

危険物保安技術協会理事長賞

石油コンビナートでの事故がなぜ増え続けるのか!?
その背景にある課題を探る
～事業所ヒアリングを踏まえて得られたもの～川崎市消防局予防部保安課
久田 敏治・喜多村亮太

1. はじめに

全国的に危険物事故^{*1}や異常現象^{*2}の増加傾向は、近年ますます顕著となっている。当市においても例外ではなく、危険物事故および異常現象の発生件数が増加の一途をたどっている。

当消防局では、事故発生時、その規模を問わず一件ごとに原因調査を実施し、主原因、関連原因、背景までを詳細に考察している。また、再発防止策や水平展開のため、事業者に対して指導・提案を行い、同種事故の再発防止に取り組んでいる。さらに、他の事業所にも有用な事故事例や知見について講習会などを通じて共有し、事故防止に向けた幅広い取り組みを展開している。

加えて、例年、危険物施設への定期的な立入検査を実施しており、とりわけ大規模な事業所（主にコンビナート区域に所在する特定事業所）に対しては、石油化学工場等を対象とした特別立入検査を行っており、この検査は、消防法及び石油コンビナート等災害防止法（以下「石災法」）の規定に基づき、局を挙げて実施している。

このように、法令に基づく指導や提案、事業者との協働を通じて事故防止に尽力しているものの、未だ事故件数の増加には歯止めがかかっていない状況である。

本稿では、従来行ってきた事故発生状況のデータや原因分析を中心とする方法から志向を変え、石油化学工場等の特別立入検査と併せて実施したオンライン調査の結果を基に、事故増加の背景に潜む要因を検討した。本調査では、10年前（平成23～25年）と現在（令和3～5年）の比較を通じて操業環境の変化を捉えることを試み、現場の「肌感覚」を重視することで、定量データでは把握しきれない実態の把握を目指した。

2. 石油化学工場等の特別立入検査の概要

(1) 目的

消防法第16条の5（第4条を含む）及び石災法第40条の規定に基づき実施するもので、石油化学工場等の保安管理状況を総合的に検査し、事故防止の徹底及び保安管理体制の強化を図ること

(2) 実施時期

令和6年6月3日（月）から令和6年10月31日（木）まで

(3) 実施対象

多くの危険物施設や高圧ガス施設等を有する大規模な石油化学工場等43事業所を選定

(4) 検査項目

ア 書類関係 危険物施設の定期点検記録、特定防災施設等及び防災資機材等の定期点検記録

イ 現場関係 危険物施設の維持管理状況

3. 石油化学工場等の特別立入検査に伴い実施したオンライン調査の概要

上記特別立入検査に併せて、オンライン上に作成した調査表（分量の関係で掲載は省略）に基づいて、事業所担当者に入力していただくこととしている。

今回取り上げるのは、①事故の発生状況と②事業所の操業環境についてであり、**10年前（平成23～25）と現在（令和3～5）を比較した時の状況**を、次のとおり調査した。（回答は5月30日から11月13日までの間）

(1) オンライン調査内容

①事故の発生状況の変化

事故等の発生状況の調査については、危険物事故に限らず、事業所として様々な予防対応が取られているであろう「事故」全般について考え、危険物事故、高圧ガス事故、異常現象及び労働災害についての傾向をみることにした。

②事業所における設備の管理状況、人的資源の状況、操業環境等の変化

設備メンテナンスへかける予算、安全管理・設備保全に関わる従業員数、デジタル化の進展状況、操業環境の変化等様々な視点からその傾向をみることにした。なお、本稿を取りまとめるにあたり、調査結果から省略したものがあることを申し添える。

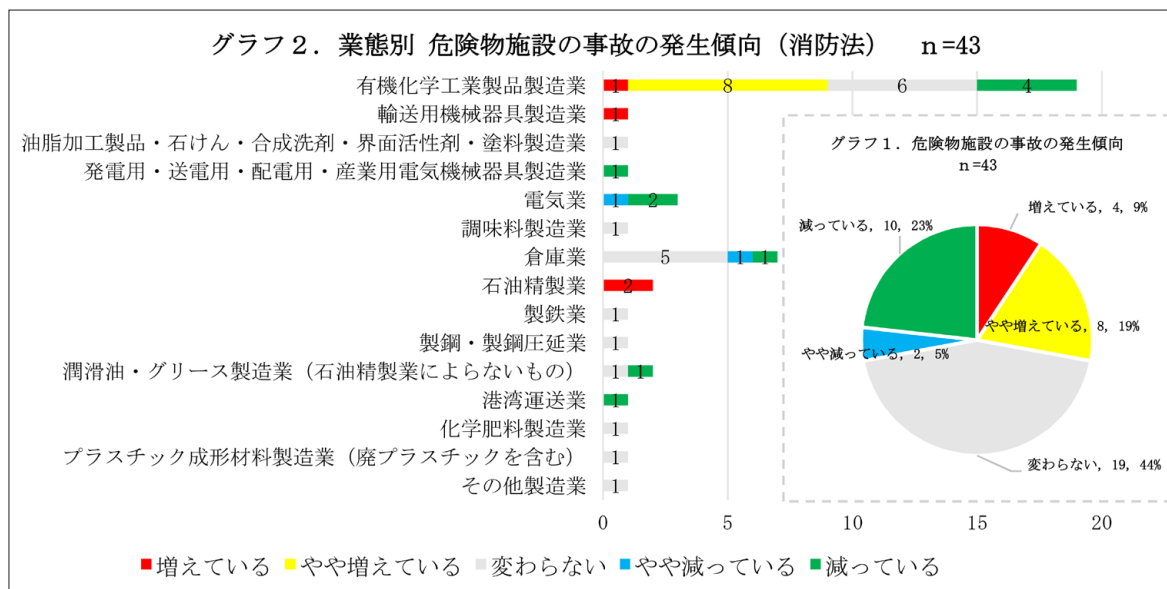
(2) オンライン調査結果（調査対象43事業所・回答43事業所）

ア 事故発生状況の変化

(ア) 危険物事故（43事業所）＜グラフ1、2＞

危険物事故の発生傾向は、「増えている」、「やや増えている」の増加傾向の事業所が約30%みられる一方、「減っている」、「やや減っている」の減少傾向がみられる事業所も約30%あり、40%強の事業所は「変わらない」との状況であった。

