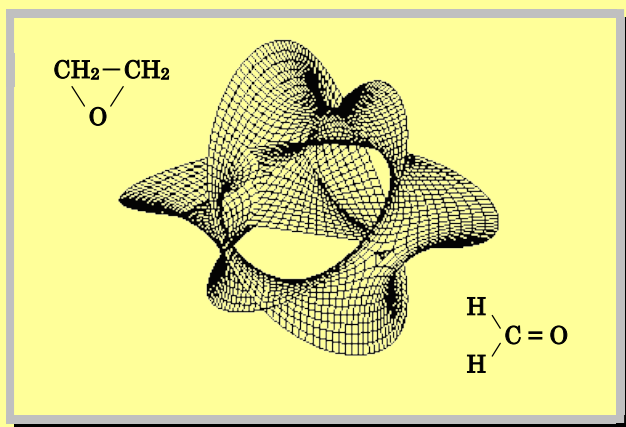


エチレンオキシド・ ホルムアルデヒド取り扱い作業 の労働衛生管理の手引き



労働衛生コンサルタント
天野松男

エチレンオキシド・
ホルムアルデヒド取り扱い作業
の労働衛生管理の手引き

序 文

医療機関において取り扱われている有害物のうち、2001年にエチレンオキシドが、2008年にホルムアルデヒドが特定化学物質障害予防規則上の第2類物質の特別管理物質に指定された。特別管理物質は発がん性を持つ物質で、より厳格な労働衛生管理が求められることとなった。今までになかった作業環境測定も義務付けられ、その評価結果や健康診断の結果は30年間保存しなければならない。

エチレンオキシドの労働衛生管理については既に「エチレンオキシド滅菌作業の労働衛生管理の手引き」として2002年に小冊子を発行して啓発に努めた。エチレンオキシドについてはその後特別な状況の変化はないが、今般、ホルムアルデヒドが第2類物質の特別管理物質に指定されたことに伴い、両者を合わせた労働衛生管理の解説書を発行しようと考えた。

ホルムアルデヒドを取り扱う作業場では2009年3月1日から作業環境測定が義務づけられる。労働衛生管理のうち作業環境管理は工学的対策が主であり、局所排気装置を稼働させなければならないなど、ある程度系統的な知識を持っていないと理解が難しい。従って、本書では作業環境管理の工学的手法についての解説にかなりのページ数を割いた。また、引用した法令や行政通達、その他の文献を明示しているので、読者が独自の対策を立案する際の資料としても使えるよう配慮した。

また、労働衛生管理は部分的な理解では実践が難しいので、労働衛生管理の理論全般も理解できるよう記述している。従って、現場の実務担当者のみでなく、今から労働衛生管理を勉強しようと考えている方にも有用な情報を提供しているつもりである。

発がん性をもつ物質の慢性的な健康影響は忘れた頃に現われる。エチレンオキシドもホルムアルデヒドもその取り扱い方法をずさんにはいけない。今回の法改正を機に管理手法をきちんと確立していただきたい。

この小冊子が読者のお役に立てば幸いである。

2009年1月31日

天 野 松 男

目 次

序文	1
目次	3
1. エチレンオキシド、ホルムアルデヒドの性質	7
(1) 許容濃度の勧告 (2008)	7
(2) 化学物質の TLV s (2007)	7
(3) 物理化学的性質	8
2. 労働衛生管理の基本	9
(1) 労働衛生の目的	9
(2) 事業者の責務と労働者の協力	11
(3) 労働衛生管理の方法	12
3. 作業環境管理	15
(1) 作業環境測定とは	15
(2) 作業環境測定の方法	16
1) A測定	16
2) B測定	17
3) 分析方法	18
(3) 作業環境の評価の方法	18
(4) 評価結果に基づく措置	22
(4) 排気・換気装置	22
1) 全体換気	23
2) 局所排気装置	25
3) プッシュプル型局所換気装置	32
4) 抑制濃度、制御風速、管理濃度	36
5) 作業環境の測定と評価の記録および保存	37
6) 除外規定	38
7) エチレンオキシドに係る措置	39
8) 少量のホルムアルデヒド取扱作業の留意事項	40
4. 作業管理	45
(1) 作業管理の要点	45
(2) 掲示	46
(3) 作業の記録	48
(4) 労働時間	48
(5) 一連続作業時間	49

(6) 労働衛生保護具	50
(7) 呼吸用保護具の基本的留意事項	51
1) 作業環境の酸素濃度	51
2) 防毒と防じんの区別	52
3) ろ過材、吸収剤の使用限度	53
4) 顔面への密着性	54
(8) 作業標準（作業手順）の作成	54
(9) エルゴノミクス（人間工学）	57
(10) 中高年齢者等についての配慮	57
5. 健康管理	59
(1) 健康診断の種類	59
(2) 一般健康診断の項目	59
(3) 健康診断実施後の措置	60
1) 結果の通知	62
2) 医師からの意見の聴取	62
3) 就業区分の決定	63
4) 作業環境および作業の改善	63
5) 安全衛生委員会へ報告	64
6) 保健指導	64
(4) 疫学調査	64
1) 労働安全衛生法の規定	65
2) 疫学とは	65
3) 疫学の方法	66
4) 職場での応用	67
5) 交絡因子	68
(5) メンタルヘルス	69
1) メンタルヘルス対策	69
2) 職業性ストレスモデル	69
3) 職業関連ストレスのリスクアセスメント	72
a) 職業関連ストレスとは	72
b) リスクアセスメントの流れ	73
6. 労働衛生教育	77
(1) 安全衛生教育	77
(2) 雇入れ時教育	77
(3) 特別教育	77
(4) 能力向上教育等	78
(5) 教育費用	80

7. 労働衛生管理体制	81
(1) 法令上の管理体制	81
(2) 総括安全衛生管理者	82
(3) 安全管理者	84
(4) 衛生管理者	84
(5) 産業医	86
(6) 作業主任者	89
(7) 安全衛生委員会	90
(8) 安全衛生マネジメントシステム	93
1) 厚生労働省版マネジメントシステム	94
2) リスクアセスメント	95
3) ホルムアルデヒドの リスクアセスメント実施規則例	96
8. 災害事例	107
9. 参考資料	111
(1) IARC の発がん性評価：エチレンオキシド	111
(2) IARC の発がん性評価：ホルムアルデヒド	115
(3) 許容濃度等の性格および利用上の注意	121
(4) 許容濃度の提案理由－ホルムアルデヒド	122
(5) 作業環境測定基準（抄）	123
(6) 作業環境評価基準（抄）	125
文献	129

1. エチレンオキシド、ホルムアルデヒドの性質

1. エチレンオキシド、ホルムアルデヒドの性質

(1) 許容濃度の勧告 (2008) ¹⁾

	エチレンオキシド	ホルムアルデヒド
許容濃度	1ppm (1.8mg/m ³)	0.1ppm (0.12mg/m ³) 0.2ppm (0.24mg/m ³) a)
経皮吸収		—
発癌分類 b)	1	2A
感作性 c)	皮膚 2	気道 2 皮膚 1

a) 最大許容濃度：常時この濃度以下に保つこと。

b) 発癌分類

1：ヒトに対して発がん性があると判断できる物質である。この群に分類される物質は、疫学研究からの十分な証拠がある。

2A：ヒトに対しておそらく発がん性があると判断できる物質である。この群に分類される物質は、証拠が比較的十分な物質で、疫学研究からの証拠が限定的であるが、動物実験からの証拠が十分である。

c) 感作性

1：人間に対して明らかに感作性がある物質。

2：人間に対しておそらく感作性があると考えられる物質。

(2) 化学物質の TLV_s (2007) ²⁾

	エチレンオキシド	ホルムアルデヒド
TWA	1ppm	—
STEL/C	—	C 0.3ppm
付記	A2	感、A2
TLV の根拠	発がん、中枢神経障害	眼および上気道部刺激

a) TWA：Time-Weighted Average 時間加重平均 1日8時間、1週40時間の正規の労働時間中の時間加重平均濃度

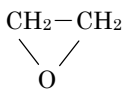
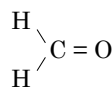
b) C：Ceiling 天井値または最高許容濃度 たとえ瞬間的にでも超えてはならないピーク濃度

c) A2：ヒトについての発がんの証拠は限られているが、ヒトに対する発がん性と関連のある動物実験の証拠が十分な物質

感：感作性物質

1. エチレンオキシド、ホルムアルデヒドの性質

(3) 物理化学的性質³⁾

一般名 化学名	エチレンオキシド (Ethylene oxide)	ホルムアルデヒド (Formaldehyde)
別名	1,2-エポキシエタン 酸化エチレン オキシラン エチレンオキサイド	メタナール オキシメタン ホルマリン
化学式	C ₂ H ₄ O (分子量 44) 	CH ₂ O (分子量 30) 
物理的状態 形状、色など	無色の圧縮液化ガス	無色気体 (ガス) 無色の液体 (水溶液)
臭い	特徴的な臭気、エーテル臭	特異臭 (刺激臭)
蒸気密度 (空気=1)	1.52 (計算値)	1.04 (計算値)
安定性	非常に揮発性かつ可燃性の液化ガスで、その蒸気は単独でも電気火花等で爆発する。	常温常圧下では安定。加熱すると可燃性ガスを発生し、他の着火源により燃焼する。

常温ではどちらも無色の気体であるから、作業環境中に漏れた場合はまず臭気で感じる。エチレンオキシドはエーテル臭があり、ちょっと甘苦い様な感じで、微量の場合は人によっては不快臭ではない。ホルムアルデヒドは刺激臭があり、微量でも目や呼吸器の粘膜を刺激するので分かりやすい。

空気を1とした蒸気密度は、エチレンオキシドは1.52で空気より重く、換気の悪い場所では凹んだところにエチレンオキシドが滞留することがある。可燃性で爆発災害も発生しているので作業場は火気厳禁とする。また、エチレンオキシドは浸透性に優れているので滅菌効果も発揮しやすいが、エアレーションしても抜けにくく滅菌物の残留エチレンオキシドに注意を払うべきである。滅菌物の保管庫にエチレンオキシドが滞留していることがある。

ホルムアルデヒドは空気とほぼ同じ重さなので、エチレンオキシドのように滞留することはなく空気の動きに沿って動く。

詳細な有害性と物理化学的データは引用元の中災防安全衛生情報センターのMSDSを参照していただきたい。

2. 労働衛生管理の基本

(1) 労働衛生の目的

ILO と WHO の合同委員会が 1950 年に採択した労働衛生の目的は次のように合意された¹⁾。その後 1995 年に追加定義された²⁾。(訳は天野、段落等は見やすくしたため原文とは異なる)。

ILO/WHO 1950

労働衛生は次のとこを目指すべきである。
全ての労働者の最高度の身体的、精神的および社会的幸福を促進し、維持すること。
労働条件に起因する労働者の健康障害を予防すること。
健康へ悪影響を及ぼす要因によりもたらされる危険から労働者の雇用を守ること。
労働者をその生理的、心理的能力に適応できる労働環境に置き、そしてそれを維持すること。
つまり、仕事を労働者に適応させ、個々の労働者を仕事へ適応させることである。

ILO/WHO 1995

労働衛生の定義：第 11 回合同委員会において、労働衛生の焦点に対して次の文書が作られた。

労働衛生の主要な焦点は三つの異なる目的の上にある。

- i) 労働者の健康と労働能力の維持および促進。
- ii) 安全と健康が確保できるよう労働環境と労働の改善。
- iii) 労働組織と労働文化の発展。

それは、労働における健康と安全を支える方向、そして健康と安全を支えながら、肯定的な社会的風潮および円滑な運営も促進する方向、および事業の生産性を上げるであろう方向へ向かうものである。

労働文化の概念は、このような文脈でその企業が採択した本質的な価値体系の反映を意味するよう意図される。このような文化は、その企業の経営方針、人事方針、参加の原理、教育訓練方針、品質マネジメントに反映される。

この記述は、1950 年の労働衛生の定義と合わせて読まれるべきである。

2. 労働衛生管理の基本

追加定義は文書では直感的に分かりにくいですが、その内容を図示すると図 2-1 のようになると思う。原文は三つの焦点を示しているが、この図ではそれを 4 次元で示した。つまり、バックグラウンドとしての企業の本質的な価値体系（経営方針、人事方針、参加の原理、教育訓練方針、品質マネジメント）の中で、1) 労働環境と労働の改善が進み、2) 健康と労働能力が維持され発展し、3) 労働文化と労働組織を発展させ、結果として、紆余曲折を経ながらも 4) 健康と安全、生産性、肯定的な社会的風潮、円滑な運営が育つ、と考えた。しかし、あたかもひよこが卵の殻を中から打ち破って新たな成長を遂げるように、一定の枠の中で対立物を統一して成長しきった企業の価値体系はそれが否定され、新たな価値体系を導入することによって量・質ともに更に新たな発展段階に入ることができるのではないか。

このように考えると、企業＝労働組織の発展を左右するのは「企業の本質的な価値体系」であろうと思う。マスコミを騒がせるせこい「大」企業が時々出現するが、経営者の交代や倒産など、いずれも高い代償を払うこととなる。いずれも経営者の資質が問われる。しかし、考えてみれば、このようなことを許してきた日本の社会そのものの「文化」と「組織」あるいは「ガバナンス」の質が今問われているのではないかとも思う。

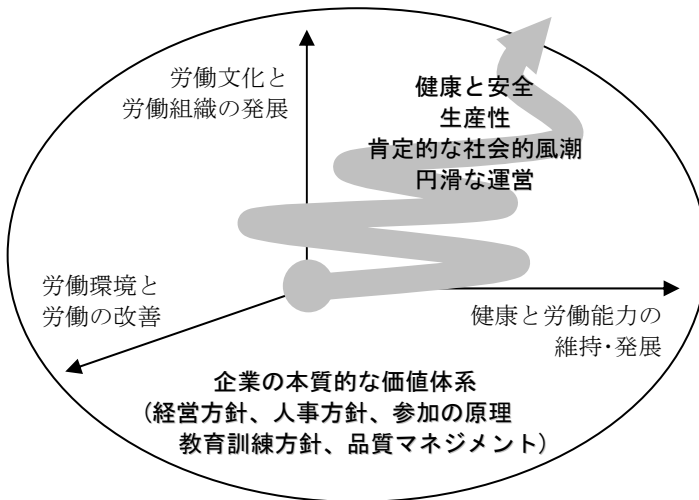


図 2-1 ILO/WHO による労働衛生の追加定義の概念（天野）

2. 労働衛生管理の基本

労働安全衛生法ではその目的を第1条で次のようにうたっている。

労働安全衛生法

(目的)

第一条 この法律は、労働基準法（昭和二十二年法律第四十九号）と相まって、労働災害の防止のための危害防止基準の確立、責任体制の明確化及び自主的活動の促進の措置を講ずる等その防止に関する総合的計画的な対策を推進することにより職場における労働者の安全と健康を確保するとともに、快適な職場環境の形成を促進することを目的とする。

なお、労働基準法 42 条には「労働者の安全及び衛生に関しては、労働安全衛生法の定めるところによる」と規定されている。

(2) 事業者の責務と労働者の協力

労働安全衛生法第3条（事業者等の責務）では次のようにうたっている。

労働安全衛生法

(事業者等の責務)

第三条 事業者は、単にこの法律で定める労働災害の防止のための最低基準を守るだけでなく、快適な職場環境の実現と労働条件の改善を通じて職場における労働者の安全と健康を確保するようにしなければならない。また、事業者は、国が実施する労働災害の防止に関する施策に協力するようにしなければならない。

2 機械、器具その他の設備を設計し、製造し、若しくは輸入する者、原材料を製造し、若しくは輸入する者又は建設物を建設し、若しくは設計する者は、これらの物の設計、製造、輸入又は建設に際して、これらの物が使用されることによる労働災害の発生の防止に資するように努めなければならない。

3 建設工事の注文者等仕事を他人に請け負わせる者は、施工方法、工期等について、安全で衛生的な作業の遂行をそこなうおそれのある条件を付さないように配慮しなければならない。

また、法第4条は労働者の協力について規定している。

労働安全衛生法

第四条 労働者は、労働災害を防止するため必要な事項を守るほか、事業者

2. 労働衛生管理の基本

その他の関係者が実施する労働災害の防止に関する措置に協力するように努めなければならない。

法第 122 条には次のような罰則規定がある。これは「両罰規定」といわれるもので、犯罪行為の実行者とその使用者である会社も罰せられるという規定である。

労働安全衛生法

第二百二十二条 法人の代表者又は法人若しくは人の代理人、使用人その他の従業者が、その法人又は人の業務に関して、第一百六条、第一百七条、第一百九条又は第二十條の違反行為をしたときは、行為者を罰するほか、その法人又は人に対しても、各本條の罰金刑を科する。

(3) 労働衛生管理の方法

一般的にわれわれに健康障害が発生するとき、1) その原因があり、2) それらが人体に侵入し、3) われわれの感受性に応じて健康障害が発生する、という 3 つのステップがある。

われわれに健康障害を発生させる有害要因（物質）の形態は図 2-2 に示したように気体であったり液体であったり、あるいは固体または熱や放射線のようなエネルギーの場合もある。動物性、植物性、鉱物性という分類もできるだろう。いずれにしてもそれらが経皮的、経口的、経気道的、あるいは全身のどこからでも何らかの経路を経て人体へ侵入し、種々の健康障害が発生する。

労働衛生管理はこの 3 つのステップに対してそれぞれ固有の方法で行われる。すなわち、1) 有害要因の発生源に対して代替物の使用や工学的な方法で有害要因の発散の抑制等を図る作業環境管理、2) 作業時間管理や作業姿勢管理等人間工学的方法で有害要因が労働者に侵入するのを防ぐ作業管理、3) 有害要因の影響の有無等をチェックする健康管理、の 3 管理がある。およびそれら 3 管理を支える 4) 労働衛生教育と 5) 労働衛生管理体制がある（図 2-3）。

以下、これらの労働衛生管理の側面について述べる。

2. 労働衛生管理の基本

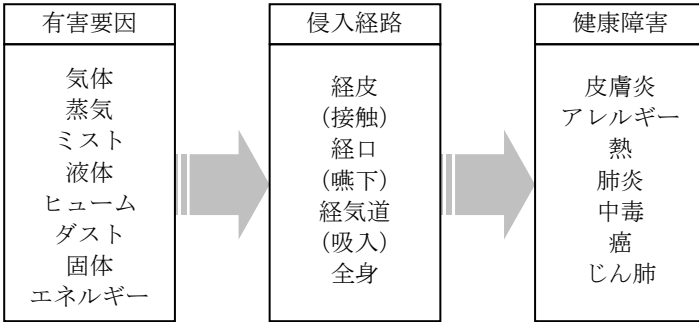


図 2-2 有害要因の性状とその侵入経路、健康障害の現われ

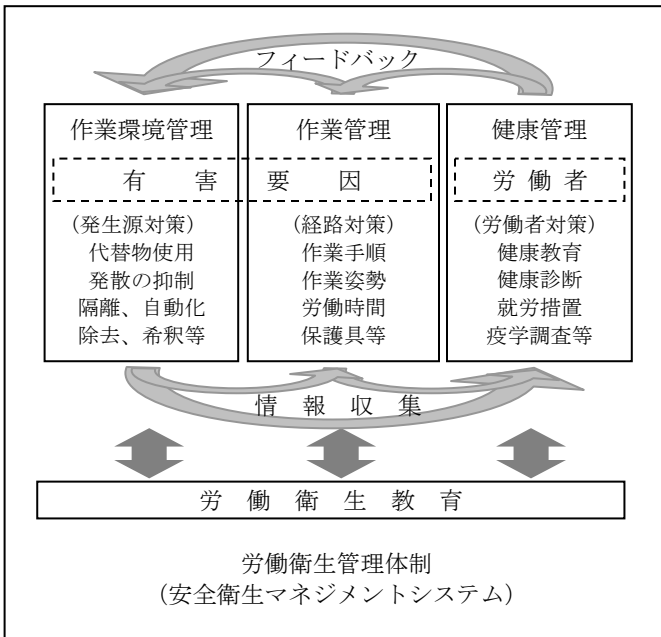
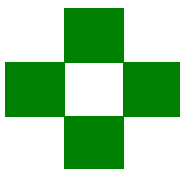


図 2-3 労働衛生管理の全体像と連携

2. 労働衛生管理の基本



3. 作業環境管理

ホルムアルデヒドが労働安全衛生法施行令別表第3で第2類物質に指定されたことから、ホルムアルデヒドに係る作業環境管理がより厳しくなった。

作業環境管理は作業環境中の有害要因に対する発生源対策である。本質的には、有害物質を用いない、あるいは有害性のより低い代替物を使うことが基本である。しかし、現実的には工学的対策によって発生源を隔離、自動化、あるいは有害物質を排気装置等で除去、希釈して発散の抑制が図られる。

作業環境の状態は作業環境測定結果から評価され、その評価に応じて種々の対策が講じられることになる。

(1) 作業環境測定とは

作業環境測定とは、その内容が労働安全衛生法第2条第4号により定義されており、「作業環境の実態をは握するため空気環境その他の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。）をいう」と定義されている。

労働安全衛生法

(定義)

第二条 この法律において、次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

一 労働災害 労働者の就業に係る建設物、設備、原材料、ガス、蒸気、粉じん等により、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、又は死亡することをいう。

二 労働者 労働基準法第九条に規定する労働者（同居の親族のみを使用する事業又は事務所に使用される者及び家事使用人を除く。）をいう。

三 事業者 事業を行う者で、労働者を使用するものをいう。

三の二 化学物質 元素及び化合物をいう。

四 作業環境測定 作業環境の実態をは握するため空気環境その他の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。）をいう。

3. 作業環境管理

デザイン、サンプリングおよび分析とは次のようなことをいう¹⁾。

デザイン

測定対象作業場の作業環境の実態を明らかにするために当該作業場の諸条件に即した測定計画を立てることをいう。その内容は、生産工程、作業方法、発散する有害物の性状その他作業環境を左右する諸因子を考慮して、サンプリングの箇所、サンプリングの時間及び回数、サンプリングした資料を分析するための前処理の方法、これを用いる分析機器等について決定することである。

サンプリング

測定しようとする物の捕集等に適したサンプリング機器をその用法によって適正に使用し、デザインにおいて定められたところにより資料を採取し、必要に応じて分析をするための前処理、例えば、凍結処理、酸処理等を行うこと。

分析（解析）

サンプリングした資料に種々の理化学的操作を加え、測定しようとする物を分離し、定量し、又は解析すること。

(2) 作業環境測定の方法

作業環境測定の方法は「作業環境測定基準」という労働省告示²⁾で具体的に定められている。

1) A測定

欧米の作業環境測定は作業者の個人暴露程度を明らかにすることに主眼がおかれているが、日本の作業環境測定は、それに合わせて作業場自体の汚染レベルを評価することに主眼がおかれている。すなわち、単位作業場の気中有害物質の平均的な状態を把握するもので、これをA測定という。

A測定は、得られた測定値が作為的なものでなく客観的なものであることを保証するために、単位作業場の中に測定点を無作為に選ぶことが必要である。そのため作業環境測定基準では、単位作業場が著しく狭く、有害物質の気中濃度がほぼ均一であることが明らかな時以外は、図3-1のように単位作

業場の床面に6m以下の等間隔で引いた縦と横の線の交点を測定点として選ぶこととされている。気中濃度がほぼ均一であることが明らかな場合は6mを超える等間隔でもよい。

測定点は5以上とすることが定められている。測定点の高さは、鉱物性粉塵や鉛、有機溶剤、特定化学物質等は50-150cm、騒音は120-150cmと定められている。また、気温・湿度は単位業場所の中央の床上50-150cm、建築物の部屋の一酸化炭素、二酸化炭素は部屋の中央で床上75-120cmとなっている。

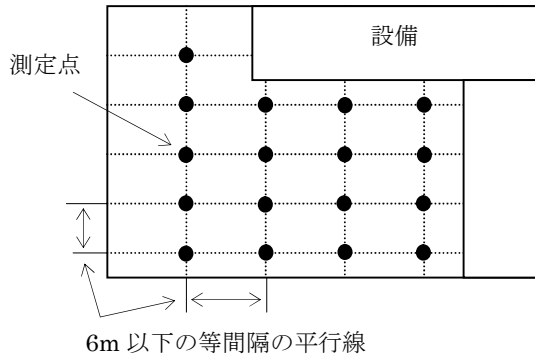


図 3-1 作業環境の測定点

2) B測定

労働者が有害物質の発生源と共に移動する場合等A測定の結果を評価するだけでは労働者の有害物質への大きな暴露の危険性を見逃すおそれがある場合は、A測定を補完するために、有害物質の濃度がもっとも高くなると思われる時間と場所で測定を行う。これをB測定という。

表3-1 エチレンオキシド、ホルムアルデヒドの分析方法

物の種類	試料採取方法	分析方法
エチレンオキシド	固体捕集方法	ガスクロマトグラフ分析法
	妨害物質がない場合は検知管法可	
ホルムアルデヒド	固体捕集方法	高速液体クロマトグラフ
	妨害物質がない場合は検知管法可	

3. 作業環境管理

3) 分析方法

ホルムアルデヒド、エチレンオキシドの測定方法は表3-1のとおりである。この場合、サンプリング時間は10分以上の継続した時間とする。ただし、ホルムアルデヒド、エチレンオキシド等は測定基準第10条第2項の規定により、検知管による測定でもよいとされている。検知管の場合のサンプリング時間は10分以下でよい。

(3) 作業環境の評価の方法

作業環境の評価の方法は「作業環境評価基準」というこれも労働省告示³⁾で定められている。考え方および計算方法は面倒だが、以下その考え方の概略を「基準」に基づいて説明する。

評価基準によれば、作業環境は第一管理区分、第二管理区分、第三管理区分に分けて評価される。この管理区分を決定するためには、第一と第二および第二と第三管理区分の境界値を知る必要がある。この値をそれぞれ、第一評価値、第二評価値と呼ぶ。評価値の計算は面倒だが、評価基準に計算式が提示されている。

第一評価値は、第二管理区分と第一管理区分の境界の値で、単位作業場所において考えうるすべての測定点の作業時間における気中有害物質の濃度の実現値のうち、高濃度側から5%に相当する濃度の推定値である。第二評価値は、第三管理区分と第二管理区分の境界の値で、気中有害物質の算術平均濃度の推定値である。

作業空間における有害物質の濃度の分布は時間的にも空間的にも低濃度側に偏った（左側にピークが偏った）対数正規分布に近い型を示すことが分かっている。正規分布の統計的性質はよく研究されているので、作業環境測定の結果を評価するに当たっては、測定値を対数変換した上で正規分布の性質を利用した理論が組み立てられている。このことから評価値は有害物質濃度の実測値の幾何平均値や幾何標準偏差値をもとに計算する。

幾何平均値は、測定値の積のn乗根で求められる。

$$M = (C_1 C_2 C_3 \cdots C_n)^{1/n}$$
$$\log M = (\sum \log C_i) / n$$

標準偏差は、Sを偏差平方和とすると、それを自由度（n-1）で割った不偏分散の平方根で求められる。幾何標準偏差は次の式で求められる。

$$\log \sigma = \text{root} [(\Sigma (\log C_i - \log M)^2) / (n-1)]$$

なお、測定値が試料採取方法および分析方法によって求められる定量下限以下の場合はその定量下限の値を測定値とする。

(評価値の計算式)

◆1日のみの測定の場合：

$$\log EA_1 = \log M_1 + 1.645 \sqrt{\log^2 \sigma_1 + 0.084}$$

$$\log EA_2 = \log M_1 + 1.151 (\log^2 \sigma_1 + 0.084)$$

EA1： 第一評価値

M1： A測定の測定値の幾何平均値

σ_1 ： A測定の測定値の幾何標準偏差

EA2： 第二評価値

◆連続する二作業日の測定の場合：

(連続する二作業日について測定を行うことができない合理的な理由がある場合にあっては、必要最小限の間隔を空けた二作業日)

$$\log EA_1 = \frac{1}{2} (\log M_1 + \log M_2) + 1.645 \sqrt{\frac{1}{2} (\log^2 \sigma_1 + \log^2 \sigma_2) + \frac{1}{2} (\log M_1 - \log M_2)^2}$$

$$\log EA_2 = \frac{1}{2} (\log M_1 + \log M_2) + 1.151 \left\{ \frac{1}{2} (\log^2 \sigma_1 + \log^2 \sigma_2) + \frac{1}{2} (\log M_1 - \log M_2)^2 \right\}$$

EA1： 第一評価値

M1： 一日目のA測定の測定値の幾何平均値

M2： 二日目のA測定の測定値の幾何平均値

σ_1 ： 一日目のA測定の測定値の幾何標準偏差

σ_2 ： 二日目のA測定の測定値の幾何標準偏差

EA2： 第二評価値

測定値の平均値がM、標準偏差が σ の時、正規分布の理論より高濃度側から5%の推定値は「M+1.645 σ 」となる。それを図に示せば図3-2のようになる。

3. 作業環境管理

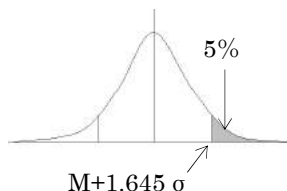


図3-2 正規分布による上側5%点

管理濃度、評価値、管理区分の関係を図示すれば図3-3のようになる。この図は、実測値から得られた第一評価値、第二評価値および管理濃度の位置関係によって管理区分が変わることを示している。

例えば、測定値の95%以上が管理濃度以下であれば、その作業場の有害物質の濃度がほとんど管理濃度以下であるということになるから、作業環境としては良好だという判断になる。また、B測定による最も高い時間と場所の測定値が管理濃度以下であれば、これも良好な作業環境と判断される。

エチレンオキシドとホルムアルデヒドの管理濃度を表3-3に示した。この管理濃度と第一評価値および第二評価値の大小関係からその作業場の管理区分が決定される。

以上のようなことから、再度、管理区分の意味を示せば表3-4のようになる。B測定を行った場合を考慮した管理区分は表3-5のようになる。

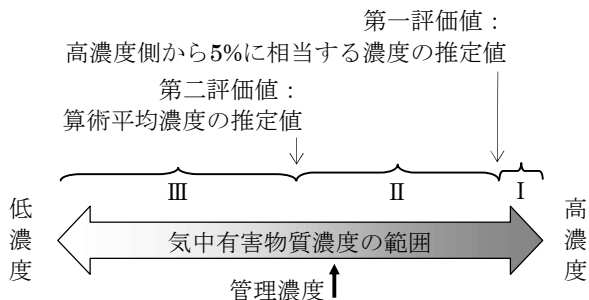


図3-3 気中有害物質の濃度範囲と評価値、管理区分の関係

3. 作業環境管理

表3-3 管理濃度（作業環境評価基準 別表（第二条関係））

物の種類	管理濃度
六 エチレンオキシド	— ppm
二十九の二 ホルムアルデヒド	○・— ppm
備考	この表の下欄の値は、温度25度、1気圧の空気中における濃度を示す。

