

第1号 / 2024年10月

# 早稲田大学 宇宙航空研究会WASA 鳥人間PROJECT

## 今月号内容

鳥人間PROJECTについて / 鳥人間コンテスト出場 /  
カーボンペラとバルサペラの利点と欠点

# 目次

03

## 私たちについて

早稲田大学宇宙航空研究会WASA  
鳥人間Projectを知ってもらう

05

## 設計レポート

設計報告  
翼型について

06

## 各班進捗報告

駆動班、電装班、プロペラ班、フェアリング班、翼班、パイロットより進捗報告

10

## 今月のイベント

今月の全体活動の報告

11

## ご支援

04

## 鳥人間コンテスト

2024年大会をプレイバック

05

## 会計報告

会計より今月の収支報告

07-09

## 特集

## カーボンペラとバルサペラの 利点と欠点

今月はプロペラ班の技術的課題に特集

10

## 今後のスケジュール

3ヶ月先までの活動計画について



## ABOUT US

# 早稲田大学宇宙航空研究会 WASA鳥人間Project

WASA鳥人間Projectは、人力飛行機を制作するプロジェクトです。WASAがエントリーする鳥人間コンテスト人カプロペラ機部門では、どのチームが一番遠くまで飛ぶかを競います。

翼のスパンや翼型から、構造、機速まで最適化した機体の設計から機体製作まで、全て学生で行なっています。飛行機が好きな人、ものづくりが好きな人、航空力学に興味がある人、チームで同じ目標を目指して活動したい人など、様々なメンバーが集まって活動しています。

今年度より、機友会へ毎月活動報告を発信してまいります。  
応援よろしく申し上げます。

### 代表挨拶

みなさん初めまして。代替わりして新しく41代代表になりました、田中万丈です。

今年は去年の先輩方に引き続き鳥人間コンテストに出場し、旋回することを目標として活動していきます！  
これから1年間、よろしくお願いいたします。

代表 田中万丈  
(基幹:機械科学・航空宇宙学科)

# 鳥人間コンテスト 準優勝！

3年ぶりに鳥人間コンテストへの出場権を得た早稲田大学宇宙航空研究会WASA鳥人間PROJECT。今年の機体名は「紺碧の翼」です。7月末の鳥人間コンテスト当日、早朝フライトにもかかわらず、WASAの天文・ロケットプロジェクトの方々、OBOG、保護者など、総勢70名が琵琶湖に駆けつけ、「紺碧の空」や「コンバットマーチ」などを熱唱し、湖岸から機体を応援しました。

結果は、15,646.60 Mでチーム記録を大幅に更新し、人力プロペラ機部門全体で2位という成績を残しました。3月から7月にかけて静岡県の富士川滑空場などを借りて、何度か試験飛行を行いました。初めての試験飛行で浮遊した際は、喜びの声があふれました。大会が近づくにつれ、学生としての本分である期末試験も近づき、作業・最終調整・修復・フェアリング再製作・装飾など、機体に関してやる事が多く、心に余裕がなくなっていったように感じます。

大会本番、プラットフォームを飛び出した機体「紺碧の翼」は琵琶湖の上を目に見えなくなるほど遠くまで飛んで行きました。今までの努力の軌跡を乗せたフライトに、感涙するメンバーが多くいました。飛行場で繰り返し行える試験飛行とは異なり、一度きりの湖上フライトは「紺碧の翼」との別れでもあり、言葉では表せない美しいものでした。

今夏、経験の少ない本チームが、実績豊富な強豪チームに対抗し、存在感を示せたと思います。来年はパイロン旋回を目指し、出場権獲得に向けて機体制作に励みます。応援よろしくお祈りします。

# 設計レポート

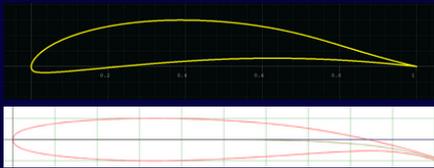
# 会計報告

みなさんはじめまして。  
WASA鳥pro空力設計の和田です。  
7月末に先輩方が設計し製作した機体が琵琶湖で堂々と雄大に飛ぶ姿を見せられ、改めて飛行機の美しさを噛み締めながら、仲間と協力し機体設計を進めているところです。

「設計レポート」初回のテーマに悩みましたが、今回は私が春先から進めていた翼型設計の話をしていただくことにしました。

## 【翼型とは？】

翼型とは翼の二次元形状、つまり翼の断面図のことです。現在では大型旅客機から軽飛行機、人力飛行機、模型飛行機とレイノルズ数が異なる様々な環境に適した多くの翼型が設計されています。



(上)人力飛行機の翼型  
(下)遷音速機の翼型

翼型は飛行機の性能(捻り剛性や揚抗比など)を大きく決定づける大変重要なパラメータなのですが、人力飛行機に関してはただただ性能を追えばよいというわけではないのが面白いところであります。

