

アスベストによる健康障害対策に関する緊急調査研究

建築物室内のアスベスト濃度指標の検討

報告書

平成18年3月

財団法人 日本建築センター



## 目次

1. 研究目的	1
2. 研究体制	2
3. 研究概要	4
4. アスベスト繊維数濃度測定方法の検討	5
4.1 浮遊している繊維状粒子の種類と測定方法	5
4.2 位相差顕微鏡を使用したアスベスト繊維数濃度測定方法	6
4.3 位相差・分散顕微鏡を使用したアスベスト繊維数濃度測定方法	10
4.4 電子顕微鏡を使用したアスベスト繊維数濃度測定方法	14
4.5 建築物室内におけるアスベスト繊維数濃度測定方法の検討	14
5. 建築物室内におけるアスベスト繊維数濃度測定結果	17
5.1 概要	17
5.2 サンプルング方法	24
5.3 分析方法	24
5.4 繊維数濃度の計算	25
5.5 測定結果	26
6. アスベスト繊維数濃度測定結果の分析	29
6.1 アスベスト含有建築材料の種類とアスベスト劣化程度の影響	29
6.2 繊維状粒子の計数方法による差異	31
6.3 石綿含有建材の解体時における総繊維数濃度とアスベスト繊維濃度との関係	34
6.4 その他（過去に捕集したサンプルの再分析）	35
7. 調査結果に基づくアスベスト繊維数濃度指標に係わる検討	38
8. 今後の課題に代えて	40

附属資料    アスベスト繊維濃度測定詳細データ一覧



## 1．研究目的

本研究は、文部科学省の科学技術振興調整費により実施される「アスベストによる健康障害対策に関する緊急調査研究」のうち、「建築物室内のアスベスト濃度指標の検討」について調査研究を実施したものである。

従来から、石綿を取り扱う事業場内の作業環境や、事業所等の敷地境界における石綿濃度基準は制定されているものの、住宅等の建築物室内におけるアスベスト繊維数濃度の安全レベルの基準はなく、国民の不安の解消に 대응することができていない。このため、アスベスト繊維数濃度について、室内での試料採取方法の検討と、新たなアスベスト繊維の計数方法である分散染色法の適用性を評価することにより、通常室内等の低濃度環境での測定技術を確立することを目的とする。また、各種建築物から調査対象を選定して、アスベスト含有建材別の室内アスベスト繊維数濃度を測定し、建築物室内及び建築物近傍の屋外における実態を把握することによりアスベスト繊維数濃度の指標を検討するための基礎データを蓄積する。

## 2. 研究体制

本研究を実施するために、以下に示す「アスベスト室内濃度測定委員会」及び「アスベスト濃度測定WG」を財団法人日本建築センターに設置した。委員会及びWGでは、アスベスト繊維数濃度の測定計画の立案、得られたアスベスト繊維数濃度結果の分析、及び報告書のとりまとめを行った。

なお、実際のアスベスト繊維数濃度の計測は独立行政法人建築研究所及び社団法人日本作業環境測定協会が実施した。

### アスベスト室内濃度測定委員会

委員長	鎌田 元康	東京大学大学院工学系研究科建築学専攻教授
委員	池田 耕一	国立保健医療科学院建築衛生部部長
委員	名取 雄司	中皮腫・じん肺・アスベストセンター代表
委員	本橋 健司	独立行政法人建築研究所材料・建築生産研究グループ長
委員	遊佐 秀逸	(財)ベターリビング筑波建築試験センター環境・防耐火試験部長
オブザーバー	宮浦 祐一	文部科学省大臣官房文教施設企画部施設企画課専門官
オブザーバー	武末 文男	厚生労働省労働基準局安全衛生部労働衛生課専門官
オブザーバー	江野 英夫	厚生労働健康局生活衛生課課長補佐
オブザーバー	久保 善哉	環境省水・大気環境局大気環境課課長補佐
オブザーバー	三ツ木浩剛	国土交通省大臣官房官庁営繕部計画課保全指導室課長補佐
オブザーバー	武井 利行	国土交通省住宅局住宅生産課課長補佐
オブザーバー	岩田 亮一	国土交通省住宅局住宅生産課
オブザーバー	高見 真二	国土交通省住宅局建築指導課安全技術調査官
オブザーバー	石坂 聡	国土交通省住宅局建築指導課企画専門官
オブザーバー	磯部 孝之	国土交通省住宅局建築指導課建築物防災対策室係長
オブザーバー	蓮田 進	東京都都市整備局市街地建築部建築企画課建築係長

(平成18年3月30日現在)

### アスベスト濃度測定WG

主査	本橋 健司	独立行政法人建築研究所材料・建築生産研究グループ長
委員	浅見 琢也	(社)日本石綿協会(株)エーアンドエーマテリアル)
委員	片淵 利幸	(社)公共建築協会
委員	小西 淑人	(社)日本作業環境測定協会
委員	佐藤 義昭	(社)建築業協会(株)富士工 業務推進部部長)
委員	島田 啓三	(社)建築業協会(鹿島建設(株)東京建築支店)
委員	富田 雅行	(社)日本石綿協会(ニチアス(株))
委員	外山 尚紀	中皮腫・じん肺・アスベストセンター運営委員 (特定非営利活動法人東京労働安全センター)

オブザーバー	川上 彰	独立行政法人情報通信研究機構総合企画部企画戦略室
オブザーバー	廣本 宣久	独立行政法人情報通信研究機構光情報技術グループ
オブザーバー	澤田 史武	独立行政法人情報通信研究機構知財産学連携室
オブザーバー	武井 利行	国土交通省住宅局住宅生産課課長補佐
オブザーバー	岩田 亮一	国土交通省住宅局住宅生産課
オブザーバー	高見 真二	国土交通省住宅局建築指導課安全技術調査官
オブザーバー	石坂 聡	国土交通省住宅局建築指導課企画専門官
オブザーバー	磯部 孝之	国土交通省住宅局建築指導課建築物防災対策室係長

(平成18年3月30日現在)

なお、委員会及びWGの開催は以下のとおりである。

第1回委員会	平成17年12月14日
第1回WG	平成17年12月22日
第2回WG	平成18年 2月 9日
第2回委員会	平成18年 2月13日
第3回WG	平成18年 3月 2日
第3回委員会	平成18年 3月13日
第4回WG	平成18年 3月30日

### 3．研究概要

1章で述べた研究目的にしたがって、以下の研究を実施した。

吹付けアスベスト、アスベスト含有吹付けロックウール、アスベスト含有吹付けパーライト等が施工された建築物の室内及び建築物近傍の屋外において、位相差顕微鏡による総繊維数濃度、位相差分散顕微鏡を用いた分散染色法によるクリソタイル等の特定の繊維数濃度を測定した。

得られた濃度測定データをとりまとめ、総繊維数濃度と特定の繊維数濃度との関係、吹付け材料の種類と繊維数濃度の関係、室内の繊維数濃度と屋外での繊維数濃度との関係等を検討した。

濃度測定を実施した結果を基に、建築物の室内における総繊維数濃度及びアスベスト繊維数濃度の標準的測定方法について検討した。

## 4 . アスベスト繊維数濃度測定方法の検討

### 4.1 浮遊している繊維状粒子の種類と測定方法

空気中に浮遊しているアスベストの繊維数濃度を把握するためには、その空間領域に浮遊している粉じんがアスベスト繊維のみなのか、それとも、他の繊維状粒子が含まれているのか、また、粉じんがどの程度多く存在しているのかによって、測定の方法が異なってくる。

現在、アスベスト繊維数濃度として、法的に定められている測定方法には、厚生労働省によるアスベスト製造・加工事業所において、アスベストが取り扱われている場所での測定方法(昭和51年労働省告示第46号「作業環境測定基準」と環境省によるアスベスト製造・加工事業所における敷地境界線の測定方法(平成元年環大企第490号「大気汚染防止法の一部を改正する法律の施行について」)がある。

これらの測定方法は、その空間領域に、繊維状粒子としてアスベスト繊維しかない、またはアスベスト繊維がほとんどであることが前提条件として定められている。

一方、繊維状粒子の測定方法として、JIS K 3850「空气中的繊維状粒子測定方法」のうち、JIS K 3850-1「第1部：光学顕微鏡法及び走査電子顕微鏡法」、JIS K 3850-2「第2部：直接変換 - 透過電子顕微鏡法」、JIS K 3850-3「第3部：間接変換 - 透過電子顕微鏡法」があるが、これは、空間領域に存在する繊維状粒子を測定する方法であり、特に繊維状粒子の一つであるアスベスト繊維を特定した場合の測定方法も記載されている。

建築物内、一般大気環境の場合は、その空間領域には、自然から発生してきたアスベスト繊維や事業活動によって発生してきたアスベスト繊維、鉱物繊維、無機繊維、有機繊維や一般家庭等の活動から発生してきた有機繊維等が混在している。これらのことを踏まえた上で、アスベスト繊維数濃度測定方法を検討する必要があるが、測定は何の目的で行うかによって、サンプリング方法(試料採取方法)、分析方法が異なってくる。

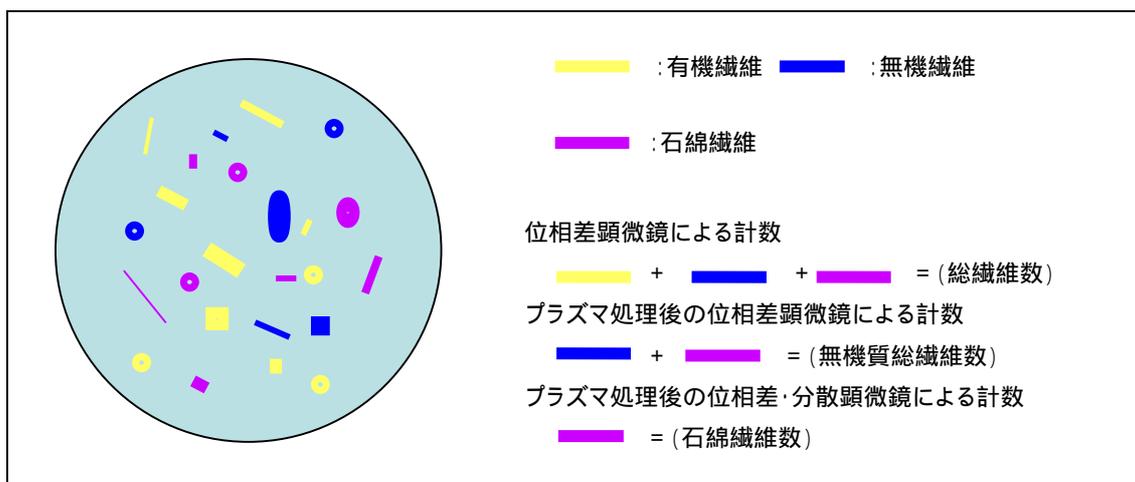


図 4.1 フィルタに捕集された繊維状粒子と測定対象繊維の区分

図 4.1 にはメンブランフィルタ上に捕集された各種繊維状粒子の概念図を示す。重要なことは、計数方法によって測定対象となる繊維状粒子の種類が異なることである。本研究では、計測した繊維数濃度を「総繊維数濃度」、「無機質総繊維数濃度」、「クリソタイル繊維数濃度」等に区分して示している。

今回の検討はアスベスト繊維に関する測定であるが、このアスベストは繊維形態に特長があるため、分析は、繊維形態が判別できる方法でなければならない。繊維形態がわかる分析機器は、顕微鏡しかなく、この顕微鏡には、光学顕微鏡と電子顕微鏡がある。

したがって、分析は顕微鏡を使用した方法に限定される。顕微鏡で観察できるようにするためには、採取したサンプルを透明化等の処理をする必要があり、また、採取するフィルタは、透明化等ができるものを使用しなければならず、かつ、フィルタなどに採取されたものに粉じんが多い場合には、顕微鏡による観察は困難になる。以上のような制約からサンプリング方法も限定されてくる。

これらのことを念頭においた上で、顕微鏡の種類による測定方法を以下に説明する。

#### 4.2 位相差顕微鏡を使用したアスベスト繊維数濃度測定方法

この方法は、アスベストを取り扱っている職場で、作業者がどの程度アスベストにばく露し、それによる健康影響がどうかを把握するために、英国で最初に用いられた。その後、この英国における測定方法に基づき、ILO(国際労働機関)、WHO(国際保健機関)で推奨する方法にも採用され、日本でも、アスベストを取り扱っている職場の作業環境を把握するために用いられている。また、アスベストを取り扱っている職場から発生したアスベストは工場敷地境界線にも浮遊している可能性があるため、この確認にも、この方法が使用されている。

この方法は、前述したように、繊維状粒子のほとんどがアスベストであることが前提となっている。

この方法の概要は次のとおり。

##### (1)サンプリング方法

0.8 $\mu$ m のメンブランフィルタに所定の空気量を通過させて、アスベストを捕集する。この時の留意点は次のとおりである。

所定の空気量を捕集する際、人間の呼吸量を勘案して、フィルタを通過する速度(4~5cm/sec)を限定する。労働者のアスベストによるばく露状態を把握する場合は、労働者の襟元に吸引口を設け、原則として、8時間サンプリングをすることになる(諸外国における個人ばく露測定)。

労働者が働いている場所の作業環境状態を把握する場合は、単位作業場所を設定して、その空間を代表するポイント(測定点)でサンプリングを行うが、空間的、時間的なバラツキを考慮して、その単位作業場所内でのサンプリング開始から終了までは一時間以上かけ

て行う必要がある(厚生労働省による定められた作業環境測定)。顕微鏡での観察のため、粉じんが多い場所での吸引時間には考慮する必要がある。

## (2)標本の作製

アスベストを捕集したフィルタは、顕微鏡観察のため、透明化処理を行う。この透明化処理は、英国で行われた当初は、トリアセチンを用いた透明化処理方法であったが、フィルタが伸びるなどの問題があり、その後、米国で開発されたフタル酸ジメチル - シュウ酸ジエチル法に変化した。この透明化方法も、この液の調整後、直に使用すればよかったが、しばらくおいて使用するとアスベストラシキ針状結晶が析出し、アスベスト観察に多大な誤差を生ずるために、次第に使用されなくなった。現在、国内的にも、国際的にも使用されている透明化方法は、アセトン - トリアセチン法であり、この透明化方法は永久保存にも適している。

## (3)位相差顕微鏡によるアスベスト繊維の計数

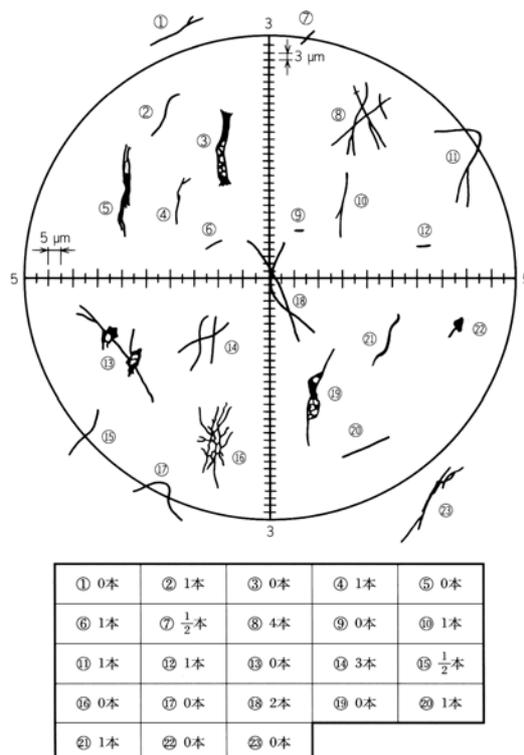


図 4.2 繊維状粒子の数の判定

前述(2)で作製した標本の屈折率は、アスベストのひとつであるクリソタイルの屈折率と比較的近いため、通常の生物顕微鏡では、クリソタイルがあっても非常に見えにくく、それを見えやすくするために、位相差顕微鏡が使用される。

この位相差顕微鏡によるアスベスト繊維の計数は次のとおり。

使用する位相差顕微鏡は、対物レンズ 40 倍、接眼レンズ 10 倍以上で総合倍率 400 倍以上のものを使用することになっている(欧米も同様)。

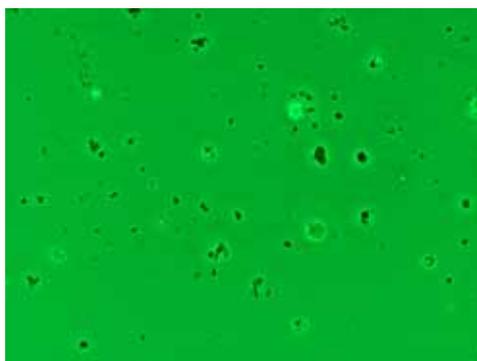
計数するアスベストは、繊維径が  $3\mu\text{m}$  未満、アスペクト比(長さ/径)3 以上、長さ  $5\mu\text{m}$  以上の繊維を「アスベスト繊維」とみなして計数する(欧米も同様)。

計数視野直径は  $300\mu\text{m}$  で、標本上に多くの繊維がある場合は計数視野直径を  $100\mu\text{m}$  とする(欧米では、8 時間の試料採取のため、計数視野直径は  $100\mu\text{m}$ )。

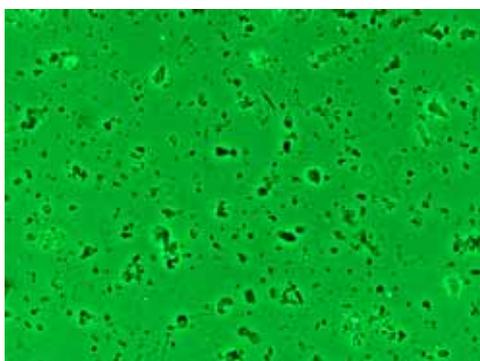
計数条件は、50 視野またはアスベスト繊維数が 200 本以上まで計数を行う(欧米は、100 視野または 100 本)。

計数視野内での取り扱いは例えば視野直径を横切っているような繊維は計数しないとか、 $3\mu\text{m}$  以上の粒子が付着している繊維は計数しないなどの図 4.2 に示すルールが定められており、このルールは国内も、国際的にも同じである。

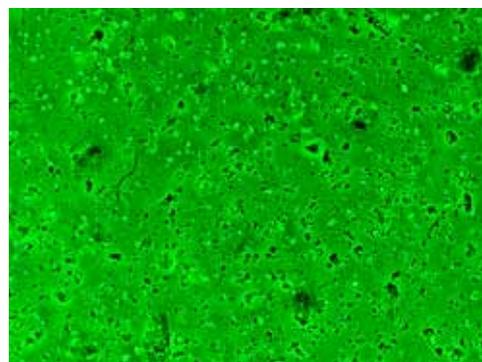
なお、図 4.3 に位相差顕微鏡で観察する場合の試料の状態(観察倍率 400 倍)を示す。吸引時間が長くなり、フィルタ上に粉じんが過度に捕集された場合は、繊維状粒子の計数が困難になることに注意が必要である。



理想的な試料



採じん量がやや多い試料



分析が困難な試料

図 4.3 位相差顕微鏡像から見た試料の状態

(4)アスベスト繊維数濃度の算出

この方法は前述したように、アスベストを取り扱っている職場での測定方法なので、浮遊している繊維をすべてアスベストとみなすため、得られた結果はアスベスト繊維数濃度として表すことができる。

$$C_F = \frac{A \times (N - N_b)}{a \times n \times Q}$$

ただし、CF: 繊維数濃度 (f/L 又は f/cm<sup>3</sup>)  
 A: フィルタ有効面積 (mm<sup>2</sup>)  
 N: 計数繊維総数 (f)  
 Nb: ブランクの値 (f)  
 a: 顕微鏡視野の面積 (mm<sup>2</sup>)  
 n: 計数視野数  
 Q: 吸引空気量 (L 又は cm<sup>3</sup>)

(5)本測定方法での留意事項

本測定方法で行う場合は、次の点に留意する必要がある。

計測に使用するフィルタは、アスベストらしき有機繊維（フィルタの抜きかす）が付着する可能性があるため、品質管理が行われている日本ミリポア社製のものとする。顕微鏡観察者は、図 4.4 に示す HSE/NPL テストスライドのグループ 5 以上（0.44 μm）観察できるものとする。

