

報告書番号 APT-A2

# アスベスト分析技能試験報告書

位相差顕微鏡法によるアスベスト繊維計数技能試験

( 試験所対象 )

<概要版>

---

アスベストモニタリングマニュアル  
( 第4.0版 )

---

平成29年7月

一般社団法人 日本環境測定分析協会

## 〔はじめに〕

環境大気中のアスベスト濃度を測定する上での技術的指針として、環境省によりアスベストモニタリングマニュアルが作成されている。平成 22 年 6 月に改訂された同マニュアルの第 4.0 版では、アスベストによる健康影響が社会問題化したことや石綿製品製造工場が全て廃止されたため、クリソタイル以外のアスベスト繊維が使用されている可能性もある解体現場等が主な発生源になることを受けて、クリソタイルを中心とする従来の測定法を見直して、位相差顕微鏡法によって総繊維の計数を行ったあと、比較的濃度の高い場合には電子顕微鏡法で確認することとされている。

位相差顕微鏡による総繊維数の計数は、マニュアルに計数対象繊維の寸法や計測ルールが示されているが、その解釈や判定基準の詳細が分析機関によって異なるため結果が相違すること、分析者の経験・能力が結果に与える影響が大きいこと、及び使用する顕微鏡の性能（レンズの性能等）の微妙な違いが繊維の判定に影響を与えることなどが知られている。

一般社団法人日本環境測定分析協会（以下、日環協）では、平成 21 年より位相差顕微鏡法による「アスベスト繊維計数技能向上プログラム」を 8 年間実施して、分析者の育成と試験所の精度管理に努めてきた。参加者は 8 年間で延べ 630 名を数え、回を重ねるごとに結果の評価方法であるスコア値の向上が見られ、技術者の技能向上に少なからず寄与してきた。

このような技能向上プログラムへの参加とともに、信頼性の確保と精度管理にとって重要なのが、試験所間比較試験や技能試験による外部精度管理である。日環協では、この外部精度管理の一環として、日本で初のアスベスト分析技能試験「建材中のアスベスト定性分析技能試験」（試験所対象）を平成 26 年度から実施し、平成 27 年度には、位相差顕微鏡を用いた総繊維数の計数技能評価を目的として、本技能試験「位相差顕微鏡法によるアスベスト繊維計数技能試験」（試験所対象）を、「建材中のアスベスト定性分析技能試験」（技術者対象）とともに実施している。

本技能試験の実施にあたっては、環境測定分析に係る技能試験と同様に、公正性を確保するために、技能試験プロバイダーとしての運営権限は、外部有識者からなる委員会に委譲して実施している。今後とも日環協はアスベスト分析に係る「技能試験」を継続的に実施し、アスベスト分析の信頼性確保に努めていく。

## 1. アスベスト分析技能試験の実施概要

### 1.1 実施機関

一般社団法人 日本環境測定分析協会

〒134-0084 東京都江戸川区東葛西2丁目3番4号

TEL 03-3878-2811 FAX 03-3878-2639

### 1.2 試験項目および実施期間

試験番号：APT-A2

試験名：第2回位相差顕微鏡法によるアスベスト繊維計数技能試験

試験項目：繊維状粒子の計数（アモサイトスライド及びクリソタイルスライド）

試験申込期間：平成28年9月21日（水）～平成28年10月31日（月）

試料の配付：平成28年11月21日（第1グループ）、同12月12日（第2グループ）  
平成29年1月10日（第3グループ）

結果報告期限：平成28年12月5日（第1グループ）、同12月26日（第2グループ）  
平成29年1月23日（第3グループ）

### 1.3 試験方法

分析者の繊維計数技能を相互比較するためには、同一視野の計数結果が必要である。本試験では観察視野を正確に再現できるリロケータブル・スライドを使用した。

次に評価の基準となる各視野の繊維数の「真値」の決定については、複数の熟練分析者が視野中に存在することを合意する繊維の合計を「真値」とする考え方がHarperら<sup>1)</sup>によって導入された。それは「合意基準」と呼ばれ、本試験でも各視野の「合意基準」を複数の熟練分析者によってスライドごとに決定した。

繊維計数は、環境省アスベストモニタリングマニュアル（第4.0版）の繊維判定基準に基づくこととし、計数対象アスベストには、アモサイトとクリソタイルを選び、それら2種類のリロケータブル・スライドを使用した。

分析者は、リロケータブル・スライドの指定された視野とグレイティクルの円（どちらも直径100 $\mu$ m）を一致させて観察し、存在を確認したすべての繊維の位置を計数対象繊維と計数対象外繊維に分けて記録紙上のマップ（視野ごとの図）に記入するとともに、計数対象繊維数を記録紙に記入後提出する。

