

「平成19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」の概要

〔リスク評価の手法〕

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ることが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〕

1 粉状のニッケル化合物（ニッケルカルボニルを除く。）

粉状のニッケル化合物（ニッケルカルボニルを除く。以下同じ。）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、粉状のニッケル化合物の製造・取り扱い作業については、局所排気装置等の設置、作業主任者の選任、作業環境測定の実施・評価、特殊健康診断の実施等による適切な管理が必要と考える。国は、そのため、次の関係法令の整備を検討すべきである。

- ・ 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
- ・ 労働安全衛生法施行令第18条の名称等を表示すべき有害物とすること
- ・ 特定化学物質障害予防規則第2条第1項第5号の管理第2類物質とすること。
- ・ 特定化学物質障害予防規則第38条の3の特別管理物質とすること

なお、局所排気装置の性能要件、作業環境測定に係る測定分析手法及び管理濃度、特殊健康診断の項目については、今後、専門技術的な検討を行うべきである。

2 砒素及びその化合物（三酸化砒素、アルシン及びガリウム砒素を除く。）

砒素及びその化合物（三酸化砒素、アルシン及びガリウム砒素を除く。）について、評価値を超える個人ばく露量が測定された。これらについて、ばく露の大小について作業内容を分析したところ、ばく露のおそれのある条件とそうでない条件を区別することができなかつた。よって、作業を限定せず、局所排気装置等の設置、作業主任者の選任、作業環境測定の実施・評価、特殊健康診断の実施等による適切な管理が必要であると考える。国は、そのため、次の関係法令の整備を検討すべきである。

- ・ 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
- ・ 労働安全衛生法施行令第18条の名称等を表示すべき有害物とすること
- ・ 特定化学物質障害予防規則第2条第1項第5号の管理第2類物質とすること。
- ・ 特定化学物質障害予防規則第38条の3の特別管理物質とすること

なお、局所排気装置の性能要件、作業環境測定に係る測定分析手法及び管理濃度、特殊健康診断の項目については、今後、専門技術的な検討を行うべきである。

3 (略)

厚生労働省発表
平成20年3月17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 榎本 克哉 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19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、平成18年度より、有害化学物質についてリスク評価を行い、健康障害発生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ています。

平成19年度は、2, 3-エポキシ-1-プロパノール、塩化ベンゾイル、オルトトルイジン、クレオソート油、1, 2, 3-トリクロロプロパン、ニッケル化合物（ニッケルカルボニルを除く。）、砒素及びその化合物（三酸化砒素を除く。）、フェニルオキシラン、弗化ビニル及びブロモエチレンの10物質について、「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、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、本年度の検討会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、既に外国関係者から意見聴取を行うためのアクションプログラム手続きを開始したところです。

また、リスク評価を行った10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〕

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]

1 粉状のニッケル化合物（ニッケルカルボニルを除く。）

粉状のニッケル化合物（ニッケルカルボニルを除く。以下同じ。）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、粉状のニッケル化合物の製造・取扱い作業については、局所排気装置等の設置、作業主任者の選任、作業環境測定の実施・評価、特殊健康診断の実施等による適切な管理が必要と考える。国は、そのため、次の関係法令の整備を検討すべきである。

- ・ 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
- ・ 労働安全衛生法施行令第18条の名称等を表示すべき有害物とすること
- ・ 特定化学物質障害予防規則第2条第1項第5号の管理第2類物質とすること。
- ・ 特定化学物質障害予防規則第38条の3の特別管理物質とすること

なお、局所排気装置の性能要件、作業環境測定に係る測定分析手法及び管理濃度、特殊健康診断の項目については、今後、専門技術的な検討を行うべきである。

2 砒素及びその化合物（三酸化砒素、アルシン及びガリウム砒素を除く。）

砒素及びその化合物（三酸化砒素、アルシン及びガリウム砒素を除く。）について、評価値を超える個人ばく露量が測定された。これらについて、ばく露の大小について作業内容を分析したところ、ばく露のおそれのある条件とそうでない条件を区別することができなかった。よって、作業を限定せず、局所排気装置等の設置、作業主任者の選任、作業環境測定の実施・評価、特殊健康診断の実施等による適切な管理が必要であるとする。国は、そのため、次の関係法令の整備を検討すべきである。

- ・ 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
- ・ 労働安全衛生法施行令第18条の名称等を表示すべき有害物とすること
- ・ 特定化学物質障害予防規則第2条第1項第5号の管理第2類物質とすること。
- ・ 特定化学物質障害予防規則第38条の3の特別管理物質とすること

なお、局所排気装置の性能要件、作業環境測定に係る測定分析手法及び管理濃度、特殊健康診断の項目については、今後、専門技術的な検討を行うべきである。

3 2, 3-エポキシ-1-プロパノール、塩化ベンゾイル、オルト-トルイジン、クレオソート油、1, 2, 3-トリクロロプロパン、フェニルオキシラン、弗化ビニル及びブromoエチレン並びに粉状以外のニッケル化合物、アルシン及びガリウム砒素

今回のばく露実態調査に基づくリスク評価ではリスクは低いものの、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する。

10 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 (※1)	用途の例
2, 3-エポキシ シー-1-プロ パノール (556-52-5)	グリシドール	無色液体 比重 1.1 沸点 166°C	① 発がん性 (IARC: 2A) ② 暴露により目、鼻、のど及び皮膚に刺激 を与える。蒸気を吸入すると肺水腫を起 こすことがある。中枢神経に影響を与え ることがある。反復又は長期暴露では感 作を引き起こすことがある。	エポキシ樹脂・アルキド樹脂の反応希 釈剤、樹脂安定剤、木綿等の改質剤、 分散染料の染色改良剤
塩化ベンゾイ ル (98-88-4)	ベンゾイルクロリド、ベン ゾイルクロライド、アル ファークロロベンズアル デヒド	無色液体 比重 1.21 沸点 197.2°C	① 発がん性 (IARC: 2A (※2)) ② 目に重大な障害を及ぼす危険性がある。 重度の薬傷を起こす危険性がある。	有機過酸化物質原料、染料原料、香料原 料、ベンゾイル基導入剤、その他の有 機合成用
オルトートル イジン (95-53-4)	2-アミノトルエン、2 -メチルアニリン、1- アミノ-2-メチルベン ゼン、オルトートリルア ミン	無色又は黄色液体 比重 1.01 沸点 200°C	① 発がん性 (IARC: 2A) ② 眼、皮膚を刺激する。血液、膀胱、腎臓 に影響を与え、組織病変、機能障害を生 じ、メトヘモグロビンを生成することが ある。高濃度で暴露すると腎臓、膀胱の 損傷を生じることがある。	アゾ系及び硫化系染料、有機合成、溶 剤、サッカリン、p-トルイジン等合 成原料、染料製造用の特殊溶剤、様々 な染料、ゴム化学品、医薬品及び農業 の製造中間体
クレオソート 油 (8001-58-9)	カーボンブラック油	黒～茶色の液体 密度 1.0～1.17 g /cm ³ 蒸留範囲 200°C～400°C	① 発がん性 (IARC: 2A) ② 蒸気は、眼、皮膚、呼吸器に対する刺激 性がある。皮膚炎や呼吸器障害の発生す ることがある。	カーボンブラック原料、木材防腐防虫 剤 (注入用、塗布用)、漁網染料、選鉱 剤、消毒剤、洗浄油、燃料
1, 2, 3-ト リクロロプロ パン (96-18-4)	トリクロロヒドリン、酸 塩化アリル	無色液体 比重 1.4 沸点 156°C	① 発がん性 (IARC: 2A) ② 暴露により眼、気道、皮膚を刺激する。 肝臓に影響を与え、肝臓障害を生じるこ とがある。	ポリスルホン液状ポリマー及びジクロ ロプロペンの製造中間体、ポリスルフ イド合成の架橋剤、ヘキサフルオロプ ロピレンの合成

ニッケル化合物 (ニッケルカルボニルを除く)		種類により異なる	① 発がん性 (IARC: 1)	メッキ、触媒、媒染剤、窯業顔料、アルミ着色剤、電池、金属表面処理剤、試薬、電鍍
砒素及びその化合物 (三酸化砒素を除く)		種類により異なる	① 発がん性 (IARC: 1)	拡散、エピタキシャルガス、イオン注入、化合物半導体用ガス、木材防腐剤、医薬品原料、染料原料、顔料、触媒、農薬、ガラスの脱色剤、脱硫剤、殺鼠剤、漁網/皮革防腐剤、散弾鉛硬化剤
フェニルオキシラン (96-09-3)	スチレンオキシド、酸化スチレン、スチレンエポキシド	無色又は淡黄色の液体 比重 1.052 沸点 194℃	① 発がん性 (IARC: 2A) ② 皮膚、眼を刺激する。中枢神経系に影響を与えることがある。意識が低下することがある。	フェニルエチルアルコール・フェニルアラニンなどの原料、合成樹脂原料、香料
弗化ビニル (75-02-5)	フルオロエチレン	気体 蒸気密度 1.6 沸点 -72.2℃	① 発がん性 (IARC: 2A) ② 吸入するとめまい、吐き気、息切れを引き起こすことがある。	弗化ビニル単重合体や他の弗化物との共重合体の生産原料
ブromoエチレン (593-60-2)	臭化ビニル	気体 蒸気密度 3.7 沸点 15.6℃	① 発がん性 (IARC: 2A) ② 眼を刺激する。中枢神経系に影響を与えることがある。	難燃剤 (主にカーペットの裏打ち用のアクリル繊維の製造におけるポリマー)、コポリマー、ポリマー、医薬品、燻蒸剤、有機合成中間体

※1 ① IARC (国際がん研究機関) による発がん性分類

IARC: 1 人に対して発がん性がある。 IARC: 2A 人に対しておそらく発がん性がある。

② 中央労働災害防止協会安全衛生情報センターのホームページにあるモデルMSDSに記載されている危険有害性の要約から抜粋したもの。詳細については以下のホームページを参照のこと。

中央労働災害防止協会安全衛生情報センターホームページ <http://www.jaish.gr.jp/menu2.html>

※2 α-塩化トルエン類の複合ばく露として評価

別添 1

平成19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20年3月

(6) ニッケル化合物 (ニッケルカルボニルを除く。)

① 主なニッケル化合物の物理的性状等

	硫酸ニッケル	炭酸ニッケル	硝酸ニッケル	塩化ニッケル
CAS番号	7786-81-4	3333-67-3	13478-00-7	7791-20-0
化学式	NiSO ₄	NiCO ₃	Ni(NO ₃) ₂ ・6H ₂ O	NiCl ₂ ・6H ₂ O
分子量	154.8	118.7	290.8	237.7
外観	黄色～緑色の結晶	淡緑色の結晶	緑色の結晶	緑色の結晶
比重 (水=1)	3.7	2.6	2.05	3.55
融点	848℃ (分解)	融点以下で分解		
引火点	不燃性	不燃性	不燃性	不燃性
水への溶解性	よく溶ける (29.3g/100ml, 0℃)	溶けない	可溶性	可溶性

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418号

② 有害性評価 (詳細を参考1-6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

- 閾値の有無の判断：閾値なし

根拠：ニッケルの化学形態に係わらず、種々の培養細胞で形質転換を引き起こすことが報告されている。ほ乳類の培養細胞でDNA合成障害、染色体傷害等の突然変異が認められる。ニッケルを用いた様々な系で遺伝子傷害の機序に関係すると考えられる酸素ラジカルの産生が確認されている。

