

## リスク評価制度と3物質の評価結果

化学物質のリスク評価検討会座長  
早稲田大学理工学術院 教授  
名古屋 俊士

### 目 次

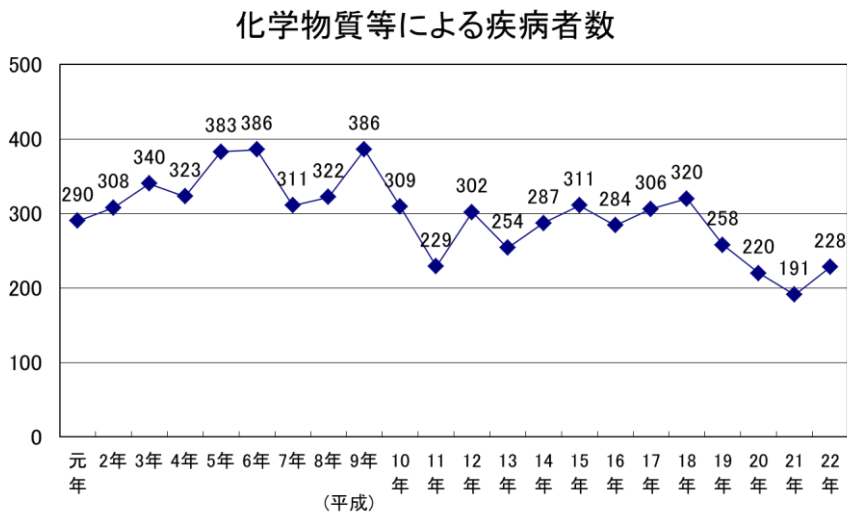
1. 職場における化学物質の安全性確保について
2. リスク評価制度について
  - (1) リスク評価の推進体制
  - (2) リスク評価対象物質・案件の選定手順
  - (3) 評価スキーム
  - (4) リスクの判定
3. リスク評価結果
  - (1) インジウム及びその化合物
  - (2) エチルベンゼン
  - (3) コバルト及びその化合物

## 1. 職場における化学物質の安全性確保について

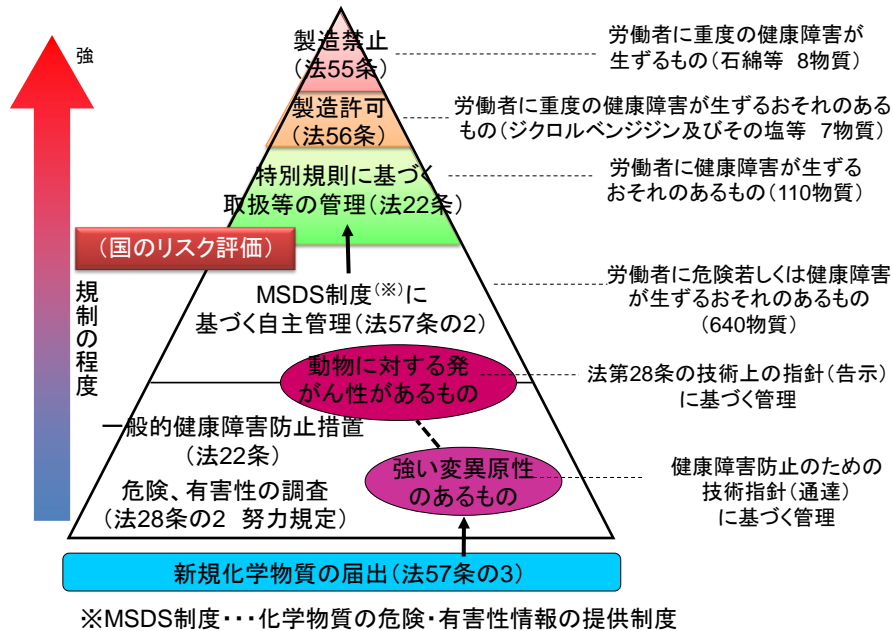
### 労働現場で取り扱われている化学物質

- 化学物質の種類は、約6万種類
- 毎年約1,200物質が新規届出（年間100kgを超えて製造又は輸入）

### 業務上疾病発生状況(休業4日以上)



## 労働安全衛生関係法令における化学物質関係の規則等の体系



## 化学物質対策の方向性

### 過去の対策 (ハザードベースの規制)

- 労働者に健康障害を発生させた化学物質について、言わば後追いの規制

特別規則による管理(110物質)

### 現在の対策 (平成18年以降リスクベースの規制)

- 事業者がリスクアセスメントを実施し、その結果に基づき自主的な管理措置を実施
- 重篤な健康障害のおそれのある物質については、**国自らリスク評価**を行い、リスクが高い場合には規制

