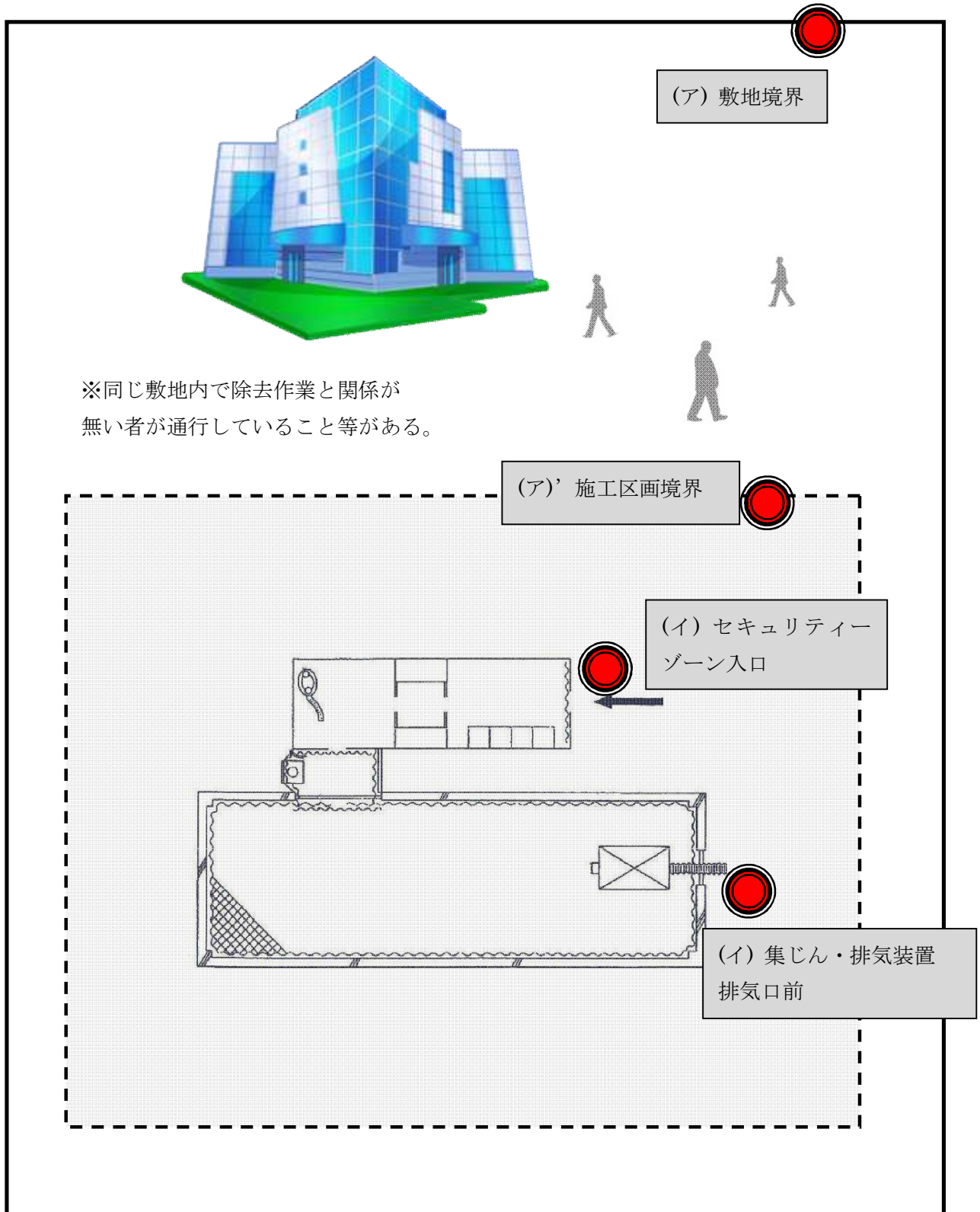


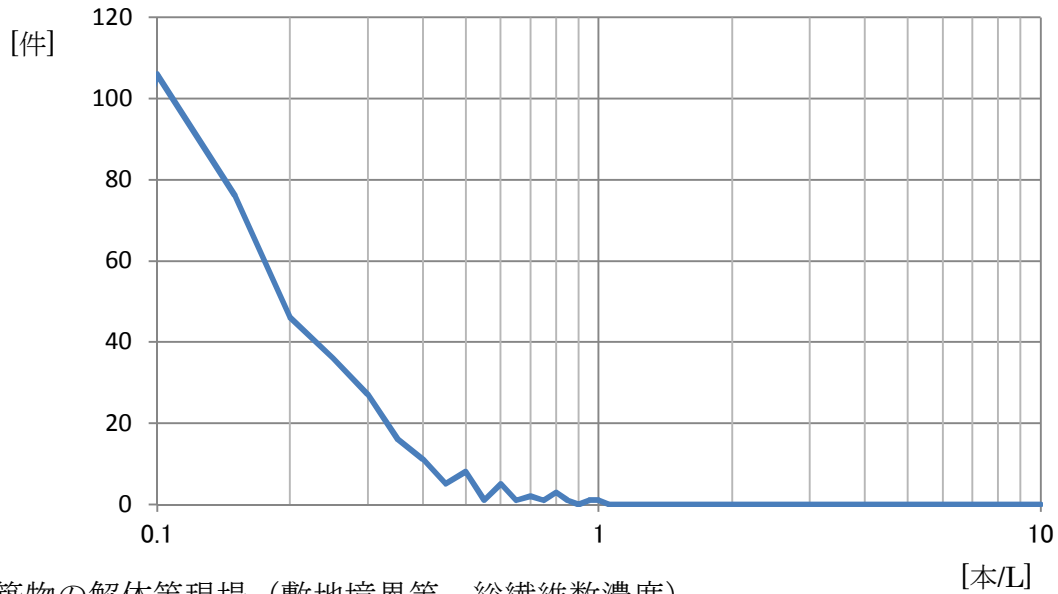
建築物の解体等現場における石綿大気濃度調査について

特定粉じん排出等作業時の大気中の石綿濃度測定地点考えられる地点

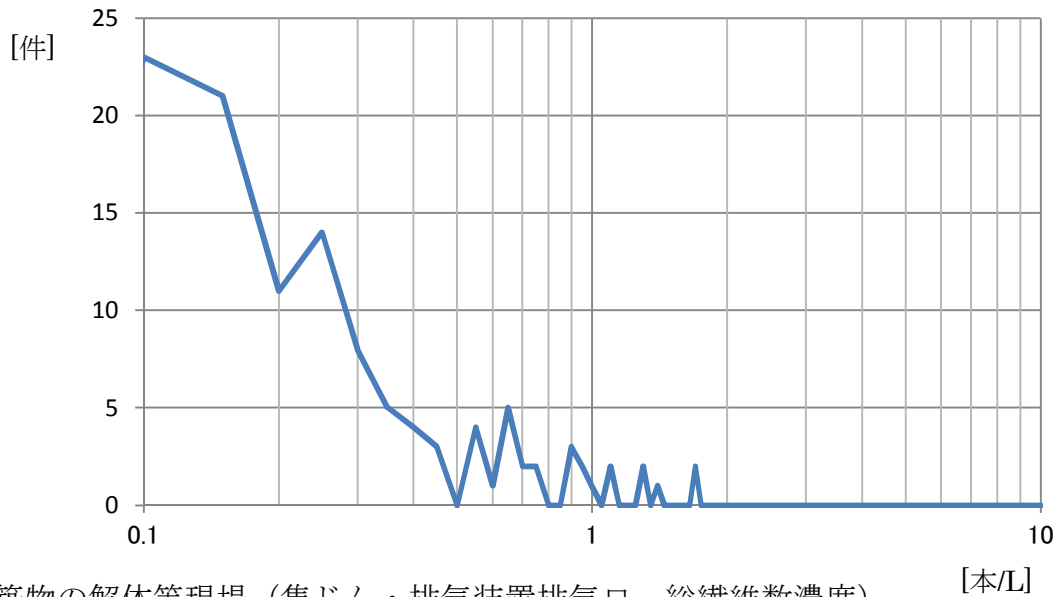


環境省が実施した大気中の石綿濃度調査結果について（平成22～24年）

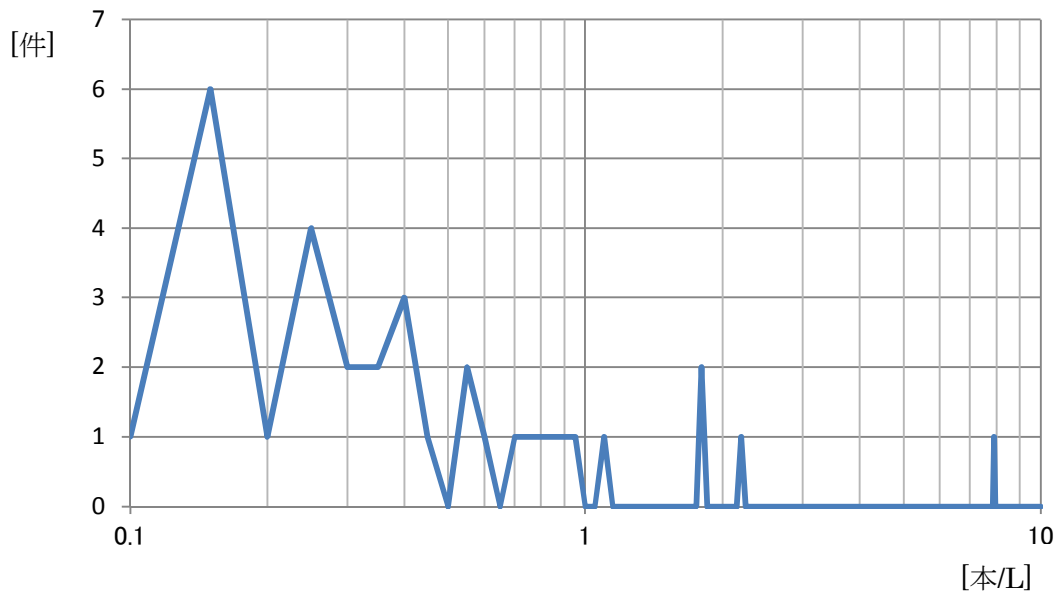
○一般大気環境（総繊維数濃度）



○建築物の解体等現場（敷地境界等、総繊維数濃度）



○建築物の解体等現場（集じん・排気装置排気口、総繊維数濃度）



マニュアル等で定められている建築物の解体等現場における石綿測定方法

