

注：修正・追加部分は、本文の3（3）イ、4及び5

詳細リスク評価書（案）

No. __（詳細）

コバルト及びその化合物 (Cobalt and Cobalt compounds)

目 次

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

2011年_月

厚生労働省

化学物質のリスク評価検討会

はじめに

コバルト及びその化合物については、平成20年度に塩化コバルト及び硫酸コバルトを対象としてリスク評価を開始したが、その有害性に鑑みて、平成21年度から、金属コバルト及びコバルト化合物全体を対象を広げてリスク評価を行うこととした。

このリスク評価書では、平成20年度から22年度までに実施したリスク評価の結果を取りまとめた。

1 物理化学的性質

(1) 化学物質の基本情報

名称：コバルト及びコバルト化合物(Cobalt and Cobalt compounds)

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172号

主な物質：

	化学式	分子量	CAS番号
コバルト	Co	58.93 (原子量)	7440-48-4
塩化コバルト	CoCl ₂	129.84	7646-79-9
硫酸コバルト	CoSO ₄	155.00	10124-43-3
酸化コバルト(Ⅱ)	CoO	74.93	1307-96-6
酸化コバルト(Ⅲ)	Co ₂ O ₃	165.86	1308-04-9

(2) 物理的・化学的性状

	外 観	密度 (g/cm ³)	沸点 (°C)	融点 (°C)	水への溶解性 (20°C)
コバルト	銀～灰色の粉末	8.9	2870	1493	不 溶
塩化コバルト	淡青色の粉末	3.4	1049	735	53 g/100ml
硫酸コバルト	薄紫～紺色の結 晶	3.7		735 (分解)	36 g/100ml
酸化コバルト(Ⅱ)	黒～緑色の結晶 又は粉末	5.7～ 6.7		1935	不 溶
酸化コバルト(Ⅲ)	黒～灰色の結晶 性粉末	5.2		895 (分解)	不 溶

(3) 生産量、用途

コバルト

生産量：1,332 t(2009年)

用途：磁性材料、特殊鋼、超硬工具、触媒

塩化コバルト

生産量：情報なし

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

生産量：4,000t(2009年)

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

2 有害性評価の結果

(1) 重視すべき物質性状

常温で固体であり、ほとんど気化しないが、粉末の状態では拡散した場合には、ばく露濃度が高くなるおそれがある。高温工程では、有害なヒュームが発生する可能性がある。

また、塩化コバルト及び硫酸コバルトは水に比較的良好に溶けるため、皮膚・粘膜への刺激にも留意が必要である。

(2) 重視すべきばく露ルート（吸入、経口、経皮）

取扱時の粉じんの飛散、高温工程の場合にはヒュームの発生による吸入ばく露が問題となる。また、塩化コバルト及び硫酸コバルトについては、溶液やミストの吸入、経皮ばく露にも留意が必要である。

(3) 重視すべき有害性

① 発がん性：ヒトに対する発がん性が疑われる

IARC（国際がん研究機関）では、金属コバルト（炭化タングステンとの合金を除く）及びコバルト化合物については2 B（ヒトに対する発がん性が疑われる）、コバルトと炭化タングステンとの合金については2 A（ヒトに対しておそらく発がん性がある）に区分されている。

コバルト及びその化合物については、変異原性及び遺伝子障害性を示す数多くの報告があることから、発がん性には閾値がないと推測される。

② 発がん性以外の有害性

○ 急性毒性：

- 金属コバルト 吸入毒性：LC₅₀ = 10 mg/l (1時間・ラット)
経口毒性：LD₅₀ = 6171～8610 mg/kg bw (ラット)
- 塩化コバルト 経口毒性：LD₅₀ = 80 mg/kg bw (マウス)
LD₅₀ = 42.2～418 mg/kg bw (ラット)
LD₅₀ = 55～80 mg/kg bw (モルモット)
- 硫酸コバルト 経口毒性：LD₅₀ = 123～584 mg/kg bw (マウス)
LD₅₀ = 418～768 mg/kg bw (ラット)

