

有害性評価書

物質名：インジウム及びその化合物（金属インジウム）

平成 25 年度改訂に際しては金属インジウムに限って見直しを行った。

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)

[参考]

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)

39 名 称：インジウム・スズ酸化物（以下「ITO」という。）
 40 化 学 式：In₂O₃/SnO₂の複合酸化物（一般的に重量比=9:1 で製造される）
 41 CAS 番号：50926-11-9
 42 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)

43

44 2. 物理化学的情報

45 (1) 物理的・化学的性状 1), 2), 3)

物質名	インジウム	[参考]				
		リン化インジウム	ITO	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～灰緑色の固体	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℃)	不定	7.179	3.46 (25℃)	
沸点	2100℃	データなし		850℃	500℃で分解	
融点	156.4℃	1062℃	約 1500℃	950℃以上		150℃付近で分解
水への溶解性 g/100ml (25℃)	不溶	情報なし	不溶	不溶	212	不溶

46

47 (2) 物理的・化学的危険性 13)

48 インジウム

- 49 ア 火災危険性 : 不燃性。
- 50 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。
- 51 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。
- 52 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。

53

54 [参考]

55 リン化インジウム

- 56 ア 火災危険性 : イオウとの混合物を加熱すると発火する。
- 57 イ 爆発危険性 : 情報なし
- 58 ウ 物理的危険性 : 情報なし
- 59 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。

60

61

62 3. 生産・輸入量／使用量／用途 ¹⁾

63 インジウム

64 生産量：20 トン(2010 年)

65 輸入量：494 トン (塊,くずおよび粉)(2011 年)

66 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、防食ア
67 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、
68 電子部品、軸受金属、リン化インジウム結晶の原料

69 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
70 化学工業、三菱マテリアル、新興化学工業

71 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

72

73 [参考]

74 リン化インジウム

75 用 途：InP 単結晶の原料

76 製造業者：日亜化学工業

77

78 酸化インジウム

79 用 途：ITO 用原料

80 製造業者：新興化学工業、高南無機

81

82 三塩化インジウム

83 用 途：透明電極材料用原料

84 製造業者：新興化学工業、高南無機

85

86 水酸化インジウム

87 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、電池電
88 極材料

89 製造業者：新興化学工業、高南無機

90

91 4. 健康影響

92 [体内動態 (吸収、分布、代謝、排泄)]

93 調査した範囲で金属インジウムに関する情報は得られなかった。

94 (1) 実験動物に対する毒性

95 ア 急性毒性

96 致死性

97 実験動物に対するインジウムおよびインジウム化合物の急性毒性試験結果を以下にまと
98 める 1.5.6.16)。

	マウス	ラット
--	-----	-----

皮下、LC ₀	10 mg/kg ¹⁶⁾	データなし
吸入、LC ₅₀	データなし	データなし
経口、LD ₅₀	>2,000 mg/kg ¹⁷⁾ [参考] 硝酸インジウム水和物 3,300 mg/kg	データなし [参考] 酸化インジウム >10g/kg
経皮、LD ₅₀	データなし	データなし
腹腔内 LD ₅₀	[参考] 硝酸インジウム 7.95 mg/kg	[参考] 三塩化インジウム 2,370 μg/kg 硝酸インジウム 5.55 mg/kg

99

100

健康影響

101

調査した範囲で金属インジウムに関する情報は得られなかった。

102

[参考] インジウム化合物

103

可溶性の三塩化インジウム (InCl₃) の気管内投与や鼻部ばく露による重度の肺障害と肺線維症が報告されている⁵⁾。F344 雌ラットの気管内に InCl₃、1.3 mg/kg (In として) を 1 回投与し、肺沈着および肺からのクリアランスについて評価した実験⁵⁾ では、InCl₃ の投与による炎症反応は投与後 56 日目まで持続した。投与後 28 日目では InCl₃ を投与されたラットでは対照群と比較して肺重量は 2.5 倍、肺胞洗浄液中の総細胞数 (67%は好中球) は 32 倍に増加していた。肺中のヒドロキシプロリン量は、投与後 28 日目と 56 日目では対照群の約 2 倍に増加しており、肺胞洗浄液中のファイブロネクチンと TNF-α は投与後 24 時間まで著明に増加し、56 日目まで持続していた。インジウム量として 0.00016, 0.00325, 0.065, 1.3 mg/kg の InCl₃ を気管内に投与した場合、0.00325 mg/kg のインジウムの投与によっても炎症細胞の浸潤が観察された。これらの結果から、塩化インジウムは重度の肺障害を引き起こし、肺線維症を発現させることが示唆された。インジウムとして 0.2、2.0、20 mg/m³ の濃度で InCl₃ をラットの鼻に 1 時間の吸入ばく露 1 回を行った鼻部吸入ばく露実験⁵⁾ では、肺の炎症は 0.2 mg/m³ のばく露濃度から見られ、20 mg/m³ の濃度では、ばく露 7 日目に肺胞洗浄液中の細胞数、ファイブロネクチン、TNF-α のレベルが対照群に比較して、8、40、5 倍に上昇しており、急性の拘束性肺病変とアセチルコリンに対する気道反応性の亢進も観察された。ばく露後 42 日目では 20 mg/m³ ばく露群で代償性の肺容量と CO 拡散能の増加が認められ、肺障害からの回復が示唆された。ばく露 42 日目では用量依存性に肺のコラーゲン量が増加していた。これらの結果から、InCl₃ の 1 時間の吸入ばく露によっても、重度の肺炎と線維症が引き起こされると報告されている。

122

雄 F344 ラットに平均粒径 0.8 μm のリン化インジウム(InP)単結晶粉末を、0、1、10、100 mg/kg(0、0.79、7.9、79 mg In/kg)を単回気管内投与し、翌日および 8 日後に BAL 分析および肺病理検索を実施した結果、いずれの群でも強い肺炎症所見を観察した⁵⁾。

