

### 1) 参加団体名

ガムシヤラ!!

### 2) 参加メンバー名

能美康彦 佐藤光紀 市川朋則 山口浩史 真杉美穂 信井紘一郎

### 3) はじめに

ガムシヤラ!!は arliss2008 にチャレンジしようという首都大学東京 B3 生二人の思いつきから 2008 年度 4 月より公式に立ち上がったプロジェクトです。

能代本番では 2 回ともきりもみ落下という残念な結果に終わってしまいました。

失敗を真摯に分析することが、我々にとっても、今後我々のようにゼロからチャレンジをする学生にとっても良いと考え、“失敗”を報告したいと思います。



#### 4) CANSAT の紹介

秒速 5Mの風の中でも飛行できる、ミッション及び制御をシンプルにすることを考え  
"固定翼、推力&尾翼付きタイプ、パラシュート無での垂直降下" を初期仮説として  
機体を開発した。

キャリアから放出後の本来のミッションシーケンスは

- ① ゴムの力で主翼、尾翼を展開&フライトピンを用いて電源を作動、  
水平尾翼を跳ね上げることで機体のバランスを意図的に崩し、減速&水平姿勢のまま落下
  - ②高度が 30Mほど降下したところでモーターを作動、尾翼をもとに戻し g p s のデータを元にラダー制御で飛行
  - ③目的地半径 5 Mに入ったら水平尾翼を跳ね上げ落下であった。
- しかし能代宇宙イベントには直前のトラブルでモーターおよび水平尾翼動作機構は搭載していない。よってキャリアから放出後は直接②に移りそのまま着地を待つ形となっていた。

#### 5) 目標としたこと

<ミニマムサクセス>

- ①キャリアから放出がきちんとできる
- ②キャリアから放出後水平飛行状態に機体の姿勢を移行できる
- ③GPS がデータを取得できる

<フルサクセス>

- ①ラダーの制御により進行方向を制御できていることが肉眼で確認できる。
- ②制御下で失速、フラットスピンの入らない。

<アドバンストサクセス>ゴールから 20M 以内にたどりつく

#### 6) 苦労したこと

①活動に必要な資源（お金、活動場所、道具、人手、技術）を獲得していくこと  
技術的な問題とは違うかもしれませんが”ゼロから作り上げる”中で一番苦労したことであり、この過程で多くを学んだためこれを挙げたいと思います。

何もないところから東大の中須賀研究室、首都大学の佐原研究室、小島研究室、金崎研究室など多くの方の支援をいただきながら少しずつ前進していきました。

このため研究室やすでにある団体の一員として挑戦する以上に多くのことを学びました（今までの私たちの経験と比較して、です）。この経験は将来自分たちが、新しい問題に自分たちの力でチャレンジする上で大きな糧となると信じています。

②"ちゃんと飛ぶ" 機体を作り上げること。

具体的には重心調整、ピッチ方向の安定のためモーメントアームをキャリアに収まるサイズで確保すること。

この問題は尾翼付きの機体を開発しようとしたチームは必ず挑まねばならない問題です。  
モーメントアームを確保するためには

(1)重心を前進させるか(2)胴体を”伸ばす”の2点が解決策の方向性として考えられます。  
我々はそのどちらにも失敗しました。

(1)の原因は電子機器が大型化したこと&全翼機ではなかったため翼の中に電子機器を  
収めることができなかったこと

(2)については重量、構造上の要求をクリアする胴体の展開機構を思いつかなかったことで  
す。

この問題解決に失敗すると設計の悪循環にはまります。

具体的には

(1)モーメントアームが小さいため安定性を確保するために尾翼面積を増大させなければな  
らない

(2)尾翼大きくなれば尾翼にも展開機構が必要になり、大きくなったことに加えてさらに重  
量が増大する

(3)重心が後退しさらにモーメントアームが小さくなる

→(1)へ

という形です。

本来こうした設計上のリスクは概念設計の段階で時間をかけて十分吟味して発見&対処が  
出来なければ根本からの設計変更を行うべきだったと思います。

しかし、概念設計がまとまったことが7月中盤で、根本から設計変更を行うには時間が足  
らないと判断したため、このまま突っ走りました。

最終的に滑空試験に成功したのは8月10日と、まずそもそも非常に遅れました。

今回本番での失敗の設計上での原因の一つです。

③製作に時間がかかるしテストフライトを行うとまた作り直しになる。

昨年度の東工大学の報告書にも記載されていますが、フライバックの機体はそもそもテス  
トフライトが難しい(場所的制約)の上にテストを行うと壊れてしまいます。

人手が足りないのに実験に手間がかかる・・・

細かいところで製造を簡略化するように設計していましたが、それでも作るのに2人がか  
りて20時間近くかかりました。

(この3つを鮮やかにクリアされた九州大学の皆さんには本当に脱帽しました)

④直前での設計変更、試験の不足(本番での失敗の直接的原因)