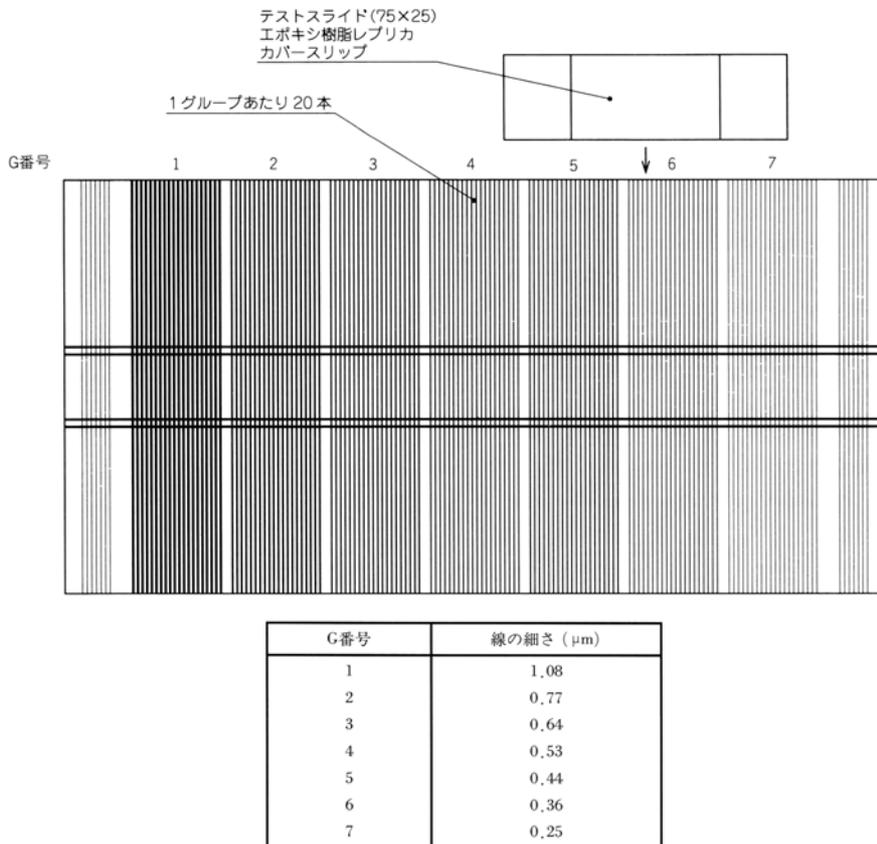


図 4.4 HSR/NPL テストスライド

#### 4.3 位相差・分散顕微鏡を使用したアスベスト繊維数濃度測定方法

位相差・分散顕微鏡は、アスベストの屈折率を利用して、製品中にアスベストがあるか否かの特定にオーストラリア、米国で使用されていたが、対物レンズが10倍のものしかなく、前述した位相差顕微鏡の総合倍率400倍のものなかったため、浮遊中のアスベスト繊維数濃度測定に使用されてこなかった。最近、国内で、対物レンズが40倍のものが開発され、この位相差・分散顕微鏡を用いて、製品中のアスベスト繊維の有無の判定に使用されるようになってきた。このため、アスベストを扱っている職場以外の場所で、確実にアスベスト繊維数濃度のみを把握したい場合は、位相差顕微鏡を使用した条件とまったく同じ条件でアスベストのみを計ることが可能になった。

この方法の概要は次のとおり。

なお、諸外国では、アスベスト以外の繊維状粒子が存在していると考えられる場合は、アスベストの特定のために、4.4の電子顕微鏡を使用してアスベスト繊維数濃度測定を行っているが、国内開発品である対物レンズ40倍の位相差・分散顕微鏡が認知されることにより、諸外国でもこの方法が普及していくものと思われる。

##### (1) サンプルング方法

前述の位相差顕微鏡を使用したアスベスト繊維数濃度測定方法と同様に粉じんが多い場所での吸引時間には、考慮する必要があるが、基本的には位相差顕微鏡を使用したアスベスト繊維数濃度のサンプルング方法と同じである。

##### (2) 標本の作製

この方法は、アスベストと同じ屈折率を持つ浸液を滴下しアスベストを計数する方法であるので、屈折率に影響を与えるフィルタを消失する必要がある。そのため、標本作製は、位相差顕微鏡を使用した方法と異なり、アスベスト等を捕集したフィルタを固定化した上で、低温灰化装置で灰化して、目的にあったアスベストと同様な屈折率をもつ浸液を滴下して標本作製する。なお、低温灰化することにより、フィルタと共に有機質繊維も消失する。

分散染色法では、検出する繊維状粒子の種類に応じた浸液を滴下する必要があり、そのために複数の試料を必要とするが、図4.5～図4.10に示すようにメンブランフィルタを分割することで対応可能である。また、図4.11は分散染色法の原理を解説している。

##### (3) 位相差・分散顕微鏡によるアスベスト繊維の計数

基本的には前述した位相差顕微鏡を使用した測定方法と同じであるが、アスベストか否かは表4.1に示す分散色を呈するものにより判定する。なお、位相差・分散顕微鏡を使用することにより、アスベスト繊維と無機質繊維を分けて計数できるため、アスベスト繊維数濃度と無機質総繊維数濃度を算出することができる。

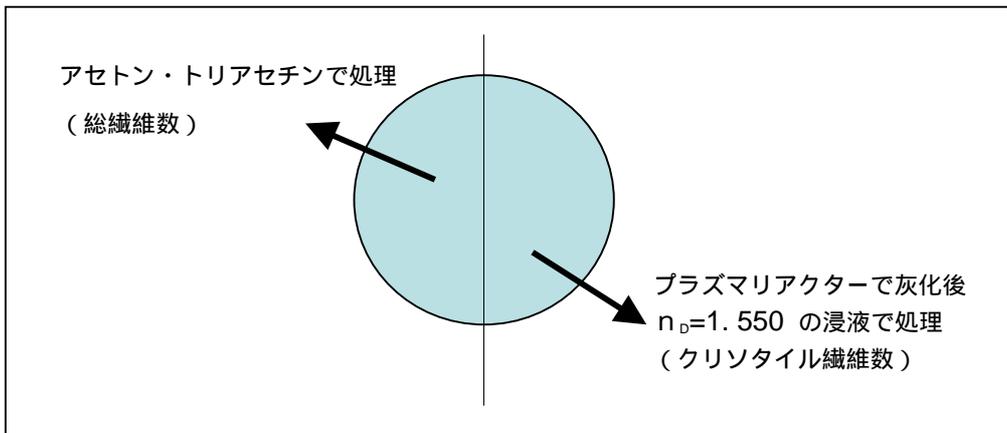


図 4.5 フィルタを 2 分割した場合の分析例

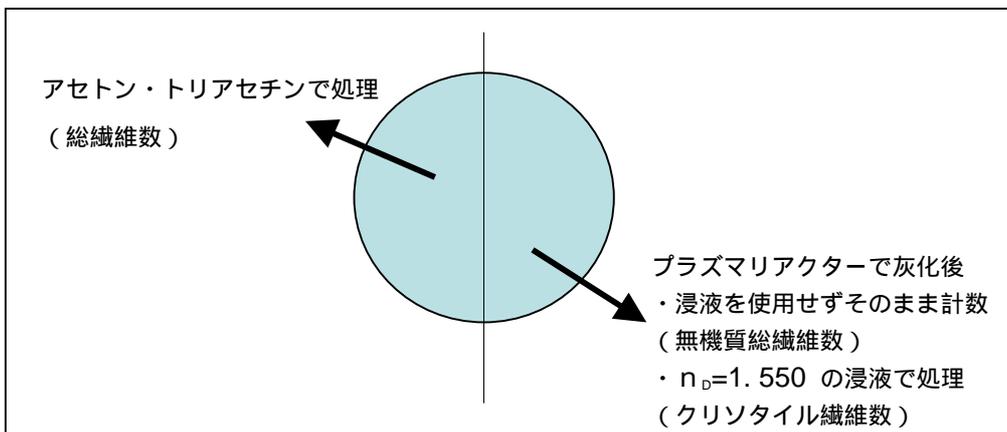


図 4.6 フィルタを 2 分割した場合の分析例

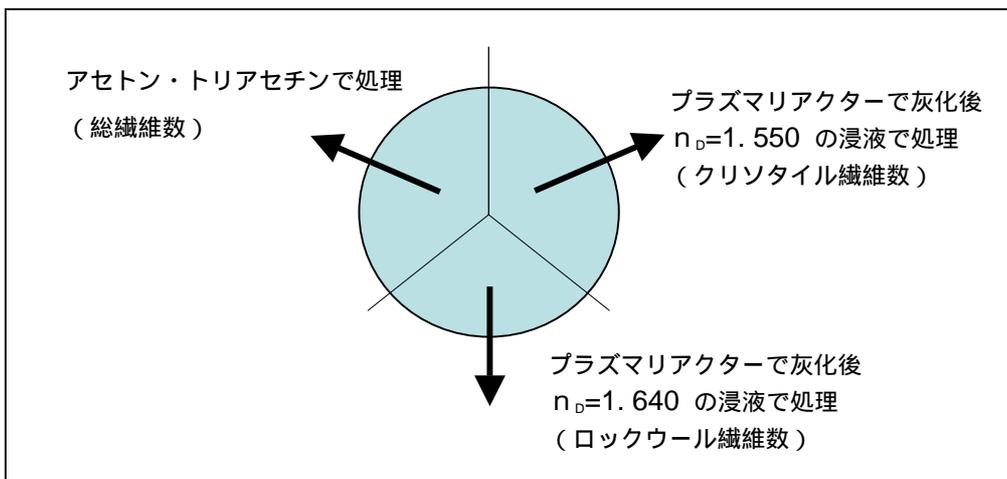


図 4.7 フィルタを 3 分割した場合の分析例

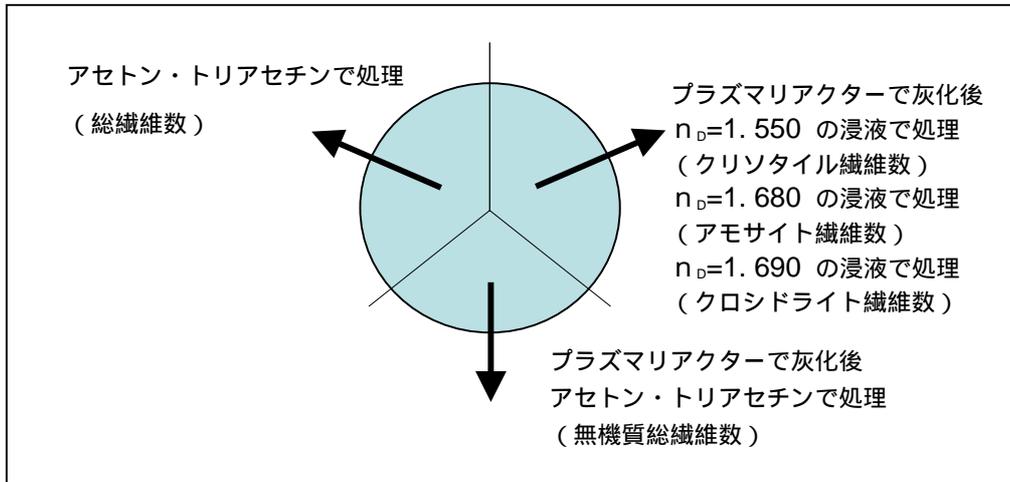


図 4.8 フィルタを 3 分割した場合の分析例

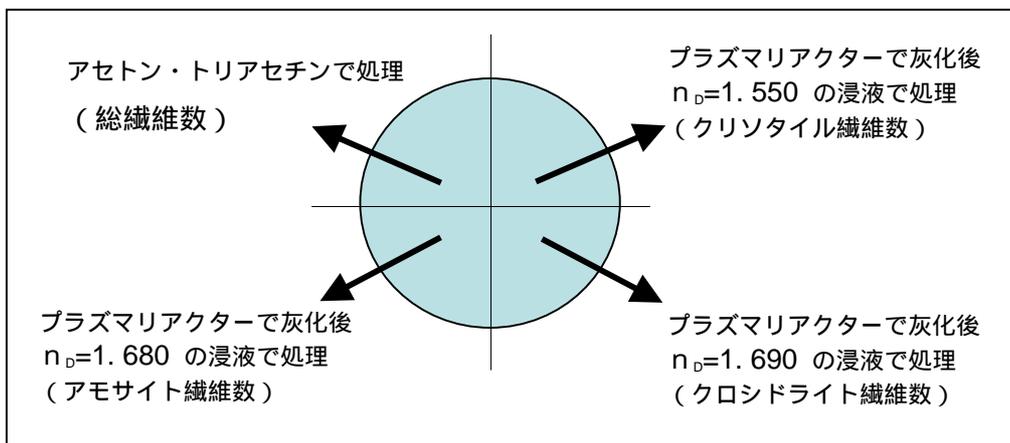


図 4.9 フィルタを 4 分割した場合の分析例

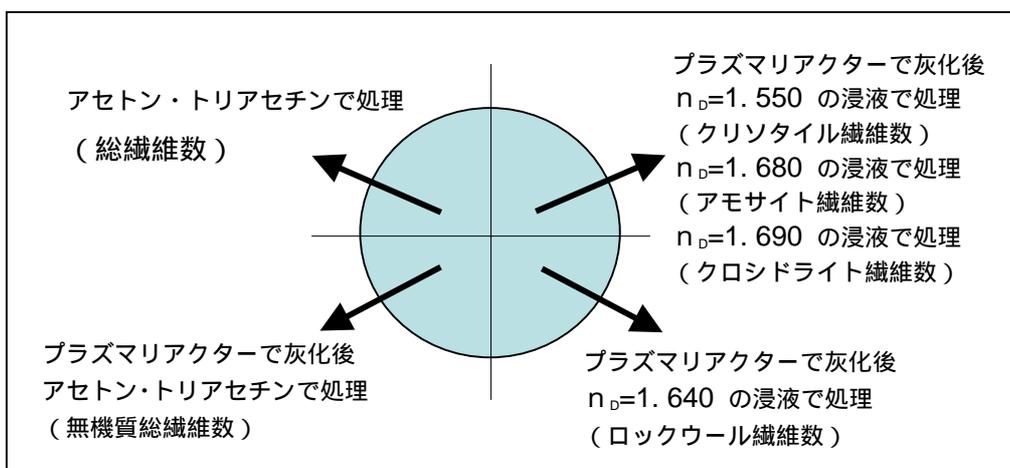


図 4.10 フィルタを 4 分割した場合の分析例

【解説】分散染色法は、試料が適当な浸液に浸されているような液浸物体を観察対象とすると、光の波長による物体の屈折率の変化即ち分散が起こるという現象を利用して、試料中の粒子を光学的に着色させて目的の繊維状粒子を識別する方法で、試料と浸液の屈折率が合致した波長（色）だけが観察している顕微鏡の光源の色（白色光）から取り除かれて、残った波長の光学的総和としてスペクトル合成色として観察される。

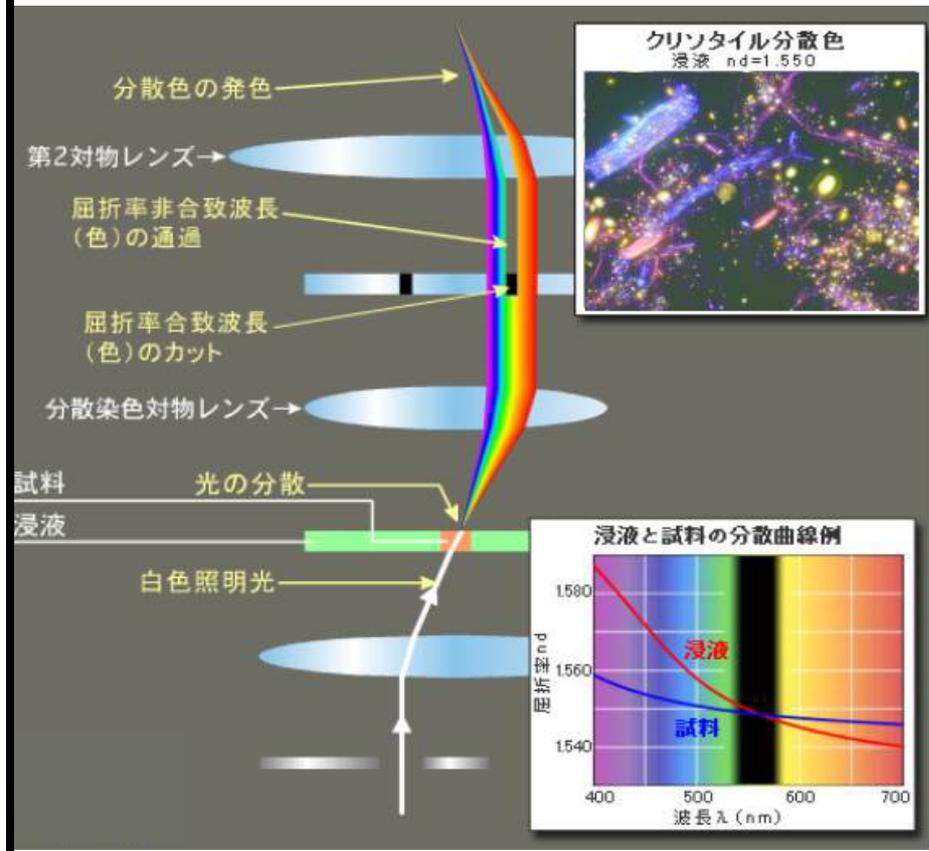


図 4.11 分散染色法の原理

(株)ニコン ホームページから引用 <http://www.nikon.co.jp/main/jpn/profile/about/technology/field/2005/asbestos.htm>

表 4.1 アスベストの種類に応じた分散色

アスベストの種類	浸液の屈折率 $n_D25$	分散色
クリソタイル	1.550	赤紫色～青色
アモサイト	1.680	桃色
	1.700	青色
クロシドライト	1.680	橙色
	1.700	青色
アンソフィライト	1.605	橙色
アクチノライト	1.640	青色
トレモライト	1.605	橙色
	1.640	青色

#### (4)アスベスト繊維数濃度の算出

位相差顕微鏡を使用した方法と同じ。

#### (5)本測定方法での留意事項

本測定方法で行う場合は、次の点に留意する必要がある。

低温灰化装置による低温灰化は、スライドガラスに付着した粉じんが減圧により飛散し、測定結果に相当な誤差を与える可能性があるため、十分な時間をかけて行うこと。また、低温灰化後に、残渣が多く残る試料の場合は、測定結果に誤差を与える可能性があるため、なるべく使用しないこと。

表 4.1 に示す屈折率をもつ浸液の他、 $n_D^{25}$  1.690 をもつ浸液も準備した方がよい。浸液は温度により屈折率が変化するので、25℃ に保ったものを使用すること。

アスベストの種類に応じた分散色によりアスベスト繊維であるか否かを判断するので、分散色の判別が行えることが基本である。この判別を確実にを行うためには、既知のアスベスト繊維を用いた標準試料を作製し、定期的に分散色の確認を行うことが有効である。

#### 4.4 電子顕微鏡を使用したアスベスト繊維数濃度測定方法

本方法はアスベストを含んだ繊維状粒子からアスベストを特定するために、諸外国で多く用いられているものである。走査型電子顕微鏡による方法は、繊維形態と繊維の化学成分からアスベストか否かを判定する方法であり、透過型電子顕微鏡による方法は、繊維形態とアスベスト特有の電子線回折からアスベストか否かを判定する方法である。

この電子顕微鏡を使用する場合は、次の点に留意する必要がある。

アスベストによる健康影響に係わる疫学データは、光学顕微鏡すなわち位相差顕微鏡を使用したアスベスト繊維数濃度測定(過去にはミゼットインピンジャーによる個数濃度測定)結果に基づくものであり、電子顕微鏡で観察される微細なアスベスト繊維まで計数していないので、電子顕微鏡を使用する場合は、前述の位相差顕微鏡の観察条件と同様にする必要はある。

標本の作製は、前述位相差・分散顕微鏡を使用した方法での標本の作製でもよいし、アスベストなどを捕集したフィルタを金蒸着して標本を作製してもよい。

電子顕微鏡を使用する場合は、通常 2000 倍程度でみるが多いため、分析精度などを考えると、吸引空気量は最低でも、600L 以上必要である。

#### 4.5 建築物室内におけるアスベスト繊維数濃度測定方法の検討

建築物室内のアスベスト繊維数濃度測定方法の検討にあたっては、前述した各種アスベスト繊維数濃度測定方法を考慮することが必要である。

## (1)建築物室内の状況

建築物室内の空間には、吹付けアスベストを施工しているか否かにかかわらず、粉じん、アスベスト、他の無機繊維、有機繊維(繊維形態を有するハウスダスト)が浮遊している可能性がある。吹付けアスベストなどが施工されており、それが劣化しておれば、空間領域には、アスベストが多く存在するであろう。また、吹付けアスベストではなく、吹付けロックウールが施工されており、それが劣化していれば、繊維形態をしたロックウールが多く存在することになる。更に、一般環境に含まれている粉じん、繊維等が空調から建築物室内に供給されていけば、それらの存在が確認されることになる。

