

平成 1 9 年度

アスベスト大気濃度調査計画策定等調査

報告書

平成 2 0 年 3 月

目 次

業務成果の概要

1. 業務の目的	1
2. 業務の実施期間	1
3. アスベスト大気濃度調査に関する検討会の開催	1
4. 業務の概要	2

本 文

第Ⅰ章 アスベスト大気濃度調査計画の策定等

1. 測定対象地点案の作成と測定項目	9
2. 測定日の調整及びスケジュール管理	11
3. 測定精度管理方法案の作成及び環境省指定講習会の実施内容等	13

第Ⅱ章 アスベスト大気濃度調査結果の取りまとめ

1. 全測定地点の調査結果	15
2. 総合的な検証・評価等	28
i) 風向・風速の影響について	28
ii) 地域分類別の測定結果	32
iii) 道路沿線における交通量と石綿繊維数濃度との比較	39
iv) 過去の調査結果との比較	42

第Ⅲ章 測定法に関する調査研究

1. 分散染色法及び電子顕微鏡法を用いたアスベストの計数結果	47
--------------------------------	----

第Ⅳ章 アスベストモニタリングマニュアル改訂案の作成

1. アスベストモニタリングマニュアル（第3版）の改訂案の検討	51
2. アスベストモニタリングマニュアル（改訂案）	54

添付資料1 精度管理計画書のひな形	資 1-1
添付資料2 風の解析結果（発生源調査地域別）	資 2-1

業務成果の概要

1. 業務の目的

環境省では、平成17年12月27日付け「アスベスト問題に係る総合対策」（アスベスト問題に関する関係閣僚による会合決定）に基づき、全国の大気中の石綿濃度の調査を行っており、平成19年度についても平成17年度、平成18年度に引き続き石綿による大気汚染の状況を把握するために実施するものである。

本業務は大気中の石綿濃度の調査を効率的かつ円滑に実施していくとともに、「平成18年度アスベスト大気濃度調査計画策定等調査」の際に明らかになった測定法又は分析法上の課題について、引き続き検討を行い、「アスベストモニタリングマニュアル」の改訂案を作成することを目的とする。

2. 業務の実施期間

平成19年5月1日 ～ 平成20年3月31日

3. アスベスト大気濃度調査に関する検討会の開催

本調査を行うに当たっては、学識経験者等（下表）からなるアスベスト大気濃度調査に関する検討会（以下「検討会」という。）を開催し、調査内容全般にわたって検討をいただいた。

検討会の構成委員

（敬称略、五十音順）

氏名	所属及び役職等
神山 宣彦※	東洋大学経済学部経済学科 自然科学研究室 教授
小坂 浩	元兵庫県立健康環境科学研究所 センター 大気環境部 研究員
小西 淑人	社団法人 日本作業環境測定協会 調査研究部 部長
平野 耕一郎	横浜市環境科学研究所

※ 座長

4. 業務の概要

4. 1 アスベスト大気濃度調査計画の策定等

(1) 測定対象地点案の作成

平成18年度調査の調査結果等をもとに、適切に平成19年度の測定地点案を選定した。測定対象とした地点数は、総計で51地域、145地点、564試料とした。なお、このうち、29地域、60地点、360試料は平成7年度、平成17年度及び平成18年度に実施した地点と同一である。

本調査では、「アスベストモニタリングマニュアル」(平成19年5月環境省 水・大気環境局大気環境課)により測定を行った。この他、一部の調査地域については、測定法に関する調査研究の目的で、分散染色法及び電子顕微鏡法による測定を併せて行った(下記4.3参照)。

(2) 測定実施日の調整

測定の実施について調整した結果、全調査を平成19年8月21日～平成20年2月29日に実施した。

(3) 測定精度管理方法案の作成及び環境省指定講習会の開催

学識経験者を委員とした検討会において検討した上で、精度管理計画書案を作成し、石綿濃度の測定を実施する測定業者に対して、検討会委員を講師とした環境省指定講習会を開催した。

4. 2 アスベスト大気濃度調査結果の取りまとめ

アスベスト大気濃度調査結果の採用に当たって、発生源周辺地域(石綿製品製造事業場等、廃棄物処分場等、解体現場等、蛇紋岩地域、高速道路及び幹線道路沿線)については、サンプリング時における採取時の風向・風速等の状況を確認し、計数結果の妥当性を判定した上で採用値とした。

地域分類別の測定結果の集約表を表-1に示す。なお、排気口等における調査結果については参考として示した。

(1) アスベスト大気濃度調査(光学顕微鏡法)による計数結果

アスベスト大気濃度調査(光学顕微鏡法)による計数結果を集約したところ、石綿繊維数濃度は総合計228データ(83地点×年2回+2地点×年1回+解体現場(60地点)×年1回)のうち、207データで1.0本/L以下(うち142データで0.5本/L以下)であった。

表-1 光学顕微鏡法による地域分類別の計数結果集約表

【石綿繊維数】

地域分類		地域数	地点数	測定データ数	石綿繊維数 ^{※3}		
					最小値(本/L)	最大値(本/L)	幾何平均値(本/L)
発生源 周辺地域	石綿製品製造事業場等 ^{※1}	2	8	16	0.12	0.89	0.34
	廃棄物処分場等	10	20	38	0.10	4.42	0.44
	解体現場(敷地周辺) ^{※2}	10	40	40	0.06未満	17.56 ^{※4}	0.41
	蛇紋岩地域	2	4	8	0.19	0.92	0.42
	高速道路及び幹線道路沿線	6	12	24	0.19	1.49	0.52
バック グラウンド 地域	住宅地域	7	13	26	0.10	0.75	0.33
	商工業地域	5	10	20	0.07	1.61	0.26
	農業地域	1	2	4	0.20	0.61	0.40
	内陸山間地域	4	7	14	0.09	0.84	0.38
	離島地域	4	8	16	0.09	0.94	0.33
合計		51	124	206			

(参考)排気口等における調査結果	地域数	地点数	測定データ数	石綿繊維数 ^{※3}		
				最小値(本/L)	最大値(本/L)	幾何平均値(本/L)
石綿製品製造事業場等(出入口付近) ^{※1}	(1)	1	2	1.42	1.49	1.45
解体現場(前室付近) ^{※2}	(10)	10	10	0.11	10.58 ^{※4}	0.67
解体現場(排気口付近) ^{※2}	(10)	10	10	0.11	4.00	0.52
合計		(11)	21	22		

【総繊維数】

地域分類		地域数	地点数	測定データ数	総繊維数		
					最小値(本/L)	最大値(本/L)	幾何平均値(本/L)
発生源 周辺地域	石綿製品製造事業場等 ^{※1}	2	8	16	0.14	0.92	0.37
	廃棄物処分場等	10	20	38	0.10	4.69	0.48
	解体現場(敷地周辺) ^{※2}	10	40	40	0.06未満	17.56	0.45
	蛇紋岩地域	2	4	8	0.21	0.98	0.46
	高速道路及び幹線道路沿線	6	12	24	0.19	1.65	0.59
バック グラウンド 地域	住宅地域	7	13	26	0.14	0.79	0.37
	商工業地域	5	10	20	0.14	1.77	0.33
	農業地域	1	2	4	0.26	0.64	0.45
	内陸山間地域	4	7	14	0.09	0.89	0.42
	離島地域	4	8	16	0.11	0.96	0.39
合計		51	124	206			

(参考)排気口等における調査結果	地域数	地点数	測定データ数	総繊維数		
				最小値(本/L)	最大値(本/L)	幾何平均値(本/L)
石綿製品製造事業場等(出入口付近) ^{※1}	(1)	1	2	1.45	2.22	1.79
解体現場(前室付近) ^{※2}	(10)	10	10	0.11	10.58	0.72
解体現場(排気口付近) ^{※2}	(10)	10	10	0.11	4.06	0.58
合計		(11)	21	22		

※1：「石綿製品製造事業場等」とは、大気汚染防止法の規定に基づく特定粉じん発生施設を設置する工場・事業場、又は石綿を取り扱う事業場を意味している。また、その「出入口付近」とは、これらの工場・事業場の建物の出入口の外側を意味している。

※2：「解体現場」とは、建築物等の解体、改造または補修作業現場を意味している。

また、「敷地周辺」とは、解体現場等の直近で一般の人の通行等がある場所との境界、「前室付近」とは、作業員が出入りする際に石綿が直接外部に飛散しないように設けられた室の入口の外側、「排気口付近」とは、集じん・排気装置の外部への排気口付近を意味している。

※3：石綿繊維数は、光学顕微鏡法により分析した結果。(捕集フィルターにクリスタルと同程度の屈折率の不揮発性液体を浸した後、同一視野を位相差顕微鏡と生物顕微鏡でそれぞれ繊維数を計数し、各計数結果の差を石綿繊維数とするもの。)

※4：表記の値は同一解体現場で計測されたものであり、分析走査電子顕微鏡法を用いて繊維の種類を確認したところ、捕集された繊維は、石綿繊維ではなく有機物繊維であることが判明した。

注1) 各地点の石綿濃度の評価に当たっては、平成元年12月27日付け環大企第490号通知「大気汚染防止法の一部を改正する法律の施行について」に基づき、注2の場合を除き、各地点で3日間(4時間×3回)測定して得られた個々の測定値を地点ごとに幾何平均し、その値を当該地点の石綿濃度としている。

注2) 解体現場等においては、解体等の工事には短期間で終了するものがあるため、各地点で1日間(4時間×1回)測定し、その測定値を当該地点における石綿濃度としている。

注3) ND(不検出)の場合には「計数した視野(100視野)で1本の繊維が計数された」と仮定して算出した値に「未満」を付けて記載している。

注4) 表中の()内の数値は地域数における内数である。

注5) 総繊維数濃度は位相差顕微鏡によって繊維状に見える粒子の計数結果から算出したものである。

また、光学顕微鏡法による石綿計数結果について平成17年度、平成18年度及び平成19年度の調査結果を調査地域分類別に集計した結果を表-2に示す。

表-2 平成17年度、平成18年度及び平成19年度の調査地域分類別の調査結果

地域分類		幾何平均値(本/L)		
		平成17年度	平成18年度	平成19年度
発生源 周辺地域	石綿製品製造事業場等	0.31	0.19	0.34
	廃棄物処分場等	0.64	0.38	0.44
	解体現場(大防法届出対象)(周辺)	0.26	0.26	0.41
	解体現場(大防法届出対象を除く)(周辺)	0.36	0.25	-
	蛇紋岩地域	0.23	0.28	0.42
	高速道路及び幹線道路沿線	0.45	0.39	0.52
バックグ ラウンド 地域	住宅地域	0.25	0.22	0.33
	商工業地域	0.23	0.27	0.26
	農業地域	0.26	0.40	0.40
	内陸山間地域	0.20	0.30	0.38
	離島地域	0.11	0.26	0.33

(参考)排気口等における調査結果	幾何平均値(本/L)		
	平成17年度	平成18年度	平成19年度
石綿製品製造事業場等(出入口付近)	0.36	0.27	1.45
解体現場(大防法届出対象)(前室付近)	0.44	0.67	0.67
解体現場(大防法届出対象)(排気口付近)	0.28	0.46	0.52

- 注1) 平成17年度、平成18年度及び平成19年度で調査地域が異なるデータも含まれている。
 注2) 解体現場等における「大防法届出対象」または「大防法届出対象を除く」とは、平成18年度調査時点での分類である。平成17年度調査時点では届出の対象でなかった現場であっても、その後の法改正により届出の対象となったものについては、「大防法届出対象」に分類している。
 注3) 石綿製品製造事業場等における「出入口付近」のうち、平成17年度調査結果には、「排気口付近」のデータが含まれる。

以上の調査結果から次のように総括される。

- ① 飛散の懸念された石綿製品製造事業場等、廃棄物処分場等及び解体現場等では、絶対値としては特に高い濃度ではなかった。
- ② その他の地域分類においては特に高い濃度は見られず、問題になるレベルではないと思われる。

(2) 過去の調査結果との比較

本年度の調査のうち29地域60地点については、過去の調査結果との比較対照を目的に、過去(平成7年度、平成17年度調査及び平成18年度)と同一地域において調査を実施した。当該地域について調査地域分類別に集計・整理した平成19年度の結果は、表-3に示すとおりである。また、過去の調査結果との比較を表-4に、そのグラフを図-1に示す。これらから、石綿濃度は低いレベルで推移していると考えられる。

表－3 過去と同一調査地域における平成19年度調査結果

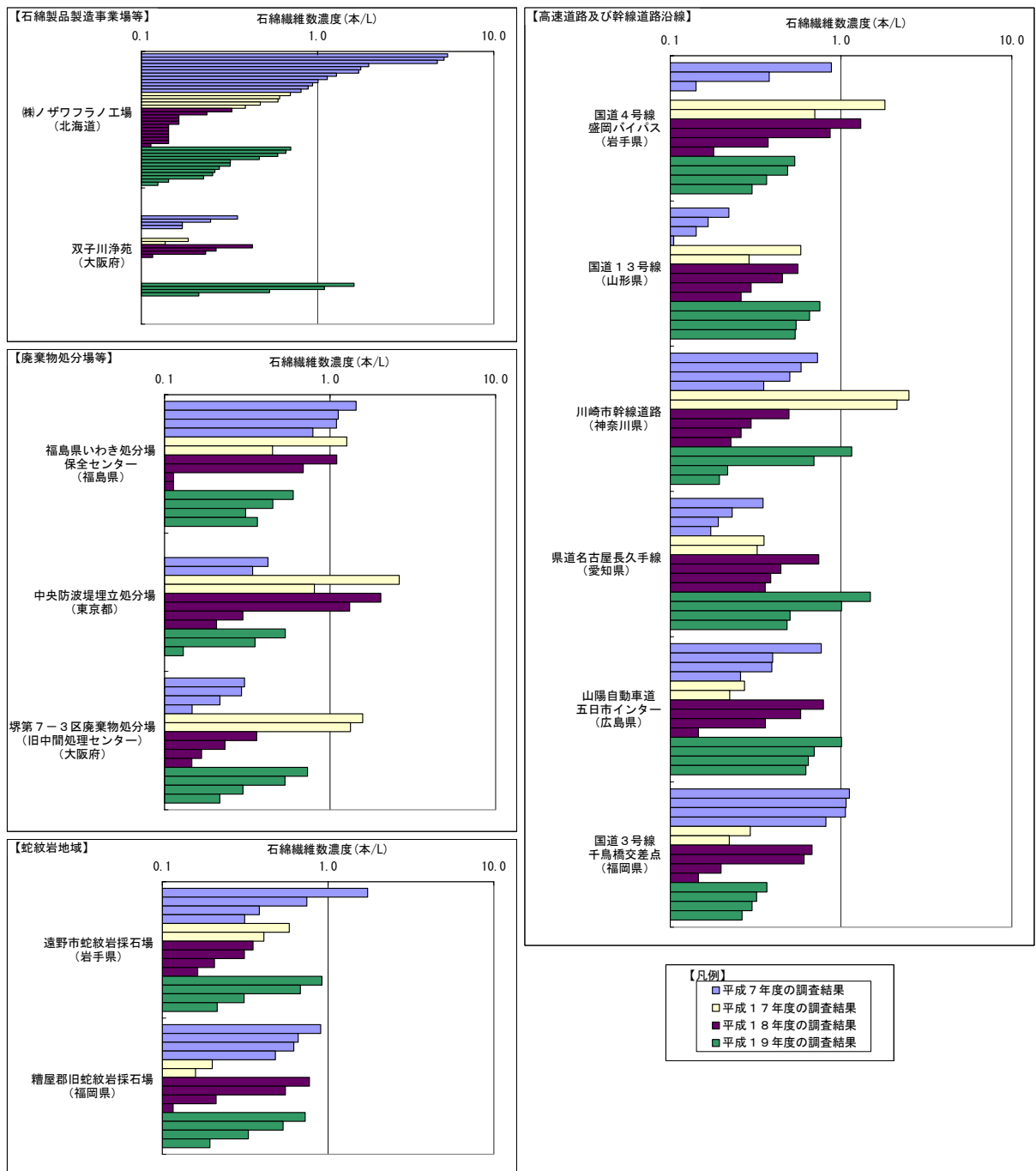
地域分類	地域数	地点数	測定 データ数	最小値 (本/L)	最大値 (本/L)	幾何平均値 (本/L)
石綿製品製造事業場等	2	8	16	0.12	1.61	0.38
廃棄物処分場等	3	6	12	0.10	0.73	0.33
蛇紋岩地域	2	4	8	0.19	0.92	0.42
高速道路及び幹線道路沿線	6	12	24	0.19	1.49	0.52
住宅地域	7	13	26	0.10	0.75	0.33
商工業地域	4	8	16	0.07	0.55	0.20
農業地域	1	2	4	0.20	0.61	0.40
内陸山間地域	3	5	10	0.22	0.84	0.42
離島地域	1	2	4	0.22	0.73	0.40
合計	29	60	120			

注1) 各地点の石綿濃度の評価に当たっては、平成元年12月27日付け環大企第490号通知「大気汚染防止法の一部を改正する法律の施行について」に基づき、各地点で3日間(4時間×3回)測定して得られた個々の測定値を地点ごとに幾何平均し、その値を当該地点の石綿濃度としている。本表では地域分類ごとの石綿濃度の最小値、最大値及び幾何平均値を記載している。

注2) 調査地域の分類に当たっては平成19年度においては異なる分類に該当する地域もあるが、平成7年度からの継続地域として分類した。

表－4 過去と同一調査地域における調査結果の比較

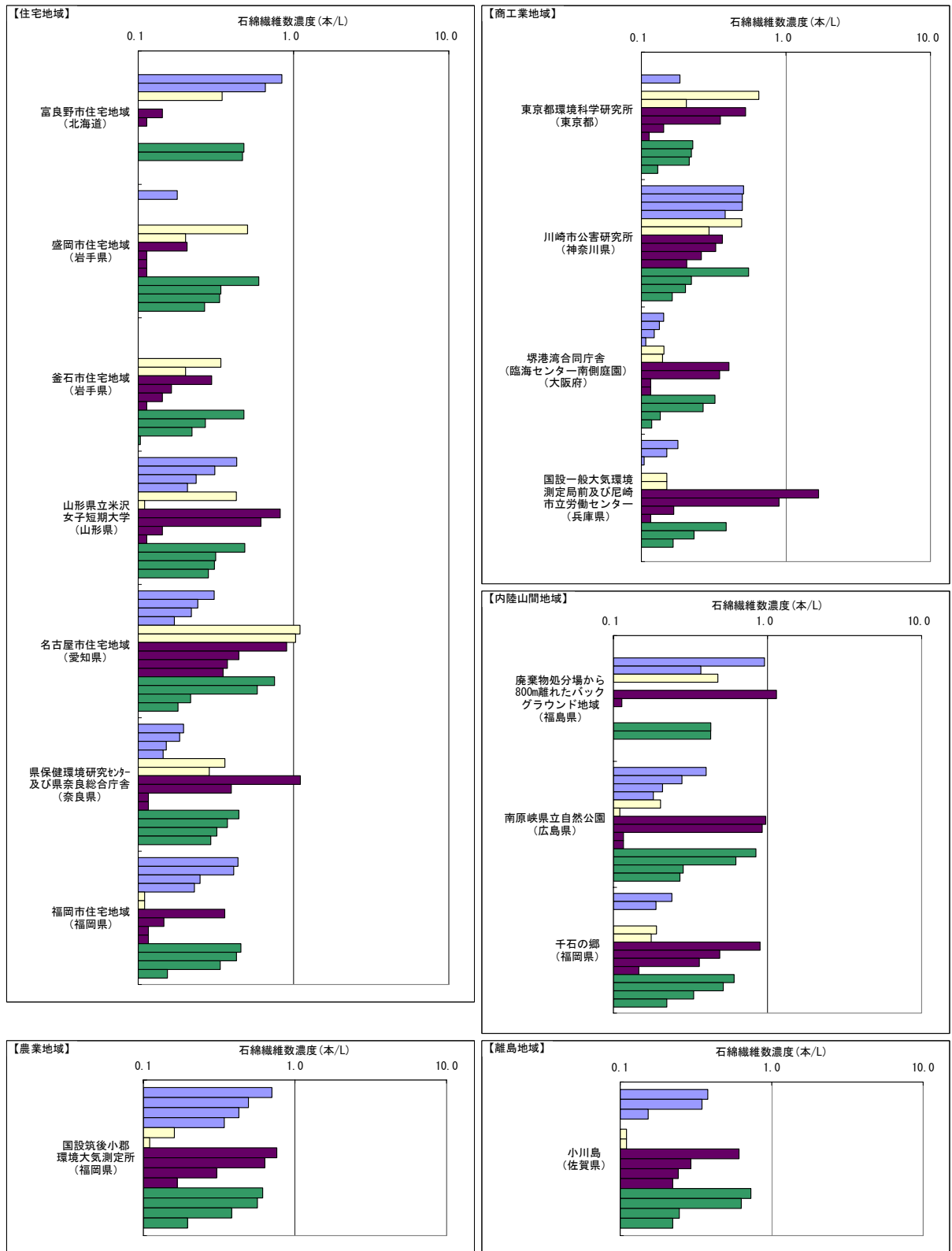
地域分類	幾何平均値(本/L)			
	平成7年度	平成17年	平成18年	平成19年度
石綿製品製造事業場等	1.04	0.38	0.18	0.38
廃棄物処分場等	0.47	1.16	0.35	0.33
蛇紋岩地域	0.64	0.30	0.28	0.42
高速道路及び幹線道路沿線	0.34	0.53	0.39	0.52
住宅地域	0.11	0.30	0.22	0.33
商工業地域	0.18	0.23	0.27	0.20
農業地域	0.47	0.13	0.40	0.40
内陸山間地域	0.24	0.20	0.36	0.42
離島地域	0.21	0.11	0.31	0.40



注1) 平成7年度、平成17年度、平成18年度及び平成19年度の調査結果について、各地点の石綿濃度を地域ごとにまとめて、高い順に上から並べている。

注2) 石綿製品製造事業場等の双子川浄苑(大阪府)は商工業地域に分類されるが、平成7年度からの継続地域として記載している。

図-1 (1) 過去と同一調査地域内における平成19年度調査結果の比較



注1) 平成7年度、平成17年度、平成18年度及び平成19年度の調査結果について、各地点の石綿濃度を地域ごとにまとめて、高い順に上から並べている。

注2) バックグラウンド地域とは、地域内の固定発生源の影響を受けない地点を意味している。

図-1 (2) 過去と同一調査地域内における平成19年度調査結果の比較

4. 3 測定法に関する調査研究

本調査では一部の調査地域について、測定法に関する調査研究の目的で、分散染色法及び電子顕微鏡法による測定を併せて行った。分散染色法及び電子顕微鏡法で測定した試料数は、解体現場等、廃棄物処分場等、内陸山間地域及び離島地域の8地域、28地点、97試料である。

4. 4 「アスベストモニタリングマニュアル」改訂案の作成

平成18年度調査の報告等をもとに、平成18年度調査の際に明らかになった測定法又は分析法上の課題を整理し、「アスベストモニタリングマニュアル」改訂案を作成した。

第 I 章 アスベスト大気濃度調査計画の策定等

1. 測定対象地点案の作成と測定項目

平成18年度調査の調査結果等をもとに、適切に本年度の測定地点案を選定した。

測定対象地点数は、総計で51地域、145地点、564試料とした。なお、前記地点のうち、29地域、60地点、360試料は平成7年度、平成17年度及び平成18年度に実施した地点と同一である。また、当該調査では一部の調査地域について、測定法に関する調査研究の目的で、光学顕微鏡法による測定その他、分散染色法及び電子顕微鏡法による測定を併せて行った。分散染色法及び電子顕微鏡法により測定した試料数は、解体現場等、廃棄物処分場等、内陸山間地域及び離島地域の8地域、28地点、97試料とした。

測定地点案及び測定項目の一覧を表I-1に示す。

表 I - 1 (1) 測定地点案及び測定項目一覧

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名・事業場名等	所在地	1地域あたりの地点数	サンプリング日数	年間測定回数	光学顕微鏡法での検体数	他の測定法での検体数
1	石綿製品製造事業場等	群馬県	渋川市	関東アセチレン工業㈱	渋川市中村1110	3	3	2	18	0
2	廃棄物処分場等	北海道	勇払郡	早来工場(株)	勇払郡安平町早来新栄21番2	2	3	2	12	0
3		宮城県	仙台市	(株)鈴木興業	仙台市若林区六丁の目柳堀南57番4他	2	3	2	12	0
4		福島県	いわき市	都築銅産(株)	いわき市遠野町上遠野字沢繁8番1他	2	3	2	12	0
5		三重県	伊賀市	三重中央開発(株)	伊賀市予野字鉢屋4606他	2	3	2	12	0
6		滋賀県	大津市	(株)ジェネス	大津市栗原字半道89番他	2	3	2	12	0
7		大阪府	和泉市	(株)クリーンステージ	和泉市テクノステージ二丁目3-10,3-12	2	3	2	12	0
8		大阪府	堺市	(株)GE・堺臨海総合リサイクルセンター	大阪府堺市西区築港新町1-5-38	2	3	1	6	6
9		解体現場等(大防法届出対象)	宮城県	牡鹿郡	—	—	6	1	1	6	0
10	福島県		双葉郡	—	—	6	1	1	6	0
11	千葉県		茂原市	—	—	6	1	1	6	0
12	静岡県		御殿場市	—	—	6	1	1	6	6
13	愛知県		名古屋	—	—	6	1	1	6	0
14	愛知県		豊橋市	—	—	6	1	1	6	0
15	大阪府		河内長野市	—	—	6	1	1	6	0
16	兵庫県		宝塚市	—	—	6	1	1	6	6
17	福岡県		糟屋郡	—	—	6	1	1	6	0
18	佐賀県		佐賀市	—	—	6	1	1	6	6
19	内陸山間地域	宮城県	遠田郡	国設麓岳局	遠田郡涌谷町小塚字桜清水2-1-1	2	3	2	12	12

表 I - 1 (2) 測定地点案及び測定項目一覧

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名・事業場名等	所在地	1地域あたりの地点数	サンプリング日数	年間測定回数	光学顕微鏡法での検体数	他の測定法での検体数
20	離島地域	島根県	隠岐郡	国設隠岐局	隠岐郡隠岐の島町北方福浦1700	2	3	2	12	12
21		長崎県	対馬市	国設対馬酸性雨測定所	対馬市厳原町北里字大多羅	2	3	2	12	12
22		沖縄県	国頭郡	国設辺戸岬酸性雨測定所	国頭郡国頭村字宜名真地内	2	3	2	12	12
23	H7/H17/H18石綿製品製造事業場等	北海道	富良野市	襟ノザワ フラノ工場(旧北海道工場)	富良野市山部地区	6	3	2	36	0
24	H7/H17/H18廃棄物処分場等	福島県	いわき市	福島県いわき処分場安全センター	いわき市鹿島町上蔵持字鈴ノ沢111-40	2	3	2	12	0
25		東京都	江東区	中央防波堤埋立処分場	江東区青梅2丁目先	2	3	2	12	0
26		大阪府	堺市	堺第7-3区廃棄物処分場(旧中間処理センター)	堺市西区築港新町	2	3	2	12	0
27	H7/H17/H18蛇紋岩地域	岩手県	遠野市	遠野市蛇紋岩採石場	遠野市宮守町下宮守	2	3	2	12	0
28		福岡県	糟屋郡	糟屋郡旧蛇紋岩採石場	糟屋郡篠栗町	2	3	2	12	0
29	H7/H17/H18高速道路及び幹線道路沿線	岩手県	盛岡市	国道4号線盛岡バイパス	盛岡市中野2丁目	2	3	2	12	0
30		山形県	米沢市	国道13号線	米沢市中田町1969-2	2	3	2	12	0
31		神奈川県	川崎市	川崎市幹線道路	川崎市高津区子母口565	2	3	2	12	0
32		愛知県	名古屋市	県道名古屋長久手線	名古屋市千種区	2	3	2	12	0
33		広島県	広島市	山陽自動車道五日市インター	広島市佐伯区五日市町石内	2	3	2	12	0
34		福岡県	福岡市	国道3号線千鳥橋交差点	福岡市博多区千代6丁目	2	3	2	12	0
35	H7/H17/H18内陸山間地域	福島県	いわき市	廃棄物処分場から800m離れたバックグラウンド地域	いわき市鹿島町上蔵持字鈴ノ沢	1	3	2	6	0
36		広島県	広島市	南原峡県立自然公園	広島市安佐北区可部町南原	2	3	2	12	0
37		福岡県	福岡市	千石の郷	福岡市早良区石釜333-2	2	3	2	12	0
38	H7/H17/H18離島地域	佐賀県	唐津市	小川島	唐津市呼子町小川島	2	3	2	12	0
39	H7/H17/H18住宅地域	北海道	富良野市	富良野市住宅地域	富良野市弥生町	1	3	2	6	0
40		岩手県	盛岡市	盛岡市住宅地域	盛岡市加賀野三丁目	2	3	2	12	0
41		岩手県	釜石市	釜石市住宅地域	釜石市新町	2	3	2	12	0
42		山形県	米沢市	山形県立米沢女子短期大学	米沢市通町6-15-1	2	3	2	12	0
43		愛知県	名古屋市	名古屋市住宅地域	名古屋市千種区	2	3	2	12	0
44		奈良県	奈良市	県保健環境研究センター及び県奈良総合庁舎	奈良市大森町57-6	2	3	2	12	0
45		福岡県	福岡市	福岡市住宅地域	福岡市博多区吉塚1丁目8-1	2	3	2	12	0
46		H7/H17/H18商工業地域	東京都	江東区	東京都環境整備公社 東京都環境科学研究所	江東区新砂1丁目7-5	2	3	2	12	0
47	神奈川県		川崎市	川崎市公害研究所	川崎市川崎区田島町20-2	2	3	2	12	0
48	大阪府		堺市	堺港湾合同庁舎	堺市西区石津西町20	2	3	2	12	0
49	大阪府		泉南市	双子川浄苑	泉南市信達大苗代159	2	3	2	12	0
50	兵庫県		尼崎市	国設一般大気環境測定局前及び尼崎市立労働センター中庭	尼崎市東難波町四丁目16-21	2	3	2	12	0
51	H7/H17/H18農業地域	福岡県	小郡市	国設筑後小郡環境大気測定所	小郡市大字井上尾辺田	2	3	2	12	0

合計

51

145

564

72

2. 測定日の調整及びスケジュール管理

測定日について調整した結果、全調査を平成19年8月21日～平成20年2月29日に実施した。なお、今年度大気環境中の石綿濃度の測定を実施した業者は「日本水処理工業株式会社」である。

各調査地域の調査実施日は表I-2に示すとおりである。

表I-2(1) 調査地域の調査実施日

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名・事業場名等	夏期調査期間	冬期調査期間
1	石綿製品製造事業場等	群馬県	渋川市	関東アセチレン工業㈱	平成19年9月10日～12日	平成19年12月10日～12日
2	廃棄物処分場等	北海道	勇払郡	早来工営(株)	平成19年9月19日～21日	平成19年11月5日～7日
3		宮城県	仙台市	(株)鈴木興業	平成19年9月10日～12日	平成19年11月8日～10日
4		福島県	いわき市	都築鋼産(株)	平成19年8月30日～31日,9月3日	平成19年10月25日～26日,29日
5		三重県	伊賀市	三重中央開発(株)	平成19年9月11日～13日	平成19年11月20日～22日
6		滋賀県	大津市	(株)ジェネス	平成19年9月18日～20日	平成20年1月30日～31日,2月1日
7		大阪府	和泉市	(株)クリーンステージ	平成19年8月21日～23日	平成19年12月25日～27日
8		大阪府	堺市	(株)GE・堺臨海総合リサイクルセンター	-	平成20年2月27日～29日
9		解体現場等(大防法届出対象)	宮城県	牡鹿郡	-	平成19年10月31日
10	福島県		双葉郡	-	平成19年11月13日	
11	千葉県		茂原市	-	平成19年11月22日	
12	静岡県		御殿場市	-	平成19年12月14日	
13	愛知県		名古屋市	-	平成19年11月7日	
14	愛知県		豊橋市	-	平成20年2月14日	
15	大阪府		河内長野市	-	平成20年2月6日	
16	兵庫県		宝塚市	-	平成20年2月15日	
17	福岡県		糟屋郡	-	平成20年2月26日	
18	佐賀県		佐賀市	-	平成19年11月9日	
19	内陸山間地域	宮城県	遠田郡	国設篤岳局	平成19年9月13日～15日	平成19年11月5日～7日
20	離島地域	島根県	隠岐郡	国設隠岐局	平成19年8月27日～29日	平成19年10月30日～31日,11月1日
21		長崎県	対馬市	国設対馬酸性雨測定所	平成19年9月3日～5日	平成19年11月19日～21日
22		沖縄県	国頭郡	国設辺戸岬酸性雨測定所	平成19年9月8日～10日	平成20年1月15日～17日

表 I - 2 (2) 調査地域の調査実施日

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名・事業場名等	夏期調査期間	冬期調査期間
23	H7/H17/H18石綿製品製造事業場等	北海道	富良野市	株ノザワ フラノ工場 (旧北海道工場)	平成19年9月25日～27日	平成19年11月12日～14日
24	H7/H17/H18廃棄物処分場等	福島県	いわき市	福島県いわき処分場保全センター	平成19年8月27日～29日	平成19年10月22日～24日
25		東京都	江東区	中央防波堤埋立処分場	平成19年9月13日～14日,18日	平成19年11月29日～30日,12月4日
26		大阪府	堺市	堺第7-3区廃棄物処分場 (旧中間処理センター)	平成19年8月21日～23日	平成19年10月17日～18日,20日
27	H7/H17/H18蛇紋岩地域	岩手県	遠野市	遠野市蛇紋岩採石場	平成19年8月27日～29日	平成19年11月12日～14日
28		福岡県	糟屋郡	糟屋郡旧蛇紋岩採石場	平成19年9月3日～5日	平成19年12月3日～5日
29	H7/H17/H18高速道路及び幹線道路沿線	岩手県	盛岡市	国道4号線盛岡バイパス	平成19年9月3日～5日	平成19年11月19日～21日
30		山形県	米沢市	国道13号線	平成19年9月18日～20日	平成19年10月31日,11月1日～2日
31		神奈川県	川崎市	川崎市幹線道路	平成19年9月19日～21日	平成19年11月26日～28日
32		愛知県	名古屋市	県道名古屋長久手線	平成19年9月25日～27日	平成20年1月16日～18日
33		広島県	広島市	山陽自動車道五日市インター	平成19年9月18日～20日	平成19年11月26日～28日
34		福岡県	福岡市	国道3号線千鳥橋交差点	平成19年8月27日～29日	平成19年12月17日～19日
35		H7/H17/H18内陸山間地域	福島県	いわき市	廃棄物処分場から800m離れた バックグラウンド地域	平成19年8月27日～29日	平成19年10月22日～24日
36	広島県		広島市	南原峡県立自然公園	平成19年9月21日～23日	平成19年11月29日～30日,12月1日
37	福岡県		福岡市	千石の郷	平成19年9月6日～8日	平成19年12月6日～8日
38	H7/H17/H18離島地域	佐賀県	唐津市	小川島	平成19年9月10日～12日	平成19年12月17日～19日
39	H7/H17/H18住宅地域	北海道	富良野市	富良野市住宅地域	平成19年9月22日～24日	平成19年11月8日～10日
40		岩手県	盛岡市	盛岡市住宅地域	平成19年9月6日～8日	平成19年11月19日～21日
41		岩手県	釜石市	釜石市住宅地域	平成19年8月30日～31日,9月1日	平成19年11月15日～17日
42		山形県	米沢市	山形県立米沢女子短期大学	平成19年9月21日～23日	平成19年10月31日,11月1日～2日
43		愛知県	名古屋市	名古屋市住宅地域	平成19年9月25日～27日	平成20年1月16日～18日
44		奈良県	奈良市	県保健環境研究センター及び 県奈良総合庁舎	平成19年8月21日～22日,24日	平成19年10月25日～26日,29日
45		福岡県	福岡市	福岡市住宅地域	平成19年8月30日～31日,9月1日	平成19年12月10日～12日
46	H7/H17/H18商業地域	東京都	江東区	東京都環境整備公社 東京都環境科学研究所	平成19年9月12日～14日	平成19年12月5日～7日
47		神奈川県	川崎市	川崎市公害研究所	平成19年9月19日～21日	平成19年11月26日～28日
48		大阪府	堺市	堺港湾合同庁舎	平成19年8月21日～23日	平成19年12月25日～27日
49		大阪府	泉南市	双子川浄苑	平成19年9月4日～6日	平成19年10月17日～18日,20日
50		兵庫県	尼崎市	国設一般大気環境測定局前及び 尼崎市立労働センター中庭	平成19年8月21日～22日,24日	平成19年10月22日～24日
51	H7/H17/H18農業地域	福岡県	小郡市	国設筑後小郡環境大気測定所	平成19年9月7日～9日	平成19年12月13日～15日

