

リアルタイムモニターを用いた 化学物質のリスクアセスメントガイドブック

はじめに

リアルタイムモニターは、測定方法や取り扱いが容易であり、測定法に関する専門知識不要、かつ繰り返し測定を行えるため、化学物質のリスクアセスメントやリスクマネジメントなど、様々な目的で活用することが可能です。

本ガイドブックでは、日本産業衛生学会「化学物質の個人ばく露測定のガイドライン」の考え方を大幅に取り入れた、「リアルタイムモニターを用いた化学物質のリスクアセスメント手法」（以下、「リスクアセスメント」という。）について説明するとともに、リスクアセスメントの基礎やリアルタイムモニターの活用事例について紹介しています。さらに参考資料として、リアルタイムモニターで測定可能な一定の危険性・有害性のある化学物質の一覧表なども収載しておりますので、適宜参考のうえリスクアセスメントの実施においてご活用ください。

【リアルタイムモニターの活用事例】（詳細は 3. リアルタイムモニターの活用事例を参照）

- ✓ 化学物質のリスクアセスメントの実施
- ✓ 化学物質の発生源の特定・見える化
- ✓ リスク低減効果の確認
- ✓ 動画と組み合わせた安全教育
- ✓ 化学防護手袋の透過の確認、適した素材の選定

また本ガイドブックでは、リスクアセスメントの円滑な実施と、リスクアセスメント結果の事業所間での情報共有、一括管理や指示の水平展開及び労働者への周知などに用いるリスクアセスメント実施支援シートについても紹介しております（当該シートは別途ダウンロード可能）。

なお、本ガイドブックにおいて、主に「リスクアセスメント」への活用方法を説明していますが、事業場内における様々な目的でのリアルタイムモニターの活用を制約するものではありません。また、作業環境測定士や労働衛生コンサルタント、インダストリアル・ハイジニストなどリアルタイムモニターの測定に習熟した人によるリスクアセスメントや、リスクアセスメント以外でのリアルタイムモニターの使用について制約するものではありません。

本ガイドブックを参考に、自主的なリスクアセスメントの円滑な実施に繋げて頂ければ幸いです。

本ガイドブックにおいて「リアルタイムモニター」とは、化学物質（ガス・蒸気状物質）を測定するものに限定し、直読式であり、軽量・小型で体に装着可能なものや、手に持って、あるいは肩に下げて測定ができる測定機器を対象とします。（例：VOC モニターなど）

目次

基礎編

はじめに.....	i
1. リスクアセスメントの基礎.....	2
1.1. リスクアセスメントとは.....	2
1.2. リスクアセスメント対象物質選定フロー.....	3
1.3. リスクアセスメントの実施時期.....	4
1.4. リスクアセスメントの実施体制.....	5
1.5. リスクアセスメントの進め方.....	6
1.6. リスクアセスメントの実施計画（戦略）の立て方と簡易測定法.....	13

実践編

2. リアルタイムモニターを用いたリスクアセスメント手法.....	17
2.1. 【STEP 1】対象物質の確認・ばく露限界値の調査.....	18
2.2. 【STEP 2】リスクアセスメント対象作業の選定.....	22
2.3. 【STEP 3】ばく露の有無と程度の検討.....	26
2.4. 【STEP 4】リアルタイムモニターを用いた測定の実施.....	28
2.5. 【STEP 5】測定結果の評価とリスクの判定.....	35
2.6. リスク低減措置の内容の検討.....	41
2.7. 定期的なリスクアセスメントの実施.....	42
3. リアルタイムモニターの活用事例.....	43
3.1. 化学物質のリスクアセスメントの実施.....	43
3.2. 化学物質の発生源の特定・見える化.....	44
3.3. リスク低減効果の確認.....	45
3.4. 動画と組み合わせた安全教育.....	46
3.5. 化学防護手袋の透過の確認、適した素材の選定.....	47
4. リスクアセスメント実施支援と労働者への周知.....	48
5. リアルタイムモニターを用いた測定のポイント.....	50
5.1. リアルタイムモニターの基礎.....	50

発展編

6. リアルタイムモニターを用いた混合物の評価	53
6.1. 混合物における評価の考え方	53
6.2. 評価に必要な情報の整理	54
6.3. リアルタイムモニターを用いた混合物のリスクアセスメント手法	55
6.4. 評価事例	63
用語集	68
リアルタイムモニターで測定可能な物質一覧	72
よくある質問	79
参考文献	80
おわりに	80

【更新履歷】

2020 年 3 月：初版

2021 年 3 月：発展編（リアルタイムモニターを用いた混合物の評価）を追加

本ガイドブックは、安衛法に基づく化学物質のリスクアセスメント（以下、リスクアセスメント）の概要をまとめた「基礎編」と、実際にリアルタイムモニターを用いたリスクアセスメントや作業場における利活用を進めるための「実践編」、そして簡易に混合物を評価する方法を記載した「発展編」、本ガイドブックの理解促進や役立つ情報を記載した「巻末資料」の4部構成となっています。

- リスクアセスメントの基礎から確認する方 ⇒ 基礎編からお読みください
- リスクアセスメントの全体像を再確認したい方
- 具体的なリアルタイムモニターを用いたリスクアセスメント手法や作業場における利活用方法を知りたい方 ⇒ 実践編からお読みください
- リアルタイムモニターを用いた混合物の評価方法を知りたい方 ⇒ 発展編からお読みください

リアルタイムモニターを用いた化学物質のリスクアセスメント (クイックスタートマニュアル)

本マニュアルでは、リアルタイムモニターを用いた化学物質のリスクアセスメントについて、短時間（1 時間未満）作業のリスクアセスメントを例として、リスクアセスメントを実施する際の手法・注意点等について解説します。

STEP 1 対象物質の確認・ばく露限界値の調査

取扱物質の安全データシート（SDS）やリアルタイムモニターの説明書等を参照して、以下の内容を確認しましょう。

チェックリスト

- ☐ SDSより危険有害性、ばく露限界値※¹等の情報は入手済か？
- ☐ ばく露基準値※²は設定済か？
- ☐ 取扱い物質がリアルタイムモニターで測定可能な物質か？



成分名	CAS番号	ばく露限界値※ ¹	測定可否
物質A	xxx-xx-x	日本産衛学会 許容濃度 20 ppm ACGIH TLV-TWA 20 ppm ACGIH TLV-STEL 60 ppm	○

リスク判定で用いるばく露の基準値（以降「ばく露基準値」という）を決定します。複数のばく露限界値の情報の中から、短時間の作業については、短時間のばく露限界値（TLV-STEL）60 ppmをばく露基準値とします。

※¹ ばく露限界値、TLV-TWA等の用語の意味については、ガイドブックp.56の用語集を参照。

※² ばく露基準値の設定方法はガイドブックp.20を参照。

STEP 2 リスクアセスメント対象作業の選定

作業内容の詳細を把握しましょう。

チェックリスト

- ☐ どの作業に対してリスクアセスメントを実施するか？
- ☐ リスクアセスメントを実施する作業の詳細はどんな内容か？
- ☐ 1日の化学物質へのばく露時間の合計が1時間を超えるか？



確認項目の例

- ✓ 作業の手順、工程、化学物質取扱い方法
- ✓ 時間（分/回）、頻度（回/日・週・月）
- ✓ 取扱い条件（温度、圧力、取扱量など）
- ✓ ばく露の懸念がある作業か
- ✓ ばく露の主な原因（発生源など）
- ✓ リスク低減措置導入状況（換気、保護具等）
- ✓ 定常作業か、または非定常作業か
- ✓ 過去の事故、苦情など

ヒント

ばく露時間が1時間を超える場合には、1日を通したリスクを評価が必要となります。

※詳細はガイドブックp.29を確認しましょう。

イラスト出典：厚生労働省「職場のあんぜんサイト 労働災害事例」

STEP 3 ばく露の有無と程度の検討

■ チェックリスト

☐ 取り扱い物質へのばく露はどの程度あるか？

臭気強い等がある場合には、まず容易にできるリスク低減措置などの対応を実施しましょう。

容易にできるリスク低減措置の例

- ✓ 開放されている発散源に蓋をする
- ✓ 簡単な仕切り板、カーテンなどを設ける
- ✓ 有機溶剤の容器（発生源）を局所排気装置の囲い式フード（ドラフトチャンバー）内に移す
- ✓ 作業位置を風上側に変更する
- ✓ 汚染した器具、ウエス、廃棄物等を片付ける

☐ リアルタイムモニターを用いた評価を実施する必要があるか？

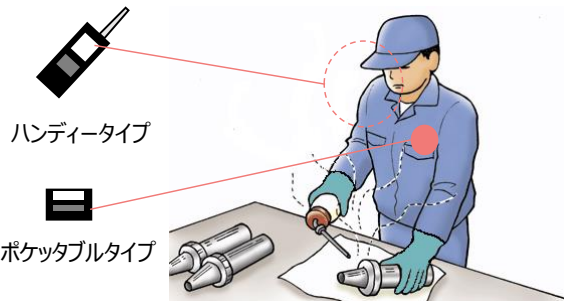
閉鎖系で化学物質を取扱う場合など、ばく露が十分に小さい場合などは、STEP4以降の評価は行わずリスクが小さいと判断できます。

① ヒント

リアルタイムモニターを用いて、ごく短時間の測定を行うことにより、「ばく露の程度が十分に小さいことの確認」や「思いもよらなかった所におけるばく露の発見」などのメリットがあります。

STEP 4 リアルタイムモニターを用いた測定の実施

メーカー等の指定に従って点検・校正されたリアルタイムモニターを用いて、作業者の作業者の呼吸域（口や鼻から20～30cm程度の位置）にリアルタイムモニターを配置して測定しましょう。



■ チェックリスト

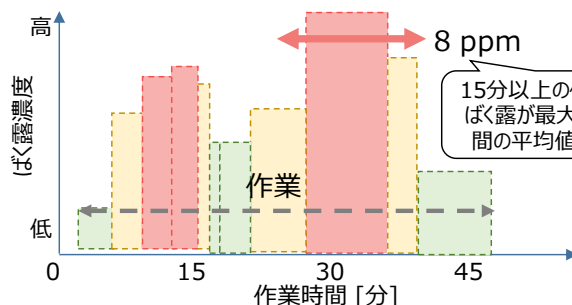
☐ リアルタイムモニターはメーカー等の指定に従って点検・校正されているか？

① ヒント

測定回数を増やすことで、STEP 5の安全係数の数値が小さくなります。
同じ作業を異なる日や、別の作業者など、複数測定を行うことで精度を高めましょう。
※詳細はガイドブックp.33を確認しましょう。

STEP 5 測定結果の評価とリスクの判定

短時間の作業では、作業における最大の濃度15分間の平均値を「測定値」とします。



① ヒント

リアルタイムモニターの濃度表示は、通常は校正ガス換算表示ですが、換算係数をかけることで目的の物質の濃度を求めることができます。
また機種によっては、あらかじめ登録してあるガスに読み替え、濃度表示を出る機能があります。
※詳細はガイドブックp.36を確認しましょう。

STEP 1で決定したばく露基準値 60ppmと測定値から、ばく露比（測定値とばく露基準値の比）を算出し、リスクを評価します。判定結果に基づき、リスク低減対策を検討しましょう。

$$[\text{ばく露比} (\%)] = [\text{測定値}] \times [\text{安全係数} \times (3)] \div [\text{ばく露基準値}] \times 100 (\%)$$

$$\text{ばく露比} = 8 \text{ ppm} \times 3 \div 60 \times 100 = 40 (\%) \text{ (管理区分} \times 2A \text{)}$$



※安全係数は測定回数によって異なります。安全係数や管理区分の詳細はガイドブックp.38～39を確認しましょう。

※具体的な計算方法の例はガイドブックp.40を確認しましょう。

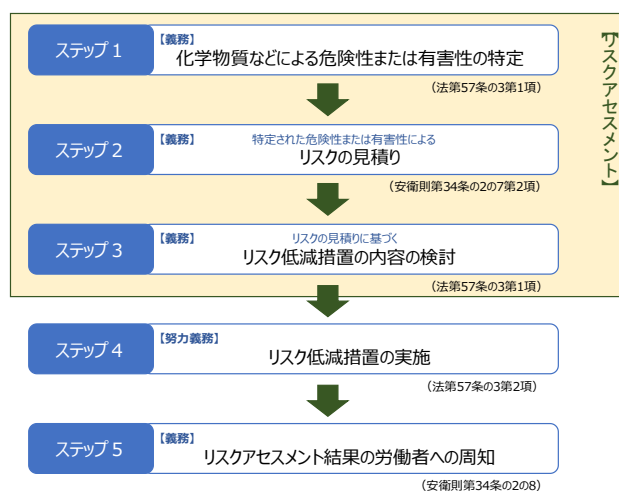
基礎編

1. リスクアセスメントの基礎

1.1. リスクアセスメントとは

リスクアセスメントとは、ある事象（望ましくない事象）が発生することについて、その発生可能性と、影響度（重篤度）を見積り、評価するものです。

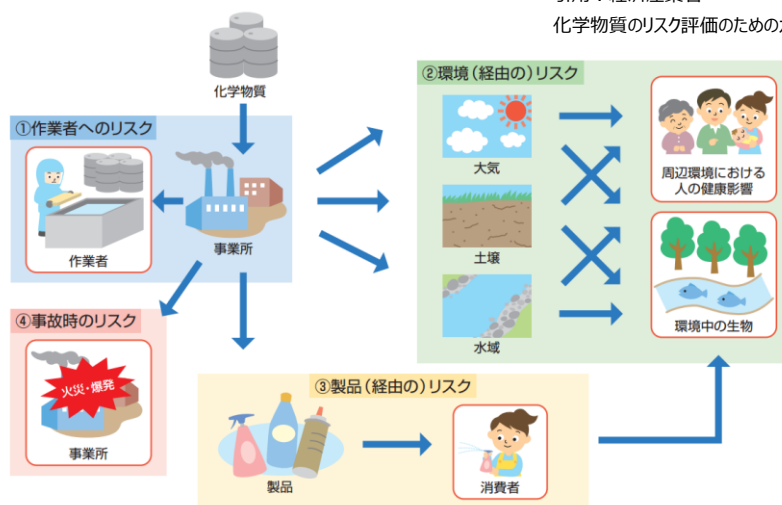
労働安全衛生法（安衛法）におけるリスクアセスメントは、以下のような手順で進めます。



このうち、ステップ1～ステップ3までがリスクアセスメントと定義されており、化学物質やその製剤の持つ危険性や有害性を特定し、それによる労働者への危険または健康障害を生じるおそれの程度を見積もり、リスクの低減対策を検討することをいいます。

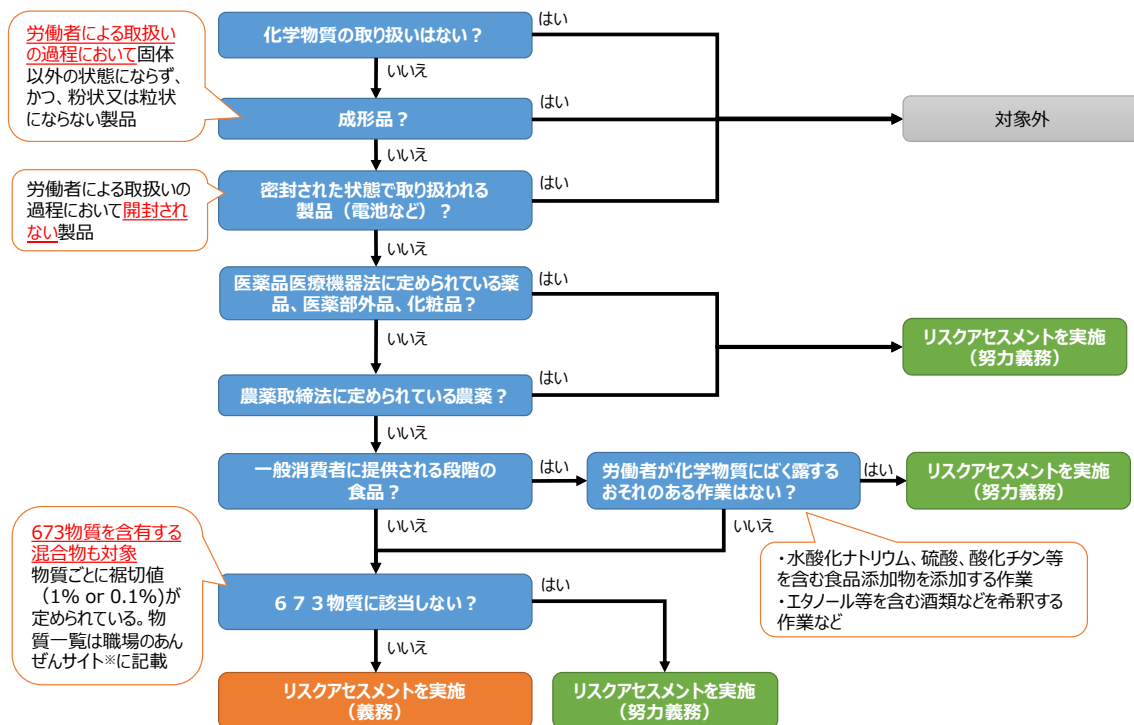
また、化学物質のリスクには下記のように環境へのリスクや製品を通じた消費者へのリスクなども挙げられていますが、労働安全衛生法では①作業員へのリスク（有害性）及び④事故時のリスク（危険性）が対象です。

引用：経済産業省
化学物質のリスク評価のためのガイドブック＜入門編＞



1.2. リスクアセスメント対象物質選定フロー

改正労働安全衛生法では、事業者の業種、規模にかかわらず表示・通知義務対象物質（673 物質※）を製造するだけでなく、取り扱うすべての事業者が対象となります。ここでは、事業場で取り扱う化学物質が、労働安全衛生法に基づくリスクアセスメントの対象かどうかを判定するフローを下記のとおりまとめました。



※厚生労働省 職場のあんぜんサイト http://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen_pg/GHS_MSD_FND.aspx

しかしながら、上記フローでリスクアセスメント実施対象外となった場合であっても、新たな危険有害性の判明や、設備等の老朽化によるばく露の可能性が上昇するなど、思わぬリスクが顕在化する可能性があります。そのため、表示・通知義務対象物質（673 物質※）以外の物質であっても、リスクアセスメントの実施が望まれます。

※ 対象は SDS（Safety Data Sheet：安全データシート）の交付が義務付けられている安衛法施行令別表第 9 に定める 673 物質です。

1.3. リスクアセスメントの実施時期

リスクアセスメントは、改正労働安全衛生法の施行日（平成 28 年 6 月 1 日）以降、下記に該当する場合に実施してください。

【法律上の実施義務】

1. 対象物を原材料などとして新規に採用したり、変更したりするとき
2. 対象物を製造し、または取り扱う業務の作業の方法や作業手順を新規に採用したり変更したりするとき
3. 前の 2 つに掲げるもののほか、対象物による危険性または有害性などについて変化が生じたり、生じるおそれがあったりするとき（新たな危険有害性の情報が、SDS などにより提供された場合など）

【指針による努力義務】

1. 労働災害発生時（過去のリスクアセスメントに問題があるとき）
2. 過去のリスクアセスメント実施以降、機械設備などの経年劣化、労働者の知識経験などリスクの状況に変化があったとき
3. 過去にリスクアセスメントを実施したことがないとき（施行日前から取り扱っている物質を、施行日前と同様の作業方法で取り扱う場合で、過去にリスクアセスメントを実施したことがない、または実施結果が確認できない場合）

つまり、改正労働安全衛生法施行日以降の新規採用・変更はリスクアセスメントの実施が義務となりますが、これまで使用してきている化学物質等については計画的に順次行うようにします。

1.4. リスクアセスメントの実施体制

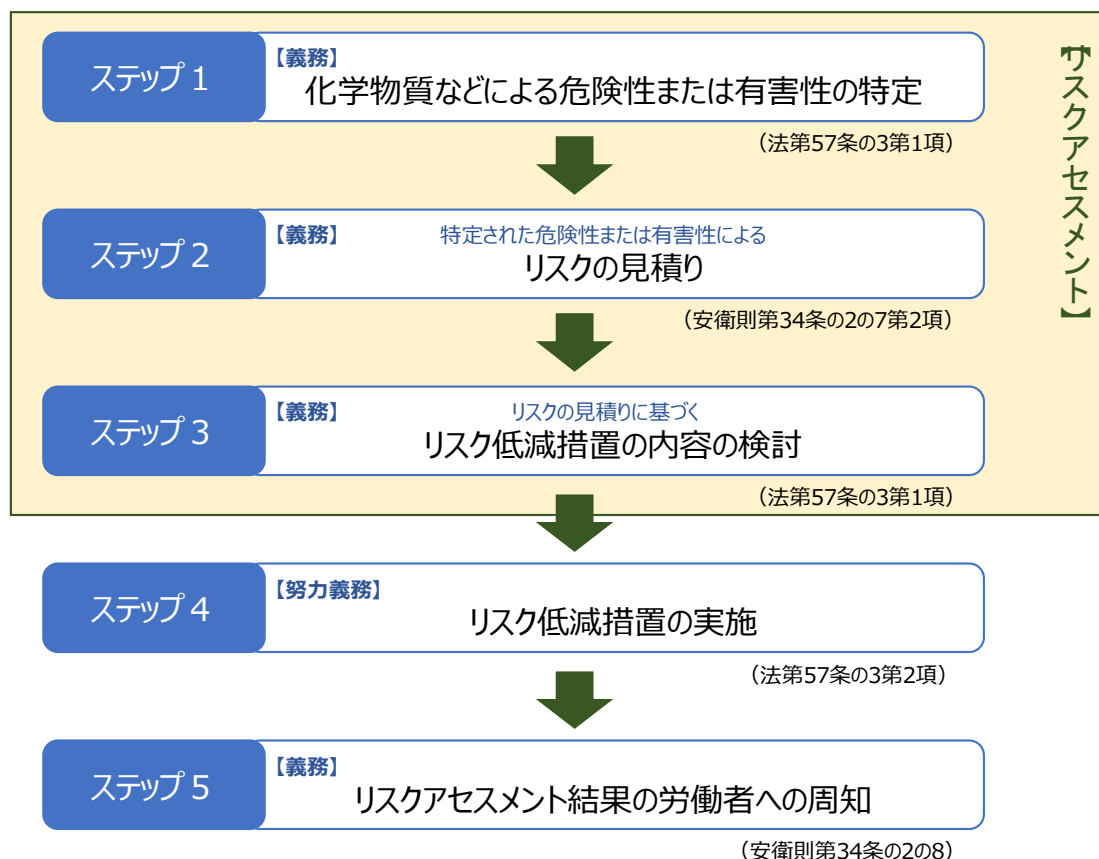
リスクアセスメントを実施するにあたり、事業所内に安全衛生委員会などを設置して実際に化学物質を業務で取り扱う労働者を参画させるなどの実施体制を整えることで、より業務の作業内容の実態を反映させたリスクアセスメントに繋がるだけでなく、リスクアセスメントの内容の共有化や安全意識の向上にも繋がります。

担当者	説明	実施内容
総括安全衛生管理者など	事業の実施を統括管理する人 (事業場のトップ)	リスクアセスメントなどの実施を統括管理
安全管理者または衛生管理者 作業主任者、職長、班長など	労働者を指導監督する地位にある人	リスクアセスメントなどの <u>実施を管理</u>
化学物質管理者	化学物質などの適切な管理について必要な能力がある人の中から指名	リスクアセスメントなどの <u>技術的業務を実施</u>
専門的知識のある人	必要に応じ、化学物質の危険性と有害性や、化学物質のための機械設備などについての専門的知識のある人	対象となる化学物質、機械設備のリスクアセスメントなどへの参画
外部の専門家	労働衛生コンサルタント、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・ハイジニストなど	より詳細なリスクアセスメント手法の導入など、 <u>技術的な助言を得るために活用が望ましい</u>

なお、事業者は、上記のリスクアセスメントの実施に携わる人（外部の専門家を除く）に対し、必要な教育を実施してください。

1.5. リスクアセスメントの進め方

【1.1 リスクアセスメントとは】に記載のとおり、改正労働安全衛生法のリスクアセスメントは、下記のステップ 1 からステップ 5 の流れで行うことが、「化学物質等による危険性又は有害性等の調査等に関する指針（以下、指針という）」（平成 27 年 9 月 18 日付け公示第 3 号）に示されています。



ここでは、ステップごとに内容を簡単に解説するとともにリスクアセスメントに役立つツールなどを紹介します。なお、指針等にはリスクアセスメントについて「危険性又は有害性等の調査」と記載されていますが、これは「どちらか一方のみ実施すればよい」という意味ではないのでご注意ください。

危険性と有害性の両方の性質を持つ化学物質については、両方のリスクアセスメントを実施する必要があります。

なお、本ガイドブックの検知管を用いたリスクアセスメントは原則有害性を対象としているため、危険性を対象とする場合、別途「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」などを活用してリスクアセスメントを実施してください。

【ステップ 1】 化学物質などによる危険性または有害性の特定

i 化学物質などについて、リスクアセスメントなどの対象となる業務を洗い出した上で、SDS に記載されている GHS 分類などに即して危険性または有害性を特定します。