- ユニットリスクを用いたリスクレベルの算出

$$RL(10^{-4}) = 0.25 \mu g/m^3$$

$$RL(10^{-3}) = 2.5 \mu g/m^3$$

$$UR = 3.8 \times 10^{-4} (\mu g/m^3)^{-1}$$

根拠：WHO (2000) の算出したユニットリスク値に基づく。

なお、過剰発がん生涯ばく露が、呼吸量を 20m³/日、ばく露日数を 365日/年として、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

$$RL(10^{-4}) / (10/20 \times 240/365 \times 45/75) = 0.25 / 0.2 \mu g/m^3 = 1.3 \mu g/m^3$$

労働補正後のRL(10⁻³)に対応する濃度

$$RL(10^{-3})/(10/20 \times 240/365 \times 45/75) = 2.5/0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 12.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

イ 許容濃度等

ACGIH(1998年) Niとして

可溶性ニッケル化合物 0.1mg/m³

不溶性ニッケル化合物 0.2mg/m³

亜硫化ニッケル 0.1mg/m³

ウ 評価値

○ 一次評価値：Niとして 0.0013mg/m³

○ 二次評価値：Niとして

可溶性ニッケル化合物 0.1mg/m³

不溶性ニッケル化合物 0.2mg/m³

亜硫化ニッケル 0.1mg/m³

(ACGIHのTLV-TWA)

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2-6に添付)

平成19年度におけるニッケル化合物(ニッケルカルボニルを除く。)に係る有害物ばく露作業報告は、合計595の事業場から、1490の作業についてなされ、作業従事労働者数の合計は19354人(延べ)であった。また、対象物質の取扱量の合計は約77万トン(延べ)であった。1490の作業のうち、作業従事時間が20時間/月以下の作業が54%、局所排気装置の設置がなされている作業が69%、防じんマスクの着用がなされている作業が58%であった。

イ ばく露実態調査結果

ニッケル化合物(ニッケルカルボニルを除く。)を製造し、又は取り扱っている13事業場に対し、41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39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0.0064mg/m³、最大値は0.0545mg/m³であった。また、個人ばく露測定結果の幾何平均値は0.0033mg/m³、最大値は0.3545mg/m³であった。(図4-6)

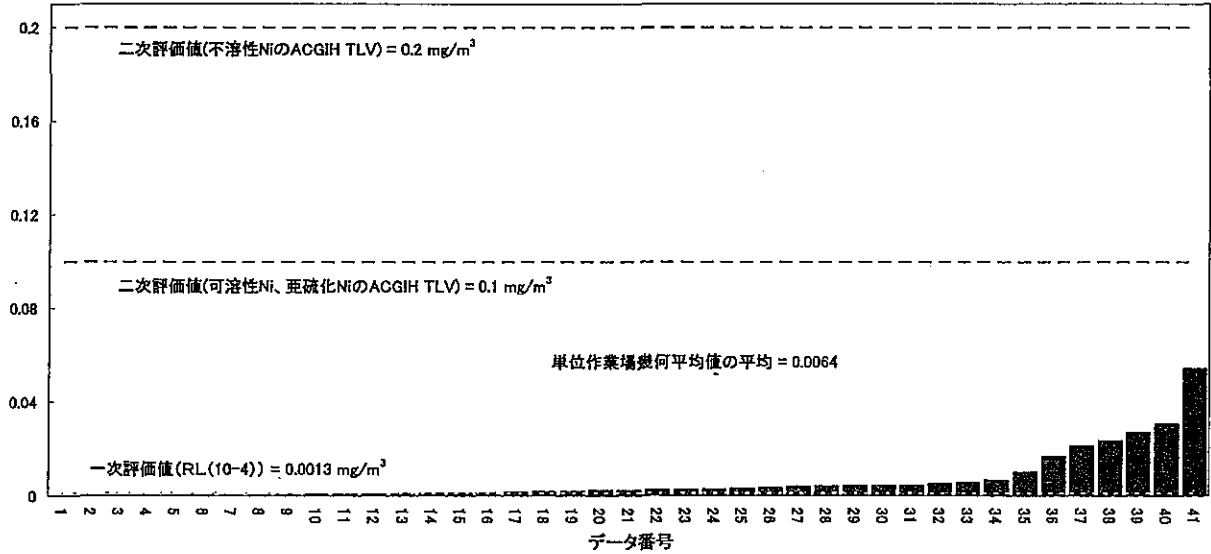
④ リスクの判定及び対策の方向性

A測定においては、一次評価値を超えるデータがあるが、測定したいずれの事業場においても二次評価値(可溶性ニッケル及び亜硫化ニッケル0.1mg/m³、不溶性ニッケル0.2mg/m³)以下であった。個人ばく露測定においては、二次評価値のうち低い値(可溶性ニッケル及び亜硫化ニッケル0.1mg/m³)を超えるものが11事業場・計39人のデータのうち3事業場・計6データで見られるが、これは電池製造業務、メッキ液の製造業務及びニッケル化合物の製造業務における粉状のニッケル

ル化合物の製造・取扱い作業のものである。よって、粉状のニッケル化合物の製造・取扱い作業については、局所排気装置等の設置、作業主任者の選任、作業環境測定の実施・評価、特殊健康診断の実施等による適切な管理が必要である。

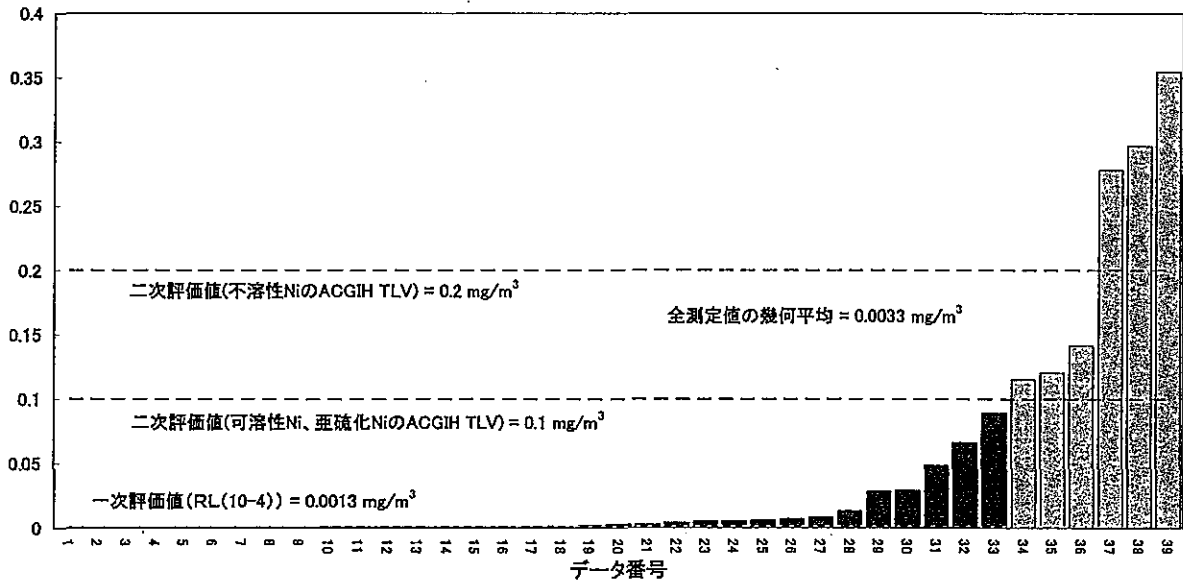
ニッケル化合物 (A測定結果)

測定値の幾何平均値
(mg/m^3 as Ni)



測定値
(mg/m^3 as Ni)

(個人ばく露測定結果)



データ番号	用途	取り扱い工程の概略	担当作業	取扱物質	取扱時の状態	環境
39	Ni水素電池の極板の製造	Niを含む水素収蔵合金(粉体)又は水酸化ニッケル(粉体)を投入、混合し、水と混練したスラリーを極芯に塗布、乾燥、切断、圧延、成形、面取り、タブ溶接、巻き取り、包装する	切断とプレスによる打ちぬき	Ni含有合金、水酸化Ni	スラリー乾燥固体	屋内
38			切断以降の工程	Ni含有水素収蔵合金		
37	表面処理、防錆剤の製造原料	ニッケル化合物(粉体)を溶解槽に投入し、混合して金属の表面処理剤を製造し容器に充填する	Ni原料の投入	硝酸Ni、炭酸Ni、硫酸Ni等	フレコン、紙袋入粉体及び溶液	屋内
36	Ni水素電池の極板の製造	Niを含む水素収蔵合金(粉体)又は水酸化ニッケル(粉体)を投入、混合し、水と混練したスラリーを極芯に塗布、乾燥、切断、圧延、成形、面取り、タブ溶接、巻き取り、包装する	原料投入、混合、スラリー製造	水酸化Ni	粉体、スラリー	屋内
35			完成した極板にタブ溶接		スラリー乾燥固体、溶接粉塵	
34	Ni金属、化合物の湿式製造	ニッケル化合物(粉体)を溶解槽に投入し、溶解し、湿式工程で硫酸Niを製造し、袋詰める	原料投入	組硫酸Ni	粒状、粉体	屋内

用途	対象事業場数	作業場環境測定結果(A測定準拠)、mg/m ³			個人ばく露測定結果、mg/m ³			
		単位作業場数	平均	標準偏差	最大値	測定数	平均	最大値
1.対象物の製造	2	7	0.0038	0.00	0.0102	1	0.1151	0.1151
2.他製剤の製造原料としての使用	6	22	0.0098	0.01	0.0545	19	0.0151	0.3545
6.表面処理又は防錆目的使用	4	8	0.0024	0.00	0.0045	9	0.0032	0.0291
7.顔料、塗料としての使用	1	1	0.0004	-	0.0004	2	0.0001	0.0008
10.接着を目的とした使用	1	3	0.0004	0.00	0.0004	8	0.0001	0.0004
計	14	41	0.0064	0.01	0.0545	39	0.0033	0.3545

図4-6 ばく露実態調査結果(ニッケル化合物)

(7) 砒素及びその化合物（三酸化砒素を除く。）

① 砒素及び主な砒素化合物の物理的性状等

	砒素	砒酸 (80%水溶液)	アルシン(砒化 水素)	三酸化砒素(亜 砒酸)【参考】
CAS番号	7440-38-2	7778-39-4	7784-42-1	1327-53-3
化学式	As	AsH ₃ O ₄	AsH ₃	As ₂ O ₃
原子量・分子量	74.9	141.94	77.9	197.8
外観	無臭、脆く、灰色、金属様外観の結晶	無色の粘稠な吸湿性液体	臭気のある無色の圧縮液化ガス	白色又は透明な塊状物、結晶性粉末
比重(水=1)	5.7			3.7~4.2
沸点	613°C(昇華)	120°C	-62°C	457~465°C
蒸気圧(20°C)			1043kPa	
蒸気密度			2.7	
融点			-116°C	275~313°C
爆発限界 (容量%)			下限 4.5 上限 78	
水への溶解性 (20°C)	溶けない	非常によく溶ける	20ml/100ml	1.2 ~ 3.7g / 100ml

