

労働安全衛生総合研究所技術資料

TECHNICAL DOCUMENT

OF

THE NATIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH

JNIOSH-TD-NO.7 (2021)

化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等
実施のための参考資料
—開放系作業における火災・爆発を防止するために—



本資料作成の背景

平成28年6月1日より、労働安全衛生法第57条第1項の政令で定める物及び第57条の2第1項に規定する通知対象物に対するリスクアセスメント等の実施が義務化された。当該化学物質を取り扱っている事業場ではこれに対応するための取り組みを進めていると推察される。一方、化学物質リスクアセスメント等の実施には化学に関する専門的知識や情報などが必要となるが、これらの知識や情報を十分に持ち合わせていない事業場では、危険源の特定や火災・爆発発生に至るシナリオを同定するのは難しく、的確なリスクアセスメント等を実施できていないことなどが課題となっている¹。また、リスクアセスメント等を実施している事業場においても、その実施状況や実施結果を確認すると、重大な危険源を見落とししていたり、的確なリスク低減措置の実施に結びついていない事例が多く見られる。これらの課題に対してリスクアセスメント等を的確に実施し、より安全な作業環境を構築するための具体的な情報や支援ツールの提供が望まれている。厚生労働省では、取り扱い物質名や取扱温度などの情報を入力するだけで簡単に化学物質のリスクアセスメント等を実施できるツール（爆発・火災等のリスクアセスメントのためのスクリーニング支援ツール、CREATE・SIMPLE）を開発し、提供している²。

労働安全衛生総合研究所では、平成28年に技術資料『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』（JNIOSH-TD-No.5）³（以降、安衛研手法と呼ぶ）をとりまとめ、公開している。この手法を適用することにより、化学物質のリスクアセスメント指針⁴に示された手続きに沿って火災・爆発を防止するための危険性に対するリスクアセスメント等を実施するとともに、論理的かつ効果的にリスク低減措置を検討・実施することができる。一方、この手法は、主に中小規模事業場などで行われる単一の化学物質を取り扱う作業などのリスクアセスメント等の実施にも適用することができるが、難しく、負担が大きいとされている。

本資料の対象と目的

本資料では業種に関わらず、開放系作業⁵を対象⁶とした「化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等」を実施する際の考え方（注意点）⁷を示すとともに、リスク見積りのための基準設定の例やリスク低減措置の具体例などの参考情報を提供する。これより、中小規模事業場においても、安衛研手法の理解と活用を促進することを目的とする。

化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施における火災・爆発発生と労働災害発生の考え方

化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等の実施では、火災・爆発の発生を防止すれば、これらの事故に伴う労働災害発生も防止することができると考える。そのためまず、火災・爆発発生に至るシナリオを想定し、火災・爆発の発生を防止するためのリスク低減措置について検討する。次に、火災・

¹ 島田行恭，化学物質のリスクアセスメント義務化への対応状況と課題に関する考察，安全工学，Vol.57，No.3，pp.196-205(2018)。

² 厚生労働省，職場のあんぜんサイト，化学物質のリスクアセスメント実施支援，<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankgc07.htm>。

³ 労働安全衛生総合研究所技術資料，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，JNIOSH-TD-No.5(2016)

⁴ 平成27年9月18日付け危険性又は有害性等の調査等に関する指針公示第3号(本資料では、「化学物質のリスクアセスメント指針」と呼ぶ)

⁵ 化学物質が作業現場に拡散するような作業。『用語の説明』を参照のこと。中小規模事業場の多くは開放系で化学物質取り扱い作業を行っていると考えられる。

⁶ 大手化学工場で用いられる化学プラントなどを対象とする場合や異常反応(反応暴走，混合反応など)など詳細な分析を必要とする場合には，安衛研手法やHAZOP，FTAなどを実施することを推奨する。

⁷ 本資料には最低限，理解しておくべき内容をまとめている。より具体的な内容を把握したい場合には，脚注や付録に示した文献等を参照のこと。

爆発が発生しても労働者に危害を与えないためのリスク低減措置や、設備・装置へのダメージ、周辺地域への影響などをできるだけ小さくするためのリスク低減措置を検討する⁸。

本資料が対象としている読者

本資料は化学物質のリスクアセスメント指針の第4項に示された者で、化学物質による火災・爆発発生防止を目的に、職場における危険性のリスク低減を推進する者を対象としている。特に次のような者が活用することを想定している。

- ・初めて化学物質の危険性に対するリスクアセスメントを実施する者
(化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等の実施方法が分からない者も含む)
- ・化学物質の危険性に関する専門的な知識を有しない者
(リスクアセスメントを実施するために必要な情報の調べ方などが分からない者も含む)
- ・火災・爆発発生に対するリスク低減措置の考え方や具体例を知りたい者
- ・労働安全コンサルタント、労働衛生コンサルタントなど、化学物質管理の指導を行う者

経営者（事業場責任者）向けに

リスクアセスメント等を実施することの重要性の理解を促進するため、「化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施の5W1H」(p. (3)～(6))をまとめている。

注記（資料の取扱い、引用等について）

- 1) 本資料の説明には、できる限り現場で使われる理解しやすい用語を用いている。そのため、法規制で用いられている用語とは一致しないものもある。
- 2) 本資料に示された内容のみ実施すれば十分なリスクアセスメントを実施したことになるものではなく、各事業場で使用している化学物質、設備・道具、作業の特性などを十分に把握した上で、各事業場に固有の危険性についても特定し、対策を行う必要がある。
- 3) 本資料の内容について理解が難しい場合やさらに詳細な情報等が必要となる場合には、厚生労働省が設置している相談窓口や労働安全コンサルタント、労働衛生コンサルタント⁹、またはその他の専門機関に相談し、確実に実施すべきである。
- 4) 本資料の内容（事例も含む）は事業場におけるリスクアセスメント等実施マニュアルの作成や教育などに自由に活用することができる。ただし、活用する場合には、例えば以下のように出典を明記すること。

（出典記載例）

労働安全衛生総合研究所技術資料『化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施のための参考資料－開放系作業における火災・爆発を防止するために－』, JNIOOSH-TD-No.7 (2021) の p.○より。

⁸ 3.2 節で「多重防護の考え方」として紹介する。

⁹ (一社)日本労働安全衛生コンサルタント会(本部)「お問い合わせ」<https://www.jashcon.or.jp/contents/contact>, 東京都港区芝 4-4-5 三田労働基準協会ビル 5 階, TEL 03-3453-7935, FAX 03-3453-9647 (内容によっては有償)。

化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施の 5W1H¹⁰

化学物質リスクアセスメント指針に示された内容を 5W1H (Why, Who, When, Where, What, How) のそれぞれの観点で整理し、追加の説明（解釈）を加えることで、化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等を実施するための心構えや、実施時期、事前に準備すべき事項、参加者、実施方法などについてまとめる¹¹。以下に示す事項を理解した上でリスクアセスメント等を実施することが重要である。

① Why（なぜやるのか？）（化学物質リスクアセスメント指針の 1, 2, 12）

事業者（経営者）は事業場で働く労働者の労働災害発生を防止する責務があり、「先取り型安全衛生活動」の一つとしてリスクアセスメント等を実施していることを地域社会に説明する責任もある。

- ・労働安全衛生法の第 3 条では「事業者は、単にこの法律で定める労働災害の防止のための最低基準を守るだけでなく、快適な職場環境の実現と労働条件の改善を通じて職場における労働者の安全と健康を確保するようにしなければならない。また、事業者は、国が実施する労働災害の防止に関する施策に協力するようにしなければならない」と記されている。
- ・絶対安全は存在しない。世の中で起こりうる想定される多くの火災・爆発事故、労働災害などは発生頻度が低いかもしれないが、いつかは自社にも起こりえると考える必要がある。常に危機意識を持ち、見たくないから見えていない、経験したけれど忘れかかっている危険事象などを探し出し、事前に対策を実施する「先取り型安全衛生活動」が求められており、リスクアセスメント等を実施し、その対策状況を明確にしておくことは、社会的責任追及に対する説明責任の一つでもある。

既存の法規制対応ではカバーされていないリスクが存在することもある。様々な要因を想定したリスクアセスメントを実施し、リスク低減措置を検討・実施する必要がある。

- ・法規制で定められている実施事項は既に発生した事故・災害からの知見として得られたものが多く、主に類似災害の再発防止を目的としている。一方、これまで災害事例が報告されていない化学物質を取り扱う場合や事業場特有の製造方法で作業を行っている場合には、従来の法規制ではカバーされていないリスクが存在することもあり、事業場固有のリスクを洗い出す必要がある。
- ・危険予知（KY）活動やヒヤリハット情報報告は現場の改善活動として有効性が示されているが、日々、作業を行っている見慣れた現場では、普段行っている作業に危険性が含まれていると認識することは難しく、これまでに経験したことのない危険源は見逃されてしまう場合がある。

化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等を実施することは、作業者の安全を確保するための安全配慮義務履行策として必要不可欠であり、さらに、企業経営における損失を回避することにもつながる。

- ・火災・爆発の発生頻度は必ずしも高くないが、一度発生すると、労働災害だけでなく、設備へのダメージ、近隣の住民、住宅への被害や公共施設等の損傷を発生させることもあり、また、生産活動の停止、さらにサプライチェーンを止めるなど、社会活動にも大きな影響を与える。このような火災・爆発発生を防止するためのリスクアセスメントを実施し、リスク低減措置を検討・実施するこ

¹⁰ 島田行恭, 化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施の 5W1H, 安全衛生コンサルタント, Vol.41, No.137, pp.33-38(2021).

¹¹ 化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等を実施する目的(重要性)を強調するために 5W1H のうち、Why を最初に記載している。また、項目間で一部、重複する内容も含まれる。

とは、労働災害発生を防止するだけでなく、生産活動を継続し、関連会社やビジネス（社会経済活動）への影響を小さくすることもでき、社会的な信用の失墜などを防ぎ、経営面での損失を回避することにもつながる。

化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等の実施は、有害性に対するリスクアセスメントの実施とは方法（考え方）が異なるので、別々に実施する必要がある。

- ・化学物質の有害性に対するリスクアセスメント等の実施では、有害物にばく露されることを前提として検討するが、危険性に対するリスクアセスメント等では、火災・爆発が発生する条件が揃うかどうかを確認する。そのため、この二つは別々に実施する必要がある。
- ・大手化学工場において火災・爆発事故が相次いだ際には、リスクアセスメント等の実施が不十分であったことが指摘されている¹²。

② Who（誰がやるのか？）（化学物質リスクアセスメント指針の4）

事業者が中心となり、労働者（作業員）も協力してリスクアセスメントの実施を推進すること。

- ・労働安全衛生法の第4条では「労働者は、労働災害を防止するため必要な事項を守るほか、事業者その他の関係者が実施する労働災害の防止に関する措置に協力するように努めなければならない」と記されている。

現場の作業員をはじめとして、安全担当者や設備の設計者、作業手順書の作成者なども含む様々な立場の人が集まって、意見を出し合いながらリスクアセスメント等を実施すること。

- ・作業の危険性を身をもって認識しているのは現場の作業員であるため、リスクアセスメント等を実施する場合には、作業員の意見を取り入れることが重要であるが、普段、行っている作業は正しく安全であると信じ、危険な作業を行っていることを意識していない場合もある。このため、リスクアセスメント等を実施する際には、安全担当者だけでなく、設備や装置の設計者や作業手順書の作成者、現場の作業員など様々な立場の人が参加し、それぞれの視点から意見を出し合うことが重要である。

事業場のみで実施することが困難な場合には厚生労働省の相談窓口や（一社）日本労働安全衛生コンサルタント会などに相談すること。

- ・化学物質特有の危険性や反応特性などについての詳しい知識が必要となる場合には、厚生労働省が委託している化学物質リスクアセスメント訪問支援窓口や（一社）日本労働安全衛生コンサルタント会などによる支援も活用するとよい。

③ When（いつやるのか？）（化学物質リスクアセスメント指針の5）

新規の化学物質を採用する場合や新しい設備を導入する場合、新しい製造方法を導入する場合には、必ずリスクアセスメント等を実施すること。

¹² 石油コンビナート等災害防止3省連絡会議，石油コンビナート等災害防止3省連絡会議に関するフォローアップ及び今後の重点分野について（2016）。

化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施のための参考資料—開放系作業における火災・爆発を防止するために—

- ・新規の化学物質を原材料等として採用する場合や、新しい設備を導入し、新しい方法で製造を行う場合など、これまでに行っていない（経験したことがない）新しい作業などを始める際には、事前に必ずリスクアセスメント等を実施する必要がある。

設備・装置の改良、作業効率化のための作業手順の変更など、改善策と考えていることを実施する場合にも、再度、安全面を考慮した見直しを行うためにリスクアセスメント等を実施すること。

- ・作業の効率化や装置の改良が思いがけない新たなリスク出現に繋がる場合がある。また、メリットが大きいと考えている場合にはリスクを軽視しがちである。作業員の配置換えや作業方法の変更など、これまでとは異なる作業条件に変えることはすべて 4M 変更¹³の対象であると認識し、変更を実施する前に必ずリスクアセスメント等を実施する。このとき、第三者的視点（あるいは安全を重視した客観的視点）から考えるなどすると危険の芽に気づくことがある。

日々の作業における作業条件の変化によっても新たなリスクが出現することがある。これらのリスクをいち早く見つけて対処するためにも、定期的にリスクアセスメント等を実施すること。

- ・日々の作業の中でも、気付かないうちに作業条件が変化している場合（現場作業員の判断による作業手順書の逸脱、設備の劣化、作業員の配置転換など）があり、これらが新たな危険源となることもある。これらの変化を見逃さないためには、定期的にリスクアセスメント等を実施し、既存のリスク低減措置で十分カバーされているかどうかを確認する。

④ Where（どこでやるのか？）

「現場で実施している作業が正しい方法である」という先入観を持たないためにも、関係者全員が事業場の会議室などに集まって実施すること。

- ・リスクアセスメント等の実施は、現場を確認するだけでは見つけることが難しい（想定外の）危険源を見つけ出すことも目的としている。リスクアセスメント等を実施する際には、取り扱い物質の SDS、使用している機器のリストやそれぞれの仕様書、作業手順書、設備のレイアウト図、過去の事事故例集などを用意し、事業場ごとの会議室などに集まって実施する。このとき用意する資料等は必ず最新版のものを入手しておく。

3 現主義（現場・現物・現実）の考え方に従い、実際に作業を行っている現場、作業内容（作業方法）なども確認すること。

- ・実際の作業では、生産性向上を理由に作業手順を変えてしまっている場合、機器や装置を正しく使用していない場合、指定されたものとは異なる道具を用いて作業を行っている場合、安全対策として実施していることを無効化して作業を行っている場合などがある。これらの不適切な作業の実施を発見するためには、実際の作業現場を見て、設備や装置の使用状況や作業手順書に対する作業の実施状況を把握する必要がある。
- ・現場では見る、眺めるの“巡視”だけではなく、作業手順に沿って危険の芽を探しつつ、考えながら“巡思”する姿勢も重要となる。

¹³ 4Mとは、例えば、Man(人)、Machine(もの)、Media(環境)、Management(管理)のことで、それぞれに関する変更を行う場合には、再度リスクアセスメント等を実施する必要がある(化学物質のリスクアセスメント指針第5項)。

⑤ What（何を対象とするのか？）（化学物質リスクアセスメント指針の2, 6）

化学物質を取り扱う設備や装置、道具などのハード面での不具合（不安全状態）、作業・操作などのソフト面での不具合（不安全行動）、自然災害の発生など（外部要因）も火災・爆発等発生の要因となることが知られている。これらの様々な要因を考慮したリスクアセスメント等を実施すること。

- ・化学物質による火災・爆発等は、設備・装置・道具などのハード面での不具合（経年劣化や故障等の不安全状態）、作業・操作などのソフト面での不具合（不適切な作業や操作ミスなどのヒューマンエラー等の不安全行動）、自然災害（風水害、落雷、地震など）や停電などの外部要因をきっかけとして発生する。そのため、これらの要因の発生がきっかけとなって火災・爆発が発生するおそれはないか、既に実施しているリスク低減措置が火災・爆発発生の防止に十分に機能しているかどうかなどについても確認する必要がある。

⑥ How（どのように実施するのか？）（化学物質リスクアセスメント指針の3, 7～11）

指針に示された進め方に従い、事業場の特性に応じた危険源を見つけ出し、リスクレベルを評価し、リスク低減措置を検討・実施する。リスク低減措置を検討、実施する際には、事業場のリスク管理状況を記録しておくこと。

- ・指針（第3, 7～11項）に示された進め方に従って、それぞれが要求する事項を的確に実施することが基本となる。危険性の特定や火災・爆発発生に至るシナリオを検討する際には、作業に関する情報を入手し、作業の目的や、設備・装置の仕様及び正しい使い方等を確認しながら進める。
- ・事業の特性に応じた危険源の特定、シナリオ同定の考え方、リスク見積りの根拠、リスク低減措置実施の理由などを明確にし、記録しておくことが重要である。

参加者はそれぞれの立場や先入観を離れて発言するようにすること。

- ・参加者はそれぞれの立場を離れ、先入観を持たず、何か気づいたことがあれば積極的に発言するようにする。発言した内容（疑問点）に対して、既に解決する方策が実施されている場合でも、他の参加者が改めてそれらを認識し、情報共有する機会を与える。

リスクアセスメント等実施結果は関係者全員が理解することができるように取りまとめ、共有しておくこと。

- ・協力会社の作業員や事務職員が火災・爆発の発生に巻き込まれたり、緊急時対応に参加しなければならないときもある。そのため、リスクアセスメント等の実施結果は関係者全員に周知しておく。

リスクゼロ（絶対安全）はありえない。何らかの残留リスクが存在するかもしれないことを認識しておくこと。

- ・化学物質を用いた事業を継続する限り、リスクがゼロ（絶対安全）となることはありえない。提案されたリスク低減措置が実施されていない場合、適切なリスク低減措置を検討・実施することができなかった場合だけでなく、リスク低減措置を実施した場合でも、まだ何らかのリスクが潜在しているかもしれないと考え、残留リスクの内容及び対応策を関係者全員で共有し、人命第一に緊急時の措置等を明確にしておく。

本資料の構成と活用方法

本資料では、安衛研手法を用いて化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等を実施するために参考となる考え方や情報を、化学物質のリスクアセスメント指針に示された進め方（5つのステップ）に従い、5つの章に分けてまとめている。また、付録には各章に関連する具体例と示すとともに、化学物質リスクアセスメント指針及びその留意事項をまとめている。

安衛研手法に対する本資料の構成を図 i 及び図 ii に示す。すべての章を順番に読み進める必要はなく、リスクアセスメント等を実施する際、それぞれのステップはどのように検討すればよいかなどを確認したい、あるいは具体例などを知りたい場合などに、該当する章を参照するとよい。

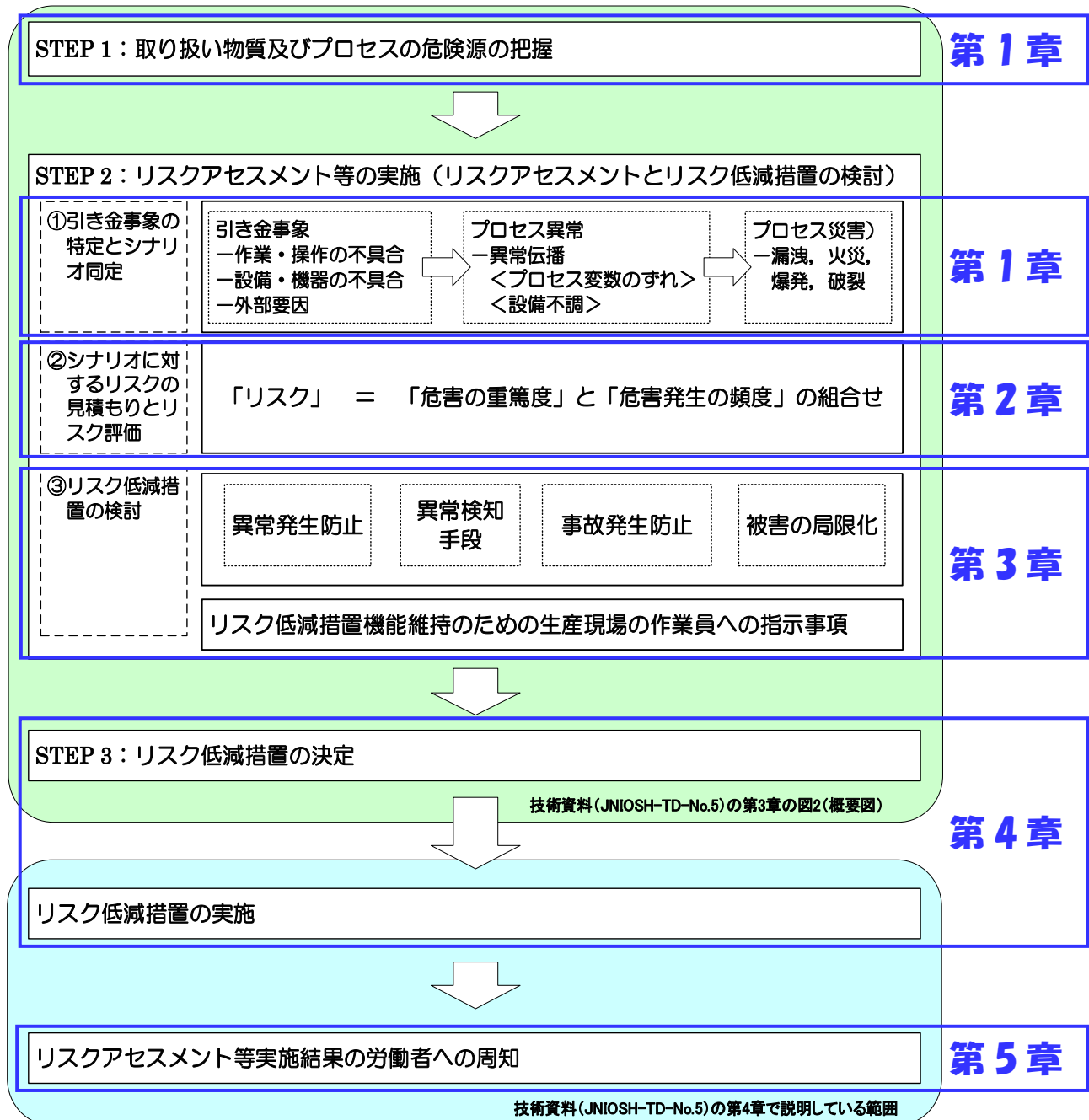


図 i 安衛研手法（概要図）に対する本資料の構成

実施日	○年○月○日
実施者（記載者）	○○○○

STEP 1 取り扱い物質及びプロセスに係る危険源の把握		第1章	質問票で「はい」に○が付いた項目
取り扱い物質及びプロセスに係る危険源の把握結果			

STEP 2 リスクアセスメント等の実施

作業・操作、設備・装置とその目的		(作業・操作、設備・装置) (目的)					
① 引き金事象特定と シナリオ同定	引き金事象 (初期事象)	第1章					
	プロセス異常 (中間事象)						
	プロセス災害 (結果事象)						
②既存のリスク低減措置の確認		・○○○ <目的><種類>			●リスク低減措置の種類 A) 本質安全対策 B) 工学的対策 C) 管理的対策 D) 保護具着用 ●リスク低減措置の目的 a) 異常発生防止 b) 異常発生検知 c) 事故発生防止 d) 被害の局限化		
②リスク見積りと評価 (その1) 既存のリスク低減措置が無いと仮定した場合		重篤度	頻度	リスクレベル			
②リスク見積りと評価 (その2) 既存のリスク低減措置の有効性確認		重篤度	頻度	リスクレベル			
③追加のリスク低減措置の検討 & ③リスク見積りと評価 (その3) 追加のリスク低減措置の有効性確認		イ) ○○○<目的><種類>					
③追加のリスク低減措置の実装可否		イ) ~ ニ)			第3章		
③リスク低減措置の機能を維持するための現場作業員への注意事項等		イ) ~ ニ)					
③その他、生産開始後の現場作業員に特に伝えておくべき事項		残留リスクの有無の確認： 残留リスクへの対応方法：			第5章		
備考							

図 ii 安衛研手法で作成するリスクアセスメント等実施シートに対する本資料の構成 14

14 安衛研手法では、リスクアセスメント等実施シートには一つのシナリオに対する結果のみ記入するため、第4章のリスク低減措置の決定は含まれていない(リスクアセスメント等実施結果シートに記入)。一方、第5章で実施する労働者への周知事項(指示事項)を記入することとしている。

本資料作成のための検討委員会

本資料作成にあたり、次の委員会を設置して討議・検討が行われた（敬称略、所属は当時）。

化学物質リスクアセスメント等実施支援策検討委員会（平成 30 年度～平成 31 年度）

	氏名	所属
委員長	田村吉宣	(株) アースクリーンテクノ 塗装改善研究室
委員	上村達也	化成品工業協会 技術部
	貴志孝洋	みずほ情報総研(株) 環境エネルギー第2部
	小柴佑介	横浜国立大学 大学院工学研究院 物質とエネルギーの創生工学
	斉藤日出雄	斉藤 MOT ラボ
	芳賀 繁	(株) 社会安全研究所
	前田琢哉	大日本パッケージ(株) 品質管理部品質管理課
	森山 茂	(株) トクヤマ つくば研究所 CSR 推進室
	山口忠重	コンサルオフィス山口
	山口広美	中央労働災害防止協会 労働衛生調査分析センター
オブザーバー	吉澤保法	厚生労働省 安全衛生部化学物質対策課
	井上晋一	テクノヒル(株) 化学物質管理部門
事務局	島田行恭	(独) 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所
	佐藤嘉彦	(独) 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所
	高橋明子	(独) 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所

化学物質リスクアセスメント等実施支援策検討委員会（令和 2 年度～令和 3 年度）

	氏名	所属
委員長	山口広美	中央労働災害防止協会 テクノヒル(株)
委員	上村達也	化成品工業協会 技術部
	貴志孝洋	みずほ情報総研(株) →みずほリサーチ&テクノロジーズ(株) 環境エネルギー第2部
	小柴佑介	横浜国立大学 大学院工学研究院
	斉藤日出雄	斉藤 MOT ラボ
	田村吉宣	(株) アースクリーンテクノ 塗装改善研究室
	芳賀 繁	(株) 社会安全研究所
	前田琢哉	大日本パッケージ(株) 品質管理部品質管理課
	森山 茂	(株) トクヤマ つくば研究所 CSR 推進室
	山口忠重	コンサルオフィス山口
オブザーバー	吉澤保法	厚生労働省 安全衛生部化学物質対策課（令和2年度のみ）
	井上晋一	テクノヒル(株) 化学物質管理部門
事務局	島田行恭	(独) 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所
	佐藤嘉彦	(独) 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所
	高橋明子	(独) 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所

目次

・本資料作成の背景	(1)
・本資料の対象と目的	(1)
・化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施における火災・爆発発生と労働災害発生の考え方	(1)
・本資料が対象としている読者	(2)
・注記（資料の取扱い，引用等について）	(2)
・化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施の 5W1H	(3)
・本資料の構成と活用方法	(7)
・本資料作成のための検討委員会	(9)

概要	1
Overview	2
用語の説明	3
第 1 章 化学物質による危険性の特定と火災・爆発発生に至るシナリオの同定	6
1.1 GHS ラベル，SDS を用いた危険性の把握	7
1.2 燃焼の 3 要素に着目した火災・爆発発生シナリオ同定法（簡易シナリオ同定法）	10
1.3 燃焼の 3 要素が揃わなくても火災・爆発が発生する場合のシナリオの検討	40
1.4 火災・爆発発生シナリオを同定する際の注意点	42
1.5 自然災害に起因する化学物質の危険性に対するリスクアセスメント	43
1.6 化学物質の漏洩による急性毒性について	45
第 2 章 リスク見積りとリスクレベル決定	46
2.1 リスク見積り及びリスクレベル決定の基本	47
2.2 リスク見積り及びリスクレベル決定の目的	49
2.3 火災・爆発発生シナリオに対するリスク見積り及びリスクレベル決定のための基準	50
2.4 火災・爆発発生シナリオに対するリスク見積り及びリスクレベル決定の際の注意点	54
第 3 章 リスク低減措置の検討	55
3.1 リスク低減措置検討の優先順位	56
3.2 多重防護の考え方に基づく火災・爆発発生に対するリスク低減措置の検討	57
3.3 「うっかりミス」によるヒューマンエラーと「意図的なルール違反」によるヒューマンエラー	61
第 4 章 リスク低減措置の実施	69
4.1 ALARP (As Low As Reasonably Practicable) の考え方に基づくリスク低減措置の実施	70
4.2 リスク低減措置実施時に考慮すべき点	72
4.3 リスク低減措置実施後の対応	75
第 5 章 リスクアセスメント等実施結果の労働者への周知	76
5.1 リスクアセスメント等の実施結果を労働者に周知する理由	77
5.2 労働者に周知すべき『事項』とは？	78
5.3 労働者に周知する『方法』とは？	81

付録

各章のその他の参考資料	付録- 1
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	付録-25
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（留意事項）	付録-30

図表一覧

図 i	安衛研手法（概要図）に対する本資料の構成	(7)
図 ii	安衛研手法で作成するリスクアセスメント等実施シートに対する本資料の構成	(8)
図 1.1	GHS ラベルの例	7
図 1.2	燃焼の 3 要素に着目した火災・爆発発生シナリオ同定の進め方	12
図 1.3	火災・爆発発生から労働災害・事業場周辺地域への被害の拡大	22
図 2.1	リスク見積りとリスクレベル決定の一般的な流れ	47
図 2.2	リスク見積りとリスクレベルの決定に対する不適切な例	48
図 2.3	火災・爆発に至るシナリオ発生の頻度を見積もるための基準設定の考え方（例）	52
図 2.4	火災・爆発発生による重篤度を見積もるための基準設定の考え方（例）	53
図 2.5	危害の重篤度が大となるシナリオへのリスク低減措置の検討を重視したリスクレベル決定のための基準設定（リスクマトリクス）（例）	53
図 3.1	火災・爆発発生防止のための多重防護の各対策の位置付け	57
図 3.2	意図的なルール違反の要因（理由）と対策	64
図 3.3	ルール違反の心理的要因とルール遵守の心理的要因の関係	66
図 4.1	ALARP の概念	70
図 4.2	リスク低減措置実施の優先順位（考え方）	72
図 5.1	化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施と作業時の現場対応及びリスクの見直し要求	77
表 1.1	GHS ラベルに記載される内容	8
表 1.2	火災・爆発発生に関連する GHS 絵表示	8
表 1.3	SDS に記載されている内容	9
表 1.4	開放系作業を対象とした場合の火災・爆発発生に至るシナリオ検討パターン（燃焼の 3 要素の揃い方）	10
表 1.5	作業条件確認シート（様式）	12
表 1.6	引き金事象チェックシート（様式）	12
表 1.7	シナリオ検討シート（様式）	12
表 1.8	爆発性雰囲気形成防止対策の例	16
表 1.9	火災・爆発発生に着火源となり得る要因と対策の例	17
表 1.10	静電気火花発現防止対策の基本と対策の例	18
表 1.11	引き金事象の分類	19
表 1.12	ヒューマンエラーの分類	21
表 1.13	作業条件確認シート（事例）	31
表 1.14	引き金事象チェックシート（事例）	32
表 1.15(a)	シナリオ検討シート（脱脂工程：手順 1）	34
表 1.15(b)	シナリオ検討シート（脱脂工程：手順 2）	34
表 1.15(c)	シナリオ検討シート（下塗り工程：手順 9）	35
表 1.16	安衛研手法で用いるリスクアセスメント等実施シートの記載事項と簡易シナリオ同定法で得られる情報	37
表 1.17(a)	安衛研手法で用いるリスクアセスメント等実施シートへの展開（手順 2）	38
表 1.17(b)	安衛研手法で用いるリスクアセスメント等実施シートへの展開（手順 9）	39
表 1.18	化学物質の有害性に関する代表的なばく露限界の指標	45
表 3.1	本質安全戦略	56
表 3.2	多重防護の考え方によるリスク低減措置と目的	57
表 3.3	開放系作業における火災・爆発防止のための多重防護によるリスク低減措置の例	60
表 3.4	4M4E	61
表 3.5	4M4E 表を用いたうっかりミス背後要因と対策の分析の例	62
表 3.6	意図的なルール違反防止のためのチェックリスト	68
表 5.1	化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等の実施に係る情報	80

図 A.1	化学物質取り扱いマニュアルの例	付録-20
図 A.2	SQDC 工程管理表の例	付録-22
図 A.3	残留リスクマップの例	付録-23
図 A.4	写真や図表を活用した注意事項の表示	付録-24
表 A.1	化学物質起因災害事例データベース	付録- 1
表 A.2(a)	リスク見積りのための基準 (危害の重篤度)	付録- 4
表 A.2(b)	リスク見積りのための基準 (危害発生の頻度 ; 可能性)	付録- 4
表 A.2(c)	リスク見積りのための基準 (リスクレベル)	付録- 4
表 A.2(d)	リスク見積りのための基準 (リスクレベルの説明)	付録- 5
表 A.3(a)~(d)	転載許可の関係により, pdf ファイルでは省略している.	付録- 5
表 A.4(a)	引き金事象の発生頻度の例	付録- 6
表 A.4(b)	安全設備の作動要求時失敗確率の例	付録- 6
表 A.4(c)	起こりやすさ (発生頻度) の分類例 (5 分類)	付録- 6
表 A.4(d)	人的被害及び経済的損失に係る影響度の分類例 (4 分類)	付録- 6
表 A.5(a)	影響度レベル S	付録- 7
表 A.5(b)	発生頻度レベル L	付録- 7
表 A.5(c)	リスクマトリックス (リスクレベル R)	付録- 8
表 A.5(d)	リスクレベルとその低減策	付録- 9
表 A.6(a)	深刻度評価指標 (火災事故)	付録-10
表 A.6(b)	深刻度評価指標 (流出事故)	付録-11
表 A.7(a)	様々な要因に対する重篤度の例	付録-12
表 A.7(b)	発生頻度レベルの例	付録-12
表 A.8	火災・爆発発生防止に関するリスク管理方針の例	付録-13
表 A.9(a)	本質安全対策の例	付録-14
表 A.9(b)	工学的対策の例	付録-14
表 A.9(c)	管理的対策の例	付録-15
表 A.9(d)	保護具の着用の例	付録-15
表 A.10	作業別モデル対策シート (一覧)	付録-17

化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施のための参考資料 — 開放系作業における火災・爆発を防止するために — (概要)

島田行恭¹、佐藤嘉彦²、高橋明子¹

平成 28 年 6 月 1 日より、労働安全衛生法第 57 条第 1 項の政令で定める物及び第 57 条の 2 第 1 項に規定する通知対象物に対するリスクアセスメント等の実施が義務化されている。中小規模事業場においても、業種に関係なく、該当する化学物質を取り扱っている場合は、その取り扱い量や設備規模の大小にかかわらず、リスクアセスメント等を実施しなければならない。厚生労働省では『ラベルでアクション』活動を通じて、GHS ラベルや SDS の活用を推進するとともに、取り扱い物質名や取扱温度などの情報を入力するだけで簡単に化学物質のリスクアセスメント等を実施できるツール³を開発し、提供している。また、労働安全衛生総合研究所でも、プロセスプラントにおけるプロセス災害（火災・爆発等）の防止を目的としたリスクアセスメント等の進め方を段階的にまとめた技術資料⁴を提供している。各事業場では、これらのツールや手法を活用したリスクアセスメント等の実施が試みられていると推察される。

平成 29 年「労働安全衛生調査（実態調査）」報告によると、「作業に用いる化学物質の危険性・有害性に関する事項」についてリスクアセスメント等を実施していると回答した事業者は 37.0%となり、平成 28 年の同調査の結果（31.3%）から増加している⁵。このことは、化学物質リスクアセスメント等実施の義務化に対応する事業場が増えたことが理由の一つと考えられる。一方、事業場の規模でみると、大手事業場ほど実施割合は高く、事業場の規模が小さくなるほど、実施割合は低くなる。特に中小規模事業場では、一般的に安全衛生活動を行う余力が無いと言われ、リスクアセスメント等を実施することができない理由として挙げられている。また、化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等の実施には、化学物質の特性の理解や化学反応に関する知識を必要とするため、危険源の特定や火災・爆発発生に至るシナリオを同定するのは難しいとされている。その結果、リスクアセスメント等を実施している事業場においても、その実施状況や実施結果を確認すると、的確なリスク低減措置の実施に結びついていない事例も多く見られる。そのため、リスクアセスメント等を的確に実施し、より安全な作業環境を構築するためには、具体的な情報・資料や支援ツールの提供が望まれている。

本資料は化学物質を用いる開放系作業を対象とし、化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等の実施を、労働安全衛生総合研究所技術資料（JNIOOSH-TD-No.5）に示されるリスクアセスメント等の進め方（安衛研手法）に従って実施する際に参考となる考え方や情報を、化学物質リスクアセスメント指針⁶に示された 5 つのステップの進め方に従ってまとめている。また、火災・爆発発生に至るシナリオを同定するために、燃焼の 3 要素に着目した方法（簡易シナリオ同定法）と、ヒューマンエラーの考え方及び評価手順を提案する。

¹ リスク管理研究グループ

² 化学安全研究グループ

³ 化学物質の危険性に対するリスクアセスメントツールとして、「爆発・火災等のリスクアセスメントのためのスクリーニング支援ツール」と「CREATE-SIMPLE (Ver.2.3)」が提供されている。 <https://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankgc07.htm> (厚生労働省、職場のあんぜんサイト)

⁴ 労働安全衛生総合研究所技術資料、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、JNIOOSH-TD-No.5(2016)

⁵ 厚生労働省政策統括官(統計・情報政策、政策評価担当)、労働安全衛生調査(実態調査)報告(平成 29 年(2017))より。

⁶ 平成 27 年 9 月 18 日付け危険性又は有害性等の調査等に関する指針公示第 3 号(本資料では、「化学物質のリスクアセスメント指針」と呼ぶ)

Reference material for carrying out risk assessment on the hazards of chemicals in order to prevent fires and explosions for open space work (Overview)

Yukiyasu Shimada ⁷, Yoshihiko Sato ⁸, Akiko Takahashi ⁷

From June 1, 2016, it is obliged to carry out a risk assessment for the chemicals specified by Cabinet Order pursuant to Article 57 (1), and the chemicals subject to notice stipulated in Article 57-2 (1) of the Industrial Safety and Health Act. Even in small and medium-sized workplaces, regardless of the type of industry, if the relevant chemicals are handled, a risk assessment must be carried out regardless of the amount handled or the scale of facilities. The Ministry of Health, Labour and Welfare promotes the use of GHS labels and SDSs through “Action with Labels” activities and has developed and provided tools that enable users to carry out risk assessments of chemicals easily by simply entering information such as the names of the chemicals handled and the temperatures at which they are handled. The National Institute of Occupational Safety and Health, Japan (JNIOHS) also provides step-by-step instructions on how to conduct risk assessments for preventing process disasters, such as fire and explosion, in process plants. It is believed that various workplaces are carrying out risk assessments utilizing these tools and methods.

According to the report of “Survey on Industrial Safety and Health (Actual Condition Survey)” in 2017, 37.0% of business operators answered that they carried out risk assessments with regard to the “matters related to the hazards and toxicity of chemicals used in work,” an increase from the figure of the same survey in 2016 (31.3%). One of the reasons for this increase may be that more workplaces recognize the obligation to carry out risk assessments of chemicals. On the other hand, in terms of the scale of workplaces, larger workplaces have a higher implementation rate and smaller ones a lower rate. In particular, small and medium-sized workplaces generally do not have spare capacity to carry out safety and health activities, and this is one of the reasons why they do not conduct risk assessments. In addition, an understanding of the characteristics of chemicals and knowledge of chemical reactions are required to carry out risk assessments on the hazards of chemicals, making it difficult to identify the hazard sources and the scenarios that lead to fires and explosions. Accordingly, even in workplaces that carry out risk assessments, the implementation status and results show that appropriate risk reduction measures are often not taken as a result. Therefore, more specific information and/or material and support tools should be provided in order to carry out more appropriate risk assessments and thereby establish a safe working environment.

This document provides reference information for carrying out risk assessments (JNIOHS method) on the hazards of chemicals in order to prevent fires and explosions for open space work. In accordance with the procedures for carrying out risk assessments of chemicals specified in the guidelines of the Ministry of Health, Labour and Welfare, this document compiles reference information for each of the five steps. In addition, for the first step, this document introduces a method for investigating scenarios that lead to fire and explosion, focusing on the three elements of combustion, as an easy way to start, and the concept and evaluation procedure of human errors.

⁷ Risk Management Research Group

⁸ Chemical Safety Research Group

用語の説明⁹

- **4M4E**：事故の背後要因について 4M（人（Man）、もの（Machine）、環境（Media）、管理（Management））をガイドに考え、それらの対策について 4E（教育訓練（Education）、技術的対策（Engineering）、規程化・徹底（Enforcement）、事例紹介（Example））をガイドに考える事故分析手法。通例、事故の背後要因や対策を抽出するための事後分析として用いられるが、ここでは、リスクアセスメントでのうっかりミス⁹の背後要因と対策の事前の検討に適用している。事例紹介（Example）は、Environment（環境）の場合もある。
- **ALARP（As Low As Reasonably Practicable）**：ALARP は"as low as reasonably practicable"の略で ALARP の原則とはリスクは合理的に実行可能な限り出来るだけ低くしなければならないというもの。英国では、同様な意味の SFAIRP(so far as is resonably practicable：合理的に実行可能な範囲で)が法律でうたわれている。
- **GHS（The Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals）**：化学品の分類および表示に関する世界調和システム。危険有害性に関する情報を伝達し、使用者がより安全な化学品の取扱いのため、自ら必要な措置を実施できるように国連において開発されたシステム。
- **SDS（Safety Data Sheet）**：安全データシート。化学品の安全な取扱いを確保するために、化学品の危険有害性等に関する情報を記載した文書。事業者間で化学品を取引する時まで提供し、化学品の危険有害性や適切な取扱い方法に関する情報などを供給者側から受け取り側の事業者¹⁰に伝達する。
- **意図的なルール違反**：ヒューマンエラーのうち、作業手順書があっても作業者が意図的にそれを守らないこと。
- **うっかりミス**：ヒューマンエラーのうち、作業手順書通りに実施しようとしているにもかかわらず、意図せず失敗してしまうこと。
- **開放系作業**：例えば、塗装作業や印刷作業など、化学物質を容器に閉じ込めたまま用いないで、作業室内に出してしまうような作業など。ここでは、通常は密閉されている塗料缶などが何らかの衝撃により破損し、内容物が一時的に漏洩することで開放状態になる作業も含めている。
- **化学設備**：化学物質、化学物質を含有する製剤その他の物を製造し、又は取り扱う設備全般（付帯設備も含む）（労働安全衛生法施行令第 9 条の 3）。
- **化学物質**：労働安全衛生法第 2 条第 3 号の 2 では、元素及び化合物と記されている。一方、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⁹で用いられている「化学物質等」には、化学物質及び化学物質を含有する製剤その他の物が含まれる。本資料では、指針そのものを指す場合を除き、化学物質及び化学物質を含有する製剤その他の物を含めて「化学物質」と表記する。
- **可燃物**：可燃性物質。酸素等の支燃性物質と反応する性質を有するもので、その反応により燃焼するもの。通常環境での性状によって、可燃性ガス（可燃性蒸気を含む）、可燃性液体、可燃性固体に分類すると、それぞれの性状で異なる事象進展をたどるため、それぞれの燃焼挙動に応じて検討する必要がある¹⁰。
- **危害**：人の受ける身体的傷害若しくは健康障害、又は財産若しくは環境の受ける害（JIS）。ここでは、火災・爆発による労働災害発生や設備・装置へのダメージ、周辺地域への被害などを含む。

⁹ JISの定義を記している部分には「(JIS)」と表記している。ここで説明していない専門用語等については、それぞれの脚注に示した参考文献や以下に示す職場のあんぜんサイト(https://anzeninfo.mhlw.go.jp/yougo/yougo_index01.html)などで確認すること。

¹⁰ 安全工学協会編、安全工学講座 1 火災、海文堂出版（1983）を基に説明。

- 危険源：危害の潜在的な源（JIS）¹¹。労働者への労働災害（負傷又は疾病）又はプロセス災害を生じさせる潜在的な根源。ハザード¹²と呼ばれることもある。
- 危険状態：人、財産又は環境が、一つ又は複数のハザードにさらされる状況（JIS）。
- 許容可能なリスク：社会における現時点での評価に基づいた状況下で、受容可能とされるリスク（JIS）。
- 残留リスク：保護方策¹³を講じた後にも残るリスク（JIS）。リスクアセスメント等を実施した結果、技術上の問題などで、現状ではこれ以上リスクを低減することができず（実装可能なリスク低減措置が無い場合）、残ってしまったリスク。
- シナリオ：引き金事象の発生から不安全状態（爆発性雰囲気形成、着火源の発現など）を経て、火災・爆発が発生し、さらに、労働災害発生、設備・装置へのダメージ、周辺地域への被害発生などに至る一連の過程。
- 多重防護：異常発生防止対策、異常発生検知手段、事故発生防止対策、被害の極限化対策の区分けで、火災・爆発等発生に対するリスク低減措置。それぞれの目的を明確にした複数の対策をバランス良く実施することが望ましい。
- 着火源：可燃物が燃焼を開始するために必要なエネルギーを可燃物及び酸素等に与えるもの。一般的な着火源として、以下の8種類がある；(a) 電気火花、(b) 静電気火花、(c) 高温表面、(d) 熱輻射、(e) 衝撃・摩擦、(f) 断熱圧縮、(g) 裸火、(h) 自然発火¹⁴。
- 燃焼の3要素：燃焼とは熱と光の発生を伴う酸化反応のことで、3つの要素『可燃物（可燃性物質）』、『酸素供給源（支燃物）』、『着火源』が揃うことで燃焼が起こる。
- 爆発性雰囲気：ガス、蒸気又は粉じんの状態の可燃性物質が大気条件において空気と混合したものであって、点火すれば自己伝播が維持されるもの¹⁵。
- 引き金事象：危険源を顕在化させる事象。設備や装置の不具合、不適切な作業・操作（ヒューマンエラー）、自然災害や大規模停電など。本資料では、設備や装置の不具合、不適切な作業・操作をきっかけとする火災・爆発等発生について取り上げる。
- ヒューマンエラー：本資料では、人間をシステムの一部ととらえ、人間の行動や決定がシステムの働きを阻害する不具合や事故につながる場合に、ヒューマンエラーと定義。前提として「手順書はあるがそのとおりに実施していない場合」とし、意図しないうっかりミスも意図的なルール違反もヒューマンエラーに含む。ただし、ここでは、わざと事故を起こすようなサボタージュ（破壊行為）はヒューマンエラーに含めない。
- 不安全状態：何らかの理由により着火源が発現すること、又は爆発性雰囲気が形成されている状態。労働安全衛生総合研究所技術資料（JNIOSSH-TD-No.5）では「プロセス異常」と呼び、化学プラントなどでは流量、温度、圧力などが基準値（正常範囲内）を超えている状態も含む。
- リスク：危害の発生確率および危害の程度の組み合わせ（JIS）。

¹¹ ISO/IEC Guide 51: 2014 では、「危害の潜在的な源 (a potential source of harm)」。ISO 12100-1:2014 では、「危害を引き起こす潜在的根源」と説明されている。

¹² ハザードという用語は、起こる可能性のある危害の発生源又は性質を定義するために用いることが一般的に認められている（例えば、感電、押しつぶし、切断、毒性によるもの、火災、おぼれなどのハザード）（JIS）。

¹³ リスクを低減するための手段（JIS）。「リスク低減措置」の項を参照のこと。

¹⁴ 労働安全衛生総合研究所技術指針、静電気安全指針 2007、JNIOSSH-TR-No.42 (2007)、北川徹三、基本安全工学、海文堂出版（1982）を基に説明。

¹⁵ 労働安全衛生総合研究所技術指針、工場電気設備防爆指針・国際整合技術指針、JNIOSSH-TR-No.46-1:2020、pp.1-15 より引用

- **リスクアセスメント**：リスク分析及びリスクの評価からなるすべてのプロセス（JIS）。危険源を顕在化させる引き金事象を想定し、火災・爆発等発生に至るシナリオを同定するとともに、シナリオに沿ったリスクを見積り、リスクレベルを決定（評価）すること。
- **リスクアセスメント情報**：リスクアセスメント等を実施する際に参照された資料・情報，リスクアセスメント等を実施した結果として得られた情報，検討過程に関する情報，GHS や SDS に記載された化学物質やその反応特性に関する情報，設備設計図面，作業手順書，化学設備や機器の安全設計結果とその設計論理情報，作業や操作の安全技術に関する情報，リスク低減措置の検討と実施に関する情報などを含む。
- **リスクアセスメント等**：リスクアセスメント及びリスク低減措置の検討・実施の両方を指す。
- **リスクレベル**：リスクの大きさ。数値（Ⅰ～Ⅳなど）で表されることが多い。事前に設定された基準を基に，危害発生の頻度と危害の重篤度から求められる。
- **リスク管理**：リスクアセスメント等を実施し，その結果に基づきリスク低減戦略を立て，実施すること¹⁶。実施したかどうかの確認，記録，リスク形成要因が変更されリスクレベルが変化していないかを継続的に監視・管理することも含む。
- **リスク低減措置**：本質安全対策，工学的対策（保護装置など），保護具，使用上及び据え付け上の情報並びに機器の適切なメンテナンス，訓練によるリスク低減策などの管理的対策を含む。保護方策¹⁷，緩和措置ともいう。
- **リスク評価**：リスク見積りに基づき，リスクの順位付けとともに，許容可能なリスクに到達したかどうかを判定する過程（JIS）。
- **リスク見積り**：利用可能な情報を体系的に用いて危険源¹⁸を特定し，リスクを見積もること（JIS）。リスク分析ともいう。
- **労働災害**：労働者の就業に係る建設物，設備，原材料，ガス，蒸気，粉じんなどにより，又は作業行動その他業務に起因して，労働者が負傷し，疾病にかかり，又は死亡すること（安衛法第 2 条第 1 号）。本資料では火災・爆発発生の影響としての労働災害は含めている。火災・爆発に係わらない墜落，転倒，挟まれ・巻き込まれなどの労働災害については対象外としている。

¹⁶ ISO 31000:2018(JIS Q 31000:2019)では，リスクマネジメントは，「リスクについて，組織を指揮統制するための調整された活動」と定義し，目標設定や必要な資源の配分なども含めて，組織の内外状況に合わせて，柔軟に対応することを求めている。

¹⁷ リスクを低減するための手段（JIS）。「保護方策」とはリスク低減するための手段。本質安全設計，保護装置，保護具，使用上及び据え付け上の情報並びに訓練によるリスクの低減策を含む。

¹⁸ 「危険源」の説明を参照のこと。

第1章 化学物質による危険性の特定と火災・爆発発生に至るシナリオの同定

化学物質リスクアセスメント指針のステップ1では、危険源の特定と火災・爆発発生に至るシナリオを同定する。第1章では以下の内容についてまとめる。

- (1.1 節) GHS ラベル, SDS を用いた危険性の把握
- (1.2 節) 燃焼の3要素に着目した火災・爆発発生に至るシナリオ同定法 (簡易シナリオ同定法)
- (1.3 節) 燃焼の3要素が揃わなくても火災・爆発が発生する場合のシナリオの検討
- (1.4 節) 火災・爆発発生シナリオを同定する際の注意点
- (1.5 節) 自然災害に起因する化学物質の危険性に対するリスクアセスメント
- (1.6 節) 化学物質の漏洩による急性毒性について

