

缶サット甲子園2015報告 — スピン安定による飛行姿勢の改善 —

石関 康汰、山中 一智也（高1）、伊藤 輝、鄭 秀煥（高2）

【東京工業大学附属科学技術高等学校科学部】

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ー、カメラなどを搭載して、空中を降下中に人工衛星と同様に自律でミッション（課題）を実施させるものである。

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。2015年、私達は関東大会（2015年7月22日～23日）に参加し、秋田で行われた全国大会（同年8月2日～4日）に出場した。

缶サット甲子園全国大会の規定により、缶サットはロケットに載せるためにパラシュート込みで直径60mm・全長123mm・重さ270～300gに収める必要がある。

2. 製作した缶サット（機体名：親機GoBo, 子機HaNa）

今回は、図1の通り、親機と子機の2機で構成した。親機GoBo(a)には、自転を生成するプロペラとそれを動かすモーターが付いており、子機HaNa(c)は、プロペラのストッパーと質量分散の役割を持つ。また、機体の回転が判別できるように、パラシュートと本体に塗装を施し、あわせて加速度センサと地磁気センサで機体の姿勢を検出できるようにした(表1)。

3. ミッションと方法

缶サットは、ロケットから放出されたときにパラシュートの頂点を支点に、本体が振り回されるような運動（円錐振り子）を起こすことが多い。この場合、ミッションの結果に悪影響を及ぼす。そこで今回、私たちはコマの原理を用い、本体を自転させることで缶サットの姿勢を安定させるスピン安定を行った。

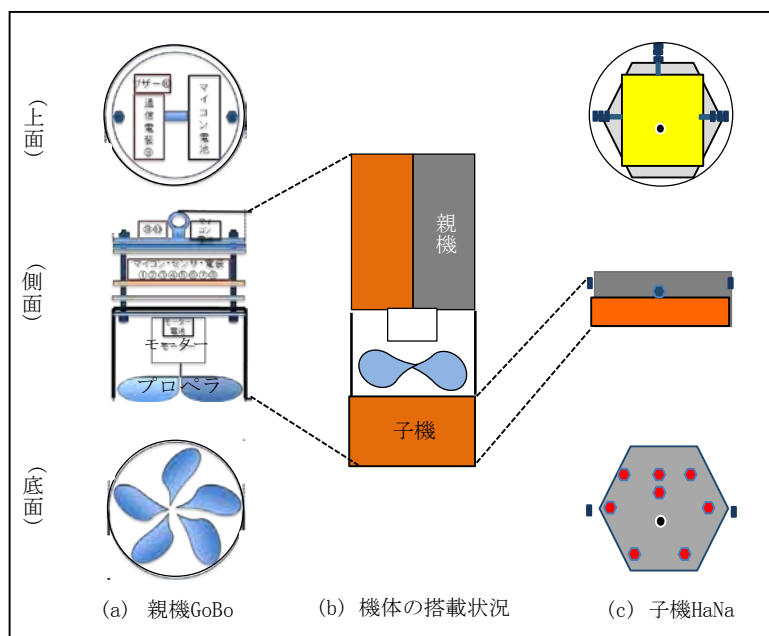


表1 親機GoBo、子機HaNa仕様

	親機GoBo	子機HaNa
全長	107.0mm	3.2mm
外径	66.0mm	66.0mm
最大全長	107.0mm	3.2mm
最大外径	66.0mm	66.0mm
重量	196.1g	74.1g
電源電圧	CR2×2	なし
連続使用時間	90分以上	なし
搭載センサ	気圧 加速度 照度 地磁気 圧力A 圧力B 圧力C	なし

図1 機体の仕様・搭載状況

a. 缶サットの飛行

ロケットの搭載重量の下限值を満たすために増やした余分な質量は子機HaNaに持たせ、ロケットからの放出時に親機GoBoと子機を分離して、別々に降下させる。親機GoBoは円錐振り子状態で飛行を開始した後、タイマーによってプロペラが回転を始める。すると、その反作用によって、本体はプロペラと逆向きに自転する。この自転によってスピン安定となり、円錐振り子の運動は消えていく。



図2 パラシュートの三色塗装



図3 本体のミラー塗装 (左側ミラー面)

b. 姿勢と回転数の判断

缶サットの回転状況の判断は、パラシュートと本体の特殊塗装、地磁気センサの3つの方法から行う。パラシュートは図2の通り塗装し、この三色の見える順番で回転方向と回転数を地上から目視（地上ビデオ）で確認する（図5）。本体は、図3の通り、1回転するとミラー塗装が太陽光を反射して1回光り、光った回数を計数することで回転数を調べる。また、図4の通り、地磁気センサの出力は最高値が北を示し最低値が南を示す。ここから本体の回転数を出す。

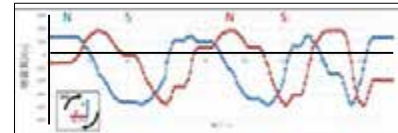


図4 地磁気センサが示す本体の自転

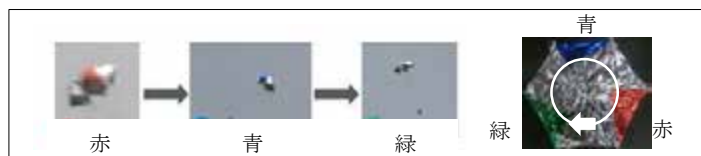


図5 三色塗装による回転方向検出

4. 結果とまとめ

表2に、地上ビデオによる目視観測を含め、親機GoBoのパラシュートと本体についての回転方向・回転数をまとめた。その結果、当初スピン安定を生成させるための自転がパラシュートによじれを生じさせることを懸念していたが、この現象は起きないことが判明した。全国大会の結果によれば、パラシュートと本体が、両方とも時計回り方向にほぼ同じ回転数で回転しており、同期していることがわかる。

また、表2の通り、関東大会での本体外装のミラー塗装と搭載地磁気センサの回転数は同じ値である。そこで、図6のように、地磁気センサの南北検出軸上にミラー塗装を配置すれば、缶が太陽の光を反射して光ったときの地磁気センサの方向が検出できる。従って、反射を地上ビデオで撮影すれば、地磁気センサと地上ビデオの時刻が一致し、地上ビデオに収録された飛行イベントについて、全てのセンサデータを対応して読み取ることが可能になる。今後、標準実装すべき機能と考えている。

表2 親機GoBoのパラシュートと本体の回転方向・回転数

ミッション機器		関東大会 (2015年7月22日, 投下高度27m)	全国大会 (2015年8月12日, 投下高度78m)
パラシュート	三色塗装	-	7回転 時計回り
本体	地上ビデオ	2回転	6回転
	ミラー塗装	反時計回り	時計回り
	地磁気センサ	2回転	-

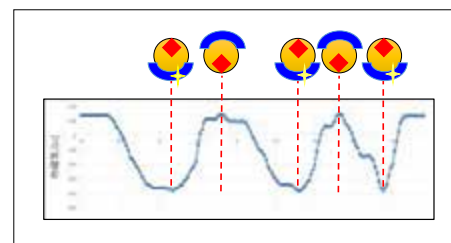


図6 地磁気センサと地上ビデオの時刻合わせ

5. 参考

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-kosien.com/cansat/>