

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	個人ばく露測定の方法 - 産業衛生技術部会のガイドラインとその活用
Title(English)	The Personal Exposure Monitoring Method - JSOH Guideline
著者(和文)	橋本晴男
Authors(English)	Haruo Hashimoto
出典(和文)	第88回日本産業衛生学会, , ,
Citation(English)	88th Japan Society for Occupational Health Conference, , ,
発行日 / Pub. date	2015, 5

個人ばく露測定の方法

ー産業衛生技術部会のガイドラインとその活用ー

2015. 5. 16

東京工業大学 大学マネジメントセンター 特任教授

(前所属: 東燃ゼネラル石油(株) 産業衛生部長)

橋本 晴男

「個人ばく露測定の方法」ー内容

1. リスクアセスメントと個人ばく露測定の関係
2. 個人ばく露測定のガイドライン
 - ー 作業場の事前調査
 - ー 測定計画～測定～結果の評価
 - ー 対策とフォローアップ
 - ー 誰が行うのか
3. まとめ

本発表の趣旨

リスクアセスメントの実施義務化(640物質)に伴って、現在考えられている方法はいくつかある

① コントロールバンディング

» 非常に容易. 厚生労働省のHPに半自動ツールあり.

② 簡易測定

» 検知管、直読計器など

③ 個人ばく露測定

- ◆ これらの相互関係、全体像を整理し、リスクアセスメントにおける個人ばく露測定の意義、位置付けを明確にする。その上で、
- ◆ 個人ばく露測定の方法を紹介する
 - 産業衛生技術部会による「個人ばく露測定のガイドライン」
 - これは、内容として、「リスクアセスメントのガイドライン」でもある

「リスクアセスメント」の進め方(全体像)

◆ その方法は多様で、複合的

- 状況に応じ、以下の1つまたは複数を組合わせて実施
- リスクアセスメント実施者が、本来「考えながら」行うもの

No.	方法	内容
A	作業場の事前調査による専門的判断	実施者(*)が主に経験をもとに判断 - 信頼性は必ずしも低くない
B	コントロールバンディング	簡単なもの ~やや複雑なものまであり
C	簡易測定	検知管(約220/ 640物質) 直読計(約210/ 640物質)、等
D	個人ばく露測定	8hr測定(1シフト) 短時間測定(作業毎)
	D1: 簡易的	サンプル数、測定時間など簡略化
	D2: 標準的	同じく、十分に

