

鳥人間を目指す飛行機研究会活動報告

SIST Birdman Rally Team “Sky Traveler” Study Report

田村 博*, 鳥人間を目指す飛行機研究会
Hiroshi TAMURA, Team Sky Traveler

Abstract : This year marks the tenth anniversary of the SIST Birdman Rally Team “Sky Traveler”. This paper is summary of the activities of the Sky Traveler team to present, and is intended as a technical reference to assist in the design of future aircraft for the Birdman Rally in the years to come.

Key word: aircraft design , birdman rally , flight dynamics , aeronautical engineering

1. はじめに

鳥人間コンテストとは、読売テレビが主催しパイロットが搭乗する自作航空機により、飛行距離や速度を競うテレビ番組である。本コンテストは、毎年夏季に琵琶湖畔で開催され、2015年で38回目となり歴史のあるコンテストである。当初はハンググライダーなどのスカイスポーツを楽しむパイロットの参加が多かったが、航空関係の学科を有する大学などが実践教育の場としてサークル活動を支援するようになり、工学系大学や高専の参加、また各大学卒業生による社会人チームの参加へと拡大している。

コンテスト内容も素材や機体製作技術、パイロット技量の進歩とともに見直され、2010年以降は無動力機で滑空距離を競う「滑空機部門」、人力飛行機で飛行距離を競う「人力プロペラ機ディスタンス部門」と飛行速度を競う「人力プロペラ機タイムトライアル部門」で定着している。静岡理工科大学においては、2008年4月より理工学部機械工学科に航空工学コースが開設された。もしまえのやらまいか精神で、鳥人間コンテストを目指すサークルは2005年に活動を開始し、滑空機部門での挑戦を続けている。2015年度は残念ながら書類審査で不合格となり6回目の出場は果たせなかったが、本稿では、今年度で10年の節目を迎える「鳥人間を目指す飛行機研究会」の活動をまとめ、技術資料として今後の設計に役立てる目的で報告

する。

2. 機体の基本設計

2.1 設計条件

本学のサークル活動であり、毎年新入部員も加わり各科学年の学生たちが主体となって行うが、ものづくりの基本教育としてエンジニアの育成という側面も有しているため、下記に示す条件を満たすように進めている。

- ① 人が乗って滑空飛行する航空機である。
- ② コンテストの日程が決まっている。
- ③ 製作する学生のスキルに格差がある。

2.2 設計方針と教育的側面

前項の条件を満たすための機体の基本設計方針を次のように設定している。

- ① 人が乗って滑空飛行する航空機の設計および製作をするため、航空機の安全基準に準じた主要部品の強度計算を行う。飛行形態を考慮して荷重倍数を設定する。次に各部の安全率を設定し基本的な強度計算を進める。この設計作業は機械工学科3年生を中心に行い2年生、1年生へと指導継承していく。
- ② 主桁は、カーボン繊維を用いて成型する。ここ5年間で蓄積されたノウハウを活用し設計上、主翼面積と平面形が決まりしだい、揚力分布計算よりカーボンパイプの径、繊維積層方向、積層数を決める。

2016年2月10日受理

* 理工学部 機械工学科

- ③ 特に主桁については、飛行上の必要な強度が保たれているか、揚力に相当する分布荷重を負荷して強度試験（最大負荷に3秒間耐えること）を行い確認する。合わせて、主桁全体の反りを計測し上反角を確認する。
- ④ 例年コンテストに出場するには、1月下旬に行われるコンテスト事務局主催の説明会に参加し、2月下旬までに設計図と設計概要書を提出しなければならない。その合否結果は3月下旬に主催者から通知され、7月末にコンテストが開催される。よってサークル活動における、年間のスケジュール（大日程）は表-1のようになる。このサイクルを毎年経験することで、開発設計スケジュール、工程進捗管理などプロジェクトマネジメント力を育成している。

また、読売テレビによると応募総数は数百チームほどあるが、全体的な安全性の確保やコンテスト日程と当日の運営、機体検査、テレビ収録の関係などを考慮して出場機数は毎年30～40チームに絞られている。