計数技能の評価は、Pangら<sup>2)</sup>が提唱した次式によって得られるスコアで行なった。式中の $D^+$ ・ $D^-$ は各視野の「数え過ぎ繊維数」・「見落とし繊維数」であるが、それらの分類の詳細は次ページの「1.4」において説明する。

$$\text{スコア} = \left( 1 - \frac{\Sigma D^+ + |\Sigma D^-|}{VF^{\text{total}}} \right) \times 100 \quad (1)$$

$\Sigma D^+$  : 報告された合意基準以外の繊維の総和

$|\Sigma D^-|$  : 見落とした合意基準繊維の総和

$VF^{\text{total}}$  : 各視野の基準値の総和

個々の試験所の繊維計数技能評価は、Pang ら<sup>2)</sup>の研究結果に基づき、アモサイトスライドについてはスコア： $\geq 60$ 、クリソタイルスライドについてはスコア： $\geq 50$ を **proficient Lab** (熟達試験所) の判定基準値とした。

#### 1.4 計数誤差の要因解析：個々の繊維の誤差要因解析に基づく評価

評価に当たっては、提出されたマップに記入された繊維 1 本 1 本について、予め複数の熟練分析者の合意によって作成された視野ごとの合意基準繊維の位置と比較して誤差の要因を解析した。

分析者の計数技能に起因する誤差の要因は、次の 4 つのいずれかに分類される；

- (i) 繊維長または繊維径の計測ミス (**sizing**)
- (ii) 視力の不足、綿密さの欠けた観察及び顕微鏡調整の不備 (**visual acuity**)
- (iii) 繊維の重なりや繊維束から分岐した微細繊維の判別ミス (**identification**)
- (iv) 計数結果を記録する時の誤記 (**recording**)

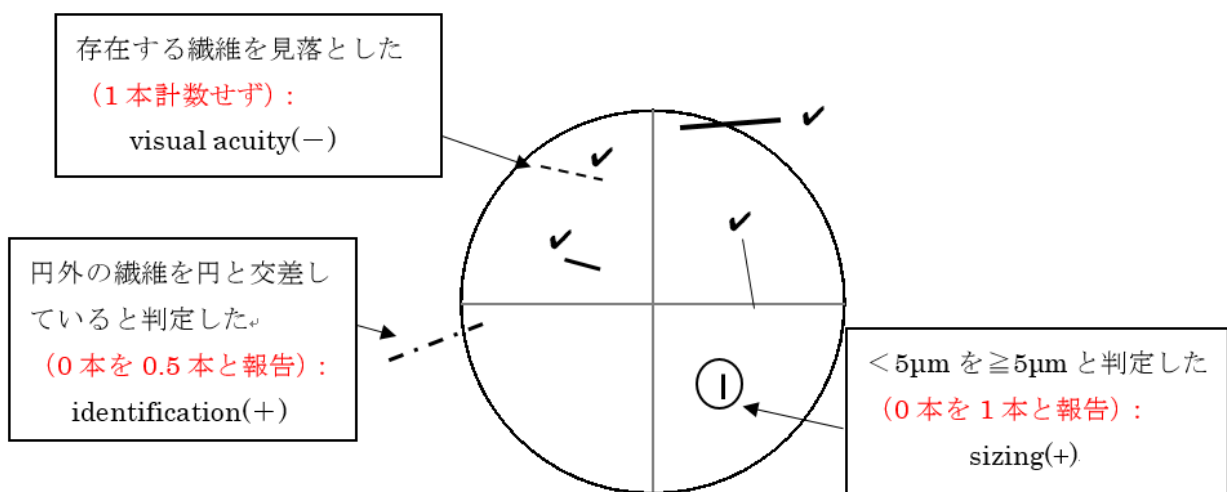
繊維計数時には、それぞれの誤差の要因による繊維の「数え過ぎ (+)」と「見落とし (-)」が生じる。それらの誤差の分類の詳細を以下に示す；

