リスクアセスメント等実施支援ツール／実施マニュアルについて

労働安全衛生総合研究所では、プロセスプラントにおけるプロセス災害（漏洩・火災・爆発・破裂など）の防止を目的としたリスクアセスメント等について、進め方を段階的にまとめた技術資料を作成し公表しています。技術資料の進め方のSTEP3では、複数のシナリオの中からどのシナリオのリスクが大きいか、どの低減措置がふさわしいかを見極める必要があります。この時には複数のシナリオを一覧できる表があると比較するのに便利です。そこで複数のシナリオを一覧表に自動的に変換することを主たる目的とした実施支援ツールを作成しました。この開発した実施支援ツールとシナリオ作成時に便利な参照表のほか、技術資料の本体とリーフレット、および、爆発火災データベースへのリンクを公開します。公開するツールは、オンサイト上で動作するのではなく、ファイルを各自のPCにダウンロードして、そのPC上で動作します。(2016.7公開)

技術資料の内容を実施の流れに沿うように再構成したマニュアルとその別冊2冊、及び、独習が可能な実施事例の解説教材を作成しました。解説教材もオンサイト上ではなく各自のPC上で動作します。下記をクリック（右クリックまたは長押し）してダウンロードしてください。(2017.1公開)

リスクアセスメント等実施支援ツール／実施マニュアルの利用に際してのご注意

1. 研究所は利用者が本ツール／マニュアルを用いて行う一切の行為について、何ら法的義務及び責任を負うものではありません。
2. 実施支援ツールでは、Excelのマクロ機能を使用しています。使用時にはマクロの有効化を行ってください。
3. 本ツール／マニュアルの再配布はしないでください。
4. 本ツール／マニュアルを利用して口頭発表、論文等の学術発表をする場合、あるいは、専門誌や雑誌等に記事を公表する場合には、「労働安全衛生総合研究所リスクアセスメント等実施支援ツール／実施マニュアル」ならびに本ホームページのURLを参考文献として挙げてください。
5. 予告なく、本ツール／マニュアルの更新や修正を行うことがあります。
6. 御質問、御意見、あるいは御要望につきましては、研究所ホームページの お問い合せ より御連絡ください。

労働安全衛生総合研究所
リスクアセスメント等実施支援ツール／実施マニュアル

1.	リスクアセスメント等実施マニュアル [2017.1公開]	本文 (PDF)	ダウンロード (1.58MB)
		別冊資料編 (PDF)	ダウンロード (419KB)
		別冊事例編 (PDF)	ダウンロード (1.31MB)
		事例解説教材 (PPT)	ダウンロード (268KB)
2.	リーフレット「火災 爆発を防ぐためのリスクアセスメントを実施しましょう」(PDF) [2016.7公開]		ダウンロード (2.3MB)
3.	リスクアセスメント等実施支援ツール [2016.7公開]	本体 (Excel マクロ)	ダウンロード (187KB)
		使用方法 (PDF)	ダウンロード (369KB)
		参照表（技術資料の表5～表11）(Excel)	ダウンロード (32KB)
4.	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」(PDF) [2016.2公開]		ダウンロード (2.26MB)
1～4 一括ファイル (ZIP)			ダウンロード (8.37MB)
爆発火災データベース（第4次）の公開について			公開ページへ

労働安全衛生総合研究所 Copyright (C) 2016 National Institute of Occupational Safety and Health, Japan.

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

実施マニュアル

構成

本マニュアルの目的・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・2
本資料で用いられている用語の説明・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・2
1．事前準備・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4
1.1　リスクアセスメント等を実施するためのメンバー（指針の 4）・・・・・・・・・・・・・・・・4
1.2　リスクアセスメント等実施に必要となる情報（指針の 7）・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 5
1.3　リスクアセスメント等記録シート・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7
2．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・・・・・・・・・・・・・・・・・・11
2.1　概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・11
2.2　STEP 1　取り扱い物質及びプロセスに係る危険源の把握（指針の 6，8）・・・・・・・・・・・13
2.3　STEP 2　リスクアセスメント等の実施・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・19
①　引き金事象の特定とシナリオの同定（指針の 6，8）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・19
②　シナリオに対するリスクの見積りとリスク評価（指針の 9）・・・・・・・・・・・・・・・・23
③　シナリオに対するリスク低減措置の検討（追加のリスク低減措置の立案）（指針の 10，11）・・・27
④　①～③の繰り返しによるリスクアセスメント等の実施・・・・・・・・・・・・・・・・・・・29
2.4　STEP 3　リスク低減措置の決定（指針の 10）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・31

STEP 1 の質問票（表 4）に関する補足・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・15
プロセス災害防止のためのリスク低減措置―【種類】と【目的】―・・・・・・・・・・・・・・・・25

コラム①　燃焼の３要素・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・21
コラム②　燃焼の３要素が揃わなくても，プロセス災害は発生する！・・・・・・・・・・・・・・・22
コラム③　ALARP（As Low As Reasonably Practicable）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・26

別冊　資料編　質問票及びリスクアセスメント等実施時の参考情報

事例編　プロセス災害防止のためのリスクアセスメント等実施事例

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

本マニュアルの目的

本マニュアルは，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』（以下，「技術資料」）**に基づき，化学物質の火災・爆発などを防止するためのリスクアセスメント等を実施する上でのポイント（事前準備，進め方と検討方法，記録シートへの記載内容，情報の活用方法など）についてまとめたものです．

本マニュアルに従って，実施シートに記載していくことにより，一通りのリスクアセスメントを実施することができます．

※　本マニュアルで用いる図表番号は技術資料に示された番号に合わせています．また，表 4～表 11 は別冊　資料編　にまとめていますので，適宜，参照して下さい．

※　技術資料の第 5 章に示された事例プロセスに対するリスクアセスメント等の進め方の詳しい解説は別冊　事例編　にまとめていますので，こちらも参考にして下さい．

※　実施メンバー，情報の入手などについては，「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」も参考にしてください．

化学物質等による危険性又は有害性等の調査等に関する指針

（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）

URL: http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11200000-Roudoukijunkyoku/0000098257.pdf

※　本マニュアル中で「指針」と書かれているものはすべて上記のことを意味します．

技術資料で用いられている用語の説明

- 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り扱いを求めて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．化学品の安全な取り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に提供し，化学品の危険有害性や適切な取り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に伝達する．
- シナリオ（Hazard Scenario）：危険源からプロセス異常（中間事象）を経て，プロセス災害又は労働災害発生に至る一連の過程．
- ハザード（Hazard）：危害の潜在的な源（JIS）．
- プロセスプラント（Process Plant）：原料から製品を作る主要設備のことを意味する．化学プラントとも呼ばれる．本資料では，水処理設備などのユーティリティー設備やタンクヤードについてもリスクアセスメント等の対象とする．
- プロセス災害（Process Accident）：プロセスプラントにおいて，漏洩・火災・爆発・破裂などが発生すること．
- リスク（Risk）：危害の発生確率及び危害の度合いの組合せ（JIS）．
- リスクアセスメント（Risk Assessment）：リスク分析及びリスク評価からなる全てのプロセス（JIS）．潜在する危険を顕在化させる事象（引き金事象）を特定し，プロセス災害発生に至るシナリオを同定するとともに，リスクを分析し，評価すること．
- リスクアセスメント等（Risk Assessment and Risk Reduction）：生産開始前に実施するリスクアセスメント及びリスク低減措置の検討・実施のこと．プロセスプラントのリスクアセスメント等は，設備・装置の不具合やそれに対する作業・操作のミスなどを危険源として特定し，リスク見積り及びリスク評価を行い，リスク低減措置を検討・実施する．
- リスクレベル（Risk Level）：リスクの大きさ．技術資料では 3 段階（Ⅰ～Ⅲ）で示す．
- リスクマネジメント（Risk Management）：リスクアセスメントを実施し，その結果に基づくリスク低減戦略を実施すること．技術資料では生産開始前に実施するリスクマネジメントと生産開始後に実施するリスクマネジメントに分けている．
- リスクマネジメント情報（Risk Management Information）：リスクアセスメント等の実施に用いた情報（資料）やリスクアセスメント等の結果など，関係するすべての情報．
- リスク低減措置（Risk Reduction Measure）：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訓練によるリスクの低減策などの管理的対策を含む．保護方策，緩和措置ともいう．
- リスク低減方策（Risk Reduction Measure），保護方策（Protective Measure）：ハザードを除去するか，又はリスクを低減させるための手段又は行為（JIS）．
- リスク評価（Risk Evaluation）：許容可能なリスクの範囲に抑えられたかを判定するためのリスク分析に基づく手続（JIS）．
- リスク見積り（Risk Analysis）：利用可能な情報を体系的に用いてハザードを特定し，リスクを見積もること（JIS）．リスク分析ともいう．

- リスク分析（Risk Analysis）：入手可能な情報を体系的に用いてハザードを同定し，リスクを見積もること（JIS）.
- 化学プラント（Chemical Plant）：化学製品を生産する工場施設や装置の総称．石油や天然ガスなどの原料から化学物質を生産するプラントや設備を含む．プロセスプラントに含まれる.
- 化学設備（Chemical Facility）：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．技術資料で対象とするプロセスプラントに含まれる.
- 危害（Harm）：人への傷害若しくは健康障害，又は財産及び環境への損害（JIS）．技術資料では，「プロセス災害」のことを指す.
- 危険源（Hazard）：危害の潜在的な源（JIS）．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．ハザードと呼ばれることもある．技術資料では「危険源」という用語を用いる.
- 危険状態（Hazardous Situation）：人，財産又は環境が，一つ以上のハザードにさらされている状況（JIS）.
- 許容可能なリスク（Tolerable Risk）：現在の社会の価値観に基づいて，与えられた状況下で，受け入れられるリスクのレベル（JIS）.
- 残留リスク（Residual Risk）：リスク低減方策が講じられた後にも残っているリスク（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），やむを得ず残ってしまったリスク.
- 生産開始前（Development Stage）：リスクアセスメント等の実施を含む，プロセスの研究・開発，プロセスプラントの設計を行う段階.
- 生産開始後（Manufacturing Stage）：リスク低減措置が実装され，許容されるリスクレベルを満足していると判断された後，実際に生産を行う段階.
- 多重防護（Multiple Protection Measure）：プロセス災害防止を目的とした，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うち，複数の対策によるリスク低減戦略.
- 引き金事象（Trigger Event）：潜在する危険を顕在化させる事象.
- 労働災害（Industrial Accident）：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）．技術資料ではプロセス災害発生の影響としての労働災害は含めているが，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.