- ⑤ 機体の部材作成から組立作業は、各学科各学年で担当している。そのため、学生個々のスキルによる製作精度差が発生しにくいように、熟練度が必要な作業には治工具を設計製作し、精度の均一化を図る。各製作工程において、アイデアを出し合い、効率よく精度を維持して組立できる治工具を考案していくことは、企業における「小集団活動」と「改善提案」制度に類似していて、生産技術系の仕事につながる。
- ⑥ 試験飛行は設計製作上の確認事項の一部である。あらかじめ、試験飛行で確認すべき設計要項を決めておく。試験飛行で得られたデータを蓄積し、機体の微調整と設計へのフィードバックを行う。基本設計と実地試験結果の格差を確認し、原因を分析して何をどのようにいつまでに変えるのか対策を講じる。

表-1 鳥人間を目指す飛行機研究会 大日程

TASK	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
分析と反省会												
交流会												
基本構想												
基本設計												
桁準備試験												
TV局説明会												
設計図神切												
書類審査												
桁成型と製作												
新入生動員												
桁強度試験												
主翼製作												
コックピット製作												
電装設計・試作												
試験飛行・改良												
コンテスト												

3. 本学における歴史と成績

本学における鳥人間を目指す飛行機研究会の活動と成績を表-2に示す。サークル活動は2005年に発足し、2007年にコンテスト初出場を果たした。その後は書類審査不合格やコンテストの中止もあったが2010年以降は2年連続出場するが前年の記録を上回れず、3年目は不合格となる悪循環が続いている。この間には、学生たちが地道にノウハウを蓄積し、社会人チームとは異なりパイロットが1～2年で交代する中、結果として飛行距離を伸ばしながら技術的に進歩をしている。

表-2 静岡理工科大学の成績

大会数	西暦	トピックス	飛行距離	成績
29	2005	サークル発足		
30	2006	基礎研究		
31	2007	初出場	71.40m	5位/9チーム中
32	2008	書類審査不合格		
	2009	大会中止		
33	2010	2回目	89.01m	12位/21チーム中
34	2011	3回目	39.73m	12位/20チーム中
35	2012	書類審査不合格		
36	2013	4回目	186.29m	7位/18チーム中
37	2014	5回目	141.54m	10位/17チーム中
38	2015	書類審査不合格		

コンテストでは、社会人チームや学生チームの区別なく混同でその飛行距離を競う。社会人チームと学生チームでは、飛行技術や機体の製作技術ノウハウの蓄積面で大きな差がある。ここでは、最近の10年間における滑空機部門に出場した4年生大学チームの成績をまとめてみたものを表-3（最終ページ）に示す。表-3は各大学の最高飛行距離を順位化したものであり、この10年間で30校が出場し本学は10番目の成績となるが、30校が残した全93回の飛行記録中では33番目の成績である。

4. 空力設計

4.1 主翼

4.1.1 主翼面積

滑空機部門にて成績上位機の翼面荷重をみると、3～5kgf/m²となっている。機体の大きさや試験飛行あるいはコンテスト当日のハンドリング等も考慮するとパイロットを含んだ全備重量は100kgf以下が理想である。よって主翼の上反角θを考慮して、揚力計算より

$$L = 100 \text{ kgf} = \frac{1}{2} \rho v^2 C_L S \cos\theta \quad \dots (1)$$

(1)式より翼面積を決めていく。条件として空気密度ρは、コンテスト当日の気温を30℃前後と想定してρ＝

0.120kgf・s²/m⁴、翼型は今までの実績を考慮してDAE-41を使用すると、効率の良い揚抗比より滑空時の揚力係数 $C_L=0.75$ 、対気速度 $V=9.5\text{m/s}$ とし最大翼面積は 24.75m^2 を得る。候補となるパイロットの体重が決まる事で機体重量の目標値も決まる。ここ数年間の経験値より、カーボンパイプを主桁とし、リブはスタイロフォーム、外皮はスチレンペーパーとフィルムで仕上げる構造により、単位翼面積当たりの主翼仕上り重量は $1.41\text{kgf}/\text{m}^2$ として予測できるので、諸条件をもとに、シミュレーションを行い主翼面積 $S=22.03\text{m}^2$ とした。DAE-41の迎え角に対する揚力係数 C_L と抗力係数 C_D の関係を図-1、図-2に示す。飛行中のレイノルズ数は 6×10^5 である。

