

Handwritten signature: Zipp Meister

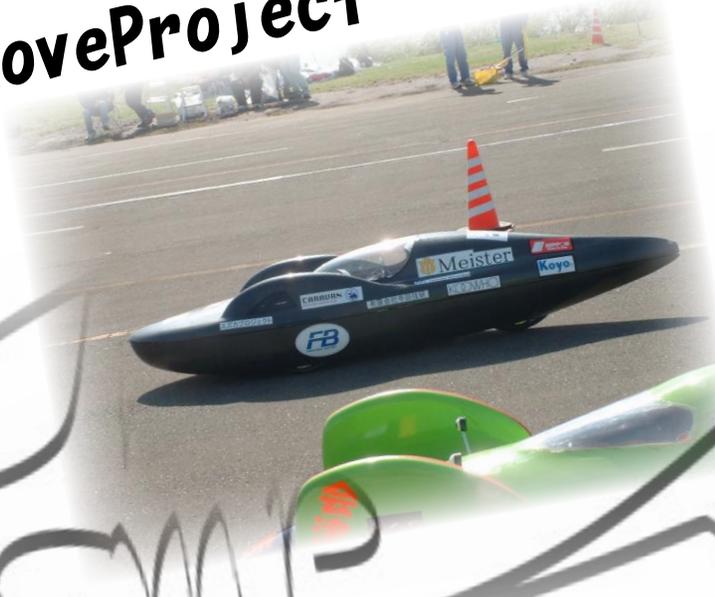


Vertical text: ZIPP MEISTER

Entry Plan

2005

Human Powered Airplane & EconoMove Project



# CONTENTS

## What's Meister? ~ Meister の紹介 ~

Meister とは?	… 1
Meister History	… 2



## HPA ~ 人力飛行機部門 ~

部門紹介	… 4	機体設計	… 5
翼班	… 8	プロペラ班	… 10
TeamFRP	… 12	コックピット班	… 16
操縦電装班	… 21	フェアリング班	… 23



## EMP ~ エコムーブ部門 ~

部門紹介	… 26	車体設計	… 28
車班	… 32		
(前輪操舵系 後輪駆動系 Teamモノコック)			
Team エレキ	… 41		



## OTHERS ~ その他 ~

今後の大会日程、放映日等	… 46
人力飛行機「ていだ」3面図	
エコムーブ「Leitbild」3面図	





2005/6/11 桶川飛行場にて Meister メンバー集結！一緒に写っているのは本年度の機体 & 車体

私たちのサークルは、ドイツ語で「職人」を意味する「Meister」を名乗っています。この名は私たちを直接指しているわけではありません。私たちはまだまだ「職人」と言える水準には達していないからです。この名は「Challenge & Creation」というモットーを掲げ、日々製作に取り組んでいる私たちの目標なのです。



昨年度の機体「Halcyon」、現在はタイ王国にある。

現在 Meister は、**人力飛行機部門**と**エコノムーブ部門**という二つの部門を設けて活動しています。どちらの部門においても、年々そ

の成績は伸びており、強豪として名を馳せるほどのサークルとなりました。

しかし私たちは、その歩みを止めるつもりはありません。

人力飛行機、エコノムーブは共に、昨年度の問題点を洗い出し改善するとともに、新たなデザインや機構等を採用し、その性能に磨きをかけています。このエントリープランでは、その詳細を紹介いたします。

いつか、名実共に「Meister」となれる日を夢見て、私たちはものづくりを続けます。



昨年度の車体「lucciola」、こちらは本年度も活躍中！

# Meister History

1992年に発足したMeisterの、  
現在までの歩みを紹介します

## 1977年

■読売テレビ主催の「鳥人間コンテスト」第1回大会が琵琶湖で開催される。

～それから15年・・・、東京工業大学 Meister の歴史が始まる・・・～

## 1992年

■2人の学生によって、ものづくりサークル Meister 創立。鳥人間コンテストの参加を目標とする。

## 1993年度

■滑空機「Trystar」を設計し、第17回鳥人間コンテスト滑空機部門に出場を申し込むが、書類選考で落選。

## 1994年度

■滑空機「SUPER POSITION」を製作し、第18回鳥人間コンテスト滑空機部門に初出場。記録：28m

## 1995年度

■滑空機「KARDINAL」を製作し、第19回鳥人間コンテスト滑空機部門に出場。サークル発足わずか3年で堂々の準優勝に輝く。当時の滑空機部門歴代3位の記録である292.05mの飛行をする。



～この結果を得て滑空機部門を改め人力飛行機部門を、そして新たにソーラーカー部門を設立する～

## 1996年度

■人力飛行機部門：「Corneille」を製作するも、第20回鳥人間コンテスト人力プロペラ機部門の書類審査で落選。独自の飛行距離測定では400mの飛行をする。

■ソーラーカー部門：「Sky Beans」を製作し、秋田・鈴鹿で行われた大会に出場。残念な結果に終わる。

## 1997年度

■人力飛行機部門：「Cygnus」製作。第21回鳥人間コンテスト人力プロペラ機部門の書類審査には通過するものの、大会当日に台風の直撃を受け、大会自体が全面中止となる。

■ソーラーカー部門：「Leiden-schaft」を前年度の車体から改修し製作する。秋田・鈴鹿の両大会を経て、確実な進歩を見せる。



## 1998年度

■人力飛行機部門：「Cathartes」で第22回鳥人間コンテストに出場を果たす。記録：20m。人力プロペラ機部門では、ヤマハ・Team Aeroscepy が大会史上初の対岸到達を達成する。

■ソーラーカー部門：「Leiden-schaft'98」をこれまでの車体の更なる改修にて製作。秋田大会5位、国内大学学部生中1位という快挙を果たす。この結果により日本代表として、米国で開催される Sun-Rayce への出場権を獲得する。



## 1999年度

■人力飛行機部門：「KARURA」で第23回鳥人間コンテストに出場。

パイロットとして荻原次晴氏が乗り込む。記録：44.08m

■ソーラーカー部門：「Leiden-schaft'99」を携えて、Sun-Rayce 出場のために米国に出発する。しかし、大会当局側の不手際により車体が空港に足止めされる。結局十分な準備もできず、大会に参加できなかった。

■小型電気自動車：「Dark Horse」を製作。大会10位の成績を残す。

## 2000年度

■人力飛行機部門：「Whirl Wind」で第24回鳥人間コンテストに出場。前年度に引き続き、パイロットは荻原次晴氏。飛行途中で主翼桁が崩壊するも、Meister 初の定常飛行に持ち込む。記録：380.54m (第4位)

■ソーラーカー部門：「飛廉」を製作するも、前年度までの技術継承が十分になされておらず、秋田・鈴鹿の両大会では不本意な結果に終わる。

## 2001年度

■人力飛行機部門：「Holsety」を製作。第25回鳥人間コンテストに出場し、パイロットの限界まで飛び続け、悲願の初優勝を遂げる。記録：3823.70m

■ソーラーカー部門：「悪来」製作。秋田・鈴鹿の両大会に出場するも、レース中のトラブルにより不本意な結果に終わる。



## 2002年度

■人力飛行機部門：「なまら」を製作。第26回鳥人間コンテストにて昨年に引き続き連続優勝の快挙を果たす。記録：6201.74m

■ソーラーカー部門：「Silver Fluke」製作。鈴鹿大会に出場し、クラス8位の成績を残す。



～人力飛行機部門は大会史上初の3連覇を目指す。そして、ソーラーカー部門の幕を下ろし、新たにエコノムープ部門を興す～

## 2003年度

■人力飛行機：「Promontoire」を製作し3連覇を目指す。気候に恵まれ、史上稀に見る好記録続出となった第27回鳥人間コンテストでは、34kmを飛び飛行可能距離限界の琵琶湖大橋まで到達した日本大学に引き続き、琵琶湖大橋まであと2kmの32177.99mを飛び準優勝を果たす。

■エコノムープ：「Sleipnir」を製作し、筑波、菅生などの各大会に出場する。最高成績は菅生大会の10位。

■ソーラーカー：「Silver Fluke」をOBが改修し、鈴鹿大会に出場。



## 2004年度

■人力飛行機：「Halcyon」で第28回鳥人間コンテストに出場するも、台風による悪天候のせいで残念な結果に終わる。参考記録：218m

Halcyon はその後タイ王国での展示を経て、カセサート大学に寄贈され、第二の人生を歩んでいる。

■エコノムープ「lucciola」を製作。白浜大会9位、幸田大会4位と、確実な進歩を見せる。果たして今年は・・・!?



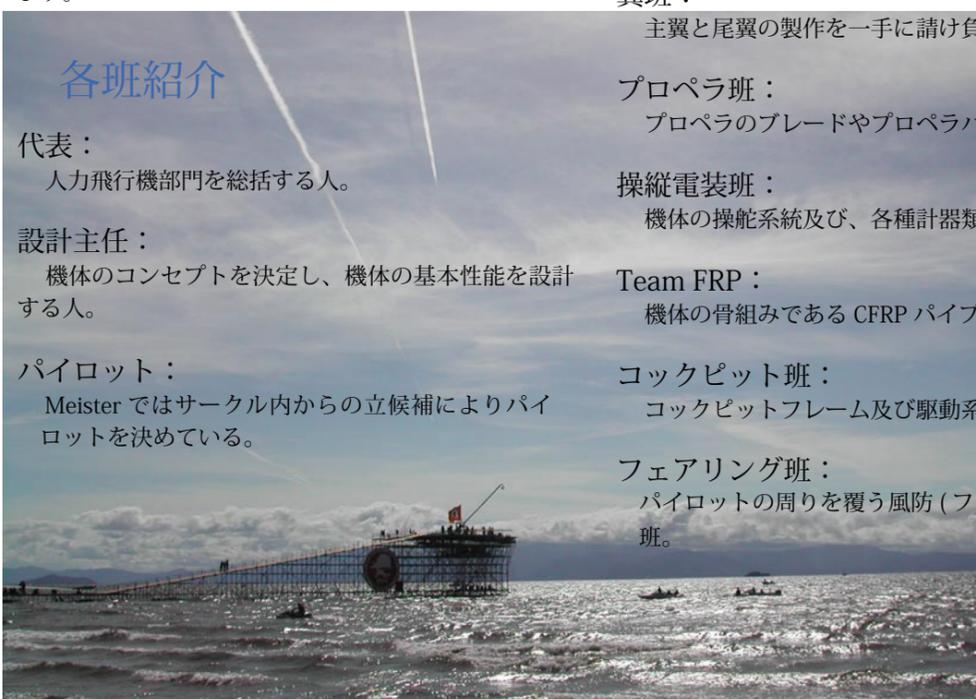
↑ 2005/4/10 東工大グラウンドにて記念撮影

# Human Powered Airplane 人力飛行機部門

人力飛行機部門では、毎年夏に行われる「鳥人間コンテスト(読売テレビ主催)」への出場、そして好成績を残すために、人力飛行機の製作に取り組んできました。また近年では、より長時間・長距離の飛行を実現するために更なる機体の高剛性化・軽量化に努めてきました。

そして今年度は、今までの足跡を踏まえつつ、「改革」をテーマに据え、駆動系の大幅な変更などを進めています。

- 翼班：  
主翼と尾翼の製作を一手に請け負う班。
- プロペラ班：  
プロペラのブレードやプロペラハブを製作する班。
- 操縦電装班：  
機体の操舵系統及び、各種計器類を製作する班。
- Team FRP：  
機体の骨組みである CFRP パイプを専門に作る班。
- コックピット班：  
コックピットフレーム及び駆動系部品を作る班。
- フェアリング班：  
パイロットの周りを覆う風防(フェアリング)を作る班。



↑ 台風の接近により、強風に見舞われた第28回鳥人間コンテスト当日の琵琶湖の様子。

## 各班紹介

- 代表：  
人力飛行機部門を総括する人。
- 設計主任：  
機体のコンセプトを決定し、機体の基本性能を設計する人。
- パイロット：  
Meister ではサークル内からの立候補によりパイロットを決めている。



# 機体設計 Design

## 今年の変更点

### 1. 高安定性を狙った 平面形と容積比

人力飛行機において長距離を飛行するためには、どれだけ必要出力を下げるかが重要となってきます。そのためには低機速で飛ぶほうが有利になってきます。そこで、天候が悪いときはある程度高速で飛び、風に流されないようにするために低迎角で高速飛行、天候の良いときには高迎角で低速飛行できるように考慮しました。しかし、低速での飛行は不安定化しやすいため安定性も重視しました。高迎角でも翼端で失速ないように翼端で捻り下げを行いました。このことにより、効率を多少上げることに成功しています。さらに翼端に誘導抗力を減らすためにウイングレットを取り付けることにしました。また、上半角を去年の約8度から10度に変更し、

さらなる安定化を図りました。さらに水平尾翼、垂直尾翼の容積比も減らすことなく例年通り大きな値に保ちました。これらの改良のおかげで、飛行場での初めての試験飛行から安定した飛行をすることができました。