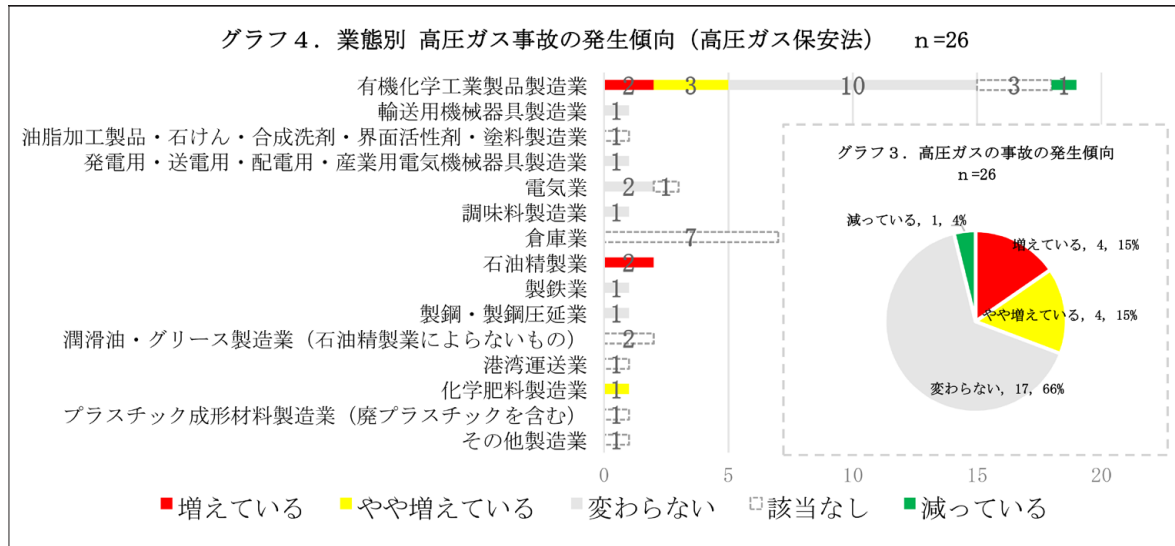
この割合について業態別^{*3}についてみると、母数は少ないものの『石油精製業』、『輸送用機械器具製造業』は全ての事業所で増加傾向があり、比較的母数の多い『有機化学工業製品製造業』についても、約半数の事業所で増加傾向があった。



(イ) 高圧ガス事故（高圧ガス施設保有の26事業所）＜グラフ3、4＞

高圧ガス事故の発生傾向は、「増えている」、「やや増えている」の増加傾向の事業所が30%あるものの、「変わらない」という事業所が70%弱となっている状況であり、「減っている」と回答した事業所は4%と減少傾向が限定的であった。

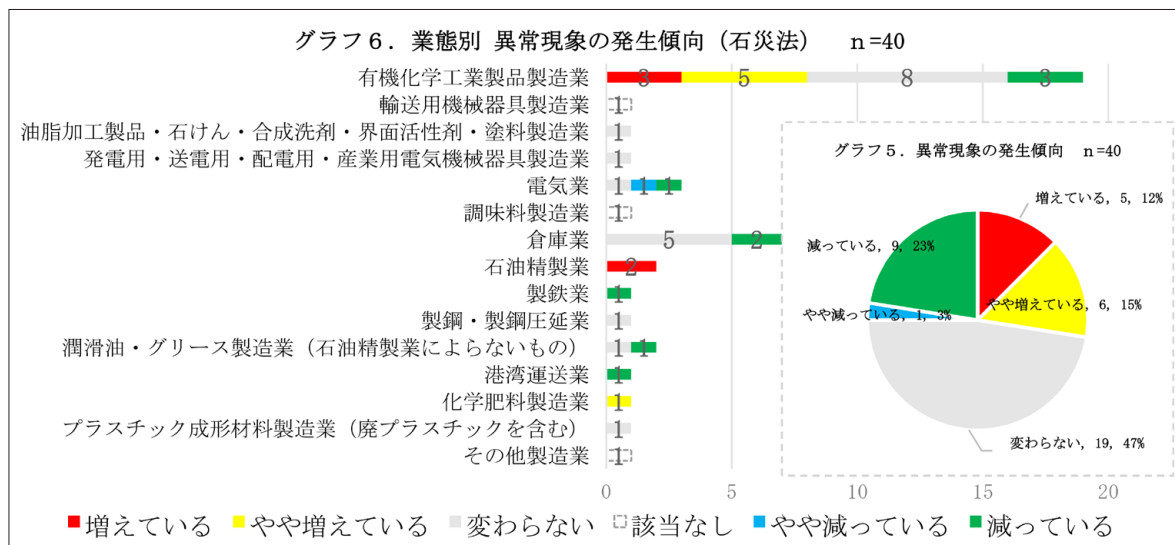
同じく割合を業態別についてみると、『石油精製業』、『有機化学工業製品製造業』、『化学肥料製造業』で増加傾向があり、他の業種については、ほぼ発生状況に変化が無い状況であるが、その多くは事故が発生していない、又は、発生していても発生件数が極めて少ない事業所であることが推察される。



(ウ) 異常現象 (特定事業所40事業所) <グラフ5、6>

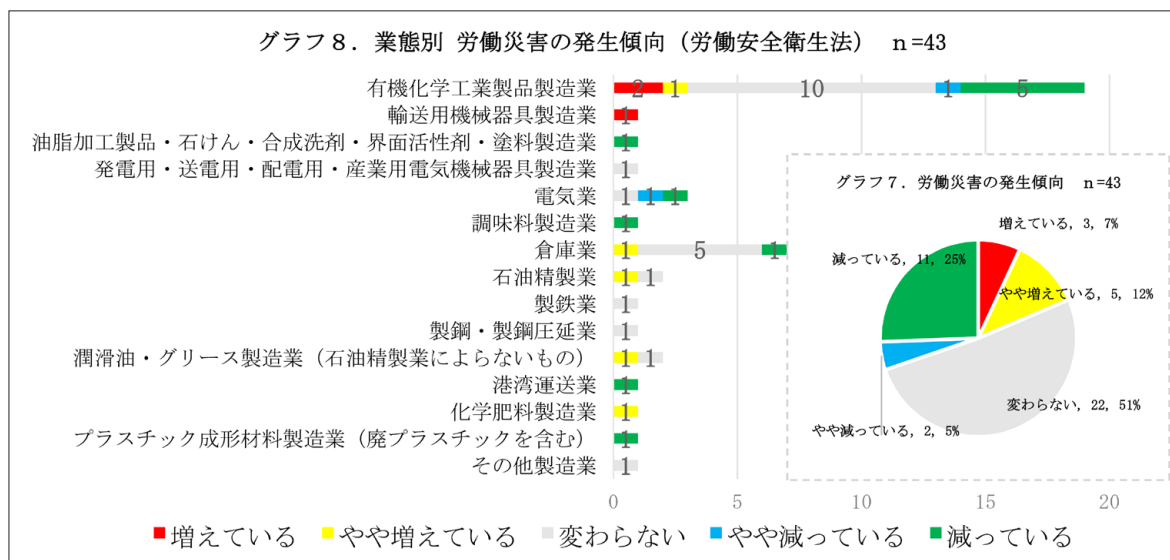
異常現象の発生傾向は、「増加している」、「やや増加している」の増加傾向の事業所が約30%みられる一方、「減っている」、「やや減っている」の減少傾向がみられる事業所も約30%あり、50%弱の事業所は「変わらない」との状況であった。