小



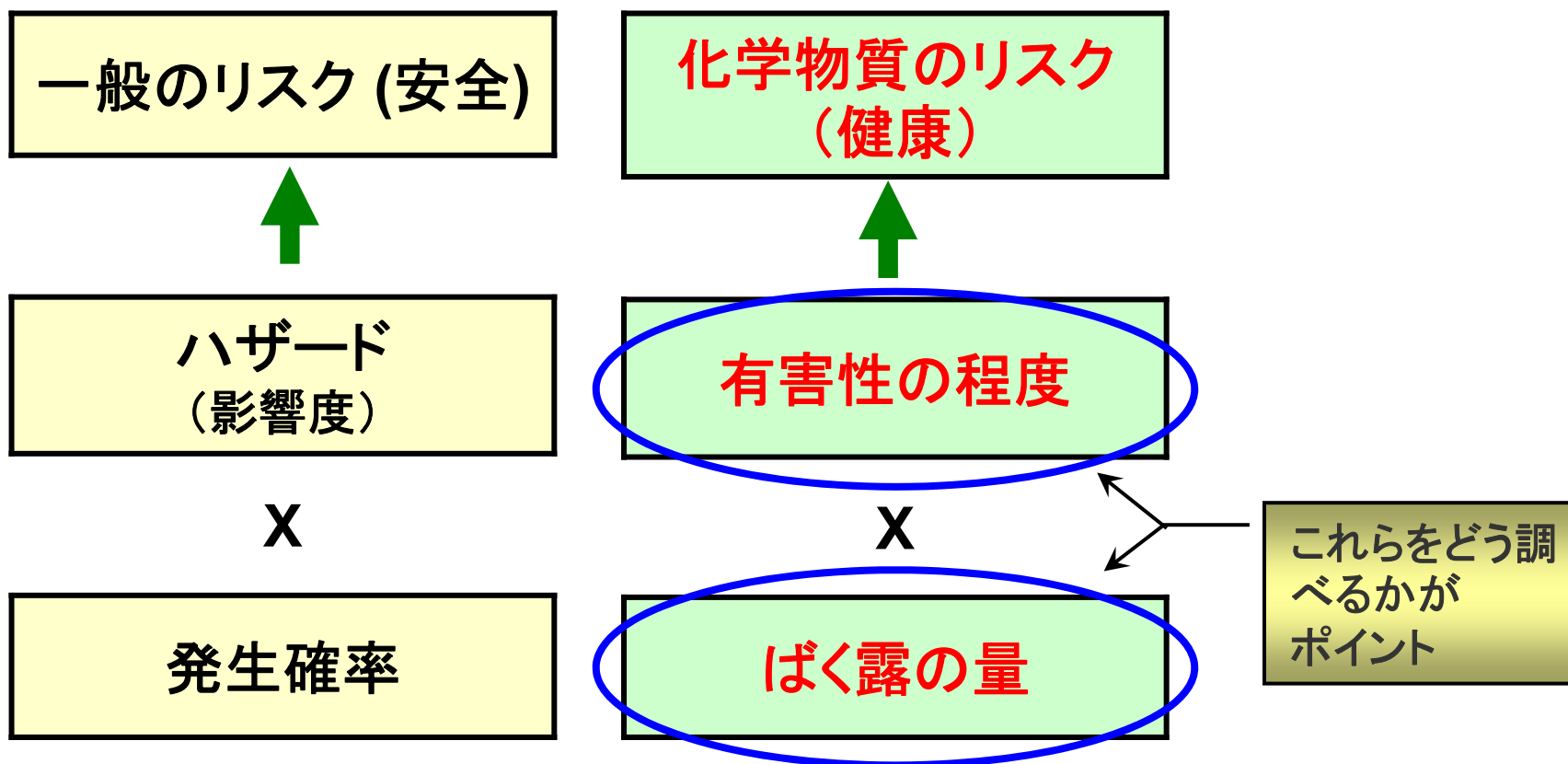
作業
負担

大

* リスクアセスメントの実施担当者を事業場内で分散させず、特定者に集約し、経験を蓄積させることが望ましい

1. リスクアセスメントと個人ばく露測定の関係

◆ リスクを評価・判定するための要素



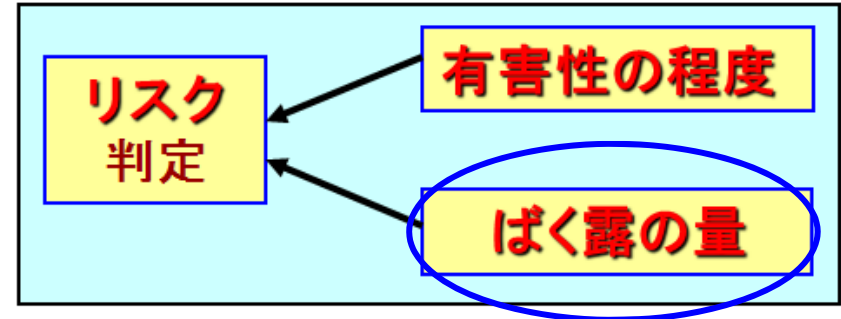
「ばく露の量」の評価

◆ 測定する

- 個人ばく露測定 (最も標準的)
 - 「呼吸域」での測定

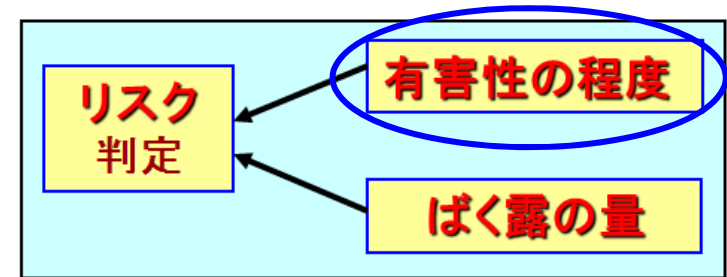
◆ 他の評価方法

- 「ばく露の推定」も可能
- 生物学的モニタリング
- 場の測定 (代替法. または法に基づく作業環境測定)



