

## 第 章 解体現場等における迅速な測定方法に関するクロスチェックの結果

### 1. クロスチェックの方法

#### 1.1 趣旨

解体現場において迅速な測定ができる方法として位相差 / 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及び繊維状粒子自動測定器による測定の4つの方法をアスベストモニタリングマニュアル第4.0版において紹介した。

この4つの方法は、平成21年度アスベスト大気濃度調査に関する検討結果では従来の方法と比較して、必ずしも十分な知見が確立されていない部分もあり、また、同一のフィルターを各測定方法で測定しクロスチェックを行ったところ、定量的な観点からは十分な一致は見られなかった。しかし、解体現場等からアスベストが漏洩しているかどうかを確認する方法としては有効であると考えられるため、地方公共団体等からの要望も強いという事情を考慮して「紹介」という形で取り上げた。そのため今年度においても各測定方法のクロスチェックを行い、それらの感度や精度について確認した。

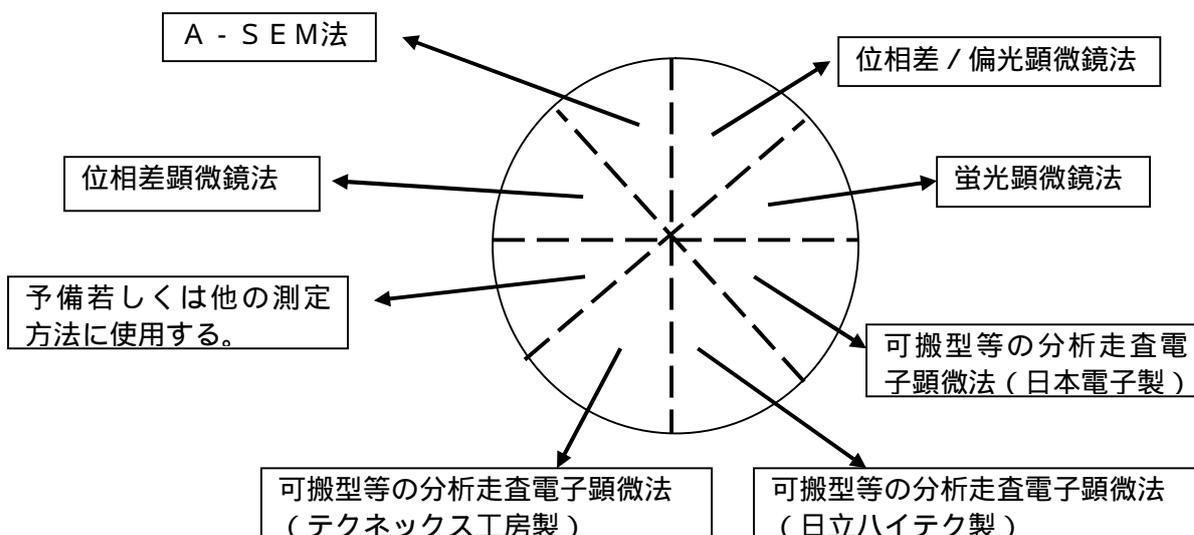
#### 1.2 クロスチェックの方針

アスベストモニタリングマニュアル第4.0版において紹介した「解体現場における迅速な測定方法」を以下の方法でクロスチェックを行った。

測定方法	位相差顕微鏡法	A - S EM法	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法 (日本電子製、日立ハイテク製及びテクネクス工房製)	繊維状粒子自動測定器による測定 (柴田科学、ウエスト、ハットリ工業及びアエモテック)
分析者	日新環境 又は小西委員	日新環境	小坂委員	黒田教授	各メーカーの技術担当者	各メーカーの技術担当者
分析検体	<ul style="list-style-type: none"> <li>解体現場におけるセキュリティゾーン前及び集じん出口付近で30分×2回サンプリングした検体(10現場:合計20検体、(20検体は予備として保管))</li> <li>小西委員の実験室(チャンバー内)で発生させたアスベストをフィルターで捕集することで作成した人工検体</li> </ul> 人工検体に含まれる繊維(アスベスト、非アスベスト)の種類と濃度については座長が判断する。					解体現場におけるセキュリティゾーン前及び集じん出口付近で並行試験 人工検体を作成する際、チャンバー内で並行試験を実施する。

### 1.3 クロスチェックの具体的な内容

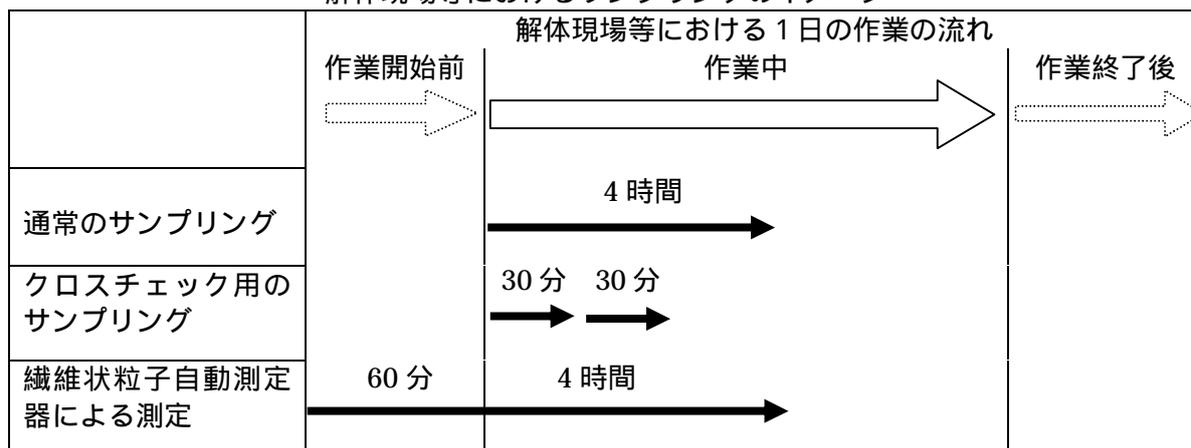
以下の通り、一枚のフィルターを1/8ずつ分割し、各測定方法で分析を行った後、その測定結果を比較した。



### 1.4 繊維状粒子自動測定器 (以下「測定器」という) による測定におけるクロスチェックの具体的な進め方

- (1) 各メーカーで自身の測定器の較正を行う。
- (2) 人工フィルターを作成するときチャンバー内で、並行試験を実施する。  
この時、測定器が表示する数値と人工フィルターを使用した各測定方法による分析結果を比較し相関性を確認する。
- (3) 較正した測定器を解体現場に持ち込みセキュリティーゾーン前及び集じん出口付近で測定する。

解体現場等におけるサンプリングのイメージ



## 1.5 留意事項

- (1) 1現場あたり2機種で並行試験を行い、全体で各機種が5現場行き渡るように手配する。解体現場は地方自治体からの情報提供に基づいて決定される。そのため現場の割り振りは各メーカーからの意向を確認し、提供できる現場の状況等を踏まえ環境省担当官及び事務局（日新環境調査センター）が決定する。
- (2) 測定時間は解体作業開始の60分前から解体作業開始後4時間までの連続測定とする。
- (3) 測定中は測定値の変化（急激に上昇した等）にも留意するとともに、測定場所の環境変化（作業員の出入り、作業方法の変更など）を記録する。
- (4) 測定データは4時間の平均値ではなく、経時変化がわかるようにする。
- (5) 測定器にはバックアップフィルターを装備する。

## 1.6 繊維状粒子自動測定器メーカー打合せ 議事概要

- (1) 日 時：平成22年9月30日（木） 14:00～16:00
- (2) 場 所：日清紡ホールディングス株式会社 本社 アネックス 2階201会議室
- (3) 出席者（敬称略）：  
検討会委員：小西委員  
環 境 省：水・大気環境局 大気環境課 山口技官  
繊維状粒子自動測定器メーカー：柴田科学(株) 霜村、乾谷、(株)ウエスト 小西  
(株)ハットリ工業 犬塚、柴田、アエモテック(株) 横山、樋口  
事 務 局：(株)日新環境調査センター

### (4) 議事概要：

#### 事務局より概要説明

- ・ 平成22年6月に公表したアスベストモニタリングマニュアル第4.0版では、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及び繊維状粒子自動測定器による測定の4つの方法を「紹介」という形で取り上げた。これらの方法は現時点で従来の測定方法と比較して必ずしも十分な知見が確立されていない部分もあり、また、同一のフィルターを各測定方法で測定しクロスチェックを行ったところ、定量的な観点からは十分な一致は見られなかった。そのため今年度は各測定方法のクロスチェックを行い、それらの感度や精度について確認する。
- ・ 繊維状粒子自動測定器については柴田科学(株)、(株)ウエスト、(株)ハットリ工業及びアエモテック(株)の4社についてクロスチェックを行う。
- ・ 解体現場のセキュリティゾーン前及び集じん出口で30分×2回サンプリングした検体(10現場：合計20検体、20検体は予備として保管)と小西委員の実験室(チャンバー内)で発生させたアスベストをフィルターで捕集することで作成した人工検体をクロスチェックのサンプルとする。
- ・ 1枚のフィルターを8分割し、それぞれの方法で分析する。可搬型等の分析走査電子顕微鏡法は日本電子製、日立ハイテック製、テクネクス工房製の3機種で分析する。
- ・ 繊維状粒子自動測定器による測定のクロスチェックは人工フィルター作成時並びに解体現場において行う。解体現場では2機種で並行測定を実施し、全体で各機種が5現場行き渡るように手配する。解体現場の測定では測定値の変化(急激に上昇した等)にも留意するとともに、測定場所の環境変化(作業員の出入り、作業方法の変更など)を記録する。
- ・ 測定器にはバックアップフィルターを装備し、測定時間は解体作業開始の30分前から解体作業開始後4時間までの連続測定を行い、測定データは4時間の平均値ではなく、経時変化がわかるようにする。

#### 小西委員よりアスベストモニタリングマニュアル第 4.0 版についての説明

- ・ 解体現場でのクロスチェック用試料の捕集は、10 L/分で30分、300 L採取を2回、セキュリティゾーン前及び集じん出口にて行う。集じん出口が複数ある場合は排気量が最も多い1箇所測定し、排出口が2階以上の場合はその真下で採取する。採取場所は面速に合わせた位置で採取する。
- ・ 繊維状粒子自動測定器にはバックアップフィルターとして、白色メンブランフィルター（孔径 0.8 μm）が付いていること。バックアップフィルターは他の方法で分析する可能性がある。
- ・ 測定結果の取り扱いは、作業中の測定値から作業開始前の数値を引いた値とする。各メーカーの測定器により異なる数値がでるようでは困る。安全側に設定されているので、数値が高くでる可能性はある。
- ・ チャンバー内で人工検体を作成する際に各社の自動測定器で測定し、PCM法の測定値と比較する。
- ・ 解体現場における試験は1社5現場（1現場当たり2社とする）1現場でセキュリティゾーン前及び集じん出口にて行う。マニュアルでは作業開始30分前から測定となっているが、1時間前から測定を開始し、作業開始後4時間測定する。測定器メーカーと日新環境で時間を合わせ、作業開始時を0とし、以下のように測定値を算出する。
  - - 60分～- 30分の平均繊維数濃度
  - - 30分～0分の平均繊維数濃度
  - 0分～30分の平均繊維数濃度
  - 30分以降～測定終了までの30分間隔の平均繊維数濃度
- ・ 又、横軸に時間、縦軸に表示値をグラフ化して提出する。30分平均の1/10で、最低3分毎の数値をグラフ化する。
- ・ 解体現場での測定スペースは狭い可能性があるため、帯電防止剤を塗ったチューブを用意し、測定位置・高さを合わせる。除じん装置出口は面速を合わせた位置で測定する。又、風下で測定すること。1現場は1社2名位まで。現場に駐車場は無い可能性もある。

#### 質疑応答、その他

- ・ チャンバー内の測定について、各社の準備状況はどうか？すぐに測定できるか？  
各社とも大丈夫で、10月18日の週からチャンバー内試験を行う予定。4機種同時に数日間で行う。各社にメーカー名と通し番号を記入したバックアップフィルターを20+用意してもらう。バックアップフィルターの分析は必要に応じて実施。
- ・ 解体現場は11月、12月頃に測定。大防上は14日前に届出となっているので、7～10日前に各社に連絡するようにする。対象の石綿の種類、%はわかるはずである。
- ・ 現場の電源の借用の可否、電源までの距離（コードリール）計測者が準備しなければいけない物等、確認する。又、測定器にバッテリー内蔵か。どこの地域が測定対応可能か。連絡先等、各社にアンケートする。
- ・ 現場に行く測定者には、できるだけ石綿の特別教育を受けてもらう。
  
- ・ 異常時の連絡体制はどうするか？  
自動測定器メーカーの測定者から日新環境の測定者に報告し、日新環境から解体現場の現場代理人（作業主任者）に報告する。10 f / L の10倍を異常値とする。小西委員及び日新環境の小島は、できるだけ解体現場の測定に行くようにする。
- ・ アエモテック株の有機物除去装置は使用しない。PCMと同じレベルで比較するので、総繊維濃度を測定する。
- ・ 環境省が業務依頼文を作成し、各社の代表者等に送ることとする。
- ・ 検討会開催時に各メーカーにオブザーバーとして必要に応じて参加していただく。

- ・ 解体現場での測定器の位置関係・計測状況等写真を撮影する。除じん装置のフィルターを交換した時間等を記録する。
- ・ 解体現場では防じんマスク・ヘルメット・安全靴・安全帯・ライト・養生テープ等準備する。現場への立ち入り条件も確認する。

#### 1.7 可搬等の分析走査電子顕微鏡メーカー打合せ 議事概要

(1) 日 時：平成 22 年 10 月 26 日(火) 14:00～16:00

(2) 場 所：横浜市環境科学研究所 2 階会議室

(3) 出席者(敬称略)：

検討会委員：平野委員

環 境 省：水・大気環境局 大気環境課 山口技官

可搬型等の分析走査電子顕微鏡メーカー：日本電子(株) 高橋、鈴木、  
(株)日立ハイテクノロジーズ 市川、(株)テクネクス工房 大野、吉岡

事 務 局：(株)日新環境調査センター

(4) 議事概要：

事務局より概要説明

- ・ 平成 22 年 6 月に公表したアスベストモニタリングマニュアル第 4.0 版では、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及び繊維状粒子自動測定器による測定の方法を「紹介」という形で取り上げた。これらの方法は現時点で従来の測定方法と比較して必ずしも十分な知見が確立されていない部分もあり、また、同一のフィルターを各測定方法で測定しクロスチェックを行ったところ、定量的な観点からは十分な一致は見られなかった。そのため今年度は各測定方法のクロスチェックを行い、それらの感度や精度について確認する。
- ・ 可搬型等の分析走査電子顕微鏡については日本電子(株)、(株)日立ハイテクノロジーズ及び(株)テクネクス工房の 3 社についてクロスチェックを行う。
- ・ 解体現場のセキュリティゾーン前及び集じん出口で 30 分×2 回サンプリングした検体(10 現場：合計 20 検体、20 検体は予備として保管)と小西委員の実験室(チャンバー内)で発生させたアスベストをフィルターで捕集することで作成した人工検体をクロスチェックのサンプルとする。
- ・ 1 枚のフィルターを 8 分割し、それぞれの方法で分析する。繊維状粒子自動測定器については柴田科学(株)、(株)ウエスト、(株)ハットリ工業及びアエモテック(株)の 4 社についてクロスチェックを行う。
- ・ 可搬型等の分析走査電子顕微鏡については大型の電子顕微鏡と比較し、性能、解体現場での利便性を確認する。

平野委員よりアスベストモニタリングマニュアル第 4.0 版についての説明

- ・ 標本の作製方法(前処理・蒸着方法)について、試料台への接着はカーボンテープで貼り付けると、試料面に凹凸が生じて測定に影響を及ぼす可能性があるため、カーボンペースト法で行う。金蒸着、金パラジウム蒸着、白金パラジウム蒸着を行い、カーボン蒸着はだめである。
- ・ アスベスト繊維の計数方法で計数対象繊維は長さ 5 $\mu$ m 以上、幅 0.2 $\mu$ m 以上 3 $\mu$ m 未満、アスペクト比 3 以上とし、マニュアルの繊維数の判定方法(17、18 頁)に従い計数する。粒子が付着している繊維は粒子を無視して計数する。
- ・ 倍率は 1,000 倍とし、シートメッシュ等を使い、モニターの視野面積を正確に算出しておく。
- ・ マニュアルの 27 頁を参考に、検鏡した視野数が 300 視野になるまで、あるいはアスベスト繊維数が 40 本以上になるまで行う。(40 本に達した場合、その視野は最後まで計数すること。)

- ・ 繊維の長さや幅、EDS 分析結果よりアスベスト等の繊維の種類を記録する。写真を撮影した繊維については印をつける。1 試料で 5 枚以上、写真及びスペクトルを記録する。どのような繊維が多かったか等もわかるように写真を撮影しておく。
- ・ 疑問及び判断に迷った場合等は、写真やスペクトルを委員又は事務局に提出し相談する。

#### 標本の作製方法（カーボンペースト法）について

- ・ 平野委員にカーボンペースト法による標本の作製方法を実演してもらい教わる。

#### 質疑応答、その他

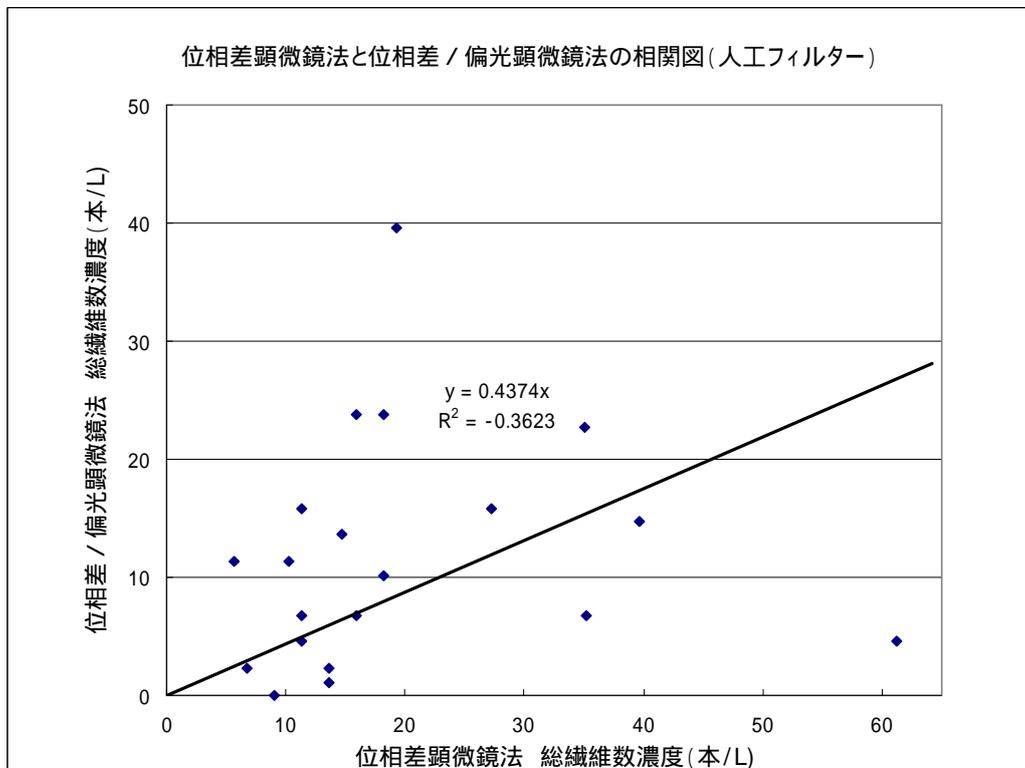
- ・ 平野委員より実際の測定事例について、色々なスライドにて教わる。
- ・ 試料の送付の際に、事務局でシートメッシュ、アスベストの標準サンプル及び記録表を用意し同封する。

## 2. クロスチェックの測定結果一覧表

### 2.1 位相差 / 偏光顕微鏡法

#### 人工フィルター

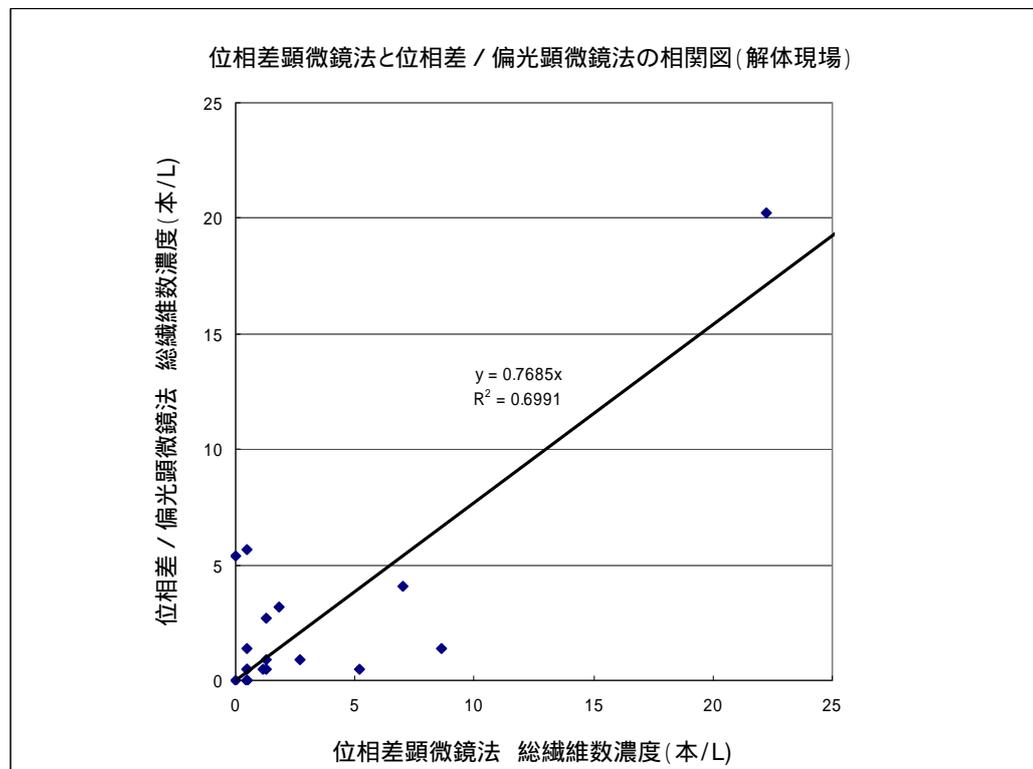
試料番号		混入物	吸引 空気量 (L)	位相差顕微鏡法 小西委員実施			位相差 / 偏光顕微鏡法				
				視野数	総繊維数 (本)	総繊維数 濃度 (本/L)	アスベスト種類 (本/L)				アスベスト 濃度 (本/L)
							クリソタイル	クロシドライト	アモサイト	角閃石不明	
No.5	人工フィルター	クリソタイル	120	100	61	4.5	2.27		1.13		3.4
No.6	"	クリソタイル	120	100	35	23			12.46		12
No.7	"	クリソタイル	120	100	19	40	22.66		5.67	1.13	29
No.8	"	クリソタイル・アモサイト	120	100	27	16	5.67		7.93		14
No.9	"	クリソタイル・アモサイト	120	100	16	24	2.27		9.06	7.93	19
No.10	"	クリソタイル・アモサイト	120	100	16	6.8		4.53			4.5
No.11	"	アモサイト	120	100	11	16				14.73	15
No.12	"	アモサイト	120	100	35	6.8		4.53	1.13	1.13	6.8
No.13	"	アモサイト	120	100	9.1	ND					ND
No.14	"	アモサイト・クロシドライト	120	100	40	15			6.8	3.4	10
No.15	"	アモサイト・クロシドライト	120	100	11	4.5			3.4	1.13	4.5
No.16	"	アモサイト・クロシドライト	120	100	10	11			3.4	6.8	10
No.21	"	トリモライト・ロックウール	120	100	18	24		4.53	3.4	14.73	23
No.22	"	トリモライト・ロックウール	120	100	11	6.8		2.27	2.27	1.13	5.7
No.23	"	トリモライト・ロックウール	120	100	15	14		7.93		4.53	12
No.24	"	クリソタイル・トリモライト・ロックウール	120	100	14	2.3			2.27		2.3
No.25	"	クリソタイル・トリモライト・ロックウール	120	100	6.8	2.3			2.27		2.3
No.26	"	クリソタイル・トリモライト・ロックウール	120	100	18	10			5.67	3.4	9.1
No.27	"	ワラストライト・ロックウール	120	100	5.7	11		2.27		3.4	5.7
No.28	"	ワラストライト・ロックウール	120	100	14	1.1					ND



解体現場（30分採取フィルター）

試料番号				位相差顕微鏡法 日新環境調査センター実施			位相差 / 偏光顕微鏡法				
				視野数	総繊維数 (本)	総繊維数 濃度 (本/L)	総繊維数 濃度 (本/L)	アスベスト種類 (本/L)			アスベスト 濃度 (本/L)
							クリソタイル	クロシドライト	アモサイト	角閃石不明	
No.1	相模原市	41-セキリティツ-ン前	300	100	1	0.45	1.4		0.45		0.45
No.2	"	41-集じん出口	300	100	0	ND	5.4				ND
No.3	愛知県	42-セキリティツ-ン前	300	100	1	0.45	0.45				ND
No.4	"	42-集じん出口	300	100	1	0.45	ND				ND
No.17	新潟県	43-セキリティツ-ン前	300	100	1	0.45	5.7		2.3		2.3
No.18	"	43-集じん出口	300	100	1	0.45	0.45				ND
No.19	大阪府	44-セキリティツ-ン前	300	100	3	1.3	0.45				ND
No.20	"	44-集じん出口	300	100	0	ND	ND				ND
No.29	長野県	45-セキリティツ-ン前	300	100	4	1.8	3.2				ND
No.30	"	45-集じん出口	300	100	3	1.3	2.7				ND
No.31	新宿区	46-セキリティツ-ン前	300	100	6	2.7	0.90				ND
No.32	"	46-集じん出口	300	100	2.5	1.1	0.45				ND
No.33	東村山市	47-セキリティツ-ン前	300	100	15.5	7.0	4.1		0.45		0.45
No.34	"	47-集じん出口	300	100	11.5	5.2	0.45				ND
No.35	静岡県	48-セキリティツ-ン前	300	100	49	22	20	8.1	11		19
No.36	"	48-集じん出口	300	100	3	1.3	0.9		0.45		0.45
No.37	名古屋市	49-セキリティツ-ン前	300	100	1	0.45	ND				ND
No.38	"	49-集じん出口	300	100	1	0.45	ND				ND
No.39	山形県	50-セキリティツ-ン前	300	100	19	8.6	1.4				ND
No.40	"	50-集じん出口	300	100	1	0.45	ND				ND

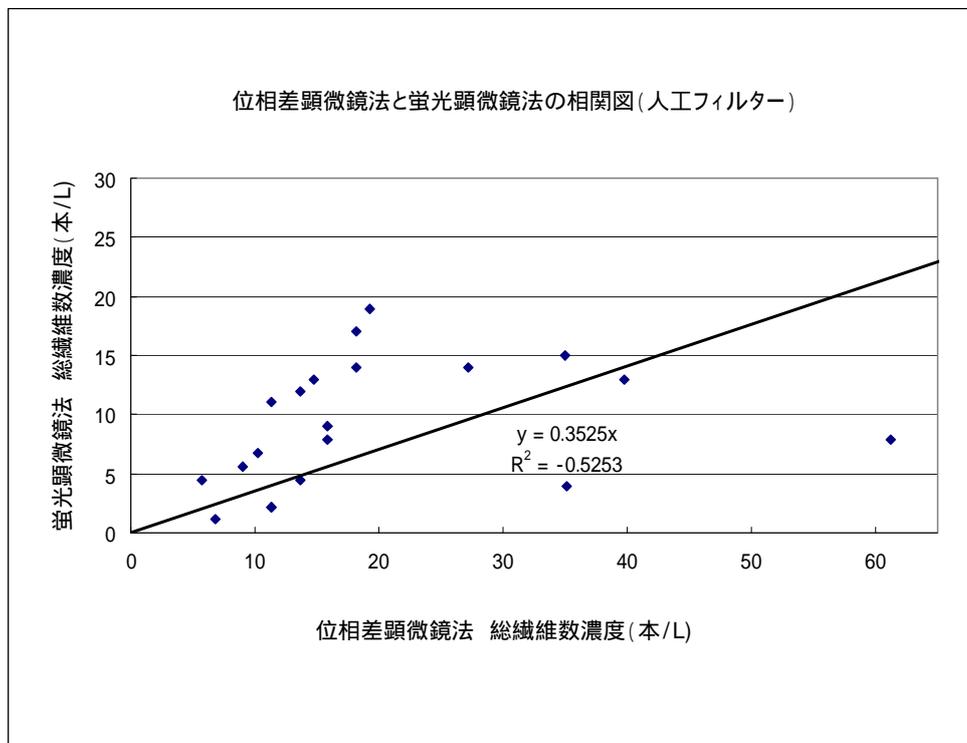
繊維が非常に細く、アモサイトとクロシドライトの区別ができなかった繊維は、正確を期す為、角閃石不明とした。