3. 測定精度管理方法案の作成及び環境省指定講習会の実施内容等

当該調査を行うに当たっては、検討会を設置し、石綿濃度の測定を実施する測定業者等に対して、事前に測定精度管理が円滑に実施されるよう環境省指定講習会の開催を計画した。環境省指定講習会の実施内容等は下記のとおりである。

なお、前年度と同様に検討会で取りまとめた精度管理計画書のひな形を巻末の添付資料1に示す。

3. 1 環境省指定講習会の内容

(1) サンプリングに関する講習会

- 1) 日 時：平成19年8月2日（木） 13:30～16:00
- 2) 場 所：社団法人 日本作業環境測定協会 精度管理センター
- 3) 講 師：小西委員
- 4) 受講者等：日本水処理工業株式会社 10名
- 5) 講習の概要：
 - ① 事前調査に関し、粉じん計を使用した最適採取時間（1枚のフィルターに対する）を求める方法について
 - ② 使用するフィルターについて
 - ③ フィルターの交換方法について
 - ④ サンプリングに関する採取時間について
 - ⑤ 主風向を考慮したサンプリング地点の決定方法について
 - ⑥ 解体現場の負圧除じん装置排気口のサンプリングについて
 - ⑦ 廃棄物処理場でのサンプリングについて
 - ⑧ 解体現場、廃棄物処理場等におけるヒアリング調査の重要性について
 - ⑨ サンプリングが中止となる風速の目安について
 - ⑩ サンプリングポンプの較正の重要性について
 - ⑪ サンプリングポンプの較正方法について
 - ⑫ サンプリング時の気付き事項について
 - ⑬ 分析者との情報交換の重要性について

(2) 分析に関する講習会

- 1) 日 時：平成19年9月10日（月） 10:00～16:30
- 2) 場 所：社団法人 日本作業環境測定協会 精度管理センター
- 3) 講 師：小西委員
- 4) 受 講 者 等：日本水処理工業株式会社 3名
- 5) 講習の概要：光学顕微鏡法及び分散染色法について下記の講習を行った。
 - ① 分析方法の概要説明
モニタリングマニュアルに基づく光学顕微鏡の計数分析方法概要説明。
 - ② 顕微鏡の調整方法の確認
個別に顕微鏡の調整、及び調整のチェックを行った。テストスライドを用いたチェックにより、顕微鏡が適切に調整されていることを確認した。
 - ③ 計数分析方法のトレーニング①
個別の顕微鏡でトレーニングスライド（3視野）の計数を行い、その後、二人用の顕微鏡を使用して、受講者間で計数する繊維の目線合わせを行った。
 - ④ 計数分析方法のトレーニング②
個別の顕微鏡でトレーニングスライド（2.5視野）の計数を行い、1視野毎に真値との差異を比較して、繰り返し（3回）トレーニングを行った。この結果、真値との合致率が向上したことを確認した。
 - ⑤ 分散染色法による処理手順の説明
分散染色法による前処理の説明を行った。

第Ⅱ章 アスベスト大気濃度調査結果の取りまとめ

1. 全測定地点の調査結果

平成19年度調査において光学顕微鏡法によって測定を行った地点数は、総計で51地域、145地点、564試料である。

光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果を表Ⅱ-1に示す。

表Ⅱ-1(1) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名	調査期間	地点番号	地点分類	光学顕微鏡法				備考
								繊維数濃度 (本/L)		幾何平均 (本/L)		
								石綿	総繊維	石綿	総繊維	
1	石綿製品製造事業場等	群馬県	渋川市	関東アセチレン工業(株)	平成19年9月10日～12日	①	出入口付近	0.74	0.74	1.42	1.45	充填材に石綿を含有するアセチレンボンベの切断を行っているため、調査を実施
								1.42	1.42			
								2.72	2.89			
					平成19年9月10日～12日	②	敷地境界	0.51	0.51	0.89	0.92	
								0.82	0.88			
								1.67	1.73			
					平成19年9月10日～12日	③	敷地境界	0.45	0.51	0.72	0.78	
								0.45	0.51			
								1.79	1.84			
					平成19年12月10日～12日	①	出入口付近	2.07	2.44	1.49	2.22	
								0.99	2.35			
								1.62	1.90			
平成19年12月10日～12日	②	敷地境界	0.45	0.45	0.31	0.31						
			0.34	0.34								
			0.20	0.20								
平成19年12月10日～12日	③	敷地境界	0.23	0.23	0.13	0.16						
			0.06	0.11								
			0.17	0.17								
2	廃棄物処分場等	北海道	勇払郡	早来工営(株)	平成19年9月19日～21日	①	敷地境界	1.19	1.19	0.70	0.75	管理型最終処分場
								0.37	0.45			
								0.79	0.79			
					平成19年9月19日～21日	②	敷地境界	1.19	1.25	0.88	0.91	
								0.74	0.74			
								0.77	0.82			
					平成19年11月5日～7日	①	敷地境界	0.28	0.28	0.29	0.29	
								0.23	0.23			
								0.40	0.40			
					平成19年11月5日～7日	②	敷地境界	0.45	0.45	0.42	0.42	
								0.37	0.37			
								0.45	0.45			
3		宮城県	仙台市	(株) 鈴文興業	平成19年9月10日～12日	①	敷地境界	0.34	0.34	0.15	0.19	積替保管施設
								0.06	0.11			
								0.17	0.17			
					平成19年9月10日～12日	②	敷地境界	2.24	2.24	0.52	0.60	
								0.28	0.28			
								0.23	0.34			
					平成19年11月8日～10日	①	敷地境界	0.34	0.34	0.36	0.41	
								0.62	0.74			
								0.23	0.28			
					平成19年11月8日～10日	②	敷地境界	0.23	0.40	0.29	0.35	
								0.34	0.34			
								0.31	0.31			
4		福島県	いわき市	都築鋼産(株)	平成19年8月30日～31日, 9月3日	①	敷地境界	0.34	0.34	0.40	0.40	安定型最終処分場
								0.34	0.34			
								0.57	0.57			
					平成19年8月30日～31日, 9月3日	②	敷地境界	0.11	0.11	0.16	0.16	
								0.23	0.23			
								0.17	0.17			
					平成19年10月25日～26日, 29日	①	敷地境界	0.28	0.34	0.57	0.65	
								0.88	0.94			
								0.74	0.85			
					平成19年10月25日～26日, 29日	②	敷地境界	0.71	0.88	0.66	0.76	
								0.54	0.60			
								0.77	0.82			

表Ⅱ-1(2) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名	調査期間	地点番号	地点分類	光学顕微鏡法				備考			
								繊維数濃度 (本/L)		幾何平均 (本/L)					
								石綿	総繊維	石綿	総繊維				
5	廃棄物処分場等	三重県	伊賀市	三重中央開発(株)	平成19年9月11日～13日	①	敷地境界	0.40	0.40	0.43	0.43	管理型最終処分場			
								0.51	0.51						
						②	敷地境界	0.40	0.40	0.31	0.31				
								0.74	0.77						
					平成19年11月20日～22日	①	敷地境界	0.23	0.23	0.63	0.63				
								0.17	0.17						
						②	敷地境界	0.40	0.40	0.28	0.33				
								0.34	0.34						
		6	廃棄物処分場等	滋賀県	大津市	(株)ジェネス	平成19年9月18日～20日	①	敷地境界	1.87	1.87		0.67	0.67	安定型最終処分場
										0.51	0.51				
								②	敷地境界	0.20	0.26		0.63	0.66	
										0.23	0.28				
平成20年1月30日～31日、2月1日	①						敷地境界	0.77	0.82	0.77	0.80				
								0.57	0.62						
	②						敷地境界	0.57	0.57	0.31	0.34				
								1.56	1.62						
7	廃棄物処分場等			大阪府	和泉市	(株)クリーンステージ	平成19年8月21日～23日	①	敷地境界	0.51	0.51	0.63	0.64	溶融施設	
										0.45	0.57				
								②	敷地境界	0.74	0.74	0.57	0.72		
										0.85	0.85				
		平成19年12月25日～27日	①				敷地境界	0.40	0.43	0.81	0.87				
								1.36	1.84						
			②				敷地境界	0.54	0.65	0.44	0.59				
								0.11	0.17						
		8	廃棄物処分場等	大阪府	堺市	(株)GE・堺臨海総合リサイクルセンター	平成20年2月27日～29日	①	敷地境界	1.48	1.59	0.57	0.72		中間処理施設
										0.54	0.77				
								②	敷地境界	0.23	0.31	4.42	4.69		
										5.30	5.65				
平成20年2月27日～29日	①						敷地境界	6.30	6.38	0.81	0.96				
								2.58	2.87						
	②						敷地境界	0.11	0.17	0.28	0.34				
								5.36	5.47						
9	解体現場等(大防法届出対象)			宮城県	牡鹿郡	-	平成19年10月31日	①	周辺	0.88	0.94	-	-	吹付け石綿の除去作業	
										0.28	0.34				
										0.34	0.34				
										0.45	0.45				
		0.28	0.28												
		0.17	0.23												
		0.31	0.31												

表Ⅱ-1(3) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名	調査期間	地点番号	地点分類	光学顕微鏡法				備考
								繊維数濃度 (本/L)		幾何平均 (本/L)		
								石綿	総繊維	石綿	総繊維	
10	解体現場等(大防法届出対象)	福島県	双葉郡		平成19年11月13日	①	周辺	0.11	0.17	-	-	吹付け石綿の除去作業
						②	周辺	0.60	0.60	-	-	
						③	周辺	0.28	0.28	-	-	
						④	周辺	0.34	0.34	-	-	
						⑤	前室付近	0.11	0.11	-	-	
						⑥	排気口付近	0.54	0.54	-	-	
11		千葉県	茂原市		平成19年11月22日	①	周辺	0.34	0.40	-	-	吹付け石綿の除去作業
						②	周辺	0.17	0.23	-	-	
						③	周辺	0.06	0.06	-	-	
						④	周辺	ND	0.06	-	-	
						⑤	前室付近	0.17	0.17	-	-	
						⑥	排気口付近	0.11	0.11	-	-	
12		静岡県	御殿場市		平成19年12月14日	①	周辺	0.28	0.34	-	-	吹付け石綿の除去作業
						②	周辺	0.17	0.17	-	-	
						③	周辺	0.17	0.17	-	-	
						④	周辺	0.57	0.57	-	-	
						⑤	前室付近	0.48	0.48	-	-	
						⑥	排気口付近	1.79	1.84	-	-	
13		愛知県	名古屋市		平成19年11月7日	①	周辺	0.74	0.79	-	-	吹付け石綿の除去作業
						②	周辺	0.54	0.54	-	-	
						③	周辺	0.23	0.23	-	-	
						④	周辺	0.77	0.77	-	-	
						⑤	前室付近	0.71	0.82	-	-	
						⑥	排気口付近	0.17	0.17	-	-	
14			豊橋市		平成20年2月14日	①	周辺	0.20	0.20	-	-	吹付け石綿の除去作業
						②	周辺	0.28	0.34	-	-	
						③	周辺	0.20	0.20	-	-	
						④	周辺	0.14	0.14	-	-	
						⑤	前室付近	1.59	1.82	-	-	
						⑥	排気口付近	0.17	0.40	-	-	
15		大阪府	河内長野市		平成20年2月6日	①	周辺	0.57	0.57	-	-	吹付け石綿の除去作業
						②	周辺	0.45	0.51	-	-	
						③	周辺	0.26	0.31	-	-	
						④	周辺	ND	ND	-	-	
						⑤	前室付近	3.66	3.77	-	-	
						⑥	排気口付近	0.40	0.45	-	-	
16		兵庫県	宝塚市		平成20年2月15日	①	周辺	0.51	0.85	-	-	吹付け石綿の除去作業
						②	周辺	0.28	0.28	-	-	
						③	周辺	0.28	0.40	-	-	
						④	周辺	1.56	1.62	-	-	
						⑤	前室付近	0.40	0.40	-	-	
						⑥	排気口付近	2.07	2.13	-	-	
17		福岡県	糟屋郡		平成20年2月26日	①	周辺	0.34	0.45	-	-	吹付け石綿の除去作業
						②	周辺	1.11	1.16	-	-	
						③	周辺	0.31	0.31	-	-	
						④	周辺	0.17	0.23	-	-	
						⑤	前室付近	0.68	0.74	-	-	
						⑥	排気口付近	0.48	0.48	-	-	
18		佐賀県	佐賀市		平成19年11月9日	①	周辺	17.56	17.56	-	-	吹付け石綿の除去作業
						②	周辺	14.75	14.75	-	-	
						③	周辺	3.38	3.38	-	-	
						④	周辺	14.75	14.75	-	-	
						⑤	前室付近	10.58	10.58	-	-	
						⑥	排気口付近	4.00	4.06	-	-	

表Ⅱ-1(4) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名	調査期間	地点番号	地点分類	光学顕微鏡法				備考
								繊維数濃度 (本/L)		幾何平均 (本/L)		
								石綿	総繊維	石綿	総繊維	
19	内陸山間地域	宮城県	遠田郡	国設麓岳局	平成19年9月13日～15日	①		0.85	0.91	0.81	0.88	
								0.71	0.79			
								0.88	0.94			
					平成19年9月13日～15日	②		0.62	0.62	0.83	0.87	
								0.94	1.05			
								0.96	0.99			
					平成19年11月5日～7日	①		0.06	0.11	0.14	0.19	
								0.31	0.37			
								0.17	0.17			
					平成19年11月5日～7日	②		0.26	0.26			
								ND	ND			
								0.06	0.06			
20	離島地域	島根県	隠岐郡	国設隠岐局	平成19年8月27日～29日	①		0.45	0.57	0.44	0.55	
								0.43	0.54			
								****	****			
					平成19年8月27日～29日	②		0.17	0.23	0.17	0.20	
								0.17	0.17			
								****	****			
					平成19年10月30日～31日, 11月1日	①		1.13	1.13	0.48	0.54	
								0.28	0.34			
								0.34	0.40			
					平成19年10月30日～31日, 11月1日	②		0.06	0.06	0.13	0.17	
								0.31	0.37			
								0.11	0.23			
21		長崎県	対馬市	国設対馬酸性雨測定所	平成19年9月3日～5日	①		0.57	0.57	0.94	0.96	
								0.94	0.94			
								1.59	1.65			
					平成19年9月3日～5日	②		0.48	0.48	0.62	0.71	
								0.28	0.40			
								1.76	1.87			
					平成19年11月19日～21日	①		ND	ND	0.09	0.11	
								0.23	0.23			
								0.06	0.11			
					平成19年11月19日～21日	②		0.09	0.20	0.13	0.19	
								0.11	0.11			
								0.23	0.28			
22		沖縄県	国頭郡	国設辺戸岬酸性雨測定所	平成19年9月8日～10日	①		0.06	0.06	0.36	0.38	
								0.74	0.79			
								1.08	1.19			
					平成19年9月8日～10日	②		0.45	0.45	0.74	0.77	
								0.91	0.91			
								0.96	1.11			
					平成20年1月15日～17日	①		5.45	5.45	0.72	0.78	
								0.17	0.17			
								0.40	0.51			
					平成20年1月15日～17日	②		0.40	0.51	0.16	0.17	
								0.17	0.17			
								ND	ND			

表Ⅱ-1(5) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名	調査期間	地点番号	地点分類	光学顕微鏡法				備考
								繊維数濃度 (本/L)		幾何平均 (本/L)		
								石綿	総繊維	石綿	総繊維	
23	H7/H17/H18石綿製品製造 事業場等	北海道	富良野市	(株)ノザワ フラノ工場 (旧北海道工場)	平成19年9月25日～27日	①		0.20	0.26	0.23	0.25	
								0.17	0.17			
					平成19年9月25日～27日	②		0.34	0.34	0.66	0.69	
								0.71	0.71			
					平成19年9月25日～27日	③		0.85	0.85	0.26	0.31	
								0.48	0.54			
					平成19年9月25日～27日	④		0.40	0.45	0.32	0.34	
								0.40	0.40			
					平成19年9月25日～27日	⑤		0.11	0.17	0.47	0.48	
								0.31	0.31			
					平成19年9月25日～27日	⑥		0.28	0.34	0.32	0.34	
								0.37	0.37			
					平成19年9月25日～27日	⑥		0.45	0.45	0.32	0.34	
								0.57	0.62			
					平成19年9月25日～27日	⑥		0.40	0.40	0.71	0.77	
								0.34	0.34			
					平成19年11月12日～14日	①		0.17	0.17	0.28	0.32	
								0.57	0.68			
					平成19年11月12日～14日	②		0.68	0.68	0.60	0.70	
								0.45	0.51			
平成19年11月12日～14日	③		1.13	1.30	0.25	0.32						
			0.11	0.17								
平成19年11月12日～14日	④		0.51	0.51	0.23	0.23						
			0.37	0.37								
平成19年11月12日～14日	⑤		0.62	0.68	0.14	0.15						
			0.99	0.99								
平成19年11月12日～14日	⑥		0.34	0.51	0.12	0.14						
			0.23	0.28								
平成19年11月12日～14日	⑥		0.28	0.45	0.06	0.06						
			0.26	0.26								
平成19年11月12日～14日	⑥		0.23	0.23	0.17	0.23						
			ND	ND								
平成19年11月12日～14日	⑥		0.23	0.28	0.20	0.20						
			0.06	0.06								
24	H7/H17/H18廃棄物処分場 等(最終処分場)	福島県	いわき市	福島県いわき処分場保全センター	平成19年8月27日～29日	①	敷地境界	0.40	0.40	0.45	0.45	
								0.34	0.34			
					平成19年8月27日～29日	②	敷地境界	0.68	0.68	0.60	0.60	
								0.40	0.40			
					平成19年10月22日～24日	①	敷地境界	0.45	0.45	0.31	0.33	
								1.19	1.19			
					平成19年10月22日～24日	②	敷地境界	0.51	0.51	0.36	0.38	
								0.17	0.17			
					平成19年10月22日～24日	②	敷地境界	0.34	0.40	0.31	0.33	
								0.31	0.37			
					平成19年10月22日～24日	②	敷地境界	0.34	0.34	0.36	0.38	
								0.45	0.45			

事業所では石綿製品の製造は行っておらず、蛇紋岩の焼成処理を実施

埋立は平成13年に終了

表Ⅱ-1(6) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名	調査期間	地点番号	地点分類	光学顕微鏡法				備考
								繊維数濃度 (本/L)		幾何平均 (本/L)		
								石綿	総繊維	石綿	総繊維	
25	H7/H17/H18廃棄物処分場等(最終処分場)	東京都	江東区	中央防波堤埋立処分場	平成19年9月13日～14日, 18日	①	敷地境界	0.28	0.28	0.35	0.37	調査地点での埋立は終了し、現在は調査地点から約2km離れた地点で埋立中
								0.34	0.40			
								0.45	0.45			
					平成19年9月13日～14日, 18日	②	敷地境界	0.62	0.62	0.54	0.54	
								0.62	0.62			
								0.40	0.40			
					平成19年11月29日～30日, 12月4日	①	敷地境界	0.17	0.23	0.13	0.14	
								0.23	0.23			
								ND	0.06			
					平成19年11月29日～30日, 12月4日	②	敷地境界	0.28	0.28	0.10	0.10	
								0.06	0.06			
								0.06	0.06			
26	H7/H17/H18蛇紋岩地域	大阪府	堺市	堺第7-3区廃棄物処分場(旧中間処理センター)	平成19年8月21日～23日	①	敷地境界	0.54	0.57	0.53	0.60	埋立は平成16年度に終了
								0.62	0.74			
								0.45	0.51			
					平成19年8月21日～23日	②	敷地境界	0.43	0.43	0.30	0.30	
								0.20	0.20			
								0.31	0.31			
					平成19年10月17日～18日, 20日	①	敷地境界	1.16	1.16	0.73	0.80	
								0.54	0.60			
								0.62	0.74			
					平成19年10月17日～18日, 20日	②	敷地境界	0.23	0.28	0.22	0.28	
								0.14	0.26			
								0.31	0.31			
27	H7/H17/H18蛇紋岩地域	岩手県	遠野市	遠野市蛇紋岩採石場	平成19年8月27日～29日	①		0.51	0.57	0.92	0.98	蛇紋岩の採石は既に終了
								1.30	1.42			
								1.16	1.16			
					平成19年8月27日～29日	②		0.48	0.54	0.68	0.71	
								0.62	0.62			
								1.05	1.05			
					平成19年11月12日～14日	①		0.06	0.06	0.21	0.21	
								0.34	0.34			
								0.51	0.51			
					平成19年11月12日～14日	②		0.28	0.45	0.31	0.36	
								0.31	0.31			
								0.34	0.34			
28	H7/H17/H18蛇紋岩地域	福岡県	糟屋郡	糟屋郡旧蛇紋岩採石場	平成19年9月3日～5日	①		0.68	0.79	0.54	0.56	蛇紋岩の採石は既に終了
								0.57	0.57			
								0.40	0.40			
					平成19年9月3日～5日	②		0.88	0.88	0.73	0.79	
								0.60	0.71			
								0.74	0.79			
					平成19年12月3日～5日	①		0.28	0.40	0.19	0.23	
								0.23	0.28			
								0.11	0.11			
					平成19年12月3日～5日	②		0.23	0.28	0.33	0.36	
								0.51	0.51			
								0.31	0.31			

表Ⅱ-1(7) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名	調査期間	地点番号	地点分類	光学顕微鏡法				備考
								繊維数濃度 (本/L)		幾何平均 (本/L)		
								石綿	総繊維	石綿	総繊維	
29	H7/H17/H18高速道路及び幹線道路沿線	岩手県	盛岡市	国道4号線盛岡バイパス	平成19年9月3日～5日	①		0.40	0.45	0.49	0.52	
								0.57	0.62			
								0.51	0.51			
					平成19年9月3日～5日	②		0.62	0.62	0.54	0.58	
								0.62	0.68			
								0.40	0.45			
		平成19年11月19日～21日	①		0.45	0.57	0.37	0.46				
					0.43	0.54						
					0.26	0.31						
		平成19年11月19日～21日	②		0.34	0.45	0.30	0.39				
					0.28	0.34						
					0.28	0.40						
30		山形県	米沢市	国道13号線	平成19年9月18日～20日	①		0.62	0.62	0.55	0.56	
								0.34	0.34			
								0.77	0.82			
					平成19年9月18日～20日	②		0.57	0.62	0.66	0.71	
								0.62	0.62			
								0.79	0.91			
		平成19年10月31日, 11月1日～2日	①		0.51	0.57	0.75	0.93				
					1.05	1.39						
					0.79	1.02						
		平成19年10月31日, 11月1日～2日	②		0.34	0.40	0.54	0.69				
					0.62	0.79						
					0.74	1.02						
31		神奈川県	川崎市	川崎市幹線道路	平成19年9月19日～21日	①		0.96	1.02	1.15	1.18	
								0.51	0.51			
								3.12	3.12			
					平成19年9月19日～21日	②		1.36	1.42	0.69	0.73	
								0.48	0.48			
								0.51	0.57			
		平成19年11月26日～28日	①		0.28	0.28	0.19	0.19				
					0.23	0.23						
					0.11	0.11						
		平成19年11月26日～28日	②		0.45	0.45	0.22	0.22				
					0.40	0.40						
					0.06	0.06						
32		愛知県	名古屋市	県道名古屋長久手線	平成19年9月25日～27日	①		1.93	2.27	1.49	1.65	
								1.13	1.19			
								1.50	1.67			
					平成19年9月25日～27日	②		1.59	1.87	1.01	1.12	
								0.60	0.60			
								1.08	1.25			
		平成20年1月16日～18日	①		0.60	0.65	0.50	0.56				
					0.54	0.60						
					0.40	0.45						
		平成20年1月16日～18日	②		0.57	0.68	0.48	0.71				
					0.88	1.16						
					0.23	0.45						

表Ⅱ-1(8) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名	調査期間	地点番号	地点分類	光学顕微鏡法				備考
								繊維数濃度 (本/L)		幾何平均 (本/L)		
								石綿	総繊維	石綿	総繊維	
33	H7/H17/H18高速道路及び幹線道路沿線	広島県	広島市	山陽自動車道五日市インター	平成19年9月18日～20日	①		0.77	0.77	0.70	0.79	
								0.68	0.91			
					平成19年9月18日～20日	②		0.65	0.71	1.01	1.07	
								0.62	0.68			
					平成19年11月26日～28日	①		0.94	0.99	0.64	0.76	
								1.76	1.82			
						②		0.51	0.62	0.62	0.87	
								0.77	0.94			
34	H7/H17/H18内陸山間地域	福岡県	福岡市	国道3号線千鳥橋交差点	平成19年8月27日～29日	①		0.68	0.74	0.26	0.29	
								0.40	0.57			
					平成19年8月27日～29日	②		1.02	1.36	0.37	0.44	
								0.60	0.85			
					平成19年12月17日～19日	①		0.28	0.28	0.32	0.37	
								0.57	0.79			
						②		0.40	0.45	0.30	0.35	
								0.37	0.48			
35	H7/H17/H18内陸山間地域	福岡県	福岡市	千石の郷	平成19年8月27日～29日	①		0.34	0.40	0.27	0.29	
								0.34	0.45			
					平成19年10月22日～24日	①		0.28	0.28	0.28	0.32	
								0.54	0.60			
					平成19年9月21日～23日	①		0.51	0.51	0.84	0.89	
								0.57	0.68			
						②		0.40	0.40	0.62	0.66	
								0.60	0.71			
36	H7/H17/H18内陸山間地域	広島県	広島市	南原峡県立自然公園	平成19年9月21日～23日	①		1.02	1.02	0.28	0.32	
								0.28	0.34			
					平成19年9月21日～23日	②		0.28	0.28	0.27	0.29	
								0.23	0.28			
					平成19年11月29日～30日, 12月1日	①		0.34	0.34	0.52	0.55	
								0.28	0.34			
						②		0.26	0.26	0.33	0.41	
								0.34	0.34			
37	H7/H17/H18内陸山間地域	福岡県	福岡市	千石の郷	平成19年9月6日～8日	①		0.54	0.65	0.22	0.24	
								0.20	0.31			
					平成19年9月6日～8日	②		0.34	0.34	0.22	0.24	
								0.71	0.71			
					平成19年12月6日～8日	①		0.28	0.28	0.22	0.24	
								0.23	0.28			
						②		0.17	0.17	0.22	0.24	
								0.28	0.28			

表Ⅱ-1(9) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名	調査期間	地点番号	地点分類	光学顕微鏡法				備考
								繊維数濃度 (本/L)		幾何平均 (本/L)		
								石綿	総繊維	石綿	総繊維	
38	H7/H17/H18離島地域	佐賀県	唐津市	小川島	平成19年9月10日～12日	①		0.40	0.57	0.63	0.71	
								0.40	0.40			
								1.59	1.59			
					平成19年9月10日～12日	②		0.54	0.54	0.73	0.76	
								0.45	0.51			
								1.59	1.59			
					平成19年12月17日～19日	①		0.06	0.11	0.22	0.29	
								0.43	0.43			
								0.45	0.51			
					平成19年12月17日～19日	②		0.51	0.68	0.25	0.33	
								0.26	0.31			
								0.11	0.17			
39	H7/H17/H18住宅地域	北海道	富良野市	富良野市住宅地域	平成19年9月22日～24日	①		0.45	0.45	0.36	0.48	
								0.85	0.85			
								0.28	0.28			
					平成19年11月8日～10日	①		0.34	0.34	0.47	0.50	
								0.60	0.65			
								0.51	0.57			
40	H7/H17/H18住宅地域	岩手県	盛岡市	盛岡市住宅地域	平成19年9月6日～8日	①		0.45	0.57	0.60	0.72	
								1.11	1.22			
								0.43	0.54			
					平成19年9月6日～8日	②		0.34	0.34	0.33	0.39	
								0.48	0.60			
								0.23	0.28			
		平成19年11月19日～21日	①		0.28	0.34	0.27	0.28				
					0.40	0.40						
					0.17	0.17						
		平成19年11月19日～21日	②		0.23	0.23	0.34	0.34				
					0.51	0.51						
					0.34	0.34						
41	H7/H17/H18住宅地域	岩手県	釜石市	釜石市住宅地域	平成19年8月30日～31日、9月1日	①		0.28	0.28	0.48	0.49	
								0.85	0.91			
								0.45	0.45			
					平成19年8月30日～31日、9月1日	②		0.11	0.17	0.27	0.32	
								0.51	0.57			
								0.34	0.34			
					平成19年11月15日～17日	①		0.17	0.17	0.22	0.25	
								0.23	0.28			
0.28	0.34											
平成19年11月15日～17日	②		0.17	0.23	0.10	0.14						
			0.11	0.11								
			0.06	0.11								
42	H7/H17/H18住宅地域	山形県	米沢市	山形県立米沢女子短期大学	平成19年9月21日～23日	①		0.28	0.34	0.28	0.30	
								0.26	0.26			
								0.31	0.31			
					平成19年9月21日～23日	②		0.40	0.45	0.32	0.33	
								0.40	0.40			
								0.20	0.20			
					平成19年10月31日、11月1日～2日	①		0.51	0.60	0.31	0.34	
								0.34	0.40			
								0.17	0.17			
					平成19年10月31日、11月1日～2日	②		0.34	0.34	0.49	0.49	
								1.08	1.08			
								0.31	0.31			

表Ⅱ-1(10) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名	調査期間	地点番号	地点分類	光学顕微鏡法				備考		
								繊維数濃度 (本/L)		幾何平均 (本/L)				
								石綿	総繊維	石綿	総繊維			
43	H7/H17/H18住宅地域	愛知県	名古屋市	名古屋市住宅地域	平成19年9月25日～27日	①		0.65	0.71					
									0.54	0.65				
									0.57	0.57	0.58	0.64		
					平成19年9月25日～27日	②		0.79	0.79					
								0.60	0.60					
								0.91	1.05	0.75	0.79			
		平成20年1月16日～18日	①		0.11	0.11								
					0.23	0.40								
					0.23	0.28	0.18	0.23						
		平成20年1月16日～18日	②		0.11	0.17								
					0.40	0.51								
					0.23	0.28	0.22	0.29						
44	H7/H17/H18住宅地域	奈良県	奈良市	県保健環境研究センター 及び県奈良総合庁舎	平成19年8月21日～22日, 24日	①		0.60	0.60					
									0.28	0.28				
								0.31	0.37	0.37	0.40			
					平成19年8月21日～22日, 24日	②		0.28	0.28					
								0.45	0.45					
								0.68	0.68	0.44	0.44			
		平成19年10月25日～26日, 29日	①		0.48	0.48								
					0.37	0.37								
					0.14	0.14	0.29	0.29						
		平成19年10月25日～26日, 29日	②		0.34	0.34								
					0.17	0.23								
					0.57	0.57	0.32	0.35						
45	H7/H17/H18住宅地域	福岡県	福岡市	福岡市住宅地域	平成19年8月30日～31日, 9月1日	①		0.99	0.99					
									0.34	0.40				
								0.28	0.28	0.46	0.48			
					平成19年8月30日～31日, 9月1日	②		0.45	0.45					
								0.34	0.45					
								0.51	0.62	0.43	0.50			
		平成19年12月10日～12日	①		0.11	0.17								
					0.14	0.20								
					0.23	0.28	0.15	0.21						
		平成19年12月10日～12日	②		0.40	0.51								
					0.28	0.40								
					0.34	0.34	0.34	0.41						
46	H7/H17/H18商工業地域	東京都	江東区	東京都環境科学研究所	平成19年9月12日～14日	①		0.17	0.17					
									0.11	0.11				
								0.57	0.57	0.22	0.22			
					平成19年9月12日～14日	②		0.17	0.17					
								0.11	0.14					
								0.11	0.11	0.13	0.14			
		平成19年12月5日～7日	①		0.23	0.23								
					0.23	0.28								
					0.23	0.40	0.23	0.29						
		平成19年12月5日～7日	②		0.26	0.26								
					0.23	0.28								
					0.17	0.17	0.21	0.23						

表Ⅱ-1(11) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名	調査期間	地点番号	地点分類	光学顕微鏡法				備考
								繊維数濃度 (本/L)		幾何平均 (本/L)		
								石綿	総繊維	石綿	総繊維	
47	H7/H17/H18商工業地域	神奈川県	川崎市	川崎市公害研究所	平成19年9月19日～21日	①		0.62	0.62	0.55	0.60	
								0.40	0.40			
								0.68	0.85			
					平成19年9月19日～21日	②		0.28	0.45	0.22	0.26	
								0.34	0.34			
								0.11	0.11			
					平成19年11月26日～28日	①		0.17	0.23	0.20	0.26	
								0.17	0.28			
								0.28	0.28			
					平成19年11月26日～28日	②		0.17	0.28	0.16	0.24	
								0.11	0.17			
								0.23	0.28			
48	H7/H17/H18商工業地域	大阪府	堺市	堺港湾合同庁舎	平成19年8月21日～23日	①		0.60	0.60	0.27	0.34	平成7年度、平成17年度及び平成18年度に調査を実施した臨海センター南側庭園が閉鎖されたため、約350m程離れた堺港湾合同庁舎で調査を実施
								0.11	0.23			
								0.28	0.28			
					平成19年8月21日～23日	②		0.40	0.40	0.32	0.41	
								0.20	0.37			
								0.43	0.45			
					平成19年12月25日～27日	①		0.17	0.23	0.12	0.14	
								0.17	0.23			
								0.06	0.06			
					平成19年12月25日～27日	②		0.09	0.31	0.14	0.21	
								0.17	0.17			
								0.17	0.17			
49	H7/H17/H18商工業地域	大阪府	泉南市	双子川浄苑	平成19年9月4日～6日	①		1.33	1.50	1.61	1.77	
								1.73	1.90			
								1.82	1.93			
					平成19年9月4日～6日	②		1.65	1.79	1.10	1.13	
								0.91	0.91			
								0.88	0.88			
					平成19年10月17日～18日, 20日	①		0.57	0.62	0.54	0.60	
								0.68	0.68			
								0.40	0.51			
					平成19年10月17日～18日, 20日	②		0.31	0.43	0.21	0.37	
								0.54	0.68			
								0.06	0.17			
50	H7/H17/H18商工業地域	兵庫県	尼崎市	国設一般大気環境測定局及び尼崎市立労働センター中庭	平成19年8月21日～22日, 24日	①		0.20	0.20	0.23	0.24	
								0.37	0.43			
								0.17	0.17			
					平成19年8月21日～22日, 24日	②		0.43	0.43	0.39	0.42	
								0.40	0.45			
								0.34	0.40			
					平成19年10月22日～24日	①		0.06	0.34	0.07	0.21	
								ND	0.17			
								0.11	0.17			
					平成19年10月22日～24日	②		0.14	0.20	0.17	0.25	
								0.11	0.28			
								0.28	0.28			

表Ⅱ-1(12) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名	調査期間	地点番号	地点分類	光学顕微鏡法				備考
								繊維数濃度 (本/L)		幾何平均 (本/L)		
								石綿	総繊維	石綿	総繊維	
51	H7/H17/H18農業地域	福岡県	小郡市	国設筑後小郡環境大気測定所	平成19年9月7日～9日	①		0.88	0.94	0.57	0.58	
								0.43	0.43			
								0.48	0.48			
					平成19年9月7日～9日	②		1.02	1.02	0.61	0.64	
								0.40	0.45			
								0.57	0.57			
					平成19年12月13日～15日	①		0.17	0.17	0.20	0.26	
								0.31	0.43			
								0.14	0.26			
					平成19年12月13日～15日	②		0.45	0.45	0.38	0.43	
								0.20	0.26			
								0.62	0.68			

