個人サンプラーを活用した測定について
（個人ばく露測定及び個人サンプリング法）

２０２０年１０月２２日（木）

東京理科大学　環境安全センター
労働衛生コンサルタント
日測協認定IOHA、インストラクター
栃木産業保健総合支援センター相談員
宮　田　昌　浩

ゼロ災害とは？

ゼロ災害には**2通り**

①**災害防止対策を実施**しているのでゼロ災害

⇩

リスク低い

②災害防止対策を実施していないが**たまたま災害が起きていない**

⇩

リスク高い
（危険な状態である）

映像①

映像②

映像③

災害防止のためにリスクの把握⇒低減は重要

化学物質ばく露防止のためのリスク把握方法とは

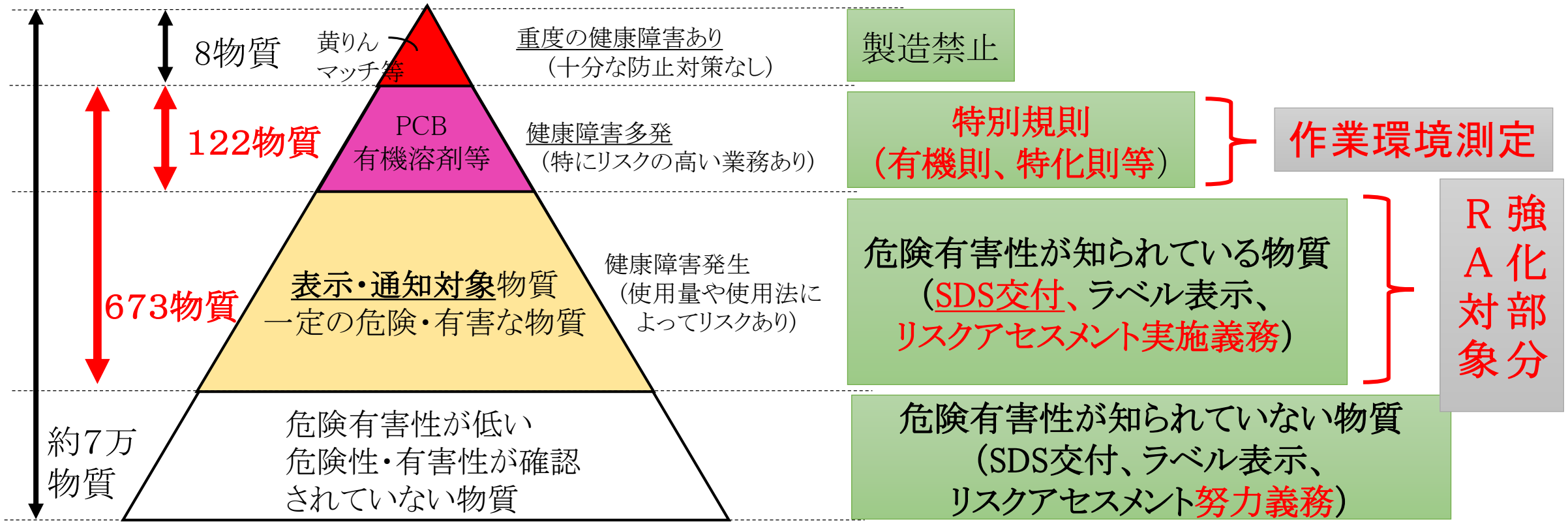
➢化学物質におけるばく露の種類
①呼吸を介する吸入によるばく露（吸入ばく露）
②皮膚 や眼を介する経皮吸収によるばく露（経皮ばく露）

---

①吸入ばく露におけるリスクの把握方法（安衛法）
・作業環境測定（安衛法第65条）⇒特別規則による122物質（測定義務あり）
・化学物質リスクアセスメント（安衛法第57条の3）
⇒表示・通知対象物質による673物質（実施方法は自主対応）
職場のあんぜんサイトのCREATE-SIMPLE等、測定は一つの手法

②経皮ばく露におけるリスクの把握方法
・職場のあんぜんサイトのCREATE-SIMPLE等
・化学防護手袋透過率試験データ等（化学防護手袋研究会HP参考に）

労働安全衛生法における化学物質の体系



厚生労働省資料参考

化学物質のリスクアセスメント義務化(2016年6月1日)

注）法令対象となる濃度範囲が異なる（例：メタノールSDS交付は0.1％、有機則は5％）

※2018年7月1日にSDS交付物質が更に追加（物質の範囲拡大も含む⇒実質は673物質）

※2021年4月1日：塩基性酸化マンガン、溶接ヒュームが特化則に追加

規制における法規準拠型と自主対応型について

➢ 法規準拠型　・・・　細かく法令等で規制し、監督指導により法規を守らせる

有機則や特化則等の多くの法規（作業環境測定等含む）

◆ ローベンス報告書
1972年イギリスのローベンス（労働大臣）により、法規準拠型だけでは労災削減困難⇒「労働安全衛生における**自主対応型システム**」の必要性について報告
※EU諸国及びアメリカ：労働安全衛生関連については自主対応型

➢ 自主対応型　・・・　事業者等が自己責任に基づいた自発的な対応を重視する

化学物質のリスクアセスメントの実施→義務
実施方法や対策は各事業者が自己責任で対応することが可能

●自主対応型のメリット
有害因子の変化に**迅速及び柔軟な対応**が可能（優先順位）
技術革新による最先端の測定方法や最新の対策が可能

事業者（実施者）が主体的・自主的に実施
（事業所ごとにリスクアセスメントの仕組を構築する）

化学物質リスク把握方法一覧（例）

化学物質のリスク把握方法				開発機関等
作業環境測定（第65条） 有機則、特化則等			**場の測定として測定方法等が詳細に決められている （個人ばく露測定等は法令上認められていない）**	**厚生労働省 日本作業環境測定協会**
リスクアセスメント（第57条の3）	定性	マトリックス法	コントロールバンディング ※ILOのCONTROL TOOLKITをもとに開発	厚生労働省
			中災防方式化学物質のリスクアセスメント 中災防方式を参考としたシステムツール	中災防 福井大学
	定量	数理モデル等によるばく露推定	CREATE-SIMPLE （定性方式（厳密な計算からばく露推定していない）） ECETOC-TRA 日本語版：BIGDr.Worker 数理モデル（完全蒸発モデル、ボックスモデルなど）	みずほ情報総研㈱ 厚生労働省 欧州化学物質生態毒性・毒性センター 日本化学工業協会
		実測定	検知管を用いた化学物質のリスクアセスメントガイドブック	みずほ情報総研㈱ 厚生労働省
			個人ばく露測定のガイドライン(平成27年) 海外の個人ばく露測定方法	**日本産業衛生学会 NIOSH、AIHA、EN689**
			作業環境測定（法定測定法と同様の方法）	厚生労働省 日本作業環境測定協会
			その他（ガスセンサーやVOCモニター等による簡易測定）	ー

作業環境測定を行うべき作業場と測定内容等①

- 作業環境測定は，以下の表に掲げる作業場について行うことが法令で義務づけられています。
- 有資格者（作業環境測定士）に行わせなければならないもの（数字に○印が付いているもの。「指定作業場」といいます）と，職場の担当者が行えるものがあります。

作業環境測定を行うべき作業場				測　定			
作業場の種類（労働安全衛生法施行令第21条）				関係規則	測定の種類	測定回数	記録の保存年数
①	土石，岩石，鉱物，金属または炭素の粉じんを著しく発散する屋内作業場			粉じん則26条	空気中の濃度および粉じん中の遊離けい酸含有率	6月以内ごとに1回	7
2	暑熱，寒冷または多湿屋内作業場			安衛則607条	気温，湿度，ふく射熱	半月以内ごとに1回	3
3	著しい騒音を発する屋内作業場			安衛則590，591条	等価騒音レベル	6月以内ごとに1回	3
4	坑内の作業場	イ	炭酸ガスが停滞し，または停滞するおそれのある作業場	安衛則592条	炭酸ガスの濃度	1月以内ごとに1回	3
		ロ	28℃を超え，または超えるおそれのある作業場	安衛則612条	気温	半月以内ごとに1回	3
		ハ	通気設備のある作業場	安衛則603条	通気量	半月以内ごとに1回	3
5	中央管理方式の空気調和設備を設けている建築物の室で，事務所の用に供されるもの			事務所則7条	一酸化炭素および二酸化炭素の含有率，室温および外気温，相対湿度	2月以内ごとに1回	3
6	放射線業務を行う作業場	イ	放射線業務を行う管理区域	電離則54条	外部放射線による線量当量率	1月以内ごとに1回	5
		ロ	放射性物質取扱作業室	電離則55条	空気中の放射性物質の濃度	1月以内ごとに1回	5
		ハ	事故由来廃棄物等取扱施設				
		ニ	坑内における核原料物質の掘採の業務を行う作業場				

作業環境測定を行うべき作業場と測定内容等②

※7	特定化学物質（第1類物質または第2類物質）を製造し，または取り扱う屋内作業場等	特化則36条	第1類物質または第2類物質の空気中の濃度	6月以内ごとに1回	3（特定の物質については30年間）
	石綿等を取扱い，もしくは試験研究のため製造する屋内作業場	石綿則36条	石綿の空気中における濃度	6月以内ごとに1回	40
※8	一定の鉛業務を行う屋内作業場	鉛則52条	空気中の鉛の濃度	1年以内ごとに1回	3
△9	酸素欠乏危険場所において作業を行う場合の当該作業場	酸欠則3条	第1種酸素欠乏危険作業に係る作業場にあっては，空気中の酸素の濃度 第2種酸素欠乏危険作業に係る作業場にあっては，空気中の酸素および硫化水素の濃度	作業開始前等ごと	3
※10	有機溶剤（第1種有機溶剤または第2種有機溶剤）を製造し，または取り扱う一定の業務を行う屋内作業場	有機則28条	当該有機溶剤の濃度	6月以内ごとに1回	3

（注）1．○印（1・6ロハ・7・8・10）は，**作業環境測定士による測定が義務付けられている指定作業場**であることを示す。
2．※印（1・7・8・10）は，**作業環境評価基準が適用**される作業場を示す。
3．△印（9）の酸素欠乏危険場所における酸素濃度または硫化水素濃度の測定は，酸素欠乏危険作業主任者が行わなければならない。
4．詳しくは協会ウェブサイト（http://www.jawe.or.jp/sokutei/sokuteikiso.htm）。

公社）日本作業環境測定協会リーフレットより引用

作業環境測定（従来法）の流れ

- 測定場所の設定・・・有害物質の使用状況、発散状況等から単位作業場所、測定点（5点以上）等を決定。⇒デザイン・・・図面作成

- サンプリング・・・直接捕集、液体捕集、固体捕集、ろ過捕集、簡易測定（検知管）

- 分析・・・前処理後にガスクロマトグラフ、原子吸光分析、液体クロマトグラフ等

ガスクロマト

原子吸光

高速液体クロマト

島津製作所、
日立カタログより引用

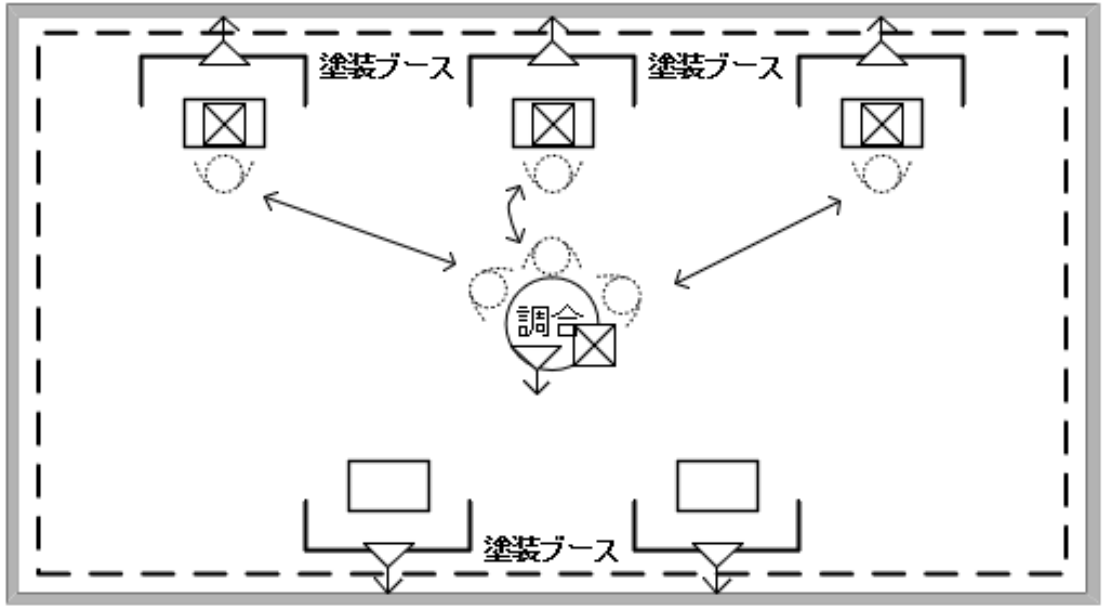
➢単位作業場所：測定範囲設定（作業環境測定士が適切に判断する）

●目的：作業環境改善のために、作業環境中の有害物質濃度分布等の情報を提供する。

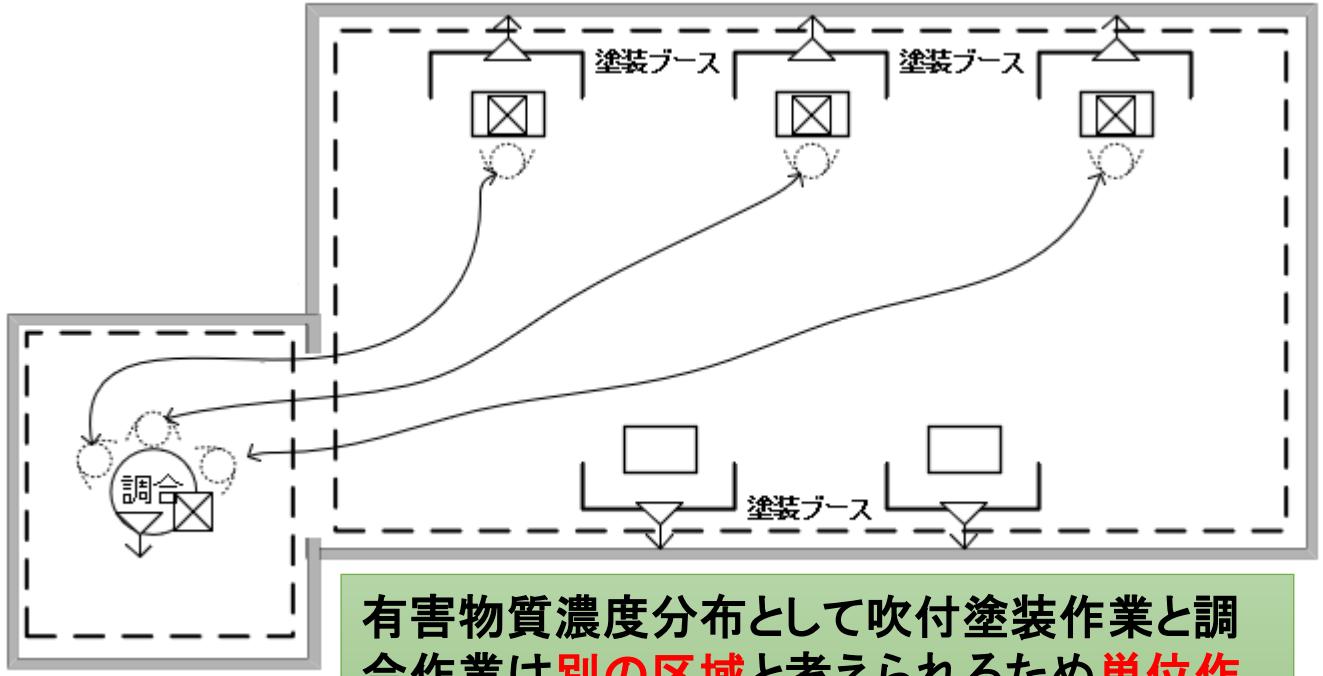
単位作業場所の範囲は、母集団である環境を作業環境管理の対象となる区域に層別化する

例）吹付塗装作業（ブースでの塗装作業(一部調合作業含む)）

：単位作業場所（測定対象範囲）



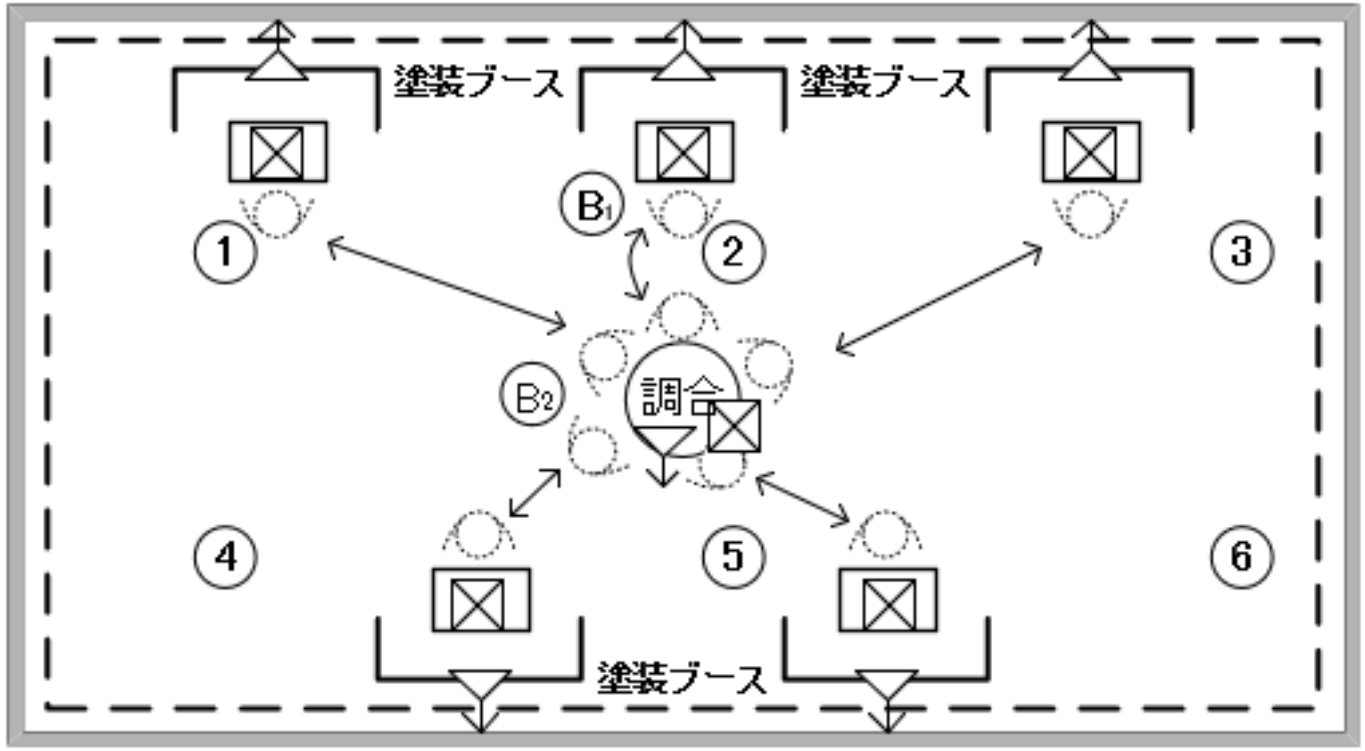
有害物質濃度分布として吹付塗装作業と調合作業は同じ区域と考えられるため単位作業場所は1つ