表 1.1 GHS ラベルに記載される内容

①	製品特定名	製品を特定するものとして、製品の名称や物質の化学品特定名が記載される。
②	注意喚起語	利用者に対して、潜在的な危険有害性を警告するために使用されると同時に、危険有害性の程度を知らせる語句である。 「危険 (danger)」と「警告 (warning)」の 2 種類があり、重大な危険有害性がある場合には「危険」を用い、それよりは重大性の低い危険有害性がある場合には「警告」を用いる。
③	絵表示	危険有害性の情報を一目でわかりやすく伝達することを意図した、シンボルと境界線、背景のパターンまたは色等の図的要素から構成されるもので、1 つの頂点で正立させた正方形の中に、白い背景の上に黒いシンボルを置き、はっきり見えるように十分に幅広い赤い枠で囲んでいる。
④	危険有害性情報	概要製品の危険有害性の性質と、その危険有害性の程度について記載されている。具体的な文言は、危険有害性の程度に応じて国連 GHS 文書の中にそれぞれ定められている。
⑤	注意書き	危険有害性を持つ製品へのばく露、その不適切な貯蔵や取扱いから生じる被害を防止・最小化するために、その化学品の使用者等が取るべき措置について記述した文言（又は絵表示）を記載している。「GHS 附属書 3」において注意書きの使用に関する手引きが提供されている。
⑥	供給者の特定	化学品の製造業者又は供給者の名前、住所及び電話番号が記載される。

GHS ラベルに示される 9 種類の絵表示の中で、火災・爆発の危険性に関するものは表 1.2 に示す 5 種類である。これらの絵が表示されている場合には、火災・爆発などが発生するおそれがあると考え、ラベルに記載されている内容を確認するとともに、どのような危険が潜んでいるかを特定する（危険源を特定する）際の基礎情報として把握しておく²⁰。

表 1.2 火災・爆発発生に関連する GHS 絵表示²¹

絵表示	危険有害性クラス	代表的な危険性 ²²	
【炎】 	可燃性ガス(区分 1) 自然発火性ガス エアゾール (区分 1, 区分 2) 引火性液体 (区分 1~3) 可燃性固体 自己反応性化学品 (タイプ B~F)	自然発火性液体 自然発火性固体 自己発熱生化学品 水反応可燃性化学品 有機過酸化物質 (タイプ B~F) 鈍性化爆発物	ガス・エアゾールで極めて可燃性の高い危険性 引火性の高い液体および蒸気で火災につながる危険性 可燃性固体で火災につながる危険性 熱すると火災につながる危険性 空気に触れると自然発火につながる危険性 水に触れると可燃性ガスを発生する危険性
【円上の炎】 	酸化性ガス 酸化性液体 酸化性固体	発火又は火災助長につながる危険性 火災又は爆発につながる危険性	
【爆弾の爆発】 	爆発物(不安定爆発物, 等級 1.1~1.4) 自己反応性化学品(タイプ A, B) 有機過酸化物質(タイプ A, B)	爆発物: 大量爆発危険性 爆発物: 火災, 爆風又は飛散危険性 熱すると爆発につながる危険性	
【ガスボンベ】 	高压ガス	高压ガス: 熱すると爆発につながる危険性 深冷液化ガス: 凍傷又は傷につながる危険性	
【腐食性】 	金属腐食性化学品	金属腐食につながる危険性	

²⁰ GHS ラベルの読み方については付録 第 1 章のその他の参考資料の(2)に示す情報等も確認すること。

²¹ 健康有害性・環境有害性に関する項目は省略している。

²² 令和 2 年度の厚生労働省のリーフレット「化学物質取り扱い時には絵表示を確認！」などを基に作成。

(2) SDSの確認

SDSには表1.3に示す内容が記載されている。表1.3中の○数字の内容は危険性に関する情報を記述した項目（下記《ワンポイント》参照）である。SDSを活用するには以下の点に注意する²³。

- ・化学物質の危険性・有害性については、新たな知見が得られ、SDSが更新されている場合もあるので、最新のSDSを入手し、関連する情報を確認する。
- ・製品名を記載したSDSには、主要成分の引火点や燃焼下限界のみ掲載されている場合がある。
- ・調合作業などで混合物になると個々の物質の成分の引火点よりも低い引火点を示す場合もある。

表 1.3 SDSに記載されている内容

1 化学品および会社情報	⑨ 物理的および化学的性質(引火点, 蒸気圧など)
2 危険有害性の要約(GHS分類)	⑩ 安定性および反応性
3 組成および成分情報 (CAS登録番号, 化学名, 含有量など)	11 有害性情報 (LD ₅₀ 値, IARC区分など)
4 応急措置	12 環境影響情報
⑤ 火災時の措置	13 廃棄上の注意
6 漏出時の措置	14 輸送上の注意
⑦ 取扱いおよび保管上の注意	⑮ 適用法令(安衛法, 消防法など)
8 ばく露防止および保護措置 (ばく露限界値, 保護具など)	⑯ その他の情報

《ワンポイント》 SDS中に記載された危険性に関する項目²⁴

⑤「火災時の措置」

- ・適切な消火剤
- ・使ってはならない消火剤
- ・火災時の特有の危険有害性
- ・消火活動を行う者の特別な保護具及び予防措置

⑦「取扱い及び保管上の注意」

- ・取扱い(技術的対策, 安全取扱注意事項, 接触回避などを記載する。また, 必要に応じて衛生対策を記載することが望ましい)
- ・保管(安全な保管条件, 安全な容器包装材料を記載する)

⑨「物理的及び化学的性質(引火点, 蒸気圧など)」

- ・物理的状態, 色, 臭い
- ・融点/凝固点(混合物の場合は, 記載省略可)
- ・沸点又は初留点及び沸騰範囲
- ・可燃性
- ・爆発下限界及び爆発上限界/可燃限界
- ・引火点, 自然発火点
- ・分解温度
- ・pH
- ・動粘性率
- ・溶解度(混合物の場合は, 記載省略可)
- ・n-オクタール/水分分配係数(log 値)(混合物の場合は, 記載省略可)
- ・粒子特性
- ・その他データ(放射性, かさ密度, 燃焼持続性)

(左欄からの続き)

- ・蒸気圧
- ・密度及び/又は相対密度
- ・相対ガス密度

⑩ 安全性及び反応性

- ・反応性
- ・化学安定性
- ・危険有害反応可能性
- ・避けるべき条件(熱(特定温度以上の加熱など), 圧力, 衝撃, 静電放電, 振動などの物理的応力)
- ・混触危険物質
- ・危険有害な分解生成物

⑮ 適用法令

- ・該当法令の名称及びその法令に基づく規制に関する情報(特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律, 労働安全衛生法, 毒物及び劇物取締法に該当する化学品の場合, 化学品の名称と共に記載する)
- ・その他の適用される法令の名称及びその法令に基づく規制に関する情報(化学品の名称と共に記載する)

⑯ その他の情報

- ・安全上重要であるがこれまでの項目名に直接関連しない情報

²³ 製品名を記載した SDS について詳細な情報が必要となる場合には提供元(業者)に問い合わせ入手すること。どうしても入手できない場合や混合物の SDS 作成方法や利用などについての詳細を知りたい場合には、厚生労働省が設置した相談窓口や労働安全コンサルタント、専門機関に相談のこと。

²⁴ 詳細は JIS Z 7253:2019 の D.18 の表 D.1 を参照のこと。

1.2 燃焼の3要素に着目した火災・爆発発生シナリオ同定法（簡易シナリオ同定法）

(1) 火災・爆発発生に至るパターン（燃焼の3要素の揃い方）

化学物質の危険性に対するリスクアセスメントを実施し、具体的なリスク低減措置を検討するためには、危険源を網羅的に特定し、火災・爆発発生に至るシナリオを検討する（以下、「シナリオを同定する」）必要がある。火災・爆発発生に至るシナリオを同定するための基本は「燃焼の3要素²⁵が揃う条件を見つけること」である。つまり、可燃性や引火性を有する化学物質が酸素（空気）と接触または混合することで爆発性雰囲気が形成され（不安全状態となり）²⁶、同時に着火源が発現することにより火災・爆発が発生すると考えられる。ここで、開放系作業を対象とした場合、酸素（空気）は常に存在すると考えることができるので、「爆発性雰囲気の形成」と「着火源の発現」の2点に着目すればよいことになる。これら2点に対するリスク低減措置（爆発性雰囲気形成防止対策と着火源発現防止対策）を実施しているかどうかを判断基準とすれば、開放系作業において可燃性の化学物質を取り扱っている場合の火災・爆発発生に至るシナリオは表1.4に示す4つのパターン（燃焼の3要素の揃い方）に分類して検討することができる。

表 1.4 開放系作業を対象とした場合の火災・爆発発生に至るシナリオ検討パターン（燃焼の3要素の揃い方）²⁷

I. 可燃性の化学物質を使用		II. 爆発性雰囲気の形成	
		① 爆発性雰囲気形成防止対策が実施されていない	② 爆発性雰囲気形成防止対策が実施されている
III. 着火源の発現	③ 着火源発現防止対策が実施されていない	パターン(a) 燃焼の3要素が揃っているおそれあり <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> 爆発性雰囲気 着火源 </div> 常に火災・爆発発生の危険性が高い状態となっており、速やかに対策を実施する必要あり	パターン(c) 燃焼の3要素が揃う可能性あり <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> 爆発性雰囲気 着火源 </div> 容器の蓋の閉め忘れなどの不具合（引き金事象 B）により爆発性雰囲気を形成する可能性
	④ 着火源発現防止対策が実施されている	パターン(b) 燃焼の3要素が揃う可能性あり <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> 爆発性雰囲気 着火源 </div> 劣化によるアース接続不良などの不具合（引き金事象 A）により着火源が発現する可能性	パターン(d) 燃焼の3要素が揃う可能性あり <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> 爆発性雰囲気 着火源 </div> 引き金事象 A と引き金事象 B が同時に発生することにより、爆発性雰囲気を形成し、かつ着火源が発現する可能性

※ 表中の （実線枠囲み）は常に発生するおそれがあること、 （点線枠囲み）は引き金事象発生をきっかけとして発生することを示す。

²⁵ 燃焼とは熱と光の発生を伴う酸化反応のことで、3つの要素『可燃物（可燃性物質）』、『酸素供給源（支燃物）』、『着火源』のうち、どれか一つでも欠ければ、燃焼は起こらない。燃焼の未然防止のためにはこの3要素のうち、少なくとも一つを存在しない状態にすることがポイントとなる。

²⁶ 塗装作業のような反応を伴わない化学物質取り扱い作業では、化学物質は常に酸素（空気）と触れている（開放作業において、何も対策が実施されていない場合には、常に爆発性雰囲気が形成されていると考える）。

²⁷ 表中の「引き金事象」については1.2節の(3)で詳述する。

パターン(a)：「爆発性雰囲気形成防止対策」も「着火源発現防止対策」も実施されていない

- ① 常に「爆発性雰囲気が形成されている」おそれがある
- ③ 常に「着火源が発現する」おそれがある

例) 蓋が無い容器に塗料を入れて作業を行っている場合(爆発性雰囲気の形成防止対策を実施していない)、常に「爆発性雰囲気」が形成されているおそれがある。この状態で、静電気の放電による「着火源」が発現することで、火災・爆発が発生するおそれがある。

パターン(b)：「着火源発現防止対策」のみ実施されている

- ① 常に「爆発性雰囲気が形成されている」おそれがある
- ④ 引き金事象 A 発生により「着火源が発現する」可能性がある

例) 蓋が無い容器に塗料を入れて作業を行っている場合(爆発性雰囲気の形成防止対策を実施していない)、常に「爆発性雰囲気」が形成されているおそれがある。この状態で、劣化によるアース接続の不良など(引き金事象 A 発生)により「着火源」が発現すると、火災・爆発が発生する可能性がある。

パターン(c)：「爆発性雰囲気形成防止対策」のみ実施されている

- ② 引き金事象 B 発生により「爆発性雰囲気が形成される」可能性がある
- ③ 常に「着火源が発現する」おそれがある

例) 爆発性雰囲気の形成防止対策を実施していても、容器の蓋の閉め忘れなど(引き金事象 B 発生)により「爆発性雰囲気」が形成され、この爆発性雰囲気が着火源発現防止対策が実施されていない他の作業場所(例えば溶断作業を行っている場所)に流れ込むと、火災・爆発が発生する可能性がある。

パターン(d)「爆発性雰囲気形成防止対策」も「着火源発現防止対策」も実施している

- ② 引き金事象 B 発生により「爆発性雰囲気が形成される」可能性がある
- ④ 引き金事象 A 発生により「着火源が発現する」可能性がある

例) 爆発性雰囲気の形成防止対策を実施していても、容器の蓋の閉め忘れなど(引き金事象 B 発生)により「爆発性雰囲気」が形成される可能性がある。この状態で、さらに劣化によるアース接続の不良など(引き金事象 A 発生)により「着火源」が発現すると、火災・爆発が発生する可能性がある。

ここではリスクアセスメントの対象とする作業がどのパターンで実施されているかを予め確認することによるシナリオ検討方法(“簡易シナリオ同定法”と呼ぶ)をまとめる²⁸。図 1.2 に簡易シナリオ同定法の概要を示す。3種類のシートを順番に作成することにより、様々なシナリオを同定する。

(i) 「作業条件確認シート」(表 1.5)の作成

取り扱い化学物質の特性、作業条件、既に実施している対策等を確認することで、対象とする作業が表 1.4 に示すどのパターンで行われているか(既に不安全状態となっているかどうか)を確認する。

(ii) 「引き金事象チェックシート」(表 1.6)の作成

不安全状態を引き起こすかもしれない引き金事象を網羅的に想定する。

(iii) 「シナリオ検討シート」(表 1.7)の作成

想定された引き金事象が発生することにより「爆発性雰囲気が形成されるかどうか」と「着火源が発現するかどうか」を確認することで、火災・爆発発生及びその他への影響(労働災害も含む)に至るシナリオを同定する。

²⁸ 「簡易シナリオ同定法」は化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等を実施する際に、できるだけ簡単に火災・爆発が発生するシナリオを同定するための方法として、最低限、検討すべきことをまとめており、これですべての危険性(火災・爆発発生シナリオ)について考慮したと切り捨てることはできない。その他、作業条件などを確認し、1.3 節～1.5 節に示す内容などについても検討する必要がある。

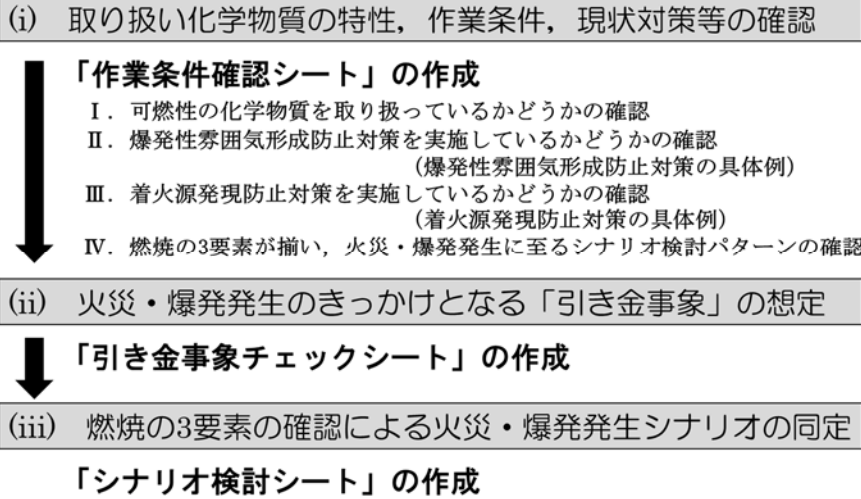


図 1.2 燃焼の3要素に着目した火災・爆発発生シナリオ同定の進め方

表 1.5 作業条件確認シート（様式）

【A】作業 手順・内容	【B】取り扱い化学物質及び作業に用いられる設備・装置等				【C】火災・爆発等が発生する燃焼の3要素のパターンの確認			
	取扱 物質名	当該化学物質 の危険性 に関する情報	取扱状況 (温度，湿度，取扱 量，保管状況など)	作業に用いられる 設備・装置・道具	Q-1 取り扱っている化学物質 は可燃性のものですか？	Q-2 爆発性雰囲気形成防止 対策を実施していますか？	Q-3 着火源発現防止対策 を実施していますか？	パターン (a)～(d)
1								
2								
3								
・								

表 1.6 引き金事象チェックシート（様式）

【A】作業 手順・内容	【B】取り扱い化学物質及び作業に 用いられる設備・装置等				【C】火災・爆発等が発生 する燃焼の3要素のパタ ーンの確認			【D】設備・装 置・道具に関す る引き金事象	【E】作業・操作に関する引き金事象（ヒューマンエラー）					
	取扱 物質名	当該化学物質 に関する情 報	取扱状況 (温度，湿度，取 扱量，保管状況 など)	作業に用 いられる設備・ 装置・道具	爆発性雰 気形成防 止対策	着火源 発現防 止対策	パター ン (a)～(d)		設備・装置・道具の 不具合 (故障モード)	やり間違い				
								省略エラー	選択 エラー	手順 エラー	タイミ ング エラー	質的 エラー	量的 エラー	その他 のエラー
1														
2														
3														
・														

表 1.7 シナリオ検討シート（様式）

【A】作業 手順・内容	【C】火災・爆発等が発生する 燃焼の3要素のパターンの確認			【D】【E】引き金事象	【F】不安全状態		【G】事故災害	
	爆発性雰 気形成 防止対策	着火源 発現 防止対策	パター ン (a)～(d)		爆発性雰 気形成	着火源の 発現	火災？ 爆発？	その他の影 響？
1								
2								
3								
・								

(2) 取り扱い化学物質の特性，作業条件，現状対策等の確認（「作業条件確認シート」の作成）

1) 「作業条件確認シート」の作成

リスクアセスメントの対象とする作業ごとに，表 1.4 に示した火災・爆発発生に至るシナリオ検討パターン（燃焼の 3 要素の揃い方）のいずれに該当するかを確認するための「作業条件確認シート」（表 1.5）を作成する。以下，それぞれの欄に記入する内容を説明する。

【A 欄】作業手順書に記載された作業内容・方法の記入

作業現場で実際に行っている作業内容や方法を反映した最新版の作業手順書を確認し，作業手順・内容を記載する。このとき，作業の目的（意図）を明確にしておくことで，より詳細な解析が可能となる。

※ 作業手順書が無い場合でも，実際に行っている作業内容を確認することにより，簡単でも良いので作業手順書を作成し，その内容を明らかにしておく。

※ 作業手順書がある場合でも，その作業手順書に記載されている内容と実際の作業内容が合致していることを事前に確認する。異なっている場合にはどちらに問題があるかを明らかにし，一致させてから以降の解析に進む。

※ 他の場所で行った前工程での作業結果がリスクアセスメントの対象とする作業に影響を与えると予想される場合，あるいはその作業の結果が後工程の作業に影響を与える場合には，それらの工程の作業も含めて同一のチェックシートに記載して検討する方が良い。別の場所で行われている別の人の作業であるということを理由に，それぞれで解析した場合，「ある作業の不具合により発生している不安全状態の下で，次の作業が実施され，このとき，何らかの不具合事象が重なって発生し，火災・爆発を引き起こす」というシナリオを見逃すことになる。

※ 詳細に記述された作業手順書を用いることにより，より具体的にリスク低減措置を検討・実施することができる。

【B 欄】取り扱い化学物質及び作業で使用する設備・装置・道具の記入

b-1) 取り扱い化学物質の名称を記入する。複数の化学物質を取り扱う場合も，それぞれ記入する²⁹。

※ 製品名を記入しても良いが，SDS を参考にすることができるように，含有される化学物質名も記入すること。

b-2) GHS ラベルや SDS 等を確認し，危険性に関する情報や関連する法規制などを把握する。物性データ（引火点等，粉体原料の粉じん爆発の可能性）など，特に気にしておくべき点があれば記入する。

※ GHS ラベル及び SDS が手元に無い場合には，至急，最新のものを取り寄せること。

b-3) 取り扱い化学物質の使用条件（温度，湿度，取扱量，保管状況など），廃棄方法³⁰などを記入する。

※ 爆発性雰囲気形成する可能性について検討するための基本情報となる。

b-4) 作業で使用している設備・装置・道具をリストアップし，名称を記入する。このとき，それぞれの使用目的や適切な使用方法についても確認しておく。

【C 欄】火災・爆発発生に至るシナリオ検討パターン確認結果の記入

以下，**Q-1**～**Q-3**に対する回答結果をそれぞれの欄に記入し，表 1.4 に示した火災・爆発発生に至るシナリオ検討パターンのいずれに該当するかを確認する。

²⁹ 一つの作業工程の中で複数の化学物質を取り扱う場合には，作業工程を細分化し，細分化された作業毎に検討すると良い。

³⁰ SDS には廃棄に関する注意点が記載されていることもあるので参考にすることができる。

I. 取り扱っている化学物質が可燃性のものであるかどうかの確認

Q-1 取り扱っている化学物質は可燃性のものでしょうか？

火災・爆発は可燃性の化学物質を使用している場合に発生する。GHS ラベルや SDS の記載事項などを参考にして、取り扱っている化学物質が可燃性のものであるかどうかを確認する³¹。

A-11 可燃性の化学物質を取り扱っている場合

⇒ 「製品名及び化学物質名」を記入し、**Q-2**及び**Q-3**に進む³²。

A-12 可燃性の化学物質を取り扱っていない場合

⇒ 「いいえ」と記入し、1.3 節に示す「燃焼の 3 要素が揃わない場合」についての検討に進む。

II. 爆発性雰囲気形成防止対策を実施しているかどうかの確認

Q-2 爆発性雰囲気形成防止対策を実施していますか？

開放系の作業現場では、常に酸素が存在し、可燃性や引火性を有する化学物質が接触または混合することで爆発性雰囲気が形成される（不安全状態となる）³³。爆発性雰囲気形成防止対策の例を表 1.8 に示す³⁴が、これらの対策を実施しているかどうかを確認し、実施している場合にはその内容を記載する。

A-21 ① 爆発性雰囲気形成防止対策が実施されていない場合

⇒ 「対策無し」と記入する。常に爆発性雰囲気が形成されているおそれがある。

※ 「対策不要」と考えられていた理由がある場合にはその理由を記載しておくこと。

A-22 ② 爆発性雰囲気形成防止対策が実施されている場合

⇒ 実施している「爆発性雰囲気形成防止対策」を記入するとともに、その目的を確認しておく。

爆発性雰囲気形成防止対策を実施していても、容器の蓋の閉め忘れ、局所排気装置の故障、スイッチの入れ忘れなど（引き金事象 B）により、対策を無効化してしまい、爆発性雰囲気を形成させる場合がある³⁵。

³¹ 義務化対象となっていない化学物質を対象とするために SDS を入手できない場合もあるが、取り扱い経験を通じて可燃性であると認識しているものや可燃性であるという知見が得られているものについては考慮する。

³² 可燃性の化学物質を取り扱っていない場合でも、1.3 節に示す「燃焼の 3 要素が揃わない場合」に対する検討が必要となる。

³³ 本資料では、塗装作業のような、開放された作業場所で使用する化学物質の取り扱いを対象としている。化学プラントの反応器のように密閉された場所での化学物質使用を対象とする場合には、以下の指針等で定義されている「危険場所」について確認することができる。

・労働安全衛生総合研究所技術指針、工場電気設備防爆指針－国際整合技術指針、TR-46 (2018)。(執筆時点での最新版)

・経済産業省、プラント内における危険区域の精緻な設定方法に関するガイドライン(2020)

・JIS C 60079-10:2008、爆発性雰囲気で使用される電気機械器具－第 10 部：危険区域の分類

³⁴ 付録 第 3 章のその他の参考資料も確認すること。表 1.8 に示す対策には、爆発性雰囲気の形成を検知するための異常発生検知手段（センサー等）とセットで実施されるものもある。

³⁵ 安衛研手法では、既存のリスク低減措置が存在していても、シナリオを同定する際にはこれが無効化された場合を仮定し、シナリオを検討することとしている。一方、簡易シナリオ同定法では、簡単のため、事前に爆発性雰囲気形成防止対策及び着火源発現の防止対策の有無を確認し、それぞれの対策が引き金事象発生により無効化される場合も想定する。

III. 着火源発現防止対策を実施しているかどうかの確認

Q-3 着火源発現防止対策を実施していますか？

火災・爆発発生の着火源となり得る要因と対策の例を表 1.9 に示す。静電気火花発現防止対策の基本と対策の例を表 1.10 に示す³⁶。表 1.9 の(a)～(h)に示す 8 項目について着火源発現防止対策の実施状況を確認し、実施している場合にはその内容を記入する。

A-31 ③ 着火源発現防止対策が実施されていない場合

⇒ 「対策無し」と記入する。常に着火源が発現するおそれがある。

※ 「対策不要」と考えられていた理由がある場合にはその理由を記載しておくこと。

A-32 ④ 着火源発現防止対策が実施されている場合

⇒ 実施している「着火源発現防止対策」を記入するとともに、その目的を確認しておく。着火源発現防止対策を実施している場合でも、劣化によるアース接続の不良など（引き金事象 A）が発生することにより、対策を無効化してしまい、着火源を発現させる場合がある³⁵。

IV. 燃焼の 3 要素が揃い、火災・爆発発生に至るシナリオ検討パターンの確認

Q-1～Q-3 の質問に対する回答結果を基に、表 1.4 に示した火災・爆発発生に至るシナリオ検討パターン（a～d）のいずれに該当するかを確認し、記入する。それぞれのパターンにより、次のような検討が必要となる。

パターン(a)：いつ火災・爆発が発生してもおかしくない状態となっている

リスクアセスメント等を実施する前に、何らかのリスク低減措置を実施する必要がある。リスク低減措置を実施した後、再度、Q-1～Q-3 を確認する。

パターン(b)～(d)：引き金事象の発生により火災・爆発が発生する可能性がある

既に何らかのリスク低減措置が実施されており、これらの対策が機能するかぎり燃焼の 3 要素が揃うことはないが、設備の故障や作業ミスなどの引き金事象の発生がそれらを無効化してしまう場合があり、これにより、燃焼の 3 要素が揃い、火災・爆発発生に至る可能性がある。

2) 「作業条件確認シート」作成の目的

「作業条件確認シート」作成の目的は、以下の通りである。

- ① 作業手順書に書かれた内容と実際に行っている作業が同一であることを確認すること。
- ② 取り扱い化学物質の特性、取り扱い状況、使用している設備などを確認すること。
- ③ 現在のリスク低減措置の実施状況を確認し、パターン分類することで、不安全状態となっているかどうかを把握すること。

³⁶ 静電気火花発現防止対策は着火性の静電気放電を防止するための対策が中心となる。付録の第 3 章のその他の参考資料も確認すること。その他、労働安全衛生規則 286 条の 2、287 条にも静電気に関する対策が示されている。

表 1.8 爆発性雰囲気形成防止対策の例 ³⁷

対策	対策例
ガス・蒸気爆発性雰囲気の抑制	<ul style="list-style-type: none"> ・ 不要な可燃性ガス・液体の残留を除去する ・ 可燃性ガス・液体の漏洩を防止する ・ 可燃性ガス・蒸気の放出を管理する ・ 換気によって可燃性ガス・蒸気の滞留を防止する <p>【換気設備の例】 下方吸引型フード（換気作業台など）、側方吸引型フード、プッシュプル型換気装置、囲い式フード（ドラフトチャンバーなど）</p> <p>【異常発生検知手段の例】 濃度計・ガス検知器</p> <ul style="list-style-type: none"> ※ 爆発性雰囲気の形成を確実に検知することができる場所に適切に設置していること ※ 爆発下限濃度(LEL)の 1/4 未満の濃度に制御すること
粉じん爆発性雰囲気の抑制	<ul style="list-style-type: none"> ・ 適切な粉体の粒径を選定する ・ 粉体の微細化を防止する ・ 粉体の滞留・堆積を防止する（排気／換気装置内への堆積を含む） ・ 取り扱いの規模を制限する ・ 設備を区画化する ・ 設備内の不要な突起物を除去する ・ 可燃性粉体の漏洩を防止する ・ 可燃性粉体の飛散・堆積を防止する <p>【換気設備の例】 下方吸引型フード（換気作業台など）、側方吸引型フード、プッシュプル型換気装置、囲い式フード（ドラフトチャンバーなど）</p>

³⁷ 労働安全衛生研究所技術指針，静電気安全指針 2007，JNIOOSH-TR-No.42(2007)を基に作成。

表 1.9 火災・爆発発生の着火源となり得る要因と対策の例 ³⁸

種類	着火源となる要因	対策の例
電氣的着火源	(a) 電気火花 <ul style="list-style-type: none"> ・加熱装置・自動温度調節器等のリレー接点に飛ぶ電気火花 ・照明用機器の破壊の際のアーキ ・電気溶接用ノズルのアーキ非防爆型の電気機器や漏電している電気機器の火花 ・非防爆機器(携帯電話, スマートフォンなど)の使用 	・防爆構造の電気機器類の使用
	(b) 静電気火花 <ul style="list-style-type: none"> ● 物体に電荷が蓄積し帯電が起こり, その電荷によって形成された電界強度がある程度以上になると, 絶縁破壊を起こし, 静電気火花(放電)が発生する. ● 静電気火花の発生としては, 以下の例がある. <ul style="list-style-type: none"> ・帯電した金属物体の近傍に金属が存在しているとき ・帯電した作業者がドアノブなどの金属に触れたとき ・作業服などを脱衣するとき ・液体試料などのサンプリング作業時に, 接地不良になった金属製柄杓が反応釜のマンホールの金属部に触れたとき ・液体輸送工程で, フィルターを内蔵した濾過器の接地不良の金属部分の周りに金属が存在しているとき ・帯電した液体・粉体などを絶縁された金属製容器に充填する際, その周りに金属が存在しているとき 	(表 1.10 静電気火花発現防止対策の基本を参照)
高温着火源	(c) 高温表面 <ul style="list-style-type: none"> ・電熱器, 加熱導管, 高温金属などの露出した高温表面 ・溶接・ガス切断等の時に飛び散る火の粉 ・溶接・切断を行っている鋼板の裏側表面 など 	<ul style="list-style-type: none"> ・高温装置の保守点検, 過負荷の有無の監視 (センサー) ・設備・装置における機械的摩擦による高温部の有無の監視 ・溶接・ガス切断等の作業の適切な制限
	(d) 熱輻射 <ul style="list-style-type: none"> ・物質が燃焼している近く ・電熱器やボイラの近く ・焦点を結んだ太陽光線 など 	<ul style="list-style-type: none"> ・周囲からの高温物の除去 ・遮熱材の使用
衝撃的着火源	(e) 衝撃・摩擦 <ul style="list-style-type: none"> ・金属(特に軽金属合金製)同士の打撃・衝撃 ・運動部への異物の混入による摩擦 など ・流動摩擦 	<ul style="list-style-type: none"> ・軽金属合金製品の使用の禁止 ・設備・装置内の可燃物・異物の除去 ・流動摩擦対策「バルブをゆっくり操作」, 「系内の可燃物の除去(清掃)」など
	(f) 断熱圧縮 <ul style="list-style-type: none"> ・配管などの閉空間への高压ガスの急激な流入による断熱圧縮³⁹ など 	<ul style="list-style-type: none"> ・バルブをゆっくり操作 ・可燃物の除去(清掃)
物理化学的着火源	(g) 裸火 <ul style="list-style-type: none"> ・厨房のコンロ ・暖房用のストーブ ・灯明 ・マッチ・ライター ・タバコの火 ・酸素アセチレン炎やトーチランプの炎 ・ボイラ ・各種の炉の中の燃料の燃焼炎 ・分析機器内の小火炎 など 	<ul style="list-style-type: none"> ・作業環境に応じた火気使用の制限 ・火気持ち込み等に関する十分な管理
	(h) 自然発火 <ul style="list-style-type: none"> ・空気や水に触れると直ちに発火するもの ・可燃性物質自体の内部に化学反応熱が蓄積することによって着火する場合 など 	<ul style="list-style-type: none"> ・小分けによる蓄熱の防止 ・適切な温度管理 (センサー) ・強制的な冷却の実施

³⁸ 北川, 爆発災害の解析, 日刊工業新聞社(1980)を基に作成.

³⁹ 高压ガス保安協会, 酸素などの断熱圧縮と摩擦熱による高压ガス事故の注意事項について, https://www.khk.or.jp/Portals/0/resources/activities/incident_investigation/hpg_incident/pdf/dannetu.pdf (2021年5月22日確認).

表 1.10 静電気火花発現防止対策の基本と対策の例 40

対策	説明, 対策例
すべての導体の接地	<p>導体は帯電すると静電気災害の原因となる火花放電等を発生するので、すべての導体と導電性材料を接地しなければならない。</p> <p>接地は導体と大地間を電氣的に接続することにより導体の帯電を防止する対策である。ボンディングは導体同士を電氣的に接続することであり、直接の接地が容易でない導体と接地した導体をボンディングすることにより接地する方法である。ボンディングの結果として導体間の電位は同電位になる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・装置、設備等設置された導体構造物の接地 (B-c) ・絶縁された金属の排除：不導体上の金属（プラスチックパイプや容器のフランジ、絶縁性床上の金属ドラムなど）の接地 (B-c)
作業者の接地と帯電防止	<p>作業者も静電気放電の原因となるので、帯電防止作業靴、導電性床の使用により作業者の帯電（電荷の蓄積）を抑制する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・帯電防止作業靴・導電性床の利用 (B-c) による人体の接地 (C-c) ・帯電防止作業服の着用 (C-c)
不導体の排除 ⁴¹	<p>不導体は接地をしても電荷緩和がほとんどないので接地の効果が無い。不導体に発生した電荷は蓄積され静電気災害の原因となる。不導体は導電性材料に代えて、これを接地して不導体の使用は避ける、あるいは不導体（例えば、絶縁性液体）に帯電防止剤を添加するなどして導電性を向上させることにより、静電気に起因するリスクを低減できる。</p> <p>不導体を接地導体で覆うことにより、または、接地導体により区画化することにより、不導体の帯電の影響を小さくして静電気に起因するリスクを抑制する。例えば、絶縁ホースにスパイラル状に巻かれた接地導線もこれにあたる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・導電性材料の容器・パイプ・フィルタなどを利用し (A-c) , これらを接地 (B-c) ・静電遮へい (B-c) ・絶縁性液体の帯電防止剤や導電性液体を添加 (B-c)
電荷発生の抑制	<p>一般に、電荷の発生は接触の面積、摩擦の速度に依存して多くなるので、速度を遅くするなど作業工程を見直すことにより電荷発生を抑制できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・作業の運転速度や液体・粉体の輸送の流速の制限 ・帯電しやすい液体では乱流や噴出を避ける (C-c)
除電	<p>除電器を利用した電荷の抑制である。除電器で発生したイオンにより帯電物体の電荷を中和する。帯電物体の周辺の媒質の導電率を高く（電荷緩和を促進）するのと等価である。不導体の除電に有効である。ただし、除電器単独でのリスク低減措置とはせず、必ず他の対策と併用すること (B-c)。</p>
静電気に関連した測定 ⁴²	<p>上記の対策の指標となる導電性、帯電電位、漏洩抵抗について、以下の測定により確認する。防爆型の測定器を用いている場合でも着火源となる可能性があるため、作業場に可燃性ガスや溶剤蒸気及び粉じんが立ち込めているようなときには、絶対に測定を行わないこと (B-b)。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・すべての導体が接地されているか、テスターなどで確認 ・原料などが入った袋や作業者などの帯電電位を静電電位測定器で測定 ・床や作業台、台車等の漏洩抵抗を絶縁抵抗計で測定

⁴⁰ 労働安全衛生総合研究所技術指針、静電気安全指針 2007, JNIOHS-TR-No.42 (2007)を基に作成。表中の A)~D)はリスク低減措置検討の優先順位, a)~d)は多重防護の考え方による対策の分類に対応している。

⁴¹ 静電気と天候による湿度の変化について:加湿することで不導体の表面抵抗が低下し、電荷緩和が促進されることが知られている。つまり、湿度が低くなると電荷が緩和されず不導体が帯電し、静電気火花が発生する可能性が高くなる。そのため、湿度の変化(天候の変化)により静電気火花が発生する状況になるおそれがあるため、天候の変化を受けやすい作業場では、「着火源発現の対策がなされていない作業場」とみなして、シナリオを検討すること。一方、無菌室など温度や湿度を管理している作業場であっても、作業者がスイッチを入れ忘れるなどの「引き金事象」の発生により、湿度管理に失敗し(湿度が下がる)、静電気火花が発現するおそれがあることを踏まえたシナリオを想定し、リスク低減措置を検討すること。

⁴² 一般社団法人日本塗料工業会、静電気事故対策(塗料製造業)第2版(平成26年11月)を基に作成。

(3) 火災・爆発発生のきっかけとなる「引き金事象」の想定（「引き金事象チェックシート」の作成）

1) 引き金事象とは

化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等の実施では、化学物質の取り扱い作業や取り扱い設備などに潜む危険源を漏れなく想定することが重要である。安衛研手法では、作業手順書に記載された作業ごとに潜在する危険源を顕在化させる事象（引き金事象）を網羅的に想定する。表 1.11 に「引き金事象」の分類を示す。大きく（i）設備・装置・道具の不具合、（ii）不適切な作業・操作、（iii）外部要因に分けて考える。これらの引き金事象は、「爆発性雰囲気形成」や「着火源の発現」を引き起こす「きっかけ」となる可能性がある。

表 1.11 引き金事象の分類

引き金事象の分類	意味と検討すべきシナリオの例
(i) 設備・装置・道具の不具合 ⁴³	・機械は壊れることがある 例) 局所排気装置が作動しなかったらどうなるか？ 容器の蓋が破損していたらどうなるか？
(ii) 不適切な作業・操作	・人(作業員)はミスをすることがある 例) 局所排気装置のスイッチを入れ忘れたらどうなるか？ 異なるスイッチを押してしまったらどうなるか？
(iii) 外部要因 ⁴⁴	・停電で装置等が止まることもある。また、地震・台風・洪水などの自然災害 ⁴⁵ による大規模災害が頻繁に発生している 例) 大規模停電が発生したらどうなるか？ 洪水が発生し、工場が浸水したらどうなるか？

2) 「引き金事象チェックシート」の作成

化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等の実施では、「引き金事象」を網羅的に想定し、これらの事象の発生をきっかけとした爆発性雰囲気形成の有無、着火源発現の有無を確認することで、通常の作業場を確認するだけでは想定する（気付く）ことが難しい様々なシナリオを同定する。

作業手順書に記載されたとおりの作業を実施することを基本として、（i）設備・装置・道具の不具合及び（ii）不適切な作業・操作（ヒューマンエラー）を網羅的に想定することを目的とした「引き金事象チェックシート」（表 1.6）を作成する⁴⁶。以下、それぞれの欄に記入する内容を説明する⁴⁷。

【A 欄】作業手順書に記載された作業内容・方法の転記

「作業条件確認シート」の【A 欄】に記載された内容を転記する。

【B 欄】取り扱い化学物質及び作業で使用する設備・装置・道具の転記

「作業条件確認シート」の【B 欄】に記載された内容を転記する。

⁴³ JNIOOSH-TD-No.5 の表 6 にも、事例を掲載しており、参照することができる。

⁴⁴ JNIOOSH-TD-No.5 の表 7 にも、事例を掲載しており、参照することができる。

⁴⁵ 1.5 節に事例等を示す。

⁴⁶ 簡易シナリオ同定法では、大規模停電や自然災害などの「外部要因」による火災・爆発発生についての検討は省略しているが、事業場がある地域などの特性により、危険源を顕在化する事象として想定することが望ましい。

⁴⁷ 想定外の事故を減らすために、考えられる引き金事象を網羅的に想定することを目的としているので、全ての欄を埋める努力が必要となる。

【C欄】火災・爆発等発生に至るシナリオ検討パターン確認結果の転記

「作業条件確認シート」の**【C欄】**に記載された内容を転記する。

【D欄】設備・装置・道具に関する引き金事象の記入

d-1) 設備・装置・道具の使用目的を確認する。

d-2) 「機械は壊れる(想定通りに動作しないこともあり得る)」という考えの下、設備・装置・道具の不具合を引き金事象として想定する。例えば、次のようなことが考えられる⁴⁸。

- ・設備が故障して動かない場合
- ・何らかの不具合により、装置が目的と異なる動作をしてしまう場合（誤動作）（ただし、作業者のミスに起因する誤操作などは**【E欄】**に記入）

※ **【B欄】**に記載された設備などだけでなく、**【C欄】**に記載された爆発性雰囲気形成防止対策及び着火源発現防止対策として実施されている設備などについても、これらを無効化するような不具合を想定する⁴⁹。

※ 想定した設備・装置・道具の不具合が不安全状態（爆発性雰囲気形成，着火源発現）を引き起こすかどうか、火災・爆発を発生させるかどうかはシナリオ検討の段階で考察するので、この時点では、考えられるすべての不具合を列挙する。

※ 作業手順の時間軸に沿って三現主義⁵⁰で確認することも重要である。ヒヤリハット活動により既に何らかの対策が実施されている場合でも、それらの効果を再確認するために、解析の対象とする。ヒヤリハット事項は既に対応しているので除外しても良いなどは考えないようにする。

【E欄】作業・操作に関する引き金事象（ヒューマンエラー）の記入

e-1) 作業や操作の目的と方法を確認する。

e-2) 「人はミスをする」という考えの下、作業・操作毎に表 1.12 に示す 7 種類のヒューマンエラーの分類⁵¹を適用することで、不適切な作業・操作を引き金事象として想定する⁵²。

※ **【A欄】**の作業手順・内容に明記されていなくても、爆発性雰囲気形成防止対策及び着火源発現防止対策として実施する作業や操作がある場合、これらを無効化するようなヒューマンエラーも想定する⁵³。

※ 想定したヒューマンエラーが不安全状態（爆発性雰囲気形成，着火源発現）を引き起こすかどうか、火災・爆発を発生させるかどうかはシナリオ検討の段階で考察するので、この時点では、作業手順・内容に対して考えられるすべてのヒューマンエラーを列挙する。

※ ヒューマンエラーの背景要因を考慮すると、大きく、(A)「うっかりミス」によるものと(B)「意図的なルール違反」⁵⁴によるものに分類することができるが、あくまで潜在する危険を顕在化させる引き金事象として、結果的にやって

⁴⁸ 労働安全衛生総合研究所技術(JNIOOSH-TD-No.5)の表 6 にも設備・装置等の不具合の例を紹介している。1.4 節に示す「火災・爆発発生シナリオを同定する際の注意点」及び過去の事故事例なども考慮すること。

⁴⁹ 本来、異常発生検知手段として設置されている検出器(センサー)やアラームの故障なども引き金事象として想定する必要があるが、ここでは簡便化するため省略している。通常、異常発生検知手段はリスク低減措置(異常発生防止対策，事故発生防止対策，被害の局限化対策)とセットで実施されるものであり、異常発生検知手段の不具合はリスク低減措置が機能しなかったことの原因の一つとして考えることができる。異常発生検知手段の不具合は、リスク低減措置検討の段階(第 3 章で説明)で具体的な対策を検討する際に考慮するとよい。

⁵⁰ 現場、現物、現実の 3 つの「**現**」を重視し、机上ではなく、実際に現場で現物を観察して、現実を認識した上で、問題の解決を図るという考え方。

⁵¹ Swain らのヒューマンエラーの分類, A. D. Swain, H. E. Guttman, Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications, Final Report (1983)を基に作成。表 1.12 では、ヒューマンエラーとして大きく「省略エラー(Omission Error)」と「やり間違い(Commission Error)」に分類し、さらに「やり間違い」を 6 つに分類している。

⁵² この方法は化学プラントなどを対象として実施する手順 HAZOP で用いられるガイドワードと基本は同じである。1.4 節に示す「火災・爆発発生シナリオを同定する際の注意点」及び過去の事故事例なども考慮すること。

⁵³ リスク低減措置としての作業・操作が作業手順書に明記されていれば、①～⑥のエラーとして想定することも可能である。また、作業手順書に明示されていないくても、普段の作業の中で失敗した経験などを⑦その他のエラーとしてできる限り想定する。

⁵⁴ 生産の効率化のために現場で作業方法を変更している場合も違反として考える。

表 1.12 ヒューマンエラーの分類

種類	説明
① 省略エラー (Omission Error)	必要な作業を実施しなかった。 例)局所排気装置を稼働させなかった
やり間違い (Commission Error)	作業は実施したが、異なることを実施した。
② 選択エラー (Selection Error)	間違った道具を選択した。作業する箇所を間違えた。 間違った命令または情報を出した(設定ミス)。 例)異なるバルブ B を開いた 例)原料投入量の設定値を間違えた/設定温度が高かった
③ 手順エラー (Sequential Error)	作業の順番を間違えた。 例)バルブ A を開く前にバルブ B を開いた
④ タイミングエラー (Time Error)	作業のタイミングが適切でなかった(早すぎた, 遅すぎた)。 例)局所排気装置の稼働が遅れた
⑤ 質的エラー (Qualitative Error)	作業の強度(質)が定められた基準・標準と異なる。 例)バルブの開閉速度が速い/遅い 例)洗浄作業が不十分だった 例)蓋がきちんと閉められていなかった 例)攪拌が不十分だった(作業継続時間は設定通りだが均一に攪拌されていない)
⑥ 量的エラー (Quantitative Error)	作業量(充填量や作業継続時間など)が定められた基準・標準と異なる。 例)充填量を間違えた(その結果, 原料充填量が多すぎ/少なすぎ) 例)昇温時間を間違えた(その結果, 加熱しすぎ/加熱不足)
⑦ その他のエラー (Other Error)	その他, 上記に分類されないもの。 例)道具を落とす, 塗料をこぼす 例)接地していたアースを外してしまう(着火源発現防止対策の無効化)

しまうだろうと思われることはすべて想定する。この段階では、(A)「うっかりミス」によるものか、(B)「意図的なルール違反」によるものかを区別する必要はない⁵⁵。

3) 「引き金事象チェックシート」作成の目的

「引き金事象チェックシート」作成の目的は、以下の通りである。

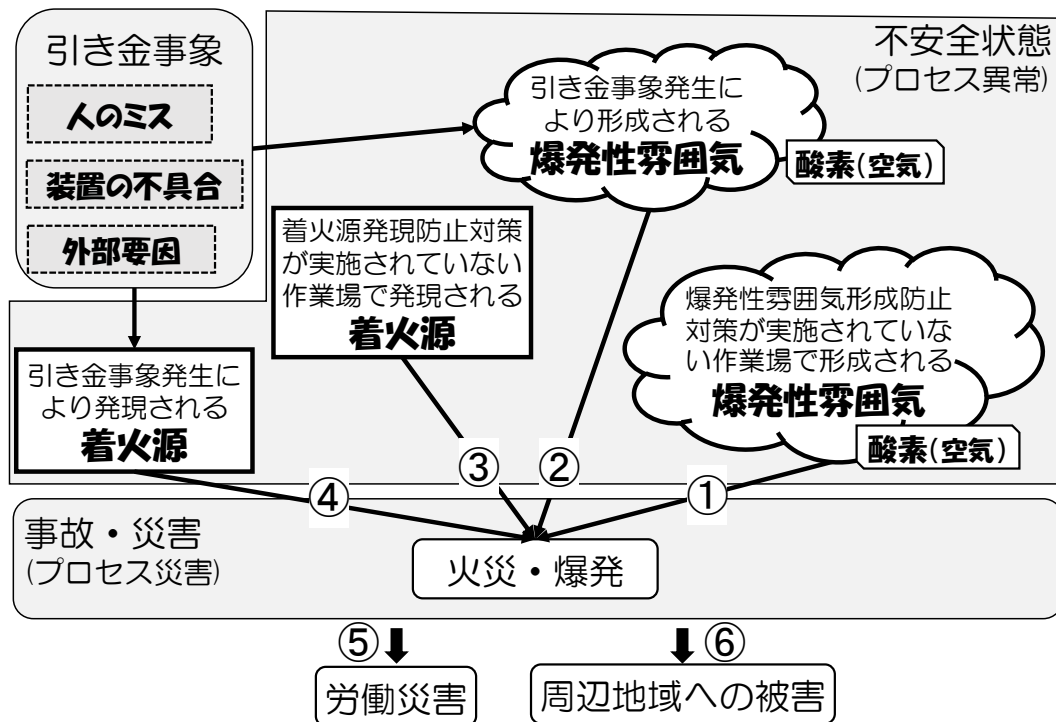
- ① 作業内容(手順)、作業に用いる化学物質の特性(危険性)や化学物質の取り扱い状況の把握、設備・装置・道具の使用目的や使用状況などを確認すること。
- ② 事前に爆発性雰囲気形成防止対策及び着火源発現防止対策の有無を確認することにより、その目的を明確にするとともに、これらの対策が無効化される可能性があることを意識付けること。
- ③ 取り扱い化学物質は一定の危険性を有していることを前提としているが、これを顕在化させる事象(引き金事象)として、「設備・装置・道具の不具合」及び「不適切な作業・操作(ヒューマンエラー)」を網羅的に想定すること。
- ④ 作業手順書の不適切な書き換え(ショートカットや根拠のない変更など)やルールを逸脱した不安全行動などを発見すること。
- ⑤ 想定された引き金事象が発生した場合(爆発性雰囲気の形成、着火源の発現など)について検討することにより、火災・爆発発生に至る、より具体的なシナリオを同定すること。

⁵⁵ シナリオ同定の段階で背景要因まで考えると、より多くの要因を組み合わせる必要がある、系統的なシナリオ想定が困難になる。この段階では、ヒューマンエラーとして行ってしまったこと自体は同じと考え、それによりどのような結果に至るのかをシナリオとして考える。背景要因はヒューマンエラーに対するリスク低減措置を検討する際に分類・想定する(3.3 節参照)。

(4) 燃焼の3要素の確認による火災・爆発発生シナリオの同定（「シナリオ検討シート」の作成）

1) 燃焼の3要素が揃うことによる火災・爆発発生と労働災害発生・事業場周辺地域への被害の拡大

図 1.3 に引き金事象発生から火災・爆発発生及び労働災害発生・事業場周辺地域への被害の拡大に至る流れを示す。対策が不十分であるために、既に不安全状態となっている場合（①③）と「引き金事象」発生により不安全状態となる場合（②④）がある。いずれの場合も「爆発性雰囲気」の形成と「着火源の発現」が起こると「火災・爆発⁵⁶」発生に至る可能性がある。さらに「火災・爆発」発生は「労働災害（⑤）」と「事業場周辺地域への被害（例えば、近隣住宅への延焼など）（⑥）」に至る可能性があり、これら一連の災害に発展する過程をシナリオとして同定する。



- ①～④ 表 1.4 中の○数字に対応
- ⑤ 火災・爆発が発生した場所の近くに作業者がいた場合、労働災害が発生する可能性
- ⑥ 火災・爆発の規模が大きい場合、事業場周辺地域への被害が発生する可能性

図 1.3 火災・爆発発生から労働災害・事業場周辺地域への被害の拡大

2) 「シナリオ検討シート」の作成

「作業条件確認シート」への記載結果（パターン(a)～(d)の確認結果）を基に「引き金事象チェックシート」の作成で想定された引き金事象の発生が「爆発性雰囲気を形成させるかどうか」、「着火源を発現させるかどうか」を確認することで火災・爆発発生に至るシナリオを同定するための「シナリオ検討シート」（表 1.7）を作成する。以下、それぞれの欄に記入する内容を説明する。