(注) (1) 地域分類 : 以下の14種類に分かれている。

- 1 石綿製品製造事業場等
- 2 廃棄物処分場等
- 3 解体現場等(大防法届出対象を除く) : 上記の届出の対象とならない石綿含有成形板等の除去作業現場
- 4 内陸山間地域
- 5 離島地域
- 6 H7/H17/H18石綿製品製造事業場等 : 平成7年度、平成17年度及び平成18年度と同一の調査地域
- 7 H7/H17/H18廃棄物処分場等 : 平成7年度、平成17年度及び平成18年度と同一の調査地域
- 8 H7/H17/H18蛇紋岩地域 : 平成7年度、平成17年度及び平成18年度と同一の調査地域
- 9 H7/H17/H18高速道路及び幹線道路沿線 : 平成7年度、平成17年度及び平成18年度と同一の調査地域
- 10 H7/H17/H18内陸山間地域 : 平成7年度、平成17年度及び平成18年度と同一の調査地域
- 11 H7/H17/H18離島地域 : 平成7年度、平成17年度及び平成18年度と同一の調査地域
- 12 H7/H17/H18住宅地域 : 平成7年度、平成17年度及び平成18年度と同一の調査地域
- 13 H7/H17/H18商工業地域 : 平成7年度、平成17年度及び平成18年度と同一の調査地域
- 14 H7/H17/H18農業地域 : 平成7年度、平成17年度及び平成18年度と同一の調査地域

- (2) 地域名 : 解体現場等の地域名については、具体的な地域名を非公表とすることを条件に調査を実施したため、空欄にしている。
- (3) 地点番号 : 各地域で複数の調査地点を設けている。例えば、調査地点が1地域に4地点ある場合、①、②、③、④と地点番号をつけている。
- (4) 地点分類 : 石綿製品製造事業場等、廃棄物処分場等における「敷地境界」、解体現場等における「周辺」、石綿製品製造事業場等における「出入口付近」、解体現場等における「前室付近」及び「排気口付近」を表している。なお、解体現場等における「周辺」とは、解体現場等の直近で一般の人の通行等がある場所との境界、「前室付近」とは、作業員が出入りする際に石綿が直接外部に飛散しないように設けられた室の入口の外側、「排気口付近」とは、集じん・排気装置の外部への排気口付近を意味している。
- (5) 石綿濃度 : 各地点の石綿濃度の評価に当たっては、平成元年12月27日付け環大企第490号通知「大気汚染防止法の一部を改正する法律の施行について」に基づき、各地点で3日間(4時間×3回)測定して得られた個々の測定値を地点ごとに幾何平均し、その値を当該地点の石綿濃度としている。また、解体現場等においては、解体等の工事には短期間で終了するものがあるため、各地点で1日間(4時間×1回)測定し、その測定値を当該地点における石綿濃度としている。なお、NDは石綿(繊維)未検出のことを示している。
- (6) 総繊維数 : 総繊維数は、位相差顕微鏡によって繊維状に見える粒子の計数結果から算出したものである。
- (7) ****: 国設隠岐局の夏期3日目のデータはアスベスト以外の繊維状物質が多く付着したため無効とした。

2. 総合的な検証・評価等

i) 風向・風速の影響について

大気環境中の石綿濃度に対する風の影響は、下記の2種類が想定される。

- ① 排出源の風上では排出源からの影響を適切に把握できない。
- ② その他の地域でも、強風時は弱風時に比べ石綿が拡散して濃度が減少する可能性がある。

そこで、本調査のサンプリング時における風向・風速の状況について確認した。発生源周辺地域（石綿製品製造事業場等、廃棄物処分場等、解体現場等、蛇紋岩地域、高速道路及び幹線道路沿線）における風向・風速の影響に関する解析結果を表Ⅱ-2に、バックグラウンド地域（住宅地域、商工業地域、農業地域、内陸山間地域、離島地域）における風向・風速の影響に関する解析結果を表Ⅱ-3に示す。

発生源周辺地域では、ほとんどの地点において風が弱く、サンプリング時における平均風速は3 m/s以下であり、また、最大風速も5 m/s以上の風は観測されなかったことから、全ての計数結果を採用することとした。

バックグラウンド地域については、冬季における国設辺戸岬酸性雨測定所の2日目のサンプリング時に風速5 m/s以上の風が観測されたが、測定結果が他のサンプリング時と比較してほとんど変わらないことから、全ての計数結果を採用することとした。

なお、発生源周辺地域における風向・風速の状況と調査地点の位置関係については、添付資料2「風の解析結果」に詳細に記載した。

表Ⅱ-2(1) 発生源周辺地域における風向・風速の影響に関する解析結果

地域番号	地域分類	地域名・事業場名等	都道府県	市又は郡	夏期 冬期	風速 データ数	平均風速 (m/s)	最大風速 (m/s)	5m/s以上の 風速の有無	発生源に対して明らかな 風上地点があるか	判定	採用値とする理由
1	石綿製品製造事業場等	関東アセチレン工業(株)	群馬県	渋川市	夏期	27	0.7	1.9	無	—	全て採用	風が弱い(2m/s以下)ことから 全て採用
					冬期	27	0.6	1.4	無	—		
2	廃棄物処分場等	早来工営(株)	北海道	勇払郡	夏期	27	1.5	2.5	無	—	全て採用	全体的に風が弱いことから全 て採用
					冬期	27	1.1	2.3	無	—		
3		(株)鈴木興業	宮城県	仙台市	夏期	27	0.6	1.7	無	—	全て採用	全体的に風が弱いことから全 て採用
					冬期	27	0.7	2.2	無	—		
4		都築鋼産(株)	福島県	いわき市	夏期	27	0.5	1.2	無	—	全て採用	全体的に風が弱いことから全 て採用
					冬期	27	0.6	2.5	無	—		
5		三重中央開発(株)	三重県	伊賀市	夏期	27	0.6	2.5	無	—	全て採用	全体的に風が弱いことから全 て採用
					冬期	27	1.5	3.7	無	—		
6		(株)ジェネス	滋賀県	大津市	夏期	27	1.3	2.6	無	—	全て採用	全体的に風が弱いことから全 て採用
					冬期	27	0.5	2.0	無	—		
7		(株)クリーンステージ	大阪府	和泉市	夏期	27	1.1	2.0	無	—	全て採用	風が弱い(2m/s以下)ことから 全て採用
					冬期	27	0.7	1.4	無	—		
8		(株)GE・臨海総合リサイクルセンター	大阪府	堺市	冬期	27	1.9	1.3	無	—	全て採用	風が弱い(2m/s以下)ことから 全て採用
9	解体現場等(大防法届出 対象)	-	宮城県	牡鹿郡	—	9	0.3	0.4	無	—	全て採用	風が弱い(2m/s以下)ことから 全て採用
10		-	福島県	双葉郡	—	9	1.6	2.4	無	—	全て採用	風が弱い(2m/s以下)ことから 全て採用
11		-	千葉県	茂原市	—	9	1.1	2	無	—	全て採用	風が弱い(2m/s以下)ことから 全て採用
12		-	静岡県	御殿場市	—	9	0.6	0.9	無	—	全て採用	風が弱い(2m/s以下)ことから 全て採用
13		-	愛知県	名古屋市	—	9	0.6	1.3	無	—	全て採用	風が弱い(2m/s以下)ことから 全て採用
14		-	愛知県	豊橋市	—	9	0.7	1.4	無	—	全て採用	風が弱い(2m/s以下)ことから 全て採用
15		-	大阪府	河内長野市	—	9	0.6	0.9	無	—	全て採用	風が弱い(2m/s以下)ことから 全て採用
16		-	兵庫県	宝塚市	—	9	1.3	0.5	無	—	全て採用	風が弱い(2m/s以下)ことから 全て採用
17		-	福岡県	糟屋郡	—	9	1.2	0.5	無	—	全て採用	風が弱い(2m/s以下)ことから 全て採用
18		-	佐賀県	佐賀市	—	9	0.6	0.8	無	—	全て採用	風が弱い(2m/s以下)ことから 全て採用

表Ⅱ－２（２） 発生源周辺地域における風向・風速の影響に関する解析結果

地域番号	地域分類	地域名・事業場名等	都道府県	市又は郡	夏期 冬期	風速 データ数	平均風速 (m/s)	最大風速 (m/s)	5m/s以上の 風速の有無	発生源に対して明らかな 風上地点があるか	判定	採用値とする理由
23	H7/H17/H18石綿製品製造事業場等	(株)ノザワ フラノ工場 (旧北海道工場)	北海道	富良野市	夏期	27	0.9	3.2	無	—	全て採用	全体的に風が弱いことから全て採用
					冬期	27	0.7	1.4	無	—		
24	H7/H17/H18廃棄物処分場等(最終処分場)	福島県いわき処分場保全センター	福島県	いわき市	夏期	27	1.8	2.9	無	—	全て採用	全体的に風が弱いことから全て採用
					冬期	27	1.7	3.6	無	—		
25		中央防波堤埋立処分場	東京都	江東区	夏期	27	1.4	3.2	無	—	全て採用	全体的に風が弱いことから全て採用
					冬期	27	0.8	1.7	無	—		
26		堺第7-3区廃棄物処分場 (旧中間処理センター)	大阪府	堺市	夏期	27	2.8	3.7	無	—	全て採用	風上となった地点の濃度が他と同じ濃度レベルであることから全て採用
					冬期	27	2.2	4.4	無	—		
27	H7/H17/H18蛇紋岩地域	遠野市蛇紋岩採石場	岩手県	遠野市	夏期	27	0.5	1.5	無	—	全て採用	風が弱い(2m/s以下)ことから全て採用
					冬期	27	0.5	1.8	無	—		
28		糟屋郡旧蛇紋岩採石場	福岡県	糟屋郡	夏期	27	0.6	1.4	無	—	全て採用	風が弱い(2m/s以下)ことから全て採用
					冬期	27	0.7	1.7	無	—		
29	H7/H17/H18高速道路及び 幹線道路沿線	国道4号線盛岡バイパス	岩手県	盛岡市	夏期	27	1.0	2.1	無	—	全て採用	全体的に風が弱いことから全て採用
					冬期	27	1.2	2.4	無	—		
30		国道13号線	山形県	米沢市	夏期	27	1.1	2.1	無	—	全て採用	全体的に風が弱いことから全て採用
					冬期	27	0.6	1.1	無	—		
31		川崎市幹線道路	神奈川県	川崎市	夏期	27	0.5	0.7	無	—	全て採用	風が弱い(2m/s以下)ことから全て採用
					冬期	27	0.6	1.1	無	—		
32		県道名古屋長久手線	愛知県	名古屋	夏期	27	0.8	1.6	無	—	全て採用	風が弱い(2m/s以下)ことから全て採用
					冬期	27	1.0	2.0	無	—		
33		山陽自動車道五日市インター	広島県	広島市	夏期	27	0.6	1.1	無	—	全て採用	風が弱い(2m/s以下)ことから全て採用
					冬期	27	0.2	0.8	無	—		
34		国道3号線千鳥橋交差点	福岡県	福岡市	夏期	27	1.2	2.8	無	—	全て採用	調査地点は幹線道路に囲まれた地点であることから全て採用
					冬期	27	0.6	1.4	無	—		

表Ⅱ－3 バックグラウンド地域における風向・風速の影響に関する解析結果

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名・事業場名等	夏期 冬期	風速 データ数	平均風速 (m/s)	最大風速 (m/s)
19	内陸山間地域	宮城県	遠田郡	国設麓岳局	夏期	27	0.9	1.6
					冬期	27	1.1	2.4
20	離島地域	島根県	隠岐郡	国設隠岐局	夏期	27	0.9	2.2
					冬期	27	1.2	3.7
21		長崎県	対馬市	国設対馬酸性雨測定所	夏期	27	0.6	1.3
					冬期	27	1.6	3.1
22		沖縄県	国頭郡	国設辺戸岬酸性雨測定所	夏期	27	1.3	2.1
					冬期	27	3.4	5.3
35	H7/H17/H18内陸山間地域	福島県	いわき市	廃棄物処分場から800m離れたバックグラウンド地域	夏期	27	1.2	2.5
					冬期	27	0.9	2.7
36		広島県	広島市	南原峡島立自然公園	夏期	27	0.6	1.8
					冬期	27	0.6	1.7
37		福岡県	福岡市	千石の郷	夏期	27	0.3	0.6
					冬期	27	0.6	1.9
38	H7/H17/H18離島地域	佐賀県	唐津市	小川島	夏期	27	2.3	4.0
					冬期	27	1.1	2.5
39	H7/H17/H18住宅地域	北海道	富良野市	富良野市住宅地域	夏期	27	1.3	2.1
					冬期	27	1.1	3.1
40		岩手県	盛岡市	盛岡市住宅地域	夏期	27	0.5	1.2
					冬期	27	0.9	2.1
41		岩手県	釜石市	釜石市住宅地域	夏期	27	0.5	1.3
					冬期	27	0.7	1.8
42		山形県	米沢市	山形県立米沢女子短期大学	夏期	27	1.4	2.7
					冬期	27	0.6	2.5
43		愛知県	名古屋市	名古屋市住宅地域	夏期	27	0.8	2.1
					冬期	27	1.4	2.6
44		奈良県	奈良市	県保健環境研究センター及び県奈良総合庁舎	夏期	27	0.8	1.9
					冬期	27	0.5	1.1
45		福岡県	福岡市	福岡市住宅地域	夏期	27	1.2	2.7
					冬期	27	0.3	1.1
46	H7/H17/H18商工業地域	東京都	江東区	東京都環境整備公社 東京都環境科学研究所	夏期	27	0.3	1.2
					冬期	27	0.4	0.7
47		神奈川	川崎市	川崎市公害研究所	夏期	27	0.7	0.8
					冬期	27	1.1	1.8
48		大阪府	堺市	堺港湾合同庁舎	夏期	27	1.3	2.2
					冬期	27	1.5	3.1
49		大阪府	泉南市	双子川浄苑	夏期	27	1.3	2.6
					冬期	27	1.0	2.1
50		兵庫県	尼崎市	国設一般大気環境測定局前及び尼崎市立労働センター中庭	夏期	27	1.4	2.7
					冬期	27	0.7	1.7
51	H7/H17/H18農業地域	福岡県	小郡市	国設筑後小郡環境大気測定所	夏期	27	0.7	3.3
					冬期	27	1.1	2.3

ii) 地域分類別の測定結果

地域分類別に大気環境中のアスベスト濃度を最小値、最大値、幾何平均値別に集約した。なお、集計に当たっては、ND 値を「計数視野全体で1本の繊維が計数された」と想定して幾何平均値を算出し、その値を用いて最小値、最大値、幾何平均値を求めた。光学顕微鏡法による地域分類別の計数結果の集約表を表Ⅱ-4及び図Ⅱ-1に示す。

光学顕微鏡法による計数結果を集約したところ、石綿濃度は夏期・冬期別に実施した総合計228データ(83地点×年2回+2地点×年1回+解体現場(60地点)×年1回)のうち、207データで1.0本/L以下(うち142データで0.5本/L以下)であった。

また、地域分類ごとの地点別幾何平均値(解体現場のみ地点別日別の値)について、地域分類毎(石綿製品製造事業場等、廃棄物処分場等、解体現場(敷地周辺)、蛇紋岩地域、高速道路及び幹線道路沿線、住宅地域、商工業地域の、農業地域、内陸山間地域、離島地域)に作成した石綿繊維数の度数分布を図Ⅱ-2に示す。

解体現場においては、解体現場の敷地周辺、前室付近及び排気口付近ごとに石綿繊維数濃度を比較した結果を図Ⅱ-3に示す。解体現場では、敷地周辺よりも前室付近及び排気口付近のアスベスト濃度の方が高い傾向であった。

表Ⅱ-4 光学顕微鏡法による地域分類別の計数結果集約表（上：石綿繊維数濃度、下：総繊維数濃度）

【石綿繊維数】

地域分類		地域数	地点数	測定データ数	石綿繊維数 ^{※3}		
					最小値(本/L)	最大値(本/L)	幾何平均値(本/L)
発生源 周辺地域	石綿製品製造事業場等 ^{※1}	2	8	16	0.12	0.89	0.34
	廃棄物処分場等	10	20	38	0.10	4.42	0.44
	解体現場(敷地周辺) ^{※2}	10	40	40	0.06未満	17.56 ^{※4}	0.41
	蛇紋岩地域	2	4	8	0.19	0.92	0.42
	高速道路及び幹線道路沿線	6	12	24	0.19	1.49	0.52
バック グラウンド 地域	住宅地域	7	13	26	0.10	0.75	0.33
	商工業地域	5	10	20	0.07	1.61	0.26
	農業地域	1	2	4	0.20	0.61	0.40
	内陸山間地域	4	7	14	0.09	0.84	0.38
	離島地域	4	8	16	0.09	0.94	0.33
合計		51	124	206			

(参考)排気口等における調査結果		地域数	地点数	測定データ数	石綿繊維数 ^{※3}		
					最小値(本/L)	最大値(本/L)	幾何平均値(本/L)
石綿製品製造事業場等(出入口付近) ^{※1}		(1)	1	2	1.42	1.49	1.45
解体現場(前室付近) ^{※2}		(10)	10	10	0.11	10.58 ^{※4}	0.67
解体現場(排気口付近) ^{※2}		(10)	10	10	0.11	4.00	0.52
合計		(11)	21	22			

【総繊維数】

地域分類		地域数	地点数	測定データ数	総繊維数		
					最小値(本/L)	最大値(本/L)	幾何平均値(本/L)
発生源 周辺地域	石綿製品製造事業場等 ^{※1}	2	8	16	0.14	0.92	0.37
	廃棄物処分場等	10	20	38	0.10	4.69	0.48
	解体現場(敷地周辺) ^{※2}	10	40	40	0.06未満	17.56	0.45
	蛇紋岩地域	2	4	8	0.21	0.98	0.46
	高速道路及び幹線道路沿線	6	12	24	0.19	1.65	0.59
バック グラウンド 地域	住宅地域	7	13	26	0.14	0.79	0.37
	商工業地域	5	10	20	0.14	1.77	0.33
	農業地域	1	2	4	0.26	0.64	0.45
	内陸山間地域	4	7	14	0.09	0.89	0.42
	離島地域	4	8	16	0.11	0.96	0.39
合計		51	124	206			

(参考)排気口等における調査結果		地域数	地点数	測定データ数	総繊維数		
					最小値(本/L)	最大値(本/L)	幾何平均値(本/L)
石綿製品製造事業場等(出入口付近) ^{※1}		(1)	1	2	1.45	2.22	1.79
解体現場(前室付近) ^{※2}		(10)	10	10	0.11	10.58	0.72
解体現場(排気口付近) ^{※2}		(10)	10	10	0.11	4.06	0.58
合計		(11)	21	22			

※1：「石綿製品製造事業場等」とは、大気汚染防止法の規定に基づく特定粉じん発生施設を設置する工場・事業場、又は石綿を取り扱う事業場を意味している。また、その「出入口付近」とは、これらの工場・事業場の建物の出入口の外側を意味している。

※2：「解体現場」とは、建築物等の解体、改造または補修作業現場を意味している。

また、「敷地周辺」とは、解体現場等の直近で一般の人の通行等がある場所との境界、「前室付近」とは、作業員が出入りする際に石綿が直接外部に飛散しないように設けられた室の入口の外側、「排気口付近」とは、集じん・排気装置の外部への排気口付近を意味している。

※3：石綿繊維数は、光学顕微鏡法により分析した結果。(捕集フィルターにクリスタルと同程度の屈折率の不揮発性液体を浸した後、同一視野を位相差顕微鏡と生物顕微鏡でそれぞれ繊維数を計数し、各計数結果の差を石綿繊維数とするもの。)

※4：表記の値は同一解体現場で計測されたものであり、分析走査電子顕微鏡法を用いて繊維の種類を確認したところ、捕集された繊維は、石綿繊維ではなく有機物繊維であることが判明した。

注1) 各地点の石綿濃度の評価に当たっては、平成元年12月27日付け環大企第490号通知「大気汚染防止法の一部を改正する法律の施行について」に基づき、注2の場合を除き、各地点で3日間(4時間×3回)測定して得られた個々の測定値を地点ごとに幾何平均し、その値を当該地点の石綿濃度としている。

注2) 解体現場等においては、解体等の工事には短期間で終了するものがあるため、各地点で1日間(4時間×1回)測定し、その測定値を当該地点における石綿濃度としている。

注3) ND(不検出)の場合には「計数した視野(100視野)で1本の繊維が計数された」と仮定して算出した値に「未満」を付けて記載している。

注4) 表中の()内の数値は地域数における内数である。

注5) 総繊維数濃度は位相差顕微鏡によって繊維状に見える粒子の計数結果から算出したものである。

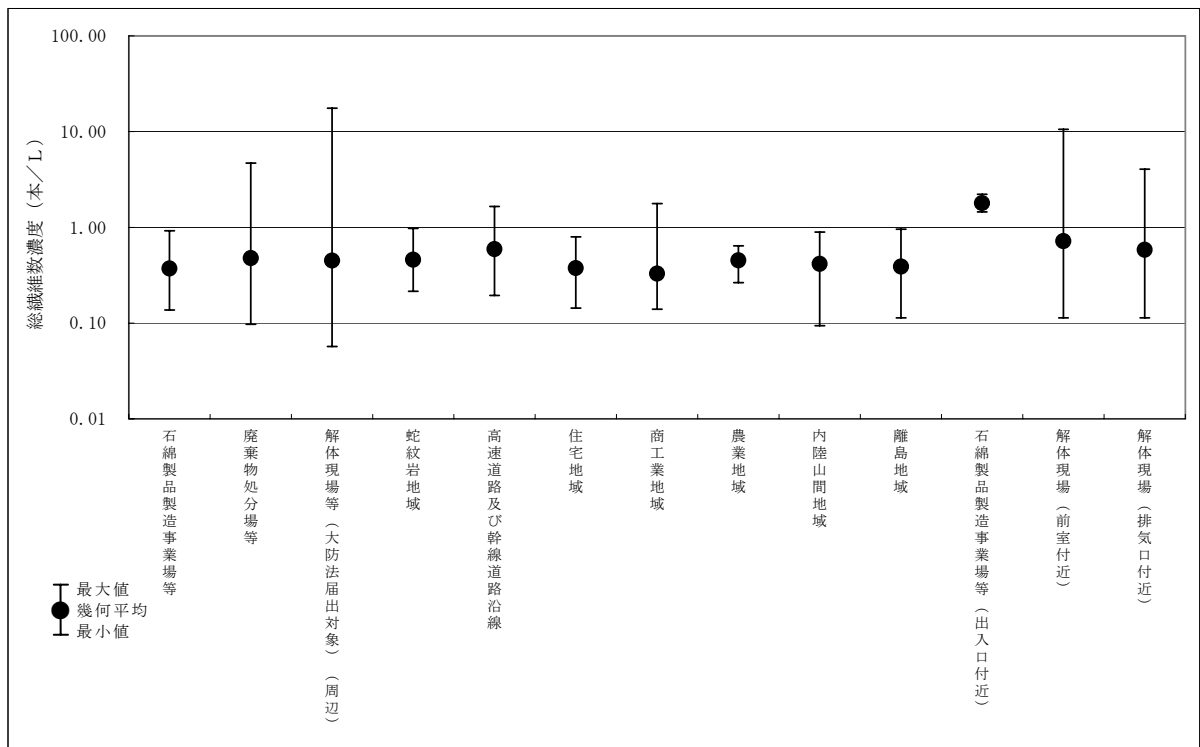
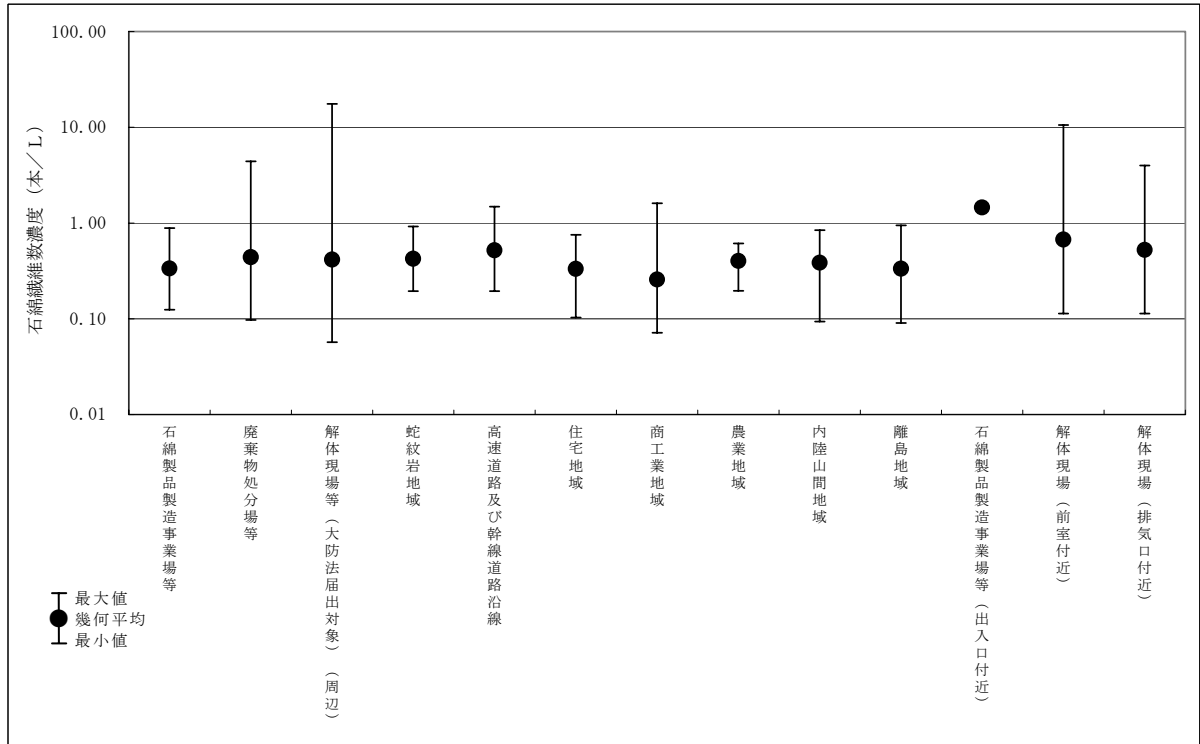
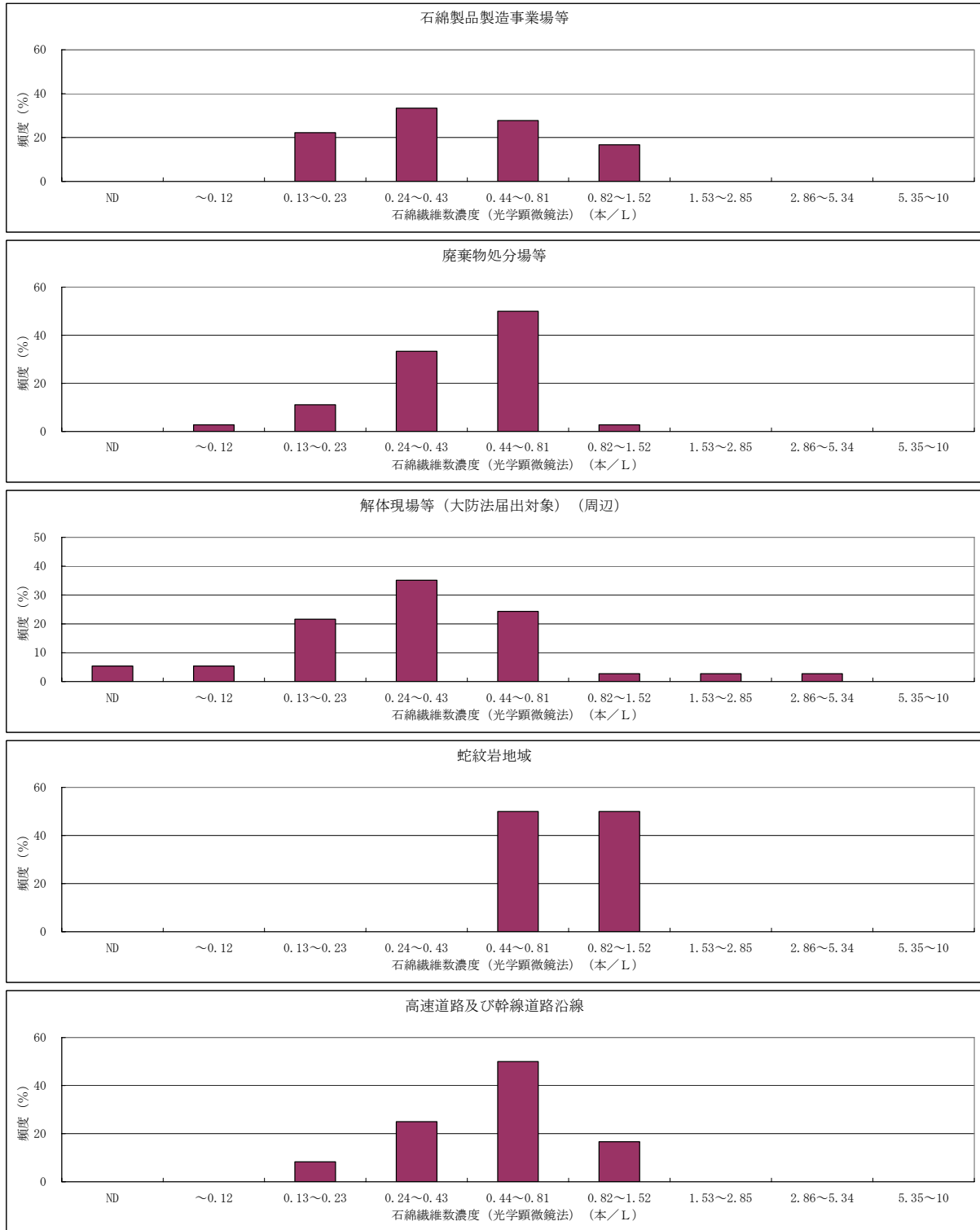
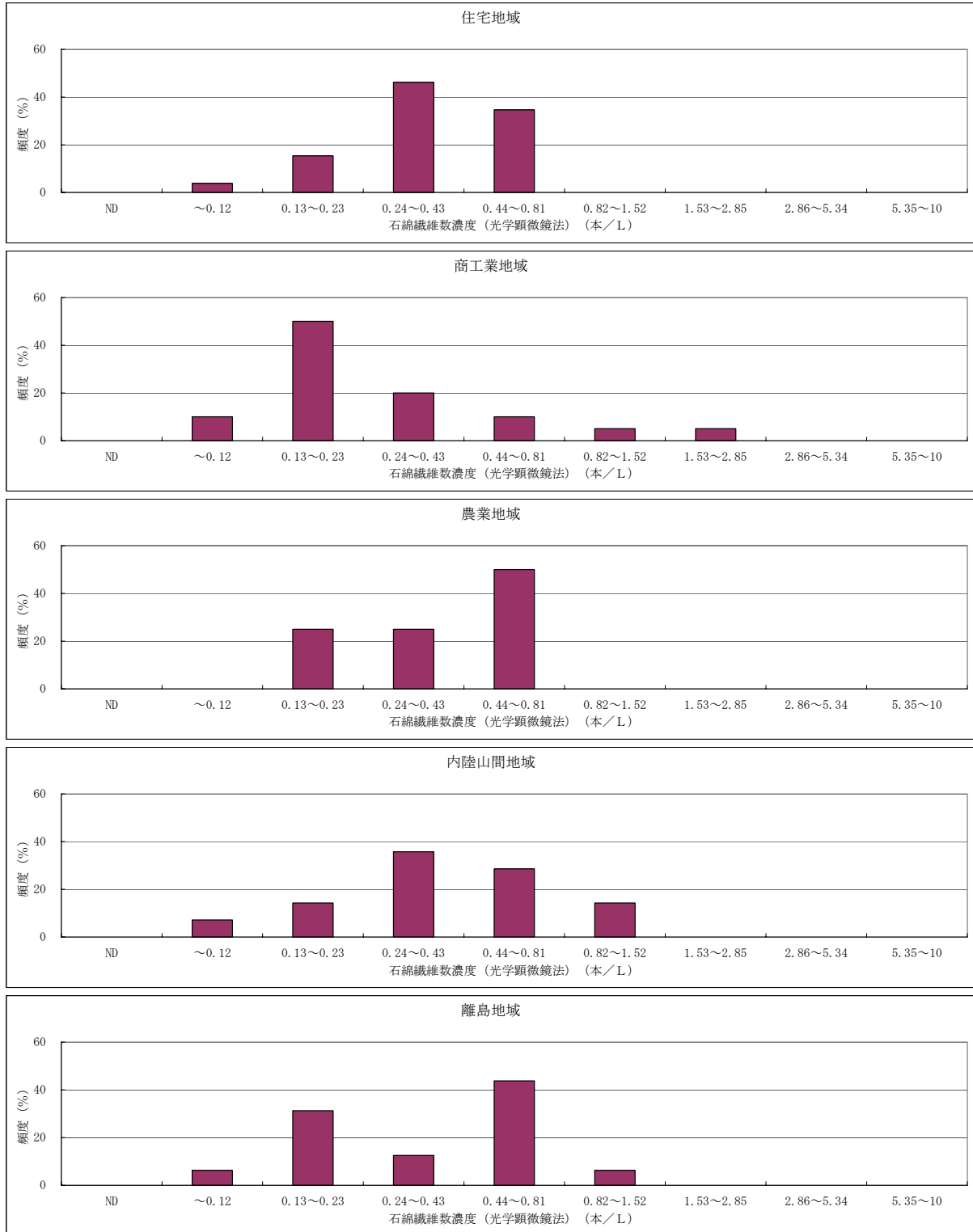


図 II - 1 光学顕微鏡法による地域分類別の計数結果
 (上：石綿繊維数濃度、下：総繊維数濃度)



注) 解体現場 (大防法届出対象) (周辺) のみ地点別日別の値

図Ⅱ-2 (1) 地域分類別の石綿繊維数濃度 (地点別幾何平均値) の度数分布



図Ⅱ-2(2) 地域分類別の石綿繊維数濃度(地点別幾何平均値)の度数分布

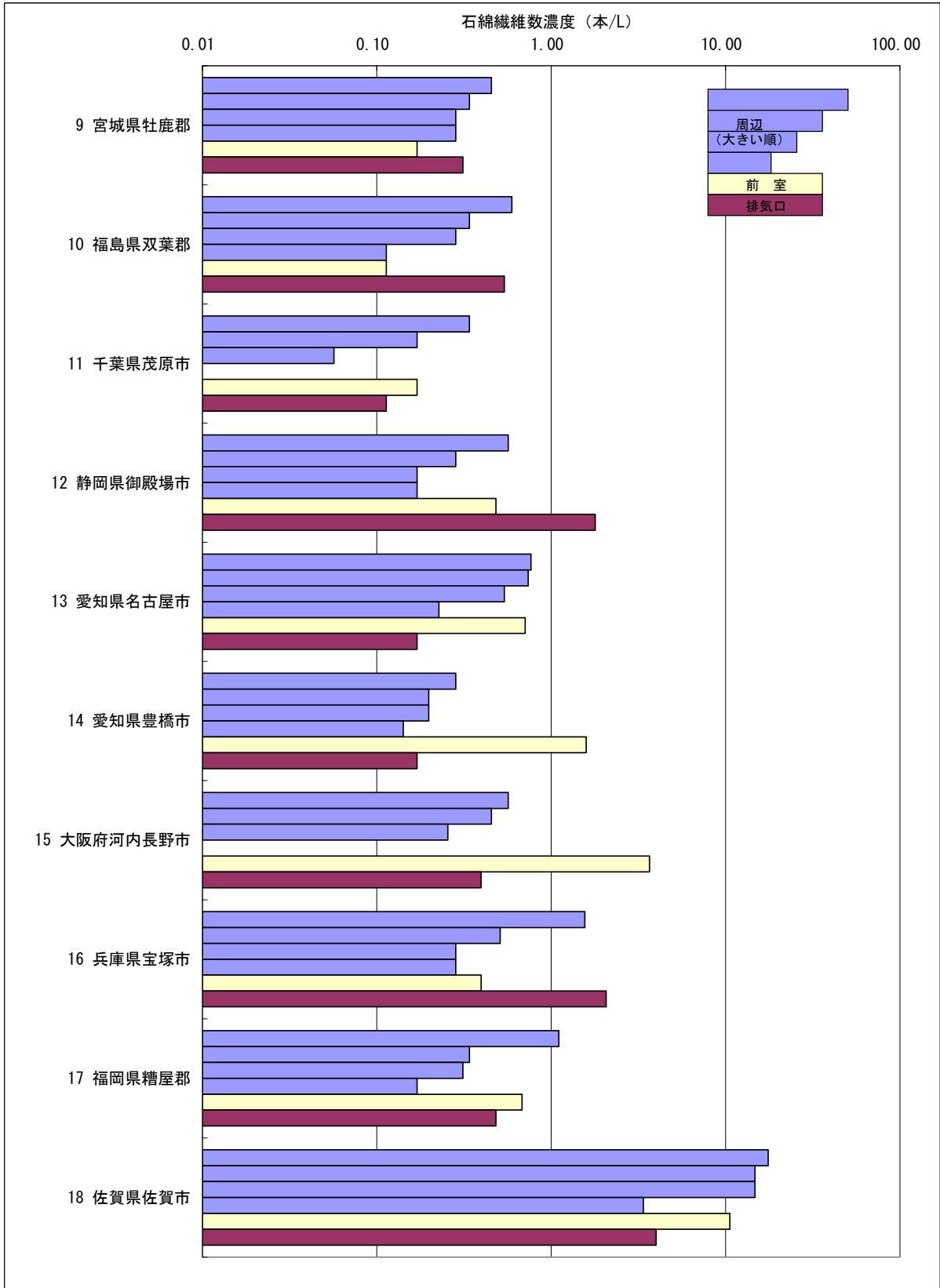


図 II - 3 光学顕微鏡法による解体現場における石綿繊維数濃度

また、光学顕微鏡法による石綿計数結果について平成17年度、平成18年度及び平成19年度の調査結果を調査地域分類別に集計した結果を表Ⅱ-5に示す。

表Ⅱ-5 平成17年度、平成18年度及び平成19年度の調査地域分類別の調査結果

地域分類		幾何平均値(本/L)		
		平成17年度	平成18年度	平成19年度
発生源 周辺地域	石綿製品製造事業場等	0.31	0.19	0.34
	廃棄物処分場等	0.64	0.38	0.44
	解体現場(大防法届出対象)(周辺)	0.26	0.26	0.41
	解体現場(大防法届出対象を除く)(周辺)	0.36	0.25	-
	蛇紋岩地域	0.23	0.28	0.42
	高速道路及び幹線道路沿線	0.45	0.39	0.52
バックグ ラウンド 地域	住宅地域	0.25	0.22	0.33
	商工業地域	0.23	0.27	0.26
	農業地域	0.26	0.40	0.40
	内陸山間地域	0.20	0.30	0.38
	離島地域	0.11	0.26	0.33