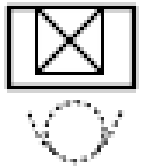


有害物質濃度分布として吹付塗装作業と調合作業は別の区域と考えられるため単位作業場所は2つと考えられる。

作業環境測定（従来法）の測定点等について

例）吹付塗装作業（ブースでの塗装作業(一部調合作業含む)）





：単位作業場所
（測定対象範囲）

- ①～⑥：A測定点（測定点：6m間隔以内の定点（等間隔系抽出法））
  測定時間：10分間以上
- Ⓑ： B測定点（作業者が発生源と共に移動する場合には、B測定点も移動）
  作業者が高値のばく露を受けると考えられる時間における定点測定
  測定時間：10分間

作業環境測定と個人ばく露測定について

（注意：個人ばく露測定と個人サンプリング法は異なる測定方法）

作業環境測定と個人ばく露測定について①

実施

- 作業環境測定
（場の測定）

- 個人ばく露測定
（個人サンプラー装着）

作業環境測定の基準について

- 作業環境測定⇒管理濃度（行政による基準）
  労働安全衛生法第65条に基づく測定結果に対する基準値

管理濃度とは
時間における概念が含まれていない基準である

例：トルエン使用塗装作業：2つの同じ作業環境測定結果について
①作業時間1日60分のみ⇒A測定幾何平均が25ppm
②作業時間1日８時間⇒A測定幾何平均が25ppm
⇒①と②の各作業者：１日のトルエンばく露リスクは同じか？？

※作業環境測定は単位作業場所における環境濃度である。
（作業者が有害物質にばく露される時間に関する概念は含まれていない）

個人ばく露測定の基準について

- 許容濃度（ばく露限界値）等
  - 日本産業衛生学会の許容濃度又は米国産業衛生専門家会議（ACGIH）のTLV-TWA
    1日8時間、週40時間の労働において、繰り返しばく露されても、平均ばく露濃度がこの値以下であれば、ほとんどすべての労働者に健康上の悪い影響がみられないと考えられる濃度

※短時間ばく露に対するばく露限界
- TLV-STEL : ACGIHの15分間の短時間ばく露限界
- TLV-C : ACGIHのたとえ瞬間的でも超えてはならない濃度
- 最大許容濃度 : 日本産業衛生学会の5分程度の許容濃度

注：許容濃度とTLV-TWAとの値が異なる場合、リスクアセスメントでは
→一般的に安全側基準（厳しい基準）を採用

許容濃度（ばく露限界値）の計算方法について

●測定時間の設定、8時間加重平均値への換算、基準値との比較

例：ばく露(作業)が、ある時間帯に限定される場合

–ばく露のある時間帯だけを測定する

–その後、8時間の時間加重平均を計算する

例

有害物質使用作業
9:00 – 12:00　ばく露平均濃度40ppm

12:00 – 17:00

ばく露はない（明らかにばく露がない場所での作業）

測定未実施

8時間時間加重平均値

= (40ppm × 3時間 + 0ppm × 5時間) / 8時間 = 15 ppm

●評価方法（例：基準値20ppmとの比較）

上記の場合には、ばく露限界値と比較評価する値は15ppmである。

8時間加重平均値15ppm＜基準値（ばく露限界値）20ppm⇒許容できるリスク

※アクションレベル（OSHA：米国労働安全衛生局）：基準値の2分の1と比較する方法等もある

●ばく露限界値の濃度算出（個人ばく露測定としての問題）

問題

作業者のシクロヘキサンによるリスク評価を実施するため、シクロヘキサンを取り扱う作業時間（8：00～12:00）に個人ばく露測定を実施した。
測定の結果は、180ppm（8:00～12:00の平均）であった。
リスク評価するため8時間加重平均濃度を算出してください。
※シクロヘキサンの許容濃度150ppm（ばく露限界値）

□ 解答

作業環境測定と個人ばく露測定について②

- 作業環境測定
  日本独自の測定方法、作業場の環境測定（作業場のリスク把握）

- 個人ばく露測定
  海外では一般的な測定方法、個人単位の測定（個人のリスク把握）

測定法	目的	法令	測定範囲	サンプリング機材
作業環境測定	場の測定	法令測定 （6ヶ月1回）	単位作業場所 時間的概念無	定点設置型 （作業者負担なし）
個人ばく露測定	個人の ばく露量	自主測定 （リスクアセスメントで活用）	個人、クループごと作業状況に応じた範囲 場所の範囲無	個人装着型 （作業者負担有）

作業環境測定と個人ばく露測定について③

測定法	評価方法			
	測定値	基準	統計処理	備考
作業環境測定	測定時間における平均濃度	管理濃度 （時間的概念無）	管理区分評価	単位作業場所の濃度状況把握
個人 ばく露測定	原則8時間加重平均濃度 15分間の短時間ばく露濃度	8時間及び短時間ばく露限界値（許容濃度、TLV-TWA、STEL等⇒時間的概念有）	専門家の判断（AIHA、NIOSH、EN689を参考に⇒ 例：アクションレベル	マニュアル等を参考に専門家が判断することが多い 例：OSHA要求事項 ⇒全て作業者：ばく露限界値（PEL）以下にすること

◆個人ばく露測定における測定値の取り扱いについて
例）作業及び測定時間5時間、測定結果100ppm（5時間の平均値）
⇒8時間加重平均濃度計算：100ppm×5時間/8時間＝62.5ppm

参考）NIOSH、OSHA、AIHA、ACGIH、EN689について

- NIOSH（国立労働安全衛生研究所）
  米国の保健社会福祉省が管轄する組織。労働安全衛生分野の研究、情報、教育、訓練等の提供を通じて、労働環境の確保を支援する組織
  ⇒日本における中災防、労働者健康安全機構（安衛研、バイオアッセイ研究センター）等かな？

- OSHA（労働安全衛生局）
  米国の労働省が管轄する組織。職場の安全衛生に関する規制を策定、執行する組織であり、事業所への立入権限を有する。
  ⇒日本における労働基準監督署等かな？

- AIHA（米国産業衛生協会：インダストリアルハイジニスト）
  1939年に設立され、労働衛生、環境衛生及び労働安全の分野の専門家としての能力を維持するための包括的な教育訓練プログラムを管理運営する非営利組織であり、その使命は、労働者の健康を保護するための知識を創造し、職場における業務関連の疾病を除去することである。
  ⇒日本におけるオキュペイショナルハイジニストの日測協、日本労働安全衛生コンサルタント協会、日本産業生学会等かな？

- ACGIH（米国産業衛生専門家会議）
  毎年4月頃に許容濃度値（TLV）及び生物学的モニタリングの指標（BEI）を公表（会員は無料、他は有料）
  ⇒日本における日本産業衛生学会かな？

- 欧州規格 ・EN 689: 欧州規格(1995)
  作業環境における化学物質吸入曝露量の限界値、測定等に関する指針

作業環境測定の課題について

作業環境測定について①

- 有害物質の使用状況、発散・拡散状況、労働者の行動範囲等（デザイン）から
  - ・測定範囲：単位作業場所の設定
  - ・測定点：A、B測定の設定
  - ・基準：管理濃度

場の測定
⇒単位作業場所のリスクの把握

作業環境測定について②

- 単位作業場所のリスクの把握とは

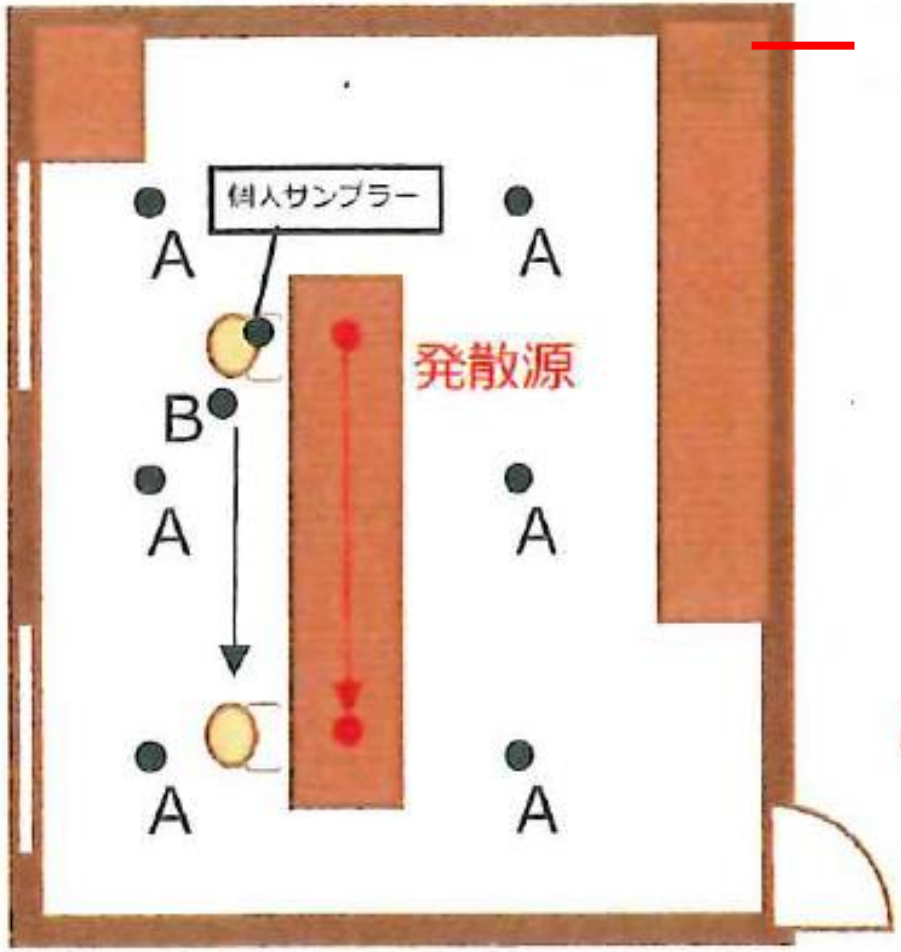
単位作業場所の環境リスクを把握することで、単位作業場所内で働く作業者（有害物質を取扱わない作業者も含む）の有害物質による影響を把握できる。なお、測定時の作業者への直接の負担はない。

課題

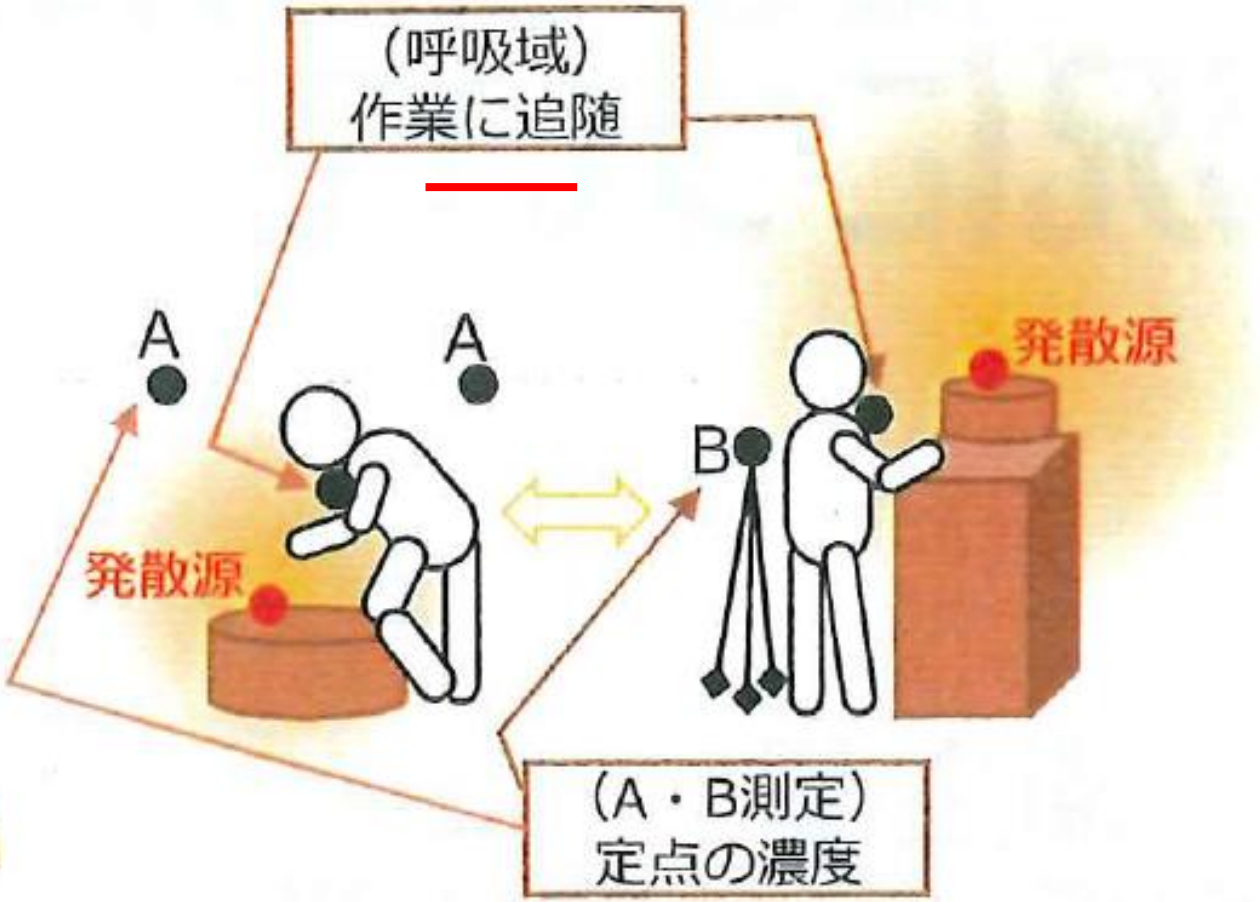
- 発生源と共に移動する作業者個人のばく露濃度は高値となる。場の測定では把握できないのでは？
- 発生源近接の作業者（溶接作業、吹付作業等）の呼吸域濃度とB測定濃度との差が大きいのでは？

作業環境測定について③

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

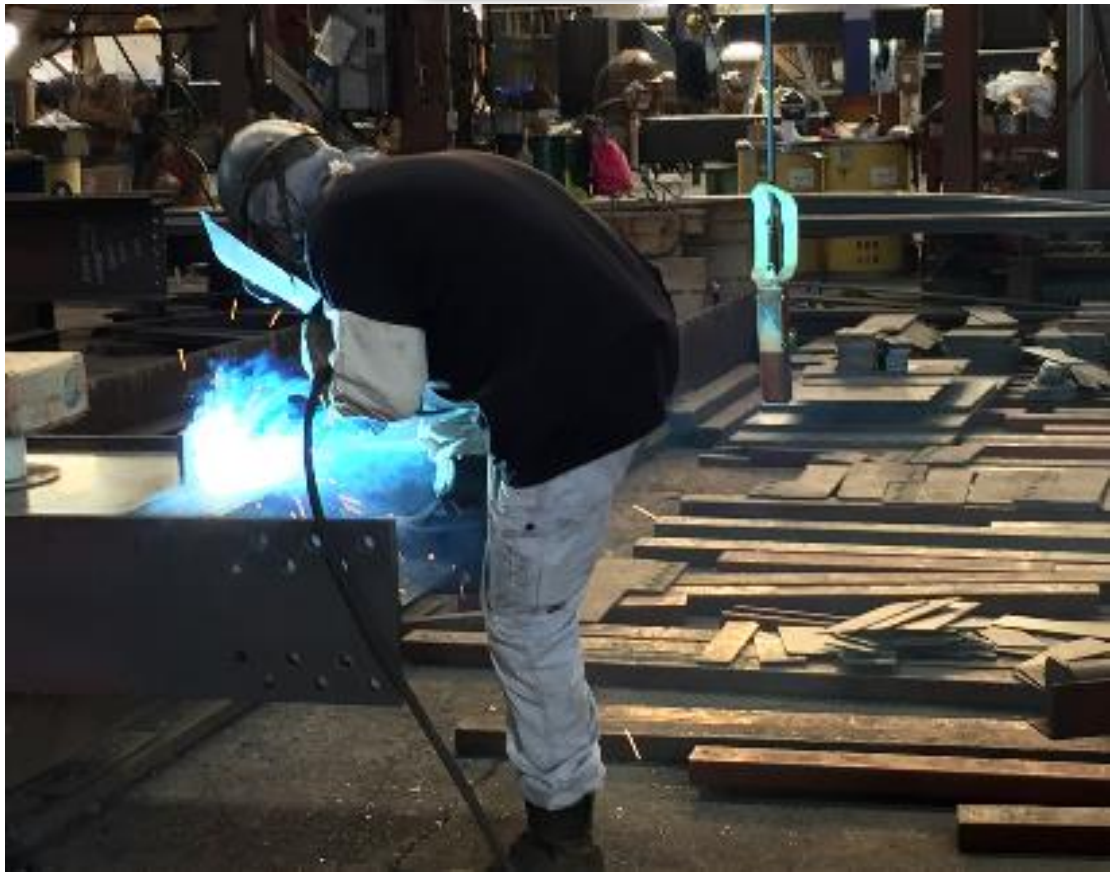


厚生労働省資料引用

作業環境測定について④

➢ 課題例

映像④



映像⑤

WEB資料引用

呼吸域付近にB測定点を設置することは困難⇒**B測定値と呼吸域付近濃度との差が著しく異なる**⇒リスクの評価として適切か？疑問

作業環境測定について⑤

➢ 課題例

キシレン等の溶剤を含む塗料による吹き付け作業が行われていた。作業環境測定結果は第一管理区分（良好）。特殊健康診断の尿検査（キシレン代謝物：メチル馬尿酸）の結果：分布区分3（高値：ばく露量大）となった。

吹き付け作業は塗料の跳ね返りが著しく作業者の呼域付近の濃度が高濃度となる。作業環境測定のB測定では呼吸域の濃度測定が困難であったため、作業者の側面付近で実施。⇒適切なリスクの把握ができなかったのでは？

作業環境測定結果より個人ばく露測定結果のほうが高値となる作業例

分類	作業内容例
作業の特性 （発生源の位置、移動作業、作業姿勢）	・吹付塗装業 塗料の跳ね返りにより作業者呼吸域が高濃度となる
	・作業者とともに発生源が移動 従来の作業環境測定では、発生源とともに移動測定することが困難
	・発生源位置及び作業姿勢が極端な位置 装置下にもぐり、仰向けになって行う作業
掛け持ち作業	同一作業者が複数の作業場を掛け持ちし、それぞれの作業場で有害物質にばく露する場合

個人ばく露測定結果より作業環境測定結果のほうが高値となる作業例

分類	作業内容例
間欠作業 （1日数回の作業）	・原料投入作業 投入作業は、投入後は別の作業を行っていることが多い
	・病院における滅菌作業 滅菌装置からの取り出し作業以外は別の作業を行っていることが多い
	・装置、機械等のオペレータ作業 装置等のセット、監視、点検以外は別の作業を行っていることが多い
短時間作業 （短時間で作業が終了）	上記の作業や試験研究等でのサンプル脱脂作業

