

厚生労働省発表
平成19年4月6日

担 当	厚生労働省労働基準局安全衛生部 化学物質対策課長 平野 良雄 化学物質評価室長 春日 健二
	室長補佐 永野 和則 電話 03-5253-1111 内線5511 夜間直通 03-3502-6756

平成18年度化学物質による労働者の健康障害防止に係る
リスク評価検討会報告書及びそれに基づく行政措置について

化学物質による労働者の健康障害の防止について、国は、有害化学物質についてリスク評価を行い、健康障害発生のリスクが高い作業等については、リスクの程度等に応じて、特別規則による規制等を行うこととし、平成18年1月に労働安全衛生規則を改正し、新たに労働者の化学物質のばく露実態を把握するための有害物ばく露作業報告制度を創設しました。この報告の対象となる化学物質による労働者の健康に及ぼすリスクを専門的に評価・検討するため、平成18年9月から「化学物質による労働者の健康障害防止に係るリスク評価検討会」（座長：櫻井治彦中央労働災害防止協会労働衛生調査分析センター所長）を開催し、エピクロロヒドリン、塩化ベンジル、1,3-ブタジエン、ホルムアルデヒド及び硫酸ジエチルの5物質について、リスクの評価を行い、またそれに応じた対策の方向性について検討を行ってきました。

今般、本検討会の報告書が取りまとめられたので、別添1のとおり公表します。

厚生労働省においては、本報告書を踏まえ、関係政省令の整備を予定しており、既にアクションプログラムの手続きを開始したところです。

また、リスク評価を行った5物質について、速やかに本報告書を踏まえた対策を行うことを、別添2のとおり関係事業主団体等に対し要請しました。

—報告書の概要—

〔リスク評価の手法の概要〕

リスク評価に当たっては、労働安全衛生規則（昭和47年労働省令第32号）第95条の6に基づく有害物ばく露作業報告をもとに抽出した一定の作業場について、作業従事者に対する個人ばく露量の測定等を行い、これらの測定の結果を、日本産業衛生学会又はACGIH（米国産業衛生専門家会議）が勧告した許容濃度等（大多数の労働者がその濃度に毎日繰り返しばく露されながら働いても、その勤労生涯を通じて健康に悪影響を受けないと考えられる条件）を踏まえて設定した評価値と比較することにより行った。

〔リスク評価の結果と対策の方向性の概要〕

1 ホルムアルデヒドについて

塗装、配合、サンプリング等の作業について、評価値を超える個人ばく露量が測定された。このため、事業者は、設備の密閉化又は局所排気装置若しくはプッシュプル型換気装置の設置、作業環境測定の実施等を行うべきである。国は、そのための労働安全衛生関係法令の整備（労働安全衛生法施行令別表第3の第2類物質とすること）を検討すべきである。

また、ホルムアルデヒドが原因で、まれにヒトに対して鼻咽頭がんが見られるとの指摘があることから、国は、一般健康診断を年に2回実施する等の措置を事業者が徹底するよう、引き続き指導すべきである。

2 1, 3-ブタジエンについて

1, 3-ブタジエンの製造工程及び合成ゴム製造工程におけるサンプリング、保守、点検、分解、組み立て、修理等の作業において、評価値を超える個人ばく露量が測定された。このため、事業者はこれらの作業における設備の密閉化又は呼吸用保護具の使用等を行うべきであり、国は、そのための労働安全衛生関係法令の整備を検討すべきである。

3 硫酸ジエチルについて

硫酸ジエチルを、樹脂の製造工程における触媒として使用する混合、攪拌、混練、加熱等の作業において、評価値を超える個人ばく露量が測定された。このため、事業者はこれらの作業における設備の密閉化又は局所排気装置若しくはプッシュプル型換気装置の設置を行うべきであり、国は、そのための労働安全衛生関係法令の整備を検討すべきである。

4 エピクロロヒドリンについて

評価値を超える個人ばく露量は測定されなかったが、有害性の高い物質であるため、事業者は、既に労働安全衛生関係法令に定められている労働者の健康障害を予防するための措置を徹底するべきである。国は、そのための指導を引き続き行うべきである。

5 塩化ベンジルについて

評価値を超える個人ばく露量は測定されなかったが、有害性の高い物質であるため、事業者は、既に労働安全衛生関係法令に定められている労働者の健康障害を予防するための措置を徹底するべきである。国は、そのための指導を引き続き行うべきである。

5 物質の主な性状、有害性情報及び用途の例

物質名 (CAS No)	主な別名	主な性状	主な有害性情報	用途の例
エピクロロヒドリン (106-89-8)	エピクロルヒドリン	無色液体 比重 1.2 沸点 115.2°C	発がん性 (IARC: 2A)、 眼に対する重篤な損傷性/ 刺激性、特定標的臓器/全身 毒性 (単回・反復ばく露) 等	エポキシ樹脂、合成グリセリン、グリシジルメタクリレート、界面活性剤、イオン交換樹脂などの原料、繊維処理剤、溶剤、可塑剤、安定剤、殺虫殺菌剤、医薬品原料
塩化ベンジル (100-44-7)	ベンジルクロリド、ベンジルクロライド	無色液体 比重 1.1 沸点 179.3°C	発がん性 (IARC: 2A)、 眼に対する重篤な損傷性/ 刺激性、特定標的臓器/全身 毒性 (単回・反復ばく露) 等	有機合成原料 (N,N-ジメチルアニリン、m-ジメチルアミノフェノール、キナルジン、イソキノリン、ピロガロール、ベンジルアルコール、塩化ベンザルコニウム)、染料原料 (マラカイトグリーン、ローダミン、キノリンレッド、アリザリンイエローA)、合成タンニン原料、写真現像液、ガソリン重合物生成防止剤
1, 3-ブタジエン (106-99-0)		気体 比重 0.6 沸点 -4.4°C	発がん性 (IARC: 2A)、 特定標的臓器/全身毒性 (反 復ばく露) 等	合成ゴムの原料 (SBR、NBR等)、ABS樹脂、ナイロン66の原料
ホルムアルデヒド (50-00-0)	ホルマリン (ホルムアルデヒド水溶液)	気体 沸点 -19.2°C	発がん性 (IARC: 1)、 皮膚腐食性/刺激性、特定標 的臓器/全身毒性 (単回・反 復ばく露) 等	石炭酸系・尿素系・メラミン系合成樹脂原料、ポリアセタール樹脂原料、界面活性剤、農薬、塗料、接着剤、メッキ液、消毒剤、防腐剤、燻蒸剤、その他有機合成原料、脱臭剤
硫酸ジエチル (64-67-5)	ジエチル硫酸	無色液体 比重 1.2 沸点 209°C	発がん性 (IARC: 2A)、 皮膚腐食性/刺激性等	エチル化剤 (染料原料、医薬品原料、農薬原料等)、ファインケミカル工業での使用

別添 1

平成18年度
化学物質による労働者の健康障害
防止に係るリスク評価検討会
報告書

平成19年3月

目次

1	はじめに	1
(1)	経緯	1
(2)	検討会参集者名簿	2
(3)	開催経過	2
2	リスク評価の手法	3
(1)	リスク評価手法の概要	3
(2)	リスク評価手法の詳細	3
3	リスク評価対象物質	8
(1)	選定の考え方	8
(2)	選定物質	8
4	リスク評価結果	9
(1)	エピクロロヒドリン	9
(2)	塩化ベンジル	12
(3)	1,3-ブタジエン	15
(4)	ホルムアルデヒド	18
(5)	硫酸ジエチル	23
5	まとめ	26

(参考資料)

参考1-1	有害性総合評価表 (エピクロロヒドリン)	28
参考1-2	有害性総合評価表 (塩化ベンジル)	32
参考1-3	有害性総合評価表 (1,3-ブタジエン)	36
参考1-4	有害性総合評価表 (ホルムアルデヒド)	39
参考1-5	有害性総合評価表 (硫酸ジエチル)	44
参考2-1	ばく露作業報告集計表 (エピクロロヒドリン)	46
参考2-2	ばく露作業報告集計表 (塩化ベンジル)	47
参考2-3	ばく露作業報告集計表 (1,3-ブタジエン)	48
参考2-4	ばく露作業報告集計表 (ホルムアルデヒド)	49
参考2-5	ばく露作業報告集計表 (硫酸ジエチル)	51

