

北海道アスベストセミナー

# アスベストの分析方法

北海道アスベスト対策研究会 /  
(一社) 日本石綿講習センター /  
(地独) 北海道立総合研究機構  
産業技術環境研究本部 工業試験場  
飯島 俊匡



道総研

- ・ 繊維状ケイ酸塩鉱物の総称  
クリソタイル、アモサイト、クロシドライト  
トレモライト、アクチノライト、アンソフィライト
- ・ 絶縁性、耐薬品性、断熱性、耐久性などに優れ、  
**多くの建材に使用**された。



クリソタイル アモサイト クロシドライト

- ・ 繊維状ケイ酸塩鉱物の総称  
クリソタイル、アモサイト、クロシドライト  
トレモライト、アクチノライト、アンソフィライト
- ・ 絶縁性、耐薬品性、断熱性、耐久性などに優れ、  
**多くの建材に使用**された。



- ・ **アスベスト繊維を吸入すると病気を引き起こす**
- ・ 日本では2006年（平成18年）に**使用を全面禁止**

しかし、**既存の建築物等に大量に存在**する。

# アスベスト含有建材の例



天井吹き付け材



煙突断熱材



ビニル床タイル



鉄骨吹き付け材



配管保温材



スレート板

# アスベスト含有建材のレベル



天井吹き付け材



煙突断熱材



ビニル床タイル

レベル1

吹き付け材

レベル2

保温材・断熱材

レベル3

成形板

大

除去作業時の発塵性

小

- ・ 1995年 基発188号  
吹き付け材のアスベスト含有量が1%超か
- ・ 2006年 JIS A 1481:2006制定
- ・ 2008年 JIS A 1481:2008改訂

**JIS A 1481-2 : 旧JIS定性分析**

**JIS A 1481-3 : 旧JIS定量分析**

- ・ 2012年7月 国際規格ISO 22262-1制定
- ・ 2014年3月 JIS A 1481:2014改訂

**JIS A 1481-1 : 新JIS定性分析**

- ・ 2014年9月 国際規格ISO 22262-2制定
- ・ 2016年3月 JIS A 1481:2016改訂

**JIS A 1481-4 : 新JIS定量分析**

## ・ 定性分析方法

	JIS A 1481-1	JIS A 1481-2
判断基準	アスベスト様形態の有無	アスペクト比のみ (長さ：幅が3以上)
同定方法	形態、多色性、複屈折、消光角、伸長の符号、屈折率	結晶構造、屈折率
道具	実体顕微鏡、偏光顕微鏡 電子顕微鏡 (補完)	実体顕微鏡、X線回折解析装置 位相差・分散顕微鏡
前処理	試料の種類に応じて	一律に粉砕
天然鉱物	分析可能	分析不可能

## ・ 定量分析方法

	JIS A 1481-3	JIS A 1481-4
定量方法	重量濃縮後、 X線回折解析装置で定量	重量濃縮後、 偏光顕微鏡、電子顕微鏡で定量 (ポイントカウント)
定量下限	重量濃縮の程度により変動	0.1%未満
天然鉱物	分析不可能	分析可能

## アスベストを扱うときの**安全措置の義務**

- ・ 囲い込みなどの飛散防止対策
- ・ 調査者、分析者のアスベスト被爆対策



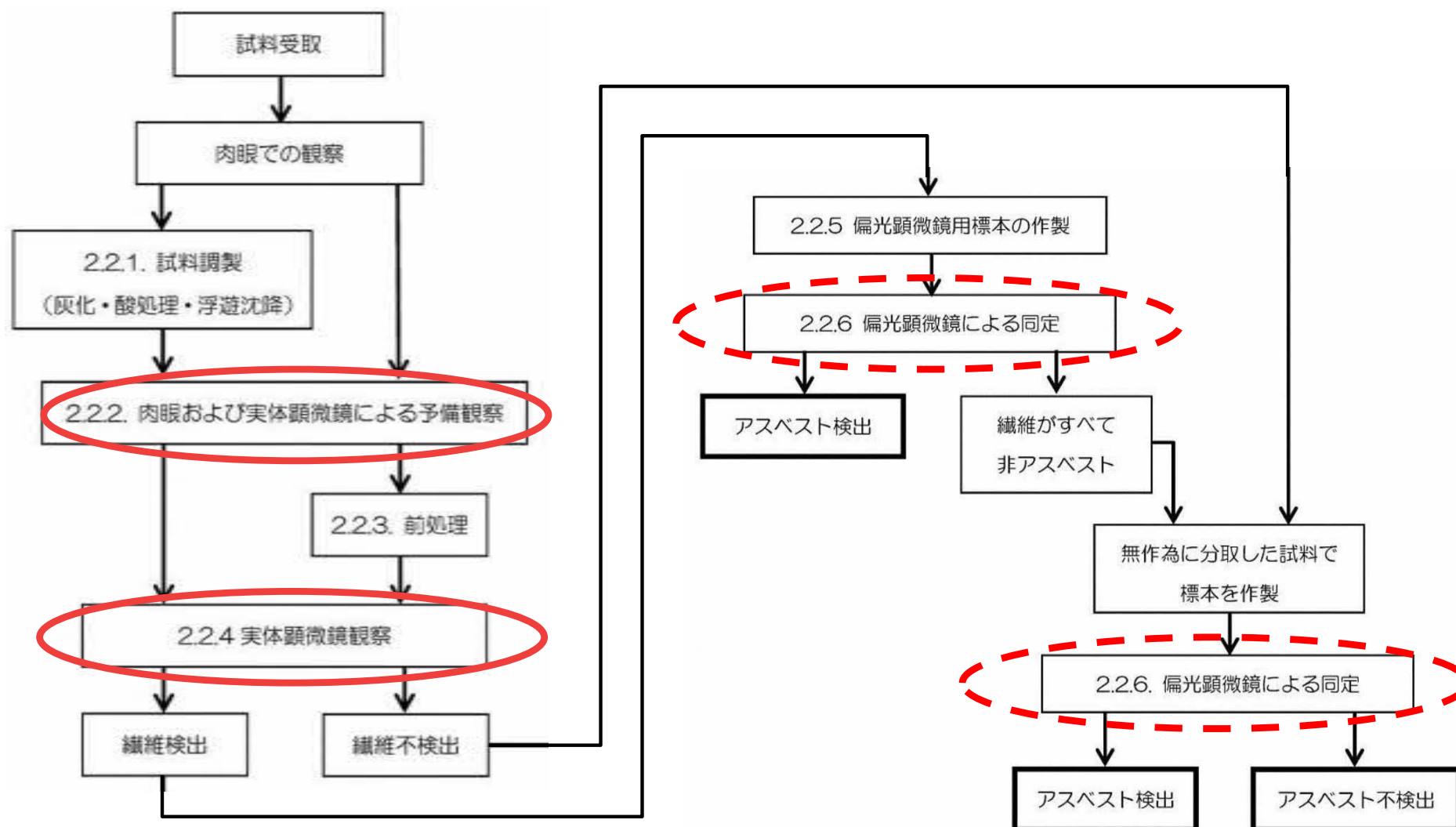
試料作成や分析の際には、  
ドラフトチャンバーや  
グローブボックス等、  
適切な集塵フードが必要。