個人サンプリング法導入について
（個人ばく露測定とは異なる）

作業環境測定の課題における対応

➢作業環境測定の課題

- **発生源と共に移動する作業者個人のばく露濃度は高値となるが、場の測定では把握できないのでは？**
- **発生源近接の作業者（溶接作業、吹付作業等）の呼吸域濃度とB測定濃度との差が大きいのでは？**

➢ 作業環境測定関連法令が改正
（令和2年1月27日公布、令和3年4月1日施行）

個人サンプリング法による
作業環境測定が選択できることになった

個人サンプリング法とは（概要①）

- 個人サンプリング法を簡単に説明すると・・・
  サンプリング方法は個人ばく露測定用の個人サンプラーを活用し、評価方法は作業環境測定の評価方法に基づき管理区分を決定する。（場の測定であり、個人ばく露測定ではない）

◆概略

従来の作業環境測定では、サンプリング位置が定位置固定。個人サンプリング法ではサンプリング機材を労働者に装着し、労働者とともにサンプリング場所が移動。

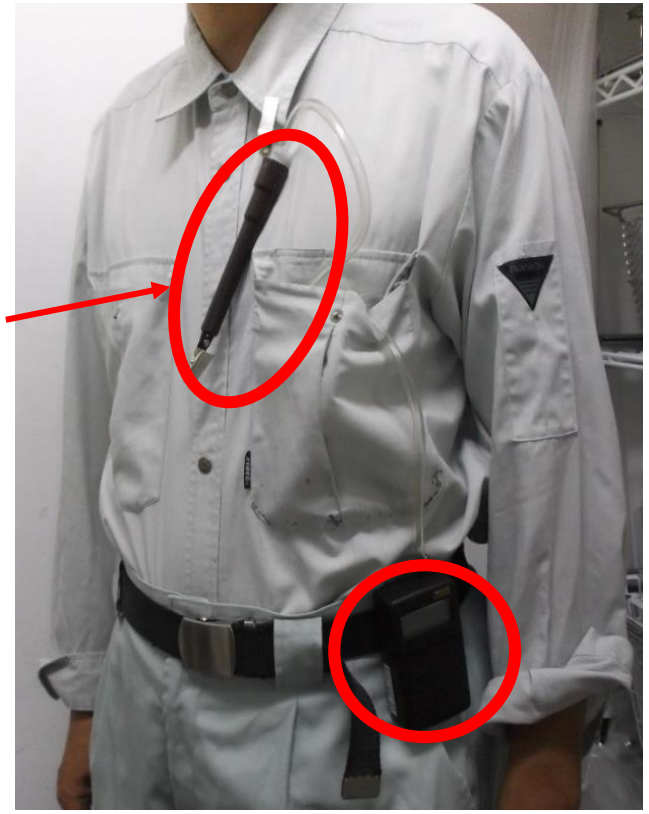
通達等の記載には「労働者の身体に装着する試料採取機器等を用いて行うサンプリング」

✓ただし、個人サンプリング法が選択可能なのは一部の作業と特定の物質のみ

個人サンプリング法とは（概要②）

- 作業に従事する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

従来の
作業環境測定法



追加された
個人サンプリング法

法令で対象となる物質及び特定の作業については、従来の作業環境測定（A、B測定）又は新たに追加された個人サンプリング法（C、D測定）のどちらかを適切に選択する（令和3年4月1日から）

参考）個人サンプリング法追加された作業環境測定の流れ

- 測定場所の設定・・・有害物質の使用状況、発散状況等から単位作業場所、**均等ばく露作業（個人サンプリング）**、測定点（5点以上）等を決定。
- サンプリング・・・直接捕集、液体捕集、固体捕集、ろ過捕集、簡易測定（検知管）
  作業者にサンプリング機材装着（追加）

- 分析・・・前処理後にガスクロマトグラフ、原子吸光分析、液体クロマトグラフ等

ガスクロマト

原子吸光

高速液体クロマト

島津製作所、
日立カタログより引用

個人サンプリング法とは（対象作業）

- 有機溶剤等係る測定のうち、塗装作業等の発散源の場所が一定しない作業

◆有機溶剤等とは

有機溶剤（有機則の第一種及び第二種有機溶剤）及び特別有機溶剤（特化則の一部）

◆塗装作業等とは

発散源が作業に従事する労働者とともに移動し、当該発散源と当該労働者の間に定置式の試料採取機器等を設置することが困難な作業が含まれること

個人サンプリング法とは（対象物質）

➢ 低管理濃度特定化学物質及び鉛に係る測定

法令	物の種類	管理濃度
特化則（（令別表第３第１号及び第２号）	ベリリウム及びその化合物	0.001mg/㎥
	インジウム化合物	―
	オルト-フタロジニトリル	0.01mg/㎥
	カドミウム及びその化合物	0.05mg/㎥
	クロム酸及びその塩	0.05mg/㎥
	五酸化バナジウム	0.03mg/㎥
	コバルト及びその無機化合物	0.02mg/㎥
	3、3’－ジクロロ－4、4’ジアミノジフェニルメタン（MOCA)	0.005mg/㎥
	重クロム酸及びその塩	0.05mg/㎥
	水銀及びその無機化合物（硫化水銀除く）	0.025mg/㎥
	トリレンジイソシアネート（TDI)	0.005ppm
	砒素及びその化合物（アルシン及び砒化ガリウム除く）	0.003mg/㎥
	マンガンおよびその化合物（法令改正により新たに追加）	0.05mg/㎥
鉛則	鉛及びその化合物	0.05mg/㎥

個人サンプリング法とは（選ぶ方法は？）

- 従来の作業環境測定における測定又は新たに追加された個人サンプリング法による測定⇒どちらを選択すれば良いか？

◆個人サンプリング法が認められている対象作業及び対象物質（低管理濃度）のみ選択可能。個人サンプリング法が認められていない物質等は従来の作業環境測定で実施。

- 誰が選択するのか？

◆事業者の任意の選択に委ねられている
◆事業者が作業環境測定士、産業医等を含む安全衛生委員会（衛生委員会）の意見を踏まえて決定する

※特に専門家の作業環境測定士の意見は重要

個人サンプリング法とは（実施者は？）

●個人サンプリング法におけるサンプリングは、従来の作業環境測定士では実施できない（※分析は従来通り変更なし）

- サンプリング実施者は？
  個人サンプリング法関連の講習を受け、個人サンプリングの登録をした作業環境測定士

- 作業環境測定機関に委託する場合は？
  個人サンプリング法に関する追加届出（登録証書換、業務規程等）を行った測定機関に委託
  測定機関に所属している個人サンプリング登録済みの測定士が、デザイン・サンプリングを実施することになる（※分析は従来通り変更なし）