表3-4 作業環境測定による管理区分の意味

管理区分	内容
第一管理区分	当該単位作業場所のほとんど（95%以上）の場所で気中有害物質の濃度の平均が管理濃度を超えない状態であり、作業環境管理が適切であると判断される状態である。
第二管理区分	当該単位作業場所の気中有害物質の濃度の平均が管理濃度を超えない状態であるが、第一管理区分に比べ、作業環境管理に改善の余地があると判断される状態である。
第三管理区分	当該単位作業場所の気中有害物質の濃度の平均が管理濃度を超える状態であり、作業環境管理が適切でないとは判断される状態である。

表3-5 管理区分の決定

		A測定		
		第一評価値 < 管理濃度	第二評価値 ≤ 管理濃度 ≤ 第一評価値	第二評価値 > 管理濃度
B測定	B測定値 < 管理濃度	第一管理区分	第二管理区分	第三管理区分
	管理濃度 ≤ B測定値 ≤ 管理濃度×1.5	第二管理区分	第二管理区分	第三管理区分
	B測定値 > 管理濃度×1.5	第三管理区分	第三管理区分	第三管理区分

なお、管理濃度は、有害物質に関する作業環境の状態を評価するために、作業環境測定基準に従って単位作業場所について実施した測定結果から、当該単位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である。これは行政の見地から設定されたものである。この値は、学会等が設定している暴露限界や許容濃度とは異なるものである。

3. 作業環境管理

(4) 評価結果に基づく措置

評価結果に基づき、それぞれの管理区分において表3-6に示すような措置を講じなければならない（特化則第36条の3、第36条の4）。「直ちに」とは、施設、設備、作業工程又は作業方法の点検およびその結果に基づく改善措置を直ちに行うことである。改善措置には時間がかかることもあろうが、いたずらに改善措置を先延ばししてはならない。「効果の確認」は作業環境測定基準および作業環境評価基準に従って行う。「呼吸保護具」の使用は応急的なものであり、それを「改善措置」とすることは認められない。健康診断は、著しい暴露があったと推定される等で産業医等が必要と認めれば行う。

表3-6 構すべき措置の内容

管理区分	措置
第三管理区分	直ちに、施設、設備、作業工程又は作業方法の点検を行い、その結果に基づき、施設又は設備の設置又は整備、作業工程又は作業方法の改善その他作業環境を改善するため必要な措置を講じ、当該場所の管理区分が第一管理区分又は第二管理区分となるようにしなければならない。
	前項の規定による措置を講じたときは、その効果を確認するため、同項の場所について当該特定化学物質の濃度を測定し、及びその結果の評価を行わなければならない。
	前二項に定めるもののほか、事業者は、第一項の場所については、労働者に有効な呼吸用保護具を使用させるほか、健康診断の実施その他労働者の健康の保持を図るため必要な措置を講じなければならない。
第二管理区分	施設、設備、作業工程又は作業方法の点検を行い、その結果に基づき、施設又は設備の設置又は整備、作業工程又は作業方法の改善その他作業環境を改善するため必要な措置を講ずるよう努めなければならない。

(5) 排気・換気装置

作業環境中の特定化学物質や有機溶剤、粉じん等の有害物質は換気（排気）装置によって工学的に除去する。換気装置は大きくは、全体換気装置と局所排気装置（プッシュプル型換気装置を含む）に分けられる。そのイメージを図3-4に示した。

1) 全体換気

全体換気は、例えば天井にファンを設置して作業場内の汚染空気を清浄空気で希釈または置換して清浄化しようとするものである。

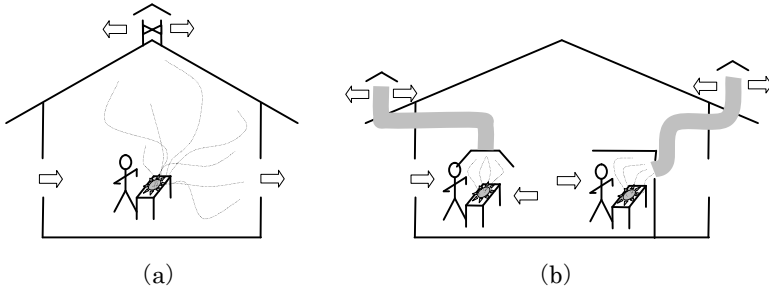


図3-4 換気 (a) 全体換気、(b) 局所排気

置換換気は、作業室全体が局所排気装置になっているようなもので、例えば、天井面から清浄空気が出て床面へ汚染空気を吸引するような場合である。希釈換気は、作業環境中の汚染物質を清浄空気で希釈して有害物質の影響を少なくしようとするものである。置換も希釈も実質的に差異はない。

全体換気は、有害性があまり大きくない物質、発散速度が遅い物質、広い作業場に発散量が少ない発散源が散在している場合などに用いられる。しかし、有害物質の発生源付近とそこから多少離れたところでは濃度勾配があることを知っておくべきである。希釈されて有害物質濃度が平均的に管理濃度以下になったとしても、発生源付近では依然高濃度であることを忘れてはならない。

実際の建屋では換気扇の位置、窓や出入り口の位置、機器等の配置、建屋外の風の強さなどにより空気の流れが複雑に変化する。場合によっては気流の短絡が起こり、作業者が有害物質の下流側で作業することが生じうる。従って、労働者は高濃度の有害物質に暴露されるおそれがあるので、必要に応じて呼吸用保護具を使用しなければならない。作業者が常に風上側で作業できるような工夫が必要である。

置換換気にしろ希釈換気にしろ、有害物質の発生量が分かっている場合は、それを管理濃度以下に下げる全体換気量の目安は次のように考えればよい。

3. 作業環境管理

E : 管理濃度(mg/m³)

Q : 必要換気量(m³/min)

W : 有害物質の発散量(g/h)

とすると「濃度＝重さ/体積」であるから、次の等式が成り立つ。1000はmgからgへの換算係数、60はminからhへの換算係数である。

$$E/1000 = W/60Q$$

$$Q = W/E \cdot 1000/60$$

気体で管理濃度がppm表示の場合は次のようになる。

その物質の分子量をMとすると、その物質の1モルは常温常圧(25℃1気圧)のもとで24.47リットルの体積を占める。従って1時間にWg発散する場合は、その体積は22.47×W/Mリットルとなる。管理濃度がEppmであれば、

$$\begin{aligned} E &= 10^6 \times \text{有害物質の体積} / \text{換気空気の体積} \\ &= 10^6 \times (22.47W/M) / (1000 \times 60Q) \end{aligned}$$

これを整理すると、

$$Q = 22.47 \times 1000 / 60 \times W / ME$$

を得る。

前述したように実際には完全な希釈換気は行なえず濃度勾配があるので、換気量は計算値の2～5倍が必要といわれている⁵⁾。

特化則38条の12でエチレンオキシド等に係る措置として滅菌作業を行う屋内作業場については、十分な換気を行うため、全体換気装置の設置その他必要な措置を講じることとされている。

なお、有害物質から労働者を守り、それらを職場から除去するためには、設備の密閉化や局所排気装置、プッシュプル型換気装置の設置が基本的方法であるが、その設置が著しく困難な場合、臨時的作業を行う場合はこの限りではないというただし書きが特化則第5条にある。

空気の平均分子量は、空気中の各気体の組成から28.96となる。エチレンオキシドの分子量は44で空気の1.52倍で空気より重い。ホルムアルデヒドの分

3. 作業環境管理

子量は30で空気の1.04倍で空気より僅かに重い。有機溶剤では、例えば、シンナーとしてよく用いられるトルエン C_7H_8 の分子量は92.14で、空気の3倍以上の重さである。塗装作業場などでは、換気するに当たり床面のくぼみの有無なども考えて管理する必要がある。空気よりも重い気体状化学物質が作業環境中に放出された場合、これらの有害物質は床面に沈み、凹みがある場合はそこに滞留しやすいことを理解した上で、換気等の管理を行うことが重要である。

その意味では換気流の方向は、無理に上方へ吸引するよりは下方または側方へ吸引する方が効率的でもある。このことは、労働者の呼吸域が作業域より上にある場合は一層有効と思われる。

2) 局所排気装置

局所排気は有害物質を発生源で捕らえて屋外へ排出しようとするものである。その基本的特徴は表3-7、表3-8、表3-9のように分類できる。

吸い込み口から Xm の距離にある有害物質を吸い込むためには排気量をどれだけにすればよいか考えてみよう。

有害物質は空気中に浮遊しており、それを吸い込むには一定速度の空気流が必要となる。それを制御風速と呼ぶ。図3-5、図3-6では Vc (Control velocity) で示している。

吸引口が空中にあるような場合 (図3-5 (a)) は、理論的には半径 Xm の球面上にある有害物質を Vc m/sで吸引することになる。半径 X の球面の表面積は $S=4\pi X^2$ で、その面積で空気が Vc m/sで吸い込まれるので、1分間 (60秒間) の吸引空気量 Q は次のように計算される。

$$Q \text{ m}^3/\text{min} = 60 \times S \times Vc = 60 \times 4\pi X^2 \times Vc$$

また、壁面や天井に吸い込み口があるような場合 (図3-5(b))、吸い込み面は球面の半分になるので Q の値も2分の1になる。

$$Q \text{ m}^3/\text{min} = 60 \times S/2 \times Vc = 60 \times 2\pi X^2 \times Vc$$

3. 作業環境管理

表 3-7 局所排気装置の型


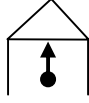
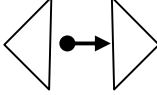
	1) 外付け	2) 囲い式	3) プッシュプル型
有害物質の発散源とフードの位置関係	有害物質の発生源がフードの外側にある	有害物質の発生源がフードの内側にある	有害物質の発生源がプッシュフードとプルフードの間にある
			

表 3-8 空気の吸引方向




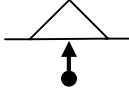
	1) 上方吸引	2) 側方吸引	3) 下方吸引
有害物質の発散源とフードの位置関係			

表 3-9 フランジ

1) フランジなし	2) フランジあり
	

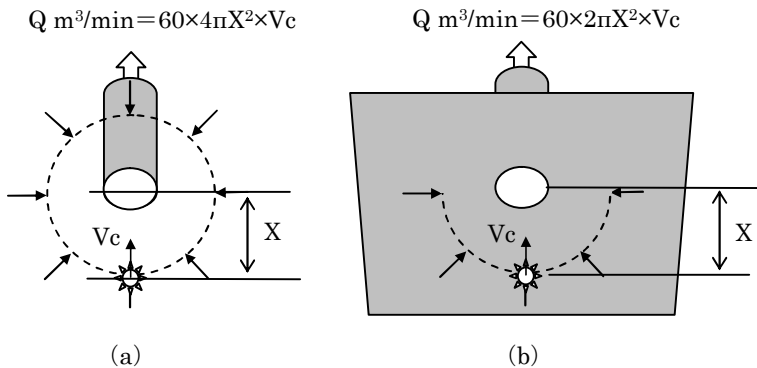


図 3-5 吸引口が空中 (a) および壁面・天井面等 (b) にある例

3. 作業環境管理

この例のように吸い込み口に縁（flange）をつけると排風量が少なくすみ省エネ効果がある。これをフランジ効果という。フランジというのは管継手の接続部分の名称である。

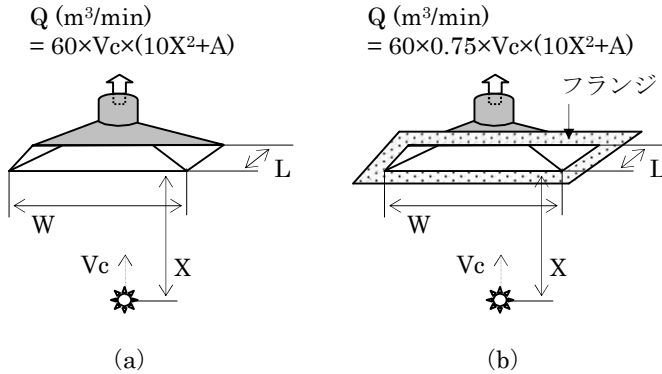


図 3-6 フランジなしフード (a) とフランジ付き式フード (b)
(Vc : 制御風速、 $A=LW$ 、 $W/L > 0.2$)

例えば、外付けフードの開口面から距離 Xm のところにある有害物質を制御風速 $Vc \text{ m/sec}$ で吸引しようとする時、排気フードにフランジがある場合の排風量の計算式は図3-6 (b) のようになり、25%の削減効果がある。Aは開口面の面積で、 $A=L \times W$ である。フランジの幅は開口面が円形でも長方形でも最大15cm程度で、それ以上あってもあまり効果は増さないとされている⁶⁾。

図3-7は囲い式フードの一例だが、気体など空気より軽いもの場合は上方へ、空気より重い固体粉じんの場合は下方へ吸引するのがよい。吸引空気量は次のようになる。

$$Q \text{ (m}^3\text{/min)} = 60 \times LW \times Vo$$

$$= 60 \times LW \times Vc \times k \times (\text{m/sec})$$

Vo は開口面 ($L \times W$) における有害物質の平均捕捉速度、 Vc は既述の制御風速を示す。 Vc の値は有害物質の種類、性状により異なる。開口面における空気の流入速度は、開口面の周辺部と中央部では異なる。従って、理論上の Vc をそのまま使うことができないことが多く、補正係数 k が付いている。

3. 作業環境管理

このような囲い式フードは妨害気流の影響を受けにくく、ほぼ確実に有害物質の影響を除去することができる。結果として周辺労働者にも有害物質の影響が及ばない。

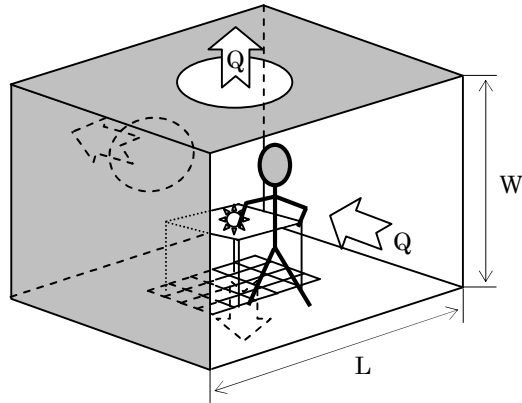


図 3-7 囲い式フード

ホルムアルデヒドの規制に関連して、厚生労働省のパンフレット⁷⁾には図 3-8 のような側方吸引の局所換気装置の例が示されている。この場合の必要吸引量は

$$Q \text{ (m}^3\text{/min)} = 60 \times 0.5 \times V_c \times (10X^2 + L_1W_1)$$

となる。このような机上作業では、作業性に問題がなければ囲いをつけると周辺の妨害気流の影響が少なくなり、確実に暴露を防止できる。囲いをつけた場合の必要吸引量は、

$$Q_2 \text{ (m}^3\text{/min)} = 60 \times L_2W_2 \cdot V_c$$

となる。

表3-3で示したように、エチレンオキシドやホルムアルデヒドは「管理濃度」で規制されているので上式から直接風量計算はできない。そこで、有機

3. 作業環境管理

則16条による外付け式側方吸引フードの制御風速0.5m/secを当てはめて試算してみよう。机上の吸引口の寸法をL1=30cm、W1=10cm、吸引口から発散源の距離を30cmとすると、

$$\begin{aligned} Q \text{ (m}^3\text{/min)} &= 60 \times 0.5 \times V_c \times (10X^2 + L1W1) \\ &= 60 \times 0.5 \times 0.5 \times (10 \times 0.3 \times 0.3 + 0.3 \times 0.1) \\ &= 14 \end{aligned}$$

1分間に14m³の空気を吸引するとは大変な量だ。一方、L2=50cm、W2=30cmの囲いで覆った場合は次のようになる。

$$\begin{aligned} Q2 \text{ (m}^3\text{/min)} &= 60 \times L2W2 \cdot V_c \\ &= 60 \times 0.5 \times 0.3 \times 0.5 \\ &= 4.5 \end{aligned}$$

この計算例から、囲いの省エネ効果が目瞭然である。作業性に問題が生じなければ、作業時に脱着可能な囲いを机上に置けばよい。

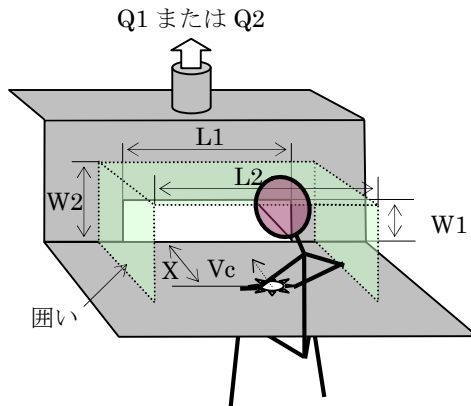


図 3-8 机上作業

3. 作業環境管理

表3-10 局所排気装置の定期自主検査

特化則 30条31条32条	
頻度	1年に1回（特化則31条による特定化学設備またはその付属設備は2年に1回）
記録保存	3年間 一 検査年月日 四 検査の結果 二 検査方法 五 検査を実施した者の氏名 三 検査箇所 六 検査の結果に基づいて補修等の措置を講じたときは、その内容
検査項目	<p>一 局所排気装置</p> イ フード、ダクト及びファンの摩耗、腐食、くぼみその他損傷の有無及びその程度 ロ ダクト及び排風機におけるじんあいのたい積状態 ハ ダクトの接続部における緩みの有無 ニ 電動機とファンとを連結するベルトの作動状態 ホ 吸気及び排気的能力 ヘ イからホまでに掲げるもののほか、性能を保持するため必要な事項
	<p>二 プッシュプル型換気装置</p> イ フード、ダクト及びファンの摩耗、腐食、くぼみ、その他損傷の有無及びその程度 ロ ダクト及び排風機におけるじんあいのたい積状態 ハ ダクトの接続部における緩みの有無 ニ 電動機とファンを連結するベルトの作動状態 ホ 送気、吸気及び排気的能力 ヘ イからホまでに掲げるもののほか、性能を保持するため必要な事項
	<p>三 除じん装置、排ガス処理装置及び排液処理装置</p> イ 構造部分の摩耗、腐食、破損の有無及びその程度 ロ 除じん装置又は排ガス処理装置にあっては、当該装置内におけるじんあいのたい積状態 ハ ろ過除じん方式の除じん装置にあっては、ろ材の破損又はろ材取付部等の緩みの有無 ニ 処理薬剤、洗浄水の噴出量、内部充てん物等の適否 ホ 処理能力 ヘ イからホまでに掲げるもののほか、性能を保持するため必要な事項

3. 作業環境管理

実際に局所排気フードを設置した時は、目的どおりの性能が確保されているかどうか、フード外の有害物質濃度を測定しなければならない。確実に有害物質を捕捉していたとしても、風速が過剰であれば騒音も大きくなり省エネにもならない。また、製品に悪影響を与える場合もある。

さらに、長期間使用しているとフードやダクトのへこみ、腐食、摩耗、ファンベルト、ダクト接続部のゆるみ等が生じ、局所排気装置の性能が発揮されなくなることがある。従って、法第45条でこれらの機械等の定期自主検査を行い、結果の記録が義務づけられている。特化則では表3-10に示したような規定がある。

局所排気装置の要件は表3-11のとおりである（特化則第7条、第8条）。「厚生労働大臣が定める性能」¹⁵⁾は表3-12のとおりである。

表 3-11 局所排気装置の要件

局所排気装置	
1.	フードは、第一類物質又は第二類物質のガス、蒸気又は粉じんの発散源ごとに設けられ、かつ、外付け式又はレシーバー式のフードにあつては、当該発散源にできるだけ近い位置に設けられていること。
2.	ダクトは、長さができるだけ短く、ベンドの数ができるだけ少なく、かつ、適当な箇所に掃除口が設けられている等掃除しやすい構造のものであること。
3.	除じん装置又は排ガス処理装置を付設する局所排気装置のファンは、除じん又は排ガス処理をした後の空気を通る位置に設けられていること。ただし、吸引されたガス、蒸気又は粉じんによる爆発のおそれがなく、かつ、ファンの腐食のおそれがないときは、この限りでない。
4.	排気口は、屋外に設けられていること。
5.	厚生労働大臣が定める性能を有するものであること。

表 3-12 厚生労働大臣が定める性能

物の種類	値
エチレンオキシド	1.8mg または 1cm ³
ホルムアルデヒド	0.1cm ³
備考 この表の値は、温度 25 度、1 気圧の空気 1m ³ 当たりに占める当該物の重量又は容積を示す。	

3. 作業環境管理

3) プッシュプル型局所換気装置

この型の換気装置は、

1. 二つのフードの間に有害な化学物質の液体または溶液が入っている開放槽の開口部があるもの（プッシュプル型局所換気装置 開放槽用）
2. 有害なガス、蒸気又は粉じん若しくは高熱等から労働者をしゃ断する設備（プッシュプル型しゃ断装置）
3. 捕捉気流に有害物質の発散源全体が含まれているもの（プッシュプル型局所換気装置）

の三つに分けて構造および性能要件がそれぞれ定められている。

このうち、前記3の設備についての要件は、下記の告示に示されている。

- ・平成9年労働省告示第21号
(有機溶剤中毒予防規則第16条の2の規定に基づき労働大臣が定める構造及び性能を定める件)
- ・平成10年労働省告示第30号
(粉じん障害防止規則第11条第2項第4号の規定に基づき労働大臣が定める要件を定める件)
- ・平成15年厚生労働省告示第375号
(鉛中毒予防規則第30条の2の厚生労働大臣が定める構造及び性能)
- ・平成15年厚生労働省告示第377号
(特定化学物質等障害予防規則第7条第2項第4号及び第50条第1項第8号ホの厚生労働大臣が定める要件)
- ・平成17年厚生労働省告示第130号
(石綿障害予防規則第16条第2項第3号の厚生労働大臣が定める要件)

プッシュプル型換気装置(開放槽用)およびプッシュプル型しゃ断装置は、上記告示で規定するプッシュプル型換気装置と性能要件が異なり、同等のものとは認められていない。従って、それぞれの作業の特性に応じた換気装置の設置が必要である。

吹出し（プッシュ）側と吸込み（プル）側の二つのフードがあって、この二つのフードにより作られる一様な捕捉気流によってそのフードの中間にある有害物質の発散源からの有害物質の拡散を防止するプッシュプル型局所換気装置の構造および性能の要件は厚生労働省通達⁸⁾で定められている。

一般的な局所排気装置は吸い込みフードだけを備えたものであるが、外付け式フードではフード開口面から有害物質捕捉点までの距離の2乗に比例して吸引空気量が増加する。すなわち、開口面から捕捉点までの距離が2倍に

3. 作業環境管理

なると同じ制御風速を得るためには4倍の空気を吸引する必要がある。これに対して、吹き出しフードはフード開口面からかなり遠方まで気流の速度は衰えず、有害物質を遠くまで搬送することができる。この特性を利用したのがプッシュプル型局所換気装置である。

吸い込みフードと吹き出しフードの性能を見てみよう。図3-9のようなフードなしの吸引口が空中にある場合、吸引口から距離Xのところにある有害物質を制御風速 V_c で吸引するときに必要な風量は次式で示された。

$$Q \text{ m}^3/\text{min} = 60 \times 4\pi X^2 \times V_c$$

ここで吸引口の直径をD、吸引口における風速を V_0 とすると次式が成り立つ。

$$Q = 60\pi(D/2)^2 V_0 \quad (\because \text{吸引口の面積は}\pi(D/2)^2)$$

また、吸引口から2Dの距離にある風速を V_2 とすると次式が成り立つ。

$$Q = 60 \cdot 4\pi(2D)^2 V_2 \quad (\because \text{吸引面の面積は}4\pi(2D)^2)$$

この2式から

$$Q = 60\pi(D/2)^2 V_0 = 60 \cdot 4\pi(2D)^2 V_2 \quad \therefore V_2 = V_0/64$$

つまり、吸引口の口径を単位として考えると、反比例して速度が減少することを示している。例えば、直径50cmの吸引口であれば、そこから1mの位置の風速は吸引口における速度の64分の1しか出ないことを示している。実はこの数値は、参考書によって値が異なる。沼野⁶⁾は吸引口から2Dの距離のところでは約10%、辻⁹⁾は吸引口からDのところでは約10%の風速となっている。いずれにしても、プルフードでは吸引口から少し離れると吸引力が極端に低下するということを知っておこう。

それに対してプッシュフードは、その押し出し力はかなりの距離まで残存する(図3-10)。根拠が示されていないのでよく理解できないが、前出、沼野⁶⁾は、噴流の中心部の速度は、開口面から10Dのところでは80%、30Dのところでは50%が維持されているという。田中¹⁰⁾は、「筒状(ノズル)の吹き

3. 作業環境管理

出し口を用いた場合、吹き出し速度が10分の1になる軸上の距離は口径の30-50倍に達する」としている。いずれにしても、吹き出し気流は思いのほか遠方まで搬送能力を保有しているということである。

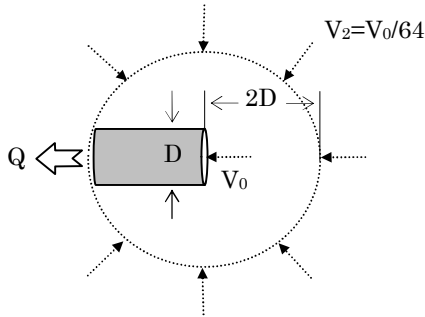


図3-9 吸引口径 D に対する風速の変化

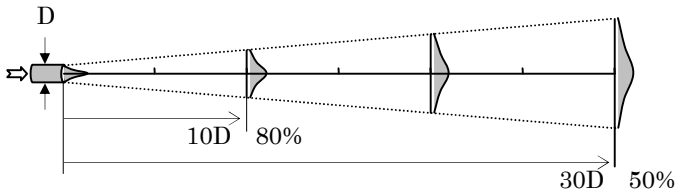


図3-10 吹き出し気流の速度分布¹⁰⁾

これらの事実は、経験的に、例えば、台所用の換気扇や電機掃除機は吸い込み口の近傍しか吸わないし、冷暖房の気流は数メートルはなれたところに吹き出し口があっても不愉快な思いをする人が多いことから推察がつく。

プッシュプル型換気装置の構造および性能要件は上記通達⁸⁾や労働省告示^{15) 16)}で細かく定められているが、重要な性能要件を表3-13に示す。

表3-13 プッシュプル型換気装置の性能要件

<ol style="list-style-type: none"> 1. 吹き出し気流の風量 < 吸い込み気流の風量 2. 気流の一様性の確保 3. 発散源が換気区域内にある 4. 捕捉面における平均風速が0.2m/sec以上

3. 作業環境管理

吹き出し気流の風量が吸い込み気流の風量より多いと有害物質を周辺環境へ撒き散らしてしまう。

また、有害業務は吹き出しフードと吸い込みフードとの間で行われるが、この作業がプッシュプル換気流を乱す。換気流が一様な層流であれば、作業によって気流が乱されても有害物質はうまく吸い込みフードへ吸引される。しかし、もともと換気流が乱れていればいっそう気流が乱れ、有害物質は周辺へ拡散してしまう。従って上記4点の要件を満足すべく通達、告示が定められている。

プッシュプル型換気装置の概要を図3-11、図3-12に示す。捕捉面とは、吸い込み側フードから最も離れた位置の有害物質の発散源を通り、かつ、気流の方向に垂直な平面をいう。捕捉面を16以上の等面積の四辺形に分割し、その中心の風速を作業対象が存在しない状態で測定する。四辺形は一辺の長さが2m以下になるよう設定するが、その面積が0.25m²以下になるようであれば6分割以上にする。等分割された各四辺形の中心の風速の平均値が0.2m/sec以上であり、かつ、各四辺形の風速が平均値の0.5-1.5倍の範囲に入ることが性能要件となる。

プッシュプル型換気装置は「気流の一様性の確保」が性能要件を左右する。従って、横からの妨害気流の影響を避けるために衝立やバツフルを設置するなどの工夫が必要である。特化則第8条でそのことが規定されている。また、フードの前方に気流を妨害するものなどを置いてはならない。

プッシュプル型換気装置の要件は表3-14のとおりである(特化則第7条、第8条)。

表3-14 プッシュプル型換気装置の要件

プッシュプル型換気装置
1. ダクトは、長さができるだけ短く、ベンダの数ができるだけ少なく、かつ、適当な箇所に掃除口が設けられている等掃除しやすい構造のものであること。
2. 除じん装置又は排ガス処理装置を付設するプッシュプル型換気装置のファンは、除じん又は排ガス処理をした後の空気を通る位置に設けられていること。ただし、吸引されたガス、蒸気又は粉じんによる爆発のおそれがなく、かつ、ファンの腐食のおそれがないときは、この限りでない。
3. 排気口は、屋外に設けられていること。
4. 厚生労働大臣が定める要件を具備するものであること。

3. 作業環境管理

「厚生労働大臣が定める要件」¹⁶⁾ とは図3-11、図3-12で示したような構造要件をいう。

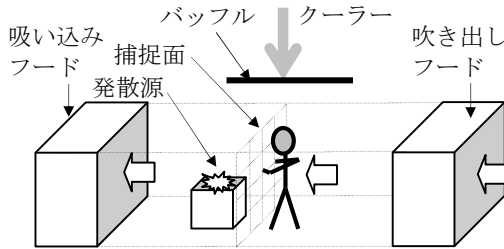


図3-11 プッシュプル型換気装置

1・	2・	3・	4・
・	・	・	・
・	・	・	・
・	・	・	n・

$$\lambda = (\sum V_i) / n \quad 0.5\lambda \leq V_i \leq 1.5\lambda$$

図3-12 捕捉面の分割

4) 抑制濃度、制御風速、管理濃度

作業環境を管理するための指標として抑制濃度、管理濃度、制御風速がある。それぞれ意味が異なり、表3-15のように定義されている^{11) 12)}。ホルムアルデヒドの場合は抑制濃度で規制されており、その値は0.1ppmである。有機溶剤の場合は表3-16に示したように有規則第16条により制御風速で規制されている。これらに対し、管理濃度は作業環境管理の良否を判定するための指標と位置づけられている。