業態別については危険物事故及び高圧ガス事故の大部分が異常現象となることから、上記(ア)、(イ)とほぼ同様に『石油精製業』、『有機化学工業製品製造業』、『化学肥料製造業』が増加傾向を示している。



(エ) 労働災害 (死亡又は休業4日以上 の被災者数) (43事業所) <グラフ7、8>

労働災害の発生傾向は、「増加している」、「やや増加している」の増加傾向の事業所が約20%みられる一方、「減っている」、「やや減っている」の減少傾向がみられる事業所が約30%あり、約50%の事業所は「変わらない」との状況であった。なお、上記(ア)から(ウ)と異なり、事象の数の計上方法ではないものの、減少傾向を示す事業所の割合が多くなっていることから、労働者への安全の配慮は、事業所内でも優先事項として取組みがなされているのではないかと推察される。なお、業態による特別な偏りは認められなかった。



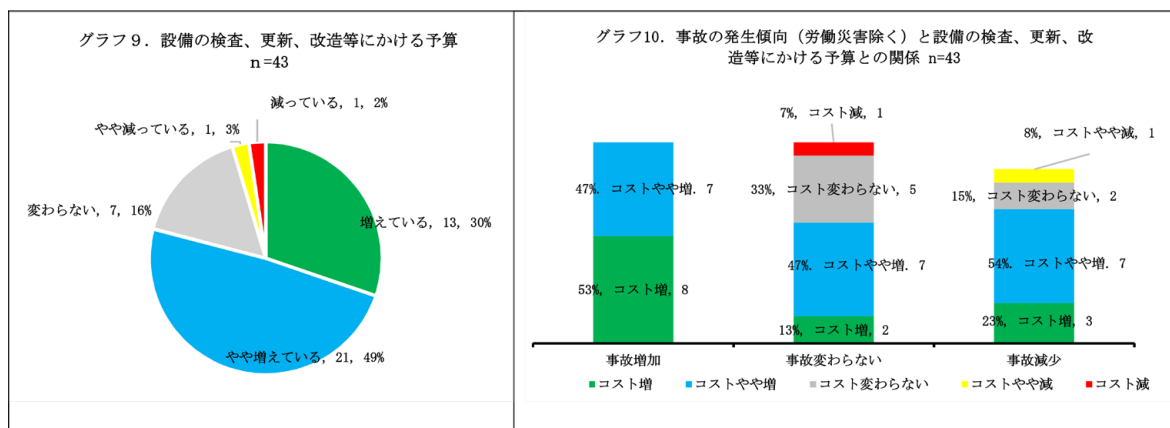
イ 事業所における設備の管理状況、人的資源の状況、操業環境等の傾向

ここでは、事故の発生に係る副次的な要因になり得る項目について調査した。また、労働災害を除き、事故の発生傾向のカテゴリーを「事故増加」、「変わらない」、「事故減少」の3種類に分け（「増加している」、「やや増加している」を「事故の増加」、「やや減っている」、「減っている」を「事故の減少」とした。）、それぞれのカテゴリーにおいて、各項目の傾向をグラフ化してみた。

(ア) メンテナンスに関するコスト(設備の検査、更新、改造等にかかる予算<グラフ9、10>)

設備保全に関する、いわゆるメンテナンスコストについては、「増加している」、「やや増加している」で増加させている事業所が約80%を占めており、「変わらない」が約15%、そして、「減っている」、「やや減っている」の減少傾向は約5%で、過去と比較して、ほとんどの事業所で設備へのメンテナンスコストを増加させていた。（グラフ9）

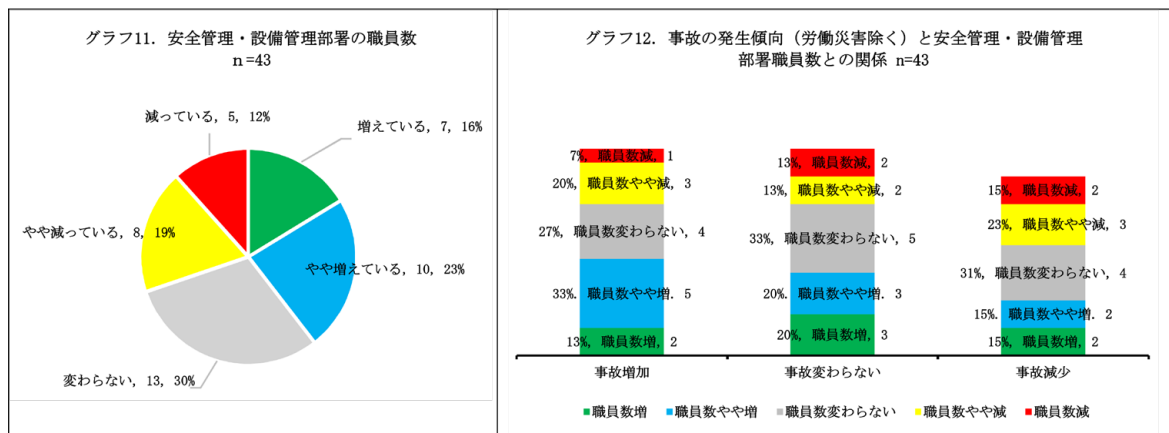
事故の増加傾向がある事業所でも積極的にメンテナンスコストを増加させており、事故が増えていることに対してメンテナンスコストが減っているといった相関関係はみられず、メンテナンスコストが減っている事業者は、もともと全体の割合に対し少ないものの、事故が増加傾向を示す事業所において該当することはなかった。（グラフ10）



