

缶サット甲子園2013 —模擬人工衛星「缶サット」のセンサによる自律判断と飛行制御—

山地 琢（高2）【東京工業大学附属科学技術高等学校】

1. はじめに

模擬人工衛星「缶サット」は、ジュース缶にマイコンとセンサ、カメラなどを搭載したものであり、空中降下中に人工衛星と同様に自動でミッション（課題）を実施する。

缶サット甲子園は、高校生向けの競技会で、自作した缶サットでミッションを競う。2013年、私達は秋田予選大会（2013年7月13日～15日）に参加し、北海道で行われた全国大会（同年8月2日～4日）に出場した。全国6地区の予選大会を通過した11校により全国大会が行われた。

缶サット甲子園の規定では、缶サットはロケットに載せるため、キャリア（収納容器）に入れる必要がある。参加者は機体・パラシュート・キャリアを作り、それらを直径150mm・全長340mm・重さ1000gに収める。そして、空中でキャリアを自力で開けて、ミッションを行う。

2. 製作した缶サット（機体名：スマイリー）

製作した缶サットは、パラシュートにキャリアが合体した形状である。このキャリアは、パラシュート変形のための制御アームを兼ねている（図1）。機体の内部構造は、図2の通りであり、仕様は表1に示した。



図1 缶サット「スマイリー」
全体図

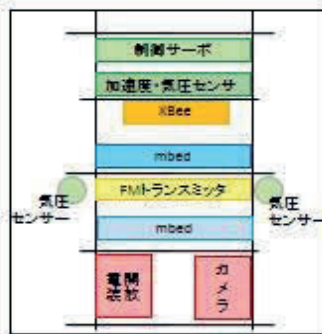


図2 本体構造内部

表1 缶サット「スマイリー」仕様

質量	秋田大会 986.36g 全国大会 993.8g
キャリア収納時全長	301mm
キャリア収納時全幅	220mm × 220mm
飛行状況	加速度 (MMA7361L)
進行方向	秋田大会 SCP1000 全国大会 MPL115A2
高度	気圧、蓋戻 (LM85C)
データ送信	FMトランスミッタ、XBee
搭載カメラ	VRM-1080P
地上通信	せんびす (Sensor-Video Synchro-System)
秋田大会	5V単電池、5V三端子レギュレータ
全国大会	単4乾電池 × 4本、Zセット
パラシュート形状	キャリア一体型
パラシュートサイズ	最大部1000mm 最小部700～800mm

3. ミッションと方法

一般に缶サットは、パラシュートで降下する。しかし、着地するまでに風に流されてしまい、回収不可能になることもある。そこで、私達のミッションでは、回収圏内に必ず着地するように、「ロケットの放出点の真下に着地させる」こととした。そのために、センサによるデータで自機の飛行状況を「自律判断」し、それをもとに「飛行制御」で前後にジグザグ飛行をし、降下させる（名称スマイルツリー、図3）。

a. 自律判断

まず、自機の飛行状況を加速度センサで判断する。加速度セ

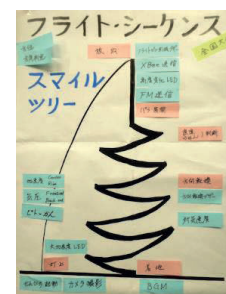


図3 フライトシーケンス

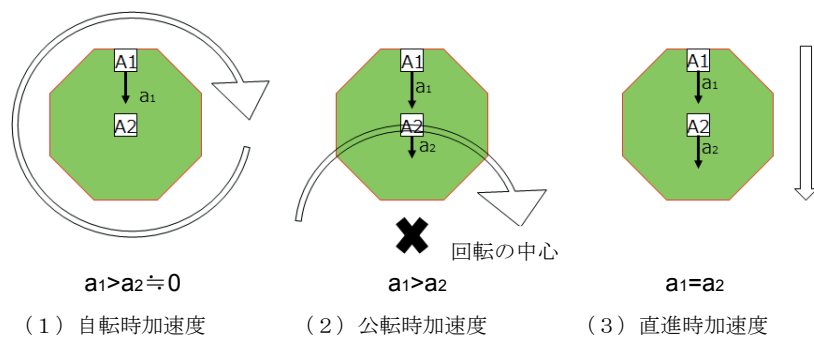


図5 加速度センサの自律判断

図の矢印は進行方向を表す

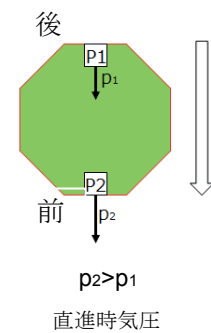


図6 気圧センサの

自律判断

ンサは、機体外周と中央の2ヶ所に配置してある。この2つのセンサが取得する加速度を比較し、回転運動か、直進運動か判断する。図5に示すように、取得する加速度に差があれば、機体は回転（錐揉み状態の自転・円錐振り子状態の公転）している。また、加速度が等しければ、直進していると判断できる。さらに、機体が直進している場合には、気圧センサで進行方向の前後を判断する。気圧センサは直進方向に対し、機体外周の前後（外部）の2ヶ所に配置してある。この2つのセンサが取得する気圧は、進んでいる方向に配置した方が大きい値を示すので、気圧の大きい方が進行方向前方、小さい方が進行方向後方と判断する。

b. 飛行制御

缶サット本体上部にサーボを配置し、このサーボで制御アームを閉じてパラシュートの片側を変形させて、その方向に直進させる。前後の気圧差が大きい場合には、速い速度で進んでいると判断し、長距離流されるのを防ぐため方向転換するまでの時間を短くする。これを着地するまで繰り返す。

また、パラシュートの進行方向と気圧センサの前後方向は同じである必要があり、パラシュートと機体の間隔を狭くし、トラス構造で結びつけた。これにより、パラシュートがねじれ回転しても、復元する力が働き、缶サットの前後方向が常に同じ方向に揃う。

4. まとめ

秋田大会では、機体とパラシュートが近過ぎて有効面積が小さくなり、降下速度が設計より速くなって、センサデータを損傷した。そこで、パラシュート面積を大きくし、飛行中からセンサのデータを無線送信して、バックアップをとるように改善し、全国大会にのぞんだ。しかし、金属外装とセンサがショートして電装が動作しなくなってしまい、制御効果を確認することができなかった。現在、伊豆大島での打ち上げ機会（2014年3月21日-23日）を得て、もう一度同じミッションを試験する。今回は、パラシュートの変形だけで飛行制御をするのではなく、重心移動を併用してさらに制御効果を高めて挑戦する。

5. 謝辞

秋田大会では運営の秋田大学の先生方、学生宇宙プロジェクトの皆様、そして社会人ロケットチームTOKAI ROCKETEERSの皆様に、また全国大会では、CAMUIロケットの株式会社植松電機の皆様にたいへんお世話になりました。ありがとうございました。

東京工業大学附属科学技術高等学校 缶サットチーム

チーム SoRoLi : 山地 琢(高2), 平田 孝祐(高2), 布花原 楓(高2), 中山 晶皓(高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/>