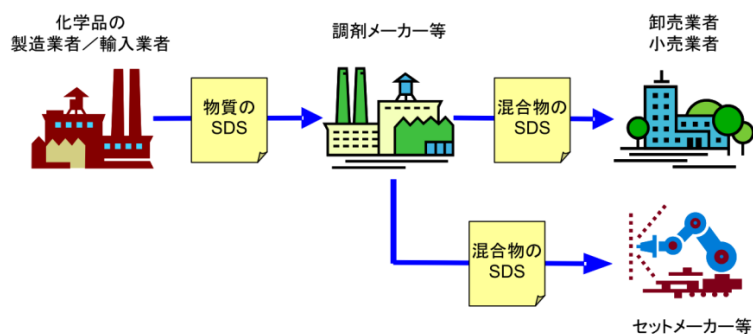
GHS は、国際的に調和された分類・表示方法により化学品の危険有害性情報を提供するシステム（The Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals）で、化学物質及び混合物に固有な危険有害性を特定し、その危険有害性に関する情報を取扱うすべての人々に伝え、人の安全・健康及び環境の保護を行うことを目的としています。



危険有害性クラスと区分（強さ）に応じた絵表示（ピクトグラム）と注意喚起語の内容は以下のとおりです。基本的に絵表示がラベル等に記載されている場合、その物質は一定の危険有害性を有していることを示していますが、絵表示が記載されていない場合でも、危険有害性がないことを保証しているわけではないので注意してください。

【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	【円上の炎】 	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 など	【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】 	水性環境有害性	【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

一方、SDS は、事業者間で化学品を取引するときまでに提供し、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等を、供給者側から受け取り側の事業者へ伝達することを目的としており、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を指しています。



GHS 国連勧告に基づく SDS の記載項目は、以下の 16 項目です。特に、下線部の情報は化学品の危険有害性の特定やリスクアセスメントの実施において、重要な情報が記載されています。

1	化学品および会社情報	9	<u>物理的および化学的性質</u> (<u>引火点、蒸気圧など</u>)
2	<u>危険有害性の要約 (GHS 分類)</u>	10	<u>安定性および反応性</u>
3	組成および成分情報 (CAS 番号、化学名、含有量など)	11	<u>有害性情報</u> (<u>LD₅₀ 値</u> ^{※2} 、 <u>IARC 区分</u> ^{※3} 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、化管法、消防法など)
8	ばく露防止および保護措置 (<u>ばく露限界値</u> ^{※1} 、保護具など)	16	その他の情報

※1 労働者が 1 日 (8 時間) に化学物質にばく露される場合、当該化学物質の平均ばく露濃度が、この数値以下であれば、ほとんどすべての労働者に健康上の悪影響が見られないと判断される濃度を指す (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 など)

※2 Lethal Dose 50 の略で、1 回の投与で 1 群の実験動物の 50%を死亡させると予想される投与量

※3 国際がん研究機関 (IARC) が定める化学物質の発がん性リスクに応じた区分を指し、例えば Group 1 であればヒトに対して発がん性があることを意味する

SDS に記載されている情報が最新とは限らないこともあるため、常に最新の情報を SDS 以外からも入手することが望まれます。(詳細は、2.1 ①参照)

【ステップ 2】 特定された危険性または有害性によるリスクの見積り



特定された危険性または有害性によって生ずるおそれのある労働者の危険または健康障害の発生する可能性とその重篤度を組み合わせるなどにより、リスクの大きさを見積もります。

リスクアセスメントは、対象物を製造し、または取り扱う業務ごとに、次のア～ウのいずれかの方法またはこれらの方法の併用によって行います。（危険性についてはアとウに限る）

ア. 対象物が労働者に危険を及ぼし、または 健康障害を生ずるおそれの程度（発生可能性）と、危険 または 健康障害の程度（重篤度）を考慮する方法

具体的には、以下のような方法があります。

マトリクス法	発生可能性と重篤度を相対的に尺度化し、それらを縦軸と横軸とし、あらかじめ発生可能性と重篤度に応じてリスクが割り付けられた表を使用してリスクを見積もる方法
数値化法	発生可能性と重篤度を一定の尺度によりそれぞれ数値化し、それらを加算または乗算などしてリスクを見積もる方法
枝分かれ図を用いた方法	発生可能性と重篤度を段階的に分岐していくことによりリスクを見積もる方法
コントロール・バンディング	化学物質リスク簡易評価法（コントロール・バンディング） ※1 などを用いてリスクを見積もる方法
災害のシナリオから見積もる方法	化学プラントなどの化学反応のプロセスなどによる災害のシナリオを仮定して、その事象の発生可能性と重篤度を考慮する方法（スクリーニング支援ツール※2 など）

※1 http://anzeninfo.mhlw.go.jp/ras/user/anzen/kag/ras_start.html

※2 <http://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankgc07.htm>

イ. 労働者が対象物にさらされる程度（ばく露濃度など）とこの対象物の有害性の程度を考慮する方法

具体的には、以下のような方法がありますが、危険性のリスクアセスメントには用いることが出来ません。

また、これらのうち実測値による方法が望まれます。

実測値による方法	対象の業務について作業環境測定などによって測定した作業場所における化学物質などの 気中濃度 ※3などを、その化学物質などの ばく露限界と比較する方法
使用量などから推定する方法	数理モデルを用いて ※4 対象の業務の作業を行う労働者の周辺の化学物質などの 気中濃度を推定 し、その化学物質の ばく露限界と比較する方法
あらかじめ尺度化した表を使用する方法	対象の化学物質などへの労働者の ばく露の程度 とこの化学物質などによる 有害性を相対的に尺度化 し、これらを縦軸と横軸とし、あらかじめばく露の程度と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

※3 気中濃度の測定方法は、個人ばく露測定や作業環境測定、簡易な測定により測定することが可能。本ガイドブックでは、このうちリアルタイムモニターを用いた簡易な測定を活用したリスクアセスメント手法について解説しています。

※4 欧州化学物質生態毒性・毒性センターが提供している ECETOC TRA や CREATE-SIMPLE などが知られています。

ウ. その他、アまたはイに準じる方法

危険また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の各条項に規定されている場合に、これらの規定を確認する方法などがあります。

- ① 特別則（労働安全衛生法に基づく化学物質等に関する個別の規則）の対象物質（特定化学物質、有機溶剤など）については、特別則に定める具体的な措置の状況を確認する方法
- ② 安衛令別表 1 に定める危険物および同等の GHS 分類による危険性のある物質について、安衛則第四章などの規定を確認する方法

【ステップ 3】リスク低減措置の内容の検討



リスクの見積り結果に基づき、労働者の危険または健康障害を防止するための措置の内容を検討します。労働安全衛生法に基づく労働安全衛生規則や特定化学物質障害予防規則などの特別則に規定がある場合は、その措置をとりましょう。

ステップ 2 で行ったリスクの見積りの結果に基づいて、労働者の危険または健康障害を防止し、リスクを下げるために、対応可能な、またはまだ導入していないリスク低減措置がないかといった視点などから、どのような措置が考えられるかを可能な限り検討してください。

リスク低減措置には、安全装置の設置などの「ハード面の措置（下記のイ. に相当）」と、訓練・教育などの「ソフト面の措置（下記のウ. に相当）」がありますが、以下を参考にリスク低減措置の内容について検討してください。

優先順位	検討内容
高	ア. 【設計や計画の段階における措置】 危険性または有害性のより低い物質への代替、化学反応のプロセスなどの運転条件の変更、取り扱う化学物質などの形状の変更など、またはこれらの併用によるリスクの低減 ※危険有害性の不明な物質に代替することは避けるようにしてください。
	イ. 【工学的対策（ハード面の措置）】 化学物質のための機械設備などの防爆構造化、安全装置の二重化などの工学的対策または化学物質のための機械設備などの密閉化、局所排気装置の設置などの衛生工学的対策
	ウ. 【管理的対策（ソフト面の措置）】 作業手順の改善、立入禁止などの管理的対策のほか教育訓練など
	エ. 【個人用保護具の使用】 化学物質などの有害性に応じた有効な保護具の使用 ※ア～ウの対策を講じて、除去・低減しきれなかったリスクに対して実施
低	

【ステップ 4】リスク低減措置の実施



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てください。特に、死亡や後遺障害または重篤な疾病のおそれのあるリスクに対しては、暫定的措置を直ちに実施してください。

ステップ 3 で行ったリスク低減措置の内容の検討を踏まえ、対応可能なリスク低減措置から速やかに実施するよう努めてください。リスク低減措置の導入後、その措置の効果等の把握を含め、改めてリスクを見積り、十分にリスクが下がっていることを確認することが望まれます。

具体的なリスク低減措置には、例えば以下のようなものが知られていますので、有効性やコストなどを考慮して妥当なリスク低減措置を採用してください。

1. 危険有害性の高い物質から低い物質に変更する。
 - ① 物質を代替する場合には、その代替物の危険有害性が低いことを、GHS 区分やばく露限界値などをもとに、しっかり確認します。
 - ② 確認できない場合には、代替すべきではありません。危険有害性が明らかな物質でも、適切に管理して使用することが大切です。
2. 温度や圧力などの運転条件を変えて発散量を減らす。
3. 化学物質などの形状を、粉から粒に変更して取り扱う。
4. 衛生工学的対策として、蓋のない容器に蓋をつける、容器を密閉する、局所排気装置のフード形状を囲い式に改良する、作業場所に拡散防止のためのパーテーション（間仕切り、ビニールカーテンなど）を付ける。
5. 全体換気により作業場全体の気中濃度を下げる。
6. 発散の少ない作業手順に見直す、作業手順書、立入禁止場所などを守るための教育を実施する。
7. 防毒マスクや防じんマスクを使用する。
 - ✓ 使用期限（破過など）、保管方法に注意が必要です。

【ステップ 5】 リスクアセスメント結果の労働者への周知



リスクアセスメントを実施したら、以下の事項を労働者に周知しましょう。

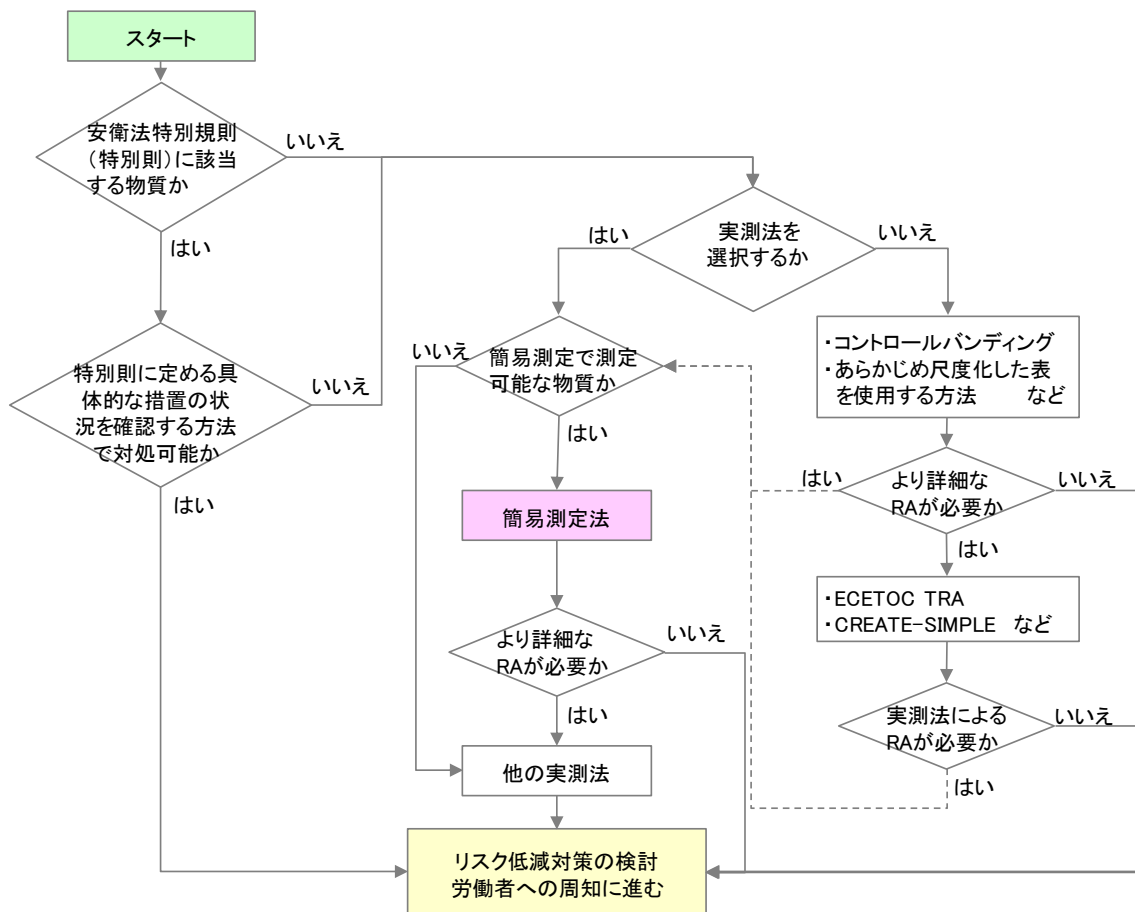
リスクアセスメントの結果を労働者に周知することは、リスクアセスメントに関する知識の共有だけではなく作業そのものや作業場において、どこが高リスク作業になり得るか、どんなリスクが潜んでいるかの情報が共有できるため、より一層の安全に対する意識の向上にも繋がります。

1. 周知事項
 - ① 対象物の名称
 - ② 対象業務の内容
 - ③ リスクアセスメントの結果（特定した危険性または有害性、見積もったリスク）
 - ④ 実施するリスク低減措置の内容
2. 周知の方法は以下のいずれかによります。（SDS を労働者に周知する方法と同様です。）
 - ① 作業場に常時掲示、または備え付け
 - ② 書面を労働者に交付
 - ③ 電子媒体で記録し、作業場に常時確認可能な機器（パソコン端末など）を設置
3. 法第 59 条第 1 項に基づく雇入れ時の教育と同条第 2 項に基づく作業変更時の教育において、上記の周知事項を含めるものとします。
4. 職場内の安全ミーティングなどで上記の周知事項の説明等を行う事は、あわせて推奨されます。
5. リスクアセスメントの対象の業務が継続し、上記の労働者への周知などを行っている間は、それらの周知事項を記録し、保存しておきましょう。

1.6. リスクアセスメントの実施計画（戦略）の立て方と簡易測定法

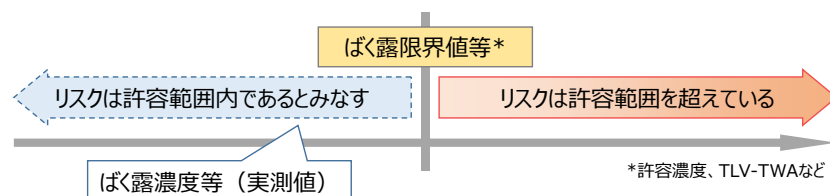
リスクアセスメントを実施する前に、対象とする化学物質や作業の実態を踏まえ、下図を参考にその計画（戦略）を立てます。

まず安衛法特別規則（特別則）に該当する物質を取り扱っているかどうかを確認してください。そのうえで、実測値による方法、コントロール・バンディング、あらかじめ尺度化した表を用いる方法、使用量などから推定する方法（ECETOC TRA、CREATE-SIMPLE 等）などから、貴社において適切なリスクの見積り方法を選択してください。検討の結果、必要な場合に簡易測定法を選択します。



本ガイドブックで紹介するリアルタイムモニターを用いたリスクアセスメント手法は、「実測値による方法」に該当するため、ここでは簡単に実測値による方法について解説します。

実際に、化学物質などの気中濃度を測定し、ばく露限界値と比較する方法は、最も基本的な方法として推奨されます。



気中濃度の測定方法

- ◆ 簡易な測定
- ◆ 個人ばく露測定
- ◆ 作業環境測定



◆ 簡易測定の概要

検知管やリアルタイムモニターは、測定可能な化学物質が多く、簡単な操作でリアルタイムの気中濃度を測定することが可能であり、専門的な設備・知識がなくても結果が得られる。しかし、共存ガスの影響を受けやすい。リアルタイムモニターを用いたリスクアセスメントの詳細については本ガイドブックで紹介する。

◆ 個人ばく露測定の概要

個人ばく露測定は、実際に個人がばく露する量（ばく露濃度）を呼吸域で把握する方法で、許容濃度等と直接比較してリスクを見積もることが可能であり、かつ許容濃度やTLVが多く設定されている（表示・通知義務対象物質（673物質）の多くが設定されている）。

◆ 作業環境測定の概要

作業環境測定は、作業環境を測定する方法で作業場の定点にポンプ及び捕集剤を設置して測定を行う。定常的な作業を行う作業場の測定に適しているが、得られる結果は「場」の気中濃度であり、ばく露濃度ではない。また、得られた結果は管理濃度と比較してリスクを見積もるが、法定外の測定の場合は管理濃度が設定されていない（管理濃度が設定されている化学物質は70物質程度）。

本リスクアセスメント手法の特徴と作業環境測定との違い

本リスクアセスメント手法は、「作業者の健康リスク」を直接評価するために、単位作業ごとに「作業者の呼吸域」で測定を行い、その結果を「ばく露限界値」と比較しリスクを見積もる。

一方、「作業環境測定」は、安衛法において「作業環境の実態を把握するため空気環境その他の作業環境について作業環境について行うデザイン、サンプリング及び分析（解析を含む。）」と定義されており、「場の管理」を行うための測定である。よって「単位作業場所」にて測定を行い、その結果を「管理濃度」と比較しリスクの見積もりを行うため、本リスクアセスメント手法とは考え方が異なる。

簡易測定には、検知管及びリアルタイムモニターがあります。以下の特徴から、事業場において適した方法を選択してください。

項目	検知管法	リアルタイムモニター法
機器	✓ 本体、消耗品が安価 ✓ 電源（電池）が不要	✓ 本体が検知管よりも高価 ✓ 電源（電池）が必要 ✓ 作業者に取り付けられるコンパクトな種類もあり
測定・機能	✓ 特別な測定技術が不要 ✓ 現場で濃度がわかる（但し測定に数分を要する） ✓ 測定毎に検知管を交換する必要がある ✓ 測定対象物質毎に検知管を交換する必要がある ✓ 検知管のガラスの両端をカットするため、空気吸引口が鋭利な状態になり、取扱いの際に注意が必要 ✓ 測定ごとに分別が必要な廃棄物が発生する	✓ 特別な測定技術が不要 ✓ 現場でリアルタイムに濃度がわかる ✓ データロギング機能があり、後で PC を用いて解析が可能（データ蓄積が容易） ✓ 繰り返し測定可能かつ測定ごとに廃棄物が発生しない ✓ ばく露状況の時間的推移を把握できる ✓ アラーム機能あり（TWA、STEL を超えた場合等） ✓ ビデオとの組み合わせも可能 ✓ 機器によっては非防爆の場合がある
精度	✓ 現場での校正が不要 ✓ 共存物質による影響を受ける ✓ リアルタイムモニターよりも共存ガスによる影響が少ない場合がある。（選択性がある） ✓ 温度による影響を受ける（補正可能） ✓ 変色箇所を読み取るため、読み取りに個人誤差が出る可能性がある	✓ メーカー等の推奨に従った点検・校正が必要 ✓ 共存ガスによる影響を受ける ✓ 機器によっては、湿度の影響を受ける ✓ 数字を読み取るので、読み取りに個人誤差は含まれない
手法	✓ 測定可能な物質は 220 物質程度 ✓ 短時間（1 時間以内）の作業に適用	✓ 測定可能な物質は表示・通知義務対象物質（673 物質）のうち約 270 物質程度 ✓ 短時間（1 時間以内）及び長時間（1 時間以上）の作業に適用 ✓ 条件によっては、混合物の RA も可能となる場合がある
適する作業・環境	✓ 比較的固定的な作業・作業環境における測定に適する	✓ 作業者が動く・作業環境が時間によって変わる場合でも対応可能

実践編

2. リアルタイムモニターを用いたリスクアセスメント手法

i 改正労働安全衛生法に基づくリスクの見積り方法の一つである「実測による方法」において、リアルタイムモニターを用いた測定は、化学物質の気中濃度を測定する方法の中でも簡易な測定とされています。リアルタイムモニターを用いた測定は、比較的安価かつ専門的な設備や知識が無くても結果が得られるうえに、その場で測定結果が把握でき、発生源の特定などにも有用です。ここでは、リアルタイムモニターを用いた簡易な測定を活用したリスクアセスメント手法について解説します。

本ガイドブックのリアルタイムモニターを用いたリスクアセスメントは、リアルタイムモニターで作業者の呼吸域を測定することから、個人ばく露測定の簡易版とも解釈できます。

リアルタイムモニターを用いたリスクアセスメントは化学物質管理者が主体となり、安全管理者や衛生管理者、および職場のライン管理者などと協力しながら、おおよそ以下のような流れで進めます。

まずは事前準備として、事業場内で使用されている主な化学物質及び化学物質を用いる作業をリストアップしてください。

STEP 1 対象物質の確認・ばく露限界値の調査

- ✓ 有害性、ばく露限界値、沸点等の情報は入手済みか？
※一定の有害性を有する物質（673物質）の場合、SDSが交付されています。未入手の場合、販売元に問い合わせるなどして入手してください。
- ✓ 取り扱い物質がリアルタイムモニターで測定可能な物質か？
※巻末資料に測定可能な一定の有害性を有する物質（673物質）の一覧を掲載しています。

STEP 2 リスクアセスメント対象作業の決定

- ✓ どの作業に対してリスクアセスメントを実施するか？
- ✓ リスクアセスメントを実施する作業の詳細はどんな内容か？
※作業の手順、頻度、時間、取り扱い条件（温度、圧力、取扱量）、リスク低減措置導入状況など

STEP 3 ばく露の有無と程度の検討

- ✓ 取り扱い物質へのばく露はどの程度あるか？
※明らかにばく露が大きい場合は、作業環境管理対策等を実施してから再度検討しましょう。
- ✓ リアルタイムモニターを用いた評価をする必要があるか？
※判断がつかない場合は、リアルタイムモニターを用いて予備測定を行いましょう。

STEP 4 リアルタイムモニターを用いた実測の実施

- ✓ リアルタイムモニターを用いた測定を実施する
※精度を高めるために同じ作業を異なる日や、同じ日の異なる作業機会に繰返して測定しましょう。
※測定に適したタイプのリアルタイムモニターを使いましょう。

STEP 5 測定結果の評価

- ✓ 測定値とばく露限界値と比較し、リスクを見積もる
※リスクが大きい場合は、リスク低減措置の内容を検討するか詳細な評価を実施しましょう。
※リスクアセスメントの結果は、労働者へ周知しましょう。

2.1. 【STEP 1】対象物質の確認・ばく露限界値の調査

まず、事業場で指名された化学物質管理担当者を中心に、リスクアセスメントを実施してください。この際、対象とする職場の管理者や実際に化学物質を取り扱う作業員も参画することで、より正確な実態を反映させたリスクアセスメントや安全意識の向上に繋がります。

✓ ばく露限界値、有害性等の情報は入手済みか？

① SDS を用いたばく露限界値等の確認

安衛法に基づく表示・通知義務対象物質（673 物質）の場合、安全データシート（SDS）が交付されているため、SDS に記載されているばく露限界値（日本産業衛生学会の許容濃度、ACGIH の TLV-TWA 等）、有害性（GHS 分類等）などを確認しましょう。また、情報は更新される可能性があるため、常に最新の SDS を準備しておくことが望まれます。

SDS が未入手あるいは手元にない場合

販売元に問い合わせるか、下記のような情報源から必要な情報を入手すること。

- 厚生労働省「職場のあんぜんサイト」GHS 対応モデルラベル・モデル SDS 情報
⇒ http://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen_pg/GHS_MSD_FND.aspx
- 独立行政法人 製品評価技術基盤機構「CHIRP（化学物質総合情報提供システム）」
⇒ http://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/systemTop
- 社団法人 日本化学工業協会「JCIA BIGDr」有害性情報 DB ポータル
⇒ <http://www.jcia-bigdr.jp/jcia-bigdr/top>

② ばく露限界値の調査

SDS にて、日本産業衛生学会の許容濃度または最大許容濃度、ACGIH の TLV-TWA、TLV-STEL、TLV-C などのばく露限界値の情報を確認します。ばく露限界値の記載がない場合であっても、他の国際的に認知されている英国の職場ばく露限界値（Workplace Exposure Limits、WELs）やドイツの最大職場濃度（Maximale Arbeitsplatzkonzentration、MAK）などが設定されている可能性があります。なお、ばく露限界値に関するデータが得られない場合は、巻末資料（よくある質問）を参考にしてください。

日本産業衛生学会、ACGIH のばく露限界値の記載がない場合（参考）

下記のような行政機関等が公表している値を、ばく露限界値とする。

- 英国安全衛生庁（HSE）Workplace Exposure Limits（WELs）
⇒ <http://www.hse.gov.uk/coshh/basics/exposurelimits.htm>
- ドイツ研究振興協会（DFG）MAK
⇒ <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/3527600418>
- 職業暴露限界に関する科学委員会（SCOEL）SCOEL Recommendations
⇒ <https://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=3803&langId=en>

③ ばく露の基準値（ばく露基準値）の決定

ここでは、次の手順で、リスク判定で用いるばく露の基準値（以降「ばく露基準値」という）を決定します。

ばく露基準値を決定するために用いるばく露限界値には、ACGIHが定めるTLV-STELなどの短時間ばく露限界値や同じくACGIHや日本産業衛生学会が定める長時間（8時間）のばく露限界値などが知られています。

● 本リスクアセスメントで用いるばく露の基準値（ばく露基準値）の決定方法

● 長時間のばく露基準値

SDS などを確認し、下記の値のいずれかがある場合は、その最小の値をばく露基準値とします。

- ・ ACGIH が定める TLV-TWA（1 日 8 時間、1 週 40 時間の時間加重平均濃度）
- ・ 日本産業衛生学会が定める許容濃度

● 短時間のばく露基準値

短時間ばく露限界値がある場合

SDS などを確認し、下記の値のいずれかがある場合は、その最小の値をばく露基準値とします。

- ・ ACGIH が定める TLV-STEL（15 分間の時間加重平均値）
- ・ ACGIH が定める TLV-C（天井値）
- ・ 日本産業衛生学会が定める最大許容濃度

