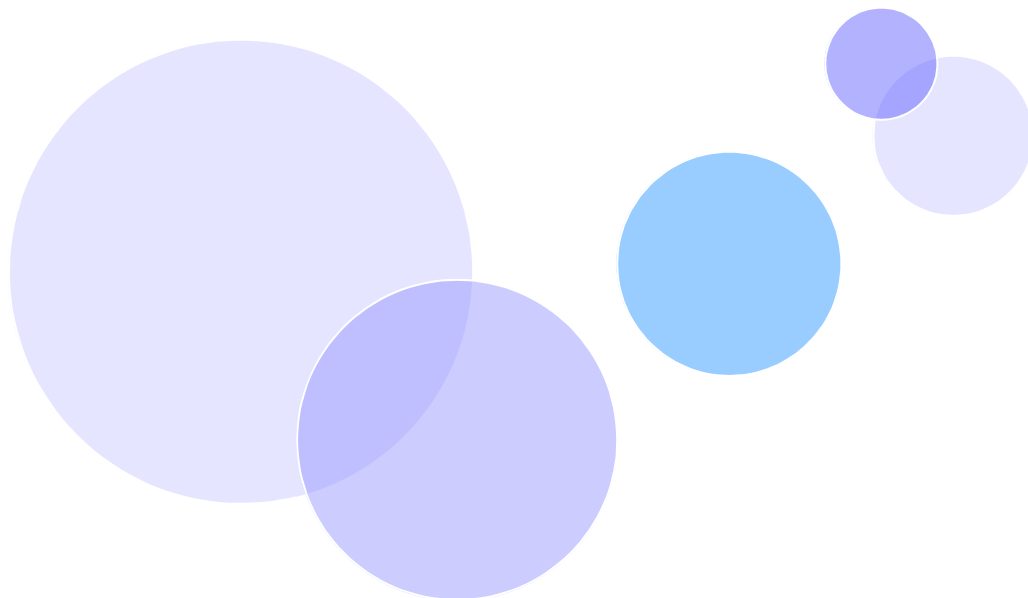




（初心者のための）

化学物質による爆発・火災等の リスクアセスメント入門ガイドブック



目次

はじめに・本ガイドブックの読み方
支援ツール（チェックフロー・結果シート）

第1部 実践編

第1章	リスクアセスメントの基礎	p. 2
	1.1 リスクアセスメントとは	p. 3
	1.2 リスクアセスメント導入の効果	p. 4
	1.3 リスクアセスメントの手順	p. 5
第2章	スクリーニング支援ツールの解説	p. 10
	2.1 スクリーニング支援ツールの対象者	p. 10
	2.2 スクリーニングの概要	p. 11
第3章	スクリーニング支援ツールの使い方	p. 12
	3.1 全体の流れ	p. 12
	3.2 化学物質の危険性情報の収集	p. 13
	3.3 チェックフローの使い方	p. 16
	3.4 結果シートの使い方	p. 18
	3.5 定期的な化学物質による爆発・火災等危険性の確認	p. 19

第2部 解説編

第1章	化学物質の発火・爆発危険性	p. 22
	1.1 GHS 分類に基づく化学物質の発火・爆発危険性	p. 23
	1.2 その他の危険性	p. 33
	1.3 消防法に基づく化学物質の発火・爆発危険性	p. 36
第2章	プロセス・作業に潜む発火・爆発危険性	p. 42
	2.1 反応危険性	p. 43
	2.2 物理化学的条件に起因する危険性	p. 47
	2.3 作業に起因する危険性	p. 52
	2.4 その他の危険性	p. 54
第3章	設備・危機に潜む発火・爆発危険性	p. 56
	3.1 容器・配管系の危険性	p. 57
	3.2 機器類の危険性	p. 59

付録

図表 A	GHS 分類に基づく安全対策等コード一覧	p. 64
図表 B	爆発性に関わる原子団の例	p. 72
図表 C	自己反応性に関わる原子団の例	p. 72
図表 D	過酸化物を生成する物質の例	p. 73
図表 E	重合反応を起こす物質例	p. 74
図表 F	一定の危険有害性のある化学物質（640 物質）	p. 75
図表 G	化学物質の危険性等を学ぶ上で役に立つ資格一覧	p. 83
図表 H	爆発・火災事故等に関連するデータベース	p. 84

参考文献・おわりに

労働安全衛生法が改正されました

(平成 28 年 6 月 1 日施行)

一定の危険性・有害性のある化学物質（640 物質※）について

事業場における危険性又は有害性等の調査（リスクアセスメント）が義務付けられました。

リスクアセスメントの結果に基づき、労働安全衛生法令の措置を講じる義務があるほか、労働者の危険又は健康障害を防止するために必要な措置を講じることが努力義務となります。

業種、事業場規模にかかわらず、対象となる化学物質の製造・取扱いを行うすべての事業場が対象となります。

● 注意事項

SDS の交付義務の対象物質（640 物質）は、明らかになっている危険性・有害性に基づき定められており、対象となっていない化学物質に危険性・有害性がないことが保証されるものではありません。対象物質に当たらない場合でも、危険又は健康障害の生ずるおそれのあるものについては、リスクアセスメントを行うことが努力義務となります。

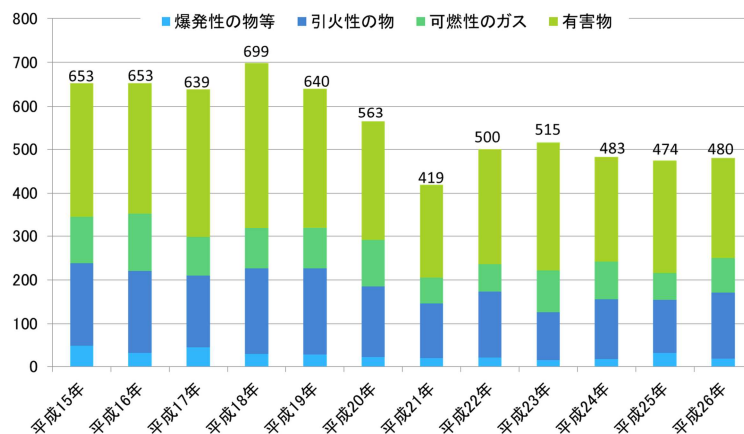
1. 関連指針・パンフレット

- ・危険性又は有害性等の調査に関する指針
(平成 18 年 3 月 10 日付け危険性又は有害性の調査等に関する指針公示第 1 号)
- ・化学物質等による危険性又は有害性等の調査等に関する指針
(平成 27 年 9 月 18 日付け危険性又は有害性の調査等に関する指針公示第 3 号)
- ・労働安全衛生マネジメントシステムに関する指針
(平成 11 年労働省告示第 53 号、改正：平成 18 年厚生労働省告示第 113 号)
- ・【パンフレット】労働災害を防止するためリスクアセスメントを実施しましょう

※対象は SDS の交付が義務付けられている安衛法施行令別表第 9 に定める 640 物質です。
対象物質の一覧は【付録 図表 F】を参照

はじめに

化学物質に起因する労働災害（休業４日以上）は、毎年５００件程度起こっており、化学工業以外の化学物質を取り扱う事業所における爆発・火災事故も頻発しています。



事象	業種	原因物質	概要
爆発	非鉄金属製造業	アルミニウムの溶湯	酸化アルミニウムを電気炉で溶融中、炉の一部が破損し、流出したアルミニウムの溶湯が冷却水と接触し、水蒸気爆発が発生した。
爆発	印刷業	都市ガス	燃焼室のバーナーが供給ガス圧または空気圧の変動により失火したことにより未燃焼都市ガスが乾燥装置に流出。オフセット印刷機で印刷中に、静電気等で着火・爆発し、２名の作業員が負傷した。
火災	クリーニング業	石油系溶剤	石油系溶剤に静電気除去剤を適切な割合で添加せず、また静電気発生時の警報装置が故障していたため、静電気が発生したことに気が付かずドライクリーニング洗濯機稼働中に溶剤に引火し火災が発生。従業員３名が火傷を負う。

爆発・火災などの事故事例は、【付録図表 H】に記載の各種データベースにより調べることができます。

これらの事故の原因・背景に係る共通点として、「リスクアセスメントの内容・程度が不十分」、「化学物質の発火・爆発等の危険性に対する認識が不十分」であることが挙げられています。

そこで、厚生労働省ではリスクアセスメントの支援を目指し、取り扱う化学物質や作業に潜む発火・爆発危険性やリスクを「知る」ための簡易なリスクアセスメントのための支援ツール（スクリーニング支援ツール）を作成しました。

本支援ツールは、化学工業だけでなく印刷業、金属加工業など、化学物質を取り扱う幅広い業種を対象としたものです。リスクアセスメントの最初のステップである危険性の洗い出し、リスクについて「知る」ことに力点を置いたツールであり、リスクアセスメントについて専門的な知識を有しない方でも、チェックフローの質問に答えていくだけで、代表的な爆発・火災等の危険性、リスクについて知ることができます。

化学物質を取り扱う幅広い業種、事業所において、爆発・火災等の災害防止のための第一歩として本ガイドブックを活用していただければ幸いです。

本ガイドブックの見方

本ガイドブックの第1部ではリスクアセスメントの基礎とスクリーニング支援ツールの概略及びその使い方について紹介しています。支援ツールは【チェックフロー (iv - ix)】と回答内容を記載する【結果シート(x)】に分かれています。まず取扱い化学物質の情報収集 (SDS を準備等) を行い、チェックフローの各質問に対して、「はい」または「いいえ」で回答することによって、化学物質による爆発・火災等の危険性を洗い出し、リスクについて「知る」ことができます。回答結果は結果シートに記載し、作成した結果シートは、捨てずに保管し、誰でもいつでも確認できるようにしておくことで情報を共有し、危険性の周知などに役立てることができます。

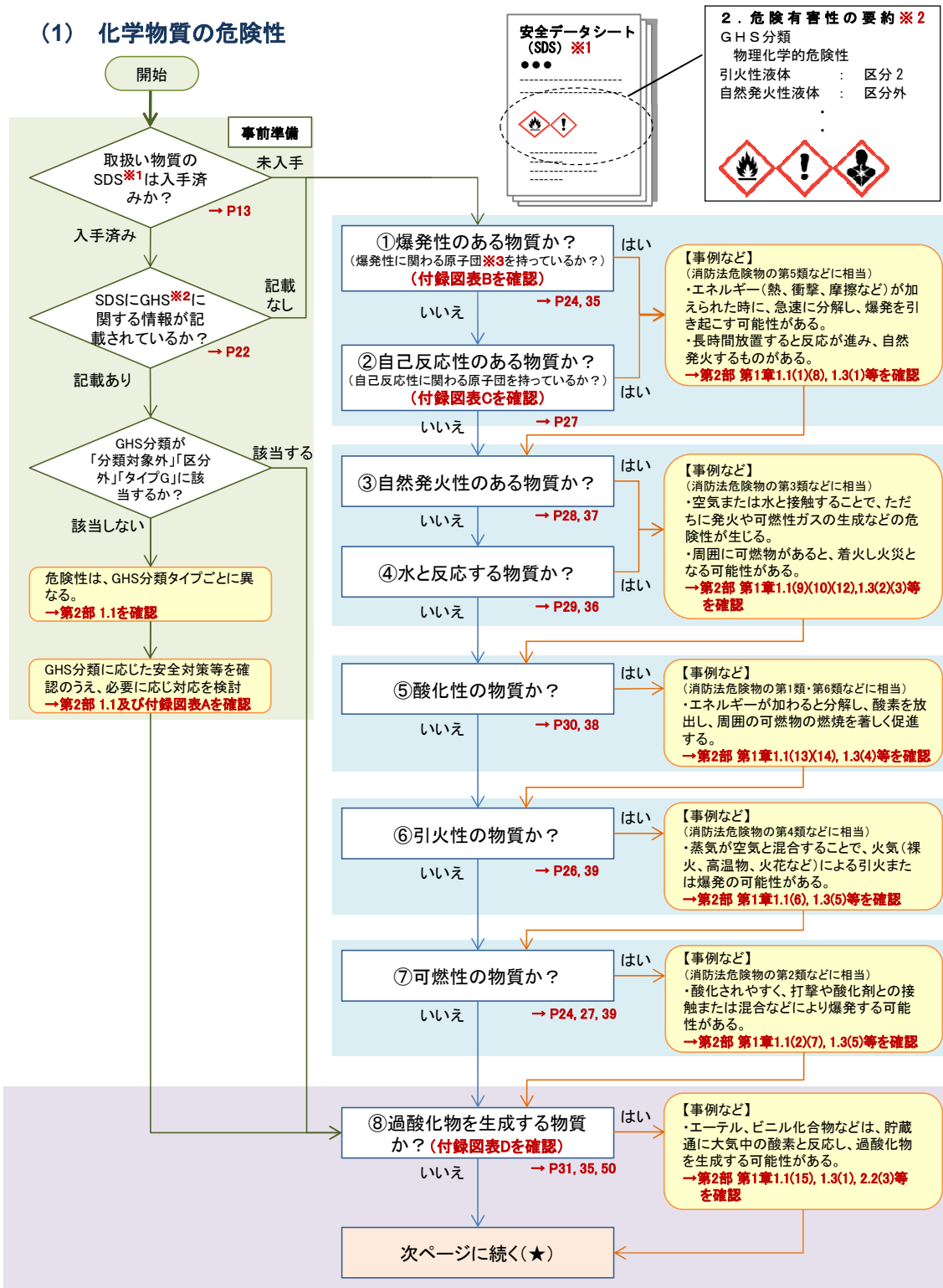
第2部では、化学物質、プロセス・作業、設備・危機に潜む発火・爆発危険性について事故事例、リスク低減対策を交えて詳しく解説してあります。支援ツールを使用した結果、リスクの程度が大きいと判断された場合には、該当ページの代表的な事故事例や代表的なリスク低減措置の内容を確認し、リスク低減対策について検討すると共に、詳細なリスクアセスメントの検討を行ってください。支援ツールには第2部解説編とのページ対応を記載しています。使用する際に、適宜参照してください。

本ツールは、リスクを「知る」ためのツールであり、代表的な危険性のみを対象としています。そのため、すべての危険性を網羅しているというわけではありません。

「リスクの程度は大きくない」と判定された場合であっても、どこかに危険性が潜んでいないかという意識を持ち、常に安全性の確保に努めてください。

スクリーニング支援ツール（チェックフロー）

(1) 化学物質の危険性

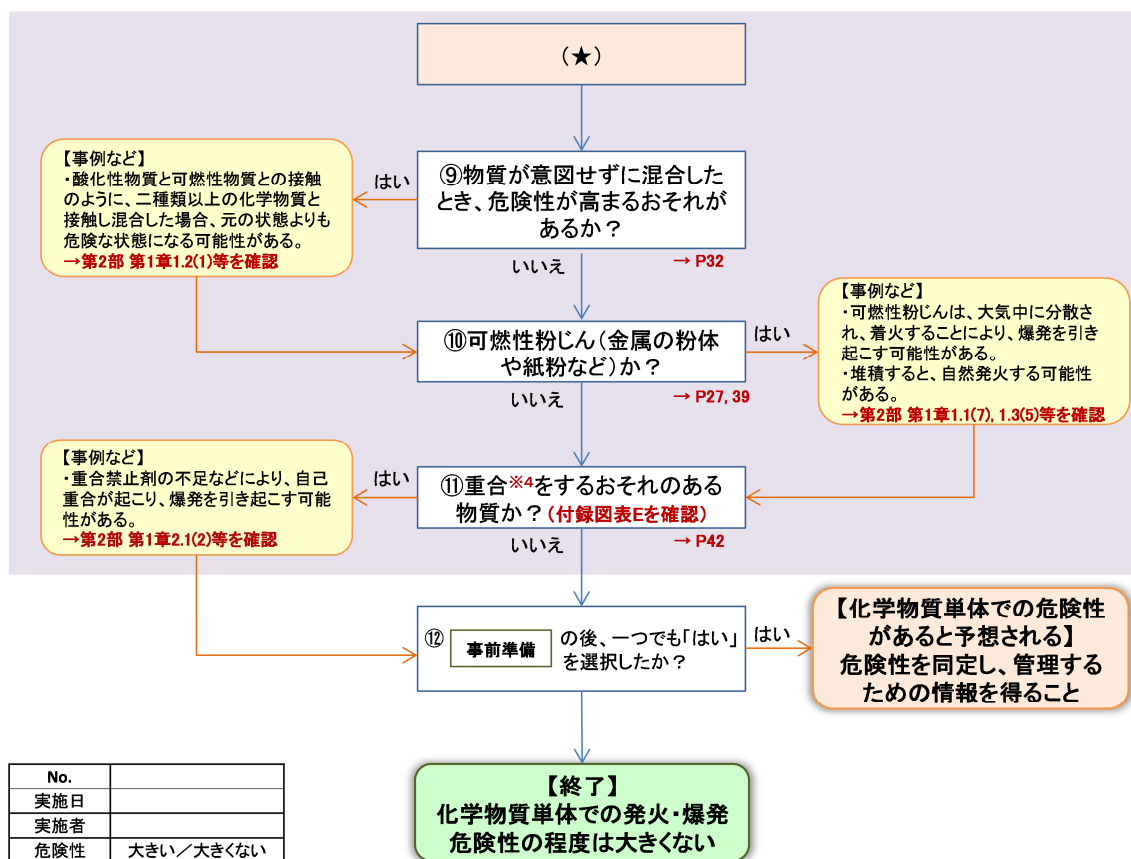


※1 化学物質の名称や物理化学的性質、危険性、有害性等を記載した資料

※2 世界的に統一されたルールに従って、化学品を危険有害性の種類と程度により分類し、その情報が一目でわかるよう、ラベルで表示したり、SDSを提供したりするシステムのこと

※3 化合物の分子内に含まれるある特定の原子の一群 (例：不飽和の C-C 結合、C=C、C≡C 等)

スクリーニング支援ツール（チェックフロー）



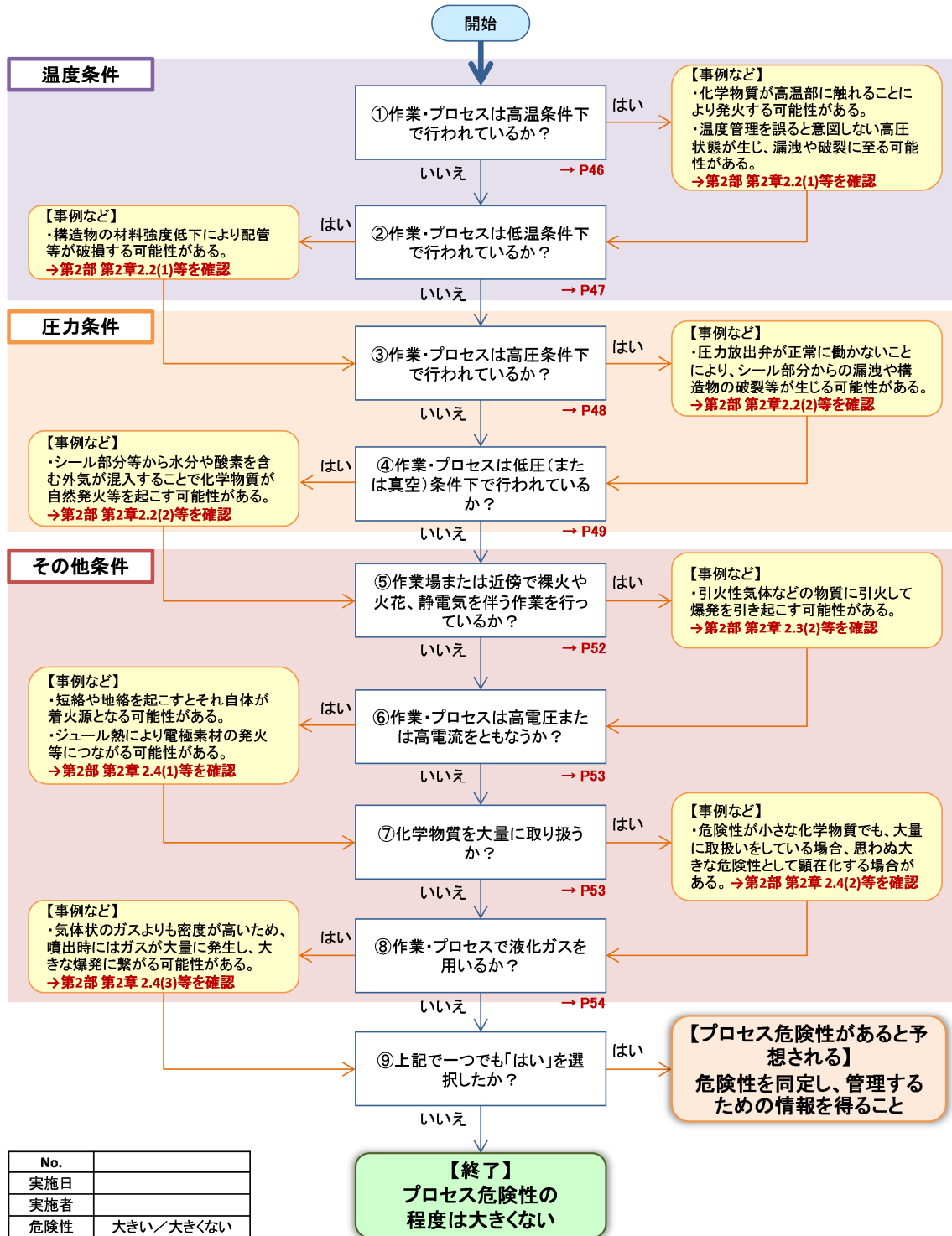
- まず取扱い化学物質の SDS の入手を行います。SDS が入手できない場合は【開始】から始めて質問に答えていきましょう。
- SDS が入手できた場合は GHS 記載の有無を確認します。GHS の記載がない場合は【開始】から始めて質問に答えていきましょう。
- GHS 分類が「分類対象外」「区分外」「タイプ G」に該当するか確認します。該当する場合は⑧へ進みましょう。該当しない場合は第2章の2.1節及び付録図表A参照し、GHS 分類に応じた安全対策等を確認のうえ、必要に応じ対応を検討し、⑧へ進み、質問に答えていきましょう。
- 「はい」を答えた場合は、チェックフローの【事例など】に記載されている分類番号を確認し、ガイドブック【第2部 解説編】の該当箇所を確認しましょう。

SDS の交付義務の対象物質（640 物質）は、明らかになっている危険性・有害性に基づき定められたものであり、対象となっていない化学物質に危険性・有害性がないことが保証されるものではありません。対象物質に当たらない場合でも、危険又は健康障害の生ずるおそれのあるものについては、リスクアセスメントを行いましょう。

※4 モノマー（単量体）やポリマー（重合体）を反応させて、目的のポリマーを合成する化学反応

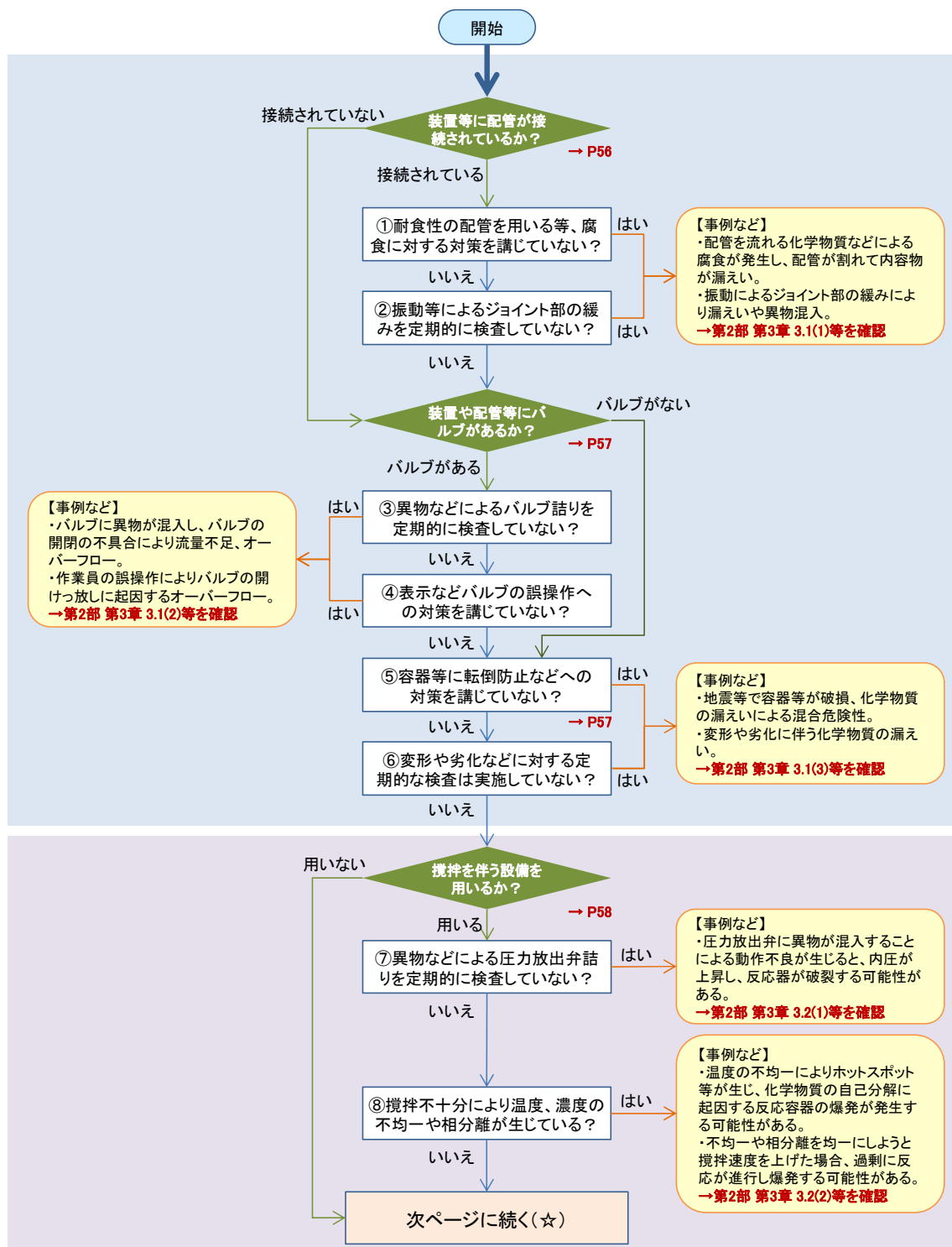
スクリーニング支援ツール（チェックフロー）

(2) プロセス・作業の危険性

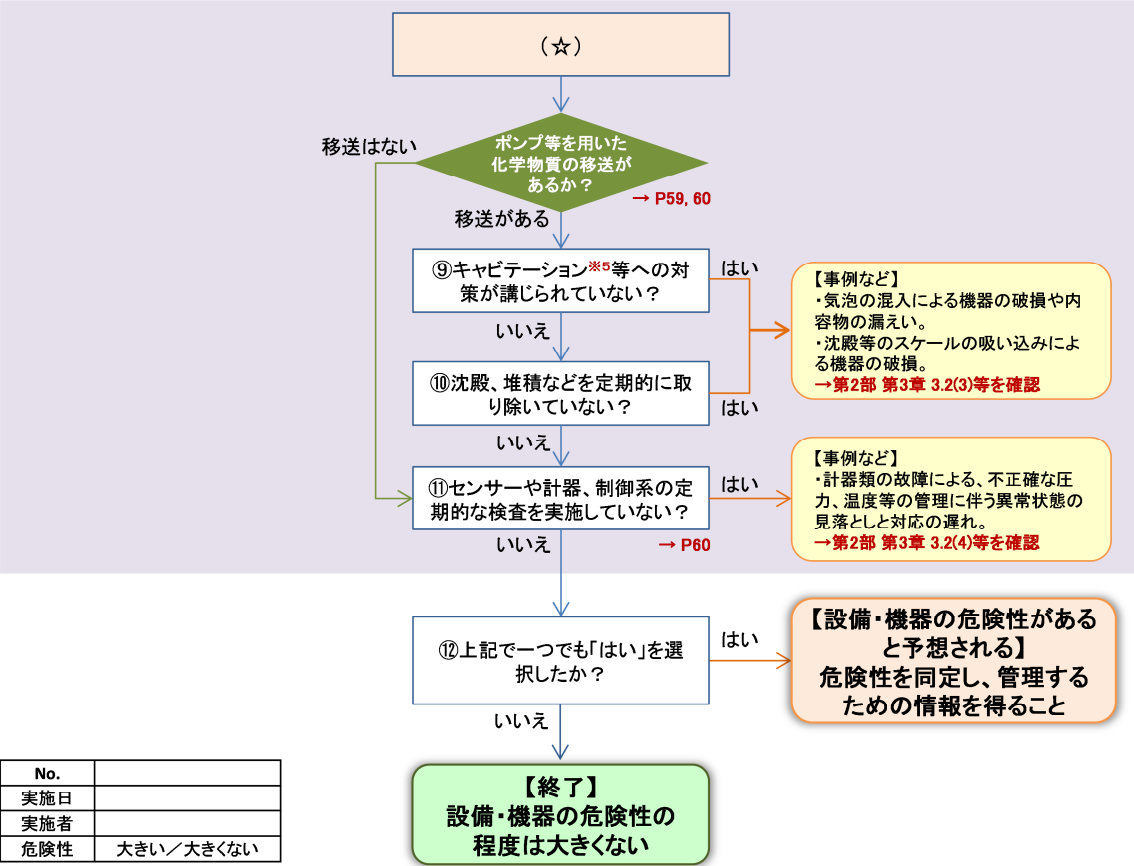


- (1) 【開始】から始めて質問に答えていきましょう。
- (2) 「はい」を答えた場合は、チェックフローの【事例など】に記載されている分類番号を確認し、ガイドブック【第2部 解説編】の該当箇所を確認しましょう。

