

重心移動による方向転換を行う缶サット

ー缶サット甲子園 2014 参加ー

鄭 秀煥、氏平 龍子、伊藤 輝 (高1) 【東京工業大学附属科学技術高等学校 科学部】

1. はじめに

缶サットとは、ジュース缶サイズの模擬人工衛星で、マイコン・センサー・カメラ等を搭載しており、パラシュートで降下中にミッション(課題)を行う。毎年、高校生向けの競技大会「缶サット甲子園」^[1](「理数が楽しくなる教育」実行委員会主催)が行われる。私達は今年、空中で重心移動による方向転換を行う缶サット(機体名「DB」)を製作し、2014年7月21日に千葉工業大学で行われた関東大会に参加した。

2. 缶サットDBの概要

衛星から複数の子衛星を放出するとき、同じところで同時に投下すると、空中でぶつかってしまう。その防止のため、「一つ投下した後、そこから移動して、もう一つを離れたところで投下する」ようにしたい。この移動に子衛星投下による重心の移動を利用した。缶サット「DB」の構造は図1の通りで、横長の構造であるため重心移動を効果的にできる。また、缶サット上部に取り付けたサーボモーターで子衛星を投下する。仕様の詳細は表1の通りで、保存するデータとは別に無線機(TOCOS/TWE-Lite DIP)を使用して加速度データを地上局に送り、バックアップを取る。飛行行程(フライトシーケンス)は図2の通りで、放出直後は右側に重心があるように作っており、右側の子衛星を投下し左側に重心を移動して、左に方向転換する。これを左側の子衛星放出でも繰り返し、2回方向転換する。

表1 缶サットDB仕様



図1 缶サット「DB」

機体名	DB
質量	649[g]
直径	135[mm]
全長	230[mm]
マイコン	mbed, Arduino
搭載センサー	運動状態 加速度センサー (Freescale社MMA7361)
	高度 気圧センサー (Freescale社MPL115A2)
データ送信	TOCOS/TWE-Lite DIP
地上受信	TOCOS/ToCoStick
バッテリー	CR2 × 4本
パラシュート形状	正六角形スピルホール
パラシュートサイズ	対角900[mm]、中心穴φ280[mm]
キャリア	3枚羽ヘリ型2枚組

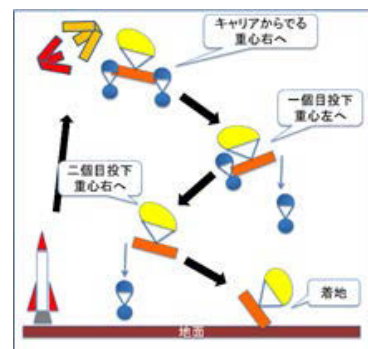


図2 飛行行程(フライトシーケンス)

3. 飛行状況の検出

a. 機体の傾きの検出

機体長手方向に平行に配置した水準器で缶サットの進行方向の傾きを検出する。機体が傾くと高い方へ気泡が寄り、図3の通り気泡の位置



図3 傾き検出装置

で飛行姿勢を判断できる。

b. 機体の自転、公転、直進の検出

加速度センサーは機体中心に A1、端に A2 を配置している。図 4 の通り、2 つのセンサーが示す値によって缶サットの自転、公転、直進が検出できる。

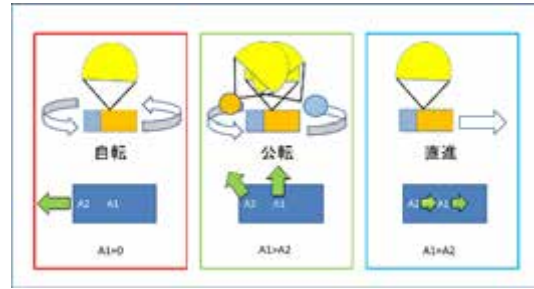


図 4 飛行状況(自転・公転・直進)の判定

4. 結果、まとめ

関東大会は、気球からの投下(高度 45 メートル)で行われた。

結果は表 2 のとおりで、降下時、パラシュートの紐が絡まって開口部が絞られて、十分な減速が行われず、滞空時間 5 秒でハードランディングした。このため、衛星の投下、重心移動による方向転換は確認できなかった。

マイコンに直接保存したデータは着地の衝撃により失われたが、無線通信に成功し、バックアップの加速度データの取得に成功した。しかし、加速度センサーが働いていたと想定される 11 分間に対し、34.5 秒分のデータしか得られなかった。原因は、途中で起きた通信途絶部分でデータが欠損し、別々の時間帯に記録されたデータが一つにつながってしまったためと考えられる(図 5)。改善のため、今後はデータに通し番号をつけ通信途絶部分を判別できるようにしたい。

表 2 関東大会投下の結果

場所	千葉工業大学 新習志野キャンパス	
日	2014年7月21日	
方法	気球での高度45mからの投下	
滞空時間	5秒	
	評価	原因
パラシュート開傘	×	紐が絡まった
開放電装	△	投下前に動き出していた
子衛星の投下	×	子衛星投下時にサーボの動作トラブル
重心移動による方向転換	×	パラシュートによる減速不足
加速度センサー	△	配線不良によりセンサー値に異常
気圧センサー	×	不具合により搭載断念
データ通信	△	通信途絶からの復帰に成功。しかし投下前から送信停止。
傾き検出カメラ	△	投下前に動作停止
子衛星視点カメラ	○	

表 3 取得データ一覧

取得データ	評価	概要
加速度センサー保存データ	×	取得失敗
加速度センサー無線送信データ	△	投下前の34.5秒間の加速度データ
傾き検出カメラ映像	△	投下前までの映像
子衛星視点カメラ映像	○	気球上昇中から投下までの映像

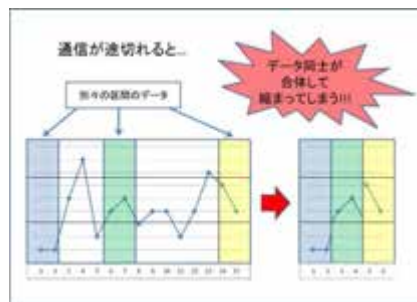


図 5 「送信データのデータ」欠損と結合

今後、データに通し番号をつけ、データの判別を行えるようにして、元の性能を保持し、再度機会を得て投下実験を行いたい。

5. 参考

[1] 缶サット甲子園:「理数が楽しくなる教育」実行委員会主催 <http://www.space-koshien.com/cansat/>