

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(抄)

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)	プロモエチレン	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 (プロモエチレン)	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

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、平成18年度においては、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物質について報告の対象とされた。

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、平成19年4月、これらの5物質のリスク評価の結果をとりまとめ、公表を行った。

平成19年度においては、①2,3-エポキシ-1-プロパノール、②塩化ベンゾイル、③オルト-トルイジン、④クレオソート油、⑤1,2,3-トリクロロプロパン、⑥ニッケル化合物(ニッケルカルボニルを除く。)、⑦砒素及びその化合物(三酸化砒素を除く。)、⑧フェニルオキシラン、⑨弗化ビニル及び⑩ブromoエチレンの10物質が、有害物ばく露作業報告の対象とされ、本検討会において引き続きこれらの物質の労働者の健康に及ぼすリスク等について、検討を行った。本報告書は、本検討会における平成19年度評価対象10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名誉教授
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19年6月20日(水)

- ・ リスク評価対象物質の有害性評価及び評価値について

第2回 平成20年2月15日(金)

- ・ 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3回 平成20年3月4日(火)

- ・ 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、呼吸器感作性又は皮膚感作性、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 量一反応関係等の把握

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 不確実係数

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確実係数は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もので、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もので、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）

a 発がん性の閾値がないとみなされる場合

(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、がんの過剰発生率 10^{-4} に対応した濃度を一次評価値として、次により評価する。

- i 個人ばく露測定結果の最大値が、一次評価値を超える場合は、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、一次評価値以下の場合、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。

b 発がん性の閾値があるとみなされる場合

試験で得られた無毒性量に不確実性係数を考慮して求めた評価レベルを一次評価値とし、次により評価する。

i 個人ばく露測定結果の最大値が、一次評価値を超える場合は、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、一次評価値以下の場合、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。

iii i 及び ii に関わらず、一次評価値が、イ (ア) の二次評価値を超える場合は、イの二次評価に移行する。

c 発がん性の閾値の有無が不明な場合

閾値の有無に関する総合的な判断を行った結果、閾値の有無が不明な場合は、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。

（iii）構造的に類似した化学物質の許容濃度等がない場合については、個別に検討を行って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（二次評価値より低い場合に限る。）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19年度のリスク評価対象物質は、昨年度に引き続き、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 国内における取り扱いが確認されているもの又は文献等から国内における取り扱いが示唆されるもの(生産量等が著しく少ないものを除く)であること。

(2) 選定物質

上記の選定の考え方にに基づき、次の10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。平成19年3月30日一部改正)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
1	2, 3-エポキシ-1-プロパノール	2A	生産量224トン(平成10年)
2	塩化ベンゾイル	2A(※)	約1000トン~1万トン(平成13年)
3	オルト-トルイジン	2A	輸入量5827トン(平成15年)
4	クレオソート油	2A	生産量88万2千トン(平成16年)、輸入量4万5千トン(平成16年)
5	1, 2, 3-トリクロロプロパン	2A	約500トン
6	ニッケル化合物(ニッケルカルボニルを除く。)	1	硫酸ニッケル:輸入量約3千トン(平成16年)

			炭酸ニッケル:生産量約3千トン(平成16年)
7	砒素及びその化合物(三酸化砒素を除く。)	1	砒素:生産量約40トン(平成17年) 砒酸:生産量約50トン(平成17年)
8	フェニルオキシラン	2A	生産量195トン(平成10年)
9	弗化ビニル	2A	IARCモノグラフ(1994)「日本とアメリカの各1社が製造している」
10	ブロモエチレン	2A	IARCモノグラフ(1999)「日、独、米の3か国で製造されている」

※ α -塩化トルエン類の複合ばく露として評価

(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

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

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/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)

