

建材中、大気中のアスベスト分析の現状と課題

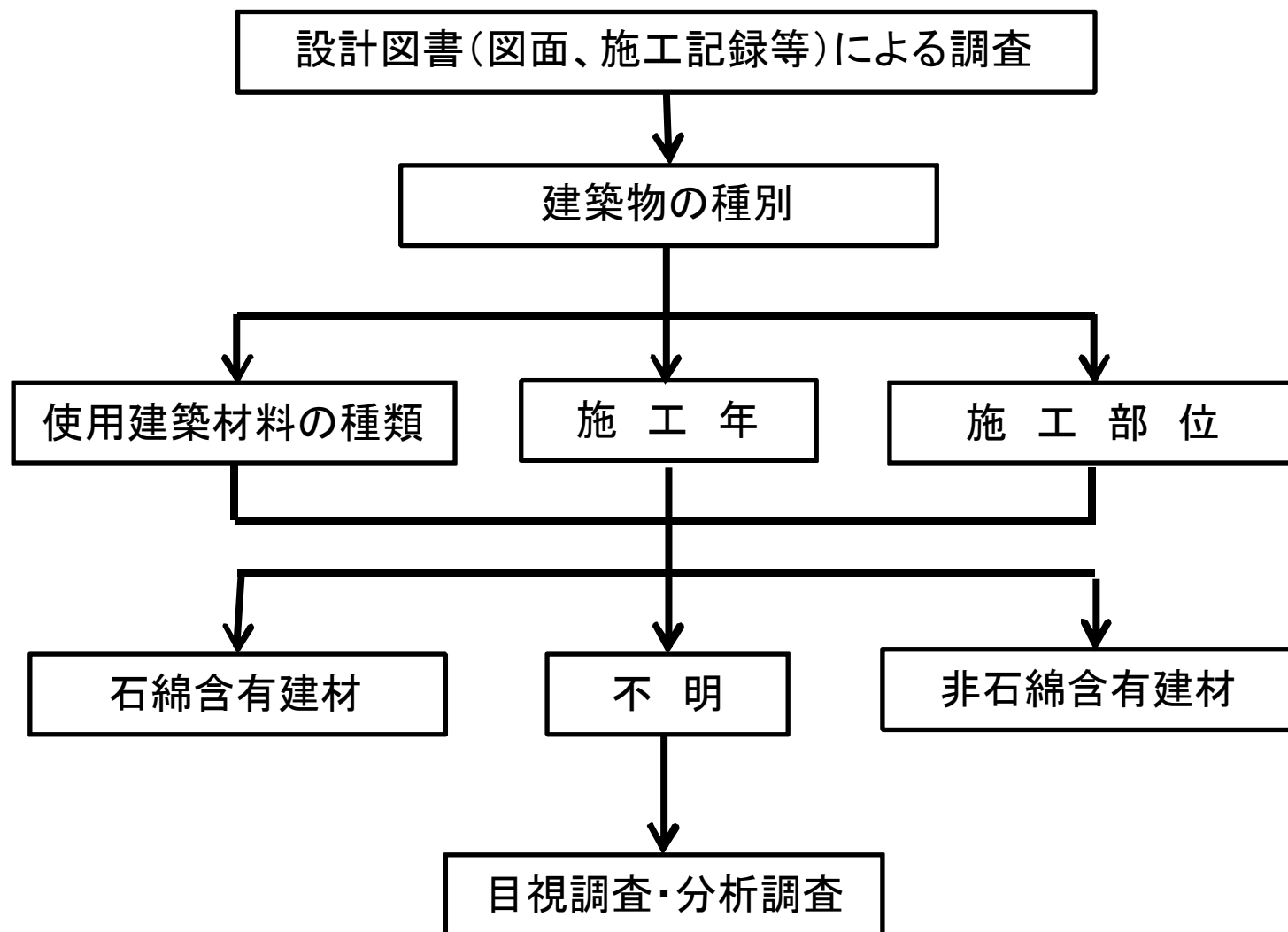
一般社団法人日本環境測定分析協会
アスベスト分析法委員会 豊口 敏之

本日の説明内容

- ①建材中のアスベスト含有量分析について
- ②大気中のアスベスト分析について
- ③アスベスト分析の精度管理について

建材中のアスベスト含有量分析

建築物の石綿使用有無の事前調査



アスベスト含有建材と使用時期

アスベスト含有建材と製造時期

石綿障害 予防規則区分	種類 (施工部位)	No	建材の種類	製造時期
廃石棉等	吹付け材	①	吹付け石棉	1956～1975
		②	石棉含有吹付けロックウール	1961～1987
		③	湿式石棉含有吹付け材	1970～1989
		④	石棉含有吹付けパーミキュライト	～1988
		⑤	石棉含有吹付けバーライト	～1989
	保温材・耐火被覆材・断熱材	⑥	石棉含有けいそう土保温材	～1980
		⑦	石棉含有けい酸カルシウム保温材	～1980
		⑧	石棉含有パーミキュライト保温材	～1980
		⑨	石棉含有バーライト保温材	～1980
		⑩	石棉保温材	～1980
		⑪	石棉含有けい酸カルシウム板第2種	1963～1997
		⑫	石棉含有耐火被覆板	1966～1983
		⑬	屋根用折板石棉断熱材	～1989
		⑭	煙突用石棉断熱材	～2004
		⑮	石棉含有スレートボード・フレキシブル板	1952～2004
石棉含有産業廃棄物	その他アスベスト含有建材(成形板等)	⑯	石棉含有スレートボード・平板	1931～2004
		⑰	石棉含有スレートボード・軟質板	1936～2004
		⑱	石棉含有スレートボード・軟質フレキシブル板	1971～2004
		⑲	石棉含有スレートボード・その他	1953～2004
		⑳	石棉含有スラグせっこう板	1978～2003
		㉑	石棉含有バルブセメント板	1958～2004

レベル1

レベル2

レベル3

石綿障害 予防規則区分	種類 (施工部位)	No	建材の種類	製造時期
石棉含有産業廃棄物	内装材(壁・天井)	㉒	石棉含有けい酸カルシウム板第1種	1960～2004
		㉓	石棉含有ロックウール吸音天井板	1961～1987
		㉔	石棉含有せっこうボード	1970～1986
		㉕	石棉含有バーライト板	1951～1999
		㉖	石棉含有その他パネル・ボード	1966～2003
	耐火間仕切り	㉗	石棉含有壁紙	1969～1991
		㉘	石棉含有けい酸カルシウム板第1種	1960～2004
		㉙	石棉含有ビニル床タイル	1952～1987
	床材	㉚	石棉含有ビニル床シート	1951～1990
		㉛	石棉含有ソフト巾木	(住宅用ほとんどなし)
	外装材(外壁・軒天)	㉜	石棉含有窯業系サイディング	1960～2004
		㉝	石棉含有建材複合金属系サイディング	1975～1990
		㉞	石棉含有押出成形セメント板	1970～2004
		㉟	石棉含有けい酸カルシウム板第1種	1960～2004
		㊱	石棉含有スレートボード・フレキシブル板	1952～2004
		㊲	石棉含有スレート波板・大波	1931～2004
		㊳	石棉含有スレート波板・小波	1918～2004
		㊴	石棉含有スレート波板・その他	1930～2004
		㊵	石棉含有住宅屋根用化粧スレート	1961～2004
		㊶	石棉含有ルーフィング	1937～1987
	煙突材	㊷	石棉セメント円筒	1937～2004
	設備配管	㊸	石棉セメント管	～1985
	建築壁紙材	㊹	石棉発泡体	1973～2001

レベル3

アスベスト含有建材の使用部位例

アスベスト含有建材の使用部位例

<RC・S造>

- ① 吹き付け石綿……………P12
- ② 石綿含有吹き付けロックウール……………P14
- ③ 湿式石綿含有吹き付け材……………P15
- ④ 石綿含有吹き付けパネキュライト……………P16
- ⑤ 石綿含有吹き付けパネライト……………P17
- ⑥ 石綿含有けいそう土保温材……………P18
- ⑦ 石綿含有けい酸カルシウム保温材……………P18
- ⑧ 石綿含有パネキュライト保温材……………P18
- ⑨ 石綿含有パネライト保温材……………P18
- ⑩ 石綿保温材……………P18
- ⑪ 石綿含有けい酸カルシウム板第1種……………P20
- ⑫ 石綿含有耐火繊維板……………P21
- ⑬ 壁用断熱用石綿断熱材……………P22
- ⑭ 床用断熱用石綿断熱材……………P23
- ⑮ 石綿含有スレートボード・フレキシブル板……………P24, 40
- ⑯ 石綿含有スレートボード・平板……………P24
- ⑰ 石綿含有スレートボード・敷瓦板……………P24
- ⑱ 石綿含有スレートボード・敷瓦フレキシブル板……………P24
- ⑲ 石綿含有スレートボード・その他……………P24
- ⑳ 石綿含有スラグセッコウ板……………P25
- ㉑ 石綿含有バルブセメント板……………P25



アスベスト含有建材の使用部位例

<戸建て住宅>

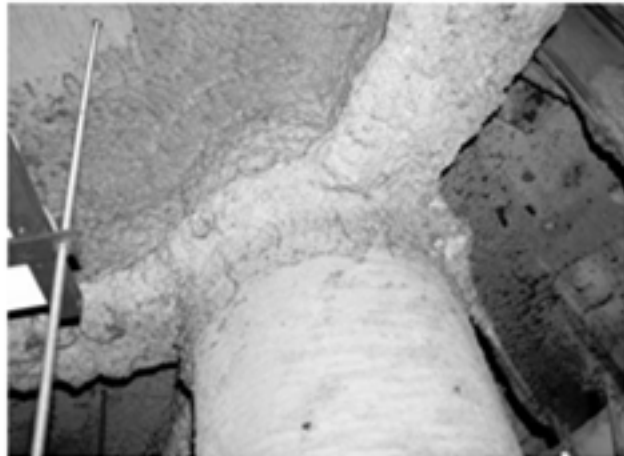
- ㉒ 石綿含有けい酸カルシウム板第1種……………P25, 31, 39
- ㉓ 石綿含有ロックウール吸音天井板……………P27
- ㉔ 石綿含有セッコウボード……………P28
- ㉕ 石綿含有パネライト板……………P29
- ㉖ 石綿含有その他パネル・ボード……………P29
- ㉗ 石綿含有壁紙……………P30
- ㉘ 石綿含有ビニル床タイル……………P32
- ㉙ 石綿含有ビニル床シート……………P34
- ㉚ 石綿含有ソフト巾着……………P35
- ㉛ 石綿含有窯業系サイディング……………P36
- ㉜ 石綿含有窯業系サイディング……………P37
- ㉝ 石綿含有押出成形セメント板……………P38
- ㉞ 石綿含有スレート波板・大波……………P42
- ㉟ 石綿含有スレート波板・小波……………P42
- ㊱ 石綿含有スレート波板・その他……………P42
- ㊲ 石綿含有住宅用化粧スレート……………P43
- ㊳ 石綿含有ルーフィング……………P44
- ㊴ 石綿セメント瓦……………P45
- ㊵ 石綿セメント管……………P46



レベル1 吹付け材

吹付け材

1.吹付け石綿



鉄骨耐火被覆材



機械室
吸音材



天井断熱
材

〈主な使用部位と用途〉

- ・鉄骨耐火被覆材
- ・天井断熱材
- ・機械室吸音材
- ・鉄骨造以外の戸建住宅への使用例は少ない

〈特徴〉

- ・石綿の含有率が60～70%と多い
- ・経年変化等により石綿の飛散性が高くなる

レベル1 吹付け材

吹付け材

2.石綿含有吹付けロックウール



天井断熱材
天井、壁吸音材



鉄骨耐火
被覆材

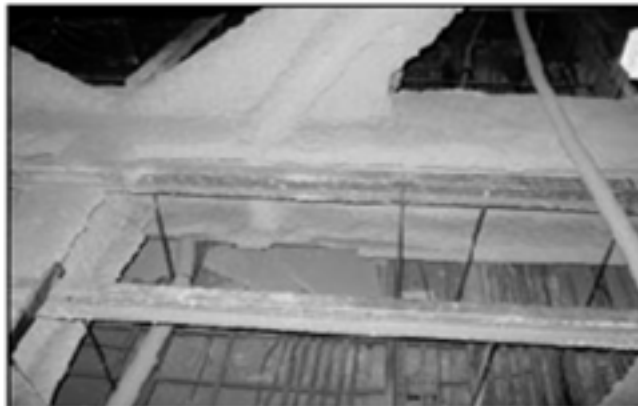
〈主な使用部位と用途〉

- ・鉄骨耐火被覆材
- ・天井内壁断熱材
- ・機械室吸音材
- ・結露防止用材

〈特徴〉

- ・石綿の含有率が30%以下
- ・飛散の度合いが高い

3.湿式石綿含有吹付け材



鉄骨耐火
被覆材

〈主な使用部位と用途〉

- ・鉄骨耐火被覆材、特にELVシャフト内に多い
- ・鉄骨造以外の戸建住宅への使用例は少ない

〈特徴〉

- ・飛散の度合いは比較的低い
- ・劣化度合いによっては異なる

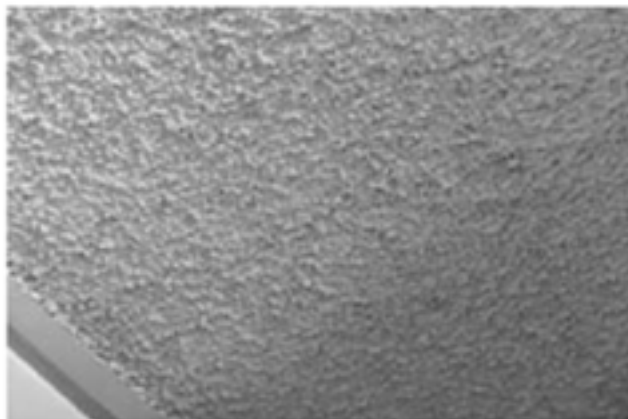
レベル1 吹付け材

吹付け材

4. 石綿含有吹付けパーミキュライト



天井



天井近景

〈主な使用部位と用途〉

- ・天井断熱材
- ・吸音材
- ・結露防止用

5. 石綿含有吹付けパーライト



天井、梁

〈主な使用部位と用途〉

- ・内装材の天井梁型、吸音、仕上げ材

〈特徴〉

- ・骨材混入の粗面吹付仕上げ

レベル2 保温材・耐火被覆材・断熱材

保温材(配管エルボ、ボイラー等)

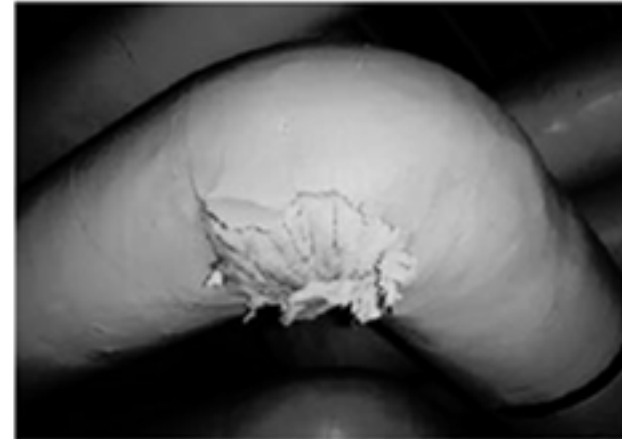
6. 石綿含有けいそう土保温材
7. 石綿含有けい酸カルシウム保温材
8. 石綿含有パーミキュライト保温材
9. 石綿含有パーライト保温材
10. 石綿保温材



ボイラー
の保温材

〈主な使用部位と用途〉

- ・ボイラー、タービン、化学プラント、焼却炉等、
熱を発生する部分、熱を搬送するためのダクト、
エルボ部分の保温を目的とする



配管エル
ボの保温
材①



配管エル
ボの保温
材②

レベル2 保温材・耐火被覆材・断熱材

耐火被覆材(S造の梁・柱等)

11. 石綿含有けい酸カルシウム板第2種



鉄骨耐火
被覆



近景

〈主な使用部位と用途〉

- ・鉄骨の耐火被覆材として、柱・梁、壁、天井に使用された

〈特徴〉

- ・板状で、素材のままの使用法のほか、パネルの表面材、化粧板の基材としての用途がある
- ・石綿含有率 30%以下

12. 石綿含有耐火被覆板



矢印で示した
柱の被覆等に
使用

〈主な使用部位と用途〉

- ・吹付け材の代わりに、化粧目的に鉄骨部分、鉄骨柱、梁、エレベーター周辺に使用されている
- ・吹付け石綿の配合比(石綿 60%、セメント 40%)を用いて工場で型枠で成形する

レベル2 保温材・耐火被覆材・断熱材

断熱材

13. 屋根用折板石綿断熱材



屋根裏



屋根裏
近景

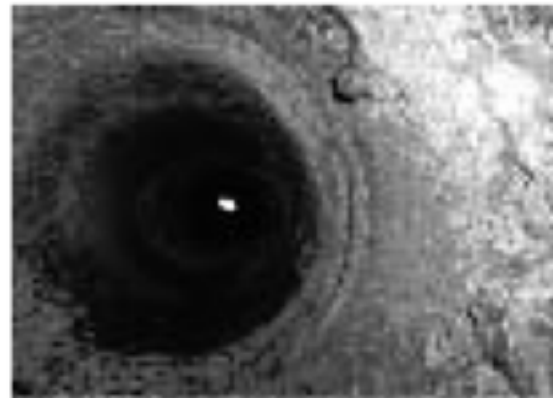
〈主な使用部位と用途〉

- ・屋根裏の結露防止・断熱目的のために使用

〈特徴〉

- ・石綿が 90%以上で構成されたフェルト状のもの

14. 煙突用石綿断熱材



躯体に打
ち込まれ
ている例

〈主な使用部位と用途〉

- ・煙突の断熱目的のために使用

〈特徴〉

- ・石綿が 90%以上で構成されたもの

建材中の石綿分析法の変遷

H8.3.29 基発第188号



H17.6.22 基安化発第0622001号



H18.3.25 JIS A 1481(2006)



H20.6.20 JIS A 1481(2008)