(イ) 安全管理・設備管理部署の状況

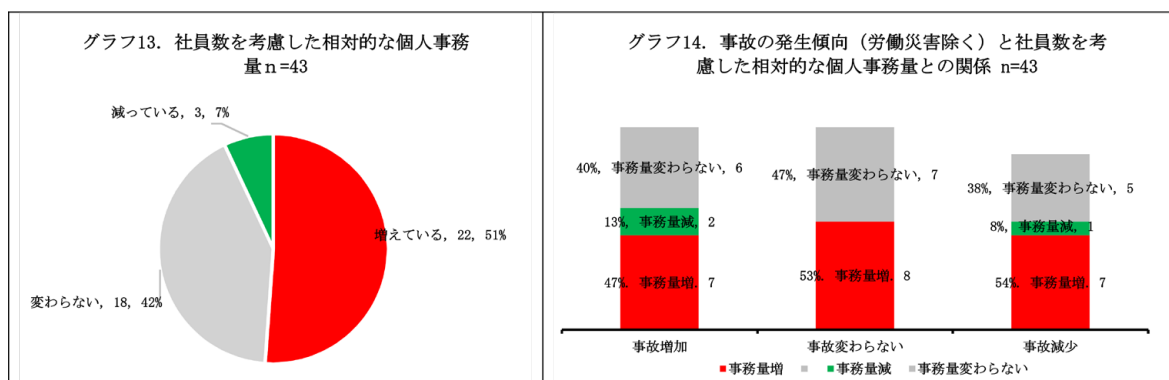
a 安全管理・設備管理部署内の職員数<グラフ11、12>

安全管理・設備管理部署内の職員数については、約40%が「増加している」、「やや増加している」の増加傾向であるものの、「変わらない」及び「減っている」、「やや減っている」の減少傾向がともに約30%であり（グラフ11）、事故の発生傾向別の集計では、全事業所の集計による結果と比べ、事故が増加傾向を示している事業所の方が、職員数が増加傾向を示している割合が若干高くなった。（グラフ12）



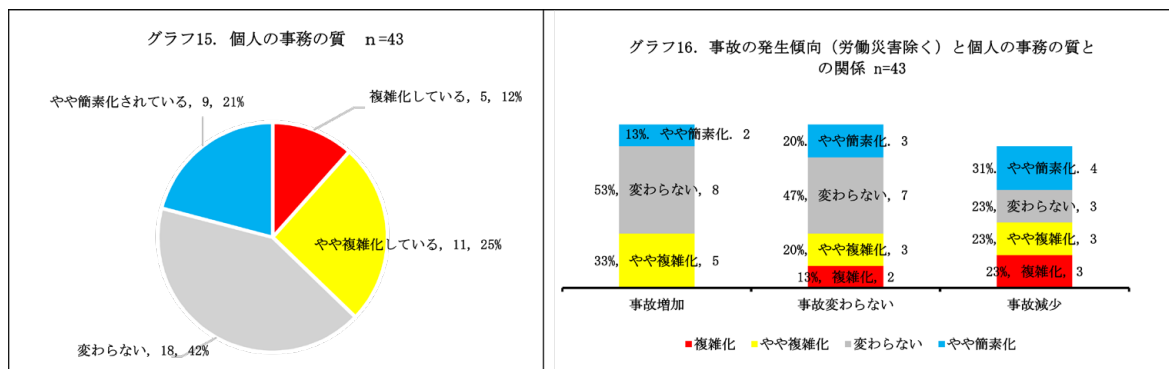
b 社員の人数を考慮した上での相対的な個人の事務量＜グラフ13、14＞

安全管理・設備管理部署内の職員数の増減を考慮した個人の事務量については、約50%で「増えている」と回答があったものの、「変わらない」が約40%、「減っている」が約10%であり、一様ではないものの、個人の事務量が増えている事業所が半数を占めており（グラフ13）、事故が増加している事業所でもほぼ同様の傾向を示したが、事務量が減っている事業所の割合が若干高くなっている。（グラフ14）



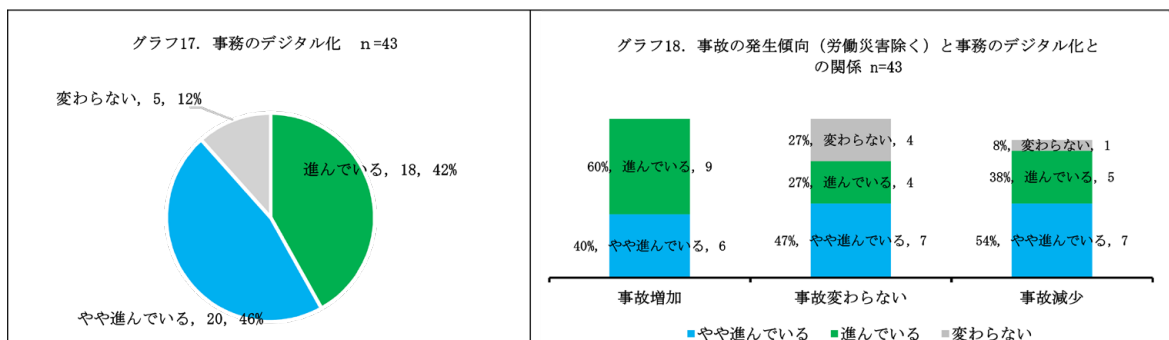
c 個々の事務の質＜グラフ15、16＞

職員数や事務の量に加えて、その事務の作業内容が複雑化しているかについては、過去より「複雑化している」、「やや複雑化している」との回答が約40%、「変わらない」が約40%である一方、「やや簡素化されている」との回答はそれぞれ約半分の割合である20%であり（グラフ15）、事故が増加傾向にある事業所でも、割合はほぼ同じ傾向を示した。（グラフ16）



d 事務のデジタル化<グラフ17, 18>

事務のデジタル化については、「進んでいる」、「やや進んでいる」が約90%で、変わらないが約10%であり、「かなり進んでいる」との回答はなかったものの、ほとんどの事業所において事務のデジタル化がなされている傾向がみられ、こちらは、事故発生傾向の各カテゴリー別でも、進んでいる傾向が顕著であった。(グラフ18)

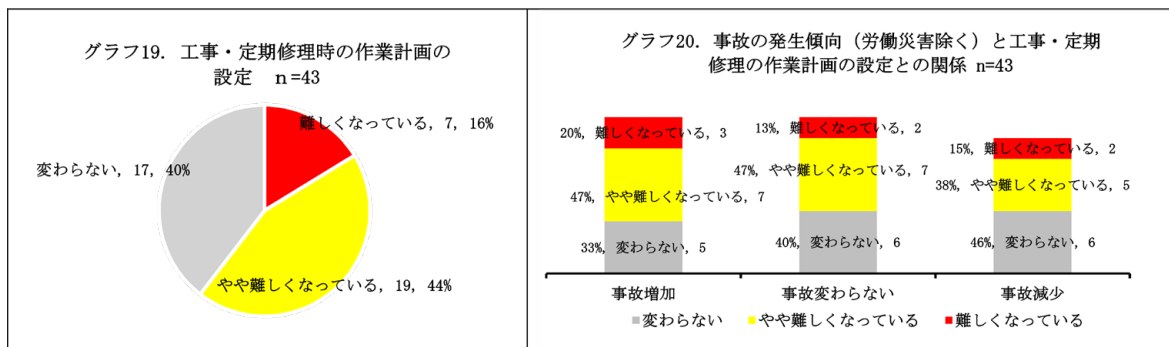


(ウ) 工事に際しての作業や協力会社の確保等の状況

a 工事・定期修理時の作業計画の設定（安全管理含む）<グラフ19、20>

メンテナンスに係る工事に際して、工事の計画の設定が複雑化しているのかどうかについては、「難しくなっている」、「やや難しくなっている」との回答が60%、「変わらない」との回答が40%となり、簡単になっているという事業所はなかったため、半数以上の事業所で、工事の計画そのものについての難易度が上がっている傾向がみられた。(グラフ19)

