



SiO₂ 単結晶 X 線トポグラフ測定

北口雅暁、伊藤茂康、福村省三、広田克也
名古屋大学 理学研究科

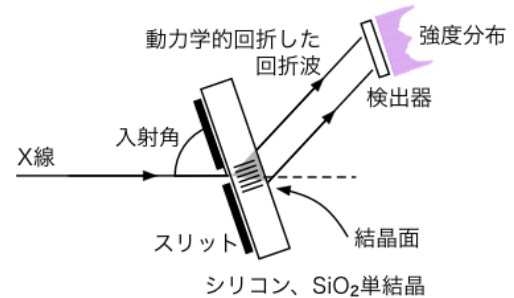
キーワード：中性子電気双極子能率、素粒子標準模型を超える物理、動力的回折、ペンデル干涉

1. 背景と研究目的

宇宙誕生の際、物質・反物質が同量生成されたにもかかわらず、現在の宇宙は物質優勢である。これを説明するのが「CP 対称性の破れ」であるが、素粒子標準模型が持つ破れの大きさは観測事実を記述するには小さすぎる。これは未知の大きな CP 対称性の破れの存在を示唆しており、現在素粒子物理学の最大の課題の一つである。中性子の永久電気双極子能率は、CP 対称性の破れと対応した「時間反転対称性の破れ」の探索の良いプローブである。中性子波動が結晶内部の電場によって受ける影響を高精度で測定することで、中性子電気双極子能率を探索することができる。単結晶内部での中性子波動の伝播は動力的回折理論に基づいており、その理解が必須である。本実験では、単結晶による動力的回折を観測するための測定手法の確立を目指す。単結晶の動力的回折特有の現象としてペンデル干涉を測定する。ペンデル干涉は結晶の対称性に起因する干涉縞で、X 線を用いても現れる。中性子線を用いた実験の基礎として、X 線によるペンデル干涉の測定を行う。

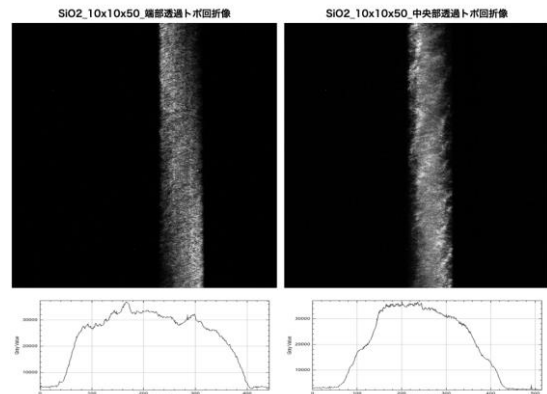
2. 実験内容

10 mm 厚の SiO₂ 単結晶の上流に幅 0.1 mm のスリットを設置し、22 keV X 線を、所定の角度で入射する。動力的回折の結果、X 線は空間的に広がり、ペンデル干涉縞と呼ばれる強度空間分布を持って結晶から出射する。回折角方向に 2 次元検出器を配置し、その空間分布を観測する。入射位置を変えて変化を観察する。



3. 結果および考察

ペンデル干涉模様を取得することに成功した。結晶内の欠陥や双晶由来と考えられる、ペンデル干涉の歪みや欠損が確認できた。入射位置による模様の違いが読み取れる。電気双極子能率探索のためには、干涉縞のコントラストは高い方が望ましいが、今回の結果はビーム入射スリット位置を選べばコントラストが改善できうることを示している。



観測された 2 次元 X 線ペンデル干涉縞。白黒の濃淡が X 線強度に対応している。左右は X 線入射位置の違い。

参考文献

1. A.D. Sakharov, Pisma Zh. Eksp. Teor. Fiz. 5, 32-35 (1967).
2. J.M.Pendlebury, et al., Phys. Rev. D92 (2015) 092003.
3. V V Fedrov, et al., Phys. Lett. B 694(2010).
4. C. G. Shull, Phys. Rev. Lett. 21, 1585 (1968).
5. S. Itoh, et. al., Nucl. Instr. and Meth. A908, 78-81 (2018).