

焦電結晶 X 線源による発生 X 線強度の測定

Measurement of X-ray emission intensity from pyroelectric X-ray source

○草野 広樹、内藤 雅之、溝根 美穂、長岡 央、久野 治義、柴村 英道、長谷部 信行
(早大理工研)

○Hiroki Kusano, Masayuki Naito, Miho Mizone, Hiroshi Nagaoka, Haruyoshi Kuno, Eido Shibamura,
Nobuyuki Hasebe (RISE, Waseda Univ.)
E-mail: hiroki-kusano@akane.waseda.jp

タンタル酸リチウム (LiTaO_3) などの焦電結晶は、温度に依存した自発分極を持つ。分極の向きを揃えた焦電結晶に対して低圧気体中で温度変化を与えると、結晶表面に数十～数百 kV の高電圧を発生できることから、X 線源[1]や中性子源[2]などへの応用が研究されている。X 線源としては、小型軽量かつ低消費電力でオン・オフの切り替えが容易な装置が実現でき、ポータブルな機器として有力である一方で、発生 X 線の強度が低く不安定であることが現在の課題である。本研究では、X 線源への応用に焦点を当て、高輝度で安定な X 線源を開発するための基礎実験を行っている。焦電結晶 X 線源は、小型の密封容器内に焦電結晶、温度制御素子 (ペルチェ素子など)、金属ターゲットを設置し、低圧気体を封入して構成する。発生 X 線の強度は、結晶の面積・高さ、温度の変化量、気体圧力などに依存することが先行研究により報告されているが、その依存性に関する実験データは不足しており、全体像は不明である。本研究では、それらの発生 X 線強度に影響するパラメータを変化させながら発生 X 線を計測し、条件の最適化を行うことで発生 X 線強度を増加させ、より高性能な X 線源としての実用化を目指す。

実験では、2 つの真空容器を使用し (それぞれ装置 A、B とする)、焦電結晶 (LiTaO_3) と金属ターゲット (Cu、Mo) により X 線発生試験を行っている。容器内には低圧気体 (N_2 または dry air) を充填し、様々な圧力下 (装置 A : $10^{-2} \sim 10$ Pa、装置 B : $10^{-4} \sim 10$ Pa) で実験を行った。焦電結晶は導電性ペースト (ドータイトまたはアテムコボンド) によりペルチェ素子に接着し、室温から 100°C 程度まで温度を変化させ、このとき発生した X 線は真空容器内に設置した Si 検出器 (SDD または Si-PIN) により計測した。結果、X 線は圧力 10 Pa 以下の時発生し、結晶および温度変化の向きによって Ta または Cu、Mo の特性 X 線が観測された。結晶の向きによる発生 X 線の違いは小さかったが、電子がターゲットに向かう場合に発生 X 線が増加する傾向が見られた。圧力に対する発生 X 線強度は、10 Pa から 1 Pa 程度までは圧力の減少とともに増加したが、それ以下では変動が小さかった。また、結晶の面積・高さが大きいとき X 線強度が増加した。発生 X 線の最大エネルギーには、温度変化量および結晶高さとの相関が見られた。発表では、以上の実験により得られた発生 X 線強度の詳細について報告する。

References: [1] For example; J.D. Brownridge and S. Raboy, J. Appl. Phys. **86** (1999) 640-647. [2] For example; B. Naranjo et al., Nature **434** (2005) 1115-1117.