## 2.2 蛍光顕微鏡法

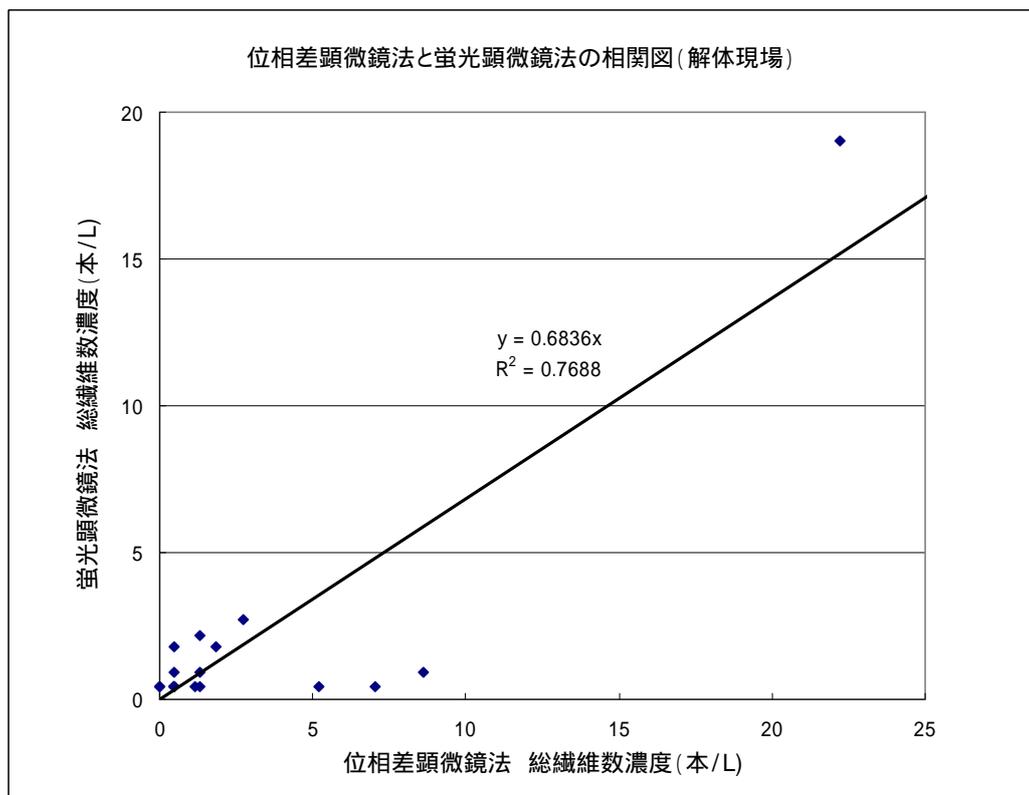
### 人工フィルター

試料番号 混入物			吸引 空気量 (L)	位相差顕微鏡法 小西委員実施			蛍光顕微鏡法				
				視野数	総繊維 数 (本)	総繊維数 濃度 (本/L)	視野数	検出繊維数 (本)			アスベスト 濃度 (本/L)
角閃石	クリソタイル	合計									
No.5	人工フィルター	クリソタイル	120	100		61	100	0	7	7	7.9
No.6	"	クリソタイル	120	100		35	100	8	6	14	15
No.7	"	クリソタイル	120	100		19	100	1	16	17	19
No.8	"	クリソタイル・アモサイト	120	100		27	100	9	4	13	14
No.9	"	クリソタイル・アモサイト	120	100		16	100	4	3	7	7.9
No.10	"	クリソタイル・アモサイト	120	100		16	100	5	3	8	9
No.11	"	アモサイト	120	100		11	100	7	3	10	11
No.12	"	アモサイト	120	100		35	100	2.5	1	3.5	3.9
No.13	"	アモサイト	120	100		9.1	100	4	1	5	5.6
No.14	"	アモサイト・クロソライト	120	100		40	100	2	10	12	13
No.15	"	アモサイト・クロソライト	120	100		11	100	2	0	2	2.2
No.16	"	アモサイト・クロソライト	120	100		10	100	6	0	6	6.8
No.21	"	トモライト・ロックウール	120	100		18	100	13	0	13	14
No.22	"	トモライト・ロックウール	120	100		11	100	2	0	2	2.2
No.23	"	トモライト・ロックウール	120	100		15	100	10	2	12	13
No.24	"	クリソタイル・トモライト・ロックウール	120	100		14	100	9	2	11	12
No.25	"	クリソタイル・トモライト・ロックウール	120	100		6.8	100	0	0	0	< 1.1
No.26	"	クリソタイル・トモライト・ロックウール	120	100		18	100	12	3	15	17
No.27	"	ワラストライト・ロックウール	120	100		5.7	100	4	0	4	4.5
No.28	"	ワラストライト・ロックウール	120	100		14	100	2	2	4	4.5



解体現場（30分採取フィルター）

試料番号	吸引 空気量 (L)	位相差顕微鏡法 日新環境調査センター実施			蛍光顕微鏡法						
		視野数	総繊維 数 (本)	総繊維数 濃度 (本/L)	視野数	検出繊維数 (本)			アスベスト 濃度 (本/L)		
						角閃石	クリソタイル	合計			
No.1	相模原市	41-セキュリティゾーン前	300	100	1	0.45	100	0	0	0	< 0.45
No.2	"	41-集じん出口	300	100	0	ND	100	0	0	0	< 0.45
No.3	愛知県	42-セキュリティゾーン前	300	100	1	0.45	100	4	0	4	1.8
No.4	"	42-集じん出口	300	100	1	0.45	100	0	0	0	< 0.45
No.17	新潟県	43-セキュリティゾーン前	300	100	1	0.45	100	2	0	2	0.9
No.18	"	43-集じん出口	300	100	1	0.45	100	0	1	1	0.45
No.19	大阪府	44-セキュリティゾーン前	300	100	3	1.3	100	2	0	2	0.9
No.20	"	44-集じん出口	300	100	0	ND	100	0	0	0	< 0.45
No.29	長野県	45-セキュリティゾーン前	300	100	4	1.8	100	3	1	4	1.8
No.30	"	45-集じん出口	300	100	3	1.3	100	0	0	0	< 0.45
No.31	新宿区	46-セキュリティゾーン前	300	100	6	2.7	100	6	0	6	2.7
No.32	"	46-集じん出口	300	100	2.5	1.1	100	0	0	0	< 0.45
No.33	東村山市	47-セキュリティゾーン前	300	100	15.5	7.0	100	0	1	1	0.45
No.34	"	47-集じん出口	300	100	11.5	5.2	100	1	0	1	0.45
No.35	静岡県	48-セキュリティゾーン前	300	100	49	22	100	43	0	43	19
No.36	"	48-集じん出口	300	100	3	1.3	100	5	0	5	2.2
No.37	名古屋市中	49-セキュリティゾーン前	300	100	1	0.45	100	0	0	0	< 0.45
No.38	"	49-集じん出口	300	100	1	0.45	100	0	0	0	< 0.45
No.39	山形県	50-セキュリティゾーン前	300	100	19	8.6	100	2	0	2	0.9
No.40	"	50-集じん出口	300	100	1	0.45	100	0	0	0	< 0.45



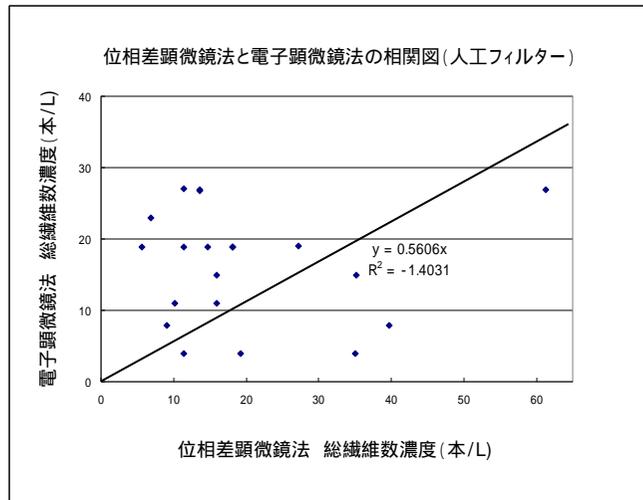


2.4分析走査電子顕微鏡法

人工フィルター

長さ：5 μm以上、幅0.2 μm以上

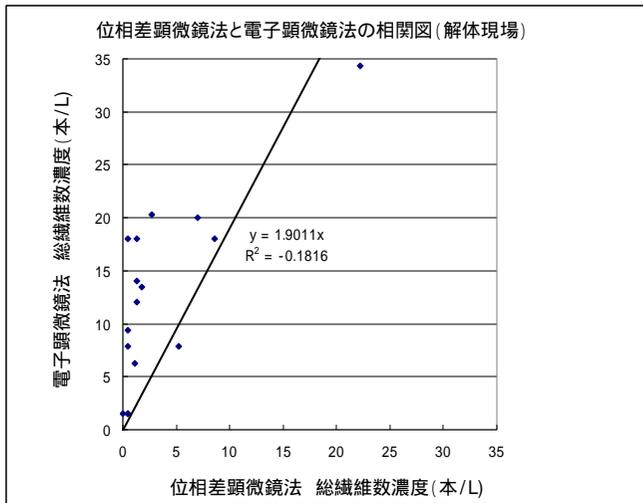
試料番号	混入物	吸引 空気量 (L)	位相差顕微鏡法 小西委員実施			電子顕微鏡法																
			視野数	総繊維数 (本)	総繊維数 濃度 (本/L)	日新環境調査センター																
						視野数	検出繊維数 (本)					繊維数濃度 (本/L)										
							総繊維	クリソタイル	クロシドライト	アモサイト	その他石綿	無機・有機	総繊維	クリソタイル	クロシドライト	アモサイト	その他石綿	無機・有機				
No.5	人工フィルター	クリソタイル	120	100	61	600	7	6		1						27	23			3.9		
No.6	"	クリソタイル	120	100	35	600	1			1						3.9				3.9		
No.7	"	クリソタイル	120	100	19	600	1			1						3.9				3.9		
No.8	"	クリソタイル・アモサイト	120	100	27	600	5	2	1	2						19	7.9	3.9		7.9		
No.9	"	クリソタイル・アモサイト	120	100	16	600	4	3		1						15	11			3.9		
No.10	"	クリソタイル・アモサイト	120	100	16	600	3	1	1	1						11	3.9	3.9		3.9		
No.11	"	アモサイト	120	100	11	600	5	1		4						19	3.9			15		
No.12	"	アモサイト	120	100	35	600	4	2		1				1		15	7.9			3.9		3.9
No.13	"	アモサイト	120	100	9.1	600	2	1		1						7.9	3.9			3.9		
No.14	"	アモサイト・クロシドライト	120	100	40	600	2			2						7.9				7.9		
No.15	"	アモサイト・クロシドライト	120	100	11	600	1			1						3.9				3.9		
No.16	"	アモサイト・クロシドライト	120	100	10	600	3	1		2						11	3.9			7.9		
No.21	"	トモライト・ロックウール	120	100	18	600	5						3	2		19					11	7.9
No.22	"	トモライト・ロックウール	120	100	11	600	7							7		27						27
No.23	"	トモライト・ロックウール	120	100	15	600	5	1					15	4		19	3.9					15
No.24	"	クリソタイル・トモライト・ロックウール	120	100	14	600	7	6					1			27	23					3.9
No.25	"	クリソタイル・トモライト・ロックウール	120	100	6.8	600	6							6		23						23
No.26	"	クリソタイル・トモライト・ロックウール	120	100	18	600	5						2	3		19					7.9	11
No.27	"	ワラストライト・ロックウール	120	100	5.7	600	5	1						4		19	3.9					15
No.28	"	ワラストライト・ロックウール	120	100	14	600	7	1		1				5		27	3.9			3.9		19



解体現場（30分採取フィルター）

長さ：5 μm以上、幅0.2 μm以上

試料番号	吸引空気量 (L)	位相差顕微鏡法 日新環境調査センター実施			電子顕微鏡法																		
		視野数	総繊維数 (本)	総繊維数濃度 (本/L)	視野数	日新環境調査センター						繊維数濃度 (本/L)											
						検出繊維数 (本)						繊維数濃度 (本/L)											
						総繊維	クリソタイル	クロソドライト	アモサイト	その他石綿	無機・有機	総繊維	クリソタイル	クロソドライト	アモサイト	その他石綿	無機・有機						
No.1	相模原市	41-セキュリティゾーン前	300	100	1	0.45	600	1							1	1.5							1.5
No.2	"	41-集じん出口	300	100	0	ND	600	0															
No.3	愛知県	42-セキュリティゾーン前	300	100	1	0.45	600	0															
No.4	"	42-集じん出口	300	100	1	0.45	600	1							1	1.5							1.5
No.17	新潟県	43-セキュリティゾーン前	300	100	1	0.45	600	0															
No.18	"	43-集じん出口	300	100	1	0.45	600	0															
No.19	大阪府	44-セキュリティゾーン前	300	100	3	1.3	600	8							8	12							12
No.20	"	44-集じん出口	300	100	0	ND	600	1							1	1.5							1.5
No.29	長野県	45-セキュリティゾーン前	300	100	4	1.8	600	9	1						8	14	1.5						12
No.30	"	45-集じん出口	300	100	3	1.3	600	9							9	14							14
No.31	新宿区	46-セキュリティゾーン前	300	100	6	2.7	600	13				4			9	20			6.3				14
No.32	"	46-集じん出口	300	100	5	1.1	600	4							4	6.3							6.3
No.33	東村山市	47-セキュリティゾーン前	300	100	15.5	7.0	600	13							13	20							20
No.34	"	47-集じん出口	300	100	11.5	5.2	600	5							5	7.9							7.9
No.35	静岡県	48-セキュリティゾーン前	300	100	49	22	600	22		11	4				7	34		17	6.3				11
No.36	"	48-集じん出口	300	100	3	1.3	600	12		1	4				7	18		1.5	6.3				11
No.37	名古屋市	49-セキュリティゾーン前	300	100	1	0.45	600	6							6	9.4							9.4
No.38	"	49-集じん出口	300	100	1	0.45	600	5							5	7.9							7.9
No.39	山形県	50-セキュリティゾーン前	300	100	19	8.6	600	12							12	18							18
No.40	"	50-集じん出口	300	100	1	0.45	600	12							12	18							18



### 3．迅速な測定方法について

#### 3.1位相差 / 偏光顕微鏡法の特徴と測定結果について

##### (1) 装置の型式

ニコン：ECLIPSE LV100-UDM-POL/DS

オリンパス：BX51N-33P-DHP

備考：コンデンサとしてユニバーサル・コンデンサまたは歪のない(=アイソジャイヤー(干渉像の暗黒帯)が視野の中心に来る)位相差用コンデンサを装着した偏光顕微鏡。同一視野の位相差顕微鏡観察と偏光顕微鏡観察が可能。

##### (2) 手法の概要

上記顕微鏡の位相差モード(ターレットをリング状絞りにして位相差用対物レンズで観察、観察倍率：400倍)によって繊維を確認すると、ターレット・対物レンズを偏光モードに切り替えその繊維の光学的諸特性を観察しアスベスト・非アスベストの同定を行なう。分解能の限界はあるが $1\mu\text{m}$ 以下の微細繊維の同定も可能である。但し繊維の検出下限径は確認されていない。計数視野数は求められる検出下限濃度に応じて設定する。工事開始後出来るだけ迅速に漏えいの有無を判定するためサンプリング時間は30分と設定した場合、今仮に敷地境界濃度：10本/Lを基準濃度にする、観察視野数：50ではアスベスト繊維を12本検出すると基準濃度超過となる。また観察視野数：100では23本検出で基準超過となるので、解体現場での分析時にはその時点で計数を終える。

(長所：迅速な分析、電子顕微鏡と比較して装置が低価格、繊維計数・同定のトレーニングと継続的な精度管理で一定の測定精度を保つことが可能。

短所：分解能の限界。)



ポラライザ  
コンデンサ  
回転式ステージ  
対物レンズ  
鋭敏色検板  
アナライザ  
カメラ

## (3) 結果

## 人工フィルター

試料番号	吸引 空気量 (L)	総繊維 数濃度 (本/L)	アスベ スト濃度 (本/L)	アスベストの種類	
No.5	クリソタイル	120	4.5	3.4	Ch:2.27, AM:1.13
No.6	クリソタイル	120	23	12	AM:12.46
No.7	クリソタイル	120	40	29	Ch:22.66 角閃石アスベスト(AM:5.67 不明:1.13)
No.8	クリソタイル・アモサイト	120	16	14	AM:7.93 Ch:5.67
No.9	クリソタイル・アモサイト	120	24	19	Ch:2.27 角閃石アスベスト(AM:9.06 不明:7.93)
No.10	クリソタイル・アモサイト	120	6.8	4.5	Croc:4.53
No.11	アモサイト	120	16	15	角閃石アスベスト(不明:14.73)
No.12	アモサイト	120	6.8	6.8	角閃石アスベスト(Croc:4.53 AM:1.13 不明:1.13)
No.13	アモサイト	120	ND	ND	
No.14	アモサイト・クロシドライト	120	15	10	角閃石アスベスト(AM:6.80 不明:3.40)
No.15	アモサイト・クロシドライト	120	4.5	4.5	角閃石アスベスト(AM:3.40 不明:1.13)
No.16	アモサイト・クロシドライト	120	11	10	角閃石アスベスト(AM:3.40 不明:6.80)
No.21	トモライト・ロックウール	120	24	23	角閃石アスベスト(Croc:4.53 AM:3.40 不明:14.73)
No.22	トモライト・ロックウール	120	6.8	5.7	角閃石アスベスト(AM:2.27 Croc:2.27 不明:1.13)
No.23	トモライト・ロックウール	120	14	12	角閃石アスベスト(Croc:7.93 不明:4.53)
No.24	クリソタイル・トモライト・ロックウール	120	2.3	2.3	AM:2.27
No.25	クリソタイル・トモライト・ロックウール	120	2.3	2.3	AM:2.27
No.26	クリソタイル・トモライト・ロックウール	120	10	9.1	角閃石アスベスト(AM:5.67 不明:3.40)
No.27	ワラストライト・ロックウール	120	11	5.7	角閃石アスベスト(Croc:2.27 不明:3.40)
No.28	ワラストライト・ロックウール	120	1.1	ND	

## 解体現場(30分採取フィルター)

試料番号	吸引 空気量 (L)	総繊維 数濃度 (本/L)	アスベ スト濃度 (本/L)	アスベストの種類		
No.1	相模原市	41-セキュリティゾーン前	300	1.4	0.45	AM:0.45
No.2	相模原市	41-集じん出口	300	5.4	ND	
No.3	愛知県	42-セキュリティゾーン前	300	0.45	ND	
No.4	愛知県	42-集じん出口	300	ND	ND	
No.17	新潟県	43-セキュリティゾーン前	300	5.7	2.3	AM:2.27
No.18	新潟県	43-集じん出口	300	0.45	ND	
No.19	大阪府	44-セキュリティゾーン前	300	0.45	ND	
No.20	大阪府	44-集じん出口	300	ND	ND	
No.29	長野県	45-セキュリティゾーン前	300	3.2	ND	
No.30	長野県	45-集じん出口	300	2.7	ND	
No.31	新宿区	46-セキュリティゾーン前	300	0.90	ND	
No.32	新宿区	46-集じん出口	300	0.45	ND	
No.33	東村山市	47-セキュリティゾーン前	300	4.1	0.45	AM:0.45
No.34	東村山市	47-集じん出口	300	0.45	ND	
No.35	静岡県	48-セキュリティゾーン前	300	20	19	AM:11.25 Croc:8.1
No.36	静岡県	48-集じん出口	300	0.90	0.45	AM:0.45
No.37	名古屋市	49-セキュリティゾーン前	300	ND	ND	
No.38	名古屋市	49-集じん出口	300	ND	ND	
No.39	山形県	50-セキュリティゾーン前	300	1.4	ND	
No.40	山形県	50-集じん出口	300	ND	ND	

アスベストの種類は Ch : クリソタイル、AM : アモサイト、Croc : クロシドライト



写真 1. 試料 No.5 で検出されたクリソタイル。(位相差像)



写真 2. 試料 No.5 で検出したアモサイト (矢印)。(写真は位相差像)



写真 3. 「写真 2.」を時計回りに 90 度回転させた時の偏光顕微鏡観察（直交ニコル）。  
繊維は対角位で干渉色を示しているが、水平・垂直の方位で消光した。



写真 4. 試料 No.6 で検出されたアモサイト (矢印)。 (写真は位相差像)



写真 5. 「写真 4.」の偏光顕微鏡観察 (直交ニコル)。繊維は対角位で干渉色を示している。

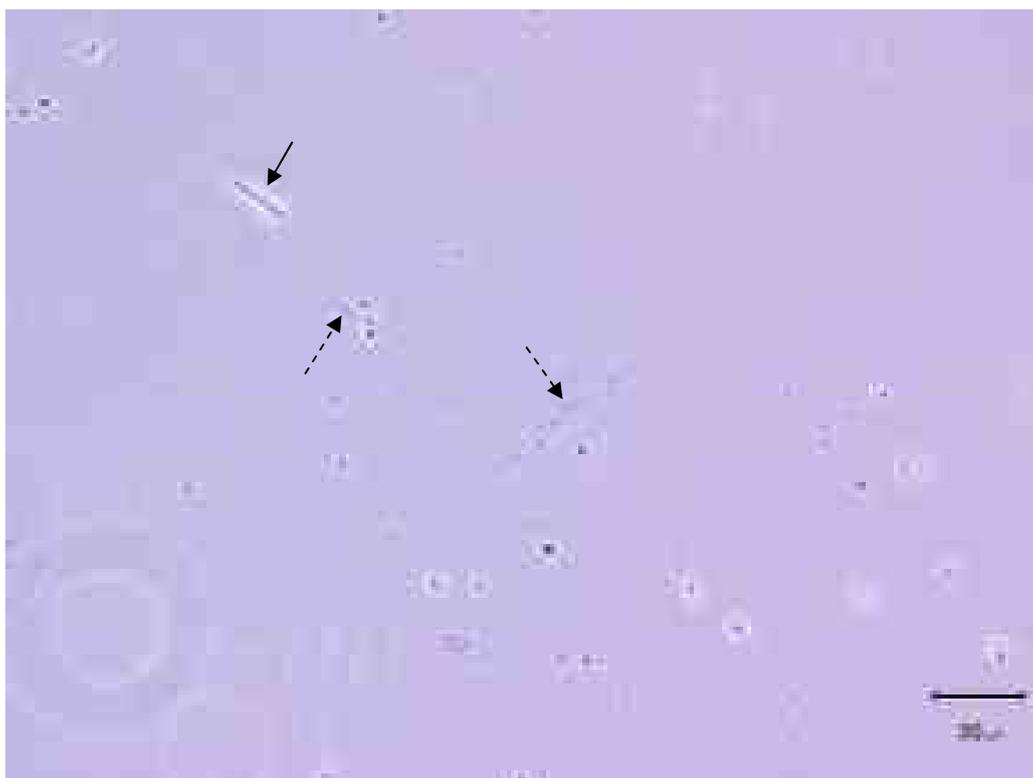


写真 6. 試料 No.7 で検出されたアモサイト（実線矢印）とクリソタイル（点線矢印）。  
（写真は位相差像）



写真 7. 「写真 6.」の偏光顕微鏡観察（直交ニコル）。写真ではクリソタイルが  
判別しにくい各繊維は対角位で干渉色を示している。



写真 8. 試料 No.10 で検出されたクロシドライト（位相差像）。



写真 9. 「写真 8.」の繊維の偏光顕微鏡観察（直交ニコル）。繊維は直消光であったが、対角位ではクロシドライト特有の異常干渉色を示した。

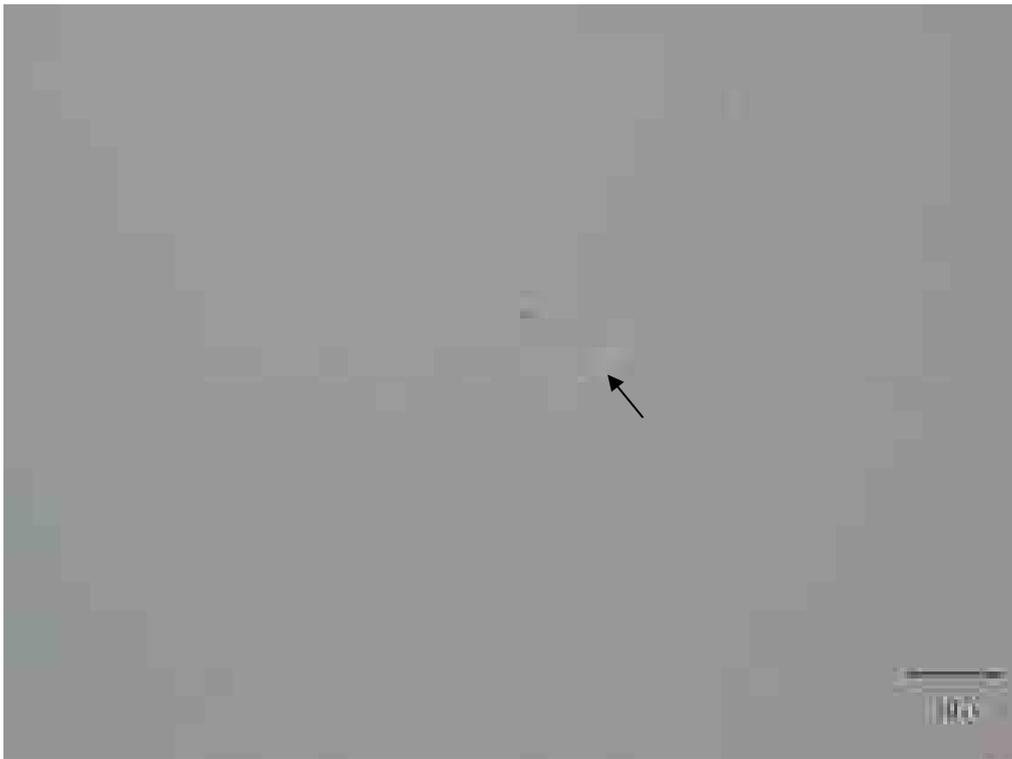


写真 10. 「写真 8.」の繊維の多色性観察。アナライザを 5 度ずらした時の北東 南西方位での干渉色。



写真 11. 「写真 10.」を反時計回りに 90 度回転させた時の干渉色。クロシドライトは繊維全体が暗青色を呈する。

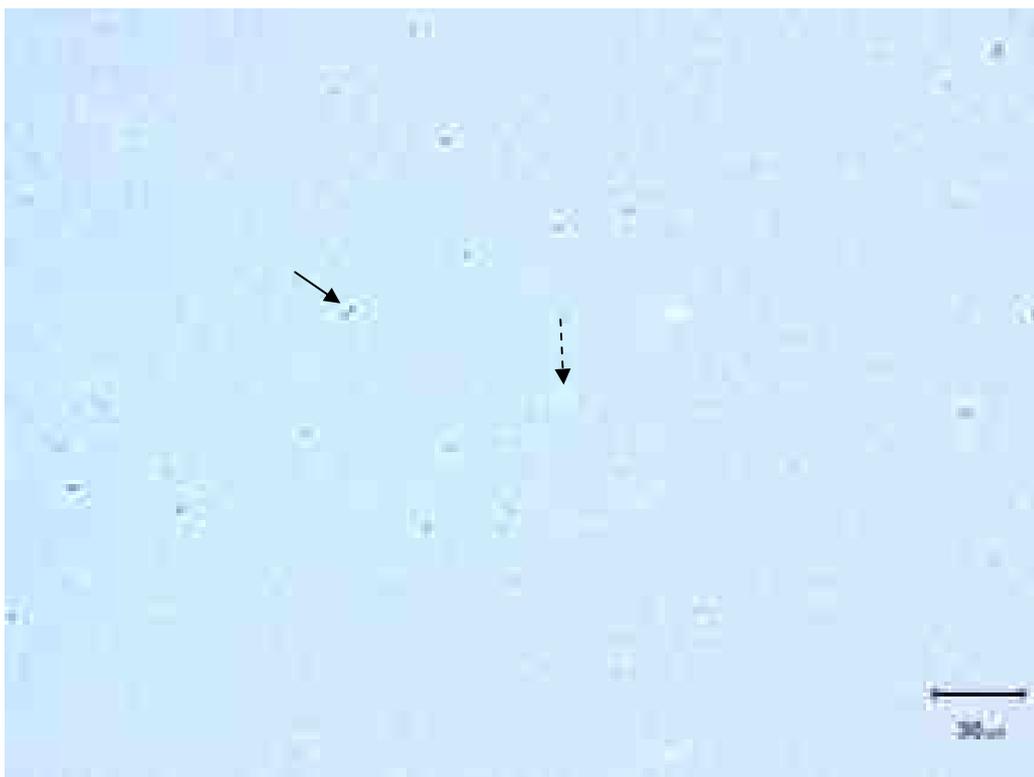


写真 12. 試料 No.11 で検出された繊維（位相差像）。偏光顕微鏡観察で実線矢印の繊維は角閃石系アスベストと判定したが、点線矢印の繊維は非アスベストと判定。