125

さらに、同様の粉末を、0、1.2、6.0、62.0 μg/kg(0、0.9、4.7、48.8 μg In/kg)単回気管内

126 投与を実施した⁵⁾。翌日の検査では、軽度の SOD および LDH の上昇は観察されたが、炎
 127 症細胞の増加や蛋白の増加は見られなかった。8 日目の検査では、62.0 µg/kg 投与群でのみ
 128 好中球・リンパ球、総蛋白、LDH 活性、リン脂質、コレステロールの増加等の炎症所見、
 129 肺胞上皮の剥脱、肺胞腔内浸出液が観察された。

130

131 イ 刺激性及び腐食性

132 調査した範囲で金属インジウムに関する情報は得られなかった。

133 [参考]

134 可溶性の塩は眼に対して非常に刺激性がある⁷⁾。

135

136 ウ 感作性

137 データなし

138

139 エ 反復投与毒性（生殖毒性、遺伝毒性/変異原性、発がん性は除く）

140 吸入ばく露

141 調査した範囲で金属インジウムに関する情報は得られなかった。

142 [参考] インジウム化合物

143 ラットを用いた酸化インジウムの吸入ばく露実験が報告されている⁷⁾。酸化インジウムを
 144 24~97 mg/m³ の濃度で、合計 224 時間、連日吸入ばく露したラットの肺においては広範な
 145 肺水腫が観察された。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
 146 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おり、これらの病変は針状や他
 147 の形態の細胞が肺胞壁へ浸潤しているのが特徴である。さらに、ばく露期間中およびばく露
 148 終了 12 週間においても、これらの病変はほとんど変わらず、線維化もほとんど観察されな
 149 かったことから、酸化インジウムは肺全体に肺胞蛋白症に類似した特異的な病像を引き起こ
 150 すと考えられた。

151 アメリカ National Toxicity Program(NTP)⁸⁾ は雌雄の F344 ラットおよび雌雄の B6C3F
 152 マウスを用いてリン化インジウム(平均粒子径 1.2 µ m)を 0(対照群), 1, 3, 10, 30, 100 mg/m³
 153 のばく露濃度で 1 日 6 時間、週 5 日間あるいは週 7 日間、14 週間の吸入ばく露実験を行っ
 154 た。ほとんどすべてのばく露群のラットおよびマウスでは、肺の肺胞蛋白症、慢性炎症、間
 155 質性線維症、および肺胞上皮細胞の増生が観察された。さらに、NTP は雌雄の F344 ラッ
 156 トおよび雌雄の B6C3F マウスを用いてリン化インジウムの長期吸入ばく露実験を行った。
 157 ばく露濃度は 0(対照群), 0.03, 0.1, 0.3 mg/m³ であった。ラットおよびマウスの対照群およ
 158 び 0.03 mg/m³ 群では 105 週間ばく露したが、0.1 mg/m³ 群 および 0.3 mg/m³ 群では一
 159 般状態が悪化したため、ラットでは 22 週間、マウスでは 21 週目でばく露を中止し、その
 160 後、正常空気をばく露した。各リン化インジウムばく露群の雌雄のほとんどすべてのラット
 161 の肺では肺胞上皮の異型性増生、慢性活動性炎症、肺胞上皮の化生、肺胞蛋白症、間質の線
 162 維症、肺胞上皮の増生が観察された。さらに雌ラットでは用量依存性に肺の squamous cyst
 163 の発生増加が観察された。雌雄のマウスの肺では慢性活動性炎症、漿膜の線維化が観察され

164 た。

165 日本バイオアッセイ研究センターでは、F344/DuCr1Cr1j ラットを用いて、ITO 研削粉（平
166 均粒子径 $3.5 \mu\text{m}$ ）の 2 年間（104 週間）にわたる吸入ばく露による試験を行った。0, 0.01,
167 0.03, 0.1 mg/m^3 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
168 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、全ての濃度の多くの動物
169 に、肺胞蛋白症、肺胞上皮の過形成、胸膜の肥厚等が観察された。B6C3F1/Crlj マウスを用
170 いた、ITO 研削粉の 2 年間（104 週間）の吸入ばく露試験では、肺胞蛋白症等同様の傾向が
171 見られたが、雌雄ともに 0.01 mg 群では胸膜の肥厚が観察されないなど、ラットに比べ発生
172 数、程度が軽度の傾向であった。¹⁴⁾

173

174 鼻部ばく露および気管内投与

175 調査した範囲で金属インジウムに関する情報は得られなかった。

176 [参考] インジウム化合物

177 ハムスターに砒化インジウム（1 回投与量；0.5 mg as As/kg）およびリン化インジウム（1
178 回投与量；0.5 mg as P/kg）を週 1 回、15 週間にわたり気管内投与を行い、その後無処置
179 で放置し、生涯観察を行った実験では、砒化インジウム群で体重増加の抑制が観察されたが、
180 リン化インジウム群では対照群と同様の推移を示した。肺胞蛋白症、肺胞および細気管支上
181 皮の増殖、肺炎、肺気腫、骨異形成が対照群と比較して有意に増加していた。砒化インジウ
182 ムおよびリン化インジウムの気管内投与で肺障害が引き起こされることが明らかになった
183 ⁵⁾。

184 ハムスターの気管内に砒化インジウム（1 回投与量；7.7 mg as InAs/kg）、ガリウムヒ素
185 （同；7.7 mg as GaAs/kg、または三酸化ヒ素（同；1.3 mg as $\text{As}_2\text{O}_3/\text{kg}$ ）を週 2 回、7 週（砒
186 化インジウム群）または 8 週間（リン化インジウム群、三酸化ヒ素群、対照群）にわたって
187 投与し、最終投与日の翌日に肺病変について評価した気管内投与実験が報告されている。砒
188 化インジウム群では投与期間中体重増加の抑制が著しく、他の投与群に比べて、肺炎の程度
189 が著しく重度であった。さらに、砒化インジウム群でのみ、前がん病変と考えられる肺の限
190 局性扁平上皮の増生、扁平上皮化を伴った限局性肺胞および細気管支上皮の増生、扁平上
191 皮化生が認められ、砒化インジウムの発がん性が強く示唆された⁵⁾。同モルの砒化インジウ
192 ム（1 回投与量；4 mg as InAs/kg）およびリン化インジウム（同；3 mg as InP/kg）をハ
193 ムスターの気管内に週 2 回、8 週間にわたって投与し、投与終了翌日、8 週目、16 週目、40
194 週目、64 週目、88 週目に血清中のインジウム濃度を測定した結果によると、血清中の各群
195 のインジウム濃度は投与終了直後が最も高く、砒化インジウム群のインジウム濃度は、7.62
196 μM 、リン化インジウム群では 3.17 μM で、2 相性に減少し、砒化インジウムの半減期は
197 第 1 相が 2.5 週、第 2 相は 60.8 週、リン化インジウムの第 1 相の半減期は 6.2 週、第 2 相
198 は 60.0 週と、半減期は非常に長かった。