長時間（8 時間）ばく露限界値のみある場合（短時間ばく露限界値が無い場合）

SDS などを確認し、下記の値のいずれかがある場合は、その最小の値を 3 倍[※]した値をばく露基準値とします。

- ・ ACGIH が定める TLV-TWA（1 日 8 時間、1 週 40 時間の時間加重平均濃度）
- ・ 日本産業衛生学会が定める許容濃度

上記のばく露限界値が存在しない場合

英国の WELs、ドイツの MAK（p.18 参照）などに短時間ばく露限界値があれば、その最小値を、長時間（8 時間）ばく露限界値のみある場合には、その最小の値を 3 倍した値をばく露基準値とします。

※ 3 倍という値は、ばく露濃度の 1 日内での変動の大きさから導かれたもので、その変動を抑えることで高濃度ばく露による健康障害を防止するという考えによる。（日本産業衛生学会「化学物質の個人ばく露測定ガイドライン」参照）

④ 経皮吸収や皮膚、眼への有害性の調査

本リスクアセスメント手法は空気からの吸入による健康影響を対象としております。そのため、経皮吸収や皮膚、眼への有害性については、対象外となっておりますので、経皮吸収や皮膚、眼への有害性が認められる場合は、別途保護手袋や保護めがねなどの個人保護具等を着用するなどの対策の導入を検討のうえ、リスクアセスメントを実施してください。

皮膚接触や経皮吸収による健康影響のリスクアセスメントは CREATE-SIMPLE 等を用いて実施することができます。

経皮吸収や皮膚、眼への有害性が認められる場合

SDSなどに下記の情報の記載があった場合、当該物質は経皮吸収や皮膚、眼への有害性が認められると判断し、別途手袋などの個人保護具等を着用するなどの対策を検討すること。

- ・ GHS 分類（※区分 2A のように区分が細分化されている場合、区分 2 として取り扱う）

急性毒性（経皮吸収のみ）	区分 1、2、3、4
皮膚腐食性／刺激性	区分 1、2
眼に対する重篤な損傷／眼の刺激性	区分 1、2
皮膚感作性	区分 1
標的臓器毒性（経皮吸収のみ）	区分 1、2

- ・ ACGIH または日本産業衛生学会で経皮吸収が認められているもの（巻末資料（リアルタイムモニターで測定可能な物質一覧）参照）

✓ 取り扱い物質がリアルタイムモニターで測定可能な物質か？

⑤ リアルタイムモニターでの測定可否の確認

取り扱っている表示・通知義務対象物質（673 物質）のうち、リアルタイムモニターで測定可能な物質は約 270 物質です。巻末資料に、リアルタイムモニターで測定可能な物質の一覧を掲載していますので、取り扱い物質がリアルタイムモニターで測定可能な物質かどうかを確認してください。測定可否欄に○印がない場合は、メーカーに問い合わせてください。

物質によっては、測定対象物質以外の物質の存在（共存ガスの影響）により測定結果に影響を受けます（5.1 ③を参照）。

取扱い物質が混合物の場合や同時に複数の化学物質を取扱う場合は、成分中の主成分を選択し測定することによってリスクアセスメントを行うことが可能となる場合があります。（詳細はよくある質問を参照）

リアルタイムモニターで測定ができない物質の場合

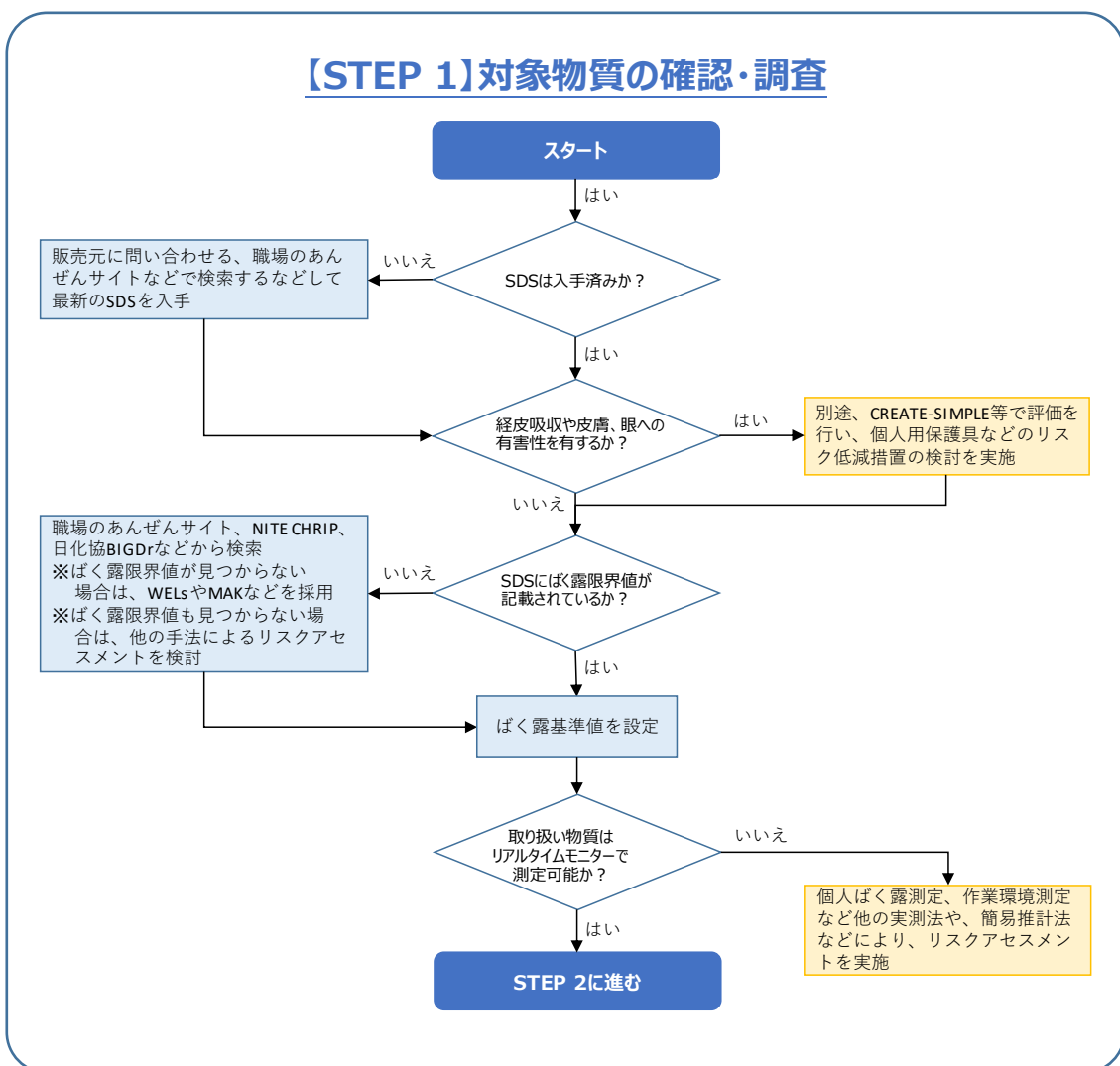
巻末資料（リアルタイムモニターで測定可能な物質一覧※）に掲載が無い物質を取り扱っている、リアルタイムモニターの測定下限値がばく露限界値より大きい場合など

検知管法、個人ばく露測定や作業環境測定など他の実測法や、ECETOC-TRA、CREATE-SIMPLE などを用いた推計法などによりリスクアセスメントを実施します。

※巻末資料に記載のない物質であっても、熱線型半導体又はPID 以外の検知原理で測定可能な場合があります。

リアルタイムモニターには測定可能な範囲がありますので、その測定下限値がばく露基準値より大きい場合には、別の方法によりリスクアセスメントを実施することが望まれます。

【STEP 1】対象物質の確認・調査



2.2. 【STEP 2】リスクアセスメント対象作業の選定

✓ どの作業に対してリスクアセスメントを実施するか？

① リスクアセスメントの対象とする作業の選定

化学物質を取扱う作業は一般的に複数存在する場合があります。これらの中で、優先順位をつけ、最もリスク（有害性×ばく露）が大きいと思われる作業から順にリスクアセスメントを行うことが効果的、効率的です。ここで、有害性の大きさについては、ばく露限界値や GHS 情報から、ばく露の大きさについては、物質の使用量、作業の方法や工程、取扱い時間、および職場の管理者や作業員からの意見などをもとに判断します。

リスクアセスメントの対象となる物質あるいは作業が複数ある場合の優先順位のつけ方などは、巻末資料（よくある質問）を参照してください。

② リスクアセスメントの対象とする物質を用いた作業時間の確認

本ガイドブックで扱うリアルタイムモニターを用いたリスクアセスメント手法は、作業時間によって測定及び評価の考え方が異なります。目安として作業員 1 人について 1 日の作業の合計が 1 時間を基準として、1 時間超を「長時間評価」（1 日を通しての評価）、1 時間未満を「短時間評価」と定義します。合計が 1 時間を超える作業に対し、「短時間評価」のみを行った場合には、合わせて別途 1 日を通しての長時間評価を行わないと、誤った判定がなされるおそれがあります。

- 1 日に物質 A を用いた 3 つの作業（作業 X、作業 Y、作業 Z）を 1 人の作業員が行う場合
作業 X を 30 分、作業 Y を 30 分、作業 Z を 60 分実施する場合、1 日の合計作業時間は 120 分で 1 時間を超えるため「長時間評価」を行います。
- 上記の作業 X と作業 Y のみを行う場合
1 日の合計作業時間は 60 分であるため、「短時間評価」を行います。この場合、作業 X および作業 Y それぞれに対してリスクアセスメントの実施が必要です。

✓ リスクアセスメントを実施する作業の詳細はどんな内容か？

③ リスクアセスメントの対象とする作業の分類

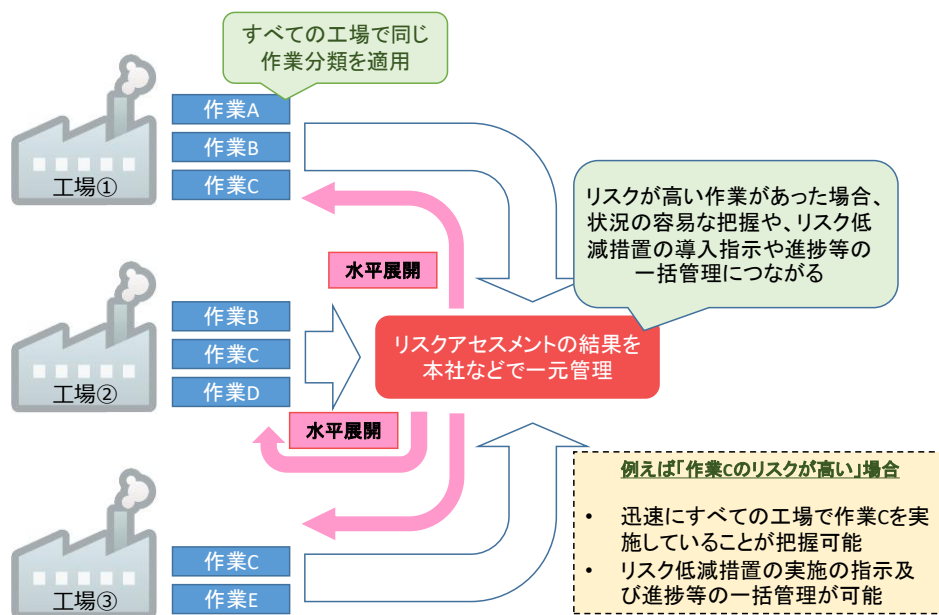
リスクアセスメントを実施しようとする作業を次のカテゴリーに分類してください。作業カテゴリーは、結果に影響を与えるものではありませんが、リスクアセスメント結果の分析や周知等に使うことができます。

●作業カテゴリー例（「有害物ばく露作業報告の手引き」参照）

1	印刷の作業	12	洗浄、払しょく、浸漬又は脱脂の作業
2	掻(か)き落とし、剥(はく)離又は回収の作業	13	吹付け塗装以外の塗装又は塗布の作業
3	乾燥の作業	14	鋳造、溶融又は湯出しの作業
4	計量、配合、注入、投入又は小分けの作業	15	破碎、粉碎又はふるい分けの作業*
5	サンプリング、分析、試験又は研究の作業	16	はんだ付けの作業
6	充填(てん)又は袋詰めの作業	17	吹付けの作業
7	消毒、滅菌又は燻(くん)蒸の作業	18	保守、点検、分解、組立又は修理の作業
8	成型、加工又は発泡の作業	19	めっき等の表面処理の作業
9	清掃又は廃棄物処理の作業	20	ろ過、混合、攪拌(かくはん)、混練又は加熱の作業
10	接着の作業	21	その他
11	染色の作業		

*粉じんが生じる作業のため本リスクアセスメントでは選択しない

特に複数事業所を有する事業者や類似作業場が複数ある大規模な事業所などでは、予め作業内容を1つの考えに基づき分類し、本社や工場の管理部門などが一元管理することで、全体像の把握、リスクアセスメントの効率化、適切なリスク低減措置の実施に繋がります。



例えば、ある作業のリスクが高いことが判明し、かついくつかの事業所で同じ作業が行われていた場合、本社などが主導して「リスク低減措置実施の指示の一元管理や水平展開」ができます。

④ リスクアセスメントの対象作業の詳細情報の調査

リスクアセスメントを実施しようとする作業の詳細な内容を、作業場の文書・記録類、作業場の管理者等への聞き取りや作業場の観察などによって調査し確認してください。作業場側には、リスクアセスメントの最終的な目的（働く人の健康を守ること）を伝えると協力が得やすいでしょう。主な確認事項は以下のとおりですが、必要に応じてリスクアセスメントの実施に役立つ情報があれば適宜追加してください。

●作業内容の主な確認項目

作業の手順、工程、化学物質取扱い方法	ばく露の主な原因（発生源など）
時間（分/回）、頻度（回/日・週・月）	リスク低減措置導入状況（換気、保護具を含む）
取り扱い条件（温度、圧力、取扱量など）	定常作業か、または非定常作業か
ばく露の懸念がある作業か	過去の事故、苦情など

⑤ 作業における「ばく露」の大きさの推定

作業の内容に関して調査した結果をもとに、その作業を通した全体的なばく露の大きさを推定します。この推定にはある程度の経験が必要な場合があるので、慣れないうちは無理に推定する必要はありません。

作業における作業員へのばく露が高くなる主な場所及び時間（参考）

【オフセット印刷の場合】

- ✓ ばく露され得る場所（例）
インクローラー近傍、インクローラーを洗浄剤でふき取ったウエスの廃棄ボックス近傍、洗浄剤等化学物質置き場（特に化学物質が開放されている状態の場合）など
- ✓ ばく露され得る時間（例）
インクローラー洗浄時、洗浄物吸着物廃棄ボックス開閉時など

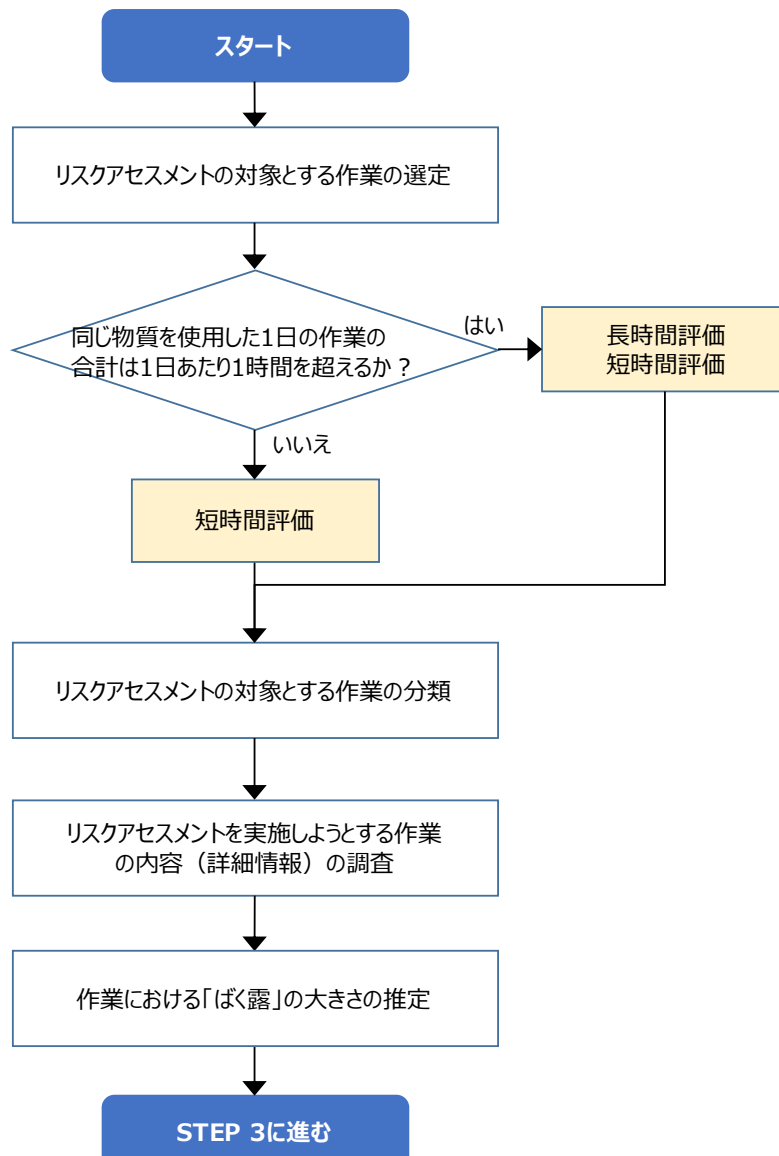
【スプレー塗装の場合】

- ✓ ばく露され得る場所（例）
スプレー中のスプレーガン近傍、（特に塗装直後の）被塗物近傍など
- ✓ ばく露され得る時間（例）
スプレーガン使用時、（特に塗装直後の）被塗物近傍での乾燥や清掃などの作業時など

【化学物質の混合の場合】

- ✓ ばく露され得る場所（例）
（特に加熱を伴う）攪拌機や反応器近傍など
- ✓ ばく露され得る時間（例）
化学物質の仕込み（開封）や充填時、化学物質の計量中、攪拌機や反応器の清掃時など

【STEP 2】リスクアセスメント対象作業の選定



2.3. 【STEP 3】ばく露の有無と程度の検討

✓ 取り扱い物質へのばく露はどの程度あるか？

① ばく露が明らかに大きいかどうかの判断

下記のような明らかにばく露が大きいと考えられる場合には、まず容易にできるリスク低減措置などの対応を実施したうえで、リアルタイムモニターを用いた測定の必要性を検討してください。

● 明らかにばく露が大きい場合の例

- | | |
|---|----|
| <ul style="list-style-type: none">・ 臭気が強い・ 換気の悪い場所で蒸気の放散がある・ 現場にて過去に事故やヒヤリハットなどの事例（作業中に気分が悪くなった等）、作業者等から苦情がある | など |
|---|----|

● 容易にできるリスク低減措置の例

作業環境管理対策	・ 開放されている発散源に蓋をする ・ 簡単な仕切り板、カーテンなどを設ける ・ 有機溶剤の容器（発生源）を局所排気装置の囲い式フード（ドラフトチャンバー）内に移す
作業管理対策	・ 作業位置を風上側に変更する ・ 汚染した器具、ウエス、廃棄物等を片付ける

✓ リアルタイムモニターを用いて測定を実施する必要があるか？

② ばく露が十分に小さいかどうかの判断

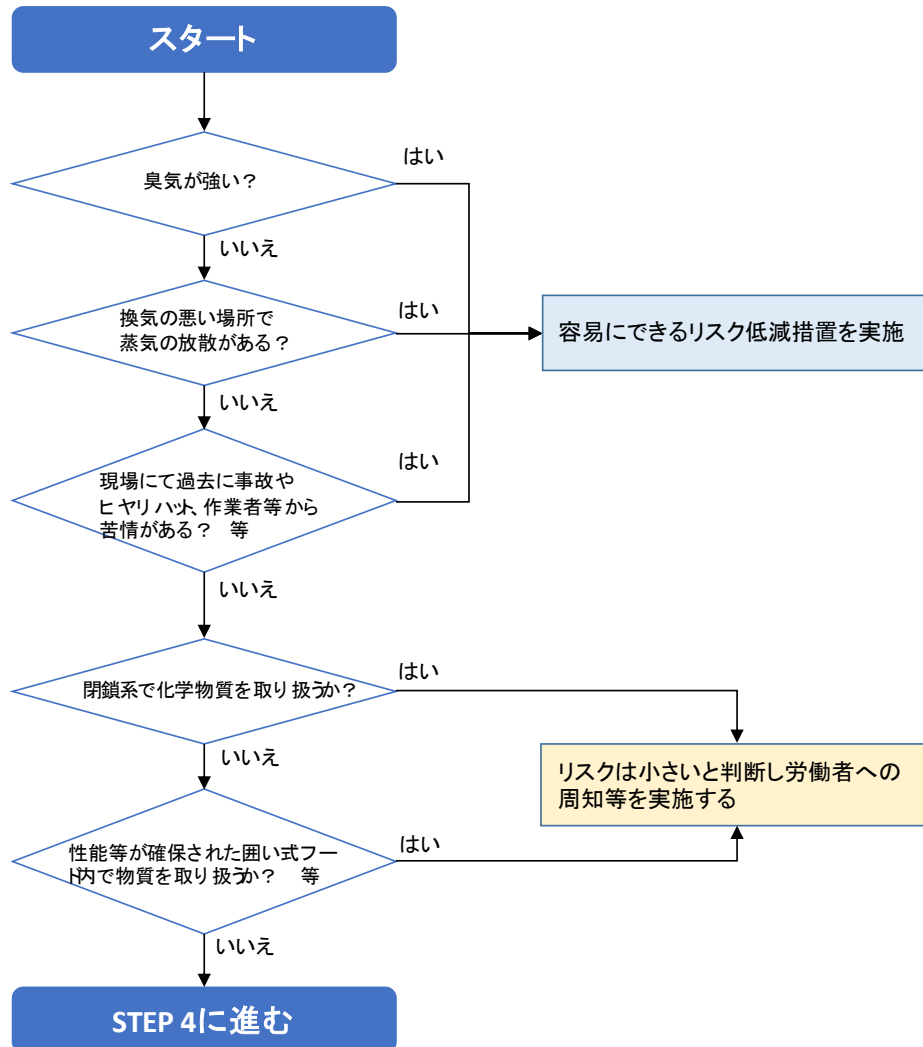
下記のように、ばく露の程度が十分に小さいと考えられる場合には、STEP4 以降の評価は行わずリスクが小さいと判断できます。

● ばく露の程度が十分に小さいと考えられる場合の例

- | | |
|--|----|
| <ul style="list-style-type: none">・ 閉鎖系で化学物質を取り扱う場合・ 性能等が確保された囲い式フード内（局所排気装置）で物質を取り扱う場合 | など |
|--|----|

ばく露の程度が十分に小さいと考えられる場合であっても、リアルタイムモニターを用いてごく短時間の測定を行うことより、「ばく露の程度が十分に小さいことの確認」や「思いもよらなかった所におけるばく露の発見」などのメリットがあるため、適宜、リアルタイムモニターによる測定を行いましょう。

【STEP 3】ばく露の有無と程度の検討



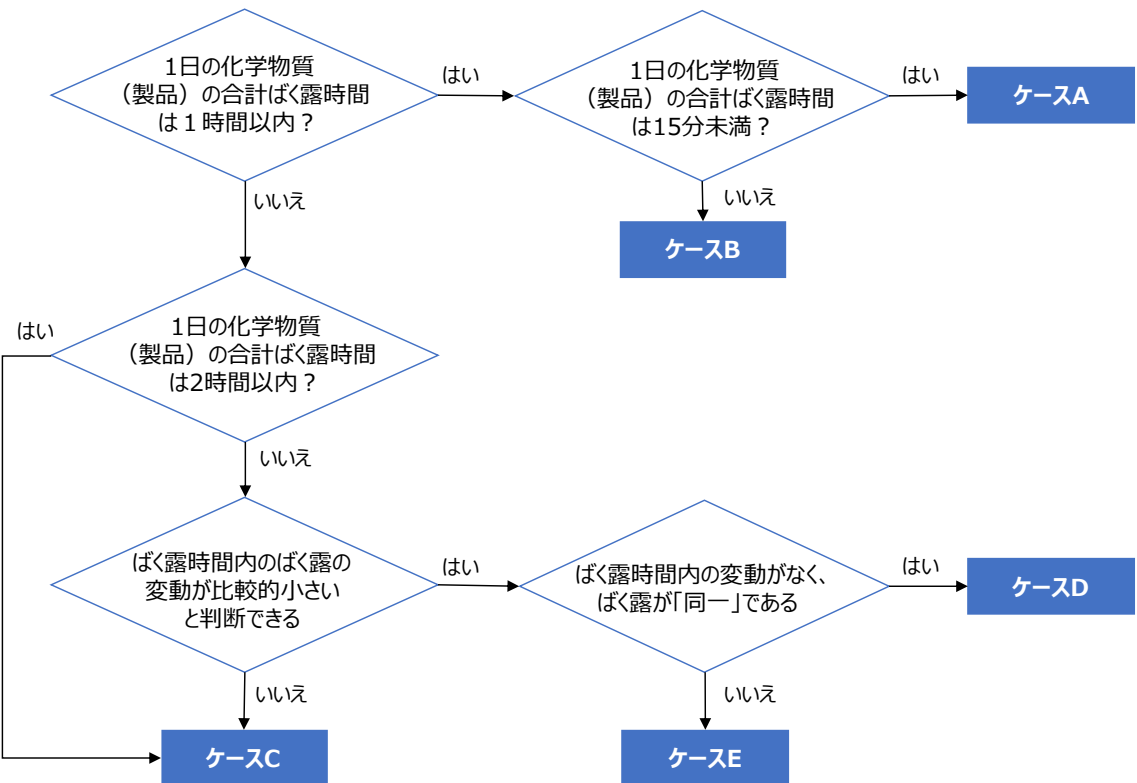
2.4. 【STEP 4】リアルタイムモニターを用いた測定の実施

✓ リアルタイムモニターを用いた測定を実施する

リスクアセスメントの対象化学物質のばく露の基準値（2.5 ③）で定めるばく露基準値が測定範囲に含まれるリアルタイムモニターを用いてください。なお、具体的な測定方法はリアルタイムモニターに付属の説明書などを確認し、注意事項等を熟読してから測定を進めてください。