※　JIS と書かれたものはすべて JIS Z 8051(2015)より引用.

１．事前準備

リスクアセスメント等を実施する前に準備すべきもの（実施メンバー，準備資料，記録シート）について説明します.

1.1　リスクアセスメント等を実施するメンバー（指針の 4）

安全管理担当者が中心となり，リスクアセスメント等の実施を推進します. 以下に示すメンバーが集まり，それぞれの立場から検討を行うことが推奨されます.

- 統括安全衛生管理者，安全管理者，化学物質管理者など
- 職長，作業主任者，班長，ライン技術者（スタッフ）など
- 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知識を有する者
- 当該事業場の実際の作業や設備に精通している運転員や保全員など
- 労働安全衛生コンサルタントなど

---------- リスクアセスメント等実施メンバーに関するポイント ----------

安全管理担当者が進行役（ファシリテーター）となって，リスクアセスメント等の実施を推進しましょう.

リスクアセスメント等の実施を一部の担当者に任せてしまうと，知識の偏りなどにより，結果が偏ったり，重要な危険を見逃してしまう場合もあります. 様々な視点から検討を行うために，上記に示したメンバーが集まり，それぞれの立場から意見を述べる環境（雰囲気）を作ることが大事です.

※　メンバー選定については，「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（リスクアセスメント指針）」の「４．実施体制等について」も参考にして下さい.

※　専門的知識を有する者や運転員，保全員などは，一堂に会することが難しい場合もありますが，リスクアセスメント等の実施は一度ですべて終わらせることが目的ではなく，定期的に実施することが重要ですので，予め計画を立て，定期的に実施する環境を整えます.

1.2　リスクアセスメント等実施に必要となる情報（指針の 7）

（技術資料 p.11，3.1 節）

リスクアセスメント等を実施するメンバー全員が対象とする化学設備，プロセス，作業手順等に関する具体的な情報を共有するために，表 1 に示す資料などを入手しておきます.

表 1　リスクアセスメント等の実施に必要となる情報（関連資料）（※1）

種類	具体例	必要とする理由
物質の情報	□　安全データシート（SDS）（※2）	・取り扱う化学物質の特性（引火点，毒性など）GHS 分類を確認する.
プロセスの情報	□　反応条件 □　運転条件 □　物質の取扱量	・流量，温度，圧力，濃度などの正常なプロセス挙動，運転条件などを把握する.
機器の情報	□　機器・装置リスト（スペック条件を含む） □　機器図面	・対象内に存在する設備・装置などを確認し，それらの不具合要因を抽出する. ・設備・装置のつながりを確認し，異常伝播の構造を把握する. ・既存のリスク低減措置を確認する.
マニュアル関連図書類（※3）	□　運転手順書 □　作業標準 □　作業手順書（工程表） □　操作手順書 □　タイムチャート □　温度・圧力プロファイル	・作業方法・手順などの基本を確認し，それぞれに対する作業・操作ミスなどを抽出する.
図面類（※4）	□　プロセスフロー図 □　配管計装図 □　機械設備などのレイアウトなど，作業の周辺の環境に関する情報	・設備・機器のつながりを確認し，異常伝播の構造を把握する.
その他	□　類似事故事例 DB（※5） □　災害統計（データ） □　リスクアセスメント等の実施にあたり参考となる資料など	・過去に発生した類似のプロセス災害に関する情報を得る.

---------- 事前の資料収集に関するポイント----------

情報入手にあたっては，現場の実態を踏まえ，対象作業に応じて，定常的な作業に係る資料だけでなく，非定常作業に係る資料なども含めます.

表 1 に示した資料等はリスクアセスメント等を始める前に用意できることが望ましいですが，リスクアセスメント等を実施していく中で，補っていくことも可能です.

図面類は現場の実態と一致している（常に最新版となっていること）を確認します.

（以下，p.5 の表 1　※印の補足）

※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」の「7. 情報の入手等について」も参考にすることができます.

資料等の呼び方については各事業場により異なる場合や，一つの資料としてまとめている場合などがあるので，それぞれの内容を判断し，該当する資料を準備して下さい.

表 1 に示した資料等はリスクアセスメント等実施時だけでなく，通常の作業時にも確認することが重要ですので，整理し，いつでも利用できる環境にしておきます.

※2　一定の危険性・有害性を持つ取扱物質について「SDS を交付すること」及び「容器に GHS 表示をすること」は供給者の義務となっていますので，必ず確認します（無い場合には，購入先に提供を依頼しましょう）.

※3　マニュアル等が整備されていない場合でも，リスクアセスメント等実施者の間で情報を共有し，理解しておくために，簡単でもよいので普段行っている作業を順番に書き出します.

※4　図面類が整備されていない場合には，対象となる設備などを見ながら概略図を書くとともに，構成されている機器・装置などをリストアップします.

※5　例えば，次のようなデータベースを参考にすることができます.

1) 安衛研爆発・火災 DB：
http://www.jniosh.go.jp/publication/houkoku/houkoku_2013_03.html
2) 職場のあんぜんサイト：http://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/sai/saigai_index.html

1.3　リスクアセスメント等記録シート　（技術資料 p.12，3.2 節）

リスクアセスメント等を実施する際に使用する様式として，2 種類の記録シートがあります．各シートへの入力内容については 「2．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」 で説明します．

(1)　リスクアセスメント等実施シート（表 2）

引き金事象 発生から プロセス災害（漏洩・火災・爆発・破裂）発生に至る一つのシナリオについての検討結果を記録するためのシートで，シートの上から順番に検討・記述していくことにより，リスクアセスメントの検討結果を記録することができます．内容は次のとおりです．それぞれの記載内容は2．で示します．

- STEP 1 の質問票への回答結果
- STEP 2 のリスクアセスメント等実施結果
  - リスクアセスメント対象作業・操作，設備・装置とその目的
  - 引き金事象の特定とシナリオ同定結果
    - 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）
  - 既存のリスク低減措置の有無の確認結果
  - 既存のリスク低減措置の有効性を確認するためのリスク評価（その１）及び（その２）の結果
  - 追加のリスク低減措置の検討とリスク評価結果（その３）
  - 追加のリスク低減措置の実装可否の確認結果
  - リスク低減措置の機能を維持するために，現場作業者に把握しておいて欲しいこと
  - その他

リスクアセスメント等実施シート記載に関するポイント

リスクアセスメント等の実施結果は，後日，見直したり，現場作業者の教育等の参考にすることができるよう，できるだけ具体的に分かりやすく記載しておきます．

「実施日」「記録者」の欄には，リスクアセスメント等を行った日付と担当者（責任者）の名前を書いておきます．後日，見直し等により結果を修正した場合には，欄を追加し，再検討したことを明確にしておきます．（表 3 も同様）

※　労働安全衛生総合研究所のホームページ（下記 URL）では，表 2 及び表 3 の様式のエクセルシート（表 2 から表 3 への自動変換支援ツール付き）を提供しています．

リスクアセスメント等実施支援ツールについて

URL：http://www.jniosh.go.jp/publication/houkoku/houkoku_2016_01.html

表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（様式）

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	

STEP 1 で把握した危険源を記載

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）				
	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＞			●リスク低減措置実施(実装)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	
		○△×	○△×	Ⅰ Ⅱ 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	
		○△×	○△×	Ⅰ Ⅱ 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					**重** **頻** **リ**
		イ) ○○○　＜目的＞＜種類＞ ・追加リスク低減措置毎にリスクを見積り，評価する			
		ロ)			
		ハ)			
		ニ)			
③追加のリスク低減措置の実装可否		イ) ～ ニ)			
③リスク低減措置の機能を維持するための現場作業者への注意事項等		イ) ～ ニ)			
③その他，生産開始後の現場作業者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:			
備考					