主な影響：腹痛、下痢、吐き気、嘔吐。

○ 皮膚感作性：あり。 アレルギー性接触皮膚炎等。

○ 呼吸器感作性：あり。 気管支喘息等

○ 反復投与毒性（生殖・発生毒性、発がん性が除く）

吸入によるヒト等の肺への影響：変性、間質性肺炎、X線像異常、肺機能異常等

○ 生殖毒性：あり。（マウス）

(4) 許容濃度等

○ ACGIH TLV-TWA : 0.02 mg/m³(Coとして)(1994年)

○ 日本産業衛生学会 : 0.05 mg/m³(Coとして)(1992年)

(5) 評価値

○ 一次評価値： 設定せず

閾値のない発がん性が認められるが、ユニットリスクに関する情報がない。

○ 二次評価値： 0.02 mg/m³(Coとして)

ACGIHのTLV-TWAを採用した。

3 ばく露評価の結果

(1) 主なばく露作業

有害物ばく露作業報告（年間500 kg以上の製造・取扱いがある事業場に報告を義務づけるもの）においては、平成20年に塩化コバルト及び硫酸コバルトを対象とし、21年には「コバルト及びその化合物」全体を対象とした。

21年には、合計296事業場から885作業について報告があり、対象物質の主な用途は、「他の製剤等の製造を目的とした原料としての使用」、「触媒又は添加剤としての使用」等、主な作業の種類は、「計量、配合、注入、投入、又は小分けの作業」、「充填又は袋詰め作業」等であった。

これらの報告結果、ばく露予測モデル（コントロールバンディング）によるばく露レベルの推定等をもとに、ばく露レベルが高いと推定される事業場を選定し、20～22年度にばく露実態調査を行った。

これらの結果、コバルト及びその化合物のばく露の高い作業として、
ア 合金の製造における溶解、切断、研磨等の作業
イ コバルト化合物の製造における袋詰め、サンプリング等の作業
ウ 原料としてコバルト化合物を使用する場合における原料投入等の作業
エ コバルト化合物を含むメッキ液の入ったメッキ槽での作業
が確認された。

（2）ばく露実態調査結果の概要

ばく露実態調査は、上記の方法により選定した23の事業場の特定の作業に従事する96人の労働者に対する個人ばく露測定を行うとともに、73地点においてスポット測定を、28単位作業場において作業環境測定基準に基づくA測定を実施した。

※ 個人ばく露測定は、呼吸域でのばく露条件下でのサンプリングである。

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）

・サンプリング

個人ばく露測定：37mmφメンブランフィルター（AAWP03700・日本ミリポア（株））（捕集剤にポンプを接続して捕集）

作業環境測定及びスポット測定：47mmφ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）

・分析法：黒鉛炉原子吸光法

② 測定結果

対象とする物質及びその用途が多岐にわたること、また、ばく露測定の結果、金属コバルトを取り扱う事業場において特に高いばく露がみられたことから、測定結果の集計に当たっては、「主に金属コバルトの取扱いを行う事業場」と「主にコバルト化合物の製造又は取扱いを行う事業場」に区分して行った。