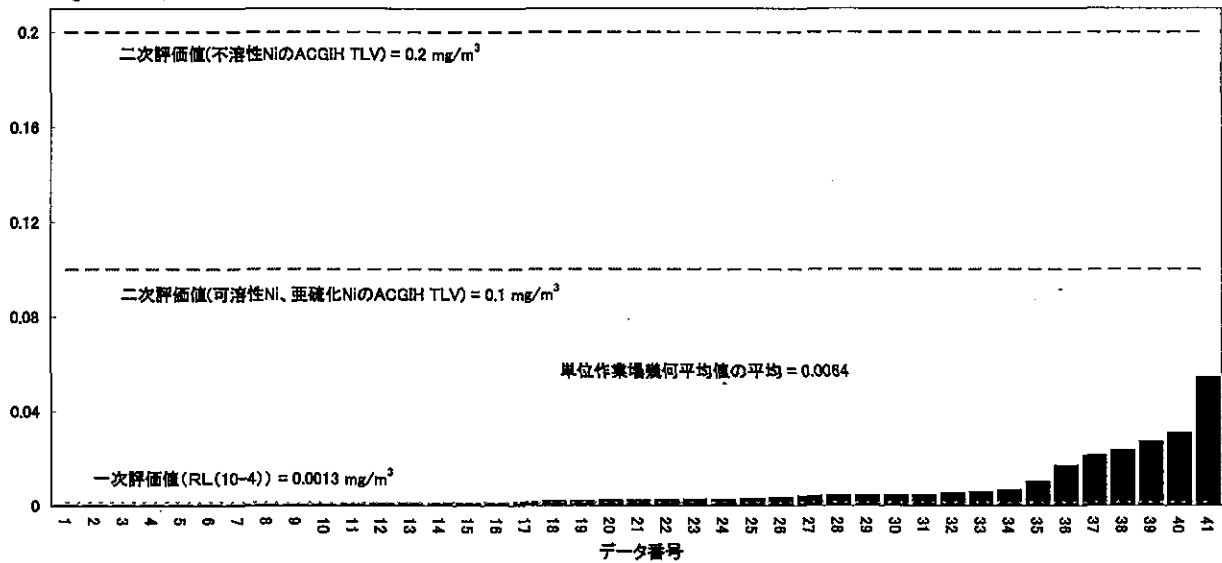
④ リスクの判定及び対策の方向性

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。

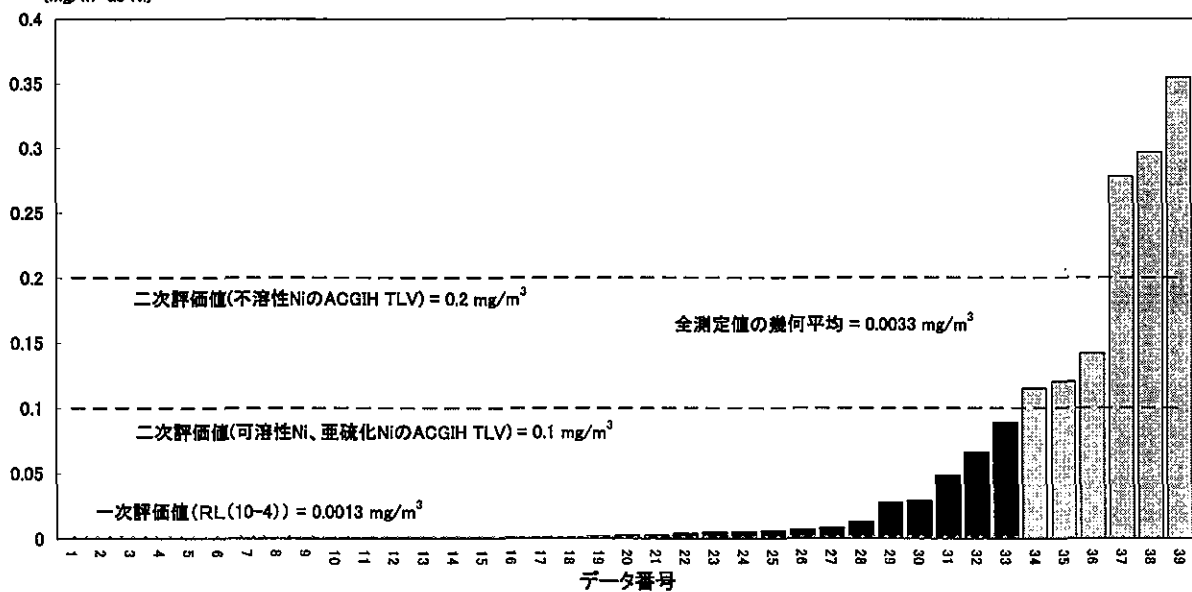
ニッケル化合物 (A測定結果)

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)



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	単位作業場数	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		
			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)

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、弗化ビニル及びプロモエチレン）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、弗化ビニル及びプロモ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</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られるべきである。</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</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、硫化ニッケル鉱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>In vitro 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 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。) 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 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当と考える。 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。 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。 $UR = 3.8 \times 10^{-4} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$, $RL(10^{-5}) = 2.5 \times 10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$ WHO(2000) これより、 $RL(10^{-4}) = 2.5 \times 10^{-1} \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $ERL(10^{-4}) = 1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($1.3 \times 10^{-3} \text{mg}/\text{m}^3$) 計算式 $労働補正(10^{-4}) = RL(10^{-4}) / (10/20 \times 240/365 \times 45/75)$ $= 0.25 \mu\text{g}/\text{m}^3 / 0.2 = 1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$</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) = $1.3 \text{mg}/\text{kg}/\text{日}$ ($10 \text{ppm Ni}/\text{L}$) 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 $\text{mg}/\text{kg}/\text{day}$) 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)) 不確実性係数 UF = 100 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 mgNi/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								