### 2. プリプレグの テーパ切り出し

CFRP 桁を自作していることを利用して、いかに桁の重量を減らしつつ必要強度を保つかを検討しました。これまで桁の上下にプリプレグシートを多めに積層することにより縦方向の剛性は高めにしながら軽量化をしてきました。(上下に積層する層をフランジと呼んでいます。) また、翼のスパン方向についても、プリプレグの積層数を変化させる事により剛性を変化させてきました。しかし、この方法だけでは一つ欠点がありました。そ

これは縦方向の剛性と横方向の剛性の比が0.8～0.5と大きく変化してしまうことです。剛性の比があまり大きすぎると座屈する危険性が出てきます。そこでフランジを台形に切り、桁の剛性の縦横比を一定に保ちつつ、スパン方向にも桁の剛性を変化させることに挑戦してみました。果たしてこのような方法が上手く行くのかどうか実際に数本桁を製作してみて破壊試験をしたところ、特に問題がないことが分かりました。そこで今年の主翼には全面的にテーパフランジを採用しています。



Fig.1 テーパーフランジ

### 3. テールの剛性強化と 尾翼の平面形の変更

去年、水平尾翼の利きがあまり良くないということがありました。それを解決するためにテールパイプの直径がφ120の部分を増やしφ90の部分減らすことにより剛性を上げました。それとともにテールビームの設計においては応力を一定にするのではなく根元の部分を強くし、先端にいくほど弱くしました。そうする事により、同じ力が加わったときの先端での変位を同じに保ちつつ、軽量化することができました。また、垂直尾翼の利きがあまり良くなかった原因の一つにテ-

ルのねじれがありました。そこで垂直尾翼のテールより上に出ている部分と下に出ている部分の比をなるべく1:1に近づけるようにしました。さらに垂直尾翼を切ったときの揚力が中心付近に集中するように尾翼の平面形も変更しました。その甲斐あって尾翼の利きの問題は見事に解決されパイロットから高評価を受けています。



Fig.2 水平尾翼と垂直尾翼

### 4. 迎角調整器の位置の変更

主翼の迎角を変更するために主翼桁に迎角調整用のアームが付いています。例年はできる限りモーメントアームを長くとれるように迎角調整用のアームを後縁側につけていました。しかし、今年はコクピットの構造上どうしてもこのアームとコクピットフレームが干渉してしまうという問題がでていました。そこで思い切って翼の前縁側にアームを出すことを考えました。実際にアームを前縁側に変更して設計を見直してみたところ、アームが翼からはみ出さない条件を考えるとアームを前に付けても、後ろに付ける場合に比べて20%程長さを短くするだけで済むことが分かりました。実際に前縁側にアームを付けて見てから分かったことですが、実はアーム

のフェアリングも意外にうまく作ることができて結果的にはよかったようでした。

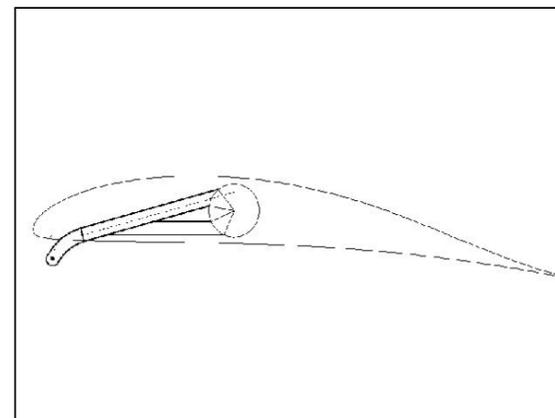


Fig.3 前縁方向に伸びた迎角調整器用のアーム

設計主任：  
機械宇宙学科3年 篠田 崇

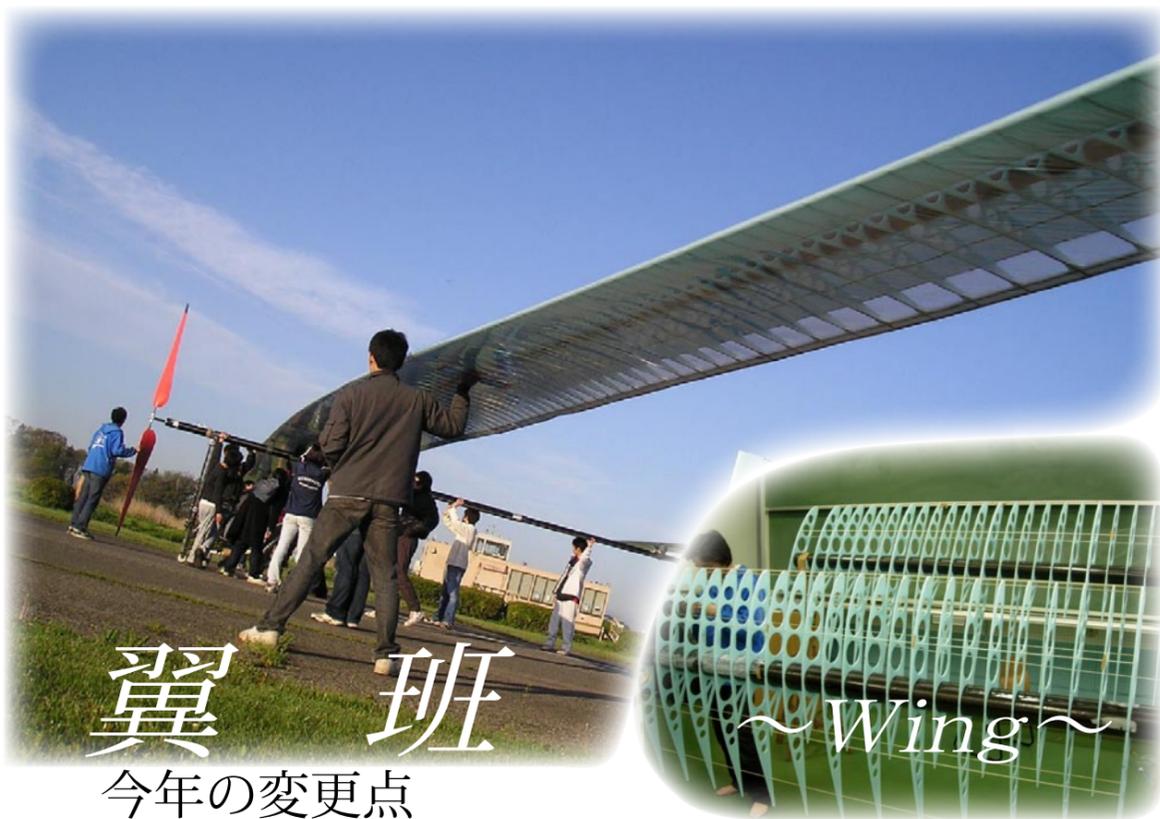
代表：  
情報工学科3年 堀江 啓



パイロット：  
機械宇宙学科3年 青山 泰



HPA



### 1. ねじり下げを採用

翼端失速防止、翼効率向上のため、片翼中心付近から翼端にかけて連続的に迎角を下げていく「ねじり下げ」を採用しました。具体的には、翼中心に対して翼端の相対迎角を2度下げました。この「ねじり下げ」には、いろいろな製作方法が考えられましたでしたが、一番容易に製作できる基準線の傾き変更という方法をとることにしました。Meisterでは、翼型の打ち出しにオリジナルのプログラムを用いていますが、そのプログラムを改良し桁穴を中心として基準線の傾きを変更できるようにしました。このプログラムによって打ち出したマスターでリブを製作することにより、従来までと同じ工程を踏むことだけで、自動的に「ねじり下げ」を行うことができました。

### 2. 製作工程の改善と

#### 精度向上

去年までは20ミリ幅の両面テープを5ミリ幅に切り出し、5ミリ厚リブに貼り付けていましたが、精度があまりよくないこと、危険を伴う作業であることなどが問題でした。そこで企業に発注し、20ミリ幅両面テープを5ミリ厚に切断してもらうことにしました。

また、カーボン後縁については、去年後縁自体の剛性アップを果たすことができましたが、翼型が忠実に再現できていることには疑問がありました。そこで、各桁の端部の翼型おしりマスターを作り、それに合わせて後縁を固定することにより、翼型を忠実に再現しました。

### 3. テーパー角変移点の増加

製作しやすいテーパー翼をできる限り理想の楕円翼に近づけるため、テーパー角変移点を増やしました。今までは桁接合部でのみテーパー角を変えていましたが、今年は10ミリリブを適当な位置に配置して、桁接合部以外でもテーパー角を変えられるようにしました。結果的には、テーパー角変移点が2点(去年)⇒4点(今年)となりました。これにより、翼効率が向上しました。

### 4. フィルム材質の変更

昨年は、翼の表面を覆うフィルムにPET(ポリエチレン・テレフタレート)フィルムを使用していましたが、表面がシワシワになってしまい抵抗を増加させてしまっていました。これは材質の問題であると考えられるので、今年は過去にも使用したことのあるOPP(ポリプロピレン)フィルムを使用することにしました。OPPフィルムは、薄いのが特徴で、熱収縮する性質を持っています。

### 5. ウイングレットの装着

翼端部において、相対的に圧力が高い翼下面から、圧力が低い翼上面に空気が流れる吹き降ろし風によって、翼端渦を発生させています。この翼端渦により、翼端に近い翼は揚力を少なからず失ってしまいます。それを防ぐために、今年はウイングレットを装着することにしました。ウイングレットの効果については疑問が残りますが、テストフライト等で確認するつもりです。

### 翼班メンバー紹介



3年	2年
鮫島(主任)	奥山
坂口	高橋
柴田	村瀬
	南野
	栗林
	三浦



Fig.1 真剣な表情で翼型のマスターを作る翼班主任

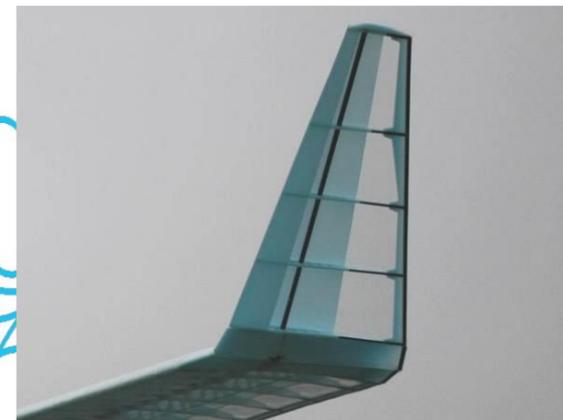


Fig.2 装着されたウイングレット



今年は、型作りには大きな変更はせず型からカーボン製のプロペラ本体を作るところに重点を置いて改良を加えようと考えています。

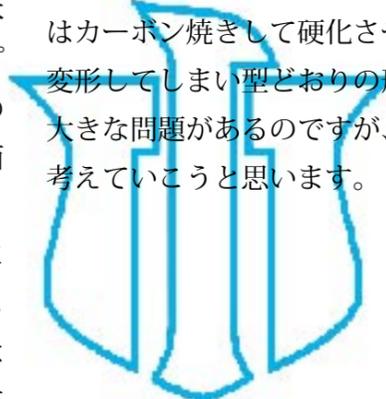
### 1. プリプレグ製の プロペラ製作

去年試作に至りながら、外皮の変形による音なりという問題により鳥人間コンテスト本番での使用ができなかったプリプレグでのプロペラの製作をしていきます。これは従来のハンドレイしたカーボンより高剛性化、表面状態の向上ができるとの考えからです。

去年はプロペラ内部からの補強を格子状にしていたのですが、それでは隙間にどうしても剛性の弱い部分が出てしまうので、今年は問題解決のため全面をサンドイッチ構造にすることで強くすることにしました。これによ

り飛行時のプロペラのたわみを少なくすることもできるのではと考えています。多少の重量増はありますが、高剛性化を優先しました。重量に関しては、表面状態向上により塗装が薄くできるので、塗装での重量を極力減らしていこうと考えています。

また去年の試作ではクロスプリプレグを使用しましたが、今年はできれば、より高剛性化、表面状態向上ができるUDプリプレグを使いたいと思っています。UDプリプレグにはカーボン焼きして硬化させたあとにも少し変形してしまい型どおりの形がでないという大きな問題があるのですが、何とか解決策を考えていこうと思います。



### 2. T字(プロペラハブ)の 形状変更

今まではプロペラシャフトを入れる部分と、プロペラの桁を入れる部分を別に作ったのち二つを結合させていましたが、今年は一つの材料から削りだし一体化することにしました。これによりT字がよりコンパクトになり、軽量になりました。



Fig.1, 2 昨年(上)と今年(下)のプロペラハブ

すというもので、翼と言うウイングレットと同じような物です。しかしこのスキュープロペラは船のスクリューのために開発されたもので、飛行機用の資料がなく、解析も大変困難なため、まだうまくいくかはわかりません。試作してみても現在プロペラの性能をしっかりと評価する方法が無いので、従来のペラとの比較も難しいなど多数問題はありますが失敗を恐れずに挑戦していこうと思います。