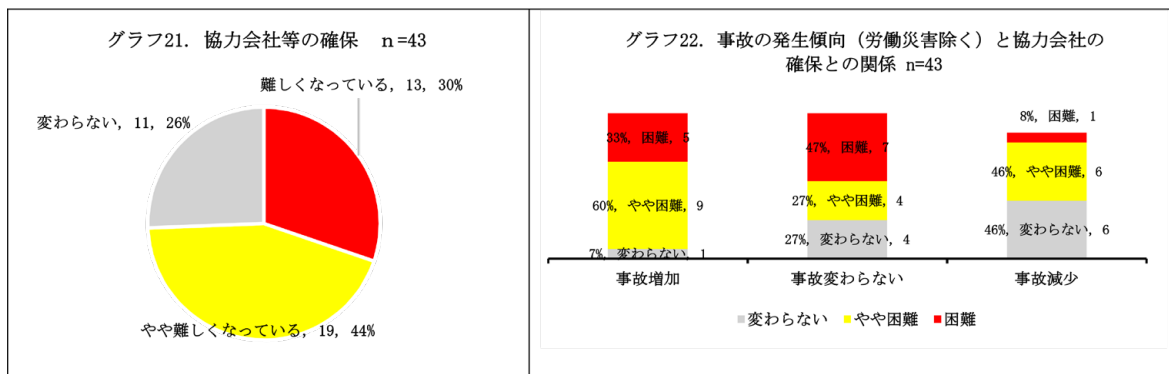
また、事故が増加傾向にある事業所についても、同様の傾向がみられた。(グラフ20)



b 協力会社等の確保<グラフ21、22>

メンテナンスに係る工事には、協力会社の存在が不可欠であるが、上記の通り工事の計画と合わせ、作業員の確保という視点でみると、「難しくなっている」「やや難しくなっている」との回答が約75%、「変わらない」との回答が約25%となり、容易になったとの回答はなかった。(グラフ21)

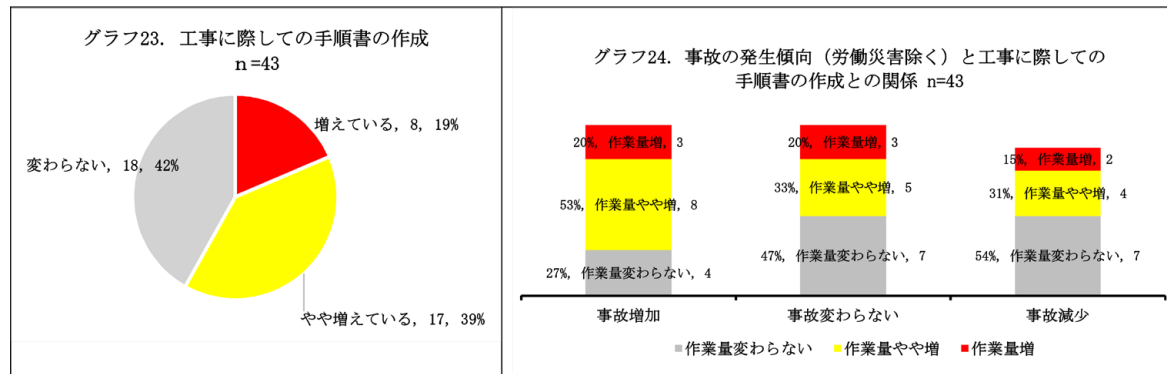
この項目については、事故が増加傾向にある事業所では、より顕著になっており、協力会社等の確保は、より困難な状況になっていることがみられた。(グラフ22)



c 工事に際しての手順書の作成（作成数や項目数）＜グラフ23、24＞

メンテナンスに係る工事は、非定常作業に分類されるが、事業者は都度、リスクアセスメントを実施し作業手順書を作成することが多い。そのため実際に作業を行うための事前準備の事務量が増加しているかどうかについてみた結果、「増えている」、「やや増えている」との回答が約60%、「変わらない」が約40%となり、減少傾向にある事業所はなかった。（グラフ23）

この項目も上記bの項目と同様、事故が増加傾向にある事業所で、より顕著となっており（グラフ24）、作成する手順書の数や、その中身の項目等も多くなっている状況になっていることがみられた。

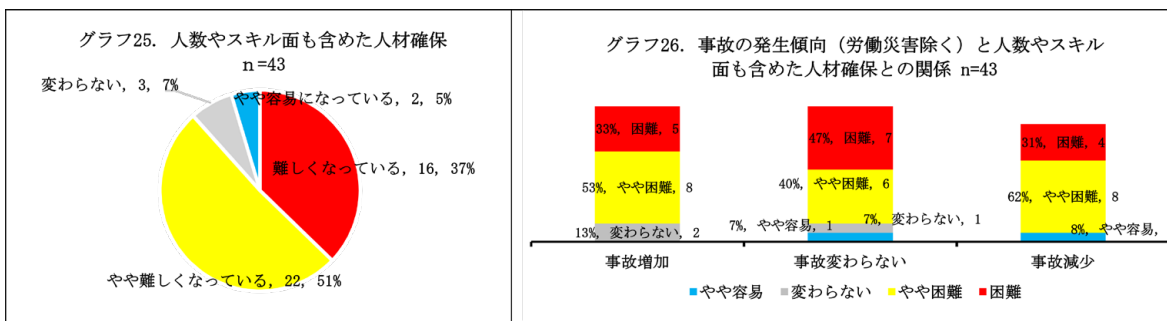


(d) 人材確保・育成

a 人数やスキルを含めた人材確保＜グラフ25、26＞

事業所職員の人材確保という観点でみると、「難しくなっている」、「やや難しくなっている」との回答が約90%となり、「変わらない」や「やや容易になっっている」事業所もあったが、多くの事業所で人材確保が困難な状況となっている傾向が顕著にみられた。（グラフ25）