ドラフトチャンバー



## 「建材製品中のアスベスト含有率測定方法」 分析の手順



アスベスト特有の形態的特徴がある。

- ・大きさが $5\mu\text{m}$ を超える繊維について、**アスペクト比が20:1**以上の繊維が存在する。
- ・太さが $0.5\mu\text{m}$ 未満の**非常に細い単繊維**に分けられる。
- ・上記に加え、次の特徴のいずれかを備えていれば、より確か。
  - 繊維束になっている互いに平行な繊維
  - 端がほうき状に広がっている繊維束
  - 細い針状の繊維
  - 個々の繊維が絡まりあった塊
  - 曲率を持った繊維



実体顕微鏡による観察

実体顕微鏡でアスベスト観察を行うとき、  
・倍率は10倍～200倍程度  
が必要である。



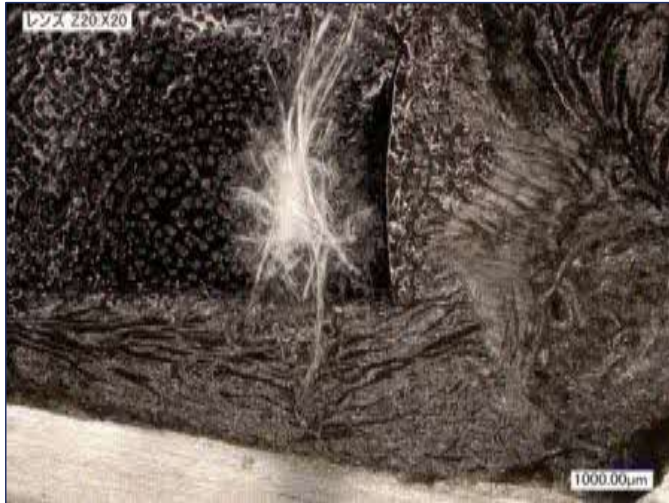
デジタルマイクロスコープ  
キーエンス製 VHX-1000



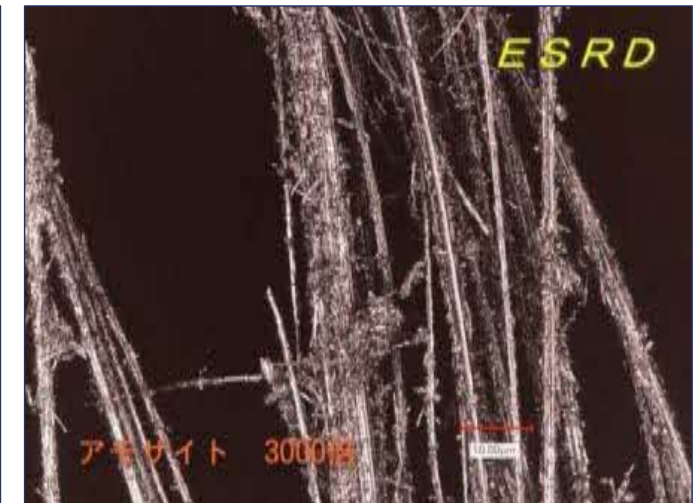
アスベスト特有の形態的特徴  
(倍率40倍)