	アスベストモニタリング マニュアル(第 4.0 版) <環境省>	建築改修工事監理指針 (下巻、平成 22 年版) <国土交通省監修>	既存建築物の吹付けアスベスト粉じん 飛散防止処理技術指針・同解説	JIS K 3850-1 :2006
測定時期 測定場所	1.作業中 ①集じん・排気装置排気口 ②セキュリティーゾーン入口 ③作業が実施される施設の直近で、 多数の人の通行等がある場所	参考 1 参照	1.除去作業前 ①施工区画周辺 ②敷地境界 ③作業場内 2.除去作業中 ①集じん・排気装置排気口 ②セキュリティーゾーン入口 ③隔離の外側周辺 ④施工区画周辺 ⑤敷地境界 3.除去作業後 ①作業場内 ②施工区画周辺 ③敷地境界	目的に応じて設定
試料採取時間	10 リットル/分 × 240 分	目的に応じて設定 (参考 2)	—	目的に応じて設定
フィルター径	φ 47mm	φ 25、φ 47	—	φ 25、φ 47
分析方法	位相差顕微鏡法 電子顕微鏡法 (位相差顕微鏡法で 1 本/リットルを超過した場合)	位相差顕微鏡法 位相差/分散顕微鏡法 電子顕微鏡法	位相差顕微鏡法 位相差/分散顕微鏡法	位相差顕微鏡法 位相差/分散顕微鏡法 電子顕微鏡法
評価基準	なし	参考値 (・一般環境大気中の石綿濃度。 ・特定粉じん発生施設の敷地 境界基準 10 本/L)	なし	なし

参考1 処理作業におけるアスベスト粉じん濃度測定の区分

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

◎：必須 ○：条件により必須 △：望ましい

参考2 使用フィルター及び吸引空気量による定量下限の目安

吸引空気量	直径 25mm のフィルター	直径 47mm のフィルター
300L	0.95 本/L	2.4 本/L
600L	0.47 本/L	1.2 本/L
1200L	0.24 本/L	0.6 本/L
2400L	0.12 本/L	0.3 本/L

主要なアスベスト測定法(迅速方法の例)