⁵⁶ 厚生労働省の事故の型の分類によれば、爆発による破裂は「爆発」に分類される。

【A欄】作業手順・内容の転記

「引き金事象チェックシート」の【A欄】に記載された作業手順・内容を転記する。

【C欄】火災・爆発発生に至るシナリオ検討パターン確認結果の転記

「引き金事象チェックシート」の【C欄】に記載された内容を転記する。

【D欄】または【E欄】に記載された引き金事象の選択

「引き金事象チェックシート」の【D欄】または【E欄】に記載された引き金事象のうちの一つを選択し、記載する。

【F欄】爆発性雰囲気形成及び着火源発現（不安全状態）の記入

【C欄】に記載された火災・爆発発生に至るシナリオ検討パターン(a)～(d)の分類を基に、爆発性雰囲気が形成されるかどうか、着火源が発現するかどうかを確認する。

f-1) パターン(a)の場合：「爆発性雰囲気形成防止対策」も「着火源発現防止対策」も実施されていない**いつ火災・爆発等が発生してもおかしくない不安全状態となっている**ので、リスクアセスメントを実施する前に、表 1.8～表 1.10 に示した対策を実施する。

f-2) パターン(b)～(d)の場合

【D欄】または【E欄】に記載された引き金事象の一つが発生した場合に「**爆発性雰囲気が形成されるかどうか**」と「**着火源が発現するかどうか**」を確認する。

パターン(b)の場合：「着火源発現防止対策」のみ実施されている

常に「爆発性雰囲気が形成されているおそれがある」という不安全状態の下で、想定された一つの引き金事象 A 発生により「着火源が発現するかどうか」を確認する。

パターン(c)の場合：「爆発性雰囲気形成防止対策」のみ実施されている

常に「着火源が発現するおそれがある」という不安全状態の下で、想定された一つの引き金事象 B 発生により「爆発性雰囲気が形成されるかどうか」を確認する。

パターン(d)の場合：「爆発性雰囲気形成防止対策」も「着火源発現防止対策」も実施している

「爆発性雰囲気形成防止対策」及び「着火源防止対策」が実施されており、これらの対策が機能するかぎり、燃焼の 3 要素が揃うことはなく、火災・爆発は発生しないが、引き金事象が発生し、それぞれの対策が無効化されることにより火災・爆発発生に至る場合がある⁵⁷。次の 2 種類の過程を考える。

- ・引き金事象 B 発生により「爆発性雰囲気が形成されている状態」で、引き金事象 A 発生により「着火源が発現するかどうか」を確認する。
- ・引き金事象 A 発生により「着火源が発現している状態」で、引き金事象 B 発生により「爆発性雰囲気が形成されるかどうか」を確認する。

⁵⁷ 通常、リスクアセスメント等の実施では、「複数の引き金事象が同時に発生する場合は想定しない」として検討が行われるが、過去には、複数の異常(不具合)が同時に発生したことにより火災・爆発が発生した例もある。パターン(d)は複数の引き金事象が発生した場合の検討となる。

パターン(d)では、想定された複数の引き金事象を組合せて考える必要があるが、膨大な数のシナリオについて検討することとなるため、例えば、次のα)とβ)を組合わせた方法で引き金事象を想定し、火災・爆発発生に至るシナリオを同定する。

α) 【D欄】に示した「設備・装置・道具に関する引き金事象」の発生と【E欄】に示した「作業・操作に関する引き金事象」の発生は別々に考える。つまり、最初に【D欄】に示された複数の「設備・装置・道具に関する引き金事象」の中から2つを取り上げ、シナリオを同定する。次に【E欄】に示された複数の「作業・操作に関する引き金事象」についても同様に検討する。

β) 想定された引き金事象のうち、最初に「爆発性雰囲気形成」につながる引き金事象を選択し、次に「着火源発現」につながる引き金事象を選択する。またはこの逆を考える。この場合、想定されている引き金事象の発生が爆発性雰囲気を形成するのか、着火源を発現するのか、あるいはその両方を同時に引き起こすかを予め確認しておくことと検討し易くなる。

【G欄】事故災害（火災・爆発、その他の影響）の記入

【F欄】に記載された「爆発性雰囲気形成」と「着火源発現」の有無を基に以下を確認する。

g-1) 爆発性雰囲気形成と着火源発現の両方が成立する（燃焼の3要素が揃う）場合

火災・爆発が発生するおそれがあり、その過程をできるだけ詳細に記載するとともに⁵⁸、さらに、作業者の人数や配置、作業環境（5S活動の実施状況、工場建屋の構造、避難経路、工場の立地条件など）を考慮し、その他の影響（労働災害や事業場周辺地域への被害）について検討する（図1.3）。

g-2) 爆発性雰囲気形成と着火源発現の両方またはどちらか一方が成立しない（燃焼の3要素が揃わない）場合

火災・爆発発生には至らないので、「影響無し」と記載する⁵⁹。

※ ここでは、燃焼の3要素が揃うかどうかを確認することによる簡易的な火災・爆発発生シナリオの検討方法を示した。一方、燃焼の3要素が揃わなくても、火災・爆発が発生することがあるため、1.3節に示す内容を必ず確認すること。

3) 「シナリオ検討シート」作成の目的

「シナリオ検討シート」作成の目的は、以下の通りである。

- ① 引き金事象の発生をきっかけとした火災・爆発発生シナリオを網羅的に同定すること。
- ② 燃焼の3要素のそれぞれの発生を確認することにより、着火源の発現防止や爆発性雰囲気の形成防止などのリスク低減措置検討・実施の目的を明確にすること。
- ③ 同定されたシナリオを安衛研手法で用いるリスクアセスメント等実施シートに記載することにより、シナリオに対するリスク見積り、追加のリスク低減措置の検討・実施を進めること。

⁵⁸ 1.4節に示す「火災・爆発発生シナリオを同定する際の注意点」及び過去の事故事例なども考慮すること。

⁵⁹ 「引き金事象チェックシート」の作成により想定された「引き金事象」は考えられる不具合を網羅的に想定しているため、火災・爆発等発生に至らない場合もあるが、その際でも、燃焼の3要素の確認結果などは記録しておくこと。これらの記録は後日、設備や作業の変更などを行うことに対し、再度、リスクアセスメント等を実施するのに役立つ。

(5) 燃焼の3要素に着目した火災・爆発発生シナリオ同定事例

1) 事例作業の説明

燃焼の3要素に着目した火災・爆発発生シナリオ同定の事例を示す。ここでは、厚生労働省の技能検定制度等に係るポータルサイト「技のとびら」で提供されている『3級技能検定実技試験課題を用いた人材育成マニュアル 塗装（金属塗装作業）編』⁶⁰に示される「被塗装物に圧縮空気を用いたエアースプレーガンにより塗装を行う作業」を参考にして、以下の作業について検討した。

i) 作業工程の概要

大きく以下の5つの工程（29の作業：表1.13に詳細を示す）。作業は室温で行われる。

1. 脱脂：被塗装物上に付着している脂分をラッカーシンナーにより取り除く。
2. 下塗り：塗装ののりがよくなるように、被塗装物にラッカープライマーサーフェーサーを塗装する。
3. 調色：異なる色の塗料を混ぜ合わせて、所定の色の塗料を調合する。
4. 試し塗り：色の適合性を確認するために、調色した塗料をラッカーシンナーで希釈し、試し塗り用の被塗装物に塗装する。
5. 上塗り：調色した塗料を下塗り塗装済みの被塗装物に塗装する。

ii) 取り扱う化学物質及び作業に用いられる設備・装置等

取り扱う化学物質及び作業で用いられる設備・装置等は以下のように設定する。

・作業で取り扱う化学物質

ラッカーエナメル白，ラッカーエナメル黒，ラッカーシンナー，ラッカープライマーサーフェーサー（次頁（参考）にそれぞれのSDSの概要（危険性に関する情報）を示す）

・作業に用いられる設備・装置等

噴霧塗装設備（空気圧縮機，吹き付け用圧力調整器，エアースプレーガン，帯電防止ホース，吹き付け用作業台，スプレーブース [局所排気装置込み]），防爆構造電気機器，導電性床，ポリ容器，攪拌棒（木製），ろ紙，ウエス（綿製），漏斗，ブラシ，ゴミ箱（ウエス，ろ紙，攪拌棒用），蓋つき廃液容器（金属製）

・作業時の服装・装備

帯電防止作業服，帯電防止作業靴，保護メガネ，作業帽，作業用手袋，耐溶剤手袋，防毒マスク

iii) 安全対策

実施されている安全対策は以下の通り設定する。

・爆発性雰囲気形成防止対策

スプレーブース付属の局所排気装置，スプレーガンの塗料カップの蓋，蓋つき廃液容器（金属製）への廃液の廃棄

⁶⁰ <https://waza.mhlw.go.jp/shidousya/pdf/kinzokutosou.pdf>（2021年5月22日確認）。元の作業の具体的な方法などについては同マニュアルを参照のこと。ここでは、当該作業を参考として、作業に用いられる設備・装置等や施されている安全対策、安全に関する作業手順等に関する想定を加え、独自の作業としている。

(参考) 事例作業で取り扱われる化学物質の SDS の概要 (危険性に関する情報)

<p><u>ラッカーシンナー</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • GHS 分類 引火性液体：区分 2 等 • 組成及び成分情報 トルエン 65～70% 酢酸エチル 10～15% 酢酸ブチル 10～15% 等 • 物理的および化学的性質 沸点：64.1～125 °C 引火点：3.1 °C 爆発範囲：1.2～36.5% 自然発火温度：370 °C • 適用法令 消防法：危険物第四類第一石油類 (非水溶性) 労働安全衛生法：名称等を通知すべき有害物， 引火性の物 	<p><u>ラッカーエナメル白</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • GHS 分類 引火性液体：区分 2 等 • 組成及び成分情報 トルエン 30～35% 二酸化チタン 10～15% 等 • 物理的および化学的性質 沸点：77.2～144.4 °C 引火点：4.5 °C 爆発範囲：1.1～12% 自然発火温度：399 °C • 適用法令 消防法：危険物第四類第一石油類 (非水溶性) 労働安全衛生法：名称等を通知すべき有害物， 引火性の物
<p><u>ラッカープライマーサーフェーサー</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • GHS 分類 引火性液体：区分 2 等 • 組成及び成分情報 トルエン 20～25% 等 • 物理的および化学的性質 沸点：77.2～125 °C 引火点：-0.5 °C 爆発範囲：1.2～15% 自然発火温度：370 °C • 適用法令 消防法：危険物第四類第一石油類 (非水溶性) 労働安全衛生法：名称等を通知すべき有害物， 引火性の物 	<p><u>ラッカーエナメル黒</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • GHS 分類 引火性液体：区分 2 等 • 組成及び成分情報 トルエン 25～30% ニトロセルロース⁶¹ 10～15% 酢酸エチル 10～15% メチルイソブチルケトン 10～15% 等 • 物理的および化学的性質 沸点：77.2～144.4 °C 引火点：5.5 °C 爆発範囲：1.1～12% 自然発火温度：367 °C • 適用法令 消防法：危険物第四類第一石油類 (非水溶性) 労働安全衛生法：名称等を通知すべき有害物， 引火性の物

• 着火源発現防止対策

- (a) 電気火花：防爆構造電気機器類の使用，非防爆機器（スマートフォン等）の持ち込み禁止
- (b) 静電気火花：導電性床の使用，金属製品の接地，帯電防止ホースの使用，帯電防止作業服・帯電防止作業靴の着用
- (c) 高温表面：高温物は使用していない
- (d) 熱輻射：高温物は周りにない
- (e) 衝撃・摩擦：特別な対策せず
- (f) 断熱圧縮：使用するガスは圧縮空気であり，断熱圧縮による発火はほとんど考えられない
- (g) 裸火：火気使用・持ち込みの管理
- (h) 自然発火：発熱するものはない

⁶¹ 火薬類等級 1.1 に分類される化学物質であり，取り扱い上，乾燥したエナメルが蓄積する箇所がないか，粉状で舞い上がることがないかなどを気にする必要もある。

2) 解析事例の説明

1)で説明した金属塗装作業に簡易シナリオ同定法を適用した例を以下に示す。

i) 「作業条件確認シート」の作成

表 1.13 に「作業条件確認シート」作成事例を示す。

【A 欄】 作業手順書に記載された作業内容・方法の記入

5 つの工程 (29 の作業手順・内容) からなる金属塗装作業を **【A 欄】** に記載する。

【B 欄】 取り扱い化学物質及び作業で使用する設備・装置・道具の記入

金属塗装作業で取り扱う化学物質とその危険性に関する情報・取り扱い状況, 及び作業に用いられる設備・装置等を確認し, **【B 欄】** に記載する。

【C 欄】 火災・爆発発生に至るシナリオ検討パターン確認結果の記入

工程毎に Q1~Q3 の質問に回答した。

(Q1) 取り扱い化学物質はいずれも可燃性のものである。

(Q2) 爆発性雰囲気形成防止対策として実施されているもの

- ・スプレーブース付属の局所排気装置
- ・スプレーガンの塗料カップの蓋
- ・蓋つき廃液容器 (金属製) への廃液の廃棄

(Q3) 着火源発現防止対策として実施されているもの (表 1.9 に示した項目を確認) ⁶²

- (a) 電気火花対策: 防爆構造電気機器類の使用, 非防爆機器 (スマートフォン等) の持ち込み禁止
- (b) 静電気火花: 導電性床の使用, 金属製品の接地, 帯電防止ホースの使用, 帯電防止作業服, 帯電防止作業靴の着用
- (c) 高温表面: 高温物は使用していない
- (d) 熱輻射: 高温物は周りにない
- (e) 衝撃・摩擦: 特別な対策せず
- (f) 断熱圧縮: 使用するガスは圧縮空気であり, 断熱圧縮による発火はほとんど考えられない
- (g) 裸火: 火気使用・持ち込みの管理
- (h) 自然発火: 発熱するものはない

以上より, 「脱脂工程」及び「調色工程」はパターン(b), その他の工程はパターン(d)であることが確認された。

⁶² シナリオ同定では, 既に実施している着火源発現対策を「本質安全対策」, 「工学的対策」, 「管理的対策」, 「保護具の着用」, 「その他 (対象外など)」に分けて, 記載している。

ii) 「引き金事象チェックシート」の作成

表 1.14 に「引き金事象チェックシート」作成事例を示す。【A 欄】～【C 欄】の内容は「作業条件確認シート」の内容を引き継いでいる。5つの工程を細分化した 29 の作業に対して、【D 欄】設備・装置・道具の不具合と【E 欄】不適切な作業・操作を引き金事象として想定する⁶³。

【D 欄】設備・装置・道具に関する引き金事象の記入

【B 欄】に記載した設備・装置・道具の不具合の他に、【C 欄】で確認した爆発性雰囲気形成防止対策及び着火源発現防止対策の失敗（不具合）などを想定している。

【E 欄】作業・操作に関する引き金事象（ヒューマンエラー）の記入

【A 欄】～【C 欄】に記載された作業条件に関する情報を基に、表 1.12 に示した①省略エラーから⑥量的エラーまでの 6 種類のヒューマンエラーを想定している。一方、⑦その他のエラーについては、通常の作業でやってしまった経験や現場を観測することにより気づき得るヒューマンエラーを想定している⁶⁴。

この時点では「うっかりミスによるもの」と「意図的なルール違反によるもの」は区別していない（両方の要因が原因となる場合もある）。

iii) 「シナリオ検討シート」の作成

【D 欄】及び【E 欄】に記載された引き金事象に対して、作業の内容・条件や取り扱い化学物質に関する情報などを参考にして、火災・爆発、その他への影響に繋がるシナリオを同定する。表 1.15(a) (b) に「脱脂工程」の手順 1 及び手順 2、表 1.15(c)に「下塗り工程」の手順 9 に対するシナリオ検討シートをそれぞれ示す⁶⁵。いずれも開放系作業であり、酸素（空気）は存在する。

脱脂工程（手順 1、手順 2）（パターン(b)）（表 1.15(a)(b)）

（手順 1）油脂汚れをラッカーシンナーを染み込ませたウエスを使って拭き残しがないように被塗装物を拭き上げ、その後、乾いた清浄なウエスで拭き取る。

（手順 2）拭いたウエスをゴミ箱に廃棄する。

手順 1 及び手順 2 はパターン(b)となっており、着火源発現防止対策は実施されているが、常に爆発性雰囲気形成が形成されているおそれがある。この不安全状態に対して、【D 欄】及び【E 欄】に記載された引き金事象が発生した場合に着火源が発現するかどうかを確認する。着火源が発現する場合は、【F 欄】に火災・爆発発生（シンナー存在部周りの蒸気に着火し、火災）となる、さらに【G 欄】にその他への影響（火災による火傷、周囲の可燃物への延焼、作業服等への延焼など）を記載することで、一連のシナリオを同定している。

⁶³ 安全に関する引き金事象を網羅的に想定するためには、リスク低減措置として実施している作業・操作なども予め作業手順書等に明記しておくことが望ましい。

⁶⁴ 着火発現防止対策として「(a)非防爆機器（スマートフォン等）の持ち込み禁止」と「(g)火気使用・持ち込みの管理」も実施されており、これらの対策を無効化する引き金事象も想定することができるが、ここでは省略している。

⁶⁵ 紙面の都合上、パターン(b)となっている手順 1 及び手順 2 とパターン(d)となっている手順 9 のみの結果を示す。

(手順 1)

【F 欄】		【G 欄】	
爆発性雰囲気形成条件	着火源発現条件	火災？爆発？	その他の影響？
想定された引き金事象の発生に関係無く、爆発性雰囲気は形成されていると考える。	以下の「引き金事象」発生により着火源が発現 <ul style="list-style-type: none"> ・防爆構造照明の故障 ・帯電防止作業服の劣化 ・帯電防止靴底の汚れ ・導電性床のアース線劣化 ・金属製品のアース線劣化 ・非防爆構造の照明を持ち込む ・床の上に汚れ防止のビニールシートを敷く ・帯電防止機能のない作業服・作業靴を着用する 	・シンナー存在部周りの蒸気に着火し、火災	・火災による火傷、周囲の可燃物への延焼、作業服等への延焼など

※ 手順 1 では、既に爆発性雰囲気は形成されており、「引き金事象」発生により着火源が発現すると、火災・爆発発生につながる。

※ 以下の引き金事象は「爆発性雰囲気の形成」につながるが、「着火源発現」にはつながらない事象であり、火災・爆発発生にはつながらない。

- ・ポリ容器の損傷
- ・ゴミ箱の損傷
- ・乾いた清浄なウエスで被塗装物を拭いた後にラッカーシンナーを染み込ませたウエスで拭く
- ・被塗装物の一部のみをラッカーシンナーで拭く
- ・拭き取り回数が少ない（多い場合は問題無い）
- ・ラッカーシンナーをこぼす

(手順 2)

【F 欄】		【G 欄】	
爆発性雰囲気形成条件	着火源条件	火災？爆発？	その他の影響？
想定された引き金事象の発生に関係無く、爆発性雰囲気は形成されていると考える。	以下の「引き金事象」発生により着火源が発現 <ul style="list-style-type: none"> ・防爆構造照明の故障 ・帯電防止作業服の劣化 ・帯電防止靴底の汚れ ・導電性床のアース線劣化 ・金属製品のアース線劣化 ・非防爆構造の照明を持ち込む ・床の上に汚れ防止のビニールシートを敷く ・帯電防止機能のない作業服・作業靴を着用する 	・シンナー存在部周りの蒸気に着火し、火災	・火災による火傷、周囲の可燃物への延焼など

※ 手順 2 では、既に爆発性雰囲気は形成されており、「引き金事象」発生により着火源が発現すると、火災・爆発発生につながる。

※ 以下の引き金事象は「爆発性雰囲気の形成」につながるが、「着火源発現」にはつながらない事象であり、火災・爆発発生にはつながらない。

- ・ポリ容器の損傷
- ・蓋付きゴミ箱の損傷
- ・使用済みのウエスをそのままにしておく
- ・蓋付きゴミ箱以外の手近な容器にポリ容器を廃棄する
- ・使用済みのウエスをすぐに廃棄せず、しばらく放置しておく
- ・ラッカーシンナーをこぼす

下塗り工程（手順9）（パターン(d)）（表 1.15(c)）

（手順9）スプレーガンで下塗り塗装をする。

手順9はパターン(d)となっており、何らかの爆発性雰囲気形成防止対策及び着火源発現防止対策が実施されている。ここでは、【D欄】及び【E欄】に記載された引き金事象が発生した場合に、それぞれの対策が無効化され、火災・爆発発生に至るシナリオを考える。

【D欄】に記載された設備・装置・道具に関する引き金事象の中で、爆発性雰囲気を形成させる「引き金事象A」と着火源を発現させる「引き金事象B」を組合せて考えることで、火災・爆発発生及びその他への影響に至るシナリオを同定することができる。

（手順9）【D欄】に記載された設備・装置・道具に関する引き金事象A及びBについて

【F欄】		【G欄】	
爆発性雰囲気形成条件	×	着火源発現条件	火災？爆発？
以下の「引き金事象A」発生により爆発性雰囲気が形成		以下の「引き金事象B」発生により着火源が発現	・スプレーブースの蒸気に着火して、火災または爆発
<ul style="list-style-type: none"> ・局所排気装置の故障 ・塗料カップのふたの破損 ・蓋つき廃液容器の損傷 	×	<ul style="list-style-type: none"> ・帯電防止ホースの劣化 ・防爆構造照明の故障 ・帯電防止作業服の劣化 ・帯電防止靴底の汚れ ・導電性床のアース線劣化 ・金属製品のアース線劣化 	・火災での火傷、周辺の可燃物への延焼、作業服等への延焼など

- ※ 上記の表中、「×」は左右の引き金事象を組合せてシナリオを同定することを意味する。
- ※ 以下の引き金事象は「爆発性雰囲気形成」にはつながらないため、以降の解析結果の記載を省略している。
 - ・スプレーガンの詰まり・漏れ
 - ・空気圧縮機の故障
 - ・圧力調整器の故障

【E欄】に記載された作業・操作に関する引き金事象の中で、爆発性雰囲気を形成させる「引き金事象C」と着火源を発現させる「引き金事象D」を組合せて考えることで、火災・爆発発生及びその他への影響に至るシナリオを同定することができる。

（手順9）【E欄】に記載された作業・操作に関する引き金事象C及びDについて

【F欄】		【G欄】	
爆発性雰囲気形成条件	×	着火源発現条件	火災？爆発？
以下の「引き金事象C」発生により爆発性雰囲気が形成		以下の「引き金事象D」発生により着火源が発現	・スプレーブースの蒸気に着火して、火災または爆発
<ul style="list-style-type: none"> ・塗料カップのふたをしない ・スプレーブース以外の場所で作業する ・ラッカープライマーサーフェーサーをこぼす ・スプレーガンを落とす 	×	<ul style="list-style-type: none"> ・スプレーガンを落とす ・非防爆構造の照明を持ち込む ・床の上に汚れ防止用ビニールシートを敷く ・帯電防止機能のない作業服・作業靴を着用する 	・火災での火傷、周辺の可燃物への延焼、作業服等への延焼など

- ※ 上記の表中、「×」は左右の引き金事象を組合せてシナリオを同定することを意味する。
- ※ 引き金事象「スプレーガンを落とす」は、「爆発性雰囲気形成」と「着火源発現」の両方を引き起こし、火災または爆発の発生につながる。
- ※ 以下の引き金事象は「爆発性雰囲気形成」にはつながらないため、以降の解析結果の記載を省略している。
 - ・鋼板の一部のみ下塗り塗装する
 - ・塗装厚が厚すぎる／薄すぎる

表1.13 作業条件確認シート（事例）

【A】作業手順・内容		【B】取扱い化学物質及び作業に用いられる設備・装置等				【C】火災・爆発が発生する燃焼の3要素の組合せの確認								
		取扱物質名	当該化学物質の危険性に関する情報	取扱状況 (温度、湿度、取引量、保管状況など)	作業に用いられる設備・装置・道具	Q-1 取り扱っている化学物質は可燃性のものでしょうか？	Q-2 爆発性雰囲気形成防止対策を実施していますか？	Q-3 着火源発現防止対策を実施していますか？					パターン (a)~(d)	
								本質安全対策	工学的対策	管理的対策	保護具の着用	その他(対象外など)		
1	脱脂	油脂汚れをラッカーシンナーを染み込ませたウエスを使って拭き残しがないように被塗装物を拭き上げ、その後、乾いた清浄なウエスで拭き取る。	ラッカーシンナー (トルエン、酢酸エチル、酢酸ブチル等)	危険物第四類第一石油類 (非水溶性) 引火性の物 (引火点：3.1℃) (爆発範囲：1.2~36.5%)	室温、500mL ポリ容器にラッカーシンナーを入れて、ポリ容器からウエスにラッカーシンナーをしみこませて使用 ウエスはゴミ箱に廃棄	・ポリ容器 ・ウエス(綿製) ・ゴミ箱	はい(ラッカーシンナー)	対策無し	(a) 防爆構造電気機器類の使用 (b) 導電性床の使用 (c) 金属製品の接地	(a) 非防爆機器(スマートフォン等)の持ち込み禁止 (b) 金属製品の接地 (c) 帯電防止作業服・帯電防止靴の着用 (d) 火気使用・持ち込みの管理			(e) 高温物は使用していない (f) 高温物は周りにない (g) 対策せず (h) 使用するガスは圧縮空気であり、断熱圧縮による発火はほとんど考えられない (i) 発熱するものはない	(b)
		拭いたウエスをゴミ箱に廃棄する。												
3	下塗り	噴霧塗装設備の局所排気装置を起動する	ラッカープライマーサーフェーサー (トルエン等)	危険物第四類第一石油類 (非水溶性) 引火性の物 (引火点：-0.5℃) (爆発範囲：1.2~15%)	室温、200mL ラッカープライマーサーフェーサーをスプレーガンに入れて使用 ウエスはゴミ箱に廃棄 廃液は蓋つき廃液容器に廃棄	・噴霧塗装設備 ・作業台 ・ポリ容器 ・ゴミ箱 ・蓋つき廃液容器(金属製)	はい(ラッカープライマーサーフェーサー)	・スプレーブース付属の局所排気装置 ・スプレーガンの塗料カップの蓋 ・蓋つき廃液容器(金属製)への廃液の廃棄	(a) 防爆構造電気機器類の使用 (b) 導電性床の使用 (c) 金属製品の接地 (d) 帯電防止ホースの使用	(a) 非防爆機器(スマートフォン等)の持ち込み禁止 (b) 金属製品の接地 (c) 帯電防止作業服・帯電防止靴の着用 (d) 火気使用・持ち込みの管理			(e) 高温物は使用していない (f) 高温物は周りにない (g) 対策せず (h) 使用するガスは圧縮空気であり、断熱圧縮による発火はほとんど考えられない (i) 発熱するものはない	(d)
4		ラッカープライマーサーフェーサーをスプレーガンのカップに入れる。												
5		ラッカープライマーサーフェーサーを入れていたポリ容器をゴミ箱に廃棄する。												
6		吹き付け用圧力調整器で空気圧力を0.2~0.3 MPaに調整する。												
7		試し塗り用の被塗装物を使い、試し吹きをして、スプレーガンから出るラッカープライマーサーフェーサーの吐出量を調整する。												
8		スプレーガンのトリガーを1段引いて、エアブローして被塗装物の表面のごみ等を取り除く。												
9		スプレーガンで下塗り塗装をする。												
10		カップに残ったラッカープライマーサーフェーサーを蓋つき廃液容器に廃棄する。												
11		室温で自然乾燥させる。												
12	調色	ポリ容器にラッカーエナメル白を入れる。	ラッカーエナメル(白) (トルエン、二酸化チタン等)	ラッカーエナメル(白) 危険物第四類第一石油類 (非水溶性) 引火性の物 (引火点：4.5℃) (爆発範囲：1.1~12%)	室温、200mL(総量) ポリ容器に入れて使用 使用済みのポリ容器、攪拌棒はゴミ箱に廃棄	・ポリ容器 ・攪拌棒(木製) ・ゴミ箱	はい(ラッカーエナメル)	対策無し	(a) 防爆構造電気機器類の使用 (b) 導電性床の使用 (c) 金属製品の接地	(a) 非防爆機器(スマートフォン等)の持ち込み禁止 (b) 金属製品の接地 (c) 帯電防止作業服・帯電防止靴の着用 (d) 火気使用・持ち込みの管理			(e) 高温物は使用していない (f) 高温物は周りにない (g) 対策せず (h) 使用するガスは圧縮空気であり、断熱圧縮による発火はほとんど考えられない (i) 発熱するものはない	(b)
13		ラッカーエナメル白にラッカーエナメル黒を少量ずつ入れ、均一になるまで攪拌棒で混ぜる。												
14		使用済みのポリ容器、攪拌棒をゴミ箱に廃棄する。												
15	試し塗り	調色した塗料を小分けしてポリ容器に入れ、塗料とラッカーシンナーの割合を10:8の希釈率で調合する。	ラッカーエナメル(黒) (トルエン、ニトロセルロース、酢酸エチル、メチルイソブチルケトン等)	ラッカーエナメル(黒) 危険物第四類第一石油類 (非水溶性) 引火性の物 (引火点：5.5℃) (爆発範囲：1.1~12%)	室温、700mL(総量) ポリ容器に入れて調色塗料とラッカーシンナーを混合。 調色した塗料をスプレーガンに入れて使用 使用済みのポリ容器、攪拌棒、ろ紙はゴミ箱に廃棄 残った調色塗料は蓋つき廃液容器に廃棄	・噴霧塗装設備 ・作業台 ・ポリ容器 ・攪拌棒 ・ろ紙 ・ゴミ箱 ・蓋つき廃液容器(金属製)	はい(ラッカーエナメル、ラッカーシンナー)	・スプレーブース付属の局所排気装置 ・スプレーガンの塗料カップの蓋 ・蓋つき廃液容器(金属製)への廃液の廃棄	(a) 防爆構造電気機器類の使用 (b) 導電性床の使用 (c) 金属製品の接地 (d) 帯電防止ホースの使用	(a) 非防爆機器(スマートフォン等)の持ち込み禁止 (b) 金属製品の接地 (c) 帯電防止作業服・帯電防止靴の着用 (d) 火気使用・持ち込みの管理			(e) 高温物は使用していない (f) 高温物は周りにない (g) 対策せず (h) 使用するガスは圧縮空気であり、断熱圧縮による発火はほとんど考えられない (i) 発熱するものはない	(d)
16		噴霧塗装設備の局所排気装置を起動する												
17		できた塗料を、ろ紙を使用してろ過しながら、スプレーガンのカップに入れる。												
18		使用済みのポリ容器、攪拌棒、ろ紙をゴミ箱に廃棄する。												
19		スプレーガンで、試し塗り用の被塗装物に吹き付け塗る。												
20	カップに残った調色塗料を蓋つき廃液容器に廃棄する。													
21	上塗り	噴霧塗装設備の局所排気装置を起動する	ラッカーエナメル(白) (トルエン、二酸化チタン等)	ラッカーエナメル(白) 危険物第四類第一石油類 (非水溶性) 引火性の物 (引火点：4.5℃) (爆発範囲：1.1~12%)	室温、200mL 調色した塗料をスプレーガンに入れて使用 使用済みのポリ容器はゴミ箱に廃棄 残った調色塗料は蓋つき廃液容器に廃棄	・噴霧塗装設備 ・作業台 ・ポリ容器 ・ゴミ箱 ・蓋つき廃液容器(金属製)	はい(ラッカーエナメル、ラッカーシンナー)	・スプレーブース付属の局所排気装置 ・スプレーガンの塗料カップの蓋 ・蓋つき廃液容器(金属製)への廃液の廃棄	(a) 防爆構造電気機器類の使用 (b) 導電性床の使用 (c) 金属製品の接地 (d) 帯電防止ホースの使用	(a) 非防爆機器(スマートフォン等)の持ち込み禁止 (b) 金属製品の接地 (c) 帯電防止作業服・帯電防止靴の着用 (d) 火気使用・持ち込みの管理			(e) 高温物は使用していない (f) 高温物は周りにない (g) 対策せず (h) 使用するガスは圧縮空気であり、断熱圧縮による発火はほとんど考えられない (i) 発熱するものはない	(d)
22		調色が完了した塗料をスプレーガンのカップに入れる。												
23		使用済みのポリ容器をゴミ箱に廃棄する。												
24		吹き付け用圧力調整器で空気圧力を0.2~0.3 MPaに調整する。												
25		試し吹きをして、スプレーガンから出る塗料の吐出量を調整する。また、パターン調整つまみも適正の調整する。												
26		スプレーガンのトリガーを1段引いて、エアブローして被塗装物の表面のごみ等を取り除く。												
27		スプレーガンで上塗りをする。												
28		カップに残った調色塗料を蓋つき廃液容器に廃棄する。												
29		室温で自然乾燥させる。												

表1.14 引き金事象チェックシート（事例）

【A】作業手順・内容		【B】取扱化学物質及び作業に用いられる設備・装置等				【C】火災・爆発等が発生する燃焼の3要素の組合せの確認			【D】設備・装置・道具に関する引き金事象	【E】作業・操作に関する引き金事象（ヒューマンエラー）															
		取扱物質名	当該化学物質の危険性に関する情報	取扱状況（温度、濃度、取引量、保管状況など）	作業に用いられる設備・装置・道具	爆発性雰囲気形成防止対策	着火源発現防止対策		パターン(a)~(d)	設備・装置・道具の不具合	やり間違い														
							工学的対策	管理的対策			省略エラー	選択エラー	手順エラー	タイミングエラー	質的エラー	量的エラー	その他のエラー								
1	脱脂 油脂汚れをラッカーシンナーを染み込ませたウエスを使って拭き残しがないように被塗装物を拭き上げ、その後、乾いた清浄なウエスで拭き取る。	ラッカーシンナー（トルエン、酢酸エチル、酢酸ブチル等）	危険物第四類第一石油類（非水溶性） 引火性の物（引火点：3.1°C） （爆発範囲：1.2~36.5%）	室温、500mL ポリ容器にラッカーシンナーを入れて、ポリ容器からウエスにラッカーシンナーをしみこませて使用ウエスはゴミ箱に廃棄	・ポリ容器 ・ウエス（綿製） ・ゴミ箱	対策無し	(a) 防爆構造電気機器類の使用 (b) 導電性床の使用 (b) 金属製品の接地	(a) 非防爆機器（スマートフォン等）の持ち込み禁止 (b) 金属製品の接地 (b) 帯電防止作業服・帯電防止作業靴の着用 (g) 火気使用・持ち込みの管理	(b)	・ポリ容器の損傷 ・ゴミ箱の損傷 ・防爆構造照明の故障 ・帯電防止作業服の劣化 ・帯電防止作業靴底の汚れ ・導電性床のアース線劣化 ・金属製品のアース線劣化	・使用済みのウエスをそのまましておく	・ゴミ箱以外の手近な容器にポリ容器を廃棄する	・乾いた清浄なウエスで被塗装物を拭いた後にラッカーシンナーを染み込ませたウエスで拭く	・被塗装物の一部のみをラッカーシンナーで拭く	・拭き取り回数が少ない/多い	・ラッカーシンナーをこぼす ・非防爆構造の照明を持ち込む ・床の上に汚れ防止用ビニールシートを敷く ・帯電防止機能のない作業服・作業靴を着用する。									
																	2	拭いたウエスをゴミ箱に廃棄する。	・使用済みのウエスをそのままにしておく	・ゴミ箱以外の手近な容器にポリ容器を廃棄する	・使用済みのウエスをすぐに廃棄せず、しばらく放置しておく	・ "			
3 4 5 6 7 8 9 10 11 下塗り	噴霧塗装設備の局所排気装置を起動する	ラッカープライマーサーフェーサー（トルエン等）	危険物第四類第一石油類（非水溶性） 引火性の物（引火点：-0.5°C） （爆発範囲：1.2~15%）	室温、200mL ラッカープライマーサーフェーサーをスプレーガンに入れて使用ウエスはゴミ箱に廃棄 廃液は蓋つき廃液容器に廃棄	・噴霧塗装設備 ・作業台 ・ポリ容器 ・ゴミ箱 ・蓋つき廃液容器（金属製）	・スプレーブース付風の局所排気装置 ・スプレーガンの塗料カップの蓋 ・蓋つき廃液容器（金属製）への廃液の廃棄	(a) 防爆構造電気機器類の使用 (b) 導電性床の使用 (b) 金属製品の接地 (b) 帯電防止ホースの使用	(a) 非防爆機器（スマートフォン等）の持ち込み禁止 (b) 金属製品の接地 (b) 帯電防止作業服・帯電防止作業靴の着用 (g) 火気使用・持ち込みの管理	(d)	・局所排気装置の故障 ・スプレーガンの詰まり、漏れ ・空気圧縮機の故障 ・圧力調整器の故障 ・帯電防止ホースの劣化 ・塗料カップのふたの破損 ・防爆構造照明の故障 ・帯電防止作業服の劣化 ・帯電防止作業靴底の汚れ ・導電性床のアース線劣化 ・金属製品のアース線劣化 ・蓋つき廃液容器の損傷	・局所排気装置を起動し忘れる	・試し吹きなどをした後に局所排気装置を起動する	・局所排気装置の稼働が早い/遅い	・ "	・ "	・ラッカープライマーサーフェーサーをこぼす ・非防爆構造の照明を持ち込む ・床の上に汚れ防止用ビニールシートを敷く ・帯電防止機能のない作業服・作業靴を着用する。									
	4										ラッカープライマーサーフェーサーをスプレーガンのカップに入れる。	・塗料カップのふたをしない	・スプレーブース以外の場所で作業する	・局所排気装置を起動する前にラッカープライマーサーフェーサーを取り扱う	・ラッカープライマーサーフェーサーを塗料カップからあふれさせる	・ "									
	5										ラッカープライマーサーフェーサーを入れていたポリ容器をゴミ箱に廃棄する。	・使用済みのポリ容器をそのままにしておく	・ゴミ箱以外の手近な容器にポリ容器を廃棄する	・使用済みのポリ容器をすぐに廃棄せず、しばらく放置しておく	・ "										
	6										吹き付け用圧力調整器で空気圧力を0.2~0.3MPaに調整する。	・空気圧力を調整し忘れる ・塗料カップのふたをしない	・スプレーブース以外の場所で作業する	・空気圧力が大きすぎる/小さすぎる	・ "										
	7										試し塗りの被塗装物を使い、試し吹きをして、スプレーガンから出るラッカープライマーサーフェーサーの吐出量を調整する。	・試し吹きをし忘れる ・塗料カップのふたをしない	・ "	・吐出量が多すぎる/少なすぎる	・ "										
	8										スプレーガンのトリガーを1段引いて、エアブローして被塗装物の表面のごみ等を取り除く。	・エアブローをし忘れる ・塗料カップのふたをしない	・ "	・トリガーを奥まで引く	・ "										
	9										スプレーガンで下塗り塗装を行う。	・塗料カップのふたをしない	・ "	・被塗装物の一部のみ下塗り塗装する ・塗料厚が厚すぎる/薄すぎる	・ "										
	10										カップに残ったラッカープライマーサーフェーサーを蓋つき廃液容器に廃棄する。	・廃液容器の蓋をしない	・手近なポリ容器にラッカープライマーサーフェーサーを廃棄する	・ "	・ "										
	11										室温で自然乾燥させる。	・スプレーブース以外の場所で乾燥させる	・ "	・乾燥し切っていないうちにスプレーブースから出す ・乾燥時間が長すぎる/少なすぎる	・ "										
	12 13 14 調色										ポリ容器にラッカーエナメル白を入れる。	ラッカーエナメル（白） （トルエン、ニ酸化チタン等） ラッカーエナメル（黒） （トルエン、ニトセルロー、酢酸エチル、メチルイソブチルケトン等）	危険物第四類第一石油類（非水溶性） 引火性の物（引火点：4.5°C） （爆発範囲：1.1~12%） 室温、200mL（総量） ポリ容器に入れて使用 使用済みのポリ容器、攪拌棒はゴミ箱に廃棄	・ポリ容器 ・攪拌棒（木製） ・ゴミ箱	対策無し	(a) 防爆構造電気機器類の使用 (b) 導電性床の使用 (b) 金属製品の接地	(a) 非防爆機器（スマートフォン等）の持ち込み禁止 (b) 金属製品の接地 (b) 帯電防止作業服・帯電防止作業靴の着用 (g) 火気使用・持ち込みの管理	(b)	・ポリ容器の損傷 ・ゴミ箱の損傷 ・防爆構造照明の故障 ・帯電防止作業服の劣化 ・帯電防止作業靴底の汚れ ・導電性床のアース線劣化 ・金属製品のアース線劣化	・間違えてラッカーエナメル黒を入れる	・ "	・ "	・ "	・ "	・ラッカーエナメルをこぼす ・非防爆構造の照明を持ち込む ・床の上に汚れ防止用ビニールシートを敷く ・帯電防止機能のない作業服・作業靴を着用する。
											13									ラッカーエナメル白にラッカーエナメル黒を少量ずつ入れ、均一になるまで攪拌棒で混ぜる。	・ラッカーエナメル白とラッカーエナメル黒を間違える ・攪拌棒に手近な金属棒を使用する	・攪拌してからラッカーエナメル黒を入れる	・均一になるまで攪拌しない	・ラッカーエナメル黒をポリ容器からあふれさせる	・ "
14		使用済みのポリ容器、攪拌棒をゴミ箱に廃棄する。	・使用済みのポリ容器、攪拌棒をそのままにしておく	・ゴミ箱以外の手近な容器にポリ容器、攪拌棒を廃棄する	・使用済みのポリ容器、攪拌棒をすぐに廃棄せず、しばらく放置しておく	・ "																			

表1.14 引き金事象チェックシート（事例）

【A】作業手順・内容	【B】取扱化学物質及び作業に用いられる設備・装置等				【C】火災・爆発等が発生する燃焼の3要素の組合せの確認			【D】設備・装置・道具に関する引き金事象	【E】作業・操作に関する引き金事象（ヒューマンエラー）							
	取扱物質名	当該化学物質の危険性に関する情報	取扱状況（温度、濃度、取扱量、保管状況など）	作業に用いられる設備・装置・道具	爆発性雰囲気形成防止対策	着火源発現防止対策			パターン(a)~(d)	設備・装置・道具の不具合	やり間違い					
						工学的対策	管理的対策				省略エラー	選択エラー	手順エラー	タイミングエラー	質的エラー	量的エラー
15 16 17 18 19 20 試し塗り	調色した塗料を小分けしてポリ容器に入れ、塗料とラッカーシンナーの割合を10:8の希釈率で調合する。	ラッカーエナメル（白） 危険物第四類第一石油類（非水溶性） 引火性の物（引火点：4.5℃） （爆発範囲：1.1~12%）	室温、700mL（総量） ポリ容器に入れて調色塗料とラッカーシンナーを混合。 調色した塗料をスプレーガンに入れて使用 使用済みのポリ容器、攪拌棒、ろ紙はゴミ箱に廃棄 残った調合塗料は蓋つき廃液容器に廃棄	・噴霧塗装設備 ・作業台 ・ポリ容器 ・攪拌棒 ・ろ紙 ・ゴミ箱 ・蓋つき廃液容器（金属製）	・スプレーブース付属の局所排気装置 ・スプレーガンの塗料カップの蓋 ・蓋つき廃液容器（金属製）への廃液の廃棄	(a) 防爆構造電気機器類の使用 (b) 導電性床の使用 (c) 金属製品の接地 (d) 帯電防止ホースの使用	(a) 非防爆機器（スマートフォン等）の持ち込み禁止 (b) 金属製品の接地 (c) 帯電防止作業服・帯電防止作業靴の着用 (e) 火気使用・持ち込みの管理	(d)	・局所排気装置の故障 ・スプレーガンの詰まり、漏れ ・空気圧縮機の故障 ・圧力調整器の故障 ・帯電防止ホースの劣化 ・ポリ容器の損傷 ・ゴミ箱の損傷 ・蓋つき廃液容器の損傷 ・ろ紙の破れ ・塗料カップのふたの破損 ・防爆構造照明の故障 ・帯電防止作業服の劣化 ・帯電防止作業靴底の汚れ ・導電性床のアース線劣化 ・金属製品のアース線劣化	・スプレーブース以外の場所で作業する ・攪拌棒に手近な金属棒を使用する	・小分けしたラッカーシンナーに調色した塗料を調合する	・均一になるまで攪拌しない	・調色塗料をポリ容器からあふれさせる ・ラッカーシンナーをポリ容器からあふれさせる ・塗料とラッカーシンナーの割合を間違える	・調合塗料をこぼす ・ラッカーシンナーをこぼす ・非防爆構造の照明を持ち込む ・床の上に汚れ防止用ビニールシートを敷く ・帯電防止機能のない作業服・作業靴を着用する。		
	噴霧塗装設備の局所排気装置を起動する								・局所排気装置を起動し忘れる	・局所排気装置の稼働が早い/遅い				・ "		
	できた塗料を、ろ紙を使用してろ過しながら、スプレーガンのカップに入れる。	ラッカーエナメル（調色塗料） ラッカーシンナー	ラッカーエナメル（黒） 危険物第四類第一石油類（非水溶性） 引火性の物（引火点：5.5℃） （爆発範囲：1.1~12%）							・ろ過をせずに塗料をカップに入れる ・塗料カップのふたをしない	・手近にある大きさが合わない紙を使用する ・スプレーブース以外の場所で作業する	・できた塗料をカップに入れる速度が遅すぎる/速すぎる	・できた塗料をカップからあふれさせる	・ "	・ "	
	使用済みのポリ容器、攪拌棒、ろ紙をゴミ箱に廃棄する。	ラッカーシンナー 危険物第四類第一石油類（非水溶性） 引火性の物（引火点：3.1℃） （爆発範囲：1.2~36.5%）								・使用済みのポリ容器、攪拌棒、ろ紙をそのまましておく	・ゴミ箱以外の手近な容器にポリ容器、攪拌棒、ろ紙を廃棄する				・ "	
	スプレーガンで、試し塗りの被塗物に吹き付け塗りする。									・塗料カップのふたをしない	・スプレーブース以外の場所で作業する			・被塗物の一部のみ塗装する ・塗料の吐出量が多すぎる/少なすぎる	・ "	
21 22 23 24 25 26 27 28 29 上塗り	噴霧塗装設備の局所排気装置を起動する								・局所排気装置を起動し忘れる	・局所排気装置の稼働が早い/遅い				・ "		
調色が完了した塗料をスプレーガンのカップに入れる。	ラッカーエナメル（白） 危険物第四類第一石油類（非水溶性） 引火性の物（引火点：4.5℃） （爆発範囲：1.1~12%）								・塗料カップのふたをしない	・スプレーブース以外の場所で作業する	・局所排気装置を起動する前に塗料を取り扱う		・塗料をカップからあふれさせる	・塗料をこぼす ・非防爆構造の照明を持ち込む ・床の上に汚れ防止用ビニールシートを敷く ・帯電防止機能のない作業服・作業靴を着用する。		
使用済みのポリ容器をゴミ箱に廃棄する。	ラッカーシンナー 危険物第四類第一石油類（非水溶性） 引火性の物（引火点：4.5℃） （爆発範囲：1.1~12%）								・使用済みのポリ容器をそのまましておく	・ゴミ箱以外の手近な容器にポリ容器を廃棄する				・ "		
吹き付け用圧力調整器で空気圧力を0.2~0.3 MPaに調整する。	ラッカーエナメル（黒） 危険物第四類第一石油類（非水溶性） 引火性の物（引火点：5.5℃） （爆発範囲：1.1~12%）	室温、200mL 調色した塗料をスプレーガンに入れて使用 使用済みのポリ容器はゴミ箱に廃棄 残った調合塗料は蓋つき廃液容器に廃棄							・空気圧縮機の故障 ・圧力調整器の故障 ・帯電防止ホースの劣化 ・ゴミ箱の損傷 ・蓋つき廃液容器の損傷 ・塗料カップのふたの破損 ・防爆構造照明の故障 ・帯電防止作業服の劣化 ・帯電防止作業靴底の汚れ ・導電性床のアース線劣化 ・金属製品のアース線劣化	・空気圧力を調整し忘れる ・塗料カップのふたをしない	・スプレーブース以外の場所で作業する		・空気圧力が大きすぎる/小さすぎる	・ "		
試し吹きをして、スプレーガンから出る塗料の吐出量を調整する。また、パターン調整つまみも適正の調整する。	ラッカーエナメル（黒） 危険物第四類第一石油類（非水溶性） 引火性の物（引火点：5.5℃） （爆発範囲：1.1~12%）								・試し吹きをし忘れる ・塗料カップのふたをしない	・ "			・吐出量が多すぎる/少なすぎる	・ "		
スプレーガンのトリガーを1段引いて、エアブローして被塗物の表面のごみ等を取り除く。	ラッカーシンナー 危険物第四類第一石油類（非水溶性） 引火性の物（引火点：3.1℃） （爆発範囲：1.2~36.5%）								・エアブローをし忘れる ・塗料カップのふたをしない	・ "			・トリガーを奥まで引く	・ "		
スプレーガンで上塗りをする。									・塗料カップのふたをしない	・ "			・被塗物の一部のみ下塗り塗装する	・ "		
カップに残った調合塗料を蓋つき廃液容器に廃棄する。									・廃液容器の蓋をしない	・手近なポリ容器に調合塗料を廃棄する				・ "		
室温で自然乾燥させる。									・ "	・スプレーブース以外の場所で乾燥させる			・乾燥し切っていないうちにスプレーブースから出す	・乾燥時間が長すぎる/少なすぎる		

表1.15(a) シナリオ検討シート（脱脂工程：手順1）

【A】作業手順・内容	【C】火災・爆発等が発生する燃焼の3要素の組合せの確認			【D】【E】引き金事象	【F】不安全状態		【G】事故災害		
	爆発性雰囲気形成防止対策	着火源発現防止対策			爆発性雰囲気の形成	着火源の発現	火災？ 爆発？	その他への影響？	
		工学的対策	管理的対策						
1 油脂汚れをラッカーシンナーを染み込ませたウエスを使って拭き残しがないように被塗装物を拭き上げ、その後、乾いた清浄なウエスで拭き取る。	対策無し	(a) 防爆構造電気機器類の使用 (b) 導電性床の使用 (b) 金属製品の接地	(a) 非防爆機器（スマートフォン等）の持ち込み禁止 (b) 金属製品の接地 (b) 帯電防止作業服・帯電防止靴の着用 (g) 火気使用・持ち込みの管理	(b)	・ポリ容器の損傷	開放状態での作業のため、シンナー存在部周りに爆発性雰囲気を形成する可能性あり	なし	影響なし	影響なし
					・ゴミ箱の損傷	なし	なし	なし	なし
					・防爆構造照明の故障	なし	照明の絶縁不良のため、電気火花が発生する可能性あり	シンナー存在部周りの蒸気に着火し、火災	火炎による火傷、周囲の可燃物への延焼。作業服等への延焼など
					・帯電防止作業服の劣化	なし	作業者に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり	なし	なし
					・帯電防止作業靴底の汚れ	なし	なし	なし	なし
					・導電性床のアース線劣化	なし	なし	なし	なし
					・金属製品のアース線劣化	なし	導電物と接近することで静電気火花が発生する可能性あり	なし	なし
					・乾いた清浄なウエスで被塗装物を拭いた後にラッカーシンナーを染み込ませたウエスで拭く	開放状態での作業のため、シンナー存在部周りに爆発性雰囲気を形成する可能性あり	なし	影響なし	影響なし
					・被塗装物の一部のみをラッカーシンナーで拭く	なし	なし	なし	なし
					・拭き取り回数が少ない/多い	なし	なし	なし	なし
					・ラッカーシンナーをこぼす	なし	なし	なし	なし
					・非防爆構造の照明を持ち込む	なし	非防爆構造の照明を持ち込むことにより、照明の電源から電気火花が発生する可能性あり	シンナー存在部周りの蒸気に着火し、火災	火炎による火傷、周囲の可燃物への延焼。作業服等への延焼など
・床の上に汚れ防止用ビニールシートを敷く	なし	作業者に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり	なし	なし					
・帯電防止機能のない作業服・作業靴を着用する	なし	なし	なし	なし					

