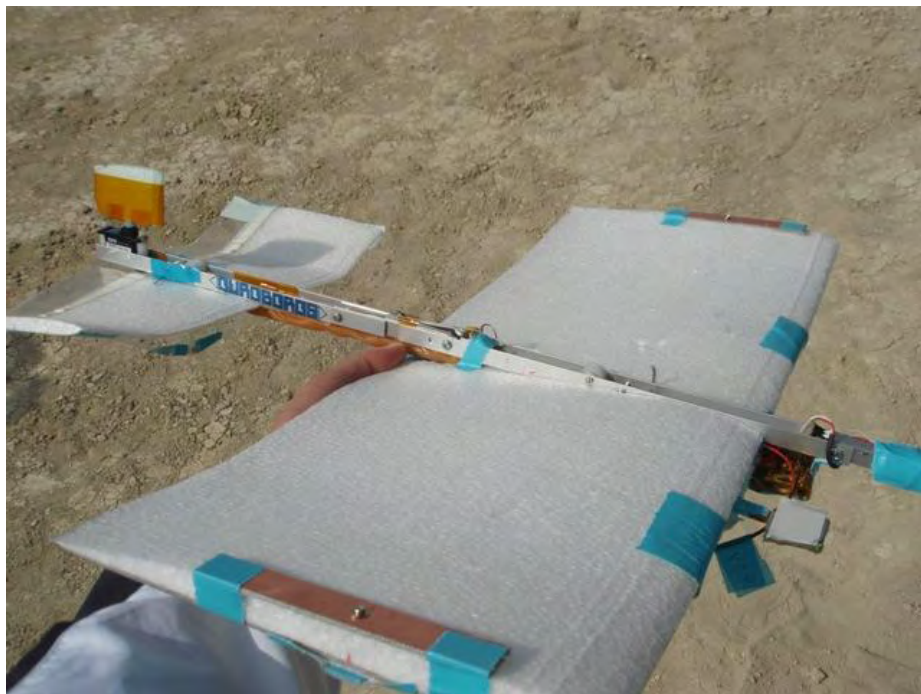


ARLISS2008 Project's report



◀OUROBOROS▶

稲川慎一・川久保学・水沼慎太郎・久我楽南・三浦尚幸
秋山恭平・木佐允彦

ARLISS
2008



1.プロジェクト概要

Mission



Mission “固定翼によるフライバック”

ARLISS 2007

PHOENIX

無尾翼機による初挑戦
プロペラ推力差を利用



ARLISS 2008

QUAROBOROS

飛行機タイプ
尾翼による飛行方向制御
翼面積の拡大
軽量化(740g→400g)



QUAROBOROS

- Minimum success level
 - 飛行履歴の取得・保存
 - 翼の展開および滑空
- Middle success level
 - GPSデータを利用した飛行方向の制御
 - SRTLプロトコルによる通信
- Full success level
 - ターゲットポイントから200m以内に着陸
- Advance success level
 - 静止画を20枚以上撮影

開発状況によりカメラの開発は行わなかった

- 5月: ミッション検討
- 6月: サクセスレベルの設定、飛行機タイプの検討
- 7月: 開発の本格化
 - STR: EPPの利用と翼形状の設計
 - C&DH: GPSの取得とEEPROMへ保存
 - COMM: モデム周辺回路の製作
 - 気球実験を2回実施: 飛行性の確認
- 8月: 各系における開発
 - STR: 展開機構の製作
 - C&DH: 取得データによるサーボ制御
 - COMM: 送信プログラムの製作
 - 気球実験を2回実施: ラダーの効果実証

➤ 9月:ミッション検討

- STR:長時間保持後の翼形状復帰方法の実施
- C&DH+COMM:統合基板による動作確認
- 気球実験を2回実施:展開実証

➤ ARLISS

➤ スケジュール管理

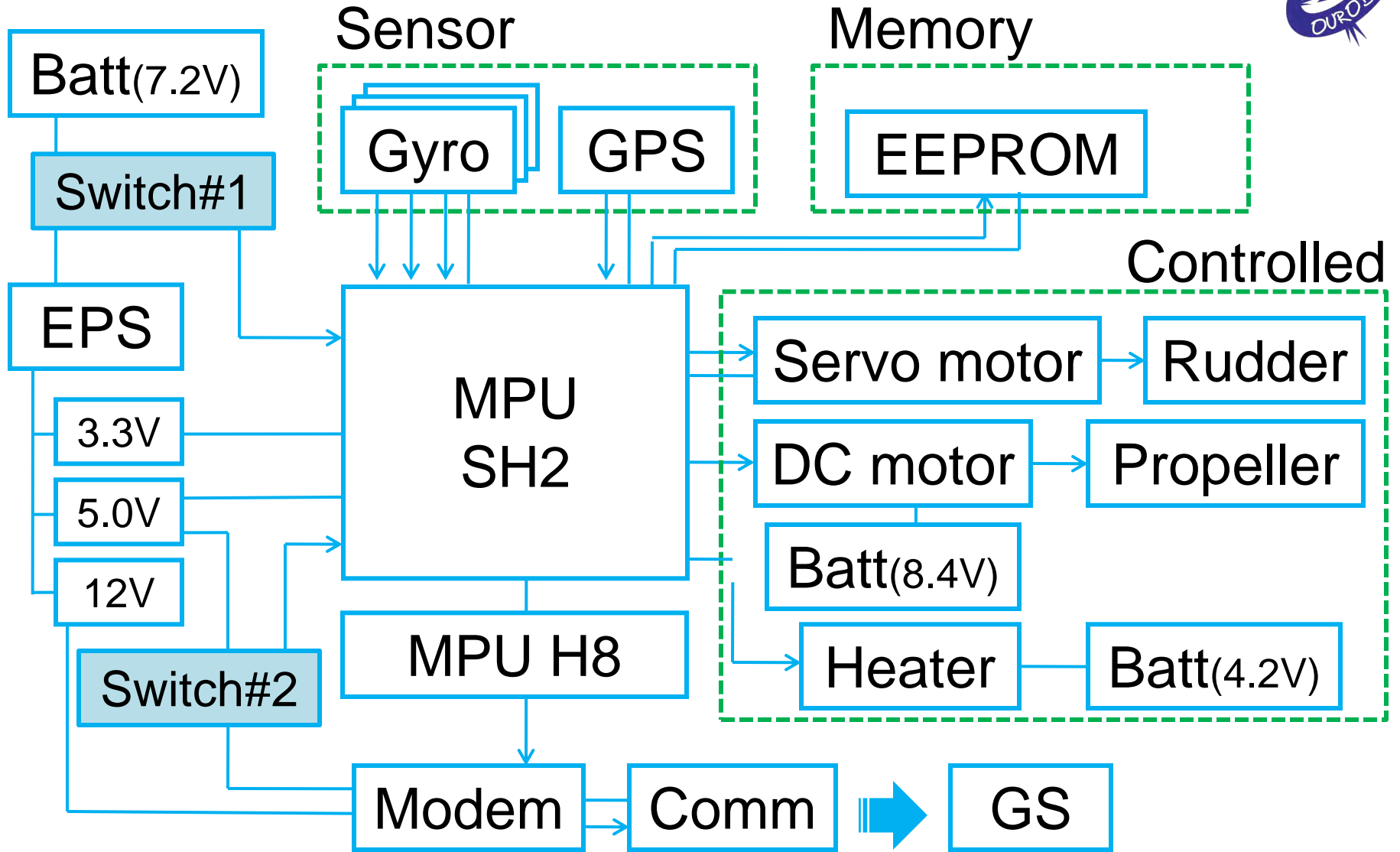
- AI(Action Item)リストを利用して、各自が目標から行うべき作業を明確にして取り組んだ
- 2週間1クールとして5クールに分け、作業ペースの目安とした
- 最終クールは記入が滞り、残念。。。