解析対象とする工程の作業・操作，備・装置とその目的などを明記

引き金事象（初期事象）を想定

プロセス災害発生に至るシナリオを同定（引き金事象，ﾌﾟﾛｾｽ異常，ﾌﾟﾛｾｽ災害を区別）

既存のﾘｽｸ低減措置の有無確認（【種類】と【目的】を明記）

既存のリスク低減措置の有効性の確認（その 1，その 2）

追加のリスク低減措置の提案と有効性の確認（その 3）

追加のリスク低減措置の実装可否の確認

リスク低減措置の機能を維持するために現場作業者に伝えておくべき事項を記載

残留リスクの確認と対応を記載

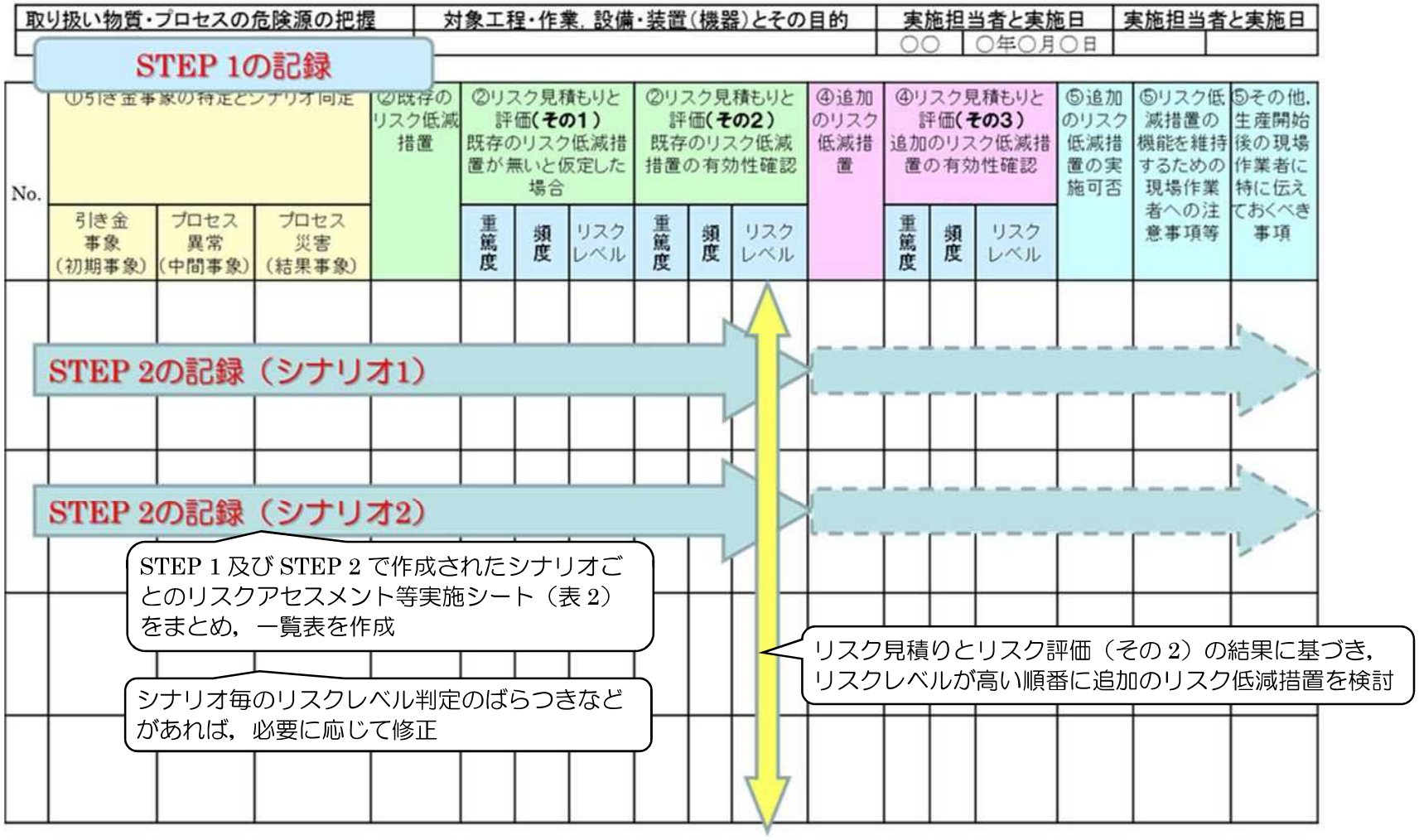
⑵ リスクアセスメント等実施結果シート（表 3）

シナリオ毎にまとめられたリスクアセスメント等実施シートを集めて一つの実施結果シート（一覧表）としてまとめます．様々なシナリオに対する検討結果全体を見渡すことで，各シナリオのリスクレベルを比較し，対応の優先度に従ったリスク低減措置の決定（実装）について検討することができます．

※　表 3 の実施結果シート（一覧表）は，従来の（例えば，中災防方式など）リスクアセスメント等の手法で用いられているシートを一部改良していますが，記載する事項は基本的に同じです．

※　表 3 に示す実施結果シートの内容（記載項目）は，表 2 の実施シートと同じであり，最初から表 3 のシートを用意し，検討結果を記入しても構いません．

表３　プロセス災害防止のためのリスクアセスメント等実施結果シート（様式）



2. 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

2.1 概要

（技術資料 p.9，第 3 章）

図 1 に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の概要を示します．リスクアセスメント等は 3 つの STEP により実施し，さらにその結果を基に，「リスク低減措置の実装」，及び「労働者に対する周知・教育」を行うことになります．

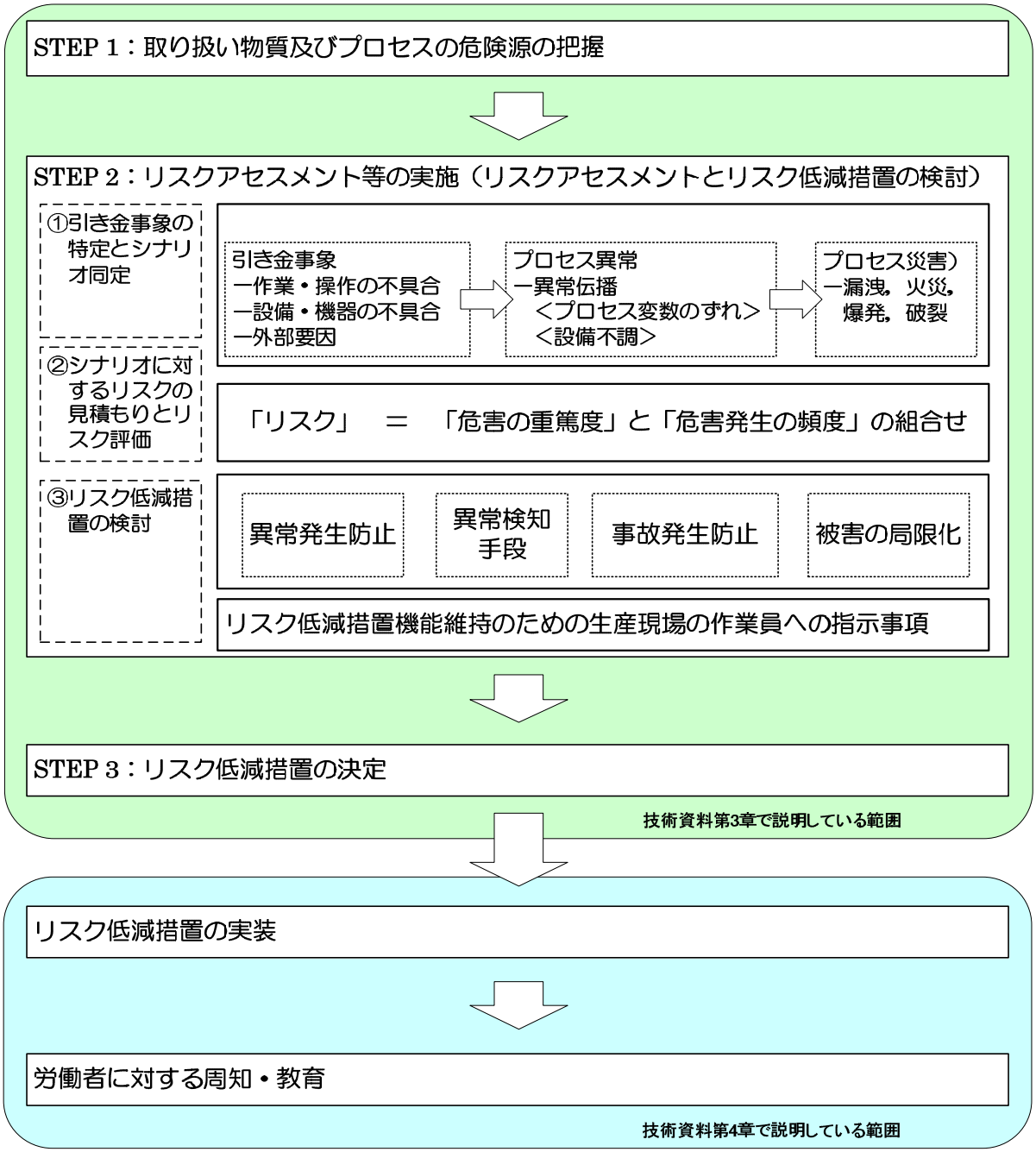


図 1　プロセス災害防止のためのリスクアセスメント等（STEP 1～STEP 3）実施，及びリスク低減措置の実装及び労働者への周知・教育までの流れ

STEP 1　取り扱い物質及びプロセスに関する 17 の質問に回答することで，事前に取り扱い物質及びプロセスに関する危険源となり得る事象を把握します．

リスクアセスメントの対象となる化学物質及びプロセスに関する質問に答えることで，以下のような危険源を事前に把握します．結果は表 2 に示すリスクアセスメント等実施シートに記載します．

- どのような危険性を有するか？
- どのようなプロセス災害を引き起こす可能性があるか？

STEP 2　STEP 1 の結果を参考に，リスクアセスメント等を実施する．

STEP 1 の結果を基に，以下の手順でリスクアセスメント等を実施し，検討過程及び結果は表 2 に示すリスクアセスメント等実施シートに記載します．

① 潜在する危険を顕在化させる **引き金事象** を特定するとともに，引き金事象から **プロセス災害発生** に至るシナリオを同定します．
② シナリオに対するリスクを見積り，許容可能なリスクレベルに到達しているかどうかを評価します．
③ リスクレベルが高い（許容レベルを超えている）シナリオに対して，追加のリスク低減措置を検討（立案）します．
④ ①～③を繰り返すことで，様々なシナリオを同定するとともに，リスクの見積り及びリスク評価を行い，必要なリスク低減措置を検討します．