外観観察によりアスベストの仮同定を行う。

- ・ クリソタイル : 波状、白色

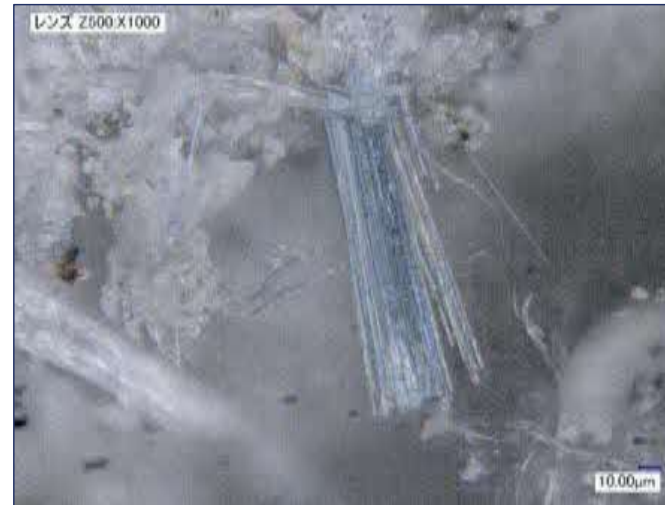


- ・ アモサイト等 : 直線的、灰色～茶色



外観観察によりアスベストの仮同定を行う。

- ・ クロシドライト：直線的、青色～灰色



- ・ 非アスベスト：ロックウール、ガラスウール

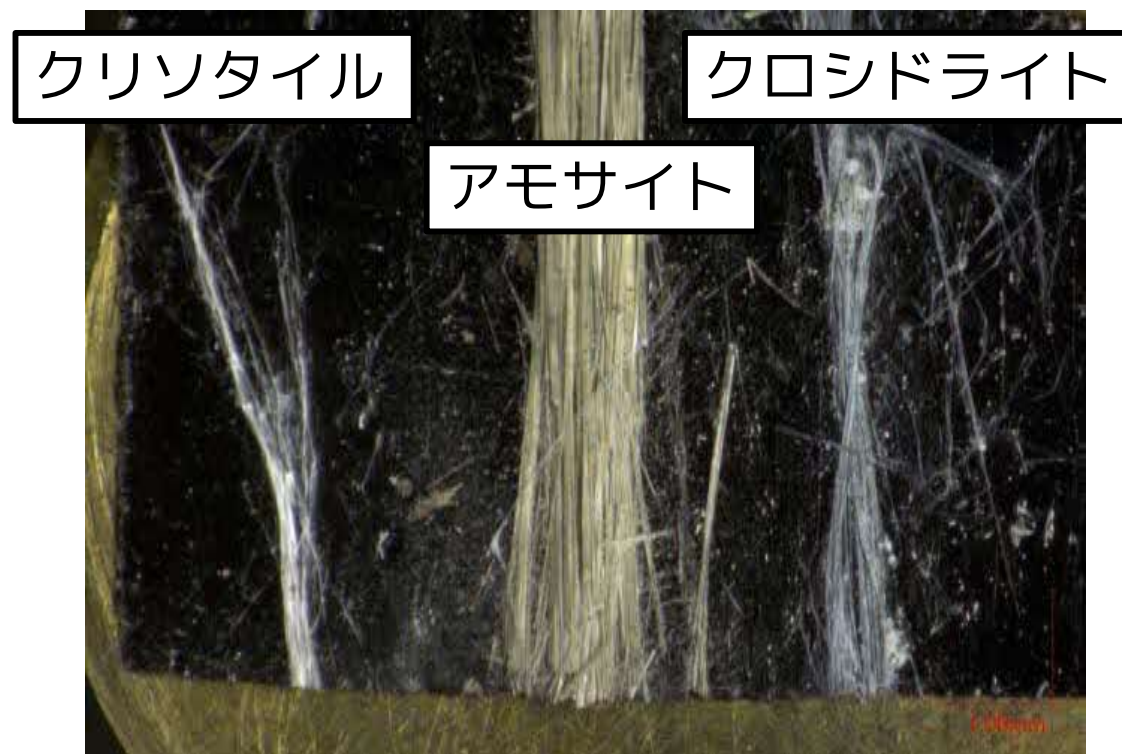


外観観察によりアスベストの仮同定を行う。

- ・ クリソタイル : 波状、白色
- ・ アモサイト等 : 直線的、灰色～茶色
- ・ クロシドライト : 直線的、青色～灰色

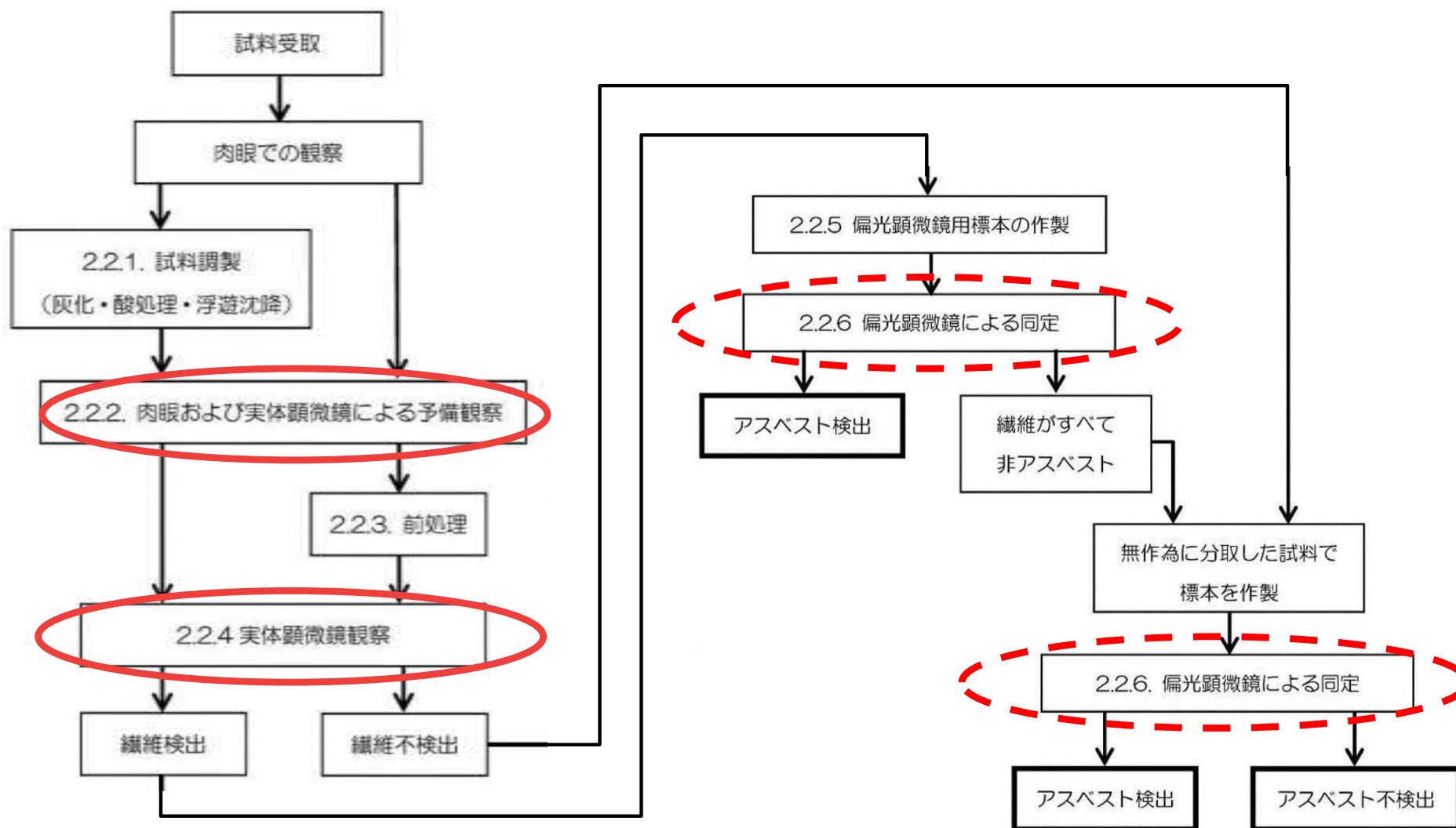


偏光顕微鏡に用いる  
浸液を選定



アスベスト特有の形態的特徴  
(倍率40倍)

