

木星探査機 Hooke

木星における大気の観測

東京都立戸山高等学校
大村 徹 菅原 麻莉

1. Hooke の目的

木星探査機 Hooke のミッションは木星の極軌道上から大気の観測を行うことである。木星は縞模様や大赤斑が有ることで有名だが、それらの模様が何であるのかは、仮説はあるものの、結論付けられていない。現在、木星の模様は気圧の違いによるものだという仮説と、木星大気中に存在する物質の分布によるものだという二つの仮説が有力とされている。Hooke ミッションではこの仮説の検証を中心に、木星大気を観測する。なお、Hooke は木星の大赤斑を発見した Robert Hooke にちなんで名づけられた。Hooke で得られるデータによって、大気の組成が似ているとされている太陽との比較を行い、恒星になるための条件が、その質量のみによるのかを検証することもできる。

2. 観測方法

Hooke ミッションでは、木星の模様の解明にあたって以下の二つの仮説を検証する。

- ①木星の模様は、気圧の差によって生じるものである
- ②木星の模様は、木星大気中のある特定の物質の分布によるものである

これらの仮説の検証方法を以下に示す。

①気圧、気温の観測方法

木星の縞と帯の気圧と気温を比較する場合、観測地点の木星との距離が同じである必要がある。ここで突入機の加速度 a [km/s^2] を加速度計で求める。衛星から観測地点までの距離 x [km] は

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

(v_0 : 突入機の初速度 t : 突入機の落下時間)

で求められる。

(加速度が変化する場合はそれに応じて、積分法を用いて求める)

また、観測地点と木星の中心までの距離 h [km] を求める式は

$$h = k - x$$

(k : Hooke 本体から木星の中心までの距離)

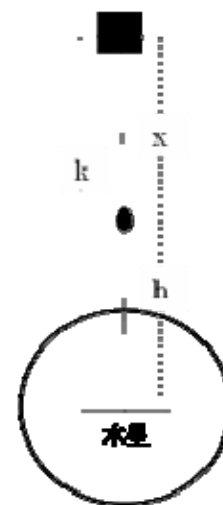
で求められる。

突入機に載せられている圧力計と温度計により、観測地点の気圧と気温が求められる。圧力・温度の数値を補正し木星の縞と帯の気圧・気温を比較する。

②木星大気中の物質の分布図の作成

木星の縞と帯はそれぞれの部分にある物質が違うため色が違うという仮説がある。関係している物質として有力なのは有色物質である硫化アンモニウム (NH_4)₂S、赤リン (P_4) が挙げられる。硫化アンモニウムと赤リンを中心に、木星大気の色

に関係する可能性のある物質を、それぞれ広帯域ハイパースペクトルカメラで観測する。得られるデータを広角カメラによって撮影される木星の模様と照合する。結果に基づいて、木星における物質の分布を示した地図を作製し、模様との関連性を探る。



■ : Hooke 本体 ● : 観測地点 (突入機)
図1 突入機による観測

3. Hooke の構成

Hooke は本体と、二つの突入機で構成される。

①Hooke 本体

ミッション系: 突入機との通信用の無指向性アンテナ (テレメトリ・コマンドデータ処理系で記述) を搭載する。木星大気中の物質の分布の観測用に広帯域ハイパースペクトルカメラ

ラを搭載し、木星の模様の撮影用に広角カメラも搭載する。

テレメトリ・コマンドデータ処理系:平面型高利得アンテナを搭載し、他に、中利得アンテナ2つ、低利得アンテナを1つ搭載する。また、突入機からのデータを受信するための無指向性アンテナを、探査機の木星面に搭載する。この無指向性アンテナは非常時には1台の低利得アンテナとして使用できるようにする。

推進・軌道制御系:Hookeには、MUSES-C「はやぶさ」に搭載され、惑星間飛行に有効であることが実証された、マイクロ波放電式イオンエンジンの改良型「 $\mu 20$ 」を6機搭載する。推進剤はXeガスを用いる。惑星間飛行時は、星姿勢計を利用し、航法を誘導する。また、木星周回軌道投入用に、逆噴射用スラスタ(ヒドラジン・四酸化二窒素の二液式)も搭載する。

姿勢制御系:Hookeは基本的には三軸安定方式を使い、リアクションホイールを3つ搭載する。また、補助としてヒドラジンを燃料とする化学スラスタを12機搭載する。

電源系:発生電力450kWの原子力電池を搭載する。

②突入機 (2機)

ミッション系:高温高圧下で動作する、温度計、圧力計、加速度計を搭載する。それぞれ、数値的誤差が少なく、なるべく精密な機器を搭載する。

通信系:木星の大気突入時には高温高圧の状態になる。よって、高温高圧下で動作する無指向性アンテナを搭載する。得られたデータをリアルタイムでHooke本体に送信する形式を採る。

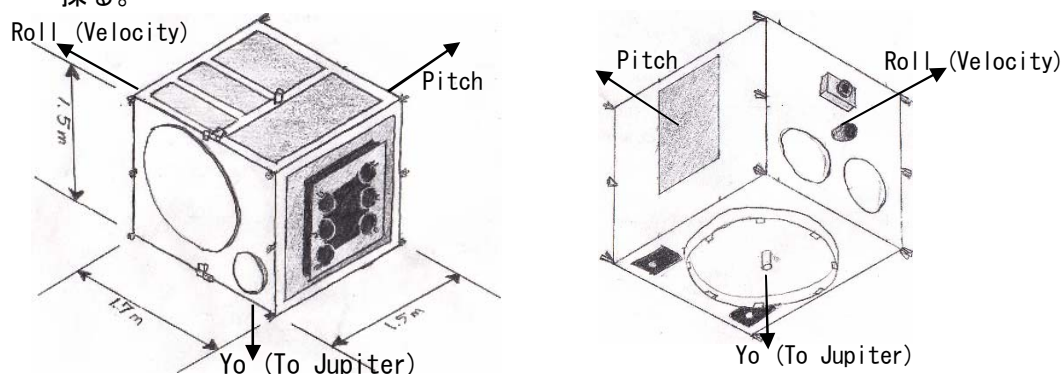


図2 Hooke略図

4. Hooke ミッションの流れ

Hookeは2030年にH-IIAロケットによる打ち上げを目標とし、惑星間軌道に投入される。スイングバイなどの技術も利用し7年程度のイオンエンジンの連続運転を行う。2037年ごろ木星に到着すると、木星の北極の上空で逆噴射用スラスタを噴射させ、減速する。これによって、木星の極軌道への投入が可能となる。高度8000km、周期が約9時間の極軌道を予定している。また、観測については、2で述べた方法で行うが、突入機を木星上のどこに突入させるかは木星到着後、木星表面の模様や、物質の分布などを考慮し決定する。木星大気について確証がもたれている事実は大変少なく、Hookeは以上の方法でその謎に迫る。

5. 参考文献

- ・ “セミナー物理I+II”，第一学習社（2004-01）
- ・ 茂原正道，鳥山芳夫：“衛星設計入門”，培風館（2002-06）
- ・ 木田隆，川口淳一郎，小松敬治：“人工衛星と宇宙探査機”，コロナ社（2001-09）
- ・ 福島県立医科大学 自然科学講座 HP <http://www.fmu.ac.jp/home/physics/physhpj.htm>
- ・ (株)ケイエルブイ HySpex シリーズ HP http://www.klv.co.jp/page/neo_hyspex.html

以上