Fig.3 スキュープロペラ

### プロペラ班メンバー紹介



### 3. スキュープロペラへの 挑戦

今年はよりプロペラの効率を上げるために、スキュープロペラ製作を考えています。スキュープロペラというのは、プロペラの先端部を曲げ、先端の渦による誘導抗力を減ら

3年	2年
有馬(主任)	斎藤
浅田	村田
宮村	千々岩
柿沼	細川
杉本	小鳥居
	片岡



# Team FRP

## 今年の変更点

### 1. 桁巻きの変更点

プライ構成や巻き方など、細かい変更点はあるものの、基本的には去年までのものを踏襲しました。そのため今年度の大きな変更点は、以下の2点のみだと思われます。

#### ① 寿司巻きの導入

去年までは0度方向（桁の長手方向と平行になる方向）の桁巻きは、プリプレグを1プライずつ別々にして巻いていましたが、今年は最大2プライ分まとめてプリプレグを巻きました。巻き方が寿司の海苔巻きのように見えることから、寿司巻きと命名。これは2プライが途中で分離してしまうよりも、つながっていた方が強度が増すということ、また長年桁を自作してきた経験により、寿司巻きをするだけの技術を持つと判断したこと

より導入したものです。ただし実際のところどの程度強度が増したのかは、今年は時間がなかった等の都合もあり、寿司巻きをした桁とそうでない桁の比較破壊試験が行えなかったため不明であるというものがあります。

しかし桁巻きが自作である以上、毎回同じ精度で製作できるはずもなく、強度に明確な差があるかを測定するための破壊試験を何度も繰り返さない限り、例えそれを行ったとしても厳密に強度の差が測定できるとは思えません。また別の問題点としては、寿司巻きをした桁は気泡が抜けにくい可能性があるというものです。これも明確にそうと言えるわけではありませんが、寿司巻きをした本番桁2本とそうでない本番桁5本との外見の比較で、そのように感じました。ただこの問題も上の強度の問題と同じく、製作精度の違いを否定できないだけに断定はできません。

これら2つの問題点の解消は、以後寿司巻きを続けるかという問題と共に、来年以降

の課題です。個人的には、例え1セットでも良いので、比較破壊試験を試してみる必要はあると思います。



Fig.1 0度層には寿司巻きを採用している

#### ② テーパーフランジの導入

去年までの長方形のフランジを、桁の端部に向かうに従って細くなるテーパーフランジに変更しました。そのためフランジの形は、台形もしくは二等辺三角形となりました。桁は端部に向かうに従って強度・剛性がなくなってくるため、フランジをテーパーにすることによって、必要な強度・剛性を保ちつつもぎりぎりまで軽量化できるという利点があります。

ただし細いフランジをあまりに多用することは、横座屈を起こす原因になりうるので避けなければなりません。テーパーフランジの先端のほうは非常に細いため、それを多用した桁の破壊試験では、事実横座屈が確認できました。そこまで多くないテーパーフランジの使用であれば、軽量化につながることもあり、問題ないのではないかと思います。これも来年以降の使用、その他問題の検討は、次の代以降に任せます。

### 2. 構造上の変更点

今年度も Meister の特徴ともいえる片持ち翼を採用しているため、桁の長さ、径、その他構造上の大きな変化はありません。これも大きな変更点は以下の2点。

#### ① CD 間接合部の分離

まず、Meister では主翼桁を7分割出来るように製作しており、中央桁の径が最も大きく、両端にいくほど径の小さい桁にしています（主翼桁のうち、中央をA桁、その両隣をB桁、更に隣をC桁とし、最外桁をD桁と呼んでいる）。そしてその径の違う桁同士の接合を、桁に部分的なテーパー部をつけることで対処しています。そのため例えばB桁などは、A桁にはめられる短いストレート部・テーパー部・B桁本体の長いストレート部というようになり、この短いストレート部・テーパー部をまとめて接合部といい、B桁についているものは、AB間接合部と言う呼び方をします。ただしマンドレルは通常ストレートの物しか売っていないため、接合部のマンドレルは Meister の自作であり、ストレートのマンドレルに後から接合した状態で桁を巻くことで、接合部と本体の長いストレート部を一体で作ることができるのです。

さて、ここからが変更点の本題です。D桁用のマンドレルが GFRP 製のテーパーマンドレルであり、接合部マンドレルをつけることができないという理由から、去年までは CD 間接合部は C 桁と一体になっていました。すなわち去年までは C 桁には、BC 間接合部と CD 間接合部が両端に付いていたのです。構造上においては別にこれで問題ないわけですが、この問題点はマンドレル自体を傷

つけるというところにあります。(先ほど説明したとおり、接合部マンドレルはストレートのマンドレルに差し込んで使用するのですが、マンドレル自体がアルミ製であるため、どうしても抜き差しするときにマンドレルを傷付けてしまいます。もしB桁のように片側だけ接合部であるなら、接合部マンドレルは端部に接合して使えば良いので、傷つく部分は端のほんの少しの部分だけとなり問題ないのですが、C桁のように両端接合部だと桁の長さを設計値に合わせなければならない都合上、接合部マンドレルのどちらか一方はストレートマンドレルの途中まで差し込まなければなりません。このときストレートマンドレルに大きな傷を残してしまう可能性が大きいのです。)



Fig2 今年はC桁とD桁の間に接合部桁を配置した

このため今までは非常に高価なマンドレルを、2,3年に一度の割合で購入しなおさなければならなくなっていました。そこで今年度はCD間接合部を分離して、C桁もBC間接合部のみが付いた構造にし、そのCD間接合部にC桁とD桁を接合するようにしました。これはC桁とCD間接合部のはめ合い部の分だけ重量増である上、一体の時に比べ強度・剛性の面でも不利であると思われます。そのため Team FRP として、また Meister 全

体としても、今後のTFや本番の飛行において、この接合部で桁が折れたり、またこの箇所から上反角の付き方が不自然であったりというのは、かなりの不安材料となるはずですが、しかし機体の製作にはただでさえお金がかかるため、将来の Meister のことを考えると、決して無駄な変更ではないと思います。

### ②迎角調整器の位置の変更

去年と同様、今年もコックピットフレームの後ろパイプと迎角調整器が干渉した上、今年度はコックピットに斜めの桁を入れる都合からその桁との干渉も生じたため、今年度は迎角調整器を主翼桁の後ろではなく前に付けることにしました。後ろパイプと迎角調整器の干渉を防ぎ、かつ調整器を後ろに付けたければ、去年のように翼の上面に桁が突き出さなくてはならなくなり、それは空力的に問題があるという理由からです。

ただし製作の面において、FRP 班としてはそれほど変化はないので、詳しい解説は設計、その他の班に譲ります。



Fig3 昨年の迎角調整器は主翼の後縁側に向かって伸びていた

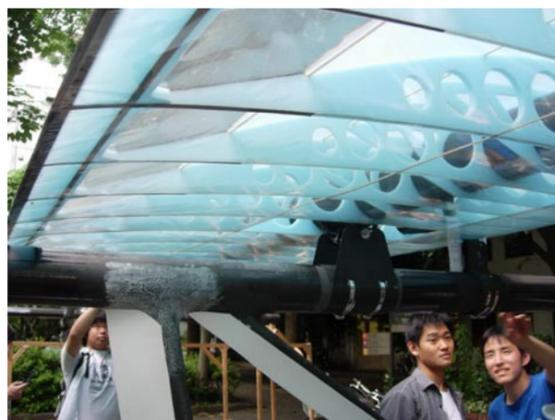


Fig4 今年の迎角調整器は主翼の前縁側についている

### Team FRP メンバー紹介



- |        |    |
|--------|----|
| 3年     | 2年 |
| 小林(主任) | 引間 |
| 大橋     | 小林 |
| 池田     | 三村 |
| 大沼     | 笹本 |
| 本田     |    |
| 菊池     |    |



↑ 昨年の機体「Halcyon」のテストフライトの様子

HUMAN POWER AIRPLANE

HUMAN POWER AIRPLANE



# コックピット班 Cockpit

## 今年の変更点

### フレーム系

#### 1. フレーム構造の変更

これまでは前パイプ（通称：前田）と後ろパイプ（通称：後藤）はともに胴体パイプ（通称：上田）に対して垂直になるように構成されていたのですが、今年度から後藤を内側に傾けました。これにより、これまで無駄になっていたパイロットの背中の中のスペースをなくし、フェアリングの小型化を図りました。

また、パイロットの姿勢を去年はかなり寝た姿勢にしていたのですが、今年はより起きた姿勢にし、フェアリングの翼弦長を縮小しフェアリング全体の小型化を図りました。

他にも、上田-後藤接合部から前田-下田接合部に、コックピットを斜めに貫くパイプ（通称：レナ）を新たに増やし、構造的な強化を図るとともに、パイロットの姿勢安定、操縦装置の取り付けの役割も果たすようにしました。

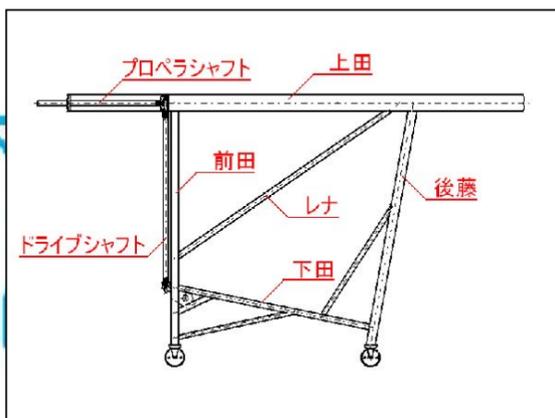
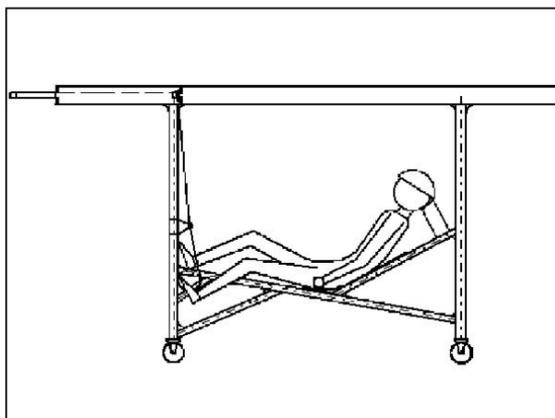


Fig.1, 2 昨年(上)と今年(下)のコックピットフレームの変化

#### 2. 接合部の変更

これまでもオーバーレイする時にはあらかじめパテを盛り、カーボクロスを追従しやすくしていましたが、パテが少なくクロスに不連続点がありクロス本来の強度が発揮されず、接合部の強度不足が言われていました。そこで今年度から盛るパテを増やし接合部を滑らかな曲線でつなぐようにしました。このパテの増量で重さが増した分、オーバーレイのクロスを減らし、全体の重量増を最小限に抑えました。

また、これまで接合部の前後方向の部分にはクロスが追従しにくく、クロスに切れ目をいれて追従させていましたが、綾織のクロスを使用することにより切れ目を入れなくても追従させることができるようになりました。ただ、綾織クロスは扱いが難しく、まだ改良の余地があります。

#### 3. パイプ径の変更

コックピット構造に補強材として入れているパイプの径をこれまでの35mmから30mmに減らし、軽量化に努めました。

### シャフト系

#### 1. シャフト駆動への移行

去年の機体から今年の機体への最も大きな変更点として、プロペラの駆動方式をチェーン駆動からシャフト駆動に変更しました。前年度までのチェーンをねじった駆動方式だと、歯とびなどを防ぐためのテンショナーによる駆動効率の低下などの問題があるからです。この方式による駆動効率の低下がどの程度かを確認の方法はありませんでしたが、パイロットの感想によるとテンショナーのテンションによって明らかに負荷が変化することだったので相当に大きな影響があったと考えました。

そこで今年はシャフト駆動に変更し、前述の問題点を解決しようと考えました。しかし、学生の手でギアボックスを自ら製作しているチームがほとんど無かったので、本当に手探りの状態から始まりました。

理想形としてはクランク軸にベベルギアを直接配置して回転方向の変換を行い、ドライブシャフトに回転を伝えるという方式（以降、「クランク直結方式」と言う）でしたが、製作し易さを考えて自転車のようにクランク軸にスプロケットを配置しチェーンで動力をギアボックスに伝えてから回転方向を変換するという方式をとりました。



Fig.3, 4 昨年(上)と今年(下)の接合部の変化

## 2. 試作機の製作

実際の活動については、前年度の大会後すぐに設計にとりかかり、大学の夏休みの二ヶ月間かけて一昨年の機体を用いて試作機の製作に取り組みました。しかし設計段階から様々な問題が発生し、何とか完成してもペダルの回転数が70rpmにもいかないうちに部品が破断し、全くの失敗作でした。

シャフトに変更したことによって、重量増を打ち消すだけのパイロットの負荷の軽減を目指したのに、駆動系全体の重量は3キロ近く増加し、チェーンよりも負荷は大きく、さらに部品の強度不足という最低の出来でした。試作は失敗に終わりましたが、この試作から学ぶ点は多くありました。



Fig.5, 6 試作機と、その破損状況

## 3. 本番機的设计

この試作の反省点を踏まえて、10月より本番用の駆動系の設計を開始しました。

まず問題であった重量ですが、荷重に耐えるギアのうち、最軽量のものを選択し、それに合わせてギアボックス、その他の部品を設計していったところ最初の設計段階では部品数は試作のものよりも圧倒的に多くなってしまいました。

