

## 第7回能代イベント活動報告

### 1. 参加団体名

東京都市大学 宇宙システム研究室 SSL $\alpha$

### 2. 指導教員

目黒 在 教授      渡邊 力夫 准教授

### 3. 機体の紹介

今年度の機体の仕様を以下に示す。

主翼、尾翼の展開のきっかけは翼の関節付近に取り付けたゴムで与え、ネオジウム磁石により固定する。ゴムはそのまま固定力となり、磁石を補助する。



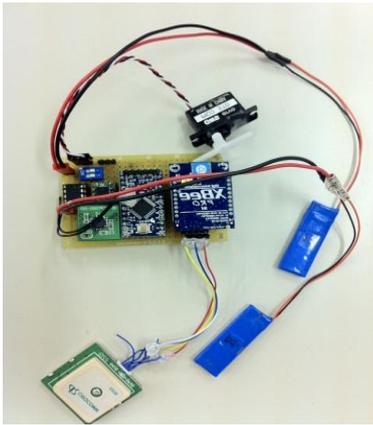
図1 収納状態



図2 展開

表1 機体の主な仕様

重量	460g
収納時寸法	145mm×140mm×236mm
展開時寸法	82mm×325mm×105mm
翼面積	135mm×821mm=0.110835m <sup>2</sup>



<使用機器>

- GPS
- 加速度センサ
- Arduino
- EEPROM
- サーボモータ
- 無線モジュール

各センサの役割

- 加速度センサ  
機体の落下を検知する。プログラムをスタートさせるのに使用。
- GPS  
機体の現在位置、向きの把握
- Arduino(マイコン)  
制御の中心。各センサ類をプログラムに従って作動させる
- XBee(無線通信)  
機体側のセンサが得た情報を基地局に送信。リアルタイムで見ることができる
- EEPROM  
機体側のセンサが得た情報を記録