表3-15 制御風速の定義

		定義
抑制濃度	発散源付近における有害物質の濃度をその値以下に抑えることによって、作業者のばく露濃度を安全水準に保つよう意図して定めた濃度（工学的対策の指標）	
制御風速	囲い式フード	フードの開口面における最少風速
	外付け式フード	汚染物質を吸引しようとする範囲内におけるそのフードの開口面から最も離れた作業位置の風速
管理濃度	作業環境測定結果から当該単位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（医学的指標と工学的対策の指標）	

表3-16 有規則16条による局所排気装置の制御風速

型式		制御風速 (m/秒)
囲い式フード		0.4
外付け式フード	側方吸引型	0.5
	下方吸引型	0.5
	上方吸引型	1.0
備考		
<p>1. この表における制御風速は、局所排気装置のすべてのフードを開放した場合の制御風速をいう。</p> <p>2. この表における制御風速は、フードの型式に応じて、それぞれ次に掲げる風速をいう。</p> <p>1) 囲い式フードにあつては、フードの開口面における最小風速</p> <p>2) 外付け式フードにあつては、そのフードにより有機溶剤の蒸気を吸引しようとする範囲内におけるそのフードの開口面から最も離れた作業位置の風速</p>		

5) 作業環境の測定と評価の記録および保存

特化則第36条および第36条の2の規定により半年毎に作業環境測定を行い、それを評価し記録を保存しておかねばならない。特別管理物質に指定されているエチレンオキシドとホルムアルデヒドの記録のは30年間保存である。記録内容は表3-17、表3-18のとおりである。

3. 作業環境管理

表3-15 測定記録すべき事項（特化則36条）

1. 測定日時	6. 測定を実施した者の氏名
2. 測定方法	7. 測定結果に基づいて当該物質による労働者の健康障害の予防措置を講じたときは、当該措置の概要
3. 測定箇所	
4. 測定条件	
5. 測定結果	

表3-16 評価記録すべき事項（特化則36の2条）

1. 評価日時	3. 評価結果
2. 評価箇所	4. 評価を実施した者の氏名

6) 除外規定

第2類物質の取扱量、生産工程、作業方法、気中濃度等から常態として衛生上有害な状態になるおそれがない場合には労働基準監督署長の認定を受けて第4条、第5条の規制を受けずにすむ。（特化則第6条）すなわち、局所排気装置またはプッシュプル型換気装置を稼働させなくてよい。その方法を簡単に紹介する。

除外規定の適用を受けるための抑制濃度の測定方法は行政通達¹⁷⁾で示されている。

この性能要件の確認は、例えば外付け式フードの場合は次のように行う。

- 1) 測定点は図3-13に定める位置とする。（これら以外の形式のフードの場合は通達原文を参照していただきたい）
- 2) 測定は、1日についてイの測定点ごとに1回以上行う。
- 3) 測定は、作業が定常的に行われている時間（作業開始後1時間を経過しない間を除く。）に行う。
- 4) 一つの測定点における試料空気の採取時間は10分以上の継続した時間とする。ただし、直接捕集方法又は検知管方式による測定機器を用いる方法による測定についてはこの限りでない。
- 5) 測定方法については、作業環境測定基準（昭和51年労働省告示第46号）に定めるところによる。
- 6) 空気中の有害物質の濃度は、次の式により計算を行って得た値とする。
$$Mg = \sqrt[n]{A1 \cdot A2 \cdot \dots \cdot An}$$
（A1、A2・…・An：各測定点における測定値）

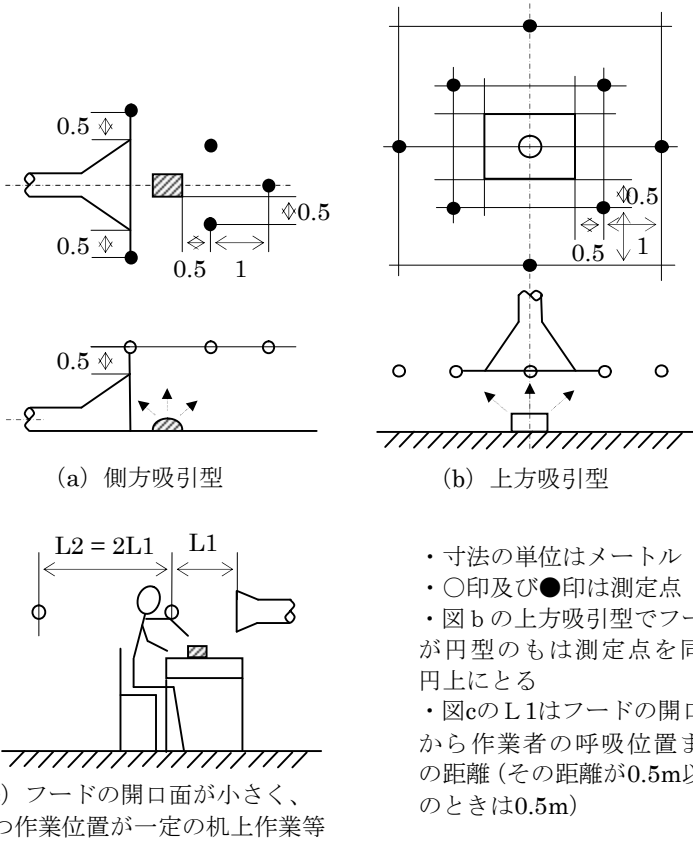


図3-13 局所排気装置の性能確認のための測定点

7) エチレンオキシド等に係る措置

エチレンオキシド等を用いて行う滅菌作業については、特化則第5条の規定による局所排気装置の設置と同等以上の措置を講じる場合は、その規定に関わらず局所排気装置またはプッシュプル型換気装置を設置する必要はない。

（特化則第38条の12（エチレンオキシド等に係る措置））

3. 作業環境管理

特化則

(エチレンオキシド等に係る措置)

第三十八条の十二 事業者は、令別表第三第二号5に掲げる物及び同号37に掲げる物で同号5に係るもの(以下この条において「エチレンオキシド等」という。)を用いて行う滅菌作業に労働者を従事させる場合において、次に定めるところによるときは、第五条の規定にかかわらず、局所排気装置又はプッシュプル型換気装置を設けることを要しない。

- 一 労働者がその中に立ち入ることができない構造の滅菌器を用いること。
- 二 滅菌器には、エアレーション(エチレンオキシド等が充填された滅菌器の内部を減圧した後に大気へ開放することを繰り返すこと等により、滅菌器の内部のエチレンオキシド等の濃度を減少させることをいう。第四号において同じ。)を行う設備を設けること。
- 三 滅菌器の内部にエチレンオキシド等を充填する作業を開始する前に、滅菌器の扉等が閉じていることを点検すること。
- 四 エチレンオキシド等が充填された滅菌器の扉等を開く前に労働者が行うエアレーションの手順を定め、これにより作業を行うこと。
- 五 滅菌作業を行う屋内作業場については、十分な換気を行うため、全体換気装置の設置その他必要な措置を講ずること。

エアレーションを行う設備のエチレンオキシド等の排出口は、屋外に設けること。また、エアレーションは、滅菌設備に応じて適した手順により行い、エチレンオキシド等の濃度を十分に減少させる必要がある。第3号の「扉等が閉じていることを点検すること」とは、扉等の隙間からエチレンオキシド等が漏れいしていないかを点検することを含む趣旨である⁴⁾。

8) 少量のホルムアルデヒド取扱作業の留意事項

製造工程以外のホルムアルデヒドのガスが発散する屋内作業場では、1) 発散源を密閉する設備、局所排気装置またはプッシュプル型換気装置を設けること、2) ただし、それが著しく困難なとき、または臨時的作業を行うときは、全体換気装置を設ける等労働者の健康障害を予防するため必要な措置を講ずること、が義務付けられている。(特化則第5条)

特化則

第五条 事業者は、特定第二類物質のガス、蒸気若しくは粉じんが発散する屋内作業場又は管理第二類物質のガス、蒸気若しくは粉じんが発散する屋内

作業場については、当該特定第二類物質若しくは管理第二類物質のガス、蒸気若しくは粉じんの発散源を密閉する設備、局所排気装置又はプッシュプル型換気装置を設けなければならない。ただし、当該特定第二類物質若しくは管理第二類物質のガス、蒸気若しくは粉じんの発散源を密閉する設備、局所排気装置若しくはプッシュプル型換気装置の設置が著しく困難なとき、又は臨時的作業を行うときは、この限りでない。

2 事業者は、前項ただし書の規定により特定第二類物質若しくは管理第二類物質のガス、蒸気若しくは粉じんの発散源を密閉する設備、局所排気装置又はプッシュプル型換気装置を設けない場合には、全体換気装置を設け、又は当該特定第二類物質若しくは管理第二類物質を湿潤な状態にする等労働者の健康障害を予防するため必要な措置を講じなければならない。

ただし書きの「設置が著しく困難なとき」とは、例えば、種々の場所に短期間づつ出張して行う作業、発散源が一定していないために技術的に設置が困難な場合が考えられる。「臨時的作業を行うとき」には、その事業において通常行っている作業のほかに一時的必要に応じて行う第二類物質に係る作業を行う場合がある。一般的には作業時間が短時間の場合が多いであろうが、必ずしも短時間作業のみに限られる趣旨ではない¹³⁾。また、ホルムアルデヒド等を用いて行う燻蒸の作業またはガス滅菌の作業において、労働者が燻蒸する場所または滅菌設備の内部に立ち入る必要がある場合も、第1項ただし書にいう「設置が著しく困難なとき」に該当する¹³⁾。

これらの場合に講ずべき第2項の「必要な措置」として、労働者に送気マスク、空気呼吸器その他有効な呼吸用保護具を使用させる¹⁴⁾。

ところで、医療機関におけるホルムアルデヒド取り扱い作業は、大学の解剖準備室のようにかなり多量のホルムアルデヒドを取り扱うところもあるが、歯科医療や病院の病理学的検査室ではそれほど多量のホルムアルデヒドを取り扱うわけではない。比較的少量のホルムアルデヒドを取り扱う作業について、厚生労働省より「留意事項」¹⁸⁾が発せられた。その概要は次のとおりである。

a) 歯科医療について

・作業環境測定、特定健診

ホルムアルデヒド製剤の取扱いが短時間、低頻度であり、気中濃度が著しく低い場合には、作業環境測定の対象とはならない。その場合には、その取扱い労働者は特定業務従事者の健康診断の対象とはならない。

3. 作業環境管理

・作業主任者

ホルムアルデヒド製剤の保管及び配置に際し、作業に従事する労働者がホルムアルデヒドに汚染され、または吸入しないように作業方法を決定するよう、事業者は作業主任者に労働者を指揮させる必要がある。

・発散抑制措置

歯科医療においては、ホルムアルデヒド製剤の発散源は口腔内等であり、発散源を囲い込み、又は発散源にフードを近づけることが医療行為を妨げることがあるので、局所排気装置等の設置が著しく困難な場合がある。その場合は、特化則第5条第2項に基づき、全体換気装置の設置その他の労働者の健康障害を防止するための必要な措置を講じなければならない。

b) 病理学的検査について

・作業環境測定、特定健診

医療機関の病理検査室、衛生検査所等において行われている病理学的検査においては、常態としてホルムアルデヒドが使用されており、法令に基づき定期的に作業環境測定を行い、その結果に基づき作業環境改善を進めることが必要である。

一方、内視鏡検体等の浸漬のため、ホルムアルデヒドの溶液の小瓶を開閉する作業を行う場合があるが、ホルムアルデヒドの取扱いが短時間、低頻度であり、気中濃度が著しく低い場合には、作業環境測定の対象とはならない。その場合には、その取扱いに労働者は特定業務従事者の健康診断の対象とはならない。

・作業主任者

病理学的検査においては、検査を行う場所の空気中のホルムアルデヒドの濃度低減を行うため、ホルムアルデヒドを使用する場所の集中化、有害性の少ない製品への変更、臓器等の保管室での二重包装等の作業方法の改善等が有効であるので、事業者は、作業主任者にこうした事項を労働者に指揮させることが重要である。

・発散抑制措置

病理学的検査においては、作業を人員および設備の整っている病理検査室、

衛生検査所等に可能な限り集中化することがホルムアルデヒドにばく露するリスクの低減化には重要である。作業を集中化した病理検査室、衛生検査所等は、局所排気装置等を設置し、労働者のばく露防止対策を行うことが必要である。

手術室では患者の感染防止のため室内を陽圧に保つ必要があること、その局所排気装置の設置が医療行為を妨げること等から、局所排気装置等の設置が著しく困難な場合がある。その場合は、特化則第5条第2項に基づき、全体換気装置の設置その他の労働者の健康障害を防止するための必要な措置を講じなければならない。

c) 解剖について

・作業環境測定

大学の解剖準備室における解剖体の防腐処置等の作業および司法解剖については、通常年間を通じてホルムアルデヒドが取り扱われており、法令に基づき定期的に作業環境測定を行い、その結果に基づき作業環境改善を進めることが必要である。

大学の解剖実習室における解剖実習については、通常実習期間が6か月に満たない作業であるが、毎年繰り返し行う作業であり、解剖実習室の作業環境改善に有効であることから、ホルムアルデヒドの発生が多いと考えられる解剖の開始時等に定期的に測定を行い、測定結果に基づき、作業環境改善を行うことが望ましい。

・作業主任者

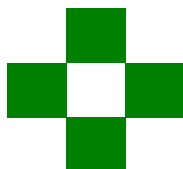
解剖においては、事業者は作業主任者に、作業に従事する労働者等がホルムアルデヒドに汚染され、またはこれを吸入しないように、作業方法を決定させるとともに、保護具の使用状況を監視させること等が重要である。

・発散抑制措置

解剖準備室、解剖実習室および司法解剖室においては、局所排気装置等の設置による労働者のばく露防止対策を行うことが基本であるが、特に解剖実習室では、実習のための解剖体が25体程度と発散源が多いこと、実習の作業の特性上剖出した臓器が新たな発散源となること、剖出した臓器を計測する場合には発散源を移動させることになること等から、局所排気装置等の設

3. 作業環境管理

置が著しく困難な場合がある。その場合は、特化則第 5 条第 2 項に基づき、全体換気装置の設置その他の労働者の健康障害を防止するための必要な措置を講じなければならない。



4. 作業管理

作業管理は従来から生産管理の一環としても論じられてきている。すなわち、作業管理とは、「作業を目標通り（品質、原価、納期）に進めていくために、人、設備、材料の生産の3要素を組み合わせ、ムリ、ムダ、ムラのない作業計画を立案すること、ならびに実績と目標との“差異”を測定し検討し、諸種の計画に対しフィードバックし、その具体的促進を図るための一連の手続き」である¹⁾。

このような生産管理の中の作業管理は重要なことである。しかし、労働衛生管理における作業管理は、職業性疾病の予防に重点が置かれたものをいう。

(1) 作業管理の要点

有害物質や有害エネルギーが労働者へ与える影響は、作業の内容や作業のやり方により異なる。労働衛生管理の一環としての作業管理は、この作業のやり方に関連する要因を適切に管理し、労働環境の悪化と労働者への健康影響を少なくするものである。その主要内容は、労働者への作業負荷を適切に管理することと労働衛生保護具の使用管理である。

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1) 作業負荷の適切な管理<ol style="list-style-type: none">a) 作業やり方（作業手順）b) 作業の質（作業強度、緊張度、単調度、疲労、ストレス）c) 作業時間（拘束時間、実労時間、一連続作業時間、休憩時間
年間労働時間、休日、交代勤務等）d) 作業密度（作業量）e) 作業姿勢、動作2) 労働衛生保護具の選定、配置、点検、装着指導 |
|--|

作業管理に関連して、労働安全衛生法第24条、第65条の3、第65条の4は次のように規定している。

4. 作業管理

労働安全衛生法

第二十四条 事業者は、労働者の作業行動から生ずる労働災害を防止するため必要な措置を講じなければならない。

(作業の管理)

第六十五条の三 事業者は、労働者の健康に配慮して、労働者の従事する作業を適切に管理するように努めなければならない。

(作業時間の制限)

第六十五条の四 事業者は、潜水業務その他の健康障害を生ずるおそれのある業務で、厚生労働省令で定めるものに従事させる労働者については、厚生労働省令で定める作業時間についての基準に違反して、当該業務に従事させてはならない。

これらの規定は、一連続作業時間と休憩時間の適正化、作業量の適正化、作業姿勢の改善等労働者の健康の保持増進を図るために、労働者の従事する作業を適正に管理すべきことを定めたものである。

(2) 掲示

エチレンオキシド、ホルムアルデヒド取り扱い作業場では、1) 名称、2) 人体に及ぼす作用、3) 取扱い上の注意事項、4) 使用すべき保護具、について作業者が見やすい場所に掲示しなければならない（特化則 38 条の 3）。掲示方法は、有規則に則して次のようにする⁴⁾。掲示例を表 4-1、表 4-2 に示した。

- (1) 掲示は、掲示板によつて行なうこと。
- (2) 掲示板の材質は、木質、金属その他の硬質の物であること。
- (3) 掲示板の大きさは、縦 0.4m 以上、横 1.5m 以上とすること。
- (4) 掲示板の表面は、白色とすること。
- (5) 掲示板に記載する文字は、黒色とすること。
- (6) 掲示板の第一行目に「有機溶剤等使用の注意事項」と表示すること。

表 4-1 掲示内容例 エチレンオキシド²⁾

エチレンオキシド等使用の注意事項	
名称	エチレンオキシド（または商品名）
成分	エチレンオキシド
含有量	%
注意事項	<p>ガスを吸入すると、低濃度の場合は悪心、吐き気、高濃度の場合は目・皮膚・粘膜を刺激します。多量に吸入すると、麻酔作用を起こし死亡することもあります。また、皮膚や粘膜に濃厚な液体が付着すると、薬傷による水泡ができ、眼に入ると角膜炎を起こすことがありますから、取扱いには下記の注意事項を守ってください。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 取扱い作業場所には、局所排気装置等のばく露防止措置を講じてください。 2 取扱い中は必要に応じ有機ガス用防毒マスク、保護手袋等を着用してください。 3 眼、皮膚に付着した場合は、すみやかに多量の水で十分洗ってください。
表示者の氏名 又は名称及び 住所	<p>〇〇病院 院長 〇〇〇〇 〒nnn - nnnn 〇〇〇市〇〇〇区〇〇〇町〇〇〇</p>

表 4-2 掲示内容例 ホルマリン³⁾

ホルムアルデヒド等使用の注意事項	
名称	ホルムアルデヒド等（または商品名）
成分	ホルムアルデヒド メタノール
含有量	%
注意事項	<ol style="list-style-type: none"> 1 取扱い作業場所には、局所排気装置を設けて下さい。 2 容器から出し入れするときは、こぼれないようにして下さい。 3 取扱い中は、必要に応じ防毒マスク又はホースマスク、保護手袋等を着用して下さい。 4 取扱い後は、手洗いを充分行なって下さい。 5 眼、皮膚に付着した場合は、すみやかに多量の水で充分洗って下さい。 6 一定の場所を定めて貯蔵して下さい。
表示者の氏名 又は名称及び 住所	<p>〇〇病院 院長 〇〇〇〇 〒nnn - nnnn 〇〇〇市〇〇〇区〇〇〇町〇〇〇</p>

4. 作業管理

(3) 作業の記録

特別管理物質を製造し、または取り扱う作業場において常時作業に従事する労働者について、事業者は一月を超えない期間ごとに次の事項を記録し、これを三十年間保存しなければならない。(特化則 38 条の 4)

- 一 労働者の氏名
- 二 従事した作業の概要及び当該作業に従事した期間
- 三 特別管理物質により著しく汚染される事態が生じたときは、その概要及び事業者が講じた応急の措置の概要

この規定は作業の記録および事故等による汚染の概要を記録し、これを保存することにより、作業環境測定の結果の記録および健康診断の結果の記録と併せて、特別管理物質による被暴状況をは握し、健康管理に資するためのものである。記録の保存期間については、特別管理物質が人体に遅発性効果の健康障害を与えること等にかんがみ、その被暴状況等を長期間は握させるため、30 年間とされた。作業環境測定の結果の記録および特定化学物質等健康診断個人票においても同趣旨である。作業の記録は、例えば個人別出勤簿に所要事項を記載する方法のようなものでもよい。第三号の「著しく汚染される事態」とは、設備の故障等により特別管理物質が大量に漏えいした場合、特別管理物質に係る設備の内部の清掃、修理等の作業で特別管理物質に汚染された場合等をいう。「その概要」とは、汚染の程度(暴露期間、濃度等)、汚染により生じた健康障害等をいう⁵⁾。

(4) 労働時間

過労死や過労自殺の裁判例をみると労働時間管理が労働基準法⁵⁾の精神から著しく乖離した例が多い。労働時間の原則は労働基準法 32 条、休息は 34 条、休日は 35 条、時間外および休日の労働は 36 条に定められている。

労働基準法 36 条では、労使間の協定があれば 32 条等で定める労働時間を越えて労働させてもよいことになっているが、労働基準法施行規則第 18 条に示すような有害業務は労働時間の延長が 2 時間を越えてはならないと規定になっている。

労働基準法施行規則

第十八条 法第三十六条第一項ただし書の規定による労働時間の延長が二時間を超えてはならない業務は、次のものとする。

- 一 多量の高熱物体を取り扱う業務及び著しく暑熱な場所における業務
- 二 多量の低温物体を取り扱う業務及び著しく寒冷な場所における業務
- 三 ラジウム放射線、エックス線その他の有害放射線にさらされる業務
- 四 土石、獣毛等のじんあい又は粉末を著しく飛散する場所における業務
- 五 異常気圧下における業務
- 六 削岩機、鋸打機等の使用によつて身体に著しい振動を与える業務
- 七 重量物の取扱い等重激なる業務
- 八 ボイラー製造等強烈な騒音を発する場所における業務
- 九 鉛、水銀、クロム、砒素、黄りん、弗素、塩素、塩酸、硝酸、亜硫酸、硫酸、一酸化炭素、二硫化炭素、青酸、ベンゼン、アニリン、その他これに準ずる有害物の粉じん、蒸気又はガスを発散する場所における業務
- 十 前各号のほか、厚生労働大臣の指定する業務

この労働基準法施行規則第 18 条第 1 項 9 号の「鉛、水銀、…、その他これに準ずる有害物」は、安全衛生規則第 13 条第 2 項ヲとほぼ同じである。安全衛生規則上では、エチレンオキシド、ホルムアルデヒドは「その他これに準じる有害物」に属するとされているが、労働基準法施行規則ではそのような位置づけがなされていない。ということは、労働衛生管理の規制は厳しくなったが、それと一体であるはずの作業管理（作業時間）の規制が見落とされているといわざるを得ない。

このようにエチレンオキシド、ホルムアルデヒド取り扱い作業の労働時間について特別な規制はないが、「特別管理物質」に指定されている有害物を取り扱う以上、いたずらに作業時間（＝暴露時間）を延長すべきではないことは明白だ。

(5) 一連続作業時間

図 4-1 に、パソコンでデータ入力する時の一連続作業時間と入力ミスの発生率の関係を示した⁹⁾。一連続作業時間が 50 分を過ぎると入力ミスの発生率が急激に増加することが示されている。長時間入力作業を続けると疲れてしまい、入力ミスが多くなることは経験上も明らかである。データ入力や流れ作業のような集中力の持続が必要な労働では、一連続作業時間を 50 分位

4. 作業管理

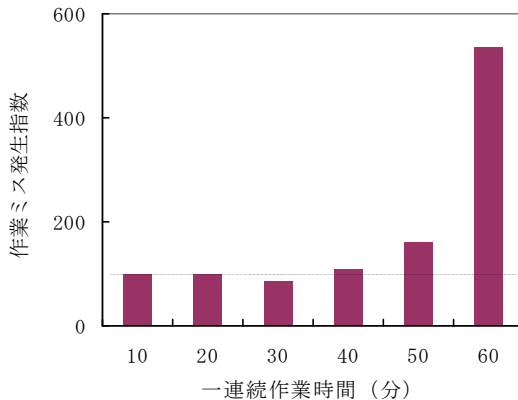


図4-1 一連続作業時間とミス発生率の関係
(一連続作業時間が10分のときのミス発生率=100)

に設定し、その後休止時間を取り再び作業するというようなパターンが作業の質を維持するためには必要であることを示している。個人差があるにしても、集中持続時間は最大 50 分前後であることは生理学的な法則であるように思える。

特に振動、静的筋疲労（局所疲労）等の物理的生理的有害要因に対する作業管理のポイントは作業時間および一連続作業時間管理である。一連続作業時間の設定は、注意集中を要する入力作業、流れ作業、監視作業、運転労働等には重要である。また、物理的負荷の大きい重筋労働、暑熱作業、振動作業等でも一連続作業時間の設定は重要な管理項目である。

(6) 労働衛生保護具

労働災害を防止するための保護具には、安全帯、安全靴、静電気帯電防止靴、電気用ゴム手袋、溶接用革製保護手袋、防振手袋、化学防護服、化学防護手袋、化学防護長靴、静電気帯電防止作業服、産業用安全帽、遮光保護具、溶接用保護面、保護めがね、防じんマスク、防毒マスク、送気マスク、空気呼吸器、防音保護具、柱上安全帯等種々のものがある。これらについては JIS

規格で性能要件が定められている。しかし、規格に合致していないものも販売されているらしいから、購入に際しては注意を要する。また、労働安全衛生法 44 条、44 条の 2 に基づいて性能検定を受けるべき装置・器具が定められている。

なお、JIS は任意規格で強制的なものではない。メーカーが自主的に JIS 規格に沿った製品を作るが、呼吸用保護具に関する JIS の適用は部分的で、一つの製品の中に JIS 規格に合致する要素と他の規格や社内規格に合致する要素が共存している場合が多いという⁷⁾。

労働衛生関連では、防じんマスク、防毒マスク、送気マスク、空気呼吸器、労働衛生保護衣類、保護眼鏡、遮光保護具、防音保護具等が重要である。保護具とは言われていないが、化学物質の経皮吸収を抑え、皮膚障害を防止するための保護クリームもある。

保護具は同時に就業する労働者数以上の個数を備え、常時有効かつ清潔な状態に保っておかなければならない。また、皮膚疾患等労働者間での感染を媒介する可能性のある呼吸用保護具、衣類、手袋、耳栓等は各労働者専用のものを準備しなければならない。

(7) 呼吸用保護具選択の基本的留意事項

エチレンオキシドもホルムアルデヒドも常温常圧でガス状なので呼吸用保護具はそれぞれのガスに適した「防毒用」マスクを使用する。呼吸用保護具は、その選択基準、保守管理を誤ると致命的影響を受ける。ここでは、それらの選択に当たっての基本的な留意事項を述べる。基本的な選択基準を図 4-2 に示した。詳細は、厚生労働省通達^{8) 9)}を参照していただきたい。

1) 作業環境の酸素濃度

これは最も重要な選択基準である。酸素濃度が 18%以下の場所では呼吸ができず、ろ過式のマスクは使用できない。吸収剤やろ過剤が装着された通常のマスクは酸素濃度が 18%以上の作業環境のみで使用できる。酸素の少ないところへ防毒マスクや防じんマスクをつけて入っても、有害物質は除去できるかもしれないが、もともと酸素が少ないので呼吸そのものができない。

4. 作業管理

ろ過式の防毒マスクも防じんマスクも酸素欠乏空気には無効であることを確認しておきたい。

タンク内部、地下、暗渠、窪地等是有害ガスが滞留し酸素濃度が低下している可能性がある。このような場所へ入るには、予め酸素濃度を測定するか、給気式のマスクを使用しなければならない。酸素欠乏危険作業については酸素欠則を参照していただきたい。

選択 1	選択 2	選択 3	特徴
酸素濃度 18%以上	ろ過式	防じんマスク	酸欠、有害ガスには無効
		防毒マスク	酸欠には無効
酸素濃度 18%以下	給気式	送気式	行動範囲狭い
		自給式	行動範囲広い、重い 連続使用時間制限

図 4-2 呼吸用保護具の基本的選択基準

2) 防毒と防じんの区別

防毒はガスが対象であり、防じんは粉じんが対象である。給気式のマスクはボンベやホースから空気が供給されるので防毒や防じんの区別は必要ない。しかし、ろ過式マスク、すなわち空気中の有害物をフィルターでろ過して清浄空気を得るタイプのは防毒と防じんの機能をきちんと区別して理解しておくことが重要である。

防毒マスクによる除毒は、有害ガスを種々の吸収・吸着剤により化学的あるいは物理的に吸収・吸着させて行う。ガスの種類により吸収剤が異なることも重要である。従って、ガスの種類に応じた吸収缶を選択する必要がある。

防じんマスクは、何らかの繊維で粉じんをろ過する。これは粉じんは通さないが、ガスは通す。従って、粉じんと同時に有害ガスが存在する場合は、防じんと防毒の両機能を備えたマスクが必要となる。

3) ろ過材、吸収剤の使用限度

粉じんのろ過材を有効に使用できる時間は、粉じんの種類、その粒径、濃度等に影響を受ける。また、オイルミストの堆積により粒子捕集効率が低下する。防毒マスクの吸収缶が除毒能力を喪失するまでの時間を破過時間という。有害物質の濃度に加えて、温度や湿度によりこれが影響される。また、粉じんが混在している場合は、防塵機能を有する防毒マスクを使わねばならないが、その際、粉じんの種類、粒径、濃度等に破過時間が影響される。

従って、防じんマスク、防毒マスクを使用する際は、メーカーの使用説明書をよく読み、その使用限度、特に対象物質に応じた吸収缶かどうかということと破過時間についてよく確認しておくことが重要である。高濃度の有害物質が存在する場合は数分で破過に達してしまうので、できれば検知管等で予め有害物質の濃度を測定しておきたい。

なお、防毒マスクの使用中に臭気等を感知した場合を使用限度時間の到来として吸収缶の交換時期とすることも可能である。この方法は、有害物質の臭気等を感知できる濃度がばく露限界濃度より著しく小さい次の物質に限り行っても差し支えない⁹⁾。表 4-3 に示すような物質が該当する。