表1.15(b) シナリオ検討シート（脱脂工程：手順2）

【A】作業手順・内容	【C】火災・爆発等が発生する燃焼の3要素の組合せの確認			【D】【E】引き金事象	【F】不安全状態		【G】事故災害		
	爆発性雰囲気形成防止対策	着火源発現防止対策			爆発性雰囲気の形成	着火源の発現	火災？ 爆発？	その他への影響？	
		工学的対策	管理的対策						
2 拭いたウエスをゴミ箱に廃棄する。	対策無し	(a) 防爆構造電気機器類の使用 (b) 導電性床の使用 (b) 金属製品の接地	(a) 非防爆機器（スマートフォン等）の持ち込み禁止 (b) 金属製品の接地 (b) 帯電防止作業服・帯電防止靴の着用 (g) 火気使用・持ち込みの管理	(b)	・ポリ容器の損傷	開放状態での作業のため、シンナー存在部周りに爆発性雰囲気を形成する可能性あり	なし	影響なし	影響なし
					・蓋付きゴミ箱の損傷	なし	なし	なし	なし
					・防爆構造照明の故障	なし	照明の絶縁不良のため、電気火花が発生する可能性あり	シンナー存在部周りの蒸気に着火し、火災	火炎による火傷、周囲の可燃物への延焼。作業服等への延焼など
					・帯電防止作業服の劣化	なし	作業者に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり	なし	なし
					・帯電防止作業靴底の汚れ	なし	なし	なし	なし
					・導電性床のアース線劣化	なし	なし	なし	なし
					・金属製品のアース線劣化	なし	導電物と接近することで静電気火花が発生する可能性あり	なし	なし
					・使用済みのウエスをそのままにしておく	開放状態での作業のため、シンナー存在部周りに爆発性雰囲気を形成する可能性あり	なし	影響なし	影響なし
					・（この行、空欄）	なし	なし	なし	なし
					・蓋付きゴミ箱以外の手近な容器にポリ容器を廃棄する	なし	なし	なし	なし
					・使用済みのウエスをすぐに廃棄せず、しばらく放置しておく	なし	なし	なし	なし
					・ラッカーシンナーをこぼす	なし	なし	なし	なし
・非防爆構造の照明を持ち込む	なし	非防爆構造の照明を持ち込むことにより、照明の電源から電気火花が発生する可能性あり	シンナー存在部周りの蒸気に着火し、火災	火炎による火傷、周囲の可燃物への延焼。作業服等への延焼など					
・床の上に汚れ防止用ビニールシートを敷く	なし	作業者に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり	なし	なし					
・帯電防止機能のない作業服・作業靴を着用する	なし	なし	なし	なし					

表1.15(c) シナリオ検討シート（下塗り工程：手順9）

【A】作業手順・内容	【C】火災・爆発等が発生する燃焼の3要素の組合せの確認			【D】 【E】引き金事象 (a)~(d)	【F】 不安全状態		【G】事故災害	
	爆発性雰囲気 形成防止対策	着火源発現防止対策			爆発性雰囲気の形成	着火源の発現	火災? 爆発?	その他への影響?
		工学的対策	管理的対策					
9 スプレーガンで下塗り 塗装を行う。	<ul style="list-style-type: none"> スプレーブース付属の局所排気装置 スプレーガンの塗料カップの蓋 蓋つき廃液容器（金属製）への廃液の廃棄 	<ul style="list-style-type: none"> (a) 防爆構造の照明使用 (b) 導電性床の使用 (b) 金属製品の接地 (b) 帯電防止ホースの使用 	<ul style="list-style-type: none"> (a) 非防爆機器（スマートフォン等）の持ち込み禁止 (b) 金属製品の接地 (b) 帯電防止作業服・帯電防止靴の着用 (g) 火気使用・持ち込みの管理 	<ul style="list-style-type: none"> 局所排気装置の故障 	<ul style="list-style-type: none"> 塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> 帯電防止ホースが劣化しており、スプレーガンに帯電し、静電気火花が発生する可能性あり 防爆構造照明が故障し、照明の絶縁不良のため、電気火花が発生する可能性あり 帯電防止作業服が劣化しており、作業者に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり 帯電防止作業靴が劣化しており、作業者に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり 導電性床のアース線が劣化しており、作業者に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり 金属製品のアース線が劣化しており、作業者に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり 	スプレーブースの蒸気に着火して、火災または爆発	火災での火傷、周辺の可燃物への延焼、作業服等への延焼など
				<ul style="list-style-type: none"> スプレーガンの詰まり・漏れ 	なし	(以下略)	影響なし	影響なし
				<ul style="list-style-type: none"> 空気圧縮機の故障 	なし	(以下略)	"	"
				<ul style="list-style-type: none"> 圧力調整器の故障 	なし	(以下略)	"	"
				<ul style="list-style-type: none"> 帯電防止ホースの劣化 	<ul style="list-style-type: none"> 局所排気装置の故障により、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 塗料カップの蓋の破損により、追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 蓋つき廃液容器の損傷により、追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> スプレーガンに帯電し、静電気火花が発生する可能性あり 	スプレーブースの蒸気に着火して、火災または爆発	火災での火傷、周辺の可燃物への延焼、作業服等への延焼など
				<ul style="list-style-type: none"> 塗料カップのふたの破損 	<ul style="list-style-type: none"> 追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> 帯電防止ホースが劣化しており、スプレーガンに帯電し、静電気火花が発生する可能性あり 防爆構造照明が故障し、照明の絶縁不良のため、電気火花が発生する可能性あり 帯電防止作業服が劣化しており、作業者に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり 帯電防止作業靴が劣化しており、作業者に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり 導電性床のアース線が劣化しており、作業者に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり 金属製品のアース線が劣化しており、作業者に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり 	"	"
				<ul style="list-style-type: none"> 防爆構造照明の故障 	<ul style="list-style-type: none"> 局所排気装置の故障により、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 塗料カップの蓋の破損により、追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 蓋つき廃液容器の損傷により、追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> 照明の絶縁不良のため、電気火花が発生する可能性あり 	"	"
				<ul style="list-style-type: none"> 帯電防止作業服の劣化 	<ul style="list-style-type: none"> 局所排気装置の故障により、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 塗料カップの蓋の破損により、追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 蓋つき廃液容器の損傷により、追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> 作業者に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり 	"	"
				<ul style="list-style-type: none"> 帯電防止作業靴底の汚れ 	<ul style="list-style-type: none"> 局所排気装置の故障により、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 塗料カップの蓋の破損により、追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 蓋つき廃液容器の損傷により、追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> 作業者に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり 	"	"
				<ul style="list-style-type: none"> 導電性床のアース線劣化 	<ul style="list-style-type: none"> 局所排気装置の故障により、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 塗料カップの蓋の破損により、追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 蓋つき廃液容器の損傷により、追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> 作業者に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり 	"	"
<ul style="list-style-type: none"> 金属製品のアース線劣化 	<ul style="list-style-type: none"> 局所排気装置の故障により、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 塗料カップの蓋の破損により、追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 蓋つき廃液容器の損傷により、追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> 金属製品に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり 	"	"				
<ul style="list-style-type: none"> 蓋つき廃液容器の損傷 	<ul style="list-style-type: none"> 追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気形成する可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> 帯電防止ホースが劣化しており、スプレーガンに帯電し、静電気火花が発生する可能性あり 防爆構造照明が故障し、照明の絶縁不良のため、電気火花が発生する可能性あり 帯電防止作業服が劣化しており、作業者に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり 帯電防止作業靴が劣化しており、作業者に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり 導電性床のアース線が劣化しており、作業者に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり 金属製品のアース線が劣化しており、作業者に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり 	"	"				

表1.15(c) シナリオ検討シート（下塗り工程：手順9）

【A】作業手順・内容	【C】火災・爆発等が発生する燃焼の3要素の組合せの確認			【D】【E】引き金事象	【F】不安全状態		【G】事故災害		
	爆発性雰囲気形成防止対策	着火源発現防止対策			爆発性雰囲気の形成	着火源の発現	火災？ 爆発？	その他への影響？	
		工学的対策	管理的対策						
9 スプレーガンで下塗り塗装を行う。	・スプレーブース付属の局所排気装置 ・スプレーガンの塗料カップの蓋 ・蓋つき廃液容器（金属製）への廃液の廃棄	(a) 防爆構造の照明使用 (b) 導電性床の使用 (b) 金属製品の接地 (b) 帯電防止ホースの使用	(a) 非防爆機器（スマートフォン等）の持ち込み禁止 (b) 金属製品の接地 (b) 帯電防止作業服・帯電防止靴の着用 (g) 火気使用・持ち込みの管理	(d)	・塗料カップのふたをしらない	追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気を形成する可能性あり	スプレーガンを落とした際に、衝撃火花が発生する可能性あり 非防爆構造の照明を持ち込むことにより、照明の電源から電気火花が発生する可能性あり	スプレーブースの蒸気に着火して、火災または爆発	火災での火傷、周辺の可燃物への延焼、作業服等への延焼など
					・スプレーブース以外の場所で作業する	開放状態での作業のため、作業範囲で爆発性雰囲気を形成する可能性あり	スプレーガンを落とした際に、衝撃火花が発生する可能性あり 非防爆構造の照明を持ち込むことにより、照明の電源から電気火花が発生する可能性あり	”	”
					・鋼板の一部のみ下塗り塗装する	なし	(以下略)	影響なし	影響なし
					・塗装厚が厚すぎる/薄すぎる	なし	(以下略)	”	”
					・ラッカープライマーサーフェーサーをこぼす	追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気を形成する可能性あり	スプレーガンを落とした際に、衝撃火花が発生する可能性あり 非防爆構造の照明を持ち込むことにより、照明の電源から電気火花が発生する可能性あり	スプレーブースの蒸気に着火して、火災または爆発	火災での火傷、周辺の可燃物への延焼、作業服等への延焼など
					・スプレーガンを落とす	塗料カップからこぼれた追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気を形成する可能性あり	スプレーガンを落とした際に、衝撃火花が発生する可能性あり 非防爆構造の照明を持ち込むことにより、照明の電源から電気火花が発生する可能性あり	”	”
					・非防爆構造の照明を持ち込む	塗料カップの蓋をせず、追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気を形成する可能性あり スプレーブース以外の場所で作業し、開放状態での作業のため、作業範囲で爆発性雰囲気を形成する可能性あり ラッカープライマーサーフェーサーをこぼし、追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気を形成する可能性あり	スプレーガンを落とし、塗料カップからこぼれた追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気を形成する可能性あり 照明の電源からの電気火花が発生する可能性あり	スプレーブースの蒸気に着火して、火災または爆発	火災での火傷、周辺の可燃物への延焼、作業服等への延焼など
					・床の上に汚れ防止用ビニールシートを敷く	塗料カップの蓋をせず、追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気を形成する可能性あり スプレーブース以外の場所で作業し、開放状態での作業のため、作業範囲で爆発性雰囲気を形成する可能性あり ラッカープライマーサーフェーサーをこぼし、追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気を形成する可能性あり	スプレーガンを落とし、塗料カップからこぼれた追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気を形成する可能性あり 作業者に帯電し、静電気火花が発生する可能性あり	”	”
・帯電防止機能のない作業服・作業靴を着用する	塗料カップの蓋をせず、追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気を形成する可能性あり スプレーブース以外の場所で作業し、開放状態での作業のため、作業範囲で爆発性雰囲気を形成する可能性あり ラッカープライマーサーフェーサーをこぼし、追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気を形成する可能性あり	スプレーガンを落とし、塗料カップからこぼれた追加の塗料の蒸発で局所排気装置の能力を超えた場合、塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気を形成する可能性あり ”	”	”					

(6) 簡易シナリオ同定法で得られたシナリオ情報から安衛研手法への展開

簡易シナリオ同定法により作成された3種類のシート内の情報は安衛研手法で使用するリスクアセスメント等実施シートの作成に用いることができる。表 1.16 に安衛研手法で用いるリスクアセスメント等実施シートの記載事項と簡易シナリオ同定法で得られたシナリオ情報の対応関係を示す。安衛研手法では、STEP2①「引き金事象の特定をシナリオ同定」を行う際、「引き金事象（初期事象）」、「プロセス異常（中間事象）」、「プロセス災害（結果事象）」に分けて記載することとしているが、それぞれ【D欄】または【E欄】、【F欄】、【G欄】の内容を記載すればよい。また、STEP2②の「既存のリスク低減措置の確認」の欄には、【C欄】で確認した「爆発性雰囲気形成防止対策」と「着火源発現防止対策」を記載すればよい。【A欄】及び【B欄】の内容もSTEP1の「取り扱い物質及びプロセスに係る危険源の把握」とSTEP2の「取り扱い物質及びプロセスに係る危険源の把握結果」の欄に記載する情報となる。これらの情報の入力結果を基に、シナリオに対するリスク見積りと評価、リスク低減措置の検討・実施について検討する。表 1.13～表 1.15 で得られたシナリオ同定結果を安衛研手法のリスクアセスメント等実施シートに展開したものを表 1.17(a)及び表 1.17(b)に示す。シナリオに対するリスク見積り、リスク評価、追加のリスク低減措置の検討結果などを記載している⁶⁶。

表 1.16 安衛研手法で用いるリスクアセスメント等実施シートの記載事項と簡易シナリオ同定法で得られる情報の対応

(安衛研手法) リスクアセスメント等実施シートの記載事項		(簡易シナリオ同定法) 3種類のシート作成により得られる情報
STEP1：取り扱い物質及びプロセスに係る危険源の把握		
取り扱い物質及びプロセスに係る危険源の把握結果		【B欄】 取り扱い化学物質及び作業に用いる設備・装置等 ・ 取り扱い物質名 ・ 当該化学物質の危険性に関する情報 ・ 取り扱い状況
STEP2：リスクアセスメント等の実施		
作業・操作、設備・装置とその目的		【A欄】 作業手順・内容（作業目的） 【B欄】 作業に用いられる設備・装置・道具
①引き金事象特定とシナリオ同定	引き金事象（初期事象）	【D欄】 設備・装置・道具に関する引き金事象 【E欄】 作業・操作に関する引き金事象
	プロセス異常（中間事象）	【F欄】 不安全状態 ・ 爆発性雰囲気形成 ・ 着火源の発現
	プロセス災害（結果事象）	【G欄】 事故災害 ・ 火災？爆発？ ・ その他の影響？
②既存のリスク低減措置の確認		【C欄】 火災・爆発等が発生するパターンの確認 ・ 爆発性雰囲気形成防止対策 ・ 着火源発現防止対策

⁶⁶ 表 1.17 におけるリスク見積りと評価について

(その 1) 手順 2 及び手順 9 ともに、既存のリスク低減措置が無い(機能していない)と仮定するとパターン(a)の状態となるため、常に火災・爆発発生のおそれがあり、シナリオ発生頻度×(リスクレベルⅢ)としている。

(その 2) 既存のリスク低減措置の実施状況から、手順 2 はパターン(b)であり、シナリオ発生頻度△(リスクレベルⅢ)としている。また、手順 9 はパターン(d)であり、シナリオ発生頻度○(リスクレベルⅡ)としている。

(その 3) 現状、リスクレベルⅢまたはⅡであるため、追加のリスク低減措置を検討した結果、いずれもシナリオ発生頻度は○(リスクレベルⅡ)となる。ここで、手順 9 では、リスクレベルはⅡ→Ⅱとなっており、一見、リスクレベルを下げる事ができていないように思われるが、これは、リスク見積り及びリスクレベル決定の基準(リスクマトリクス)により評価した結果であり、追加提案されたリスク低減措置実施の効果が無いという意味ではない(発生頻度は少し下げることができているが、基準に照らし合わせると○)。また、リスクレベルⅠに下げるとは、本質安全対策を検討・実施することにより重篤度を下げることがあるが、これを実施することができない場合には、残留リスクとして火災・爆発発生の可能性のあることを常に意識し、「爆発性雰囲気形成防止対策」及び「着火源発現防止対策」を維持しながら作業を行うことの重要性を記録しておく。

表 1.17(a) 安衛研手法で用いるリスクアセスメント等実施シートへの展開（手順 2）

プロセス災害防止のためのリスクアセスメント等実施シート

実施日	○年○月○日
実施者（記載者）	○○○○

STEP 1 取り扱い物質及びプロセスに係る危険源の把握

取り扱い物質及びプロセスに係る危険源の把握結果	<p>【使用する化学物質】 ラッカーシンナー</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ポリ容器にラッカーシンナーを入れて、ポリ容器からウエスにラッカーシンナーをしみこませて使用。室温、500mL ・危険物第 4 類（引火性液体）（第 1 石油類）（引火点：3.1℃） （爆発範囲：1.2～36.5%） <p>【Q1～Q17 への回答】 1. リスクアセスメント義務, 2. GHS, 3. 可燃性・引火性</p>	質問票で「はい」に○が付いた項目
-------------------------	--	------------------

STEP 2 リスクアセスメント等の実施

作業・操作 設備・装置とその目的		<p>【作業・操作】 作業手順 2：拭いたウエスをゴミ箱に廃棄する。</p> <p>【設備・装置・道具】 ポリ容器、ウエス、ゴミ箱</p> <p>【目的】 作業環境の整理・整頓</p>																	
① 引き金事象特定とシナリオ同定	引き金事象（初期事象）	【引き金事象】 防爆構造照明の故障																	
	プロセス異常（中間事象）	<p>【爆発性雰囲気形成】 開放状態での作業のため、シンナー存在部周りに爆発性雰囲気形成する可能性あり</p> <p>【着火源の発現】 照明の絶縁不良のため、電気火花が発生する可能性あり</p>																	
	プロセス災害（結果事象）	<p>【火災？爆発？】 シンナー存在部周りの蒸気に着火し、火災</p> <p>【その他の影響】 火災による火傷、周囲の可燃物への延焼。作業服等への延焼など</p>																	
② 既存のリスク低減措置の確認		<p>パターン(b)</p> <p>(a) 防爆構造電気機器類の使用<B-c></p> <p>(a) 非防爆機器（スマートフォン等）の持ち込み禁止<C-c></p> <p>(b) 導電性床の使用<B-c></p> <p>(b) 金属製品の接地<B-c><C-c></p> <p>(b) 帯電防止作業服・帯電防止靴の着用<C-c></p> <p>(g) 火気使用・持ち込みの管理<C-c></p>	<p>●リスク低減措置実施(実装)の種類</p> <p>A) 本質安全対策</p> <p>B) 工学的対策</p> <p>C) 管理的対策</p> <p>D) 保護具着用</p>																
② リスク見積りと評価（その1） 既存のリスク低減措置が無いと仮定した場合		<table border="1"> <thead> <tr> <th>重篤度</th> <th>頻度</th> <th>リスクレベル</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>×</td> <td>×</td> <td>III</td> </tr> </tbody> </table>	重篤度	頻度	リスクレベル	×	×	III	<p>●リスク低減措置の目的</p> <p>a) 異常発生防止</p> <p>b) 異常発生検知</p> <p>c) 事故発生防止</p> <p>d) 被害の局限化</p>										
重篤度	頻度	リスクレベル																	
×	×	III																	
② リスク見積りと評価（その2） 既存のリスク低減措置の有効性確認		<table border="1"> <thead> <tr> <th>重篤度</th> <th>頻度</th> <th>リスクレベル</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>×</td> <td>△</td> <td>III</td> </tr> </tbody> </table>	重篤度	頻度	リスクレベル	×	△	III											
重篤度	頻度	リスクレベル																	
×	△	III																	
③ 追加のリスク低減措置の検討 & ③ リスク見積りと評価（その3） 追加のリスク低減措置の有効性確認		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>重</th> <th>頻</th> <th>リ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>イ) ガス濃度計の設置と局所排気装置を設置する<B-a,b></td> <td>×</td> <td>○</td> <td>II</td> </tr> <tr> <td>ロ)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ハ)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		重	頻	リ	イ) ガス濃度計の設置と局所排気装置を設置する<B-a,b>	×	○	II	ロ)				ハ)				
	重	頻	リ																
イ) ガス濃度計の設置と局所排気装置を設置する<B-a,b>	×	○	II																
ロ)																			
ハ)																			
③ 追加のリスク低減措置の実装可否		イ) 実装可能																	
③ リスク低減措置の機能を維持するための現場作業員への注意事項等		イ) 定期的なガス濃度計の動作確認、局所排気装置の動作確認 (その他) 静電発生防止対策を確実に実施すること																	
③ その他、生産開始後の現場作業員に特に伝えておくべき事項		<p>残留リスクの有無の確認： 有</p> <p>残留リスクへの対応方法： 常に爆発性雰囲気が形成されている可能性があり、換気に気を付けること</p>																	
備考																			

表 1.17(b) 安衛研手法で用いるリスクアセスメント等実施シートへの展開（手順 9）

プロセス災害防止のためのリスクアセスメント等実施シート

実施日	○年○月○日
実施者（記載者）	○○○○

STEP 1 取り扱い物質及びプロセスに係る危険源の把握

取り扱い物質及びプロセスに係る危険源の把握結果	<p>【使用する化学物質】 ラッカープライマーサーフェーサー</p> <ul style="list-style-type: none"> ラッカープライマーサーフェーサーをスプレーガンに入れて使用、室温、200mL 危険物第4類（引火性液体）（第1石油類）（引火点：-0.5℃）（爆発範囲：1.2～15%） <p>【Q1～Q17 への回答】 1.リスクアセスメント義務, 2.GHS, 3.可燃性・引火性, 13.高圧</p>	質問票で「はい」に○が付いた項目
-------------------------	--	------------------

STEP 2 リスクアセスメント等の実施

作業・操作、設備・装置とその目的		<p>【作業・操作】 作業手順 9：スプレーガンで下塗り塗装を行う。</p> <p>【設備・装置・道具】 噴霧塗装設備、作業台、ポリ容器、ゴミ箱、蓋つき廃液容器（金属製）</p> <p>【目的】 塗料の乗りをよくする</p>					
① 引き金事象特定とシナリオ同定	引き金事象（初期事象）	【引き金事象】 局所排気装置の故障⇒防爆構造照明が故障の順番で発生					
	プロセス異常（中間事象）	<p>【爆発性雰囲気形成】 塗装中にスプレーブースに爆発性雰囲気を形成する可能性あり</p> <p>【着火源の発現】 防爆構造照明が故障し、照明の絶縁不良のため、電気火花が発生する可能性あり</p>					
	プロセス災害（結果事象）	<p>【火災？爆発？】 スプレーブースの蒸気に着火して、火災又は爆発</p> <p>【その他の影響】 火災での火傷、周辺の可燃物への延焼、作業服等への延焼など</p>					
② 既存のリスク低減措置の確認		<p>パターン(d)</p> <ul style="list-style-type: none"> スプレーブース付属の局所排気装置<B-a> スプレーガンの塗料カップの蓋<B-a> 蓋つき廃液容器（金属製）への廃液の廃棄<C-a> <p>(a) 防爆構造の照明使用<B-c></p> <p>(a) 非防爆機器（スマートフォン等）の持ち込み禁止<C-c></p> <p>(b) 導電性床の使用<B-c></p> <p>(b) 金属製品の接地<B-c><C-c></p> <p>(b) 帯電防止ホースの使用<B-c></p> <p>(b) 帯電防止作業服・帯電防止靴の着用<C-c></p> <p>(g) 火気使用・持ち込みの管理<C-c></p>					
② リスク見積りと評価（その1） 既存のリスク低減措置が無いと仮定した場合		重篤度	頻度	リスクレベル	<p>●リスク低減措置実施(実装)の種類</p> <p>A) 本質安全対策</p> <p>B) 工学的対策</p> <p>C) 管理的対策</p> <p>D) 保護具着用</p> <p>●リスク低減措置の目的</p> <p>a) 異常発生防止</p> <p>b) 異常発生検知</p> <p>c) 事故発生防止</p> <p>d) 被害の局限化</p>		
		×	×	III			
② リスク見積りと評価（その2） 既存のリスク低減措置の有効性確認		重篤度	頻度	リスクレベル			
		×	○	II			
③ 追加のリスク低減措置の検討 & ③ リスク見積りと評価（その3） 追加のリスク低減措置の有効性確認					重	頻	リ
		イ) 作業前に局所排気装置の前面風速の測定を行い、風速が出ていなければ作業しないことを義務付ける<C-a>			×	○	II
		ロ) 2年に1回程度、電気設備の点検整備を行い、防爆性能を維持することを義務付ける<C-c>			×	○	II
③ 追加のリスク低減措置の実装可否		イ) 実装可能					
③ リスク低減措置の機能を維持するための現場作業員への注意事項等		イ) 定期的なガス濃度計の動作確認、局所排気装置の動作確認 (その他) 静電発生防止対策を確実に実施すること					
③ その他、生産開始後の現場作業員に特に伝えておくべき事項		<p>残留リスクの有無の確認：有</p> <p>残留リスクへの対応方法：火災・爆発を防止するための爆発性雰囲気形成防止対策及び着火源発現防止対策としてリスク低減措置が実装されていることを1年に1回教育する。また、現場での実装状況のパトロール、点検記録等の確認を1ヶ月に1回実施する。</p>					
備考							

1.3 燃焼の3要素が揃わなくても火災・爆発が発生する場合のシナリオの検討⁶⁷

燃焼の3要素が揃わなくても、火災・爆発が発生することが知られている。以下の事件事例などを参考にして別途、シナリオを検討する⁶⁸。

- GHS分類での爆発物、自己反応性化学品、有機過酸化物は、空気（酸素）が無くとも熱、火花、火災、打撃、摩擦、衝撃などのエネルギーが与えられると爆発を起こす可能性がある。

【事件事例】

煙火製造工場の配合工室において、信号用花火の調合の準備中、前回調合した雷薬が約30g残っていたことに気づき、A4サイズのビニール袋に移し、これを屋外に一時保管した。調合作業を終えた後、ビニール袋を回収しに行く際、バランスを崩して当該ビニール袋を踏みつけてしまい、衝撃により小爆発が起こり、足を負傷した。

- GHS分類での水反応可燃性化学品の中には、水や空気中の水分と接触することで激しく反応し、爆発するものがある。

【事件事例】

アルキルアルミニウム工場のトリエチルアルミニウム蒸留装置において、定期修理後のスタートアップ作業をしていた。蒸留槽循環ポンプの吐出弁を徐々に開放したところ、配管が破裂し、トリエチルアルミニウムが噴出して火災が発生し、付近にいた4名が熱傷を負った。原因は、配管内の水分除去が不十分であったため、トリエチルアルミニウムが加水分解し、急速に圧力が上昇した。ついには配管が破裂し、空気と触れたトリエチルアルミニウムが自然発火したと推定された。

- 酸化性物質は、特に可燃性物質との混合により、自然発火したり、火災・爆発を引き起こしたりする可能性がある。

【事件事例】

産業廃棄物処理設備において、事故当日に搬入された汚泥等を乾燥機によって乾燥中、突然爆発が起こり、ボルトで固定されていた点検口の蓋が工場の屋根を突き破って約90m飛散した。原因は、汚泥中に硝酸アンモニウムが40重量%ほどあり、これを有機物の存在下で加熱と攪拌をしたため、熱または衝撃により、分解爆発を起こしたと推測された。処理前に成分を分析していなかった。

- 酸化性物質と可燃性物質の組み合わせのほかにも、火災・爆発を引き起こす可能性がある場合がある。

【事件事例】

化成品工場において、ドラム缶内の原料を仕込みポンプにより反応釜上部にある計量タンクに移送中、タンクが破裂し、直後に爆発した。タンク付近にいた4名のうち1名が死亡し、3名が負傷した。原因は、ドラム缶の内容物がジエチレントリアミンであったところをエピクロルヒドリンと誤認したため、計量タンク内の残留エピクロルヒドリンとの異常反応による発熱で内圧が上昇し破裂。さらに破損した電気機器類の電気火花により爆発炎上したものの。

⁶⁷ 可燃性の物質でなくても火災・爆発が発生させる場合がある。ここで挙げたものはあくまで例であり、これらの点だけ確認しておけば十分というものではない。事業場で取り扱う化学物質の特性やそれらが起こす化学反応、実際に行う作業内容や作業環境等を考慮して火災・爆発等発生に至るシナリオを検討すること。

⁶⁸ 【事件事例】は労働安全衛生総合研究所 爆発火災データベース(https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/houkoku/houkoku_2018_02.html)より抽出。その他にも付録 第1章のその他の参考資料の表A.1に示したデータベース等を検索のこと。

- 重合性物質は、重合禁止剤が除去されるか、濃度が十分でないと発熱的重合反応を開始し、暴走して火災・爆発を引き起こす可能性がある⁶⁹。

【事故事例】

合成洗剤製造工場において、事故の 2 日前から工業用洗剤の原料であるアクリル酸入りドラム缶を加温庫に入れて融解工程中、通りかかった作業員が白煙と刺激臭に気が付いた。加温用の蒸気バルブを閉め、2 名が対策を検討していたところ、加温庫内のドラム缶が爆発し、鉄製の扉とともに飛ばされた 1 名が死亡し、1 名が重傷を負った。原因は、設定温度が高く、温水ではなく蒸気で加温したため、局所的に加熱されアクリル酸が重合反応を起こしたものの。

- GHS 分類での高圧ガスは、加熱すると爆発する可能性がある。また、アセチレン、エチレンオキシドなど、酸素（空気）が無くても分解爆発を起こすガスもある。

【事故事例】

車庫新築工事現場においてアセチレン溶断が正常に実施することができないので、圧力調整器を外しアセチレンボンベだけをトラックの荷台に放置した。約 1 時間後、黒煙が立ち上ってボンベが膨張し爆発した。住宅を焼いたほか、爆風で周辺民家 16 棟の窓ガラスなどが破損。作業員 3 名のほか住民と通行人 7 名が軽傷を負った。原因は、バルブを開けた際に空気の断熱圧縮により着火し、ボンベ内でアセチレンの分解反応が生じたためとみられる。

- 反応を起こしているプロセスで発熱と放熱、除熱のバランスが崩れると、反応が暴走し、火災・爆発を引き起こす可能性がある。

【事故事例】

ポリウレタン樹脂製造工場のジャケット付き反応釜（ステンレス製）において、イソシアネートとブチレングリコールを入れて反応させたところ、昇温を止められなくなり、全員退避から約 1 分後、鏡板と本体を接続するボルトが破損し、反応釜が破裂した。原因は、3 回に分けて投入すべきブチレングリコールを 1 回で投入したために異常反応が起きて内容物が固形化し、高温高圧になったためと推定された。

- 2 種類以上の物質が混合した時に、火災・爆発が生じたり、爆発性物質などが生成したりする場合がある。

【事故事例】

事業場敷地内に長期保管していた産業廃棄物入りドラム缶の廃棄処理をしていた。廃棄物のビニール袋が 3 袋入っており、担当者がサンプリングして試験したところ、2 種の廃棄物が似た反応を示した。後日一緒に処分するとして 2 種の廃棄物を 1 つのドラム缶に投入し、蓋をして仮置きし、その場を離れたところ、約 5 分後に大きな音と共にドラム缶が破裂し、白煙が上がった。原因は、混合テストせずに混合したため異常反応を起こしたとみられるが、詳細は不明。

上記観点の確認、及び文献調査に加え、作業員との議論、専門家への相談、物理化学的危険性を評価するための試験などにより詳細な検討を行い、極力見落としがないようにする。

⁶⁹ 重合性物質という GHS 分類がないため SDS の分類に出てこないことに注意が必要となる。この場合、SDS の第 7 項及び第 10 項に記載されていることがあるので、併せて確認すること。

1.4 火災・爆発発生シナリオを同定する際の注意点

1) 自社・他社での同様な作業における過去の災害事例，ヒヤリハット報告などを参考にすること。

※ 全く同じ災害・事故・ヒヤリハットが発生することはないかもしれないが、取り扱っている化学物質が同じ場合には、同様の危険源が潜在していることもある。また原因となった設備・装置・道具の不具合や不適切な作業・操作は同様な作業条件では、同じように発生することがある。このため、自社の災害事例だけでなく、災害事例データベースを活用するなどして、他社の同様な作業における災害事例も収集し、シナリオ検討の参考にする⁷⁰。さらに、災害・事故・ヒヤリハット発生後に対策を実施している事例が記載されている場合には、リスク低減措置検討の参考にすることができる。

2) シナリオ同定の目的は火災・爆発発生のきっかけとなる引き金事象が存在することへの気付きを促すことでもある。リスクアセスメント等の実施者だけでなく、現場の作業者が普段、不安に感じている点なども参考とし、できる限り網羅的に検討すること。

※ 参加者全員がそれぞれの立場から意見を述べ、チームでシナリオを同定していくことが重要である。

3) シナリオを同定するには、既存のリスク低減措置は設置されていない（機能が無効化されている）と仮定として検討すること。

※ シナリオ検討の際に既存のリスク低減措置が機能することを前提として検討すると、火災・爆発の発生に至るシナリオとして成立されない場合がある。このことは、「リスク低減措置が機能しなかったために、火災・爆発の発生に至った」というシナリオを見逃すことにつながる。一方、シナリオを同定した後に、既存のリスク低減措置が機能することを前提としたリスク見積り及びリスク評価を行えば、そのリスク低減措置の有効性を確認することにもなる。既存のリスク低減措置が機能しても目標とするリスクレベルよりも高い状態であれば、追加のリスク低減措置を検討・実施する必要がある⁷¹。

4) シナリオは後から見直す際にも理解できるように、引き金事象から火災・爆発発生に至る状況をできるだけ詳しく記載しておくこと。箇条書きで記載してもよい。

※ 後で結果を見た人が、何をどのように考えたのかを理解できるようにしておく必要がある。これにより、リスクアセスメント等実施の結果をより具体的な安全教育のための資料として活用することもできる。

⁷⁰ 付録 第 1 章のその他の参考資料の表 A.1 に示した(1)化学物質起因災害事例データベース一覧、労働安全衛生総合研究所技術資料の表 4 内の事故事例なども参考にすることができる。

⁷¹ ここで示す考え方は安衛研手法を含む一般的なリスクアセスメント等の実施に共通の概念であるが、1.2 節に示した簡易シナリオ同定法では、最初に「爆発性雰囲気形成防止対策」及び「着火源発現防止対策」の有無を確認し、「有」の場合、これらが無効化される場合（機能しなかった場合）のシナリオを同定することとしている。

1.5 自然災害に起因する化学物質の危険性に対するリスクアセスメント⁷²

1) 自然災害に起因する災害事例

地震や津波、台風・暴風、大雨・洪水、雷、異常高温・異常低温などの自然災害がきっかけとなって、潜在する危険性を顕在化させることが知られている。つまり、自然災害などの外部要因が引き金事象となり、設備の破損や機能不全などを引き起こし、火災・爆発に至る場合がある（表 1.11 参照）。また、構造物への被害や、化学物質の漏洩・拡散による作業者の急性中毒、近隣住民への健康被害や生態系へ影響を及ぼすことも知られている⁷³。下記事例に示すとおり、国内でも自然災害をきっかけとした様々な火災・爆発事故が発生している⁷⁴。

- ・平成 23 年東北地方太平洋沖地震：石油タンク流出・海面火災
- ・平成 30 年 7 月豪雨：河川増水によるアルミニウム工場の溶解炉での水蒸気爆発⁷⁵
- ・平成 30 年台風 21 号：高潮により浸水したコンテナ内のマグネシウム火災（50 日間火災）⁷⁶
- ・平成 30 年北海道胆振東部地震：大規模停電による製鉄所の製鋼工場火災及び火力発電所火災
- ・令和元年 8 月の前線に伴う大雨：工場浸水による油流出（大規模な農業被害）
- ・令和元年東日本台風：化学工場における有害物質入りドラム缶・一斗缶流出
- ・令和 2 年 7 月豪雨：工場浸水による黒鉛化炉での水蒸気爆発

2) 自然災害が引き起こすトラブル

自然災害に起因する災害事例の要因の具体例は下記のとおりである。リスクアセスメントの充実化のためにも、下記のような要因を考慮することが重要である⁷⁷。

- ・複数の設備で同時に事故を引き起こすこと
- ・送電網，エネルギー，水道，通信システム，輸送ルート等の主要なインフラに影響を与えること
- ・救急および医療対応能力に負荷がかかること
- ・複数の自然災害が同時に発生する場合があること（例：強風と降水）
- ・一つの自然災害が他の自然災害を引き起こすこと（例：地震とそれに続く津波）

3) 起こりうるシナリオ

リスクアセスメント等実施のためには、様々な危険源を特定することが重要である。自然災害を想定したリスクアセスメントを実施する際には、地域のハザードマップ（洪水ハザードマップなど）を踏まえ、次のような最悪の事態なども考慮したシナリオを想定し、リスク低減措置を検討する必要がある。

- ・異常気象の発生（洪水や台風などの発生頻度が高くなるなど）
- ・自然災害または火災・爆発等の災害によるユーティリティ（例：電気，ガス，水道）の停止，インフラへのダメージ（例：アクセスルート，通信システムへの潜在的な影響）

これら自然災害によるリスクを低減する具体的な対策として、作業場の環境（立地条件やレイアウト

⁷² OECD, Addendum N.2 to the OECD Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response (2nd Ed.) to Address Natural Hazards Triggering Technological Accidents (NATECHs), Series on Chemical Accidents No.27 (2015), 熊崎美枝子, Natech リスクに関する研究の現状, 安全工学, Vol.58, No.4, pp.230-235(2019).

⁷³ 中村順, 自然災害による産業事故について, セイフティエンジニアリング, Vol.47, No.1, 198 号, pp.16-21(2020).

⁷⁴ 災害の規模, 被害状況等の詳細については内閣府, 国土交通省, 気象庁, 内閣府のホームページ, 自治体等による報告書等を参照のこと。

⁷⁵ 荒木裕子, 平成 30 年西日本豪雨によるアルミ工場爆発と地域住民の避難行動, 火災, Vol.70, No.4, pp.22-27(2020).

⁷⁶ 花井英枝, 2018 年台風 21 号に伴い六甲アイランドで発生したマグネシウム火災事例調査, 火災, Vol.70, No.4, pp.32-35(2020).

⁷⁷ その他, 総務省消防庁, 内閣府, 各自治体では, 様々な防災対応マニュアルを作成し, 公開している(付録 第 1 章のその他の参考資料の(2)の 3)). これらのマニュアルは自然災害全般を対象としているが, 火災・爆発等発生にもつながるシナリオの同定や緊急時対応計画の作成などの参考にすることができる。

など)の見直し,火災・爆発等の災害発生時を想定した緊急時対応計画や事業継続計画(BCP: Business Continuity Plan)⁷⁸の策定などが知られている。

⁷⁸ 企業が自然災害,大火災,テロ攻撃などの緊急事態に遭遇した場合において,業資産の損害を最小限にとどめつつ,中核となる事業の継続あるいは早期復旧を可能とするために,平常時に行うべき活動や緊急時における事業継続のための方法,手段などを取り決めておく計画のこと。(中小企業BCP策定運用指針 ~緊急事態を生き抜くために, <https://www.chusho.meti.go.jp/bcp/index.html>より)。

1.6 化学物質の漏洩による急性毒性について ⁷⁹

化学物質を密閉していても、容器等の経年劣化などの原因により漏洩することが知られており、化学物質が漏洩した場合、可燃性物質であれば周囲に着火源があると火災・爆発を引き起こすおそれがあるとともに、有害性が高い化学物質であれば周囲にいる労働者が急性中毒となるおそれがある。つまり、密閉された容器・配管等で有害性が高い化学物質を取り扱っている場合は、漏洩時に火災・爆発だけではなく中毒についても発生するおそれがあることを考慮してリスクアセスメント等を実施する必要がある。

具体的には、ガス状の化学物質が漏洩（流出）した場合は当該ガスが拡散することで労働者が当該ガスにばく露し、中毒を引き起こすおそれがある。また、液状の化学物質が漏洩した場合は液面から揮発した化学物質にばく露することで、同様に中毒を引き起こすおそれがある。化学物質の漏洩などの緊急時における急性中毒リスクを評価するため、表 1.18 に示すような様々な指標が提唱されている。

このような化学物質の漏洩によるリスクを低減する対策についても検討することも重要であり、具体的な対策として漏洩を検知する手段（センサー等）の設置、局所排気装置などの拡散防止対策、防毒マスクなどの保護具の着用などがある。また、一層の対策強化が必要となるケースもある（例えば急性毒性の強い特定化学物質第 3 類物質等の漏洩）。

表 1.18 化学物質の有害性に関する代表的なばく露限界の指標 ⁸⁰

指標	機関	指標の意味	目的
IDLH	NIOSH	生命を脅かす又は回復不能な健康への影響を生じる可能性が高い、あるいは避難の能力を妨げる濃度	労働者の防護
AEGL	米国 EPA	有害性物質の公衆に対するしきい値濃度	一般公衆の防護
ERPG	AIHA	緊急時の避難計画策定のための指針値	

IDLH (Immediately dangerous to life or health) : 脱出限界濃度

AEGL (Acute Exposure Guideline Level) 急性ばく露ガイドライン濃度

ERPG (Emergency Response and Planning Guideline) : 緊急避難計画作成ガイドライン

NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) : 国立労働安全衛生研究所 (米国)

EPA (Environment Protection Agency) : 環境保護庁 (米国)

AIHA : (American Industrial Hygiene Association) : 米国工業衛生協会

⁷⁹ 化学物質の有害性に対するリスクアセスメントでは、この漏洩に伴う急性毒性については検討に含まれていないので、ここで併せて検討することを推奨する。

⁸⁰ 原子力規制庁、第 3 回原子炉制御室の居住性に係る有毒ガス影響評価に関する検討会、資料 3-1 検討会における議論のまとめ、平成 28 年 4 月 8 日、<https://www.nsr.go.jp/data/000146617.pdf> より引用。

第2章 リスク見積りとリスクレベル決定

化学物質リスクアセスメント指針のステップ2では、火災・爆発発生に至るシナリオのリスクを見積り、リスクレベルを決定することで、リスク低減措置検討・実施の優先順位を求める。第2章では以下の内容についてまとめる。

(2.1 節) リスク見積り及びリスクレベル決定の基本

(2.2 節) リスク見積り及びリスクレベル決定の目的

(2.3 節) 火災・爆発発生シナリオに対するリスク見積り及びリスクレベル決定のための基準

(2.4 節) 火災・爆発発生シナリオに対するリスク見積り及びリスクレベル決定の際の注意点

2.1 リスク見積り及びリスクレベル決定の基本

(1) リスク見積りとリスクレベル決定における一般的な方法

JIS Z 8051 : 2015 (ISO/IEC Guide 51 : 2014) では、リスクは「危害の発生確率及びその危害の度合いの組合せ」と定義されている。図 2.1 にリスク見積りとリスクレベル決定の一般的な方法(考え方)を示す⁸¹。

① リスク見積り

危害がどのくらいの頻度で発生するのか(発生の可能性)、また発生した場合、どの程度の重篤度となるのか(影響を与えるのか)といった観点から、それぞれを点数化(1点, 2点, 4点, 6点など)または数値・記号化(I, II, III, あるいは○, △, ×など)してリスクを見積る。

② リスクレベル決定

見積られた点数または数値・記号を基に、加算法, 乗算法, マトリクス法などによりリスクレベルを数値(I~III, I~IVなど)で表す。

③ リスク低減措置の検討

リスクレベルの数値が大きいほど⁸², リスクレベルは高いと評価され, 順番にリスク低減措置を検討することが求められる。

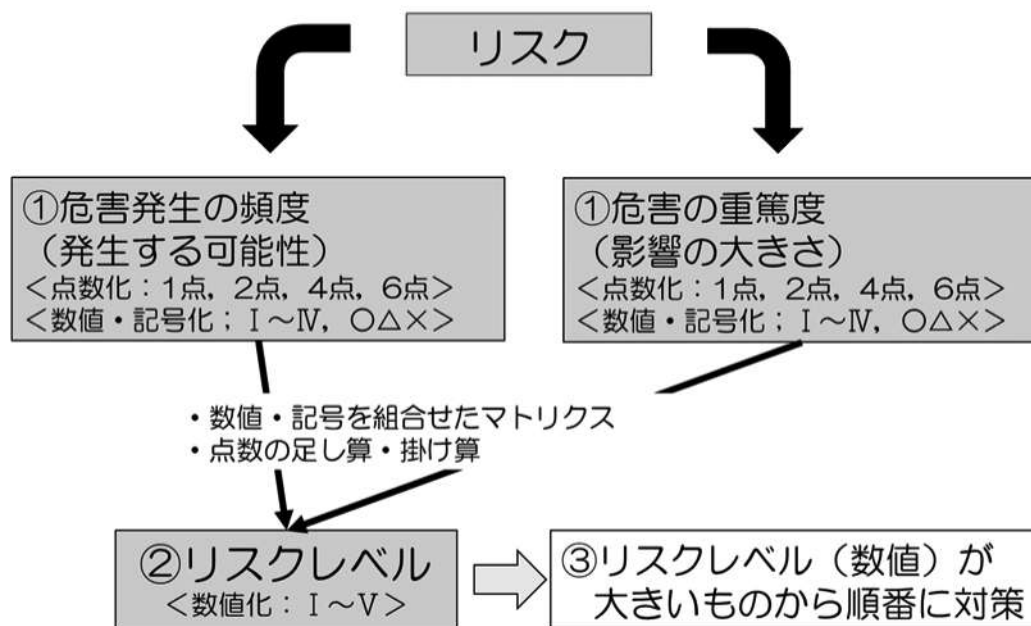


図 2.1 リスク見積りとリスクレベル決定の一般的な流れ

⁸¹ 「危害の発生確率」「危害の度合い」など, 手法やツールによって様々な呼び方が用いられているが, 以下, 本資料では労働安全衛生総合研究所技術資料(JNIOOSH-TD-No.5)に示されている表現(「危害発生の頻度(可能性)」「危害の重篤度」)を用いる。

⁸² 付録 第 2 章のその他の参考資料の表 A.4(d), 表 A.5(c)(d)に示す例のように, 数字が小さい方をリスクレベルが高いとする場合もある。

(2) リスク見積りとリスクレベル決定に関する注意事項

リスク（危害発生の頻度と危害の重篤度）は、予め設定された基準に従って客観的に見積もることが重要である。一方、リスクレベル（数値）の大小を見越して（結果を予想して）見積りを行っている場合、つまり評価者によるその場での感覚的な判断で（恣意的に）決定される場合が多く見受けられる⁸³。

よくある不適切な例（図 2.2）

- ① あるシナリオに対して、基準に従ってリスクを見積り、リスクレベルを求めると、リスクレベルⅢ（高）と判定され、直ちにリスク低減措置を検討・実施することが要求された。
- ② そのため、リスク低減措置として、簡単に実施できそうな「作業マニュアルの遵守を徹底させる」という管理的対策を検討した。
- ③ 再度、リスクを見積ると、危害発生の頻度を△（可能性がある）に下げることができるが、リスクレベルはⅢのままである。
- ④ リスクレベルⅢのままでは何も対応していないのと同じと思われるので、基準を無視し、最初のリスク見積りの段階で危害の重篤度は△（中程度）と修正し、リスクレベルをⅡとした（コストが掛かる工学的対策の実施の必要性から逃れるために、恣意的に重篤度を低く見積もった）⁸⁴。
- ⑤ 実際に事故が起これば、危害の重篤度は×（致命的・重大）の火災・爆発事故や労働災害が発生してしまう。

適切なリスク低減措置が見つからない・実施できないことなどを理由に恣意的に危害発生の頻度や危害の重篤度の見積りを下げてしまうと、重大なリスクを見逃すことに繋がる。このような間違っただ対応は決して行わないようにすること。

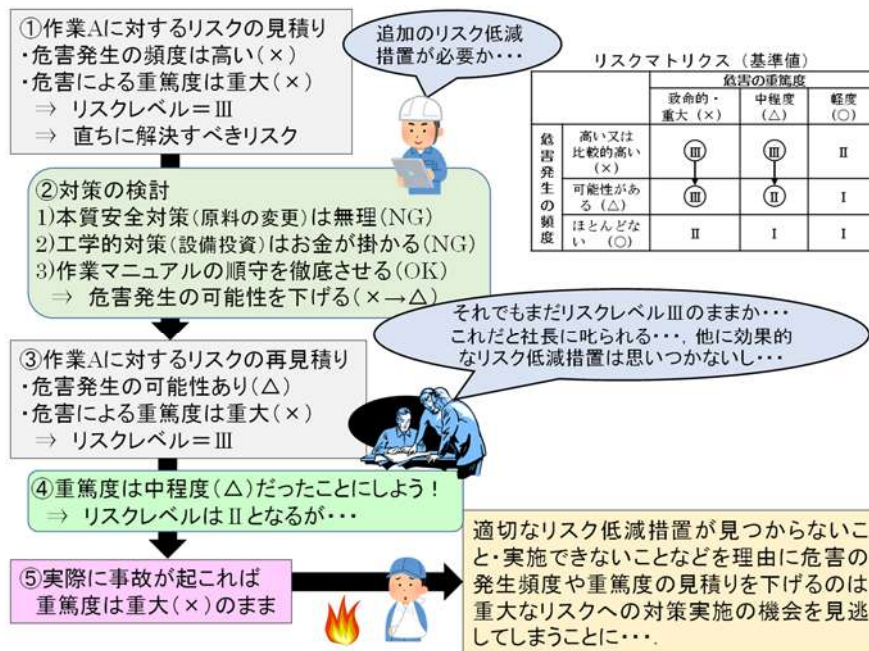


図 2.2 リスク見積りとリスクレベルの決定に対する不適切な例

⁸³ 特に作業経験が豊富な熟練作業者ほど、危害発生の頻度を低く見積もる傾向がある。

⁸⁴ マニュアルを作成し、遵守を徹底させても(管理的対策を実施)、一度、火災・爆発等が発生すればその重篤度は同じと考える(危害の重篤度は下がらない(×のまま))。

2.2 リスク見積り及びリスクレベル決定の目的

リスクを見積り、リスクレベルを決定する目的は、リスクレベルがより高いシナリオから順番にリスク低減措置を検討するための優先順位を決定することである。図 2.2 に示したような不適切な見積りを行い、リスクレベルを実際よりも低く判定してしまうと、真に必要なリスク低減措置の検討を見逃してしまう場合がある。危害発生の頻度と危害の重篤度は、予め設定された基準に従って客観的に決定する。

リスク見積りを行う目的は、危害発生の頻度と危害の重篤度の大きさの 2 つの観点からリスクレベルを判定（決定）することによりリスク低減措置検討の優先順位を決めること。

一般に「リスクレベルⅢとなっているシナリオを無くす」というような取り決めの下で、リスクアセスメント及びリスク低減措置の検討を進めることが多いが、リスクレベルを決定する本来の目的は「リスクレベルが“より高いものから順番に”リスク低減措置を検討・実施する」ための順位付けを行うことであり、これより、効率的に火災・爆発が発生する可能性をできる限り小さくし、また大きな損害を被るのを防ぐことができる。

