

健康障害防止措置の検討シート(事務局案H23.11.8)

アンダーラインは前回からの変更箇所

| | | | |
|------|------------------|-----------|--------|
| 物質名 | インジウム及びその化合物 | Cas No. | 略 |
| 評価年月 | (初期リスク評価) 22年 7月 | (詳細リスク評価) | 23年 7月 |

1 リスク評価の概要

(1) 物理化学的性質 (一例)

| | インジウム | リン化インジウム | ITO ※ | 三塩化インジウム |
|----------|-------------|---------------|------------|--------------------|
| 性状 | (固体)液体/ガス | (固体)液体/ガス | (固体)液体/ガス | (固体)液体/ガス |
| 固体の場合の性状 | 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～灰緑色の固体 | 白色の結晶 |
| 融点 | 156.6 °C | 1062 °C | 約1500 °C | 500°C(分解) °C |
| 水への溶解性 | 情報なし | 情報なし | 不溶 | 212 g/100ml (25°C) |

※インジウム・スズ酸化物をいう。

(2) 有害性評価結果(ばく露許容濃度等)

| 区分 | 濃度値 | 根拠 |
|-------|--|---|
| 1次評価値 | $3 \times 10^{-5} \text{mg/m}^3$ (レスピラブル粒子) | 日本バイオアッセイ研究センターにおけるITOの長期吸入発がん性試験で得られた最小毒性量(LOAEL)に不確定係数を考慮して算出 |
| 2次評価値 | $3 \times 10^{-4} \text{mg/m}^3$ (レスピラブル粒子) | 上記試験結果をもとに、重度の肺胞蛋白症をエンドポイントとして算出 |

| 主要な毒性 | 概要 |
|--------|--|
| 発がん性 | ITOの長期吸入発がん試験で、ラットに肺胞上皮腺腫/肺胞上皮がん リン化インジウムの長期吸入発がん試験で、ラット・マウスに肺胞/気管支腫瘍 |
| 反復投与毒性 | ITOを吸入ばく露させた試験で、ラットに肺水腫、肺胞蛋白症、マウスに肺胞蛋白症、肺の慢性炎症 |

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。一方、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つ必要がある。

(3) ばく露評価結果(ばく露情報等)

| 有害物ばく露作業報告事業場数 | 38 | 21年度調査(初期) | 22年度調査(詳細) |
|----------------|-----------|------------------------|------------------------|
| | | 総粉じん | レスピラブル粒子 |
| ばく露実態調査事業場数 | 11 | 8 | 3 |
| 個人ばく露濃度 | 最大値 | 1.42mg/m ³ | 0.817mg/m ³ |
| | 区間推定上側限界値 | 0.543mg/m ³ | 0.143mg/m ³ |

以下、詳細リスク評価結果(レスピラブル粒子)

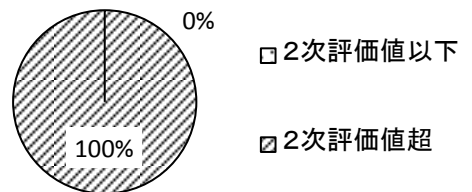
| 作業内容 | ITOターゲットの製造 | 使用済みITOからインジウム金属の製造 | リン化インジウムの取扱い | インジウム金属を用いたボンディング |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ばく露実態調査事業場数 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 個人ばく露濃度最大値 | 0.575mg/m ³ | 0.817mg/m ³ | 0.00092mg/m ³ | 0.00396mg/m ³ |

| 区分 | 作業名 | 個人ばく露測定 | A測定値 | スポット測定 |
|--------|----------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| 高ばく露作業 | 原料となるITO廃棄物の粉碎、ショット形成、インジウム取出し作業 | 0.817mg/m ³ | 0.554mg/m ³ | 1.26mg/m ³ |
| | 製造したITOターゲットの分析のためのITO小片粉碎作業 | 0.575mg/m ³ | - | 3.25mg/m ³ |

