

2つの加速度センサーで解析する模擬人工衛星「缶サット」の飛行状態

H-2Dプロジェクト チーム「さくさくしーど」
 山地 琢（高3）【東京工業大学附属科学技術高等学校 科学部】
 細谷 瑛子（高3）【成蹊高等学校 天文気象部】

1. はじめに

模擬人工衛星「缶サット」は、マイコンとセンサ、カメラなどを搭載し、空中降下中に人工衛星と同様に自律でミッション（課題）を実施する。

社会人ロケットチーム「TOKAI ROCKETEERS」の教育プログラムの機会を得て、伊豆大島の裏砂漠にて1400mまで打ち上げ投下試験を行った（2014年3月22日）。東工大附属高校が缶サット甲子園2012で行った内容¹⁾のうち、2つの加速度センサを用いて缶サットの動きを調べることに特化したミッションを今回行った。缶サットの中央と端に加速度センサを置き、値を比較することで、公転・自転・直進の動きを判別する。

2. 製作した缶サット（機体名：Carry Can Can）

今回の機体は、加速度センサ2個の配置を優先するため、直方体横置き構造にし、垂直に立てた2枚のポリカ板の間に搭載物を固定した。この構造体をコートフィルムとリップストップナイロンで作ったケースで囲んで、脱落防止をはかった（図1）。機体の仕様は表1の通りである。



缶サット全体図 缶サットのモックアップ

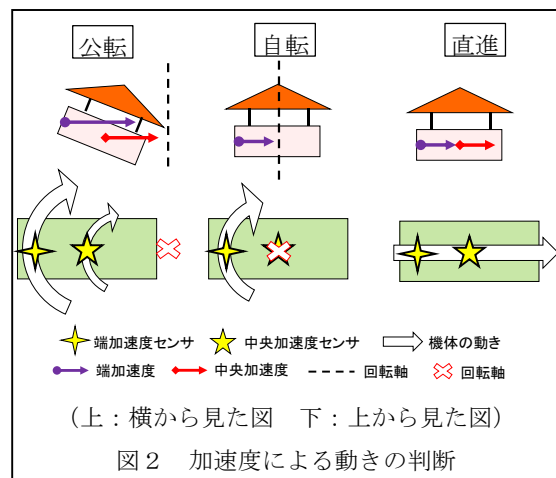
図1 缶サットCarry Can Can

表1 缶サット仕様

機体名	Carry Can Can	
質量 (g)	584.0	
機体サイズ (mm)	全長：150 全高：91 全幅：95	
搭載センサ	飛行状態	気圧 (LPS331AP) 気圧・加速度 (LSM303DLHC) 加速度 (H3LIS331DL)
	高度	気圧 (MPL3115AS)
	ひとりごと	音声合成LSI
	データ通信	TOCOS
	位置	GPS (GT-723F)
	データ通信	N25Q256A microSD
パラシュート形状	変形六角形 (前後に長い) 最大部：960mm 最小部：400mm	

3. 飛行状態の分析

図2の通り、機体の中心と端の2ヶ所に置いた、2つのセンサの値を比較することで、缶サットの運動状態のうち、公転・自転・直進の運動を判別する。公転の場合には、中央より端の加速度の方が大きくなり、自転では、端のみに加速度が働く。直進は、中央と端は同じ加速度が働く。



4. 取得データと解析

缶サットの機体軸は図3の通りに設定した。この機体軸に合わせ、各センサが取得したデータの方角をそろえた。

ここでは、天地方向に働いた加速度データについてのみ取り上げる（短手と長手方向は、ポスターに掲載）。図4は取得したデータのうち、缶サットがロケットから放出され、定常飛行状態になったと考えられる、離床20秒後から30秒後をグラフ化したものである。

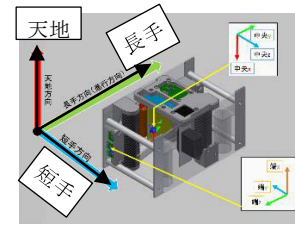


図3 機体軸とセンサの向き

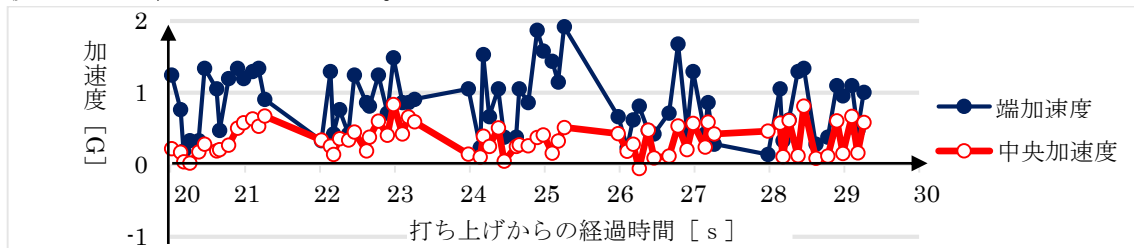
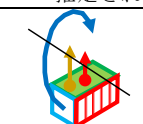




図4 機体の天地方向に働いた各加速度（打ち上げ20秒後から30秒後）

天地方向の加速度は中央では約0.5G、端では約1~1.5G働いており、中央より端の方が大きい。図2より、公転運動をしていたと考えられ、回転軸は短手方向である。

同様に短手方向、長手方向についての缶サットの動きは、表2の通りである。短手方向は、2つのセンサが同じ大きさで、直進をしたと推定でき、長手方向は端にのみ加速度が働いたことから、自転をしていたと考えられる。

表2 各機体軸の缶サットの動き

軸	センサ	加速度	解析結果	推定された動き	
天地	端	0.5G	端 > 中央		公転
	中央	1~1.5G			
短手	端	2G	端 ≒ 中央		直進
	中央	2G			
長手	端	3G	端のみ		自転?
	中央	0G			

5. まとめ

表2で推定した動きを全て満たす運動はないので、天地方向と短手方向の動きから図5の通り、機体が短手方向に90度倒れ、水平面内に横倒しの状態で公転をしたと推定する。この結果、短手方向は直進ではなく、重力を検知するようになった。この推定と矛盾する長手方向のデータを確認したところ、打ち上げのとき、本来中央と端のセンサは同じ加速度を取得するはずだが、異なった値を示しており、中央のセンサは破損していた可能性が考えられる。よって、この缶サットは図5の状況であったと考えている。

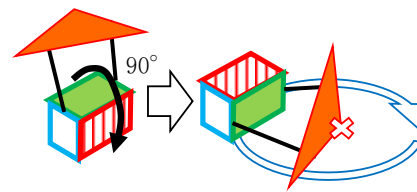


図5 推定された缶サットの動き

6. 参照

- 1) 山地 琢, 『缶サット甲子園2013-センサによる模擬人工衛星「缶サット」の自律判断・飛行制御-』第16回ジュニアセッション講演予稿集 114-115頁