他にも、去年まで使われていたスプロケットやハウジング、プロペラシャフトなどの設計も一から見直しました。スプロケットは昨年、一昨年と同じだったクランクとプロペラの回転数の比をクランク：プロペラ=90：150に変更し、より小さく軽いスプロケットを採用しました。また、高速側のスプロケットがアルミ製で摩耗が激しかったため、今年はチタン製にしました。プロペラシャフトは昨年、一昨年を見る限り過剛性だったので、内径を35ミリから33ミリに変更し、その分できる限りシャフト自体が短くなるようにし、ドライブシャフトは、かかるトルクがプロペラシャフトにかかるトルクの約2/3のため、更に細いφ30にして、プロペラシャフトと同じプライ構成のカーボンパイプを採用しました。この結果、試作から約1.5キロの軽量化に成功しました。

更に、まがり歯のベベルギアを使うために強度が必要なこと、早朝の結露の中でのテストフライトをこなすために錆び対策が必要なことなどから最初は析出硬化系のステンレス鋼を削りだしてシャフトを作ろうと考えていました。しかし相当な重量増になったので、高価ですが軽量かつ高強度という性質を持つチタン合金(6-al,4-v)を最終的には採用しました。しかしチタン合金を採用したことや、

部品数の大幅な増加により、製作が非常に困難になってしまいました。この点が今年あまり考えられていなかったため、来年はもう少し製作者に優しい設計にすべきだと思います。

また、製作上のもう一つの大きな問題点として、ドライブシャフトの軸を精密に一致させることが非常に難しいをいうことがあります。これはコックピットフレームの製作精度に依存しますが、フレームをここまで精密に製作することは私たちの技術力では不可能です。これがクランク直結方式をあきらめた大きな理由でもあります。

しかし、チェーンを介すことでフレーム製作に必要な精度は下がりましたが、どちらにせよシャフトの軸のずれを調整してくれるような機構は必要でした。最初に考えたのはユニバーサルジョイントですが、これでは可動範囲が大きすぎると、本来の用途にあってなかったため採用せず、いろいろな解決策を探した結果たどり着いたのがカップリングでした。この部品のおかげで多少の偏心、偏角があっても吸収してくれます。この部品にもっと早く辿り着いていればクランク直結方式も十分可能だったと思うのですが、これも来年度に期待したいです。



Fig.7 新採用のカップリング

## 4. 製作と調整

結局、設計があがったのが1月中頃で、やはり製作上の困難さはありませんでしたが3月下旬には全ての部品が完成し、動かせる段階に辿り着き、各部調整をはじめました。最初は問題点だらけで、一つずつ原因と思われるところを消していきました。時には何が問題なのか分からない時もありましたが、なんとか4月の最初にはだいたいの問題点を解決し、プロペラの回転試験に耐えうるものが完成しました。その後テストフライトで機体を浮かすところまでは今回の駆動系で問題はありませんでした。

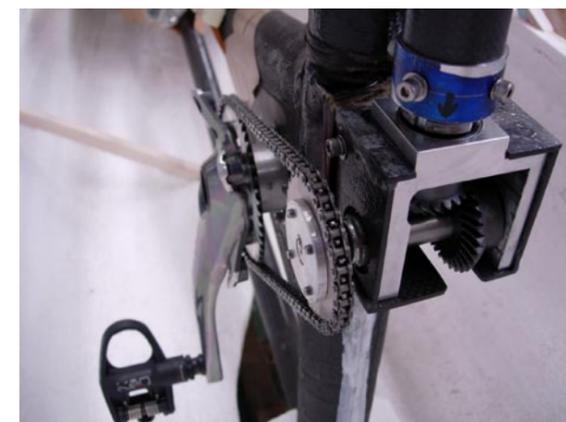


Fig.8, 9 見事に完成した新駆動系

HPA

## 5. 大会に向けて

しかし、この駆動系は調整段階で応急措置的な方法で問題を解決していたので、根本的な解決を目指すため設計をもう一度見直し、改良した駆動系を製作しました。これが今年の機体にのる駆動系になるはずですが。

最後に今年初めての試みを任せられ、もちろん今年の機体をできるだけ遠くへ飛ばすためにやってきたわけですが、それと同時に今年やってきたことを次の代が引きついでいってくれることが重要だと思います。完璧な完成形にはやはりまだほど遠いと思うので、まだまだ発展していく余地は多く残されているはずですが。

## コックピット班メンバー紹介



3年	2年
神谷 (フレーム系主任)	鷲見
小森 (シャフト系主任)	鈴木
岩橋	小椋
	福田
	西本



↑ 今年のコックピットフレーム



### 1. 回転計の変更

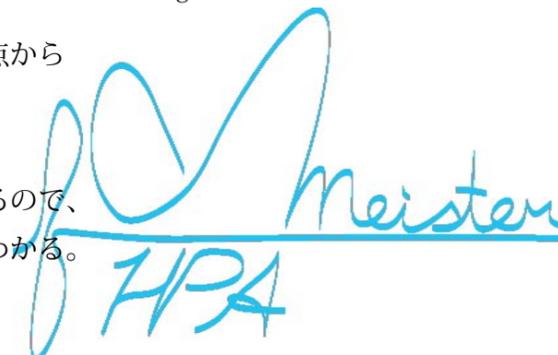
従来の回転計は磁気センサを用いてクランクの回転周期を出してからそれをrpmに対応させていました。しかしそれだとサンプリング周期が長いためにデータが非常に荒く、設計がほしいデータが十分には取れませんでした。そこで今年は磁気センサではなくフォトインタラプタを使用し、シャフトにつけたスリットによって回転数を測ることにしました。この方式にしたことによる利点としては



Fig.1 新しい回転計

- ①サンプリング点が一周当たり1点から12点に増える。
- ②ドライブシャフトの回転数を測るので、より正確なプロペラの回転数がわかる。

などがあげられます。



## 2. 尾翼接合部周辺の改良

Meister では尾翼とテールビームをつないでいるパーツのことをその形状から「V字」と呼んでいます。

V字は2plyのカーボンでハニカムをサンドイッチした構造になっています。去年までは一回り大きいV字を作ってからそれを切り出し・整形したのを使っていて、切り出した断面にはパテを盛って内部のハニカムの破損およびカーボンの剥離を防いでいました。しかし、どうしてもそのパテの重量が余分になってしまう・空気抵抗が大きいため別にフェアリングを作らなくてはならないなどの問題点がありました。

その問題点を改善するため、今年は新製法を模索しました。いくつかの試作の結果、ハニカムを最初からV字の形に整形し、端をカーボンで閉じれるように上面を曲線にした物をカーボンでサンドイッチしたものが一番上記の問題の改善になることがわかりました。今年はこの製法を用いたV字を採用する予定です。



Fig.2, 3 昨年(左下)と今年(上)のV字

### 操縦電装班メンバー紹介



3年

比嘉(主任)  
五味  
大類  
篠田

2年

後藤  
大久保  
吉田



## 1. 翼型の変更

今年は従来の翼型を見直し、よりスリムな翼型を作製することにしました。具体的には、既存の翼型( : NACA 63-4-021)を30%と70%の位置で切り、それぞれ20%と80%の位置まで圧縮し、その間を滑らかにつなぐことによって新しい翼型を作り出しました。さらに、これを基準の翼型とし、各場所によってその翼型自体を拡大・縮小させ、その場所で最適な翼型を作り出しました。

ただし、これには問題点もあります。まず、翼型を切るといことがどの様な影響を及ぼすのかが分からないという点があげられます。また、それはどの程度のものなのかも不明です。その他の問題点として、作り出した翼型がスリムであるが故に、横幅を得る為に翼弦長(コード長)を長くせねばならず、結果として、フェアリングの形自体がかなり細

長いものになってしまった点などがあげられます。長くなればそれだけ横風の影響を受けやすく、結果として横揺れを起こすからです。しかし、これらの問題点を抱えながらも、あえて昨年までの翼型からの変更を決断しました。その理由としては、パイロットからの要望があったことや、我々 Meister の信念である「Challenge&Creation」に後押しされたこともさることながら、何より僕自身がよりスリムなフェアリングを作りたいと思ったからです。



Fig.1 フェアリング内からの外の眺め

## 2. リブの変更

昨年までのフェアリングのフィルムのブレを解消するために、今年はリブの製作方法を変更しました。東北大学さんのリブの作り方を参考にさせていただき、それまでのバルサ材の方向を90度回転させた形で切り出し、横リブとしました。また縦リブも、より強度の大きいものを製作する予定です。これによって、リブ同士の強度が上がり、フェアリングのばさつき（横揺れ）を軽減させる効果があると思われます。

ただ、これにも問題点があると思われます。まず、リブ固定の仕方が難しいという点です。昨年までなら、最初に横リブを固定した後、その間を縦リブで支えれば良かったのですが、今年は縦・横リブともうまくバランスを取って組み上げなければなりません。また、翼型がその各場所において変わっているので、それらをうまくつなげられるかどうか不明です。さらに、リブの製作方法を変えたからといって、フェアリングのばさつきをどこまで解消できるのかも分かりません。

この様に、実際に作ってみないと分からない点が多々あります。しかし、少しでもフェアリングによる抵抗を減らせるようにこれからもがんばっていききたいと思います。

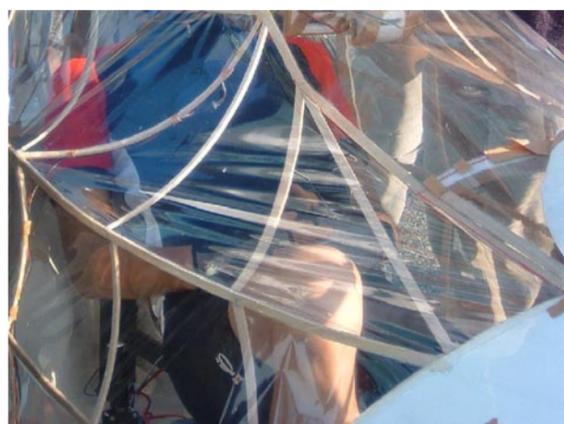


Fig.2, 3 昨年(左下)と今年(上)のリブの変化

## 3. 材料の変更

今年は、従来の製作方法を踏襲しながらも、変更していける点は積極的に変更していこうということで製作に取り組み始めました。その中で、やはり今からでも変更が可能なのは、フェアリングを作っている材料そのものだと思います。この点だけは、最後の最後までこだわりを持ち、より良いものを求めていきたいと思っています。なので、どこをどう変更するのか具体的には分かりませんが、少しでも軽く、かつ丈夫なものを採用していきたいと思っています。

この様に、今年はフェアリングをかなり大規模に変更しました。これらの変更がどの程度結果につながるかは分かりません。もしかしたら、全く変わらないかもしれませんが、最悪の場合、マイナスに働くかもしれません。しかし、少しでもより良いものが作れる可能性があるのだとしたら、その可能性にかけてみたいと思います。これから先、何が起るかは分かりませんが、最後の最後まで諦めずに頑張っていきたいと思っています。

## フェアリング班メンバー紹介



3年  
吉澤(主任)  
杉本  
目加田

2年  
吉崎  
星埜



↑ 今年の機体「ていだ」のテストフライトの様子。これは中距離飛行(約300m)に初成功した時の写真



↑ 2005/5/4 秋田大会を終えて

# Econo Move Project

## エコノムーブ部門

Econo Move という競技は、規定量の鉛蓄電池の電力のみを用いて、制限時間以内にどれだけ距離を走破できるかを競うものです。近年グランプリ制となり、今年は総計7戦の開催が決定しています。

もちろん7戦それぞれのコースに特色があり、同一のセッティングで戦い抜けるわけではありません。車体の基本性能、エネルギーマネジメント、ドライバーの腕等々、様々な要素を揃えていなければ、総合成績で上位に名を残すことはできないのです。

Meister の Econo Move Project(エコノムーブ部門)は、今年で設立3年目と、まだ歴史の浅いチームです。しかし、2年目にして製作した「lucciola」が和歌山・旧南紀白浜空港で9位、愛知・幸田サーキット4位入賞を果たすことができ、着実に力と経験を得ています。

昨年度の車体「lucciola」に加えて、Meisterの悲願、「菅生で勝つ」を目標に新車「Leitbild」を製作しました。過去 Meister で製作した2台に対して、形状を始めとして様々な変更点、改良点を盛り込んだ車で、好成績が期待できます。

今年度こそ、表彰台に登ってみせます！



↑ 秋田大会にて併走する Leitbild(左)と lucciola(右)