① 測定の計画

以下のフローに従ってケースを選択し、ケースごとに測定の考え方を確認してから測定を進めましょう。



評価	ケース	説明
短時間評価	A	ばく露時間全てを測定し、評価に使用する。 ばく露時間が15分未満の場合には、15分平均値に換算する。
	B	ばく露が最も高い15分間の平均値を評価に使用する。
長時間評価	C	ばく露時間全てを測定し、8時間平均値に換算する。
短時間評価	D	最低2時間を測定、残りのばく露を同等と見なし、8時間平均値を算出する。
	E	最低2時間を測定し、日内変動の換算係数を使用して8時間平均値を算出する。

※短時間評価、長時間評価の定義は、2.2 ②を参照。

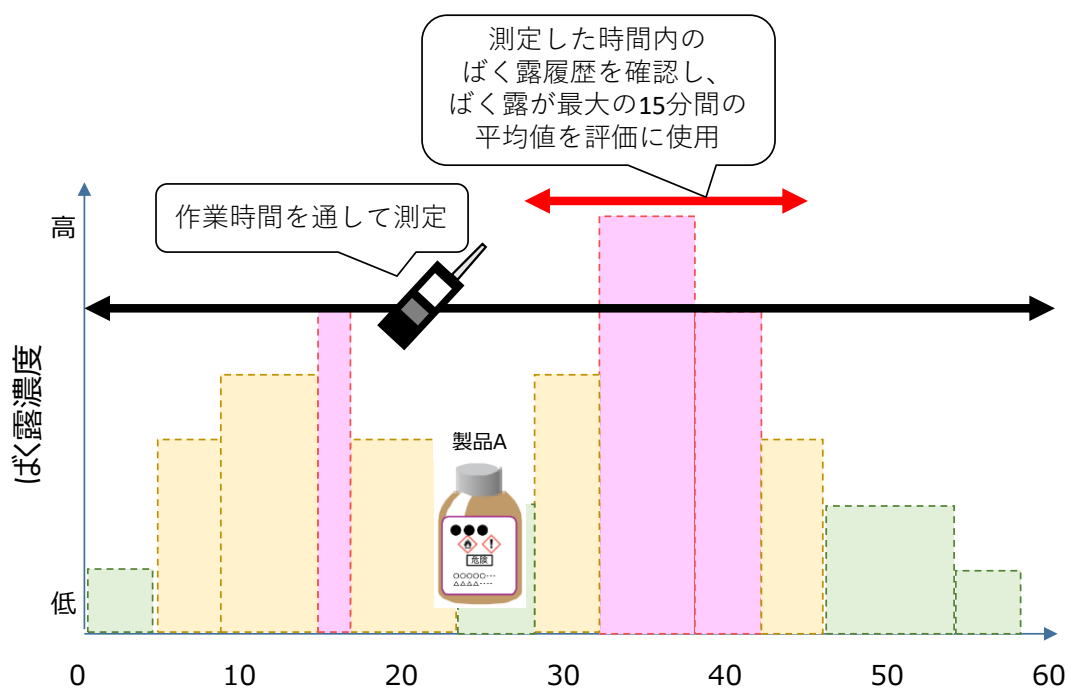
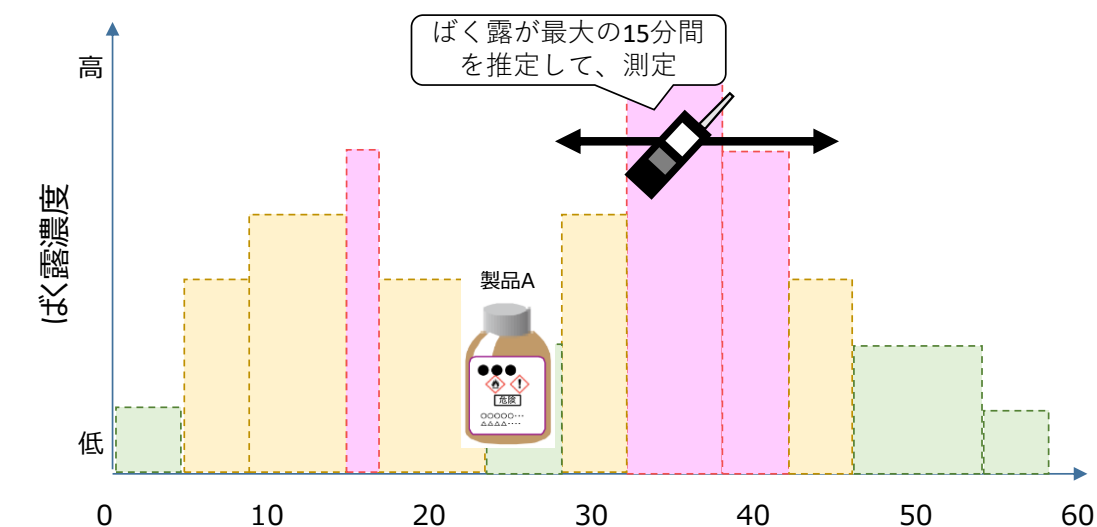
◆ 短時間の作業（1 時間以内）の場合

【ケース A】

ばく露が 15 分以下の場合には、そのばく露時間全てを測定します。

【ケース B】

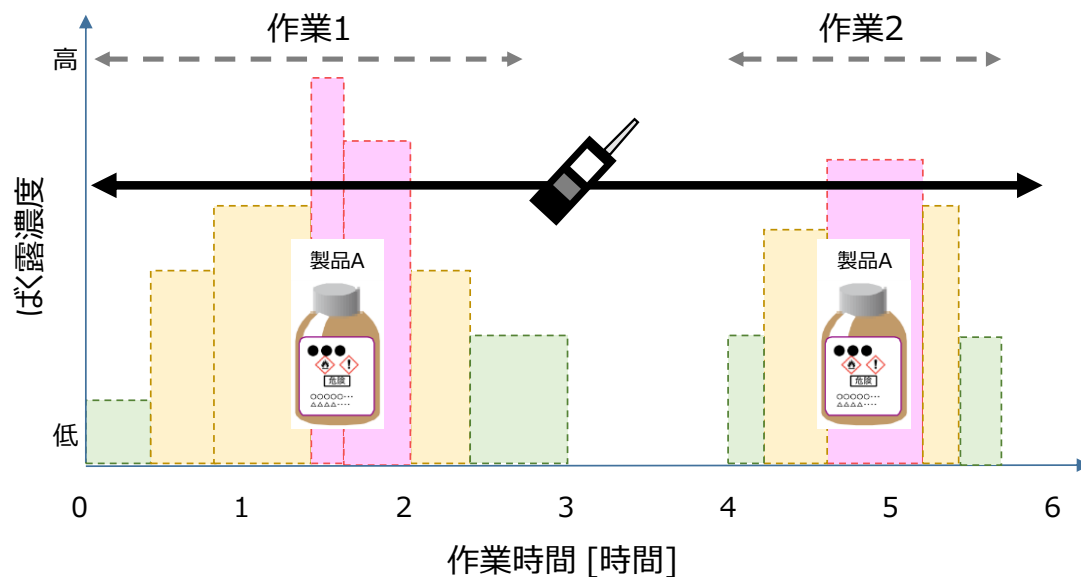
作業時間が 15 分超、1 時間未満の場合には、ばく露が高い 15 分間を推定し、測定します。ただし、ばく露が高い 15 分が不明の場合には、作業時間を通して測定した上で、そのうちばく露濃度が最大となる 15 分間の平均値を評価に使用します。



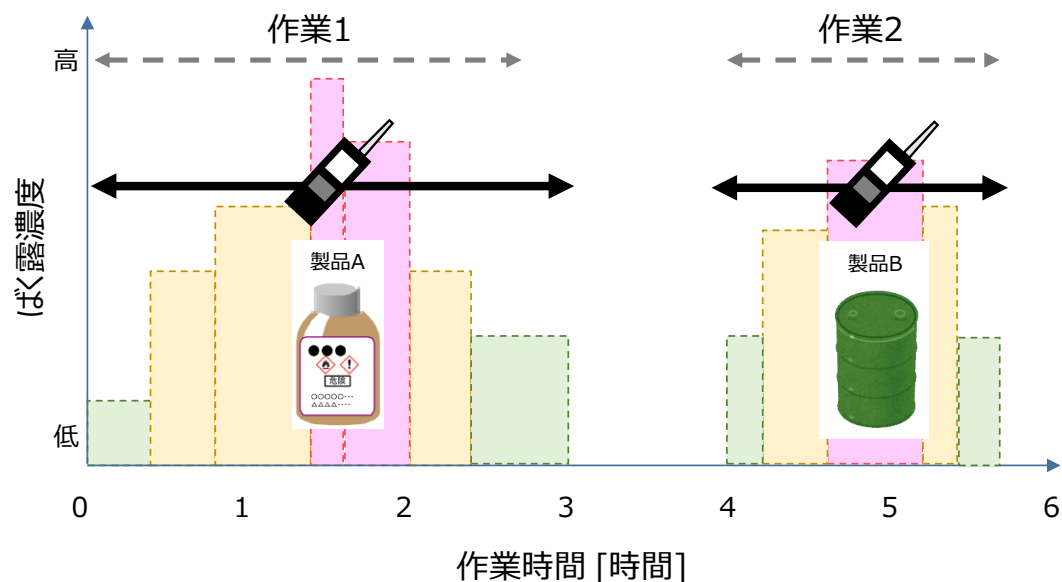
◆ 長時間の作業（1 時間超）の場合

【ケース C】

異なる作業（作業 1、作業 2）であっても同一の化学物質（製品）を使用する場合には、作業 1、作業 2 をまとめて測定します。

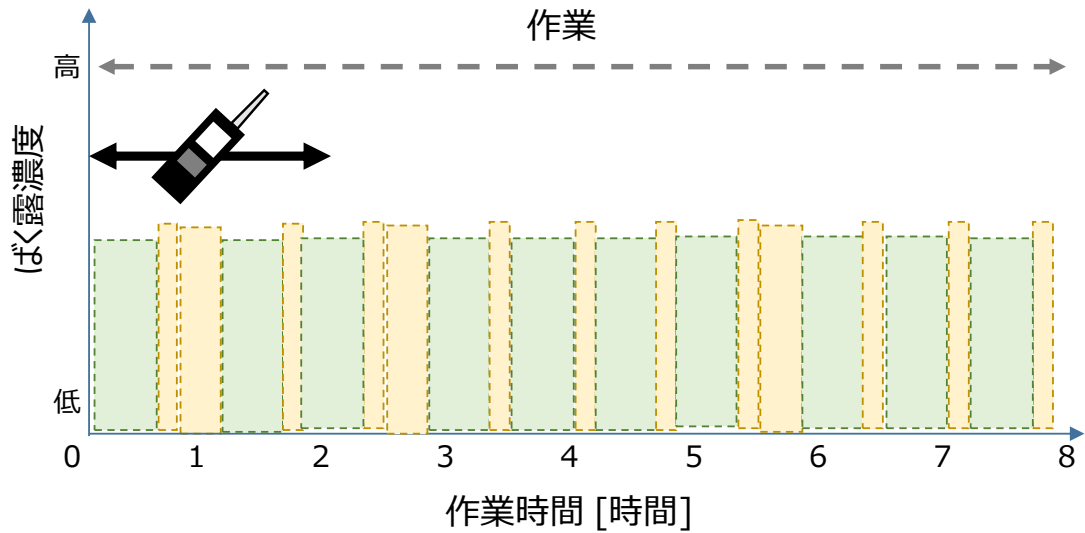


異なる作業（作業 1、作業 2）で別の化学物質（製品）を使用する場合には、作業ごとに測定します。それぞれが独立したリスクアセスメントになります。



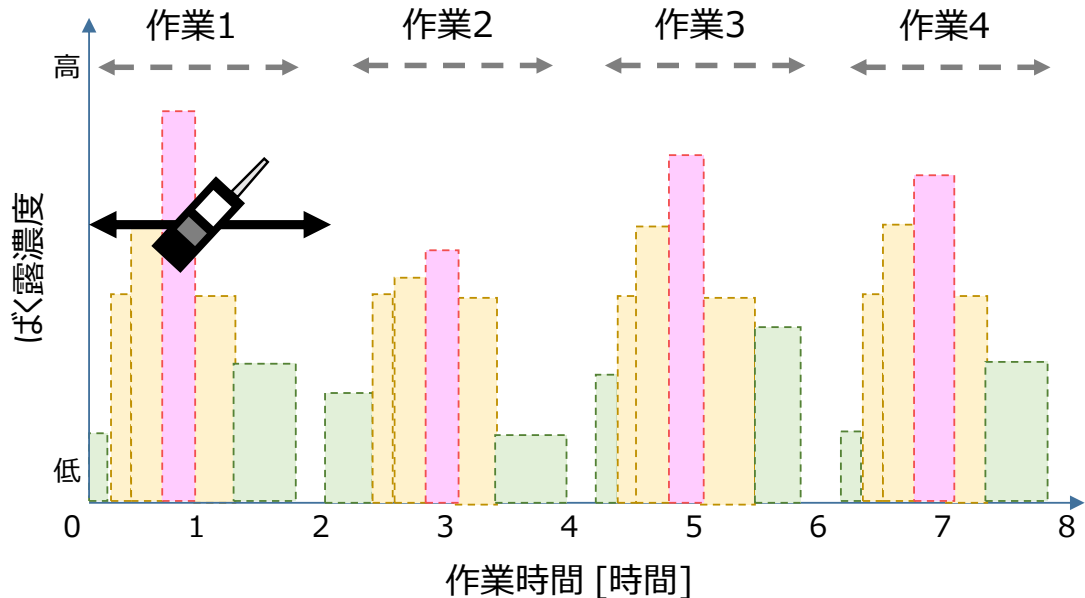
【ケースD】

8 時間の間に「同一」の作業が継続される場合において、時間的変動が小さいと判断できるケースでは、原則として最低 2 時間のみを測定し、残りのばく露を同等と見なすことができます。

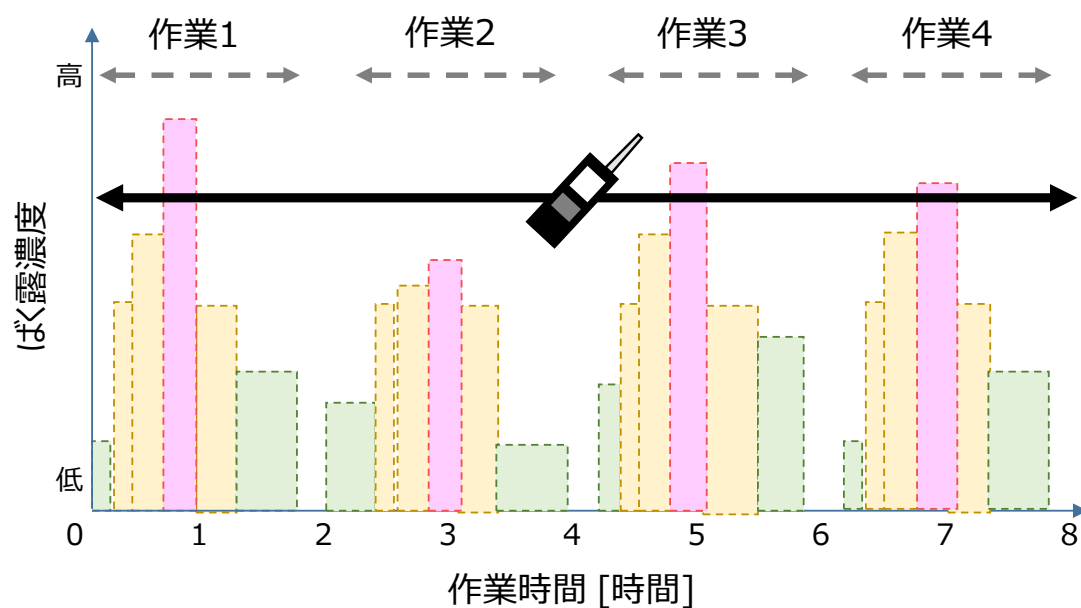


【ケースE】

ほぼ同じ作業が 1 日に複数行われる場合（吹き付け塗装を行う、など）や工程や作業内容がほぼ同一であるが、時間的変動が小さいと判断できない、または十分確認されていない場合には、原則として最低 2 時間（可能であれば 4 時間）を測定します。



ただし 1 日を通して測定を実施した場合のほうが、精度が高くなるため、なるべく 1 日を通して測定をしましょう。



✓ 同じ作業の繰り返し測定

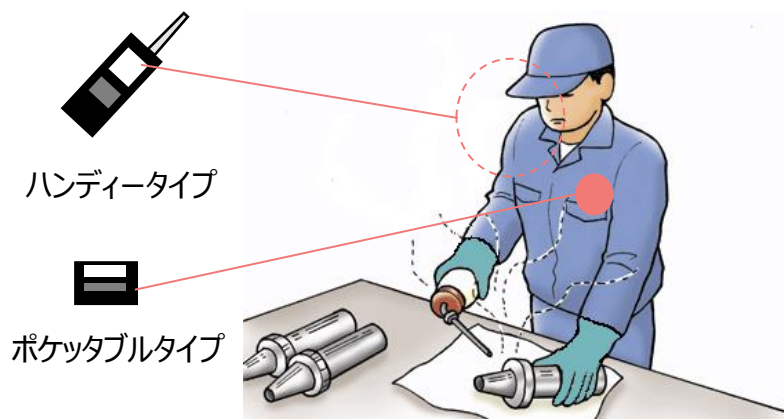
1 つの作業を一度測定するのみでなく、同じ作業を異なる日や、別の作業者で繰返して測定することはリスクアセスメントの精度を高めるためにも推奨します（2.5 ④を参照）。この際、同じ作業を行う作業者が複数いる場合は、異なる作業者を測定対象者を選ぶほうがよいでしょう。なお、本ガイドブックでは測定回数を n 回として表します。

② 測定の実施

測定を実施する前に、リアルタイムモニターの校正が行われているかを確認しましょう。校正が行われていない場合には、正しい濃度が得られない場合があるため注意が必要です。校正については、メーカーの推奨に従ってください。

測定者（化学物質管理者等）が、測定を計画した各タイミングで、作業者の呼吸域（口や鼻から20～30cm 程度の位置に）にリアルタイムモニターを配置して測定します。

その際には、ポケットタイプのリアルタイムモニターを作業者に取り付けることで、測定における負荷を減らすことができます。



作業者とは別に測定者が測定する場合には、一般に作業者の斜め後ろなどに立つと良いでしょう。そこで測定の前に作業者に適宜に声を掛けるなどして、適切に、また安全に測定できるよう協力を依頼します。

毎回の測定毎に、作業の様子を録画したり、測定したタイミングでの作業の様子などを簡単に記録したりしておくと、後でリスクアセスメント結果を見直す際に役立ちます。

測定中の消毒用アルコールの使用について

リアルタイムモニターは、消毒用アルコールにも反応します。そのため、測定前及び測定中は消毒用アルコールの使用を控えてください。また消毒用アルコールを使用した場合は、十分に換気を行いその影響がなくなってから測定を行ってください。

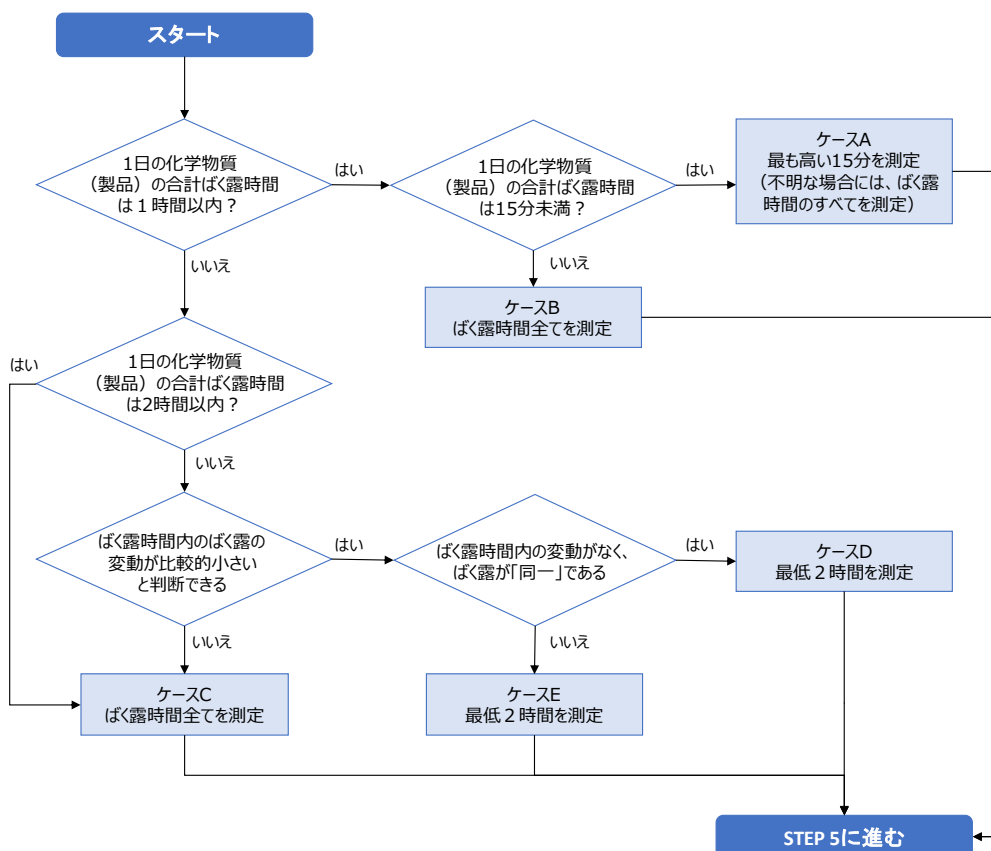
測定対象者の選定について（参考）

リスクアセスメントの対象とする化学物質の取扱い作業は、一人だけの作業者が行うこともあるが、一般には複数の作業者が行うことが多い。この作業者（例：5人）を一つのグループと考えた場合、リスクアセスメントの目的はこのグループのリスクを評価しリスクを抑えることになる。リスクアセスメントの測定自体はある一人の作業者に対して行うが、その目的はあくまでグループのリスクの抑制であり、その個人ではない。

従って、リアルタイムモニターの測定対象者はそのグループから原則任意に選ぶが、職場の監督者などに当日の作業予定を確認し、非定常的な仕事をする予定者は測定対象から外し、代表的な作業を行う者を選ぶようにすること。また、もしグループの中で作業内容が若干異なり、ばく露に差が想定されるような場合は、過小評価を避ける意味で、高めの作業者を選択することが良い。

なお、リスクアセスメントの結果リスク低減措置を検討する場合にも、リスクアセスメントで測定した対象者個人のリスクを抑える（例：測定対象者に対してのみ作業方法の改善を行う）のではなく、対象グループ全体のリスクが低減できるようにすること。

【STEP 4】リアルタイムモニターを用いた測定の実施



2.5. 【STEP 5】測定結果の評価とリスクの判定

① 測定結果の整理

測定した結果は、各メーカーのソフトウェア等を用いて PC 取り込むことで、評価が容易になります。ただし、メーカーによって、取り込み方法が異なるため、詳細は各リアルタイムモニターの取扱説明書を参照してください。

またリアルタイムモニターでは、通常化学物質の濃度表示は校正ガス（トルエン、イソブチレン等）換算表示ですが、換算係数をかけることで目的の物質の濃度を求めることができます。

$$[\text{目的の物質の濃度}] = [\text{リアルタイムモニターの指示値}] \times [\text{目的の物質の換算係数}]$$

（例）目的の物質の濃度の計算例

・リアルタイムモニターの指示値が 15 ppm、目的の物質の換算係数が 3 の場合、目的の物質の濃度は 45 ppm (15 ppm × 3)

また機種によっては、予め登録してあるガスに読み替え、濃度表示を出来る機能がある場合があります。

● 測定範囲を超えた場合

測定結果が測定機器の測定範囲を超えた場合、例えば次のように対処してください。

- ✓ 換算係数（感度比）を確認の上、再度測定を実施してください。
- ✓ 繰り返し n 回測定した場合で、すべての測定結果が測定上限を超え、測定上限がばく露基準値を上回っている場合には、リスクが大きいと判断してください。
- ✓ 同様に一部の測定結果が測定上限を超えた場合は、当該の測定結果について測定上限を 3 倍した値を測定結果としてください。
- ✓ 測定の結果、測定下限を下回る場合、測定方法等に不備がなかったかを確認のうえ、測定下限の 1/2 を測定結果としてください。