199 インジウム・スズ酸化物（Indium-tin oxide；ITO）およびリン化インジウムの肺障害につ
200 いて、ハムスターの気管内に 6 mg/kg （各粒子として）を週 1 回、16 週間にわたって投与し、
201 投与終了直後に評価を行った実験では、投与期間中、リン化インジウム投与群では体重増加

202 の抑制が観察されたが、ITO 投与群では対照群と同様の増加を示した。肺炎や線維性の増殖
 203 が両群で観察され、その程度はリン化インジウム投与群が重度であったが、ITO の気管内投
 204 与によっても肺障害が発現することが明らかになった⁵⁾。

205 銅-インジウム-ガリウム-セレン (Cu-In-Ga-Se : CIGS) について、ラットの気管内に
 206 投与した実験では、雄 Wistar ラットに、一回投与量 3 mg/kg (as In 0.75 mg/kg)、10 mg/kg
 207 (as In 2.5 mg/kg)、30 mg/kg (as In 7.5 mg/kg) の 3 群で、週 2 回、5 回にわたって蒸留水の
 208 懸濁液で投与を行い、最終投与日の翌日、1 週、4 週、12 週目に安楽死させた。各投与群の
 209 各評価時点の肺重量は対照群に比べて優位に増加し、経時的に増加し、また、各投与群で、
 210 肺炎、肺上皮細胞の増生、肺泡マクロファージによる粒子の貪食、肺腔内に浸出液や細
 211 胞壊死片の沈着が観察された。投与終了後 12 週まで肺病変の発言は持続し、増悪し、CIGS
 212 の気管内投与により亜慢性毒性を認めた¹⁵⁾。

213

214 経口投与/経皮投与/その他の経路等

215 Sprague-Dawley ラット雌雄各 3 匹を 1 群とし、インジウム 0、100、500、1,000 mg/kg/day
 216 を 14 日間経口投与した結果、一般状態や体重、血液、主要臓器の重量に影響はなかった。
 217 このため、投与量を 0 (雌雄各 12 匹)、40 (雌雄各 6 匹)、200 (雌雄各 6 匹)、1,000 mg/kg/day
 218 (雌雄各 12 匹) として 28 日間強制経口投与した。その結果、死亡はなく、一般状態や体
 219 重、血液、臨床生化学、尿検査、主要臓器重量や病理組織に影響はなかった。この結果から、
 220 NOAEL を 1,000 mg/kg/day 以上とする¹⁷⁾。

221

222 オ 生殖毒性

223 調査した範囲で金属インジウムに関する情報は得られなかった。

224 [参考] インジウム化合物

225 ・三塩化インジウム (InCl_3) の経口投与または静注による報告が行われている。Swiss マ
 226 ウスに InCl_3 を 250 mg/kg 以下 (130 mg In/kg) を毎日強制経口投与した実験では、雄の生殖
 227 能および肝機能に影響はなかったが、尿中 NAG は減少した。雌については、受胎能には影
 228 響はなかったが、雌の体重減少によると考えられる子宮内胎児死亡数は増加した。妊娠 6~
 229 15 日に InCl_3 250 mg/kg 以下の濃度を強制経口投与した発生毒性試験では、胎児奇形は増
 230 加しなかった。妊娠 9 日の全胚培養による *in vitro* の試験では、直接毒性として 5 μM 48
 231 時間ばく露で奇形が増加し 50 μM で胚死亡が認められた⁵⁾。

232 ・ラットを用いた実験⁵⁾では、妊娠 9 日目の Wistar ラットに、 InCl_3 を静注 (0.1~0.4 mg
 233 In/kg) または経口 (75~300 mg In/kg) で 1 回投与し、妊娠 20 日に胎児の発生と催奇形性を
 234 観察した。0.4 mg In/kg 静注では、有意に胎児体重が低下し、胎児死亡、奇形発現は有意に
 235 増加し、尾と指の奇形発生頻度が最も高かった。経口ばく露では、300 mg In/kg でも対照
 236 群と有意な差はなかった⁵⁾。

237 ・Wistar ラットの 9.5 日胚または 10.5 日胚に InCl_3 を 25~200 μM を 48 時間培養ばく露
 238 した結果、25 μM で卵黄嚢の縮小、神経管の縮小、奇形が観察され、インジウムは胚に直
 239 接毒性を示した⁵⁾。

240 ・InAs、InP、ITO の気管内投与によるハムスターまたはラットにおける精巣障害が報告さ
 241 れている⁵⁾。ハムスターに InAs (1 回投与量 ; 7.7mg as InAs/kg)、 GaAs(同 ; 7.7mg as
 242 GaAs/kg)、As₂O₃(同 ; 1.3mg as As₂O₃/kg)を 7~8 週間気管内に投与した結果、GaAs 投
 243 与では精巣障害が観察されたが、InAs や As₂O₃ 投与では、精巣障害は認められなかった。
 244 しかし、ラットにハムスターと同量の InAs、GaAs、As₂O₃ を気管内に週 2 回 8 週間にわた
 245 って投与した結果、精巣上体の精子数の減少が観察され、GaAs に比べて軽度ではあるが、
 246 InAs による精巣障害がみられた⁵⁾。さらに、同モルの InAs (1 回投与量 ; 4 mg as InAs/kg)
 247 および InP (同 ; 3 mg as InP/kg) をハムスターの気管内に週 2 回 8 週間投与し、約 2 年間
 248 観察を行った結果、雄性生殖器重量の低下、精巣上体尾部の精子数の減少、重度の精巣の病
 249 理学的変化が観察され、InP や InAs 投与によって明らかな精巣障害が認められた⁵⁾。ITO
 250 (6 mg ITO/kg) および InP(6 mg InP/kg)をハムスターの気管内に週 1 回 16 週間投与した
 251 実験では、精細管上皮の空胞化が両インジウム化合物の投与によって観察され、InP に比べ
 252 て軽度ではあるが、ITO によっても精巣毒性がみられた⁵⁾。

