

W71c SPICA コロナグラフ観測装置用波面補償光学システムの開発

小谷隆行 (ISAS/JAXA)、塩谷圭吾、中川貴雄 (ISAS/JAXA)、櫛香奈恵 (総研大、ISAS/JAXA)、樋口慎 (東大)、丹下 義夫 (EORC/JAXA))

我々のグループでは、次期赤外線天文衛星 SPICA 用のコロナグラフ観測装置の開発を行っている。本講演では、高いコントラスト観測を実現し、太陽系外惑星の検出・分光を可能にするための鍵となる、波面補償光学システムの開発について述べる。

コロナグラフ観測で非常に高いコントラストを達成するためには、恒星の散乱光 (スペックルノイズ) をいかに低く抑えるかが鍵となる。宇宙空間からの観測では、光学素子の表面形状誤差が光の波面を乱し、焦点面に恒星の散乱光を生じさせる。惑星の光は容易にこのスペックルに埋もれ、分離することができなくなる。太陽系外惑星は、木星型惑星の場合恒星に比べて 6 桁以上暗いと予測されているが、スペックルをこのレベルまで下げるには、全ての光学素子が波長の 100 分の 1 以上の表面精度を持つことが必要である。しかし、直径 3.5m の SPICA 主鏡を、そのような高精度で製作することは難しい。そこで SPICA 用コロナグラフ装置では、可変形鏡 (DM) を搭載し、主鏡などの光学素子による波面の乱れを補正する。

我々は実験室において、DM による波面補償実験を行っている。実験には、形状誤差が波長の 4 分の 1 程度である光学素子と、チェッカーボード型バイナリ瞳マスクを用いた。波面補償前は、視野中心付近にスペックルノイズが多数認められ、コントラストは 4 桁程度でしかない。波面誤差の測定は、焦点面像のスペックルパターンを解析することで行い、これをキャンセルするように DM の形状を変化させた。補償後はスペックルノイズを 1000 分の 1 以下にすることに成功し、最終的なコントラストは 6 桁以上を達成した。このように、コロナグラフと DM による波面補償を組み合わせて用いることが、宇宙空間からの系外惑星探査を行う上で極めて重要になる。