

【別添2】

令和4年度

化学物質管理に係る専門家検討会

中間取りまとめ

令和4年11月21日

厚生労働省労働基準局安全衛生部

## 目次

I	検討の趣旨及び経緯等	2
1	検討の趣旨	2
2	検討事項	2
3	中間取りまとめ	2
4	検討の経緯	2
5	構成員名簿	3
II	労働者のばく露が濃度基準値以下であることを確認する測定等について	5
第1	基本的考え方	5
1	労働者のばく露の最小化と濃度基準値の法令上の位置付け	5
2	確認測定の対象者の選定	7
3	測定の実施時期	9
4	ばく露低減措置の考え方	9
第2	短時間濃度基準値の設定と運用	10
1	短時間濃度基準値の設定と適用	10
第3	確認測定における試料採取時間等	11
1	8時間濃度基準値と比較するための試料空気の採取時間	11
2	短時間濃度基準値と比較するための試料空気の採取時間	11
3	短時間作業の場合の試料空気の採取時間	12
第4	リスクアセスメントにおける測定の実験採取場所及び評価	12
1	リスクアセスメントにおける測定の実験採取場所及び評価	12
第5	今後のスケジュール等	13
1	測定方法の詳細に関する法令上の位置付け	13
2	今後のスケジュール等	14
III	個人サンプリング法による作業環境測定の実験の在り方について	15
1	個人サンプリング法による作業環境測定の実験の在り方について	15
2	個人サンプリング法における測定手法の実験について	15
3	その他検討が必要な事項	16
4	今後のスケジュール等	16

別紙目次 \_\_\_\_\_ 17

別紙 1～5 \_\_\_\_\_ 19

## I 検討の趣旨及び経緯等

### 1 検討の趣旨

今般、国内で輸入、製造、使用されている化学物質は数万種類にのぼり、その中には、危険性や有害性が不明な物質が多く含まれる。さらに、化学物質による休業4日以上労働災害（がん等の遅発性疾病を除く。）のうち、特定化学物質障害予防規則等の特別則の規制の対象となっていない物質を起因とするものが多数を占めている。これらを踏まえ、従来、特別則による規制の対象となっていない物質への対策の強化を主眼とし、国によるばく露の上限となる基準等の制定、危険性・有害性に関する情報の伝達の仕組みの整備・拡充を前提として、事業者が、危険性・有害性の情報に基づくリスクアセスメントの結果に基づき、国の定める基準等の範囲内で、ばく露防止のために講ずべき措置を適切に実施する制度を導入することとしたところである。

この制度を円滑に運用するために、学識経験者からなる検討会を開催し、2に掲げる事項を検討する。

### 2 検討事項

- (1) 労働者に健康障害を生ずるおそれのある化学物質のばく露の濃度の基準及びその測定方法
- (2) 労働者への健康障害リスクが高いと認められる化学物質の特定並びにそれら物質の作業環境中の濃度の測定及び評価の基準
- (3) 労働者に健康障害を生ずるおそれのある化学物質に係るばく露防止措置
- (4) その他

### 3 中間取りまとめ

今般、本検討会は、2に掲げる検討事項のうち、次に掲げる事項について、中間的な取りまとめを行った。

- (1) ばく露が濃度基準値以下であることを確認する測定等について
- (2) 個人サンプリング法による作業環境測定の今後の在り方について

### 4 検討の経緯

#### ○ 第1回検討会（9月1日 14:00-16:00）

- ① 濃度基準の設定の考え方
- ② 濃度基準値の設定物質の優先順位の考え方及び対象物質の特定
- ③ がん原性物質の対象とする物質の基準の検討
- ④ その他

○ 第2回検討会（10月14日 15:00-17:00）

※ 全般事項の構成員と、ばく露防止対策の構成員のみ

- ① ばく露が濃度基準値を下回ることを確認するための測定方法の考え方
- ② 作業環境測定（個人サンプリング法）の対象物質の拡大の検討
- ③ その他

○ 第3回検討会（11月4日 15:00-17:00）

※ 全般事項の構成員と、ばく露防止対策の構成員のみ

- ① ばく露が濃度基準値を下回ることを確認するための測定方法の考え方
- ② 作業環境測定（個人サンプリング法）の対象物質の拡大の検討

## 5 構成員名簿

（全般に関する事項）

大前	和幸	慶應義塾大学 名誉教授
尾崎	智	一般社団法人 日本化学工業協会 常務理事 環境安全 レスポンシブル・ケア 推進 管掌
小野	真理子	独立行政法人 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 化学物質情報 管理研究センター 化学物質情報管理部 特任研究員
城内	博	独立行政法人 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 化学物質情報 管理研究センター長
高田	礼子	聖マリアンナ医科大学 医学部予防医学教室 主任教授
鷹屋	光俊	独立行政法人 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 化学物質情報 管理研究センター ばく露評価研究部長
武林	亨	慶應義塾大学 医学部 衛生学 公衆衛生学教室 教授
平林	容子	国立医薬品食品衛生研究所 安全性生物試験研究センター長
宮内	博幸	産業医科大学 作業環境計測制御学講座 教授
宮本	俊明	日本製鉄株式会社 東日本製鉄所 統括産業医
最川	隆由	一般社団法人 全国建設業協会 労働委員会 労働問題専門委員 西松建設株式会社 安全環境本部安全部長

(毒性に関する事項)

上野 晋 産業医科大学 産業生態科学研究所 職業性中毒学研究室 教授

川本 俊弘 中央労働災害防止協会 労働衛生調査分析センター所長

宮川 宗之 帝京大学 医療技術学部 スポーツ医療学科 教授

(ばく露防止対策に関する事項)

津田 洋子 帝京大学大学院 公衆衛生学研究科 講師

保利 一 産業医科大学 名誉教授

山室 堅治 中央労働災害防止協会 労働衛生調査分析センター 上席専門役

(50音順)

## Ⅱ 労働者のばく露が濃度基準値以下であることを確認する測定等について

### 第1 基本的考え方

※ 文献レビュー結果等は、別紙1参照

#### 1 労働者のばく露の最小化と濃度基準値の法令上の位置付け

- (1) リスクアセスメント対象物については、労働安全衛生法（昭和47年法律第57号。以下「安衛法」という。）第57条の3第1項に基づくリスクアセスメント（以下「リスクアセスメント」という。）を実施することが事業者<sup>1</sup>に義務付けられており、同条第2項により、リスクアセスメント結果に基づき、法令に基づく措置に加え、労働者の危険や健康障害を防止するために必要な措置を講ずるよう努めなければならないことが規定されている。これに加え、新たな化学物質規制においては、安衛法第22条に基づく措置として、労働安全衛生規則（昭和47年労働省令第32号。以下「安衛則」という。）第577条の2第1項でリスクアセスメント対象物を製造し又は取り扱う事業者に対して、リスクアセスメントの結果等に基づき、労働者の健康障害防止のため、代替物の使用、発散源を密閉する設備、排気装置の設置及び稼働、有効な呼吸用保護具の使用等により、リスクアセスメント対象物に労働者がばく露される程度を最小限にすることを義務付けている。さらに、同条第2項において、リスクアセスメント対象物のうち、厚生労働大臣が定める濃度の基準（以下「濃度基準値」という。）が定められた物質を製造し又は取り扱う業務を行う屋内作業場において、労働者のばく露の程度が濃度基準値を上回らないことを事業者<sup>1</sup>に義務付けている。
- (2) これらの規定には、測定の実施は義務付けられておらず、ばく露を最小化し、濃度基準値以下とするという結果のみが求められていることに留意する必要がある。また、これらの規定には優劣はなく、これらの規定に基づく措置を等しく実施することが必要なものである。なお、濃度基準値は、有機則、特化則等の特別則の適用のある物質には設定されない予定である。
- (3) 今後、リスクアセスメント対象物が約2,900物質に拡大される予定である一方、濃度基準値は800程度の物質に限られる見込みであることから、事業場においては、まずは、数理モデルの活用を含めた適切な方法により、事業場で製造し又は取り扱う、全てのリスクアセスメント対象物に対してリスクアセスメントを実施<sup>(注1)</sup>し、その結果に基づきばく露低減措置を実施する必要がある。さらに、リスクアセスメントの結果、労働者のばく露が濃度基準値を超えるおそれのある作業を把握した場合は、労働者のばく露の程度と濃度基準値を比較し、労働者のばく露が濃度基準値以下であることを確認するための測定（以下「確認測定」という。）を実施し、その結

果を踏まえて必要なばく露低減措置を実施すべきである<sup>(注2)</sup>。

- (4) 濃度基準値は、安衛法第 22 条に基づく健康障害を防止するための最低基準であることから、全ての労働者のばく露が、濃度基準値以下である必要がある。ただし、測定値の平均値の上限信頼限界が、濃度基準値以下であることを維持することまでは求める必要はないと考えられる。なお、濃度基準値は、法令上、労働者のばく露がそれを上回ってはならない基準であるため、労働者の呼吸域の濃度が濃度基準値を上回っていても、有効な呼吸用保護具の使用により、労働者のばく露を濃度基準値以下とすることが許容される<sup>(注3)</sup>。仮に、事業者が実施した確認測定の結果、労働者のばく露が濃度基準値を上回っていた場合は、直ちにばく露低減措置を講じる必要がある。また、労働基準監督機関が労働者のばく露が濃度基準値を上回っていることを把握した場合は、ばく露低減措置の実施を主眼とし、具体的な実施方法を示す、外部専門家の活用を促すなどにより、事業場に対して丁寧な指導を行うべきである。
- (5) 一方、安衛法第 57 条の 3 に定めるリスクアセスメントにおいては、濃度基準値がない物質については、一定以上のばく露があると推定される場合等、正確なばく露の評価を行う必要がある場合にのみ、測定を実施すべきである。この測定は、作業場全体のばく露を評価し、安衛則第 577 条の 2 第 1 項により、ばく露を最小限とするための対策を検討するために行うものであるから、工学的対策を実施する場合にあっては、労働者の呼吸域の測定のみならず、よくデザインされた場の測定<sup>(注4)</sup>も必要になる場合がある。また、統計的な根拠を持って事業場の有害物質のばく露が有効な管理下にあることを示すため、測定値のばらつきに対して、統計上の信頼区間(95%)を踏まえた評価を行うことが望ましい。
- (6) なお、建設作業等、毎回異なる環境で作業を行う場合については、異なる現場で毎回測定を行うことは困難であることから、典型的な作業を洗い出し、あらかじめそれら作業における労働者のばく露を測定し、その測定結果に基づく要求防護係数に対して十分な余裕を持った指定防護係数を有する呼吸用保護具を使用すること、防毒マスクの場合は適切な吸収缶を使用すること、局所排気装置の設置及び使用等により、それら典型的な作業において、労働者のばく露の程度の最小化を行うとともに、労働者のばく露が濃度基準値を上回らないと判断する方法も認められるべきである。
- (7) これらの安衛則第 577 条の 2 第 1 項及び第 2 項に関する一連の措置については、安衛則第 12 条の 5 第 1 項に規定する化学物質管理者が管理する事項に含まれていることから、化学物質管理者の管理下において実施する必要がある。

(注1) 濃度基準値が定められる化学物質は、リスクアセスメント対象物に含まれることから、まずは、リスクアセスメントを実施することが重要である。リスクアセスメントの実施時期は、安衛則第34条の2の7第1項の規定により、①リスクアセスメント対象物を原材料として新規に採用又は変更するとき、②リスクアセスメント対象物の作業の方法を新規に採用又は変更するとき、③リスクアセスメント対象物の危険性又は有害性に変化が生じ、又は生ずるおそれがあるときとされている。さらに、化学物質等による危険性又は有害性等の調査等に関する指針（平成27年危険性又は有害性等の調査等に関する指針公示第3号。以下「化学物質リスクアセスメント指針」という。）においては、前回のリスクアセスメントから一定の期間が経過し、設備等の経年劣化、労働者の入れ替わり等の知識等の変化、新たな安全衛生に係る知見の集積等があった場合には、再度、リスクアセスメントを実施するよう努めることとしている。なお、「新たな安全衛生に係る知見」には、濃度基準値が新たに定められた場合や、すでに使用している物質がリスクアセスメント対象物質になった場合が含まれることを明確にすべきである。

(注2) 労働者のばく露の程度が濃度基準値以下であることを確認する方法は、事業者において決定されるものであり、ここで述べる確認測定の方法以外の方法でも差し支えないが、事業者は、労働基準監督機関等に対して、労働者のばく露の程度が濃度基準値以下であることを明らかにできる必要がある。また、確認測定の精度を担保するため、作業環境測定士が測定に関与することが望ましい。

(注3) 労働者のばく露は、呼吸用保護具を使用していない場合は、労働者の呼吸域の濃度であり、呼吸用保護具を使用している場合は、呼吸用保護具の内側の濃度で表される。ただし、実際に呼吸用保護具の内側の濃度の測定を行うことは困難であるため、労働者の呼吸域の濃度を呼吸用保護具の指定防護係数で除して、呼吸用保護具の内側の濃度を算定する。

(注4) 主として工学的対策の実施のために、化学物質の発散源の特定、局所排気装置等の有効性の確認等のために、固定点で行う測定をいう。従来の作業環境測定のア・B測定の手法も含まれる。場の測定については、作業環境測定士の関与が望ましい。

## 2 確認測定の対象者の選定

(1) 事業者は、安衛法第57条の3のリスクアセスメントの結果、作業内容の調査、場の測定の結果、数理モデルによる解析の結果等<sup>(注1)</sup>を踏まえ、有害物質へのばく露がほぼ均一であると見込まれる作業（均等ばく露作業）に従事する労働者のばく露濃度を評価すべきである。その結果、労働者のばく露の程度が、安衛則第577条の2第2項の8時間の時間加重平均の濃度基準値（以下「8時間濃度基準値」という。）の2分の1程度<sup>(注2)</sup>を超え



ると評価された場合は、確認測定を実施すべきである。

- (2) 全ての労働者のばく露が濃度基準値以下であることを確認するという趣旨から、事業者が、最も高いばく露を受ける均等ばく露作業において労働者の呼吸域の測定を行い<sup>(注3)</sup>、その測定結果に基づき、事業場の全ての労働者に対して一律の（厳しい）ばく露低減措置を行うのであれば、それよりも低いばく露が想定される作業に従事する労働者の測定を行う必要はない。しかし、事業者が、ばく露濃度に応じてばく露低減措置の内容や呼吸用保護具の要求防護係数を作業ごとに最適化するためには、均等ばく露作業ごとに最大ばく露労働者を選び、測定を実施することが望ましい。
- (3) 均等ばく露作業ごとの測定を行う場合は、均等ばく露作業に従事する作業者を把握した上で、その中で最も高いばく露を受ける労働者を選定し、当該労働者の呼吸域の濃度を測定することが妥当である<sup>(注4)</sup>。なお、通常、十分な能力を有する者が十分な事前調査を実施すれば、最も高いばく露を受ける労働者は判断できる<sup>(注5)</sup>。
- (4) 均等ばく露作業の特定に当たっては、ばく露測定結果が全員の平均の50%から2倍の間に収まらない場合は、均等ばく露作業を細分化することが望ましい。
- (5) 労働者のばく露の程度の最小化と、労働者のばく露の程度を濃度基準値以下とすることについては、安衛則第577条の2第10項の規定により、関係労働者の意見を聴取するとともに、安衛則第22条第11号の規定により、衛生委員会において、それらの措置を審議することが義務付けられていることに留意し、確認測定の結果の共有も含めて、関係労働者との意思疎通を十分に<sup>(注6)</sup>行うとともに、衛生委員会で十分な審議を行う必要がある。

(注1) 数理モデルを活用した対応が可能となるよう、クリエイトシンプル等の改修等を行うべきである。

(注2) 数理モデルによるばく露濃度の推定は、ばく露濃度が高くなると、ばらつきが大きくなり、推定の信頼性が低くなることを踏まえたもの。ばく露濃度を低くするため、必要なばく露低減措置を実施することが重要となる。

(注3) 8時間濃度基準値の2分の1程度を超えている労働者に対する確認測定は、当該労働者の呼吸域の濃度が濃度基準値を超えていた場合、呼吸用保護具の要求防護係数を算出するための測定を兼ねるため、労働者の呼吸域の濃度を測定する必要がある。

(注4) 測定結果のばらつきや測定の失敗等を考慮し、8時間濃度基準値との比較を行うための測定については、均等ばく露作業ごとに、最低限2人の測定対象者を選定することが望ましい。第2で述べる短時間濃度基準値との比較については、最も高いばく露を受ける労働者のみを対象とすることで差し支えない。

(注5) 均等ばく露作業において、最も高いばく露を受ける労働者を特定できない場合は、均等ばく露作業に従事する者の5分の1程度の労働者を抽出して測定を実施する方法がある。米国労働安全衛生研究所(NIOSH)では、事業場の労働者全体のランダムサンプリングを前提として、非常に高いサンプリング率を求めているが、英国健康安全庁(HSE)では、労働者を均等ばく露グループごとに分けることを前提として、均等ばく露グループごとに、少なくとも5分の1の労働者を測定すべきとしている。

(注6) 労働者の呼吸域の濃度の測定には、労働者の身体に試料採取機器を装着する必要があることから、労働者に測定の趣旨を理解してもらい、協力を得る必要がある。

### 3 測定の実施時期

(1) 測定の頻度については、濃度基準値を上回るばく露が発生していないことを確認する趣旨から、労働者の呼吸域の濃度が、濃度基準値を超えている作業場については、少なくとも6月に1回、個人ばく露測定等<sup>(注1)</sup>を実施し、呼吸用保護具等のばく露低減措置が適切であるかを確認する必要がある。

(2) 労働者の呼吸域の濃度が濃度基準値の2分の1程度を上回り、濃度基準値を超えない作業場所については、一定の頻度で確認測定を実施することが望ましい。その頻度については、安衛則第34条の2の7及び化学物質リスクアセスメント指針に規定されるリスクアセスメントの実施時期を踏まえつつ、リスクアセスメントの結果、固定式のばく露モニタリングの結果、工学的対策の信頼性、製造し又は取り扱う化学物質の毒性の程度等を勘案し、労働者の呼吸域の濃度に応じた頻度<sup>(注2)</sup>となるように事業者が判断すべきである。

(注1) 最初の測定は要求防護係数を算出するため個人ばく露測定が必要であるが、定期的に行う測定は、ばく露状況に大きな変動がないことを確認する趣旨であるため、固定式の連続モニタリングや場の測定といった方法も認められる。

(注2) 全ての場合について定期的な測定が望ましいということではなく、局所排気装置等を整備し、作業環境を安定的に管理している場合や、固定式のばく露モニタリングによってばく露を監視している場合は、作業の方法や排気装置等の変更がない限り、呼吸域の測定を再度実施する必要はない。

### 4 ばく露低減措置の考え方

(1) 労働者のばく露を濃度基準値以下とするための方法については、すでに化学物質リスクアセスメント指針に規定されているように、有害性の低い物質への代替、工学的対策、管理的対策、個人用保護具<sup>(注)</sup>の使用とい

優先順位に従い、事業者が対策を検討し、実施する必要がある。

- (2) 個人用保護具のうち、呼吸用保護具の選択と使用については、適切な選択と使用を確保するため、米国や英国で、別規則で詳細な規定を置いていることを踏まえ、呼吸用保護具の選択と使用について詳細な規定が必要である。具体的には、溶接ヒューム測定等告示で定める方法を踏まえ、JIS T 8150 に定める方法により、個人ばく露測定の結果に基づき呼吸用保護具の要求防護係数を算出し、それを上回る指定防護係数を有する呼吸用保護具を使用させる必要がある。また、防毒マスクの場合は、適切な吸収缶の選択と破過時間の管理が必要である。さらに、米国安全衛生庁（OSHA）規則と同等な方法である、JIS T 8150 に定める方法により、フィットテストを定期的実施する必要がある。なお、これらの一連の呼吸用保護具に関する措置は、保護具に関して必要な教育を受けた保護具着用管理責任者の管理下で行われる必要がある。

(注) 個人用保護具については、適切に選択され、使用されなければ効果を発揮しないことを踏まえ、本質安全化、ばく露低減対策の信頼性といった観点からこの優先順位が設定されていることに留意する必要がある。