(参考)排気口等における調査結果	幾何平均値(本/L)		
	平成17年度	平成18年度	平成19年度
石綿製品製造事業場等(出入口付近)	0.36	0.27	1.45
解体現場(大防法届出対象)(前室付近)	0.44	0.67	0.67
解体現場(大防法届出対象)(排気口付近)	0.28	0.46	0.52

- 注1) 平成17年度、平成18年度及び平成19年度で調査地域が異なるデータも含まれている。
 注2) 解体現場等における「大防法届出対象」または「大防法届出対象を除く」とは、平成18年度調査時点での分類である。平成17年度調査時点では届出の対象でなかった現場であっても、その後の法改正により届出の対象となったものについては、「大防法届出対象」に分類している。
 注3) 石綿製品製造事業場等における「出入口付近」のうち、平成17年度調査結果には、「排気口付近」のデータが含まれる。

以上の調査結果から次のように総括される。

- ① 飛散の懸念された石綿製品製造事業場等、廃棄物処分場等及び解体現場等では、絶対値としては特に高い濃度ではなかった。
- ② その他の地域分類においては特に高い濃度は見られず、問題になるレベルではないと思われる。

iii) 道路沿線における交通量と石綿繊維数濃度との比較

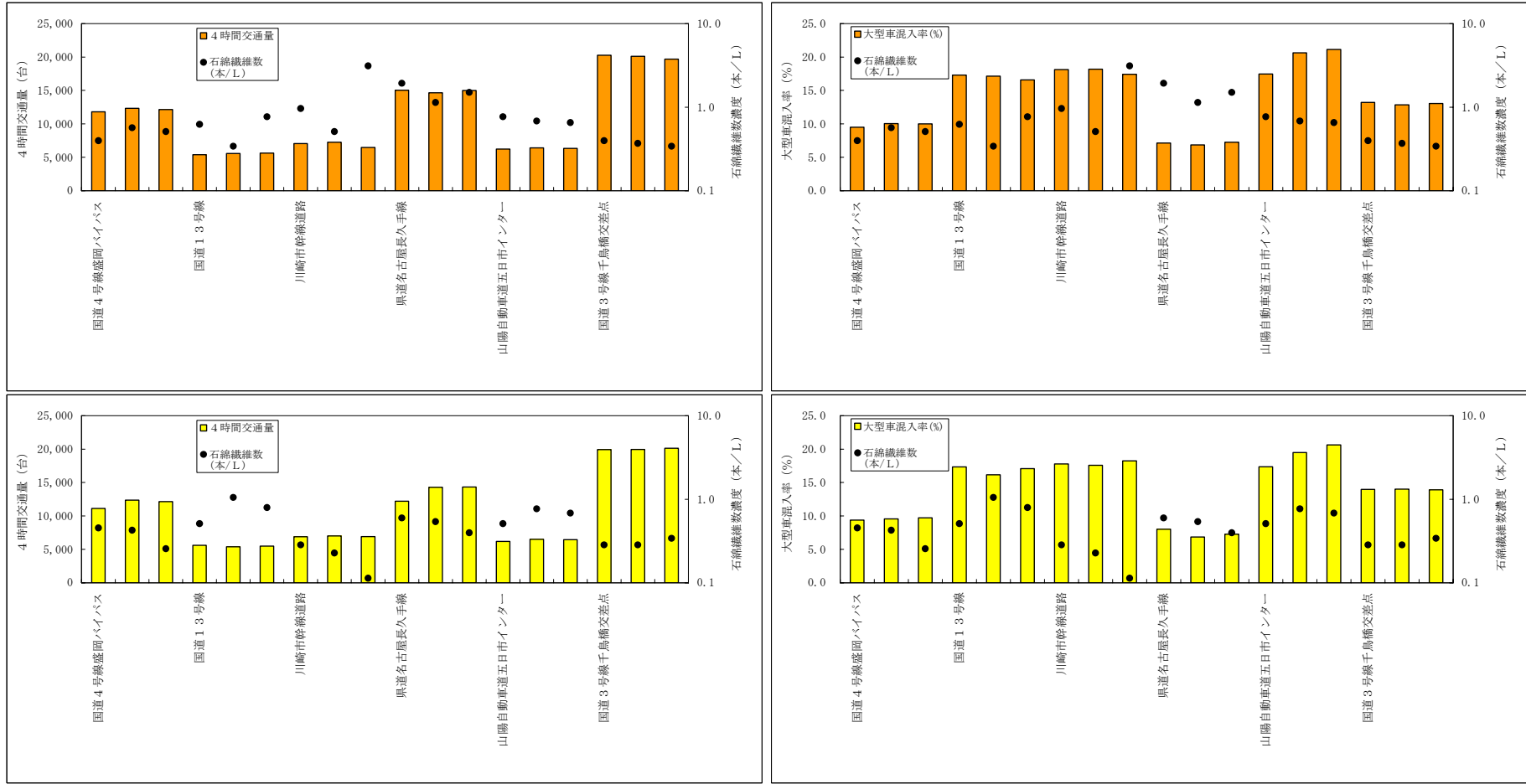
アスベストが自動車等のブレーキパッドに使用されている可能性があることから、道路沿線地域における交通量と石綿濃度の関係について検討した。

道路沿線地域における石綿繊維数濃度と4時間交通量及び大型車混入率との関係を表Ⅱ-6、図Ⅱ-4及び図Ⅱ-5に示す。なお、本調査のサンプリング時における風向・風速の状況について確認したところ、風が弱かったこと、サンプリング地点は道路に対して風下側であったことから、アスベスト発生源としての道路の影響を適切に把握できているものと考えられる。

石綿繊維数濃度と自動車交通量（4時間交通量及び大型車混入率）を比較したところ、今回の調査では大きな相関関係はみられなかった。

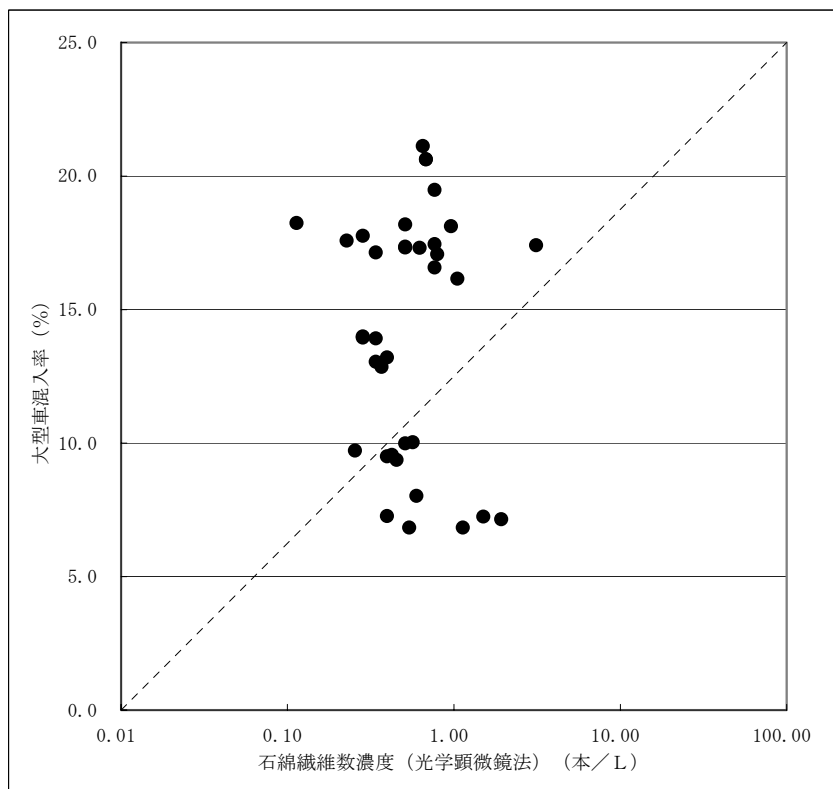
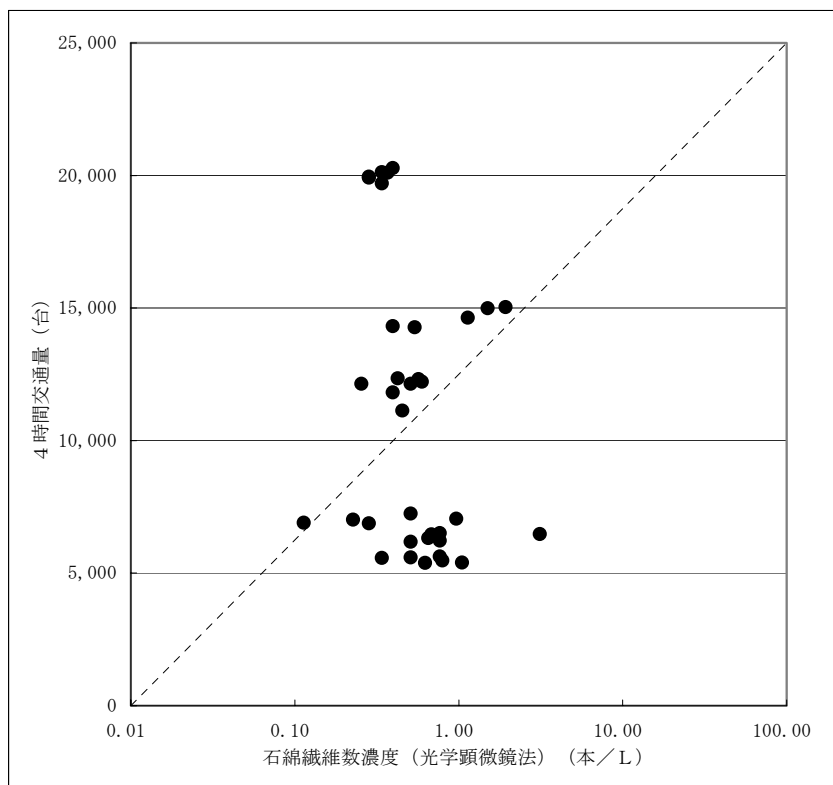
表Ⅱ-6 道路沿線地域における石綿繊維数濃度と4時間交通量及び大型車混入率

地域番号	地域名・事業場名等	都道府県	市又は郡	夏期 冬期	測定日	4時間交通量 (台)	大型車 混入率 (%)	石綿繊維数 (本/L)
29	国道4号線盛岡バイパス	岩手県	盛岡市	夏期	1日目	11,811	9.5	0.40
					2日目	12,312	10.0	0.57
					3日目	12,142	10.0	0.51
				冬期	1日目	11,132	9.4	0.45
					2日目	12,351	9.6	0.43
					3日目	12,139	9.7	0.26
30	国道13号線	山形県	米沢市	夏期	1日目	5,384	17.3	0.62
					2日目	5,573	17.1	0.34
					3日目	5,622	16.6	0.77
				冬期	1日目	5,595	17.3	0.51
					2日目	5,398	16.2	1.05
					3日目	5,471	17.1	0.79
31	川崎市幹線道路	神奈川	川崎市	夏期	1日目	7,047	18.1	0.96
					2日目	7,246	18.2	0.51
					3日目	6,469	17.4	3.12
				冬期	1日目	6,878	17.8	0.28
					2日目	7,013	17.6	0.23
					3日目	6,899	18.2	0.11
32	県道名古屋長久手線	愛知県	名古屋市	夏期	1日目	15,031	7.1	1.93
					2日目	14,634	6.8	1.13
					3日目	14,993	7.2	1.50
				冬期	1日目	12,213	8.0	0.60
					2日目	14,270	6.8	0.54
					3日目	14,316	7.3	0.40
33	山陽自動車道五日市インター	広島県	広島市	夏期	1日目	6,225	17.5	0.77
					2日目	6,420	20.6	0.68
					3日目	6,320	21.1	0.65
				冬期	1日目	6,181	17.4	0.51
					2日目	6,501	19.5	0.77
					3日目	6,460	20.6	0.68
34	国道3号線千鳥橋交差点	福岡県	福岡市	夏期	1日目	20,275	13.2	0.40
					2日目	20,108	12.9	0.37
					3日目	19,703	13.0	0.34
				冬期	1日目	19,919	14.0	0.28
					2日目	19,953	14.0	0.28
					3日目	20,121	13.9	0.34



注) 石綿繊維数濃度は道路沿線の各測定点の内、道路近傍地点の計数値を採用している。

図Ⅱ－４ 道路沿線地域における石綿繊維数濃度と4時間交通量(左)及び大型車混入率(右)との関係(上:夏期、下:冬期)



注) 石綿繊維数濃度は道路沿線の各測定点の内、道路近傍地点の計数値を採用している。

図Ⅱ－５ 道路沿線地域における石綿繊維数濃度と自動車交通量との関係 (n = 36)
 (上：4時間交通量と石綿繊維数濃度、下：大型車混入率と石綿繊維数濃度)

iv) 過去の調査結果との比較

本年度の調査のうち29地域60地点については、過去の調査結果との比較対照を目的に、過去（平成7年度、平成17年度調査及び平成18年度）と同一地域において調査を実施した。当該地域について調査地域分類別に集計・整理した平成19年度の結果は、表Ⅱ-7に示すとおりである。また、過去の調査結果との比較を表Ⅱ-8に、そのグラフを図Ⅱ-6に示す。この比較からは、石綿濃度の推移に特に一定の傾向は認められず、低い濃度レベルで推移していると考えられる。

表Ⅱ-7 過去と同一調査地域における平成19年度調査結果

地域分類	地域数	地点数	測定データ数	最小値 (本/L)	最大値 (本/L)	幾何平均値 (本/L)
石綿製品製造事業場等	2	8	16	0.12	1.61	0.38
廃棄物処分場等	3	6	12	0.10	0.73	0.33
蛇紋岩地域	2	4	8	0.19	0.92	0.42
高速道路及び幹線道路沿線	6	12	24	0.19	1.49	0.52
住宅地域	7	13	26	0.10	0.75	0.33
商工業地域	4	8	16	0.07	0.55	0.20
農業地域	1	2	4	0.20	0.61	0.40
内陸山間地域	3	5	10	0.22	0.84	0.42
離島地域	1	2	4	0.22	0.73	0.40
合計	29	60	120			

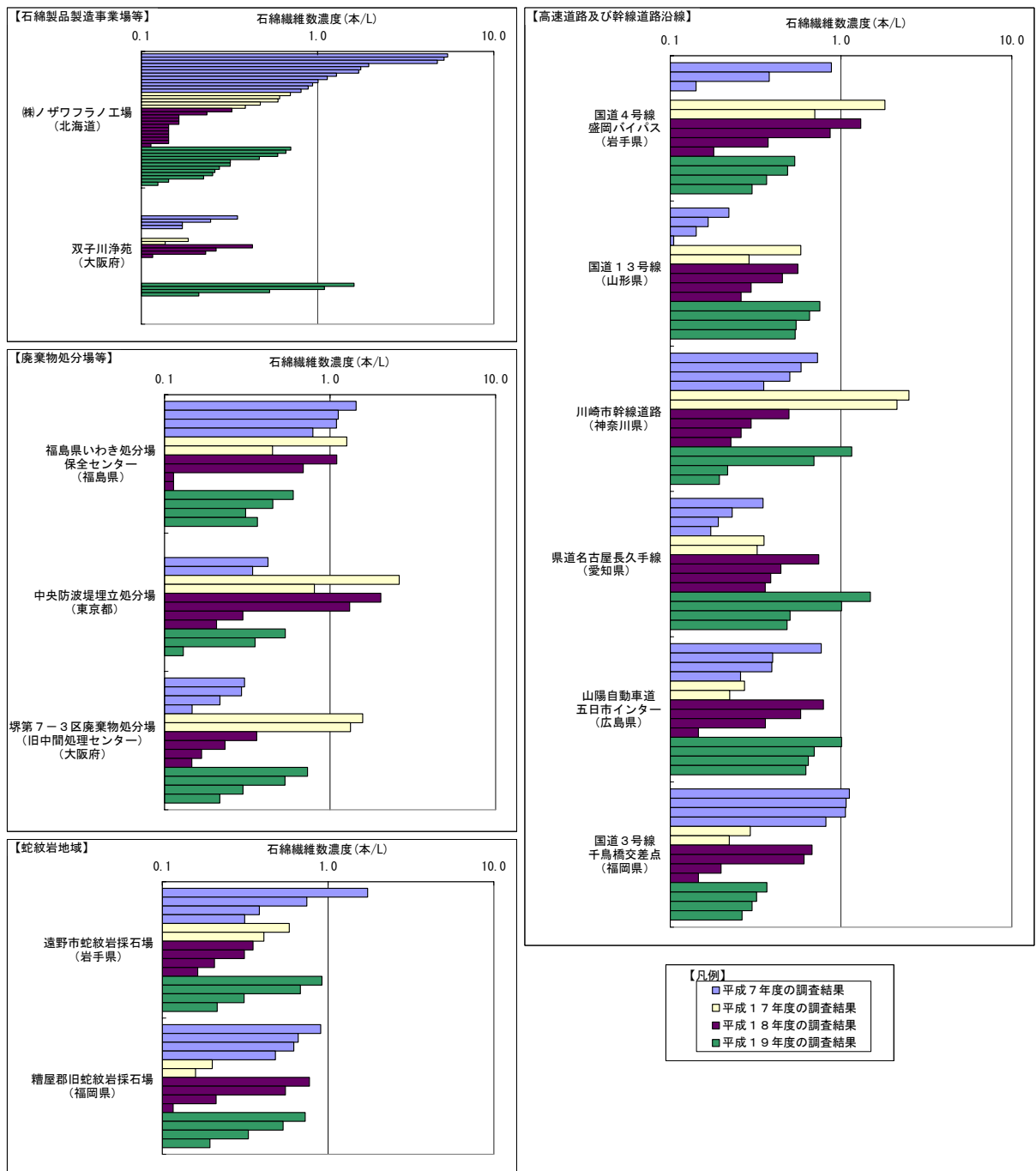
注1) 各地点の石綿濃度の評価に当たっては、平成元年12月27日付け環大企第490号通知「大気汚染防止法の一部を改正する法律の施行について」に基づき、各地点で3日間（4時間×3回）測定して得られた個々の測定値を地点ごとに幾何平均し、その値を当該地点の石綿濃度としている。本表では地域分類ごとの石綿濃度の最小値、最大値及び幾何平均値を記載している。

注2) 調査地域の分類に当たっては平成19年度においては異なる分類に該当する地域もあるが、平成7年度からの継続地域として分類した。

表Ⅱ－８ 過去と同一調査地域における平成19年度調査結果の比較

地域分類	地域名	幾何平均値(本/L)							
		平成7年度		平成17年度		平成18年度		平成19年度	
石綿製品製造事業場等	㈱ノザワフテクノ工場 (北海道)	1.74	1.04	0.54	0.38	0.16	0.18	0.32	0.38
	双子川浄苑 (大阪府)	0.22		0.16		0.24		0.67	
廃棄物処分場等	福島県いわき処分場保全センター (福島県)	1.09	0.47	0.75	1.16	0.31	0.35	0.42	0.33
	中央防波堤埋立処分場 (東京都)	0.38		1.45		0.64		0.22	
	堺第7-3区廃棄物処分場(旧中間処理センター) (大阪府)	0.23		1.45		0.21		0.40	
蛇紋岩地域	遠野市蛇紋岩採石場 (岩手県)	0.63	0.64	0.49	0.30	0.25	0.28	0.45	0.42
	糟屋郡旧蛇紋岩採石場 (福岡県)	0.65		0.18		0.32		0.40	
高速道路及び幹線道路沿線	国道4号線盛岡バイパス (岩手県)	0.20	0.34	1.13	0.53	0.52	0.39	0.41	0.52
	国道13号線 (山形県)	0.15		0.41		0.37		0.62	
	川崎市幹線道路 (神奈川県)	0.52		2.31		0.31		0.43	
	県道名古屋長久手線 (愛知県)	0.23		0.34		0.46		0.78	
	山陽自動車道五日市インター (広島県)	0.42		0.25		0.39		0.73	
	国道3号線千鳥橋交差点 (福岡県)	1.01		0.26		0.33		0.31	
住宅地域	富良野市住宅地域 (北海道)	0.74	0.11	0.35	0.30	0.13	0.22	0.47	0.33
	盛岡市住宅地域 (岩手県)	0.02		0.32		0.13		0.37	
	釜石市住宅地域 (岩手県)	0.01		0.26		0.17		0.23	
	山形県立米沢女子短期大学 (山形県)	0.28		0.22		0.30		0.34	
	名古屋市住宅地域 (愛知県)	0.23		1.06		0.48		0.36	
	県保健環境研究セン-及び県奈良総合庁舎 (奈良県)	0.17		0.32		0.28		0.35	
	福岡市住宅地域 (福岡県)	0.32		0.11		0.16		0.32	
商工業地域	東京都環境科学研究所 (東京都)	0.13	0.18	0.36	0.23	0.23	0.27	0.19	0.20
	川崎市公害研究所 (神奈川県)	0.47		0.38		0.28		0.25	
	堺港湾合同庁舎(臨海センター南側庭園) (大阪府)	0.13		0.14		0.21		0.19	
	国設一般大気環境測定局前及び尼崎市立労働センター (兵庫県)	0.11		0.15		0.41		0.18	
農業地域	国設筑後小郡環境大気測定所 (福岡県)	0.47		0.13		0.40		0.40	
内陸山間地域	廃棄物処分場から800m離れたバックグラウンド地域 (福島県)	0.59	0.24	0.48	0.20	0.36	0.36	0.43	0.42
	南原峡県立自然公園 (広島県)	0.25		0.15		0.33		0.45	
	千石の郷 (福岡県)	0.14		0.18		0.39		0.39	
離島地域	小川島 (佐賀県)	0.21		0.11		0.31		0.40	

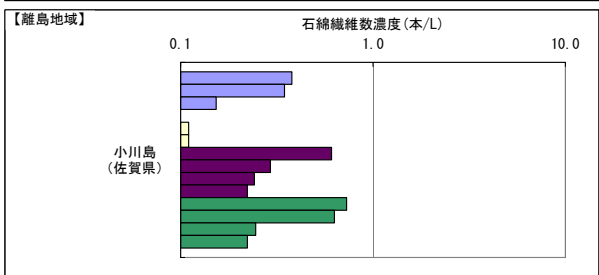
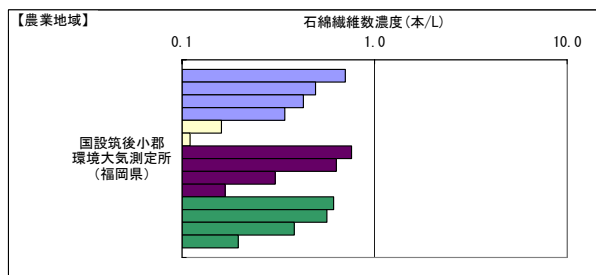
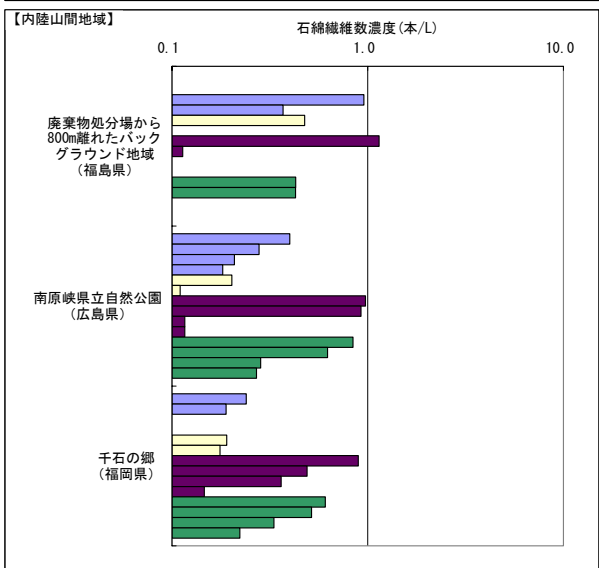
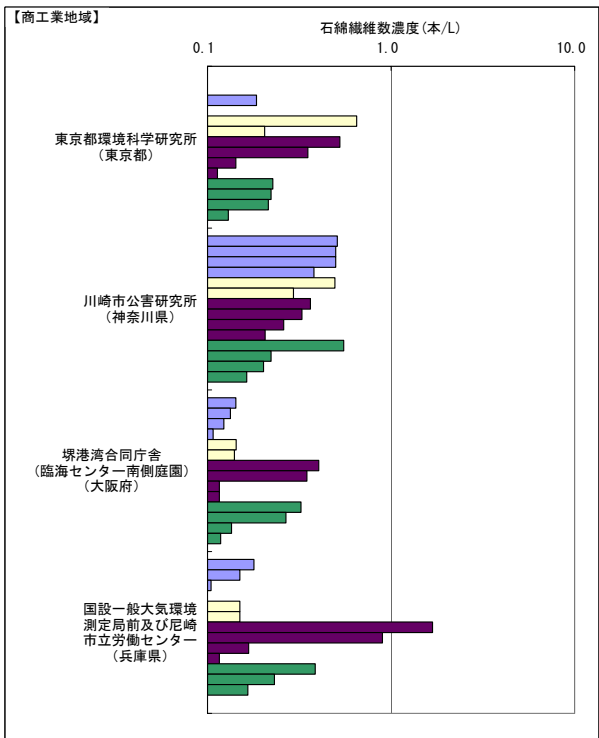
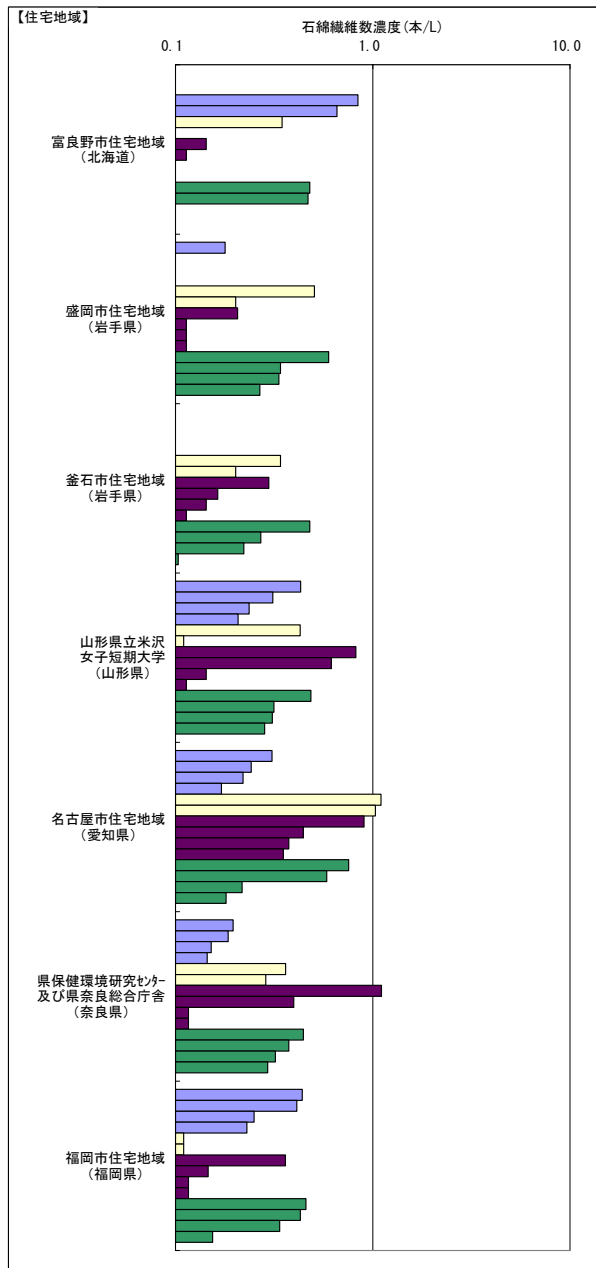
注) 石綿製品製造事業場等の双子川浄苑(大阪府)は商工業地域に分類されるが、平成7年度からの継続地域として記載している。



注1) 平成7年度、平成17年度、平成18年度及び平成19年度の調査結果について、各地点の石綿濃度を地域ごとにまとめて、高い順に上から並べている。

注2) 石綿製品製造事業場等の双子川浄苑(大阪府)は商工業地域に分類されるが、平成7年度からの継続地域として記載している。

図Ⅱ-6(1) 過去と同一調査地域内における平成19年度調査結果の比較



【凡例】
 ■平成7年度の調査結果
 □平成17年度の調査結果
 ■平成18年度の調査結果
 ■平成19年度の調査結果

注1) 平成7年度、平成17年度、平成18年度及び平成19年度の調査結果について、各地点の石綿濃度を地域ごとにまとめて、高い順に上から並べている。

注2) バックグラウンド地域とは、地域内の固定発生源の影響を受けない地点を意味している。

図Ⅱ-6(2) 過去と同一調査地域内における平成19年度調査結果の比較

第Ⅲ章 測定法に関する調査研究

1. 分散染色法及び電子顕微鏡法を用いたアスベストの計数結果

本調査では一部の調査地域について、測定法に関する調査研究の目的で、光学顕微鏡法による測定その他、分散染色法及び電子顕微鏡法による測定を併せて行った。

分散染色法及び電子顕微鏡法で測定した試料は、バックグラウンド地域として選定した国設箕岳局、国設隠岐局、国設対馬酸性雨測定所、国設辺戸岬酸性雨測定所の4地域、光学顕微鏡法において比較的石英繊維濃度が高かった地域（廃棄物処分場等1地域、解体現場等1地域）及び解体現場等において建材中にクリソタイル以外の繊維の混入が認められている2地域である。

光学顕微鏡法、分散染色法及び電子顕微鏡法による計数結果を表Ⅲ－1に示す。

表Ⅲ－１（１） 光学顕微鏡法、分散染色法及び電子顕微鏡法による計数結果

地域番号	地域分類	都道府県名	市又は郡	地域名・事務所等	地点分類	光学顕微鏡法		分散染色法				電子顕微鏡法(長さ5μm以上、幅0.2μm以上)					電子顕微鏡法(長さ1μm以上、幅0.01μm以上)					電子顕微鏡法により確認された繊維種の内訳(%)					
						繊維数濃度(本/L)		繊維数濃度(本/L)				繊維数濃度(本/L)					繊維数濃度(本/L)										
						石棉	総繊維数	クリンタイル	アモサイト	クロソドライト	総繊維数	クリンタイル	アモサイト	クロソドライト	その他石棉繊維	その他繊維数	クリンタイル	アモサイト	クロソドライト	その他石棉繊維	その他繊維数						
8	廃棄物処分場等	大阪府	堺市	株式会社GE・堺臨海総合リサイクルセンター	敷地境界	7.60	7.94	ND	ND	ND	6.24	ND	ND	ND	ND	23.74	ND	ND	ND	ND	40.36						
						敷地境界	3.01	3.35		0.11	ND	ND	6.30	ND	ND	ND	ND	13.06	ND	ND	ND	ND	15.04				
						敷地境界	9.87	9.87	ND	ND	ND	6.69	ND	ND	ND	ND	21.37	ND	ND	ND	ND	ND	33.64				
						敷地境界	2.72	2.89	ND	ND	ND	2.95	ND	ND	ND	ND	8.71	ND	ND	ND	ND	ND	14.25				
						敷地境界	3.01	3.01	ND	ND	ND	0.68	ND	ND	ND	ND	7.52	ND	ND	ND	ND	ND	14.64				
						敷地境界	2.16	2.72	ND	ND	ND	1.48	ND	ND	ND	ND	10.68	ND	ND	ND	ND	ND	16.62				
						敷地境界	0.11	0.17		0.06	ND	ND	0.34	ND	ND	ND	2.77	ND	ND	ND	ND	ND	4.16				
						敷地境界	5.36	5.47	ND	ND	ND	2.35	ND	ND	ND	ND	7.32	ND	ND	ND	ND	ND	12.27				
						敷地境界	0.88	0.94	ND	ND	ND	15.52	ND	ND	ND	ND	4.35	ND	ND	ND	ND	ND	8.71				
						周辺	0.28	0.34	ND	ND	ND	0.06	ND	ND	ND	ND	0.40	ND	ND	ND	ND	ND	2.57				
12	解体現場等	静岡県	御殿場市	-	周辺	0.17	0.17		0.06	ND	ND	0.23	ND	ND	ND	0.99	ND	ND	ND	2.97							
						周辺	0.17	0.17	ND	ND	ND	0.11	ND	ND	ND	1.19	ND	ND	ND	ND	2.77						
						周辺	0.57	0.57	ND	ND	ND	0.23	ND	ND	ND	2.57	ND	ND	ND	ND	3.76						
						前室付近	0.48	0.48	ND	ND	ND	0.40	ND	ND	ND	1.39	ND	ND	ND	ND	2.57						
						排気口付近	1.79	1.84	ND	ND	ND	1.42	ND	0.40	ND	3.76	ND	0.79	ND	ND	4.55						
						周辺	0.51	0.85		0.06	ND	ND	0.45	ND	ND	ND	1.78	ND	ND	ND	ND	4.35					
						周辺	0.28	0.28		0.06	ND	ND	0.51	ND	ND	ND	2.18	ND	ND	ND	ND	4.16					
16	解体現場等	兵庫県	宝塚市	-	周辺	0.28	0.40	ND	ND	ND	0.68	ND	ND	ND	3.17	ND	ND	ND	ND	4.55							
						周辺	1.56	1.62	ND	ND	0.06	0.06	0.96	ND	0.20	ND	6.33	ND	0.59	ND	7.91						
						前室付近	0.40	0.40		0.06	ND	ND	1.02	ND	0.40	ND	4.55	ND	0.59	ND	6.93						
						排気口付近	2.07	2.13	ND	ND	ND	3.15	ND	0.79	ND	6.53	ND	0.79	ND	8.51							
						周辺	16.85	16.85	ND	ND	ND	1.13	ND	ND	ND	23.74	ND	ND	ND	ND	25.72						
						周辺	18.27	18.27	ND	ND	ND	0.68	ND	ND	ND	20.18	ND	ND	ND	ND	22.95						
						周辺	13.05	13.05	ND	ND	ND	1.59	ND	ND	ND	19.39	ND	ND	ND	ND	21.76						
18	解体現場等	佐賀県	佐賀市	-	周辺	16.45	16.45		0.11	ND	ND	0.45	ND	ND	ND	16.62	ND	ND	ND	20.58							
						周辺	4.60	4.60	ND	ND	ND	43.74	ND	ND	ND	4.75	ND	ND	ND	ND	8.31						
						周辺	2.16	2.16		0.11	ND	ND	0.34	ND	ND	ND	5.54	ND	ND	ND	ND	8.71					
						周辺	13.62	13.62	ND	ND	ND	0.45	ND	ND	ND	22.56	ND	ND	ND	ND	25.72						
						周辺	15.89	15.89		0.11	ND	ND	0.57	ND	ND	ND	24.14	ND	ND	ND	ND	27.30					
						前室付近	9.19	9.19		0.23	ND	ND	1.13	ND	ND	ND	22.95	ND	ND	ND	ND	27.30					
						前室付近	11.97	11.97	ND	ND	ND	0.91	ND	ND	ND	21.37	ND	ND	ND	ND	24.14						
						排気口付近	6.18	6.18	ND	ND	ND	0.57	ND	ND	ND	10.29	ND	ND	ND	ND	15.83						
						排気口付近	1.82	1.93	ND	ND	ND	0.45	ND	ND	ND	17.41	ND	ND	ND	ND	19.39						
						19	内陸山間地域	宮城県	遠田郡	国設鹿岳局		0.91	1.02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.19	ND	ND	ND	ND	5.94	
												0.79	0.79	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.19	ND	ND	ND	ND	ND	6.73
												0.45	0.62	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.58	ND	ND	ND	ND	ND	5.54
												0.96	0.96	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.40	ND	ND	ND	ND	ND	7.52
0.79	0.79	ND	ND	ND	ND							ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.94						
0.96	1.08	ND	ND	ND	0.68							ND	ND	ND	0.40	ND	ND	ND	ND	ND	6.73						
0.74	0.74	ND	ND	ND	0.34							ND	ND	ND	1.58	ND	ND	ND	ND	ND	7.12						
0.51	0.51	ND	ND	ND	0.45							ND	ND	ND	2.77	ND	ND	ND	ND	ND	7.52						
0.79	0.79	ND	ND	ND	ND							ND	ND	ND	1.98	ND	ND	ND	ND	ND	7.91						
1.08	1.30	ND	ND	ND	0.34							ND	ND	ND	1.19	ND	ND	ND	ND	ND	6.73						
0.79	0.85	ND	ND	ND	ND							ND	ND	ND	1.19	ND	ND	ND	ND	ND	9.10						
1.13	1.13	ND	ND	ND	ND							ND	ND	ND	0.79	ND	ND	ND	ND	ND	7.12						
0.06	0.11	ND	ND	ND	0.34							ND	ND	ND	1.19	ND	ND	ND	ND	ND	3.76						
0.31	0.37	ND	ND	ND	33.73							ND	ND	ND	0.59	ND	ND	ND	ND	ND	2.18						
0.17	0.17		0.06	ND	ND							ND	0.28	ND	ND	ND	0.59	ND	ND	ND	ND	2.77					
0.26	0.26	ND	ND	ND	78.52							ND	ND	ND	1.58	ND	ND	ND	ND	ND	3.17						
0.06	0.06	ND	ND	ND	0.11							ND	ND	ND	1.39	ND	ND	ND	ND	ND	3.17						
0.06	0.06	ND	ND	ND	39.77							ND	ND	ND	0.99	ND	ND	ND	ND	ND	2.57						