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458号

② 有害性評価(詳細を参考1-7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

- 閾値の有無の判断：閾値なし

根拠：ヒトにおいて染色体突然変異を示すことなど。

- ユニットリスクを用いたリスクレベルの算出

$$RL(10^{-4}) = 6.6 \times 10^{-2} \mu g/m^3$$

$$RL(10^{-3}) = 6.6 \times 10^{-1} \mu g/m^3$$

$$UR = 1.5 \times 10^{-3} (\mu g/m^3)^{-1}$$

根拠：米国とスウェーデンのヒトへのばく露のデータから直線性を仮定して算出。

なお、過剰発がん生涯ばく露が、呼吸量を20m³/日、ばく露日数を365日/年として、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

$$RL(10^{-4}) / (10/20 \times 240/365 \times 45/75) = 6.6 \times 10^{-2} / 0.2 \mu g/m^3 = 0.33 \mu g/m^3$$

労働補正後のRL(10^{-3})に対応する濃度

$$RL(10^{-3})/(10/20 \times 240/365 \times 45/75) = 6.6 \times 10^{-1} / 0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 3.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

イ 許容濃度等

○ ACGIH

砒素及びその無機化合物 (1993年) (Asとして) $0.01\text{mg}/\text{m}^3$

アルシン (2007年) 0.005ppm ($0.016\text{mg}/\text{m}^3$)

ガリウム砒素 (2005年) $0.3\mu\text{g}/\text{m}^3$

○ 日本産業衛生学会

砒素及び砒素化合物 (2000年) (Asとして)

RL (10^{-3}) $3\mu\text{g}/\text{m}^3$

RL (10^{-4}) $0.3\mu\text{g}/\text{m}^3$

アルシン (1992年) 0.01ppm ($0.032\text{mg}/\text{m}^3$)

ウ 評価値

○ 一次評価値: Asとして $0.33\mu\text{g}/\text{m}^3$

○ 二次評価値: 砒素及びその化合物 Asとして $3\mu\text{g}/\text{m}^3$

(日本産業衛生学会のRL (10^{-3}))

アルシン 0.005ppm (ACGIHのTLV-TWA)

ガリウム砒素 $0.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ACGIHのTLV-TWA)

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2-7に添付)

平成19年度における砒素及びその化合物 (三酸化砒素を除く。)に係る有害物ばく露作業報告は、合計51の事業場から、147の作業についてなされ、作業従事労働者数の合計は2370人 (延べ) であった。また、対象物質の取扱量の合計は約2万1千トン (延べ) であった。147の作業のうち、作業従事時間が20時間/月以下の作業が48%、局所排気装置の設置がなされている作業が51%、防じんマスクの着用がなされている作業が82%であった。

イ ばく露実態調査結果 (図4-7)

(ア) 砒素及びその化合物 (三酸化砒素、アルシン及びガリウム砒素を除く。)

砒素及びその化合物 (三酸化砒素、アルシン及びガリウム砒素を除く。)を製造し、又は取り扱っている事業場に対し、3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25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 $0.0148\text{mg}/\text{m}^3$ 、最大値は $0.0326\text{mg}/\text{m}^3$ であった。また、個人ばく露測定結果の幾何平均値は $0.0421\text{mg}/\text{m}^3$ 、最大値は $0.7762\text{mg}/\text{m}^3$ であった。

(イ) アルシン

アルシンを取り扱っている事業場に対し、特定の作業に従事する5人の労働

者に対する個人ばく露測定を行ったところ、幾何平均値は0.0003ppm、最大値は0.0003ppmであった。

(ウ) ガリウム砒素

ガリウム砒素を取り扱っている事業場に対し、特定の作業に従事する3人の労働者に対する個人ばく露測定を行ったところ、幾何平均値は0.000048mg/m³、最大値は0.00005mg/m³であった。

④ リスクの判定及び対策の方向性

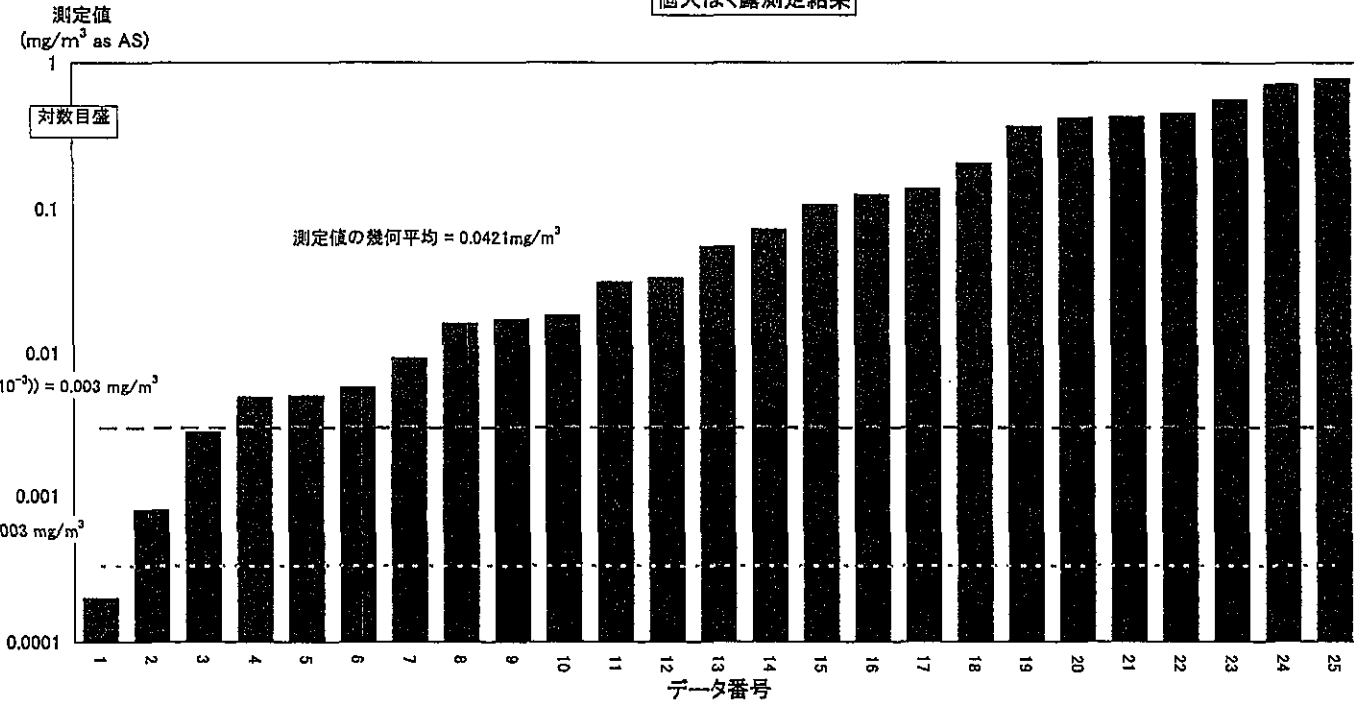
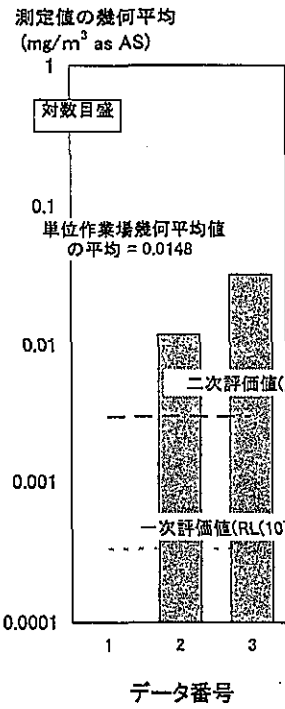
砒素及びその化合物（三酸化砒素、アルシン及びガリウム砒素を除く。）については、3事業場・計25人について調査を行ったところ、2事業場・計22人に二次評価値を超えるばく露が見られた。これらについて、ばく露の大小について作業内容を分析したところ、ばく露のおそれのある条件とそうでない条件を区別することができなかった。よって、作業を限定せず、局所排気装置等の設置、作業主任者の選任、作業環境測定の実施・評価、特殊健康診断の実施等による適切な管理が必要である。

アルシン及びガリウム砒素については、個人ばく露測定値がいずれも二次評価値以下であったことから、リスクは低いと考えられる。しかしながら、当該物質は、有害性の高い物質であることから、事業者においてリスク評価を実施し、引き続き適切な管理を行う必要がある。

砒素及びその化合物

A測定結果

個人ばく露測定結果



二次評価値を超えるデータの詳細						
データの所属	用途	取り扱い工程の概略	担当作業(場)	取扱物質	取扱時の状態	環境
A測定結果						
3	(b)銅製線工程で 砒素を含有する	(b)砒素を含む銅精鉱を自溶炉で溶融し、鉍(マット)又は、鉍(スラグ)は次工程で処理されるが、炉からマットを取り出す(タップ)作業、粗銅を電解精製するための精造(アノード)作業、副製する鉛の電気炉、精造作業、スラグの処理作業で砒素が飛散する。	自溶炉タップ作業場	鉍、鉍(含砒素)	溶融流動状態 (ヒューム発生)	屋内
2			鉛電気炉(タップ、挿入)	溶融鉛(含砒素)	溶融流動状態 (ヒューム発生)	屋内
個人ばく露測定結果						
25	(a)砒素及びその 化合物の製造	(a)砒素化合物を原料として精製し、砒素を製造し、更に亜鉛と反応させて砒化亜鉛の製造、砒素を含む半導体結晶を製造しているが、次の工程で砒素にばく露する可能性がある。 ①砒素製造工程及び製造された同形砒素をクラッシャーで粉砕し包装する作業 ②砒化亜鉛製造工程及び同形砒化亜鉛をクラッシャーで粉砕し、ペール缶に包装する作業 ③チャンバーの内側に堆積した砒素を取り除く作業	砒素工程粉砕、計量	砒素	固体、粉体、蒸気	屋内
24			砒素工程製品粉砕、 篩、封入	砒素	固体、粉体	
23			装置、機器清掃	砒素及び砒素化	粉体	
22			砒素工程砒素取出し	砒素	固体	
21			砒素工程粉砕、計量	砒素	固体、粉体、蒸気	
20			砒化亜鉛工程人手による粗粉砕作業	砒化亜鉛	固体、粉体	
19			砒素工程粉砕、封入	砒素	固体、粉体	
18			砒素工程砒素取出し	砒素	固体	
17			同上	同上	同上	
16			同上	同上	同上	
15	上記(b)に同じ	上記(b)に同じ	自溶炉タップ作業	鉍、鉍(含砒素)	溶融流動状態 (ヒューム発生)	屋内
14	上記(a)に同じ	上記(a)に同じ	配管清掃	砒素及び砒素化	粉体	屋内
13	上記(a)に同じ	上記(a)に同じ	装置、機器清掃	砒素及び砒素化	粉体	屋内
12	上記(b)に同じ	上記(b)に同じ	鉛電気炉(タップ、挿入)	溶融鉛(含砒素)	溶融流動状態 (ヒューム発生)	屋内
11	上記(a)に同じ	上記(a)に同じ	配管清掃	砒素及び砒素化	粉体	屋内
10	上記(b)に同じ	上記(b)に同じ	鉛電気炉(タップ、挿入)	溶融鉛(含砒素)	溶融流動状態 (ヒューム発生)	屋内
9	上記(a)に同じ	上記(a)に同じ	同上	同上	同上	屋内
8	上記(b)に同じ	上記(b)に同じ	同上	同上	同上	屋内
7	上記(a)に同じ	上記(a)に同じ	砒素工程粉砕、封入	砒素	固体、粉体	屋内
6	上記(a)に同じ	上記(a)に同じ	砒素工程ハロゲン化、 蒸留(密封工程監視)	三酸化砒素	粉体	屋内
5	上記(b)に同じ	上記(b)に同じ	銅精造	溶融銅(含砒素)	溶融流動状態 (ヒューム発生)	屋内