表 4-3 臭気で感知できる有害物質

物質	臭気の特徴
アセトン	果実臭
クレゾール	クレゾール臭
酢酸イソブチル	エステル臭
酢酸イソプロピル	果実臭
酢酸エチル	マニキュア臭
酢酸ブチル	バナナ臭
酢酸プロピル	エステル臭
スチレン	甘い刺激臭
1-ブタノール	アルコール臭
2-ブタノール	アルコール臭
メチルイソブチルケトン	甘い刺激臭
メチルエチルケトン	甘い刺激臭

4. 作業管理

4) 顔面への密着性

マスクと顔面の密着性が悪いと、当然ながら粉じんや有害ガスがその隙間から侵入することになる。従って、マスクの面体は着用者の顔面に合ったものでなければならない。陰圧法、陽圧法などの方法により密着性を確認する。その方法を表 4-4 に示した。

表 4-4 顔面密着性の検査方法

陰圧法	防毒マスクの面体を顔面に押しつけないように、フィットチェッカー等を用いて吸気口をふさぐ。息を吸って、防毒マスクの面体と顔面との隙間から空気が面体内に漏れ込まず、面体が顔面に吸いつけられるかどうかを確認する。
陽圧法	防毒マスクの面体を顔面に押しつけないように、フィットチェッカー等を用いて排気口をふさぐ。息を吐いて、空気が面体内から流出せず、面体内に呼気が滞留することによって面体が膨張するかどうかを確認する。

(8) 作業標準（作業手順）の作成

JIS Z 8141 : 2001 による生産管理用語(Glossary of terms used in production management)では、「標準作業」(5501)は「製品又は部品の製造工程全体を対象にした、作業条件、作業方法、管理方法、使用材料、使用設備、作業要領などに関する規準の規定」と定義されている。

たしかに生産管理、品質管理の面からの作業管理は必要であるが、労働安全衛生管理という作業の標準化は労働者の安全と健康障害防止の観点からの作業標準を意味する。

次に示す災害統計で見るように、作業方法の欠陥や作業手順の誤りによる事故が多いことから、労働安全衛生の観点からの作業標準の作成は必須である。生産管理の作業標準と紛らわしいが、我々が言う作業標準は災害を予防するための労働者のための作業手順を意味することを理解して欲しい。労働安全衛生規則 35 条で雇入れ時の教育では作業手順に関することを教育しなければならないし、同 40 条では職長等の教育で作業手順の定め方について教育することになっている。

1) 災害統計

労働者の不安全行動や作業場の不安全状態は労働災害の直接的原因となる。

図4-3に示したように、製造業における平成16年の休業4日以上死傷者数の災害要因の分析では、総数38030件のうち12058件が作業方法の欠陥によるもので最も多く、全体の約32%を占めていた。このうち作業手順の誤りは5850件で最も多く(図4-4)、総数38030件の15%、作業方法の欠陥12058件の49%であった¹⁰⁾。すなわち、作業手順の誤りが災害を発生させる大きな要因であり、作業手順の作成とその教育が災害予防上重要であることを示している。

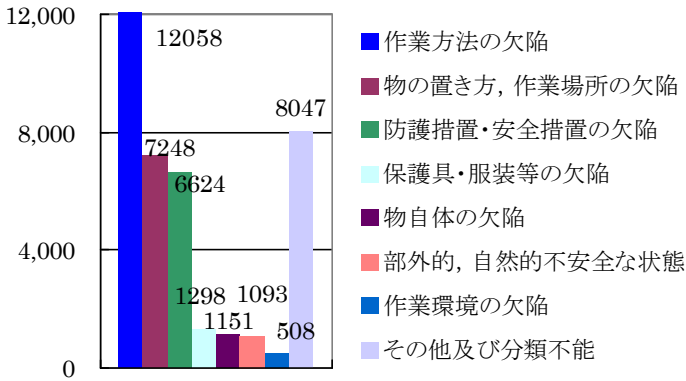


図4-3 不安全な状態別死傷者数
(平成16年、製造業、休業4日以上、単位：人)

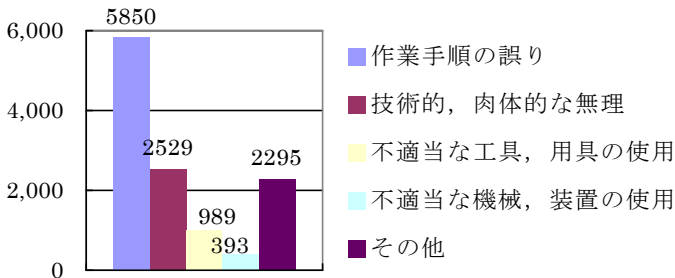


図4-4 作業方法の欠陥の内容別死傷者数
(平成16年、製造業、休業4日以上、単位：人)

4. 作業管理

2) 作業手順の作成

作業手順書作成のポイントは次の通りである¹¹⁾。

1) 作業の実情に即したものにす

作業標準は画一的に決めるものではなく、それぞれの作業の目的に応じて、作業の内容を分析した上で作業の実情に即したものを作成する。

2) 「よい作業」の標準であること

「よい作業」とは、安全に、正しく、早く、楽に行える作業のことであり、ムリ、ムダ、ムラのない作業である。

作業分析の留意点は次の通りである

- a) 動作のうち省略できるものは省略し、動作数を少なくする。
- b) 動作の順序を正しくする。
- c) 動作にはリズムを持たせ、速度を適正にする。
- d) 身体に緊張が偏在しないような姿勢で作業が行えるようにする。
- e) 手足を有効範囲内で動かせばいいような動作にする
- f) 作業台や椅子の高さを適正にする。
- g) 原材料や加工物を動かす時などではできるだけ重力を利用できるようにする。

3) 表現を明確にする

例えば、「時々攪拌する」というような抽象的な表現では作業者により理解が異なり、それが 5 分おきでいいのか 10 分おきでいいのか分からない。「5 分おきに攪拌する」というように明示する。

4) 生産性や品質特性に見合ったものにす

生産管理と労働安全衛生管理との折り合いをつけることである。例えば、生産管理上の要求は往々にして労働者に厳しい緊張や注意を要求する。しかし長時間の緊張は生理心理学的に困難である。生産管理上の要求が優先しがちであるが、安全衛生の観点が落ちないようにする。

5) 異常時の措置についても定めておく

機械設備等に異常が生じた場合は、迅速かつ正確に対処しないと大きな災害に発展する可能性がある。過去のヒヤリハットや災害事例も参考にして、異常が発生した場合は、何をどのようにするのか、その手順を定め、労働者を教育訓練しておくことが重要である。

6) 他の規程に反していないこと

安全衛生関連法規や社内規程との整合性が必要である。

(9) エルゴノミクス（人間工学）

人間工学は、ヒューマンエラーをいかに少なくするかということを研究する学問である。その方法は、人間とその作業環境との関係を人間の形態、生理および心理の面から研究する¹²⁾。これは労働衛生の目的の項で述べたように、仕事を労働者に適応させようとするものである。

例えば、流れ作業など製造業の現場では上肢を多用する作業が多い。これらに従事する労働者には作業関連筋骨格系障害が発生するおそれがある。頸腕症候群、頸肩腕障害、腱鞘炎、手根管症候群等の診断がつく。この障害は、激しい運動の繰り返し、急激な動き、大きい力、接触による圧迫、きわめて不自然な姿勢、振動、低温暴露等によって引き起こされる慢性的な筋肉、腱、および神経の障害である。これらの障害に対する対策は基本的に次のような工学的な改善と作業管理である¹³⁾。

工学的改善

- 1) タイムスタディと動作解析に基づいて不必要な動作と労力を省くための作業方法の工学的改善
- 2) 工具、工作物等の持ち扱いに伴う労力を低減するための機械装置による補助
- 3) 操作に要する力と保持時間の低減、作業姿勢の改善のための工具の選択またはデザイン
- 4) 労働者が、作業の際に腕を伸ばしたり不自然な姿勢をしないですむように、調節可能なワークステーションの採用
- 5) 必要以上の力と労力、特に付加価値を生み出さない仕事に伴うものを低減する品質管理とメンテナンスの実施。

作業管理

- 1) 一時間に少なくとも一回休憩かストレッチングの機会を与える。
- 2) 一人の作業者に一日中同じ仕事を続けさせないよう、作業のローテーションや一人にさせる仕事の種類を増やすなどする。

(10) 中高年齢者等についての配慮

中高年齢者、身体障害者、出稼ぎ労働者等に対して、事業者は労働災害防止上特に配慮を求めている。労働災害は、中高年労働者等に発生に危険が大きくなるが、事業主はこれらの人々の心身の条件に見合った適正な職場配置

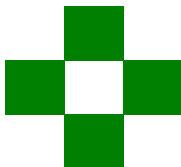
4. 作業管理

をすることが求められている。

労働安全衛生法

(中高年齢者等についての配慮)

第六十二条 事業者は、中高年齢者その他労働災害の防止上その就業に当たって特に配慮を必要とする者については、これらの者の心身の条件に応じて適正な配置を行なうように努めなければならない。



5. 健康管理

健康管理の内容は単に健康診断だけにとどまらず、日常生活の改善も含む健康教育、健診結果に基づく就労措置まで幅広く含まれる。また、健診データの疫学的解析は職場の有害要因を解明し、作業方法、作業環境の改善に結びつけ、健康影響を早期に発見するための有用な手段となる。

(1) 健康診断の種類

健康診断は一般健康診断の他に職場で特定化学物質や有機溶剤等を取り扱ってれば特殊健康診断も必要となる。また、VDT 健診や腰痛健診のような行政通達で推奨されている健康診断もある。職域で行われる健康診断の種類を表 5-1 に示した。

(2) 一般健康診断の項目

労働安全衛生法施行令 22 条で指定された健康診断を行うべき有害な業務は基本的に特殊健康診断の対象となるが、エチレンオキシド、ホルムアルデヒドはそれから除外されている（令第 22 条）。エチレンオキシド、ホルムアルデヒドはともに労働安全衛生規則第 13 条第 1 項第 2 号アの「これらに準ずる有害物」に該当し、エチレンオキシド、ホルムアルデヒド取り扱い業務に常時従事する労働者に対しては、安衛則第 45 条第 1 項に基づき、その業務への配置替えの際および 6 月以内ごとに 1 回、特定業務従事者の健康診断を行うこととなっている。健診項目は一般健康診断と同じで、それを表 5-2 に示した。

エチレンオキシドはアルキル化剤として血液に作用し、暴露された労働者のリンパ性及び血液学的な癌を発生させる。ホルムアルデヒドはヒトに対して鼻咽頭がんを発生させる。健康診断の項目は一般健康診断と同じであるが、特に「自覚症状及び他覚症状」の調査では末梢血の異常や鼻咽頭がんに関する

5. 健康管理

る症状に留意する必要がある。労働基準法第 75 条に係る業務上疾病に関連して「労働基準法施行規則別表第一の二第四号の規定に基づき厚生労働大臣が指定する単体たる化学物質及び化合物並びに厚生労働大臣が定める疾病を定める告示」(昭和 53 年 3 月 30 日 労働省告示第 36 号)というのがあり、それにエチレンオキシド、ホルムアルデヒドの症状または障害が表 5-3 のように記述されている。問診票を作る際の参考にしていただきたい。

一般健康診断の保存年限は 5 年であるが、特別管理物質に指定されているエチレンオキシドおよびホルムアルデヒド取り扱い労働者の一般健康診断の結果は 30 年間保存しなければならない。(特化則第 40 条)

(3) 健康診断実施後の措置

当然のことながら健康診断はやりっぱなしでいいわけがなく、実施後にはいろいろな実務を行う必要がある。

表5-1 健康診断の種類

(1) 法令によるもの(義務)	
1) 一般健康診断	1. 雇入時健康診断(則43条)
	2. 定期健康診断(則44条)
	3. 特定業務従事者健康診断(則45条、深夜業、坑内労働等則13条の14業務)
	4. 海外派遣労働者健康診断(則45条の2)
	5. 結核健康診断(則46条)
	6. 給食従業員の検便(則47条)
	7. 自発的健康診断(法66条の2、深夜業従事者)
	8. 二次健康診断(労働者災害補償保険法26条2項1号)
2) 特殊健康診断	1. じん肺健康診断(じん肺法)
	2. 鉛健康診断(鉛則53条)
	3. 特定化学物質等健康診断(特化則39条)
	4. 石綿健康診断(石綿則40条)
	5. 電離放射線健康診断(電離則56条)
	6. 有機溶剤健康診断(有機則29条)
	7. 高気圧業務健康診断(高圧則38条)
	8. 四アルキル鉛健康診断(四鉛則22条)
	9. 歯科健康診断(安衛法施行令22条第3項、安衛則48条)
(2) 通達で示されているもの(勧奨、29業務)	

表 5-2 一般健康診断の検査項目と省略規定

		雇入時	定期	定期健康診断時の省略
1	既往歴 業務歴	●	●	
2	自覚症状 他覚症状	●	●	
3	身長 体重 腹囲 視力 聴力 (1000Hz、 4000Hz)	●	●	<ul style="list-style-type: none"> ・身長：20 歳以上のもの ・腹囲：35 歳を除く 40 歳未満のもの、妊娠中の女性等腹囲が内臓脂肪の蓄積を反映していないと診断されたもの、BMI が 20 未満のもの、BMI が 22 未満で自ら腹囲を測定し申告したもの ・聴力：35 歳、40 歳を除く 40 歳未満のものは他の方法可
4	胸部 X 線 喀痰	●	●	喀痰：胸部 X 線検査で、病変の発見されないもの、結核発病の恐れがないと診断されたもの
5	血圧	●	●	
6	血色素量 赤血球数	●	●	35 歳を除く 40 歳未満のもの
7	GOT GPT γ-GTP	●	●	35 歳を除く 40 歳未満のもの
8	LDL HDL 血清 TG	●	●	35 歳を除く 40 歳未満のもの
9	血糖検査	●	●	35 歳を除く 40 歳未満のもの
10	尿中の糖 蛋白	●	●	
11	心電図検査	●	●	35 歳を除く 40 歳未満のもの

表 5-3 エチレンオキシド、ホルムアルデヒドの症状または障害

	症状又は障害
ホルムアルデヒド	皮膚障害、前眼部障害又は気道・肺障害
酸化エチレン	頭痛、めまい、嘔(おう)吐等の自覚症状、皮膚障害、中枢神経系抑制、前眼部障害、気道・肺障害、造血器障害又は末梢(しょう)神経障害

5. 健康管理

労働安全衛生法第 66 条の 5 では次に述べる「就業区分の決定」「作業環境および作業の改善」「安全衛生委員会への報告」が規定されている。ここではそれより幅を広げて健康診断後の実務に沿って重要事項を解説する。

1) 結果の通知

どうしてこんなことが法律に記載されているのか理解に苦しむが、事業者は健康診断を受けた労働者に結果を遅滞なく通知しなければならない（則第 51 条の 4）。結果返しをしない会社があったのだろうか。「51 条の 4」という規定だから後日付け加えられたものだ。

2) 医師からの意見の聴取

事業者は、労働安全衛生法第 66 条の 4 の規定に基づき、健康診断の結果健康診断項目に異常の所見があると診断された労働者について、医師等の意見を聴かなければならない。

産業医の選任義務のある事業場においては、産業医が労働者個人ごとの健康状態や作業内容、作業環境についてより詳細に把握しうる立場にあるので産業医から意見を聴けばよい。産業医の選任義務のない事業場においては、労働者の健康管理等を行うのに必要な医学に関する知識を有する医師等から意見を聴く。地域産業保健センターの相談事業を活用すればよい。

事業者は産業医等に労働衛生管理に関連する必要な情報を提供したり、メンタルヘルス関連の問題の場合は労働者と面接の機会を提供することも必要となる。労働者の状況を判断するための資料として表 5-4 のようなデータを準備しておく。

表 5-4 産業医への情報提供データ

作業環境	作業態様
労働時間	作業負荷の状況
労働密度	過去の健康診断の結果
深夜業の回数及び時間数	

産業医からの意見聴取は健康診断が行われた日から3ヶ月以内に行い、その意見は健康診断個人票に記載する。法66条の2の規定による自ら受けた健康診断の場合は2ヶ月以内に意見聴取を行なう（則第51条の2）。

3) 就業区分の決定

事業者は、上記の医師等の意見を勘案し、必要に応じて労働者の就業上の措置を講じなければならない（法第66条の5）。医師等の判断を表5-5のような区分（例）によって求める。就業区分の決定に際しては、あらかじめその労働者の意見を聴き、十分な話し合いを行い労働者の理解が得られるよう努める。

4) 作業環境および作業の改善

健康診断の結果、作業環境管理および作業管理を見直す必要がある場合には、作業環境測定の実施、施設または設備の設置または整備、作業方法の改善その他の必要な措置を講じる。

表5-5 健康診断結果に基づく措置区分例

就業区分		業上の措置の内容
区分	内容	
通常勤務	通常の勤務でよいもの	—
就業制限	勤務に制限を加える必要のあるもの	勤務による負荷を軽減するため、 <ul style="list-style-type: none"> ・労働時間の短縮 ・出張の制限 ・時間外労働の制限 ・労働負荷の制限 ・作業の転換 ・就業場所の変更 ・深夜業の回数の減少 ・昼間勤務への転換等 の措置を講じる。
要休業	勤務を休む必要のあるもの	療養のため、休暇、休職等により一定期間勤務させない措置を講じる。

5. 健康管理

5) 安全衛生委員会へ報告

安全衛生委員会は、安全衛生管理体制の項で詳しく述べるが、労働者の健康障害の防止対策および健康の保持増進対策について調査審議する場である。従って、事業者は健康診断の結果を委員会に報告し、適切な措置を講じなければならない（法第 66 条の 5）。産業医が選任されている事業場では委員会で産業医から直接解説してもらえばよい。

この報告に当たっては、労働者のプライバシーに配慮し、労働者個人が特定されないよう工夫する必要がある。また、作業環境測定の実施、施設・設備の設置・整備、作業方法の改善その他の必要な措置を決定する場合も安全衛生委員会等を開催して調査審議する。

6) 保健指導

事業者は、一般健康診断の結果、健康の保持増進に努める必要があると医師が認める労働者に対し医師または保健師による保健指導をするよう努めなければならない。保健指導の方法と内容を表 5-6 に示した。

なお、再検査又は精密検査は、診断の確定や症状の程度を明らかにするものであり、一律に事業者にその実施が義務付けられているものではない。しかし、特殊健康診断の場合は事業者にその実施が義務付けられる。

表 5-6 保健指導の方法と内容

方法	<ul style="list-style-type: none">・面談による個別指導・文書による始動
内容	<ul style="list-style-type: none">・日常生活面での指導・健康管理に関する情報の提供・健康診断に基づく再検査又は精密検査の勧奨・治療のための受診の勧奨等

(4) 疫学調査

疫学調査の結果は、化学物質等または作業に関連する有害要因を除去し、あるいは減少させるための技術的対策を講じる基礎資料となる。労働安全衛

生法上でも疫学調査に関する規定がある。以下に、疫学調査の方法を簡単に説明する

1) 労働安全衛生法の規定

労働安全衛生法では第108条の2に疫学調査の規定がある。

(疫学的調査等)

第百八条の二 厚生労働大臣は、労働者がさらされる化学物質等又は労働者の従事する作業と労働者の疾病との相関関係をは握するため必要があると認めるときは、疫学的調査その他の調査（以下この条において「疫学的調査等」という。）を行うことができる。

2 厚生労働大臣は、疫学的調査等の実施に関する事務の全部又は一部を、疫学的調査等について専門的知識を有する者に委託することができる。

3 厚生労働大臣又は前項の規定による委託を受けた者は、疫学的調査等の実施に関し必要があると認めるときは、事業者、労働者その他の関係者に対し、質問し、又は必要な報告若しくは書類の提出を求めることができる。

4 第二項の規定により厚生労働大臣が委託した疫学的調査等の実施の事務に従事した者は、その実施に関して知り得た秘密を漏らしてはならない。ただし、労働者の健康障害を防止するためやむを得ないときは、この限りでない。

2) 疫学とは

疫学とは「健康に関係した状態や出来事の集団内における分布や決定因子を研究し、またその研究を健康問題の対策に応用すること」である¹⁾。もっと簡単にいうと、何かの疾病あるいは高血圧のような状態の人の数を数え、それを性、年齢、地域、時間あるいはその他の要因別に整理し、グループ間の発生率や異常率の差の有無を調べ、もし統計的に何らかの差があれば、さらに影響要因を細かく調べ疾病原因を解明し、疾病予防に役立てようとするものである。

機械設備等による労働災害や化学物質による急性中毒などでは原因と結果が時間的に近接して起こるし、見た目にも災害結果がはっきりしているので災害の因果関係を特定することはそれほど困難ではない。しかし、低濃度の

5. 健康管理

発癌物質や粉じんに暴露された時などはその影響は退職後に現れることも希ではない。例えば、ある労働者が退職後に肺癌を発病したとすると、それが過去の労働によるものか喫煙によるものか、あるいは他の要因によるものか等にはわかに判断できない。もし、過去の労働によるものであるとすれば、当時の他の労働者にも同様な癌患者がいるかも知れない。そのような時、因果関係の有無を調べるのに疫学の方法論が使われる。

日常の健康管理活動でも疫学の方法論は有用である。例えば定期健康診断の結果を性・年齢・職場別に整理してみる。異常率の高いグループに健康指導の力点を置くことができる。もしかすれば何らかの職場要因がその背景にあるかも知れないので、その有無についても検討できる。すぐに影響を表さない有害因子や心理的ストレスなどの測定の難しいものはデータを疫学的に解析することで影響の有無を推測することができる。

3) 疫学の方法

疫学を大別すると記述疫学と分析疫学に分けられる。記述疫学は、疾病原因が不明の場合、その疾病の特徴を性、年齢、地域、時間等により記述しようとするものである。記述するとは、もっと簡単に言うと、グループ毎に平均値や標準偏差、異常率等を求めグループ間の比較をすることである。そしてその分布の特徴を知り、その分布の決定因子を推測する。これらから疾病の発生原因に対する仮説が得られる。一方、分析疫学は疑わしい要因の妥当性を検討する。すなわち、仮説の証明を目的としている。

例えば、記述疫学で喫煙グループに肺がん患者が多いという結果が得られたとする。次に、喫煙グループと非喫煙グループの二つを設定して5年、10年あるいはそれ以上に渡って疾病の発生状況を追跡調査する。過去にさかのぼって調査する方法もある。調査結果を統計的に処理して、喫煙グループに確かに肺がん患者が多いという結論に達すれば、喫煙は肺がんのリスクファクターとして強く疑われる。このような調査をコホート研究と呼ぶ。コホートと言うのはもともとラテン語で「囲い地、一団」の意味であるが、疫学用語では、これから転じて、性、年齢、職業等が同じ集団を意味する。例えば、同じ工場の労働者の疾病発生状況を将来にわたって追跡調査するか、過去にさかのぼって調査するのもコホート研究となる。

また、何か原因不明の疾病が発現した場合、その患者の性、年齢等と同じ対照群を選定し、患者群と対照群との間で職業、種々の生活習慣の差異を調べる方法もある。これは患者一対象研究と呼ばれるもので、患者群に特定職業の出現頻度が統計的に多ければ、その職業と疾病との間に因果関係の存在が疑われる。

そして、動物実験等で有害物質と疾病との間の関係が確かめられれば、そこで因果関係が確定する。いずれも手間と時間がかかるが、疾病原因を把握するためには有用な手法である。

疫学調査は、基本的に次のような人、空間、時間の属性について調べられる。

人に関する記述		
性	体型	嗜好
年齢	性格・心理	職業
人種・民族	結婚	社会経済状態
遺伝	妊娠・分娩	宗教・風俗習慣
空間に関する記述		
行政区画（国、都道府県、市区町村等）		
産業活動（都市、農村、漁村、山村、工業地域、商業地域等）		
自然の境界（平野、森林、砂漠、河川流域等）		
その他（地図、建物の見取り図等に直接分布を記す）		
時間に関する記述		
趨勢変動（10年－20年の長期間の変動を観察する）		
季節変動	循環変動	
その他（感染症、食中毒等は日時単位の記述が必要）		

4) 職場での応用

疫学における記述は上述のように人、空間、時間の3つの側面から行う。実務的にいうと、例えばエクセルのような表計算ソフトに行（縦）方向に人（労働者、患者等）、列（横）方向に人、空間、および時間に関する各要因について、その有無あるいは数値などを記入し、一覧表を作成することからはじまる。これが記述疫学的分析の始まりである。

その後、多少のテクニックは必要であるが、クロス集計表などを作って特

5. 健康管理

定のグループになんらかの異常率が高いかどうかをチェックしていけばよい。統計的検定を行うことができれば、グループ間で異常率に統計的有意差が出れば、なんらかの因果関係があるかも知れないと考え、さらに詳細な調査を続ける。統計的検定をしなくとも、異常率の高いグループには注意を喚起し、健康教育を強化するというようなことも考えられる。

エチレンオキシド、ホルムアルデヒドは発がん物質であるから、低濃度であればその作用は遅発性で直ちに現われることは少ない。従って、疫学的解析では自覚症状等の問診データの解析も重視する。

5) 交絡因子

「交絡」という言葉は聞き慣れないかも知れないが「偏り」という言葉はよく聞く言葉だろう。

例えば、高齢者の多い地域と新興住宅地などの相対的に若い人が多い地域の粗死亡率(単純死亡率)を比べると高齢者の多い地域の方が死亡率が高い。若い人に比べ高齢者の方が死亡率が高いことは自明である。年齢構成が異なる地域の死亡率の比較で、年齢構成が高齢者に偏って多い地域の死亡率が高いからといってこの地域に何か健康上の問題があると考えていいものだろうか。肺癌の発生率の調査で職場の有害要因を検討したい時、調査対象の職場と比較する職場の喫煙率が違っていたらどうなるだろう。喫煙によっても肺癌は発生するので、職場の有害要因と喫煙要因が重なって肺癌が発生することになる。このような場合、喫煙の影響を取り除くような統計処理をしなければ職場の有害要因の影響を知ることは難しい。

また、アンケート調査などでは、無意識的に調査者の都合のいい対象を選んで調査することもあり得るだろう。

つまり、調査したい二つの集団の属性が異なるような場合、これが「偏っている」と言われるゆえんであるが、そのような二つの集団を直接比較しても客観的な結論は得られない。比較するには何らかの補正が必要となる。

偏りも交絡因子も求めようとする結果をゆがめるものである。偏りには、調査対象の選択の段階での偏り、面接者や判定者の考え方に由来する偏り、「健康労働者効果」といわれるような調査対象が元々健康なグループであるような偏り等が考えられる。死亡率調査における年齢の偏り、肺癌調査にお

ける喫煙率の偏りなどは、年齢構成や喫煙率などの情報があれば統計的処理でその影響を補正することができる。このように補正可能な偏りを交絡因子という⁵⁾。

表 5-3 に示したエチレンオキシド、ホルムアルデヒドの症状または障害は必ずしもこれらの物質に特異的なものではない。ここで示した自覚症状や他覚症状が労働者にあったとしても交絡因子を考慮した解析、つまり、他の要因の影響を考慮した解析が必要となる。

(5) メンタルヘルス

エチレンオキシドやホルムアルデヒドは精神症状を起こさないのでメンタルヘルスとは直接的に関係はないが、メンタルヘルスは労働者の作業行動にも影響し、職場の健康管理対策の上で重要な位置を占める。ここでは、メンタルヘルスについての一般的な対策を述べる。

1) メンタルヘルス対策

メンタルに関連する疾病は近年増加傾向にある²⁾。労働者のメンタルヘルス対策に関する検討会による「労働者のメンタルヘルス対策に関する検討会報告書」³⁾によれば、職場における心の健康づくりのための各担当者の役割が表5-7のように例示されている。

心の問題は過去の偏見からオープンにしにくい面もあるが、企業にとっては労働衛生管理の重要な一環である。メンタルヘルスの問題は、次に述べる「職業性ストレス対策」と合わせて考えていただきたい。

2) 職業性ストレスモデル

NIOSHの職業性ストレスモデル⁴⁾を図5-1に示す。このモデルは、職場の中にある種々のストレスラーに対する急性反応として心理的・生理的・行動的变化が生じ、それが持続すると作業能力低下や医学的診断がつくような疾病が生じることを示している。

5. 健康管理

急性反応というのはストレスによって生じ心身の不調のことであるが、補足すると表 5-8 のようになる。

なお、**Job-Stress** に直接関係したことではないが、うつ病の症状が身体的愁訴に大きく現れる場合がある。この場合、うつ病が身体症状という仮面をかぶっているということから「仮面うつ病」と呼ばれる。臨床各科で見られるうつ病の身体症状⁶⁾ は表 5-9 の通りである。身体的治療を行っても症状が取れない場合は心理的ストレスの存在を検討するののも一つの方法であろう。

表5-7 心の健康づくりのための各担当者等の役割

ケア担当者等	セルフケア	ラインによるケア	事業場内産業保健スタッフ等によるケア	事業場外資源によるケア
労働者	<ul style="list-style-type: none"> ・ストレスへの気づき ・ストレスへの対処 ・自発的相談 	—	—	—
管理監督者	<ul style="list-style-type: none"> ・セルフケアへの支援 	<ul style="list-style-type: none"> ・職場環境等の改善・個別の相談対応 	—	—
事業場内産業保健スタッフ等	<ul style="list-style-type: none"> ・セルフケアへの専門的な支援 ・労働者への情報提供等 	<ul style="list-style-type: none"> ・ラインによるケアへの専門的支援 ・管理監督者への教育研修の実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・職場環境等の改善 ・個別の相談対応及び事業場外資源の紹介等 	—
事業場外資源	<ul style="list-style-type: none"> ・情報提供、広報 ・教育研修の開催 ・個別の相談 ・診療 	<ul style="list-style-type: none"> ・情報提供、広報 ・教育研修の開催 ・講師の養成・派遣 	<ul style="list-style-type: none"> ・情報提供、広報 ・教育研修の開催 ・講師の養成・派遣 	<ul style="list-style-type: none"> ・直接サービスの提供 ・支援サービスの提供 ・ネットワークへの参加
事業者	<ul style="list-style-type: none"> ・心の健康づくり計画の策定 ・関係者への事業場の方針の明示及び必要な指示 ・労働者の相談に応ずる体制の整備 ・関係者に対する教育研修の機会の提供等 ・事業場外資源とのネットワークの形成 			
行政	<ul style="list-style-type: none"> ・普及啓発活動 ・必要な人材の養成に対する支援 			