ARLISS
2008

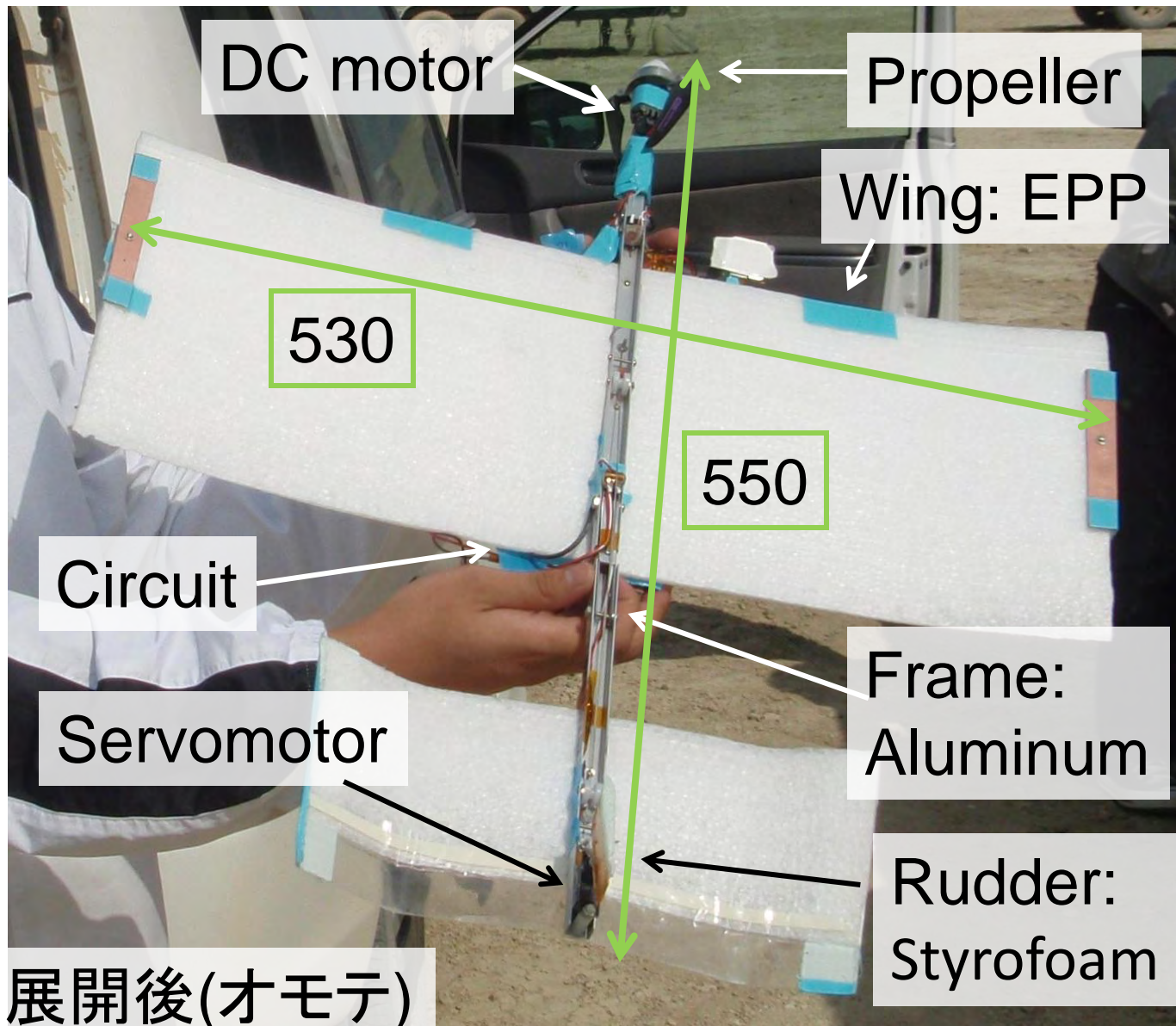


2.OUROBOROS概要

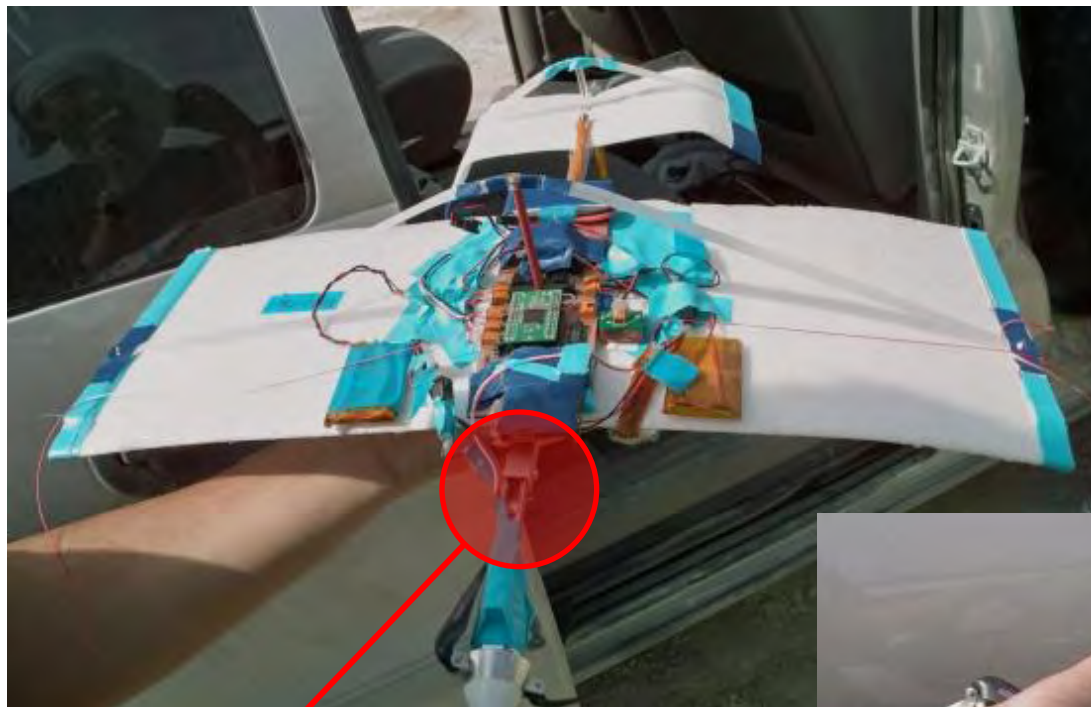
◀OUROBOROS▶



STR - 外観1

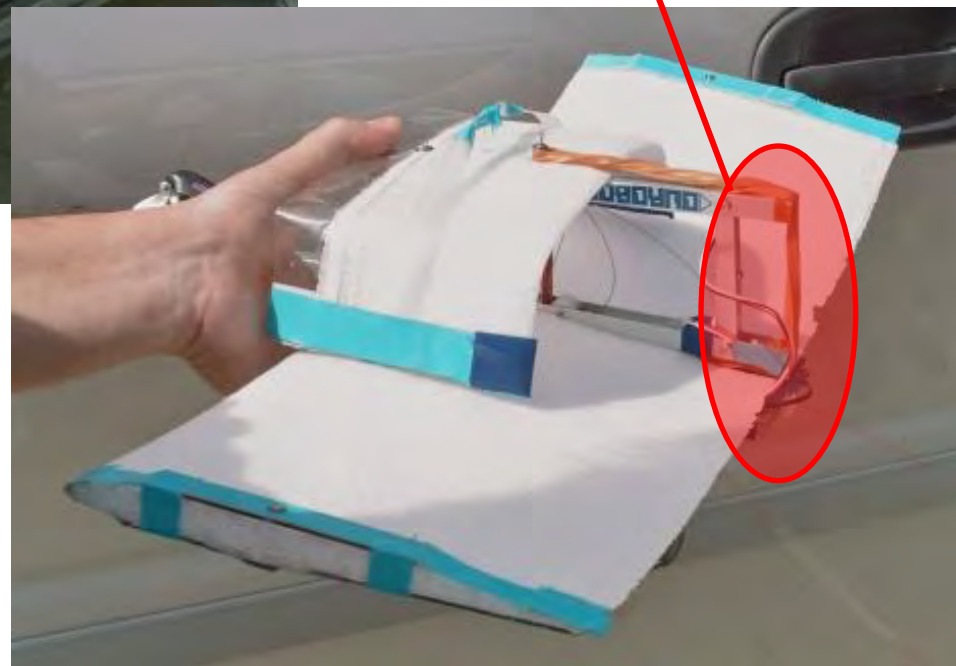


Weight:
400g



①ロケットから放出されるとフレーム内部のねじりバネにより機首側が跳ねあげられる。

②ダイナーマの溶断後、尾翼側がゴムにより展開される。



① 収納・展開時のフレーム間の距離の差を利用し、ワイヤーを引っ張ることで、展開と同時に棒を押し出す

尾翼にも同様の機構が設置されている

② 尾翼が展開されると同時にこの棒が押し出される

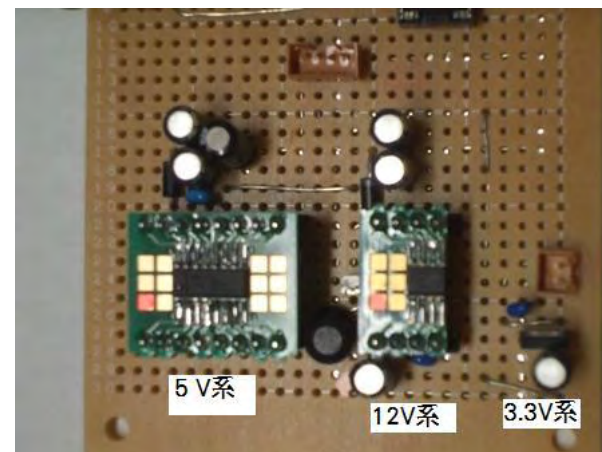
③ 棒が押し出されたことで、翼端に結ばれたバンドが張り、クセと逆方向に引っ張る

➤ Battery

昨年度、Li-ionの二直列×2によるモータ駆動を行ったために機体の重量増加につながったため、今回は大容量のLi-poをメインに用いることで、全体重量の軽減を図った

➤ 電圧

バス電圧はLi-poの電圧8.4Vとし、OBCに5V, センサ(GPS, Gyro)に3.3V, モデムに12Vを用意した



搭載機器一覧

- MPU・・・「SH/Tiny SH7125」
(ルネサス テクノロジ社製 32bit RISCプロセッサ)
- センサ・・・GPS(古野電気製「GH-82」)
ジャイロセンサ(村田製作所「ジャイロスター」)
- EEPROM・・・Two-wire Serial EEPROM(ATMEL「24C1024」)
- ラダー制御用サーボ・・・「RB50」(ミニスタジオ有限公司)