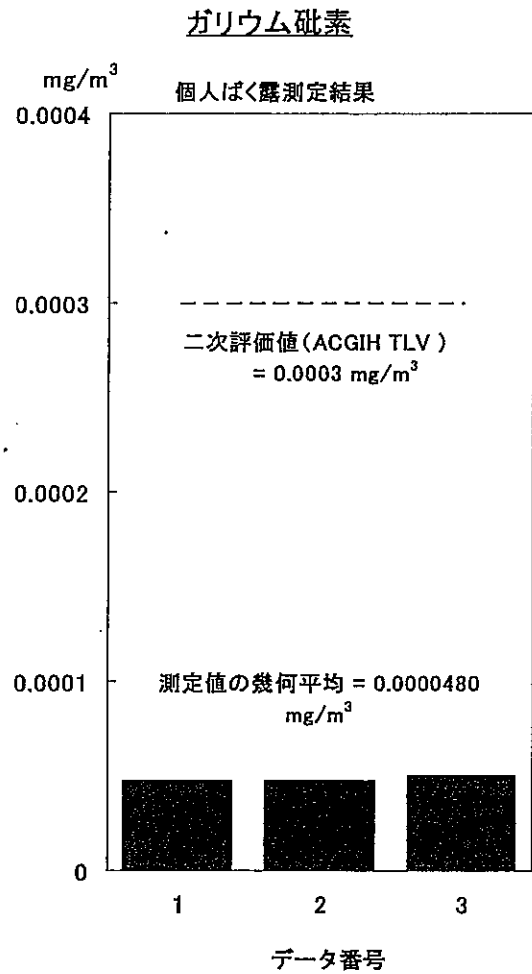
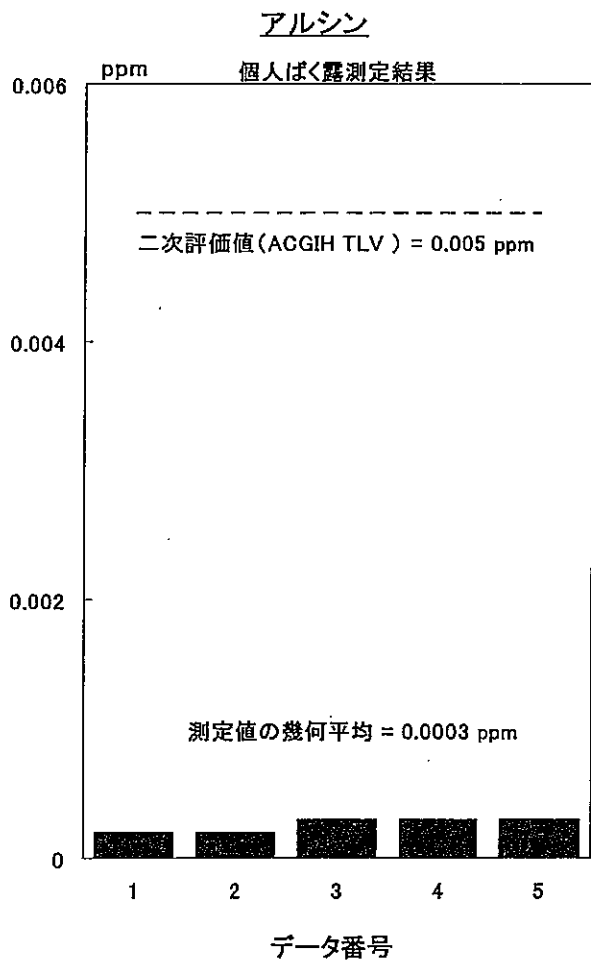


図4-7 ばく露実態調査結果 (砒素及びその化合物)

用途	対象事業場数	作業環境測定結果(A測定準拠)				個人ばく露測定結果		
		単位作業場数	平均	標準偏差	最大値	測定数	平均	最大値
珪素及びその化合物(珪素として)			mg/m ³		mg/m ³		mg/m ³	
1.対象物の製造	1	—	—	—	—	16	0.1062	0.7762
2.他の製剤の製造原料としての使用	1	2	0.0222	0.01	0.0326	8	0.0109	0.1065
12.その他(軸受けメタルに含有)	1	1	0.0001	—	0.0001	1	0.0008	0.0008
計	3	3	0.0148	0.02	0.0326	25	0.0421	0.7762
アルシン			ppm		ppm		ppm	
2.他の製剤の製造原料としての使用	1	—	—	—	—	5	0.0003	0.0003
ガリウム珪素			mg/m ³		mg/m ³		mg/m ³	
2.他の製剤の製造原料としての使用	1	—	—	—	—	3	0.0000480	0.0000500

(8) フェニルオキシラン

① 物理的性状等

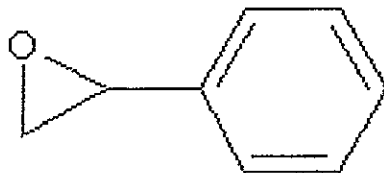
ア 化学物質の基本情報

名称：フェニルオキシラン (Phenyl oxirane)

別名：スチレンオキシド、酸化スチレン

化学式：C₈H₈O

構造式：



分子量：120.15

CAS 番号：96-09-3

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469号

イ 物理的・化学的性状

外観：特徴的な臭気のある無色又 比重(水=1)：1.052

は淡黄色の液体

溶解性(水)：溶けにくい

融点：-36.6℃

オクタノール/水分配係数 logPow: 1.61

沸点：194℃

換算係数：1ppm=5.00mg/m³ (20℃)、

引火点：76℃

4.93mg/m³ (25℃)

発火点：498℃

1mg/m³=0.200ppm (20℃)、

蒸気圧：40Pa (20℃)

0.815ppm (25℃)

蒸気密度(空気=1)：4.30

② 有害性評価(詳細を参考1-8に添付)

ア 発がん性

○ 発がん性：ヒトに対しておそらく発がん性がある

根拠：IARC 2A、日本産業衛生学会 2

5 まとめ

平成19年度においては、発がん性等の有害性が高いと指摘されている化学物質10物質（2, 3-エポキシ-1-プロパノール、塩化ベンゾイル、オルトトルイジン、クレオソート油、1, 2, 3-トリクロロプロパン、ニッケル化合物（ニッケルカルボニルを除く。以下同じ。）、砒素及びその化合物（三酸化砒素を除く。）、フェニルオキシラン、弗化ビニル及びブromoエチレン）のリスク評価を行った。

その結果、ニッケル化合物並びに砒素及びその化合物（三酸化砒素、アルシン及びガリウム砒素を除く。以下同じ。）を取り扱う一部の事業場において、二次評価値を超えるばく露が見られた。

このうち、ニッケル化合物については、11事業場・計39人について調査を行ったところ、3事業場・計6人に二次評価値を超える個人ばく露が見られた。これらの事業場における作業は、電池製造業務、メッキ液の製造業務及びニッケル化合物の製造業務における粉状のニッケル化合物の製造・取扱い作業である。このため、粉状のニッケル化合物の製造・取扱い作業については、局所排気装置等の設置、作業主任者の選任、作業環境測定の実施・評価、特殊健康診断の実施等による適切な管理が必要と考える。国は、そのため、次の関係法令の整備を検討すべきである。

- ・ 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
- ・ 労働安全衛生法施行令第18条の名称等を表示すべき有害物とすること
- ・ 特定化学物質障害予防規則第2条第1項第5号の管理第2類物質とすること。
- ・ 特定化学物質障害予防規則第38条の3の特別管理物質とすること

なお、局所排気装置の性能要件、作業環境測定に係る測定分析手法及び管理濃度並びに特殊健康診断の項目については、今後、専門技術的な検討を行うべきである。

また、砒素及びその化合物については、3事業場・計25人について調査を行ったところ、2事業場・計22人に二次評価値を超える個人ばく露が見られた。これらについて、ばく露の大小について作業内容を分析したところ、ばく露のおそれのある条件とそうでない条件を区別することができなかった。よって、作業を限定せず、局所排気装置等の設置、作業主任者の選任、作業環境測定の実施・評価、特殊健康診断の実施等による適切な管理が必要であると考える。国は、そのため、次の関係法令の整備を検討すべきである。

- ・ 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

- ・ 労働安全衛生法施行令第18条の名称等を表示すべき有害物とすること
- ・ 特定化学物質障害予防規則第2条第1項第5号の管理第2類物質とすること。
- ・ 特定化学物質障害予防規則第38条の3の特別管理物質とすること

なお、局所排気装置の性能要件、作業環境測定に係る測定分析手法及び管理濃度並びに特殊健康診断の項目については、今後、専門技術的な検討を行うべきである。

また、2, 3-エポキシ-1-プロパノール、塩化ベンゾイル、オルト-トリイジン、クレオソート油、1, 2, 3-トリクロロプロパン、フェニルオキシラン、弗化ビニル及びブromoエチレン並びに粉状以外のニッケル化合物の製造・取扱い作業、アルシン及びガリウム砒素については、今回のばく露実態調査に基づくリスク評価ではリスクは低いものの、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

る。
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：ニッケルおよびその化合物

GHS区分	評価結果
急性毒性	<p>吸入：報告なし</p> <p>経口：LD₅₀ = >2,000 mg/kg (塩基性炭酸ニッケル (II) 四水和物・ラット)</p> <p>試験内容：塩基性炭酸ニッケル (II) 四水和物を 0.5% CMC/Na 水溶液に溶解した試料 2000mg/kg を IGS ラットに強制経口単回投与で、5日後に死亡は6例中1例。 (GHS区分5)</p> <p>経口：LD₅₀ = 350mg/kg (酢酸ニッケル・ラット)・420mg/kg (酢酸ニッケル・マウス) (GHS区分4)</p> <p>経皮毒性：報告なし</p>
皮膚腐食性／刺激性	<p>皮膚腐食性／刺激性：報告なし GHS区分：分類できない</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 GHS区分 (可能であれば)：2B</p> <p>根拠：ニッケル電気分解槽のエアロゾルにばく露する作業者の眼に対する刺激はよく知られているが、ニッケルに特異な眼症状はなく、この種のエアロゾルはニッケルというより酸を含んでいるためと考えられる。水溶性ニッケルは軽い眼刺激症状があると考えべきである。</p>
皮膚感作性又は呼吸器感作性	<p>皮膚感作性：あり GHS区分：1</p> <p>根拠：有害性評価書において、「ニッケルが皮膚感作性を有することはよく知られているが、その主要な原因はニッケル合金への非職業性のばく露であるとされている」と記載されている。</p> <p>呼吸器感作性：あり GHS区分：1</p> <p>根拠：ニッケルへのばく露歴を有する喘息患者を対象とした誘発試験において、アレルギー反応を確認した報告が複数存在する。このことを根拠として、DFGは「皮膚および気道に対して感作性あり (Sah)」と区分している。</p>
生殖細胞変異原性	<p>生殖細胞変異原性：おそらく「陰性」、報告なし GHS区分：分類できない</p> <p>根拠：in vivo の作業者での研究では他の化学物質のばく露もあり、ニッケル化合物のばく露に帰することにできる明確な結果は得られていない。In vitro の研究では、細胞を用いた試験で、ニッケル化合物は一般に変異原性を示さない (Environmental Health Criteria 108, IPCS 1991) が、ニッケルの化学形態に関わらず、種々の培養細胞で形質転換を引き起こすことが報告されている (IARC 1989, IPCS 1991)。また、哺乳類の培養細胞ではDNA合成障害、染色体障害、SCE、形質転換等の突然変異が認められる。他の発がん物質の遺伝子障害の機序に関係すると考えられている酸素ラジカルの産生が、ニッケルを用いた様々な系で確認されている(有害性評価書より)。</p> <p>動物を用いた in vivo の試験結果は少なく、GHS区分をつけられない。</p>
発がん性	<p>発がん性：あり GHS区分：ニッケル化合物 1 (IARC 1) ニッケル金属 2 (IARC 2B)</p> <p>ヒトにおける発がん</p> <p>ニッケルに起因して発がんが確認されたのは、ニッケル精錬所においてのみである。特に、硫化ニッケル鉍の高温焼結工程に従事する作業者の肺と鼻腔のがんリスクは非常に高い。ニッケル精錬作業者の呼吸器がんは、精錬粉塵中のニッケル酸化物と二硫化三ニッケルの 10mg/m³以上の高濃度のばく露によると考えられるが、ニッケル硫化物濃度が低くても肺と鼻腔のがんは起こる。水溶性のニッケルはこれより少ない 1mg/m³程度のばく露でもこれらのがんが起こり、また水溶性ニッケルは難溶性ニッケルの発がん性を高める可能性がある。一方、金属ニッケルが肺と鼻腔のがんに関与するという証拠は無い。</p> <p>なお、動物実験では肺がんを引き起こす可能性を示す証拠が2~3 あるが、否定的な報告もあ</p>