253

254 カ 遺伝毒性 (変異原性)

255 細菌を用いた復帰突然変異試験及び培養細胞を用いた染色体異常試験において、インジ
 256 ウムは陰性であった¹⁸⁾。

257

258 [参考]

259 リン化インジウム

試験方法		使用細胞種・動物種	結果
In vivo	小核試験 (NCEs)	マウス(雄、雌) ⁸⁾	-
	小核試験(PCEs)	マウス(雄) ⁸⁾	+
	小核試験(PCEs)	マウス(雌) ⁸⁾	-
	体細胞突然変異 (H-ras mutation 肝腫瘍細胞)	マウス(雄、雌) ⁸⁾	-
	体細胞突然変異 (β-catenin mutation 肝腫瘍細胞)	マウス(雄、雌) ⁸⁾	+

260 - : 陰性 + : 陽性

261

262 NTP による InP 30 mg/m³ (粒径 1.2 μ m) の 14 週間吸入ばく露実験 (2001)⁸⁾におい
 263 て、末梢血を用いた小核試験が実施された。雌マウスでは、正染性赤血球および多染性赤血
 264 球における小核細胞数の頻度は、対照群と有意な差はなく、結果は陰性であった。

265 一方、雄マウスでは、正染性赤血球における小核細胞数の頻度は、対照群に比較して、濃
 266 度依存性は僅かであるが有意ではなかった (P=0.054)。しかし、多染性赤血球における小核
 267 細胞数の頻度は 30 mg/m³において、対照群に比較し有意 (P=0.01) に増加し、結果は陽性
 268 であった。

269 多染色赤血球のパーセンテージは雌雄のマウスで差はなかった。報告書では雄マウスでみ
270 られた結果の解釈は慎重にあるべきと述べている。

271

272 三塩化インジウム

273 放射性同位体(¹¹¹In)による復帰突然変異試験では陰性であった。

試験方法		使用細胞種・動物種	結果
In vitro	復帰突然変異試験	ネズミチフス菌(S9+, -)	—
		TA100,TA2637,TA94,TA98 ⁹⁾	
		大腸菌(S9+, -) WP2 <i>uvrA</i> ⁻ , WP2 <i>uvrA</i> ⁺ ⁹⁾	—

274 —：陰性 +：陽性

275

276 キ 発がん性

277 調査した範囲で金属インジウムに関する情報は得られなかった。

278 [参考] インジウム化合物

279 吸入ばく露

280 NTP が行った InP の吸入ばく露実験 (2001)⁸⁾において発がん性が確認されている。雌雄
281 のラットおよびマウスを用いて InP (平均粒子径; 1.2 μm) の 1 日 6 時間、週 5 日間の吸入
282 ばく露を行った。InP の 0.03 mg/m³ のばく露濃度では 2 年間、0.1 mg/m³ および 0.3 mg/m³
283 のばく露濃度では 22 週間 (ラット) および 21 週間 (マウス) 吸入ばく露を行い、その後は
284 実験終了時 (ばく露開始より 105 週) まで清浄空気下で飼育した。各ばく露群で肺腫瘍の発
285 生が観察された。肺腺腫または腺がん担腫瘍動物発生率は、ラットの雄では対照群：14%、
286 0.03 mg/m³ 群：44%、0.1 mg/m³ 群：60%、0.3 mg/m³ 群：70%、であり、ラットの雌では
287 対照群：2%、0.03 mg/m³ 群：20%、0.1 mg/m³ 群：12%、0.3 mg/m³ 群：52%、マウスの雄
288 では対照群：12%、0.03 mg/m³ 群：30%、0.1 mg/m³ 群：44%、0.3 mg/m³ 群：26%、マウ
289 スの雌では対照群：8%、0.03 mg/m³ 群：22%、0.1 mg/m³ 群：30%、0.3 mg/m³ 群：28%で
290 あった。一方、肺腺腫と肺腺がんに加えてラットの雄でのみ 0.3 mg/m³ 群で扁平上皮がんの
291 発生 (発生率：8%) が認められている。ラットでは最低ばく露濃度の 0.03 mg/m³ 群を含む
292 すべてのばく露群で対照群に比べて有意に増加し、用量依存性に発生率は増加し、特に雄で
293 は顕著であった。同様に、雌雄のマウスにおいても肺腺腫と腺がんの発生率が最低ばく露濃
294 度の 0.03 mg/m³ 群を含むすべてのばく露群で対照群に比べて有意に増加したが、ラットに比
295 べて肺腫瘍発生率には明らかな用量依存性の関係を認めなかった。肺以外の臓器では、ラッ
296 トの副腎褐色細胞腫 (雄、雌) とマウスの肝臓がん (雄、雌) は対照群と比べて有意な発生
297 増加が認められた。さらに、ラットでは単核性白血病 (雄、雌)、皮膚の線維腫 (雄)、乳が
298 ん (雌)、マウスでは小腸の腺腫および腺がん(雄)が対照群と比べて有意ではないが、増加し
299 ていた。

300 さらに、ラットおよびマウスの吸入ばく露実験における InP の発がん性のメカニズムに関
301 しては、InP が肺内に長期にわたって貯留することによって炎症が慢性的に持続し、そのため
302 に酸化的ストレス、DNA 傷害を引き起こし、肺胞・細気管支上皮の増生から肺がんへと進展