② 測定結果（8 時間又は 15 分間平均値）の算出

短時間または長時間のある 1 つの測定結果について、測定時間が、短時間の作業であれば 15 分間よりも短い場合、長時間の作業であれば 8 時間よりも短い場合には、作業時間による補正が必要となります。2.4 ①で選択したケースについて、補正方法を確認し、補正を行いましょう。

● 短時間の作業（1 時間未満）

次のケース A～B の場合に従って、「測定値（15 分平均値）」を算出し、これ以降使用します。

ケース	説明
A	作業時間が 15 分未満の場合は、まず、作業時間（T 分間）における測定で得られた測定結果の平均値（時間内平均値）を求めます（「AM」とする）。ついで、次の式により「測定値（15 分平均値）」を算出し、これ以降使用します。 $[\text{測定結果（15 分平均値）}] = \text{AM} \times (\text{T} / 15)$ T：作業時間（分） AM：T 分間における測定結果平均値（時間内平均値） ※ただし ACGIH TLV-C または日本産業衛生学会 最大許容濃度を採用した場合は、この取扱いはいししない
B	ばく露が最も高い 15 分間の平均値を「測定値（15 分平均値）」に使用します。

● 長時間の作業

作業時間が 8 時間未満の場合は、まず、作業時間（T 時間）における測定で得られた測定結果の平均値（時間内平均値）を求めます（「AM」とする）。ついで、次のケース C～E の場合に従って、「測定値（8 時間平均値）」を算出し、これ以降使用します。なお、「測定値（15 分平均値）」は上記ケース B と同様と考えます。

ケース	説明								
C	測定時間が 8 時間未満の場合には、「測定結果（8 時間平均値）」を算出します。 $[\text{測定結果（8 時間平均値）}] = \text{AM} \times (\text{T} / 8)$ T：作業時間（時間） AM：T 時間における測定結果の算術平均値（時間内平均値）								
D	測定をした時間とそれ以外の時間のばく露濃度を同一と見なして、測定結果を「測定結果（8 時間平均値）」とします。								
E	以下の日内変動の換算係数を使用して「測定結果（8 時間平均値）」を算出します。 $[\text{測定値（8 時間平均値）}] = \text{AM} \times \text{換算係数}$ <table border="1"> <thead> <tr> <th>サンプリング時間</th><th>換算係数</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2～4 時間未満</td><td>1.5</td></tr> <tr> <td>4～6 時間未満</td><td>1.2</td></tr> <tr> <td>6 時間以上</td><td>1.0</td></tr> </tbody> </table>	サンプリング時間	換算係数	2～4 時間未満	1.5	4～6 時間未満	1.2	6 時間以上	1.0
サンプリング時間	換算係数								
2～4 時間未満	1.5								
4～6 時間未満	1.2								
6 時間以上	1.0								

③ 測定値の算出

一つの作業で複数回（n 回）測定した場合には、それぞれの測定において、測定結果（8 時間又は 15 分間平均値）の算出し、それらの値（n 個）を算術平均した値を「測定値」とします。

④ 補正測定値の算出

● 測定条件による補正

共存ガスによっては測定結果に誤差が生じる可能性があります。また、測定条件（温度、気圧、湿度など）によっても測定結果に誤差が生じる可能性がありますので、取扱説明書を確認のうえ、必要に応じて補正してください。

● 測定した作業回数による補正

同じ作業であっても、測定をする日や作業者によって測定値は変動するため、別の作業者や同じ作業を異なる日に繰返して測定することにより正確な結果が得られます。

本リスクアセスメント手法では、精度を高めるために 1 つの作業で 5 回の測定を推奨しています。また 4 回以下の測定であってもリスクの見積りが可能ですが、その場合には測定値に対して、測定回数（n 回）に応じた安全係数を乗じる必要があります。

● 安全係数

測定値に下記の安全係数を乗じた値（「補正測定値」）をリスクの見積りに用いてください。なお表中で、測定回数が 5 回を超える場合は 5 回として扱います。

測定回数（n）				
1	2	3	4	5
3.0	2.5	2.0	1.5	1.0

$$[\text{補正測定値}] = [\text{測定値}] \times [\text{安全係数}]$$

（例）安全係数の選択例

・同じ作業を作業者 2 名で測定した場合の測定回数（n）は 2 であり、安全係数は 2.5 である。

⑤ リスクの判定

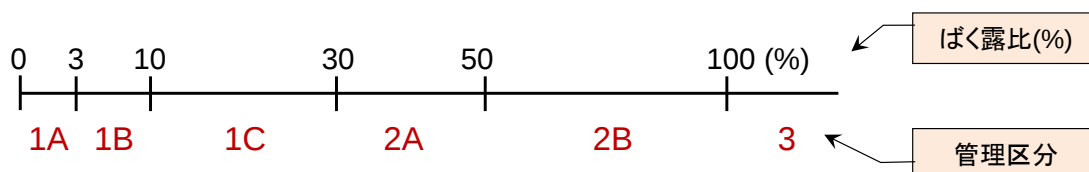
補正測定値とばく露基準値（2.1 ③を参照）を比較し、下表の管理区分^{*}に当てはめ、リスクを判定してください。

● リスクの判定方法

管理区分	定義	解釈（判定）	リスク
1A	補正測定値 < ばく露基準値×0.03	極めて良好	
1B	補正測定値 < ばく露基準値×0.1	十分に良好	
1C	補正測定値 < ばく露基準値×0.3	良好	
2A	補正測定値 ≤ ばく露基準値×0.5	現対策の有効性を精査、更なるばく露低減に努める	
2B	補正測定値 ≤ ばく露基準値	リスク低減措置を実施する	
3	ばく露基準値 < 補正測定値	リスク低減措置を速やかに実施する	

「ばく露比（補正測定値とばく露基準値の比）」を算出し、下の図に当てはめると、より容易に管理区分が判定できます。

$$[\text{ばく露比}(\%)] = [\text{補正測定値}] \div [\text{ばく露基準値}] \times 100(\%)$$



例えば、ばく露基準値が 100ppm の場合、補正測定値が 3ppm（ばく露比 3%）より下回っていれば管理区分は 1A に相当します。また、補正測定値が 30ppm（ばく露比 30%）と 50ppm（ばく露比 50%）の間にあれば管理区分は 2A に相当します。

※ 管理区分表は日本産業衛生学会「化学物質の個人ばく露測定ガイドライン」にて提案されている管理区分において、 $X_{95}=3AM$ と仮定して導出したもの。

以下に、リスクの判定例を示します。

(例) トルエンを用いた 2 時間の作業の測定をした場合

トルエンのばく露限界値は、日本産業衛生学会許容濃度 50ppm、ACGIH TLV-TWA 20ppm であり、最小の値(20ppm)を長時間ばく露基準値(20ppm)、3 倍した値を短時間ばく露基準値(60ppm)とした。

次に作業時間全てにおいて、2 名の作業員に対して測定日①及び測定日②において測定 (n=4) し、下記のような結果が得られた。(2.4 ①におけるケース C に該当)

測定 No.	測定のタイミング	測定結果		測定時間 (時間)
		時間内平均値	最大の 15 分平均値	
1	作業員 A (測定日①)	20 ppm	30 ppm	2
2	作業員 B (測定日①)	12 ppm	21 ppm	2
3	作業員 A (測定日②)	8 ppm	13 ppm	2
3	作業員 B (測定日②)	16 ppm	26 ppm	2

ケース C に該当するため、以下の式より「測定結果 (8 時間平均値)」を算出した。

$$[\text{測定結果 (8 時間平均値)}] = \text{AM} \times (\text{T} / 8)$$

また、ケース B に従って、ばく露が最も高い 15 分間の平均値を「測定値 (15 分平均値)」とした。

さらに、測定結果を算術平均し、「測定値」とした。

測定 No.	測定結果	
	測定結果 (8 時間平均値)	測定値 (15 分平均値)
1	5 ppm	30 ppm
2	3 ppm	21 ppm
3	2 ppm	13 ppm
4	4 ppm	26 ppm
測定値	3.5 ppm	22.5 ppm

この場合、測定回数 (n=4) のため、安全係数が 1.5 となる。よって以下の式に従って、補正測定値、ばく露比、管理区分を算出した。

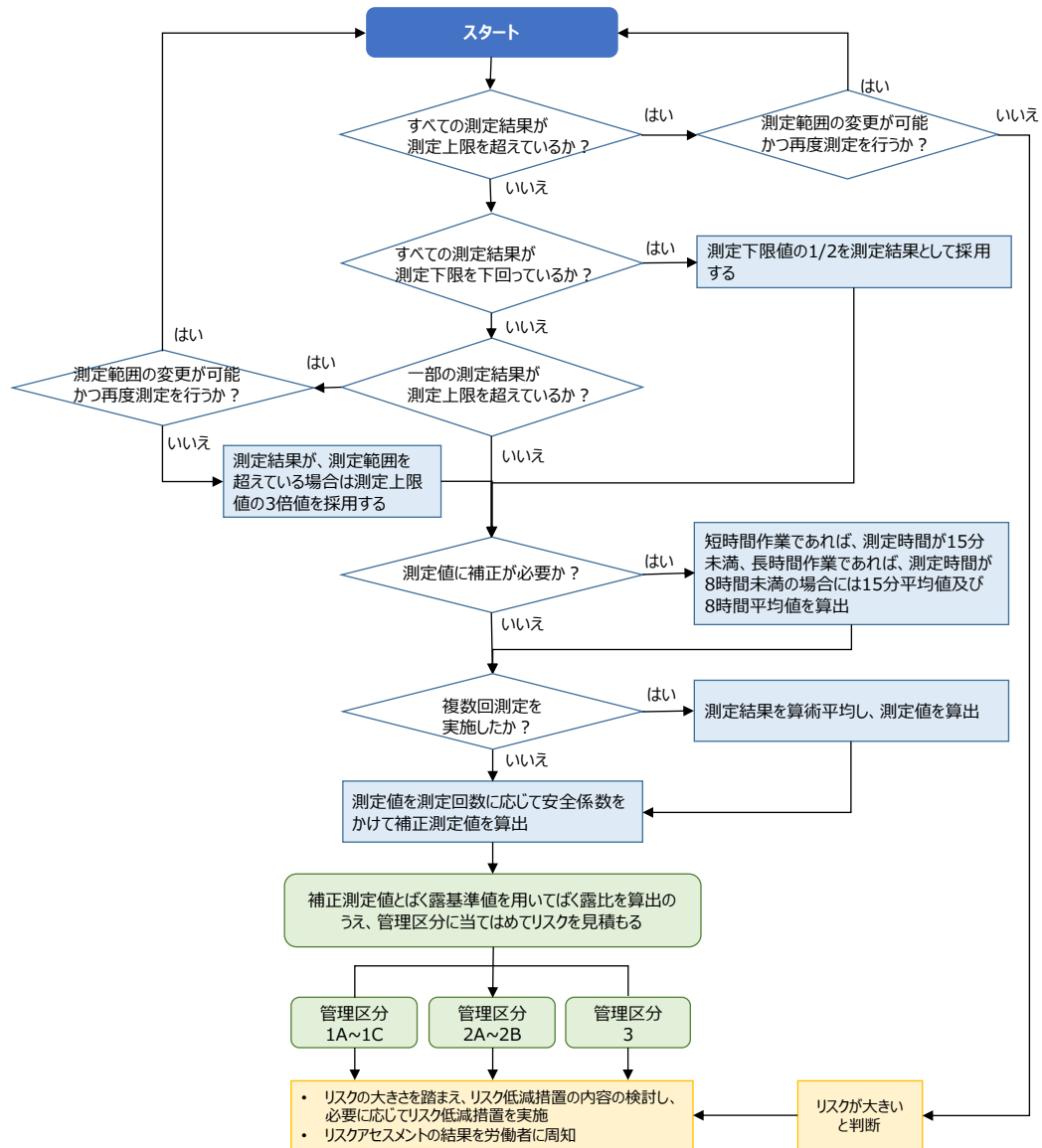
$$[\text{補正測定値}] = [\text{測定値}] \times [\text{安全係数}]$$

$$[\text{ばく露比 (\%)}] = [\text{補正測定値}] \div [\text{ばく露基準値}] \times 100 (\%)$$

測定 No.	測定値	安全係数	補正測定値	ばく露比	管理区分
長時間評価	3.5 ppm	1.5	5.25 ppm	26%	1C
短時間評価	22.5 ppm	1.5	33.75 ppm	56%	2B

上記のように、長時間 (1 時間超) の測定をした場合、リアルタイムモニターであれば、ばく露履歴を利用して作業中の「ばく露最大の 15 分」の値を求めることができるため、短時間の作業のリスクアセスメントを同時に行うことができる。

【STEP 5】測定結果の評価



2.6. リスク低減措置の内容の検討

リスクの判定結果にもとづいて、リスク低減措置の内容を検討します。リスク低減措置の検討と実施の責任は原則として職場側にありますが、化学物質管理は作業場を調査、測定した結果、および自らの技術、知識や経験等にもとづき、職場の管理者などの意見も取り入れながら、作業場の実情に合った、効果的で実現性の高い合理的な対策が立てられるように、積極的にアドバイス等を行うことが求められます。必要に応じて、リスクアセスメントの結果や推奨する対策に関して、簡単な文書で職場の管理者に報告することも良いでしょう。合わせて、労働者への周知に関しても、実際にリスクアセスメントを行った化学物質管理が参加、協力するとより効果的です。

リスク低減措置の内容の検討と労働者への周知

リスクを見積もるだけではリスクアセスメントを実施したことにはならない。リスクの見積り結果を踏まえて、リスク低減措置の内容を検討することで初めて、リスクアセスメントを実施したことになる。
また、リスクアセスメントの結果を労働者に周知することが改正労働安全衛生法では求められているため、結果を作業場に常時掲示するなどして確実に労働者に情報提供すること。（p.12 参照。）

2.7. 定期的なリスクアセスメントの実施

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 日公示）において、原材料の化学物質の変更、作業の方法・手順の変更などがあった場合は、リスクアセスメントを実施することが求められています。さらに、前回のリスクアセスメントから一定の期間が経過した場合などではリスクアセスメントの実施に努めることが求められています。設備の経年劣化や、作業者の入れ替わりによる作業の仕方などの変化により、思いもよらなかったリスクが生じるおそれがあるため、定期的にリスクアセスメントを実施することが勧められます。

管理区分とリスクの再評価及び測定の頻度（参考）

原則として、定期的に再評価及び再測定を行うことを推奨する。下記に、具体的な頻度を示すが、その頻度は前回のリスクアセスメントの結果などの状況で変わってくる。（カッコ内は状況判断により変更可能な範囲を示す）

再評価／ 再測定	管理区分（前回のリスクの見積り結果）					
	1A	1B	1C	2A	2B	3
再評価	2 年 (2～3 年)	1 年 (1～3 年)	6 ヶ月 (6 ヶ月～2 年)	6 ヶ月 (6 ヶ月～1 年)	6 ヶ月*	6 ヶ月*
再測定	3 年 (1～5 年)	2 年 (1～3 年)	1 年 (1～3 年)	6 ヶ月 (6 ヶ月～2 年)	6 ヶ月* (6 ヶ月～1 年)	6 ヶ月* (6 ヶ月～1 年)

* リスク低減措置の実施が優先であり、この頻度で再評価及び再測定を行うことは特別な場合に限る。

✓ 再評価

化学物質管理担当者が、作業場などの観察、管理者へのヒアリングなどを踏まえ、ばく露の状況を推定のうえ、前回のリスクの見積り結果や測定結果などと比較すること。

✓ 再測定

化学物質管理担当者が、再評価の結果、必要であると判断した場合に再度リアルタイムモニター等を用いて測定すること。

なお、再評価及び再測定を行った場合は、それぞれの結果を記録すること。

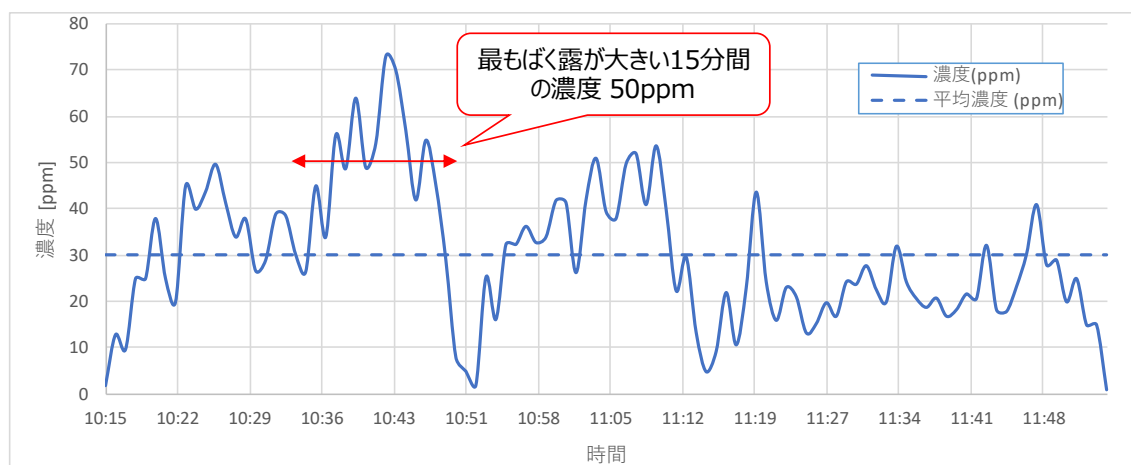
3. リアルタイムモニターの活用事例

3.1. 化学物質のリスクアセスメントの実施

金属加工会社 A 社では 1 人の作業者が、金属部品の洗浄を、ジクロロメタンを用いて洗浄槽で行っています。洗浄槽には外付式局所排気装置が設置してあり、1 日の作業時間は 2 時間です。

ジクロロメタンのばく露限界値は、日本産業衛生学会許容濃度 50ppm、最大許容濃度 100ppm、ACGIH TLV-TWA 50ppm であり、最小の値(50ppm)を長時間ばく露基準値(50ppm)、最大許容濃度を短時間ばく露基準値(100ppm)としました。

次に作業者の襟元にリアルタイムモニターを装着して呼吸域の空気を測定し、ロギングデータを PC に取り込みました。



※図はイメージです。

2 時間における作業の平均ばく露濃度は、30 ppm、ばく露が最も高い 15 分間の平均値は、50 ppm でした。長時間の測定値は、2 時間であったためそれ以外の時間はばく露がないとして、8 時間平均値に換算しました。測定回数 1 のため、安全係数 3 を適用し、以下の管理区分となりました。

測定 No.	測定結果	測定値	安全係数	補正測定値	ばく露比	管理区分
長時間評価	50 ppm	12.5 ppm	3	37.5 ppm	75%	2B
短時間評価	50 ppm	50 ppm	3	150 ppm	150%	3

測定回数が少なく、安全係数が 3 と大きな値となっているため、後日再度測定を実施することとしました。またリアルタイムモニターの測定結果から、特にばく露が大きい作業内容を優先して、リスクの低減対策を検討することになりました。

3.2. 化学物質の発生源の特定・見える化

リアルタイムモニターは、その場で濃度が確認できるため職場巡視、始業前の確認において、化学物質の発生源の確認やばく露がある箇所の確認等に活用することができます。リアルタイムモニターは、繰り返し何度でも測定が可能であるため、気軽に活用することができます。

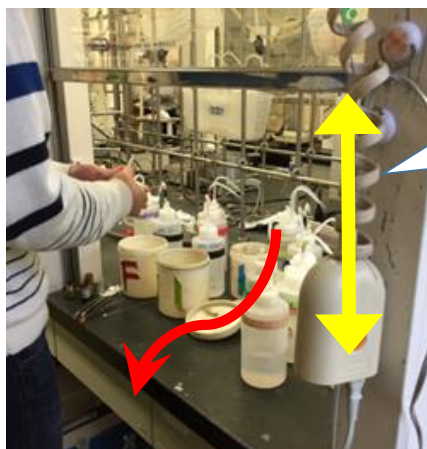
① 職場における発生源の特定

職場において、リアルタイムモニターを持ちながら作業現場を巡視することによって、簡単にリスクとなりうるポイントを探ることが可能となります。



② 思いもよらなかった発生源の特定

ドラフトチャンバー内での作業であったため、リスクが低いと考えていたが、リアルタイムモニターで測定を試みたところばく露があることが判明しました。ドラフトチャンバーであっても、扉を開けすぎると化学物質が外に逆流することがあり、特に、クロロホルムなどガスの密度が高い場合は注意が必要となります。このように、リアルタイムモニターで測定をしてみることによって、思いもよらないばく露が発見できることがあります。



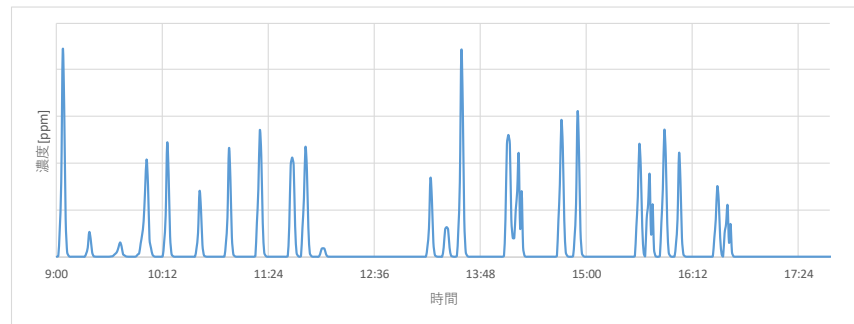
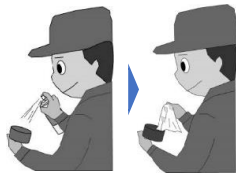
扉を開けすぎたため、
化学物質が外に逆流した。

3.3. リスク低減効果の確認

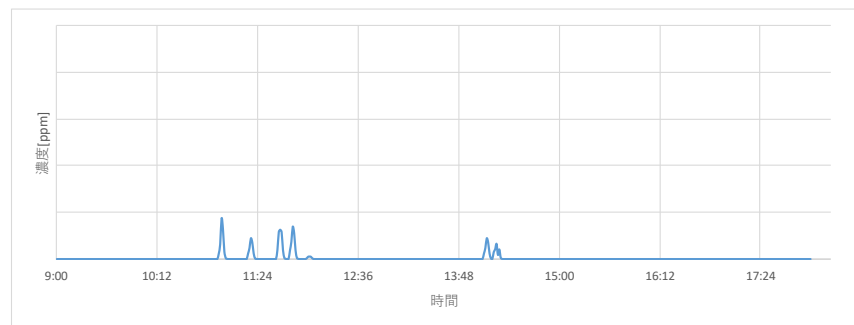
リスク低減対策を実施した場合、リスクの低減対策によってどのくらい改善効果があったかを確認することが重要となります。

イソプロピルアルコール（I P A）をスプレーで塗布し、ウエスでふき取る作業について、リアルタイムモニターで測定を行ったところ、作業中にばく露があることがわかりました。そこで、I P Aをウエスにプッシュノズルで塗布し、ふき取る方法に作業を変更したところ、ばく露が非常に小さくなり、改善効果が確認できました。

【改善前】



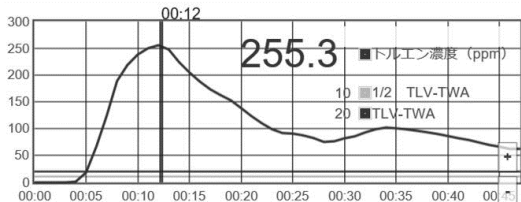
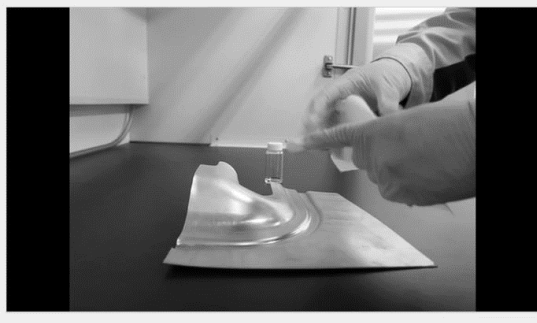
【改善後】



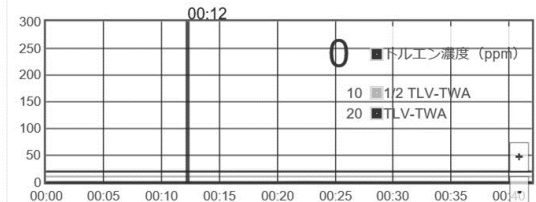
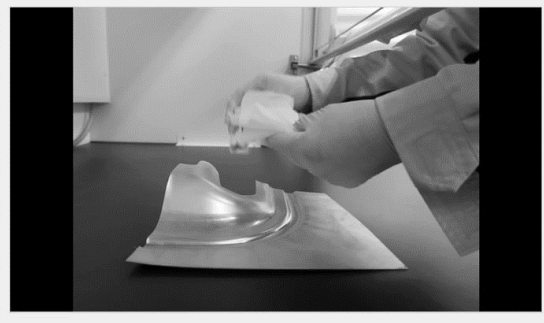
※図はイメージです。

3.4. 動画と組み合わせた安全教育

作業者がリアルタイムモニターを取り付け、金属板のふき取り作業の様子を動画で録画し、ソフトウェアで連携を行った。ドラフトチャンバーの稼働なし、ありの2つで測定を実施し、ドラフトチャンバーの効果を比較しました。



ドラフトチャンバー稼働なし：最大 255.3 ppm
(主たる成分トルエン：ばく露限界値 20 ppm)



ドラフトチャンバー稼働あり：最大 0.3 ppm
(主たる成分トルエン：ばく露限界値 20 ppm)

