

科学観測用大気球に搭載する望遠鏡の姿勢制御シミュレーション

辰己 耕介 赤外線天文学グループ (宇宙地球科学専攻)

宇宙からは様々な電磁波が到来する。これらの電磁波を観測し研究することによって、宇宙の諸現象の解明が進められている。電磁波の中で遠赤外線は、大気中の水蒸気 (H₂O) による吸収が強いため、ほとんど地上には到達せず、地上望遠鏡による観測がほぼ不可能である。よって宇宙からの遠赤外線を観測するために、大気による吸収が小さい成層圏より高空あるいは宇宙に望遠鏡を打ち上げ、観測することが広く行われている。このように気球に望遠鏡を吊り下げて観測するためには、望遠鏡を目標天体の方向に高精度で向ける装置が必要である。これを姿勢制御という。これには様々な方式があるが、近年ではより戻し方式とリアクションホイール方式が広く用いられている。本研究では、より戻し方式とリアクションホイール方式を例に、制御アルゴリズムの安定性の検討のためのシミュレーションを行った。より戻し方式は三階微分方程式、リアクションホイール方式は四階微分方程式で表せる。パラメータの選び方による制御系の振る舞いを調べるため、元の制御式を無次元化し、規格化した。こうしてパラメータの数を最小限化し、計算機シミュレーションによって制御の安定性を詳しく調べた。さらに二階微分方程式、三階微分方程式、四階微分方程式、各微分方程式の制御系の安定領域の変化を確認した。その結果、規格化したパラメータによって臨界減衰、振動減衰、過減衰、発振の四種類にシミュレーションの挙動が変化し、実際の実験結果との類似が確認できた。その結果、各制御方式に関して、制御アルゴリズムのすべてのパラメータを設定する指針を明らかにすることができた。