

関西学院大学 研究成果報告

2019年 3月 16日

関西学院大学 学長殿

所属：理工学研究科
職名：博士研究員
氏名：佐野圭

以下のとおり、報告いたします。

研究制度	<input type="checkbox"/> 特別研究期間 <input type="checkbox"/> 自由研究期間 <input type="checkbox"/> 大学共同研究 <input type="checkbox"/> 個人特別研究費 <input checked="" type="checkbox"/> 博士研究員 ※国際共同研究交通費補助については別様式にて作成してください。
研究課題	宇宙赤外線背景放射のロケット観測でさぐる 銀河ダークハロー浮遊星と宇宙再電離
研究実施場所	関西学院大学、カリフォルニア工科大学
研究期間	2018年 4月 1日 ～ 2019年 3月 31日 (12ヶ月)

◆ 研究成果概要 (2,500字程度)

上記研究課題に即して実施したことを具体的に記述してください。

ロケット実験Cosmic Infrared Background Experiment-2 (CIBER-2) は日米韓台による国際共同科学ミッションであり、ロケットに観測機器を搭載し、上空で宇宙赤外線背景放射の観測を行う。日本グループは望遠鏡および後置光学系の開発を主に担当し、2017年からは製作した部品を共同研究機関であるカリフォルニア工科大学に輸送し、部品の組立および性能評価試験を行ってきた。2019年7月前後の打上げを目指し、2018年4月から2019年3月にかけては1. 後置光学系の調整、2. 望遠鏡振動試験、3. 光学系常温性能評価、4. 全系低温試験を中心に実施した。以下でそれらの詳細を述べる。

1. 後置光学系の調整

後置光学系は複数個のレンズ、ビームスプリッター、バンドミラーとそれらを支持するアルミニウム製のフレームから構成される。ロケット打上げ時の振動によって破損しないように、それらは金属製のバネ構造によって支持される。振動に耐えるとともにバネが降伏しない押さえ力の範囲を手計算およびシミュレーションから算出した。各ばねがそれぞれの力に相当するたわみ量になるように調整した。

2. 望遠鏡振動試験

望遠鏡はアルミニウム製の主鏡と副鏡から構成されるが、以前の振動試験において主鏡の脚部にかかる応力が材料の降伏応力に近くなるということが判明し、課題となっていた。

そこで制振合金M2052製のプレートを製作し、主鏡とベースプレートの間に挟むことによって、共振レベルを下げることを試みた。その状態で振動試験を実施し、常温では主鏡の振動レベルが大幅に減衰することが分かった。打上げ時は望遠鏡を液体窒素温度まで冷却するので、冷却時のM2052の減衰性能を調べる必要がある。そこで約-60度の恒温槽内で振動試験を行ったところ、常温と同等の制振性能が確認できた。また、M2052プレートのみを液体窒素温度に冷却して制振特性を調べる実験も別途実施し、十分な性能が確認された。

3. 光学系常温性能評価

低温での光学系性能評価を実施する前に、各光学系のアラインメントが十分かを確保するため、常温での光学試験を実施した。コリメーターからピンホールを使って望遠鏡に光を入射し、像形状を評価した。望遠鏡に正対する方向から来る光に加え、望遠鏡に斜めから入射した光の結像状態を調べた。この測定では、カメラを望遠鏡の本来の焦点位置に設置することができなかつたため、光軸から離れるにしたがって像形状が著しく大きくなることが観測された。測定セットアップを再現する光線追跡シミュレーションを行うと測定結果と矛盾しないことが分かり、望遠鏡が所定の性能を発揮していることが確認された。また、望遠鏡と後置光学系を組合せた光学試験も行った。測定値はシミュレーションから予測される像サイズより大きくなることはなかつたため、光学系のアラインメントに問題は無いと判断した。

4. 全系低温試験

CIBER-2では3つの検出器を用い、それぞれで0.5-0.9 μ m、1.0-1.4 μ m、1.5-2.0 μ mの波長を撮像分光観測する。そのうち中、長波長用の検出器を後置光学系の先端に設置し、低温での光学試験を実施した。レンズとフレームの熱収縮率の差によって急冷するとレンズが破損する危険性があるため、事前に熱伝導シミュレーションによって適当な冷却速度を算出し、それを満たすように冷却を行った。光学試験時には、主副鏡の温度差を小さくし、焦点位置ずれを軽減するために、副鏡前に穴あきマスクを設置して外部からの熱放射を抑えた。観測時には無限遠から来る光が結像するため、検出器の位置は平行光に対して焦点を結ぶ位置に設置される必要がある。そのために、コリメーターから望遠鏡に光を入射し、平行光入射時に最小像となるように検出器の位置を調整した。また、モノクロメーターから単色光を入射し、撮像および分光フィルターの波長感度特性を調べた。分光フィルターは位置に対して波長透過率が線形に変化するリニアバリアブルフィルターを使用しているが、実際に波長感度が位置に対してほぼ線形に変化することが確かめられた。一部の撮像フィルターは視野内で波長感度の非一様性が観測された。これにはビームスプリッターの入射角の波長依存性が影響している可能性がある。CIBER-2では副鏡裏にハロゲンランプとLEDを設置し、観測時の測光校正に利用する。低温でそれらの光源を点灯し、検出器の応答を測定した。光源の明るさは実際に観測される空の明るさと同程度に設定することが望ましい。現状ではハロゲンランプが暗すぎ、近赤外線用LEDが明るすぎることが分かったので、これらの光量を調整する必要がある。CIBER-2は地球大気からの迷光を除去するために、観測時にバツフルを展開する。展開バツフルを展開、収納するのに適当になるようにバネを調整し、常温で展開試験を行ったところ、十分な高さまでバツフルが展開した。バツフルを設置し、低温かつ真空状態で展開試験を行ったところ、常温よりも低い位置までしか展開しないことが分かった。原因の一つとして低温におけるばね定数の変化が考えられるが、現状の展開度合いで十分かを検討する必要がある。短波長側の検出器ユニットは内部の回路板に不具合があったために、再製作を行った。検出器ダミーに分光フィルターを接着して、それのみで冷却試験をした後、実際の検出器ユニットを組み立てる予定である。したがって、次回の低温試験では短波長用検出器の性能評価を実施する。

以上

提出期限：研究期間終了後2ヶ月以内

※個人特別研究費：研究費支給年度終了後2ヶ月以内 博士研究員：期間終了まで

提出先：研究推進社会連携機構（NUC）

※特別研究期間、自由研究期間の報告は所属長、博士研究員は研究科委員長を経て提出してください。

◆研究成果概要は、大学ホームページにて公開します。研究遂行上大学ホームページでの公開に支障がある場合は研究推進社会連携機構までご連絡ください。