## 焦電性結晶の熱励起により発生するX線強度の安定性に及ぼす 結晶形状の影響に関する研究

## Study on the Effect of Crystal Shape on the Intensity-stability of X-rays Emitted by Thermal Excitation of Pyroelectric Crystals

## <sup>o</sup>西村 駿哉<sup>1</sup>, 小川 友輔<sup>1</sup>, 佐藤 祐喜<sup>1</sup>, 伊藤 嘉昭<sup>2</sup>, 吉門 進三<sup>1</sup> (1. 同志社大院理工, 2. 京大化研) Shunya Nishimura<sup>1</sup>,Yuusuke Ogawa<sup>1</sup>, Yuuki Sato<sup>1</sup>, Yoshiaki Ito<sup>2</sup> Shinzo Yoshikado<sup>1</sup> (1.Doshisha Univ., 2.Kyoto Univ.) E-mail: syoshika@mail.doshisha.ac.jp

【はじめに】真空中で分極を揃えた焦電性結晶の温度を変化させると、結晶やそれに対向するタ ーゲットから X 線が発生することが報告されている<sup>[1]</sup>。しかし現段階では、発生する X 線は不安 定であり強度も低い。先行研究より、直方体形状の焦電性結晶を用いた場合、不安定性の原因で ある沿面放電は結晶によって作られる電界強度が大きい結晶端部で生じていることが分かってい る。電界強度は結晶の温度変化幅  $\Delta T$  を大きくした時に強くなると報告されている。また結晶と ターゲット間の距離 d をより短くすることで、電気力線がターゲットの中心に集中し電界強度が 強くなる。しかし直方体形状の結晶では電界強度が強くなることで沿面放電が起こり、X 線の発 生は不安定になる。改善策として結晶を半球形状とし、球面側をターゲットに対向させることに より沿面放電が抑制できることが報告されている。しかし直方体形状時と比べると X 線強度が小 さくなるという欠点も報告されている。そこで本研究では半球形状の結晶を用いて、安定性を保 ったまま X 線強度を高めることを目的とする。具体的にはパラメータとしてターゲット間の距離 d および温度の周期を変化させることで、安定性を保ったまま X 線強度が向上するかを評価した。

【実験方法】 焦電性結晶として, c 軸(z 軸)方向に分極を揃えた LiTaO<sub>3</sub>単結晶(山寿セラミックス) を用いた。-z 面を球面, +z 面を底面とし半径 5mm の半球形状の結晶を用いた。結晶の加工した 面の頭頂部から距離 d の位置に厚さ 20  $\mu$ m の Cu 箔ターゲットに対向させ,結晶の+z 面をペルチ ェ素子に導電性テープで固定した。筐体,ターゲット,結晶の+z 面は電気的に接地した。真空容 器内の圧力を約 2×10<sup>4</sup> Pa とした。周期を変化させての三角波電圧をペルチェ素子に印加するこ

とにより,結晶の温度を周期的に変化させた。温度 変化幅  $\Delta T = 60, 70, 80^{\circ}$ C と変化させた。AMPTEK 社 製の Si 検出器(XR-100CR Si-PIN X-Ray Detector)を用 いて X 線強度を約 80 周期分測定した。

【実験結果】一例として, Fig. 1, Fig. 2 に周期 1000 s の場合, X 線光子の周期ごとの平均計数率を示す. Fig. 1 は  $\Delta T = 60^{\circ}$  とし d を変化させた結果で, Fig. 2 は *Δ* T を 60, 70, 80 ℃とした時のそれぞれにおける *d* = 2.5 mm, 10 mm の結果である。実験結果から *ΔT* を 大きくするか d を小さくすると X 線強度が 1 桁程度 大きくなることが分かった。これは発生する電界強 度が大きくなるためである。ターゲットを接地して いるために d を小さくすると結晶の表面電荷により 結晶直上ターゲット上に誘起される誘導電荷密度が 大きくなるためである。ただし*ΔT*を 80℃と大きく すると沿面放電が発生し X線強度の安定性が悪くな った。直方体形状の結晶で放電が発生するときの d や*ΔT* に対して半球形状では強度は安定性した。ま た直方体形状、半球形状それぞれで平均計数率の一 番高かった条件で比較すると, 半球形状の方が計数 率が大きくなることが分かった。

[1] J. D. Brownridge et al., J. Appl. Phys., 86, p.460 (1999)



Fig. 1 Average counts of X-ray photons per cycle for various d at  $\Delta T = 60^{\circ}$ C.



Fig. 2 Average counts of X-ray photons per cycle for various values of d and  $\Delta T$ .