

産業衛生技術講演会

実用上のガイドとなる 個人ばく露測定の方法の検討について

2012. 11. 24

産業衛生技術部会「個人ばく露測定に関する委員会」委員長
EMGマーケティング合同会社
医務産業衛生部 橋本晴男



1

本講演の要旨

- ◆ 日本産業衛生学会 産業衛生技術部会に「個人ばく露測定に関する検討委員会(以下、本委員会)」が発足
 - 実用上の技術的ガイドを作成する目的
 - 厚生労働省・中央労働災害防止協会(中災防)の動きに呼応
- ◆ 個人ばく露測定と作業環境測定(法定)の比較
 - 技術面、および制度面
- ◆ 中災防が公開した個人ばく露測定の「基本骨格」
 - 測定のフロー、デザイン、測定方法、評価・判断方法など
- ◆ 本委員会で検討予定の具体的な課題
 - 個人ばく露測定にかかわる「枠組み」に関するもの
 - 技術的な個別課題に関するもの
 - 測定者の裁量の扱いに関する課題も多い

2

背景

- ◆ 「職場における化学物質管理の今後のあり方に関する検討会(厚生労働省、2010年)」
 - 目的:「リスクに基づく合理的な化学物質管理の促進のために、抜本的な見直しを行う」
 - 提言(報告書)
 - ① 化学物質の情報提供の促進 → 「全ての危険有害物質のSDS、GHS情報の提供」と「事業場内表示」を努力義務化(2012年法改正)
 - ② 作業環境管理の性能要件化 → 「局排に代わる発散抑制装置」が使用可能となった(2012年法改正)
 - ③ **個人サンプラーを用いた測定の活用(個人ばく露測定) → 本講演で説明**
 - ④ その他、産業衛生技術専門家の育成、など

キーワード:「性能要件基準」

• 「すべき事を事細かに規定した「仕様基準」には限界がある。今以上の安全・衛生水準を目指すには、結果基準を示し、事業者と専門家が創意工夫してそれを達成する仕組みを取入れる必要がある」

3

背景

- ◆ 厚生労働省は個人ばく露測定の導入検討を開始
 - 中央労働災害防止協会に調査・検討を委託(2010~)
- ◆ 「個人ばく露測定に関する検討会」(中災防)
 - 個人ばく露測定の意義
 - 「作業員個人ばく露測定のばく露を的確に把握し、労働衛生管理のための必要な情報を得ることができるため有用」
 - 「個人ばく露測定の進め方(基本骨格)」を開示(2012年)
 - 「事前調査~計画~測定~評価~対策」の全体的流れ
 - 測定戦略、方法、結果の評価法等
 - 公開講習会を全国で開催(4回)
 - 日本作業環境測定協会も類似の講習会を開催(5回)
 - 今後引き続き検討

詳細は後で説明



- ◆ 以上の背景のもと、産業衛生技術部会に「個人ばく露測定に関する委員会」を設置(2012年11月)

4

産業衛生技術部会「個人ばく露測定に関する委員会」

- ◆ 目的
 - 産業衛生技術部会が推奨する、個人ばく露測定に関する実用上のガイドを、日本産業衛生学会会員と社会に対して提案する
- ◆ 位置付け
 - 産業衛生技術部会に属する臨時の委員会
- ◆ 委員会の運営
 - 期間:2012年11月～2013年12月頃まで(終了時期は未確定)
 - 数回程度の会合を開催
 - 最終報告文書の発行:2014年初頃(仮)

5

産業衛生技術部会「個人ばく露測定に関する委員会」

- ◆ 委員(敬称略)
 - 熊谷信二(産業医科大学)
 - 中原浩彦(EMGマーケティング)
 - 名古屋俊士(早稲田大学)
 - 保利一(産業医科大学)
 - 村田克(早稲田大学)
 - 山田憲一(中央労働災害防止協会):副委員長
 - 橋本晴男(EMGマーケティング):委員長
- 以上に加え、必要な専門家の参加を適宜要請
- ◆ 情報の公開
 - 技術部会HPなどで進捗内容を随時公開予定
 - 学会員からのご意見を歓迎