他の飛行機とは異なる人力飛行機の大きな特徴の1つに「自分たちで工作する」という点があります。ソフト上でどれだけ性能の良い翼型を設計できたとしても、それを再現できなければ何の意味もないのです。そこで私は、【製作面を最大限考慮した翼型】というコンセプトで設計をしました。



上図が私の設計した翼型になります。上の黄色線の翼型と比較して、下面がよりフラットで、前縁があまり尖っていないことがおわかりいただけるでしょうか。性能を維持したまま製作し易い形状を作ろうと苦労した末の成果物です。

主翼構造はスタイロフォームと呼ばれる発泡スチロール製のリブと木材の補強材(サンドイッチ構造)で主に構成されており、黄色線の翼型のように凹部があると大変製作しにくいという特徴があります。また、前縁はプランクと呼ばれるスタイロフォーム製の外皮を用いて形状を作るのですが...スペースが足りなくなっていました。

来月は主翼構造についてお話をさせていただきます。航空機を勉強し始めた未熟ものですが、今後とも宜しくお願いいたします。

空力設計 和田

(創造：経営シス工2年)

今年度の繰越金は、2743240円でした。鳥人間コンテストの賞金や、ご寄付・ご支援のおかげで、今年度の繰越金は例年と比べて増加しました。

一方、これから機体製作が本格的に始動し、桁の発注などで支出が増えることや、鳥人間コンテスト出場のための、テストフライト等の費用を考えると、ご寄付・ご支援に頼らず、会費のみで運営していくのは未だ厳しい状況です。

私たちの活動は、皆様のご支援によって支えられています。今後ともお力添えをよろしくお願いいたします。

以下に、会計資料(2024年8,9月収支報告)を添付いたします。



収入		支出	
内訳	金額	内訳	金額
鳥人間project会費(8,9月分)	970,000	作業場家賃(2ヵ月分)	286,000
機友会ご寄付	350,000	保険料	32,800
その他ご寄付	150,646	電気代(去年分立て替え)	61,816
WASA会費(春学期分),その他	575,400	制作費,その他	191,829
協賛	24,350	主翼桁	400,000
合計	2,070,396	合計	972,445

会計 利谷

# 各班活動報告

各制作班 班長

## 駆動班

製作技術向上のために他チームの作業場見学を行いました。  
鳥人間コンテスト2024年で用いた主翼桁の掃除を行った上で、安全性を確かめるために荷重試験を行ないました。  
フランジの試作を行いました。  
9月上旬にパイロットの飛行時姿勢を決めるためのモックアップを行いました。  
9月末までに1年生のWASEDAものづくり工房での青レーザー講習の受講完了を目指しています。並行して、Fusion360の講習を実施していきます。

## 電装班

各モジュールの在庫の確認や、選定、購入をしました。  
また、誤差状態カルマンフィルタ構築に向けて3軸地磁気センサのキャリブレーションとIMUと組み合わせた、姿勢角推定の開発を進めています。

## プロペラ班

試作していたプロペラの塗装を剥がし、桁の掃除を行いました。試作段階ではありますが、昨年度のバルサペラからカーボンペラに変更することを新たに検討しています。カーボンセミモノコックプロペラの試作を行いました。  
引き続きカーボンプロペラの試作を行なっていきます。並行して、1年生への従来のバルサペラの制作練習も行なっています。

## フェアリング班

鳥人間コンテスト2024における前年度の機体デザインの反省点を洗い出し、次期デザイン案を模索しました。フェアリングの設計を早い段階で行い、干渉せず最適化できるよう、駆動班とあらかじめ相談しておく必要性が生じてきます。  
10/19-20の目白祭、11/2-3理工展で展示するミニチュア2024年モデルを完成させます。2023年度機体のテストフライトを実施する場合、フェアリング装飾を制作する予定です。

## 翼班

来年度の機体に向けて、試作翼の製作を始めました。  
また、前年度の機体の反省を活かしエンドリブ・後縁材の試作を行います。  
二次構造をメインに、引き続き試作翼の製作に取り組んでまいります。

## パイロット

週3-4回、西早稲田のエルゴマシンでトレーニングを行っています。  
また、夏期休業中ということで時間がとれるので、普段よりロードバイクでのロングライドを多く行っています。先日は多摩湖と鎌倉に行きました。

## 特集

# カーボンペラとバルサペラの利点と欠点

プロペラ班班長・設計

脇田龍実（創造理工建築学科2年）

## これまでの

## WASA

鳥人間の機体に使用されるプロペラは、バルサ製とカーボン製の2種類がある。一般に、優秀なプロペラをつくるにはバルサ製では限界があるとされ、強豪と言われるチームの多くはカーボン製である。中にはその二つを併用するチームもあったがWASAは一貫してバルサペラを採用し続けた。その歴史は40年もの間途切れることなく継続された技術継承の過去だったと言える一方で、似たような木工作業を反復していっただけでバルサペラから一向に卒業したくてもできなかった留年の過去だったとも言い換えられる。それと同時に継承とは現在のスタイルへの“安住”の少し極端な別名でもある。実際、過去数年の資料を

