

# 詳細リスク評価書 (中間報告)

No. 42 (詳細)

## 金属インジウム (Indium)

### 目次

本文	1
別添1 有害性総合評価表	10
別添2 有害性評価書	13
別添3 ばく露作業報告集計表	26
別添4 測定分析法	27

2013年\_月

厚生労働省

化学物質のリスク評価検討会

## 1 物理的性状等

### (1) 化学物質の基本情報

名称：金属インジウム (Indium)

名称	インジウム
化学式	In
分子量	114.82 (原子量)
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)

### (2) 物理的・化学的性状

物質名	インジウム
外観	銀白色の やわらかい金属
比重 (水=1)	7.282 (24 °C)
沸点	2072 °C
融点	156.6 °C
水への溶解性	情報なし

#### ○物理的・化学的危険性

##### 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。

### (3) 生産・輸入量、使用量、用途

#### 金属インジウム

生産量 : 70 トン (2009 年)、543.6 トン (リサイクル) (2006 年)

輸入量 : 215 トン (塊,くずおよび粉) (2009 年)

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=JX 日鉱日石金属、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、大阪アサヒメタル工場、住友金属鉱山

## 2 有害性評価の結果及び経過 (詳細を別添 1 及び別添 2 に添付)

インジウム及びその化合物については、平成 21 年度に初期リスク評価を実施し、問題となるリスクが確認されたことから、平成 22 年度において詳細リスク評価を実施した。有害性評価については、平成 21 年度に評価書が作成されたが、その後に得られたインジウム・スズ酸化物についての新たな知見を踏まえ、評価の見直しを行った。

その結果、インジウム及びインジウム化合物については、その製造・取扱いを行うすべての作業について、高いばく露が認められ、インジウム化合物については平成 24 年 10 月に特定化学物質に指定されたところであるが、溶融を伴わない金属インジウム又はその合金の取扱い作業については、現時点では有害性に関する情報が不足しているため、健康障害防止措置の適用を除外し、今後の調査研究の進展を待ち必要な措置を検討することが適当であるとされたところである。

#### (1) 重視すべき物質性状とばく露ルート（吸入、経口、経皮）

インジウム及びその化合物は常温で固体（粉体又は結晶）であり、ほとんど気化しないが、粉末の状態で拡散するなどした場合には、取扱い時の飛散によるばく露が問題となる。特に、酸化インジウムやインジウム・スズ酸化物等のインジウム化合物を取り扱う一部の作業では、微細な吸入性粉じんが発生するので、吸入ばく露に留意が必要である。

#### (2) 重視すべき有害性

- ① 発がん性：金属インジウム又はその合金についての発がん性に関する判断に有用な情報は得られていない。

(参考) ヒトに対する発がん性が疑われる（リン化インジウムとして）

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。

日本バイオアッセイ研究センターで行われたインジウム・スズ酸化物（以下「ITO」という。）の長期吸入ばく露試験によりラットに発がんが確認された。そのほか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。

NTPにおけるラットとマウスを用いた「リン化インジウム」の吸入ばく露による発がん実験によれば、0, 0.03, 0.1, 0.3 mg/m<sup>3</sup>のリン化インジウムを6時間/日、5日/週の条件で2年間(0.03群)、22週間(ラットの0.1群及び0.3群)、21週間(マウスの0.1群及び0.3群)吸入ばく露したところ、各ばく露群で肺腫瘍の発生が確認された。肺腺腫又は腺がん担腫瘍動物発生率は、0.03群においてラット(雄、雌)44%、20%(対照群14%、2%)マウス(雄、雌)30%、22%(対照群12%、8%)と有意に増加した。また、ラットの雄3.0群で扁平上皮がんの発生が認められた。

日本バイオアッセイ研究センターにおけるラットとマウスを用いた「ITO」の吸

入ばく露による発がん実験によれば、0, 0.01, 0.03, 0.1 mg/m<sup>3</sup>のITOを6時間/日、5日/週の条件で2年間（ラットの0.1群以外）、26週間（ラットの0.1群）吸入ばく露したところ、ラットの雌雄で細気管支に肺胞上皮腺腫/肺胞上皮がんが0.01、0.03または0.1 mg/m<sup>3</sup>のいずれの投与量でも有意な増加が認められた。

これらのことから、「インジウム化合物」はヒトに対する発がん性が疑われると判断される。

○ 閾値の有無の判断：閾値あり（リン化インジウムとして）

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、肺がんが進展すると考えられる。

○ 閾値の算出

LOAEL : ITO 0.01 mg/m<sup>3</sup>

根拠：日本バイオアッセイ研究センターにおけるラットとマウスを用いた ITO の吸入ばく露による発がん実験において細気管支に肺胞上皮腺腫及び肺胞上皮がんが有意に増加したことから LOAEL とした。