相対的にリスクが大きい（リスクレベルが高い）と考えられるシナリオから順番にリスク低減措置を検討・実施すること。

リスクレベルの数値（Ⅰ～Ⅲ、Ⅳなど）だけで、リスク低減措置の検討・実施の必要性を判断してはならない。あくまでリスク低減措置検討・実施の優先順位を決めるための参考指標として扱う。

たとえリスクレベルが低いと判定されたものについても「リスクはゼロではない」と認識し、できる限りのリスク低減措置を検討・実施すること。

リスクレベルがⅠ（低い）と判定されても、何らかのリスクが残されている（リスクゼロ（絶対安全）となることはない）⁸⁵。そのため、より一層のリスク低減を目指し、さらなるリスク低減措置について検討・実施する⁸⁶。

⁸⁵ 危害発生の頻度・確率または重篤度の見積りが「1点」、「Ⅰまたは○」となった場合でも、それぞれが全く無い（ゼロ）となったわけではない。「○」という記号は OK（全く問題が無い）という意味ではない。

⁸⁶ 例えば、一度に取り扱う化学物質の量を減らすという本質安全対策を実施し、リスクレベルがⅠとなった場合でも、その物質を取り扱っているかぎり、火災・爆発が発生のする可能性があり、さらに頻度を下げる工夫も考える。

2.3 火災・爆発発生シナリオに対するリスク見積り及びリスクレベル決定のための基準

(1) 公開されている手法やツールに示された基準をそのまま用いる場合の注意点

作業の種類や内容、作業条件などは、業種や事業場・作業内容等により異なり、一般的なリスクアセスメントに関する説明書や資料等で紹介されている手法やツールで設定されているリスク見積り及びリスクレベル決定のための基準⁸⁷をそのまま適用するのは適切でない場合がある。例えば、極端に実施頻度が低い作業や極めて危険な化学物質を取り扱う作業に対して、既存の手法やツールで用いられている点数化やレベル分けと同じ基準で見積るのは適切ではない、あるいは事業場におけるリスク管理方針⁸⁸とは合致しない場合がある。つまり、これらの基準をそのまま適用すると、事業者が考えているよりも高いリスクレベルと判定され、追加のリスク低減措置の検討・実施が必要となってしまう場合がある。その結果、2.1節(2)で述べたような不適切な対応を行ってしまい、的確なリスク低減措置の検討・実施につながらない場合もある。反対に事業者が考えているよりも低いレベルとなってしまう場合には、事業者の考えに従って、リスク見積り及びリスクレベル決定のための基準を設定するとよい。

(2) 火災・爆発発生シナリオに対するリスク見積りのための基準設定

本来、リスク見積り及びリスクレベル決定では、事業の内容や作業の特性を考慮し、事業場内外の関係者（現場の作業員も含む）が納得（合意）できる基準（しきい値）を設定し、これに従う必要がある。ここでは、事業場独自のリスク見積り及びリスクレベル決定のための基準を設定する際の留意点をまとめる⁸⁹。

火災・爆発発生シナリオに対するリスクの見積りは、以下の2つに対して行う⁹⁰。

a)	危害発生頻度	⇒	火災・爆発に至るシナリオ発生頻度（可能性）
b)	危害の重篤度	⇒	火災・爆発発生による重篤度（影響の大きさ）

火災・爆発発生シナリオに対するリスク見積り及びリスクレベル決定のための基準は、事業場におけるリスク管理方針に従い、次に示す作業の特性などを考慮して、事前に設定する。

- 作業内容（作業の複雑さ）
- 作業方法（作業員との関わりも加味）
- 作業員のスキル（作業の実施能力）
- 化学物質の特性
- 化学物質の取り扱い量

⁸⁷ 付録 第2章のその他の参考資料にリスク見積り及びリスクレベル決定のための基準の例を示す。

⁸⁸ 火災・爆発の発生は事業場における生産活動や事業継続、社会的な流通活動（サプライチェーン）などにも大きな影響を与える。事業場におけるリスク管理方針として、これらへの影響を考慮した火災・爆発等発生防止や労働災害防止に対する取り組みを明確にしておく。事業場のリスク管理方針として明確にしておくべき事項については、付録 第2章のその他の参考資料の(3)を参照のこと。

⁸⁹ ここで示す考え方がすべてではない。あくまで作業の特性、事業場独自の考え方に基づいて決定すること。

⁹⁰ 安衛研手法は、厚労省化学物質RA指針の9(1)ア(オ)に示されている「化学プラント等の化学反応のプロセス等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」を採用していることから、ここでは、「危害」を「火災・爆発発生」とする。

a) 「火災・爆発に至るシナリオ発生の頻度（可能性）」を見積るための基準設定の考え方

化学物質を取り扱う作業条件を確認するとともに、「着火源」、「爆発性雰囲気」が同時に存在する（燃焼の3要素が揃う）可能性について考慮する⁹¹。

① 考慮すべき事項

●爆発性雰囲気が形成される可能性

- ・爆発性雰囲気形成防止対策が実施されていない作業場で、爆発性雰囲気が形成される可能性があるか
- ・爆発性雰囲気形成防止対策が実施されている作業場で、引き金事象発生により爆発性雰囲気が形成される可能性があるか

●着火源が発現する可能性

- ・着火源発現対策が実施されていない作業場で、着火源が発現する可能性があるか
- ・着火源発現対策が実施されている作業場で、引き金事象発生により着火源が発現する可能性があるか

●「引き金事象」の起こりやすさ（作業者からの意見も取り入れること）

- ・設備・装置・道具の不具合が発生する可能性は初期故障や老朽化による故障率上昇なども影響する⁹²
- ・ヒューマンエラー発生のし易さは作業の難しさや間違いやすさにも影響される
- ・「引き金事象」発生について、作業回数（頻度）が多くなれば⁹³、その分、ヒューマンエラーを引き起こす頻度も高くなる
- ・工場電気設備防爆指針における危険な作業場所の分類と可燃性雰囲気の着火性の組合せを基に発生頻度を求める研究もある⁹⁴

② 基準設定で考慮すべき点

火災・爆発発生に至るシナリオが起こりうるの頻度（可能性）を見積もるための基準（しきい値）の設定では、①に示した事項について、次のような点を考慮する。

- 事象が頻繁に起こっていると考えられる場合（例えば、同様のトラブルが1年に1回以上発生しそうな場合）を「可能性が高い」とし、ほとんど起こりえない（例えば、事業（業務）を行っている期間、あるいは設備を使用している期間に1度も起こりえないと考えられる場合）を「可能性が低い」と考え、その中間に位置するものを中程度（二つ以上に分けても良い）とする（図 2.3）。

- 実際に現場で作業を行う作業者が普段の作業の中でどのように感じているか（頻繁に起こりうる事象と考えているか、滅多に起こりえない事象と考えているかなど）も参考にする。

⁹¹ 付録 第2章のその他の参考資料の表 A7(b)も参照のこと。

⁹² バスタブ曲線（故障率曲線）と呼ばれる。（参照）https://anzeninfo.mhlw.go.jp/yougo/yougo59_1.html（職場のあんぜんサイト）

⁹³ 化学物質による健康障害防止のためのリスクアセスメントでは、作業者が当該物質をどのくらい用いているかがリスクレベルの判定に繋がるので、作業頻度（回数）に基づきばく露量を見積もっている。

⁹⁴ 大澤敦, 静電気リスクアセスメント, 2020, 2020年5月

(https://www.researchgate.net/publication/320612230_Risk_assessment_of_electrostatic_ignitions, 2021年5月22日確認)

この文献の2.3節の脚注によれば、「作業場所の分類+可燃性雰囲気の着火性」の組み合わせで可燃性雰囲気形成のハザードレベルの大きさを関連付けている。上記文献では「ハザードレベル」は静電気着火の可能性とほぼ同義と考えられるため、「作業場所の分類+可燃性雰囲気の着火性の組み合わせ」は、発生頻度を検討する際の情報の一つとして使用することができる。ここで、着火の発生頻度を検討するには、着火源の出現頻度を検討し、可燃性雰囲気形成の頻度との組み合わせで検討する必要がある。

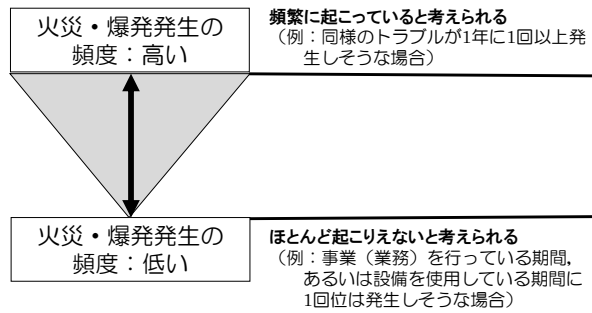


図 2.3 火災・爆発に至るシナリオ発生の頻度を見積もるための基準設定の考え方（例）

b) 「火災・爆発発生による重篤度（影響の大きさ）」を見積もるための基準設定の考え方

設備や作業者にどの程度の被害を与えるのか（事業継続不可能となるような損害か、死傷者が出るような災害か）だけでなく、被害が拡大した場合の事業場外への影響（地域住民への被害、物流への影響なども含む）なども考慮する⁹⁵。

① 考慮すべき事項

- 化学物質取り扱い量
 - ・取り扱い量が多いほど、災害発生時の漏洩量が多くなり、また被害も大きくなる
- 作業員（近傍にいる作業員も含む）への影響（労働災害防止の観点）
 - ・作業員が多ければ影響も大きくなる
- 設備・装置（ハード）の価値
 - ・設備や装置が壊滅的な被害を受けるか、限定したエリアでの被害で済むか
- 作業現場の配置（事務所との距離関係も含む）
 - ・事務所が作業場近くにある場合、事務職員などにも影響を与える
- 自社の生産・製造への影響（事業継続の可否なども含む）
 - ・生産停止期間が長期化するか、短期間で回復させることができるか
- 関連会社や社会への影響（サプライチェーンなど）
 - ・関連会社の製品供給に影響を与えるか、影響は限定的で済むか⁹⁶
- 事業場周辺環境への影響
 - ・災害が発生した場合、地域住民に大きな影響を与えることはないか

② 基準設定で考慮すべき点

火災・爆発発生による重篤度を見積もるための基準（しきい値）の設定では、①に示した事項について、次のような点を考慮する。

- 事業場にとって、最も起こって欲しくない最悪の事態を「重篤度が大きい」とし、これくらいであれば気にしなくても大丈夫と考える（事業には影響を与えない）状況を「重篤度が小さい」と考え、その中間に位置するものを中程度（二つ以上に分けても良い）とする（図 2.4）。

⁹⁵ 付録 第 2 章のその他の参考資料の表 A7(a)も参照のこと。

⁹⁶ 化学製品は事業場の規模が小さくても市場占有率が高い製品などがある。供給が止まるとすぐに市場が困るものを製造している場合などは、徹底したリスク管理が必要となる。

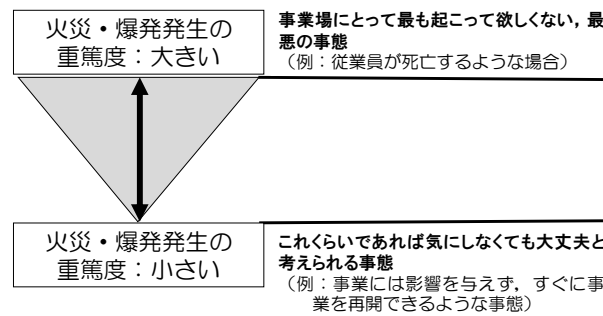


図 2.4 火災・爆発発生による重篤度を見積もるための基準設定の考え方 (例)

- 実際に現場で作業を行う作業者が普段の作業の中でどのように感じているか (影響が大きいと考えているか、軽微と考えているかなど) も参考にする。

(3) 火災・爆発発生シナリオに対するリスクレベル決定のための基準設定

リスクレベルを決定する目的は追加のリスク低減措置を検討するための優先順位を決めることである。リスク見積りの結果を基に、予め設定された基準に従ってリスクレベルを決定し、リスクレベルが高いシナリオから順番にリスク低減措置を検討・実施する。

リスクの見積りには危害発生の頻度と危害の重篤度の 2 つの視点が入り入れられているが、リスクマトリクスの構成や基準 (しきい値) を設定する際には、2.1 節及び 2.2 節で述べたリスクレベル決定の注意点や目的を加味するとともに、安易にリスクレベル I (低い) と結論付け、リスク低減措置の検討・実施を逃れることがないようにするために、次のような基準設定の方法もある (図 2.5 に例を示す)。

- ・危害の重篤度を重視したリスクレベルの設定とする。

危害発生の頻度が「L1」でも、危害の重篤度が「S4」の場合にはリスクレベルはⅢとする⁹⁷。

- ・危害発生の頻度を重視したリスクレベルの設定とする。

危害の重篤度が「S1」でも、危害発生の頻度が「L4」の場合にはリスクレベルⅡとする。

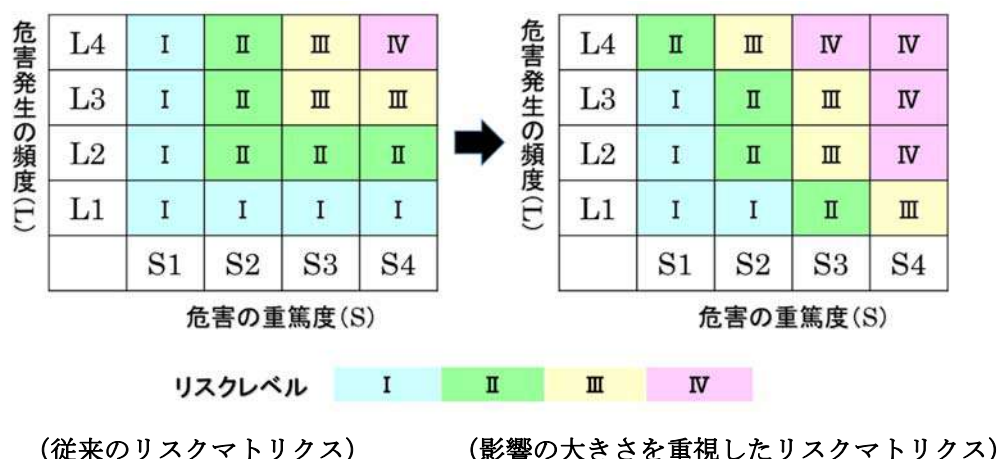


図 2.5 危害の重篤度が大きくなるシナリオへのリスク低減措置の検討を重視したリスクレベル決定のための基準設定 (リスクマトリクス) (例)

⁹⁷ 危害発生の頻度が低くても (L1), 危害の重篤度が大きければ (S4; 壊滅的な影響を与えるような場合には), 必ず何らかのリスク低減措置を検討・実施する必要があるという方針を反映させたものとなる。

2.4 火災・爆発発生シナリオに対するリスク見積り及びリスクレベル決定の際の注意点

火災・爆発発生シナリオに対するリスク見積り及びリスクレベル決定における留意点をまとめる。

1) 一般に公開されている手法やツールに示された基準を用いる場合や、事業場で設定した基準を用いる場合には、必ずそれぞれの基準に従うこと

一般に公開されている手法やツールに示された基準を用いる場合も、事業場独自に設定した基準を用いる場合も、これらの基準に従って判定すること（2.1節(2)で述べたような不適切な対応を行わないこと）。

2) リスク低減措置の有効性確認も目的とすること

1.4節で述べたように、火災・爆発発生に至るシナリオは「既存のリスク低減措置が機能しない（無効化されている）場合もある」と仮定し、同定している⁹⁸。リスクを見積る際には、まず、既存のリスク低減措置が機能しない（無効化されている）場合について見積り（その1）、次に既存のリスク低減措置が有効に機能するとした場合について見積り（その2）。さらに、追加のリスク低減措置を検討する際には、そのリスク低減措置が機能することを想定した場合についてリスクを見積り（その3）、追加のリスク低減措置の有効性を確認する。

3) リスク見積りの“ぶれ”を無くすこと

リスク見積りの“ぶれ”を無くすためには、リスク見積りを設定された基準に従って、客観的に見積もる必要がある。また、リスクを見積もる人によりリスク見積り結果が異なることを避けるためには、複数の関係者からの意見を取り入れる。この時、多数決で決めるのではなく、合意形成を図るようにすることが重要となる。

4) 作業（労働者）も納得するリスク見積りとする

リスクを見積もる際には、日々の作業を行っている作業者が感じている危険の程度と合致していることも重要である。一方、作業者の場合、作業の「慣れ」や、これまで発生していない（経験していない）ことによる「過信」などによりリスクを低く見積もる傾向にあることに留意しておく。

5) 残留リスクへの対応を明確にしておくこと

リスクアセスメント等の実施を数値遊びにさせないために、残留リスクへの対応に関する考え方を、事業場ごとに明確にしておく必要がある。残留リスクは無視するのではなく、それがきっかけとなって新たな災害発生に至るシナリオを同定し、リスク低減措置を検討・実施して、この対策を着実に維持管理する仕組みを構築する。

⁹⁸ 本来、リスクアセスメント等の実施では、既存のリスク低減措置は存在しないものとしてシナリオを検討するが、1.2節に示した簡易シナリオ同定法では、「爆発性雰囲気形成防止対策」及び「着火源発現防止対策」の有無を確認し、引き金事象が既存のリスク低減措置を無効化する場合を考慮したシナリオを考える。この場合、（その1）では引き金事象が発生した場合（リスク低減措置が機能しない場合）のリスクを見積り、（その2）では引き金事象が発生する前（リスク低減措置が機能する場合）のリスクを見積る。

第3章 リスク低減措置の検討

事業者には法令に定められた措置がある場合にはそれを必ず実施するほか⁹⁹、リスク見積りの結果、リスクレベルが高いと評価された火災・爆発発生に至るシナリオについては、化学物質リスクアセスメント指針のステップ3において、リスクレベルを下げるためのリスク低減措置を検討する。第3章では以下の内容についてまとめる。

(3.1 節) リスク低減措置検討の優先順位

(3.2 節) 多重防護の考え方に基づく火災・爆発発生に対するリスク低減措置の検討

(3.3 節) 「うっかりミス」によるヒューマンエラーと「意図的なルール違反」によるヒューマンエラー

⁹⁹ 労働安全衛生規則の第二編「安全基準」第四章には火災・爆発発生防止に関するリスク低減措置が示されており、必ず実施する。

3.1 リスク低減措置検討の優先順位

化学物質リスクアセスメント指針では、リスク低減措置の検討を **A)本質安全対策**¹⁰⁰, **B)工学的対策**, **C)管理的対策**, **D)保護具の着用**に分け、この順番で検討することとしている¹⁰¹。この順番はリスクレベルを下げるのに、より効果が高いリスク低減措置であることを意味しており、これに従って検討・実施することが望ましく、また、4種類の対策はどれかに偏ることなく、バランスを考えて検討する¹⁰²。一方、何らかの理由で **A)本質安全対策**及び **B)工学的対策**を検討することができない場合には、その旨、記録しておき、将来、作業条件が変更となったときなどに再度、検討することができるようにしておく。

火災・爆発発生による重篤度（被害の大きさ）を下げるためには、**A)本質安全対策**を実施する必要がある。表 3.1 に本質安全戦略の種類と目的を示す。製造方法が確立し、設備や装置を導入した後では、本質安全対策を実施することは難しい場合が多いが、危険な化学物質の取り扱い量を最小限にする、あるいは、より危険性の低い化学物質に置き換えることなどを検討する。

本質安全対策を実施することができない場合には、火災・爆発に至るシナリオ発生の可能性（頻度）を下げるために **B)工学的対策**または **C)管理的対策**を検討する¹⁰³。工学的対策として設備や装置を導入する際には、それらの設備や装置が故障する可能性があること、また、管理的対策として作業マニュアルの遵守や作業教育¹⁰⁴を行っていても、実際の作業中にうっかりミスをおかすことなどがあり、これらのことを念頭に置いて検討する。

D)保護具の着用は、火災・爆発の発生や建物への被害の拡大などを防ぐものではなく、化学物質の危険性または有害性から労働者を保護する（労働災害防止）ための重要なリスク低減措置であり、上記の優先順位とは関係無く、必須のこととして検討する。

表 3.1 本質安全戦略 ¹⁰⁵

本質安全の戦略	目的（考え方）
最小化する	危険な化学物質の取り扱い量を少なくする。 （強化とも呼ばれる）
代替化する	より危険性の低い化学物質に置き換える ¹⁰⁶ 。
緩和する	危険性が低い条件または形態で化学物質を使用する、あるいは危険な化学物質の放出やエネルギーを最小化するような設備を使う。 （縮減化、影響の局限化とも呼ばれる）
簡素化する	必要以上に複雑なシステムとならないように設備を設計することで、操作ミスの機会を減らし、これにより起こしたエラーを帳消しにする。 （エラーの許容化・耐性化とも呼ばれる）

¹⁰⁰ 同様な意味で「本質的安全対策」と呼ばれることもあり、「本質安全対策」と区別している場合もあるが、本資料では、表 3.1 に示す目的（考え方）を含めた対策すべてを「本質安全対策」と呼ぶ。

¹⁰¹ 指針では、それぞれ順番にア、イ、ウ、エと分類されている。また、労働安全衛生総合研究所技術資料（JNIOSH-TD-No.5）では、この分類をリスク低減措置の『種類』として明記することとしている。

¹⁰² 「リスク低減措置検討」の段階では、実施できるかどうかに関係なく、考えられるすべての対策を提案すること。

¹⁰³ 工学的対策と管理的対策の実施により火災・爆発に至るシナリオ発生の可能性（頻度）を下げるができるが、重篤度（被害）の大きさを軽減することはできない（一度発生すれば同程度の被害を受ける）。また、人・作業者の実行に依存する管理的対策の実施は、工学的対策の実施に比べて効果が低く（発生頻度を下げる効果が低く）、管理的対策を実施するだけではリスクレベルを十分に下げることができない場合もある。

¹⁰⁴ 教育は形骸化し、同じ内容を繰り返していると慣れなどにより効果が薄れるという側面もあるので、定期的に注意喚起するための教育が必要となる（5.3 節参照）。

¹⁰⁵ AIChE/CCPS (2009), Inherently Safer Chemical Process – A Life Cycle Approach, 2nd Ed., WILEY.

¹⁰⁶ 本質安全対策の誤った考え方として、リスクアセスメントの対象となっている化学物質を、その時点では法規制されていない（リスクアセスメント等実施義務化の対象となっていない）物質に変更するという事例がある。法規制されている化学物質は健康への影響が確認された物質が選ばれており、火災・爆発の危険性に基づいて判断されたものではない。そのため、義務化の対象となっていない化学物質に変更しても、火災・爆発が発生する可能性がある。また、現状、義務化対象となっていない化学物質についても、将来、危険・有害性が明らかになれば、対象に加えられることもある。

3.2 多重防護の考え方に基づく火災・爆発発生に対するリスク低減措置の検討

火災・爆発発生に対するリスク低減措置は「多重防護の考え方」で検討する。表 3.2 に多重防護の考え方によるリスク低減措置の目的を示す¹⁰⁷。多重防護の考え方の基本は、最初にできる限り a)異常を発生させないこと、次に、もし異常が発生しても、c)火災・爆発発生につながらないようにすること、さらに火災・爆発が発生しても、d)被害をできるだけ小さくすることである。また、不安全状態（爆発性雰囲気形成、着火源発現）となっていることを検知するためのセンサーやアラームなどを b)異常発生検知手段として併せて設置する。リスク低減措置を検討する際には、a)～d)のいずれを目的とするのかを明確にしておくこと、対策のバランスを取りやすい。1.2 節で説明した火災・爆発発生に至るシナリオ同定法では、「着火源の発現」及び「爆発性雰囲気の形成」により燃焼の 3 要素が揃うことを基本条件としているが、これに対する火災・爆発発生防止のための多重防護の各対策の位置付けを図 3.1 に示す。

表 3.2 多重防護の考え方によるリスク低減措置と目的

多重防護	目的
a) 異常発生防止対策	<ul style="list-style-type: none"> 爆発性雰囲気形成、着火源発現（不安全状態）を防止する。 既存のリスク低減措置の機能を維持する（引き金事象の発生を防止する）。
b) 異常発生検知手段	<ul style="list-style-type: none"> 爆発性雰囲気形成及び着火源発現を検知し、これを基に a, c, d のいずれかを機能させる（a, c, d とセットで考える）。
c) 事故発生防止対策	<ul style="list-style-type: none"> 「爆発性雰囲気形成」が「着火源発現」が同時に存在しないようにする（「燃焼の 3 要素」が揃わないようにする）。 既存のリスク低減措置の機能を維持する（引き金事象の発生を防止する）。
d) 被害の局限化対策	<ul style="list-style-type: none"> 火災・爆発発生による労働災害発生を防止するとともに、設備へのダメージや周辺地域への被害をできるだけ小さくする（許容レベルまで下げる）。 既存のリスク低減措置の機能を維持する（引き金事象の発生を防止する）。

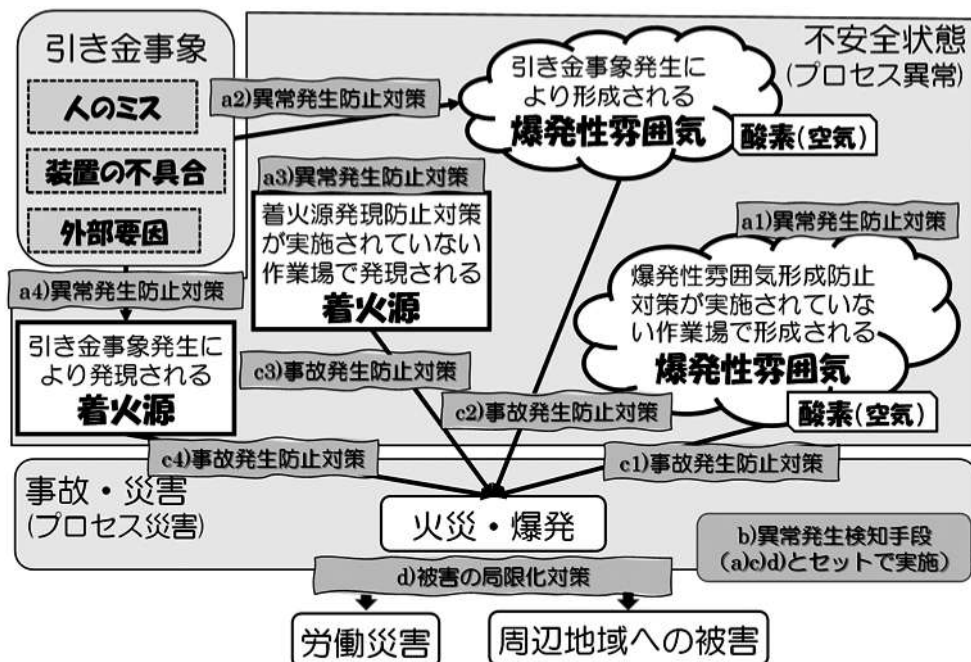


図 3.1 火災・爆発発生防止のための多重防護の各対策の位置付け

¹⁰⁷ 労働安全衛生総合研究所技術資料 (JNIOOSH-TD-No.5) では、この分類をリスク低減措置の『目的』として明記することとしている。

a) 異常発生防止対策：「爆発性雰囲気形成」「着火源の発現」を防ぐための対策

- ・引き金事象を発生させない対策 (a2, a4；機器の信頼性向上，ヒューマンエラー防止対策)
- ・爆発性雰囲気を形成させない対策 (a1；表 1.8)
- ・静電気を含む着火源を発現させない対策 (a3；表 1.9 及び表 1.10)

b) 異常発生検知手段：「爆発性雰囲気形成」「着火源の発現」を検知するために，適切な種類のセンサーやアラームを適切な位置に設置する。検知した結果を作業者に伝えて対応を促す，またはインターロック等の工学的対策を機能させ，異常発生を防止するまたは事故（火災・爆発）発生を防止する。

- ・爆発性雰囲気形成を検知する手段（ガス濃度計など）の設置

c) 事故発生防止対策：燃焼の 3 要素が揃い（「爆発性雰囲気形成」と「着火源発現」が同時に発生），火災・爆発が発生することを防ぐ対策

- ・引き金事象を発生させない対策 (c2, c4)
- ・着火源が発現している作業場に爆発性雰囲気が流れ込まないようにする対策 (c1；表 1.8)
- ・爆発性雰囲気が形成されている状態で着火源が発現しないようにする対策 (c3；表 1.9 及び表 1.10)

d) 被害の局限化対策：火災・爆発発生後に起こりうる被害を想定し，これらの影響をできる限り抑えるための対策

- ・火災・爆発発生による労働災害防止対策（保護具着用の徹底，避難経路の確保，避難訓練など）
- ・火災・爆発発生による設備ダメージの軽減対策（消火設備，延焼防止設備など）
- ・周辺地域への被害軽減対策（周辺住宅との距離確保，事故発生時の通知，避難訓練など）

※ 同じリスク低減措置でも，火災・爆発発生に至るシナリオの考え方（事象発生の順番）により，その目的は異なる(a)異常発生防止対策または c)事故発生防止対策となる)。(次頁《ワンポイント》を参照)

リスク低減措置は次の順番で検討する。

- ① 最も事故発生確率を下げるができるパターン(d)となるようにする。
 - ・「爆発性雰囲気形成防止対策」を検討する（表 1.8）
 - ・「着火源発現防止対策」を検討する（表 1.9 及び表 1.10）
- ② 「引き金事象」発生を防止する対策を検討する。
 - ・爆発性雰囲気を形成させる「引き金事象」の発生防止対策を検討する
 - ・着火源を発現させる「引き金事象」の発生防止対策を検討する
- ③ 具体的な対策を検討することができない場合には，備考欄などに，その理由を記録しておく。

表 3.3 に開放系作業における火災・爆発発生に対するリスク低減措置と労働災害防止対策の例を示す。表 3.3 では，厚生労働省の指針に示されたリスク低減措置検討の優先順位『種類』と多重防護の考え方に基づくリスク低減措置『目的』の組合せにより分類している¹⁰⁸。また，過去の事件事例において，事故後，どのような対策が実施されているかなども参考にすることができる。いずれのリスク低減措置を実施した場合にも，リスクレベルを下げるができるかどうかを必ず確認する。

¹⁰⁸ 表 3.3 に示す具体例は，必ずしも A)～D)の種類と a)～d)の目的のいずれかに分類されるわけではなく，複数の目的をカバーするものもある。ヒューマンエラーに対するリスク低減措置の検討については 3.3 節を参照のこと。

《ワンポイント》 火災・爆発発生パターン毎に、シナリオにおける事象発生の順番が変わるため、それぞれの事象発生を防止するためのリスク低減措置の位置付け（『考え方』及び『目的』）も変わる。

シナリオ検討の考え方	リスク低減措置検討の『考え方』	リスク低減措置の『目的』	説明
●パターン(a)のシナリオ（対策なし）に対する検討			
常に火災・爆発（事故）が発生するおそれ （不安全状態 ⇒ 事故発生） ★ リスクアセスメント等を実施する前に、リスク低減措置を実施する必要あり	・パターン(b)にする （着火源発現防止対策を検討）	c3)事故発生防止対策	「爆発性雰囲気形成されている状態」の下で「着火源の発現」を防止
	・パターン(c)にする （爆発性雰囲気形成防止対策を検討）	c1)事故発生防止対策	「着火源が発現している状態」の下で「爆発性雰囲気の形成」を防止
	・パターン(d)にする （着火源発現防止対策を検討） （爆発性雰囲気形成防止対策を検討）	c3)事故発生防止対策 c1)事故発生防止対策	「着火源の発現」と「爆発性雰囲気の形成」を防止

●パターン(b)のシナリオ(着火源発現防止対策を実施済み)に対する検討

【前提】 ①既に爆発性雰囲気が形成されているおそれ（異常発生） ↓	・パターン(d)にする （爆発性雰囲気形成防止対策を検討）	a1)異常発生防止対策	「爆発性雰囲気の形成」を防止 → 着火源発現防止対策が機能していれば事故は発生しない
【結果】 ④「引き金事象 A」発生により着火源発現（事故発生）	・着火源を発現させる「引き金事象 A」の発生防止対策を検討する（既存の着火源発現防止対策を維持）	c4)事故発生防止対策	「爆発性雰囲気が形成されている状態」の下で「着火源の発現」を防止

●パターン(c)のシナリオ（爆発性雰囲気形成防止対策を実施済み）に対する検討

【前提】 ③既に着火源が発現しているおそれ（異常発生） ↓	・パターン(d)にする （着火源発現防止対策を検討）	a3)異常発生防止対策	「着火源の発現」を防止 → 爆発性雰囲気形成防止対策が機能していれば事故は発生しない
【結果】 ②「引き金事象 B」発生により爆発性雰囲気形成（事故発生）	・爆発性雰囲気を形成させる「引き金事象 B」の発生防止対策を検討（既存の爆発性雰囲気形成防止対策を維持）	c2)事故発生防止対策	「着火源が発現している状態」の下で「爆発性雰囲気の形成」を防止

●パターン(d)のシナリオ（着火源発現防止対策及び爆発性雰囲気形成防止対策を実施済み）に対する検討

【前提】 ②「引き金事象 B」発生により爆発性雰囲気形成（異常発生） ↓	・爆発性雰囲気を形成させる「引き金事象 B」の発生防止対策を検討（既存の爆発性雰囲気形成防止対策を維持）	a2)異常発生防止対策	「爆発性雰囲気の形成」を防止 → 着火源発現防止対策が機能していれば事故は発生しない
【結果】 ④「引き金事象 A」発生により着火源発現（事故発生）	・着火源を発現させる「引き金事象 A」の発生防止対策を検討（既存の着火源発現防止対策を維持）	c4)事故発生防止対策	「爆発性雰囲気が形成されている状態」の下で「着火源の発現」を防止
【前提】 ④「引き金事象 A」発生により着火源発現（異常発生） ↓	・着火源を発現させる「引き金事象 A」の発生防止対策を検討（既存の着火源発現防止対策を維持）	a4)異常発生防止対策	「着火源の発現」を防止 → 爆発性雰囲気形成防止対策が機能していれば事故は発生しない
【結果】 ②「引き金事象 B」発生により爆発性雰囲気形成（事故発生）	・爆発性雰囲気を形成させる「引き金事象 B」の発生防止対策を検討（既存の爆発性雰囲気形成防止対策を維持）	c2)事故発生防止対策	「着火源が発現している状態」の下で「爆発性雰囲気の形成」を防止

表 3.3 開放系作業における火災・爆発防止のための多重防護によるリスク低減措置の例

リスク低減措置の目的	説明	A) 本質安全対策	B) 工学的対策	C) 管理的対策	D) 保護具の着用
a) 異常発生防止対策	主に引き金事象の発生を防ぐための対策であり、設備・装置・道具に不具合を生じさせない、あるいは作業者がミスをしていても正常な状態に保つ（爆発性雰囲気形成させない、着火源を発生させないなど）。	<p>単体の健全設計</p> <ul style="list-style-type: none"> 最大負荷での機器設計 腐食に対する適切な材料選定など <p>誤操作防止設計</p> <ul style="list-style-type: none"> 人間特性を考慮した作業環境設計 <p>設備設計あるいは反応条件の変更：作業による失敗の影響を局限化する</p> <p>JNIOH-TD-No.5の参考資料C(表 C1)の「A.除去と代替」及び「B.より安全な条件」なども含む</p>	<p>▲爆発性雰囲気形成防止対策：引き金事象発生防止対策を含む(表 1.8 参照)</p> <p>▲着火源発現防止対策：引き金事象発生防止対策を含む(表 1.9, 表 1.10 参照)</p> <p>機器の信頼性設計</p> <ul style="list-style-type: none"> 予備機の設置、冗長化、機能としての信頼性向上など <p>フルプルーフ設計</p> <ul style="list-style-type: none"> 誤操作をし難いように、また、過失を許容できるような設備の設計 誤操作に対しても正常な動作を続け、安全性を確保できるような設計 ヒューマンマシンインターフェース（作業者に合わせた設計） <p>正常と異常を判別し易い設計</p> <p>その他</p> <ul style="list-style-type: none"> 相互に接触してはならない物質が接触する可能性を減らすための分離装置、専用機器、その他設備 <p>フェイルセーフ設計：機器故障が発生しても安全な方向に移行する</p> <p>安全インターロック：特定された異常状態（不安全状態）の検知に基づきシステムを自動的に安全な状態にする</p>	<p>▲爆発性雰囲気形成防止対策：引き金事象発生防止対策を含む(表 1.8 参照)</p> <p>▲着火源発現防止対策：引き金事象発生防止対策を含む(表 1.9, 表 1.10 参照)</p> <p>作業（操作）手順書の改訂</p> <ul style="list-style-type: none"> 主要な封じ込めシステムの適切な設計と設置とそれらの機能を維持するための検査、テスト、メンテナンス 正常運転からの逸脱（ずれ）の原因を同定する仕組み 不適切な作業手順の可能性を減らすための手順（書）の改訂 作業による作業実施の確実性を高めるための教育・訓練 「火気厳禁」などのポスター掲示 <p>作業員対応（異常発生を検知してから事故発生までに時間的余裕がある場合）</p> <ul style="list-style-type: none"> 異常発生検知に基づく作業員による手動操作での異常発生対応（局所排気装置の起動など） 異常発生時対応マニュアルの整備と平時における教育・訓練 	-
b) 異常発生検知手段	爆発性雰囲気の形成や着火源の発現を検知する。検知した結果を基に、a) 異常発生防止策、c) 事故発生防止対策、又は d) 被害の局限化対策でどのように対応するかをセットで考える。		<p>▲爆発性雰囲気の形成（漏洩・侵入）を検知するための固定式ガス検知器や警報システム</p> <ul style="list-style-type: none"> 漏洩検知と警報システム 工業用監視カメラ（考慮すべき点） 信頼性が高いセンサーの使用 	▲手持ちガス検知器による定期的、あるいは作業開始前及び作業中の濃度測定など	-
c) 事故発生防止対策	爆発性雰囲気が形成される作業場所での着火源が発現しないようにすること。着火源が発現している作業場に爆発性雰囲気が流れ込まないようにすること。		a) 異常発生防止対策の欄を参照	a) 異常発生防止対策の欄を参照	-
d) 被害の局限化対策	たとえ火災・爆発が発生しても、それによる影響をできる限り小さくする（建屋や設備の被害や周辺住民への被害を軽減する、または避難などにより作業員が被災するのを防ぐ）。	<p>JNIOH-TD-No.5の参考資料C(表 C1)の「C.保有量の低減」なども含む</p>	<p>事故（火災・爆発）発生検知・警報システム</p> <ul style="list-style-type: none"> 炎感知、煙感知、熱感知と警報システム <p>火災・爆発発生時の拡大防止</p> <ul style="list-style-type: none"> 設備間距離 設備レイアウト 消火設備、散水設備、泡消火器 蒸気緩和システム 防火壁 耐火・耐爆構造 <p>緊急時対応</p> <ul style="list-style-type: none"> 消防車など緊急車両用アクセス 非常照明設備 構内連絡用通信設備 <p>その他</p> <ul style="list-style-type: none"> 爆発放散口 耐火性支持と構造用鋼 居住建屋の耐爆構造 	<p>緊急時対応</p> <ul style="list-style-type: none"> 緊急対応管理計画 避難経路の確保 避難訓練 <p>作業に関係無い人の立ち入り禁止</p> <p>地域住民・公共設備への緊急対応</p>	<p>保護具の着用</p> <ul style="list-style-type: none"> 安全靴 保護帽（ヘルメット） 空気呼吸器、耐熱性保護具（消火活動時着用）

3.3 「うっかりミス」によるヒューマンエラーと「意図的なルール違反」によるヒューマンエラー

作業・操作に関する引き金事象（ヒューマンエラー）を想定したシナリオに対するリスク低減措置の検討をする。ヒューマンエラーには様々な定義があるが、ここでは「手順書はあるが、その通りに実施していない」場合を前提とし、(1) 作業者が「意図しないで」おかしってしまう失敗（うっかりミス）だけではなく、(2) 「意図的に」おかすルール違反もヒューマンエラーとしてとらえる。しかし、「うっかりミス」と「意図的なルール違反」の背後要因や対策は異なるため、リスク低減措置を検討する際にはそれらを別々に考える必要がある¹⁰⁹。

(1) 「うっかりミス」について

作業手順書通りに実施しようとしているにもかかわらず、失敗してしまう「うっかりミス」を想定する。「うっかりミス」をおかしてしまうのは、作業者本人に問題があるからだとは考えず、その背後に「うっかりミス」を起こさせる要因があるからだとは考える。そのため、「うっかりミス」を防止するためには、「うっかりミス」を起こさせる背後要因を抽出しそれらへの対策を考える必要がある。

1) 「うっかりミス」の背後要因と対策について

「うっかりミス」は、表 3.4 に示す 4M4E を参考に多角的に分析することにより、その背後要因と対策を明確にできる。まず「うっかりミス」に対して、4M の観点から背後要因を抽出する。次に、それらの背後要因に対して有効な対策を 4E の観点から検討する。

表 3.4 4M4E

うっかりミスの背後要因		うっかりミスの背後要因を排除・緩和するために実施する対策 ¹¹⁰	
4M	人の要因 (Man)	4E	教育訓練 (Education)
	ものの要因 (Machine)		技術的対策 (Engineering)
	環境の要因 (Media)		規程化・徹底 (Enforcement)
	管理の要因 (Management)		事例紹介 (Example) ¹¹¹

表 1.14 の「【E】作業・操作に関する引き金事象（ヒューマンエラー）」の「その他のエラー（Other Error）」の「静電気帯電防止作業服・静電気帯電防止作業靴を着用しない」を事例とし、4M4E 表（表 3.5）¹¹²を用いて背後要因と対策を検討する。

¹⁰⁹ 高橋明子, 島田行恭, 佐藤嘉彦, 火災・爆発防止のための化学物質リスクアセスメントにおけるヒューマンエラーの考え方や評価手順の提案, 労働安全衛生研究, Vol.14, No.2, in press (2021).

¹¹⁰ 「技術的対策」は工学的対策, 「教育訓練」, 「規程化・徹底」, 「事例紹介」は管理的対策である。

¹¹¹ 4 つ目の E は Example でなく環境 (Environment) と考える場合もある。

¹¹² 楠神健, 予防安全のためのヒューマンファクタ解析 鉄道分野におけるヒューマンエラー分析法の導入・展開, 計測と制御, Vol.45, No.8, pp.706-712 (2006) を基に作成。

表 3.5 4M4E 表を用いたうっかりミスの背後要因と対策の分析の例

静電気帯電防止作業服・静電気帯電防止作業靴を着用しない					
① 想定された引き金事象（うっかりミス）		人 (Man)	もの (Machine)	環境 (Media)	管理 (Management)
② 背後要因とうっかりミスの誘発性*	<p>知識/経験/技量の不足 危険感受性や警戒感の不足 体調不良/生理現象など</p> <p>(例) 指示/台図の不十分 組織/職場間の協力体制の不良 作業マニュアルの不十分・不適切 作業時間/人員の不適切など</p>	誘発性 (大中小)	誘発性 (大中小)	誘発性 (大中小)	誘発性 (大中小)
		背後要因	背後要因	背後要因	背後要因
③ 防止対策	<p>教育訓練 (Education)</p> <p>(例) 作業標準など手順の教育 技能習熟のための教育訓練 危険感受性/安全意識の高揚など</p>	<p>大</p> <p>中</p>	<p>大</p> <p>中</p>	<p>中</p>	<p>小</p>
<p>技術的対策 (Engineering)</p> <p>(例) 車両/設備/機器の機能改善 ヒューマンマシン・インターフェイスの改善 治工具の改善など</p>	<p>大</p>	<p>大</p>	<p>中</p>	<p>小</p>	
<p>規格化・徹底 (Enforcement)</p> <p>(例) 作業体制/分担の見直し 作業手順/方法の見直し 帳票/マニュアル類の見直しなど</p>	<p>大</p>	<p>大</p>	<p>中</p>	<p>小</p>	
<p>事例紹介 (Example)</p> <p>(例) 事故事例の提示 良好事例の提示</p>	<p>大</p>	<p>大</p>	<p>中</p>	<p>小</p>	



*うっかりミスの誘発性：「その背後要因があると、どのくらい引き金事象（うっかりミス）が起きやすくなるか」を表します。

リスクアセスメントの対象となった作業場所・作業内容・作業手順等を想定してうっかりミスの誘発性を評価してください。

※Environment (環境) の場合もある
桶神 (2006) から作成

2) 4M4E 表を用いた背後要因の抽出と対策の検討

4M4E 表を用いた背後要因の抽出と対策の検討の手順を以下に示す。

① 「想定された引き金事象（うっかりミス）」の記述

対象となる引き金事象を 4M4E 表の上部に記述する。

事例では、「静電気帯電防止作業服・静電気帯電防止作業靴を着用しない」と記述している（表 3.5-①）。

② 「背後要因とうっかりミスの誘発性」の抽出・評価

4M をガイドにしてこの引き金事象を発生させる背後要因を抽出する¹¹³。複数の背後要因が抽出されたらどの背後要因の対策を優先させるのかについて検討するため、対象作業に詳しい作業員や管理者の話し合いにより「その背後要因があると、どのくらいうっかりミスが起きやすくなるか（うっかりミスの誘発性）」について 3 段階（大・中・小）で評価する。このとき、リスクアセスメントの対象となった実際の作業場所・作業内容・作業手順等を考慮して評価することに注意する。

事例では、全部で 5 項目の背後要因が抽出され、うち 2 項目が誘発性「大」、2 項目が誘発性「中」、1 項目が誘発性「小」と評価された（表 3.5-②）。

③ 「防止対策」の検討

うっかりミスの誘発性の大きい背後要因から順番にすべての背後要因について対策を考える。リスク低減措置の種類（A～D）と目的（a～d）の組み合わせを各対策の末尾に記載する（例：B-a）。リスク低減措置の種類には A) 本質安全対策、B) 工学的対策、C) 管理的対策、D) 保護具の着用が含まれ、リスク低減措置の目的には、a) 異常発生防止対策、b) 異常発生検知手段、c) 事故発生防止対策、d) 被害の極限化対策が含まれる。リスク低減措置の種類と種類を意識することにより、どの観点での検討が不足しているかについて気づきやすくなる。4M の各 M で背後要因が複数抽出された場合は背後要因と対策に i), ii) のように数字を振ると対応がわかりやすくなる。

事例では、10 項目の防止対策が提案され、3 項目はリスク低減措置の種類が工学的対策（B）、目的が異常発生防止対策（a）となり、7 項目は管理的対策（C）、目的が異常発生防止対策（a）となった（表 3.5-③）。

次に、提案された対策が実施可能かどうかを確認する。うっかりミスの誘発性の評価を参考に、実施可能な対策を実施（実装）し、実施不可能な対策を実施（実装）しなかった場合の全体的なリスクの見積りを行う。

¹¹³ 背後要因を抽出する際、「なぜなぜ分析」という分析方法を用いて、真の要因を検討することがある。なぜなぜ分析は、発生するヒューマンエラーに対し「なぜ」を繰り返して要因を掘り下げることにより、真の要因を見つげることができるという分析手法である。このとき、4M をガイドにすると、より広い視点で要因を検討することができるので効果的である。

(2) 「意図的なルール違反」について

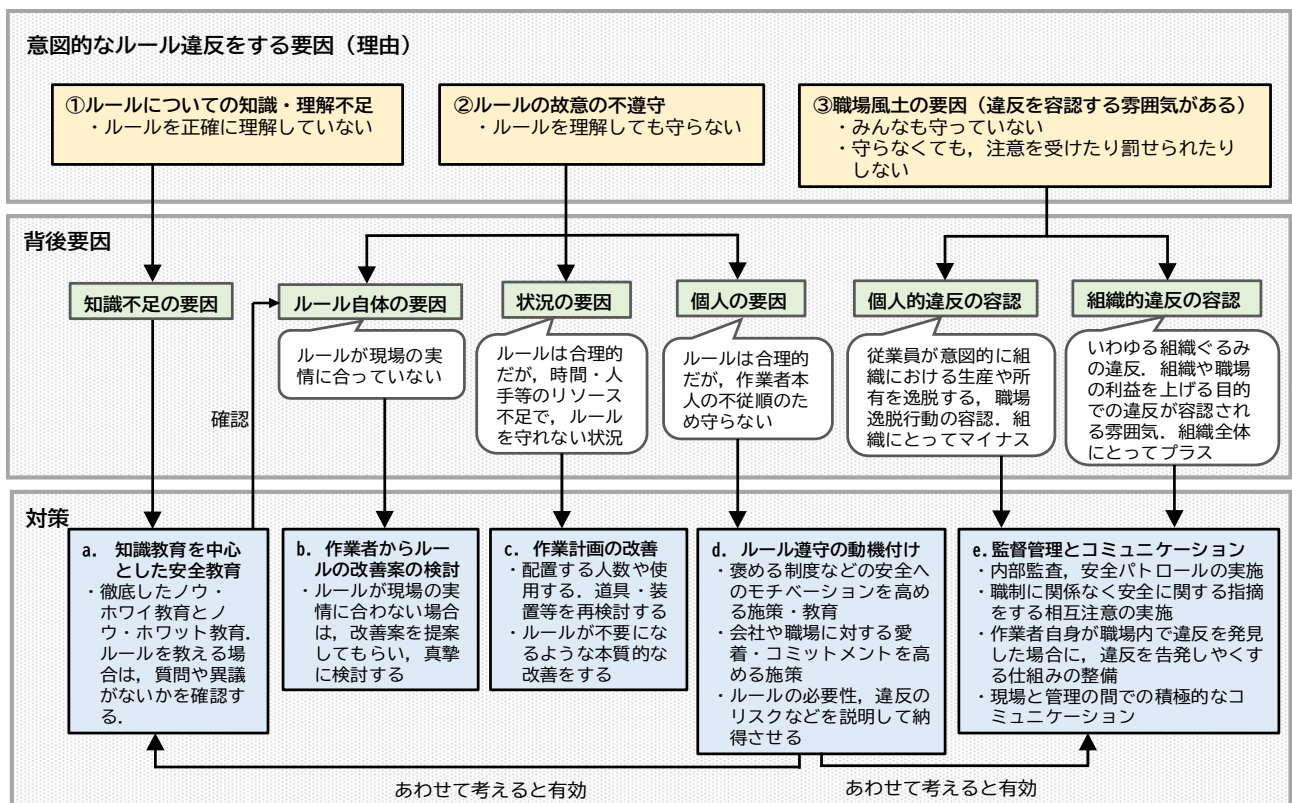
作業手順書があっても作業者がそれを守らない「意図的なルール違反」も想定する¹¹⁴。作業者が意図的なルール違反をおかす場合、作業者が作業手順を十分に理解していない、作業手順が現場の実情に合っていないなど、背景には複数の要因（理由）が考えられる。そのため、作業者の意図的なルール違反を防止するには意図的なルール違反をする要因（理由）を網羅的に考え、その対策を実施することが重要となる。ここでは、作業者が意図的なルール違反をする要因（理由）と対策をどのように考えるかについて説明した後、リスクアセスメントにおけるルール違反防止対策をどのように考えるかについて説明する。