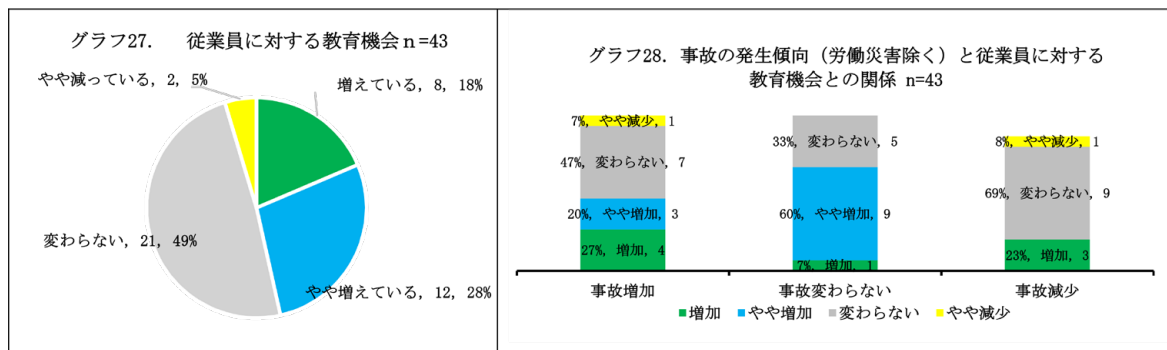
また、事故が増加傾向にある事業所でも同様の傾向がみられるため（グラフ26）、必要な人員や人材を確保すること自体が困難な状況に直面している状況であると言える。



b 従業員（協力会社等含む）に対する教育機会＜グラフ27、28＞

従業員、協力会社作業員への教育の機会についてみると、「増えている」、「やや増えている」で約45%、「変わらない」が約50%、「やや減っている」が5%との回答であり（グラフ27）、事故が増加傾向にある事業所でも同様の傾向であった。（グラフ28）

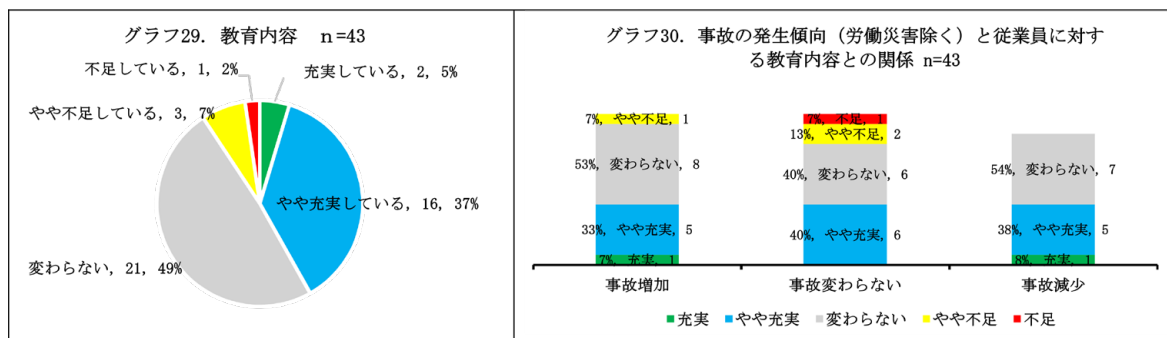
『教育者の確保』の調査結果の記載は省略するが、難しくなっている事業所と変わらない事業所が、それぞれ全体の約半数を占めている（事故が増加傾向を示している事業所の場合も同様）ことを考えると、人員の確保も難しい一方で、教育機会が増えるという負担が生じており、組織的にも管理が厳しくなっていることが推察される。



c 教育の内容＜グラフ29、30＞

教育の内容についてみると、「充実している」、「やや充実している」で約40%、「変わらない」約50%、「やや不足している」、「不足している」で約10%との回答であった。（グラフ29）

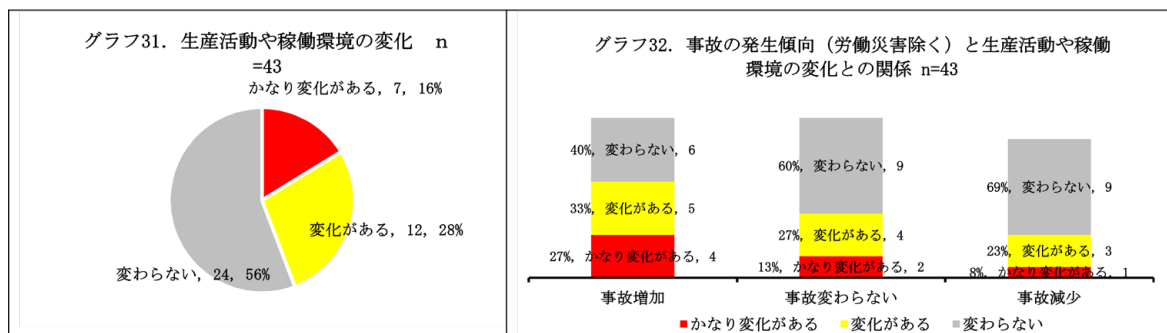
事故が増加傾向にある事業所でも同様の傾向がみられたが（グラフ30）、少ないながらも教育内容の不足を感じている事業所も見られたことは懸念されるところであり、改善の余地があると考えられるが、上記bでも記載したとおり、教育者の確保の困難な状況が影響している可能性もあるため、容易に改善することは難しいことが予想される。



(オ) 装置等の現状

a 生産活動や稼働環境の変化＜グラフ31、32＞

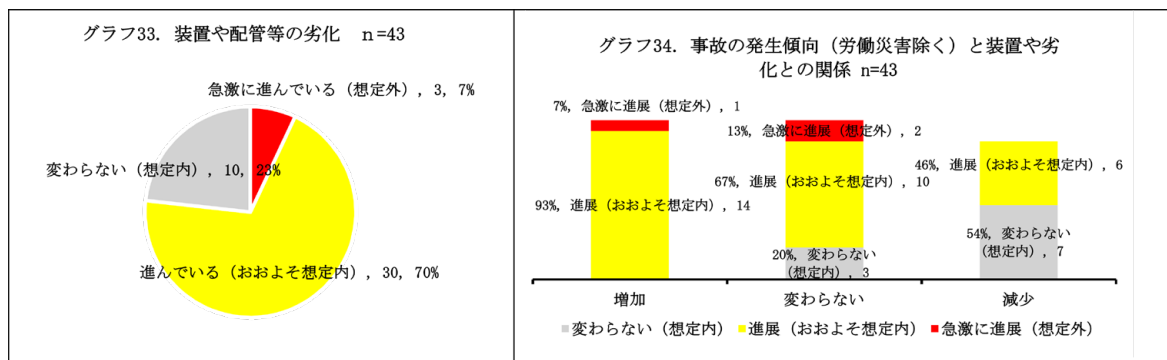
生産活動や稼働環境に「かなり変化がある」、「変化がある」で約40%あり（グラフ31）、これは、生産量の変化に加え、スタートアップやシャットダウンの間隔・回数（事故やトラブルによるものも含む）の変化として捉えることができ、事故が増加した事業所にこれらの変化があった割合が多く、操業環境の変化も事故増加の一因になっている可能性もみられた。（グラフ32）