※ 潜在する危険を顕在化させる事象を「引き金事象」と呼んでいます．

※ 漏洩・火災・爆発・破裂などをまとめて「プロセス災害」と呼んでいます．

STEP 3　リスク低減措置を決定する．

STEP 2 で作成されたシナリオ毎のリスクアセスメント等実施結果を表 3 に示すリスクアセスメント等実施結果シートにまとめ，実装するリスク低減措置を決定する．

① シナリオ毎の検討結果をリスクアセスメント等結果シートにまとめ，リスクレベルが高いシナリオから順番に，実装すべきリスク低減措置を検討します．
② 優先順位に従って，技術面・コスト面などを踏まえ，リスク低減措置を決定します．

リスクアセスメント等実施結果の活用

- リスク低減措置の実装：STEP 3 で決定した追加のリスク低減措置を実装するとともに，現場作業者に伝えておくべき情報などはマニュアルに記載するなどして，常にリスクの存在を意識するようにしてもらいます．
- 労働者に対する周知・教育：定期的に作業者への教育を実施します．

※ リスクアセスメントの結果を労働者に正しく伝えましょう．このことは，「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（リスクアセスメント指針）」の「11．リスクアセスメント結果等の労働者への周知等　ウ　リスクアセスメントの結果の周知」として義務化されていることへの対応となります．

2.2　STEP 1：取り扱い物質及びプロセスに係る危険源の把握（指針の 6，8）

（技術資料 p.15，3.3 節）

表 4（以下に簡略版を示す）に示す取り扱い物質及びプロセスに係る 17 の質問に対して「はい」または「いいえ」で回答する.

1	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

2	取り扱い物質及びプロセスに係る危険源の把握結果	3　**可燃性・引火性**，5　**可燃性粉じん**， 13　**高圧・繰り返し昇圧・降圧**，17　**高電圧／高電流**	質問票で「はい」に○が付いた項目

1　実施日と実施者を記載しておきます．再度見直し等を行った場合には，欄を追加して更新日も記載し，いつ，どこで実施されたかかを明確にしておきます.

2　対象プロセスプラントで取り扱っている化学物質そのものやプロセスでなされている化学反応，あるいは，反応を伴わない工程や環境に危険源があるかどうかを把握し，記載します.

表4（簡略版）　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（質問のみ）

	質問	どちらかに○
1	取り扱い物質は，危険性又は有害性等の調査（リスクアセスメント）を義務付けられているか？	はい　いいえ
2	取り扱い物質は，いずれかの GHS 分類が「分類対象外」「区分外」「タイプ G」以外のものか？	はい　いいえ
3	取り扱い物質は，可燃性，引火性か？	はい　いいえ
4	取り扱い物質は，爆発性に関わる原子団，あるいは自己反応性に関わる原子団を持っているか？	はい　いいえ
5	取り扱い物質は，可燃性（有機物，金属など）の粉体（可燃性粉じん）か？	はい　いいえ
6	取り扱い物質は，過酸化物を生成する物質か？	はい　いいえ
7	取り扱い物質は，重合反応を起こす物質か？	はい　いいえ
8	取り扱い物質は，液化ガスか？	はい　いいえ
9	取り扱い物質は，SDS が存在していないけれども，危険有害性が疑われるか？	はい　いいえ
10	対象とするプロセスプラントは，意図的に反応（副反応・競合反応なども含む）を起こしているか？	はい　いいえ
11	対象とするプロセスプラントは，何らかの物理的な操作の際に温度が上がるか？	はい　いいえ
12	対象とするプロセスプラントは，意図した物質の混合や，意図していない物質の混入により，以下のいずれかの可能性があるか？ (1)温度が上昇する (2)参考資料の表 A2 の GHS 分類のいずれかの危険源となる物質を生成する（質問 2.参照） (3)大量のガスを発生する (4)取り扱う物質の熱安定性が低下する	はい　いいえ
13	対象とするプロセスプラントは，常温・常圧ではない箇所（高温，低温，高圧，真空（低圧），繰り返し昇温・降温，昇圧・降圧）が存在するか？	はい　いいえ
14	対象とするプロセスプラントは，大量保管をしている箇所が存在するか？	はい　いいえ
15	対象とするプロセスプラントは，腐食が進みやすい箇所が存在するか？	はい　いいえ
16	対象とするプロセスプラントは，外界からの影響要因（雨水による外面腐食，紫外線による材料劣化など）が存在するか？	はい　いいえ
17	対象とするプロセスプラントは，高電圧／高電流の箇所が存在するか？	はい　いいえ

STEP 1 実施上のポイント

1 実施日と実施者（記載者）の記入

いつどこで誰により検討されたかを明確にしておきます．再度見直し等を行った場合には，欄を追加し，常に最新の情報となっていることを確認できるようにしておきます．

2 質問への回答

p.13 の表 4（簡略版）には質問のみ示していますが，別冊 資料編 表 4 には各質問の補足説明及び関連する事故事例をまとめていますので，参照して下さい．

※ 物質・プロセスなどに起因する火災・爆発等の災害発生の可能性を把握することができます．

※ STEP 1で実施する危険源の把握は，化学物質を取り扱う設備などにおける漏洩・火災・爆発・破裂などを防止することを目的としており，墜落・転倒，挟まれ・巻き込まれなどの労働災害防止や健康障害防止のためのリスクアセスメント等は別途実施する必要があります．

質問に回答する際には，以下の情報などを参考にします．

- **物質の情報，プロセスの情報，事故事例データベース（1.2 節参照）**
- **技術資料の参考資料（表 A1～表 A7）に示した用語の説明など**

※ 過去の事故事例などを調査する際には，全く同じ物質やプロセスについてのみ調査を行うのではなく，同様の物質又はプロセスを扱った化学設備やプラントにおける災害発生状況についても調査することが重要です．

※ 作業員の経験なども踏まえ，様々な視点から取り扱い物質及びプロセスに係る危険源を調査することが重要です．

回答が「はい」となった質問については，その物質又はプロセスが火災・爆発等発生の危険源となりうることを意味し，STEP 2 でリスクアセスメント等を実施する際に，特に着目すべき点となります．

※ 質問に対する回答がすべて「いいえ」となった場合でも，作業・操作の不具合や設備・装置の不具合が発生する場合も考えられ，より網羅的なリスクアセスメント等を実施することが望ましいです．

質問内容に該当するかどうか判断できない場合には，該当する（すなわち「はい」）とみなし，STEP 2 でリスクアセスメント等を実施する際に詳細な解析を行います．

※ 中間体，廃棄物，不純物等の混合による意図しない反応など，判断に迷うこともありますが，STEP 2のリスクアセスメント等実施時に，質問内容に対して詳細な検討を行うようにします．

※ 詳細な解析を行うためには，文献調査，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（技術資料の参考資料（表A8）を参照）などを実施する必要がありますが，必要に応じてSTEP 2以降で詳細に検討することとし，STEP 1では，各質問に対する回答を得るのに時間を掛けすぎないようにします．

STEP 1の質問票（表4）に関する補足

※　リスクアセスメントの実施義務となっている対象物質は，以下のサイトで公開されています．最新の情報を入手するようにしましょう．

http://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/gmsds640.html

※　化学物質などによる危険性又は有害性の情報源として，容器や包装に貼付されているラベルや提供されたSDSに記載されているGHS分類などを把握します．
ラベル等に表示されている危険有害性クラスと区分に応じた絵表示と注意書きは以下のとおりです．この危険有害性に関する情報などに即して危険性又は有害性を特定しましょう．

【炎】 	可燃性/引火性ガス 引火性液体 可燃性固体 自己反応性化学品 など	【円状の炎】 	支燃性/酸化性ガス 酸化性液体・固体	【爆弾の爆発】 	爆発物 自己反応性化学品 有機過酸化物
【腐食性】 	金属腐食性物質 皮膚腐食性 眼に対する重大な損傷性	【ガスボンベ】 	高圧ガス	【どくろ】 	急性毒性 （区分1～3）
【感嘆符】 	急性毒性（区分4） 皮膚刺激性（区分2） 眼刺激性（区分2A） 皮膚感作性 特定標的臓器毒性（区分3） など	【環境】 	水生環境有害性	【健康有害性】 	呼吸器感作性 生殖細胞変異原性 発がん性 生殖毒性 特定標的臓器毒性（区分1，2） 吸引性呼吸器有害性

※　SDSの記載項目には以下のものがあり，2，8，9，10，11に記載されている項目などは，危険有害性を検討する上で有用な情報です．例として，「職場のあんぜんサイト」に掲載されているアクリル酸のモデルSDSの該当箇所を併せて以下に示します．

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	取り扱いおよび保管上の注意	15	適用法令（安衛法，化管法，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

SDSの記載例（アクリル酸　モデルSDS）

安全データシート

アクリル酸

作成日 2008年10月06日

改訂日 2015年3月31日

2. 危険有害性の要約

GHS分類

分類実施日	H25.8.22、政府向けGHS分類ガイダンス（H25.7版）を使用 GHS改訂4版を使用	
物理化学的危険性	引火性液体	区分3
	自己反応性化学品	タイプG
健康に対する有害性	急性毒性（経口）	区分4
	急性毒性（経皮）	区分3
	急性毒性（吸入：蒸気）	区分3
	急性毒性（吸入：粉塵、ミスト）	区分4
	皮膚腐食性及び刺激性	区分1A
	眼に対する重篤な損傷性又は眼刺激性	区分1
	特定標的臓器毒性（単回ばく露）	区分1（呼吸器、腎臓）、区分2（肝臓）
	特定標的臓器毒性（反復ばく露）	区分1（呼吸器）
分類実施日	環境に対する有害性はH18.3.31、GHS分類マニュアル（H18.2.10 版）を使用	
環境に対する有害性	水生環境有害性（急性）	区分1