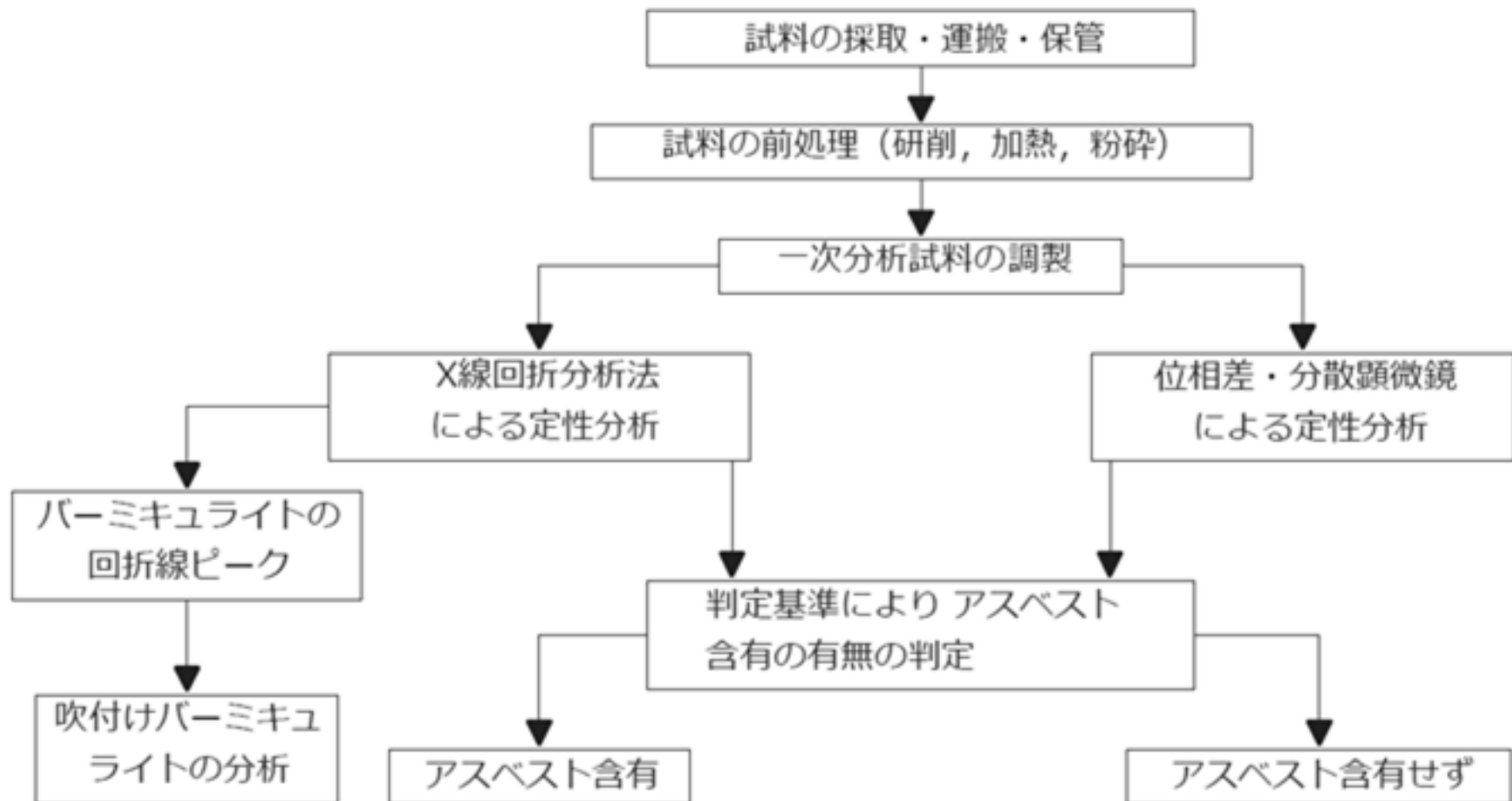
詳細は別紙(建材・吹付け材中のアスベスト分析法の変遷)参照

過去の建材中アスベスト分析における問題点

- ・アスベスト含有量の規制値の改正に伴い、分析方法が何回か変更されてきた。
- ・現行のJIS法が公定法として定められる以前の分析手法(特にX線回折法)には問題点も多く、過去の調査において適切な判定ができていない事例が散見された。
- ・当時は使用記録や輸入実績から、国内で主として使用されていたクリソタイル、アモサイト、クロシドライトの3種類のアスベスト鉱物のみが測定対象とされるケースがほとんどであったが、その後の調査でこれら3種以外のアスベスト鉱物(トレモライト、アクチノライト等)が使用されている建材が確認され、現在はクリソタイル、アモサイト、クロシドライト、トレモライト／アクチノライト、アンソフィライトの6種のアスベスト鉱物を対象とすることになった。

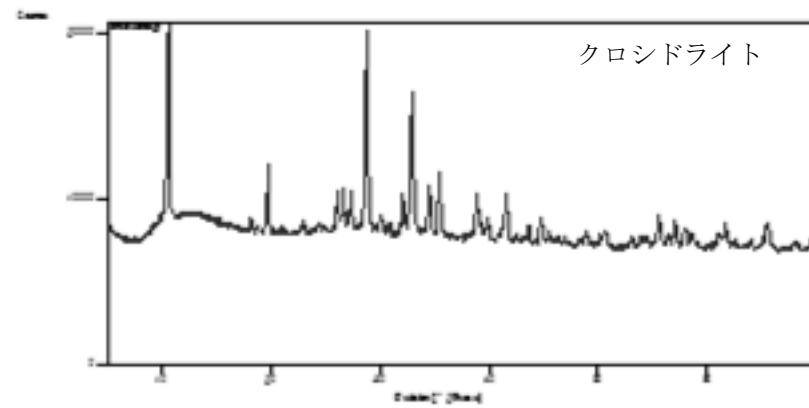
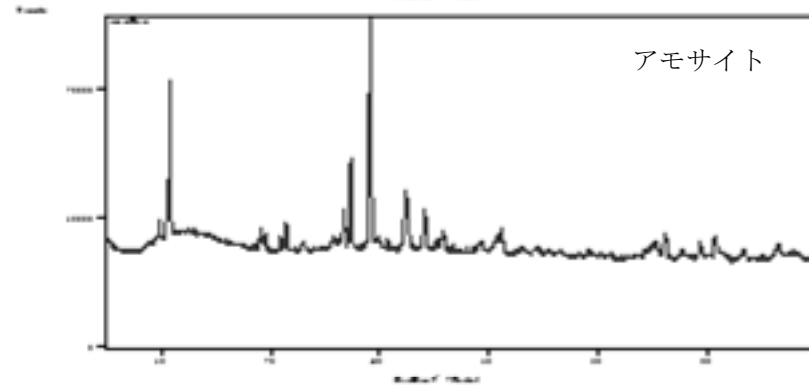
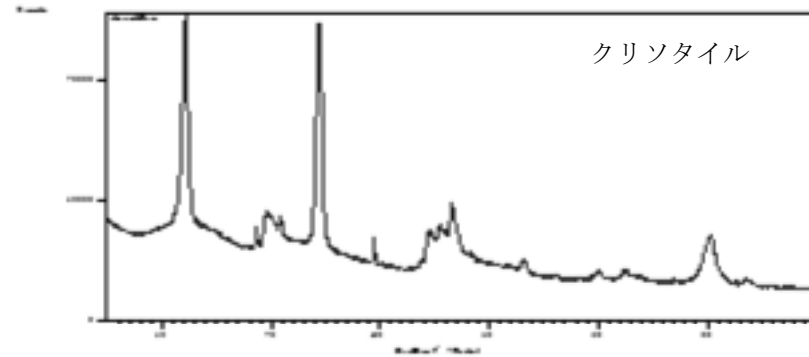
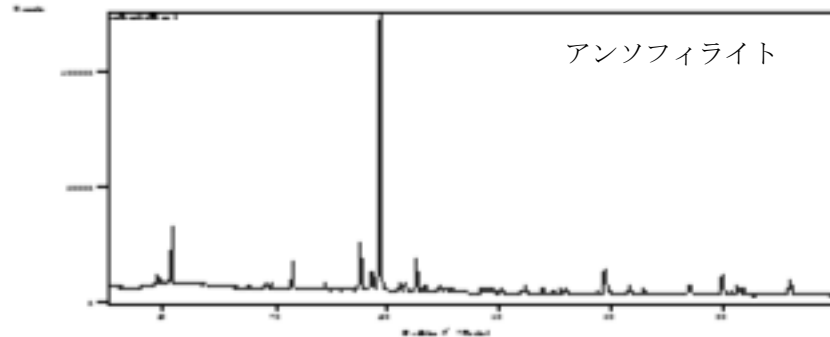
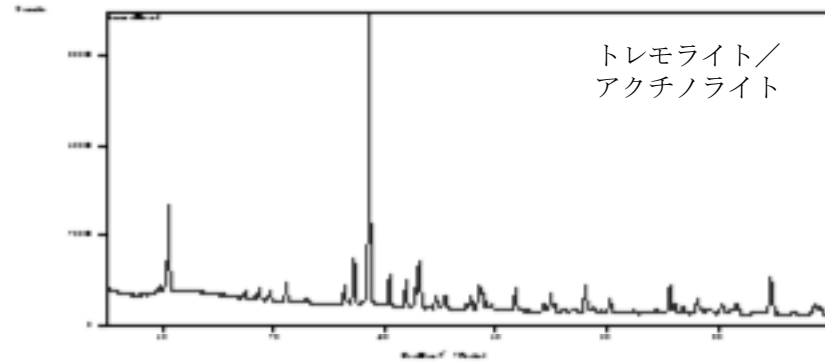
建材中のアスベスト分析方法

JIS A 1481 (2008)

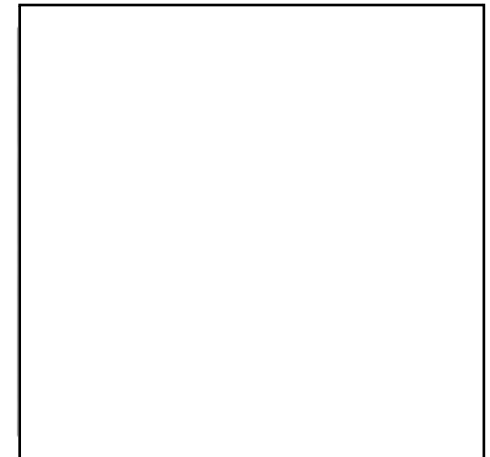
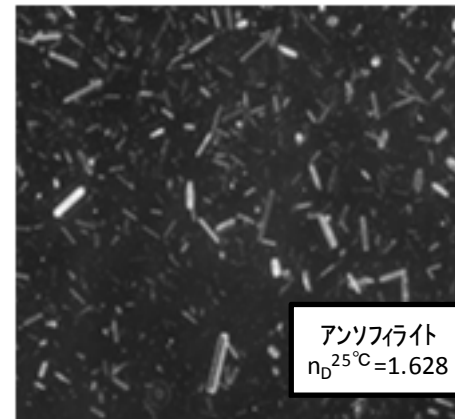
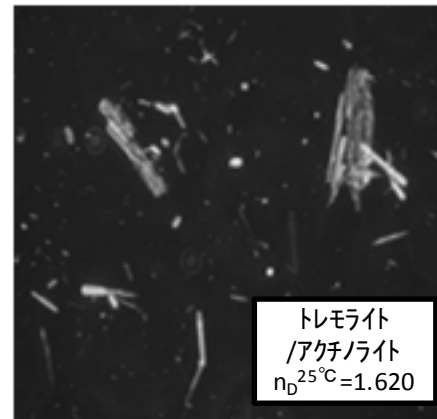
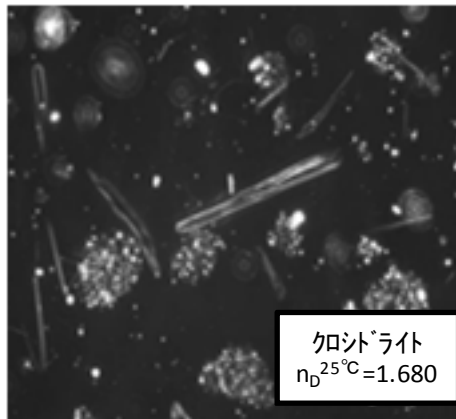
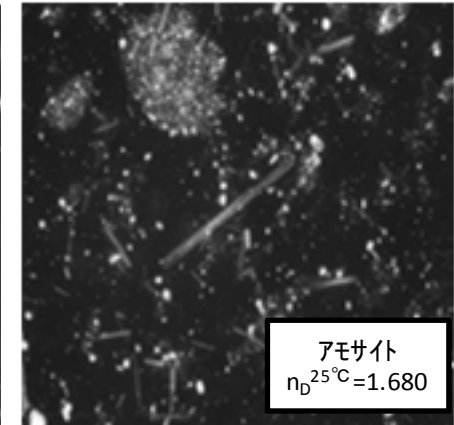
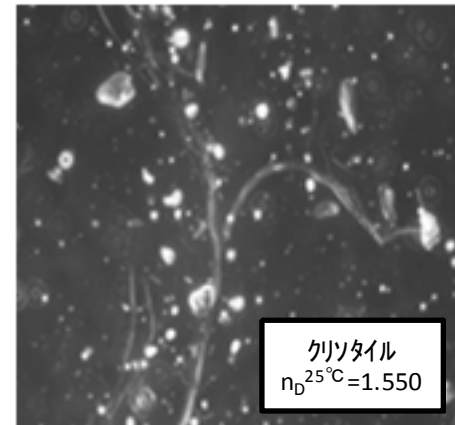


詳細は別紙（建材中のアスベスト分析方法フロー）参照

X線回折分析



位相差・分散顕微鏡分析



建材中のアスベスト含有の有無の判定方法

- ・ X線回折法で石綿鉱物と疑わしき回折ピークが認められ、かつ、顕微鏡観察で3000粒子中石綿が4繊維状粒子以上の場合は「石綿含有」と判定し、定量分析を実施する。
- ・ X線回折法で石綿鉱物と疑わしき回折ピークは認められないが、顕微鏡観察で3000粒子中石綿が4繊維状粒子以上の場合は「石綿含有」と判定し、定量分析を実施する。
- ・ X線回折法で石綿鉱物と疑わしき回折ピークが認められるが、顕微鏡観察で3000粒子中、石綿が4繊維状粒子未満の場合は、回折ピークが認められた石綿鉱物を対象として、一次分析試料を用いて再度、標本を作製し顕微鏡による分析を行う。再分析の結果、3000粒子中石綿が4繊維状粒子以上の場合は「石綿含有」と判定し、定量分析を実施する。3000粒子中石綿が4繊維状粒子未満の場合は「石綿含有なし」と判定する。
- ・ X線回折法で石綿鉱物と疑わしき回折ピークは認められず、かつ、顕微鏡観察で、3000粒子中石綿が4繊維状粒子未満の場合は「石綿含有なし」と判定する。

X線回折法ではアスベスト以外の鉱物でもアスベストに似た回折ピークを示すことがある。例えば、蛇紋岩、緑泥石、カオリン鉱物はクリソタイルと同様なX線回折ピークが認められる。

また、タルクはアモサイトやクロシドライトと同様なX線回折角度(10° 付近)に回折ピークがあるので注意する必要がある。そのため、最終的なアスベスト有無の判定は、位相差・分散顕微鏡染色法による判断が優先される。

顕微鏡による判定は、鉱物特有の屈折率の違いを利用し浸液中の分散色によって各アスベスト鉱物を同定するわけであるが、本来繊維状ではないものが前処理の過程で破碎され、その形状がアスベストの定義に当てはまってしまうものをアスベストと同定したり、本来繊維状粒子ではない劈開粒子(トレモライト)等をアスベストと判定してしまうケースもあるので十分に注意が必要である。⇒分析機関によって判定がまちまち

吹付けバーミキュライトの定性分析

測定の方法と概要

- ① 一般にバーミキュライトとされる鉱産物の多くは、構造層間にカリウムイオンを多く持つハイドライトを含むことが多い。これらの鉱物はその成因から石綿鉱物としてクリソタイルやトレモライトが共生することがある。
- ② バーミキュライトのX線回折パターンに特徴的な約 12.4° の回折線は、クリソタイルの 12.1° の回折線と、ハイドライトの約 10.5° の回折線は、トレモライトの 10.4° の回折線と重なり合うことから、通常のX線回折法では石綿鉱物の含有を誤認したり過剰に評価したりする可能性がある。
- ③ バーミキュライトは、構造層間のマグネシウムイオンをカリウムイオンに置換することによって、結晶構造の格子面間隔が小さくなり、X線回折パターンにおいて前述のピークが、クリソタイル及びトレモライトの回折ピークの付近に出現しなくなる。この原理を利用して、塩化カリウム処理した試料及び標準試料(クリソタイル0.8%、トレモライト0.5%含有)の回折強度を比較して石綿含有の有無を確認する。

吹付けバーミキュライトの定性分析の問題点

①0.1%の含有量の評価をするのにクリソタイル0.8%、トレモライト0.5%含有の標準試料と比較してアスベスト含有有無の判断をしている。

⇒0.1%含有の評価ができているのか？

②X線回折分析のみでの評価手法の為、アスベストに近い位置で回折ピークを示す非繊維状の鉱物をアスベストと誤認してしまう可能性がある。

⇒顕微鏡観察での確認が必須！

繊維の有無の確認をせずにアスベスト含有と判定してしまう分析機関も多い！

吹き付けバーミキュライト分析の事例

同じひる石試料を2つの分析機関に分析依頼したところ、分析機関によってアスベスト含有の有無の判定が異なった。

分析法を確認したところ、2社ともJIS法吹き付けバーミキュライト定性分析に基づきX線回折分析を実施していたが、一社はX線回折法においてクリソタイルのピークが検出されたため石綿含有と判断、もう一社はX線回折法においてクリソタイルのピークが検出されたが、分散染色法で顕微鏡観察を実施したところ、クリソタイル繊維が確認されなかったので石綿含有なしと判断していた。

JIS法には吹き付けバーミキュライトの定性分析の評価において、分散染色法での繊維確認の記述はないが、偏光顕微鏡や電子顕微鏡で確認してもアスベスト繊維は確認されず、最終的には石綿含有なしと判断した。

建材中のアスベスト含有量分析の課題

①事前調査における試料採取箇所を選定、採取箇所数、採取法が適切かどうか？

- ・採取者の判断が不十分だったり現場の状況によっては適切な採取ができないケースもある。
- ・採取者にも建築物に関する一定の知識が必要。

②適切な分析機関、分析技術者が分析しているか？

価格の安い業者へ依頼しがち。

工事業者が関連企業に分析依頼するケースもあり。

装置、設備があれば誰でも分析して報告書がだせる。

(作業環境測定機関や計量証明事業所でなくでもよい)

分析機関(分析者)の技術レベルの確認が必要

建材中のアスベスト含有量分析の課題

③調査・分析会社の技術レベルは十分か？

- ・アスベストやその分析に関する知識や経験が十分か？
- ・分析法をきちんと理解しているか？
- ・十分な技術をもった技術者が分析しているか？
クロスチェック、技能向上プログラム、技術講習等へ参加
精度管理の実施、使用機器の管理、etc・・・
- 分析を再委託している場合はきちんと委託先の管理ができているか？

大気中のアスベスト分析

大気中の石綿測定の対象

- 作業環境
- 室内環境
- 環境大気
- 排ガス
- その他

大気中の石綿測定の流れ

①試料採取（ろ紙捕集）



②ろ紙の前処理（標本作製）



③分析（顕微鏡法）

大気中の石綿測定方法

- ①位相差顕微鏡法（総繊維数）
- ②位相差顕微鏡法と生物顕微鏡法との併用
- ③位相差顕微鏡法を用いた分散染色法
- ④分析走査型電子顕微鏡法（A—SEM法）
- ⑤分析透過型電子顕微鏡法（A—TEM法）