ア 主に金属コバルトの取扱いを行う事業場

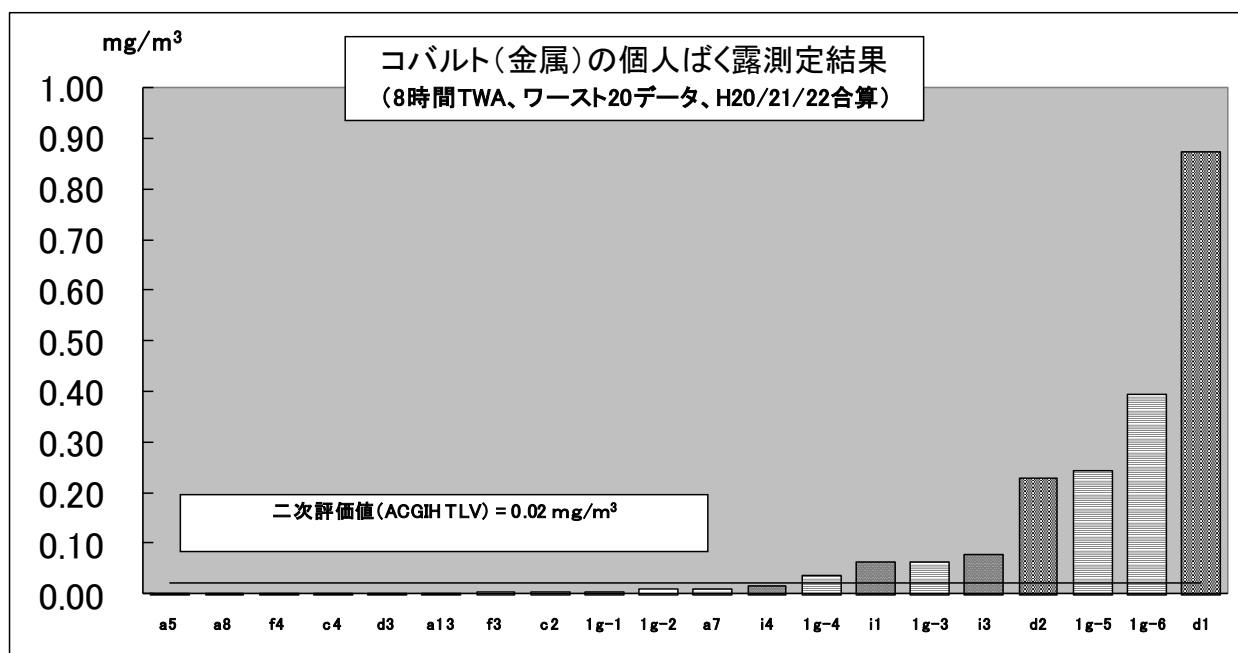
主に金属コバルトの取扱いを行う事業場（事業場数：6、個人ばく露測定対象者数：35）においては、個人ばく露測定結果（8時間TWA）の最大値が、0.875 mg/m³、信頼率90 %で区間推定した上限値（上側5 %）が0.271 mg/m³で、両方とも二次評価値を大きく上回った。

○ばく露最大値の推定

- ・測定データの最大値： 0.875 mg/m³
- ・全データの区間推定上側限界値：0.271 mg/m³
（以上より、ばく露最大値は 0.875 mg/m³）
- （参考）上位10データの区間推定上限限界値 1.362 mg/m³

金属コバルトの用途に着目すると、コバルトを原料とした合金の製造を行う事業場（3事業場）では、いずれの事業場でも8時間TWAが二次評価値を上回る労働者がみられ、合計で13人の対象労働者のうち8人が二次評価値を上回った。また、これらの事業場では、個人ばく露測定、スポット測定及びA測定の平均値が、いずれも二次評価値を上回った。

一方、その他の調査対象事業場（3事業場）では、コバルトを含有する合金を原料とした他の製品の製造等を行っているが、いずれの事業場においても、個人ばく露測定結果（8時間TWA）は二次評価値を下回った。



ばく露実態調査の結果（１）

（主に金属コバルトの取扱いを行う事業場）

用途	対象事業場数	個人ばく露測定結果 ：mg/m ³				スポット測定結果 ：mg/m ³			作業環境測定結果 (A測定準拠) ：mg/m ³		
		測定数	平均 (※1)	8時間TWAの平均 (※2)	最大値 (※3)	単位作業場数	平均 (※4)	最大値 (※3)	単位作業場数	平均 (※5)	最大値 (※3)
コバルトを原料とした合金の製造	3	13	0.044	0.035	0.875	10	0.023	1.25	3	0.152	1.37
合金を原料とした他の製品の製造	2	8	0.001	0.001	0.004	7	0.001	0.004	1	0.000	0.000
その他	1	14	0.000	0.000	0.010	8	0.001	0.002	—	—	—
合計	6	35	0.003	0.002	0.875	25	0.003	1.25	4	0.034	1.37

集計上の注：定量下限未満の値及び有効桁数が異なる数値についても、当該数値を用いて小数点以下3桁（数値が1以上の場合は3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：個人ばく露測定結果においては8時間TWAの、それ以外においては測定値の最大値を示す。

