

V230a TAO/MIMIZUKU用冷却チョッパーの開発：常温制御試験

近藤智也, 軸屋一郎, 内田大智, 加藤宏太郎, 近藤真吾 (金沢大学), 本田充彦 (岡山理科大学), 上塚貴史, 道藤翼, 宮田隆志, 酒向重行, 大澤亮, 浅野健太郎, 西村淳, 橘健吾, 飯田熙一, 左近樹 (東京大学)

地上から中間赤外線観測を行う場合、時間変動する膨大な大気の熱放射を除去するために、チョッピングを用いる。これは観測する視野を交互に切り替え、それぞれの視野で撮像した画像を差し引きすることで熱放射を取り除き、天体の画像を得るものである。東京大学アタカマ天文台 (TAO)6.5 m 望遠鏡用の中間赤外線観測装置 MIMIZUKU では、MIMIZUKU 内部の冷却光学系に取り付ける冷却チョッパーという装置を用いてこれを行う。

MIMIZUKU 用冷却チョッパーは可動部と固定部からなり、これらがねじりばねで接続されている。可動部には永久磁石を、固定部にはコイルを取り付け、このコイルに電流を流し磁界を発生させ、永久磁石との相互作用で発生する力により回転運動が駆動できる。この機構を二つ組み込むことで二軸回転機構を形成する。

制御では、デジタルシグナルプロセッサ (DSP) から制御入力となる電圧を出力し、アンプを介してコイルに電流を流すことで冷却チョッパーを駆動した。その冷却チョッパーの変位を静電容量式ギャップセンサで計測して DSP に取り込み、制御則により制御入力を計算するという処理を繰り返すことで冷却チョッパーを制御した。

制御則の開発のため、制御対象である冷却チョッパーのステップ応答を計測した。その結果、二次系でよく記述できることを確認し、得られた特性をもとに制御則を開発した。チョッピングには冷却チョッパーの素早い動作と高い静定精度が必要である。そのため、応答速度が早いフィードフォワード制御と静定精度が高いフィードバック制御の両方の特性を持つ二自由度制御を行い、常温試験において仕様要求を満たすことが確認できた。

本講演では、TAO/MIMIZUKU 用チョッパーの仕組み、制御系の設計、常温試験の結果を発表する。