303 すると推測されている⁵⁾。

304 日本バイオアッセイ研究センターでは、F344/DuCr1Cr1j ラットを用いて、ITO 研削粉の 2
305 年間 (104 週間) にわたる吸入によるがん原性試験を行った。0, 0.01, 0.03, 0.1 mg/m³ の ITO
306 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
307 入ばく露したところ、ラットの雌雄とも、0.01 mg/m³ 群から肺に細気管支-肺胞上皮癌及び
308 細気管支-肺胞上皮腺腫の発生増加が認められ、さらに、雄では肺に腺扁平上皮癌、雌では
309 肺に腺扁平上皮癌と扁平上皮癌も認められた。肺における悪性腫瘍の発生増加は雌雄のラッ
310 トに対するがん原性を示す明らかな証拠と考えられた。B6C3F1/Crlj マウスを用いた、ITO
311 研削粉の 2 年間 (104 週間) の吸入によるがん原性試験を行ったが、雌雄とも明らかな腫瘍の
312 発生増加はみられなかった¹⁴⁾。

313 ハムスターを用いた InP や InAs の気管内投与による慢性実験は行われているが、約 2 年間
314 の観察では肺腫瘍発生は観察されていない⁵⁾。

315

316 経口投与/経皮投与・その他の経路等

317 調査した範囲で金属インジウムに関する情報は得られなかった。

318

319 (2) ヒトへの影響 (疫学調査及び事例)

320 ア 急性毒性

321 調査した範囲で金属インジウムに関する情報は得られなかった。

322 イ 刺激性及び腐食性

323 調査した範囲で金属インジウムに関する情報は得られなかった。

324 ウ 感作性

325 調査した範囲で金属インジウムに関する情報は得られなかった。

326 エ 反復ばく露毒性 (生殖・発生毒性、遺伝毒性、発がん性は除く)

327 調査した範囲で金属インジウムに関する情報は得られなかった。

328 [参考] インジウム化合物

329 2003 年以降、7 例の症例 (症例 1~7) が報告されている⁵⁾。

330 Homma et al. は、1994 年より ITO ターゲット板研磨作業に 3 年間従事していた 28 歳の男性
331 の症例を報告した⁵⁾。1998 年初に、増悪する乾性咳嗽や呼吸困難、寝汗、食欲低下、および 10
332 ヶ月間で 10kg の体重減少を自覚し、某病院を受診した。喫煙歴は 10 本/日を 10 年間で、既往歴
333 はなく、常用内服薬もなかった。バチ状指、呼吸音で fine crackle 聴取、胸部 X 線撮影では全肺
334 野のスリガラス状陰影(ground-glass pattern)、および胸部高解像度 CT(HRCT)では全肺野で胸膜
335 直下の蜂窩肺とスリガラス状陰影(GGA)を認めた。胸腔鏡下肺生検 (video-assisted
336 thoracoscopic lung biopsy, 以下 VATS)で、肺胞腔内に赤血球、フィブリン、コレステロール結晶
337 や微細粒子を貪食した肺胞マクロファージを認め、間質にはリンパ球と形質細胞が浸潤し、リン
338 パ球小節がいたるところに存在していた。直径 1 μm 前後の微細粒子が肺胞腔内、肺胞中隔、気
339 管支内腔に認められ、X 線分析によりインジウムとスズが検出されたことから ITO 粒子と同定さ
340 れた。血清中インジウム濃度(In-S)は、290μg/L と著明に上昇していた。以上より ITO 粒子吸入

341 による間質性肺炎と診断された。間質性肺炎に対してステロイドによる治療をおこなわれたが効
342 果はなく、2001年4月に両側気胸を併発し死亡した。

343 2例目は1例目と同一職場の30歳の男性の報告⁵⁾である。喫煙歴は3本/日を3年間、1994
344 年よりITO研磨作業に従事し、1997年より乾性咳嗽、労作性呼吸困難を自覚した。健康上以外
345 の理由で転勤し、定期健診で異常陰影を指摘され、2002年1月に某病院を受診した。胸部X線
346 撮影で右上肺野に網状影、胸部HRCTで、右上肺野の末梢側に浸潤影を認め、それに沿ってびま
347 ん性のGGA、全肺野に散在する小葉中心性の粒状影や気腫性変化が認められた。血清学的検査で
348 は、KL-6は799 U/mL (正常範囲: <500 U/mL)、In-Sは51 µg/Lであった。VATSで、胸膜直
349 下の気腫状変化の部位にはびまん性に黄色の小結節が認められ、コレステロール結晶と茶色の微
350 細粒子を含んだ異物巨細胞を伴う小葉中心性気管支周囲の線維組織増殖像であった。また、コレ
351 ステロール結晶と茶色の微細粒子を含んだ異物巨細胞を伴う肺肺炎を認めた。茶色の微細粒子の
352 X線分析でインジウムとスズが検出され、ITO吸入による肺線維症、肺気腫と診断された。

353 症例3~5は、症例1、2と同一職場であり、2002年に実施されたインジウム呼吸器検診で発
354 見された⁵⁾。症例3~5の年齢は31, 39, 28歳、喫煙歴は非喫煙、18箱-年、非喫煙であった。症
355 例3では、%DLco軽度低下、胸部HRCTでGGA、経気管支鏡生検(TBLB)でコレステリン結晶
356 を伴う線維性変化、KL-6は1930 U/mL、In-Sは40 µg/Lであった。症例4では、HRCTでGGA、
357 TBLBでコレステリン結晶を伴う線維性変化、KL-6は3750 U/mL、In-Sは127µg/Lであった。
358 症例5では、閉塞性障害、%DLco軽度低下、HRCTでGGA、多発ブラ、線維性変化、右気胸、
359 左気胸の既往、左気胸手術標本でコレステリン肉芽腫と肺胞上皮の肥厚、KL-6は1190 U/mL、
360 In-Sは99 µg/Lであった。