大気中のアスベスト分析法一覧

分析法	環境省	環境省	厚生労働省	国土交通省	(財)日本建築センター	JIS K 3850-1 ~4
	アスベストモニタリング マニュアル(第4.0版)	平成元年告示第93号	作業環境測定法	建築改修工事監理指針(下巻)	既存建築物の吹付けアスベスト 粉じん飛散防止処理技術指針	空気中の繊維状粒子測定方法
測定対象	環境大気 発生源の周辺 解体現場の大気測定	石棉取扱い事業場の敷地境界 (大気汚染防止法)	石棉取扱い作業所 (労働安全衛生法)	国土交通省の解体・改修に伴う 測定	室内環境等	空気中の繊維状粒子測定
測定位置	地上1.5~2.0m 2~4点(風向きを考慮)	敷地境界の東西南北 発生源の近傍	高さ50~150cm (単位作業所内) A測定、B測定	別紙	高さ50~150cm(建築物内)	規定なし(目的に応じて)
採取フィルター径	φ47mm	φ47mm	φ25mm	φ25mm、φ47mm	φ25mm、φ47mm	φ25mm、φ47mm
吸引流量・時間	10L/分×240分 環境大気では連続3日間	10L/分×240分	1L/15分	1L/分×5分 5L/分×120分 10L/分×240分	5L/分×120分	1L/分×5分 5L/分×120分 10L/分×240分
計測対象繊維	長さ5μm以上、幅3μm未満で アスペクト比が3以上	長さ5μm以上、幅3μm未満で アスペクト比が3以上	長さ5μm以上、幅3μm未満で アスペクト比が3以上	長さ5μm以上、幅3μm未満で アスペクト比が3以上	長さ5μm以上、幅3μm未満で アスペクト比が3以上	長さ5μm以上、幅3μm未満で アスペクト比が3以上
分析法 (使用する顕微鏡)	位相差顕微鏡 分析走査電子顕微鏡 分析透過電子顕微鏡	位相差顕微鏡 (生物顕微鏡を併用)	位相差顕微鏡	位相差顕微鏡	位相差顕微鏡	位相差顕微鏡 位相差・分散顕微鏡 分析走査電子顕微鏡 分析透過電子顕微鏡
基準値	—	10本/L	0.15本/cm ³ (150本/L)	10本/L	周辺一般環境大気との比較	—
備考		クリノタイルを対象				

解体現場での処理作業における石綿濃度測定の区分

測定時期	重要度	測定場所	測定点数 (各処理作業室ごと)	備考
処理作業前	△	処理作業室内	2 又は 3 点	
処理作業中	△	施工区画周辺又は敷地境界	2 点	
	△	処理作業室内2 点		
	○	セキュリティゾーン入口	1 点	空気の流れを確認
	○	負圧・除じん装置の排出口 (処理作業室外の場合)	1 点	除じん装置の性能確認
	○	施工区画周辺又は敷地境界	4 方向各 1 点	
処理作業後 (隔離シート撤去前)	○	処理作業室内	2 点	
	△	施工区画周辺又は敷地境界	4 方向各 1 点	

注(1) 重要度の記号は、○は必須、○は条件により必須、△は望ましいという意味である。

(2) 施工区画とは、処理作業室、セキュリティゾーン、廃棄物置場、資材置場を含む範囲で、セキュリティゾーン、負圧・除じん装置の排出口が施工区画周辺に設置されている場合の測定点は 2 点となる。

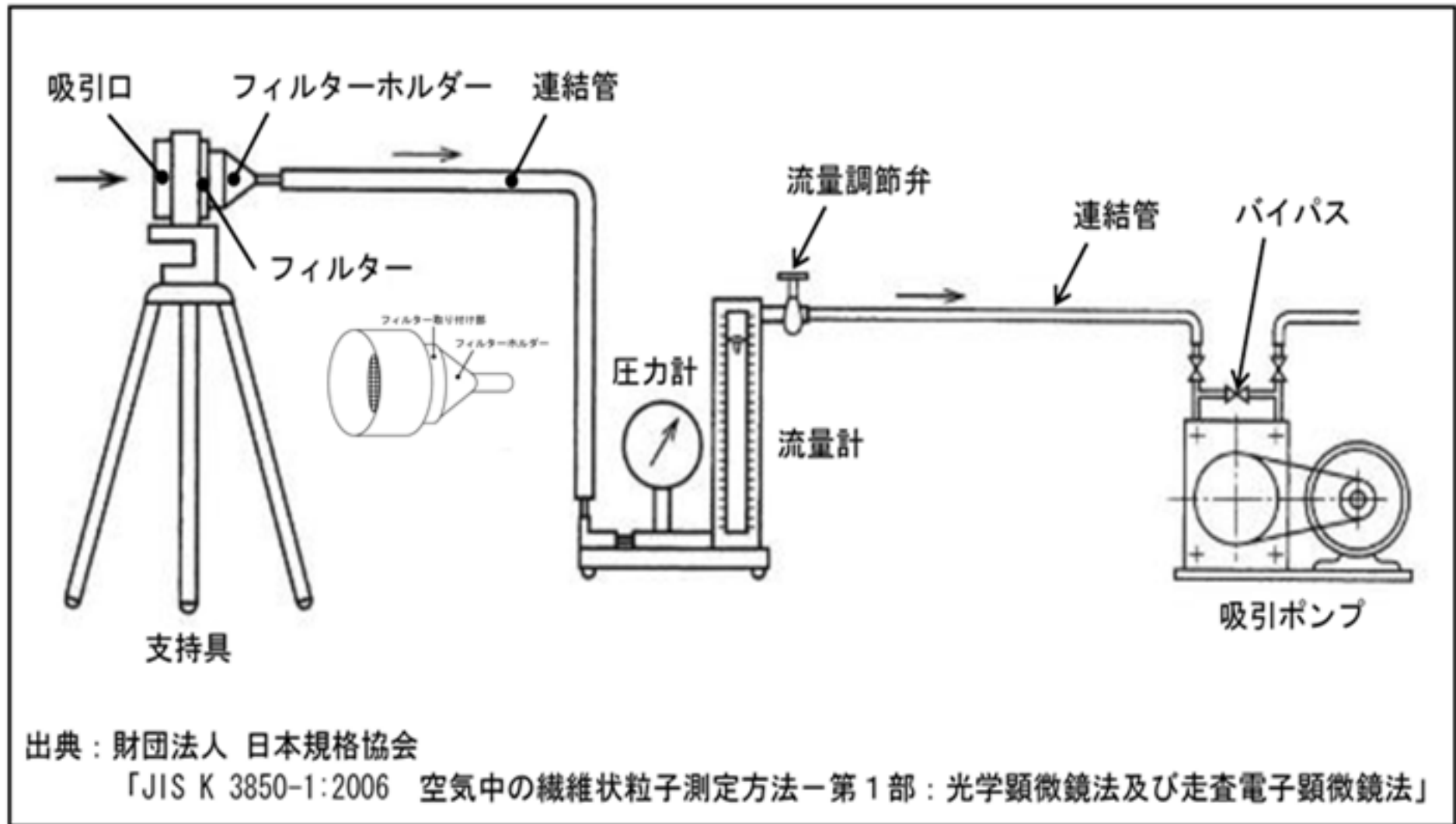
(3) 処理作業室の面積が 50m² 以下の場合は 2 点、300m² までは 3 点とする。300m² を超えるような場合は、監督職員と協議する。

(4) 処理作業中にセキュリティゾーン入口におけるアスベスト粉じん濃度測定の場合は、セキュリティゾーン内の空気の流れ（処理作業室内に空気が流れている）を、また負圧・除じん装置の排出口におけるアスベスト粉じん濃度測定の場合は、負圧・除じん装置の性能確認を行うこと。

アスベストモニタリングマニュアル(第4.0版)における 測定内容

【一般環境】 1) 従来の方法を踏まえたもの 位相差顕微鏡で計測 ※総繊維数 ↓ 総繊維数が「1 f/L」を超えた場合 電子顕微鏡で計測 ※アスベストを同定 ※ 「位相差顕微鏡→電子顕微鏡」の他に、<u>直接、電子顕微鏡で分析しても良い。</u>	【解体現場等】 1) 従来の方法を踏まえたもの 位相差顕微鏡で計測 ※総繊維数 ↓ 総繊維数が「1 f/L」を超えた場合 電子顕微鏡で計測 ※アスベストを同定 ※ 「位相差顕微鏡→電子顕微鏡」の他に、<u>直接、電子顕微鏡で分析しても良い。</u> 2) 迅速な測定が可能な方法の紹介 ・ 位相差／偏光顕微鏡法 ・ 蛍光顕微鏡法 ・ 可搬型等の分析走査電子顕微鏡法 ・ 繊維状粒子自動測定器による測定
---	---

大気中石綿濃度の測定(試料採取)のイメージ



大気中石綿濃度の測定のイメージ

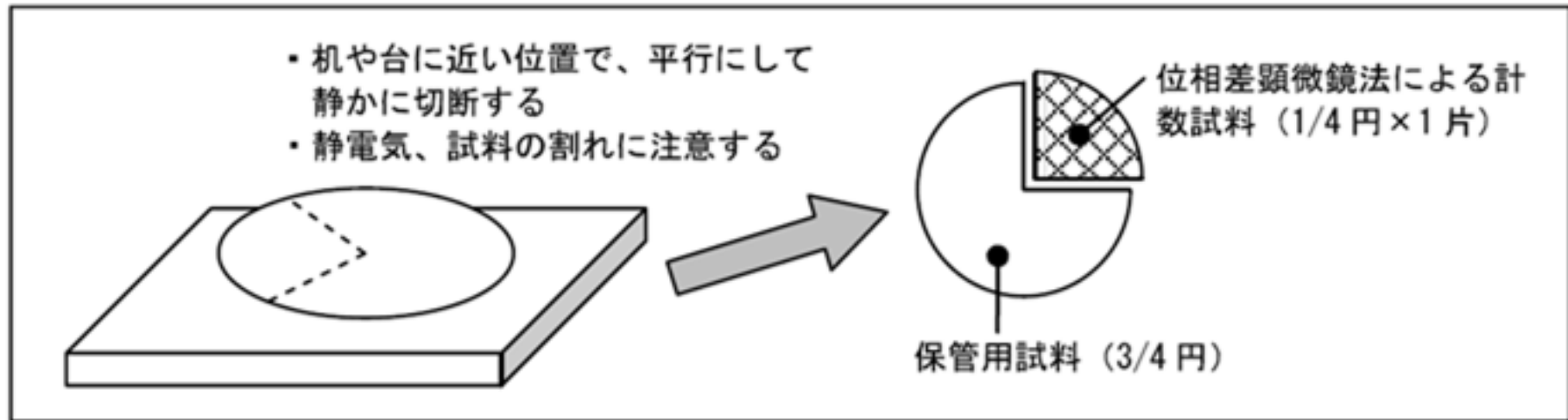


図4 フィルター分割方法の一例（位相差顕微鏡法）

出典：アスベストモニタリングマニュアル（第4.0版）



標本作製し、総繊維濃度の計数

マニュアルに繊維の計数方法が記載されているが
判定ルールの詳細は分析機関によって異なるのが実
状。



例えば総繊維の測定においては・・・

A社・・・長さ5 μ m以上、幅3 μ m未満、アスペクト比3以上の繊維を
全て計数

B社・・・長さ5 μ m以上、幅3 μ m未満、アスペクト比3以上の繊維の
うちアスベストと疑わしい繊維のみ計数

→当然、総繊維数は、A社＞B社 となる

位相差顕微鏡法による総繊維分析の課題

- ①マニュアル、JIS等に繊維の判定法が示されているが、分析機関ごとに、解釈や判定ルールの詳細に違いがあり、結果が異なる要因となる。
- ②分析者の経験・能力が結果に与える影響が大きい。
- ③使用する顕微鏡の性能(レンズの性能等)や操作方法による微妙な違いが繊維の判定に影響を与える可能性あり。

→技術者の技能レベルの評価をし、継続的に技術の確認、維持をする仕組みが必要

→アスベスト繊維計数技能向上プログラムの実施

アスベスト繊維計数技能向上プログラム

2009年より継続的に日本環境測定協会で実施

リロータブルスライドを用いた技能向上を目的としたプログラム。

観察記録を元に技術レベルの評価と合わせて分析者の顕微鏡観察における欠点や癖を整理しフィードバック。

点数での評価だけではなく個々の技術レベルを向上させるためのトレーニングの側面もある。

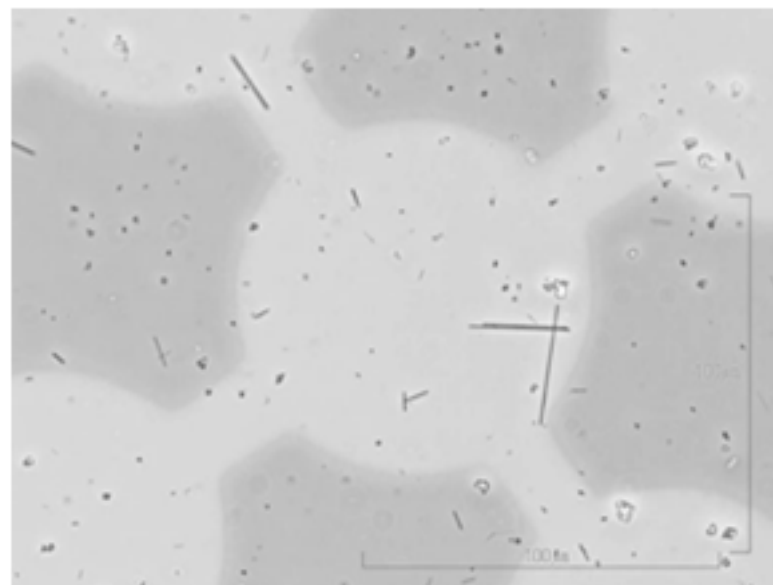
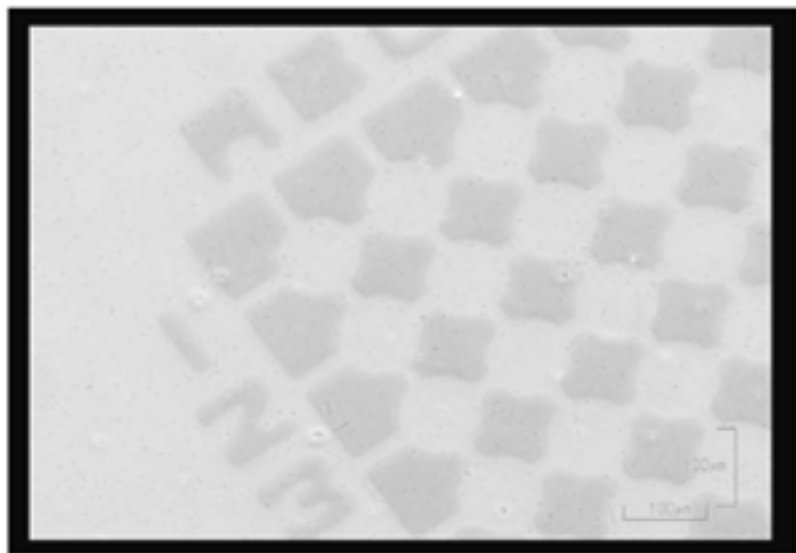
リロケータブルスライドと「合意基準」

- Pangが視野を正確に再現出来るスライドを開発。

Am.Ind.Hyg.Assoc.J., 61, pp529-538(2000)

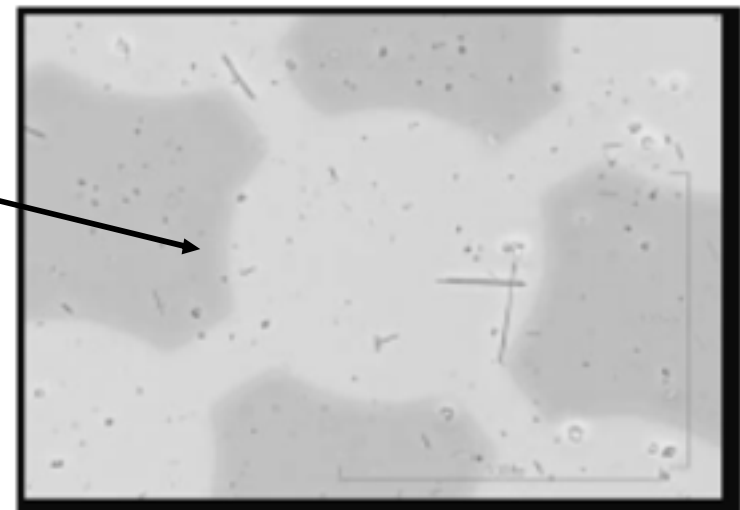
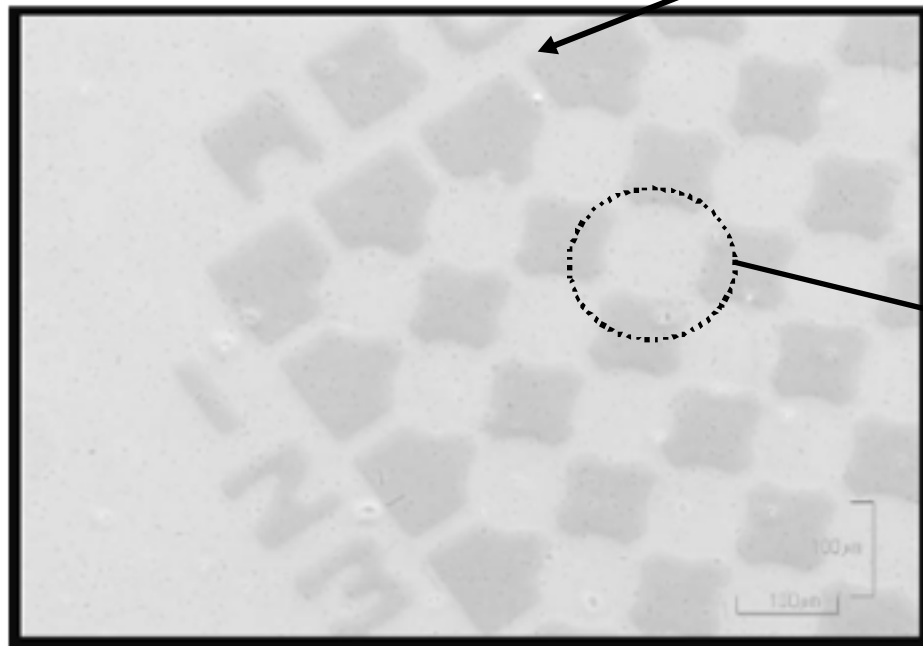
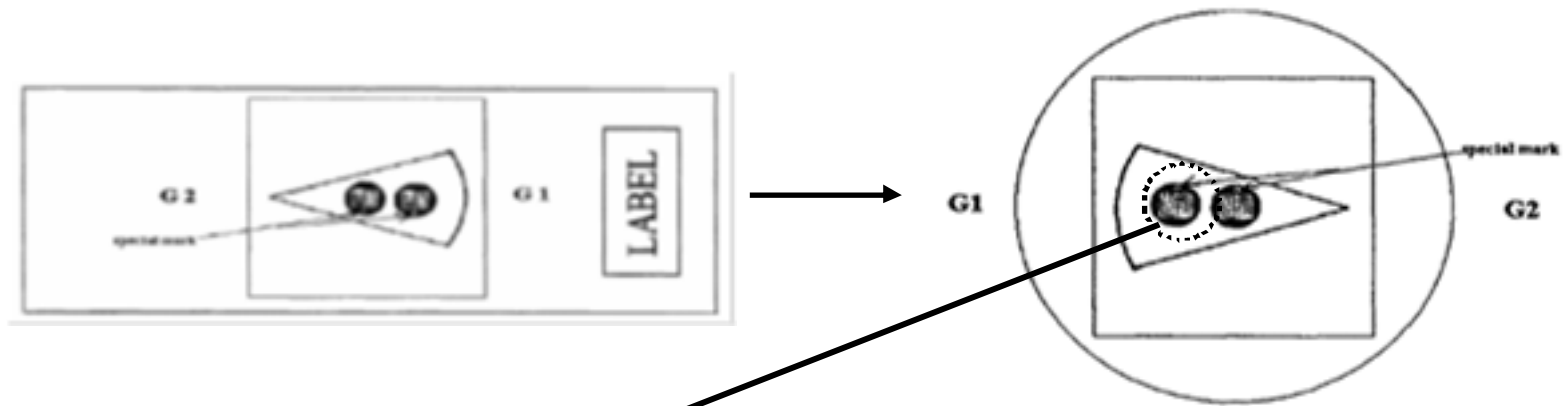
- Harper等は、多くの分析機関の合意によって各視野の繊維数を決定しその値を「合意基準」とすることを提案。