## 「建材製品中のアスベスト含有率測定方法」 分析の手順



# 偏光顕微鏡による同定

偏光顕微鏡でアスベストの同定を行うとき、

- ・倍率は20～200倍程度が必要である。



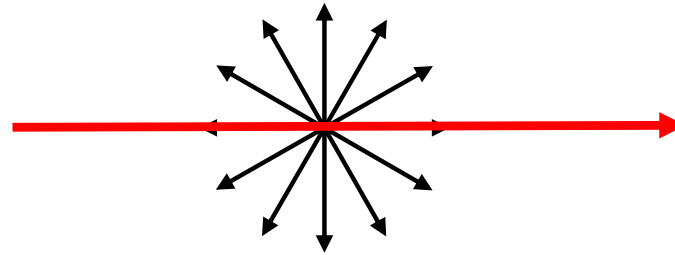
ニコン製偏光顕微鏡

- ・接眼レンズx5、
- ・対物レンズx4、x10、x40

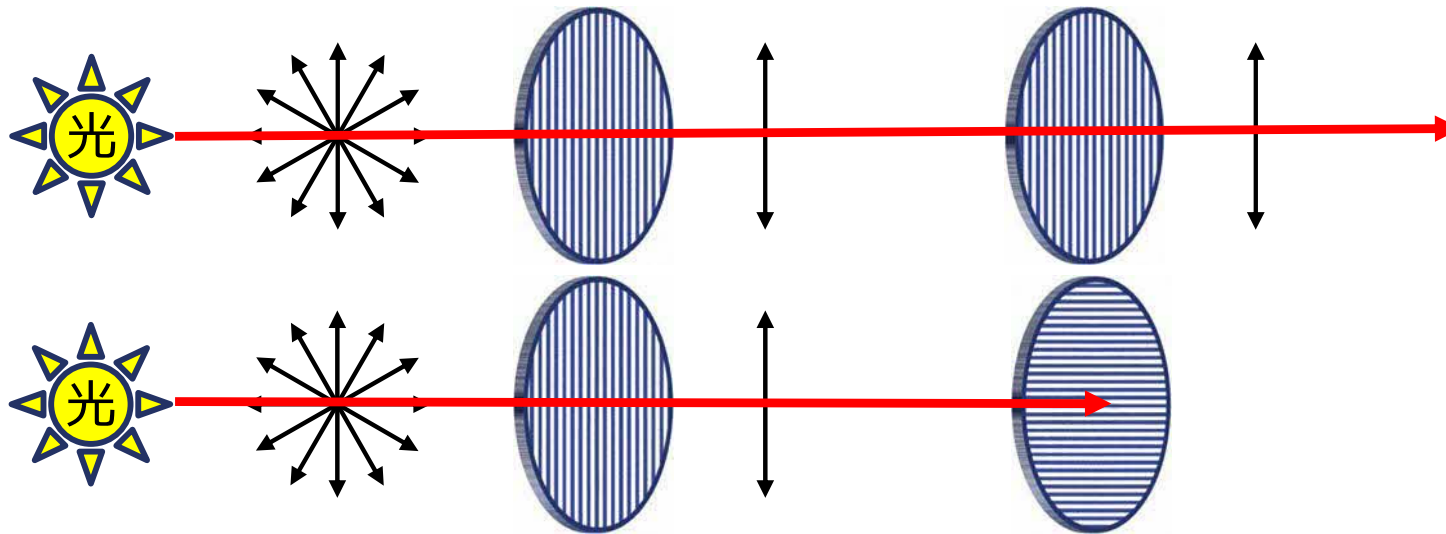
接眼部にアダプタを介して  
デジタル一眼レフカメラ  
(ニコン製D90) を接続して  
撮影した。