	<p>り、確実な証拠と言えない状況にある。</p> <p>閾値の有無： 閾値無し</p> <p><i>In vitro</i> の研究では、細菌を用いた試験でニッケル化合物は一般に変異原性を示さない (EHC108) が、ニッケルの化学形態に係わらず、種々の培養細胞で形質転換を引き起こすことが報告されている (IARC1989、IPCS1991)。また、哺乳類の培養細胞ではDNA合成障害、染色体傷害、SCE、形質転換等の突然変異が認められる。他の発がん物質の遺伝子傷害の機序に関係すると考えられている酸素ラジカルの産生が、ニッケルを用いたさまざまな系で確認されている。 以上から、閾値はないと考えられる。</p> <p>閾値がない場合</p> <p>化合物をまとめて扱うことについて</p> <p>(ニッケル化合物の発がん性評価の際の化学形態別区分は、評価機関 (WHO,IARC,ACGIH,EPA)により違いがある。)</p> <p>IARCのモノグラフではニッケル化合物は標的臓器の標的細胞に於いて、ニッケルイオンを生じるという考え方を今日考慮に入れ、ニッケル化合物をひとつのグループとして評価し、ニッケル化合物をグループ1に、金属ニッケルをグループ2Bと総合評価している。以上から、ニッケルのがんリスクを基準に、ニッケル化合物を評価することに矛盾はないと考える。</p> <p>定量的評価</p> <p>ニッケル精錬所以外ではヒトの発がん性に関する報告が無いこと、発がんに関連するニッケル化合物の化学形態が決定されていないことなど、いくつかの問題点はあるものの、3つのニッケル精錬所で働く労働者を対象とした研究より、WHO(2000)はニッケル化合物の発がんに対するユニットリスク値(UR)として $3.8 \times 10^{-4} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ を算出しており、これを採用することが適切と考える。</p> <p>ニッケル化合物の指針値は、生涯リスクレベル 10^{-5} (RL(10^{-5})) に相当する値として年平均 $0.025 \mu\text{gNi}/\text{m}^3$ 以下とする。</p> <p>以上よりニッケル化合物 (ニッケルとして) の生涯ばく露における UR と RL は以下を採用する。</p> <p>$UR = 3.8 \times 10^{-4} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$, $RL(10^{-5}) = 2.5 \times 10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$ WHO(2000)</p> <p>これより、</p> <p>$RL(10^{-4}) = 2.5 \times 10^{-1} \mu\text{g}/\text{m}^3$</p> <p>なお、WHOにおける過剰発がんリスクが、呼吸量を $20\text{m}^3/\text{日}$、生涯ばく露を前提としていると考えられ、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 $240 \text{日}/\text{年}$、就業年数 45年、生涯 75年) に基づいて換算すれば以下となる。</p> <p>労働補正RL(10^{-4}) = $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($1.3 \times 10^{-3} \text{mg}/\text{m}^3$)</p> <p>計算式</p> <p>労働補正(10^{-4}) = $RL(10^{-4}) / (10/20 \times 240/365 \times 45/75)$</p> <p style="text-align: center;">= $0.25 \mu\text{g}/\text{m}^3 / 0.2 = 1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$</p>
<p>生殖毒性</p>	<p>生殖毒性：あり、 GHS区分：2</p> <p>試験で得られた (LOAEL) = $1.3 \text{mg}/\text{kg}/\text{日}$ ($10 \text{ppm Ni}/\text{L}$)</p> <p>根拠：ラットの交配11週前から、F1及びF2の離乳まで塩化ニッケル (0, 10, 50, 250 ppm Ni) (0, 1.3, 6.8, 31.6 mg/kg/day)を飲水投与した。10 ppm以上でF2死亡仔数の有意な増加がみられた。(Smith MK. et al. Perinatal toxicity associated with nickel chloride exposure. Environ Res, 61, 200-211 (1993))</p> <p>不確実性係数 UF = 100</p> <p>根拠：種差、LOAEL</p>

	<p>評価レベル = $1.3 \text{ mg/kg/day} \times 60 \text{ kg/10 m}^3 \times 1/100 = 7.8 \times 10^{-2} \text{ mg/m}^3$</p>								
特定標的臓器 / 全身毒性 (単回ばく露)	<p>GHS 区分: 記載がないので分類できない</p> <p>試験で得られた (NOEL, NOAEL, LOAEL) =</p>								
特定標的臓器 / 全身毒性 (反復ばく露)	<p>GHS 区分: 1 (呼吸器)</p> <p>根拠: 職業的にニッケル酸化物や金属ニッケルの 0.04 mg/m^3以上の濃度にばく露している労働者は、呼吸器疾患で死亡する確率が高いとされ、また、ニッケル精錬とニッケルメッキ作業者に鼻炎、副鼻腔炎、鼻中隔穿孔、鼻粘膜異形成の報告がある。</p> <p><Ni₃S₂>不溶性</p> <p>試験で得られたNOAEL (BMCL₁₀) = 0.0017 mg Ni/m^3</p> <p>根拠: ラットにNi₃S₂を2年間吸入 (0, 0.11, 0.73 mg Ni/m³) させたNTP試験 (TR453, 1996) で、ばく露群に肺線維化がみられ、雄の所見をもとにBMCL₁₀=0.0017 mg Ni/m^3が算出された。</p> <p><NiO>不溶性</p> <p>試験で得られたNOAEL=0.3 mg/m^3</p> <p>根拠: 雄ラットにNiOのエアロゾル 0.3 および 1.2 mg/m^3 (径 $0.6 \mu\text{m}$) を 7h/d, 5d/wks で 12 ヶ月間ばく露した実験で、有意な病理組織学的変化はみられなかった。</p> <p><NiSO₄ · 6H₂O>可溶</p> <p>試験で得られたLOAEL=0.03 mg Ni/m^3</p> <p>根拠: ラットにNiSO₄ · 6H₂Oを2年間吸入 (0, 0.03, 0.06, 0.11 mg Ni/m³) させたNTP試験 (TR454, 1996) で、ばく露群に肺の慢性炎症がみられた。</p> <p>不確実性係数 UF = 10</p> <p>根拠: Ni₃S₂のラット2年間吸入試験を評価レベルの根拠データとする。すなわち、UFとして、種差 (10)、LOAEL→NOAELへの変換 (1)、期間 (1) の積を用いると共に (6時間/8時間×5日間/5日間) を乗じて労働ばく露補正を行う。</p> <p>評価レベル = $1.7 \times 10^{-3} \text{ mg Ni/m}^3 \times (6/8 \times 5/5) / 10 = 1.3 \times 10^{-4} \text{ mg Ni/m}^3$</p>								
許容濃度の設定	<p>許容濃度等</p> <p>ACGIH "Nickel and inorganic compounds, including Nickel subsulfide" (Inhalable nickel particle mass, as Ni, TWA)</p> <table border="0"> <tr> <td>Elemental and Metal</td> <td>1.5mg/m³</td> </tr> <tr> <td>Soluble Ni compounds</td> <td>0.1 mg/m³</td> </tr> <tr> <td>Insoluble Ni compounds</td> <td>0.2 mg/m³</td> </tr> <tr> <td>Nickel subsulfide</td> <td>0.1 mg/m³</td> </tr> </table> <p>ACGIH Documentation (2001) 勧告要旨</p> <p>TLV-TEA の勧告は、無機ニッケルへの職業的ばく露に対して出されている。これらの値は Inhalable particulate として測定された Ni として示されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> Elemental and Metalに対する 1.5 mg/m^3は、皮膚炎、塵肺の可能性を最小限にするためである。 Soluble Ni compoundsに対する 0.1 mg/m^3は、肺疾患の可能性と同時に、皮膚炎と発がん性の疑いのリスクを最小限にするためである。 Insoluble Ni compoundsに対する 0.2 mg/m^3は、鼻腔がんおよび肺がんの可能性を最小限にするためである。 	Elemental and Metal	1.5mg/m ³	Soluble Ni compounds	0.1 mg/m ³	Insoluble Ni compounds	0.2 mg/m ³	Nickel subsulfide	0.1 mg/m ³
Elemental and Metal	1.5mg/m ³								
Soluble Ni compounds	0.1 mg/m ³								
Insoluble Ni compounds	0.2 mg/m ³								
Nickel subsulfide	0.1 mg/m ³								

・Nickel subsulfideの勧告値 0.1 mg/m³は、鼻腔がんおよび肺がんの可能性を最小限にするためである。
産業衛生学会（ニッケル）TWA 1 mg/m³

水環境有害性

分類		毒性値	毒性区分
急性毒性	魚類	LC ₅₀ = 3.1 mg/L	急性 2
	甲殻類	EC ₅₀ = 0.013 mg/L	急性 1
	藻類	ErC ₅₀ = 0.75 mg/L	急性 1
	その他	EC ₅₀ =	
慢性毒性	魚類	NOEC =	
	甲殻類	NOEC =	
	藻類	NOEC =	
	その他	NOEC =	

環境残留性：生分解性＝金属の無機物質であるため、急速分解性なしと判断される。

生物濃縮性：BCF <31（硫酸ニッケル、使用生物：コイ、6週間）、
log P_{o/w} 値は低いものの、金属であるため、低濃縮性の根拠とならない。

GHS区分：急性区分：1、慢性区分：1 根拠：

魚類、甲殻類および藻類への毒性は、*Pimephales promelas*（魚類）で硫酸ニッケルの 96hLC₅₀=3.1mg/L、*Ceriodaphia dubia*（甲殻類）で硫酸ニッケルの 48 時間 LC₅₀=0.013mg/L および *Pseudokirchneriella subcapitata*（藻類）の塩化ニッケルの 72hErC₅₀=0.66mg/L がある。

