

和歌山大学協働教育センター クリエプロジェクト  
＜2018年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：和歌山大学宇宙開発プロジェクト (WSP)

ミッション名：ハイブリッドロケット打上げ機体数の増加

ミッションメンバー：システム工学部3年高藤航汰 システム工学部3年秋山達哉 システム工学部3年木元万聡 システム工学部2年岬恭平 システム工学部1年梅崎優人 システム工学部1年木本舟 システム工学部1年矢野海斗 システム工学部1年山本創大

キーワード：ハイブリッドロケット, 技術の継承, 加太宇宙イベント, 分離機構, マネジメント力

## 1. 背景と目的

はじめに、ハイブリッドロケットとは火薬等の爆発物や危険物を用いないため運搬・取扱が比較的安全で学生ロケットのエンジンとして多く用いられているハイブリッドロケットエンジンを使用したロケットである。ハイブリッドロケットエンジンは燃焼剤として固体のプラスチックを、酸化剤として液体の亜酸化窒素( $N_2O$ )を使用して燃焼を起こし、発生したガスにより推進力を得るロケットエンジンで、固体燃料エンジンと液体燃料エンジンの良いところを組み合わせたエンジンとして注目されている。

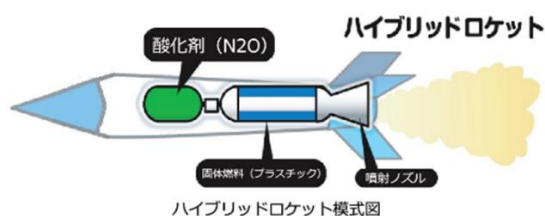


図1 ハイブリッドロケットの模式図

去年度は9月の第6回加太宇宙イベントと3月の加太共同実験の2回打上げる機会があった。しかしながら、第6回加太宇宙イベントでは打上げを断念し、加太共同実験では風が強かったため打上げることができなかった。その結果この年はハイブリッドロケットの打上げ本数は0本であったため、現在の2年生は打上げ経験がなく技術の継承ができていないことと期限までに書類や機体を完成させるマネジメント力の欠如、また自団体は人数が少ないため1人で複数班に所属しなければならないのが現状なので、各メンバーのそれぞれの班における知識等の無さが問題であった。この問題を解決するために取り組む課題は「ハイブリッドロケット打上げ機体数の増加」である。

## 2. 活動内容

1回目のハイブリッドロケット打上げを6月23日(土)で予備日7月7日、場所はコスモパーク加太で計画した。この打上げは1年生がハイブリッドロケットの仕組みや製作方法、当日の流れや打上げシーケンス把握を目的としていた。そのためこのときの関係各所への書類製作を行ったのは、2、3年生である。打上げる機体は去年の3月に行われた加太共同実験で製作していた機体「GR-1」を打上げる。

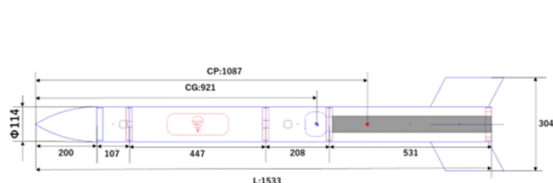


図2 GR-1 の設計図

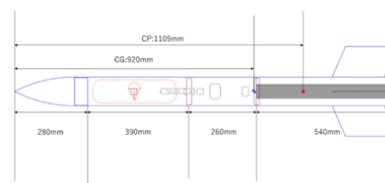


図3 zero の設計図

打上機体概要

名称	GR-1
全長 $L$ [mm]	1533
胴体直径 $D$ [mm]	114
圧力中心位置 $X_{cp}$ [mm]	1087
重心位置 $X_{cg}$ (未充填時) [mm]	903
重心位置 $X_{cg}$ (充填時) [mm]	921
全長安定比 $F_{sr}$ [%]	10.7
乾燥重量 $W$ [g]	5006
使用エンジン	Hyper TEK I205-300CC125J
使用ランチャ	和歌山大学ランチャ
有効レール長 [mm]	5000
ランデックリア速度 [m/s]	25.3
投下物	なし
最高到達高度 $h$ [m]	298
減速装置	パラシュート
終端速度 [m/s]	9.54
機体/減速装置の色	機体色/パラシュートの色 赤,黒,黄/オレンジ
搭載物の内容	マイコン: Arduino Nano センサ等: MPU6050 (6軸), BME280 (温度・気圧), ADT7410(温度) 電源: アルカリ乾電池 6LR16-SPK (1000mAh) ×4
稼働時間 [min]	電源投入から回収まで
ロスト対策	追尾カメラ
打上げ回数	1

図4 「GR-01」の機体概要

打上機体概要 1

名称	zero
全長 $L$ [mm]	1470
胴体直径 $D$ [mm]	114
圧力中心位置 $X_{cp}$ [mm]	1109
重心位置 $X_{cg}$ (未充填時) [mm]	903
重心位置 $X_{cg}$ (充填時) [mm]	920
全長安定比 $F_{sr}$ [%]	12.6
乾燥重量 $W$ [g]	4732
使用エンジン	HyperTEK I205(300/54-125-J)
使用ランチャ	和歌山大学ランチャ
有効レール長 [mm]	5000
ランデックリア速度 [m/s]	23.7
投下物	なし
最高到達高度 $h$ [m]	322
減速装置	パラシュート
終端速度 [m/s]	10.6
機体/減速装置の色	機体色/黒 減速装置の色/オレンジ
搭載物の内容	マイコン: atmega328p センサ等: ADXL345 (3軸), カメラ 電源: アルカリ乾電池 1.5v GLR6A(2000mAh), 9v GL6F22A(1000mAh)
稼働時間 [min]	120
ロスト対策	ブザー, カメラ観測
打上げ回数	1