b 装置や配管等の劣化<グラフ33、34>

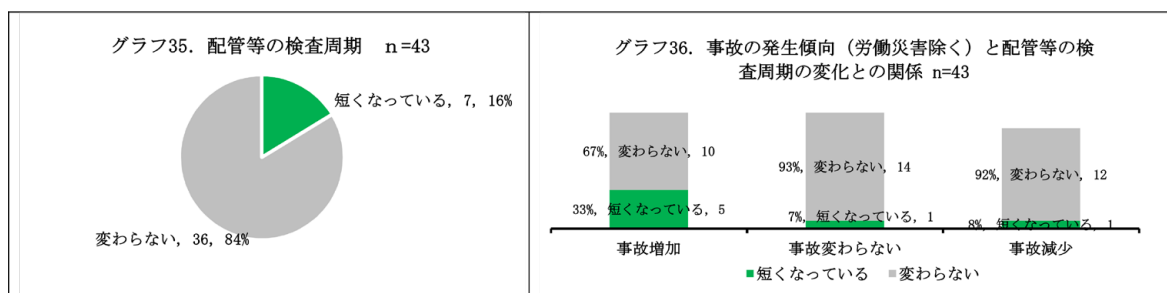
装置等の経年劣化について、高経年化した装置等が増えているのは事実であるが、事業所の状況認識についてみると、想定外の劣化は約5%のみで、想定内（進んでいる（想定内））、変わらない（想定内）が約95%（40事業所）であった。（グラフ33）

事故が増加傾向を示している事業所も含め、ほとんどの事業所では、経年化について想定内の事象として認識していた。



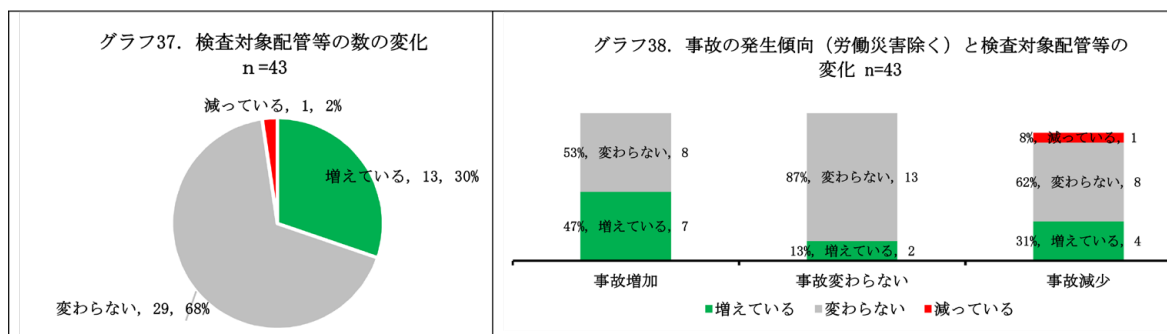
c 配管等の検査周期<グラフ35、36>

配管等の検査周期については、「変わらない」が約80%あるものの、残りの20%弱は「短くなっている」となり（グラフ35）、高経年化により、安全面からも検査周期をより短くする方針をとる事業所も認められた。事故の発生傾向からみると、増加傾向のある事業所が、より検査周期を短く定める方針をとっていることが示された。（グラフ36）



d 検査対象配管等の数<グラフ37、38>

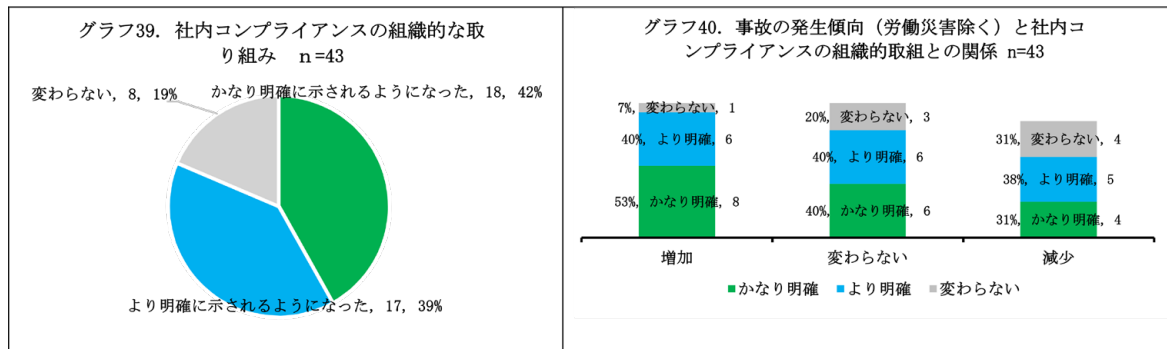
検査を実施する対象（配管・塔槽類）の増減については、変わらないが約70%あるものの、1事業所を除けば、残りの30%は「増えている」となり（グラフ37）、上記cと同様、事故の発生傾向からみると、増加傾向のある事業所が、より検査対象を増加させている方針をとっていることが示された。（グラフ38）



(カ) 法令や社内規定へのコンプライアンス<グラフ39、40>

法令順守や内部規定等の順守について、より組織的に対応されるようになったかについてみると、「かなり明確に示されるようになった」、「より明確に示されるようになった」で約80%となり、「変わらない」は約20%であった。(グラフ39)

また、この項目についても事故が増加傾向にある事業所では、より顕著に法令順守の傾向があらわれ、コンプライアンス順守がより明確化された事業所が多いことから、昨今の時代の変化による一般的な認識と一致していることが分かった。(グラフ40)



4. 考察

(1) 事故の発生状況の変化について

危険物事故、高圧ガス事故、異常現象および労働災害の発生状況を比較した結果、労働災害を除き、『石油精製業』および『有機化学工業製品製造業』で事故の増加傾向が顕著であり、業態による偏りが認められたが、労働災害の増加傾向は弱く、人的被害に対する安全対策が一定の効果を上げていると考えられる。

事故が増加傾向であるこれらの業態では、危険物、高圧ガス、毒劇物等の取扱いが多岐にわたり、多数の複雑な装置が稼働していることに加え、設備の高経年化が進行していることが事故増加の要因と推察される。

また、当市では10年前に比べ、現在の事故の件数は増加していることから、減っていると回答した事業所もあることを考慮すると、増加していると回答した事業所の事故件数が、現在の事故の増加傾向の要因となっていると考えられる。

(2) 安全に関するハード面にかかるコスト

調査対象事業所の約80%でメンテナンスコストが増加していることが分かったが、事故が増加している事業所においても同様の傾向が見られ、メンテナンスコストの増加に対し、事故件数が減少しているという相関関係は認められなかった。これは、点検対象の塔槽類や配管の数が多くなったことにより、点検で発見された不具合への早期対応が増加していることが背景にあるという安全性へのプラス面が考えられるが、一方で、企業物価や人件費の高騰、さらに設備の高経年化に伴う対処件数の増加も一因と推察され、これらの要因が、メンテナンスコストの増加をもたらしている可能性が高い。