「有害性の程度」の評価

- ◆ 「ばく露限界値」を使用(最も標準的)
 - 有害性の程度(健康影響)と関連して、
科学的エビデンスをもとに設定



- ◆ それ以外の評価基準
 - 生物学的ばく露指標値(生物学的モニタリングの場合)
 - 管理濃度(法に基づく作業環境測定の場合)
 - 但し、これは、正確には「有害性」ではなく、「作業環境良否の基準」

ばく露限界値

◆ 定義

- その環境下で労働者が1日8時間、毎週、労働者が長年月にわたってばく露されても、ほとんどの労働者に健康影響が発生しないと考えられる濃度

◆ 代表的なばく露限界値

(1) TLV (Threshold Limited Value, 閾限界値)

- 米国産業衛生専門家会議(ACGIH)が設定
- 約700+物質対象

(2) 許容濃度

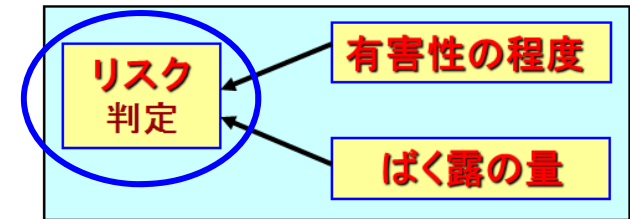
- 日本産業衛生学会が設定
- 約200+物質対象

ACGIH: American Conference of
Government Industrial Hygienist

リスクの判定：ばく露濃度とばく露限界値の比較

◆ 「ばく露比」に着目

$$\text{ばく露比} = \frac{\text{ばく露量}}{\text{ばく露限界値}}$$



◆ リスクの判定(単純な例)

評価区分 (ばく露比)	
1.0 以上	1.0 >
リスク大	小

個人ばく露測定 = リスクアセスメントの最も基本法

- 定法. 王道
- グローバルスタンダード
- 必要不可欠

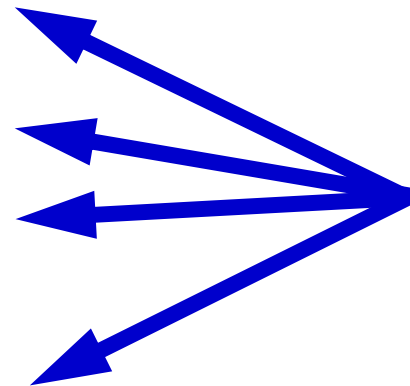
2. 個人ばく露測定ガイドライン(産業衛生技術部会)

- ◆ 目的
 - 個人ばく露測定に関する実用上のガイドを提案する
- ◆ 対象範囲
 - 全ての化学物質、全ての作業場(原則, ばく露限界値がある物質)
 - リスクアセスメントにおいて、任意で使用できるもの
 - 法制度上の規定や方法に関わるものではない
- ◆ 産業衛生学雑誌2015年3月号に掲載済
 - 約50ページ
 - ガイドライン本文 + 補足資料(詳細情報)
- ◆ 日本産業衛生学会 産業衛生技術部会「個人ばく露測定に関する委員会」が作成

「個人ばく露測定ガイドライン」の内容の範囲は広い

- ◆ 「リスクアセスメントガイドライン」としても用いることができる

No	リスクアセスメントの方法
A	作業場の事前調査による専門的判断
B	コントロールバンディング
C	簡易測定
D	個人ばく露測定
	D1: 簡易的
	D2: 標準的



