

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22

初期リスク評価書

No. 〇〇 (初期)

インジウム及びその化合物 (Indium)

目次

本文	1
別添1 有害性総合評価表	〇
別添2 有害性評価書	〇
別添3 ばく露作業報告集計表	〇〇
別添4 測定分析法	〇〇

2010年 月

厚生労働省

化学物質のリスク評価検討会

1 1 物理的性状等

2 (1) 化学物質の基本情報

3 名 称 : インジウム

4 化 学 式 : In

5 分 子 量 : 114.82

6 CAS 番号 : 7440-74-6

7 労働安全衛生法施行令別表 9 (名称を通知すべき有害物) 第 58 号 (インジウム及びそ
8 の化合物)

9

10 名 称 : リン化インジウム

11 別 名 : インジウムリン

12 化 学 式 : InP

13 分 子 量 : 145.79

14 CAS 番号 : 22398-80-7

15 労働安全衛生法施行令別表 9 (名称を通知すべき有害物) 第 58 号 (インジウム及びそ
16 の化合物)

17

18 名 称 : 酸化インジウム

19 化 学 式 : In₂O₃

20 分 子 量 : 277.64

21 CAS 番号 : 1312-43-2

22 労働安全衛生法施行令別表 9 (名称を通知すべき有害物) 第 58 号 (インジウム及びそ
23 の化合物)

24

25 名 称 : 三塩化インジウム

26 化 学 式 : InCl₃

27 分 子 量 : 221.18

28 CAS 番号 : 10025-82-8

29 労働安全衛生法施行令別表 9 (名称を通知すべき有害物) 第 58 号 (インジウム及びそ
30 の化合物)

31

32 名 称 : 水酸化インジウム

33 化 学 式 : In(OH)₃

34 分 子 量 : 165.84

35 CAS 番号 : 20661-21-6

36 労働安全衛生法施行令別表 9 (名称を通知すべき有害物) 第 58 号 (インジウム及びそ
37 の化合物)

38

39

1 (2) 物理的・化学的性状

物質名	インジウム	リン化インジウム	酸化インジウム	三塩化インジウム	水酸化インジウム
外観	銀白色のやわらかい金属	灰白色の金属 光沢のある結晶	淡黄色の結晶	白色の結晶	白色粉末
比重 (水=1)	7.282 (24℃)	4.81 (25℃)	7.179	3.46 (25℃)	
沸点	2072℃	データなし	850℃	500℃で分解	
融点	156.6℃	1062℃	データなし		150℃付近で分解
水への溶解性 g/100ml (25℃)	情報なし	情報なし	不溶	212	不溶

2

3 ○物理的・化学的危険性

4 インジウム

5 ア 火災危険性 : 不燃性。

6 イ 爆発危険性 : 空気中で粒子が細かく拡散して爆発性の混合気体を生じる。

7 ウ 物理的危険性: 粉末や顆粒状で空気と混合すると、粉塵爆発の可能性がある。

8 エ 化学的危険性: 強酸、強酸化剤、イオウと反応し、火災や爆発の危険をもたらす。

9

10 リン化インジウム

11 ア 火災危険性 : イオウとの混合物を加熱すると発火する。

12 イ 爆発危険性 : 情報なし

13 ウ 物理的危険性: 情報なし

14 エ 化学的危険性: 湿った空気中でゆっくり酸化される。350℃で臭化第2水銀と激しく反応する。

15

16 (3) 生産・輸入量、使用量、用途

17 インジウム

18 生産量: 平成18年 50ト 543.6ト (リサイクル) 4)

19 輸入量: 平成18年 433ト (塊,くずおよび粉)

20 用途: 銀ロウ、銀合金接点、ハンダ、低融点合金、液晶セル電極用、歯科用合金、
21 防食アルミニウム、テレビカメラ、ゲルマニウム・トランジスター、光通信、太陽
22 熱発電、電子部品、軸受金属、リン化インジウム結晶の原料