## 偏光顕微鏡の原理

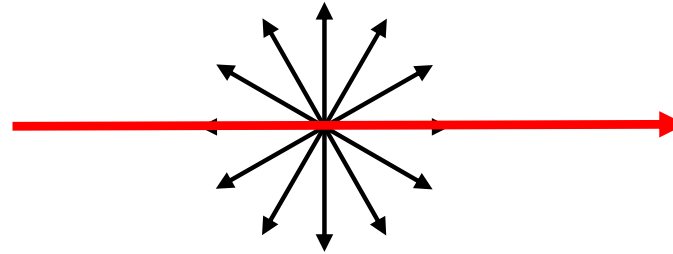


光の振動方向は、進行方向に垂直  
自然光の振動方向はランダム（無偏光）

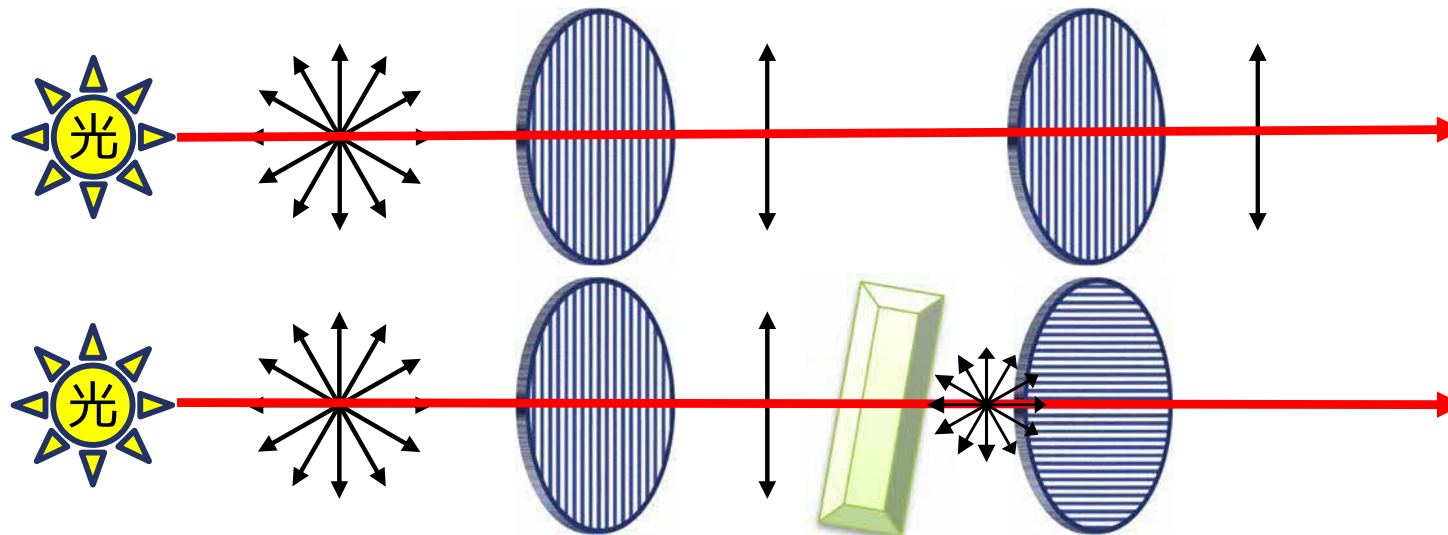


偏光板の向きを直交させると、光は透過しない。

## 偏光顕微鏡の原理

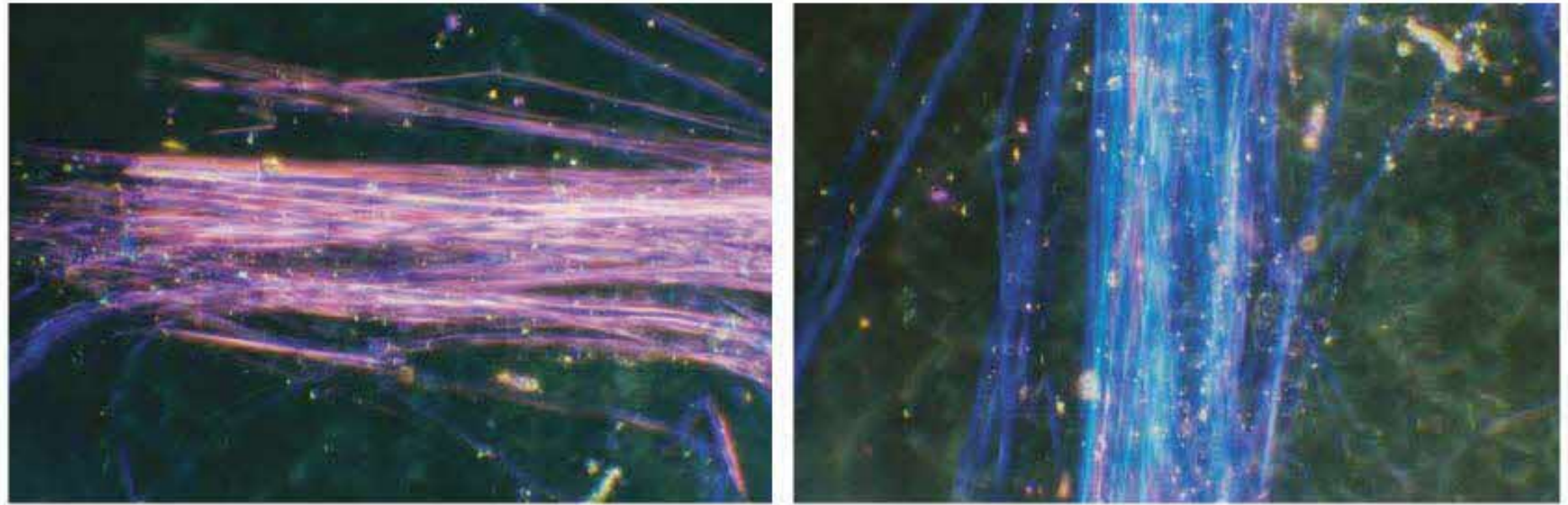


光の振動方向は、進行方向に垂直  
自然光の振動方向はランダム（無偏光）

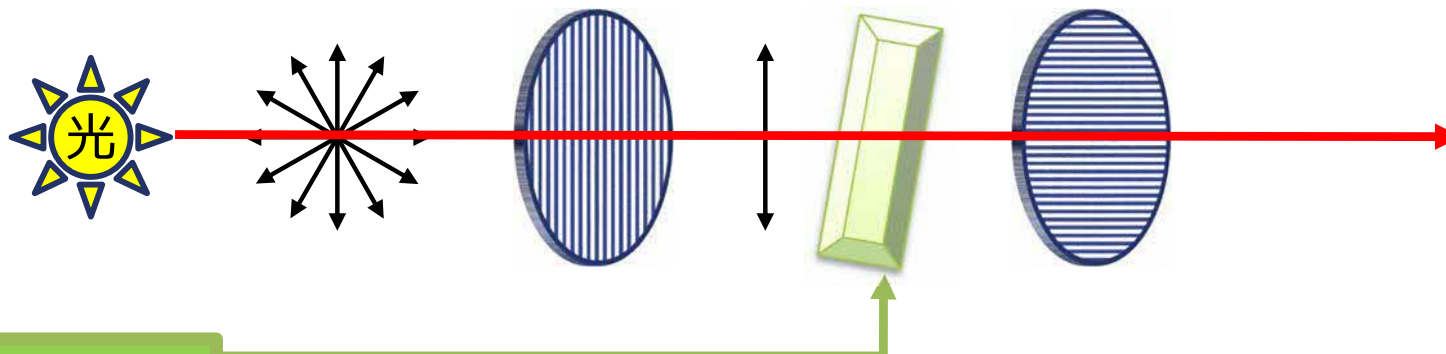


光学的異方体 のため偏光状態が変化し、光が透過する。

## 偏光顕微鏡の原理



クリソタイトルの観察画像（JIS A 1481-1より）



光学的異方体 のため偏光状態が変化し、光が透過する。

アスベストの光学的性質により同定する。

- ・ アスベストは光学的異方体である。  
結晶の方向により光学的特性（屈折率など）が異なる。
- ・ アスベストの種類により、光学的性質が異なる。
  - クリソタイル … 屈折率：1.550、伸長の符号：正
  - アモサイト … 屈折率：1.680、伸長の符号：正
  - クロシドライト … 屈折率：1.700、伸長の符号：負
  - トレモライト … 屈折率：1.605、伸長の符号：正
  - アクチノライト … 屈折率：1.630、伸長の符号：正など