- ① **sizing** (+) と (-) :  $\geq 5\mu\text{m}$  の繊維を  $< 5\mu\text{m}$  と判定してマップに記入した場合、分析者は繊維長の計測ミスによって繊維を 1 本見落としたことになり、誤差要因の解析では「**sizing** (-)」と分類される。 $< 5\mu\text{m}$  の繊維を  $\geq 5\mu\text{m}$  と判定した場合は、繊維を 1 本数え過ぎたことになるので誤差の分類は「**sizing** (+)」とする。
- ② **visual acuity** (+) と (-) : マップ上の合意基準の繊維の位置に記入がない場合、繊維を 1 本見落としたと判定して「**visual acuity** (-)」とする。逆に合意基準では繊維がない位置に繊維を書き込んだ場合は、繊維以外の顕微鏡像を繊維と判定し 1 本数え過ぎたとして「**visual acuity** (+)」とする。
- ③ **identification** (+) と (-) : 重なり合った繊維や繊維束から分岐した微細繊維、さらには繊維の集合体等については、資料 2 の「アスベスト繊維計数技能向上プログラム (位相差顕微鏡法) に関する参考資料」の 35~36 ページに示されている繊維計数ルールの実例をもとに、参加者のマップと合意基準を比較して繊維数の判定結果を評価した。アイピースグレイティクルの円と交差する繊維の計数法については、資料 2 の 35 ページのルールを適用する。合意基準より数え過ぎている場合は

「identification (+)」、少ない場合は「identification (-)」とする。

- ④ recording (+) と (-): 分析者は確認した繊維についてその位置を図の円内に書き込むとともに、計数繊維数も書き込む (図 1)。しかし、記録ミスによって図中の繊維数と「計数繊維数」の欄の数値が違うことがある。これを recording のミスと分類し、図中の繊維数より計数繊維数の数値が大きい場合を「recording (+)」、少ない場合を「recording (-)」とする。

なお、上記の項目別 (+) と (-) は視野ごとに記録紙の「EXTRA」と「MISSING」に記入され集計される。



| グリッド | 視野座標 | 計数繊維数 |
|------|------|-------|
| 1    | D-1  | 4     |

| FIBERS REPORTED |       |     |         |   |
|-----------------|-------|-----|---------|---|
| SIZING:         | EXTRA | 1   | MISSING |   |
| VISUAL ACUITY:  | EXTRA |     | MISSING | 1 |
| IDENTIFICATION: | EXTRA | 0.5 | MISSING |   |
| RECORDING:      | EXTRA |     | MISSING |   |

図 1 計数誤差要因の評価例 (チェックの付いた繊維は合意基準の繊維)

図 1 に誤差要因の評価例を示す。図 1 の視野の合意基準は 3.5 本 (✓の付いた繊維) で報告値は 4 本であるから、その差は「4 本-3.5 本=0.5 本」となるが、計数結果に上記の誤差の分類を適用すると、繊維長の判定ミスによる数え過ぎ: 1 本、存在する繊維の見落とし: 1 本、円外の繊維を円と交差と判定した数え過ぎ: 0.5 本で、正確な誤差はこれらの合計 2.5 本となる。

採点後返送される報告書には、図 1 に示したように数え過ぎ (EXTRA) と見落とし (MISSING) の数値が記載されているので、計数技能向上の参考にしてもらいたい。

## 2. 試験結果

### 2.1 試験結果の概要

試験結果の概要を表 1 に示す。アメリカ・カナダではリロケートابل・スライドによる計数技能試験での「proficient (熟練者)」の判定について、アモサイトでは「スコア： $\geq 60$ 」、クリソタイルでは「スコア： $\geq 50$ 」としている。本試験でもその基準に準じて判定した。

※ 「採点対象外」の判定について

計数プログラムに使用したスライドには UICC (国際対がん連合) 標準アスベストが使われている。クリソタイルには UICC クリソタイル A と B があるが、スライドはクリソタイル B (カナダ産クリソタイル) で作製されている。また、UICC アモサイトはローデシア (現ザンビア及びジンバブエ) 産である。UICC アスベストは 1960 年代以降に動物実験に使われた。

これらは標準アスベストとはいえ、わずかにではあるが夾雑物も混じっている。計数プログラムに使用したスライドにもわずかに繊維状夾雑物が観察された。採点の基準となる「合意基準」は形態判定を基にクリソタイル及びアモサイトに限定されているので、繊維状夾雑物が報告された場合は、「誤判定」とせず採点対象から除外して参加者に不利にならないよう報告値を補正し評価した。この結果は表 4-1、表 4-2、表 5-1、表 5-2 の「報告値 (補正)」として記載した。

表 1 試験結果の概要

|                      | アモサイト試験 | クリソタイル試験 |
|----------------------|---------|----------|
| 参加試験所数               | 39      | 39       |
| 報告試験所数               | 39      | 39       |
| 有効回答数                | 39      | 39       |
| スコアの平均点              | 66      | 43       |
| スコアの最大点              | 98      | 73       |
| スコアの最小点              | -50     | -24      |
| スコア： $\geq 60$ の試験所数 | 30      |          |
| スコア： $< 60$ の試験所数    | 9       |          |
| スコア： $\geq 50$ の試験所数 |         | 16       |
| スコア： $< 50$ の試験所数    |         | 23       |