(3) 設備・機器の危険性

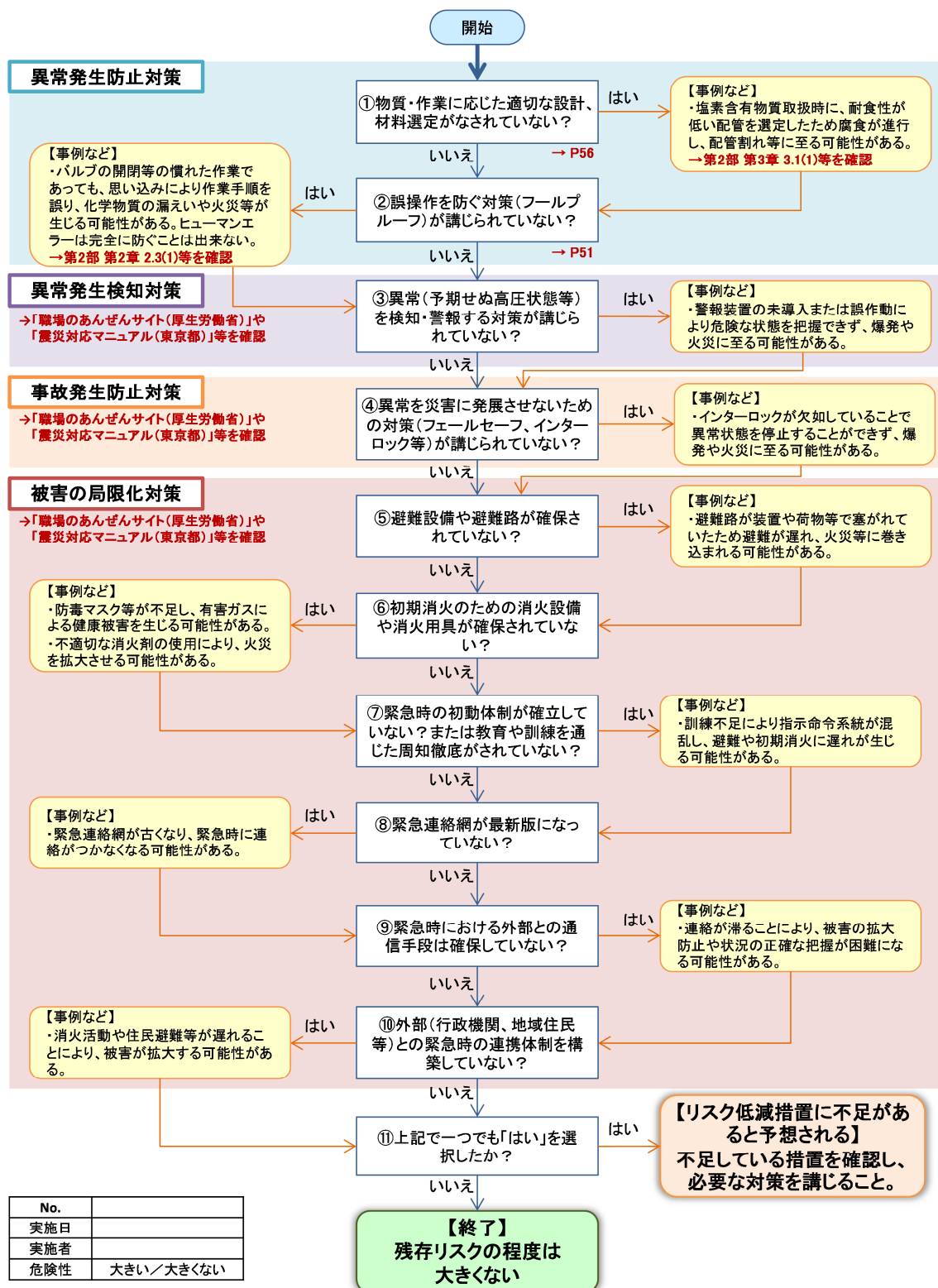


- (1) 【開始】から始めて質問に答えていきましょう。
- (2) 「はい」を答えた場合は、チェックフローの【事例など】に記載されている分類番号を確認し、ガイドブック【第2部 解説編】の該当箇所を確認しましょう。



※5 溶存ガスが溶け出すだけでなく、軽質分の蒸発、またはその液体自身の蒸発によりポンプの中で泡が発生して機能しなくなる、機能が低下すること

(4) リスク低減措置の導入状況



【開始】から始めて質問に答えていきましょう。③以降は東京都環境局「震災対応マニュアル」などを参考にリスク低減対策を検討しましょう。

スクリーニング支援ツール（結果シート）

実施者		実施日		取り扱い物質（CAS番号）		No.	
作業等の概要							

質問番号	危険性の確認												備考	結果
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫		
化学物質の危険性														(危険性) 大きい／ 大きくない
	GHS分類に基づく物理化学的危険性に該当する場合⇒													
プロセス・作業の危険性														(危険性) 大きい／ 大きくない
設備・機器の危険性														(危険性) 大きい／ 大きくない

リスク低減措置の導入状況の確認													
質問番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	備考	結果
リスク低減措置の導入状況													(災害の可能性) 高い／ 高くない

更なる対策・今後の方針等



リスク
リスクの程度が大きい／ リスクの程度は大きくない

スクリーニング支援ツール（結果シート）

第 1 部 実践編

第 1 章

リスクアセスメントの基礎

第 2 章

スクリーニング支援ツールの解説

第 3 章

スクリーニング支援ツールの使い方

1. リスクアセスメントの基礎

化学物質に起因する災害（爆発、火災、破裂、漏えい）を防ぐため、取り扱う化学物質やプロセス・作業などに潜む爆発・火災危険性を踏まえて、リスクアセスメントを行うことは、化学物質の危険性を顕在化させないためにも非常に重要であると同時に、次に示すような事業者への社会的なダメージを回避するためにも非常に重要です。

- 財産、経営への直接的なダメージ
→例：人的被害（死傷、後遺症）、設備被害（機器破損）、生産機会・顧客信頼損失
- 信頼回復に多大な時間・労力・努力を要するダメージ
→例：環境被害（大気汚染、土壌汚染、河川・海洋汚染）、企業イメージ失墜

ここでは、化学物質に起因する災害を対象に、リスクアセスメントの基礎について簡単に解説し、リスクアセスメントの基本的な考え方を学ぶことを目的とします。

なお、リスクアセスメントについてより詳細を学びたい場合、下記の資料が役に立ちますので、ぜひご活用ください。。

- 独立行政法人労働安全衛生総合研究所
プロセスプラントのプロセス災害防止のためのリスクアセスメント等の進め方¹
- 経済産業省
リスクアセスメント・ガイドライン(Ver.2)²（作成：高圧ガス保安協会）

¹ <http://www.jniosh.go.jp/publication/doc/td/TD-No5.pdf>

² http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/hipregas/files/guidelines_on_RA_ver2.pdf

【第1部 実践編】

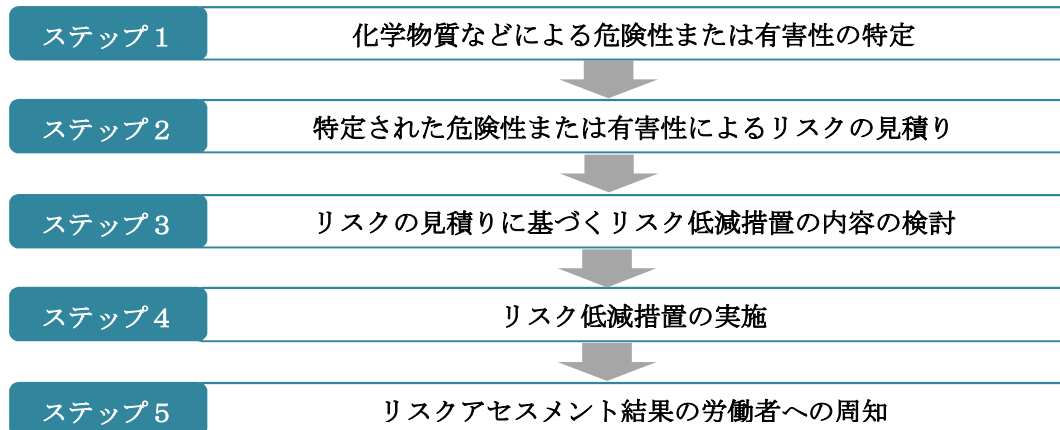
1. リスクアセスメントの基礎

1.1. リスクアセスメントとは

リスクアセスメントとは、物や設備のもつ危険有害性を事前に把握し、その危険性が顕在化する可能性（頻度）と顕在化した場合の影響の大きさ（重篤度）を掛け合わせたリスクの大きさを見積もる（評価する）ことです。事業者はリスクアセスメントの結果に基づき、適切な労働災害防止対策を講じる必要があります。

平成 26 年 6 月 25 日に「労働安全衛生法（安衛法）の一部を改正する法律」が公布され、一定の危険性・有害性のある化学物質（SDS 交付義務対象 640 物質）【付録図表 F 参照】については、リスクアセスメント等を実施することが義務化され、平成 28 年 6 月 1 日施行されることとなりました。また、この法改正に伴い、「化学物質等による危険性又は有害性等の調査等に関する指針（以下、指針という）」（平成 27 年 9 月 18 日付け公示第 3 号）が策定され、平成 28 年 6 月 1 日から適用されることとなりました。本スクリーニング支援ツールは指針における危険性の調査（リスクアセスメント）に使用することができます。

指針では、以下のステップでリスクアセスメントを行うことが示されています。



法令に従ったリスクアセスメント及びリスク低減対策の実施は、すべての事業者が最低限、実施しなければならない事項であり、事業場における安全確保のためには、更なる自主的な取り組みが必要となります。

対象物質（640 物質）は、明らかになっている危険性・有害性に基づき定められており、対象となっていない化学物質に危険性・有害性がないことが保証されるものではありません。対象物質に当たらない場合でも、危険又は健康障害の生ずるおそれのあるものについては、リスクアセスメントを行うことが努力義務となります。

➤ 関連指針

・危険性又は有害性等の調査に関する指針

（平成 18 年 3 月 10 日付け危険性又は有害性の調査等に関する指針公示第 1 号）

・化学物質等による危険性又は有害性等の調査等に関する指針

（平成 27 年 9 月 18 日付け危険性又は有害性の調査等に関する指針公示第 3 号）

・労働安全衛生マネジメントシステムに関する指針

（平成 11 年労働省告示第 53 号、改正：平成 18 年厚生労働省告示第 113 号）

・【パンフレット】労働災害を防止するためリスクアセスメントを実施しましょう

【第 1 部 実践編】

1. リスクアセスメントの基礎

1.2. リスクアセスメント導入の効果

事業場においてリスクアセスメントを導入することにより、次のようなメリット（効果）があります。

- **職場のリスクが明確になる。**
職場の潜在的な危険性又は有害性が明らかになり、危険の芽を事前に摘むことができます。
- **職場のリスクに対する認識を、管理者を含め、職場全体で共有できる。**
リスクアセスメントは現場の作業者の参加を得て、管理監督者とともに進めるので、職場全体の安全衛生のリスクに対する共通の認識を持つことができるようになります。
- **安全衛生対策の合理的な優先順位が決定できる。**
リスクアセスメントの結果を踏まえ、事業者は許容できないリスクは低減させる必要がありますが、リスクの見積り結果等によりその優先順位を決めることができます。
- **残留リスクに対して「守るべき決めごと」の理由が明確になる。**
技術的、時間的、経済的にすぐに適切なリスク低減措置ができない場合、暫定的な管理的措置を講じた上で、対応を作業者の注意に委ねることになります。
この場合、リスクアセスメントに作業者が参加していると、なぜ、注意して作業しなければならないかの理由が理解されているので、守るべき決めごとが守られるようになります。
- **職場全員が参加することにより「危険」に対する感受性が高まる。**
リスクアセスメントを職場全体で行うため、業務経験が浅い作業者也職場に潜在化している危険性又は有害性を感じることができるようになります。

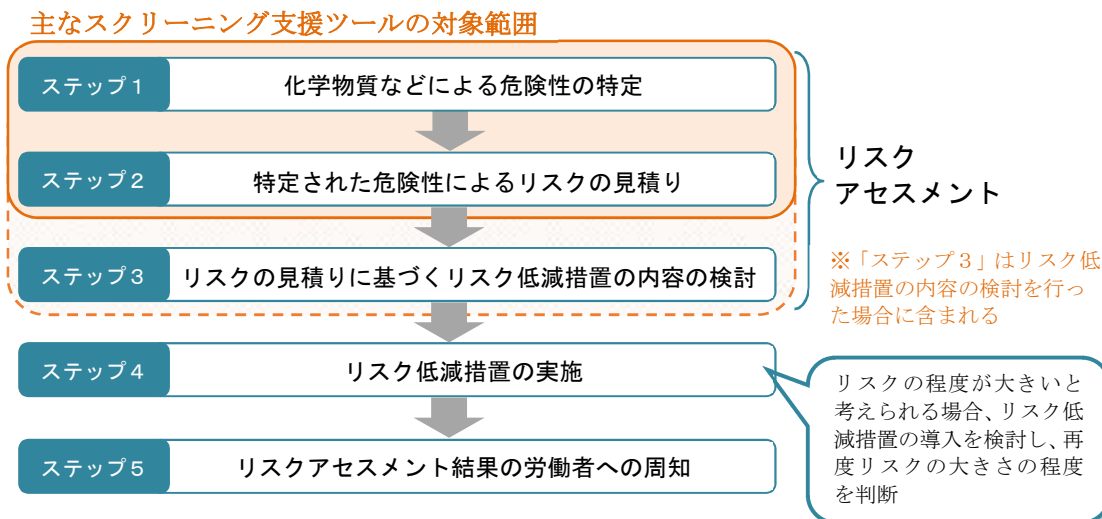
リスクアセスメントの結果に基づき、危険性への対応の優先順位を決め、論理的な判断によりリスク低減措置の（追加）導入を検討し、実施することがリスクマネジメント（リスク管理）です。

【第1部 実践編】

1. リスクアセスメントの基礎

1.3. リスクアセスメントの手順

安衛法に基づく「化学物質等による危険性又は有害性等の調査等に関する指針」において、危険性を対象としたリスクアセスメントの手順を、図表 1 に示します。指針ではステップ1からステップ3までがリスクアセスメントと定義されています。リスクアセスメントの手順において、スクリーニング支援ツールの対象範囲は、主に下図で示した部分に当たります。



図表 1 リスクアセスメントの手順及びスクリーニング支援ツールの対象範囲

● 注意事項

スクリーニング支援ツールにおけるリスクの見積もりは、代表的な爆発・火災等の危険性について、大まかにリスクの程度が「大きい／大きくない」を判定するものです。そのため、詳細にリスクレベルを判定する必要がある場合には、詳細なリスクアセスメントの実施を検討してください。（→3.5 節「詳細なリスクアセスメントの実施」参照）

リスク低減措置の実施には、例えば次のようなものがあります。³

- 危険・有害性の高い物質から低い物質に変更する。
- 温度や圧力などの運転条件を変えて発散量を減らす。
- 化学物質などの形状を、粉から粒に変更して取り扱う。
- 衛生工学的対策として、蓋のない容器に蓋をつける、容器を密閉する、局所排気装置のフード形状を囲い込み型に改良する、作業場所に拡散防止のためのパーテーション（間仕切り、ビニールカーテンなど）を付ける。
- 全体換気により作業場全体の気中濃度を下げる。
- 発散の少ない作業手順に見直す、作業手順書、立入禁止場所などを守るための教育を実施する。
- 防毒マスクや防じんマスクを使用する。

³ 主に化学物質の有害性を対象とした低減措置も含まれています。

【第1部 実践編】

1. リスクアセスメントの基礎

(1) リスクアセスメントの実施

● 危険性の洗い出しと特定

図表 2 に危険性を把握するための代表的な手法を示します。これらの手法単独、または複数の手法を組み合わせ活用されています。詳細は、ISO31010:2009 (JIS Q 31000:2009) などに記載されていますので、参考にしてください。なお本スクリーニング支援ツールではチェックリスト手法を活用したチェックフロー形式を採用しています。

図表 2 代表的な危険性解析手法

手法名	概要
HAZOP	HAZOP (Hazard and Operability Study) は、3-5 名のグループ討議で実査され、プラントの設計段階や運転段階での危険性を、手引き用語を使用することによって、系統的かつ網羅的に検討する手法。
What-if	「もし〇〇であるならば」という質問を繰り返すことにより、設備面、運転面での危険性を特定し、それに対する安全対策を検討することによりシステムの安全化をはかる手法。
FTA	FTA (Fault Tree analysis) は、対象とするシステムに起こってはならない事象を頂上事象として設定し、頂上事象の発生原因を機器・部品レベルまで次々に掘り下げ、その原因・結果を論理記号 (AND、OR など) で結びつけツリー状に表現する。つぎに、頂上事象の発生原因となる機器・部品の組合せを解析したのち、機器・部品の故障確率を与えることにより頂上事象の発生確率を解析する手法。
ETA	ETA (Event Tree Analysis) は、可燃性液体の流出といった引金事故が、どのように拡大していくかを、安全・防災設備あるいは緊急対応の成功・失敗を考慮して事故拡大過程を解析し、最終的に到達する災害事象をツリー状に表現する。
FMEA	FMEA (Failure Mode Effect Analysis) は、システムを構成する機器に着目し、その機器に考えられる故障モード (例えばバルブでは、故障全開、故障全閉、操作不可など) をとりあげその故障がシステムに及ぼす影響と安全対策を解析する手法。
Dow 方式	取り扱う物質の危険性、温度、圧力といった操作条件の危険性、装置固有の危険性等により機器ごとの評価点をつけ危険指数を算出する。危険指数の大小により機器の相対的な危険度を評価する手法。
チェックリスト	あらかじめ用意された質問リストに従い、安全面での配慮がなされているかをチェックしていく方式。

【第 1 部 実践編】

1. リスクアセスメントの基礎

● リスクの見積り

特定した危険性から、その危険性が顕在化する可能性（頻度）と顕在化した場合の影響の大きさ（被害）を見積ります。安衛法に基づく指針における危険性の調査では、具体例として次の図表 3 のようなリスクの見積り方法が示されています。なお、スクリーニング支援ツールでは、「災害のシナリオから見積もる方法」を採用し、代表的な爆発・火災等の危険性について、定性的にリスクの見積りを行うものです。

図表 3 リスクの見積り方法の例⁴

手法名	概要
マトリクス法	発生可能性と重篤度を相対的に尺度化し、それらを縦軸と横軸とし、あらかじめ発生可能性と重篤度に応じてリスクが割り付けられた表を使用してリスクを見積もる方法
数値化法	発生可能性と重篤度を一定の尺度によりそれぞれ数値化し、それらを加算または乗算などしてリスクを見積もる方法
枝分かれ図を用いた方法	発生可能性と重篤度を段階的に分岐していくことによりリスクを見積もる方法
災害のシナリオから見積もる方法	化学プラントなどの化学反応のプロセスなどによる災害のシナリオを仮定して、その事象の発生可能性と重篤度を考慮する方法
労働安全衛生法関係法令の各条項の規定を確認する方法	特別則の対象物質（特定化学物質、有機溶剤など）については、特別則に定める具体的な措置の状況を確認する方法 安衛令別表 1 に定める危険物および同等の GHS 分類による危険性のある物質について、安衛則第 2 編第 4 章などの規定を確認する方法

● 注意事項

スクリーニング支援ツールにおけるリスクの見積りは、代表的な爆発・火災等の危険性について、大まかにリスクの程度が「大きい／大きくない」を判定するものです。そのため、詳細にリスクレベルを判定する必要がある場合には、詳細なリスクアセスメントの実施を検討してください。（→3.5 節「詳細なリスクアセスメントの実施」参照）

一般的には、頻度と被害の 2 つのファクターからなる定性的なマトリクス（リスクアセスメント・マトリクス）を用いた評価が用いられています。次頁にマトリクス法の例を示します。

⁴ 出典：厚生労働省パンフレット「労働災害を防止するためリスクアセスメントを実施しましょう」
<http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11300000-Roudoukijunkyokuanzeniseibu/0000099625.pdf>

【第 1 部 実践編】

1. リスクアセスメントの基礎

● マトリクス法を用いたリスクの見積り方法の例

危害発生 の 頻度 と 危害 の 重篤度 を 掛け合わせ、リスクの大きさを見積もります。

図表 4 及び図表 5 に危害発生 の 頻度 および 重篤度 を 定性的に分類した例を示します。

図表 4 危害発生 の 頻度 (可能性)

発生 の 頻度	発生 の 頻度 の 目安
高い又は比較的高い (×)	・ 危害が発生する可能性が高い。 (例：1 年に一度程度、発生する可能性はある)
可能性がある (△)	・ 危害が発生することがある。(例：プラント・設備のライフ (30～40 年) に一度程度、発生する可能性がある)
ほとんどない (○)	・ 危害が発生することはほとんど無い。 (例：100 年に一度程度、発生する可能性がある)

図表 5 危害 の 重篤度

重篤度 (災害の程度)	災害の程度・内容の目安
致命的・重大 (×)	・ 死亡災害や身体の一部に永久的損傷を伴うもの。 ・ 休業災害 (1 ヶ月以上のもの)、一度に多数の被災者を伴うもの。 ・ 事業場内外の施設、生産に壊滅的なダメージを与える。 (例：復旧に1年以上掛かる)
中程度 (△)	・ 休業災害 (1 ヶ月未満のもの)、一度に複数の被災者を伴うもの。 ・ 事業場内の施設や一部の生産に大きなダメージがあり、復旧までに長期間を要するもの。(例：復旧に半年程度掛かる)
軽度 (○)	・ 不休災害やかすり傷程度のもの。 ・ 事業場内の施設や一部の生産に小さなダメージがあるが、その復旧が短期間で完了できるもの。(例：復旧に1カ月程度掛かる)

図表 4 及び図表 5 で特定された頻度と重篤度の大きさをもとに、リスクマトリクス (図表 6) を用いてリスクレベルを決定します。なお、リスクレベルの評価基準は、図表 7 のとおりです。

図表 6 リスクマトリクス

		危害の重篤度		
		致命的・重大 (×)	中程度 (△)	軽度 (○)
危害発生 の頻度	高い又は比較的高い (×)	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ
	可能性がある (△)	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
	ほとんどない (○)	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ

図表 7 リスクレベルの説明

リスクレベル	優先度	
Ⅲ	直ちに解決すべき、又は重大なリスクがある。	措置を講ずるまで生産を開始してはならない。 十分な経営資源(費用と労力)を投入する必要がある。
Ⅱ	速やかにリスク低減措置を講ずる必要のあるリスクがある。	措置を講ずるまで生産を開始しないことが望ましい。 優先的に経営資源(費用と労力)を投入する必要がある。
Ⅰ	必要に応じてリスク低減措置を実施すべきリスクがある。	必要に応じてリスク低減措置を実施する。

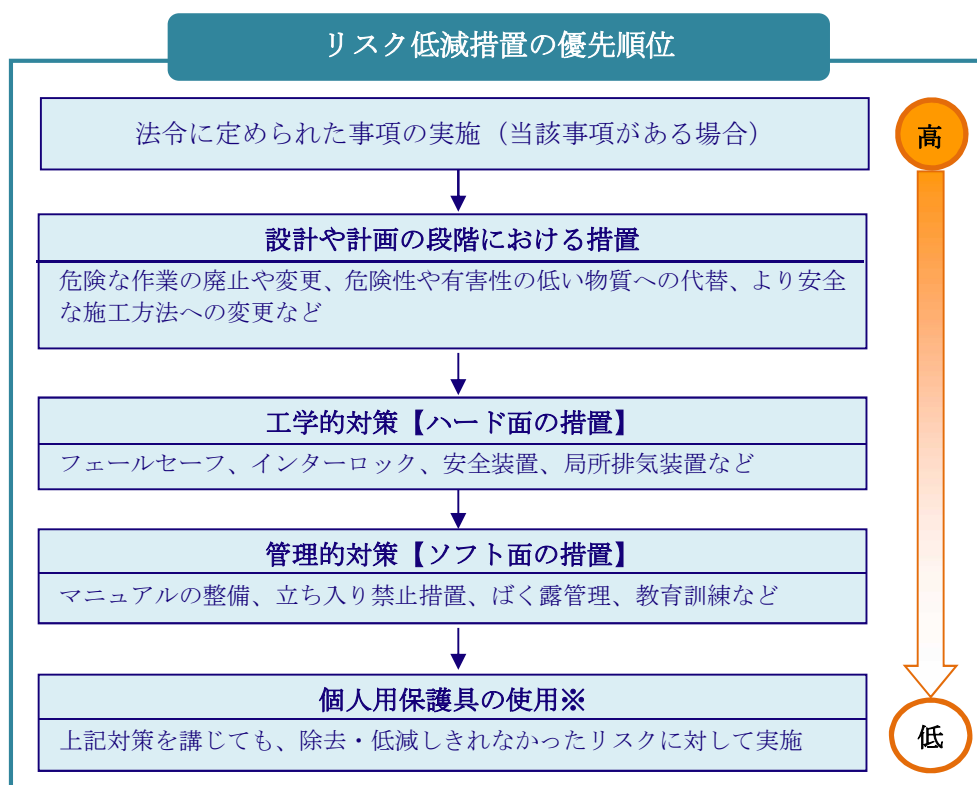
【第1部 実践編】

1. リスクアセスメントの基礎

(2) リスクマネジメントの実施

リスクアセスメントの結果、リスクが受容できないと判断された場合には、当該リスクを低減する手段を可能な限り検討し、妥当なリスク低減措置を採用します。その際には、「危険性が顕在化する可能性を下げるための措置の導入」と「危険性が顕在化した場合の影響を小さくする措置の導入」という2つのアプローチで検討するとよいでしょう。

リスク低減措置には、安全装置の設置などの「ハード面の措置」と、訓練・教育などの「ソフト面の措置」がありますが、図表7を参考に、有効性やコストなどを考慮して妥当な措置を採用してください。



図表 8 リスク低減措置の優先順位の考え方⁵

※【個人用保護具の使用】は主に化学物質の有害性を対象としています。

さらに、リスク低減措置を導入した場合、「対象物の名称」、「対象業務の内容」、「リスクアセスメントの結果」、「実施するリスク低減措置の内容」を労働者に周知してください。

⁵ 出典：厚生労働省パンフレット「事例でわかる職場のリスクアセスメント」
http://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anzen/dl/110405-1_01.pdf

【第1部 実践編】

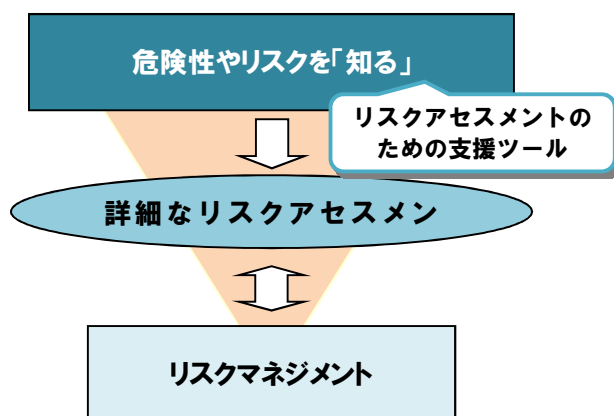
1. リスクアセスメントの基礎

2. スクリーニング支援ツールの解説

リスクアセスメントを実際に行うためには、まず取り扱う化学物質や作業、設備・機器に潜む発火・爆発危険性や、その危険性が顕在化する可能性や顕在化した場合の影響の大きさ（リスク）を「知る」必要があります。そのうえで、詳細なリスクアセスメントを行い、その結果を踏まえたリスクマネジメントに繋げることが重要です。

厚生労働省では、リスクアセスメントの支援を目指し、取り扱う化学物質や作業に潜む危険性やリスクを「知る」ための（大まかにリスクをスクリーニングするための）簡易なリスクアセスメントのための支援ツール（スクリーニング支援ツール）を作成しました。