## 各班紹介

代表：

エコノムーブ部門を総括する。

車体設計：

車体のコンセプトを決定し、車体形状を設計する。

ドライバー：

Meister ではサークル内からの立候補によりドライバーを決めている。

lucciola、Leitbild の2台に合わせて2人いる。

前輪・操舵系：

前輪の配置とそれに付随する操舵系について設計・製作を行う。

後輪・駆動系：

後輪の配置とそれに付随する駆動系について設計・製作を行う。

Team Monocoque：

車体設計に基づき、実際の車体外殻の製作を行う。

Team EREKI：

電気に関係するもの全てを扱う。



## 今年度大会結果

これまでに2大会が開催され、以下の成績を残しました。

	lucciola	Leitbild
秋田大会	30位	34位
神戸大会	13位	9位





# 車体設計

## 今年の変更点

Design

今年の最大目標は菅生大会での優勝です。昨年の車体 lucciola は、多くのコースに適応できる設計であり、車体性能も初年度と比較しても飛躍的な向上をしていました。そのような中で lucciola がもっとも苦手とするコースが、菅生サーキットです。lucciola は、軽量化のために犠牲にしたドライブトレインの設置スペースの狭さ（菅生以外の大会では余計なスペースとなり、菅生以外の大会にはこうすることが賢明と言えます）にあります。菅生大会においては高低差があり、求められるモータ出力も他の大会とは一線を画します。つまり巨大なモータが乗せることができ、かつ、そのモータの挙動に耐えうる車体でなければなりません。しかし、菅生大会に合わせた設計にすると他の大会では、相対的に無駄な重量がかさみ不利となるため、菅生サーキットを含めたすべての大会で有利な車体は作れません。そこで思い切って菅生をターゲットにした車体を作ることを決心しま

### 1. 設計方針

基本的には昨年の車体が強豪チームと接戦を繰り広げたこともあり、lucciola を出発点として設計をしました。

- lucciola の基本コンセプト  
コンパクト化、カーボンモノコック構造の採用により軽量化と高剛性を両立させる。



Fig.1 汎用的な性能を持つ lucciola

つまり、今年の車体 Leitbild の基本コンセプトは次のようになります。

- 菅生仕様にした上で、コンパクト化、カーボンモノコック構造の採用により軽量化と高剛性を両立させる。

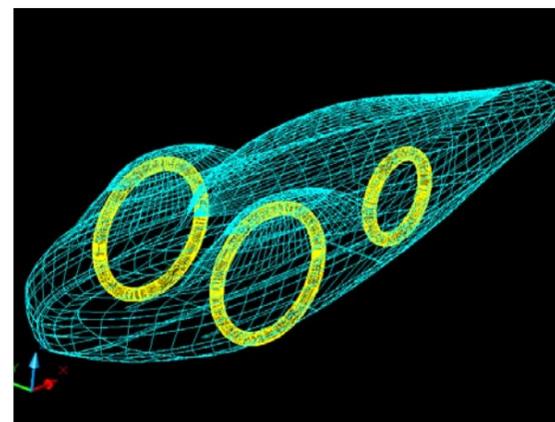


Fig.2 カウル設計図

### 2. 車体構造の変更

まず菅生に出場するためのモータですが、昨年のダイレクトドライブモータ製作の経験を活かし、菅生仕様の巨大なダイレクトドライブのモータを作ることになりました。それに合わせ、モータに負けないように駆動輪周りを強化し、さらに走行中に車体が受ける大きな力をよりダイレクトに伝えるように、構造を工夫しました。

また、昨年多くのチームから賞賛されたツインチューブですが、今年は製作の開始時期が遅れてしまったことや、先導すべきリーダーが車体製作に関しては一人でしたので、ツインチューブを諦め、代わりにアンダーカウルのサイドウォールを高くし、そこにハニカムを入れるというように、車体の形状を工夫する事によって、製作の手間を増やさずに車体の剛性を確保することにしました。

また、サイドウォールを高くすることによって、地面から伝わる力をよりダイレクトに車体全体に伝えることができるという利点もあります。



Fig.3 ツインチューブに替わり採用された、高めのサイドウォール



Fig.4 アンダーカウル内部の変更で、防水性能も改善された



### 3. 機動性の強化

昨年度のドライバーの話からコーナーリングスピードをさらに上げるには前輪荷重を増やす必要があるということを知っていたので、ドライバーの乗車位置をより前輪に近づけることによって、前輪荷重を増やせるようにしました。このことによって、三輪車（前輪二輪、後輪一輪）の特性による横転の危険性も下がることとなります。車体は、軽量化と空力性能の向上を狙い、これらの条件でなるべくコンパクトにまとめるため、ドライバーにあわせて、トレッド480mm、ホイールベース1050mmとしました。これはEVエコランではワイドトレッド、ショートホイールベースの部類に入ります。

また、菅生サーキットは高低差ゆえにエコノムーブにおいては異常なまでの速度がでてしまうため、非常事態にしか機械式ブレーキは出番がありませんが、ドライバーの安全確保のために、制動に有利な前輪にブレーキを取り付けられるように前輪操舵系担当者に依頼しました。

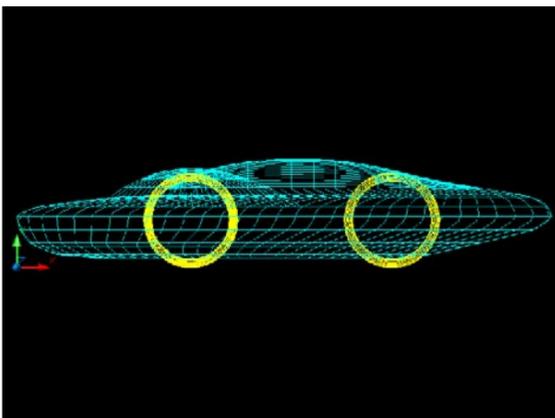


Fig.5 Leitbild 側面図

### 4. 外形デザイン

まず、形状はある程度派手にしたいと考えていました。設計をするにあたり、流体に関する本を調べ、なるべく凹凸を無くしたほうが単位面積あたりの空気抵抗は小さくなるということは分かっていたのですが、結果から言いますと、今年のカウルは凹凸を持っています。あえてこのようなデザインにした理由は、不足しているチームメンバーを増やしたかったという背景があります。形状を複雑にすることで、目を引こうとしたと同時に、「やろうと思えばこんなものも作れるんだよ」というメッセージを後輩に示し、あわよくば興味をもって仲間に加わってくれたらと考えたからです。

しかしながら、レースに勝つことが一番の宣伝効果となることを考えると、見た目だけにこだわった形状にするわけにはいかず、空力性能と見た目のよいバランス点を探しました。空力のために気をつかったのは以下の点です。

- ・全体として翼型を基調にする
- ・凹凸によって前方投影面積を最小限に抑える
- ・凹凸部分には、飛行機の翼端からヒントを得て、形状を工夫
- ・車体後方に行くに連れて三次元的に形状を絞る

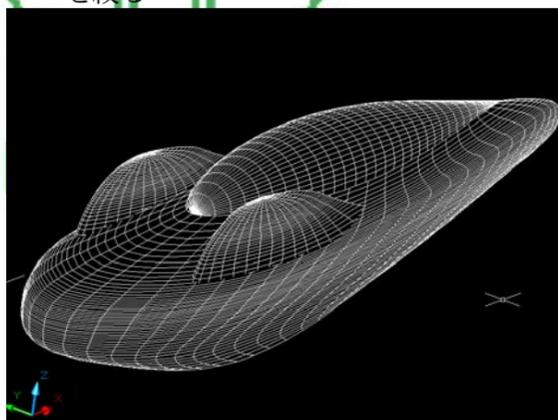
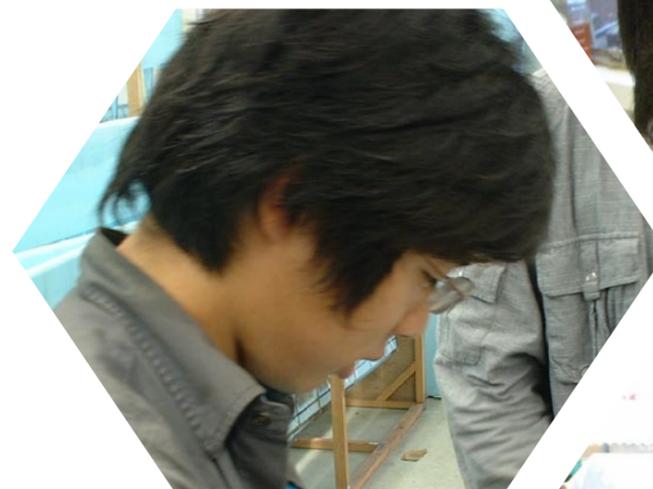


Fig.6 Leitbild 全体図

### 5. 今後について

実際に平地で走らせ、ロガー（走行記録装置）のデータを見ますと、Lucciolaの推定走行距離が80kmに対してLeitbildの走行距離は60km程度にとどまりました。以後はテストランによりこの原因を突き止め、それに対して最もよい改善策や作戦を練って行きたいと思っています。

代表：  
制御システム工学科3年 木下 峻一



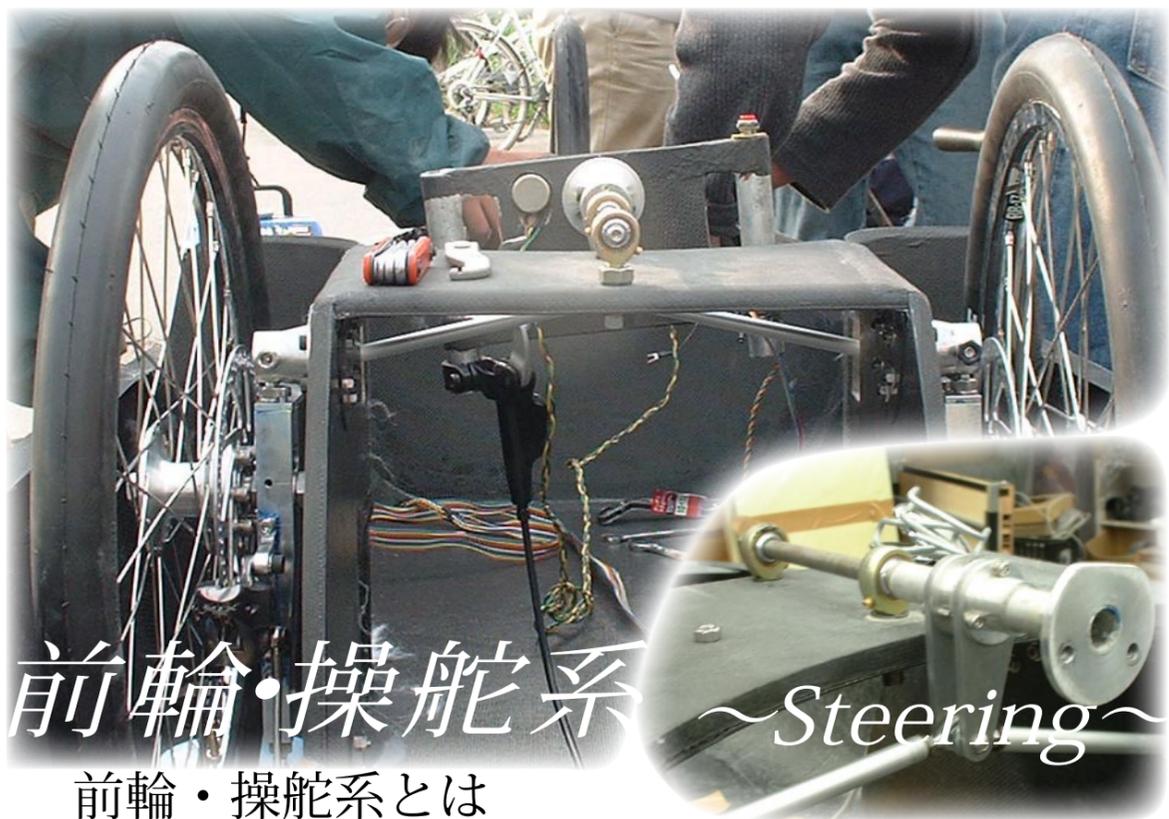
ドライバー：  
情報工学科2年 内藤 正志

車体設計：  
地球惑星科学科3年 寺井 亮



ドライバー：  
情報工学科2年 高見 豪





# 前輪・操舵系 ~Steering~

## 前輪・操舵系とは

前輪・操舵系は、ステアリング周りやブレーキ関係の部品の製作を行っています。エコムーブは後輪駆動方式が一般的のため、前輪は完全自由輪となるので、その転がり抵抗をいかに少なくするか、ハンドル操作時のエネルギーロスを軽減するため、理想の機構：アッカーマンにいかに近づけるか、を目指して設計・製作を行っています。

## 今年の変更点

### 1. 操作方法の変更

ステアリング関係で昨年と大きく違うところは、ハンドルの操作方法です。昨年までは腕を前後に動かす機構となっていたのですが、今年はより感覚的に分かりやすく、かつコーナーリング時のドライバーの重心移動も適当となるようにハンドルを回転させる機構としました。ただし、何回も回転させるよう

なものではなく、 $\pm 30^\circ$  程度の切れ角で操作する機構です。

この部位の設計において、まずはアッカーマンに近づくことを目標とし、実現するために分析プログラムを組みました。当初はタイロッドを用いたアッカーマン方式を考えていましたが、このプログラムによって分析を行ったところタイロッドを用いる必要はないと分かり、その条件で調整を行った結果、図(Fig.1)のようになりました。