※4：短時間作業を作業時間を通じて測定した値を単位作業ごとに算術平均し、その幾何平均値を示す。

※5：単位作業ごとに幾何平均し、それをさらに幾何平均した数値を示す。

イ 主にコバルト化合物の製造又は取扱いを行う事業場

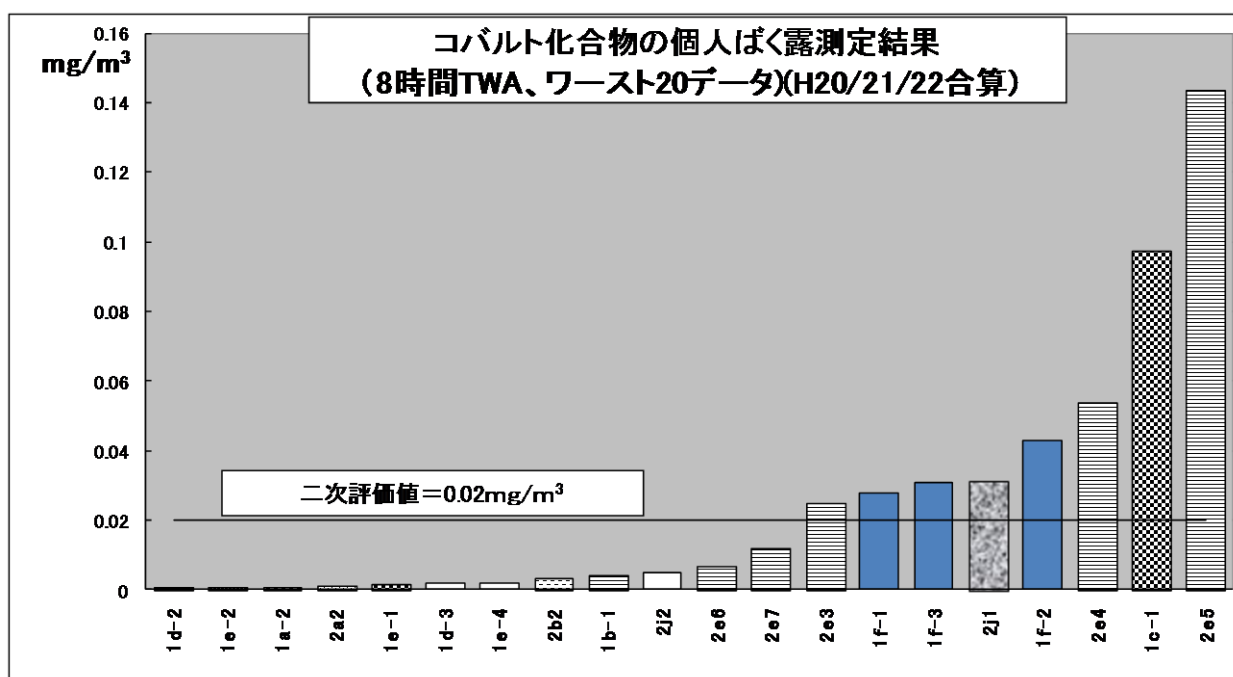
主にコバルト化合物の製造又は取扱いを行う事業場（事業場数：17、個人ばく露測定対象者数：61）においては、個人ばく露測定結果（8時間TWA）の最大値が0.144 mg/m³、信頼率90%で区間推定した上限値（上側5%）が0.034 mg/m³で、前記の主に金属コバルトの取扱いを行う事業場よりもばく露レベルは低いものの、最大値、区間推定値ともに二次評価値を上回った。

○ばく露最大値の推定

- ・測定データの最大値： 0.144 mg/m³
- ・全データの区間推定上側限界値：0.034 mg/m³
（以上より、ばく露最大値は 0.144 mg/m³）
- （参考）上位10データの区間推定上限限界値 0.188 mg/m³

コバルト化合物の用途等に注目すると、コバルト化合物の製造を行う事業場（3事業場）では、対象労働者13人のうち4人、メッキ作業を行う事業場（3事業場）では、対象労働者11人のうち3人、コバルト化合物を原料とした製品の製造を行う事業場（5事業場）では、対象労働者14人のうち1人の個人ばく露測定結果（8時間TWA）が二次評価値を上回った。

一方、コバルト化合物を触媒として使用している事業場（4事業場）及び湿度検知のためにコバルト化合物含有製品を使用している事業場（2事業場）においては、すべての対象労働者において、個人ばく露測定結果（8時間TWA）は二次評価値を下回った。