ここでは、スクリーニング支援ツールについて説明します。



2.1. スクリーニング支援ツールの対象者

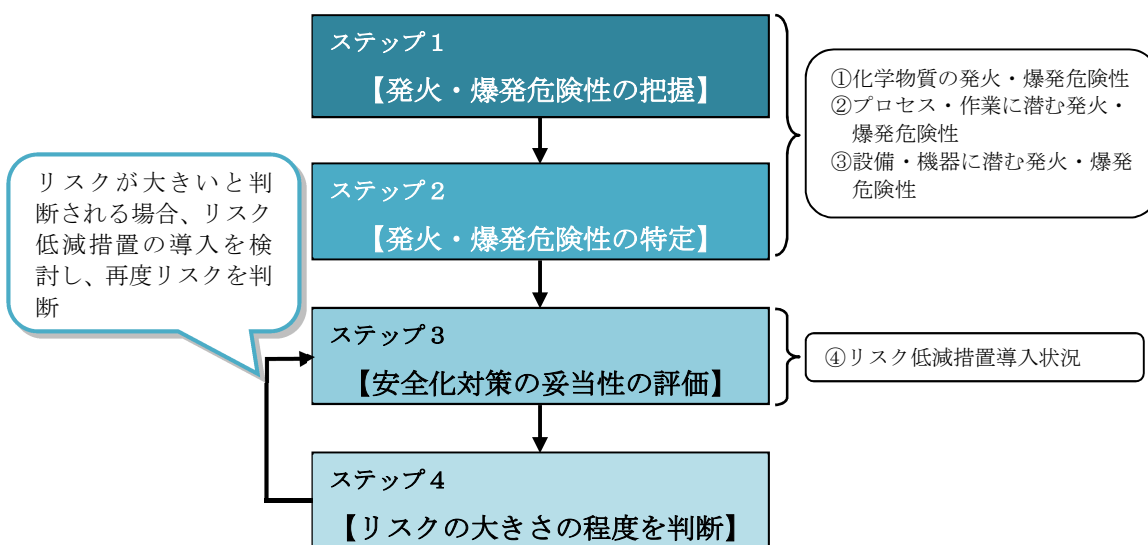
スクリーニング支援ツールは、化学物質を製造する化学工業などの事業者だけでなく印刷業、金属加工業等、化学物質を作業の中で取り扱う幅広い事業者を対象としたものであり、リスクアセスメントについて専門的な知識を有しない方でも、チェックフローの質問に答えていくだけで、代表的な危険性やリスクについて知ることができます。

本ガイドブックの内容を理解するために、SDS の内容について理解できる水準の知識を習得していることが望ましいです。

化学物質の危険性等について学ぶ上で役に立つ資格として、高圧ガス保安法に基づく化学責任者や消防法に基づく危険物取扱者などがあります。詳しくは【付録図表 G】を参照してください。

2.2. スクリーニングの概要

化学物質に起因する災害が起こる可能性があるかどうかを「知る」ことは、リスクアセスメントの第一歩であると同時に、作業場やプラントの安全性確保の第一歩です。スクリーニング支援ツールは、化学物質、作業・プロセス、設備・機器に潜む発火・爆発危険性、安全化対策導入状況の4つの観点から、化学物質の発火・爆発危険性および化学物質の発火・爆発に起因する設備・機器等の爆発・火災等危険性を洗い出し、災害が起こる可能性があるかどうかをスクリーニングする（簡易に判断する）ためのツールです。災害が起こる可能性やリスクがどの程度あるのかを「知る」ためのフローを図表9に示します。



図表 9 リスクの「知る」ためのスクリーニングフロー

- ステップ1: **【発火・爆発危険性の把握】**
取り扱う化学物質やプロセス・作業及び設備・機器に潜む発火・爆発危険性を洗い出し、把握します。
- ステップ2: **【発火・爆発危険性の特定】**
事件事例などを参考に、発火・爆発危険性が顕在化するシナリオを検討します。
- ステップ3: **【安全化対策の妥当性の評価】**
発火・爆発危険性が顕在化した場合の影響を最小化するための安全化対策（リスク低減措置）の導入状況を確認し、対策の妥当性を評価します。
- ステップ4: **【リスクの程度を判断】**
ステップ1～3を踏まえ、リスクの程度を判断します。リスクが大きいと判断される場合、リスク低減措置の導入を検討し、リスクを再検討します。

【第1部 実践編】

2. スクリーニング支援ツールの解説

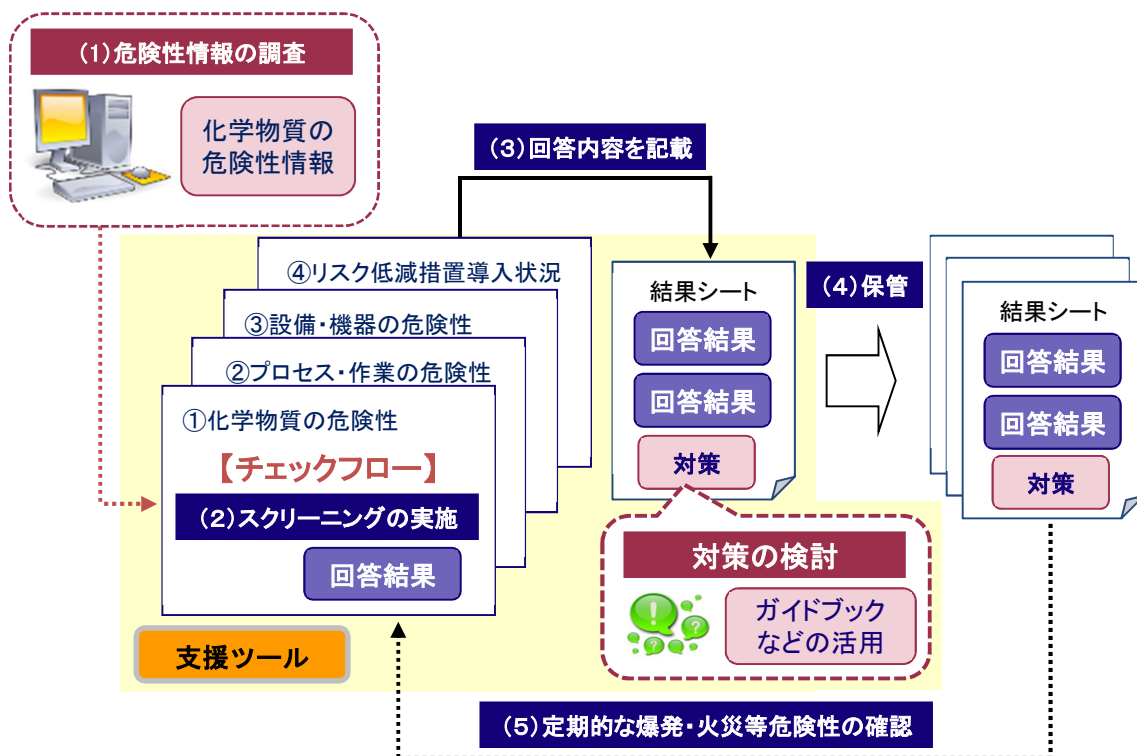
3. スクリーニング支援ツールの使い方

リスクを「知る」ことは、リスクアセスメントの第一歩であると同時に、作業場やプラントの安全性確保の第一歩です。またリスクアセスメントは一度実施すればいいというものではなく、定期的に危険性がないか、対策の余地はないか等を検討する必要があります。そのためにも、実施したリスクアセスメントを記録することは、定期的なリスクアセスメントだけではなく、実施者以外の方との情報共有に役立ちます。

ここでは、スクリーニング支援ツールの使い方の例を簡単に説明します。

3.1. 全体の流れ

図表 10 にスクリーニング支援ツールの使い方の流れを示します。まず化学物質の危険性情報を収集し、チェックフローを用いて、危険性・リスク低減措置導入状況のスクリーニングを実施します。チェックフローの回答内容は結果シートに記録・保管し、結果を実施者以外の方と共有するとともに、定期的な爆発・火災等の危険性の確認に役立ててください。



図表 10 スクリーニング支援ツールの使い方の流れ

(1) 化学物質の危険性情報の収集	3.2 節を参照
(2) スクリーニングの実施（チェックフローの使い方）	3.3 節を参照
(3) 回答内容の記載（結果シートの活用）	3.4 節を参照

【第1部 実践編】

3. スクリーニング支援ツールの使い方

(4) 結果シートの保管	3.4 節 (2) を参照
(5) 定期的な爆発・火災等危険性の確認	3.5 節を参照

3.2. 化学物質の危険性情報の収集

化学物質の発火・爆発などの危険有害性に関する情報を収集し、化学物質を実際に取り扱う作業員のみならず、作業員以外の従業員も正しく理解し、情報を共有することは化学物質の危険性を顕在化させないためにも非常に重要なことです。

ここでは、化学物質の危険有害性を収集する方法について簡単に説明します。

(1) インターネットを用いた情報収集

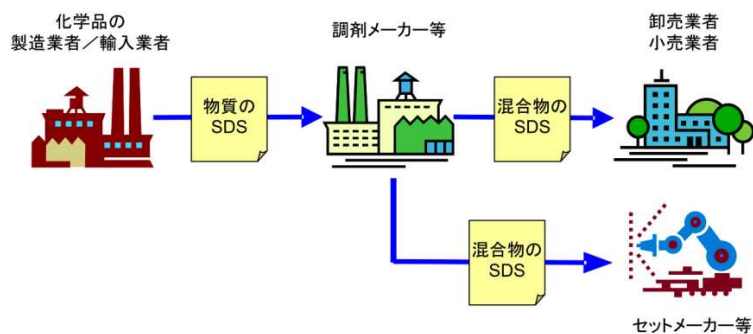
化学物質を安全に取り扱い、適切な安全対策を講じるためには、取り扱う化学物質の「発火・爆発危険性」「有害性」「火災時の消火方法」「中毒時の応急対応」などを正しく理解する必要があります。それらの情報を収集するためには、インターネット上で国内の各研究機関や国際機関などが無料で提供している以下のような情報源が活用できます。

- ① 化学物質総合情報提供システム (CHRIP) ((独法) 製品評価技術基盤機構)
<http://www.safe.nite.go.jp/japan/db.html>
- ② 職場のあんぜんサイト (厚生労働省)
<http://anzeninfo.mhlw.go.jp/index.html>
- ③ 化学物質リスク評価支援ポータルサイト BIGDr (日本化学工業協会)
<http://www.jcia-bigdr.jp/jcia-bigdr/top>

また爆発・火災などの事故事例は、【付録図表 H】に記載の各種データベースにより調べることができます。

(2) SDS を用いた情報収集

安全データシート (Safety Data Sheet、SDS) は、事業者が特定の化学物質を含んだ製品を他の事業者に出荷する際に添付しなければならない、危険性などの情報が記載された文書のことです。具体的には、1)名称、2)供給事業者名、3)化学物質の成分と含有量、4)取扱い及び保管上の注意、5)危険性や有害性の情報、6)ばく露防止及び保護対策、7)緊急時の対策のほか、GHS 分類結果・絵表示が記載されています。SDS が未入手の場合は、製品の納入元に照会するか、該当製品のメーカーのホームページから入手可能な場合があります。



図表 11 SDS による情報伝達の流れ⁶

⁶ 出典：厚生労働省「－GHS 対応－ 化管法・安衛法におけるラベル表示・SDS 提供制度」

【第 1 部 実践編】

3. スクリーニング支援ツールの使い方

<http://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anzen/130813-01.html>

【第 1 部 実践編】

3. スクリーニング支援ツールの使い方

【SDS の読み方】

(M) SDS (例)

〇〇〇〇 (製品名称)
作成日：20XX 年 X 月 X 日
改定日：20YY 年 Y 月 Y 日

1. 化学物質等・製造会社情報
 - ・製品名称等
 - ・会社名
 - ・推奨用途等
2. 危険有害性の要約
 - ・GHS 分類
 <ピクトグラム>
 - ・危険有害性情報等
3. 組成・成分情報
 - ・化学名/一般名称
 - ・化学式
 - ・添加物濃度等
4. 応急処置
 - ・吸引した場合
 - ・皮膚に付着した場合
 ...
 - ・予想される急性症状等
5. 火災・漏えい時の措置
 - ・火災
 消火剤、消火方法等
 - ・漏えい
 回収、中和方法
 二次災害の防止策等
6. 取扱い・保管の注意
 - ・取扱い上の注意事項
 - ・保管上の注意事項等
7. 暴露防止・保護措置
 - ・設備対策
 - ・保護具等
8. 物理的・化学的性質
 - ・形状、色
 - ・融点、沸点、凝固点等
9. 安定性・反応性
 - ・安定性
 - ・混合危険物質等
10. 有害性・環境影響情報
 - ・急性毒性
 - ・皮膚腐食性、刺激性
 ...
 - ・水生環境急性有害性等
11. 廃棄・輸送上の注意
 - ・残余廃棄物の取扱い
 ...
 - ・国際、国内規制情報等
12. 適用法令

緊急時や安全対策検討時には、特にこれらの情報が役立ちます。

● 注意事項

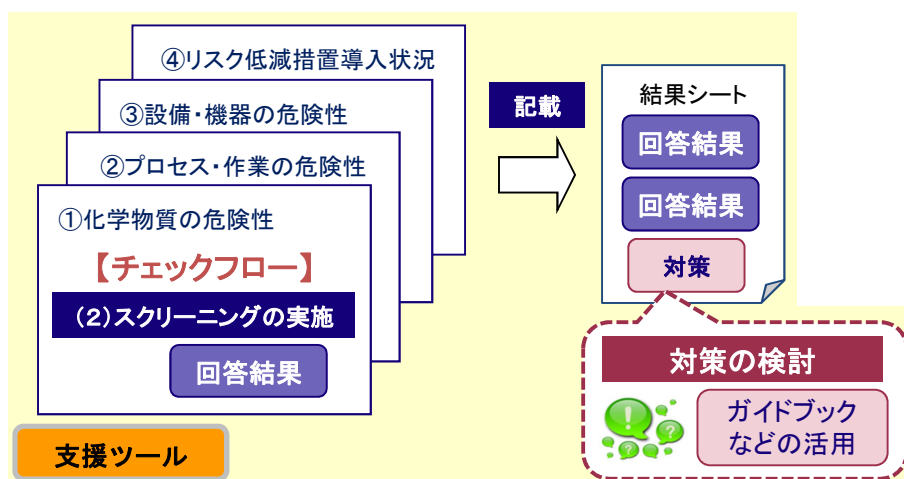
SDS の交付義務の対象物質（640 物質）は、明らかになっている危険性・有害性に基づき定められたものであり、対象となっていない化学物質に危険性・有害性がないことが保証されるものではありません。対象物質に当たらない場合でも、危険又は健康障害の生ずるおそれのあるものについては、リスクアセスメントを行うことが努力義務となります。

【第 1 部 実践編】

3. スクリーニング支援ツールの使い方

3.3. チェックフローの使い方

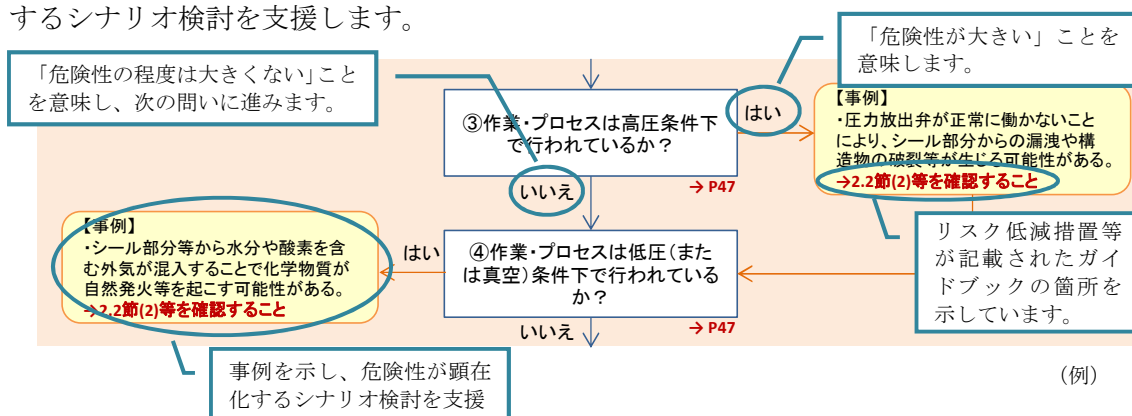
スクリーニング支援ツールは、リスクを知るための【チェックフロー(iv・ix)】と、回答結果を記載するための【結果シート(x)】で構成されており、代表的な危険性の洗い出しと特定（図表 9 の①～③）及び対策妥当性の評価（図表 9 の④）を支援します。スクリーニング支援ツールを用いたスクリーニングを実施し、リスクがあると判断された場合には、【代表的な発火・爆発の詳細やリスク低減措置の説明資料（本ガイドブック）】を用いて、対策の検討を行います。



図表 12 スクリーニング支援ツールの構成

(1) 「はい」か「いいえ」で答えるだけ

チェックフローのボックス内の問いに「はい」か「いいえ」で答えるだけで代表的な危険性を洗い出すとともに、実際に危険性が顕在化した事例を示すことで、危険性が顕在化するシナリオ検討を支援します。

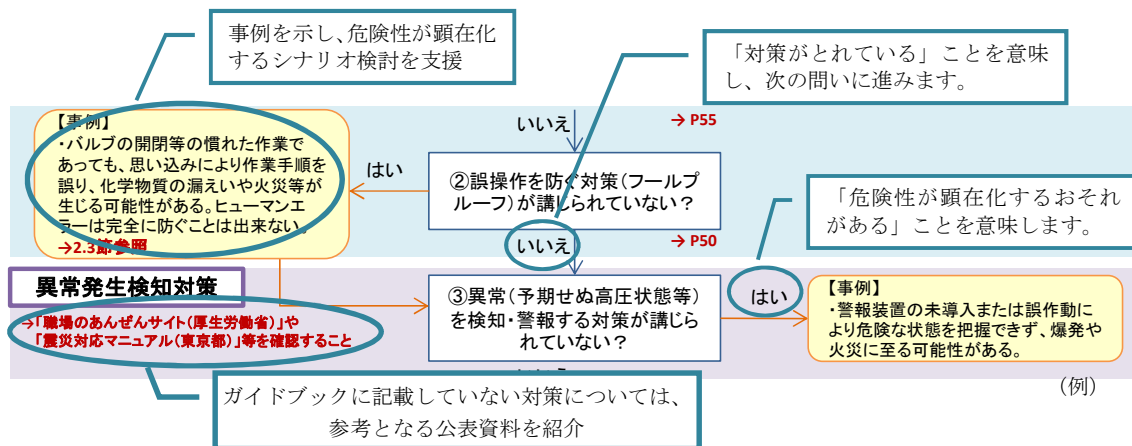


図表 13 チェックフロー①～③【化学物質、プロセス・作業、設備・機器】の危険性

さらに、リスク低減措置の導入状況についてもチェックすることで、危険性が顕在化するシナリオや可能性の検討についても支援し、リスクを「知る」ことに繋がります。

【第1部 実践編】

3. スクリーニング支援ツールの使い方



図表 14 チェックフロー④【リスク低減措置導入状況】

原則として問いに対して「はい」と答え、「危険性の程度が大きい／危険性が顕在化するおそれがある」ことを指し、具体的な危険性が顕在化する事例を提示しています。一方、「いいえ」と答え「危険性の程度は大きくない／危険性の顕在化の可能性を低減させる対策がとれている」ことを指しています。問いに対して判断が難しい場合には、安全側に立ち、危険性を過小評価しないために、原則「はい」を選択し、結果シートの備考欄にその旨を記載することで、現場の労働者・管理者間などの意見交換につながります。

(2) 【問いに「はい」と答えた場合】

「危険性の程度が大きい／危険性が顕在化するおそれがある」ことを指し、具体的な危険性が顕在化する事例を提示しています。さらにチェックフローには、ガイドブックの関連箇所を記載しているため、必ず確認し、どのような対策を導入すべきか検討してください。

各チェックフローで、ひとつでも「はい」を選んだ場合、爆発・火災等が起こるおそれがあると考えられますが、各危険性に対しガイドブックに示すような対策だけではなく、その他公的機関等が公表している対策をとることによってリスクを小さくすることが可能です。

(3) 【問いに「いいえ」と答えた場合】

「危険性の程度は大きくない／危険性の顕在化の可能性を低減させる対策がとれている」ことを指しています。全チェックフローで、すべて「いいえ」を選んだ場合、爆発・火災等が起こる「リスクの程度は大きくない」と考えられます。

【第1部 実践編】

3. スクリーニング支援ツールの使い方

● 注意事項

本ツールは、リスクを「知る」ためのスクリーニングツールであり、代表的な危険性のみを対象としています。そのため、すべての危険性を網羅していません。

「リスクの程度は大きくない」と判定された場合であっても、どこかに危険性が潜っていないかという意識を持ち、常に安全性の確保に努めるとともに、より精度の高いリスクアセスメントの実施を検討してください。

3.4. 結果シートの使い方

まず、スクリーニング支援ツールを用いたスクリーニングを実施した方の氏名、実施日、対象としたプロセスや作業等の概要を記載します。さらに必要に応じて採番することで、時系列での整理や記録の保管に役立ててください。

実施者	〇〇 〇〇	実施日	〇月〇日	取り扱い物質(CAS番号)	物質B (xxx-xx-xxx)	No.	1
作業等の概要	出来上がった金属製の商品Aを物質Bを用いて洗浄し、乾燥器を用いて乾かす作業。 金属板の溶接作業場内のスペースで作業を実施。						

(1) 回答内容の記載

チェックフローの問いに「はい」と回答した場合、該当する箇所に例えばチェックを記載することで、危険性が分かりやすくなります。

危険性及び災害の可能性チェックの結果を踏まえ、リスクを判断し、更なる対策の検討や、スクリーニングではなく詳細なリスクアセスメントの実施についての検討などに役立ててください。

危険性の確認														
質問番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	備考	結果
化学物質の危険性									✓	✓		✓	⑨は判断がつかないため「はい」を選択	(危険性) 大きい 大きくない
	GHS分類に基づく物理化学的危険性に該当する場合⇒							✓						
プロセス・作業の危険性						✓		✓	✓					(危険性) 大きい 大きくない
設備・機器の危険性														(危険性) 大きい 大きくない

リスク低減措置の導入状況の確認													
質問番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	備考	結果
リスク低減措置の導入状況						✓			✓	✓	✓		(災害の可能性) 高い 高くない

更なる対策・今後の方針等	
・今月中に×××を導入し、災害の可能性を下げる。 ・より詳細なリスクアセスメントを実施し、明確な対策を検討する。	

リスク
リスクの程度が大きい リスクの程度は大きくない

図表 15 結果シートの記入例

(2) 保管

作成した結果シートは、捨てずに保管し、誰でもいつでも確認できるようにしておくことで情報を共有し、危険性の周知などに役立ててください。

【第1部 実践編】

3. スクリーニング支援ツールの使い方

3.5. 定期的な化学物質による爆発・火災等危険性の確認

リスクアセスメントは、一度実施すればよいというものではなく、取扱い物質・作業内容の変更や機器等の経年劣化により、思いもよらなかった危険性が突然顕在化することがあります。「リスクの程度が大きくない」と判定された場合であっても、スクリーニング支援ツールを用いて定期的に化学物質による爆発・火災等の危険性を確認し、安全に対する意識を高めてください。

具体的には、以下に示すような事業場における危険性に変化が生じた、または生じるおそれのある場合に、リスクアセスメントを実施してください。

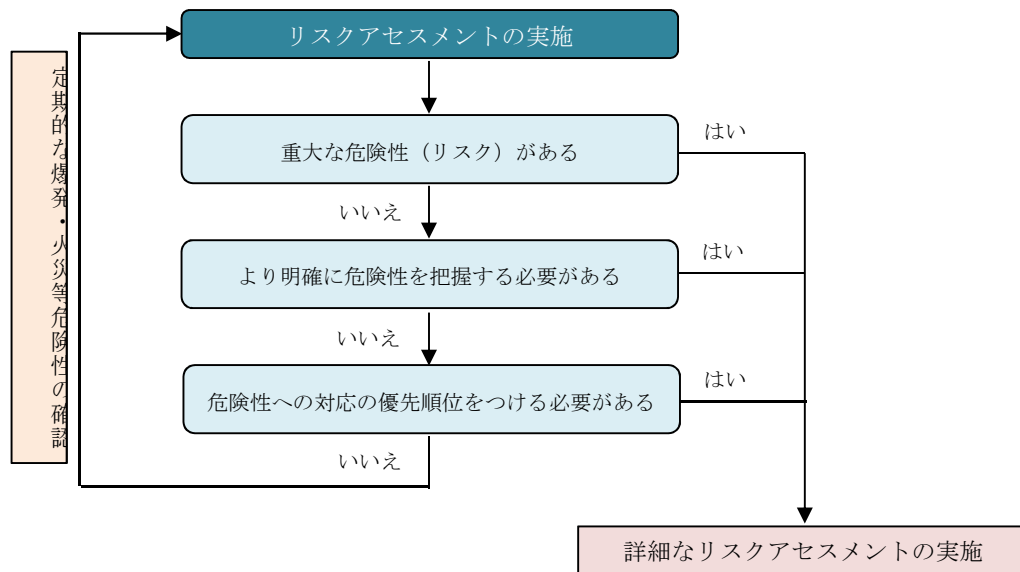
- 化学物質を原材料等として新規に採用したり、変更したりするとき。
- 化学物質を製造・取り扱う業務の作業方法や作業手順を新規に採用したり、変更したりするとき
例) 設備、製造方法、プロセス工程、作業条件の変更、操作方法（マニュアル）、監視・制御方法、安全装置の新規採用・変更など
- 化学物質による危険有害性等について新たな知見が得られたとき、または安全データシート（SDS）の内容が修正されたとき
- 化学物質による労働災害が発生し、過去のリスクアセスメント等の内容に問題があるとき
- 前回のリスクアセスメント等から一定の期間が経過し、化学物質に係る機械設備等の経年による劣化、労働者の入れ替わり等に伴う労働者の安全衛生に係る知識経験の変化、新たな安全衛生に関する知見の集積等があるとき

【第1部 実践編】

3. スクリーニング支援ツールの使い方

● 詳細なリスクアセスメントの実施

スクリーニング支援ツールは、リスクを「知る」ためのツールであり、代表的な危険性のみを対象としています。そのため、すべての危険性を網羅しているというわけではありません。より明確に、危険原を把握する必要がある場合やリスク低減措置を導入（追加）する際に、危険性への対応の優先順位つける必要がある場合等には労働安全衛生総合研究所等が発行している詳細なリスクアセスメントを検討してください。



図表 16 定期的な爆発・火災等危険性の確認及び詳細なリスクアセスメント実施プロセス

- 独立行政法人労働安全衛生総合研究所
プロセスプラントのプロセス災害防止のためのリスクアセスメント等の進め方⁷
- 経済産業省
リスクアセスメント・ガイドライン(Ver.2)⁸（作成：高圧ガス保安協会）

⁷ <http://www.jniosh.go.jp/publication/doc/td/TD-No5.pdf>

⁸ http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/hipregas/files/guidelines_on_RA_ver2.pdf

【第1部 実践編】

3. スクリーニング支援ツールの使い方

第 2 部 解説編

第 1 章

化学物質の発火・爆発危険性

第 2 章

プロセス・作業に潜む発火・爆発危険性

第 3 章

設備・機器に潜む発火・爆発危険性

1. 化学物質の発火・爆発危険性

化学物質は、生活の様々な場面で使用されており、我々の生活の利便性を高めると共に、生活を豊かにするなど、なくてはならないものですが、その一方で、物質によっては、発火・爆発、健康への有害性などの危険性を持ったものもたくさんあり、取り扱い方を誤るとそれらの危険性が顕在化し、大きな事故や環境汚染などを引き起こす可能性を秘めています。そのため、取り扱う化学物質の危険性について十分に知ることは、危険性を顕在化させないためにも非常に重要なことです。

現在、国連を中心に、世界的に統一されたルールに従って、化学物質の危険性を分類・表示するための取組み（GHS）が検討され、我が国でも GHS の導入が進められています。

ここでは、GHS の概要を簡単に説明するとともに、GHS 分類に応じた化学物質に起因する災害に繋がるおそれがある化学物質の発火・爆発危険性や代表的な「危険性が顕在化する可能性を下げるための措置」及び「危険性が顕在化した場合の影響を小さくする措置」（リスク低減措置）についても紹介します。