23 製造業者: 普通品=日鉱金属、DOWA メタルマイン、三井金属鉱業、東邦亜鉛、日
24 亜化学工業、三菱マテリアル、新興化学工業

25 高純度品=三菱マテリアル、大阪アサヒメタル、住友金属鉱山

26

1 リン化インジウム

2 用 途：InP 単結晶の原料

3 製造業者：日亜化学工業

4
5 酸化インジウム

6 用 途：ITO 用原料

7 製造業者：新興化学工業、高南無機

8
9 三塩化インジウム

10 用 途：透明電極材料用原料

11 製造業者：新興化学工業、高南無機

12
13 水酸化インジウム

14 用 途：酸化インジウム製造用原料、硝酸インジウム、硫酸インジウム製造用原料、
15 電池電極材料

16 製造業者：新興化学工業、高南無機

17
18
19 2 有害性評価（詳細を別添 1 及び別添 2 に添付）

20
21 (1) 発がん性

22 ○発がん性：ヒトに対しておそらく発がん性がある

23 根拠：IARC ではリン化インジウムとしての発がん性はグループ 2A と分類し
24 た。リン化インジウム以外のインジウム化合物の発がん性に関しては現
25 在までに明らかな証拠はないが、動物実験でリン化インジウムでは明ら
26 かな発がん性の証拠があり、発がん性はインジウムに起因していると思
27 えられる。

28 ○閾値の有無の判断：閾値あり

29 根拠：マウスを用いたリン化インジウムの *in vivo* における小核試験や体細胞
30 突然変異試験結果から遺伝毒性は疑われるが、確定的ではない。吸入ば
31 く露実験の結果より肺の持続的な炎症反応の結果、肺胞・細気管支上皮
32 が増生し、肺がん進展すると考えられる。

33 ○閾値の算出

34 LOAEL：リン化インジウム 0.03 mg/m³、インジウムとして 0.024 mg/m³

35 根拠：NTP における吸入ばく露実験で最小吸入ばく露濃度(リン化インジウム
36 0.03 mg/m³、インジウムとして 0.024 mg/m³)においても肺の腺がんお
37 よび腺腫発生率がラット（雄、雌）44%、20%（対照群 14%、2%）マ
38 ウス（雄、雌）46%、22%（対照群 36%、8%）と有意に対照群に比べ
39 て増加していたことから LOAEL とした。

1 不確実性係数 UF =1000

2 根拠：(LOAEL→NOAELの変換(10)、種差(10)、がんの重大性(10)

3 評価レベル = $0.024 \text{ mg/m}^3 \times 1/1000 \times (6/8) / (45/75) = 3.0 \times 10^{-5} \text{ mg/m}^3$

4
5 (2) 発がん性以外の有害性

- 6 ○ 急性毒性：あり
7 ○ 皮膚腐食性/刺激性：報告なし
8 ○ 眼に対する重篤な損傷性/刺激性：あり
9 ○ 皮膚感作性：報告なし
10 ○ 生殖毒性：不明

11
12 (3) 許容濃度等

13 ○ACGIH TLV-TWA：0.1mg/m³ インジウムとして(1969)

14
15 (4) 評価値

- 16 ○ 一次評価値： $3.0 \times 10^{-5} \text{ mg/m}^3$ (インジウムとして)
17 ○ 二次評価値： 0.1 mg/m^3 (インジウムとして) (ACGIH)

18
19
20 3 ばく露実態評価

21
22 (1) 有害物ばく露作業報告の提出状況(詳細を参考3に添付)

23 平成21年におけるインジウム及びその化合物の有害物ばく露作業報告は、合計
24 38事業場から、145作業についてなされ、作業従事労働者数の合計は1,22
25 5人(延べ)であった。また、対象物質の取扱量の合計は約0.9万トン(延べ)
26 であった。

27 主な用途と作業は、ばく露作業報告対象物の製造又は他の製剤等の製造を目的と
28 した原料としての使用として、計量、配合、注入、投入又は小分けの作業、破碎、
29 粉碎又はふるいわけの作業などであった。