※測定結果のうち最大値 ※A測定、スポット測定は作業場ごとの幾何平均値を採用

(4) リスク評価結果

| 区分 | 数値(%) | |
|-----------|---------|-----|
| 個人暴露濃度の分布 | 2次評価値以下 | 0 |
| | 2次評価値超 | 100 |
| | 全体 | 100 |



| 作業名 | 判定結果 | 理由・根拠 | 措置の要否 |
|-----------------|------|--|-------|
| インジウム化合物の製造・取扱い | 要 | インジウム化合物の粉じん、破砕片等の吸入によるばく露がみられるが、これは製造・取扱い作業の工程に共通と考えられる。 | 要 |
| 金属インジウムの溶融を伴う作業 | 要 | 金属インジウムを用いたボンディング、鋳造等、金属インジウムを溶融させる作業においては、酸化インジウムの粉じんが発生するおそれがある。 | 要 |

2 リスク作業の実態（業界団体等からのヒアリング結果）

(1) 主な業界団体等の概要

| 業界団体名 | 会員企業数 | 活動の概要 |
|-----------------------|---------|--|
| 日本鉱業協会 | 53社 | 金、銀、銅、鉛、亜鉛、ニッケル等に代表される非鉄金属の鉱業・製錬業の団体。非鉄金属の安定供給、新材料開発、資源リサイクル、環境保全等の諸課題に取り組む。 |
| (社)新金属協会 | 37社 | 新金属(希土類、タンタル、シリコン、ターゲット材等)に関する調査研究、情報の収集及び提供、内外関係機関等との交流及び協力に取り組む。 |
| (社)太陽光発電協会 | 127社・団体 | 太陽光発電システムのセル・モジュール、周辺機器のメーカー、販売・施工会社の団体。太陽光発電に関連する利用技術の確立及び普及促進に取り組む。 |
| (社)電子情報技術産業協会 (JEITA) | 425社・団体 | 電子機器、電子部品の健全な生産、貿易及び消費の増進を図るため、政策提言や技術開発の支援、新分野の製品普及、環境対策等に取り組む。 |
| その他 | | |

(注)会員企業数等の欄には、可能な場合には組織化率(会員企業/当該作業を行っている企業総数)を記載する。会員数は定性的な表現も可。

(2) 作業概要及び健康障害防止措置の採用状況

| 主な作業名 | 作業の概要 | 健康障害防止措置の採用状況 |
|---|---|--|
| ITOターゲットの製造 | 金属インジウムから酸化インジウムを製造し、酸化スズと混合して焼結、平面研削、ボンディ | 発散源の密閉化(一部)、局所排気装置の設置、防じんマスク、作業環境測定、健康診断 |
| 廃ターゲットから金属In製造(リサイクル) | 使用済みターゲットの粉碎、溶解、インゴット製造 | 発散源の密閉化(一部)、局所排気装置の設置、防じんマスク、作業環境測定、健康診断 |
| フラットパネルディスプレイ製造工程におけるITOを用いた薄膜形成(スパッタリング) | 密閉装置内でITOターゲットを用いて硝子板等にITO薄膜を作る。ターゲットが摩耗してきたら交換、装置内清掃を行う。 | 局所排気装置の設置、防じんマスク、作業環境測定、健康診断 |

(3) 関係業界団体の健康障害防止にかかる取組み

| 取組事項 | 取組の概要 |
|-----------------|---|
| 技術指針に基づく措置の周知徹底 | 平成22年12月22日付技術指針の周知徹底を図るとともに、分析方法、In濃度の把握、濃度に応じた呼吸用保護具の選定、集塵設備の改善と設置、対策効果の確認等。関係省庁との情報交換・意見交換・意見の具申を実施。 |

