

暗黒物質検出用原子核乾板と銀ナノ粒子のプラズモン共鳴

Plasmon Resonance of Ag nanoparticles in Nuclear Plates for Dark Matter Detection

日本写真学会¹、東京工芸大²、名大³ ○谷 忠昭¹、内田孝幸²、中 竜大³

Soc. Photogr. Imaging Jpn.¹, Tokyo Polytech. Univ.², Nagoya Univ.³,

○Tadaaki Tani¹, Takayuki Uchida², Tatsuhiko Naka³

E-mail: tadaakitani@mbr.nifty.com

1. 緒言

暗黒物質 (DM) は物理学最大の謎の一つであり、我々は衝突で生成する反跳核を原子核乾板で飛跡として捕え DM 粒子を方向情報と共に検出しようとしている¹⁾。飛跡中の現像 Ag 粒子のプラズモン共鳴散乱光を落射光学顕微鏡で観察するが、輝度の向上が必要である。一方乾板の AgBrI 粒子から生成する現像 Ag 粒子は AgI 膜で被覆されており、輝度への影響が懸念された。本報では乾板中の現像 Ag 粒子の特性等を調べ、散乱光の輝度向上の方法を探った。

2. 試料と実験

実験には～40nm の $\text{AgBr}_{0.965}\text{I}_{0.035}$ 粒子をゼラチン PVA に懸濁した乳剤 (NIT)²⁾ 膜からなる DM 検出用原子核乾板を用い、模擬実験は乾板にイオンビームを照射し現像定着して得た現像 Ag 粒子からなる飛跡を観察した。モデル実験用に Ag 粒子をガラス基板に蒸着し、KI 水溶液に浸漬 (KI 処理) して表面に AgI 被膜を形成した。Ag 粒子の電子構造を大気中光電子収量分光 (PYSA) 測定装置 (理研計器製 AC-2) を用いて測定した。

3. 結果と考察

図 1 に示したように、蒸着 Ag 粒子は KI 処理で表面に AgI 被膜が形成されると仕事関数が増加した。消衰スペクトルから経時安定性の向上が確認できたが、消衰係数自身は減少した (図 1)。NIT 膜中の Ag 粒子の PYSA は、光電

子が透過すべきゼラチン PVA 相が薄く平均自由行程が長いので観測が実現した。その結果、NIT 膜中の AgBrI 粒子からの現像 Ag 粒子の仕事関数 (4.67eV) は AgBr 粒子からのもの (4.87eV) より大きくなり、(光電子収量)^{0.5} vs 光エネルギーの傾きは減少した (17.5→8.0)。NIT 中の現像 Ag 粒子が実際に AgI 膜に被われ、プラズモン共鳴を損なっていると考察した。

4. 飛跡粒子の輝度向上

上記の考察を基に、NIT 膜をイオンビームに照射し現像定着して生成した Ag 粒子表面の AgI 被膜の Ag への還元を意図して再現像したところ、現像 Ag 粒子の輝度が増加した。この結果は上記の考察を検証し、Ag 粒子の被毒の対策の指針を与えるものと考えられる。

【参考文献】1. T. Tani, T. Naka, Radiation Measurements, 95 (2006) 31, 2. T. Asada, T. Naka et al., Prog. Theor. Exp. Phys., 2017, 063H01 DOI:http://doi.org/10.1093/ptep/ptx076

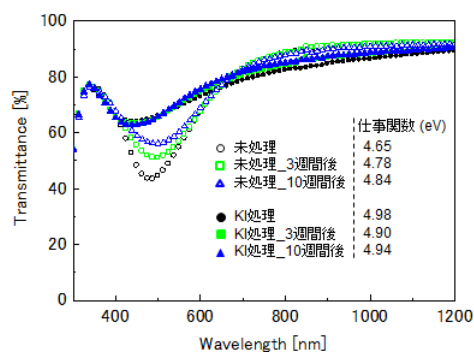


図1. 3nmのAg薄膜の未処理、およびKI処理を施した試料の透過率および仕事関数の経時変化