

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

## 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	9
(1)	選定の考え方	9
(2)	選定物質	9
4	リスク評価結果	11
(1)	2, 3-エポキシ-1-プロパノール	11
(2)	塩化ベンゾイル	14
(3)	オルト-トルイジン	17
(4)	クレオソート油	20
(5)	1, 2, 3-トリクロロプロパン	28
(6)	ニッケル化合物 (ニッケルカルボニルを除く。)	31
(7)	砒素及びその化合物 (三酸化砒素を除く。)	35
(8)	フェニルオキシラン	40
(9)	弗化ビニル	43
(10)	ブロモエチレン	44
5	まとめ	46

### (参考資料)

参考1-1	有害性総合評価表 (2, 3-エポキシ-1-プロパノール)	48
参考1-2	有害性総合評価表 (塩化ベンゾイル)	51
参考1-3	有害性総合評価表 (オルト-トルイジン)	54
参考1-4	有害性総合評価表 (クレオソート油含有成分)	56
参考1-5	有害性総合評価表 (1, 2, 3-トリクロロプロパン)	69
参考1-6	有害性総合評価表 (ニッケル化合物)	72
参考1-7	有害性総合評価表 (砒素及びその化合物)	76
参考1-8	有害性総合評価表 (フェニルオキシラン)	80
参考1-9	有害性総合評価表 (弗化ビニル)	82

参考 1-10	有害性総合評価表 (ブロモエチレン)	-----84
参考 2-1	ばく露作業報告集計表 (2, 3-エポキシ-1-プロパ ノール)	-----86
参考 2-2	ばく露作業報告集計表 (塩化ベンゾイル)	-----87
参考 2-3	ばく露作業報告集計表 (オルト-トルイジン)	-----88
参考 2-4	ばく露作業報告集計表 (クレオソート油)	-----89
参考 2-5	ばく露作業報告集計表 (1, 2, 3-トリクロロプロパ ン)	-----90
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。))	-----91
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。))	-----93
参考 2-8	ばく露作業報告集計表 (フェニルオキシラン)	-----95

(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
C A S 番号	7786-81-4	3333-67-3	13478-00-7	7791-20-0
化学式	NiSO <sub>4</sub>	NiCO <sub>3</sub>	Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ・6H <sub>2</sub> O	NiCl <sub>2</sub> ・6H <sub>2</sub> 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20m<sup>3</sup>/日、ばく露日数を365日/年として、呼吸量10m<sup>3</sup>/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<sup>-4</sup>)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<sup>-3</sup>)に対応する濃度

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

#### 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/m <sup>3</sup>
不溶性ニッケル化合物	0.2mg/m <sup>3</sup>
亜硫化ニッケル	0.1mg/m <sup>3</sup>

#### ウ 評価値

- 一次評価値：Niとして 0.0013 mg/m<sup>3</sup>
  - 二次評価値：Niとして
    - 可溶性ニッケル化合物 0.1 mg/m<sup>3</sup>
    - 不溶性ニッケル化合物 0.2 mg/m<sup>3</sup>
    - 亜硫化ニッケル 0.1 mg/m<sup>3</sup>
- (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0.0064 mg/m<sup>3</sup>、最大値は0.0545 mg/m<sup>3</sup>であった。また、個人ばく露測定結果の幾何平均値は0.0033 mg/m<sup>3</sup>、最大値は0.3545 mg/m<sup>3</sup>であった。（図4-6）