表Ⅲ－１（２） 光学顕微鏡法、分散染色法及び電子顕微鏡法による計数結果

地域 番号	地域分類	都道府県名	市又は郡	地域名・事務所等	地点分類	光学顕微鏡法		分散染色法				電子顕微鏡法(長さ5μm以上、幅0.2μm以上)					電子顕微鏡法(長さ1μm以上、幅0.01μm以上)					電子顕微鏡法により確認された繊維種の内訳(%)						
						繊維数濃度(本/L)		繊維数濃度(本/L)				繊維数濃度(本/L)					繊維数濃度(本/L)											
						石棉	総繊維数	クリソタイル	アモサイト	クロシドライト	総繊維数	クリソタイル	アモサイト	クロシドライト	その他石棉繊維	その他繊維数	クリソタイル	アモサイト	クロシドライト	その他石棉繊維	その他繊維数							
20	離島地域	島根県	隠岐郡	国設隠岐局		0.45	0.57	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.40	ND	ND	ND	ND	6.73	有機：76.5 無機：20.2 石膏：2.7 石英：0.6						
						0.43	0.54	ND	ND	ND	0.28	ND	ND	ND	ND	0.99	ND	ND	ND	ND	3.36							
						****	****	ND	ND	ND	0.34	ND	ND	ND	ND	17.81	ND	ND	ND	ND	22.95							
						****	****	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	10.29	ND	ND	ND	ND	18.99							
						0.17	0.23	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.79	ND	ND	ND	ND	4.55							
						0.17	0.17	ND	ND	ND	0.23	ND	ND	ND	ND	1.78	ND	ND	ND	ND	8.31							
						****	****	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.14	ND	ND	ND	ND	11.87							
						****	****	ND	ND	ND	0.45	ND	ND	ND	ND	12.66	ND	ND	ND	ND	17.81							
						1.13	1.13	ND	ND	ND	16.23	ND	ND	ND	ND	1.39	ND	ND	ND	ND	3.36							
						0.28	0.34	ND	ND	ND	0.17	ND	ND	ND	ND	0.79	ND	ND	ND	ND	2.37							
						0.34	0.40	ND	ND	ND	46.69	ND	ND	ND	ND	1.78	ND	ND	ND	ND	4.95							
						0.06	0.06	ND	ND	ND	205.64	ND	ND	ND	ND	0.40	ND	ND	ND	ND	2.57							
						0.31	0.37	ND	ND	ND	0.11	ND	ND	ND	ND	0.79	ND	ND	ND	ND	2.37							
						0.11	0.23		0.06	ND	0.40	ND	ND	ND	ND	1.98	ND	ND	ND	ND	4.95							
						21	離島地域	長崎県	対馬市	国設対馬酸性雨測定所		0.57	0.57	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.79		ND	ND	ND	3.36	有機：69.6 無機：29.5 石膏：0.3 石英：0.6	
												0.94	0.94	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.19		ND	ND	ND	ND		4.16
												1.59	1.59	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.17		ND	ND	ND	ND		7.12
2.50	2.50	ND	ND	ND	0.68							ND	ND	ND	ND	3.17	ND	ND	ND	10.29								
0.45	0.68	ND	ND	ND	ND							ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.54								
1.82	1.82	ND	ND	ND	0.68							ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.96								
0.48	0.48	ND	ND	ND	0.23							ND	ND	ND	ND	0.79	ND	ND	ND	2.57								
0.28	0.40	ND	ND	ND	0.28							ND	ND	ND	ND	1.58	ND	ND	ND	2.77								
2.50	2.72	ND	ND	ND	ND							ND	ND	ND	ND	0.79	ND	ND	ND	6.33								
1.13	1.36	ND	ND	ND	1.59							ND	ND	ND	ND	2.37	ND	ND	ND	8.71								
1.13	1.13	ND	ND	ND	1.59							ND	ND	ND	ND	1.58	ND	ND	ND	7.91								
2.27	2.27	ND	ND	ND	0.68							ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.54								
0.06	0.06	ND	ND	ND	0.45							ND	ND	ND	ND	3.17	ND	ND	ND	9.30								
0.23	0.23	ND	ND	ND	1.02							ND	ND	ND	ND	3.76	ND	ND	ND	7.91								
0.06	0.11		0.06	ND	0.57							ND	ND	ND	ND	2.37	ND	ND	ND	6.73								
0.09	0.20	ND	ND	ND	0.62							ND	ND	ND	ND	2.97	ND	ND	ND	6.73								
0.11	0.11	ND	ND	ND	0.82							ND	ND	ND	ND	3.56	ND	ND	ND	7.12								
0.23	0.28	ND	ND	ND	0.23	ND	ND	ND	ND	4.35	ND	ND	ND	7.72														
22	離島地域	沖縄県	国頭郡	国設辺戸酸性雨測定所		0.06	0.06	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.40	ND	ND	ND	4.35	有機：93.3 無機：3.6 石膏：3.1								
						0.74	0.79	ND	ND	ND	0.23	ND	ND	ND	ND	1.39	ND	ND	ND		5.74							
						0.85	0.96	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.98	ND	ND	ND		6.33							
						1.30	1.42	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.98	ND	ND	ND		8.31							
						0.45	0.45	ND	ND	ND	0.28	ND	ND	ND	ND	5.14	ND	ND	ND		9.50							
						0.91	0.91	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.98	ND	ND	ND		9.50							
						1.36	1.59	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.98	ND	ND	ND		4.75							
						0.57	0.62	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.40	ND	ND	ND		3.36							
						5.45	5.45	ND	ND	ND	49.25	ND	ND	ND	ND	0.40	ND	ND	ND		1.19							
						0.17	0.17	ND	ND	ND	22.27	ND	ND	ND	ND	0.40	ND	ND	ND		1.39							
						0.40	0.51	ND	ND	ND	47.49	ND	ND	ND	ND	0.79	ND	ND	ND		1.39							
						0.40	0.51	ND	ND	ND	43.88	ND	ND	ND	ND	1.58	ND	ND	ND		2.57							
						0.17	0.17		0.06	ND	56.71	ND	ND	ND	ND	0.59	ND	ND	ND		1.39							
						0.06	0.06	ND	ND	ND	12.74	ND	ND	ND	ND	0.20	ND	ND	ND		1.19							

注)ND(検出下限)は光学顕微鏡法及び分散染色法が0.06f/L未満、電子顕微鏡法が0.2f/L未満。電子顕微鏡法によるアスベストの計数に当たっては、上記区分の他、幅3μm未満、アスペクト比3以上の繊維を計数している。

「電子顕微鏡法により確認された繊維種の内訳(%)」は各フィルターで計数された全繊維種に占める繊維比率を地域ごとに算術平均して求めたものである。

****:国設隠岐局の夏期3日目のデータはアスベスト以外の繊維状物質が多く付着したため無効とした。

分散染色法及び電子顕微鏡法の計数結果から確認された測定結果の概要は表Ⅲ－２に示すとおりである。

表Ⅲ－２ 分散染色法の計数結果及び電子顕微鏡法の測定結果の概要

地域番号	地域分類	都道府県・市又は郡 地域名・事業所等	確認事項	摘要
8	廃棄物処分場等	(株)GE・堺臨海総合リサイクルセンター	光学顕微鏡法において比較的高濃度であった。	光学顕微鏡法、分散染色法、電子顕微鏡法とも総繊維濃度として比較的濃度が高かった。電子顕微鏡法では石膏として57.0%程度確認された。電子顕微鏡法による計数結果では、全てのアスベスト種が検出下限値未満であった。
12	解体現場等	静岡県御殿場市	建材中にアモサイトの混入が認められていた。	電子顕微鏡法によりアモサイトが確認されたが、その濃度レベルは1本/L以下であった。
16	解体現場等	兵庫県宝塚市	建材中にクロシドライトの混入が認められていた。	分散染色法及び電子顕微鏡法によりクロシドライトが確認されたが、その濃度レベルは1本/L以下であった。
18	解体現場等	佐賀県佐賀市	光学顕微鏡法において比較的高濃度であった。	電子顕微鏡法で確認された繊維種の87.4%が有機繊維であった。電子顕微鏡法による計数結果では、全てのアスベスト種が検出下限値未満であった。
19	内陸山間地域	国設箕岳局	バックグラウンド地域における繊維種の同定を行うため。	分散染色法ではクリソタイルが確認されたが、電子顕微鏡法では確認されなかった。電子顕微鏡法で確認された繊維種の69.6～93.3%が有機繊維であった。電子顕微鏡法による計数結果では、全てのアスベスト種が検出下限値未満であった。
20	離島地域	国設隠岐局		
21	離島地域	国設対馬酸性雨測定所		
22	離島地域	国設辺戸岬酸性雨測定所		

以上の結果から、下記のような点が考察される。

- ①石膏等、クリソタイルに近い屈折率を持つアスベスト以外の繊維の影響を確認する方法として電子顕微鏡法は有効である。(地域番号8の結果より)
- ②クリソタイル以外のアスベスト繊維が使用されている場合は、電子顕微鏡法によるアスベスト繊維の計数結果の確認が望ましい。(地域番号12、16の結果より)

第IV章 アスベストモニタリングマニュアル改訂案の作成

1. アスベストモニタリングマニュアル（第3版）の改訂案の検討

(1) 第3版の作成（平成19年5月）

環境省水・大気環境局大気環境課では、平成18年度アスベスト大気濃度調査に関する検討会の指導・助言を受けて、アスベスト測定に関する社会的ニーズと最新の技術的な知見から、環境大気中のアスベスト濃度をより正確に把握するため、「アスベストモニタリングマニュアル」を平成19年5月に改訂し、「第3版」とした。

第3版では、測定法として第2版までと同様に、位相差顕微鏡と生物顕微鏡による同一視野の計数結果の差し引きでアスベスト濃度を測定する「光学顕微鏡法」を採用している。しかし、光学顕微鏡法がクリソタイルを確認する手法であり、近年アモサイト、クロシドライトといったクリソタイル以外のアスベスト繊維が確認される事例が出てきたこと、及び石膏繊維などクリソタイルと近い屈折率を持つ繊維が捕集された場合、正確な計数結果が得られない可能性があることから、光学顕微鏡法の結果の確認が必要な場合の参考法として、「A-SEM法」、「A-TEM法」及び「分散染色法」を追加した。

第3版の作成に際して、アスベスト測定に係る知見、技術等の情報の精査を行った結果、今後も所要の改訂について検討が必要であることが考えられた。このため、本業務（平成19年度アスベスト大気濃度調査計画策定等調査）において、A-SEM法等の測定精度について評価を行い、マニュアルの更なる改訂について検討することとした。

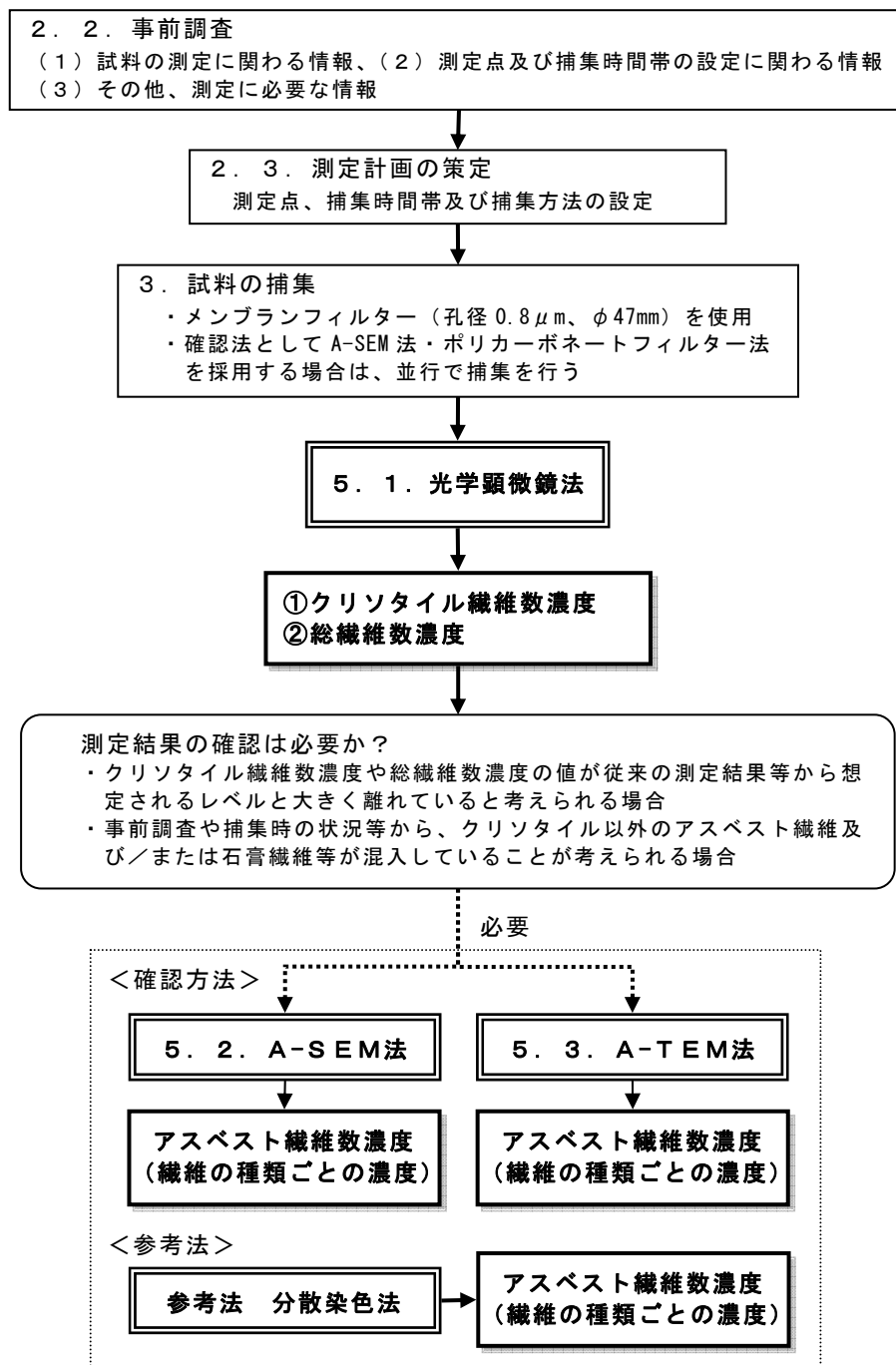
(2) A-SEM法等の位置付け

参考法であるA-SEM法、A-TEM法及び分散染色法の測定精度について評価を行った結果、光学顕微鏡の結果の確認法として、分散染色法に比べ、A-SEM法、A-TEM法の方がより確実にクリソタイル以外の繊維を計数することができることが確認された。測定法の特徴として、分散染色法は建材等のまとまったアスベストについては繊維の同定に有効な手法であるが、細い繊維は染色されない可能性が指摘されている。大気中に飛散するアスベストのうち、アモサイトやクロシドライトは極めて細い繊維となっているため、分散染色法でも場合によっては検出できない可能性がある。これに対して、電子顕微鏡は倍率を上げることにより細い繊維も問題なく計数できるため、これらの細い繊維に対しても有効である。

このことから、光学顕微鏡法の結果の確認が必要な場合の確認法として第3版では参考法として同列で扱っていた3種類の方法のうち、A-SEM法及びA-TEM法を

参考法から本編に格上げすることを提案することとした。

この場合の測定の流れを図IV-1に示す。



図IV-1 「アスベストモニタリングマニュアル（改訂案）」における測定フロー

(3) その他の主な変更点

その他、技術的により適切な方法とする観点から、以下の点について改訂を提案する。

- ① 「A-SEM法」のうち、ポリカーボネートフィルター法で測定を実施する場合は、検出下限等、測定精度の向上のために捕集時間を粉じん量に合わせて適宜増やしてもよいこととする。
- ② 発生源周辺地域（Ⅰ）～（Ⅲ）及びバックグラウンド地域においては、3回捕集を一連の測定としているため、3回の測定結果を幾何平均したものを、当該地域の繊維数濃度とすることとする。また、計算方法についても明記する。
- ③ 繊維の計数の際に、第3版ではランダムに視野を動かすこととしていたが、ステージの移動をフィルターの切断ラインに合わせて直線的に行うように図解を含めて明記する。
- ④ 光学顕微鏡法による測定について、位相差顕微鏡から生物顕微鏡に切り換える際に、光量の調節をしないと眩しすぎて繊維が見えない状態になる恐れがあることから、明るさの調整を行うことを明記する。
- ⑤ A-SEM法で計数する際の倍率について、測定の目的・対象に応じて適宜設定することとする。
- ⑥ 参考資料として、アスベスト繊維及び類似繊維のSEM像とEDXスペクトルを掲載しているが、これにアクチノライトを追加する。また、それぞれの繊維の出所等の情報を追加する。

(4) 更なる検討

アスベストモニタリングマニュアルは、環境大気中のアスベストを測定するための技術指針として作成されたものであるが、環境省において第3版を公表した際に、いくつかのご意見が利用者から寄せられた。このため、今回の検討にあたっては、特にマニュアルを利用して測定を実施することが多いと思われる全国の自治体の研究機関の意見を聞き、適宜、マニュアル改訂案への反映を行った。

なお、これらの意見の中には、現段階ではさらなる検討が必要であると考えられたためにマニュアルに盛り込むことができなかつた技術的情報もあった。これらの情報は今後さらに精査を行い、一般的な技術情報として有用であると判断された場合、マニュアルのさらなる改良が期待される。また、マニュアルに記載されている方法についても、さらに技術的な知見を得ることにより、改良を行っていく必要があると考えられる。

2. アスベストモニタリングマニュアル（改訂案）

次頁以降に具体的な改訂案を記載する。

アスベストモニタリング マニュアル（改訂案）

— 目 次 —

第1部 総論

1. アスベストの測定	.....
2. 測定計画	.....
2. 1. 測定の流れ	.....
2. 2. 事前調査	.....
2. 3. 測定計画の策定	.....
3. 試料の捕集	.....
3. 1. 測定地域及び測定点の設定	.....
3. 2. 捕集用装置及び器具	.....
3. 3. 捕集条件	.....
3. 4. 捕集に当たっての注意事項	.....
4. 繊維数濃度の算出	.....
5. 測定方法概論	.....
5. 1. 光学顕微鏡法	.....
5. 2. 分析走査電子顕微鏡法（A-SEM法）	.....
5. 3. 分析透過電子顕微鏡法（A-TEM法）	.....

参考法 分散染色法
-----------	-------

第2部 測定方法の各論

1. 光学顕微鏡法	.....
2. 分析走査電子顕微鏡法（A-SEM法）	.....
3. 分析透過電子顕微鏡法（A-TEM法）	.....

参考法 分散染色法
-----------	-------

参考資料 アスベスト繊維及び類似繊維のSEM像及びEDXスペクトル
-----------------------------------	-------

第1部 総論

1. アスベストの測定

本マニュアルは、環境大気中のアスベスト繊維数の濃度を測定する上での技術的指針として作成されたものである。「アスベスト繊維」とは、蛇紋岩系アスベスト（クリソタイル＝白石綿）や角閃石系アスベスト（アモサイト＝茶石綿、クロシドライト＝青石綿等）に代表される無機繊維状物質で、屈折率等の物理的特性や化学構造などから識別することができる。

本マニュアルにおける基本的なアスベスト繊維数濃度の測定には、一般大気に浮遊しているアスベスト繊維はほとんどがクリソタイルであることから、位相差顕微鏡及び生物顕微鏡で計数された繊維数の差し引きからクリソタイルの繊維数を求める「光学顕微鏡法」を選定している。

しかし、この方法では、石膏等、クリソタイルに近い屈折率を持つアスベスト以外の繊維の影響を受ける可能性があることや、クリソタイル以外のアスベスト繊維が使用されていることが確認されるなど、光学顕微鏡法の測定結果を確認するための方法が必要と考えられた。そこで、本マニュアルには「分析走査電子顕微鏡法（A-SEM法）」、「分析透過電子顕微鏡法（A-TEM法）」を光学顕微鏡法の確認法として盛り込んでいる。また、A-SEM法、A-TEM法の代替法（参考法）として、「分散染色法」がある。なお、これらの測定方法は、光学顕微鏡法を補完する目的で、測定地域の周辺環境や、光学顕微鏡法の測定結果に応じて適用する。

2. 測定計画

2. 1. 測定の流れ

本マニュアルにおける環境大気中アスベスト繊維数濃度の測定フローを図1に示す。測定は、「光学顕微鏡法」で実施する。ただし、事前調査や捕集時の状況等から、石膏やクリソタイル以外のアスベスト繊維等の成分が混入することが考えられた場合や、これまでの測定結果と比較してクリソタイル繊維数濃度や総繊維数濃度が極端に高い場合など、光学顕微鏡法の結果の確認が必要であると判断された場合は、「A-SEM法」、「A-TEM法」による確認を行う。また、A-SEM法、A-TEM法の利用が困難な場合は、「分散染色法」（参考法）で確認を行う。

2. 2. 事前調査

環境大気中のアスベスト繊維数濃度を測定するにあたっては、事前に次に掲げる測定地域の周辺環境に関する情報を可能な範囲で収集し、測定計画の策定に利用する。

（1）試料の測定に関わる情報

- ① 測定地域周辺の利用状況及び周辺のアスベスト発生源等の概況
- ② 建築物・工作物を解体・改造・補修する作業現場（以下「建築物等の解体現場等」という。）については、建築物の築年数及び建材に含有するアスベスト繊維の種類や石膏ボードの使用の有無等
- ③ 廃棄物処分場等周辺地域については、廃棄されたアスベストの種類
- ④ 住宅地域については、測定点周辺での建築物（住宅を含む）の解体、改修等の施工状況
- ⑤ 測定地域における、過去のアスベスト測定結果

(2) 測定点及び捕集時間帯の設定に関わる情報

- ① 測定地域の主風向：測定地域の最寄りの気象官署（測候所等）やアメダス局のデータから、年間の風向頻度、風向別平均風速、及び捕集時期の1ヶ月程度の主風向を確認
- ② 道路周辺の測定を行う場合は、時間当たりの交通量：資料または実測等で確認
- ③ 建築物等の解体現場等など、1日あたりの作業時間が限定される地域で測定を行う場合は、測定対象となる施設の作業時間：当該施設の管理者等に確認

(3) その他、測定に必要な情報

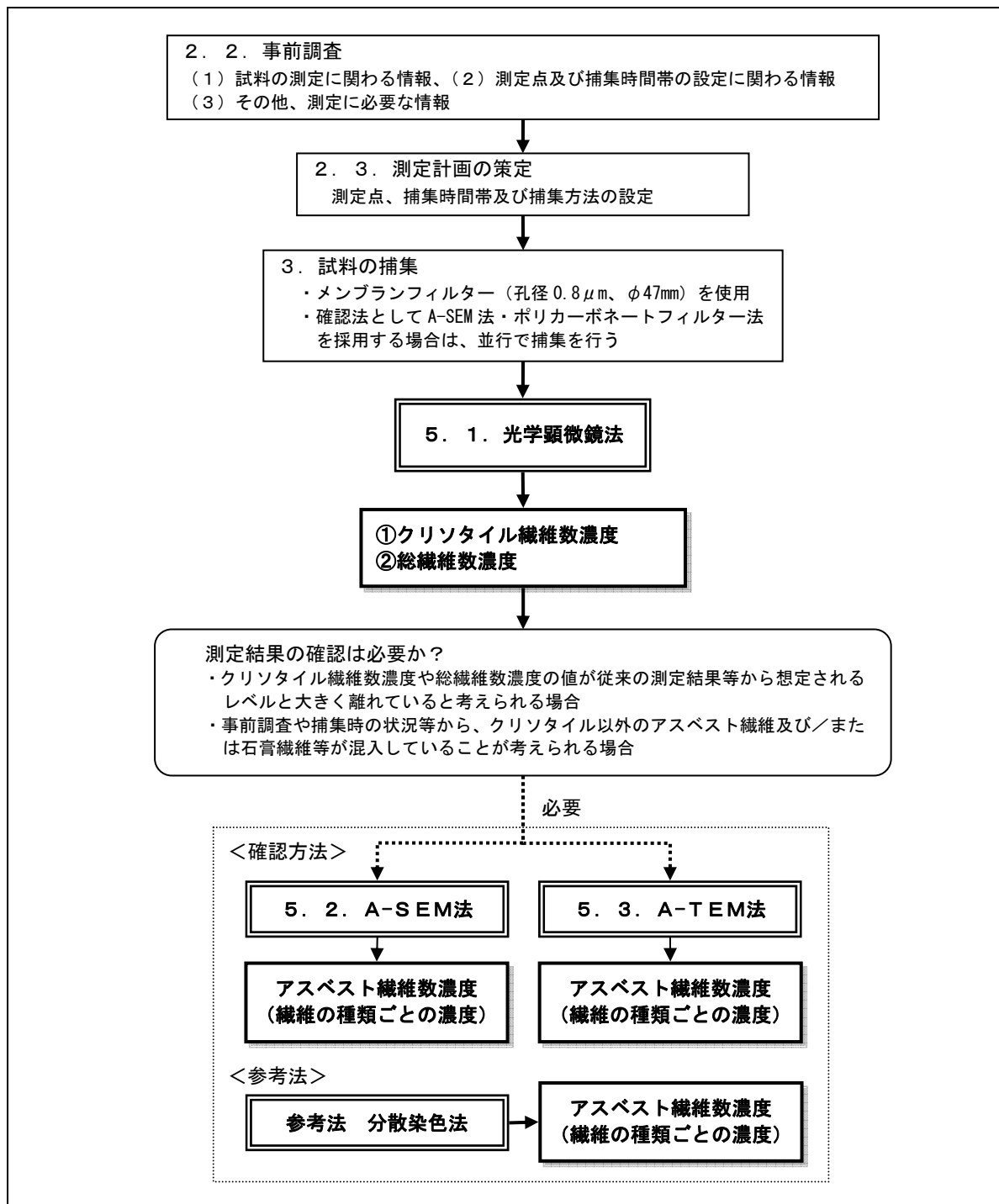


図1 測定フロー

2. 3. 測定計画の策定

2. 2. 項で確認した情報に基づき、測定点、捕集時間帯及び捕集方法を設定する。測定点は、3. 1. 項に記す測定地域の区分ごとの定めと主風向のデータから、大まかな位置を設定する。また、捕集時間は、交通量のように時間帯で変動が大きい場合や、作業時間が限定される施設周辺での測定の場合は、最もアスベスト繊維が確認される可能性のある時間帯が含まれるように設定する。なお、事前調査の段階で参考法の適用が必要であると判断し、A-SEM法でポリカーボネートフィルター法を採用することとした場合は、メンブランフィルターと並行でポリカーボネートフィルターでの捕集を行う必要がある。

3. 試料捕集方法

3. 1. 測定地域及び測定点の設定

(1) 測定地域

測定地域は、発生源周辺地域とバックグラウンド地域に大別し、その地域区分は表1のとおりとする。

表1 測定地域区分

地域区分	該当する施設、地域
発生源周辺地域 (I)	① アスベスト製品製造工場・事業場周辺地域 ② 蛇紋岩地域
発生源周辺地域 (II)	③ アスベスト取扱工場・事業場散在地域 ④ 廃棄物処分場等周辺地域
発生源周辺地域 (III)	⑤ 高速道路沿線地域 ⑥ 幹線道路沿線地域
発生源周辺地域 (IV)	⑦ 特定建築材料が使用されている建築物等の解体現場等 ⑧ 石綿含有成形板等を扱う建築物等の解体現場等
バックグラウンド地域 (I)	⑨ 内陸山間地域 ⑩ 離島地域
バックグラウンド地域 (II)	⑪ 住宅地域 ⑫ 商工業地域 ⑬ 農業地域

(2) 測定点の設定

各地域の測定点は、次の事項を考慮して設定する。

A. 発生源周辺地域 (I)

① アスベスト製品製造工場・事業場周辺地域

特定粉じん発生施設を設置している工場又は事業場の敷地境界線付近で、主風向の風下側の2地点とする。2地点間の距離は、原則として100mから200mとする。ホルダーは工場又は事業場の方向に向ける。なお、試料の捕集は工場又は事業場の稼働日を考慮して行う。

② 蛇紋岩地域

蛇紋岩採石場から最も近い一般の住宅のある地域の 2 地点とする。2 地点間の距離は、原則として 100m から 300m とする。ホルダーは採石場の方向に向ける。

B. 発生源周辺地域（Ⅱ）

③ アスベスト取扱工場・事業場散在地域

小規模のアスベスト製品製造事業所等が散在している地域内で主要車道路肩から約 50m 以上離し、かつ特定の固定発生源の影響を直接受けない 2 地点とする。

④ 廃棄物処分場等周辺地域

廃棄物処分場等の敷地境界線付近で、主風向の風下側の 2 地点とする。2 地点間の距離は、原則として 100m から 200m とする。ホルダーは廃棄物処分場等の方向に向ける。なお、試料の捕集は、事業場の稼働日を考慮して行う。

C. 発生源周辺地域（Ⅲ）

⑤ 高速道路沿線地域 ⑥ 幹線道路沿線地域

路肩と、道路から垂直方向に約 20m 離れた、主風向の風下側 2 地点とする。なお、現場状況により垂直方向に測定地点を設定できない場合や、風下側に設定できない場合は、測定地点をずらしてもよい。ホルダーは道路の方向に向ける。

D. 発生源周辺地域（Ⅳ）

⑦ 特定建築材料が使用されている建築物等の解体現場等

⑧ 石綿含有成形板等を扱う建築物等の解体現場等

作業が実施される施設（排出源）の直近で、多数の人の通行等がある場所（敷地境界でなくても良い）の 4 地点（排出源をはさんで、主風向の風上・風下の 2 点と主風向に垂直な 2 点）とする。測定点は、排出源からできる限り等距離で、排出源から遮る障害物の少ない箇所を選定することを原則とし、敷地の形状、敷地内の排出源の位置等を考慮して、作業現場から一般環境への負荷の状況を把握するのに適した場所を選定することが望ましい。なお、ホルダーは、排出源の方向に向ける。

E. バックグラウンド地域（Ⅰ）

⑨ 内陸山間地域 ⑩ 離島地域

地域の環境濃度を代表しうる地点で、かつ付近に障害物の少ない 2 地点を選定する。2 地点間の距離は数 10m から数 100m とする。ホルダーは主風向の風上の方向に向ける。

F. バックグラウンド地域（Ⅱ）

⑪ 住宅地域 ⑫ 商工業地域 ⑬ 農業地域

地域の環境濃度を代表しうる地点で、主要車道路肩から 50m 以上離れた 2 地点とする。2 地点間の距離は 100m から 200m とし、かつ地域内の固定発生源の影響を受けない地点（工場等から 50m、可能なら 100m 以上離れた地点）とする。ホルダーは最も近い主要車道の方向に向ける。

3. 2. 捕集用装置及び器具

(1) フィルター

直径 47mm、平均孔径 $0.8\mu\text{m}$ の円形白色のセルロースエステル製メンブランフィルターを使用する。メンブランフィルターは、繊維の計数の妨げにならないように、格子が印刷されていないものが望ましい。

なお、A-SEM法のうち、ポリカーボネートフィルター法で測定を実施する場合は、直径 47mm、孔径 $0.8\mu\text{m}$ のポリカーボネートフィルターを用いる。なお、フィルターは静電防止のため、原則として金又はカーボンを蒸着したものを使用する。

(2) フィルターホルダー

直径 47mm の円形ろ紙用のホルダーで有効ろ紙直径が 35mm となるオープンフェース型のものを使用する。ホルダーは、カウル付きのものを使用することが望ましい。カウルを装着することにより、水滴の付着を防止できるとともに、試料捕集面の空気の流れを安定させることができる。カウルの長さは、有効ろ紙直径の 0.5~2.5 倍が望ましい（図 2 参照）。

