

日測協認定オキュペイショナル ハイジニスト養成講座コース3

労働環境における化学物質のハザード評価

Course 3

監修のことば



(公社)日本作業環境測定協会は、認定オキュペイショナルハイジニストについて、わが国の多くの専門家のお力を頂いて平成 15 年からカリキュラムの策定に着手し、引き続いて養成講座テキスト(化学物質等のリスクアセスメント・リスクマネジメントハンドブック)の編集作業を行い、平成 20 年 3 月から養成講座が開始された。

当初は、93 時間の養成講座を A~E コースの 5 つに編成して実施していたが、受講のしやすさ等を考慮し 12 コースに再編成して現在に至っている。

養成講座テキストとして編集した初版の内容について、法令の改正や統計の更新など、一部見直しの必要が生じたことから、新たな養成講座用テキストを作成することとし、足掛け 4 年を費やしてようやく新版のテキストがここに完成するに至った。

新版では、持ち運びの便宜や使いやすさを考慮し、コースごとの分冊とした。

認定オキュペイショナルハイジニスト制度は、安全衛生における欧米の自律的管理の潮流がわが国にも影響を及ぼすことになることを前提に、英国や米国における専門家をめぐる状況も勘案して、適切な自律的管理の実践のためには、事業者における意識変化とともに、わが国においても事業者を実務面から支援する専門家が必要であり、それは、法令に定める有資格者ではなく、より包括的・分野横断的に労働衛生を理解し、実践できる専門家であるという見通しから着手したものである。

近年、安全衛生分野の自律的管理は、化学物質管理などを中心に少しずつ歩を進めつつある。労働災害の防止という観点から見れば、自律的管理への移行が即労働災害の減少に直結するような短絡的な図式ではないにしても、さまざまな作業に対するリスクアセスメントとそれに基づくリスクマネジメントが徐々に浸透すれば、事業者の意識も受動的で形式的なものから、労働者の安全・健康に対する経営者の責任の自覚という観点で変わってくることになるのではないかとと思われる。

認定オキュペイショナルハイジニストを志向し養成講座を受講する皆様もこのところ増えており、協会は、不断に養成講座の質的改善に努め、わが国のオキュペイショナルハイジニストを牽引する人材を少しでも多く全国に輩出できればと努力している。

新版のテキストがその橋渡しをしてくれることを願うものである。

令和 5 年 10 月

編集委員長
北里大学名誉教授 相澤好治

目 次

| | |
|--|----|
| 監修のことば | i |
| 第 1 章 ハザード情報とその区分 | 1 |
| 1.1 有害化学物質等の性状と労働者のばく露の機序 | 1 |
| 1.1.1 ガス、蒸気、粉じん、ミスト、ヒュームと作業現場における 発散/拡散の特性 | 3 |
| 1.1.2 ばく露の形態と摂取（吸入、経皮、経口）/代表的化学物質・代表的作業 によるばく露の例 | 4 |
| 1.2 GHS とハザードクラス（化学物質の健康有害性と危険性の分類） | 7 |
| 1.2.1 日本の化学物質管理法と国連 GHS 勧告との関係 | 8 |
| 1.2.2 国連 GHS 勧告と SDS およびラベルの関係 | 10 |
| 1.2.3 国連 GHS 勧告の分類（クラス）と区分（カテゴリー：等級）第 9 版 | 12 |
| 1.3 GHS ラベル，SDS の作成，更新の作成 | 17 |
| 1.3.1 2022 年 5 月 31 日施行の 「労働安全衛生法規則等の一部を改正する省令」による SDS の変更点 | 17 |
| 1.3.2 日本における国連 GHS 勧告に基づくモデル SDS およびラベルの現状 | 18 |
| 1.3.3 ハザード（危険性・有害性）クラスごとの特徴 | 24 |
| 第 2 章 化学物質等の人体のばく露限界値等の設定 | 29 |
| 2.1 ヒトに対する危険性有害性 | 29 |
| 2.1.1 有害性の分類 | 29 |
| 2.1.2 化学物質の吸収，分布，変換 | 32 |
| 2.1.3 影響（Effect） | 33 |
| 2.1.4 標的臓器 | 33 |
| 2.1.5 量-影響関係 | 34 |