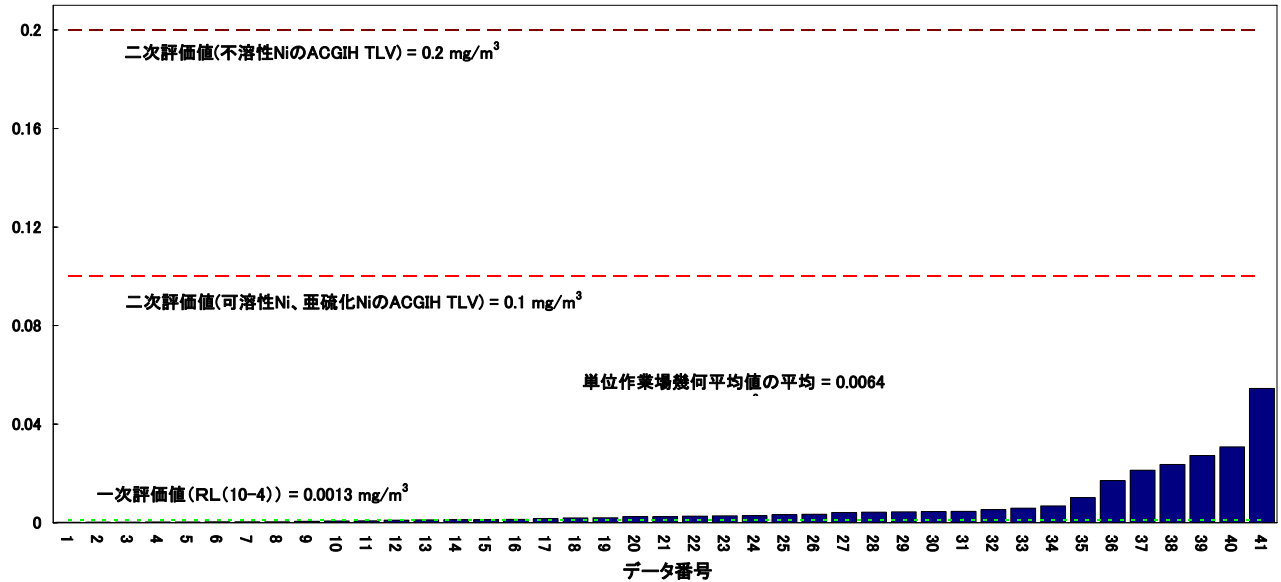
### ④ リスクの判定及び対策の方向性

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0.1 mg/m<sup>3</sup>、不溶性ニッケル0.2 mg/m<sup>3</sup>）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0.1 mg/m<sup>3</sup>）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。

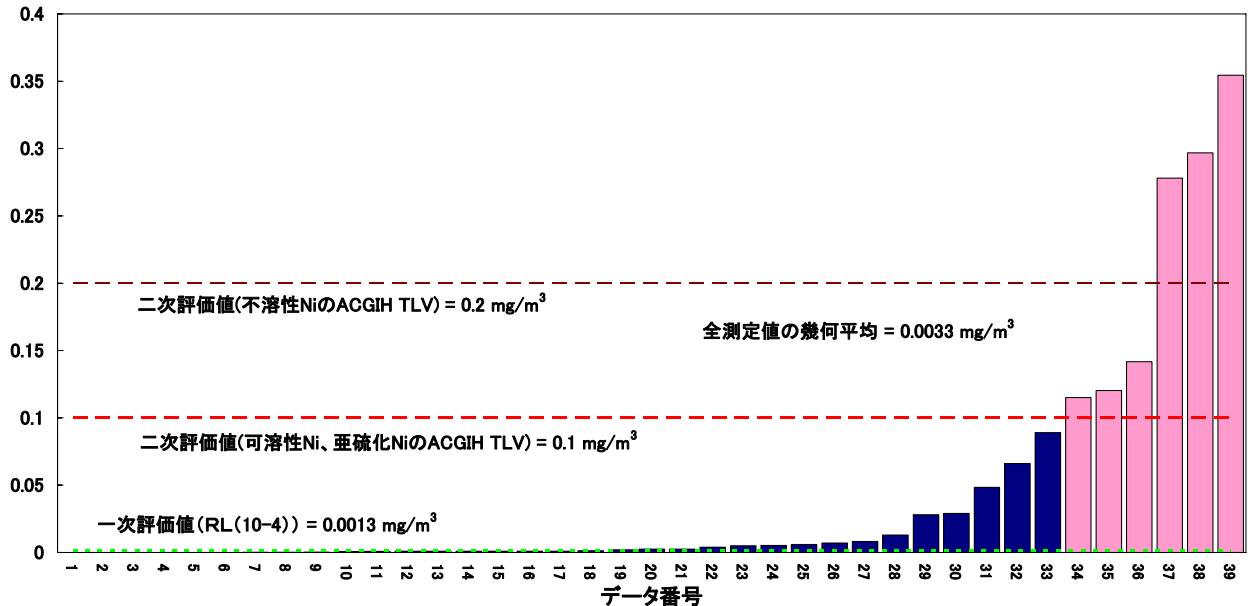
### ニッケル化合物 (A測定結果)

測定値の幾何平均値  
( $\text{mg}/\text{m}^3$  as Ni)



測定値  
( $\text{mg}/\text{m}^3$  as Ni)

### (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めき	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			
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、袋詰めする	原料投入	粗硫酸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 <sup>3</sup>			個人ばく露測定結果、mg/m <sup>3</sup>			
		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】
C A S 番号	7440-38-2	7778-39-4	7784-42-1	1327-53-3
化学式	As	AsH <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	AsH <sub>3</sub>	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
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20m<sup>3</sup>/日、ばく露日数を365日/年として、呼吸量10m<sup>3</sup>/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<sup>-4</sup>)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<sup>-3</sup>)に対応する濃度