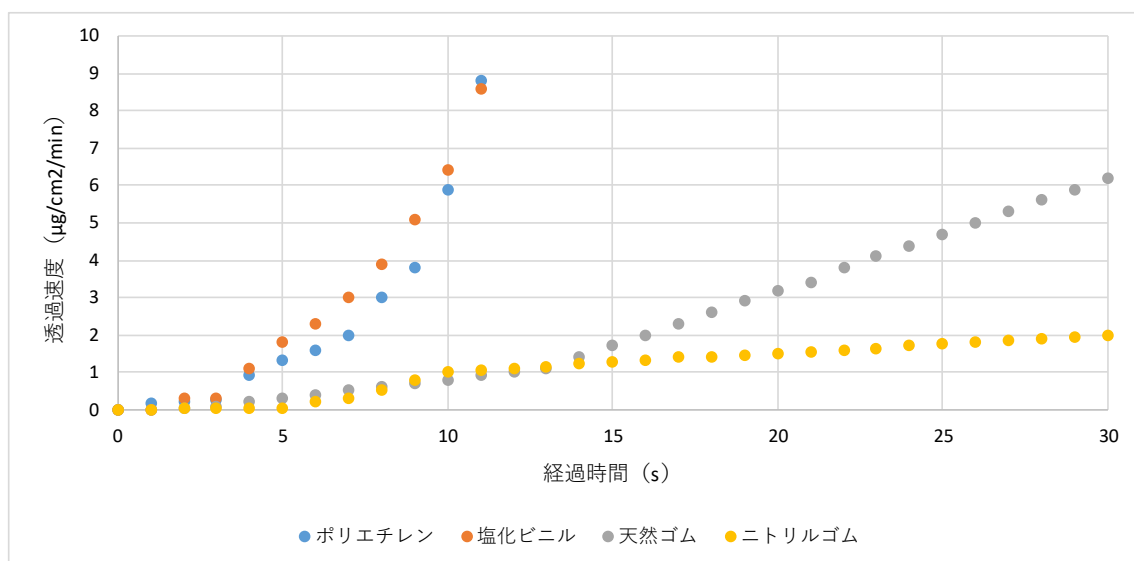
動画とリアルタイムモニターの値の併用によって、作業者にドラフトチャンバーを稼働させて作業することの重要性を教育することができました。

3.5. 化学防護手袋の透過の確認、適した素材の選定

化学物質の経皮吸収による健康影響や接触性皮膚炎を防ぐためには、化学防護手袋の適正な選定・使用が重要となります。化学防護手袋の素材には、いろいろな種類（素材）の手袋が市販されており、取り扱う化学物質に対して、劣化しにくく、透過しにくい素材の選定が必要です。

そこで、4 種類の素材の化学防護手袋の内側にリアルタイムモニターを入れて、エタノールに手袋を浸漬させ、その値を測定しました。

エタノールに対しては、この 4 種類の中では、ニトリルゴムの手袋を選定するのが適当であることを簡易に検討することができました。



※図はイメージです。

化学防護手袋の適正な管理のポイント（参考）

長い期間にわたり装着使用した化学防護手袋の内側は、手袋表面に付着した化学物質が透過により手袋内側が汚染されている可能性があります。（右図）

化学防護手袋の取扱説明書等に掲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可能時間をあらかじめ設定し、その設定時間を限度に化学防護手袋を使用するようにしましょう。

化学防護手袋の取り扱いに関する具体的な注意事項等は、厚生労働省 基発 0112 第 6 号「化学防護手袋の選択、使用等について」（平成 29 年 1 月 12 日）を参照してください。



4. リスクアセスメント実施支援と労働者への周知



リアルタイムモニターを用いたリスクアセスメントやリスクアセスメント結果の労働者への周知、事業所間等との情報共有などを円滑に進めるため、Microsoft® Excel®で使用可能なリスクアセスメント実施支援シートを作成しました。
ここでは、支援シートの使い方について解説します。

リスクアセスメント実施支援シートは、厚生労働省「職場のあんぜんサイト」にて無償でダウンロード可能です。使用する前に、Microsoft® Excel®がお使いの PC にインストールされてことを確認すると同時に、お使いの Microsoft® Excel®のバージョンが最新になっているかどうか確認してください。動作確認済のバージョンは Office 2013 以降となります。

本リスクアセスメント実施支援シートは、前節で説明した【STEP 1】から【STEP 5】の一連のリスクアセスメントの流れを支援しています。本支援シートを通じて得られたリスクアセスメントの結果を労働者へ周知するとともに、複数の事業所を有する場合は、本支援シートを用いて実施した各事業所のリスクアセスメントの結果を本社がとりまとめるなどして管理の一元化等に役立ててください。

● 注意事項

厚生労働省の委託に基づきみずほ情報総研（株）が作成したものであり、本支援シートの著作権は厚生労働省が有しております。使用者は、著作権法及び関連法規を遵守するとともに、営利目的の個人、法人、団体等が、利益を得る目的で本支援シートを配布、または他の製品と合わせて配布することは禁止します。

当該ガイドブックおよび支援シートに記載の内容に基づいて同資料で用いられた理論・方法を利用することは、新コスモス電機株式会社より承諾を受けております（関連特許：特許第 6629941 号）。なお、同資料で用いられた理論・方法を具現化した機器等を製造・販売等する場合は、特許権者の許諾が別途必要となりますので、ご留意下さい。

また、本支援シートを使用して得られた結果について、著作権者は利用者に対していかなる保証をするものでもありません。利用者は自己の責任においてご利用ください。

なお、使用に際して不具合等がございましたら、厚生労働省労働基準局安全衛生部化学物質対策課までお寄せください。

本支援シートの（１）～（２）の項目に入力することで、「【STEP 1】対象物質の確認・ばく露限界値の調査」、「【STEP 2】リスクアセスメント対象作業の選定」の実施を支援します。

まず物質・作業ごとに、基本情報、作業内容及び作業時間、ばく露限界値情報を入力します。

（１）対象物質の基本情報を入力しましょう。

入力内容クリア

タイトル	シンナーを用いた作業				
実施場所	作業場A				
製品名等	シンナーA				
作業内容等	シンナーを用いて洗浄を行う作業				
測定機種	リアルタイムモニターA	→機種を登録する	含有物質数	3	種類

（２）取扱い物質の情報

CAS番号で検索

成分	物質名	CAS番号 (ハイフンあり)	含有率 [%]	換算係数 ^{※1} [-]	分子量 [-]	蒸気圧 ^{※2} [kPa]	日本産業衛生学会		ACGIH TLV		
							許容濃度 [ppm]	最大許容濃度 [ppm]	TWA [ppm]	STEL [ppm]	C [ppm]
1	トルエン	108-88-3	60%	0.56	92.14	3.8	50		20		
2	キシレン	1330-20-7	25%	0.54	106.16	0.7			100	150	
3	酢酸エチル	141-78-6	15%	4.5	88.11	10.0	200		400		

次に（３）の入力欄にリアルタイムモニターによる測定結果を入力します。混合物の場合には、推計に使用する蒸気組成や安全係数等を変更することができます。

（３）測定結果

		測定回数 (n)					測定値 [ppm]
		1	2	3	4	5	
短時間 評価 (～1h)	指示値 [ppm]	30	21	13	26		
	測定時間 [min]	15	15	15	15		
	測定結果 (15分間平均値) [ppm]	30	21	13	26		22.5
長時間 評価 (1h～)	指示値 [ppm]						
	測定時間 [h]						
	測定時間の内容 (選択)						
	測定結果 (8時間平均値) [ppm]						

成分	物質名	蒸気組成(mol%)			推計に使用する蒸気組成	蒸気組成の安全係数	(補正)推定濃度	
		全気化	飽和蒸気	実測結果等			15分間平均値	8時間平均値
1	トルエン	61.6%	56.9%		全気化	2	17.90	
2	キシレン	22.3%	3.8%		全気化	1	3.24	
3	酢酸エチル	16.1%	39.3%		全気化	4	9.36	

安全係数、補正測定値などが自動的に算出され、ばく露基準値と比較した管理区分及びリスクの判定が表示されます。

（４）評価結果

成分	物質名	短時間評価					長時間評価				
		測定回数の安全係数	補正測定値 [ppm]	ばく露基準値 [ppm]	ばく露比	管理区分	安全係数	補正測定値 [ppm]	ばく露基準値 [ppm]	ばく露比	管理区分
1	トルエン	1.5	26.85	60	45%	2A			20		
2	キシレン	1.5	4.86	150	3.2%	1B			100		
3	酢酸エチル	1.5	14.04	600	2.3%	1A			200		
混合物評価					50%	2B					
判定		リスク低減措置を実施する									

リスクの判定結果をもとに、リスク低減措置の内容や今後の方針等について検討し、記入してください。
最後にシートの印刷等を行い、対象作業に従事する労働者へ、リスクアセスメントの結果を周知してください。

5. リアルタイムモニターを用いた測定のポイント

i リアルタイムモニターは、他の測定法に比べ測定方法や取り扱いが容易、測定法に関する専門知識不要かつ繰り返し測定を行えるというメリットがあります。ここでは、より精度の高い測定とリスクアセスメント実施の参考となるよう、リアルタイムモニターを用いた測定のポイントについて説明します。

5.1. リアルタイムモニターの基礎

① 種類

ここでは、リアルタイムモニターの代表的な検知原理である熱線型半導体式及び PID（光イオン化）式を紹介します。

- 熱線型半導体式

低濃度で高い出力が得られ、可燃性ガス全般に感度を有することが特徴です。

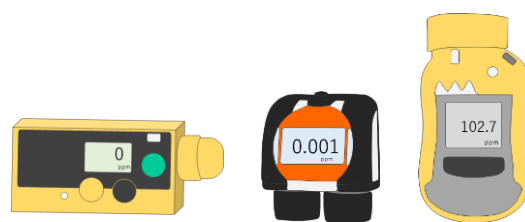
- PID（光イオン化）式

極低濃度が測定可能で、応答性の速さは可燃性ガスだけでなく、無機ガスも含め 740 種類以上が検知可能なことが特徴です。

またリアルタイムモニターの形状として、ポンプ内蔵で吸引検知式のハンディタイプや自然拡散検知式で小型のため作業者に取り付けて使用できるポケットブルタイプがあります。



ハンディタイプ



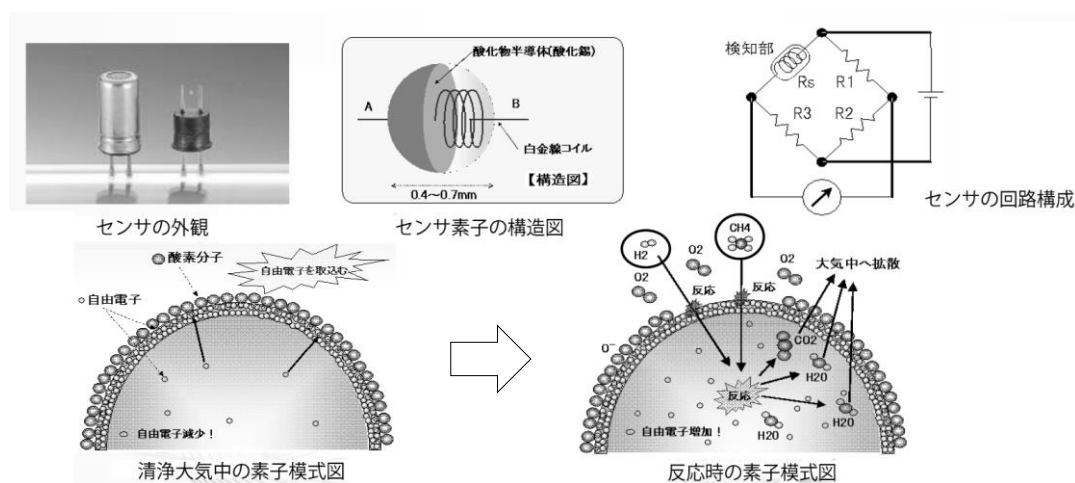
ポケットブルタイプ

② 原理

● 熱線型半導体式

熱線型半導体式センサは白金線コイルに金属酸化物半導体（酸化錫等）を焼き固め、その周りに触媒を塗布した構造をしています。

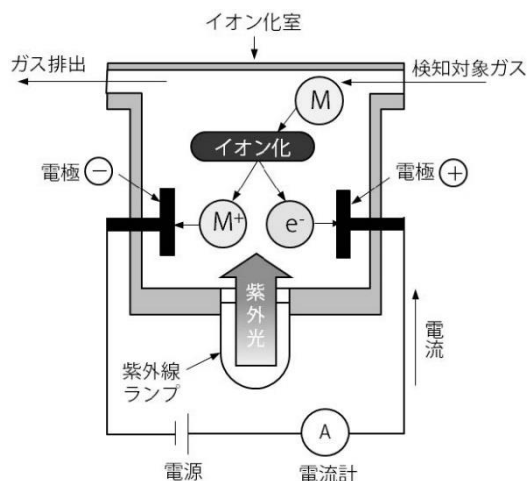
清浄空気中では、大気中の酸素が半導体の自由電子を取り込み、センサ表面近傍に陰イオンとして存在する。電子を奪われた半導体は高抵抗状態となり電流が流れにくい状態となっています。そこに、 H_2 や CH_4 などのガスが接触すると、表面近傍の酸素イオンと酸化反応し、 CO_2 や H_2O を生成します。また、酸素イオンに取り込まれていた自由電子が半導体内部に放出され、低抵抗状態となり、電流が流れやすくなります。このように、半導体の電気抵抗値の変動によりガス濃度を測定します。



● PID（光イオン化）式

PID センサは右図の通り、ガスが導入されているイオン化室、光源である紫外線ランプ、イオン電流を検出する2つの電極から構成されています。

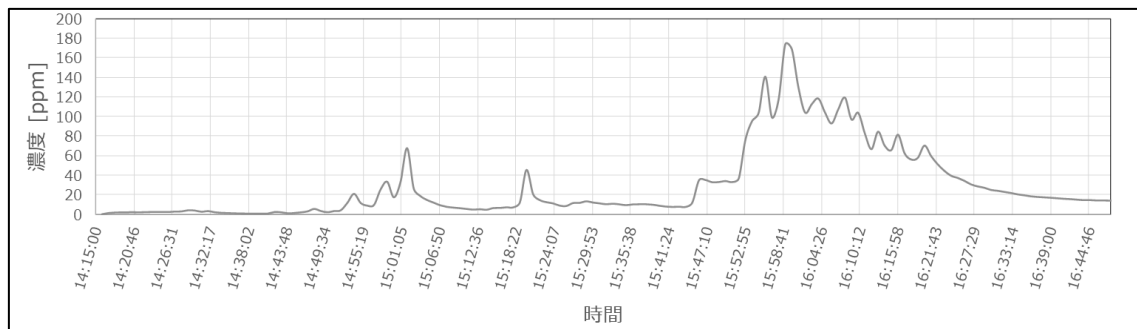
- (1) 検知対象ガスがイオン化室に入ります。
- (2) 紫外線ランプから紫外光が照射されます。
- (3) 紫外光のエネルギーにより、ガスが陽イオンと電子に分離します。
- (4) 生成した陽イオンと電子は正負各電極に引き寄せられて電流が発生します。
- (5) この電流はガス濃度に比例しているため、ガス濃度を検知することができます。



紫外線ランプのエネルギーは主に、10.6eV、11.7eV であり、それぞれのランプで測定可能な物質が異なるため注意が必要です。

③ 測定して得られる値

リアルタイムモニターでは、その場でリアルタイムの数値を得られるほか、データロガーの内蔵により測定濃度の時間変化を連続記録し後から解析できます。データを解析することによって、ばく露がピークとなるタイミングやばく露原因の特定、対策の検討などに非常に有効です。



感度が物質によって大きく異なるため、気中物質が単一である場合には、目的の物質の校正ガスに対する換算係数を指示値に掛けることで正確な測定値が求められます。

$$[\text{目的の物質の濃度}] = [\text{リアルタイムモニターの指示値}] \times [\text{目的の物質の換算係数}]$$

(例) 目的の物質の濃度の計算例

・リアルタイムモニターの指示値が 15 ppm、目的の物質の換算係数が 3 の場合、目的の物質の濃度は 45 ppm (15 ppm × 3)

また、共存物質があった場合には、それぞれの値の合算値として値が表示される点に注意が必要です。

④ 校正

測定対象物質の標準ガスを用いて校正することで、正確な測定値を求めることができます。校正が不完全な場合、信頼できる指示値を得られません。

機器は、メーカー等の推奨に従って定期的に校正しましょう。また、機種によってはユーザーによる校正が可能な場合があります。可能な限り高頻度で校正を行うことが推奨されます。

6. リアルタイムモニターを用いた混合物の評価



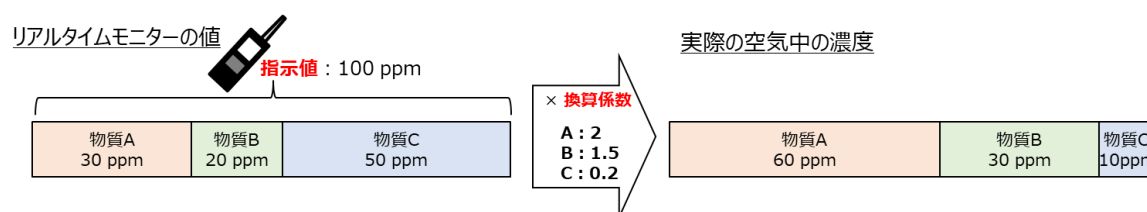
混合物をリアルタイムモニターで測定を行った場合であっても、各化学物質の気中組成及び各化学物質の感度比率が既知であれば、以下の式から混合物中の個別の濃度を推定することができます。

6.1. 混合物における評価の考え方

① 混合物におけるリアルタイムモニターの指示値の意味

混合物をリアルタイムモニターで計測した際の指示値は、物質ごとに指示値が示す値（以下、指示値の内訳）の合計値です。つまり、混合物中の目的物質の濃度は、目的物質の指示値の内訳に、目的物質の換算係数をかけた値となります。

$$[\text{目的物質の濃度}] = [\text{目的物質の指示値の内訳}] \times [\text{目的物質の換算係数}]$$



なお、指示値の内訳は、物質の指示値の割合（以下、指示値の構成比）を用いると、以下のように表せます。

$$[\text{目的物質の指示値の内訳}] = [\text{リアルタイムモニターの指示値}] \times [\text{目的物質の指示値の構成比}]$$

（例）混合物における目的の物質の濃度の計算例

リアルタイムモニターの指示値が 50 ppm、目的物質の換算係数が 3 の場合、目的物質の濃度は、

- 目的物質の指示値の構成比が 20% の場合 : 30 ppm (50 ppm × 20 % × 3)
- 目的物質の指示値の構成比が 50% の場合 : 75 ppm (50 ppm × 50 % × 3)
- 目的物質の指示値の構成比が 80% の場合 : 120 ppm (50 ppm × 80 % × 3)

よって、目的物質の指示値の構成比を求めることが、ポイントとなります。この指示値の構成比は、空気中の各物質の組成比率（以下、蒸気の組成比）に依存します。

② 本ガイドブックにおける考え方

(1) 蒸気の組成比の考え方

目的物質の指示値を求めるための、蒸気の組成比の設定にあたっては、以下方法などが考えられます。

- A) 他の測定方法（作業環境測定等）による実測結果
- B) 理想溶液の飽和蒸気の組成比率（ラウールの法則）
- C) 混合物が全気化した場合の組成比率（＝モル分率）

本ガイドブックでは簡易な方法として、混合物における蒸気の組成比が、混合物が全気化（以下、全気化）した際の組成比と同様であると仮定し、指示値の構成比を求めます。また、全気化した際の蒸気の組成比と、実際の空気中の蒸気組成比とは異なる可能性を想定した安全係数を設定しています。

混合物の蒸気の組成

混合物の蒸気組成は、全気化時と混合物の気液平衡（以下、飽和蒸気）時の組成の間となることが予想される。多くの事業場・作業では、全気化時の組成に近いと考えられること、全気化の組成の計算は簡易に行えることより、本ガイドブックでは全気化時の組成を仮定している。

(2) 本ガイドブックの対象製品

混合物製品における各物質の含有率 [wt%]より、蒸気の組成比を推定することによって、混合物中の個別の濃度を推定します。そのため、作業中に複数の製品を取り扱う場合には、蒸気の組成比を推定することが難しくなります。

そのため本ガイドブックで扱うリアルタイムモニターを用いた混合物のリスクアセスメント手法は、一種類の混合物製品（例：含有率が明確な混合物から成るシンナー等）を測定し、評価する場合を対象としております。

6.2. 評価に必要な情報の整理

リアルタイムモニターを利用して、空気中の各物質の濃度を推定するためには以下の情報が必要となるため、整理しておきましょう。

必要な情報	入手方法
混合物中の各物質の含有率 [wt%]	SDS から入手。
混合物中の各物質の分子量 [－]	SDS、もしくはインターネット等から入手。
混合物中の各物質の蒸気圧 [kPa]	SDS、もしくはインターネット等から入手。
混合物中の各物質の換算係数 [－]	リアルタイムモニターの取扱説明書より入手。
目的物質の蒸気の組成比（全気化時）[mol%]	下記の式より算出。

全気化時の蒸気の組成比は、以下の式より求められます。なお、混合物中に固体が存在する場合、計算から除外します。

$$\text{目的物質の蒸気の組成比（全気化時）[mol\%]} = \frac{\text{目的物質の含有率[wt\%]}/\text{目的物質の分子量[-]}}{\sum \text{物質の含有率[wt\%]}/\text{各物質の分子量[-]}}$$

（例）蒸気の組成比の計算例

・物質 X、物質 Y、物質 Z で構成される混合物における、各物質の蒸気の組成比（全気化時）、蒸気の組成比（飽和蒸気時）は以下のように求められる。

	物質 X	物質 Y	物質 Z
含有率 [wt%]	70	20	10
分子量 [-]	140	100	80
蒸気圧 [kPa]	5	1	10

蒸気の組成比（全気化時）の推計

$$\text{物質 X の蒸気の組成比[mol\%]} = \frac{70/140}{70/140 + 20/100 + 10/80} = 61$$

$$\text{物質 Y の蒸気の組成比[mol\%]} = \frac{20/100}{70/140 + 20/100 + 10/80} = 24$$

$$\text{物質 Z の蒸気の組成比[mol\%]} = \frac{10/80}{70/140 + 20/100 + 10/80} = 15$$

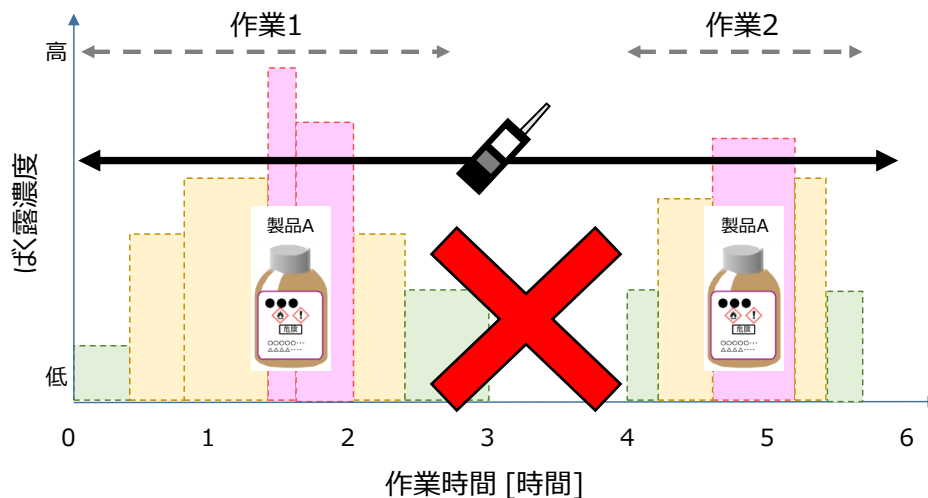
6.3. リアルタイムモニターを用いた混合物のリスクアセスメント手法

ここでは、【STEP 4】リアルタイムモニターを用いた測定の実施以降の内容について、混合物への適用方法を説明しています。STEP1～3 については、2.1～2.3 を参照してください。

【STEP 4】リアルタイムモニターを用いた測定の実施

① 測定の計画

2.4①の手順に従って、ケースごとに測定の考え方を確認してから測定を進めましょう。なお、混合物の空気中の組成は作業内容により変化するため、図のような異なる作業（作業1、作業2）をまとめて測定するせず、単一の混合物製品・単一作業を対象としましょう。（2.4①ケースCのような測定方法は、混合物の測定では実施しないでください。）



また半導体式では、換算係数によっては、スケールオーバーや定量下限以下となり測定できない場合があります。6.2 で整理した情報を参考に、空気中の主成分と考えられる物質（または当該物質と換算係数が近い物質）をリアルタイムモニターのガス種に設定の上、測定を行うと良いでしょう。

適切なガス種に設定するために

主成分を検討するにあたり、混合物における空気中の組成は、全気化時の組成と飽和蒸気時の組成の間となることが予想されるため、全気化時と飽和蒸気時の蒸気の組成比を計算で求めることで、ある程度予想できる。また、過去の作業環境測定等の結果がある場合には、その結果も参考とすることができる。

飽和蒸気時の蒸気の組成比は、以下の式より求められます。なお、混合物中に固体が存在する場合、計算からは除外する。

目的物質の蒸気の組成比（飽和蒸気時）[mol%]

$$= \frac{\text{目的物質の含有率[wt\%]} \times \text{目的物質の蒸気圧[kPa]} / \text{目的物質の分子量[-]}}{\sum \text{各物質の含有率[wt\%]} \times \text{各物質の蒸気圧[kPa]} / \text{各物質の分子量[-]}}$$