| | | |
|----------------------------|---|-----------|
| 2.1.6 | 量-反応関係 | 35 |
| 2.1.7 | 量依存性 | 35 |
| 2.1.8 | 閾値（いきち，しきいち） | 35 |
| 2.1.9 | 有害性（ハザード）とリスク | 36 |
| 2.1.10 | ばく露限界値 | 37 |
| 2.1.11 | 化学物質のばく露限界値の設定方法 | 38 |
| 2.1.12 | NOAEL とその決定方法 | 39 |
| 2.1.13 | LOAEL: lowest observed adverse effect level | 39 |
| 2.1.14 | 不確実性係数（UF: uncertainty factor） | 40 |
| 2.1.15 | 農薬のばく露限界値 | 40 |
| 2.1.16 | ばく露限界値の設定例 | 40 |
| 2.1.17 | 欧州化学物質庁が推奨する UF | 42 |
| 2.1.18 | ACGIH による動物試験データの利用と UF | 44 |
| 2.1.19 | エキスパート判断における配慮事項 | 45 |
| 2.1.20 | ばく露限界値の現状とこれからのあり方 | 46 |
| 2.1.21 | 労働環境のばく露限界値の弱点 | 46 |
| 2.1.22 | 発がん性について | 49 |
| 第3章 毒性と発現機序，毒性の評価方法 | | 54 |
| 3.1 | 化学物質等による毒性総論 | 54 |
| 3.1.1 | 化学物質等による毒性 | 54 |
| 3.1.2 | 標的臓器の医学，機能と生理学 | 57 |
| 3.2 | 毒性物質の体内動態 | 66 |
| 3.2.1 | 化学物質の生体内動態，吸収，分布，代謝，排泄 | 66 |
| 3.2.2 | 化学物質の細胞レベルの酵素反応と毒性の発現機序 | 73 |
| 3.3 | 化学物質等の人体への作用形態とばく露限界値等の設定 | 96 |
| 3.3.1 | 化学物質の人体への作用形態 | 96 |
| 3.3.2 | 毒性試験の意義と種別 | 97 |
| 3.3.3 | 量-影響関係と量-反応関係 | 100 |
| 3.3.4 | 閾値とばく露限界の設定の仕方 | 104 |
| 3.4 | 職業性がん（職業がん） | 109 |

| | | |
|-------|-----------------------------------|-----|
| 3.4.1 | 職業性がんとは | 109 |
| 3.4.2 | 職業がんの種類 | 110 |
| 3.5 | 化学発がん | 114 |
| 3.5.1 | 発がんの過程 | 116 |
| 3.5.2 | 遺伝子損傷性の有無 | 118 |
| 3.5.3 | 代謝活性化の有無 | 120 |
| 3.5.4 | 発がんの閾値 | 122 |
| 3.5.5 | ヒト発がん性物質 | 122 |
| 3.5.6 | 発がん性分類 | 124 |
| 3.5.7 | IARC の発がん性分類 | 124 |
| 3.5.8 | IARC 以外の機関の発がん性分類 | 126 |
| 3.6 | 化学物質の毒性の検出方法 | 128 |
| 3.6.1 | 毒性試験とその種類 | 129 |
| 3.6.2 | 化学物質の毒性の検出方法【各論】 | 130 |
| 3.6.3 | 毒性試験の種類 | 132 |
| 3.6.4 | Good Laboratory Practice (GLP) 制度 | 142 |
| 3.6.5 | 動物の福祉 | 143 |
| 3.6.6 | 構造-活性相関の概要 | 143 |

第1章 ハザード情報とその区分

本章では、ハザード（危険性・有害性）評価を学ぶにあたっての基礎として、「労働環境のハザード」とはどのようなものがあり、作業場で化学物質がどのような挙動を取り、どのように労働者のばく露につながるのかについて、全体を俯瞰して理解することを目的とする。

ただし、ハザードの定義は、現状においては日本の多くの法と国連レベルとは異なる。本章では、労働環境に係る「労働安全衛生法」が、JIS 規格を通してハザードの定義を国連レベルのものに実質的に従っていることから、国連レベルの定義を優先して用いることとした。後述するように、労働環境での化学物質管理の面で重要な「消防法」を含め化学物質管理に関連する日本の法令は 30 以上とされ、その中で国連レベルのハザードの定義とほぼ同じものを使っているのは、「労働安全衛生法」、「毒物及び劇物取締法（毒劇法）」および「化学物質排出把握管理促進法（化管法）」に限られる。したがって、とくに危険性面のハザードは、消防法上の危険性等の定義が国連レベルの定義とやや異なることや、消防法に基づく量的管理や表示の義務について留意すること等、労働環境における化学物質管理に係る日本の法令に従って管理する必要があることに留意する必要がある。

1.1 有害化学物質等の性状と労働者のばく露の機序

本章では、化学物質のハザード評価を学ぶにあたっての基礎として、「労働環境のハザード」とはどのようなものがあり、作業場で化学物質がどのような挙動をとり、どのように労働者のばく露につながるのかについて理解することを目的とする。

職場における健康障害に関連するハザードは、物理的ハザード、化学的ハザード、生物学的ハザード、組織や心理要因などに係るハザードに大別される。化学的ハザードとしての化学物質のハザードは、爆発・火災等による物理的危険性と、人や環境に対する有害性に大きく分類される。爆発・火災等の物理的危険性は、酸素、点火源および爆発性あるいは可燃性の化学物質の存在により発生し¹⁾、労働災害を引き起こす。人に対する有害性は人

