

超微粒子原子核乾板 NIT における AgBr (I) 結晶の飛跡形成のエネルギー閾値評価

佐伯加奈（素粒子物理学教室）

原子核乾板とは、AgBr(I)結晶がゼラチン溶液中にランダムに分布している乳剤を、支持体に塗布した荷電粒子の飛跡検出器である。荷電粒子が原子核乾板に入射すると、そのエネルギーを吸収して励起された電子が自由電子として振舞い、銀原子とハロゲン原子が形成される。この過程が繰り返されることで、感光中心である銀原子の数が増えて現像を引き起こす潜像核へと成長する。

潜像形成効率とは、荷電粒子が貫通した結晶数のうち潜像形成が行われて現像された結晶数の割合のことで、原子核乾板の基礎特性を示す値であり、結晶 1 個レベルの飛跡シミュレーションに組み込むことで、検出器の性能を見積もる際の指針となる値である。

今まで、荷電粒子による電離損失によって数百～数千個／結晶(直径約 70nm)の e-h 対生成が期待される状況下で、結晶 1 個に対する潜像形成効率の評価は行なわれてこなかった。それは、原子核乾板は高い分解能を持つ故に、分解能が約 200nm の光学系で現像銀粒子数(以下 GD)を正確に測定するのが、困難だったためである。本研究では、乳剤に乳剤製造時に使われる PVA を含むゼラチン溶液を添加し、希釈することで、結晶間距離を広げて GD を定量的に計測することを試みた。

結晶サイズ約 60nm の超微粒子原子核乾板 NIT にエネルギー損失量の異なる(0.6～8.6[keV/10nm])C イオン(@放射線医学総合研究所重粒子がん治療装置 HIMAC)、Ar イオン(@HIMAC)、²⁴¹Am α 線(@名古屋大学)、Fe イオン(@HIMAC)を照射し、5°Cのメトール・アスコルビン酸現像液に 10 分浸して現像処理を施し、飛跡の GD を落射光学顕微鏡で計測した。また、本研究では未増感・亜硫酸ナトリウムによる塗布後増感の 2 種類の増感方法を施したサンプルを用意し、増感の違いが与える潜像形成効率の影響も評価した。さらに、照射後に数ヶ月冷凍保管したサンプルから潜像退行の評価も行なった。そして、潜像形成効率から飛跡形成に必要なエネルギー閾値を見積もった。

未増感・塗布後増感の潜像形成効率の結果から、 dE/dx に依らず亜硫酸ナトリウムによる増感の効果を確認し、少なくとも 1.7 倍であることがわかった。

潜像形成効率の結果として、

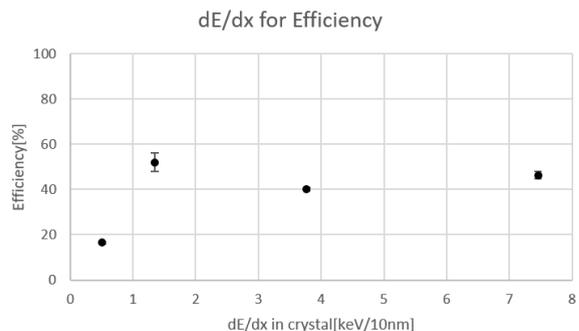
C(dE/dx [keV/10nm]=0.51) : $16.5^{+0.5}_{-0.7}\%$

α (dE/dx [keV/10nm]=1.35) : $52.0^{+4.2}_{-4.1}\%$

Ar(dE/dx [keV/10nm]=3.77) : $40.1^{+0.7}_{-0.6}\%$

Fe(dE/dx [keV/10nm]=7.46) : $46.4 \pm 1.6\%$

を得た。



エネルギー閾値の結果として、

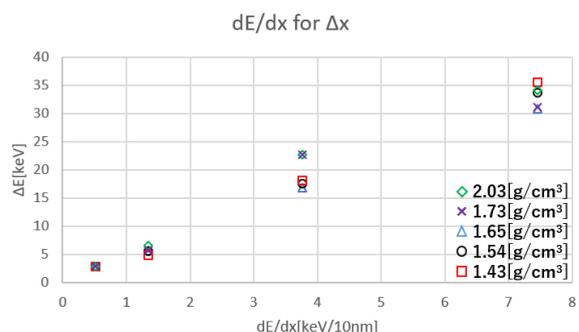
C(dE/dx [keV/10nm]=0.51) : 2.8keV

α (dE/dx [keV/10nm]=1.35) : 5.6keV

Ar(dE/dx [keV/10nm]=3.77) : 19.5keV

Fe(dE/dx [keV/10nm]=7.46) : 33.0keV

を得た。



dE/dx が大きい α が最も潜像形成効率が高くなったことを受け、潜像形成効率が重粒子と線源の違いからなのか、 α の dE/dx でピークを持つのかを確かめるため HIMAC にて He を撃ちこみ検証したい。