➤ Main Theme

SRLLプロトコルを利用した地上との通信 (AFSKによる)

➤ 通信機器概要

- ・無線機: DJ-C7 (送受信ともに)
- ・マイコン: H8 3694F (当初はSH7125であったがプログラムの不備により変更)
- ・モデム: MSM6947RS (AFSKのモデム)
- ・SRLL TNC: 以前に別件で作成したものを使用



➤ RESULT

- ・ARLISS本番では, H8がSHからのGPSデータを受け取ることができず, 実際に通信を行うことができませんでした.
- ・元の基板上では, GPSデータの受取・通信機による送受信・木佐君作成の解析ソフトでのデータの解析をトータルで行うことには成功しています.

➤ 今後への反省点

- ・マイコン間でのデータのやり取りは怪しいので, やはり一つのマイコンでやるのがベターかと
 - ・基板との統合は, もっと早くやるべきだった
 - ・通信試験ができるレベルまでに通信機を作製するのに時間が掛かりすぎてしまった

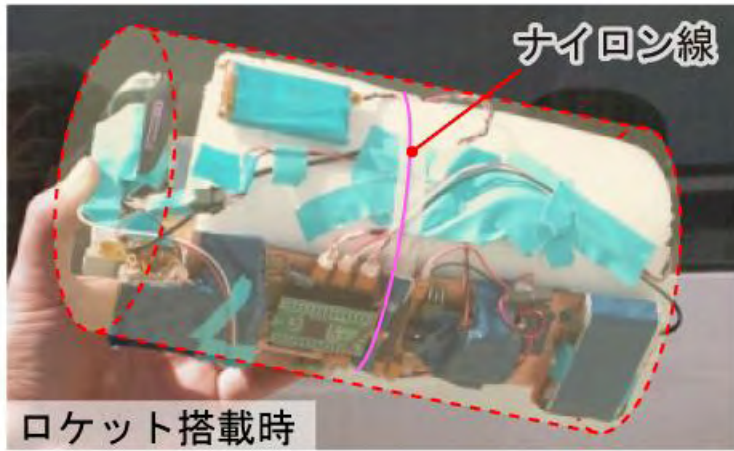
➤ SPECIAL THANKS: 芦田さん

- Excel上に地上局ソフトを開発した
開発言語はVisual Basic for Applications
- 仕様
 - 解析値、RAWデータのExcelシート上へのリアルタイム表示
 - 解析値、HEXデータ、軌跡のリアルタイム表示

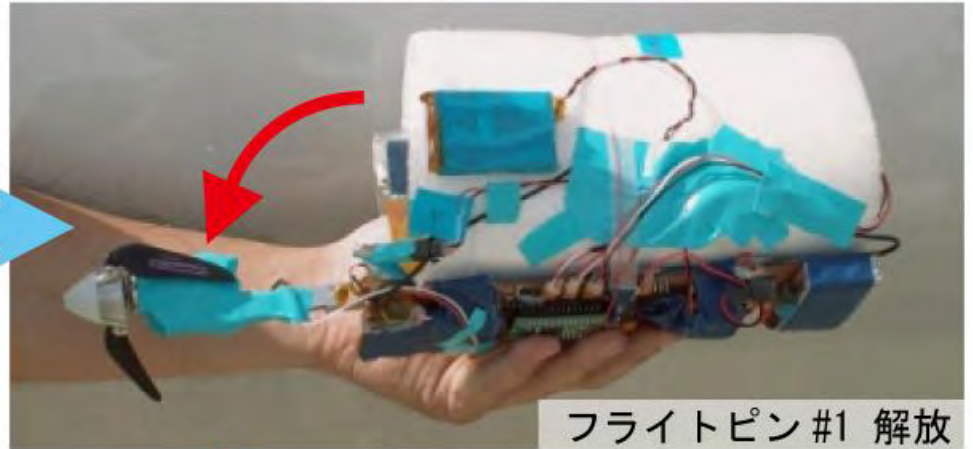
* 解析値は緯度、経度、高度、OBC時間、サーボ回転方向、PIN2on,off、モーターon,off を指す



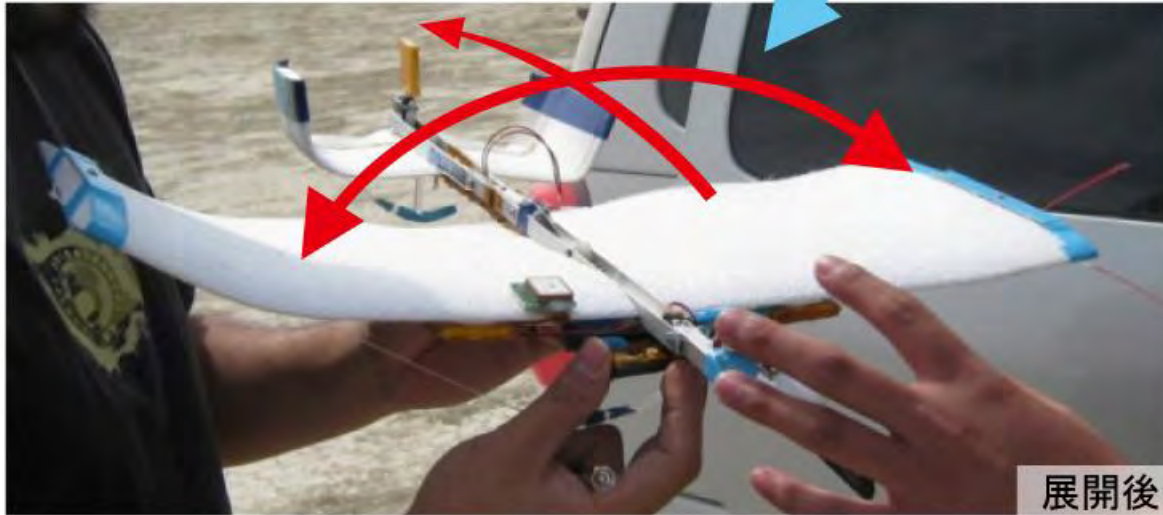
Flight sequence



放出



ナイロン線溶断・展開



ARLISS
2008



3.実験

- 翼厚による飛行性能の確認を目的とし、4機のOUROBOROSを気球より降下させた
- ラダー厚さ及び角度についても検証し、その旋回特性を見た
- 結果は翼厚が薄すぎると風を負けて、翼がめくり上がるという予想通りのものだったが翼厚は5mm以上必要ということが分かった
- 4日後に控えた合同気球実験に向けての予備実験であったが思ったような成果は得られなかった。。。