「個人ばく露測定ガイドライン」の内容のカバー範囲

= 赤枠部

個人ばく露測定を進め方（個人ばく露測定のガイドライン）

◆ 以下の枠組み(手順)を進める

－ 個人ばく露測定に基づいた「リスクアセスメントとマネジメント」に相当

No.	ステップ	枠組み
1	作業場の事前調査	事前調査
2	測定計画立案	
3	測定	測定(狭義)
4	分析	
5	測定値の評価	
6	管理区分の判定	
7	対策の策定	リスクマネジメント (低減措置)
8	報告	
9	フォローアップ (対策実施, 再測定など)	

ばく露の評価・測定の対象 – “同等ばく露グループ(SEG)”

◆ 同じ作業をする「グループ」単位で評価する

– 「同等ばく露グループ(SEG)」という

- ほぼ等しいばく露を受ける作業者群

SEG: Similar Exposure Group

◆ ばく露の全体像を評価する

- ばく露の平均値、分布など
- サンプル中の最大値で評価しない

↑
概念：作業者全員を測定することケースを出発点とし、効率的に進めるために、類似のばく露者をグループ化する、と解釈してよい。

「作業場の事前調査」—重要性が高い

ステップ 1

◆ 目的(決定すべき重要な事項)

順序	決定すべき重要事項
1	評価対象とする化学物質
2	同等ばく露グループ(SEG)
3	ばく露の推定(ばく露の有無と程度) (SEG毎, 化学物質毎, 8hr/短時間別)
4	測定の要否
5	必要なばく露低減措置の候補案



測定計画(リスク
アセスメント)に
反映

◆ 方法

- 作業場での文書・記録類調査
- 職場管理者へのヒアリング、作業場の観察
- 簡易測定も可(次演者の発表も参照)
 - 事前調査の一部として
- コントロールバンディング(スクリーニング法として)

ばく露の推定ーその根拠

ステップ 1

◆ 推定の主な根拠と例

根拠	例
過去の評価・測定結果	対象SEGでの過去の結果
代替・類似データ	類似した作業場やSEGの過去の結果(経験!!)
対象化学物質の特性	取扱い量. ばく露限界値. 毒性
設備	排気・換気装置. 密閉系か.
作業状況	作業頻度. 距離など
簡易測定の結果	検知管、直読機器

事前調査の一部として行うこと可

◆ 経験が極めて重要

- ー 経験がない場合, ばく露の推定は難しい
- ー 自信がない場合, 無理に推定しない. 優先的に測定対象とする

事前調査結果(ばく露推定)の活用(判断)

ステップ 1

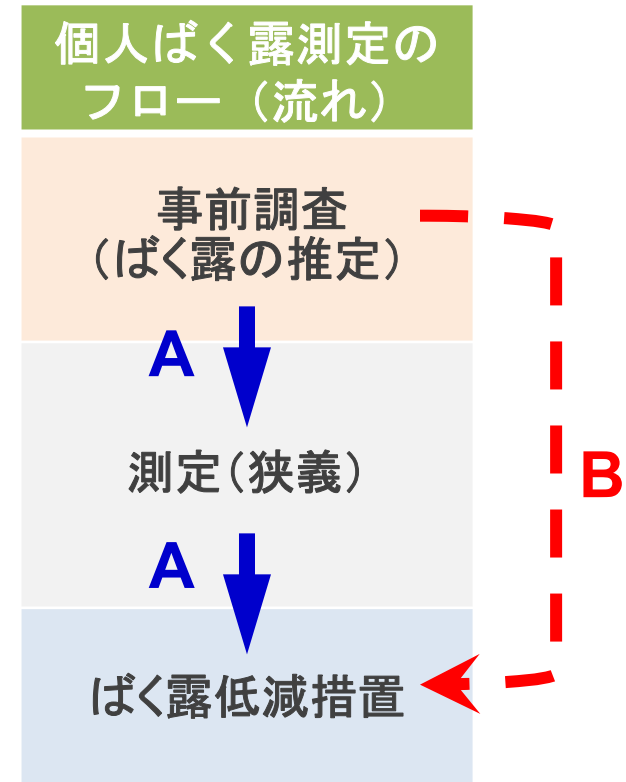
1. 測定要否 / リスクアセスメント方法の判断

- 測定するケース(右図, **A**)
- 「測定しない」選択肢もある(右図, **B**)
 - 例: ばく露が明らかに小.
 - 例: // 明らかに大.
- 目的は「ばく露低減措置」. 「測定」ではない

