

# 平成30年 缶サット甲子園 近畿地方大会

## ミッション概要説明書

### ミッション課題

「有人探査機の着陸装置における、安全性の研究」

大阪電気通信大学高校 メカトロニクス部

2年	岩崎	昂紘	いわさき あきひろ
	本田	幸輝	ほんだ こうき
	桶田	征士郎	おけた せいしろう
	槌谷	晶貴	つちや まさき
1年	池島	唯大	いけじま ゆうだい
	対馬	汐音	つしま しおん
	大野	郁実	おおの いくみ

# 1. ミッションの概要

近年、地球に類似する惑星などが新しく NASA の望遠鏡によって発見されている。さらに、NASA は、2021年に小惑星の有人探査を計画していると発表した<sup>2)</sup>。また、将来大規模な惑星移住の計画があることなどから有人探査が今後行われることになるものと考えられる。

有人探査において一番の問題となるのは安全性だと考える。小惑星に着陸して調査活動を行い、地球に帰還することを考えると、宇宙飛行士、科学者等のクルーの人命をどうやって守るのか、また、調査や実験の機材、帰還用の機体を無事にその小惑星等に着陸させる必要があると考える。そこで、私たちは、まず着陸時の安全性確保について、その探査機を模した機体を作製し実験を行い、その安全性の検証を行うことを今回参加する缶サット甲子園のミッションと定めることとした。

本ミッションでは、有人探査機モデル缶サット機体「ESPr :エスパー(Egged Space Probe)」の開発をして、その着陸時の安全性検証を行うことを考えた。

主な検証内容は次の点である。

- ① 有人探査機モデルとして、宇宙飛行士モデル「生卵君 S」 搭乗スペースを確保し、缶サットに搭乗させた状態で実際に打ち上げ実験を行い、無事に帰還できることを確認する。
- ② ①の中で各種センサからの物理データを用いて、打ち上げから着陸までの運動状態の解析を行うようにする。特に、打ち上げと着陸前後の運動状態（速度・加速度）の解析を行って「生卵君 S」の帰還方法との相関関係に関する考察を行う。
- ③ 前回は、加速度・角速度のデータより缶サット内の状況把握や、その落下地点を予測したがそれは天候状態などにより予測が困難なために左右されるので、今回は位置情報を用い落下地点の予測を可能にした。また、同じく缶サット本体の機体からの離脱及びパラシュートが正常に展開されているか確認するために照度を用いた。また、地上からの各種物理データを用い、「生卵君 S」の安全確認をリアルタイムで行う。

【取得データ】 加速度・角速度・地磁気・照度・温度・湿度・気圧（高度）・位置情報・赤外線カメラ

## 2. 目的と意義

### 2-1. 目的

宇宙開発が積極的に行われ、有人探査の分野では惑星間の通信・航行管制システムの確立、安全性の確保等が課題となっている。宇宙探査の各工程において、有人探査が行われるとなるとあらゆる場面での安全性が第一に考えなければならないことだと考える。

そこで私たちが注目したのは、着陸時の衝撃である。搭乗者の人命や機材の破損について考えたとき、この衝撃をいかに抑えるか、また各安全装置の正常運転が重要であると考えた。本ミッションでは、飛行中の搭乗者の安全確保とロケットから放出された缶サットの落下時の衝撃緩和、及び、状況を地上からモニタすることが重要だと考えた。

350ml 缶サイズの有人探査機モデル缶サット機体「ESPr :エスパー」は、搭乗者を生卵に置き換えて、その生卵を割らずに離陸から着陸までの一連を完遂できるかを第一目的としている。そのため、最も重要な減速の役目を果たすパラシュート速度設計を慎重に行った。このシステムを確立すれば、落下衝撃の少なく安全性が向上されるのではないかと考える。

本ミッションではこれらの安全確保のための装置の設計とそれに敵った機体内の安全をモニタするためのプログラム、及び、システムの構築を行った。

## 2-2. 重要性・技術的意義等

このシステムができれば、上記にあった落下時の衝撃緩和はもちろん実際の有人探査機における事故などがどのようにして起こるのか、また、安全性を高めるための条件が考察できるので、事故が少なくなると考えた。また、宇宙飛行中、トラブルや事故があった際に安全にロケットから脱出できて、搭乗員の様子も常時モニタできるシステムはいろいろなところで使われることになる。しかし、あまり複雑なシステムでは汎用性が低くなり今後の宇宙開発の広がり考えるとあまり適していないと考え、本ミッションでは、インターネットプロトコルを用いて通信を行ってIoT機器との連携を容易にすることを考えた。これから、宇宙開発における危険性の低減、安全性の向上、システムの簡略化によって、宇宙開発、惑星間移動の安定化につながるのではないかと考えた。そしてこの本ミッションでの機体内の安全を確保するシステムは、日常生活でも見守りや健康機器などへの応用も可能なので、このような状況での検証意義は高いと考える。ただし、今回は、ロケットや惑星探査機の機体本体の破損・破壊による緊急性を要する場合の脱出機構などに関しては考慮できていないので、緊急時の脱出やその機構を組み込むための搭載した気候の軽量化に関する実験及び考察は今後の課題とする。

## 3. モデル缶サット「ESPr:エスパー」の改良

### 3-1. 「ESPr」のシステム仕様について

まず全体としてシステムのIoT化を目指しWi-Fi機能を本体に持つraspberry pi zero Wを使用し、電源には、機体の軽量化及びセンサ基盤のスペースを確保できるなどの点も合わせ小型でIoT対応のcheero社製モバイルバッテリーに決めた。搭載するセンサについては、過去に引き続き、より細かい機体の状況の把握、安全状況の確認のために、9軸センサモジュールMPU9250を用い加速度、角速度のデータに加え、残り3軸の地磁気センサの値で機体の向きを細かく把握することを可能にした。同様に温湿度、気圧センサモジュールBMP180を安全状況の確認のために使用。本体に計測データを保存するのはもちろん、本来の目的であるリアルタイムでの機体の状況把握のために無線でデータを飛ばすが、raspberry pi zero wのスペックを考慮し、プログラムの軽量化を行なっていくのが現在の課題となっている。

### 3-2. 改良点について

過去からの反省を生かしGPSモジュールGT-720Fを搭載し機体の飛行位置の把握を可能にするうえ、落下地点などが瞬時に視覚的にわかるようにした。加速度センサの値を見て落下速度からパラシュートが展開しているかなどの機体状況の予測をするのは風の影響でデータが乱れた場合の判断が難しくなってしまうので、対策として照度センサTSL-2561を使用し缶サットの機体からの離脱確認やパラシュートが正常に展開されているかを外光の有無で判断できるようにし、機体の状況をよりわかりやすく、正確に把握できるようIoT化を含め改良を行った。

#### 【参考文献】

- 1) 惑星系の多様性と普遍性ー太陽系外の惑星の発見ー, 井田茂, 日本惑星科学会誌, vol.6, No.1, 1997
- 2) 米航空宇宙局(NASA)の新型ロケット開発計画, 東京新聞, 2011年9月15日
- 3) バイオスフィア2ー中からみたその実態ー, 大野英一・高倉直, 生物環境調節, 日本生物環境工学会, vol.34, NO.4, 1996