(4) 特殊な作業(少量取扱等リスクが低い作業)の概要

| 作業名 | 作業の概要 | 事業者によるリスクの見積もり |
|---------------------------|--|--|
| 作業頻度の少ない作業 | 研究開発 | 少量、低頻度であれば、局排設置、作業環境測定結果を踏まえて、措置対象外とすべき。 |
| ITOのスパッタ装置のターゲット交換、メンテナンス | 装置内防着板の交換、ITOターゲットの交換、クリーニング) | 2か月に1回実施し、1回当たり40分。濃度測定したところ0.0001mgを下回る作業場所もある。 |
| 金属Inを用いたボンディング作業 | ターゲットを金属板に接着 | 二次評価値以下であり、措置の対象外とすべき。 |
| 金属Inの計量包装作業 | 鑄造後の鑄型から金属Inを抜き、計量・外観検査・包装作業 | 固形の状態であり、ヒューム、塵は皆無。(金属の溶融を伴わないので適用除外と判断された) |
| 電解精製の作業 | 電気分解によるInの精製工程 | 電解工程は、発生ガス等はほとんどなく、湿式処理であるため、作業環境測定結果は非常に低濃度となると予想される。 |
| 歯科用合金の取扱い | 金・銀等と混合して溶融、圧延し、小片(板状)を製造。これを歯科技工所にて溶融・鑄造す | 合金製造事業場では局所排気装置等の設置有。 |

注:リスクが低い作業等について、関係事業者団体等からのヒアリング等に基づき記入する。

(5) 健康障害防止措置の導入にあたって考慮が必要な事項

| 考慮を要する事項 | 内容 |
|----------------------|---|
| 措置の対象物質と作業の範囲 | 対象物質は全ての化合物とするか検討すべき(化合物半導体、半田、有機インジウム化合物を含めるか否か)。リスクの高い特定の工程・作業に限定すべき。 |
| 作業環境管理のための設備投資費用 | 管理濃度によっては、設備のコスト負担が大きく、国際競争力が著しく低下する。実現可能な設定を行うべき。 |
| 作業環境測定、健康診断、保護具の費用負担 | 管理のためのコストが上昇し、産業競争力の急速な低下につながる。国の適切な支援措置(補助金制度)の実施を要望。 |
| 作業の記録、健診結果の記録の保存 | 記録を30年間保管する負担が大きいため、考慮すべき。 |
| 国際的な規制の整合 | 日本だけ先行しての規制は、競争力の低下と国内産業の空洞化につながる。 |

3 健康障害防止措置

(1) 必要な健康障害防止措置(事務局原案)

| 措置の対象 | 内 容 | 摘 要 | |
|---------|---------------------------------|------------|--------------|
| 対象物質と作業 | <input type="checkbox"/> 対象物質 | インジウム化合物 | 金属インジウム |
| | <input type="checkbox"/> 作業 | 製造・取扱い作業全般 | 溶融を伴う作業 |
| | <input type="checkbox"/> 適用除外作業 | なし | 溶融を伴う作業以外の作業 |

| 措 置 | 内 容 | 技術指針の措置内容 | 論点・提案(★)・(○) | 現行の管理第2類かつ特別管理物質※ |
|---------|---------------------|------------------|---|-------------------|
| 情報提供 | 表示 | — | ○ | ○(一部×) |
| | 文書の交付(措置済み) | — | ○ | ○ |
| 労働衛生教育 | 労働衛生教育(雇入時・作業内容変更時) | ○ | ○ | ○ |
| 発散抑制措置 | 発散源を密閉する設備 | ○(いずれか) | ★適切な発散抑制措置について | ○(いずれか) |
| | 局所排気装置の整備 | ○(いずれか) | | |
| | プッシュプル型換気装置の整備 | ○(いずれか) | | |
| | 全体換気装置の整備 | — | | (○) |
| | 計画の届出 | — | ○ | ○ |
| | 定期自主検査 | ○(点検) | ○ | ○ |
| 漏洩防止措置 | 不浸透性の床の整備 | ○(飛散防止) | ○(発じん防止に留意) | ○ |
| | | | ★その他の発じん防止対策について | |
| 作業環境の改善 | 休憩室の設置 | — | ○ | ○ |
| | 洗浄設備の整備 | — | ○ | ○ |
| | 設備の改造等作業時の措置 | — | ○ | ○ |
| 作業管理 | 作業主任者の選任 | ○(指揮する) | ○ | ○ |
| | 掲示※特別管理物質に係る | | ○ | ○ |
| | 作業記録の保存 | ○ | ○ | ○ |
| | 立入禁止措置 | ○ | ○ | ○ |
| | 飲食等の禁止 | — | ○ | ○ |
| | 適切な容器等の使用 | ○(蓋付容器) | ○(発じん防止に留意) | ○ |
| | 用後処理(除じん) | ○ | ○(発じん防止に留意) | ○(一部×) |
| | ぼろ等の処理 | ○(湿潤化) | ○(発じん防止に留意) | ○ |
| | 有効な呼吸用保護具の備付け | ○ | ○ | ○ |
| | 保護衣等の備え付け | ○(防じん素) | ○(発じん防止に留意) | ○ |
| | 作業中の保護具の使用 | ○(濃度に応じ選定) | ★現行では、特化物に保護具の使用の義務はない。義務づける場合の設備改善のインセンティブと保護具の種類の選定方法について | × |
| | | ★その他の発じん防止対策について | | |
| 作業環境の測定 | 実施と記録の保存 | ○ | ○ | ○ |
| | 結果の評価と保存 | ○(目標濃度との比較) | 管理濃度を定めるか否かにより適用の有無が変わる *管理濃度については別途検討 | ○(一部×) |
| | 結果に基づく措置 | ○(目標濃度との比較) | 評価の結果、第3管理区分の場合にはただちに改善措置を講じ、第1、第2区分としなければならない。 | ○(一部×) |
| 健康診断 | 別途検討 | | | |