このように、建築物室内の状況により、その空間領域に存在する繊維状粒子の構成が異なることに十分留意することが、建築物室内のアスベスト繊維数濃度測定方法を検討するのに重要である。

## (2)サンプリング方法

サンプリング方法は、最終的に分析する方法により異なってくるが、更に考慮すべき点は、建築物室内といえども、常に濃度が変動している点である。この濃度変動によるバラツキを少なくするために、一定の時間が必要であるが、採取時間を長くすると、採取するフィルタに目的とする例えばアスベスト以外の粉じんも多く捕集することになり、分析方法に影響を与えることになる。作業環境においては、このような濃度変動によるバラツキを少なくするために、最低でも、その空間領域における試料採取は、一時間以上としている。また、一般環境においては、この変動によるバラツキと電子顕微鏡による観察(観察倍率が高いため、繊維密度を濃くする必要もある)も考慮して、4時間としている。室内においては、作業環境と一般環境ほどの濃度変動はないと考えられるが、他の粉じんの影響を考慮して、最低2時間以上が必要と思われる。

また、サンプリング時の室内空気のかく乱状況も測定結果に大きな影響を与える。すなわち、室内空気がかく乱状態にあれば浮遊粉じんも多いと考えられる。基本的には、室内が通常状態にある場合のサンプリングが妥当と考えられる。また、屋外の影響を遮断し、室内空気の状態を測定するためには、開口部等は閉鎖した状態とすることが必要である。

また、吸引流量は、人間の呼吸速度を考慮すると、1~3L/min程度が望ましいが、定量下限なども視野にいれると、捕集するフィルタの径が25mmの場合は5L/min、47mmの場合は10L/minが妥当と考える。

また、建築物室内の試料採取位置と測定点数は、室内の環境状態を代表する位置が望ましく、測定点も5点以上必要と考えられるが、ビル管理法などでは室内中央で1点と定められているので、これと濃度変動によるバラツキを考慮すると、室内中央で最低2回試料を採取することが望ましい。

また、屋外における濃度との比較を実施するためには、屋外での測定が別途必要である。この場合の測定方法としては、環境省によるアスベスト製造・加工事業所における敷地境

界線の測定方法（平成元年環大企第 490 号「大気汚染防止法の一部を改正する法律の施行について」）が参考となる。しかし、吸引時間やサンプリング条件が室内の場合と必ずしも一致していない。また、屋外環境での総繊維数濃度は変動も大きいと考えられる。

屋外の一般環境中における総繊維数濃度に関しては環境省等が蓄積したデータがあり、それらのデータと比較して判断することも現実的な方法であろう。

### (3)分析方法

前述したように、アスベストを取り扱っている場合は、位相差顕微鏡を使用した方法でよいが、それ以外の繊維状粒子が存在する場合は、位相差・分散顕微鏡または電子顕微鏡を使用した方法がアスベスト繊維数濃度測定としてベターであり、建築物室内の場合は、これらの方法で行う方がより正確である。しかし、顕微鏡による計数に至る前の前処理(低温灰化装置の導入による費用)や測定体制の整備状況等を考慮すると、位相差顕微鏡を使用する方法も視野に入れる必要がある。

この位相差顕微鏡を使用する方法を建築物室内の測定方法に採用する場合は、次の点に留意する必要がある。

得られた測定結果はアスベスト繊維数濃度ではなく、建築物室内の総繊維数濃度を示している。

得られた測定結果が定量下限未満であれば問題がないが、数値がでた場合で、かつ環境省が発表している一般環境中の濃度と比べて、数倍以上の場合は、この濃度がアスベストによるものか、それとも他の繊維状粒子によるものかを判定する必要がある。この場合に、位相差・分散顕微鏡または電子顕微鏡による方法を採用することができる。

## 5. 建築物室内におけるアスベスト繊維数濃度測定結果

### 5.1 概要

建築物室内におけるアスベスト繊維数濃度測定は、天井や壁に石綿が使用されている物件と石綿が使用されていない物件を調査し、これらの建築物室内の各種繊維数濃度を測定することとした。分析方法は、石綿が含まれている物件は、石綿の種類に応じた石綿繊維数濃度測定と総繊維数濃度測定を実施した。また、一部の現場では、人造鉱物繊維（ロックウール及びセラミックファイバー）を使用していた物件があったため、人造鉱物繊維数濃度測定も実施した。各現場では、外気の繊維数濃度測定も併せて実施した。また、現場の概要を表5.1～表5.2に、石綿含有吹付け材の保全状態を写真5.1～写真5.16に示した。

表 5.1 岡山県で実施した測定現場の概要一覧

物件	使用部位	建築年度	使用部位	保全状態 * 1	建材の種類	石綿の種類* 2	石綿含有率(%) * 2
1	階段	昭和 41 年	天井	安定	ひる石（吹付け）	クリソイル	1%超
2	図書館	昭和 43 年	天井	安定	ひる石（吹付け）	クリソイル	1%超
3	浄化槽 機械室	昭和 49 年	壁 天井	安定	吹付け石綿	クリソイル	1%超
4	音楽室	昭和 46 年	天井	安定	ひる石（吹付け）	クリソイル	1%超
5	音楽室	昭和 48 年	天井	安定 剥離跡有	ひる石（吹付け）	クリソイル	1%超
6	便所	昭和 43 年	天井	安定 剥離跡有	ひる石（吹付け）	クリソイル	1%超
7	放送室	昭和 49 年	天井	安定 剥離跡有	ひる石（吹付け）	クリソイル	1%超
	音楽室	昭和 49 年	天井	安定 剥離跡有	ひる石（吹付け）	クリソイル	1%超
8	遊戯室	昭和 51 年	天井	安定 剥離跡有	ひる石（吹付け）	クリソイル	1%超

\* 1：粉じんサンプリング時に目視観察により判定した。

\* 2：石綿の種類及び石綿の含有率は、本研究で分析した結果ではない。調査対象とした建築物の所有者・管理者等が事前に専門分析機関に依頼して調査した結果をそのまま示している。



写真 5.1 物件 1 階段の天井



写真 5.2 物件 2 図書館の天井



写真 5.3 物件 3 浄化槽機械設備室



写真 5.4 物件 4 音楽室の天井

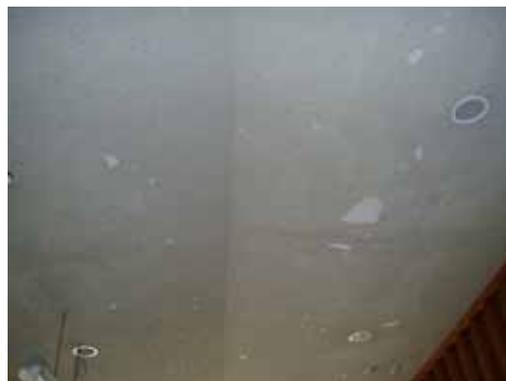


写真 5.5 物件 5 音楽室の天井



写真 5.6 物件 6 便所の天井



写真 5.7 物件 7 放送室の天井



写真 5.8 物件 7 音楽室の天井



写真 5.9 物件 8 遊戯室の天井

表 5.2 茨城県で実施した測定現場の概要一覧

物件	対象部位 使用部位	建築年度	使用 部位	保全状態* <sup>1</sup>	建材の 種類	石綿の 種類* <sup>2</sup>	石綿含 有率(%) * <sup>2</sup>
9 体育館	天井	昭和56年	天井	安 定	屋根用 断熱材	クリタイル	35
10 階段	天井	昭和53年	天井	安 定	パ-ライト 吹付け	クリタイル	3
11 油圧機械室	天井	昭和53年	壁	安 定 (剥離跡有)	吹付け ロックウ-ル	クリタイル アサイト	2 2
12 ファンルーム	天井	昭和53年	壁	安 定 (剥離跡有)	吹付け ロックウ-ル	クリタイル アサイト	2 2
13 試験室	天井	昭和51年				無し	
14 工具室	天井	昭和51年				無し	
15 耐火棟	天井	昭和53年				無し	
16 事務室	天井	昭和53年				無し	

\* 1 : 粉じんサンプリング時に目視観察により判定した。

\* 2 : 石綿の種類及び石綿の含有率は、本研究で分析した結果ではない。調査対象とした建築物の所有者・管理者等が事前に専門分析機関に依頼して調査した結果をそのまま示している。



写真 5.10 物件 9 体育館の天井



写真 5.11 物件 10 階段の天井



写真 5.12 物件 10 階段の天井



写真 5.13 物件 11 油圧機械室の壁



写真 5.14 物件 11 油圧機械室の壁



写真 5.15 物件 12 ファンルームの壁



写真 5.16 12 ファンルームの壁

## 5.2 サンプルング方法

25mm、ポアサイズ 0.8  $\mu$ m のセルローズエステルの白色メンブランフィルタ（ミリポア社製）をろ過材として、カウル付オープンフェイスホルダーに充填し、5L/min の吸引速度で連続した 2 時間から 4 時間のサンプルングを実施した。

なお、表 5.1 の全ての測定現場及び表 5.2 に示した 16 事務室以外の測定現場におけるサンプルング時には、測定関係者以外は立ち入っておらず、室内空気が静穏な状態でサンプルングが実施された。ただし、表 5.2 に示した 16 事務室では通常の事務作業が行われている条件の下でサンプルングを実施した。

## 5.3 分析方法

### 5.3.1 総繊維数濃度、無機質総繊維数濃度、石綿繊維数濃度の分析

総繊維数濃度、無機質総繊維数濃度、石綿繊維数濃度の分析は、次の方法により実施した。

#### (1) 総繊維数濃度

総繊維数濃度の分析は、白色メンブランフィルタの採じん面を上にして、スライドガラスに載せ、アセトン蒸気発生装置によりアセトン蒸気で透明化した。その後、トリアセチンで固定して 40 倍の対物レンズを装着した位相差顕微鏡 Nikon ECLIPSE E800 を使用して総合倍率 400 倍で計数分析を実施した。

分析条件は、フィルタの有効径は直径 22mm、計数視野の直径は 0.3mm、計数した視野数は 50 である。

#### (2) 無機質総繊維数濃度（プラズマリアクターによる灰化処理済み）

無機質総繊維数濃度の分析は、白色メンブランフィルタの採じん面を下にし、スライドガラスに載せ、アセトン蒸気発生装置によりアセトン蒸気で固定化し、プラズマリアクター（PR-31）を使用して、低温灰化処理を行った（設定条件は、出力電力は 200W、反射電力は 8W 以下、酸素流量を 70ml/min とし、24 時間とした）。

低温灰化処理が終了した試料をトリアセチンで固定して 40 倍の対物レンズを装着した位相差顕微鏡 Nikon ECLIPSE E800 を使用して総合倍率 400 倍で計数分析を実施した。

分析条件は、フィルタの有効径は直径 22mm、計数視野の直径は 0.3mm、計数した視野数は 50 である。

#### (3) 石綿繊維数濃度

石綿繊維数濃度の分析は、白色メンブランフィルタの採じん面を下にし、スライドガラスに載せ、アセトン蒸気発生装置によりアセトン蒸気で固定し、プラズマリ

アクター（PR-31）を使用して、低温灰化処理を行った（設定条件は、出力電力は200W、反射電力は8W以下、酸素流量を70ml/minとし、4時間以上とした）。

低温灰化処理が終了した試料については、クリソタイルは、屈折率 $n_D = 1.550$ の浸液、アモサイトは、屈折率 $n_D = 1.680$ の浸液を滴下して40倍の分散対物レンズを装着した位相差顕微鏡 Nikon ECLIPSE E800 を使用して総合倍率400倍で計数分析を実施した。

分析条件は、フィルタの有効径は直径22mm、計数視野の直径は0.3mm、計数した視野数は50である。

#### (4) その他の繊維数濃度

今回調査した現場の中にロックウールを使用している建築材料や、セラミックファイバーを使用して作業を行っている現場があったため、ロックウール繊維数濃度、セラミックファイバー繊維数濃度の分析も併せて実施した。

ロックウールまたはセラミックファイバー繊維数濃度の分析は、白色メンブランフィルタの採じん面を下にし、スライドガラスに載せ、アセトン蒸気発生装置によりアセトン蒸気で固定し、プラズマリアクター（PR-31）を使用して、低温灰化処理を行った（設定条件は、出力電力は200W、反射電力は8W以下、酸素流量を70ml/minとし、24時間とした）。

低温灰化処理が終了した試料は、ロックウールは、屈折率 $n_D = 1.640$ の浸液、セラミックファイバーは、屈折率 $n_D = 1.550$ の浸液を滴下して40倍の対物レンズを装着した位相差顕微鏡 Nikon ECLIPSE E800 を使用して総合倍率400倍で計数分析を実施した。

分析条件は、フィルタの有効径は直径22mm、計数視野の直径は0.3mm、計数した視野数は50である。

### 5.4 繊維数濃度の計算

#### 5.4.1 繊維数濃度の計算

繊維数濃度は次式により求めた。

$$C_F = \frac{A \cdot (N - N_b)}{a \cdot n \cdot Q}$$

ただし、 $C_F$ ：繊維数濃度（f/L）

A：採じんした面積（メンブランフィルタの有効ろ過面積）（ $\text{mm}^2$ ）

N：計数繊維の総数（f）

$N_b$ ：ブランクの値（f）0とした

a : 顕微鏡で計数した 1 視野の面積 (mm<sup>2</sup>)

n : 計数した視野の数

Q : 採気量 (L)

#### 5.4.2 定量下限

定量下限は、次式により求めた。

$$S = \frac{A \times 2.645}{a \cdot n \cdot Q}$$

ただし、S : 定量下限 (f/L)

A : フィルタの採じん面積 (mm<sup>2</sup>)

a : 計数した 1 視野の面積 (mm<sup>2</sup>)

n : 計数した視野の数 (50 視野)

Q : 採気量 (L)

#### 5.5 測定結果

表 5.3 に岡山市の室内の測定結果を示した。この現場では、総繊維数濃度と、無機質総繊維数濃度とクリソタイル繊維数濃度を測定した。いずれの結果も総繊維数濃度 > 無機質総繊維数濃度 > クリソタイル繊維数濃度であった。外気の測定結果と比較すると室内の総繊維数濃度と無機質総繊維数濃度は高い傾向が認められた。

表 5.4 につくば市の室内の測定結果の一覧を示した。表 5.4 よりクリソタイル、アモサイトの石綿が使用されている現場では、無機質総繊維数濃度 > 石綿繊維数濃度であり、分散染色法による石綿繊維数濃度測定は、ほとんどの現場の測定点で定量下限値以下の値であり、石綿の飛散はほとんど見られなかった。また、今回の現場では、無機質総繊維数濃度も最大値で 1.17 (f/L) であった。外気との測定結果と室内の測定結果を比較すると無機質総繊維数濃度は、室内 / 外気で 1 ~ 2.2 倍であった。無石綿の現場を 3 ヶ所実施したが、石綿が使用されている現場と比較しても無機質総繊維数濃度は、大きな違いは見られなかった。

表 5.4 中で、無機質総繊維数濃度が高いのは、セラミックファイバーを使用している作業中で測定を実施したため、吹付け材に使用されていたものではない。

表5.3 岡山市測定結果一覧

物件	測定点1			測定点2			測定点3			測定点4			測定点5			外気		
	総繊維数濃度 (f/L)	無機質総繊維数濃度 (f/L)	クリソタイムル濃度 (f/L)	総繊維数濃度 (f/L)	無機質総繊維数濃度 (f/L)	クリソタイムル濃度 (f/L)	総繊維数濃度 (f/L)	無機質総繊維数濃度 (f/L)	クリソタイムル濃度 (f/L)	総繊維数濃度 (f/L)	無機質総繊維数濃度 (f/L)	クリソタイムル濃度 (f/L)	総繊維数濃度 (f/L)	無機質総繊維数濃度 (f/L)	クリソタイムル濃度 (f/L)	総繊維数濃度 (f/L)	無機質総繊維数濃度 (f/L)	クリソタイムル濃度 (f/L)
No.1 階段	6.45	6.09	(0.18)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.94	3.76	0.47以下
No.2 図書室	2.60	1.43	(0.09)	2.96	1.70	0.24以下	1.88	1.79	0.24以下	-	-	-	-	-	-	5.83	4.30	0.24以下
No.3 地下1階浄化槽機械室	6.27	5.74	(0.18)	6.63	4.66	0.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.76	3.59	(0.18)
No.4 第一音楽室	9.23	2.96	(0.18)	8.96	2.24	(0.18)	6.52	2.06	0.24以下	9.32	2.69	0.24以下	9.14	2.87	0.45	4.84	4.75	0.24以下
No.5 第二音楽室	6.45	1.08	0.47以下	7.17	0.90	0.47以下	5.02	(0.36)	(0.18)	-	-	-	-	-	-	2.69	0.90	0.47以下
No.6 3階便所	1.08	0.18	0.47以下	1.08	0.90	(0.18)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.08	0.54	0.47以下
No.7 放送室	7.35	6.27	(0.35)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No.7 音楽室	6.27	2.69	(0.35)	8.42	2.33	0.47以下	9.50	3.04	0.35	-	-	-	-	-	-	2.51	2.33	(0.18)

注：( ) の数値は定量下限以下であるが、50視野で1本以上計数されたために参考として記載している。

表 5.4 つくば市測定結果一覧

物件	測定点1				測定点2				測定点3				測定点4			
	無機質総繊維濃度 (f/L)	クワテル濃度 (f/L)	アセト濃度 (f/L)	0.24以下	無機質総繊維濃度 (f/L)	クワテル濃度 (f/L)	アセト濃度 (f/L)	0.24以下	無機質総繊維濃度 (f/L)	クワテル濃度 (f/L)	アセト濃度 (f/L)	0.24以下	無機質総繊維濃度 (f/L)	クワテル濃度 (f/L)	アセト濃度 (f/L)	0.24以下
9 A体育館	0.90	(0.09)	-	-	0.45	(0.09)	-	-	0.27	(0.09)	-	-	1.17	(0.18)	-	-
10 C棟 B1F階段	0.81	(0.18)	-	-	0.63	0.24以下	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11 C棟 油圧機械室	0.63	(0.18)	0.24以下	-	0.99	(0.09)	0.24以下	-	0.81	0.24以下	0.24以下	-	0.72	(0.18)	0.24以下	-
12 C棟 7Fホール-A	1.17	0.24以下	0.24以下	-	0.54	0.24以下	0.24以下	-	0.81	0.24以下	0.24以下	-	-	-	-	-
13 B棟 試験室	1.17	-	-	0.24以下	1.17	-	-	0.24以下	-	-	-	-	-	-	-	-
14 B棟 工具室	0.90	-	-	(0.18)	0.72	-	-	(0.09)	-	-	-	-	-	-	-	-
15 D棟 耐火実験棟	38.70	-	-	-	49.50	-	-	-	40.90	-	-	-	23.70	-	-	8.60
16 事務室	(0.09)	-	-	-	0.24以下	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

物件	測定点5				測定点6				測定点7				測定点8				測定点9			
	無機質総繊維濃度 (f/L)	クワテル濃度 (f/L)	アセト濃度 (f/L)	0.24以下	無機質総繊維濃度 (f/L)	クワテル濃度 (f/L)	アセト濃度 (f/L)	0.24以下	無機質総繊維濃度 (f/L)	クワテル濃度 (f/L)	アセト濃度 (f/L)	0.24以下	無機質総繊維濃度 (f/L)	クワテル濃度 (f/L)	アセト濃度 (f/L)	0.24以下	無機質総繊維濃度 (f/L)	クワテル濃度 (f/L)	アセト濃度 (f/L)	0.24以下
9 A体育館	1.08	(0.09)	-	-	0.54	(0.09)	-	-	0.72	(0.18)	-	-	0.63	0.24以下	0.81	0.24以下	0.90	0.24以下	-	-
10 C棟 B1F階段	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.54	0.24以下	-	-
11 C棟 油圧機械室	0.81	0.24以下	0.24以下	-	0.63	0.24以下	0.24以下	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.54	0.24以下	0.24以下	-
12 C棟 7Fホール-A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.54	0.24以下	0.24以下	-
13 B棟 試験室	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.63	-	-	0.24以下
14 B棟 工具室	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.63	-	-	0.24以下
15 D棟 耐火実験棟	21.50	-	-	6.40	36.60	-	-	25.80	-	-	-	-	-	-	-	-	0.54	-	-	(0.09)
16 事務室	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.54	-	-	-