写真 13. 「写真 12.」の偏光顕微鏡観察（直交ニコル）。実線矢印の繊維は直消光であったが、点線矢印の繊維は斜消光を示したので非アスベストと判定。



写真 14. 試料 No.16 で検出された繊維。偏光顕微鏡観察で角閃石系アスベストと判定したが、種類は確定出来なかった。



写真 15. 試料 No.21 で検出された繊維。偏光顕微鏡観察で角閃石系アスベストと判定したが、種類は確定出来なかった。(位相差像)

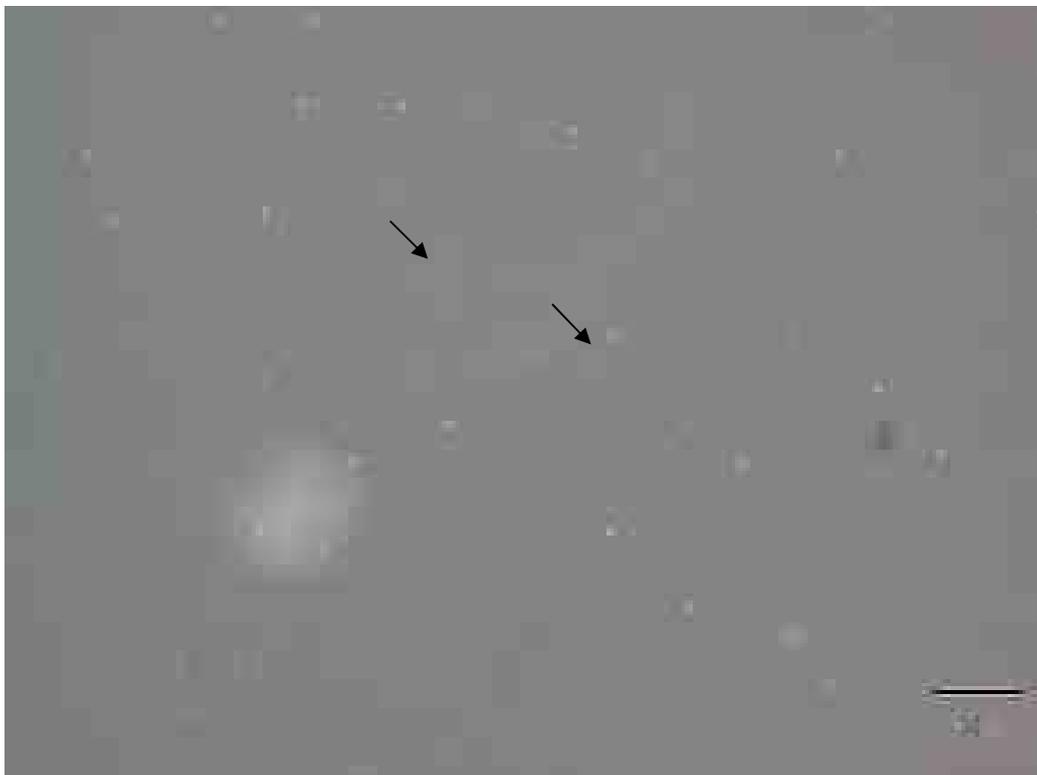


写真 16. 「写真 15.」の繊維の偏光顕微鏡観察（直交ニコル）。直消光を示した。

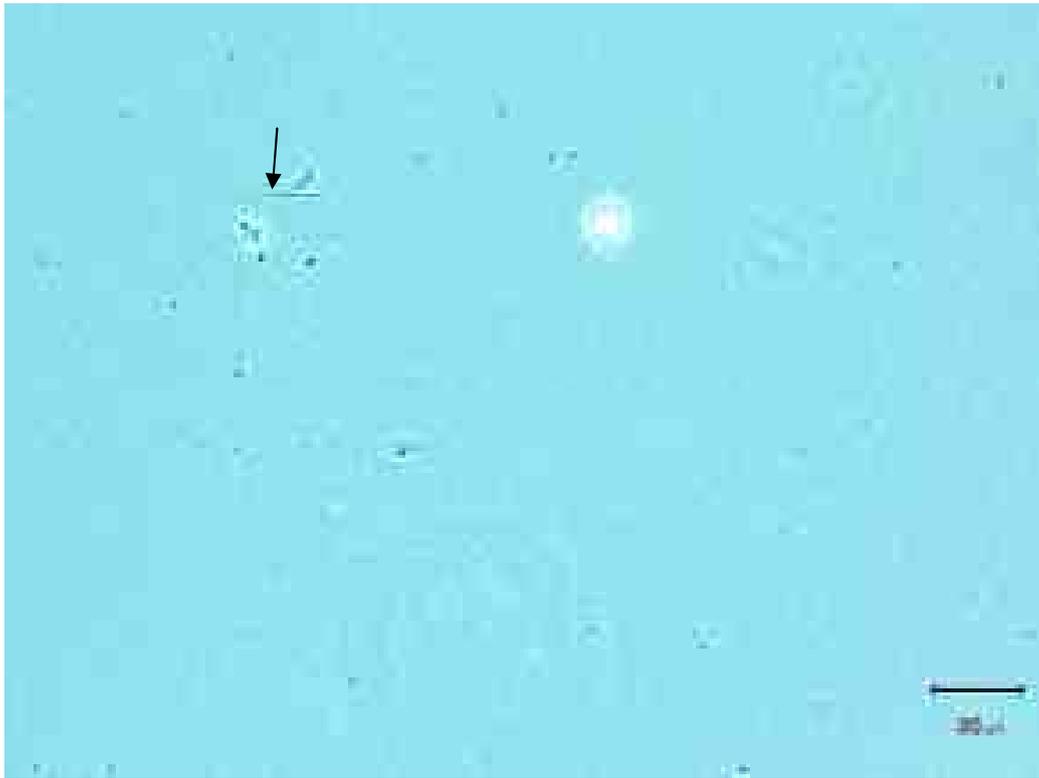


写真 17. 試料 No.23 で検出されたクロシドライト。(位相差像)

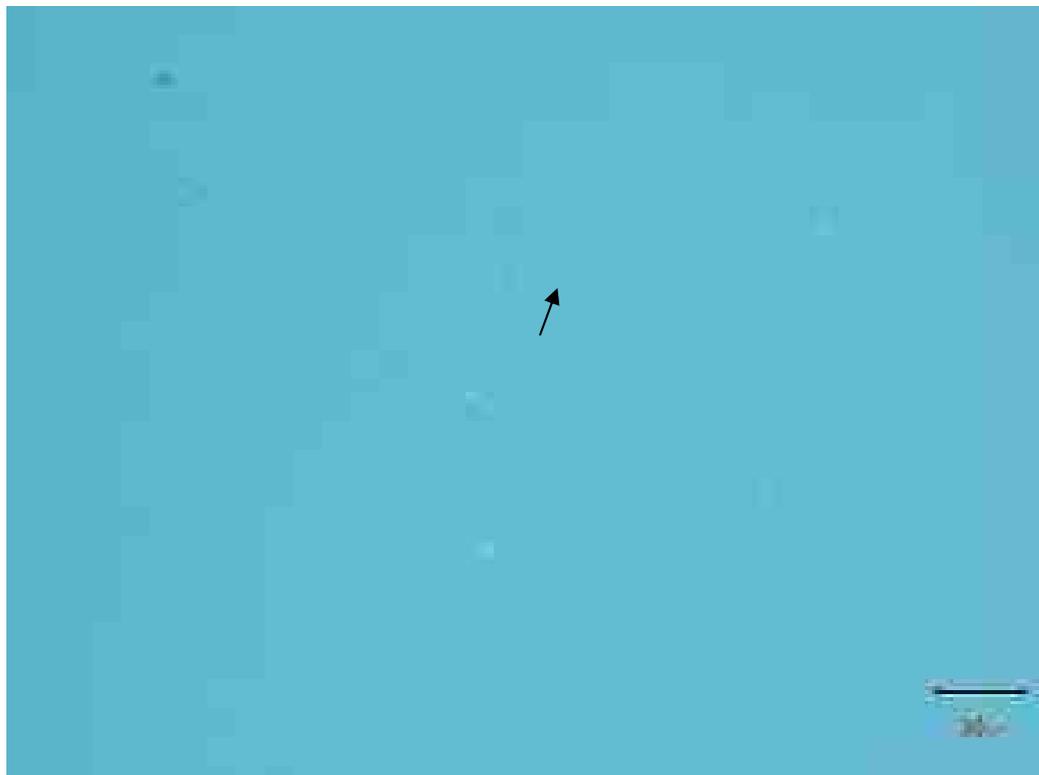


写真 18. 「写真 17.」の繊維の多色性観察。北西 南東の方位でクロシドライト特有の暗青色を呈した。

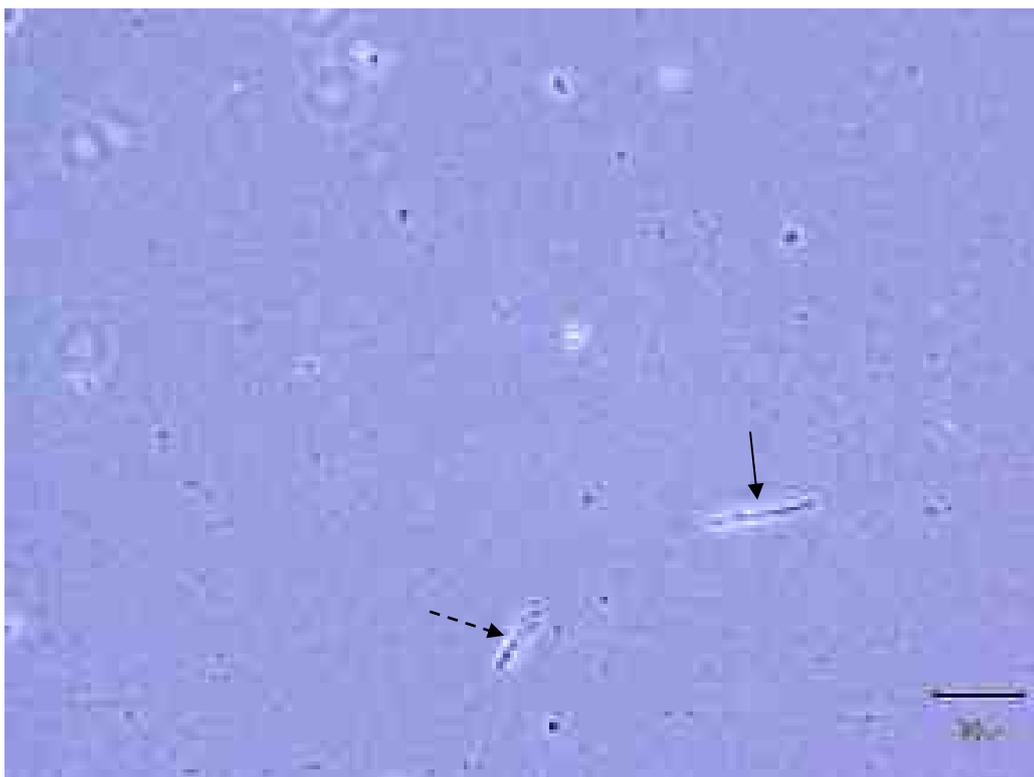


写真 19. 試料 No.35 で検出されたアモサイト（実線矢印）とクロシドライト（点線矢印）（位相差像）



写真 20. 「写真 19.」の偏光顕微鏡観察（直交ニコル）。アモサイト（実線矢印）は対角位で干渉色を呈しているが、クロシドライト（点線矢印）は南北の方位で消光している。

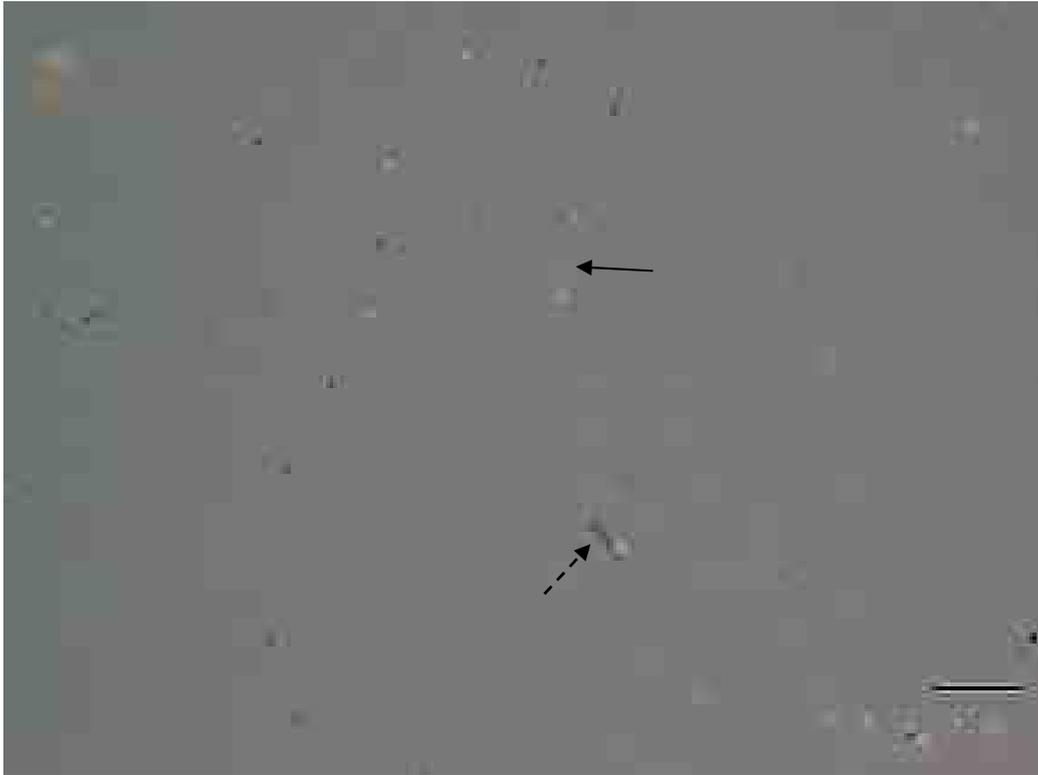


写真 21. 「写真 19.」を反時計回りに約 90 度回転させて多色性観察を行なった。クロシドライト（点線矢印）は北西 南東方位で暗青色を呈している。アモサイト（実線矢印）は南北の方位でほぼ消光しているが、ステージを回転させて色合いを調べると両対角位で色合いの変化はなかった（白色）。

### 3.2 蛍光顕微鏡法の特徴と測定結果について

#### (1) 概要

(株)日新環境調査センターより提供された大気捕集フィルター(30 検体、チャンバー内で発生させたアスベストを捕集した人工検体を含む)を用いて、『アスベストモニタリングマニュアル 第 4.0 版』(以下、AMM と略記)記載の「蛍光顕微鏡法」によりアスベストの測定を行った。

#### (2) 測定用試薬および使用機材

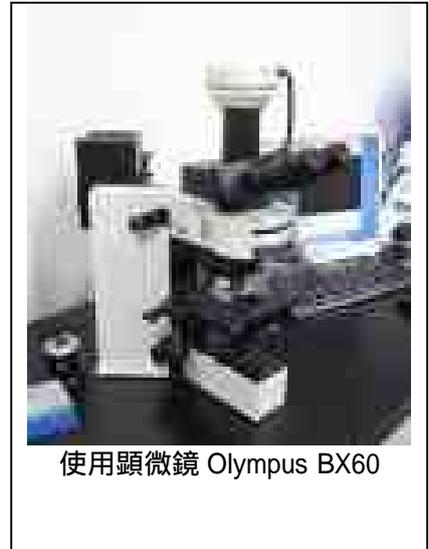
以下に、使用した試薬および器具を示す。

##### 【測定用試薬】

AMM(「蛍光顕微鏡法」、p.64～)記載の試薬(シリコンバイオ社から供給)。ただし、アスベスト種別判定用の試薬改良により、極細ガラス繊維、ケイ酸アルミ繊維は陰性となっている。また、蛍光試薬が変更になり、赤～橙の繊維を角閃石、緑～黄緑の繊維をクリソタイルとすることとなっている(末尾補足資料)。

##### 【使用器材】

- (1) 蛍光顕微鏡 Olympus BX60 (対物レンズ: Olympus UPlanFL N x40/0.75 Ph2、蛍光フィルター: Dual 用(OMEGA 社 XF52 相当品)、CCD カメラ: Olympus DP70)
- (2) スライドガラス (S1111 白縁磨 No.1, MATSUNAMI)
- (3) カバーガラス (18x18mm, MATSUNAMI)
- (4) 200  $\mu$ l 用マイクロピペット(ギルソン)
- (5) ピンセット
- (6) 吸収パッド (M-085 37mm, ADVANTEC)



使用顕微鏡 Olympus BX60

#### (3) 測定方法

AMM(p.64～72)「蛍光顕微鏡法」に記載の方法で実施。

#### (4) 繊維濃度の算出

以下の式から算出した(アスベストモニタリングマニュアル第 4.0 版に準拠)

$$F_c = A \times N_f / (a \times n \times V)$$

- $F_c$  : アスベスト繊維数濃度 (本/L)  
 $A$  : メンブレンフィルターの有効面積; 961.625 (mm<sup>2</sup>)  
 $N_f$  : 蛍光顕微鏡法で計数した繊維数 (本)  
 $a$  : 視野範囲(アイピースグレイティクル)の面積; 0.07065 (mm<sup>2</sup>)  
 $n$  : 計数した視野数; 100  
 $V$  : 吸引空気量; 300 又は 120 (L)

(5) 結果

検出下限値は、吸引量が 300L の場合、0.45(本/L)で、吸引量が 120L の場合、1.1(本/L)となる。

人工フィルター

試料番号			吸引 空気量 (L)	蛍光顕微鏡法				
				視野数	検出繊維数(本)			アスベスト濃度 (本/L)
		角閃石	クリソタイル		合計			
No.5	人工フィルター	クリソタイル	120	100	0	7	7	7.9
No.6		クリソタイル	120	100	8	6	14	15
No.7		クリソタイル	120	100	1	16	17	19
No.8		クリソタイル・アモサイト	120	100	9	4	13	14
No.9		クリソタイル・アモサイト	120	100	4	3	7	7.9
No.10		クリソタイル・アモサイト	120	100	5	3	8	9.0
No.11		アモサイト	120	100	7	3	10	11
No.12		アモサイト	120	100	2.5	1	3.5	3.9
No.13		アモサイト	120	100	4	1	5	5.6
No.14		アモサイト・クロソドライト	120	100	2	10	12	13
No.15		アモサイト・クロソドライト	120	100	2	0	2	2.2
No.16		アモサイト・クロソドライト	120	100	6	0	6	6.8
No.21		トレモライト・ロックウール	120	100	13	0	13	14
No.22		トレモライト・ロックウール	120	100	2	0	2	2.2
No.23		トレモライト・ロックウール	120	100	10	2	12	13
No.24		クリソタイル・トレモライト・ロックウール	120	100	9	2	11	12
No.25		クリソタイル・トレモライト・ロックウール	120	100	0	0	0	< 1.1
No.26		クリソタイル・トレモライト・ロックウール	120	100	12	3	15	17
No.27		ワラストライト・ロックウール	120	100	4	0	4	4.5
No.28		ワラストライト・ロックウール	120	100	2	2	4	4.5

解体現場(30分採取フィルター)

試料番号			吸引 空気量 (L)	蛍光顕微鏡法				
				視野数	検出繊維数(本)			アスベスト濃度 (本/L)
		角閃石	クリソタイル		合計			
No.1	相模原市	41-セキュリティゾーン前	300	100	0	0	0	< 0.45
No.2		41-集じん出口	300	100	0	0	0	< 0.45
No.3	愛知県	42-セキュリティゾーン前	300	100	4	0	4	1.8
No.4		42-集じん出口	300	100	0	0	0	< 0.45
No.17	新潟県	43-セキュリティゾーン前	300	100	2	0	2	0.90
No.18		43-集じん出口	300	100	0	1	1	0.45
No.19	大阪府	44-セキュリティゾーン前	300	100	2	0	2	0.90
No.20		44-集じん出口	300	100	0	0	0	< 0.45
No.29	長野県	45-セキュリティゾーン前	300	100	3	1	4	1.8
No.30		45-集じん出口	300	100	0	0	0	< 0.45
No.31	新宿区	46-セキュリティゾーン前	300	100	6	0	6	2.7
No.32		46-集じん出口	300	100	0	0	0	< 0.45
No.33	東村山市	47-セキュリティゾーン前	300	100	0	1	1	0.45
No.34		47-集じん出口	300	100	1	0	1	0.45
No.35	静岡県	48-セキュリティゾーン前	300	100	43	0	43	19
No.36		48-集じん出口	300	100	5	0	5	2.2
No.37	名古屋市	49-セキュリティゾーン前	300	100	0	0	0	< 0.45
No.38		49-集じん出口	300	100	0	0	0	< 0.45
No.39	山形県	50-セキュリティゾーン前	300	100	2	0	2	0.90
No.40		50-集じん出口	300	100	0	0	0	< 0.45



<b>試料番号: No.1</b>	
アスベスト濃度(本/L)	< 0.45
検出繊維数(本)	0
(赤)角閃石	0
(緑)クリソタイル	0



<b>試料番号: No.2</b>	
アスベスト濃度(本/L)	< 0.45
検出繊維数(本)	0
(赤)角閃石	0
(緑)クリソタイル	0



<b>試料番号: No.3</b>	
アスベスト濃度(本/L)	1.8
検出繊維数(本)	4
(赤)角閃石	4
(緑)クリソタイル	0



<b>試料番号: No.4</b>	
アスベスト濃度(本/L)	< 0.45
検出繊維数(本)	0
(赤)角閃石	0
(緑)クリソタイル	0



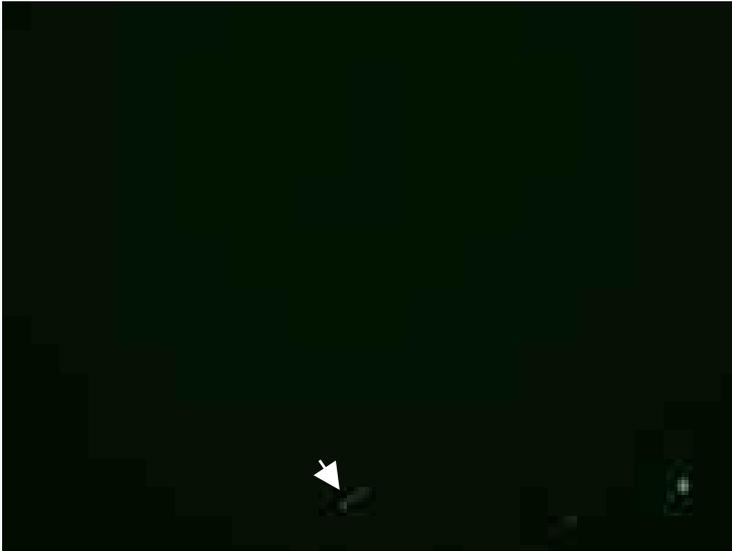
<b>試料番号: No.5</b>	
アスベスト濃度(本/L)	7.9
検出繊維数(本)	7
(赤)角閃石	0
(緑)クリソタイル	7

クリソタイルと見られる繊維状物質  
(左図矢印)



<b>試料番号: No.6</b>	
アスベスト濃度(本/L)	15
検出繊維数(本)	14
(赤)角閃石	8
(緑)クリソタイル	6

角閃石アスベストと見られる繊維  
状物質(左図矢印)



<b>試料番号: No.7</b>	
アスベスト濃度(本/L)	19
検出繊維数(本)	17
(赤)角閃石	1
(緑)クリソタイル	16

クリソタイルと見られる繊維状物質  
(左図矢印)



<b>試料番号: No.8</b>	
アスベスト濃度(本/L)	14
検出繊維数(本)	13
(赤)角閃石	9
(緑)クリソタイル	4

角閃石アスベストと見られる繊維  
状物質(左図矢印)



<b>試料番号: No.9</b>	
アスベスト濃度(本/L)	7.9
検出繊維数(本)	7
(赤)角閃石	4
(緑)クリソタイル	3

角閃石アスベストと見られる繊維  
状物質(左図矢印)



<b>試料番号: No.10</b>	
アスベスト濃度(本/L)	9.0
検出繊維数(本)	8
(赤)角閃石	5
(緑)クリソタイル	3

角閃石アスベストと見られる繊維状物質(左図矢印)



<b>試料番号: No.11</b>	
アスベスト濃度(本/L)	11
検出繊維数(本)	10
(赤)角閃石	7
(緑)クリソタイル	3

角閃石アスベストと見られる繊維状物質(左図矢印)



<b>試料番号: No.12</b>	
アスベスト濃度(本/L)	3.9
検出繊維数(本)	3.5
(赤)角閃石	2.5
(緑)クリソタイル	1

角閃石アスベストと見られる繊維状物質(左図矢印)



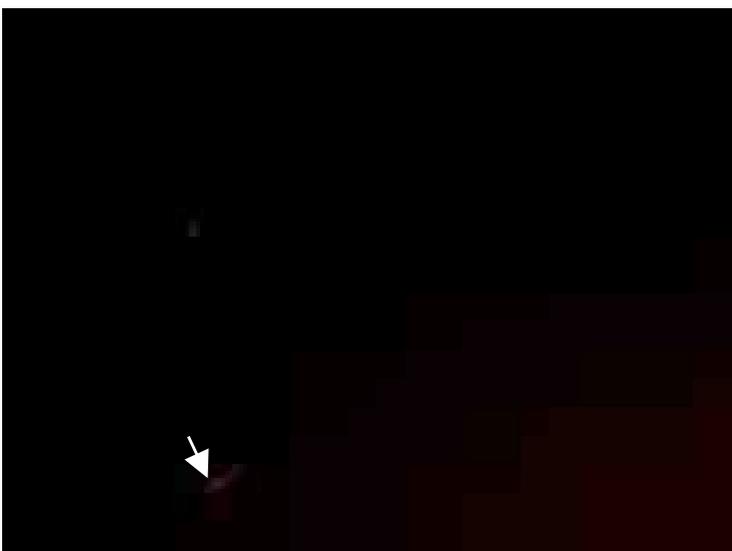
<b>試料番号: No.13</b>	
アスベスト濃度(本/L)	5.6
検出繊維数(本)	5
(赤)角閃石	4
(緑)クリソタイル	1