1 はじめに

(1) 経緯

職場における化学物質は、その種類が多様で、かつ、化学物質を取り扱う作業も多岐にわたる中で、化学物質による職業性疾病の発生は依然として後を絶たない状況にあること等を踏まえ、平成16年5月に「職場における労働者の健康確保のための化学物質管理のあり方検討会報告書」が取りまとめられた。同報告書は、化学物質の管理は、事業者が自ら当該物質の有害性等と労働者の当該物質へのばく露レベルに応じて生ずる健康障害の可能性及び程度について評価（リスク評価）を行い、必要な措置を講ずる自律的な管理が基本であるとしている。同時に、中小企業等では自律的な化学物質管理が十分でないこと等を考慮して、国自らも必要に応じてリスク評価を行い、健康障害発生のリスクが特に高い作業等については、製造等の禁止、特別規則による規制を行うなどの国によるリスク管理が必要であり、また、国によるリスク評価を可能とするためには、事業場における労働者の作業内容、作業従事労働者数、作業環境等のばく露関係情報を収集し、提供する仕組みが必要であるとしている。また、がん等の疾病は、化学物質へのばく露の後、長期間を経過して発症する場合があること等を考慮すると、職業性疾病が発生していない段階においても、化学物質に対する予防的取り組みを踏まえた管理が必要であるとしている。

さらに、平成16年12月27日の労働政策審議会建議「今後の労働安全衛生対策について」において、国は、有害化学物質について、化学物質に係る労働者の作業内容等のばく露関係情報等に基づきリスク評価を行い、健康障害発生のリスクが特に高い作業等については、リスクの程度等に応じて、特別規則による規制を行う等のリスク管理を講じることが必要であるとされている。

これらを受けて、平成17年5月に報告された「労働者の健康障害防止に係るリスク評価検討会報告書」において、①国が行う化学物質による労働者の健康障害防止に係るリスク評価の考え方及び方法、②リスク評価の結果に基づき国が講ずべき健康障害防止措置及び③ばく露関係の届出について基本的考え方が取りまとめられた。

そして、平成18年1月に公布された改正労働安全衛生規則において、有害物ばく露作業報告が創設され、同年2月に公布された告示により、平成18年度のリスク評価対象物質として、①エピクロロヒドリン、②塩化ベンジル、③1,3-ブタジエン、④ホルムアルデヒド及び⑤硫酸ジエチルの5物質が指定された。

これらの物質の労働者の健康に及ぼすリスクを専門的に検討・評価するため、平成18年9月に「化学物質による労働者の健康障害防止に係るリスク評価検討会」が設置された。本報告書は、本検討会における平成18年度評価対象5物質のリスク評価の結果をとりまとめたものである。

(2) 検討会参集者名簿

内山 巖雄 京都大学大学院工学研究科教授
江馬 眞 国立医薬品食品衛生研究所安全性生物試験センター総合評価研究室長
大前 和幸 慶應義塾大学医学部教授
○櫻井 治彦 中央労働災害防止協会労働衛生調査分析センター所長
清水 英佑 東京慈恵会医科大学環境保健医学講座教授
本間 健資 社団法人日本作業環境測定協会研修センター所長
和田 攻 東京大学名誉教授

(○は座長)

(3) 開催経過

第1回 平成18年9月12日(火)

- ・ 今後の検討方針等について
- ・ 平成16年度及び平成17年度試行物質の評価について

第2回 平成18年12月22日(金)

- ・ 有害物ばく露作業報告結果の分析とばく露実態調査事業場の選定について

第3回 平成19年2月9日(金)

- ・ 評価値及びリスクの判定方法の検討
- ・ ばく露実態調査の状況について

第4回 平成19年3月6日(火)

- ・ ばく露実態調査の結果について
- ・ リスクの判定と対策の方向性について

第5回 平成19年3月20日(火)

- ・ 検討会報告書案の検討

2 リスク評価の手法

(1) リスク評価手法の概要

リスク評価の手法については、「労働者の健康障害防止に係るリスク評価検討会報告書」（平成17年5月）において基本的考え方が示され、それに基づき平成18年5月「国が行う化学物質等による労働者の健康障害防止に係るリスク評価実施要領」が策定されている。本検討会では本要領等に基づき、次のように評価を行った。

① 有害性の種類及びその程度の把握

リスクの評価の対象とする化学物質等の有害性の種類及びその程度を、信頼できる主要な文献から把握する。

また、必要に応じて、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」（以下「GHS」という。）で示される有害性に関するクラス（有害性の種類）及び区分（有害性の程度）を把握する。

② 量－反応関係等の把握

主要文献から対象物質等に係る量－反応関係、ばく露限界等を把握する。

③ ばく露状況の把握

労働安全衛生規則第95条の6の有害物ばく露作業報告等から、ばく露作業報告対象物を製造し、又は取り扱う作業のうち、リスクが高いと推定されるものを把握する。

さらに、取扱い作業等のうちリスクが高いと推定されるものが行われている事業場において、作業環境測定、個人ばく露濃度の測定等を行い、対象物質等に係るばく露レベルを把握する。

④ リスクの判定

ばく露レベルとばく露限界又は無毒性量等との比較によりリスクを判定する。

(2) リスク評価手法の詳細

① 有害性の種類及びその程度の把握

主要文献から、対象物質等の有害性の種類及びその程度を把握する。

把握する有害性の種類は、急性毒性、皮膚腐食性・刺激性、眼に対する重篤な損傷性・刺激性、呼吸器感受性又は皮膚感受性、生殖細胞変異原性、発がん性、生殖毒性及び臓器毒性・全身毒性とする。

② 量—反応関係等の把握

ばく露限界、無毒性量等又はGHSで示される有害性に係る区分等を把握する。

ア 臓器毒性・全身毒性又は生殖毒性

臓器毒性・全身毒性又は生殖毒性の有無及びばく露限界又は無毒性量等について把握する。

(ア) ばく露限界がある場合

ばく露限界を把握する。

(イ) ばく露限界がない場合

次により無毒性量等を把握する。

i 無毒性量等の選択

主要文献から得られた無毒性量等のうち、最も信頼性のある値を評価に用いるものとして採用する。

なお、信頼性に差がなく値の異なる複数の無毒性量等が得られた場合には、その中での最小値を採用するものとする。

ii 無毒性量等の値の経口から吸入への変換

人又は動物実験における吸入による無毒性量等で、信頼できるものが得られる場合には、それを採用するものとし、吸入による無毒性量等を得ることができず、経口による無毒性量等(mg/kg/day)から吸入による無毒性量等(mg/m³)へ変換する必要がある場合には、次の換算式により、呼吸量10m³/8時間、体重60キログラムとして計算するものとする。

$$\text{吸入による無毒性量等} = \text{経口による無毒性量等} \times \text{体重} / \text{呼吸量}$$

iii 不确实係数

無毒性量等が動物実験から得られたものである場合、実験期間・観察期間が不十分な情報から得られた場合又は無毒性量若しくは無影響量を得ることができず適当な最小毒性量若しくは最小影響量が得られた場合の不确实係数は10とするものとする。

なお、無毒性量等が動物実験から得られたものである場合には、当該実験におけるばく露期間、ばく露時間等の条件に応じて、当該無毒性量等の値を労働によるばく露に対応させるための補正を行うものとする。

イ 急性毒性

GHSで示された急性毒性に係る区分、半数致死量又は半数致死濃度の値及び蒸気圧等のばく露に関係する物理化学的性状について把握する。

ウ 皮膚腐食性・刺激性又は眼に対する重篤な損傷性・刺激性

皮膚に対する不可逆的な損傷の発生若しくは可逆的な刺激性又は眼に対する重篤な損傷の発生若しくは刺激性の有無について把握する。

エ 呼吸器感作性又は皮膚感作性

吸入の後に気道過敏症を誘発する性質又は当該物質との皮膚接触の後でアレルギー反応を誘発する性質の有無について把握する。

オ 生殖細胞変異原性

人の生殖細胞に遺伝する可能性のある突然変異を誘発する可能性を把握する。

カ 発がん性

発がん性の有無及び当該発がん性に閾値がないと考えられている場合には必要に応じてがんの過剰発生率を、閾値がないと考えられている場合以外の場合には無毒性量等を把握する。