## 第2 短時間濃度基準値の設定と運用

※ 文献レビュー結果等は、別紙2参照

### 1 短時間濃度基準値の設定と適用

- (1) 短時間濃度基準値については、各国の基準を踏まえ、作業中のいかなる15分間の時間平均値も超えてはならない濃度として設定されるべきである。さらに、8時間濃度基準値を超え、短時間濃度基準値以下の濃度のばく露については、各国の基準において抑制する必要性が強調されていることから、米国 ACGIH やドイツ DFG の基準を踏まえ、これらばく露については、1回あたり15分を超えず、8時間で4回までかつ1時間以上の間隔を空けるように努めるべきである。
- (2) 短時間濃度基準値が設定されていない物質についても、米国 ACGIH が述べるように、毒性学の見地から、8時間シフト中のばく露時間が1時間で残りの時間はばく露がゼロの場合に、8時間濃度基準値の8倍のばく露濃度を許容することのないようにする必要がある。このため、英国 HSE の基準を踏まえ、作業期間のいかなる15分間の時間加重平均値が、8時間濃度基準値の3倍を超えないように努めるべきである。

### 2 天井値について

天井値については、英国 HSE、ドイツ DFG では設定されていない。天井値を定める米国 OSHA 規則や ACGIH においても、連続測定ができない場合は、15 分間平均濃度で評価することが認められており、いかなる瞬間も超えてはならないという天井値の趣旨どおりの適用は必ずしも行われていない。現時点における連続測定手法の技術的境界を踏まえると、英国、ドイツの基準の例を踏まえ、天井値については設定しない方向で検討すべきである。

### 第 3 確認測定における試料採取時間等

※ 文献レビュー結果等は、別紙 3 参照

#### 1 8 時間濃度基準値と比較するための試料空気の採取時間

(1) 確認測定は、労働者のばく露の測定であることから、空気試料の採取は労働者の呼吸域で行う必要がある。空気試料の採取の時間については、8 時間濃度基準値と比較するという趣旨を踏まえ、米国 NIOSH、英国 HSE、米国 AIHA が共通で述べているように、8 時間の 1 つの試料か 8 時間の複数の連続した試料とすることが望ましい<sup>(注1)</sup>。8 時間未満の連続した試料や短時間ランダムサンプリングは望ましくない。

(2) 例外として、米国 AIHA では、作業日を通じて労働者のばく露が比較的均一である自動化・密閉化された作業という限定的な場面を挙げているが、英国 HSE が述べているように、測定されない時間の存在は、ばく露測定の信頼性に対する深刻な弱点となるため、測定されていない時間帯のばく露状況が測定されている時間帯と均一であることを、過去の測定結果や作業工程の観察等によって立証することが求められる。この場合であっても、英国 HSE のように、試料採取時間は、ばく露が高い時間帯を含めて、少なくとも 2 時間（8 時間の 25%）以上である必要がある<sup>(注2)</sup>。

(注 1) 8 時間濃度基準値との比較をするための労働者の呼吸域の測定に当たっては、自社の作業環境測定士（第二種でもよい。）が試料採取を行い、その試料の分析を作業環境測定機関に委託する方法がある。この場合、作業内容や労働者をよく知る者が試料採取を行うことができるため、試料採取の適切な実施が担保できるとともに、試料採取の外部委託の費用を低減することが可能となる。

(注 2) 化学物質へのばく露を伴う作業が 1 日 8 時間を超える場合は、8 時間濃度基準値より低い値で労働者のばく露を管理する必要がある。このような作業のばく露管理には、専門家の関与が必要である。

#### 2 短時間濃度基準値と比較するための試料空気の採取時間

- (1) 労働者のばく露が短時間濃度基準値以下であることを確認するための測定においては、最もばく露が高いと推定される労働者（1人）について、最もばく露が高いと推定される作業時間の15分間に測定を実施する必要がある。
- (2) 測定については、測定結果のばらつきや測定の失敗等を防ぐ観点から、同一作業シフト中に少なくとも3回程度実施し、最も高い測定値で評価を行うことが望ましい。ただし、同一作業シフト中の作業時間が15分程度以下である場合は、1回で差し支えない。

### 3 短時間作業の場合の試料空気の採取時間

- (1) 短時間作業が断続的に行われる場合や、同一労働日で化学物質を取り扱う時間が短い場合には、8時間の試料を採取することが困難である。この場合は、作業の全時間の試料を断続的に採取し、作業実施時間外のばく露がゼロの時間を加えて8時間加重平均値を算出するか、作業を実施しない時間を含めて8時間の測定を行って、8時間加重平均値を算出する。
- (2) この場合、8時間加重平均値と8時間濃度基準値を単純に比較するだけでは、短時間作業の作業中に8時間濃度基準値をはるかに上回る高いばく露が許容されるおそれがある。それを防ぐため、短時間濃度基準値が設定されている場合は、15分間の時間加重平均値を測定することで急性毒性の影響を評価する必要がある<sup>(注)</sup>。短時間濃度基準値が設定されていない場合は、別途15分間の試料を採取し、15分間の時間加重平均値が8時間濃度基準値の3倍を超えないように努めるべきである。
- (3) なお、一日の作業時間が8時間の3分の1より短い場合は、溶接ヒューム測定等告示のように、測定した時間に応じて時間加重平均値を算出し、その値と8時間濃度基準値を比較する方法も考えられる。

(注) 短時間作業の場合は、最もばく露が高い時間の15分間の時間加重平均値の評価の方が、8時間時間加重平均値の評価より重要となる。

## 第4 リスクアセスメントにおける測定の試料採取場所及び評価

※ 文献レビュー結果等は、別紙4参照

### 1 リスクアセスメントにおける測定の試料採取場所及び評価

- (1) 安衛則第577条の2第1項及び安衛法第57条の3第2項の求めるところは、労働者のばく露が最低基準である安衛則第577条の2第2項の濃度基準値以下であることのみならず、工学的対策、管理的対策、保護具の使

用等を駆使し、労働者のばく露を最小限とすることを事業者に求めていると解される。工学的対策の設計と評価を実施する場合には、試料採取箇所は、労働者の呼吸域のみならず、良くデザインされた場の測定も必要となる。

- (2) 安衛則第 577 条の 2 第 1 項及び安衛法第 57 条の 3 第 2 項は、高いばく露を受けている者のばく露を引き下げのみならず、事業場における全ての労働者のばく露を最小限とすることを求めているものであるから、ばく露評価も、事業場のばく露状況を包括的に評価できるものであることが望ましい。このため、最も高いばく露を受ける均等ばく露作業のみならず、幅広い均等ばく露作業を対象とした労働者の呼吸域の測定を行い、その測定結果を統計的に分析し、統計上の信頼区間（95%）を活用した評価や最も濃度の高い時間帯に行う測定の結果を活用した評価を行うことが望ましい。
- (3) なお、建設作業等、毎回異なる環境で作業を行う場合については、異なる現場で毎回測定を行うことは困難であることから、典型的な作業を洗い出し、あらかじめそれら作業における労働者のばく露を測定し、その測定結果に基づき、あらかじめ、十分な余裕を持って必要なばく露低減措置を決定しておくことで、それら作業に関するリスクアセスメント及びその結果に基づく措置を実施する方法も認められるべきである。

## 第 5 今後のスケジュール等

### 1 測定方法の詳細に関する法令上の位置付け

- (1) 安衛則第 577 条の 2 第 1 項及び第 2 項においては、いずれも測定を義務付けていないことを踏まえ、第 1 から第 4 に記載した事項については、安衛法第 28 条第 1 項の規定に基づき、事業者が講ずべき措置の適切かつ有効な実施を図るための技術上の指針として公表すべきである<sup>(注1)</sup>。
- (2) この技術上の指針には、第 1 の 4 (2) に記載された、有効な呼吸用保護具の選定、使用に関する詳細事項も付記すべきである。
- (3) この技術上の指針には、濃度基準値が定められた物質に係る試料採取方法と分析手法<sup>(注2)</sup>についても付記すべきである。

(注1) 技術上の指針には、フローチャートなど、必要な措置の流れの全体を一覧できるものを添付すべきである。また、リスクアセスメント指針との関係性も明確にすべきである。

(注2) 具体的な試料採取方法や分析手法の内容については、濃度基準値の検討を行う際に検討する。

## 2 今後のスケジュール等

- (1) 本中間取りまとめは、化学物質管理者の講習内容等にも影響を与えるため、速やかに公表すべきである。
- (2) 確認測定は、濃度基準値に応じて行うものであるから、この技術上の指針の公表は、濃度基準値を定める厚生労働大臣告示と時期を合わせるべきである<sup>(注)</sup>。
- (3) この技術上の指針の策定に当たっては、パブリックコメントにより広く国民の意見を聴取すべきである。

(注) 濃度基準値の値は、有害性に関する文献を根拠として決定すべきである。ただし、濃度基準値を定める際には、測定の実施可能性、呼吸用保護具の適用可能性については、あらかじめ確認すべきである。

### Ⅲ 個人サンプリング法による作業環境測定の後々の在り方について

#### 1 個人サンプリング法による作業環境測定の後々の在り方について

(1) 個人サンプリング法による作業環境測定（C・D測定）は、現時点では実績が少ない（詳細は別紙5の2の「個人サンプリング法に係るアンケート結果①」参照。）が、次に掲げる理由から、個人サンプリング法による作業環境測定を適用できる作業場の種類を拡大していくべきである。

- ① 個人サンプリング法による作業環境測定とその結果の評価は、リスクアセスメントのための個人ばく露測定とその結果の統計的な評価を兼ねることができること
- ② 個人ばく露測定の担い手を育成するという観点から、個人サンプリング法による作業環境測定に習熟した作業環境測定士の育成が必要であること
- ③ 再測定の結果も第三管理区分となった事業場に対する措置の強化に関して、呼吸用保護具の選択のための測定は、個人サンプリング法による作業環境測定又は個人ばく露測定が原則となること

(2) アンケート結果においては、約5割の作業環境測定機関が個人サンプリング法には利点があるとしている一方（別紙の2の「個人サンプリング法に係るアンケート結果②」）、問題があるとしたのは約3割であった（別紙5の2の「個人サンプリング法に係るアンケート結果④」）。その問題点も、個人サンプリング法に要する経費がA・B測定と比較して高額となる等、費用に関するものがほとんどであり、個人サンプリング法の測定としての精度面での指摘はなかった。

#### 2 個人サンプリング法における測定手法の検討について

- (1) 個人サンプリング法による作業環境測定に追加可能な化学物質等については、別紙5の3の「個人サンプリング法における測定手法の検討①」の物質等について、追加することに技術上の課題はない。
- (2) 別紙5の3の「個人サンプリング法における測定手法の検討②」の現行の作業環境基準にない測定法を取り入れること等で追加可能となる7物質については、NIOSH法には、測定精度等についての自己評価の記載があることから、それらを確認した上で、判断すべきである。
- (3) 別紙5の3の「個人サンプリング法における測定手法の検討②」の引き続き検討が必要な19物質については、次に掲げる事項について検討し、判断すべきである。
  - ① D測定で管理濃度の10分の1の濃度を精度良く測定できることを確



認する必要性（理由の④）については、D測定は、C測定と異なり、統計的評価を行わず、また、作業中の最も高い濃度と管理濃度を比較するためのものである趣旨から、管理濃度の10分の1の濃度を精度良く測定できる必要はなく、管理濃度を精度良く測定する観点から可能な方法を検討すべきである。

- ② 液体捕集法で捕集する化学物質については、諸外国で使用されている試料採取機器の情報を収集するなどにより、実現可能性を検討すべきである。

### 3 その他検討が必要な事項

- (1) 個人サンプリング法の精度管理の制度を構築すべきである。選択した試料採取機器によって分析手法（前処理等）も異なり、精度に影響を与えるからである。
- (2) 個人サンプリング法の実施に当たっては、自社で育成した作業環境測定士（第二種でもよい。）により、試料採取を行い、試料の分析だけを作業環境測定機関に委託する方法<sup>(注)</sup>について周知を図るべきである。

(注) 作業内容や労働者をよく知る者が試料採取を行うことになるため、試料採取のデザインの精度の向上や試料採取の安定した実施が担保できる。

### 4 今後のスケジュール等

- (1) 別紙5の3の「個人サンプリング法における測定手法の検討①」に掲げる物質等については、個人サンプリング法による作業環境測定が実施できるよう、本年度中を目途に、作業環境測定基準を改正する。
- (2) 別紙5の3の「個人サンプリング法における測定手法の検討②」の作業環境測定基準にない測定法を取り入れることによる可能となる物質については、NIOSH法等の信頼性等を検討した上で、可能な物質について、順次、作業環境測定基準の改正を行う。
- (3) 別紙5の3の「個人サンプリング法における測定手法の検討②」の引き続き検討が必要な物質については、2(3)に掲げる検討を行った上で、可能な物質について、順次、作業環境測定基準の改正を行う。
- (4) (2)及び(3)については、改めて本検討会で検討を行う。作業環境測定基準の改正に当たっては、パブリックコメントにより国民の意見を聴取する。

## 別紙目次

別紙 1	ばく露測定の基本的考え方に関する文献等	19
第 1	関係文献のレビュー	19
1	米国安全衛生庁 (OSHA) におけるばく露の測定の考え方	19
2	OSHA と米国労働安全衛生研究所 (NIOSH) の測定対象者の選定の考え方	21
3	英国健康安全庁 (HSE) におけるばく露防止の基本的考え方	22
4	HSE におけるばく露測定対象者の選定	22
5	HSE におけるリスクアセスメント及び測定の頻度	22
6	米国産業衛生専門家協会 (AIHA) におけるばく露測定の基本的考え方	24
第 2	関係法令	24
1	安衛則第 577 条の 2 第 1 項及び第 2 項の安衛法上の位置付け	24
2	特化則 (金属アーク溶接等作業関係) における呼吸用保護具の選定関係の規定	25
第 3	考察	25
1	労働者のばく露の最小限化と濃度基準値の法令上の位置付け	25
2	ばく露低減措置の考え方	27
3	測定の対象者の選定	28
4	ばく露評価・測定の実施時期	30
	参照文献	31
別紙 2	ばく露測定における短時間ばく露限度の適用に関する文献等	33
第 1	関係文献のレビュー	33
1	米国安全衛生庁 (OSHA) 規則における短時間ばく露限度の適用	33
2	米国産業衛生専門家会議 (ACGIH) における短時間ばく露限度の適用	33
3	英国安全衛生庁 (HSE) における 8 時間ばく露基準と短時間ばく露基準の適用の考え方	34
4	ドイツの短時間基準と 8 時間基準の関係	34
第 2	考察	35
1	短時間ばく露限度の設定と適用	35
	参照文献	36

別紙3	ばく露測定における試料採取時間等に関する文献等.....	38
第1	関係文献のレビュー.....	38
1	米国安全衛生庁 (OSHA) /米国労働安全衛生研究所 (NIOSH) における試料採取時間と試料数 (8時間加重平均の基準)	38
2	OSHA/NIOSH における試料採取時間と試料数 (短時間ばく露基準・天井値) ...	39
3	OSHA/NIOSH における試料採取時間と試料数 (非定常作業時) .....	39
4	英国安全衛生庁 (HSE) における試料採取時間と試料採取数.....	40
5	米国産業衛生専門家協会 (AIHA) の標準手法における試料採取時間と試料数..	40
第2	関係法令 .....	41
1	特化則 (金属アーク溶接等作業関係) における呼吸用保護具の選定関係規定..	41
第3	考察 .....	41
1	濃度基準値と比較するための試料空気の採取時間 (8時間加重平均値) .....	41
2	濃度基準値と比較するための試料空気の採取時間 (15分間加重平均値) .....	43
	参照文献 .....	44
別紙4	リスクアセスメント (包括的評価) のための測定の統計的評価に関する文献等	45
第1	関係文献のレビュー.....	45
1	米国安全衛生庁 (OSHA) /米国労働安全衛生研究所 (NIOSH) の測定の統計的評価	45
2	英国安全衛生庁 (HSE) におけるリスクアセスメントのための試料採取場所...	46
3	米国産業衛生専門家協会 (AIHA) における包括的なばく露評価.....	46
第2	関係法令 .....	46
1	安衛則第577条の2第1項及び法第57条第3項のリスクアセスメントの規定.	46
2	作業環境測定における統計的評価.....	46
第3	考察 .....	47
1	リスクアセスメント (包括的評価) における測定の試料採取場所及び評価....	47
	参照文献 .....	48
別紙5	個人サンプリング法による作業環境測定の今後の在り方について.....	50
1	個人サンプリング法による作業環境測定の概要.....	50
2	個人サンプリング法に係る作業環境測定機関へのアンケート結果等.....	53

## 別紙 1 ばく露測定の基本的考え方に関する文献等

### 第 1 関係文献のレビュー

#### 1 米国安全衛生庁(OSHA)におけるばく露の測定の考え方

- (1) 米国安全衛生庁(OSHA)では、労働安全衛生規則(CFR 29.1910)のサブパート Z (有毒及び有害物質) において、許容ばく露限度 (PEL)を定めるとともに、非発がん性物質に対するばく露防止措置を物質別に規定している (例: CFR 29.1910.1028)。その内容はほぼ共通しており、労働者のばく露測定についても規定がある。典型的なポイントは①労働者のばく露の測定、②健康調査、③遵法の方法、④液体状の物質の取扱と使用、⑤労働者教育、⑥記録、⑦衛生と整頓である(NIOSH (1977) p.8)。
- (2) 個別物質に対する規制を規定している米国 OSHA 規則 (CFR 29.1910.1017 等) においては、ばく露測定について、①アクションレベル(AL)を許容ばく露限度(PEL)の2分の1と定義し、②初期ばく露モニタリングと測定を実施し、労働者の呼吸域の濃度がアクションレベルを超えていないことを確認し、③アクションレベルを超えている労働者を把握した場合、次の頻度でばく露を特定する。(i)ばく露限度(PEL)を超えている場合は、3ヶ月に1回、(ii)アクションレベルを超えている場合は6ヶ月に1回、(iii) 5日以上の間を開けた2回の測定によりばく露がアクションレベルを下回る場合、定期的な測定を停止可能。④化学物質の放出に影響する製品、工程や管理の変更があった場合や、労働者がアクションレベルを超えているおそれがある場合、初期モニタリング及び測定を再度実施する、と規定している。
- (3) これらの規定内容について、米国労働安全衛生研究所(NIOSH)がフローチャートを作成している(NIOSH(1977) Figure 1.1. p.11)。①アクションレベル (PELの1/2)の値を超えるようなばく露を受けている労働者の有無を判断する (この時点では、ばく露測定は求められない。)、②アクションレベルを超えているおそれがある場合、各作業グループで最大のばく露を受けていると想定される者に対してばく露測定を行う、③測定結果、ばく露濃度がアクションレベルを超えている場合、アクションレベルを超えている労働者を特定し、ばく露測定を実施する、④測定の結果、ばく露濃度が PEL を超えている場合、ばく露低減措置を実施する、という流れになっている。

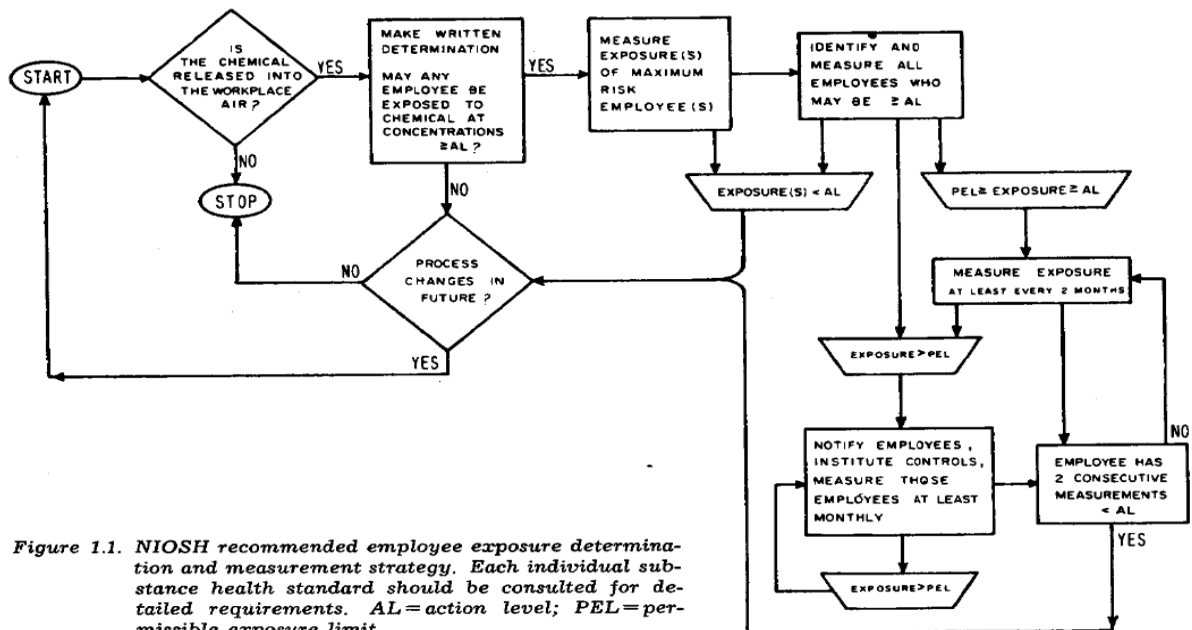


Figure 1.1. NIOSH recommended employee exposure determination and measurement strategy. Each individual substance health standard should be consulted for detailed requirements. AL=action level; PEL=permissible exposure limit.