30 145作業のうち、作業時間が20時間/月以下の作業が49%、局所排気装置
31 の設置がなされている作業が64%、防じんマスクの着用がなされている作業が2
32 9%であった。

33
34 (2) ばく露実態調査結果

35 ばく露実態調査対象事業場については、有害物ばく露作業報告のあったインジウ
36 ム及びその化合物を製造し、又は取り扱っている事業場のうち、「労働者の有害物
37 によるばく露評価ガイドライン」に基づき、ばく露予測モデル(コントロールバン
38 ディング)を用いて、ばく露レベルが高いと推定される事業場を選定した。

39 対象事業場においては、作業実態の聞き取り調査を行うとともに、以下の測定分

1 析法により対象作業に従事する労働者の個人ばく露測定を行うとともに、対象作業
2 について作業環境測定基準に基づくA測定及びスポット測定を実施した。

3 また、個人ばく露測定結果については、同ガイドラインに基づき、8時間加重平
4 均濃度（8時間TWA）を算定するとともに、統計的手法を用い最大値の推定を行
5 い、実測値の最大値と当該推定値のいずれか大きい方を最大値とした。

6
7 ○ 測定分析法（詳細な測定分析法は別添4に添付）

- 8 ・ 個人ばく露測定：25mmΦメンブランフィルター(AAWP02500・日本ミリポ
9 ア㈱)（捕集剤にポンプを使用して捕集）
- 10 ・ 作業環境測定：47mmΦメンブランフィルター(AAWP04700・日本ミリポ
11 ㈱)（捕集剤にポンプを使用して捕集）
- 12 ・ スポット測定：同上
- 13 ・ 分析法：ICP-MS法

14 ○ 測定結果

15 ばく露実態調査は、有害物ばく露作業報告のあった事業場のうち8事業場の特
16 定の作業に従事する59人の労働者に対する個人ばく露測定を行うとともに、
17 16単位作業場において作業環境測定基準に基づくA測定を行い、また、51地
18 点についてスポット測定を実施した。

19 インジウム及びその化合物の主な用途は「ばく露作業報告対象物質の製造（ITO
20 ターゲットの製造）」、「他の製剤等の製造を目的とした原料としての使用」であり、
21 また、主な作業は「軽量、配合、注入、投入又は小分けの作業」又は「サンプリ
22 ング、分析、試験又は研究の作業」であった。

23 労働者59人の個人ばく露測定結果、8時間TWAの幾何平均値は0.099
24 mg/m³、最大値は1.42mg/m³（表面処理又は防錆を目的とした使用で、集じん機
25 に回収された酸化インジウムのペール缶回収）であった。また、全データを用いて
26 信頼率90%でデータを区間推定した上限値（上側5%）は0.544mg/m³であ
27 った。このことから、最大値は1.42mg/m³となり、二次評価値を超えている。

28 個人ばく露測定において最大値（高いばく露）を示した労働者が作業した作業
29 場において行ったA測定の測定結果では、幾何平均値は0.213mg/m³、最大値
30 は0.801mg/m³となった。当該作業場においては、局所排気装置は設置されて
31 おらず、高いばく露が確認された可能性があると考えられる。一方で、呼吸用保護
32 具として防じんマスクを使用している。

33 また、当該作業場でのスポット測定の幾何平均値は2単位作業場（階上、階下）
34 のうち、階上は2.97mg/m³で最大値は5.84mg/m³、階下で1.51mg/m³
35 で最大値は2.43mg/m³であり、いずれも二次評価値を上回った。当該物質のス
36 ポット測定の最大値は当該作業場の階上の5.84mg/m³であった。