6

産業衛生技術部会「個人ばく露測定に関する委員会」

- ◆ 議論の進め方
 - 厚生労働省(および中災防)で検討済みの「基本骨格」を基盤とする
 - それを補強・増強する検討を中心に行う
 - 上記「基本骨格」と、本委員会の提案を合算した結果が、最終的に「推奨される個人ばく露測定法」となることを目標とする
 - 委員会として全く独自の方法を提案することは目的としない
 - 法制度上の規定や方法は議論の対象としない
 - 個人ばく露測定に関する内外の既存の方法、情報を広く視野に入れる。
 - リスクに基づく、合理的・科学的な労働衛生管理に目線を置く
 - 実用性やコストベネフィットを適切に考慮し、実践的で実現可能な提案を行う
 - 個人ばく露測定に関する一般論、枠組み、戦略、その普及等に関する広い視点からの議論も一定程度含める

7

産業衛生技術部会「個人ばく露測定に関する委員会」

- ◆ 議論の進め方(続き)
 - 個人ばく露測定の方法の詳細を必要以上に規定し過ぎず、測定者に判断・裁量の余地を残すことをも適宜考慮する
 - 短期的には個人ばく露測定の実施者に訓練や熟練を強いる結果となりうるが、中長期的には高度な専門家の育成につながる。
 - 意見の収束が困難な課題については、複数選択肢を提案する可能性もある
 - 後年の議論・検討の余地を残せ、長期的にみて有益な場合あり
 - 欧米の「ばく露評価法」に関する書籍、論文に複数例あり



これから国内で個人ばく露測定(を基本とした労働衛生管理)を構築していくための、良い基盤(発展的議論の拠り所)となるような内容を提案することを目標としたい

8

何故今個人ばく露測定か？ 作業環境測定との比較

1. 「測定技術」としての比較

「呼吸域測定(個人サンプラー)」vs.「場の測定」

比較項目	呼吸域測定	場の測定
「健康リスク」の直接評価	できる(*1)	できない
作業時間の寄与	あり	ない
作業者の動き、作業の多様性への対応(近接、間欠、複合等)	できる	できにくい
測定が困難なケース(狭あい、危険等)	ほぼない	時折ある
作業者への負担(サンプラーの重量等)	時折ある	ない
発生源の特定	できにくい(*2)	できる場合あり

- 要点: 「リスクの評価」には呼吸域測定が適する

*1: ばく露測定結果を、「ばく露限界値」と比較することにより可能

*2: 一般には作業場の観察結果等と合わせて特定する

注: 上記比較は、長時間測定/A測定、及び短時間測定/B測定を行うことを前提

9

何故今個人ばく露測定か？ 作業環境測定との比較

2. 「制度・運用上」の比較

「個人ばく露測定(*1)」vs.「法定の作業環境測定」

比較項目	個人ばく露測定	作業環境測定
測定対象物質は多いか？	Y, 多数(*2)	N, 93物質のみ
対象作業場は広範囲か？	Y, 制約なし	N, 屋内のみ
測定の容易さ	判断・裁量の余地あり。経験・熟練を要す	規定手順に従う。比較的容易
実施のための専門家	インダストリアルハイジニスト(*3)	作業環境測定士
「リスク」に応じた合理的な管理ができるか？	Y, できる	N, 困難(規定通りの測定が必須)

- 法定の作業環境測定は制約が多い(典型的な「仕様基準」)

*1: 欧米で一般に行われている方法

*2: ACGIH-TLVIは約700のばく露限界値を規定

*3: 測定を含む評価・管理全般の指導者。測定自体はテクニシャンが行うことあり

10

何故今個人ばく露測定か？ 作業環境測定との比較

◆ 現行の「作業環境測定」の課題には2側面あり

- ① 「場の測定」であることによる技術的な制約
- ② 「法定の測定」であることによる制度・運用上の制約(裁量の余地など)



厚生労働省では、「リスクに基づく合理的な化学物質管理」を目指す上で、個人ばく露測定の導入に関して、上記①②の両側面の課題解消を念頭に置いている模様

- 特に「専門家の育成」に関心(②が重要)

「個人ばく露測定に関する委員会」でも、①②の両側面を考慮に入れる

11

中災防が公開した「個人ばく露測定の進め方(2012年)」

その「基本骨格」

1. 測定の全体フロー(手順)
2. 測定計画立案(デザイン): 測定対象と測定数等
3. 測定時間とばく露限界値
4. 結果の評価、管理区分の判定
5. その他



以下、簡単に説明

12

1. 測定の全体フロー(手順)

中災防の方法

- ◆ 以下のプロセスを進める
 - 個人ばく露測定に基づいた「作業場の評価・管理」に相当

No.	ステップ(単位手順)	フロー(流れ)
1	作業場の事前調査	事前調査
2	測定計画立案(デザイン)	
3	測定(サンプリング)	個人ばく露測定(狭義)
4	分析	
5	測定値の評価	
6	結果の判定	
7	対策の策定	管理対策
8	報告	
9	フォローアップ(対策実施、再測定など)	