361 症例6⁵⁾は44歳の非喫煙者である。2000年にインジウム化合物の取り扱いを開始し、2002年
362 より咳嗽、喀痰出現、近医での投薬で自覚症状は一時改善したが、徐々に労作時呼吸困難を自覚
363 するようになった。2005年に実施したインジウム疫学調査で血液検査、胸部HRCTで異常を指
364 摘され、某病院受診し精査した。拘束性呼吸機能障害、DLco低下、胸部X線で右優位の上肺野
365 異常影、肺門上昇し上葉の収縮性、HRCTで上肺野優位の間質性陰影、著明な容積減少、牽引性
366 の気管支拡張、下葉でも小葉隔壁の肥厚などの間質性変化を認めた。血清学的検査でKL-6は3450
367 U/mLと著明に上昇し、SP-Dも346 ng/mL (正常範囲: <110 ng/mL)も著明に上昇、TLBLに
368 よる病理所見は、肺胞隔壁にびまん性に軽度の線維性肥厚が認められ、ごく軽度のリンパ球の浸
369 潤が散見された。肺胞腔内には多数のコレステリン結晶の形成、それを貪食したマクロファージ
370 が認められた。また、In-Sは64.7 µg/Lであった。インジウムによる肺障害と診断された。

371 症例7⁵⁾は20年間、液晶薄膜材料の製造に従事していた喫煙歴は20本を10年の47歳男性の
372 報告である。酸化インジウムを主に、スズ、亜鉛、アルミ、アンチモン他、多彩な金属を扱って
373 いた。1998年より咳を自覚、2002年に某院で胸部異常陰影を精査するも原因不明であった。2003
374 年に某病院紹介受診、胸部X線、胸部CTにて両側上肺野の容積減少と線状索状影、血清LDH 462
375 IU/L、KL-6 6395 U/mLと著明な上昇、TBLBで針状結晶物を取り囲む多核巨細胞、2004年VATS
376 で肺表面の不整でびまん性線維化、病理所見は、間質に硝子化した線維組織とリンパ球の集積、
377 肺胞内に針状のコレステリン結晶を認め、間質および肺胞内には褐色粒子が沈着し、一部はマク
378 ロファージに貪食、褐色粒子をX線分析施行したところ、In, Al, Cu, Fe, Mg, Si, Sn, Ti, Znが検

379 出された。In-S は 92 µg/L であり、肺組織内の他の金属との複合影響は否定できないが、酸化インジウム吸入による間質性肺炎と考えられた。

381 インジウム化合物取り扱い作業者の疫学調査に関して、以下の報告が行われている。

382 Chonan ら⁵⁾は、症例 1~5 の事業場における初回のインジウム健康診断の結果を発表した。
 383 対象者は、ばく露歴 1 年以上の男性 108 名（うち 27 名が過去ばく露者）、および、HRCT と In-S
 384 の比較対照とした 38 名の成人男性である。18 名（うち 3 名は非喫煙者）が慢性の咳／痰、4 名
 385 がバチ状指、23 名(21%)が HRCT で網状影および／または GGA の間質性変化、14 名(13%)が気
 386 腫性変化、6 名が拘束性呼吸機能障害、4 名が閉塞性呼吸機能障害、4 名が DLco 低下、40 名(43%)
 387 が KL-6 高値（基準値 < 500）であり、In-S の幾何平均値(GM)は 7.9 µg/L（幾何標準偏差 GSD 4.3）
 388 と、対照群の GM 0.3 (GSD 2.6)より有意に高かった。In-S を 4 分位（0.2~2.9、3.2~8.0、8.3
 389 ~21.7、22.2~126.8 µg/L）に分割し第 1 分位群と比較すると、KL-6 は第 2 分位群以上で有意に
 390 増加、%TLC と %DLco は第 4 分位群で有意に低下、KL-6、筆者による HRCT スコア（間質性変
 391 化、気腫性変化）、KL-6 有所見率、HRCT の間質性変化有所見率は、第 1~第 4 分位群で有意な
 392 正のトレンド、%VC、%TLC、%DLco は第 1~第 4 分位群で有意な負のトレンドがあった。

393 Hamaguchi et al.⁵⁾は、ITO 製造およびインジウムリサイクル工場で 1 年以上インジウム作業
 394 に従事している 93 名の男性ばく露群と 104 名の男性非ばく露群の時間断面研究を発表した。
 395 In-S(µg/L)の GM (GSD)は、ばく露群で 8.3 (4.6)、非ばく露群で 0.3 (3.0) であり、KL-6、SP-D (基
 396 準値 < 110)、SP-A (基準値 < 43.8) は平均値、有所見率ともにばく露群で有意に高かったが、
 397 HRCT およびスパイロメトリーでは両群に差はなかった。In-S により 1.0 µg/L 未満(GM 0.2、第
 398 0 群)、1.0~4.9 (1.9、第 1 群)、5.0~9.9 (7.4、第 2 群)、10.0~19.9 (13、第 3 群)、20.0~29.9 (24、
 399 第 4 群)、30.0~49.9 (41、第 5 群)、50.0 以上(78、第 6 群)に分割して第 0 群と平均値を比較する
 400 と、KL-6 は第 2 群以上、SP-D は第 3 群以上、SP-A は第 5 群以上で有意に高値であった。第 0
 401 群~第 6 群の KL-6 の GM(有所見率)は、241.9 (2.1%)、252.6 (7.1%)、432.1 (38.5%)、444.9 (33.3%)、
 402 847.9 (81.8%)、867.1 (80.0%)、1951.0 (100.0%) であり、非常に明瞭な量影響関係、量反応関係
 403 を示した。HRCT による間質性変化については、第 5、6 群で増加傾向は見られたものの、有意
 404 なトレンドではなかった。

405 野上ら¹⁰⁾はインジウム(ITO)取り扱い作業者 40 名に対して呼吸器検診を実施し、インジウム吸
 406 入の肺に及ぼす影響について報告した。その結果、HRCT で気腫化 4 例、肺がん 1 例を認めたが、
 407 間質性変化は認めなかった。9 例(22.5%)が KL-6 値が基準値の 500U/ml を超えていた。血清イン
 408 ジウム濃度高値群 (>3ng/ml; 13 例)と低値群 (<3ng/ml; 27 例)での比較では、就労年数（高
 409 値群 ; 50.0±116.8 ヶ月、低値群 ; 29.3±28.1 ヶ月）と KL-6 値（高値群 ; 583.3±187.9 U/ml、
 410 低値群 ; 261.0±149.9U/ml）で有意な差を認めた。平均血清インジウム濃度は 2.23±3.32 ng/ml
 411 であり、血清インジウム濃度と KL-6 値との間に正の相関(r=0.73)を認めた。

412

413 オ 生殖・発生毒性.