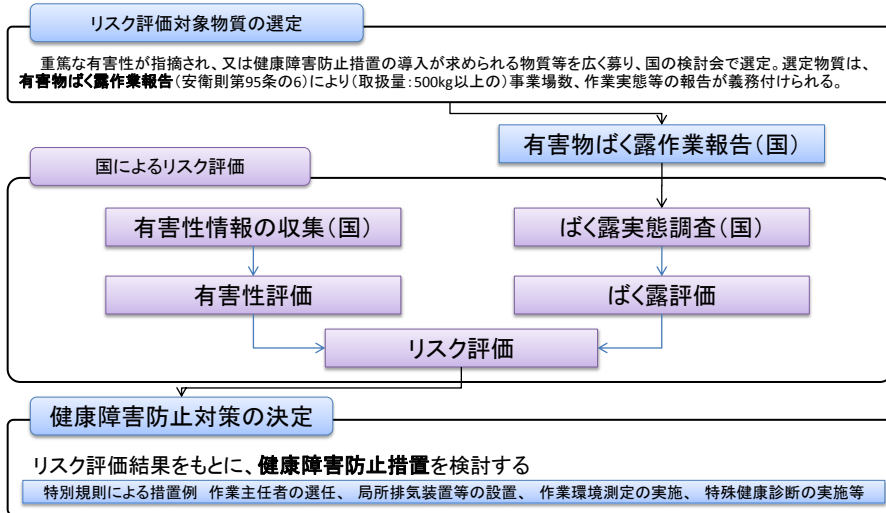
各事業場取扱い状況に応じた

MSDS  
危険有害性情報

リスクアセスメント

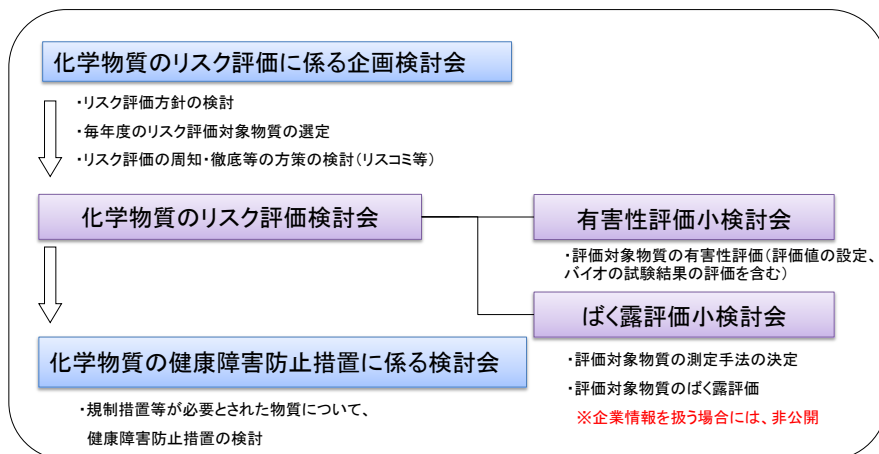
## 2. リスク評価制度について

- 有害物ばく露作業報告制度の創設(平成18年1月)
- 化学物質の有害性情報及びばく露情報をもとに、リスクを評価
- リスクが高いものについて、必要な規制を実施



### (2) リスク評価の推進体制(平成21年4月～)

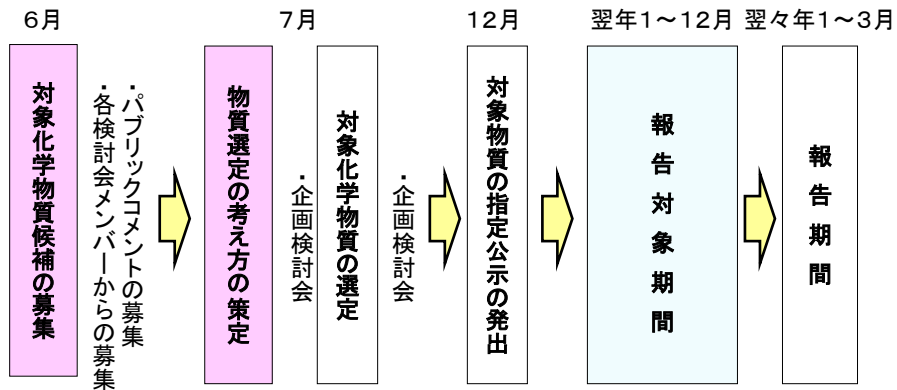
- リスク評価対象物質の選定方針の明確化
- リスク評価、健康障害防止措置の検討プロセスの透明化
- リスク評価(科学ベース)と措置の検討(政策ベース)の分離