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

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)  $0.005 \text{ ppm}$  ( $0.016 \text{ mg}/\text{m}^3$ )

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

○ 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<sup>-3</sup>)  $3 \mu g/\text{m}^3$

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

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

ウ 評価値

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

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

(日本産業衛生学会のRL (10<sup>-3</sup>))

アルシン  $0.005 \text{ ppm}$  (ACGIHのTLV-TWA)

ガリウム砒素  $0.3 \mu g/\text{m}^3$  (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/m<sup>3</sup>、最大値は0.00005mg/m<sup>3</sup>であった。

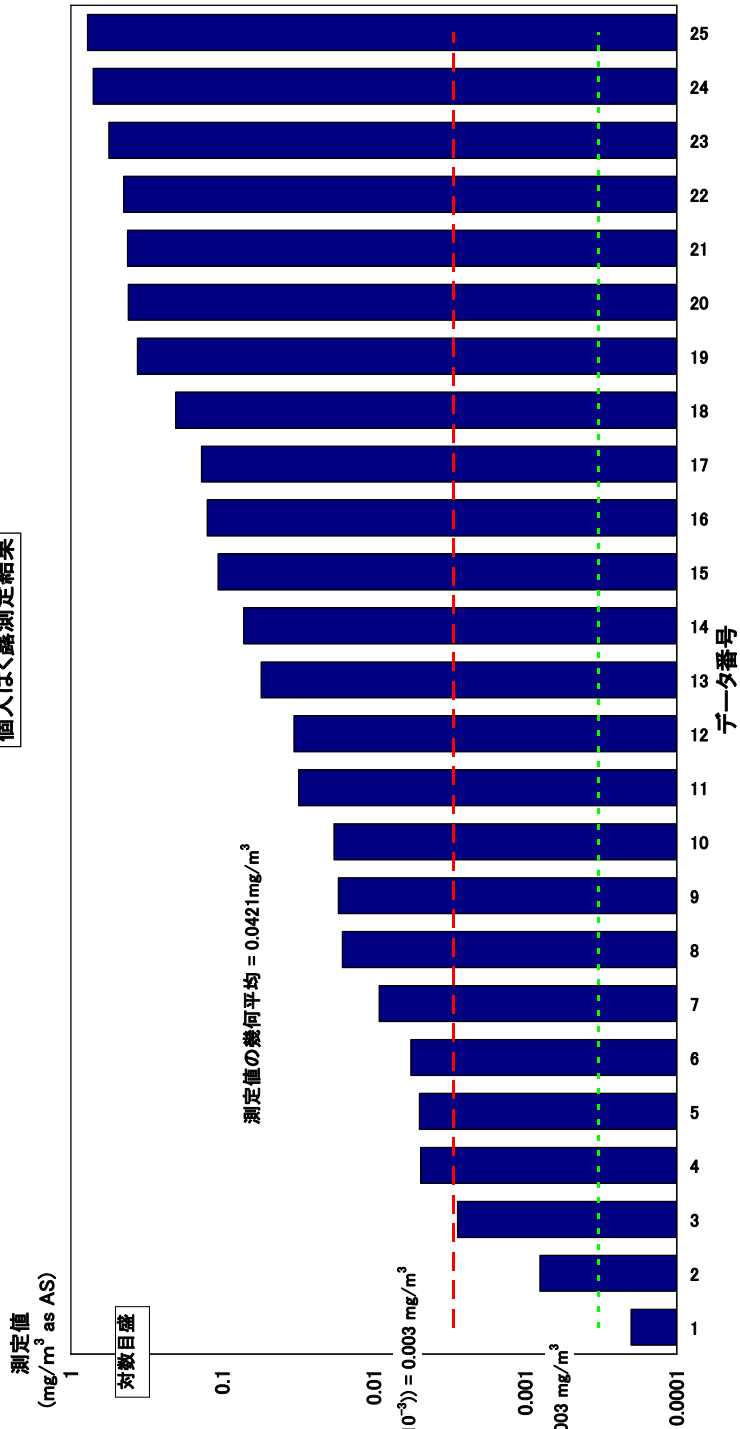
④ リスクの判定及び対策の方向性

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。

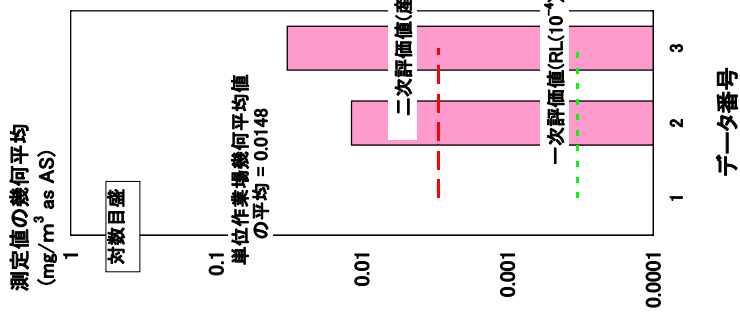
アルシン及びガリウム砒素については、個人ばく露測定値がいずれも二次評価値以下であったことから、リスクは低いと考えられる。しかしながら、当該物質は、有害性の高い物質であることから、事業者においてリスク評価を実施し、引き続き適切な管理を行う必要がある。

砒素及びその化合物

個人ばく露測定結果