注：( ) の数値は定量下限以下であるが、50 視野で 1 本以上計数されたために参考として記載している。

## 6. アスベスト繊維数濃度測定結果の分析

### 6.1 アスベスト含有建築材料の種類とアスベスト劣化程度の影響

表 5.3 及び表 5.4 に示された各種繊維数濃度の一覧を表 6.1 に示す。表 6.1 では、50 視野観察して繊維が 1 本も計数されなかった測定データ（すなわち、定量下限以下）は除外している。しかし、50 視野観察して繊維が 1 本以上計数された場合は、算出された繊維数濃度が定量下限以下であっても参考として示している。

表 5.3 及び表 5.4 に示したようにクリソタイル繊維数濃度は殆どの測定において、定量下限以下の数値であった。したがって、定量下限以下の数値を棄却すると、総繊維数濃度及び無機質総繊維数濃度に関して分析ができるのみである。ここでは、クリソタイル繊維数濃度との関係についても分析をする目的で、50 視野観察して繊維が 1 本以上計数された場合は、算出された繊維数濃度が定量下限以下であっても参考値として示し、分析の対象として加えることとした。

表 6.1 各種繊維数濃度の測定結果一覧

物件 No.	測定点 No.	アスベスト含有建築材料* <sup>1</sup>	総繊維数濃度 (f/L)	無機質総繊維数濃度* <sup>2</sup> (f/L)	クリソタイル繊維数濃度* <sup>2</sup> (f/L)
1	1	吹付けひる石 (クリソタイル 1%超)	6.45	6.09	(0.18)
1	外気	-	3.94	3.76	-
2	1	吹付けひる石 (クリソタイル 1%超)	2.60	1.43	(0.09)
2	2	吹付けひる石 (クリソタイル 1%超)	2.96	1.70	-
2	3	吹付けひる石 (クリソタイル 1%超)	1.88	1.79	-
2	外気	-	5.83	4.30	-
3	1	吹付け石綿 (クリソタイル 1%超)	6.27	5.74	(0.18)
3	2	吹付け石綿 (クリソタイル 1%超)	6.63	4.66	0.54
3	外気	-	3.76	3.59	(0.18)
4	1	吹付けひる石 (クリソタイル 1%超)	9.23	2.96	(0.18)
4	2	吹付けひる石 (クリソタイル 1%超)	8.96	2.24	(0.18)
4	3	吹付けひる石 (クリソタイル 1%超)	6.52	2.06	-
4	4	吹付けひる石 (クリソタイル 1%超)	9.32	2.69	-
4	5	吹付けひる石 (クリソタイル 1%超)	9.14	2.87	0.45
4	外気	-	4.84	4.75	-
5	1	吹付けひる石 (クリソタイル 1%超)	6.45	1.08	-

5	2	吹付けひる石（クリソタイル 1%超）	7.17	0.90	-
5	3	吹付けひる石（クリソタイル 1%超）	5.02	(0.36)	(0.18)
5	外気	-	2.69	0.90	-
6	1	吹付けひる石（クリソタイル 1%超）	1.08	(0.18)	-
6	2	吹付けひる石（クリソタイル 1%超）	1.08	0.90	(0.18)
6	外気	-	1.08	0.54	-
7	1 放送室	吹付けひる石（クリソタイル 1%超）	7.35	6.27	(0.35)
7	1 音楽室	吹付けひる石（クリソタイル 1%超）	6.27	2.69	(0.35)
7	2 音楽室	吹付けひる石（クリソタイル 1%超）	8.42	2.33	-
7	3 音楽室	吹付けひる石（クリソタイル 1%超）	9.50	3.04	(0.35)
7	外気	-	2.51	2.33	(0.18)
8	1	吹付けひる石（クリソタイル 1%超）	2.69	1.79	(0.18)
8	2	吹付けひる石（クリソタイル 1%超）	1.79	0.72	(0.18)
8	3	吹付けひる石（クリソタイル 1%超）	1.97	0.72	(0.18)
8	外気	-	1.97	1.79	-
9	1	屋根用断熱材（クリソタイル 35%）	-	0.90	(0.09)
9	2	屋根用断熱材（クリソタイル 35%）	-	0.45	(0.09)
9	3	屋根用断熱材（クリソタイル 35%）	-	0.27	(0.09)
9	4	屋根用断熱材（クリソタイル 35%）	-	1.17	(0.18)
9	5	屋根用断熱材（クリソタイル 35%）	-	1.08	(0.09)
9	6	屋根用断熱材（クリソタイル 35%）	-	0.54	(0.09)
9	7	屋根用断熱材（クリソタイル 35%）	-	0.72	(0.18)
10	1	パーライト吹付け（クリソタイル 3%）	-	0.81	(0.18)
11	1	吹付けロックウール（クリソタイル 2%、アモサイト 2%）	-	0.63	(0.18)
11	2	吹付けロックウール（クリソタイル 2%、アモサイト 2%）	-	0.99	(0.09)
11	4	吹付けロックウール（クリソタイル 2%、アモサイト 2%）	-	0.72	(0.18)

\* 1 : 石綿の種類及び石綿の含有率は、本研究で分析した結果ではない。調査対象とした建築物の所有者・管理者等が事前に専門分析機関に依頼して調査した結果をそのまま示している。

\* 2 : ( ) の数値は定量下限以下であるが、50 視野で 1 本以上計数されたために参考として記載している。

次に、表 6.1 で調査した無機質総繊維数濃度を建築物室内に露出していたアスベスト含有建築材料の種類毎にまとめて平均すると、表 6.2 に示すようになる。

表 6.2 濃度測定を実施した建築物室内に施工されていたアスベスト含有建築材料の種類

アスベスト含有建築材料の種類	測定した室内の数	無機質総繊維数濃度の平均 (f/L)
吹付けひる石 (パーミキュライト)	8	2.0
吹付け石綿	1	5.2
吹付けロックウール	2	0.78
吹付けパーライト	1	0.81
折板屋根用断熱材	1	0.73

調査したアスベスト含有建築材料の種類には偏りが認められる。調査の制約上、各種アスベスト含有建築材料について、一定の調査数を確保することは困難であった。したがって、アスベスト含有建築材料毎の傾向を判断するためには、今後更に測定データを蓄積する必要がある。特に、危険性が高いとされるクロシドライト及びアモサイトに関しては調査対象を確保できなかった。今後、調査を継続する必要がある。

なお、今回調査した建築物の建設年度は昭和 41 年から昭和 56 年であり、アスベスト含有建築材料には表 5.1 及び表 5.2 に示すように一部損傷が認められるケースもあったが、全体的には安定した状態にあったと判断できる。

## 6.2 繊維状粒子の計数方法による差異

本研究では 4 章で述べたように以下のような種類の繊維数濃度を測定している。

総繊維数濃度：400 倍の倍率で位相差顕微鏡により、JIS K 3850-1 に準拠して計数した繊維数濃度であり、有機繊維、無機繊維の全てを含む。

無機質総繊維数濃度：捕集した繊維状粒子とメンブランフィルタを低温プラズマ処理し有機物を除去した後に、400 倍の倍率で位相差顕微鏡により、JIS K 3850-1 に準拠して計数した繊維数濃度であり、全ての無機質繊維状粒子を含んでいる。

特定の繊維状粒子濃度：計数対象とする繊維に対応した浸液により、計測対象繊維状粒子を分散染色法により発色させ計測した繊維数濃度である。例えば、クリソタイル繊維数濃度、アモサイト繊維数濃度、ロックウール繊維数濃度等である。

表 6.1 に示したデータの中で、総繊維数濃度と無機質総繊維数濃度との相関を室内と外気に分けて図 6.1 及び図 6.2 に示す。

図 6.1 及び図 6.2 から、総繊維数濃度の方が無機質総繊維数濃度より高い値を示していることが看取されるが、これは計数方法の差異に基づく当然の結果である。更に、図 6.1 及び図 6.2 から、総繊維状粒子中に占める無機質繊維状粒子の割合を室内と屋外で比較してみると、前者の方が高いことが理解できる。すなわち、建築物室内に浮遊している有機繊維状粒子の割合は、屋外の大気環境中に存在する有機繊維状粒子の割合よりも高いと考えられる。更に、測定データの蓄積は必要であるが、このような繊維状粒子中における有機繊維

の割合を知ることは、重要である。

また、両者の相関性については、外気の場合に相関性が比較的高く、室内では両者の相関性は低くなっている。室内において相関性が低いことは、室内環境では総繊維状粒子に占める有機繊維状粒子の割合が一定ではなく、室内の用途や内部仕上げの種類等によって大きく変動することを示唆しているとも考えられる。

次に、室内での測定データに関して、総繊維数濃度とクリソタイル繊維数濃度との相関を図 6.3 に、無機質総繊維数濃度とクリソタイル繊維数濃度との相関を図 6.4 に示す。図 6.3 及び図 6.4 において、相関は高くないが、次のことが明らかである。すなわち、総繊維数濃度とクリソタイル繊維数濃度との関係、及び無機質総繊維数濃度とクリソタイル繊維数濃度との関係において、クリソタイル繊維数濃度の値は非常に低く、総繊維数濃度や無機質総繊維数濃度のおおよそ 1/10 以下の値となっている。

このことは、位相差顕微鏡により計測した総繊維数濃度からアスベスト汚染の危険性を判断する上で認識すべき重要な事実であり、言い換えれば、「今回の調査から、建築物の室内環境においては、位相差顕微鏡で計数した総繊維数濃度のおおよそ 1/10 以下が真のアスベスト濃度であると考えて良い」ことを意味している。

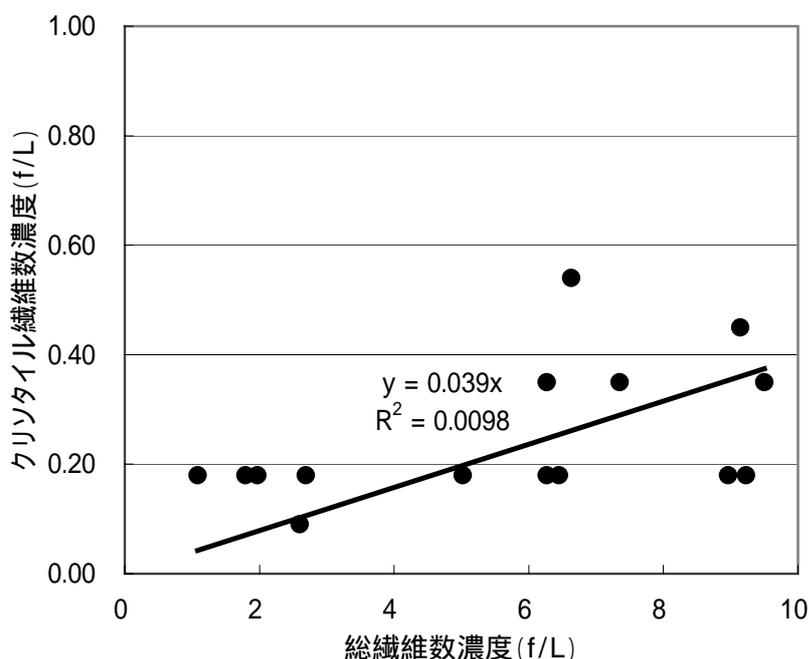


図 6.1 建築物室内における総繊維数濃度とクリソタイル繊維数濃度との関係

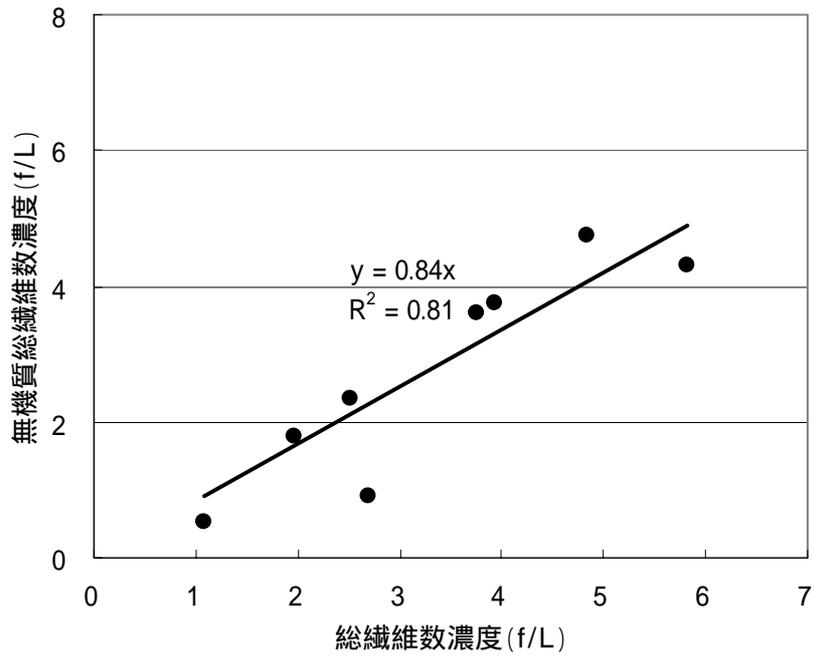


図 6.2 屋外における総繊維数濃度と無機質総繊維数濃度との関係

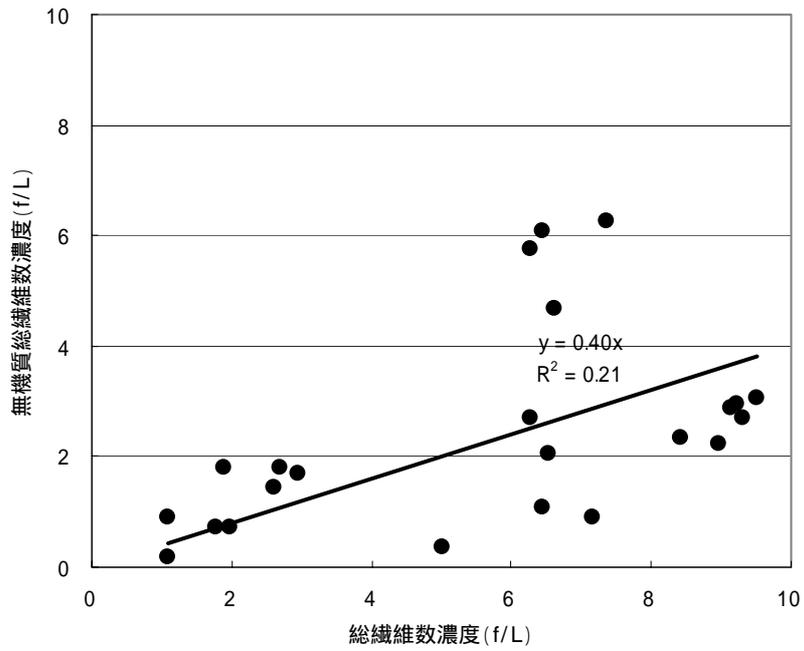


図 6.3 建築物室内における総繊維数濃度と無機質総繊維数濃度との関係

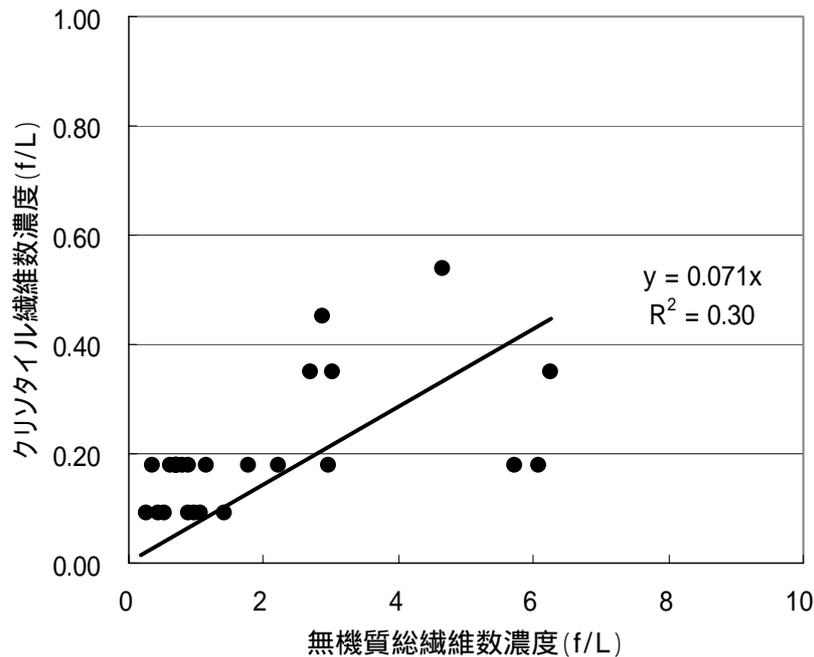


図 6.4 建築物室内における無機質総繊維数濃度とクリソタイル繊維数濃度との関係

### 6.3 石綿含有建材の解体時における総繊維数濃度とアスベスト繊維濃度との関係

環境省が委託した「建築物の解体等における石綿飛散防止検討会」の資料の中で、位相差顕微鏡による総繊維数濃度と分散染色法によるアスベスト繊維数濃度（クリソタイル繊維数濃度、アモサイト繊維数濃度、クロシドライト繊維数濃度の合計）の比較データが公開されている<sup>1)</sup>。

これらのデータにもとづき両者の相関性を示したグラフを図 6.5 に示す。図 6.5 では測定データの数値が広範囲にわたるため、片対数グラフで示したが、X 軸と Y 軸を比較して明らかのように、アスベスト繊維数濃度は総繊維数濃度のおおよそ 1/100 以下になっていることが理解できる。

したがって、総繊維状粒子中に占めるアスベスト繊維状粒子の比率は、アスベストを取り扱っている作業現場、建築解体現場、建築物の室内等で異なるはずであり、今回の調査結果もこのことを明瞭に示している。

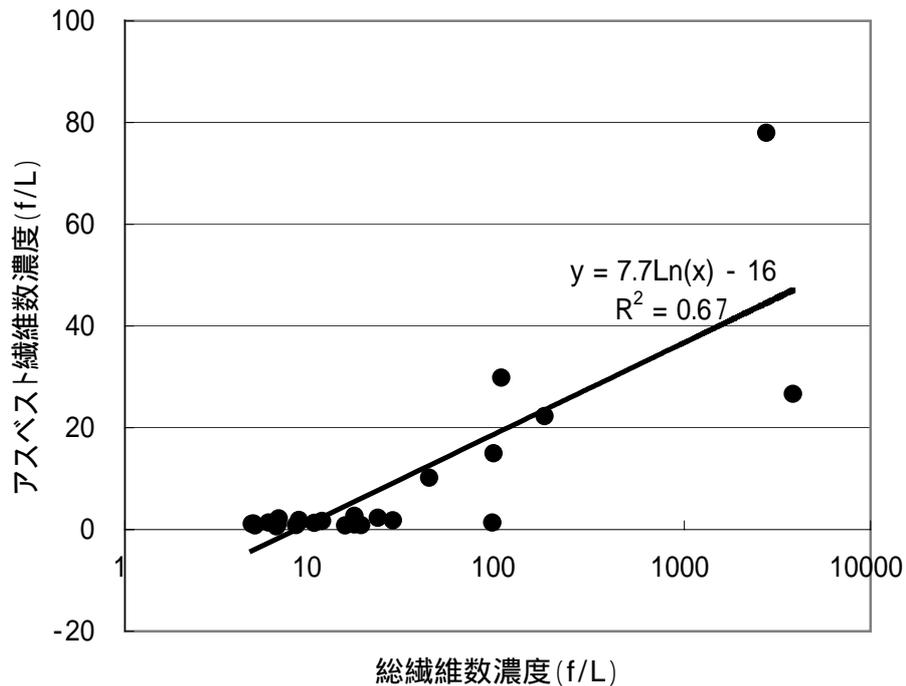


図 6.5 アスベスト含有建築材料解体時における総繊維数濃度とアスベスト繊維数濃度との関係

#### 6.4 その他（過去に捕集したサンプルの再分析）

今回物件が確保できなかった吹付けアスベスト（クロシドライト）については、WG委員の1人より2003年に実施された気中アスベスト濃度測定の測定データ、試料等の提供を受け、追加の分析（再分析）を実施した。この現場の概要を表6.3に、吹付けアスベストの保全状態を写真6.1に示した。

なお、サンプリングは、47、ポアサイズ0.8 $\mu$ mのセルロースエステル白色メンブランフィルタ（ミリポア社製）をろ過材として、オープンフェイスホルダーに充填し、10L/minの吸引速度で連続した1時間から4時間として実施した。表6.4に測定結果の一覧を示した。