これらの毒性は、急性区分 2（魚類）または区分 1（甲殻類、藻類）に該当し、全体としては急性区分 1 に分類される。

本物質群は金属無機化合物であり急速分解性に関しては分解性なしと判断される。また、生物濃縮性に関しては硫酸ニッケル・7水和物についてのみ試験データがありその値は、31 倍以下であった。慢性毒性値は入手出来なかったため、慢性毒性区分は、急性毒性と急速分解性の判断結果より区分 1 に該当する。

有害性総合評価表

物質名：砒素及びその化合物

GHS 区分	評価結果
急性毒性	<p>吸入毒性： LC₅₀ = 500 mg/m³ (2.4分後・マウス・アルシン)、3900 mg/m³ (時間不明・ジメチルアルシン酸・雌ラット)、250 ppm (30分・アルシン・ヒト・区分1)、390 mg/m³ (10分・アルシン・ラット・区分1)、650 mg/m³ (10分・アルシン・ウサギ・区分1)、250 mg/m³ (10分・アルシン・マウス・区分1)、350 mg/m³ (10分・アルシン・イヌ・区分1)</p> <p>経口毒性： LD₅₀ = 15.1 mg/kg (三酸化砒素・ラット・区分2)、39.4 mg/kg (三酸化砒素・マウス・区分2)、約2800 mg/kg (メタンアルソン酸ジナトリウム塩・ラット・区分5)、約700 mg/kg (メタンアルソン酸モノナトリウム塩・ラット・区分4)、>1000mg/kg (アルサニル酸・ラット)、55 mg/kg (五酸化砒素As(v)・マウス・区分3)、8 mg/kg (五酸化砒素As(v)・ラット・区分2)、48mg/kg (砒酸As(v)・ラット・区分2)、41 mg/kg (亜砒酸ナトリウムAs(III)・ラット・区分2)、14 mg/kg (亜砒酸カリウムAs(III)・ラット・区分2)、20 mg/kg (砒酸カルシウムAs(v)・ラット・区分2)、961 mg/kg (モノメチルアルソン酸・ラット・区分4)、100 mg/kg (砒酸鉛・ラット・区分3)、22 mg/kg (アセト亜砒酸銅・ラット・区分2)</p> <p>経皮毒性： LD₅₀ = 150 mg/kg (亜砒酸カリウムAs(III)・ラット・区分2)、2400 mg/kg (砒酸カルシウムAs(v)・ラット・区分5)</p>
皮膚腐食性／刺激性	<p>皮膚腐食性／刺激性：あり GHS 区分：1 根拠：三塩化砒素に関しては、ヒトにおける高濃度のばく露で潰瘍形成など皮膚腐食性を示唆する記録があるものの、他の物質に関する情報は乏しい。</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 GHS 区分：1 根拠：皮膚腐食性／刺激性に関する情報と重複している。空気中の刺激性を有する砒素化合物では粘膜、特に鼻中隔において穿孔を生じる場合があり、眼に対しても重篤な損傷性があると考えらるべきである。この他の物質に関する情報は乏しい。</p>
皮膚感受性又は呼吸器感受性	<p>呼吸器感受性：報告なし GHS 区分：分類できない 皮膚感受性：報告なし GHS 区分：分類できない 根拠：実験動物では感受性を示唆する報告はなく、ヒトに関する報告も確かなものは見当たらない。 亜砒酸ナトリウムや砒酸ナトリウムはモルモットを用いた maximization 試験で陰性であった(アレルギー反応を示さなかった)。 実験動物におけるアルシンの皮膚や呼吸器に対する感受性に関しては、データがない。</p>
生殖細胞変異原性	<p>生殖細胞変異原性：可能性を否定できない GHS 区分：2 根拠：砒素は染色体異常、小核、異数性、核内倍化および遺伝子増幅を誘発する。砒素は点変異を誘発する能力を持つとしてもわずかである。メチル化された三価の砒素分子は in vitro で細胞のDNA損傷を誘発する強力な形態であり、in vitro でDNA損傷(活性酸素種により媒介される反応)を起こす唯一の砒素の形態である。砒素化合物へのばく露のためDNAに起こる損傷はすべて間接的に(活性酸素を介して)発生する。 亜砒酸ナトリウム(Sodium arsenite)と亜砒酸カリウム(Potassium arsenite)は、マウス小核試験で陽性の報告がある。</p>

<p>発がん性</p>	<p>発がん性：あり GHS 区分：砒素および砒素化合物 1 A 根拠：IARC：1, ACGIH：A1, 産業衛生学会 第1群</p> <p>発がん性： ヒト：ヒトで発がん性を有する十分な証拠がある。砒素によりヒトで皮膚上皮内がんである Bowen 病、有棘細胞がん、基底細胞がんが多発することは多くの疫学研究で明らかにされている。肺がんは経気道ばく露した労働者集団で多発しており証拠が十分あるとされている。その他、肝血管肉腫、腎・尿路・膀胱がん、髄膜腫など、多くの臓器発がんの事例、皮膚がんを中心とした重複がんの事例が多く報告され、標的が多臓器に亘っている。</p> <p>動物：無機砒素の実験動物における発がん性に関する証拠は限られている。ジメチルアルシン酸の発がん性については十分な証拠がある。亜砒酸ナトリウム、砒酸カルシウム、亜砒酸の実験動物における発がん性の証拠は限られている。</p> <p>閾値の有無：閾値無し 根拠：ヒトにおいて砒素は染色体突然変異を示し、点突然変異誘発性は限られていると思われる。砒素にばく露されたヒトの末梢リンパ球や尿路上皮細胞に小核、染色体異常、異数性の増加が認められた。In vitro において砒素は細菌に点突然変異を起こさなかった。哺乳動物細胞において砒素は様々なタイプの染色体突然変異、異数性を示した。砒素は紫外線など多くの遺伝毒性物質と相乗的な共同変異物質として作用した。</p> <p>閾値がない場合 $UR=1.5 \times 10^{-3} (\mu g/m^3)^{-1}$、$RL(10^{-4})=6.6 \times 10^{-2} \mu g/m^3$ 根拠：米国とスウェーデンのヒトへの暴露のデータから直線性を仮定して算出。 なお、上記ユニットリスクは、呼吸量を 20m³/日、生涯ばく露を前提としていると考えられ、当リスク評価事業における前提条件（呼吸量 10m³/日、ばく露日数 240 日/年、就業年数 45 年、生涯 75 年）に基づいて換算すれば以下となる。</p> <p>労働補正$RL(10^{-4})=3.3 \times 10^{-1} \mu g/m^3 = 3.3 \times 10^{-4} mg/m^3$ 計算式 労働補正$(10^{-4}) = RL(10^{-4})/(10/20 \times 240/365 \times 45/75)$ $= 6.6 \times 10^{-2} / 0.2 = 3.3 \times 10^{-1} \mu g/m^3$</p> <p>参考：EPAではユニットリスク $4.3 \times 10^{-3} (\mu g/m^3)^{-1}$を採用しており、これによれば労働補正$(10^{-4})=1.2 \times 10^{-1} \mu g/m^3$となる。 また、日本産業衛生学会は労働補正 $(10^{-4})=0.3 \mu g/m^3$を提案している。</p>
<p>生殖毒性</p>	<p>生殖毒性：あり GHS 区分：1B</p> <p>試験で得られた (LOAEL) =0.025 mg/kg/day 根拠：0.4 ppm の砒酸ナトリウムを含む飲水 10 ml/day (0.025 mg/kg/day) を 28 日間与えた雌ラットで卵巣、子宮及び膈重量の低下、血漿中 LH 及びエストロゲン・レベルの低下が観察された。(Chattopadhyay S. et al, Effect of sodium arsenite on plasma levels of gonadotropins and ovarian steroidogenesis in mature albino rats: Duration-dependent response. J Toxicol Sci, 24, 425-431, 1999)</p> <p>不確実性係数 UF =100 根拠：種差、LOAEL 評価レベル =0.025 mg/kg/day×60 kg/10m³/day×1/100=1.5×10⁻³ mg/m³</p>

<p>特定標的臓器／全身毒性(単回ばく露)</p>	<p>GHS区分：1，呼吸器、消化器、造血系</p> <p>試験で得られた (LOAEL) =3~10 ppm</p> <p>根拠：ヒトにおけるアルシン数時間ばく露による中毒症状の発現濃度</p> <p>不確実性係数 UF =10</p> <p>根拠：ヒトにおける LOAEL</p> <p>評価レベル =0.3 ~1.0ppm</p>
<p>特定標的臓器／全身毒性(反復ばく露)</p>	<p>GHS区分：1 (血管、血液、肺)</p> <p>根拠：砒素を含む水を飲料水として長期に摂取する地域で、手掌足底の角化、末梢血管の障害による烏足病が特徴的である。その他、貧血、呼吸器に対する影響がみられる。</p> <p><ガリウム砒素></p> <p>試験で得られたLOAEL=0.01 mg/m³</p> <p>根拠：ラットにガリウム砒素の0, 0.01, 0.1, 1.0 mg/m³を6時間/日、5日/週で105週間ばく露したNTP試験で、0.01 mg/m³以上で肺胞上皮過形成、慢性活動性炎症、蛋白症、肺胞の化生がみられた。</p> <p>不確実性係数 UF =100</p> <p>根拠：ガリウム砒素のラット2年間吸入試験を評価レベルの根拠データとする。すなわち、UFとして、種差(10)、LOAEL→NOAELへの変換(10)、期間(1)の積を用いると共に(6時間/8時間×5日間/5日間)を乗じて労働ばく露補正を行う。</p> <p>評価レベル =$1.0 \times 10^{-2} \text{ mg/m}^3 \times (6/8 \times 5/5) / 100 = 7.5 \times 10^{-2} \text{ mg/m}^3$ (GaAsとして)</p> <p><アルシン></p> <p>試験で得られたLOAEL=0.025ppm (0.08 mg/m³)</p> <p>根拠：マウスにアルシン0, 0.025, 0.5, 2.5 ppmを12週間(6時間/日、5日/週)吸入させた実験で、0.025ppm以上に赤血球数、ヘモグロビン濃度、ヘマトクリット低下、脾臓重量増加(溶血による髄外造血亢進)がみられた。</p> <p>不確実性係数 UF =1000</p> <p>根拠：アルシンをマウスに12週間吸入させた実験を評価レベルの根拠データとする。すなわち、UFとして、種差(10)、LOAEL→NOAELへの変換(10)、期間(10)の積を用いると共に(6時間/8時間×5日間/5日間)を乗じて労働ばく露補正を行う。</p> <p>評価レベル =$0.08 \text{ mg/m}^3 \times (6/8 \times 5/5) / 1000 = 6 \times 10^{-5} \text{ mg/m}^3$ (AsH₃として)</p>
<p>許容濃度の設定</p>	<p>許容濃度等</p> <p>ACGIH TLV-TWA(2005)</p> <p>“Arsenic and its Inorganic compounds” TLV-TWA 0.01 mg/m³ as As</p> <p>“Arsine” TLV-TWA 0.005 ppm (0.016 mg/m³)</p> <p>(事務局注：ACGIHはArsineのTLV-TWAを2007年版で従来の0.05ppm(0.16 mg/m³)から当該値に変更した。)</p> <p>“Gallium Arsenide”(Respirable particulate mass)</p> <p>TLV-TWA 0.3 μg/m³ (0.0003 mg/m³)</p> <p>ACGIH 勧告要旨</p> <p>・Arsenic and its inorganic compoundsの勧告値0.01 mg/m³ as Asは、皮膚、肝臓、末梢血管、上気道および肺に対するがんを含む有害作用の可能性を最小限にするために設定された。</p>

