

労働者の有害物によるばく露評価ガイドライン

平成21年12月

化学物質のリスク評価検討会ばく露評価小検討会

【目次】

第1	初期リスク評価	1
1	ばく露評価の方法の概要	1
2	ばく露評価の具体的手順	2
(1)	ばく露データの収集・整理	2
ア	既存文献・関係業界団体等からの情報	2
イ	有害物ばく露作業報告	2
(2)	ばく露調査	3
ア	作業実態調査（1次調査）	4
イ	ばく露実態調査（2次調査）	9
(3)	ばく露評価	22
ア	ばく露作業プロフィールの作成	22
イ	時間加重平均濃度（TWA）の算出	24
ウ	経皮ばく露量の推定	25
エ	発がん性がみられる物質の評価方針の確認	26
(4)	リスク評価	26
ア	1次評価	26
イ	2次評価	26
ウ	要因解析	28
第2	詳細リスク評価	29
1	ばく露評価の方法の概要	29
2	ばく露評価の具体的手順	29
(1)	ばく露調査	29
ア	調査対象事業場の選定方法	29
イ	ばく露実態調査の内容	30
(2)	ばく露評価	30
ア	ばく露作業プロフィールの作成	30
イ	TWA 8hの算定	32
ウ	経皮ばく露量の推定	33
(3)	リスク評価	33
ア	リスク評価の手順	33
イ	要因解析	33

労働者の有害物によるばく露評価ガイドライン

本ガイドラインは、有害物による労働者の健康障害を防止するために国が実施するリスク評価のうち、ばく露調査及びこれを踏まえたばく露評価の手順を明確化する目的で定めるものである。

国によるリスク評価は、対象化学物質の現状でのリスクの有無を判定する初期リスク評価及び当該評価において問題となるリスクが確認された場合に行う詳細リスク評価から構成されるが、本ガイドラインは、その両者に係るばく露評価の手順を明確化するものである。

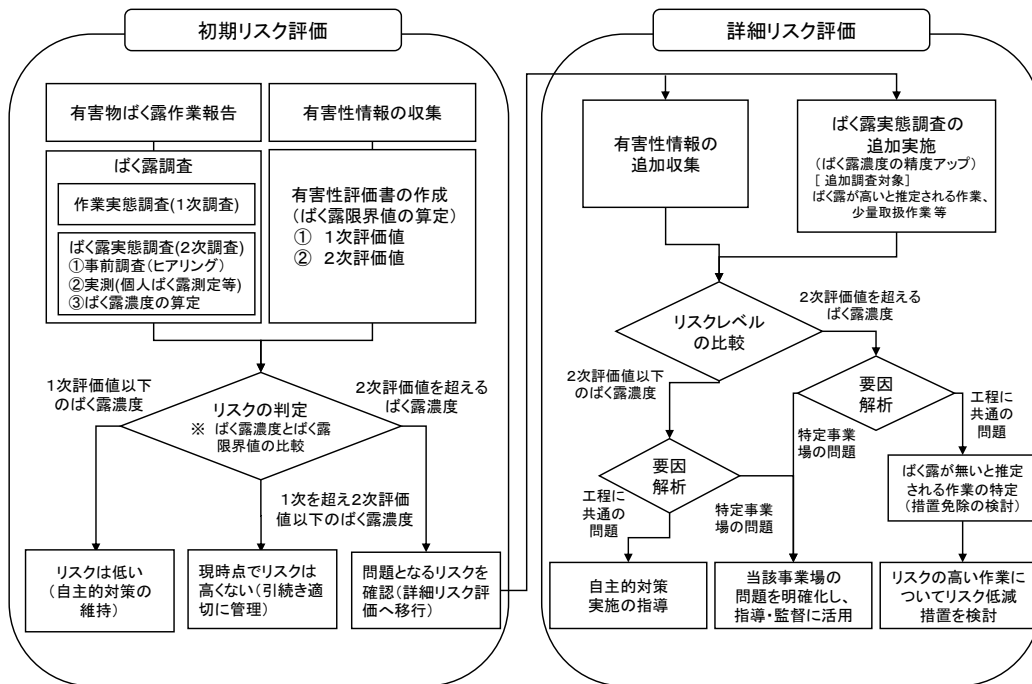


図1 リスク評価(2段階評価)のスキーム

第1 初期リスク評価

1 ばく露評価の方法の概要

国による有害物質のばく露評価は平成18年度から開始されているが、ばく露調査の初期リスク評価については、これまで実施している手順を基本として実施することとし、その手順の概要は以下に示すとおりである。

