

冷却 CCD カメラを用いたオートラジオグラフィ技術の開発

1. 背景・目的

オートラジオグラフィ（以下、「ARG」という。）とは、放射線を放出している物質を画像化・視覚化する技術であり、プルトニウム取扱施設の放射線管理においてスミヤ、空気ろ紙等に付着したPu粒子の位置的な分布の観察に利用している。従来の技術は、ポラロイドフィルムとZnS(Ag)シンチレータで構成され、シンチレータに放射線（ α 線）が当たった時に発する微弱な光をフィルムに感光するものである。そのため、フィルムの個体差（キズ・写真のぼやけ）や在庫の確保、廃棄物が発生することが問題となっていた。

そこで、デジタルカメラを用いたARGを検討したが、長時間露光時の撮像素子温度に起因するノイズによる画質の劣化が課題であった。

そこで本研究では、撮像素子を冷却することで長時間露光における暗電流を抑制し、ノイズの少ないデジタル画像を得ることのできる冷却CCDカメラを用いたARG技術を開発し、放射能強度の低いPu粒子を画像化・視覚化することを目指した。

2. 装置の構成及び特徴

製作した装置は、冷却 CCD カメラ（ビットラン株式会社製、BU-51LN）、レンズ、ZnS(Ag)シンチレータ、暗箱及び制御 PC で構成される（図 1）。

本装置の特徴は以下のとおりである。

- 小型かつ低コストである。
- 通常の CCD カメラに比べて感度が高く、ノイズが少ないため、放射能強度の低い Pu 粒子によって引き起こされるシンチレータからの微弱な光を検出できる。
- 画像をデジタルデータとして取扱うことができ、廃棄物も発生しない
- 約 ϕ 70mm の試料を撮影することができる。

3. 検討項目及び検討結果

1) 撮像素子温度によるノイズの変化

撮像素子の温度を室温（約 30℃）から -10℃まで下げ、撮影画像中のノイズの割合を 7 分の 1 程度まで低減できる最適な温度を確認した。

2) 従来 ARG 技術との比較

従来の ARG 技術と同一試料（保護フィルム付き粘着テープ（約 4cm 四方）に Pu 粒子が付着した試料）を撮影した際の画像を比較し、Pu 粒子の位置分布を同等に視覚化した画像を得られることを確認した（図 2）。

3) 放射能強度による ARG 画像の比較

Pu 粒子の放射能強度を変えて撮影した際の画像を比較し、10 分間の露光で約 1.5Bq の Pu 粒

子を目視により検出できることを確認した。

4) 装置の改良

大きな試料や複数の試料が存在するフィールドに適したものとするため、レンズ、シンチレータ及び暗箱を改良し（図3）、約30cm四方の範囲内で複数のPu試料（スミヤろ紙や紙テープ等にPu粒子が付着した試料）を一度に撮影できること（図4）、RIシューズ靴底にPu粒子が付着したことを模擬し撮影できることを確認した（図5）。

3. 研究結果

冷却 CCD カメラを用いた ARG 技術により放射能強度約 1.5Bq（サーベイメータ検出面積 70cm² の場合、約 2×10^{-2} Bq/cm²（ α 線放出核種の表面密度限度の 100 分の 1 以下）に相当）の Pu 粒子をデジタルデータでの画像化・視覚化に成功した。

本技術を利用することにより、さまざまな試料中の Pu 粒子の分布を観察可能である。

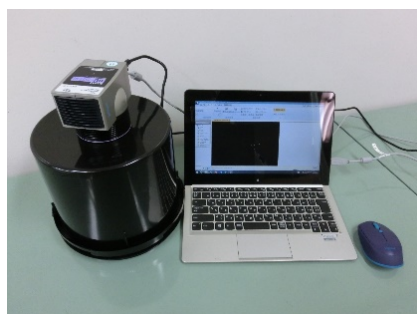


図 1. 冷却 CCD カメラ ARG

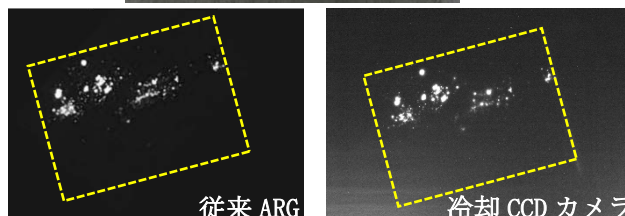
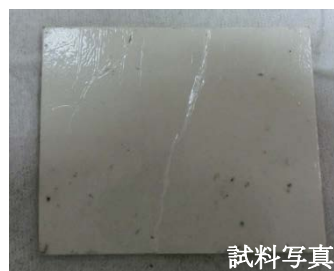


図 2. ARG 技術の画像比較

(保護フィルム付き粘着テープ (約 4cm 四方) に Pu 粒子が付着した試料)



図 3. 冷却 CCD カメラ ARG
(撮影可能範囲を拡大)



図 4. 複数試料の撮影画像
(約 30cm 四方の枠内に配置)

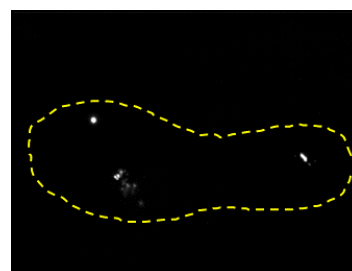


図 5. RI シューズ靴底の撮影画像