Am.Ind.Hyg.Assoc.J., 64, pp283-287(2003)



アモサイトのRelocatable Slide。円の直径は100µmで顕微鏡下でWalton-Beckettグレイティクルと一致する。

リロケータブルテストスライド



リロケータブルテストスライド

SLIDE # 1521- 4



Group Field

1	F -1
---	------

リロケータブルテストスライドの回覧

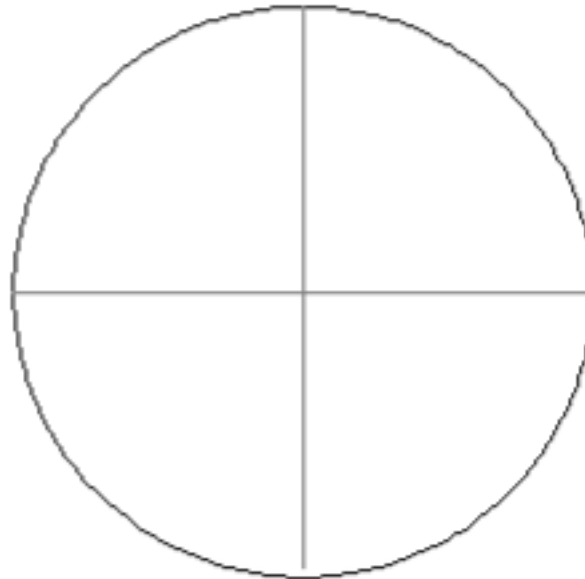
- アスベスト標準のリロケータブルテストスライドを用意
- 観察する視野のリストを付して各機関に回覧

スライド(#1521-4)のグループ1
視野F-1の熟練者による観察結果
合意基準の例

アスベスト繊維の計数及び報告

観察・計数結果の報告

視野毎にどのように繊維が見えたか図示し、繊維数を報告する



グリッド	視野座標	計数繊維数

FIBERS REPORTED				
SIZING:	EXTRA		MISSING	
VISUAL ACUITY:	EXTRA		MISSING	
IDENTIFICATION:	EXTRA		MISSING	
RECORDING:	EXTRA		MISSING	

記録票への記入例

記入例

計数ルールに合致しない形状の繊維は、○で囲む

境界線と交わっていることが分かるように記入する。

ルールに合致する形状の繊維のみ記入する。

計数した繊維数を記入する。この視野の場合は2.5本。

グリッド	視野座標	計数繊維数
○	○○	2.5

FIBERS REPORTED

SIZING:	EXTRA	MISSING
VISUAL ACUITY:	EXTRA	MISSING
IDENTIFICATION:	EXTRA	MISSING
RECORDING:	EXTRA	MISSING

評価者が記入

合意基準

Grid 1 Column F

GRID	OPENING	# OF FIBERS
1	F1	1
FIBERS REPORTED		
SIZING	EXTRA	MISSING
VISUAL ACUITY	EXTRA	MISSING
IDENTIFICATION	EXTRA	MISSING
RECORDING	EXTRA	MISSING

GRID	OPENING	# OF FIBERS
1	F4	2
FIBERS REPORTED		
SIZING	EXTRA	MISSING
VISUAL ACUITY	EXTRA	MISSING
IDENTIFICATION	EXTRA	MISSING
RECORDING	EXTRA	MISSING

GRID	OPENING	# OF FIBERS
1	F2	2.5
FIBERS REPORTED		
SIZING	EXTRA	MISSING
VISUAL ACUITY	EXTRA	MISSING
IDENTIFICATION	EXTRA	MISSING
RECORDING	EXTRA	MISSING

GRID	OPENING	# OF FIBERS
1	F3	3.5
FIBERS REPORTED		
SIZING	EXTRA	MISSING
VISUAL ACUITY	EXTRA	MISSING
IDENTIFICATION	EXTRA	MISSING
RECORDING	EXTRA	MISSING

記入例

GRID	OPENING	# OF FIBERS
0	00	1.5
FIBERS REPORTED		
SIZING	EXTRA	MISSING
VISUAL ACUITY	EXTRA	MISSING
IDENTIFICATION	EXTRA	MISSING
RECORDING	EXTRA	MISSING

「検査時に用いるため計数値は記入しないこと。」

比較

記録票

Grid 1 Column F

GRID	OPENING	# OF FIBERS
1	F1	
FIBERS REPORTED		
SIZING	EXTRA	MISSING
VISUAL ACUITY	EXTRA	MISSING
IDENTIFICATION	EXTRA	MISSING
RECORDING	EXTRA	MISSING

GRID	OPENING	# OF FIBERS
1	F4	
FIBERS REPORTED		
SIZING	EXTRA	MISSING
VISUAL ACUITY	EXTRA	MISSING
IDENTIFICATION	EXTRA	MISSING
RECORDING	EXTRA	MISSING

GRID	OPENING	# OF FIBERS
1	F2	
FIBERS REPORTED		
SIZING	EXTRA	MISSING
VISUAL ACUITY	EXTRA	MISSING
IDENTIFICATION	EXTRA	MISSING
RECORDING	EXTRA	MISSING

GRID	OPENING	# OF FIBERS
1	F3	
FIBERS REPORTED		
SIZING	EXTRA	MISSING
VISUAL ACUITY	EXTRA	MISSING
IDENTIFICATION	EXTRA	MISSING
RECORDING	EXTRA	MISSING

記入例

GRID	OPENING	# OF FIBERS
0	00	1.5
FIBERS REPORTED		
SIZING	EXTRA	MISSING
VISUAL ACUITY	EXTRA	MISSING
IDENTIFICATION	EXTRA	MISSING
RECORDING	EXTRA	MISSING

「検査時に用いるため計数値は記入しないこと。」

結果の集計及び解析

- 結果の集計

- 視野毎の報告値(Reported Fibers; RF)と合意基準値(Verified Fibers; VF)との誤差(Discrepancy; D)を求める
- 正の誤差(D+)、負の誤差(D-)をそれぞれ合計する
- 誤差の絶対値の総和を求める

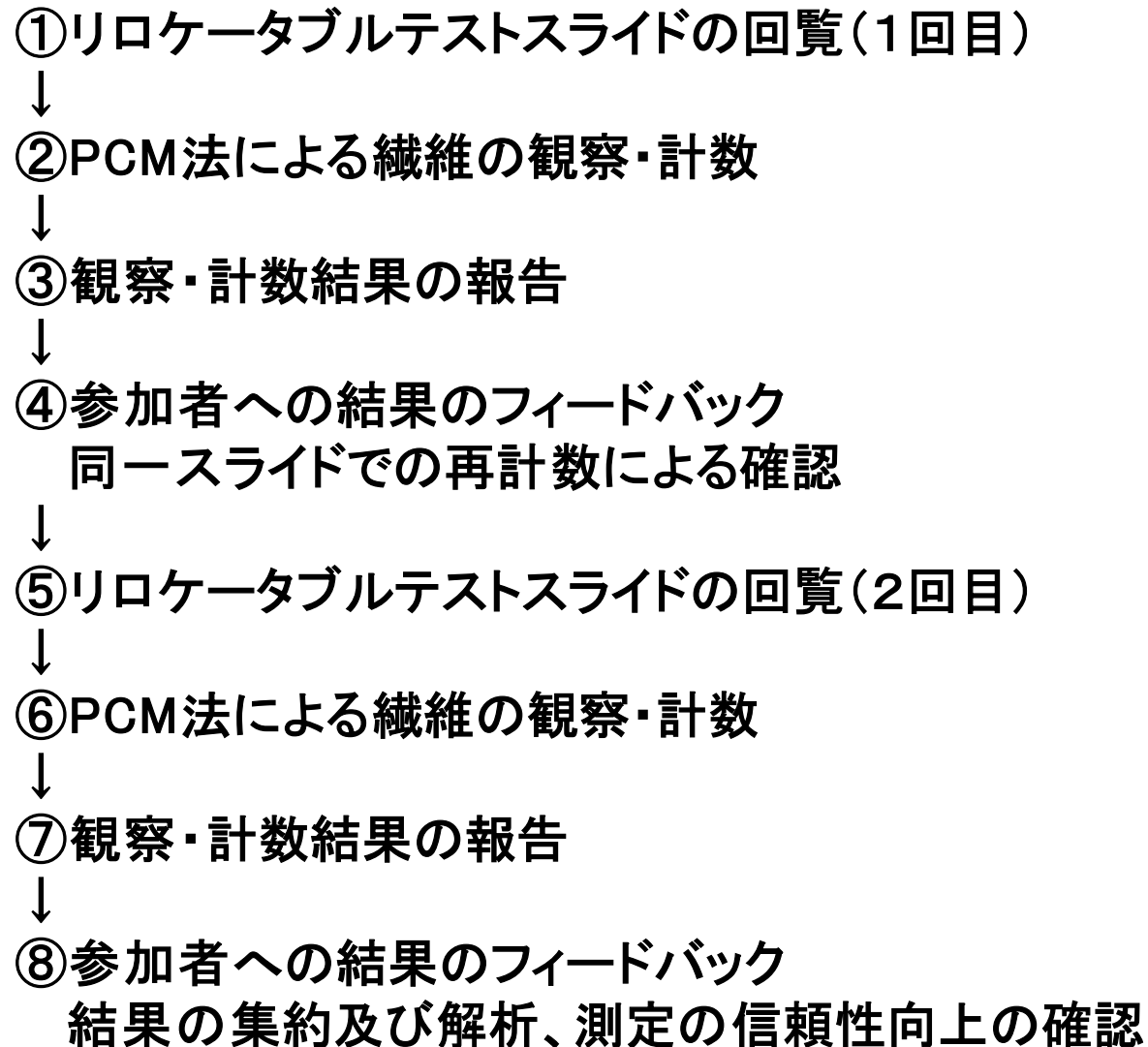
- 結果の評価

- スコアを次の式に従って求める
$$\text{Score} = \{(\sum \text{VF} - \sum |D|) \div \sum \text{VF}\} \times 100$$
- 米国やカナダでの“Proficient”(熟練者)の基準はスコア60以上であり、ここでもこれに従う

- 結果の解析

- 正の誤差、負の誤差それぞれの総和をVFの総和で割って規格化したもの(Normalized D+、D-)で過大評価、過小評価の傾向の把握
- 報告様式を確認し、分析者のアスベスト繊維の観察の癖について解析

アスベスト繊維計数技能向上プログラムの流れ



成績評価シートの一例①

(Relocatable Slideを使ったNIOSH-AIHAのクロスチェック試験プロジェクトで使われている)

PROFICIENCY EVALUATION OF PCM FIBRE COUNTING Round 2008-1									
SLIDE NUMBER			1603-2						
ANALYST NUMBER			---						
# OF 'VERIFIED' FIBRES =			134.5		NORMALISED D+		0.327		
# OF FIBRES REPORTED (RF) =			174		NORMALISED D-		-0.033		
# OF DISCREPANCIES =			40.5		SUM OF NORMALISED D+ + D-		0.361		
					NORMALISED RF		1.294		
SCORE =			63.94						
DISCREPANCIES									
FIELD NUMBER	GRID#	FIELD ID	VERIFIED FIBRES VF	REPORTED FIBRES RF	RF - VF	POSITIVE DISCREPANCIES D+	NEGATIVE DISCREPANCIES D-	TOTAL DISCREPANCIES D+ + D-	
#1	1 D-1	2.5	2.5	3.5	1	1	-	1	
#2	1 D-2	5	5	5.5	0.5	0.5	-	0.5	
#3	1 D-3	2.5	2.5	2.5	0	-	-	0	
#4	1 D-4	3	3	3	0	-	-	0	
#5	1 D-5	1.5	1.5	4	2.5	2.5	-	2.5	
#6	1 D-6	2	2	2	0	-	-	0	
#7	1 D-7	3	3	4	1	1	-	1	
#8	1 D-8	3.5	3.5	4	0.5	0.5	-	0.5	
#9	1 D-9	3	3	3	0	-	-	0	
#10	1 D-10	3.5	3.5	6	2.5	2.5	-	2.5	
#11	1 X-1	3	3	5	2	2	-	2	
#12	1 X-2	3.5	3.5	4	0.5	0.5	-	0.5	
#13	1 X-3	4	4	3.5	-0.5	-	-0.5	0.5	
#14	1 X-4	4.5	4.5	6	1.5	1.5	-	1.5	
#15	1 X-5	3	3	4	1	1	-	1	
#16	1 X-6	2.5	2.5	2	0	-	-	0	
#17	1 X-7	2.5	2.5	3.5	1	1	-	1	
#18	1 X-8	4	4	6.5	2.5	2.5	-	2.5	
#19	1 X-9	1.5	1.5	4.5	3	3	-	3	
#20	1 X-10	3.5	3.5	8.5	5	5	-	5	
#21	2 D-1	1.5	1.5	4	2.5	2.5	-	2.5	
#22	2 D-2	5.5	5.5	7	1.5	1.5	-	1.5	
#23	2 D-3	5.5	5.5	6.5	1	1	-	1	
#24	2 D-4	5.5	5.5	6.5	1	1	-	1	
#25	2 D-5	0	0	1.5	1.5	1.5	-	1.5	
#26	2 D-6	2	2	3	1	1	-	1	
#27	2 D-7	6	6	4.5	-1.5	-	-1.5	1.5	
#28	2 D-8	5.5	5.5	5.5	0	0	-	0	
#29	2 D-9	5.5	5.5	5.5	0	-	-	0	
#30	2 D-10	4	4	4	0	-	-	0	
#31	2 X-1	1	1	2	1	1	-	1	
#32	2 X-2	2	2	3	1	1	-	1	
#33	2 X-3	7	7	11	4	4	-	4	
#34	2 X-4	2.5	2.5	2.5	0	-	-	0	
#35	2 X-5	2.5	2.5	1	-1.5	-	-1.5	1.5	
#36	2 X-6	1.5	1.5	2	0.5	0.5	-	0.5	
#37	2 X-7	2.5	2.5	5.5	3	3	-	3	
#38	2 X-8	4	4	3	-1	-	-1	1	
#39	2 X-9	4	4	4	0	-	-	0	
#40	2 X-10	5	5	7	2	2	-	2	
*** A score > 50 is considered as proficient			134.5	174	39.5	44	-4.5	40.5	

成績評価シートの一例

(Relocatable Slideを使ったNIOSH-AIHAのクロスチェック試験プロジェクトで使われている)

PROFICIENCY EVALUATION OF PCM FIBRE COUNTING
Round 1

SLIDE NUMBER
ANALYST NAME

# OF "VERIFIED" FIBRES =	112	←	NORMALISED D+	0.219
# OF FIBRES REPORTED (RF) =	105	←	NORMALISED D-	-0.290
# OF DISCREPANCIES =	60		SUM OF NORMALISED D+ + D-	0.509
			NORMALISED RF	0.929

SCORE = 46.43 ←

			DISCREPANCIES					
FIELD	GRID #	FIELD ID	VERIFIED FIBRES VF	REPORTED FIBRES RF	RF - VF	POSITIVE DISCREPANCIES D+	NEGATIVE DISCREPANCIES D-	TOTAL DISCREPANCIES D+ + D-
NUMBER								
#1	1 F-1		1.5	3	1.5	1.5	-	1.5
#2	1 F-2		0.5	5	4.5	4.5	-	4.5
#3	1 F-3		1	1	0	-	-	0
#4	1 F-4		1	1	0	-	-	0
#5	1 F-5		3.5	4	0.5	0.5	-	0.5
#6	1 F-6		2.5	0.5	-2	-	-2	2
#7	1 F-7		2.5	2.5	0	-	-	0
#8	1 F-8		1	2	1	1	-	1
#9	1 F-9		4	1	-3	-	-3	3
#10	1 F-10		2.5	2.5	0	-	-	0

正解値(←)と報告値(←)の差はわずか7でこの分析者の精度はよさそうだが、数え過ぎ(D+)と見落とし(|D-|)の総和でスコアを出すと50点以下で計数精度は悪い。総繊維数だけの比較では個人の精度を正しく評価出来ない。

計数の誤差要因

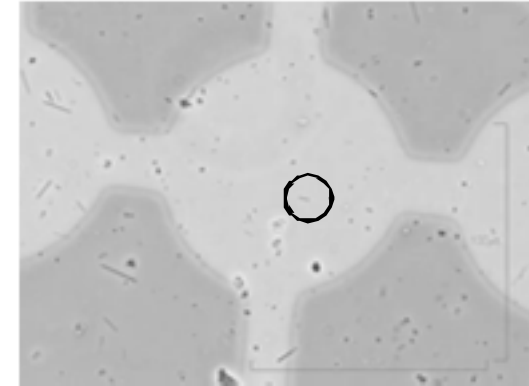
■位相差顕微鏡での計数における誤差要因*

誤差要因	正の誤差を与える例(+)	負の誤差を与える例(-)
繊維サイズ	長さ5 μ m未満の繊維を計数	長さ5 μ m以上の繊維を数え落とし
視力	繊維以外のものを誤って計数	繊維の見落とし
計数ルール	1本と数えるべき繊維を2本と計数	視野境界にある繊維を数え落とし
記録のミス		

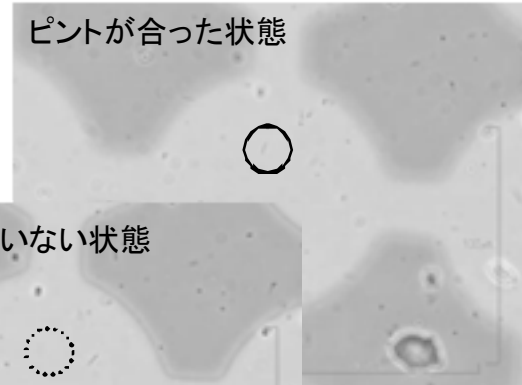
*Pang, AIHA J, 2000

■誤差要因の例

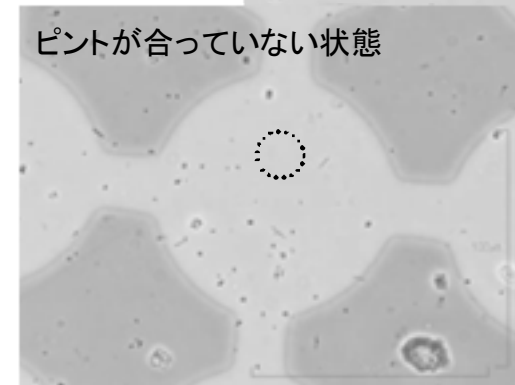
- アモサイト:長さ5 μ m未満の繊維の計数や視野境界での繊維の計数にミス
- クリソタイル:細い繊維の見落としや5 μ m未満の繊維を計数するといったミス



