



X線ペンデル干渉の空間分布の計測

北口雅暁、伊藤茂康、内田裕也、福村省三、山本奈々
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、ペンデル干渉

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渉を測定する。ペンデル干渉は結晶の対称性に起因する干渉縞で、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渉の測定を行う。

2. 実験内容

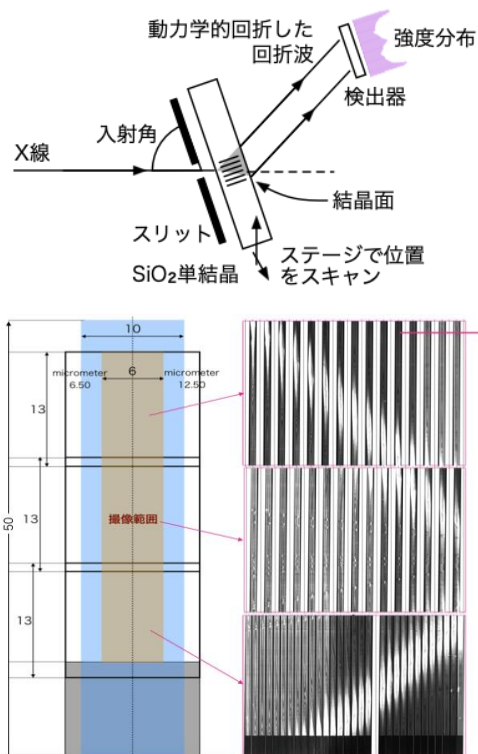
2.8 mm 厚の SiO₂ 単結晶の上流に幅 0.1 mm のスリットを設置し、22 keV X 線を、所定の角度で入射する。動力的回折の結果、X 線は空間的に広がり、ペンデル干渉縞と呼ばれる強度空間分布を持って結晶から出射する。回折角方向に 2 次元検出器を配置し、その空間分布を観測する。結晶を移動させ、X 線入射位置をスキャンし、結晶全体の場所ごとのペンデル干渉縞をマッピングする。

3. 結果および考察

場所によって得られるペンデル干渉模様が大きく異なることが結晶全面にわたって確認できた。これらは結晶内の欠陥や双晶由来と考えられる。中性子実験で高いコントラストを得るための、ビーム入射スリットの位置を実際に選ぶための情報を得ることができた。

4. 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).



X 線ペンデル干渉縞のマッピング。グレーの帯一つ一つがペンデル干渉縞であり、そのコントラストが場所によって異なることがわかる。