不確実性係数 UF = 250

根拠：(LOAEL→NOAEL の変換 (10)、種間差 (TK=1, TD=2.5)、がんの重大性 (10))  
労働補正後のリスクレベル

$0.01 \text{ mg/m}^3 \times 1/250 \times (6/8) = 3.0 \times 10^{-5} \text{ mg/m}^3$

② 発がん性以外の有害性：金属インジウム又はその合金についての発がん性以外の有害性に関する判断に有用な情報は得られていない。

(参考：インジウム化合物)

○ 急性毒性：

吸入：データなし

経口：LD<sub>50</sub> = 3,300 mg/kg (硝酸インジウム水和物) (マウス)

LD<sub>50</sub> = >10g/kg (酸化インジウム) (ラット)

腹腔内：LD<sub>50</sub> = 7.95 mg/kg (硝酸インジウム) (マウス)

LD<sub>50</sub> = 2,370 μg/kg (三塩化インジウム) (ラット)

○ 眼に対する重篤な損傷性/刺激性：あり（可溶性の塩は刺激強い）

○ 皮膚感作性：報告なし

○ 反復投与毒性（生殖・発生毒性/発がん性は除く）

吸入：肺水腫、肺胞蛋白症（ラット）

肺胞蛋白症、肺の慢性炎症（マウス）

○ 生殖毒性：不明

これまでの文献調査の結果、酸化インジウム、ITO、塩化インジウム、インジウムを含有する化合物半導体（リン化インジウム、砒化インジウム、CIGS（銅-インジウム-ガリウム-セレン）等）等のインジウム化合物については、有害性を示す研究、調査結果が報告されている。

### （3） 許容濃度等

○ACGIH TLV-TWA : 0.1mg/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup> 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貪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/m<sup>3</sup>）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。

### （4） 評価値

○一次評価値：今後検討（未設定）

○二次評価値：今後検討（未設定）

## 3 ばく露評価の結果

### （1） 主なばく露作業（詳細を別添 3 に添付）

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 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 1,364 人（延べ）であった。また、対象物質の取扱量の合計は約 1 万トン（延べ）であった。

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、粉碎又はふるいわけの作業などであった。

（145 作業のうち、作業時間が 20 時間／月以下の作業が 49%、局所排気装置の設置がなされている作業が 83%、防じんマスクの着用がなされている作業が 94% であった。）

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。

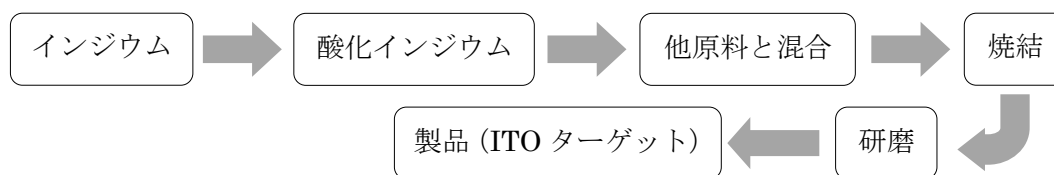
また、平成 22 年度においては、21 年度の調査結果を勘案し、ばく露の高い可能性のある作業について、ばく露実態調査を追加実施した。

さらに、平成 24 年度においては、「金属インジウム」の取扱事業場に対して、追加調査を実施した。

調査により把握したばく露作業は次の図のとおり。

#### 図 インジウム及びその化合物の製造・取扱い作業の概要

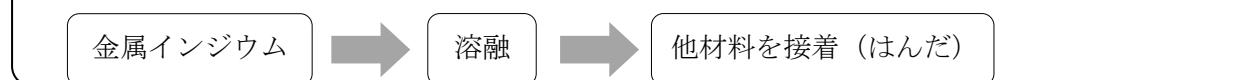
##### ○ インジウム及びその化合物を原料とした他製品の製造



##### ○ インジウム及びその化合物の回収再利用



##### ○ インジウムを用いたボンディング作業



##### ○ リン化インジウムの使用



## (2) ばく露実態調査結果の概要

平成 21 年度のばく露実態調査においては、「インジウム及びその化合物」を製造し、又は取り扱っている 8 事業場の特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※1を行うとともに、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 地点についてスポット測定を実施した。

また、平成 22 年度においては、関係業界・事業場との連携・協力のもと、ばく露が高いと予想される 3 事業場を調査対象に追加し、「インジウム及びその化合物」の吸入性粉じんを対象として、作業に従事する 27 人の労働者に対する個人ばく露測定を行うとともに、6 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、19 地点においてスポット測定を実施した。