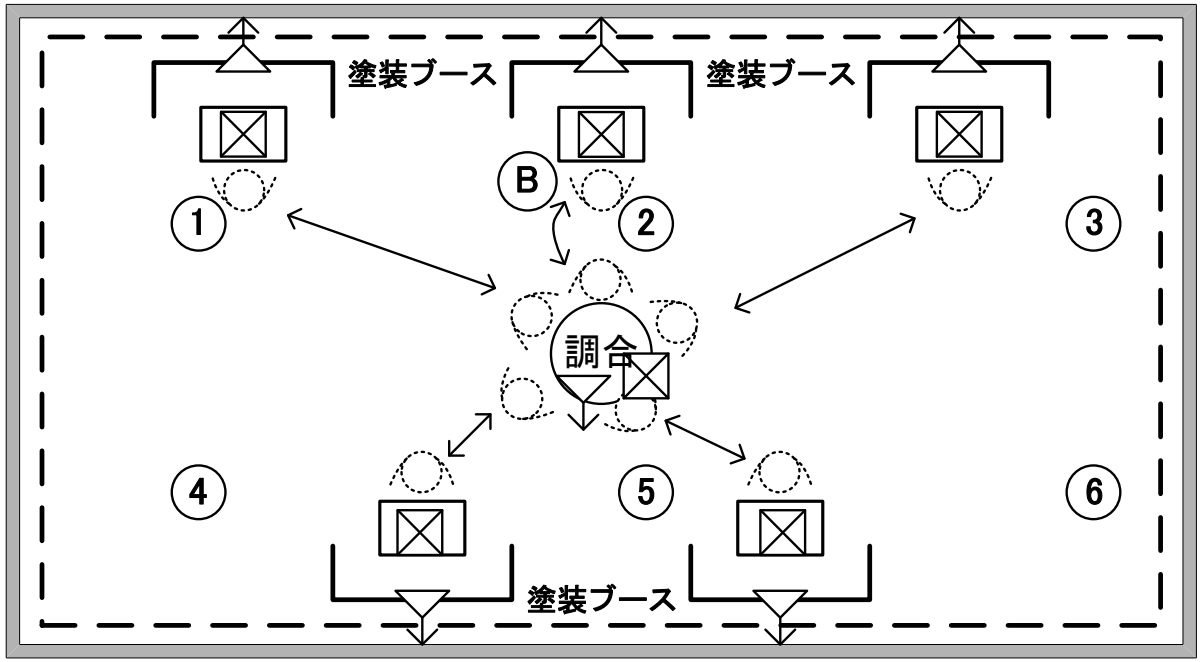
個人サンプリング法とは（単位作業場所）

➢単位作業場所とは

作業場の区域のうち労働者が作業中の行動範囲、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

✓ 個人サンプリング法でも単位作業場所の概念は同じ（場の測定であり、個人ばく露測定ではない）

例）吹付塗装作業（ブースでの塗装作業(一部調合作業含む)）



WEB資料（吹付塗装、塗装ブース）

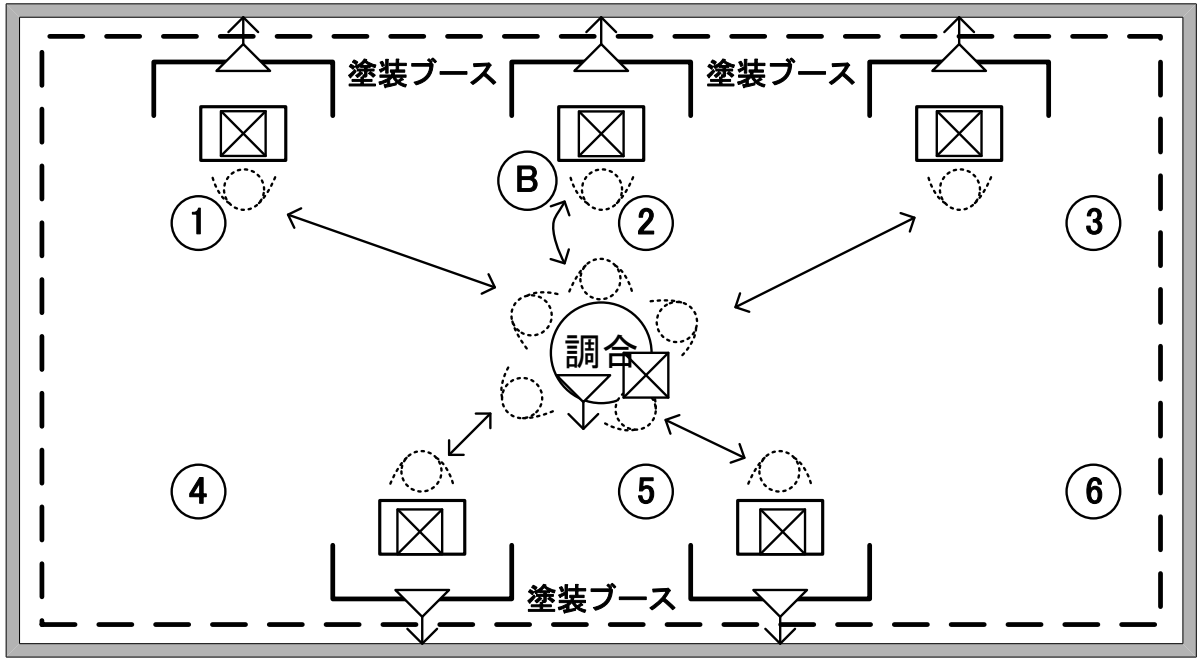
：単位作業場所

個人サンプリング法とは（均等ばく露作業と測定点）

➢ 均等ばく露作業とは（新たに追加された概念）
労働者間で、ばく露される測定対象物質の量がほぼ均一であると見込まれる作業のこと

✓ 個人サンプリング法関連の講習を受けた作業環境測定士の判断に基づき適切に単位作業場所、均等ばく露作業を設定

例）吹付塗装作業（ブースでの塗装作業(一部調合作業含む)）



◆ 例
吹付塗装作業の作業者5人。
5人は、労働者間で同様の作業内容であり、ばく露量もほぼ同等と考えられた。（調合作業も吹付作業の一連の作業として5人とも実施）

5人が均等ばく露作業の測定対象者となる。

➢ 測定対象者の選定例①

※均等ばく露作業の従事者5人以上の場合

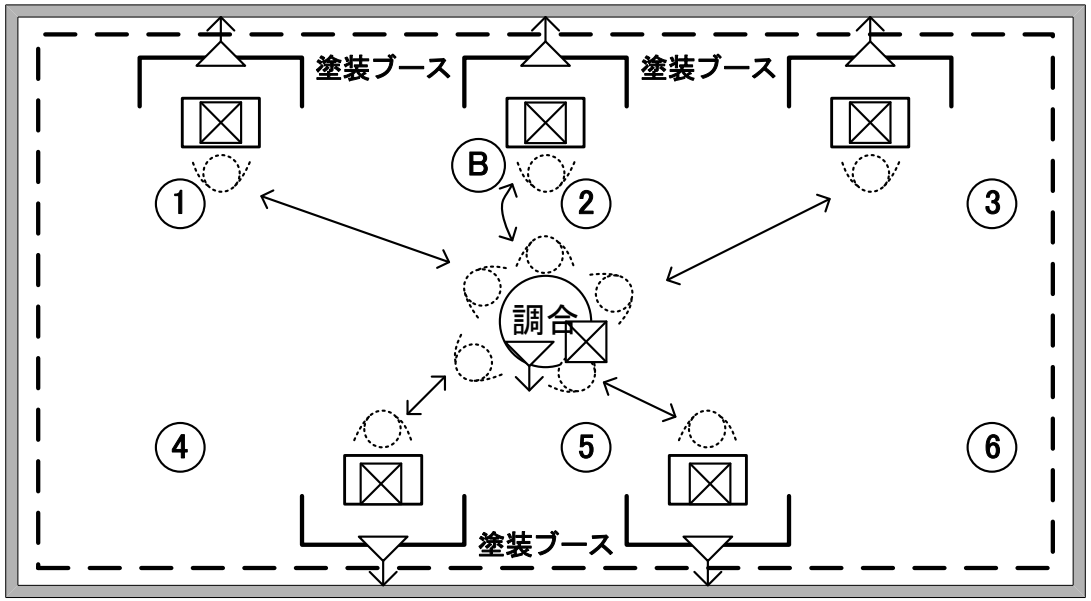
・原則：全員

・ばく露状況を代表できる抽出方法にて抽出可能（ただし最低5人以上）

例：作業者５人

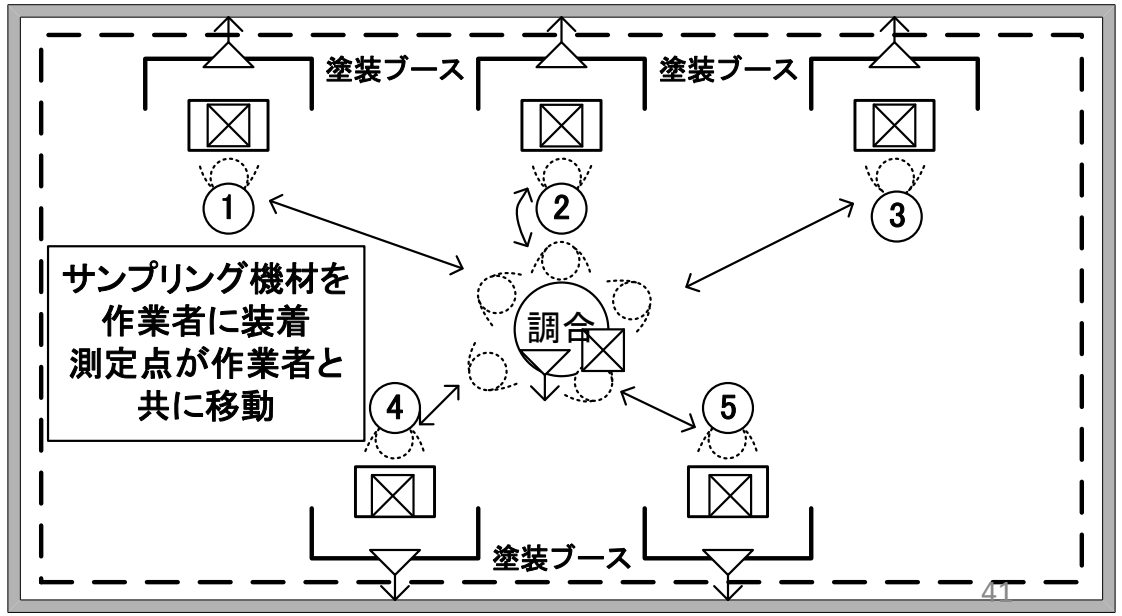
●従来の作業環境測定（定置型）
等間隔系抽出法（A測定：①～⑥）

例）吹付塗装作業（ブースでの塗装作業(一部調合作業含む)）



●個人サンプリング法（個人装着型）
均等ばく露作業（C測定：①～⑤）

例）吹付塗装作業（ブースでの塗装作業(一部調合作業含む)）

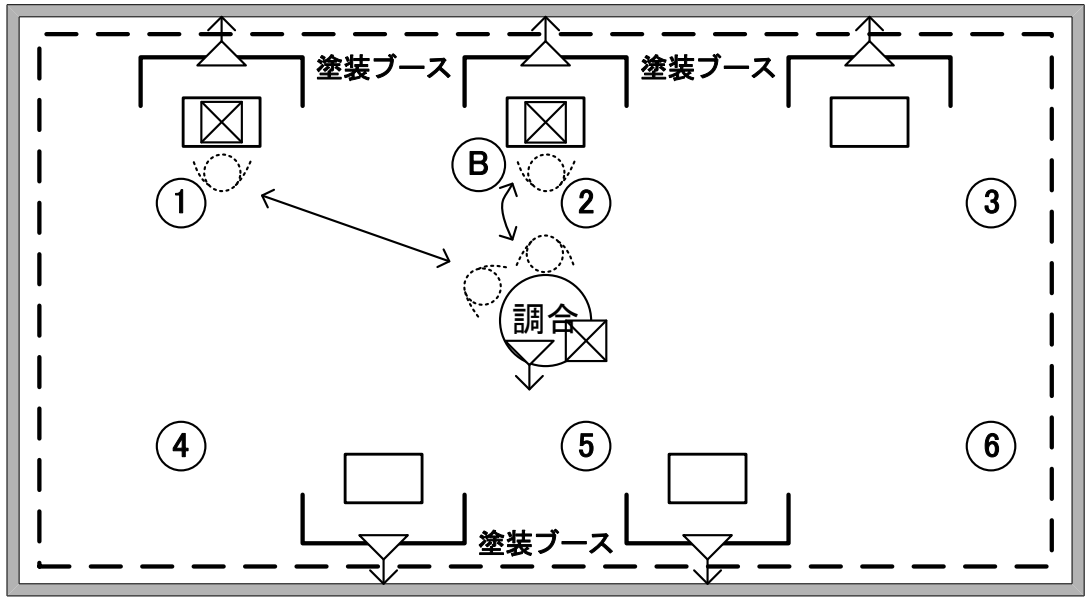


➢ 測定対象者の選定例②
※均等ばく露作業の従事者5人未満の場合
・測定間隔をほぼ等間隔に分割し、測定数として最低5以上

✓ 例：作業者2人、作業3時間
⇒測定時間1時間ごとに分割し、2人各3回（サンプラー交換）合計6点測定実施

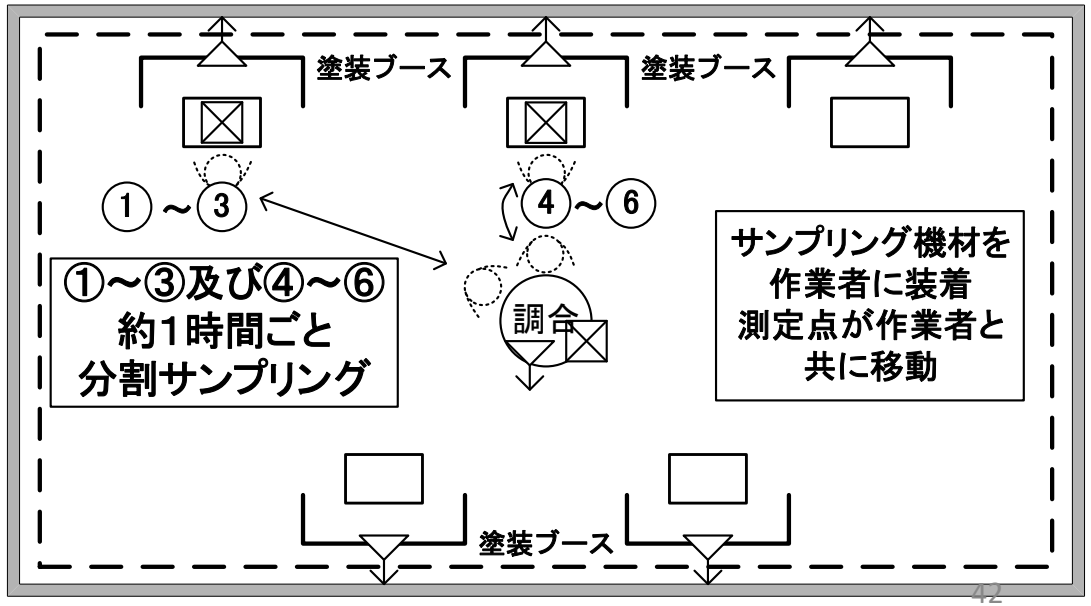
● 従来の作業環境測定（定置型）
等間隔系抽出法（A測定：①～⑥）

例）吹付塗装作業（ブースでの塗装作業(一部調合作業含む)）



● 個人サンプリング法（個人装着型）
均等ばく露作業（C測定：①～⑥）
2人1時間ごとに各3回⇒合計6点測定

例）吹付塗装作業（ブースでの塗装作業(一部調合作業含む)）



個人サンプリング法とは（C測定の測定時間）

- C測定時間：原則 単位作業場所内の均等ばく露作業における全作業時間
  - ✓ 2時間を超える場合
    同一反復作業で濃度がほぼ均一と考えられる場合には、2時間まで短縮可能

例１：単位作業場所内の均等ばく露作業：３人、作業時間１時間。
C測定は５点以上⇒各３０分程度ごと等分割し、１人当たり2回測定

↓

※C測定数：合計６点（３人×２回、測定時間約３０分）

例２：休憩時間や単位作業場外での作業がある場合

↓

測定時間には含めない（単位作業場内作業が測定対象時間となる）
※ポンプを止めずに測定を継続した場合には測定値を補正する

個人サンプリング法とは（C測定の測定値）

➢ 測定対象時間（単位作業場所内の均等ばく露作業）における平均濃度（測定時間加重平均）

例１：作業時間は、休憩１時間（有害物質ばく露なし）を除いて4時間。
サンプリングは、休憩時間を含めて5時間実施。測定結果は40ppm。

□ 個人サンプリング法のC測定値
40ppm×５／４＝50ppm

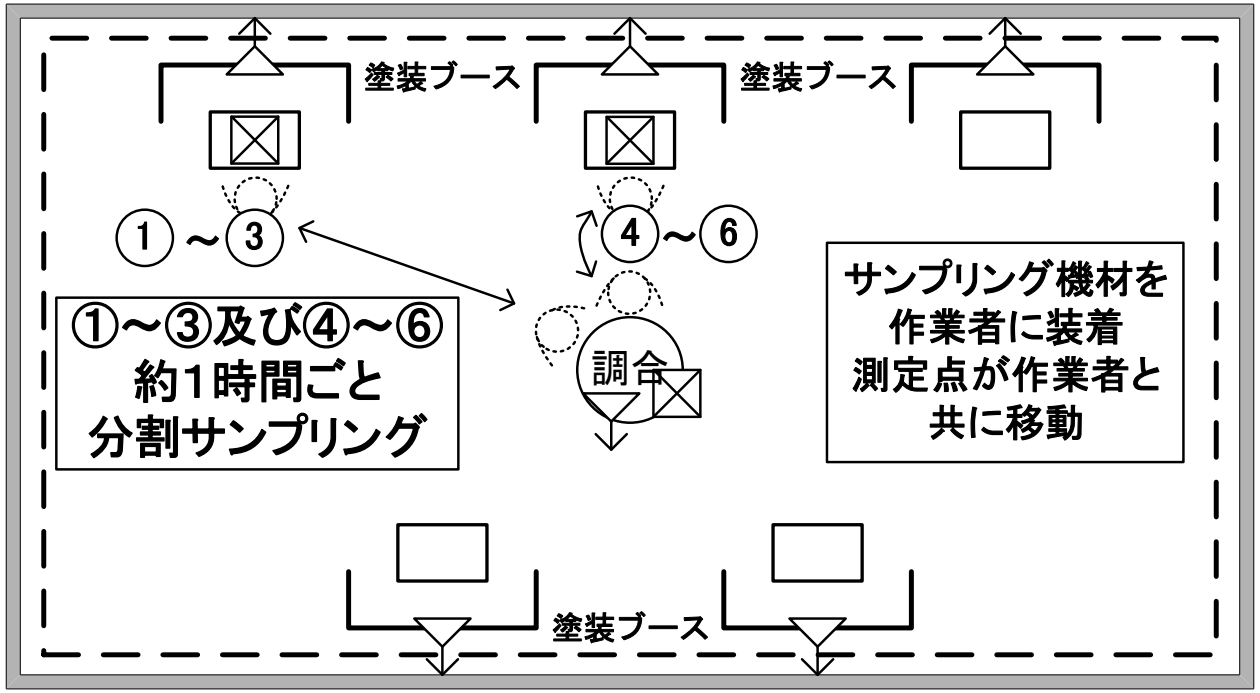
✓ 参考）個人ばく露測定の場合には、8時間加重平均の算出となる。
40ppm×５／８＝25ppm（4時間以外に有害物質のばく露がない場合）
※50ppm×４／８＝25ppm

✓ 例2：作業者2人、作業3時間（休憩なし）

⇒測定時間：約1時間ごとに分割し、2人各3回（サンプラー交換）合計6点測定実施

※実際はサンプラーの交換時間があるため区切りよく1時間ごとの測定は困難

例）吹付塗装作業（ブースでの塗装作業(一部調合作業含む)）



C測定点	測定値（測定時間）
C1	40ppm（55分）
C2	35ppm（55分）
C3	43ppm（55分）
C4	44ppm（55分）
C5	48ppm（55分）
C6	50ppm（55分）

C1～6の測定値をそのまま評価に使用

✓ 参考）個人ばく露測定⇒各個人ごとの評価で8時間加重平均の算出となる。

作業者（①～③）：（40×55＋35×55＋43×55）÷165×（180/480）＝14.7ppm

作業者（④～⑥）：（44×55＋48×55＋50×55）÷165×（180/480）＝17.7ppm

個人サンプリング法とは（高濃度の把握：D測定）

➢従来の作業環境測定の場合

高濃度になると考えられる**作業位置にサンプリング機材設置（塗装作業者付近等）**、高濃度になると考えられる時間帯に測定（B測定点）

測定時間：10分間

➢個人サンプリング法の場合

高濃度にばく露されると考えられる**作業者にサンプラーを装着**、高濃度になると考えられる時間帯に測定（D測定点）

測定時間：15分間

※短時間ばく露限界値のSTELを考慮

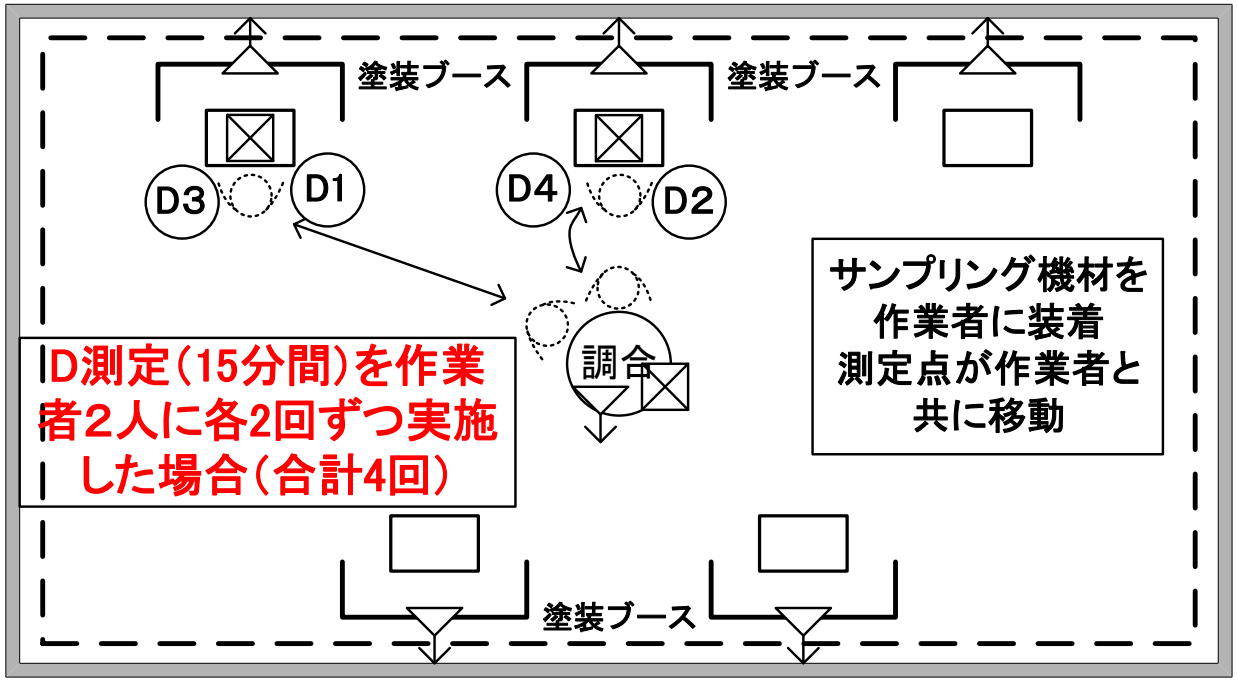
注意）作業が15分未満の場合には、D測定が困難である⇒個人サンプリング法は選択できない。

WEB資料引用

個人サンプリング法とは（D測定の測定値）

- D測定を複数の作業者又は数回実施した場合
  ⇒最大値がD測定値となる。

例）吹付塗装作業（ブースでの塗装作業(一部調合作業含む)）



D測定点	測定値（測定時間）
D1	130ppm （10:00～10:15の15分）
D2	110ppm （10:05～10:20の15分）
D3	160ppm （11:20～11:35の15分）
D4	120ppm （11:40～11:55の15分）

D測定値：最大値であった160ppm

個人サンプリング法とは（評価方法）

➢ 従来の作業環境測定の評価方法（統計処理）と同じ

例 ◆従来の作業環境測定：A,B測定

A測定点	測定値（測定時間）
A1	40ppm（10分）
A2	35ppm（10分）
A3	43ppm（10分）
A4	44ppm（10分）
A5	48ppm（10分）
A6	50ppm（10分）
B	160ppm（10分）

例 ◆個人サンプリング法：C,D測定

C測定点	測定値（測定時間）
C1	40ppm（55分）
C2	35ppm（55分）
C3	43ppm（55分）
C4	44ppm（55分）
C5	48ppm（55分）
C6	50ppm（55分）
D	160ppm（15分）

✓ 1日測定の場合（サンプリング方法は異なるが、評価方法は同じ）

logEA1（第１評価値）＝logM1＋1.645$\sqrt{(\log 2\sigma 1+0.084)}$

logEA2（第２評価値）＝logM1＋1.151(log2σ1＋0.084)

◆測定値が上記の場合：EA1（第１評価値）132ppm、EA2（第２評価値）54ppm

個人サンプリング法における管理区分

➢従来の作業環境測定結果（A,B測定結果）における管理区分の決定

区分		A測定結果		
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
B測定結果	Ⅰ	第1管理区分	第2管理区分	第3管理区分
	Ⅱ	第2管理区分	第2管理区分	第3管理区分
	Ⅲ	第3管理区分	第3管理区分	第3管理区分

- ✓ 基準は管理濃度
- ✓ 各測定値を統計処理し、A及びB測定結果における区分（Ⅰ～Ⅲ）が決定⇒左の表から管理区分が決まる

➢個人サンプリング法（C,D測定結果）における管理区分の決定

区分		C測定結果		
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
D測定結果	Ⅰ	第1管理区分	第2管理区分	第3管理区分
	Ⅱ	第2管理区分	第2管理区分	第3管理区分
	Ⅲ	第3管理区分	第3管理区分	第3管理区分

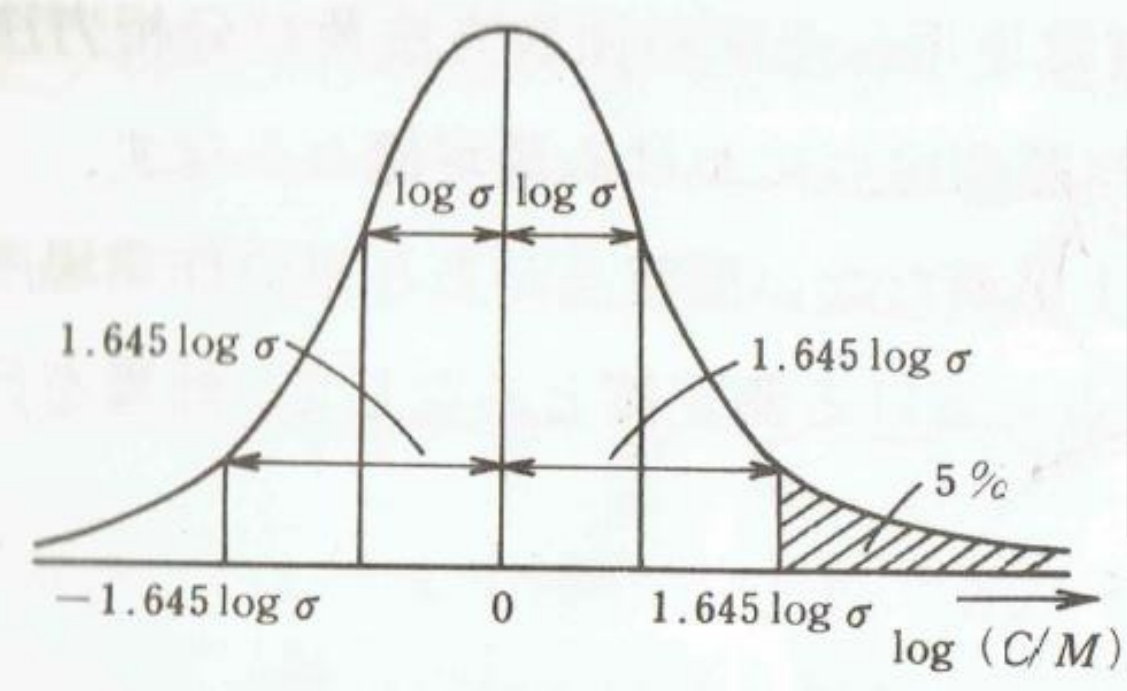
- ✓ 従来の作業環境測定と同じ評価方法（AがC、BがDに読み替える）

※管理区分の意味

第1管理区分：適切
第2管理区分：なお改善の余地あり
第3管理区分：適切ではない

➢A及びC測定の測定結果区分の考え方とは？

- **A、C測定の区分Ⅰ**
  作業環境気中濃度が管理濃度を超える確率が5%未満
- **A、C測定の区分Ⅱ**
  作業環境気中濃度の平均値が管理濃度を超えない
- **A、C測定の区分Ⅲ**
  作業環境気中濃度の平均値が管理濃度を超える



✓ **C測定**の場合には、個人サンプラーを作業者に装着することから、C測定区分Ⅰは**作業者のばく露濃度**が管理濃度を超えない確率が5%未満との解釈と考えられる。

➢B及びD測定の測定結果区分の考え方とは？
発生源付近等の局所的な有害物質濃度が・・・

B、D測定の
- **区分Ⅰ⇒管理濃度未満**
- **区分Ⅱ⇒管理濃度以上、管理濃度の1.5倍以下**
- **区分Ⅲ⇒管理濃度の1.5倍を超える**

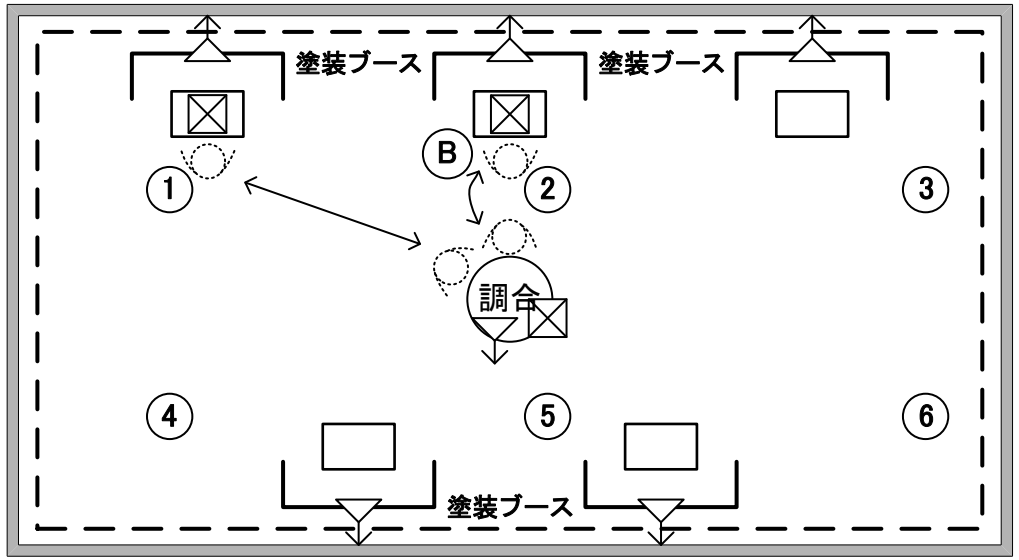
✓ **D測定の場合**には、個人サンプラーを作業者に装着することから、D測定区分Ⅲは**作業者が局所的**に管理濃度の1.5倍以上の著しい有害物質ばく露を受けているとの解釈