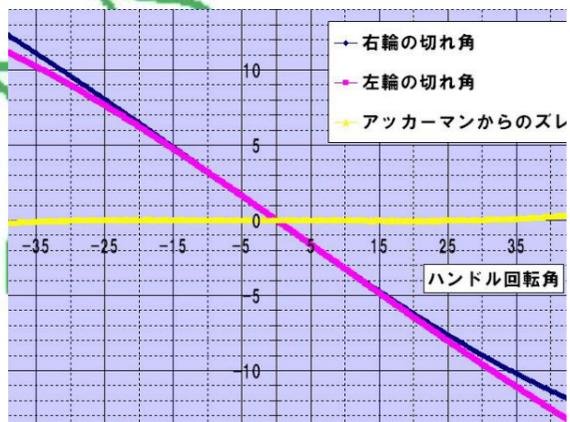


Fig.1 アッカーマン分析プログラムの出力結果

これに基づいて設計・製作を行い、写真(Fig.2.3)の様なハンドル周りとなりました。しかし、強度不足により秋田大会で折れ曲がったため改修し、神戸大会では問題なく走行できました。

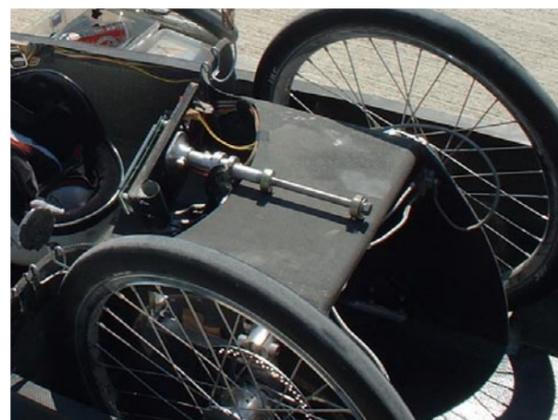


Fig.2 前輪周辺俯瞰

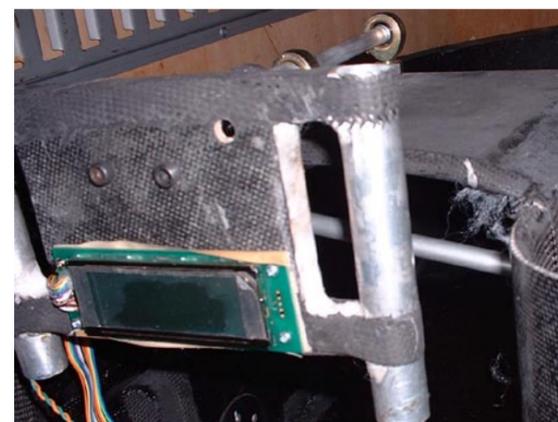


Fig.3 自作のハンドル

### 2. 操作方法の変更

ブレーキ関係は、昨年と大きく変わりました。昨年の目標が筑波サーキットであったのに対し、今年は菅生サーキットというブレーキ性能が求められるコースを目標としたため前輪2輪ブレーキを採用しました。



Fig.4 lucciolaに搭載されている後輪リムブレーキ

まず前輪2輪ブレーキを実現するために、ブレーキ方式をどうするかということになりました。昨年のようなワイヤー方式のブレーキだと、左右のブレーキの利きが違ってくるため危ない、となると左右に同じ力を伝える油圧方式(パスカルの原理)がよい、ということになりました。更に、操舵輪を制動するためにリムブレーキでなくディスクブレーキを用いることにしました。これによりアップライトとハブの形状が昨年と大きく違っています。



Fig.5 Leitbildの前輪ディスクブレーキ

まずアップライトの形状ですが、昨年のようなI字型ではブレーキをかけた際の力にやや弱いため、コの字型のアップライトにしました。肉抜きも、ブレーキによる力を分散させることを考えて行いました。

次にハブですが、ブレーキローターを取り付けること、またドライバーのスペースを確保するために出来るだけコンパクトにすること、の二つを基本として設計を行いました。また、製作する時間と精度を考え、ディスクホイールから昨年の後半から使っているスポーク方式に変更することにしました。これに基づいて製作したのが写真 (Fig.6) です。

一昨年のようなディスクとキャリパーの干渉もみられずなかなかのものが出来ましたが、ドライバーのスペースの都合上スポーク間距離が稼げず、ややコーナーリングフォースに対して弱い構造となってしまいました。

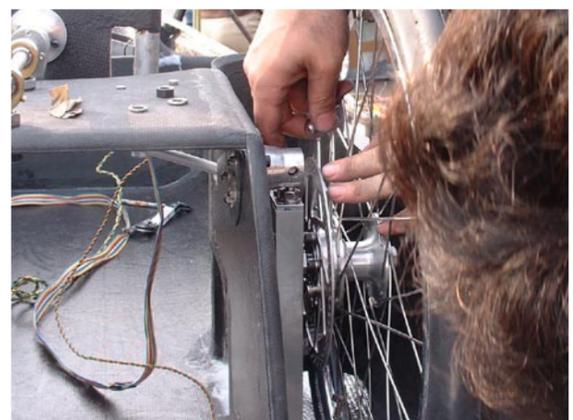


Fig.6 スポーク方式を採用した前輪とハブ

### 前輪・操舵系メンバー紹介

2年  
坂井 (主任)



↑ 前輪・操舵系、後輪・駆動系、Team Monocoqueのメンバーはまとめて「車班」と呼ばれる上の写真は車班メンバーの集合写真



Fig.7 ドライバー搭乗時



今年度私たちは菅生大会を目標に、車体の設計、作戦を考えていくことにしました。私たちは自作 DD モータの製作を菅生大会に向けた作戦のキーであると考え、車体の設計もそれを念頭に進めていきました。

DD モータを搭載するためには後輪パネル間隔を広くとる必要があります、そのため後輪周りの設計も大きく考え直さなければなりません。具体的には、昨年度と比べパネル間の距離が 100 ミリほども長くなり、これが後輪周りの部品の設計に大きな影響を及ぼしました。

### 1. シャフトの変更

パネル間隔が長くなったことに伴って、必然的にシャフトも長くなりました。これを補う方法として、

- ①シャフトを太くする
- ②軸受け間隔を広くとる

の二つの方法が考えられましたが、シャフトを太くすると重量が重くなってしまいます。そこで、シャフト径はそのまま、2つの軸受けの間隔を広くとるような設計のハブを自作することで、細長いシャフトで想定される加重に耐えようと考えました。

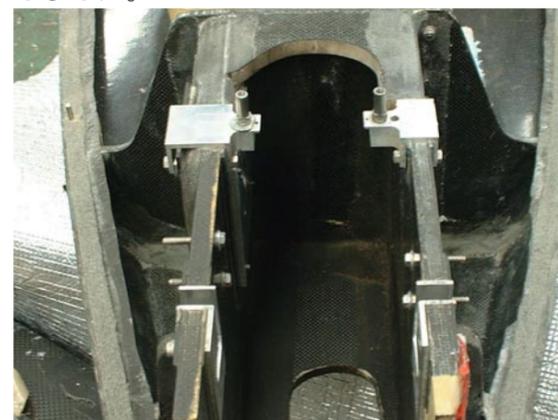


Fig.1 lucciola 後輪パネル



Fig.2 昨年度に比べ幅広のLeitbild 後輪パネル

## 2. ハブの変更

前述のとおり、軸受け間隔を広くとったハブの自作を考えていましたが、初戦の秋田大会の出場に間に合わすことは困難であると考え、この大会に限っては市販の自転車の前輪ハブを使うことにしました。しかしここでも、パネル間隔が広いことがハブの固定を難しくしました。

そこで私たちは角パイプを使い、ハブの固定位置をパネルから左右約50ミリずつ動かすことにしました。

一応、この装備で無事、平坦な秋田のコースは走り切ることができましたが、シャフトと角パイプ、角パイプとシャフトマウントの固定に不安な点が残るなど、これ以降の大会に向けてハブの製作の必要性を強く感じました。

## 3. モーターマウントの採用

チェーンのテンションを調節する方法として、前年度ではシャフトの位置を動かす設計でしたが、今年度はシャフトはしっかりと固定し、モーターの位置を可動にする設計をすることにしました。具体的には、モーターを固定する部品と、それをパネルに固定する部品の、2つの部品を製作することで、モーターの位置を調節できるようにしました。

一方、パネル間隔が広がったことで、

- ①パネルとアンダーカウルとの間のスペースが狭まり、モーターとカウルが干渉する
- ②ピニオンの位置がスプロケットの位置まで届かない

という問題が発生し、モーターの位置を、パネルから30ミリほど動かさなければならなくなりました。そのため前述の、モーターを固定する側の部品は、モーターがすっぽり入る大きさのカップ状にすることにしました。

しかし出来上がってみると、それでもまだカウルとモーターが干渉したり、可動領域が小さかったりと、設計段階でまだまだ課題が残りました。

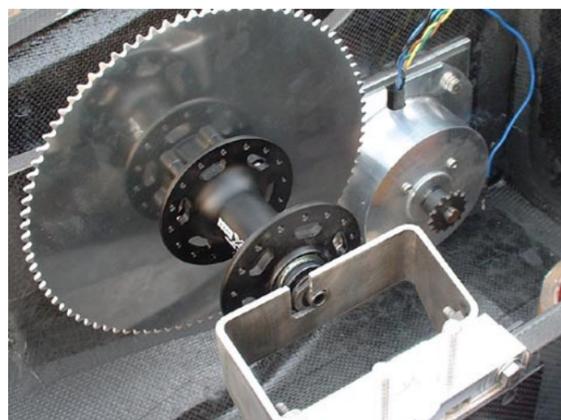


Fig.3 モーターマウントと角パイプによるハブ固定



## 4. シャフトマウントの変更

今年度の目標としている菅生大会のような、起伏の激しいコースをスムーズに走るために、シャフトはしっかりと固定する必要があると考えました。そこで、上下・アキシアル両方向に対してねじで固定する設計にすることで、上下の揺れ、コーナリング時の加重に対して強い設計にしました。



Fig.4, 5 lucciola シャフトマウント(上)  
Leitbild シャフトマウント下部(下)

## 5. 今後について

まだ2戦目までを終えたところですが、秋田大会では間に合わせの装備になってしまったため、各部品の設計の良し悪しがわかってくるのは、これ以後ハブを製作して走らせてからであると思います。これからは唯一未製作のハブの設計を熟慮し、高い精度で製作できるよう努力し、今後の大会により良い装備で臨めるように頑張りたいと思います。



Fig.6 秋田大会仕様でのテストラン

## 後輪駆動系メンバー紹介

2年  
高見(主任)  
高上





チームモノコックでは昨年度に引き続き採用したモノコックフレームの製作を行っています。フレームパーツの大半はバルサ及びハニカムをコア材としたCFRPサンドイッチパネルにより構成されており、これらを適宜二次接着して組み立てています。またこれらは殆どは常温硬化樹脂を用いたハンド・レイアップ法により製作しています。



Fig.1 アッパーカウル雄型製作

## 今年の変更点

### 1. カウル製作手法の改良

フレームと同じくカウルもCFRPにより構成されています。10月後半にスタートしたアンダーカウル製作はまず雄型（マスター）の製作から始まりました。モノコック構造の場合カウルの出来はそのまま走行性能に直結してくるため皆で精度に気を配りながら作業を進めました。昨年は車体のアンダーカウルとアッパーカウルの間に隙間が生じていました。その原因は、アッパーカウルの雄型とアンダーカウルの雄型を別々に作ったため、製作過程で生じる誤差を吸収することができなかったからです。これを反省し、アンダーカウルとアッパーカウルの一体型の雄型を作ることを考えましたが、雄型の固定法や雌型製作のことなど総合的に考えた結果、この方針は断念し、代わりに先に作っておいたアン

ダーカウルの雌型を土台にしてその上にアッパーカウルの雄型を作ることになりました。こうすることで、昨年までとほとんど変わらない手順でアッパーカウルとアンダーカウルの隙間を小さくすることが出来ました。

モノコック構造を目指すため、アンダーカウルにはハニカムを入れていますが、このハニカムをあらかじめ最適に加工しておき、余分な部分を削ると同時にタイヤの為の穴によるハニカムの露出を防ぐようにしました。

昨年から使用させて頂いているプリプレグシートを用いて作った製品は、相変わらずハンドレイで作ったカウルより遥かに美しいもので、それまでの作業が報われるものでした。



Fig.2 ハンドレイアップによるアッパーカウル積層



Fig.3 後輪パネル製作

### 2. パネル積層手法の改良

足回りのパーツ及び駆動部品の取り付けられるサイドパネル、外皮とパネルを繋ぎ剛性向上を担うバルクヘッド（リブ）はコア材にエポキシ樹脂を含浸したカーボンクロスを貼り付け、真空引きにより加圧して製作しています。サンドイッチパネルの構造上、板を製作した後に切り出すとコア材の面が露出してしまい雨中走行時の剥離を誘発するだけでなく運用上も問題があったため予め積層前にコア材を製品と同形状に加工しておき側面までFRPを張り込む工法を採用したのです。これにより剛性向上・切削部分減少による工期短縮もあわせて実現でき、より高品質のパネル製作が狙えるようになりました。これは、昨年からの部分的に取り入れた製作方法でしたが、今年はすべてのパネルでこの製作方法を徹底しました。