↑空欄はその他の措置が想定される場合に記入

※特化則による

(2) 技術的課題及び措置導入の可能性

| 措 置 | 技術的課題 | 措置導入の可能性 |
|---------------------|---|---|
| 発散源の密閉化・局排の設置 | ターゲットの多品種化、大型化に伴い、密閉化、局排の設置が困難な場合がある | 現実的な発散抑制措置の導入は必須 |
| フックフル換気装置の設置及び 制御風速 | 設置場所や性能の確保が困難な場合がある | 同上 |
| 作業環境測定・分析方法 | ICP-MSの導入と分析技術の確立が必要。 ICP-MSでなくとも測定可能 | 定量下限の問題があり、実質的な管理が可能であるか実績を積み重ねなければ判断できないとの意見があるが、基本的には可能と史料。 GFAAS等による測定の可否について考慮 |
| 呼吸用保護具 | 二次評価値が低い場合、十分な防護性能の確保 会話の声が聞こえにくい | 呼吸用保護具の着用は必須。作業環境測定との関係を考慮した選定方法の提示。 伝声器付の電動ファン付呼吸用保護具の開発・普及を促進 |
| 特殊健康診断 | 健診機関(特に血清Inの測定)のキャパシティ不足。 胸部CT検査の読影に知見を有する医師の不足。 | 別途検討 |
| 掃除機 | 掃除機の排気による粉じんの巻き上がり | 十分な性能を有する掃除機を適切に使用する。(参考)セントラルクリーナー式屋外集中大型集塵機を整備する |

注:ばく露許容濃度の達成の可能性等について、発散抑制措置、保護具メーカーからのヒヤリング等に基づき記入する。

(3) 規制化の必要性(事務局提案)

インジウム化合物を製造し、又は取り扱う事業場においては、当該物質の粉じんへのばく露がみられることから、作業工程全般に発散抑制措置が必要であるとともに、作業環境の厳格な管理のための作業環境測定、健康障害の兆候の早期発見のための特殊健康診断の規制化を検討する必要がある。