長さ5 μ m未満の繊維を計数した例(アモサイト)



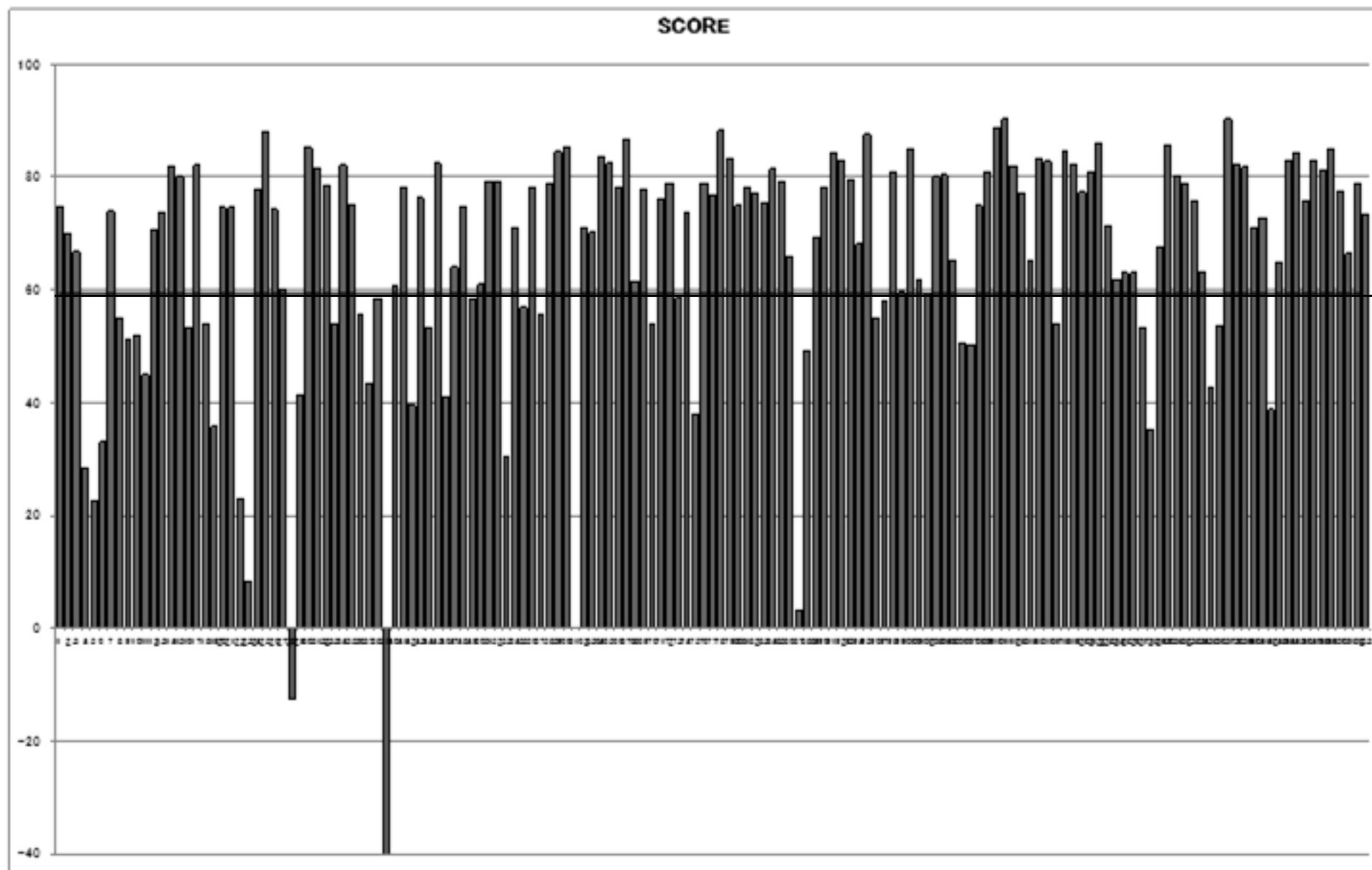
ピントが合った状態



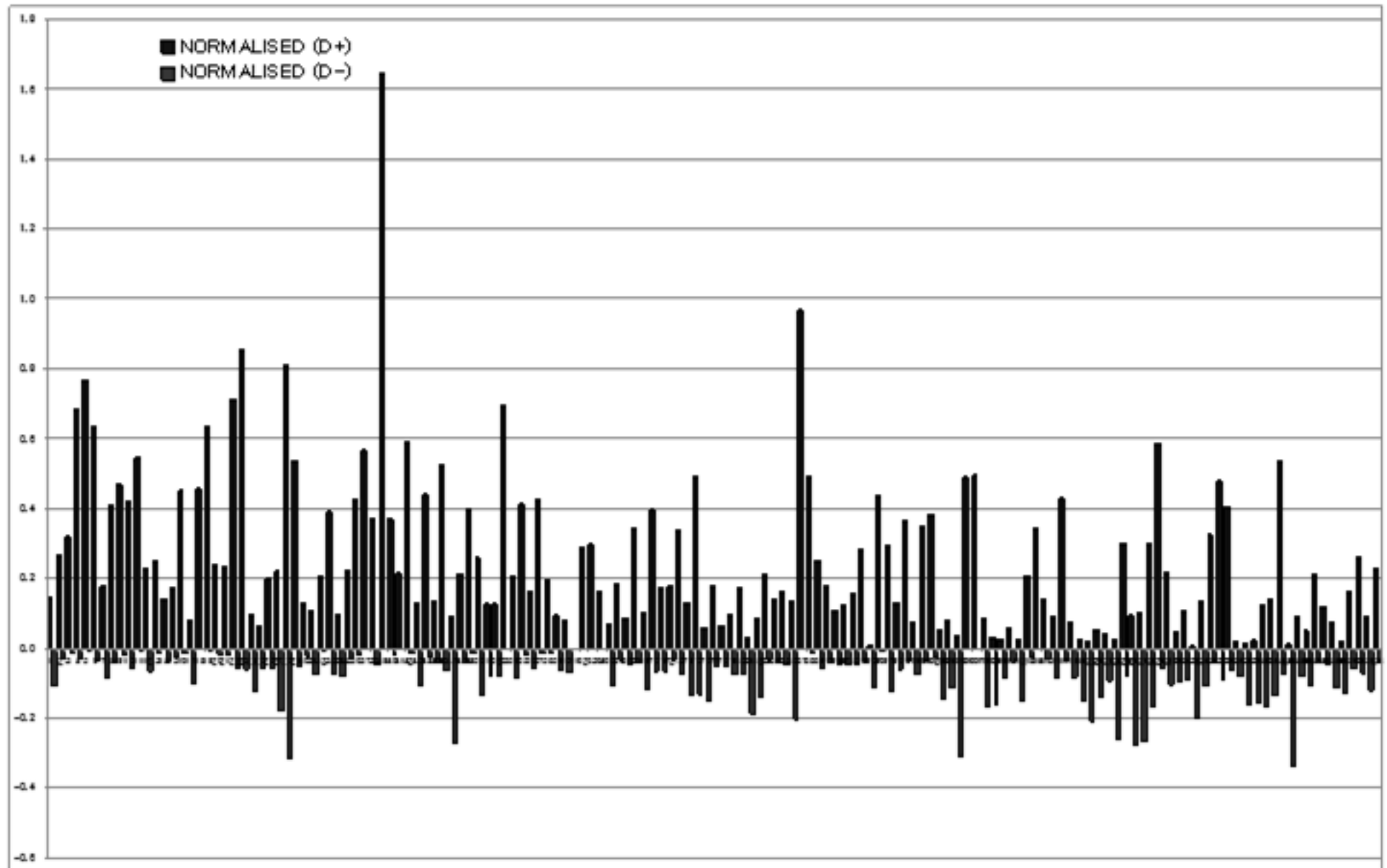
ピントが合っていない状態

ピントが合わず繊維を見落とした例(アモサイト)

分析者別のスコア(1回目)



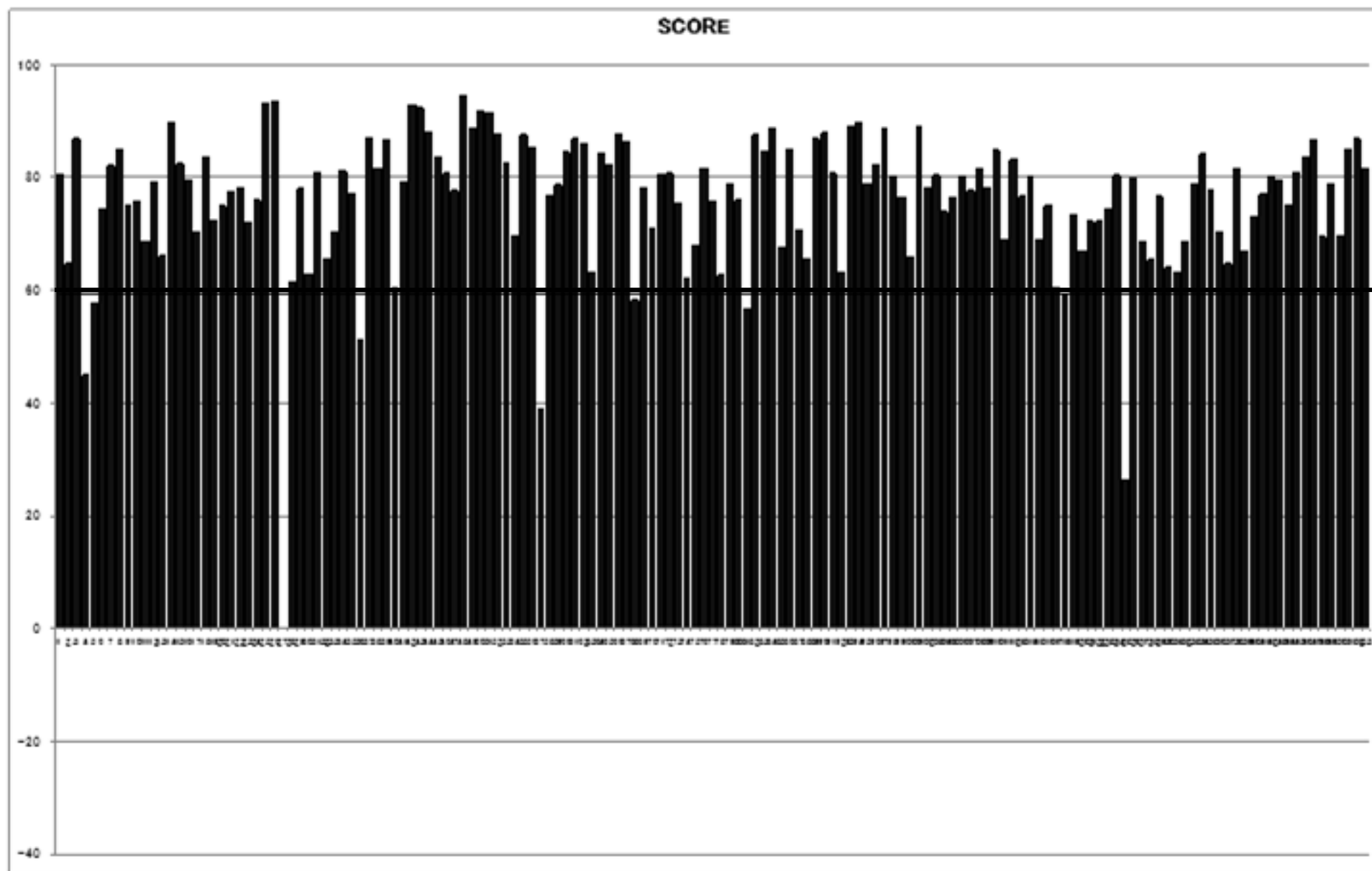
分析者別の報告値の合意基準からのずれ(1回目)



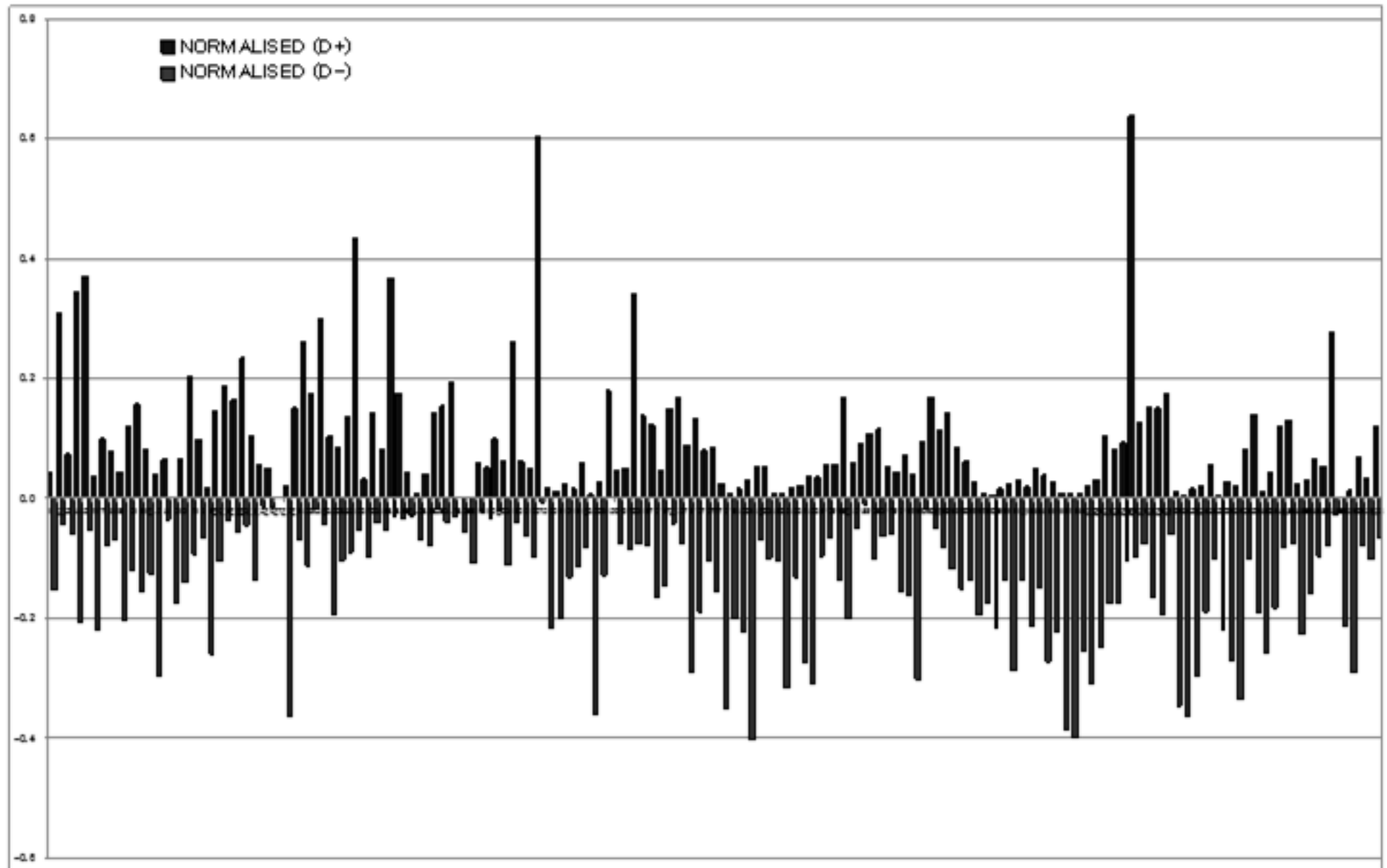
- 計数結果の解析
- データのフィードバック
- 同ースライドでの再観察

→ 2回目の計数実施

分析者別のスコア(2回目)



分析者別の報告値の合意基準からのずれ(2回目)



1回目と2回目の計数結果の比較

【第1回目結果】

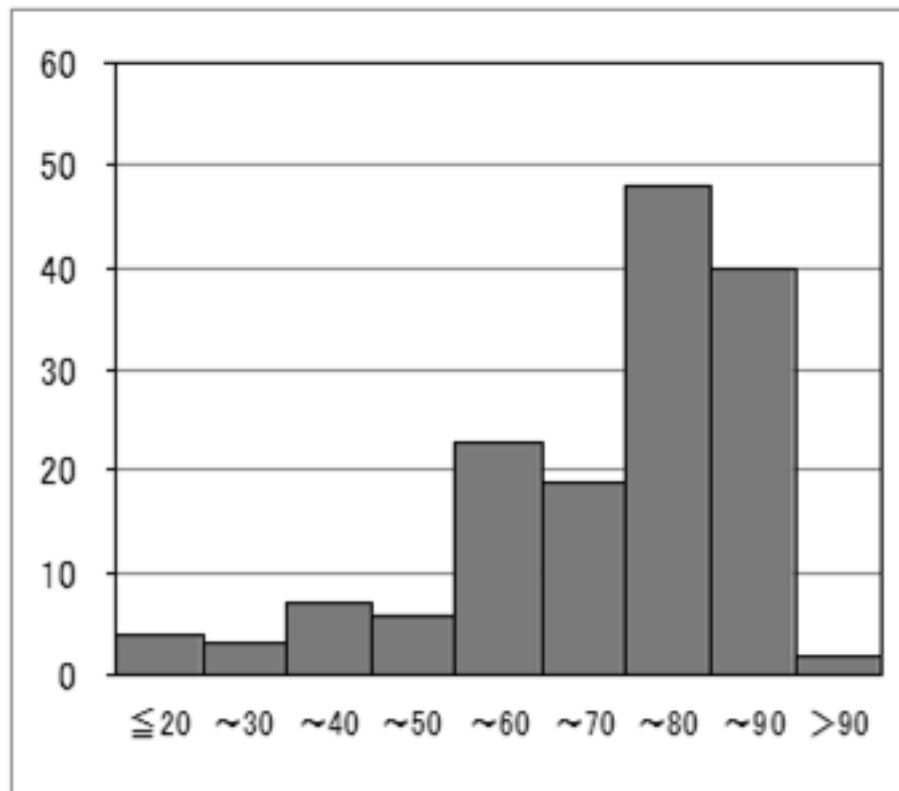
参加者数	153
参加事業所数	119
有効解答者数	152
SCORE AVERAGE	<u>66.87</u>
SCORE MIN	-64.29
SCORE MAX	90.23
SCORE ≤ 60	28.3%
SCORE > 60	<u>71.7%</u>



