

開放系作業における燃焼の3要素に着目した 火災・爆発発生シナリオの同定法

(簡易シナリオ同定法)

塗装作業などの『開放系作業』では、可燃性や引火性を有する化学物質が使用されており、火災・爆発が頻繁に発生しています。

化学物質の危険性に対するリスクアセスメントの実施により具体的なリスク低減措置を検討・実施するためには、火災・爆発発生に至るシナリオを同定する必要がありますが、シナリオ検討には化学物質の特性や反応などに関する詳しい知識を必要とします。労働安全衛生総合研究所では、燃焼の3要素に着目した火災・爆発発生シナリオ同定法(簡易シナリオ同定法)を提案しています。



燃焼の3要素※1

・可燃物(可燃性物質)
・酸素供給源(支燃物)
・着火源(点火源) → 着火源※3発現

爆発性雰囲気※2形成(不安全状態)

『開放系作業』では、常に酸素(空気)が存在し、可燃性や引火性を有する化学物質が酸素と接触または混合することで爆発性雰囲気が形成されます。この不安全状態の下で着火源が発現すると、火災・爆発が発生します。

(着火源が発現している場所に、爆発性雰囲気が流れ込むようなシナリオもあります)

可燃性の化学物質を取り扱う開放系作業では、爆発性雰囲気形成の有無と着火源発現の有無を確認することにより火災・爆発発生に至るシナリオを同定することができます。このリーフレットを活用し、火災・爆発を未然に防ぎましょう。



※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、燃焼は起こらない。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が存在しない状態にすることがポイントとなる。
 ※2 爆発性雰囲気：ガス、蒸気又は粉じんの状態の可燃性物質が大気条件において空気と混合したものであって、点火すれば自己伝播が維持されるもの。
 ※3 着火源：可燃物が燃焼を開始するために必要なエネルギーを可燃物及び酸素等に与えるもの。一般的に以下の8種類がある。
 (a) 電気火花、(b) 静電気火花、(c) 高温表面、(d) 熱輻射、(e) 衝撃・摩擦、(f) 断熱圧縮、(g) 裸火、(h) 自然発火。

火災・爆発発生のかきかけとなる引き金事象を想定しましょう

引き金事象の分類と検討すべきシナリオ



引き金事象の分類	意味と検討すべきシナリオの例
①設備・装置・道具の不具合	機械は壊れる。 例) 局所排気装置が作動しなかったらどうなるか?、容器の蓋が破損していたらどうなるか?
②不適切な作業・操作(ヒューマンエラー)	人(作業者)はミスをする。 例) 局所排気装置のスイッチを入れ忘れたらどうなるか? 異なるスイッチを押してしまったらどうなるか?
③外部要因※4	停電ですべての装置が止まることもある。 地震・台風・洪水などの自然災害による大規模災害が頻繁に発生している。 例) 大規模停電が発生したらどうなるか?、洪水が発生し、工場が浸水したらどうなるか?

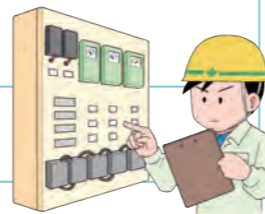
※4 簡易シナリオ同定法では「外部要因」の想定は省略しています。

不適切な作業・操作(ヒューマンエラー)を想定しましょう

ヒューマンエラーの分類(Swain & Guttmanの分類を基に構成)



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



よくある質問

- Q1 安衛研手法(JNIOSH-TD-No.5)とはどのような関係がありますか?
- Q2 燃焼の3要素が揃う場合のシナリオを検討するだけで十分ですか?

- A1 簡易シナリオ同定法は安衛研手法のSTEP 2①シナリオ検討に用いることができます。
- A2 燃焼の3要素が揃わなくても火災・爆発が発生することがあります。詳しくは下記に示した技術資料(JNIOSH-TD-No.7)を参照して下さい。

労働安全衛生総合研究所では、化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施の際に参考にすることができる情報などを『化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施のための参考資料 ー開放系作業における火災・爆発を防止するためにー』と題した技術資料にまとめました。本リーフレットで紹介した簡易シナリオ同定法は同技術資料の第1章で紹介されています。

上記技術資料のpdfファイルは次のURLよりダウンロードすることができます。
<https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/td.html>
 冊子版をご希望の方は、研究所ホームページに記された「お問い合わせ先」よりご連絡ください。

(2021年9月版)



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
<https://www.jniosh.johas.go.jp/>