		位相差顕微鏡法	位相差/偏光顕微鏡法
測定可能物質	総繊維	○	○
	クリソタイル	×	○
	クロシドライト	×	○
	アモサイト	×	△※1
	トレモライト	×	△※1
	アクチノライト	×	△※1
	アンソフィライト	×	△※1
原理	<ul style="list-style-type: none"> ・屈折率及び厚さの違いを明暗の差に変え、肉眼で識別できるようにした顕微鏡である。 ・アセトン・トリアセチン法により透明化処理をしたフィルターの繊維状粒子数を計数する。 ・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:300μm)を装着したものをを用いる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・位相差顕微鏡によって計数された繊維状粒子について偏光顕微鏡による観測でアスベストと非アスベストに分別し環境大気中アスベスト濃度を測定する手法である。 ・サンプリングされる可能性のあるアスベストの種類が判明していることが必要であり、事前調査結果が入手可能な建築物等の解体・改修等の場合に限定した手法である。 ・繊維の多色性、複屈折、消光角、伸長性の正負の観測及び繊維の形態観察から総合的にアスベスト・非アスベストに判別する。 	
利点	<ul style="list-style-type: none"> ・従来からの総繊維数濃度の計数法の基準である。 ・実施可能分析機関数が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ターゲットと対物レンズの切り替え簡単に位相差法と偏光法を同時に行える。 ・位相差顕微鏡法による総繊維の計測と同じ繊維を同定することが可能である。 ・クリソタイル、クロシドライト及び他の角閃石系のアスベストを同定することが可能である。 	
問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・繊維状粒子の種類を同定できない。 ・計数に際し、長さの物さしとしてアイピースグレイティ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、注意する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・偏光顕微鏡は日本では普及していないため、今後、測定担当者の訓練が必要である。 ・位相差・偏光顕微鏡の場合は回転ステージを使用するため、視野の移動等が煩雑である。 ・技術の熟練度合いによる同定の不確実性を無視できない。 ・クロシドライト以外の角閃石系アスベスト(アモサイト、トレモライト、アクチノライト、アンソフィライト)の区別が困難である。 ・位相差顕微鏡で確認できる繊維が、偏光モードでは確認できない場合がある。 	
問題点の解決方法	<ul style="list-style-type: none"> ・アスベストの同定については、他の同定方法を併用する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・視野の移動等は、片手でXY移動が出来る機構のものを使用する。 ・通常のアナライザーでは繊維の光学特性が確認し難い細い繊維に対してはプレースケラーコンベンセーターで改善出来る可能性がある。 	

※1 アモサイト、トレモライト、アクチノライト、アンソフィライトの分類はできない。

※2 クロシドライト、アモサイト、トレモライト、アクチノライト、アンソフィライトの分類はできない。

※3 クロシドライト、アモサイトの分類はできない。

		位相差/蛍光顕微鏡法	分析走査電子顕微鏡法(可搬型含む)	位相差/ラマン顕微鏡法
測定可能物質	総繊維	○	○	○
	クリソタイル	○	○	○
	クロシドライト	△※2	○	△※3
	アモサイト	△※2	○	△※3
	トレモライト	△※2	○	○
	アクチノライト	△※2	○	○
	アンソフィライト	△※2	○	○
原理	<ul style="list-style-type: none"> 位相差顕微鏡によって計数された繊維状粒子について蛍光顕微鏡による観測でアスベストと非アスベストに分別し環境大気中アスベスト濃度を測定する手法である。 蛍光物質で修飾したアスベスト結合タンパク質を用いて、微細なアスベスト繊維を検出する手法である。 アスベスト種の識別が必要な場合、クリソタイルに特異的なタンパク質と角閃石系アスベストに広く結合するタンパク質の2種類を利用する。それぞれ蛍光色の違う蛍光物質で修飾し、色によってクリソタイルか、角閃石系アスベストかの判定をする。 	<ul style="list-style-type: none"> 解体現場等でサンプリングしたサンプルを1～2時間内にアスベストの有無の判定可能な測定ができる可搬型等の分析走査電子顕微鏡(SEM)。 エネルギー分散型X線分析装置(EDX)を装着し、加速電圧15kV程度を満たし、1～2時間程度で位相差顕微鏡で確認ができる繊維と同程度の繊維(概ね長さ5μm以上、幅0.2μm以上3μm未満、アスペクト比3以上)の観察及び同定が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> 対象繊維のラマンスペクトルを測定する。 ラマン顕微鏡による6種類のアスベストのスペクトルデータ(ライブラリー)を確認しておく必要がある。 	
利点	<ul style="list-style-type: none"> 光路の切り替えで簡単に位相差法と蛍光法を同時に行える。 位相差顕微鏡法による総繊維の計測と同じ繊維を同定することが可能である。 アスベスト繊維が蛍光を放つため、同定対象のアスベスト繊維が微細であっても判別できる。 クリソタイル及び他の角閃石系のアスベストを同定することが可能である。 自動計測も可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> EDXによりアスベストの種類を同定できる。 詳細な繊維形態が観察可能である。 微細な粒子も観察できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 位相差顕微鏡法のサンプルをそのまま使用することが可能である。 	
問題点	<ul style="list-style-type: none"> 蛍光顕微鏡は日本では普及していないため、今後、測定担当者の訓練が必要である。 炭化ケイ素ウイスキーにも蛍光タンパクが結合し、角閃石系アスベストとの識別が難しい場合がある。 自家蛍光を持つ非アスベスト繊維の偽陽性がある。 本数が特に多い場合(1視野あたり20本以上)は、同一視野への励起光照射時間が長くなり、退色により蛍光が弱くなるため見えにくくなる可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 装置が他の方法と比較して高額である。 光学顕微鏡と同じレベルの精度で計数を行うには、時間を要する可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 現状では分析機器が高額である。 ラマン顕微鏡は日本では普及していないため、今後、測定担当者の訓練が必要である。 アモサイトとクロシドライトのスペクトルが類似しており判別に関して更なる検証が必要である。 	
問題点の解決方法	<ul style="list-style-type: none"> 自家蛍光を持つ物質は、紫外光励起を使用することでほぼ判別可能である。 本数が多い場合(1視野あたり20本以上)は、視野画像を撮影し保存することにより、計数後も確認できるようになる。 	—	—	