最初に、労働安全衛生規則第95条の6の規定に基づく「有害物ばく露作業報告」から労働者の当該化学物質へのばく露の程度やその広がりを推定する。

これを踏まえ、有害物ばく露作業報告(以下「ばく露報告」という。)により特定された事業場を対象として、ばく露調査を実施する。当該調査においては、高いばく露が推定される作業及び作業者を対象として作業実態に係る調査、個人ばく露測定、作業環境測定等を実施し、この結果を基にばく露評価を行うこととする。



図2 ばく露評価の手順

2 ばく露評価の具体的手順

(1) ばく露データの収集・整理

ばく露評価を実施するに当たっては、国の統計、既存文献、関係業界団体等からの情報、ばく露報告によるデータ、その他から情報収集を行い、ばく露評価のための基礎資料を収集する。具体的な手順は以下に示すとおりである。

ア 既存文献・関係業界団体等からの情報

収集すべき情報としては、以下のものが挙げられる。

- 国の統計：「化学物質の製造・輸入に関する実態調査」（経済産業省）ほか
- 既存文献：化学業界関係出版社情報誌 ほか
- 関係業界団体：（社）日本化学工業協会、化成品工業協会 ほか

イ 有害物ばく露作業報告

ばく露報告については、各事業場における対象物質の製造・取扱い動向の報告を求めることとする。具体的には、対象物質について以下の要領でばく露報告を求めることとする。また、ばく露報告は電子入力可能なシステムを採用するものとする。

リスク評価の実施に当たっては、ばく露報告から得られるデータを活用する。

(ア) 報告対象期間及び報告のスケジュール：

ばく露報告については、各事業場における製造・取扱いの動向を把握するため、3～5年程度継続して報告を求めることとする。ばく露報告のスケジュールは、以下のとおりとする。

なお、リスク評価については、製造・取扱いに大きな変動が見られない物質や、緊急にリスク評価をすべき物質等があることから、最終年の報告を待つことなく、リスク評価を行う必要があると認めるときは、直ちに行うものとする。

[報告スケジュール]

対象物質の公表：報告提出年（ Y_1 ）の前々年（ Y_{-1} ）の第4四半期（10～12月）

報告対象期間：報告提出年の前年（ Y_0 ）1年間

報告期間： Y_1 の第1四半期（1～3月）

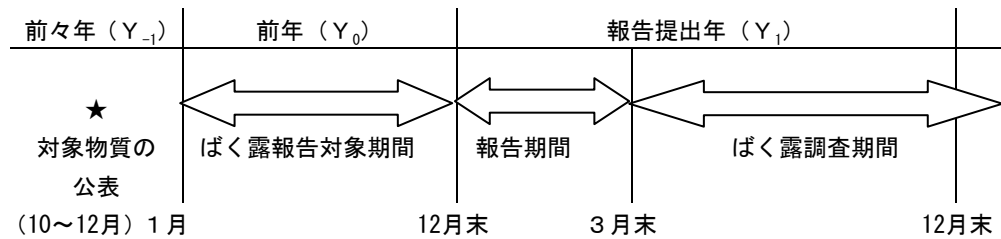


図3 ばく露報告のスケジュール

(イ) 報告事項：

対象物質の取扱量、用途等についてばく露報告を求めることとする。具体的な報告項目は以下のとおりとする。

[報告項目]

- ・ 事業場に係る情報（事業場の名称、所在地、代表者名、労働者数等）
- ・ 対象物に係る情報
 - － 対象物の用途
 - － 対象物の取扱量（年間使用量）
 - － 対象物の性状
- ・ 作業にかかる情報
 - － 作業の種類
 - － 1回当たりの対象物の使用量
 - － 対象物を取り扱う作業員数
 - － 1作業当たりの作業時間
 - － 取扱い時の対象物の温度
 - － 発散抑制措置の種類（密閉化、局所排気装置、プッシュプル型換気装置、全体換気装置、その他、なし）

(ウ) 報告対象者：

1年間に500kg以上の製造・取扱いのある事業者とする。

なお、製造・取扱い量が500kg未満であるため報告対象者に該当しなかった場合等でも、次年度以降は1年間の製造・取扱い量の多少にかかわらず報告を求める場合がある。併せて業界団体等に情報提供等の協力を要請することとする。