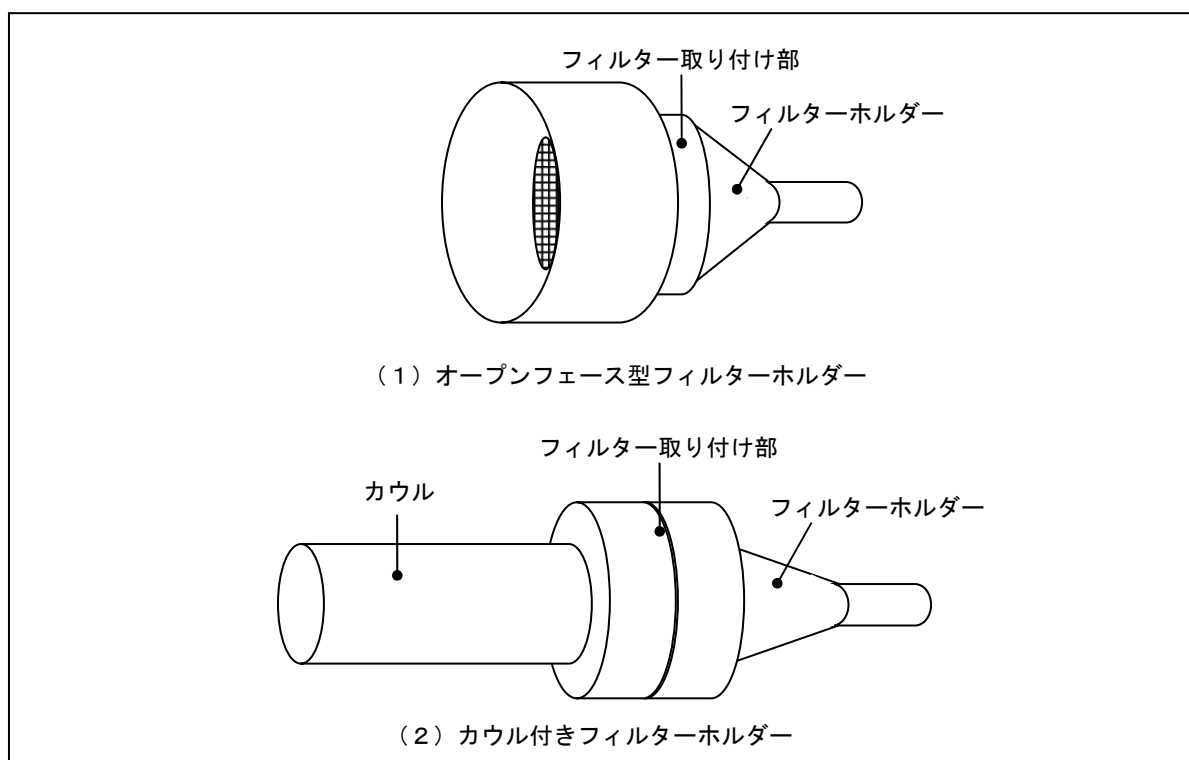


図 2 フィルターホルダー

(3) 吸引ポンプ及び流量計

吸引ポンプには、フィルターをホルダーに装着した状態で、3. 3. (2) 項に規定する吸引流量が得られ、かつ、同項で規定する捕集時間において脈動を生じることなく連続運転に耐えられる電動式吸引ポンプを使用する。流量計は、フロート型面積流量計又は基準流量計によって校正された流量計を用いる。なお、質量流量コントローラーと吸引ポンプが一体となった自動測定装置を使用してもよい。

(4) 連結管

フィルターホルダー、流量計及び吸引ポンプを連結する管（ゴムホース）は、捕集中の吸引圧力に耐えるものを使用し、連結管の接続部に漏れがないか事前に確認する。

(5) フィルター保管容器及び収納箱

試料を捕集したフィルターの保管及び輸送に使用する。捕集した面が汚れないように、捕集面を上向きにしてケースに固定できるものが望ましい。また、保管・運搬時は静電気が生じないように、木製の収納箱にケースを保管するのが適当である。

なお、密封可能なフタ付きのフィルターホルダーは、捕集後にホルダーのフタをして輸送し、試験室でフィルターをケースに移すことができるため便利である。

(6) 捕集装置の構成

捕集装置の構成の一例を図3に示す。

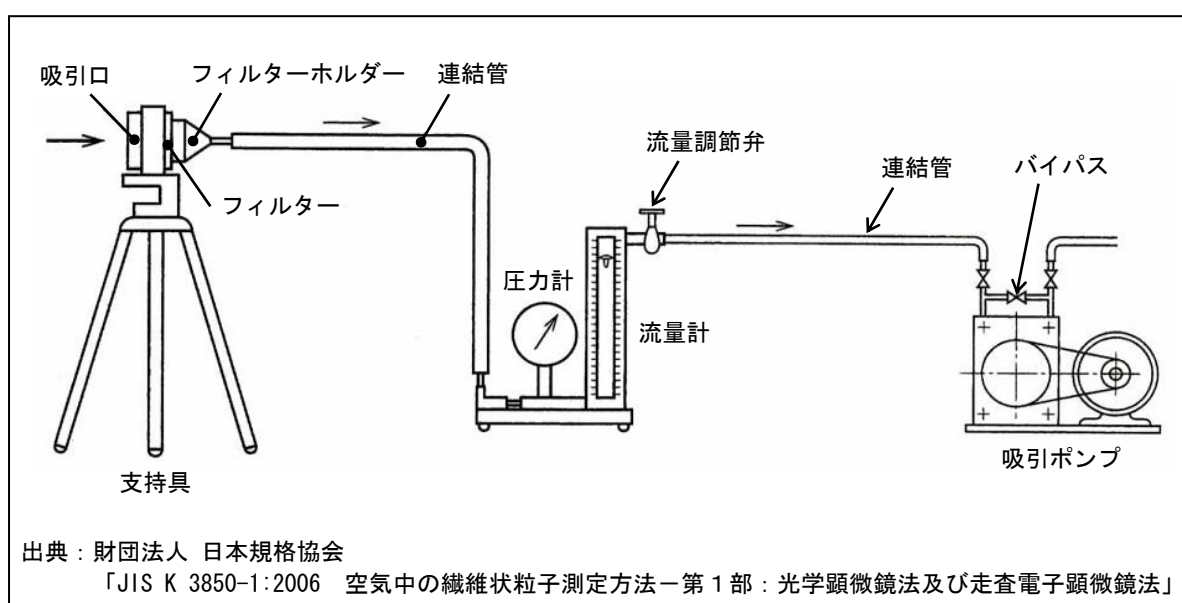


図3 捕集装置の構成の一例

3. 3. アスベスト捕集条件

(1) 捕集回数

発生源周辺地域（Ⅰ）～（Ⅲ）及びバックグラウンド地域においては、捕集回数3回を一連の測定とする。特に理由がない限り、平日昼間（10時～16時）の連続する3日間とすることが望ましい。なお、事業場周辺で測定を行う場合は、事業場の稼働日等も考慮する。

発生源周辺地域（Ⅳ）においては、捕集回数はその作業が実施される1回（1日間）とする。

(2) 吸引流量、捕集時間及び捕集空気量

有効ろ紙直径が35mmの捕集用ろ紙を用い、吸引流量10L/minで連続4時間空気を捕集（2400L）することを原則とする。また、発生源周辺地域（Ⅳ）においては、作業が捕集時間内に終了しても、連続4時間捕集を行う。

なお、A-SEM法のうち、ポリカーボネートフィルター法で測定を実施する場合は、測定精度の向上のために捕集時間を粉じん量に合わせて適宜増やしてもよい。

(3) 捕集高さ

原則として地上 1.5m以上 2.0m以内とする。なお、測定点周辺の障害物等の影響が考えられる場合などは、適宜捕集する高さを設定してもよい。

(4) 測定点の決定

測定計画の際に主風向の情報から設定した大まかな位置と、風向に対する周辺の障害物等の影響等を考慮して測定点を決定する。なお、メンブランフィルターとポリカーボネートフィルターとを並行で捕集を行う場合は、2台の装置の設置高さ、ホルダーの向きを同一にし、2台の装置が互いに影響を及ぼさないように設置する。

(5) 気象条件

前日又は当日が強風、降雨等の場合は原則として捕集を避けること。主風向を勘案して測定点を設定した場合には、当該主風向時に測定することが望ましい。なお、捕集開始後に降雨があった場合には、傘等の「おい」を工夫し、フィルターや電源・吸引ポンプに雨滴が当たることがないようにする。なお、大雨や強風等により適切な捕集ができないと判断された場合には、連続ではなく、捕集可能な3日間としてもよい。

3. 4. 捕集にあたっての注意事項

流量計は、捕集空気量を正しく評価するため、予め校正されていることが必要である。もし、捕集量が多すぎると粒子が重なり合って、顕微鏡によるアスベスト繊維の計数が困難になる。捕集量が $0.3\text{mg}/\text{cm}^2$ を超えるとアスベスト繊維の見落としがあることが認められており、この現象の影響を受けないようにするには、 $0.3\text{mg}/\text{cm}^2$ 以上の粉じんを捕集することがないように捕集時間を調整する必要がある。

環境大気中の粒径 $10\mu\text{m}$ 以上の粒子を含めた総粉じん濃度は、高い時でも $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ 程度と考えられる。そこで総粉じん濃度を $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ と仮定し、吸引流量 $10\text{L}/\text{min}$ で試料を捕集するとすれば、フィルター上の表面密度が $0.3\text{mg}/\text{cm}^2$ になるには、9.6時間を要することとなる。

したがって、吸引流量を $10\text{L}/\text{min}$ とすると、捕集時間が9時間以下であれば重なりによる影響を受けることは少ないと考えられる。ただし、ディーゼル排気中のカーボン粒子等の影響がある場合には、これ以下でも計数不能になることがある。

試料捕集時間を4時間とした場合、前述のとおり、一般的には粒子の重なりによる影響はまず考えにくいですが、捕集した粉じん量が多くなると思われる場合には、捕集時間を適宜分割してフィルターを交換し、合計4時間の捕集（2400Lの捕集）を行うこと。この場合、4時間を均等に分割することが望ましい（2時間×2回、1時間20分×3回、1時間×4回）。また、1回の捕集にフィルターを5枚以上使用すると、フィルター交換に起因する誤差が生じると考えられるので、1回の測定に使用するフィルターは4枚までとする。フィルター交換の目安として、フィルターの着色が認められる場合は必ず交換を実施するものとし、その他、デジタル粉じん計を利用して浮遊中の粉じん量を推定して、前述の頻度で交換を実施する。

捕集中は、捕集装置にリークが発生しないように十分に注意する。捕集装置にリークが発生した場合は、その試料を棄却しなければならない。

捕集終了後、フィルターをケースに保管する。なお、保管容器がプラスチック製の場合には、取扱いによっては静電気が起こり、フィルター上の粒子が容器表面に吸付けられることがあるの

で注意が必要である。このようなときには、呼気を吹きかけて静電気を除去するのほひとつの方法である。

4. 繊維数濃度の算出

捕集した試料は速やかに前処理、繊維の計数を行う。計数後は、繊維数、フィルターの面積、計数した視野の面積、吸引量等の情報から繊維数濃度を算出する。なお、発生源周辺地域（Ⅰ）～（Ⅲ）及びバックグラウンド地域においては、3回捕集を一連の測定としているため、各回の繊維数濃度を平均したものを、当該地域の繊維数濃度とする。なお、平均する際は、繊維数濃度が気象条件等により変動し、対数正規分布を示すことから、幾何平均を利用する。

5. 測定方法概論

5. 1. 光学顕微鏡法

光学顕微鏡法は、クリソタイルの計数方法として最も広く使われている方法で、メンブランフィルター上に捕集した繊維状の粒子の数を光学顕微鏡下で計数し、繊維数濃度を測定するものである。フィルターに同程度の屈折率の浸液を浸して透明化した後、位相差顕微鏡及び生物顕微鏡を用いて同一視野で確認された繊維状粒子を計数する。位相差顕微鏡では、視野中の繊維状粒子をある太さ以上であれば確認することができるが、生物顕微鏡では、クリソタイルと浸液の屈折率がほぼ同じであるため、識別できないか、非常に見えにくくなる。この性質を利用して、位相差顕微鏡と生物顕微鏡で計数された粒子の差から、クリソタイルなど、浸液と同程度の屈折率を有する繊維状粒子を計数することができる。

計数にあたっては、位相差顕微鏡と生物顕微鏡の計数結果をそれぞれ記録する。位相差顕微鏡の計数結果から「総繊維数濃度」を求め、位相差顕微鏡と生物顕微鏡の計数結果の差から「クリソタイル繊維数濃度」を求める。

光学顕微鏡法は、これまで実施されてきた環境大気中のクリソタイル調査で利用された方法で、過去のデータと比較することにより、環境大気中のクリソタイルの飛散状況の推移を確認できるという利点がある。なお、ある測定地域の「総繊維数濃度」が、周辺地域でこれまでに実施された測定結果と比較して明らかに高い場合、クリソタイル以外のアスベスト繊維が捕集されている可能性が考えられる。また、クリソタイルと屈折率が近い非アスベスト繊維（石膏等）が捕集された場合、測定される「クリソタイル繊維数濃度」が真の値に比べて高くなる。

測定結果について、当該測定地域の現況を勘案して確認が必要と考えられる場合は、A-SEM法、A-TEM法または参考法（分散染色法）により繊維の種類同定・識別を行う。

5. 2. 分析走査電子顕微鏡法（A-SEM法）

A-SEM法は、光学顕微鏡法の測定結果について確認が必要な場合、有効な手法である。走査電子顕微鏡（SEM）により繊維の計数を行うとともに、エネルギー分散型X線分析装置（EDX）で繊維の構成成分を確認し、①クリソタイル、②アモサイト、③クロシドライト、④その他の角閃石系アスベスト（アンソフィライト、トレモライト、アクチノライト）、⑤その他の繊維（硫酸カルシウム、ロックウール、グラスウール等）に識別する。

A-SEM法は、次の3種類の前処理法があるが、どれも同程度の結果が得られるため、各々の測定機関で実施可能な方法を適用するとよい。

- (1) メンブランフィルター／低温灰化法
- (2) メンブランフィルター／カーボンペースト含浸法
- (3) ポリカーボネートフィルター法

A、Bの方法はメンブランフィルターを使用するため、光学顕微鏡法で使用した試料の残りを利用することができる。Cは試料捕集にポリカーボネートフィルターを使用するため、測定計画策定の段階で適用を決定し、メンブランフィルター及びポリカーボネートフィルターで並行に試料捕集を行う必要がある。

計数にあたっては、視野中に確認された全ての計数対象繊維の長さ、幅及びEDX分析結果を記録する。これらの繊維を全て記録することにより、計数結果の再評価が可能になる。

5. 3. 分析透過電子顕微鏡法 (A-TEM法)

光学顕微鏡法の測定結果の確認法として、EDX検出器付きの透過電子顕微鏡 (TEM) による測定がある。計数にあたっては、A-SEM法と同様に、視野中に確認された計数対象繊維ごとに、長さ、幅及びEDX分析結果を記録する。

A-TEM法は、ISO 10312、ISO/DIS 13794 及び JIS K 3850-2, 3 において詳しく紹介され、アスベスト繊維を計数する上で有効な測定法であるが、計数を行う場合は、試料前処理方法や装置の取り扱いについて、十分な熟練を要する。

参考法 分散染色法

光学顕微鏡 (位相差・分散顕微鏡) を用いてアスベスト繊維を特定することが可能な手法として、近年普及している方法で、特定の屈折率をもつ浸液をフィルターに滴下・分散し、特定のアスベストにおいて観察される特異的なスペクトル (分散色) によりアスベスト繊維を同定する。

試料捕集にはメンブランフィルターを使用するため、光学顕微鏡法に用いたフィルターの残りを利用することができる。また、A-SEM法、A-TEM法よりも装置の取扱等が容易にできることが利点としてあげられる。

計数にあたっては、少なくともクリソタイル、アモサイト及びクロシドライトを確認するため、試料を分割してそれぞれ計数を実施する。アスベスト繊維に近い屈折率の繊維が混在している場合、アスベストと見間違ふ可能性があるため、屈折率の異なる浸液で確認する必要がある。

なお、大気環境中のアスベスト繊維 (特にアモサイト及びクロシドライト) は比較的細い繊維が多く、分散染色法を適用する際、細いアスベスト繊維は、場合によっては検出できないことがある。

第2部 測定方法の各論

1. 光学顕微鏡法

光学顕微鏡は、位相差顕微鏡及び生物顕微鏡としての使用が可能なもので、接眼レンズの倍率10倍以上、対物レンズの開口数0.65以上及び倍率40倍で、アイピースグレイティクル（大円：300 μ m）を装着したものをを用いる。透明化した試料について、位相差顕微鏡及び生物顕微鏡を用いて1視野ごとに繊維状粒子を確認、計数する。試料の透明化には、次の試薬を用いる。それぞれに特徴があるので、測定目的などに応じて選択するとよい。

a) フタル酸ジメチル及びシュウ酸ジエチル

b) アセトン及びトリアセチン

光学顕微鏡法は、クリソタイルを対象とした測定法であるため、石膏やその他のアスベスト繊維等が混入する可能性がある場合は、測定結果の確認が必要になる。事前調査、試料捕集時の現場状況の確認及び過去のデータとの比較は、石膏やその他のアスベスト繊維等の混入の可能性を検証する上で重要である。また、細い繊維は見落とす可能性があるため、十分に注意が必要である。

1. 1. 試料の前処理

1. 1. 1. 標本作製の準備

(1) スライドガラス及びカバーガラスの洗浄

標本の作製に使用するスライドガラス^{※1}及びカバーガラス^{※2}は、使用する前に表面に付着している汚れを除去しておく。洗浄の方法としては、中性洗剤の溶液に浸し、超音波洗浄装置等を用いて表面に付着した汚れを除去した後よく水洗いし、次に精製水で十分すすぎ、アルコールに浸してから清浄なカーゼで拭く。スライドガラスは格納箱に納め、カバーガラスは、適当な大きさのシャーレの中へ入れておく。なお、スライドガラスやカバーガラスを拭くガーゼは中性洗剤の溶液で煮沸してからよく水洗いし、汚れがつかないようにして乾燥させたものを用いる。スライドガラスの一端に測定条件等を記入するラベルを貼っておくとよい。

※1：日本工業規格 R 3703 に定める顕微鏡用スライドガラス（標準形）

※2：日本工業規格 R 3702 に定める顕微鏡用カバーガラス（厚さ：No.1-S）

(2) フィルターの切断

捕集したフィルターは、汚染するおそれのない清浄な室内で保管容器から取り出し、切断する。光学顕微鏡法にはフィルターを切断した 1/4 片を利用し、残りの 3/4 は速やかに保管容器に戻す（図 4 参照）。フィルターを切断の際は、捕集した繊維が落ちたり、切り離れた切片が落ちた際に裏返ったりしないよう、できる限り机や台に近い位置で、平行にして静かに、かつ割れないように注意して切断する。また、静電気が発生して、切断したフィルターが鉄に付着してしまうことがあるので、セラミック製の鋏を使用するなど、十分な注意が必要である。

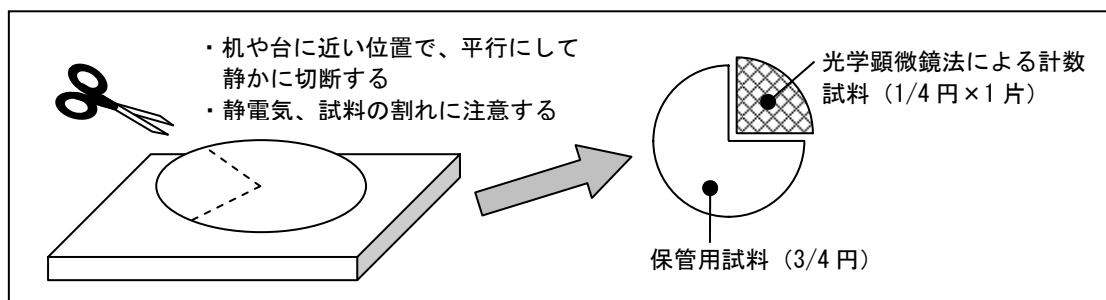


図 4 フィルター分割方法の一例（光学顕微鏡法）

1. 1. 2. 透明化処理

試料をスライドガラスに載せ、浸液をフィルターに浸して透明化処理を行う。透明化に用いる浸液とそれぞれの特徴を表 2 に示す。試薬の特徴と測定の目的等を勘案して、適当な試薬を選択するとよい。

表 2 透明化に用いる試薬とその特徴

試薬	特徴
a) フタル酸ジメチル／シュウ酸ジエチル	(利点) クリソタイルと屈折率がほぼ同じなので透明化処理が確実に行われ、生物顕微鏡による計数の際にクリソタイルが確認されることがない。 (欠点) 試薬の調製及び取り扱いに注意を要する。 (保存期間) 1 週間程度
b) アセトン／トリアセチン	(利点) 標本の作製が比較的容易で、現場でもすぐに対応が可能である。 (欠点) クリソタイルと屈折率が若干異なるため、生物顕微鏡による計数の際にクリソタイルが完全に透明化されずに確認される場合がある。 (保存期間) 1 ヶ月程度

(1) フタル酸ジメチル／シュウ酸ジエチルを用いる方法

① 試薬の調製

フタル酸ジメチルとシュウ酸ジエチルを 1 : 1 に混合した溶液の中に新しいメンブランフィルターを 0.05g/mL の割合で加え、フィルターが完全に溶解し、透明になるまで 20 から 24 時間程度静置する。調整した溶液は冷蔵保管する。なお、この溶液は調製してから数ヵ月以上経過すると透明度が悪くなったり、また不純物が見えるようになってきたりすることがあるので調製後 1 ヶ月以上経過したものは使用しない方がよい。また温度が低いときにも多少透明度が悪くなることがあるが、この場合はわずかに加温するとよい。

なお、溶液を入れておく容器としては、有帽びん（容積 25～50mL 程度）など、溶液が汚れにくく、かつ使用するのに適したものをを用いると便利である。

② 標本の作製

スライドガラスのほぼ中央に、①で調製した試薬を 1 滴（0.03～0.05mL）滴下する。滴下した溶液の上に、捕集面を上にしてメンブランフィルター（1/4 片）を静かにのせ、その上にカバーガラスを被せ、フィルターがやや透明になってから、ピンセットで軽く押さえる。このとき気泡が入らないよう注意する。押さえ方によって試料がずれることがあるので注意が必要である。30 分程度放置すると溶液に接した部分は完全に透明になる。作製した標本は、サンプル番号等を記載した上で保管用の障子（マップ）などに格納する（図 5 参照）。

なお、本方法で作製した標本にはフタル酸の結晶が析出することがあるため、保存期間の目安は 1 週間程度で、アセトンとトリアセチンを用いる方法で作製した標本に比べ長期間の保存には適していない。

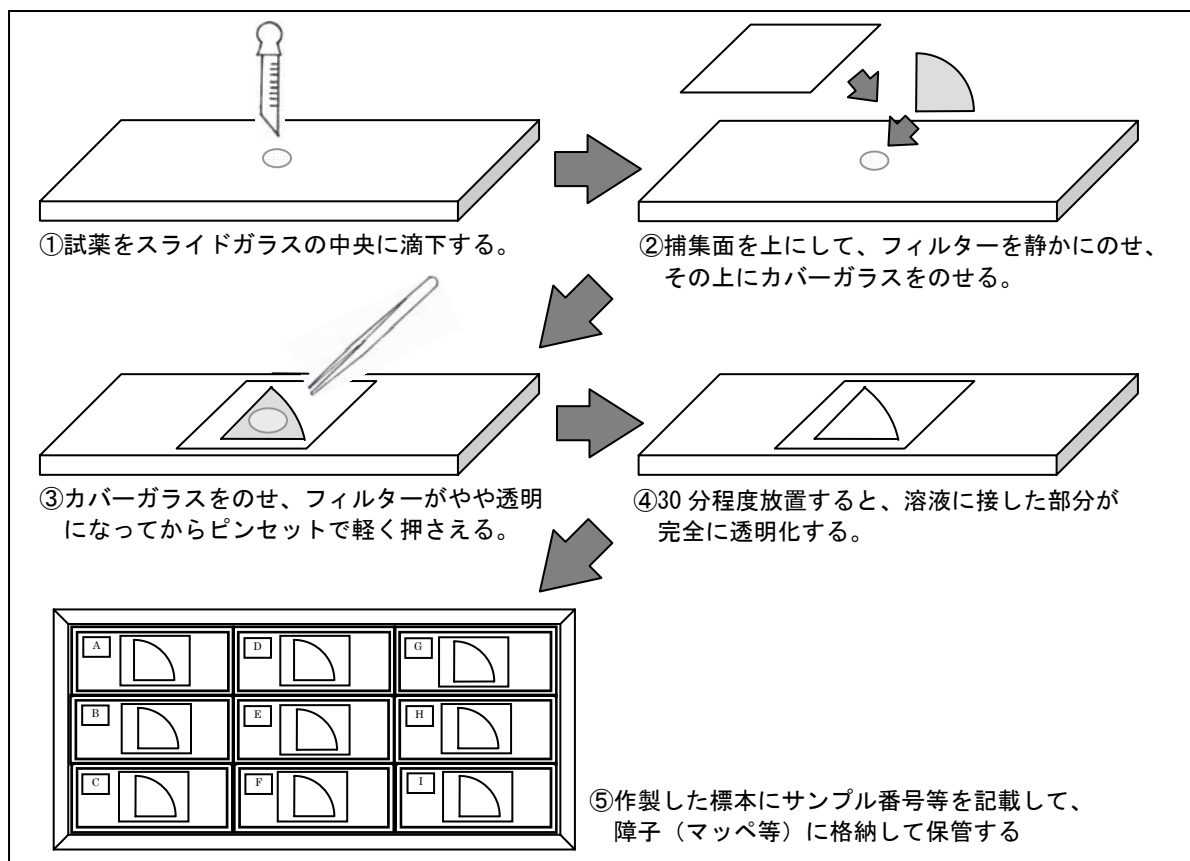


図 5 標本作製の流れ

(2) アセトンとトリアセチンを用いる方法

捕集面を上にしてメンブランフィルター（1/4 片）をスライドガラスの上ののせ、アセトン蒸気発生装置によって発生させたアセトン蒸気にあてる。フィルターは蒸気にあると直ちに透明になる。透明になったフィルターの中央に、マイクロシリンジなどを用いてトリアセチン 2~3 滴を滴下し、その上に、カバーガラスをのせて固定する（図 6 参照）。

常温では、標本作製後数時間以上経過すると、完全に透明になる。また、50℃程度のホットプレート上で加温すると 5~10 分で完全に透明になる。なお、アセトン蒸気発生装置で使用するアセトンの量は比較的少なく、アセトン蒸気の漏れはほとんどないが、換気の良い場所で使用することが望ましい。

顕微鏡観察をする場合は、標本作製後 24 時間経過したもののほうがより明瞭に観察をすることができる。また、本方法で作製した標本は、1 ヶ月程度保存することが可能である。

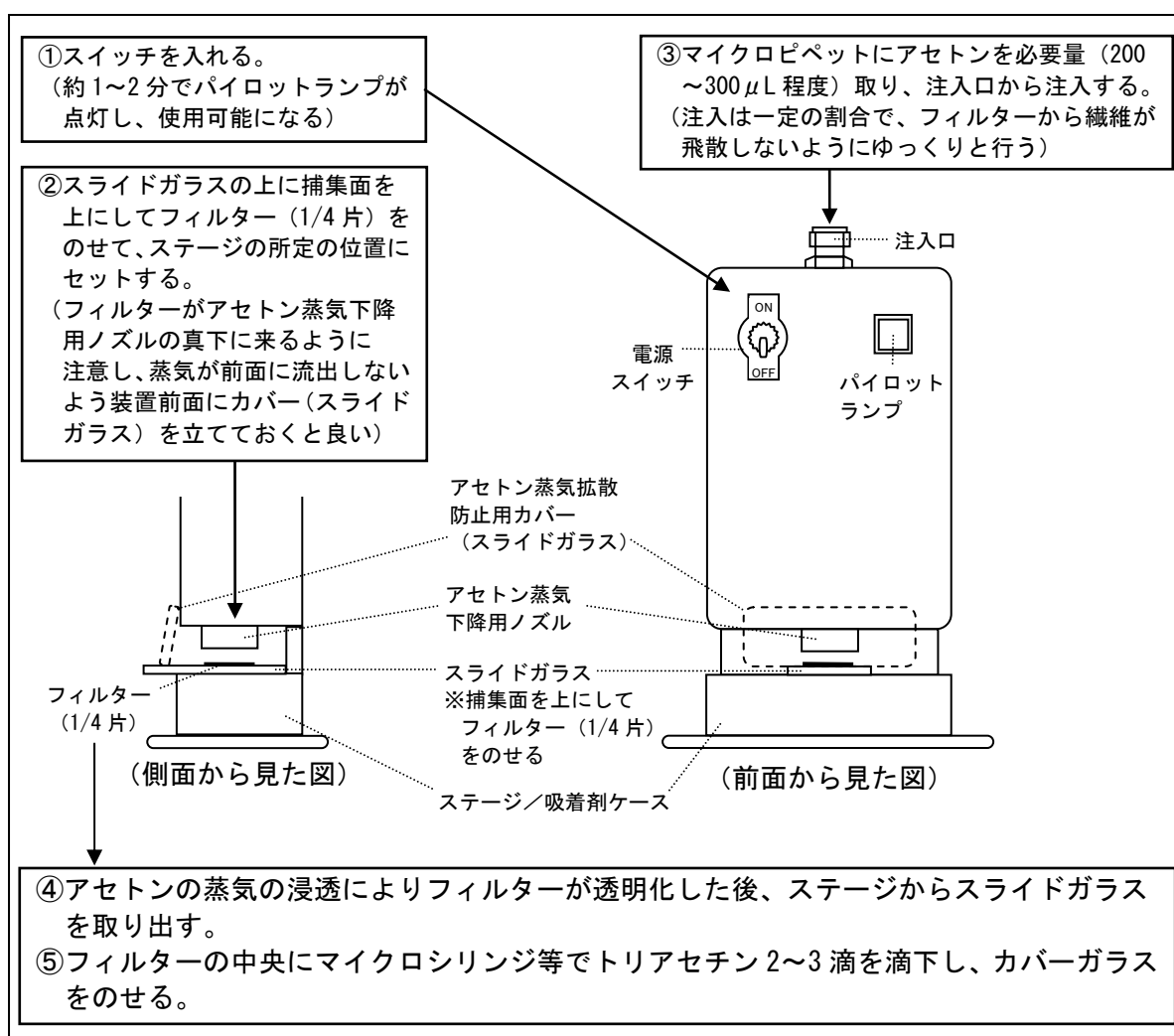


図 6 アセトン/トリアセチンを用いる場合の標本作製の流れ

1. 2. 試料の計数

(1) 顕微鏡の調整

位相差顕微鏡の調整手順の一例を以下に示す。

a) 調整の準備

- ①位相差顕微鏡に対物レンズ（10 倍及び 40 倍）、接眼レンズ及び位相差用ターレットコンデンサーをセットする。
- ②ターレットコンデンサーを明視野観察（通常は目盛「0」）に合わせる。
- ③対物レンズを 10 倍とし、標本をステージに載せピントを合わせる。

b) 眼幅の調整

- ④双眼スリーブを動かして左右の視野が一つに重なって見えるように眼幅を調整する。

c) 視度の補正

- ⑤アイピースグレイティクル^{※3}が入っている接眼レンズの視度補正環を回して、アイピースグレイティクルの目盛りがはっきり見えるようにする。
- ⑥そのまま片眼で試料中の粒子に焦点合わせ微動ハンドルでピントを合わせる。
- ⑦次に反対の眼で、焦点合わせ微動ハンドルを操作するのではなく、接眼レンズの視度補正環を回してピントを合わせる。

d) 視野絞りの調整

- ⑧視野絞りを最小とする。
- ⑨コンデンサーを上下に調整し、視野絞り像を標本面に結像させる。
- ⑩コンデンサー芯出しねじにより、視野絞り像と視野を同心にする。
- ⑪対物レンズ及びターレットコンデンサーを 40 倍とし、視野絞り像が視野の大きさとほぼ同じになるように調整する。

e) ターレットコンデンサー及び位相差用リング絞りの芯出し

- ⑫ターレットコンデンサーの開口絞り面にランプのフィラメント像が結像するようにランプの位置を調整する。
- ⑬対物レンズ及びターレットコンデンサーを 10 倍とし、接眼レンズの一方を芯出し望遠鏡に変え、ターレットコンデンサーのリングにピントを合わせる。
- ⑭位相差用リング絞りの像を位相板のリングに合わせる。

※3：顕微鏡の接眼レンズに装着する円形の透明ガラス板で、視野範囲や基準目盛など、観測される繊維の計数に際して必要な情報が確認できるもの。本測定では大円 300 μm のものを使用する（次ページの図 7 参照）。

注) 顕微鏡の調整方法は、社団法人 日本作業環境測定協会「作業環境測定ガイドブック 1 鉱物性粉じん関係」に詳しい記述があるので、必要に応じて参照するとよい。

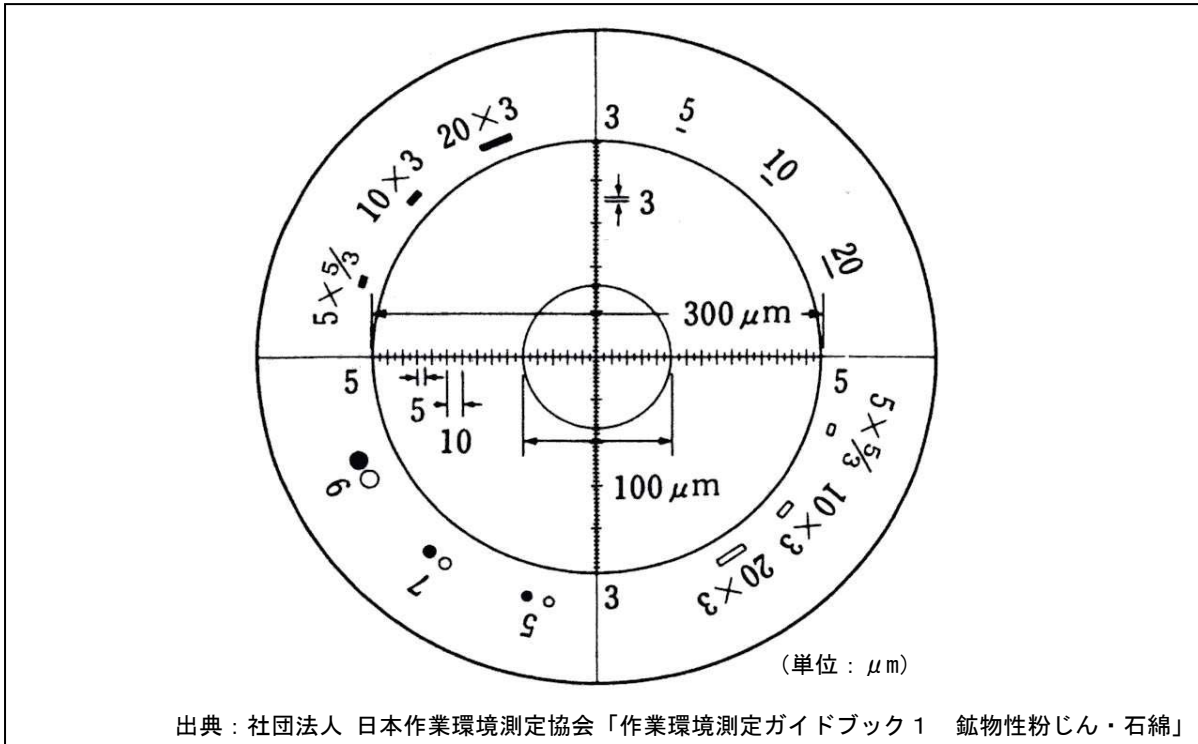


図7 アイピースグレイティクルの一例

(2) 計数の準備

接眼レンズの中にアイピースグレイティクルを装着し、載物台に対物測微計（図8参照）をのせて検鏡する。対物レンズ×40、接眼レンズ×10のとき、アイピースグレイティクルの最小の目盛は5μmになるように刻まれているので、この寸法を対物測微計の目盛（10μm）によって確認する。