角閃石アスベストと見られる繊維状物質(左図矢印)



<b>試料番号: No.14</b>	
アスベスト濃度(本/L)	13
検出繊維数(本)	12
(赤)角閃石	2
(緑)クリソタイル	10

クリソタイルと見られる繊維状物質、2本(左図矢印)



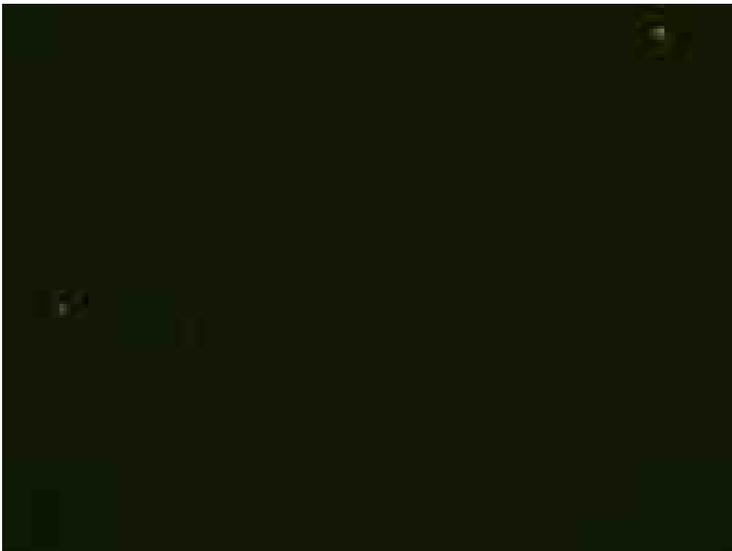
<b>試料番号: No.15</b>	
アスベスト濃度(本/L)	2.2
検出繊維数(本)	2
(赤)角閃石	0
(緑)クリソタイル	2

角閃石アスベストと見られる繊維状物質(左図矢印)



<b>試料番号: No.16</b>	
アスベスト濃度(本/L)	6.8
検出繊維数(本)	6
(赤)角閃石	6
(緑)クリソタイル	0

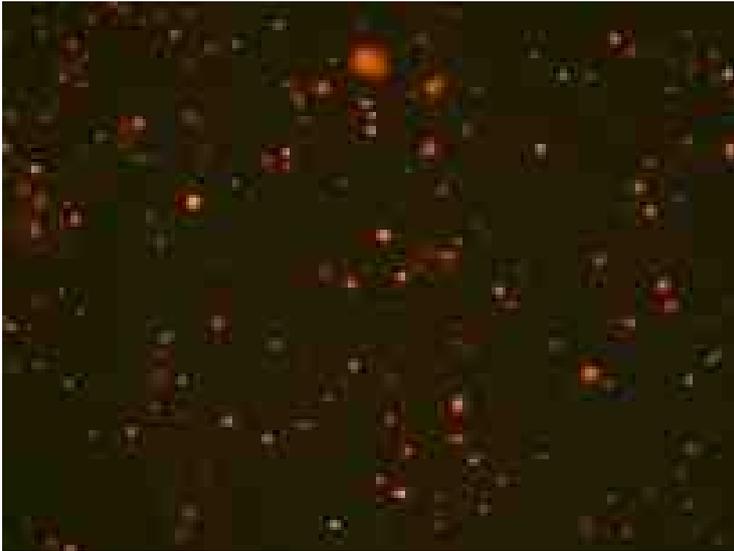
角閃石アスベストと見られる繊維状物質(左図矢印)



<b>試料番号: No.17</b>	
アスベスト濃度(本/L)	0.90
検出繊維数(本)	2
(赤)角閃石	2
(緑)クリソタイル	0



<b>試料番号: No.18</b>	
アスベスト濃度(本/L)	0.45
検出繊維数(本)	1
(赤)角閃石	0
(緑)クリソタイル	1



<b>試料番号: No.19</b>	
アスベスト濃度(本/L)	0.90
検出繊維数(本)	2
(赤)角閃石	2
(緑)クリソタイル	0



<b>試料番号: No.20</b>	
アスベスト濃度(本/L)	< 0.45
検出繊維数(本)	0
(赤)角閃石	0
(緑)クリソタイル	0



<b>試料番号: No.21</b>	
アスベスト濃度(本/L)	14
検出繊維数(本)	13
(赤)角閃石	13
(緑)クリソタイル	0

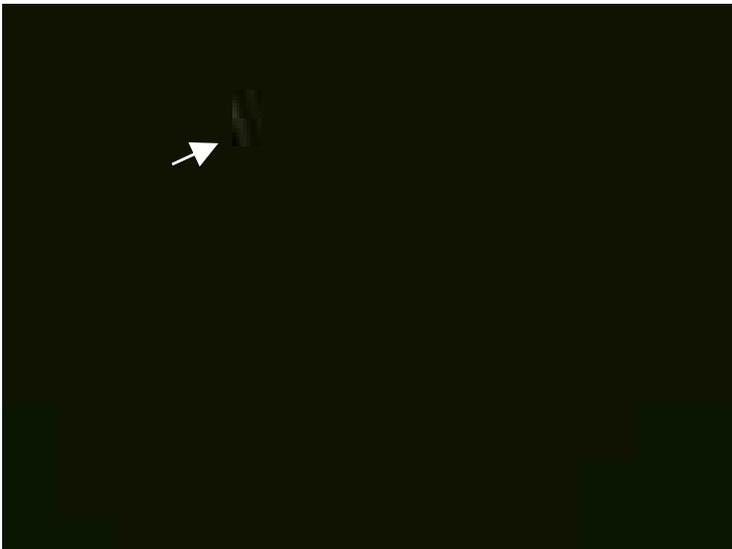
角閃石アスベストと見られる繊維状物質(左図矢印)



**試料番号: No.22**

アスベスト濃度(本/L)	2.2
検出繊維数(本)	2
(赤)角閃石	2
(緑)クリソタイル	0

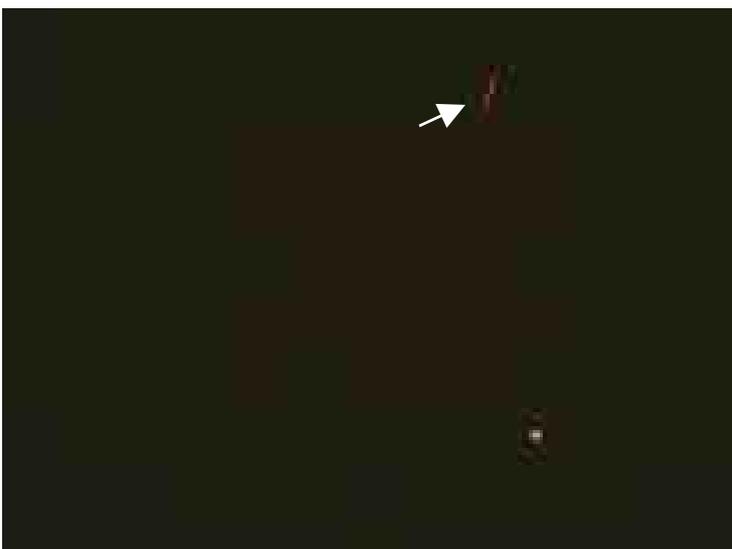
角閃石アスベストと見られる繊維状物質(左図矢印)



**試料番号: No.23**

アスベスト濃度(本/L)	13
検出繊維数(本)	12
(赤)角閃石	10
(緑)クリソタイル	2

角閃石アスベストと見られる繊維状物質(左図矢印)



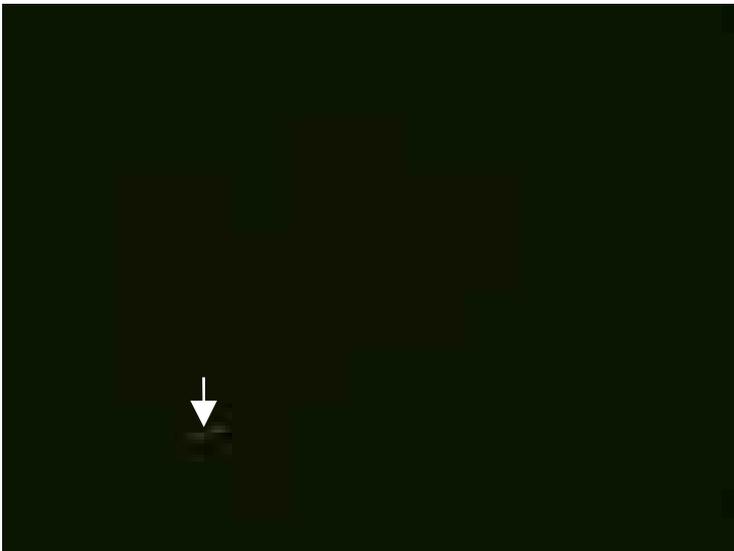
**試料番号: No.24**

アスベスト濃度(本/L)	12
検出繊維数(本)	11
(赤)角閃石	9
(緑)クリソタイル	2

角閃石アスベストと見られる繊維状物質(左図矢印)



<b>試料番号: No.25</b>	
アスベスト濃度(本/L)	< 1.1
検出繊維数(本)	0
(赤)角閃石	0
(緑)クリソタイル	0



<b>試料番号: No.26</b>	
アスベスト濃度(本/L)	17
検出繊維数(本)	15
(赤)角閃石	12
(緑)クリソタイル	3

角閃石アスベストと見られる繊維状物質(左図矢印)



<b>試料番号: No.27</b>	
アスベスト濃度(本/L)	4.5
検出繊維数(本)	4
(赤)角閃石	4
(緑)クリソタイル	0

角閃石アスベストと見られる繊維状物質(左図矢印)

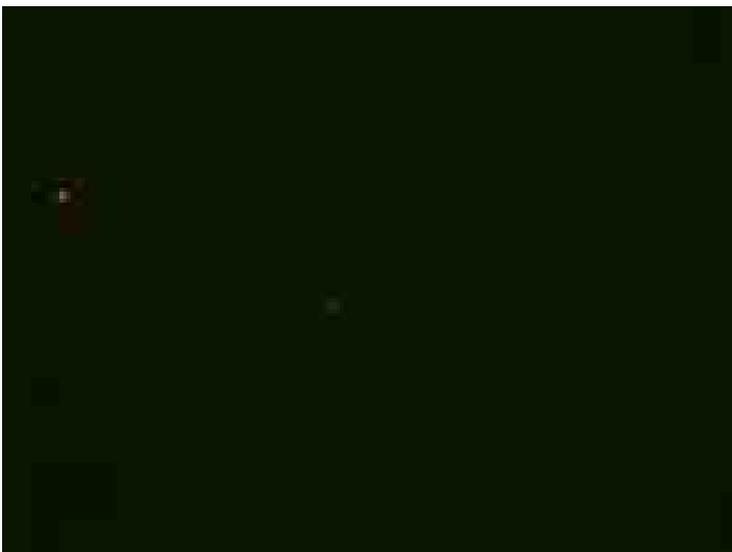


<b>試料番号: No.28</b>	
アスベスト濃度(本/L)	4.5
検出繊維数(本)	4
(赤)角閃石	2
(緑)クリソタイル	2

角閃石アスベストと見られる繊維状物質(左図矢印)



<b>試料番号: No.29</b>	
アスベスト濃度(本/L)	1.8
検出繊維数(本)	4
(赤)角閃石	3
(緑)クリソタイル	1

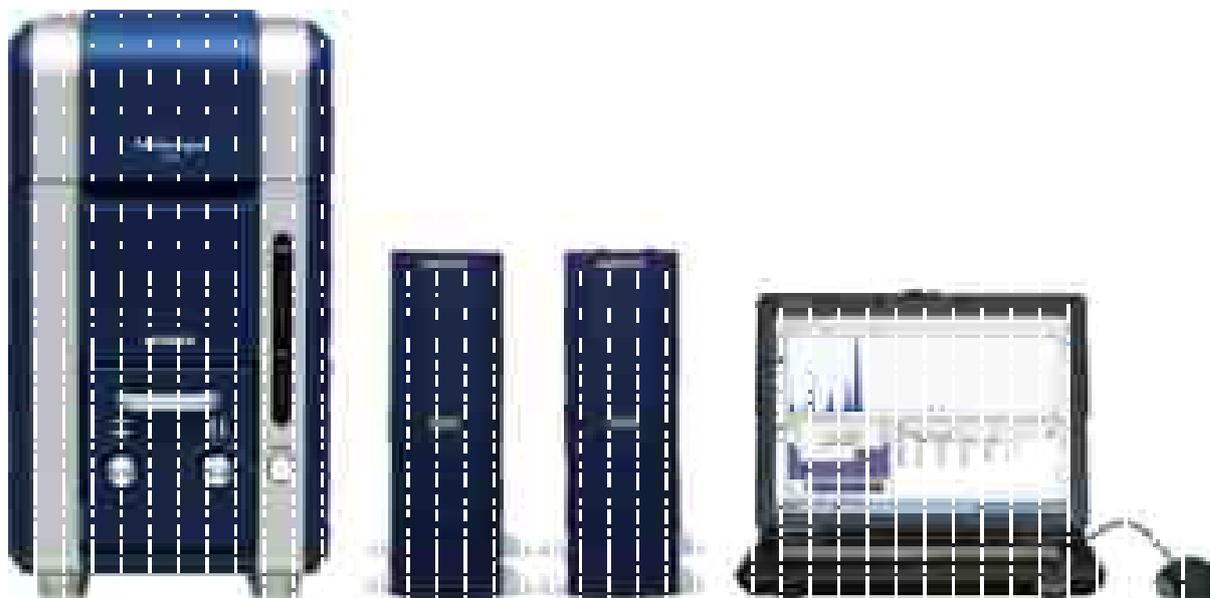


<b>試料番号: No.30</b>	
アスベスト濃度(本/L)	< 0.45
検出繊維数(本)	0
(赤)角閃石	0
(緑)クリソタイル	0

### 3.3 可搬型等の分析走査電子顕微鏡法

#### 3.3.1 可搬型等の分析走査電子顕微鏡法 (株日立ハイテクノロジーズ)

##### (1) 基礎情報



仕様

**Miniscope TM3000**

分解能:

倍率: 15倍 ~ 30,000倍 (デジタルズーム: 2倍、4倍)

加速電圧:

構成

電子銃: プリセンタードカートリッジフィラメント

検出系: 高感度4分割半導体反射電子検出器

##### (2) 測定状況について

測定条件

視野面積: 0.020534mm<sup>2</sup>、計測視野数: 300、検出下限値: 1.3 f /L (人工フィルター120L)、  
0.52 f /L (解体現場等 300L)

繊維の見え方

結果を参照

その他

- ・ ボロンからの軽元素分析可能。
- ・ 点分析、線分析、マッピングなど多機能分析が可能。
- ・ 液体窒素不要で、電源投入後数分で使用可能。

(3) 測定結果について  
人工フィルター

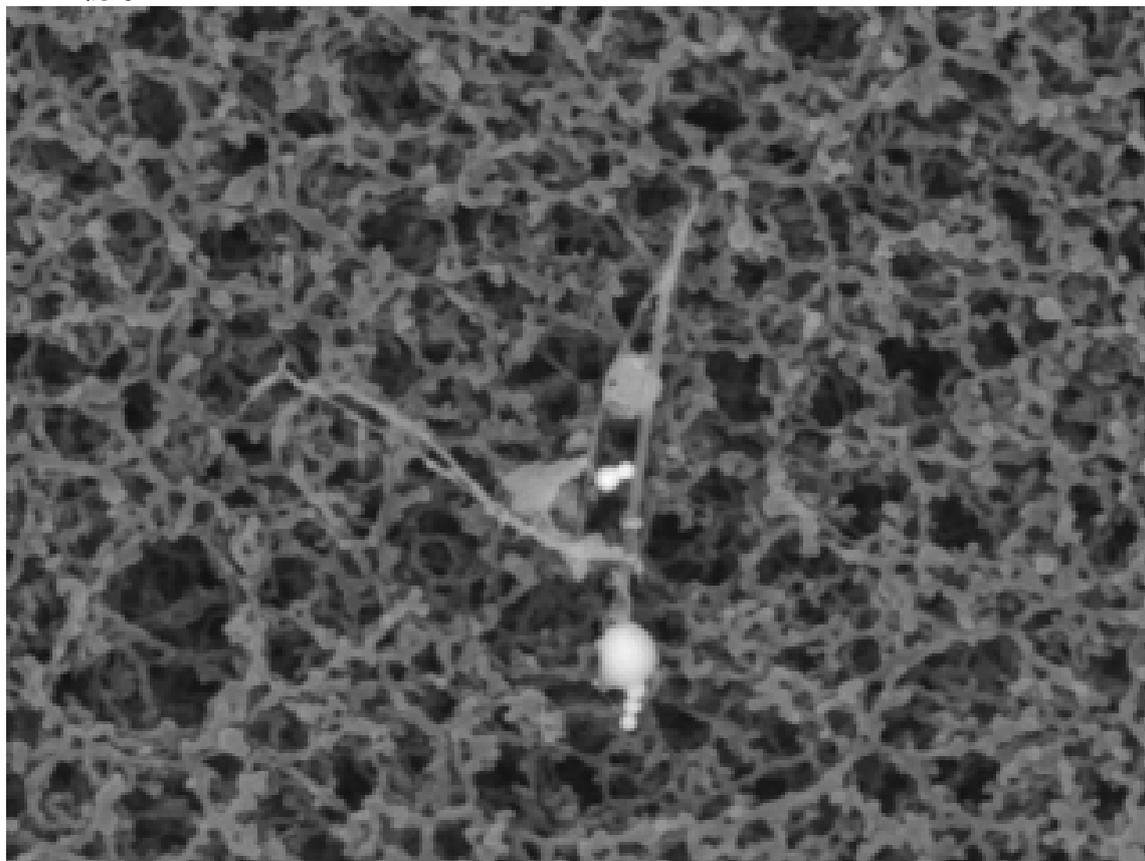
試料番号 混入物			吸引 空気量 (L)	視野数	電子顕微鏡法											
					日立ハイテクノロジーズ											
					検出繊維数 (本)						繊維濃度 (本/L)					
総繊維	クリソ	クロシド	アモ	その他石綿	無機・有機	総繊維	クリソ	クロシド	アモ	その他石綿	無機・有機					
No.5	人工フィルター	クリソ	120	300	4	1	0	1	1	1	5.2	1.3		1.3	1.3	1.3
No.6	"	クリソ	120	300	13	0	1	4	7	1	16		1.3	5.2	9.1	1.3
No.7	"	クリソ	120	300	12	4	0	0	7	1	15	5.2			9.1	1.3
No.8	"	クリソ・アモ	120	300	9	1	0	4	4	0	11	1.3		5.2	5.2	
No.9	"	クリソ・アモ	120	300	16	2	0	3	9	2	20	2.6		3.9	11	2.6
No.10	"	クリソ・アモ	120	300	8	0	0	4	3	1	10			5.2	3.9	1.3

解体現場(30分採取フィルター)

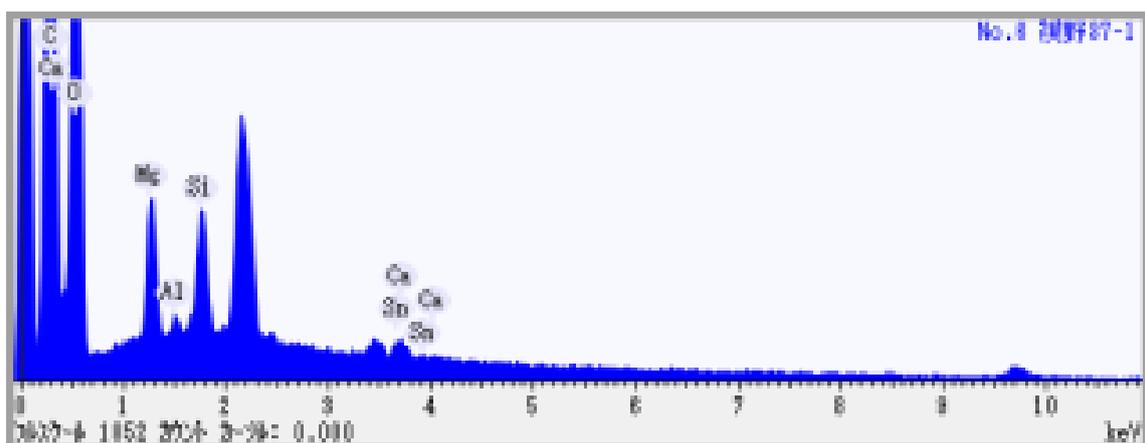
試料番号			吸引 空気量 (L)	視野数	電子顕微鏡法											
					日立ハイテクノロジーズ											
					検出繊維数 (本)						繊維濃度 (本/L)					
総繊維	クリソ	クロシド	アモ	その他石綿	無機・有機	総繊維	クリソ	クロシド	アモ	その他石綿	無機・有機					
No.1	相模原市	41-セキュリティン前	300	300	5	0	0	0	0	5	2.6					2.6
No.2	"	41-集じん出口	300	300	9	0	0	0	0	9	4.6					4.6
No.3	愛知県	42-セキュリティン前	300	300	10	0	0	0	2	8	5.2			1.0		4.1
No.4	"	42-集じん出口	300	300	5	0	0	0	0	5	2.6					2.6

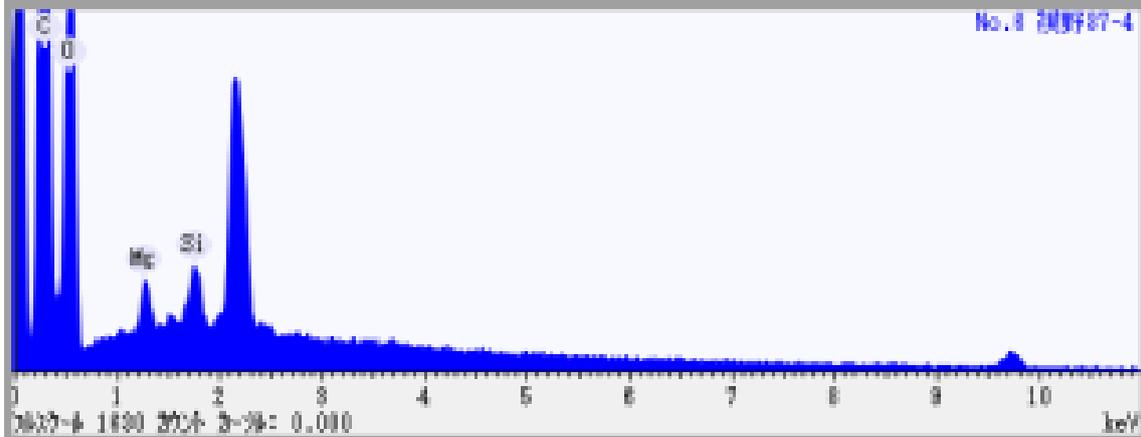
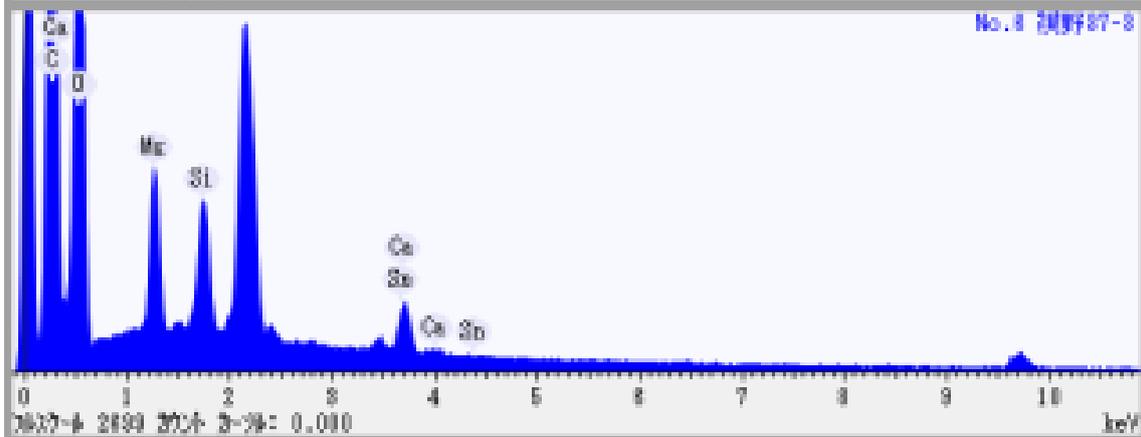
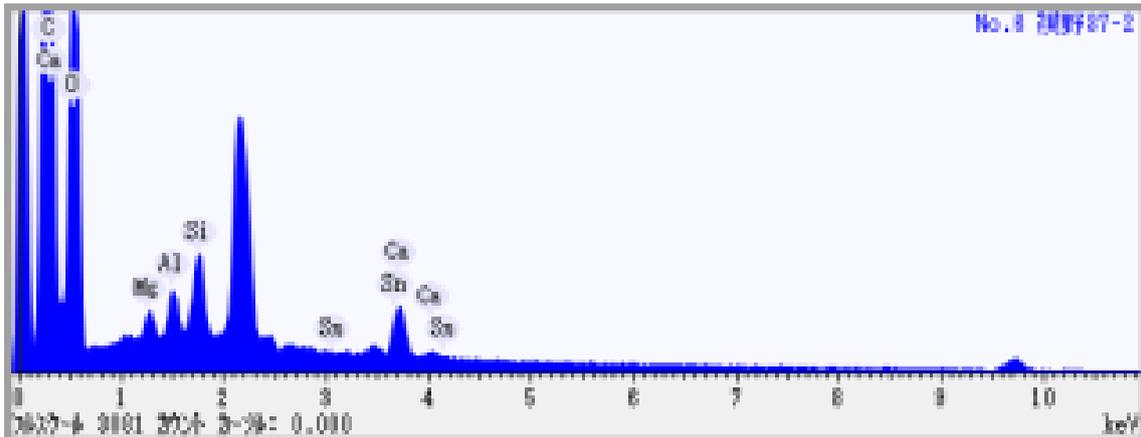
# フィルターNo.6 レポート