偏光顕微鏡による同定が可能

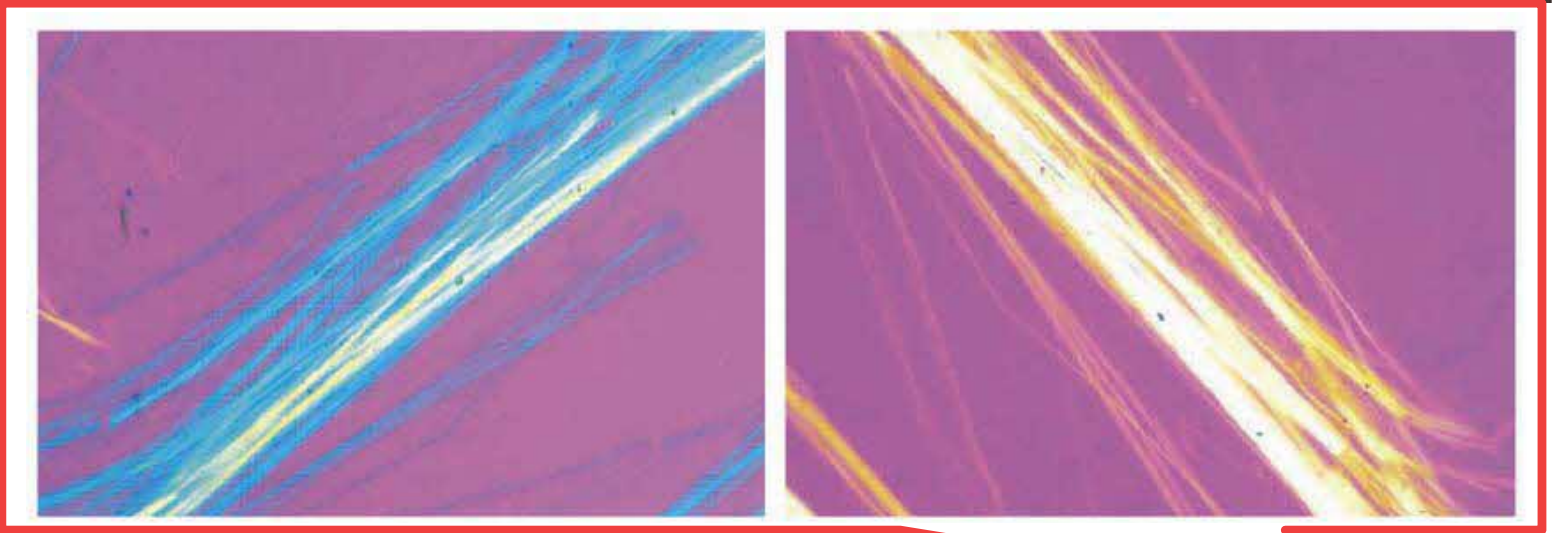
# 偏光顕微鏡による同定

## アスベストの

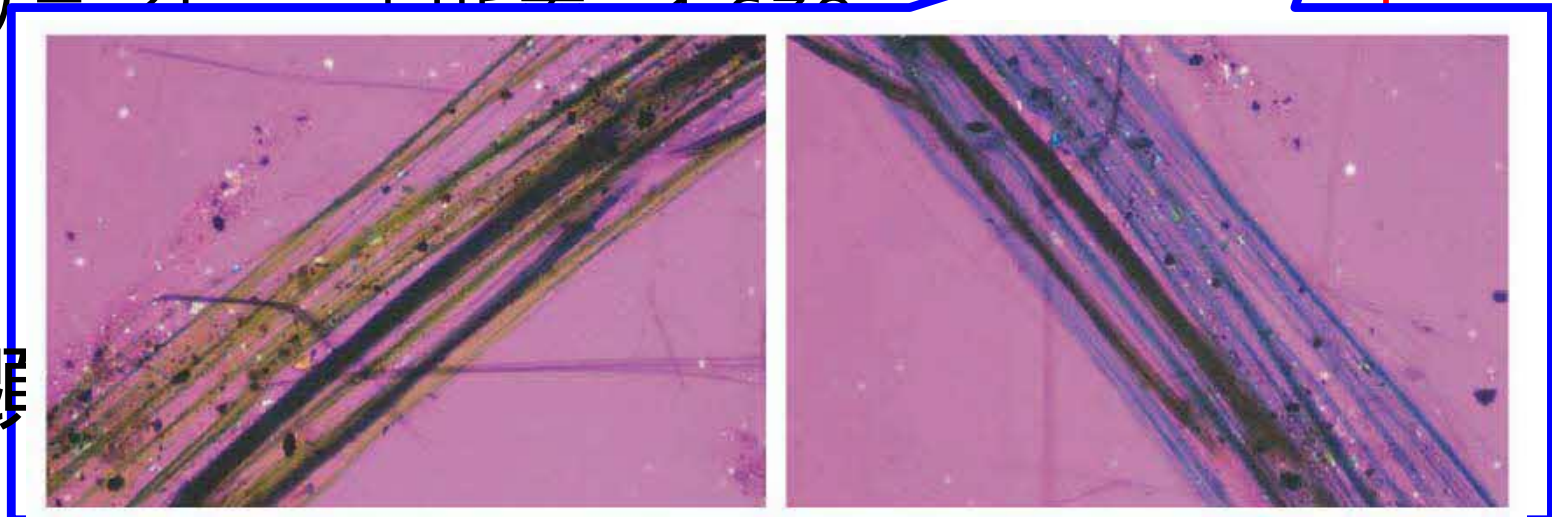
・ アスベストは光  
結晶の方向に

・ アスベストの種類

- |           |                   |   |
|-----------|-------------------|---|
| - クリソタイル  | …屈折率：1.550、伸長の符号： | 正 |
| - アモサイト   | …屈折率：1.680、伸長の符号： | 正 |
| - クロシドライト | …屈折率：1.700、伸長の符号： | 負 |
| - トレモライト  | …屈折率：1.605、伸長の符号： | 正 |
| - アクチノライト | …屈折率：1.670、伸長の符号： | 正 |
- など