- (4) 前述の米国 OSHA 規則では、ばく露の平均値の上限信頼区間限界(upper confidence limits)が、許容ばく露限度を下回ることを維持することは求めておらず、求められているのは、試料採取や分析機器の精度のみであるとされている (NIOSH(1977) p.9)。単純な法令上の考え方としては、適切な試料採取と分析方法を用いた測定により、労働者のばく露濃度がばく露限度を超えていれば、法令違反を構成するとしている。この考え方では、いくつの測定試料を採取すべきかについての規定はないとしている (NIOSH(1977)p.15)。NIOSH は、望ましい方法として、統計的評価を行う場合のガイダンスを示している (NIOSH (1977) Chapter 4)。
- (5) 米国 OSHA 規則のサブパート Z の空気中汚染物質に関する規定 (CFR 29.1910.1000) においては、限度値を遵守しているかどうかの確認をするための測定は、天井値(Ceiling)が連続測定(instantaneous monitoring)ができない場合は、15 分間の時間加重平均値として評価し、労働日のいかなるときも天井値を超えていないことを確認することを求めている (CFR 29.1910.1000(a)(1))。
- (6) 限度値を遵守するための方法については、1910.1000e において、管理的対策又は工学的対策をまず実施し、これらでは完全に遵法できない場合は、個人用保護具や他の保護具を使用し、労働者のばく露が限度値の範囲内にするようにしなければならないことを規定している。さらに、これら保護具の使用や技術的対策については、インダストリアルハイジニストや他の技術的に資格を有する者の承認を得なければならないとしている。また、呼吸用保護具を使用する場合は、別途の規定(1910.134)を遵守することを求めている。

## 2 OSHA と米国労働安全衛生研究所(NIOSH)の測定対象者の選定の考え方

- (1) NIOSH(1977)は、米国 OSHA 規則の意図は、全ての労働者のばく露を測定することであり、最大ばく露労働者を特定できた場合でも、ランダムサンプリングによって最大ばく露者を含む測定を行う場合のいずれについても、全ての労働者について、基準値を上回っていないかを判断することを目的としており、この意味で、最もばく露した労働者のばく露が基準値以下であれば、他の労働者も基準値以下であることを推定することは合理的であるとしている (p.33)。
- (2) NIOSH(1977)においては、米国 OSHA 規則は、いずれかの労働者がアクションレベル (ばく露限度の 1/2 の値) を超える可能性がある場合、最も高いばく露を受けると予想される労働者又は作業グループを選び、ばく露測定を行うことを求めているとしている (p.33)。これにより、サンプリングの負担を合理的に減少させることができるとしている。複数の作業が行われている場合は、それぞれの作業において最も高いばく露を受ける労働者を選定するとしている(p.34)。最も高いばく露を受ける労働者の選定方法については、一般的な方法はないとしつつも、通常、十分な情報をもった有資格者が事前調査を実施すれば、最も高いばく露をする労働者を判断できるとしている。有害物の発散源からの距離が最も短い労働者を選ぶことが最もよい方法としつつ、労働者の移動、空気の流れ、個人の作業の癖等も考慮すべきとしている (p.34)。
- (3) NIOSH(1977)は、仮に、最も高いばく露を受ける労働者を特定できない場合、労働者集団からのランダムサンプリングを行うとしている(p.34)。この場合、同じようなばく露を受ける労働者グループを選定し、その中から、最も高いばく露をする労働者を確実に含む適切な人数のサブグループをランダムサンプリングにより選定すべきとしている(p.34)。サンプルサイズは、サンプルの上位 10%のばく露群がサンプルに含まれる確率が 90%となるように対象者を抽出するとしている。この条件を満たすために、作業数数が 10 人以下の場合、9 割を超える非常に高い抽出率が指定されている (p.35. Table 3.1 参照)。この測定結果から、最も高く被ばくする労働者を把握する (測定結果を統計処理して評価することは意図されていないことに注意)。
- (4) 米国 OSHA 規則は、測定された労働者のばく露に関わる判断の際、統計的な評価を求めている (p.16)。単純な法令的なアプローチとしては、適切な測定方法によって測定された結果が限度を上回っていた場合、法令違反を構成するとしている。一方で、NIOSH (1977)は、適切な統計的な根拠を持つサンプリング計画と統計的な評価を用いて労働環境のサンプリングを行うべきとしている(p.15)。

TABLE 3.1. SIZE OF PARTIAL SAMPLE FOR TOP 10% AND CONFIDENCE 0.90

Size of group N*	Number of required samples†‡
8	7
9	8
10	9
11-12	10
13-14	11
15-17	12
18-20	13
21-24	14
25-29	15
30-37	16
38-49	17
50	18

\*N = original equal risk group size.

†n = sample size or subgroup size.

‡n = N if N < 7.

- (5) NIOSH(1977) においては、ばく露測定の結果が、アクションレベルを超えていた場合、少なくとも2ヶ月に1回、許容ばく露限度 (PEL) を超えていた場合は、少なくとも月に1回、測定することを求めている (p.11 Figure 1.1.)。

### 3 英国健康安全庁 (HSE) におけるばく露防止の基本的考え方

- (1) 英国の健康有害物質管理規則 (英国 COSHH 規則) においては、第6条(1)でリスクアセスメントの実施、第7条でばく露の防止又は管理を義務付け、第10条において、適切なばく露管理の維持のために必要な場合、職場のばく露のモニタリングを義務付けている。第7条(7)で**ばく露基準が設けられている物質は、基準を上回らないように管理することを義務付けている (COSHH(2002))**。HSE(2006)によれば、これら一連のアプローチは、基礎調査と詳細調査によって実施される(p.10 Fig.2 参照)。HSE(2006)によれば、詳細調査は、基礎調査によって、労働者のばく露が作業場所のばく露限度 (WEL) に近い場合等に実施される。
- (2) 英国 COSHH 規則第7条を遵守しているかを確認するために、遵法測定 (compliance testing)が行われる。規則は、全ての労働者に保護が行き渡ることを求めている(HSE (2006)p.15)。

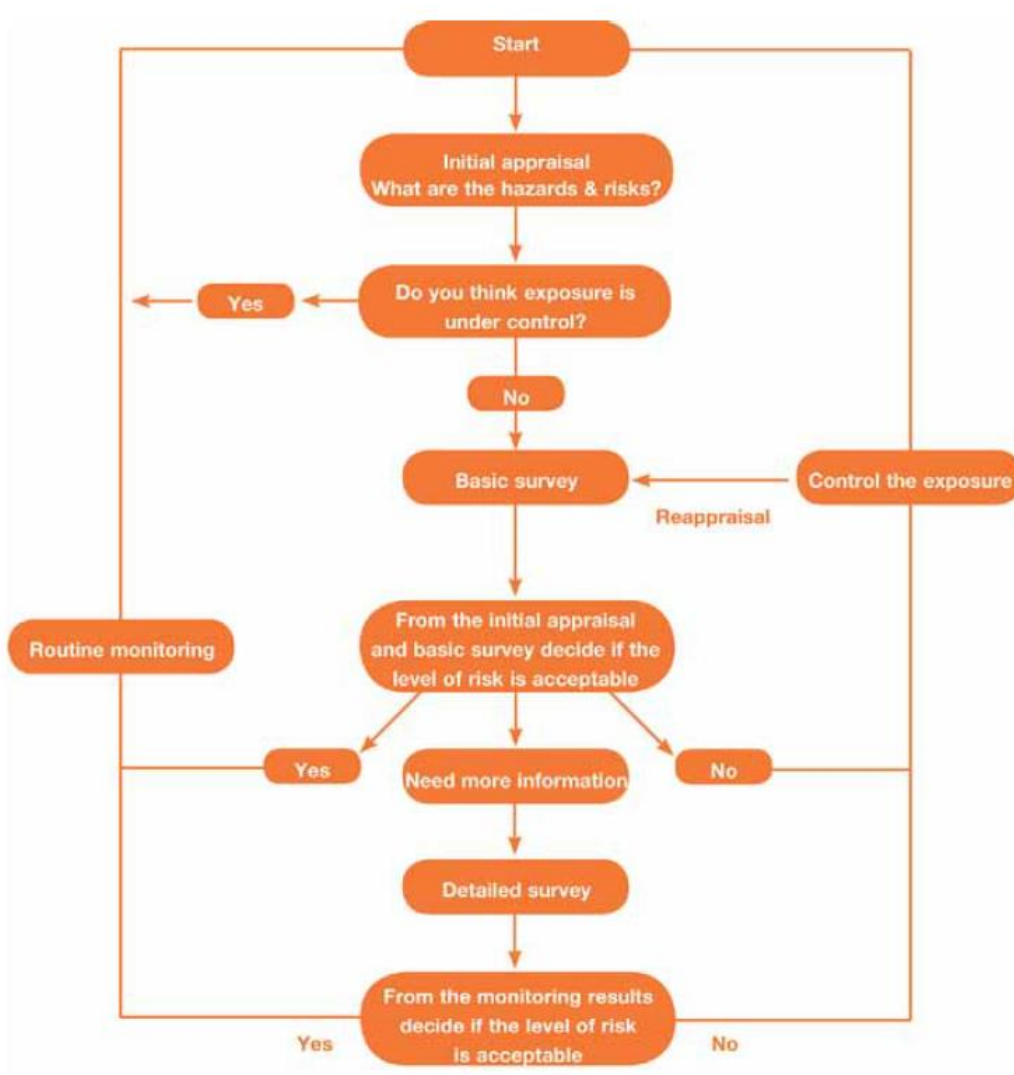
### 4 HSE におけるばく露測定対象者の選定

- (1) HSE (2006)では、同様の仕事を同様の方法で実施している者を均等ばく露グループ (SEG)として特定することを推奨している。均等ばく露グループを特定するに当たっては、測定結果が全員のばく露平均の 50%から 2 倍の間に収まることを求めており、これが達成できない場合は、グループを細分化することを求めている (p.17)。測定対象者としては、HSE (2006)では、最悪の場面の測定では、均等ばく露グループの少なくとも5分の1の労働者を測定すべきとしている(p.18)。
- (2) ばく露測定の種類としては、HSE (2006)では、ばく露限度と比較するためには、個人ばく露測定により、呼吸域の濃度を測定する必要があるとしている(p.6)。有害物質の発散源やその工学的対策の有効性を評価する場合には、固定された場所での試料採取が有効であるとしている(p.7)。

### 5 HSE におけるリスクアセスメント及び測定の頻度

- (1) 英国 COSHH 規則では、第6条(3)で、リスクアセスメントの定期的な見直しについて規定し、第10条において、適切なばく露管理の維持のために必要な場合、職場のばく露のモニタリングを義務付けている。第6条(3)においては、リスクアセスメントの結果が妥当でなくなったとき、作業内容に重大な変更があったときにリスクアセスメントを見直すことを求めている。
- (2) HSE が定めた規則の承認実施規準 (Approved Code of Practice: ACOP) とガイドランス (HSE(2013)) によると、ばく露モニタリングは、①リスクアセスメントでの初

期評価の結果必要とされた場合、②工学的対策の失敗や悪化が深刻な健康影響をもたらす場合、③職場のばく露限度(WEL)が超過していないことを確認する必要がある場合、④労働者のばく露に影響のある変更があった場合、⑤ばく露対策の効果を確認する必要がある場合等に、実施すべきであるとしている。一方で、ばく露が適切に管理されていることを確認できる代替評価方法がある場合は、ばく露測定を行う必要はないとしている。代替評価方法としては、光散乱方式のデジタル測定器、発煙筒と風速測定、混合物質の代用測定 (VOC 測定器と思われる) 等が挙げられている。さらに、密閉又は適切な工学的対策が実施されている連続工程であって、内容物の漏洩を警報装置付きの連続測定器によって監視している場合もばく露測定は不要としている



**Figure 2:** A structured approach for assessing exposure to substances hazardous to health by inhalation

(p.50).

- (3) ばく露測定の頻度については、英国 COSHH 規則第 10 条(3)(a)において、一定の



間隔で実施することが求められている。HSE(2013)によれば、測定の頻度は、リスクアセスメントの結果、固定式の連続モニタリング機器の有無、工学的対策の信頼性、ばく露する化学物質の毒性の程度等を勘案して判断すべきとしている(p.52)。

## 6 米国産業衛生専門家協会 (AIHA) におけるばく露測定的基本的考え方

- (1) 米国産業衛生専門家協会(AIHA)発行の作業環境評価と対策手法 (AIHA (1998))においては、遵法調査 (compliance survey) と事業者側が行う包括的な作業環境の評価との違いについて記載している。産業衛生専門家が行う評価は、遵法状態を確かめるためである一方、監督機関の職員が行う遵法調査は、違法状態がないかを確かめるものであり、違法状態が最も発見しやすい状態で測定を実施するとしている。
- (2) 遵法調査で大幅な過剰ばく露が発見されることは、是正勧告や罰則の適用という観点から重大な問題であるが、包括的な作業環境の評価と管理活動の弱点を示すという意味でも重大な問題であるとしている。現在の産業衛生基準の執行においては、遵法調査によって過剰ばく露が発見されたとしても、事業者側が再評価を行うことは可能であり、その際、包括的なばく露評価が統計的に強固な根拠を持って、有害物質のばく露が有効な管理下にあることを文書で示すことが必要となるとしている。このことが、事業者がばく露の包括的な評価を実施することのインセンティブとなるとしている(p.109)。
- (3) 包括的評価における試料空気の種類については、AIHA (1998)においては、空気中濃度のサンプリングの場所について、①特定の作業場所、②作業室全体の空気、③労働者の呼吸域の3つを示している。サンプリング場所の選択は、必要となる情報によって異なり、作業日全般の労働者のばく露レベルを判定するためには、労働者の呼吸域とともに、労働者の特定の作業に近接した場所の試料採取が必要としている。一方、測定目的が発生源の特定や、工学的対策の評価の場合は、戦略的な場の測定(area sampling)のネットワークがより適切であるとしている(p.121)。

## 第2 関係法令

### 1 安衛則第 577 条の2 第1項及び第2項の安衛法上の位置付け

- (1) 労働安全衛生規則 (昭和 47 年労働省令第 32 号。以下「安衛則」という。) 第 577 条の2 第1項 (令和5年4月施行)は、リスクアセスメント等の結果等に基づき、代替物の使用、発散源の密閉、局所排気装置等の稼働、作業方法の改善、有効な呼吸用保護具の使用により、ばく露を最小限度とすることを事業者に義務付けている。さらに、労働安全衛生法 (昭和 47 年法律第 57 号。以下「安衛法」という。) 第 57 条の3 第2項は、リスクアセスメントの結果に基づいて、必要な措置を講ずるよう努めなければならないと規定している。

- (2) 一方、濃度基準値を超えないことを義務付ける安衛則第 577 条の 2 第 2 項（令和 6 年施行）は、安衛法第 22 条の委任省令であり、リスクアセスメントの実施を義務付ける安衛法第 57 条の 3 に根拠を置く省令ではない。安衛法第 22 条は、事業者が原材料等による健康障害を防止するための最低限の措置をとることを事業者に義務付けるものである。このため、リスクアセスメントの実施状況にかかわらず、この濃度基準を遵守する必要がある。リスクアセスメントに基づくリスク低減措置（自律的管理）は、この最低基準を上回る範囲内で実施することとなる。
- (3) 安衛則第 577 条の 2 第 2 項（令和 6 年 4 月施行）の規定内容は、「リスクアセスメント対象物のうち、一定程度のばく露に抑えることにより、労働者に健康障害を生ずるおそれがない物として厚生労働大臣が定めるもの」を製造し、又は取り扱う業務を行う屋内作業場においては、「当該業務に従事する労働者がこれらの物にばく露される程度」を、「厚生労働大臣が定める濃度の基準」（以下「濃度基準値」という。）以下としなければならないことが規定されている。
- (4) 規定において、濃度基準値以下とする対象が、「労働者がこれらの物にばく露される程度」であることから、全ての労働者のばく露が濃度基準値以下でなければならない。さらに、「ばく露される程度」というのは、呼吸用保護具の内側の濃度を指すため、濃度基準値の遵法に当たっては、作業環境濃度を下げる方法に加え、呼吸用保護具の適正な使用によることも可能である。

## 2 特化則（金属アーク溶接等作業関係）における呼吸用保護具の選定関係の規定

- (1) 金属アーク溶接等作業を継続して行う屋内作業場に係る溶接ヒュームの濃度の測定の方法等（令和 2 年厚生労働省告示第 286 号。以下「溶接ヒューム測定等告示」という。）では、測定対象者は、「金属アーク溶接等作業のうち労働者にばく露される溶接ヒュームの量がほぼ均一であると見込まれる作業（均等ばく露作業）ごとに、それぞれ、適切な数（2 以上に限る。）の労働者に対して行う」とされている。
- (2) 測定対象者の選択については、同告示の施行通達で、「原則として均等ばく露作業に従事する全ての労働者であるが、作業内容等の調査結果を踏まえ、均等ばく露作業におけるばく露状況の代表性を確保できる方法により抽出した 2 人以上の労働者」とされている（令和 2 年 7 月 31 日付け基発 0731 第 1 号）。
- (3) 測定値の評価については、同告示では、測定値のうち最大のもので、要求防護係数を計算することが規定されている。

## 第 3 考察

### 1 労働者のばく露の最小限化と濃度基準値の法令上の位置付け

- (1) 米国 OSHA 規則においては、遵法測定は、全ての労働者のばく露が、濃度基準値

を下回ることを確認することを目的とする(NIOSH (1977) p.33)。単純な法令上の考え方としては、適切な試料採取と分析方法を用いた測定により、労働者のばく露濃度がばく露限度を超えていれば、法令違反を構成するとしている (NIOSH(1977)p.15)。ただし、米国 OSHA 規則では、ばく露の平均値の上限信頼区間限界が許容ばく露限度を下回ることを維持することまでは求めている (NIOSH(1977) p.9)。