### (3)リスク評価対象物質・案件の選定手順

- 対象物質・案件の選定手順の透明化・明確化
- 対象物質選定の考え方の策定

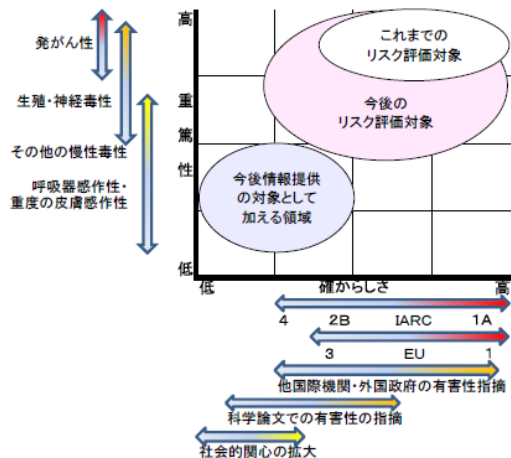
#### 有害物ばく露作業報告対象物質の選定手順



#### ➤ 対象物質・案件の選定の考え方

- 対象となる有害性の拡大  
(発がん性→神経毒性・生殖毒性→重篤な毒性全般)
- 対象物質・案件として選定する際の判断情報の拡大

有害性の重篤度と確からしさからみたリスク評価対象

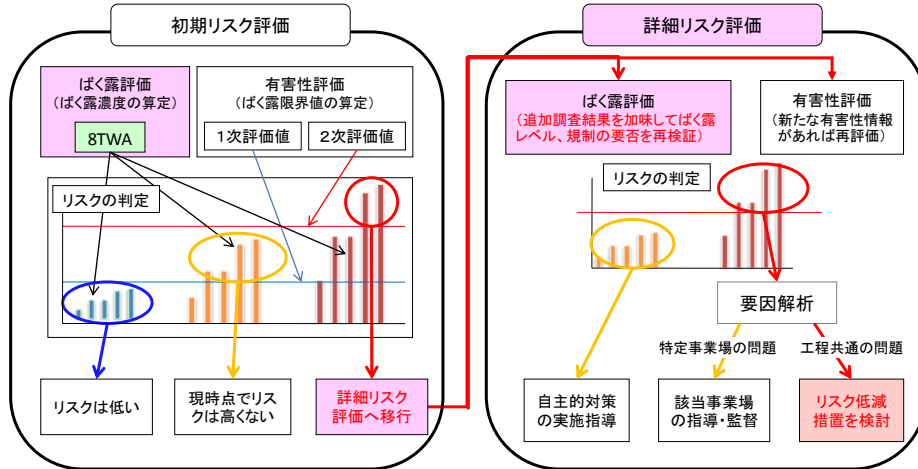


注 本表は労働者の健康障害のリスク評価対象物質を検討する趣旨で作成したもので、環境ばく露や消費者ばく露など、ばく露形態、レベルが異なるリスクの評価には活用できないものである。

## (4) 評価スキーム

### ▶ ばく露評価のスキーム(ガイドライン概要)

- 2段階リスク評価方式の導入(ばく露作業の詳細な分析の実施)
- ばく露要因の解析スキームの整理
- ばく露調査スキームの見直し(統計的解析手法、ばく露推定モデルの導入)