	<p>・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</p>			
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 =	
	<p>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。</p> <p>GHS区分：急性区分：1、慢性区分：1 <u>根拠</u>：</p> <p>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。</p> <p>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。</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 (短所数)	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	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		50% (1作業)	51~100	50% (1作業)	3030	3030.0	101.0					
31 缶蓋とし、刷屋又は回収の作業	23	47 (3.2%)	580	25.2	132059.2	5741.7	227.7	77774.8	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、離脱剤、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 08(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% (25作業)	13% (6作業)	28% (13作業)	6% (3作業)	33835	1471.1	58.3					
32 乾燥の作業	8	6 (0.4%)	297	49.5	68829.1	11437.7	231.1	4689.4	781.1	15.8	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	93% (2作業)		50% (3作業)	17% (1作業)	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	2283132.6	11191.8	508.5	75391.3	369.6	16.8	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)188作業 03(触媒、安定剤、可塑剤、硬化剤、離脱剤、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)60作業 09(試験分析用の試薬としての使用)4作業 10(接着を目的とした使用)2作業 12(その他)18作業	80% (357作業)	13% (56作業)	2% (10作業)	5% (22作業)	128425	632.6	26.0					
34 サンプリング、分析、試験又は研究の作業	22	38 (2.6%)	218	9.9	856385.0	38925.7	3928.3	26555.9	1207.1	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)16作業 03(触媒、安定剤、可塑剤、硬化剤、離脱剤、乳化剤、可溶化剤、分散剤、加硫剤等の添加剤としての使用)19作業 08(表面処理又は防錆を目的とした使用)7作業 09(試験分析用の試薬としての使用)1作業 12(その他)6作業	76% (29作業)	16% (6作業)	3% (1作業)	5% (2作業)	4925	223.9	22.0					
35 充填又は袋詰め作業	82	190 (12.8%)	1710	20.9	194349.9	2370.0	113.7	48588.8	582.3	28.4	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、離脱剤、乳化剤、可溶化剤、分散剤、加硫剤等の添加剤としての使用)16作業 08(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)9作業 12(その他)13作業	72% (137作業)	15% (28作業)	7% (13作業)	6% (12作業)	45105	550.1	26.4					
37 成型、加工又は発泡の作業	10	14 (0.9%)	193	19.3	2934.4	293.4	15.2	1241.4	124.1	6.4	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)8作業 03(触媒、安定剤、可塑剤、硬化剤、離脱剤、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 12(その他)1作業	29% (4作業)	21% (3作業)	21% (3作業)	29% (4作業)	17605	1760.5	91.2					
38 清掃又は廃棄物処理の作業	15	22 (1.5%)	222	14.8	203637.7	13575.8	917.3	1195.5	75.7	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)9作業 03(触媒、安定剤、可塑剤、硬化剤、離脱剤、乳化剤、可溶化剤、分散剤、加硫剤等の添加剤としての使用)16作業 04(製剤等の溶剤、希釈又は溶解としての使用)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% (21作業)			5% (1作業)	2335	155.7	10.5					
39 接着の作業	2	2 (0.1%)	113	56.5	28.6	14.3	0.3	0.9	0.5	0.0	10(接着を目的とした使用)2作業				100% (2作業)	14125	7082.5	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% (2作業)				90	45.0	10.0					
41 洗浄、払拭、浸漬又は脱脂の作業	4	5 (0.3%)	68	16.5	14148.7	3537.2	214.4	184.1	48.5	2.9	03(触媒、安定剤、可塑剤、硬化剤、離脱剤、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 05(洗浄を目的とした使用)1作業 08(表面処理又は防錆を目的とした使用)3作業	60% (3作業)			40% (2作業)	7100	1775.0	107.0					
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% (2作業)		50% (3作業)	17% (1作業)	4820	924.0	58.5					
43 篩選、溶融又は濾過の作業	14	17 (1.1%)	323	23.1	1057072.1	75905.2	3272.7	3773.8	289.5	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、離脱剤、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)6作業	24% (4作業)	12% (2作業)	18% (3作業)	47% (8作業)	30975	2212.5	95.9					
44 破砕、粉砕又はふるいわけの作業	12	10 (1.3%)	402	33.5	1034398.2	86199.7	2573.1	383411.8	30284.3	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% (12作業)	5% (1作業)	5% (1作業)	28% (5作業)	41830	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% (3作業)		25% (1作業)		985	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、離脱剤、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 09(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	87% (14作業)	19% (4作業)			4660	468.0	27.7					