表6.4に明らかなように、位相差顕微鏡法で求めた総繊維数濃度と分散染色法により求めたクロシドライト繊維数濃度を比較すれば、後者の方がはるかに少ない。

また、吹付けアスベストの毛羽立ち・剥離が認められ（このような場合は、アスベスト飛散防止処理が必要となる）、一つの測定点では分散染色法によって3.02f/Lのクロシドライト繊維数濃度が観測された。

表 6.3 大阪府で実施した測定現場の概要

用途	建築年度	使用部位	保全状態 <sup>1</sup>	建材の種類	アスベストの種類 <sup>2</sup>	アスベスト含有率 (%) <sup>2</sup>
倉庫	昭和 44 年	壁	毛羽立ち 剥離	吹付けアスベスト	クロシドライト	25%

1: 粉じんサンプリングに目視観察により判定した。

2: アスベストの種類及び含有率は、本研究で分析した結果ではない。調査対象とした建築物の管理者が事前に専門分析機関に依頼して調査した結果をそのまま示している。

表 6.4 大阪府測定結果一覧

測定点	採気量 (L)	総繊維数濃度 (f/L)	アスベスト(クロシドライト) 繊維数濃度 (f/L)	定量下限 (f/L)
倉庫内	2400	4.2	-	0.30
倉庫内	2400	2.95	-	0.30
倉庫内	1800	136.5	3.02	0.40
倉庫内	2400	47.9	-	0.30
倉庫内	2400	1.02	(0.11)	0.30
倉庫内	1810	14	(0.15)	0.40
倉庫内	1730	9.44	-	0.42
倉庫内	2370	3.68	-	0.30
倉庫内	600	4.08	-	1.20
倉庫内	2400	2.72	-	0.30
倉庫内	2400	2.72	-	0.30
1 階	1800	0.907	-	0.40
1 階	2400	0.34	-	0.30
1 階	2400	1.13	-	0.30
1 階	1800	-	-	0.40
1 階	2370	0.345	-	0.30
1 階	2380	-	-	0.30
外気	1800	-	-	0.40
外気	2400	-	-	0.30
外気	2400	-	-	0.30
外気	1830	-	-	0.40
外気	2400	-	-	0.30
外気	2350	-	-	0.31

注:( )の数値は定量下限以下であるが、50 視野で 1 本計数された場合の濃度を参考のため記載している。

(参考文献)

1) 建築物の解体等における石綿飛散防止検討会「建築物等における石綿飛散防止対策の強化について」p.33-34、平成 17 年 11 月

[http://www.env.go.jp/press/file\\_view.php?serial=7454&hou\\_id=6604](http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=7454&hou_id=6604)

## 7. 調査結果に基づくアスベスト繊維数濃度指標に係わる検討

本調査では16件の室内における各種繊維数濃度を計測した。調査結果から、以下のような指摘を行うことができる。

- 1) 合計16件の室内における繊維数濃度の測定を行ったが、その内訳は、アスベスト含有ひる石吹付け7件、吹付けアスベスト1件、折板屋根用アスベスト含有断熱材1件、アスベスト含有パーライト吹付け1件、アスベスト含有吹付けロックウール2件、アスベスト含有建築材料の露出していない室内4件であった。アスベスト含有建築材料の種類には、調査の制約上偏りがあり、種類毎の傾向は分析できなかった。
- 2) 調査した建築物の建設年度は昭和41年～昭和56年であった。調査したアスベスト含有吹付け材には一部損傷が認められたが、全体として安定な状態にあった。計測した室内の総繊維数濃度はすべて10f/Lを下回っていた。また、分散染色法により計測したクリソタイル繊維数濃度はすべて0.6f/Lを下回っていた。なお、今回調査した建築物の中にはアモサイトが含有されたとする物件が1件含まれたのみで、危険性の高いクロシドライト及びアモサイトを含む建築物を調査対象として確保できなかった。今後、クロシドライト及びアモサイトについてデータの蓄積が必要である。
- 3) 各種繊維数濃度を比較した結果、建築物室内における総繊維数濃度とアスベスト繊維数濃度は大きく異なっており、前者は後者に対し、おおよそ10倍以上の高い値を示すことが明らかとなった。したがって、建築物室内の総繊維数濃度の値からアスベストの危険性を判断する場合においては、アスベスト繊維数濃度との乖離について考慮する必要がある。また、室内でのアスベスト繊維数濃度に係わる指標を検討する場合においても、総繊維数濃度を選択するか、アスベスト繊維数濃度を選択するかで、測定値は大きく異なる。
- 4) 総繊維数濃度をアスベスト繊維数濃度の指標とする考え方は、労働環境下での管理濃度で採用されている。アスベストを取り扱う作業環境下では、飛散している繊維の主体がアスベストであるという前提から、位相差顕微鏡による総繊維数濃度をアスベスト繊維数濃度と見なしている。また、過去のデータの大半は総繊維数濃度であり、アスベストの健康リスクとアスベスト繊維数濃度との関係は、蓄積された位相差顕微鏡による総繊維数濃度との関連で議論されることが多い。しかし、今回の調査結果から明らかなことは、建築物の室内における総繊維数とアスベスト繊維数の比率は大きく異なっていることであり、この点について認識する必要がある。
- 5) 総繊維数濃度を計数する位相差顕微鏡法は広く浸透している方法であり、アスベスト繊維数濃度を計数できる位相差分散顕微鏡を用いた分散染色法、偏光顕微鏡法、走査電子顕微鏡法と比較して、測定は簡便であり、測定体制も格段に整備されている。以上のことを考えると、室内のアスベスト繊維数濃度を評価する上でも、まず、第一に位相差顕微鏡法による総繊維数濃度を検討することは妥当であると考えられる。その他の方法を採用した場合には、測定体制が十分に整備されているとは考えられない。しかし、今回の調査結

果から判断して、建築物の室内における総繊維数濃度はアスベスト繊維数濃度と比較して10倍以上の値を示すものと考えられる。したがって、総繊維数濃度が高い値を示した場合には、分散染色法等によるチェックが非常に大切である。総繊維数濃度がアスベスト繊維数濃度と同等であると考えすることは、安全側の判断ではあるが、アスベスト濃度を過大に評価していることになり、科学的に不合理な判断を行う危険性がある。

6) 4章において、空気中における各種繊維状粒子の濃度を測定する場合の方法について整理した。ここでは、各種測定方法の原理・特徴、適用できる繊維状粒子、測定上の注意点等についてまとめている。

## 8 . 今後の課題に代えて

本委員会においては、一般住宅、学校等の建築物から調査対象を選定して、建築物室内や一般環境のアスベスト濃度を測定し分析を行った。また、建築物室内アスベスト濃度の測定方法の標準化や濃度指標等の検討も行った。

室内濃度については、対象建築物の選定等に時間を費やしたものの、短期間の中、クリソタイル等について相当数の測定データを得ることができた。また、試料採取方法や分散染色法による測定技術についても一定の知見を得た。

一方、調査対象件数の制約により、危険性の高いクロシドライト等のデータが不足するなど、建築物の室内環境の実態を正確に把握するためには、今後さらなるデータの蓄積が必要と考えられる。

とりわけ、建築物室内の濃度指標の設定にあたっては、より多くのデータに基づく詳細な検証が必要となり、建築、医学、公衆衛生、計測、リスク管理等の専門家による多角的な検討（健康リスク、諸外国の濃度指標の考え方、アスベスト濃度測定方法の標準化と判定方法等）も求められる。

委員会においては、委員から「建築物内の石綿濃度指針案」( 議事録とともに別冊に記録 ) が提出された。その内容は、建物内アスベストの健康リスク、諸外国の規制、建物内アスベスト濃度測定方法と判定、飛散性石綿の対策・対策指向型濃度測定、今後の継続的調査と研究など多岐にわたっており、今後の課題を示唆しているが、時間的な制約もあり当該論点については十分な議論を尽くせなかった。

今後、健康影響の観点からの指標の設定が直ちには困難としても、建築物の安全性を確保する観点から、室内空気質の状態の目安として何らかの暫定的な指標を定めることが望まれる。

## 附属資料

アスベスト繊維濃度測定詳細データ一覧

## 附属資料 目次

物件 1	階段の測定結果	附 1
物件 2	図書室の測定結果	附 4
物件 3	地下 1 階浄化槽機械室の測定結果	附 7
物件 4	第一音楽室の測定結果	附 10
物件 5	第二音楽室の測定結果	附 14
物件 6	3 階便所の測定結果	附 18
物件 7	放送室、音楽室の測定結果	附 21
物件 8	遊戯室の測定結果	附 25
物件 9	A 体育館の測定結果	附 29
物件 10	C 棟 B1F 階段の測定結果	附 34
物件 11	C 棟 油圧機械室の測定結果	附 37
物件 12	C 棟 ファンルームの測定結果	附 41
物件 13	B 棟 試験室の測定結果	附 44
物件 14	B 棟 工具室の測定結果	附 47
物件 15	D 棟 防耐火実験棟の測定結果	附 50
物件 16	事務室の測定結果	附 54
その他		附 59

## 物件 1 階段の測定結果

表 1 物件 1 階段の測定結果

定量下限 ( f/L ): 0.47

測定点	総繊維数濃度 ( f/L )	無機質総繊維数 濃度 ( f/L )	クリソタイル濃度 ( f/L )
1	6.45	6.09	( 0.18 )
外気	3.94	3.76	0.47 以下

注 : ( ) の数値は定量下限以下であるが、50 視野で 1 本以上計数された場合の濃度を参考のために記載している。

### (注) サンプルング・分析条件

流量 : 5 L / min 測定時間 : 120 分

ろ紙の有効径 直径 22mm 計数視野の直径 0.3mm

計数した視野の数 50

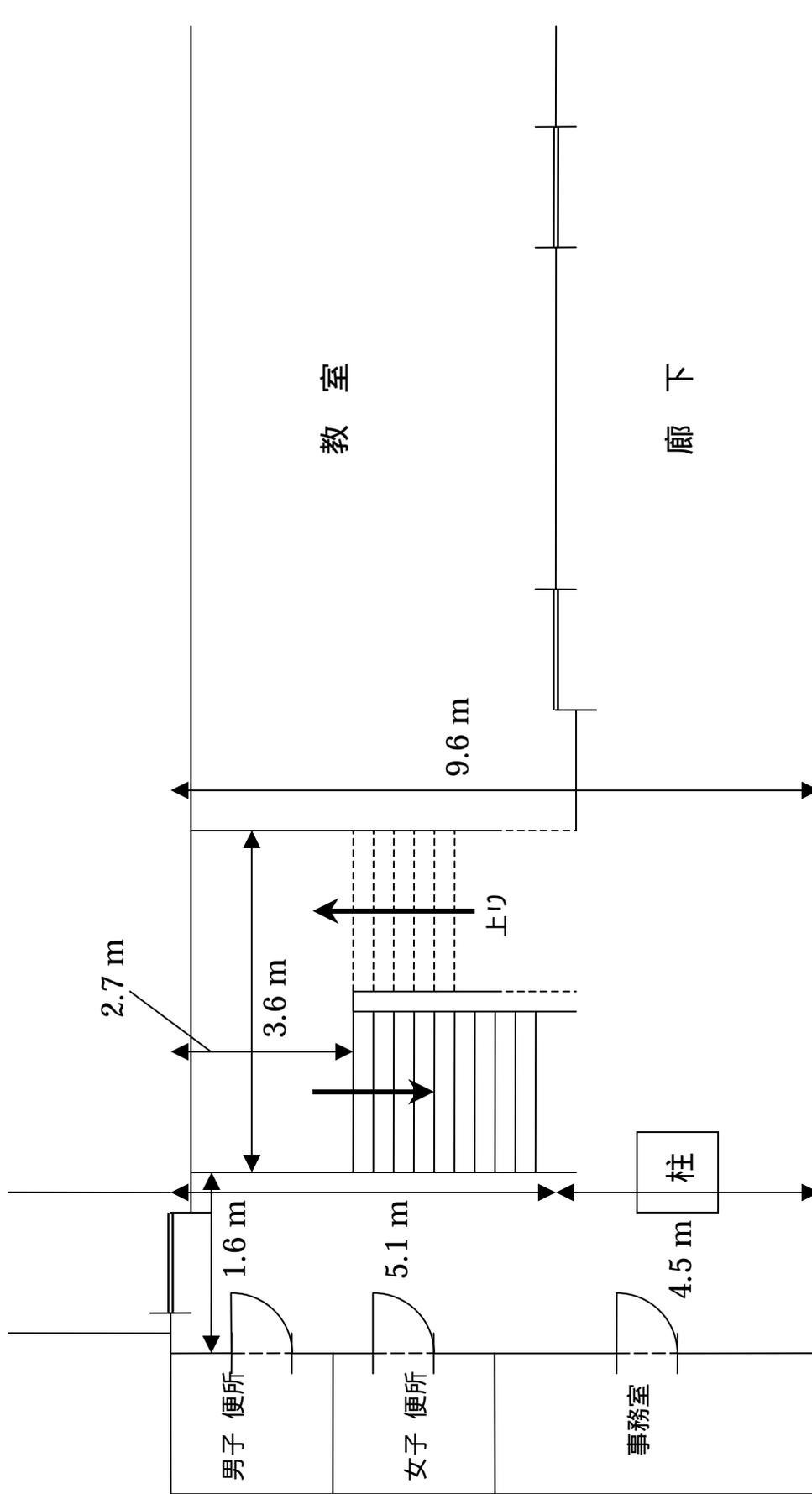


図1 物件 1 階段の測定図面



写真1 測定点1



写真2 外気



写真3 測定場所の概要

## 物件 2 図書室の測定結果

表2 物件 2 図書室の測定結果

定量下限 ( f/L ): 0.24

測定点	総繊維数濃度 ( f/L )	無機質総繊維数 濃度 ( f/L )	クリソタイル濃度 ( f/L )
1	2.60	1.43	( 0.09 )
2	2.96	1.70	0.24 以下
3	1.88	1.79	0.24 以下
外気	5.83	4.30	0.24 以下

注:( )の数値は定量下限以下であるが、50視野で1本以上計数された場合の濃度を参考のために記載している。

### (注) サンプルング・分析条件

流量：5 L / min 測定時間：240 分

ろ紙の有効径 直径 22mm 計数視野の直径 0.3mm

計数した視野の数 50

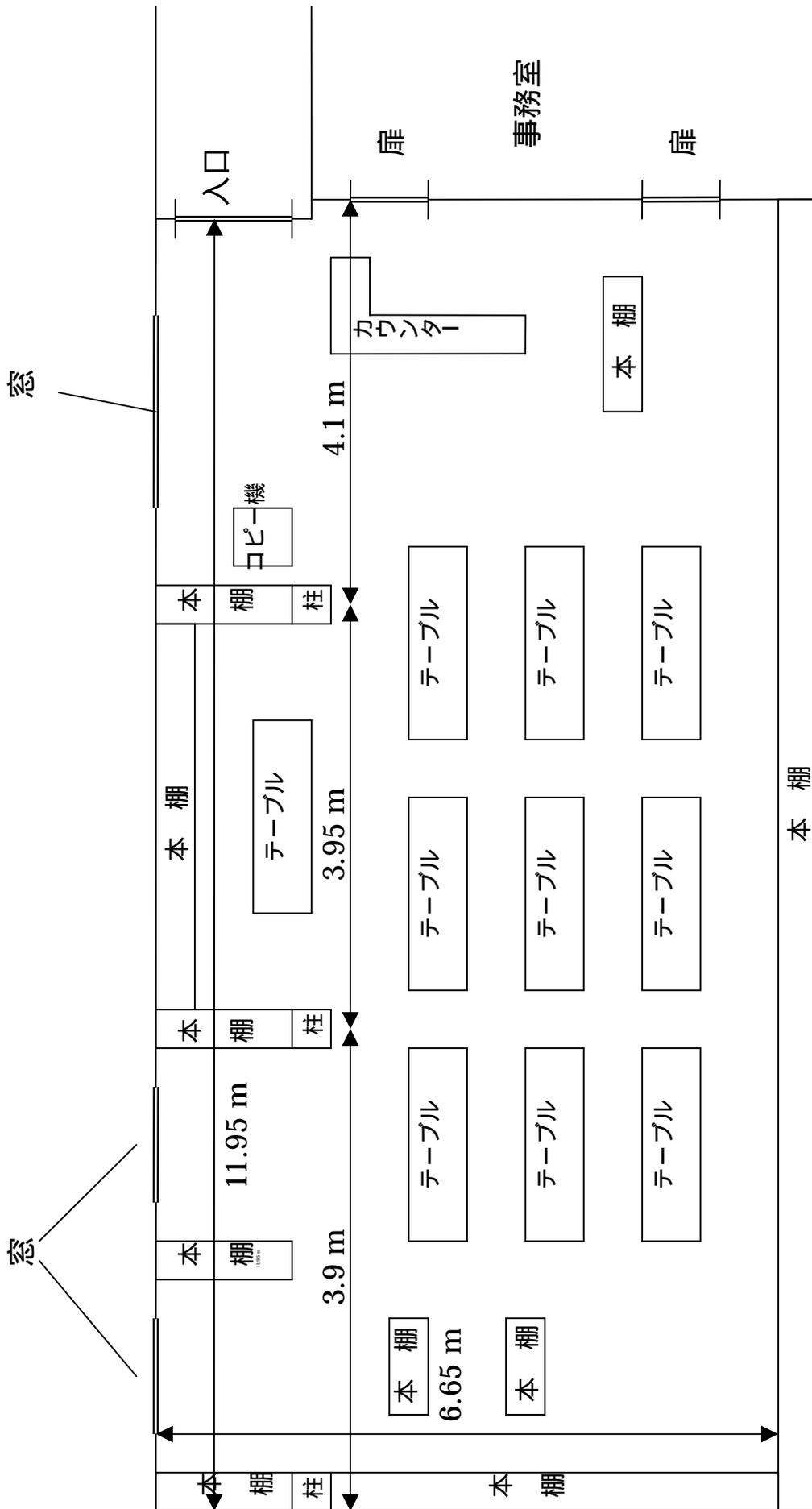


図2 物件 2 図書館の測定図面



写真4 測定点1



写真5 測定点2



写真6 測定点3



写真7 外気

## 物件 3 地下1階浄化槽機械室の測定結果

表3 地下1階浄化槽機械室の測定結果

定量下限 ( f/L ): 0.47

測定点	総繊維数濃度 ( f/L )	無機質総繊維 数濃度 ( f/L )	クリソタイル濃度 ( f/L )
1	6.27	5.74	( 0.18 )
2	6.63	4.66	0.54
外気	3.76	3.59	( 0.18 )