キ データの信頼性の検討

有害性に係るデータについて、動物実験から得られたものと人から得られたものがある場合には、原則として人のデータを優先して用いるものとする。

また、動物実験に基づくデータを使用する場合には、そのデータの信頼性について十分検討するものとする。

③ ばく露状況の把握

ア 目的

リスク評価対象物質について、有害物ばく露作業報告からばく露によるリスクが高いと推定される作業を把握し、対象事業場を選定してばく露の状況等について調査を行う。

イ 対象の選定

(ア) 各対象物質について、報告のあった作業のうちから次の事項等を考慮し、作業環境測定等の調査を行う作業の選定を行う。

i 「対象物の量」、「作業従事労働者数」及び「作業従事時間」(の積)の多いものを、リスクが高い作業として考慮する。

なお「対象物の量」は、例えば、塗装作業ではほぼすべて消費される量になるが、サンプリング作業ではごく一部しか直接取り

扱わないものであるので、作業の種類を考慮する必要がある。

- ii 作業の態様ごとに考えられる発散の程度を考慮する。
- iii 「事業場数」の多いものは広範に使用されている可能性があるので、対象選定に当たって考慮する。
- iv 「用途」の多い物質については広範に使用されている可能性があるため、対象選定に当たって考慮する。
- v 「取扱温度」の高いものは蒸散の可能性が高いので、よりリスクが高いと評価する。
- vi 労働者一人当たりの作業時間の長いものは、ばく露のリスクが高いと考えられるので、対象選定にあたって考慮する。
- vii 「性状」による蒸散のしやすさの程度を考慮する。
- viii その他、特筆すべきものがあれば考慮する。

(イ) リスクが高いと評価された作業の中から作業環境測定等を実施する事業場を選定するに当たっては、可能な限り換気設備の設置の有無のそれぞれの事業場について選定し、その効果について評価する。
また、可能な範囲で事業場規模にも配慮する。

(ウ) 「保護具使用状況」については、リスク評価を踏まえ、対策の必要性を検討する上で考慮する。

ウ 測定等の実施

選定した事業場において、ばく露作業に関して次の事項について調査を行う。

- (ア) 個人ばく露測定の実施
- (イ) 作業環境測定の実施
- (ウ) 作業態様、作業時間、換気設備等の関連情報の把握

④ リスクの判定方法等

ア 一次評価（スクリーニング）

(ア) ユニットリスクを用いたがんの過剰発生率が算定できる場合

国際機関等において得られた信頼性の高いユニットリスクが得られる場合は、次により評価する。

- i 個人ばく露測定結果の最大値が、がんの過剰発生率 10^{-4} に対応した濃度を超える場合は、イの二次評価に移行する。
- ii 個人ばく露測定結果の最大値が、がんの過剰発生率が 10^{-4} に対応した濃度以下の場合、現時点での労働者の健康障害に係るリスクは低いと判断するが、各事業場においてリスク評価を行い適切な管理を行う等の措置を検討する。

(イ) がんの過剰発生率が算定できない場合

この段階では定量的なリスクの判定ができないため、イの二次評価に移行する。

イ 二次評価

(ア) 二次評価値の決定

i 許容濃度又はTLVが設定されている場合

原則として、設定されている次のいずれかの濃度を選定する。両者の値がある場合、両者が一致している場合はその値を、また、両者が異なっている場合には最新の知見を考慮していずれかの値とする。

(i) 日本産業衛生学会が勧告している許容濃度

(ii) 米国産業衛生専門家会議 (ACGIH) が提言しているばく露限界 (TLV)

ii i以外の場合 (許容濃度、TLVが設定されていない場合)

(i) 米国のREL (Recommendable Exposure Limit ; 勧告ばく露限界) 又はドイツのMAK (Maximale Arbeitsplatz-Konzentrationen ; 最大職場濃度) が定められている場合は、最新の知見を考慮していずれかの値を用いる。

(ii) (i) の値が設定されていない場合は、構造的に類似した化学物質で、有害性等の性質も類似していると思われる物質について、イ (ア) i、イ (ア) ii (i) の優先順位で二次評価値を決定する。

(イ) 評価及びそれに基づく行政措置

二次評価値とばく露レベルを比較し、その結果により必要な行政措置等の検討を行う。

i ばく露レベルが二次評価値を超える場合

労働者の健康障害に係るリスクが高いと判断されることから、必要な行政措置のレベル及びリスク管理のあり方を検討する。

ii ばく露レベルが二次評価値以下の場合

労働者の健康障害に係るリスクはiより低いと判断されることから、個々の事業者においてリスク評価の実施による管理を促進する等の措置を検討する。さらに、一次評価値又はがんの過剰発生率 10^{-3} に対応した濃度を超える場合は、必要に応じより具体的な措置の実施を検討する。

3 リスク評価対象物質

(1) 選定の考え方

平成18年度のリスク評価対象物質は、有害性の高い物質として発がん性を有する物質から選定することとし、次の選定基準に当てはまる物質より選定した。

- ① 労働安全衛生法施行令別表第9に掲載されていること。(労働安全衛生法第57条の2に基づく文書交付対象物質)
- ② 特定化学物質障害予防規則等(第3類特定化学物質を除く)で規制されていないこと。
- ③ 国際がん研究機関(IARC)における発がん性の評価が、グループ1(ヒトに対して発がん性がある)又はグループ2A(ヒトに対しておそらく発がん性がある)に分類されているものであること。
- ④ 国内における生産量等が1000トン以上であること。

(2) 選定物質

上記の選定の考え方に基づき、次の5物質を選定し、「労働安全衛生規則第九十五条の六の規定に基づき厚生労働大臣が定める物等」(平成18年2月16日厚生労働省告示第25号)により、有害物ばく露作業報告の対象物質に指定した。

	物質名	IARC評価	生産量等	備考
1	エピクロロヒドリン	2A	約11万トン (平成15年)	
2	塩化ベンジル	2A(※)	約1000トン～ 1万トン (平成13年)	
3	1,3-ブタジエン	2A	約100万トン (平成12年)	
4	ホルムアルデヒド	1	約110万トン (平成11年)	第3類特定化学物質
5	硫酸ジエチル	2A	約1000トン～ 1万トン (平成13年)	

※ α -塩化トルエン類の複合ばく露として評価

4 リスク評価結果 (1)~(3) 新発

(4) ホルムアルデヒド

① 物理的性状等

ア. 化学物質の基本情報

名 称：ホルムアルデヒド (Formaldehyde)

別 名：メタナル、メチルアルデヒド、オキシメタン、オキシメチレン、メチレンオキシド

水溶液；ホルマリン、モルホル

Methanal、Methyl aldehyde、Methylene oxide

化学式：H₂CO

構造式：HCHO

分子量：30.0

CAS 番号：50-00-0

労働安全衛生法施行令別表第9(名称を通知すべき有害物)第548号

イ 物理的・化学的性状 (37%水溶液)

外観：無色の液体

比重 (水=1)：1.1g/cm³ (25°C)

沸 点：98°C

引火点：83°C

発火点：430°C

爆発限界 (容量%) 下限：7 上限：73

(ホルムアルデヒドとして)

溶解性 (水)：非常によく溶ける

オクタノール/水分配係数 log Pow: 0.35

換算係数：

1ppm = 1.25mg/m³(20°C)、
1.27(25°C)

1mg/m³ = 0.801ppm(20°C)、
0.815(25°C)

② 有害性評価 (詳細を参考1-4に添付)

ア 発がん性

- 発がん性：ヒトに対して発がん性がある

根拠：IARC:1、ACGIH:A2、日本産業衛生学会：第2群A

- 閾値の有無の判断：閾値なし

根拠：In vitro の様々な試験で陽性の結果が報告されている。In vivo 試験では、ショウジョウバエで混餌投与により強度の変異原性を示した。

- ユニットリスクを用いたリスクレベルの算出

RL(10⁻⁴) = 8.0 μg/m³ (0.0065ppm)

RL(10⁻³) = 80 μg/m³ (0.065ppm)

UR = 1.3 × 10⁻⁵(μg/m³)⁻¹

根拠：EPA の IRIS に記載される吸入ばく露によるユニットリスク、リスクレベル 10⁻⁴ の値を引用した。

なお、ここで引用したユニットリスクの算出根拠となるばく露は、呼吸量を 20m³/日、ばく露日数を 365 日/年としており、呼吸量 10m³/日、ばく露日数 240 日/年及び就業年数/生涯年数 = 45/75 に基づいて労働補正すれば以下となる。

