

令和 5 年度 (2023) 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：KAGRA 実験に向けた伝導冷却の方法の高度化 英文：Development of conduction cooling schemes for KAGRA
研究代表者	清水 洋孝
参加研究者	仲井 浩孝 鈴木 敏一 牛場 崇文 都丸 隆行
研究成果概要	<p>KAGRA の懸架系の最下段では、サファイア主鏡を 4 本のサファイアファイバを用いて吊るしている。サファイアファイバの両端には、ネイルヘッドと呼ばれる、サファイア製の角材が取り付けられているが、現行の懸架系では、スミセラムと呼ばれる接着剤を用いて固定している。サファイアファイバとサファイア角材の間の接着剤が熱抵抗となり、熱の排出の妨げとなっている事から、ファイバと角材間の新しい接着方式として、融着を用いた準単一結晶化の方法について研究開発を進めてきた。これまでに進めてきた開発手法を利用して、角材-角材間の融着を行った。サファイアにはいくつかの結晶方位が存在する為、この融着試験では、様々な結晶方位面の組み合わせを用意して、試験を行った。融着された結晶は、まず液体窒素を用いて、熱衝撃試験を行った。室温から液体窒素温度までの往復を 5 回繰り返して、剥離や破損の無い事を確認した。次に融着面の剪断応力の測定を行った。ネイルヘッド(□20mm×h10mm)とファイバ(φ1.6mm)の接触面積を考えると、概ね 50mm²となる。この接触面積を持つ 4 本のファイバで約 30kg の主鏡を支えている事になる。今回はネイルヘッド間の融着なので、接触面積は 200mm²となり、実際の接触面積の 4 倍となるため、1 つの試料で、30kg 程度の荷重に耐えられれば、剪断応力としては主鏡の荷重に耐えられる計算となる。試験は日立市の神戸工業試験場の協力で行われた。3 つ用意した試料を使ってそれぞれの融着面の剪断応力を測定した。結果は 1574N、1158N、640N の応力値で、全ての試料で基準として掲げた 300N の値を上回る結果が得られた。3 番目の試料では、融着時の滑りから、2 つのネイルヘッドが傾いて融着されており、偏った力の掛け方での応力測定となった事から、剪断応力値が少し低めに出ていると考えられる。</p>
整理番号	G05