4. 制御アルゴリズム

今年度のプログラムでは目標地点に対し直進方向(図3)ではなく、旋回して目標地点へ収束(図4)するような制御方針とした。

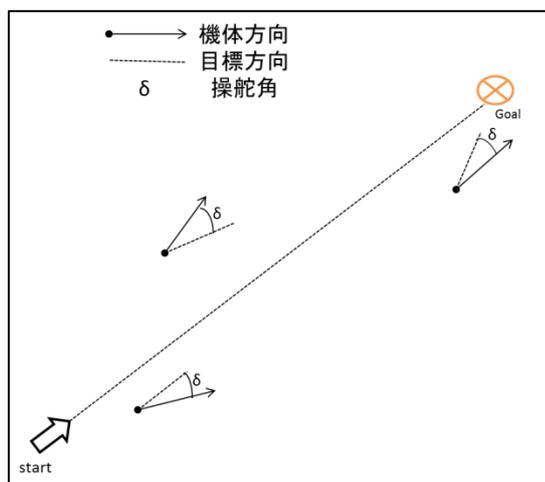


図3：直進方向の制御

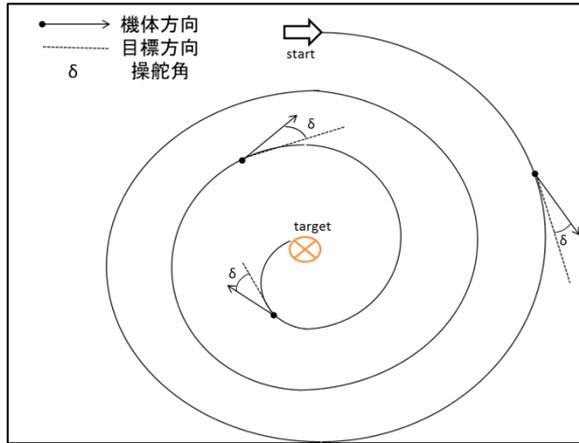


図4：旋回の制御

制御対象は操舵角のみとし、目標までの距離に応じて最大 $10^\circ$ 操舵をきるプログラムを作成した。プログラムのフローチャートを図5に示す。

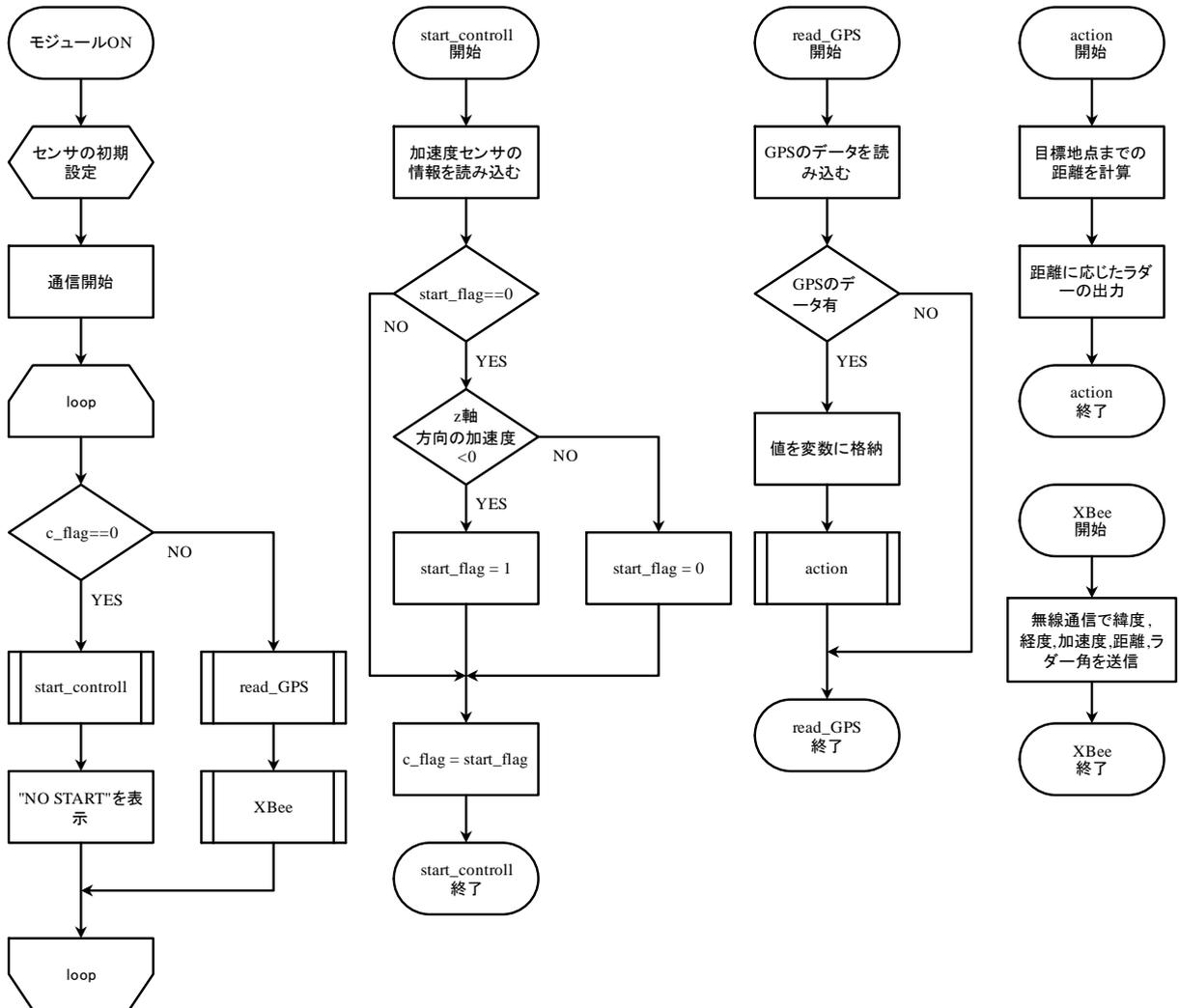


図5：プログラムのフローチャート

## 5. 工夫した点、苦勞した点、課題点

以下に工夫した点を示す。

### ➤ 重量

昨年度、機体重量が 220g と小さかったため、風に負けないよう重量を大きくした。

具体的には、用いる木材をバルサから松に変えたこと、主翼のスパーに金属を用いたことなどが挙げられる。

### ➤ 翼

昨年度が 1 段展開であったのに対し、2 段展開にすることで主翼面積を大幅に稼ぐことができた。翼を構成する衝撃吸収材である EPP を薄い素材に変更することで収納サイズが大きくならないようにした。

