

2006年3月31日

財団法人 高輝度光科学研究センター
独立行政法人 理化学研究所

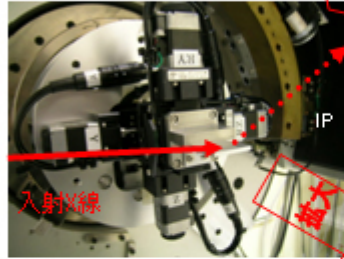
SPring-8の放射光粉末回折で0.1重量%以下のアスベストの検出が可能に

アスベストは、別名を石綿といい、繊維のような形状をした岩石の一種です。繊維の直径は髪の毛の5000分の一という細さで、建築物の建材として使われてきましたが、肺がんなど健康への悪影響が大きな社会問題になっています。現在、アスベストの使用実態調査が盛んに行われていますが、これまでの分析方法は、定められている規制値をぎりぎり検出できる程度の分析能力しかなく、分析時間もかかるという問題点がありました。

財団法人高輝度光科学研究センターと理研播磨研究所の研究グループらは、大型放射光施設 SPring-8 の粉末回折ビームラインを使い、アスベスト濃度を測定する能力を検証。これまでガラスの管に入れていたアスベストをろ紙の上に載せ、放射光が試料にあたる角度を精密に制御して、最も効率よく測定ができるように、測定方法を改良しました。その結果、これまでの検出限界だった測定濃度の1.0重量パーセントを2桁も上回る、0.02重量パーセントという極微量のアスベストを、わずか5秒という短時間で測定することに成功しました。

今後は、SPring-8の高速・高精度という特徴を活かしながら、定型的な分析を効率よくこなしていく分析技術の確立を目指したいと考えています。

デバイセラーカメラ
の全景 →



回折X線

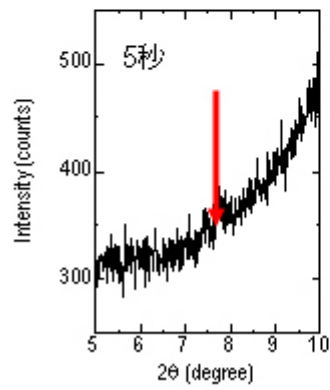
IP アスベスト分析用測定装置

入射X線

検出



ガラス試料板上の
ろ紙(白い部分)



0.02 重量%相当のアスベスト
からの回折ピーク

(図) アスベストの検出

2006年3月31日

財団法人 高輝度光科学研究センター
独立行政法人 理化学研究所**SPring-8の放射光粉末回折で0.1重量%以下のアスベストの検出が可能に**

財団法人高輝度光科学研究センター（吉良爽理事長。以下「JASRI」）と独立行政法人理化学研究所（野依良治理事長。以下「理研」）は、SPring-8の放射光粉末回折（ビームラインBL02B2）を用いることにより、これまでアスベスト分析に使われてきた実験室系X線回折による定量下限（0.5～1.0重量%（wt%））を二桁近く（0.02wt%）向上できることを確認しました。

本研究は、JASRIの高田昌樹主席研究員、加藤健一研究員と理研播磨研究所（壽榮松宏仁所長）の石川哲也主任研究員の研究成果であり、独立行政法人産業医学総合研究所の篠原也寸志主任研究員による技術アドバイスを得ながら、X線によるアスベスト分析技術を専門とする株式会社リガク、株式会社ニッテクリサーチの協力のもと、SPring-8の共用ビームラインBL02B2（課題番号:2005 B0997）にて行われました。