48 めっき等の表面処理の作業	254	531 (35.9%)	8992	27.5	18470.5	72.7	2.6	3008.3	11.8	0.4	01(対象物の製造)17作業 02(他の薬剤等の製造を目的とした原料としての使用)14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 06(表面処理又は防錆を目的とした使用)505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 12(その他)3作業	22%	11%	15%	52%	595570	2354.0	65.4
49 ろ過、混合、攪拌、濾紙又は加熱の作業	38	59 (3.8%)	592	15.6	25590.2	673.4	43.2	1705.8	44.9	2.9	01(対象物の製造)10作業 02(他の薬剤等の製造を目的とした原料としての使用)19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)3作業 08(表面処理又は防錆を目的とした使用)5作業 07(顔料、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%	32840	868.8	55.8
50 その他	29	80 (4.0%)	2829	97.8	95240.0	3284.1	33.7	60700.5	2093.1	21.5	01(対象物の製造)4作業 02(他の薬剤等の製造を目的とした原料としての使用)9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)12作業 08(表面処理又は防錆を目的とした使用)7作業 10(接着を目的とした使用)2作業 12(その他)26作業	67%	3%	5%	25%	291850	10083.8	103.2
合計	595	1490	18954		8878521.7			771937.1			54%	11%	10%	25%	1293370		65.8	

①作業の種類	①換気設備設置状況				②作業員使用状況							③作業状況				④温度			21 (④×③×②)
	局所排気装置	ポンプファン型換気装置	全体換気装置	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	
30 印刷の作業	50%		80%		50%			50%	100%					100%		100%			88.470
31 張り着し、剥離又は回収の作業	88%		15%	17%	85%	9%	45%	85%	8%	2%	38%	47%	15%		88%	4%	8%	2,629,870.324	
32 乾燥の作業	17%	17%	17%	33%	83%		50%	33%	87%		17%	87%	17%		100%			156,305.968	
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%	87%	93%	1%	1%	24%	58%	18%	95%	4%	1%	9,881,288.398	
34 サンプリング、分析、試験又は検定の作業	88%	3%	37%	18%	71%	3%	21%	84%	89%	3%	5%	11%	61%	29%	78%	21%	3%	130,835.608	
35 充填又は包装の作業	82%	4%	30%	19%	84%	5%	29%	80%	89%	0.5%	1%	29%	89%	9%	98%	2%		2,192,589.807	
37 成型、加工又は発泡の作業	78%	14%	7%	71%	38%	87%	71%	14%			57%	36%	7%	8%	8%	7%	7%	21,850.820	
38 清掃又は廃棄物処理の作業	27%	9%	5%	55%	73%	8%	32%	85%	100%	9%	32%	50%	18%	8%	8%	14%		2,788.711	
39 梱装の作業	100%				100%		100%	100%			100%			100%					12.713
40 染色の作業		50%		50%	50%		50%	100%	100%		50%	50%	50%		100%			287	
41 洗浄、払しょく、浸漬又は脱脂の作業	40%		20%	40%	20%		80%	40%	100%		40%		100%		80%	40%		1,378.421	
42 吹き付け塗装以外の塗装又は塗布の作業	83%		33%	17%		17%	67%	83%				33%	87%		100%			32,351	
43 糊塗、溶融又は湯だしの作業	82%	6%	5%	94%	8%	53%	88%	71%		12%	29%	25%	61%	41%	12%	47%		118,888.902	
44 破砕、粉砕又はふるいわけの作業	95%			5%	100%		32%	37%	84%		5%	85%	5%	100%				15,208,129.889	
46 吹き付けの作業		50%	50%		100%		75%	75%	75%	25%				100%				199	
47 保守、点検、分解、組立又は修理の作業	78%	19%	52%	5%	78%	5%	24%	100%	100%		24%	52%	24%	81%	19%			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%	9%	15%	13%	71%	39%	60%	0.2%	1,795,112.236	
49 ろ過、混合、攪拌、濾紙又は加熱の作業	82%	2%	38%	7%	77%	16%	50%	68%	95%	2%	18%	63%	21%	82%	18%	2%		58,140.185	
50 その他	42%	2%	10%	87%	5%	30%	80%	93%	3%	10%	52%	23%	25%	93%	7%			17,721,880.838	
合計	83%	4%	27%	15%	8%	10%	31%	93%	1%	3%	22%	37%	40%	0.3%	39%	7%	1%	987,988,718.311	

※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。実際の事業場数より多くになっている。
 ※2 同一の労働者又は製剤等で複数の作業(短冊)に重複してカウントされる場合がある。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