注） 上記のGHS分類で区分の記載がない危険有害性項目については、政府向けガイダンス文書で規定された「分類対象外」、「区分外」または「分類できない」に該当する。なお、健康有害性については後述の１１項に、「分類対象外」、「区分外」または「分類できない」の記述がある。

8. ばく露防止及び保護措置

管理濃度	未設定
許容濃度	
日本産衛学会（2014年度版）	未設定
ACGIH（2014年版）	TLV-TWA 2ppm
設備対策	防爆の電気・換気・照明機器を使用すること。 静電気放電に対する予防措置を講ずること。 この物質を貯蔵ないし取扱う作業場には洗眼器と安全シャワーを設置すること。 完全密閉系及び完全密閉装置でのみ取り扱うこと。 気中濃度を推奨された管理濃度・許容濃度以下に保つために、工程の密閉化、局所排気、その他の設備対策を使用する。 高熱工程でミストが発生するときは、空気汚染物質を管理濃度・許容濃度以下に保つために換気装置を設置する。

SDSの記載例（アクリル酸　モデルSDS）（続き）

9. 物理的及び化学的性質

物理的状態	
形状	液体： ICSC(1999)
色	無色： ICSC(1999)
臭い	特徴的な臭気
臭いのしきい(閾)値	情報なし
pH	情報なし
融点・凝固点	14℃(融点):ICSC(2014)　　12.5℃:HSDB(2014)
沸点、初留点及び沸騰範囲	141℃(沸点)
引火点	54℃(密閉式):ICSC(2014)
蒸発速度(酢酸ブチル＝1)	情報なし
燃焼性(固体、気体)	該当しない
燃焼又は爆発範囲	下限 2.4vol%　上限 8vol%： NFPA(13th,2002)
蒸気圧	3.97mmHg(25℃)［換算値 529Pa(25℃)］ :HSDB(2005)
蒸気密度	2.48(空気=1):計算値
比重(相対密度)	1.0511(20℃/4℃)： HSDB(2005)
溶解度	水:混和する 1kg/L(25℃):HSDB(2005) 有機溶媒： アセトンに>10%溶解； ベンゼンに溶解； クロロホルムと混和:HSDB(2005)
n-オクタノール／水分配係数	logKow=0.35(測定値)： SRC:KowWin(2005)
自然発火温度	360℃:ICSC(2014)、438℃:HSDB(2014)
分解温度	情報なし
粘度(粘性率)	1.25mPa・s(20℃)(粘性率)： IUCLID(2000)

10. 安定性及び反応性

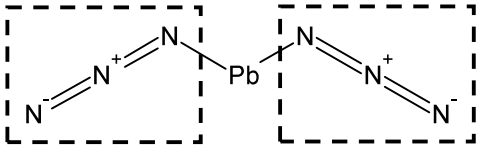
反応性	情報なし
化学的安定性	酸素濃度が低いと抑制剤の効果が減じられ危険な重合状態になることがある。
危険有害反応可能性	加熱あるいは光、酸素、過酸化物のような酸化剤他活性剤(酸、鉄塩)の影響下で容易に重合し、火災又は爆発の危険を伴う。強塩基やアミンと激しく反応する。
避けるべき条件	加熱あるいは光、酸素。
混触危険物質	酸化剤、強塩基、アミン類、鉄塩。 銅、ニッケル、鉄等の金属を侵すので接触を避ける。
危険有害な分解生成物	燃焼した時、有害ガス(一酸化炭素、二酸化炭素)を発生する。 火災時に刺激性もしくは有毒なヒュームやガスを放出する。

11. 有害性情報

急性毒性	
経口	ラットの経口LD50値として、33.5-3,200 mg/kgの範囲で複数の報告（環境省リスク評価第10巻 (2012)、PATTY (6th, 2012)、NITE初期リスク評価書 (2008)、EU-RAR (2003)、ACGIH (7th, 2001)、EHC 191 (1997)、IARC 19 (1979)、ECETOC JACC (1995)) がある。分類ガイ

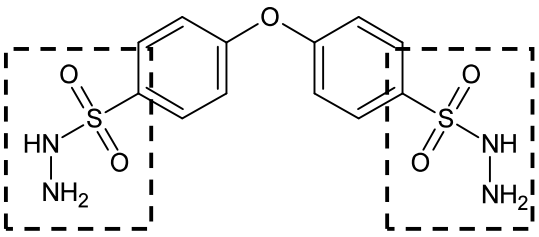
以下省略

※　「原子団」とは，化学物質が有している化学構造の一部の構造のことを指します．
例えば，アジ化鉛（名称等を通知すべき危険物および有害物）の化学構造式は以下のように表されます．



この化学構造式を見ると，四角で囲った部分で窒素原子が隣接して結合しています．これは，技術資料の「表A3　爆発性に関わる原子団の例」の中の「隣接した窒素原子」に該当し，爆発性に関わる原子団を持つ化学物質であることがわかります．ちなみに，本化学物質は，GHS分類で火薬類の中の不安定火薬類に分類されています（「職場のあんぜんサイト」モデルSDS参照）．

また，4,4'-オキシビスベンゼンスルホニルヒドラジド（名称等を通知すべき危険物および有害物）の化学構造式は以下のように表されます．



この化学構造式を見ると，スルホニルヒドラジド基の結合が四角で囲った部分に見られます．これは，技術資料の「表A4　自己反応性に関わる原子団の例」の中の「S＝O」に該当し，自己反応性に関わる原子団を持つ化学物質であることがわかります．ちなみに，本化学物質はGHS分類で，自己反応性化学品の中のタイプDに分類されています（「職場のあんぜんサイト」モデルSDS参照）．

2.3　STEP 2：リスクアセスメント等の実施

①　引き金事象の特定とシナリオの同定（指針の 6，8）　（技術資料 p.21，3.4 節）

（ⅰ）作業・操作に関する不具合，（ⅱ）設備・装置に関する不具合，及び（ⅲ）外部要因を引き金事象（初期事象）として想定する．

STEP 2　リスクアセスメント等の実施

1	作業・操作，設備・装置とその目的		（操作）2．操作（仕込み・混合・払い出し）：空気ラインを閉（V109）とする． （目的）ライン内を不活性雰囲気にし，粉じん爆発を防ぐ．	
①引き金事象特定とシナリオ同定	2	引き金事象（初期事象）	V109 を誤って開とする．	
	3	プロセス異常（中間事象）		
	4	プロセス災害（結果事象）		

1　リスクアセスメント等の対象とする工程の作業・操作，設備・装置とその目的を記入する．

2　潜在する危険を顕在化させる事象として，次の３種類を特定する．

（ⅰ）作業・操作に関する不具合の特定方法（資料編　表 5 参照）

作業工程表や操作手順書などに記載されている作業・操作の一つ一つに対して，資料編　表 5 に示したパラメータを適用することで，不具合を想定する．

（例）「バルブ A を開く」という作業を対象とした場合

- 作業・操作の順番（作業・操作を実行しない）　→　「バルブ A を開かない（閉じたまま）」
- 作業・操作の時期（作業・操作の実行が早過ぎる）→「バルブ A を開くタイミングが早過ぎる」

（ⅱ）設備・装置に関する不具合の特定方法（資料編　表 6 参照）

設備の図面や配管計装図などを参考にして，どのような設備・装置が存在するかを把握し，設備・装置毎に考えられる不具合（故障や閉塞，漏れなど）を想定する．

（例）

- 調節弁の故障閉（流量無し，圧力増加，液レベル高など）
- ポンプの故障停止（流れ無しなど）
- 配管の閉塞（流れ無し，圧力増加など）　※　括弧内は引き金事象より引き起こされるプロセス異常（中間事象）の例

（ⅲ）外部要因の特定方法（資料編　表 7 参照）

（ⅰ）（ⅱ）以外で，対象とする設備などに影響を与える要因（外部要因）を想定する．

（例）

- 停電，大規模な自然災害（地震・津波など），近隣の事故（火災の延焼，停電など）

STEP 2 ①実施上のポイント

1　作業・操作，設備・装置とその目的の記入について

危険な状況・状態を想定するためには，正しい作業・操作，望ましい設備・装置の状態を把握しておく必要があります．このため，対象とする工程の作業・操作，設備・装置とその目的を明確に記しておきます．

2　引き金事象の特定について

リスクアセスメント等では，潜在する危険を顕在化させる事象（引き金事象）を網羅的に特定し，災害発生の可能性について検討することが重要であり，すべての作業・操作，設備・装置に関する不具合を特定する必要があります．

※　詳細な運転手順書などを参考にする場合には，特定される不具合の数が膨大となります．この場合，作業・操作の目的（作業意図，運転意図など）を明確にすることで，いくつかの作業・操作にひとまとめにし，そのまとめた作業・操作の目的が達成できなくなるような不具合を特定します．さらに，ひとまとめにした作業内で操作の順番などを気にする必要がある場合には，詳細に分割して検討します．

※　設備・装置の不具合は内容物の漏洩を引き起こし，結果として，火災・爆発に至る場合があります．また，漏洩場所に作業者が滞在する場合には，労働災害につながります．

※　外部要因の多くは（ⅰ）作業・操作の不具合または（ⅱ）設備・装置の不具合につながり，それぞれの検討結果と同様の結果につながることを記しておきます．この時，（ⅰ）（ⅱ）の要因はいくつも同時に発生する場合もありますが，リスクアセスメントでは，一つずつ検討します．

必ずしも一度にすべての引き金事象を特定し，リスク低減措置を検討する必要はありません．リスクアセスメント等実施対象範囲を絞り込み，何回かに分けて継続的に実施することが重要です．

※　一般に，事故に繋がりそうな作業・操作，設備・機器のみを選択しがちですが，まず最初に，過去に経験した故障・誤操作と同種の故障・誤操作，及び 資料編 表5～表7に示した不具合の例などを参考に，引き金事象を特定します．さらに隠れた引き金事象を見つけるため，一つ一つの作業・操作または設備・機器について，不具合を想定します．

※　特定したすべての引き金事象発生がプロセス災害発生に至るとは限りません．この場合でも，なぜ操作の不具合などが火災・爆発などの災害に至らないのか？という理由を把握しておくことが重要です．

（続き）

特定された引き金事象発生からプロセス災害発生に至るシナリオを同定する.