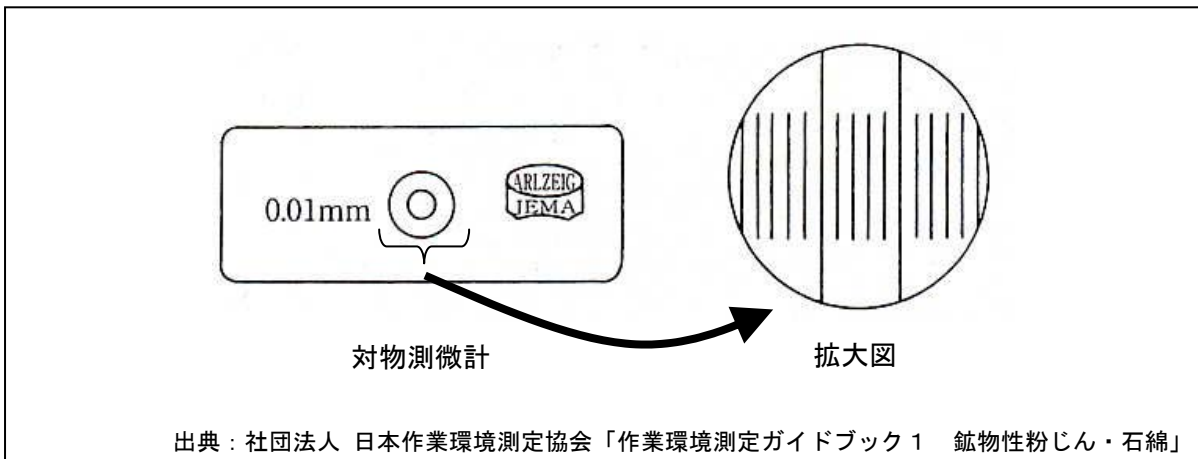


図8 対物測微計

(3) 計数対象繊維

長さ5μm以上、幅（直径）3μm未満で、かつ長さとの比（アスペクト比）が3:1以上の繊維状物質を計数の対象とする。

(4) 計数の手順

計数を始める前に、低倍率（100 倍程度）の位相差顕微鏡でフィルター上に粉じんがほぼ均一に捕集されていることを確認してから、倍率を 400 倍にして計数を行う。

顕微鏡視野内のアイピースグレイティクルの大円（直径 $300\mu\text{m}$ ）を 1 視野の範囲とし、この範囲内に存在する対象繊維を計数する。1 視野の計数が終了したら、ステージを移動させて次々と別の視野を計数する。ステージの移動は、フィルターの有効ろ過範囲の中心部分から外周部分に直線上に行い、外周部分の有効ろ過範囲の端に達しても必要な計数視野を満たしていない場合は、それまでに計数していた範囲に重ならないように注意して、外周部分から中心部分に直線上にステージを移動させる。なお、フィルターの切断ライン付近は試料の汚染又は損失をしている可能性があるため、ラインから 2mm 程度離れたところで計数を行うこと（図 9 参照）。

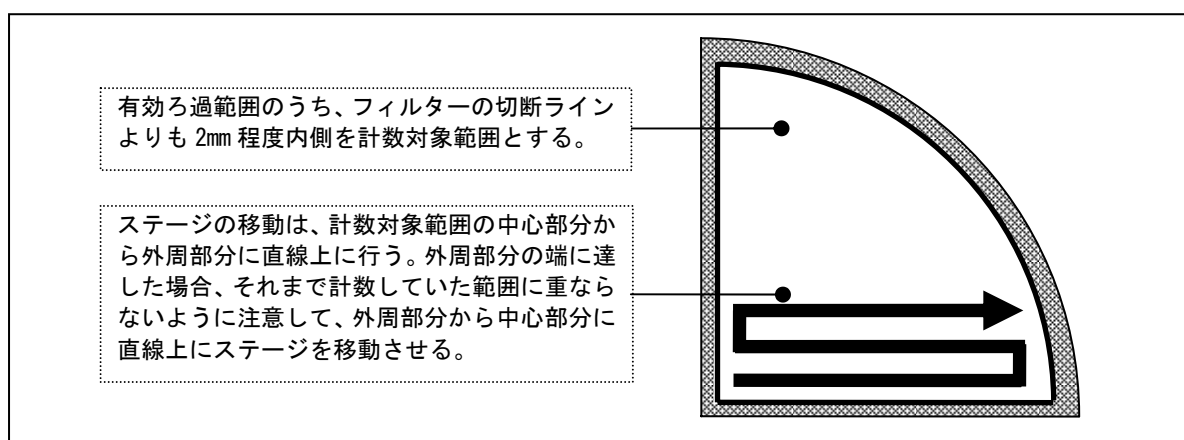


図 9 フィルターの計数対象範囲及びステージの移動方向

繊維の計数は、検鏡した視野の数が 100 視野になるまで、あるいは繊維数が 200 本以上になるまで行う（繊維数が 200 本に達した場合、その視野は最後まで計数すること。）。ただし、50 視野まで計数したときに、アスベスト（クリソタイル）が 1 本以上計数された場合は、計数視野数を 50 視野としてもよい。なお、100 視野を計数したときの検出下限値は、 $0.056f/L$ となる。また、計数繊維数（200 本）は、標準誤差が約 $\pm 7\%$ となるように定めている。

(5) 繊維数の判断についての約束

- ① 単繊維の場合：上記（3）で定義した繊維を1本と数える。
- ② 単繊維でカーブしている場合：繊維の直線部分を目安にしてカーブに沿って真の長さをはかって判定する。
- ③ 枝分かれした繊維の場合：1本の繊維から枝分かれしている繊維は全体で1本と数える。
- ④ からまっている場合：
 - a) 数本の繊維が交差している場合は、交差しているそれぞれの繊維を1本と数える。
 - b) 繊維がからまって正確な数を読みとることができない場合はその繊維は数えない。
- ⑤ 粒子が付着している繊維の場合：粒子の幅が $3\mu\text{m}$ 以上のものは計数しない。
- ⑥ 計数視野範囲の境界内に繊維状粒子の両端が入っている場合は1本と数え、境界内に片方の端しか入っていない場合は、 $1/2$ 本と数える。

繊維数の判断に係る一例を図10に示す。

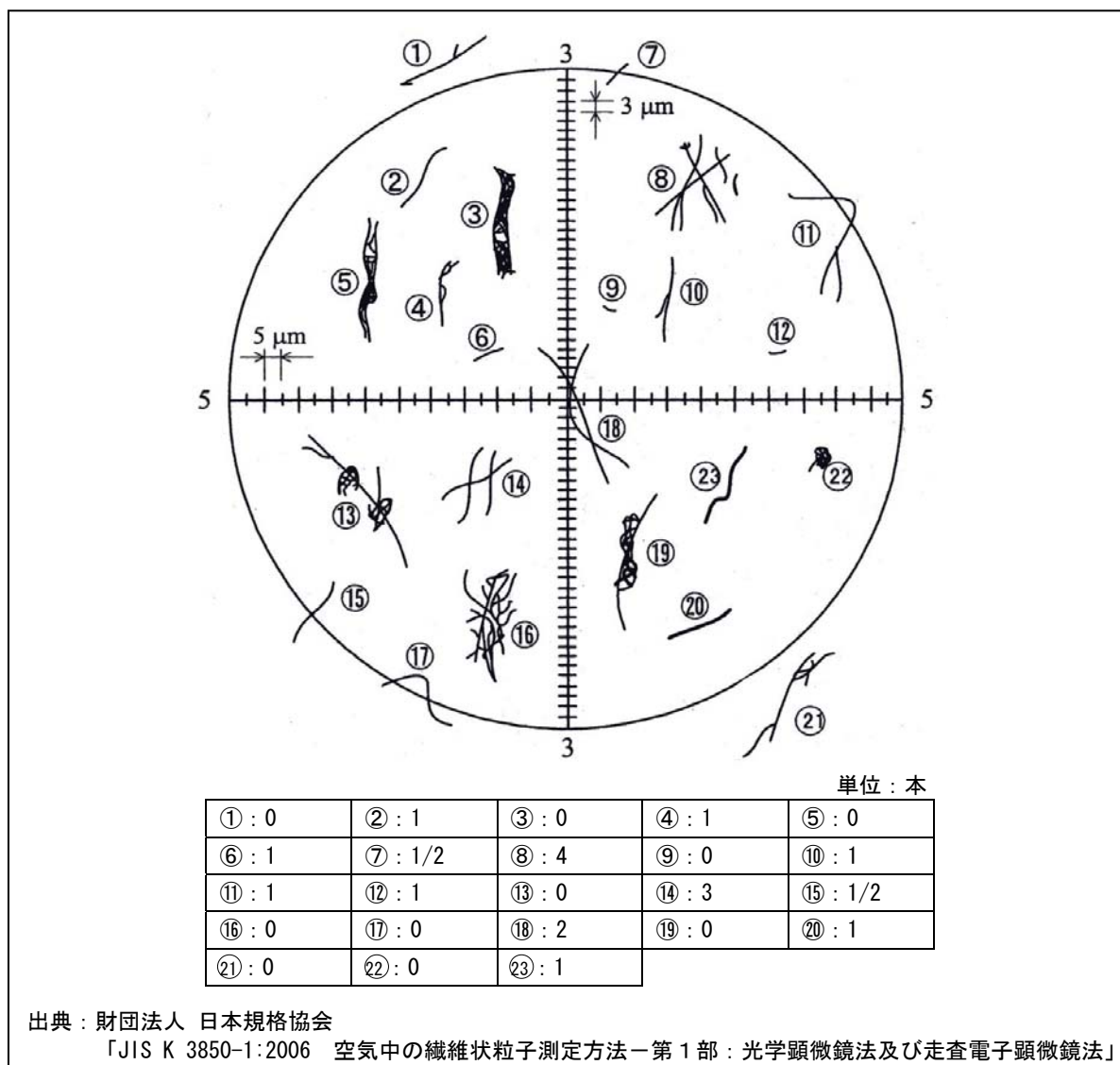


図10 繊維数判断についての約束

(6) 計数にあたっての注意

① 計数の対象となる粒子

計数の対象となる粒子は長さ $5\mu\text{m}$ 以上、幅 $3\mu\text{m}$ 未満で、かつ長さとの比（アスペクト比）が $3:1$ 以上の繊維状物質である。計数に際し、長さの物さしとしてアイピースグレイテイクルを利用して円の直径と線の長さを肉眼的に比較する場合には、錯視の関係で誤差を生ずることがあるので、この点を注意しながら計数する必要がある。

② ピントの微調整

顕微鏡で粒子を観測する場合、視野の周辺の粒子にピントを合わせると中央の粒子はピントがずれ、逆に中央の粒子にピントを合わせると視野周辺にある粒子はピントがずれてしまうことが普通である。このため、常に微動ハンドルを調節して、計数する部位にピントを合わせながら計数することが重要である。なお、位相差顕微鏡を用いても極めて見えにくい粒子もある。このような粒子は微動ハンドルを動かすことによって、見えたり見えなくなったりする。粒子が見えたり見えなくなったりすると計数者の注意が喚起され、比較の見落としが少なくなる。

(7) アスベスト（クリソタイル）の判定

一般環境中にはクリソタイル以外の繊維状粒子が存在している。これらの繊維状粒子を区別するため、クリソタイルの屈折率が約 1.5 であることを利用して、次のような方法によって計数を行う。

まず、位相差顕微鏡によって繊維状に見える粒子の計数を行い、次に顕微鏡の位相差装置を解除して生物顕微鏡に変え、コンデンサー絞りを全開とし、明るさを眩しすぎないように調整して、同一の視野について再び繊維状の粒子を計数し、位相差顕微鏡と生物顕微鏡の計数繊維数の差をクリソタイルの繊維数とする。

計数に当たっては、測定原票を用意し、1 視野ごとに計数の結果を記録する。なお、繊維数が 0 の場合も 0 と記載する。また、計数視野数は 100 視野を原則とするが、クリソタイルが 1 本以上計数された場合は、計数視野数を 50 視野としてもよい。

(8) フィルターブランク

測定誤差の原因となるようなフィルターブランク値が認められる場合もあるので、適宜、サンプリングに使用したものと同一ロットのフィルターについて、捕集したフィルターと同様の手順で標本を作製し、同数の計数視野について計数を行い、フィルターブランク値を求め、補正を行うことが望ましい。

1. 3. 繊維数濃度の計算

(1) 総繊維数濃度

一般環境中に浮遊している計数対象に該当する総繊維数濃度は次式から求められる。

$$F_T = A \times (N_P - N_B) / (a \times n \times V)$$

{	F_T	: 総繊維数濃度 (f/L)
	A	: メンブランフィルターの有効面積 (mm ²)
	N_P	: 位相差顕微鏡で計数した繊維数 (f)
	N_B	: フィルターブランク値 (f)
	a	: 視野範囲 (アイピースグレイティクル) の面積 (mm ²)
	n	: 計数した視野数
	V	: 吸引空気量 (L)

(例) アイピースグレイティクルの直径が 300 μm の場合、1 視野の面積は 0.07065mm² となる。有効ろ紙直径が 35mm のとき、メンブランフィルターの有効ろ過面の面積は 961.625mm² であるから、捕集量 2400L、位相差顕微鏡で 100 視野を計数して 30 繊維が確認された場合、フィルターブランク値を 0 とすると、総繊維数濃度は上式から 1.7f/L となる。

なお、複数枚のろ紙を使用した時は、各ろ紙の計数繊維数から求められた繊維数濃度を時間加重 (捕集量加重) 平均して得られた値を繊維数濃度の値とする。

(2) クリソタイル繊維数濃度

一般環境中に浮遊しているクリソタイルの繊維数濃度は次式から求められる。

$$F_C = A \times (N_P - N_O - N_B) / (a \times n \times V)$$

{	F_C	: クリソタイル繊維数濃度 (f/L)
	A	: メンブランフィルターの有効面積 (mm ²)
	N_P	: 位相差顕微鏡で計数した繊維数 (f)
	N_O	: 生物顕微鏡で計数した繊維数 (f)
	N_B	: フィルターブランク値 (f)
	a	: 視野範囲 (アイピースグレイティクル) の面積 (mm ²)
	n	: 計数した視野数
	V	: 吸引空気量 (L)

(例) 上記 (1) と同様の条件で計数し、100 視野を計数して位相差顕微鏡で 30 繊維、生物顕微鏡で 10 繊維が確認された場合、クリソタイルの繊維数濃度は 1.1f/L となる。

また、100 視野を計数して繊維が 1 本あったと仮定したときの繊維数濃度は、0.056f/L となり、これが検出下限となる。

(3) 測定値の有効数字等

測定値の有効数字は原則として 2 桁とし、3 桁目以下は切り捨てること。

(4) 幾何平均の算出

発生源周辺地域（Ⅰ）～（Ⅲ）及びバックグラウンド地域においては、3回捕集を一連の測定としているため、各回の繊維数濃度を幾何平均したものを、当該地域の繊維数濃度とする。

3回捕集の幾何平均による繊維数濃度は、次式で求められる。

$$F_G = (F_1 \times F_2 \times F_3)^{1/3}$$

$$\left(\begin{array}{l} F_G : 3回捕集の幾何平均による繊維数濃度 (f/L) \\ F_1 : 捕集1日目の繊維数濃度 (f/L) \\ F_2 : 捕集2日目の繊維数濃度 (f/L) \\ F_3 : 捕集3日目の繊維数濃度 (f/L) \end{array} \right)$$

なお、幾何平均による繊維数濃度は次の方法でも求められる。

$$F_G = \exp \{ (\log F_1 + \log F_2 + \log F_3) / 3 \}$$

この式では、各回の繊維数濃度の対数をとったもの（ $\log F_1$ 、 $\log F_2$ 、 $\log F_3$ ）の平均値を求め、この指数を求めることによって幾何平均を算出する。

幾何平均を求める際、繊維が不検出（ND）だった試料は、繊維が1本確認されたと仮定して繊維数濃度を算出し（検出下限値を与えて）、幾何平均の算出を行う。また、3回の捕集全てで不検出だった場合は、繊維数濃度は検出下限値未満とする。

2. 分析走査電子顕微鏡法（A-SEM法）

使用する走査電子顕微鏡（SEM）は、エネルギー分散型X線分析装置（EDX）をもち、加速電圧15kV程度を満たし、かつ計数対象繊維の観察及び同定が可能なものとする。なお、装置の分解能や長時間の安定性を考慮してフィールドエミッション型のSEMを利用することが望ましい。

計数は、対象となる最小の幅の繊維が確実に確認できる倍率で行う。計数対象繊維は、測定の対象や目的に応じて適宜決定する。例えば、光学顕微鏡法で確認できる繊維と同程度の繊維を対象とする場合は、概ね長さ5 μm 以上、幅0.2 μm 以上3 μm 未満、アスペクト比3以上の繊維を対象としてよいと考えられる。また、クロシドライトなど極細い繊維を確認するためには繊維幅の下限を0.01 μm 以上にするとよいと考えられる。

計数する際のSEMの観察画面倍率に対するスケールの正確さは、繊維数濃度及び繊維寸法の測定結果に直接影響するため、必要に応じて標準寸法を示す電子顕微鏡用標準試料（標準マイクロスケール）などの倍率校正用標準試料を用いて倍率校正を行う。また、SEMにより倍率の基準となる考え方が異なるため、倍率を設定した後、予め設定した寸法の範囲を計数することとする。

捕集した試料の前処理方法は、次の3種類の中から選択する。

- A. メンブランフィルター／低温灰化法
- B. メンブランフィルター／カーボンペースト含浸法
- C. ポリカーボネートフィルター法

A、B法は光学顕微鏡法と同じ試料を使用することができるという利点がある。C法はメンブランフィルターと並行で捕集を行う必要があるが、前処理が簡単で電子顕微鏡像も見やすい。また、A法は低温灰化により有機繊維が除去されるため、観察される繊維は無機繊維となるが、B、C法は灰化処理を行わないため、有機繊維も観察される。前処理方法の選択にあたっては、これらの特徴の他に、測定の実施及び保有する設備・機器等を考慮する必要がある。

2. 1. 試料の前処理

(1) メンブランフィルター／低温灰化法

- ①捕集したメンブランフィルターを、図11のように10mm角程度に切り取って、金蒸着を施したスライドガラス又はニッケル板に、捕集面を板側にして載せ、これをアセトン蒸気発生装置によってアセトン蒸気を発生させて接着する（図6参照）。なお、フィルターの切断の際は、捕集した繊維が落ちたり、切断したフィルターが落ちた際に裏返ったりしないよう、できる限り机や台に近い位置で、平行にして静かに、かつ割れないように注意して切断する。また、静電気が発生して、切断したフィルターが鉄に付着してしまうことがあるので、セラミック鉄を使用するなど、十分な注意が必要である。

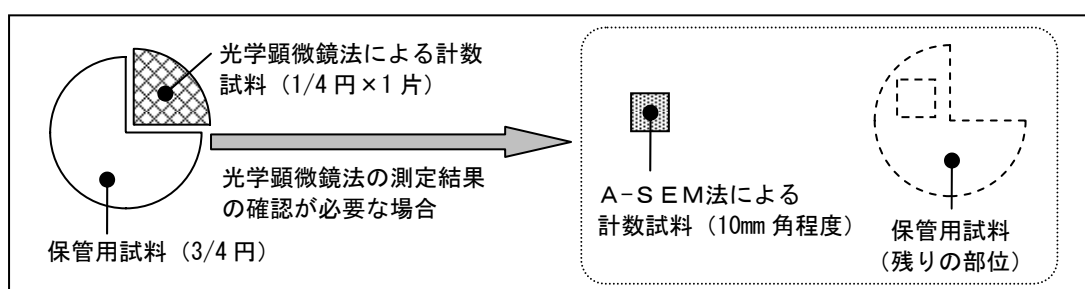


図11 フィルターの分割方法の一例（A-SEM法）

- ②フィルターを接着したスライドガラス又はニッケル板を低温灰化装置で灰化し、フィルター及びその他有機物などを除去する。なお、一度灰化した試料が十分に灰化されていなかった場合、再度低温灰化装置を用いて灰化を行うと、装置の試料室内を真空にしたときに繊維状物質が飛散する可能性がある。低温灰化装置の使用にあたっては、灰化を確実に一度で行うため、予め灰化条件を検討した上で用いる必要がある。
- ③黄銅又はアルミニウム製のSEM試料台に導電性カーボン両面テープを7~10mm角に切って接着し、その上に灰化処理を終えたスライドガラス又はニッケル板を、試料を接着した面が上になるように置き、固定する。
- ④固定したスライドガラス又はニッケル板と試料台の間の導電性を確保するため、板の縁にカーボンペーストを塗って導電性処理を行い、乾燥させ、カーボン蒸着又は金蒸着を施し、観察標本とする。
- ### (2) メンブランフィルター／カーボンペースト含浸法

- ①水溶性のカーボンペーストと水を1:1程度の割合で混合し、のり程度の粘度に調製する。なお、このペーストは薄めすぎると試料台にフィルターが接着されにくくなる。また、カーボンペーストと水の最適な割合は、メーカーや保存状態により異なるので、最初に検討しておくことが望ましい。
- ②捕集したメンブランフィルターを、図11のように切り取る。試料台の上にカーボンペーストを竹串やヘラ等で塗布し、そこに切り取ったフィルターを捕集面が上になるように貼り付けることで、フィルターの裏側からカーボンペーストが含浸するとともに試料台に接着される。なお、フィルターが乾燥していて試料台に貼り付きにくい場合や、カーボンペーストがフィルターに含浸接着しにくい場合は、含水させた紙などの上にフィルターを

置き、予めフィルターを湿らせてから試料台に貼り付ける。

- ③ フィルターにカーボンペーストが十分に含浸接着した後、フィルターの四隅にカーボンペーストを付けて接着させる。なお、試料台に油分等が付着していると接着がうまくいかない時があるので、操作前にアセトン等を含浸させたガーゼなどで試料台の表面を拭くなどの配慮が必要である。なお、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、カーボンペーストの使用を推奨する。
 - ④ フィルターを接着した後、室温で30分以上乾燥させる。フィルターの表面の導電性を確保するため、イオンスパッタリング装置などを用いて金-パラジウム蒸着、白金-パラジウム蒸着、金蒸着又はカーボン蒸着を施し、観察標本とする。
- (3) ポリカーボネートフィルター法
- ① SEM試料台に7~10mm 角の導電性カーボン両面テープを接着し、その上に捕集したポリカーボネートフィルターを図11のように10mm 角に切り取って、捕集面を上にして接着する。
 - ② フィルターの端にカーボンペーストを塗って導電性処理を行い、乾燥させ、カーボン蒸着又は金蒸着を施し、観察標本とする。

2. 2. 繊維の計数

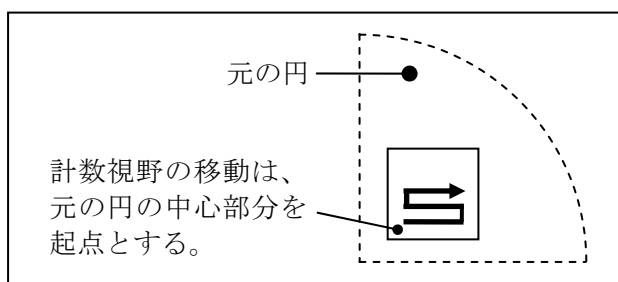
CRT画面上に見られる像から繊維形態を識別する。計数対象に該当する繊維は全て長さ・幅を記録し、さらにEDX検出装置を用いて繊維の種類を同定する。

- (1) 計数対象繊維：測定対象及び目的に応じて適宜決定する。
- (2) アスベストの同定：計数対象繊維は、全てEDX検出装置を用いて構成成分を確認し、次の5つの区分に識別する。
 - ① クリソタイル
 - ② アモサイト
 - ③ クロシドライト
 - ④ その他の角閃石系アスベスト（アンソフィライト、トレモライト、アクチノライト）
 - ⑤ その他の繊維（硫酸カルシウム、ロックウール、グラスウール等）

なお、アスベストの種類ごとに特徴的なEDXスペクトルを示すので、ほとんどの場合、スペクトルからアスベストの種類が同定できる。アスベストのEDXスペクトルの例を参考資料に示す。

(3) 観察条件：光学顕微鏡法で観察できる繊維と同等の大きさのものを計数する場合は、次の条件で観察を行う。

- 加速電圧 : 15kV 程度
- 倍率 : 計数対象繊維の最小の幅の繊維が確実に計数できること
 ※ EDX分析時などは、必要に応じて倍率を10000~50000倍に適宜上げて観察を行う
- 計数範囲 : 1 視野あたりの計数範囲を、①基準格子等の標準試料を用いた方形枠または②CRT画面を利用して設定する
 ※ CRT画面を利用する場合は、機器の倍率と画面上の見かけの倍率が異なる可能性があるため、標準マイクロスケール等を用いて視野範囲を正確に計測する必要がある。また、計数時の倍率は固定する必要がある。
- 計数視野の移動 : 計数視野の移動は下図のように行う。なお、切断ラインから2mm程度までは、試料の汚染又は損失をしている可能性があるため、計数を行わないこと。



(4) 計数視野数及び計数繊維数：設定した計数範囲の領域を1視野として、計数が必要な視野数を、視野範囲の面積及び要求される検出下限値から、以下の式によって計算する。なお、検出下限は、A-SEM法の測定の目的に応じて決定する。

A-SEM法で光学顕微鏡法と同程度の精度の定量結果を得るためには、両方法の視野面積を同程度とする必要があるが、光学顕微鏡法の測定結果の定性的な確認法としてA-SEM法を利用する場合は、200~300視野程度を計数すればよい。なお、A-SEM法による定性的な確認の結果、クリソタイル以外のアスベスト繊維や石膏繊維等が確認された場合は、A-SEM法により光学顕微鏡法と同程度の精度で定量的な計数を行うことが望ましい。

$$n_E = A / (a_E \times V \times S)$$

- | | | |
|---|---------|-------------------------------|
| (| n_E : | 必要な計数視野数 |
| | A : | フィルターの有効面積 (mm ²) |
| | a_E : | 視野範囲の面積 (mm ²) |
| | V : | 吸引空気量 (L) |
| | S : | 要求される検出下限値 (f/L) |

なお、上の式を用いて決定した計数視野数によらず、アスベスト繊維を 200 本以上計数した場合は、標準誤差の観点から十分に精度が確保されると考えられるため、計数を終了してもよい（アスベスト繊維が 200 本に達した場合、その視野は最後まで計数すること）。

- (5) 繊維状粒子の数の判定：種々の形態及び集合状態で観察される繊維状粒子の数の判定は、基本的に光学顕微鏡法と同様に行う（第2部 1. 2. (5) 項参照）。なお、個々の視野において、計数視野範囲からはみ出した繊維については、視野画面の右側及び底部からはみ出したもの以外の繊維は全て計数する。また、画面上で繊維の両端が確認できない繊維は計数しない（図 1 2 参照）。

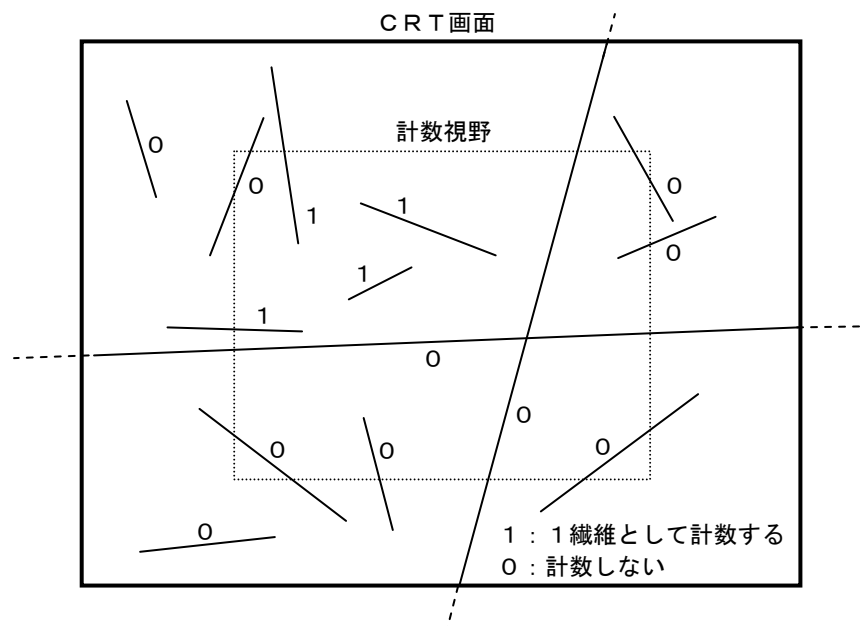


図 1 2 はみ出した繊維の計数方法例

2. 3. 繊維数濃度の算出

繊維数濃度は、次式によって算出する。

$$F_A = A \times (N_S - N_B) / (a_E \times n \times V)$$

F_A	: 繊維数濃度 (f/L)
A	: フィルターの有効面積 (mm ²)
N_S	: A-SEMで計数した繊維数 (f)
N_B	: ブランク値 (f)
a_E	: 視野範囲の面積 (mm ²)
n	: 計数した視野数
V	: 吸引空気量 (L)

なお、3回捕集を行った場合は、幾何平均による繊維数濃度を求める。計算方法は、「第2部 1. 3. (4) 項」を参照すること。

3. 分析透過電子顕微鏡法（A-TEM法）

使用する透過電子顕微鏡（TEM）は、少なくとも前述のA-SEM法で要求しているレベルと同等の能力を満たすものとする。TEMによる計数を行う場合は、捕集済みのフィルターを正確に切り分けた 1/2 片を全量処理し、TEM試料とする。作成したTEM試料を計数して、捕集空気の単位体積あたりの繊維数を算出するため、フィルターを切り分ける際の両片の面積の違いは、そのまま計数値の誤差となるので、できるだけ正確に切り取る必要がある。また、使用する蒸留水及び薬品は全て 0.45 μm ミリポアフィルターであらかじめろ過して不純物粒子を除去してから使用すること。

3. 1. 試料の前処理（次ページ以降の図 13、14 参照）

メンブランフィルターからTEM試料を調製する方法は、いままでいくつかの方法が開発されているが、本法は、いわゆる「ニュークリポアフィルター法」と呼ばれる方法の改良法である。大気中の浮遊粒子状物質を捕集したメンブランフィルター（1/2 片）を、捕集面を下にしてスライドガラスに置き、アセトン蒸気発生装置を用いて接着する。なお、アセトン蒸気発生装置が無い場合は、スライドガラス上にアセトン数滴を滴下して、フィルターの捕集面を下にして接着してもよい。この時、気泡が入らないように一方向から徐々にフィルターを接着するとよい。

接着した試料をシャーレ中で風乾した後、低温灰化処理を施し、完全にフィルター及び試料中の昇華成分を除去する。灰化処理の後、スライドガラスを残渣ごと約 50~80mL のイソプロピルアルコールを入れたコニカルビーカー（100mL）に浸し、さらにコニカルビーカーごと超音波洗浄器に入れ、数分間超音波分散させる。こうして、イソプロピルアルコール溶液に残渣をよく分散させた後、片刃カミソリの刃でスライドガラス上の残渣を溶液中に削り落としながら、コニカルビーカーからスライドガラスを引き上げる。

残渣が分散した溶液を、吸引ろ過器で孔径 0.2 μm のニュークリポアフィルター上にろ過する。なお、吸引ろ過には、有効直径 17mm の小型のろ過器と直径 25mm のニュークリポアフィルターが適当である。また、ニュークリポアフィルターの下にさらに新しいメンブランフィルターを敷くと残渣が均一にろ過できる。

中央に直径 20mm 程度の孔を開けたろ紙に、両面接着テープを使って、ろ過済みのフィルターの縁を固定し、さらに補強のため、真空蒸着装置中でカーボン蒸着を厚目に施す。カーボン蒸着を施したフィルターをメス等で 3mm 角程度に、3~5 枚切りとる。フタ付きシャーレ中に、数枚のスライドガラスを 2~3 枚のろ紙で束ねたものを置き、その上にステンレスの金網で作った台を置き、さらにその上にNi製TEMメッシュを並べ、クロロホルムを台の面より少し下まで注ぐ。各Ni製TEMメッシュの上に、カーボン蒸着を施したフィルター片を載せ、フタをして一昼夜以上放置すると、ニュークリポアフィルターが溶解除去され、蒸着したカーボン膜だけが残る。残渣はカーボン膜に保持され、TEM観察用試料とすることができる。

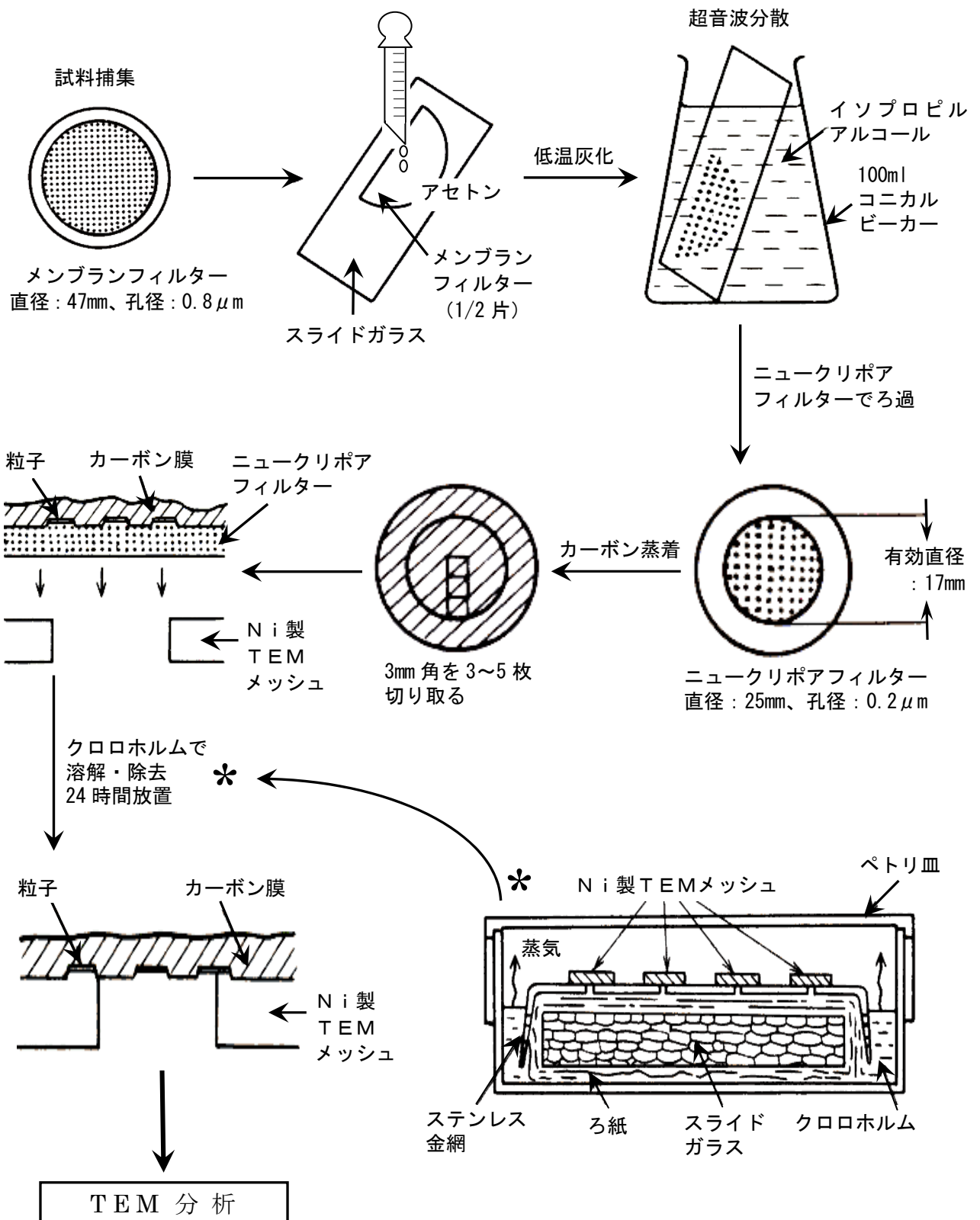


図13 電子顕微鏡観察試料の調整方法

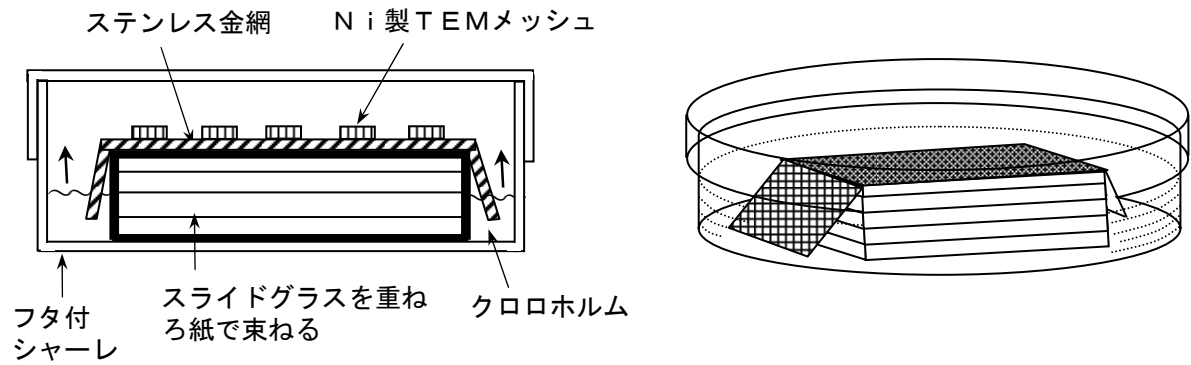


図14 ニュークリポアフィルターの溶解除去

3. 2. 繊維の計数及び繊維数濃度の算出

A-TEM法による繊維の計数及び必要な計数視野数の算出は、前述のA-SEM法と同様に行う。なお、計数範囲については、Ni製TEMメッシュの格子を利用するとよい。代表的なNi製TEMメッシュは、英国製(MAXTA-FORM®)の200メッシュで、網目は $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ の正方形である。