失敗の原因はプロジェクトマネジメントミスから重心の調整に失敗したことです。

具体的には

(1)電子系トラブルを受け直前に機体設計変更&搭載素子変更をしてしまったにも関わらず、

フライトテスト時間を十分に取れなかった（大会直前であり壊れてしまったら間に合わなかった）。そのため今までのデータが無駄になった。

(2)展開機構の想像以上の重量増大、及び空力性能の低下により大会の5日前まで展開機構の重量、構造が変化し機体のバランスがどんどん変化した。

(3)大会直前にテストフライトを行い調整する時間が取れなかったの3点です。

## 7) 工夫したこと

### ①尾翼付きの機体の設計としたこと

全翼機の設計はそもそも文献が少ない上（英文ではいくつか存在する）に、本質的にピッチ安定を確保することが難しいと文献調査より判明しました。

知識も時間も無い我々でもできる設計、そして静安定性が高い設計ということでこの選択をしました。（後者に関しては前述のとおり空間的制約が厳しいため、設計をうまくしないと必ずしもそうならないことがわかりました）。

②パラシュート無しでも「ロケットから放出後すごいスピンのかかった状態から(1)減速(2)一定の姿勢へ自律的に移行する機構」として水平尾翼を跳ね上げる機構（デサマライザー）を備えた。

過去の固定翼の機体はどれもパラシュートを搭載しています。

しかしパラシュートは

(1)専門品でないとそもそも開いてくれないで絡まってしまうことがある（らしい）。

(2)専門品は3万～5万以上と非常に高価

(3)パラシュートを開く、切断するという動作が必要になります。

パラシュートの役割をハードウェアで自律的に担わせることができないかと考えた結果、デサマライザーを装備しました。

大気圏突入、自律安定、減速と同じようなミッションをこなすスペースシップワンからヒントを得て発見しました。

模型飛行機の尾翼に水平揚力を発生させた状態で尾翼を50度ほど傾けると簡単に実験できます。能代で実証できなかったのが残念です。

## 8) 今後に向けての教訓

①概念設計など上流工程の段階で十分タスク、リスク、方向性を吟味して後戻りが少ない工程にする。

実際に本番の機体を作るなど時間、お金がたくさんかかる行程に取り組む前にいろいろと手を尽くして設計、計画を吟味すべきでした。

上流工程でのミス、考え漏れは後々非常に大きく響いてきました。

ありとあらゆるリスク、タスク、を想定して吟味すべきでした。  
リソースが少ないからこそリソースを有効活用すべきだったのに、  
センサーが必要ないことが判明しての開発中止による出戻りや、  
設計の計算ミスから2週間ほどロスなど、今思い返すとたくさんの”無駄”がありました。  
今回われわれの力では限界があると考え、週一回中須賀研究室の皆様に報告会を行って  
いましたが、どうもわれわれの力不足でうまく機能していませんでした。  
この点は改めて要再考としたいと思います。

これに付随して以下2点を考えています。

①-(1)とにかく早い時期から集中して、素早く&安く&簡単にプロトタイプを作り仮説検  
証のスピードをあげる。

このプロジェクトを通じて実感したのは”ものを作りつつ考えること”の重要性、そして  
威力です。

プロトタイプを作れば簡単に今自分が考えているアイデアの良さあしがわかります。

ここでポイントは素早く、安く、簡単に作ることだと考えています。

全部を作らなくても、設計上鍵となる重要な部分を、100円ショップに売っている、自分の  
家に転がっている部品をつかって精巧でなくてもいいからとにかく一度作ってみると本当  
に多くのことがわかります(精度は下流工程に従い上げていくことはもちろんですが)。  
特に我々のように新しいアイデアを試しているとき、上流工程レベルで非常に重要でし  
た。

もっと早くプロトタイプを機体のいろんな部分について作っていれば、  
本番直前での設計変更は防げたと思っています。

①-(2)アイデアはゼロベースから”チームで”考え、十分に発散を行う。

このことは苦労したこと①~③の中で、そして九州大学の機体を見て改めて実感しました。

「一つのコンセプトは100の作業に勝る」という言葉を聞いたことがあります。

すぐれたアイデアを出せるか否かで、あとの段階でいくら頑張っても勝てないというこ  
とでしょうが、これを改めて実感しました。

今回我々はほとんどの機構についてほぼひとつか二つのアイデアをもとに突っ走り、  
後々で築きました。そのアイデアも一人がほとんど考えたものでした。

いろんな人の知見を集めて、くだらなくてもいいから、たくさんのアイデアを出し、そ  
れを素早くプロトタイプを作るなりシミュレーションをするなどして検証していく。

いいアイデアが出るとは必ずしも言えませんが、出る可能性は上がったと思います。

②大会前に最低一回全体の試験が行える時期に設計は凍結する。

再三先生方がメールでおっしゃっていましたが、直前にしっかり試験をして確実に動くとわかっているものを持ってくるという意味でも、直前にリスクを増やさないという意味でも当たり前ですが、改めて教訓としたいと思います。

## 9)今後の抱負、感想

arliss2008 に挑むことを目的として集ったチームですのでチームとしての今後の抱負ということは言えません。

しかし、”ゼロからチャレンジした経験”は今後のメンバーの活動に生きると思います。

今回のメンバーで arliss に挑めるのは最後となります。

能代で開発中止を決断するのは非常に悔しかったですが本当に勉強になりました。

最後にここまでのチャレンジを支えてくださったメンバー全員、金崎先生、中須賀先生、小島先生、佐原先生、中須賀研究室の皆様、小島研究室の皆様、UNISEC の皆様に感謝を述べて報告書を終わりたいと思います。

文責 ガムシャラ!! プロジェクトマネージャー

能美 康彦