414 調査した範囲で金属インジウムに関する情報は得られなかった。

415

416 カ 遺伝毒性

417 調査した範囲で金属インジウムに関する情報は得られなかった。

418

419 キ 発がん性

420

421 調査した範囲で金属インジウムに関する情報は得られなかった。

422

423 発がんの定量的リスク評価

424 調査した範囲でユニットリスクに関する情報はない。

425

426 発がん性分類

427 IARC : 2A (InP : ヒトに対しておそらく発がん性がある物質) ¹¹⁾

428 EU CLP : 設定なし

429 NTP 12th : 設定なし

430 産業衛生学会 : 2A (無機、難溶性インジウム化合物 2013 年提案)

431 DFG MAK : Carc. Cat. 2 (InP : ヒトに対して発がん性があると考えられる物質)

432

433 (3) 許容濃度の設定

434 ACGIH TLV-TWA : 0.1 mg/m³, インジウムとして (1969)¹²⁾

435 ACGIH 勧告要旨 :

436 インジウム及びその化合物への職業ばく露について TLV-TWA として 0.1mg/m³ (インジウムとして) を勧告する。この値は、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する。毒性反応の程度と性質は個々のインジウム化合物によって固有である。経皮吸収性、感作性、発がん性の表記及び STEL 提案のための十分な情報は入手できなかった⁷⁾。

441 ACGIH 勧告の根拠として重点を置いているのが酸化インジウムの吸入ばく露実験である。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 時間ばく露を行った。ラットの肺において、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。これらの障害は肺胞壁が紡錘形細胞や他の形態の細胞に置き換わっているのが特徴である。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。酸化インジウムの粉塵の吸入によって肺からの酸化インジウムのクリアランスが減少し、肺胞蛋白症に類似した特異的な病像引き起こされた⁷⁾。

450

451 ACGIH TLV 設定における有害性の評価について :

452 酸化インジウムの吸入ばく露実験においてばく露時間が連日吸入ばく露で 224 時間であることより、1 日 8 時間、28 日間のばく露が推測される。ばく露終了 12 週間観察している事より、吸入開始から観察終了まで 16 週間であると考えられる。ばく露期間および観察期間中は

455 蛋白症様の病変が観察されたが、線維化への進展はなかった。

456

457 日本産業衛生学会：生物学的許容値：

458 血清中インジウム濃度 $3\mu\text{g/L}$ の勧告が提案された (2007)⁵⁾ が、許容濃度の勧告は行わ
459 れなかった。

460

461

462 引用文献

463 1) 16313 の化学商品：化学工業日報社 (2013) p227

464 2) Hazardous Substances Data Bank, Last Rev. Aug. 29. (2003).

465 3) Speight, J., G. :Lange's Handbook of Chemistry 16th Ed. (2005) p1.37

466 4) 「工業レアメタル 124、annual review 2008」 pp.114-115,アルム出版社 (2008)

467 5) 「許容濃度の勧告 (2007 年度)」産業衛生学雑誌 49 巻、4 号、196-202 (2007)

468 6) 「酸化インジウム」安全衛生情報センター、(2005)

469 7) Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices (2001)

470 “Indium and compounds” ACGIH

471 8) National toxicology program: NTP technical report on the toxicology and

472 carcinogenesis studies of indium phosphide (CAS No. 22398-80-7) in F344/N rats and

473 B6C3F1 mice (inhalation studies), NTP TR 499, U.S. Department of health and human

474 services, Public Health Service, National Institute of Health, (2001)

475 9) 石館 基 監修「微生物を用いる変異原性試験データ集」Life-Science information center,

476 pp.315-316, (1991)

477 10) 野上ら、インジウム吸入による肺障害について、日本呼吸器学会雑誌、46(1)、60-64 (2008)

478 11) IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans IARC

479 Monograph Vol.86 Cobalt in Hard Metals and Cobalt Sulfate, Gallium Arsenide, Indium

480 Phosphide and Vanadium Pentoxide (2006)、p197-224

481 12) ACGIH, CD-ROM of Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices (2006)、

482 ACGIH

483 13) 国際化学物質安全性カード(ICSC)日本語版 IPCS インジウム：ICSC 番号:1293 (2001)

484 14) Nagano K, Nishizawa T, Umeda U, et al. Inhalation Carcinogenicity and Chronic

485 Toxicity of Indium-Tin Oxide in Rats and Mice, Journal of Occupational Health Vol. 53

486 No.3 (2011)(Advance Publication)

487 15) 田中昭代、平田美由紀、清原 裕、インジウム系太陽電池 CIGS のラットを用いた経気道性曝露

488 による亜慢性影響評価、第 82 回日本産業衛生学会、2009.05.22

489 16) National Institute for Occupational Safety & Health (NIOSH) : Registry of Toxic

490 Effects of Chemical Substances (RTECS)Haynes. W. M. ed. (2006): CRC Handbook of

491 Chemistry and Physics on DVD, (version 2012), CRC Presss

492 17) Asakura, K., H. Satoh, M. Chiba, M. Okamoto, K. Serizawa, M. Nakano, and K. Omae