労働補正後の RL(10⁻⁴)に対応する濃度

$$RL(10^{-4})/(10/20 \times 240/365 \times 45/75) = 8/0.2 \mu g/m^3 = 3.3 \times 10^{-2} \text{ ppm (0.033 ppm)}$$

労働補正後の RL(10⁻³)に対応する濃度

$$RL(10^{-3})/(10/20 \times 240/365 \times 45/75) = 80/0.2 \mu g/m^3 = 3.3 \times 10^{-1} \text{ ppm (0.33 ppm)}$$

イ 許容濃度等

- ACGIH TLV-Ceiling : 0.3ppm 感作性
- 日本産業衛生学会 許容濃度 : 0.5ppm、感作性 : (気道 2 群/皮膚 1 群)

ウ 評価値

- 一次評価値 : 0.033ppm
- 二次評価値 : 0.3ppm (ACGIH の TLV-Ceiling)

③ ばく露実態評価

ア 有害物ばく露作業報告の提出状況 (詳細を参考 2-4 に添付)

平成 18 年度におけるホルムアルデヒドに係る有害物ばく露作業報告は、合計 549 の事業場から、1157 の作業についてなされ、作業従事労働者数の合計は 13918 人 (延べ) であった。また、対象物質の取扱量の合計は 43 万トン (延べ) であった。1157 の作業のうち、作業従事時間が 20 時間/月以下の作業が 74%、局所排気装置の設置がなされている作業が 77%、防毒マスクの着用がなされている作業が 62% であった。

イ ばく露実態調査結果

ホルムアルデヒドを製造し、又は取り扱っている事業場に対し、22 の単位作業場において A 測定を行うとともに、特定の作業に従事する 56 人の労働者に対する個人ばく露測定を行ったところ、A 測定における測定結果の幾何平均値は 0.170 ppm、最大値は 1.428 ppm であった。また、個人ばく露測定結果の幾何平均値は 0.091 ppm、最大値は 0.888 ppm であった。(図 4-4)

なお、「職場におけるシックハウス対策事業」において、ホルムアルデヒドを製造し、又は取り扱っている事業場に対して測定を行った結果によれば、347 の単位作業場における A 測定では、平均 0.087 ppm、最大値 1.336 ppm、316 箇所のスポット測定では、平均 0.357 ppm、最大 11.831 ppm であった。(表 4-1)

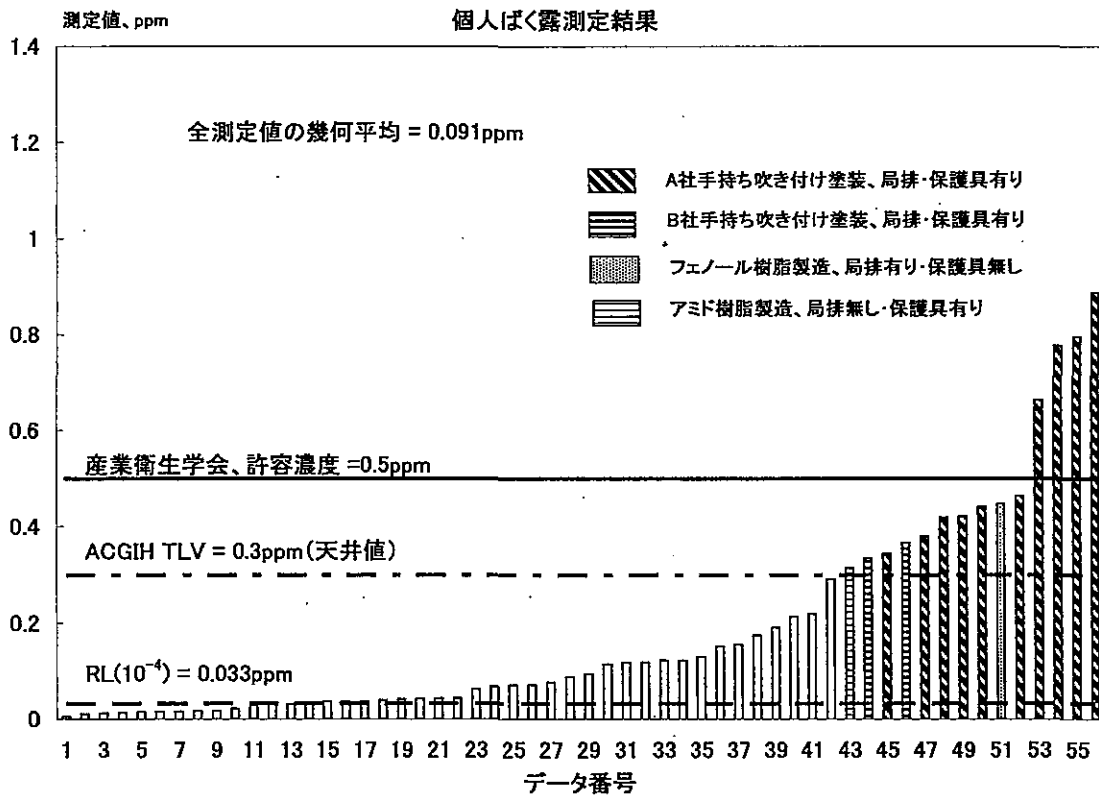
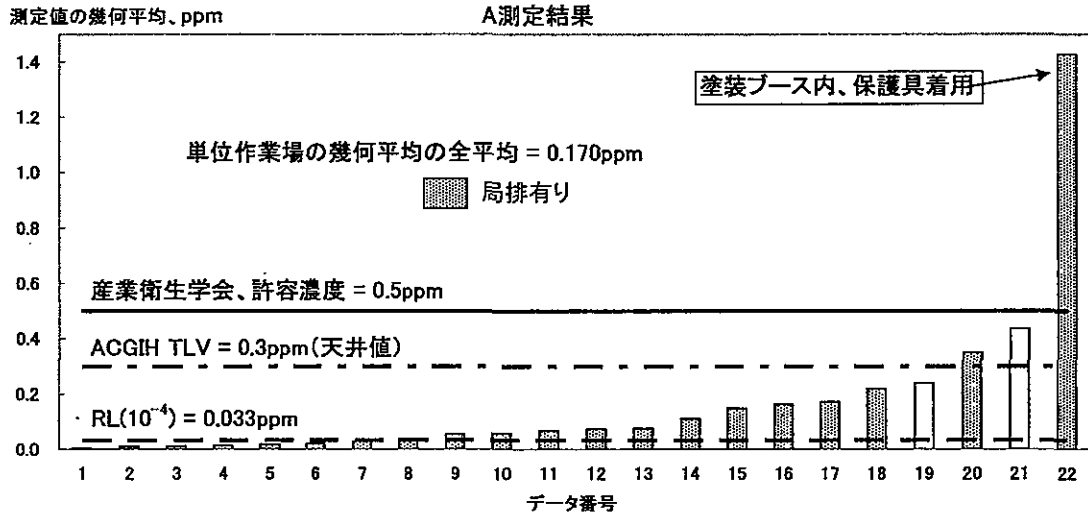
④ リスクの判定及び対策の方向性

図 4-4 において、A 測定は、一次評価値を超える事業場が多く、かつ、二次評価値 (天井値) を超える事例も 3 件あった。また、個人ばく露測定においては、二次評価値を超えるばく露が 14 データあり、4 つの事業場における塗装、配合、サ

ンプリングの作業等において二次評価値を超える事例が見られた。このため、密閉化、局所排気装置の設置等とともに、作業環境測定の実施等により、適切な作業環境の管理が必要である。なお、労働者の健康管理については、ホルムアルデヒドが原因で、ヒトに対してまれに鼻咽頭がんが見られるとされることから、一般健康診断を年に2回実施すること等により適切な健康管理を行う必要がある。