	<p>・Arsineの勧告値 0.005 ppm (0.016 mg/m³)は、末梢神経障害及び腎臓、肝臓障害を根拠としている。(改訂前：Arsineの勧告値 0.05 ppm (0.16 mg/m³)は、貧血症、溶血性、赤血球の溶解および腎臓障害の可能性を最小限にするために設定された。)</p> <p>・Gallium Arsenideに対するヒトでの数値的データおよび動物の 0.01mg/m³レベルでのNOAELデータが不足しているが、試験動物での肺に対する影響の重大性の観点から、ガリウム砒素の職業的ばく露による肺の炎症を防ぐために、勧告値 0.3 μg/m³ (0.0003mg GaAs/m³) (as respirable particulate mass)が設定された。</p> <p>産業衛生学会 砒素および砒素化合物 (As として) (生涯リスクレベル) 10⁻³ 3 μg/m³ (" ") 10⁻⁴ 0.3 μg/m³</p>																			
水環境有害性	<table border="1"> <thead> <tr> <th>分類</th> <th>毒性値</th> <th>毒性区分</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">急性毒性</td> <td>魚類 LC₅₀ = 26 mg/L</td> <td>急性 3</td> </tr> <tr> <td>甲殻類 EC₅₀ = 1.7 mg/L</td> <td>急性 2</td> </tr> <tr> <td>藻類 ErC₅₀ = 0.69 mg/L</td> <td>急性 1</td> </tr> <tr> <td>その他 EC₅₀ =</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">慢性毒性</td> <td>魚類 NOEC =</td> <td rowspan="4">≤1 mg/L</td> </tr> <tr> <td>甲殻類 NOEC = 0.63 mg/L</td> </tr> <tr> <td>藻類 NOEC =</td> </tr> <tr> <td>その他 NOEC =</td> </tr> </tbody> </table>	分類	毒性値	毒性区分	急性毒性	魚類 LC ₅₀ = 26 mg/L	急性 3	甲殻類 EC ₅₀ = 1.7 mg/L	急性 2	藻類 ErC ₅₀ = 0.69 mg/L	急性 1	その他 EC ₅₀ =		慢性毒性	魚類 NOEC =	≤1 mg/L	甲殻類 NOEC = 0.63 mg/L	藻類 NOEC =	その他 NOEC =	
分類	毒性値	毒性区分																		
急性毒性	魚類 LC ₅₀ = 26 mg/L	急性 3																		
	甲殻類 EC ₅₀ = 1.7 mg/L	急性 2																		
	藻類 ErC ₅₀ = 0.69 mg/L	急性 1																		
	その他 EC ₅₀ =																			
慢性毒性	魚類 NOEC =	≤1 mg/L																		
	甲殻類 NOEC = 0.63 mg/L																			
	藻類 NOEC =																			
	その他 NOEC =																			
<p>環境残留性：金属の無機物質であるため、急速分解性はなしとみなす。 生物濃縮性：金属化合物であるため、オクタノール水分係数は生物濃縮性推定の根拠とならない。魚類を用いた生体濃縮性試験データは入手できない。</p> <p>GHS 区分：急性区分：1、慢性区分：1 根拠：魚類では<i>Pimephales promelas</i>への砒酸の 96hLC₅₀ = 26mg/L、甲殻類のミシッドシュリンプで砒酸水素二ナトリウム 96 時間LC₅₀ = 1.7mg/Lおよび藻類 <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> に対する砒酸三ナトリウムの 72hEC₅₀ = 0.69mg/Lが各生物群の最低値として得られている。この毒性値はそれぞれ、急性毒性区分3 (魚類)、区分2 (甲殻類)、及び区分1 (藻類) に該当し、全体としては急性毒性区分1に分類される。</p> <p>慢性毒性区分は、急性毒性区分と急速分解性の判断結果より区分1に該当する。なお、甲殻類ミシッドシュリンプの慢性毒性値 36dNOEC (生存率/繁殖) = 0.63mg/Lはあるがこの分類の変更を要しない。</p>																				

参考2-6 ばく露作業報告集計表(ニッケル化合物(ニッケルカルボニルを除く))

①作業の種類	②事業場数 ※1	③作業数 (原回数)	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)			⑧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	⑫コード(%)				⑬総従事 時間※3	⑭事業場 当たり平均 ※3	⑮労働者 当たり平均 ※3	
											1 ~20hr		2 21~50hr	3 51~100				4 101hr~
30 印刷の作業	1	2 (0.1%)	30	30.0	70.4	70.4	2.3	26.2	26.2	1.0	07(顔料、染料、塗料又は印刷インキとしての使用)2作業							
31 抜き落とし、剥離又は回収 の作業	23	47 (3.2%)	590	25.2	132058.2	5741.7	227.7	77774.0	3381.5	134.1	01(対象物の製造)18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)4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)20作業 06(表面処理又は防錆を目的とした使用)1作業 12(その他)4作業	53%	13%	28%	5%	33835	1471.1	56.3
32 乾燥の作業	6	6 (0.4%)	297	49.5	68626.1	11437.7	231.1	4686.4	781.1	13.8	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)3作業 12(その他)1作業	33%		50%	17%	33355	5559.2	112.3
33 計量、配合、注入、投入又 は小分けの作業	204	448 (30.1%)	4490	22.0	2263132.0	11191.0	508.5	75391.3	366.5	16.0	01(対象物の製造)31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)186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)54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)85作業 07(顔料、染料、塗料又は印刷インキとしての使用)65作業 08(試験分析用の試薬としての使用)4作業 10(検査を目的とした使用)2作業 12(その他)18作業	80%	13%	2%	3%	128425	632.5	28.0
34 サンプリング、分析、試験又 は研究の作業	22	38 (2.8%)	218	9.9	856366.0	38925.7	3828.3	26555.3	1201.1	121.8	01(対象物の製造)13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)6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)5作業 06(表面処理又は防錆を目的とした使用)7作業 08(試験分析用の試薬としての使用)1作業 12(その他)6作業	75%	10%	3%	5%	4825	223.9	22.6
35 充填又は包装の作業	82	190 (12.8%)	1710	20.9	194542.9	2370.0	113.7	48968.9	592.3	26.4	01(対象物の製造)56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)50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)45作業 06(表面処理又は防錆を目的とした使用)16作業 07(顔料、染料、塗料又は印刷インキとしての使用)8作業 12(その他)13作業	72%	15%	7%	6%	45105	550.1	26.4
37 成型、加工又は処理の作業	10	14 (0.9%)	193	19.3	2934.4	293.4	15.2	1241.4	124.1	8.4	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)18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)1作業 12(その他)1作業	29%	21%	21%	6%	17605	1760.5	91.2
38 清掃又は廃棄物の処理の作 業	15	22 (1.5%)	222	14.8	203637.7	13575.8	917.3	1195.5	79.7	5.4	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)6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)6作業 04(製剤等の溶剤、希釈又は増量としての使用)1作業 06(表面処理又は防錆を目的とした使用)2作業 12(その他)2作業	95%			6%	2335	155.7	10.5
39 検閲の作業	2	2 (0.1%)	113	56.5	28.8	14.3	0.3	0.9	0.5	0.0	10(検査を目的とした使用)2作業				100%	14125	7062.5	125.0
40 染色の作業	2	2 (0.1%)	9	4.5	12.1	6.1	1.3	3.3	1.7	0.4	06(表面処理又は防錆を目的とした使用)2作業	100%				90	45.0	10.0
41 洗浄、拭き、洗濯又は脱 脂の作業	4	5 (0.3%)	66	16.5	14148.7	3537.2	214.4	194.1	48.5	2.9	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 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)3作業	80%		40%		7100	1775.0	107.6
42 吹き付け塗装以外の塗装又 は塗布の作業	5	6 (0.4%)	79	15.8	87.2	17.4	1.1	7.0	1.4	0.1	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 06(表面処理又は防錆を目的とした使用)3作業 07(顔料、染料、塗料又は印刷インキとしての使用)2作業	33%		50%	17%	4820	824.0	58.5
43 編織、溶融又は湯だしの作 業	14	17 (1.1%)	323	23.1	1097072.1	78505.2	3272.7	3773.8	269.5	11.7	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)9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 12(その他)5作業	24%	12%	18%	47%	30975	2212.5	95.9
44 縮径、粉碎又はふるいわけ の作業	12	19 (1.3%)	402	33.5	1034396.2	86199.7	2373.1	363411.8	30284.2	904.0	01(対象物の製造)8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)9作業 12(その他)2作業	63%	5%	5%	26%	41800	3485.8	104.1
46 吹き付けの作業	3	4 (0.3%)	41	13.7	29.5	9.8	0.7	0.2	0.1	0.0	07(顔料、染料、塗料又は印刷インキとしての使用)4作業	75%			25%	955	331.7	24.3
47 保守、点検、分解、組立又 は修理の作業	10	21 (1.4%)	188	18.8	992278.3	99227.8	5908.4	103690.7	10369.1	617.2	01(対象物の製造)8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 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 06(表面処理又は防錆を目的とした使用)3作業 07(顔料、染料、塗料又は印刷インキとしての使用)1作業 12(その他)2作業	97%	19%	14%		4860	486.0	27.7

48 めっき等の表面処理の作業	254	591 (35.6%)	6992	27.5	18470.5	72.7	2.6	3008.3	11.8	0.4	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)14作業 03(触媒、安定剤、可塑剤、硬化剤、触媒剤、乳化剤、可溶化剤、分散剤、加硫剤等の添加剤としての使用)5作業 06(表面処理又は防錆を目的とした使用)505作業 07(原料、染料、塗料又は印刷インキとしての使用)2作業 12(その他)3作業	22%	11%	15%	82%	565510	2354.0	85.4
49 ろ過、混合、攪拌、混練又は加熱の作業	38	56 (3.8%)	592	15.6	2590.2	673.4	43.2	1705.6	44.9	2.9	01(対象物の製造)10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、触媒剤、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 06(表面処理又は防錆を目的とした使用)5作業 07(原料、染料、塗料又は印刷インキとしての使用)16作業 12(その他)3作業	64%	5%	13%	18%	32940	866.8	55.6
50 その他	29	60 (4.0%)	2829	97.6	98240.0	2284.1	33.7	60700.5	2083.1	21.5	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)9作業 03(触媒、安定剤、可塑剤、硬化剤、触媒剤、乳化剤、可溶化剤、分散剤、加硫剤等の添加剤としての使用)12作業 06(表面処理又は防錆を目的とした使用)7作業 10(混練を目的とした使用)2作業 12(その他)26作業	67%	3%	5%	25%	29150	1063.8	103.2
合計	593	1490	19354		9978521.7			771937.1			54%	11%	10%	25%	1293370		66.8	