| 措置内容 | 自主的改善の進捗状況* (※進まない場合に規制の必要性は高い) | 設備投資の必要性 (※必要性が高い場合規制が効果的) | 行政指導の効果 (※効果が上がる場合規制の必要性は低い) | 有害性の程度 (※有害性が強い場合は規制の必要性が高い) | 用途の広がり の程度 (※用途が多岐に亘る場合規制の効果が大きい) | 総合評価 |
|-----------------------|--|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|------------------|
| 情報提供 | | — | 高 | 強度** | 多岐にわたる | ①必要 |
| 労働衛生教育 | ITOターゲットメーカーにおいては密閉化は少ないが、主要な措置は高い割合で実施。ユーザーにおいては、密閉化率は高いが、局所排気装置、作業環境測定、健康診断の実施率はメーカーに比べやや低い。 | — | 有 | | | ①必要 |
| 発散抑制措置 (密閉化) | | 高 | 低 (要投資) | | | ①必要 |
| 発散抑制措置 (局所排気装置の設置) | | 高 | 低 (要投資) | | | ①必要 |
| 漏えい防止 | | 高 | 低 (要投資) | | | ①必要 (特化設備を除く) |
| 作業環境改善 (休憩室、洗浄設備等) | | 高 | 有 | | | ①必要 |
| 作業管理 (作業主任者、作業記録等) | | — | 有 | | | ①必要 |
| 作業管理 (呼吸用保護具) | | 高 | 低 (要投資) | | | ①必要 |
| 作業環境測定 | | — | 中 | | | ①必要 |
| 特殊健診の実施 | | — | 低 | | | 別途検討 |
| | | | | | | |

*ヒヤリング調査に対し20事業者から回答

**有害性の程度は、2次評価値に応じて0.1mg/m³未満:強度、0.1mg/m³以上1mg/m³未満:中程度、10mg/m³以上:弱度 とした
注:総合評価は、①規制が必要、②規制が望ましい、③事業者の自主的対策が可能、④規制は不要

4 対策オプション

(1) 対策オプションの比較

オプション1: 原則、局所排気装置の設置、作業管理(呼吸用保護具の使用を含む)、健康診断等を規則に基づく規制措置として導入

オプション2:

オプション3: 原則、必要な健康障害防止対策を行政指導通知(ITOにかかる技術指針)により普及徹底(国の通知により密閉化、作業管理等の対策を講ずるよう事業者の自主的改善を指導)

| 考慮事項 | オプション1 (規制導入を重視した対策) | オプション2 (___等は規制除外) | オプション3 (現行管理を維持する対策)注 |
|--------------------------------|---|-----------------------|--|
| ① 健康障害防止の効率性 (効率性の高いものを採用) | 効率性高い | 二 | 効率性低い |
| ② 技術的な実現可能性 (確保されていることが必要) | | | |
| ③ 産業活動への影響 | 局排等の設置、保護具、健診の義務付けに伴うコスト増から、影響は非常に大きいとされる | 二 | 影響は小さい(自主的改善は産業活動に影響を与えない範囲に限定) |
| ④ 措置の継続性の確保 (効果が継続するものを採用) | 義務化により確保される | 二 | 指導が順守されない可能性あり。経営トップの意向や景気動向に左右され、措置が確保されない可能性あり |
| ⑤ 遵守状況の把握等の容易性 (より容易なことが妥当) | 容易 | 二 | 多岐にわたる事業場を把握することは困難 |

注 オプション3は、現行の規制における健康障害防止措置のセットを行政指導により徹底させることである。

(2) 最適な対策

(例)ヒアリングを行った事業場では相当程度自主的改善が行われていたが、改善は他の特定化学物質に対する規制の効果と見られることや、新規参入者やアウトサイダーにも適切な取り扱いを徹底する必要があることから、規制化の要否を判断。

| 措置内容 | 規制化の要否 | 導入にあたって考慮すべき事項 |
|-----------------------|--------|--|
| 情報提供 | 要 | |
| 労働衛生教育 | 要 | |
| 発散抑制措置 (密閉化) | (要) | 局所排気装置等を含めたいずれかの対策を講ずる必要がある |
| 発散抑制措置 (局所排気装置の設置) | 要 | 発散抑制措置のみで二次評価値を達成することは困難なことから呼吸用保護具と組み合わせた対策となるようにすべき |
| 漏えい防止 | 要 | 特定化学設備は含まない |
| 作業環境改善 (休憩室、洗浄設備等) | 要 | |
| 作業管理 (作業主任者、作業記録等) | 要 | 除じん装置は従来のバグフィルタでよいが、集じん機からの回収作業時の二次発じんによるばく露を防止する必要がある。また、作業服等からの二次発じん防止のため、作業場外への持出禁止を検 |
| 作業管理 (呼吸用保護具) | 要 | 技術指針のように濃度に沿った呼吸用の保護具の使用を義務付けるべき(備付のみでは不十分) |
| 作業環境測定 | 要 | |
| 特殊健診の実施 | 別途検討 | |