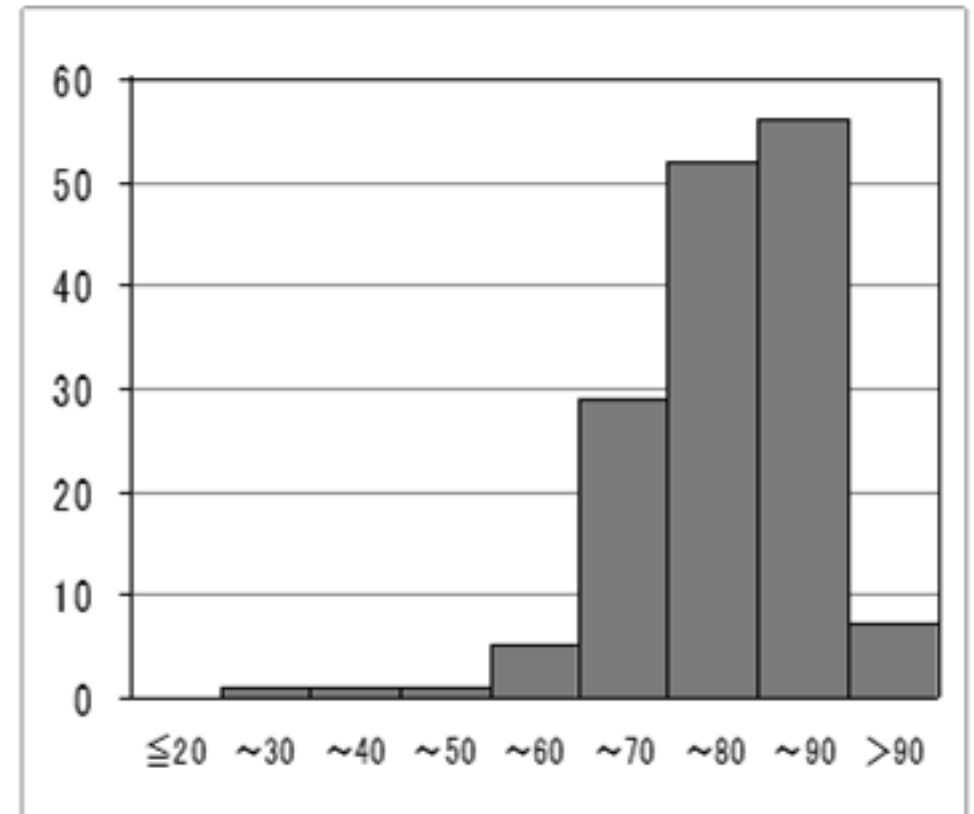
【第2回目結果】

参加者数	153
参加事業所数	119
有効解答者数	152
SCORE AVERAGE	<u>76.57</u>
SCORE MIN	26.32
SCORE MAX	94.44
SCORE ≤ 60	5.3%
SCORE > 60	<u>94.7%</u>

スコアの度数分布の比較



1回目



2回目

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)の参加実績

	アモサイト (Stage 1)				クリソタイル (Stage 2)				参加者計 (延べ)
	参加者 試験所	参加者	第1回 報告数	第2回 報告数	参加者 試験所	参加者	第1回 報告数	第2回 報告数	
第1回	119	153	153	152	—	—	—	—	153
第2回	33	36	34	35	72	83	83	82	119
第3回	39	50	50	50	30	37	37	36	87
第4回	29	38	—	—	30	37	—	—	75

解体現場での迅速分析法

- ①位相差/偏光顕微鏡による分析
- ②可搬型走査電子顕微鏡による分析
- ③蛍光顕微鏡法による分析
- ④ファイバーモニターによる分析

アスベストの分析が可能な分析機関

区分	分析方法	対応可能な 分析機関数
建材分析	JIS A1481	148
	EPA法	17
大気分析	位相差顕微鏡法	191
	A-SEM法	53
	A-TEM法	13
	位相差／偏光顕微鏡法	27
	可搬型A-SEM法	2
	蛍光顕微鏡法	8
	ファイバーモニター法	4

詳細別紙：日本環境測定協会HPより(2012.5.25現在)

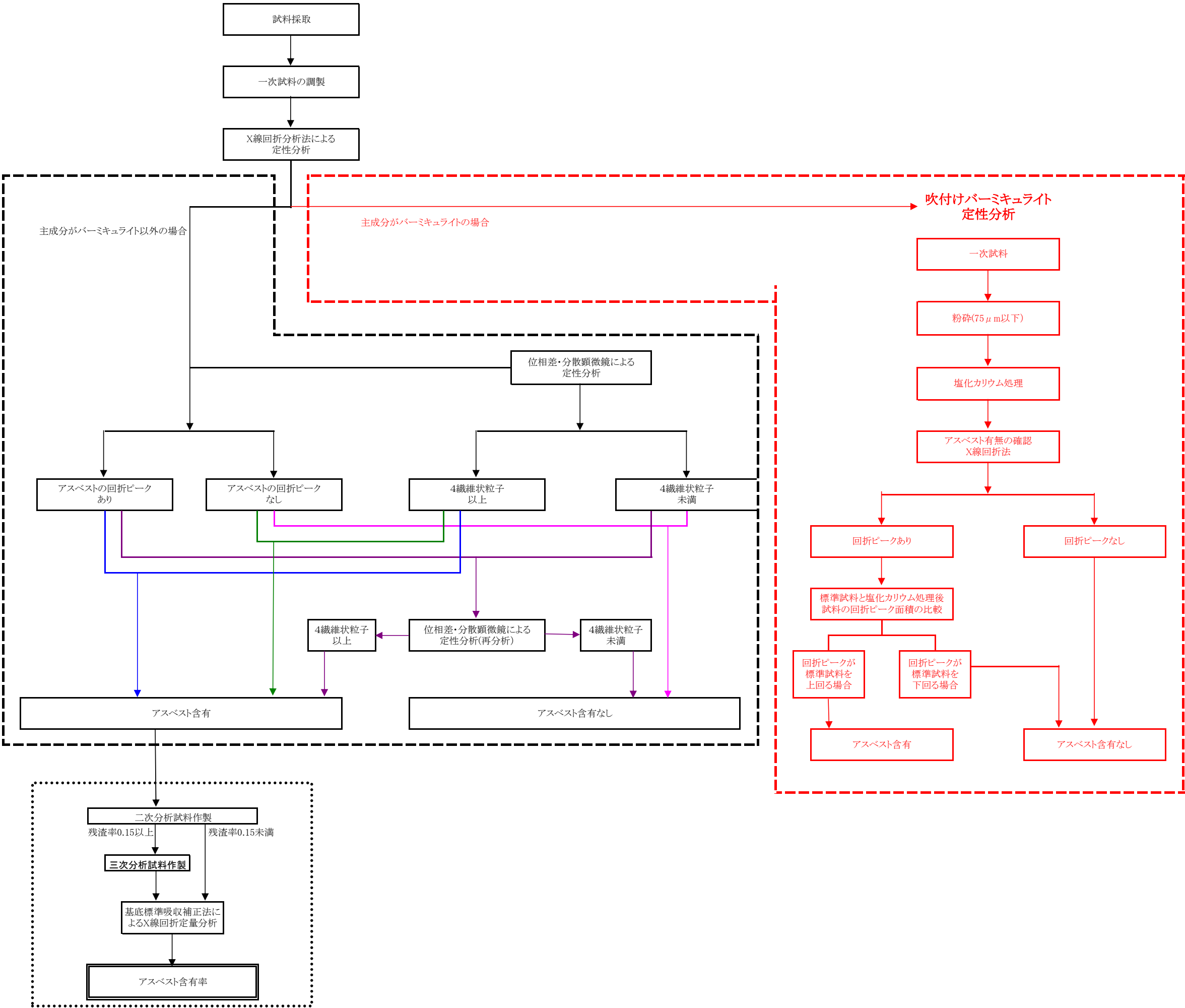
迅速分析についての課題

- ①対応できる分析機関はまだ少ない
- ②現場での実績が少なく知見や経験がまだ少ない
- ③対応する分析機関の技術的担保
- ④管理するための指標が明確でないため現場での運用には検討が必要
- ⑤現場での管理基準が設定されればニーズも増えるかも・・・

建材・吹付け材中のアスベスト分析法の変遷

制定日	H8.3.29	H17.6.22	H18.3.25	H20.6.20	
規格	基発第188号	基安化発第0622001号	JIS A 1481(2006制定)	JIS A 1481(2008改訂)	
対象	吹付け材	吹付け材、建材	吹付け材、建材	吹付け材、建材	吹付けバーミキュライト
試料採取方法	建築物の耐火等吹付け施工面において、3箇所以上の場所から採取(1フロアの施工面積が3000m2以上である建築物の場合は約600m2ごとに1試料を採取すること) 1箇所における試料の採取量は9cm2以上。	吹付け材や保温材の場合は1箇所あたり10cm3程度で3箇所から採取。成型された建材の場合は1箇所あたり100m2で3箇所から採取。	吹付け材や保温材の場合は1箇所あたり10cm3程度で3箇所から採取。板状で比較的硬い試料の場合は1箇所あたり100m2で3箇所から採取。	吹付け材や保温材の場合は1箇所あたり10cm3程度で3箇所から採取。板状で比較的硬い試料の場合は1箇所あたり100m2で3箇所から採取。	吹付け材や保温材の場合は1箇所あたり10cm3程度で3箇所から採取。板状で比較的硬い試料の場合は1箇所あたり100m2で3箇所から採取。
対象鉱物	クリソタイル、アモサイト、クロシドライト	クリソタイル、アモサイト、クロシドライト	クリソタイル、アモサイト、クロシドライト、 (アンソファイト、トレモライト/アクチノライト)	クリソタイル、アモサイト、クロシドライト、 アンソファイト、トレモライト/アクチノライト	クリソタイル、トレモライト/アクチノライト
判定基準	1%	1%	0.1%	0.1%	クリソタイル0.8%、トレモライト0.5%
適用する濃度範囲	－	－	5%以下	－	－
定性分析	①位相差顕微鏡法(分散染色法)　ギ酸処理後の試料を一部分取 ↓ 観察(×100倍～、20視野) ↓ 分散色が確認された場合に検出とする 《石綿の分散色》 クリソタイル・・・1.550 アモサイト・・・1.680 クロシドライト・・・1.700	①位相差顕微鏡法(分散染色法)　試料の一部を分取して水分散 ↓ 観察(×100倍⇒分散色が確認された場合⇒×400倍) ※標本を3つ作製し、n=3分析 ↓ 1標本あたり1000粒子をカウントし、各標本あたりアスベスト繊維が10本以上を検出とする 《石綿の分散色》 クリソタイル・・・1.550 アモサイト・・・1.680,1.700 クロシドライト・・・1.680,1.700	①位相差顕微鏡法(分散染色法)　一次試料の一部を分取して水分散 ↓ 観察(×100倍⇒分散色が確認された場合⇒×400倍) ※標本を3つ作製し、n=3分析 ↓ 1標本あたり1000粒子観察、合計3000粒子中にアスベスト繊維が4本以上を検出とする 《石綿の分散色》 クリソタイル・・・1.550 アモサイト・・・1.680,1.700 クロシドライト・・・1.680,1.700 アンソファイト・・・1.605,1.640 トレモライト・・・1.605,1.640	①位相差顕微鏡法(分散染色法)　一次試料の一部を分取して水分散 ↓ 観察(×100倍⇒粒子が均一に分散されていることを確認⇒×400倍) ※標本を3つ作製し、n=3分析 ↓ 1標本あたり1000粒子観察、合計3000粒子中にアスベスト繊維が4本以上を検出とする 《石綿の分散色》 クリソタイル・・・1.550 アモサイト・・・1.680,1.700 クロシドライト・・・1.680,1.690,1.700 トレモライト/アクチノライト・・・1.605,1.620,1.640 アンソファイト・・・1.605,1.618,1.640	※一次試料によるX線回折定性分析でバーミキュライトのX線回折パターンが認められた場合。 ①X線回折分析 一次試料を塩化カリウム処理 ↓ 塩化カリウム処理試料をホルダーに充填 ↓ X線回折分析 (指定の標準試料と比較) 《測定条件》 X線対陰極: Cu 管電圧: 40kV 管電流: 30～40mA 白色化: Niフィルター又はグラファイトモノクロメータ フルスケール: 1000～2000cps 時定数: 1秒
		②X線回折分析 粉末試料を一定量ホルダーに充填 ↓ X線回折分析 ※n=3分析 《測定条件》 X線対陰極: Cu 管電圧: 30～40kV 管電流: 30～40mA 走査範囲(2θ): 5～70° 走査速度: 1～2° /分	②X線回折分析 一次試料を一定量ホルダーに充填 ↓ X線回折分析 ※n=3分析 《測定条件》 X線対陰極: Cu 管電圧: 40kV 管電流: 30～40mA 白色化: Niフィルター又はグラファイトモノクロメータ フルスケール: 1000～2000cps 走査速度: 2° /分 発散スリット: 1° 散乱スリット: 1° 受光スリット: 0.3° 走査範囲(2θ): 5～70°	②X線回折分析 一次試料を一定量ホルダーに充填 ↓ X線回折分析 ※n=3分析 《測定条件》 X線対陰極: Cu 管電圧: 40kV 管電流: 30～40mA 白色化: Niフィルター又はグラファイトモノクロメータ フルスケール: 1000～2000cps 走査速度: 1～2° /分 発散スリット: 1° 散乱スリット: 1° 受光スリット: 0.3° 走査範囲(2θ): 5～70° ※または、これと同等以上の装置・条件	走査速度(連続スキャンング)・・・1/8～1/16° /分 走査速度(ステップスキャンング)・・・0.02° × 10秒～0.02° × 20秒 発散スリット: 1° 散乱スリット: 1° 受光スリット: 0.3° 走査範囲(2θ): 定量回折線を含む前後2～3° ※または、これと同等以上の装置・条件 ※全量0.1mgを捕集したときに回転試料台を使用しX線回折強度が2000カウント以上あること。
定量分析	①X線回折法 試料を20%ギ酸溶液で処理 ↓ X線回折分析 (1%含有標準試料との比較) ↓ 1%を越えるか否かの判定	①X線回折法 試料を20%ギ酸溶液で処理 ↓ X線回折分析 (基底標準吸収補正法) ↓ 検量線法による定量分析	①X線回折法 一次試料を20%ギ酸溶液で処理 ↓ 二次試料 ↓ 残渣率0.15以下の場合 ↓ X線回折分析 (基底標準吸収補正法) ↓ 検量線法による定量分析 ※残渣率0.15を超える場合は測定対象外。 ※全量0.1mgを捕集したときに回転試料台を使用しX線回折強度が2000カウント以上あること。	①X線回折法 一次試料を20%ギ酸溶液で処理 ↓ 二次試料 ↓ 残渣率0.15以下の場合 (残渣率0.15を超える場合には三次試料作製) ↓ X線回折分析 (基底標準吸収補正法) ↓ 検量線法による定量分析 《測定条件》 X線対陰極: Cu 管電圧: 40kV 管電流: 30～40mA 白色化: Niフィルター又はグラファイトモノクロメータ フルスケール: 1000～2000cps 時定数: 1秒 走査速度(連続スキャンング)・・・1/8～1/16° /分 走査速度(ステップスキャンング)・・・0.02° × 10秒～0.02° × 20秒 発散スリット: 1° 散乱スリット: 1° 受光スリット: 0.3° 走査範囲(2θ): 定量回折線を含む前後2～3° ※または、これと同等以上の装置・条件 ※回転試料台を使用し定量物質のX線回折積分強度が2000カウント以上あること。	

建材中のアスベスト分析方法フロー (JIS A 1481:2008)



1

2

3

アスベストの試料採取及び分析が可能な会員一覧

2012年5月25日 現在

[illegible]

第4回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）

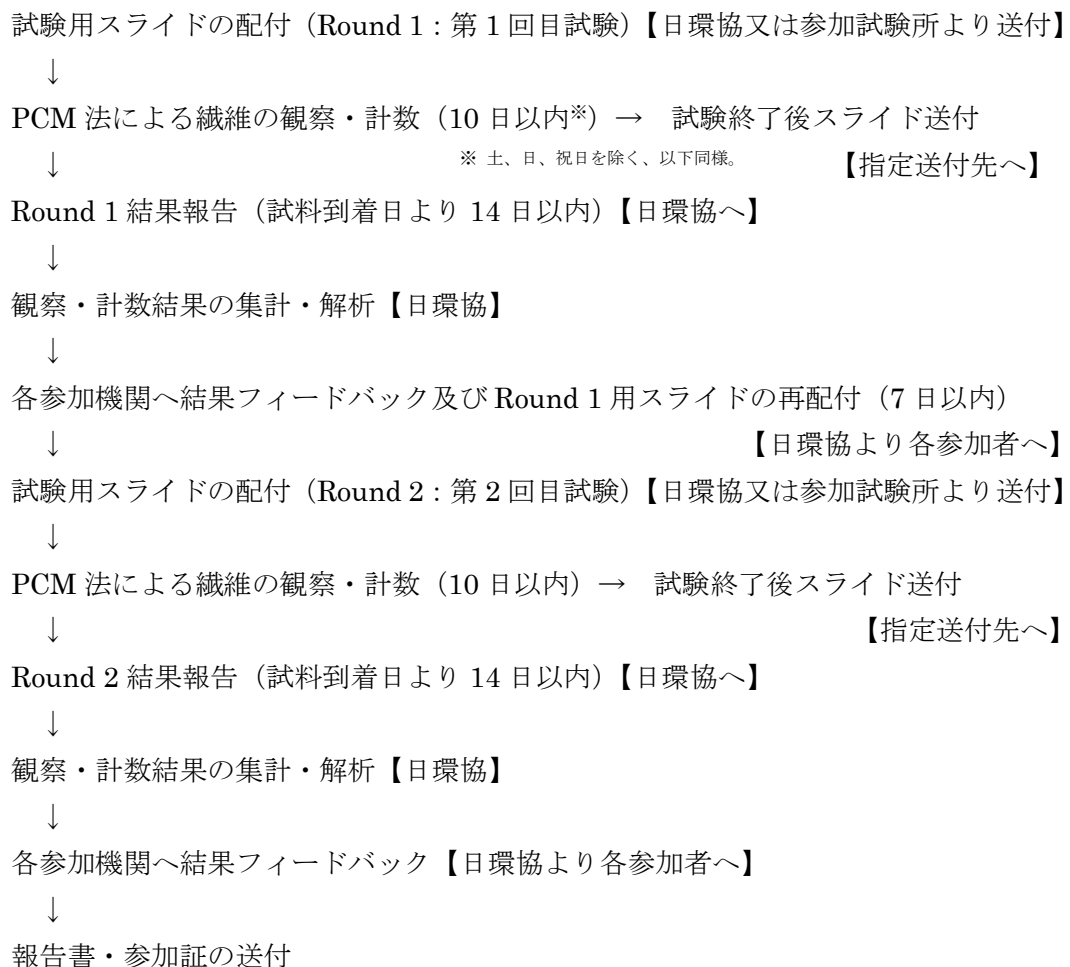
実 施 要 領

平成 24 年 5 月 28 日
一般社団法人 日本環境測定分析協会
アスベスト分析法委員会

1. 試験名 第4回 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）
2. 試験目的 アスベスト分析における繊維計数の精度及び技能向上
3. 試験項目 繊維状粒子の計数
4. 試験方法 JIS K 3850-1 6.1「位相差顕微鏡法（PCM 法）」の計数ルールに従い、繊維状粒子を求める方法