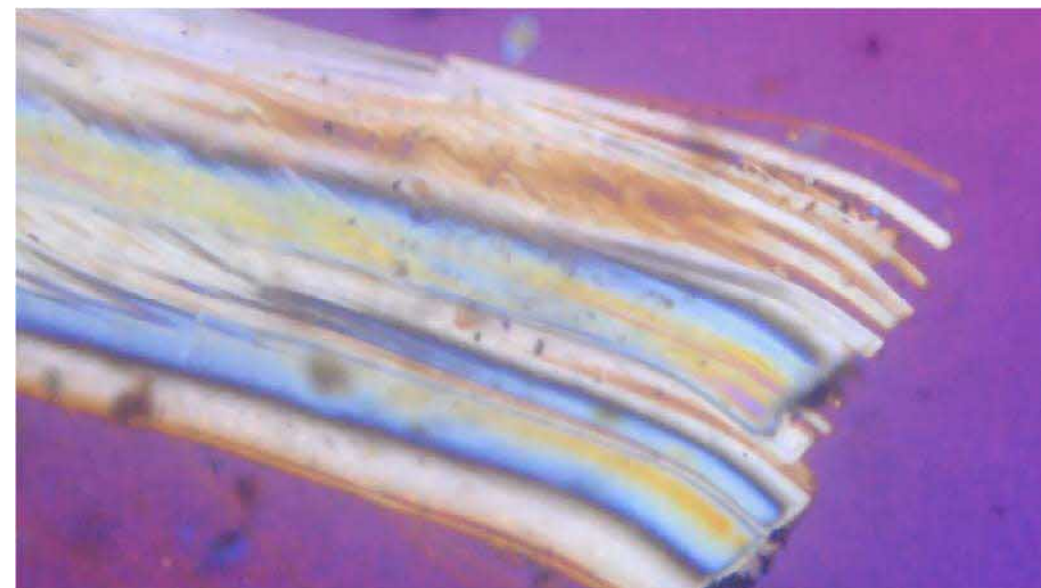
偏光顕



## 1. 鉍石



外観



偏光顕微鏡画像

- ・倍率：50倍
- ・浸液：1.550
- ・クロスポーラ＋鋭敏色検板



実体顕微鏡画像

- ・倍率：50倍

白色、伸長の符号：正



クリソタイル

## 2. 吹付け材



実体顕微鏡画像  
・倍率：50倍



偏光顕微鏡画像  
・倍率：50倍  
・浸液：1.700  
・クロスポーラ＋鋭敏色検板

青色、伸長の符号：負

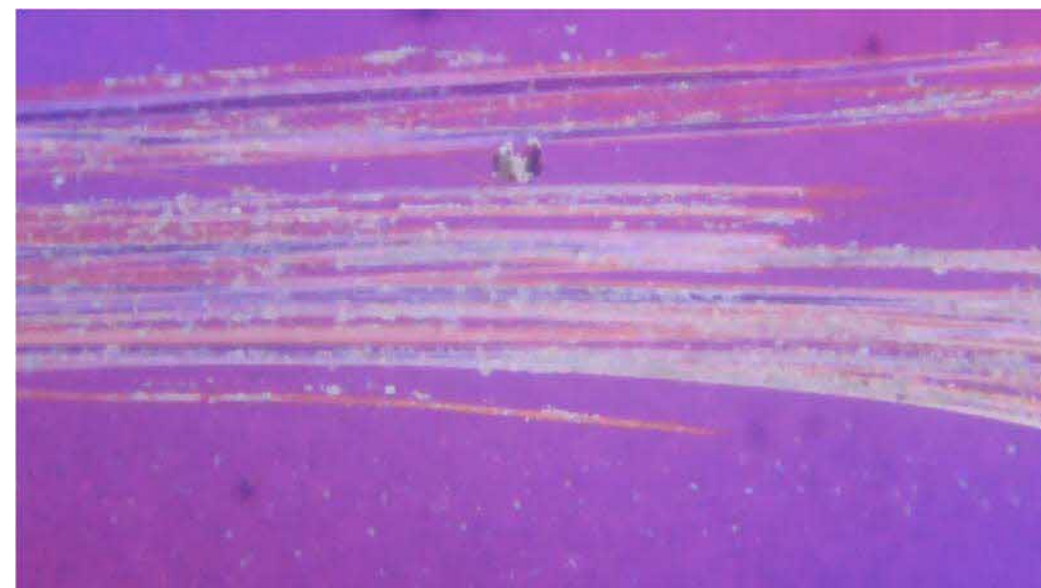


クロシドライト

## 3. 煙突断熱材



外観



偏光顕微鏡画像

- ・倍率：50倍
- ・浸液：1.680
- ・クロスポーラ＋鋭敏色検板



実体顕微鏡画像

- ・倍率：50倍

茶色、伸長の符号：正



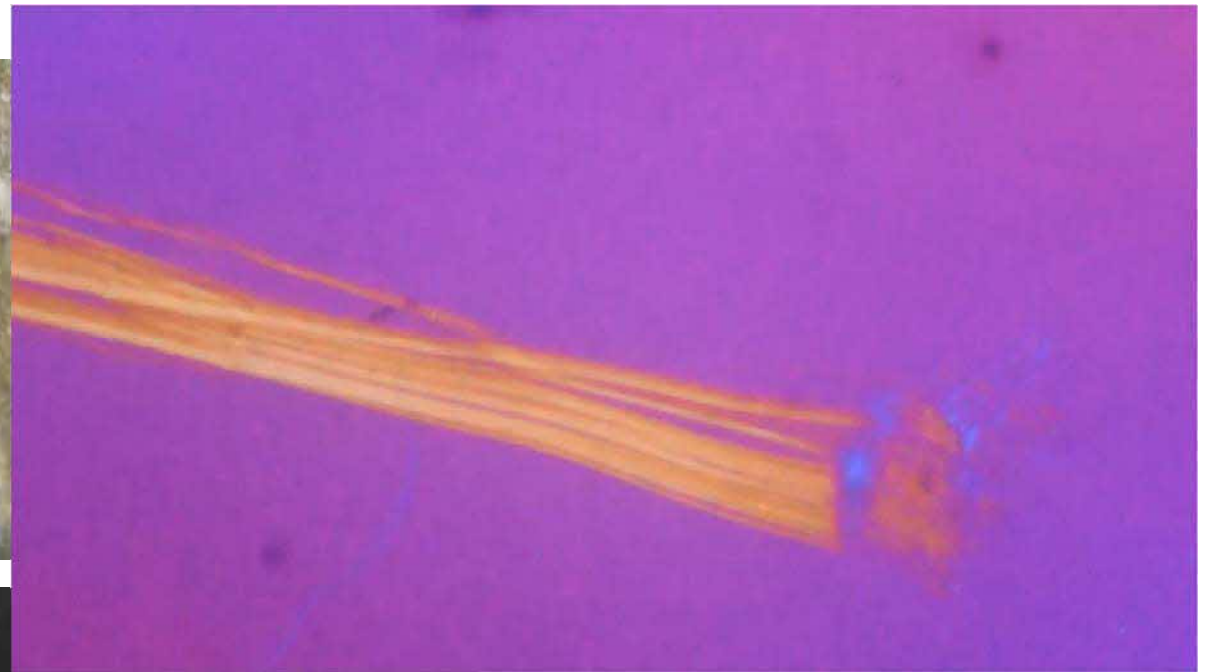
アモサイト



## 4. 石膏ボード



外観



偏光顕微鏡画像

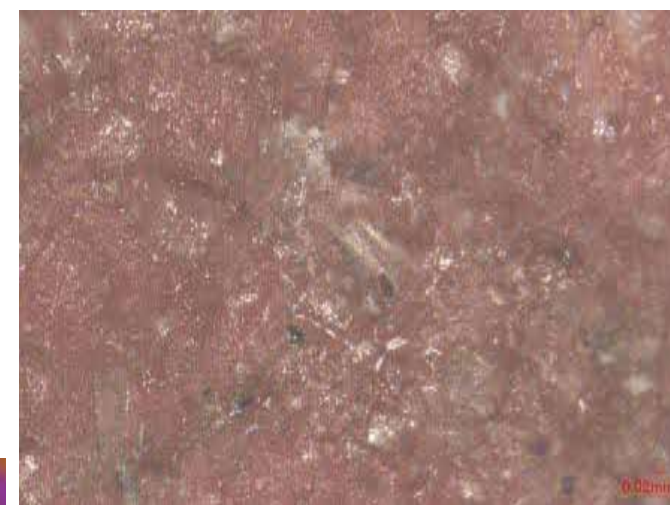
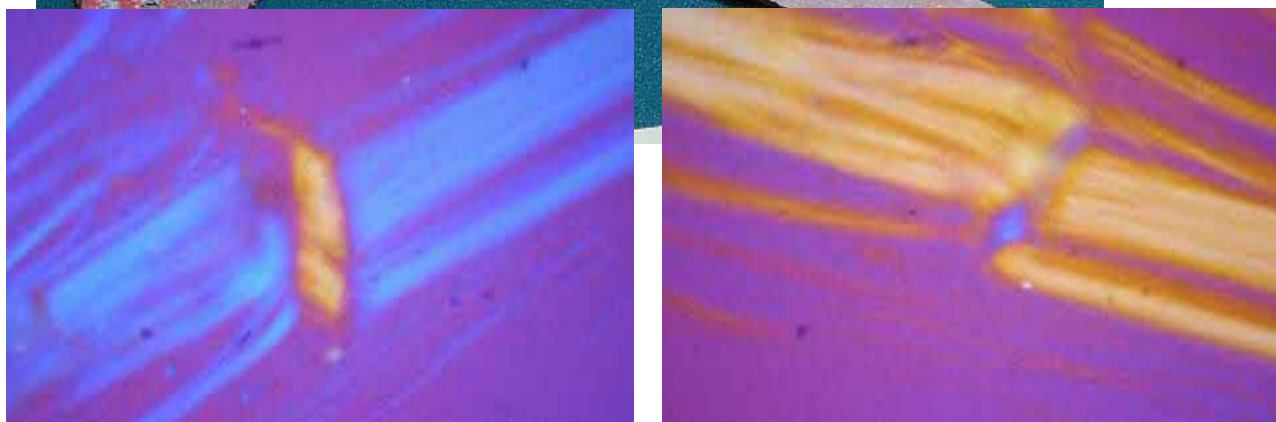
- ・倍率：50倍
- ・浸液：1.550
- ・クロスポーラ  
+ 鋭敏色検板