1) 意図的なルール違反をする要因（理由）と対策の考え方について

作業者が意図的なルール違反をおかす時、その要因（理由）には、図 3.2 に示すように、

- ① ルールについての知識・理解不足
- ② ルールの故意の不遵守
- ③ 職場風土の要因（違反を容認する雰囲気がある）

の3つが挙げられる。さらに、意図的なルール違反の要因（理由）を引き起こす背後には、様々な要因が考えられ、それぞれルール違反防止対策が異なる。



岡部（2003）、芳賀（2012）、小松原（2016）、鎌田（2003）、鎌田他（2003）を基に作成

図 3.2 意図的なルール違反の要因（理由）と対策

¹¹⁴ 平成 26 年 6 月の安衛法改正（第 78 条）により、法令違反により重大な労働災害を繰り返して発生させたような企業には、特別安全衛生改善計画の作成指示がなされ、企業名や公表に至った事由が公表されることもあるので、作業者の意図的なルール違反防止について注意深く取り組む必要がある。

① ルールについての知識・理解不足

【ルールについての知識・理解不足が影響して発生した災害事例】

新入の作業員が、作業現場への携帯電話の持ち込みを禁じられていたのは知っていたが、十分に理解していなかった。そのため、作業ズボンの後ろポケットに入れていれば大丈夫だろうと判断し、携帯電話をポケットに入れたまま作業を行っていたところ、携帯電話に着信の際の電気火花により、周囲のシンナーの蒸気に着火し火災となった。

「ルールについての知識・理解不足」とは、作業員が「ルールを正確に理解していない」などの場合を指している。これは、作業員の知識不足がルール違反の原因となるため、正しいルールを教えることによりルール違反を防止することができる。このとき、ノウ・ホワイ教育 (know why 教育)¹¹⁵やノウ・ホワット教育 (know what 教育)、すなわち、なぜそのルールが必要なのか、ルールを守らなかったらどのような結果になってしまうかについて教えることで、作業員にルールを守る大切さを理解してもらうことができると考えられる (**対策 a**)。また、ルールは一方向的に説明するのではなく、質問や異議がないかを確認したのち、“それを守る”という言葉質を取ることがよいと言われている (**対策 a**)¹¹⁶。さらに、作業員がルールを学習したら、ルールが現場の実情に合っているかどうかについても確認する必要もある。ルールが現場の実情に合わない場合は、作業員に遠慮せずに改善案を提案するように説明し、実際に提案があったときには、それを真摯に検討することも必要となる (**対策 b**)¹¹⁶。

② ルールの故意の不遵守

【ルールの故意の不遵守が影響して発生した災害事例】

防爆構造の照明が故障してしまい、修理に 2～3 日を要する状態であった。しかし、翌日までに仕上げなければならない塗装作業があり急いでいた上、作業場所に上司が不在であったため、このことを上司に報告せずに非防爆構造の投光器を持ち込んで作業を進めることとした。作業を行うため投光器の電源を入れた際、発生した電気火花により周囲のシンナーの蒸気に着火し、火災となった。

「ルールの故意の不遵守」とは、作業員が「ルールを理解しても守らない」などの場合である。このような状況が発生する背後要因として、a)ルール自体の要因、b)状況の要因、c)個人の要因のうちいずれかが影響していると考えられる。

a) ルール自体の要因

ルールが現場の実情に合っておらず作業員がルールに納得していない状況を指している。対策は先述のとおり、作業員に改善案を提案してもらいそれを真摯に検討する (**対策 b**)¹¹⁶。

b) 状況の要因

ルールは合理的であるが常態的に時間・人手等のリソースが不足しており、作業員がルールを守れない状況を指している。先述の事例は状況の要因が影響した事例である。作業計画が現場の実情に合っていないため、対策として、配置する人数や使用する道具・装置等を再検討し作業計画を改善することが重要である。また、守りづらいルールが不要になるような本質的な改善を検討することも有効である (**対策 c**)。

c) 個人の要因

ルールは合理的であるが作業員が不従順であるためにルールを守らない状況を指している。この場合、

¹¹⁵ 岡部康成、事故や災害を防止するために—感情的側面への教育的配慮、リスクマネジメントの心理学 事故・事件から学ぶ、新曜社、pp.245-270(2003)。

¹¹⁶ 小松原明哲、安全人間工学の理論と技術 ヒューマンエラーの防止と現場力の向上、丸善出版、pp.51-64(2016)。

図 3.3 に示すように、ルール違反の心理的要因としては、ルール違反をすることで時間や労力を節約できるという「ルール違反の効用（メリット）の認知」と、違反をしても事故が起きることはほとんどないという「リスクの軽視」がある。一方、ルール遵守の行動は、ルールを守るのが当たり前という「規範意識」、ルールを守らないと事故の危険が高まるという「リスクの認知」などによって動機づけられ、ルールを守らなければ怒られたり罰を受けたりするという「ルール不遵守時のペナルティの認知」によってブレーキがかかる。どちらの心理的要因が強いかによってルール違反をするかしないかが決まってくる。対策としては、個人の安全態度・価値観に対する働きかけが必要である（**対策 d**）。例えば、褒める制度など、安全へのモチベーションを高めるような施策・教育を実施したり、会社への愛着・コミットメントを高めるような施策を実施したりするのが有効である。また、作業者にルールの必要性や違反によるリスクを説明して納得してもらうということも重要である。

対策 a にあげた「ノウ・ホワイ教育¹¹⁵やノウ・ホワット教育（know what 教育）」によって、一つのルールがなぜ必要なのか、ルールを守らないとどのようなリスクがあるのかを教え、納得させることも有効である。また、個人の心理は集団の心理から大きな影響を受ける。後述する③のような職場風土があると、それに影響されて個人のコンプライアンス意識も低下するため、対策 e のアプローチも併せてとる必要がある。

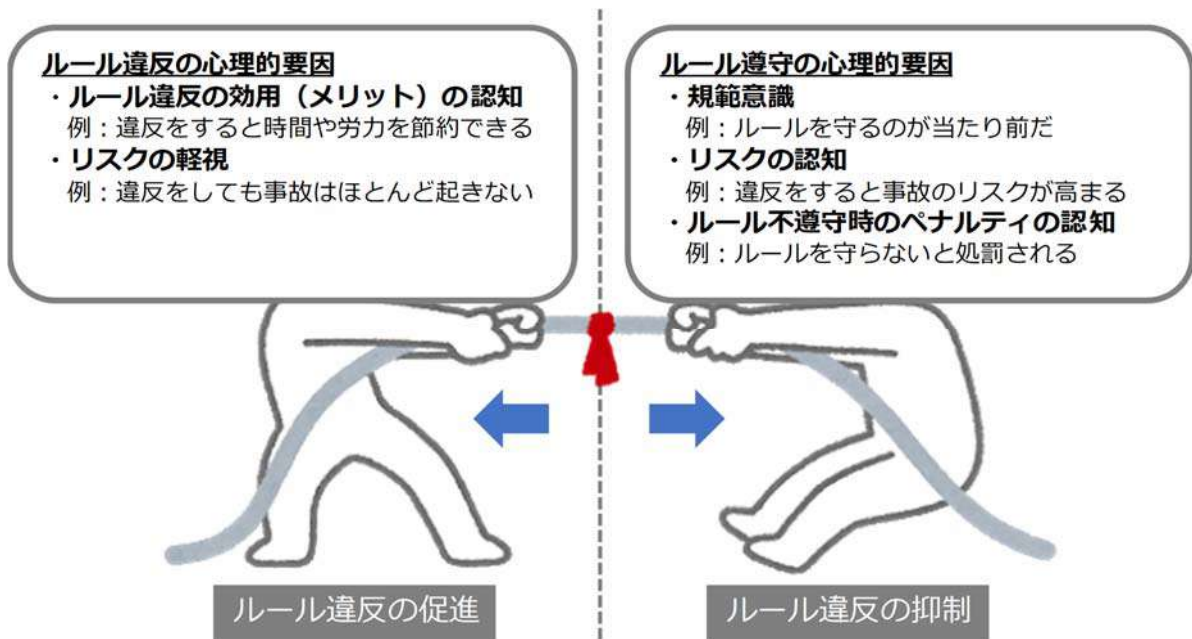


図 3.3 ルール違反の心理的要因とルール遵守の心理的要因の関係

③ 職場風土の要因

【職場風土の要因(違反を容認する雰囲気がある)が影響して発生した災害事例】

塗料で床が汚れることを嫌って、汚れ防止のビニールシートを敷く習慣が横行しており、職場全体としてその習慣を黙認していた。ビニールシート上で作業していた作業員に帯電した静電気が放電する際の火花により、周囲のシンナーの蒸気に着火し、火災となった。

「職場風土の要因」とは、「みんなも守っていない」、「守らなくても注意を受けたり罰せられたりしない」¹¹⁷など職場全体に意図的なルール違反を容認する雰囲気がある場合を指している。この背後要因には、作業員の個人的な利益追求のためにルール違反を容認する場合（個人的違反の容認）と、組織や職場の利益追求のために組織ぐるみでルール違反を容認する場合（組織的違反の容認）があり¹¹⁸、先述の事例は後者の事例である。個人的違反の容認も組織的違反の容認も共通の対策が有効である。まず、管理者が作業員の業務や現場が適正であるかを監督管理する内部監査や安全パトロールの実施や、現場において職制に関係なく安全に関する指摘をし合う相互注意の実施によって、違反が起こりにくい職場風土を作ることが挙げられる（**対策 e**）。また、作業員自身が職場内で違反を発見した場合に、違反を告発しやすくする仕組みを整備することも有効である。例えば、違反を告発（ホイッスル・ブローイング）した場合に、告発した作業員（ホイッスル・ブローワー）が保護される仕組みや相談窓口として外部機関を用いるホイッスルブローイングに対するサポート制度などが考えられる（**対策 e**）¹¹⁹。これらの前提として、作業員と管理者、作業員どうし、管理者どうしが積極的にコミュニケーションを取れる職場風土が必要となる（**対策 e**）。

2) 意図的なルール違反の要因と対策の考え方について

各作業の意図的なルール違反を想定する場合、すべての要因（理由）を想定できるので、意図的な違反に関するすべての対策が実施できているかどうかについて検討する必要がある。すなわち、図 3.2 の「a.知識教育を中心とした安全教育」、「b.作業員からのルールの改善案の検討」、「c.作業計画の改善」、「d.ルール遵守の動機づけ」、「e.監督管理とコミュニケーション」のすべての対策を実施することができているかどうかを検討する。

表 3.6 は対策 a～対策 e のルール違反防止対策に対応したチェックリストである。対策 a～対策 c は作業ごとに適用されるルール違反防止対策、対策 d、対策 e は職場全体に関わるルール違反防止対策と言える。上部に対象となった引き金事象（意図的なルール違反）を記述し、チェックリストにある防止対策が十分に実施されているかどうかを関係者全員で検討し、十分に実施できていない項目を抽出しておく。このとき、リスクアセスメントの対象となった実際の作業場所・作業内容・作業手順等を考慮して評価する。

これらのチェックリストを満たすことを対象となった引き金事象（意図的なルール違反）の対策と考え、リスク低減措置を検討するためにすべて満たした場合のリスクの見積もりをする。

¹¹⁷ 芳賀繁, 事故がなくなる理由 安全対策の落とし穴, PHP 研究所, pp.89-110(2012).

¹¹⁸ 鎌田晶子, 上瀬由美子, 宮本聡介, 今野裕之, 岡本浩一, 組織風土による違反防止—『属人思考』の概念の有効性と活用—, 社会技術研究論文集, Vol.1, pp.239-247(2003).

¹¹⁹ 鎌田晶子, 決定をゆがめる組織・ゆがめない組織, リスクマネジメントの心理学 事故・事件から学ぶ, 新曜社, pp.189-214(2003).

表 3.6 意図的なルール違反防止のためのチェックリスト

<p>想定された引き金事象（意図的なルール違反）</p> <p>例：静電気帯電防止作業服・静電気帯電防止作業靴を着用しない</p>	<p>リスクアセスメントの対象となった作業場所、作業内容、作業手順等を想定してチェックする。</p>
<p>◎上記の作業手順・内容について、下記の項目が実施できているかどうかを関係者全員でチェックをしてください。</p>	
<p>a. 知識教育を中心とした安全教育は十分ですか？</p>	
<p><input type="checkbox"/> 作業者は、ルールについて正しい知識を持っていますか。</p> <p><input type="checkbox"/> 作業者は、なぜそのルールが必要なのか（know why）、ルールを守らなかったらどのような結果となってしまうか（know what）について理解していますか。</p>	
<p>b. ルールは現場の実情に合っていますか？</p>	
<p><input type="checkbox"/> 作業者と管理者で、ルールが現場の実情に合っているか確認していますか。</p> <p><input type="checkbox"/> 現場の実情に合っていない場合、作業者に改善案を提案してもらい作業者と管理者で一緒に検討していますか。</p>	
<p>c. 作業計画は適正ですか？</p>	
<p><input type="checkbox"/> 配置される人数や使用される道具・装置等は十分検討され、適正ですか。</p> <p><input type="checkbox"/> 守りづらいルールがある場合、そのルールが不要になるような作業計画の改善は検討していますか。</p>	
<p>d. ルールを守る動機づけを高める教育や施策を検討していますか？</p>	
<p><input type="checkbox"/> 安全へのモチベーションを高める施策・教育は実施していますか（例：褒める制度等）。</p> <p><input type="checkbox"/> 会社や職場に対する愛着・コミットメントを高める施策は実施していますか（例：企業理念やミッションの共有、適切な人事評価とフィードバック等）。</p> <p><input type="checkbox"/> 作業者に、ルールの必要性、違反のリスクなどを説明して納得してもらっていますか。</p>	
<p>e. 業務や現場の監督管理とコミュニケーションは十分に行われていますか？</p>	
<p><input type="checkbox"/> 作業者の業務や現場が適正かどうかを監督管理する仕組みがありますか（例：内部監査、安全パトロール等）。</p> <p><input type="checkbox"/> 現場において、職制に関係なく安全に関する指摘をし合う仕組みがありますか（例：相互注意等）。</p> <p><input type="checkbox"/> 作業者が職場内で違反を発見した場合に、違反を告発しやすい環境になっていますか（例：告発した作業者が保護される仕組みや告発のサポート制度等）。</p> <p><input type="checkbox"/> 管理者どうし、作業者どうし、作業者と管理者の間で積極的なコミュニケーションを取っていますか。</p>	

第4章 リスク低減措置の実施

化学物質リスクアセスメント指針のステップ4では、ステップ3で提案されたリスク低減措置の中から最適なものを選択し、実施する。本来、提案されたリスク低減措置はすべて実施することが望ましいが、大幅な設備改造を要する場合や、生産計画や予算計画との兼ね合いなどですぐに実施することができない場合もある。第4章では以下の内容についてまとめる。

- (4.1 節) ALARP (As Low As Reasonably Practicable) の考え方に基づくリスク低減措置の実施
- (4.2 節) リスク低減措置実施時に考慮すべき点
- (4.3 節) リスク低減措置実施後の対応

4.1 ALARP (As Low As Reasonably Practicable)¹²⁰の考え方に基づくリスク低減措置の実施

ステップ3で検討・提案されたリスク低減措置について、それぞれが実施された場合のリスクを見積り、リスクレベルを決定するとともに、現場作業者の意見などを踏まえた上で、リスクアセスメント担当者等（又は安全衛生委員会等）で構成される会議で審議し、事業場としてのリスク低減措置実施の優先順位を判断する。

化学物質による危険性又は有害性等の調査等に関する指針第10項には「合理的に実現可能な程度に低い“ALARPレベル”にまで適切にリスクを低減すること」と記載されている。図4.1にALARPの考え方を示す。ALARP領域の設定（“許容できない領域”と“許容できる領域”の境界線（しきい値）の設定）は事業継続などの判断基準だけでなく、事業場がある地域コミュニティとのリスクコミュニケーションの結果（社会が受け入れ可能なリスクの設定）なども踏まえたリスク管理方針¹²¹に基づき検討する。

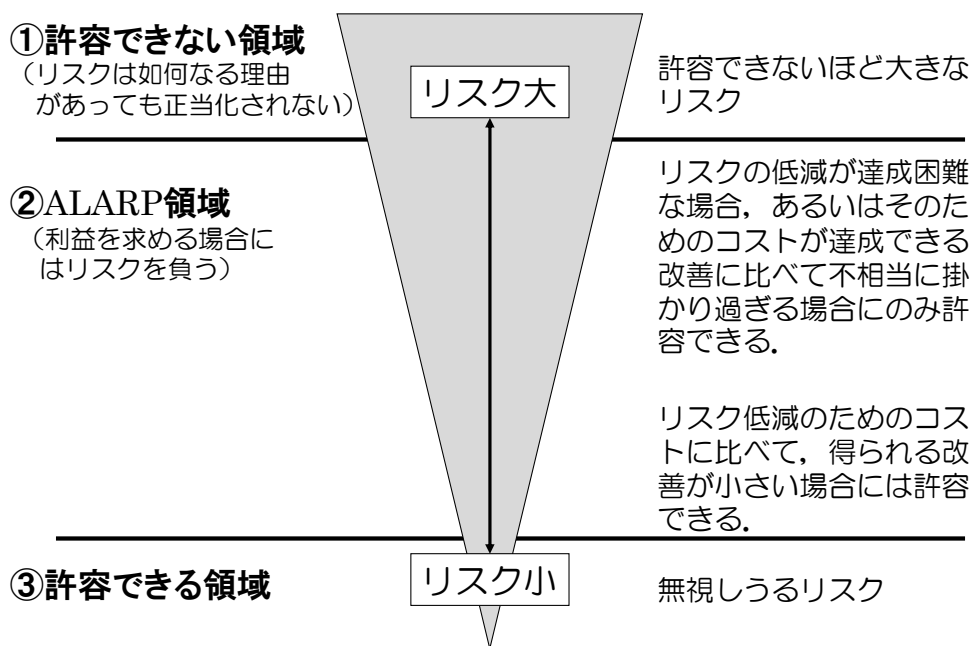


図 4.1 ALARP の概念

① 許容できない領域

リスクレベルが「許容できない領域」にあるシナリオの発生が懸念される施設・設備，作業等については、いかなる理由であれ正当化されず、事業の継続は許可されない。リスクレベルを下げることでできるリスク低減措置を必ず実施する。

② ALARP 領域

リスクレベルが「ALARP領域」にあるシナリオについては、“リスクは合理的に実行可能な限り、できるだけ低くしなければならない”という原則がある。多量の化学物質取り扱い作業を行う施設の多く

¹²⁰ ALARP(As Low As Reasonably Practicable):イギリスの衛生安全庁(HSE)により提唱された考え方。イギリスでは危険施設の許認可は、個人リスクに対するALARP基準に基づいて判断される。リスクには、受け入れ不可能な領域、広く受け入れ可能な領域、その両者の間にALARPの領域がある。

¹²¹ 付録 第2章のその他の参考資料の(3)を参照のこと。

は、この ALARP 領域にあり、可能な限り許容領域にまでリスクを下げるよう努力することが要求されるが、「これ以上のリスク低減を技術的に行うことができない、またはリスク低減にかかる負荷（事業場がリスク低減措置を実施するために要する時間・労力・コストなど）が得られる社会的便益に比べて不相応にかかる場合には許容される」とされている¹²²。また、リスク低減のために現段階での最高の技術を導入することと、それに要する負荷とのバランスを考慮する必要があり、費用—便益分析が必要な領域となる。

※ 図 4.1 の ALARP 領域の説明では「コスト」についてのみ言及されているが、「コストが掛かるなら追加のリスク低減措置を検討・実施する必要は無い」という意味ではない。事業場におけるリスク管理として、いざという時の事故発生に対して最大限の努力をしていることが求められる。

※ 次のようなシナリオについては、リスクレベル（数値）により ALARP 領域と判定されても、追加のリスク低減措置を実施することが望ましい。

- ・労働災害発生が危惧されるシナリオ
- ・事業場や周辺地域に与える被害が大きい（重篤度が大きい）シナリオ

③ 許容できる領域

リスクレベルが「許容できる領域」にあるシナリオ発生の懸念がある施設・設備、作業等については、リスクレベルは無視できるものであり、更なるリスク低減は必要ないとされている。ただし、この領域にある場合でも、リスクはゼロではなく、もし現在実施しているリスク低減措置が無効化されるような変更などが行われる場合には、「ALARP 領域」または「許容できない領域」となることもあるので、追加または別のリスク低減措置の実施が必要となる¹²³。

¹²² 本資料の前書き『化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施の 5W1H』の why の項を参照のこと。

¹²³ 2.2 節を参照のこと。

4.2 リスク低減措置実施時に考慮すべき点

リスク低減措置の実施に際しては、次に示す点を考慮する。

- ・法令に定められた事項の実施（該当事項がある場合）
- ・リスク見積り及びリスク評価結果に基づくリスク低減措置実施の優先順位
- ・多重防護を目的としたバランスが取れたリスク低減措置の実施
- ・効果が高い順番でのリスク低減措置の実施
- ・リスク低減措置実施の判断
- ・リスク低減措置実施に伴い、作業者が実施すべき事項の明確化

1) 法令に定められた事項の実施（該当事項がある場合）

法令に定められた事項はリスクの大小に関係無く、必ず実施する¹²⁴。

2) リスク見積り及びリスク評価結果に基づくリスク低減措置実施の優先順位

次の①～③の順番に優先順位を決定する。図 4.2 に概念図を示す。

① リスクレベルが高いシナリオに対するリスク低減措置から順番に実施する（IV→I）

2.2 節に示したように、相対的にリスクレベルが高いシナリオに対するリスク低減措置から順番に実施する。

② 重篤度が高い（予想される被害が大きい）シナリオに対するリスク低減措置から順番に実施する

リスクレベルが同じシナリオが複数存在する場合には、重篤度（S）が高いシナリオに対するリスク低減措置から順番に実施する（S4→S1）¹²⁵。

③ 発生頻度が高いシナリオに対するリスク低減措置から順番に実施する

リスクレベルと重篤度（S）が同じシナリオが複数存在する場合には、発生頻度（L）が高いシナリオに対するリスク低減措置から順番に実施する（L4→L1）。

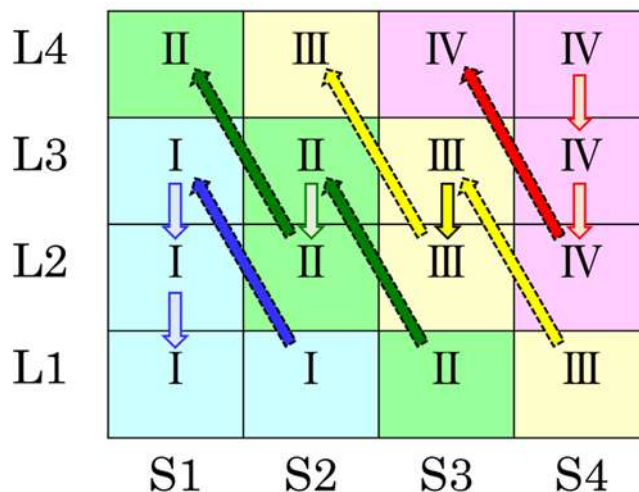


図 4.2 リスク低減措置実施の優先順位（考え方）

¹²⁴ 火災・爆発発生防止に関する法令として保安 4 法(労働安全衛生法, 高压ガス保安法, 消防法, 石油コンビナート等災害防止法)がある。さらに、これらの法令に関する規制等についても確認し、対応すること。

¹²⁵ 火災・爆発発生の可能性が低くても、その影響(重篤度)が大きい場合には、リスク低減措置の検討・実施を優先的に考えるべきである(一考: 東日本大震災発生時の福島第一原発事故)。

3) 多重防護を目的としたバランスが取れたリスク低減措置の実施

多重防護の考え方に従って、a) 異常発生防止、b) 異常発生検知手段、c) 事故発生防止、及びd) 被害の局限化の目的に沿ったリスク低減措置をバランス良く実施する。

b) 異常発生検知手段は他のリスク低減措置 (a,c,d) とセットで導入する。その際、異常発生を確実に検知できる場所に設置するとともに、使用する化学物質の爆発限界などを考慮し、正常状態と異常状態を明確に区別できるようにしきい値を決定する。センサーやアラームは、作業開始前だけでなく、作業中も正しく作動していることを確認する必要がある。

4) リスクレベルを下げる効果が高い順番でのリスク低減措置の実施

化学物質リスクアセスメント指針には、A) 本質安全対策、B) 工学的対策、C) 管理的対策、D) 保護具の着用の順番でリスク低減措置を検討することとされているが、これはリスクレベルを下げる効果が高い順番を意味する。火災・爆発発生シナリオに対するリスク低減措置を実施する際には、A) ～C) について、それぞれの有効性、信頼性、実施の容易性、徹底性なども考慮する。さらに、火災・爆発発生による被害の局限化（労働災害防止）を目的として、D) 保護具の着用を実施する。

5) リスク低減措置実施の判断

追加提案されたリスク低減措置の実施について、次のような点を考慮する。

- ① 製品の生産・製造に必要な不可欠な条件、既存のリスク低減措置との兼ね合い、その他の制約（人員、予算、生産計画）を考慮する。
- ② 本質安全対策及び工学的対策の実施はすぐに実施することが難しい場合もあるが、年間の安全衛生計画に組み入れるなどして実施する。
- ③ 比較的容易に取り組むことができる管理的対策は速やかに実施する。ただし、ルールの整備や手順書の作成など、作業者に負担が掛かる対策は多用すると作業効率が著しく低下する、あるいは手順の遵守が面倒になり結局は守らなくなるといった副作用もある。また、管理的対策の実施はリスク低減の効果があるが、これだけでは目標とするリスクレベルが許容範囲に達していない場合もあるので、必ず本質安全対策、工学的対策の実施も検討する。
- ④ あるシナリオに対して提案されたリスク低減措置の実施が、他のシナリオのリスクレベルも下げる場合、あるいは、他のシナリオに対するリスク低減措置を無効化させ、リスクレベルを上げてしまう場合もある。このため、リスク低減措置を実施する前に必ず他のシナリオへの影響なども考慮する。
- ⑤ 提案されたリスク低減措置を実施できない場合でも、将来、実施可能となった場合に参考にすることができるよう、その理由を記録しておく。

6) リスク低減措置実施に伴い、作業者が実施すべき事項の明確化

リスク低減措置として、作業者が対応すべき事項がある場合には、作業マニュアル等に反映させるとともに、教育や訓練により、確実に実施できるようにしておく。このとき、次のような点を考慮し、ステップ5のリスクアセスメント等実施結果の労働者への周知にて理解を促す。

- ① リスク低減措置の機能を維持するために、次のような点を明確にしておく。

A) 本質安全対策：なぜそのリスク低減措置が本質安全対策として有効なのか（理由）を理解し、その機能を維持するために作業者が普段から実施しておくこと

(例) 一度の作業で取り扱う化学物質の量を最少化する（一度に必要以上の量を取り扱わない）、またはより危険性が低い化学物質に変更することで火災・爆発発生による被害の局限化を図っている場合には、作業効率を優先して取り扱い量を増やしたり、危険性が高い化学物質に戻すような変更を行ってはならないことを把握しておくこと（変更管理の不備による火災・爆発の発生や被害拡大を避けるため）。

B) 工学的対策：工学的対策を確実に機能させるために作業者が普段から実施すべきこと

(例) センサーからの信号を受けて起動するインターロックでは、常にセンサーが正常に動作することとインターロックが正常に起動することを確認しておくこと。防火壁・防爆壁などにひび割れが無いことなどを日常点検で確認しておくこと。

C) 管理的対策：作業者は管理的対策を確実に実施すること

(例) 作業手順書を遵守しなかった場合には、何らかの不具合や事故・災害が発生する可能性があることを、定期的に教育し、訓練を行うことにより確実に実施できるようにしておくこと（うっかりミス防止対策、意図的なルール違反防止対策）。

D) 保護具の着用：作業者は適切な保護具を着用して作業すること

(例) 適切な保護帽（ヘルメット）を被ることで火災・爆発発生による労働災害のダメージを軽減できることを、定期的に教育を行い、実施するようにしておくこと。作業開始前に適切に保護具を着用していることを確認しておくこと。

- ② センサーの日常点検やインターロックの動作確認などは、どの程度の間隔で実施するか（1日に1回、1ヶ月に1回など）を明確にしておくことで、実効性のある現場対応を継続する。
- ③ 現場の作業員への伝達事項は作業手順書などにも記載し、日々の生産活動の中で確実に実施する。
- ④ 「追加のリスク低減措置が不要」と判断された場合にも、「なぜ現状の対策で十分なのか」などの理由を明確にし、関係者全員に知らせる。
- ⑤ 他の作業員との協力が必要となる場合にはそれぞれの役割や内容を明確にしておくとともに、担当者間で確認する。
- ⑥ リスク低減措置の設計意図に反するような変更を行おうとする場合には、再度リスクアセスメント等を実施する必要がある（変更管理の実施）（第5章参照）。特に本質安全対策はその機能と有効性が明示的にされていない場合が多く、それを知らずに設備・装置や作業手順などを変更すれば、その機能を損失させ、災害を引き起こす場合もあるので注意する¹²⁶。

¹²⁶ 本質安全対策を実施している場合でも、何らかの変更を加えた際には、その機能を失う場合があり、多くの災害の原因にもなっている。変更について検討する際には、再度リスクアセスメント等を実施する。

4.3 リスク低減措置実施後の対応

リスク低減措置を実施した後も、目標としたリスクレベルが維持されているかどうかを常に確認する必要がある。次のような確認作業や教育・訓練などを行う。

- ・リスク低減措置実施後のリスクの再見積り及びリスクの再評価
- ・リスクアセスメント実施結果の確認
- ・残留リスク及びその他特記事項に対応するための教育・訓練など

1) リスク低減措置実施後のリスクの再見積り及びリスクの再評価

リスク低減措置実施後、新たな危険性又は有害性が生じていないかを確認するとともに、再度、リスクを見積ることによりリスク低減措置の効果を確認する。もし、新たな危険性又は有害性が生じた場合や、リスク低減措置による効果が認められない場合には、改めてリスクアセスメントを実施し、リスク低減措置を検討する¹²⁷。

2) リスクアセスメント実施結果の確認

リスクアセスメントの実施結果が適切であったかどうか、見直しや改善が必要かどうかを判断することで、次年度以降のリスクアセスメントを含めた安全衛生目標と安全衛生計画の策定や、さらに安全衛生水準の向上に役立てる。

3) 残留リスク及びその他特記事項に対応するための教育・訓練など¹²⁸

リスク低減措置を実施しても、技術上の問題などで、すぐにこれ以上、リスクを低減することができず、やむを得ずリスクが残留してしまう場合がある。リスクが低減されていないシナリオについては、その内容を作業者に周知し、火災・爆発等発生の可能性があることを意識させるとともに、作業現場でどのように対応するかを決め、これを作業者に確実に伝え、実施する。

その他、リスクアセスメント等実施結果について、特に現場作業者に伝えておくべきことがあれば明確にしておき、教育、訓練などによりこれらを理解してもらうとともに、確実に対応できる能力を身に付けてもらう。保護具の使用、安全な作業手順書の徹底についても指示する。

¹²⁷ 最初にリスク低減措置を検討する際に、リスクレベルが下がることを確認しているが、そのリスク低減措置を実施したことで作業条件等が変更され、別の危険性又は有害性が顕在化する、あるいは期待していた程リスクレベルを下げるできない場合もある。

¹²⁸ 労働者への教育・訓練については5.3節で述べる。

第5章 リスクアセスメント等実施結果の労働者への周知

化学物質リスクアセスメント指針のステップ5では、ステップ4までに検討・実施されたリスクアセスメント等実施結果を労働者¹²⁹に周知する。これにより労働者が安心して働くことができる環境を構築し、維持する。事業場に求められることは、何をどのように伝えるのか（『事項』と『方法』）を検討することである。第5章では以下の内容についてまとめる。

- (5.1 節) リスクアセスメント等の実施結果を労働者に周知する理由
- (5.2 節) 労働者に周知すべき『事項』とは？
- (5.3 節) 労働者に周知する『方法』とは？

¹²⁹ ここで対象となる「労働者」には、作業現場で働く作業者だけでなく、作業に関係する協力会社の作業者や緊急時対応に参加する事務職員なども含まれる。

5.1 リスクアセスメント等の実施結果を労働者に周知する理由

図 5.1 に化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施と作業時の現場対応及びリスクの見直し要求の関係を示す¹³⁰。

① 化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施

化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等を実施する目的は、火災・爆発防止、労働災害防止のためのリスク低減措置を実施することであり、新規製品開発や生産設備の導入時（設計・設置時を含む）、作業手順の検討時、または定期的に実施される。このとき、「どのような危険源があり、火災・爆発発生に至るシナリオが考えられるか」「どのようなリスク低減措置を何のために実施しているか？」などについての know how, know why 情報の他、未対応のままとなっている残留リスクの有無などについても確認している。一方、作業時、何らかの不具合（リスク）が発生した場合や、労働者から設備や作業方法の修正・変更などが提案された場合には、一旦、作業を中断し、再度、リスクアセスメント等を実施して、どのように対応するか（リスク低減措置の見直しまたは追加など）を検討する。

② 作業時の現場対応とリスクの見直し要求

作業時の労働者には、化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施結果を把握した上で安全に作業を行うことが求められる。つまり、行っている作業に対して火災・爆発発生危険性のあることを認識した上で、実施されているリスク低減措置の種類と目的を理解し、その機能を維持するとともに、残留リスクがある場合にはその存在を確認し、適切に対応することで安全に作業を行うことができる。一方、作業時に何らかの不具合（リスク）が発生した場合や、設備や作業方法の修正・変更などを提案する場合には、再度、リスクアセスメント等を実施して、改善・修正・変更等の実施に伴い発生する新たなリスクの発見とそれに対する既存のリスク低減措置の有効性の確認、リスク低減措置の追加などに関する検討を求める。

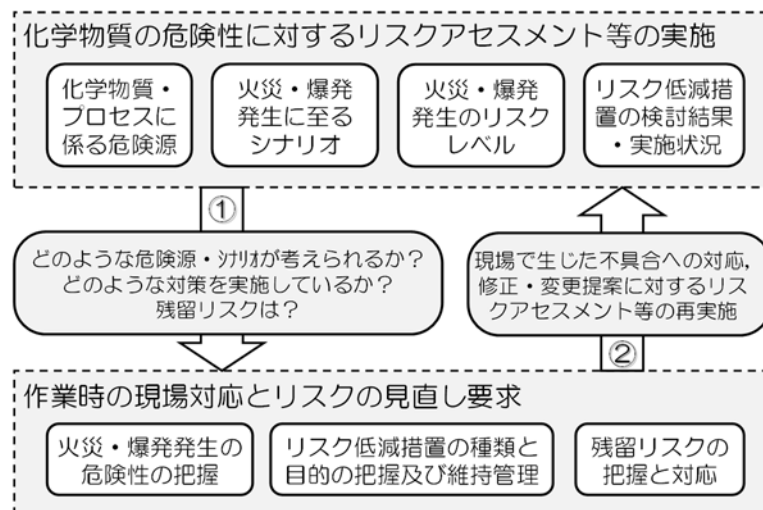


図 5.1 化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施と作業時の現場対応及びリスクの見直し要求

¹³⁰ 労働安全衛生総合研究所技術資料(JNIOSH-TD-No.5)の図 4 では、主に化学プラントを対象として、プラントの研究開発・設計・建設時を「生産開始前」、プラントの運転・保全時を「生産開始後」と分けているが、図 5.1 では、化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等を実施する段階と作業を行う段階に分けている。

5.2 労働者に周知すべき『事項』とは？

厚生労働省の指針に示された化学物質のリスクアセスメント等の進め方のステップ1からステップ4では、危険性又は有害性が特定され（シナリオが同定され）、そのリスク見積りとリスク評価の結果を基に追加のリスク低減措置の検討・実施などを行う。これらの時間と労力を掛けて検討したリスクアセスメント等実施結果（シートに記載された結果一覧だけでなく、議論した過程なども含む）を労働者に的確に伝えることで、労働者は潜在している危険性の有無を把握するとともに、より安全な作業環境を構築・維持し、火災・爆発や労働災害の発生防止に努めることができる。

表5.1に化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等の実施に係る情報（リスクアセスメント情報と呼ぶ）を示す。リスクアセスメント情報はリスクアセスメント等の各ステップで検討された結果だけでなく、対象作業にどのような危険性（火災・爆発発生に至るシナリオ）があり、それに対してどのようなリスク低減措置が検討され、実施されているかという情報も含み、労働者も知っておくべき『事項』となる。一方、具体的な検討過程や実施されなかったリスク低減措置の内容などはリスクアセスメント等の実施結果として明示的に記録されていない場合が多く、「なぜこのような検討を行ったのか」「どのように考えて、このリスク低減措置が実施されているのか」「作業方法を変更しても影響はないのか？」などのknow why情報を理解できない場合もある。これらのknow why情報も労働者に周知しておくべき情報とするために、表5.1に示すリスクアセスメント情報に含め、明示的に記録し、保管しておくことが求められる。

ステップ1の実施に関するリスクアセスメント情報

化学物質の危険性の特定（シナリオ同定）について、次のような情報を労働者に周知しておく。

- ① 取り扱っている化学物質の危険性に関する情報や作業条件など
- ② どのような危険源が潜在するか
- ③ どのような引き金事象がきっかけとなり潜在する危険源が顕在化するか
- ④ どのようなシナリオにより火災・爆発発生に至るか
- ⑤ 参考とした過去の事件事例

ステップ2の実施に関するリスクアセスメント情報

火災・爆発発生に至るシナリオのリスク見積りとリスクレベルの決定について、次のような情報を労働者に周知しておく。

- ① どのような基準でリスクが見積もられ、リスクレベルが決定されているのか
- ② どれくらいの頻度（確率）で危害が発生するのか
- ③ どれくらいの重篤度（影響度）の危害を与えるか
- ④ どのシナリオのリスクレベルが高く、優先的に対応しなければならないか

ステップ3の実施に関するリスクアセスメント情報

リスク低減措置の検討について、次のような情報を労働者に周知しておく。

- ① 検討されているリスク低減措置がカバーする危険性又はシナリオに関する情報
 - ・そのリスク低減措置は、いつどのようなシナリオが発生した時に機能するか（有効か）
 - ・ヒューマンエラー対策として実施されていることは何か など
- ② リスク低減措置の『種類』と『目的』（多重防護のいずれに該当するか）に関する情報
 - ・そのリスク低減措置は、次のどの『種類』となっているか？
 - A) 本質安全対策

- B) 工学的対策
 - C) 管理的対策
 - D) 保護具の着用
- ・そのリスク低減措置は、次のどれを『目的』（意図）としているか？
- a) 異常発生防止対策
 - b) 異常発生検知手段
 - c) 事故発生防止対策
 - d) 被害の局限化対策

③ 労働者に対応を求めるリスク低減措置に関する情報

- ・リスク低減措置の機能を維持するために通常の作業実施時に労働者が行うべき事項とその意図
- ・異常発生時または緊急事態発生時に労働者に対応すべき事項とその意図
- ・労働者が行ってはならない事項とその理由 など

ステップ4の実施に関するリスクアセスメント情報

実施されているリスク低減措置について、次のような情報を労働者に周知しておく。

- ① 通常の作業時に事故発生を未然に防ぐために取り組んでおくべきことに関する情報
- ② 緊急時対応に関する情報
 - ・異常発生時や事故発生時に労働者が慌てなくて済むように、その内容を周知しておく。例えば、リスク低減措置として、「作業手順書を作成し、遵守すること」という管理的対策を実施する場合、「手順どおりに作業を行うことの意図」や「手順どおりに実施しなかった場合にはどのような危険源が顕在化することになるのか」などがステップ3で検討されている。これらの検討過程も含めて理解しておくことは安全な作業の遂行だけでなく、危険な行動の回避にもつながる。
- ③ ステップ3で検討されたが、実施されていないリスク低減措置に関する情報
 - ・「なぜ実施されなかったか」という理由等を知っておくことは重要であり、このことは、危険性がそのまま残されていること（残留リスク）への対応を促すことにつながる。

ステップ5の実施に関するリスクアセスメント情報

労働者はステップ1～4で得られるリスクアセスメント情報を理解した上で、次のような対応作業を行うことが求められ、具体的に何をどのように実施したかを記録しておく。

- ① リスク低減措置の機能（安全な作業環境）を維持するために行った次のような作業の実施記録
 - ・通常作業時に実施するセンサー（異常発生検知手段）の動作確認結果
 - ・局所排気装置の動作確認結果
 - ・緊急時対応マニュアルの確認結果 など
- ② 作業中に発生した不具合の改善や作業効率の改善などに関する変更要求の記録
 - ・作業中に発生したトラブル要因に関する報告と改善要求記録
 - ・作業現場から提案される変更要求とリスクアセスメント等の再実施要求の記録 など

労働者はこれらのリスクアセスメント情報を理解した上で生産（製造）活動を行うことにより、設備や装置の不具合に対応する、またはヒューマンエラーを防ぐことができ、その結果、火災・爆発発生や労働災害発生を防止する。また、異常発生時や事故発生時にどのような対応をなぜ行うのかという理由を把握した上で実施することができる。

表 5.1 化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等の実施に係る情報

ステップ	実施内容	リスクアセスメント情報
1	化学物質などによる危険性または有害性の特定（シナリオの同定）	<ul style="list-style-type: none"> ・ GHSラベル及びSDSに記された取り扱い物質の危険性情報（注意事項） ・ 火災・爆発発生の切っ掛けとなる引き金事象として想定した次のような不具合事象（情報） <ul style="list-style-type: none"> － どのような設備・装置・道具の不具合（故障，誤動作，作動不全など）を想定しているか － どのようなヒューマンエラー（省略エラー，選択エラーなど）を想定しているか － どのような外部要因（地震，停電など）を想定しているか ・ 引き金事象発生から火災・爆発発生に至るシナリオに関する情報 <ul style="list-style-type: none"> － シナリオ検討の前提条件を含む － 火災・爆発発生に至る要件（燃焼の3要素の存在など）の確認情報 ・ 既に実施されているリスク低減措置に関する確認情報 <ul style="list-style-type: none"> － どのようなリスク低減措置が，なぜ実施されているのか ・ 過去の事象事例（危険源抽出時に参考にした情報）
2	リスクの見積り	<ul style="list-style-type: none"> ・ 危害の起こりやすさ <ul style="list-style-type: none"> － どれくらいの頻度で発生するか ・ 被害の程度 <ul style="list-style-type: none"> － どれくらいの影響を与えるか
3	リスク低減措置の検討	<ul style="list-style-type: none"> ・ リスク見積もり結果に基づくレベルの決定とリスク低減措置検討順位の決定 ・ 火災・爆発発生防止のためのリスク低減措置の提案理由 <ul style="list-style-type: none"> － 想定される危険性をどのように防ごうとしているか 『種類』化学物質リスクアセスメント指針に示された「本質安全対策」「工学的対策」「管理的対策」「保護具の着用」のいずれか 『目的』多重防護の考え方の「異常発生防止対策」「異常発生検知手段」「事故発生防止対策」「被害の局限化」のいずれか 『対象』どの危険源，シナリオへの対応か 『理由』本質安全対策となっている根拠，工学的対策となっている技術的根拠など ・ ヒューマンエラー防止対策に関する検討内容 <ul style="list-style-type: none"> － うっかりミス防止対策 － 意図的なルール違反防止対策 ・ そのリスク低減措置がカバーしている範囲 <ul style="list-style-type: none"> － そのリスク低減措置ではカバーされていない範囲 ・ 労働者による対応を必要とする場合の実施内容
4	リスク低減措置の実施	<ul style="list-style-type: none"> ・ リスク低減措置を実施している理由 <ul style="list-style-type: none"> － リスク低減措置の目的（多重防護のいずれに該当するか） － そのリスク低減措置がカバーするリスクの範囲 ・ 未実施のリスク低減措置がある場合，その理由 <ul style="list-style-type: none"> － なぜ実施されていないのか － いつ実施するのか ・ 実施されているリスク低減措置を機能させるために，労働者が実施すべきこと <ul style="list-style-type: none"> － 通常作業時にリスクを顕在化させないための対応 － 通常作業時にリスクが顕在化した場合への対応 － 異常発生時・緊急時対応として実施すべき内容 ・ 残留リスクへの対応事項 <ul style="list-style-type: none"> － 火災・爆発発生の可能性が残されていることの把握 － 提案された追加のリスク低減措置がまだ実施されていない場合の対応 － マニュアル遵守などの管理的対策の重要性の把握 － 保護具の着用の重要性の把握
5	労働者への周知等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 作業現場での危険源の有無と確認結果など ・ リスク低減措置を機能させるために労働者に要求される作業等の実施記録

5.3 労働者に周知する『方法』とは？

指針の11(2)のア～ウには労働者がリスクアセスメント等の実施結果を自発的に確認することを前提とした方法が示されているが、より確実に周知し、その内容に対応できるようにするためには、以下のような方法を活用する。

(1) リスクアセスメント等実施結果の閲覧方法

リスクアセスメント等の実施結果（リスクアセスメント等実施シート）は、いつでも確認することができる場所、例えば、作業現場の見やすい場所や労働者が集まる場所（休憩場所）に掲示しておくなどして、作業開始前などに確認できるようにしておく。また、共有できるパソコンやタブレット端末があれば、作業手順書や設備の使用説明書などとともに保存しておき、労働者がいつでも確認できるようにしておく。特にリスクレベルが高い事項、必ず実施しなければならない作業や行ってはならない禁止事項などの重要事項については、作業中、常に目に付く場所に掲示するなどして、確実な実施と注意喚起を促す¹³¹。

(2) 労働者の教育と訓練による周知

化学物質リスクアセスメント指針には、リスクアセスメント結果を労働者に周知することまでが求められているが、(1)に示したような掲示や閲覧により自発的に確認しておくよう求めても、個々の内容を理解することは難しく、作業の意図を理解することができないまま作業を行っている場合もある。また、普段の作業中に見慣れた風景になってしまうと、その取り組みが形骸化されしまう。これらの課題を解決するためには、教育・訓練を行う必要がある¹³²。

「教育」は「労働者が安全に関する知識を得て、安全に関する態度や価値観の変容を目指すもの」であり、「訓練」は「労働者が特定の作業を実施する技能や能力の体得をして、行動の変容を目指すもの」である。つまり、それぞれ目的が異なり、「教育」により安全の知識を得て、安全に関する態度、価値観を形成できても、技能や能力が体得されなければ労働者の安全作業につながらない。また、「訓練」により技能や能力を体得して作業ができるようになっても、安全に関する知識がなく、安全に関する態度や価値観が適切に形成されなければ、労働者の安全作業にはつながらない。このため、リスクを顕在化させないための行動を訓練するだけでなく、リスクとは何か、リスクが顕在化するとどのようなことが起こりうるかなども併せて教育する必要がある。例えば、労働者は作業開始前に局所排気装置の電源を入れ、稼働させる方法を訓練により体得するだけでなく、局所排気装置を稼働しなければどうなるか（爆発性雰囲気形成され、火災・爆発発生に至るかもしれないというシナリオ）について、教育により理解しておく必要もある。以下、教育・訓練方法の例を示す¹³³。

1) オフサイト（研修所・会議室等）教育・訓練¹³⁴

① 講義

- ・作業手順書に記載されたとおりに作業を実施することの重要性の確認

¹³¹ 一度に多くのことを身に付けるのは難しいので、数項目ずつ定期的に、また内容を変更するなどして、常に意識を高めていく工夫が必要である。

¹³² 教育・訓練については多くの書籍・資料等が公開されているので、具体的な進め方などについてはそれらを参照のこと。3.3 節にはヒューマンエラー防止のための教育について説明しているので、参照のこと。

¹³³ ここに示されている内容は例であり、各事業場の特性に応じて、工夫して実施するとよい。

¹³⁴ 化学物質の取り扱いに関する教育資料については、付録 第 1 章のその他の参考資料の(2)に参考にする事ができる資料の出典を示している。

- ・火災・爆発発生メカニズムの理解
 - ・作業に伴う危険源が顕在化するのを防止する方法（実施済みのリスク低減措置）の把握
 - ・過去の事事例を参考にした火災・爆発発生防止対策に関する学習
 - ・法規対応として定められている事項の確認とそれを遵守することの重要性の確認
 - ② 演習（グループワーク（机上訓練）、ゲーミング、など）
 - ・ディスカッションによるリスクアセスメント情報共有
 - ・リスク低減措置の機能を維持するための訓練
 - ③ 視聴覚教材（ビデオなど）の活用¹³⁵
 - ④ e-learning の活用
 - ⑤ 危険感受性を高めるための模擬体験学習¹³⁶
 - ・保護具着用の重要性を認識してもらうための想定ヒヤリハット体験
 - ・火災・爆発など（実際の現場では発生させられない現象）の体験
 - ・静電気による着火体験（着火源対策の有効性確認）
 - ・VR（Virtual Reality：仮想現実）技術などを用いた訓練
- 2) オンサイト（作業現場）教育・訓練**
- ・作業手順書に記載された作業内容の確認と作業方法の体得
 - －作業意図の理解と作業実施上の注意事項（禁止事項）の確認
 - －設備・装置・道具の正しい使い方とメンテナンス方法の理解と体得
 - ・リスクアセスメントの実施により抽出された危険源の確認
 - －火災・爆発発生の可能性がある化学物質を取り扱っていることの認識
 - －不安全状態発生回避方法（引き金事象発生防止対策）の確認と体得
 - －設備・装置・道具の不具合発生防止対策（メンテナンス方法）の確認と体得
 - －不適切な作業・操作（ヒューマンエラー）防止対策の確認と体得
 - ・リスク低減措置の機能を維持するための訓練
 - －不具合発生検知方法（異常発生検知手段）の確認と動作確認方法の体得
 - －火災・爆発発生時（緊急時）の対応方法（通報・連絡、消火活動、避難経路確保、避難誘導など）の確認と実施訓練

¹³⁵ 例えば、以下のようなものが無料で公開されている。（いずれも2021年5月22日確認）

危険物保安技術協会（視聴覚教材）<http://www.khk-syoubou.or.jp/guide/video.html>

高圧ガス保安協会（視聴覚教材）https://www.khk.or.jp/public_information/public_introduction/audiovisual.html

高圧ガス保安協会（リスクアセスメント基礎講座）

https://www.khk.or.jp/public_information/public_introduction/raguideline/raguideline_lecture.html

¹³⁶ 事業場で体験実験を行うことができない場合には、公的機関などが開催する体験コースに参加する、あるいは大手事業場などが所有する体験施設での研修等に参加するとよい。

付 録

第 1 章のその他の参考資料・・・・・・・・・・・・・・・・付録-1

- (1) 化学物質起因災害事例データベース
- (2) その他，参考資料
 - 1) 潜在する危険源に気づくための参考資料（取り扱い物質・プロセス・作業環境などの確認）
 - 2) シナリオ同定のための参考資料
 - 3) 行政機関が提供している防災対応マニュアル

第 2 章のその他の参考資料・・・・・・・・・・・・・・・・付録-4

- (1) 火災・爆発発生シナリオに対するリスク見積り及びリスクレベル決定のための基準の例
 - 1) 安衛研手法
 - 2) 中災防方式（中央労働災害防止協会）
 - 3) リスクアセスメント・ガイドライン Ver.2（高圧ガス保安協会）
 - 4) 危険物施設における火災・流出事故に係る深刻度評価指標について（消防庁危険物保安室）
- (2) 米国文献に示されたリスクマトリックス設計指針
- (3) リスク管理方針策定の例

