

研 究 代 表 者	所属・職名 共生システム理工学類・教授 氏 名 山 口 克 彦
研 究 課 題	ミクロレベルでの放射性物質付着状態を知るための新規測定手法の開発 Development of new measurement method for detecting micro spots of radioactive materials
成 果 の 概 要	<p>○成果の概要</p> <p>福島第1原発の事故以来、自然環境や都市環境を回復させるための除染が続けられているが、その効果の検証としてはサーベイメータやエネルギーシフト分析によるマクロな放射線量の測定が主なものである。一部ではイメージングプレート（IP）を用いて数mmレベルの分解能で残留付着物の検証も行われているが、除染効果が芳しくない場合に微粒子や生体、構造体のどの部位に放射性物質が入り込んでいるかを確認するためには、よりミクロレベルでの付着部位の検証が必要である。本研究では除染効果の検証のみならず、微粒子や構造体と放射性物質がどのように付着しているかを追跡することが可能となる新しい測定手法として、土壌やチリなどの微粒子、幹や葉などの生体およびアスファルト・瓦などに付着した Cs137などの放射性物質の付着位置をミクロレベルで確認するために電子顕微鏡を活用した測定手法の開発を進めた。この手法が確立できれば、現在さまざまな機関が取り組んでいる放射性物質の剥離方法の開発に対して大きく貢献すると考えられる。具体的には、オートラジオグラフィとして知られている技術を基盤として、電子顕微鏡の成分分析モードにより沈着物質をマッピングすることで、直接微粒子や生体、構造体の表面形状を確認しながら放射性物質が入り込んでいる部位を1<math>\mu</math>m以下のミクロレベルで検証できることを目指した。オートラジオグラフィは20年以上前に利用されてきた方法であり、銀イオンを含んだ乳剤を用いて、トリチウムなどの低エネルギー放射線を発生するトレーサー物質の部位測定のために活用されていたが、現在ではより簡便な IP を用いた観察が主体となっている。しかし乳剤を用いた観察法は原理的には分子レベルにまでおよぶ微視的測定が可能である。また20年前には存在しなかった高精度成分分析検出可能な電子顕微鏡（FE-SEM）が利用できるようになっており、Cs137の発する高エネルギー放射線にマッチした乳剤を開発できれば IP とは比べものにならないくらい高分解能な残留放射線部位の測定が行えることとなる。</p> <p>検証は自然界にある土壌中の粘土鉱物に含まれる放射性物質セシウムの観察により試みられた。サンプルには福島県内の土壌を用い、土壌中でも特に線量の高い金雲母を取り出して観察を行った。手順は、まずサンプルに乳剤を塗布し、これを一ヶ月間暗室で露光させ、その後現像を行った。放射線が多く放出された個所には、乳剤の銀が析出するので、それをFE-SEMにより観察した。その結果、放射性物質がどこから出ているのか観察する手法として今まで一般的に使われているイメージングプレートでは、数mm単位の肉眼レベルのところまでしか観察ができなかったものが、この手法では、数<math>\mu</math>m単位の電子顕微鏡のレベルで、どこから放射線が放出されたか見ることができていることが確認された。</p> <p>図1は電子顕微鏡による金雲母の表面写真であるが、左図の○で囲まれた部分に微小な粒子が残留していることが確認できる。これを図2のように電子顕微鏡のEDXモードを用いて元素分析すると、乳剤に含まれる銀粒子であることがわかる。この銀粒子が放射線を受けて付着したものであることを確かめるためにGe検出器を用いて金雲母片中の放射性Csの量と比較し、定量的に妥当な結果を得ている。</p> <p>今後は、透過型電子顕微鏡（TEM）を用いて更なる分解能の向上を図るとともに、雲母だけでなくコンクリートや屋根瓦など、土壌以外のサンプルにも適用していく予定である。</p>

## 成 果 の 概 要

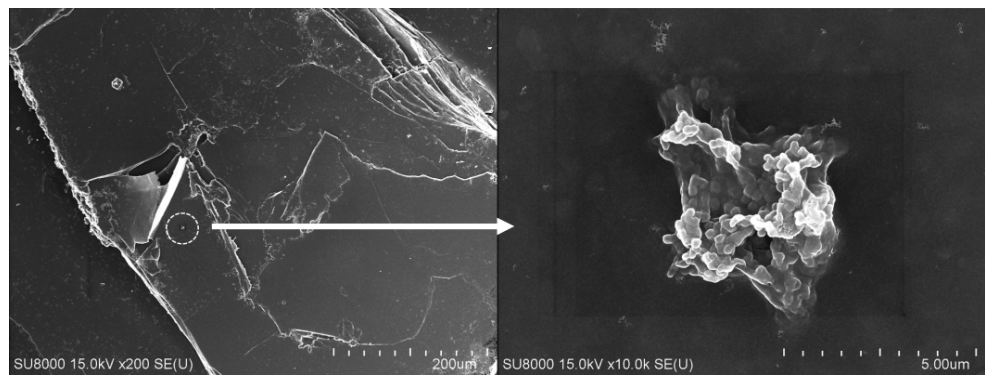


図1. 雲母中における析出した銀の様子（電子顕微鏡写真）

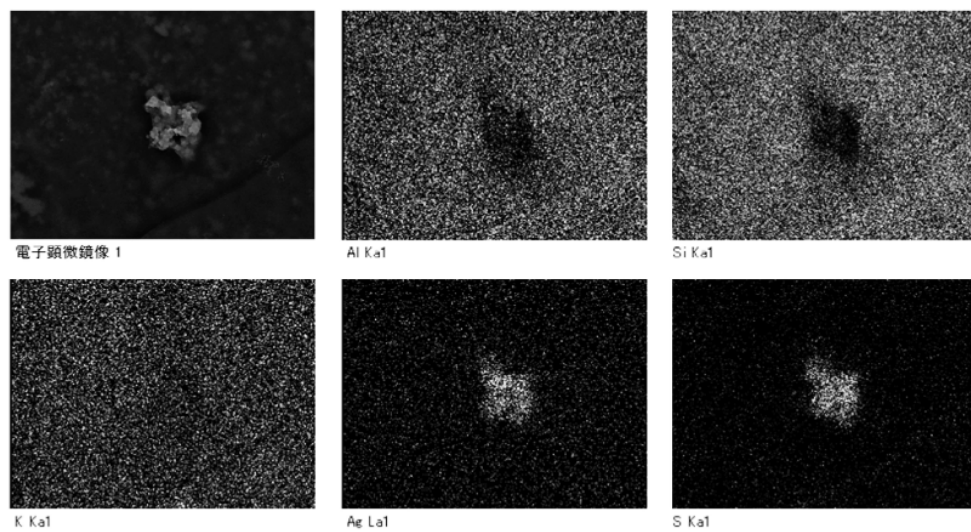


図2. 雲母中における析出した銀の様子（電子顕微鏡 EDX モード）