※1 アモサイト、トレモライト、アクチノライト、アンソフィライトの分類はできない。

※2 クロシドライト、アモサイト、トレモライト、アクチノライト、アンソフィライトの分類はできない。

※3 クロシドライト、アモサイトの分類はできない。

解体等現場管理のための主要な測定方法(例)

		繊維状粒子自動測定機	パーティクルカウンター	粉じん計
測定対象物質	石綿繊維	×	×	×
	総繊維	○	×	×
	粒子	△	○	○
測定頻度		リアルタイム	リアルタイム	リアルタイム
連続測定		○	○	○
原理	<ul style="list-style-type: none"> ・検出器には4つの電極からなる高圧部があり、高電圧の直流電圧と交流電圧を重ねて加えた電場の中を繊維状粒子が通過すると振動する。 ・繊維状粒子は、検出部内に照射された半導体レーザー光により散乱光を発生し、散乱光は光センサで検出される。繊維状粒子が振動しながら検出部内を通過すると、散乱光強度がパルス状に変化する。 ・一方、非繊維状粒子は検出部内を通過しても電場の振動による散乱光強度の変化はほとんど現れない。 ・散乱光のパルスは繊維状粒子の繊維が長く太いほどピークが高く、パルス面積は繊維の長さが長いほど大 	<ul style="list-style-type: none"> ・内蔵しているポンプによって試料空気を一定の流量で吸引し、細かい噴流とした後、レーザー光と交差させ、空気中に浮かんでいる粒子1個1個が光線を横切る際に散乱する光を光学系で集光させ、光電変換素子(フォトダイオードなど)によって電気信号に変換する。 ・散乱光量は粒子のサイズと一定の関係を持っていることを利用して、検出したパルス波高値から粒径を判定、また、パルス数(粒子1個1個に対応)と吸引した空気の体積から、単位面積当たりの粒子数を求める。 ・浮遊粒子1つずつを敏感に測定できるので、単位体積あたりに粒子が何個あるかの結果が出せる。ある粒子の直径別の個数を表示することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・粉じんに光をあてた時の散乱光は、同一粒子系であれば再現性が良く、なおかつその粉じん濃度が倍になれば散乱光量も倍になる。 この粉じん濃度と散乱光量が直線的に敏感に比例することを利用して、空気中に浮遊している粉じんの質量濃度を散乱光の強弱として測定する機器。 その散乱光量を電気信号に変換し、積算カウントすることで、質量濃度を相対濃度として表示する。 	
利点	<ul style="list-style-type: none"> ・大気中の総繊維の濃度を簡単にリアルタイムで測定できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・大気中の粒子の個数濃度や粒径の分布を簡単にリアルタイムで測定できる。 ・持ち運びが容易である。 ・比較的安価である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・大気中の粒子の個数濃度を簡単にリアルタイムで測定できる。 ・持ち運びが容易である。 ・比較的安価である。 ・検出器に流入する粉じんをまとめて計測するため、浮遊粒子が比較的高濃度の現場でも測定が可能である。 	
問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・他の測定方法との相関性。 	<ul style="list-style-type: none"> ・他の測定方法との相関性。 ・粒子状物質と繊維状粒子物質を区別できない。 ・大気中の粒子が高濃度になると個々の粒子を測定できなくなり、測定不能になる可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・他の測定方法との相関性。 ・粒子状物質と繊維状粒子物質を区別できない。 	