✓ ※D測定の概念は、ACGIHの15分間の短時間ばく露限界（TLV-STEL）⇒個人ばく露測定の概念

サンプリング及び評価方法のまとめ

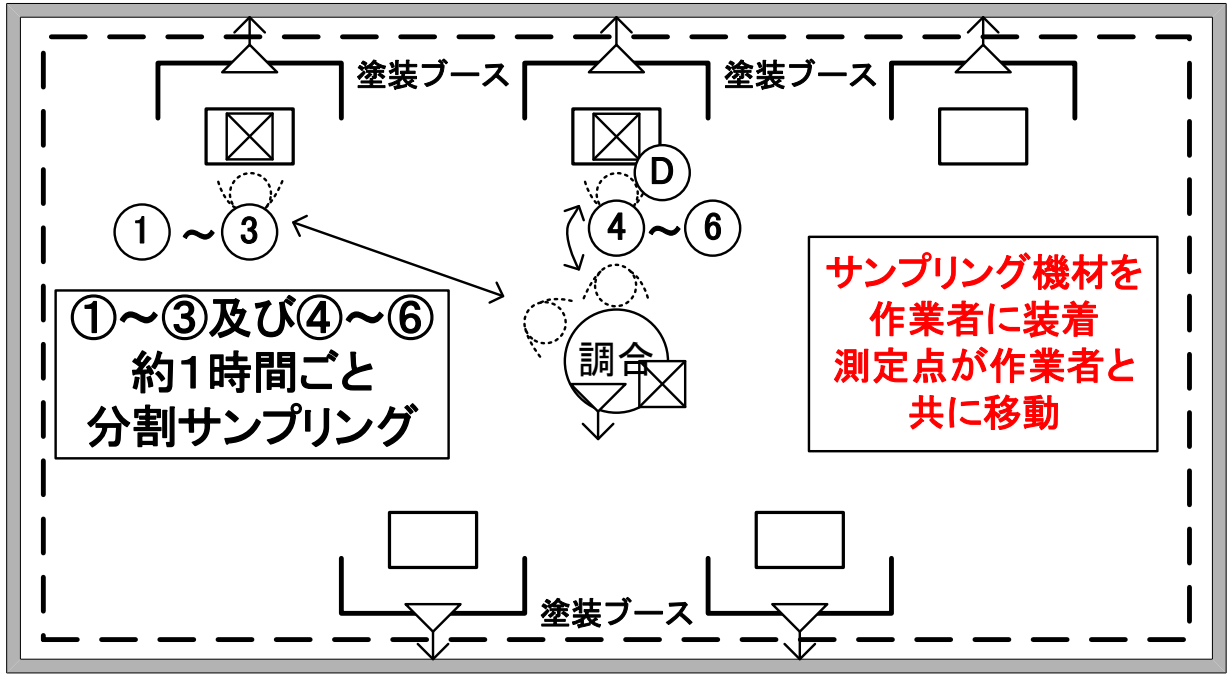
◆ 従来方法（A、B測定）

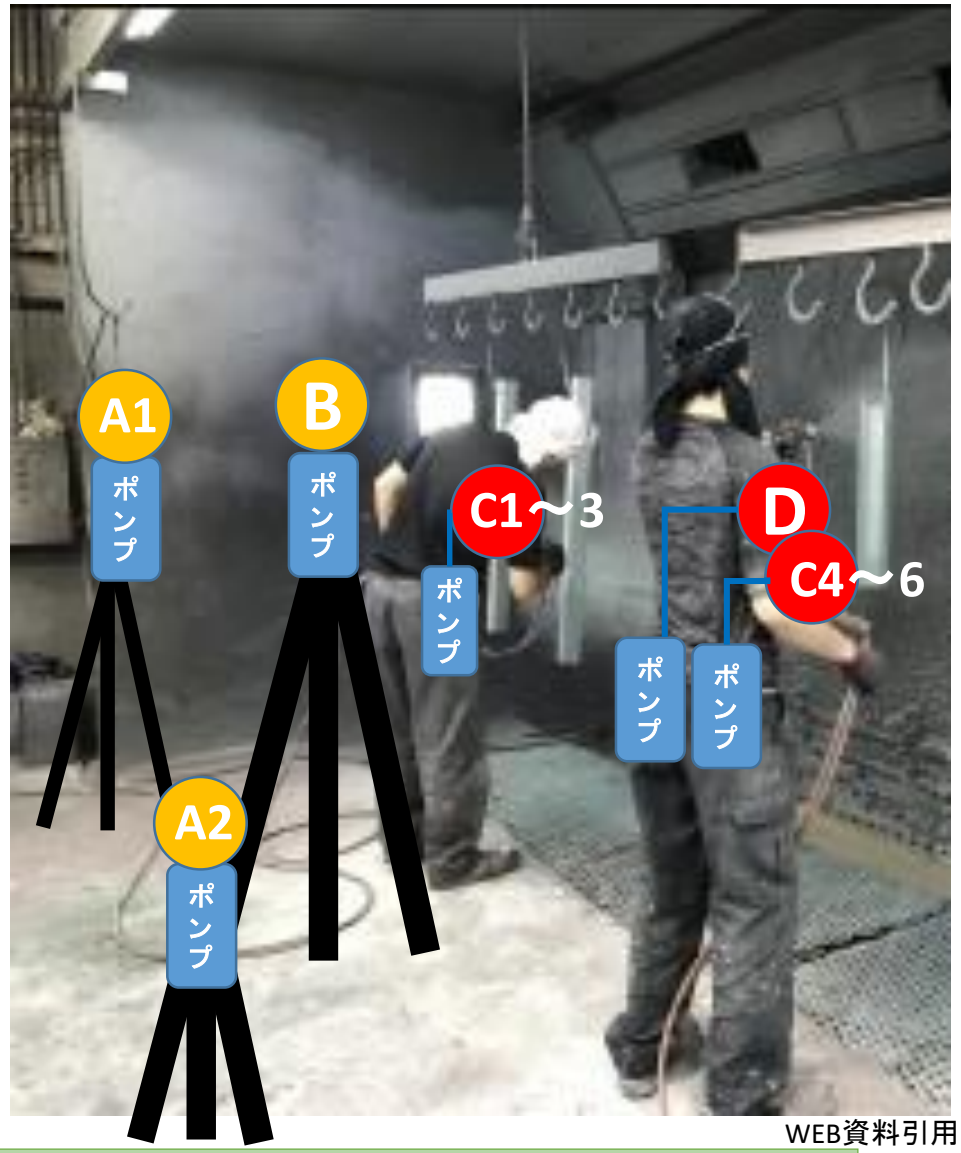
例）吹付塗装作業（ブースでの塗装作業(一部調合作業含む)）



◆ 個人サンプリング法（C、D測定）

例）吹付塗装作業（ブースでの塗装作業(一部調合作業含む)）





WEB資料引用

個人サンプリング法は、吹付塗装の跳ね返りによる有機溶剤の測定が可能

作業環境測定（従来法、個人サンプリング法）及び個人ばく露測定についてのまとめ

測定法	目的	法令	測定範囲	サンプリング機材
従来の 作業環境測定	場の測定	法令測定 （6ヶ月1回）	単位作業場所ごと 時間的概念無	定点設置型 （作業者負担なし）
個人 サンプリング法	場の測定 ※個人ばく露量把握も可能	法令測定 （6ヶ月1回） ※一部の物質と作業のみ	単位作業場所ごと （均等ばく露作業を把握） 均等ばく露作業における時間概念有（原則全作業時間）	個人装着型 （作業者負担有）
個人ばく露測定	個人の ばく露量	自主測定 （リスクアセスメント活用）	個人、クループごと作業状況に応じた範囲 場所の範囲無	個人装着型 （作業者負担有）

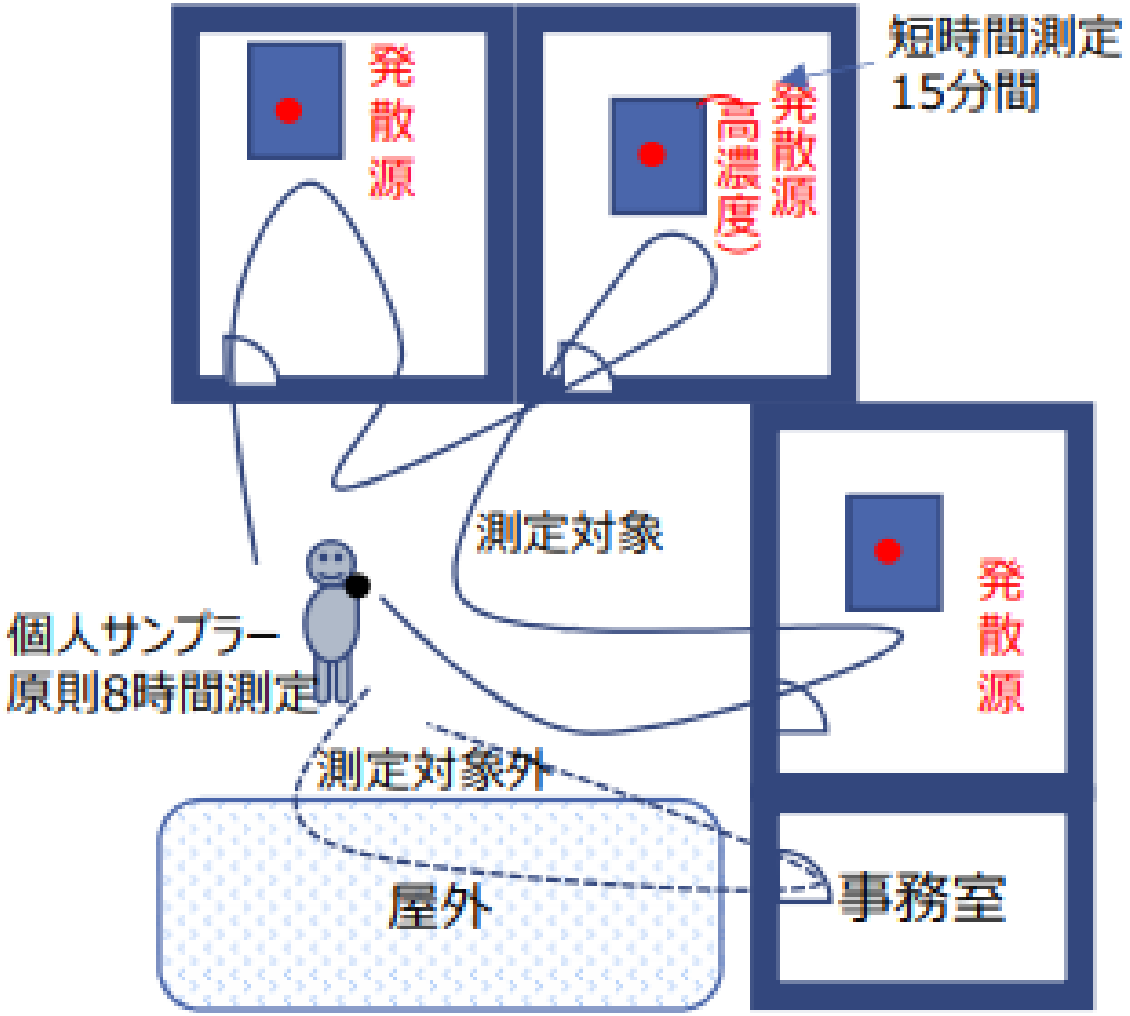
測定法	測定数	サンプリング場所等の設定	測定時間
従来の 作業環境測定	A：5点以上 B：測定士判断	A：**等間隔系抽出法** （場の測定） B：作業者が高値のばく露を受けると考えられる時間における定点測定	A：10分間以上 B：10分間
個人 サンプリング法	C：均等ばく露作業ごとに5人以上 （作業者5人未満⇒時間を等間隔に分割） D：測定士判断	C：**均等ばく露作業者に装着** （ばく露状況を代表できる抽出方法も可能⇒作業者や発生源の移動も考慮した場の測定） D：高値のばく露を受けると考えられる時間帯に作業者に装着し測定	C：原則均等ばく露作業**全時間（均等ばく露作業の状況等から2時間まで短縮可能）** D：15分間（短時間ばく露限界値を考慮）
個人 ばく露測定	専門家の判断 （SEG等の設定やAIHA、NIOSH、EN689を参考に）	作業者の呼吸域 （口元から30cm以内）	専門家の判断 （全期間分割サンプルーNIOSH推奨等参考に）

注意）A測定とD測定、又はC測定とB測定との組合せによる測定は、法令上認められていない

測定法	評価方法			
	測定値	基準	統計処理	備考
従来の 作業環境測定	測定時間における平均濃度	管理濃度 （時間的概念無）	管理区分評価	単位作業場所のリスク状況把握 ※移動作業、呼吸域等の局所的な濃度の把握困難
個人 サンプリング法	測定時間における平均濃度（測定時間における加重平均濃度）	管理濃度 （時間的概念無）	管理区分評価 （従来法のAがC、BがDとして評価）	個人ばく露量の把握も可能 ※単位作業場所全体の濃度状況の把握は可能か？
個人 ばく露測定	原則**8時間**加重平均濃度 15分間の短時間ばく露濃度等	**8時間**及び短時間ばく露限界値（許容濃度、TLV-TWA、STEL等⇒時間的概念有）	専門家の判断 （AIHA、NIOSH、EN689を参考に⇒例：アクションレベル）	マニュアル等を参考に専門家が判断することが多い ※OSHA要求事項 ⇒全ての作業者：ばく露限界値（PEL）以下にすること

参考）作業者が複数の作業場所を移動する場合について

➢作業者が1人、又は均等ばく露作業者と考えられる場合は？

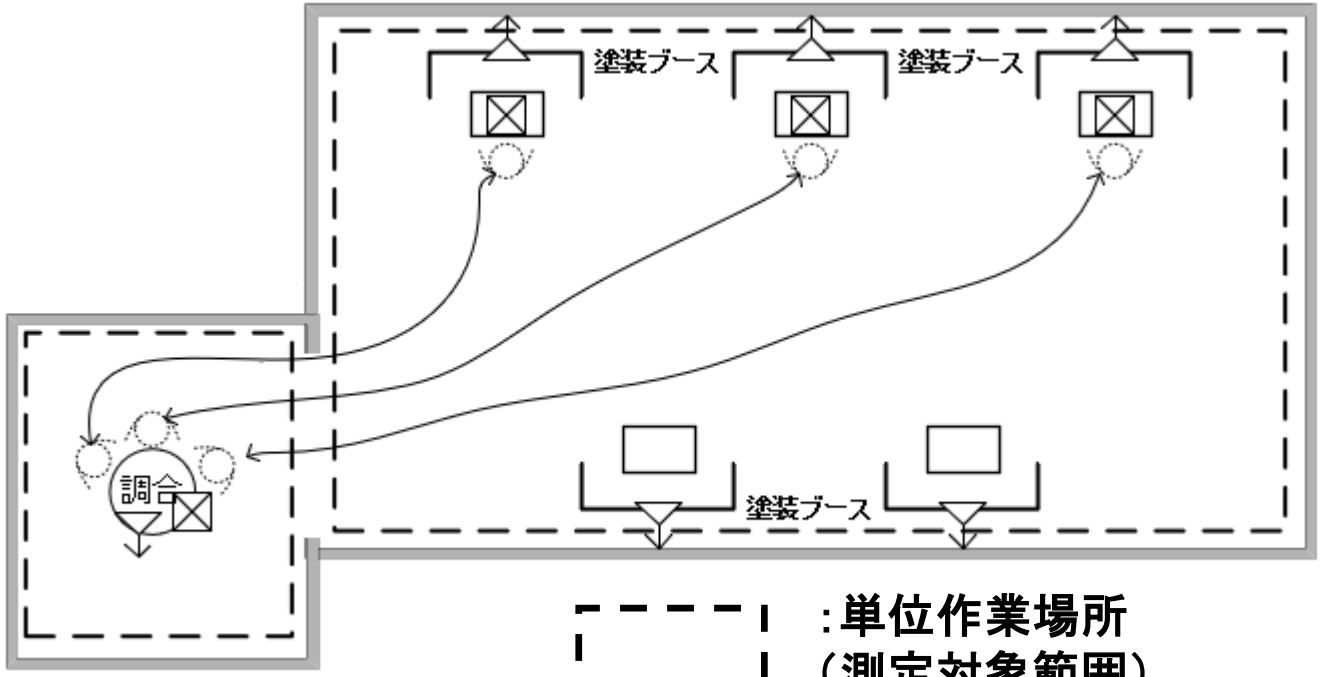


C測定における単位作業場所は、個人サンプリング法の特性を踏 まえると、労働者の作業中の行動範囲により、作業する区域が複数 ある場合でも同一の単位作業場所となる場合があることから、**従来のA測定の単位作業場所より広範囲となる場合があること**。また、時間ごとに測定対象物質の濃度が大きく変動する作業場や複数の 測定対象物質を使用する作業場等を時間的又は空間的に異なる単位作業場所として取り扱う必要があるかについては、従来の単位作 業場所と同様の考え方で判断する必要があること。

（個人サンプリング法による作業環境測定及びその結果の評価に関するガイドライン（令和2年2月17日付け基発0217第1号））一部抜粋

厚生労働省資料引用

例）吹付塗装作業（ブースでの塗装作業(一部調合作業含む)）



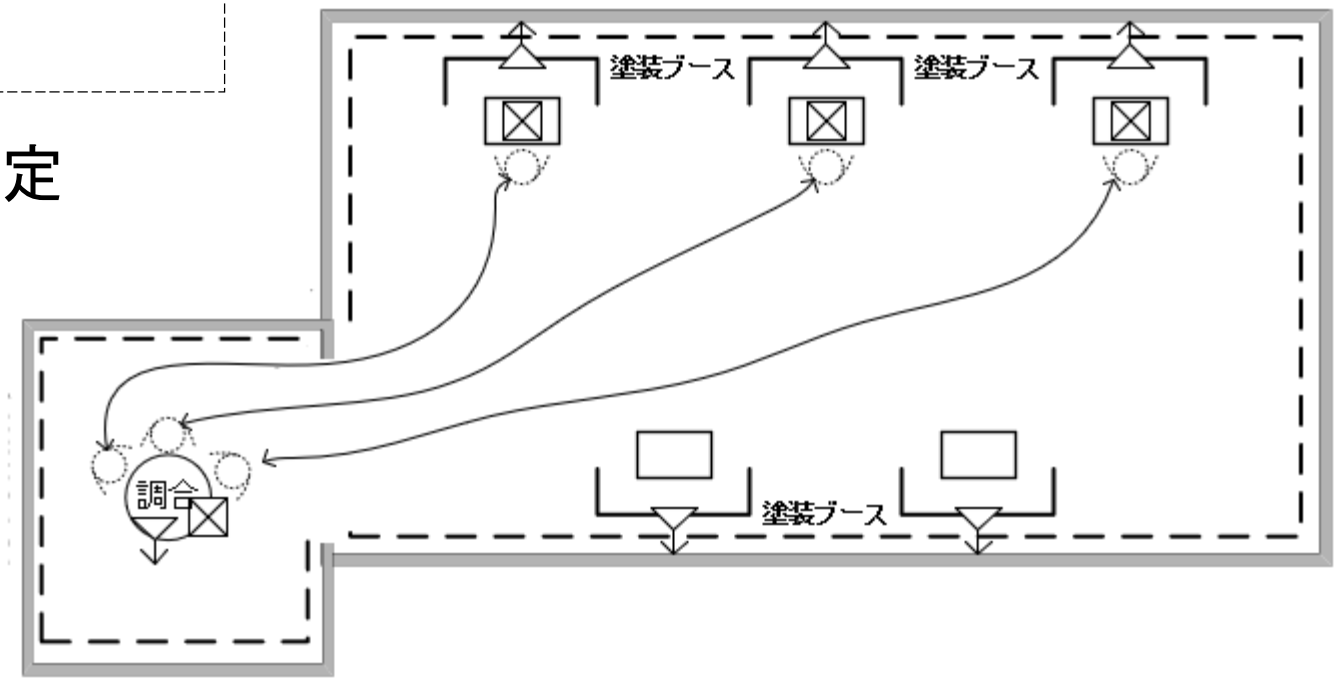
:単位作業場所
（測定対象範囲）

➢ 従来の作業環境測定
（A,B測定：定置測定）

有害物質濃度分布として吹付塗装作業と調合作業は別の区域と考えられるため単位作業場所は2つと考えられる。

➢ 個人サンプリング法による作業環境測定
（C,D測定：個人装着型）

有害物質濃度分布として吹付塗装作業と調合作業は別の区域と考えられるが、個人サンプリング法では労働者の行動範囲と均等ばく露作業の概念から単位作業場所は1つと考えても良いと思うが・・・