さらに、平成 24 年度においては、「金属インジウム」について、厚生労働省が指

定する事業場で、歯科医院及び工業的に補綴金属を加工して取扱う 5 事業場、歯科用補綴金属の製造の 3 事業場、半田材料および半田製造の 3 事業場及びスパッタリングターゲットを製造する 2 事業場、計 13 事業場の特定の作業に従事する 47 人の労働者に対する個人ばく露測定を行うとともに、3 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、38 地点についてスポット測定について追加調査を実施した。

個人ばく露測定結果は、「労働者の有害物によるばく露評価ガイドライン」に基づき、8 時間加重平均濃度（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。その概要は以下のとおり。

#### ① 測定分析法（詳細については別添 4 を参照）

[平成 21 年度]

- ・ 個人ばく露測定：25mm φ メンブランフィルター(AAWP02500・日本ミリポア株) (捕集剤にポンプを接続して捕集)
- ・ 作業環境測定：47mm φ メンブランフィルター(AAWP04700・日本ミリポア株) (捕集剤にポンプを接続して捕集)
- ・ スポット測定：同上
- ・ 分析法：ICP-MS 法

[平成 22 年度及び平成 24 年度]

- ・ 個人ばく露測定：サイクロン (25mm φ) (GS-3 Multiple-inlet Cyclone・SKC inc.製) (捕集剤にポンプを接続して捕集)
- ・ 作業環境測定：サイクロン (37mm φ) (GS-3 Multiple-inlet Cyclone・SKC inc.製) (捕集剤にポンプを接続して捕集)
- ・ スポット測定：同上
- ・ 分析法：ICP-MS 法

#### ② 測定結果

平成 21 年度及び平成 22 年度の 2 年間のばく露実態調査における 86 人の個人ばく露測定の結果、8 時間 TWA の最大値及び対数変換データを用い信頼率 90% で区間推定した上側限界値（上側 5%）は次のとおり。

○吸入性粉じんとして（平成 22 年度調査のみ）（インジウム及びその化合物）

- ・ 測定データの最大値：0.817 mg/m<sup>3</sup>
- ・ 平成 22 年度全データの区間推定上側限界値：0.143 mg/m<sup>3</sup>

○総粉じんとして（2 年間合計）（インジウム及びその化合物）

- ・ 測定データの最大値：1.421 mg/m<sup>3</sup>

- ・ 2年間の全データの区間推定上側限界値：0.415 mg/m<sup>3</sup>

24年度のばく露実態調査における47人の個人ばく露測定の結果、8時間TWAの最大値及び対数変換データを用い信頼率90%で区間推定した上側限界値（上側5%）は次のとおり。

○24年度の追加調査結果（金属インジウム）

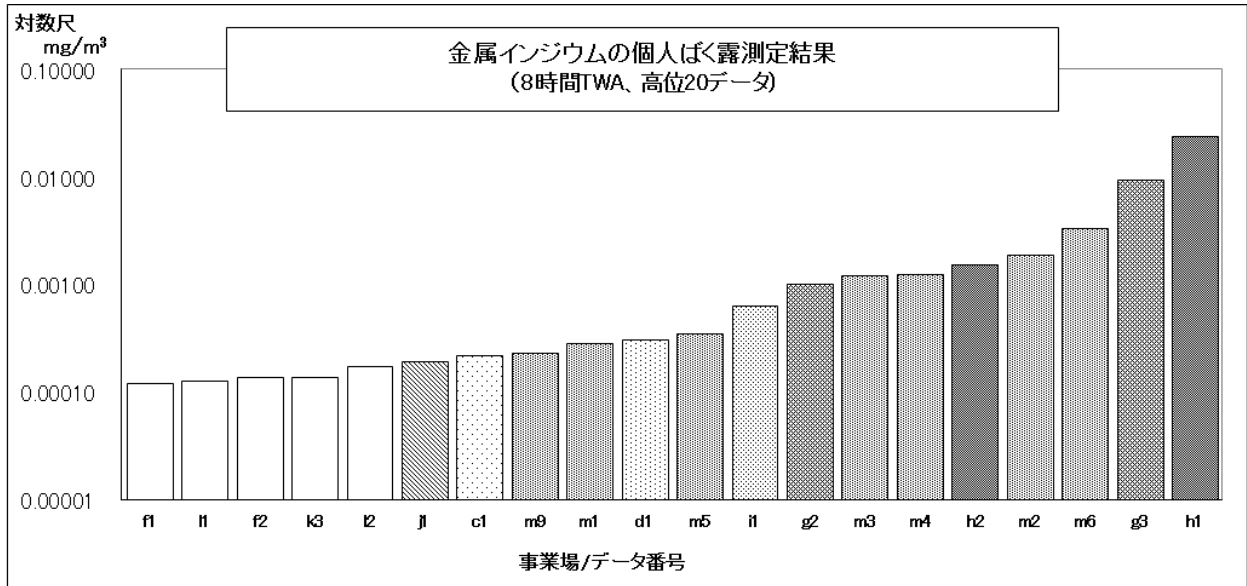
- ・ 測定データの最大値：2.40312×10<sup>-2</sup> mg/m<sup>3</sup>
- ・ 調査で得た44 TWA値の内、H事業場の1 TWA値が技術指針の目標濃度(0.01 mg/m<sup>3</sup> Inとして)」を越えた。H事業場は歯科用補綴金属の製造を工業的に実施している事業場であるがインゴットを鑄造する作業等のスポット測定値が比較的高く TWA 値との矛盾はないと考える。
- ・ また、44 TWA 値の内 11 TWA 値（H、G、M、I、D）が技術指針の許容される濃度（3×10<sup>-4</sup> mg/m<sup>3</sup> Inとして）を超える値を示した。これらの事業場には、歯科用補綴金属の製造、ITO ターゲットの製造、半田製造が含まれ、工業的に溶解、鑄造等を行っており、これらが TWA 値に寄与しているのではないかと考える。
- ・ 更に、33 TWA 値は指針の「許容される濃度」未満の値を示した。
- ・ なお、平成 24 年度の調査においては、ランダムサンプリングによる選定を行っていないことから統計的推定は適さないため最大ばく露濃度の推定は行わなかった。