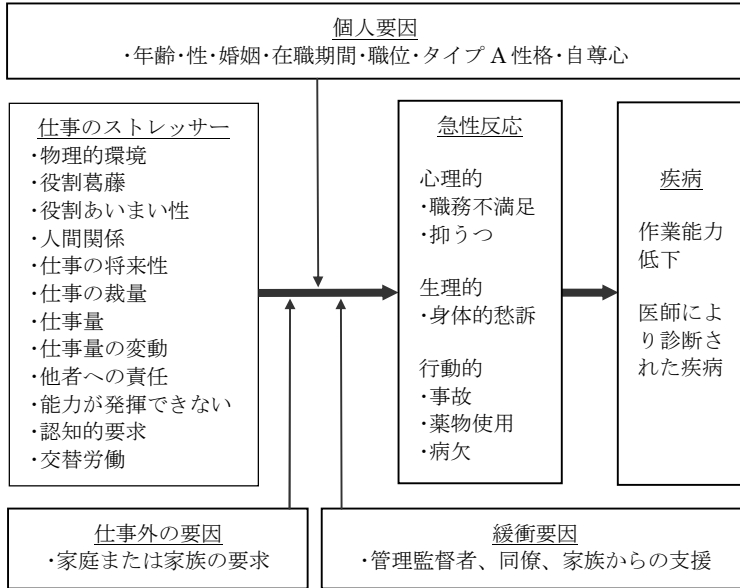


図 5-1 NIOSH の職業性ストレスモデル

表 5-8 ストレス・こころの不調の現れ方⁵⁾

ストレス・心の不調の現れ方	
1) 心理面	不安感、緊張感、無力感、沈うつ・抑うつ感、自己不全感、自信・自尊心低下、イライラ感、消えてなくなりたい感じ、集中困難、思考混乱、記憶力・判断力低下、過度の心配、意思決定困難、消極的
2) 生理面	血圧上昇、倦怠感、漠然とした痛み、消化不良、易疲労感、発汗、不眠、食欲不振、心悸昂進（ドキドキ）、頭痛、腹痛、下痢、風邪を引きやすい
3) 行動面	引きこもり、動揺しやすい、病氣回復遅延、遅刻、早退、欠勤、仕事の能率や勤労意欲の低下、対人関係でいざこざを起こす、攻撃性増加、悲観的、猜疑心、喫煙・飲酒増加、協調性低下、容姿・衛生面に変化、時間にルーズになる、ミスや事故が増える、自殺企図

5. 健康管理

表 5-9 うつ病の身体症状

科	身体症状
内科・外科・一般科	頭痛、頭重感、易疲労感、倦怠感、食欲低下、体重減少、胃部不快感、便秘、下痢、吐気、動悸、口渇、
整形外科	腰痛、肩こり、関節痛、筋力低下、四肢感覚異常
泌尿器科	性欲低下、残尿感、頻尿
眼科	視力低下、眼精疲労
耳鼻咽喉科	めまい、耳鳴り、難聴、嚥下障害
婦人科	月経異常、月経困難、下腹部痛、便秘
脳神経科	頭痛、頭重患、記銘力低下、記憶障害、痴呆症状
口腔外科	味覚異常、唾液分泌低下、顎関節症、咬合不全
皮膚科	乾燥性皮膚炎、掻痒症
麻酔科	慢性疼痛

3) 職業関連ストレスのリスクアセスメント

欧州安全衛生機構 (<http://osha.europa.eu/OSHA>) は種々のテーマについてファクトシートと呼ばれる資料を発行し読者の参考に供している。ここでは、その中の一つで職業関連ストレス (Work Related Stress : WRS) のリスクアセスメントに関するファクトシート 22⁷⁾ の内容を紹介する。

a) 職業関連ストレスとは

職業関連ストレスは、労働環境の要求がそれを労働者が処理する能力（または管理する能力）を超えた時に経験される。

ストレスは疾病ではないが、それが強く、ある期間持続すると精神的、身体的不健康をきたす。プレッシャー下で、パフォーマンスを改善させ、挑戦している目標を達成したときには満足感を与える。しかし、要求度やプレッシャーが過度に大きいと、それらはストレスとなる。これは、労働者にとっても組織にとっても悪いことである。

WRS は、労働者を抑うつ、不安、神経質、疲労の状態あるいは心臓病に導く。それはまた、生産性、創造性、競争力の著しい阻害を誘発する。WRS は業種、組織の大きさにかかわらず誰にでも悪影響を及ぼす。

b) リスクアセスメントの流れ

リスクアセスメントの流れを図 5-2 に示す。

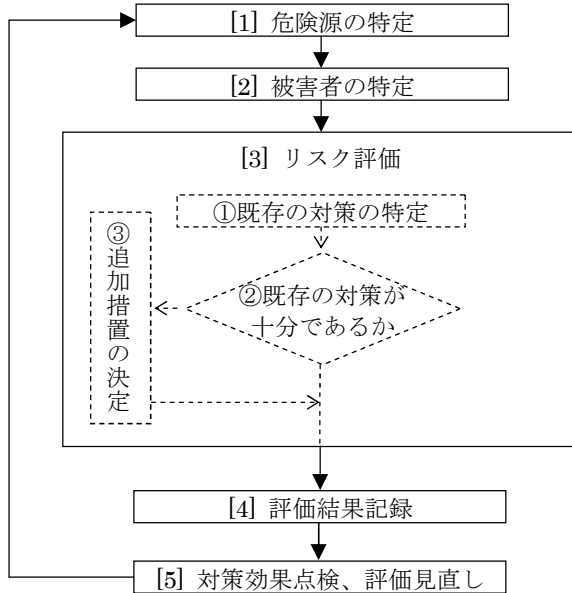


図 5-2 職業性ストレスのリスクアセスメントのステップ

[1] 危険源の特定

特定されるべきリスクファクターを表 5-10 に示す。

[2] 被害者と被害状況の特定

特定されるべき被害者と被害状況を表 5-11 に示す。

[3] リスク評価

ステップ[1] でのそれぞれの要因に対して表 5-12 のような面から評価する。

5. 健康管理

表 5-10 職業性ストレスのリスクファクター

項目	内容
文化	組織の雰囲気、WRS への取り組み
要求度	労働負荷および物理的危険への暴露等
裁量	自分の仕事のやり方に対して労働者がどの程度影響力を持っているか
関係	いじめや嫌がらせなどの問題を含む
変化	いかに組織的な変化が管理され、伝達されるか
役割	労働者が組織内で自分の役割を理解しているかどうか、役割葛藤が回避されているかどうか
支援	同僚および管理職からの支援
訓練	職務遂行のための技能を労働者に与えるための訓練
個人的要因	個人差が考慮されているか

表 5-11 被害者と被害の状況

	内容	主要なチェック項目
組織	参加	欠勤、高転職率、時間厳守不履行、規律問題、いじめ、攻撃的コミュニケーション、孤立
	生産性	製品あるいはサービスの質・量の低下、事故発生、意思決定の貧困、間違い
	コスト	賠償コストの増大、健康管理費・健康サービス委託費の増大
個人	行動	喫煙、アルコール・薬物依存、暴力、いじめ、いやがらせ
	心理	睡眠障害、不安障害、抑うつ、集中力欠如、いらいら感、家族問題、燃え尽き
	健康	背部障害、心疾患、消化管潰瘍、高血圧、免疫機能不全

表 5-12 リスク評価

1	どんな対策がすでにとられているか。
2	それは十分か。
3	さらに何がなされるべきか。

ステップ[1] での個々のリスクファクターに対して、何を特定し何をなすべきかについての例を表 5-13 に示す。

[4] 主な知見の記録

評価の主な知見を記録し、その情報を労働者および労働者の代表と共有する。この記録は事態の進捗をモニターするのに役立つ。

[5] 適当な間隔を置いての評価の見直し

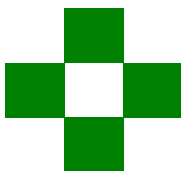
組織内に重大な変化が生じた時はいつでも評価は見直す。労働者と協議して再び評価をやり直す。WRS 低減対策の効果をチェックする。

表 5-13 リスク評価項目

項目	主要なチェック項目
文化	<p>◆十分な開放的なコミュニケーション、支援体制、相互に尊敬する態度があるか。</p> <p>◆労働者や労働者の代表からの見解は評価されているか。 →もしそうでなければ、コミュニケーションが改善されるべきである。特に遠隔地で働いている労働者。</p>
要求	<p>◆労働者は過剰労働になっていないか、あるいは能力発揮不足になっていないか。</p> <p>◆労働者は課題処理能力を持っているか。</p> <p>◆物理的環境（騒音、振動、換気、採光照明等）および心理社会的環境（暴力、いじめ等）はどうか。 →もし問題があれば、十分な資源が活用されるべきである。例えば、仕事の優先度を変える。 →労働者が十分な能力を持って課題を達成できるよう教育訓練がなされるべきである。</p>
裁量	<p>◆個々の労働者は仕事の仕方について十分な発言の機会があるか。 →労働者は自分の仕事を計画する裁量権を持つべきであり、どのように仕事を成し遂げるか、どのように問題を解決するか決定する権限を持つべきである。 →労働者がその能力を優先的に使えるように仕事が強化（enrich）されるべきである。 →支援環境が重要である。</p>
関係	<p>◆同僚間の関係、同僚と管理者との間の関係はどうか。</p> <p>◆管理者と上級の管理者との関係はどうか。</p> <p>◆いじめや嫌がらせの兆候はないか。</p>
(関係 続き)	<p>→受容できない行動を処理するために、規律や不満を処理する手続きが利用できるようすべきである。</p> <p>→労働者が相互に信頼でき、それぞれの役割を認知できるような文化が醸成されるべきである。</p>
変化	<p>◆労働者が自らの雇用状態に不安を持っていないか。</p> <p>◆職場の変更あるいはその変更が労働者やその同僚に対して意味するところに困惑していないか。 →その変化の前、最中、後に、明確なコミュニケーションが役立つ。</p>

5. 健康管理

	→その変化に影響を及ぼすことができる機会を労働者に与えることにより、労働者をより多く参加させることができる。
役割	◆労働者が役割葛藤（相反する要求）あるいはあいまいな（明確さの欠如した）役割に悩んでいないか。 →労働者は明確に定義された役割と責任を持つべきである。
支援体制 教育 訓練	◆新入労働者あるいは職場が変わった労働者に対して適切なオリエンテーションがなされているか。 ◆労働者に社会的支援体制が整っているか。 ◆個人差が考慮されているか。 →例えば、ある労働者は厳しい納期で成長するかも知れないし、別の労働者は計画する時間を好むかも知れない。 →労働者は、物事がうまくいっていない時こそ、フィードバック機能により支援され、励まされるべきである。労働者を参画させ、広範な考えを認めよ。 →健康的な労働と生活のバランスに沿って職場の健康増進活動が奨励されるべきである。



6. 労働衛生教育

(1) 安全衛生教育

労働災害を防止するためには、機械の本質安全化等災害原因の中の物的要因を除去することが基本であるが、合わせて、人的要因である労働者の安全衛生教育の徹底も欠くことができない。

事業者は労働者を雇い入れたとき、作業内容を変更するときその業務に関する安全衛生教育を行わなければならない。また、危険有害業務に労働者を従事させるときは特別の教育を行わねばならない。(法第 59 条)

「作業内容の変更」とは、作業転換時や作業設備、作業方法等に大幅な変更があったときのことを言う。

(2) 雇入れ時教育

雇入れ時の教育内容は労働安全衛生規則 35 条に規定されており、その内容は表 6-1 のとおりである。ただし、林業、鉱業、建設業、運送業、清掃業、製造業、電気業、ガス業、熱供給業、水道業、通信業、各種商品卸売業、家具・建具・じゅう器等卸売業、各種商品小売業、家具・建具・じゅう器小売業、燃料小売業、旅館業、ゴルフ場業、自動車整備業および機械修理業以外の業種では 1～4 の内容を省略することができる。

(3) 特別教育

酸素欠乏危険、四アルキル鉛、電離放射線、粉じん、石綿などの有害作業は省令で特別の教育の内容が指定されている。エチレンオキシド、ホルムアルデヒド取り扱い業務に関連する特別の教育は指定されていない。

6. 労働衛生教育

表 6-1 雇い入れ時および作業内容変更時の教育（則第 35 条）

1	機械等、原材料等の危険性又は有害性及びこれらの取扱い方法に関すること。
2	安全装置、有害物抑制装置又は保護具の性能及びこれらの取扱い方法に関すること。
3	作業手順に関すること。
4	作業開始時の点検に関すること。
5	当該業務に関して発生するおそれのある疾病の原因及び予防に関すること。
6	整理、整頓(とん)及び清潔の保持に関すること。
7	事故時等における応急措置及び退避に関すること。
8	前各号に掲げるもののほか、当該業務に関する安全又は衛生のために必要な事項。

(4) 能力向上教育等

時が経てば技術も進歩するし、法律も変わる。従って、安全衛生担当者はいつも技術の進歩や法律の改正、そして社会の要請に敏感でなければならない。

法 19 条の 2 の規定に基づき、労働災害の防止のための業務に従事する者に対する当該業務に関する能力の向上を図るための教育に関する指針が出されている¹⁾。

労働安全衛生法

(安全管理者等に対する教育等)

第十九条の二 事業者は、事業場における安全衛生の水準の向上を図るため、安全管理者、衛生管理者、安全衛生推進者、衛生推進者その他労働災害の防止のための業務に従事する者に対し、これらの者が従事する業務に関する能力の向上を図るための教育、講習等を行い、又はこれらを受ける機会を与えるように努めなければならない。

2 厚生労働大臣は、前項の教育、講習等の適切かつ有効な実施を図るため必要な指針を公表するものとする。

3 厚生労働大臣は、前項の指針に従い、事業者又はその団体に対し、必要な指導等を行うことができる。

この指針は、事業者が労働災害の動向、技術革新の進展等社会経済情勢の変化に対応しつつ事業場における安全衛生の水準の向上を図るため、安全管

6. 労働衛生教育

理者、衛生管理者、安全衛生推進者、衛生推進者その他労働災害防止のための業務に従事する者（作業主任者、元方安全衛生管理者）に対して行う。業務に関する能力の向上を図るための教育、講習等について、その内容、時間、方法及び講師並びに教育の推進体制の整備等その適切かつ有効な実施のために必要な事項が指針に定められている。

表 6-2 衛生管理者能力向上教育（初任時）

科目	範囲	時間
1 労働衛生管理の進め方	(1) 労働衛生管理体制における衛生管理者の役割 (2) 危険性又は有害性等の調査及びその結果に基づき講ずる措置 (3) 事業場における安全衛生の水準の向上を図ることを目的として事業者が一連の過程を定めて行う自主的活動 (4) 職場巡視 (5) 健康障害発生原因の調査 (6) 産業医等安全衛生管理者との連携 (7) 法定の届出、報告書等の作成 (8) 労働衛生統計等労働衛生関係基礎資料の作成及び活用	4.5(2.5)
2 作業環境管理	(1) 作業環境測定及び評価 (2) 局所排気装置等労働衛生関係施設の点検 (3) 一般作業環境の点検	1.0(0.5)
3 作業管理	(1) 作業標準の活用 (2) 労働衛生保護具の適正使用及び保守管理	1.0(0.5)
4 健康管理	(1) 健康診断及び面接指導等の対象者の把握、実施結果の記録及び保存並びに実施結果に基づく事後措置等 (2) メンタルヘルス対策 (3) 健康の保持増進の進め方 (4) 救急処置	2.5(2.0)
5 労働衛生教育	(1) 教育の進め方	1.0(1.0)
6 災害事例及び関係法令	(1) 健康障害発生事例及びその防止対策 (2) 労働衛生関係法令	2.0(1.0)
計		12.0(7.5)

*第2種衛生管理者については、上記カリキュラムから有害業務に係るものを除き、時間については括弧内の時間とする。

6. 労働衛生教育

表 6-3 特定化学物質作業主任者能力向上教育（定期又は随時）

科目	範 囲	時間
1 作業環境管理	(1) 作業環境管理の進め方 (2) 作業環境測定、評価及びその結果に基づく措置 (3) 局所排気装置、除じん装置等の設置及びその維持管理	2
2 作業管理	(1) 作業管理の進め方 (2) 労働衛生保護具 (3) 緊急時の措置	1
3 健康管理	(1) 特定化学物質による健康障害の症状 (2) 健康診断及び事後措置	1
4 事例研究及び関係法令	(1) 作業標準等の作成 (2) 災害事例とその防止対策 (3) 特定化学物質に係る労働衛生関係法令	3
計		7

（労働災害の防止のための業務に従事する者に対する能力向上教育に関する指針 平成元.5.22 能力向上教育指針公示 第1号）

事業者は、安全衛生業務従事者に対する能力向上教育の実施に当たっては、事業場の実態を踏まえつつ本指針に基づき実施するよう努めなければならない。衛生管理者能力向上教育（初任時）、特定化学物質作業主任者の能力向上教育の科目を表 6-2、表 6-3 に示す。

(5) 教育費用

法 59 条、60 条により実施される安全衛生教育は、労働者がその業務に従事する場合の労働災害を防止するためのものである。従って、安全衛生教育は所定時間内に行われるのが原則であり、その時間は労働時間と解される。これが法定時間外に行われた場合には割増賃金を支払わなければならない。またこの法律の基づく教育を企業外で行った場合は、同様の主旨から、講習会費、講習旅費等は事業者が負担すべきものである²⁾。

7. 労働衛生管理体制

これは労働衛生の3管理と労働衛生教育が実践され、それぞれの管理と教育が有機的に結合して機能されるための体制である。

事業所規模により多少異なるが、具体的には職場に総括安全衛生管理者、衛生管理者、安全管理者、(安全)衛生推進者、作業主任者等が選任され、業務をこなし、かつ(安全)衛生委員会が定期的開催されているかの問題である。さらに進めば、リスクアセスメント、労働安全衛生マネジメントシステムの導入もある。

もっとも、安全衛生委員会が毎月開催されても、その議論の内容が安全問題ばかりに偏ることもあるので要注意である。職場での転倒や転落等安全上の事故は見た目にはっきりしているので議論しやすい。しかし、例えば有害物質による健康障害は、急性中毒のようなものを除くと暴露してから数十年後に影響が判明することもあり対策が後手になることもある。従って、安全衛生委員会の議論は安全問題に傾きがちである。衛生管理は、有害要因の影響が表面上見えにくいことから難しい面があるが、安全衛生管理の担当者はそのことをよく理解して自らの使命を果たしていただきたい。

労働安全衛生の方法論は災害・健康障害の予防のための方法論である。従って法律の条文は「…してはいけない」「…するよう努めなければならない」という表現が多い。事業主をはじめとして安全衛生担当者は予防責任の遂行を求められている。

(1) 法令上の管理体制

労働衛生の3管理を円滑、かつ効果的に進めるために必要なものが安全衛生管理体制である。事業者は労働衛生管理の重要性を認識し、安全衛生委員会の適正な運営と同時に、次のようなスタッフに必要な権限を付与し、その責任体制の明確化を図ることが法的に求められている(法1条)。

労働安全衛生法上の管理体制を表7-1に示した。

7. 労働衛生管理体制

表7-1 労働安全衛生法上の安全衛生管理体制

	条	名称
1	10条	総括安全衛生管理者
2	11条	安全管理者
3	12条	衛生管理者
4	12条の2	安全衛生推進者
5	13条	産業医
6	14条	作業主任者
7	17条	安全委員会
8	18条	衛生委員会
9	19条	安全衛生委員会
10	15条	統括安全衛生責任者
11	15条の2	元方安全衛生管理者
12	15条の3	店社安全衛生管理者
13	16条	安全衛生責任者
14	65条	作業環境測定機関（士）
15	80条	労働安全・衛生コンサルタント

表7-1の1から9までは一般的な事業所における安全衛生管理組織であり、10から13は建設業や造船業など一つの場所において請負契約関係下にある複数の事業者が混在して事業を行うことから生ずる労働災害を防止するための安全衛生管理組織である。14、15は別途任務を持った専門家である。なお、1の「総括安全衛生管理者」と10の「統括安全衛生責任者」は呼称が類似していて混同されることがあるが、それぞれ独自の任務を持っていることに注意していただきたい。

(2) 総括安全衛生管理者

事業者は、総括安全衛生管理者を選任し安全管理者、衛生管理者または爆発・火災等が発生した時の救護措置の技術的事項を管理する者の指揮をさせなければならない。総括安全衛生管理者は、工場長、作業所長等の名称の如何に関わらず事業の実施を実質的に統括管理する権限および責任がある者となる。その統括管理すべき業務は表7-2のとおりである。（法第10条）

表7-2 総括安全衛生管理者の業務（法第10条）

1	労働者の危険又は健康障害を防止するための措置に関すること。
2	労働者の安全又は衛生のための教育の実施に関すること。
3	健康診断の実施その他健康の保持増進のための措置に関すること ¹⁾ 。 <ul style="list-style-type: none"> ・健康診断の実施 ・健康診断の実施に基づく事後措置 ・作業環境の維持管理 ・作業の管理 ・健康教育 ・健康相談 ・労働者の健康の保持増進を図るため必要な措置
4	労働災害の原因の調査及び再発防止対策に関すること。
5	前各号に掲げるもののほか、労働災害を防止するため必要な業務で、厚生労働省令で定めるもの。（則第3条の2） <ol style="list-style-type: none"> 1. 安全衛生に関する方針の表明に関すること。 2. 危険性又は有害性等の調査及びその結果に基づき講ずる措置に関すること。 3. 安全衛生に関する計画の作成、実施、評価及び改善に関すること。

表7-3 総括安全衛生管理者を選任すべき事業場（令第2条）

	業種	常時使用する労働者数
1	林業、鉱業、建設業、運送業及び清掃業	100人
2	製造業（物の加工業を含む。）、電気業、ガス業、熱供給業、水道業、通信業、各種商品卸売業、家具・建具・じゅう器等卸売業、各種商品小売業、家具・建具・じゅう器小売業、燃料小売業、旅館業、ゴルフ場業、自動車整備業及び機械修理業	300人
3	その他の業種	1000人

総括安全衛生管理者を選任すべき事業場の規模は表7-3の通りである（令第2条）。常時使用する労働者数とは、パートタイマー等臨時的な労働者の数を含めて常態として使用する労働者数をいう¹⁾。

この小冊子のターゲットである医療機関は表7-3の第3号の「その他の業種」に属するが、どのような業種や規模であれ、安全衛生管理には表7-2のような業務が含まれることを理解していただければうれしい。

7. 労働衛生管理体制

(3) 安全管理者

事業者は、総括安全衛生管理者の業務のうち安全に関する業務を安全管理者に管理させなければならない。安全管理者は、表7-2の総括安全衛生管理者を選任すべき事業場の1欄および2欄の業種で常時50人以上の労働者を使用する事業所において選任されねばならない（法第11条）。さらに、爆発、火災等の危険がある特殊化学設備を有する事業所で都道府県労働局長が指定する事業所では生産設備の工程単位毎に安全管理者を選任することになっている（則第4条）。

安全管理者は、現時点では衛生管理者のような免許試験はなく、一定の実務経験をもち厚生労働大臣が定める研修を修了することが資格要件である。

安全管理者は専属の者（事業所の正規雇用者）でなければならず、作業場等を巡視し、設備、作業方法等に危険のおそれがある時は、直ちにその危険を防止する措置を講じなければならない。事業者は、安全管理者にそのような安全に関する措置をなし得る権限を与えなければならない（則第6条）。巡視回数は、衛生管理者のように少なくとも毎週一回というような定められ方はされていない。

(4) 衛生管理者

業種にかかわらず常時50人以上の労働者を使用する事業所の事業者は衛生管理者を選任し（令第4条）、総括安全衛生管理者の業務のうち衛生に係る技術的事項を衛生管理者に管理させなければならない（法第12条）。

衛生管理者の数は事業所規模により表7-4のように異なる。（則第7条）

表7-4 事業所規模と衛生管理者数

事業場の規模（常時使用する労働者数）	衛生管理者数
50人～ 200人	1 人
201人～ 500人	2 人
501人～1000人	3 人
1001人～2000人	4 人
2001人～3000人	5 人
3001人以上	6 人

7. 労働衛生管理体制

衛生管理者は、少なくとも毎週一回作業場等を巡視し、設備、作業方法または衛生状態に有害のおそれがあるときは、直ちに、労働者の健康障害を防止するため必要な措置を講じなければならない。事業者は、衛生管理者に対し、衛生に関する措置をなし得る権限を与えなければならない。（則第11条）

「作業場等を巡視する」とは、すべての作業場および休憩所、食堂、炊事場、便所等の保健施設を巡視することをいう。「衛生に関する措置」とは次のようなことを指す²⁾。

- 1)健康に異常がある者の発見および処置
- 2)作業環境の衛生上の調査
- 3)作業条件、施設等の衛生上の改善
- 4)労働衛生保護具、救急用具等の点検および整備
- 5)衛生教育、健康相談、その他労働者の健康保持に必要な事項
- 6)労働者の負傷及び疾病、それによる死亡、欠勤及び異動に関する統計の作成
- 7)その事業の労働者が行う作業が他の事業の労働者が行う作業と同一の場所において行われる場合における衛生に関し必要な措置
- 8)その他衛生日誌の記載等職務上の記録の整備等

衛生管理者はその事業所の専属の者でなければならないが、二人以上の衛生管理者を選任する場合で労働衛生コンサルタント資格を持つ者がいる時は、その内の一人は専属でなくてもよい（則第7条）。衛生管理者の資格には第一種、第二種および衛生工学衛生管理者の3種類がある。衛生管理者の免許と対応する業種は表7-5の通りである。

表7-5 衛生管理者の免許の種類と業種

	業種	免許の種類
1	農林畜水産業、鉱業、建設業、製造業(物の加工業を含む。)、電気業、ガス業、水道業、熱供給業、運送業、自動車整備業、機械修理業、医療業及び清掃業	第一種衛生管理者 衛生工学衛生管理者 医師 歯科医師 労働衛生コンサルタント
2	その他の業種	上記の者、および第二種衛生管理者

7. 労働衛生管理体制

表 7-6 環境測定、局排の点検、健康診断の実施頻度と記録保存年

作業区分	環境測定		局排等の点検		健康診断	
	測定頻度	記録保存	点検頻度	記録保存	健診頻度	記録保存
定期一般健康診断 特定業務	—	—	—	—	1回/1年以内 1回/6月以内	5年
中央式空調事務所	1回/2月以内	3年	1回/2月以内	3年	1回/1年以内 (定期一般健康診断)	5年
特定化学物質	1回/6月以内	3年 30年 ^{a)}	1回/1年以内 特定化学設備は 1回/2年以内	3年	1回/6月以内	5年 30年 ^{a)}
有機溶剤	1回/6月以内	3年	1回/1年以内	3年	1回/6月以内	5年

a) 特別管理物質（発がん物質）

衛生管理者は、作業環境測定、局所排気装置の点検、健康診断、労働衛生教育の実施、およびその他の活動等年間の主要行事計画を一覧表に整理しておくことよい。健康診断、作業環境測定、局排等の点検について実施頻度と資料保存年については表7-6に示した。必要に応じてこのような一覧表を作成し、年間計画に組み込んでおくことが必要である。

(5) 産業医

労働者の健康診断の実施や健康障害の調査と再発防止のための対策の樹立等、労働者の健康管理を効果的に進めるためには医師の医学的活動は不可欠である。

常時50人以上（令第5条）の労働者を使用する全ての事業場の事業者は、産業医を選任し、労働者の健康管理その他の事項を行わせなければならない（法13条）。従来、産業医は医師であればそれ以外の資格要件に定めはなかった。しかし、その専門性を確保する立場から1996年に法改正があり「労働

7. 労働衛生管理体制

者の健康管理等を行うのに必要な医学に関する知識について労働省令で定める要件を備えた者でなければならない」とされている。産業医は、労働者の健康を確保するため必要があると認めるときは、事業者に対し、労働者の健康管理等について必要な勧告をすることができる。事業者は、産業医の勧告を受けたときは、これを尊重しなければならない（法第13条）。産業医の勧告は、則第14条第1項の産業医の職務に関する事項について行われるものである。

表7-7 産業医の職務（則第14条）

1	健康診断及び面接指導等(法第六十六条の八第一項に規定する面接指導 ^{a)} および法第六十六条の九に規定する必要な措置 ^{b)})の実施並びにこれらの結果に基づく労働者の健康を保持するための措置 ^{c)} に関すること。
2	作業環境の維持管理に関すること。
3	作業の管理に関すること。
4	前三号に掲げるもののほか、労働者の健康管理に関すること。
5	健康教育、健康相談その他労働者の健康の保持増進を図るための措置に関すること。
6	衛生教育に関すること。
7	労働者の健康障害の原因の調査及び再発防止のための措置に関すること。

表7-7に産業医の職務を示した。詳細は次のとおりである³⁾。

1-a) 「面接指導」の対象となる労働者の要件は、休憩時間を除き一週間当たり四十時間を超えて労働させた場合におけるその超えた時間が一月当たり百時間を超え、かつ、疲労の蓄積が認められる者である。時間の算定は、毎月一回以上、一定の期日を定めて行わなければならない。ただし、その期日前一月以内に面接指導を受けた労働者その他これに類する労働者であつて面接指導を受ける必要がないと医師が認めたものは除く。（則第52条の2）

1-b) 「法第六十六条の九に規定する必要な措置」とは、長時間の労働による疲労の蓄積がありまたは健康上の不安を有している労働者からの申し出により行われるもので、必要な措置は面接指導の実施または面接指導に準ずる措置である。これには、事業所が独自に規定を作成し、面接指導を受けさせるようにしたものも含まれる。（則第52条の8）

1-c) 「労働者の健康を保持するための措置は法第66条第7項の措置をいう」と解説されているが、労働安全衛生法の第66条に第7項はない。第66条の7（保健指導等）のことであろうか。

7. 労働衛生管理体制

2) 「作業環境の維持管理に関すること」には、有害物質、温度、湿度等に関する労働衛生関係設備の適正な維持管理、作業環境測定、その結果の評価及びその評価に基づく事後措置に関すること等がある。

3) 「作業の管理に関すること」には、有害業務における作業方法の適正化、保護具の適正使用、作業時間等の適正化及び作業姿勢の改善に関すること等がある。

4) 「労働者の健康管理に関すること」には、健康管理計画の企画・立案に参画すること、化学物質等の有害性の調査及びその結果に基づく措置に関することのほか、疾病管理及び救急処置に関すること等がある。