個人サンプリング法及び個人ばく露測定に活用できるサンプリング機器について

①パッシブサンプラー

パッシブサンプラーとアクティブサンプラー

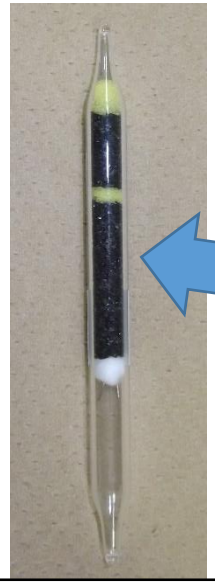
- 作業者個人の襟元等にサンプラーを装着
  ⇒個人のばく露濃度が測定できる

パッシブサンプラー（拡散方式）

アクティブサンプラー
（ポンプ吸引）より**精度劣る**

アクティブサンプラー（ポンプ吸引方式）

※有機溶剤用（捕集剤：活性炭等）



カバー内に
活性炭

ベルトに
ポンプ

パッシブサンプラーの原理

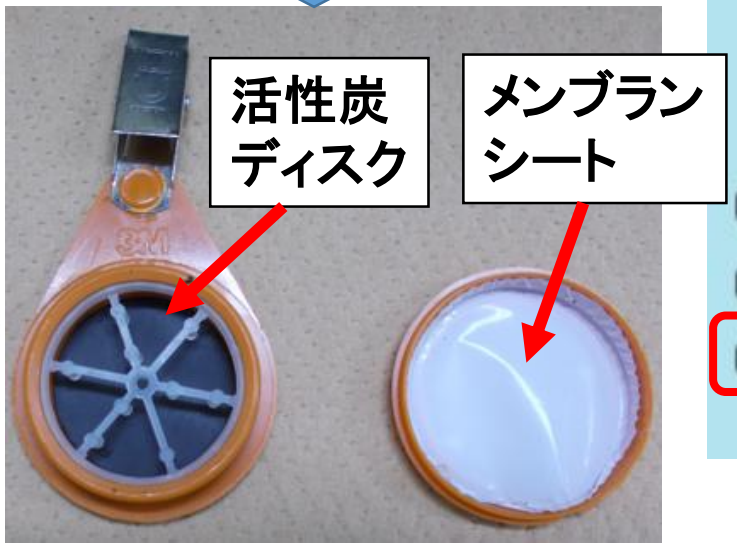
➢ガス、蒸気の拡散現象を利用したサンプラー

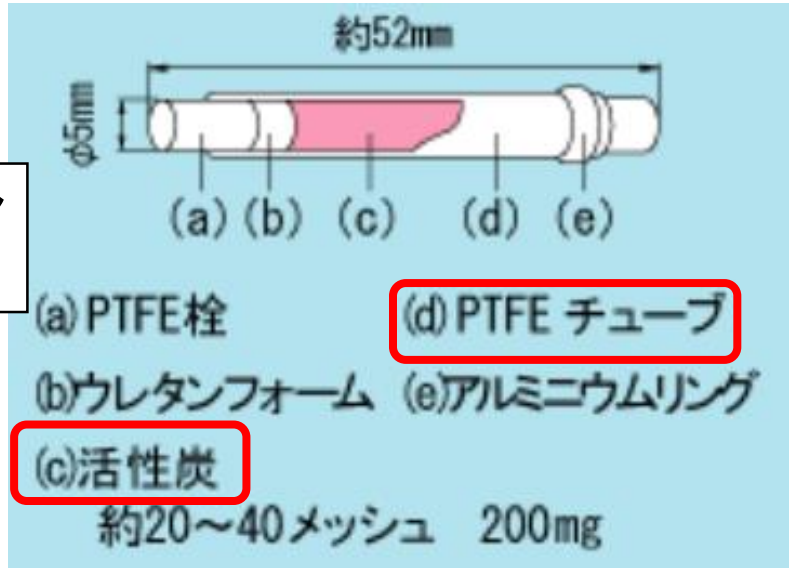
有害物質（気体）の濃度分布、濃度勾配等により、気体がサンプラー内に移動し、サンプラー内の捕集剤に吸着する。

サンプラー内の捕集剤に吸着した有害物質を脱着溶媒（二硫化炭素等）にて脱着、分析装置（GC等）で測定する。

前処理
（脱着等）

市販のパッシブサンプラー 実地





SKC、3M、柴田科学カタログ資料引用

パッシブサンプラーの長所と注意点

- 長所
  - ・ポンプが不要であるため、サンプリング時に作業者の負担が少ない。
  - ・移動作業や複数の作業場の移動による濃度変動においても対応できる。
- 注意点
  - ・気流の影響を受ける（一般的に0.5～2.0m／s）
    - 気流が低い（0.5m／s未満）場合は捕集量も小さくなる
      - ⇒真値より低い結果となる（特に低濃度）
    - 気流が高い（2.0m／s超）場合は捕集量も多くなる
      - ⇒真値より高い結果となる
  - ・極短時間のサンプリングは困難な場合がある。
  - ・捕集量が多くなると捕集速度が低下する。
    - ⇒高濃度、長時間の捕集時にはサンプラーを頻繁に交換（交換頻度）

◆ アクティブサンプラーより精度は劣る

パッシブ・ドジチューブについて

➢検知管方式（色の変化量による濃度把握）による個人ばく露測定

ガスの自然拡散を利用して
長時間の平均ガス濃度（時間加重平均濃度）を測定する検知管

具体的な使用方法
・**作業者の呼吸域**の襟元等に取り付け、**個人ばく露測定**に活用
・作業場に固定し、作業場内の濃度分布の把握に活用

対象物質１７種類

ガステックカタログ引用

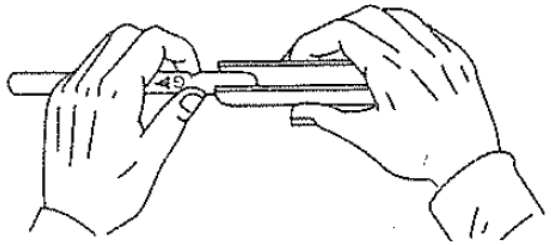
パッシブ・ドジチューブの具体的な使用方法について

●測定してみよう検知管（長時間用検知管）

二酸化炭素濃度のばく露量　長時間用検知管　2D

実地

①測定開始時間を記録
②ドジチューブ（検知管）をカット
③ドジチューブをホルダーに差し込む
④襟元やポケット等の呼吸域付近に装着（直接呼気がかからない向きに）
⑤測定終了時に終了時刻とドジチューブの指示値を記録



ガステックカタログ引用

※平均濃度の算出
平均濃度＝ドジチューブ指示値（読み値）÷測定時間（終了時間－開始時間）

個人サンプリング法で活用可能な検知管について

➢アセトン、キシレン、メチルエチルケトン

映像⑥

物質名	管理濃度（ppm）	型式	濃度範囲（ppm）	測定時間（h）
アセトン	500	151D	5～1500	1～10
キシレン	50	122DL	3．4～850	1～10
メチルエチルケトン	200	152D	4～1200	1～10

※1,2-ジクロロエチレン、1，3-ブタジエンも測定可能・・・他の物質についても精度確認後、随時データ公開予定

◆ 測定時間によるが管理濃度の1／10の測定が可能（C測定）である。
注意）D測定の15分間測定では管理濃度の1／10の測定が困難。

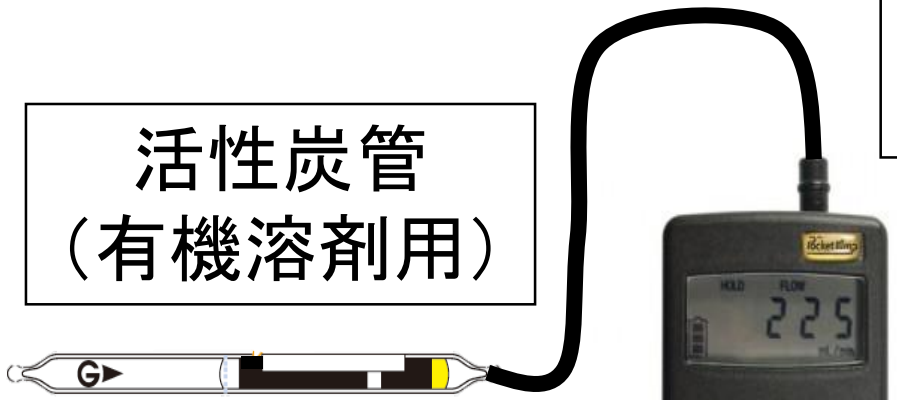
✓ C測定は検知管法、D測定はパッシブサンプリングやアクティブサンプリング法が可能であるか？

◆メーカでポンプ式吸引式検知管（15分測定タイプ）について精度確認中

②アクティブサンプラー

アクティブサンプラー（有機溶剤用）

- 作業者**個人の襟元等に活性炭等のサンプラー**、吸引用ポンプを腰に装着する。 実地



Pocket Pump(SKC)

パッシブサンプラーより
精度が良い

アクティブサンプラー（粉じん、金属用）

アクティブサンプラー
（ポンプによる吸引捕集）

- 粉じん用

サイクロン(SKC)

ろ紙

サイクロン分粒装置
（細かい粒径のみをろ紙に捕集）

ベルトにポンプ

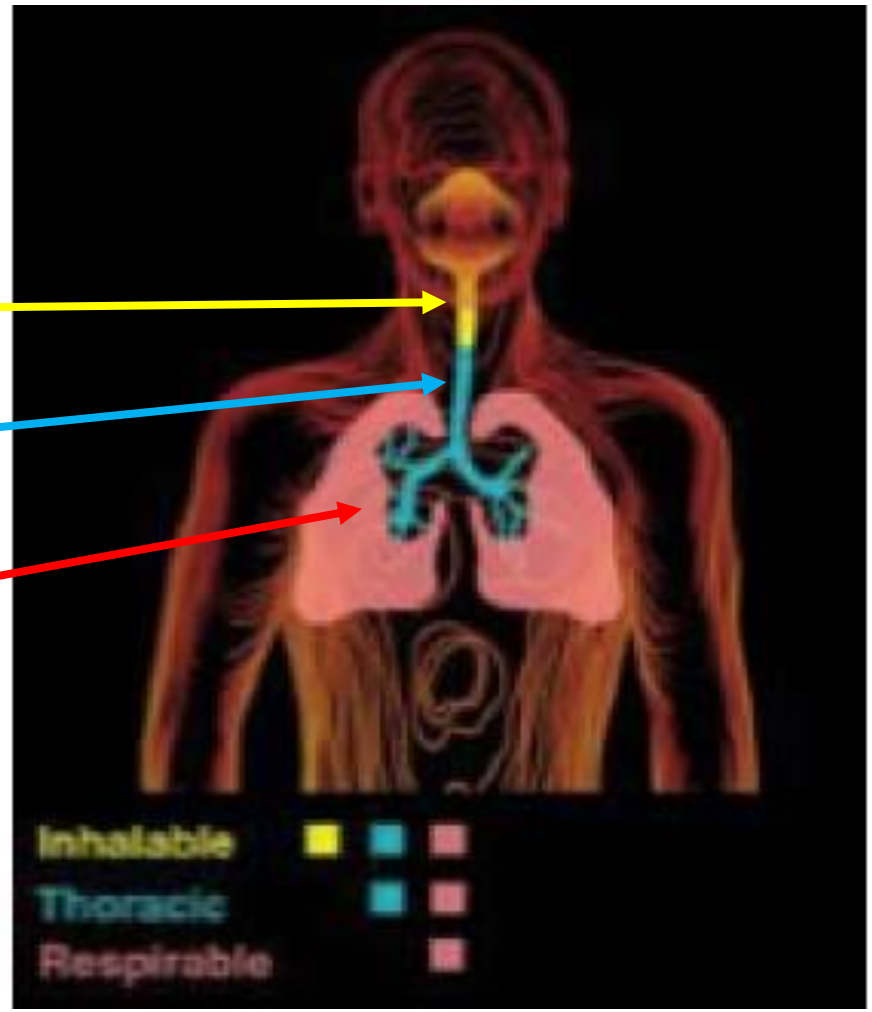
- 金属用
（フィルター捕集）

襟元にフィルター（ろ紙）

ベルトにポンプ

粉じん関連：粒径を考慮した基準値について

- ACGIH（米国産業衛生専門家会議）の粒子状化学物質のTLV（許容限界値）で粒径を区別して設定しているものがある
  - インハラブル粒子(100μm、50%)：記号「I」
    ⇒吸引性粉じん
  - ソラシック粒子(10μm、50%)：記号「T」
    ⇒咽頭通過性粉じん
  - **レスピラブル粒子(4.0μm、50%)：記号「R」**
    ⇒吸入性粉じん



WEB資料引用

作業環境測定：**4um50%カット**した粒子が対象

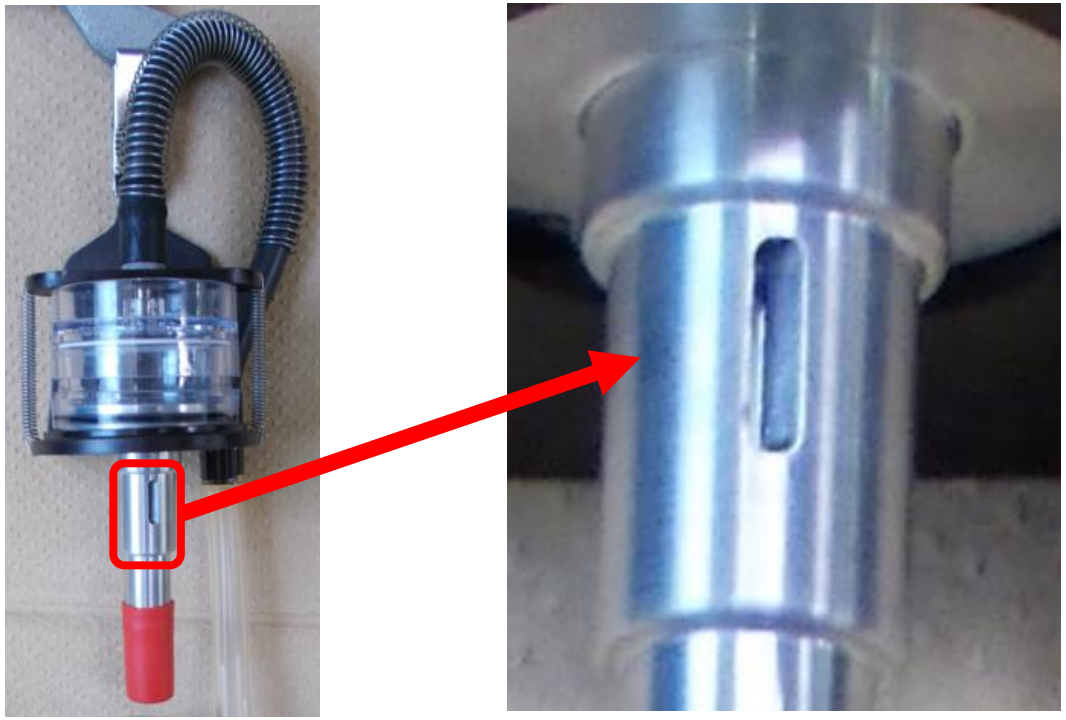
粉じん例	一般的な粒径
大気中の浮遊粉じん	0.001um以下～20um
溶接ヒューム	0.001um～100um
たばこの煙	0.01um～1um