- (2) AIHA (1998)は、監督機関の職員が行う遵法調査(compliance survey)は、違法状態がないかを確かめるものであり、違法状態が最も発見しやすい状態で測定を実施されるとしている (p.109)。一方で、AIHA (1998)は、リスクアセスメント等、包括的にばく露の状態を評価するための測定については、包括的なばく露評価が統計的に強固な根拠を持って、有害物質のばく露が有効な管理下にあることを示すことが重要であるとしている(p.109)。
- (3) 英国 COSHH 規則では、リスクアセスメントが全体を包含した上で、その一環として、作業場ばく露限度(WEL)を遵守しているかを確認するために、遵法測定を行うことを規定している。英国 COSHH 規則は、全ての労働者に保護が行き渡ることを求めている(HSE (2006) p.15)。作業場ばく露限度(WEL)を定めている HSE(2020)では、測定結果から時間加重平均値を計算する方法を記載しているが、測定結果を統計的に分析することは記載していない(HSE (2020) pp.31-34)。
- (4) 空気試料の採取については、米国 OSHA 規則では、労働者のばく露を測定するため、試料は、通常、「個人ばく露」又は「呼吸域」方法にのみによって採取されるとしている(NIOSH(1977) p.37)。AIHA (1998)は、包括的評価において、個人のばく露の評価のためには、労働者の呼吸域の測定が不可欠であるが、一方で、工学的対策のために必要となる、発生源の特定や、工学的対策のためには、よくデザインされた場の測定が必要であり、個人ばく露測定で代替することは適当でないとしている(p.121)。英国の HSE (2006)では、ばく露限度との比較には、呼吸域の濃度を測定する必要があるとしている(p.6)。有害物質の発散源やその工学的対策の有効性を評価する場合には、固定された場所での試料採取が有効であるとしている(p.7)。
- (5) 以上を踏まえると、安衛則第 577 条の 2 第 1 項でリスクアセスメント等の結果に基づきばく露低減措置により、ばく露を最小限にすることを求めつつ、同条第 2 項において濃度基準値の遵守を求める法令の構造は、英国 COSHH 規則に近い。
- (6) 新たな化学物質規制においては、安衛則第 577 条の 2 第 1 項でリスクアセスメント対象物質を製造又は取り扱う事業者に対して、リスクアセスメントの結果等に基づき、労働者の健康障害防止のため、代替物の使用、発散源を密閉する設備、排気装置の設置及び稼働、有効な呼吸用保護具の使用等により、リスクアセスメント対象物に労働者がばく露される程度を最小限にすること義務付けている。さらに、同条第 2 項において、リスクアセスメント対象物のうち、濃度基準値が定められた物質を製造又は取り扱う業務を行う屋内作業場において、労働者のばく露の程度が濃度基準値を上回らないことを事業者に義務付けている。

- (7) これらの規定には、測定の実施は義務付けられておらず、ばく露を最小化し、濃度基準値以下とするという結果のみが求められていることに留意する必要がある。また、これらの規定には優劣はなく、等しく実施することが必要なものである。なお、濃度基準値は、有機溶剤中毒予防規則（昭和 47 年労働省令第 36 号）、特定化学物質障害予防規則（昭和 47 年労働省令第 39 号。以下「特化則」という。）等の特別則の適用のある物質には設定されない予定である。
- (8) 事業場においては、まずは、数理モデルの活用を含めた適切な方法により、事業場で製造又は取り扱う、全てのリスクアセスメント対象物に対してリスクアセスメントを実施し、その結果に基づきばく露低減措置を実施する必要がある。さらに、リスクアセスメントの結果、労働者のばく露が濃度基準値を超えるおそれのある作業を把握した場合は、労働者のばく露の程度と濃度基準値を比較し、労働者のばく露が濃度基準値以下であることを確認するための測定（確認測定）を実施し、その結果を踏まえて必要なばく露低減措置を実施するべきである。
- (9) 濃度基準値は、安衛法第 22 条に基づく健康障害を防止するための最低基準であることから、全ての労働者のばく露が、濃度基準値以下である必要がある。ただし、測定値の平均値の上限信頼区間限界が、許容ばく露限度以下であることを維持することまでは求める必要はないと考えられる。なお、濃度基準値は、法令上、労働者のばく露がそれを上回ってはならない基準であるため、労働者の呼吸域の濃度が濃度基準値を上回っていても、有効な呼吸用保護具の使用により、労働者のばく露を低減することが許容される。
- (10) 一方、安衛法第 57 条の 3 に定めるリスクアセスメントにおいては、一定以上のばく露があると推定される場合等、正確なばく露の評価を行う必要がある場合に、測定を実施するべきである。この測定は、作業場全体のばく露を評価し、安衛則第 577 条の 2 第 1 項により、工学的対策等を含め、ばく露を最小限とするための対策を検討するために行うものであるから、労働者の呼吸域の測定のみならず、よくデザインされた場の測定も必要になる場合がある。また、統計的な根拠を持って事業場の有害物質のばく露が有効な管理下にあることを示すため、測定値のばらつきに対して、統計上の信頼区間を踏まえた評価を行うことが望ましい。
- (11) なお、建設作業等、毎回異なる環境で作業を行う場合については、異なる現場で毎回測定を行うことは困難であることから、典型的な作業を洗い出し、あらかじめそれら作業における労働者のばく露を測定し、その測定結果に基づく要求防護係数に対して十分な余裕を持った指定防護係数を有する呼吸用保護具を使用することや、局所排気装置の使用等により、それら典型的な作業において、労働者のばく露の程度の最小化を行うとともに、労働者のばく露が濃度基準値を上回らないと判断する方法も認められるべきである。

## 2 ばく露低減措置の考え方

- (1) 米国 OSHA 規則 (例: CFR 29.1910.1000e) では、ばく露限度を遵守する方法として、管理的対策又は工学的対策を優先し、それでは不十分な場合に呼吸用保護具等の使用をすることを求めている。呼吸用保護具の使用については、米国 OSHA 規則 CFR 29.1910.134 に基づき、測定結果に基づく要求防護係数を満たす呼吸用保護具の使用や、フィットテストの実施を求めている。
- (2) 英国 COSHH 規則第 7 条(3)においては、防護措置の優先順位として、①作業工程、工学的対策の設計と使用等、②適切な換気装置を含む発生源の管理や適切な管理的な対策、③他の手段でばく露管理ができない場合は、個人用保護具の使用を規定している。呼吸用保護具については、別規則で詳細な規定がある。
- (3) 安衛則第 577 条の 2 第 1 項では、リスクアセスメントの結果等に基づき、代替物の使用、発散源を密閉する設備、局所排気装置又は全体換気装置の設置及び稼働、作業の方法の改善、有効な呼吸用保護具を使用させること等必要な措置を講ずることにより、リスクアセスメント対象物に労働者がばく露される程度を最小限度にしなければならないことを規定している。さらに、化学物質リスクアセスメント指針の 10 (1)では、リスク低減措置の優先順位として、①有害性のより低い物質への代替、②密閉、排気装置等の工学的対策、③作業手順の改善等の管理的対策、④保護具の使用を規定している。
- (4) 以上を踏まえ、濃度基準値を遵守するための方法については、すでに化学物質リスクアセスメント指針に規定されているように、有害性の低い物質への代替、工学的対策、管理的対策、個人用保護具の使用という優先順位で対策を実施する必要がある。
- (5) さらに、米国や英国で、呼吸用保護具の選択と使用については、別規則で詳細な規定を置いていることを踏まえ、呼吸用保護具の選択と使用について詳細な規定が必要である。具体的には、溶接ヒューム測定等告示で定める方法を踏まえ、個人ばく露測定の結果に基づき呼吸用保護具の要求防護係数を算出し、それを上回る指定防護係数を有する呼吸用保護具を使用させる必要がある。さらに、米国 OSHA 規則と同等な方法である、JIS T 8150 に定める方法により、フィットテストを定期的に実施する必要がある。

### 3 測定の対象者の選定

- (1) NIOSH(1977)と米国 OSHA 規則では、許容ばく露限度(PEL)を遵守するための測定の方法を規定し、労働者のばく露が、許容ばく露限度の半分であるアクションレベルを超える場合に定期的な測定を求め、許容ばく露限度を超えている場合にばく露低減措置を実施することを求めている(p.11, Figure 1.1.)。アクションレベルを下回る場合は、数理モデルによる推定等も認められる。
- (2) NIOSH(1977)によれば、米国 OSHA 規則の意図は、全ての労働者のばく露を測定することであり、最大のばく露を受ける労働者を測定対象とし、最もばく露した労働者のばく露が基準値以下であれば、他の労働者も基準値以下であることを推定するこ

とは合理的であるとしている (p.33)。NIOSH(1977)は、有害物の発散源からの距離が最も短い労働者を選ぶことが最もよい方法としつつ、労働者の移動、空気の流れ、個人の作業の癖等も考慮すれば、有資格者が、最も高いばく露をする労働者を判断できるとしている(p.34)。

- (3) NIOSH(1977)においては、最大ばく露労働者が特定できない場合は、ランダムサンプリングによって最大ばく露労働者を特定し、最大ばく露の濃度を把握するとしている。最大ばく露者を漏らさないよう、集団の上位 10%のばく露群が抽出される確率が 90%となるように、非常に高い抽出率を求めている (p.35. Table 3.1)。
- (4) 英国 COSHH 規則においては、リスクアセスメントの実施、ばく露の防止又は管理、職場のばく露のモニタリングを義務付けている (COSHH(2002))。HSE(2006)によれば、まず基礎調査を実施し、その結果によって、労働者のばく露が作業場所のばく露限度 (WEL) に近い場合に測定を含む詳細調査が実施される(p.10 Fig.2 参照)。
- (5) HSE (2006)におけるばく露測定では、均等ばく露グループ (SEG) を特定することを推奨し、ばく露測定結果が全員の平均の 50%から 2 倍の間に収まらない場合は、グループを細分化することを求めている (p.17)。HSE (2006)では、個人ばく露測定においては、全ての可能性のあるばく露のばらつきを含めた評価を行うための代表測定と、最もばく露が高い時間に実施する最悪の場面の測定があるとしている(p.18)。最悪の場面の測定は、高いばく露を受ける作業を把握し、測定時間にはこの作業を含めるべきとしている (p.18)。測定対象者としては、HSE (2006)では、最悪の場面の測定では、均等ばく露グループの少なくとも 5 分の 1 の労働者を測定すべきとしている (p.18)。
- (6) 溶接ヒューム測定等告示で規定する呼吸用保護具選定のための測定は、要求防護係数が 1 を超えるかどうかを確認するという意味において、ばく露濃度が濃度基準値を超えるかどうかを判断する測定と同等である。溶接ヒューム測定等告示では、均等ばく露作業ごとに 2 人以上の労働者の呼吸域の濃度の測定を行い、測定値の最大値でばく露を評価することを求めている。
- (7) 以上を踏まえると、事業者は、安衛法第 57 条の 3 のリスクアセスメントの結果等を踏まえ、作業内容の調査、場の測定の結果、数理モデルによる解析の結果等により、有害物質へのばく露がほぼ均一であると見込まれる作業 (均等ばく露作業) に従事する労働者のばく露濃度を評価する必要がある。その結果、労働者のばく露の程度が、安衛則第 577 条の 2 第 2 項の濃度基準値の 2 分の 1 程度を越えるおそれがあると評価された場合は、事業場の全ての労働者のばく露が濃度基準値以下であることを確認するための測定 (確認測定) を実施する必要がある。
- (8) 全ての労働者のばく露が濃度基準値を超えていないことを確認するという趣旨から、事業者が、最も高いばく露を受ける均等ばく露作業において測定を行い、その測定結果に基づき、事業場の全ての労働者に対して一律の (厳しい) ばく露低減措置を行うのであれば、それよりも低いばく露が想定される作業に従事する労働者の測定を

行う必要はない。しかし、事業者が、ばく露濃度に応じてばく露低減措置の内容や呼吸用保護具の要求防護係数を作業ごとに最適化するためには、均等ばく露作業ごとに最大ばく露労働者を選び、測定を実施する必要がある。

- (9) 均等ばく露作業ごとの測定を行う場合は、均等ばく露作業に従事する作業者を把握した上で、その中で最も高いばく露を受ける労働者を選定し、当該労働者の呼吸域の濃度を測定することが妥当である。ただし、測定結果のばらつきや測定の失敗等を考慮し、溶接ヒューム測定等告示による測定の実績も踏まえ、8時間時間加重平均基準値との比較を行うための測定については、均等ばく露作業ごとに、最低限2人の測定対象者を選定すべきである。作業者が一人しかいない場合は、2日間以上の作業日の試料を採取することが望ましい。短時間時間加重平均基準値との比較を行う測定においては、最もばく露が高いと見込まれる労働者1人を対象に測定を実施する。また、均等ばく露作業において、最も高いばく露を受ける労働者を確実に把握できない場合は、均等ばく露作業に従事する者の5分の1程度の労働者を抽出して測定を実施すべきである。
- (10) 均等ばく露作業の特定に当たっては、ばく露測定結果が全員の平均の50%から2倍の間に収まらない場合は、均等ばく露作業を細分化することが望ましい。

#### 4 ばく露評価・測定の実施時期

- (1) 米国 OSHA 規則 (CFR 29.1910.1017 等) においては、ばく露測定について、ばく露限度値の2分の1 (アクションレベル) を超えている労働者を把握した場合、ばく露限度(PEL)を超えている場合は、3ヶ月に1回、アクションレベルを超えている場合は6ヶ月に1回測定を行うことが規定されている。
- (2) 米国の NIOSH(1977) においては、ばく露測定の結果が、許容ばく露限度 (PEL) の2分の1を超えていた場合、少なくとも2ヶ月に1回、限度を超えていた場合は、少なくとも月に1回、測定することを求めている(p.11 Figure 1.1.)。
- (3) 英国 COSHH 規則においては、ばく露測定は、一定の間隔で実施することが求められている。HSE(2013)によれば、測定の頻度は、リスクアセスメントの結果、固定式の連続モニタリング機器の有無、工学的対策の信頼性、ばく露する化学物質の毒性の程度等を勘案して判断すべきとしている(p.52)。
- (4) 特化則第36条の3の2第5項等(令和6年4月施行)では、作業環境測定の結果、第三管理区分に区分された場所について、6月以内ごとに1回、定期に、個人サンプリング法等により濃度を測定し、その結果に応じて有効な呼吸用保護具を使用させることを規定している。
- (5) 特化則第38条の21第2項では、新たな金属アーク溶接等に新たな作業方法の採用や作業方法を変更したときに、個人ばく露測定により溶接ヒュームの濃度を測定することを求めている。
- (6) 化学物質リスクアセスメント指針5(1)及び安衛則第34条の2の7第1項では、①

原材料等を新規に採用・変更するとき、②製造・取扱いの方法・手順を新規に採用・変更するとき、③化学物質等による危険性又は有害性等について変化が生じ、又は生ずるおそれがあるときにリスクアセスメントを実施することを求めている。また、リスクアセスメント指針5(2)イでは、一定の期間が経過した場合にリスクアセスメントを行うことに努めることを規定している。

- (7) 以上から、測定の頻度については、濃度基準値を上回るばく露が発生していないことを確認する趣旨から、労働者の呼吸域の濃度が、濃度基準値を超えている作業場については、少なくとも6月に1回、個人ばく露測定を実施し、呼吸用保護具等のばく露低減措置が適切であるかを確認する必要がある。
- (8) 労働者の呼吸域の濃度が濃度基準値の2分の1程度を上回り、濃度基準値を超えない作業場所については、一定の頻度で測定を実施する必要がある。その頻度については、安衛則第34条の2の7及び化学物質リスクアセスメント指針に規定されるリスクアセスメントの実施時期を踏まえつつ、リスクアセスメントの結果、固定式のばく露モニタリングの結果、工学的対策の信頼性、製造・取り扱う化学物質の毒性の程度等を勘案し、ばく露の程度に応じた頻度となるように判断すべきである。

#### 参考文献

- American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) (2018) TLVs and BEIs based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. ACGIH, Cincinnati, USA. pp. 3-5, pp. 7-8
- American Industrial Hygiene Association (AIHA) (1998) The Occupational Environment – Its Evaluation and Control. Eds. Dinardi, SR. AIHA Press.
- Control of Substances Hazardous to Health Regulation (COSHH) 2002 No.2677 Health and Safety
- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (2021) List of MAK and BAT Values 2021, Report 57, Bonn, Germany
- Health and Safety Executive (HSE) (2020) EH40/2005 Workplace exposure limits (Forth Edition 2020) TSO, Norwich UK.
- Health and Safety Executive (HSE) (2006) Monitoring strategies for toxic substances (second edition) HSE
- Health and Safety Executive (HSE) (2013) Control of substances hazardous to health. The Control of Substances Hazardous to Health Regulations 2002 (as amended) Approved Code of Practice and guidance. (sixth edition)
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (1977) Occupational Exposure Sampling Strategy Manual. Eds. Leidel, NA. Busch, KA. Kynch, JR. CDC, Ohio. USA



Occupational Safety and Health Administration (OSHA) CFR 29.1910.

金属アーク溶接等作業を継続して行う屋内作業場に係る溶接ヒュームの濃度の測定の方法等（令和 2 年厚生労働省告示第 286 号）

## 別紙2 ばく露測定における短時間ばく露限度の適用に関する文献等

### 第1 関係文献のレビュー

#### 1 米国安全衛生庁（OSHA）規則における短時間ばく露限度の適用

- (1) 米国 OSHA 規則 CFR 29.1910.1000 の Table Z-1 (Limits for Air Contaminants) においては、物質別に限度値を列記し、このうち、“C”と記載があるものについては、労働者のばく露がいかなるときもこの限度値を超えてはならない(shall at no time exceed the exposure limit)と規定されている。
- (2) 許容される天井値(acceptable ceiling concentrations)というものが Table Z-2 で一部の物質について規定されている。ここでは、同表で規定されている許容最大ピーク値 (acceptable maximum peak) を超えない範囲内で、最大時間(maximum duration) を超えない範囲内で、許容される天井値を超えてもよいことが規定されている。許容される天井値は、8時間加重平均値の 2.5～4 倍程度で、許容最大ピーク値は、許容される天井値の 2～3 倍程度で設定されている。最大時間は、3時間毎に5分間以内等が多い。ただし、これらの値の設定は 1970 年頃と古く、更新されていない。
- (3) 限度値を遵守しているかどうかの確認方法については、天井値(Ceiling)については、連続測定(instantaneous monitoring)ができない場合は、15 分間の時間加重平均値として評価し、労働日のいかなるときも天井値を超えていないことを確認することを求めている(CFR 29.1910.1000(a)(1))。

#### 2 米国産業衛生専門家会議（ACGIH）における短時間ばく露限度の適用

- (1) TLV の定義として、ACGIH(2018)は、「TLVs は、作業環境空気中の化学物質の濃度に対応するもので、大多数の労働者が、その濃度に毎日繰り返しばく露されながら働いても、その職業人生を通じて健康に悪影響を受けないと考えられる条件を表すものである」としている。短時間ばく露限度(TLV-STEL)は、8 時間時間加重平均濃度が8 時間時間加重平均ばく露限度 (TLV-TWA) 以下であっても、1 日の作業のどの時間においても、超えてはならない 15 分間時間加重平均濃度として定義される。当該物質に急性毒性が認められる場合、TLV-TWA を補足するために設定されるものであるが、TLV-STEL のみが設定される物質もある。天井値 (TLV-C) は、いかなる場合においても超えてはならない短時間ばく露濃度である。
- (2) 一方、通常の作業条件（1日8時間、1週40時間）と異なる条件で行われる作業に TLV を適用するための数理モデルの目的について、ACGIH(2018)は、「毒性学の原則に照らして、1日又は1週間のピークの身体負荷が通常の1日8時間、週5日のシフト作業で保証されているピークの身体負荷を超えない条件を明らかにすること」としている。さらに、ACGIH(2018)は、数理モデルについて、「ばく露時間が短い場合

に非常に高いばく露（例：8時間シフト中のばく露時間が1時間で残りの時間はばく露がゼロの場合における TLV-TWA の8倍のばく露濃度）を“許容可能”として正当化するために使用されるべきではない」としている。

- (3) ACGIH(2018)は、ピークばく露(peak exposure)について、TLV-STEL があるものは、TLV-TWA を超え TLV-STEL を下回るばく露については、1回15分を超えず、かつ1労働日につき1時間以上間隔をおいた4回を超えないようにすべきとしている。TLV-STEL が定められていない物質については、ごく短時間といえども TLV-TWA の5倍を超えないという条件で、1回15分を超えず、かつ1労働日につき1時間以上間隔をおいた4回を超えない限りにおいて、TLV-TWA の3倍を超える一時的な増加(transient increase)が許されるとしている。
- (4) ACGIH(2018)は、上記の考え方の根拠として、対数正規分布している場合、よく管理されている工程においては、短時間ばく露値の幾何標準偏差は2.0であり、全測定値の5%が幾何平均値の3.13倍を超えることに基づいているとしている(p.6)。
- (5) なお、一般的な時間加重平均 (TWA) の考え方は、同一作業場所において、ばく露時間 (測定時間) が異なる複数の測定値がある場合に、それらの平均値を求めるための方法であり、当然、ばく露時間の合計が8時間でない場合は、その分子を適切に変更する必要があるものである ( $TWA = (t_1C_1+t_2C_2+t_3C_3)/(t_1+t_2+t_3)$ )。

### 3 英国安全衛生庁 (HSE) における8時間ばく露基準と短時間ばく露基準の適用の考え方

- (1) 英国安全衛生庁 (HSE) では、職場のばく露限度 (WEL) として、長時間 (8時間) ばく露限度は、長期間にわたる累積のばく露による影響を管理するためのものであり、短時間 (通常15分間) ばく露限度については、短時間のばく露による影響を管理するためのものであるとしている (HSE(2020) P.28)。なお、天井値にあたる値は設定されていない。
- (2) HSE(2020)では、短時間ばく露基準が設定されていない物質についても、長時間ばく露限度の3倍の値を短時間ピークばく露の管理のための指標として活用すべきであるとしている。また、15分未満の短時間の高いばく露であって、平均すると8時間基準や15分基準を超えないようなばく露についても、健康障害を発生させるおそれがあるため、リスクアセスメントでリスクがないことが明らかにならない限り、合理的で可能な範囲の対策が必要であるとしている(p.28)。

### 4 ドイツの短時間基準と8時間基準の関係

- (1) ドイツ研究振興協会(DFG (2021))が勧告している職場の最大濃度 (MAK)は、8時間時間加重平均の濃度であり、一日8時間、週40時間において繰り返し長期間ばく露しても、健康影響が知られていない最大の濃度であるとしている(p.9)。
- (2) 短時間ばく露の最大濃度については、DFG(2021)では、8時間時間加重平均の最大

濃度(MAK)に対する超過係数(excursion coefficient)として物質別に1～8までの値が指定され、15分間の平均値がMAKに超過係数を乗じた値を上限として、作業シフト（8時間）に4回まで、かつ、1時間以上のインターバルを開けることを求め、かつ、8時間時間加重平均がMAKを超えないことを求めている(p.186)。なお、天井値に当たる値は設定されていない。

Excursion factors, maximum duration of peaks, maximum number per shift and minimum interval between the peaks

Category	Excursion factor	Duration	Number per shift	Interval ***
I Substances for which local irritant effects determine the MAK value, also respiratory allergens	1*	15 min, average value**	4	1 h
II Substances with systemic effects	2*	15 min, average value	4	1 h

\* default value, or a substance-specific value (maximum 8)

\*\* In certain cases, a momentary value (concentration which should not be exceeded at any time) can also be established.