(3) 留意事項

① リスクが低いとされた作業にかかる規制の考慮(事務局提案)

| 作業名 | 作業の概要 | リスク評価結果又はリスクの見積もりの概要 | 減免の判定 |
|-----------------|-------------------------|--|-------|
| 少量・低頻度の作業 | 研究開発等 | 少量取扱いの研究開発であっても災害の発生した例があり、一律に除外することは適当ではない (根拠となるデータがあれば、検討可能) | 不可 |
| 金属Inを用いたボンディング | ターゲットを金属板(バックングプレート)に接着 | 二次評価値を超えている作業場や、血中In濃度の上昇している作業場があり、除外できない | 不可 |
| ITO含有インクによる薄膜形成 | 湿式での塗膜形成 | 乾燥に伴いInの粉じんが発生するため、局所排気装置等が必要。 | 不可 |
| 電解精製の作業 | 電気分解によるIn精製(湿式) | 酸のミストの発生も見られ、発散抑制措置が必要。 | 不可 |

② 留意事項等 (技術指針、モデルMSDSの作成等)

(4) 規制の影響分析 (←規制影響分析(RIA)にも配慮した検討を予定)

選択肢1: []
(最適の対策)

選択肢2: []
(原則規制)

選択肢3: []
(現行対策維持)

① 期待される効果(望ましい影響)

| 効果の要素 | 選択肢1 | 選択肢2 | 選択肢3 |
|----------|-------|-------|-------|
| 労働者の便益 | 便益分類: | 便益分類: | 便益分類: |
| | | | |
| 関連事業者の便益 | 便益分類: | 便益分類: | 便益分類: |
| | | | |
| 社会的便益 | 便益分類: | 便益分類: | 便益分類: |
| | | | |

※ 便益分類については、「A:現状維持より望ましい効果が増加」、「B:現状維持と同等」、「C:現状維持より望ましい効果が減少」のいずれか該当する記号を記入

②想定される負担(望ましくない影響)

| 負担の要素 | 選択肢1 | 選択肢2 | 選択肢3 |
|-----------------------|-------|-------|-------|
| 実施により生ずる負担 (遵守コスト) | 費用分類: | 費用分類: | 費用分類: |
| | | | |
| 実施に要する負担 (行政コスト) | 費用分類: | 費用分類: | 費用分類: |
| | | | |
| その他の負担 (社会コスト) | 費用分類: | 費用分類: | 費用分類: |
| | | | |

※ 費用分類については、「A:現状維持より負担が軽減」、「B:現状維持と同等」、「C:現状維持より負担が増加」のいずれか該当する記号を記入

③便益と費用の関係の分析結果(新設・改廃する規則との比較)

| | 選択肢1 | 選択肢2 | 選択肢3 |
|------|------|------|------|
| 分析結果 | | | |

5 措置の導入方針

(1) 措置の導入方針 (←措置導入の方針、技術開発の要否、管理手法等)

(2) 規制導入のスケジュール

(政省令改正を行う場合)

平成24年1月以降 規則改正案についてパブリックコメントを実施

平成24年春 労働政策審議会安全衛生分科会に諮問

改正政令、規則の公布

平成24年夏以降 改正政令、規則の施行(一部猶予)

(例示)

| 措置事項 | 23年度 | 24年度 | 25年度 | 26年度 | 27年度 |
|-------------|------|------|------|------|------|
| 作業主任者 | | | ● | | → |
| 計画届 局排設置 | | | ● | | → |
| 保護具 | | ● | | | → |
| 作業環境測定 | | | ● | | → |
| 特殊健診 | | ● | | | → |

※ 上記スケジュールは措置導入にかかる準備期間等の目安であって、措置の導入予定ではない。