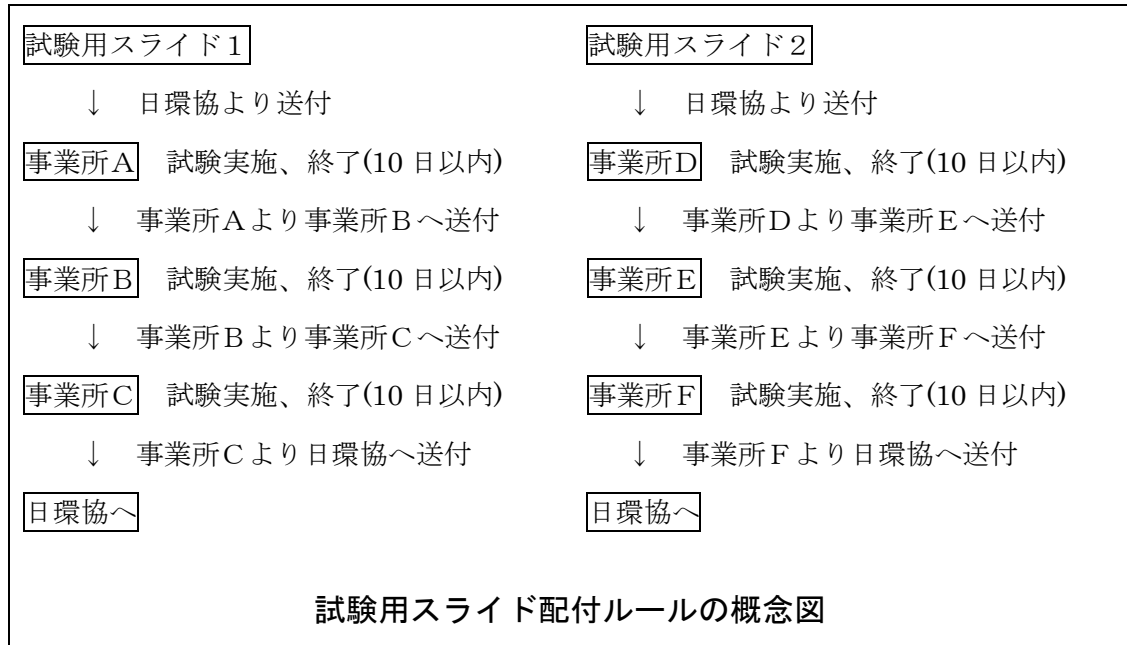
※ 但し、本試験では繊維数の判定のうち、粒子が付着している繊維については、JIS によらずアスベストモニタリングマニュアル（第 4.0 版）（以下、「マニュアル」という。）の計数ルールを採用するものとする（マニュアル p.17 [2.3.2 (2) 5) ⑤] 又は別紙「参考資料」Ⅲを参照）。

5. 試験実施の流れ（概要）



6. 試験用スライドの配付及び実施期間について

本試験は、複数の参加事業所が同一のスライドを使用して実施致します。以下に示す「試験用スライド配付ルールのご概念図」を確認しながら、各項の説明に従い実施してください。



(1) 試験用スライドの受領及び発送について

試験用スライドは、上記概念図に示すとおり、日環協又は参加事業所より宅配便（又はゆうパック等）にて送付されます。試験用スライドの受領後、破損等の不備がないかを確認の上、期間内に試験を実施してください。

試験終了後は、破損の恐れがないよう元の荷姿（受領時の状態）に梱包した後、別途指示のある事業所（最終回覧事業所は日環協）へ指定着日にて送付して下さい。

注 1) 送付先の指示書及び指定着日は、別途「通知書」にて日環協事務局より連絡いたします。次の事業所へ送付する際の指定日は、必ず守ってください。

注 2) 試験用スライドの発送料は、恐れ入りますが事業所にて御負担願います。なお、宅配業者は特に指定いたしませんので、通常使用される方法にて発送してください。また、着日指定、ワレモノ扱いとし、着払いによる発送はしないでください。

注 3) 発送確認のため、受付後の控え伝票のコピーを E-mail 又は FAX にて日環協事務局へお送りください。

注 4) 試験用スライドの事業所間送付を行うため、一部の事業所へ住所等の情報をお知らせすることをあらかじめご承知おきください。

また、本試験で知り得た個人情報、当該利用目的以外に一切使用しないことを厳守願います。

注 5) 期日を過ぎても試験用スライドが到着しない場合や受領時に破損等が発見した場合などは、直ちに日環協事務局へその旨連絡してください。

(2) 試験の実施期間について

試験は、試験用スライドの受領日を含めて10日以内（土、日、祝日を除く）に実施してください。試験期日を過ぎた場合、以降の予定実施日が遅れることにより、他の参加者へ迷惑をかけることとなりますので、十分ご注意ください。

7. 試験の実施方法（手順）について

(1) 試験に使用する位相差顕微鏡を適切な状態になるよう調整する。

(2) 倍率を400倍（対物レンズ×40、接眼レンズ×10）とし、アイピースグレイティクルの直径100 μ mの円をリロケータブル・スライドの指定視野の円に合わせる。

※ アイピースグレイティクルの円の合わせ方については、7-1に示す。

(3) JIS K 3850-1による位相差顕微鏡法（PCM法）の計数ルール（付着粒子の扱いについては、マニュアルによる）に従い、指定視野における繊維状粒子の計数を行う。

(4) 指定視野内でどのように繊維が見えたかを記録票に図示するとともに、繊維数を「#OF FIBRES」欄に記入する。

なお、確認された繊維は、7-2に示す確認繊維の記録方法及び記入例に従い、指定視野内の存在場所、長さ等なるべく忠実に再現して記録票へ記入する。

(5) 別の指定視野について、それぞれ上記(2)～(4)を行う。

注6) 指定視野は、別途事務局より連絡するとともに、併せて記録票をお送りいたします。

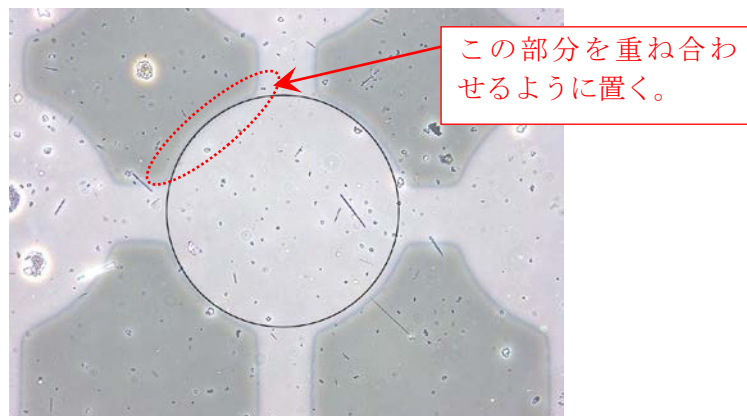
注7) 計数する視野数は、配付するスライド毎に異なります。必ず指定された全ての視野を報告してください。

注8) 本試験では、アスベスト（クリソタイル）判定のための生物顕微鏡に変えた計数（旧マニュアルによる方法）は、行わないものとします。

注9) 顕微鏡の調整方法、スライドの取扱方法、判定基準については、別紙の「参考資料」を参照してください。

7-1 アイピースグレイティクルの円の合わせ方

リロケータブル・スライドの各指定視野の円とアイピースグレイティクル直径100 μ mの円が微妙に異なるため、本試験では下図のようにアイピースグレイティクルの円を指定視野の左上の円弧に合わせるように置くこととします。



7-2 確認繊維の記録方法及び記入例

確認された繊維の記録方法は、以下のとおりとします。

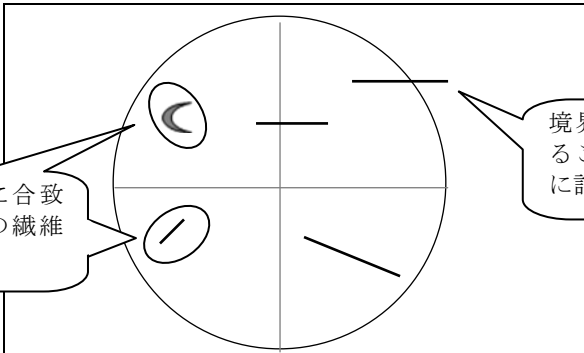
記入例を参考に指定視野内の存在場所、長さ等なるべく忠実に再現して記録票へ記入してください。

確認繊維の記録方法

- ① 確認した繊維は、全て記入する。
- ② 計数ルールに合致する繊維は、そのまま記入する。
- ③ 視野の境界にまたがる繊維は、境界線と交わっていることがわかるように記入する。
- ④ 長さ $5\mu\text{m}$ 未満、幅 $3\mu\text{m}$ 以上などの計数ルールに合致しない繊維は、当該繊維を記入の上、○で囲む。

記入例

※ 確認した繊維は全て記入すること



計数ルールに合致しない形状の繊維は、○で囲む

境界線と交わっていることが分かるように記入する

GRID	FIELD	# OF FIBRES
1	D1	2.5

計数した繊維数を記入する
この視野の場合は 2.5 本

FIBRES REPORTED		
SIZ	事務局記入欄につき 記入しないこと	
VIS		
IDEN		
RECORDING :	EXTRA	MISSING

注) 計数ルールに合致しない形状の繊維を○で囲む際は、カウントしない当該繊維がわかるよう明確に示してください。

7-3 スライドの置き方と観察領域（G1、G2）の見え方について

一つのスライド内には、G1及びG2として2種類の視野指定用の観察領域が存在します。

スライドの置き方と観察領域（G1、G2）の見え方については、以下の内容を十分ご理解の上実施してください。（詳細は、別紙「参考資料」の「Ⅱ. 試験用スライドの取扱い等について」を参照。）

※ G1、G2を入れ違えて報告された場合は、計数技能評価（スコア）の採点の対象となりませんので、ご注意ください。

【スライドの置き方と観察領域（G1、G2）の見え方について】（参考資料より抜粋）

1. 視野指定用の G1・G2 領域の確認とスライドの試料台への置き方

- fig.1 のようにラベルを右にしてスライドを置く。
- G1・G2 の位置を見る。ラベルに近いほうが G1、その左側が G2。視野指定領域を示すマークは fig.1 のようにフィルター切片の下側にある。
- fig.1 の方向にして試料台にスライドを置く。
- 低倍率でスライドを観察する。fig.2 のような上下が反転した視野指定用領域の像が観察される。同領域の上側を示すマークは視野の上方に見える。G1 は左側に、G2 は右側になる。

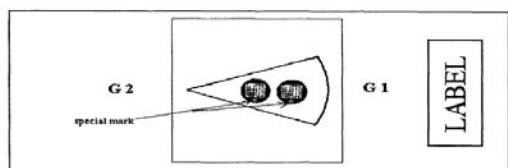


fig.1 スライドを試料台に置く時の正しい方向
視野の上側を示すマークは試料台の手前側にくること。

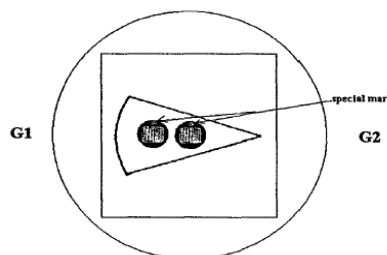


fig.2 顕微鏡下での視野指定用領域と
フィルター切片の反転像
マークは視野の上方に見える。
G1 は左側に、G2 は右側に見える。

8. 結果の報告について

試験結果報告書に必要事項を記入の上、記録票とともに日環協事務局（10. (3)に示す）宛てへ郵送してください。

報告期限は、スライドを受領した日から土、日、祝日を除く 14 日以内（必着）です。

なお、報告された内容は結果のフィードバック時に必要となる場合がありますので、提出物のコピーをお手元に保管しておくことをお勧めします。

注 10) 報告書送付に際し、E-mail のファイル添付や FAX では、繊維数の記録が読み取り難い場合がありますので、郵送以外の受付は行いません。

9. 試験用スライドの再配付（確認試験）について

本プログラムでは、繊維計数技能の向上を目的としているため、同一スライドを用いた確認システムを採用しております。

Round 1 結果を各参加者へフィードバックする際、併せて Round 1 で配付した試験用スライドを再度お送りしますので、試験結果を確認しながら各指定視野のエラー等について、各自自己チェックを実施してください。

チェックを行うことにより、繊維の「見落とし」、「数え過ぎ」に対する具体的要因（サイジングエラー、ケアレスミス等）について自己評価することができ、以って自身のスキルアップに繋げて頂くことが本プログラムの目的とするところです。

自己チェックによる確認試験の結果を活かすべく Round 2 に臨んでください。

注 11) 確認試験の結果については、日環協へ報告する必要はありません。

注 12) 確認試験用スライドの受領及び発送については、6.(1)に基づき実施してください。

確認試験の期間、送付先の指示書及び指定着日は、別途「通知書」にて日環協事務局より連絡いたします。

注 13) Round 2 については、本確認試験は行いません。

10. その他

(1) 実施回数について

試験用スライドの配付は、Round 1（平成 24 年 7 月～）及び Round 2（平成 24 年 11 月～）の計 2 回行います。1 回の報告のみでは欠測扱いとなり、参加証が交付されませんので、必ず 2 回とも報告してください。

(2) 参加費及び払い込み方法について

参加費は以下のとおりです。

日環協正会員	25,000 円	追加 1 名(1 種)につき	15,000 円
一般	45,000 円	追加 1 名につき	27,000 円

なお、同一試験所において複数参加される場合や同一人が stage 1（アモサイト試験）・stage 2（クリソタイル試験）の両方に参加される場合については、以下の参加費割引があります。

【参加費の例】

		同一試験所参加人数			stage 1・stage 2 同時参加 (但し、同一人に限る)
		1 名	2 名	3 名	
日環協正会員	stage 1	25,000 円	40,000 円	55,000 円	40,000 円（1 名）
	stage 2	25,000 円	40,000 円	55,000 円	
一般	stage 1	45,000 円	72,000 円	99,000 円	72,000 円（1 名）
	stage 2	45,000 円	72,000 円	99,000 円	

参加費の払い込みは、お申し込み後一週間以内に郵便振替又は銀行振込にて下記口座へお支払いください。振替・振込手数料は各自ご負担願います。

※ 郵便振替をご利用される方は、払込票の通信欄に「アスベスト試験参加料」とお書きください。

※ 銀行振込をご利用される方は、ご依頼人名の前に「097」とお入れください。

○ 郵便振替郵便振替番号	00150-9-98103	(一社)日本環境測定分析協会
○ ゆうちょ銀行	019 店	当座 0098103
(金融機関コード:9900)	(店番号:019)	イッパノシヤダノホウジニホシカンキョウシカ テイブンセキキョウカイ
○ 三菱東京UFJ銀行	八重洲通支店	普通 4238288
(金融機関コード:0005)	(店番号:022)	イッパノシヤダノホウジニホシカンキョウシカ テイブンセキキョウカイ

(3) 報告書送付先及び本試験に関する問い合わせ先

一般社団法人 日本環境測定分析協会
アスベスト試験事務局
担 当 : 鳶 田(しまだ) 秀 一
〒134-0084 東京都江戸川区東葛西 2-3-4
TEL : 03-3878-2811
FAX : 03-3878-2639
E-mail : asbest@jemca.or.jp

本プログラムは、当協会の「環境測定分析士等の資格認定制度に関する規程」に基づく【更新登録のための点数を付与する講習会・研修会】に指定されています。

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

I. 顕微鏡の調整

II. 試験用スライドの取扱い等について

III. 判定基準

一般社団法人 日本環境測定分析協会
アスベスト分析法委員会

I. 顕微鏡の調整

1. 接眼レンズの視度補正

- ① 仮にグレイティクルが右側接眼レンズに入っているとする。右眼だけで接眼レンズの視度補正環を回してグレイティクルの目盛りがはっきり見えるようにする。
- ② 試料(標本)をステージに載せ対物レンズを 10×にし、右眼で試料にピントを合わせる。
- ③ 次に焦点合わせ微動ハンドルは操作せず、左側の接眼レンズの視度補正環を回して左眼のピントを合わせる。

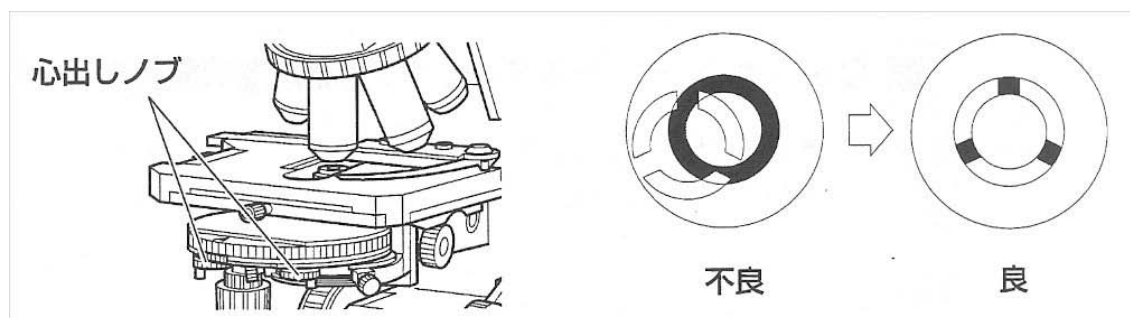
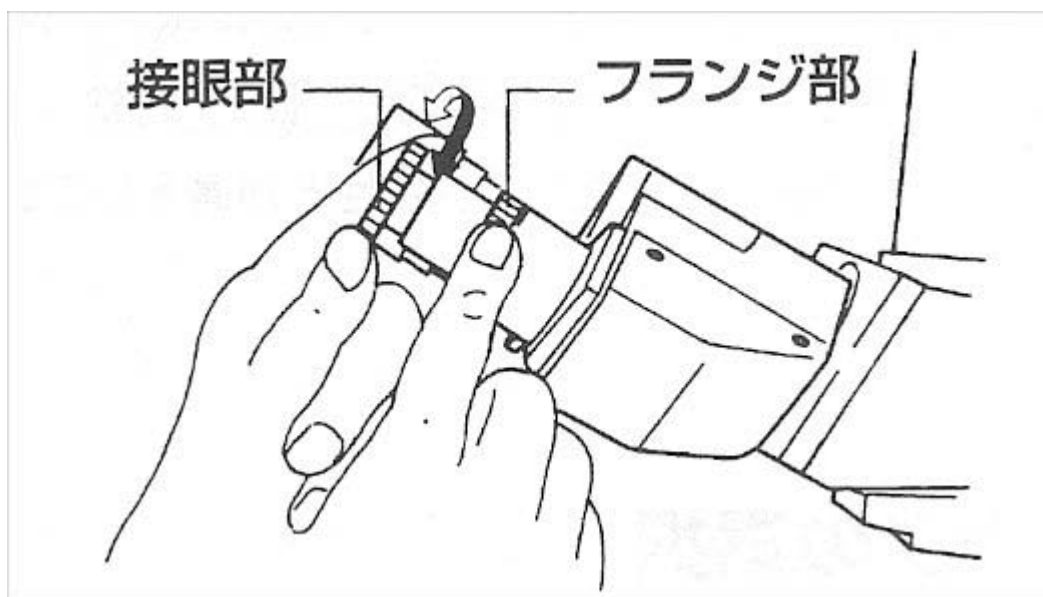
2. ターレットコンデンサの心出し

- ① コンデンサのターレットを中空（生物顕微鏡用）の位置にし、対物レンズを 10×にする。（開口絞りは全開）
- ② 試料にピントを合わせる。
- ③ 視野絞りを最小にする。
- ④ コンデンサ上下動ノブを回して視野絞り像を試料面に結像させる。
- ⑤ 視野絞り像が接眼レンズの視野の中心に位置するようにコンデンサ心出しネジを回して調整する。
- ⑥ 次に対物レンズを 40×にして試料にピントを合わせる。
- ⑦ コンデンサ上下動ノブを回して視野絞り像を試料面に結像させる。
- ⑧ 再度、視野絞り像が接眼レンズの視野の中心に位置するようにコンデンサ心出しねじを回して調整する。この時視野絞りの大きさを接眼レンズの視野より少し小さくすると調整し易い。
- ⑨ 視野絞りが視野に外接するくらいに大きくする。