2. 測定内容の判断

- C, D1, D2のいずれか

No	リスクアセスメントの方法
?? A	作業場の事前調査による専門的判断
B	コントロールバンディング
?? C	簡易測定(追加可)
?? D	個人ばく露測定
	D1: 簡易的
	D2: 標準的



リスクに応じた合理的な進め方

個人ばく露測定を進め方 (個人ばく露測定のガイドライン)

◆ 測定計画～測定～結果の評価

No.	ステップ	枠組み
1	作業場の事前調査	事前調査
2	測定計画立案	
3	測定	測定(狭義)
4	分析	
5	測定値の評価	
6	管理区分の判定	
7	対策の策定	リスクマネジメント (低減措置)
8	報告	
9	フォローアップ (対策実施, 再測定など)	

測定計画立案(標準的個人ばく露測定=「D2法」)

ステップ 2

- ◆ SEGを設定
 - SEGごとに測定実施要否、測定計画を判断
- ◆ 被測定者の選択、測定サンプル数(n数)
 - nが5以上が推奨される。
 - nが4以下でも可。
 - 被測定者は「ランダムに」選択する
 - 「日間の変動」「作業場間の変動」を特に考慮しない。
- ◆ 測定時間(1シフト測定)
 - 原則は8時間(またはできるだけ長い時間)
 - 状況により、2時間まで短縮可能 ←

簡易化可能＝
「D1法」。

測定結果の評価方法:1シフト測定(8hr)

ステップ 5, 6

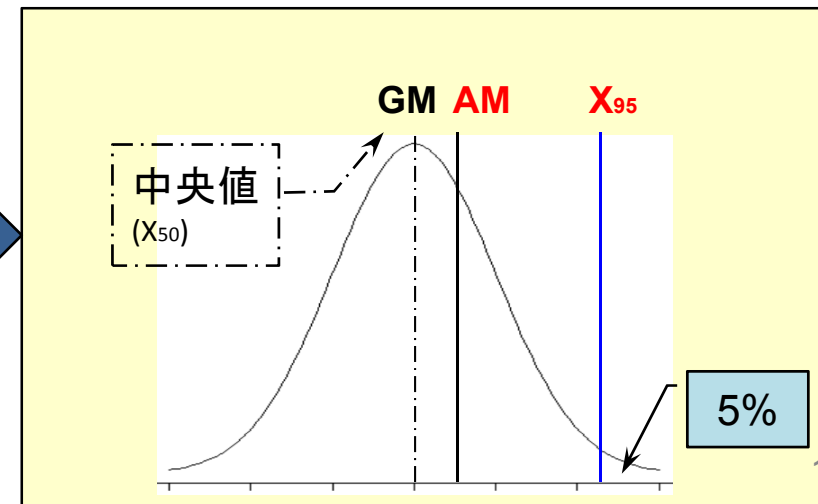
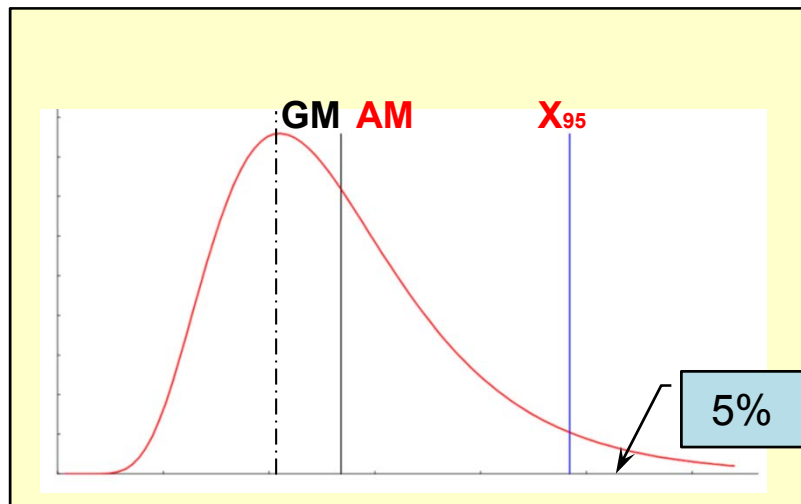
1. 各8hr値ばく露値のセット(n個)から次を算出する
 - 平均値(算術平均): AM
 - 対数正規分布の95パーセンタイル値: X_{95}
 - 幾何標準偏差: GSD