また、これらの措置を講ずることにより、職域における労働者のシックハウス症候群の予防にも寄与するものとする。

ホルムアルデヒド



用途	対象事業場数	作業場環境測定結果(A測定準拠)、ppm				個人ばく露測定結果、ppm		
		単位作業場数(*1)	平均(*2)	標準偏差	最大値(*3)	測定数	平均(*7)	最大値
1. 対象物の製造	3	2	0.067	0.09	0.163	2	0.073	0.123
2. 他の製剤の製造原料としての使用	4	4	0.567	0.85	0.148	17	0.071	0.448
6. 表面処理を目的とした使用	1	1	0.021	-	0.021	6	0.028	0.042
7. 塗料としての使用	2	12	0.215	0.40	1.428	30	0.141	0.888
8. 殺菌を目的とした使用	1	3	0.229	0.21	0.437	1	0.016	0.016
ホルムアルデヒド計	11	22	0.170	0.30	1.428	56	0.091	0.888

図 4 - 4 ばく露実態調査結果 (ホルムアルデヒド)

表4-1 職域におけるシックハウス対策事業におけるホルムアルデヒド濃度測定値

用途	業種*1	作業場環境測定結果(A測定準拠)、ppm				スポット測定結果、ppm*5		
		単位作業場数*2	平均*3	標準偏差	最大値*4	測定数	平均	最大値
1.ばく露作業報告対象物の製造	ホルマリン製造	2	0.094	0.059	0.136	2	0.289	0.336
	化成品製造	7	0.045	0.042	0.125	2	0.288	0.382
	ばく露作業報告対象物の製造計	9	0.056	0.047	0.136	4	0.288	0.382
2.他の製剤の製造原料としての使用	化成品製造	53	0.043	0.082	0.347	33	0.672	9.718
	ポリアセタール樹脂製造	21	0.192	0.301	1.112	24	0.505	7.214
	他の製剤の製造原料としての使用計	74	0.085	0.185	1.112	57	0.602	9.718
6.表面処理、防錆を目的とする使用	メッキ処理	40	0.072	0.077	0.414	13	0.084	0.402
7.顔料、染料、塗料、インキとして使用	塗料製造	30	0.040	0.034	0.150	27	0.080	0.350
9.試験、分析用試薬	病理検査	21	0.162	0.163	0.563	34	0.388	2.410
10.接着を目的とした使用	化成品製造	3	0.006	0.002	0.008	-	-	-
	フェノール樹脂製造	29	0.078	0.106	0.546	49	0.365	4.646
	接着を目的とした使用計	32	0.071	0.103	0.546	49	0.365	4.646
11.建材の原料としての使用	MDF製造	20	0.213	0.201	0.876	13	0.244	0.898
	集成材製造	31	0.144	0.250	1.336	46	0.359	2.240
	グラスファイバー製造	66	0.044	0.048	0.215	68	0.125	1.921
	ロックウール製造	16	0.041	0.067	0.286	2	0.011	0.014
	フェノール樹脂製造	3	0.360	0.127	0.484	3	4.950	11.831
建材の原料としての使用計	136	0.098	0.165	1.336	132	0.326	11.831	
12.その他	ガラス長繊維製造	5	0.042	0.029	0.074	-	-	-
ホルマリン製造以外計		338	0.088	0.149	1.336	312	0.358	11.831
総合計		347	0.087	0.148	1.336	316	0.357	11.831

*1:シックハウス対策事業の中での業種分類

*2:A測定準拠で測定した単位作業場数

*3:単位事業場のポイント測定数値の幾何平均値を当該事業場の推定気中濃度とし、それを平均した値

*4:単位作業場の気中濃度(幾何平均値)の最大値

*5:単位作業場毎に気中濃度が高いと考えられるポイントでのB測定値又は短時間測定値

22 (23~25 7/21)

5 まとめ

平成18年度において、発がん性等の有害性が高いと指摘されている化学物質のうち、国内での取扱量が多い5物質(エピクロロヒドリン、塩化ベンジル、1,3-ブタジエン、ホルムアルデヒド及び硫酸ジエチル)のリスク評価を行った。

その結果、1,3-ブタジエン、ホルムアルデヒド及び硫酸ジエチルを取り扱う一部の事業場において、二次評価値を超える個人ばく露量が測定された。

このうち、1,3-ブタジエンについては、高濃度の個人ばく露が2事業場で見られた。これらの事業場における作業は、1,3-ブタジエンの製造工程及び合成ゴム製造工程におけるサンプリング、保守、点検、分解、組み立て、修理等の作業である。このため、これらの作業については、密閉化、呼吸用保護具の使用等、労働者の健康障害を予防するための措置が必要である。国はそのための関係法令の整備を検討すべきである。

また、ホルムアルデヒドについては、多くの事業場において、二次評価値を超えるばく露が見られた。このため、密閉化、局所排気装置の設置等とともに、作業環境測定の実施等により、適切な作業環境の管理が必要と考える。国は、そのための関係法令の整備(労働安全衛生法施行令別表第3の第2類物質とすること)を検討すべきである。なお、ホルムアルデヒドが原因で、ヒトに対してまれに鼻咽頭がんが見られるとされることから、労働者の健康管理については、一般健康診断を年に2回実施すること等により、適切な健康管理を行うことが必要と考える。

さらに、硫酸ジエチルについては、ばく露レベルの高い事業場が1事業場あるが、これは樹脂の製造工程における混合、攪拌、混練、加熱等の作業で、硫酸ジエチルを触媒として使用する作業である。このため、この作業については、密閉化、局所排気装置の設置等を行う必要がある。国は、そのための関係法令の整備を検討すべきである。

なお、エピクロロヒドリン及び塩化ベンジルについては、ばく露レベルは低いものの、有害性の高い物質であることから、国は、既存の法令に基づく対応を図るとともに、事業者においてリスク評価を実施して、引き続き適切な管理を行うべきであると考えます。

今回のリスク評価の結果に基づき、国は、事業者に対して、適切な管理を行うよう指導するとともに、必要な政省令の改正等を行い、関係者への周知徹底を図っていくことを切に願う。また、今回実施した化学物質以外で、特別規則による規制を行っていない化学物質で、有害性の高い化学物質につい

ては、引き続きリスク評価を行っていくべきである。

なお、今回行ったリスク評価は、現時点において入手可能な資料・データを基にして評価を行ったものであり、リスク評価結果は将来にわたって不変のものではない。このため、引き続き情報収集に努めていく必要がある。

有害性総合評価表

物質名：ホルムアルデヒド

GHS 区分等	評価結果
急性毒性	<p>吸入毒性：LC₅₀ = 0.4 mg/L(4h) (ラット)、=0.45 mg/L(4h) (マウス) 試験内容：ホルムアルデヒドとしての試験・濃度と推定される (RTECS には試験物質の濃度は記載されていない) 経口毒性：LD₅₀ =100 mg/kg (ラット)、=42~500 mg/kg (マウス)、=260 mg/kg (モルモット) 試験内容： 経皮毒性：LD₅₀ =270 mg/kg (ウサギ) 試験内容：</p>
皮膚腐食性 /刺激性	<p>皮膚腐食性/刺激性：あり 根拠：ホルムアルデヒド水溶液は眼及び皮膚に対して刺激性を示す。0.1-20%水溶液はウサギ、モルモットいずれに対しても中程度の刺激性を示す。 (ヒト) 蒸気または液体との接触により表面凝血性壊死が起こる場合がある。</p>
眼に対する 重篤な損傷 性/刺激性	<p>眼に対する重篤な損傷性/刺激性：あり 根拠：ホルムアルデヒド水溶液は眼及び皮膚に対して刺激性を示す。0.1-20%水溶液はウサギ、モルモットいずれに対しても中程度の刺激性を示す。</p>
皮膚感作性 又は呼吸器 感作性	<p>皮膚感作性：あり 根拠：ホルムアルデヒド水溶液はラット及びモルモットに対して皮膚感作性を示し、蒸気ばく露では吸入感作性も認められている。 呼吸器感作性：あり 根拠：ホルムアルデヒド水溶液はラット及びモルモットに対して皮膚感作性を示し、蒸気ばく露では吸入感作性も認められている。 日本産業衛生学会は気道感作性2群に分類している。</p>
生殖細胞変 異原性	<p>生殖細胞変異原性：判断できない 根拠：in vivo heritable germ cell mutagenicity test であるマウス優性致死試験で陽性との報告もあるが陰性の結果もあり結論できない。ショウジョウバエに対しては強い変異原性を示す。in vitro mutagenicity tests ではヒトリンパ球、チャイニーズハムスター培養細胞などで陽性の結果が報告されているが、in vivo somatic cell mutagenicity tests (小核試験等) の結果の報告がなく評価できない。 試験で得られた (NOEL、NOAEL、LOAEL) =得られない</p>
発がん性	<p>発がん性：あり (経口ばく露) 根拠：IARC:1、ACGIH:A2、日本産業衛生学会：第2群A IARCは2004年に本物質の分類を2Aから1に変更した。 閾値の有無：無し</p>