繊維数濃度は、次式によって算出する。

$$F_A = 230 \times (N_T - N_B) \times 2 / (a_E \times n \times V)$$

F_A	: 繊維数濃度 (f/L)
230	: 直径 25mm のニュークリポアフィルターの有効面積 (mm^2)
N_T	: A-TEMで計数した繊維数 (f)
N_B	: ブランク値 (f)
2	: 繊維数濃度を捕集したフィルター全量分に換算するための計数
a_E	: 視野範囲の面積 (mm^2)
n	: 計数した視野数
V	: 吸引空気量 (L)

なお、3回捕集を行った場合は、幾何平均による繊維数濃度を求める。計算方法は、「第2部 1. 3. (4) 項」を参照すること。

参考法 分散染色法

使用する顕微鏡は、接眼レンズの倍率 10 倍以上、対物レンズの倍率 40 倍以上、開口数 0.70 以上の位相差・分散顕微鏡で、接眼レンズにアイピースグレイティクルを装着したものをを用いる。分散染色法では、ある一定の屈折率を持つ浸液の中で、特定のアスベストから特異的なスペクトル（分散色）が観察される性質を利用して繊維種の識別を行う。表 3 に各アスベスト繊維種の浸液の屈折率と分散色を示す。なお、アスベスト繊維と比較的近い分散色を示す物質があるため、これらの物質が混在している可能性がある場合、複数の浸液で確認してアスベスト繊維と見間違えることがないようにする必要がある。また、位相差顕微鏡で確認できる限界程度の細かいアスベスト繊維は、場合によっては検出できないことがある。

表 3 浸液の屈折率と分散色

繊維の種類 / 屈折率 ($n_D^{25^\circ\text{C}}$)		浸液の屈折率 ($n_D^{25^\circ\text{C}}$)	分散色
アスベスト繊維	クリソタイル / 1.532~1.549	1.550	赤紫~青
	アモサイト / 1.635~1.696	1.680	桃
		1.700	青
	クロシドライト / 1.654~1.701	1.680	橙色
		1.690	桃
		1.700	青
	アンソフィライト / 1.596~1.694	1.605	橙色
	アクチノライト / 1.620~1.688	1.640	青
トレモライト / 1.599~1.620	1.605	橙色	
	1.640	青	
アスベスト以外の繊維	繊維状石膏（ギブサム） / 1.520~1.530	※これらの繊維は、屈折率の近いアスベスト繊維と同じような分散色を示す場合がある。計数の際は、アスベスト繊維とこれらの繊維を見間違わないように、繊維形状等も含めて注意深く観察すること。	
	セピオライト / 1.490~1.530		
	ウォラストナイト / 1.620~1.660		
	アタパルジャイト / 1.500~1.560		
	ハロサイト / 1.530~1.540		
	モルデナイト（ゼオライト） / 1.470~1.490		
	グラスウール、ガラス長繊維 / 1.560 以下		
ロックウール、スラグウール / 1.560 以上			

※浸液の屈折率と分散色の関係は、カーギルオイルを浸液に用いた場合のものである。分散色は、鉱物の産地によって異なる場合があるので、注意すること。

※本表の屈折率は 25℃におけるものであり、温度変化によって屈折率が変化するため、温度を 25℃に保って測定を実施する必要がある。なお、屈折率計による浸液の屈折率の確認や、測定前に標準物質を用いて分散色を確認することも有効である。

(1) 試料の前処理

捕集したメンブランフィルターを、図15のように切り取って、清拭したスライドガラスに、捕集面を下にして載せ、これをアセトン蒸気発生装置によってアセトン蒸気を発生させて透明化・固定する。その際、まずスライドガラス（押さえ用）にフィルターを捕集面が上になるように載せ、その上にもう一枚のスライドガラス（検鏡用）を載せて、2枚のスライドガラスでフィルターを挟んだ状態でひっくり返すと、捕集した物質がフィルターから欠落することなく、検鏡用のスライドガラスに載せることができる。また、フィルターの切断の際は、捕集した繊維が落ちたり、切断したフィルターが落ちた際に裏返ったりしないよう、できる限り机や台に近い位置で、平行にして静かに、かつ割れないように注意して切断する。また、静電気が発生して、切断したフィルターが鉢に付着してしまうことがあるので、セラミック製の鉢を使用するなど、十分な注意が必要である。

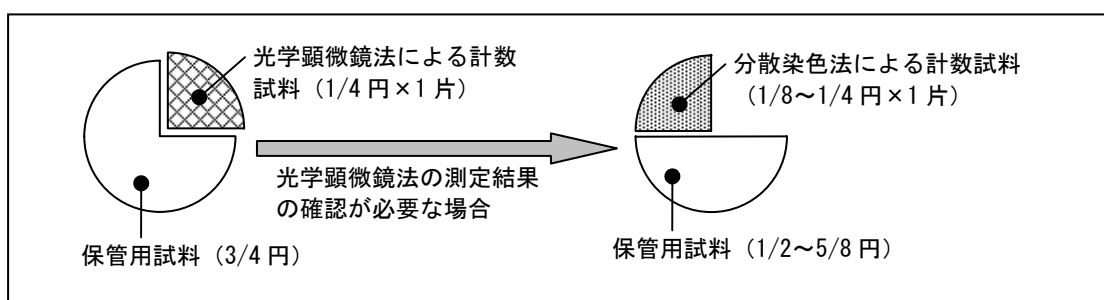


図15 フィルターの分割方法の一例（分散染色法）

アセトン蒸気による透明化・固定の後、スライドガラスを低温灰化装置に移し、可燃性の有機物及びメンブランフィルターを灰化する。なお、一度灰化した試料が十分に灰化されていなかった場合、再度低温灰化装置を用いて灰化を行うと、装置の試料室内を真空にしたときに繊維状物質が飛散する可能性がある。低温灰化装置の使用にあたっては、灰化を確実に一度で行うため、予め灰化条件を検討した上で用いる必要がある。また、低温灰化装置の試料室内で、灰化中にスライドガラスの裏側が白くなり、分散色の確認が困難となる場合があるため、試料用のスライドガラスの裏側に、別のスライドガラスを重ねて灰化をするとよい。なお、スライドガラスを重ねると滑りやすくなるため、慎重に取り扱う必要がある。

(2) 試料の染色

灰化した試料に、測定対象のアスベストの屈折率に対応した浸液（表3参照）3～4滴を滴下し、気泡が入らないように注意して、清拭したカバーガラスを被せる。なお、浸液は25℃に保ったものを使用する。また、浸液を滴下すると灰化したフィルターの位置がわからなくなるため、滴下する前に軟質色鉛筆で裏側から灰化したフィルターの位置に印をつけるとよい。また、浸液の滴下量が多いと、標本が汚れて計数が困難になるので、注意が必要である。

(3) 試料の計数

1) 計数対象繊維：

光学顕微鏡法と同様に、長さ $5\mu\text{m}$ 以上、幅（直径） $3\mu\text{m}$ 未満で、かつ長さとの比（アスペクト比）が $3:1$ 以上の繊維状物質を計数の対象とする。

2) 計数の手順及び繊維数の判断についての約束：

アスベストの種類ごとに、光学顕微鏡法と同様の操作で計数を行う（第2部 1. 2. (4) 及び (5) 項参照）。なお、浸液が複数あるアスベストの場合は、その一つの浸液で計数した結果を採用してよい。ただし、アスベスト繊維と比較的近い分散色を示す物質の影響が考えられる場合は、他の浸液で計数を行い、計数結果が妥当であるか確認を行うことが望ましい。

3) 計数上の注意点：

- ① 低温灰化装置を用いてフィルターを灰化した場合、試料の屈折率が変化するため、分散色が変わることがあるので注意が必要である。
- ② 粒子の辺縁部だけが繊維状に見える場合があるので、顕微鏡の焦点深度を微動つまみによって調整を行いながら、繊維状粒子であるか確認する。
- ③ 試料の計数は、浸液の屈折率が変化しないように、温度が 25°C で安定した室内で行う必要がある。

4) アスベスト繊維数濃度

一般環境中に浮遊しているアスベストの繊維数濃度は次式から求められる。

$$F_A = A \times (N_D - N_B) / (a \times n \times V)$$

F_A	： アスベスト繊維数濃度 (f/L)
A	： メンブランフィルターの有効面積 (mm^2)
N_D	： 分散染色法で計数した繊維数 (f)
N_B	： フィルターブランク値 (f)
a	： 視野範囲（アイピースグレイティクル）の面積 (mm^2)
n	： 計数した視野数
V	： 吸引空気量 (L)

なお、3回捕集を行った場合は、幾何平均による繊維数濃度を求める。計算方法は、「第2部 1. 3. (4) 項」を参照すること。

(参考資料) アスベスト繊維及び類似繊維のSEM像及びEDXスペクトル

A-SEM法によるアスベスト繊維及び類似繊維のSEM像(二次電子像)、BSE像(反射電子像)及びEDXスペクトルを示す。なお、測定条件は次のとおり。

EDXスペクトルは、A-SEM法、A-TEM法でほぼ同様のパターンを示すので、電子顕微鏡で大気環境中のアスベスト繊維数濃度を測定する際の参考として下さい。

<測定条件>

- ・反射電子像およびEDX分析:

加速電圧 15kV
 倍率 ×1000
 真空度 30Pa

- ・二次電子像測定:

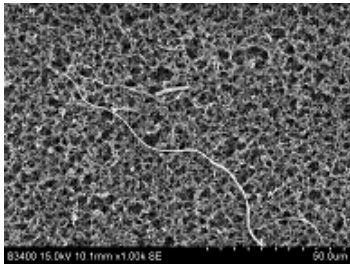
加速電圧 15kV
 倍率 ×1000
 Pt蒸着

<SEM像及びEDXスペクトル>

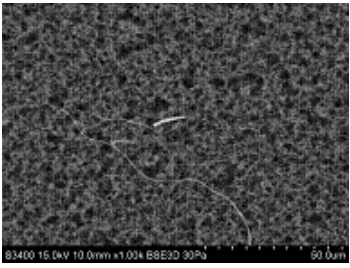
繊維種	繊維の情報(産地等)
1. アスベスト繊維	
(1) クリソタイル	UICC(国際対ガン連合)試料「クリソタイルB」
(2) アモサイト	UICC 試料
(3) クロシドライト	UICC 試料
(4) アンソフィライト	アフガニスタン産
(5) トレモライト	熊本県山鹿産
(6) アクチノライト	奈良県吉野村洞川 五葉松鉱山産
2. アスベスト類似繊維	/
(7) ロックウール	
(8) グラスファイバー	
(9) セラミック	
(10) 石膏(硫酸カルシウム)	
(11) パルプ	
(12) ワラストナイト	
(13) 塩基性硫酸マグネシウム	
(14) チタン酸カリウム	

(1) クリソタイル

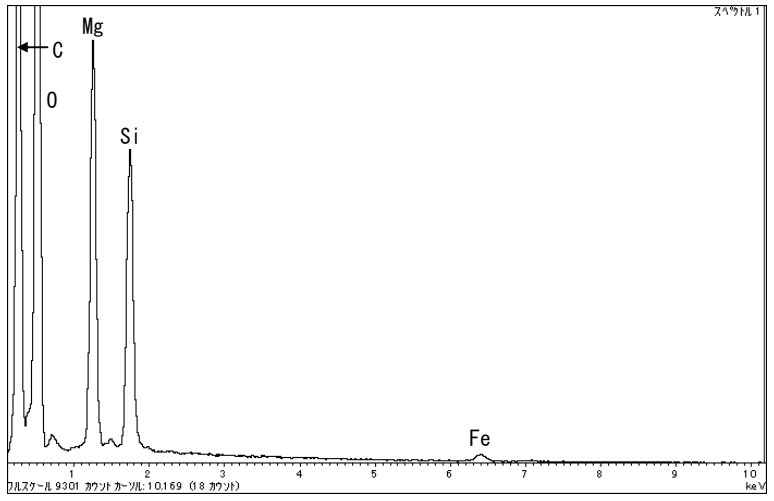
SEM 像



BSE 像

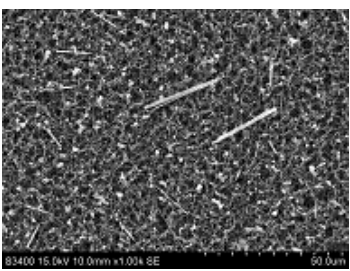


EDXスペクトル

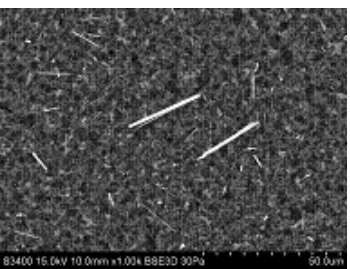


(2) アモサイト

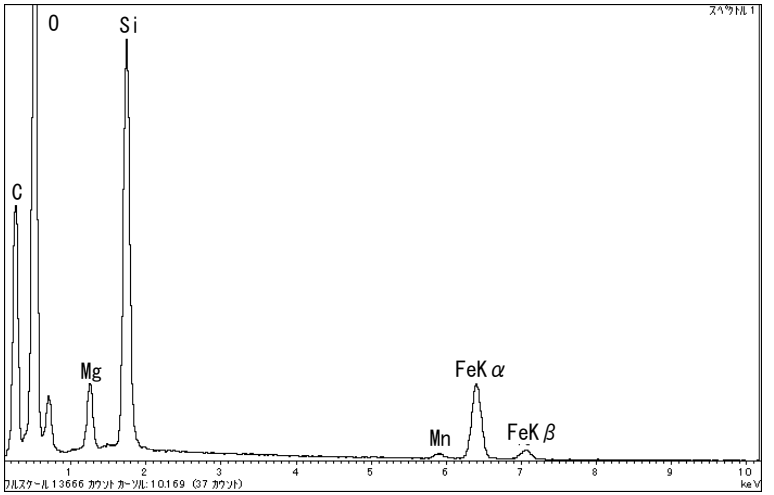
SEM 像



BSE 像

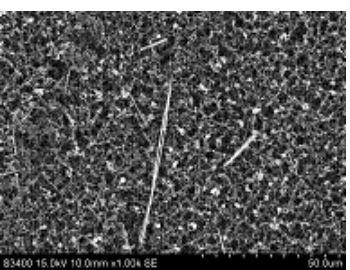


EDXスペクトル

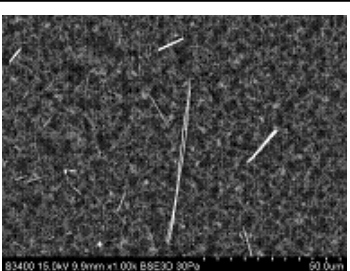


(3) クロシドライト

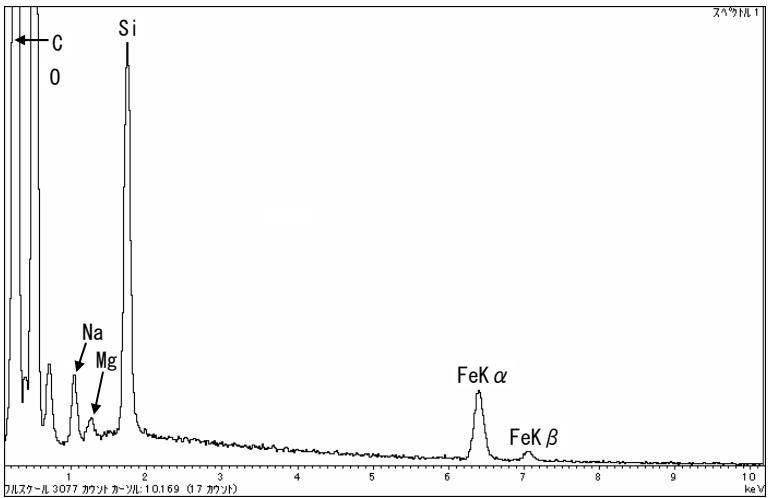
SEM 像



BSE 像

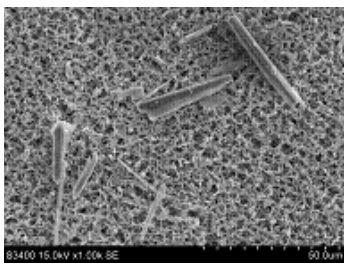


EDXスペクトル

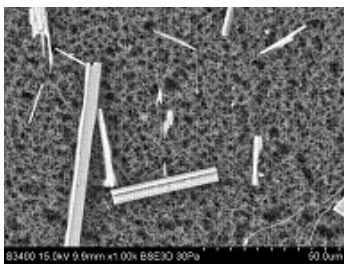


(4) アンソフィライト

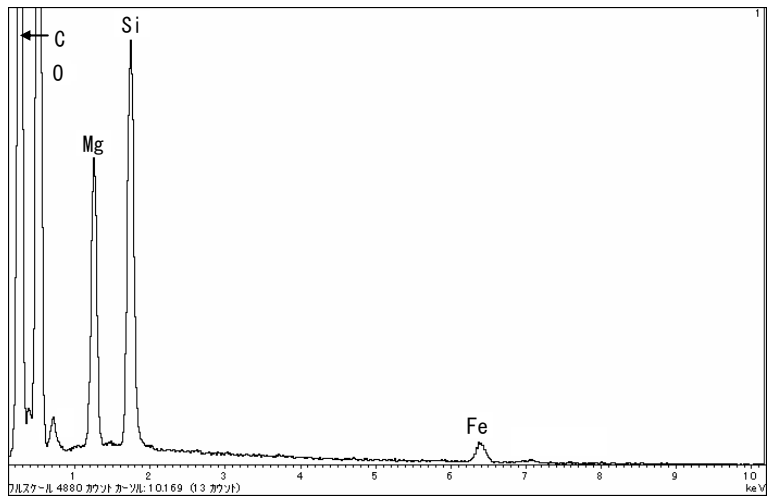
SEM 像



BSE 像

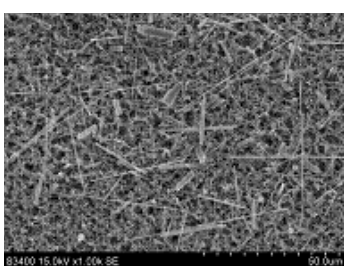


EDXスペクトル

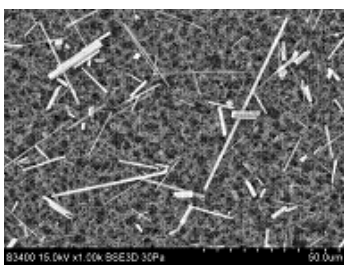


(5) トレモライト

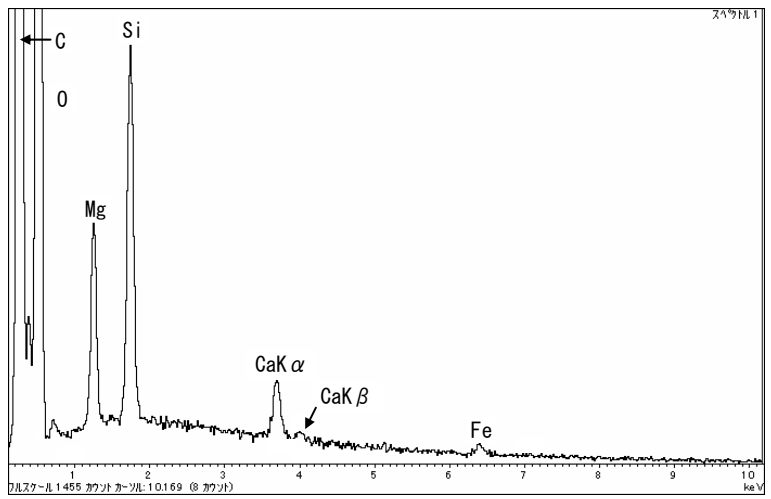
SEM 像



BSE 像

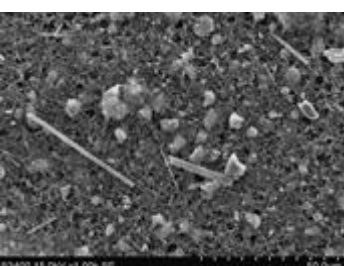


EDXスペクトル

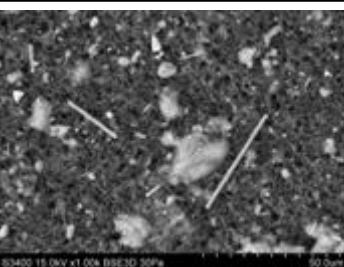


(6) アクチノライト

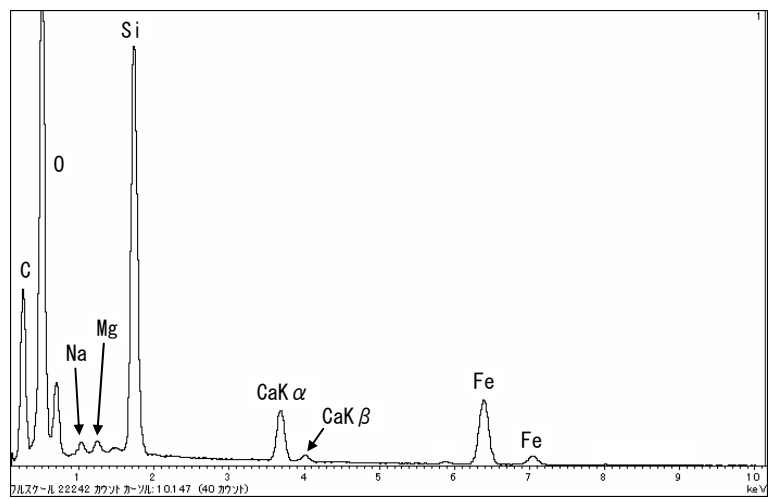
SEM 像



BSE 像

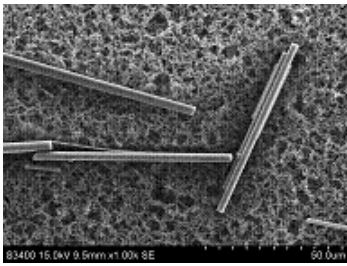


EDXスペクトル

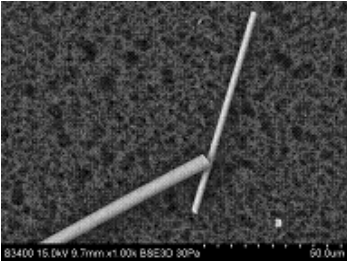


(7) ロックウール

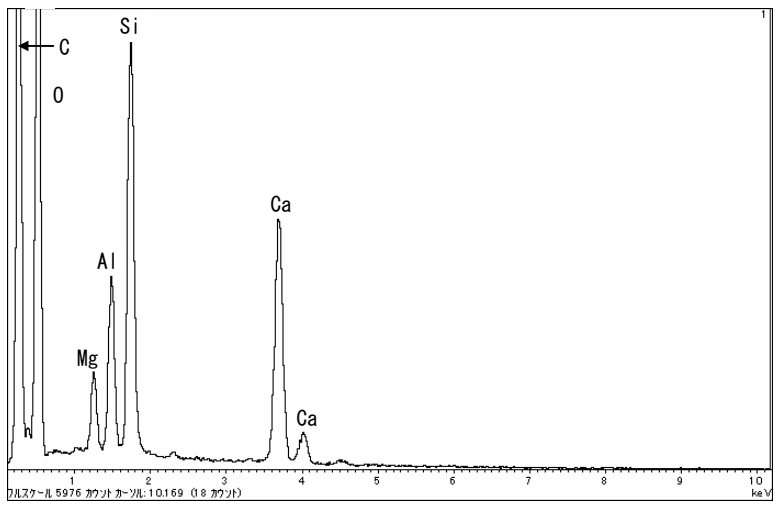
SEM 像



BSE 像

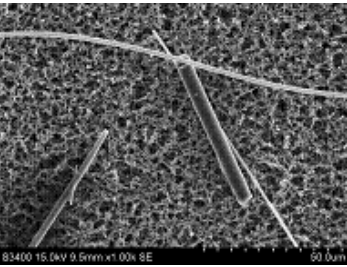


EDXスペクトル

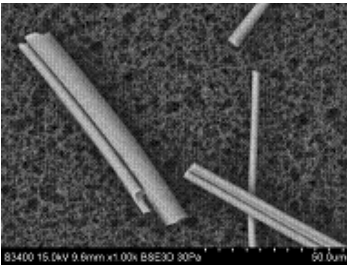


(8) グラスファイバー

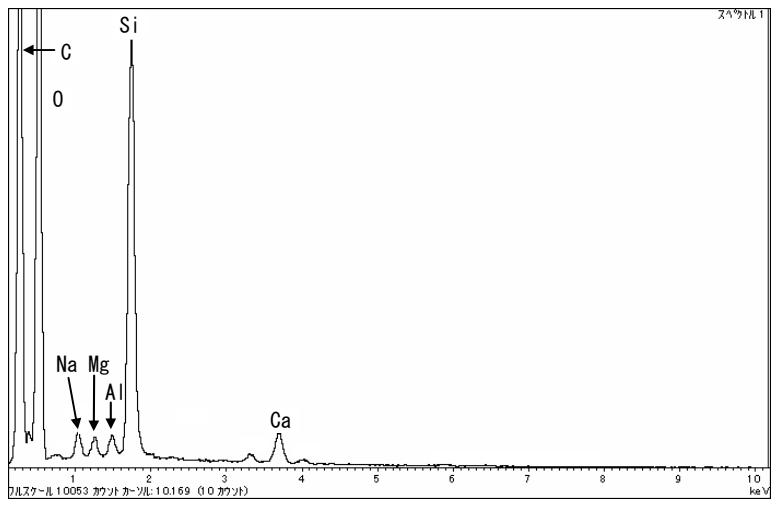
SEM 像



BSE 像

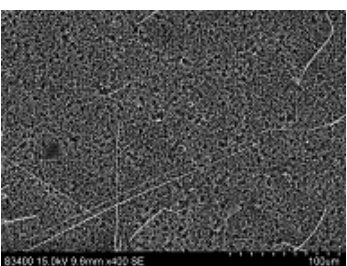


EDXスペクトル

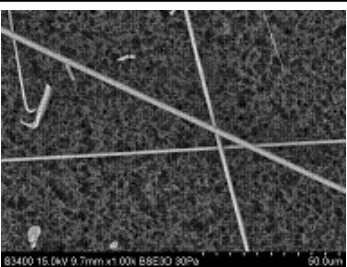


(9) セラミック

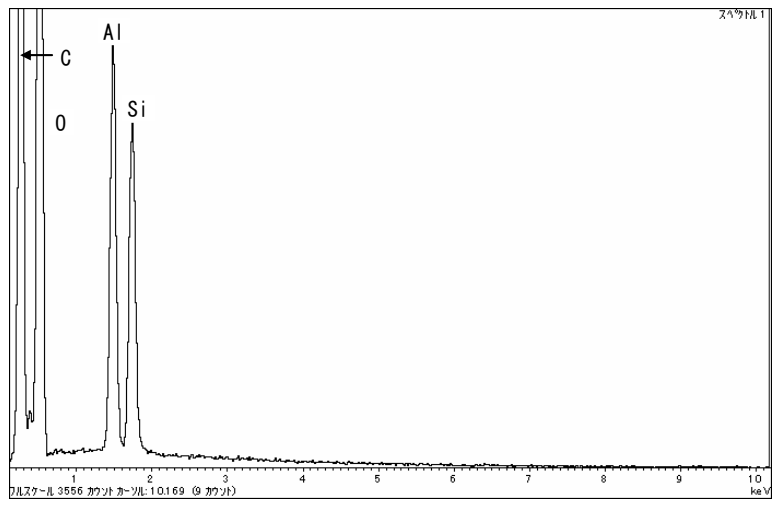
SEM 像



BSE 像

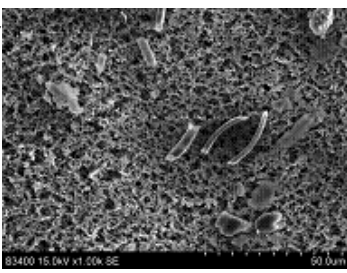


EDXスペクトル

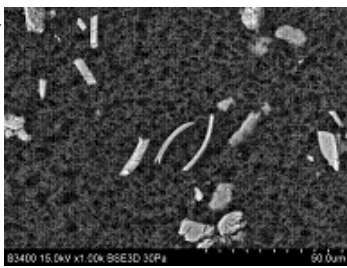


(10) 石膏 (硫酸カルシウム)

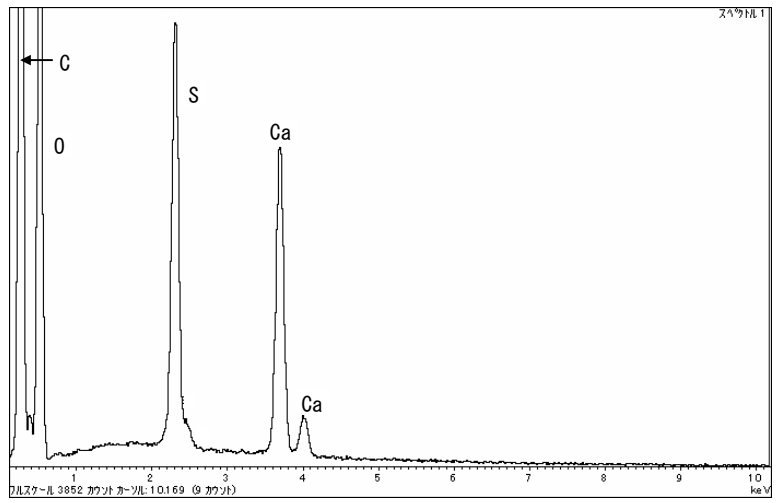
SEM 像



BSE 像

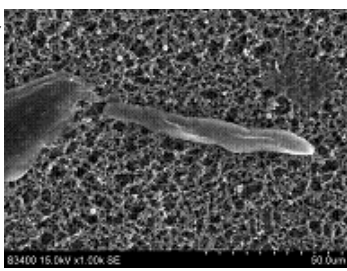


EDXスペクトル

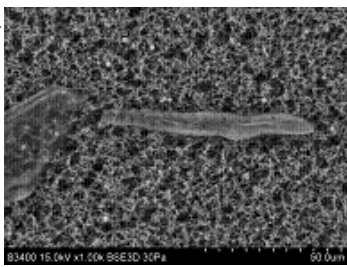


(11) パルプ

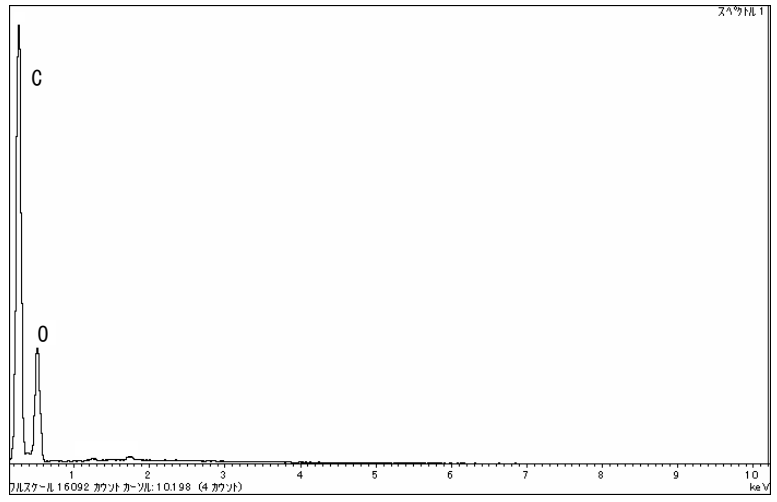
SEM 像



BSE 像

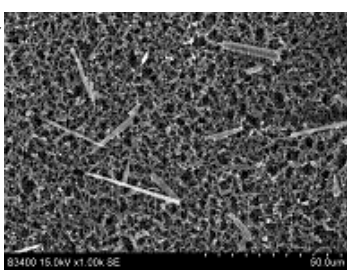


EDXスペクトル

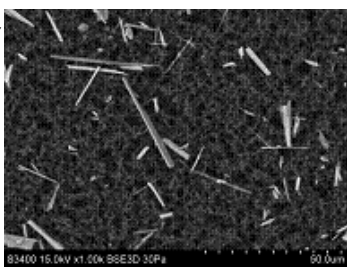


(12) ワラストナイト

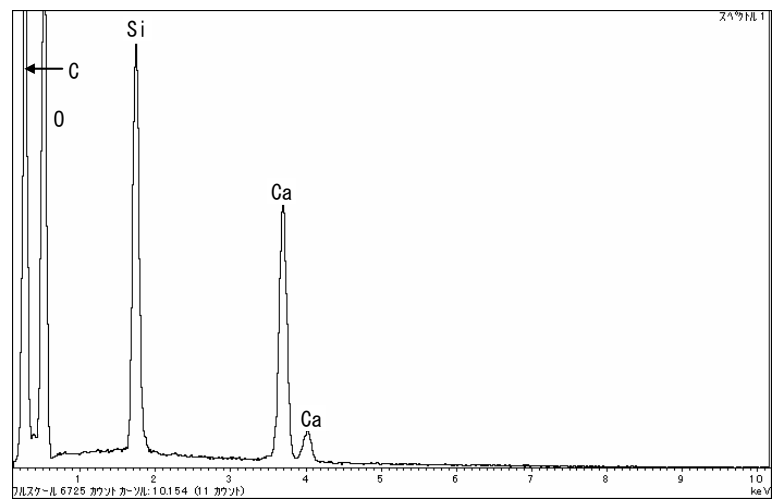
SEM 像



BSE 像

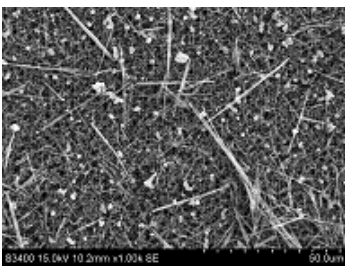


EDXスペクトル

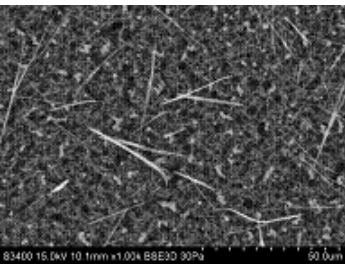


(13) 塩基性硫酸マグネシウム

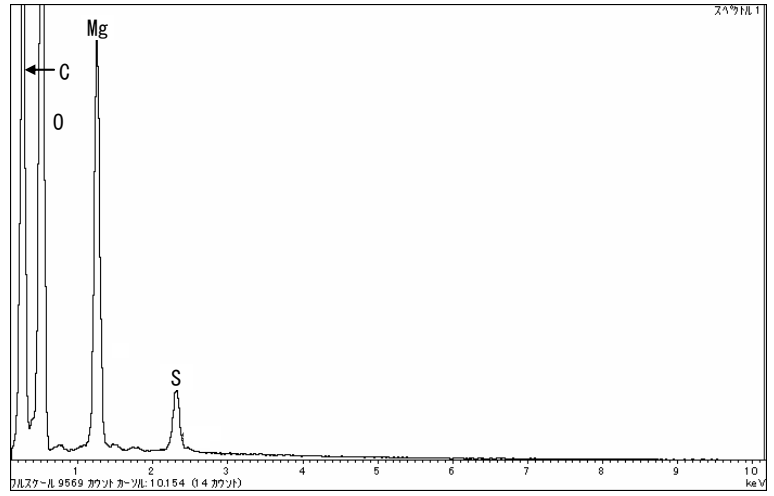
SEM 像



BSE 像

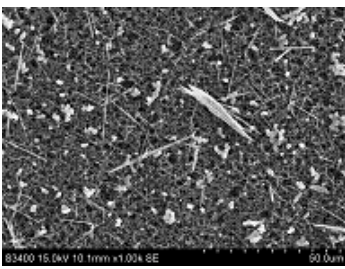


EDXスペクトル

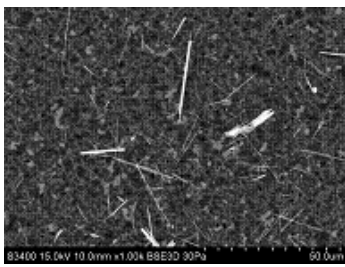


(14) チタン酸カリウム

SEM 像



BSE 像



EDXスペクトル