\*\*\* only for excursion factors > 1

## 第2 考察

### 1 短時間ばく露限度の設定と適用

- (1) 米国 OSHA 規則の CFR 29.1910.1000 の Table Z-1 では、天井値を定め、いかなるときもこの限度を超えてはならないと規定している。一方、CFR 29.1910.1000 の Table Z-2 では、許容天井値と許容最大ピーク値の二つの限度を規定し、許容最大ピーク値を超えず、最大時間を超えない範囲内で、許容天井値を超えてもよいことが規定されている。天井値については、連続測定ができない場合は、15分間の時間加重平均値として評価することを求めている(CFR 29.1910.1000(a)(1))。
- (2) ACGIH(2018)は、8時間ばく露限度について、「ばく露時間が短い場合に非常に高いばく露（例：8時間シフト中のばく露時間が1時間で残りの時間はばく露がゼロの場合における TLV-TWA の8倍のばく露濃度）を“許容可能”として正当化するために使用されるべきではない」とし、ピークばく露について、TLV-STEL があるものは、TLV-TWA を超え TLV-STEL を下回るばく露については、1回15分を超えず、かつ1労働日につき1時間以上間隔をおいた4回を超えないようにすべきとしている。TLV-STEL が定められていない物質については、TLV-TWA の5倍を超えないという条件で、1回15分を超えず、かつ1労働日につき1時間以上間隔をおいた4回を超えない限りにおいて、TLV-TWA の3倍を超える一時的な増加が許されるとしている。
- (3) HSE(2020)では、短時間（通常15分間）ばく露限度については、短時間のばく露による影響を管理するためのものであるとしており (P.28)、天井値にあたる値は設定されていない。短時間ばく露基準が設定されていない物質についても、長時間ばく露

限度の3倍の値を短時間ピークばく露の管理のための指標として活用すべきであるとしている。また、15分未満の短時間の高いばく露であって、平均すると限度を超えないようなばく露についても、合理的で可能な範囲の対策が必要であるとしている(p.28)。

- (4) ドイツ研究振興協会(DFG(2021))が勧告している職場の最大濃度(MAK)は、8時間時間加重平均の濃度であり、短時間ばく露の最大濃度については、MAKに対する超過係数として物質別に1～8までの値が指定され、15分間の平均値がMAKに超過係数を乗じた値を上限として、作業シフト(8時間)に4回まで、かつ、1時間以上のインターバルを空けることを求め、かつ、8時間時間加重平均がMAKを超えないことを求めている(p.186)。なお、天井値に当たる値は設定されていない。
- (5) 以上を踏まえ、短時間ばく露の濃度基準値については、各国の基準を踏まえ、作業中のいかなる15分間時間平均値も超えてはならない濃度として設定されるべきである。さらに、8時間平均の濃度基準値を超え、短時間の濃度基準値以下の濃度のばく露については、各国の規準において抑制する必要性が強調されていることから、ACGIH(2018)やDFG(2021)の基準を踏まえ、これらばく露については、1回あたり15分を超えず、8時間で4回までかつ1時間以上の間隔を空けるように努めるべきである。
- (6) 短時間の濃度基準値が設定されていない物質についても、ACGIH(2018)が述べるように、毒性学の見地から、8時間シフト中のばく露時間が1時間で残りの時間はばく露がゼロの場合に、8時間の濃度基準値の8倍のばく露濃度を許容することのないようにする必要がある。このため、HSE(2020)の基準を踏まえ、作業期間のいかなる15分間時間加重平均値が、8時間濃度基準値の3倍を超えることがないように努めるべきである。
- (7) 天井値については、英国HSE(2020)、ドイツDFG(2021)では設定されていない。天井値を定める米国OSHA規則やACGIH(2018)においても、連続測定ができない場合は、15分間平均濃度で評価することが認められており(CFR 29.1910.1000(a)(1))、いかなる瞬間も超えてはならないという天井値の趣旨どおりの適用は必ずしも行われていない。現時点における連続測定手法の技術的限界を踏まえると、英国、ドイツの基準の例を踏まえ、天井値については設定しない方向で検討すべきである。

#### 参考文献

American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) (2018) TLVs and BEIs based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. ACGIH, Cincinnati, USA. pp. 3-5, pp. 7-8

American Industrial Hygiene Association (AIHA) (1998) The Occupational

Environment – Its Evaluation and Control. Eds. Dinardi, SR. AIHA Press.  
Control of Substances Hazardous to Health Regulation (COSHH) 2002 No.2677  
Health and Safety  
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (2021) List of MAK and BAT Values 2021,  
Report 57, Bonn, Germany  
Health and Safety Executive (HSE) (2020) EH40/2005 Workplace exposure limits  
(Forth Edition 2020) TSO, Norwich UK.  
Health and Safety Executive (HSE) (2006) Monitoring strategies for toxic  
substances (second edition) HSE  
Health and Safety Executive (HSE) (2013) Control of substances hazardous to  
health. The Control of Substances Hazardous to Health Regulations 2002 (as  
amended) Approved Code of Practice and guidance. (sixth edition)  
National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (1977) Occupational  
Exposure Sampling Strategy Manual. Eds. Leidel, NA. Busch, KA. Kynch, JR.  
CDC, Ohio. USA  
Occupational Safety and Health Administration (OSHA) CFR 29.1910.  
金属アーク溶接等作業を継続して行う屋内作業場に係る溶接ヒュームの濃度の測定の方  
法等（令和2年厚生労働省告示第286号）

### 別紙3 ばく露測定における試料採取時間等に関する文献等

#### 第1 関係文献のレビュー

#### 1 米国安全衛生庁 (OSHA) /米国労働安全衛生研究所 (NIOSH) における試料採取時間と試料数 (8時間加重平均の基準)

##### (1) 8時間の時間加重値の基準値の遵法を測定するための空気試料の採取時間について

では、NIOSH(1977)では、①8時間の1つの試料 (full period sample)、②8時間の複数の連続した試料(full period consecutive samples)、③8時間未満の連続した試料 (partial period consecutive samples)、④短時間ランダムサンプリング (grab samples)の4種類があるとしている (Fig.3.1.参照)。

(2) この中で、8時間の複数の連続した試料が最良であるとしている。NIOSHは、試料採取と分析のばらつき係数の合計 (total coefficients of variation) が0.05から0.1であることを求めている。それを前提として、遵法を判断できる能力を考えると、8時間を2分割した試料が最も費用対効果が高いとしている (p.40)。Fig.E-1によれば、ばらつき係数(CV<sub>T</sub>)が0.05として、試料数が2であれば、基準値の94%程度を下回っていれば、ばらつきを考慮しても、環境濃度が基準値を超えないことを明らかにできるからである (p.83)。

(3) 次に最良なものは、8時間連続1試料であるとしている。ばらつき係数(CV<sub>T</sub>)が0.05であれば、2サンプルと比較してほぼ同じ精度で判断が可能であるとしている。

(4) 8時間未満の連続試料については、次の選択肢となるとしている。仮に、ばらつき係数が0.1であり、測定値の幾何標準偏差(GSD)を2.5とした場合のランダムサンプリングと同等の評価能力を持つためには、8時間の少なくとも70% (5.5時間)は採取しておく必要があり、それができなければ、ランダムサンプリングの方がよい、としている (p.41, p.86)。専門家の判断により、測定しない時間の推測を行うこともあるが、その場合は、作業内容に関する信頼できる知識が必要であるとしている (p.40)。

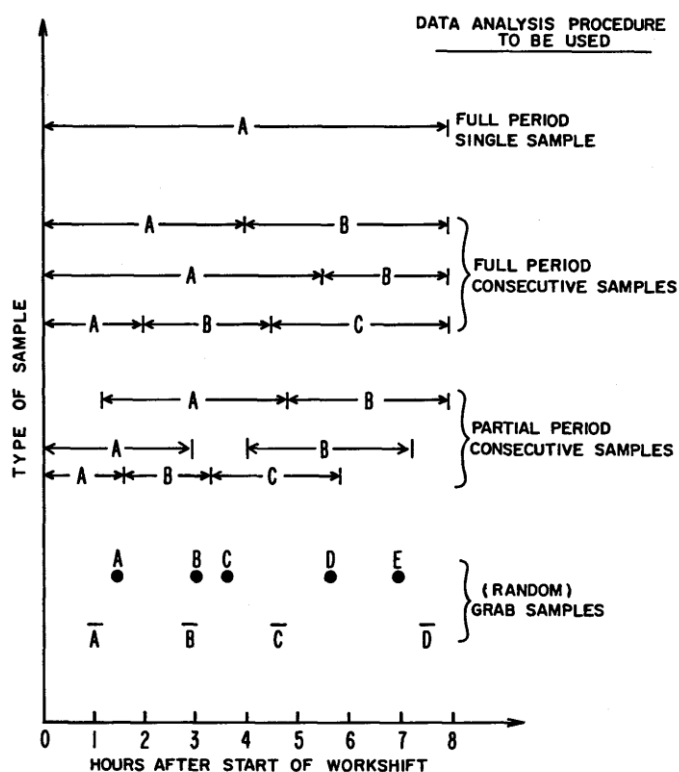


Figure 3.1. Reference chart of types of exposure measurements that could be taken for an 8-hour average exposure standard.

(5) なお、一般的な時間加重平均 (TWA) の考え方は、同一作業場所において、ばく露時間 (測定時間) が異なる複数の測定値がある場合に、それらの平均値を求めるための方法であり、当然、ばく露時間の合計が8時間でない場合は、その分子を適切に変更する必要があるものである (TWA =  $(t_1C_1+t_2C_2+t_3C_3)/(t_1+t_2+t_3)$ )。

(6) ランダムサンプリングは、最も望ましくない方法であるとしている。一日当たりのばく露が比較的一定の作業であっても、8~11の試料数が必要であり、仮に、複数の作業場所で作業する場合は、各作業場所において同様の試料数が必要であるとしている (p.41)。

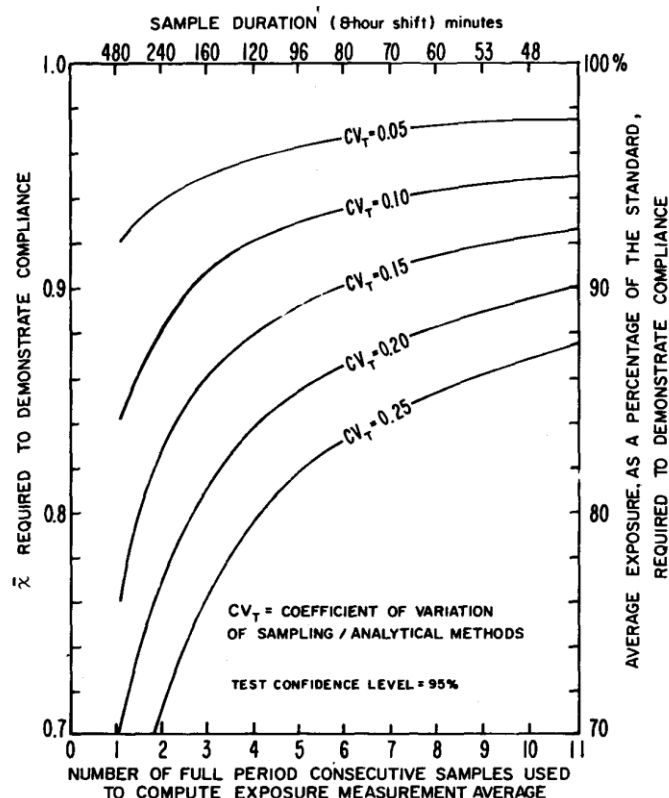


Figure E-1. Effect of full period consecutive sample size on compliance demonstration when test power is 50%.

## 2 OSHA/NIOSH における試料採取時間と試料数 (短時間ばく露基準・天井値)

(1) 米国 OSHA 規則 CFR 29.1910.1000(b)(2) Table Z-2 においては、最大ばく露時間 (物質ごとに5分~30分が指定されている) を超えて最大ピーク値を超えてはならないとしている。また、天井値については、いかなるときもそれを超えてはならないとしている。NIOSH/OSHA 共同基準遵守プログラムにおいては、Table Z-1 が規定する天井値については、8時間の作業シフトにおけるいかなる15分間においても、超えてはならない値として定義されている (NIOSH (1977) p.42)。

(2) NIOSH(1977)においては、天井値と比較するための試料は、ランダムサンプリングではなく、最も濃度が高くなる時間が推定される時間に採取されるべきとしている。試料採取は、労働者の呼吸域において15分間 (あるいは、合計15分間の連続した複数の試料) を採取すべきとし、同一作業シフトにおいて、少なくとも3回測定すべきであるとしている。3回測定する理由は、測定誤差や測定の失敗に対応するためであり、評価は、最も高い測定値で行うべきとしている (p.42)

## 3 OSHA/NIOSH における試料採取時間と試料数 (非正常作業時)

(1) 非正常作業 (例えば、月に1度の実験室での作業やメンテナンス作業等) における試料採取については、NIOSH(1977)では、天井値が設定されているような急性の毒性影響があると見込まれる化学物質を扱う場合は、試料採取の優先順位が高いとしてい



る。

- (2) 試料採取の頻度については、専門家による判断が必要であるとしている。

#### 4 英国安全衛生庁（HSE）における試料採取時間と試料採取数

- (1) HSE (2006)では、個人ばく露測定においては、全ての可能性のあるばく露のばらつきを含めた評価を行うための代表測定(representative measurements)と、最もばく露が高い時間に実施する最悪の場面の測定(worst-case measurements)があるとしている(p.18)。
- (2) 採取する試料の数としては、HSE (2006)では、最悪の場面の測定では、均等ばく露グループの少なくとも5分の1の労働者を測定すべきとしている。代表測定の場合は、均等ばく露グループの人数が10人未満の場合は、5人を測定すべきとしている(p.18)。
- (3) 試料採取の時間については、HSE (2006)では、基準値の種類（8時間平均か、15分間平均か）に応じ、ばく露全体（8時間基準であれば8時間）を測定すべきとしている。一方で、濃度のばらつきが最小限である、継続的でよく管理された工程の場合は、8時間よりも短い時間とすることができるとしているが、そのような場合でも、測定時間は高いばく露の時間を含む作業シフト（あるいは8時間）の25%を含めるべきとしている(p.19)。HSE (2006)は、測定されない時間の存在は、ばく露測定の信頼性に対する深刻な弱点となるため、作業内容の慎重な観察が必要であると強調している(p.19)。
- (4) HSE (2006)では、急性影響のある物質の測定においては、ピーク値と短時間（15分間）の測定を行い(p.17)、測定時間にピークばく露が含まれるようにする必要があるとしている(p.19)。

#### 5 米国産業衛生専門家協会（AIHA）の標準手法における試料採取時間と試料数

- (1) 試料の採取時間については、AIHA(1998)では、「通常、活動の完全な1サイクルを最低限とする」、「多くの場合、特に、労働衛生基準への遵法の判定のために行われる場合は、シフト全体の時間の労働者の呼吸域をサンプリングすることが望ましい」(p.121)としている。例外として、「工程が自動化されているか、作業日を通じて労働者のばく露が比較的均一である自動化・密閉化された作業」という限定的な場面を上げている。さらに、AIHA(1998)では、サンプリング時間について、一つの8時間のサンプルか、合計8時間となる複数の連続したサンプルが最良であるとし、短時間又は瞬間的なサンプルは、シフト全体のばく露を評価するために、推定や外挿が必要となることから、最も望ましくないとしている(p.123)。
- (2) AIHA(1998)では、短時間ばく露限度(STEL)や天井値が設定されている場合は、連続した短時間サンプリングの値を使用して8時間の時間平均を計算すべきとしている。さらに、STELは15分間のばく露に基づいているため、通常の状態ではサン

リング時間は 15 分間を超えてはならず、「天井値」である趣旨から、サンプリング時間は可能な限り短くすべきとしている(p.125)。

- (3) 試料数については、AIHA(1998)では、明確なルールはないとしつつも、測定結果が基準値より非常に高かった場合は、対策が必要であることを判定するには一つの試料で十分であり、測定値が基準値近辺である場合は、3～5の試料を採取することが作業工程の分析には望ましいとしている(p.121)。
- (4) AIHA(1998)では、工学的対策の評価のためには、対策が実施されているときとされていない時の2回の試料採取で十分としている。一方で、様々な作業に従事している労働者の日常の平均ばく露を特定するためには、50～100程度の試料が必要であるとしている。必要な試料数の判断は、十分な経験を積んだ専門家が行うべきとしている(p.122)。

## 第2 関係法令

### 1 特化則（金属アーク溶接等作業関係）における呼吸用保護具の選定関係規定

- (1) 金属アーク溶接等作業を継続して行う屋内作業場に係る溶接ヒュームの濃度の測定の方法等（令和2年厚生労働省告示第286号。以下「溶接ヒューム測定等告示」という。）では、試料空気の採取の時間については、「当該採取を行う作業日ごとに、労働者が金属アーク溶接等作業に従事する全時間とすること」とされている。施行通達（令和2年7月31日付け基発0731第1号）では、「溶接ヒュームの濃度の測定を断続的に行ったために複数の測定値がある場合は、測定時間に対する時間加重平均により、金属アーク溶接等作業に従事した全時間の溶接ヒュームの濃度を評価すること」とされている。また、Q&A（令和2年2月17日）では、「組立や塗装作業等、溶接と関係ない作業は測定時間に含めない。測定値は、測定時間に対する時間加重平均値とする」としている。
- (2) 特化則改正時の措置検討会報告書（厚労省2020）においては、測定時間の短縮（作業環境測定基準では、2時間を超える繰り返し作業の場合は、2時間を下回らない範囲で測定時間の短縮を認めている）については、同じ作業場で作業環境測定を6月に1回繰り返すことを前提としているため、（繰り返し測定を前提としない）溶接ヒューム濃度測定の場合は測定時間の短縮を認めないことが妥当としている(p.39)。