以下に苦勞した点や課題を示す。

## ① 機体、構造について

### ➤ 機体の安定

水平飛行試験により機体は滑空するようになったが本番になると 200m 上空となり風の影響が大きいいためか、安定を保てないため、きりもんでしまう。また、キャリアーからの放出が自由落下で初速が与えられないため、スピン状態になってしまうことも考えられる。初速を与えるための推進力としてプロペラをつける（東京大学）ことが挙げられる。また、重心位置については水平飛行試験において滑空が行える重心位置に設定したが、キャリアーからの落下と手投げで初速があるのでは状態が違うので、それも考慮する必要がある。

### ➤ 尾翼の翼面積

尾翼が大きくなってしまい、収納スペースが厳しくなってしまった。尾翼が大きくなってしまった原因として機体の全長が短かったため、モーメントアームが確保できなかったことが挙げられる。改善点としては機体の長さ方向を延長するような工夫が必要である。

### ➤ 機体の強度

翼のヒンジ部分や主翼に用いたスパーにあまり耐久性のあるものを選定しなかったため、試験で壊れるケースが多々あった。そうなる则修復などの作業に時間を取られてしまうため、ヒンジ等の各パーツを強度が大きいものにするか、ヒンジ等を用いない機構を考える必要がある。

## ② 電装、制御について

### ➤ データの保存方法

データの保存として、EEPROM があったが、使い方にまで手が回らなかった上 Arduino との詳しい使用方法もインターネットを検索しても見当たらなかった。microSD 等に直接テキストデータ等で出力できると、無線通信が失敗していたとしても履歴は残るので、無線以外にも確実にデータが取れる手段を用意しておくべきである

- 基盤  
電装に関して、基盤作成やメンテナンスが大変であることを考えるとプリント基板を制作することが好ましい。接触不良やハンダ付の問題が改善できる。
  
- 機体モデル  
機体作成から完成、本番までの流れが曖昧だったため、何を優先して、何を並行に完成させるべきかが明確ではなかった。そのため完成が遅くなり機体モデルの作成までに至れなかった。他大学の話では機体完成→プログラムを使って機体モデルの作成→メンテナンスという流れで作成しており、早い段階で機体完成とプログラム完成を行い、機体モデルを作成することに時間をかけることが大切である。  
ここで、機体モデルとは、例えばラダーを $1^\circ$  変えるとどのような回転半径で飛行するのか。といった入力と出力の関係を指す。
  
- プログラム  
緯度経度の計算式は丸め込み誤差が発生している。その誤差の程度は調べられていないので、簡単なプログラムで誤差を調べることをしたほうが良い。
  
- GPS の誤差  
GPS のデータの誤差が試験時や説明書のものより大きい。これに関しては精度の高い GPS の使用の検討。正確な位置情報の把握が重要。優勝チーム（九州工業大学）は登山用の高精度の GPS を用いていた。
  
- 無線通信  
通信の精度がまちまちで同じ条件で試験を行っても通信するときと通信しない時がある。これに関して、XBee(無線通信)は通信が安定するまでに多少の時間が必要であった。よって競技開始前から基盤に搭載しておき、通信が安定するまで待機させておく必要がある。
  
- 無線通信と GPS の関係  
昨年度もそうだが、今年度においても通信機器（XBee）と GPS がお互いに近い場所に配置した。そうすると通信が安定しなかったり、誤差が大きくなったりという現象が起き、対策としてシールドとして電装基盤をアルミホイルなどで包んだ結果安定したという話を他大学から聞いたため、基盤をシールドするなどの工夫も必要である可能性がある。

## 6. 競技結果

競技の結果を以下に示す（飛行時の取得データは完全版で示す）。

- 競技 1 日目  
投下時に展開が成功するも、主翼の展開保持力が弱く、2 段目が折れてしまいきりもみ落下。記録は 87m もきりもんだことにより制御履歴は認められず。