No.6 視野 37

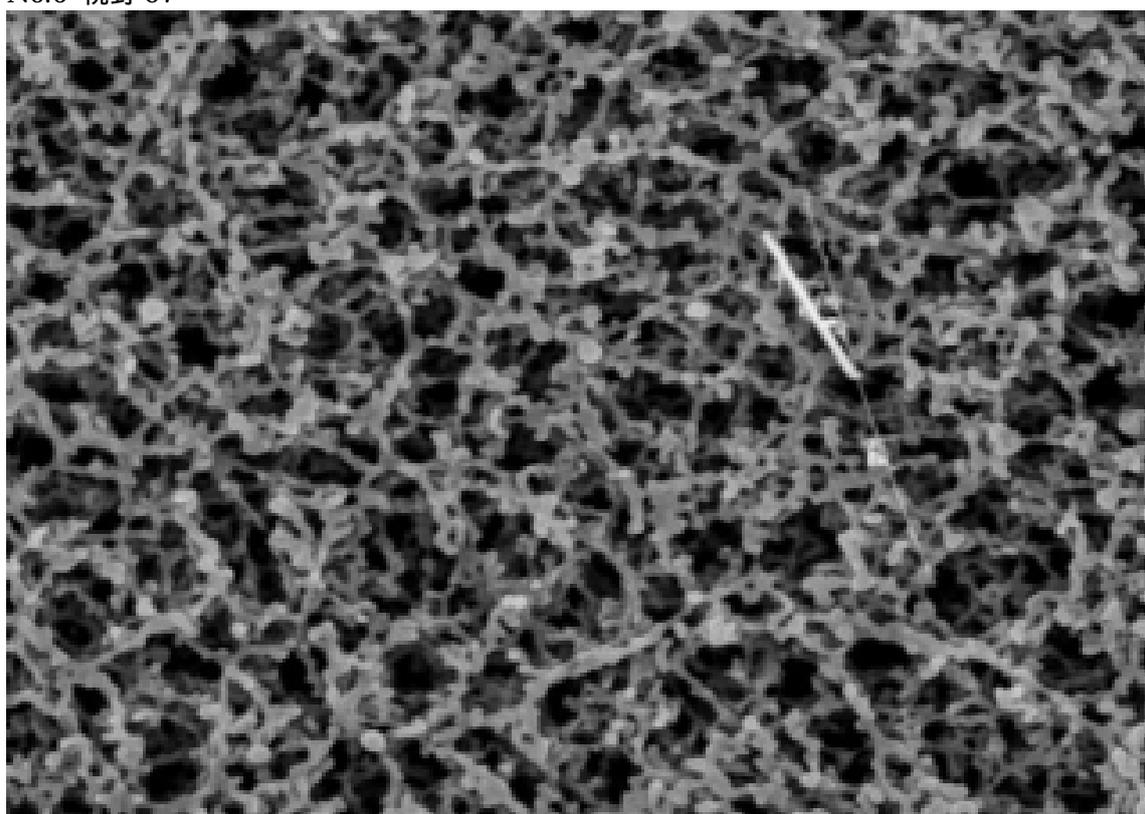


HL D8.6 x3.0k 30 um

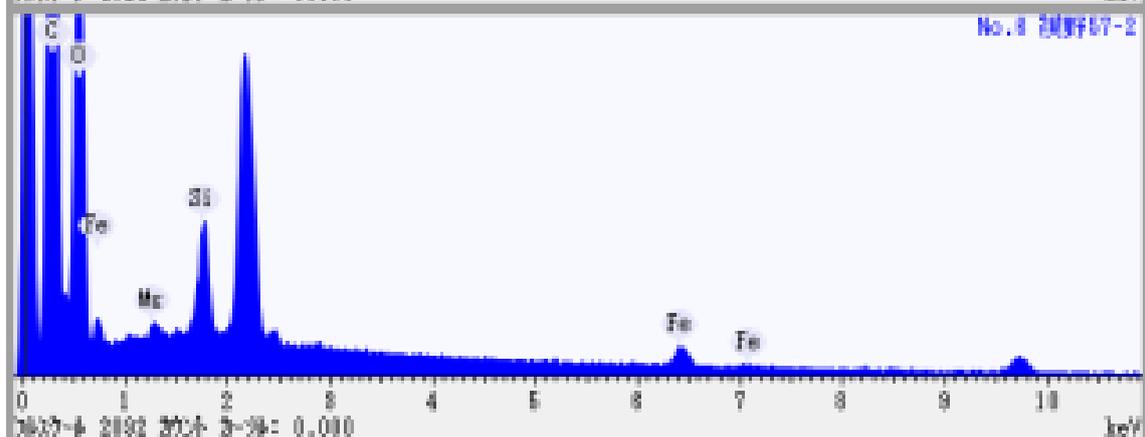
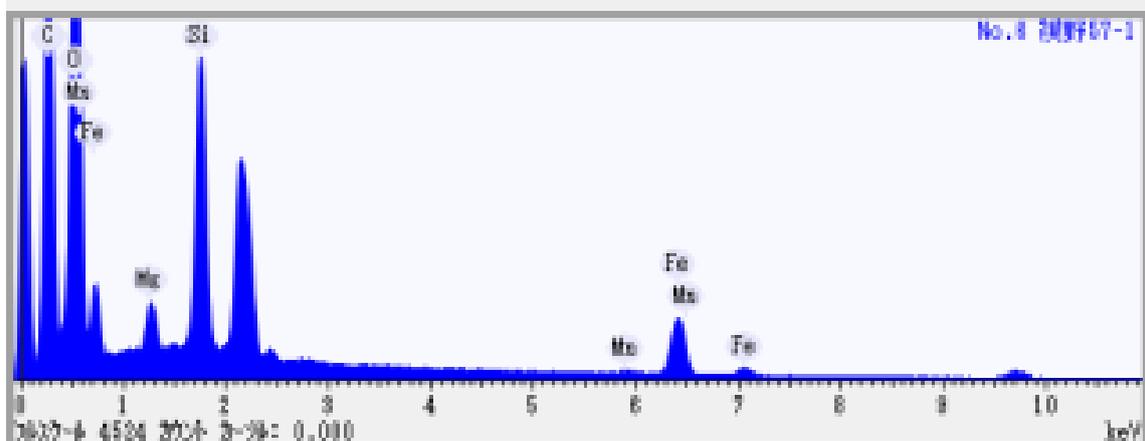




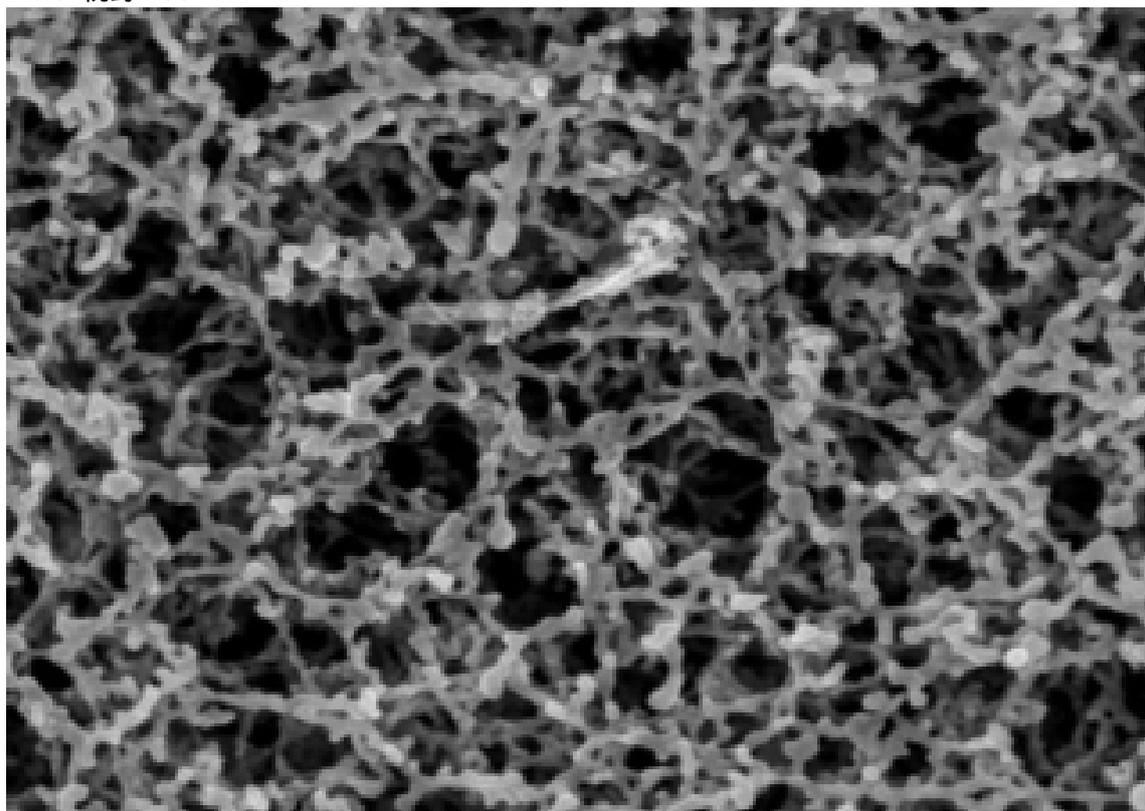
No.6 視野 57



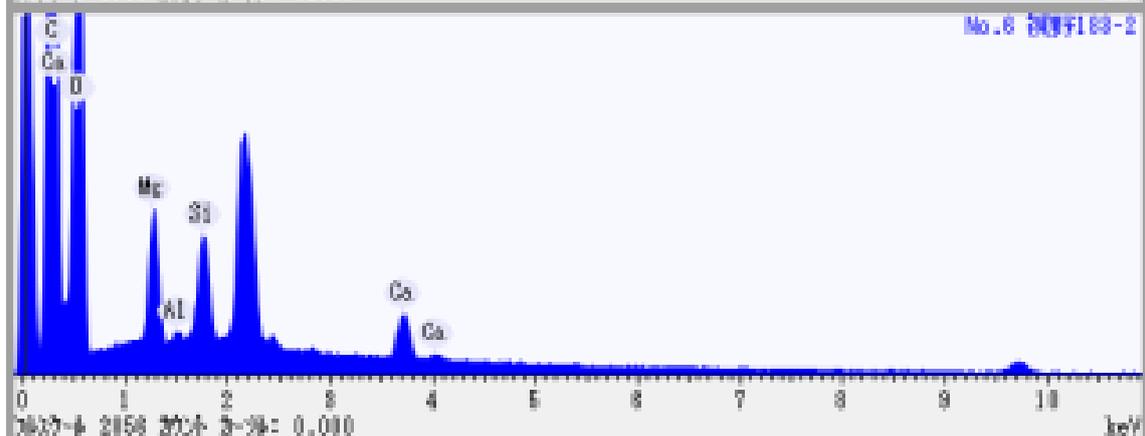
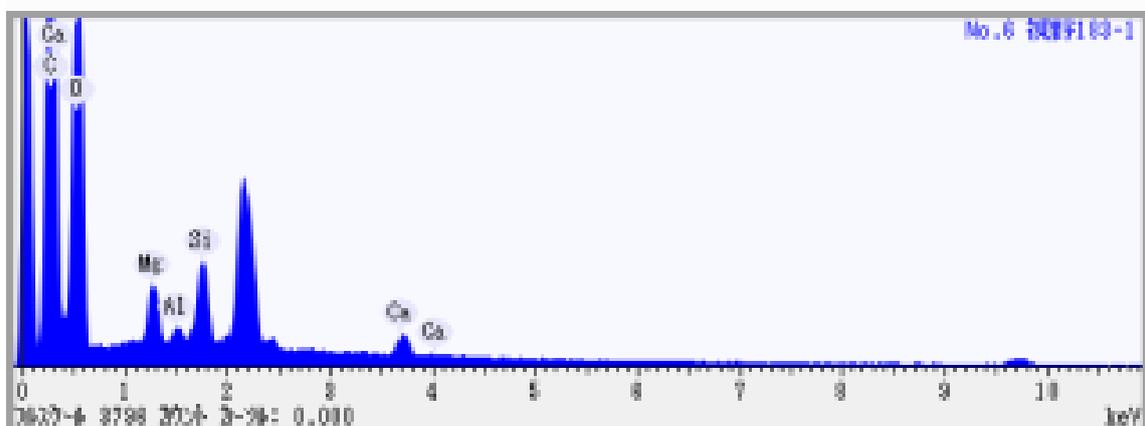
HL D8.6 x3.0k 30 um



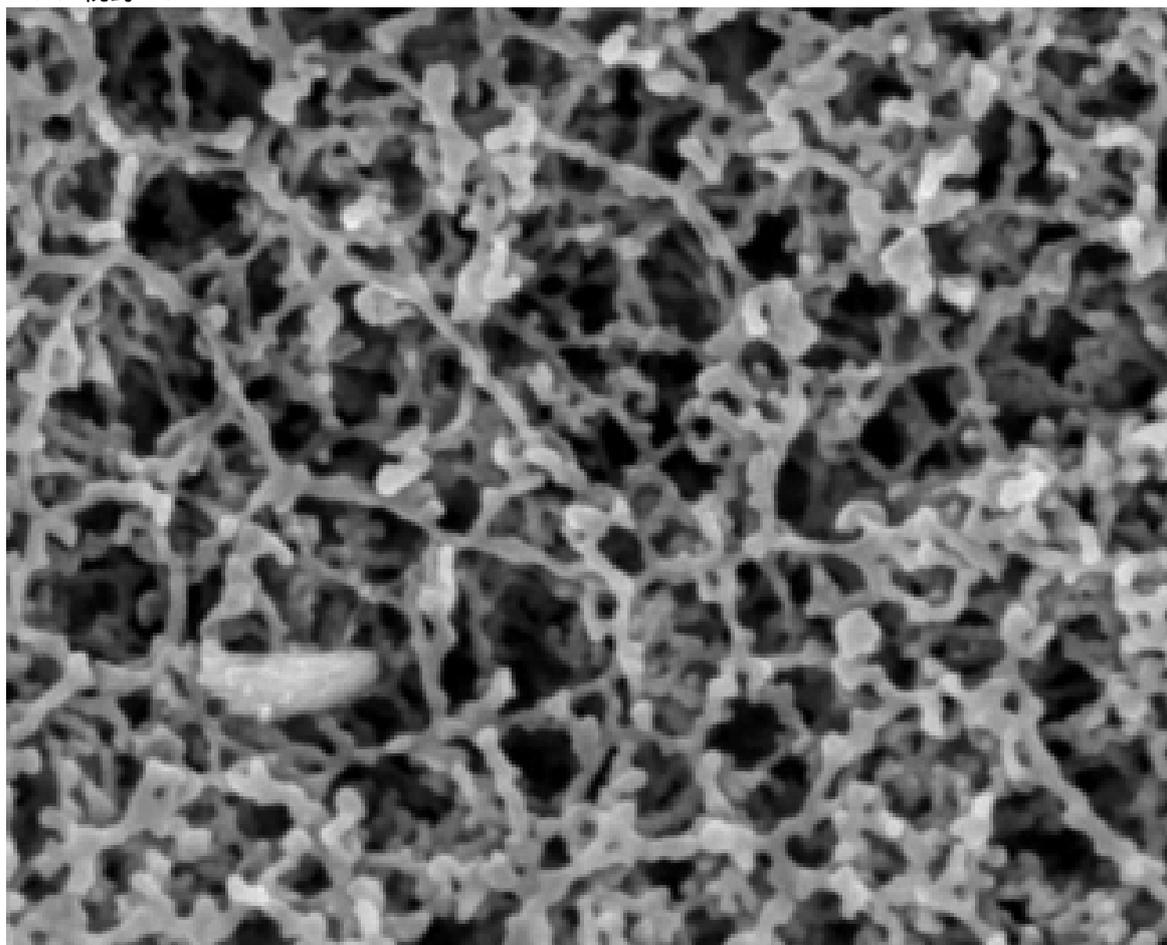
No.6 視野 183



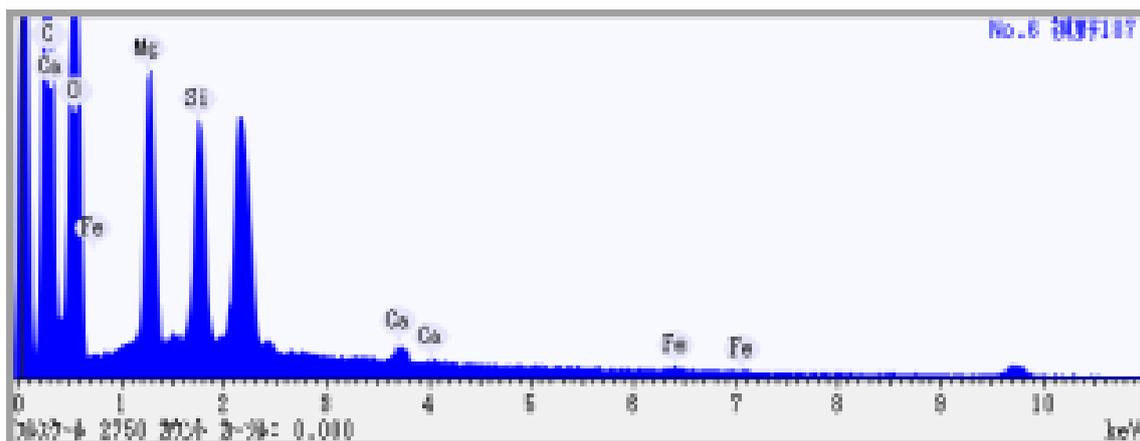
HL D8.5 x4.0k 20 um

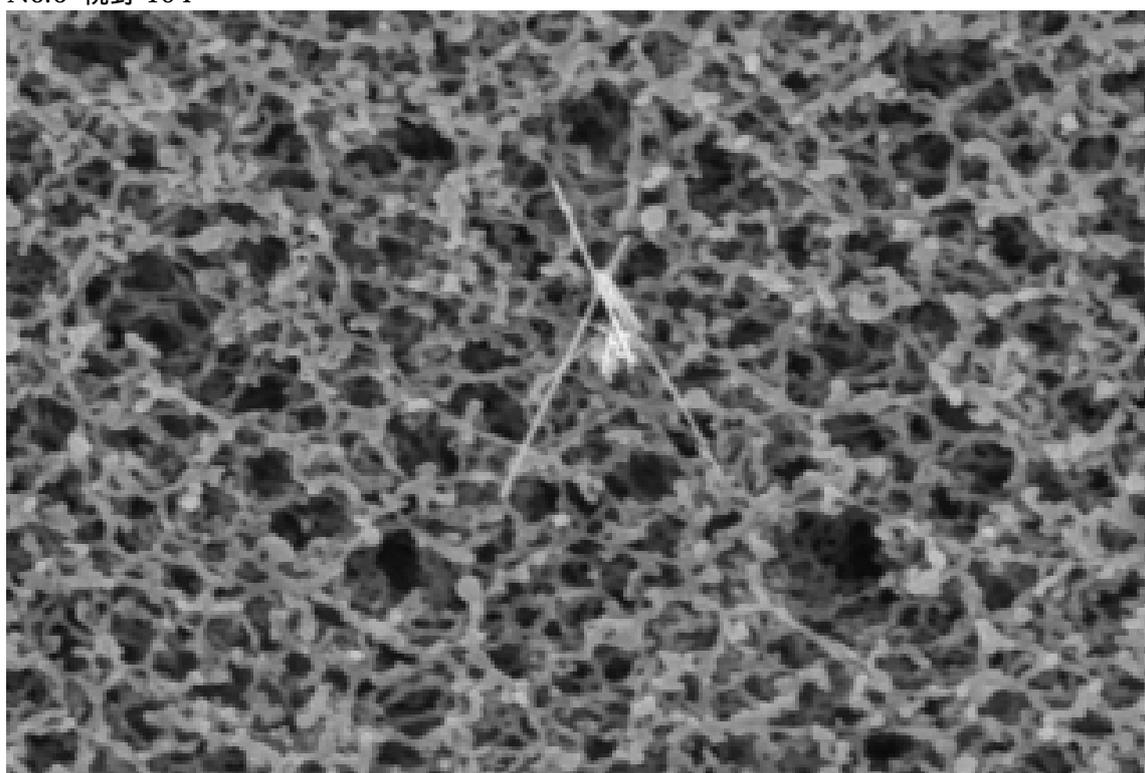


No.6 視野 187

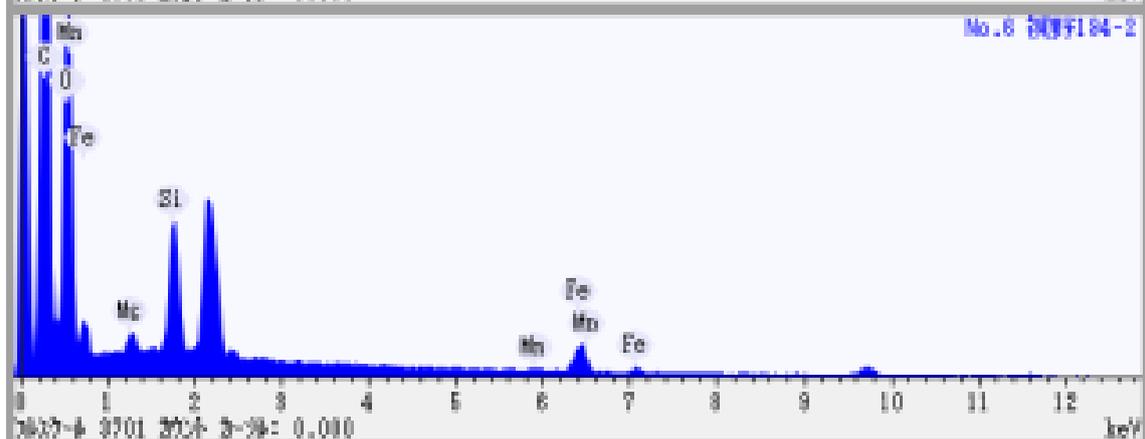
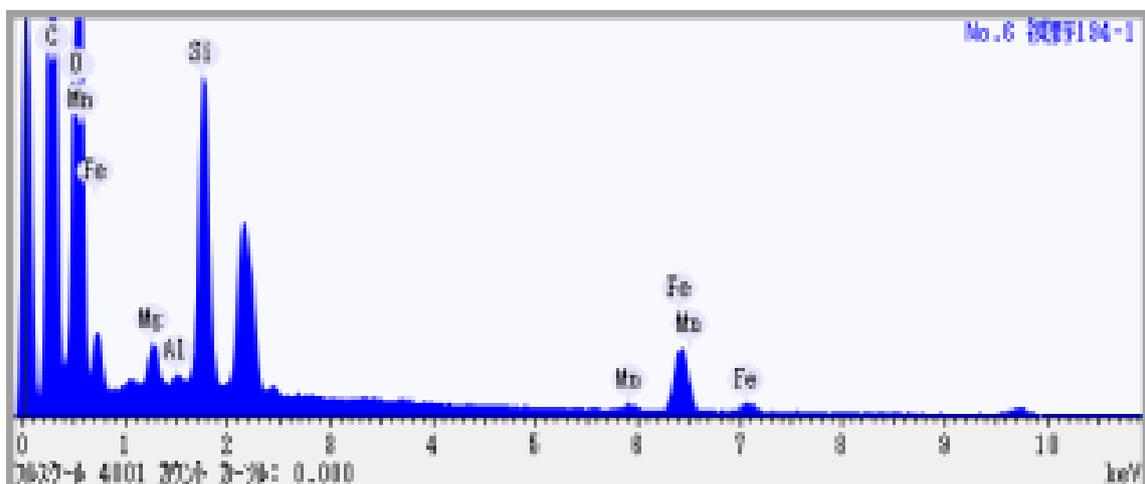


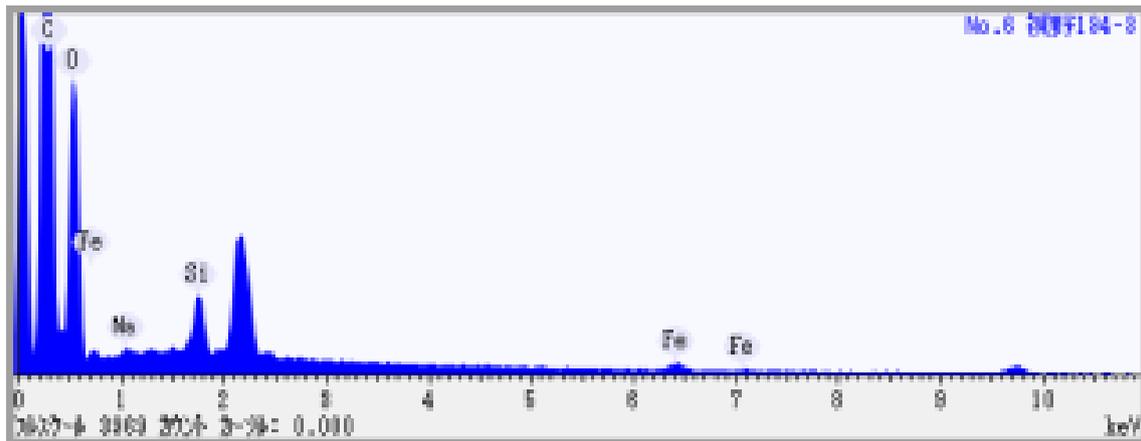
HL D8.5 x5.0k 20 um



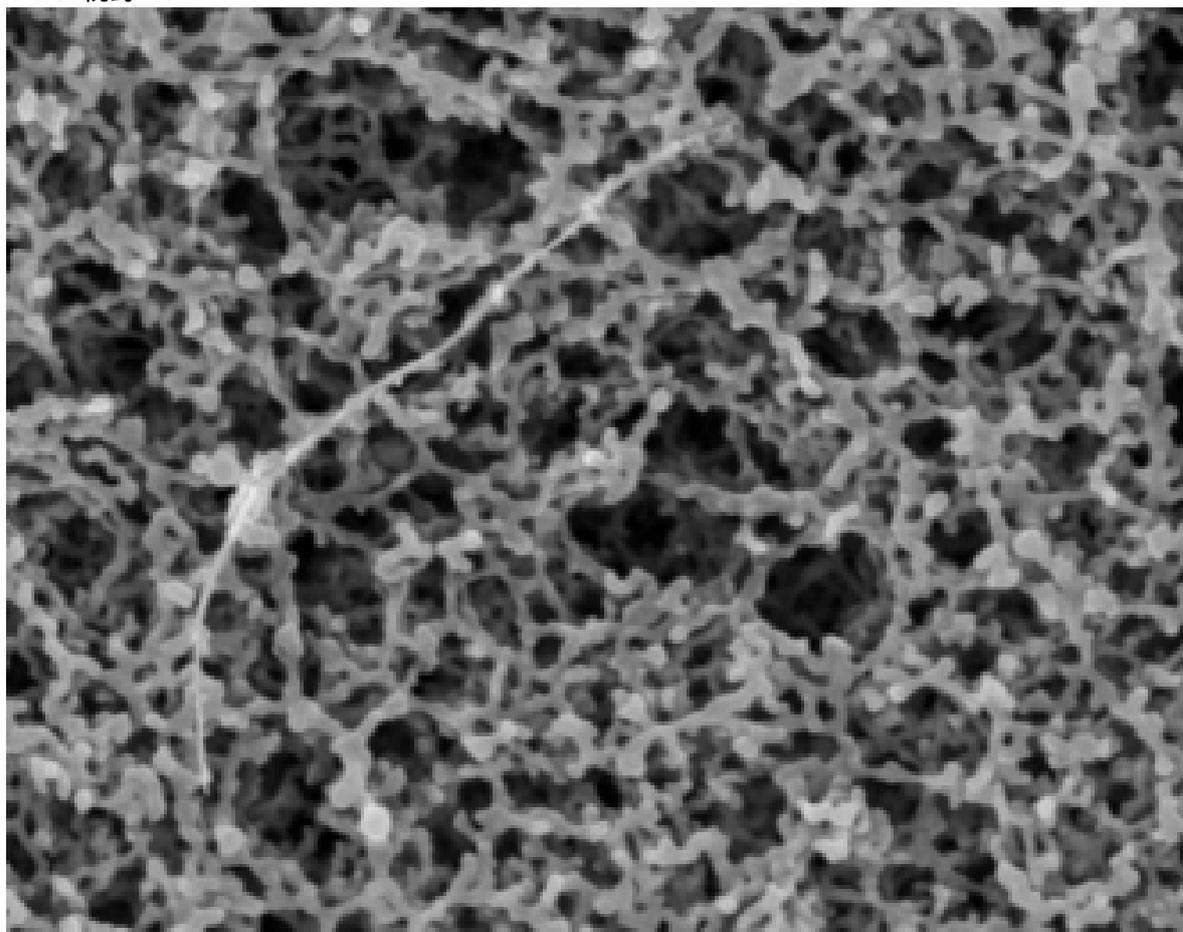


HL D8.5 x3.0k 30 um

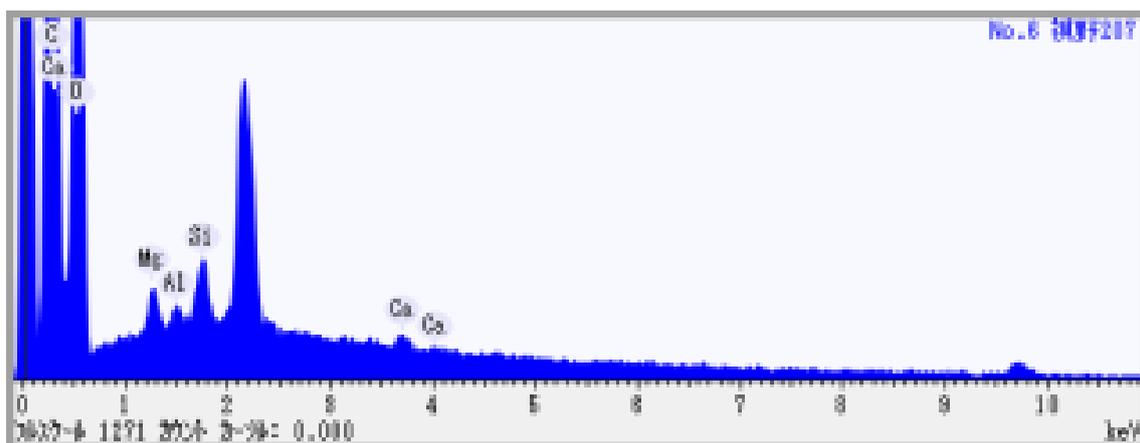




No.6 視野 207



HL D8.5 x4.0k 20 um



### 3.3.2 可搬型等の分析走査電子顕微鏡法（日本電子株）

#### （１）基礎情報



#### 仕様

JSM-6010LA

分解能：高真空モード 4.0nm (20kV)、 低真空モード 5.0nm (20kV)

