

研究班番号【 82 】
CanSatを用いた簡易人工衛星実験

物理班:杉本 隼人、在田 勇紀、守行 遼人、坂田 響

Abstract

The purpose of this study is to investigate PET bottle rockets and CanSat ,and to ensure the way of launching PET bottle rockets and collecting accurate data through experiments.In the experiment. Through the experiments conducted this time, we succeeded in developing a program for collecting data from CanSat, and found the optimal method for launching the plastic bottle

要約

本研究の目的は缶サットとペットボトルロケットの調査と、実験を通じて高精度な缶サットの情報収集と高度なペットボトルロケットの打ち上げ方法を確立することである。今回行った実験によって缶サットではデータ採取用のプログラミングの開発に成功し、ペットボトルロケットでは高く打ち上げることのできる最適な方法を見つけることができた。

1. はじめに

今回の研究では缶サットと呼ばれる簡易人工衛星を自作し、得られたデータから缶サットの速度や最高到達点など、缶サットの運動の状態を把握できると考えた。本校物理班の先行研究を活用し、本研究ではGPSや各種センサから得られたデータを用いて、缶サットの軌道を3Dモデル化したり、既知の事実の再確認を試みた。それに加えて、本校で取り組まれているペットボトルロケットの打ち上げも行った。可能な限り高くペットボトルを打ち上げることを目的とし、様々な条件のもと実験を行った。最終的には缶サットをペットボトルロケットの中に積み、打ち上げて高度が高い位置の情報を得ることを目標とした。

2. 研究手法

【缶サット】

基盤と呼ばれる板にマイコン(M5stamp)、9軸センサー(BNO055)、温湿度・気圧・ガスセンサー(BME680)、Open Log、カラーセンサー(S11059-02DT)をはんだ付けしたもの(以下、装置)(図1)を作成し、実験を行った。

《実験1》

- ①装置をPCに接続し、センサーを稼働させるためのプログラムをマイコンに書き込んだ。
- ②データを採取できるか事前にPC上で動作確認した。
- ③ペットボトルロケットに装置を搭載し、打ち上げを試みた

《実験2》

- ①実験1の結果を踏まえ、はんだ付けを丁寧にやり直した。
- ②実験1①②と同様にプログラムを書き込み、PC上で動作確認した。また、その際に電流計を用いて各センサーに電力が供給されているか確認した。
- ③ペットボトルロケットに装置を搭載し、打ち上げを試みた

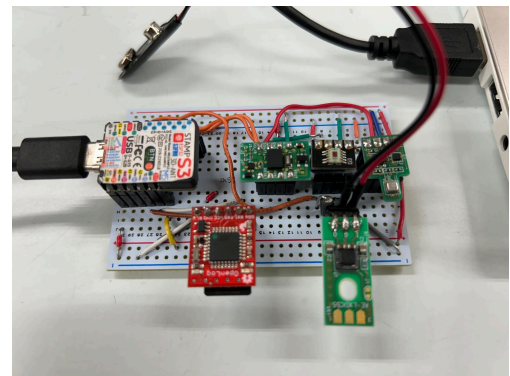


図1.缶サット

【ペットボトルロケット】

材料…ペットボトル、発射台、計測装置、空気入れ

そもそもペットボトルロケットとは右図のようなものであり、主に水と空気の力を使って飛ばすことが可能である。ペットボトルを飛ばす原理としてはまず下方のペットボトルに水を入れ発射装置に固定する。そしてそこに空気を入れペットボトル内の圧力を高める。その状態で発射装置とペットボトルをつなげている接続装置をゆるめることで水が勢いよく飛び出し水圧と地面の作用、反作用によって上向きに飛ばすことができる。

今回行った実験において、ペットボトルを飛ばす角度は一定、ペットボトル内にかかる圧力も一定となるようにした。現在ペットボトルを飛ばすうえでの課題として挙げられることはペットボトルが最も高く飛ぶ水の量が分かっていないということと、ペットボトル内に併設するパラシュートが安定して開かないということだ。これらの課題を解決するために次の実験を行なった。



図2.ペットボトルロケット

《実験①》

～ペットボトルに入れる水の量の最適解を見つける～

ペットボトル内に入れる水の量を150mlから500mlで50mlずつ変えて飛ぶ高さを計測する。飛ぶ高さの計算方法はスマートフォンを使い鉛直上向きに飛ばすとみなしてとんだ時間と初速度から算出する。

《実験②》

ペットボトルロケットに併設するパラシュートを最高点で確実に開くようにするためにどのようにパラシュートを装着させればいいのか考察する。

3. 結果

【缶サット】

《実験1》

プログラムは問題なく書き込めたが、電気が供給されているにもかかわらず動作しなかった。

《実験2》

プログラムも正常に書き込むことができ、PC上での動作確認も行うことができた。しかし、使用したセンサーなどの条件を同じにしても動作しない時もあり不安定だった。また、打ち上げ時の電源はモバイルバッテリーを想定していたが、モバイルバッテリーからの電力供給も不安定だった。