表1 有害物ばく露報告書様式
別紙1のとおり。

(2) ばく露調査

ばく露報告のあった事業場のうち、ばく露レベルが高いと推定される事業場等については、ばく露調査を実施する。ばく露調査は、調査票を配付して報告を求める作業実態調査（1次調査）と事業場等に立ち入って調査するばく露実態調査（2次調査）からなる。

ア 作業実態調査（1次調査）

ばく露報告のあった事業場のうち、対象化学物質の取扱量及び用途からばく露レベルが高いと推定される事業場及び対象化学物質を特殊な用途又は作業に用いている事業場を選別し（1次スクリーニング）、当該事業場に対し、作業実態調査（1次調査）を行う。

（ア） 1次調査対象：

1次調査においてはばく露報告のあった事業場のうち報告対象物に関して、対象化学物質の取扱量又は用途からばく露レベルが高いと推定される事業場及び対象化学物質を特殊な用途又は作業*に用いている事業場等について、その作業実態、作業環境に係る調査を行う。

* 特殊な用途：今後、リスク評価を踏まえた健康障害防止措置の導入を検討するに当たって、適用の除外等を検討することが妥当と考えられる用途。

* 特殊な作業：今後、リスク評価を踏まえた健康障害防止措置の導入を検討するに当たって、例えば特別な発散抑制装置の採用が必要な作業等、通常の健康障害防止技術では対応できない作業。

（イ） 調査対象者：

調査対象者は、ばく露報告のあった事業者のうち、以下の方法により選定された事業者とする。

（ウ） 1次調査対象事業場の選定方法

① ばく露レベルが高いと推定される事業場

（i） 対象物質の製造・取扱い作業の分類

ばく露報告があった対象物質の製造・取扱作業を分類する。ただし、作業のグループ化ができない特殊な作業がある場合には、当該作業をその他として分類する。

（ii） ばく露予測モデルの活用

分類された作業毎に以下に示すばく露予測モデル（コントロール・バンディング）を活用してばく露レベルを予測する。

a 活用可能なばく露予測モデル

コントロール・バンディング（ばく露予測モデル、以下「CB」という。）を使用する。CBの入力様式としては、ドイツ連邦安全衛生研究所（BAuA）がホームページに掲載しているものの活用が有効である（入力様式の邦訳は別紙2）。URLは以下のとおり。

http://www.reach-helpdesk.de/en/Exposure/Exposure.html?__nnn=true

なお、同ばく露予測モデルは、研磨作業で発生する粉じん、開放系での噴霧機の使用、ガス、殺虫剤、溶接及びハンダ付けによるヒューム及び木質系の粉じんが発生する環境の予測には適用できないとされており、これに該当する作業については、別途物質ごとに適切な手法を採用する必要がある。

また、CMR物質（発がん、変異原性又は生殖毒性がある物質）については、当該モデルの使用には適さないとされているが、これはCMR物質の管理措置の導入を前提とした精密なばく露レベルを推定する場合には、不適としているものであり、1次調査対象事業場の選抜を目的とする利用は可能と判断している。

b 予測手順

予測に際してはばく露報告をもとに以下の項目を入力し、ばく露濃度のバンド（CBの手法によって導出されるばく露濃度の範囲のこと）を導出することとする。

固体の場合：当該物質の形状、使用量、ばく露時間及び制御措置

液体の場合：沸点、作業温度、蒸気圧、使用量、ばく露時間及び制御措置等

(iii) 1次調査事業場リストの作成

ばく露濃度のバンドをもとにばく露レベルを予測し、ばく露レベルの高い順に事業場リスト（1次調査対象事業場リスト）を作成する。当該リストをもとに、表2に示す1次調査が必要とされる事業場の数を踏まえて、ばく露レベルの高い順に1次調査対象事業場を選定する。

表2 選定事業場の数

ばく露報告があった事業場数	1次調査が必要な事業場の割合	その他
1～3	全数	※対象化学物質を特殊な用途又は作業に用いている事業場については、ばく露報告のあった事業場数に関係なく1次調査の対象とする。
4～10	60%	
11～20	45%	
21～50	30%	
51～100	15%	
101～200	8%	
201～500	5%	
501～1000	3%	
1001～	2%	