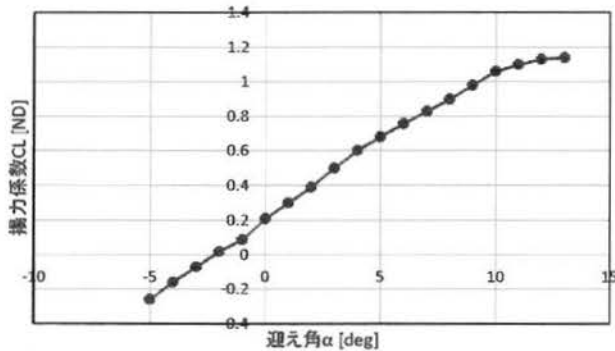


図-1 DAE-41の揚力係数

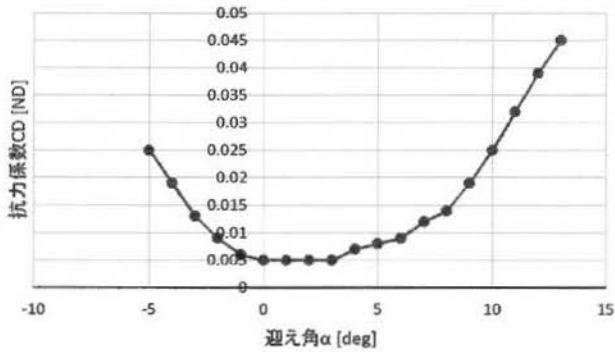


図-2 DAE-41の抗力係数

4.1.2 主翼の平面形

サークル活動では、第2ステージ目標として理想的な無尾翼機を目指すにあたり、2013年より半無尾翼機での挑戦を開始した。残念ながら2014年度はパイロットの交代もあり記録的には後退してしまった。本年度は、2014年度の反省点を踏まえて、特に主翼接合部やコクピットの空気抵抗削減、製作精度の向上を目的とし前年度の2段後退翼から1段後退翼へとシンプルな形状へ変更した。

4.2 水平尾翼

4.2.1 面積

将来的には無尾翼機を目指しているが、コンテストではパイロットの技量に依存する割合が高いため、適度な操舵性と安定した飛行ができるように水平尾翼を設定した。

必要最低限の面積とテールモーメントや操舵量を探っている。縦の静安定を評価する式として

$$Vh = \frac{Sh}{Sw} \cdot \frac{lh}{c} \dots (2)$$

Vh =水平尾翼の静ボリューム比

Sh =水平尾翼面積

Sw =主翼面積

lh =テールモーメント

c =主翼平均空力翼弦

また、縦の動安定を評価する式として

$$Ah = \frac{Sh}{Sw} \cdot \left(\frac{lh}{c}\right)^2 \dots (3)$$

Ah =水平尾翼の動ファクター比を示す。

2013年度機を基準に2014年度では、安定性と操舵性を上げるために Vh, Ah ともに増大させたところ、離陸直後の失速からの引き起こしには効果が出たが、定常滑空時には操舵によるピッチングが8回発生し飛行距離を損失したため、2015年度はその中間値として $Vh = 0.068, Ah = 0.16$ とした。これを満たす水平尾翼面積 $Sh=0.64\text{m}^2$ とテールモーメント $lh=2.17\text{m}$ と決めた。

4.2.2 翼型

水平尾翼翼型は、製作実績ならびに構造部材に必要な翼厚が得られるため例年同様にNACA0009を採用した。

4.2.3 平面形

全体的なデザイン目的で、図-3(最終ページ全体図)の形状とした。

4.3 垂直尾翼

4.3.1 面積

方向安定性よりは、滑空時の方向を微修正程度に効かす目的で、外翼に設置した。

操舵時の揚力モーメントにより方向を修正できる面積とした。

垂直尾翼の静ボリューム比 Vv は次式となる。

$$Vv = \frac{Sv}{Sw} \cdot \frac{lv}{b} \dots (4)$$

V_v =垂直尾翼の静ボリューム比

S_v =垂直尾翼面積

S_w =主翼面積

lv =テールモーメント

b =主翼スパン

$$Av = \frac{S_v}{S_w} \cdot \left(\frac{lv}{b}\right)^2 \dots (5)$$

Av =垂直尾翼の動ファクター比を示す。

過去の実績より、垂直尾翼を主翼の外翼に配置した場合、面積は主翼面積の2%程度とし、舵角 $-15^\circ \sim +15^\circ$ にて適度なヨーングモーメントが得られる位置を決めた。