STEP 2　リスクアセスメント等の実施

1	作業・操作，設備・装置とその目的		(操作)2. 操作(仕込み・混合・払い出し):空気ラインを閉(V109)とする. (目的)ライン内を不活性雰囲気にし，粉じん爆発を防ぐ.	
①引き金事象特定とシナリオ同定	2	引き金事象(初期事象)	V109 を誤って開とする.	
	3	プロセス異常(中間事象)	V109 が全閉となっていない場合，常に T100 内に空気が流入し続け，その後，「③窒素置換」で窒素置換が不十分となり，T100 内の酸素濃度が限界酸素濃度(LOC)を上回って残存する可能性がある. その後，「⑤払い出し」の際に，空気が T100 内で粉体を舞い上げながら(粉じん雲を形成しながら)大量に混入し，T100 から払い出される. その際に攪拌により帯電していた粉体に静電気放電により着火する可能性がある.	
	4	プロセス災害(結果事象)	T100 内で粉じん爆発が発生する可能性がある.	

3　4　引き金事象からプロセス災害発生に至る過程をシナリオとしてまとめる.

特定された引き金事象（初期事象）により起こるプロセス異常（流量，温度，圧力などのずれや，設備装置の異常状態：中間事象）からプロセス災害（結果事象）に至るシナリオを同定し，実施シートに記載します.

※　資料編　表8(a)にプロセス災害の例，資料編　表8(b)にその他の被害の例を載せていますので，参考にします.

※　流量，温度，圧力などのずれや設備の不調などをまとめて「プロセス異常（中間事象）」と呼んでいます.

コラム①：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』**のうち，どれか一つでも欠ければ，燃焼は起こりません. 燃焼の未然防止のためにはこの 3 要素の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です.

『着火源』としては，火気，火花，静電気，摩擦熱などが候補となります.

STEP 2 ①実施上のポイント（続き）

3 4 シナリオの同定について

表 1 に示した資料や，STEP 1 の質問票の中で「はい」と回答された質問の右欄に示された説明と事故事例などを参考に，シナリオを検討します．

※　リスク低減措置の検討を容易にするために「引き金事象」「プロセス異常」「プロセス災害」の 3 つを区別して実施シートに記載します．

シナリオ同定の目的はプロセス災害を発生させ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ります．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にし，できる限り，網羅的に検討します．

※　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大事です．

プロセス災害発生に至るシナリオを検討する際には，図 2 に示した燃焼の 3 要素の有無を念頭に入れると，検討しやすくなります（p.21，コラム①参照）．

※　燃焼の 3 要素が揃わなくても，漏洩・火災・爆発・破裂などの災害が発生することもあります（p.22，コラム②参照）．

シナリオを同定する際には，既存のリスク低減措置は設置されていないものとして検討します．このことは，そのリスク低減措置の有効性を確認することにつながります．

※　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，プロセス災害に至るシナリオとして抽出されない場合があります．このことは，「リスク低減措置が機能しなかったために，プロセス災害発生に至った」という災害発生のシナリオを見逃すことにつながります．

シナリオは，後から見直す際にも理解できるように，引き金事象からプロセス災害に至る状況をできるだけ詳しく記載しておきます．箇条書きで記載しておいてもよいです．

コラム②：燃焼の３要素が揃わなくても，プロセス災害は発生する！

プロセス災害発生に至るシナリオを同定する際には，コラム①で示した燃焼の３要素以外に，以下のことに注意する必要があります．

- 「爆発性の物」がある場合，酸素供給源がなくても爆発する恐れがある．
- 「発火性の物」がある場合，通常の環境に置いただけでも自然発火する恐れがある．また，反応できるものと接触すると爆発的な反応を起こす恐れがある．
- 「酸化性の物」がある場合，空気がなくとも酸素供給源があることとなり，燃焼の３要素が満たされる恐れがある．
- 大量のガスが意図せず発生した場合，容器などが破損する恐れがある．それは内容物の漏洩につながる．中に可燃性物質がある場合は，火災爆発につながる恐れがある．大量のガスは自己反応性物質の分解，混触危険性がある物質同士の接触などにより発生する可能性がある．
- 意図しない反応などによって急激に温度が上昇することで，物質自体や周りの雰囲気が膨張して容器などが破損する恐れがある．また，過圧状態になった容器が破損した際に突発的に内容物が沸騰し，爆発的な現象となる可能性がある．

② シナリオに対するリスクの見積りとリスク評価（指針の 9）

（技術資料 p.29，3.4 節）

①で同定したシナリオに対して，既存のリスク低減措置の有無を確認するとともに，リスクの見積り及びリスク評価を行い，リスクレベルを決定する.

1	②既存のリスク低減措置の確認	・不活性雰囲気での混合操作(B-c)			●リスク低減措置実施(実装)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	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	
		×	△	Ⅲ	
3	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	
		×	△	Ⅲ	

1 引き金事象，プロセス異常（流量，温度，圧力などのずれや設備装置の異常状態），及びプロセス災害の発生を防ぐために既に設置されているリスク低減措置の有無を確認する．既存のリスク低減措置が存在する場合には，その内容と【種類（A）～（D)】（資料編 表 9 参照）及び【目的（a）～（d)】（資料編 表 10 参照）を記入する.

2 既存のリスク低減措置が設置されていない（機能しない）場合を想定して，資料編 表 11 に基づき，リスク見積りとリスク評価（**その 1**）を行う.

※ 資料編 表11に示すリスク見積りの基準は一例であり，事業場の実態に合わせて決めることができます.

3 リスク低減措置が存在し，機能するとした場合のリスク見積りとリスク評価（**その 2**）を行う．リスク低減措置が存在しない場合には，表 2 のリスクアセスメント等実施シートに「無」と記載する.

STEP 2 ②実施上のポイント

1 既存のリスク低減措置の確認

リスク低減措置の設計意図（役割，目的）を把握するために，その「種類」と「目的」を明記しておきます（p. 25 の補足説明を参照のこと）．

・リスク低減措置の「種類」は 資料編 表 9 に示す A)～D)のいずれに該当するか？

・リスク低減措置の「目的」は 資料編 表 10 に示す a)～d)のいずれに該当するか？

※ リスク低減措置の「目的」を明示することにより，そのリスク低減措置を実装し，機能を維持することの重要性をリスクアセスメントの実施者及び現場の作業者にも認識してもらいます．

※ 資料編 表 10 には多重防護の考え方で分類したリスク低減措置の例を掲載しています．

2 3 リスク見積りとリスク評価（その1）（その2）

リスク評価（その１）ではリスク低減措置が無い場合または機能しなかった場合を想定しているので，リスクを過小評価しないようにします．

※ リスク低減措置として，図面・書類上で記載されていても，実際には無効化されている場合もあるので，確認します．

※ リスク見積りの結果を基に，許容可能なリスクレベル（例：リスクレベルⅢとなるシナリオを無くす）となっているかどうかを確認します（リスク評価）．

リスクの見積りとリスク評価（その１，その２）では以下の点に注意します．

－ 危害の重篤度を下げることができるのは，A）本質安全対策を実施する場合のみである．

－ B）工学的対策，C）管理的対策を実施する場合，これらの対策は危害発生の頻度（可能性）を下げるのみであり，重篤度を下げることにはつながらない．

－ 作業者による作業・操作に対する信頼性やインターロックなどの工学的対策の信頼性についても考慮する．

－ 重篤度の見積りについては，最悪の状況（A)本質安全対策以外の全ての対策が失敗した場合）を想定する．

※ 重篤度は最悪の状況を想定（本質安全対策以外のすべてのリスク低減措置が機能しなかった場合も考慮）して見積ります．

※ どのように考えて○，△，×と判断したか（判断の根拠）を明確にしておくことが重要であり，必要に応じて備考欄に記載し，後から見直しする場合などにも把握できるようにしておきます．

リスク評価（その２）の結果より，既存のリスク低減措置がどのように機能しているか，リスクレベルを下げることに効果があるかどうかを確認し，リスクレベルを下げることができていない場合には，STEP 2③で，追加のリスク低減措置を検討します．

※ リスク低減措置を実装しても「危害の重篤度」，「危害発生の頻度」を下げる（×→△→○）ことができず，その結果，「リスクレベルが下がっていない」と判断される場合（Ⅲ→Ⅲなど）もありますが，効果があるリスク低減措置を実装している場合には，その機能を維持することにより相対的にリスクは下がっており，このことをシートの「備考欄」などに明記しておくことで，リスクアセスメント等実施の意義を示します．

※ p.23 に示すシートの例では，既存のリスク低減措置は同定したシナリオに対して効果がないことを示しています．

プロセス災害防止のためのリスク低減措置
―【種類】と【目的】―

プロセス災害防止のためのリスク低減措置は，優先順位と多重防護の観点から検討する必要があります．ここでは，リスク低減措置の設計意図（役割，目的）を明確にするために，次のとおり，リスク低減措置の【種類】を【目的】を区別し，【種類】と【目的】を組み合わせて標記することで，リスク低減措置の設計意図を明確にしておきます．