## 第3 考察

### 1 濃度基準値と比較するための試料空気の採取時間（8時間加重平均値）

- (1) NIOSH(1977)では、8時間の時間加重値の基準値の遵法を測定するための空気試

料の採取時間については、①8時間の1つの試料、②8時間の複数の連続した試料、③8時間未満の連続した試料、④短時間ランダムサンプリングの4種類があり (Fig.3.1.)、8時間の複数の連続した試料が最良であるとしている。遵法を判断できる能力を考えると、8時間を2分割した試料が最も費用対効果が高いとし、次に最良なものは、8時間連続1試料であるとしている(p.40)。8時間未満の連続試料については、次の選択肢となるが、8時間の少なくとも70% (5.5時間) は採取しておく必要としている(p.41, p.86)。ランダムサンプリングは、最も望ましくない方法であるとしている(p.41)。

- (2) HSE(2006)では、ばく露全体(8時間基準であれば8時間)を測定すべきとしている。一方で、濃度のばらつきが最小限である、継続的でよく管理された工程の場合は、8時間よりも短い時間とすることができるとしているが、測定時間は高いばく露の時間を含む8時間の25%を含めるべきとしている。測定されない時間の存在は、ばく露測定の信頼性に対する深刻な弱点となるため、作業内容の慎重な観察が必要であると強調している(p.19)。
- (3) AIHA(1998)では、通常、活動の完全な1サイクルを最低限とする、特に、労働衛生基準への遵法の判定のために行われる場合は、シフト全体の時間の労働者の呼吸域をサンプリングすることが望ましい (p.121)としている。例外として、工程が自動化されているか、作業日を通じて労働者のばく露が比較的均一である自動化・密閉化された作業という限定的な場면을上げている。さらに、AIHA(1998)では、サンプリング時間について、一つの8時間のサンプルか、合計8時間となる複数の連続したサンプルが最良であるとし、短時間又は瞬間的なサンプルは、シフト全体のばく露を評価するために、推定や外挿が必要となることから、最も望ましくないとしている(p.123)。
- (4) 短時間作業である金属アーク溶接等作業における測定については、溶接ヒューム測定等告示では、試料空気の採取の時間については、当該採取を行う作業日ごとに、労働者が金属アーク溶接等作業に従事する全時間とするとされている。施行通達では、溶接ヒュームの濃度の測定を断続的に行ったために複数の測定値がある場合は、測定時間に対する時間加重平均により、金属アーク溶接等作業に従事した全時間の溶接ヒュームの濃度を評価するとされている。また、Q&Aでは、組立や塗装作業等、溶接と関係ない作業は測定時間に含めず、測定値は、測定時間に対する時間加重平均値とするとしている。
- (5) 以上から、ばく露が8時間濃度基準値以下であることを確認するという趣旨を踏まえ、空気試料は、労働者の呼吸域から採取する必要がある。空気試料の採取の時間については、NIOSH(1977)、HSE(2006)、AIHA(1998)が共通で述べているように、8時間の1つの試料か8時間の複数の連続した試料とする必要がある。短時間の連続した試料や短時間ランダムサンプリングは望ましくない。
- (6) 例外として、AIHA(1998)では、作業日を通じて労働者のばく露が比較的均一である自動化・密閉化された作業という限定的な場면을挙げているが、HSE(2006)が述べ

ているように、測定されない時間の存在は、ばく露測定の信頼性に対する深刻な弱点となるため、測定されていない時間帯のばく露状況が測定されている時間帯と均一であることを、過去の測定結果や作業工程の観察等によって立証することが求められる。この場合であっても、HSE(2006)が述べているように、測定時間は高いばく露の時間を含めて、少なくとも2時間（8時間の25%）を超える試料である必要がある。

- (7) 短時間作業が断続的に行われる場合や、同一労働日で化学物質を取り扱う時間が短い場合には、8時間の試料を採取することが困難である。この場合は、作業の全時間の試料を断続的に採取し、作業実施時間外のばく露がゼロの時間を加えて8時間加重平均を算出するか、作業を実施しない時間を含めて8時間の測定を行って、8時間加重平均を算出する。この場合、8時間加重平均濃度と8時間濃度基準値と単純に比較するだけでは、短時間作業の作業中に8時間濃度基準値をはるかに上回る高いばく露が許容されるおそれがある。それを防ぐため、短時間濃度基準値が設定されている場合は、15分間の時間加重平均濃度を測定することで急性毒性の影響を評価する必要がある。短時間濃度基準値が設定されていない場合は、別途15分間の試料を採取し、15分間平均値が8時間濃度基準値の3倍を超えていないことを確認する方法が考えられる。なお、一日の作業時間が8時間の3分の1より短い場合は、溶接ヒューム測定等告示のように、測定した時間に応じて時間加重平均濃度を算出し、その値と8時間濃度基準値を比較する方法も考えられる。

## 2 濃度基準値と比較するための試料空気の採取時間（15分間加重平均値）

- (1) NIOSH(1977)においては、天井値と比較するための試料は、最も濃度が高くなることが推定される時間に採取されるべきとしている。試料採取は、労働者の呼吸域において15分間（あるいは、合計15分間の連続した複数の試料）を採取すべきとし、同一作業シフトにおいて、少なくとも3回測定を行い、評価は、最も高い測定値で行うべきとしている(p.42)。
- (2) HSE (2006)では、急性影響のある物質の測定においては、ピーク値と短時間（15分間）の測定を行い(p.17)、測定時間にピークばく露が含まれるようにする必要があるとしている(p.19)。
- (3) 試料数については、AIHA(1998)では、測定結果が基準値より非常に高かった場合は、対策が必要であることを判定するには一つの試料で十分であり、測定値が基準値近辺である場合は、3～5の試料を採取することが作業工程の分析には望ましいとしている(p.121)。
- (4) 以上を踏まえ、労働者のばく露が短時間濃度基準値以下であることを確認するための測定は、最もばく露が高いと推定される労働者（1人）について、最もばく露が高いと推定される作業時間の15分間に測定を実施する必要がある。また、測定については、測定誤差や測定失敗を防ぐ観点から、同一作業シフト中に少なくとも3回程度実施し、最も高い測定値で評価を行うことが望ましい。ただし、同一作業シフト中の

作業時間が 15 分程度以下である場合は、1 回で差し支えない。

#### 参考文献

- American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) (2018) TLVs and BEIs based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. ACGIH, Cincinnati, USA. pp. 3-5, pp. 7-8
- American Industrial Hygiene Association (AIHA) (1998) The Occupational Environment – Its Evaluation and Control. Eds. Dinardi, SR. AIHA Press.
- Control of Substances Hazardous to Health Regulation (COSHH) 2002 No.2677 Health and Safety
- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (2021) List of MAK and BAT Values 2021, Report 57, Bonn, Germany
- Health and Safety Executive (HSE) (2020) EH40/2005 Workplace exposure limits (Forth Edition 2020) TSO, Norwich UK.
- Health and Safety Executive (HSE) (2006) Monitoring strategies for toxic substances (second edition) HSE
- Health and Safety Executive (HSE) (2013) Control of substances hazardous to health. The Control of Substances Hazardous to Health Regulations 2002 (as amended) Approved Code of Practice and guidance. (sixth edition)
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (1977) Occupational Exposure Sampling Strategy Manual. Eds. Leidel, NA. Busch, KA. Kynch, JR. CDC, Ohio. USA
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA) CFR 29.1910.
- 金属アーク溶接等作業を継続して行う屋内作業場に係る溶接ヒュームの濃度の測定の方法等（令和 2 年厚生労働省告示第 286 号）

## 別紙4 リスクアセスメント（包括的評価）のための測定の統計的評価に関する文献等

### 第1 関係文献のレビュー

- 1 米国安全衛生庁（OSHA）/米国労働安全衛生研究所（NIOSH）の測定の統計的評価
  - (1) 米国 OSHA 規則は、測定された労働者のばく露に関わる判断の際、統計的な評価を求めている（p.16）が、一方で、NIOSH（1977）は、適切な統計的な根拠を持つサンプリング計画と統計的な評価を用いて労働環境のサンプリングを行うべきとしている（p.15）。
  - (2) NIOSH（1977）では、統計的評価を用いた許容ばく露限度の遵法状況の評価方法を示している（P.48）。信頼区間としては、95%を採用し、上側信頼限界（UCL）と下限信頼限界（LCL）とばく露限度を比較することで、①遵法状態、②過剰ばく露のおそれ、③非遵法状態の3つに分類する方法を示している（P.48 Fig.4.2., Table 4.1.参照）。

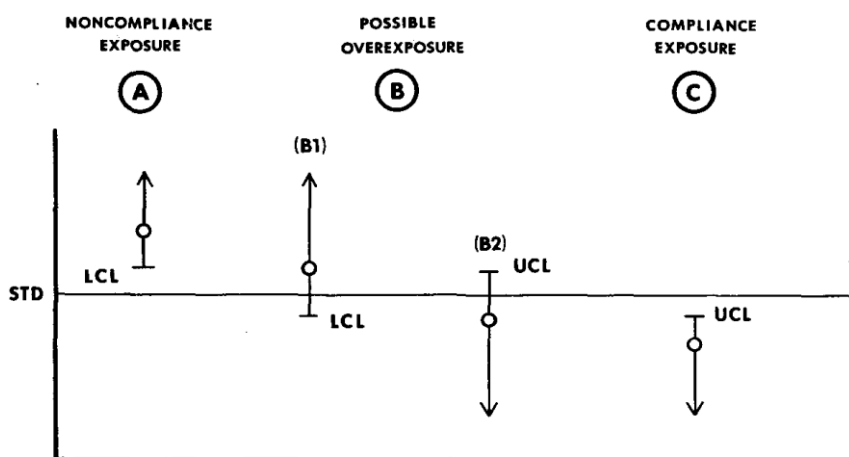


Figure 4.2. Classification according to one-sided confidence limits.

TABLE 4.1. CLASSIFICATION SYSTEM FOR EMPLOYEE EXPOSURE TO CONTAMINANTS

Classification	Definition	Statistical criterion
A. Noncompliance exposure	There is 95% confidence (based on measurements) that a worker's exposure is above the standard	$LCL \text{ (at 95\%)} > STD$
B. Possible over exposure	Any individual who cannot be classified in A or C	
C. Compliance exposure	There is a 95% confidence (based on measurements) that a worker's exposure is below the standard	$UCL \text{ (at 95\%)} \leq STD$

- 2 英国安全衛生庁（HSE）におけるリスクアセスメントのための試料採取場所
- (1) HSE (2006)では、ばく露限度と比較するためには、個人ばく露測定により、呼吸域の濃度を測定する必要があるとしている(p.6)。一方、有害物質の発散源やその工学的対策の有効性を評価する場合には、固定された場所での試料採取が有効であるとしている(p.7)。
- 3 米国産業衛生専門家協会（AIHA）における包括的なばく露評価
- (1) 米国産業衛生専門家協会(AIHA)発行の作業環境評価と対策手法（AIHA (1998))においては、監督機関の職員が行う遵法調査において大幅な過剰ばく露が発見されることは、包括的な作業環境の評価と管理活動の弱点を示すという意味でも重大な問題であるとしている。その際、包括的なばく露評価が統計的に強固な根拠を持って、有害物質のばく露が有効な管理下にあることを文書で示すことが必要となるとしている。このことが、事業者がばく露の包括的な評価を実施することのインセンティブとなるとしている(p.109)。
- (2) 包括的評価における試料空気の種類については、AIHA (1998)においては、空气中濃度のサンプリングの場所について、①特定の作業場所、②作業室全体の空気、③労働者の呼吸域の3つを示している。サンプリング場所の選択は、必要となる情報によって異なり、作業日全般の労働者のばく露レベルを判定するためには、労働者の呼吸域とともに、労働者の特定の作業に近接した場所の試料採取が必要としている。一方、測定目的が発生源の特定や、工学的対策の評価の場合は、戦略的な場の測定(area sampling)のネットワークがより適切であるとしている(p.121)。

## 第2 関係法令

- 1 安衛則第 577 条の2 第1項及び法第 57 条の3 第2項のリスクアセスメントの規定
- (1) 労働安全衛生規則第 577 条の2 第1項は、リスクアセスメントの結果等に基づき、代替物の使用、発散源の密閉、局所排気装置等の稼働、作業方法の改善、有効な呼吸用保護具の使用により、ばく露を最小限度とすることを事業者に義務付けている。
- (2) 安衛法第 57 条の3 第2項は、リスクアセスメントの結果に基づいて、必要な措置を講ずるように努めなければならないことを規定している。
- 2 作業環境測定における統計的評価
- (1) 作業環境測定基準（昭和 51 年労働省告示第 46 号）第 10 条第5項等においては、労働者の身体に試料採取機器等を装着する方法（個人サンプリング法（C 測定）。呼吸域の測定を求めていることに留意。）による作業環境測定を認めており、測定対象者は、単位作業場所の均等ばく露作業ごとに5人以上（作業者が5人を下回る場合は、測定時間を分割して試料採取することも可）、測定時間は、作業時間の全時間を原

則とするが、同一の作業を反復する等ばく露濃度がほぼ均一であることが明らかなきは、2時間を下回らない範囲内で採取時間の時間短縮を認めている。さらに、発散源に近接した作業の場合、作業時間中最も濃度が高くなると思われる時間帯に15分間試料を採取する測定（D測定）を実施することを求めている。

- (2) 作業環境測定基準第2条等においては、場の測定として、単位作業場所の床面上の6メートル以下等間隔の縦横線の交点において試料を採取する測定（A測定）及び発散源に近接した作業の場合、作業時間中最も濃度が高くなると思われる場所と時間帯に試料を10分間採取する測定（B測定）を規定している。
- (3) 作業環境測定における測定値の評価については、作業環境評価基準（昭和63年労働省告示第79号）第4条等において、統計的評価を行い、第一評価値（単位作業場所において考え得るすべての測定点の作業時間における気中有害物質の濃度の実現値のうち、高濃度側から5%に相当する濃度の推定値）及び第二評価値（単位作業場所における気中有害物質の算術平均濃度の推定値）を算定し、その値に応じて、単位作業場所を第1から第3管理区分に分類することを求めている。

### 第3 考察

#### 1 リスクアセスメント（包括的評価）における測定の試料採取場所及び評価

- (1) 米国 OSHA 規則は、測定された労働者のばく露に関わる判断の際、統計的な評価を求めている（p.16）が、一方で、NIOSH (1977)は、適切な統計的な根拠を持つサンプリング計画と統計的な評価を用いて労働環境のサンプリングを行うべきとしている（p.15）。NIOSH(1977)では、信頼区間としては、95%を採用し、上側信頼限界(UCL)と下限信頼限界(LCL)とばく露限度を比較することで、①遵法状態、②過剰ばく露のおそれ、③非遵法状態の3つに分類する方法を示している(P.48 Fig.4.2., Table 4.1.参照)。
- (2) HSE (2006)では、ばく露限度と比較するためには、個人ばく露測定が要とする一方（p.6）、有害物質の発散源やその工学的対策の有効性を評価する場合には、固定された場所での試料採取が有効であるとしている（p.7）。
- (3) AIHA (1998)においては、包括的なばく露評価が統計的に強固な根拠を持って、有害物質のばく露が有効な管理下にあることを文書で示す重要性を強調するとともに（p.109）、包括的評価におけるサンプリング場所の選択は、必要となる情報によって異なり、作業日全般の労働者のばく露レベルを判定するためには、労働者の呼吸域とともに、労働者の特定の作業に近接した場所の試料採取が必要としている。一方、測定目的が発生源の特定や、工学的対策の評価の場合は、戦略的な場の測定(area sampling)のネットワークがより適切であるとしている（p.121）。
- (4) 安衛則第577条の2第1項は、リスクアセスメント結果に基づいて、ばく露を最小



限度とすることを事業者に義務付けている。また、作業環境評価基準においては、測定結果を統計的に評価し、信頼区間を用いた作業場のばく露状態の評価を求めている。

- (5) 以上を踏まえると、安衛則第 577 条の 2 第 1 項及び安衛法第 57 条の 3 第 2 項の求めるところは、労働者のばく露が最低基準である安衛則第 577 条の 2 第 2 項の濃度基準値以下であることのみならず、工学的対策、管理的対策、保護具の使用等を駆使し、労働者のばく露を最小限とすることを事業者に求めていると解される。工学的対策の設計と評価を実施する場合には、試料採取箇所は、労働者の呼吸域のみならず、良くデザインされた場の測定も必要となる。
- (6) 安衛則第 577 条の 2 第 1 項及び安衛法第 57 条の 3 第 2 項は、高いばく露を受けている者のばく露を引き下げるのみならず、事業場における全ての労働者のばく露を最小限とすることを求めているものであるから、ばく露評価も、事業場のばく露状況を包括的に評価できることが望ましい。このため、最も高いばく露を受ける均等ばく露作業のみならず、幅広い均等ばく露作業を対象とした労働者の呼吸域の測定を行い、その測定結果を統計的に分析し、統計上の信頼区間 (95%) を活用した評価や最も濃度の高い時間帯に行う測定の結果を活用した評価を行うことが望ましい。
- (7) なお、建設作業等、毎回異なる環境で作業を行う作業については、異なる現場で毎回測定を行うことは困難であることから、典型的な作業を洗い出し、あらかじめそれら作業における労働者のばく露を測定し、その測定結果に基づき、あらかじめ、必要なばく露低減措置を決定しておくことで、それら作業に関するリスクアセスメントを実施する方法も認められるべきである。

#### 参考文献

- American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) (2018) TLVs and BEIs based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. ACGIH, Cincinnati, USA. pp. 3-5, pp. 7-8
- American Industrial Hygiene Association (AIHA) (1998) The Occupational Environment – Its Evaluation and Control. Eds. Dinardi, SR. AIHA Press.
- Control of Substances Hazardous to Health Regulation (COSHH) 2002 No.2677 Health and Safety
- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (2021) List of MAK and BAT Values 2021, Report 57, Bonn, Germany
- Health and Safety Executive (HSE) (2020) EH40/2005 Workplace exposure limits (Forth Edition 2020) TSO, Norwich UK.
- Health and Safety Executive (HSE) (2006) Monitoring strategies for toxic substances (second edition) HSE

Health and Safety Executive (HSE) (2013) Control of substances hazardous to health. The Control of Substances Hazardous to Health Regulations 2002 (as amended) Approved Code of Practice and guidance. (sixth edition)

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (1977) Occupational Exposure Sampling Strategy Manual. Eds. Leidel, NA. Busch, KA. Kynch, JR. CDC, Ohio. USA

Occupational Safety and Health Administration (OSHA) CFR 29.1910.