1 4 リスクの判定及び今後の対応

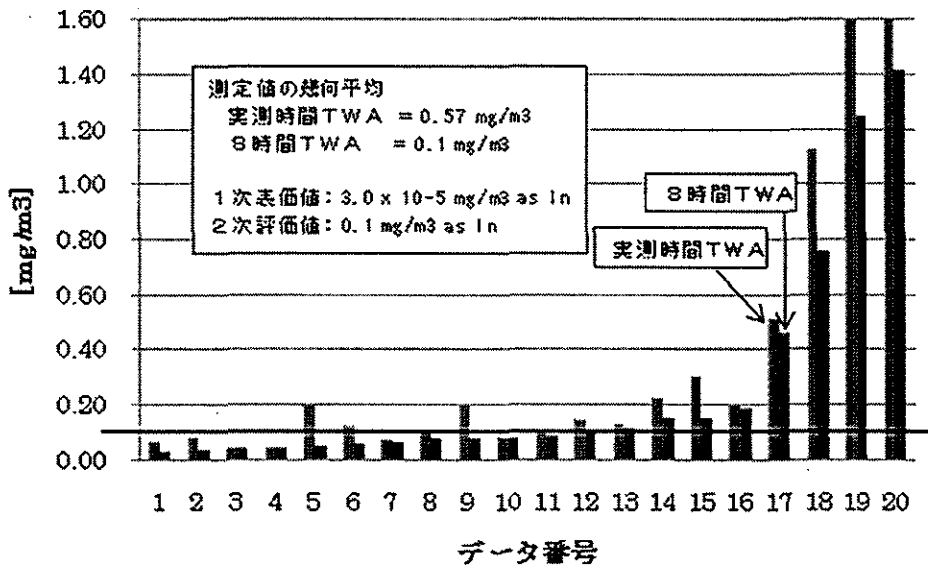
2 インジウム及びその化合物については、個人ばく露測定では59人全員が一次評価
3 値を超え、50人が一次評価値を超え二次評価値以下であり、9人が二次評価値を超え
4 であった。当該調査結果からは、高いばく露が発生するリスクは高いと考える。

5 以上から、インジウム及びその化合物の製造・取扱い事業場におけるリスクは高い
6 と考えられる。当該物質は発がん性を有する物質であり、また、特に酸化インジウム
7 の秤量、袋詰め作業、粉じんの回収作業については、二次評価値を超えており、高い
8 ばく露が認められているので、今後、さらに詳細なリスク評価が必要である。

9 また、詳細なリスク評価の実施に関わらず、事業者は当該作業に従事する労働者等
10 を対象として、自主的なリスク管理を行うことが必要と考える。

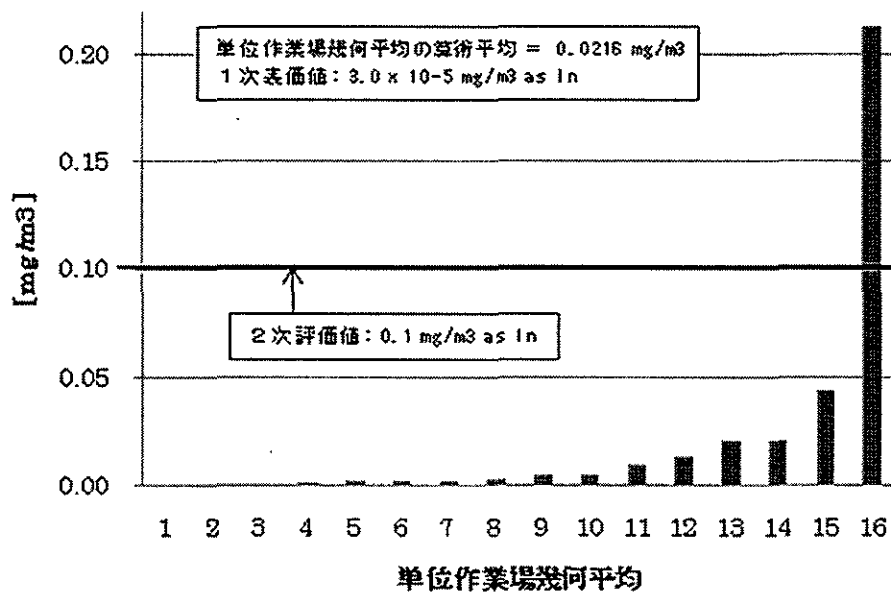
11

個人ばく露測定結果 (インジウム及びその化合物)
8時間TWAワースト20データ



1
2

A測定結果 (インジウム及びその化合物)