（1）リスク低減措置の【種類】について（資料編　表 9 参照）

厚生労働省の指針に示されたリスク低減措置検討・実施の優先順位に従った分類を【種類】と呼んでいます．

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

・リスク低減措置の【種類】を明示し，優先順位が高いものほど（A→B→C→D の順番）リスク低減措置の機能として信頼性が高いことをリスクアセスメントの実施者及び現場の作業員にも認識してもらいます．
・「保護具の着用」の主目的は労働災害防止であり，プロセス災害（火災・爆発など）防止には直接的には結び付かないので注意します．

（2）リスク低減措置の【目的】について（資料編　表 10 参照）

火災･爆発による災害を防止するためのリスク低減措置は以下に示す多重防護の考え方に従って検討しますが，この分類を【目的】と呼んでいます．

a)　異常発生防止対策：特定された引き金事象を除去する（異常発生を防ぐ）又は正常状態に戻す．

b)　異常発生検知手段：a)，c)，d)のリスク低減措置を実装し，機能させるために，プロセス内でどのような異常が発生しているかを検知するためのセンサー（温度，圧力，流量など）

c)　事故発生防止対策：同定されたシナリオにおけるプロセス異常発生（異常伝播）を防ぐ．

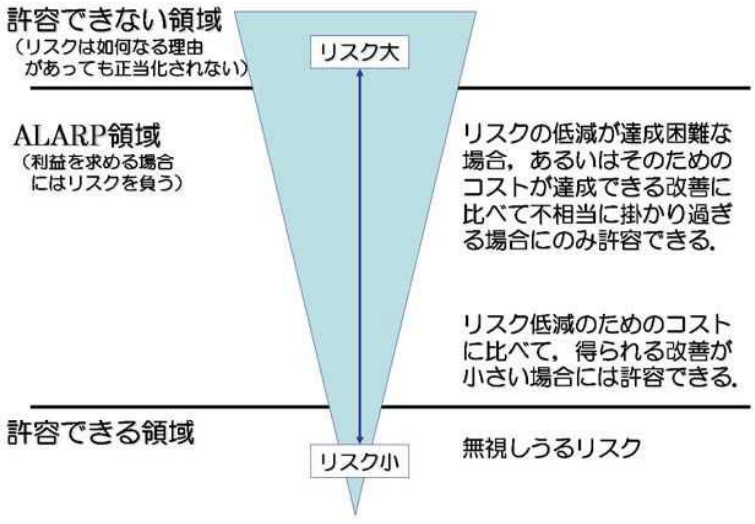
d)　被害の局限化対策：プロセス災害が発生した場合の被害をなるべく小さくする．

コラム③：ALARP（As Low As Reasonably Practicable）

イギリスの衛生安全庁（HSE）により提唱され考え方で，以下に概念図を示します．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ます．リスクには，受け入れ可能な領域，広く受け入れ可能な領域，その両者の間に ALARP の領域があります．

図中の「許容できない領域」にあると判断された施設はいかなる理由であれ正当化されず許可がされません．「許容できる領域」にある施設の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とされません．中間の ALARP 領域は“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”という原則があります．多くの化学産業における危険施設はこの 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ますが，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コストが，得られる社会的便益に比べて不相応に係る場合には許容されます．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，それに必要な費用とのバランスを考慮する必要もありますので，費用―便益分析が必要な領域ともなります．

以上のことは，事業場の都合ではなく，社会とのリスクコミュニケーションの結果，つまり，社会が受け入れられるリスクを社会に説明できることが重要となります．



ALARP の考え方

③　シナリオに対するリスク低減措置の検討（追加のリスク低減措置の立案）
（指針の 10，11）　（技術資料 p.34，3.4 節）

現状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を達成することができていなければ，次の手順により，追加のリスク低減措置を検討し，実施する.

			重	頻	リ
1	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）V109 にリミットスイッチを設置し，V109 の開閉状態を検知する．(B-b) アンサーバックを取得するインターロックシステムを構築する．(B-a)	×	○	II
		ロ）V109 のラインに流量計(ロータメーター)を設置し，V109 閉時の漏れを検知する．(B-b) 漏れ検知時にはバルブを交換するように手順を改定する．(C-a)	×	○	II
		ハ）既に T100 に設置されている槽内酸素濃度計 XI100 で測定されている酸素濃度を利用し(B-b)，撹拌機起動時の酸素濃度高警報により機能するインターロックを導入し，酸素濃度が高い場合には混合操作ができないようにする．(B-c)	×	○	II
		ニ）T100 に爆発放散口を設置し，粉じん爆発発生時に T100 などの破損を防止する．(B-d)	×	○	II
2	③追加のリスク低減措置の実装可否	イ～ニ）いずれのリスク低減措置もリスクレベルは低減し，既存のリスク低減措置などと干渉しあうこともないので，実装可能である．			
3	③リスク低減措置の機能を維持するための現場作業者への注意事項等	イ，ハ）インターロックについては，センサーや駆動部の外観点検を行う．また，○か月に 1 回の頻度でインターロックの動作確認を行う． ロ）V109 については，○か月に 1 回の頻度で V109 の漏れ試験を行う． ニ）爆発放散口については，日常の点検で目視により外観に異常がないか確認する．また，○か月に 1 回の頻度で損傷などがないことを確認する．			
4	③その他，生産開始後の現場作業者に特に伝えておくべき事項	残留リスクの有無の確認：　[有]・無 残留リスクへの対応方法：本作業において粉じん爆発の可能性があることと，実装されているリスク低減措置及びその実装理由をマニュアルなどに明示するとともに，定期的に作業者への教育を行う． 点検記録などのルール及び管理規則や記録を確認する．			
備考					

1　リスクレベルを下げるために追加すべきリスク低減措置を提案し，再度，リスクを見積り，評価する（**その 3**）.

2　提案された追加のリスク低減措置が実装可能かどうかを確認する.

3　既存及び追加リスク低減措置の機能を維持するための現場作業者への注意事項を記載する.

4　その他，リスクアセスメント等の結果について，生産開始後の現場作業者に特に伝えておくべき事項があれば，記入する.

※　p.29 の表 12 にこれまで述べてきたリスクアセスメント等の進め方に沿って実施し，記載した実施シート（記載例）を示します.

STEP 2 ③実施上のポイント

1 追加のリスク低減措置の検討とリスクの見積り及びリスク評価（その3）

火災・爆発などの発生防止対策として，a)異常発生防止 → c)事故発生防止 → d)被害の局限化の順番にリスク低減措置を検討します.

※ a)，c)，d)のリスク低減措置をバランス良く実装することが望ましいですが，目標とするリスクレベルを達成しているなら，必ずしも3種類のリスク低減措置すべてを実装する必要はありません.

※ 温度や圧力などの検知情報に基づいて動作するリスク低減措置については，b)の異常発生検知手段（センサーなど）をセットで検討します．このとき，有効な検知個所を選定することが重要です.

※ リスク低減措置を考慮したリスクの見積りでは，次の２点について注意が必要となります.

・本質安全対策を実施すれば，危害の重篤度を下げることができること.

・管理的対策は危害発生の頻度を大きく下げるものではないこと.

※ 指針の第10項⑵に示されていますが，考えられるリスク低減措置をすべて実施してもリスクレベルを下げることができない場合（例えば，リスクレベルはⅢのまま）もあります．この場合，多重防御の考えに従って対策を実施していれば，より低いリスクとなっているはずであり，合理的に認められる場合には，これを受け入れることができます（p.28，コラム③参照）.

※ 多重防護は，数多く設計することよりも，バランスよく組み込み，a)，c)，d)それぞれの対策の機能の信頼性を向上させることに意味があります.

2 追加のリスク低減措置の実装可否の確認

既存のリスク低減措置との兼ね合いやその他制限などを考慮し，提案されたリスク低減措置が実装可能かどうかを確認しておきます.

3 リスク低減措置の機能を維持するために現場作業者への注意事項等

リスクレベルの評価結果（数値）だけでなく，現場作業者がリスク低減措置の設計意図を理解し，対処事項や注意事項をできるだけ具体的に記載しておきます.

※ 例えば，リスク低減措置の機能を維持するために，次のような作業等が必要となります.

－ 本質安全対策となっている理由を理解し，その機能を維持するための方法など.

－ インターロック起動アラームの動作確認，防護壁の日常確認など.

－ マニュアルに記載した注意点やマニュアルを順守しなかった場合にどのような結果になるかなど.

－ 保護具着用の徹底についての作業前確認などの指示表示など.

※ 本質安全対策を実装している場合でも，設備や作業などの変更を行えば，その機能を損失させ，災害を引き起こす場合があるので，再度，リスクアセスメントを実施する必要があります.

※ 「追加のリスク低減措置が不要」と判断された場合にも，その理由などを記載し，関係者に知らせておく必要があります.

※ 現場の作業者への伝達事項は作業手順書などにも記載しておき，日々の生産活動の中で，確実に対応されるようにします．このとき，動作確認，日常確認などの作業は，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とすることができます.