また、通信機器が不安定で、ログを取ることができなかった

➤ 競技 2 日目

主翼の展開保持力をゴムで強化し、競技に臨んだ結果、展開は維持できたが、きりもみ落下してしまった。記録は 5.6m もきりもんだことにより制御履歴が認められず。

得られたデータを表 1 に示し、目標地点を原点としたときの飛行履歴を図 6 に示す。

表 1 : 飛行データ

No.	緯度	経度	距離X[m]	距離Y[m]	距離の二乗	ラダーの角度
1	4008.55	13959.28	14.91	129.1	16889.04	1
2	4008.55	13959.28	14.91	129.1	16889.04	1
3	4	13959.28	14.91	7404267.5	0	1
4	4008.55	13959.28	14.91	128.2	16656.75	1
5	400	13959.28	14.91	6672091	0	1
6	0	139	21095564	7411663	0	1
7	4008.55	13959.28	14.91	128.2	16656.75	1
8	0	0	21307738	7411663	0	1
9	4008.55	13959.28	14.91	128.2	16656.75	1
10	4008.55	13959.28	14.91	127.29	16426.09	1
11	4008.55	13959.28	14.91	130.91	17358.5	1
12	40	13959.28	14.91	7337706	0	1
13	0	0	21307738	7411663	0	1
14	4008.55	139	21095564	130.91	0	1
15	0	0	21307738	7411663	0	1
16	0	0	21307738	7411663	0	1