第 3 章のその他の参考資料・・・・・・・・・・・・・・・・付録-14

- (1) 厚生労働省から提供されている資料
 - 1) 本質安全対策，工学的対策，管理的対策，保護具の着用の例
 - 2) スクリーニング支援ツールの活用
 - 3) CREATE-SIMPLE の活用
 - 4) 作業別モデル対策シート
 - 5) 厚生労働科学研究費補助金 労働安全衛生総合研究事業，静電気リスクアセスメント手法の確立
- (2) 中央労働災害防止協会から提供されている資料
 - 1) 化学設備等における非定常作業の安全—「化学設備の非定常作業における安全衛生対策のためのガイドライン」の見直しに関する調査研究報告書—
 - 2) 書籍「ライン課長・職長のための化学物質管理」
- (3) その他業界団体等でまとめられている資料
 - 1) グラビア印刷
 - 2) 塗料製造

第 5 章のその他の参考資料・・・・・・・・・・・・・・・・付録-20

- 1) 「化学物質取扱いマニュアル」の作成
- 2) 作業マニュアルへの記載（SQDC 工程管理表の作成）
- 3) 残留リスクマップ
- 4) リスク低減措置の確実な実施のための注意事項表示（写真や図表の活用）

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・・・・・・・・付録-25

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（留意事項）・・・・・・・・付録-30

第1章のその他の参考資料

(1) 化学物質起因災害事例データベース

過去に発生した火災・爆発等の災害事例はリスクアセスメントにおける危険源の特定及びシナリオの同定の参考にすることができる。化学物質起因災害事例データベースの一覧を表A.1に示す。これらのデータベースにアクセスし、化学物質名やプロセス条件などを入力することで、類似災害の発生について知ることができる。

表 A.1 化学物質起因災害事例データベース¹

提供元	データベース名	URL	備考
厚生労働省 (職場のあんぜん サイト)	労働災害事例	http://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen_pg/SAI_FND.aspx	
	化学物質による災害事例	http://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/saigaijirei.htm	
	労働災害(死亡・休業4日以上)データベース	http://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen_pgm/SHISYO_FND.aspx	各月分をダウンロードして活用
労働安全衛生総合 研究所	爆発火災データベース	http://www.jniosh.johas.go.jp/publication/houkoku/houkoku_2018_02.html	ダウンロードして活用
	災害調査報告書	http://www.jniosh.johas.go.jp/publication/saigai_houkoku.html	
高圧ガス保安協会	事件事例データベース	https://www.khk.or.jp/public_information/incident_investigation/hpg_incident/incident_db.html	ダウンロードして活用
	高圧ガス事件事例	https://www.khk.or.jp/public_information/incident_investigation/hpg_incident/recent_hpg_incident.html	
産業技術総合研究 所	リレーショナル化学災害 データベース (RISCAD)	https://riscad.aist-riss.jp/	事故進展図を掲載 (現在はリニューアルのために公開 停止中)
総務省消防庁	災害情報	https://www.fdma.go.jp/disaster/	ダウンロードして 活用
消防科学総合セン ター (消防防災博物 館)	災害写真データベース	http://www.saigaichousa-db-isad.jp/drsdb_photo/photoSearch.do	
	火災・事故防止に資する 防災情報データベース	https://www.bousaihaku.com/firedb/page/2/	
危険物保安技術協 会	危険物総合情報システム (危険物事故分析プログ ラム, 事件事例集)	https://khk-syoubou.or.jp/hazardinfo/guide.html https://area18.smp.ne.jp/area/p/nhng6nbmjn3sfocn3/11h3af/login.html	事前登録が必要
	最近の事件事例に学ぶ	http://www.khk-syoubou.or.jp/accident_case/	
一般財団法人全国 危険物安全協会	災害事例動画「危険物第 二類と災害事例」「危険 物第四類と災害事例」	https://www.zenkikyo.or.jp/jirei/index.html	動画
川崎市危険物等保 安審議会	危険物等事件事例から学 ぶ教育資料	http://www.city.kawasaki.jp/840/cmsfiles/contents/0000096/96474/jikojirei.pdf	その他にも県, 市 町村毎に多数あり
一般財団法人石油 エネルギー技術セ ンター (JPEC)	事件事例リスト (平成22年分まで)	http://www.pecj.or.jp/japanese/safer/case_list/case_list.html	
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/adicdb/adicdb2.php http://www.adic.waseda.ac.jp/rise/	化学物質以外の分 野も含む
失敗学会	失敗知識データベース	http://www.shippai.org/fkd/index.html	化学物質以外の分 野も含む
独立行政法人製 品評価技術基盤機 構 (NITE)	事故情報の検索 (製品安全分野)	https://www.nite.go.jp/jiko/jiko-db/accident/search/	製品安全が主体

¹ 各データベースのURLは変更される場合があるので、適宜、提供元などを確認のこと。

(2) その他、参考資料²

1) 潜在する危険源に気づくための参考資料（取り扱い物質・プロセス・作業環境などの確認）

a) 【厚生労働省】化学物質の GHS ラベルを活用した職場の安全衛生教育のための資料

GHS ラベルの読み方の基本

https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000161231_00002.html

b) 【厚生労働省】スクリーニング支援ツールの活用

チェックフローによる確認（①化学物質，②プロセス・作業，③設備・機器の危険性）

http://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankgc07_2.htm

c) 【厚生労働省】CREATE-SIMPLE の活用

危険性に関する確認事項

https://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankgc07_3.htm

d) 【安衛研】取り扱い物質及びプロセスに係る危険源把握のための質問票

（労働安全衛生総合研究所技術資料，JNIOOSH-TD-No.5 の表 4）

RA 等実施のための事前確認（危険性の絞り込み）

https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/doc/td/TD-No5_Rev2.pdf

2) シナリオ同定のための参考資料

a) 【厚生労働省】化学物質の GHS ラベルを活用した職場の安全衛生教育のための資料

ラベル表示を活用した火災爆発防止の取組

https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000161231_00002.html

b) 【IPCO(国際工業塗装高度化推進会議)】安全技術分科会編

「溶剤塗装 火災リスクアセスメント」実施マニュアル

<http://earthcleantechno.co.jp/YOUZAITOSOUKASAIRAMANUAL.pptx>

3) 行政機関が提供している防災対応マニュアル

a) 【総務省消防庁】

震災時等における危険物の仮貯蔵・仮取扱い等の安全対策及び手続きに係るガイドライン

https://www.fdma.go.jp/mission/prevention/item/prevention001_38_251003_sai364_ki171.pdf

危険物施設の震災等対策ガイドライン，参考資料，【危険物施設の震災等対策に関する通知等】

<https://www.fdma.go.jp/mission/prevention/countermeasures/countermeasures01.html>

・ガイドラインの使い方

² ここで示す URL はすべて 2021 年 5 月 22 日確認済み。

- ・製造所 編
- ・屋内・屋外貯蔵所 編
- ・屋外タンク貯蔵所 編
- ・移動タンク貯蔵所 編
- ・給油取扱所 編
- ・一般取扱所 編

【広報用リーフレットのダウンロード】

https://www.fdma.go.jp/publication/guideline/items/01_leaflet.pdf

b) 【内閣府】

内閣府防災一備えあれば憂いなし，誰にでも策定できる中小企業の防災・事業継続の手引き
— 中小企業のための「防災・事業継続計画」策定マニュアル【製造業版】—（第3版）

<http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kigyou/keizoku/pdf/bcp-manual.pdf>

c) 【経済産業省】

一般社団法人日本損害保険協会

自然災害に対する防災・減災のための事前対策例

<https://www.chusho.meti.go.jp/koukai/kenkyukai/kyoujin/2019/190110kyoujin06.pdf>

d) 【環境省】

災害・事故時における化学物質対応に係る情報共有の在り方 係る情報共有の在り方 —好事例
の紹介— 化学物質と環境に関する政策対話事務局（みずほ情報総研株式会社）

http://www.env.go.jp/chemi/communication/seisakutaiwa/siryoku/mat01_1.pdf

e) 【東京都】

防災ブック「東京防災」

<https://www.bousai.metro.tokyo.lg.jp/1002147/index.html>

(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応マニュアル

https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/chemical/chemical/control/tekiseikanri.files/Earthq_manual20190222.pdf

(東京都港区)もしものときの防災マニュアル（大震災に備えて）(p.16 火災編)

<https://www.city.minato.tokyo.jp/chiikibousai/documents/nihonngo.pdf>

第2章のその他の参考資料

(1) 火災・爆発発生シナリオに対するリスク見積り及びリスクレベル決定のための基準の例

既に公開されているリスクアセスメント手法・ツールには、リスク見積りの点数化やレベル分け、リスクレベルの分割数及びリスクレベルを決定するための基準の例などが示されており、基準設定の参考にすることができる。第2章で述べた点を考慮し、事業場での基準を設定する³。

1) 安衛研手法⁴

安衛研手法では、爆発・火災・破裂・漏洩などの「プロセス災害」を「危害（結果事象）」とみなし、リスク見積りと評価を行う。表A.2にリスク見積りのための「(a)危害の重篤度」、「(b)危害発生頻度」、「(c)リスクレベル」の基準及び「(d)リスクレベルの説明」の例を示す。リスク見積りの結果を基に、許容可能なリスクレベル（例えば、リスクレベルⅢとなるシナリオを無くすこと）を達成しているかどうかを判定する（リスク評価）。表A.2に示すリスク見積りの基準の例は、密閉状態で化学物質を取り扱う化学工場などを想定している。各事業場の規模などに応じて、適宜、設定する。

表 A.2(a) リスク見積りのための基準（危害の重篤度）

重篤度(災害の程度)	災害の程度・目安
致命的・重大(×)	<ul style="list-style-type: none"> ・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ヵ月以上のもの)、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(△)	<ul style="list-style-type: none"> ・休業災害(1ヵ月未満のもの)、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(○)	<ul style="list-style-type: none"> ・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ヵ月程度掛かる）

表 A.2(b) リスク見積りのための基準（危害発生頻度；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(×)	<ul style="list-style-type: none"> ・危害が発生する可能性が高い（例:1年に一度程度、発生する可能性がある）
可能性がある(△)	<ul style="list-style-type: none"> ・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(○)	<ul style="list-style-type: none"> ・危害が発生することはほとんどない（例:100年に一度程度、発生する可能性がある）

表 A.2(c) リスク見積りのための基準（リスクレベル）

		危害の重篤度		
		致命的・重大(×)	中程度(△)	軽度(○)
危害発生頻度	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

³ ここで示す基準をそのまま採用する場合には、2.1～2.3節で述べたリスク見積りの問題点、課題、目的などを十分に考慮し、適用すること。

⁴ 労働安全衛生総合研究所技術資料、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、JNIOOSH-TD-No.5(2016)

表 A.2(d) リスク見積りのための基準（リスクレベルの説明）

リスクレベル	優先度	生産開始への留意点
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。

2) 中災防方式（中央労働災害防止協会）⁵

※ 転載許可の関係により、pdf ファイルでは省略している。
「冊子版」を確認のこと⁶。

3) リスクアセスメント・ガイドライン Ver.2（高圧ガス保安協会）⁷

高圧ガス保安協会が提供しているリスクアセスメント・ガイドライン（Ver.2）には、米国化学工学会の化学プロセス安全センター（CCPS；Center for Chemical Process Safety）のガイドラインなどに示されているリスク見積り及びリスク評価の基準を紹介している（表 A.4）。なお、本ガイドラインは、高圧ガス取扱施設に対するリスクアセスメントを対象としている。

a) ガイドライン（本編）に示された基準

事故の起こりやすさの解析では、その事故に至るシナリオの作業頻度、引き金事象の発生頻度（機器故障、誤操作など）、安全対策による低減率などを考慮してその事故の起こりやすさを算出する。引き金事象の発生頻度（機器故障、誤操作など）、安全対策による低減率の値については、欧米で広く使用されている値の一例を表A.4(a)及び表A.4(b)に示している。これらの値はあくまで例であり、リスクアセスメントの実施においては、解析チーム内で合意できる値を採用すべきとしている。

表A.4(c)に事故の起こりやすさを定性的に分類した例を示す。事故の影響度の解析では、人的被害、機器の被害、生産損失、周囲への被害、環境被害などを考慮して被害を見積もる。表A.4(d)に人的被害及び経済的損失に係る影響度を定性的に分類した例を示す⁸。分類方法については、各企業、各事業所、各プロセスプラントで独自に決めることとしている。

⁵ 中央労働災害防止協会，化学物質による爆発・火災を防ぐ，第2編 第4章 2の(3)ステップ3：爆発・火災リスクの見積りと評価，pp.110-113（2018）より転載。

⁶ 労働安全衛生総合研究所技術資料（JNIOOSH-TD-No.7）の「冊子版」は労働安全衛生総合研究所ホームページ（<https://www.jniosh.johas.go.jp>）の「お問い合わせ」より入手することができる。

⁷ 高圧ガス保安協会，リスクアセスメント・ガイドライン（Ver.2），4.2 リスク算定（リスク解析），pp.18-19，及び付属書「非定常リスクアセスメント実施事例」の2.2 2) リスクマトリックスを用いたリスク算定及びリスク評価，pp.5-7（平成28年2月）より転載。

⁸ ここでは、数字が小さいほど、発生頻度、影響度も大きいとしている。

表 A.4(a) 引き金事象の発生頻度の例

引き金事象	頻度範囲 (回/年)	一般的に使用されている値 (回/年)	出典
圧力容器の破損	$10^{-5} \sim 10^{-7}$	10^{-5}	1)
安全弁誤作動(開)	$10^{-2} \sim 10^{-4}$	10^{-2}	1)
ポンプシール破損(漏洩)	$10^{-1} \sim 10^{-2}$	10^{-1}	1)
(自立式)調整弁故障	$1 \sim 10^{-1}$	10^{-1}	1)
ヒューマンエラー(日常作業, 1 回/週)	1		2)
ヒューマンエラー(日常作業, 1 回/週未満~1 回/月)	10^{-1}		2)
ヒューマンエラー(日常作業, 1 回/月未満)	10^{-2}		2)

出典:1) Layer of Protection Analysis-Simplified process risk assessment, 2001, CCPS

出典:2) Guidelines for initiating events and independent protection layers in layer of protection analysis, 2015, CCPS

表 A.4(b) 安全設備の作動要求時失敗確率の例

安全設備	機能	作動要求時失敗確率 出典 1)	作動要求時失敗確率 出典 2)
安全弁・破裂板	過圧防止(閉塞性, 重合性等によって影響)	$10^{-1} \sim 10^{-5}$	10^{-2}
ベント(バルブなし)	過圧による破損防止	$10^{-2} \sim 10^{-3}$	
耐火被覆	火災による入熱制限. 脱圧や消火活動への時間的余裕の付加	$10^{-2} \sim 10^{-3}$	10^{-2}
フレームアレスター	装置内火災の伝播阻止	$10^{-1} \sim 10^{-3}$	$10^{-1} \sim 10^{-2}$
安全計装システム	安全度水準 1(SIL 1)		$10^{-1} \sim 10^{-2}$
	安全度水準 2(SIL 2)		$10^{-2} \sim 10^{-3}$
	安全度水準 3(SIL 3)		$10^{-3} \sim 10^{-4}$

出典:1) Layer of Protection Analysis-Simplified process risk assessment, 2001, CCPS

出典:2) Guidelines for initiating events and independent protection layers in layer of protection analysis, 2015, CCPS

表 A.4(c) 起こりやすさ(発生頻度)の分類例(5分類)

起こりやすさ	発生頻度
A	1年に1回以上発生
B	1~10年に1回発生
C	10~100年に1回発生
D	100~10000年に1回発生
E	10000年に1回以下発生

出典: Risk Assessment and Risk Management for the Chemical Process Industry, Stone & Webster Engineering Corporation

表 A.4(d) 人的被害及び経済的損失に係る影響度の分類例(4分類)

影響度	人的被害及び経済的損失
I 壊滅的 (Catastrophic)	以下のいずれかの状態が発生する場合 ・事業所内又は事業所外で死者が発生 ・損害額と生産損失が1億円以上
II 深刻 (Severe)	以下のいずれかの状態が発生する場合 ・複数の負傷者が発生 ・損害額と生産損失が1千万円から1億円
III 中程度 (Moderate)	以下のいずれかの状態が発生する場合 ・1名の負傷者が発生 ・損害額と生産損失が1百万円から1千万円
IV 軽度 (Slight)	以下のいずれかの状態が発生する場合 ・死傷者なし ・損害額と生産損失が1百万円以下

出典: Risk Assessment and Risk Management for the Chemical Process Industry, Stone & Webster Engineering Corporation

b) リスクアセスメント・ガイドライン（附属書）に示された事例で用いられている基準

ガイドラインの附属書には非定常リスクアセスメント実施事例⁹として、以下のようなリスク見積り及びリスクレベル評価の基準が示されている（表A.5）。

i) 影響度レベルS

「死傷」、「設備損傷または運転停止」、「生産損失」の3つの観点から、表A.5(a)のとおり分類している。検討した影響・結果、各々の観点でレベルが異なる場合には、そのうち最も高い影響度レベルとしている。

表 A.5(a) 影響度レベル S

影響度レベル S	死傷	設備損傷または運転停止	生産損失
I	死亡	火災・爆発による二次損傷	長期(1か月以上)
II	休業災害	機器破裂・損傷（大規模損傷）	中期(1週間～1か月)
III	不休災害	運転停止, 要再起動（小規模損傷）	短期(数日～数週間)
IV	微小災害	一部運転停止（他は待機運転）	一時(数日以内), 製品品質低下
V	怪我なし	運転変動（停止不要）	生産損失無し

ii) 発生頻度レベルL

事象の発生頻度 F を以下の式から数値化し、表A.5(b)のとおり分類する。

$$F = f_1 \times f_2 \times \alpha$$

F : 事象の発生頻度 [回/年]

f_1 : 解析対象の年間操作回数 [操作/年]

f_2 : ずれの発生頻度 [回/操作]

α : 安全対策を考慮した事象の低減率 [・]

表 A.5(b) 発生頻度レベル L

発生頻度レベル L	発生頻度	
	F	概要
A	$1 \times 10^{-1} \leq F$ [回/年]	十分起こりえる。 10年に1回以上発生
B	$1 \times 10^{-2} \leq F < 1 \times 10^{-1}$ [回/年]	起こりえる。 100年に1回～10年に1回発生
C	$1 \times 10^{-3} \leq F < 1 \times 10^{-2}$ [回/年]	あまり起こりえない。 1000年に1回～100年に1回発生
D	$F < 1 \times 10^{-3}$ [回/年]	殆ど起こりえない 1000年に1回未満発生

f_1 : 解析対象の年間操作回数 [操作/年]

解析対象の非定常操作（スタートアップ、シャットダウン、機器の切り替え等）の頻度を示す。1年間にどれ程の頻度でその操作が発生するのか、過去の経験や運転計画などから設定する。（1年に2回ならば2 [回/年]、4年に1回ならば1/4 (0.25) [回/年]）

f_2 : ずれの発生頻度 [回/操作]

⁹ 附属書ではアンモニア製造プラントを事例として用いている。

化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施のための参考資料—開放系作業における火災・爆発を防止するために—

運転手順書中のある一操作, アクションにおいて, 正常に実行されず, ずれが生じる頻度を設定する。(100回操作するうちに1回ずれが発生するのならば, 1/100 (0.01) [回/操作] となる.)

手順ミス, 忘れ等の発生頻度を想定するものであるため, 定性的に数値を設定することとしているが, 実際に運転に携わる担当者へヒアリングする等し, チームメンバー合意のもと設定する.

なお, ここでは, 後述する「現状の対策」のうちの「予防」(ずれを発生させないための対策)を考慮しない場合の数値とする.

α : 安全対策を考慮した事象の低減率 [-]¹⁰

安全対策は, 手順HAZOP ワークシート上で「現状の対策」としたものであり, 以下の2つの視点で考察する.

予防: ずれを発生させないための対策 (指差呼称, 開閉表示札等)

防護: ずれが発生した後の対策 (検知器, インターロック, 安全弁, 後の手順で数値確認等)

事象の低減率 α に採用する数値は, 予防と防護を組み合わせたものであり, 定量的な数値を算出することは難しい場合が多いが, 実際に運転に携わる担当者へヒアリングする等し, チームメンバー合意のもと設定する.

F: 事象の発生頻度 [回/年]

以上 f_1, f_2, α を乗じたものが次元 [回/年] として算出される.

定常状態を想定するHAZOPにおいてもこの次元を採用することが多いため, 次元を合わせることにより定常, 非定常を同じ指標で評価することができる.

iii) リスク評価(リスクレベル)R

影響度レベルSと, 発生頻度レベルLをもとに, 事例プラントの検討では表A.5(c)のリスクマトリックスからリスクレベルRを決定する. 各リスクレベルでのリスク低減対策は表A.5(d)のとおりとする.

表 A.5(c) リスクマトリックス (リスクレベル R)

		発生頻度 (L) (←高 低→)			
		A	B	C	D
影響度 (S) (←低 高→)	I	1	1	2	3
	II	1	2	3	3
	III	2	3	3	4
	IV	3	3	4	4
	V	4	4	4	4

¹⁰ 安衛研手法では, リスク見積り(その 1)として, 既存のリスク低減措置が無い(機能しない)場合を想定するが, この場合, $\alpha = 1$ となる. その後, 既存のリスク低減措置の有効性を確認するために, α に相当の数値を与え, (その 2)として, リスク見積りを行う.

表 A.5(d) リスクレベルとその低減策

リスクレベルR	評価	リスク低減対策
1	許容不可	本質的なリスク低減策が必要
2	望ましくない	技術面または管理面からの改善や追加対策が必要
3	管理することにより許容可能	必要に応じて技術面または管理面からの改善や対策が望ましい
4	許容可能	更なる対策は不要

vi) 検討に当たっての前提条件, 留意事項

これらの分類を用いて検討する際の前提事項, 留意事項を以下に示す.

- ・ 影響, 結果の検討は安全対策の無いものとして考える.
- ・ 検討中の操作, アクション以前の操作, アクションは全て正常に行われているものとする. そのため, 同じ運転手順書上での, 既に行われたアクションや確認に対する再確認項目については, 検討を省略する. 1回目のアクション, 確認の検討時に, 再確認項目については「現状の対策」中の「防護」として考慮する.
- ・ 検討中のアクションに対して, 確認をすることを「防護」とする場合, その確認がアクションの直後ではなく, 何か別のアクション等を挟んだ後に行われた場合を防護とする. これは, アクションと確認が一連の流れとなっているものでは, 防護策といえない場合があるためである. (例えば, ポンプを停止するというアクションに対し, その場で停止を確認することを防護とするのではなく, その後吐出圧を圧力計で確認することを防護とする.)
- ・ ずれは二重では発生しないものとし, ずれを検討した操作, アクション以降の運転手順書上の操作, アクションは正常に行われる (多重故障・多重誤操作 (double failure) は考えない) ものとする.
- ・ 弁の故障により弁が開閉動作しない原因は「弁故障」に留めておき, 根本原因の想定 (弁固着などの原因究明) は本検討では行わない.

4) 危険物施設における火災・流出事故に係る深刻度評価指標について (消防庁危険物保安室)¹¹

総務省消防庁危険物保安室は, 重大事故や軽微な事故といった深刻度に応じた事故の分類を行うための深刻度評価指標 (表 A.6) を公表しており, 危害の重篤度を見積るための基準設定の参考にすることができる.

i) 火災事故 (爆発事故を含む) に係る深刻度評価指標

表A.6(a)に示すとおり, 人的被害指標, 影響範囲指標及び収束時間指標の3つの評価指標からなる.

ア 事故の定義

(ア) 重大事故

1つ以上の評価指標で, 深刻度レベルが1となる火災事故

(イ) 軽微な事故

全ての評価指標で, 深刻度レベルが4となる火災事故

イ 深刻度評価指標

(ア) 人的被害指標

人的被害状況の深刻度をレベル1~4に分けた評価指標である. 死者が発生した火災事故はレベル1

¹¹ 危険物施設における火災・流出事故に係る深刻度評価指標について (消防危第203号, 平成28年11月2日).

(重大事故) となる。

(イ) 影響範囲指標

物的被害が及んだ範囲に応じて深刻度をレベル1～4に分けた評価指標である。ただし、移動タンク貯蔵所荷卸し先等の事業所内に在る場合、「事業所」を「当該移動タンク貯蔵所が在る事業所」と読み替える。

事業所外に物的被害が生じた火災事故はレベル1（重大事故）となる。

(ウ) 収束時間指標

消防活動負荷及び火災の長期化に伴う社会的影響の観点から深刻度をみる評価指標である。事故の収束時間（事故発生から鎮圧までの時間）により深刻度をレベル1～4に分けている。収束時間が4時間以上の火災事故はレベル1（重大事故）となる。

表 A.6(a) 深刻度評価指標（火災事故）

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

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

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

ii) 流出事故に係る深刻度評価指標

表A.6(b)に示すとおり、人的被害指標、流出範囲指標及び流出量指標の3つの評価指標からなる。

ア 事故の定義

(ア) 重大事故

1つ以上の評価指標で、深刻度レベルが1となる流出事故

(イ) 軽微な事故

全ての評価指標で、深刻度レベルが4となる流出事故

イ 深刻度評価指標

(ア) 人的被害指標

人的被害状況の深刻度をレベル1～4に分けた評価指標となる。ただし、移動タンク貯蔵所の交通事故で発生した死傷者について、危険物の流出とその人的被害に因果関係がない場合、人的被害に含めないものとする。

死者が発生した流出事故はレベル1（重大事故）となる。

(イ) 流出被害指標 ¹²

¹² 危険物施設における火災・流出事故に係る深刻度評価指標の一部改正について(消防危第287号, 令和2年12月7日)。

危険物の流出した範囲及び流出した危険物の指定数量に応じたマトリックス図上に深刻度をレベル1～4に分けた評価指標となる。なお、河川や海域に危険物が流出する等、事業所外へ広範囲に流出とは、事業所の敷地境界線から約100m以上流出したものをいう。

表 A.6(b) 深刻度評価指標（流出事故）

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

※1 交通事故による死傷者は除く。

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

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

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

(2) 米国文献に示されたリスクマトリックス設計指針

リスクの見積りでは様々な観点を考慮に入れる必要がある。Baybutt はリスク見積りの基準を設定するための指針をまとめている¹³。表 A.7(a)に重篤度に関する例、表 A.7(b)に発生頻度に関する例を示す。重篤度については、死亡者数から判断する安全の観点の他、環境への影響、設備へのダメージ（修復に掛かるコスト）、生産活動に影響を与える操業停止期間、公共での関心の大きさなどの要因について考えるが、どの要因を重視するかは各事業場の判断に任されている。

表 A.7(a) 様々な要因に対する重篤度の例

重篤度 (影響度)	安全面	環境面	設備へのダメージ	操業停止 期間	公共への影響
5・ とても高い	死亡者 1000 名以下	改善要求	甚大 (1 億ドル; 100 億円以下)	60 日以下	国のメディアで 取り上げられる
4・ 高い	死亡者 100 名以下	動植物への影響 が観測される	大規模 (1000 万ドル; 10 億円以下)	30 日以下	地方メディアで 取り上げられる
3・ 中くらい	死亡者 10 名以下	許可条件を超え る場合	中程度 (100 万ドル; 1 億円以下)	10 日以下	近隣からの苦情
2・ 低い	死亡者 1 名	局所的な浄化活 動で十分	小規模 (10 万ドル; 1000 万円以下)	1 日以下	プラントへの影 響
1・ 無し/ 重要でない	影響無し	影響無し	影響無し	影響無し	影響無し

表 A.7(b) 発生頻度レベルの例 ¹⁴

発生頻度 (可能性) レベル	定義	意味	説明
	1 年間の発生頻度	起こり得る回数	
9・ とても高い	10 以下	1 年に 10 回まで	しばしば発生する
8・ 高い	1 以下	1 年に 1 回まで	日常的に発生する
7・ 中くらい	10 ⁻¹ 以下	10 年に 1 回まで	たまに発生する
6・ 低い	10 ⁻² 以下	100 年に 1 回まで	事象は観測されるが、予測はされない
5・ とても低い	10 ⁻³ 以下	1,000 年に 1 回まで	事象が観測されることはほとんどないが、どこかでは発生している
4・ 例外的に低い	10 ⁻⁴ 以下	10,000 年に 1 回まで	事象が観測されることはありそうにない。観測されたこともない
3・ 極端に低い	10 ⁻⁵ 以下	10 万年に 1 回まで	
2・ 滅多に起こらない	10 ⁻⁶ 以下	100 万年に 1 回まで	
1・ 無視して良い	無視できるほどの可能性	実際には起こりえない	

¹³ P. Baybutt, Guidelines for Designing Risk Matrices, Process Safety Progress (AIChE), Vol.37, No.1, pp.49-55 (2018).

¹⁴ 発生頻度については、9 段階に分けられているが、1 万年～100 万年に 1 回などは現実の事業からは想定が難しい。それぞれの基準については、事業対象や規模、想定される事業の操業期間などを考慮した上で決定する。

(3) リスク管理方針策定の例

事業場では、予め様々なリスクに対する管理方針を定めておき、それに従って活動を実施することが求められる。表 A.8 に火災・爆発発生防止に関するリスク管理方針の例を示す。表 A.8 を参考に、各事業場の事業内容や事業規模などに合わせたリスク管理方針を明確に定めておく。

表 A.8 火災・爆発発生防止に関するリスク管理方針の例

内容		参考(RBPS ¹⁵ での記述)
1. リスク管理の目的		
当社は可燃性化学物質を取り扱う製造業務を行っていること認識 (ここで具体的な化学物質名, 取扱量などを明示)		
化学物質による火災・爆発等災害発生リスクを常に伴っていること認識		
火災・爆発等災害発生により, 絶対に従業員や周辺住民に被害を与えてはならない.		
火災・爆発等発生防止は当社の社会的な責任である.		
以上の認識の上に立って, 当社が従業員, 周辺住民や環境に及ぼすリスクを, 当社の定める許容範囲内に確実に抑制するために, 当社の製造プロセスにおけるハザードを同定し, リスクを評価する活動を実施する.		RBPS9.1.1
2. リスク管理の対象範囲		RBPS9.2.1
対象とする化学物質		
対象とするプロセス(工程)		
対象とするライン		バッチラインの場合
通常業務のほかどんな非定常業務を対象とするか		
3. 準拠する法律, 規格, 社内基準		
法的な指針 (例:厚生労働省 労働安全衛生マネジメントシステム指針)		
技術基準 (例:〇〇協会 〇〇実施基準)		
社内基準 (例:〇〇社 リスクアセスメント実施要領)		
4. リスクの許容基準(定性的または定量的)		許容の基準を明示すること
閾値を超える従業員の負傷		・影響の種類と過酷度 (RBPS9.3.1) ・閾値の定量的な表現方法 = 発生確率, 金額, 件数ほか
閾値を超える周辺住民の負傷		
閾値を超える事業の中断による損失		
閾値を超える資産の損傷		
閾値を超える環境破壊		
閾値を超える会社の信用棄損		
5. 対策目標;リスクマトリクスを適用する場合		
リスクレベルⅢ	直ちに解決すべき, 又は重大なリスクがある.	RBPS 図 9.2
リスクレベル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.	ALARP や RAGAGEP ¹⁶ をガイドランスとすると良い
リスクレベル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	
6. 経営資源の投入		
予算措置	対策費用;年間〇〇円	
人員の配置	〇〇課△△課に各〇名の(専任)担当者を置く	
教育	社員△人に年間〇時間の教育実施	
コンサルタントの起用		
7. リスク管理体制		
責任部署, 責任者	〇〇部 〇〇〇〇	
承認者	〇〇〇〇	
監査体制	〇〇	
8. リスクアセスメントの実施時期		
5年ごとに再実施		
物質や作業方法を新規に採用した時		
変更時に実施		
取り扱っている化学物質の危険性について, 変化が生じたり, 生じるおそれがあるとき		

¹⁵ 化学工学会安全部会監訳, リスクに基づくプロセス安全ガイドライン(2018), (AIChE/CCPS, Guidelines for Risk Based Process Safety (2007)).

¹⁶ OSHA, 1910.119, Recognized and Generally Accepted Good Engineering Practices in Process Safety Management Enforcement.

第3章のその他の参考資料

(1) 厚生労働省から提供されている資料

1) 本質安全対策, 工学的対策, 管理的対策, 保護具の着用の例

表 A.9 に、厚生労働省指針に示された本質安全対策, 工学的対策, 管理的対策, 保護具の着用について確認するためのチェックリストを示す¹⁷。表 A.9 中の左欄の「S」は主に火災・爆発防止対策, 「H」は主に健康障害防止対策となることを意味する。

表 A.9(a) 本質安全対策の例

1) 本質安全対策：危険な作業をなくす, または見直して, 作業の根本的な危険性を取り除きます	
a) 運転条件や使用物質を見直しましょう	
H	<input type="checkbox"/> 作業時間を短縮することはできますか? (ばく露時間を短縮することができます)
S,H	<input type="checkbox"/> 取り扱い条件の変更や形状を変更することはできますか? (湿式で取り扱うことや粒径を大きくすることで発散を抑制することができます)
S,H	<input type="checkbox"/> 化学物質の保管場所や作業場の温度管理, 揮発性が低い物質へ変更することはできますか? (→揮発量が変わる可能性があり, ばく露のおそれを低くすることができる場合もある)
b) 万が一に備えましょう	
S	<input type="checkbox"/> 化学物質を大量に保有しないようにしていますか? (→大量に保有していると, 出火した場合や腐食などで配管が破れた場合に被害が拡大するおそれがある。また, 物質によっては蓄熱し, 発火するおそれがある)
S,H	<input type="checkbox"/> 化学物質の使用量は必要最小限にしていますか?

表 A.9(b) 工学的対策の例

2) 工学的対策：燃焼の3要素が揃わないようにするための対策と, 化学物質のばく露と拡散を防止するための方法を考えます	
a) ばく露・拡散防止のポイント (表 1.8 にも爆発性雰囲気形成防止対策の例を記載)	
S,H	<input type="checkbox"/> 装置を密閉していますか?
S,H	<input type="checkbox"/> 適切な局所排気装置を導入していますか?
S,H	<input type="checkbox"/> 換気扇は常に稼働させていますか?
S,H	<input type="checkbox"/> 作業場の外に排気していますか?
S,H	<input type="checkbox"/> 蓋はきっちりと閉めていますか?
b) 着火源排除のポイント (表 1.9 及び表 1.10 にも着火源発現対策の例を記載)	
S	<input type="checkbox"/> アースを取っていますか?
S	<input type="checkbox"/> 帯電防止服・帯電防止靴を着用していますか?
S	<input type="checkbox"/> 湿度は適切に保っていますか?
S	<input type="checkbox"/> 作業場近くでの喫煙は避けていますか?
S	<input type="checkbox"/> 電気製品等は防爆型を採用していますか?
S	<input type="checkbox"/> 導電性のある床にしていますか?
c) ヒューマンエラー対策のポイント (ヒューマンエラー防止対策については 3.3 節にて詳述する)	
S,H	<input type="checkbox"/> ヒューマンエラー防止対策として, フールプルーフ設計を採用していますか?

¹⁷ 平成 30 年度厚生労働省委託事業, みずほ情報総研セミナー「【改正労働安全衛生法に基づく】化学物質のリスクアセスメントと GHS ラベルを用いた How to 職場の安全衛生教育」配付資料 (ppt) を基に追記し, チェックリスト形式で整理したもの。

表 A.9(c) 管理的対策の例

3) 管理的対策：ソフト的な対策でもリスクを低減させることができますが、確実に実施するための工夫も必要です	
a) 定期点検・メンテナンスのポイント	
S,H	<input type="checkbox"/> 装置，機器は定期的に点検していますか？
b) 作業マニュアルの整備のポイント	
S,H	<input type="checkbox"/> 化学物質の危険有害性を考慮した作業マニュアルを整備していますか？
S,H	<input type="checkbox"/> 作業マニュアルは，作業を行う理由や目的も理解できるようにまとめられていますか？
S,H	<input type="checkbox"/> 非定常作業の作業マニュアルを整備していますか？
S,H	<input type="checkbox"/> 作業開始前，作業終了後も含めた作業マニュアルを作成し，活用していますか？
S,H	<input type="checkbox"/> 万が一の事態に備えた緊急事対応マニュアル（計画）を整備していますか？
c) 教育・訓練のポイント	
S,H	<input type="checkbox"/> ルールを策定し，またそのルールの遵守を徹底していますか？
S,H	<input type="checkbox"/> GHS ラベル表示や SDS を活用した教育を実施していますか？

表 A.9(d) 保護具の着用例

4) 保護具の着用：化学物質のばく露を防止，または火災・爆発等の被害を軽減するために適切な個人用保護具を正しく装着しましょう	
a) 主な個人用保護具の種類	
H	<input type="checkbox"/> 呼吸用保護具（防毒，防じん），化学用手袋，保護メガネなどを着用していますか？
b) 適切な個人用保護具の選択	
H	<input type="checkbox"/> 適切な個人用保護具を選択していますか？ （→保護具の未着用や不適切な保護具を着用していたために中毒や薬傷などの事例が多発しています）
S,H	<input type="checkbox"/> 緊急時の装備を準備していますか？（耐火服，自給式呼吸器等）
c) 防毒マスク，防じんマスクを使用するための注意点	
H	<input type="checkbox"/> 説明書に記載されている装着方法を遵守し，正しく装着していますか？
H	<input type="checkbox"/> 顔面との密着性を確認していますか？（フィットネステスト）
H	<input type="checkbox"/> 吸収缶やフィルターは定期的に交換していますか？
H	<input type="checkbox"/> 防毒マスクの吸収缶や対象ガス・蒸気に対応したものを選択していますか？
d) 適切な保護手袋の選択・取扱いのポイント	
H	<input type="checkbox"/> 取扱作業・化学物質に応じて，適切な手袋の種類を使い分けていますか？ （→ 化学防護手袋には，様々な素材があり，素材の厚さ，手袋の大きさ，腕まで防護するものなど，多種にわたるので，作業にあったものを選ぶようにする）
H	<input type="checkbox"/> 使用する化学物質に対して，劣化しにくく（耐劣化性），透過しにくい（耐透過性）素材のものを選定していますか？
H	<input type="checkbox"/> 操作性などの観点から，やむを得ず耐透過性の低い使い捨て手袋（ラテックス製，ニトリル製など）を用いる場合には，化学物質等が付着したらすぐに交換していますか？
H	<input type="checkbox"/> 手袋の素材，作業時間及び作業内容に応じて，適切な交換時期を設定していますか？
H	<input type="checkbox"/> 取扱説明書に記載されている耐透過性クラス等を参考として，作業に対して余裕のある使用時間を設定し，その時間の範囲内で化学防護手袋を使用していますか？
H	<input type="checkbox"/> 作業を中断しても使用可能時間は延長しないようにしていますか？ （→ 化学防護手袋に付着した化学物質は透過が進行し続けます）
e) 適切な保護手袋の選択・取扱いのポイント	
H	<input type="checkbox"/> 自分の手にあった使いやすいものを使用していますか？
H	<input type="checkbox"/> ひっかけ，突き刺し，引き裂きなどを生じたときは，すぐに交換していますか？
H	<input type="checkbox"/> 使用前に，破れ，傷，穴，変形，ひどい変色がないかを確認していますか？
H	<input type="checkbox"/> 化学防護手袋の内側に空気を吹き込むなどして，穴が空いていないかなどを確認していますか？
H	<input type="checkbox"/> 取扱説明書を確認し，交換する基準を守っていますか？
H	<input type="checkbox"/> 化学防護手袋を脱ぐときは，付着している化学物質が，身体に付着しないよう，できるだけ化学物質の付着面が内側になるように外し，取り扱った化学物質の安全データシート（SDS），法令等に従って適切に廃棄していますか？

2) スクリーニング支援ツールの活用

(http://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankgc07_2.htm, 職場のあんぜんサイト, 2021年5月22日確認)

スクリーニング支援ツールのチェックフロー「(4) リスク低減措置の導入状況」では、多重防護の考え方に従って、現在実施しているリスク低減措置を確認することができる。それぞれのチェック項目については、関連する事故事例が掲載されており、リスク低減措置検討の参考にすることができる。

3) CREATE-SIMPLE の活用

(http://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankgc07_3.htm, 職場のあんぜんサイト, 2021年5月22日確認)

CREATE-SIMPLE では、危険性のリスクアセスメントの部分において、以下の点によるリスク低減措置の効果の確認を行っており、参考にすることができる。

Q13. 取扱温度

Q14. 着火源の有無

Q15. 有機物, 金属の取扱い

Q16. 空気, 水との接触

詳しくは、マニュアル(2019年3月版)のp.23「3.2. CREATE-SIMPLE の入力とリスクの判定(参考)のStep3(取扱温度, 取扱状況の入力)」及び「3.3 リスク低減対策の内容検討支援」などを確認する。

4) 作業別モデル対策シート

(http://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankgc07_6.htm, 職場のあんぜんサイト, 2021年5月22日確認)

主に中小規模事業者など、リスクアセスメントを十分に実施することが難しい事業者を対象に、専門性よりも分かりやすさや簡潔さを優先させ、チェックリスト、危険やその対策(リスク低減措置)を記載したシートが用意されている(表 A.10)。作業別モデル対策シートは、下記のような活用を想定しているが、リスクレベルは考慮せずに作業別に代表的なリスク低減措置を記載しており、リスク低減措置を検討する際、参考にすることができる。

- ・現在の事業所などでとられている対策に抜け漏れがないかの確認
- ・どのような対策を講じるかの検討を支援
- ・危険な箇所の気付きのツール(どこに危険が潜んでいるかに気付くことを支援)

5) 厚生労働科学研究費補助金 労働安全衛生総合研究事業, 静電気リスクアセスメント手法の確立 大澤敦, 静電気リスクアセスメント, 2020, 2020年5月

(https://www.researchgate.net/publication/320612230_Risk_assessment_of_electrostatic_ignitions, 2021年5月22日確認)

表 A.10 作業別モデル対策シート（一覧）

作業別モデル対策シート	共通シート	
印刷(オフセット印刷)	1	換気(局所排気装置, プッシュプル型排気装置, 全体換気)
印刷(グラビア印刷)	2	労働衛生保護具(呼吸用保護具, 保護具手袋, 保護メガネ)
印刷(スクリーン印刷)	3	管理的対策
試験研究	4	清掃・廃棄
成形・加工・発泡(樹脂の発泡)	作業別モデル対策シートのまとめ	
成形・加工・発泡(ゴムの成形・加工)	作業別モデル対策シート(ひな形)	
清掃・廃棄物処理(廃棄物処理)		
接着(フィルムラミネート)		
接着(家具類)		
洗浄, 払しょく, 浸漬又は脱脂(ハロゲン系洗浄剤)		
洗浄, 払しょく, 浸漬又は脱脂(炭化水素系洗浄剤)		
塗装(スプレーでの屋外塗装)		
塗装(ローラー, 刷毛での屋外塗装)		
鑄造		
吹き付け(工場内の溶剤塗装)		
吹き付け(工場内の粉体塗装)		
めっき		
化学品製造(バッチプロセス)		
溶接, 溶断		
ネイル		
ビルメンテナンス		

(2) 中央労働災害防止協会から提供されている資料

1) 化学設備等における非定常作業の安全—「化学設備の非定常作業における安全衛生対策のためのガイドライン」の見直しに関する調査研究報告書—

(https://www.jisha.or.jp/research/pdf/201503_03_All.pdf, 2021年5月22日確認)

(主な内容)

- ① 非定常作業前におけるリスクアセスメントおよびリスクの低減措置の実施について災害要因別に具体的な低減措置を例示
- ② 非定常作業の安全確保の上で、一つの事業場において元方事業者、関係請負人等の責務を明確化し、元方事業者自らの安全衛生管理体制と関係請負人の安全衛生管理体制を含んだ横断的な管理組織を確立することは重要であることに言及
- ③ 安全衛生対策を事業場で実施するための参考となる資料を23件掲載
- ④ 近年発生した非定常作業時の災害事例12件について、災害発生状況および原因と対策についてまとめたものを収録

2) 書籍「ライン課長・職長のための化学物質管理」, pp.77-105 (2016)

爆発・火災防止対策の基本となる事例が掲載されており、参考にすることができる。

(主な内容)

- ① 化学物質の危険性
- ② 爆発・火災現象の基礎
- ③ 製造・プロセスの安全管理
- ④ 安全管理上の留意点と実施事項

(3) その他業界団体等でまとめられている資料

1) グラビア印刷

- ・グラビア印刷工場の静電気火災を防止する安全・衛生心得[第1版] (2009年10月), 全国グラビア分析センター

(<http://www.gcaj.or.jp/roudou/file/kokoroe.pdf>,

全国グラビア協同組合連合会ホームページ, 2021年5月22日確認)

- ・グラビア印刷工場の安全確保を実現する労働安全・消防安全心得[第2版] (2013年12月), 全国グラビア分析センター

(<http://www.gcaj.or.jp/roudou/file/4tsuite.pdf>,

全国グラビア協同組合連合会ホームページ, 2021年5月22日確認)

- ・印刷工場の安全確保を実現する労働安全・消防安全心得[第2版] (電子ブック) (2014年1月), 全国グラビア分析センター

(<http://www.gcaj.or.jp/roudou/book2/index.html>,

全国グラビア協同組合連合会ホームページ, 2021年5月22日確認)

2) 塗料製造

- ・ 静電気事故対策（塗料製造業）第2版（平成26年11月），一般社団法人日本塗料工業会
 - p.13 表 2-2 「作業者の帯電防止対策一覧表」
 - p.14 表 2-3 「静電気火災予防対策一覧表」
 - p.23 表 2-5 「静電気対策チェックシート(例)」
 - p.24 表 2-6 「静電気対策実施状況評価チェックリスト」
 - p.124 表 6-1 「静電気事故予防規則(塗料製造業)」

(<https://www.toryo.or.jp/>, 一般社団法人日本塗料工業会, 2021年5月22日確認)
- ・ 塗料製造工場における静電気事故回避への取り組み状況，アースシステムの徹底を中心にして，日本化工塗料，Safety & Tomorrow, No.133, pp.37-43（2010年9月），危険物保安技術協会
 - (http://www.khk-syoubou.or.jp/pdf/paper/r_9/9rijityou1.pdf, 危険物保安技術協会, 2021年5月22日確認)

第5章のその他の参考資料

化学物質の危険性・有害性に関する情報の共有やリスク低減措置の機能の維持を目的とした労働者への周知について、以下のような方法もある。

1) 「化学物質取扱いマニュアル」の作成

神奈川県産業保険総合支援センターでは、作業現場で発生する危険有害因子について、GHSをもとに具体的な対応方法を示し、SDSの内容を労働者に分かりやすい形にして提示する「化学物質取扱いマニュアル」(図A.1)の作成と掲示を提案している。化学品を取り扱う上での危険有害性についてSDSより抜粋して労働者にわかりやすい用語で示すとともに、保護具の種類や材質等を具体的に記載するなど、その現場に役立つマニュアルを作成することが重要である。

(参考資料)

- ・神奈川県産業保険総合支援センター，調査研究報告(平成24年度)，有害物質等取扱いマニュアルの作成
<https://www.kanagawas.johas.go.jp/publics/index/62/> (2020年5月22日確認)
- ・中央労働災害防止協会，ライン課長・職長のための化学物質管理 第2編「化学物質管理の基礎知識Ⅱ」第4章「化学物質取扱いマニュアル」について，pp.69-73(2016)



図A.1 化学物質取り扱いマニュアルの例

2) 作業マニュアルへの記載 (SQDC 工程管理表の作成)

労働安全衛生総合研究所では、製造現場における安全管理を含めたSQDC (Safety, Quality, Delivery, Cost ; 安全・環境, 品質, 生産性・納期, 原価・コスト) 工程管理表 (図A.2) の作成を提案している。この方法では、リスクアセスメントの結果に基づき実施されたリスク低減措置のうち、作業者が実施すべき事項を工程管理表に明記しておく。これにより、通常の生産 (製造) 業務を行う際にも、SQDC工程管理表に記載された管理項目などの確認・作業を行うことで、品質面・生産面だけでなく、安全面についてもそれぞれの工程において漏れや重複がない工程管理を実施することを可能とする。また、SQDC工程管理表を作成することで、従来の作業上の問題点を明らかにし、より最適な生産 (製造) 活動を行えることから、コスト削減にもつながる。

(参考資料)

- ・労働安全衛生総合研究所技術資料, 生産業務と安全管理業務との協調による労働安全衛生マネジメントの推進, JNIOOSH-TD-No.1(2011)

<https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/doc/td/TD-No1.pdf> (2021年5月22日確認)

3) 残留リスクマップ

厚生労働省では機械メーカー向けに「機械ユーザーへの機械危険情報の提供に関するガイドライン」を作成し、この中で、追加すべきリスク低減措置がまだ実装されていない段階での高リスクレベル個所・作業の明示する方法等を示している。図 A.3 にガイドラインで紹介されている事例を示すが、「危険」「警告」「注意」の3段階で残留リスクの存在を明示している。一方、この処置はあくまで暫定的な処置で、早急にリスク低減措置を実装することが前提であり、恒久的な措置とならないようにすることが重要である。

(参考資料)

- ・厚生労働省, 機械メーカー向け～機械ユーザーへの機械危険情報の提供に関するガイドライン, p.35

<https://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei14/dl/110506.pdf>

(2021年5月22日確認)

工程管理表

品名 DOP 製造 可溶性製造保	加工 ○ 連続 ○ 断続	検査 △ 停滞	発行%	工程		設備 名称%	管理項目	管理特性(SQDC) 管理基準 判定水準	頻度	備考(参照情報)	担当者	管理方法 管理記録	管理責任者	基準 作業標準	注意事項 クレーム 工器具 労働災害	審査	作成
				主工程	副工程												
1 原料				0 生産計画			数量、納期、系列、原単		注文毎		管理課	月次生産計画表	管理課長				2010年3月18日
2 反応準備				1 原料受入		T-001~T-012	品名、数量、ロット、漏洩	原料受入管理基準、 安全基準	受入れ毎	ガス検知器点検	製造課	原料管理表	製造課長				2010年4月19日
				2 反応準備		R-101	品名、数量(レベル)	タンク管理下限以上	毎バッチ	技術標準、P&IDなど	製造課	反応記録表	同上				2010年5月19日
				3 系内N2置換		T-007, T-012	ライン設定	1bar×3回、酸素=ND			製造課	作業手順書	同上				2010年8月17日
				4 原料仕込み		R-101	P2EH、数量・レート	11分:4m3/hrで投入	毎バッチ	異常処理基準・技術標準	製造課	反応記録表	同上				
				5 攪拌		T-001	攪拌速度	40rpm±5rpm			製造課						
				6 スチーム加熱		R-101	温度	150°C±5°C			製造課						
				7 1段目ニズアル反応		R-101	反応温度・時間	150°C、5時間	毎バッチ	異常処理基準・技術標準	製造課	反応記録表	同上				
				8 1段目ニズアル反応		R-101	FAU・数量・レート	投入時攪拌停止			製造課						
				9 2段目ニズアル反応		R-101	反応温度・反応時間	150°C、5時間	毎バッチ	異常処理基準・技術標準	製造課	反応記録表	同上				
				10 回収2EH仕込み		T-007	回収2EH、数量・レート	3分:15m3/hrで投入			製造課						
				11 攪拌		R-101	攪拌速度	70rpm・投入時攪拌停止			製造課						
				12 熟成加熱		(N-102)	温度	反応温度上限(210°C)			製造課						
				13 圧力調整		R-101	圧力	50Torr以下			製造課						
				14 工機検査(反応液サンプル分析)		R-101	酸度(反応終点)	新着値(KOH 0.1mg/g)以下			製造課						
				15 2EH回収		R-101	攪拌モード:MILD	40rpm±5rpm	毎バッチ	異常処理基準・技術標準	製造課	反応記録表	同上				
				16 回収タンク設定		T-011	ライン設定	50Torr以下			製造課						
				17 圧力調整		R-101	圧力、時間	50Torr、2時間			製造課						
				18 アルカリ中和		R-101	反応温度	80°C	毎バッチ	異常処理基準・技術標準	製造課	反応記録表	同上				
				19 N2供給		T-005	反応機圧力	76Torr			製造課						
				20 洗浄水添加		T-006	流量	10L×2回			製造課						
				21 乾燥加熱		R-101	KOH・数量・レート	4分、0.2分、19°C、30分			製造課						
				22 精製		R-101	温度	150°C	毎バッチ	異常処理基準・技術標準	製造課	反応記録表	同上				
				23 スチーム供給		R-101	反応機圧力	38Bar			製造課						
				24 脱圧		R-101	反応機圧力	20Torr			製造課						
				25 N2供給(圧戻)		R-101	反応機圧力	30°C以下			製造課						
				26 濾過		R-101	数量	1bar	毎バッチ	異常処理基準・技術標準	製造課	反応記録表	同上				
				27 濾過補助剤添加・攪拌開始		T-101	数量	40kg・攪拌10分・1時間			製造課						
				28 濾過タンク設定		T-301	ライン設定	50Torr以下			製造課						
				29 払い出し・濾過		T-301	数量・レート	5.5L×1回、濾過30分			製造課						
				30 製品タンク移送		T-301	数量・レート	5.5L×1回、移送5分			製造課						
				31 品名印替			開放安全	安全基準	切替毎	開放時間記録ブック	製造課	作業日報	同上				
				32 水洗浄			クレーンシフト状況	設備切替洗浄基準			製造課	品質検査表	品質課長				
				33 品質検査			品質(色度)	APHA 10~20	製品タンク		製造課	品質検査表	品質課長				
				34 出荷			品質(不純物)	0.1%以下	私出時		製造課	出荷表	管理課長				
				35 品名印替			品名/数量/ロット	設備	出荷毎		製造課						

図A.2 SQDC工程管理表の例

機械ユーザーによる保護方策が必要な残留リスクマップ（略称：残留リスクマップ）

製品名：「両頭グラインダーAAA-11」

○年○月○日作成
株式会社 ABC123

※ 必ず取扱説明書の内容をよく読み、理解してから本製品を使用すること。本資料は取扱説明書の参考資料であり、本資料の内容を理解しただけで本製品を使用してはならない。

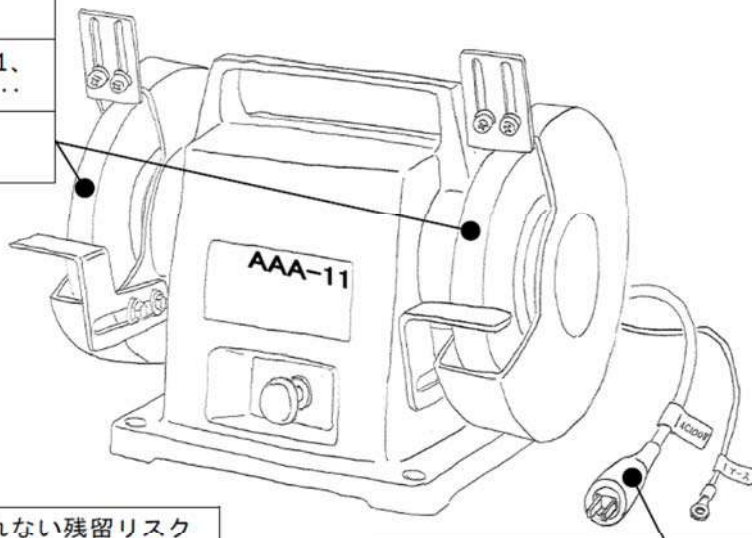
残留リスクは、以下の定義に従って分類し記載している。

- **△危険**：保護方策を実施しなかった場合に、人が死亡または重傷を負う可能性が高い内容
- **△警告**：保護方策を実施しなかった場合に、人が死亡または重傷を負う可能性がある内容
- **△注意**：保護方策を実施しなかった場合に、人が軽傷を負う可能性がある内容

図中に示されている番号は、本製品の「残留リスク一覧」に記載されている、当該箇所に関連する保護方策の番号である。各々の残留リスクの詳細については、「残留リスク一覧」を参照のこと。

箇所B (グラインダー周囲)	△危険	—
	△警告	No. … 13、14、…
	△注意	No. ……

箇所A	△危険	No. ……
	△警告	No. …、11、12、15、…
	△注意	No. …、16、…



機械上の箇所が特定されない残留リスク	
△危険	No. ……
△警告	No.1、……
△注意	No. ……

箇所C	△危険	No. ……
	△警告	No. …、30、…
	△注意	No. ……

受領確認	
(貴社名)	印
(受領者ご所属)	
(受領者名)	

図A.3 残留リスクマップの例

4) リスク低減措置の確実な実施のための注意事項表示（写真や図表の活用）

作業を安全に実施するための注意点を写真や図表などでまとめ、現場でいつでも確認できるようにしておく。この中で、リスク低減措置として実施されている作業も確実に実施することを促す。図A.4に事例を示す。



図 A.4 写真や図表を活用した注意事項の表示 18

18 (資料提供) 関西ペイント株式会社 平塚事業所.