(3) 安全管理・設備管理部署の状況

安全管理や設備管理を行う部署の職員数は、約40%の事業所で増加傾向が見られる一方、個人事務量の増加や事務内容の複雑化も進行していることが確認された。更には事故が増加している事業所の方が安全部署の職員数は、より増加傾向の面もあり、(2)の項目の考察と合わせると、安全に対する取組みは組織的な体制としては力を入れているものの、その事務量や質については高いレベルのものが求められている傾向が推察される。

一方で、人的資源の制約を補完する手段として重要であるデジタル技術の活用が約90%の事業所で進展が見られており、今後、労働人口の減少が予想される中、上記の事務量や質に関する課題に対して、事務量の圧縮や作業の簡素化を進めることが、労働負担軽減の鍵となる。

(4) 工事に際しての作業や協力会社の確保等の状況

工事や定期修理において、計画の立案、リスクアセスメントを含む手順書の作成、さらには協力会社の確保に至るまで、いずれも難易度が増加していることが明らかとなった。このことは事故が増加している事業所では、より顕著な傾向が表れており、このような状況では、個人一人ひとりの資質の向上を図ることが求められるが、容易にできるものではなく、これらの課題が点検で発見された不具合への対応や定期メンテナンス、事故発生時の改善・水平展開の実施を遅延させることの潜在的な要因となり得る可能性は十分にあると考えられる。

また、作業内容の複雑化や人員不足による仕事量の増加は、作業一つ一つの確認不足等も引き起こすことも考えられ、特に、協力会社との連携が滞ることは、保安上の懸念も考えられることから、効率的な対応策の検討が求められる。

(5) 人材確保・育成

安全部署の人数は増えている事業所もあるものの、この項目の調査結果では、人材育成において教育機会の増加や内容の充実化が進んでいる一方、約90%の事業所で人材確保の難易度が高まっていることが確認された。

社会全体として労働人口の増加が見込めない現状では、保安分野の世界においても、人材を確保することは当然厳しいものとなり、人材不足が事故防止や安定操業の障壁となる可能性は高く、この問題に対する一層の対策が急務となっている。特に、技能継承を進めるための教育プログラムの拡充や、外部リソースを活用した効率的な作業計画の策定が求められる。

(6) 装置等の状況

多くの事業所で装置や配管の経年劣化は「想定内」とされているものの、事故の発生傾向が増加している事実があることを踏まえると、これは、高経年化に加え、装置の稼働率向上や負荷増大が影響している可能性もある。

また、事故防止のため検査周期を短縮し、検査範囲も拡大する傾向にあるため、想定外の場所やメンテナンスが行き届かない部分での事故とは別に、これまで発見に至らなかった事案を事故として認識するものが含まれることも予想されるが、それでも事故が増加傾向である点は課題であるため、今後は、単なる点検頻度や範囲の向上だけでなく、先進技術を用いた予兆保全と、よりリスクの高い装置への選択的・重点的な対策が求められる。

5. おわりに

当市においても、近年、危険物事故や異常現象の発生件数は増加の一途をたどっている。これまで事故事例の蓄積と対策の実施が進められてきたものの、増加傾向に歯止めをかけるには至っていない。本調査では、10年前と現在の変化を事業所の現場の「肌感覚」に基づいて捉えることで、事故増加の背景に潜む要因を探る試みを行った。その結果、安全への取り組みには、組織的に力を入れ、教育も充実され、事務のデジタル化の推進や社内規定等のコンプライアンスが明確になってきた一方、設備の高経年化等に伴う検査の増加、人材確保の困難さ、工事計画の複雑化といった課題が明らかとなり、このことが、個人の事務の量や質にも関連し、より高いレベルのものが求められることの負担も大きくなっていることが推察される。

特に、「石油精製業」および「有機化学工業製品製造業」において、事故増加が顕著であることから、これらの業種では、危険物の取扱いが多岐にわたり、複雑な装置を用いた操業が行われており、経年劣化が進む中で十分な対応が難しい状況にあるものと予想される。また、多くの事業所で、経年劣化が想定内であると認識されている一方、検査対象が多く、限られた期間内において検査の行き届かない部分がどうしても発生し、メンテナンスコストの増加にもかかわらず、不備への対応が追いついていないことも予測される。

人材確保の面でも、作業員の不足やメンテナンス計画の複雑化が課題となっており、これらの状況は、事故防止において克服すべき重要な課題であるといえる。他方、当市コンビナート地域では、設置から数十年にわたり操業を続ける設備が多く、操業安定期に達しているものの、経年劣化や周期的に発生する事故のリスクが増加しているが、これに加え、「今まで起こっていなかったような事故がなぜ今は発生するのか」というケースも見受けられ、企業コンプライアンス意識の向上も一因として否定はできないと感じる。

これらを踏まえ、高経年化設備の対応や人材育成を基盤に、次の3点を重要な事故防止対応策として提案する。

☆第1に、高経年化設備において、すべての装置に均等なコストをかけるのではなく、リスクアセスメントに基づき、事故時に重大な影響を及ぼす装置の核心部分に選択的にコストを集中させることが必要であり、行政からは、いわゆる重大事故の防止についての考えを中心とした指導等を行うことが重要である。

☆第2に、人材確保および作業計画・手順書作成の効率化を図るため、教育プログラムの充実や協力会社との連携を深め、業界団体全体で取り組みを進めるとともに、行政からは、他社で行っている取組み等の情報提供による積極的な水平展開の実施が必要である。

☆第3に、デジタル技術や先進技術を活用し、操業全般の効率化を図ることで人的負担を軽減するとともに、行政からは、各種手続き等の合理化や簡素化の働きかけも必要である。

今後、全国的にGX（グリーントランスフォーメーション）や新技術を活用した新しい装置・設備が普及していくことが期待されるが、事故防止の原則や思想は普遍であり、本調査で得られた知見を、データ分析や事故事例研究と組み合わせ、効果的な指導・啓発に活用することで、危険物施設等の安全確保に繋がることを期待する。

【謝辞】

本論文の作成にあたり、事業所の皆様には、多忙な時期にもかかわらずアンケート調査にご協力をいただきました。付記して、感謝の意を表します。

※1 危険物事故 ……危険物施設における火災、流出、破損等

※2 異常現象 ……石油コンビナート等災害防止法（昭和50年法律第84号）第23条に定める異常現象

※3 業態別 ……「石油コンビナート等防災体制の実態調査について（依頼）」（令和6年4月11日消防特第70号）により「火災報告取扱要領の全部改正について（平成6年4月21日消防災第100号消防庁長官通知）」の別表第2（業態別分類表）によるもの