1) 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. 化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施のための参考資料—開放系作業における火災・爆発を防止するために—, 労働安全衛生総合研究所技術資料 JN1OSH-TD-NO.7 (2021)

との接触，さらには人体内への摂取によって，労働災害を引き起こす。

日本における「有機溶剤中毒予防規則」や「特定化学物質障害予防規則」などの，いわゆる「労働安全衛生法」の特別則で規制の強化が図られた化学物質の多くは，職場における労働に起因する障害や疾病あるいは爆発・火災等の労働災害を招いたことに対する対策の必要性から指定されてきた²⁾。現在特別則の対象となっている化学物質は123物質となっている³⁾。コース1で触れられているように，労働環境で使用される化学物質についての管理が「自律的な管理」へと転換された。今後，特別則の対象となっている123物質と類似して，人への有害性が認められる管理のための指標である「濃度基準値」が定められる予定の化学物質は約800物質，ハザードが認められリスクアセスメントの対象となり得るだけばく露を低減化させなければならないとされる化学物質は2027年頃には約2,900物質程度になるとされ，有害性が認められ管理の措置が必要となる化学物質は大幅に増加する。独立行政法人 製品評価技術基盤機構（NITE）の化学物質総合物質情報提供システム（NITE Chemical Risk Information Platform: NITE CHRIP）には，国連GHS勧告による指標で分類されたハザードの分類結果としての「GHS対応モデルラベル・モデルSDS」が2022年11月段階で3,086物質，厚生労働省による職場のあんぜんサイトには，「GHSモデルSDS情報」として3,269物質が公開されている。これらに基づいて，危険性・有害性が確認されたすべての物質が法令に取り入れられ，自律的な化学物質管理の対象となることとなる。

職場のあんぜんサイト <https://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankgc07.htm>

化学物質のヒトへの健康影響は，空気中に浮遊する化学物質へのばく露そして摂取，あるいは化学物質が皮膚や眼に接触することから発生する。職場の環境空気中に存在する形態は，蒸気およびガスの気体状か，液体の粒子であるミスト，気中で蒸気が冷却されて粒子化したヒューム，および鉱物性粉じんなどの粒子状として存在する。大別して，有害な気体状の化学物質と粒子状の化学物質が，職場の環境の空気中に存在し，潜在的な人への危険性・有害性を示す化学的ハザードとなっている⁴⁾。

-
- 2) 後藤博俊。「安全規則は，先人の血で書かれた文字である」といわれるわけは？：規則の名称が変更された2つの例から，一般社団法人日本労働安全衛生コンサルタント会機関誌 42 (141)，22-31，2022-01。
 - 3) 厚生労働省。化学物質規制の見直しについて（職場における化学物質等の管理のあり方に関する検討会報告書のポイント）～化学物質への理解を高め自律的な管理を基本とする仕組みへ～，<https://www.mhlw.go.jp/content/11305000/000807803.pdf>。
 - 4) 日本作業環境測定協会。新訂労働衛生管理とデザイン・サンプリングの実務，日本作業環境測定協会：東京，1996。

1.1.1 ガス、蒸気、粉じん、ミスト、ヒュームと作業現場における発散/拡散の特性

化学物質が使用される作業場では、作業者の作業による物理的エネルギーが化学物質に与えられ、化学物質の物理化学的な性質などにより気体状または粒子状で作業環境空气中に発散する。その形態は、ガスまたは蒸気の気体状か、粉じん、ヒュームあるいはミストの粒子状である。作業の対象となる原材料や製品がそのまま発散することもあれば、副製品や中間体が発散することもある。

図 1.1 に示す写真の例にあるように、さまざまな作業に伴って、さまざまな化学物質等が空气中に発散する。研磨作業、破碎作業および鑄込み作業では、金属やコンクリートなどの粉じんが発生する。電気溶接作業では気体状に発生した金属が空气中で凝固してヒュームが発生する。銅メッキ等のメッキ作業では、硫酸などのそれぞれのメッキに応じた酸などのミストが発生する。グラビア印刷作業や吹付塗装作業では、有機溶剤蒸気が発生する。

化学物質の取り扱い

働く人の健康を守る



作業環境を調べる



図 1.1 化学物質が発生するさまざまな作業

さらに、さまざまな形態の化学物質は、作業あるいは気流の影響を受け作業環境空气中へ発散し、また拡散する。気体状で発生する化学物質の発散速度は、物理化学的特性である凝固点や沸点あるいは蒸気圧に大きく依存する。また、粒子状で発散する化学物質では、加えられた物理的エネルギーの大小によって飛散する量、速度あるいは距離が大きく影響