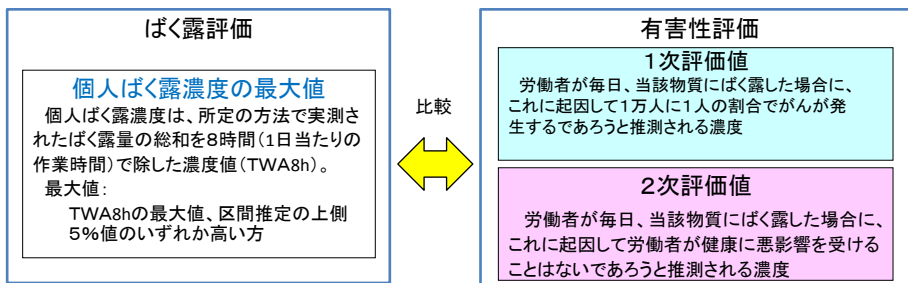
## (5) リスクの判定

### ▶ リスク評価の手順の明確化

許容ばく露濃度(1次、2次評価値)と個人ばく露濃度(8時間加重平均、8h.TWA) とを比較する手順を標準化

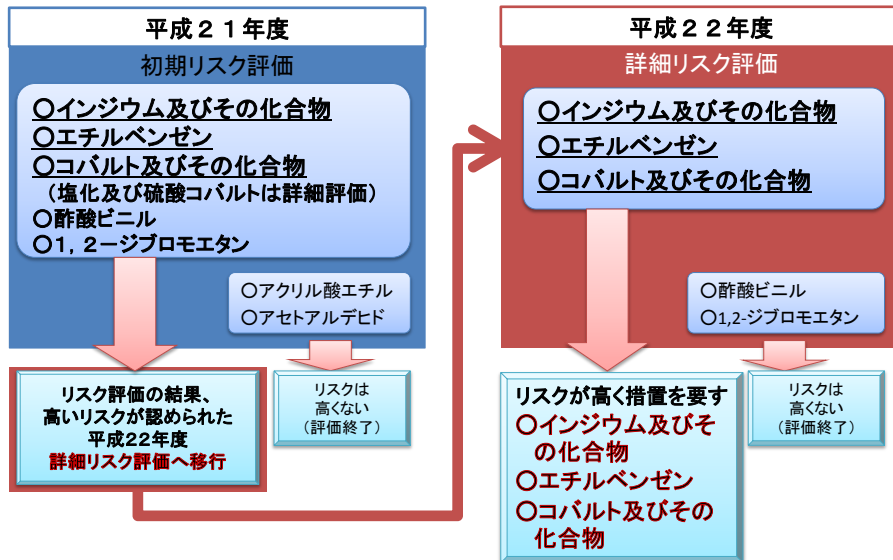
### ▶ 母集団の最大値の推定

実測を行ったサンプル事業場での実測値をもとに、対象物質の製造・取扱い作業全体のばく露レベルを推定する統計学的推計方法を採用。



### 3. リスク評価結果について

#### ➤ リスク評価の流れ



#### (1) インジウム及びその化合物のリスク評価結果

##### ◆ リスク評価結果の概要

##### ◆ 有害性評価結果

- ◆ 2次評価値:  $3 \times 10^{-4} \text{ mg/m}^3$  (インジウムとして、吸入性粉じんとして)

##### ◆ ばく露評価結果

- ◆ 詳細リスク評価における個人ばく露測定: 27人
- ◆ うち 27人(100%)が  $3 \times 10^{-4} \text{ mg/m}^3$  を超えた
- ◆ ITOターゲットの製造、使用済みITOからIn金属の製造の作業等に従事

要因分析の結果、作業工程共通の問題であり、措置が必要と評価

## インジウム及びその化合物のリスク評価結果

- リスク評価の概要
- インジウム(金属)
  - ✓ 銀白色の柔らかい金属 融点:157℃
  - ✓ 用途:銀口ウ、銀合金接点、ハンダ、低融点合金、歯科用合金等
- リン化インジウム
  - ✓ 用途: InP単結晶の原料、化合物半導体
- インジウム・スズ酸化物(ITO)
  - ✓ 用途:ITOターゲット、透明電極材料
- ◆ **有害性評価結果**
  - ◆ IARC(国際がん研究機関:WHOの組織)による区分
    - ✓ リン化インジウム **2A(ヒトに対しておそらく発がん性がある)**
  - ◆ 長期吸入ばく露試験(ラット)
    - ✓ ITO(吸入性粉じん) **0.01 mg/m<sup>3</sup>で発がん確認**
  - ◆ 反復投与毒性(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)
  - ◆ 酸化インジウム、ITO、塩化インジウム、インジウム含有化合物半導体(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、調査結果の報告あり
  - ◆ 金属インジウムについては、有害性に関する情報が不足

## インジウム及びその化合物のリスク評価結果

- リスク評価の概要
- ◆ **有害性評価結果**
  - ◆ 許容濃度等
    - ✓ ACGIH TLV-TWA:**0.1mg/m<sup>3</sup>**(as In, 1969)
    - ✓ (参考) 日本産業衛生学会 生物学的許容値:3 ng/ml(血清インジウム濃度, 2007)
  - ◆ 1次評価値:  $3 \times 10^{-5}$  mg/ m<sup>3</sup> (Inとして)  
(発がん性試験の最小毒性量(LOAEL)に不確実性係数を考慮)
  - ◆ **2次評価値:  $3 \times 10^{-4}$  mg/m<sup>3</sup> (Inとして)**  
(発がん性試験で認められた重度の肺胞蛋白症をエンドポイントとして算出)
    - ✓ ITOの発がん性試験はITOの微細な研削粉(平均粒径3.5µm、90%が8.9µm以下)で行われ、レスピラブルであるために肺胞の炎症が強く発現していると考えられることから、一次評価値、二次評価値ともに吸入性粉じんを対象とした。



## インジウム及びその化合物のリスク評価結果

### ○ ばく露評価の概要

有害物ばく露作業報告の提出状況
・38事業場から145作業の報告
・作業従事労働者数:1,364人(延べ)
・局所排気装置の設置:83%
・防じんマスクの使用:94%
・業種では、非鉄金属製造業が多くを占める

	21年度調査(初期)	22年度調査(詳細)	計
実態調査事業場	8事業場	3事業場	11事業場
個人ばく露測定	59人	27人	86人
A測定	16単位作業場	6単位作業場	22単位作業場
スポット測定	51地点	19地点	70地点
測定対象	総粉じん	レスピラブル粒子	

