

2020 (令和二) 年度 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：熱計測によるサファイアの極低温吸収測定
 英文：Calorimetric measurement of absorption coefficient of sapphire at cryogenic temperatures

研究代表者 鈴木敏一 東京大学 宇宙線研究所
 参加研究者 牛場崇文 東京大学 宇宙線研究所
 木村誠宏 東京大学 宇宙線研究所
 内山 隆 東京大学 宇宙線研究所
 野手綾子 東京大学 宇宙線研究所
 都丸隆行 国立天文台 重力波プロジェクト
 山元一広 富山大学 学術研究部理学系

研究成果概要

KAGRA のサファイア鏡と同サイズの試料で極低温カロリメトリー による吸収の予備測定を行なった。試料は円柱形で、c 軸が円柱軸方向と一致する。サイズは直径 220mm、長さ 150mm、質量 23kg である。この試料は、KAGRA の鏡の予備として製作されたサファイアの一つで、300K ではレーザーを使ったフォトサーマル法で、典型的に 100ppm/cm～200ppm/cm の吸収のあることが測定されている。試料は宇宙線研地下実験室の冷却装置 CLIK で 10K 付近まで冷却し、波長 1064nm のレーザーを入射した時の温度上昇を測定する。試料にはヒーターが取り付けられ、ヒーターでの入熱と試料の温度上昇の関係をあらかじめ測定しておく。

レーザー入射による温度上昇と、ヒーター入熱を比較することで、レーザー吸収による試料内の発熱量を求め、光路上での平均吸収率を求めた。光路は試料の円柱軸と平行に取り、試料内の光路長は 150mm であった。レーザー入射パワーを 1.05W に設定し、入射から 24 時間後の定常に達した試料温度上昇が 2.52K であった。熱的な緩和時間は 1 時間程度以下であることから、24 時間待機すれば十分に定常に達したと判断される。レーザー吸収による発熱量は 3.34mW に等しいことがわかった。

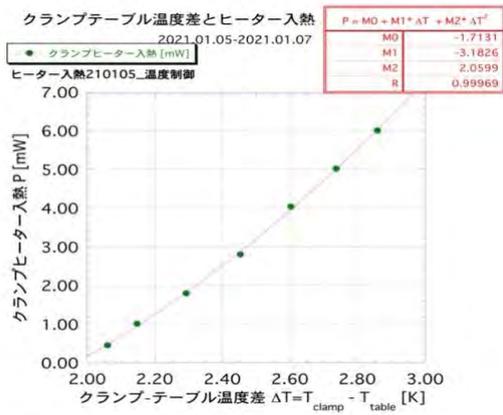


図 1. 試料の温度上昇と入熱量の関係
 光路長は 150mm であることより、平均吸収率は $\alpha=212$ ppm/cm と求められる。この値は 300K でのフォトサーマル法で求められた吸収量と同程度であり、冷却によって大幅な吸収の変化は起こらないことが判明した。

整理番号 G13