

ジュース缶サイズ模擬人工衛星「缶サット」の着陸時の姿勢の解析

洞口 翼 (高1)、石関 康汰 (高3) 【東京工業大学附属科学技術高等学校科学部】

1. 目的

缶サットとは、電装・カメラ・センサ等を搭載したジュース缶サイズの模擬人工衛星であり、滞空中に自律でミッションを遂行する。缶サット甲子園2017にてドローンによる投下試験を行った自作缶サット「ゴーストランタン」の、着陸時の姿勢の変化を搭載センサのデータにより読み解く。

2. 仕様と構造

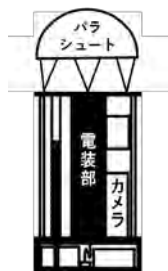


図1 内部構造図

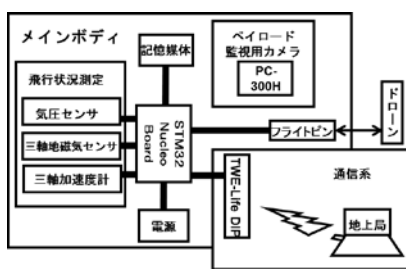


図2 システム構造図

表1 搭載センサ類の仕様

搭載機器名	型番	計測内容
気圧センサ	LPS25H	高度
三軸加速度センサ	M3AXIS-ADXL345	離床、着陸、放出検知
三軸地磁気センサ	HMC5883L	展開検知
ベイロード監視用カメラ	PC-300H	ベイロードの撮影

缶サット「ゴーストランタン」の構造は、図1の通り、上部にパラシュート、中央には図2のセンサ類とそれを動かすための電池や小型カメラが搭載され、下部には展開式の実験室のためのミッション機器が配置され、電装への衝撃の吸収も担っている。搭載センサは、気圧・地磁気・加速度の三つで、計測内容は表1の通りであり、これらのデータは滞空中から地上へ送信されている。

飛行試験を行った2017年7月23日は、小雨が降り風速も6.2m/sと強めだったが、ドローンによる投下を行い、安定して飛行し、想定内の破損で着地したことを確認した。また、搭載した気圧・加速度・地磁気の3つのセンサデータと内部搭載カメラはすべて正常に動作していた。

3. センサデータによる解析

紙面の都合によりグラフや写真はポスターにのみ記載する。気圧センサより、缶サットが空中に放出されたときの高度は57.1mであり、着地(0m)まで14.0秒間滞空した。降下速度は4.1m/sであり、その飛行状況をまとめると図3の通りとなる。

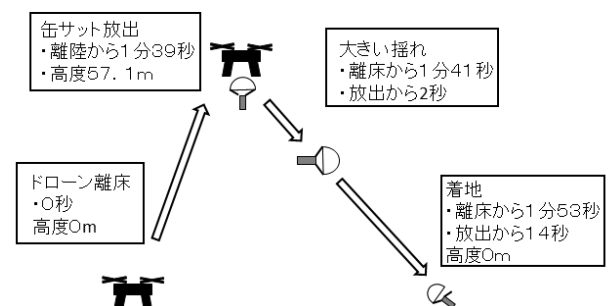


図3 センサデータに基づく缶サットの状況

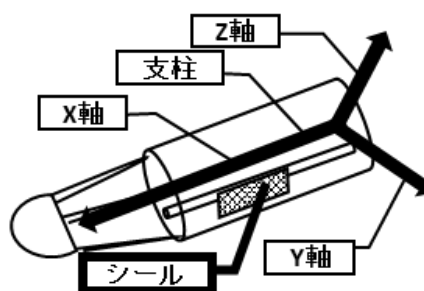


図4 静止後の缶サットの様子

図4は、静止後の缶サットの姿勢を写真から図解したものである。図の左側が缶サット上部で、缶サットの機軸に沿う方向が加速度センサのX軸、側面の長方形のシールの位置がY軸の正の方向、シールを機軸縦方向正面に見て右側がZ軸の正の方向にあたる。三軸加速度センサのデータには、降下時にY軸の負の方向に1Gの重力が働いておりY軸方向に他の2軸よりも大きい衝撃が加わった瞬間に着地、その後最終的にZ軸の負の方向が1G(重力方向)となり静止したことが記録された。これより、缶サットは降下中に大きく風に流されて機軸が横に寝た状態で飛行し、Y軸正方向が上向きになるように横倒しの状態で着地、その後Z軸が上向きになる方向に缶サット上部から見て約90°右回転して静止したと判断できる。これは、外部と内部それぞれの搭載カメラ及び図4の静止後の姿勢と合致した。