## インジウム及びその化合物のリスク評価結果

### ○ばく露実態調査(初期)の結果

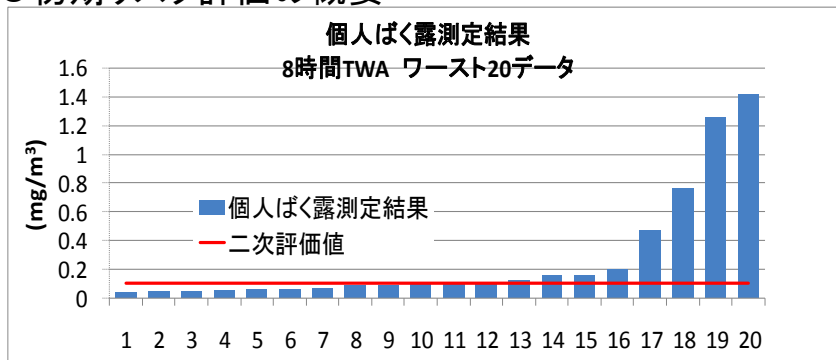
- 11事業場の59人の労働者に実施
  - 測定データの最大値(実測値) 1.42 mg/m<sup>3</sup>
  - 全データの区間推定上側限界値(計算値) 0.543 mg/m<sup>3</sup> (mg/m<sup>3</sup>)

用途等	対象事業場数	個人ばく露測定		スポット測定		作業環境(A)測定	
		測定数	最大値	作業数	最大値	作業場数	最大値
対象物質の製造	5	30	0.76	17	1.670	4	0.0468
他製剤の製造原料	4	14	0.12	14	0.357	7	0.301
表面処理目的の使用	1	9	1.42	4	5.840	4	0.801
その他	1	6	0.00094	3	0.042	1	0.0051

赤字は初期の二次評価値(0.1mg)超

## インジウム及びその化合物の初期リスク評価結果

### ○初期リスク評価の概要



#### ○個人ばく露測定での濃度:

★実測最大値 **1.42mg/m<sup>3</sup>**

★全データを用いた区間推定上限値(上側5%) 0.543mg/m<sup>3</sup>

#### ○高いばく露が見られた作業

➤集じん機に回収された酸化インジウムのペール缶回収作業等

[2010年度詳細リスク評価へ移行](#)

## インジウム及びその化合物のリスク評価結果

### ○ばく露実態調査(詳細)の結果(レスピラブル粒子)

#### ○3事業場の27人の労働者に実施

- 測定データの最大値(実測値) 0.817 mg/m<sup>3</sup>

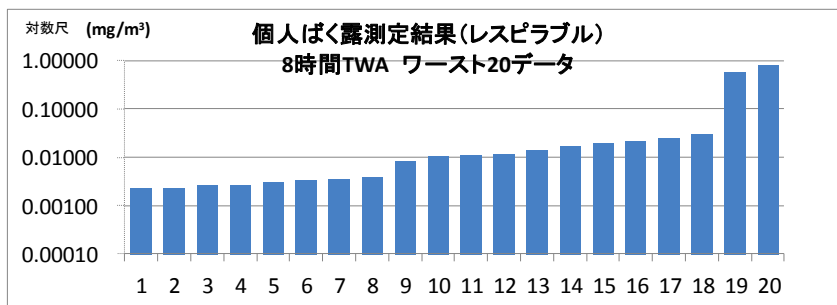
- 全データの区間推定上側限界値(計算値) 0.143 mg/m<sup>3</sup> (mg/m<sup>3</sup>)

用途等	対象事業場数	個人ばく露測定		スポット測定		作業環境(A)測定	
		測定数	最大値	作業数	最大値	作業場数	最大値
ITOターゲット製造	1	12	0.575	9	3.98	0	-
使用済ITOからIn金属製造	2	10	0.817	10	8.75	6	1.61
InPの取扱い	1	3	0.00092	0	-	0	-
In金属を用いたボンディング	1	2	0.00396	0	-	0	-

赤字は詳細の二次評価値(3×10<sup>-4</sup>mg)超

## インジウム及びその化合物の詳細リスク評価結果

### ○詳細リスク評価の概要



#### ○個人ばく露測定での濃度:

★実測最大値 0.817 mg/m<sup>3</sup>

★全データを用いた区間推定上限値(上側5%) 0.143 mg/m<sup>3</sup>

#### ○高いばく露が見られた作業

- リサイクルするためにITO廃棄物を破砕機に投入する作業
- 分析のためITO片を破砕する作業 等

### 平成22年度詳細リスク評価の結果、措置必要と結論

## インジウム及びその化合物のリスク評価結果

### ○判定結果(措置の要否)

インジウム化合物は、取扱い時に粉体が飛散すると考えられ、粉じんを吸入するおそれがあるため、健康障害防止措置の導入が考慮されるべき。金属インジウムを用いたボンディング、金属インジウムの鋳造等、金属インジウムを溶解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ことから、健康障害防止措置の導入が考慮されるべき

