

誘電体マイクロカロリメータによるアルファ線の検出

Detection of Alpha Rays by Dielectric Microcalorimeters

九州大学¹, 宇宙航空研究開発機構²○ (D) 善本翔大¹, 前畑京介¹, 伊豫本直子¹, 満田和久², 山崎典子²Kyushu University¹, Japan Aerospace Exploration Agency²○YOSHIMOTO Shota¹, MAEHATA Keisuke¹, IYOMOTO Naoko¹, MITSUDA Kazuhisa²,
YAMASAKI Noriko²

E-mail: yoshimoto@kune2a.nucl.kyushu-u.ac.jp

優れたエネルギー分解能を有する放射線検出器として、1 K 以下の極低温領域で動作するマイクロカロリメータが知られており、数 keV の X 線に対して 10 eV 以下のエネルギー分解能を示す超伝導転移端センサー (TES) 型マイクロカロリメータが実用化されている。一方、数 10 K 以下の温度領域で一定の高い誘電率を有する量子常誘電体の中には、適当な不純物添加等により数 K 以下の極低温領域において強誘電相が誘起する量子強誘電体へと転移することが知られている。量子強誘電体をマイクロカロリメータの温度計として使用すれば、TES の動作に必要な磁気遮蔽や超伝導量子干渉素子など特殊な技術が不要となる。本研究では、量子強誘電体への転移が期待される $\text{Sr}_{(1-x)}(\text{Ca}_{0.6389}\text{Ba}_{0.3611})_x\text{TiO}_3$ (STO) および $\text{KTa}_{(1-x)}\text{Nb}_x\text{O}_3$ (KTN) の 2 種類の誘電体試料について極低温領域における静電容量の温度依存性を測定し、アルファ線照射により STO および KTN を温度計に用いたマイクロカロリメータの動作を実証することを目的とする。

誘電体試料は、大きさが $1 \times 2 \text{ mm}^2$ 、厚さが 0.2 mm の誘電体 (STO または KTN) を 2 枚の Au 電極がはさむキャパシタンスとなっている。希釈冷凍機を使用して測定した、極低温領域における STO ($x = 0.015$) の静電容量温度依存性を fig. 1 に示す。その結果、100 ~ 700 mK の温度領域において、温度上昇に伴い静電容量が単調に増加することを確認した。さらに、STO にバイアス電圧を印加し、マイクロカロリメータとして動作させ、Am 線源から放出されるアルファ線 (5.4 MeV, 5.5 MeV) を検出した。検出パルスを図. 2 に示す。fig. 2 において、青線は検出電圧パルス、赤線は整形増幅した波形を、それぞれ 10 イベント平均したものである。KTN についても同様に、極低温領域における静電容量の温度依存性を確認し、アルファ線検出パルスを取得した。以上より、STO および KTN を温度計に用いたマイクロカロリメータの動作を実証できた。

本講演では、誘電体マイクロカロリメータによるアルファ線検出について詳細を報告する。

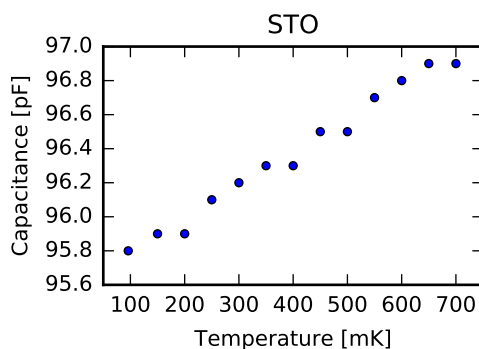
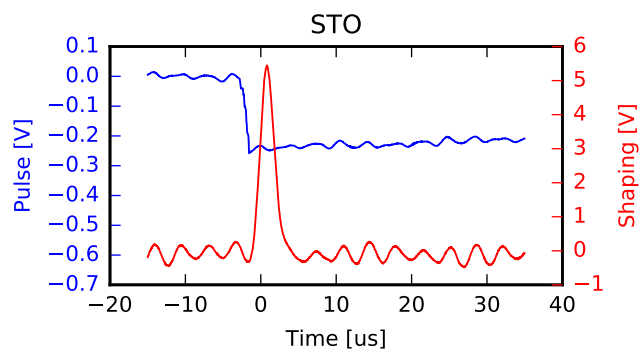
fig. 1: $C - T$ characteristic (STO)

fig. 2: Detection Pulses of alpha ray