注: ステップNo.と名称はオリジナルを若干改変

13

2. 測定計画立案(デザイン)

中災防の方法

- ◆ 作業者の「グループ」を測定対象とする
 - 「同等ばく露グループ(SEG)」
 - ほぼ同等のばく露を受けていると推定される作業員群(例: 5名)
 - SEG: Similar Exposure Group
 - 作業場の調査結果により作業員を層別化して設定
- ◆ 測定数
 - 測定n数は5以上を推奨
 - 統計的な信頼性が比較的高い
 - nが4以下でも測定・評価は可能
 - 被測定者はSEG内で「ランダムに」選択

最近の方法
(AIHA、EU等)
では主流

14

3. 測定時間とばく露限界値

中災防の方法

- ◆ 測定時間
 - 8hr測定が基本
 - 短時間ばく露測定は必要時に実施
- ◆ ばく露限界値
 - ACGIH-TLV-TWA、および日本産業衛生学会許容濃度(8hr値)
 - 低い方を採用
 - ACGIH-TLV-STEL(15分値)
 - ACGIH-TLV-C(天井値)



15

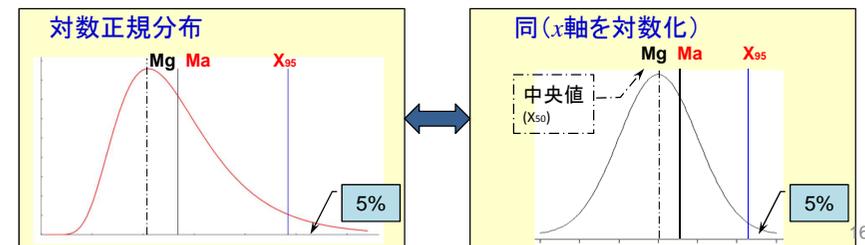
4. 結果の評価、管理区分の判定(8hr測定)

中災防の方法

- ① あるSEGに対してn個(n≥5)の測定サンプルを得た場合
 - 各測定値を8hr時間平均値に換算する
- ② 各8hr値(n個)から次を算出する
 - 平均値(算術平均): Ma
 - 対数正規分布の95パーセンタイル値: X_{95}
 - 幾何標準偏差: σ_g

X_{95} の計算は作業環境測定における第1評価値(E1)と同じ。

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



16

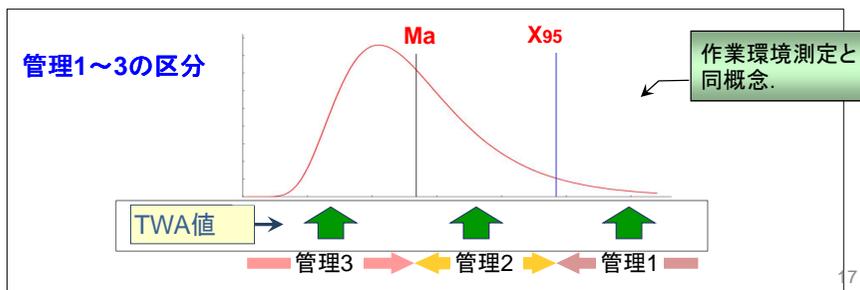
4. 結果の評価、管理区分の判定(8hr測定)

中災防の方法

③ 結果の評価

- 平均値(Ma)、95パーセンタイル値(X_{95})を8hrばく露限界値(TWA)と比較し次の区分に分ける

管理1	$X_{95} < TWA$	現状を維持する
管理2	$Ma \leq TWA \leq X_{95}$	現状の対策の有効性を精査する. 更なるばく露低減策を行うことが望ましい
管理3	$TWA < Ma$	ばく露低減策を速やかに行う



17

4. 結果の評価、管理区分の判定(8hr測定)

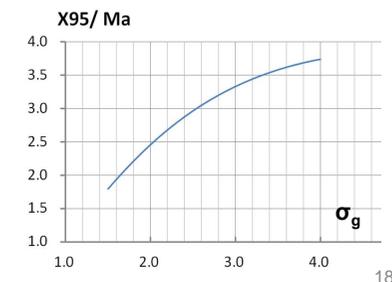
中災防の方法

④ サンプル数(n)が4以下の場合の方法

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

◆ 何故3倍するのか

- 対数正規分布で「 σ_g 」が2~3の場合(*), 「 X_{95} / Ma 」は2.5~3.3程度の値を取る. 従って「3」倍はおおよそ妥当と考えられる(右図)
- (*) 実際の作業で比較的良好とみられる σ_g の値