【ペットボトルロケット】

《実験①》

結果は次のようになった。

水の量[ml]	飛んでた時間[s]	初速度[m/s]	最高到達点[m]
150	3.09	15.1	35.0
200	3.74	18.3	51.4
250	2.87	14.0	30.2
300	3.58	17.5	47.1
350	2.57	12.5	24.2
400	3.48	17.0	44.5

450	2.46	12.0	22.2
500	2.09	10.2	16.0

【表】

表を見ると200mlのときに最も高く飛んでいることがわかる。
さらに、水の量を増やしていくごとに飛ぶ高さが低くなっていることも分かる。
表だけだと水の量と最高点の高さとの因果がわかりにくいいため、考察でグラフ化した。

《実験②》

パラシュートをどうすれば確実に開かせることができるかを考えた結果、ペットボトル容器の中にパラシュートをしまうのではなく外に広げた状態でセットすると確実に開くようになることが分かった。しかし、広げてセットしているため、ペットボトルロケットが上昇する際に、空気の抵抗を受けてしまうことが懸念される。

4. 考察

【缶サット】

実験1の際ははんだづけが不良だったため、装置のどこかで接触不良が発生し、結果として動作しなかったことが考えられた。そのため、当然ではあるが丁寧なはんだづけが重要だと考えられる。

実験2の際、電力が供給されているにもかかわらずPC上で動作しなかった理由についてはPCと装置を繋ぐケーブルの接触不良が考えられた。これは以前からしばしば動作確認中にいきなりPCと装置の接続が切れることがあったことにより考えられた。

また、モバイルバッテリーによる電力供給が困難だった理由については、モバイルバッテリーのオートパワーオフ機能が原因だと考えられる。

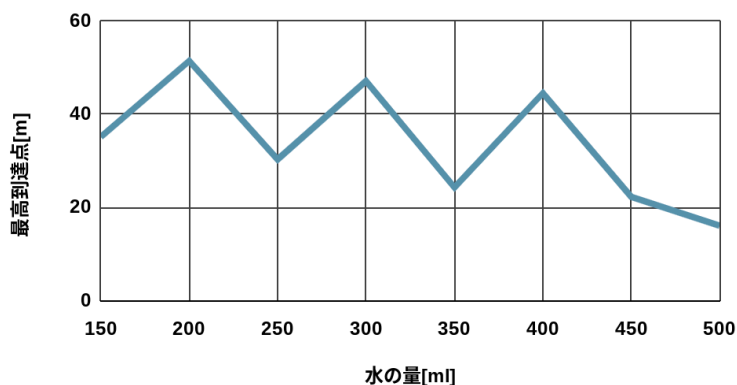
オートパワーオフ機能とは、一定量の電流が流れていないと、自動的に電力供給が止まる仕様であり、その仕様により電源供給が不安定だったと考えられる。

この問題を解決するには、電源を電池などに変更したり、オートパワーオフ機能のないモバイルバッテリーを使用することが有効であると考えられる。

【ペットボトルロケット】

上図にある表をグラフにすると以下のようなようになった。

最高到達点[m] と 水の量[ml]



【グラフ】

グラフから見ても200mlのときが一番高く、そこから水量を増やしていくと、最高到達点の高さは全体的に下がっている事が分かる。

このようになった理由としては、水の量が増えるとペットボトル内に入れることのできる空気の量が減っていき、結果として飛距離が出なくなる。また水の量が多いことで水が勢いよく放出されている途中にペットボトル内の、空気が入る部分の体積が十分大きくなってしまい、ペットボトル内の圧力が大気圧と

同程度になることで、水が出きらない原因となり水を多く入れた意味がなくなってしまう。さらにペットボトル内に残った水が飛んでいる最中のペットボトルにとって重しになったり、内部で動くことで軌道を不安定にさせ、飛距離が出なくなつたと考えられる。

水の量が少ないことは空気を多くいれることができ、放出前と放出中で圧力に大きな変化が生じにくい
ため、勢いのあるまま水を出すことができる。また、軌道が安定し、高く飛ばすことが出来る。

5. 結論

【缶サット】

缶サットのデータ採取用のプログラミングはできていたが、センサーやケーブルの接触不良により最終的に打ち上げることはできなかった。今後はセンサーマイコン間の接続を見直したり、電池を使った電力供給の方法を模索したい。

【ペットボトルロケット】

今回の研究は時間も限られた中で行ったものであり、試行回数が足りていなかったり、完璧な条件が整ってなかったりと様々な課題も残った。しかし一定程度の実験の成果は見られた。

今後は縦向きの飛距離だけでなく横向きの飛距離なども計測したい。

6. 参考文献ならびに参考Webページ

JAXA、一パラシュート付き水ロケットー、2009年、
<https://edu.jaxa.jp/contents/other/rocket/pdf/78833.pdf>

宇宙甲子園 和歌山県立桐蔭高校 科学部 缶サット班「缶サットの航路を表示する」
<http://www.space-koshien.com/cansat/2018/data/w-toin.pdf>