➤ 目的

機体に搭載予定のGPSを用いて、その緯度・経度情報が正しく取得できているかどうかの検証を行う

➤ 方法

GPS取得用の回路を持って東京工業大学石川台一号館の屋上を移動しながら、移動経路とLCDに表示したGPS取得値を記録していき、その値を地図による値と比較することでデータの信憑性を検証する

➤ 結果

受信したデータと”Google Map”による写真を照らし合わせてみると、両者のプロットはよく一致していることがわかる。

GPS取得データとの比較



➤ 目的

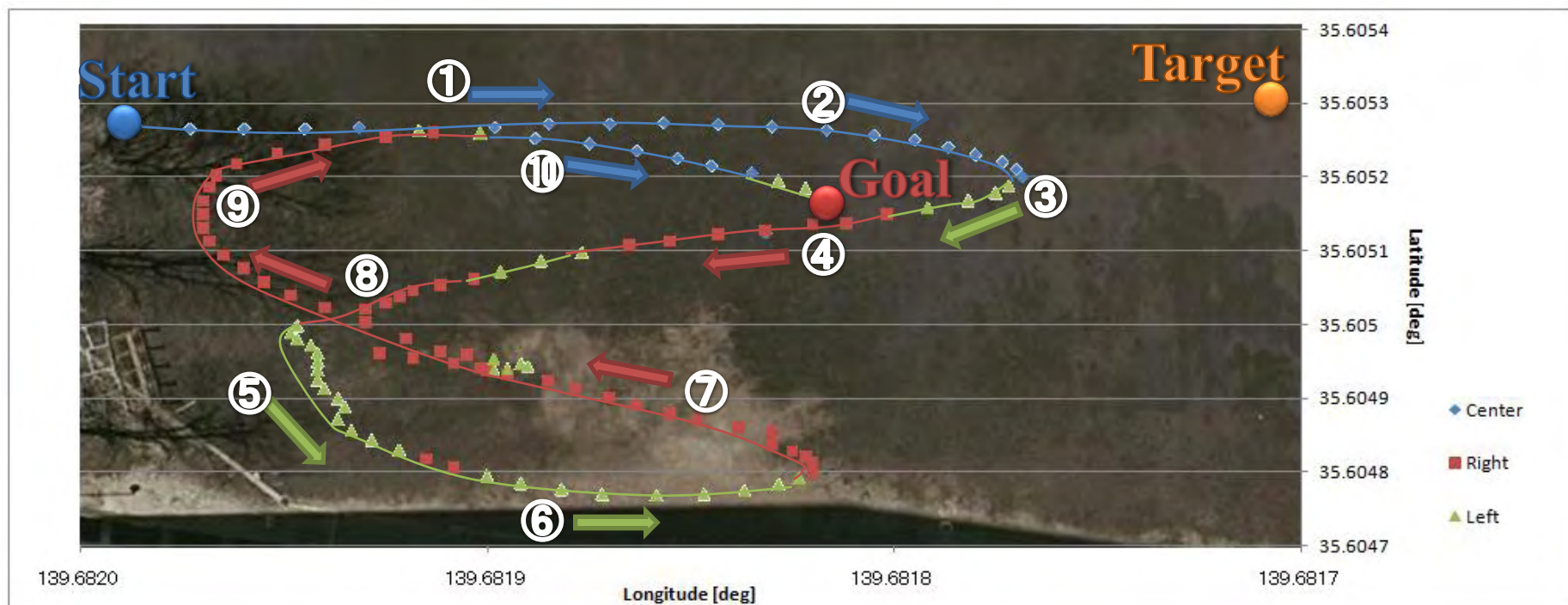
機体に搭載されているOBCによって、GPS出力データの値から現在地点と進行方向ベクトルを割り出し、機体が目標地点に向かうように垂直尾翼の向きを正しく制御できているか検証する。この実験によって、統合飛行試験からだけでは判断することの困難な機体の進行方向についての制御の妥当性を確かめることができる。

➤ 方法

あらかじめ目標となるポイントをOBC内のプログラムに入力しておき、手に持った機体をスタート地点からゴール地点まで動かしながら、その間の位置データと垂直尾翼の制御履歴をEEPROMに保存していく。サーボによる垂直尾翼の制御量については、気球実験によって得られた値を反映させたものになっている。

➤ 結果

この図において“Center(青)”は直進、“Right(赤)”は右旋回、“Left(緑)”は左旋回を行うように制御されていることを表している



➤ 目的

昨年度と同様に主翼に翼型を設け、さらに発展形体として尾翼を設置した機体構造が、実際に滑空しうるかを検証する。なお、この時点では、収納・展開シーケンスはカットしてる。

➤ 方法

展開・収納シーケンスをカットしているので、展開後の機体を気球からつるし、一定の高度に達したのちナイロン線を溶断、滑空をさせる。

➤ 結果

想定していた以上の滑空性能を見せ、目で追うのが難しいほどの距離を滑空した。また、滑空時に強風が吹いており何度も風にあおられ反転等したが、即座に本来の姿勢に戻り安定な飛行を再開したため、滑空性能は実証された。

- 前回(7/30日大)での実験により飛行できることが確認された。
- 本実験では尾翼(ラダー)を取り付け, その向きに依存して, 機体が求めるような旋回するのか実証を行った。