X_{95} 、AMの計算は作業環境測定での第1評価値(E1)、第2評価値(E2)と同.

対数正規分布

同(x軸を対数化)

$$\log(X_{95}) = \log(\text{GM}) + 1.645 \log(\sigma_g) \quad (\text{GM: 幾何平均値})$$



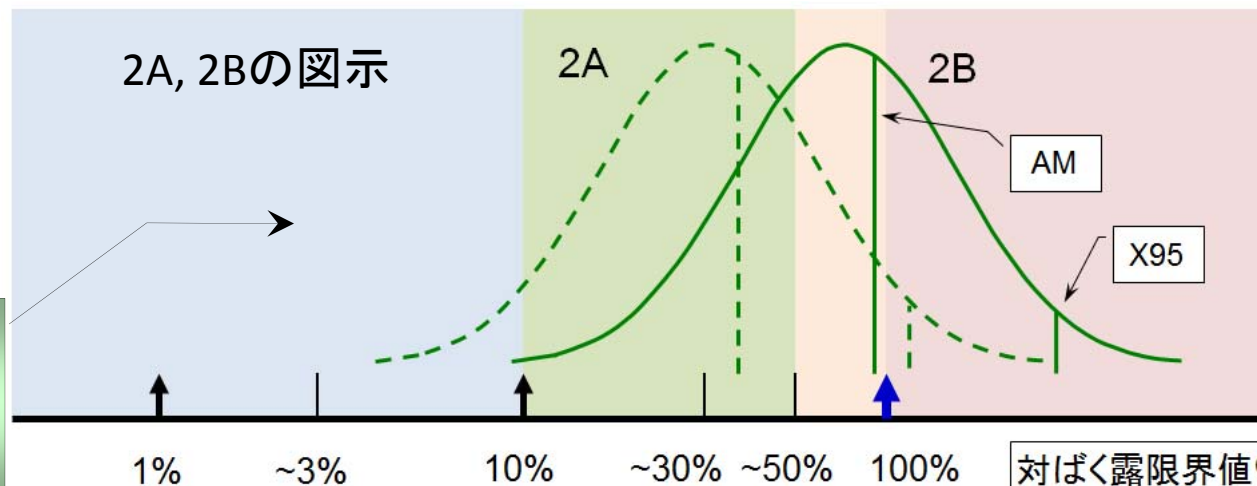
管理区分(ばく露の判定)

ステップ 6

区分	定義		解釈(判定)
1A	X ₉₅ < OEL かつ	X ₉₅ < (OEL*10%)	極めて良好
1B		AM < (OEL*10%)	十分に良好
1C		(OEL*10%) ≤ AM	良好
2A	AM ≤ OEL ≤ X ₉₅ かつ	AM ≤ (OEL*50%)	現対策の有効性を精査. 更なるばく露低減に努める
2B		(OEL*50%) < AM	ばく露低減策を行う
3	OEL < AM		ばく露低減策を速やかに行う

OEL: ばく露限界値
 AM: 算術平均値
 X₉₅: 分布の上側95%値
 大きな区分1~3は作業環境測定
 の管理区分と同じ

区分2Bでは、作業者の
 最大50%弱のばく露が
 基準値を超えてしまう



対ばく露限界値% 20

測定結果の評価: 1シフト測定 (8hr)

