

概要

宇宙誕生時のインフレーションによる原始重力波は、宇宙マイクロ波背景放射 (CMB; Cosmic Microwave Background) 中に特徴的な「B モード偏光」を刻印したと考えられている。B モード偏光の初検出に向けて、地上に設置された望遠鏡では、観測領域が限られ大気による吸収が避けられない一方、それらの影響を受けない、人工衛星を用いた全天観測に期待が寄せられる。いままで、CMB を観測することを目的とした人工衛星には COBE, WMAP, Planck があるが、その後継となるのが、JAXA が計画している LiteBIRD である。LiteBIRD は、CMB の B モード偏光成分を観測することでインフレーションによる原始重力波の検出を目指している。そのためには多くの課題が存在するが、本研究では、以下の 2 点の課題に取り組んだ：

1. CMB 観測のノイズとなる銀河系内の前景放射を正確に見積もる。
2. 赤外線帯域で明るい天体によるコンタミネーションの影響を見積もり、それを遮断するフィルターの性能要求を決定する。

これらの課題を解決するために、本研究では「あかり」のアーカイブデータを使用した。

現在、CMB のデータ解析において、前景放射を構成する主成分であるダストからの熱放射を見積もるために、Planck などのデータをもとにしたモデルが広く使用されている。「あかり」は、Planck よりもダスト放射のピークに近い波長域を観測しており、空間分解能も高いが、公開されている「あかり」の全天画像にはわずかにデータの補正や較正が不十分な箇所が残っており、そのままでは、精密な CMB データ解析に利用することはむずかしい。そこで、「あかり」と他衛星の観測時期やスキャンパターンが異なることを利用し、それらの時系列スキャンデータを補完的に組み合わせることができれば、各衛星固有のエラーを取り除き、空からの共通の放射成分を精度よく決定できると期待される。実際、オスロ大学の Cosmoglobe チームは、Planck, WMAP, COBE の時系列スキャンデータを“Commander(Optimal Monte-carlo Markov chain Driven Estimator)”というツールを用いて同時解析し、全天マップを作成することに成功している。我々は、Cosmoglobe チームと、Commander を用いて「あかり」と他衛星のデータを同時解析し、過去最高精度の全天遠赤外線マップモデルを作成するための共同研究を開始した。その結果、「あかり」の時系列スキャンデータを Commander に読み込ませ、すでに公開されている全天マップを再現することに成功した。これによって、「あかり」と他の衛星の時系列スキャンデータを同時解析し、過去最高精度の全天赤外線マップモデルを作成する準備ができた。

LiteBIRD に搭載される予定の低周波望遠鏡 (LFT; Low Frequency Telescope) は、CMB だけではなく赤外線源も集光してしまう。また、LiteBIRD の検出器は TES ボロメータであり、赤外線が入射するとノイズを増大させる要因になる。赤外線源による雑音の寄与は、フィルターで減少させることが可能だが、同時に観測周波数の光学効率も減らすことになる。よって、赤外線源による雑音の影響を見積もることにより、フィルターへの要求を明確にして、CMB 偏光観測の最適化をおこなう必要がある。その影響は LiteBIRD のスキャン観測に混入する赤外線源由来の信号の角度パワースペクトルと、Planck の宇宙論パラメータから推定した CMB 強度の角度パワースペクトルとを比較することで評価できる。このために LiteBIRD のスキャンストラテジーをシミュレーションするソフトウェアである Falcons と、「あかり」が観測した遠赤外線天体カタログを用いた。Falcons で LiteBIRD のスキャンパターンをシミュレーションし、スキャンに沿ってこれらの赤外線天体が LFT に入射する際の時系列データを作成した。時系列データから全天マップを作成し、それから角度パワースペクトルを算出した。求めた角度パワースペクトルと宇宙論パラメータから推定される CMB の角度パワースペクトルを比較して、入射した赤外線を十分にカットするために必要なフィルター透過率の要求値を概算した。その結果、現在利用を想定しているフィルターの性能で、十分赤外線源のコンタミネーションを抑えられることが分かった。