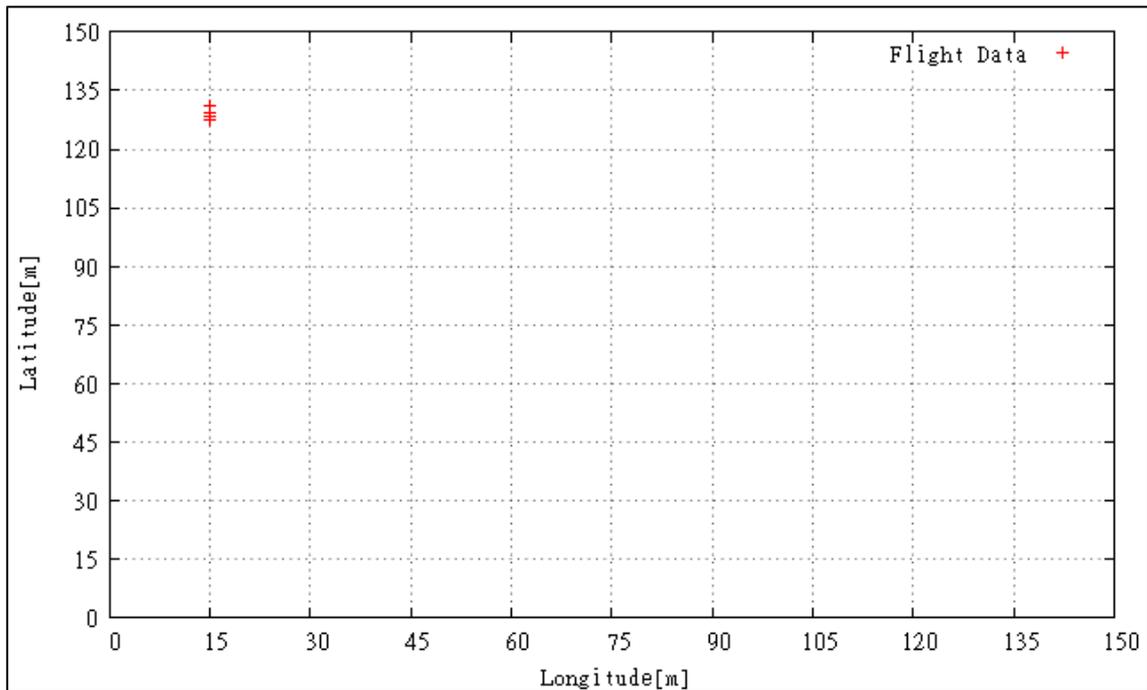


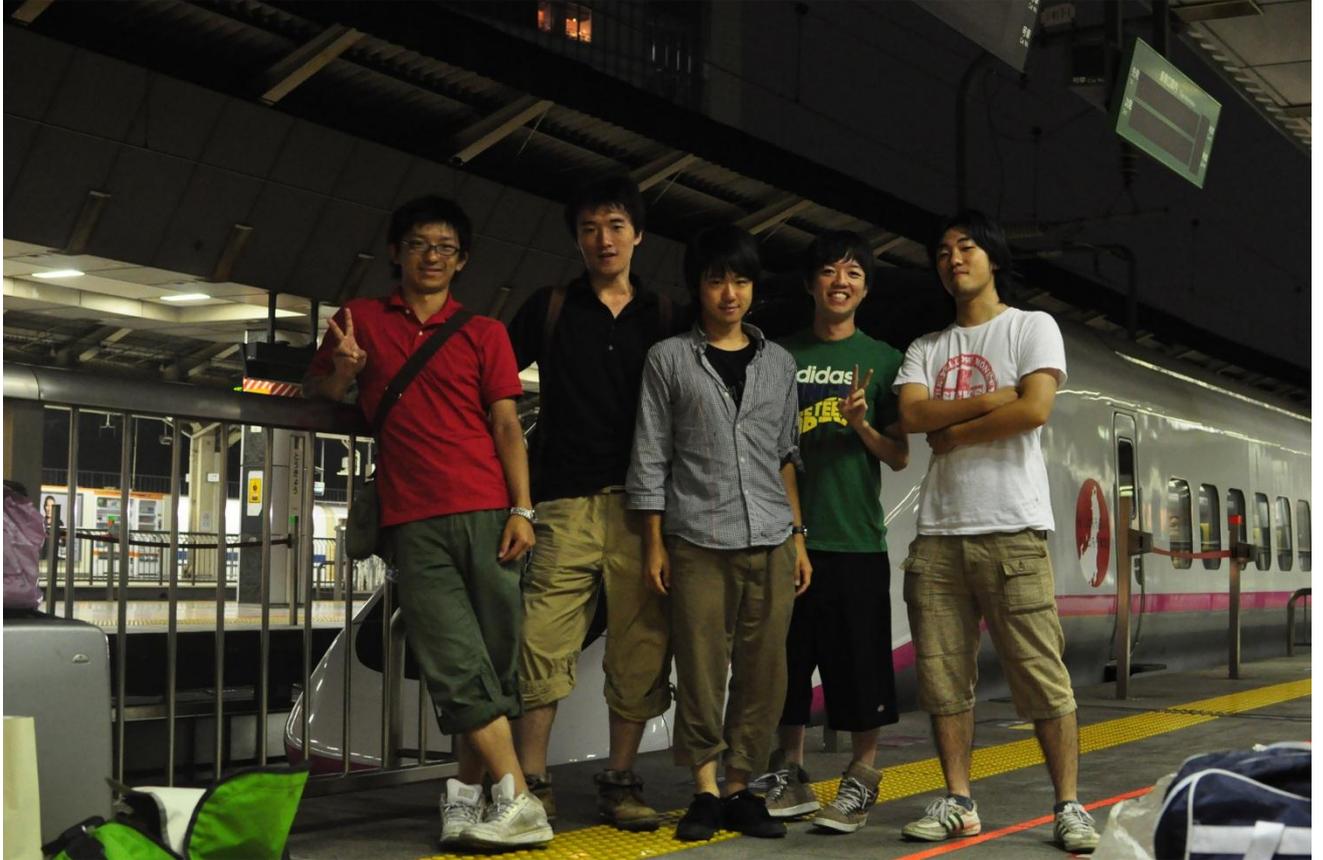
図6：飛行履歴

ここでの問題点として、表1におけるNo.3,5,6,8,12,13,15,16はGPSのデータが正常に受信できておらず、そのため距離計算も正しく行われていない。また、図4に示されているように機体がきりもみ状態で落下したので、原点までの距離にほとんど変化はない。落下地点に関しては5.6[m]と運営側から報告を受けたにも関わらず、計算上は100[m]以上の距離があることになっている。この原因として

- ① 目標地点の緯度経度情報に間違っている。
- ② プログラム内の計算において誤差が発生している。

の2つの問題点が考えられる。②に関して、プログラムでは1分あたりの緯度経度の距離と現在地と目標地点の差から目標地点までの距離を算出している。1分あたりの緯度経度の距離に関しては計算の簡略化のため定数として扱ったが、1分あたりの経度の距離は本来変数であるため、丸め込みを行っていることになる。1分で1000m変化するものを丸め込みを行っているので、その計算における誤差も大きいと考えられる。

7. 写真等



秋田の夕暮れ