3
4

用途	個人ばく露測定結果、mg/m3					スポット測定結果、mg/m3			作業環境測定結果 (A測定法) 、mg/m3			
	対象事業 種別	測定数	平均 (%1)	8時間TWA の平均(%2)	最大値 (%3)	単位作業 種別	平均 (%4)	最大値 (%3)	単位作業 種別	平均 (%5)	標準偏差	最大値 (%6)
イソウム及びその化合物												
1.ばく露作業報告対象物質の製造	5	30	0.102	0.076	1.1300	17	0.0127	1.670	4	0.0047	3.053	0.0468
2.他の製剤等の製造を目的とした原料としての使用	4	14	0.036	0.033	0.1340	14	0.0298	0.357	7	0.0126	2.684	0.301
3.表面処理又は防錆を目的とした使用	1	9	3.341	0.345	15.5	4	1.121	5.640	4	0.0588	3.320	0.2190
12.その他	1	6	0.002	0.000	0.0063	3	0.006	0.0420	1	0.0018	1.640	0.0051
計	11	59	0.870	0.114	0.4510	38	0.292	40.200	16	0.0195	2.674	0.6410
集計上の注: 定量下限未満の値及びこの測定値は測定時の採気量(測定時間×流速)により有効桁数が異なるが集計はこの値を用いて小数点以下4桁で処理した ※1: 測定値の幾何平均値 ※2: 8時間TWAの幾何平均値 ※3: 測定値の最大値を表す ※4: 短時間作業を作業時間を通じて測定した値の単位作業種ごとの幾何平均を代表値とし、その平均 ※5: 単位作業ごとの幾何平均を代表値とし、その平均												

1

有害性総合評価表

物質名 : No.43 インジウム及びその化合物

有害性の種類	評価結果
<p>ア 急性毒性</p>	<p><u>致死性</u> 吸入毒性 : LC₅₀ 報告なし 経口毒性 : LD₅₀ =>10g ラット (酸化インジウム) 試験内容 : 情報なし 経皮毒性 : LD₅₀ 報告なし</p> <p><u>健康影響</u> <u>実験動物への影響</u> 塩化インジウムの気管内投与実験ではインジウムとして 0.16 μg/kg が NOAEL、3.25 μg/kg が LOAEL である。 リン化インジウムの気管内投与ではインジウムとして 0.9 μg/kg が LOAEL である。</p>
<p>イ 刺激性/腐食性</p>	<p>皮膚刺激性/腐食性 : 報告なし</p> <p>眼に対する重篤な損傷性/刺激性 : あり 根拠 : 可溶性の塩は眼に対して非常に刺激性がある。</p>
<p>ウ 感作性</p>	<p>皮膚感作性 : 報告なし</p> <p>呼吸器感作性 : 報告なし</p>
<p>エ 反復投与毒性(生殖・発生毒性/遺伝毒性/発がん性は除く)</p>	<p>LOAEL : リン化インジウム 0.03 mg/m³、インジウムとして 0.024 mg/m³ 酸化インジウム 24mg/m³、インジウムとして 19.9 mg/m³</p> <p>根拠 : NTP における吸入ばく露実験で最小吸入ばく露濃度(リン化インジウム 0.03 mg/m³、インジウムとして 0.024 mg/m³)においても肺の腺がんおよび腺腫発生率がラット (雄、雌) 44%、20% (対照群 14%、2%) マウス (雄、雌) 46%、22% (対照群 36%、8%) と有意に対照群に比べて増加していたことから LOAEL とした。</p> <p>不確実性係数 UF =12.5 根拠 : (LOAEL→NOAEL の変換 (10)、種差 (10)、期間 (3/24 月)) 評価レベル = 0.024 mg/m³ × (1/12.5) × (6/8) = 1.4 × 10⁻³ mg/m³</p> <p>また、ラットを用いた酸化インジウムの吸入ばく露実験で、酸化インジウムを 24~97 mg/m³ の濃度で、合計 224 時間、連日吸入ばく露した実験でラットの肺においては広範な肺水腫が観察されたことから LOAEL は 24mg/m³(インジウムとして 19.9 mg/m³) とした。</p> <p>不確実性係数 UF =300 根拠 : (LOAEL→NOAEL の変換 (10)、種差 (10)、期間 (224 時間は約 1 ヶ月で係数は 3 とする。)) 評価レベル = 19.9 mg/m³ × (1/300) = 6.6 × 10⁻² mg/m³</p>
<p>オ 生殖・発生毒性</p>	<p>無毒性量等 (NOEL、NOAEL、LOAEL) 現在までの実験報告からは求められない。</p>
<p>カ 遺伝毒性 (変異原性を)</p>	<p>遺伝毒性 : 判断できない 根拠 : マウスを用いた InP の in vivo における小核試験で多染性赤血球では雄で陽性成績</p>

