

天文観測技術の最前線 (23)

専用機は汎用機に優る

—遠赤外 [C II] 観測システム—

波長数 μm から $200\mu\text{m}$ までの遠赤外線領域には、天文学的に重要なスペクトル線が数多く存在します。しかしながら、地上観測が不可能であり、観測技術も未発達であったため、観測例が今までは少なく、天文学にとっては未開拓の領域として残されてきました。

私達は、この未開拓域に存在するスペクトル線のなかでも最も重要な [C II] (波長 $158\mu\text{m}$) を用いて、銀河面広域サーベイ観測を行うことを計画し、気球搭載用の専用観測システム BICE (Balloon-borne Infrared Carbon Explorer) を開発しました。従来、この波長域での分光観測に用いられてきたのは飛行機搭載望遠鏡 KAO (Kuiper Airborne Observatory) や、人工衛星 COBE (Cosmic Background Explorer) などの、高価で多目的の観測機です。我々は、手作りで安価ながらも、数々のアイデアを盛り込んである専用機 BICE により、これら高価な汎用機に挑みました。

大気中からの遠赤外線観測の場合、雑音の最大の源は、背景放射光のゆらぎです。背景放射といっても、宇宙背景放射ではありません。もっと手近な、地球大気や観測器自身が放射する、「余分な赤外線」のことです。この「余分な赤外線」は、天体からの「大切な赤外線」に比べると、はるかに強大です。そのゆらぎによる雑音

は、観測に用いる検出器自身が本来持っている雑音よりも、通常では何桁も大きくなります。したがって、この「余分」な背景放射光の大きさを、遠赤外線観測システムの検出能力は決定されます。

私達の観測システム BICE では、この背景放射光を小さくすることに、最大の努力を払いました。図1に、BICE 光学系構成の模式図を示します。分かりやすくするために、図では光学系をレンズで構成しましたが、実際の光学系はすべて鏡により構成されています。

背景放射光を下げる最も有効な手段は、背景放射光の源となる部分の温度を下げることです。ただし、生半かな冷却では効果が少なく、観測波長における背景放射光が、黒体放射の Wien 側になるまで温度を下げなければ、大きな効果は望めません。BICE では、焦点面機器であるファブリ・ペロー分光器の全光学系を、超流動液体ヘリウムで 2K まで冷却し、分光器からの背景放射光を事実上「ゼロ」にしています。

望遠鏡自身についても冷却したいところですが、大気中ではそれは困難です。したがって、望遠鏡からの背景放射を減らすには、放射率を下げるしかありません。このため、BICE では、図1に示すように、オーバーサイズ光学系を採用しました。すなわち、Cold Lyot Stop で幾何学的に定義される主鏡の大きさを、実際の主鏡の大きさの 57% にとどめ、主鏡の残りの部分を、回折によるビームのしみだしが放射率の高い部分を見ないようにするために用いているのです。さらに、望遠鏡全体にオフセット光学系を採用することにより、光路中から放射率の高い部分を一扫しました。

これらの工夫により、実際の気球観測において、システム全体として約 3% 、望遠鏡自身としては約 1% という、非常に低い放射率が達成されました。その結果、私たちの BICE は前述の COBE を、単位時間あたりの [C II] 検出能力で一桁以上、空間分解能で約 35 倍、上回るようになりました。

目的を選べば、安価な専用機でも、高価な汎用観測機よりもはるかに優れた観測ができるのです。

中川貴雄 (宇宙研)

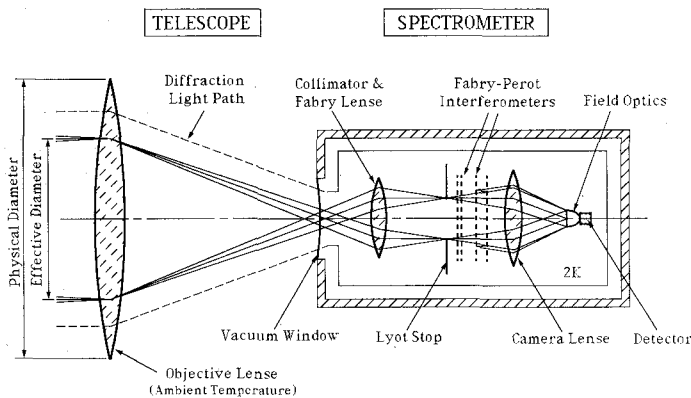


図1 遠赤外 [C II] 観測システム BICE (Balloon-borne Infrared Carbon Explorer) の光学系の構成。

平成3年10月20日	発行人	〒181 東京都三鷹市国立天文台内	社団法人 日本天文学会
印刷発行	印刷所	〒162 東京都新宿区早稲田鶴巻町 585-12	啓文堂 松本印刷
定価 550 円	発行所	〒181 東京都三鷹市国立天文台内	社団法人 日本天文学会
(本体 534 円)		電話 (0422) 31-1359	振替口座 東京 6-13595