② 対象化学物質を特殊な用途又は作業に用いている事業場

有害物ばく露作業報告において、対象化学物質の用途又はばく露作業の種類等について特殊な事例が報告されたものは、事業場数に関わらず1次調査の対象とする。

(エ) 1次調査対象期間及び調査のスケジュール：

1次調査の対象期間は、初期リスク評価におけるリスクの判定を行う前の1年間とし、リスク評価初年の4～5月に調査票を配付し、6～7月に回収する。

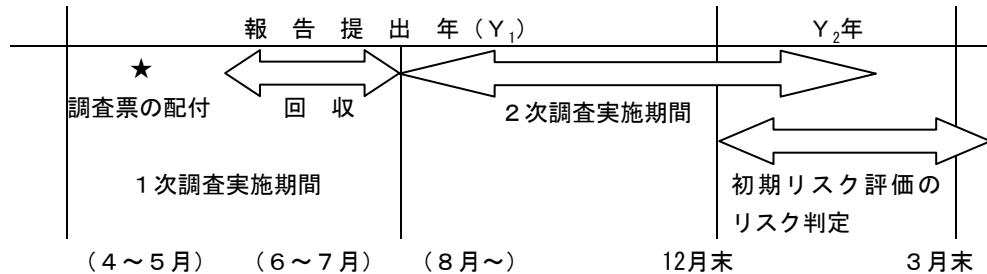


図4 ばく露調査のスケジュール

(オ) 調査事項：

作業場の状況、作業実態等についての調査項目は以下のとおりとする。

[調査項目]

- ・ 事業場にかかる情報（事業場の名称、所在地、代表者名、労働者数等）
- ・ 作業にかかる情報
 - － 作業別の従事作業数
 - － 作業別作業内容（概要、手作業／機械作業の別）
 - － 作業別の取扱量（1日当たり）
 - － 作業別取扱い時の対象物の温度／対象物の性状
 - － 作業室等の規模（屋内／屋外、作業室の容積、通気状況）
 - － 作業別の作業頻度（作業頻度／月、作業者当作業頻度／月、回数／日回数／年）
 - － 1回当たりの作業時間
 - － 発散抑制装置の種類（密閉化施設の概要、換気施設の概要（局所排気装置／プッシュプル型換気装置、外部排気、排気能力）、全体換気（排気能力）、無）
 - － その他の換気装置（循環型（フィルター／吸着剤））
 - － 保護具の使用状況（保護具の種類（マスク、保護衣、保護手袋）、保守管理状況）
 - － 作業環境測定の実績
 - － 作業指揮者の配置
 - － 作業手順書の整備状況
 - － リスクアセスメントの実施の有無

* ばく露報告内容については、可能な限り選択肢を示すこととする。

表3 1次調査の調査票

労働保険番号				事業場の名称			
事業の種類		労働者数	人	事業場の所在地		郵便番号 () 電話	
調査対象物の名称		名称	CAS No	コード	対象年度	平成〇〇年	
作業工程番号:							
1 作 業 工 程	作業No.	報告事項		作業①	作業②	作業③	作業④
	作業の名称						
	作業の概要						
	対象物の発生源	<ul style="list-style-type: none"> ・発生源の概要 ・対象化学物質の分布 					
	作業人数	人					
2 使 用 実 態	物質の取扱い 時の形状	<ul style="list-style-type: none"> ・固体（ペレット状/結晶・粒状/微細軽量パウダー状） ・液体/ガス 					
	対象物質の使用量	g・ml/kg・l/t・m ³					
	対象物質の濃度	%					
	対象物質の量	g・ml/kg・l/t・m ³					
	使用温度	℃					
3 作 業 環 境	作業場所	特定/不特定					
	屋内/屋外	屋内/屋外					
	作業場所の規模 作業場所の広さ	m ²					
	作業場所の容積	m ³					
	開口部 窓/ドア 開放/閉鎖	有/無 (m ²) 開放/半開放/閉鎖					
	測定実績						
4 作 業 内 容	作業方法	<ul style="list-style-type: none"> ・完全自動化 ・機械作業 ・手作業 					
	1回当作業時間	分又は時間/回					
	1日当作業回数	回/日					
	1月当作業頻度	日/月					
	作業者当作業頻度	回/月・人					