#### 平成22年度調査結果(レスピラブル粒子)

区分	8時間TWAと評価値との比較 (対象労働者数(人)、かつ内は構成比(%))			8時間TWA 最大値 (mg/m <sup>3</sup> )	判定 結果
	二次評価値 超	二次評価値 以下	全体		
全体	27 (100)	0 (0)	27 (100)	0.817	要
ITOターゲットの製造	12 (100)	0 (0)	12 (100)	0.575	要
使用済ITOからIn金属 の製造	10 (100)	0 (0)	10 (100)	0.817	要
InPの取扱い	2 (100)	0 (0)	2 (100)	0.00092	要
In金属を用いたボンディ ング	2 (100)	0 (0)	2 (100)	0.00396	要

- 要因分析の結果、In化合物の製造・取扱い及びIn金属の溶解を伴う作業について措置が必要と評価

## (2) エチルベンゼンのリスク評価結果

### ◆ リスク評価結果の概要

#### ◆ 有害性評価結果

◆ 2次評価値: 20 ppm

#### ◆ ばく露評価結果

◆ 個人ばく露測定: 131人

◆ うち 24人(18%)が20ppmを超えた

◆ 24人は塗料の溶剤としてエチルベンゼンを使用

要因分析の結果、作業工程共通の問題であり、措置が必要と評価

## エチルベンゼンのリスク評価結果

### ○ リスク評価

- 物理化学的性質
  - ✓ 無色の液体 ✓ 沸点136°C ✓ 蒸気圧0.9kPa(0.009気圧)
- 有害性評価
  - IARC(国際がん研究機関\*WHOの外部機関)
    - 区分: 2B(ヒトに対する発がん性が疑われる)
  - 蒸気は目、鼻粘膜等に強い刺激性
  - 発がん性: 長期吸入ばく露試験(ラット) 750ppm群の雄ラットは対照に比して著しく生存数が減少、尿細管腺腫、腺腫とがんの混成誘発、尿細管における過形成の発生
  - 反復ばく露: 6ヶ月吸入ばく露試験(ラット) 400 ppmで肝臓及び腎臓の重量増加、1,250 ppmで肝細胞及び尿細管上皮の混濁腫脹
  - 聴力の低下: 13週間吸入ばく露試験(雄ラット) 400 ppmで、聴力の低下
  - ACGIH(米国産業衛生専門家会議)
    - A3(動物実験では発がん性が確認されたがヒトとの関連が未知)
    - TLV-TWA: 20 ppm
  - 1次評価値: 1.9 ppm
  - 2次評価値: 20 ppm

## エチルベンゼンのリスク評価結果

### ○ リスク評価

#### ● ばく露評価結果

- 有害物ばく露作業報告のあった事業場数: 9,849 (うち92%がガソリンスタンド)
- ばく露実態調査事業場数: 16
- 高いばく露が見られた作業
  - 造船業における、大型の塗装ブース又は屋外で、船体ブロック等を塗装
  - スプレー又は刷毛塗りによる塗装作業
  - 全体換気装置を設置(局排・プッシュプルはなし)
  - 作業者は有機ガス用防毒マスク(一部ではエアラインマスク)を使用