特に発火・爆発危険性が高いと考えられる消防法危険物についてはより詳細に解説しています。

なお、GHS 分類とわが国の主な法令との分類の相関図は概ね下記のとおり。

GHS 分類	労働安全衛生法	消防法	高圧ガス保安法
爆発物	爆発性の物		
可燃性・引火性ガス	可燃性のガス		
エアゾール			
支燃性・酸化性ガス			
高圧ガス			高圧ガス
引火性液体	引火性の物	危険物第 4 類	
可燃性固体	発火性の物	危険物第 2 類	
自己反応性化学品	爆発性の物	危険物第 5 類	
自然発火性液体		危険物第 3 類	
自然発火性固体	発火性の物	危険物第 3 類	
自己発熱性化学品			
水反応可燃性化学品	発火性の物	危険物第 3 類	
酸化性液体	酸化性の物	危険物第 6 類	
酸化性固体	酸化性の物	危険物第 1 類	
有機過酸化物	爆発性の物	危険物第 5 類	
金属腐食性物質	腐食性液体		

【第 2 部 解説編】

1. 化学物質の発火・爆発危険性

1.1. GHS 分類に基づく化学物質の発火・爆発危険性

GHS (The Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals) とは、世界的に統一されたルールに従って、化学品を危険有害性の種類と程度により分類し、その情報が一目でわかるよう、ラベルで表示したり、安全データシートを提供したりするシステムのことです。それにより、災害防止及び人の健康や環境の保護に役立てようとするものです。

GHS で分類・表示される危険有害性としては、爆発性や引火性、急性毒性、発がん性、水生環境有害性などがあり、それぞれに危険有害性の程度に応じたシンボルマーク（絵表示）と「危険」または「警告」という注意喚起のための表示（注意喚起語）などが決められています。さらに GHS では、危険有害性ごとの安全対策等が、国連 GHS 文書（GSH パープルブック）に「注意書き」として例示されています。

ここでは、GHS 分類に基づく物質危険性の概要について簡単に説明するとともに、爆発・火災等に寄与する物理化学的危険性について詳細を説明します。なお、リスク低減措置については、本節では（注意書きの）コードだけ示していますので、その詳細は付録図表 A を参照してください。

【物理化学的危険性に関する絵表示の意味】

絵表示				
概要	熱や火花にさらされると爆発するようなもの 爆発物、自己反応性化学品、有機過酸化物	空気、熱や火花にさらされると発火するようなもの 可燃性・引火性ガス、エアゾール、引火性液体、可燃性固体、自己反応性化学品、自然発火性液体、自然発火性固体など	他の物質の燃焼を助長するようなもの 支燃性・酸化性ガス、酸化性液体、酸化性固体	高圧ガス（ガスが圧縮または液化されて充填されているもの） 熱したりすると膨張して爆発する可能性がある。

【第2部 解説編】

1. 化学物質の発火・爆発危険性

【健康および環境有害性に関する絵表示の意味】

絵表示					
概要	健康有害性があるもの 急性毒性(区分4)、皮膚刺激性(区分2)、眼刺激性(区分2A)、皮膚感作性、気道刺激性、麻酔作用	飲んだり、触ったり、吸ったりすると急性的な健康影響が生じ、死に至る場合があるもの 急性毒性(区分1-3)	接触した金属または皮膚等を損傷させる場合があるもの 金属腐食性、皮膚腐食性・刺激性(区分1A-C)、眼の重篤な損傷性(区分1)など	飲んだり、触れたり、吸ったりしたときに健康障害を引き起こす場合があるもの 呼吸器感作性、生殖細胞変異原性、発がん性、生殖毒性、全身毒性など	環境に放出すると水生環境に悪影響を及ぼすもの 水性環境有害性

【急性毒性（経口）の区分と該当するラベル情報】

区分	区分1	区分2	区分3	区分4	区分5
LD50 (mg/kg) (判定基準)	5 以下	50 以下	300 以下	2,000 以下	5,000 以下
絵表示					なし
注意喚起語	危険	危険	危険	警告	警告
危険有害性情報	飲み込むと生命に危険	飲み込むと生命に危険	飲み込むと有毒	飲み込むと有害	飲み込むと有害のおそれ

出典：厚生労働省「職場のあんぜんサイト GHS とは」
http://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ghs_symbol.html

【第2部 解説編】

1. 化学物質の発火・爆発危険性

(1) 爆発物

爆発物は、それ自体の化学反応により、周囲環境に損害を及ぼすような温度及び圧力ならびに速度でガスを発生する能力のある個体物質または液体物質（もしくは物質の混合物）を指しています。火工品に使用される物質は、たとえガスを発生しない場合であっても爆発性物質とされています。

【事故事例】

火薬類一時置き場に火薬類（無煙火薬など約 8t）をアルミ製容器に入れて保管中、突然爆発し炎上した。原因は、長期間の保管中に太陽光などで劣化し自然発火したと推測されている。

【リスク低減措置】(GHS パープルブック「注意書き」より抜粋)

危険有害性区分	安全対策	応急措置	保管	廃棄
不安定爆発物	P201, P250, P280	P370+P372+P380+P373	P401	P501
等級 1.1, 1.2, 1.3	P210, P230, P234, P240, P250, P280	P370+P372+P380+P373	P401	P501
等級 1.4	P210, P234, P240, P250, P280	P370+P372+P380+P373 P370+P380+P375	P401	P501
等級 1.5	P210, P230, P234, P240, P250, P280	P370+P372+P380+P373	P401	P501

リスク低減措置の詳細は、【付録図表 A】参照。

(2) 可燃性・引火性ガス（化学的に不安定なガスを含む）

可燃性・引火性ガスは、標準気圧 101.3kPa で 20℃において、空気との混合気が爆発範囲（燃焼範囲）を有するガスを指しています。また、化学的に不安定なガスとは、空気や酸素がない状態でも爆発的に反応しうる可燃性・引火性ガスを指します。

【事故事例】

通常運転中、配管のフランジ部からエチレンガスが漏れ出して出火した。原因は、化学物質の異常反応による圧力上昇で破裂板が動作した際、その衝撃によって下流側にあるフランジ部にできた隙間から漏れ、エチレンガスが噴出することで生じた帯電により静電気が発生し、エチレンガスに着火したとみられる。

【第 2 部 解説編】

1. 化学物質の発火・爆発危険性

【リスク低減措置】(GHS パープルブック「注意書き」より抜粋)
● 可燃性・引火性ガス

危険有害性区分	安全対策	応急措置	保管	廃棄
1	P210	P377, P381	P403	
2	P210	P377, P381	P403	

● 化学的に不安定なガス

危険有害性区分	安全対策	応急措置	保管	廃棄
A, B	P202			

リスク低減措置の詳細は、【付録図表 A】参照。

(3) エアゾール

エアゾールとは、圧縮ガス、液化ガスまたは溶解ガス（液状、ペースト状または粉末を含む場合もある）を内蔵する金属製、ガラス製またはプラスチック製の再充填不能な容器に、内容物をガス中に浮遊する固体もしくは液体の粒子として、または液体中またはガス中に泡状、ペースト状もしくは粉状として噴霧する噴射装置を取り付けたものを指します。

【事件事例】

工場内の全体朝礼終了後、グループミーティングのため3名がストーブの周りに集まったところ、ストーブ上にスプレー缶が倒れていた。軍手をはめて持ち上げようとした時に突然破裂し、飛び散った内容液とガスにより3名が被災した。原因は、全体朝礼の前に別の労働者が補修塗装のためストーブのフレーム上にスプレー缶を置いていたところ、ふたが飛んだ時にストーブ上に倒れ、加熱により破裂したと思われる。

【リスク低減措置】(GHS パープルブック「注意書き」より抜粋)

危険有害性区分	安全対策	応急措置	保管	廃棄
1, 2	P210, P211, P251		P410+P412	
3	P210, P251			

リスク低減措置の詳細は、【付録図表 A】参照。

(4) 支燃性・酸化性ガス

支燃性・可燃性ガスとは、一般的には酸素を供給することにより、空気以上に他の物質の燃焼を引き起こす、または燃焼を助けるガスを指している。

【事件事例】

高濃度のオゾン含有酸素を、可燃物である活性炭に通じたところ急激に活性炭が酸化され、その結果活性炭が着火した。また、乾燥空気原料のオゾン濃度1.5%程度のオゾンで、長時間活性炭に通じたところ、不純物である窒素酸化物が原因で爆発した。

【リスク低減措置】(GHS パープルブック「注意書き」より抜粋)

危険有害性区分	安全対策	応急措置	保管	廃棄
---------	------	------	----	----

【第2部 解説編】
1. 化学物質の発火・爆発危険性

1	P220, P244	P370+P376	P403	
---	------------	-----------	------	--

リスク低減措置の詳細は、【付録図表 A】参照。

(5) 高圧ガス

高圧ガスとは、20℃、200kPa（ゲージ圧）以上の圧力の下で容器に充填されているガスまたは液化または深冷液化されているガスを指します。

【事件事例】

病院の MRI 室において、機器の入れ替え作業のため、液体ヘリウムを徐々に気化させて外気への放出作業中、ヘリウム槽が破裂した。MRI 機器類は大破し、作業員ら 8 名が重軽傷を負った。原因は、作業手順書に反して作業の結果、ダクト内に流入した空気が氷結して管がつまり、過圧による破裂に至ったとされた。

【リスク低減措置】(GHS パープルブック「注意書き」より抜粋)

危険有害性区分	安全対策	応急措置	保管	廃棄
圧縮ガス、液化ガス、溶解ガス			P410+P403	
深冷液化ガス	P282	P336+P315	P403	

リスク低減措置の詳細は、【付録図表 A】参照。

(6) 引火性液体

引火性液体とは、引火点が 93℃以下の液体を指します。

【事件事例】

トルエンで洗浄作業を行ったところ、金属製の容器に移した廃トルエンを、産業廃棄物用ドラム缶に漏斗を用いて移し替えていたところ、ドラム缶から火炎が立ち上り、作業員が火傷を負い死亡した。原因は、ドラム缶内部のトルエン蒸気が静電気などの着火源により引火、炎上したと考えられる。

【リスク低減措置】(GHS パープルブック「注意書き」より抜粋)

危険有害性区分	安全対策	応急措置	保管	廃棄
1, 2, 3	P210, P233, P240, P241, P242, P243, P280	P303+P361+P353 P370+P378	P403+P235	P501
4	P210, P280	P370+P378	P403	P501

リスク低減措置の詳細は、【付録図表 A】参照。

(7) 可燃性固体

可燃性固体とは、易燃性を有する、または摩擦により発火あるいは発火を助長するおそ

【第 2 部 解説編】

1. 化学物質の発火・爆発危険性

れのある固体を指します。易燃性固体とは、粉末状、顆粒状、またはペースト状の物質で、燃えているマッチ等の発火源と短時間の接触で容易に発火し得る、また、炎が急速に拡散する危険なものを指します。

【事事故事例】

金属珪素の塊状品を粉砕する施設で、夜間無人で24時間自動運転を行っていたこと、粉砕用の鉄製の棒が帯電し、静電気により施設内の珪素（粉末）に着火し、粉じん爆発が発生した。

【リスク低減措置】(GHS パープルブック「注意書き」より抜粋)

危険有害性区分	安全対策	応急措置	保管	廃棄
1, 2	P210, P240, P241, P280	P370+P378		

リスク低減措置の詳細は、【付録図表 A】参照。

(8) 自己反応性化学品

自己反応性化学品とは、熱的に不安定で、酸素（空気）がなくとも強い発熱分解を起し易い液体または固体の物質あるいは混合物を指します。

【事事故事例】

アジ化ナトリウムと酸化銅を混合中に突然爆発した。混合器が全壊し、工場の窓やスレートが破れた。原因は、混合器の回転軸付近の摩耗でできたすきまに混合粉が付着し、回転による摩擦熱で発火、爆発したと推定される。

【リスク低減措置】(GHS パープルブック「注意書き」より抜粋)

危険有害性区分	安全対策	応急措置	保管	廃棄
タイプ A	P210, P234, P235 P240, P280	P370+P372+P380+P373	P403, P411, P420	P501
タイプ B	P210, P234, P235, P240, P280	P370+P380+P375 【+P378】	P403, P411, P420	P501
タイプ C, D, E, F	P210, P234, P235, P240, P280	P370+P378	P403, P411, P420	P501

リスク低減措置の詳細は、【付録図表 A】参照。

【第2部 解説編】

1. 化学物質の発火・爆発危険性

(9) 自然発火性液体

自然発火性液体とは、たとえ少量であっても、空気と接触すると 5 分以内に発火しやすい液体を指します。

【事件事例】

トリエチルアルミニウムをシリンダーに充填作業中、充填量が多く過充填となり、屋外の放出口から漏洩し、大気に触れて自然発火した。原因は、秤量台にシリンダーが正しく載っておらず、重量が実際よりも少なく測定されていたためである。

【リスク低減措置】(GHS パープルブック「注意書き」より抜粋)

危険有害性区分	安全対策	応急措置	保管	廃棄
1	P210, P222, P231+P232, P233 P280	P302+P334, P370+P378		

リスク低減措置の詳細は、【付録図表 A】参照。

(10) 自然発火性固体

自然発火性固体とは、たとえ少量であっても、空気と接触すると 5 分以内に発火しやすい個体を指します。

【事件事例】

黄リンを作業台の上に取り出し、金属製のナイフで削っていたところ、空気中の酸素と接触したため白煙を上げ、爆発を起こした。

【リスク低減措置】(GHS パープルブック「注意書き」より抜粋)

危険有害性区分	安全対策	応急措置	保管	廃棄
1	P210, P222, P231+P232, P233, P280	P302+P335+P334, P370+P378		

リスク低減措置の詳細は、【付録図表 A】参照。

【第 2 部 解説編】

1. 化学物質の発火・爆発危険性

(11) 自己発熱性化学品

自己発熱性化学品とは、自然発火性液体または自然発火性固体以外の固体物質または混合物で、空気との接触によりエネルギー供給がなくとも、自己発熱しやすいものを指します。この物質または混合物が自然発火性液体または自然発火性固体と異なるのは、それが大量（キログラム単位）に、かつ長期間（数時間または数日間）経過後に限って発火する点にあります。

【事故事例】

固化した飼料用副原料（とうもろこしの胚芽の皮）を倉庫に貯蔵中、倉庫が爆発した。原因は、飼料粉の湿潤部分にカビが発生し、発酵熱と太陽の輻射熱が粉体層内で蓄積して自然発火し、一酸化炭素などの熱分解ガス、あるいは、ある種の菌が放出した水素が空気と混合し爆発し、粉じん爆発も併発したものの。

【リスク低減措置】(GHS パープルブック「注意書き」より抜粋)

危険有害性区分	安全対策	応急措置	保管	廃棄
1, 2	P235, P280		P407, P413, P420	

リスク低減措置の詳細は、【付録図表 A】参照。

(12) 水反応可燃性化学品

水反応可燃性化学品とは、水との相互作用により、自然発火性となるか、または可燃性・引火性ガスを危険となる量発生する固体または液体の物質あるいは混合物を指します。

【事故事例】

禁水性の粉体アルミニウムが何らかの原因で発火したため、慌てて水を掛けたところ出火が激しくなり火災に至った。さらに、水を掛けることができないため、消火活動が困難であったため、隣接する建物等に延焼した。

【リスク低減措置】(GHS パープルブック「注意書き」より抜粋)

危険有害性区分	安全対策	応急措置	保管	廃棄
1, 2	P223, P231+P232, P280	P302+P335+P334, P370+P378	P402+P404	P501
3	P231+P232, P280	P370+P378	P402+P404	P501

リスク低減措置の詳細は、【付録図表 A】参照。

【第2部 解説編】

1. 化学物質の発火・爆発危険性

(13) 酸化性液体

酸化性液体とは、それ自体は必ずしも可燃性を有しないが、一般的には酸素の発生により、他の物質を燃焼させまたは助長するおそれのある液体を指します。

【事件事例】

金属加工工場で、屋外に設置してあった洗浄用過酸化水素の鉄製タンクに錆などの異物が混入し、予期せぬ化学反応の結果、タンクが爆発し、工場内の空調機等が大破した。

【リスク低減措置】(GHS パープルブック「注意書き」より抜粋)

危険有害性区分	安全対策	応急措置	保管	廃棄
1	P210, P220, P280, P283	P306+P360, P371+P380+P375, P370+P378	P420	P501
2, 3	P210, P220, P280	P370+P378		P501

リスク低減措置の詳細は、【付録図表 A】参照。

(14) 酸化性固体

酸化性固体とは、それ自体は必ずしも可燃性を有しないが、一般的には酸素の発生により、他の物質を燃焼させまたは助長するおそれのある固体を指します。

【事件事例】

漂白剤として使用していた亜塩素酸ナトリウムを木材に塗付する作業中に、摩擦が原因で亜塩素酸ナトリウムが発火した。

【リスク低減措置】(GHS パープルブック「注意書き」より抜粋)

危険有害性区分	安全対策	応急措置	保管	廃棄
1	P210, P220, P280, P283	P306+P360, P371+P380+P375, P370+P378	P420	P501
2, 3	P210, P220, P280	P370+P378		P501

リスク低減措置の詳細は、【付録図表 A】参照。

【第2部 解説編】

1. 化学物質の発火・爆発危険性

(15) 有機過酸化物

有機過酸化物は、2 価の-O-O-構造を有し、1 あるいは 2 個の水素原子が有機ラジカルによって置換されるため、過酸化水素の誘導体と考えられます。この用語はまた、有機過酸化物組成物（混合物）も含みます。有機過酸化物は、熱的に不安定な物質または混合物であり、自己発熱分解を起こすおそれがあります。

さらに、「爆発的な分解をしやすい」、「急速に燃焼する」、「衝撃または摩擦に敏感である」、「他の物質と危険な反応をする」といった特性を一つ以上有します。

【事件事例】

有機過酸化物を含んだ廃液に、廃硫酸を投入したところ、廃硫酸の混合で生じた希釈熱により有機過酸化物が分解し、可燃性混合気が発生した。その結果、爆発に至り排水処理施設等が全壊し、施設も焼損した。

【リスク低減措置】(GHS パープルブック「注意書き」より抜粋)

危険有害性区分	安全対策	応急措置	保管	廃棄
タイプ A	P210, P234, P235, P240, P280	P370+P372+P380 +P373	P403, P410, P411, P420	P501
タイプ B	P210, P234, P235, P240, P280	P370+P380+P375 【+P378】	P403, P410, P411, P420	P501
タイプ C, D, E, F	P210, P234, P235, P240, P280	P370+P378	P403, P410, P411, P420	P501

リスク低減措置の詳細は、【付録図表 A】参照。

(16) 金属腐食性物質

金属腐食性物質とは、化学反応によって金属を著しく損傷し、または破壊する物質または混合物を指します。

【事件事例】

配管中の水硫化アンモニウムが、流れの条件の変化などにより局所的に濃度が高い個所が発生し、その箇所で腐食が発生した。次第に腐食が進行し、配管にピンホールが空いたため、そこから内容物が漏えいした。

【リスク低減措置】(GHS パープルブック「注意書き」より抜粋)

危険有害性区分	安全対策	応急措置	保管	廃棄
1	P234	P390	P406	

リスク低減措置の詳細は、【付録図表 A】参照。

【第 2 部 解説編】

1. 化学物質の発火・爆発危険性

1.2. その他の危険性

(1) 混合危険性

【混合危険性の分類】

化学物質単体では、安定していて問題ないと考えられるものであっても、別の化学物質と接触・混合されることにより、思いがけない災害が起こることがあります。

2種類以上の化学物質が混合することにより、発火や爆発を引き起こしたり、有毒なガスが発生したりと、化学物質単体が有する危険性よりも高い危険性が生じることを混合危険性といいます（図表 17）。混合危険性は、主に以下の5つに分類されます。

- すぐに発火または爆発する。
- 発火、爆発性物質を生成し、その生成物によって発火、爆発する。
- 急速にガスを放出し、そのガス圧によって被害を与える。
- 有毒、腐食性の物質を生成する。
- より不安定な化合物または混合物を生成する。

取扱中や貯蔵中、輸送中に容器が破損して、他の化学物質と混合し、混合危険性が生じるだけではなく、他の化学物質と取扱う設備との共用ライン、あるいは共同排水溝などを通じて混合することがあります。

【消防法における危険物】

消防法では、化学物質単体の爆発・発火の危険性のみではなく、他の化学物質と接触することによって混合危険性を生じさせるおそれのある化学物質を危険物として規定しており、その性質によって危険物は第一類から第六類まで分類されています（図表 18）。

混合による事故を防ぐため、危険物の取扱等にあたっては、以下の点に留意する必要があります。

- 類が異なる危険物の同時貯蔵の原則禁止
- 類が異なる危険物の同一車両への積載原則禁止
- 貯蔵及び運搬時の容器の転倒・落下防止措置

なお、危険物の運搬に際して、混合危険性の観点から、類の異なる危険物の混載が禁止されています。（図表 19）。

【第2部 解説編】

1. 化学物質の発火・爆発危険性

図表 17 代表的な混合危険

組合せ		混合危険性
酸	× 次亜塩素酸塩 シアン化物 亜硝酸塩 アジ化物 硫化物	塩素の発生（有毒ガス） シアン化水素の発生（有毒ガス） 亜硝酸ガスの発生（有毒ガス） アジ化水素の発生（有毒ガス） 硫化水素の発生（有毒ガス）
硝酸	× 銅や鉄などの金属 アセトン	亜硝酸ガスの発生（有毒ガス） 酢酸共存下で、数時間後に爆発
硫酸	× 亜硫酸塩 銅などの金属	亜硫酸ガスの発生（有毒ガス） （濃硫酸の場合）亜硫酸ガスの発生（有毒ガス）
ハロゲン系溶媒	× アルカリ金属 塩基性物質	短い誘導期において発火・爆発 激しい反応や爆発が起こることがある
アセトン	× 臭素 過酸化水素	ブロモアセトンの発生（有毒ガス） 過酸化アセトンの発生（爆発性を有する）
エタノール	× 過塩素酸 硝酸銀	過塩素酸エステルの発生（爆発性を有する） 硝酸共存下で、雷酸銀の発生（爆発性を有する）
還元剤	× セレン化物 ヒ素化物	セレン化水素の発生（有毒ガス） ヒ化水素（アルシン）の発生（有毒ガス）

図表 18 危険物の分類と性質

第一類	酸化性固体	そのもの自体は燃焼しないが、他の化学物質を強く酸化させる性質を有する固体。可燃性と混合すると、熱・衝撃・摩擦によって分解し、極めて激しい燃焼を起こさせる危険性を有する。
第二類	可燃性固体	火炎によって着火しやすい固体又は比較的低温（40℃未満）で引火しやすい固体。燃焼が速く、消火することが困難。
第三類	自然発火性物質 及び禁水性物質	空気と接触することにより自然発火する危険性、又は水と接触することにより、発火若しくは可燃性ガスを発生させる危険性を有する固体。
第四類	引火性液体	引火性を有する液体。
第五類	自己反応性物質	加水分解などにより、比較的低い温度で多量の熱を発生させる、又は爆発的に反応が進行する固体又は液体。
第六類	酸化性液体	そのもの自体は燃焼しないが、可燃物が混在すると、その燃焼を促進させる性質を有する液体。

図表 19 危険物の混載・貯蔵の可否

	第一類	第二類	第三類	第四類	第五類	第六類
第一類		×	×	×	×	○
第二類	×		×	○	○	×
第三類	×	×		○	×	×
第四類	×	○	○		○	×
第五類	×	○	×	○		×
第六類	○	×	×	×	×	

1. ×：混載・貯蔵を禁止
2. ○：混載・貯蔵に差し支えない
3. 指定数量の 1/10 以下の危険物は適用外

【第2部 解説編】

1. 化学物質の発火・爆発危険性

【混合危険性の種類】

混合危険性を示す組合せは、主に以下の 3 つに分類され、発火・爆発、可燃性ガスや有毒物質が発生するなどの危険性を示します。

- ① 二種類以上の化学物質の混合
- ② 空気との接触
- ③ 水との接触

① 二種類以上の化学物質の混合

一般的に、酸化性物質と可燃性物質の組合せは、ほぼ必ず混合危険性を示すことが知られています。また、強酸との混合による混合危険性もよく知られています。混合危険性を示す物質の組合せは、数多く存在しますが、そのほとんどがこれらの組合せです。

● 酸化性物質と可燃性物質との混合

この組合せでは、混合によってただちに発火するもの、発熱後しばらくして発火するもの、混合したものに加熱・衝撃を与えることによって発火・爆発を生じるもの、元の物質よりも発火しやすい混合物などが生じることがあります。

● 強酸との混合

塩酸や硫酸などの強酸は、酸化性塩類（塩素酸塩類、過塩素酸塩類、過マンガン酸塩類など）、有機過酸化物、ニトロソアミンなどと混合することにより、不安定な遊離基を生成し、発火・爆発するなどの混合危険性が生じます。

② 空気との接触

化学物質によっては、空気と接触することで発火する物質（自然発火性物質）や空気中の酸素と反応して発熱する物質（自己発熱性物質）があることが知られています。

③ 水との接触

ナトリウムやカリウムなどの反応性が高い物質は、水や空気中の水分と接触することで水素などの可燃性ガスを発生し、反応熱により発火することがあることが知られています。

【事故事例】

溶剤の回収槽からガスが漏れだした。内液の一部を取り出すなどの作業をしているうちに漏洩が激しくなり、ガスが爆発し、さらに回収槽内でも爆発し、周囲へ広がった。何らかの原因で異物が混入し混合反応が起こった。混入の原因は他の物質の貯槽タンクと回収槽が連絡されており、その配管中の仕切りバルブの内漏れによるものと推定された。

【第2部 解説編】

1. 化学物質の発火・爆発危険性

(2) 有害性

有害性とは、生体が有害な因子にさらされ、その因子が生体に侵入することによって起こる、生体にとって望ましくない影響を指します。医学や薬学などの分野では、毒性という言葉で表されることが一般的です。有害性は、着目点によって分類の仕方が複数あり、①発現の時間的経過による分類（急性毒性、亜急性毒性、慢性毒性等）、②毒性がみられる臓器による分類（肝臓、腎臓、神経系、肺等）、③毒性の内容による分類（発がん性、変異原性、生殖毒性、催奇形性等）などに分けられます。

震災などの事故時には、生涯暴露が問題となる慢性毒性よりも、一般的には一時的な高濃度暴露で被害をもたらす急性毒性が問題となります。しかし、例えばトランス類等からの PCB の漏出のように、事故によって漏出した化学物質が環境中に長期間残留する場合は慢性毒性も問題となってきます。

1.3. 消防法に基づく化学物質の発火・爆発危険性

(1) 爆発性物質・自己反応性物質（消防法危険物第 5 類などに該当）

爆発性とは、火気や静電気などの点火源に接近させることや、加熱・摩擦・衝撃により、固体や液体が化学反応によって急激に圧力を発生する性質を指します。

爆発性物質には、単独で爆発性を示す爆発性化合物と 2 種類以上の物質の混合あるいは接触によって爆発性を示す爆発性混合物があります。爆発性混合物の多くは、可燃性物質と酸化性物質の組み合わせですが、後述する禁水性物質や混合危険性物質も広義ではこれに含まれます。

爆発性物質は、物質内に不安定な結合をもち、分解による急速なガスの発生を起こす場合や、物質内に可燃性成分と酸素をとともに含有し、空気中の酸素を必要としないで燃焼、爆発する場合などがあります。このように空気中の酸素を必要としないで物質自身で反応し、急速なガスの発生や燃焼、爆発を起こす性質を自己反応性といいます。自己反応性を有する物質は自己反応性物質と呼ばれ、硝酸エステル、ニトロ化合物、アゾ化合物、有機過酸化物などが知られています。一般に、加熱、摩擦、衝撃などの刺激によって容易に反応を開始し、発熱などによって加速的に激しい反応にいたる場合が多く、非常に危険です。

一般的に爆発性に関わる原子団（付録図表 B 参照）や自己反応性に関わる原子団を有する物質（付録図表 C 参照）はそれぞれ爆発性や自己反応性を示すため、注意が必要です。

爆発性物質・自己反応性物質の例

-ニトログリコール	-ニトロトルエン
-ニトログリセリン	-ピクリン酸
-ニトロセルロース	-過酸化ベンゾイル
-ニトロベンゼン	-アジ化ナトリウム

【事故事例】

火薬類製造工場において、火薬類一次置き場に火薬類（無煙火薬など約 8t）をアルミ製容器に入れて保管中、突然爆発し炎上した。原因は、長期間の保管中に太陽光などで劣化し、自然発火したと推測されている。

【第 2 部 解説編】

1. 化学物質の発火・爆発危険性

【一般的な火災予防方法】

- 火気または加熱などを避けること。
- 衝撃、摩擦などを避け、風通しのよい冷暗所に貯蔵すること。
- 分解しやすいものは、特に室温、湿気、風通に注意すること。

【共通する消火方法】

- 一般に可燃物と酸素供給源となる物質が共存している場合は、自己燃焼性があり、周りの空気を遮断するような窒息消火は効果がないため、消火にあたっては、大量の水による冷却または泡消火剤を用いて消火する。
- しかし、爆発的で、極めて燃焼が速いため、消火自体が困難である。
- 危険物の量が少ない場合で火災の初期の段階においては消火することができるが、危険物の量が多い場合には消火は極めて困難となる。