倍率：×8 ~ × 300,000

加速電圧：0.5kV ~ 20kV

#### 構成

検出器：二次電子検出器、反射電子検出器（組成像・凹凸像・立体像）、EDS 検出器（SDD）

\*JSM-6010LA に組み込み

低真空二次電子検出器（オプション）

#### （２）測定状況について

##### 測定条件

視野面積：0.012288mm<sup>2</sup>、計測視野数：300、検出下限値：2.1 f /L（人工フィルター120L）、  
0.87 f /L（解体現場等 300L）

##### 繊維の見え方

結果を参照

##### その他

- ・マルチタッチパネルによる快適操作
- ・高分解能観察や低真空モードによる非導電性試料の観察に加えて、液体窒素冷却が不要な最新の EDS 検出器（ドライ SD）により、定性分析・定量分析・元素マッピングが測定できる。大型のユーセントリック形試料ステージを搭載しており、各種試料に対応できる。

(3) 測定結果について

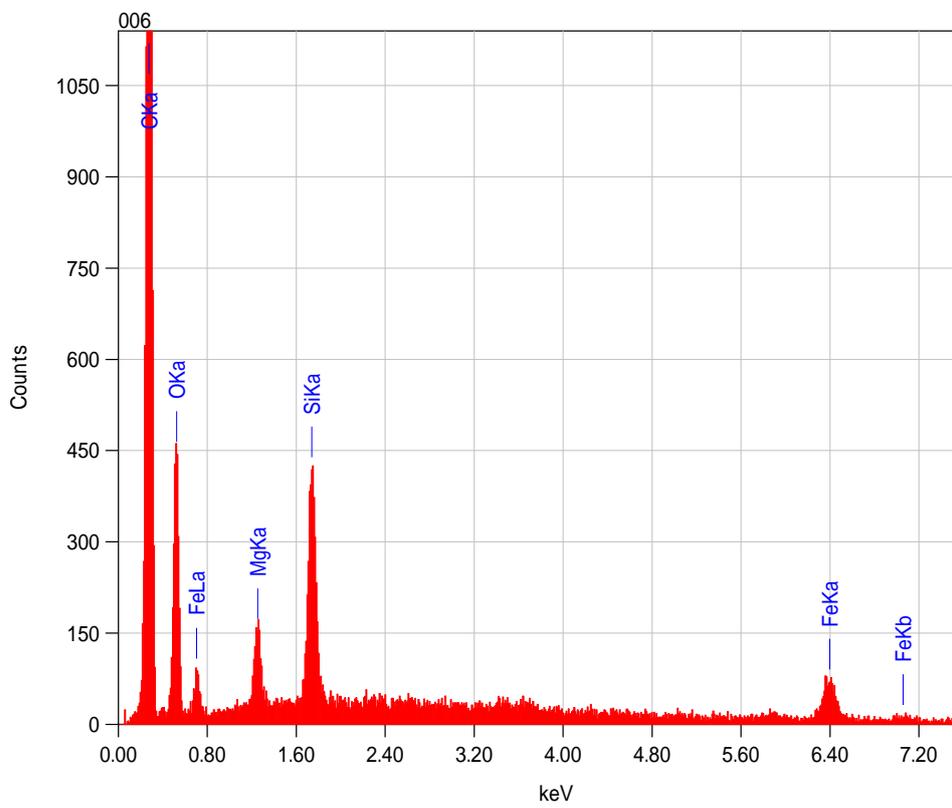
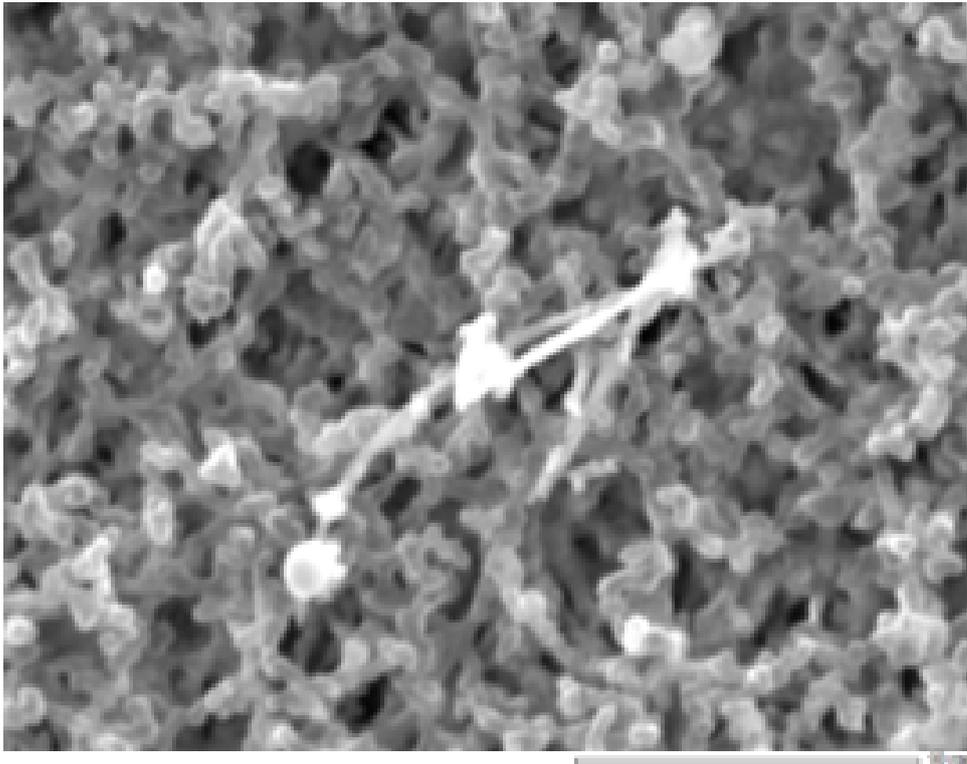
人工フィルター

試料番号 混入物			吸引 空気量 (L)	視野数	電子顕微鏡法											
					日本電子											
					検出繊維数(本)						繊維濃度(本/L)					
					総繊維	クリソタイル	クロソドライト	アモサイト	その他石綿	無機・有機	総繊維	クリソタイル	クロソドライト	アモサイト	その他石綿	無機・有機
No.5	人工フィルター	クリソタイル	120	300	1	0	0	0	0	1	2.1					2.1
No.6	"	クリソタイル	120	300	11	2	1	4	1	3	23	4.3	2.1	8.6	2.1	6.5
No.7	"	クリソタイル	120	300	5	2	1	1	0	1	10	4.3	2.1	2.1		2.1
No.8	"	クリソタイル・アモサイト	120	300	3	0	0	1	2	0	6.5			2.1	4.3	
No.9	"	クリソタイル・アモサイト	120	300	2	0	2	0	0	0	4.3		4.3			
No.10	"	クリソタイル・アモサイト	120	300	3	0	0	0	1	2	6.5				2.1	4.3
No.11	"	アモサイト	120	300	6	0	1	2	0	3	13		2.1	4.3		6.5
No.12	"	アモサイト	120	300	4	0	0	1	0	3	8.6			2.1		6.5
No.13	"	アモサイト	120	300	1	0	0	1	0	0	2.1			2.1		
No.14	"	アモサイト・クロソドライト	120	300	6	0	0	3	0	3	13			6.5		6.5
No.15	"	アモサイト・クロソドライト	120	300	3	0	0	0	2	1	6.5				4.3	2.1
No.16	"	アモサイト・クロソドライト	120	300	4	0	0	0	0	4	8.6					8.6
No.21	"	トモライト・ロックウール	120	300	4	0	0	0	1	3	8.6				2.1	6.5
No.22	"	トモライト・ロックウール	120	300	5	0	0	0	0	5	10					10
No.23	"	トモライト・ロックウール	120	300	2	0	0	0	0	2	4.3					4.3
No.24	"	クリソタイル・トモライト・ロックウール	120	300	4	0	0	0	0	4	8.6					8.6
No.25	"	クリソタイル・トモライト・ロックウール	120	300	4	0	0	0	0	4	8.6					8.6
No.26	"	クリソタイル・トモライト・ロックウール	120	300	4	0	0	0	0	4	8.6					8.6
No.27	"	ワラストライト・ロックウール	120	300	7	0	0	0	0	7	15					15
No.28	"	ワラストライト・ロックウール	120	300	7	0	0	0	0	7	15					15

解体現場(30分採取フィルター)

試料番号			吸引 空気量 (L)	視野数	電子顕微鏡法											
					日本電子											
					検出繊維数(本)						繊維濃度(本/L)					
					総繊維	クリソタイル	クロソドライト	アモサイト	その他石綿	無機・有機	総繊維	クリソタイル	クロソドライト	アモサイト	その他石綿	無機・有機
No.1	相模原市	41-セキュリティゾーン前	300	300	3	0	0	0	0	3	5.2	2.6				2.6
No.2	"	41-集じん出口	300	300	0	0	0	0	0	0	ND					
No.3	愛知県	42-セキュリティゾーン前	300	300	4	0	0	0	1	3	6.9	3.4			0.86	2.6
No.4	"	42-集じん出口	300	300	2	0	0	0	0	2	3.4	1.7				1.7
No.17	新潟県	43-セキュリティゾーン前	300	300	0	0	0	0	0	0	ND					
No.18	"	43-集じん出口	300	300	1	0	0	0	0	1	1.7	0.8				0.8
No.19	大阪府	44-セキュリティゾーン前	300	300	9	0	0	0	0	9	15	7.8				7.8
No.20	"	44-集じん出口	300	300	0	0	0	0	0	0	ND					
No.29	長野県	45-セキュリティゾーン前	300	300	5	0	0	0	1	4	8.6	4.3			0.86	3.4
No.30	"	45-集じん出口	300	300	4	0	0	0	0	4	6.9	3.4				3.4

写真



### 3.3.3 可搬型等の分析走査電子顕微鏡法 (株)テクネクス工房)

#### (1) 基礎情報



#### 仕様

Tiny-SEM Mighty-8DX (高真空タイプ)、M3-i (低/高真空タイプ)

分解能：約 10nm(17kV) 約 30nm(2kV)

倍率：MAX 100,000 倍(17kV)

加速電圧：HIGH(15~17kV)、LOW(2~3kV)、(1kV、5kV オプション)

#### 構成

電子銃：タンガステン熱電子タイプ (ガンモニタ機能付き)

検出器：2次電子検出器、4分割半導体型反射電子検出器 (M3-i では標準装備)

#### (2) 測定状況について

##### 測定条件

視野面積：0.0075mm<sup>2</sup>、計測視野数：300、検出下限値：3.5 f /L (人工フィルター120L時)  
1.4 f /L (解体現場等300L時)

##### 繊維の見え方

結果を参照

##### その他

M3-i では、低真空モードでの観察も可能。バルブ動作により、低真空モードと高真空モードの切替が可能。これに伴い二次電子検出器のほかに反射電子検出器が追加された。反射電子検出器では、組成像や凹凸像の観察が可能。

どちらの機種も専用の EDX 装置 (TinyEDXS) を装着可能。

(3) 測定結果について

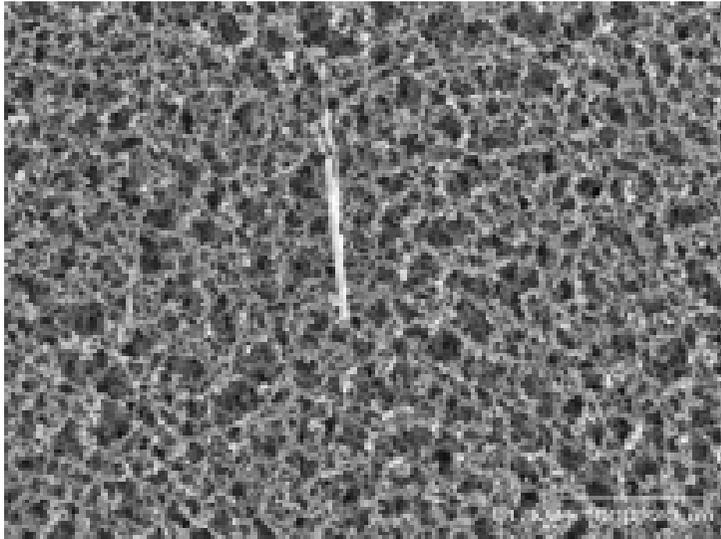
人工フィルター

試料番号 混入物			吸引 空気量 (L)	視野数	電子顕微鏡法																	
					テクネックス工房																	
					検出繊維数 (本)						繊維濃度 (本/L)											
					総繊維	クリソタイル	クロソドライト	アモサイト	その他石綿	無機・有機	総繊維	クリソタイル	クロソドライト	アモサイト	その他石綿	無機・有機						
No.5	人工フィルター	クリソタイル	120	300	3				3			10			10							
No.6	"	クリソタイル	120	300	2				2			7.1			7.1							
No.9	"	クリソタイル・アモサイト	120	300	7	4					3	24	14									10
No.10	"	クリソタイル・アモサイト	120	300	2			2				7.1			7.1							
No.11	"	アモサイト	120	300	1			1				3.5			3.5							
No.12	"	アモサイト	120	300	1	1						3.5	3.5									
No.13	"	アモサイト	120	300	4			3			1	14			10							3.5
No.14	"	アモサイト・クロソドライト	120	300	1			1				3.5			3.5							
No.23	"	トモライト・ロックウール	120	300	1						1	3.5										3.5
No.24	"	クリソタイル・トモライト・ロックウール	120	300	1						1	3.5										3.5
No.26	"	クリソタイル・トモライト・ロックウール	120	300	3						3	10										10
No.28	"	ワラストライト・ロックウール	120	300	3						1	2	10								3.5	7.1

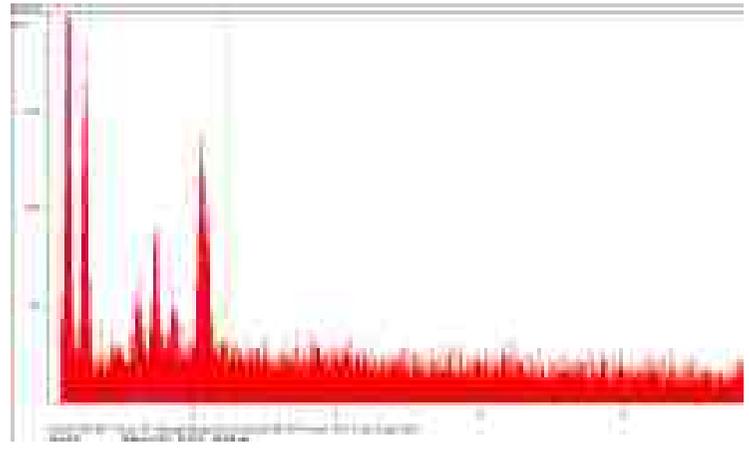
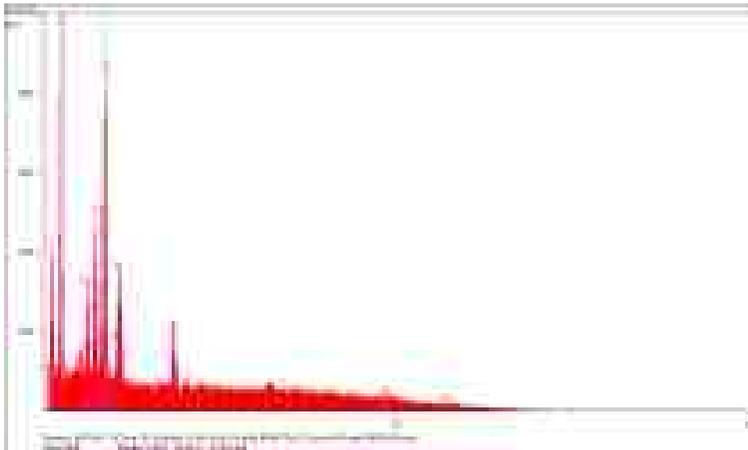
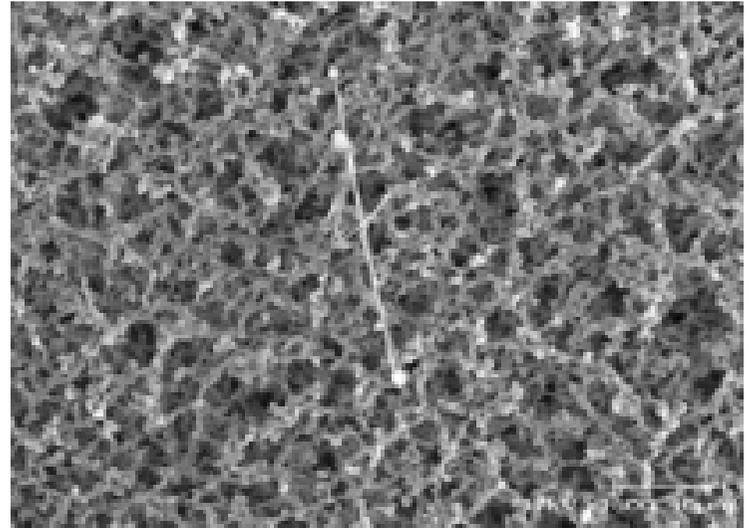
解体現場(30分採取フィルター)

試料番号			吸引 空気量 (L)	視野数	電子顕微鏡法																	
					テクネックス工房																	
					検出繊維数 (本)						繊維濃度 (本/L)											
					総繊維	クリソタイル	クロソドライト	アモサイト	その他石綿	無機・有機	総繊維	クリソタイル	クロソドライト	アモサイト	その他石綿	無機・有機						
No.3	愛知県	42-セキュリティゾーン前	300	300	3					1	2	4.2									1.4	2.8
No.4	"	42-集じん出口	300	300	1						1	1.4										1.40
No.17	新潟県	43-セキュリティゾーン前	300	300	1						1	1.4										1.4
No.18	"	43-集じん出口	300	300	1						1	1.4										1.4
No.19	大阪府	44-セキュリティゾーン前	300	300	8						8	11										11
No.29	長野県	45-セキュリティゾーン前	300	300	4						4	5.6										5.6

6 - 12 - 10



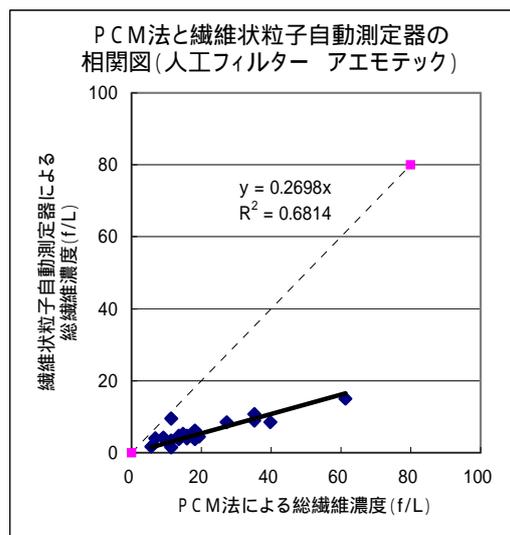
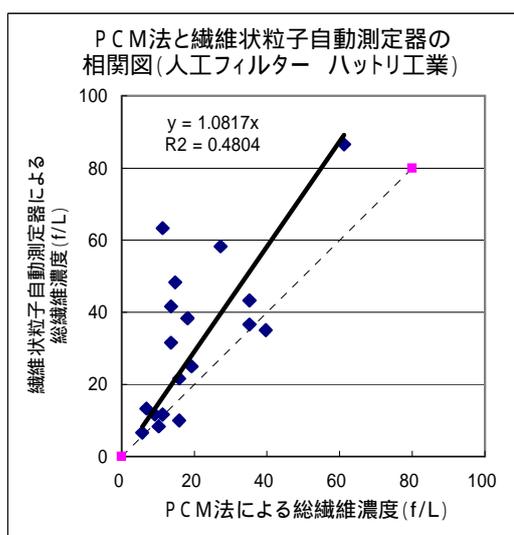
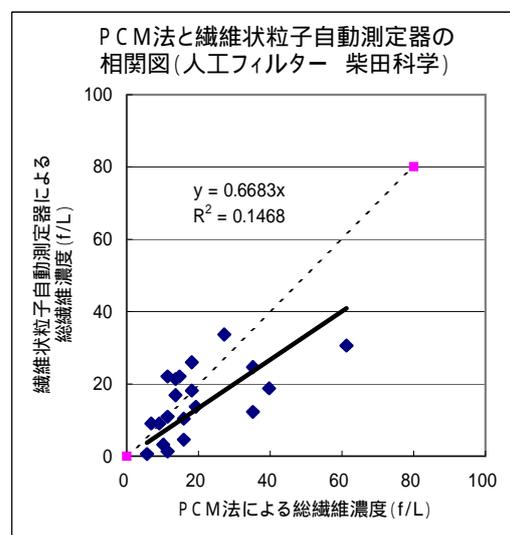
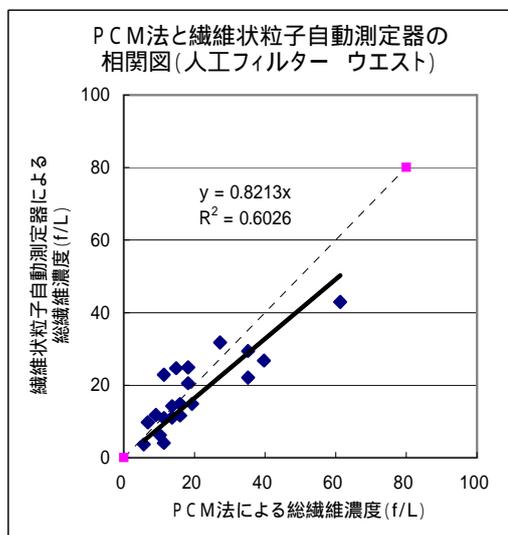
9 - 9 - 3



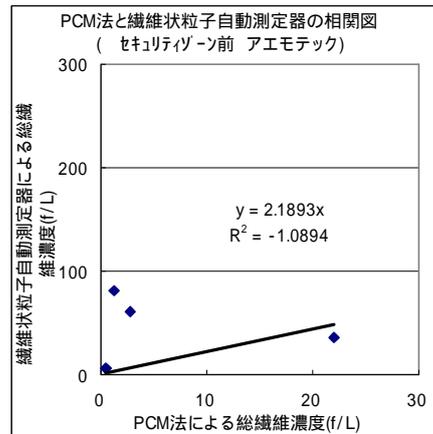
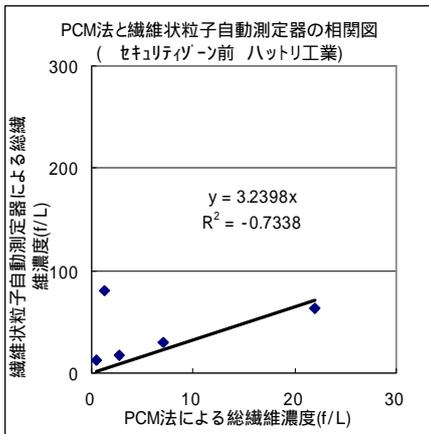
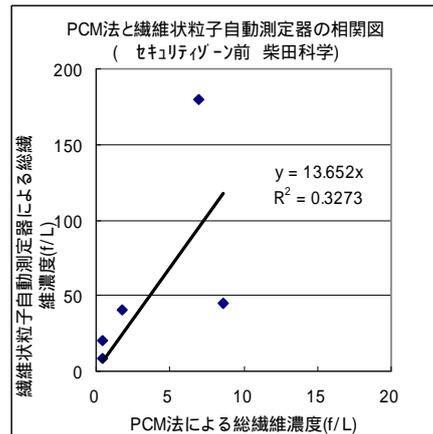
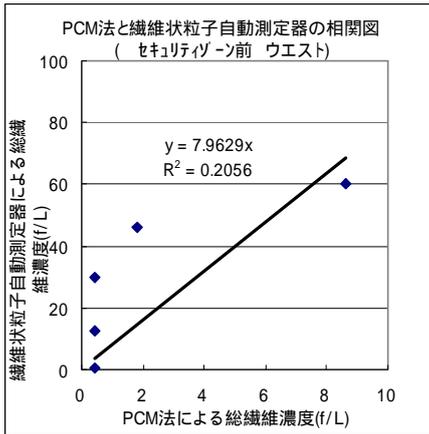
### 3.4 繊維状粒子自動測定器

#### 3.4.1 繊維状粒子自動測定器の特徴と測定結果

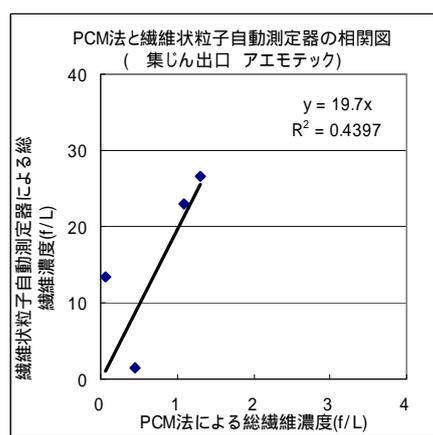
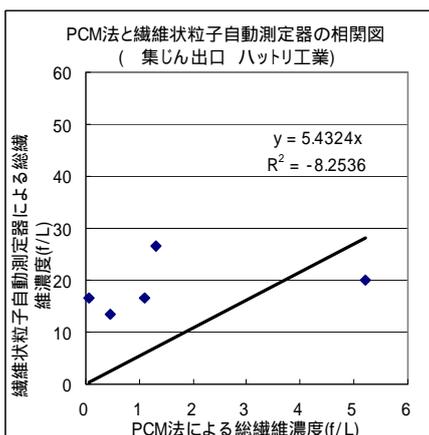
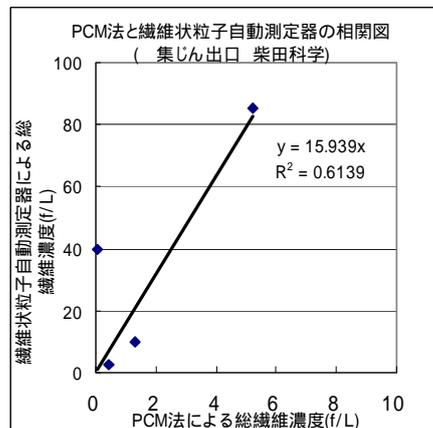
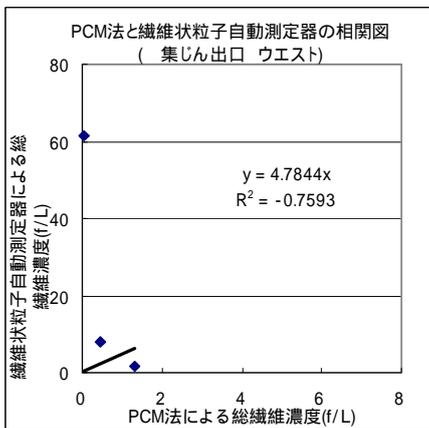
##### (1) 人工フィルターにおける位相差顕微鏡法の結果との比較