A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
<b>A測定結果</b>						
3	(b)鋼製錬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、鍍(マット)又は、鍍(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鑄造(アノード)作業、副製する鉛の電気炉、鑄造作業、スラグの処理作業で砒素が発散する。	自溶炉タップ作業場	鍍、鍍(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
<b>個人ばく露測定結果</b>						
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固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固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			篩置、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			砒化亜鉛工程入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						
16						
15	上記(b)に同じ	上記(b)に同じ	自溶炉タップ作業	鍍、鍍(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	篩置、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	砒素工程粉砕、封入	砒素	固体、粉体	屋内
8	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	
7	上記(b)に同じ	上記(b)に同じ	銅鑄造	溶融銅(含砒素)	溶融流動状態(ヒューム発生)	
6	上記(a)に同じ	上記(a)に同じ				屋内
5	上記(b)に同じ	上記(b)に同じ				屋内
4	上記(b)に同じ	上記(b)に同じ				屋内

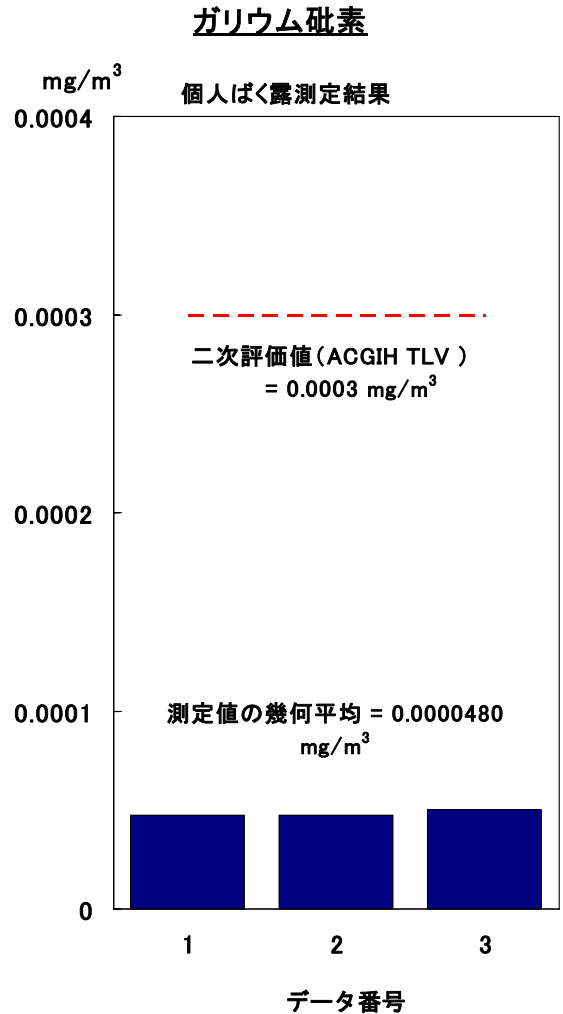
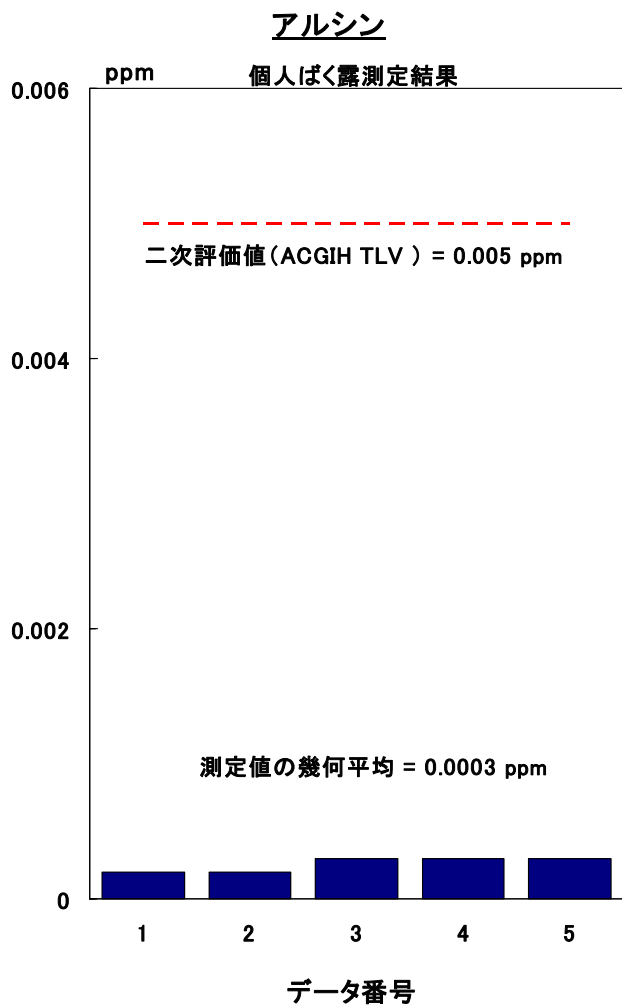