4.3.2 翼型

例年通り NACA0009 で作成した。

4.3.3 平面形

全体的なデザイン目的で、図-3 (最終ページ) の形状とした。また、定常滑空時において主翼に上反角がついた状態で、垂直となるように配置した。水平尾翼、垂直尾翼の静ボリューム比と動ファクター比の検討値を表-4 に示す。

表-4 静ボリュームと動ファクター値

	水平尾翼		垂直尾翼		面積比	
	静ボリューム比	動ファクター比	静ボリューム比	動ファクター比	水平尾翼	垂直尾翼
2013年	0.042	0.06	13.0×10^{-4}	8.17×10^{-4}	2.82%	2.17%
2014年	0.073	0.18	9.7×10^{-4}	4.50×10^{-4}	2.90%	2.09%
2015年	0.068	0.16	8.1×10^{-4}	3.10×10^{-4}	2.91%	2.09%

4.4 抵抗値の試算

定常の滑空状態での力の釣り合いは図-4 のようになる。 θ =滑空角、 v =滑空速度、 v の鉛直成分 w =沈下速度と呼ぶ。

$$L = W \cos \theta, \quad D = W \sin \theta, \quad w = v \sin \theta, \quad L/D = 1/\tan \theta$$

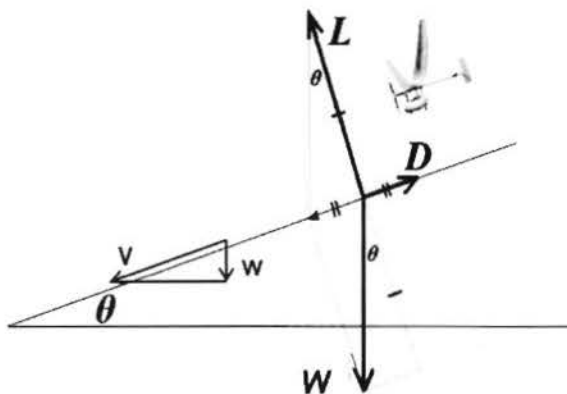


図-4 滑空状態の力の釣り合い

滑空距離を伸ばすためには、滑空角 θ を最小にすることであり、つまり L/D を最大にする姿勢で滑空する事である。また、揚力 L をできる限り大きくする、抵抗 D をできる限り小さくする事であるが、通常は $L < W$ 状態で滑空している。よって滑空距離を伸ばすため揚抗比 L/D を大きくするには、抵抗 D をできる限り小さくする事が必要となる。

4.4.1 抵抗の分類

飛行機にかかる抵抗は図-5 のように分類される。



図-5 空気抵抗の分類

抵抗 D は、次式で求められる。

$$D = \frac{1}{2} \rho v^2 C_D S \dots (6)$$

$$C_D = C_{D0} + C_{Di} \dots (7)$$

C_D =全機の抗力係数

C_{D0} =有害抵抗係数

C_{Di} =誘導抗力係数

3.4.2 有害抵抗係数の試算

主尾翼など各部の抵抗係数を定義する基準面積を S_π とし、 S_π を用いたときの抵抗係数を $C_{D\pi}$ とすると

$$C_{D0} = (1 + k) \frac{\sum C_{D\pi} \cdot S_\pi}{S} \dots (8)$$

ここで、 k は干渉などによる補正係数で、人力飛行機設計においては $k=0.1$ が一般的に採用されているので、それに準じた。コクピットの抗力係数は、図面をもとに流線型物体の抗力係数を参考に想定した。

機体各部の S_π と $C_{D\pi}$ の関係を表-5 に示す。

表-5 機体各部の抵抗係数試算表

	項目	S_π (m ²)	$C_{D\pi}$	$S_\pi \cdot C_{D\pi}$
平面図	主翼	22.03	0.026	0.57278
	水平尾翼	0.640	0.008	0.00512
	垂直尾翼	0.460	0.008	0.00368
正面図	胴体	0.004	0.100	0.00040
	コクピット	0.600	0.050	0.03000
	足(Pilot)	0.000	0.000	0.00000
計		23.73		0.61198