- 493 (2008): Oral toxicity of indium in rats: single and 28-days repeated administration
 494 studies. J. Occup. Health. 50: 471-479
- 495 18) Asakura, K., H. Satoh, M. Chiba, M. Okamoto, K. Serizawa, M. Nakano, and K. Omae
 496 (2009): Genotoxicity studies of heavy metals: Lead, Bismuth, Indium, Silver and
 497 Antimony. J. Occup. Health. 51: 498-512
- 498
- 499

500
501
502
503

有害性総合評価表

物質名：インジウム及びその化合物（金属インジウム）

有害性の種類	評価結果
ア 急性毒性	<p><u>致死性</u></p> <p>皮下：LC0 = 10 mg/kg（マウス） 経口：LD₅₀ >2,000 mg/kg（マウス）</p> <p><u>健康影響</u></p> <p>調査した範囲で金属インジウムに関する情報は得られなかった。</p>
イ 刺激性/腐食性	<p>皮膚刺激性/腐食性：報告なし</p> <p>[参考]</p> <p>可溶性の塩は眼に対して非常に刺激性がある。</p>
ウ 感作性	<p>皮膚感作性：報告なし</p> <p>呼吸器感作性：報告なし</p>
エ 反復投与毒性(生殖毒性/遺伝毒性/発がん性は除く)	<p>NOAEL = 1,000 mg/kg/日</p> <p>根拠： Sprague-Dawley ラット雌雄各 3 匹を 1 群とし、インジウム 0、100、500、1,000 mg/kg/day を 14 日間経口投与した結果、一般状態や体重、血液、主要臓器の重量に影響はなかった。このため、投与量を 0（雌雄各 12 匹）、40（雌雄各 6 匹）、200（雌雄各 6 匹）、1,000 mg/kg/day（雌雄各 12 匹）として 28 日間強制経口投与した。その結果、死亡はなく、一般状態や体重、血液、臨床生化学、尿検査、主要臓器重量や病理組織に影響はなかった。この結果から、NOAEL を 1,000 mg/kg/day 以上とする¹⁷⁾。</p> <p>不確実係数 UF = 10</p> <p>根拠：種差（10）試験期間（1）</p> <p>評価レベル = 600 mg/m³</p> <p>計算式：1,000 (NOAEL)mg/kg/日 × 7/7(日数補正) × 1/10(種差) × 1(試験期間) = 100 mg/kg/日 吸入に換算：100 mg/kg/日 × 60 kg/10m³ = 600 mg/m³</p> <p>[参考]</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 インジウム・スズ酸化物(ITO) 0.01 mg/m³、インジウムとして 0.0078 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)においてもラットの雌雄で肺胞上皮の異型性増生、慢性活動性炎症、肺胞上皮の化成、肺胞蛋白症等が観察されたことから LOAEL とした。</p> <p>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>ラットとマウスを用いた ITO の吸入ばく露実験で、0, 0.01, 0.03, 0.1 mg/m³ の ITO を 2 年間吸入ばく露したところ、ラットの雌雄の 0.01mg/m³ の濃度でほとんどすべての動物に肺胞蛋白症、肺胞上皮の過形成、胸膜の肥厚等が観察されたことから LOAEL とした。</p>
オ 生殖毒性	<p>生殖毒性：判断できない。</p> <p>根拠：調査した範囲で金属インジウムに関する情報はない。</p>
カ 遺伝毒性 (変異原性を 含む)	<p>遺伝毒性：なし</p> <p>根拠：細菌を用いた復帰突然変異試験及び培養細胞を用いた染色体異常試験において、インジウムは陰性であった。</p> <p>[参考] (インジウムリン)</p> <p>マウスを用いたInPの<i>in vivo</i>における小核試験で多染性赤血球では雄で陽性成績であったが、雌では陰性であり、さらに正染性赤血球では雄、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：判断できない</p> <p>根拠：調査した範囲で金属インジウムに関する情報はない。</p> <p>[参考]</p> <p>インジウムリン</p> <p>ヒトに対しておそらく発がん性がある</p> <p>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。</p> <p>また、ITO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ている。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>ただし、他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。</p> <p>インジウム化合物 (無機、難溶性)</p>

ヒトに対しておそらく発がん性がある

根拠：産業衛生学会は、難溶性インジウム化合物の発がん性に関する疫学研究からの証拠はない。しかし、動物実験では、インジウムリンについては吸入曝露により悪性を含む肺腫瘍の発生増加がラットとマウスの雌雄、肝臓腫瘍の発生増加がマウスの雌雄に認められ、また、ITO についても吸入曝露により悪性を含む肺腫瘍の発生増加がラットの雌雄に認められている。従って、難溶性インジウム化合物の動物実験からの発がん性の証拠は十分であると判断する。また、動物実験での腫瘍の発生増加が極めて低濃度あるいは短期間の曝露で起きていること、また、ヒトの職業性曝露でも動物と共通して肺疾患の発生が多く報告されていることから、難溶性インジウム化合物の発がん物質分類を第 2 群 A とすることを提案している。

閾値の有無：判断できない

根拠：調査した範囲で金属インジウムの遺伝毒性に関する情報はない。

[参考] (インジウム化合物)

閾値の有無：あり

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・細気管支上皮が增生し、肺がん進展すると考えられる。

閾値がある場合

LOAEL：ITO 0.01 mg/m³、インジウムとして 0.0078 mg/m³

根拠：日本バイオアッセイ研究センターにおける吸入ばく露実験で最小吸入ばく露濃度(ITO 0.01 mg/m³、インジウムとして 0.0078 mg/m³)においても肺胞上皮腺腫・肺胞上皮がん・腺扁平上皮がんの合計発生率がラット(雄、雌) 10/50、8/49(対照群 3/49、1/50)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)、種間差 (TK=1,TD=2.5)、がんの重大性(10)、労働補正(6/8)

評価レベル = 0.01(≒0.0078) mg/m³ × 1/250 × (6/8) = 3.0 × 10⁻⁵ mg/m³

<p>コ 許容濃度の設定</p>	<p>ACGIH TLV-TWA : 0.1 mg/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 (0.1 mg/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 : 設定なし (参考) 生物学許容値 血清インジウム濃度 3 μg/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>
------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------