4. サンプル数(n)が4以下の場合の方法

簡易的
=「D1法」

n=	算術平均値 (AM)	95パーセンタイル値 (X_{95})
1	その値をAMとする	AMの3倍値とする $AM \times 3 = X_{95}$
2	サンプルデータからその まま算出する	
3		
4		

短時間の測定と結果の評価

ステップ 2~6

1. 短時間の測定(例:15分間)を行う理由(例)
 - 1シフト測定でばく露が大きく、その原因として短時間の作業が疑われる場合
 - 短時間での高いばく露が推定される場合(1シフト測定の結果によらず)
2. 適用するばく露限界値(ACGIH-TLV、定めのある物質のみ)
 - **STEL**
 - 「1日中のどの時間にも超えてはならない、15分時間加重平均ばく露濃度」
 - **天井値**
 - 「どの時間であっても超えてはならないばく露濃度」
 - ばく露が最大と予想される時間を含む短時間測定(例:5分間)。
 - 定めのない物質
 - 「TWA(8hr値) x 3倍」をSTELとして代用



測定結果の取扱い方, 管理の区分は8時間測定と同じ

個人ばく露測定を進め方 (個人ばく露測定のガイドライン)

－ 対策～フォローアップ

No.	ステップ	枠組み
1	作業場の事前調査	事前調査
2	測定計画立案	
3	測定	測定(狭義)
4	分析	
5	測定値の評価	
6	管理区分の判定	
7	対策の策定	リスクマネジメント (低減措置)
8	報告	
9	フォローアップ (対策実施, 再測定など)	

管理対策の策定(リスク管理)

ステップ 7

◆ 管理対策の優先順位は常に一定

- 世界共通の概念.
 - リスク評価の方法(個人ばく露/場の測定、等)によらず
- ① 物質の変更、工学的対策(自動化、密閉化、換気等)
 - ② 作業方法の改善
 - ③ 保護具(最後の手段)
- * 以上に加え、追加測定、健康管理、リスクコミュニケーション(周知、教育)を適宜行う

いわゆる「3管理」

- ← 作業環境管理
- ← 作業管理

- ← 健康管理



個人ばく露測定に基づく対策もこの優先順位

再評価・測定の考え方

- ◆ 一定頻度で再測定を繰り返すことはしない
◆ 再「評価」と再「測定」を分けて捉える
 - まず再「評価」し、次いで再「測定」する
- ① 定義:再「評価」
 - 作業場を観察し、管理者にヒアリングして、SEGのばく露を再推定し、前回の評価・測定結果と比較すること
 - (初回の)「作業場の事前調査」に類似
- ② 定義:再「測定」
 - 必要と判断された場合に、再度測定すること。(測定しない事もある)

再評価・測定の頻度(間隔) [8時間ばく露に関して]

◆ 原則的な間隔を示す

- カッコ内は、**状況判断**により延長可能な間隔(基準範囲)を示す。
 - ・ リスクに基づく合理的な管理, 管理レベル向上のインセンティブに繋がる
- 前提条件:**「変更管理」**の実施
 - ・ 設備, 工程, 取扱い物質などの変更時, リスクアセスメントを行う

再評価 /再測定	管理区分(初回評価)					
	3	2B	2A	1C	1B	1A
再評価	6月	6月	6月 (6月~1年)	6月 (6月~2年)	1年 (1~3年)	2年 (2~3年)
再測定	6月 (6月~1年)	6月 (6月~1年)	6月 (6月~2年)	1年 (1~3年)	2年 (1~3年)	3年 (1~5年)

6月が基本(リスク大)

6月より延長(リスク比較的小)

個人ばく露測定に関わる専門家－誰が行うのか？

2通り定める

- ◆ 「統括管理者」
 - － 全体を統括、管理する者(ステップ1~9)
- ◆ 「測定担当者」
 - － 「測定・分析」だけを行う補助者(ステップ3~6)

両者とも、経験と、
知識の積重ねにより
専門性を高めるべき

実践・
経験

No	リスクアセスメントの方法
A	作業場の事前調査による専門的判断
B	コントロールバンディング
C	簡易測定
D	個人ばく露測定
	D1: 簡易的
	D2: 標準的