漁ると、目立った変更や挑戦はなく、同じ課題を残したまま技術だけが保存されてきた歴史を読み取ることができると。つまり、同じ製作方法・材料に固定され、そこに安住していたのだった。

## カーボンペラ

### 「始動」

では、彼らは課題に対して自らの解法を探す気がなかったのだろうか。そうではない。単に時間と資金が決定的に不足していた。チームとして存続が危ぶまれた時期もあったなかではその気があっても、チャンスを得るのは難しかった。そんな中でWASAは“ダークホース的な大躍進”を遂げた。時間も資金の枷がようやく外れ、チャンスが到来した。そんな転機となる年に僕らは立たされたのだった。チームの目標達成は執行代の人間が時間的・資金的余裕の側面からい

かに現実的な解答を提出できるかにかかっていると僕は思う。確かにノウハウが全くないチームではあったが、十分な時間と資金の用意と「この好機を逃さない」という40年の想いが一気に情熱を加速させ、ついにカーボンペラ製作に踏み切ることとなった。

## 「基準」の設定

そもそも優秀なプロペラとは何かを定義しておきたいと思った。つくったプロペラに対して性能の評価をするとき「飛んでみなきゃ分からない」では困るからだ。何週間もかけてつくった“プロペラらしき”物体は果たしてプロペラなのか。そんな疑わしさを残したまま、空へ送り出してはならない。そんな責任感がこの定義を求めていた気がする。

完成したプロペラを最初に疑う点として、設計データと実物とのギャップがある。ものをつくるときは、設計データのかわりとなる基準という存在が肝心である。設計データを手で再現しカタチにするためにはやはり物質的な基準が必要不可欠であり、その基準を何でつくるのか、どこにどうやって設定するのかは一番の頭の使いどころだと言っている。人の目や手でズレを感知しやすく、その基準自体も安定することが求められる。そこでバルサペラとカーボンペラの基準の設定方法を比較したい。

## 線から面へ

バルサペラには線の基準が採用されている。線の基準とは、文字通りに線が基準として働くという意味である。そのためまず複雑な曲面の一部をリブという一種の線で代表する。線の基準の相手は、やはり線である必要があるからだ。そしてリブと同じ間隔で設置された治具にリブを置くことで一本一本の線は向きを指定され固定され、面を張る下地となるのだ。あとはこれに沿って面を張っていけばねじれた面は完成するという

のがバルサペラ流の理屈である。そこで、まずこのような面の構成に線を介在させる手法には1つの前提が成り立つ必要がある。それは「面は線に沿ってねじれる」という前提である。その前提が無ければ、せつかくの面をいったん線に代表させることはできない。下地としての線を信じ、その上から張った面は素直にねじれると信頼するからこそ、基準は面でなく、線で十分だと考えられてきた。ところが実際の面、つまりバルサの面材はそうはいかない。繊維方向のせいで素直にねじれないうえに、厚みもマチマチ。接着剤の貼付によってはリブに沿わないこともある。天然材料であるが故の材料の異方性や寸法の狂い、さらには接着という作業の現実問題をこの前提は無視して成り立つとされた理論上の仮定にすぎない。リブの向きが正確でも、そのリブの上に張られる面が正確にはならないという課題には、そんな前提の破綻が原因にあった。

ところがその破綻を防ぐ手立てがカーボンペラにはある。つまり、ねじれた面は理論上だけでなく、現実でもカーボンなら解決できるので

ある。カーボンペラに使われるカーボンクロスは繊維を直交方向に編み込んで構成され、繊維と繊維が少しずつつれ合うことでねじれた複雑な曲面にも対応できるからだ。また、このカーボンペラには、基準の設定方法にも精度が格段に上がる秘密がある。バルサペラの場合、基準が線でできていて、線と線の間には何の基準も物質も存在していない。つまり何の指定も受けることなく、隙間がバルサの面材で埋められていくことにも原因があった。これはねじれた面を飛び飛びの線で代表させるところから間違っていたとも言える。そんな基準の課題さえもカーボンペラは見事にクリアする。カーボンペラの基準は正真正銘、設計に従った“ねじれた面の基準”である。3Dプリンターで印刷した型が基準となり、そこにエポキシ樹脂をびたびたに含侵させたカーボンクロスを敷きつけ真空引きで圧着することで型どおりの、すなわち設計通りの面が完成する。線を介在することなく、はじめから面で基準を設定することが強さだと言っている。さらには、できたものを再び型に合わせることで精度の確認にもなる。





## 今月のイベント

山中湖に2泊3日で合宿を実施しました。合宿目的の全体の活動目的と方針確認、執行代会議、飛行機ゼミ、チームワークを深めることを達成できました。

チーム目標として、「旋回」を掲げて、機体制作に励んでまいります。

## 今後のスケジュール

10/19-20の目白祭では部品展示と、紙飛行機コンテストを実施します。

11/2-3の理工展では、1日目に部品展示、2日目に全組機体展示を行います。

2023年度機体でのテストフライトの実施も予定されています。



# ご支援

大学機関

OBOGの皆様

早稲田機友会

WASEDA ものづくり工房

日本女子大学