化学物質等による危険性又は有害性等の調査等に関する指針（平成 27 年危険性又は有害性等の調査等に関する指針公示第 3 号）

金属アーク溶接等作業を継続して行う屋内作業場に係る溶接ヒュームの濃度の測定の方法等（令和 2 年厚生労働省告示第 286 号）

## 別紙5 個人サンプリング法による作業環境測定の今後の在り方について

### 1 個人サンプリング法による作業環境測定の概要

#### (1) 導入経緯等

- ・平成30年11月に公表された個人サンプラーを活用した作業環境管理のための専門家検討会の報告書において、
  - ① 一定期間必要(測定できる作業環境測定士の養成のため)であること等を踏まえ、以下の作業(図1)を部分的に先行導入する。
  - ② 作業場所の測定は、A・B測定と個人サンプリング法(※1)による測定のいずれかを事業者が作業環境測定士の意見を踏まえ選択する。旨等が報告された。
- ・その後、省令等の改正(※2)により、令和3年4月から個人サンプリング法による作業環境測定が導入された。先行導入されたものは以下のとおり。

#### (先行導入作業)

- ① 発散源が作業者ととも移動し、発散源と作業者との間に測定点を置くことが困難な作業(吹付け塗装など)
- ② 有害性が高く管理濃度が低い物質(※3)を取り扱う作業であって、作業者の動きにより呼吸域付近の評価結果がその他の作業に比べて相対的に大きく変動すると考えられる作業

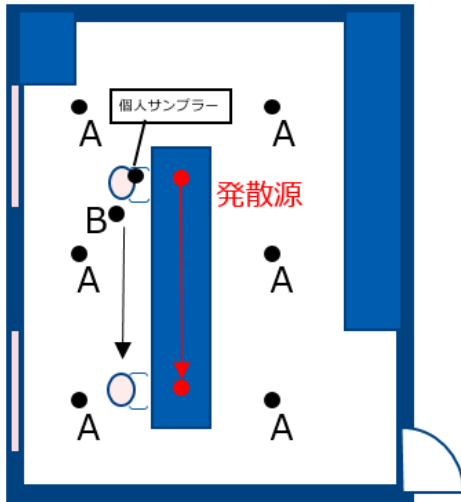
※1：個人サンプリング法は、労働者の身体に装着する試料採取機器等を用いて行う作業環境測定(C・D測定ともいう)。

※2：作業環境測定法施行規則の一部を改正する省令(令和2年厚生労働省令第8号)等により、作業環境測定法施行規則、作業環境測定基準、作業環境評価基準が令和2年1月27日に公布及び告示(施行及び適用：令和3年4月1日)された。

※3：ベリリウム及びその化合物など13物質

図1 先行導入作業のイメージ

①発散源とともに作業者が移動  
(吹付け塗装等)



②作業者の動きにより呼吸域付近の評価結果がその他の作業に比べて相対的に大きく変動すると考えられる作業

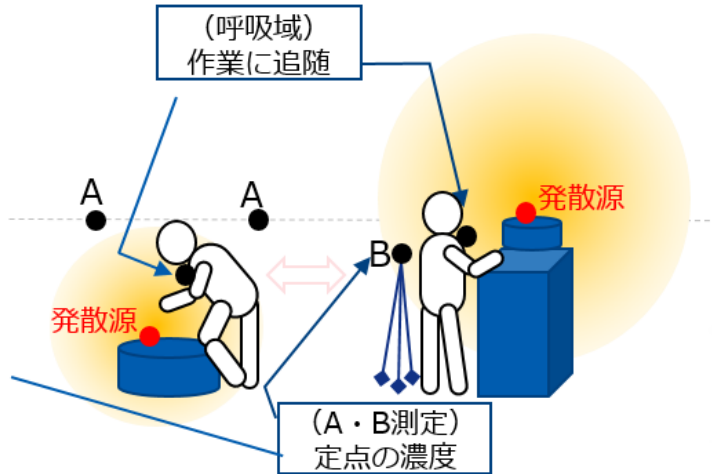
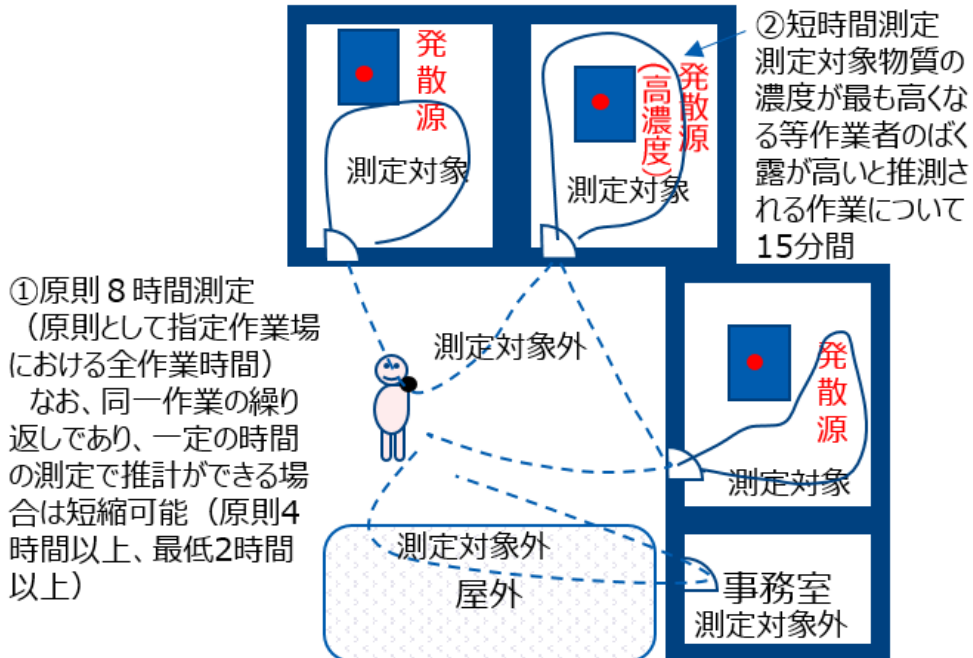


図2 「個人サンプラーによる測定」



(2) A・B測定と個人サンプリング法（C・D測定）の比較

		A・B測定	個人サンプリング法 (C・D測定)
測定の目的		有害物を取り扱う作業が行われる作業場所の作業環境の良否を評価し、環境改善対策の必要性を明らかにすること。	
デザイン	測定対象物質	指定作業場において取扱物質として測定の対象に設定した物質	指定作業場で取り扱われる化学物質のうち、以下のもの。 ①低管理濃度特定化学物質(ベリリウムおよびその化合物など13物質) ②鉛 ③第1種有機溶剤等、第2種有機溶剤等及び特別有機溶剤等(塗装作業等有機溶剤等の発散原の場所が一定しない作業に用いる場合に限る。)
	単位作業場所	当該作業場の区域のうち、労働者の作業中の行動範囲、有害物の分布等の状況等に基づき定められる作業環境測定のために必要な区域(作業環境測定基準第2条)	
	測定点(測定対象者)の決定の考え方	測定場所の床面上に6メートル以上の等間隔で引いた縦横線の交点の床上50cm~150cmの位置	均等ばく露作業ごとに、それぞれ、適切な労働者に対して行う。
	測定点(測定対象者)の数	A測定は、一単位作業場所につき5つ以上を測定する。B測定は、最も濃度が高くなる時間と作業位置で測定する。	C測定は、一単位作業場所につき、均等ばく露作業の労働者を5名以上測定する。D測定は、最も濃度が高くなる時間と作業位置で測定する。
サンプリング	測定時間	<ul style="list-style-type: none"> <li>1測定点ごとに継続した10分間以上を測定。</li> <li>一単位作業場所の測定は1時間以上。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>試料採取機器を装着した労働者個々の均等ばく露作業の全時間を測定。(作業時間が2時間を超える場合であって、同一の作業を反復して行う等、ばく露濃度がほぼ均一であることが明らかなきは、2時間を下回らない時間)</li> <li>D測定の場合は、測定を継続して15分行う。</li> </ul>
分析		分析方法等は、作業環境測定基準に基づき行う。	
評価		測定結果の評価方法は、作業環境評価基準に基づき行う。	

### (3) 個人ばく露測定を導入状況

現時点で個人ばく露測定を導入しているものは次のとおり。

#### ① 切羽に近接する場所の粉じん濃度等の測定（令和3年4月1日施行）

試料空気の採取方法は以下の方法で行う（ずい道建設工事における粉じん対策に関するガイドラインの別紙1）。

- 定置式の試料採取機器を用いる方法
- 作業に従事する労働者の身体に装着する試料採取機器を用いる方法
- 車両系機械（※）に装着されている試料採取機器を用いる方法

※動力を用い、かつ、不特定の場所に自走できる機械。

#### ② 溶接ヒュームの濃度測定（令和3年4月1日施行）

試料空気の採取は、金属アーク溶接等作業に従事する労働者の身体に装着する試料採取機器（※）を用いる方法により、濃度測定を行い、その結果に応じて労働者に有効な呼吸用保護具を使用させる（特定化学物質障害予防規則第38条の21第6項）。

※ 試料採取機器の採取口は労働者の呼吸域に装着

#### ③ 第三管理区分改善困難作業場所での濃度測定（令和6年4月1日施行予定）

作業環境管理専門家が第三管理区分の改善困難と判断した場所等において、個人サンプリング法等による化学物質の濃度測定を行い、その結果に応じて労働者に有効な呼吸用保護具を使用させる。

#### ④ リスクアセスメント指針に基づく濃度測定

リスクアセスメントに基づき個人ばく露測定を行う場合は、労働者の身体に装着する試料採取機器等を用いて行う方法により、労働者個人のばく露（労働者の呼吸域の濃度）を測定する（化学物質リスクアセスメント指針の9（1）イ（ア）（※））。

※「化学物質等による危険性又は有害性等の調査等に関する指針について」（平成27年9月18日付け基発0918第3号の記の9（3）イ）

## 2 個人サンプリング法に係る作業環境測定機関へのアンケート結果等

### (1) 事業報告書の集計結果

作業環境測定機関は都道府県労働局長又は厚生労働大臣に対して毎事業年度の事業報告書を提出しなければならない（作業環境測定法第34条第1項において準用する労働安全衛生法第50条第4項）。事業報告書の様式において、C・D測定に関する内容を追加する改正（令和4年7月15日付け基発0715第1号）を行うとともに、C・D測定の実績等を把握するために9月10日までに提出された事業報告書を収集し、とりまとめを行った結果は次のとおりである。

【実施状況等について】

作業対象作業場 (※1)		選定実施事業 場数(※2)	延単位作業 場所(※2)	延単位作業場の管理区分(※2)		
				第一管理区分	第二管理区分	第三管理区分
鉱物性粉 じん・石 綿(1 号)	石綿	190	558	490	29	39
	石綿以外	16,214	80,438	72,173	4,083	4,182
放射性物質(2号)		792	11,254			
特定化学物質(金属 類を除く)(3号)		38,208 (41)	172,303 (56)	165,719 (45)	4,033 (0)	2,551 (11)
金属類 (4号)	鉛	1,150 (2)	3,267 (2)	2,841 (0)	163 (1)	263 (1)
	鉛以外	6,387 (10)	36,234 (30)	33,697 (17)	1,259 (2)	1,278 (11)
有機溶剤(5号)		33,595 (14)	218,605 (31)	208,181 (16)	6,840 (7)	3,584 (8)
騒音(※3)		6,963	47,685	21,544	13,230	12,911
事務所(事務所則第 7条)		716	21,146			

※1：作業対象作業場は作業環境測定法施行規則別表に規定されている各号に基づき記載。

※2：上記表中の括弧内の数字はC・D測定の件数(内数)。

※3：騒音障害防止のためのガイドライン別表1、別表2の作業場による騒音。

(2) アンケート結果

ア 調査目的

個人サンプリング法の適用対象となる化学物質の追加の検討を行うに当たり、化学物質の追加等に関する必要な情報を収集するために、厚生労働大臣又は都道府県労働局に登録している作業環境測定機関にアンケートを行った。

イ 調査方法

期間：令和4年7月15日から同年8月19日

調査方法：所定のアンケート様式により、次の作業環境測定機関を調査。

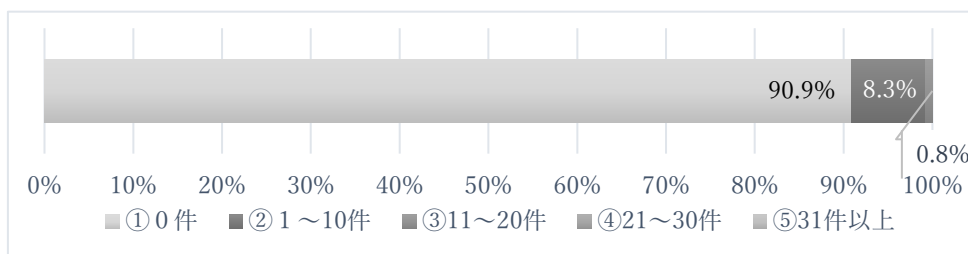
	機関数	回収数	回収率
個人サンプリング法登録機関	317 機関	252 枚	79.5%
個人サンプリング法未登録機関	440 機関	276 枚	62.7%
合計	757 機関	528 枚	70.0%

## ウ 調査結果

### アンケート結果1 個人サンプリング法登録機関を対象とした質問に対する回答

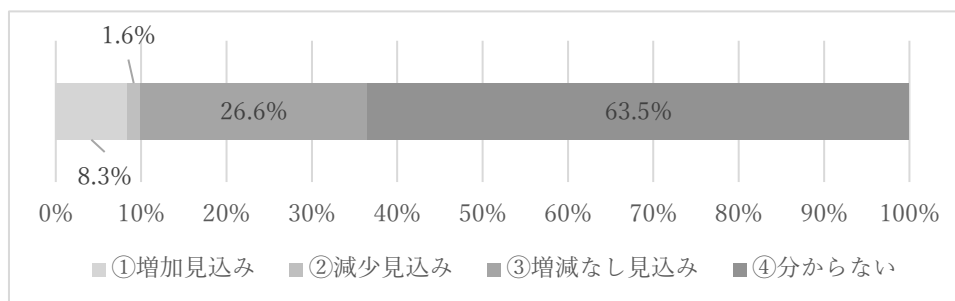
質問①：直近事業年度の個人サンプリング法による測定実績（N=252）

約9割が0件と回答。1～10件が8.3%、31件以上は0%。



質問②：個人サンプリング法による測定件数の今後の見通し（N=252）

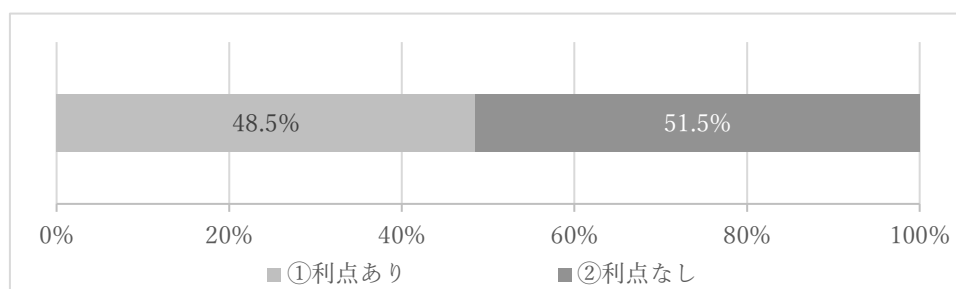
・6割以上が「分からない」と回答。



質問③：個人サンプリング法による測定におけるA・B測定と比べた利点の有無

（N=237）

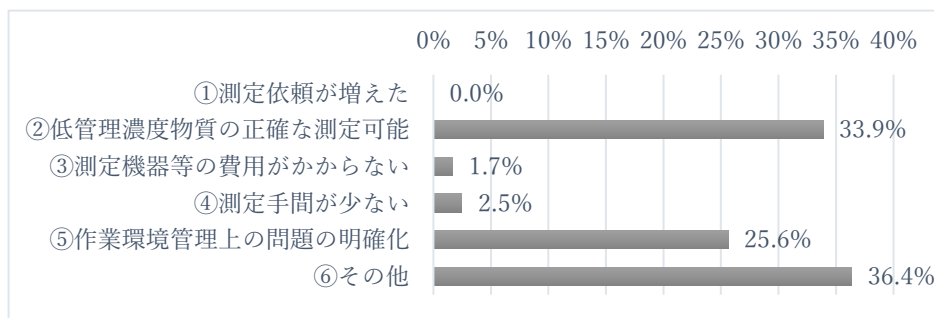
・約半数が「利点あり」と回答。





質問④：質問③で「利点あり」の場合の具体的な利点（N=121）

- ・作業環境評価の精度向上に関する回答が半数以上。



<その他>

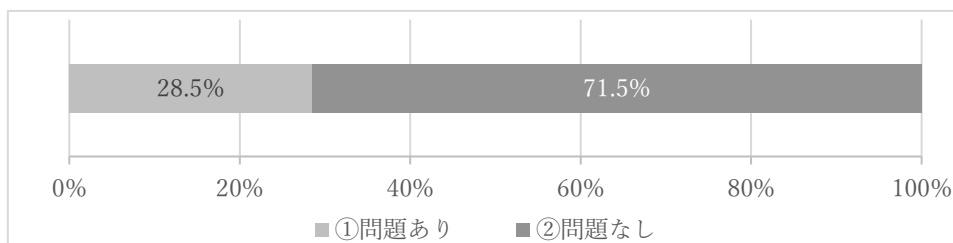
- ・労働者のばく露の実態を把握したいという事業場の要望に応えられると思う。
- ・A・B測定と比較して、C・D測定の方がばく露実態が把握しやすい。

<関連する意見例>

- ・顧客による日々の個人ばく露計測器（高濃度）と作業環境測定値に乖離があり、個人サンプリングによる測定を提案し、実施したところ、より安全サイドの管理、作業方法及び局所排気装置の改善に繋がった。
- ・作業環境測定士が立ち入れない作業場についても個人サンプリング法なら立ち入らなくても実施可能。

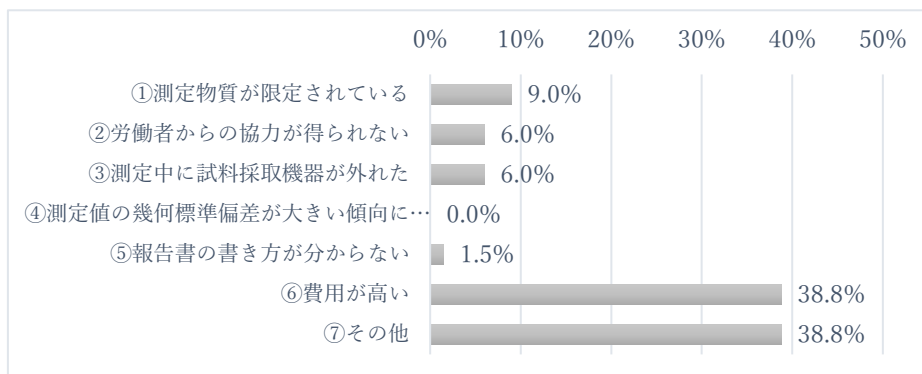
質問⑤：個人サンプリング法による測定に係る問題の有無（N=221）

- ・約7割が「問題なし」と回答。



質問⑥：質問⑤で「問題あり」の場合、具体的な問題（N=67）

- ・約4割が「費用が高い」



<その他>

- ・忙しい作業では 採取器の付け替えが予定時間通りにいかず正確な分割採取が難しい
- ・作業が短時間で終了する場合は採用しづらい

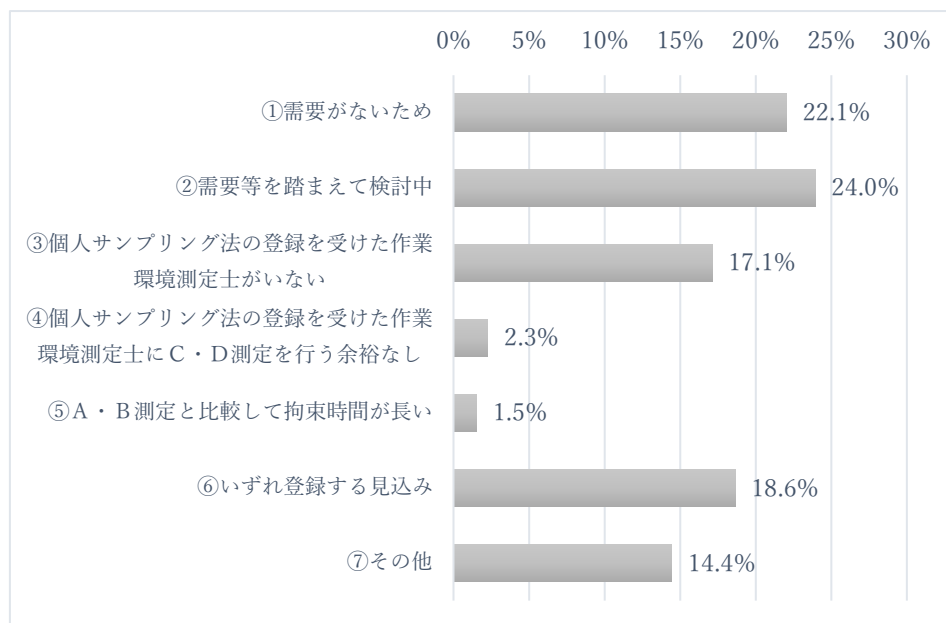
<関連する意見例>

- ・事前打ち合わせや測定時等、A・B測定と比較して、作業環境測定士が拘束される時間が長いため、測定にかかる費用が高くなる。
- ・測定対象の作業に従事する労働者を5名以上確保できる作業場が少ない。