図5 「zero」の機体概要

2 回目のハイブリッドロケット打上げを第 7 回加太宇宙イベントでの打上げを計画した。加太宇宙イベントとは、和歌山県和歌山市加太にあるコスモパーク加太を使用したロケットの打上げやドローン等の共同実験および加太小学校体育館を利用した参加型のイベントである。今回参加した大学は、高知工科大学と徳島大学、立命館大学、和歌山大学であった。日程は9月14日～9月18日で、一般公開日は9月16日であった。この打上げでは運営の学生が関係各所に書類を提出し、各参加団体は運営から提示された安全審査書を作成し、この審査書に合格した団体が打上げることができる。

3 回目のハイブリッドロケット打上げを12月2日(日)で予備日12月9日(日)、場所はコスモパーク加太で計画した。この打上げで打上げる機体は2 回目のハイブリッドロケット打上げで製作していた機体「zero」である。書類製作等は3年生が審査側すなわちハイブリッドロケット打上げ実験のブレーキ役を担い、1・2年生が安全審査書を作成し、当日の準備をメインに動いてもらうアクセル役を担った。

### 3. 活動の成果や学んだこと

1 回目のハイブリッドロケット打上げは中止にした。理由は実験当日の天候が良くないとの予報であり、予備日は指導教員に急用が入ってしまったのと西日本豪雨の影響で打上げられる状態ではなかったためである。しかしながら、この打上げまでの活動(機体製作や燃焼実験、ハイブリッドロケットに関する知識)を1年生が経験することで、何をいつまでに行われなければならないのかというマネジメント力の大切さを実感できた。

2 回目のハイブリッドロケット打上げは先ほど述べた安全審査書で合格することができなかったため打上げることができなかったが、第 7 回加太宇宙イベントには参加した。そこでは他団体の打上げの見学、打上げの補助、一般公開のイベントの準備、イベントのスタッフ等の役割を WSP は担った。今回製作した機体の分離機構(パラシュート展開を行う機構)に電磁石を用いた。分離機構の仕組みを説明すると、あらかじめシミュレーションで機体が最高高度に達するまでの時間を求め、その時間をマイコンにプログラムする。そして当日ランチャー(発射台)に機体を挿入する前に分離機構のスイッチを入れると電流が流れ、磁力が発生し分離機構の扉が閉まる。時間がたつと電流が

流れなくなり、磁力もなくなり扉が開き中からパラシュートが出てくる。この仕組みの良いところは回路を組むのが簡単であるところである。しかしながら、問題点は電池の消費が激しい点であり、もし打上げの時間が遅くなってしまったときに電池を交換しなければならないということが起こってしまった。このことから電流が流れていない状態で分離機構の扉を閉めておき、最高点を検出すると電流を流して扉を開ける方法が電力消費の面から良いということがわかった。

3回目のハイブリッドロケット打上げは12月9日に行った。12月2日に行う予定であったが、機体整備に時間がかかってしまいタイムアップになってしまい、延期となった。このことではハイブリッドロケット打上げ実験の準備には時間がかかるので、機体整備などはできるところまではあらかじめ済ましておかなければならないということが1・2年生はわかった。この打上げでは自団体のみで準備をしたことで、ランチャーの組み方や整備の仕方を1・2年生に伝えることができた。



図6 ランチャー挿入した機体



図7 回収直前の機体の下部

12月9日の打上げは成功したが、機体の無傷回収をすることはできなかった。最高点に到達して分離機構を動かすことができたが、その時に機体の上部と下部で分断してしまった。図7は落下した機体の下部である。搭載計器は機体の下部にあったが、エンド処理を行っていなかったためデータが残っていなかった。しかしながら、地上4方向から機体捜索用として撮影した映像は残っており、これを見るとシミュレーションで確認した最高到達高度より低いと判断することができる。原因はシミュレーション時に入力した重量より実際の重量が重く、当日の風が強かったからだと推測する。また、分離機構が動いた際に機体が分断されてしまった原因は、搭載計器等を機体に固定するために機体に穴をあけて、そこにロックタイを通して固定したので、機体のボディチューブの耐久性が低くなってしまったのではないかと推測する。

#### 4. 今後の展開

1つ目は加太宇宙イベントで打上げることである。加太宇宙イベントについては上で述べたが、そのような機会が打上げることによって地域の方たちに活動を知ってもらいやすくなると思うからである。打上げることができるようになるためには、メンバー各々の知識を深めることが重要だと感じた。

2つ目は確実性の高い分離機構の開発である。今回の打上げではシミュレーション結果からプログラミングし、電池の消費が激しい機構であった。そのため今後はハードとソフトの両面から考える必要があり、搭載計器等の修正も必要である。

3つ目はハイブリッドロケット打上げ以外の活動もしていきたい。例えば以前WSPは「バルーンサット」という活動をしていらしいので、そのような活動も行っていきたいが、まずはメンバーを

増やすことが重要である。WSP の活動が魅力的なものであることを発信していきたい。

## 5. まとめ

去年度は打上げたハイブリッドロケットの本数は 0 本であった。今年は 1 本(実質 2 本)の打上げを行うことができたため、打上げ機体数を増加させることができた。また1つ目の目的であった技術の継承とマネジメント力の育成は機体製作や書類製作、現地での打上げ準備などを行うことで達成することができた。2つ目の目的であった知識不足であるが、1・2年生に関してはそれぞれの班の知識を身に着けることができた。

今回の活動でハイブリッドロケットの打上げの機会を増加させるためには、メンバーの人数が非常に重要であることがわかった。そのため新年度にまずやるべきことは、新たなメンバーを入れることであり、WSP が魅力的な団体で、おもしろそうな活動をしていることを伝えていきたい。