

# アスベスト結合タンパク質 & 蛍光イメージング & 画像解析でアスベストを自動計測！

チームリーダー 黒田章夫（広島大学大学院先端物質科学研究科・教授）

サブリーダー 河崎哲男（(株)インテック システム研究所・取締役）

**Keyword** アスベスト、バイオイメージング、バイオアッセイ、蛍光顕微鏡、画像解析

**タイプ** ソフトウェア開発タイプ

**開発課題名** バイオ蛍光法によるアスベスト自動計測ソフトウェアの開発

■ 参画機関：(株)インテック、(有)シリコンバイオ

■ 開発期間：要素技術タイプ：平成19～22年度、ソフトウェア開発タイプ：平成22～24年度

## 課題概要

安全な社会構築のため、アスベストの迅速・高感度・簡易検出技術が求められている。現在アスベストの検出は、位相差顕微鏡による方法が最も多用されているが、アスベスト繊維の判定が難しい問題や、超微細アスベストは検出できない等の問題がある。電子顕微鏡やX線を利用した方法は優れた方法だが、高価で時間のかかる方法であり、簡易法とはなりえない。我々はアスベストに結合するタンパク質を発見した。本開発では、アスベスト結合タンパク質を用いた迅速・高感度・簡易アスベスト検出キットの開発を行う。

## 得られた開発成果の概要

アスベストを含む建材は4000万トンあるとされ、今後これらが使われた古い建物の解体のピークを迎える。その際、アスベストの飛散がないかどうかを現場で知る必要があるとされている。現状の大気アスベスト検出の方法としては、大気をサンプリングしたフィルターを透明化し、位相差顕微鏡により観察する方法が用いられている。しかし、アスベスト、非アスベスト繊維の判定が難しいことや、光の波長以下の微細アスベストを見逃す危険がある。我々はアスベストに特異的に結合するタンパク質を利用し、フィルター上のアスベストを蛍光顕微鏡で簡便かつ高感度にとらえる方法（バイオ蛍光法、図1）を開発した（JST先端計測・要素技術開発、平成19～22年度）。アスベストの定義は、長さ5ミクロン以上、幅（直径）3ミクロン未満で、アスペクト比3以上の繊維と定められている。また、実際の計測時には、アスベスト繊維に粒子が付着している場合や、枝分かれしているような場合があり、それぞれ計測上のルールに従って判定しなければならない。50から100に及ぶ視野（画像）に対して人の目による判定と計測を行うため、計測者によって大きなバラツキを生じている。そこで、熟練の計測者でなくとも誰でもルールに従った一定の信頼性のある値を得られるアスベスト自動計測ソフトウェア開発に取り組んだ。

実際のサンプルでは、粒子の付着や、交差、からまり、湾曲など様々な状態の繊維が存在する。それらに対して「アスベスト計測ルール」に従って処理するための機能と、撮影条

件やサンプルの違いにより生じる蛍光画像の輝度ムラや繊維輝度の違いを補正するための輝度補正機能を開発した。さらに蛍光を発する粒子状物質が存在する場合もあるため、粒子領域のマスク処理（粒子領域の切り取り）や、粒子領域毎に局所的な輝度の再補正を行うことによって、正確に繊維認識が行えるよう調整した。その結果、従来のアスベスト計測法よりはるかに簡便な操作で、相関の高い結果が得られることから、迅速なアスベスト検査法として本ソフトウェアの有効性が確認できた（図2）。さらに認識精度を向上させるとともに、より利便性の高いソフトとなるように開発を進めている。