白色、伸長の符号：正



クリソタイル

## 5. Pタイル



Pタイル



接着剤

偏光顕微鏡画像

- ・倍率：200倍
- ・浸液：1.550
- ・クロスポーラ＋鋭敏色検板

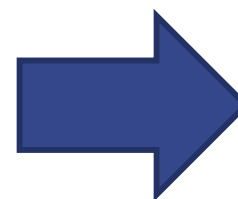
白色、伸長の符号：正



クリソタイル

## JIS A 1481-1（定性分析）後の定量

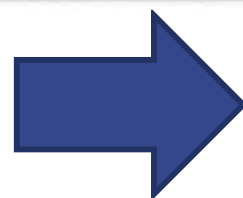
- ・ 工場で製造された製品に含まれるアスベストは、意図的に添加されており、濃度は0.1%以上



**商業製品は  
定量不要**

- ・ 非意図的に入っているアスベスト

- ・ 不純物として含有する可能性がある原材料や吹付け材
- ・ 接着剤や塗材など層状の試料（含有率0.1%前後）
- ・ 目視評価が「検出」



**JIS A 1481-4での定量**

- ・ JIS A 1481-4（定量分析）では、  
大量のポイントカウントが必要

13,000ポイントを観察し、  
21ポイント以上に  
アスベスト繊維



アスベスト  
含有率  
0.1%以上



- ・ 顕微鏡で観察する場合、



- ①視野（撮影範囲）が狭い
- ②ピント（焦点）の合う範囲が狭い
- ③検出対象（アスベスト繊維）が小さく、特に低密度の場合発見が困難

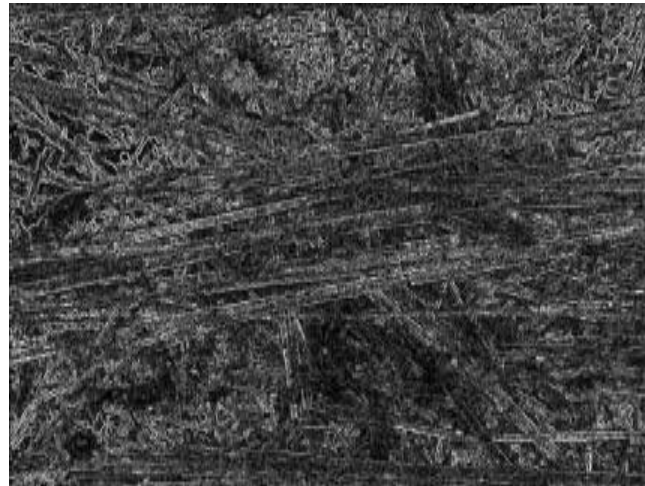
- ・ JIS A 1481-4（定量分析）では、大量のポイントカウントが必要

13,000ポイントを観察し、  
21ポイント以上に  
アスベスト繊維



アスベスト  
含有率  
0.1%以上

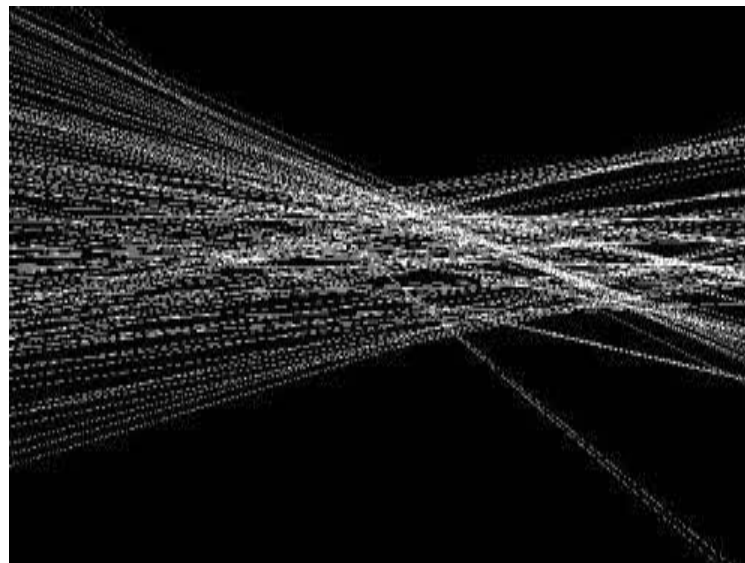
エッジ強度と直線検出による繊維形状の評価手法や、ポイントカウントの自動化手法を開発しています。



領域合成した微細画像

エッジ検出

エッジ強度



ハフ変換による  
直線検出

# 建築廃材検査装置（開発中）

JIS A 1481に基づくアスベストの分析を支援するため、偏光顕微鏡を用いた建築廃材の検査装置と分析用ソフトウェアを開発しています。



試作した建築廃材の検査装置

- 画像を利用して検査や選別を行いたい。
- カメラを利用して監視や記録を行いたい。
- 製造や加工工程に画像計測・認識技術を活用したい。
- 画像計測・認識技術で問題の解決ができないか？

など

北海道立総合研究機構  
産業技術環境研究本部 工業試験場  
産業システム部 情報システムグループ

飯島 俊匡

電話：011-747-2956

メール：[iijima-toshimasa@hro.or.jp](mailto:iijima-toshimasa@hro.or.jp)