根拠：ホルムアルデヒドは *in vitro* の様々な試験で陽性の結果が報告されている。ホルムアルデヒドはネズミチフス菌及び大腸菌を用いた復帰突然変異試験において復帰突然変異を誘発し、CHO 細胞及びヒトリンパ球で SCE の誘発、ヒト由来 Hela 細胞で UDS、色素性乾皮症患者由来の細胞で致死作用の増強などが認められている。In vivo 試験では、ショウジョウバエで混餌投与により強度の変異原性を示した。
また、ホルムアルデヒドは反応性が高く、生体高分子と付加体を形成することが知られており、吸入ばく露によりラット及びサルの鼻粘膜及び気道粘膜で DNA-タンパク質との架橋形成がみられている。

ユニットリスクを用いたリスクレベルの算出

$$RL(10^{-4}) = 8.0 \mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (0.0065\text{ppm})$$

$$RL(10^{-3}) = 80 \mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (0.065\text{ppm})$$

$$UR = 1.3 \times 10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$$

根拠：EPA IRIS に記載される吸入ばく露によるユニットリスク、リスクレベル 10^{-4} の値を引用した。

なお、ここで引用したユニットリスクの算出根拠となるばく露は、呼吸量を $20\text{m}^3/\text{日}$ 、ばく露日数を 365 日/年としており、当リスク評価事業における前提条件(呼吸量 $10\text{m}^3/\text{日}$ 、ばく露日数 240 日/年及び就業年数/生涯年数=45/75)に基づいて換算すれば以下となる。

労働補正後の $RL(10^{-4})$ に対応する濃度

$$RL(10^{-4}) / (10/20 \times 240/365 \times 45/75) = 8/0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 3.3 \times 10^{-2} \text{ppm} \quad (0.033 \text{ppm})$$

労働補正後の $RL(10^{-3})$ に対応する濃度

$$RL(10^{-3}) / (10/20 \times 240/365 \times 45/75) = 80/0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 3.3 \times 10^{-1} \text{ppm} \quad (0.33 \text{ppm})$$

参考 1

「WHO 欧州地域専門家委員会の健康影響評価により、ホルムアルデヒドの気中濃度ガイドラインとして、「 $0.1 \text{mg}/\text{m}^3$ (0.08ppm、30 分間平均値)」を勧告し、このガイドライン値は鼻腔粘膜の細胞毒性の推定閾値より 1 桁低い値であるので、ヒトにおける上部気道がんのリスクを無視しうるばく露レベルである」を参照し、わが国の居住環境におけるホルムアルデヒドの室内濃度指針値として同値が適当であるとしている。

参考 2：閾値があると仮定した場合

吸入ばく露での NOAEL=2ppm

根拠：マウスを 2,0, 5,6, 14,3ppm に 6 時間/日 5 日/週 24 ヶ月ばく露した実験では、鼻腔の扁平上皮癌が雄の 14,3ppm 投与群に 2/120 の割合で見られた。SD 雄ラットを 14,2ppm に 6 時間/日 5 日/週 588 日以上ばく露した実験で鼻腔の扁平上皮癌が有意に増加していた。ラットをホルムアルデヒドと塩化水素ガスに混合ばく露したとき鼻腔の扁平上皮癌及び腺癌が見られたが、ホルムアルデヒド単独ばく露に比べて有意な増加はなかった。雌雄の F344 ラットを 2,0, 5,6, 及び 14,3ppm に 6 時間/日 5 日/週 24 ヶ月ばく露した実験では、鼻腔の扁平上皮癌が 5.6ppm 投与群において 1/119, 雌で 1/116 にみられ、14,3ppm 投与群

	<p>においては雄で 51/117, 雌で 52/115 に見られた。 また雌の 2ppm 投与群でポリープ様腺腫に類似した良性腫瘍が、雄では全ての投与群にみられた。 UF=100 根拠：種差、がんの重大性 評価レベル：$2\text{ppm} \times 6/8 \times 1/100 = 0.015\text{ppm}$</p>
生殖毒性	<p>生殖毒性：あり</p> <p>試験で得られた NOAEL = 6 mg/m^3 (5 ppm) ラットの妊娠 6～15 日にホルムアルデヒド 2、5、10 ppm (2.4、6、12 g/m^3 相当) を、1 日あたり 6 時間吸入ばく露したところ、10 ppm 群の母動物に体重増加抑制がみられたが、発生毒性は認められなかった。 不確実性係数 UF = 10 根拠：種差 評価レベル = $6\text{ mg/m}^3 \times 6/8 \times 1/10 = 0.45\text{ mg/m}^3$ (0.54 ppm)</p> <p>参考：試験で得られた NOAEL = 24.0 mg/m^3 (20 ppm) 根拠：ラットの妊娠 6～20 日に 0、5.2、9.9、20、39 (0、6.2、11.9、24.0、46.8 mg/m^3) ppm を 1 日 6 時間で吸入ばく露したところ、39 ppm 群で母動物の体重増加抑制、胎児体重の低値がみられた。 不確実性係数 UF = 10 根拠：種差 評価レベル = $24.0\text{ mg/m}^3 \times 6/8 \times 1/10 = 1.8\text{ mg/m}^3$ (1.5 ppm)</p>
特定標的臓器 / 全身毒性 (単回ばく露)	<p>試験で得られた (LOAEL) = 0.12 mg/m^3 根拠：ヒトの吸入ばく露では 0.12 mg/m^3 で呼吸器の刺激が報告されている。経口摂取では、中枢神経抑制、消化器及び呼吸器の刺激、腎障害が報告されているが、濃度に関する記載はない、しかしながら、ヒトにおける報告。 不確実性係数 UF = 10 根拠：ヒトの吸入ばく露の LOAEL 評価レベル = 0.012 mg/m^3 (0.01ppm)</p>
特定標的臓器 / 全身毒性 (反復ばく露)	<p>根拠：ホルムアルデヒドが接着剤として用いられている建材が使用されている家屋に居住する 1,726 人と、対照群 720 人に対して、健康アンケート、肺機能、嗅覚、鼻の表面細胞学試験が行われた (Broder et al., 1988)。年齢層は 16 才以上、10 才未満、10～15 才がそれぞれ 80%、10%、10%で、10 才未満の子供にはアンケートのみが行われた。ホルムアルデヒドのモニタリングは、連続した 2 日間、これらの居住者の家で行われ、ホルムアルデヒドの平均濃度は 0.038 ppm (0.046 mg/m^3)、対照群の家の平均濃度は 0.031 ppm (0.037 mg/m^3) であった。ホルムアルデヒドの室内濃度が 0.12 ppm (0.14 mg/m^3) 以上の住宅の居住者で鼻粘膜の扁平上皮化生の発生率が僅かに増加したが、調査された他のパラメータに対して影響はみられなかった。以上より、ホルムアルデヒドによるヒトの眼、上気道へ</p>