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 (基発 0918 第 3 号, 平成 27 年 9 月 18 日)

1 趣旨等

本指針は、労働安全衛生法（昭和47年法律第57号. 以下「法」という.）第57条の3第3項の規定に基づき、事業者が、化学物質、化学物質を含有する製剤その他の物で労働者の危険又は健康障害を生ずるおそれのあるものによる危険性又は有害性等の調査（以下「リスクアセスメント」という.）を実施し、その結果に基づいて労働者の危険又は健康障害を防止するため必要な措置（以下「リスク低減措置」という.）が各事業場において適切かつ有効に実施されるよう、リスクアセスメントからリスク低減措置の実施までの一連の措置の基本的な考え方及び具体的な手順の例を示すとともに、これらの措置の実施上の留意事項を定めたものである。

また、本指針は、「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）に定める危険性又は有害性等の調査及び実施事項の特定の具体的実施事項としても位置付けられるものである。

2 適用

本指針は、法第57条の3第1項の規定に基づき行う「第57条第1項の政令で定める物及び通知対象物」（以下「化学物質等」という.）に係るリスクアセスメントについて適用し、労働者の就業に係る全てのものを対象とする。

3 実施内容

事業者は、法第57条の3第1項に基づくリスクアセスメントとして、(1)から(3)までに掲げる事項を、労働安全衛生規則（昭和47年労働省令第32号. 以下「安衛則」という.）第34条の2の8に基づき(5)に掲げる事項を実施しなければならない。また、法第57条の3第2項に基づき、法令の規定による措置を講ずるほか(4)に掲げる事項を実施するよう努めなければならない。

- (1) 化学物質等による危険性又は有害性の特定
- (2) (1)により特定された化学物質等による危険性又は有害性並びに当該化学物質等を取り扱う作業方法、設備等により業務に従事する労働者に危険を及ぼし、又は当該労働者の健康障害を生ずるおそれの程度及び当該危険又は健康障害の程度（以下「リスク」という.）の見積り
- (3) (2)の見積りに基づくリスク低減措置の内容の検討
- (4) (3)のリスク低減措置の実施
- (5) リスクアセスメント結果の労働者への周知

4 実施体制等

- (1) 事業者は、次に掲げる体制でリスクアセスメント及びリスク低減措置（以下「リスクアセスメント等」という.）を実施するものとする。
 - ア 総括安全衛生管理者が選任されている場合には、当該者にリスクアセスメント等の実施を統括管理させること。総括安全衛生管理者が選任されていない場合には、事業の実施を統括管理する者に統括管理させること。
 - イ 安全管理者又は衛生管理者が選任されている場合には、当該者にリスクアセスメント等の実施を管理させること。安全管理者又は衛生管理者が選任されていない場合には、職長その他の当該作業に従事する労働者を直接指導し、又は監督する者としての地位にあるものにリスクアセスメント等の実施を管理させること。
 - ウ 化学物質等の適切な管理について必要な能力を有する者のうちから化学物質等の管理を担当する者（以下「化学物質管理者」という.）を指名し、この者に、上記イに掲げる者の下でリスクアセスメント等に関する技術的業務を行わせることが望ましいこと。
 - エ 安全衛生委員会、安全委員会又は衛生委員会が設置されている場合には、これらの委員会においてリスクアセスメント等に関することを調査審議させ、また、当該委員会が設置されていない場合には、リスクアセスメント等の対象業務に従事する労働者の意見を聴取する場を設けるなど、リスクアセスメント等の実施を決定する段階において労働者を参画させること。
 - オ リスクアセスメント等の実施に当たっては、化学物質管理者のほか、必要に応じ、化学物質等に係る危険性及び有害性や、化学物質等に係る機械設備、化学設備、生産技術等についての専門的知識を有する者を参画させること。
 - カ 上記のほか、より詳細なリスクアセスメント手法の導入又はリスク低減措置の実施に当たっての、技術的な助言を得るため、労働衛生コンサルタント等の外部の専門家の活用を図ることが望ましいこと。
- (2) 事業者は、(1)のリスクアセスメントの実施を管理する者、技術的業務を行う者等（カの外部の専門家を

除く。) に対し、リスクアセスメント等を実施するために必要な教育を実施するものとする。

5 実施時期

- (1) 事業者は、安衛則第34条の2の7第1項に基づき、次のアからウまでに掲げる時期にリスクアセスメントを行うものとする。
 - ア 化学物質等を原材料等として新規に採用し、又は変更するとき。
 - イ 化学物質等を製造し、又は取り扱う業務に係る作業の方法又は手順を新規に採用し、又は変更するとき。
 - ウ 化学物質等による危険性又は有害性等について変化が生じ、又は生ずるおそれがあるとき。具体的には、化学物質等の譲渡又は提供を受けた後に、当該化学物質等を譲渡し、又は提供した者が当該化学物質等に係る安全データシート（以下「SDS」という。）の危険性又は有害性に関する情報を変更し、その内容が事業者提供された場合等が含まれること。
- (2) 事業者は、(1)のほか、次のアからウまでに掲げる場合にもリスクアセスメントを行うよう努めること。
 - ア 化学物質等に係る労働災害が発生した場合であって、過去のリスクアセスメント等の内容に問題がある場合
 - イ 前回のリスクアセスメント等から一定の期間が経過し、化学物質等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、新たな安全衛生に係る知見の集積等があった場合
 - ウ 既に製造し、又は取り扱っていた物質がリスクアセスメントの対象物質として新たに追加された場合など、当該化学物質等を製造し、又は取り扱う業務について過去にリスクアセスメント等を実施したことがない場合
- (3) 事業者は、(1)のア又はイに掲げる作業を開始する前に、リスク低減措置を実施することが必要であることに留意するものとする。
- (4) 事業者は、(1)のア又はイに係る設備改修等の計画を策定するときは、その計画策定段階においてもリスクアセスメント等を実施することが望ましいこと。

6 リスクアセスメント等の対象の選定

事業者は、次に定めるところにより、リスクアセスメント等の実施対象を選定するものとする。

- (1) 事業場における化学物質等による危険性又は有害性等をリスクアセスメント等の対象とすること。
- (2) リスクアセスメント等は、対象の化学物質等を製造し、又は取り扱う業務ごとに行うこと。ただし、例えば、当該業務に複数の作業工程がある場合に、当該工程を1つの単位とする、当該業務のうち同一場所において行われる複数の作業を1つの単位とするなど、事業場の実情に応じ適切な単位で行うことも可能であること。
- (3) 元方事業者にあつては、その労働者及び関係請負人の労働者が同一の場所で作業を行うこと（以下「混在作業」という。）によって生ずる労働災害を防止するため、当該混在作業についても、リスクアセスメント等の対象とすること。

7 情報の入手等

- (1) 事業者は、リスクアセスメント等の実施に当たり、次に掲げる情報に関する資料等を入手するものとする。入手に当たっては、リスクアセスメント等の対象には、定常的な作業のみならず、非定常作業も含まれることに留意すること。

また、混在作業等複数の事業者が同一の場所で作業を行う場合にあっては、当該複数の事業者が同一の場所で作業を行う状況に関する資料等も含めるものとする。

 - ア リスクアセスメント等の対象となる化学物質等に係る危険性又は有害性に関する情報（SDS等）
 - イ リスクアセスメント等の対象となる作業を実施する状況に関する情報（作業標準、作業手順書等、機械設備等に関する情報を含む。）
- (2) 事業者は、(1)のほか、次に掲げる情報に関する資料等を、必要に応じ入手するものとする。
 - ア 化学物質等に係る機械設備等のレイアウト等、作業の周辺の環境に関する情報
 - イ 作業環境測定結果等
 - ウ 災害事例、災害統計等
 - エ その他、リスクアセスメント等の実施に当たり参考となる資料等
- (3) 事業者は、情報の入手に当たり、次に掲げる事項に留意するものとする。
 - ア 新たに化学物質等を外部から取得等しようとする場合には、当該化学物質等を譲渡し、又は提供する者から、当該化学物質等に係るSDSを確実に入手すること。
 - イ 化学物質等に係る新たな機械設備等を外部から導入しようとする場合には、当該機械設備等の製造者に対し、当該設備等の設計・製造段階においてリスクアセスメント等を実施することを求め、その結果を入手

手すること。

ウ 化学物質等に係る機械設備等の使用又は改造等を行おうとする場合に、自らが当該機械設備等の管理権原を有しないときは、管理権原を有する者等が実施した当該機械設備等に対するリスクアセスメントの結果を入手すること。

(4) 元方事業者は、次に掲げる場合には、関係請負人におけるリスクアセスメントの円滑な実施に資するよう、自ら実施したリスクアセスメント等の結果を当該業務に係る関係請負人に提供すること。

ア 複数の事業者が同一の場所で作業する場合であって、混在作業における化学物質等による労働災害を防止するために元方事業者がリスクアセスメント等を実施したとき。

イ 化学物質等にばく露するおそれがある場所等、化学物質等による危険性又は有害性がある場所において、複数の事業者が作業を行う場合であって、元方事業者が当該場所に関するリスクアセスメント等を実施したとき。

8 危険性又は有害性の特定

事業者は、化学物質等について、リスクアセスメント等の対象となる業務を洗い出した上で、原則としてア及びイに即して危険性又は有害性を特定すること。また、必要に応じ、ウに掲げるものについても特定することが望ましいこと。

ア 国際連合から勧告として公表された「化学品の分類及び表示に関する世界調和システム(GHS)」(以下「GHS」という。)又は日本工業規格Z7252に基づき分類された化学物質等の危険性又は有害性(SDSを入手した場合には、当該SDSに記載されているGHS分類結果)

イ 日本産業衛生学会の許容濃度又は米国産業衛生専門家会議(ACGIH)のTLV-TWA等の化学物質等のばく露限界(以下「ばく露限界」という。)が設定されている場合にはその値(SDSを入手した場合には、当該SDSに記載されているばく露限界)

ウ ア又はイによって特定される危険性又は有害性以外の、負傷又は疾病の原因となるおそれのある危険性又は有害性。この場合、過去に化学物質等による労働災害が発生した作業、化学物質等による危険又は健康障害のおそれがある事象が発生した作業等により事業者が把握している情報があるときには、当該情報に基づく危険性又は有害性が必ず含まれるよう留意すること。

9 リスクの見積り

(1) 事業者は、リスク低減措置の内容を検討するため、安衛則第34条の2の7第2項に基づき、次に掲げるいずれかの方法(危険性に係るものにあつては、ア又はウに掲げる方法に限る。)により、又はこれらの方法の併用により化学物質等によるリスクを見積もるものとする。

ア 化学物質等が当該業務に従事する労働者に危険を及ぼし、又は化学物質等により当該労働者の健康障害を生ずるおそれの程度(発生可能性)及び当該危険又は健康障害の程度(重篤度)を考慮する方法。具体的には、次に掲げる方法があること。

(ア) 発生可能性及び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及び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

(イ) 発生可能性及び重篤度を一定の尺度によりそれぞれ数値化し、それらを加算又は乗算等してリスクを見積もる方法

(ロ) 発生可能性及び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

(ハ) ILOの化学物質リスク簡易評価法(コントロール・バンディング)等を用いてリスクを見積もる方法

(ニ) 化学プラント等の化学反応のプロセス等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

イ 当該業務に従事する労働者が化学物質等にさらされる程度(ばく露の程度)及び当該化学物質等の有害性の程度を考慮する方法。具体的には、次に掲げる方法があるが、このうち、(ア)の方法を採用することが望ましいこと。

(ア) 対象の業務について作業環境測定等により測定した作業場所における化学物質等の気中濃度等を、当該化学物質等のばく露限界と比較する方法

(イ) 数理モデルを用いて対象の業務に係る作業を行う労働者の周辺の化学物質等の気中濃度を推定し、当該化学物質のばく露限界と比較する方法

(ロ) 対象の化学物質等への労働者のばく露の程度及び当該化学物質等による有害性を相対的に尺度化し、それらを縦軸と横軸とし、あらかじめばく露の程度及び有害性の程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

ウ ア又はイに掲げる方法に準ずる方法。具体的には、次に掲げる方法があること。

(ア) リスクアセスメントの対象の化学物質等に係る危険又は健康障害を防止するための具体的な措置が労働安全衛生法関係法令(主に健康障害の防止を目的とした有機溶剤中毒予防規則(昭和47年労働省

令第36号)、鉛中毒予防規則(昭和47年労働省令第37号)、四アルキル鉛中毒予防規則(昭和47年労働省令第38号)及び特定化学物質障害予防規則(昭和47年労働省令第39号)の規定並びに主に危険の防止を目的とした労働安全衛生法施行令(昭和47年政令第318号)別表第1に掲げる危険物に係る安衛則の規定)の各条項に規定されている場合に、当該規定を確認する方法。

- (イ) リスクアセスメントの対象の化学物質等に係る危険を防止するための具体的な規定が労働安全衛生法関係法令に規定されていない場合において、当該化学物質等のSDSに記載されている危険性の種類(例えば「爆発物」など)を確認し、当該危険性と同種の危険性を有し、かつ、具体的措置が規定されている物に係る当該規定を確認する方法
- (2) 事業者は、(1)のア又はイの方法により見積りを行うに際しては、用いるリスクの見積り方法に応じて、7で入手した情報等から次に掲げる事項等必要な情報を使用すること。
- ア 当該化学物質等の性状
 - イ 当該化学物質等の製造量又は取扱量
 - ウ 当該化学物質等の製造又は取扱い(以下「製造等」という。)に係る作業の内容
 - エ 当該化学物質等の製造等に係る作業の条件及び関連設備の状況
 - オ 当該化学物質等の製造等に係る作業への人員配置の状況
 - カ 作業時間及び作業の頻度
 - キ 換気設備の設置状況
 - ク 保護具の使用状況
 - ケ 当該化学物質等に係る既存の作業環境中の濃度若しくはばく露濃度の測定結果又は生物学的モニタリング結果
- (3) 事業者は、(1)のアの方法によるリスクの見積りに当たり、次に掲げる事項等に留意するものとする。
- ア 過去に実際に発生した負傷又は疾病の重篤度ではなく、最悪の状況を想定した最も重篤な負傷又は疾病の重篤度を見積もること。
 - イ 負傷又は疾病の重篤度は、傷害や疾病等の種類にかかわらず、共通の尺度を使うことが望ましいことから、基本的に、負傷又は疾病による休業日数等を尺度として使用すること。
 - ウ リスクアセスメントの対象の業務に従事する労働者の疲労等の危険性又は有害性への付加的影響を考慮することが望ましいこと。
- (4) 事業者は、一定の安全衛生対策が講じられた状態でリスクを見積もる場合には、用いるリスクの見積り方法における必要性に応じて、次に掲げる事項等を考慮すること。
- ア 安全装置の設置、立入禁止措置、排気・換気装置の設置その他の労働災害防止のための機能又は方策(以下「安全衛生機能等」という。)の信頼性及び維持能力
 - イ 安全衛生機能等を無効化する又は無視する可能性
 - ウ 作業手順の逸脱、操作ミスその他の予見可能な意図的・非意図的な誤使用又は危険行動の可能性
 - エ 有害性が立証されていないが、一定の根拠がある場合における当該根拠に基づく有害性

10 リスク低減措置の検討及び実施

- (1) 事業者は、法令に定められた措置がある場合にはそれを必ず実施するほか、法令に定められた措置がない場合には、次に掲げる優先順位でリスク低減措置の内容を検討するものとする。ただし、法令に定められた措置以外の措置にあっては、9(1)イの方法を用いたリスクの見積り結果として、ばく露濃度等がばく露限界を相当程度下回る場合は、当該リスクは、許容範囲内であり、リスク低減措置を検討する必要がないものとして差し支えないものであること。
- ア 危険性又は有害性のより低い物質への代替、化学反応のプロセス等の運転条件の変更、取り扱う化学物質等の形状の変更等又はこれらの併用によるリスクの低減
 - イ 化学物質等に係る機械設備等の防爆構造化、安全装置の二重化等の工学的対策又は化学物質等に係る機械設備等の密閉化、局所排気装置の設置等の衛生工学的対策
 - ウ 作業手順の改善、立入禁止等の管理的対策
 - エ 化学物質等の有害性に応じた有効な保護具の使用
- (2) (1)の検討に当たっては、より優先順位の高い措置を実施することにした場合であって、当該措置により十分にリスクが低減される場合には、当該措置よりも優先順位の低い措置の検討まで要するものではないこと。また、リスク低減に要する負担がリスク低減による労働災害防止効果と比較して大幅に大きく、両者に著しい不均衡が発生する場合であって、措置を講ずることを求めることが著しく合理性を欠くと考えられるときを除き、可能な限り高い優先順位のリスク低減措置を実施する必要があるものとする。
- (3) 死亡、後遺障害又は重篤な疾病をもたらすおそれのあるリスクに対して、適切なリスク低減措置の実施に時間を要する場合は、暫定的な措置を直ちに講ずるほか、(1)において検討したリスク低減措置の内容を速やかに実施するよう努めるものとする。

- (4) リスク低減措置を講じた場合には、当該措置を実施した後に見込まれるリスクを見積もることが望ましいこと。

11 リスクアセスメント結果等の労働者への周知等

- (1) 事業者は、安衛則第34条の2の8に基づき次に掲げる事項を化学物質等を製造し、又は取り扱う業務に従事する労働者に周知するものとする。
- ア 対象の化学物質等の名称
 - イ 対象業務の内容
 - ウ リスクアセスメントの結果
 - (ア) 特定した危険性又は有害性
 - (イ) 見積もったリスク
 - エ 実施するリスク低減措置の内容
- (2) (1)の周知は、次に掲げるいずれかの方法によること。
- ア 各作業場の見やすい場所に常時掲示し、又は備え付けること
 - イ 書面を労働者に交付すること
 - ウ 磁気テープ、磁気ディスクその他これらに準ずる物に記録し、かつ、各作業場に労働者が当該記録の内容を常時確認できる機器を設置すること
- (3) 法第59条第1項に基づく雇入れ時教育及び同条第2項に基づく作業変更時教育においては、安衛則第35条第1項第1号、第2号及び第5号に掲げる事項として、(1)に掲げる事項を含めること。
- なお、5の(1)に掲げるリスクアセスメント等の実施時期のうちアからウまでについては、法第59条第2項の「作業内容を変更したとき」に該当するものであること。
- (4) リスクアセスメントの対象の業務が継続し(1)の労働者への周知等を行っている間は、事業者は(1)に掲げる事項を記録し、保存しておくことが望ましい。

12 その他

表示対象物又は通知対象物以外のものであって、化学物質、化学物質を含有する製剤その他の物で労働者に危険又は健康障害を生ずるおそれのあるものについては、法第28条の2に基づき、この指針に準じて取り組むよう努めること。

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ついて (留意事項)

1 趣旨等について

- (1) 指針の1は、本指針の趣旨及び位置付けを定めたものであること。
- (2) 指針の1の「危険性又は有害性」とは、ILO等において、「危険有害要因」、「ハザード(hazard)」等の用語で表現されているものであること。

2 適用について

- (1) 指針の2は、法第57条の3第1項の規定に基づくリスクアセスメントは、化学物質等のみならず、作業方法、設備等、労働者の就業に係る全てのものを含めて実施すべきことを定めたものであること。
- (2) 指針の2の「化学物質等」には、製造中間体(製品の製造工程中において生成し、同一事業場内で他の化学物質に変化する化学物質をいう。)が含まれること。

3 実施内容について

- (1) 指針の3は、指針に基づき実施すべき事項の骨子を定めたものであること。また、法及び関係規則の規定に従い、事業者が義務付けられている事項と努力義務となっている事項を明示したこと。
- (2) 指針の3(1)の「危険性又は有害性の特定」は、ILO等においては「危険有害要因の特定(hazard identification)」等の用語で表現されているものであること。

4 実施体制等について

- (1) 指針の4は、リスクアセスメント及びリスク低減措置(以下「リスクアセスメント等」という。)を実施する際の体制について定めたものであること。
- (2) 指針の4(1)アの「事業の実施を統括管理する者」には、統括安全衛生責任者等、事業場を実質的に統括管理する者が含まれること。
- (3) 指針の4(1)イの「職長その他の当該作業に従事する労働者を直接指導し、又は監督する者」には、職長のほか、作業主任者、班長、組長、係長等が含まれること。
- (4) 指針の4(1)ウの「化学物質管理者」は、事業場で製造等を行う化学物質等、作業方法、設備等の事業場の実態に精通していることが必要であるため、当該事業場に所属する労働者から指名されることが望ましいものであること。
- (5) 指針の4(1)エは、安全衛生委員会等において、安衛則第21条各号及び第22条各号に掲げる付議事項を調査審議するなど労働者の参画について定めたものであること。
- (6) 指針の4(1)オの「専門的知識を有する者」は、原則として当該事業場の実際の作業や設備に精通している内部関係者とする。
- (7) 指針の4(1)カの「労働衛生コンサルタント等」の「等」には、労働安全コンサルタント、作業環境測定士、インダストリアル・ハイジニスト等の民間団体が養成しているリスクアセスメント等の専門家等が含まれること。

5 実施時期について

- (1) 指針の5は、リスクアセスメントを実施すべき時期について定めたものであること。
- (2) 化学物質等に係る建設物を設置し、移転し、変更し、若しくは解体するとき、又は化学設備等に係る設備を新規に採用し、若しくは変更するときは、それが指針の5(1)ア又はイに掲げるいずれかに該当する場合には、リスクアセスメントを実施する必要があること。
- (3) 指針の5(1)ウの「化学物質等による危険性又は有害性等について変化が生じ、又は生ずるおそれがあるとき」とは、化学物質等による危険性又は有害性に係る新たな知見が確認されたことを意味するものであり、例えば、国連勧告の化学品の分類及び表示に関する世界調和システム(以下「GHS」という。)又は日本工業規格Z7252に基づき分類された化学物質等の危険性又は有害性の区分が変更された場合、日本産業衛生学会の許容濃度又は米国産業衛生専門家会議(ACGIH)が勧告するTLV-TWA等により化学物質等のばく露限界が新規に設定され、又は変更された場合などがあること。したがって、当該化学物質等を譲渡し、又は提供した者が当該化学物質等に係る安全データシート(以下「SDS」という。)の危険性又は有害性に係る情報を変更し、法第57条の2第2項の規定に基づき、その内容が事業者へ提供された場合にリスクアセスメントを実施する必要があること。
- (4) 指針の5(2)は、安衛則第34条の2の7第1項に規定する時期以外にもリスクアセスメントを行うよう努めるべきことを定めたものであること。

- (5) 指針の5(2)イは、過去に実施したリスクアセスメント等について、設備の経年劣化等の状況の変化が当該リスクアセスメント等の想定する範囲を超える場合に、その変化を的確に把握するため、定期的に再度のリスクアセスメント等を実施するよう努める必要があることを定めたものであること。なお、ここでいう「一定の期間」については、事業者が設備や作業等の状況を踏まえ決定し、それに基づき計画的にリスクアセスメント等を実施すること。
- また、「新たな安全衛生に係る知見」には、例えば、社外における類似作業で発生した災害など、従前は想定していなかったリスクを明らかにする情報が含まれること。
- (6) 指針の5(2)ウは、「既に製造し、又は取り扱っていた物質がリスクアセスメントの対象物質として新たに追加された場合」のほか、改正法のリスクアセスメント等の義務化に係る規定の施行日（平成28年6月1日）前から使用している物質を施行日以降、施行日前と同様の作業方法で取り扱う場合には、リスクアセスメントの実施義務が生じないものであるが、これらの既存業務について、過去にリスクアセスメント等を実施したことがない場合又はリスクアセスメント等の結果が残っていない場合は、実施するよう努める必要があることを定めたものであること。
- (7) 指針の5(4)は、設備改修等の作業を開始する前の施工計画等を作成する段階で、リスクアセスメント等を実施することで、より効果的なリスク低減措置の実施が可能となることから定めたものであること。また、計画策定時にリスクアセスメント等を行った後に指針の5(1)の作業等を行う場合、同じ作業等を対象に重ねてリスクアセスメント等を実施する必要はないこと。

6 リスクアセスメント等の対象の選定について

- (1) 指針の6は、リスクアセスメント等の実施対象の選定基準について定めたものであること。
- (2) 指針の6(3)の「同一の場所で作業を行うことによって生ずる労働災害」には、例えば、引火性のある塗料を用いた塗装作業と設備の改修に係る溶接作業との混在作業がある場合に、溶接による火花等が引火性のある塗料に引火することによる労働災害などが想定されること。

7 情報の入手等について

- (1) 指針の7は、調査等の実施に当たり、事前に入手すべき情報を定めたものであること。
- (2) 指針の7(1)の「非定常作業」には、機械設備等の保守点検作業や補修作業に加え、工程の切替え（いわゆる段取替え）や緊急事態への対応に関する作業も含まれること。
- (3) 指針の7(1)については、以下の事項に留意すること。
- ア 指針の7(1)アの「危険性又は有害性に関する情報」は、使用する化学物質のSDS等から入手できること。
- イ 指針の7(1)イの「作業手順書等」の「等」には、例えば、操作説明書、マニュアルがあり、「機械設備等に関する情報」には、例えば、使用する設備等の仕様書のほか、取扱説明書、「機械等の包括的な安全基準に関する指針」（平成13年6月1日付け基発第501号）に基づき提供される「使用上の情報」があること。
- (4) 指針の7(2)については、以下の事項に留意すること。
- ア 指針の7(2)アの「作業の周辺の環境に関する情報」には、例えば、周辺の化学物質等に係る機械設備等の配置状況や当該機械設備等から外部へ拡散する化学物質等の情報があること。また、発注者において行われたこれらに係る調査等の結果も含まれること。
- イ 指針の7(2)イの「作業環境測定結果等」の「等」には、例えば、特殊健康診断結果、生物学的モニタリング結果があること。
- ウ 指針の7(2)ウの「災害事例、災害統計等」には、例えば、事業場内の災害事例、災害の統計・発生傾向分析、ヒヤリハット、トラブルの記録、労働者が日常不安を感じている作業等の情報があること。また、同業他社、関連業界の災害事例等を収集することが望ましいこと。
- エ 指針の7(2)エの「参考となる資料等」には、例えば、化学物質等による危険性又は有害性に関する文献、作業を行うために必要な資格・教育の要件、「化学プラントにかかるセーフティ・アセスメントに関する指針」（平成12年3月21日付け基発第149号）等に基づく調査等の結果、危険予知活動（KYT）の実施結果、職場巡視の実施結果があること。
- (5) 指針の7(3)については、以下の事項に留意すること。
- ア 指針の7(3)アは、化学物質等による危険性又は有害性に関する情報が記載されたSDSはリスクアセスメント等において重要であることから、事業者は当該化学物質等のSDSを必ず入手すべきことを定めたものであること。
- イ 指針の7(3)イは、「機械等の包括的な安全基準に関する指針」、ISO、JISの「機械類の安全性」の考え方に基づき、化学物質等に係る機械設備等の設計・製造段階における安全対策が講じられるよう、機械

設備等の導入前に製造者にリスクアセスメント等の実施を求め、使用上の情報等の結果を入手することを定めたものであること。

ウ 指針の7(3)ウは、使用する機械設備等に対する設備的改善は管理権原を有する者のみが行い得ることから、管理権原を有する者が実施したリスクアセスメント等の結果を入手することを定めたものであること。

また、爆発等の危険性のある物を取り扱う機械設備等の改造等を請け負った事業者が、内容物等の危険性を把握することは困難であることから、管理権原を有する者がリスクアセスメント等を実施し、その結果を関係請負人に提供するなど、関係請負人がリスクアセスメント等を行うために必要な情報を入手できることを定めたものであること。

(6) 指針の7(4)については、以下の事項に留意すること。

ア 指針の7(4)アは、同一の場所で複数の事業者が混在作業を行う場合、当該作業を請け負った事業者は、作業の混在の有無や混在作業において他の事業者が使用する化学物質等による危険性又は有害性を把握できないので、元方事業者がこれらの事項について事前にリスクアセスメント等を実施し、その結果を関係請負人に提供する必要があることを定めたものであること。

イ 指針の7(4)イは、化学物質等の製造工場や化学プラント等の建設、改造、修理等の現場においては、関係請負人が混在して作業を行っていることから、どの関係請負人がリスクアセスメント等を実施すべきか明確でない場合があるため、元方事業者がリスクアセスメント等を実施し、その結果を関係請負人に提供する必要があることを定めたものであること。

8 危険性又は有害性の特定について

(1) 指針の8は、危険性又は有害性の特定の方法について定めたものであること。

(2) 指針の8の「リスクアセスメント等の対象となる業務」のうち化学物質等を製造する業務には、当該化学物質等を最終製品として製造する業務のほか、当該化学物質等を製造中間体として生成する業務が含まれ、化学物質等を取り扱う業務には、譲渡・提供され、又は自ら製造した当該化学物質等を単に使用する業務のほか、他の製品の原料として使用する業務が含まれること。

(3) 指針の8ア及びイは、化学物質等の危険性又は有害性の特定は、まずSDSに記載されているGHS分類結果及び日本産業衛生学会等の許容濃度等のばく露限界を把握することによることを定めたものであること。なお、指針の8アのGHS分類に基づく化学物質等の危険性又は有害性には、別紙1に示すものがあること。

また、化学物質等の「危険性又は有害性」は、個々の化学物質等に関するものであるが、これらの化学物質等の相互間の化学反応による危険性又は有害性(発熱等の事象)が予測される場合には、事象に即してその危険性又は有害性にも留意すること。

(4) 指針の8ウにおける「負傷又は疾病の原因となるおそれのある化学物質等の危険性又は有害性」とは、SDSに記載された危険性又は有害性クラス及び区分に該当しない場合であっても、過去の災害事例等の入手しうる情報によって災害の原因となるおそれがあると判断される危険性又は有害性をいうこと。また、「化学物質等による危険又は健康障害のおそれがある事象が発生した作業等」の「等」には、労働災害を伴わなかった危険又は健康障害のおそれのある事象(ヒヤリハット事例)のあった作業、労働者が日常不安を感じている作業、過去に事故のあった設備等を使用する作業、又は操作が複雑な化学物質等に係る機械設備等の操作が含まれること。

9 リスクの見積りについて

(1) 指針の9はリスクの見積りの方法等について定めたものであるが、その実施に当たっては、次に掲げる事項に留意すること。

ア リスクの見積りは、危険性又は有害性のいずれかについて行う趣旨ではなく、対象となる化学物質等に応じて特定された危険性又は有害性のそれぞれについて行うべきものであること。したがって、化学物質等によっては危険性及び有害性の両方についてリスクを見積もる必要があること。

イ 指針の9(1)ア(ア)から(ウ)まで、イ(ア)から(イ)まで、並びにウ(ア)及び(イ)に掲げる方法は、代表的な手法の例であり、指針の9(1)ア、イ又はウの柱書きに定める事項を満たしている限り、他の手法によっても差し支えないこと。

(2) 指針の9(1)アに示す方法の実施に当たっては、次に掲げる事項に留意すること。

ア 指針の9(1)アのリスクの見積りは、必ずしも数値化する必要はなく、相対的な分類でも差し支えないこと。

イ 指針の9(1)アの「危険又は健康障害」には、それらによる死亡も含まれること。また、「危険又は健康障害」は、ISO等において「危害」(harm)、「危険又は健康障害の程度(重篤度)」は、ISO等において「危害のひどさ」(severity of harm)等の用語で表現されているものであること。

- ウ 指針の9(1)ア(ア)に示す方法は、危険又は健康障害の発生可能性とその重篤度をそれぞれ縦軸と横軸とした表(行列:マトリクス)に、あらかじめ発生可能性と重篤度に応じたリスクを割り付けておき、発生可能性に該当する行を選び、次に見積り対象となる危険又は健康障害の重篤度に該当する列を選ぶことにより、リスクを見積もる方法であること。(別紙2の例1を参照。)
- エ 指針の9(1)ア(イ)に示す方法は、危険又は健康障害の発生可能性とその重篤度を一定の尺度によりそれぞれ数値化し、それらを数値演算(足し算、掛け算等)してリスクを見積もる方法であること。(別紙2の例2を参照。)
- オ 指針の9(1)ア(ウ)に示す方法は、危険又は健康障害の発生可能性とその重篤度について、危険性への遭遇の頻度、回避可能性等をステップごとに分岐していくことにより、リスクを見積もる方法(リスクグラフ)であること。
- カ 指針の9(1)ア(エ)の「コントロール・バンディング」は、ILOが開発途上国の中小企業を対象に有害性のある化学物質から労働者の健康を保護するため開発した簡易なリスクアセスメント手法である。厚生労働省では「職場のあんぜんサイト」ホームページにおいて、ILOが公表しているコントロール・バンディングのツールを翻訳、修正追加したものを「リスクアセスメント実施支援システム」として提供していること。(別紙2の例3参照)
- キ 指針の9(1)ア(オ)に示す方法は、「化学プラントにかかるセーフティ・アセスメントに関する指針」(平成12年3月21日付け基発第149号)による方法等があること。
- (3) 指針の9(1)イに示す方法は化学物質等による健康障害に係るリスクの見積りの方法について定めたものであるが、その実施に当たっては、次に掲げる事項に留意すること。
- ア 指針の9(1)イ(ア)は、化学物質等の気中濃度等を実際に測定し、ばく露限界と比較する手法であり、ばく露の程度を把握するに当たって指針の9(1)イ(イ及びウ)の手法より確実性が高い手法であること。(別紙3の1参照)
- イ 指針の9(1)イ(ア)の「気中濃度等」には、作業環境測定結果の評価値を用いる方法、個人サンプラーを用いて測定した個人ばく露濃度を用いる方法、検知管により簡易に気中濃度を測定する方法等が含まれること。なお、簡易な測定方法を用いた場合には、測定条件に応じた適切な安全率を考慮する必要があること。また、「ばく露限界」には、日本産業衛生学会の許容濃度、ACGIH(米国産業衛生専門家会議)のTLV-TWA(Threshold Limit Value—Time Weighted Average 8時間加重平均濃度)等があること。
- ウ 指針の9(1)イ(ア)の方法による場合には、単位作業場所(作業環境測定基準第2条第1項に定義するものをいう。)に準じた区域に含まれる業務を測定の単位とするほか、化学物質等の発散源ごとに測定の対象とする方法があること。
- エ 指針の9(1)イ(イ)の数理モデルを用いてばく露濃度等を推定する場合には、推定方法及び推定に用いた条件に応じて適切な安全率を考慮する必要があること。
- オ 指針の9(1)イ(イ)の気中濃度の推定方法には、以下に掲げる方法が含まれること。
- a 調査対象の作業場所以外の作業場所において、調査対象の化学物質等について調査対象の業務と同様の業務が行われており、かつ、作業場所の形状や換気条件が同程度である場合に、当該業務に係る作業環境測定の結果から平均的な濃度を推定する方法
 - b 調査対象の作業場所における単位時間当たりの化学物質等の消費量及び当該作業場所の気積から推定する方法並びにこれに加えて物質の拡散又は換気を考慮して推定する方法
 - c 欧州化学物質生態毒性・毒性センターが提供しているリスクアセスメントツール(ECETOC-TRA)を用いてリスクを見積もる方法(別紙3の例4参照)
- カ 指針の9(1)イ(ウ)は、指針の9(1)ア(ア)の方法の横軸と縦軸を当該化学物質等のばく露の程度と有害性の程度に置き換えたものであること。(別紙3の例5参照)
- (4) 指針の9(1)ウは、「準ずる方法」として、リスクアセスメント対象の化学物質等そのもの又は同様の危険性又は有害性を有する他の物質を対象として、当該物質に係る危険又は健康障害を防止するための具体的な措置が労働安全衛生法関係法令に規定されている場合に、当該条項を確認する方法があることを定めたものであり、次に掲げる事項に留意すること。
- ア 指針の9(1)ウ(ア)は、労働安全衛生法関係法令に規定する特定化学物質、有機溶剤、鉛、四アルキル鉛等及び危険物に該当する物質については、対応する有機溶剤中毒予防規則等の各条項の履行状況を確認することをもって、リスクアセスメントを実施したこととみなす方法があること。
- イ 指針の9(1)ウ(イ)に示す方法は、危険物ではないが危険物と同様の危険性を有する化学物質等(GHS又はJISZ7252に基づき分類された物理化学的危険性のうち爆発物、有機過酸化物、可燃性固体、支燃性/酸化性ガス、酸化性液体、酸化性固体、引火性液体又は可燃性/引火性ガスに該当する物)について、危険物を対象として規定された安衛則第4章等の各条項を確認する方法であること。
- (5) 指針の9(2)については、次に掲げる事項に留意すること。
- ア 指針の9(2)アの「性状」には、固体、スラッジ、液体、ミスト、気体等があり、例えば、固体の場合に

は、塊、フレーク、粒、粉等があること。

イ 指針の9(2)イの「製造量又は取扱量」は、化学物質等の種類ごとに把握すべきものであること。また、タンク等に保管されている化学物質等の量も把握すること。

ウ 指針の9(2)ウの「作業」とは、定常作業であるか非定常作業であるかを問わず、化学物質等により労働者の危険又は健康障害を生ずる可能性のある作業の全てをいうこと。

エ 指針の9(2)エの「製造等に係る作業の条件」には、例えば、製造等を行う化学物質等を取り扱う温度、圧力があること。また、「関連設備の状況」には、例えば、設備の密閉度合、温度や圧力の測定装置の設置状況があること。

オ 指針の9(2)オの「製造等に係る作業への人員配置の状況」には、化学物質等による危険性又は有害性により、負傷し、又はばく露を受ける可能性のある者の人員配置の状況が含まれること。

カ 指針の9(2)カの「作業の頻度」とは、当該作業の1週間当たり、1か月当たり等の頻度が含まれること。

キ 指針の9(2)キの「換気設備の設置状況」には、例えば、局所排気装置、全体換気装置及びプッシュプル型換気装置の設置状況及びその制御風速、換気量があること。

ク 指針の9(2)クの「保護具の使用状況」には、労働者への保護具の配布状況、保護具の着用義務を労働者に履行させるための手段の運用状況及び保護具の保守点検状況が含まれること。

ケ 指針の9(2)ケの「作業環境中の濃度若しくはばく露濃度の測定結果」には、調査対象作業場所での測定結果が無く、類似作業場所での測定結果がある場合には、当該結果が含まれること。

(6) 指針の9(3)の留意事項の趣旨は次のとおりであること。

ア 指針の9(3)アの重篤度の見積りに当たっては、どのような負傷や疾病がどの作業者に発生するのかをできるだけ具体的に予測した上で、その重篤度を見積もること。また、直接作業を行う者のみならず、作業の工程上その作業場所の周辺にいる作業者等も検討の対象に含むこと。化学物質等による負傷の重篤度又はそれらの発生可能性の見積りに当たっては、必要に応じ、以下の事項を考慮すること。

(ア) 反応、分解、発火、爆発、火災等の起こしやすさに関する化学物質等の特性（感度）

(イ) 爆発を起こした場合のエネルギーの発生挙動に関する化学物質等の特性（威力）

(ウ) タンク等に保管されている化学物質等の保管量等

イ 指針の9(3)イの「休業日数等」の「等」には、後遺障害の等級や死亡が含まれること。

ウ 指針の9(3)ウは、労働者の疲労等により、危険又は健康障害が生ずる可能性やその重篤度が高まることを踏まえ、リスクの見積りににおいても、これら疲労等による発生可能性と重篤度の付加を考慮することが望ましいことを定めたものであること。なお、「疲労等」には、単調作業の連続による集中力の欠如や、深夜労働による居眠り等が含まれること。

(7) 指針の9(4)の安全衛生機能等に関する考慮については、次に掲げる事項に留意すること。

ア 指針の9(4)アの「安全衛生機能等の信頼性及び維持能力」に関して必要に応じ考慮すべき事項には、以下の事項があること。

(ア) 安全装置等の機能の故障頻度・故障対策、メンテナンス状況、局所排気装置、全体換気装置の点検状況、密閉装置の密閉度の点検、保護具の管理状況、作業者の訓練状況等

(イ) 立入禁止措置等の管理的方策の周知状況、柵等のメンテナンス状況

イ 指針の9(4)イの「安全衛生機能等を無効化する又は無視する可能性」に関して必要に応じ考慮すべき事項には、以下の事項があること。

(ア) 生産性が低下する、短時間作業である等の理由による保護具の非着用等、労働災害防止のための機能・方策を無効化させる動機

(イ) スイッチの誤作動防止のための保護錠が設けられていない、局所排気装置のダクトのダンパーが担当者以外でも操作できる等、労働災害防止のための機能・方策の無効化のしやすさ

ウ 指針の9(4)ウの作業手順の逸脱等の予見可能な「意図的」な誤使用又は危険行動の可能性に関して必要に応じ考慮すべき事項には、以下の事項があること。

(ア) 作業手順等の周知状況

(イ) 近道行動（最小抵抗経路行動）

(ウ) 監視の有無等の意図的な誤使用等のしやすさ

(エ) 作業者の資格・教育等

また、操作ミス等の予見可能な「非意図的」な誤使用の可能性に関して必要に応じ考慮すべき事項には、以下の事項があること。

(ア) ボタンの配置、ハンドルの操作方向のばらつき等の人間工学的な誤使用等の誘発しやすさ、化学物質等を入れた容器への内容物の記載手順

(イ) 作業者の資格・教育等

エ 指針の9(4)エは、健康障害の程度（重篤度）の見積りに当たっては、いわゆる予防原則に則り、有害性が立証されておらず、SDS が添付されていない化学物質等を使用する場合にあっては、関連する情報を

供給者や専門機関等に求め、その結果、一定の有害性が指摘されている場合は、その有害性を考慮すること。

10 リスク低減措置の検討及び実施について

(1) 指針の 10(1)については、次に掲げる事項に留意すること。

ア 指針の10(1)アの「危険性又は有害性のより低い物質への代替には、危険性又は有害性が低いことが明らかな化学物質等への代替が含まれ、例えば以下のものがあること。なお、危険性又は有害性が不明な化学物質等を、危険性又は有害性が低いものとして扱うことは避けなければならないこと。

(ア) ばく露限界がより高い化学物質等

(イ) GHS又は日本工業規格Z7252に基づく危険性又は有害性の区分がより低い化学物質等（作業内容等に鑑み比較する危険性又は有害性のクラスを限定して差し支えない。）

イ 指針の10(1)アの「併用によるリスクの低減」は、より有害性又は危険性の低い化学物質等に代替した場合でも、当該代替に伴い使用量が増加すること、代替物質の揮発性が高く気中濃度が高くなること、あるいは、爆発限界との関係で引火・爆発の可能性が高くなることなど、リスクが増加する場合があることから、必要に応じ化学物質等の代替と化学反応のプロセス等の運転条件の変更等とを併用しリスクの低減を図るべきことを定めたものであること。

ウ 指針の10(1)イの「工学的対策」とは、指針の10(1)アの措置を講ずることができず抜本的には低減できなかった労働者に危険を生ずるおそれの程度に対し、防爆構造化、安全装置の多重化等の措置を実施し、当該化学物質等による危険性による負傷の発生可能性の低減を図る措置をいうこと。

また、「衛生工学的対策」とは、指針の10(1)アの措置を講ずることができず抜本的には低減できなかった労働者の健康障害を生ずるおそれの程度に対し、機械設備等の密閉化、局所排気装置等の設置等の措置を実施し、当該化学物質等の有害性による疾病の発生可能性の低減を図る措置をいうこと。

エ 指針の10(1)ウの「管理的対策」には、作業手順の改善、立入禁止措置のほか、マニュアルの整備、ばく露管理、警報の運用、複数人数制の採用、教育訓練、健康管理等の作業者等を管理することによる対策が含まれること。

オ 指針の10(1)エの「有効な保護具」は、その対象物質及び性能を確認した上で、有効と判断される場合に使用するものであること。例えば、呼吸用保護具の吸収缶及びろ過材は、本来の対象物質と異なる化学物質等に対して除毒能力又は捕集性能が著しく不足する場合があることから、保護具の選定に当たっては、必要に応じてその対象物質及び性能を製造者に確認すること。なお、有効な保護具が存在しない又は入手できない場合には、指針の10(1)アからウまでの措置により十分にリスクを低減させるよう検討すること。

(2) 指針の 10(2)は、合理的に実現可能な限り、より高い優先順位のリスク低減措置を実施することにより、「合理的に実現可能な程度に低い」(ALARP : As Low As Reasonably Practicable) レベルにまで適切にリスクを低減するという考え方を定めたものであること。

なお、死亡や重篤な後遺障害をもたらす可能性が高い場合等には、費用等を理由に合理性を判断することは適切ではないことから、措置を実施すべきものであること。

11 リスクアセスメント結果等の労働者への周知等について

(1) 指針の 11(1)アからエまでに掲げる事項を速やかに労働者に周知すること。その際、リスクアセスメント等を実施した日付及び実施者についても情報提供することが望ましいこと。

(2) 指針の 11(1)エの「リスク低減措置の内容」には、当該措置を実施した場合のリスクの見積り結果も含めて周知することが望ましいこと。

(3) 指針の 11(4)は、指針の 11(2)の周知を次回リスクアセスメント等を実施する時期まで継続して行うこととし、周知の内容が逸失しないよう、別途保存しておくことが望ましいこと。(別紙4参照)

12 その他について

指針の 12 は、本指針の制定により法第 28 条の 2 に基づく同名の指針が廃止されるが、同条に基づく化学物質のリスクアセスメント等を実施する際には、本指針に準じて適切に実施するよう努めるべきことを定めたものであること。

(別紙 1) 化学品の分類及び表示に関する世界調和システム(GHS)で示されている危険性又は有害性の分類
(省略)

(別紙 2) リスク見積りの例
(省略)

化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施のための参考資料—開放系作業における火災・爆発を防止するために—

(別紙 3) 化学物質等による有害性に係るリスク見積りについて

(省略)

(別紙 4) 記録の記載例

(省略)

労働安全衛生総合研究所技術資料 JNIOOSH-TD-NO. 7 (2021)

発行日 令和3年7月16日

発行者 独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所

〒204-0024 東京都清瀬市梅園1丁目4番6号

電話 (042)491-4512(代)

印刷所 株式会社 国際文献社

TECHNICAL DOCUMENT
OF
THE NATIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH

JNIOOSH-TD-NO.7 (2021)

Reference material for carrying out risk assessment
on the hazards of chemicals in order to prevent
fires and explosions for open space work



JNIOOSH

NATIONAL INSTITUTE OF
OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, JAPAN
1-4-6, Umezono, Kiyose, Tokyo 204-0024, JAPAN