18

測定結果の評価: STEL測定/天井値測定

中災防の方法

1. 得られた各測定値(n個)を15分平均値に換算する
2. 各15分値(n個)から次を算出する
 - 算術平均値: Ma
 - 対数正規分布の95パーセンタイル値: X_{95}
 - » nが4以下の場合、 X_{95} はMaの3倍値
3. 結果の評価

1シフト(8hr測定)の場合と
考え方は全く同じ

管理1	$X_{95} < STEL$	現状を維持する
管理2	$Ma \leq STEL \leq X_{95}$	現状の対策の有効性を精査する. 更なるばく露低減策を行うことが望ましい
管理3	$STEL < Ma$	ばく露低減策を速やかに行う

◆ 天井値を測定した場合の評価

- 各測定値(測定時間加重平均値、例=5分間)をそのまま使用する以外はSTELと同じ

19

「個人ばく露測定に関する委員会(技術部会)」での検討

計画中の検討対象課題(案)

1. 個人ばく露測定にかかわる「枠組み」に関して
 - ばく露の「推定」を含む測定者の裁量の扱い
 - 個人ばく露測定における、リスク管理対策の優先順
 - その他
2. 技術的な個別課題
 - 短時間ばく露測定のみばく露限界値は?
 - 「日間変動」等を取り入れるのか?
 - 1シフト(8hr)測定の測定時間は8hrか?
 - その他

実質これから検討を行うため、以降では「課題」の説明と「客観的な事実や状況」を述べる

20

ばく露の「推定」を含む測定者の裁量の扱い

検討課題

◆ 「測定をしない」という選択肢があるのではないかな？

- ばく露の推定(根拠あり*)に基づくもの
- 目的は「管理対策」であり、「測定」そのものではないはず

No.	ステップ(単位手順)	フロー(流れ)
1	作業場の事前調査	事前調査(ばく露の推定)
2	測定計画立案(デザイン)	
3	測定(サンプリング)	個人ばく露測定(狭義)
4	分析	
5	測定値の評価	
6	結果の判定	
7	対策の策定	管理対策
8	報告	
9	フォローアップ(対策実施、再測定等)	

* 根拠の例: 過去の結果、類似SEGの結果、簡易測定、測定者(専門家)の経験、等

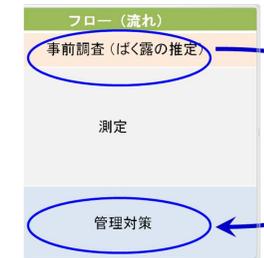
21

ばく露の「推定」を含む測定者の裁量の扱い

検討課題

◆ 「裁量」の余地は他にもあり

- 測定サンプル数
- 測定時間
- 再「評価」、再「測定」の要否、頻度
- 等



[事実、実態]

- 欧米のばく露評価法では「裁量・推定」を尊重(NIOSH、AIHA、EU法等)
 - 専門家(インダストリアルハイジニスト)の専門的判断
- 欧米の作業場では「推定」を多用
 - 例: ばく露評価の内訳は、推定=90%、1-3点測定=8%、≥5点測定=2%(多国籍企業X社)

(参考)「場の測定」においても本来、「裁量・推定」があってもいいべきでは? 作業環境測定(法定)は「測定」だけを義務化した特殊な制度ではないか

22

個人ばく露測定における、リスク管理対策の優先順

検討課題

◆ 優先順位は(測定法によらず)次の通りではないかな？

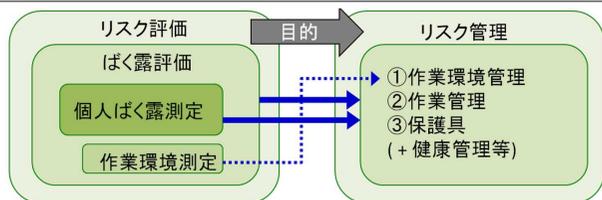
- ① 物質の変更、工学的対策(自動化、密閉化、換気等)
 - ② 作業方法の改善
 - ③ 保護具(最後の手段)
- * 及び健康管理、追加測定、リスクコミュニケーション

いわゆる「3管理」

- ← 作業環境管理
- ← 作業管理
- ← 健康管理

[事実、実態]

