

# 缶サット機体の自転による パラシュート降下中に陥る円錐振り子運動からの姿勢安定についての探求

洞口 翼 (高2)、久保 公貴 (高1)、石関 康汰 (OB)  
【東京工業大学附属科学技術高等学校科学部】

## 要旨

模擬人工衛星「缶サット」は、降下中に円錐振り子運動 (Conical Pendulum Movement、以下CPM、図1) に陥ることがある。私たちは2015年に、缶サットの機体を自転させることによりCPMを収束させ、鉛直方向に姿勢安定させる方法を発見し報告した [1]。2016年には再度飛行実験を行いセンサーデータを得て、収束のメカニズムを発表した [2]。今回、そのデータを再検討し、ジャイロ効果によるものという結論を得た。

### 1. 缶サット「向日葵」

使用した缶サット「向日葵」の構造は図1の通り。機軸に対して直交する面で回転するプロペラを持ち、搭載した地磁気センサで機体の回転状況を検出する。

### 2. 円錐振り子運動 (CPM) 時の缶サットの状況

図2の通り、CPMにより缶サットでは上から見て反時計回りに周回 (A) している。時計回りのプロペラの回転 (B) の反作用で、その反対向きに缶サット機体自転 (C) が生じる。

### 3. 結果

2016年の実験の地磁気センサーデータによる缶サットの状況は図3の通りである。缶サットは最初、機体の自転によってつりひもをまく。まききると機体自転は停止するが、まききった状態を維持できずにほどき始める。機体自転と拮抗するまでほどくと停止し、再びまくことに転じる。これを繰り返している。姿勢安定は、まききって停止した時だけに見られる現象だとわかる。

### 4. まとめ

まききった時につりひもは剛体として機能し、周回する缶サットがコマとして働き、ジャイロ効果が現れたと考えた。この時、図2上・右側の通り、缶サットは、つりひもが回転軸 (心棒) でプロペラが回転するコマと見なせる。周回により傾いている缶サットのコマには、回転軸に重力による力のモーメントが働き、プロペラの回転と同じ方向に歳差運動 (図2・D) を生じる。この歳差運動は、回転軸が周回と共通で、逆向きの回転なので、打ち消しあって収束する。

### 5. 今後の展望

より分解能の高いセンサーデータを取得するために再度飛行実験を行い、定量的に検討し、最終的にシミュレーション解析と比較したい。

### 6. 参照

- [1] 石関康汰、山中一智也、伊藤輝、鄭秀煥. 缶サット甲子園2015報告. 日本天文学会第18回ジュニアセッション予稿集. 2016, p 96-97.
- [2] 石関康汰、山中一智也、伊藤輝、鄭秀煥. Understanding Conical Pendulum Movement (CPM) convergence using "CanSat's" rotation. つくばScienceEdge2017発表 (2017年3月21, 22日).

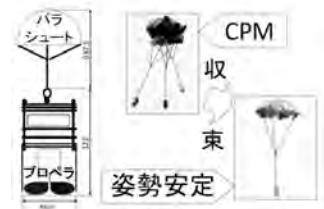


図1 缶サット「向日葵」の構造と姿勢安定

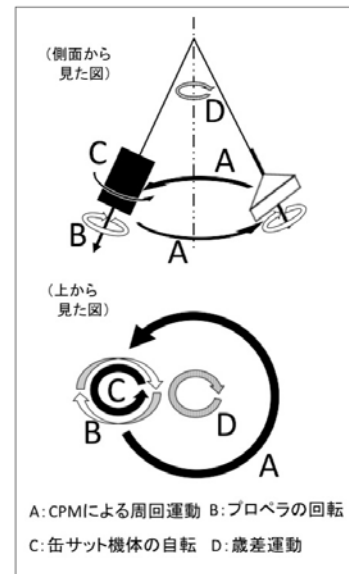


図2 円錐振り子運動時の缶サット各部の回転

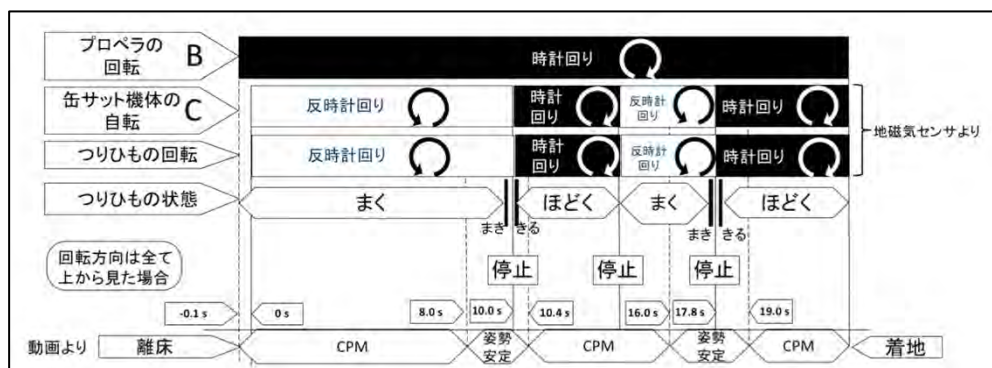


図3 缶サット「向日葵」の各部の回転と飛行状況