- 結果として若干ではあったが, ラダーの向きに応じて, 機体が旋回する様子を確認することができた。

モータ推力試験



- ARLISSの筒に収納可能であるプロペラの大きさが小さいことからトルクよりも回転数でモータを選定し推力試験を行った
- 今回はEPP飛行機を自作している方々のHPで回転数は高いと評価されていたミニ四駆用のモータを使用した
- 推力試験ではプラズマダッシュ, ウルトラダッシュは自重より推力が大きかった
- 電流の問題は飛行時間を15分としLi-ionを用いることにした



モータ	電流値(mA)	回転数(rpm)	推力(N)
ブラシレスモータ	2	5200	98
トルクチューンモータ	4	12000	235
ウルトラダッシュモータ	4	24000	372
プラズマダッシュモータ	4	25000	490

- 目的:「展開機構実証」から「モータの効果の確認」に変更
- 5回投下した
 - モータへのフライトピン確認、
 - 水平飛行への移行を確認
 - モータを搭載したが、垂直落下した
 - 再度、ラダーの効果の確認を行った
 - 可動範囲を確認した



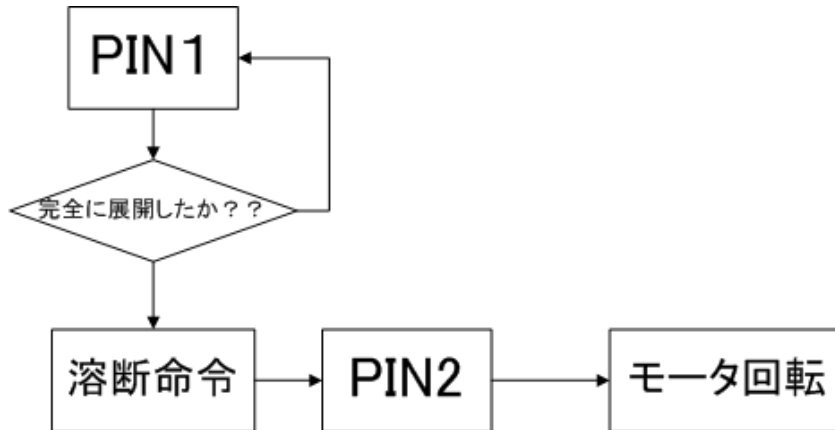
← 垂直落下後のプロペラ
プロペラは破損しな
かったが、モータ軸が
衝撃を受け破損した



↑ 放出機構搭載の様子
尾翼にナイロン線を通
し、溶断することで投
下した

- 構造系は本番仕様、電気系は溶断専用基板のみ搭載
- 経過: 直前まで調整が終わらなかった。構造系がゴムの採用、尾翼への展開用ポールの採用等、仕様変更をおこない動作確認に手間取ってしまった。放出からプロペラ回転までの一連の過程を事前に確認できず、グラウンドに移動してから、基板を取り付けた機体が筒に収納できないことが発覚した。
- 結果: 強引に機体を丸めてなんとか筒に収納した。
 - 1回目: 気球浮上前に、ニクロム線が赤熱し、浮上中止。放出機構の蓋を閉める際に、フライトスイッチが入ってしまったと考えられる。
 - 2回目: 展開機構は正常にシーケンスをスタートしたが、溶断命令前に地上に激突。機体は損壊した。気球実験時は溶断命令をもう少し早く呼び出すプログラムを用意するべきであった。

展開シーケンス



動作不良

しばしば、フライトスイッチが作動しても溶断命令が呼び出されないというトラブルが発生した。

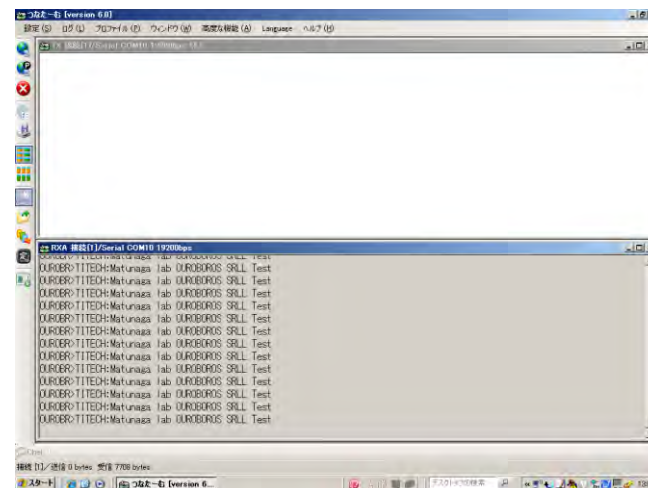
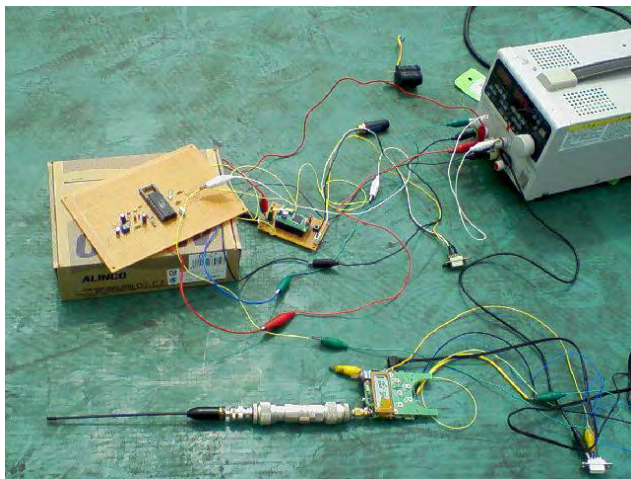
原因

フライトスイッチにチャタリングが発生していたが、プログラム上での処理が不十分であったと考えられる。ローパスフィルターを実装することによって、動作不良は解消した。

➤ 石川台1号館屋上と本館屋上との間(約323m)での通信試験

➤ 1回目

- ・H8マイコンからSRLIのデータを出し, 送受信を行った.
- ・デコード率はほぼ100%だった. (アンテナは2つどちらを使っても)
- ・アッテネータ(出力が1/1000になる)を挟んでも, デコード率は変わらず100%であった.
- ・これより理論上, **通信可能距離は約10km程度**(回線設計より)となりARLISSにも十分適用可能な結果であると言えた.