注:( )の数値は定量下限以下であるが、50視野で1本以上計数された場合の濃度を参考のために記載している。

### (注) サンプルング・分析条件

流量：5 L / min 測定時間：120 分

ろ紙の有効径 直径 22mm 計数視野の直径 0.3mm

計数した視野の数 50

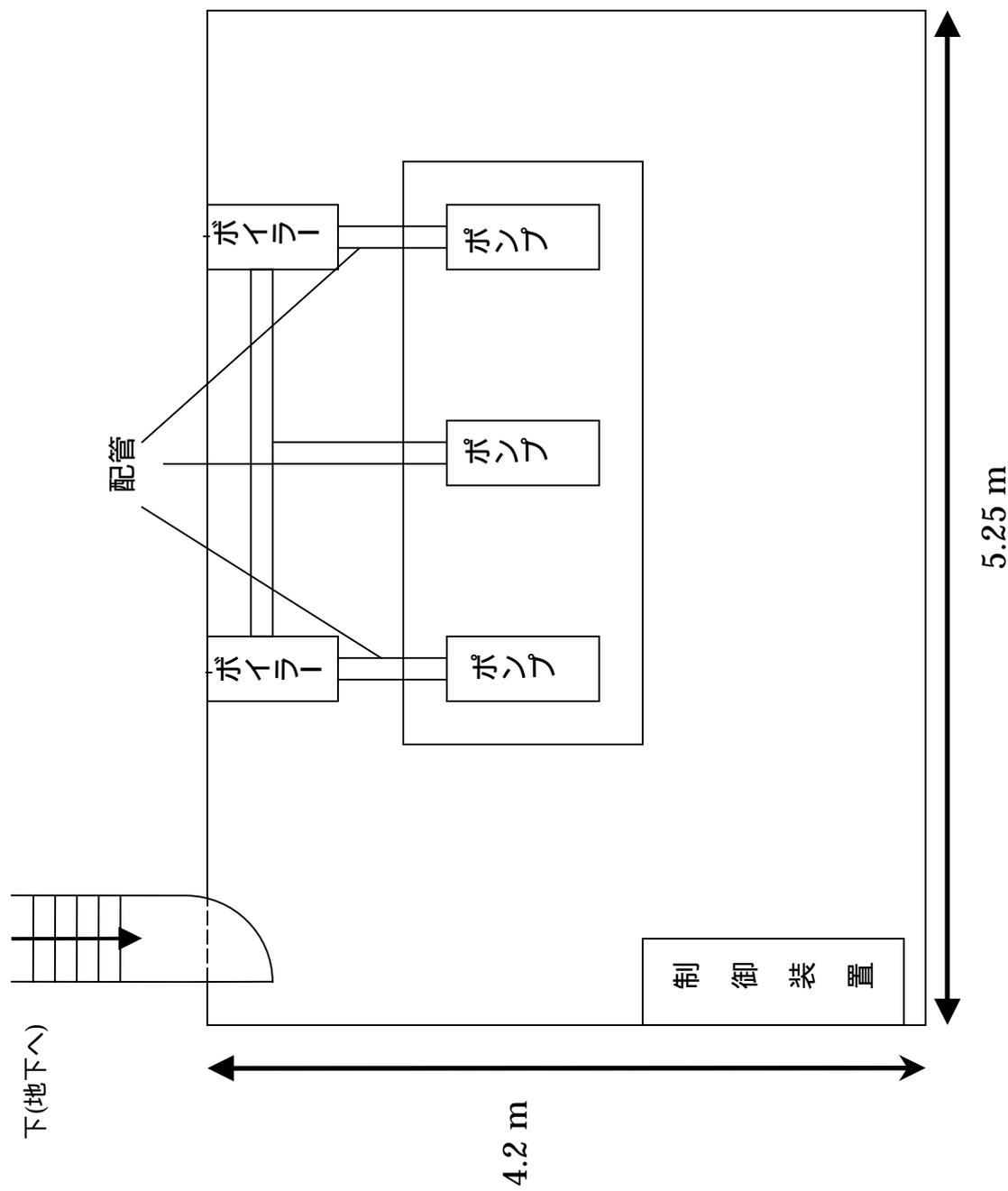


図3 物件 3 地下1階浄化槽機械室の測定図面



写真8 測定点1



写真9 測定点2



写真10 外 気

## 物件 4 第一音楽室の測定結果

表4 第一音楽室の測定結果

定量下限 ( f/L ): 0.24

測定点	総繊維数濃度 ( f/L )	無機質総繊維 数濃度 ( f/L )	クリソタイル濃度 ( f/L )
1	9.23	2.96	( 0.18 )
2	8.96	2.24	( 0.18 )
3	6.52	2.06	0.24 以下
4	9.32	2.69	0.24 以下
5	9.14	2.87	0.45
外気	4.84	4.75	0.24 以下

注:( ) の数値は定量下限以下であるが、50 視野で 1 本以上計数された場合の濃度を参考のために記載している。

### (注) サンプリング・分析条件

流量 : 5 L / min 測定時間 : 240 分

ろ紙の有効径 直径 22mm 計数視野の直径 0.3mm

計数した視野の数 50

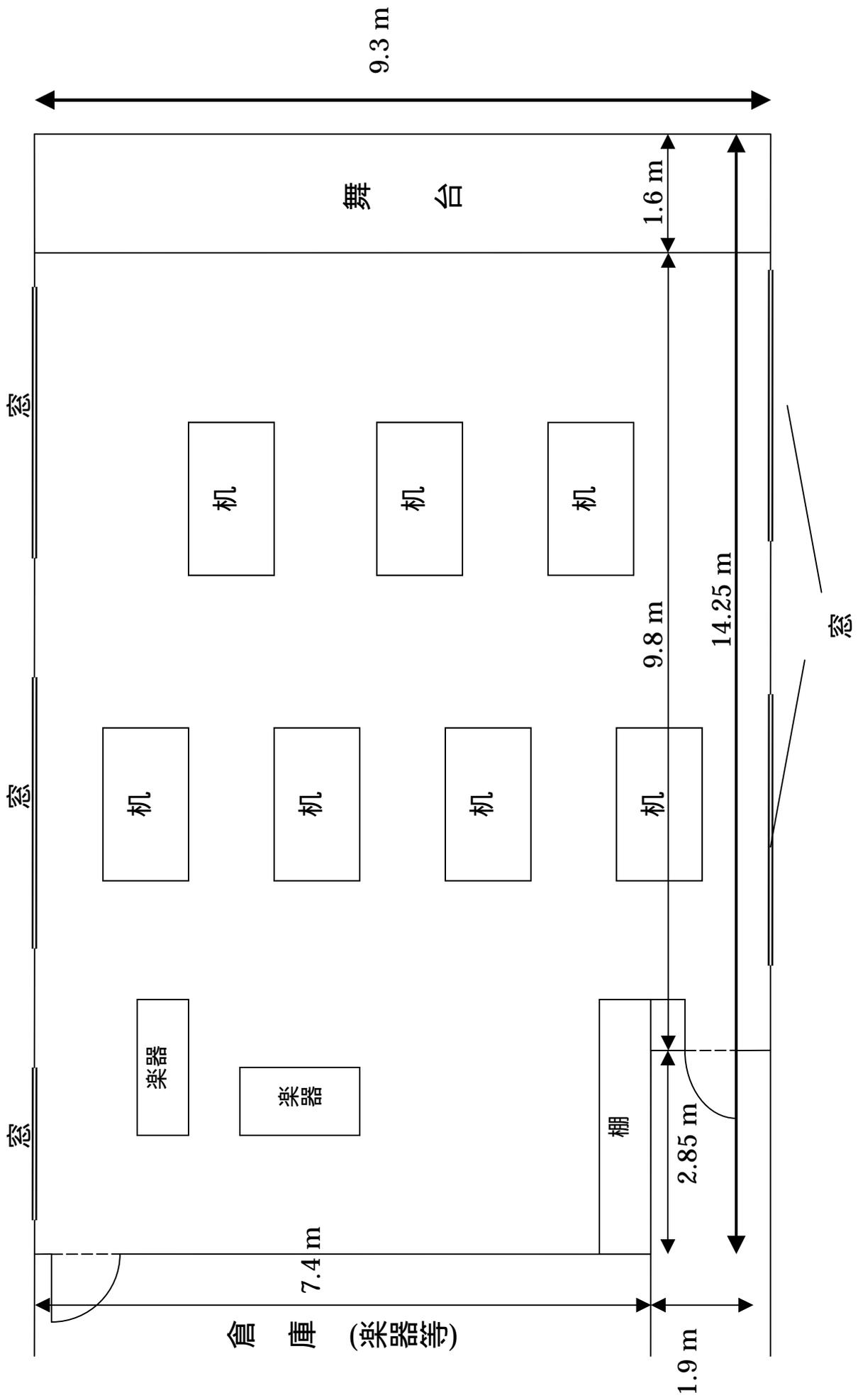


図4 第一音楽室の測定図面



写真11 測定点1



写真12 測定点2



写真13 測定点3



写真14 測定点4



写真 15 測定点 5



写真 16 外 気



写真 17 測定場所の概要

## 物件 5 第二音楽室の測定結果

### 表5 第二音楽室の測定結果

定量下限 ( f/L ): 0.47

測定点	総繊維数濃度 ( f/L )	無機質総繊維数 濃度 ( f/L )	クリソタイル濃度 ( f/L )
1	6.45	1.08	0.47 以下
2	7.17	0.90	0.47 以下
3	5.02	0.36	( 0.18 )
外気	2.69	0.90	0.47 以下

注:( )の数値は定量下限以下であるが、50視野で1本以上計数された場合の濃度を参考のために記載している。

#### (注) サンプルング・分析条件

流量：5 L / min 測定時間：120 分

ろ紙の有効径 直径 22mm 計数視野の直径 0.3mm

計数した視野の数 50

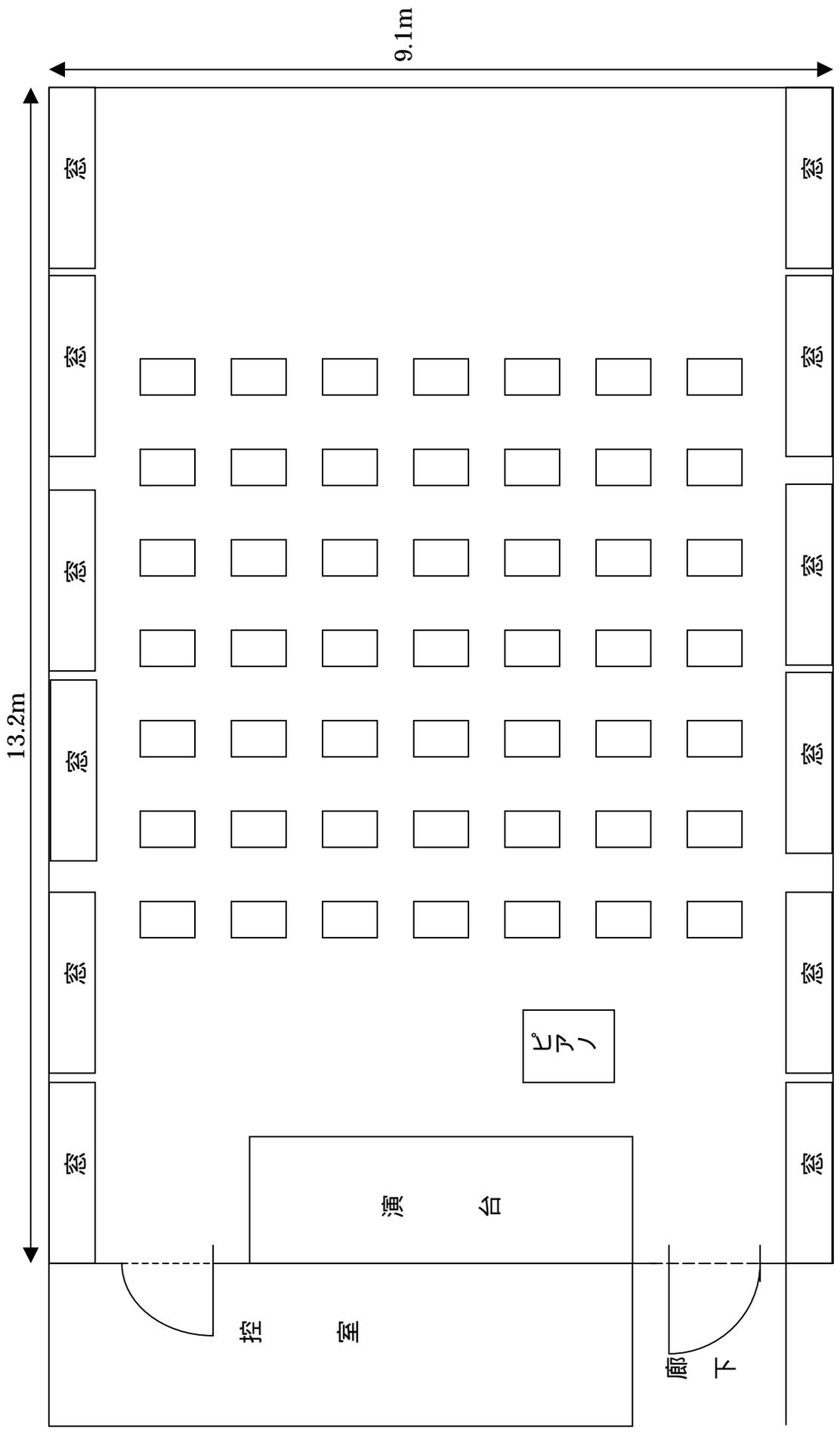


図5 物件 5 第二音楽室の測定図面



写真 18 測定点 1



写真 19 測定点 2



写真 20 測定点 3



写真 21 外 気



写真 22 測定場所の概要

## 物件 6 3階便所の測定結果

表6 物件 6 3階便所の測定結果

定量下限 ( f/L ): 0.47

測定点	総繊維数濃度 ( f/L )	無機質総繊維数 濃度 ( f/L )	クリソタイル濃度 ( f/L )
1	1.08	0.18	0.47 以下
2	1.08	0.90	( 0.18 )
外気	1.08	0.54	0.47 以下

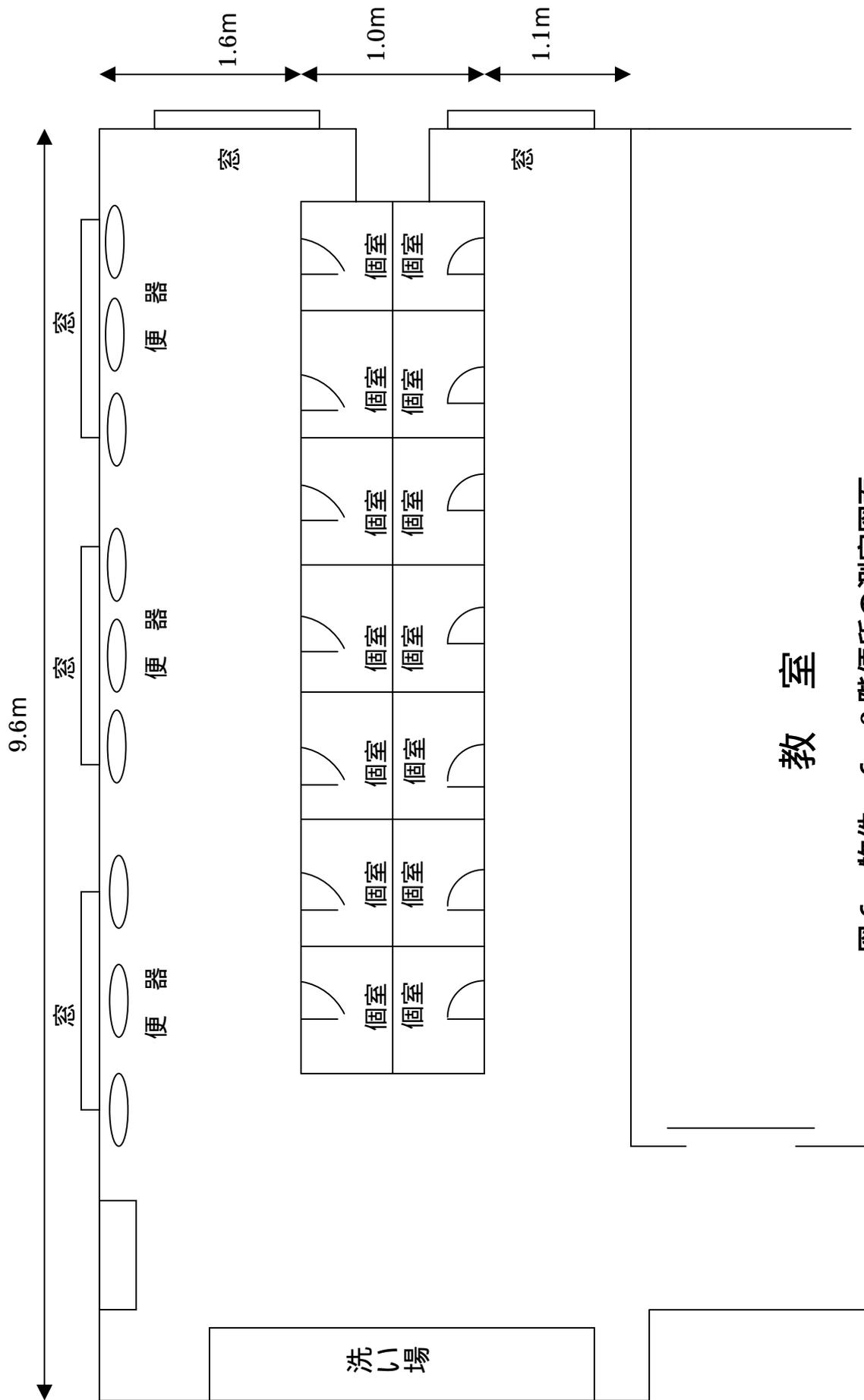
注:( )の数値は定量下限以下であるが、50視野で1本以上計数された場合の濃度を参考のために記載している。

### (注) サンプルング・分析条件

流量：5 L / min 測定時間：120 分

ろ紙の有効径 直径 22mm 計数視野の直径 0.3mm

計数した視野の数 50



教室

図6 物件 6 3階便所の測定図面



写真 23 測定点 1



写真 24 測定点 2



写真 25 測定点 3



写真 26 測定場所の概要

## 物件 7 放送室、音楽室の測定結果

### 表7 放送室、音楽室の測定結果

定量下限 ( f/L ): 0.47

	測定点	総繊維数濃度 ( f/L )	無機質総繊維数 濃度 ( f/L )	クリソタイル濃度 ( f/L )
放送室	1	7.35	6.27	( 0.35 )
音楽室	1	6.27	2.69	( 0.35 )
	2	8.42	2.33	0.47 以下
	3	9.50	3.04	( 0.35 )
	外気	2.51	2.33	( 0.18 )

注:( )の数値は定量下限以下であるが、50視野で1本以上計数された場合の濃度を参考のために記載している。

#### (注) サンプルング・分析条件

流量 : 5 L / min 測定時間 : 120 分

ろ紙の有効径 直径 22mm 計数視野の直径 0.3mm

計数した視野の数 50





写真 27 放送室 測定点 1



写真 28 音楽室 測定点 1



写真 29 音楽室 測定点 2



写真 30 音楽室 測定点 3



写真 31 外 気



写真 32 測定場所の概要

## 物件 8 遊戯室の測定結果

表 8 物件 8 遊戯室の測定結果

定量下限 ( f/L ): 0.47

測定点	総繊維数濃度 ( f/L )	無機質総繊維数 濃度 ( f/L )	クリソタイル濃度 ( f/L )
1	2.69	1.79	( 0.18 )
2	1.79	0.72	( 0.18 )
3	1.97	0.72	( 0.18 )
外気	1.97	1.79	0.47 以下

注 : ( ) の数値は定量下限以下であるが、50 視野で 1 本以上計数された  
場合の濃度を参考のために記載している。

### (注) サンプルング・分析条件

流量 : 5 L / min 測定時間 : 120 分

ろ紙の有効径 直径 22mm 計数視野の直径 0.3mm

計数した視野の数 50

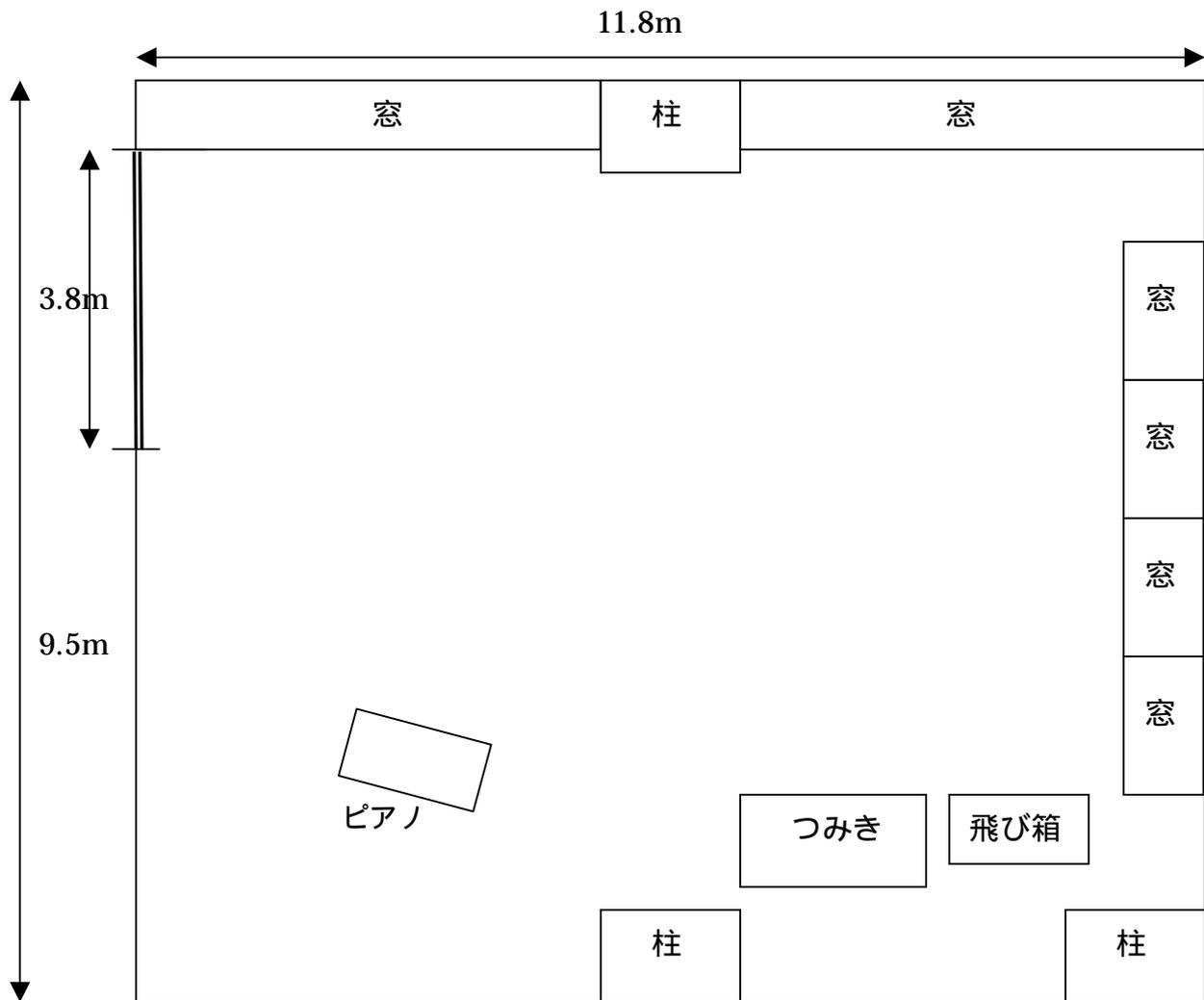


図 8 物件 8 遊戯室の測定図面



写真 33 測定点 1



写真 34 測定点 2



写真 35 測定点 3



写真 36 外 気



写真 37 測定場所の概要

## 物件 9 A 体育館の測定結果

表 9 物件 9 A 体育館の測定結果

定量下限 ( f/L ): 0.24

測定点	無機質総繊維数濃度 ( f/L )	クリソタイル濃度 ( f/L )
1	0.90	( 0.09 )
2	0.45	( 0.09 )
3	0.27	( 0.09 )
4	1.17	( 0.18 )
5	1.08	( 0.09 )
6	0.54	( 0.09 )
7	0.72	( 0.18 )
8	0.63	0.24 以下
9	0.81	0.24 以下
外気	0.90	0.24 以下