現在アスベストによる健康障害について社会的に大きな関心を集めており、建築物の吹付けアスベストの使用実態調査等を盛り込んだ「実態把握の強化」が進められています。建築物の建材中アスベストの定量分析は、各種前処理の後に位相差顕微鏡及び実験室のX線回折を併用して行われています。しかし、実験室系のX線回折の定量下限は0.5-1.0wt%程度であり、現在の規制値である1.0wt%に比して十分な検出能力があるとは言えず、測定時間も特に含有量が少ない場合は数十分を要しています。一方、SPring-8では、物性に密接に関連した電子密度レベルでの構造研究や未知構造の決定にまで用いられるなど、粉末回折による高精度の測定が可能になってきました。そこで、このアスベストの分析にも利用できないかと考えて実験を行いました。

実際に使用した装置は、SPring-8の粉末回折ビームラインBL02B2に設置されている大型デバイシェラーカメラ*1で、通常は内径が0.2 mm程度のガラス製キャピラリー*2に粉末試料を封入して、二次元検出器であるイメージングプレート（IP）により透過配置で測定します。本研究で測定した分析用試料（株式会社ニッテクリサーチから提供）は、図1のようにろ紙上に吸引ろ過されています、そのため、図2のように5軸付き薄膜試料測定用アタッチメントを大型デバイシェラーカメラに取り付けて測定を行いました。この装置を用いて、ろ紙上のアスベスト試料面に対する放射光の入射角度を精密に制御することにより、最も効率の良い回折強度を得ることができます。

実際に測定した試料は、現在アスベストの中で唯一製造・使用が認められているクリソタイル（化学式： $\text{Mg}_3(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$ ）です。本研究では、実際に使われている吹付け材の中にクリソタイルが0.1, 0.3, 0.7wt%含まれるそれぞれの試料について上記の方法により測定を行いました。その結果から、クリソタイルの最も強い回折ピーク付近を拡大して図3に示しました。この図から、吹付け材に含まれる0.1wt%のクリソタイルを僅か1分の測定時間で検出できることが明らかになりました。

さらに、より微量のアスベストの検出の可能性を探るために単体のクリソタイル 0.02mgを同様の手法により測定時間を変えながら測定を行いました。その結果、図 4 に示したように 5 秒で検出することに成功し、また、1 分で十分な統計精度のデータが得られることがわかりました。通常のアスベスト分析において、分析用吹付け試料は 100mg に調製されます。つまり、今回検出に成功した 0.02mg は、0.02wt% のクリソタイルを含有した吹付け材に含まれる量に相当しますので、図 4 の結果は 0.02wt% に相当する極微量のアスベストが 5 秒で検出可能であることを示しています。

今回の実験で、SPring-8 の放射光を用いることによりアスベストの検出限界が従来の X 線回折と比較して二桁近くも向上し、X 線回折測定自体の所要時間も短縮できることがわかりました。アスベストの分析に限らず、SPring-8 のこのような優れた能力をさらに有効に使うためには、法に定められた分析方法全体の効率化が必要なことは言うまでもありませんが、SPring-8 としては、例えば試料交換やイメージングプレート の読み取り交換に要している時間（数十分かかっている）を短縮する、といった努力が必要となります。今後は SPring-8 の高速・高精度という特徴を活かしながら、定型的な分析を効率よくこなしていく分析技術の確立を目指したいと考えています。

*1) 大型デバイシェラーカメラ

円筒形をしたフィルムの中心軸上に細い棒状の試料を置き、X 線の回折像を撮影する装置をデバイシェラーカメラと呼ぶ。BL02B2 に設置されているカメラはこの大型のものである。

*2) ガラス製キャピラリー

ガラス製の毛細管のこと。通常粉末 X 線回折ではキャピラリーの中に試料を入れて分析するが、今回はキャピラリーを使わない方法で分析を行った。

(問い合わせ先)

財団法人高輝度光科学研究センター

利用研究促進部門長

高田 昌樹

Tel : 0791-58-0946 / Fax : 0791-58-0946

Mail : takatama@spring8.or.jp

(報道担当)

財団法人高輝度光科学研究センター

広報室長

原 雅弘

Tel : 0791-58-2785 / Fax : 0791-58-2786

Mail : hara@spring8.or.jp

(理化学研究所に関すること)