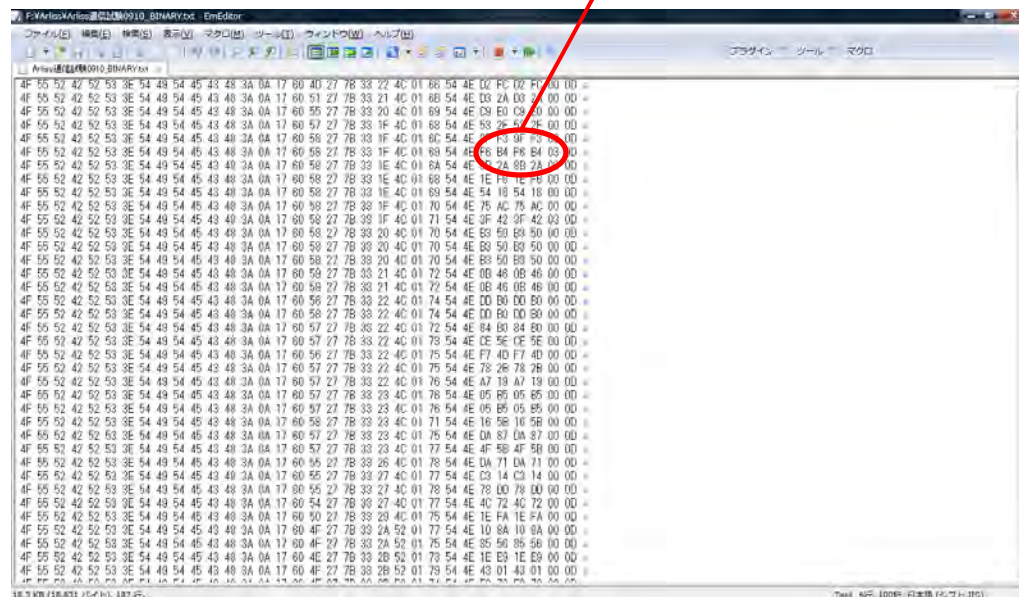


➤ 2回目

- ・秋山君に手伝ってもらい、実際にGPSデータをSHからH8で受取、データの送受信を行った。
- ・こちらでもデコード率は高く、動作の保障が確認できた。なお、芦田さんが改良してくださったTNCのプログラムの誤り訂正についても確認することができた。

➤ SPECIAL THANKS: 芦田さん

CRC・誤り訂正数



The screenshot shows a hex editor window titled "F:\ArliSS\通信試験\0910_BINARY\cod. EmEditor". The main area displays a grid of hexadecimal data. A red circle highlights a specific value in the data, which is identified as the CRC error correction number. The data appears to be a sequence of bytes, likely representing GPS data as mentioned in the text.



展開実験模様

ARLISS
2008



4.ARLISS

➤ 構造系

- ・ 部品の状態を持ち込んだ機体の組み上げ作業開始.
- ・ 収納試験ができないので, 念の為翼長をさらに1cm短くした
- ・ 主要な作業はほぼ終了し, 基板搭載を残すところとなった.

➤ COMM

- ・ まずは日本より持ってきた通信機の動作チェックを行った.
- ・ 若干接触が悪い箇所があったためはんだ付けを行った.
- ・ 同軸ケーブルつなげた状態だとケーブルの曲がり方が特定の状態では, 送信されない不具合が発覚(定性的な言い方ですみません), ケーブルはいじれないので, 本番で気をつけるしかない・・・
- ・ 簡単な単語の羅列のデータを送るプログラムで送信させると5分程度で送信がストップしてしまうバグが再度発生. プログラムを再度直す・・・(経験的にはこのバグは定期的におきる感じがしました, 原因はよくわかりません)

➤ COMM

- ・C&DHと共同で通信試験を行う(本番の基板ではない)
- ・通信はできるがどうも受信(デコード)がうまくいかない・・・
- ・原因はTNCの回路のグラウンド部分の接触不良だった
- ・TNCの回路周りを確認し, カプトンで保護することにした
- ・基板との統合はC&DHが優先でまだできない状況・・・

➤ COMM

- TNCの問題は解決し、本番の基盤とは別だがC&DH・GSとの統合試験を行った
- 木佐君も解析ソフトを改良してくれデコードしたデータの解析もきちんと行われており、統合は完ぺきだった。
- 夜になり問題の本番の基板との統合に移ったが、C&DH (SHマイコン) からのデータがどうしても受け取れない。H8マイコンの受取部分のピンの動きが怪しい・・・
- 基板にH8マイコンを指すだけでも挙動が変わるなど不具合多数
- 結局、不具合を直しきれず、**通信機の導入は断念する結果**となった



抵抗の色だよ!!



天候: 無風
ロケット: Grantさん

▶ 実験目的と不備

– SHの機能に限定

- 前日にH8を載せないことを決定し、SHの機能に限定
- GPS, Gyroセンサーデータ取得・EEPROM書き込みを目的とした

– 通信系未搭載

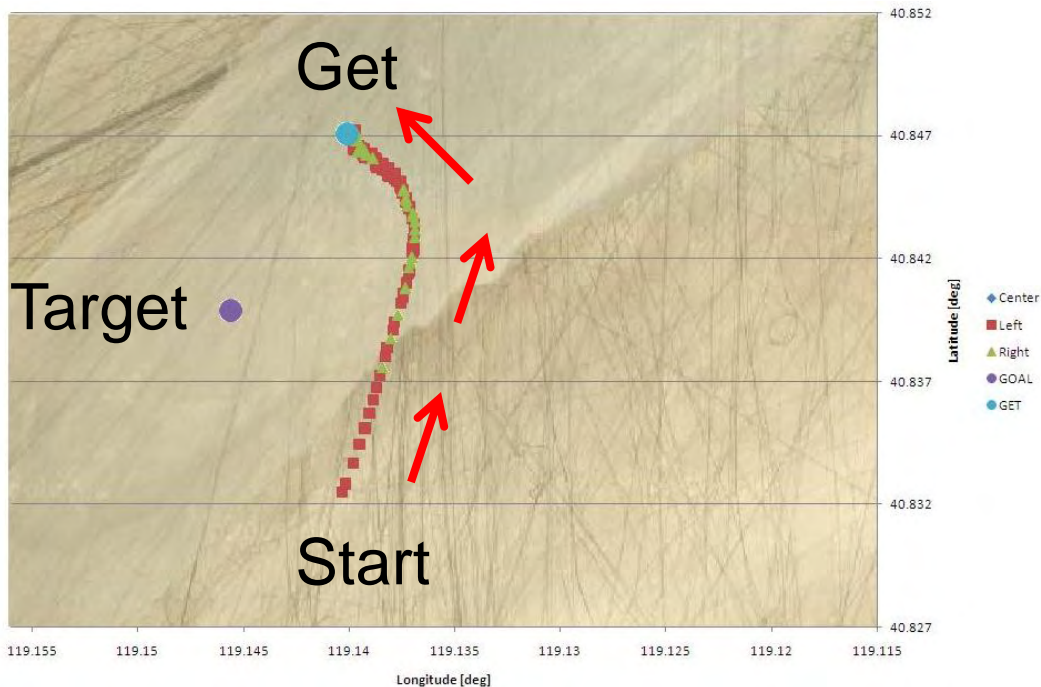
- シリアルレベルの問題(H:5V, L:0V
→ H:4V, L:2.5V)
 - H8が起動しない問題
- 後の検討で5Vのピンに入れるにはレギュレータのラインを切ることが必要