② 測定の実施

2.4②の注意点に従って、測定を実施してください。

【STEP 5】測定結果の評価とリスクの判定

① 測定結果の整理

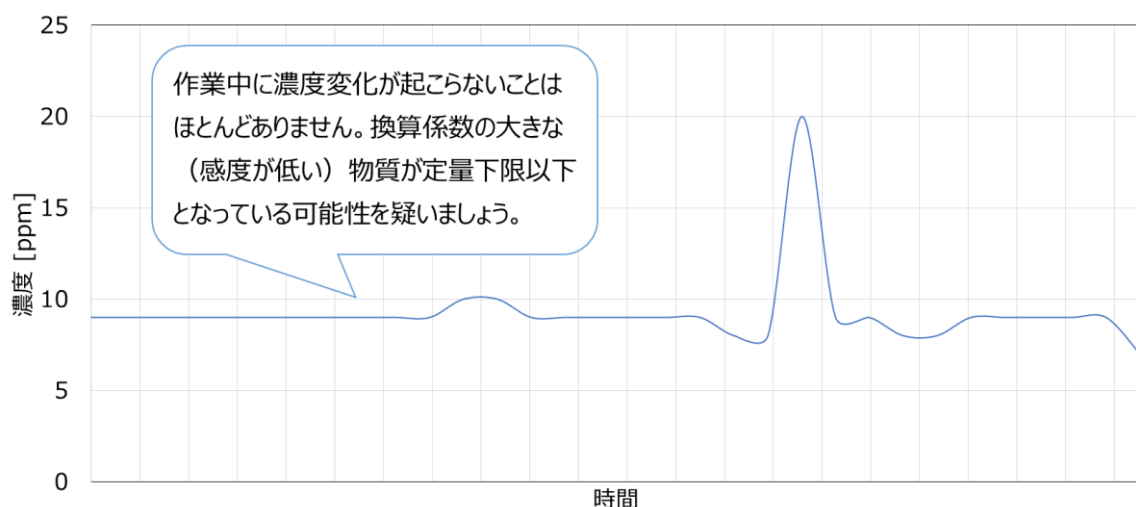
測定した結果は、各メーカーのソフトウェア等を用いて PC 取り込むことで、評価が容易になります。ただし、メーカーによって、取り込み方法が異なるため、詳細は各リアルタイムモニターの取扱説明書を参照してください。

なお、測定結果が測定機器の測定範囲を超えた場合は、2.5①「測定範囲を超えた場合」を参照し、対処してください。

● 【注意】指示値の時間変化がみられない場合（半導体式）

主に半導体式のリアルタイムモニターでは、ガス種に対する測定ガスの換算係数が大きい（測定ガスの感度が低い）場合、リアルタイムモニターの定量下限以下となる可能性があります。リアルタイムモニターの指示値が示されていても、空気中に目的外の物質が存在し、値を示している可能性があります。また、混合物中の物質の換算係数の差が大きい場合、換算係数の小さな物質は測定されているが、換算係数の大きな物質の場合は定量下限以下となっている可能性もあります。下記の図のように、少しでも指示値の変化がみられない時間帯がある場合、ガス種をより感度の低いガスに変更し、再度測定を実施してください。

（例）リアルタイムモニターのガス種を酢酸イソブチル等の感度の高い物質に設定したが、指示値に変化がみられない場合メタノール等感度の低い物質にガス種を変更しましょう。



② 測定結果（8 時間又は 15 分間平均値）の算出

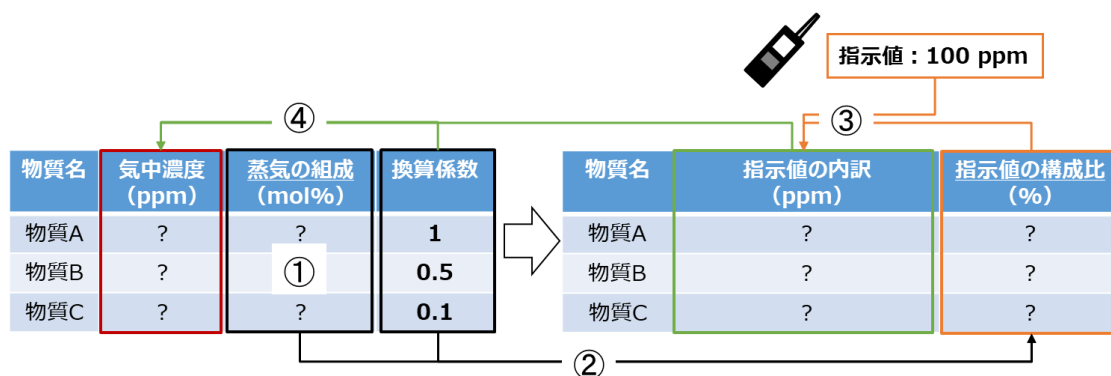
短時間または長時間のある 1 つの推定濃度について、測定時間が、短時間の作業であれば 15 分間よりも短い場合、長時間の作業であれば 8 時間よりも短い場合には、作業時間による補正が必要となります。2.5②の通り、補正を行いましょ。

③ 測定値の算出

一つの作業で複数回（n 回）測定した場合には、それぞれの測定において、濃度（8 時間又は 15 分間平均値）を算出し、それらの値（n 個）を算術平均した値を「測定値（全気化時）」とします。

④ 空気中の各成分濃度の推計

空気中の濃度は図のように、（1）蒸気の組成比の予測、（2）蒸気の組成比と換算係数から、指示値の構成比を算出、（3）指示値に指示値の構成比をかけ、指示値の内訳を算出、（4）指示値の内訳に換算係数をかけることで算出されます。



本ガイドブックでは、混合物における蒸気の組成比が、全気化時の組成比と同様であると仮定するため、上記をまとめると空気中の濃度は以下の式で表されます。

目的物質の濃度（全気化時）[ppm]

$$= \frac{\text{測定値[ppm]} \times \text{目的物質の蒸気の組成比（全気化時）[mol\%]}}{\sum (\text{各物質の蒸気の組成比（全気化時）[mol\%]} / \text{各物質の換算係数} [-])}$$

出典：吉栄ら，VOC モニタによる混合有機溶剤測定値から各成分濃度の推算に関する検討，作業環境 Vol41 No.2 pp.33-45, 2020

● 【注意】主成分の換算係数が大きい場合

空气中に目的外の物質が存在する場合、各成分濃度が過大に推計されます。特に、換算係数の大きな物質（ジクロロメタン等）が主成分である場合、値が実際の値よりもかなり高く推計されている可能性がありますので、留意してください。

濃度の推計式

目的物質の濃度は、目的物質の指示値の内訳に、目的物質の換算係数をかけた値で算出される。そのため、上記式は以下のように算出されている。

$$\begin{aligned}
 \text{目的物質の濃度[ppm]} &= \text{目的物質の指示値の内訳[ppm]} \times \text{目的物質の換算係数[-]} \\
 &= \text{測定結果[ppm]} \times \text{目的物質の指示値の構成比[\%]} \times \text{目的物質の換算係数[-]} \\
 &= \text{測定結果[ppm]} \times \frac{\text{目的物質の蒸気の組率比[mol\%]} / \text{目的物質の換算係数[-]}}{\sum (\text{各物質の蒸気の組率比[mol\%]} / \text{物質の換算係数[-]})} \times \text{目的物質の換算係数[-]} \\
 &= \frac{\text{測定結果[ppm]} \times \text{目的物質の蒸気の組成比[mol\%]}}{\sum (\text{各物質の蒸気の組成比[mol\%]} / \text{各物質の換算係数[-]})}
 \end{aligned}$$

（例）空气中的濃度の計算例

・物質 X、物質 Y、物質 Z で構成される混合物における、各物質の濃度は以下のように求められる。

	物質 X	物質 Y	物質 Z
蒸気圧 [kPa]	5	1	10
換算係数 [-]	1	2	0.5
蒸気の組成比	61	24	15
測定結果 [ppm]	100		

$$\text{物質 X の濃度[ppm]} = \frac{100 \times 61}{61/1 + 24/2 + 15/0.5} = 59$$

$$\text{物質 Y の濃度[ppm]} = \frac{100 \times 24}{61/1 + 24/2 + 15/0.5} = 23$$

$$\text{物質 Z の濃度[ppm]} = \frac{100 \times 15}{61/1 + 24/2 + 15/0.5} = 15$$

リアルタイムモニターに反応しない物質が存在する場合

混合物中にリアルタイムモニターに反応せず、測定できない物質（以下、感度がない物質）が存在する場合、以下の手順によって濃度（全気化時）を推計する。

A) 感度がない物質を除外した蒸気の組成比（全気化時）を推計

6.2 で算出した蒸気の組成比（全気化時）に加え、感度がない物質を計算から除外し、感度がある物質のみの合計を 100%とした場合の蒸気の組成比（全気化時）を推計する。

B) 感度がある物質の濃度（全気化時）を推計

上記 A).で算出した蒸気の組成比（全気化時）を使用して、感度のある各物質の濃度（全気化時）を算出する。（6.3①～④参照）

C) 感度がない物質の濃度（全気化時）を推計

以下の式に従って、感度がない物質の濃度（全気化時）を算出する。ここで、以下の式における「目的物質の蒸気の組成比」は、6.2 で算出した感度がない物質も含めて合計を 100%とした値である。

$$\text{感度がない目的物質の濃度[ppm]} = \frac{\text{目的物質の蒸気の組成比[mol\%]} \times \sum \text{感度がある各物質の濃度[ppm]}}{100[\text{mol\%}] - \text{目的物質の蒸気の組成比[mol\%]}}$$

（例）計算例

感度がない物質 X、感度のある物質 Y、物質 Z で構成される混合物における各物質の蒸気の組成比（全気化時）は、以下のように推計する。まず、物質 Y、Z は、感度がない物質を除外した蒸気の組成比（全気化時）を推計し、その値を用いて 6.3①～④の通り濃度（全気化時）を算出する。

	物質 X (感度なし)	物質 Y	物質 Z
感度がない物質を含めた 蒸気の組成比（全気化時）[mol%]	25	20	55
感度がない物質を除外した 蒸気の組成比（全気化時）[mol%]	—	27 (=20/20+55)	73 (=55/20+55)
濃度（全気化時）[ppm]	?	15	45

感度がない物質 X の濃度（全気化時）は、感度がない物質を含めた蒸気の組成比と、物質 Y、Z の濃度（全気化時）を用いて、以下のように算出する。

$$\text{物質 X の濃度[ppm]} = \frac{25 \times (15 + 45)}{100 - 25} = 20$$

⑤ 蒸気組成の不確実性に対する安全係数による濃度の補正

本ガイドブックで仮定する全気化した際の蒸気の組成比と、実際の空気中の蒸気の組成比には誤差が生じる可能性があります。この誤差を考慮するための安全係数（以下、蒸気組成の安全係数）を設定し、濃度を補正します。具体的には、④にて推計した濃度（全気化時）に、6.2にて推計した蒸気の組成比（全気化時）によって決定される下記の安全係数をかけた値を「推定濃度」とします。なおこの安全係数は、蒸気の組成比が小さいほど、誤差の生じる範囲が大きくなることを考慮し、決定されています。

目的物質の蒸気の組成比（全気化時）[mol%]					
90 以上	90 未満 80 以上	80 未満 60 以上	60 未満 40 以上	40 未満 20 以上	20 未満
1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0

目的物質の推定濃度[ppm]=目的物質の濃度（全気化時）[ppm]×蒸気組成の安全係数[－]

（例）

・物質 X、物質 Y、物質 Z で構成される混合物における、実際の空気中の蒸気組成各物質の補正濃度は以下のよう
に求められる。

	物質 X	物質 Y	物質 Z
蒸気の組成比（全気化時）[mol%]	61	24	15
濃度（全気化時）[ppm]	59	23	15

物質 X の蒸気の組成比=61%より、蒸気組成の安全係数 2。物質 X の推定濃度[ppm]=59×2=118

物質 Y の蒸気の組成比=24%より、蒸気組成の安全係数 3。物質 Y の推定濃度[ppm]=23×3=69

物質 Z の蒸気の組成比=15%より、蒸気組成の安全係数 4。物質 Z の推定濃度[ppm]=15×4=60

濃度の補正の精緻化①（必要に応じて実施）

実際の空気中の蒸気組成は、全気化時と飽和蒸気時の組成の間となることが予想されることから、飽和蒸気時の濃度が、④にて推計した濃度（全気化時の濃度）より大きくなる可能性がない場合、安全係数をかける必要はない。下記の手順で判断することができる。

A) 理想溶液時の空気中の濃度の推計

④の式と同様に、理想溶液時の空気中の濃度を推計する。（目的物質の蒸気の組成比（理想

溶液時)の推計方法は、P56を参照。)

目的物質の濃度(飽和蒸気時) [ppm]

$$= \frac{\text{補正測定値[ppm]} \times \text{目的物質の蒸気の組成比(理想溶液時) [mol\%]}}{\sum (\text{各物質の蒸気の組成比(理想溶液時) [mol\%]} / \text{各物質の換算係数 [-]})}$$

B) 安全係数による補正が必要であるかの判定

目的物質の濃度(全気化時)と目的物質の濃度(飽和蒸気時)を比較することにより、安全係数による濃度の補正が必要であるかを判定する。安全係数による補正が不要である場合、④にて推計した濃度(全気化時)を「推定濃度」とする。

判定式	安全係数による補正
飽和蒸気時の濃度×1.5 / 全気化時の濃度 > 1	必要
飽和蒸気時の濃度×1.5 / 全気化時の濃度 < 1	不要

濃度の補正の精緻化②(必要に応じて実施)

実際の空気中の目的物質が取り得る濃度の最大値(以下、最大濃度)は、指示値に目的物質の換算係数をかけた値となります。安全係数を乗じた場合はこの最大濃度を上回る可能性があるため、⑤で算出した推定濃度が最大濃度を上回る場合、この最大濃度を「推定濃度」とし、下記⑥以降の計算で用いることができる。リアルタイムモニターを用いたリスクアセスメント支援ツールでは、必要に応じて最大濃度を用いて評価を行うことが可能となっている。

$$\text{目的物質の最大濃度[ppm]} = \text{測定値[ppm]} \times \text{目的物質の換算係数[ppm]}$$

⑥ 補正測定値の算出

2.5④の通り、推定濃度に測定条件による補正、測定した作業回数による補正を行った値(「補正測定値」)をリスクの見積りに用いてください。

⑦ リスク判定

2.5⑤(p.38)の通り、リスクを判定してください。

6.4. 評価事例

トルエン、m-キシレン、イソブチルアルコールの混合物を用いた 10 分間の作業

トルエン、m-キシレン、イソブチルアルコールから構成されるシンナー系洗浄剤の短時間評価を実施した。まず、評価に必要な情報として、下記を整理した。各物質の全気化時の蒸気の組成比を以下の式より算出した。

$$\text{目的物質の蒸気の組成比（全気化時）[mol\%]} = \frac{\text{目的物質の含有率[wt\%]}/\text{目的物質の分子量[-]}}{\sum \text{物質の含有率[wt\%]}/\text{各物質の分子量[-]}}$$

必要な情報	トルエン	m-キシレン	イソブチルアルコール
含有率 [wt%]	30	50	20
分子量 [-]	92.14	106.17	74.12
蒸気圧 [kPa]	3.8	0.8	1.2
換算係数 [-]	0.56	0.47	3
蒸気の組成比（全気化時）[mol%]	30.5	44.2	25.3

次に、ばく露限界値の調査を行った。ばく露限界値は、トルエンでは日本産業衛生学会許容濃度 50ppm、ACGIH TLV-TWA 20ppm、m-キシレンでは ACGIH TLV-STEL 150ppm、イソブチルアルコールでは日本産業衛生学会許容濃度 50ppm、ACGIH TLV-TWA 50ppm である。短時間暴露限界値がある m-キシレンはその値、長時間暴露限界値のみがあるトルエン、イソブチルアルコールでは、その最小の値を 3 倍した値をばく露基準値として下記のように整理した。

必要な情報	トルエン	m-キシレン	イソブチルアルコール
ばく露基準値 [ppm]	60	150	150

次に作業時間全てにおいて、2 名の作業者に対して測定日①及び測定日②において測定（n=4）し、下記のような結果が得られた。（2.4 ①におけるケース A に該当）

測定 No.	測定のタイミング	測定結果 [ppm]	測定時間 [分]
1	作業者 A（測定日①）	55	10
2	作業者 B（測定日①）	45	10
3	作業者 A（測定日②）	60	10
4	作業者 B（測定日②）	50	10

ケース A に該当するため、測定結果（15 分間平均値）を算出した。さらに、測定結果を算術平均し、「測定値」とした。

$$[\text{測定結果（15 分間平均値）}] = \text{AM} \times (\text{T} / 15)$$

T：作業時間（分） AM：T 分間における測定結果平均値（時間内平均値）

測定 No.	測定結果（15 分間平均値）、測定値 [ppm]
1	36.7
2	30
3	40
4	33.3
測定値	35

次に、混合物における蒸気の組成比が、全気化時の組成比と同様であると仮定し、空気中の濃度を以下の式より推計した。さらに、各物質の蒸気の組成比（全気化時）より蒸気組成の不確実性に対する安全係数を設定し、推定濃度を算出した。

目的物質の濃度（全気化時）[ppm]

$$= \frac{\text{測定結果[ppm]} \times \text{目的物質の蒸気の組成比（全気化時）[mol\%]}}{\sum (\text{各物質の蒸気の組成比（全気化時）[mol\%]} / \text{各物質の換算係数}[-])}$$

目的物質の推定濃度[ppm]=目的物質の濃度（全気化時）[ppm]×蒸気組成の安全係数[-]

	トルエン	m-キシレン	イソブチルアルコール
濃度（全気化時）[ppm]	6.81	9.85	5.64
蒸気組成の安全係数	3	2.5	3
推定濃度 [ppm]	20.43	24.63	16.93

最後に、測定回数（n=4）のため、測定回数に対する安全係数が 1.5 となる。よって以下の式に従って、補正測定値、ばく露比、管理区分を算出した。

$$[\text{補正測定値}] = [\text{推定濃度}] \times [\text{安全係数}]$$

$$[\text{ばく露比}(\%)] = [\text{補正測定値}] \div [\text{ばく露基準値}] \times 100(\%)$$

	トルエン	m-キシレン	イソブチルアルコール
推定濃度 [ppm]	20.43	24.63	16.93
測定回数の安全係数	1.5	1.5	1.5
補正測定値 [ppm]	30.65	36.94	25.40
ばく露比 [%]	51.0	24.6	16.9
管理区分	2B	1C	1C
解釈（判定）	リスク低減措置を 実施する	良好	良好

【評価の精緻化】

更に詳細な分析を行う必要があると判断し、P61 の方法によってさらに結果の精緻化を行った。

① 安全係数の必要性の判断

理想溶液時の空気中の濃度を、下記の式より推計し、判定式より安全係数の補正の必要性を判断した。

$$\begin{aligned} & \text{目的物質の蒸気の組成比（飽和蒸気時）[mol\%]} \\ &= \frac{\text{目的物質の含有率[wt\%]} \times \text{目的物質の蒸気圧[kPa]} / \text{目的物質の分子量[-]}}{\sum \text{各物質の含有率[wt\%]} \times \text{各物質の蒸気圧[kPa]} / \text{各物質の分子量[-]}} \end{aligned}$$

判定式 = 飽和蒸気時の濃度 × 1.5 / 全気化時の濃度

判定式 > 1 の時、安全係数による補正は必要、判定式 < 1 の時、判定式による補正は不要。

	トルエン	m-キシレン	イソブチルアルコール
濃度（飽和蒸気時） [ppm]	13.87	4.24	3.64
判定式	3.05	0.65	0.97
安全係数による補正	必要	不要	不要

よって推定濃度は、トルエンでは濃度（全気化時）に安全係数をかけた値、m-キシレンとイソブチルアルコールは濃度（全気化時）となる。

	トルエン	m-キシレン	イソブチルアルコール
推定濃度[ppm]	20.43	9.85	5.64

② 最大濃度の考慮

安全係数を乗じたトルエンが、最大濃度を上回っている可能性を確認するため、下記の式よりトルエンの最大濃度を算出した。

$$\text{トルエンの最大濃度[ppm]} = \text{測定値[ppm]} \times \text{トルエンの換算係数[ppm]}$$

算出の結果、トルエンの最大濃度は 19.60 であり、推定濃度が上回っているため、最大濃度を評価に使用する。

最後に、①②の精緻化結果を考慮し、再度補正測定値、ばく露比、管理区分を算出した。

	トルエン	m-キシレン	イソブチルアルコール
推定濃度（精緻化後） [ppm]	19.60	9.85	5.64
測定回数の安全係数	1.5	1.5	1.5
補正測定値 [ppm]	29.40	14.78	8.47
ばく露比 [%]	49.0	9.9	5.6
管理区分	2A	1B	1B
解釈（判定）	現対策の有効性を 精査、更なるばく露 低減に努める	十分に良好	十分に良好

卷末資料

用語集

あ行

用語・略語	説明
安全データシート	SDS（Safety Data Sheet）とも呼ばれる、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等を、供給者側から受け取り側の事業者へ伝達するためのもの。
インダストリアル・ハイジニスト	北米において産業衛生技術の専門家を指しており、欧州ではオキュペイショナルハイジニストとも呼ばれる。

か行

用語・略語	説明
管理区分	(1) 法定の作業環境測定において、測定結果と管理濃度の比較のために設定された作業環境の良否を判断するための区分。第 1 管理区分、第 2 管理区分、第 3 管理区分がある。 (2) 本ガイドブックにおいて、リアルタイムモニター測定の結果からリスクを判定するために設定されたリスクの区分。1A、1B、1C、2A、2B、3 の 6 区分がある。測定値と基準値との関係性からは、1A～1C、2A～2B、3 は各々、作業環境測定における第 1、2、3 の各管理区分に対応する。
管理濃度	作業環境測定結果から当該作業場所の作業環境管理の良否を判断する際の管理区分を決定するための指標として定められたもの。作業環境評価基準の別表にその値が示されている。許容濃度がばく露濃度の基準として定められているのとは考え方が異なるので注意。
許容濃度	ばく露限界値のうち、日本産業衛生学会が勧告値を発表している数値をいう。8 時間値（一般に言う許容濃度）、および最大許容濃度（常時この濃度以下に保つべき濃度）がある。
共存ガス	対象気体以外で、試料気体中に共存している気体。干渉ガスや妨害ガスとも呼ばれる。
繰り返し測定	同じ作業を繰り返して測定すること。本ガイドブックでは、その回数を n で表す。
経皮吸収	化学物質と皮膚が接触することにより経皮的に吸収されることを指し、吸収された量によっては健康影響が無視できない程度に達するおそれがある。
ばく露基準値	本リスクアセスメントでリアルタイムモニターの測定値との比較に用いる基準値のことで、ACGIH や日本産業衛生学会が定めるばく露限界値等や相当値のうちの最小値を用いる。ばく露基準値の決定方法は、2.1 ③を参照。
個人ばく露測定	【⇒本ガイドブック p.13 参照】
混合物	複数の化学物質がで構成される製品（溶液）

さ行

用語・略語	説明
最大許容濃度	「許容濃度」の項を参照
作業環境測定	【⇒本ガイドブック p. 13 参照】
測定結果 測定値	本ガイドブックでは、下記のように定義して当該用語を使い分けている。 測定結果：リアルタイムモニターの指示値を読み取ったもの 測定値：リアルタイムモニターの n 個の測定結果を算術平均したもの 補正測定値：測定値に安全係数を乗じたもの

た行

用語・略語	説明
特化則	特定化学物質障害予防規則の略。

は行

用語・略語	説明
ばく露限界値	労働現場で労働者がばく露されたとしても、空气中濃度がこの数値以下であれば、ほとんどすべての労働者に健康上の悪影響がみられないと判断される濃度。日本産業衛生学会の提案している許容濃度、及び米国 ACGIH が勧告している ACGIH-TLV などがある。ACGIH-TLV には、TLV-TWA、TLV-STEL、TLV-C がある。【⇒本ガイドブック p.70 参照】
補正測定値	本ガイドブックでは、下記のように定義して当該用語を使い分けている。 測定結果：リアルタイムモニターの指示値を読み取ったもの 測定値：リアルタイムモニターの n 個の測定結果を算術平均したもの 補正測定値：測定値に安全係数を乗じたもの

や行

用語・略語	説明
有機則	有機溶剤中毒予防規則の略。 http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S47/S47F04101000036.html

ら行

用語・略語	説明
リスクアセスメント	ハザード評価の結果およびばく露評価の結果から各化学物質のリスクについて評価すること。改正労働安全衛生法では、化学物質の危険有害性の特定、リスクの見積り、見積り結果に基づいたリスク低減措置の内容の検討の一連の流れを指す。

