Analysis) について紹介している。

第6章 事故防止に係る事業者と行政機関の連携

事故防止に係る取組みについては、事業者と行政機関が連携して行うことにより、多くの事業所へ幅広く、効率的かつ効果的に事故防止に係る情報の共有が図られるものと考え、取組み事例を挙げて紹介している。

第6章 被害を軽減する方策

近年の漏えい事故の件数は増加傾向にあるものの、その多くは損害額が1万円未満の小規模な事案である。そこには、漏えい事案を重大事故につながる前に早期に発見し、安全・的確な漏えい防止措置により出火させずに、漏えい範囲を局限化させる自衛防災活動のノウハウが存在する。

一方、消防庁として作成してきた「自衛防災組織等の防災活動の手引き」や「自衛防災組織等の防災要員のための標準的な教育テキスト」の各教育資料は、主に石油タンク火災やプラント事故等大規模な事案を想定したものであった。

このため、小規模な漏えい事案に対して効果的な活動を行っている事業所を調査し、その活動要領について写真等を交えて活動のフェーズごとにまとめ、小規模な漏えい事案への活動要領として上記の防災活動の手引きや教育テキストに追加することで、事故対応を経験していない事業所にも教本となるよう改訂した。

1 「自衛防災組織等の防災活動の手引き」の改訂

第3章における調査結果を踏まえ、漏えい事案を小規模に収めるために必要とされる「早期覚知」「早期通報」「被害軽減措置」及び「出火防止措置」に関する事項を手引きの「第2 防災活動」へ「小規模漏えい事案への対応」として追加した。当該項の項目としては次のとおりである。

・小規模漏えい事案への対応

①早期覚知

- ・点検・パトロールにおけるポイント
- ・検知機器の例

②早期通報

③被害軽減措置

- ・装置の緊急停止
- ・配管等の縁切り
- ・オイルパンによる漏えい拡大防止
- ・応急用固定バンド等による応急補修
- ・ガス吸引設備による回収
- ・オイルフェンスの展張
- ・施設外への漏えい防止

④出火防止措置

- ・散水による拡散防止
- ・窒素置換による引火防止

2 「自衛防災組織等の防災要員のための標準的な教育テキスト」の改訂

第3章における調査結果を踏まえ、現場指揮本部本部の設置に関して必要とされる事項を「現場指揮体制の確立」として、また漏えい事案を小規模に収めるために必要とされる「早期覚知」「通報」「被害軽減措置」及び「出火防止措置」に関する事項を「小規模漏えい事案への活動」としてテキストへ追加した。

(1) 現場指揮体制の確立

テキストの「第8章 防災活動要領 第2節 現場指揮本部の設置要領」へ「現場指揮体制の確立」を追加した。

現場指揮本部が設置され、現場指揮体制の確立に向け必要であると考えられる事項は次のとおりである。

- ・「広報用ホワイトボード」等を設置し、情報集約、情報共有及び消防隊への情報提供の体制を一元化し、迅速に行う。
- ・指揮車がある場合には、消防隊への情報提供時に必要となる各物質のSDSを車載しておく。備付け書類の管理方法としては、電子端末により管理する方法もある。
- ・情報収集手段としてはドローンを用いることも効果的である。

(2) 小規模漏えい事案への活動

テキストの「第8章 防災活動要領 第3節 漏えい・流出時の防災活動要領」へ「小規模漏えい事案への活動」を追加した。必要とされる活動の概要としては次のとおりである。

ア 早期覚知

- ・点検、パトロールにおいては、人の五感を活用し、異常を察知する必要がある。
- ・漏えい物質の物性により、漏えい箇所付近に様々な現象が現れることに留意する。
- ・臭気を感じる場合は、状況に応じて化学防護服を着装し、広範囲の点検を要する。(コラム「化学防護服の着装手順」を掲載)
- ・漏えい箇所の特定には、ガス検知器を使用するほか、漏えい物質(例えばフッ化水素や塩素)の化学反応を利用した検知方法があることに留意する。
- ・早期発見に効果的な資機材として、赤外線を利用した検知器などの活動事例がある。(コラム「赤外線によるガス検知」を掲載)

イ 通報

小規模な漏えいであっても迅速な119番通報が重要であり、通報内容のひな形等を作成しておくことが効果的である。

ウ 被害軽減措置

- ・装置の緊急停止
- ・配管等の縁切り
- ・オイルパンによる漏えい拡大防止
- ・応急用固定バンド等による応急補修
- ・ガス吸引設備による回収

- ・オイルフェンスの展張
 - ・施設外への漏えい防止
- エ 出火防止措置
- ・散水による拡散防止
 - ・窒素置換による引火防止

おわりに

本検討会では、検討事項として「事故を防止する方策」及び「事故発生時の被害を軽減する方策」の2項目を掲げ検討を進め、「石油コンビナートにおける事故分析を踏まえた事故防止の手引き」を作成するとともに、「自衛防災組織等の防災活動の手引き」及び「自衛防災組織等の防災要員のための標準的な教育テキスト」の改訂を行った。

第2章では、死傷者を伴う事故は、人的要因により多く発生しているという分析結果が出ているが、人的要因による事故を減少させるためには、ヒューマンエラーを個人の責任にせず、事業所全体の問題として捉え、組織を挙げて安全意識を向上させる取組を推進するとともに、リスク評価により、どのようなリスクがあるのか、そのリスクに対して対策が講じられているのかきちんと把握し、そのリスクに対して、従業員教育や作業開始前のツール・ボックス・ミーティング(TBM)などにより、従業員が作業危険をきちんと認識していくことが重要である。また、単に、作業危険を伝えるだけではなく、作業手順書の背景にある原理原則の理解(know-why)を促進するとともに、熟練者の経験・知識を次世代に伝承する取組を行うことで、事業所の持っている現場力を低下させないよう、人材育成をさらに推進していくことが必要と考えられる。その際、人的要因による事故は、経験年数の浅い年代だけではなく、経験年数が20年以上の従業員でも発生していることに留意が必要である。さらに、人はミスをするという前提に立って、バルブにラベルをぶら下げる、バブル付近の配管を色分けするなどの工夫やインターロックにより、そもそも人的ミスを起こさせないようにするなど、ソフト面だけではなくハード面でも対策を講じていくことも重要である。

一方で、物的要因による死傷者も発生を続けており、引き続き、経営トップによる保安への強いコミットメントや、現場の声も踏まえた適切な経営資源の投入が求められる。

石油コンビナートの各事業所において事業活動を行う中で、これらの手引き等を活用していただくことで、1件でも事故の発生を防ぎ、万が一事故が発生した場合には的確に災害対応を実施し、被害の拡大防止に資することを期待する。

また、昨今の脱炭素、カーボンニュートラル等の世界的な潮流から、従来の重化学工業を中心とする石油コンビナートの様相は変わり、これまで想定していなかったような危険性を有する施設、設備が今後建設されることがあり得る。事故防止に取り組む姿勢はどの時代であれ不変であるべきだが、「事故を防止する方策」及び「事故発生時の被害を軽減する方策」はその都度時代に即したものに合わせるべく検討を続けることが必要である。