	<p>の刺激、呼吸器系への影響がみられる濃度には、試験条件、個人差等により大きな幅がみられ、明確な閾値を求めることが難しい。国際化学物質安全性計画 (IPCS) は、一般のヒトに対して鼻、喉への刺激がみられる濃度を、0.1~3.1 mg/m³ の間にあると推定している。一般の健康なヒトの上気道への刺激に対する NOAEL を 0.1 mg/m³ と推定する。</p> <p>なお、健常者をホルムアルデヒド 0.39-0.60 mg/m³ に 8 時間/週×8 週間以上吸入ばく露した場合、頭痛、眼粘膜の炎症、喉の痛みなどの症状を示したとの報告がある。ホルムアルデヒド製造工場の労働者 40% に鼻腔の閉塞による鼻炎がみられたことも報告されている。</p> <p>ヒトの事例で得られた推定 NOAEL = 0.1 mg/m³ UF = 1 根拠：ヒトの推定 NOAEL 評価レベル = 0.1 mg/m³ = 0.039 mg/m³ (0.08 ppm)</p> <p>試験で得られた NOAEL = 1 ppm (1.25 mg/m³) 根拠：ラットおよびサルに 0.2, 1, 3 ppm を 22 hr/day×7 day/wks×26 wks ばく露した実験で、3 ppm に扁平上皮化生が発生した。 不確実性係数 UF = 10 根拠：13 週間以上のばく露期間の動物試験で得られた NOAEL を使用する。 すなわち、UF として、種差 (10)、NOAEL の使用 (1)、期間 (1) の積を用いるとともに、(22 時間/8 時間×7 日/5 日) を乗じて労働ばく露への補正を行う。 評価レベル = 1.25 mg/m³ × (22/8×7/5) / 10 = 0.48 mg/m³ (3.9 ppm)</p>
許容濃度の設定	<p>許容濃度等</p> <p>ACGIH C: 0.3ppm 感作性 ACGIH Documentation (2001) 要旨</p> <p>ホルムアルデヒドによる職業ばく露に対して 0.3ppm(0.37mg/m³) の TLV-天井値が推奨される。この値は、主に眼および上気道に対する知覚刺激の可能性を減らすために推奨されている。TLV は大多数の労働者を保護するために推奨されるものであるが、この物質の低い環境濃度 (<0.25ppm) でも感じやすい層 (10%–20%) の労働者、例えば、パーティクルボード、断熱剤、カーペットなどにホルムアルデヒドあるいはホルムアルデヒド含有製品を使用する学校、事務所、研究所、その他職場の従業には、この勧告値が十分な保護にはならないことを ACGIH は承知している。アレルギー反応/感作性の報告があることから、ホルムアルデヒドによる職業的あるいは非職業的ばく露に対して感作性 (SEN) 注記が付けられた。下記の理由により、人に対して発がん性の疑われる物質 A2 注記が付けられた；</p> <ul style="list-style-type: none"> ラットとマウスを使った動物吸入慢性試験において、扁平上皮変質形成、鼻腔乳頭状過形成、扁平上皮細胞の悪性腫瘍などを示すいくつかの報告がある。 ホルムアルデヒドにばく露した労働者の疫学調査では、発がんリスク増加は疑わしいかあるいは不十分ではあるが、この研究は、ホルムアルデヒドの発がん性を排除するものではない。 <p>交絡ばく露 (例えば、木材粉塵、ベンゼン、フェノールなど他の化学物質との同時ばく</p>

	<p>露)、サンプルサイズが小さいこと、喫煙あるいは飲酒習慣、環境ばく露データ、あるいは不十分な統計処理などの理由により、引用した疫学調査は疑わしいと考えられる。この示唆に富むヒトの発がんリスクに関する疫学調査データと動物での陽性の発がんデータに基づいて、作業場の環境中のホルムアルデヒド濃度を、設備管理機の機能の可能な限り低くすることを推奨する。</p> <p>日本産業衛生学会 TWA : 0.5ppm、感作性 : (気道 2 群/皮膚 1 群)</p>			
水環境有害性	分類	毒性値	毒性区分	
	急性毒性	魚類	LC ₅₀ = 6.7 mg/L (96-h)	
		甲殻類	EC ₅₀ = 2.0 mg/L (48-h)	
		藻類	ErC ₅₀ =	
		その他	EC ₅₀ = 4.5 mg/L (48-h)	
	慢性毒性	魚類	NOEC =	>1 or ≤1
		甲殻類	NOEC =	
		藻類	NOEC =	
その他		NOEC =		
<p>環境残留性 : 生分解性 = 91% (BOD、2 週間)</p> <p>生物濃縮性 : BCF = , log Po/w = 0.35</p> <p>根拠 : 藻類に対するガイドライン試験結果は入手できない。藻類に対する毒性値 0.3、14.7 mg/L はある。</p> <p>本物質は、生分解性が高く、かつ、log Pow 0.35 から判断して生物濃縮性の懸念は低い。</p>				
評価値	<p>○ 一次評価値 : 0.033 ppm (労働補正後の RL(10⁻⁴) に対応する濃度)</p> <p>○ 二次評価値 : 0.3 ppm (ACGIH の TLV-Ceiling)</p>			

参考2-4 ばく露作業報告集計表(ホルムアルデヒド)

①作業の種類	②事業場数 ※1	③作業数 (短冊数)	当該作業従事労働者数(人)			製剤等の製造量・消費量(トン)			対象物の量(トン)			⑩用途	当該作業従事時間(時間/月)					
			④総数 ※2	⑤事業場当 たり平均	⑥総量 ※2	⑦事業場当 たり平均	⑧労働者当 たり平均	⑨総量 ※2	⑩事業場当 たり平均	⑪労働者当 たり平均	⑪コード(%)				⑫総従事 時間※3	⑬事業場 当たり平均 ※3	⑭労働者 当たり平均 ※3	
											1 ~20hr		2 21~50hr	3 51~100				4 101hr~
31 掻き落とし、刷籠又は回収の作業	4	9 (0.4%)	45	11.3	493.8	123.5	11.0	192.3	48.1	4.3	01(ばく露作業報告対象物の製造)2作業 02(他の製剤等の製造を目的とした原料としての使用)3作業	80%			20%	798	199	17.7
32 乾燥の作業	8	16 (1.4%)	107	13.4	1230.7	153.8	11.5	26.4	3.3	0.2	02(他の製剤等の製造を目的とした原料としての使用)1作業 03(触媒、安定剤、可塑剤、硬化剤、難燃剤、乳化剤、可溶化剤、分散剤、加硫剤等の添加剤としての使用)3作業 10(接着を目的とした使用)4作業 12(その他)8作業	19%	38%		44%	5285	661	49.4
33 計量、配合、注入、投入又は小分けの作業	259	502 (43.4%)	6725	26.0	189916.6	733.3	28.2	61563.6	237.7	9.2	01(対象物の製造)14作業 02(他の製剤等の製造を目的とした原料としての使用)327作業 03(触媒、安定剤、可塑剤、硬化剤、難燃剤、乳化剤、可溶化剤、分散剤、加硫剤等の添加剤としての使用)49作業 04(製剤等の溶剤、希釈又は溶媒としての使用)3作業 05(洗浄を目的とした使用)1作業 06(表面処理又は防錆を目的とした使用)12作業 07(顔料、染料、塗料又は印刷インキとしての使用)61作業 08(除草、殺菌、殺虫、防菌、漂白、脱臭、剥離等への使用)10作業 09(試験分析用の試薬としての使用)2作業 10(接着を目的とした使用)15作業 11(建物の原料としての使用)2作業 12(その他)6作業	85%	6%	7%	2%	120003	463	17.8
34 サンプリング、分析、試験又は研究の作業	48	100 (8.9%)	1220	25.4	619981.3	12916.3	506.2	207316.5	4319.1	169.9	01(対象物の製造)22作業 02(他の製剤等の製造を目的とした原料としての使用)60作業 03(触媒、安定剤、可塑剤、硬化剤、難燃剤、乳化剤、可溶化剤、分散剤、加硫剤等の添加剤としての使用)4作業 07(顔料、染料、塗料又は印刷インキとしての使用)7作業 08(除草、殺菌、殺虫、防菌、漂白、脱臭、剥離等への使用)2作業 09(試験分析用の試薬としての使用)3作業 10(接着を目的とした使用)1作業 11(建物の原料としての使用)2作業 12(その他)2作業	88%	7%	1%	4%	19435	405	15.9
35 充填又は袋詰め作業	35	55 (4.8%)	666	19.0	120496.4	3442.8	180.9	44949.1	1284.3	67.5	01(対象物の製造)4作業 02(他の製剤等の製造を目的とした原料としての使用)19作業 03(触媒、安定剤、可塑剤、硬化剤、難燃剤、乳化剤、可溶化剤、分散剤、加硫剤等の添加剤としての使用)2作業 07(顔料、染料、塗料又は印刷インキとしての使用)7作業 08(除草、殺菌、殺虫、防菌、漂白、脱臭、剥離等への使用)1作業 10(接着を目的とした使用)9作業 12(その他)13作業	75%	20%	5%		10485	300	15.7
36 消毒、滅菌又は燻蒸の作業	4	5 (0.4%)	162	40.5	20.8	5.2	0.1	8.7	2.2	0.1	08(除草、殺菌、殺虫、防菌、漂白、脱臭、剥離等への使用)5作業	100%				1620	405	10.0
37 成型、加工又は発泡の作業	12	13 (1.1%)	290	24.2	6132.0	511.0	21.1	390.9	32.6	1.3	02(他の製剤等の製造を目的とした原料としての使用)5作業 03(触媒、安定剤、可塑剤、硬化剤、難燃剤、乳化剤、可溶化剤、分散剤、加硫剤等の添加剤としての使用)2作業 04(製剤等の溶剤、希釈又は溶媒としての使用)1作業 10(接着を目的とした使用)4作業 11(建物の原料としての使用)1作業	8%	23%		69%	33680	2807	116.1
38 清掃又は廃棄物処理の作業	3	3 (0.3%)	26	8.7	233.8	77.9	9.0	28.6	9.5	1.1	02(他の製剤等の製造を目的とした原料としての使用)1作業 12(その他)2作業	100%				260	87	10.0
39 接合の作業	17	38 (3.3%)	220	12.9	9603.6	554.9	43.7	105.0	6.2	0.5	03(触媒、安定剤、可塑剤、硬化剤、難燃剤、乳化剤、可溶化剤、分散剤、加硫剤等の添加剤としての使用)7作業 10(接着を目的とした使用)30作業 12(その他)1作業	13%	11%	28%	47%	17665	1039	80.3
40 染色の作業	1	2 (0.2%)	10	10.0	9.6	9.6	1.0	6.1	6.1	0.6	07(顔料、染料、塗料又は印刷インキとしての使用)2作業			100%		750	75	10.0
41 洗浄、拭き、浸漬又は脱脂の作業	6	7 (0.6%)	81	13.5	32427.2	5404.5	400.3	10658.7	1776.5	131.6	02(他の製剤等の製造を目的とした原料としての使用)2作業 06(表面処理又は防錆を目的とした使用)2作業 10(接着を目的とした使用)1作業 12(その他)2作業	86%	14%			1385	231	17.1
42 吹き付け塗装以外の塗装又は塗布の作業	7	12 (1.0%)	175	25.0	692.9	97.6	3.9	18.0	2.6	0.1	03(触媒、安定剤、可塑剤、硬化剤、難燃剤、乳化剤、可溶化剤、分散剤、加硫剤等の添加剤としての使用)4作業 07(顔料、染料、塗料又は印刷インキとしての使用)4作業 10(接着を目的とした使用)4作業	67%	8%		25%	7160	1023	40.9
46 吹き付けの作業	12	56 (4.8%)	1283	105.3	2354.9	196.2	1.8	149.9	12.5	0.1	03(触媒、安定剤、可塑剤、硬化剤、難燃剤、乳化剤、可溶化剤、分散剤、加硫剤等の添加剤としての使用)1作業 07(顔料、染料、塗料又は印刷インキとしての使用)52作業 10(接着を目的とした使用)3作業	27%	5%	2%	66%	65170	5431	51.6