5	装置の種類	全体換気装置／密閉化／局所排気装置／プッシュプル型換気装置／ その他（ ）				
	全体換気設備	・換気能力m ³ /分				
	密閉化設備	・状況(漏出無/僅かな漏出有) ・点検(1年以内/1年以上前)				
	局所排気装置	・タイプ(外部排気型) ・フードの形状:有/無 ・気流:上昇/下降/水平 ・開口部での平均吸引風速m/S				
	プッシュプル型換気装置	・タイプ(外部排気型/分解処理) ・気流:上昇/下降/水平 ・換気能力 m ³ /S				
	その他の設備	・設備名				
6	保護具の使用	マスク／保護手袋／保護衣／ その他（ ）				
	マスク	・種類:防塵/防毒/送気 ・点検(定期的/不定期)				
	保護手袋	・規格 ・使用頻度(常時使用/必要時/交換管理) ・更新・洗浄(定期更新/点検の上更新、使用都度洗浄/作業終了後洗浄/不定期に洗浄)				
	保護衣	・規格 ・使用頻度(常時使用/必要時) ・更新・洗浄(定期更新/点検時更新、B使用都度洗浄/作業終了後洗浄/不定期に洗浄)				
7 そ の 他	作業指揮者の配置状況					
	作業手順書の整備状況					
	リスクアセスメントの実施状況					

* 調査票、とりまとめ様式については、モデル様式として示したものであり、調査の都合に応じて見直すことが可能とする(以下、同じ)。

イ ばく露実態調査（2次調査）

1次調査等により収集されたデータを基に、特にばく露レベルが高いと推定される事業場は、ばく露推定モデルを用い選定し（2次スクリーニング）、ばく露実態調査（2次調査）を行う。また、対象化学物質を特殊な用途又は作業に用いている事業場は1次調査を踏まえ2次調査を実施する。

（ア） 調査対象事業場の選定方法

① 特にばく露レベルが高いと推定される事業場

（i） 対象物質の製造・取扱い作業の分類

対象物質の製造・取扱作業について、1次調査により収集されたデータ等に基づき、1次調査対象事業場の選定の際に行った分類を調整する。

（ii） ばく露推定モデルの活用

以下に示すばく露推定モデルやその他の方法を用い、ばく露レベルを推定する。なお、モデルの活用には、可能な範囲で複数のモデルを比較検討し、よりばく露実態にあったモデルを選定するものとする。

（活用可能なばく露推定モデル）

- ・ E A S Eモデル（Estimation and Assessment of Substance Exposure Model）（英国H S E）
- ・ T R A（欧州化学物質環境毒性センター（E C E T O C））
http://ec.europa.eu/enterprise/reach/docs/consultation/ngo/ngo_511_ecetoc2_eu.pdf
- ・ R I S K O F D E R M（E U）* 経皮ばく露推定のモデル
http://www.tno.nl/content.cfm?&context=markten&content=product&laag2=333&item_id=1155&taal=2

ほか

（iii） 2次事業場リストの作成

ばく露推定モデルから得られたデータ等を基に、ばく露レベルの高いものから調査の優先順位を付した調査事業場のリスト（2次調査事業場リスト）を作成の上、優先順位に従って調査協力を求める。

なお、選定すべき調査事業場数は、当該物質について個人ばく露測定対象者を20人程度確保できることとし、その際の2次調査対象事業場数の目安は表4のとおりとする。

表4 選定事業場の数

1次調査対象 事業場数	2次調査対象事業 場数の目安	その他
～5	全数	※左記の目安については、個人ばく露測定者の数が確保できる場合には、目安をこの割合を下回ることができる。 ※特殊な作業については、左記目安の割合に関係なくばく露調査を実施することとする。
6～10	60%	
11～20	40%	
21～30	30%	
31～	20%	

② ばく露の推定が難しい場合の対応

ばく露が高いと推定される事業場の推定が難しいと判断される場合には、以下の手法を参考にランダムサンプリングを行うことが適当である。

(事業場のランダムサンプリングの手順)

・ 目的

ばく露が高い事業場の推定が困難な場合においては、高いばく露の事業場を1つ以上含むサンプリンググループを選定すること。

・ 手順

【ステップ1】

下表を使ってサンプリングすべき事業場の数を決定する。本表は信頼度90%の確率でばく露レベルが上位10%のばく露が高い事業場が1つ以上含まれるサンプルサイズ(必要なサンプル数：n)を示す。