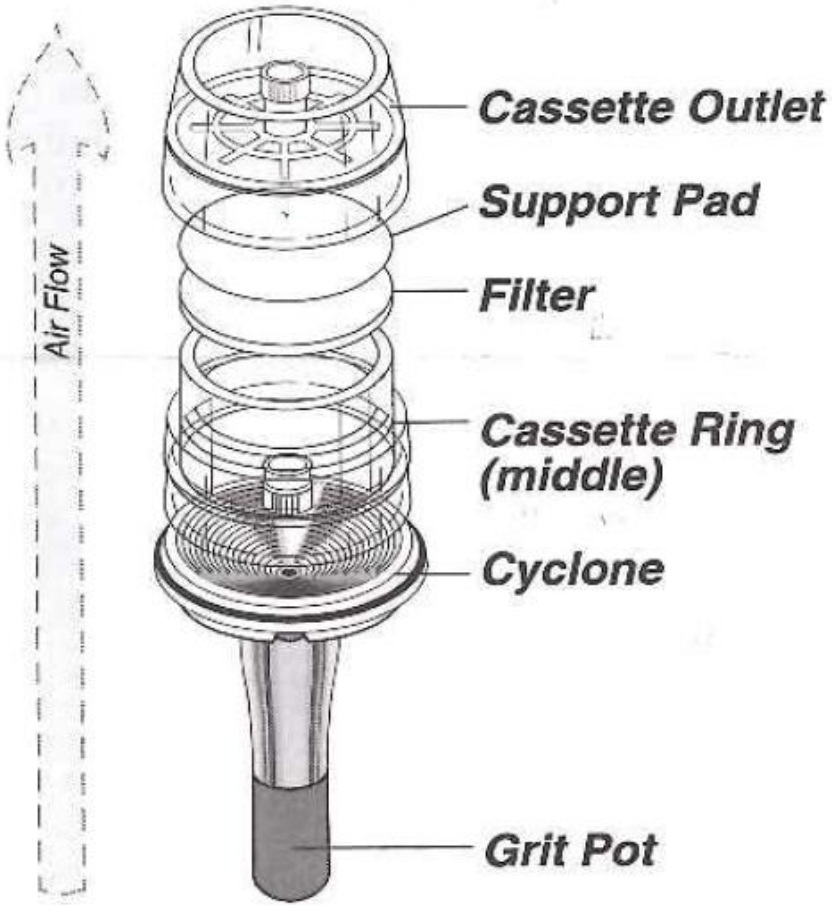
個人ばく露測定用サイクロン式分粒装置

- 捕集流量：2．5L／minで捕集

レスピラブル粒子捕集（4．0um－50%カット）

実施





捕集効率は静電気の影響を受けることがある
⇒導電性素材のサイクロンは静電気による影響を減少

必ずGrit　Potが下向き

※SKCのHP資料引用

個人ばく露測定用の慣性衝突型分粒装置

- 捕集流量：2．5L／minで捕集

レスピラブル粒子捕集
（4．0um－50%カット）

映像

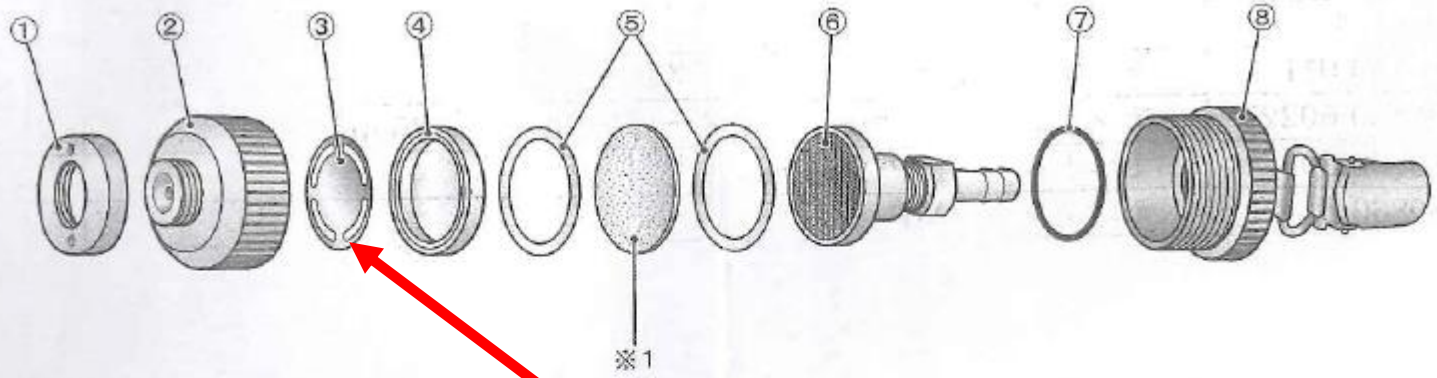


図１　ホルダー組立順序

①ノズルカバー　②ノズル　③金属捕集板　④スペーサー
⑤ＰＴＦＥパッキン　⑥金網、フィルターベース、チューブコネクター
⑦Ｏリング　⑧ホルダーベース
※1　テフロンバインダーフィルター（別売品）

※③の金属捕集板は、粉じん量に応じて交換必要
（分粒能力保持のため⇒4.0um－50%カットさせるため）

※柴田科学取説資料引用

個人ばく露測定用のIOM分粒装置

- 捕集流量：2．0L／minで捕集

インハラブル粒子捕集
（100um－50%カット）

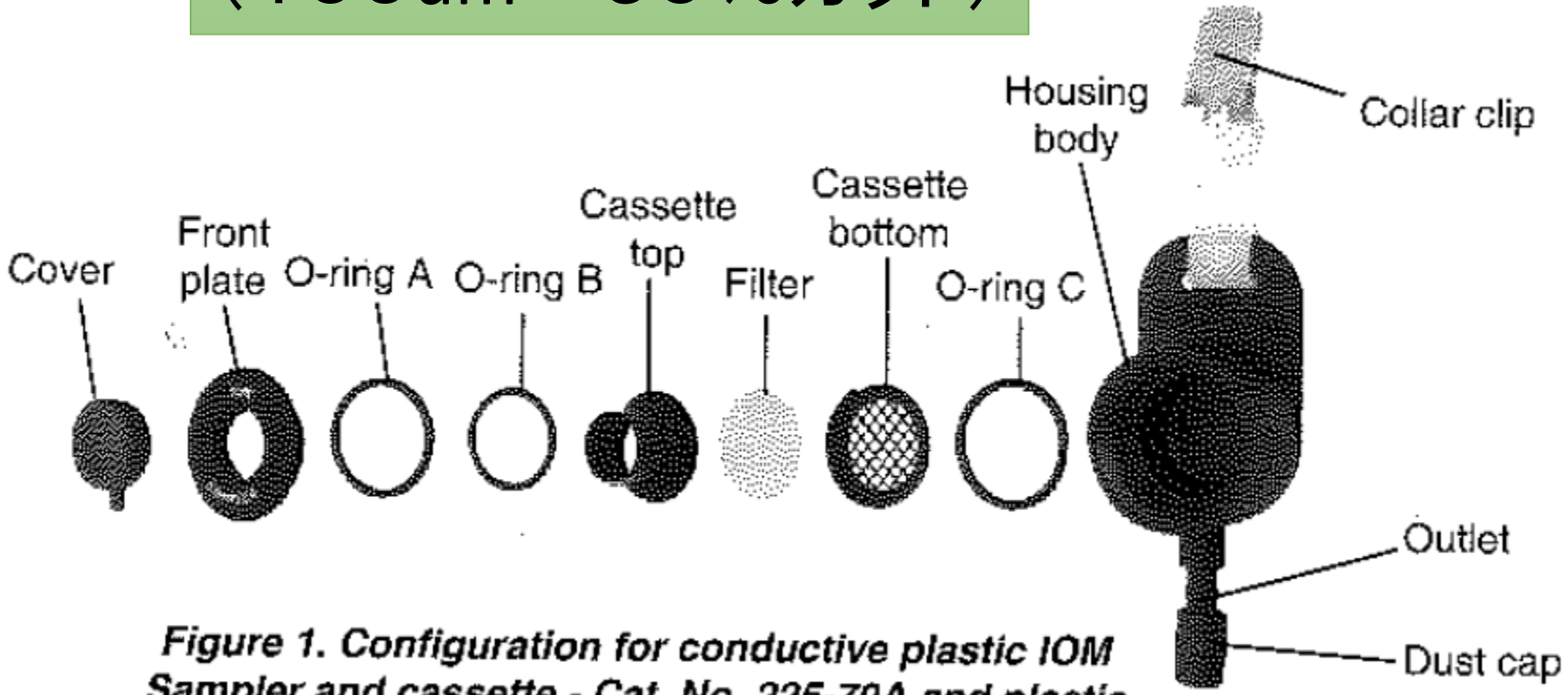


Figure 1. Configuration for conductive plastic IOM Sampler and cassette - Cat. No. 225-70A and plastic IOM with stainless steel cassette - Cat. No. 225-79A

※SKCのカタログ資料引用

実地

デジタル粉じん計を活用した個人ばく露測定

デジタル粉じん計は、データロガー機能により、粉じん濃度の時間変動を把握できる。

作業者の著しい粉じんばく露状況（作業）を把握。

ばく露防止対策に活用

柴田科学カタログ引用

個人ばく露測定用の金属捕集（ろ過捕集）

- 金属用ろ過捕集（フィルター捕集）

フィルター（ろ紙）

襟元にフィルター（ろ紙）

ベルトにポンプ

実地

個人ばく露測定用の液体捕集と直接捕集

実施

インピンジャー

安全カバーや落下防止等の対策が必要

キャニスター

真空に

パッシブサンプラー、抵抗管を接続し一定流量にて採取

ボトルサンプラー

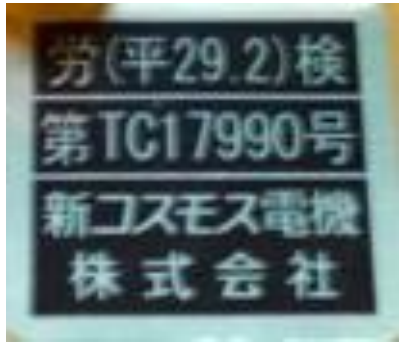
※実際の測定に活用する場合には、課題がある

その他の注意事項について

サンプリングポンプの防爆構造について

サンプリングポンプに防爆構造が求められる場合がある。
（特に危険性（引火性）のある有害物質が測定対象の場合）

- ✓ 日本の防爆構造規格
- ✓ UL規格（米国規格：機能と安全の規格）
- ✓ EUのATEX指令（欧州連合）
- ✓ ICE（国際電気標準会議）の国際規格：IECEx認証
- ✓ その他



WEB資料引用

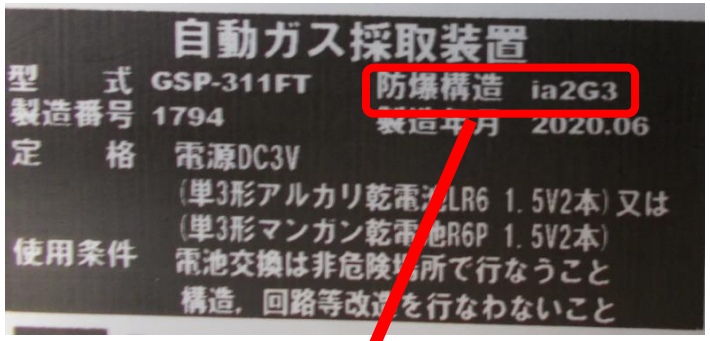
SKC

LISTED

GASTEC

ストップ
GASTEC
MODEL GSP-31
労(2019.3)検
第T64911号
㈱ガステック

労(2019.3)検
第T64911号
㈱ガステック


自動ガス採取装置
型　式 GSP-311FT
防爆構造 ia2G3
製造番号 1794
2020.06
定　格 電源DC3V
(単3形アルカリ乾電池LR6 1.5V2本)又は
(単3形マンガン乾電池R6P 1.5V2本)
使用条件 電池交換は非危険場所で行なうこと
構造，回路等改造を行なわないこと

ia：本質安全防爆構造

個人サンプラー（ポンプ等）の装着について

- 作業環境測定における個人サンプリング法の場合
  - ✓ 個人サンプラー（ポンプ等）の装着、取り外し、ポンプのON、OFFは原則として作業環境測定士が実施。
  - ✓受動型試料採取機器（パッシブサンプラー等）の取り外しの場合には、技術的な問題がないことを確認の上、事業場の担当者でも支障ない。
  - ✓ 個人サンプラーの装着者の行動経路等の観察は、測定士又は測定士の指示を受けた事業場の担当者が行う

- リスクアセスメントのための個人ばく露測定の場合
  - ✓ 技術的に問題がなければ、だれが実施してもよい（自主対応型）

参考）個人サンプラーの装着者における行動経路等の観察案

◆直読計(VOCモニター等のデータ電子記録装置付)と小型ビデオカメラを作業者に着用

①パッシブサンプラー：**法定測定**

②VOCモニター：**ばく露履歴**

③ビデオカメラ：**作業内容**

リスクの高い詳細な作業内容が把握できる

ビデオカメラ
（ポケットタイプ）
作業の状況を
時間とともに把握

VOCモニター（ポケットタイプ）
VOCのばく露状況を時間変動も含め把握

ビデオ
⑦映像

グラフ化

参考）リスクの把握や職場巡視におけるVOCモニターの活用

➢ 有害物質の発生源や高値の場所の特定

有害物質を使用している作業場を巡視する場合に、VOCモニターを所持し、VOCモニターが高値になる場所を把握
⇒発生源等の特定や対策の効果の確認に活用。

VOCモニター
⑧映像

サンプリング位置（装着位置）について

➢ 個人ばく露測定
作業者の呼吸域付近に装着
⇒口元から30cm以内

●作業者の襟元等に装着
（注意）作業上支障が少ない位置に
捕集剤やポンプ等を装着

✓ 個人サンプリング法について
関連通達等の記載には、装着位置について明確な記載なし
⇒労働者の身体に装着すれば良いとの解釈もできる

サンプリングポンプの装着位置について

➢個人ばく露測定のため作業者がポンプを装着する（前面、側面、背面）
⇒ポンプの装着位置によって作業に著しく障害を及ぼすことがある。

個人ばく露測定時には、作業内容から作業者の姿勢を把握し、ポンプの形状等に応じてポンプの装着位置を決定する。必ず作業者とコミュニケーションをとり、作業の著しい障害にならないことが大切。

※労働安全衛生総合研究所の資料引用（個人ばく露測定用ポンプの装着位置と形状について）

(1)立位姿勢での粉体投入作業

(2)立位姿勢での正面研磨作業

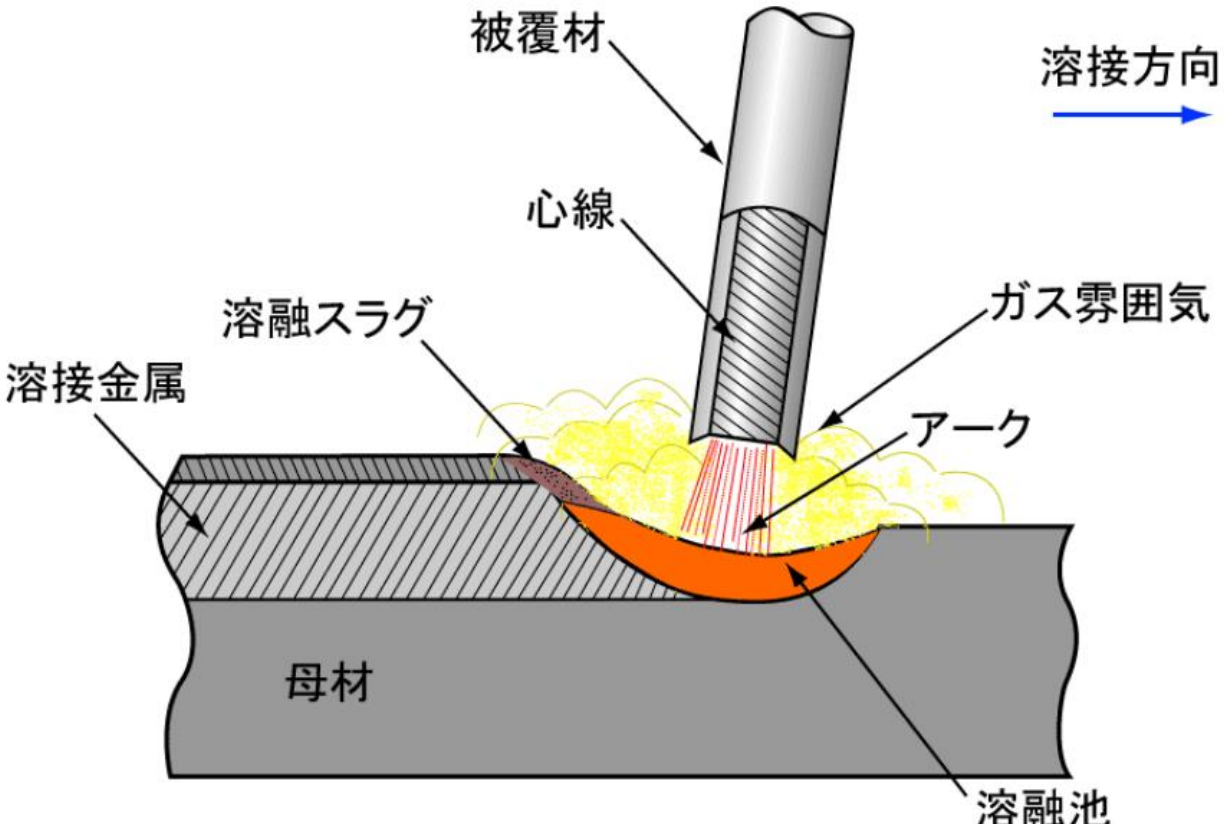
(3)座位姿勢での運転作業

(4)座位姿勢での座面研磨作業

(5)しゃがんだ姿勢での正面研磨作業

(6)しゃがんだ姿勢での床面研磨作業

金属アーク溶接作業について
（屋内作業場と屋外作業場とでは法令義務が異なる）



WEB資料引用

溶接ヒュームにおける法令改正について

➢ 溶接ヒュームに含まれるマンガンによる
神経機能障害及び肺がんリスク上昇が報告

● 特化則改正（令和2年4月22日、令和3年4月1日施行）

WEB資料引用

➢対象作業の分類

・金属アーク溶接等を継続して屋内作業場で行う場合⇒屋内作業場（継続）

・上記以外の金属アーク溶接等作業⇒屋外作業場等

※金属アーク溶接等：アークによる金属溶断、ガウジングを含む
（燃焼ガス、レーザービームによる溶接等は含まない）

※毎回異なる屋内作業場で実施する金属アーク溶接等作業⇒屋外作業場等に該当

	換気等設備	測定	呼吸用保護具	作業主任者の選任	健康診断
屋内作業場（継続作業）	全体換気装置又は同等以上の措置（局所排気装置等）	呼吸用保護具選定等のための個人ばく露測定（定期的な測定ではない）	測定結果に基づき選定し着用 フィットテスト（JIS　T8150）	選任必要	実施
屋外作業場等	継続しない屋内作業⇒全体換気装置又は同等以上の措置（局所排気装置等）	―	有効な呼吸用保護具着用	選任必要	実施

➢ 屋内作業場の場合（屋外作業場等では、測定義務なし）

- ✓ 空気中の溶接ヒュームの濃度測定が必要（屋内作業場）
  定期的な測定は不要：適切な呼吸保護具等の選択のため
  （作業環境測定ではない）
- ✓ 測定方法（個人サンプラー）
  身体の装着する試料採取機器等を用いて行う測定
  ※レスピラブル粒子（分粒装置）、厚労大臣が定める方法（個人サンプリング）
- ✓ 測定結果に応じて、適切な呼吸用保護具の選択及び換気量の調整

分粒装置

屋内作業場で溶接ヒューム測定（マンガン）が必要な時期とは

- 金属アーク溶接等作業を継続して行う屋内作業
  - ・令和4年（2022年）3月31日までに溶接ヒューム濃度（マンガン濃度）を測定
  - ・令和4年（2022年）4月1日以降は・・・
    新たな金属アーク溶接を採用する場合や方法を変更する場合
    （作業環境測定ではない：定期的な測定は不要）