47 保守、点検、分解、組立又は修理の作業	5	8 (0.7%)	170	34.0	184163.9	36832.8	1083.3	74758.8	14951.8	439.8	01(対象物の製造)1作業 02(他の製剤等の製造を目的とした原料としての使用)5作業 04(製剤等の溶剤、希釈又は溶媒としての使用)2作業	100%				1700	340	10.0
48 めっき等の表面処理の作業	47	79 (6.8%)	661	14.1	2630.7	60.2	4.3	847.5	18.0	1.3	02(他の製剤等の製造を目的とした原料としての使用)3作業 03(融媒、安定剤、可塑剤、硬化剤、難燃剤、乳化剤、可溶化剤、分散剤、加硫剤等の添加剤としての使用)11作業 06(表面処理又は防錆を目的とした使用)63作業 12(その他)2作業	48%	8%	6%	36%	46280	985	70.0
49 ろ過、混合、攪拌、混練又は加熱の作業	59	210 (18.2%)	1620	27.5	34886.9	591.5	21.5	7889.9	130.5	4.8	02(他の製剤等の製造を目的とした原料としての使用)149作業 03(融媒、安定剤、可塑剤、硬化剤、難燃剤、乳化剤、可溶化剤、分散剤、加硫剤等の添加剤としての使用)17作業 06(表面処理又は防錆を目的とした使用)4作業 07(原料、染料、塗料又は印刷インキとしての使用)26作業 08(除菌、殺菌、防虫、防腐、漂白、脱臭、剥離等への使用)1作業 09(試験分析用の試薬としての使用)8作業 10(接着を目的とした使用)1作業 12(その他)2作業	83%	8%	3%	6%	32355	548	20.0
50 その他	26	43 (3.7%)	477	16.3	107896.7	4150.0	226.2	26781.1	1030.0	56.1	01(対象物の製造)2作業 02(他の製剤等の製造を目的とした原料としての使用)23作業 03(融媒、安定剤、可塑剤、硬化剤、難燃剤、乳化剤、可溶化剤、分散剤、加硫剤等の添加剤としての使用)6作業 10(接着を目的とした使用)1作業 11(建材の原料としての使用)1作業 12(その他)10作業	58%	21%	9%	12%	24160	929	50.6
合計	549	1157	13918		1313373.8			435503.1				74%	8%	6%	12%	388198		

①作業の種類	②換気設備設置状況				③防護具使用状況							④性状				⑤温度			21 (③×④×⑤) /1000000
	局所排気 ブッシュ	全体換気	その他	防じんマスク	防毒マスク	保護衣	保護眼鏡	保護手袋	なし	その他	固体	粉末	液体	気体	50℃未満	50℃以上 100℃未満	100℃以上		
31 掻き落とし、剥離又は回収の作業	40%	20%	40%		40%	20%	80%	100%					100%		60%	40%		688	
32 乾燥の作業	50%	6%	63%	9%	19%	38%	56%	44%					63%	38%	6%	13%		1493	
33 計量、配合、注入、投入又は小分けの作業	82%	0.6%	41%	10%	25%	25%	83%	1%	0.4%	13%	7%		78%	2%	7%	0.4%		498308725	
34 サンプリング、分析、試験又は研究の作業	65%	2%	50%	9%	10%	13%	87%	90%	2%				98%		8%	12%		491566676	
35 充填又は袋詰め作業	64%	22%	18%	2%	38%	35%	82%	85%	9%	9%			98%		15			31386001	
36 消毒、滅菌又は風藻の作業	60%	20%	100%	100%	20%	100%	100%						80%		100%			228	
37 成型、加工又は発泡の作業	69%	40%	23%	54%	38%	15%	69%	85%					31%		8%			381800	
38 清掃又は廃棄物処理の作業	33%		87%		100%		100%						100%		100%			19	
39 取巻の作業	42%	32%	34%	26%	34%	26%	76%	13%			11%		89%		100%			40806	
40 染色の作業	100%		100%		100%		100%				100%				100%			5	
41 洗浄、拭き、浸漬又は脱脂の作業	71%	14%	14%	14%	71%	14%	100%	100%					100%		71%	29%		119575	
42 吹き付け塗装以外の塗装又は塗布の作業	92%		58%	8%	83%		75%	92%					100%		83%	17%		2258	
43 吹き付けの作業	57%	14%	36%	7%	89%	48%	46%	55%					96%	4%	100%			1233823	
44 保守、点検、分解、組立又は修理の作業	77%	38%	33%	75%	13%	89%	72%	13%					100%		38%			2160529	
45 めっき等の表面処理の作業	85%	4%	30%	63%	14%	42%	25%	91%	3%	5%	3%		95%	3%	89%	11%		2583154	
46 ろ過、混合、攪拌、混練又は加熱の作業	92%	18%	5%	6%	81%	87%	80%	97%	1%		3%		93%	2%	81%			40359103	
47 その他	56%	2%	23%	9%	51%	21%	67%	79%	7%				81%		72%	28%		30663397	
合計	77%	2%	34%	10%	16%	31%	79%	90%	3%	1%	4%		86%	3%	91%	1%		5569018277	

※1 1事業場で複数の作業を行っている場合は重複してカウントしているため、実際の事業場数より多くなっている。
 ※2 同一の労働者で複数の作業(短冊)に重複してカウントされる場合があるので、実際の労働者数より多く見積もっていると考えられる。
 ※3 コード1:10時間、コード2:35時間、コード3:75時間、コード4:125時間として算出