(2) 自然発火性物質（消防法危険物第3類などに該当）

自然発火性とは、点火源などがなくても、空気中の酸素と反応して短時間で発火するか、または、自然にゆっくりと発熱した熱が内部に蓄積されて発火温度に達し発火を起こす性質を指します。周囲の温度が物質の発火温度よりも低い場合にも発火が起こりうるので注意が必要です。

空気中の酸素と反応して短時間で発火するものを自然発火性、自然にゆっくりと発熱した熱が内部に蓄積されて発火温度に達し発火を起こすものを自己発熱性と分ける場合もあります。

また、熱的に不安定で、酸素（空気）がなくとも強い発熱分解を起こしやすい物質を自己反応性物質と呼びます。

自然発火性物質の例

-アルキルアルミニウム	-黄リン
-アルキルリチウム	-ジボラン
-シラン	等

【事事故例】

エアバッグ用ガス発生剤を製造のため、インフレーター工室の混合室でアジ化ナトリウムと酸化銅を V 型混合器で混合中に突然爆発、V 型混合器が全壊し、工場の窓やスレートが破れた。原因は、回転軸摺動部付近の摩耗でできたすきまに混合粉が付着し、回転による摩擦熱で発火、爆発したと推定される。

【一般的な火災予防方法】（→2.3.節「禁水性物質」参照）

【共通する消火方法】（→2.3.節「禁水性物質」参照）

【第2部 解説編】

1. 化学物質の発火・爆発危険性

(3) 禁水性物質（消防法危険物第3類などに該当）

禁水性とは、水との接触および反応により、発熱・発火を起こしたり、可燃性ガスを発生したりする性質を指します。

本来、禁水性という語句は、水との接触を避けるべき性質という意味で、水との接触および反応により、元の状態に比べて、より危険な状態になるような性質を指すものと考えられます。そのため、水との接触により化学反応を起こして、発熱・発火などを起こす性質のほか、有害物質を発生するような性質も広義では禁水性と考えられますが、発熱・発火危険性を示す性質のみを指すことが一般的です。

禁水性物質の例

-塩化スルホン酸	-ナトリウム
-炭化カルシウム	-リチウム
-ジエチル亜鉛	-水素化ナトリウム 等

【事故事例】

製鉄所の溶鉱炉で燃焼補助用に使用する保温剤を製造する工場において、商品一時保管庫から異臭がするので確認したが、蒸気が発生していると判断して持場に引き上げる途中、一時保管庫内で爆発が起き、火災となった。原因は、保温剤はカーバイド塵が原料であり、含有するカーバイドが水や湿気に触れて発熱分解してアセチレンを発生し、自然発火を起こしたと推定された。

【一般的な火災予防方法】（2.3.節「自然発火性物質」と共通）

- 自然発火性物質は空気、禁水性物質は水との接触を避けること。
- 自然発火性物質は、炎、火花、高温体との接触または加熱を避けること。
- 冷暗所に貯蔵し、容器は密封しつつ、破損または腐食に注意すること。
- 保護液に保存されている場合は、保護液の減少等に注意し、保護液から露出しないようにすること。

【共通する消火方法】（2.3.節「自然発火性物質」と共通）

- 禁水性物質は、水と接触して発火または可燃性ガスを発生するので、水や泡消火剤の水系消火剤は使用できない。
- 禁水性物質の消火には、炭酸水素塩類等を用いた粉末消火剤または当該物質の消火のために作られた粉末消火剤を用います。
- 禁水性物質以外の物質（黄リン等自然発火性のみを示す物質）の消火には水系消火剤を使用することができます。
- 乾燥砂、膨張ひる石（バーミキュライト）、膨張真珠岩（パーライト）は全ての自然発火性物質及び禁水性物質に使用することができます。

【第2部 解説編】

1. 化学物質の発火・爆発危険性

(4) 酸化性物質（消防法危険物第1類、第6類などに該当）

酸化性とは、物質を酸化させる性質を指し、発火・爆発などの燃焼反応にかかわる酸化は、酸素またはハロゲンの付加を指すのが一般的です。

酸化性を有する物質（酸化性物質）は、それ自体は不燃性のものが多く、通常は単独で発火性を示すことは少ないことが一般的です。しかし、可燃性物質との混合系においては、爆発性混合物を形成したり、自ら分解したりすることで可燃性物質の燃焼（酸化）を促進します。

酸化性物質の例

-過マンガン酸カリウム	-硝酸鉛	
-過塩素酸カリウム	-亜硝酸ナトリウム	
-過酸化カリウム	-六価クロム	
-硝酸カリウム	-硝酸	等

【事故事例】

（酸化性固体） 有機化学工場において、溶解槽（圧力容器）に硝酸アルミニウムとエチレングリコールを入れ、攪拌しながら溶解中、突然溶解槽が破裂し、爆風と飛散物により工場の一部が破損した。原因は、高粘度により濃度と温度が不均一であり、高温箇所での製品の化学反応により NOx が急激に発生して圧力が上昇し、耐えきれずに破裂したと推定された。

（酸化性液体） 無機化学工場において、蒸留黄燐から不純物を除去するための硝酸処理槽が爆発した。原因は、硝酸処理槽における反応温度・硝酸濃度が高すぎたことや攪拌速度が速すぎたことが考えられる。

【一般的な火災予防方法】

（酸化性固体）

- 火気または加熱をさけるとともに、衝撃、摩擦などを与えないように注意して貯蔵すること。
- 可燃物、有機物、その他酸化されやすい物質や強酸類との接触をさけること。
- 密封して冷暗所に貯蔵し、潮解（空気中の水分を吸収し溶解する性質）しやすいものは湿気に注意。
- アルカリ金属の過酸化物などは、水と反応して酸素を放出するため、水との接触をさけること

（酸化性液体）

- 火気や日光の直射はさけるとともに、可燃物、有機物などとの接触もさけ、風通のよい場所で取り扱うこと。
- 容器は耐酸性のものとし、水と反応するものは、水との接触をさけて密封すること（過酸化水素を除く）。

【共通する消火方法】

（酸化性固体）

- 一般的には大量の水で冷却し、酸化性物質自体の分解や可燃物の燃焼を抑制する。
- ただし、アルカリ金属の過酸化物等による火災の場合は、初期の段階では、炭酸水素塩類等を使用する粉末消火剤または乾燥砂等を用い、中期以降は、大量の水を周囲の可燃物等に注入（直接酸化性物質に注入しない）して延焼防止をおこないます。

（酸化性液体）

- 一般的には、水や泡消火剤を用いた消火が適切であるが、二酸化炭素やハロゲン化物を用いた消火設備等と、炭酸水素塩類が含まれている粉末消火剤は、不適切であるためさけること。
- 流出した場合は、乾燥砂をかけるか中和剤で中和すること。

【第2部 解説編】

1. 化学物質の発火・爆発危険性

(5) 引火性物質・可燃性物質（消防法危険物第4類、第2類などに該当）

引火性・可燃性とは、空気に触れるだけでは発火することはありませんが、点火源があると着火する性質を指し、アルミニウムや亜鉛などの粉体も可燃性を示します。

引火とは、火炎、火花、高温固体などの口火を物質に近づけることにより燃焼が開始することをいいます。引火の起こる限界の温度を引火点と呼びます。また、口火のない状態でも十分に化学物質を高温にすると自然発火が起こり、燃焼が開始しますが、この限界の温度は発火点と呼ばれます。なお、燃焼は通常、気体状の場合に起こりますが、液体や固体の場合は、蒸発や分解などで発生したガスにより起こります。

引火性物質・可燃性物質の例

-アクロレイン	-アセトン
-エチレン	-キシレン
-酢酸エチル	-スチレン
-トルエン	-ベンゼン
等	

【事故事例】

(引火性液体) 香料工場内において、ガラス製蒸留釜の洗浄作業を行った。コンデンサで液化された廃トルエンを金属製容器に移し、産業廃棄物用ドラム缶に漏斗を用いて移し替えていたところ、ドラム缶から火炎が立ち上り、作業員が火傷を負い死亡した。原因は、ドラム缶内部のトルエン蒸気は何らかの着火源により引火、炎上したと推定される。

(可燃性固体) 原料工場内の粉砕設備で、金属珪素の塊状品を粉体へ粉砕する施設で、夜間無人で24時間自動運転を行っていた。内部の水平移動部分にバケットガイド（鉄製の棒）があり、この部位でバケットが帯電し、静電気によりバケット内の珪素（粉末）に着火し、粉じん爆発が発生したもの。

【一般的な火災予防方法】

(引火性物質)

- 炎、火花、高温体等との接近または加熱をさけるとともに、みだりに蒸気を発生させないこと。
- 密閉して冷暗所に貯蔵すること。
- 蒸気が発生するような取り扱いをする場合、可燃性蒸気の低所滞留をさけるため、蒸気を屋外に排出するとともに、十分な通風、換気を行い、常に燃焼範囲の下限界よりも低くすること。
- 可燃性蒸気が滞留するおそれがある場所では、火花を発生する機械器具などの使用はさけるとともに、防爆性のある電気設備などを使用すること。
- 物質の流動などにより静電気が発生するおそれがある場合、接地するまたはアースなど有効に静電気を除去する装置を講じること。

(可燃性物質)

- 酸化剤など酸化性物質との接触または混合をさけること。
- 炎、火花、高温体との接触または加熱をさけるとともに、冷暗所に貯蔵すること。
- 鉄粉、金属粉またはマグネシウムなどを含有するものは、水または酸との接触をさけること。
- 一般的に、湿気に注意し、容器は密封すること。
- 引火性固体の場合、みだりに蒸気を発生させないこと。

【第2部 解説編】

1. 化学物質の発火・爆発危険性

【共通する消火方法】**（引火性物質）**

- 可燃物の除去や冷却による方法が困難であるため、乾燥砂などによる空気の遮断による方法（窒息消火）が用いられます。
- 消火に使用される消火剤として、霧状の強化液、泡消火剤、ハロゲン化物、二酸化炭素、粉末消火剤などがあります。
- 液比重が1より小さい危険物の火災に対し、水を注入すると物質が水に浮いて火災範囲を拡げることになるため、水による消火は適切ではありません。
- アルコール等の水溶性の液体に対し、通常の泡消火剤を用いると形成された泡の水膜を溶かし、消泡してしまうため、水溶性液体用泡消火剤（耐アルコール泡）を使用すること。

（可燃性物質）

- 水と接触することで発火または有毒ガスや可燃性ガスを発生させる可燃性物質の場合、乾燥砂などによる窒息消火が用いられます。
- 上記以外の可燃性物質（赤リン、硫黄など）は、水、強化液、泡等の水系消火剤で冷却消火するか、乾燥砂などで窒息消火すること。
- 引火性固体の場合、泡消火剤、粉末消火剤、二酸化炭素、ハロゲン化物により窒息消火すること。

【第2部 解説編】**1. 化学物質の発火・爆発危険性**

2. プロセス・作業に潜む発火・爆発危険性

化学物質は、第 2 章（化学物質の発火・爆発危険性）のとおり様々な危険性を持っています。そのため、プラントや作業場での取り扱い方や作業・操作などが適切でない場合、それらの危険性が顕在化し火災や爆発などの事故や、化学物質が漏えいすることによる環境汚染などが引き起こされてしまう可能性が知られています。そのため、危険性を顕在化させてしまうおそれのあるプロセスや作業における危険性について十分に知り、対策を講じることは化学物質の危険性を顕在化させないためにも非常に重要なことです。

ここでは、プラントや作業場における危険性について簡単に説明します。なお、ここで挙げる危険性は代表的なものであるとともに、複数の危険性が組み合わさって危険性が顕在化する場合もあるため、注意が必要です。

【共通する特に重要なリスク低減措置】

- 不適切な作業手順の可能性を減らすための手順（書）の作成・改訂および見直し・訓練を行う。
- 損失が起こる前に手動でプロセスをシャットダウンするための安全警報および異常状態対応（マニュアルの整備と教育・訓練）を行う。
- 定期的に設備の点検を定期的に行う。
- 物質、危機、手順、人、技術に関する変更があった場合に新たなリスクが生じる場合がある。どのような影響が出るのかを予測し、対策を講じて、その影響を低減化する。

【第 2 部 解説編】

2. プロセス・作業に潜む発火・爆発危険性

2.1. 反応危険性

温度及び圧力などの適切な管理のもとで化学物質同士を反応させたり、製品を処理することで、新たな化学物質の合成や製品に様々な機能を持たせることが可能となります。

しかし、化学反応では予想しなかった発熱反応により反応が暴走し、温度や圧力が異常に上昇して装置の破壊や化学物質の発火などを引き起こすなどの危険性を有しています。

適切な事故予防策に役立てるため、ここでは代表的な反応危険性を紹介し、併せて代表的な事故事例や予防策についても紹介します。

(1) 酸化反応

酸化反応は発熱反応であるだけでなく、反応性の高い酸化剤（酸化性物質）を使用しているために爆発の危険性も高くなります。最近では、熱的に不安定な原料を使用した酸化反応、酸化反応による反応性中間体の生成などによって反応が暴走する事故が増えています。さらに、微量成分、過酷な反応条件などが影響している例も知られています。

【事故事例】

カルボキシメチルセルロース製造装置で、過酸化水素水の自動計量器を制御するコンピュータが不調となったために、手動に切り替えて過酸化水素水の添加を停止した。次いで、反応液を反応槽に移液して水冷却により水酸化ナトリウムを添加して反応させ、モノクロロ酢酸を加えて攪拌を行っていたところ、徐々に温度が上昇し、反応槽が爆発した。

これは、コンピュータの不調により、過酸化水素水が規定量の 20 倍も導入されたために、水酸化ナトリウムを加えた段階で大量の酸素が発生し、溶剤のイソプロパノールと可燃性混合気を形成したものと考えられる。着火源は、反応槽ジャケットに何らかのミスでスチームが流入し、反応槽壁内の温度が上昇して低発火点物質が発火した可能性が考えられる。

(2) 重合反応

重合反応は発熱が大きく、攪拌不良又は伝熱不良で冷却が不十分になったり、触媒の仕込み量または重合禁止剤添加量が不適切であったために反応が暴走する例が多く知られています。（具体的な重合反応を起こす化合物は、【付録図表 E】のとおり。）溶液重合、懸濁重合などに比べて塊状重合では、温度制御が容易ではないことが多くあります。

【事故事例】

RIM(Reaction Injection Molding)の原料液製造装置で、ジシクロペンタジエン、ジエチルアルミニウムクロライド、1、3-ジクロロ-2-プロパノール、四塩化ケイ素を含有する配合液を調整し、その配合液をタンク内に保管していたところ、重合反応により温度上昇し、爆発、火災に至った。

原料液製造装置での原料配合方法を変更した事（前バッチの残液を残したまま次の調整に移行）で、カチオン種発生によるカチオン重合が発生し、この条件で重合反応が発生する事を見落としていた。

【第2部 解説編】

2. プロセス・作業に潜む発火・爆発危険性

(3) 水素化反応

触媒を用いた不飽和結合への水素添加反応、水素化脱硫反応、水素化分解反応などでは、反応の発熱自体は大きくありませんが、大量の水素と活性な触媒の使用、高温と高圧の条件で行われるため、反応暴走が起こる危険性が高くなります。

【事故事例】

エチレン製造設備のアセチレン水添工程で、緊急停止後の立ち上げ作業において、水素の過剰投入により、本来アセチレンの水添がされるところをエチレンまで水添されたために暴走反応が起こり、異常高温によるエチレン分解にまで進行し、爆発、火災に至った。

立ち上げ後に水素の停止を調整弁のみで行うこととした。結果として水素が停止されずに過剰投入となったことが原因と考えられる。

(4) 付加反応

付加反応は $A+B=AB$ で表されるように同種又は異種の化合物が結合して別の化合物を生成する反応であり、基本的に発熱反応です。代表的な例は、不飽和結合への水素化、ハロゲン化水素付加、アルコール付加などの付加反応などがあります。

【事故事例】

ブタジエンとシクロペンタジエンを原料としてビニリデンノルボルネンを合成する装置で、攪拌機と冷却コイルを有する液相液封形反応槽を臨時停止させた。このとき、定常運転の反応槽内組成のまま、すぐに攪拌機を止めた。反応は続行したが、冷却ができずに暴走反応に移行し、高温のためにテフロンパッキンの一部が溶融し、そこから噴き出た内容液、ガスが発火した。製造工程で一時的に部分停止を行ったが、発熱反応が持続可能な組成と温度のままで攪拌機を止めたために反応器内全体の冷却が不十分となり、温度上昇から暴走反応に移行した。

【第2部 解説編】

2. プロセス・作業に潜む発火・爆発危険性

(5) 代表的なリスク低減措置

【危険性が顕在化する可能性を下げるための措置】

- 可能ならばより危険性の低い物質に置き換える。
- 反応混合物が発熱分解し得る温度より低い沸点を持つ溶媒を使用する。
- 加熱媒体の最高温度を反応混合物が分解し得る温度より低くする。
- 物質をより危険性の低い状態にして使用する。(反応成分を溶媒で希釈することにより系の熱容量を大きくし蒸発潜熱による冷却を行うなど)
- 反応器の大きさを必要最小限にする、反応の各段階を別々の反応器で実施するなど設計上の最適化を図る。(反応器容積、反応圧力、緊急放散口、材質、ユーティリティ、攪拌など)
- 冷却能力が不足しないように、発熱速度、冷却速度を事前に把握し、発熱速度が冷却速度を上回らないように余裕をもった冷却能力の設計を行う。
- 危険な減量の貯蔵や移送を避けるため、より安全な物質を原料として反応器内で中間体として合成する。
- 爆発性混合気を形成させないために可燃性ガス検知器や酸素検知器を設置する。また信頼性が確保のため検知器を複数設置する。検知器3つの内2つが検知した場合緊急停止するなど、冗長化とインターロックシステムを組み合わせることも有効。
- 反応は温度管理が最も重要であるため、温度計は少なくとも複数設置する。
- 攪拌停止により溶剤とモノマーが2相に分離する系では、局部蓄熱するおそれがあるので、温度計の設置高さを変えて両方の相を測定できるようにする。
- 中間体等、合成経路における潜在危険性物質の系内蓄積・貯蔵を避ける。
- 反応器の共有配管を分離して、汚染や間違った物質の投入、間違ったユーティリティの使用を防止する。

【第2部 解説編】

2. プロセス・作業に潜む発火・爆発危険性

【危険性が顕在化した場合の影響を小さくする措置の導入】

● 代表的な安全化措置

種類	概要
耐圧設計	内部で発生する爆発の圧力を的確に評価し、その圧力に耐えるように装置を設計し、万一爆発が生じてもそれを装置内に封じ込めて、周辺に爆発の影響が及ばないようにする方法。一般に装置材料の板厚を増すことにつながるため、重量や価格等に実用上の難点はあるが、装置内容物の大気中への飛散や爆発音を嫌う場合に適する。
爆発放散口	爆発を生じるおそれのある装置の壁面の一部を低い圧力で開口を生じるように意図的に構築し、そこから爆発圧力を放散することによって装置を破壊から防護する手法である。通常の運転時に装置の開口を覆っておくものをベントカバーといい、ベントカバーの取り付け状態によって破裂板式、蝶番ドア式、離脱パネル式の3種類に大別できる。
爆発抑制システム	装置内で爆発が生じたときに、爆発抑制剤（消化剤や不活性物質）を高速で装置内に噴出させて火炎を消滅させる方法である。着火から抑制剤の噴射までの時間が短いほど燃焼したガスの量は少ないので発生圧力も低くなる。この抑制された爆発の圧力に装置が耐えるならば、外部に対しては爆発の影響はまったく表れない。
フレームアレスタ	一般に、ガス爆発による被害の大きさは爆発に関与したガスの量に比例するので、たとえ爆発が生じたとしても、火炎の伝ばを途中で止めることができれば、被害の軽減あるいは局所化が可能である。こうした危険を避けるためには、配管等の内部で生じた爆発の火炎を途中で阻止し、それ以上伝ばさせない対策が必要である。
防壁	爆発事故による周辺への影響を低減するため、高圧ガス保安法等では隔離距離と防壁構造に関する規定がある。爆発に伴い発生する爆風圧は一般に距離の二乗に反比例して減衰するため、隔離距離の設定は重要である。また障壁の設置により、周囲に到達する爆風圧をさらに低減できる。

【第2部 解説編】

2. プロセス・作業に潜む発火・爆発危険性

2.2. 物理化学的条件に起因する危険性

化学物質は、温度や圧力などの物理化学的な条件によって様々な危険性を示します。例えば揮発しやすい化学物質が高温のまま保持されると、化学物質の気化がさらに進行し、物質によっては可燃性の蒸気が作業場に充満してしまいます。エチレンプラントの場合、分解炉では 800～900℃で取り扱い、液化、貯蔵工程では－104℃で取り扱うなど、幅広い温度領域で運転されています。また、圧力も低圧から高圧までの工程が 1 つのプラント内に存在しており、運転温度と運転圧力の大きな差に起因する危険性があります。

さらに、化学物質だけではなく、それを取り扱う装置なども様々な危険性があります。例えば、急激な圧力上昇により配管等に変形が生じた結果、ジョイント箇所にも過大な負荷がかかることで化学物質が漏えいすることもあります。

そのため、どのような物理化学的条件で危険性が顕在化することがあるのかを代表的な例を紹介し、併せて事故事例や予防策を紹介します。

(1) 温度条件

【高温の場合】

常温では安定である化学物質であっても、高温状態だと分解あるいは発火を起こす可能性があります。揮発性の物質の場合、高温のまま保持されると、化学物質の気化がさらに進行し、物質によっては可燃性の蒸気が作業場に充満してしまいます。化学物質によって、そのような危険性を示す温度帯は変わることに注意してください。

さらに、機器の設計温度を超える高温状態の化学物質などが流体として反応装置などに流入してきた場合、機器損傷やフランジ継手などから化学物質が漏えいする可能性があります。

また、高温物に接触することにより労働者が火傷したり可燃物が燃えたりする可能性もあります。

高温条件での危険性の例

- 化学物質の分解による可燃性蒸気の発生
- 化学物質の自然発火
- 化学物質の気化による作業場のガス充満
- 化学反応の熱暴走による爆発
- 高温状態による設備や機器などの損傷
- 高温部への接触による従業員の火傷や化学物質の発火・爆発 等

【代表的なリスク低減措置】

- 高温の条件に対し、十分に安全余裕を持った設計条件を行う。
- 停電や攪拌機が停止した場合、あるいは冷却系統が故障した場合を想定して、バックアップ電源の導入や冷却ポンプなどの二重化をする。
- 液だまり部分(配管)の点検をする。排液方向から逆勾配になっている部分・配管の曲がり角・継ぎ手部など、液の溜まりやすい構造のチェックを行う。
- 高温部分への化学物質の接触防止のため、近くに可燃物を置いたり、引火性の化学物質の取扱をしない。

【第2部 解説編】

2. プロセス・作業に潜む発火・爆発危険性

● 代表的な安全化装置

	概要
異常反応制御装置	発熱量の大きい反応等において、攪拌翼が折損等で作動しなくなった場合に、モーター電流値の低下を感知し自動で原料供給等の緊急遮断を行う措置など
緊急冷却装置	温度が管理範囲を超えた場合に、自動で冷却操作が行われる装置。
緊急移送装置	反応系が暴走しそうになった場合に、あらかじめ設置してある排出槽等へ自動で反応液を移送する装置

- その他、2.1(5)【代表的なリスク低減措置】に示すリスク低減措置も併せて検討する。

【事件事例】

製油所において、肉盛り補修した箇所内で内部腐食が進行し、減肉・開口に至り、内部の油と重質軽油のガスが漏れ、高温部分により発火した。

【低温の場合】

低温状態になることで、構造材の材料強度の低下が起こり低温脆性破壊や、液体酸素が生成したりすることで意図しない酸素供給源が発生する危険性があります。

また、反応装置や容器などの内容物が凍結することで破損が起こることもあります。

低温条件での危険性の例

- 一部の物質では、低温になることで爆発の危険性が増大
- 化学物質の凍結による容器などの損傷
- 装置の材料選定ミスによる構造材の強度低下(低温脆性破壊)
- 液体酸素の生成による意図しない酸素供給源の発生
- 低温部への接触による従業員の凍傷 等

【代表的なリスク低減措置】

- 低温の条件に対し、十分に安全余裕を持った設計条件を行う。
- 腐食に対する適切材料選定および腐食が起こりやすい箇所の点検を定期的に行う。
- 液状物質の凝固による配管、ノズル等の内部の閉そく防止措置を行う。
- その他、2.1(5)【代表的なリスク低減措置】に示すリスク低減措置も併せて検討する。

【事件事例】

アセチレン除去器の配管が低温脆性による破壊を生じ、管内の液体酸素が側溝（油、ボロ等のある溝）に流出。低温脆性により破壊したすき間より流出した液体酸素と側溝内に蓄積されていた油、ボロ等の接触により燃焼。続いて配管内のアセチレンガス体に引火爆発した。

【第2部 解説編】

2. プロセス・作業に潜む発火・爆発危険性

(2) 圧力条件

【高圧の場合】

平常時よりも高圧状態になった結果、シール部分などからの漏えい、または反応装置などの構造物自体が破壊することがあります。高圧状態における気相での反応は、反応性が高くなることが多いことが知られています。

また、高圧のガスが低圧の容器に急激に流れ込むことで、低圧の容器が破裂し化学物質が飛散したり、近くにいる従業員が怪我を可能性があります。

高圧条件での危険性の例

- シール部分などからの化学物質の漏えい
- 化学物質の噴出で静電気が発生することによる化学物質の着火
- 装置など構造物の破裂と、近くの従業員の化学物質の曝露または飛散物との接触による負傷等

【代表的なリスク低減措置】

- 高圧の条件に対し、十分に安全余裕を持った設計条件を行う。
- 代表的な安全化装置

装置名	概要
緊急脱圧システム	圧力が管理範囲を超えた場合に、自動で安全に除害設備等に脱圧する装置
自動圧力制御装置	設備に流入するガス量を自動的に制御したり、余剰ガスを自動的に系外に排出することによって圧力の異常上昇を防止する装置
安全弁	通常は、内部圧力によって弁体を押上げようとする力を円筒コイルバネの力によって押し付けておくが、内部圧力が運転異常等により一定の圧力まで上昇したとき、弁体にかかる圧力がバネの力に打勝って内部のガスを排出するもの。
破裂板	金属製の薄板が、内圧により破裂することによって内部のガスを排出する。一度作動すると安全弁のように閉止しないため、内圧が大気圧になるまで放出が続くので排出先が安全な場所であることが重要である。構造が単純で一度に大容量のガスが排出できる。
逃がし弁	ポンプや配管内の流体の圧力上昇を防止する場合に設置し、圧力上昇分を配管により装置内の他の部分（貯槽やポンプの吸入側）に移動し吸収させる。構造や機能はバネ式安全弁と同様であるが、吐出配管の長さや液体の粘性によって逃し弁本体に作用する差圧が変わるので容量の算出時には充分な考慮が必要である。ポンプにアンローダーが設置されていれば、これにより圧力上昇を防止できる。
溶栓（ヒューズメタル、可溶合金安全弁）	容器の付属品として使用され、容器温度が規定温度異常に上昇した場合に、可溶合金が溶融して内部のガスを放出するものである。

- その他、2.1(5)【代表的なリスク低減措置】に示すリスク低減措置も併せて検討する。

【第2部 解説編】

2. プロセス・作業に潜む発火・爆発危険性

【事故事例】

繊維工場において、高圧染色槽（圧力容器）の運転を開始してから約 90 分後、突然蓋が蒸気圧により飛散して、蒸気、染色用の熱湯、糸くずなどが上方に飛散したため、工場の屋根や窓ガラスなどが破損した。

原因は、安全装置の整備不良があり、電磁弁用空気操作圧力の不足、またはロックピンと空気抜き回転弁とのずれによりロックピンが外れたためである。

【低圧の場合】

常圧よりも低圧状態（または真空状態）になった結果、シール部分等から外気が入り込み、反応装置内の化学物質が外気に接触し、予期しない反応が起こることがあります。化学物質が自然発火性物質や禁水性物質などの場合、入り込んだ外気中の酸素や水分と反応し、爆発するおそれがあります。

また、常圧設計の容器などの場合、低圧になることで負圧座屈が生じる危険性があります。

低圧条件での危険性の例

- 容器中の化学物質と入り込んだ外気中の酸素や水分との反応による発火や爆発
- 真空状態になることで、負圧座屈などの容器損傷等

【代表的なリスク低減措置】

- 低圧の条件に対し、十分に安全余裕を持った設計条件を行う。
- 機器胴体の周囲に補強リングを設置して負圧に耐えるような構造とする。
- その他、2.1(5)【代表的なリスク低減措置】に示すリスク低減措置も併せて検討する。