アルファベット

用語・略語	説明
ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists の略で、米国産業衛生専門家会議を指す。米国の産業衛生の専門家の組織。TLVなどを定めている。 http://www.acgih.org/
CREATE-SIMPLE	CREATE-SIMPLE (Chemical Risk Easy Assessment Tool, Edited for Service Industry and Multiple workplaces ; クリエイト・シンプル) は、サービス業など幅広い業種にむけた簡単な化学物質リスクアセスメントツール。質問に回答するだけで、吸入、経皮、危険性（爆発・火災）のリスクを見積もることが可能。 https://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankgc07_3.htm
ECETOC-TRA	ECETOC-TRA (Targeted Risk Assessment) とは、ECETOC (European Center of Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals、欧州化学物質生態毒性・毒性センター) が REACH 対応のリスク評価を目的に開発した数理モデル。(使用言語：英語) http://www.ecetoc.org/tools/targeted-risk-assessment-tra/
IARC	International Agency for Research on Cancer の略で、国際がん研究機関を指す。WHO (世界保健機構) の専門機関の一つで、がん研究に関する国際的な調和の促進を目的としている。IARC では、化学物質の発がん性リスクに応じた区分を定めており、例えば Group 1 であればヒトに対して発がん性があることを意味する。 https://www.iarc.fr/
GHS	Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals の略で、化学品の分類および表示に関する世界調和システムを指している。化学物質及び混合物に固有な危険有害性を特定し、その危険有害性に関する情報を取扱うすべての人々に伝え、人の安全・健康及び環境の保護を行うことを目的としている。GHS は国連勧告として、GHS 文書 (通称パープルブック) が公表されており、UNECE (国連欧州経済委員会) の Web サイトから入手できる。また、日本語翻訳版は、職場のあんぜんサイト、経済産業省や環境省の Web サイトから入手できる。
ILO	International Labour Organization の略で、国際労働機関を指す。 http://www.ilo.org/global/lang--en/index.htm
LD ₅₀	Lethal Dose 50 の略で、1 回の投与で 1 群の実験動物の 50% を死亡させると予想される投与量。

用語・略語	説明
LC ₅₀	Lethal Concentration 50 の略で、1 群の環境中の生物あるいは実験動物の 50%を死亡させると予想される濃度。
OEL	Occupational Exposure Limit の略で、（職業）ばく露限界値。本ガイドブックでは、ばく露基準値を指している。
SDS	Safety Data Sheet（安全データシート）の略で、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。
TLV	Threshold Limit Value の略で、ほとんどすべての作業者が毎日繰り返しばく露しても、有害な健康影響が現れないと考えられる化学物質の気中濃度を指しており、ACGIH から勧告されている。TLV には、TLV-TWA、TLV-C、TLV-STEL の 3 つのカテゴリーがある。
TLV-C	Threshold Limit Values-Ceiling の略で、作業ばく露のいかなる場合においても超えてはならない濃度。
TLV-STEL	Threshold Limit Values-Short Term Exposure Limit の略で、たとえ 8 時間 TWA が TLV-TWA 内にあっても、1 日の作業のどの時間においても、15 分間内における平均値が越えてはならない値。
TLV-TWA	Threshold Limit Values- Time-Weighted-Average の略で、通常 1 日 8 時間、1 週 40 時間での許容値（時間加重平均濃度）。

リアルタイムモニターで測定可能な物質一覧

本表は、安衛法における表示・通知義務対象物質（673 物質）のうち、リアルタイムモニター（熱線型半導体式、PID 式）で測定可能な物質を掲載しています。2020 年 3 月時点の情報であり、参考情報です。

本表に記載のない物質であっても、測定可能な物質がある可能性があるため、最新情報はメーカーのホームページをご確認ください。

なお、ここで「測定可能」とは、メーカーによる判定であるため、法令（作業環境測定基準など）により、リアルタイムモニターを用いることが認められているという意味ではございません。

本表に掲載のリアルタイムモニターの詳細な濃度範囲、具体的な取り扱いなどについては、メーカーにお問い合わせください。

※半導体：熱戦型半導体式、PID：PID（光イオン化）式

物質名			参考		測定可否※	
別表 9	表示・通知義務対象物質	CAS 番号	特化則	有機則	半導体	PID
2	アクリル酸	79-10-7				○
3	アクリル酸エチル	140-88-5				○
4	アクリル酸ノルマルーブチル	141-32-2				○
5	アクリル酸 2-ヒドロキシプロピル	999-61-1				○
6	アクリル酸メチル	96-33-3				○
7	アクリロニトリル	107-13-1	第 2 類		○	○
8	アクロレイン	107-02-8				○
11-2	亜硝酸イソブチル	542-56-3			○	
11-3	アスファルト	8052-42-4				○
11-4	アセチルアセトン	123-54-6			○	○
13	アセトアミド	60-35-5				○
14	アセトアルデヒド	75-07-0			○	○
15	アセトニトリル	75-05-8			○	
16	アセトフェノン	98-86-2				○
17	アセトン	67-64-1		第 2 種	○	○
18	アセトンシアノヒドリン	75-86-5				○
19	アニリン	62-53-3				○
21	2-アミノエタノール	141-43-5				○
25	2-アミノピリジン	504-29-0				○
27	アリルアルコール	107-18-6				○
28	1-アリルオキシ-2, 3-エポキシプロパン	106-92-3				○
30	アリレーノルマループロピルジスルフィド	2179-59-1				○
36	アルファーメチルスチレン	98-83-9				○
39	アンモニア	7664-41-7	第 3 類		○	○
40	3-イソシアナトメチル-3, 5, 5-トリメチルシクロヘキシル=イソシアネート	4098-71-9				○
41	イソシアン酸メチル	624-83-9				○
42	イソブレン	78-79-5				○
45	イソプロピルアミン	75-31-0				○
46	イソプロピルエーテル	108-20-3				○
48	イソペンチルアルコール（別名イソアミルアルコール）	123-51-3		第 2 種	○	○
49	イソホロン	78-59-1				○

物質名			参考		測定可否※	
別表 9	表示・通知義務対象物質	CAS 番号	特化則	有機則	半導体	PID
50	一塩化硫黄	10025-67-9				○
51	一酸化炭素	630-08-0	第 3 類		○	
52	一酸化窒素	10102-43-9				○
59	インデン	95-13-6				○
61	エタノール	64-17-5			○	○
62	エタンチオール	75-08-1				○
66	エチルセカンダリーベンチルケトン	541-85-5				○
69	2-エチルヘキサ酸	149-57-5				○
70	エチルベンゼン	100-41-4	第 2 類		○	○
71	エチルメチルケトンペルオキシド	1338-23-4				○
72	N-エチルモルホリン	100-74-3				○
72-2	エチレン	74-85-1			○	○
73	エチレンイミン	151-56-4	第 2 類			○
74	エチレンオキシド	75-21-8	第 2 類		○	○
75	エチレングリコール	107-21-1				○
76	エチレングリコールモノイソプロピルエーテル	109-59-1				○
77	エチレングリコールモノエチルエーテル（別名セロソルブ）	110-80-5		第 2 種	○	○
78	エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート（別名セロソルブアセテート）	111-15-9		第 2 種	○	
79	エチレングリコールモノノルマルブチルエーテル（別名ブチルセロソルブ）	111-76-2		第 2 種	○	○
79-2	エチレングリコールモノブチルエーテルアセテート	112-07-2				○
80	エチレングリコールモノメチルエーテル（別名メチルセロソルブ）	109-86-4		第 2 種	○	○
81	エチレングリコールモノメチルエーテルアセテート	110-49-6				○
82	エチレンクロロヒドリン	107-07-3				○
83	エチレンジアミン	107-15-3				○
85	2-エトキシ-2,2-ジメチルエタン	637-92-3				○
87	エピクロロヒドリン	106-89-8				○
88	1,2-エポキシ-3-イソプロポキシプロパン	4016-14-2				○
90	2,3-エポキシ-1-プロパノール	556-52-5				○
91	2,3-エポキシプロピルフェニルエーテル	122-60-1				○
95	塩化アリル	107-05-1				○
101	塩化ベンジル	100-44-7				○
104	塩素	7782-50-5	第 2 類			○
115	オクタン	111-65-9				○
120	オルトクロロスチレン	2039-87-4				○
121	オルトクロロトルエン	95-49-8				○
122	オルトジクロロベンゼン	95-50-1		第 2 種	○	○
123	オルトセカンダリーブチルフェノール	89-72-5				○
127	ガソリン	8006-61-9		第 3 種	○	○
128	カテコール	120-80-9				○
132	ギ酸	64-18-6				○
133	ギ酸エチル	109-94-4				○
134	ギ酸メチル	107-31-3			○	○
135	キシリジン	1300-73-8				○
136	キシレン	1330-20-7		第 2 種		○
136	o-キシレン	95-47-6		第 2 種	○	○

物質名			参考		測定可否※	
別表 9	表示・通知義務対象物質	CAS 番号	特化則	有機則	半導体	PID
136	m-キシレン	108-38-3		第 2 種	○	○
136	p-キシレン	106-42-3		第 2 種	○	○
138	クメン	98-82-8				○
139	グルタルアルデヒド	111-30-8				○
141	o-クレゾール	95-48-7		第 2 種	○	○
141	m-クレゾール	108-39-4		第 2 種	○	○
141	p-クレゾール	106-44-5		第 2 種	○	○
143	クロロアセチル=クロリド	79-04-9				○
144	クロロアセトアルデヒド	107-20-0				○
145	クロロアセトン	78-95-5				○
146	クロロエタン（別名塩化エチル）	75-00-3			○	○
155	2-クロロ-1, 3-ブタジエン	126-99-8				○
158	クロロベンゼン	108-90-7		第 2 種	○	○
160	クロロホルム	67-66-3	第 2 類		○	○
161	クロロメタン（別名塩化メチル）	74-87-3			○	○
163	クロロメチルメチルエーテル	107-30-2	第 2 類		○	
166	ケテン	463-51-4				○
167	ゲルマン	7782-65-2				○
170	固形パラフィン	8002-74-2				○
176	酢酸	64-19-7				○
177	酢酸エチル	141-78-6		第 2 種	○	○
178	酢酸 1, 3-ジメチルブチル	108-84-9				○
180	酢酸ビニル	108-05-4			○	○
181	酢酸 n-ブチル	123-86-4		第 2 種	○	○
181	酢酸イソブチル	110-19-0		第 2 種	○	○
181	酢酸 tert-ブチル	540-88-5				○
181	酢酸 sec-ブチル	105-46-4				○
182	酢酸 n-プロピル	109-60-4		第 2 種	○	○
182	酢酸イソプロピル	108-21-4		第 2 種	○	○
183	酢酸ベンジル	140-11-4				○
184	酢酸ペンチル（別名酢酸アミル）	628-63-7			○	○
184	酢酸 n-ペンチル（別名酢酸 n-アミル）	628-63-7		第 2 種	○	○
184	酢酸イソペンチル（別名酢酸イソアミル）	123-92-2		第 2 種	○	○
185	酢酸メチル	79-20-9		第 2 種	○	○
194	酸化プロピレン	75-56-9	第 2 類		○	○
195	酸化メシチル	141-79-7				○
202	ジアセトンアルコール	123-42-2				○
205	2-シアノアクリル酸エチル	7085-85-0				○
206	2-シアノアクリル酸メチル	137-05-3				○
217	ジイソブチルケトン	108-83-8				○
218	ジイソプロピルアミン	108-18-9				○
220	2-（ジエチルアミノ）エタノール	100-37-8				○
221	ジエチルアミン	109-89-7				○
222	ジエチルケトン	96-22-0				○
224-2	N, N-ジエチルヒドロキシルアミン	3710-84-7			○	○
224-3	ジエチレングリコールモノブチルエーテル	112-34-5				○
225	ジエチレントリアミン	111-40-0				○

物質名			参考		測定可否※	
別表 9	表示・通知義務対象物質	CAS 番号	特化則	有機則	半導体	PID
226	四塩化炭素	56-23-5	第 2 類		○	○
227	1, 4-ジオキサン	123-91-1	第 2 類		○	○
229	1, 3-ジオキソラン	646-06-0				○
230	シクロヘキサノール	108-93-0		第 2 種	○	○
231	シクロヘキサノン	108-94-1		第 2 種	○	○
232	シクロヘキサン	110-82-7				○
233	シクロヘキシルアミン	108-91-8				○
235	シクロヘキセン	110-83-8				○
237	シクロペンタジエン	542-92-7				○
238	シクロペンタン	287-92-3			○	○
239	ジクロロアセチレン	7572-29-4				○
240	1, 1-ジクロロエタン	75-34-3				○
240	1, 2-ジクロロエタン	107-06-2	第 2 類		○	○
241	1, 1-ジクロロエチレン	75-35-4				○
241	1, 2-ジクロロエチレン	540-59-0		第 1 種	○	○
252	1, 4-ジクロロ-2-ブテン	764-41-0				○
254	1, 2-ジクロロプロパン	78-87-5	第 2 類		○	○
257	ジクロロメタン (別名二塩化メチレン)	75-09-2	第 2 類		○	○
260	ジシクロペンタジエニル鉄	102-54-5				○
261	ジシクロペンタジエン	77-73-6				○
262	2, 6-ジ-ターシャリ-ブチル-4-クレゾール	128-37-0				○
275	ジ-ノルマル-プロピルケトン	123-19-3				○
276	ジピニルベンゼン	1321-74-0				○
278	ジフェニルエーテル	101-84-8				○
279	1, 2-ジブromoエタン (別名 E D B)	106-93-4				○
281	ジブromジフルオロメタン	75-61-6				○
284	N, N-ジメチルアセトアミド	127-19-5				○
285	N, N-ジメチルアニリン	121-69-7				○
287	ジメチルアミン	124-40-3				○
291	ジメチル-2, 2-ジクロロピニルホスフェイト (別名 D D V P)	62-73-7	第 2 類		○	
292	ジメチルジスルフィド	624-92-0				○
295	1, 1-ジメチルヒドラジン	57-14-7	第 2 類		○	
299	N, N-ジメチルホルムアミド	68-12-2		第 2 種	○	○
301	臭化エチル	74-96-4				○
303	臭化メチル	74-83-9	第 2 類		○	○
305	臭素	7726-95-6				○
309	硝酸ノルマル-プロピル	627-13-4				○
310	しょう脳	76-22-2				○
323	スチレン	100-42-5	第 2 類		○	○
342	チオフェノール	108-98-5				○
356	テトラエトキシシラン	78-10-4				○
357	1, 1, 2, 2-テトラクロロエタン (別名四塩化アセチレン)	79-34-5	第 2 類		○	○
359	テトラクロロエチレン (別名パークロロエチレン)	127-18-4	第 2 類		○	○
367	テトラヒドロフラン	109-99-9		第 2 種	○	○
368	テトラフルオロエチレン	116-14-3				○

物質名			参考		測定可否※	
別表 9	表示・通知義務対象物質	CAS 番号	特化則	有機則	半導体	PID
369	1, 1, 2, 2-テトラブロモエタン	79-27-6				○
370	テトラブロモメタン	558-13-4				○
371	テトラメチルこはく酸ニトリル	3333-52-6				○
373	テトラメトキシシラン	681-84-5				○
377	テレピン油	8006-64-2		第 3 種		○
380	灯油	8008-20-6				○
382	トリエチルアミン	121-44-8				○
383	1, 1, 1-トリクロロエタン	71-55-6		第 2 種	○	○
383	1, 1, 2-トリクロロエタン	79-00-5				○
384	トリクロロエチレン	79-01-6	第 2 類		○	○
386	1, 1, 2-トリクロロ-1, 2, 2-トリフルオロエタン	76-13-1				○
392	1, 2, 3-トリクロロプロパン	96-18-4				○
393	1, 2, 4-トリクロロベンゼン	120-82-1				○
401	トリプロモメタン	75-25-2				○
403	トリメチルアミン	75-50-3				○
404	トリメチルベンゼン	25551-13-7				○
406	o-トルイジン	95-53-4	第 2 類			○
408	ナフタレン	91-20-3	第 2 類			○
414	二酸化硫黄	7446-09-5	第 3 類		○	○
416	二酸化窒素	10102-44-0				○
418	ニッケルカルボニル	13463-39-3	第 2 類			○
421	ニトロエタン	79-24-3				○
427	2-ニトロプロパン	79-46-9				○
428	ニトロベンゼン	98-95-3				○
429	ニトロメタン	75-52-5				○
430	乳酸ノルマルーブチル	138-22-7				○
431	二硫化炭素	75-15-0		第 1 種		○
432	ノナン	111-84-2			○	○
433	ノルマルーブチルアミン	109-73-9				○
434	ノルマルーブチルエチルケトン	106-35-4				○
435	ノルマルーブチル-2, 3-エポキシプロピルエーテル	2426-08-6				○
441	パラ-ジクロロベンゼン	106-46-7				○
447	パラ-ベンゾキノン	106-51-4				○
451	ビス(2, 3-エポキシプロピル)エーテル	2238-07-5				○
459	ヒドラジン	302-01-2				○
462	4-ビニル-1-シクロヘキセン	100-40-3				○
464	ビニルトルエン	25013-15-4				○
464-2	N-ビニル-2-ピロリドン	88-12-0			○	○
465	ビフェニル	92-52-4				○
467	ピリジン	110-86-1				○
474	フェノール	108-95-2	第 3 類		○	○
476	1, 3-ブタジエン	106-99-0			○	○
477	1-ブタノール	71-36-3		第 2 種	○	○
477	2-ブタノール	78-92-2		第 2 種	○	○
477	イソブタノール (イソブチルアルコール)	78-83-1		第 2 種	○	○
477	tert-ブタノール	75-65-0				○
478	フタル酸ジエチル	84-66-2				○

物質名			参考		測定可否※	
別表 9	表示・通知義務対象物質	CAS 番号	特化則	有機則	半導体	PID
480	フタル酸ジメチル	131-11-3				○
482	ブタン	106-97-8				○
482-2	2, 3-ブタンジオン (別名ジアセチル)	431-03-8				○
483	1-ブタンチオール	109-79-5				○
485	フッ 弗 化ビニリデン	75-38-7				○
486	フッ 弗 化ビニル	75-02-5				○
488-2	1-ブテン	106-98-9			○	○
488-2	2-ブテン	107-01-7				○
488-2	イソブテン	115-11-7				○
490	フルフラール	98-01-1				○
491	フルフリルアルコール	98-00-0				○
492-2	プロピオンアルデヒド	123-38-6			○	○
493	プロピオン酸	79-09-4				○
494	n-プロピルアルコール	71-23-8				○
494	イソプロピルアルコール	67-63-0		第 2 種	○	○
495	プロピレンイミン	75-55-8				○
496	プロピレングリコールモノメチルエーテル	107-98-2			○	○
497	2-プロピン-1-オール	107-19-7				○
497-2	プロペン	115-07-1			○	○
498	プロモエチレン	593-60-2				○
499	2-ブロモ-2-クロロ-1, 1, 1-トリフルオロエタン (別名ハロタン)	151-67-7				○
503-2	1-ブロモプロパン	106-94-5			○	○
504-2	3-ブロモ-1-プロペン (別名臭化アリル)	106-95-6				○
505	ヘキサクロエタン	67-72-1				○
516-3	ヘキサフルオロプロペン	116-15-4				○
519	ヘキサメチレン=ジイソシアネート	822-06-0				○
520	ヘキサン	110-54-3			○	○
520	n-ヘキサン	110-54-3		第 2 種	○	○
521	1-ヘキセン	592-41-6				○
523	ペータープロピオラクトン	57-57-8	第 2 類		○	
526	ヘプタン	142-82-5				○
531	ベンゼン	71-43-2	第 2 類		○	○
540	1-ペンタナール	110-62-3				○
543	ペンタン	109-66-0				○
545	ホスゲン	75-44-5	第 3 類			○
547	ホルムアミド	75-12-7				○
548	ホルムアルデヒド	50-00-0	第 2 類		○	○
552	無水酢酸	108-24-7				○
554	無水マレイン酸	108-31-6				○
556	メタクリル酸	79-41-4				○
557	メタクリル酸メチル	80-62-6				○
558	メタクリロニトリル	126-98-7				○
560	メタノール	67-56-1		第 2 種	○	○
563	メチラール	109-87-5			○	○
564	メチルアセチレン	74-99-7				○

物質名			参考		測定可否※	
別表 9	表示・通知義務対象物質	CAS 番号	特化則	有機則	半導体	PID
568	メチルアミン	74-89-5				○
569	メチルイソブチルケトン	108-10-1	第 2 類		○	○
570	メチルエチルケトン	78-93-3		第 2 種	○	○
574	メチルシクロヘキサノール	25639-42-3		第 2 種	○	○
575	メチルシクロヘキサノン	1331-22-2		第 2 種	○	
576	メチルシクロヘキサン	108-87-2				○
580	メチルーターシャリーブチルエーテル（別名 M T B E）	1634-04-4				○
585	メチルーノルマルブチルケトン	591-78-6		第 2 種	○	○
586	メチルーノルマルペンチルケトン	110-43-0				○
587	メチルヒドラジン	60-34-4				○
588	メチルピコルケトン	78-94-4				○
588-2	N－メチルー 2－ピロリドン	872-50-4				○
590	メチルプロピルケトン	107-87-9				○
591	5－メチルー 2－ヘキサノン	110-12-3				○
592	4－メチルー 2－ペンタノール	108-11-2				○
593	2－メチルー 2, 4－ペンタンジオール	107-41-5				○
596	メチルメルカプタン	74-93-1				○
601	1－（2－メトキシ－2－メチルエトキシ）－2－プロパノール	34590-94-8				○
601-2	2－メトキシ－2－メチルブタン（別名ターシャリーアミルメチルエーテル）	994-05-8				○
602	メルカプト酢酸	68-11-1				○
604	モルホリン	110-91-8				○
606	沃素	7553-56-2				○
607	ヨードホルム	75-47-8				○
607-2	硫化カルボニル	463-58-1				○
608	硫化ジメチル	75-18-3				○
609	硫化水素	7783-06-4	第 2 類		○	○
615	硫酸ジエチル	64-67-5				○
616	硫酸ジメチル	77-78-1	第 2 類		○	○
617	りん化水素	7803-51-2				○
627	りん酸トリノルマルブチル	126-73-8				○
629	レソルシノール	108-46-3				○

よくある質問

Question 1	リスクアセスメントの対象となる物質あるいは作業が複数ある場合、どのようにしてリスクアセスメントを実施すればいいですか。
Answer	原則として、すべての対象物質及び作業に対し、リスクアセスメントを実施することが求められています。ただし、例えば、臭気が強い、揮発性が大きいなどばく露が大きいと推定されるもの、あるいは、ばく露限界値が低い（有害性が高い）ものなどの観点から優先順位をつけることで、効率的なリスクアセスメントの実施に繋がると考えられます。
Question 2	本リスクアセスメント手法が、1日の作業の合計が1時間を基準に「短時間の作業」と「長時間の作業」に分けている理由を教えてください。
Answer	短時間作業の合計時間が2時間を超える作業の場合、15分間測定値がTLV-STEL以下であっても、TWAを超える可能性があります。 例えば TLV-TWA：0.5ppm、TLV-STEL：2.5ppm のベンゼンを用いた合計作業時間2時間の作業において、ばく露が最大と推定した15分間の測定値が2.4ppmの場合、8時間の平均ばく露濃度は0.6ppm（2.4ppm×2時間/8時間）と計算され、測定値がTLV-STELを下回るものの、TLV-TWAを超える矛盾した結果となります。そのため、本手法では、1時間を基準としています。
Question 3	安全係数の根拠はなんですか。
Answer	同じ作業でも日によって、もしくは作業者によってばく露の大きさは異なります。ある作業についてリアルタイムモニターで測定した場合、測定値（または複数回測定したときの平均値）がばく露の平均値より小さくなってしまう可能性があります。これはリスク判断において危険です。そこで安全係数を掛けることにより、その可能性（確率）を一定程度より小さくすることができます。このような考え方に立ち、統計的な考え方をを用いて安全係数が算出されています。
Question 4	ケースEに該当しますが、作業の都合上、測定時間が1.5時間となった場合には、どのように換算をすればよいですか。
Answer	1～2時間の場合には、 <u>換算係数 2.0</u> を用いることで8時間平均値に換算することができます。可能な限り、2時間以上を測定しましょう。

2019年度に実施した「簡易測定法（検知管・リアルタイムモニター）を用いた化学物質のリスクアセスメントセミナー」における質問事項等を踏まえ、「よくある質問」として、代表的な質問と回答を掲載しています。

参考文献

- 日本産業衛生学会「化学物質の個人ばく露測定のガイドライン」（産衛誌 57 巻、2015）
- 日本作業環境測定協会「作業環境測定ガイドブック 0 総論編」（2016）
- 日本作業環境測定協会「作業環境測定ガイドブック 5 有機溶剤関連」（2016）
- 熊谷信二「統計学の基礎から学ぶ作業環境評価・個人曝露評価」（2013）
- 厚生労働省「検知管を用いた化学物質のリスクアセスメントガイドブック」（2018）
- 田中茂「皮膚からの吸収・ばく露を防ぐ」（2018）
- 吉栄ら「VOC モニタによる混合有機溶剤測定値から各成分濃度の推算に関する検討」（作業環境 Vol.41, 2020）

おわりに

本リスクアセスメント手法の構築にあたり、簡易リスクアセスメント手法検討委員会により検討が行われました。

【簡易リスクアセスメント手法検討委員会】

（委員）

上村 達也	化成品工業協会 技術部 部長
大場 恵史	株式会社東海分析化学研究所 取締役 副社長
田中 茂	十文字学園女子大学 名誉教授
寺内 靖裕	理研計器株式会社 営業技術部 営業企画課 課長
中家 隆博	関西環境科学株式会社 代表取締役
○橋本 晴男	東京工業大学 キャンパスマネジメント本部 特任教授
山田 憲一	中央労働災害防止協会 労働衛生調査分析センター 上席専門役
吉栄 康城	新コスモス電機株式会社 インダストリー営業本部 営業開発部 担当課長

（事務局）

貴志 孝洋	みずほ情報総研株式会社 環境エネルギー第2部 チーフコンサルタント
後藤 嘉孝	みずほ情報総研株式会社 環境エネルギー第2部 コンサルタント
庭野 諒	みずほ情報総研株式会社 環境エネルギー第2部 コンサルタント

（五十音順・敬称略、○は委員長を示す。）

本ガイドブックの作成に際し、ヒアリングにご協力して頂きました事業者の皆さまに厚くお礼申し上げます。
また、本ガイドブックの作成は、みずほ情報総研株式会社が実施しました。