要因分析の結果、作業工程共通の問題であり、措置が必要と評価

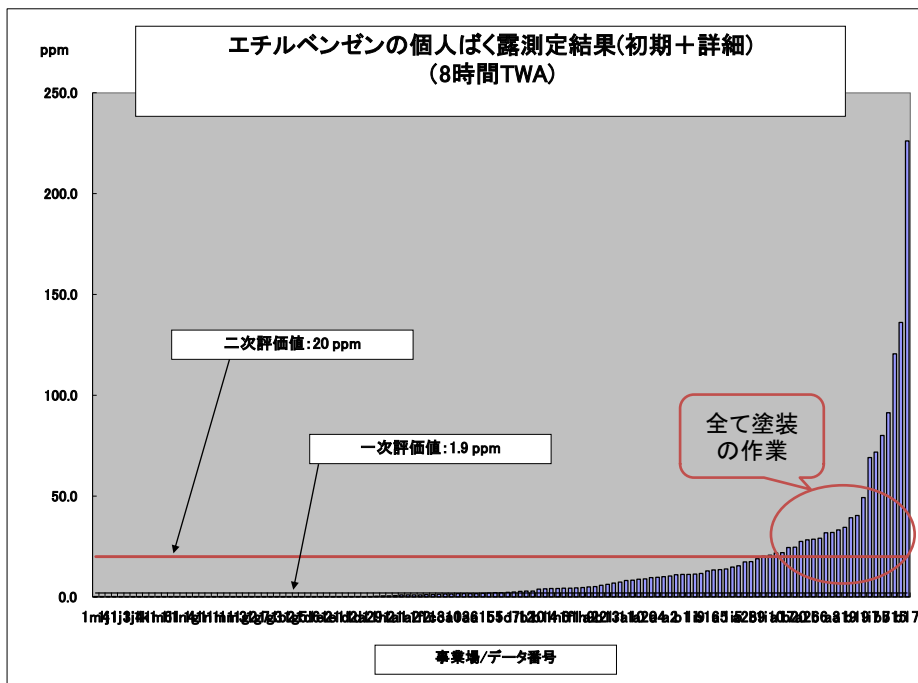
## エチルベンゼンのリスク評価結果

### ○ ばく露実態調査の結果

- 個人ばく露測定 16事業場の131人の労働者に実施
  - 測定データの最大値(実測値) 226 ppm
  - 全データの区間推定上側限界値(計算値) 187 ppm

用途等	対象事業場数	個人ばく露測定結果(ppm)			作業環境測定結果(A測定準拠)(ppm)		
		測定数	8時間TWAの平均	最大値	単位作業場数	平均	最大値
エチルベンゼンの製造、又はエチルベンゼンを原料とした製品の製造	6	32	0.124	3.83	13	0.211	7.29
塗料の溶剤としての使用	5	75	<b>9.90</b>	<b>226</b>	7	1.08	23.7
ガソリンスタンドでの使用	5	24	0.009	0.019	—	—	—
合計	16	131	0.940	226	20	0.325	23.7

- 要因分析の結果、塗装作業について措置が必要と評価



## エチルベンゼンのリスク評価結果

### ○判定結果(措置の要否)

以上のようなことから、塗料の溶剤としてエチルベンゼンを使用して塗装を行う事業場においては、健康障害防止のための措置が必要であると考えられる。

区分	8時間TWAと評価値との比較 (対象労働者数(人)、かっこ内は構成比(%))				8時間TWA最大値(ppm)	判定結果
	二次評価値超	一次～二次評価値	一次評価値以下	全体		
全体	24 (18)	44 (34)	63 (48)	131 (100)	226	—
エチルベンゼンの製造、又はエチルベンゼンを原料とした製品の製造	0 (0)	3 (9)	29 (91)	32 (100)	3.83	不要
塗料の溶剤としての使用	24 (32)	41 (55)	10 (13)	75 (100)	226	要
ガソリンスタンドでの使用	0 (0)	0 (0)	24 (100)	24 (100)	0.019	不要

➤ 要因分析の結果、塗装作業について措置が必要と評価

### (3)コバルト及びその化合物のリスク評価結果

#### ◆リスク評価結果の概要

##### ◆ 有害性評価結果

◆ 2次評価値: 0.02 mg/m<sup>3</sup>

##### ◆ ばく露評価結果

◆ 個人ばく露測定: 96人

◆ うち 16人(17%)が0.02 mg/m<sup>3</sup>を超えた

◆ 16人は合金の製造、コバルト化合物の製造、メッキの作業等に従事

要因分析の結果、作業工程共通の問題であり、措置が必要と評価

### コバルト及びその化合物のリスク評価結果

#### ○ リスク評価の概要

##### ・ コバルト(金属)

✓ 用途: 磁性材料、特殊鋼、超硬工具、触媒

##### ・ 塩化コバルト

✓ 用途: 乾湿指示薬、陶磁器の着色剤、メッキ、触媒の製造、保健用医薬品、毒ガスの吸着剤

##### ・ 硫酸コバルト

✓ 用途: コバルト塩の原料、蓄電池、メッキ、ペイント・インキの乾燥剤、陶磁器の顔料、触媒

#### ◆ 有害性評価結果

◆ IARC(国際がん研究機関:WHOの組織)による区分

✓ コバルトと炭化タングステンとの合金(超硬合金)

2A(ヒトに対しておそらく発がん性がある)

✓ その他の金属コバルト及びコバルト化合物

2B(ヒトに対する発がん性が疑われる)

◆ 皮膚感受性: アレルギー性接触皮膚炎等

◆ 呼吸器感受性: 気管支喘息等

◆ 反復投与毒性(吸入): 変性、間質性肺炎、X線像異常、肺機能異常等

◆ 1次評価値: 設定せず

◆ 2次評価値: 0.02 mg/m<sup>3</sup>(Coとして)