◆アーク溶接等作業の方法変更とは
溶接の種類、溶接材料、溶接作業場の変更（排気設備等変更）
⇒溶接ヒュームの濃度に大きな影響を与える場合のこと

例：溶接棒

被覆アーク溶接棒 LC-08

■溶着金属の化学成分一例（%）

C	Si	Mn	P	S
0.06	0.16	0.36	0.009	0.014

WEB資料引用

溶接棒の被覆にマンガンが使用されている。溶接棒のマンガン含有量により溶接ヒューム濃度も変化

溶接ヒュームの具体的なサンプリング方法について①

➢採取位置
身体に装着する試料採取機器
呼吸域に装着、採取口が溶接用の面体の内側

◆ 装着部位により、溶接ヒューム濃度が大きく異なる
※適切な装着部位（呼吸域）とは？

慣性衝突型

映像⑨

サイクロン式

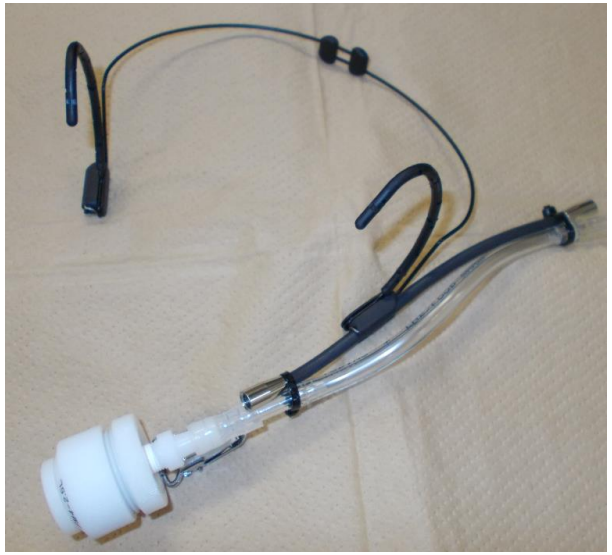
装着例（厚生労働省リーフレットより）

適切な装着部位（呼吸域）とは

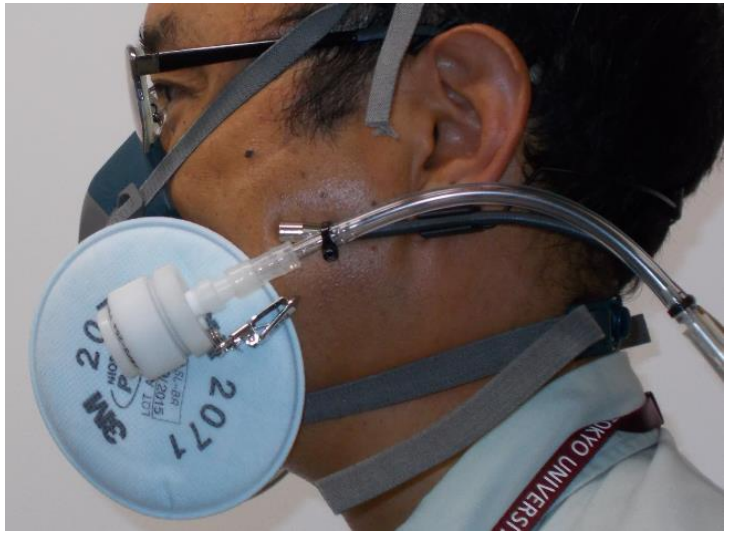
➢基発0731第1号（ 令和2年7月31日）抜粋

労働者の呼吸域（当該 労働者が使用する**呼吸用保護具の外側であって、両耳を結んだ直線の中央を中心とした、半径30センチメートルの顔の前方に広がった半球の内側**をいう。以下同じ。）をいうものであること。ただし、呼吸用保護具を使用することにより呼吸域に試料採取機器の吸気口を装着できない場合等は、呼吸域にできるだけ近い位置 とすること。また、**溶接用の面体の外側の溶接ヒュームの濃度は、内側と比較して大幅に高い**ため、試料採取機器の採取口が溶接用 の面体の内側に位置するように装着すること。

◆慣性衝突型分粒装置の装着例（確認してみた）

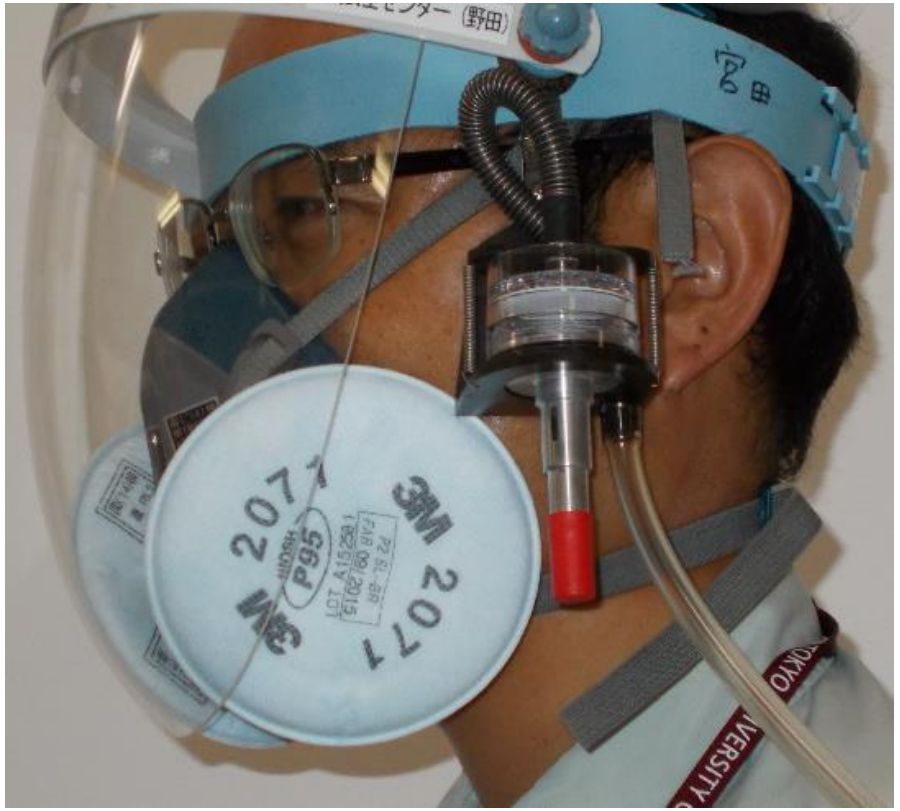


耳掛け用（市販用改良）
※改良により2.5L/min捕集可能



面体の内側に装着
マスクの呼気付近の装着は不適と考えられる

◆サイクロン分粒装置の装着例（確認してみた）



※HP資料引用

◆ 面体内側にサンプラーを装着することが困難かも？

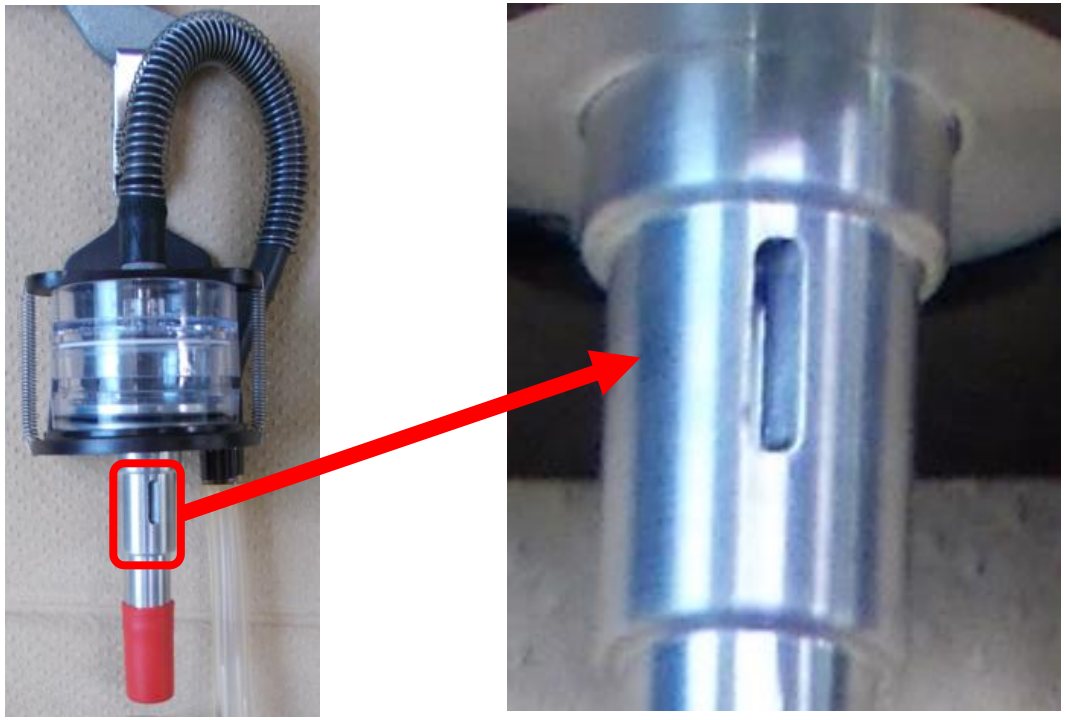
✓ 面体の種類によっては、サンプラーを面体内側装着が困難な場合がある

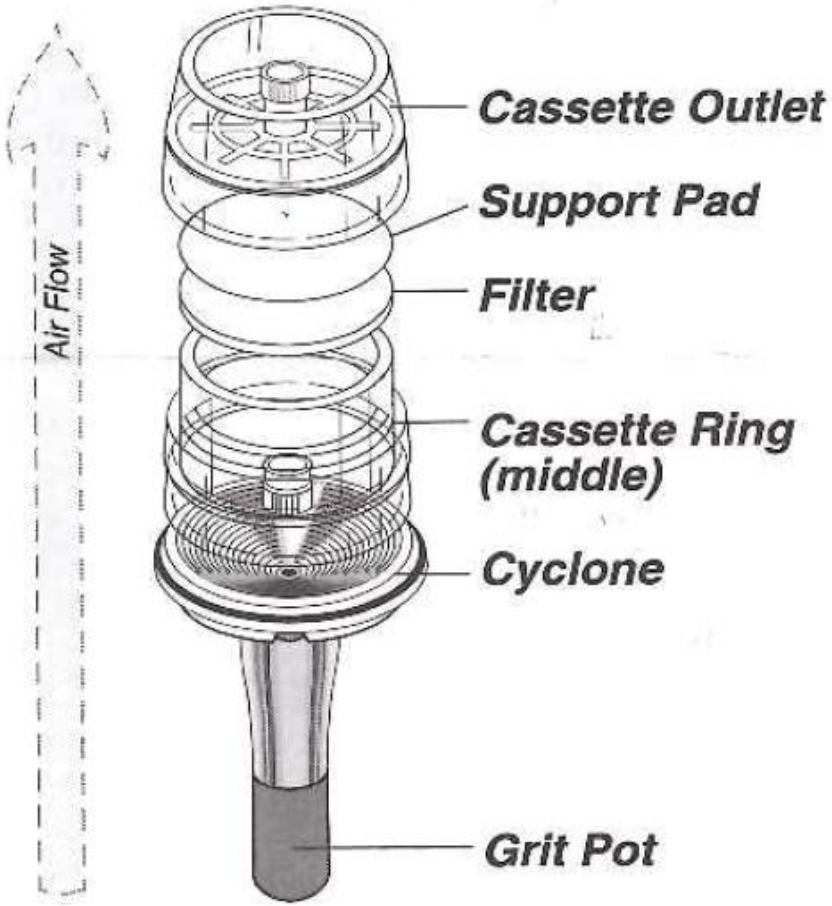
個人ばく露測定用サイクロン式分粒装置

- 捕集流量：2．5L／minで捕集

レスピラブル粒子捕集（4．0um－50%カット）

実施





捕集効率は静電気の影響を受けることがある
⇒導電性素材のサイクロンは静電気による影響を減少

必ずGrit　Potが下向き

※SKCのHP資料引用

個人ばく露測定用の慣性衝突型分粒装置

- 捕集流量：2．5L／minで捕集

実施

レスピラブル粒子捕集
（4．0um－50%カット）

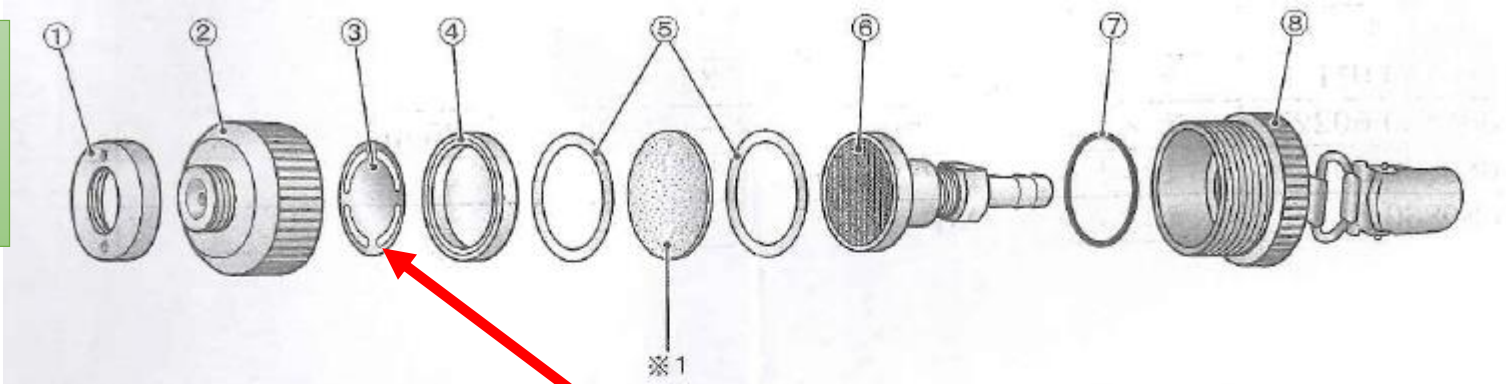


図１　ホルダー組立順序

①ノズルカバー　②ノズル　③金属捕集板　④スペーサー
⑤ＰＴＦＥパッキン　⑥金網、フィルターベース、チューブコネクター
⑦Ｏリング　⑧ホルダーベース
※1　テフロンバインダーフィルター（別売品）

※③の金属捕集板は、粉じん量に応じて交換必要
（分粒能力保持のため⇒4.0um－50%カットさせるため）

※柴田科学取説資料引用

溶接ヒュームの具体的なサンプリング方法について②

- 測定数
  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）ごとに適切な数（**2人以上**、1人作業時は別日で）
- 採取時間
  溶接等作業に従事する**全時間**（短縮は認められない）
- 測定値
  測定時間における**時間加重平均濃度**（8時間加重平均値ではない）
- 測定結果の評価
  マンガン濃度の**最大値**（測定数における最も高いマンガン濃度）
- 評価における対応
  マンガン濃度最大値から要求防護係数を算出（呼吸用保護具の選定）
- 実施者：作業環境測定士が望ましい（測定技術を有していれば可能）

※詳細は、https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_12725.html
https://search.e-gov.go.jp/servlet/PcmFileDownload?seqNo=0000205116

測定結果からの呼吸用保護具の選定

➢要求防護係数（PFr）の算出方法

- 要求防護係数（PFr）＝C÷0.05

C：測定結果（マンガン濃度最大値　mg/㎥）
0.05：マンガンの管理濃度（mg/㎥）

➢ 呼吸用保護具の選定
要求防護係数を上回る指定防護係数の呼吸用保護具を使用する

指定防護係数※一覧（抜粋）

呼吸用保護具の種類				指定防護係数
防じんマスク	取替え式	全面形面体	RS3又はRL3	50
			RS2又はRL2	14
			RS1又はRL1	4
		半面形面体	RS3又はRL3	10
			RS2又はRL2	10
			RS1又はRL1	4
	使い捨て式		DS3又はDL3	10
			DS2又はDL2	10
			DS1又はDL1	4
電動ファン付き呼吸用保護具	全面形面体	S級	PS3又はPL3	1，000
		A級	PS2又はPL2	90
		A級又はB級	PS1又はPL1	19
	半面形面体	S級	PS3又はPL3	50
		A級	PS2又はPL2	33
		A級又はB級	PS1又はPL1	14
	フード形又は フェイスシールド形	S級	PS3又はPL3	25
		A級		20
		S級又はA級	PS2又はPL2	20
		S級,A級又はB級	PS1又はPL1	11

- 例題

アーク溶接作業者３人の溶接ヒューム測定を実施。
測定結果は、0.50mg/㎥、0.60mg/㎥、0.40mg/㎥。
呼吸用保護具選定のため要求防護係数を算出してください。

呼吸用保護具とサンプリング採取口の疑問点について

➢電動ファン付き呼吸用保護具について

フィルター吸気口

山本光学カタログ引用

◆ 面体内は金属ヒュームが除去されたエアーにより陽圧になっている（呼吸保護具内扱い）

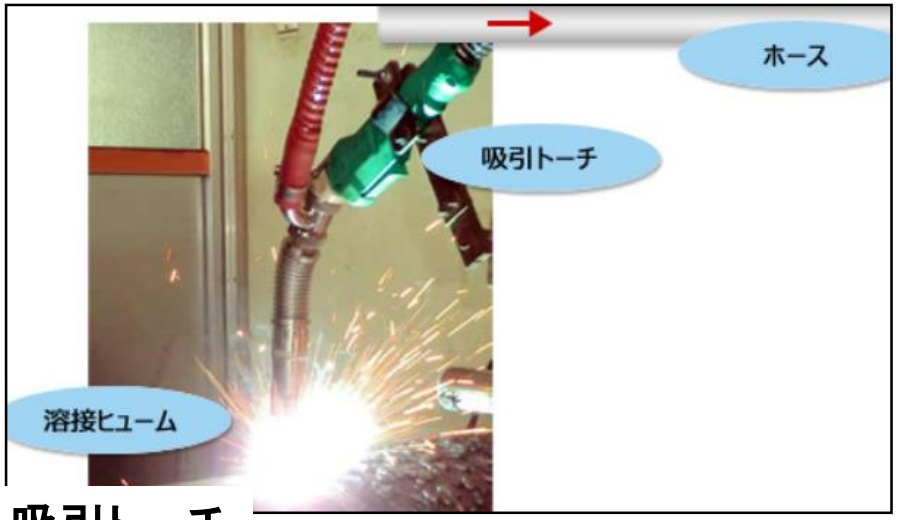
適切なサンプリング採取口は、面体内・面体外・フィルター吸気口？

金属ヒュームの除去設備等について

➢ヒューム吸引トーチ：溶接トーチ先端部分にヒューム吸引設備を付設した。発生したヒュームを発生源近くで効果的に除去できるが、吸引風量によって溶接不備（ブローホール）が生じる恐れがあるので注意

映像⑩

ヒューム吸引トーチ



WEB資料引用

ヒューム吸引設備

今回の法令改正により、金属アーク溶接作業者は、測定結果（個人サンプラー）から適切な呼吸用保護具の着用が義務付けられ、ばく露防止対策の徹底が行われる。しかし、測定方法に単位作業場所（場の測定）の概念がないこと、定期測定義務がないことから、同じ作業場で**溶接以外の作業を行う作業者のリスクの把握が困難**になるのでは・・・？と懸念される。（個人的な意見）⇒**全体換気設備も重要（特化則第38条21の1）**

終

●ばく露限界値の濃度算出（個人ばく露測定としての問題）

問題

作業者のシクロヘキサンによるリスク評価を実施するため、シクロヘキサンを取り扱う作業時間（8：00～12:00）に個人ばく露測定を実施した。
測定の結果は、180ppm（8:00～12:00の平均）であった。
リスク評価するため8時間加重平均濃度を算出してください。
※シクロヘキサンの許容濃度150ppm（ばく露限界値）

□ 解答

8時間の時間加重平均ばく露濃度
180ppm（4時間の平均ばく露濃度）×4（測定時間）÷8
＝**90ppm**　※許容濃度150ppmより低い値

➢例題

アーク溶接作業者３人の溶接ヒューム測定を実施。
測定結果は、0.50mg/㎥、0.60mg/㎥、0.40mg/㎥。
呼吸用保護具選定のため要求防護係数を算出してください。

●解答（要求防護係数）

・要求防護係数（PFr）＝C÷0.05

・測定結果（マンガン濃度最大値　mg/㎥）は0.60

0.60÷0.05＝１２

１２を上回る指定防護係数の呼吸用保護具を選定