注:( )の数値は定量下限以下であるが、50 視野で 1 本以上計数された場合の濃度を参考のために記載している。

### (注) サンプリング・分析条件

流量：5 L / min 測定時間：240 分

ろ紙の有効径 直径 22mm 計数視野の直径 0.3mm

計数した視野の数 50

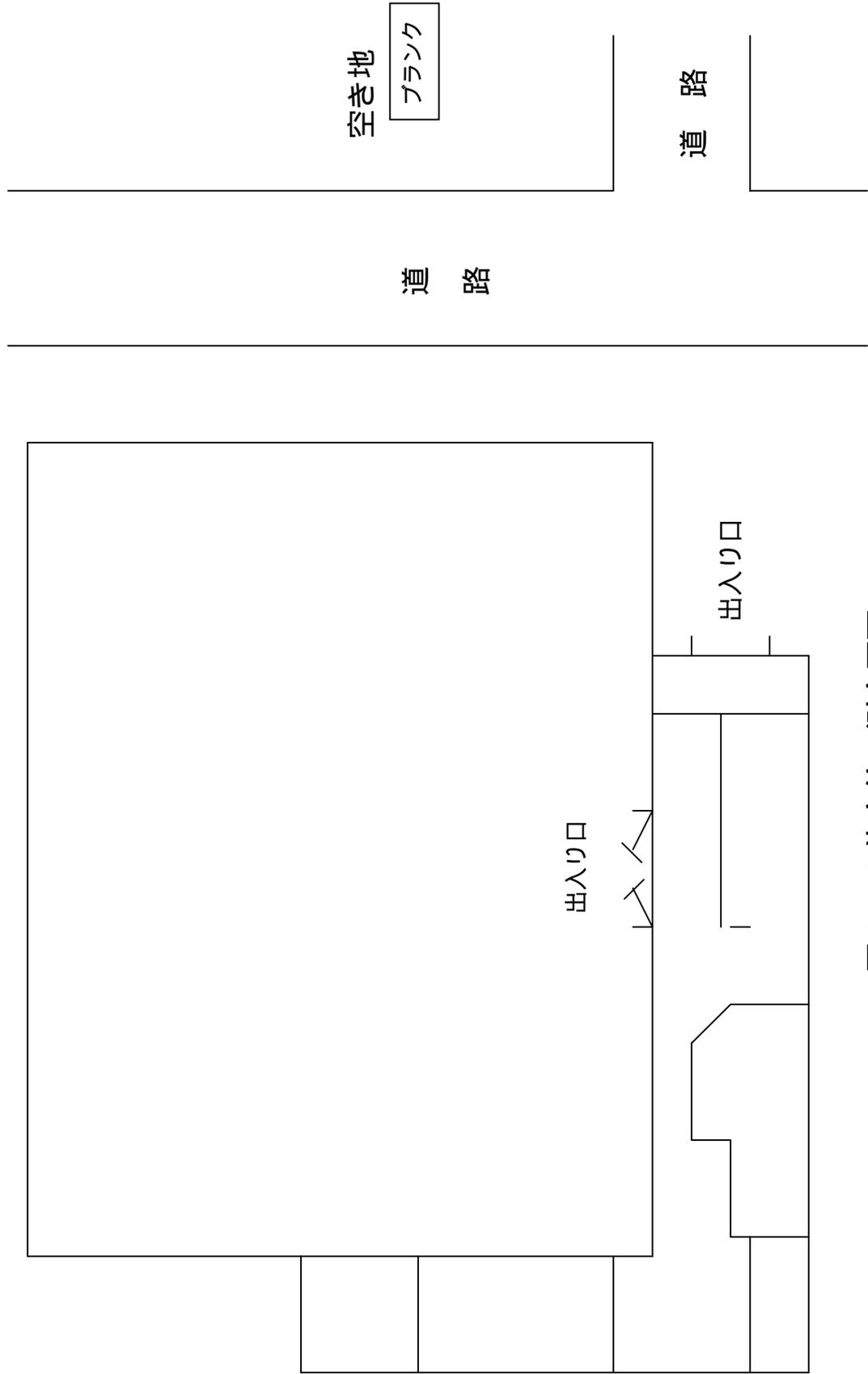


図9 A体育館の測定図面



写真 38 测定点 1



写真 39 测定点 2



写真 40 测定点 3



写真 41 测定点 4



写真 42 測定点 5



写真 43 測定点 6



写真 44 測定点 7



写真 45 測定点 8



写真 46 測定点 9



写真 47 外 気



写真 48 測定場所の概要

## 物件 10 C棟 B1F 階段の測定結果

表 10 物件 10 C棟 B1F 階段の測定結果

定量下限 ( f/L ): 0.24

測定点	無機質総繊維数濃度 ( f/L )	クリソタイル濃度 ( f/L )
1	0.81	( 0.18 )
2	0.63	0.24 以下
外	0.54	0.24 以下

注 : ( ) の数値は定量下限以下であるが、50 視野で 1 本以上計数された  
場合の濃度を参考のために記載している。

### (注) サンプルング・分析条件

流量 : 5 L / min 測定時間 : 240 分

ろ紙の有効径 直径 22mm 計数視野の直径 0.3mm

計数した視野の数 50

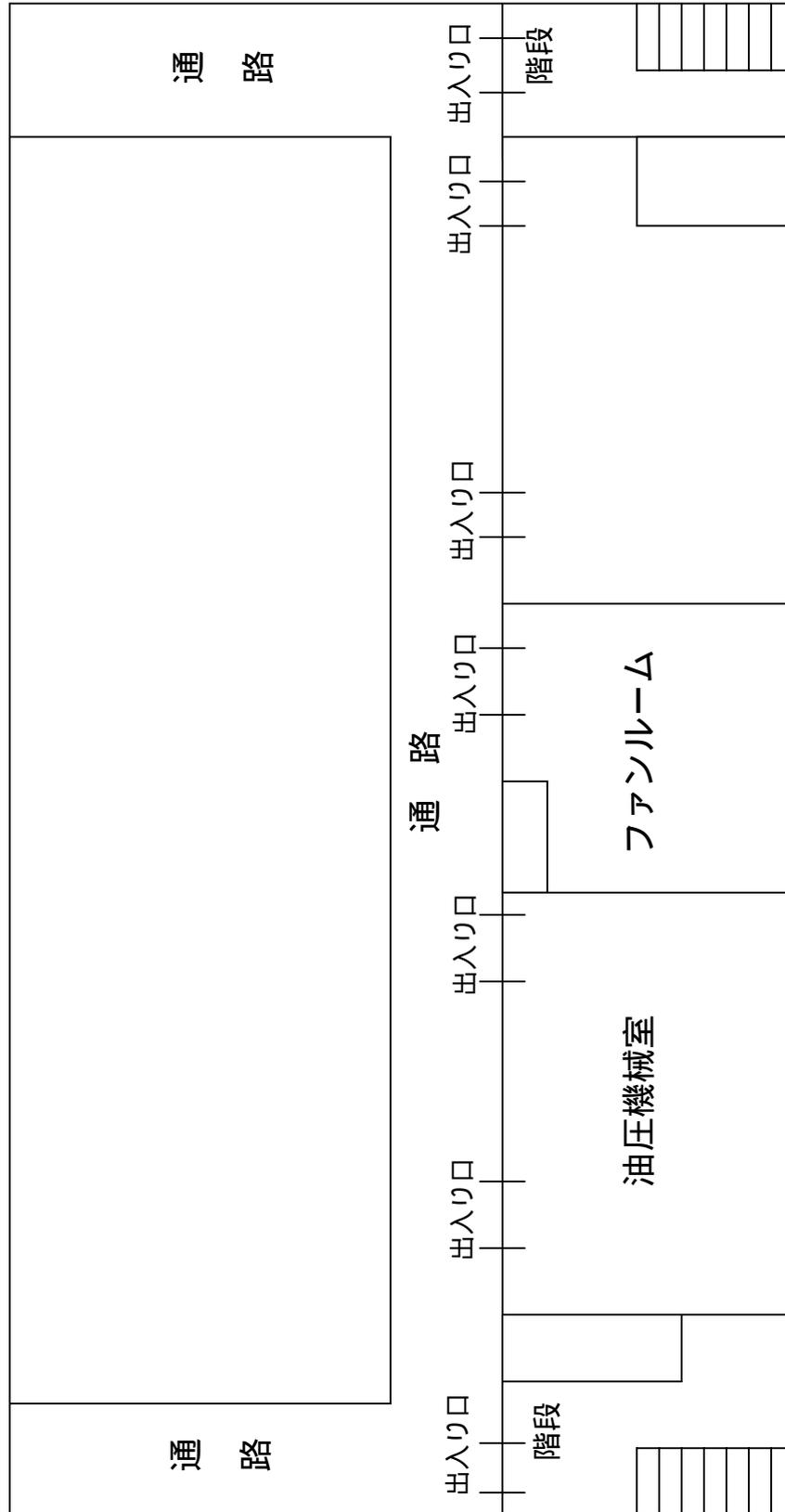


図 10 物件 10 C 棟 B1F 階段の測定図面



写真 49 測定点 1 (階段 1)



写真 50 測定点 1 (階段 2)

## 物件 11 C棟 油圧機械室の測定結果

表 11 物件 11 C棟 油圧機械室の測定結果

定量下限 ( f/L ): 0.24

測定点	無機質総繊維数濃度 ( f/L )	クリソタイル濃度 ( f/L )	アモサイト濃度 ( f/L )
1	0.63	( 0.18 )	0.24 以下
2	0.99	( 0.09 )	0.24 以下
3	0.81	0.24 以下	0.24 以下
4	0.72	( 0.18 )	0.24 以下
5	0.81	0.24 以下	0.24 以下
6	0.63	0.24 以下	0.24 以下
外	0.54	0.24 以下	0.24 以下

注:( ) の数値は定量下限以下であるが、50 視野で 1 本以上計数された  
場合の濃度を参考のために記載している。

### (注) サンプルング・分析条件

流量 : 5 L / min 測定時間 : 240 分

ろ紙の有効径 直径 22mm 計数視野の直径 0.3mm

計数した視野の数 50

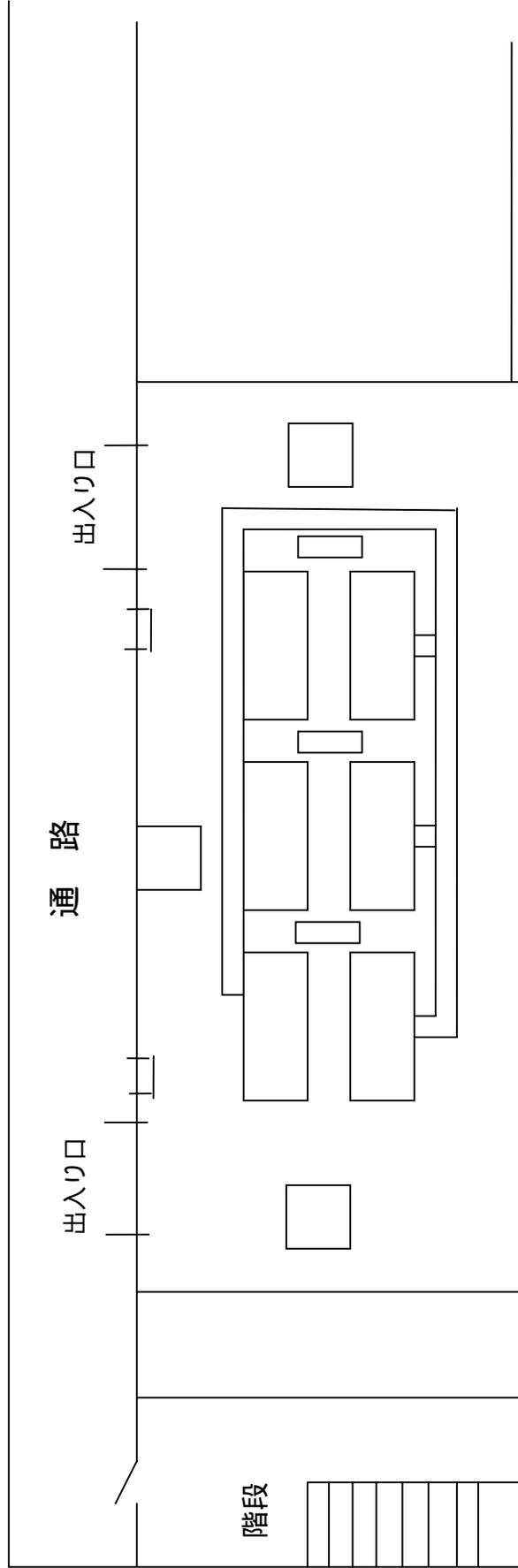


図11 物件 11 C棟 油圧機械室の測定図面



写真 51 測定点 1



写真 52 測定点 2



写真 53 測定点 3



写真 54 測定点 4



写真 55 測定点 5



写真 56 測定点 6



写真 57 測定場所の概要

## 物件 12 C棟 ファンルームの測定結果

表 12 物件 12 C棟 ファンルームの測定結果

定量下限 ( f/L ): 0.24

測定点	無機質総繊維数濃度 ( f/L )	クリソタイル濃度 ( f/L )	アモサイト濃度 ( f/L )
1	1.17	0.24 以下	0.24 以下
2	0.54	0.24 以下	0.24 以下
3	0.81	0.24 以下	0.24 以下
外	0.54	0.24 以下	0.24 以下

### (注) サンプルング・分析条件

流量 : 5 L / min 測定時間 : 240 分

ろ紙の有効径 直径 22mm 計数視野の直径 0.3mm

計数した視野の数 50

通路

出入口

油圧機械室

図 12 物件 12 C 棟 ファナルームの測定図面

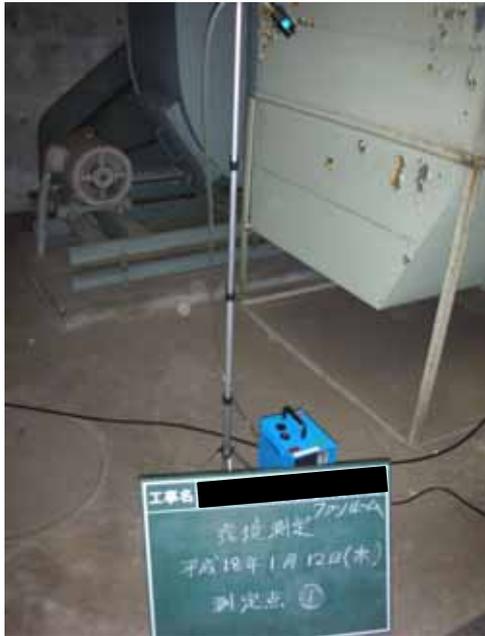


写真 58 測定点 1



写真 59 測定点 2



写真 60 測定点 3



写真 61 測定場所の概要

## 物件 13 B棟 試験室の測定結果

表 13 物件 13 B棟 試験室の測定結果

定量下限 ( f/L ): 0.24

測定点	無機質総繊維数濃度 ( f/L )	ロックウール繊維数濃度 ( f/L )
1	1.17	0.24 以下
2	1.17	0.24 以下
外	0.63	0.24 以下

### (注) サンプルング・分析条件

流量 : 5 L / min    測定時間 : 240 分

ろ紙の有効径    直径 22mm    計数視野の直径 0.3mm

計数した視野の数 50

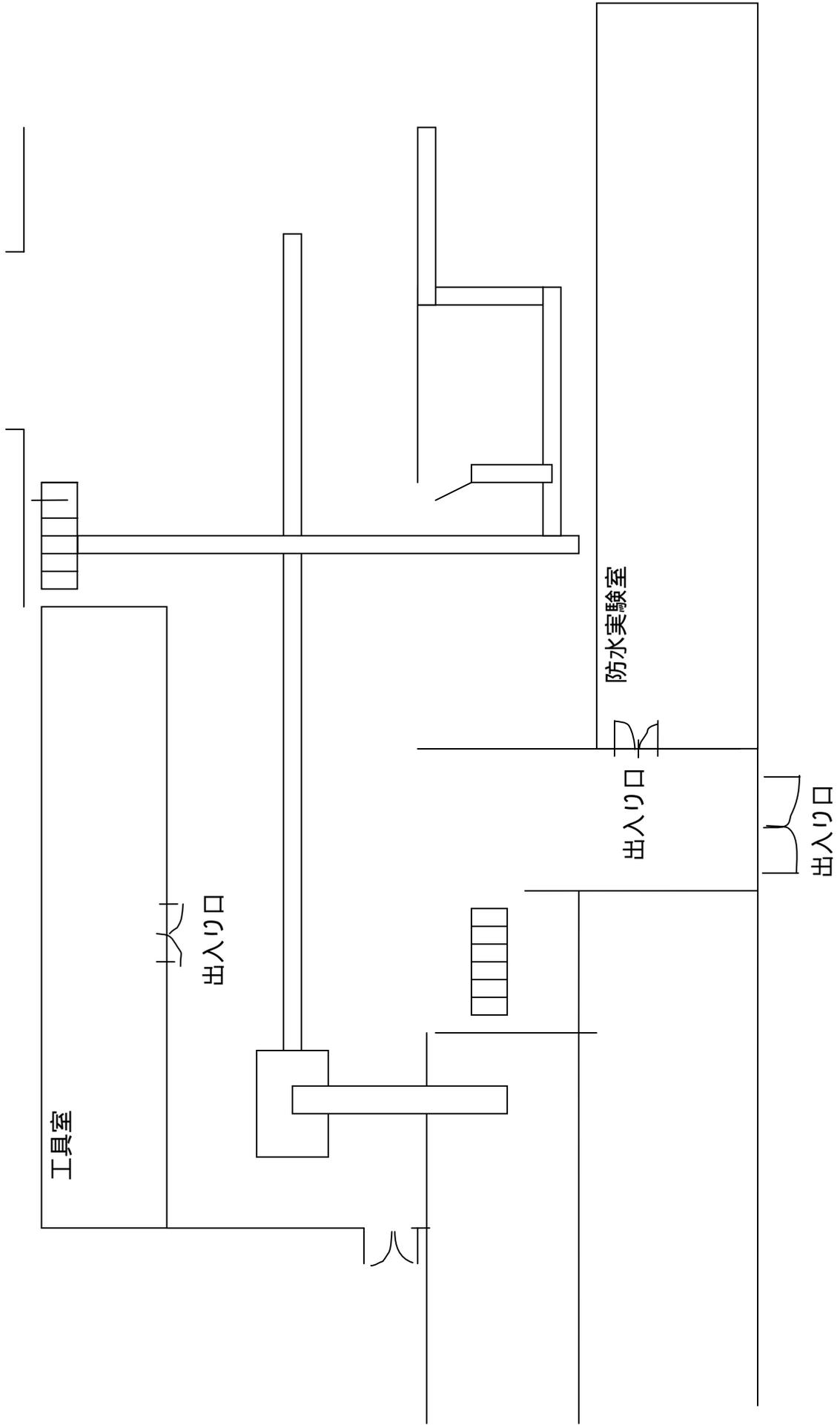


図13 物件 13 B棟 試験室の測定図面



写真 62 測定点 1



写真 63 測定点 2

## 物件 14 B棟 工具室の測定結果

表 14 物件 14 B棟 工具室の測定結果

定量下限 ( f/L ): 0.24

測定点	無機質総繊維数濃度 ( f/L )	ロックウール繊維数濃度 ( f/L )
1	0.90	( 0.18 )
2	0.72	( 0.09 )
外	0.63	0.24 以下