（次頁に続く）

STEP 2 ③実施上のポイント

4 その他，現場作業者に特に伝えておくべき事項

残留リスク（例えば，リスクレベルがⅡ以下となるシナリオ）が存在する場合にも，プロセス災害発生の可能性があることを意識させるとともに，現場でどのように対応するかを決めておき，これを作業者に伝達することが重要となります．

※ その他，リスクアセスメント等の結果について，特に現場作業者に伝えておくべきことがあれば，記載しておきます．生産開始後の現場作業者は，教育，訓練などにより，これらを把握します．

※ 本マニュアルでは，「レベルⅢのシナリオを無くすこと」を目標として説明していますが，「レベルⅡ，Ⅰのシナリオについては対応しなくてもよい」という意味ではなく，これらのシナリオについても，レベルⅡのシナリオから順番にリスク低減措置の検討・実施をすることが望ましいです．

④ ①～③の繰り返しによるリスクアセスメント等の実施 （技術資料 p.34，3.4 節）

①～③を繰り返す．

様々な引き金事象を網羅的に特定し，プロセス災害発生に至るシナリオを同定する．それぞれのシナリオについて必要なリスク低減措置を検討する．

STEP 2 ④実施上のポイント

リスクアセスメント等実施では，できる限り網羅的に引き金事象を特定し，シナリオを検討する必要がありますが，一度にすべての対象について実施するのは難しい場合もあります．その都度，対象を絞り込むなどして，継続的にリスクアセスメント等を実施し（PDCA サイクルを回し），少しずつでもリスクを下げていくという姿勢が大事です．

表 12　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（記載例）

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

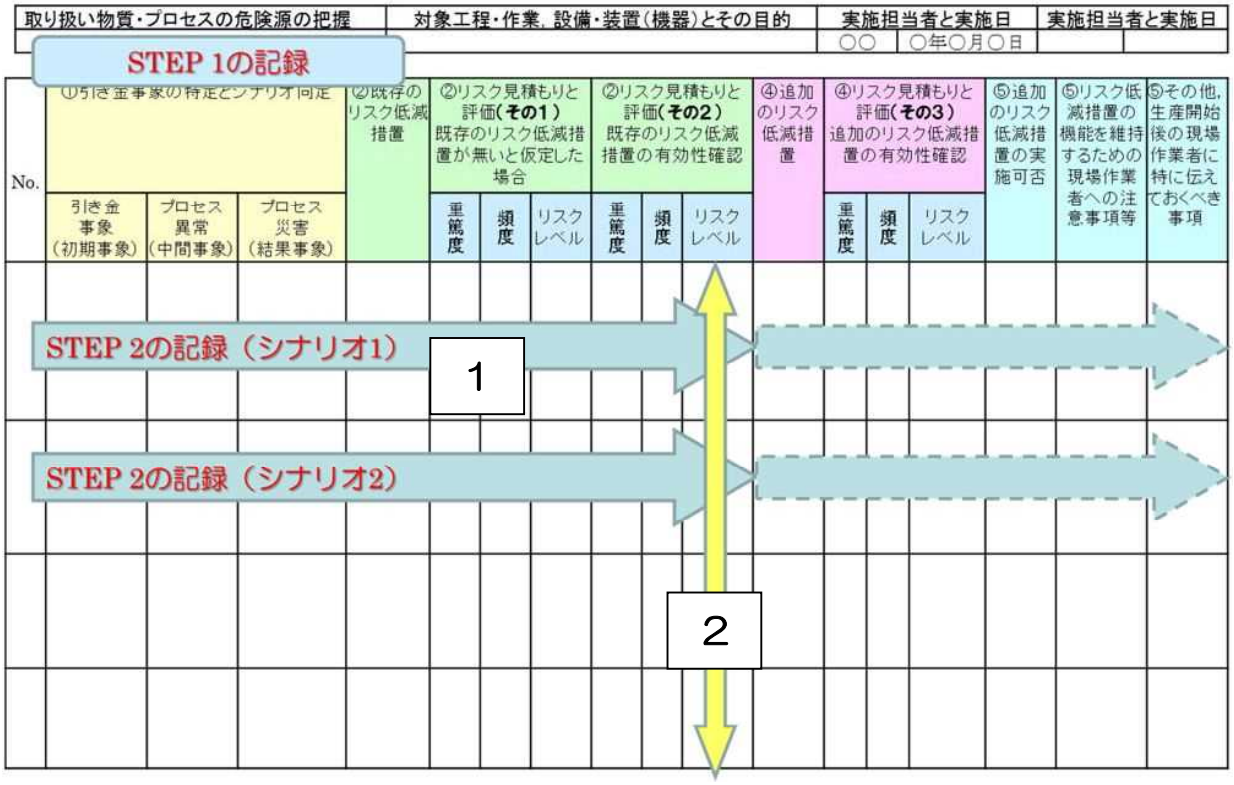
取り扱い物質及びプロセスに係る危険源の把握結果	**3　可燃性・引火性，5　可燃性粉じん， 13　高圧・繰り返し昇圧・降圧，17　高電圧／高電流**	質問票で「はい」に○が付いた項目

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		**（操作）2．操作（仕込み・混合・払い出し）：空気ラインを閉（V109）とする （目的）ライン内を不活性雰囲気にし，粉じん爆発を防ぐ．**					
①引き金事象の特定とシナリオ同定	引き金事象（初期事象）	**V109 を誤って開とする．**					
	プロセス異常（中間事象）	**V109 が全閉となっていない場合，常に T100 内に空気が流入し続ける． →「③窒素置換」で窒素置換が不十分となる． →T100 内の酸素濃度が限界酸素濃度（LOC）を上回って残存する． →「⑤払い出し」の際に，空気が T100 内で粉体を舞い上げながら（粉じん雲を形成しながら）大量に混入し，T100 から払い出される． →撹拌により帯電していた粉体に静電気放電により着火する．**					
	プロセス災害（結果事象）	**T100 内で粉じん爆発が発生する可能性がある．**					
②既存のリスク低減措置の確認		**・不活性雰囲気での混合操作（B-c）**					**●リスク低減措置実施（実装）の種類** A）本質安全対策 B）工学的対策 C）管理的対策性 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			
		×	△	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			
		×	△	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					重	頻	リ
		イ）　V109 にリミットスイッチを設置し，V109 の開閉状態を検知する．（B-b） アンサーバックを取得するインターロックシステムを構築する．（B-a）			×	○	Ⅱ
		ロ）　V109 のラインに流量計（ロータメーター）を設置し，V109 閉時の漏れを検知する．（B-b） 漏れ検知時にはバルブを交換するように手順を改定する．（C-a）			×	○	Ⅱ
		ハ）　既に T100 に設置されている槽内酸素濃度計 XI100 で測定されている酸素濃度を利用し（B-b），撹拌機起動時の酸素濃度高警報により機能するインターロックを導入し，酸素濃度が高い場合には混合操作ができないようにする．（B-c）			×	○	Ⅱ
		ニ）　T100 に爆発放散口を設置し，粉じん爆発発生時に T100 などの破損を防止する．（B-d）			×	○	Ⅱ
③追加のリスク低減措置の実装可否		**イ～ニ）　いずれのリスク低減措置もリスクレベルは低減し，既存のリスク低減措置などと干渉しあうこともないので，実装可能である．**					
③リスク低減措置の機能を維持するための現場作業者への注意事項等		**イ，ハ）　インターロックについては，センサーや駆動部の外観点検を行う．また，○か月に 1 回の頻度でインターロックの動作確認を行う． ロ）　V109 については，○か月に 1 回の頻度で V109 の漏れ試験を行う． ニ）　爆発放散口については，日常の点検で目視により外観に異常がないか確認する．また，○か月に 1 回の頻度で損傷などがないことを確認する．**					
③その他，生産開始後の現場作業者に特に伝えておくべき事項		残留リスクの有無の確認：　**有**　・　**無** 残留リスクへの対応方法：**本作業において粉じん爆発の可能性があることと，実装されているリスク低減措置及びその実装理由をマニュアルなどに明示するとともに，定期的に作業者への教育を行う． 点検記録などのルール及び管理規則や記録を確認する．**					
備考							

2.4　STEP 3：リスク低減措置の決定（指針の 10）　（技術資料 p.36，3.5 節）

STEP 2 で実施されたシナリオ毎の検討結果をリスクアセスメント等結果シートにまとめ，リスクレベルが高いシナリオから順番に，技術面・コスト面などを踏まえ，実装すべきリスク低減措置を決定します．



1　STEP 2 で作成されたシナリオ毎のリスクアセスメント等実施シート（表 2）を一つのリスクアセスメント等実施結果シート（表 3）にまとめる．

2　リスクレベルの高いシナリオから順番に技術面，コスト面などを総合的に判断し，リスク低減措置を決定する．

STEP 3 実施上のポイント

1 複数のシナリオを一つの表にまとめる

複数のシナリオについて実施シートが作成された場合，それぞれを横置きの一覧表にまとめることで，全体を見渡したリスク低減措置の検討を行うことができます.

※ STEP 2 で記入したリスクアセスメント等実施シートを一覧表にまとめ，リスクレベルが高いシナリオ（Ⅲ→Ⅱ→Ⅰ）から順番に対策を検討します.

※ 労働安全衛生総合研究所のホームページには，表 2 及び表 3 を作成するためのエクセルシート（支援ツール）を提供しています．以下の URL よりアクセスして下さい.

URL：http://www.jniosh.go.jp/publication/houkoku/houkoku_2016_01.html

シナリオ毎のリスクレベル判定のばらつきなどがあれば，必要に応じて修正します.

※ 担当者によりリスクの見積りにずれが生じる場合があります．シナリオ毎に，どのように考えてリスクを見積ったかを再確認し，リスクの評価基準を統一します.

2 実装するリスク低減措置の決定

複数のシナリオに対して同一のリスク低減措置が提案されている場合には，まとめて実装することができます.

※ 表 3 の様式には記載していませんが，最終的に実装したことを示す欄を設けて，実装した日等を記載しておくことが望ましいです.

※ 複数のシナリオを検討した場合，既存のリスク低減措置，あるいは同時に提案された複数のリスク低減措置がそれぞれ干渉しあい，効果を打ち消しあうことにならないか？なども確認します.

以上