## アンケート結果2 個人サンプリング法未登録機関を対象とした質問に対する回答

### 質問⑦：個人サンプリング法による測定を登録しない理由（N=208）

- ・ 4分の1が「需要等を踏まえて検討中」と回答する一方で、約22%は「需要がないため」と回答。



#### <その他>

- ・ 需要がないし、測定可能な測定士がいても、C・D測定を行う余裕もない。

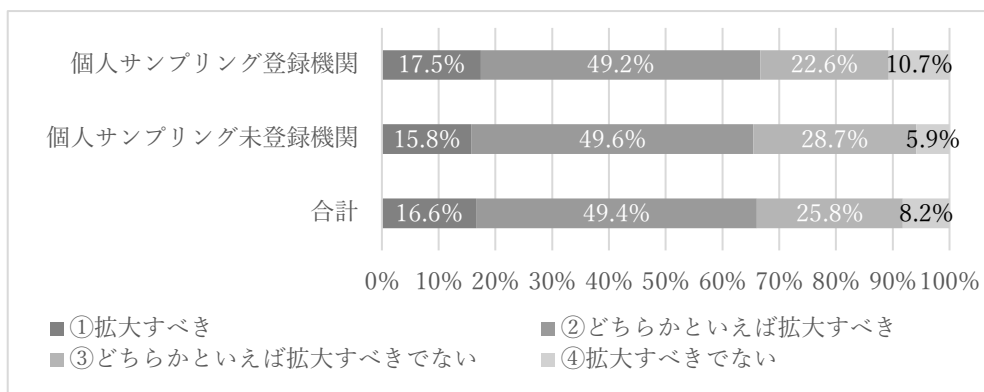
#### <関連する意見例>

- ・ 現状は需要がないため登録していないが、個人サンプリング測定の需要増加、測定対象物質の拡大に伴い、対応していくつもりである。
- ・ 測定機器等の購入費用に見合う需要が見込めない。
- ・ 現在は需要がなく、個人サンプリング法の登録を受けた作業環境測定士を確保していないが、今後必要があれば、作業環境測定士を配備し導入していく。

アンケート結果3 全ての登録機関を対象とした質問に対する回答

質問⑧：個人サンプリング法による測定対象物質の拡大に対する意見（N=480）

- ・約 65%が拡大に賛成。
- ・約 1 割が「拡大すべきでない」と回答。



< 「拡大すべき」と回答した主な意見 >

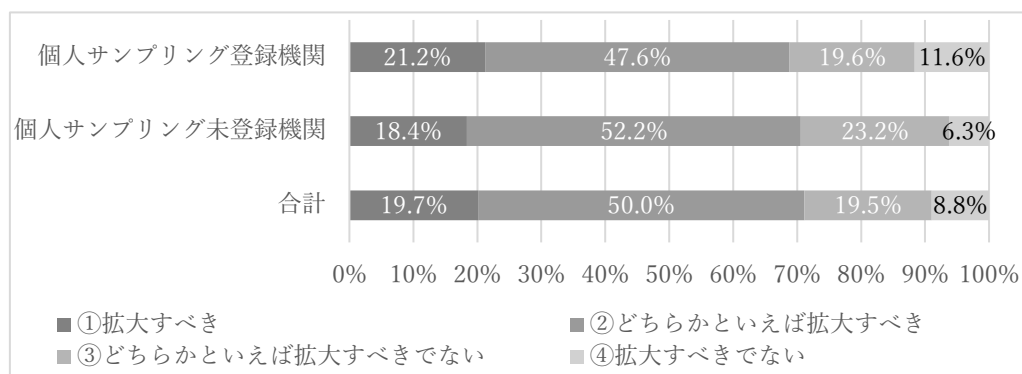
- ・ A・B測定の外にC・D測定を加えた以上、現場の選択肢が広がるという意味で C・D測定の対象物質の拡大が望ましいと考えます。

< 「拡大すべきでない」と回答した主な意見 >

- ・ 作業者の胸あたりに取り付けた捕集材は、作業姿勢や発生源の位置によっては発生源に非常に近くなり、過剰評価に繋がるケースが発生するのではないかと。

質問⑨：第3管理区分の事業場における呼吸用保護具の選定に当たり、個人サンプリング法による測定対象物質の拡大に対する意見（N=522）

- ・約 7 割が拡大に賛成。
- ・約 1 割が「拡大すべきでない」と回答。



< 「拡大すべき」と回答した主な意見 >

- ・ C・D測定により、A・B測定では感知できなかった作業者のばく露状況が見えてくると思われるが、事業者が悪い結果を出したがるということもある。選

択ではなく、強制的に実施させるような規制があれば良いと思います。

<「拡大すべきでない」と回答した主な意見>

・煩雑でなかなか浸透しないC・D測定を拡大していくよりも、個人サンプラーを利用してB測定を実施する等、簡易で馴染みがあり、かつ、作業者のばく露状況を的確に反映できる方法を推奨していくことが積極的な測定、環境改善につながるのではないかと考えます。

質問⑩：その他、個人サンプリング法による測定に関する御意見等（自由記載）

1. 【測定機関の負担（費用関係）】

- ・個人サンプリング法は測定時間が長くなる測定方法なので、費用を上げざるを得ない。
- ・事業場側がA・B測定とC・D測定のどちらかを選択できるため、費用の掛からないA・B測定を選択していることがほとんどである。
- ・個人サンプリングの需要が少なく、測定機器を一式購入する際の費用も掛かりすぎるため、登録が中々できない状態である。
- ・測定機器の台数が多く必要であるため、補助金等があるとよいと考えます。

2. 【測定機関の負担（時間・人員関係）】

- ・C・D測定は、測定中の適切な作業状況の監視や現場への往復等を考えると作業環境測定士が拘束される時間的負担が極めて大きいため、試料採取における時間的負担の軽減を図る必要がある。
- ・対応している作業環境測定は短時間作業が多く、個人サンプリング法へ変更するの必要を感じない。作業環境測定士不足により個人サンプリング法での対応が難しい。

3. 【事業場の課題（費用負担・作業確保等）】

- ・A・B測定よりも実態に沿った作業環境を測定することが可能であると考えられるが、労働者に原則全従事時間個人サンプラーを装着しなければならないことから、労働者にかかる時間的・技術的な負担が大きく、作業環境測定士の指導がより重要な測定であると思う。
- ・作業者が少なく、5検体のサンプルを採取することが難しい作業場が多い。
- ・測定している現場の大半は、作業者が1～2名程度と少数で、当該作業時間が短い場合が多い。このようなケースでは、1検体当たりに必要な試料採取量の確保が難しく、現場の負担も大きくなり、測定に係る負担も大きくなる。
- ・測定費用の問題によりC・D測定の実施が見送られていると思われることから、助成金等を検討いただきたい。

4. 【測定方法】

- ・個人サンプリングは作業者の実態のばく露を把握するにはある程度有効と考えるが、グループ分け（均等暴露）の定義が曖昧なこと、サンプリング時間に関

する定義、解釈が分かりにくいことから、C・D測定を行うなら個人ばく露測定の方が有効と考える。

- ・A・B測定又はC・D測定のどちらかを選択して作業環境測定するのではなく、物質や対象作業ごとに測定方法を定めて行った方がよいのではないか。
- ・現状、A・B測定又はC・D測定は選択できる状態にあるので、今後、更に明確なC・D測定の有効性や有用性が出されなければ、C・D測定の普及は難しいのではないのでしょうか。
- ・個人サンプリング法のメリットや重要性について、もっと各事業所へアナウンスされれば拡大されると思います。

### 3 個人サンプリング法における測定手法の検討

新たな化学物質管理に向けて、厚生労働省委託事業（中央労働災害防止協会受託）において個人サンプラーを用いた作業環境測定の対象拡大に向けた検討を行った結果を踏まえ、以下のとおり対象物質の拡大を進めることとする。

- ① 厚生労働省委託事業（令和3年度）の検討を踏まえ、個人サンプリング法対象物質に追加可能な化学物質等

有機溶剤	塗装作業等以外の全ての作業で可。
特別有機溶剤	塗装作業等以外の全ての作業で可。
特定化学物質（特別有機溶剤以外）	アクリロニトリル、エチレンオキシド、オルトートルイジン、酸化プロピレン、三酸化二アンチモン、ジメチル-2, 2-ジクロロビニルホスフェイト、臭化メチル、ナフタレン、ベンゼン、ホルムアルデヒド、リフラクトリーセラミックファイバー、硫酸ジメチル（以上管理濃度あり）オーラミン、パラジメチルアミノアゾベンゼン、マゼンタ（以上管理濃度なし）【15 物質】
粉じん	粉じん（遊離けい酸の含有率が極めて高いものを除く。） ※遊離けい酸の含有率 100%の粉じんでは、管理濃度が $0.025\text{mg}/\text{m}^3$ となり、管理濃度の 1/10 を測定するために読取精度 $0.001\text{mg}$ の天秤が必要となるため、測定困難。

- ② 現行の作業環境測定基準にない測定法（NIOSH 法）を取り入れること等で可能な 7 物質（管理濃度がない化学物質を含む）

特定化学物質の名称	試料採取方法	分析方法	管理濃度
ジクロルベンジジン及びその塩	ろ過捕集方法	高速液体クロマトグラフ分析方法	—
アルファーナフチルアミン及びその塩	固体捕集方法	ガスクロマトグラフ分析方法	—
オルトトリジン及びその塩	固体捕集方法	ガスクロマトグラフ分析方法	—
ジアニジン及びその塩	固体捕集方法	ガスクロマトグラフ分析方法	—
塩化ビニル	固体捕集方法	ガスクロマトグラフ分析方法	2 ppm
塩素	固体捕集方法	高速液体クロマトグラフ分析方法	0.5 ppm
沃（よう）化メチル	固体捕集方法	ガスクロマトグラフ分析方法	2 ppm

③ 引き続き検討が必要な 19 物質（管理濃度がない化学物質を含む）

特定化学物質の名称	管理濃度	理由
塩素化ビフェニル（別名 PCB）	0.01 mg/m <sup>3</sup>	② ⑤
ベンゾトリクロリド	0.05 ppm	⑤ ⑥
アクリルアミド	0.1 mg/m <sup>3</sup>	② ④
アルキル水銀化合物	0.01 mg/m <sup>3</sup>	① ⑥
エチレンイミン	0.05 ppm	① ② <sup>※1</sup>
クロロメチルメチルエーテル	—	① ⑥
コールタール	※2	③ ⑤
シアン化カリウム	3 mg/m <sup>3</sup>	① ② <sup>※1</sup>
シアン化水素	2 ppm	① ② ④
シアン化ナトリウム	3 mg/m <sup>3</sup>	① ② <sup>※1</sup>
1,1-ジメチルヒドラジン	0.01 ppm	④
ニッケル化合物	0.1 mg/m <sup>3</sup>	④
ニッケルカルボニル	0.001 ppm	⑤
ニトログリコール	0.05 ppm	① ② ④
パラ-ニトロクロルベンゼン	0.6 mg/m <sup>3</sup>	④
弗（ふつ）化水素	0.5 ppm	① ② ④
ベータ-プロピオラクトン	0.5 ppm	⑤
ペンタクロロフェノール及びそのナトリウム塩	0.5 mg/m <sup>3</sup>	① ② <sup>※1</sup>
硫化水素	1 ppm	① ② ④

（備考）※1；代替法も液体捕集方法。

※2；ベンゼン可溶性成分として 0.2 mg/m<sup>3</sup>

（理由）

- ① 現行の作業環境測定基準で試料採取方法が直接捕集方法又は液体捕集方法。
- ② 現行の作業環境測定ガイドブックにない方法（OSHA 法や NIOSH 法）を検討している。
- ③ 高精度の測定機器によれば測定ができる。
- ④ D測定は 15 分間のサンプリングで管理濃度の 1/10 の濃度を測定できることが確認されたものであることが通達（令和 2 年基発 0127 第 12 号）に示されており、その精度には達していないが、管理濃度と同じ有効桁で足りるとすれば、実施可能である。
- ⑤ ④のレベルには達していない。
- ⑥ 定量下限値の情報がなく、判断できない。



【参考1】個人サンプリング法に係るアンケート様式（個人サンプリング法登録機関用）

別紙1

個人サンプリング法（C・D測定）にかかるアンケート（個人サンプリング法登録機関用）

個人サンプリング法（C・D測定）の登録を受けている作業環境機関の皆様へのアンケートです。

令和4年7月  
厚生労働省化学物質対策環境改善室

回答方法は、以下のとおりです。回答時点の状況でお答えください。

直接、回答を入力してください。（自由記入式）
選択してください

選択式の中から、該当するものを選んでください。（選択式）

機関の名称				
所在地				
連絡先	電話	令和 年 月 日	Eメール	令和 年 月 日
事業年度	自	令和 年 月 日	至	令和 年 月 日

(A) 直近の事業年度における個人サンプリング法（C・D測定）による測定実績はどのくらいでしょうか。

選択してください
----------

(B) 個人サンプリング法（C・D測定）による測定件数は、今後どのような見通しでしょうか。

選択してください
----------

(C) 個人サンプリング法（C・D測定）による測定の実施について

- 1 i) これまでの作業環境測定（A・B測定）に比べて、利点があると感じる点がありましたか。
- ii) i)で「①利点あり」と回答された場合に選択してください。
- iii) ii)で「②その他」と回答された場合は、利点の具体的な内容をご記入ください。

選択してください
----------

選択してください
----------

- 2 i) 問題が生じたことはありましたか。
- ii) i)で「①問題あり」と回答された場合に選択してください。
- iii) ii)で「②その他」と回答された場合は、問題点の具体的な内容をご記入ください。

選択してください
----------

選択してください
----------

(D) 個人サンプリング法（C・D測定）による測定対象物質の拡大についてどうお考えでしょうか。

選択してください
----------

(E) 緊急管理区分となる岗位作業場所を有する事業場において、厚生労働省が定める方法（個人サンプリング測定等）による測定結果に基づき、呼吸用保護具を決定することを令和6年4月から義務付けられます。

このような場合、作業環境測定の個人サンプリング法（C・D測定）による測定対象物質の拡大について、どうお考えでしょうか。

選択してください
----------

(F) その他、個人サンプリング法（C・D測定）による測定に関する御意見等があれば、記載願います。

※例：個人サンプリング法を選択するにあたってどのようにしたら採用しやすいか等

--

ご協力いただき、誠にありがとうございました。

別紙1\_個人サンプリング法(C・D測定)にかかるアンケート(個人サンプリング法登録機関用)

質問及び回答表

質問	回答
(A)直近の事業年度における個人サンプリング法(C・D測定)による測定実績はどのくらいでしょうか。	①0件、②1～10件、③11～20件、④21～30件 ⑤31件以上
(B)個人サンプリング法(C・D測定)による測定件数は、今後どのような見通しでしょうか。	①増加する見込み、②減少する見込み ③増減なしの見込み、④わからない
(C)個人サンプリング法(C・D測定)による測定の実施について 1)これまでの作業環境測定(A・B測定)に比べて、利点があると感じる点はありましたか。	①利点あり、②利点なし
ii) iで「①利点あり」と回答された場合に選択してください。	①測定依頼が増えた。 ②管理濃度が低い物質の正確な測定が可能。 ③測定機器等の費用がかからない。 ④測定に係る手間が少ない。 ⑤作業環境管理上の問題点が明確になった。 ⑥その他
iii) iiで「⑥その他」と回答された場合は、問題点の具体的な内容をご記入ください。	自由記載
2) i)問題が生じたことはありましたか。	①問題あり、②問題なし
ii) iで「①問題あり」と回答された場合に選択してください。	①測定物質が限定されている。 ②労働者から協力が得られない。 ③測定中に試料採取機器が外れた。 ④測定値の幾何標準偏差が大きい傾向になった。 ⑤報告書の書き方がよくわからない。 ⑥費用が高い。 ⑦その他
iii) iiで「⑦その他」と回答された場合は、問題点の具体的な内容をご記入ください。	自由記載
(D)個人サンプリング法(C・D測定)による測定対象物質の拡大についてどうお考えでしょうか。	①拡大すべき。 ②どちらかといえば拡大すべき。 ③どちらかといえば拡大すべきでない。 ④拡大すべきでない。
(E)第3管理区分となる単位作業場所を有する事業場において、厚生労働省が定める方法(個人サンプリング測定等)による測定結果に基づき、呼吸用保護具を選定することを令和6年4月から義務付けされます。 このような場合、作業環境測定の個人サンプリング法(C・D測定)による測定対象物質の拡大について、どうお考えでしょうか。	①拡大すべき。 ②どちらかといえば拡大すべき。 ③どちらかといえば拡大すべきでない。 ④拡大すべきでない。
(F)その他、個人サンプリング法(C・D測定)による測定に関する御意見等があれば、記載願います。 ※例:個人サンプリング法を選択するにあたってどのようにしたら採用しやすいか等	自由記載

【参考2】個人サンプリング法に係るアンケート様式（個人サンプリング法未登録機関用）

別紙2

個人サンプリング法（C・D測定）にかかるアンケート（個人サンプリング法未登録機関用）

個人サンプリング法（C・D測定）の登録を受けていない作業環境機関の皆様へのアンケートです。

令和4年7月  
厚生労働省化学物質対策環境改善室

回答方法は、以下のとおりです。回答時点の状況でお答えください。

選択してください	直接、回答を入力してください。（自由記入式）
選択してください	選択肢の中から、該当するものを選んでください。（選択式）

機関の名称				
所在地				
連絡先	電話		Eメール	
事業年度	自	令和 年 月 日	至	令和 年 月 日

(A) 個人サンプリング法（C・D測定）による測定を登録しないのはどのような理由によるものでしょうか。

「その他」を選択した場合は、具体的な理由をご記入ください。

選択してください

(B) 個人サンプリング法（C・D測定）による測定対象物質の拡大についてどうお考えでしょうか。

選択してください
----------

(C) 第3管理区分となる単位作業場所を有する事業場において、厚生労働省が定める方法（個人サンプリング測定等）による測定結果に基づき、呼吸用保護具を測定することを令和6年4月から義務付けされます。

このような場合、作業環境測定用の個人サンプリング法（C・D測定）による測定対象物質の拡大について、どうお考えでしょうか。

選択してください
----------

(D) その他、個人サンプリング法による測定に関する御意見があれば、記載願います。

※例：個人サンプリング法を選択するにあたってどのようにしたら採用しやすいか等

--

ご協力いただき、誠にありがとうございました。

別紙2.個人サンプリング法(C・D測定)にかかるアンケート(個人サンプリング法未登録機関用)  
質問及び回答表

質問	回答
(A)個人サンプリング法(C・D測定)による測定を登録しないのはどのような理由によるものでしょうか。	①需要がないため。 ②需要等を踏まえて検討中。 ③個人サンプリング法の登録を受けた作業環境測定士がいない。 ④個人サンプリング法の登録を受けた作業環境測定士がC・D測定を行う余裕がない。 ⑤A・B測定と比較して拘束時間が長い。 ⑥いずれ登録する見込み。 ⑦その他
「⑦その他」を選択した場合は、具体的な理由をご記入ください。	自由記述
(B)個人サンプリング法(C・D測定)による測定対象物質の拡大についてどうお考えでしょうか。	①拡大すべき。 ②どちらかといえば拡大すべき。 ③どちらかといえば拡大すべきでない。 ④拡大すべきでない。
(C)第3管理区分となる単位作業場所を有する事業場において、厚生労働省が定める方法(個人サンプリング測定等)による測定結果に基づき、呼吸用保護具を選定することを令和6年4月から義務付けされます。 このような場合、作業環境測定の個人サンプリング法(C・D測定)による測定対象物質の拡大について、どうお考えでしょうか。	①拡大すべき。 ②どちらかといえば拡大すべき。 ③どちらかといえば拡大すべきでない。 ④拡大すべきでない。
(D)その他、個人サンプリング法(C・D測定)による測定に関する御意見等があれば、記載願います。 ※例：個人サンプリング法を選択するにあたってどのようにしたら採用しやすいか等	自由記載