5) 第5号に掲げる事項は、法第六十九条第一項及び第七〇条の規定による措置に関することをいう。

(健康教育等)

第六十九条 事業者は、労働者に対する健康教育及び健康相談その他労働者の健康の保持増進を図るため必要な措置を継続的かつ計画的に講ずるように努めなければならない。

2 労働者は、前項の事業者が講ずる措置を利用して、その健康の保持増進に努めるものとする。

(体育活動等についての便宜供与等)

第七十条 事業者は、前条第一項に定めるもののほか、労働者の健康の保持増進を図るため、体育活動、レクリエーションその他の活動についての便宜を供与する等必要な措置を講ずるように努めなければならない。

事業者は、産業医が法に基づいて勧告、指導もしくは助言をしたことを理由として、産業医に対し解任その他不利益な取扱いをしないようにしなければならない。(則第14条)

産業医は、少なくとも毎月一回作業場等を巡視し、作業方法または衛生状態に有害のおそれがあるときは、直ちに、労働者の健康障害を防止するため必要な措置を講じなければならない。事業者は、産業医に対しこれをなし得る権限を与えなければならない。(則第15条)

産業医の選任義務のない事業所でも、労働者の健康管理を行うのに必要な医学に関する知識を有する医師、または地域産業保健センターに名前を登録された保健師に労働者の健康管理の全部または一部を行わせるよう努めるものとされている(法13条の2)。

(6) 作業主任者

法第14条の規定により、事業者は高圧室内作業その他の労働災害を防止するための管理を必要とする作業には免許を受けた者または技能講習を修了した者から作業主任者を選任し、その作業に従事する労働者の指揮等行わせなければならない。事業者は作業主任者を選任した時はその氏名、職務内容を作業場の見やすい場所に掲示するなどして関係労働者に周知させなければならない（則18条）。

事業者は、令第6条第18号の作業（特定化学物質を製造し、または取り扱う作業（試験研究のため取り扱う作業を除く））については、特定化学物質及び四アルキル鉛等作業主任者技能講習を修了した者のうちから、特定化学物質作業主任者を選任しなければならない。（特化則第27条）

事業者は、特定化学物質作業主任者に表7-8に示す職務を行わせなければならない。（特化則第28条）

表7-8 特定化学物質作業主任者の職務（特化則第28条）

1	作業に従事する労働者が特定化学物質により汚染され、又はこれらを吸入しないように、作業の方法を決定し、労働者を指揮する。
2	局所排気装置、プッシュプル型換気装置、除じん装置、排ガス処理装置、排液処理装置その他労働者が健康障害を受けることを予防するための装置を一月を超えない期間ごとに点検する。
3	保護具の使用状況を監視する。

詳細は次のとおりである⁴⁾

第1号の「作業の方法」については、もつぱら障害予防に必要な事項に限るものであり、例えば、関係装置の起動、停止、監視、調整等の要領、対象物質の送給、取出し、サンプリング等の方法、対象物質についての洗じよう、そうじ等の汚染除去および廃棄処理の方法、その他相互間の連絡、合図の方法等がある。

第2号の「その他労働者が障害を受けることを予防するための装置」には、全体換気装置、密閉式の構造の製造装置、安全弁またはこれに代わる装置等がある。「点検する」とは、関係装置について、第3条、第4条および第6条から第10条までに規定する障害予防の措置に係る事項を中心に点検することをいい、その主な内容としては、装置の主要部分の損傷、脱落、腐食、異常音等の異常の有無、対象物質の漏えいの有無、排液処理用の調整剤の異常の有無、局所排気装置その他の排出処理のための装置等の効果の確認等がある。

7. 労働衛生管理体制

(7) 安全衛生委員会

安全委員会、衛生委員会あるいは安全衛生委員会は、安全または衛生に関する事項を調査審議し、事業者に対し意見を述べさせるための組織である。

事業者は、法第 17 条および第 18 条の規定により安全委員会および衛生委員会を設けなければならない時は、それぞれの委員会の設置に変えて安全衛生委員会を設置することができる（法第 19 条）。安全委員会を設置すべき事業場は業種および規模により異なるが（令第 8 条）、衛生委員会を設置すべき事業場はすべての業種で常時使用する労働者数が 50 人以上の事業所である（令第 9 条）。安全衛生委員会の構成員、調査審議事項を表 7-9、表 7-10、表 7-11、表 7-12 に示す。

議長は事業の実施を統括管理するものもしくはこれに準ずる者のうちから事業者が指名した者から選任し、議長以外の委員の半数については、その事業場に労働者の過半数で組織する労働組合があるときにおいてはその労働組合、労働者の過半数で組織する労働組合がないときにおいては労働者の過半数を代表する者の推薦に基づき指名しなければならないこととなっている。しかし、その事業場の労働者の過半数で組織する労働組合との間における労働協約に別段の定めがあるときは、その限度において適用されない。（法第 19 条）

事業者は、安全委員会、衛生委員会または安全衛生委員会を毎月一回以上開催するようにしなければならない。委員会の運営について必要な事項は、委員会が定めてよい。事業者は、委員会の開催の都度、遅滞なく、委員会における議事の概要を表 7-13 に掲げるいずれかの方法によつて労働者に周知させなければならない。事業者は委員会の議事録を作成し 3 年間保存しなければならない。（則第 23 条）

委員会の設置は法的義務であるので、会議に要する時間は労働時間とみなされる。議長以外の委員の半数は労働組合等の推薦に基づき指名しなければならないが、労働者側との話し合いの過程で委員の推薦が労働者側から得られず、委員会の設置ができない場合は労働安全衛生法違反には問われない。適当な推薦があった場合は議長以外の委員の半数を限度に事業主はその者を委員として指名しなければならない。産業医は安全衛生委員会の構成員であるが必ずしも当該事業所の専属の必要はなく、またその出席を委員会の開催要件とするか否かは各委員会が独自に決めてよい⁵⁾。

表 7-9 安全衛生委員会の構成員（法 19 条）

議長 (一人)	総括安全衛生管理者又は総括安全衛生管理者以外の者で当該事業場においてその事業の実施を統括管理するもの若しくはこれに準ずる者のうちから事業者が指名した者
委員	1 安全管理者及び衛生管理者のうちから事業者が指名した者
	2 産業医のうちから事業者が指名した者
	3 当該事業場の労働者で、安全に関し経験を有するもののうちから事業者が指名した者
	4 当該事業場の労働者で、衛生に関し経験を有するもののうちから事業者が指名した者

表 7-10 安全衛生委員会の調査審議事項（法第 19 条）

安全関係	1	労働者の危険を防止するための基本となるべき対策に関すること。
	2	労働災害の原因及び再発防止対策で、安全に係るものに関すること。
	3	前二号に掲げるもののほか、労働者の危険の防止に関する重要事項（表 7-11 安全委員会の付議事項参照）
衛生関係	1	労働者の健康障害を防止するための基本となるべき対策に関すること。
	2	労働者の健康の保持増進を図るための基本となるべき対策に関すること。
	3	労働災害の原因及び再発防止対策で、衛生に係るものに関すること。
	4	前三号に掲げるもののほか、労働者の健康障害の防止及び健康の保持増進に関する重要事項(表 7-12 衛生委員会の付議事項参照)

表 7-11 安全委員会の付議事項（則 21 条）

1	安全に関する規程の作成に関すること。
2	法第二十八条の二第一項の危険性又は有害性等の調査及びその結果に基づき講ずる措置のうち、安全に係るものに関すること。
3	安全衛生に関する計画（安全に係る部分に限る）の作成、実施、評価及び改善に関すること。
4	安全教育の実施計画の作成に関すること。
5	厚生労働大臣、都道府県労働局長、労働基準監督署長、労働基準監督官又は産業安全専門官から文書により命令、指示、勧告又は指導を受けた事項のうち、労働者の危険の防止に関すること。

7. 労働衛生管理体制

表 7-12 衛生委員会の付議事項（則 22 条）

1	衛生に関する規程の作成に関すること。
2	法第二十八条の二第一項の危険性又は有害性等の調査及びその結果に基づき講ずる措置のうち、衛生に係るものに関すること。
3	安全衛生に関する計画(衛生に係る部分に限る。)の作成、実施、評価及び改善に関すること。
4	衛生教育の実施計画の作成に関すること。
5	法第五十七条の三第一項及び第五十七条の四第一項の規定により行われる有害性の調査並びにその結果に対する対策の樹立に関すること。
6	法第六十五条第一項又は第五項の規定により行われる作業環境測定の結果及びその結果の評価に基づく対策の樹立に関すること。
7	定期に行われる健康診断、法第六十六条第四項の規定による指示を受けて行われる臨時の健康診断、法第六十六条の二の自ら受けた健康診断及び法に基づく他の省令の規定に基づいて行われる医師の診断、診察又は処置の結果並びにその結果に対する対策の樹立に関すること。
8	労働者の健康の保持増進を図るため必要な措置の実施計画の作成に関すること。
9	長時間にわたる労働による労働者の健康障害の防止を図るための対策の樹立に関すること。
10	労働者の精神的健康の保持増進を図るための対策の樹立に関すること。
11	厚生労働大臣、都道府県労働局長、労働基準監督署長、労働基準監督官又は労働衛生専門官から文書により命令、指示、勧告又は指導を受けた事項のうち、労働者の健康障害の防止に関すること。

表 7-13 議事概要の周知の方法（則第 23 条）

1	常時各作業場の見やすい場所に掲示し、又は備え付けること。
2	書面を労働者に交付すること。
3	磁気テープ、磁気ディスクその他これらに準ずる物に記録し、かつ、各作業場に労働者が当該記録の内容を常時確認できる機器を設置すること。

なお、委員会を設ける義務のない事業者は安全又は衛生に関する事項について、関係労働者の意見を聴くための機会を設けるようにしなければならない。(則第 23 条の 2)

安全衛生委員会の議長も議決権を有するが、可否同数の場合の決定権は有しない⁶⁾。

(8) 安全衛生マネジメントシステム

図 7-1 に示したように、近年、日本の業務上疾病発生率は 1000 人率で 0.2 のところを横ばいしている⁷⁾。

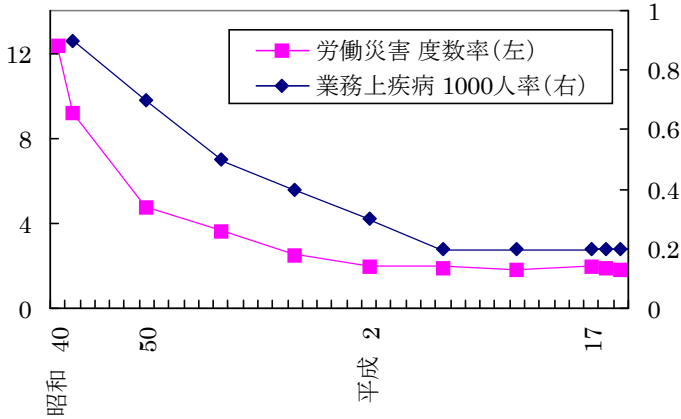


図 7-1 年次別労働災害・業務上疾病発生状況

度数率＝

労働災害による死傷者数（死亡災害及び休業 4 日以上）
 ÷ 延実労働時間数 × 1,000,000

疾病者数年 1000 人率＝

休業 4 日以上疾病者数 / 労働基準法適用労働者数 × 1000

この値は労働者数 5000 人の事業所で年 1 人程度の発生率であるから、中小企業では、確率的に年 1 件発生するかどうかという数字になる。一方、労働災害は 1000 人率ではなく 100 万労働時間当たりの死傷者数で示されている。近年度数率は 2 弱のところを横ばいである⁸⁾。100 万労働時間は、1 日 8 時間、年 250 日の労働日だとすると 500 人分の労働時間となる。従って、度数率 2 は労働者数 500 人前後の事業所で休業 4 日以上死傷災害が年 2 件くらい発生するような計算になる。年 2 件の休業 4 以上の死傷災害の発生は結構大きい値ではなからうか。

いずれにしても、近年の労働災害、業務上疾病の発生率は横ばい傾向であ

7. 労働衛生管理体制

る。これは「法の強制力」の効果がもはや限度に達しているということの現われでないか。とすれば、法をさらに強化するか、それとも別の方法を探るかということになる。「強制」されるのはおもしろくない。とすれば、頼るべきはわれわれの「自主的な活動」ではないか。則第 24 条の 2 にそのことが明記され、厚生労働大臣は、事業場における安全衛生の水準の向上を図ることを目的として事業者が一連の過程を定めて行う自主的活動を促進するため必要な指針を公表することができることとなった。これが厚生労働省版の安全衛生マネジメントシステムである。

日本で普及している安全衛生マネジメントシステムは複数あり、厚生労働省版、ILO 版および OHSAS 版の 3 種類がある。それぞれ多少言い回しが異なるが、内容は同等である。ILO 版は行政、使用者、労働者の 3 者の議論の上に成立した。

OHSAS 版は審査登録を目的とした使用規格であるが、厚生労働省版と ILO 版は指針（ガイドライン）であり、審査登録制度を意識したものではない。とは言っても、勝手に「規格を導入した」といわれてもその質が分からないので、厚生労働省版は中災防、ILO 版は産業医科大学が「認証」作業を行っている。

1) 厚生労働省版マネジメントシステム

労働安全衛生法第 28 条の 2 の規定で、事業者の行うべき調査等として建設物、設備、作業等の危険性または有害性等を調査し、その結果に基づいて必要な措置を講ずることが求められることになった。これに関連し、厚生労働省版の労働安全衛生マネジメントシステムにもそのことが明記された（指針 10 条）。厚生労働省版マネジメントシステムの項目を表 7-14 に示す。システム全体の枠組は図 7-2 に示す通りである。

表 7-14 自主的活動の促進のための指針（則第 24 条の 2）

1	安全衛生に関する方針の表明
2	法第二十八条の二第一項の危険性又は有害性等の調査及びその結果に基づき講ずる措置
3	安全衛生に関する目標の設定
4	安全衛生に関する計画の作成、実施、評価及び改善

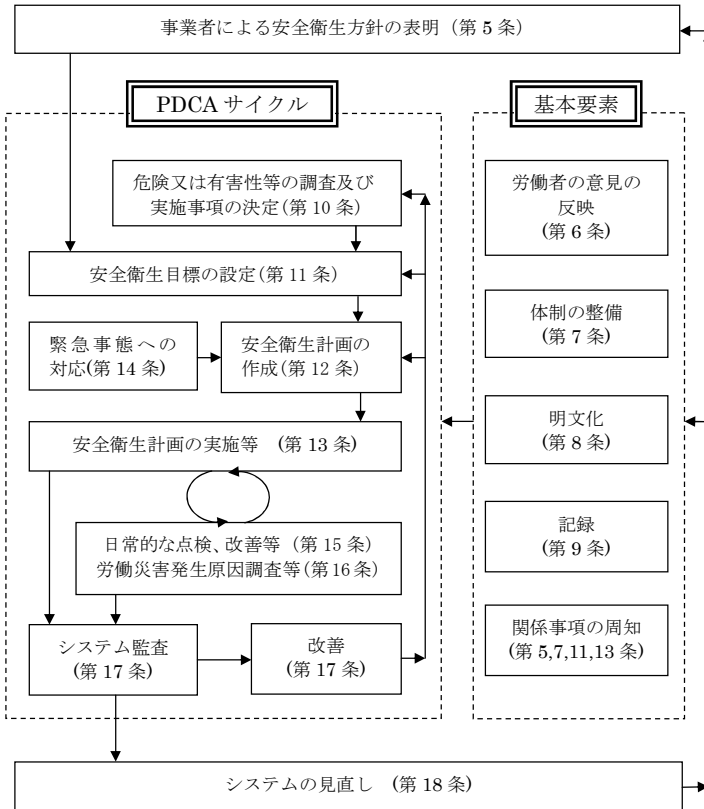


図 7-2 労働安全衛生マネジメントシステムの枠組み

2) リスクアセスメント

生産工程が多様化、複雑化し、あわせて、新たな機械設備や化学物質が導入されれば、事業場内の危険・有害要因の把握は一層困難となる。そのような状況に鑑み、事業者は、労働安全衛生法 28 条の 2 により、建設物、設備、作業等の危険性または有害性等を調査し、その結果に基づいて必要な措置を講ずるように努めなければならないこととなった。そのための指針も公表された^{9) 10)}。

7. 労働衛生管理体制

調査の時期については、労働安全衛生規則 24 条の 11 に定められており、表 7-15 のような時に危険性または有害性を調査しなければならない。

表 7-15 危険性または有害性の調査の時期（則 24 条の 11）

1	建設物を設置し、移転し、変更し、又は解体するとき。
2	設備、原材料等を新規に採用し、又は変更するとき。
3	作業方法又は作業手順を新規に採用し、又は変更するとき。
4	前三号に掲げるもののほか、建設物、設備、原材料、ガス、蒸気、粉じん等による、又は作業行動その他業務に起因する危険性又は有害性等について変化が生じ、又は生ずるおそれがあるとき。

なお、ホルムアルデヒド取り扱い作業場で局所排気装置が十分能力を発揮されていないくて、労働者がホルムアルデヒドの暴露を受けている場合などは、まずは局所排気装置の稼働状況の点検から行うべきである。その後、より暴露を少なくするためのリスクアセスメントを行うべきであろう。また、エチレンオキシドやホルムアルデヒドの場合は尿中代謝産物を測定する生物学的モニタリングが確立していないので分かりにくいですが、例えば、有機溶剤のトルエンなどを取り扱う職場では作業環境測定結果が第一管理区分であっても、尿中代謝産物である馬尿酸濃度が区分 2 以上の労働者が出現することがある。それは、限度以上の暴露を受けているであろうことの証拠となる。

つまり、最低限、法で義務付けられた基本的な対策を講じ、その上で除ききれていない危険性・有害性を特定する、すなわちリスクアセスメントすることに意味があるといいたい。

3) ホルムアルデヒドのリスクアセスメント実施規則例

以下、厚生労働省指針¹⁰⁾ および通達¹¹⁾ に基づいて「ホルムアルデヒドリスクアセスメント実施規則(例)」を作ってみたので参考に供する。この(例)は指針および通達文の「化学物質」を「ホルムアルデヒド」に変えてそのまま取り入れ、および多少改変して作成したものである。読者におかれては、必要部分だけを取り入れて、あるいは改変して独自規則を作っていただきたい。

ホルムアルデヒド等リスクアセスメント実施規則（例）

RA1 目的

この規則は、労働安全衛生法第 28 条の 2 第 2 項の規定に基づき、ホルムアルデヒドおよびホルムアルデヒドを含有する製剤（以下、「ホルムアルデヒド等」という）で労働者の危険または健康障害を生ずるおそれのあるものによる危険性または有害性等の調査（リスクアセスメント）を実施し、その結果に基づいて労働者の危険または健康障害を防止するため必要な措置が当院において適切かつ有効に実施されるよう、その基本的な考え方および実施事項について定め、当院による自主的な安全衛生活動への取組を促進することを目的とするものである。

RA2 適用範囲

この規則は、ホルムアルデヒド等の取扱い、貯蔵、運搬等で労働者に危険または健康障害を生ずるおそれのあるものによる危険性または有害性であつて、労働者の就業に係るすべてのものに適用する。

RA3 用語の定義及び実施事項**(1) 用語の定義**

- 1) 危険又は有害要因（ハザード）：潜在的な危害又は損傷の源、もしくはは危害又は損傷の可能性のある状況
- 2) リスク：危害の重大性と危害が発生する可能性を組み合わせたもの
- 3) リスクアセスメント：リスク分析とリスク評価のすべてのプロセスで、次の 3 つの基本段階を含む。
 - a) 危険有害要因の抽出及び特定
 - b) それぞれの危険有害要因からのリスクの見積もり
 - c) リスクが合理的に実現可能なレベルまで低減しているか否かの決定
- 4) 危害：人の受ける物理的傷害もしくは健康障害

(2) 実施事項

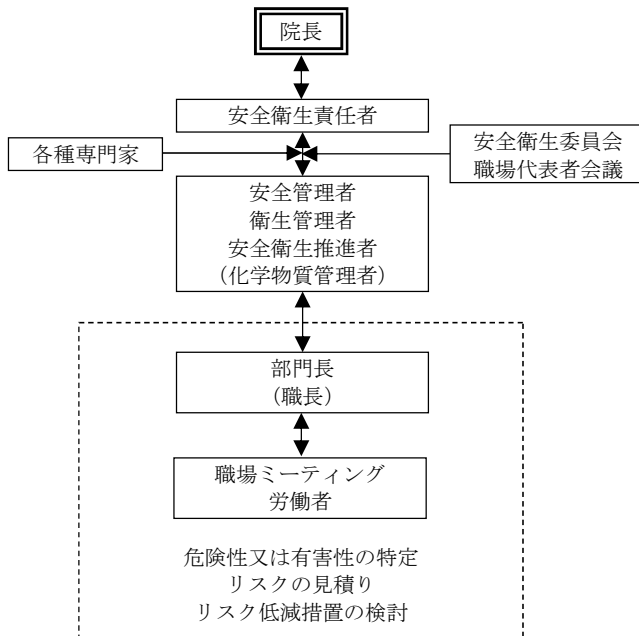
当院は、危険性または有害性の調査およびその結果に基づく措置（以下「調査等」という）として、次に掲げる事項を実施する。

- 1) ホルムアルデヒド等による危険性又は有害性の特定

7. 労働衛生管理体制

- 2) 1) により特定されたホルムアルデヒド等による危険性又は有害性によって生ずるおそれのある負傷または疾病の重篤度及び発生する可能性の度合（以下「リスク」という。）の見積り
- 3) 2) の見積りに基づくリスクを低減するための優先度の設定及びリスクを低減するための措置（以下「リスク低減措置」という。）内容の検討
- 4) 3) の優先度に対応したリスク低減措置の実施

RA4 実施体制等



RA 図1 リスクアセスメント実施体制

- (1) 院長は、図1および表1に掲げる体制で調査等を実施する。
- (2) 院長は、(1) で定める者に対し、調査等を実施するために必要な教育を実施する。

RA 表 1 リスクアセスメントにおける各級管理者等の責任と権限、役割

職位	責任と権限、役割
院長	安全衛生責任者にリスクアセスメントを指示し、リスク低減措置を決定し、実施させる。
安全衛生責任者（事業の実施を統括管理する者から選任する）	リスクアセスメントを統括管理する。 安全衛生委員会を主催し、リスクアセスメントの実施内容を審議・決定する
安全管理者 衛生管理者 安全衛生推進者	安全衛生責任者の指示の下でリスクアセスメントの実務を管理する。部門長と協力して安全衛生委員会に提出するリスクアセスメントの基礎資料を作成する。
（化学物質管理者）	化学物質等の適切な管理について必要な能力を有する者のうちから選任する。化学物質管理者は、安全管理者、衛生管理者の下で調査等に関する技術的業務を行う。
部門長（職長）	労働者の協力を得て情報収集、危険性又は有害性要因の特定、リスクの見積り、リスク低減措置の検討を行う。安全管理者、衛生管理者と協力して安全衛生委員会へ提出するリスクアセスメントの基礎資料を作成する。
労働者	部門長・職長へ協力する。
安全衛生委員会	部門長（職長）から提案されたリスクアセスメント資料を審議する。
専門家（社内、社外）	リスクアセスメントに必要な専門知識を提供する。

RA5 実施時期

(1) 当院は、次の 1) から 4) に掲げる作業等の時期に調査等を行う。

- 1) ホルムアルデヒド等に係る建設物を設置し、移転し、変更し、又は解体するとき。
- 2) ホルムアルデヒド等に係る設備を新規に採用し、又は変更するとき。
- 3) ホルムアルデヒド等である原材料を新規に採用し、又は変更するとき。
- 4) その他、次に掲げる場合等、事業場におけるリスクに変化が生じ、又は生ずるおそれのあるとき。

a) ホルムアルデヒド等に係る労働災害が発生した場合であって、過去の調査等の内容に問題がある場合

b) ホルムアルデヒド等による危険性または有害性等に係る新たな知

7. 労働衛生管理体制

見を得たとき。

c) 前回の調査等から一定の期間が経過し、ホルムアルデヒド等に係る機械設備等の経年による劣化、労働者の入れ替わり等に伴う労働者の安全衛生に係る知識経験の変化、院外における類似作業で発生した災害など、従前は想定していなかったリスクが明らかになる等新たな安全衛生に係る知見の集積等があった場合

d) 地震等により、建設物等に被害が出た場合、もしくは被害が出ているおそれがある場合

(2) 院長は、(1) の 1) から 4) に掲げる作業を開始する前に、リスク低減措置を実施することが必要であることに留意する。

(3) 院長は、(1) の 1) から 4) に係る計画を策定するときは、その計画を策定するときにおいても調査等を実施することが望ましい。

RA6 対象の選定

院長は、次により調査等の実施対象を選定する。

(1) 当院におけるすべてのホルムアルデヒド等による危険性または有害性等を調査等の対象とする。

(2) 次のような場合で、ホルムアルデヒド等による危険性または有害性による負傷または疾病の発生が合理的に予見可能であるものは、調査等の対象とする。

- 1) 過去にホルムアルデヒド等による労働災害が発生した作業
- 2) ホルムアルデヒド等による危険または健康障害のおそれがある事象が発生した作業
- 3) ヒヤリハット事例
- 4) 労働者が日常不安を感じている作業
- 5) 過去に事故のあった設備等を使用する作業
- 6) 操作が複雑なホルムアルデヒド等に係る機械設備等の操作

RA7 情報の入手

(1) 院長は、調査等の実施に当たり、次に掲げる資料等を入手し、その情

7. 労働衛生管理体制

報を活用する。入手に当たっては、現場の実態を踏まえ、定常的な作業に係る資料等のみならず、非定常作業に係る資料等も含める。

- 1) ホルムアルデヒド等安全データシート（MSDS）、仕様書等、ホルムアルデヒド等に係る機械設備等に係る危険性又は有害性に関する情報
- 2) ホルムアルデヒド等に係る作業標準、作業手順書、操作説明書等
- 3) ホルムアルデヒド等に係る機械設備等のレイアウト等、作業の周辺の環境に関する情報
- 4) 作業環境測定結果、健康診断結果等
- 5) 混在作業におけるホルムアルデヒド等による危険性又は有害性等、複数の事業者が同一の場所で作業を実施する状況に関する情報
- 6) 災害事例、災害統計、事業場内の災害事例、災害の統計・発生傾向分析、ヒヤリハット、トラブルの記録、労働者が日常不安を感じている作業等の情報、また、同業他社、関連業界の災害事例等
- 7) その他、調査等の実施に当たり参考となる資料等

(2) 院長は、情報の入手に当たり、次に掲げる事項に留意する。

- 1) 新たなホルムアルデヒド等を外部から取得等しようとする場合には、当該ホルムアルデヒド等を譲渡し、又は提供する者から、当該ホルムアルデヒド等に係る化学物質等安全データシート（MSDS）を入手する。
- 2) ホルムアルデヒド等に係る新たな機械設備等を外部から導入しようとする場合には、当該機械設備等のメーカーに対し、当該設備等の設計・製造段階において調査等を実施することを求め、その結果を入手する。
- 3) ホルムアルデヒド等に係る機械設備等の使用又は改造等を行う場合に、自らが当該機械設備等の管理権限を有しないときは、管理権限を有する者等が実施した当該機械設備等に対する調査等の結果を入手する。
- 4) 複数の事業者が同一の場所で作業する場合には、混在作業におけるホルムアルデヒド等による労働災害を防止するために元方事業者が実施した調査等の結果を入手する。
- 5) ホルムアルデヒド等にばく露するおそれがある場所等、ホルムアルデヒド等による危険性または有害性等がある場所において、複数の事業者が作業を行う場合には、元方事業者が実施した当該場所に関する調査等の結果を入手する。

7. 労働衛生管理体制

RA8 危険性または有害性の特定

(1) 院長は、ホルムアルデヒド等について、当該作業の手順を書き出した上で、それぞれの段階ごとに調査等の対象を特定する。その際、国際連合から勧告として公表された「化学品の分類及び表示に関する世界調和システム（GHS）」（以下「GHS」という。）で示されている危険性又は有害性の分類（RA表2）等に則して、各作業における危険性又は有害性を特定する。

なお、院長が、設備、作業等に応じて定めた独自の分類がある場合には、それを用いることも差し支えない。

RA表2 化学品の分類及び表示に関する世界調和システム（GHS）
で示されている危険性又は有害性の分類

1 危険性	2 有害性
(1) 火薬類	(1) 急性毒性
(2) 引火性／可燃性ガス	(2) 皮膚腐食性／刺激性
(3) 引火性エアゾール	(3) 眼に対する重篤な損傷性／眼刺激性
(4) 酸化性ガス	(4) 呼吸器感作性又は皮膚感作性
(5) 高压ガス	(5) 生殖細胞変異原性
(6) 引火性液体	(6) 発がん性
(7) 可燃性固体	(7) 生殖毒性体
(8) 自己反応性化学物質	(8) 特定標的臓器／全身毒性－単回ばく露
(9) 自然発火性液体	(9) 特定標的臓器／全身毒性－反復ばく露
(10) 自然発火性固体	
(11) 自己発熱性化学物質	
(12) 水反応可燃性化学物質	
(13) 酸化性液体	
(14) 酸化性固体	
(15) 有機過酸化物	
(16) 金属腐食性物質	

(2) 院長は、(1) のホルムアルデヒド等による危険性又は有害性の特定に当たり、単調作業の連続による集中力の欠如や、深夜労働による居眠り等労働者の疲労の危険性または有害性への付加的影響を考慮する。

RA9 リスクの見積り

(1) 院長は、リスク低減の優先度を決定するため、次に掲げる方法により、ホルムアルデヒド等による危険性又は有害性により発生するおそれのある負

傷又は疾病の重篤度及びそれらの発生の可能性の度合をそれぞれ考慮して、リスクを見積もる。

方法：負傷又は疾病の重篤度とそれらが発生する可能性の度合を相対的に尺度化し、それらを縦軸と横軸とし、あらかじめ重篤度及び可能性の度合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
(RA 表 3、RA 表 4、RA 表 5、RA 表 6)

(2) 院長は、ホルムアルデヒド等による疾病については、(1) にかかわらず、ホルムアルデヒド等の有害性の度合及びばく露の量のそれぞれを考慮して次の方法により見積もることができる。