Fig.4, 5 lucciola 後輪パネル側面(上)  
Leitbild 後輪パネル側面(下)

### 3. 今後について

企業様のご協力によりアッパーカウルとアンダーカウルをプリプレグによって製作できることになっているのですが、製作の関係上アッパーカウルだけウェットハンドレイアップによるカウルで大会に参戦していました。そこでアッパーカウルのプリプレグによる製作をしたいと思っております。また、大会直前でいかげんになってしまっていた、ステッカーをふくめたカラーリングも時間をかけてやりたいと考えています。

その他テストランなどにより、必要であると判明したものを製作していく予定です。

### Team Monocoque メンバー紹介

3年  
寺井(主任)

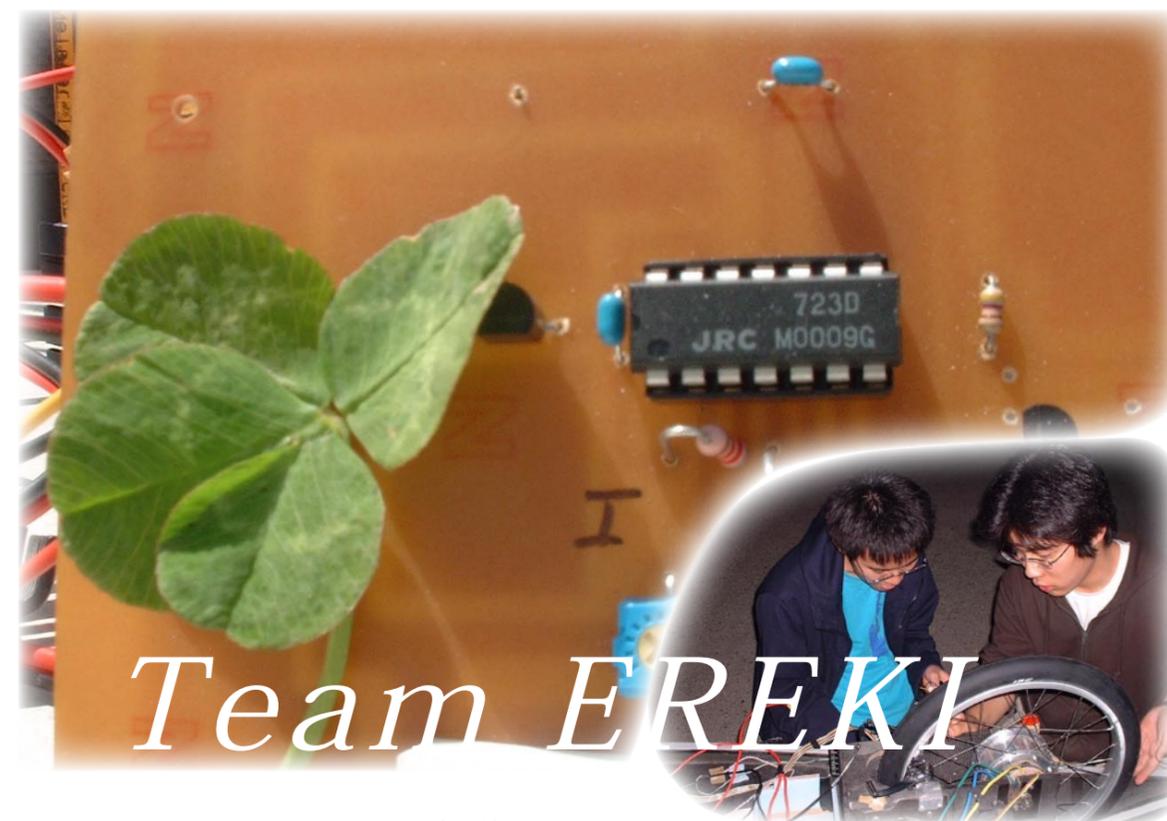
2年  
上田  
内藤



Fig.6 アンダーカウル雌型積層を終えて



↑ ウェットハンドレイアップによるアッパーカウル。秋田・神戸両大会はこのカウルで走行した



## Team EREKI

Team エレキではエコノムーブに使われる電気関係の仕事を担当しています。主だったところでは、鉛蓄電池の充電用の備品や、データロガー、電力周りの回路、自作DDモータ等の製作を行っております。特に今年はlucilla、Leitbildの二台体制ということでほぼ全てのパーツが昨年までの倍、必要ということになっています。またエネルギーのマネジメントも担当しており、設計と相談しながらギアを選んだり、ドライバーに指示を出したりしています。



Fig.1 鉛蓄電池の充電

### 今年の変更点

#### 1. 鉛蓄電池の充電方法

充電用の備品ですが、昨年まで使っていた充電器が老朽化しており時々暴走することがあるので、まず充電器を作り直すことにしました。

しかし、ただ作りなおすだけでは面白くないので充電のログを取ってみようという試みに取り組んでおります。また、鉛蓄電池は温めながら充電すると充電容量が増えるという性質があります。

この性質を活かすため、充電はお湯の中に鉛蓄電池を浸して行うのですが、このお湯の温度を適度に保つための温度制御器も新しく製作しました。

## 2. データロガーの改良

データロガーは文字通り走行中の電池電圧や電流、走行速度などをリアルタイムに液晶表示器に表示し、またそれらのデータを記録していくものです。テスト走行やレース後に、このログを解析し次のレースへの作戦を立てます。



Fig.2 大会前夜、ログ分析から作戦を立案

こちらは昨年度に製作したものがあったのですが、今年度は多少それとは仕様を変更することにしました。

まず、昨年度はソフトウェア上の問題から、速度の計測をロガーとは別のデバイスで行い、その結果をロガーと通信して速度データを取得していましたが、今年度は速度の計測もロガー内で行うようにしました。昨年度は確かにソフトウェアは簡単になりましたが、なかなか通信部分がうまくいかずに、かえって製作に時間がかかってしまったからです。また搭載するデバイスが減ることにより、コンパクト化・軽量化にも成功しました。

更に、ログを解析するためには、そのログをパソコンから吸い出す必要があります。昨年度は、このパソコンと吸出しする機能もロガーにもたせてありました。一方、今年度はログの吸出し専用の別のデバイスを作るこ

により、ロガーからこの機能をなくし、若干ながらも軽量化しました。このログ吸出し器ですが、これまではパソコンとの通信にはシリアル通信を用いていますが、通信速度が遅い、シリアルポート付きのパソコンが減っている、などの問題が出てきています。そこでUSBに目をつけました。USBなら通信も十分速く、パソコンにポートがついてないということはまずありません。今のところは残念ながらUSBでの通信には成功していませんが、追々必要となってくる技術ですので、あきらめずにチャレンジしています。

## 3. 電力の活用法

エコムーブにとって、エネルギーのやりくりをする回路は要ともいえる存在です。回生システムや、ブースト回路がそれにあたります。

回生とは、減速する際にモータを逆に発電機として使い、運動エネルギーを電気エネルギーとして回収し、加速や登坂時にそのエネルギーを再利用するシステムの事です。きついコーナーで加減速が必要なコースや、アップダウンの激しいコースで非常に有効な方法です。電気エネルギーとして蓄えるにはコンデンサを用いるのですが、実はモータとコンデンサをそのまま繋いでもあまり効率よくエネルギーの回収はできません。効率よく回収するためには、DCDCコンバータという、直流の電圧を変換する回路が必要で、うまく電圧を調整させながら回生をかけるのです。

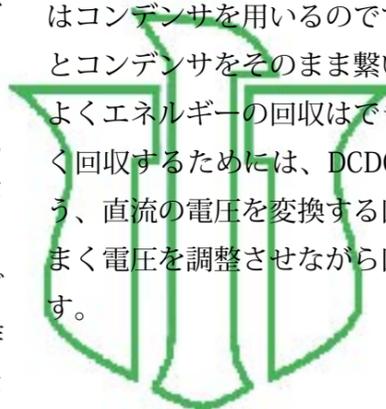


Fig.3 昨年度作成の回生用絶縁DCDCコンバータ

特に今年度はアップダウンの激しい菅生サーキットを1つの目標に掲げており、この回生システムは必要不可欠なものになっています。

ブースト回路は、一時的に走行速度をあげることでできる回路です。原理は簡単で、先のDCDCコンバータで、今度はモータにかける電圧を少しあげてやることで、モータの回転数が上がりスピードもあがるという仕組みです。

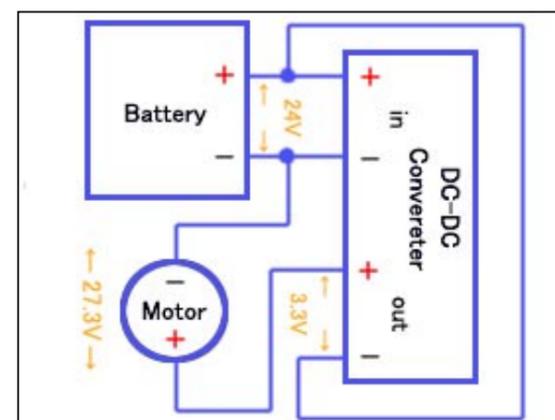


Fig.4 ブースト回路概念図

ですが、DCDCコンバータ自身も効率が100%というわけではないので、ブーストをかけると、かけない時よりもエネルギーのロスが増えてしまいます。本来はレース時間いっぱい使って、定常的な走行をするほうが効率はよいのです。

それでもブーストを用いるのは、初めてのコースでうまく電池を使い切れそうにないときや、コースが狭くてなかなか追い抜きができないときなどです。実際、昨年度の幸田大会ではこのブーストをうまく使い、見事4位の成績を勝ち取ることができました。

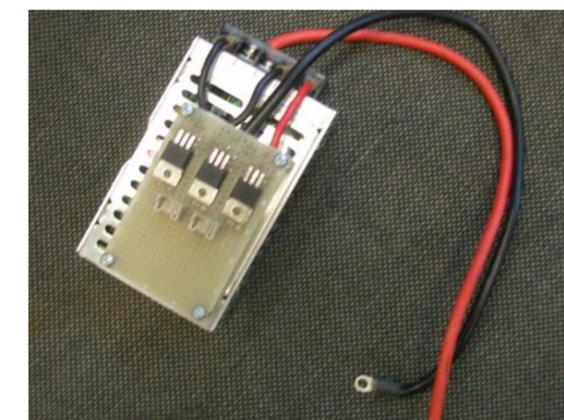


Fig.5 ブースト用絶縁DCDCコンバータ



### 4. 自作 DD モータ

この自作 DD モータは、昨年度から始まったプロジェクトです。DD モータとは Direct Drive Motor のことで、モータと駆動輪とが一体になったもので、チェーンやギアを介さないので駆動効率が常に 100% になるというモータです。



Fig.6 昨年度製作の DD モータ

昨年度は残念ながらモータコントローラの調整が間に合わず、作ったモータの性能をフルに活かすことができなかつたため、今年度はモータそのものは昨年度のものを用い、まずはコントローラの製作からとりかかるとにしました。コントローラにできる限りの改良を加え、その結果は秋田大会での予選の lucciola の成績、走行距離 58.6km で 45 台中 18 位でした。コントローラは完成度が高いものができていたので、今度はモータ本体の方を改良し、上位の成績を狙いに行こうと現在、新しいモータの設計中です。

### 5. 自作モータコントローラ

前述の通り、昨年九月に行われた豊田大会で実際に DD モータを車体に搭載しレースに臨みましたが、途中でコントローラが損傷し走行不能となってしまいました。

コントローラが壊れた原因としては、モータの位置検出用に用いられる磁石とセンサの取り付けが正確でなかったためにセンサが検知ミスを起こしコントローラが誤動作し、過電流が流れたことが考えられました。

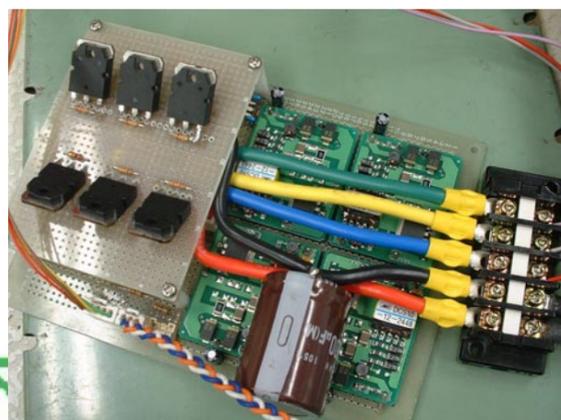
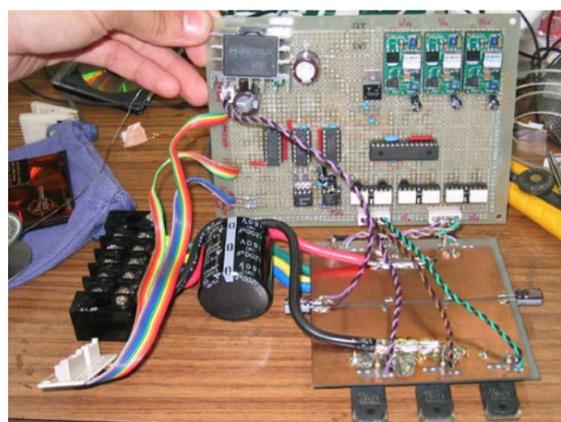
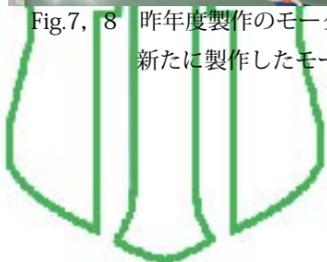