注:( )の数値は定量下限以下であるが、50視野で1本以上計数された場合の濃度を参考のために記載している。

### (注) サンプルング・分析条件

流量：5 L / min 測定時間：240 分

ろ紙の有効径 直径 22mm 計数視野の直径 0.3mm

計数した視野の数 50

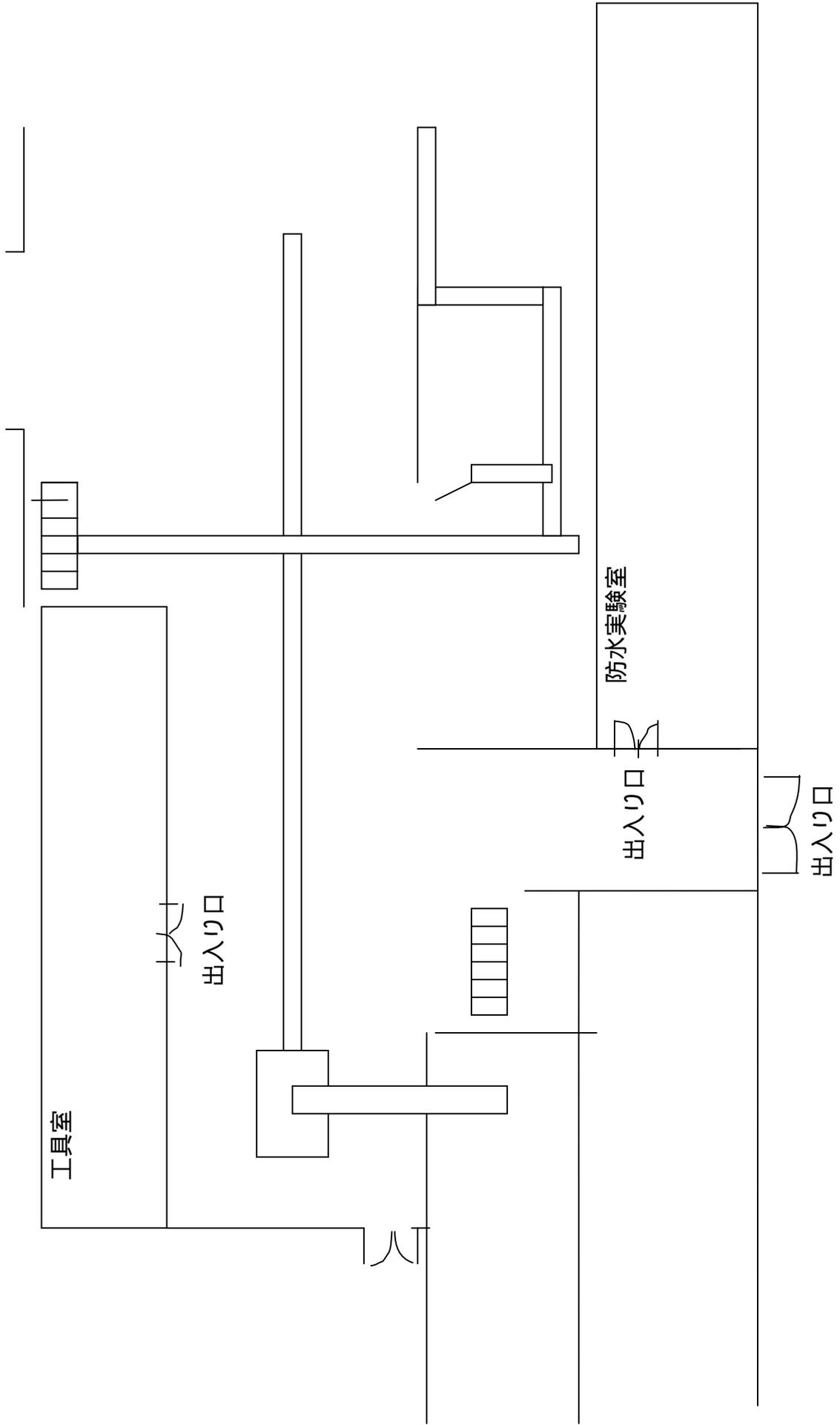


図 14 物件 14 B 棟 工具室の測定図面



写真 64 測定点 1



写真 65 測定点 2

## 物件 15 D棟 防耐火実験棟の測定結果

表 15 物件 15 D棟 防耐火実験棟の測定結果

測定点	無機質総繊維数濃度 ( f/L )	セラミックファイバー 濃度 ( f/L )
1	38.7	34.4
2	49.5	17.2
3	40.9	12.9
4	23.7	8.6
5	21.5	6.4
6	36.6	25.8
外	0.54	0.09

### (注) サンプルング・分析条件

流量：5 L / min 測定時間：10分（外は240分）

ろ紙の有効径 直径 22mm 計数視野の直径 0.3mm

計数した視野の数 50

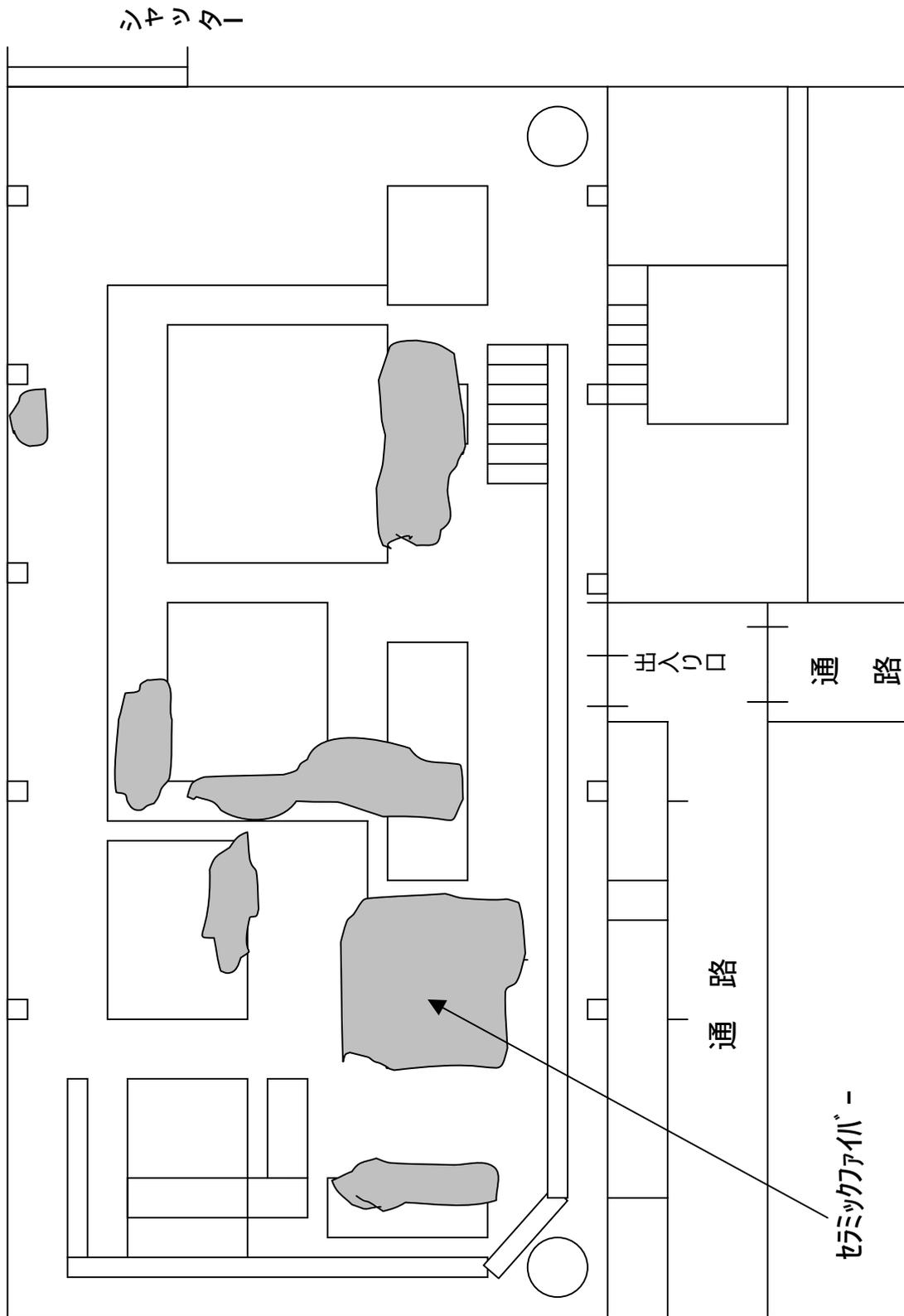


図 15 物件 15 D 棟 耐火実験棟の測定図面



写真 66 測定点 1

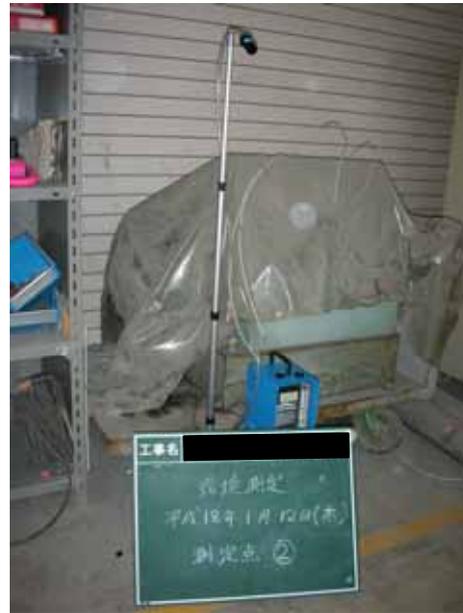


写真 67 測定点 2



写真 68 測定点 3



写真 69 測定点 4



写真 70 測定点 5

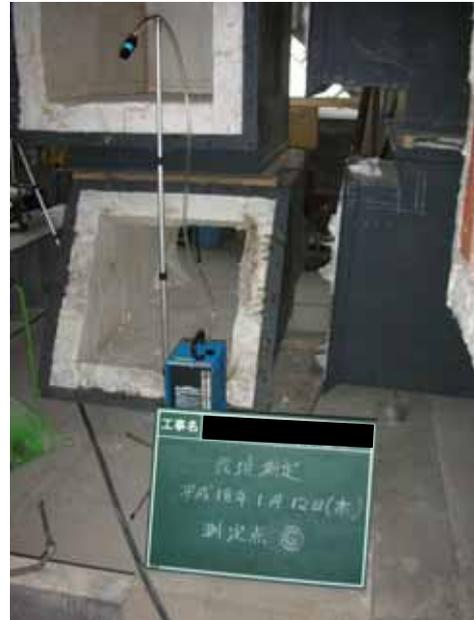


写真 71 測定点 6



写真 72 測定場所の概要

## 物件 16 事務室の測定結果

### 表 16 事務室の測定結果

定量下限 ( f / L ): 0.24

測定点	部屋	無機質総繊維数濃度 ( f / L )
1	211	( 0.09 )
2	237	0.24 以下
外		0.54

注 : ( ) の数値は定量下限以下であるが、50 視野で 1 本以上計数された場合の濃度を参考のために記載している。

#### (注) サンプルング・分析条件

流量 : 5 L / min      測定時間 : 240 分

ろ紙の有効径      直径 22mm      計数視野の直径      0.3mm

計数した視野の数      50

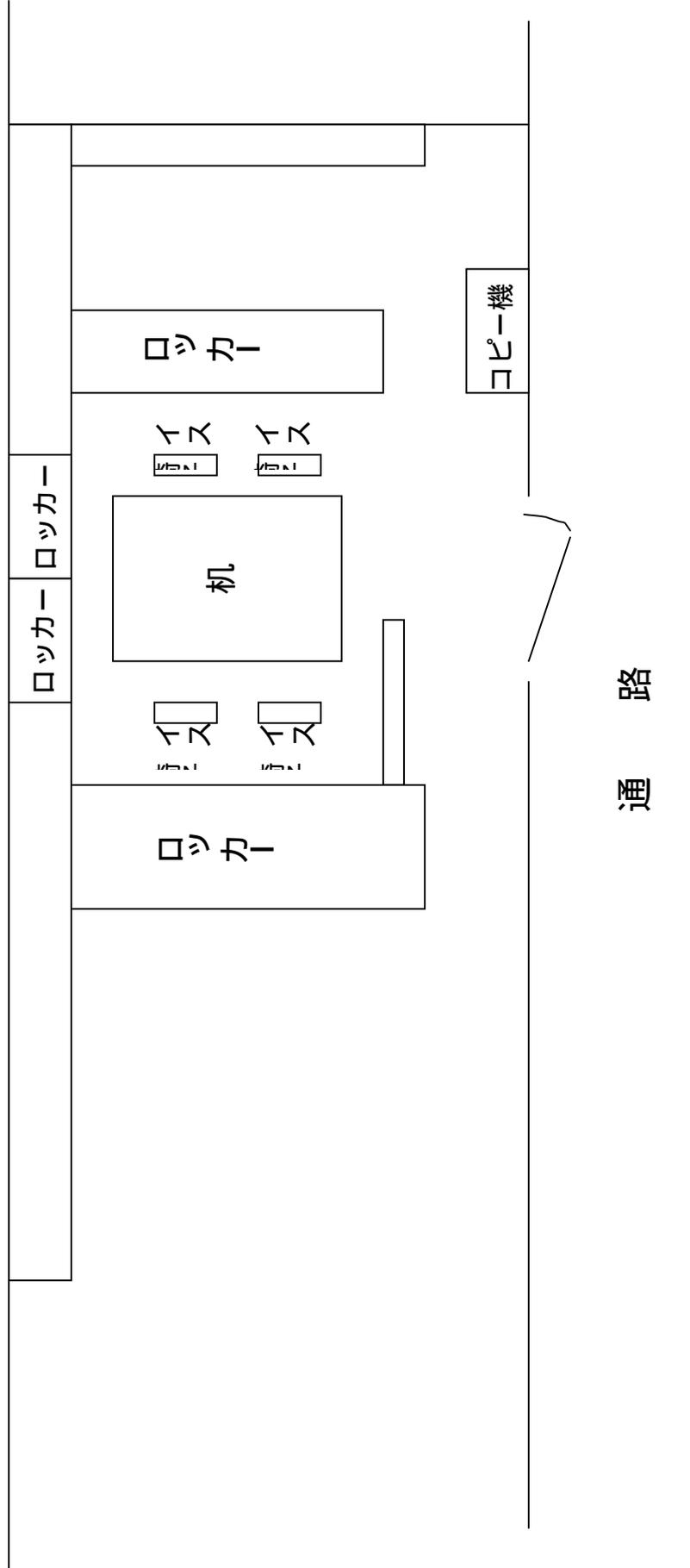


図 16 物件 16 事務室の測定図面

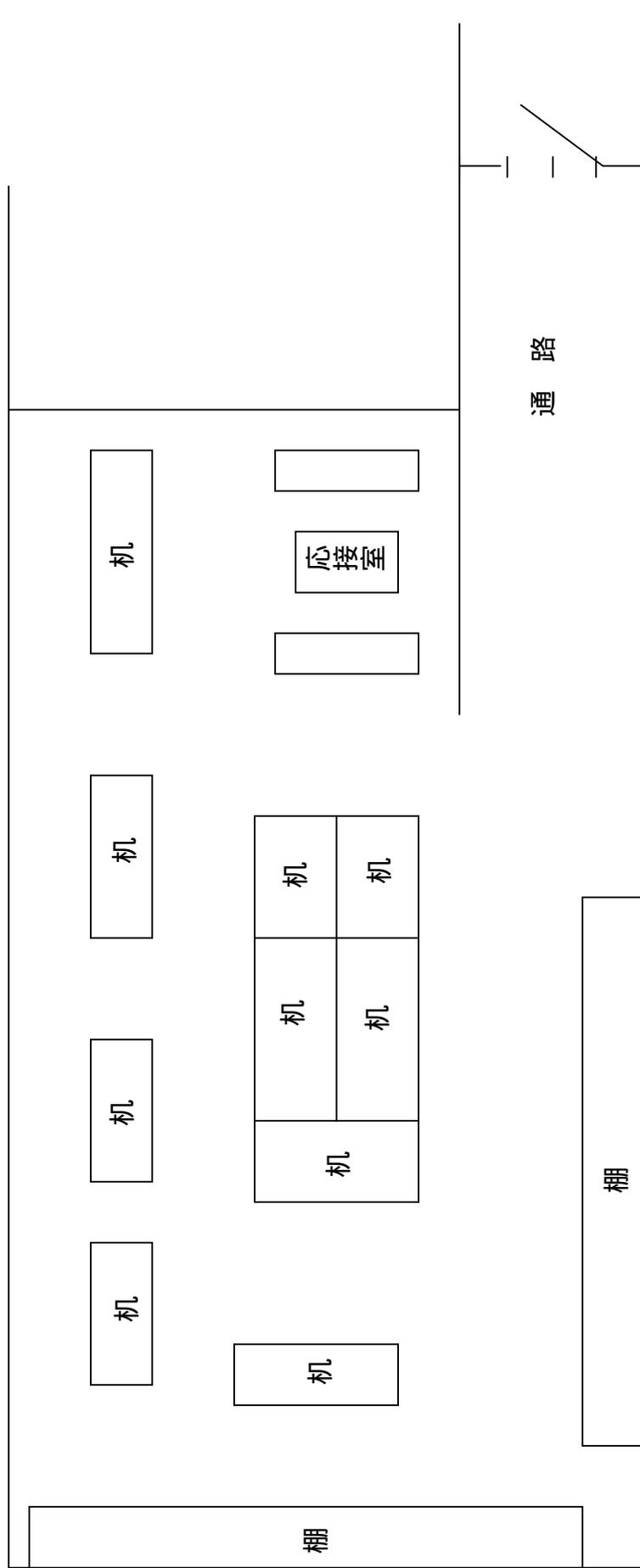


図17 物件 16 事務室の測定図面



写真 73 事務室 測定点



写真 74 事務室 測定点



写真 75 事務室の測定の概要



## 外気の測定



写真 76 外 気



写真 77 外気の測定



写真 78 外気の測定の概要

## その他

本調査の参考として、(財)日本建築センターが実施(測定は(社)日本作業環境測定協会に依頼)した、アスベスト封じ込め処理後の室内濃度測定結果を添付する。

物件	測定点 1				外 気			
	無機質総 繊維数濃 度(f/L)	クリソイル 濃度(f/L)	アモサイト 濃度(f/L)	クロソライト 濃度(f/L)	無機質総 繊維数濃 度(f/L)	クリソイル 濃度(f/L)	アモサイト 濃度 (f/L)	クロソライト 濃度(f/L)
B 駅前住宅 (813 号室) ベランダ	2.15	0.47 以下	0.47 以下	0.47 以下	0.71	0.47 以下	0.47 以下	0.47 以下
B 駅前住宅 (836 号室) ベランダ	1.43	0.47 以下	0.47 以下	0.47 以下	0.71	0.47 以下	0.47 以下	0.47 以下
C 町町営住宅 (2-102 号室)	8.74	0.47 以下	0.47 以下	0.47 以下	2.87	0.47 以下	0.47 以下	0.47 以下
C 町町営住宅 (3-104 号室)	7.17	0.54	0.47 以下	0.47 以下	2.87	0.47 以下	0.47 以下	0.47 以下
D 団地 (14-105 号室)	0.90	0.47 以下	0.47 以下	0.47 以下	2.15	0.47 以下	0.47 以下	0.47 以下
D 団地 (7-503 号室)	1.25	0.18	0.47 以下	0.47 以下	2.15	0.47 以下	0.47 以下	0.47 以下
E 団地 (203 号室)	1.97	0.18	0.47 以下	0.47 以下	0.36	0.47 以下	0.47 以下	0.47 以下
E 団地 (312 号室)	1.08	0.47 以下	0.47 以下	0.47 以下	0.36	0.47 以下	0.47 以下	0.47 以下