方法：調査の対象としたホルムアルデヒド等への労働者のばく露濃度等を測定し、測定結果をホルムアルデヒドのばく露限界（日本産業衛生学会の「許容濃度」等）と比較する方法。その結果、ばく露濃度等がばく露限界を下回る場合は、リスクは、許容範囲内であるものとする。(RA 図 2)

RA 表 3 負傷又は疾病の重篤度

1	致命的	死亡災害や身体の一部に永久損傷を伴うもの
2	重大	休業災害（1 か月以上のもの）、一度に多数の被災者を伴うもの
3	中程度	休業災害（1 か月未満のもの）、一度に複数の被災者を伴うもの
4	軽度	不休災害やかすり傷程度のもの

RA 表 4 負傷又は疾病の可能性の度合

1	可能性が極めて高い	日常的に長時間行われる作業に伴うもので回避困難なもの
2	可能性が比較的高い	日常的に行われる作業に伴うもので回避可能なもの
3	可能性がある	非定常的な作業に伴うもので回避可能なもの
4	可能性がほとんどない	まれにしか行われない作業に伴うもので回避可能なもの

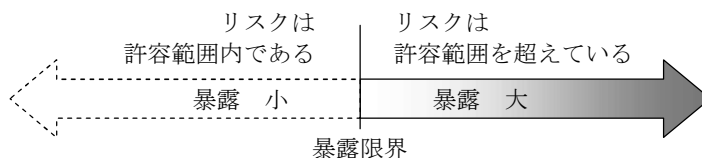
RA 表 5 リスクの見積表

負傷または疾病の重篤度		致命的	重大	中程度	軽度
発生可能性の度合い	極めて高い	5	5	4	4
	比較的高い	5	4	3	3
	可能性あり	4	3	2	1
	ほとんどない	4	3	1	1

7. 労働衛生管理体制

RA 表 6 リスクレベルとリスク低減優先度

リスクレベル	優先度	
4-5	高	直ちにリスク低減措置講ずる必要がある。 措置を講ずるまで作業停止する必要がある。 十分な経営資源を投入する必要がある。
2-3	中	速やかにリスク低減措置を講ずる必要がある。 措置を講ずるまで使用しないことが望ましい。 優先的に経営資源を投入する必要がある。
1	低	必要に応じてリスク低減措置を実施する。



RA 図 2 暴露限界が設定されている化学物質のリスクの評価

(3) 院長は、(1) の負傷若しくは疾病の発生の可能性の度合又は (2) の労働者のばく露濃度の評価を行うに際して次の事項を把握し、活用する。ただし、9) の事項については、当該情報を有する場合に限る。

- 1) ホルムアルデヒド等の性状
- 2) ホルムアルデヒド等の取扱量
- 3) ホルムアルデヒド等の取り扱いに係る作業の内容
- 4) ホルムアルデヒド等の取り扱いに係る作業の条件及び関連設備の状況
- 5) ホルムアルデヒド等の取り扱いに係る作業への人員配置の状況
- 6) 作業時間
- 7) 換気設備の設置状況
- 8) 保護具の使用状況
- 9) ホルムアルデヒド等に係る既存の作業環境中の濃度若しくはばく露濃度の測定結果又は生物学的モニタリング結果

(4) 院長は、院内のホルムアルデヒド等についての(1)又は(2)の見積りを、GHSで示されている危険性又は有害性の分類等に則して行う。

また、その際、次に掲げる事項を考慮する。

- 1) 安全装置の設置、立入禁止措置、排気・換気装置の設置その他の労働災害防止のための機能又は方策(以下「安全衛生機能等」という。)の信頼性及び維持能力
- 2) 安全衛生機能等を無効化する又は無視する可能性
- 3) 作業手順の逸脱、操作ミスその他の予見可能な意図的・非意図的な誤使用又は危険行動の可能性
- 4) 有害性が立証されていない場合でも、一定の根拠がある場合は、その根拠に基づき、有害性が存在すると仮定して見積もるよう努める。

(5) 院長は、(1)の見積りに当たり、次に掲げる事項に留意する。

- 1) 予想される負傷又は疾病の対象者及び内容を明確に予測する。
- 2) 過去に実際に発生した負傷又は疾病の重篤度ではなく、最悪の状況を想定した最も重篤な負傷又は疾病の重篤度を見積もる。
- 3) 負傷又は疾病の重篤度は、傷害や疾病等の種類にかかわらず、共通の尺度を使うことが望ましいことから、基本的に、負傷又は疾病による休業日数等を尺度として使用する。

RA10 リスク低減措置の検討及び実施

(1) 院長は、法令に定められた事項がある場合にはそれを必ず実施するとともに、次に掲げる優先順位でリスク低減措置内容を検討の上、実施する。

- 1) 危険性若しくは有害性が高いホルムアルデヒド等の使用の中止又は危険性若しくは有害性のより低い物への代替
- 2) 化学反応のプロセス等の運転条件の変更、取り扱うホルムアルデヒド等の形状の変更等による、負傷が生ずる可能性の度合又はばく露の程度の低減
- 3) ホルムアルデヒド等に係る機械設備等の防爆構造化、安全装置の二重化等の工学的対策又はホルムアルデヒド等に係る機械設備等の密閉化、局所排気装置の設置等の衛生工学的対策
- 4) マニュアルの整備等の管理的対策
- 5) 個人用保護具の使用

7. 労働衛生管理体制

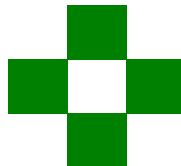
(2) (1) の検討に当たっては、リスク低減に要する負担がリスク低減による労働災害防止効果と比較して大幅に大きく、両者に著しい不均衡が発生する場合であって、措置を講ずることを求めることが著しく合理性を欠くと考えられるときを除き、可能な限り高い優先順位のリスク低減措置を実施する必要がある。

(3) なお、死亡、後遺障害又は重篤な疾病をもたらすおそれのあるリスクに対して、適切なリスク低減措置の実施に時間を要する場合は、暫定的な措置を直ちに講ずる。

RA11 記録

事業者は、次に掲げる事項を記録する。

- (1) 調査した化学物質等
- (2) 洗い出した作業又は工程
- (3) 特定した危険性又は有害性
- (4) 見積もったリスク
- (5) 設定したリスク低減措置の優先度
- (6) 実施したリスク低減措置の内容



8. 災害事例

厚生労働省が発表している平成 17 年から平成 19 年のエチレンオキシド、ホルムアルデヒドに関係した 4 件の災害事例について考察する。コメントは厚生労働省のものではなく、天野のコメントであるのでお間違えのないように。

資料は次のところから得た。

厚生労働省 「化学物質による災害発生事例について」
<http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei10/index.html>

(事例 1)

◆発生年月 平成 17 年 5 月	◆業種 医療保健業	◆原因物質 エチレンオキシド ◆中毒 1 名
◆発生状況 被災者は、消毒済みの手術道具を取り出すため滅菌器のエアレーション（洗浄作業）を行ったが、滅菌器のエアレーションが不十分だったため、滅菌器内の手術道具を取り出した際に、器内に残留していたエチレンオキシドを吸入したもの。		
◆発生原因 設備の点検整備不十分 作業主任者未選任 作業手順の不備		

◆コメント

●発生原因の「設備の点検整備不十分」ということは、装置が正常に作動しなかったのだろうか。滅菌装置の前面には圧力計、温度計、タイマー等の表示装置がついている。圧力、温度、時間は滅菌の質を左右するし、事例のように滅菌終了後の作業環境にも影響を与える。作業者は、エチレンオキシドを使った滅菌の原理を理解したうえで、圧力、温度、時間を設定する意味を正しく理解しておくことが重要である。

●「作業手順の不備」も原因に挙げられているが、エアレーションが不十分だったということは、作業手順に

- 1) エアレーション時間が記載されていなかった
- 2) 時間の記載はあったが、そもそもそれが十分ではなかった
- 3) 手順で決まった時間のエアレーションをしなかった

8. 災害事例

ことが考えられる。1) もしくは2) が原因だとすれば、おそらくこの作業者は頻回にわたってエチレンオキシドに暴露されていたに違いない。3) が原因だとすればたまたまこの一例だけかも知れない。

●再発防止対策は次のとおり

1) 滅菌の原理（圧力、温度、時間の関係）を理解する。これがないと、立派な作業手順があってもその重要性（意味）、滅菌装置の作動状況が理解できない。

2) 作業者は滅菌中、あるいはエアレーション中の計器の動きをチラチラと確認する。装置は故障する。それをモニターしているのが上述の滅菌器前面の圧力計、温度計、タイマーである。この動きが滅菌の原理どおり作動しているかどうか経過をチェックする。この「経過」が重要である

3) そもそも滅菌装置メーカー指定のエアレーション時間で十分かどうか、自ら釜内の残留エチレンオキシドの濃度を測定する。測定は検知管を使えば簡単である。法令上もこの方法でよいが、どこをどのように計るかはエチレンオキシドの物理化学的性質と作業場の換気の状態に影響される。残留濃度は、釜内の滅菌物の多さにも影響される。残留濃度は滅菌物が少なければ相対的に少なくなる。

4) その上で、職場会議を開き滅菌作業に関連する労働衛生教育、作業手順のチェック等を行う。

（事例 2）

◆発生年月 平成 18 年 8 月	◆業種 一般診療所 (産婦人科医院)	◆原因物質 エチレンオキシド ◆中毒 2 名
◆発生状況 手術準備室において、医療機器販売業者の作業員が室内に設置している（エチレンオキシドのガスボンベを新品に交換する作業を行っていたところ、作業に慣れていない作業員が、誤った栓を開放したため、ボンベ内のガスが漏れたもの。		
◆発生原因 作業主任者選任せず 作業標準作成せず 有害な場所への関係者以外の立入禁止措置未措置 呼吸用保護具不着用 安全衛生教育不十分		

◆コメント

●発生原因に「作業主任者選任せず」とあるが、産婦人科医院の作業主任者なのか？医療機器販売業者の作業主任者なのか？厚生労働省の解釈例規（労働調査会「安衛法便覧 平成 19 年度版」p.1796）に「作業主任者は、作業が行われる現場において、労働者の指揮、保護具の使用状況の監視等の職務

を遂行しなければならない」とある。従って、医療機器販売業者の作業主任者が作業に慣れていない「現場」の作業員を指揮しなければならないことになる。

●新入社員が作業に当たる場合は「作業が行われる現場」に必ず作業主任者が同行しなければならない。これは人員配置の面で大変なことだ。特化物を取り扱う作業者は作業主任者になるための技能講習を受けよう。

(事例 3)

◆発生年月	◆業種	◆原因物質	ホルムアルデヒド
平成 19 年 3 月	医療保健業	◆中毒 1 名	
◆発生状況	病院の医療検査物の回収業務において、運搬車両内に残留していたホルムアルデヒドを吸入し、急性ホルムアルデヒド中毒となった。		
◆発生原因	作業標準未作成 安全衛生教育不十分		

◆コメント

●作業状況がよくわからないが、運搬車両内にどうしてホルムアルデヒドが残留していたのが問題であろう。検査物を開放状態の収納容器に入れていたのであると思われる。ホルムアルデヒドは気体であり、その溶液からもホルムアルデヒドが気化して発生することから、収納容器の密閉性を確認しておく必要がある。

(事例 4)

◆発生年月	◆業種	◆原因物質	ホルムアルデヒド
平成 19 年 5 月	医療保健業	◆中毒 (大量漏洩) 4 名	
◆発生状況	病院処置室において、ホルムアルデヒド液タンクから保存容器にホルムアルデヒドを移し替える際、廊下に液体がこぼれた。これをビニール製の前掛け、側面は顔面と密着しない構造の簡易ゴーグルを着用して、紙にホルマリン液を吸収させ、紙はビニール袋に入れて焼却処分し、廊下の換気を行っていたところ、目に炎症を起こし、ホルムアルデヒド中毒となった。		
◆発生原因	不適切な保護具の使用 安全衛生教育不十分		

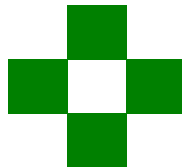
◆コメント

●発生原因に記載されていないが、直接的な原因は、ホルムアルデヒドをタンクから保存容器に移し変える際の「漏洩」事故である。この移し変え作業を行う際に、有害物を取り扱うのに必要な注意が払われていたかどうかが問

8. 災害事例

題である。作業場の換気、作業場所の広さ・障害物の有無、容器の大きさ・安定性、漏斗等の移し変える際の小道具の有無、等安全に作業が行えるような配慮が必要である。

●床面に広がったホルムアルデヒド溶液からは気体のホルムアルデヒドが発生しやすくなる。簡易型のゴーグルやマスクでは気体となったホルムアルデヒドは容易に眼や呼吸器の粘膜層に到達し刺激を与える。従って、そのようなホルムアルデヒドの物理化学的性質に対応したゴーグル、呼吸用保護具を備えておく必要がある。



9. 参考資料

(1) IARC の発がん性評価：エチレンオキシド

ここで紹介した IARC の文書は天野が訳したもので、オーソライズされたものではない。訳しづらいところは意識したり、あるいは誤訳もあるかとは思いますが、読者におかれてはそのことをご承知の上利用していただきたい。

文献：

<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol60/volume60.pdf>

5. 報告されたデータの総括と評価

5.1 暴露データ

エチレンオキシドは 1900 年代の初期から生産されており、当初はエチレンクロロヒドリンをアルカリと反応させて生産していたが、最近ではエチレンの触媒的酸化で生産するのが一般的である。エチレンオキシドはエチレングリコール、グリコールエーテル、非イオン性界面活性剤、その他の工業的化学品物質の中間体として利用されている。医療機関での医療器具やサプライの滅菌、工業的に、及び微生物の燻蒸消毒に少量用いられているが、最も高い職業的暴露が測定されるのはそのような場面で使用されているときである。

5.2 人に対する発癌データ

エチレンオキシド暴露の疫学的研究ではもっとも頻繁に報告されている関連はリンパ性及び血液学的な癌である。調査対象はエチレンオキシドを滅菌剤として使用しているグループ及び製造・利用しているグループの二つに分かれる。一般的に、滅菌に関係している人々はそれ以外の人よりも職業的暴露を受けにくい。

滅菌作業者の研究で、最も大きく最も情報が多いのはアメリカ合衆国で行われたものである。全般的には、リンパ性及び血液学的な発癌はわずかに上昇しているだけであるが、エチレンオキシドへの推定蓄積暴露量との関連で、特にリンパ性の白血病と非ホジキン性のリンパ腫が有意な傾向を示している。

9. 参考資料

1 ppm で 45 年以上働いた人々にリンパ性及び血液性の癌が 1.2 倍の多さで発生している。滅菌作業者に関係したその他の三つの研究(スウェーデン 2、英国 1) では、リンパ性及び血液学的な癌の発生に有意な増加は認められていない。

アメリカ合衆国の二つの工場でエチレンオキシドに暴露された化学労働者の研究では、リンパ性及び血液学的な癌による死亡率は増加したが、その増加は、時折低レベルのエチレンオキシドに暴露されていた小グループに限られていた。その他の六つの化学工場(スウェーデン 2、英国 1、イタリア 1、アメリカ合衆国 1、ドイツ 1)の研究ではほとんど死亡率の上昇はなかった。そのうちの 4 つは、リンパ性及び血液学的な癌の増加があり(うち、二つは有意)、二つでそのような腫瘍の数がコントロールされるべき数値であると考えられた。

交絡的な職業性暴露の可能性があるために、化学労働者の研究からの肯定的な知見はより少ない重みが与えられるべきである。しかし、それでもなお、その研究は、滅菌作業者に見られたリンパ性及び血液学的な癌の、小さいが一貫性のある増加と相互に互換である。

エチレンオキシドに暴露された労働者の疫学的研究のいくつかでは胃がんの増加の危険を示している。それは、スウェーデンの研究のたった一つで有意な結果が出ている。

5.3 動物への発癌データ

エチレンオキシドの発がん性に対する研究は、一つの実験はラットに経口的に投与して行われ、二つはマウスに吸入して行われ、二つはラットに吸入して行われた。また、一つの実験では、マウスに皮膚塗布及び皮下注射して行われた。

ラットに胃内挿管で行われた実験では、前胃部に腫瘍ができ、それは主として扁平上皮癌であった。マウスに対する一つの研究ではエチレンオキシドの吸入実験で、雌雄に肺胞 / 細気管支の肺腫瘍、ハーダー腺腫瘍、そして雌に子宮腺癌、乳癌悪性リンパ腫の増加がみられた。A 系列マウスの肺腫瘍の生物学的研究ではエチレンオキシドの吸入でマウス一匹あたりの肺腺癌の数が増加した。一つの系のラットに吸入暴露を行った二つの実験では、エチレンオキシドは雌雄ともに単核白血球白血病と脳腫瘍を増加させ、睾丸部の膜中皮腫、および雄の皮下線維腫を増加させた。エチレンオキシドは皮下注射によりマウスに局所的な肉腫を発生させた。マウスへの皮膚塗布試験では、研究方法に制限があったが、皮膚腫瘍は観察されなかった。

5.4 その他の関連データ

吸入されたエチレンオキシドは容易に人やラットに取り入れられ、水溶性のエチレンオキシド溶液は人の皮膚を通過する。エチレンオキシドはラットの体内に均一に分布する。その半減期は、人で14分から3.3時間、ラットで6分と推定されている。ラットへ5ppmで暴露すると血中レベルが60ng/gでほぼ一定になる。ラットからエチレンオキシドの体全体の排出は一次の関数で記述される。エチレンオキシドは主として尿からチオエーテルとして排泄される。高濃度暴露の場合は、チオエーテルの割合が減少しエチレングリコールの割合が増加する。ラットはマウスよりもエチレンオキシドをグルタチオンとかなりの程度結合させるが、ウサギはこの結合反応を示さない。

エチレンオキシドはラットやウサギに対して150ppmの吸入暴露までは催奇形性を示さない。マウスに対しては皮下注入で催奇形性を示したという研究が一つある。驚くべきことに、妊娠中のマウスに1200ppmという高濃度のエチレンオキシドを短時間吸入暴露した場合、催奇形性を示した。このことはエチレンオキシドが受精体に直接作用することを示す。

エチレンオキシドは人及び実験動物にたんぱく質付加体、実験動物にDNA付加体を形成する。ヘモグロビン付加物は生物学的暴露指標として使われている。それは、暴露された労働者のヘモグロビン中のN末端ヒドロキシエチルバリンと4ヶ月間の蓄積的暴露との間に有意な相関があるからである。形成されたヒドロキシエチルバリン付加体は、1時間1ppmの暴露でヘモグロビン1g当たり3.5pmolであった。ヒドロキシエチルヒスチジンが高い割合で形成されている。ヒドロキシエチルヘモグロビン付加体はエチレンオキシド暴露歴のない人にも見出されている。ラット及びマウスにおいては、33ppm以上の高濃度の単一暴露でヘモグロビン及びDNAとの付加体が多数発生している。7-ヒドロキシエチルグアニンは定量的で最も重要なDNA付加体である。その半減期はマウス及びラットの組織で1.0から6.9日の間を変化する。

病院や工場の滅菌部門及びエチレンオキシドの製造・加工工場でエチレンオキシドに暴露された労働者の研究は、一貫して、末梢血リンパ球の染色体の損傷を示している。染色体異常を示したものが14研究中11、姉妹染色分体交換を示したものが23研究中20、小核をを示したものが8研究中3、突然変異を示したものが1研究あった。ある研究では小核は暴露労働者の骨髄で発生していた。一般に、損傷の程度は暴露濃度と期間に相関している。姉妹染色分体交換は、染色体異常や小核のどちらよりもエチレンオキシドの暴露により敏感に誘発していた。ある研究では、暴露を中止して2年後に末梢血リンパ球の染色体異常が観察され、姉妹染色分体交換は暴露中止して6ヵ月後に観察された。

9. 参考資料

染色体異常と姉妹染色体分体交換はエチレンオキシドに暴露されたカニクイザルに誘発した。げっ歯類に対しても遺伝子突然変異、特異的遺伝子座の突然変異、姉妹染色体分体交換、染色体異常、小核、優勢致死突然変異、遺伝的転座がみられた。エチレンオキシドは人の細胞に対しても不定期 DNA 合成、遺伝子突然変異、姉妹染色体分体交換を誘発し、げっ歯類の細胞にも遺伝子突然変異、小核、染色体異常、細胞形質転換誘発した。

非哺乳動物でも類似の遺伝的及び関連した影響が観察された。

5.5 評価

エチレンオキシドの人への発癌性は証拠に限界がある。

エチレンオキシドの実験動物への発癌性は証拠が十分にある。

総合的な評価を行うためにワーキンググループは以下の支持的な証拠を考慮した。エチレンオキシドはアルキル化剤として直接的に振る舞い、それは

- (i) 暴露された労働者の末梢白血球で染色体異常、姉妹染色体分体交換、骨髄細胞で小核を、敏感に一貫して作用量に応じて増加させる。
- (ii) 人と実験動物の両方のリンパ球及び血液組織の悪性化に関連している。
- (iii) 暴露労働者のヘモグロビン付加体の増加を暴露量に応じて増加させ、げっ歯類へは DNA 付加体及びヘモグロビン付加体の両方の数を暴露量に応じて増加させる。
- (iv) げっ歯類の生殖接合細胞で遺伝子突然変異及び遺伝性転座を誘発し、そして、
- (v) 全ての系統発生レベルで強力な突然変異原であり、かつ染色体異常発生源である。

総合的評価

エチレンオキシドが人へ発がん性がある（グループ 1）。

同義語

Dihydrooxirene	EtO
Dimethylene oxide	ETO
1,2-Epoxyethane	Oxacyclopropane
Epoxyethane	Oxane
Ethene oxide	Oxidoethane

Last updated 08/26/1997

(2) IARC の発がん性評価：ホルムアルデヒド

文献：

<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol88/mono88.pdf>

1) 暴露データ

ホルムアルデヒドはエタノールを触媒で気相酸化することによって製造される。ホルムアルデヒドはフェノール樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、ポリエステル樹脂の製造原料として使われている。フェノール樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂は粘着剤、結合剤として木材製品、パルプ、紙、人造鉱物繊維産業において、可塑剤、コーティング剤製造において、また、織物の仕上げに広く使われている。ポリエステル樹脂はプラスチックの製造に使われている。ホルムアルデヒドは 1,4-butanediol、4,4'-methylenediphenyl diisocyanate、pentaerythritol、hexamethylenetetramine 製造の中間物としても広く使われている。

ホルムアルデヒドの水溶液（ホルマリン）は消毒剤、防腐剤としても多方面で使われている。

職業的暴露としては、最も高い連続暴露例（2-5ppm、2.5-6.1mg/m³）が家具や木材の床のニス塗装作業、織物の仕上げ作業、衣服産業、毛皮処理作業、板紙工場のある工程、鋳物作業で観察されている。短期間暴露だが高い濃度の暴露例（3 ppm 以上、3.7mg/m³ 以上）が死体防腐処理作業、病理学者、紙取り扱い作業に観察されている。低濃度の暴露例が人造鉱物繊維、研磨剤、ゴムの製造作業、ホルムアルデヒド製造作業で観察されている。低濃度から高濃度までの広い範囲の暴露例が樹脂およびプラスチック製造業で観察されている。

ホルムアルデヒドは生活環境中に自然生成物としても存在する。また、非職業的暴露源として自動車の排気ガス、木材の小片を接着剤と混合し熱圧成型したパーティクルボードおよび同様の建材、カーペット、塗料、ニス（つやだし）、食品、料理、たばこの煙、消毒剤などがある。

大気中のホルムアルデヒドは、郊外では一般的に 0.001mg・m³ 以下で、都市部でも 0.02mg・m³ 以下である。室内レベルは典型的には 0.02-0.06mg/m³ である。「mobile home」で 0.5mg/m³ 以上の濃度が観察されたことがあるが、1980 年代以降改善された。

2) ヒトへの発がん性

a) 鼻咽頭がん

アメリカ合衆国の人口に比較して統計的に有意な鼻咽頭がんの過剰死亡が観察された。ピーク濃度、累積濃度ともに暴露-応答関係は統計的に有意であった。アメリカの死体防腐処理作業者のコホート研究、デンマークのホルムアルデヒドを使用または製造した会社の労働者のがん発生率で鼻咽頭がんの過剰死亡が観察されている。

9. 参考資料

結論として、ワーキンググループはアメリカの産業労働者の調査がホルムアルデヒドが鼻咽頭がんをヒトへ発生させるに十分な疫学的証拠を提供するものとして採用した。

b) 白血病

死体防腐処理作業員、葬儀屋、病理学者、解剖学者にホルムアルデヒド暴露による白血病の過剰死亡が観察されている。そのうちいくつかの研究では骨髄性の白血病が主体だと報告している。解剖学者、病理学者および葬儀労働者の白血病はウイルス暴露によると説明されたことがあったが、現時点ではこれらの職業の人々が一般人口に比べてウイルス感染頻度が高いという直接的な証拠はないし、ウイルスが骨髄性白血病との因果関係に一定の役割を演じているとの証拠もない。

最近まで上述の職業的な労働者に見出された結果とそれが無いアメリカ産業労働者の結果は矛盾しているように見えた。しかし、最近アメリカの産業労働者に対するコホート研究では、ホルムアルデヒドのピーク濃度と白血病の死亡率との間に統計的に有意な暴露-応答関係が観察された。この関係は、解剖学者や死体防腐処理作業員にも観察されていた骨髄性白血病について特に強かった。しかし、アメリカの産業労働者の白血病死亡率は一般人口を対照人口とした期待値より低かった。白血病は社会経済状態と関係していることが分かっており、アメリカの産業労働者はそれが低い傾向にある。従って、アメリカ産業労働者のコホートの過剰な白血病はそのバイアスによって説明される可能性もある。また、この研究は累積暴露との関係も示していない。

アメリカのホルムアルデヒドに暴露された繊維労働者にも白血病の過剰死亡が見出されている。小さくかつ統計的に有意ではないが全コホートで一般人口の死亡率に比較して過剰死亡が観察されている。この過剰死亡は、産業労働者や医学専門家、死体防腐処理作業員に観察された骨髄性白血病について幾分強固である。この過剰死亡は、ホルムアルデヒド暴露が最も高いと思われる研究当初の時期から長期間にわたり暴露され観察されてきた労働者もより強固であった。この所見は、ホルムアルデヒド暴露が白血病と因果的に実際関係しているであろうことと矛盾しない。繊維労働者の種々のサブグループで観察された正の因果関係は比較的少ない死亡数に基づいているので統計的には不安定である。

イギリスの産業労働者に対する研究では過剰死亡は認められていない。このイギリスの研究からするとアメリカの繊維労働者や産業労働者の研究結果と医学等専門家への研究結果を一致させるのは難しい。この専門家への研究は白血病の過剰死亡を検出するには適度な標本数と十分長い観察期間をもった質の高いものであった。しかし、イギリスの研究はピーク濃度の評価がなされておらず、特に、アメリカの繊維労働者や産業労働者、および医学的専門家や葬儀労働者に最も強く観察された骨髄性白血病の危険も検討されていない。

結論的には、白血病とホルムアルデヒドへの職業的暴露との間には強い因

果関係が認められるが、証拠が十分ではない。

c) 鼻腔がん

ホルムアルデヒド暴露と鼻腔がんの関連についての調査は6つの患者対照研究がある。このうち4つは12の患者対照研究から得られた職業を比較解析している。既知の職業的交絡要因を補正した上でホルムアルデヒド暴露による腺がんの危険増加が男女とも認められている。累積暴露に関しても量一反応関係が観察されている。扁平上皮癌については二つの患者対照研究のうち一つに正の関連が認められているが、関連性を示す証拠はほとんどない。デンマークの産業労働者のがん発生割合の調査では扁平上皮癌の増加危険が示されている。

これらの正の関連性に反して、アメリカの産業労働者や衣服労働者、あるいはイギリスの化学労働者のコホート研究では鼻腔がんによる過剰死亡は見出されていない。

鼻腔がんに関するほとんどの疫学調査は鼻 *nose* に発生した腫瘍と鼻腔 *nasal sinuses* に発生した腫瘍を区別していない。このように、鼻腔がんのリスクに対するどんな影響も、特に鼻腔の癌に対して影響がない場合、薄められている傾向があり、特に統計的検出力が小さいコホートの場合その検出がマスクされている。しかし、患者対照研究とコホート研究の間の明らかな不一致は過去の木材粉じん暴露による残余の交絡をも反映しているかも知れない。患者対照研究におけるほとんどすべてのホルムアルデヒド被曝者は、特に扁平上皮癌の相対危険が高い木材粉じんへも暴露されている。

このように、ホルムアルデヒドが鼻腔癌の原因となるという限定的な疫学的証拠しかない。

d) その他の部位の癌

口腔、口、下咽頭、すい臓、喉頭、肺、脳を含むその他の部位のがんに対してホルムアルデヒドが関連しているという多くの報告がある。しかし、ワーキンググループは、疫学的証拠の全体的なバランスはその他の部位に対するホルムアルデヒドの原因的役割を支持していないと考えた。

3) 動物への発がん性データ

ラットへホルムアルデヒドを吸入投与したいくつかの研究は鼻腔へ扁平上皮癌を誘発するという証拠を示している。同様な研究でハムスターには発がん性の証拠は得られておらず、またマウスに対しても影響が示されていない。

ラットの飲料水へホルムアルデヒドを含ませた4つの実験がある。一つの実験ではオスのラットの前胃部乳頭腫の発生の増加が示されている。雌雄のラットに対する2番目の実験では雌ラットに消化管平滑筋肉腫の発生率の増加しており、雌雄のラットは **combined** していた。雌雄のラットに対する3番目の実験は、雄ラットに悪性腫瘍が発生した数、リンパ腫・白血病および精巢間質性細胞線種の発生率が増加していた。4番目の実験では否定的な結

9. 参考資料

果であった。

皮膚にホルムアルデヒドを 7,12-dimethylbenz[a]anthracene を併用して塗布したものはマウスの皮膚腫瘍の潜伏期を減少させた。ラットにホルムアルデヒドと N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine を飲料水に混ぜて投与した実験では腺胃の腺癌発生率を増加させた。ハムスターへのホルムアルデヒド吸入実験では N-nitrosodiethylamine の皮下注射で誘発された気管腫瘍の多重度を増加させた。