表5 選定事業場の数

元のグループ サイズ (N)	必要サンプル数 (n)	元のグループ サイズ (N)	必要サンプル数 (n)
～7	全数	21～24	14
8	7	25～27	15
9	8	28～33	16
10	9	34～41	17
11～12	10	42～54	18
13～14	11	55～76	19
15～17	12	77～122	20
18～20	13	123～273	21
		274～∞	22

【ステップ2】

乱数表を使って以下の手順に従って事業場を選定する。

(乱数表の使用手順)

- a グループの事業場毎に1～Nの番号を割り当てる。
- b 乱数表*において任意の出発点を選び、次にその下方の数字を読みいき、Nより大きな数又は0を除き1～Nの数から必要サンプルをn個選択。その列のみで見つからない場合は次の列に戻り、もし、最終列の終わりまでいった場合には、1列の初めに戻り選択する。
- c 選択された番号の事業場を測定の対象とする。
- d なお、選定事業場における個人ばく露測定の対象作業員数は作業毎に可及的に多いことが望まれるが、選定事業場のうち一部の事業場の一部の作業場所に偏り過ぎた測定にならないよう留意する。その目安としては、同一事業場の同一作業から選定される被測定者の数は全数の3分の1を超えないようにする。

* 乱数表は別紙3（日本工業規格（JIS）Z9031:2001の付表1）を用いる。

- ③ 対象化学物質を特殊な用途又は特殊な作業に用いている事業場の選定方法
特殊な用途・作業のある事業場については、当該事業場数に関わりなく個々の報告内容を確認し、2次調査を行う。

(イ) ばく露実態調査（2次調査）の内容

ばく露実態調査は、作業実態のヒアリング（事前調査）とばく露濃度の実測の2段階で行う。

① 作業実態のヒアリング（事前調査）

事前調査については、調査員が実際に事業場に入り、ばく露の高い作業員、作業の推定及びばく露要因の分析が可能となるよう、作業環境、作業内容、作業時間、保護具の使用等について聞き取り等により調査を実施する。具体的な調査項目については以下のとおりとする。

[調査項目]

- ・ 1次調査の内容の確認
- ・ 作業環境の状況（作業環境の概要、発散抑制装置の稼働状況／保守点検状況／配置、関連施設（洗浄設備、休憩室等）の状況等）
- ・ 作業員の勤務体系（勤続年数、勤務シフトの状況）
- ・ 作業従事状況（1シフトにおける作業員の従事作業／作業時間等）
- ・ 保護具（種類、性能、装着・取扱い状況）
- ・ 個人ばく露測定の対象者の選定
- ・ 作業環境の測定実績の確認
- ・ 設備の保守・点検の頻度
- ・ 設備の清掃、修繕等非定常作業の作業概要（次回非定常作業の予定時期）

表6 調査様式

測定日	年 月 日 ()	天気:	気温: °C	
[作業場所の全体図]				○作業環境の状況 ・概要 ・発散抑制装置 稼働状況: 常時/作業時のみ/停止 配置: 効果的/効果が低い 保守点検: 定期的に実施/不定期 直近: 年 月、次回: 年 月 ・関連施設の整備状況 洗浄施設: 有/無、休憩施設: 有/無
				○作業者の勤務状況 ・作業者数: 延べ 人 ・勤続年数: 10年超 人、10~5人、5~1人 1年未満 人 ・勤務シフト: 直数 /日、1直当たり 時間
				○保護具の装着状況: ・マスク: 種類 () 性能 () 装着 (常時/作業時/使用せず) 点検 (毎日/〇日毎/不定期) ・保護手袋: 種類 () 装着 (常時/作業時/使用せず) ・保護衣: 種類 () 装着 (常時/作業時/使用せず)
※ 発生源、設備、排気装置、ドア、窓等の開口部、 作業者の位置・移動範囲、測定点を簡単に図示。				○個人ばく露測定対象者: 人 ①氏名、② 、③ 、④

② ばく露濃度等の実測

ばく露濃度の実測として、個人ばく露測定、作業環境測定（A測定）及びスポット測定を実施する。

(i) 個人ばく露測定

個人ばく露測定については、その測定結果から算定される8時間加重平均濃度（TWA 8h）と有害性評価で算定された評価値とを比較し、リスク評価を行うこととなる。このため、ばく露実態調査の対象事業場において、ばく露が高いと思われる作業に従事している作業者を優先的に選定して測定を実施することとする。