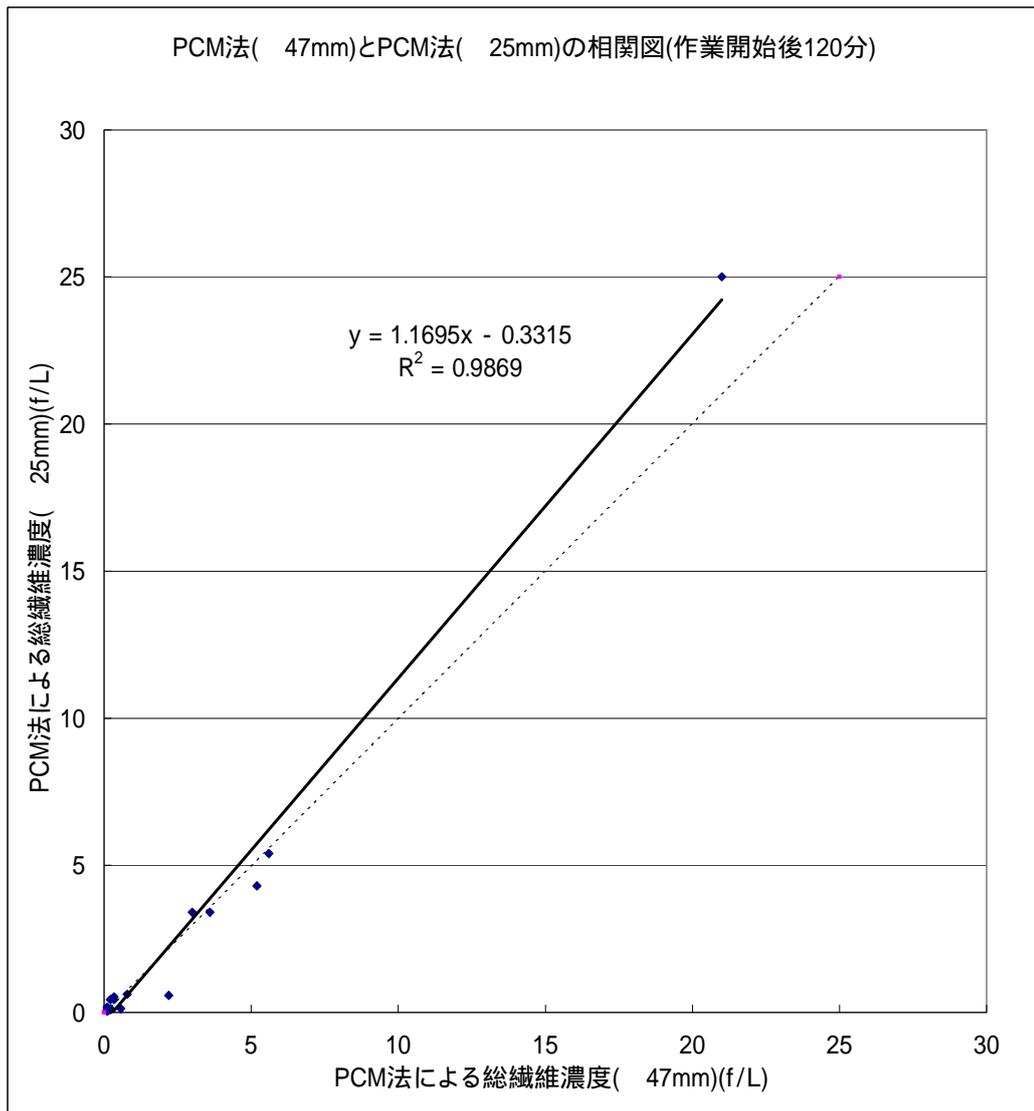
(2) セキュリティゾーン前における位相差顕微鏡法の結果との比較



(3) 集じん出口の外側付近における位相差顕微鏡法の結果との比較



( 4 ) PCM 法の 47mm と 25mm の相関について



### 3.4.2 繊維状粒子自動測定器による測定（株式会社ウエスト）

#### （１）基礎情報



#### 原理

光散乱方式を使用しファイバーを一行に並べさらに振幅させる動作の組み合わせを誘発させる電場を発生させ、粒子の中から単独に個々のファイバーを検出する。

#### 仕様

型式：FM-7400AD（米国 MSP社）

大きさ：W36.6×H36.0×D29.2(cm)（バッテリー有）

W36.6×H28.6×D29.2(cm)（バッテリー無）

重量：12.6(kg)（バッテリー有）

7.8(kg)（バッテリー無）

捕集口の面速：236.2cm/sec

出力方式：Windowsが内蔵のため、本体に保存された測定データをUSBポートにUSBメモリーを接続し、PCと同じようにUSBメモリーに出力可能（テキストデータ形式）。

USBメモリーで出力されたデータはテキストデータ形式になっているため、

”Microsoft Excel（表計算ソフト）”等に直接読込が可能。そのためMicrosoft Excel等で行える加工を行える。

バッテリー：10Ah NiMH

測定可能時間 約8時間

充電時間 約8時間

その他：Windows XP内蔵（液晶画面のタッチパネル操作）。

ケリタイルとアサイトの校正ファンルを持っているため、現場で選択し測定が可能。

測定中であっても、随時経過グラフが液晶画面で確認可能。

当該機器の較正基準が確立しているか。確立されていれば具体的な較正基準を提出して下さい。  
 はい  いいえ

当該機器の較正方法の具体的な手順が確立されているか。確立されていれば具体的に記載して下さい。  
 はい  いいえ

当該機器の精度を証明する試験結果等の文書を発行しているか。

はい  いいえ

当該機器の保守点検体制はととのっているか。

はい  いいえ

計測できる最高濃度が 10 f/l の 10 倍以上を満足しているか。

はい  いいえ

測定機に 4 時間以上のバッテリーが付属（内臓）しているか。

はい  いいえ

で NO の場合、測定器にオプションとして 4 時間以上のバッテリーを接続することが可能か。  
 はい  いいえ

測定中にデータの連続記録を表示し、測定終了後、記録データとしてプリントが可能な機能を有しているか。  
 はい  いいえ

で NO の場合、と同様の機能を得るため、測定器にオプションとして他の機器を接続することが可能か。  
 はい  いいえ

基準濃度を設定し、その濃度が基準濃度を超えた場合に警告する機能が内臓されているか。

はい  いいえ

各メーカーに対して、共通の較正方法を適用することになった場合には、指定された較正を利用するか。  
 はい  いいえ

解体・改修等の現場でリアルタイムモニターを公定法として使用する場合に、最も有効な使用方法についての意見を聞かせて下さい。

解体現場で使用する際、現行の「アスベスト対策マニュアル(第 4.0 版)」では、作業開始前 30 分間の測定値を基準としているが、今回の実地検証の場合を含めて、作業開始前に作業場への立ち入りが困難な場合が多いため、基準濃度として作業開始前に作業場所近傍の一般大気濃度を測定することが望ましいと思う。また、作業中の飛散防止モニターとして使用する場合は作業中に連続して使用し、基準値を超えた場合に適切な対応を計る事が必要だと考える

< 添付資料 > : 該当するものに 印を記入

較正基準 ( )

較正手順 ( )

その他(具体的な内容を記入)

( )

### 3.4.3 繊維状粒子自動測定器による測定（柴田科学株式会社）

#### （１）基礎情報



#### 原理

高電場での粒子振動による繊維状粒子の散乱光検出

#### 仕様

型 式：ファイバーモニター F-1

大きさ：約 380 (W) × 230 (D) × 240 (H) mm

重 量：約 5.2 kg (内蔵バッテリー含む)

捕集口の面速：42.4cm/sec

出力方式：器械シリアル番号/記録年月日、時分秒/繊維状粒子濃度換算値/積算カウント値/積算流量/測定経過時刻/各アラーム

本体へ記録したデータ及び測定中のデータを各出力ポートへ出力が可能。

PC へのリアルタイムデータ送信、本体へ記録したデータの抽出（テキスト形式）、その後の市販の表計算ソフトを用いた処理全般が可能。

出力ポート：USB、RS-232C、プリンター、パルス（オープンコレクター）

バッテリー：ニッケル水素蓄電池内蔵

測定可能時間 約 4 時間 (25 )

充電時間 約 4 時間

その他：外部バッテリーの接続により長時間測定が可能。

パトライトの使用やデータの無線送信などの対応が可能。

当該機器の較正基準が確立しているか。確立されていれば具体的な較正基準を提出して下さい。  
はい  いいえ

当該機器の較正方法の具体的な手順が確立されているか。確立されていれば具体的に記載して下さい。  
はい  いいえ

当該機器の精度を証明する試験結果等の文書を発行しているか。

はい  いいえ

当該機器の保守点検体制はととのっているか。  
はい  いいえ

計測できる最高濃度が 10 f/l の 10 倍以上を満足しているか。  
はい  いいえ

測定機に 4 時間以上のバッテリーが付属（内臓）しているか。  
はい  いいえ

で NO の場合、測定器にオプションとして 4 時間以上のバッテリーを接続することが可能か。  
はい  いいえ

測定中にデータの連続記録を表示し、測定終了後、記録データとしてプリントが可能な機能を有しているか。  
はい  いいえ

で NO の場合、と同様の機能を得るため、測定器にオプションとして他の機器を接続することが可能か。  
はい  いいえ

基準濃度を設定し、その濃度が基準濃度を越えた場合に警告する機能が内臓されているか。  
はい  いいえ

各メーカーに対して、共通の較正方法を適用することになった場合には、指定された較正を利用するか。  
はい  いいえ

解体・改修等の現場でリアルタイムモニターを公定法として使用する場合に、最も有効な使用方法についての意見を聞かせて下さい。

セキュリティエリア出入口、負圧除じん装置排気口に設置し常時監視を行う。測定結果はバックグラウンド値を測定値から差し引いた値で管理する。基準値を超えた際は作業を止め原因の確認、是正を行う。リアルタイムモニターは全般に現場測定では PCM 法と比較し高めの値（数倍～数十倍）を示す傾向があるため、基準値の設定が重要。

< 添付資料 > : 該当するものに 印を記入

較正基準 ( )

較正手順 ( )

その他 ( 具体的な内容を記入 )

( )

### 3.4.4 繊維状粒子自動測定器による測定（株式会社ハットリ工業）

#### （１）基礎情報



#### 原理

FAM-1 の基本原理を使用、ファイバを高電圧で振動させ、レーザーの散乱パルス波形を解析

#### 仕様

型 式：FNM-ME（ファイバネットワークモニター 改良型イオン）

大きさ：446mm(幅)×222.8mm(高)×250mm(奥行)

重 量：約 8.0 kg

捕集口の面速：38.8cm/sec

出力方式：USB ポート、RS-232C、プリンター付

付属専用ソフトで濃度表示及び濃度グラフを PC 保存・出力可

バッテリー：測定可能時間 約 10 時間

充電時間 約 6 時間

その他：ハードケース付

年次校正付リース販売のみ

当該機器の較正基準が確立しているか。確立されていれば具体的な較正基準を提出して下さい。

はい いいえ

当該機器の較正方法の具体的な手順が確立されているか。確立されていれば具体的に記載して下さい。

はい いいえ

当該機器の精度を証明する試験結果等の文書を発行しているか。

はい いいえ

当該機器の保守点検体制はととのっているか。

はい いいえ

0 計測できる最高濃度が 10 f/l の 10 倍以上を満足しているか。

はい いいえ

測定機に 4 時間以上のバッテリーが付属（内臓）しているか。

はい いいえ

で NO の場合、測定器にオプションとして 4 時間以上のバッテリーを接続することが可能か。

はい いいえ

測定中にデータの連続記録を表示し、測定終了後、記録データとしてプリントが可能な機能を有しているか。

はい いいえ

で NO の場合、と同様の機能を得るため、測定器にオプションとして他の機器を接続することが可能か。

はい いいえ

基準濃度を設定し、その濃度が基準濃度を超えた場合に警告する機能が内臓されているか。

はい いいえ

各メーカーに対して、共通の較正方法を適用することになった場合には、指定された較正を利用するか。

はい いいえ

解体・改修等の現場でリアルタイムモニターを公定法として使用する場合に、最も有効な使用方法についての意見を聞かせて下さい。

建築物の立地条件にもよりますが、まずはセキュリティゾーンと集塵機の排出口。特に監視員が常駐できない場合、工事発注者や元請業者へリアルタイムに画像通信することが有効な策だと考えます。また、機器が浮遊繊維状粒子を計測する基本ルールが「低濃度」区域であることは言うまでもありません。作業室内へは粉じん計等を使うことを周知徹底し、リアルタイムモニターの持ち込みは厳禁。

<添付資料>：該当するものに 印を記入

較正基準 ( )

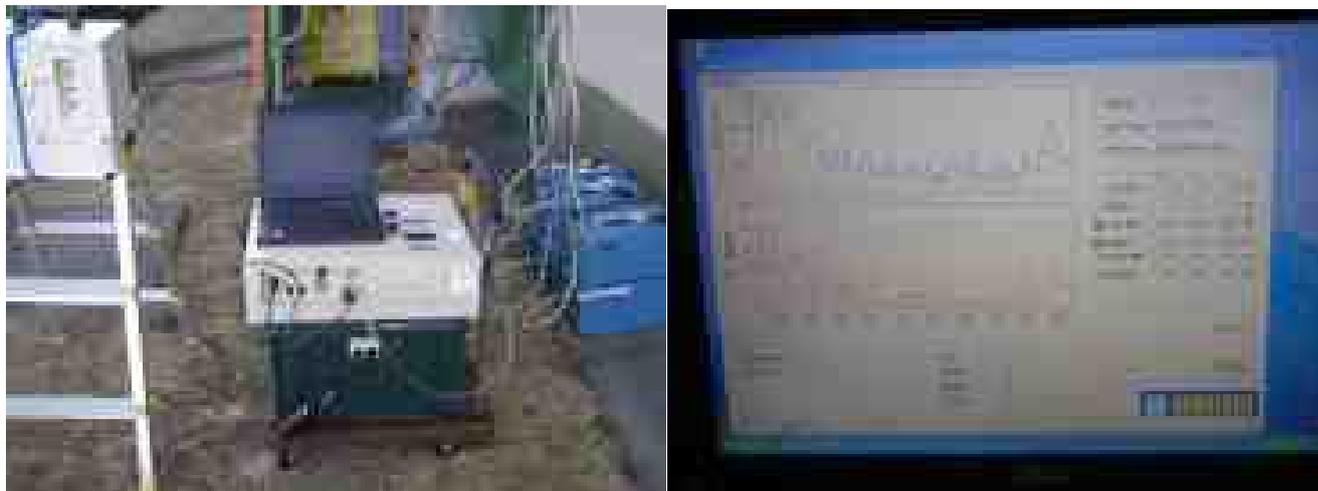
較正手順 ( )

その他（具体的な内容を記入）

( )

### 3.4.5 繊維状粒子自動測定器による測定（アエモテック株式会社）

#### （１）基礎情報



#### 原理

レーザービーム内を垂直に通過する粒子の170度後方散乱光を瞬時に捉え、偏光度と強度を解析して繊維状粒子を識別

#### 仕様

型式：DAECOM（ダエコム）Sタイプ

大きさ：550（W）×402（D）×160（H）mm

重量：約13kg

捕集口の面速：58.8cm/sec

出力方式：内蔵プリンターに印字またはRS232C

測定時刻、設定測定時間、測定回数、繊維状粒子計測数、粒子計測数、繊維状粒子濃度（本/リットル）、粒子濃度（個/リットル）

RS232C出力からパソコンに専用ソフトを使って測定データを取込み、CSVファイルとして自動的に保存でき、エクセル等でグラフ作成も可能

バッテリー：測定可能時間 6時間（特注対応の例・計測用ノートPCを含む）

充電時間 8時間（充電回路の仕様による）

その他：流路を流れる空気に、45度の偏光レーザーを照射し、散乱光の偏光角度の変化の違いで繊維状粒子と球状粒子を区別して、散乱強度で繊維の大きさを計測している。

当該機器の較正基準が確立しているか。確立されていれば具体的な較正基準を提出して下さい。  
はい いいえ

当該機器の較正方法の具体的な手順が確立されているか。確立されていれば具体的に記載して下さい。  
はい いいえ

当該機器の精度を証明する試験結果等の文書を発行しているか。  
はい いいえ

当該機器の保守点検体制はととのっているか。  
はい いいえ

計測できる最高濃度が 10 f/l の 10 倍以上を満足しているか。  
はい いいえ

測定機に 4 時間以上のバッテリーが付属（内臓）しているか。  
はい いいえ

で NO の場合、測定器にオプションとして 4 時間以上のバッテリーを接続することが可能か。  
はい いいえ

測定中にデータの連続記録を表示し、測定終了後、記録データとしてプリントが可能な機能を有しているか。  
はい いいえ

で NO の場合、と同様の機能を得るため、測定器にオプションとして他の機器を接続することが可能か。  
はい いいえ

基準濃度を設定し、その濃度が基準濃度を超えた場合に警告する機能が内臓されているか。  
はい いいえ

各メーカーに対して、共通の較正方法を適用することになった場合には、指定された較正を利用するか。  
はい いいえ

解体・改修等の現場でリアルタイムモニターを公定法として使用する場合に、最も有効な使用方法についての意見を聞かせて下さい。

今回のフィールドテストでは他社との比較のために使用しなかったが、環境省の予算で追加で開発した有機物繊維除去装置を併用すると、衣服の繊維、植物の繊維の除去することができるため、より鉱物繊維（ミネラルファイバー）の濃度に近い値を計測することが出来る。FAM-1 の原理を踏襲している他社の方式と異なり、繊維の形状により特徴的な反射光の分析をして計測しており、特殊な雰囲気を使ったキャリブレーションは必要としない。

< 添付資料 > : 該当するものに 印を記入

較正基準 ( )

較正手順 ( )

その他 ( 具体的な内容を記入 )

( )

### 3.5 リアルタイムモニターの導入方法及び解体現場等における測定方法（案）

（小西委員提案事項）

#### （１）アスベスト大気濃度測定方法に関するこれまでの検討状況について

アスベストの測定方法（アスベストモニタリングマニュアル）については、平成22年6月にアスベストモニタリングマニュアル第4.0版として改訂・公表したところ。

その中に、「解体現場における迅速な測定方法」として「位相差/偏光顕微鏡」、「蛍光顕微鏡法」、「可搬型等の分析走査電子顕微鏡法」及び「繊維状粒子自動測定器による測定」の4種類が「紹介」されており、平成22年度において現場検証等の調査を行っている。

この中で繊維状粒子自動測定器（リアルタイムモニター）は解体現場等に存在する総繊維数をリアルタイムに把握することができるという特徴を有しているため、今後のアスベストの飛散防止対策の一つとして期待している。

しかしながら、リアルタイムモニターは位相差顕微鏡法との相関性等について課題が残っているため、導入方法及び解体現場等における測定方法の考え方について継続検討する必要があるところ。

#### （２）導入方法及び解体現場等における測定方法（案）

敷地境界は従来どおりとし、1 f/Lを超えた場合には原則としてA-SEM乃至A-TEMでアスベスト繊維の有無について検証することとし、迅速な方法として、位相差/偏光顕微鏡法、蛍光顕微鏡法、可搬型電子顕微鏡法につなげる。

前室及び排気口の測定は「事業者によるアスベスト除去作業における漏洩防止のための測定」と位置づけ、作業中のリアルタイムモニターの連続測定により、一定水準の濃度（作業前30分間の排気口付近の大気濃度測定結果または10 f/L）を超えた場合に警報等で作業者に周知し、その場合には作業を中断し、原因を調べ改善後、作業を再開することとする。

高濃度の原因究明のため、リアルタイムファイバーモニターのバックアップフィルターをA-SEM法、A-TEM法、偏光顕微鏡法、蛍光顕微鏡法等により分析し、総繊維数に対するアスベスト繊維乃至は管理が必要な繊維数の割合を把握する。

工事終了届け時の記録にリアルタイムファイバーモニターによる総繊維数濃度の連続測定記録及び実施した対策の概要等を含めて提出する。

作業終了後、一定期間の記録の保存を義務付ける。

### 3.6 アスベスト大気濃度調査に関する課題等についての意見

#### 3.6.1 小坂委員

##### (1) 「考えられる課題点」(平成22年度第2回測定手法等検討分科会資料9)について

資料9の「考えられる課題等」はこれまでの検討会及び検討分科会で出された意見をほぼ網羅して整理していただいていると考えます。吹付けアスベスト及び保温材(レベル1及び2と呼ばれるアスベスト建材)の除去工事に伴うアスベスト飛散防止が喫緊の課題でありそれら工事への飛散防止対策が最優先課題であることに異論はありませんが、アスベスト飛散の実態が十分解明されていないレベル3の建材除去工事対策についても忘れてはならないと考えます。レベル3建材からの飛散防止対策については検討のための一定の時間が必要と思いますが、残されている重要課題として位置付ける必要があると考えます。

##### (2) 具体的な内容について

###### ・飛散監視のための濃度測定の義務化

現在いくつかの自治体では条例によって濃度測定が義務付けられているが、それは全国的にみると少数である。一般市民の暴露防止のためには「測定の義務化」が必要と考える。

###### ・施工業者と測定業者との関係について

測定業者は顧客である施工業者に対して弱い立場にある。測定業者が依頼主の意向に影響されずに客観的データを出せるようにするには、「除去作業」と「測定業務」を許可制にすることが必要ではないか? 飛散工事を行ったり、測定データの虚偽報告をすると許可取り消しの罰則も必要である(米国では飛散事故を起こした除去業経営者が懲役刑を受けた例(カリフォルニア州)もある)。そのような制度にすれば「施工業者と測定業者との関係」の問題は改善されるのではないだろうか。

資料9の「解決策」に示されている“行政による監視・監督”は実現出来れば一番良い対応策であるが、監視・監督を担う自治体担当部局は人員削減で人不足になっているのが現状で、分析を担当する試験研究機関も廃止されて減少している。そのような現状を考えると、今後の飛散監視のための測定を担えるのは民間分析会社であると思われる。民間分析会社がその役割を担えるように下地を作ることがアスベスト対策には求められているのではないか?

施工業者の許可制については環境省の管轄ではないかも知れないが、英国では許可は政府の管轄下にあり、許可は最初は1年間、その後その業者に問題がなければ3年間ごとに更新するシステムになっている。その間に業者が違法行為や飛散事故を起こせば“監察対象業者”になり、査察官の抜き打ち現場検査を受けることになる。このような制度を日本でも検討する必要があると考える。

測定業者(民間分析会社)の許可制については、英国でも米国でも“分析技能認定制度”がある。認定は、英国ではUKAS(United Kingdom Accreditation Service)という中立機関が行なう技術検定によって、また米国ではNIST(米国標準技術局)が行なう技術検定(NVLAPと呼ばれる)によって行なわれている。技術検定は毎年数回送られてくる“試験用サンプル”を分析しその結果が基準範囲内であれば認定は毎年延長される。認定が得られなければ除去業務や測定業務を行なうことは出来ないシステムになっている。

安全な除去工事を行なう施工業者、精度の高い測定を行なう測定業者が生き残る制度を作ることが必要ではないか?

###### ・“サンプリング技術の担保”、“計数技術の担保”

除去工事現場でアスベストが飛散する可能性があるのは「集じん機排気からの漏えい」「セキュリティ出入口(作業場内への空気の補給のため閉じられていない)からの漏えい」「不適切な養生による養生シートのはがれ」が主たる要因と考えられる。実測例が少ないので実測データで確かめる必要があるが、漏えいの主たる要因が確認出来ればそれらを分析者に周知徹底させて“適切なサンプリング”を普及させることが出来るであろう。既存の資格の有資格者に限定する必要はないと考える。

“計数技術”に限らずアスベスト分析技能については前項の海外での技能認定制度と同様の継続的な検定制度を構築する必要があると考える。

・“リアルタイムモニターによる濃度経時変化の把握及び記録”

「アスベストモニタリングマニュアル第4.0版」では解体現場における迅速な測定法の一つとしてリアルタイムモニターも紹介されている。私の理解では、紹介された4つの“迅速な測定法”は解体現場での行政指導または命令（飛散発生による工事中止の指導または命令）の根拠となる測定データを得るための手法の候補という位置付けであった。リアルタイムモニターの性能については科学的根拠が乏しい。私が調べた限りでは性能評価のもっとも新しい論文はフランスの研究者による2003年の論文で、そこには位相差顕微鏡による測定結果との相関が示されているが相関は濃度：1000本/L以上でしか認められていない。また、アスベストの種類によって検出感度が変わるので種類ごとにキャリブレーションを行なわなければならない（そのキャリブレーションもメーカーでしか出来ない）と書かれている。私は1990年から約3年間環境庁が行なったリアルタイムモニターの実証試験のお手伝いを兵庫県立公害研究所で行なったが位相差顕微鏡法との相関はまったくなかった。その時の経験と前記論文を根拠にリアルタイムモニターが低濃度域でも繊維状粒子を選択的に測定しているかどうか疑問を持っている。リアルタイムモニターが何を測定しているのかという基本的問題が解明されなければ解体現場での飛散を検出する方法としてはリアルタイムモニターは適当でないと私は考えており、その旨を先の分科会で意見として述べた。

資料9では「濃度の経時変化の把握及び記録」のためにリアルタイムモニターを使うということになっている。ということは「アスベストモニタリングマニュアル第4.0版」の位置付けと違うということなのか？つまり、経時変化を把握して記録するためだけに使い行政指導等には使わないということなのか？測定結果を行政指導等の根拠とするなら規制値を超えていることを示すデータでなければならない。先の分科会での説明では『濃度の経時変化を見て飛散をチェックする』とのことであったが、それは濃度の相対的な変化を飛散の判定基準とするということでありモニタリングマニュアルは2つの飛散判定基準を持つことになる（一方は具体的な数値で濃度を示す）。

解体現場でのアスベスト飛散のうち集じん機からの飛散については自動測定機でもチェックが出来る可能性がある。それは、集じん機の排気はHEPAフィルターを通過するため本来“無塵”であるはずだからである。排気中の粒子濃度が上昇すれば飛散の可能性ありと判断出来る。しかしその場合でもリアルタイムモニターを使わなければならない必然性はない。排気中の粒子の有無をチェックすればいいのであるから、リアルタイムモニターより安価なパーティクルカウンターで測定すればよい。パーティクルカウンターの測定値の信頼性は高い。

・“省庁ごとの測定法の違いによる混乱”、“光学顕微鏡法・電子顕微鏡法の比較”

省庁ごとの測定法の違いのうちフィルター径については、25mmと37mmでの濃度測定結果に差はないという報告がある（Beckett: *Ann occup. Hyg.* 259(1980)）。

光学顕微鏡法と電子顕微鏡法との比較については報告例があまり見られない。米国においては位相差法による作業環境濃度測定法としてNIOSH 7400があるが、その補完法としてTEM法によるNIOSH 7402が定められている。NIOSH 7402では位相差法と同じ繊維計数ルールを使うが、計数した繊維中のアスベストの比率を求めてその比率を位相差法の計数値に掛けてアスベスト濃度を算出する。またISOのTEM法（ISO10312, ISO13794）でも付属文書でPCM等価値（位相差法と同じ計数ルールで計数した繊維数）を定めているが、それらのデータと位相差法による実測値を比較した報告は見たことがない。比較のやり方そのものが難しく、試料作製法の違いや観察倍率の違いも考慮すると誤差要因を除外することが難しいので比較が行なわれないのではないかと思われる。

・“クリアランスの担保”

養生を解く前のクリアランスの確認は現時点ではまったく行なわれていないと言ってよい。小・中学校やビル内の除去工事ではクリアランス確認は特に重要である。米国では小・中学校の除去工事後のクリアランス確認のための法律があり（AHERAと呼ばれる）TEM法による濃度測定で室内濃度が室外濃度以下になれば生徒の入室が許可される。我が国においても何らかの対応が求められていると考える。

### 3.6.2 小西委員

#### (1) 考えられる課題点、解決策(測定及び測定関連事項を記載します。)

##### 法的な測定実施の義務付け

各省庁間で統一して法的な測定の義務をかけることにより、安定した管理が可能となる。

##### 測定実施者の選定

測定技術が担保されている国家資格者として第2種作業環境測定士(サンプリング)及び第1種、第1号登録の作業環境測定士(サンプリング、分析)を活用すべきであり、また、当該作業環境測定士の所属する第1号登録の作業環境測定機関(全国に約640機関)に限定することが必要である。