4) その他の関連データ

a) 毒性動力学、代謝

ヒトの血液中の内因性ホルムアルデヒドの濃度は約 2-3mg/L で、サルやラットも同様な濃度である。ヒト、サル、ラットにホルムアルデヒドを吸入投与してもこの濃度は変わらない。職業的にホルムアルデヒドに暴露されていない人の尿中蟻酸塩濃度は 12.5mg/L で同じヒトでもあるいは他の人との間でもかなり変動する。3 週間にわたり 0.5ppm (0.6mg/m³) のホルムアルデヒドをヒトへ暴露した後の尿中蟻酸濃度は変化しなかった。吸入したホルムアルデヒドは 90%以上が上部気道で吸収される。ラットではほとんどが鼻道で吸収され、サルでも鼻咽頭、気管、大気管支近傍で吸収される。吸収されたホルムアルデヒドは酸化されて蟻酸および二酸化炭素となり、あるいはテトラヒドロ葉酸塩依存一炭素合成経路を経て生物学的高分子へ組み込まれる。ホルムアルデヒドのラット血漿中の半減期は約 1 分である。¹⁴C で標識化されたホルムアルデヒドを暴露されたラットは約 40%が呼気中の炭酸ガスとして排泄され、17%が尿中へ、5%が糞へ排泄さ、35-39%が組織、体部へ残る。¹⁴C 標識化ホルムアルデヒド水溶液を皮膚へ塗布した場合は、げっ歯類では投与量の約 7%、サルでは 0.2%が尿中へ排泄される。経口投与では 12 時間以内に ¹⁴C 標識化ホルムアルデヒドの 40%が呼気中の炭酸ガス、10%が尿へ、1%が糞中へ排出される。

b) ヒトへの毒性

ヒトがホルムアルデヒドを吸入したときの健康影響を評価した研究は多数ある。ほとんどが過敏性をもたない人への研究で、持続的な目、鼻、のどの刺激があることを示している。その症状は 0.5ppm 以下ではほとんど起こらず、濃度が高くなると症状も多くなる。過敏化していないヒトへの 3ppm (3.7mg/m³) までのホルムアルデヒドは暴露は喘息を誘発する可能性が小さい。

0.5mg/m³ ホルムアルデヒドの暴露の後、鼻洗浄法による研究では好酸球数の増加と蛋白の滲出が示されている。気管支誘発試験では少数の労働者にホルムアルデヒドによる職業性喘息の発生が確認されている。そのメカニズムは、その反応がしばしば遅延し無症状の潜伏期があり、ホルムアルデヒドに暴露されていない喘息患者は同じ濃度に反応しないことから、おそらく過敏性のものであろう。呼気に臭いを感じるに十分なレベルのホルムアルデヒド

に2時間暴露された労働者の肺炎の症例が一つ報告されている。高濃度のホルムアルデヒドはおそらく刺激メカニズムによる喘息用反応を引き起こす。ホルムアルデヒドは接触皮膚炎の最も一般的な原因物質であり、皮膚への感作物質として振舞うと考えられる。

c) 動物への毒性

ホルムアルデヒドは軽い炎症から重篤な潰瘍まで引き起こす刺激物質として資料がよく整っている物質である。それは、濃度および部位に特異な様式で上部気道系へ直接的な毒性を及ぼす。ホルムアルデヒドが、高濃度の経口投与後前胃部へ刺激を引き起こしうるという証拠がある。ホルムアルデヒドはまた、げっ歯類の呼吸数を減少させる知覚刺激性物質である。呼吸抑制はマウスの方がラットより感受性がより高い。この呼吸抑制はホルムアルデヒドの刺激作用による三叉神経の刺激という二次的なものだと考えられる。ホルムアルデヒドはまた一過性の気管支収縮による肺機能亢進を引き起こす。それはまた、**type IV T-cell mediated hypersensitivity reaction** を経由して皮膚接触感作性物質としてふるまう。ホルムアルデヒドは血液学的な影響は引き起こさない。

d) 試験管内毒性

ホルムアルデヒドは細胞培養で量依存性毒性を発揮する。細胞毒性はグルタチオンの損失、Ca²⁺恒常性の変化、ミトコンドリア機能の障害に関連している。グルタチオンを含むチオール、アルコール脱水素酵素 3 は防衛的に振舞う。

e) 生殖、発生への影響

ホルムアルデヒドへの職業的暴露の生殖への影響について直接的間接的に評価した 11 の疫学的研究がある。自然流産、先天性奇形、出生時体重、不妊、子宮内膜症が検討されている。ホルムアルデヒドに職業的に暴露された女性の高率の自然流産と低出生時体重について矛盾する報告がある。動物モデルでの吸入暴露実験で妊娠と胎児の発生について検討されている。母体へ毒性を発揮する量より低い暴露では明確な影響は示されていない。

f) 遺伝および関連影響

多重試験管内モデル、暴露を受けたヒトおよび実験動物についてホルムアルデヒドに遺伝毒性があるという証拠がある。ヒトについての研究では、ホルムアルデヒドの暴露を受けた労働者に DNA-蛋白交叉結合が増加することを示した。このことは実験室での研究では一貫性があり、吸入されたホルムアルデヒドがラットおよびサルの鼻粘膜に反復的に DNA-蛋白交叉結合を誘発する。一つの研究は、ホルムアルデヒドの吸入で細胞遺伝的異常がラットの骨髄で発生したことを報告しているが、他の研究では骨髄への影響は報告されていない。

9. 参考資料

g) メカニズムについての考察

現時点でのデータは遺伝毒性と細胞毒性が鼻組織に対してホルムアルデヒドの発がん性に重要な役割を演じていることを示している。DNA-蛋白交叉結合は遺伝毒性の強力なマーカーである。DNA-蛋白交叉結合の濃度-応答曲線は二相性で、Fisher344 系ラットではホルムアルデヒド 2-3ppm (2.4-3.7mg/m³) の濃度で傾きが大きくなる。同様な結果は赤毛サルでも観察されているが、量-反応関係はやや悪い。ホルムアルデヒドの遺伝毒性効果を大きくするように見える細胞増殖はホルムアルデヒド濃度約 6ppm (7.4mg/m³) でかなり増加し、これ以上の濃度でラットの鼻道に悪性の障害の発生が著しく増加する。

循環幹細胞への染色体異常誘発による障害等、ヒトの白血病の誘発についていくつかのメカニズムが考えられる。ワーキンググループは、ヒトの急性骨髄性白血病の発生をシミュレートする良好なげっ歯類のモデルを知らない。ゆえに、現時点で使えるデータに基づくと、ヒトの急性骨髄性白血病の誘発メカニズムを特定することは不可能である。

5) 評価

ホルムアルデヒドの発がん性についてヒトに対して十分な証拠がある。

ホルムアルデヒドの発がん性について実験動物に対して十分な証拠がある。

総合評価

ホルムアルデヒドはヒトへの発がん性を有する（グループ 1）。

(3) 許容濃度等の性格および利用上の注意

日本産業衛生学会許容濃度等に関する委員会
産業衛生学雑誌 50(5), 157, 2008

●許容濃度等の性格および利用上の注意

1. 許容濃度等は、労働衛生についての十分な知識と経験をもった人々が利用すべきものである。
2. 許容濃度等は、許容濃度等を設定するに当たって考慮された曝露時間、労働強度を越えている場合には適用できない。
3. 許容濃度等は、産業における経験、人および動物についての実験的研究から得られた多様な知見に基礎をおいており、許容濃度等の設定に用いられた情報の量と質は必ずしも同等のものではない。
4. 許容濃度等を決定する場合に考慮された生体影響の種類は物質等によって異なり、ある種のものでは、明瞭な健康障害に、また他のものでは、不快、刺激、中枢神経抑制などの生体影響に根拠が求められている。従って、許容濃度等の数値は、単純に、毒性の強さの相対的比較の尺度として用いてはならない。
5. 人の有害物質等への感受性は個人毎に異なるので、許容濃度等以下の曝露であっても、不快、既存の健康異常の悪化、あるいは職業病の発生を防止できない場合がありうる。
6. 許容濃度等は、安全と危険の明らかな境界を示したものと考えるはならない。従って、労働者に何らかの健康異常がみられた場合に、許容濃度等を越えたことのみを理由として、その物質等による健康障害と判断してはならない。また逆に、許容濃度等を越えていないことのみを理由として、その物質等による健康障害ではないと判断してはならない。
7. 許容濃度等の数値を、労働の場以外での環境要因の許容限界値として用いてはならない。
8. 許容濃度等は、有害物質等および労働条件の健康影響に関する知識の増加、情報の蓄積、新しい物質の使用などに応じて改訂・追加されるべきである。
9. 許容濃度等の勧告をより良いものにするために、個々の許容濃度等に対する科学的根拠に基づいた意見が、各方面から提案されることが望ましい。
10. 許容濃度等の勧告を転載・引用する場合には、誤解・誤用を避けるために、「許容濃度等の性格および使用上の注意」および「化学物質の許容濃度」や「生物学的許容値」等に記述してある定義等も、同時に転載・引用することを求める。

●化学物質の許容濃度 定義

許容濃度とは、労働者が1日8時間、週間40時間程度、肉体的に激しくない労働強度で有害物質に曝露される場合に、当該有害物質の平均曝露濃度

9. 参考資料

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い影響が見られないと判断される濃度である。曝露時間が短い、あるいは労働強度が弱い場合でも、許容濃度を越える曝露は避けるべきである。なお、曝露濃度とは、呼吸保護具を装着していない状態で、労働者が作業中に吸入するであろう空気中の当該物質の濃度である。労働時間が、作業内容、作業場所、あるいは曝露の程度に従って、いくつかの部分に分割され、それぞれの部分における平均曝露濃度あるいはその推定値がわかっている場合には、それらに時間の重みをかけた平均値をもって、全体の平均曝露濃度あるいはその推定値とすることができる。

最大許容濃度とは、作業中のどの時間をとっても曝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い影響が見られないと判断される濃度である。一部の物質の許容濃度を最大許容濃度として勧告する理由は、その物質の毒性が、短時間で発現する刺激、中枢神経抑制等の生体影響を主とするためである。最大許容濃度を超える瞬間的な曝露があるかどうかを判断するための測定は、厳密には非常に困難である。実際には最大曝露濃度を含むと考えられる 5 分程度までの短時間の測定によって得られる最大の値を考えればよい。

(4) 許容濃度の暫定値 (2007 年度) の提案理由 —ホルムアルデヒド HCHO (日本産業衛生学会許容濃度等に関する委員会 産業衛生学雑誌 49(4), 175-181, 2007) (抄)

「ホルムアルデヒドでは、発がん性を主体としたユニットリスクの設定は量反応関係が明確でなく、刺激性を認めないレベル以下では悪性腫瘍の増加を認めた報告はないことから、一般の中毒影響をもつ物質と同様の許容濃度を提案した。」

(5) 作業環境測定基準（抄）

作業環境測定基準

昭和五一・四・二二 労働省告示第四六号

改正 平成一九・一二・二八 厚生労働省告示第四三六号

（粉じんの濃度等の測定）

第二条 労働安全衛生法施行令（昭和四十七年政令第三百十八号。以下「令」という。）第二十一条第一号の屋内作業場における空気中の土石、岩石、鉱物、金属又は炭素の粉じんの濃度の測定は、次に定めるところによらなければならない。

一 測定点は、単位作業場所（当該作業場の区域のうち労働者の作業中の行動範囲、有害物の分布等の状況等に基づき定められる作業環境測定のために必要な区域をいう。以下同じ。）の床面上に六メートル以下の等間隔で引いた縦の線と横の線との交点の床上五十センチメートル以上百五十センチメートル以下の位置（設備等があつて測定が著しく困難な位置を除く。）とすること。ただし、単位作業場所における空気中の土石、岩石、鉱物、金属又は炭素の粉じんの濃度がほぼ均一であることが明らかなきときは、測定点に係る交点は、当該単位作業場所の床面上に六メートルを超える等間隔で引いた縦の線と横の線との交点とすることができる。

一の二 前号の規定にかかわらず、同号の規定により測定点が五に満たないこととなる場合にあつても、測定点は、単位作業場所について五以上とすること。ただし、単位作業場所が著しく狭い場合であつて、当該単位作業場所における空気中の土石、岩石、鉱物、金属又は炭素の粉じんの濃度がほぼ均一であることが明らかなきときは、この限りでない。

二 前二号の測定は、作業が定期的に行われている時間に行うこと。

二の二 土石、岩石、鉱物、金属又は炭素の粉じんの発散源に近接する場所において作業が行われる単位作業場所にあつては、前三号に定める測定のほか、当該作業が行われる時間のうち、空気中の土石、岩石、鉱物、金属又は炭素の粉じんの濃度が最も高くなると思われる時間に、当該作業が行われる位置において測定を行うこと。

三 一の測定点における試料空気の採取時間は、十分間以上の継続した時間とすること。ただし、相対濃度指示方法による測定については、この限りでない。

（中略）

（特定化学物質の濃度の測定）

第十条 令第二十一条第七号に掲げる作業場（石綿等（令第六条第二十三号に規定する石綿等をいう。以下同じ。）を取り扱い、又は試験研究のため製造する屋内作業場を除く。）における空気中の令別表第三第一号1から7までに

9. 参考資料

掲げる物又は同表第二号1から36までに掲げる物の濃度の測定は、別表第一の上欄に掲げる物の種類に応じて、それぞれ同表の中欄に掲げる試料採取方法又はこれと同等以上の性能を有する試料採取方法及び同表の下欄に掲げる分析方法又はこれと同等以上の性能を有する分析方法によらなければならない。

2 前項の規定にかかわらず、空気中の次に掲げる物の濃度の測定は、検知管方式による測定機器を用いる方法によることができる。ただし、空気中の次の各号のいずれかに掲げる物の濃度を測定する場合において、当該物以外の物が測定値に影響を及ぼすおそれのあるときは、この限りでない。

- 一 アクリロニトリル
- 二 エチレンオキシド
- 三 塩化ビニル
- 四 塩素
- 五 シアン化水素
- 六 弗化水素
- 七 ベンゼン
- 八 ホルムアルデヒド
- 九 硫化水素

3 前二項の規定にかかわらず、前項各号に掲げる物について、特定化学物質障害予防規則（昭和四十七年労働省令第三十九号）第三十六条の二第一項の規定による測定結果の評価が二年以上行われ、その間、当該評価の結果、第一管理区分に区分されることが継続した単位作業場所については、所轄労働基準監督署長の許可を受けた場合には、当該特定化学物質の濃度の測定は、検知管方式による測定機器を用いる方法によることができる。この場合において、当該単位作業場所における一以上の測定点において第一項に掲げる方法を同時に行うものとする。

4 第二条第一項第一号から第三号までの規定は、前三項に規定する測定について準用する。この場合において、同条第一項第一号、第一号の二及び第二号の二中「土石、岩石、鉱物、金属又は炭素の粉じん」とあるのは、「令別表第三第一号1から7までに掲げる物又は同表第二号1から36までに掲げる物」と、同項第三号ただし書中「相対濃度指示方法」とあるのは「直接捕集方法又は検知管方式による測定機器を用いる方法」と読み替えるものとする。

5 第二条第四項から第七項までの規定は、第三項の許可について準用する。

別表第一（第十条関係）

物の種類	試料採取方法	分析方法
エチレンオキシド	固体捕集	ガスクロマトグラフ法
ホルムアルデヒド	固体捕集方法	高速液体クロマトグラフ

(6) 作業環境評価基準（抄）

作業環境評価基準

昭和六三・九・一 労働省告示第七九号

改正 平成一九・一二・二八 厚生労働省告示第四三七号

（測定結果の評価）

第二条 労働安全衛生法第六十五条の二第一項の作業環境測定の結果の評価は、単位作業場所（作業環境測定基準（昭和五十一年労働省告示第四十六号）第二条第一項第一号に規定する単位作業場所をいう。以下同じ。）ごとに、次の各号に掲げる場合に依り、それぞれ当該各号の表の下欄に掲げるところにより、第一管理区分から第三管理区分までに区分することにより行うものとする。

一 A測定（作業環境測定基準第二条第一項第一号から第二号までの規定により行う測定（作業環境測定基準第十条第四項、第十条の二第二項、第十一条第二項及び第十三条第四項において準用する場合を含む。）をいう。以下同じ。）のみを行った場合(表)

管理区分	評価値と測定対象物に係る別表に掲げる管理濃度との比較の結果
第一管理区分	第一評価値が管理濃度に満たない場合
第二管理区分	第一評価値が管理濃度以上であり、かつ、第二評価値が管理濃度以下である場合
第三管理区分	第二評価値が管理濃度を超える場合

二 A測定及びB測定（作業環境測定基準第二条第一項第二号の二の規定により行う測定（作業環境測定基準第十条第四項、第十条の二第二項、第十一条第二項及び第十三条第四項において準用する場合を含む。）をいう。以下同じ。）を行った場合(表)

管理区分	評価値又はB測定の測定値と測定対象物に係る別表に掲げる管理濃度との比較の結果
第一管理区分	第一評価値及びB測定の測定値（二以上の測定点においてB測定を実施した場合には、そのうちの最大値。以下同じ。）が管理濃度に満たない場合
第二管理区分	第二評価値が管理濃度以下であり、かつ、B測定の測定値が管理濃度の一・五倍以下である場合（第一管理区分に該当する場合を除く。）
第三管理区分	第二評価値が管理濃度を超える場合又はB測定の測定値が管理濃度の一・五倍を超える場合

9. 参考資料

2 測定対象物の濃度が当該測定で採用した試料採取方法及び分析方法によって求められる定量下限の値に満たない測定点がある単位作業場所にあつては、当該定量下限の値を当該測定点における測定値とみなして、前項の区分を行うものとする。

3 測定値が管理濃度の十分の一に満たない測定点がある単位作業場所にあつては、管理濃度の十分の一を当該測定点における測定値とみなして、第一項の区分を行うことができる。

4 労働安全衛生法施行令別表第六の二第一号から第四十七号までに掲げる有機溶剤を二種類以上含有する混合物に係る単位作業場所にあつては、測定点ごとに、次の式により計算して得た換算値を当該測定点における測定値とみなして、第一項の区分を行うものとする。この場合において、管理濃度に相当する値は、一とするものとする。

$$C = C1 / E1 + C2 / E2 \dots$$

この式において、C、C1、C2…及びE1、E2…は、それぞれ次の値を表すものとする。

C 換算値

C1、C2… 有機溶剤の種類ごとの測定値

E1、E2… 有機溶剤の種類ごとの管理濃度

(評価値の計算)

第三条 前条第一項の第一評価値及び第二評価値は、次の式により計算するものとする。

$$\log EA_1 = \log M_1 + 1.645 \sqrt{\log^2 \sigma_1 + 0.084}$$

$$\log EA_2 = \log M_1 + 1.151 (\log^2 \sigma_1 + 0.084)$$

これらの式において、EA1、M1、 σ_1 及びEA2は、それぞれ次の値を表すものとする。

EA1 第一評価値

M1 A測定の測定値の幾何平均値

σ_1 A測定の測定値の幾何標準偏差

EA2 第二評価値

2 前項の規定にかかわらず、連続する二作業日（連続する二作業日について測定を行うことができない

合理的な理由がある場合にあつては、必要最小限の間隔を空けた二作業日）に測定を行ったときは、第

一評価値及び第二評価値は、次の式により計算することができる。

$$\log EA_1 = \frac{1}{2} (\log M_1 + \log M_2) + 1.645 \sqrt{\frac{1}{2} (\log^2 \sigma_1 + \log^2 \sigma_2) + \frac{1}{2} (\log M_1 - \log M_2)^2}$$

$$\log EA_2 = \frac{1}{2} (\log M_1 + \log M_2) + 1.151 \left\{ \frac{1}{2} (\log^2 \sigma_1 + \log^2 \sigma_2) + \frac{1}{2} (\log M_1 - \log M_2)^2 \right\}$$

これらの式において、EA1、M1、M2、 $\sigma 1$ 、 $\sigma 2$ 及びEA2は、それぞれ次の値を表すものとする。

EA1 第一評価値

M1 一日目のA測定の測定値の幾何平均値

M2 二日目のA測定の測定値の幾何平均値

$\sigma 1$ 一日目のA測定の測定値の幾何標準偏差

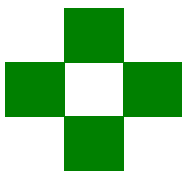
$\sigma 2$ 二日目のA測定の測定値の幾何標準偏差

EA2 第二評価値

別表（第二条関係）

物の種類	管理濃度
六 エチレンオキシド	— ppm
二十九の二 ホルムアルデヒド	○・— ppm
備考 この表の下欄の値は、温度二十五度、一気圧の空気中における濃度を示す。	

9. 參考資料



文 献

1. エチレンオキシド、ホルムアルデヒドの性質
 - 1) 産業衛生学雑誌 50(5), 157-182, 2008
 - 2) 作業環境改善研究会編著「作業環境改善事例集」第一法規
 - 3) 安全衛生情報センター GHS モデル MSDS 情報
http://www.jaish.gr.jp/user/anzen/kag/kag_main01.html
2. 労働衛生管理の基本
 - 1) Joint I.L.O./W.H.O. Committee on Industrial Hygiene Report, 1950
 - 2) Joint ILO/WHO Committee on Occupational Health (Twelfth Session, Geneva, 5-7 April 1995)
3. 作業環境管理
 - 1) 労働安全衛生法および同法施行令の施行について（昭和 47 年 9 月 18 日 基発第 602 号）
 - 2) 作業環境測定基準 昭和 51 年 4 月 22 日労働省告示 46 号
 - 3) 作業環境評価基準 昭和 63 年 9 月 1 日 労働省告示 7 号
 - 4) 労働安全衛生法施行令の一部を改正する政令及び労働安全衛生規則及び特定化学物質等障害予防規則の一部を改正する省令等の施行等について 平13年4月27日 基発第413号
 - 5) 厚生労働省安全衛生部環境改善室「局所排気装置の風量調節確認者テキスト」p.26 中災防 東京 1997
 - 6) 沼野雄志「やさしい局排設計教室」中央労働災害防止協会、東京、2005
 - 7) <http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei17/dl/17a.pdf>
 - 8) 「プッシュプル型換気装置の性能及び構造上の要件等について」昭和 54 年 12 月 26 日基発 645 号
 - 9) 辻克彦「局所換気と全体換気」労働衛生工学 p.3-11、41 号 2002 年
 - 10) 田中俊六、武田仁、足立哲夫、土屋喬雄「最新建築環境工学」井上書院、p.128、東京、1989
 - 11) 「安全衛生用語辞典」中災防 東京 2005
 - 12) 厚生労働省第 4 回管理濃度検討会資料 資料番号-17「抑制濃度と管理濃度との関係」
 - 13) 特定化学物質等障害予防規則の施行について 昭和 46 年 5 月 24 日 基発第 399 号
 - 14) 労働安全衛生法施行令の一部を改正する政令及び特定化学物質障害予

文献

防規則等の一部を改正する省令等の施行等について 平成 20 年 2 月 29 日 基発第 0229001 号

15) 特定化学物質障害予防規則の規定に基づく厚生労働大臣が定める性能 昭和 50 年 9 月 30 日 労働省告示第 75 号

16) 特定化学物質障害予防規則第 7 条第 2 項第 4 号及び第 50 条第 1 項第 8 号ホの厚生労働大臣が定める要件 平成 15 年 12 月 10 日 厚生労働省告示第 377 号

17) 特定化学物質等障害予防規則第 6 条第 1 項の規定による認定の基準及び同規則等の規定により設ける局所排気装置の性能の判定要領について 昭 58 年 7 月 18 日 基発第 383 号

18) 労働安全衛生法施行令の一部を改正する政令及び特定化学物質障害予防規則等の一部を改正する省令の施行に係る留意点について 基安発第 1119001 号 平成 20 年 11 月 19 日

4. 作業管理

1) 津村豊治、佐久間章行「作業研究」p.235 丸善 東京 1978

2) 労働安全衛生法施行令の一部を改正する政令及び労働安全衛生規則及び特定化学物質等障害予防規則の一部を改正する省令等の施行等について 平成 13 年 4 月 27 日 基発第 413 号

3) 労働安全衛生法第 57 条に基づく表示の具体的記載方法について 昭 47 年 9 月 29 日 基発第 634 号

4) 有機溶剤中毒予防規則第二十四条第二項の規定に基づき同条第一項の規定により掲示すべき事項の内容及び掲示方法を定める告示 昭和 47 年 9 月 30 日 労働省告示第 123 号

5) 特定化学物質等障害予防規則の一部を改正する省令の施行について 昭和 50 年 10 月 1 日 基発第 573 号

6) 石原康久 キーパンチャーの作業条件 狩野広之監修、産業心理学から見た労働と人間、p.265-286、誠信書房、東京、1965（労働科学研究所出版部、現代労働衛生ハンドブック、p.1184 から引用）を改変

7) 松村芳美「呼吸用保護具による個人暴露の低減」労働衛生工学 41 号 p.29-41、2002

8) 防じんマスクの選択、使用等について 平成 17 年 2 月 7 日 基発 0207006 号

9) 防毒マスクの選択、使用等について 平成 17 年 2 月 7 日 基発 0207007 号

10) 労働災害原因要素の分析 平成 16 年 製造業 第 18 表 不安全な状態別・不安全な行動別死傷者数（休業 4 日以上）

<http://www.jaish.gr.jp/user/anzen/tok/toukei01.html>

11) 厚生労働省安全衛生部安全課編「能力向上教育（初任時）用テキスト 安全管理者の実務」中災防 東京 2002

12) 人間工学用語研究会編、人間工学事典、日刊工業新聞社、東京、昭和

58年

13) ACGIH 物理的因子の TLV s 2004 (作業環境改善研究会編著、作業環境改善事例集、第一法規、東京より引用)

5. 健康管理

- 1) John M. Last 編、重松逸造他監訳 疫学辞典、日本公衆衛生協会、東京、1987
- 2) 天野松男「労働衛生管理の手引き 第3版」天野労働衛生コンサルタント事務所 北九州 2005
- 3) 労働者のメンタルヘルス対策に関する検討会「労働者のメンタルヘルス対策に関する検討会報告書」平成12年6月
- 4) Joseph J. Hurrell Jr., Margaret A. McLaney: Exposure to job stress – A new psychometric instrument. Scand. J. Work Environ. Health. 14: Suppl. 1, 27-28, 1988
- 5) 廣尚典：事業場の産業保健スタッフによるケアをどのように実施するか、産業医学ジャーナル、27(3),19-24, 2004、に追加
- 6) 保坂隆 心の危険信号 3 身体症状、こころの科学 106号、p.42-46,2002年11月
- 7) 欧州安全衛生機構ファクトシート22 (2002年5月22日)
<http://agency.osha.eu.int/publications/factsheets/22/en/index.htm>

6. 労働衛生教育

- 1) 労働災害の防止のための業務に従事する者に対する能力向上教育に関する指針 平成元年5月22日 公示第1号
- 2) 労働安全衛生法および同法施行令の施行について 昭和47年9月18日 基発第602号

7. 労働衛生管理体制

- 1) 労働安全衛生法および同法施行令の施行について 昭和47年9月18日 基発第602号
- 2) 労働安全衛生規則の施行について 昭和47年9月18日 基発第601号の1
- 3) 労働安全衛生規則の一部を改正する省令、ボイラー及び圧力容器安全規則の一部を改正する省令及び有機溶剤中毒予防規則等の一部を改正する省令の施行について(抄) 昭和63年9月16日 基発第602号
- 4) 特定化学物質等障害予防規則の施行について 昭和46年5月24日 基発第399号
- 5) 労働安全衛生法の一部を改正する法律の施行について 昭和63年9月16日 基発第601号の1
- 6) 昭和41年1月22日 基発第46号(労働調査会「安衛法便覧」平成19年度版)
- 7) 厚生労働省統計表データベースシステム 業務上疾病発生状況等調査

文献

第1表 業務上疾病発生状況（年次別）

<http://www.dbtk.mhlw.go.jp/toukei/kouhyo/data-rou30/jikei/jikei-01.xls>

8) 厚生労働省統計表データベースシステム 労働災害動向調査第1表 産業別労働災害度数率及び強度率

<http://www.dbtk.mhlw.go.jp/toukei/kouhyo/data-rou12/jikei/jikeiretu-01.xls>

9) 危険性又は有害性等の調査等に関する指針公示第1号 平成18年3月10日

10) 危険性又は有害性等の調査等に関する指針公示第2号 平成18年3月30日

11) 化学物質等による危険性又は有害性等の調査等に関する指針について 平成18年3月30日 基発第0330004号

8. 災害事例

資料出所：厚生労働省 「化学物質による災害発生事例について」

<http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei10/index.html>

9. 参考資料

1) <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol60/volume60.pdf>

2) <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol88/mono88.pdf>

3) 日本産業衛生学会許容濃度等に関する委員会「許容濃度等の性格および利用上の注意」 産業衛生学雑誌 50(5), 157, 2008

4) 日本産業衛生学会許容濃度等に関する委員会「許容濃度の暫定値（2007年度）の提案理由－ホルムアルデヒド HCHO－」 産業衛生学雑誌 49(4), 175-181, 2007

5) 作業環境測定基準 昭和51年4月22日 労働省告示第46号

6) 作業環境評価基準 昭和63年9月1日 労働省告示第七九号

なお、引用した法令・通達の原文は次のところから得た。

1) 総務省法令データ提供システム

<http://law.e-gov.go.jp/cgi-bin/idxsearch.cgi>

2) 厚生労働省法令等データベースシステム

<http://www.hourei.mhlw.go.jp/hourei/index.html>

3) 中災防安全衛生情報センター

<http://www.jaish.gr.jp/index.html>

4) 労働調査会「安衛法便覧」（平成19年度版）

エチレンオキシド・ホルムアルデヒド取り扱い作業の
労働衛生管理の手引き

発行 2009年1月31日
著者 天野松男
発行者 天野松男
発行所 天野労働衛生コンサルタント事務所
〒808-0103 北九州市若松区二島4-3-24
TEL / FAX : 093 - 701 - 1245
問い合わせ先 : mamano@qqmto.com
ホームページ : <http://www.qqmto.com/oh/>



エチレンオキシド・ホルムアルデヒド取り扱い作業の労働衛生管理の手引き
著者 天野松男 頒価 1,200 円

エチレンオキシド・ホルムアルデヒド取り扱い作業の労働衛生管理の手引き

天野松男著