独立行政法人理化学研究所 広報室

Tel : 048-467-9272 / Fax : 048-462-4715

Mail : koho@riken.jp

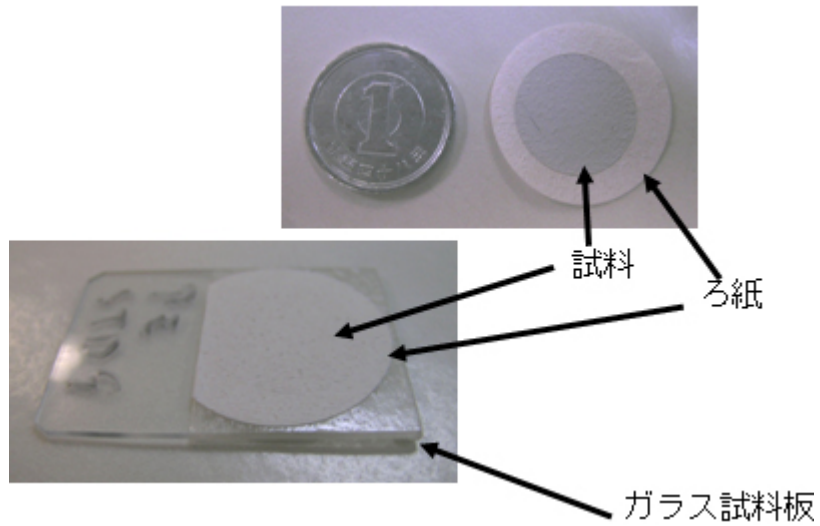


図1 ろ紙上のアスベスト試料

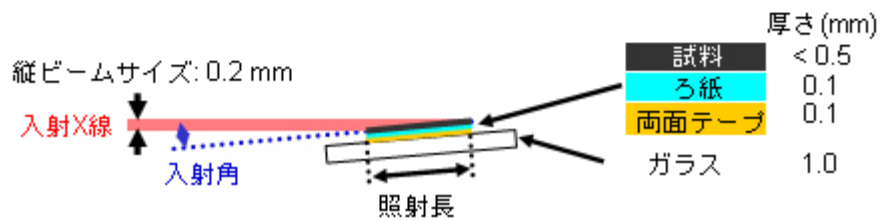
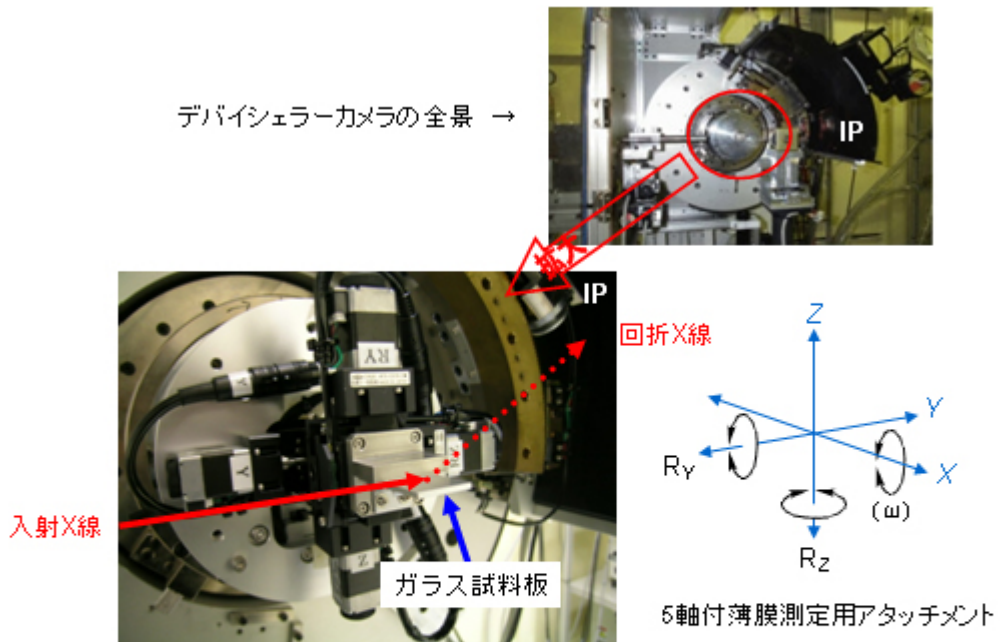