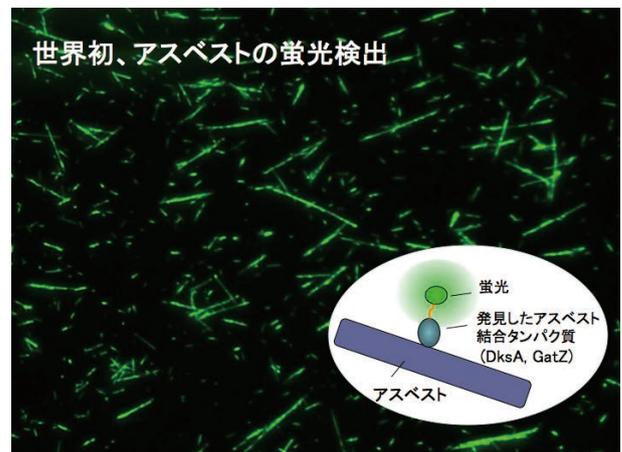


図1 バイオによるアスベスト検出の原理

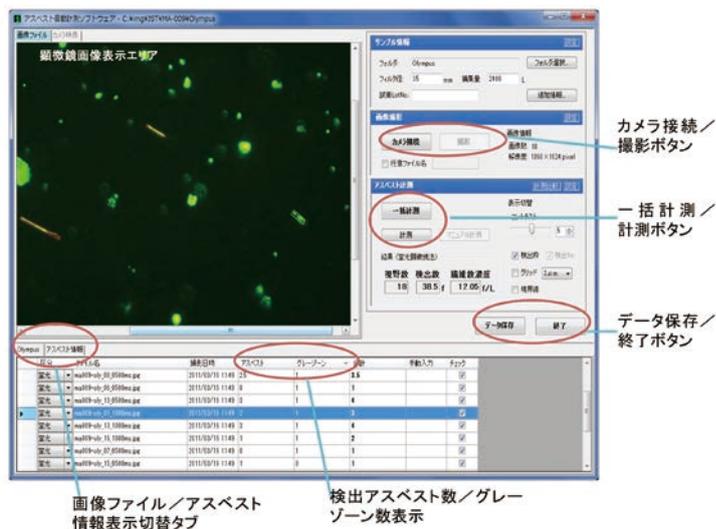


図2 アスベスト自動計測ソフトウェア操作画面

顕微鏡に接続したCCDカメラを通して画像を取り込む。一括計測ボタンで50枚の画像からアスベストを自動で抽出。アスベスト繊維の長さ、幅、アスペクト比をテーブル形式でリストアップする。

### バイオと画像解析技術によるアスベスト自動検出システム：熟練者のアスベスト検査をソフトで実現

これまでのアスベスト検査では、熟練を要する検査法のため、検査機関や測定者間で検査時間や検査結果に大きなバラツキが生じていた。バイオ蛍光法では、タンパク質がアスベストを見分けるため、アスベストか、非アスベストかの識別のための特別な操作は不要となり、また複雑な「アスベスト計測ルール」をソフトウェアでカバーするので初心者でも熟練者と同じようにアスベスト検査を行うことができるようになった。2013年アスベスト飛散防止を目的として大気汚染防止法が改定された。従来は、業者からアスベスト使用の届け出がある場合のみ、自治体が立ち入り検査できた。法改正後は、届け出がなくとも、アスベスト飛散の恐れがある場合に、自治体が立ち入りできる。アスベスト自動計測ソフトウェアによって、熟練者でなくとも

アスベストが計測できる様になった。立ち入り検査の際に、簡易迅速検査法として、利用されることを期待する。

また、東日本大震災の被災地の瓦礫処理などに伴うアスベスト飛散状況の監視に本開発技術が活用されることを期待する。



図3 携帯可能なアスベスト自動計測システム

#### 上記成果の科学技術的根拠

##### 【出願特許】

1. 特願2008-192731、「アスベスト結合タンパク質のスクリーニング方法、並びにアスベスト結合タンパク質およびその利用」、出願人：広島大学
2. 特願2011-177254、「アスベスト検出方法」、出願人：広島大学

##### 【発表論文】

1. 黒田章夫、石田丈典、「蛍光顕微鏡を用いた大気中アスベスト検出」、光学、41(1)、28-32 (2012)
2. T. Ishida, M. Alexandrov, T. Nishimura, R. Hirota, K. Sekiguchi, N. Kohyama, A. Kuroda, "Evaluation of Sensitivity of Fluorescence-based Asbestos Detection by Correlative Microscopy", J. Fluorescence, 22, 357-363 (2012)

##### 【その他】

1. 環境省アスベストモニタリングマニュアル第4版、p64-72、平成22年6月
2. 市田越子、河崎哲男、青木功介、松田俊寛、河尻寛之、関口潔、西村智基、石田丈典、Alexandrov Maxym、黒田章夫、「アスベスト大気検査のための蛍光顕微鏡画像の解析」、MIRU2011 画像の認識・理解シンポジウム要旨集 (平成23年7月20日)
3. 黒田章夫、石田丈典、平成24年度文部大臣表彰科学技術賞開発部門受賞