Fig.7, 8 昨年度製作のモータコントローラ(上)  
新たに製作したモータコントローラ(下)



そこで、今年は位置検出用として円形の磁石をリング状に配置して隙間をなくし、車体に付いていたセンサをモータと固定することでセンサの検知ミスをなくすことに成功しました。また、昨年のコントローラに用いられていた部品の消費電力が多いことがわかったために取替え、制御部分とスイッチング部分を分割し一部が破損してもすぐに交換できるようにしました。

こうして、今年の五月に行われた秋田大会の予選で約八ヶ月ぶりに DD モータを搭載して走行し無事二時間走りきり 58 km という結果を残すことができました。しかし、消費電流が多く全開走行が出来ないことや、コントローラが大きく車載しにくいなどの問題も見つかったため今後も改良していく予定です。



Fig.9 秋田大会予選にて、DD モータで走行する lucciola

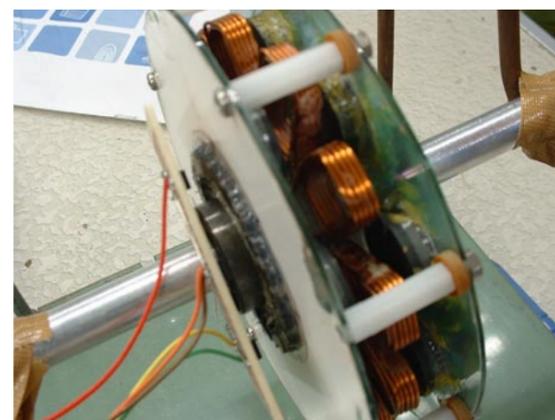


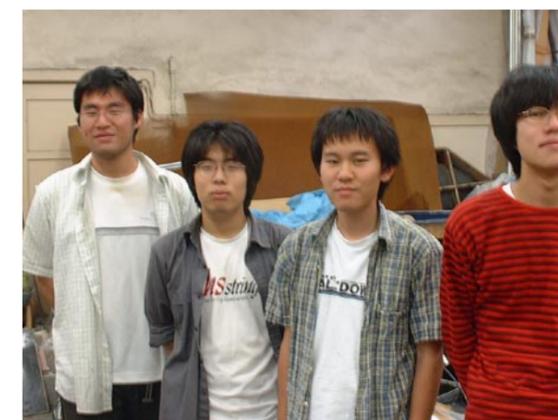
Fig.10 試験用ミニチュア DD モータ

### 5. 今後について

今後は、まずは菅生に向けて回生用の DCDC コンバータの製作を進めます。

菅生では、この DCDC コンバータの出来次第で成績が決まるようなものだけに、出来る限り高効率のものを作らなくてはなりません。他にも、パソコンとの USB 通信、鉛蓄電池の充放電実験などの課題に取り組んでいきます。

### Team EREKI メンバー紹介



3年 木下(主任)

2年 馬野  
大國  
斉藤



E C C O N O M O V E P R O J E C T

E C C O N O M O V E P R O J E C T

## 今後の大会日程、放映日等

### 人力飛行機部門

- 7月16,17日 第29回鳥人間コンテスト  
 9月19日 大会テレビ放映(夜9時より日本テレビ系列にて放映予定)



### エコノムーブ部門

- 9月10,11日 第3戦(開催場所:豊田スタジアム)  
 9月17,18日 第4戦(スポーツランドSUGO)  
 10月8,9日 第5戦(NATSサーキット)  
 11月12,13日 第7戦(幸田サーキット)  
 \*第6戦(旧南紀白浜空港)は不参加の予定



Meister 広報誌 Entry Plan 2005

2005年7月5日 初版発行

編集者 鷺見 成彬 大國 俊啓

発行者 Meister

公式 HP Address

<http://www.meister.ne.jp/>



## 機体諸元

総重量	107kg
機体重量	44kg
パイロット重量	63kg
巡航速度	7.4m/s
必要パワー	245W
操縦方式	フライバイ・ワイヤ

## 主翼

翼型	DAE21, DAE31
翼幅	31m
翼面積	32.21m <sup>2</sup>
平均空力翼弦	1.09505
アスペクト比	29.8355
桁位置	37%
翼面荷重	3.32kg/m <sup>2</sup>
上反角	10.4°
取付迎角	4.3°

## 水平尾翼

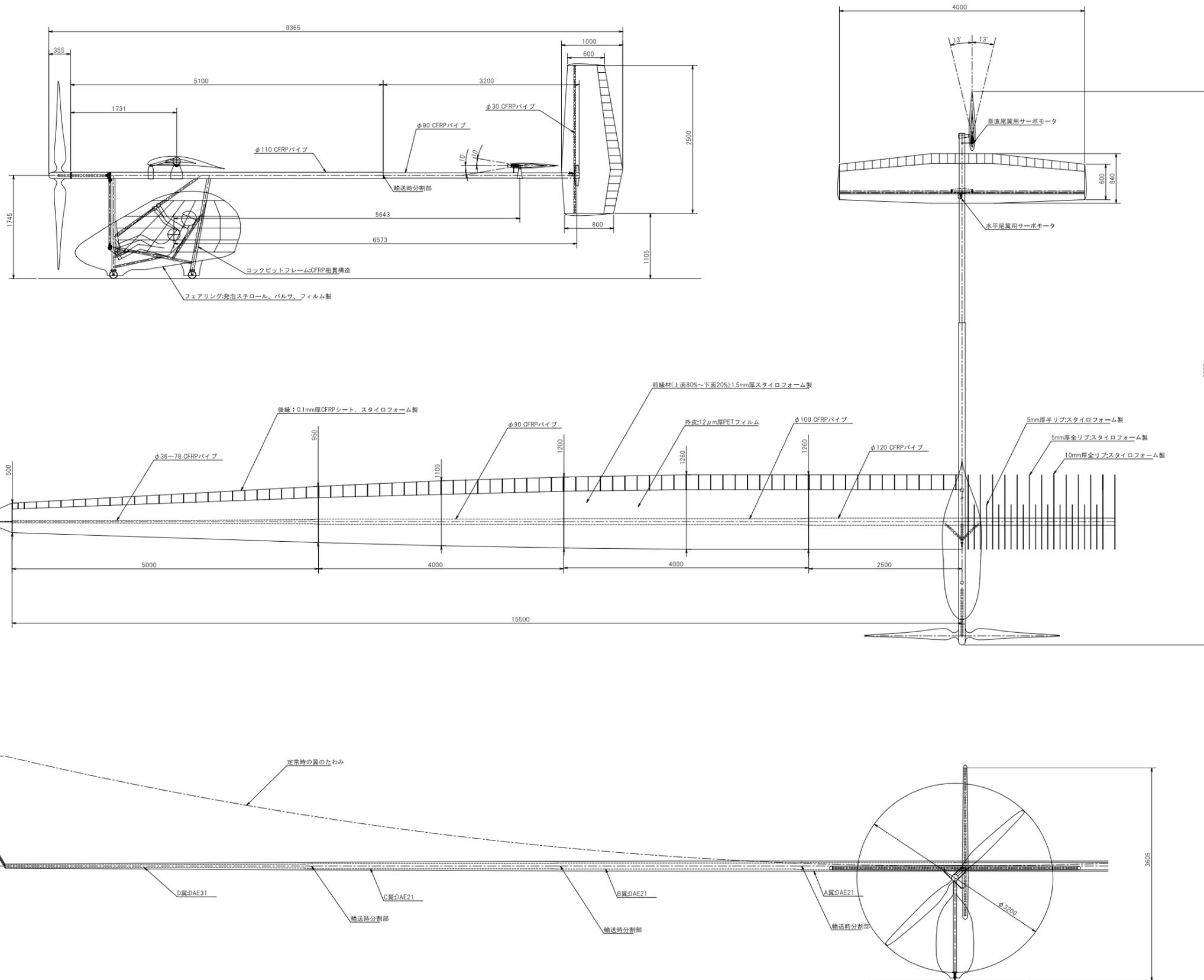
翼型	SD8020
翼幅	4.0m
翼面積	3.0m <sup>2</sup>
容積比	0.48
回転中心	25%
操舵角	±10°

## 垂直尾翼

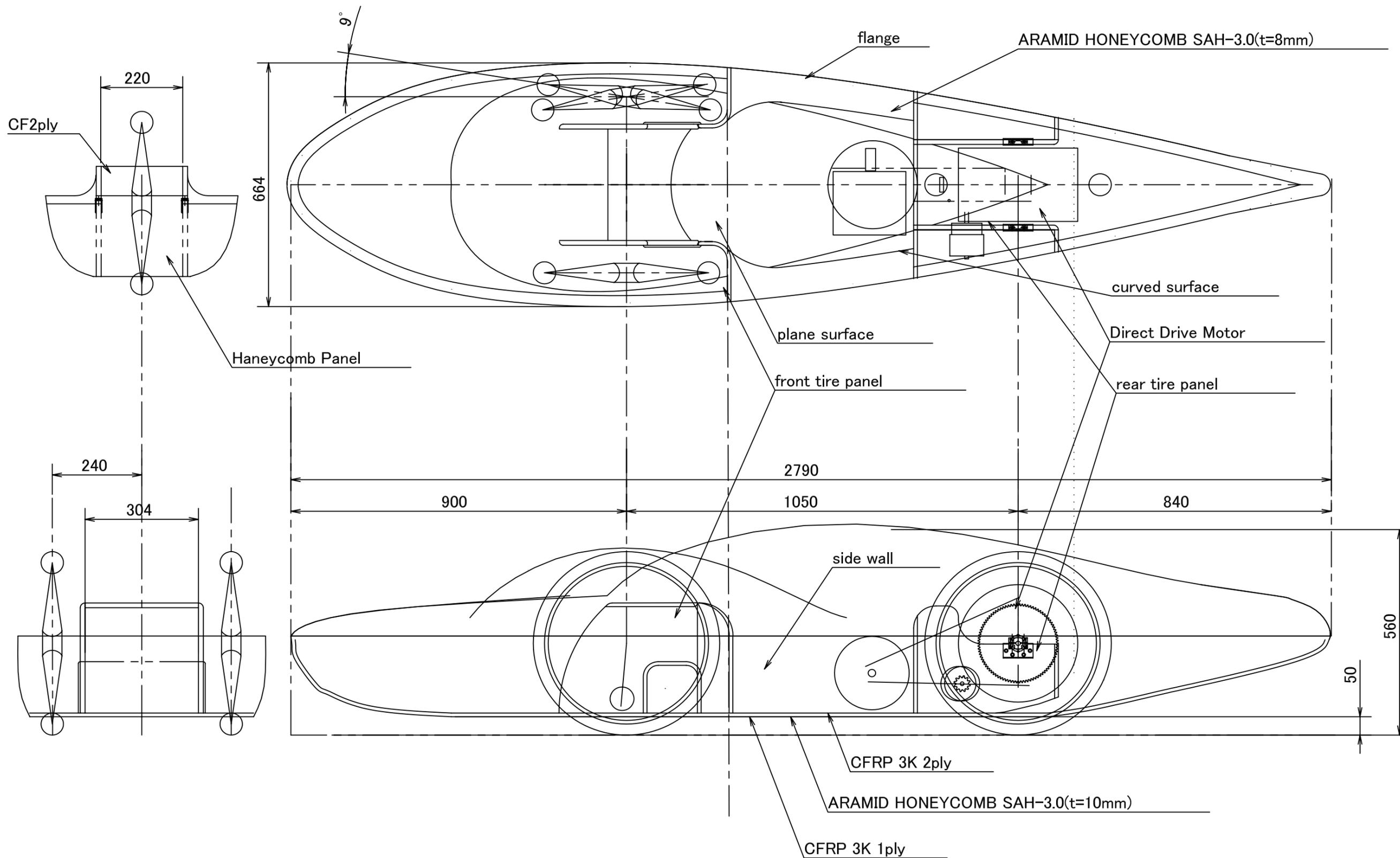
翼型	SD8020
翼幅	2.5m
翼面積	2.074m <sup>2</sup>
容積比	0.0136
回転中心	25%
操舵角	±13°

## プロペラ

翼型	DAE51
回転半径	1.6m
推力	33.3N



東京工業大学 MEISTER -ティダ-				図名	ティダ 3面図	尺度	1:25	投影法	第一角法
パイロット	青山 泰	設計者	篠田 崇、神谷 友裕	日付	2005.3.22	図番			



**Meister** 2005  
 Econo Move Project

Part  
**Team**  
**MONOCOQUE**

**Leitbild 3面図**

Size  
**1:10**

Designed by  
**R.Terai**