図2 アスベスト分析用測定配置

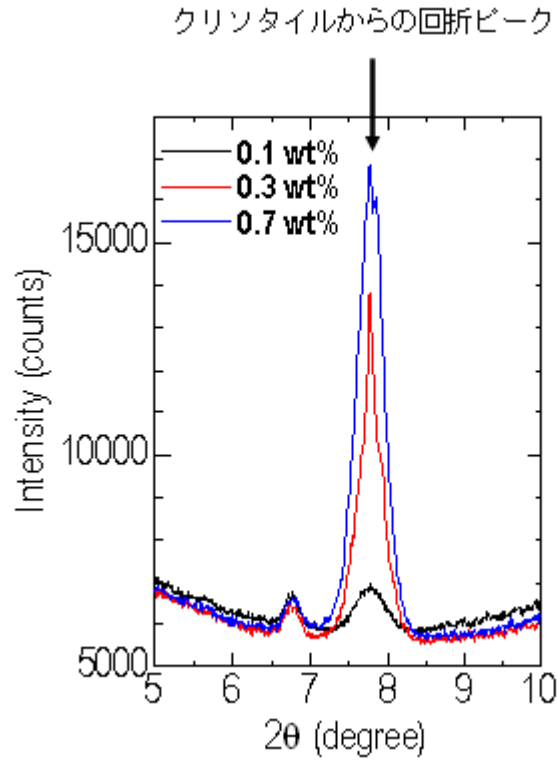


図3 クリソタイルを含有した吹付け材の回折パターン

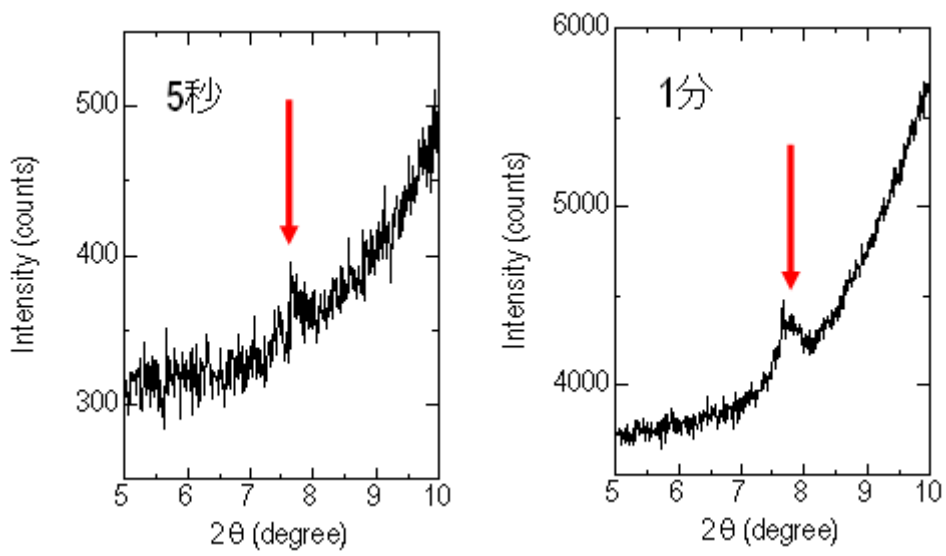


図4 0.02mg (0.02 wt%相当) のクリソタイル単体の回折パターン