ばく露実態調査の結果（２）

（主にコバルト化合物の製造又は取扱いを行う事業場）

用途	対象事業場数	個人ばく露測定結果 ：mg/m ³				スポット測定結果 ：mg/m ³			作業環境測定結果 （A測定準拠） ：mg/m ³		
		測定数 （※1）	平均 （※1）	8時間TWA の平均 （※2）	最大 値 （※3）	単位 作業 場数	平均 （※4）	最大 値 （※3）	単位 作業 場数	平均 （※5）	最大 値 （※3）
コバルト化合物の製造	3	13	0.0046	0.0034	0.144	21	0.004	1.71	5	0.005	0.598
コバルト化合物を原料とした他の製品の製造	5	14	0.0001	0.0001	0.097	10	0.001	0.042	6	0.001	0.834
メッキ作業	3	11	0.0038	0.0018	0.043	8	0.021	0.177	7	0.002	0.080
触媒としての使用	4	7	0.0001	0.0001	0.004	7	0.002	0.024	2	0.000	0.002
湿度検知のためのコバルト化合物含有製品の使用	2	16	0.0000	0.0000	0.000	2	0.000	0.001	4	0.000	0.000
合計	17	61	0.0003	0.0002	0.144	48	0.003	1.71	24	0.001	0.598

集計上の注：定量下限未満の値及び有効桁数が異なる数値についても、当該数値を用いて小数点以下3桁（個人ばく露測定結果の平均は小数点以下4桁、数値が1以上の場合は3桁）で処理した。

※1～※5は、「ばく露実態調査の結果（1）」の表に同じ。

(3) ばく露実態調査対象作業の詳細

ア 高いばく露のみられた作業

① コバルトを原料とした合金の製造

コバルトを原料とした合金を製造する事業場においては、原料を溶解炉で溶解する作業において、最も高い個人ばく露（8時間TWA：0.875mg/m³）が測定され、原料の鋳込み、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がみられた。

② コバルト化合物の製造

コバルト化合物の製造を行う事業場においては、コバルト化合物の袋詰め等の作業において、最も高い個人ばく露（8時間TWA：0.144mg/m³）が測定され、袋詰めを行う作業場でのA測定においても0.598mg/m³と非常に高いばく露がみられた。

また、製造過程でのサンプリングや製品の篩い分け等の作業においても高いばく露がみられた。

③ コバルト化合物を原料とした製品の製造

コバルト化合物を原料として製品の製造を行う事業場においては、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。）において、最も高い個人ばく露（8時間TWA：0.097mg/m³）が測定された。また、この作業場では、A測定においても0.834mg/m³と非常に高いばく露がみられた。

④ コバルト化合物を使用したメッキ作業

メッキ作業を行う事業場においては、電気メッキの電極を取り扱う作業において、高いばく露（8時間TWAの最大値：0.043mg/m³）がみられた。

イ 高いばく露のみられなかった作業

① 金属コバルトを取り扱う作業

主に金属コバルトを取り扱う事業場のうち、合金の製造以外を行う3つの事業場では、いずれも高いばく露はみられなかった。

3事業場のうち、2つはコバルト合金を原料とした他の製品の製造を行っており、一方の事業場は、機械部品へのコバルト合金の盛金溶接を行っているが、溶接作業自体は自動で行われており、労働者に高いばく露は見られなかった。また、溶接機への合金の補給作業についても、合金の形状が粒状であること、作業時間が短いこと等から高い8時間TWAは測定されなかった。

もう一方の事業場では、コバルト合金を粉砕して他の原料と混ぜ、板状にした後に切断しているが、合金の投入・粉砕は自動で行われ、切断の作業は局所排気装置の囲い式フードの中で行われていたこと等から、高いばく露はみられなかった。

残りの一つの事業場は、コバルトを含有するニッケル鉱石からフェロニッケルの製造を行っているが、コバルトの含有率が低いこと（ニッケル鉱石で0.1 %以下、フェロニッケルで約0.5 %）等から、高いばく露はみられなかった。

② コバルト化合物の触媒としての使用

コバルト化合物を触媒として使用している4事業場においては、いずれも高いばく露はみられなかった。

これらの事業場では、それぞれ、以下の作業を手作業で行っているが、いずれも作業時間が2～21分と短いこと等から、8時間TWAの最大値は0.004 mg/m³と、二次評価値を大きく下回った。