測定対象者数は作業ごとに可及的に多いことが望ましいが、対象事業場のうち、一部の事業場の一部の作業場所に偏り過ぎた測定にならないように留意する。その際の目安としては、同一事業場の同一の作業から選定される被測定者の数は全数の3分の1を超えないようにする。

測定手順は、以下のとおりとする。

[測定手順]

- a サンプラーの選定
- b 作業環境中の共存物質の確認
 - * 共存物質は測定・分析上、妨害物質となる可能性があるので、共存物質がある場合には、対象物質の測定・分析が可能な方法を吟味する必要がある。
- c 作業者に対する説明
- d 呼吸域にサンプラーを装着（サンプラーの取扱い上の注意喚起*を含む。）
 - * 液体捕集に用いられる捕集器具（インピンジャー等）については、使用中に当該器具が破損した場合、捕集液に装着者等がばく露する危険性があるので、取扱いに係る注意を喚起する必要がある。
- e 測定
 - * 測定は昼食・休憩の時間を含めないことが望ましい。また、午前と午後でサンプラーを交換する2分割方式のサンプリングを行うかどうかは、評価や分析の定量下限を考慮して決定することとし、ばく露濃度が低い場合や測定機器の感度が十分でない場合は作業時間中連続サンプリングでも可とする。
- f 測定開始時刻及び終了時刻を記録
- g サンプラーの回収・保管
- h 測定・分析

表7 測定結果とりまとめ様式

作業工程	作業名No.	作業	作業	作業	作業	測定時間 (分)	測定濃度 (ppm、mg/m ³)	TWA 8 h (ppm、mg/m ³)	TWA 測定時間当 (ppm、mg/m ³)
		①	②	③	④				
	作業の名称								
	作業時刻								
事業場		測定の有無（○又は×を記入）							
作業者 a	サンプル①								
	サンプル②								
	合計								
作業者 b	サンプル①								
	サンプル②								
	合計								
作業者 c	サンプル①								
	サンプル②								
	合計								

(ii) 作業環境測定（A測定）

作業環境の測定については、個人ばく露測定におけるばく露の多寡に係る要因分析及び環境改善の検討が可能となるよう、作業場の環境を把握する目的で実施する。

このため、測定対象作業場については、事前調査における聞き取り等をもとに、作業者のばく露が予測される主要な作業場において実施することとする。測定方法については、作業環境測定基準（昭和51年労働省告示第46号）に準じて実施するものとする。

表8 測定結果整理表

工程名：		作業No.	作業①	作業②	作業③	作業④
作 業 工 程	単位作業場所					
	作業の名称					
	作業時間 (分)					
	A測定 結果 ppm (mg/m ³)	①				
	②					
	③					
	④					
	幾何 平均					

* A測定を実施した工程の欄に記入する。

(iii) スポット測定

スポット測定については、個人ばく露測定におけるばく露の多寡に係る要因分析が可能となるよう、作業による対象化学物質の発生レベルを把握する。

このため、測定対象作業については、事前調査における聞き取り等をもとに、作業者のばく露が予測される作業を対象に実施することとする。測定手順については、以下のとおりとする。

[測定手順]

- a サンプラーの選定
- b 対象作業の特定
- c 対象化学物質の発生源近傍にサンプラーを設置（屋外作業を含む）。サンプラーの設置は、風がある場合には風上風下の2点、風向が一定しない場合には発生源を取り囲む4点とする。
- d 測定時間は対象作業の開始から終了まで（最大20分）
- e 測定場所、測定時刻及び測定時の概要を記録
- f サンプラーの回収、保管
- g 測定・分析

表9 測定結果整理表

事業場名：					
作業 工程	作業No.	作業①	作業②	作業③	作業④
	作業の名称				
	測定作業場所				
	作業時刻 時間（分）				
スポット 測定結果 ppm (mg/m ³)	①				
	②				
	③				
	④				
	平均				

* スポット測定を実施した工程の欄に記入する。

(iv) 局所排気装置等の有効性の確認

局所排気装置を稼働して作業が行われている状態で、発散源近傍にスモークテスターを置き、局所排気装置への気流を確認する。気流が確認される場合は、同位置における流速を測定する。また、測定場所の換気量 (m³/h) についても可能な範囲で確認する。