4 リスク評価の詳細

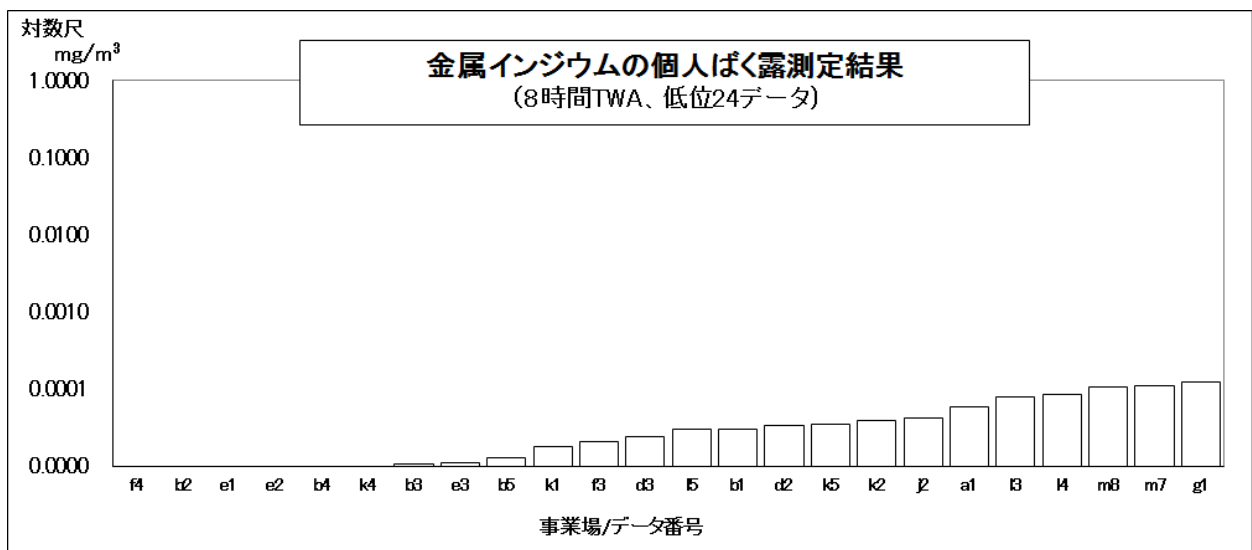
- (1) ばく露限界値との関係（8時間TWA の分布と最大値）  
 評価値が未設定のため、評価できない。

図：金属インジウムの個人ばく露濃度測定結果（平成24年度測定データ）



各データの由来

パターン	事業場	物質の特定	用途、作業等
H	H	金属、溶融In合金	歯科合金製造、他金属混合溶融、合金インゴット铸造
G	G	ほぼ同上	歯科合金製造、他金属混合溶融、合金インゴット铸造
M	M	金属/溶融In、粉末酸化物	ターゲット/光ディスク製造等、ボンド/研磨/溶解/粉砕
I	I	金属In、酸化In他	半田製造、合金溶融/铸造・粉体/充填/等
D	D	In含有歯科用合金	歯科合金製造、合金溶融、铸造、研磨等
C	C	In含有歯科補綴	歯科技工(铸造/研磨等)
J	J	In含有半田金属	秤量/溶解/溶融/铸造/清掃等
他	他	In含有合金	金属加工作業



(2) 判定結果（措置の要否）

評価値が未設定のため、評価できない。

5 結論（中間とりまとめ）

金属インジウムの有害性の評価については、有害性に関する情報が不足しており、今後の調査研究の進展を待って評価することとする。

参考データ