国土交通省のアスベスト飛散防止処理技術に係る建設技術審査証明事業により審査証明を受けた工法により工事が行なわれる場合の測定実施者選定に当たっては、(社)日本作業環境測定協会精度管理センターの実施しているアスベスト分析クロスチェック(計数分析)でCランク以上の技術者が在籍している測定機関等を選択することになっている。

##### 測定実施日と測定時間帯

各省庁間で統一しておく必要がある。

厚生労働省関連の建設業労働災害防止協会の「石綿粉じんへのばく露防止マニュアル」

1) 吹き付け石綿除去作業【レベル1】 保温材、断熱材、耐火被覆板の解体作業およびその他の作業(石綿スレート等の成形板の解体作業【レベル2およびレベル3】)に係る屋内作業場の石綿粉じん濃度測定方法

原則として、作業環境測定基準(昭和51年労働省告示第46号)に従ってデザイン、サンプリング、分析を行い、作業環境評価基準(昭和63年労働省告示第79号)に従って作業環境測定結果の評価を行い、評価結果に必要な措置を講じる。

2) 保温材、断熱材、耐火被覆板の解体作業およびその他の作業(石綿スレート等の成形板の解体作業【レベル2およびレベル3】)に係る屋外作業場の石綿粉じん濃度測定方法

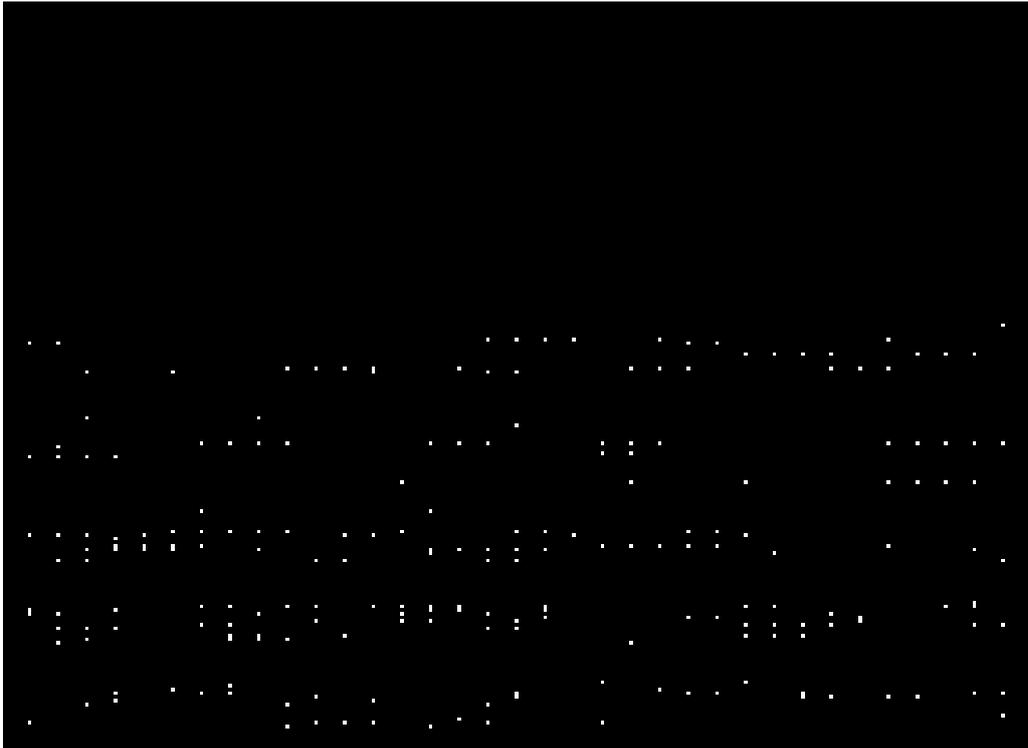
「屋外作業場等における作業環境管理に関するガイドラインについて」(平成17年3月31日付け基発第0331017号)に従って、作業者に個人サンプラーを装着してサンプリング、分析を行い、各測定点ごとに測定値と管理濃度を比較して、測定値が管理濃度を超えるか否かの評価を評価結果に基づき、前記第4章及び第5章に記載されている「解体方法、湿潤化、隔離、立入禁止、掲示、保護具」等の必要な措置を講じる。

3) 換気および隔離の効果の確認に係る石綿粉じん濃度測定方法

吹き付け石綿の除去を行うすべての作業場所について、換気および隔離効果の確認のため、作業中に1回以上、当該室内及び室外の石綿粉じんの気中濃度を作業環境測定基準に示されているサンプリング・分析手法と同様の方法により測定し、その結果を管理濃度を比較して、測定値が管理濃度を超えるか否かの評価を行ない、評価結果に基づき、第4章の「隔離、立入禁止、掲示」等について必要な改善措置を講じる。

また、できれば、吹き付け石綿の除去の効果確認のため、工事着手前及び工事終了後にそれぞれ1回、当該室内及び室外の石綿粉じんの気中濃度を測定すること。

国土交通省大臣官房官庁営繕部監修の「建築改修工事監理指針」



現在、当該工事において殆どの場合に の測定が実施されている。

#### サンプリング方法及び分析方法の統一

飛散防止の観点から、飛散している繊維状粒子がアスベストか否かの分析に時間、経費をかけるよりも、総繊維数濃度として管理することが重要であり、リアルタイムモニターの積極的な活用が必要である。

厚生労働省：作業環境測定基準

国土交通省：JIS K 3850

環境省：アスベストモニタリングマニュアル

#### 測定結果に対する管理基準の策定

測定の義務を課すためには、測定結果に対する管理基準濃度を公表し、測定中に管理基準濃度を超えた場合にはリアルタイムモニターが警報等により作業者に通報し、現場の石綿作業主任者は直ちに作業を停止し、原因を究明するとともに対策を実施するということを義務付けた手順が必要である。

この場合の管理基準濃度は、生体影響へのリスク評価をもとに、環境空気中のアスベスト繊維数濃度基準を設定し、さらに、作業現場で計測されるアスベスト及びアスベスト以外の天然鉱物繊維やロックウール等の人造鉱物繊維を含めた総繊維数濃度としての濃度基準を設定し、この濃度をリアルタイムモニターによる管理基準濃度として管理し、工事実施期間中のすべての時間帯で管理基準濃度以下とすることが、将来にわたって有効な管理手法となる。

リアルタイムモニターが管理基準濃度を超えたため作業を中断した場合には停止した時間、高濃度の発生原因、実施した対策、再稼動した時間等についての記録の保存も考慮すべきである。

#### 測定結果の取り扱い方法

測定結果の記載様式の統一が必要である。

工事終了報告書の一環としての取り扱い（記録の保存義務、提出義務？）

### **集塵・排気装置（負圧除塵装置）の位置づけの明確化**

これらの装置は本来は養生内で発生したアスベスト含有粉じんを除去することが本来の役割であるにも係らず、養生内の負圧状態を維持することを優先して使用される場合が多く見受けられる。（意図的に、セキュリティゾーン近傍に設置するため、作業により発生したアスベスト含有粉じんの除去に殆ど寄与していない。また、負圧の状態では正常な除塵効率を確保しているか否かが疑問である。）

集塵・排気装置の本来使用目的である除塵能力を確保するためには、負圧による差圧分の気流を求めるのではなく、セキュリティゾーンの入り口からプッシュ気流を流入させることが必要である。

### **集塵・排気装置（負圧除塵装置）の定期点検・整備の義務化**

養生内で発生したアスベスト含有粉じんの飛散が最も懸念されるのが集塵・排気装置の欠陥による場合である。

現状では、使用されている集塵・排気装置の70%以上が海外製品であり、定期的な検査の義務付けがないため適切な整備が実施されていないため、装置のゆがみ等により、HEPA フィルターを通過しないでそのまま排気される場合の外部への飛散が懸念されている。

そこで、当該装置の定期的なメンテナンスを義務付け、検査証明書等を発行するとともに、検査証明書の無い装置の使用禁止を図るべきである。

### **（２）適切な工事实施のための監視体制の強化**

現在、アスベスト除去等の工事に関しては、所轄の労働基準監督署、自治体等への届出が行なわれているが、所轄の労働基準監督署では提出書類に基づき、事前に使用する装置、設備等の立ち入り検査を実施しており、自治体においても立ち入り検査を実施している。しかしながら、より適切な工事を実施するためには、専門家が抜き打ちで立ち入り・指導を実施すべきである。

現状では、労働基準監督署、自治体ともに限られた職員が担当しており、全国の現場に対して抜き打ちで立ち入ることは困難であると思われる。そこで、民間の専門家集団に立ち入り検査権限を与えて、厳しく管理する方法の検討が必要であると考ええる。

### **（３）今後の進め方**

以上のような課題について、環境省のアスベスト飛散防止調査検討会に、関係省庁の関係者を含めた包括的な検討が必要であると考ええる。

### 3.6.3 平野委員

- (1) 種々の解体現場において適切な測定調査をするためにはアスベスト含有建材についての正確な調査情報の必要性
- 一定時間が経過した中でのアスベスト濃度測定において、解体現場における飛散アスベストの種類とサイズによっては、時間が経過しても濃度減衰があまり見られないことがあり、解体時と解体後のアスベスト濃度の経時的な変化についての配慮が必要であり、今後、解体現場においてアスベストの環境汚染濃度を適切に調査測定するためには、アスベスト除去後の経時的な測定時間についても考えに入れなければならない。
  - 角閃石系と蛇紋岩系のアスベストは浮遊アスベストの沈降速度に違いが観測されるため、建築材中のアスベストの種類に対して物理的な、化学的な性質が異なることについても考えに入れなければならない。
- (2) 施工業者に対する行政機関による適切な監視監督および指導ができる人材の確保
- 監視監督する行政機関の職員はアスベスト含有建材などの建物に関する知識が必要であり、また、アスベスト調査を適切に遂行するためには測定方法に関する知識と共にそれらに関する測定技術などの指導力が必要であるため、監視監督する行政機関の多くの職員に対して、アスベスト対策に関する人材育成について、どこで、どのように、どのくらいするか考えなければならない。
- (3) A - SEM 法、PCM 法の観察画像データ事例集の作製
- アスベスト大気濃度調査において、A - SEM 法、PCM 法による測定誤差を軽減するためには、大気環境および解体現場などにおける A - SEM 法、PCM 法を用いた種々の繊維状粒子の観察画像データに関する事例集が作製され、多くの顕微鏡測定者がアスベストに関するデータ事例集の観察知見を容易に利用できるようにすることが必要であり、アスベストの観察測定における判断誤差が少なくするためにも、アスベスト画像測定に関するデータ情報検索システムについて考えなければならない。
- (4) 小規模な建物（一般住宅など）の解体現場からのアスベスト飛散対策
- 一般住宅などのような小規模な建物の解体現場は数が多く存在し、行政機関においてすべての解体現場を監視監督することが難しいのが現状であり、今後、これの解体現場からのアスベスト飛散対策についても考えなければならない。

### 3.6.4 貴田委員

#### (1) 課題について

まず、目的を明確に記述すべき。特に、誰にとって何が必要なのか、そのための課題を整理いただきたい。解体現場でのアスベスト飛散防止が、一般的な大気モニタリングのなかでどのような位置づけかも含めて。

課題のまとめ方を、例えば次のような分類としてはどうか(重要なことと詳細なことが入り交じっている)

対応する機関の立場で考えられる課題	行政側、施工業者、測定業者・測定者
試料採取	場所選定、詳細な試料採取方法(ろ紙材質、ろ紙径)
測定方法	マニュアルの使い方、測定方法の不統一(省庁における規制基準の測定法)、 計数ルール統一
測定値の評価	行政が評価するためには? 施工業者が管理するために
測定値の精度管理	測定者には環境省から精度管理用試料を配布することも考えるべき (資格だけでは管理が不十分ではないか)
人的ミスへの対応	測定者の技術向上、ミス防止対策

#### (2) 電子顕微鏡の取り扱いについて

アスベストは、顕微鏡による計数であり、顕微鏡性能によって異なるが、これまで光学顕微鏡を基本としているが、電子顕微鏡、特に透過型電子顕微鏡の採用をもっと重視すべきではないだろうか。国際的にみても、TEM が一般的に最も確からしい石綿同定(細い繊維を含めて)が行える。走査型電子顕微鏡(SEM)はTEMを代替するものと位置づけた方がよいと考えられる。TEMの分析が国内ではほとんどできないのではないかと、という危惧をもたれている委員もおられるが、2006年クボタショック以来、少なくとも4機関(民間分析機関)は可能である。正しい(確からしい)値を基準に簡易法を検討するのが基本と考える。特にクリアランスレベルの担保については、TEMの活用が必要ではないだろうか。

また、光学顕微鏡と電子顕微鏡の違いについて、過去の文献を整理することも必要。規制基準は光学顕微鏡を基本としており、電子顕微鏡の計数値の取り扱いには一定の整理(比較データをもとに)が必要であるが、少なくとも、石綿のリスクを考えると、光学顕微鏡で観察できない細い繊維も十分に把握しておくことが必要と考える。なお、EUでは人造鉱物繊維(MMMF, man-made mineral fiber)を大気汚染物質として考えており、将来を見据えたデータの取得も必要(解体に伴う管理に必要性があるかどうか、実態把握をふまえて考えるべき)

#### (3) 簡易法について

簡易法は、規制法の代替となりうる測定法(同等の確度・精度をもつ)、迅速(操作が簡便など)、スクリーニング法等々、目的に応じて極めてあいまいな使い方がされています。今回取り上げられている簡易法が、どれに相当するのか、「誰が」、「どのように数値を評価して」、「管理又は規制」するのか、が明確でないような気がします。別添に、簡易法に関して執筆した記事(貴田晶子、滝上英孝:循環・廃棄物処理における試験・検査法とその簡易法、廃棄物資源循環学会誌、18(6)、361-369(2007))から抜粋したものをお送りします。それぞれの方法の利点・欠点をふまえて、適用性を議論すべきと思います。

#### (4) 非飛散性石綿含有製品の除去

これまで飛散性石綿の除去が中心であったが、今後増加する非飛散性石綿の除去工事についても課題として挙げていただきたい。

表 廃棄物管理における簡易分析、簡易測定、簡易操作の分類と事例

( 貴田晶子、滝上英孝：循環・廃棄物処理における試験・検査法とその簡易法、廃棄物資源循環学会誌、18(6)、361-369(2007)より

分類	簡易法の目的	求められる条件	例	備考(関連する分類項目等)
規制試験への対応	規格・基準に対応する公定法等標準試験法の簡易化・代替等	・標準試験法による分析値との差が一定範囲以内である	・ダイオキシン類の生物検定試験 ・PCB の異性体による総 PCB 濃度の推定 ・一部異性体によるダイオキシン類の毒性等量(TEQ)推定	規制試験法と同等とみなされる
分析化学的視点	標準操作の簡略化	代替法が標準操作と同等の回収率等である	・有機有害物質の溶媒抽出に対する固相抽出(水質)	
	操作の時間的短縮	操作の自動化による迅速化	フローインジェクションによる連続分析(窒素、燐等比色分析等)	
		機器分析の前処理としての濃縮操作の簡易化	キレート剤による水試料の重金属類の選択的濃縮(キレート溶媒抽出の簡易化)	現場分析
		標準操作の自動化・システム化	有機有害物質の溶媒抽出の自動化	
		操作時間短縮	溶出試験法における溶出時間の短縮	スクリーニング
	迅速分析	連続分析	フローインジェクション方式の採用(水質の窒素・燐の比色法、)	
	試験操作の時間的短縮	操作の自動化(人的作業の効率向上)	有機有害物質の溶媒抽出の自動化 有機有害物質のクリーンアップ操作の自動化(ダイオキシン類等)	
同一操作による多物質分析(個別分析と比較して時間短縮・得られる情報増加)	分析化学的挙動が同等である物質群の集成的分析	有機有害物質の GCMS や LCMS による一斉分析		
日常管理	代替指標による規制試験の簡易化	標準試験法の分析値と一定の相関がある	・廃棄物燃焼施設排ガス等のダイオキシン類に対応する有機ハロゲン化合物測定	
	代替指標		・有機物として IL、TOC、COD、UV260 を用いる ・PCB の塩素の蛍光 X 線分析	スクリーニング
スクリーニング	迅速分析 多試料の分析が可能	分析機器を使用しない、安価 試験頻度を向上させる 高度の分析技術を必要としない	・揮発性有機化合物(VOC)の検知管測定 ・分析キットによる水質分析 ・pH 試験紙	現場分析
現場分析	現場での分析が可能		・可搬型蛍光 X 線装置による重金属類分析 ・揮発性有機化合物(VOC)の検知管測定 ・分析キットによる水質分析 ・最終処分場のガス分析	スクリーニング
試料採取	現場での試料採取の効率化	現場での濃縮、ハンドリング性向上	・有機性有害物質の水試料採取における固相抽出及びガス試料の固相吸着(SPMD、PUF等のデバイスを用いた有機有害物質の吸着等)	
その他	総合評価指標		バイオアッセイによる生態影響評価(固体廃棄物)	規制項目以外の総合指標として
		より安全側の評価試験法である	汚染土壌の蛍光 X 線による重金属類分析 最終処分場浸出水のバイオアッセイ	スクリーニング 住民等への理解しやすい情報
			生体毒性としてのバイオアベイラビリティ試験(体内吸収量)をバイオアクセシビリティ(体内での溶解量)により評価	

### 3.6.5 山崎委員

- (1) 「考えられる課題点」については、人為的(悪意)による課題点と、技術的な課題を区別し整理してはいかがでしょうか？

施工業者による不正な圧力・結果の虚偽報告の指示・依頼、等

測定箇所の誤選定(排気口の気流を無視、または誤計測による測定箇所の選定、等)

サンプリング技術の欠如による不適切なサンプリング(サンプリング後のフィルターの取扱い(保存方法、等)等の測定前処理の不適切も含む)

フィルターのすり替え(捕集したフィルターでない別のフィルター、または捕集したフィルターを加工して分析に回す、等)

関係省庁等が定める(推奨する)測定方法の違いによる混乱(使用フィルターの口径(25 mmと47 mm)等)

計測技術の欠如による不正確な(精度の低い)計数

光学顕微鏡法、電子顕微鏡法等の異なる測定方法を実施した際の結果の比較時の混乱、評価技術の未熟さによる判定の誤差、等

計数結果の虚偽報告

測定に要する時間(測定方法自体が要する時間、装置操作や観測・測定の未熟さによる測定者による作業時間の幅も含む)と除去期間の関係(測定結果が出るころには除去工事が終わっている、等)

クリアランスの担保

- (2) 解決策(案)

ご提案の項目に加えて(だいぶ、オーバーラップしますが)、

- 1) 人為的(悪意)による課題点への対策は、行政による監視・監督の方式とルールを策定し、基本的な実施体制案を作成することでは、いかがでしょうか？
- 2) 技術的な問題については、
  - a) 関係省庁等が定める(推奨する)測定方法の違いの比較・評価から、標準的測定方法(関連する測定・記録・報告方法を(できる限り)すべて満足する最低限の測定・評価方法)の検討、ガイドライン化。
  - b) リアルモニター等、迅速かつ連続モニタリング方法・装置の改良と開発。既存装置の評価と利用法(参照・評価の目安・基準)のマニュアル化
  - c) 測定者への教育指導と、測定結果のクロスチェックによる技術レベルの評価・証明のように整理してみてもはいかがでしょうか？ご参考になりましたら幸いです。

### 3.7 平成22年度の検討状況

平成22年度は測定手法等検討分科会を4回開催した。

#### (1) 第1回検討会

平成22年度の検討会について

・今年度より検討会が2つの分科会に分かれ、一つはアスベスト大気濃度調査における測定手法等検討分科会（測定手法等検討分科会）とアスベストの飛散に関する基礎情報調査等検討分科会（基礎情報調査等検討分科会）となった。

平成22年度のアスベスト大気濃度調査について

・今年度のアスベスト大気濃度調査は基本的には平成21年度と同じであるが、再生砕石場及びアスベスト含有再生砕石が使用されている駐車場についての調査を検討中である。又、分析走査電子顕微鏡法により調査を行うのは、アスベストモニタリングマニュアル第4.0版に従い、総繊維濃度が1.0本/Lを超えた場合である。バックグラウンド地域はこれまで分析走査電子顕微鏡法により調査を行ってきたが、過去にアスベストが問題になることは無かったので、行わない。

アスベストモニタリングマニュアルのクロスチェック等の進め方について

・アスベストモニタリングマニュアル第4.0版では、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及び繊維状粒子自動測定器による測定の方法を「紹介」という形で取り上げた。これらの迅速な測定方法に関するクロスチェックをどう行うか。

・解体現場のセキュリティゾーン前及び集じん出口で30分×2回サンプリングした検体（10現場：合計20検体、20検体は予備として保管）と小西委員の実験室（チャンバー内）で発生させたアスベストをフィルターで捕集することで作成した人工検体をクロスチェックのサンプルとする。

・1枚のフィルターを8分割し、それぞれの方法で分析する。可搬型等の分析走査電子顕微鏡法は日本電子製、日立ハイテクノロジー製、テクネクス工房製の3機種で分析する。又、分析走査電子顕微鏡法については平野委員に指導をお願いする。

・繊維状粒子自動測定器による測定のカロスチェックは人工フィルター作成時並びに解体現場において行う。解体現場では2機種で並行測定を実施する。実測の前に各メーカーと環境省担当官、小西委員による打合せを行う。

現行の測定方法における測定結果の評価方法について

・アスベストモニタリングマニュアル第4.0版に定められている測定方法で得られた結果の評価・比較方法についてどう行うか。光学顕微鏡法の結果と電子顕微鏡法の結果について、「光顕：電顕 =  $f/L$  :  $f/L$ 」といわゆる変換式を策定する。あるいは電子顕微鏡法で石綿繊維数の割合を明らかにし、光学顕微鏡による総繊維数の測定結果にこの割合を掛け合わせて石綿繊維数を計算する等。

測定結果の信頼性の確保について

・アスベストの大気濃度測定法は高度な技術を要する上、測定結果において分析担当者間で誤差が生じやすい。しかし、技術レベルが低かったり意図的に低い数値を報告したりする測定業者、施工業者が測定業者に対して低い数値を報告するように圧力をかけるなどの悪質な業者（測定業者や施工業者）も存在する。これらの対応を練る必要がある。

#### (2) 第2回検討会

検討委員の追加について

・貴田委員及び山崎委員が検討委員として新たに加わった。

破碎施設の測定について

・敷地境界4箇所と破碎機周辺又は集じん装置出口付近の計5箇所測定する。

解体現場における迅速な測定方法に関するクロスチェックの進捗状況等について

・繊維状粒子自動測定器のメーカー4社と可搬型の電子顕微鏡法のメーカー3社にそれぞれ説明会を実施した。小西委員のチャンバー内での人工フィルターの作成も終了し、解体現場の測定も4箇所実施した。

アスベスト大気濃度測定法に関する課題等について

・各検討委員よりアスベスト大気濃度測定法に関する課題等についての意見を出してもらうこととする。

(3) 第3回検討会

平成22年度アスベスト大気濃度調査における後期日程の結果について

- ・解体現場の測定で光学顕微鏡法による総繊維濃度が1.0本/Lを超え、分析走査電子顕微鏡法で分析した結果、アスベストが検出された箇所があった。  
解体現場及び破碎施設の測定に関する進捗状況と今後の予定について
- ・解体現場での事前調査の分析結果と分析走査電子顕微鏡の分析結果が異なる石綿を検出した現場があった。破碎施設は3日間連続測定する。  
解体現場における迅速な測定法に関するクロスチェックの進捗状況等について
- ・繊維状粒子自動測定器のメーカー4社と可搬型の電子顕微鏡法のメーカー3社、位相差/偏光顕微鏡法、蛍光顕微鏡法において、解体現場での測定並びに分析を進めてもらっている。  
アスベスト大気濃度測定法に関する課題等について
- ・各検討委員よりアスベスト大気濃度測定法に関する課題等についての意見を出してもらった。

(4) 第4回検討会

平成22年度アスベスト大気濃度調査における後期の結果について

- ・前期後期合わせて54地域162地点、試料点数612の調査が全て終了した。測定結果はほぼ昨年と同じ傾向であるが、最大値、最小値、幾何平均値で比べると、解体現場と破碎施設では、最大・最小値の幅が大きくなっている。  
解体現場等及び破碎施設の測定に関する結果について
- ・今回から「前室」を「セキュリティゾーン前」に、「排気口付近」を「集じん出口」にそれぞれ表記変更した。解体現場は10現場、破碎施設は4現場の測定を実施した。  
解体現場における迅速な測定方法に関するクロスチェックの結果について
- ・各測定方法にはバラつきがあり、引き続き検討が必要である
- ・47mmフィルターで10L/分で120分間採取したもの(環境省アスベストモニタリングマニュアル)と25mmフィルターで5L/分で120分間採取したもの(国土交通省)を位相差顕微鏡法で比較した結果、 $R^2=0.9869$ と良い相関となった。

(5) 解体現場等における迅速な測定方法に係る意見交換会(公開)

日時:平成23年3月29日(火) 15時~18時30分

場所:日清紡ホールディングス(株) 7階会議室

出席者

- ・主な参加者は分析機関であったが、地方自治体やゼネコンからの参加もあり、55名の方が参加された。  
プログラム(発表者)
- ・環境省からの概要説明
- ・位相差/偏光顕微鏡法の特徴及び検証結果等の発表  
元 兵庫県立健康環境科学研究所 主任研究員 小坂 浩
- ・蛍光顕微鏡法の特徴及び検証結果等の発表  
広島大学大学院先端物質科学研究科 黒田 章夫
- ・可搬型等の分析走査電子顕微鏡法の特徴及び検証結果等の発表  
(株)日立ハイテクノロジーズ  
日本電子(株)  
(株)テクネックス工房(資料のみ)
- ・繊維状粒子自動測定器(リアルタイムモニター)の特徴及び検証結果等の発表  
冒頭説明 元(社)日本作業環境測定協会 調査研究部長 小西 淑人  
(株)ウエスト  
柴田科学(株)  
(株)ハットリ工業  
アエモテック(株)
- ・意見交換及びフリーディスカッション

### 3.8 今後の検討事項

アスベストモニタリングマニュアル(第4.0版)では、解体現場において迅速な測定ができる方法として位相差ノ偏光顕微鏡法、蛍光顕微鏡法、可搬型等の分析走査電子顕微鏡法及び繊維状粒子自動測定器による測定の4つの方法を紹介した。この4つの方法は、平成21年度アスベスト大気濃度調査に関する検討結果では従来の方法と比較して、必ずしも十分な知見が確立されていない部分もあり、また、同一のフィルターを各測定方法で測定しクロスチェックを行ったところ、定量的な観点からは十分な一致は見られなかった。しかし、解体現場等からアスベストが漏洩しているかどうかを確認する方法としては有効であると考えられるため、地方公共団体等からの要望も強いという事情を考慮して「紹介」という形で取り上げた。そのため今年度においても各測定方法のクロスチェックを行い、それらの感度や精度について確認した。

クロスチェックの方法は、小西委員の実験室(チャンパー内)で発生させたアスベストをフィルターで捕集することで作成した人工検体及び解体現場のセキュリティーゾーン前及び集じん出口付近で30分間サンプリングした検体を8分割し、それぞれの測定方法で分析を行った。又、繊維状粒子自動測定器については、人工検体を作成する際、チャンパー内で並行試験を実施するとともに、解体現場のセキュリティーゾーン前及び集じん出口付近で並行試験を行った。

クロスチェックの測定結果は、測定方法によりバラつきがあり、昨年同様、定量的な観点からは十分な一致は見られなかった。今後、さらなる知見の充実や技術の進歩に向け、引き続き検討することとしている。

平成22年度第2回、第3回検討会において、アスベスト大気濃度調査に関する課題等について、各委員より提出してもらったので、今後検討することとしている。



この印刷物は環境物品等の調達の推進等に関する法律（グリーン購入法）に基づく基本方針の判断の基準を満足する古紙パルプ配合率70%以上、白色度70%程度の非塗工印刷用紙を使用しています。