3. 位相差用リング絞りの心出し

- ① 対物レンズを 10×(Nikon の場合 Ph1)に切り替え、コンデンサのターレットを回転させて「Ph1」にする。
- ② 試料(標本)の物体のない部分で、かつカバーガラスがかかっている部分にステージを移動させる。
- ③ 鏡筒から接眼レンズをはずし、心出し望遠鏡に入れ替える。
- ④ 心出し望遠鏡のフランジ部を指で押さえ、接眼部を回して対物レンズの位相リングにピントを合わせる。

- ⑤ 対物レンズの位相リングとコンデンサのリング絞りがずれている場合は、2つの心出しノブのクランプねじを緩めてから心出しノブを操作してリング合わせを行い、完了後クランプねじを締める。
- ⑥ 念のため、Ph2 レンズでも同様の操作を繰り返す。



4. HSE/NPL テストスライドの使用法

- ① アスベスト繊維をカウントする前に、顕微鏡がじゅうぶん調整されているか調べるためのスライド。
- ② 20本の細い線が一組になったバンドが7個刻まれている。各バンドの線の幅は表のとおり。

バンド No.	ラインの幅(μm)
1	1.08
2	0.77
3	0.64
4	0.53
5	0.44
6	0.36
7	0.25

- ③ このテストスライドでは、顕微鏡がじゅうぶん調整されておれば、「バンド5」のラインが完全に見え「バンド6」の一部が見えるはずである。
- ④ テストは、上下左右のライン（上下は2本の、左右は4本の太いライン）で囲まれたテストゾーン内の各バンドのラインを検鏡して行なう。
- ⑤ 慣れないうちはテストゾーンをみつけることが難しい。10×対物レンズでターレットを Ph2 または Ph3 にしてテストスライドの円内を探すとみつけ易い（ターレットは Ph3 を推奨）。テストゾーンがみつかりとターレットを 40×対物用に戻す。
- ⑥ 40×対物レンズで、テストゾーン左側の境界線（縦4本）に焦点を合わせる。焦点が合えば最初の2～3バンドのラインが見えるはずである。各バンドごとにラインに焦点を合わせ、ラインが確認出来る限界のバンドまで視野を移動させる。「限界のバンド」とは、テストゾーン内の各ラインが完全に見えるバンドのことをいう。各分析者の「限界のバンド」を確定するには眼が慣れるまでしばらく時間がかかる。③でも述べたように、全てのバンドのラインが見えるわけではない。普通の視力があり、顕微鏡がじゅうぶん調整されていて、注意深く焦点合わせを行えば「バンド5」のラインまで見えるはずである。「限界のバンド」の判定は慣れてくれば早く出来るようになる。
- ⑦ ここまでの手順で、アスベスト計数のための顕微鏡の調整が出来たことになる。

Ⅱ．試験用スライドの取扱い等について

1. 視野指定用の G1・G2 領域の確認とスライドの試料台への置き方

- a) fig.1 のようにラベルを右にしてスライドを置く。
- b) G1・G2 の位置を見る。ラベルに近いほうが G1、その左側が G2。視野指定領域を示すマークは fig.1 のようにフィルター切片の下側にある。
- c) fig.1 の方向にして試料台にスライドを置く。
- d) 低倍率でスライドを観察する。fig.2 のような上下が反転した視野指定用領域の像が観察される。同領域の上側を示すマークは視野の上方に見える。G1 は左側に、G2 は右側になる。
- e) G1 をみつける。fig.3 のように、金蒸着が施された領域には 14 列・10 行から成る 140 の円形の視野がある。正確に再現可能な直径 $100\mu\text{m}$ の円形視野は縦・横座標で、A1・H5・L10 のように指定される。
- f) 金蒸着領域の中央には縦座標を二分するセンターラインがある。上半分には座標 1～5、下半分には座標 6～10 の視野がある。センターラインは縦座標の位置を確認するのに役立つ。

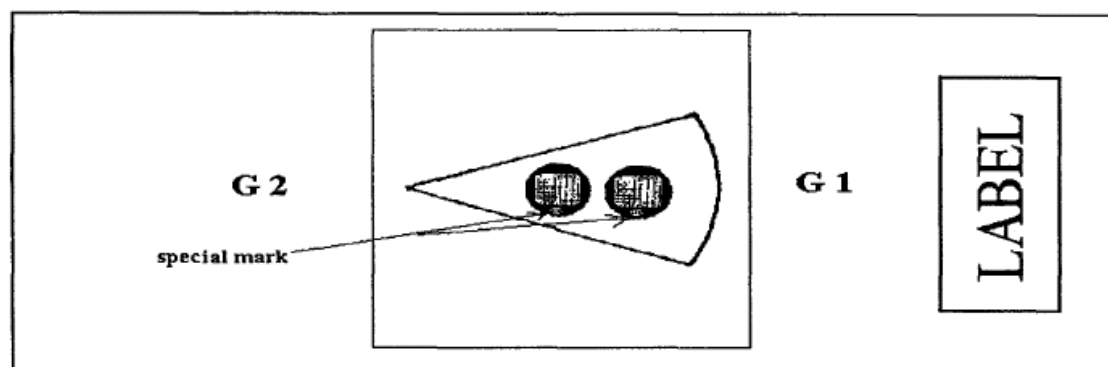


fig.1 スライドを試料台に置く時の正しい方向
視野の上側を示すマークは試料台の手前側にくること。

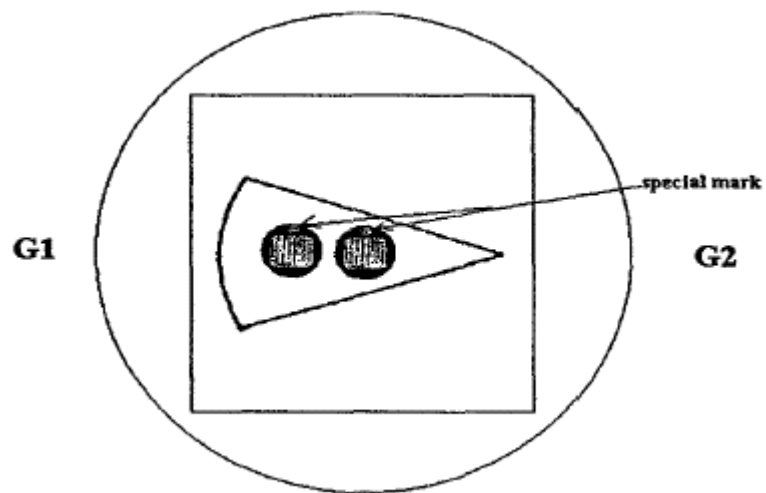


fig.2 顕微鏡下での視野指定用領域とフィルター切片の反転像
マークは視野の上方に見える。G1 は左側に、G2 は右側に見える。

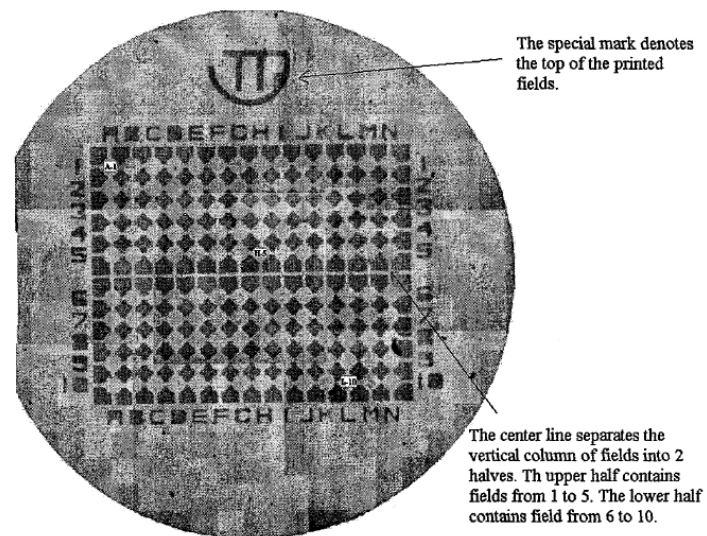


fig.3 視野の指定（横軸（A～N）、縦軸（1～10）の座標で視野を決める）

2. アイピースグレイティクルの円の合わせ方

リロケータブル・スライドの各指定視野の円とアイピースグレイティクル直径 $100\ \mu\text{m}$ の円が微妙に異なるため、本試験では fig.4 のようにアイピースグレイティクルの円を指定視野の左上の円弧に合わせるように置くこととする。

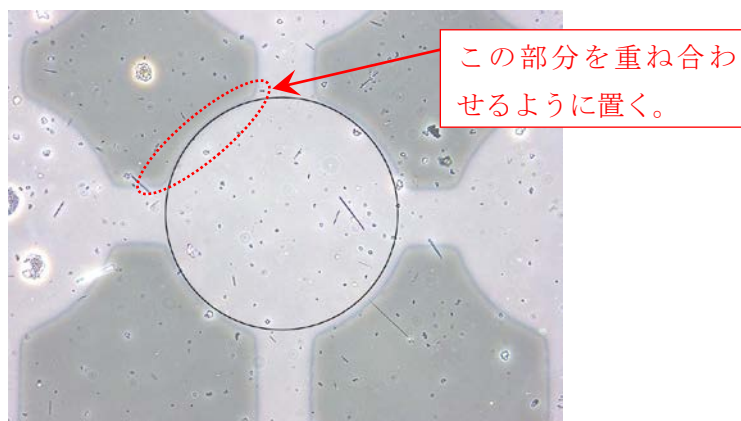


fig.4 アイピースグレイティクルの円の合わせ方

3. 計数した繊維の記録

- 複数の分析者がスライドを分析した場合は、個別に計数し、個々の結果を提出すること。平均を提出するのではない。
- 計数の前に、顕微鏡をメーカーの指示どおりに調整すること。また顕微鏡調整の程度を HSE/NPL テストスライドでチェックすること。(注：開口数 0.75 の対物レンズで倍率 400 倍で観察する場合、テストスライドのブロック 3 の溝がはっきり観察出来るはずである。ブロック $4 \cdot 5$ の溝は一部分観察出来るが、ブロック $6 \cdot 7$ の溝は観察されない。)
- 最初に計数する視野を示した fig.5 を参照する。fig.5 には視野の番号と、その視野に存在する繊維の位置が示されている。この視野と繊維を見つける。
Table.1 に指定された視野を位相差顕微鏡にて 400 倍で観察する。
- 指定された円形視野をグレイティクルの $100\ \mu\text{m}$ の円に合わせる。各視野の繊維を計数し、その位置を記録紙に記録する。
- 計数ルールは別項を参照。(長さ $5\ \mu\text{m}$ 以上、径(幅) $3\ \mu\text{m}$ 未満、アスペクト比： 3 以上の繊維を計数する。)
- 繊維を計測するためにグレイティクルの $5\ \mu\text{m}$ バーを使うこと。

EXAMPLE

SLIDE # 1521- 4

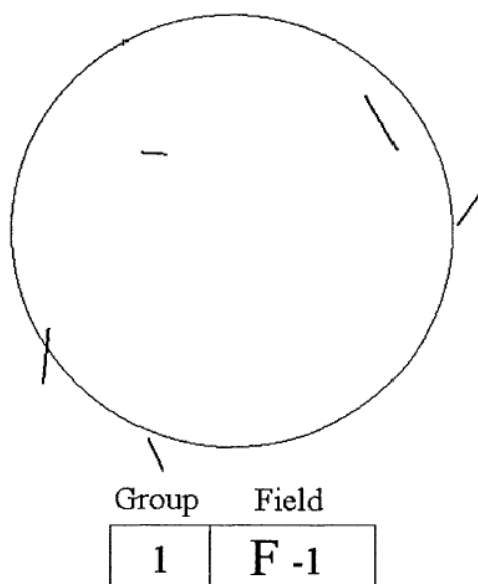


fig.5 指定視野の確認と位置合わせの例

Table.1 計数する視野の座標 (例)

G 1			G 2		
F1	H1	J1	F1	H1	J1
F2	H2	J2	F2	H2	J2
F3	H3	J3	F3	H3	J3
F4	H4	J4	F4	H4	J4
F5	H5	J5	F5	H5	J5
F6	H6	J6	F6	H6	J6
F7	H7	J7	F7	H7	J7
F8	H8	J8	F8	H8	J8
F9	H9	J9	F9	H9	J9
F10	H10	J10	F10	H10	J10

Ⅲ. 判定基準 【JIS K 3850-1 に準じる。】

（但し、本試験では JIS K 3850-1 に示す「径が $3\mu\text{m}$ を超える粒子が付着した繊維は計数しない。」に替えて、マニュアルに示す「粒子が付着している繊維の場合、粒子を無視して計数する。」を採用するものとする。）

- ・計数対象となる繊維は、長さ $5\mu\text{m}$ 以上、径（幅） $3\mu\text{m}$ 未満、アスペクト比：3 以上の繊維である。【JIS K 3850-1 6.1.3 d) 1)】
- ・繊維の両端がグレイティクルの中にある場合は 1 本と計数する。繊維端のどちらか一方だけがグレイティクルの中にある場合は $1/2$ 本と計数する。繊維がグレイティクルを完全に横断して両端がグレイティクルの中にある場合は 0 本とする。【JIS K 3850-1 6.1.3 e)】
- ・先端が枝分かれした繊維は「繊維の集合」とみなし、1 本の繊維とする。それらの繊維の径は枝分かれしていない部分で計測する。【JIS K 3850-1 6.1.3 d) 3)】
- ・複数の繊維が集まっても個々の繊維を識別出来るなら、それらの繊維は別個の繊維とみなす。また、個々の繊維が識別出来ないような塊になっている場合は 0 本とするが、塊が全体として計数対象の繊維の寸法を満たす場合は 1 本とする。【JIS K 3850-1 6.1.3 d) 4)、5)】

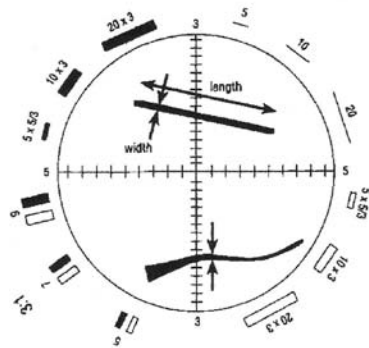
<その他>

- ・単繊維が曲がっている場合には、繊維の直線部分を目安にして曲がっている部分に沿って真の長さを推定して判定する。【JIS K 3850-1 6.1.3 d) 2)】
- ・粒子が付着している繊維の場合：粒子を無視して計数する。繊維の長さについては繊維が見える部分の長さを求め、粒子に隠れて見えない部分の長さは求めない。但し、繊維の両端が粒子に隠れず、1 本につながって見える場合は、粒子に隠れている部分も含めて長さを求める。
【アスベストモニタリングマニュアル 2.3.2 (2) 5) ⑤】

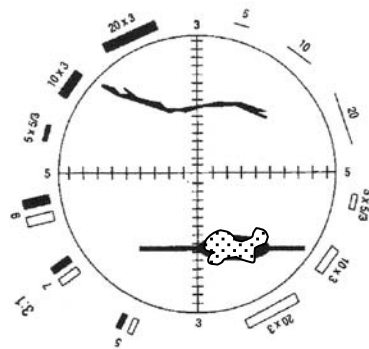
<アイピースグレイティクルの境界線と交差する繊維の扱いについて> (Harper らのルール)

- ・一方の端が完全に円外にあって、他の端が「あいまいな」領域にある場合は、繊維は「円外」にあるものとする。
- ・一方の端が完全に円内にあって、他の端が「あいまいな」領域にある場合は、繊維は「円内」にあるものとする。
- ・一方の端が完全に円内にあって、他の端が完全に円外にある場合のみ、繊維は「円と交差」しているものとする。

具体例は JIS K 3850-1 図 8 の他、以下の図に示す。

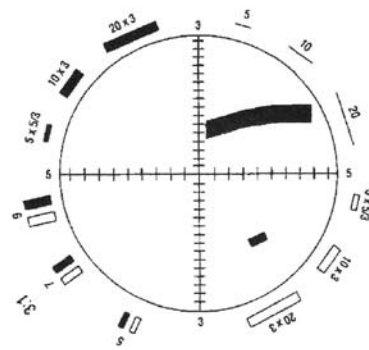


1 本：長さ、径、アスペクト比が計数基準を満たしている。



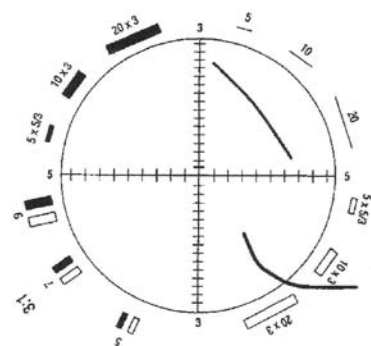
1 本

1 本：粒子が付着している繊維の場合、粒子を無視して計数する。

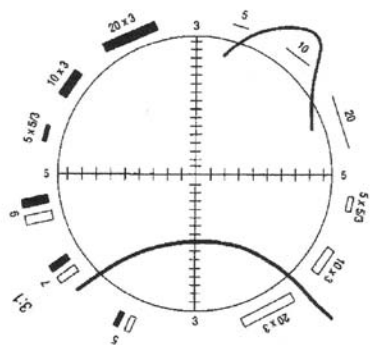


0 本：径が $3\mu\text{m}$ を超えている。

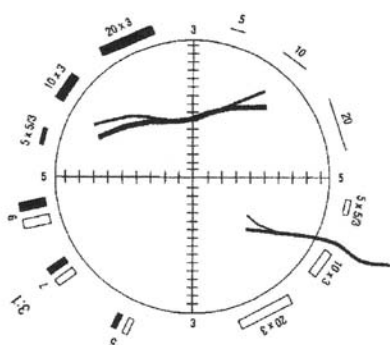
0 本：アスペクト比が 3 以下である。



1 本：繊維全体がグレイティクルの中にある。

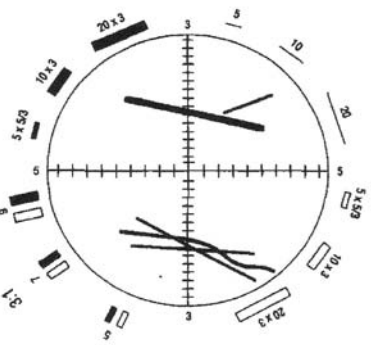


1/2 本：繊維の片方の端だけがグレイティクルの中にある。



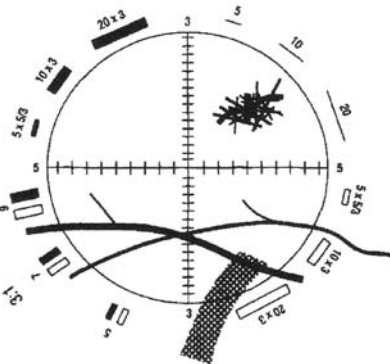
1 本：繊維の両端がグレイティクルの中にある。

0 本：繊維の両端がグレイティクルの外にある。



1 本：両端が割れているが、枝分かれした繊維は本体の繊維の一部とみなす。

1/2 本：繊維の端が 2 本に割れているが、繊維端は一つとみなす。



2 本

3 本

0 本：個々の繊維が識別出来ない塊。

0 本：枝分かれした繊維は本体の一部。繊維の両端がグレイティクルの外にある。