知識・技術の
習得(研修等)

「個人ばく露測定の方法」- まとめ

1. リスクアセスメントと個人ばく露測定の関係
 - リスクアセスメントの方法は幾つかあり、複合的に用いること可
 - 個人ばく露測定はリスクアセスメントに不可欠
 2. 個人ばく露測定のガイドライン = リスクアセスメントのガイドでもある
 - 作業場の事前調査が極めて重要 = リスクアセスメントそのものの一部
 - 簡易測定 / 個人ばく露測定(簡易的) / 個人ばく露測定(標準的)の中で選択肢あり
 - 「標準的な測定」にこだわらなくてよい
 - 6区分の「管理区分」を設定
 - 再評価・再測定の頻度を設定. 一定の柔軟な判断が可
 - 統括管理者、測定担当者の実践経験、知識向上が必要
- ◆ リスクアセスメントを進める上で、積極的な活用をお願いしたい

本「ガイドライン」へのご理解と積極的なご活用を
よろしく願います。

◆ Back-up Slides

リスクの判定:もう少し丁寧な判定も可能

例

- ◆ 「ばく露比」に基づく評価区分を細分化する
- ◆ 物質の有害性に応じて、判定基準に「重み」をつける
 - － 例:発がん物質は、より安全側で判定する

$\text{ばく露比} = \frac{\text{ばく露量}}{\text{ばく露限界値}}$	評価区分 (ばく露比)	
	1.0 以上	1.0 >
	リスク大	小

最も単純な判定基準

リスクの判定: 基本の方法

- ◆ 「ばく露比」をもとに, 「ばく露区分」を設定し, リスクを分類

ばく露区分 (ばく露比 = 実ばく露 / ばく露限界値)				
A 1.0 以上	B ≥ 0.5	C ≥ 0.1	D ≥ 0.01	E ばく露なし
リスク高	中	中	低	低

区分の例

リスク高	新規対策の実施
中	状況精査、再評価、現対策維持, 教育
低	監視

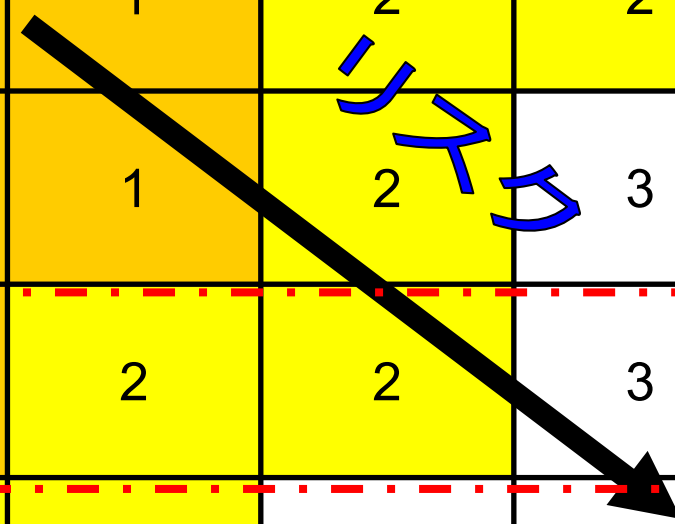
対応の例

リスクの判定: 応用的な方法 (A社)

－ 有害性に応じた重み着け: リスクマトリックス －

有害性 (eg. 発がん性)	ばく露区分 (ばく露比 = 実ばく露 / ばく露限界値)				
	A 1.0 以上	B ≥ 0.5	C ≥ 0.1	D ≥ 0.01	E ばく露なし
I (きわめて大)	1	1	2	2	3
II (大)	1	1	2	3	3
III (中)	1	2	2	3	3
IV (小)	2	2	3	3	3

リスク



<リスクレベル: 1=高, 2=中, 3=低>

出典: 化学物質等のリスクアセスメント・マネジメントハンドブック(日本作業環境測定協会)