- 欧米の産業衛生技術に関する書籍等の記述は常に上記①~③の通り
 - 実態として作業場で広く適用されている
- 国内では次の概念が述べられることあり
 - 「個人ばく露測定を行った場合、『作業管理』の対策を取る」(←誤りでは?)
 - (作業環境測定は「作業環境管理」と対応する、とされる)



23

短時間ばく露測定のばく露限界値

検討課題

◆ ACGIH-STEL(または-C)の無い物質の短時間ばく露限界値は？

- STEL(またはC)設定物質は、全体(約700物質)の20%程度のみ
- 超過限度値*(Excursion Limit)をACGIHは設定。これを使用する？

[事実、実態]

- 米での実情(専門家調査結果など)
 - STELの代わりに「TWA x3」を使用することはよく行われる模様
 - 超過限度値は殆ど使われない。
- 英のばく露限界値(WEL)
 - 「STELのない物質には、『TWA x3』を用いる」規定あり
- 日本産業衛生学会 許容濃度
 - 「ばく露濃度最大になる15分間の平均濃度は、『許容濃度 x1.5』を超えないことが望ましい」

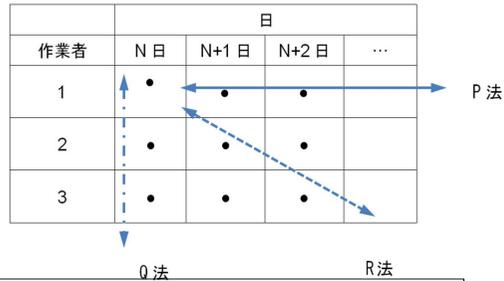
* 定義:「1日にばく露が『TWA x3』を超える時間の合計が30分を超えない」。STELのない物質に適用されるとしている

24

「日間変動」等を取入れるのか？

検討課題

- ◆ 例：1日で測定した場合、日間変動を「調整」して結果を評価するのか？
 - 作業環境測定では1日測定の場合、得た σ_1 に「 $0.084 ((\log 1.95)^2)$ 」を加えて調整
 - 個人ばく露測定の場合、「作業者間変動」もある
 - サンプルング法とも関連（右図、P、Q、R法等）



[事実、実態]

- 欧米での実情（専門家調査結果など）
 - 日間、作業者間変動の「数値調整」は行われていない。
- 欧米のばく露評価法では一般に言及がない（NIOSH、AIHA、EU法等）
 - 一部、複数測定日での測定を求める方法もある（英蘭学会）

25

1シフト(8hr)測定の測定時間は8hrか？

検討課題

- ◆ 状況により、8hr未満の測定を許容するか？
 - 作業状況にもよる？
 - 例：ばく露作業が短い、1日の作業が比較的一定等
 - 訪問測定の場合の作業負荷に関係
 - 質問多数

[事実、実態]

- 欧米では、状況により測定時間を短縮することが行われる（専門家の裁量）

26

その他の課題

検討課題

- ◆ ばく露限界値
 - ACGIH-TLVと日本産業衛生学会値（中災防法では低い方を採用）
- ◆ 対象物質と作業場
 - 現作業環境測定対象物質のみ？ その他の物質は？
- ◆ 適切なサンプル数
- ◆ >8hr作業の扱い
- ◆ 再評価・測定の要否、頻度
- ◆ 測定法・分析法
- ◆ 等

27

個人ばく露測定に関する委員会 - まとめ

- ◆ 産業衛生技術部会に「個人ばく露測定に関する検討委員会」が発足
 - 実用上の技術的ガイドを作成する目的
 - 将来の発展的議論の拠り所となるような基盤としたい
- ◆ 現在の作業環境測定（法定）の課題は2側面。この改善を視野。
 - 技術面「場の測定」、制度面「測定が義務（裁量の余地小）」
- ◆ 中災防が公開した個人ばく露測定の「基本骨格」
 - 「同等ばく露グループ」に対して測定
 - 評価方法：X95とMaより管理1～管理3と区分
- ◆ 本委員会で検討予定の具体的な課題
 - 個人ばく露測定にかかわる「枠組み」に関するもの
 - 「ばく露の推定」の活用、対策の優先順
 - 技術的な個別課題に関するもの
 - 測定者の裁量に関する課題も多い

本委員会へのご支援、および(暖かい)ご意見をよろしくお願いいたします

28

ご清聴ありがとうございました



東燃ゼネラル石油 和歌山製油所