## コバルト及びその化合物のリスク評価結果

### ○ばく露評価の概要

有害物ばく露作業報告の提出状況

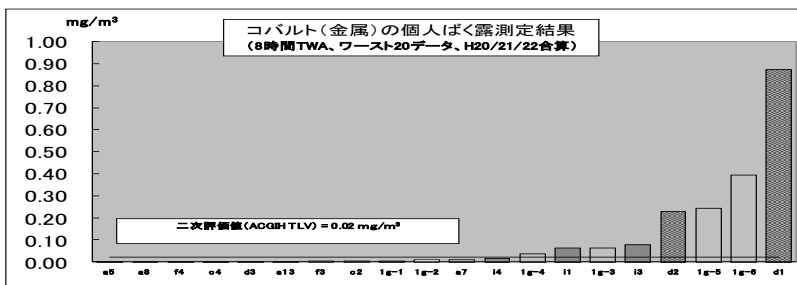
- ・296事業場から885作業の報告
- ・作業従事労働者数:13,742人(延べ)
- ・局所排気装置の設置:78%
- ・防じんマスクの使用:67%

	金属コバルト	コバルト化合物	計
実態調査事業場	6事業場	17事業場	23事業場
個人ばく露測定	35人	61人	96人
A測定	4単位作業場	24単位作業場	28単位作業場
スポット測定	25地点	48地点	73地点

## コバルト及びその化合物のリスク評価結果

### ○リスク評価の概要(金属コバルト)

- ◆測定データの最大値: 0.875 mg/m<sup>3</sup>
- ◆全データの区間推定上側限界値:0.271 mg/m<sup>3</sup>
- ◆高いばく露が見られた作業
  - ◆コバルト原料を溶解炉で溶解して合金を製造する作業
  - ◆鑄込み、合金の切断、研磨、製品の充填等の作業においても高いばく露



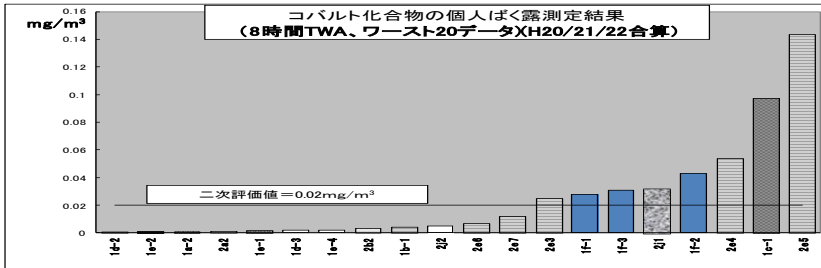
- ◆要因分析の結果、作業工程共通として措置が必要と評価



## コバルト及びその化合物のリスク評価結果

### ○リスク評価の概要(コバルト化合物)

- ◆測定データの最大値: 0.144 mg/m<sup>3</sup>
- ◆全データの区間推定上側限界値: 0.034 mg/m<sup>3</sup>
- ◆高いばく露が見られた作業
  - ◆コバルト化合物の袋詰め作業
  - ◆コバルト化合物を溶解槽に投入する作業(その後の清掃等を含む)
  - ◆コバルト化合物を用いたメッキ作業(電極の取扱い作業)



- ◆要因分析の結果、作業工程共通として措置が必要と評価

## コバルト及びその化合物のリスク評価結果

### ○判定結果(措置の要否)

以上のようなことから、コバルト及びその化合物を製造又は取り扱う作業においては、一部の作業を除き、健康障害の防止のための措置が必要であると考えられる。

区分	措置の要否	措置を要する根拠	リスク低減措置の方針
金属コバルトを取り扱う作業 (下記以外)	要	粉じん、ヒュームの発散	発散抑制措置、呼吸用保護具の使用等を考慮
金属コバルトを物理的な変化を加えずに取り扱う場合	不要	—	
コバルト化合物を製造する作業	要	粉じん、ミストの発散	発散抑制措置、呼吸用保護具の使用等を考慮
コバルト化合物を取り扱う作業 (下記以外)	要	粉じん、ミストの発散	発散抑制措置、呼吸用保護具の使用等を考慮
コバルト化合物を触媒として使用する作業	不要	—	
コバルト化合物(粉状のものを除く)を物理的な変化を加えずに取り扱う場合	不要	—	

- 要因分析の結果、一部の作業を除き措置が必要と評価

### (3) 今後の予定

#### ➤ 平成23年度リスク評価(ばく露実態調査実施)

- 詳細リスク評価
    - 酸化チタン(IV)
    - 1,3-ジクロロプロペン
    - ジメチル-2,2-ジクロロビニルホスフェイト(DDVP)
    - パラ-ジクロロベンゼン
    - 4-ビニル-1-シクロヘキセン
  - 初期リスク評価
    - アンチモン、キシリジン、ニトロベンゼン、2-アミノエタノール、MDIを予定
- 平成24年夏頃を目途にリスク評価書を取りまとめ予定



ご清聴有り難うございました。