(ウ) 測定方法の精度要件

ばく露濃度等を測定する場合には、あらかじめ対象物質の捕集・分析方法を策定するものとする。捕集・分析方法を策定する場合には、以下の精度要件を満たすものとする。

① 測定手法

(i) 回収率：90%以上

回収率は、90%以上であること。ただし、分析法によっては回収率90%以上を求めることが困難な分析法もある。その場合には、出来るだけ回収率が90%に近く、再現性の良い分析法を選定すること。その分析法で求めた回収率をその分析法の回収率として用いる。回収率は試料空気の捕集における捕集率と固体捕集における脱着溶液又は加熱による脱着における脱着率及び分析試料の調整・保存の各過程におけるいわゆる回収率の積として表される。液体捕集法においては一定の濃度の試料空気を一定時間、一定流量で捕集液に通気し、得られる試料液中の測定対象物質を定量し、その通気試料空気中の対象物質全量で除した値とする。具体的には次の式により算定が可能である。

$$\text{回収率} : e = \frac{W}{Q \times C}$$

W : 液体捕集法においては捕集溶液中、固体捕集法においては脱着溶液中に捕集され、調整した分析試料中の対象化学物質の量 (μg)

Q : 通気した試料空気の量 (ℓ)

C : 試料空気中の対象化学物質の濃度 (mg/m^3)

(ii) 脱着率 : 90%以上 (固体捕集の場合のみ)

脱着率は、90%以上であること。ただし、分析法によっては脱着率90%以上を求めることが困難な分析法もある。その場合には、出来るだけ脱着率が90%に近く、再現性の良い分析法を選定すること。その分析法で求めた脱着率をその分析法の脱着率として用いる。

対象化学物質を固体捕集管に捕集する場合（固体収集法）にあつては、捕集管に対象化学物質を捕集した後、溶媒脱着又は加熱脱着により、脱着した溶液を分析することとなる。

このため、対象化学物質と脱着溶媒の組み合わせごとに脱着率を検討し、その結果に基づいて測定操作の条件を定める。溶媒脱着及び加熱脱着における脱着率の検討は以下の方法により行う。

なお、加熱脱着については、捕集管に捕集された対象化学物質のほぼ全量を濃縮捕集することができるため、試料空気中の低濃度の化学物質を分析する有効な方法である。ただし、熱分解しやすい物質や沸点が高く気化しにくい化学物質には向かないことから、当該方法の採用に当たっては対象化学物質の試料空気中の濃度及び物理化学的性質を考慮する必要がある。

[直接添加法]

溶媒脱着における脱着率は以下の方法により検討を行う。

- a 脱着溶媒を選定する。
- b 対象化学物質を脱着溶媒に添加し、3濃度（最小濃度を目標濃度の値、最大濃度を2次評価値の2倍相当の値として、その間に設定）の標準溶液を調整する。
- c bの方法で3濃度の標準溶液を用いて、各濃度5サンプル（ $n=5$ ）ずつ作製し、これを $10\mu\text{l}$ のマイクロシリンジを用いて捕集管の捕集剤に所定量の標準溶液を添加し、その後、溶媒を蒸発させるため、実際の測定と同程度の通気速度で、空気を5～10分程度通気後、 4°C で約12時間保存する。また、試料溶剤を添加していない捕集管をブランクとして用意する。
- d 試験溶剤を添加した捕集管とブランクの捕集管を別々にバイアル瓶に移し、ホールピペットで脱着溶媒を一定量加え、対象物質を脱着溶媒に溶出させる。
- e 脱着率は、以下の式により算定する。

$$\text{脱着率}[\%] = \frac{\text{脱着された溶液中の対象化学物質の量}}{\text{直接添加した対象化学物質の量}}$$

[加熱脱着]

加熱脱着における脱着率は以下の方法により検討を行う。

- a T字管に捕集管を連結させ、高純度の窒素気流を流しながら調製した標準溶液をマイクロシリンジを用いて捕集管内に導入する。
- b その後、引き続き高純度の窒素ガスを通気させる事により試料を気化させて、対象化学物質を捕集管中の捕集剤に捕集する。
- c 使用する捕集管は、事前にGC/FIDに導入して分析し、ブランクのクロマトグラムを記録する。このとき、当該物質のブランクのピーク面積の値が、当該物質の規定濃度（例えば、2次評価値）の $1/10$ のもの