【事故事例】

半導体原料の製造工場の実験室において、自然発火性のトリメチルインジウム（TMI）を昇華反応により小分け充填する装置の充填試験を実施中、真空度が上がらないので設計者が作業を引き継ぎ、漏れ試験をしようとバルブを開いたところ、十数秒後に TMI の中間容器が破裂した。真空充填装置と装置の架台が変形破損し、2 名が負傷した。

原因は、バルブの開閉状況を正確に確認しないままバルブを開いたため空気が混入し、TMI が自然発火したためである。

【第 2 部 解説編】**2. プロセス・作業に潜む発火・爆発危険性**

(3) 酸素濃度条件

過剰な酸素条件下になる（意図せず酸素濃度が高くなる）ことで、化学物質の酸化が進行し衝撃や熱に対して敏感な過酸化物が発生することがあります（付録図表 D 参照）。特にエーテルやビニル化合物の場合、貯蔵中に大気中の酸素と反応し、過酸化物を生成することが知られています。

酸素濃度条件での危険性の例

- 過剰な酸素条件下により、化学物質の酸化が意図せず進行
- エーテルやビニル化合物の場合、過酸化物の発生
- 室内の酸素濃度が著しく低下することによる従業員の窒息 等

【代表的なリスク低減措置】

- 強制換気装置（反応器内の酸素濃度が管理範囲を超えないように、自動的に窒素によるパージを行い爆発範囲にならないようにする装置）の設置
- 付着した油類は微量であっても着火源により発火するため、酸素用の金属装置や器具類は、製造時に付着した油脂や金属切屑粉等を厳重に清掃、脱脂をする。
特に取り付け時にネジが堅いからといって注油することは最も危険であり、酸素用圧力計には赤い字で禁油の旨が表示されている。
- 酸素過剰は大気圧空気より支燃性が高いことを認識すること。特に酸素中では金属をはじめ、難燃性または不燃性と呼ばれるプラスチック、布、油脂、溶剤等が高温で燃え、金属製密閉装置等では、爆発現象を伴うこともある。
- 高圧空気は酸素ほど支燃性が強くないが、酸素分圧の上昇により発火温度の低下、熱伝導の上昇等で不足の発火をすることあることを認識すること。
- その他、2.1(5)【代表的なリスク低減措置】に示すリスク低減措置も併せて検討する。

【事件事例】

セラミックス工場で、ベンゼンを含んだセラミックス基盤を液体窒素で凍結して取り扱っていたところ、突然爆発が発生し、2 名が死亡、1 名が軽傷を負った。原因は時間とともに冷却に用いた液体窒素に酸素が凝縮して入り込み、ベンゼンなどの有機物を混合して爆発性の物質をつくったものと思われる。

【第 2 部 解説編】

2. プロセス・作業に潜む発火・爆発危険性

2.3. 作業に起因する危険性

(1) ヒューマンエラー

火災や爆発などの事故は、ヒューマンエラー（誤操作や誤認識など）に起因することが少なくありません。化学プラントでは、ヒューマンエラーが原因の災害が全体の 60%であるという報告もあります。

例えば、バルブの開閉作業を作業員が誤り、意図せず不純物が混入することで発火や爆発が発生することもあります。

フルプルーフなど、このようなヒューマンエラーを防ぐ対策がとられていますが、点検を怠り、正常に働かず誤操作が生じてしまうこともあります。

ヒューマンエラーの例

- バルブ開閉の誤操作
- パネルや操作盤のオペレーションミス
- 逆あるいは誤った順番での作業
- 作業のタイミングミス（タイミングの遅れ、作業時間の超過など）等

【代表的なリスク低減措置】

- 異常時に、運転者が介入することなく自動的に必要な処置を実行するように設計する。過剰投入した場合に危険性を誘発する原料は、供給槽の容量に制限を設ける。（誤って全量投入しても安全な容量とする）
- 希釈溶媒の量や冷却系が健全でなければ反応を開始できないようなインターロックシステムを採用する。
- 定量ポンプで投入する原料にはタイマーを設置する。
- 誤操作、化学物質等の取扱い間違い、異常の見落としなどを防止するために、表示・標識を掲示する。

【事事故事例】

塩ビ製造装置で計装用空気圧低下のため、分解ガス圧縮機を切り離して、緊急停止した。バルブ操作を誤り、圧縮機内部の冷却水による直接冷却器（インタークーラー）のバルブ閉止が遅れ、可燃性の分解ガスが噴出し、圧縮機室内で爆発が発生、引き続き火災となった。

圧縮機の緊急停止時の操作は複雑であり、かつその時のバルブ操作を誤ると可燃性ガス噴出の危険があった。

【第2部 解説編】

2. プロセス・作業に潜む発火・爆発危険性

(2) 火気の使用や静電気の発生を伴う作業

化学物質の近くや、化学物質を用いた作業室内での火気の使用（バーナーによる溶接作業など）や火花を生じる作業（金属の研磨など）、静電気を生じる作業（絶縁状態の金属ロータを使用した化学物質の移送など）は、生じた熱による化学物質の昇温や蒸気への着火・爆発のおそれがあります。

【代表的なリスク低減措置】

- 電気火花の管理をすること。電気火花の発生部分は密閉構造にするなどの対策を行う。
- 溶接、溶断等による火花の飛散防止措置および火花の出ない工具の使用する。
- 特に洗浄したドラム缶でも内部に可燃性ガスが残留している可能性を考え、火花の出ない工具による天板の切り取りなどを行う。
- 原材料・設備・装置の帯電防止を行う。
例）静電接地（アース）、多湿化、帯電防止剤の使用、除電器の使用、自然緩和（接地された状態で帯電物体を静置すると導電により電荷が緩和される）など
- 特に炭化水素系の液体は、電気の絶縁体であって、管から流れ出るとき静電気を発生しやすいので、ガソリン・灯油などの輸送時には管や容器を設置するなどの対策が必要となる。
- 衝撃火花の管理をすること。金属の粉碎、衝突、タガネ・ハンマーの使用時には周囲に可燃物や引火性のものがないことを確認する。
- 作業員・作業服の帯電防止を行う。
例）帯電防止靴、帯電防止床、リストストラップ、除電棒、帯電防止服、帯電防止手袋の使用など
- 裸火・高温表面の周囲に可燃物を近づけない。
- 着火源を取り扱う際には、その旨を周知させる。

【事件事例】

トルエンタンクの屋根部の検尺孔からサンプル採取器を使いサンプリング中、突然爆発が起こった。静電気帯電防止対策をまったく取っていなかったため、サンプル採取器に帯電した静電気の放電によりタンク上部の可燃性混合気に着火・爆発した。

大きい引き上げ速度で採取器が静電気帯電し、ゴム手袋での取扱い、採取器の吊上げロープが木綿であったことからアースできずに帯電したままであった。その状態で次のサンプル採取を行ったので、検尺孔の入口で放電した。なお、タンク温度から可燃性混合気を形成していたと推定できる。

【第2部 解説編】

2. プロセス・作業に潜む発火・爆発危険性

2.4. その他の危険性

(1) 高電圧

感電はもちろんのこと、短絡・地絡を起こすとそれ自体が着火の原因となる可能性があります。また、ジュール熱によって電性素材の爆発を引き起こす可能性もあります。

【代表的なリスク低減措置】

- 漏電遮断装置(配線や電気機器に絶縁の低下・破壊が生じて漏電した場合、速やかに電気をとめて災害の発生を防いでくれる安全装置)を設置する。
- 電気機器にはすべて定格電流などの容量が決まっているため、これを超えない範囲で使用する。
- 電気機器は適切に保守し機能を維持する。特に、絶縁性能の状況や保護装置の作動確認、さらに定期的な分解点検を行う。

【事故事例】

ゴム引き加工工場で製品を乾燥中、ゴム糊中のトルエンが爆発した。

乾燥設備の静電気除去用のバー型電極が長期間稼働しておらず表面が汚れており、メーカーの修理点検で未稼働の指摘を受け修理した。事故当日から通電を再開したが、残った汚れが過電流のジュール熱による高熱面で着火したもの。

(2) 大量取扱い

化学物質が大量に存在しているというのは、大量のエネルギーをもっているということと同じですので、異常な状態になるとその大量のエネルギーが解放されて大規模な災害につながる可能性があります。そのため、大量に取り扱う（使用、保管、移送など）ということは、少量に比べると、より危険性が高まりますので注意が必要です。

特に反応プロセスでは、一般的に取り扱う化学物質が増えることで反応熱が体積に比例して大きくなる一方で、除熱は表面積に依存するため、反応熱による発熱が除熱を上回り予期しない反応や暴走反応に至るおそれがあります。

また、大量保管は自己反応性物質や自然発火性物質の発火・爆発の可能性を高めることになります。

【第2部 解説編】

2. プロセス・作業に潜む発火・爆発危険性

【代表的なリスク低減措置】

- 物質及び機器の温度を監視し、可能ならば温度警報を設置する。
- 貯蔵設備は製造設備から離し、安全かつ監視可能な場所に設置する。貯蔵、取扱場所付近は、清掃し、火災予防に注意する。
- 許容される最大貯蔵温度、最大貯蔵量を把握する。
- 化学物質は必要な量を必要な時にのみ購入・保管するようにして、事業所内での使用量、保管量は必要最小限にする。
- 不要な化学物質、使用頻度の少ない化学物質は、保有の必要性を見直して、処分する。
- 化学物質の購入量、使用量、廃棄量を管理し、重複購入はしないようにする。
- 長時間貯蔵すると劣化・変質・反応する物質は、系内物質の滞留を避け、内容物を使い切る。
- すべての反応危険性物質を明確に表示して区別する。表示には、避けるべき項目を記入(例:熱、水)。
- その他、2.1(5)【代表的なリスク低減措置】に示すリスク低減措置も併せて検討する。

【事故事例】

石炭塔内の粉碎・乾燥させた石炭を貯炭していた炭槽（約 100t を貯炭中）において、温度上昇、一酸化炭素濃度の上昇が確認され、その後黒煙が発生。炭槽下部からの払い出しによる対応を行っていたところ爆発が発生した。粉碎・乾燥させ高温となった石炭を、高い気温の中で炭槽の中で大きな塊として、長時間（3 日間以上）放置したことにより内部の発熱が滞留し、温度が上昇し火災に至ったものである。

(3) 液化ガスの使用

気体状のガスよりも密度が高いため、破壊・噴出すると大量のガスが発生します。なお、液化ガスの多くは極低温ですので、2.2 (1)【低温の場合】も参照してください。

【代表的なリスク低減措置】

- 液化ガスに対する危険性を周知する。
- その他、2.1(5)【代表的なリスク低減措置】に示すリスク低減措置も併せて検討する。

【事故事例】

化粧品工場内の容器に整髪料と噴射剤を充填するスプレー容器の充填機において、噴射剤を窒素から LPG に切り替えて運転を開始したところ、爆発して充填機が火災となり、7 名が火傷を負った。原因は、充填ホースの接続を誤っていたため運転中に LPG が漏洩し、部品加温用の電気乾燥機（非防爆）の電気火花により着火したとみられる。

【第 2 部 解説編】**2. プロセス・作業に潜む発火・爆発危険性**

3. 設備・機器に潜む発火・爆発危険性

化学物質に起因する事故は、プラントや作業場に設置されている容器や配管などの設備不良や安全弁や計器などの機器不良などによって化学物質が保有する危険性が顕在化することで起こることが多いことが知られています。

特に配管で連結されている設備や機器の場合、ある特定の箇所で異常が発生すると、その影響が上流や下流にまで波及し、思わぬところで化学物質の危険性が顕在化することがあります。さらに、異常の発生要因は、機器の欠陥や制御系の故障など多岐に渡るため、異常発生時には原因を迅速に把握することは難しいことから、事故に進展するおそれがあります。

そのため、危険性を顕在化させてしまうおそれのある設備や機器に潜む危険性について十分に知り、対策を講じることは化学物質の危険性を顕在化させないためにも非常に重要なことです。

3.1. 容器・配管系の危険性

(1) 配管・ダクト

塩素を含む化学物質や硫化水素などは、配管を腐食し減肉が生じるおそれがあります。さらに振動が伝わると配管が劣化しやすくなり、その結果、配管の開口や割れ、ジョイント部の緩みなどを引き起こし、化学物質が漏えいしたり、異物が混入したりすることがあります。さらに、生じた錆が配管の曲げ加工の箇所蓄積し、閉塞することで管内圧力が上昇し配管が破裂するおそれがあります。

ダクトも配管と同様の危険性がありますが、一般的に耐圧性や強度は配管よりも劣るため注意が必要です。

フレキシブルホースやサイトグラス、ガスケット／シール、ベントなども配管と同様の危険性が知られています。

配管・ダクトの危険性の例

- 配管の腐食・減肉による劣化に起因する配管の割れや内容物の漏えい
- 振動による配管ジョイント部の緩み起因する内容物の漏えい、異物の混入
- 錆の蓄積などによる配管閉塞に起因する配管の破裂
- 設計条件(温度、圧力など)を超える条件下での使用による配管等の破損 等

【代表的なリスク低減措置】

- 腐食に対する適切材料選定をすること。
- 特に水素侵食は、高温・高圧水素流体を取り扱うプラントでは、常に考慮しなければならない重要な問題であり、水素を扱う環境で使用する材料の選定は、ネルソン線図を用い、水素分圧と使用温度条件から決定する。
- 防食管理と点検、検査により予防、監視を行い、事故を未然に防止する。
- 特に水、硫化水素、塩素含有物質による影響の点検、溶接箇所を考慮した設備診断、設備劣化の兆候管理が重要。
- 配管内の流れに起因する配管振動の原因として、圧力脈動、水撃、気液二相流、キャビテーション、音響振動などがあり、それらに対応する設計・対策を施す。

例) 音響振動が問題となる高減圧装置下流で、分岐部母管に全周補強版を巻く等、配管肉厚を上げる施策を実施する。

【事事故例】

神奈川県原油受入基地の屋外タンク貯蔵所付近配管から原油が漏洩した。危険物屋外タンク貯蔵所の付属配管のリモートコントロールバルブの圧抜き（エア抜き）戻り小口径配管が、海からの潮風を絶えず受け、塩分が付着した状況下で、配管の一部が水分の滞留しやすい形状であり、腐食発生したものと推定される。腐食徴候が見られた箇所の、古い塗装は剥がさず重ね塗りしたため、塗膜下で鉄錆が成長、重ね塗りのためこれに気付かず、腐食が進行し、開孔、そして原油が漏洩し海上に流出したと思われる。

【第2部 解説編】

3. 設備・機器に潜む発火・爆発危険性

(2) バルブ

異物などが混入することで、バルブを完全に開けることができずに内容物の流量不足が発生し、液量不足による圧力レベルの変動や温度の変動を引き起こすおそれがあります。

またバルブを完全に閉めることができずに内容物の漏えいや受け入れ先でのオーバーフローを引き起こすおそれがあります

バルブの危険性の例

-異物混入による、バルブ開閉の不具合が生じることに起因する内容物の流量不足や漏えい・受け入れ先のオーバーフロー。 等

【代表的なリスク低減措置】

- 定期的に装置の点検を定期的に行う。
- 誤操作、異常の見落としなどを防止するために、表示・標識を掲示すること。

例)バルブ回転方向など

【事事故事例】

絞りバルブを用いた微小流量制御装置で、ミクロンオーダーのフィルター入り液体の流量を、調節していた。ところが、時間とともに流量が減少し、ついには液体が出なくなった。液体内のフィルターが絞りバルブ内に堆積したためである。対策として、可変容量ポンプで流量を調節するように変更した。

(3) 容器・タンク・コンテナ

酸化性物質や可燃性物質など、混合危険性がある化学物質を同じ場所に保管した場合、地震などによって容器が転倒・破損し、保管されていない化学物質同士が接触することで混合危険性が顕在化するおそれがあります。また、長期間保管（使用）していた容器の点検を怠ることで、容器の劣化に伴う漏えいや、液面計の不具合による実際の液面との不一致に起因するオーバーフローなどの事例も知られています。

さらに、容器の洗浄が不完全で残った残留物などとの混合反応による発火や爆発などのおそれがあります。

容器・タンクの危険性の例

-容器が転倒・破裂することで漏えいした化学物質同士が混合反応を起こすことに起因する発火
 -点検不足による容器の劣化や計器の不具合に起因する漏えいやオーバーフロー
 -加圧・減圧の繰り返しによる容器の変形（座屈）に伴う漏えい
 -容器やタンク洗浄が不完全な場合、残留物の気化による酸素濃度低下や、残留物と投入した化学物質との混合反応を起こすことに起因する発火。 等

【代表的なリスク低減措置】

- 定期的に設備の点検を定期的に行う。
- 地震などによる、転倒・破損に備え、壁や床に固定などの措置を行う。
- コーンルーフ型等のタンクは、内部液体の払出しによって内部が負圧になるおそれがあるため、窒素による圧力維持設備やブリーザーバルブを設けて負圧防止を図っているが、内部液体をそれらの設備の能力を上回って抜出すと負圧に陥ることになるため充分な注意する。（→2.2(2)【低圧の場合】参照）
- その他、2.1(5)【代表的なリスク低減措置】に示すリスク低減措置も併せて検討する。

【第2部 解説編】

3. 設備・機器に潜む発火・爆発危険性

【事故事例】

LSI 工場の分析室で、作業を終了し残った有機溶剤の MEK を廃棄した。その時、隣接した廃棄用ロー
トで、容器形状も似ている廃酸容器に誤って落しこんだ。そのため MEK が反応し爆発した。一見ヒュー
マンエラーだが、安全工学的見地からの検討などが不足していた。

3.2. 機器類の危険性

(1) 圧力放出弁（圧力弁）・ベント

錆や化学物質の凝集などの異物により圧力弁が詰まることで正常に作動せず、内圧が向上し、反応器や配管などからの漏えいや破裂のおそれがあります。

また、内容物放出時の摩擦などにより生じた静電気により、着火するおそれもあります。

圧力放出弁（圧力弁）・ベントの危険性の例

- 異物の詰りによる作動不良に伴う内圧上昇に起因する反応器等の破裂
- 内容物放出時の摩擦などによる静電気発生に起因する内容物への着火
- 圧力弁等の整備不良による化学物質の漏えい等

【代表的なリスク低減措置】

- 気体配管において、安全弁、圧力制御弁やオリフィス等の高減圧装置を用いる場合、高減圧装置下流配管では音響振動が問題となるため、設計時に分岐等の周方向不連続部は極力さける、分岐部母管に全周補強版を巻く等、配管肉厚を上げるなどの施策を実施する。
- 定期的に装置の点検を定期的に行う。

【事故事例】

コハク酸製造設備を運転中、反応缶上部の安全弁の取り付け部から水素が漏れ火炎が立ち上った。原因は、定期修理時に反応缶の安全弁を検査するため着脱を行ったが、取り付け時に規定よりも小さなガスケットを使用し、また、ボルトの締め付けが完全でなかったため、時間経過とともに隙間が生じ、未反応の水素が漏れた。

(2) 攪拌機

攪拌が不十分だと、温度や濃度が不均一となることで生じたホットスポット⁹が原因で化学物質が分解し、容器の破裂や爆発を引き起こす可能性があります。さらに、二層に分離する液体の混合の場合、急激な攪拌の開始などで急激に反応が進行し、想定外の発熱により爆発にいたる事例も知られています。

また内容物の粘度が高い場合、攪拌棒の破損や生じた振動などによるジョイント部の緩みなどが起こるおそれもあります。

攪拌機の危険性の例

- 攪拌が不十分な場合、温度や濃度の不均一によるホットスポットが発生に起因する容器の破裂や爆発
- 二層に分離する液体の急激な攪拌や攪拌開始の順番間違いなどによる急激な反応の進行に起因する爆発
- 反応の結果内容物の粘度が著しく高くなる場合、攪拌棒や機器の破損等

⁹ 温度の高い個所が部分的に発生する現象

【第2部 解説編】

3. 設備・機器に潜む発火・爆発危険性

【代表的なリスク低減措置】

- 攪拌停止により溶剤とモノマーが2相に分離する系では、局部蓄熱するおそれがあるので、温度計の設置高さを変えて両方の相を測定できるようにする。
- 発熱量の大きい反応等において、攪拌翼が折損等で作動しなくなった場合に、モーター電流値の低下を感知し自動で原料供給等の緊急遮断を行う措置を行う。
- 定期的に装置の点検を定期的に行う。
- その他、2.1(5)【代表的なリスク低減措置】に示すリスク低減措置も併せて検討する。

【事故事例】

硫酸バンド（硫酸アルミニウム）の製造装置の反応槽で、高温液の噴出事故があった。濃硫酸を仕込んだ反応槽に約 25 t の水酸化アルミニウムスラッジを 3 時間かけて投入する作業をしていた。その途中で投入を中止し、攪拌機も止めて休憩した。反応熱と硫酸の水による希釈熱で局部的に高温部が生じ、その部分の圧力が上昇して 1 時間半後に反応槽から高温の反応液が噴出した。4 名が火傷を負った。

(3) ポンプ・コンプレッサー

ポンプ内の化学物質中にキャビテーション¹⁰やポンプの振動などにより生じた配管、ジョイント部の劣化に伴う空気等気泡混入が発生し、機器の破損や漏えいなどが起こるおそれがあります。

さらに沈殿や堆積などで生じたスケールを吸い込むことにより機器の破損などが起こるおそれがあります。

特にコンプレッサーの場合、気体を圧縮することなどから想定外の圧力低下や流量低下などを引き起こしやすいことが知られています。

ポンプ・コンプレッサーの危険性の例

- ポンプ内に気泡が発生(または混入)することによる機器の破損や漏えい
- 固形の異物混入によるポンプの破損
- ポンプやコンプレッサーの振動によるジョイント部の緩みなどに起因する内容物の漏えい
- 整備不良等によるコンプレッサー内で滞留した可燃性蒸気への着火等

【代表的なリスク低減措置】

- キャビテーションによる振動を防止するための設計・対策を施す。
例1) 減圧装置まわりの支持の設置
例2) 高減圧となるものについては、キャビテーションを避けるために減圧を一段では行わず、多段で行うように変更をする。
→2.2(2)【低圧の場合】参照
- 定期的に装置の点検を定期的に行う。

¹⁰ 溶存ガスが溶け出すだけでなく、軽質分の蒸発、またはその液体自身の蒸発によりポンプの中で泡が発生して機能しなくなる、機能が低下すること

【第2部 解説編】

3. 設備・機器に潜む発火・爆発危険性

【事故事例】

作業機ポンプでキャビテーションが発生した。吸込み側の配管が直角で、かつ油圧ポンプ入口での分岐が直角のため、吸込み側配管の抵抗が大きく、吸込み圧が許容値以下となったことが原因であった。対策として、曲がり部を大きな曲率とし、分岐部の分岐角度を小さくした。

(4) センサー・計器・コントロール系（制御系）

計測器が故障などの不具合が生じている場合、計測値が実際値よりも過小または過大表示となり、正確な温度管理や圧力管理ができなくなることに起因する爆発などの事例が知られています。さらに、計測値の信号遅れなどが生じている場合、異常な昇温や昇圧が生じていても対応が遅くなるおそれもあります。

また、コントロール系の不具合が生じている場合、指示と異なる動作または動作しないなどが引き起こされることにより、連動する他の機器などに異常が発生するおそれがあります。さらに、異常発生時にコントロールできずに緊急停止など適切な対応が困難になるおそれがあります。

センサー・計器・コントロール系の危険性の例

- 計測器が正確な値を示さない場合、正確な温度や圧力などの管理ができずに反応などの制御不能に起因する爆発。
- 信号遅れなどが生じている場合、異常発生時の対応の遅れ。
- 指示と異なる動作または動作しないなどが生じることによる異常の発生。
- 緊急時に緊急停止など指示ができないことによる対応の遅れ。等

【代表的なリスク低減措置】

- 信頼性が確保のため検知器を複数設置する。
- 検知器3つの内2つが検知した場合緊急停止するなど、冗長化とインターロックシステムを組み合わせる。
- 定期的に装置の点検を定期的に行う。
- マニュアルの作成・改定・見直しおよび作業員の教育・訓練を行う。

【事故事例】

10年間も加熱炉入口側バーナーだけを点火する負荷の偏った運転をした。さらに、原油の種類が変わったにもかかわらず加熱管の適正な負荷分配を行わなかったため、一部の加熱管が破裂した。過去の経験から独善的に判断し、コーキングの点検を部分的にしか行っていなかった。本来温度の高い出口側に温度センサーが集中していて、今回の運転で高温となっていた入り口側には温度センサーがほとんどなかった。以上からコーキングが発生し開口を発生させた。

【第2部 解説編】

3. 設備・機器に潜む発火・爆発危険性

(5) その他機器による危険性

【高温部など熱源がある機器】

乾燥機能など化学物質や製品を温める機能がある機器（熱源がある機器）を使用する場合、化学物質の揮発に伴う発火などの危険性が顕在化するおそれがあります。また、バーナーなどの火源を有する機器を用いる場合、化学物質に引火し火災に繋がるおそれがあります。

そのため、化学物質が高温部に接触するおそれがある機器を使用する場合は、用いる化学物質の熱への危険性に十分注意する必要があります。

詳細は、2.2 (1) **【高温の場合】**を参照してください。

【振動がある機器】

内部に回転体が存在する機器などに配管などが接続されている場合、振動に伴いジョイント部の緩みや亀裂などが生じ、内容物が漏えいするおそれがあります。さらに漏えい物が可燃性物質などの場合、近傍の熱源などと接触し引火するおそれがあります。

そのため、振動が生じる危機を使用する場合は、ジョイント部や配管そのものに不具合（緩みや劣化など）が生じていないか十分に注意する必要があります。

詳細は、3.1 **【容器・配管系の危険性】**、3.2 (1) **【圧力放出弁（圧力弁）・ベント】**、3.1 (2) **【攪拌機】**を参照してください。

【火花や静電気を生じるおそれがある機器】

カッターを用いた金属の切断ややすりを用いた研磨など火花や静電気を生じるおそれがある作業を行う場合、火花や静電気が発生し、近傍の化学物質に引火するおそれがあります。

そのため、火花や静電気を生じるおそれがある機器を使用する場合、アースをとるなどして近傍の化学物質に引火しないよう十分に注意する必要があります。

詳細は、2.3 (2) **【火気の使用や静電気の発生を伴う作業】**を参照してください。

【第2部 解説編】

3. 設備・機器に潜む発火・爆発危険性

図表 A GHS に基づく安全対策一覧

図表 B 爆発性に関わる原子団の例

図表 C 自己反応性に関わる原子団の例

図表 D 過酸化物を生成する物質の例

図表 E 重合反応を起こす物質例

図表 F 一定の危険有害性のある化学物質（640 物質）

図表 G 化学物質の危険性等を学ぶ上で役に立つ資格一覧

図表 H 爆発・火災事故等に関連するデータベース

付録

図表 A GHS に基づく安全対策コード一覧

コード	安全対策	危険有害性クラス	区分	対象・使用条件等
P201	・使用前に取扱説明書を入手すること。	爆発物	不安定爆発物	
P202	・全ての安全注意を読み、理解するまで取り扱わないこと	可燃性・引火性ガス	A, B (化学的に不安定なガス)	
P210	・熱、高温のもの、火花、裸火および他の着火源から遠ざけること。 ・禁煙	爆発物	等級 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5	
		可燃性・引火性ガス	1, 2	
		エアゾール	1, 2, 3	
		引火性液体	1, 2, 3, 4	
		可燃性固体	1, 2	
		自己反応性化学品	タイプ A, B, C, D, E, F	
		自然発火性液体	1	
		自然発火性固体	1	
		酸化性液体	1, 2, 3	
		酸化性固体	1, 2, 3	
		有機過酸化物	タイプ A, B, C, D, E, F	
P211	・裸火または他の着火源に噴霧しないこと。	エアゾール	1, 2	
P220	・衣類および可燃物から遠ざけること。	支燃性・酸化性ガス	1	
		酸化性液体	1, 2, 3	
		酸化性固体	1, 2, 3	
P222	・空気に接触させないこと。	自然発火性液体	1	－危険有害性情報の強調が必要と考えられる場合
		自然発火性固体	1	
P223	・水と接触させないこと。	水反応可燃性化学物質	1, 2	－危険有害性情報の強調が必要と考えられる場合
P230	・(★) にて湿らせておくこと。	爆発物	等級 1.1, 1.2, 1.3, 1.5	－爆発性を減少あるいは抑制するために鈍感剤で湿らせ、希釈、溶解あるいは懸濁させた物質および混合物の場合 (鈍性化爆発物) (★) 製造者／供給者または所管官庁が指定する適当な物質