含む)	<p>であったが、雌では陰性であり、さらに正染色赤血球では雄、雌ともには陰性であった。一方、体細胞突然変異 β-catenin mutation では陽性であったが、<i>H-ras</i> mutation では陰性だった。さらに三塩化インジウムの突然変異原性試験では陰性であり、遺伝毒性は疑われるが、確定的ではない。</p>
キ 発がん性	<p>発がん性の有無：ヒトに対しておそらく発がん性がある 根拠：IARC ではリン化インジウムとしての発がん性はグループ 2A と分類した。リン化インジウム以外のインジウム化合物の発がん性に関しては現在までに明らかな証拠はないが、動物実験でリン化インジウムでは明らかな発がん性の証拠があり、発がん性はインジウムに起因していると考えられる。</p> <p>閾値の有無：閾値あり 根拠：マウスを用いたリン化インジウムの <i>in vivo</i> における小核試験や体細胞突然変異試験結果から遺伝毒性は疑われるが、確定的ではない。吸入ばく露実験の結果より肺の持続的な炎症反応の結果、肺胞・細気管支上皮が増生し、肺がん進展すると考えられる。</p> <p>閾値がある場合 LOAEL：リン化インジウム 0.03 mg/m³、インジウムとして 0.024 mg/m³ 根拠：NTP における吸入ばく露実験で最小吸入ばく露濃度(リン化インジウム 0.03 mg/m³、インジウムとして 0.024 mg/m³)においても肺の腺がんおよび腺腫発生率がラット (雄、雌) 44%、20% (対照群 14%、2%) マウス (雄、雌) 46%、22% (対照群 36%、8%) と有意に対照群に比べて増加していたことから LOAEL とした。 不確実性係数 UF =1000 根拠：(LOAEL→NOAEL の変換 (10)、種差 (10)、がんの重大性 (10) 評価レベル = 0.024 mg/m³ × 1/1000 × (6/8) / (45/75) = 3.0 × 10⁻⁵ mg/m³</p>
コ 許容濃度の設定	<p>ACGIH TLV-TWA：0.1mg/m³ インジウムとして (1969) 根拠：ラットを用いて、酸化インジウムを 24~97 mg/m³ の濃度で、連日吸入ばく露し、合計 224 時間ばく露が行われた。その結果、ラットの肺では広範な肺水腫が観察され、通常の肺水腫と異なり、顆粒状の浸出液や異物を食食したわずかなマクロファージ、多核巨細胞、核の壊死片が肺胞内に貯留していた。さらに、ばく露期間中およびばく露終了 12 週間後においても、これらの病変はほとんど変化せず、線維化もほとんど観察されなかった。この値 (0.1mg/m³) は、肺水腫、急性肺炎、骨格系・胃腸系障害及び肺への悪影響の可能性を最小限とする意図で設定された。</p> <p>日本産業衛生学会 許容濃度：設定はない。 生物学許容値 血清インジウム濃度 3 μ mg/L 根拠：労働環境において予防すべき健康影響は、KL-6、SP-D 等の上昇を影響指標とした肺間質性変化と考え、Chonan らおよび Hamaguchi らの 2 つの労働者集団の観察結果を総合的に判断し、インジウムおよびその化合物の生物学的許容値として、3 μg/L (血清中インジウムとして、試料採集時期は特定せず) が提案された。</p>