図 4-7 ばく露実態調査結果 (砒素及びその化合物)

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 <sup>3</sup>		mg/m <sup>3</sup>		mg/m <sup>3</sup>	
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 <sup>3</sup>		mg/m <sup>3</sup>		mg/m <sup>3</sup>	
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

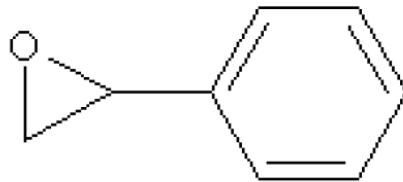
#### ア 化学物質の基本情報

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：C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>O

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は淡黄色の液体

融点：-36.6℃

沸点：194℃

引火点：76℃

発火点：498℃

蒸気圧：40Pa (20℃)

蒸気密度 (空気=1)：4.30

比重 (水=1)：1.052

溶解性 (水)：溶けにくい

オクタン/水分分配係数 logPow:1.61

換算係数：1ppm=5.00mg/m<sup>3</sup> (20℃)、

4.93mg/m<sup>3</sup> (25℃)

1mg/m<sup>3</sup>=0.200ppm (20℃)、

0.815ppm (25℃)

### 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

参考1-6

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：LD<sub>50</sub> = &gt;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：LD<sub>50</sub> = 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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>GHS 区分：分類できない</p> <p>根拠：in vivo の作業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</p> <p>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/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup> 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 (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 <math>3.8 \times 10^{-4} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}</math> を算出しており、これを採用することが適当と考える。</p> <p>ニッケル化合物の指針値は、生涯リスクレベル <math>10^{-5}</math> (RL(<math>10^{-5}</math>)) に相当する値として年平均 <math>0.025 \mu\text{gNi}/\text{m}^3</math>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=<math>3.8 \times 10^{-4} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}</math>, RL(<math>10^{-5}</math>)= <math>2.5 \times 10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3</math> WHO(2000)</p> <p>これより、</p> <p>RL(<math>10^{-4}</math>)= <math>2.5 \times 10^{-1} \mu\text{g}/\text{m}^3</math></p> <p>なお、WHOにおける過剰発がんリスクが、呼吸量を <math>20\text{m}^3/\text{日}</math>、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 <math>10\text{m}^3/\text{日}</math>、ばく露日数 <math>240 \text{日}/\text{年}</math>、就業年数 <math>45 \text{年}</math>、生涯 <math>75 \text{年}</math>) に基づいて換算すれば以下となる。</p> <p>労働補正RL(<math>10^{-4}</math>)=<math>1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3</math> (<math>1.3 \times 10^{-3}\text{mg}/\text{m}^3</math>)</p> <p>計算式</p> <p>労働補正(<math>10^{-4}</math>) = RL(<math>10^{-4}</math>)/(10/20×240/365×45/75)</p> <p style="text-align: center;">= <math>0.25 \mu\text{g}/\text{m}^3 / 0.2 = 1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></p>
生殖毒性	<p>生殖毒性：あり、 GHS 区分： 2</p> <p>試験で得られた (LOAEL) =<math>1.3 \text{mg}/\text{kg}/\text{日}</math> (<math>10 \text{ppm Ni}/\text{L}</math>)</p> <p>根拠：ラットの交配 11 週前から、F 1 及び F 2 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 F 2 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>