コード	安全対策	危険有害性クラス	区分	対象・使用条件等
P231	不活性ガス／（★）で取扱い、保管すること。	自然発火性液体	1	（★）不活性ガスが適当でない場合、製造者/供給者または所管官庁が指定する適当な液体またはガス ー物質または混合物が空気中の湿気と速やかに反応する場合 （★）不活性ガスが適当でない場合、製造者/供給者または所管官庁が指定する適当な液体またはガス
		自然発火性固体	1	
		水反応可燃性化学物質	1, 2, 3	
P232	湿気を遮断すること。	水反応可燃性化学物質	1, 2, 3	
P233	容器を密閉しておくこと。	引火性液体	1, 2, 3	ー液体が揮発性で爆発危険性を増す可能性がある場合
		自然発火性液体	1	
		自然発火性固体	1	
P234	他の容器に移し替えないこと。	爆発物	等級 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5	
		自己反応性化学	タイプ A, B, C, D, E, F	
		有機過酸化物	タイプ A, B, C, D, E, F	
		金属腐食性物質	1	
P235	涼しいところに置くこと。	引火性液体	1, 2, 3	ー引火性液体区分 1 および他の引火性液体で揮発性が高く爆発危険性を増す場合 ーP411 がラベルに示されている場合には省略してもよい ーP411 がラベルに示されている場合には省略してもよい ーP411 がラベルに示されている場合には省略してもよい
		自己反応性化学品	タイプ A, B, C, D, E, F	
		自己発熱性化学品	1, 2	
		有機過酸化物	タイプ A, B, C, D, E, F	
P240	容器を接地しアースを取ること	爆発物	等級 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5	ー爆発物が静電的に敏感である場合 ー液体が揮発性であり、爆発する環境をつくる可能性があるとき ー固体が静電的に敏感である場合 ー静電的に敏感であり、爆発する環境をつくる可能性があるとき ー静電的に敏感であり、爆発する環境をつくる可能性があるとき
		引火性液体	1, 2, 3	
		可燃性固体	1, 2	
		自己反応性化学品	タイプ A, B, C, D, E, F	
		有機過酸化物	タイプ A, B, C, D, E, F	

コード	安全対策	危険有害性クラス	区分	対象・使用条件等
P241	防爆型の【電気機器／換気装置／照明機器／…】を使用すること。	引火性液体	1, 2, 3	ー液体が揮発性であり、爆発する環境をつくる可能性があるとき ー【】内の文章は、電気機器、換気装置、照明機器あるいは他の機器を特定するために、必要性がある場合に適切に使用される ー国内規制でより詳細な規定がある場合にはこの注意書きは省略しても良い
		可燃性固体	1, 2	ー粉じん雲が発生する可能性がある場合 ー【】内の文章は、電気機器、換気装置、照明機器あるいは他の機器を特定するために、必要性がある場合に適切に使用される ー国内規制でより詳細な規定がある場合にはこの注意書きは省略しても良い
P242	火花を発生させない工具を使用すること。	引火性液体	1, 2, 3	ー液体が揮発性で爆発危険性を増す可能性がある場合および最少引火エネルギーが非常に低い場合（これは例えば二硫化炭素のように、最少引火エネルギーが 0.1 mJ 未満の物質や混合物に適用される。）
P243	静電気放電に対する措置を講ずること。	引火性液体	1, 2, 3	ー液体が揮発性で爆発する環境をつくる可能性があるとき ー国内規制でより詳細な規定がある場合にはこの注意書きは省略しても良い
P244	バルブや付属品にはグリースおよび油を使用しないこと。	支燃性・酸化性ガス	1	
P250	粉砕／衝撃／摩擦／（★）のような取り扱いをしないこと。	爆発物	不安定爆発物及び等級 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5	ー爆発物が力学的に敏感である場合 （★）製造者/供給者または所管官庁が指定する乱暴な取扱い
P251	使用後を含め、穴を開けたり燃やしたりしないこと。	エアゾール	1, 2, 3	

コード	安全対策	危険有害性クラス	区分	対象・使用条件等
P280	保護手袋／保護衣／保護眼鏡／保護面を着用すること。	爆発物	不安定爆発物及び等級 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5	製造者／供給者または所管官庁が指定する適当な装具の種類
		引火性液体	1, 2, 3, 4	
		可燃性固体	1, 2	
		自己反応性化学品	タイプ A, B, C, D, E, F	
		自然発火性液体	1	
		自然発火性固体	1	
		自己発熱性化学品	1, 2	
		水反応可燃性化学品	1, 2, 3	
		酸化性液体	1, 2, 3	
		酸化性固体	1, 2, 3	
		有機過酸化物	タイプ A, B, C, D, E, F	
P282	耐寒手袋および保護面または保護眼鏡を着用すること。	高圧ガス	深冷液化ガス	
P283	防火服または防災服を着用すること。	酸化性液体	1	
		酸化性固体	1	
P231 + P232	湿気を遮断し、不活性ガス／（★）下で取り扱い保管すること。	自然発火性液体	1	（★）もし「不活性ガス」が適当でない場合には、製造者／供給者または所管官庁が指定する適当な液体又はガス
		自然発火性固体	1	
		水反応可燃性化学品	1, 2, 3	一物質あるいは混合物が空気中の湿度と速やかに反応する場合 （★）「不活性ガス」が適当でない場合には、製造者／供給者または所管官庁が指定する適当な液体又はガス
P377	漏洩ガス火災の場合：漏えいが安全に停止されない限り消火しないこと。	可燃性・引火性ガス	1, 2	

コード	安全対策	危険有害性クラス	区分	対象・使用条件等
P378	消火するために（★）を使用すること。	引火性液体	1, 2, 3, 4	ー水がリスクを増大させる場合 （★）製造者／供給者または所管官庁が 指定する適当な手段
		可燃性固体	1, 2	
		自己反応性化学品	タイプ B, C, D, E, F	
		自然発火性液体	1	
		自然発火性固体	1	
		水反応可燃性化学品	1, 2, 3	
		酸化性液体	1, 2, 3	
		酸化性固体	1, 2, 3	
		有機過酸化物	タイプ B, C, D, E, F	
P381	漏えいした場合、着火源を除去すること。	可燃性・引火性ガス	1, 2	
P390	物的被害を防止するためにも流出したものを吸収すること。	金属腐食性物質	1	
P302 + P334	皮膚に付着した場合：冷たい水に浸すこと【または湿った包帯で覆うこと】。	自然発火性液体	1	ー【】内の文章は自然発火性液体に使用すること。
P306 + P360	衣類にかかった場合：服を脱ぐ前に、直ちに汚染された衣類及び皮膚を多量の水で洗うこと。	酸化性液体	1	
		酸化性固体	1	
P336 + P315	・凍った部分をぬるま湯でとかすこと。 ・受傷部はこすらないこと。 ・直ちに医師に診察／手当てを受けること。	高压ガス	深冷液化ガス	製造者／供給者または所管官庁が選択する診察または手当て
P370 + P376	火災の場合：安全に対処できるならば漏洩を止めること。	支燃性・酸化性ガス	1	
P370 + P378	火災の場合：消火するために（★）を使用すること。	引火性液体	1, 2, 3, 4	ー水がリスクを増大させる場合 （★）製造者／供給者または所管官庁が 指定する適当な手段
		可燃性固体	1, 2	
		自己反応性化学品	タイプ C, D, E, F	
		自然発火性液体	1	
		自然発火性固体	1	
		水反応可燃性化学品	1, 2, 3	
		酸化性液体	1, 2, 3	
		酸化性固体	1, 2, 3	
		有機過酸化物	タイプ C, D, E, F	

コード	安全対策	危険有害性クラス	区分	対象・使用条件等
P302 + P335 + P334	皮膚についた場合：固着していない粒子を皮膚から払いのけ、冷たい水に浸すこと【または湿った包帯で覆うこと】。	自然発火性固体	1	－【】内の文章は自然発火性固体に使用する。
		水反応可燃性化学品	1, 2	－「冷たい水に浸すこと」のみ使用する。 【】内の文章は使用しない。
P303 + P361 + P353	皮膚（または髪）に付着した場合：直ちに汚染された衣類をすべて脱ぐこと。 皮膚を水【またはシャワー】で洗うこと。	引火性液体	1, 2, 3	－製造者／供給者または所管官庁が特定の化学品に対してそれが適当だとした場合には【】内の文章を含める
P370 + P380 + P375	火災の場合：区域より退避させ、爆発の危険性に応じ、離れた距離から消火すること。	爆発物	等級 1.4	－輸送における爆発物区分 1.4S（隔離区分）に対して
		有機過酸化物	タイプ B	
P371 + P380 + P375	大火災の場合で大量にある場合：区域より退避させ、爆発の危険性に応じ、離れた距離から消火すること。	酸化性液体	1	
		酸化性固体	1	
P370 + P372 + P380 + P373	火災の場合：爆発する危険性あり。 区域より退避させること。炎が爆発物に届いたら消火活動をしないこと。	爆発物	不安定爆発物及び 等級 1.1, 1.2, 1.3, 1.5	－輸送における爆発物区分 1.4S（隔離区分）は除く
			等級 1.4	
		自己反応性化学品	タイプ A	
		有機過酸化物	タイプ A	
P370 + P380 + P375 【+ P378】	火災の場合：区域より退避させ、爆発の危険性に応じ、離れた距離から消火すること。【消火するために（★）を使用すること。】	自己反応性化学品	タイプ B	－【】内の文章は水がリスクを大きくする場合に使用する。 （★）製造者／供給者または所管官庁が指定する適当な手段
		有機過酸化物	タイプ B	

コード	安全対策	危険有害性クラス	区分	対象・使用条件等
P401	(★) にしたがって保管すること。	爆発物	不安定爆発物及び 等級 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5	(★) 製造者/供給者または所管官庁が特定する適用できる国際/国/都道府県/市町村の規則
P403	換気の良い場所で保管すること。	可燃性・引火性ガス	1, 2	ー引火性液体区分1および他の引火性液体で揮発性が高く爆発する環境をつくる可能性があるとき ー温度が管理されている自己反応性化学品または有機過酸化物は、濃縮およびそれに伴う凍結が起きるので、除外する
		支燃性・酸化性ガス	1	
		高圧ガス	圧縮ガス、液化ガス、溶解ガス、 深冷液化ガス	
		引火性液体	1, 2, 3, 4	
		自己反応性化学品	タイプ A, B, C, D, E, F	
		有機過酸化物	タイプ A, B, C, D, E, F	
P406	耐腐食性/耐腐食性内張りのある(★) 容器に保管すること。	金属腐食性物質	1	ーP234 がラベルに記載されている場合には省略しても良い (★) 製造者/供給者または所管官庁が指定する他の互換性がある材料
P407	積荷またはパレット間にすきまをあけること。	自己発熱性化学品	1, 2	
P410	日光から遮断すること。	エアゾール	1, 2, 3	ー危険物輸送に関する国連勧告・モデル規則の包装指示 P 200 にしたがっている運送用ガスシリンダーに充填されている場合には削除しても良い、ただしガスが(遅い) 分解や高分子化が起こさず、または所管官庁が他の方法を示さない場合に限る。
		高圧ガス	圧縮ガス、液化ガス、溶解ガス	
		自己発熱性化学品	1, 2	
		有機過酸化物	タイプ A, B, C, D, E, F	
P411	(★) °C以下の温度で保管すること。	自己反応性化学品	タイプ A, B, C, D, E, F	ー 温度管理が必要な場合 (GHS2.8.2.3 または 2.15.2.3 により) あるいは他の方法が必要と考えられる場合 (★) 製造者・供給者または所管官庁が適用可能な温度計を用いて指定した温度
		有機過酸化物	タイプ A, B, C, D, E, F	

コード	安全対策	危険有害性クラス	区分	対象・使用条件等
P413	(★) kg 以上の大量品は (★) °C 以下の温度で保管すること。	自己発熱性化学品	1, 2	(★) 製造者／供給者または所管官庁が指定する適用可能な計測器を用いた量と温度
P420	隔離して保管すること。	自己反応性化学品	タイプ A, B, C, D, E, F	
		自己発熱性化学品	1, 2	
		酸化性液体	1	
		酸化性固体	1	
		有機過酸化物	タイプ A, B, C, D, E, F	
P402 + P404	乾燥した場所または密閉容器に保管すること。	水反応可燃性化学品	1, 2, 3	
P403 + P235	換気の良い場所で保管すること。涼しいところに置くこと。	引火性液体	1, 2, 3	－引火性液体区分 1 および揮発性があり爆発する環境を作る可能性のある液体
P410 + P403	日光から遮断し、換気の良い場所で保管すること。	高圧ガス	圧縮ガス、液化ガス、溶解ガス	－P410 は、危険物輸送に関する国連勧告・モデル規則の包装指示 P 200 にしているが、充満されている場合には削除しても良い。ただしガスが（遅い）分解や高分子化が起こさず、または所管官庁が他の方法を示さない場合に限る。
P410 + P412	日光から遮断し、50°C 以上の温度にはく露しないこと。	エアゾール	1, 2, 3	製造者／供給者または所管官庁が指定する適用可能な温度計を用いる
P501	内容物/容器を (★) に廃棄すること。	爆発物	不安定爆発物及び等級 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5	(★) 国際／国／都道府県／市町村の規則（明示する）に従って製造者／供給者または所管官庁が指定する内容物、容器またはその両者に適用する廃棄物要件
		引火性液体	1, 2, 3, 4	
		自己反応性化学品	タイプ A, B, C, D, E, F	
		水反応可燃性化学品	1, 2, 3	
		酸化性液体	1, 2, 3	
		酸化性固体	1, 2, 3	
		有機過酸化物	タイプ A, B, C, D, E, F	

※詳細は、GHS パープルブック第 5 版を参照してください。

図表 B 爆発性に関わる原子団の例

原子団	例
不飽和の C-C 結合 C=C、C≡C	アセチレン類、アセチリド類、1,2-ジエン類
C-金属 N-金属	グリニャール試薬、有機リチウム化合物
隣接した窒素原子 N-N	アジド類、脂肪族アゾ化合物、ジアゾニウム塩類、ヒドラジン類、スルホニルヒドラジド類
隣接した酸素原子 O-O	パーオキシド類、オゾニド類
N-O	ヒドロキシルアミン類、硝酸塩類、硝酸エステル類、ニトロ化合物、ニトロソ化合物、N-オキシド類、1,2-オキサゾール類
N-ハロゲン	クロルアミン類、フルオロアミン類
O-ハロゲン	塩素酸塩類、過塩素酸塩類、ヨードシル化合物

※詳細は、国際連合「危険物の輸送に関する国連勧告、試験および判定基準」を参照してください

図表 C 自己反応性に関わる原子団の例

原子団	例
相互反応性グループ	アミノニトリル類、ハロアニリン類、酸化性酸の有機塩類
S=O	ハロゲン化スルホニル類、スルホニルシアニド類、スルホニルヒドラジド類
P-O	亜リン酸塩類
歪のある環	エポキシド類、アジリジン類
不飽和結合	オレフィン類、シアン酸化合物

※詳細は、国際連合「危険物の輸送に関する国連勧告、試験および判定基準」を参照してください

図表 D 過酸化物を生成する物質の例

	化学構造の一部	説明
有機化合物	$\text{CH}_2\text{-O-R}$	α 位に水素を持つエーテル、特に環状エーテルや一級、二級アルコール族に関するエーテルは、空気及び光の暴露で危険な爆発性の過酸化物を生成する
	CH(-O-R)_2	α 位に水素を持つアセタール
	C=C-CH	ほとんどのアルケンを含むアリル化合物（アリル位に水素を持つオレフィン）
	C=C-X	ハロオレフィン（例：クロロオレフィン、フルオロオレフィン）
	C=CH	ビニルエステル、ビニリデンエステル・エーテル、スチレン
	C=C-C=C	1,3-ジエン
	$\text{CH-C}\equiv\text{CH}$	α 位に水素を持つアルキルアセチレン
	$\text{C=CH-C}\equiv\text{CH}$	α 位に水素を持つビニルアセチレン
		テトラヒドロナフタレン
	$(\text{R})_2\text{CH-Ar}$	三級水素を持つアルキルアレーン（例：クメン）
	$(\text{R})_3\text{CH}$	三級水素を持つアルカン及びシクロアルカン（例： <i>tert</i> -ブタン、イソプロピル化合物、デカヒドロナフタレン）
	$\text{C=CH-CO}_2\text{R}$	アクリレート，メタクリレート
	$(\text{R})_2\text{CH-OH}$	二級アルコール
	O=C(R)-CH	α 位に水素を持つケトン
	O=CH	アルデヒド
	O=C-NH-CH	窒素に結合している炭素に水素を持つ置換ウレア、アミド、ラクタム
	CH-M	炭素に結合している金属を持つ有機金属化合物
無機化合物	カリウム、ルビジウム、セシウムのようなアルカリ金属	
	金属アミド（例： NaNH_2 ）	
	金属アルコキシド（例：ナトリウム- <i>tert</i> -ブトキシド）	

※詳細は、AIChE/CCPS「Essential Practices for Managing Chemical Reactivity Hazards」を参照してください

図表 E 重合反応を起こす物質例

化学構造の一部	代表例
アセチレン化合物 $C\equiv C$	プロピオールアルデヒド、3-プロピノール
エポキシド $\begin{array}{c} >\text{C}-\text{C}< \\ \\ \text{O} \end{array}$	エチレンオキシド、プロピオンオキシド
アルケン $-C=C-$	エチレン
ビニル $CH_2=CH-$	プロピレン、スチレン、アクリル酸、アクリル酸メチル、酢酸ビニル、アクリルアルデヒド、メチルビニルエーテル、メチルビニルケトン、アクリル酸エチル、アクリルアミド、塩化アクリロイル、ビニルピリジン
アリル化合物 $CH_2=CHCH_2-$	アリルアルコール、硫酸ジアリル、ホスホン酸ジアリル、4-トルエンスルホン酸アリル
ジエン $C=C=C$ $C=C-C=C$	1,3-ブタジエン、1,2-ブタジエン、シクロペンタジエン
ハロアルケン $-C=CX$	2-クロロ-1,3-ブタジエン、クロロエチレン、1,1-ジクロロエチレン、テトラフルオロエチレン
その他の二重結合化合物 $-C=C-$	メタクリル酸、メタクリル酸メチル
シアノ化合物 $-C\equiv N$ $C\equiv N-$	シアン化水素、シアナミド、アクリロニトリル、ジイソシアナートメタン
アジリジン $\begin{array}{c} \text{R}-\text{CH} \\ \\ \text{NH} \end{array} \text{CH}_2$	アジリジン、2-メチルアジリジン
アルデヒド $-CHO$	ホルムアルデヒド

図表 F SDS 交付義務対象物質の一覧

(物質名の頭の記号は対象となる範囲(重量%)を示し、●は0.1%以上、○は1%以上、◆はすべてが対象)

物質名			
製造許可の対象物質			
● ジクロロベンジジン及びその塩	● 1-アリルオキシ-2, 3-エポキシプロパン	● エタノール	
○ アルファーナフチルアミン及びその塩	● アリル水銀化合物	○ エタンチオール	
● 塩素化ビフェニル(別名PCB)	● アリル-ノルマル-プロピルジスルフィド	● エチリデンノルボルネン	
● オルトトリジン及びその塩	○ 亜りん酸トリメチル	○ エチルアミン	
● ジアニシジン及びその塩	○ アルキルアルミニウム化合物	● エチルエーテル	
● ベリリウム及びその化合物	● アルキル水銀化合物	○ エチル-セカンダリーベンチルケトン	
● ベンゾトリクロリド	3-(アルファーアセトニルベンジル)-4-ヒドロキシマリン(別名ワルファリン)	エチル-パラ-ニトロフェニルチオノベンゼンホスホネイト(別名EPN)	
文書交付義務物質	● アルファ, アルファ-ジクロロトルエン	○ エチル-S-フェニル=エチルホスホノチオロチオナート(別名ホノホス)	
● アクリルアミド	● アルファ-メチルスチレン	● 2-エチルヘキサノール	
○ アクリル酸	○ アルミニウム水溶性塩	● エチルベンゼン	
● アクリル酸エチル	● アンチモン及びその化合物	○ エチルメチルケトンペルオキシド	
● アクリル酸ノルマル-ブチル	● アンモニア	● N-エチルモルホリン	
● アクリル酸2-ヒドロキシプロピル	3-イソシアナトメチル-3, 5, 5-トリメチルシクロヘキシル=イソシアネート	● エチレンイミン	
● アクリル酸メチル	● イソシアナ酸メチル	● エチレンオキシド	
● アクリロニトリル	● イソブレン	● エチレングリコール	
○ アクロレイン	● N-イソプロピルアニリン	○ エチレングリコールモノイソプロピルエーテル	
○ アジ化ナトリウム	N-イソプロピルアミノホスホン酸O-エチル-O-(3-メチル-4-メチルチオフェニル)(別名フェナミホス)	● エチレングリコールモノエチルエーテル(別名セロソルブ)	
○ アジピン酸	○ イソプロピルアミン	● エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート(別名セロソルブアセテート)	
○ アジポニトリル	● イソプロピルエーテル	エチレングリコールモノノルマル-ブチルエーテル(別名ブチルセロソルブ)	
● アセチルサリチル酸(別名アスピリン)	3'-イソプロポキシ-2-トリフルオロメチルベンズアニリド(別名フルトラニル)	エチレングリコールモノメチルエーテル(別名メチルセロソルブ)	
● アセトアミド	○ イソペンチルアルコール(別名イソアミルアルコール)	● エチレングリコールモノメチルエーテルアセテート	
● アセトアルデヒド	● イソホロン	● エチレンクロロヒドリン	
○ アセトニトリル	○ 一塩化硫黄	● エチレンジアミン	
○ アセトフェノン	● 一酸化炭素	1, 1'-エチレン-2, 2'-ビピリジニウム=ジプロミド(別名ジクアット)	
● アセトン	○ 一酸化窒素	○ 2-エトキシ-2, 2-ジメチルエタン	
● アセトンシアノヒドリン	● 一酸化二窒素	2-(4-エトキシフェニル)-2-メチルプロピル=3-フェノキシベンジルエーテル(別名エトフェンブロックス)	
● アニリン	○ イットリウム及びその化合物	● エピクロロヒドリン	
○ アミド硫酸アンモニウム	○ イブシロン-カプロラクタム	○ 1, 2-エポキシ-3-イソプロポキシプロパン	
● 2-アミノエタノール	● 2-イミダゾリジンチオン		
○ 4-アミノ-6-ターシャリーブチル-3-メチルチオ-1, 2, 4-トリアジン-5(4H)-オン(別名メトリブジン)	4, 4'-(4-イミノシクロヘキサー-2, 5-ジエニリデンメチル)ジアニリン塩酸塩(別名CIベシックレッド9)		
● 3-アミノ-1H-1, 2, 4-トリアゾール(別名アミトロール)	○ インジウム		
○ 4-アミノ-3, 5, 6-トリクロロピリジン-2-カルボン酸(別名ピクロラム)	● インジウム化合物		
○ 2-アミノピリジン	● インデン		
● 亜硫酸水素ナトリウム	● ウレタン		
○ アリルアルコール			

● 2, 3-エポキシ-1-プロパノール	● ガソリン	● 軽油
● 2, 3-エポキシ-1-プロパノール	● カテコール	● けつ岩油
● 2, 3-エポキシプロピル=フェニルエーテル	● カドミウム及びその化合物	○ ケテン
○ エメリー	● カーボンブラック	○ ゲルマン
● エリオナイト	○ カルシウムシアナミド	● 鉱油
● 塩化亜鉛	● ぎ酸	○ 五塩化りん
● 塩化アリル	○ ぎ酸エチル	○ 固形パラフィン
● 塩化アンモニウム	○ ぎ酸メチル	● 五酸化バナジウム
○ 塩化シアン	● キシリジン	● コバルト及びその化合物
● 塩化水素	● キシレン	○ 五弗化臭素
○ 塩化チオニル	● 銀及びその水溶性化合物	● コールタール
● 塩化ビニル	○ クメン	○ コールタールナフサ
● 塩化ベンジル	● グルタルアルデヒド	● 酢酸
○ 塩化ベンゾイル	● クレオソート油	○ 酢酸エチル
○ 塩化ホスホリル	○ クレゾール	○ 酢酸1, 3-ジメチルブチル
○ 塩素	● クロム及びその化合物	● 酢酸鉛
● 塩素化カンフェン(別名トキサフェン)	○ クロロアセチル=クロリド	● 酢酸ビニル
○ 塩素化ジフェニルオキシド	● クロロアセトアルデヒド	○ 酢酸ブチル
● 黄りん	○ クロロアセトン	○ 酢酸プロピル
● 4, 4'-オキシビス(2-クロロアニリン)	● クロロエタン(別名塩化エチル)	○ 酢酸ベンジル
● オキシビス(チオホスホン酸)	● 2-クロロ-4-エチルアミノ-6-イソプロピルアミノ-1, 3, 5-トリアジン(別名アトラジン)	● 酢酸ベンチル(別名酢酸アミル)
● O, O, O', O'-テトラエチル(別名スルホテップ)	● 4-クロロ-オルト-フェニレンジアミン	○ 酢酸メチル
○ 4, 4'-オキシビスベンゼンスルホニルヒドラジド	● クロロジフルオロメタン(別名HCFC-22)	● サチライシン
○ オキシビスホスホン酸四ナトリウム	● 2-クロロ-6-トリクロロメチルピリジン(別名ニトラピリン)	○ 三塩化りん
○ オクタクロナフタレン	● 2-クロロ-1, 1, 2-トリフルオロエチルジフルオロメチルエーテル(別名エンフルラン)	○ 酸化亜鉛
● 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 8-オクタクロ-2, 3, 3a, 4, 7, 7a-ヘキサヒドロ-4, 7-メタノ-1H-インデン(別名クロルデン)	○ 1-クロロ-1-ニトロプロパン	○ 酸化アルミニウム
○ 2-オクタノール	○ クロロピクリン	○ 酸化カルシウム
○ オクタン	● クロロフェノール	○ 酸化チタン(IV)
● オゾン	● 2-クロロ-1, 3-ブタジエン	○ 酸化鉄
● オメガ-クロロアセトフェノン	○ 2-クロロプロピオン酸	● 1, 2-酸化ブチレン
● オーラミン	● 2-クロロベンジリデンマロニトリル	● 酸化プロピレン
● オルト-アニシジン	● クロロベンゼン	● 酸化メシチル
○ オルト-クロロスチレン	○ クロロペンタフルオロエタン(別名CFC-115)	○ 三酸化二ほう素
● オルト-クロトルエン	● クロロホルム	○ 三臭化ほう素
○ オルト-ジクロロベンゼン	● クロロメタン(別名塩化メチル)	○ 三弗化塩素
○ オルト-セカンダリーブチルフェノール	● 4-クロロ-2-メチルアニリン及びその塩酸塩	○ 三弗化ほう素
● オルト-ニトロアニソール	● クロロメチルメチルエーテル	○ 次亜塩素酸カルシウム
○ オルト-フタロジニトリル		● N, N'-ジアセチルベンジジン
● 過酸化水素		● ジアセトンアルコール
		● ジアゾメタン
		● シアナミド
		● 2-シアノアクリル酸エチル
		● 2-シアノアクリル酸メチル
		● 2, 4-ジアミノアニソール
		● 4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル

● 4, 4'-ジアミノジフェニルスルフィド	○ ジクロロテトラフルオロエタン (別名CFC-114)	[1, 1'-ビフェニル]-4-イル]アゾ]-7-ヒドロキシ-
● 4, 4'-ジアミノ-3, 3'-ジメチルジフェニルメタン	2, 2-ジクロロ-1, 1, 1-トリフルオロエタン (別名HCFC-123)	1, 3-ナフタレンジスルホナート (別名CIアシッドレッド114)
● 2, 4-ジアミノトルエン	○ 1, 1-ジクロロ-1-ニトロエタン	ジナトリウム=3-ヒドロキシ-4-[(2, 4, 5-トリメチルフェニル)アゾ]-2, 7-ナフタレンジスルホナート (別名ボンソー3R)
● 四アルキル鉛	3-(3, 4-ジクロロフェニル)-1, 1-ジメチル尿素 (別名ジウロン)	● 2, 4-ジニトロトルエン
○ シアン化カリウム	○ 2, 4-ジクロロフェノキシエチル硫酸ナトリウム	● ジニトロベンゼン
○ シアン化カルシウム	● 2, 4-ジクロロフェノキシ酢酸	○ 2-(ジ-ノルマル-ブチルアミノ)エタノール
○ シアン化水素	● 1, 4-ジクロロ-2-ブテン	○ ジ-ノルマル-プロピルケトン
● シアン化ナトリウム	● ジクロロフルオロメタン (別名HCFC-21)	● ジビニルベンゼン
○ ジイソブチルケトン	● 1, 2-ジクロロプロパン	● ジフェニルアミン
○ ジイソプロピルアミン	○ 2, 2-ジクロロプロピオン酸	○ ジフェニルエーテル
○ ジエタノールアミン	● 1, 3-ジクロロプロペン	● 1, 2-ジブromoエタン (別名EDB)
○ 2-(ジエチルアミノ)エタノール	● ジクロロメタン (別名二塩化メチレン)	● 1, 2-ジブromo-3-クロロプロパン
○ ジエチルアミン	○ 四酸化オスミウム	○ ジブromoジフルオロメタン
○ ジエチルケトン	○ ジシアン	● ジベンゾイルペルオキシド
ジエチル-パラ-ニトロフェニルチオホスフェイト (別名パラチオン)	○ ジシクロペンタジエニル鉄	○ ジボラン
● 1, 2-ジエチルヒドラジン	○ ジシクロペンタジエン	● N, N-ジメチルアセトアミド
● ジエチレントリアミン	● 2, 6-ジ-ターシャリーブチル-4-クレゾール	○ N, N-ジメチルアニリン
● 四塩化炭素	1, 3-ジチオラン-2-イリデンマロン酸ジイソプロピル (別名イソプロチオラン)	[4-[[4-(ジメチルアミノ)フェニル][4-(エチル(3-スルホベンジル)アミノ)フェニル]メチリデン]シクロヘキサン-2, 5-ジエン-1-イリデン](エチル)(3-スルホナトベンジル)アンモニウムナトリウム塩 (別名ベンジルバイオレット4B)
● 1, 4-ジオキサン	○ ジチオリン酸O-エチル-O-(4-メチルチオフェニル)-S-ノルマル-プロピル (別名スルプロホス)	● ジメチルアミン
○ 1, 4-ジオキサン-2, 3-ジイルジチオビス(チオホスホン酸)O, O, O', O'-テトラエチル (別名ジオキサチオン)	ジチオリン酸O, O-ジエチル-S-(2-エチルチオエチル) (別名ジスルホトン)	ジメチルエチルメルカプトエチルチオホスフェイト (別名メチルジメトン)
● 1, 3-ジオキサラン	ジチオリン酸O, O-ジメチル-S-[[4-オキソ-1, 2, 3-ベンゾトリアジン-3(4H)-イル]メチル] (別名アジンホスメチル)	● ジメチルエトキシラン
● シクロヘキサノール	ジチオリン酸O, O-ジメチル-S-1, 2-ビス(エトキシカルボニル)エチル (別名マラチオン)	ジメチルカルバモイル=クロリド
● シクロヘキサノン	ジナトリウム=4-[(2, 4-ジメチルフェニル)アゾ]-3-ヒドロキシ-2, 7-ナフタレンジスルホナート (別名ボンソー-MX)	ジメチル-2, 2-ジクロロビニルホスフェイト (別名DDVP)
● シクロヘキサミン	○ ジナトリウム=8-[[3, 3'-ジメチル-4'-[[4-[[4-(4-メチルフェニル)スルホニル]オキシ]フェニル]アゾ]	● ジメチルジスルフィド
● 2-シクロヘキシルビフェニル		● N, N-ジメチルニトロソアミン
○ シクロヘキセン		ジメチル-パラ-ニトロフェニルチオホスフェイト (別名メチルパラチオン)
○ シクロペンタジエニルトリカルボニルマンガ		● ジメチルヒドラジン
○ シクロペンタジエン		
○ シクロペンタン		
○ ジクロロアセチレン		
● ジクロロエタン		
● ジクロロエチレン		
● 3, 3'-ジクロロ-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン		
○ ジクロロジフルオロメタン (別名CFC-12)		
○ 1, 3-ジクロロ-5, 5-ジメチルイミダゾリジン-2, 4-ジオン		
○ 3, 5-ジクロロ-2, 6-ジメチル-4-ピリジノール (別名クロピドール)		

1, 1'-ジメチル-4, 4'- ○ ビピリジニウム=ジクロリド (別名バラコート)	3, 5-チアアジアジン-4-オ ン(別名ブプロフェジン)	N-(1, 1, 2, 2-テトラクロ ロエチルチオ)-1, 2, 3, 6 -テトラヒドロフタルイミド(別 名キャプタフォル)
1, 1'-ジメチル-4, 4'- ○ ビピリジニウムニメタンスルホ ン酸塩	● タリウム及びその水溶性化 合物	● テトラクロロエチレン(別名バ ークロルエチレン)
2-(4, 6-ジメチル-2-ピ リミジニルアミノカルボニルア ミノスルフォニル)安息香酸メ チル(別名スルホメチロンメ チル)	● 炭化けい素	○ 4, 5, 6, 7-テトラクロロー 1, 3-ジヒドロベンゾ[c]フラ ン-2-オン(別名フサライ ド)
● N, N-ジメチルホルムアミド	○ タングステン及びその水溶性 化合物	○ テトラクロロジフルオロエタン (別名CFC-112)
1-[(2, 5-ジメトキシフェニ ル)アゾ]-2-ナフトール(別 名シトラスレッドナンパー2)	○ タンタル及びその酸化物	● 2, 3, 7, 8-テトラクロロジ ベンゾ-1, 4-ジオキシン
● 臭化エチル	○ チオジ(パラフェニレン)- ジオキシービス(チオホスホン 酸)O, O, O', O'-テトラメ チル(別名テメホス)	○ テトラクロロナフタレン
○ 臭化水素	● チオ尿素	テトラナトリウム=3, 3'- [(3, 3'-ジメチル-4, 4'- -ビフェニリレン)ビス(アゾ)]
● 臭化メチル	4, 4'-チオビス(6-ターシ ャリーブチル-3-メチルフェ ノール)	● ビス[5-アミノ-4-ヒドロキ シー-2, 7-ナフタレンジスル ホナート](別名トリパンプル ー)
● しゅう酸	● チオフェノール	テトラナトリウム=3, 3'- [(3, 3'-ジメトキシ-4, 4'- -ビフェニリレン)ビス(アゾ)]
○ 臭素	チオリン酸O, O-ジエチル -O-(2-イソプロピル-6 -メチル-4-ピリミジニル) (別名ダイアジノン)	● ビス[5-アミノ-4-ヒドロキ シー-2, 7-ナフタレンジスル ホナート](別名CIダイレクト ブルー15)
● 臭素化ビフェニル	チオリン酸O, O-ジエチル -エチルチオエチル(別名ジ メトン)	● テトラニトロメタン
○ 硝酸	チオリン酸O, O-ジエチル -O-(6-オキソ-1-フェ ニル-1, 6-ジヒドロ-3- ピリダジニル)(別名ピリダフェ ンチオン)	○ テトラヒドロフラン
◆ 硝酸アンモニウム	○ 4, 4'-チオビス(6-ターシ ャリーブチル-3-メチルフェ ノール)	● テトラフルオロエチレン
○ 硝酸ノルマル-プロピル	チオリン酸O, O-ジエチル -O-(3, 5, 6-トリクロロ -2-ピリジニル)(別名クロル ピリホス)	○ 1, 1, 2, 2-テトラブromoエタ ン
● しょう腦	○ 4, 4'-チオビス(6-ターシ ャリーブチル-3-メチルフェ ノール)	○ テトラブromoメタン
○ シラン	チオリン酸O, O-ジエチル -O-[4-(メチルスルフィ ニル)フェニル](別名フェンスル ホチオン)	○ テトラメチルこはく酸ニトリル
● シリカ	● O-(2, 4, 5-トリクロロフェ ニル)(別名ロンネル)	● テトラメチルチウラムジスル フィド(別名チウラム)
○ ジルコニウム化合物	○ 4, 4'-チオビス(6-ターシ ャリーブチル-3-メチルフェ ノール)	○ テトラメトキシシラン
○ 人造鉱物繊維	チオリン酸O, O-ジメチル -O-(3-メチル-4-ニトロ フェニル)(別名フェニトロチ オン)	● テトリル
● 水銀及びその無機化合物	○ 4, 4'-チオビス(6-ターシ ャリーブチル-3-メチルフェ ノール)	○ テルフェニル
○ 水酸化カリウム	チオリン酸O, O-ジメチル -O-(3-メチル-4-メチル チオフェニル)(別名フェンチ オン)	● テルル及びその化合物
○ 水酸化カルシウム	○ デカボラン	● テレピン油
○ 水酸化セシウム	○ 鉄水溶性塩	● テレフタル酸
○ 水酸化ナトリウム	1, 4, 7, 8-テトラアミノアン トラキノン(別名ジスパー スブルー1)	● 銅及びその化合物
○ 水酸化リチウム	● テトラエチルチウラムジスル フィド(別名ジスルフィラム)	● 灯油
● 水素化リチウム	○ テトラエチルピロホスフェイト (別名TEPP)	● トリエタノールアミン
● すず及びその化合物	○ テトラエトキシシラン	○ トリエチルアミン
● スチレン	1, 1, 2, 2-テトラクロロエタ ン(別名四塩化アセチレン)	● トリクロロエタン
○ ステアリン酸亜鉛		● トリクロロエチレン
○ ステアリン酸ナトリウム		● トリクロロ酢酸
● ステアリン酸鉛		○ 1, 1, 2-トリクロロ-1, 2, 2-トリフルオロエタン
○ ステアリン酸マグネシウム		
○ ストリキニーネ		
○ 石油エーテル		
○ 石油ナフサ		
○ 石油ベンジン		
○ セスキ炭酸ナトリウム		
● セレン及びその化合物		
2-ターシャリーブチルイミ ノ		
○ -3-イソプロピル-5-フェ ニルテトラヒドロ-4H-1,		

○ トリクロロナフタレン	◆ ニトログリセリン	● ヒドラジーン水和物
● 1, 1, 1-トリクロロ-2, 2-ビス(4-クロロフェニル)エタン(別名DDT)	◆ ニトロセルローズ	● ヒドロキノン
● 1, 1, 1-トリクロロ-2, 2-ビス(4-メトキシフェニル)エタン(別名メトキシクロル)	● N-ニトロソモルホリン	● 4-ビニル-1-シクロヘキセン
● 2, 4, 5-トリクロロフェノキシ酢酸	● ニトロトルエン	● 4-ビニルシクロヘキセンジオキソド
● トリクロロフルオロメタン(別名CFC-11)	● ニトロプロパン	○ ビニルトルエン
● 1, 2, 3-トリクロロプロパン	● ニトロベンゼン	○ ビフェニル
○ 1, 2, 4-トリクロロベンゼン	● ニトロメタン	○ ペラジン二塩酸塩
○ トリクロロメチルスルフェニルクロリド	○ 乳酸ノルマル-ブチル	● ピリジン
● N-(トリクロロメチルチオ)-1, 2, 3, 6-テトラヒドロフタルイミド(別名キャプタン)	● 二硫化炭素	● ビレトラム
○ トリシクロヘキシルすず=ヒドロキソド	○ ノナン	● フェニルオキシラン
● 1, 3, 5-トリス(2, 3-エポキシプロピル)-1, 3, 5-トリアジン-2, 4, 6(1H, 3H, 5H)-トリオン	○ ノルマル-ブチルエチルケトン	● フェニルヒドラジン
● トリス(N, N-ジメチルジチオカルバメート)鉄(別名ファーマム)	● ノルマル-ブチル-2, 3-エポキシプロピルエーテル	● フェニルホスフィン
● トリニトロトルエン	● N-[1-(N-ノルマル-ブチルカルバモイル)-1H-2-ベンゾイミダゾリル]カルバミン酸メチル(別名ベノミル)	● フェニレンジアミン
○ トリフェニルアミン	● 白金及びその水溶性塩	● フェノチアジン
● トリプロモメタン	○ ハフニウム及びその化合物	● フェノール
○ 2-トリメチルアセチル-1, 3-インダンジオン	○ パラ-アニシジン	○ フェロバナジウム
○ トリメチルアミン	● パラ-クロロアニリン	● 1, 3-ブタジエン
○ トリメチルベンゼン	● パラ-ジクロロベンゼン	● ブタノール
● トリレンジイソシアネート	● パラ-ジメチルアミノアゾベンゼン	● フタル酸ジエチル
● トルイジン	● パラ-ターシャリーブチルトルエン	● フタル酸ジ-ノルマル-ブチル
● トルエン	● パラ-ニトロアニリン	○ フタル酸ジメチル
● ナフタレン	● パラ-ニトロクロロベンゼン	● フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)(別名DEHP)
○ 1-ナフチルチオ尿素	○ パラ-フェニルアゾアニリン	○ ブタン
○ 1-ナフチル-N-メチルカルバメート(別名カルバリル)	○ パラ-ベンゾキノ	● 1-ブタンチオール
● 鉛及びその無機化合物	○ パラ-メトキシフェノール	○ 弗化カルボニル
● 二亜硫酸ナトリウム	○ パリウム及びその水溶性化合物	○ 弗化ビニリデン
● ニコチン	◆ ピクリン酸	● 弗化ビニル
○ 二酸化硫黄	○ ビス(2, 3-エポキシプロピル)エーテル	● 弗素及びその水溶性無機化合物
○ 二酸化塩素	● 1, 3-ビス[(2, 3-エポキシプロピル)オキシ]ベンゼン	● 2-ブテナール
● 二酸化窒素	○ ビス(2-クロロエチル)エーテル	○ フルオロ酢酸ナトリウム
○ 二硝酸プロピレン	● ビス(2-クロロエチル)スルフィド(別名マスタードガス)	● フルフラール
● ニッケル及びその化合物	● N, N-ビス(2-クロロエチル)メチルアミン-N-オキシド	○ フルフリルアルコール
● ニトリロ三酢酸	○ ビス(ジチオリン酸)S, S'-メチレン-O, O, O', O'-テトラエチル(別名エチオン)	● 1, 3-プロパンスルホン
● 5-ニトロアセナフテン	○ ビス(2-ジメチルアミノエチル)エーテル	○ プロピオン酸
○ ニトロエタン	● 砒素及びその化合物	● プロピルアルコール
○ ニトログリコール	● ヒドラジン	● プロピレンイミン
		○ プロピレングリコールモノメチルエーテル
		○ 2-プロピン-1-オール
		● プロモエチレン
		2-ブromo-2-クロロ-1,
		○ 1, 1-トリフルオロエタン(別名ハロタン)
		○ ブロモクロメタン
		● ブロモジクロメタン

5-ブromo-3-セカンダリー ブチル-6-メチル-1, 2, ● 3, 4-テトラヒドロピリミジン -2, 4-ジオン(別名プロマ シル)	タクロー-3a, 4, 7, 7a-テ トラヒドロ-4, 7-メタノ-1 H-インデン(別名ヘプタク ロル)	● メタンスルホン酸メチル
○ ブロモトリフルオロメタン	○ ヘプタン	● メチラール
● 2-ブromopropan	● ペルオキシ二硫酸アンモニウ ム	○ メチルアセチレン
● ヘキサクロロエタン	● ペルオキシ二硫酸カリウム	○ N-メチルアニリン
1, 2, 3, 4, 10, 10-ヘキ サクロー-6, 7-エポキシ- ● 1, 4, 4a, 5, 6, 7, 8, 8a- オクタヒドロ-エキソ-1, 4- -エンド-5, 8-ジメタノナ フタレン(別名ディルドリン)	● ペルオキシ二硫酸ナトリウム	2, 2'-[[4-(メチルアミノ) -3-ニトロフェニル]アミノ] ● ジエタノール(別名HCブルー ナンバー1)
1, 2, 3, 4, 10, 10-ヘキ サクロー-6, 7-エポキシ- ○ 1, 4, 4a, 5, 6, 7, 8, 8a- オクタヒドロ-エンド-1, 4- -エンド-5, 8-ジメタノナ フタレン(別名エンドリン)	● ペルフルオロオクタ酸アン モニウム塩	○ N-メチルアミノホスホン酸○ -(4-ターシャリーブチル- 2-クロロフェニル)-O-メ チル(別名クルホメート)
1, 2, 3, 4, 5, 6-ヘキサク ロシクロヘキサ(別名リン デン)	● ベンゼン	● メチルアミン
● ヘキサクロシクロペンタジ エン	● 1, 2, 4-ベンゼントリカルボ ン酸1, 2-無水物	● メチルイソブチルケトン
○ ヘキサクロロナフタレン	● ベンゾ[a]アントラセン	○ メチルエチルケトン
1, 4, 5, 6, 7, 7-ヘキサク ロビシクロ[2. 2. 1]-5- ● ヘプテン-2, 3-ジカルボン 酸(別名クロレンド酸)	● ベンゾ[a]ピレン	N-メチルカルバミン酸2-イ ソプロピルオキシフェニル(別 名プロボキシル)
1, 2, 3, 4, 10, 10-ヘキ サクロー-1, 4, 4a, 5, 8, ● 8a-ヘキサヒドロ-エキソ- 1, 4-エンド-5, 8-ジメタ ノナフタレン(別名アルドリ ン)	● ベンゾフラン	N-メチルカルバミン酸2, 3- ジヒドロ-2, 2-ジメチル ○ -7-ベンゾ[b]フラニル(別 名カルボフラン)
ヘキサクロヘキサヒドロメ タノベンゾジオキサチエピン ○ キサイド(別名ベンゾエピン)	● ベンゾ[e]フルオラセン	N-メチルカルバミン酸2- ○ セカンダリーブチルフェニル (別名フェノブカルブ)
● ヘキサクロベンゼン	○ ペンタククロナフタレン	○ メチルシクロヘキサノール
ヘキサヒドロ-1, 3, 5-トリ ○ ニトロ-1, 3, 5-トリアジン (別名シクロナイト)	● ペンタククロニトロベンゼン	○ メチルシクロヘキサノン
● ヘキサフルオロアセトン	● ペンタククロフェノール(別 名PCP)及びそのナトリウム塩	○ メチルシクロヘキサン
● ヘキサメチルホスホリクト リアミド	○ 1-ペンタナール	○ 2-メチルシクロペンタジエ ニルトリカルボニルマンガン
● ヘキサメチレンジアミン	1, 1, 3, 3, 3-ペンタフル ○ オロー-2-(トリフルオロメチ ル)-1-プロペン(別名PFI B)	● 2-メチル-4, 6-ジニトロ フェノール
● ヘキサメチレン=ジイソシア ネート	○ ペンタボラン	2-メチル-3, 5-ジニトロ ○ ベンズアミド(別名ジニトル ミド)
● ヘキサン	○ ペンタン	● メチル-ターシャリーブチル エーテル(別名MTBE)
○ 1-ヘキセン	● ほう酸ナトリウム	5-メチル-1, 2, 4-トリア ○ ゾロ[3, 4-b]ベンゾチアゾ ール(別名トリシクラゾール)
● ペーターブチロラクトン	○ ホスゲン	● 2-メチル-4-(2-トリル アゾ)アニリン
● ペータープロピオラクトン	(2-ホルミルヒドラジノ)-4 ● -(5-ニトロ-2-フリル)チ アゾール	2-メチル-1-ニトロアント ● ラキノ
1, 4, 5, 6, 7, 8, 8-ヘブ タクロー-2, 3-エポキシ- ● 3a, 4, 7, 7a-テトラヒドロ -4, 7-メタノ-1H-イン デン(別名ヘプタクロールエ ポキシド)	○ ホルムアミド	● N-メチル-N-ニトロソカル バミン酸エチル
● 1, 4, 5, 6, 7, 8, 8-ヘブ	● ホルムアルデヒド	○ メチル-ノルマル-ブチルケ トン
	● マゼンタ	○ メチル-ノルマル-ペンチル ケトン
	○ マンガン及びその無機化 合物	● メチルヒドラジン
	ミネラルスピリット(ミネラルシ ンナー、ペトロリウムスピリ ット、ホワイトスピリット及びミ ネラルターペンを含む。)	● メチルビニルケトン
	○ 無水酢酸	1-[(2-メチルフェニル)ア ● ザ]-2-ナフトール(別名オ イルオレンジSS)
	● 無水フタル酸	○ メチルプロピルケトン
	● 無水マレイン酸	
	● メターキシリレンジアミン	
	○ メタクリル酸	
	● メタクリル酸メチル	
	● メタクリロニトリル	
	○ メタージシアノベンゼン	
	● メタノール	
	● メタンスルホン酸エチル	

○ 5-メチル-2-ヘキサノン	○ モルホリン	りん酸ジメチル=(E)-1-
○ 4-メチル-2-ペンタノール	○ 沃化メチル	(N, N-ジメチルカルバモイ
○ 2-メチル-2, 4-ペンタンジオール	● 沃素	ル)-1-プロペン-2-イル
2-メチル-N-[3-(1-メ	○ ヨードホルム	(別名ジクロトホス)
○ チルエトキシ)フェニル]ペン	○ 硫化ジメチル	りん酸ジメチル=(E)-1-
ズアミド(別名メプロニル)	○ 硫化水素	(N-メチルカルバモイ
S-メチル-N-(メチルカル	○ 硫化水素ナトリウム	○ 1-プロペン-2-イル(別名
○ バモイルオキシ)チオアセチミ	○ 硫化ナトリウム	モノクロトホス)
デート(別名メソミル)	○ 硫化りん	りん酸ジメチル=1-メトキシ
○ メチルメルカプタン	○ 硫酸	○ カルボニル-1-プロペン-
● 4, 4'-メチレンジアニリン	● 硫酸ジイソプロピル	2-イル(別名メビンホス)
メチレンビス(4, 1-シクロヘ	● 硫酸ジエチル	○ りん酸トリ(オルト-トリル)
キシレン)=ジイソシアネート	● 硫酸ジメチル	● りん酸トリス(2, 3-ジプロモ
メチレンビス(4, 1-フェニレ	○ りん化水素	プロピル)
● ン)=ジイソシアネート(別名	○ りん酸	○ りん酸トリ-ノルマル-ブチ
MDI)	○ りん酸ジ-ノルマル-ブチル	ル
● 2-メトキシ-5-メチルアニ	○ りん酸ジ-ノルマル-ブチル	● レソルシノール
リン	○ りん酸ジ-フェニル	● 六塩化ブタジエン
1-(2-メトキシ-2-メチ	○ りん酸1, 2-ジプロモ-2,	● ロジウム及びその化合物
○ ルエトキシ)-2-プロパノール	● 2-ジクロロエチル=ジメチ	● ロジン
● メルカプト酢酸	ル(別名ナレド)	○ ロテノン
○ モリブデン及びその化合物		

平成 29 年 3 月 1 日より新たに以下の化学物質が対象となる。¹¹

¹¹ 労働安全衛生法施行令の一部を改正する政令(平成 28 年 2 月 24 日政令第 50 号)
労働安全衛生規則の一部を改正する省令(平成 28 年 2 月 24 日厚生労働省令第 24 号)

●	亜硝酸イソブチルイソブチル
○	アセチルアセトン
○	アルミニウム及びその水溶性塩
○	エチレン
●	エチレングリコールモノブチルエーテルアセタート
○	クロロ酢酸
○	○—3—クロロ—4—メチル—2—オキソ—2H—クロメン—7—イル＝O' O' '—ジエチル＝ホスホロチオアート
●	三弗化アルミニウム
○	N, N—ジエチルヒドロキシルアミン
○	ジエチレングリコールモノブチルエーテル
●	ジクロロ酢酸
●	ジメチル＝2, 2, 2—トリクロロ—1—ヒドロキシエチルホスホナート(別名 DEP)
○	水素化ビス(2—メトキシエトキシ)アルミニウムナトリウム
●	テトラヒドロメチル無水フタル酸
●	N—ビニル—2—ピロリドン
○	ブテン
○	プロピオンアルデヒド
○	プロペン
●	1—ブロモプロパン
○	3—ブロモ—1—プロペン(別名臭化アリル)
○	ヘキサフルオロアルミン酸三ナトリウム
○	ヘキサフルオロプロペン
●	ペルフルオロオクタン酸及びそのアンモニウム塩
○	メチルナフタレン
●	2—メチル—5—ニトロアニリン
●	N—メチル—2—ピロリドン
○	沃素及びその化合物 ¹²

¹² 既存の「沃化メチル」が削除され、既存の「沃素」が「沃素及びその化合物」に変更される。

● 注意事項

SDS の交付義務の対象物質（640 物質）は、明らかになっている危険性・有害性に基づき定められたものであり、対象となっていない化学物質に危険性・有害性がないことが保証されるものではありません。対象物質に当たらない場合でも、危険又は健康障害の生ずるおそれのあるものについては、リスクアセスメントを行うことが努力義務となります。

図表 G 化学物質の危険性等を学ぶ上で役に立つ資格一覧

管轄	法令	資格・免許	URL
経済産業省	高圧ガス保安法	甲種化学責任者	https://www.khk.or.jp/activities/regalexamination_course/regal_examination/about_exam.html
		乙種化学責任者	
		丙種化学(液化石油ガス)責任者	
		丙種化学(特別試験科目)責任者	
	火薬取締法	甲種火薬類取扱保安責任者	http://www.zenkakyo-ex.or.jp/shiken.html
		乙種火薬類取扱保安責任者	
		甲種火薬類製造保安責任者	
		乙種火薬類製造保安責任者	
		丙種火薬類製造保安責任者	
総務省	消防法	甲種危険物取扱者	https://www.shoubo-shiken.or.jp/kikenbutsu/
		乙種危険物取扱者	
		丙種危険物取扱者	
厚生労働省	毒劇法	毒物劇物取扱者	各都道府県の HP を参照
	安衛法	化学設備関係第一種圧力容器取扱作業主任者	http://www.jbanet.or.jp/license_qualification/division/vessel_chief.html
		特定化学物質及び四アルキル鉛等作業主任者	各都道府県の労働局、労働基準監督署、都道府県労働基準協会の HP を参照
		有機溶剤作業主任者	
		特殊化学設備作業者	
		労働安全コンサルタント	http://www.exam.or.jp/exmn/H_shikakuanzen.htm
環境省・経済産業省	公害防止管理者法	大気関係公害防止管理者	http://www.jemai.or.jp/polconman/examination/point.html
		水質関係公害防止管理者	
文部科学省	技術士法	技術士(化学部門)	https://www.engineer.or.jp

			p/c_categories/index02022225.html
--	--	--	-----------------------------------

図表 H 爆発・火災事故等に関連するデータベース

	データベース名	URL
厚生労働省	職場のあんぜんサイト	http://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen_pg/SAI_FND.aspx
労働安全衛生総合研究所	爆発火災データベース	http://www.jniosh.go.jp/publication/houkoku/houkoku_2013_03.html
中央労働災害防止協会	化学物質による災害事例	http://www.jaish.gr.jp/user/anzen/kag/kagsai_index.html
高圧ガス保安協会	事事故例データベース	https://www.khk.or.jp/activities/incident_investigation/hpg_incident/incident_db.html
危険物保安技術協会	危険物総合情報システム	https://www.khk-syoubou.info/sougou/
畑村創造工学研究所	失敗知識データベース	http://www.sozogaku.com/fkd/
RISCAD	リレーショナル化学災害データベース	http://riscad.db.aist.go.jp/
災害情報センター(ADIC)	災害情報データベース	http://www.adic.waseda.ac.jp/adic/

参考文献

- 経済産業省、厚生労働省「－GHS 対応－ 化管法・安衛法におけるラベル表示・SDS 提供制度」(2013)
- 厚生労働省「職場のあんぜんサイト GHS とは」
- 経済産業省「リスクアセスメント・ガイドライン (Ver. 1)」(高圧ガス保安協会、2015)
- 東京都環境局「化学物質を取り扱う事業者のための震災対策マニュアル」(2013)
- 危険物法令研究会編集「危険物取扱必携」(2007)
- 田村昌三編集「化学物質・プラント 事故事例ハンドブック」(2006)
- 田村昌三編集「化学プロセス安全ハンドブック」(2000)
- 技術情報協会「化学工場・研究所の事故・災害対策とリスク管理」(2015)
- UNITED NATIONS「GLOBALLY HARMONIZED SYSTEM OF CLASSIFICATION AND LABELLING OF CHEMICALS (GHS) Fifth revised edition」(2013)

おわりに

本ガイドブックの作成にあたっては、化学物質の爆発・火災等のリスクアセスメント手法検討委員会により検討が行われました。

[化学物質の爆発・火災等のリスクアセスメント手法検討委員会]

板垣 晴彦	労働安全衛生総合研究所 化学安全研究グループ 上席研究員
熊崎 美枝子	横浜国立大学大学院環境情報研究院 准教授
後藤 博俊	(一社) 日本労働安全衛生コンサルタント会
斉藤 日出雄	斉藤 MOT ラボ
島田 行恭	労働安全衛生総合研究所 化学安全研究グループ 上席研究員
角田 浩	東洋エンジニアリング株式会社 エンジニアリング本部・エンジニアリングマネジメント部 技術部長
◎ 田村 昌三	東京大学 名誉教授
春山 豊	日本化学工業協会 常務理事

(五十音順・敬称略、◎は座長を示す。)

本ガイドブックの作成に際し、ヒアリングにご協力いただいた事業者に厚く御礼申し上げます。また、本ガイドブックの作成は、みずほ情報総研株式会社が実施しました。