有害性評価書

物質名 : No.43 インジウム及びその化合物

1. 化学物質の同定情報 ①

名 称 : インジウム

化 学 式 : In

分 子 量 : 114.82

CAS 番号 : 7440-74-6

労働安全衛生法施行令別表 9 (名称を通知すべき有害物) 第 58 号 (インジウム及びその化合物)

名 称 : リン化インジウム

別 名 : インジウムリン

化 学 式 : InP

分 子 量 : 145.79

CAS 番号 : 22398-80-7

労働安全衛生法施行令別表 9 (名称を通知すべき有害物) 第 58 号 (インジウム及びその化合物)

名 称 : 酸化インジウム

化 学 式 : In₂O₃

分 子 量 : 277.64

CAS 番号 : 1312-43-2

労働安全衛生法施行令別表 9 (名称を通知すべき有害物) 第 58 号 (インジウム及びその化合物)

名 称 : 三塩化インジウム

化 学 式 : InCl₃

分 子 量 : 221.18

CAS 番号 : 10025-82-8

労働安全衛生法施行令別表 9 (名称を通知すべき有害物) 第 58 号 (インジウム及びその化合物)

名 称 : 水酸化インジウム

化 学 式 : In(OH)₃

分 子 量 : 165.84

CAS 番号 : 20661-21-6

労働安全衛生法施行令別表 9 (名称を通知すべき有害物) 第 58 号 (インジウム及びその化合物)

2. 物理化学情報

(1) 物理的・化学的性状 ①, ②, ③

(2)

物質名	インジウム	リン化	酸化	三塩化	水酸化
-----	-------	-----	----	-----	-----

		インジウム	インジウム	インジウム	インジウム
外観	銀白色のやわらかい金属	灰白色の金属光沢のある結晶	淡黄色の結晶	白色の結晶	白色粉末
比重 (水=1)	7.282 (24℃)	4.81 (25℃)	7.179	3.46 (25℃)	
沸点	2072℃	データなし	850℃	500℃で分解	
融点	156.6℃	1062℃	950℃以上		150℃付近で分解
水への溶解性 g/100ml (25℃)	情報なし	情報なし	不溶	212	不溶

(2) 物理的・化学的危険性 13)

インジウム

- ア 火災危険性 : 不燃性。
- イ 爆発危険性 : 空気中で粒子が細かく拡散して爆発性の混合気体を生じる。
- ウ 物理的危険性 : 粉末や顆粒状で空気と混合すると、粉塵爆発の可能性がある。
- エ 化学的危険性 : 強酸、強酸化剤、イオウと反応し、火災や爆発の危険をもたらす。

リン化インジウム

- ア 火災危険性 : イオウとの混合物を加熱すると発火する。
- イ 爆発危険性 : 情報なし
- ウ 物理的危険性 : 情報なし
- エ 化学的危険性 : 湿った空気中でゆっくり酸化される。350℃で臭化第2水銀と激しく反応する。

3. 生産・輸入量/使用量/用途 1)

インジウム

生産量 : 平成 18 年 50 トン 543.6 トン (リサイクル) 4)

輸入量 : 平成 18 年 433 トン (塊, くずおよび粉)

用途 : 銀ろう、銀合金接点、ハンダ、低融点合金、液晶セル電極用、歯科用合金、防食アルミニウム、テレビカメラ、ゲルマニウム・トランジスター、光通信、太陽熱発電、電子部品、軸受金属、リン化インジウム結晶の原料

製造業者 : 普通品=日鉱金属、DOWA メタルマイン、三井金属鉱業、東邦亜鉛、日亜化学工業、三菱マテリアル、新興化学工業

高純度品=三菱マテリアル、大阪アサヒメタル、住友金属鉱山

リン化インジウム

用途 : InP 単結晶の原料

製造業者 : 日亜化学工業

酸化インジウム

用途 : ITO 用原料

製造業者 : 新興化学工業、高南無機