A事業場：微粉状のコバルト化合物を計量して反応槽に投入した後、反応槽中の液をサンプリング

B事業場：粒状のコバルト化合物を紙袋から小分けして投入

C事業場：結晶のコバルト化合物を秤量して温水で溶解し、投入した後に、反応槽中の液をサンプリング

D事業場：結晶のコバルト化合物を袋から投入ホッパーをとおして投入し、ホッパーを掃除

③ 湿度検知のためのコバルト化合物含有製品の使用

このコバルト化合物含有製品は、紙製のカードに塩化コバルトを含浸させて乾燥したものであるが、自社の製品の湿度検知のためにこのカードを使用している2事業場の16人の労働者を対象とした個人ばく露測定においては、8時間TWAの最大値が0.000044 mg/m³と、二次評価値を大きく下回った。

4 リスク評価の結果

(1) ばく露限界値との関係と考察

ア 金属コバルトを取り扱う作業

金属コバルトを取り扱う作業については、合金の製造における作業において、非常に高いばく露があることが明らかになった。

また、合金の製造以外を行う事業場におけるばく露実態調査においては、高いばく露がみられなかったが、これは、作業の自動化、局所排気装置の囲い式フードの中の作業であること、又は、コバルトの含有率が非常に低いことによるものである。合金の製造を行う事業場における高いばく露の状況を勘案すると、合金の製造以外の作業についても、コバルトの粉じんやヒュームの発生する作業場においては、ばく露が高くなる可能性があるものと考えられる。

ただし、ばく露実態調査の結果及び金属コバルトの性状を勘案すると、高いばく露は、金属コバルトの粉じん又はヒュームの飛散により生じており、金属コバルトに物理的な変化を加えずに取り扱う場合にあっては、一般的に高いばく露が生じる可能性は小さいと考えられる。

ばく露実態調査結果と評価値との関係

対象物質	用途等	8時間TWAと評価値との比較 対象労働者数(人)、 かつこ内は構成比(%)			8時間TWA の最大値 (mg/m ³)
		二次評価 値超	二次評価 値以下	全体	
金属コバルト	コバルトを原料とした合金の製造	8 (62)	5 (38)	13 (100)	0.875
	合金を原料とした他の製品の製造、その他	0 (0)	22 (100)	22 (100)	0.010
コバルト化合物	コバルト化合物の製造	4 (31)	9 (69)	13 (100)	0.144
	コバルト化合物を原料とした他の製品の製造	1 (7)	13 (93)	14 (100)	0.097
	メッキの作業	3 (27)	8 (73)	11 (100)	0.043
	触媒としての使用	0 (0)	7 (100)	7 (100)	0.004
	コバルト化合物を原料とした製品の使用 (湿度検知製品の使用)	0 (0)	16 (100)	16 (100)	0.000

イ コバルト化合物の製造・取扱い

コバルト化合物の製造の作業においては、高いばく露が確認され、また、コバルト化合物を取り扱う作業においても、一部で高いばく露がみられた。

ただし、①コバルト化合物を触媒として使用する作業、②コバルト化合物を原料とした製品（粉状のものを除く）を物理的な変化を加えずに使用する作業については、ばく露実態調査結果及びコバルト化合物の性状を勘案すると、一般的に高いばく露が生じる可能性は小さいと考えられる。

(2) 判定結果

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。

	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	—	

5 結論（まとめ）

リスク評価の結果から、「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、一部を除き、適切な発散抑制措置等の対策を講じる必要があると考えられる。

一方、金属コバルト又はコバルト化合物（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、及びコバルト化合物を触媒として使用する場合においては、一般的には、高いばく露のおそれは小さいと考えられることから、一律的な措置は必要

ないと考えられ、事業者による自主的なリスク管理措置を推進する必要がある。

なお、今回のリスク評価は、空気中への飛散によるばく露が中心となっているが、コバルト及びコバルト化合物は、皮膚感作性があり、また、塩化コバルト、硫酸コバルト等は水溶性であることから、経皮ばく露等にも十分注意が必要であり、この観点からも、事業者による自主的なリスク管理が必要である。