9/18 - 1st experiment result



- ターゲットポイントから903m地点に着陸
- 搭載機能の動作をすべて確認
- 制御システムにより旋回が行われている



↑ 発見時の状態

↑ 飛行履歴



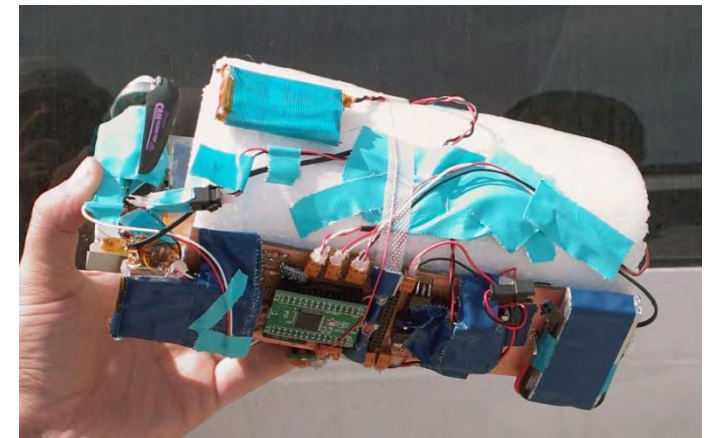


天候：強風
ロケット：Erikさん

➤ 直前に起きた問題と対処

- 溶断用のFETに信号が入っているものの溶断されない
 - モータ用は正常に動いていたので、モータの動作はあきらめて、モータと電熱線の信号出力ポートを交換した動作実験したところ、なぜか溶断もモータも正常に動作した
- GPSを忘れた(結局入っていたのだけれど。。。)
 - 配線を基板に直付
- フライトピンのコネクタ部の銅板が剥がれていた
 - はんだ付けしなおした

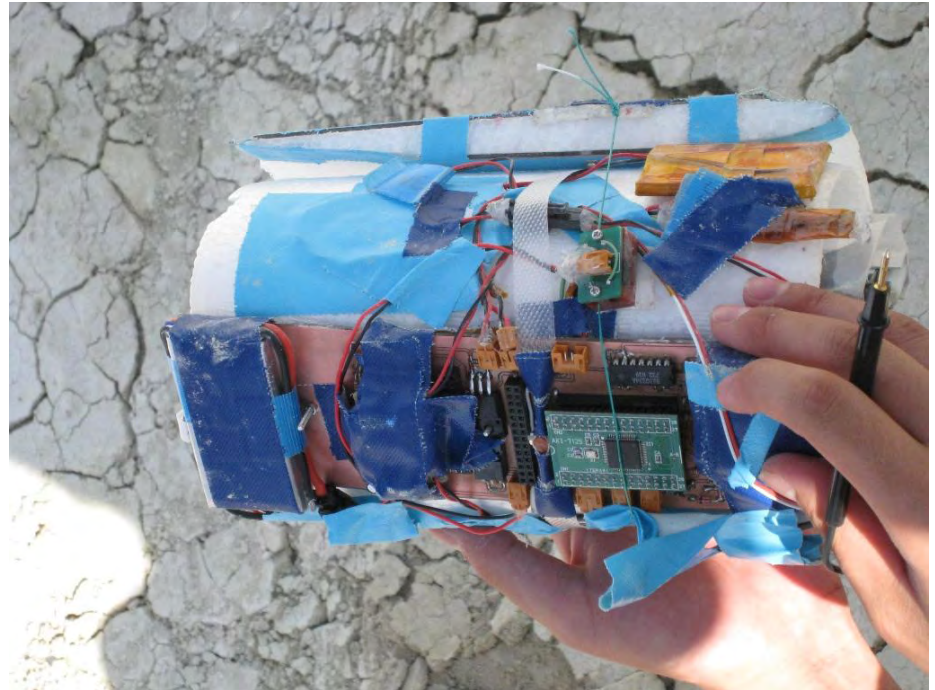
➤ 通信機系未搭載



↑ 搭載時の様子

- ターゲットポイントから163m地点に自由落下
- 展開されていなかった
 - 主電源のハーネスが切れていたため何もできなかった
- 破損状況
 - 機首が変形
 - 1つ目のフライトピン破損
 - 翼形状維持用の棒の破損
 - GPSハーネスの破損

発見時の様子
ナイロン線で
縛られたまま



ARLISS
2008



5. Project result

➤ Minimum success level

– 飛行履歴の取得・保存○

- 1st experimentより達成できたといえる

– 翼の展開および滑空△

- 1st experimentで展開が完全に行われなかったものの滑空しているデータが得られた

➤ Middle success level

– GPSデータを利用した飛行方向の制御○

- 1st experimentより達成できたといえる

– SRLLプロトコルによる通信×

- 未搭載だが、統合前まではできていた

➤ Full success level

– ターゲットポイントから200m以内に着陸×

- 2nd experimentで163mに落下(自由落下記録樹立)