①作業の種類	②換気設備稼働状況				③保護具使用状況							④性状				⑤温度			21 (㊸)×㊹×㊺
	高所作業装置	フック型換気装置	全体換気装置	その他	防じんマスク	防護マスク	保護衣	保護眼鏡	保護手袋	なし	その他	固体	粉塵	液体	気体	50℃未満	50℃以上100℃未満	100℃以上	
30 印刷の作業	50%		80%		80%		80%	100%						100%		100%			88,476
31 圧着押し、刺繍又は回収の作業	88%		15%	17%	85%	9%	45%	85%	88%		2%	38%	47%	15%		88%	4%	8%	2,629,870,324
32 乾燥の作業	17%	17%	17%	33%	83%		50%	33%	67%			17%	67%	17%		100%			158,306,958
33 計量、配合、注入、投入又は小分けの作業	70%	0.9%	14%	15%	80%	7%	24%	67%	83%	1%	1%	24%	58%	18%	0.2%	85%	4%	1%	5,661,298,388
34 サンプリング、分析、試験又は研究の作業	88%	3%	37%	18%	71%	3%	21%	84%	89%	3%	3%	11%	61%	2%		78%	21%	3%	130,635,608
35 充填又は包装の作業	62%	4%	30%	19%	64%		29%	80%	86%	0.3%	1%	29%	39%	31%		88%	2%		2,182,589,807
37 成形、加工又は発泡の作業	79%	14%	14%	71%	38%	57%	71%	14%	14%			57%	38%	7%		85%	7%	7%	21,850,626
38 増粘又は廃棄物処理の作業	27%	9%	5%	55%	73%	9%	32%	92%	100%		9%	32%	50%	18%		86%	14%		2,786,311
39 検査の作業	100%				100%		100%	100%								100%			12,713
40 染色の作業		50%		50%	50%		50%	100%	100%		50%		50%	50%		100%			297
41 洗浄、拭き、浸漬又は回収の作業	40%		20%	40%	20%		80%	40%	100%		40%					80%	40%		1,378,421
42 吹き付け装置以外の塗装又は塗布の作業	83%		33%		17%		17%	57%	83%			33%	87%			100%			32,351
43 繰返、溶融又は湯だしの作業	82%	6%	50%	6%	84%	5%	53%	88%	71%		12%	29%	29%	41%		41%	12%	47%	116,889,802
44 破砕、粉砕又はふるい分けの作業	95%			9%	100%		32%	37%	84%			9%	89%	5%		100%			15,208,128,589
45 吹き付けの作業		50%	30%			100%	75%	75%			25%			100%		100%			189
47 保守、点検、分解、組立又は検査の作業	76%	18%	32%	5%	76%		24%	100%	100%		10%	24%	52%	24%		81%	18%		482,535,042
48 めっき等の表面処理の作業	73%	7%	40%	6%	21%	14%	34%	73%	85%	2%	8%	15%	13%	71%	0.8%	39%	60%	0.2%	1,798,112,238
49 ろ過、混合、攪拌、混練又は加熱の作業	82%	2%	36%	7%	77%		50%	66%	85%	2%		16%	50%	21%		46%	15%	1%	56,140,155
50 その他	42%	2%	10%	25%	87%		8%	80%	93%	3%	10%	52%	23%	25%		93%	7%		17,721,680,935
合計	89%	4%	27%	13%	58%	10%	31%	73%	89%	1%	5%	22%	37%	40%	0.3%	73%	25%	1%	99,996,718,211

※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多くなっている。
 ※2 同一の労働者又は製剤等で複数の作業(短時間)に重複してカウントされる場合があるため、実際の労働者数又は製剤等の量より多く見られる。
 ※3 コード1:108時間、コード2:35時間、コード3:75時間、コード4:75時間として算出

参考2-7 ばく露作業報告集計表(砒素及びその化合物(三酸化砒素を除く))

①作業の種類	②作業場数 ※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	⑭労働者当たり平均	
											1 ~20hr		2 21~50hr	3 51~100				4 101hr~
31 掻き落とし、剥離又は回収の作業	7	15 (10%)	241	34.4	15602.6	2228.9	64.7	1109.8	158.5	4.6	01(ばく露作業報告対象物の製造)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)7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)1作業 12(その他)3作業	33% (5作業)	27% (4作業)	20% (3作業)	20% (3作業)	20200	2885.7	83.8
32 乾燥の作業	4	4 (3%)	41	10.3	18142.5	4535.7	442.5	1167.9	292.0	28.5	01(ばく露作業報告対象物の製造)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)3作業	50% (2作業)	50% (2作業)			685	171.3	16.7
33 計量、配合、注入、投入又は小分けの作業	18	49 (31%)	508	28.2	2312727.1	128464.8	4552.8	5372.6	288.5	10.6	01(ばく露作業報告対象物の製造)3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)32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)8作業 04(製剤等の溶剤、希釈又は溶媒としての使用)1作業 05(洗浄を目的とした使用)1作業	64% (28作業)	20% (8作業)	7% (3作業)	9% (4作業)	10045	1113.8	38.5
34 サンプルング、分析、試験又は研究の作業	1	2 (1%)	4	4.0	403161.0	403161.0	100790.3	511.6	511.6	127.9	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	100% (2作業)				40	40.0	10.0
35 充填又は袋詰め作業	6	6 (4%)	25	4.2	5399.5	899.9	216.0	62.2	10.4	2.5	01(ばく露作業報告対象物の製造)3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)1作業 12(その他)2作業	50% (3作業)	17% (1作業)		33% (2作業)	1820	303.3	72.8
37 成型、加工又は発泡の作業	3	3 (2%)	18	6.0	12.9	4.3	0.7	11.9	4.0	0.7	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)2作業	33% (1作業)	33% (1作業)	33% (1作業)		515	171.7	28.6
38 清掃又は廃棄物処理の作業	10	16 (11%)	255	25.5	4087056.8	406705.7	15949.2	5678.3	567.9	22.3	01(ばく露作業報告対象物の製造)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)12作業 12(その他)3作業	98% (14作業)	6% (1作業)	6% (1作業)		2790	279.0	10.3
39 接着の作業	1	1 (1%)	2	2.0	74.4	74.4	37.2	0.7	0.7	0.4	10(接着を目的とした使用)1作業			100% (1作業)		150	150.0	75.0
41 洗浄、払しょく、浸漬又は脱脂の作業	2	2 (1%)	59	29.5	13860.5	6930.3	234.9	51.8	25.9	0.9	01(ばく露作業報告対象物の製造)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)1作業				100% (2作業)	7375	3687.5	125.0
43 鑄造、溶融又は湯だしの作業	14	25 (17%)	349	24.9	1249773.0	89198.1	3578.1	2032.4	145.2	5.8	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)18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 12(その他)1作業	8% (2作業)	38% (9作業)		56% (14作業)	33650	2403.6	96.4
44 篩分、粉砕又はふるい分けの作業	4	5 (3%)	46	11.5	30431.4	7607.8	661.6	228.2	57.1	5.0	01(ばく露作業報告対象物の製造)3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)2作業	20% (1作業)	40% (2作業)	20% (1作業)	20% (1作業)	1825	456.3	39.7
47 採寸、点検、分解、組立又は修理の作業	2	3 (2%)	41	20.5	445283.0	222641.5	10860.5	629.9	314.5	15.3	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		100% (3作業)			1435	717.5	35.0
49 ろ過、混合、攪拌、混練又は加熱の作業	3	5 (3%)	49	16.3	23643.8	7881.3	482.5	1200.4	400.1	24.3	01(ばく露作業報告対象物の製造)3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)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)1作業	80% (4作業)		20% (1作業)		640	213.3	13.1
50 その他	7	15 (10%)	732	104.6	2119375.9	302768.0	2895.3	3555.8	480.8	4.8	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)9作業 12(その他)4作業	53% (8作業)		27% (4作業)	20% (3作業)	75985	10956.4	103.8
合計	51	147	2370		10703544.5			21422.9				48% (71作業)	22% (33作業)	10% (14作業)	20% (29作業)	167185		70.5

①作業の種類	⑪換気設備設置状況				⑫保護具使用状況							⑬状況				⑭温度			21 (◎×⑬×⑭)
	局所排気装置	ファンユール型換気装置	その他	なし	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	33% (5作業)	20% (3作業)	27% (4作業)	73% (11作業)	33% (5作業)	73% (11作業)	73% (11作業)	100% (15作業)	13%	47%	40%	15%	87%	7%	7%	22,410,298			
32 乾燥の作業	50% (2作業)	80% (2作業)	100% (1作業)	25%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	28%	25%	769,681			
33 計量、配合、注入、投入又は小分けの作業	40% (18作業)	7%	33% (15作業)	87%	89%	87%	87%	87%	2%	31%	62%	7%	98%	2%		107,806,592			
34 サンプルング、分析、試験又は研究の作業	50% (1作業)	100% (1作業)	100% (2作業)	100%	100%	100%	100%	100%	17%				100%	100%		20,494			
35 充填又は袋詰め作業	50% (3作業)	17% (1作業)	50% (3作業)	67%	17%	50%	67%	67%	17%	33%	50%		17%	100%		113,204			
37 成型、加工又は発泡の作業	100% (3作業)	33% (1作業)	87%	33%	67%	67%	100%	100%		67%	67%	67%	67%	67%	33%	6,126			
38 清掃又は廃棄物処理の作業	13%		50%	94%	19%	100%	100%	100%		6%	61%	15%	100%	100%		15,783,947			
39 接着の作業	100% (1作業)		100%	100%	100%	100%	100%	100%						100%		105			

41 洗浄、払しょく、浸漬又は脱脂の作業			50% (1作業)		50% (1作業)				50% (1作業)		50% (1作業)	50% (1作業)		50% (1作業)	50% (1作業)			382,025	
43 鑄造、溶融又は湯だしの作業	92% (23作業)		16% (4作業)		100% (25作業)	20% (5作業)	48% (12作業)	56% (14作業)	88% (22作業)		88% (17作業)		24% (6作業)	8% (2作業)	1% (4作業)		84% (21作業)	68,377,253	
44 破砕、粉砕又はふるいわけの作業	100% (5作業)				100% (5作業)		80% (4作業)	100% (5作業)	80% (4作業)		20% (1作業)	20% (4作業)	80% (4作業)			100% (5作業)		416,739	
47 保守、点検、分解、組立又は修理の作業	67% (2作業)		87% (2作業)	33% (1作業)	100% (3作業)		100% (3作業)	100% (3作業)	100% (3作業)			87% (2作業)	33% (1作業)			33% (1作業)	67% (2作業)	902,478	
48 ろ過、混合、攪拌、混練又は加熱の作業	100% (5作業)				40% (2作業)	20% (1作業)	40% (2作業)	80% (4作業)	100% (5作業)			20% (1作業)		80% (4作業)		80% (4作業)	20% (1作業)	770,537	
50 その他	33% (6作業)		13% (2作業)	87% (10作業)	47% (7作業)	13% (2作業)	53% (6作業)	80% (12作業)	93% (14作業)			47% (7作業)	40% (6作業)	7% (1作業)	7% (1作業)	87% (13作業)	13% (2作業)	255,738,869	
合計	51% (76作業)		13% (18作業)	29% (43作業)	82% (121作業)	16% (24作業)	56% (85作業)	78% (115作業)	89% (131作業)	0.7% (1作業)	3% (5作業)	39% (57作業)	44% (65作業)	14% (21作業)	3% (4作業)	77% (113作業)	3% (4作業)	20% (30作業)	3,576,445,247

- ※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 同一の労働者又は製剤等で複数の作業(短期)に重複してカウントされる場合があるので、実際の労働者数又は製剤等の量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