表-5 と (8) 式より、 $C_{D0}=0.0306$ となる。

4.4.3 誘導抵抗係数の試算

誘導抵抗とは、3次元翼において揚力の発生にともない翼の上面と下面で圧力差が生じ、翼端では下面から上面への空気の流れが起こり、翼後端から図-6のような翼端渦を発生する。

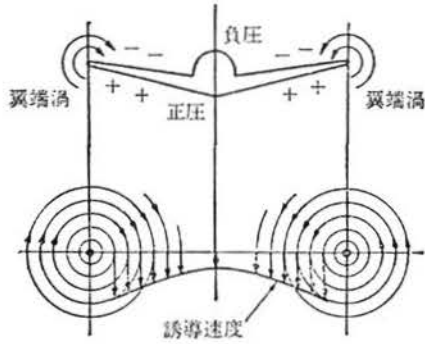


図-6 翼端渦および誘導速度

この渦によって翼面には下向き速度が誘起される。これを誘導速度と呼び、迎え角を減少させる方向に作用する。

減少した迎え角分だけ揚力が後傾するため、その分が抵抗となる。この成分を誘導抵抗と言う。

主翼の揚力に寄与するのは、図-7のように翼幅 b を直径とする円内の空気量と考えられる。

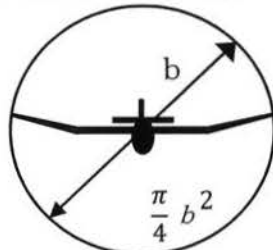


図-7 揚力に寄与する空気流

この空気量変化と揚力の関係より、誘導抵抗係数 C_{Di} は次式で求められる。

$$C_{Di} = \frac{C_L^2}{e\pi A_G} \dots (9)$$

ここで、

e = 飛行機効率 (空力効率係数)

A_G = 地面効果を考慮したアスペクト比

$$A_G = \frac{1+33(h/b)^{1.5}}{33(h/b)^{1.5}} \cdot A \dots (10)$$

b = 翼幅

h = 飛行高度 ($\leq 10m$)

A = アスペクト比

$e=0.8$ 、 $C_L=0.75$ 、 $b=25.28m$ 、 $A=28.4$ とし、式

(10) より高度 10mのプラットフォームから滑空飛行した場合の各高度における A_G を算出し、式 (9) より誘導抵抗係数 C_{Di} を求め、それぞれの高度における全抵抗を算出する。2014年度の機体と2015年度の機体について設計図をもとに各高度における全抵抗を比較試算したものが図-8である。このように誘導抗力が水面に近くなるほど減少するため、図-8のように全機抵抗が減少し、コンテストでは湖面ぎりぎりで飛行して距離を伸ばすことができるのである。2015年度の機体では、パイロットの足が機外に露出しないように改良したことで抵抗減となり、理論上では、飛行距離を延ばすことが可能となる。

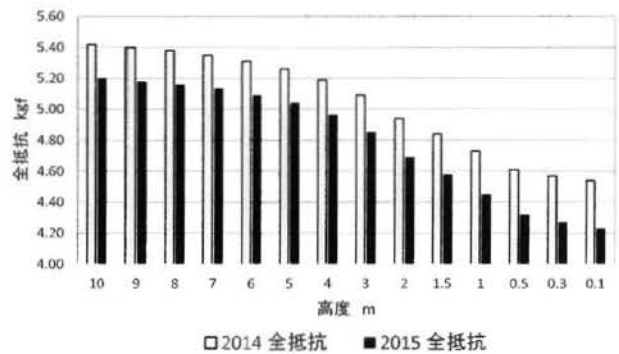


図-8 飛行高度と全抵抗の関係



図-9 2014年度琵琶湖での飛行

パイロットは中山智太さん (当時: 機械工学科2年生)

5. 主翼強度

5.1 荷重倍数

人が乗って滑空飛行する航空機であるので、2014年度のように一度失速に入り高度を損失しながら操舵による引き起こしも想定して、主翼の強度を保ちパイロットの安全を確保する。よって荷重倍数は引き起こしが終了した最下点にて最大になることから、機体重量 W 、速度 V 、引き起こし半径 r の関係は、垂直方向の力の釣り合いより次式

となる。

$$L = W + \frac{WV^2}{gr} \dots (11)$$

$$n = \frac{L}{W} = 1 + \frac{V^2}{gr} \dots (12)$$

n = 荷重倍数

ここで(12)式より、引き起こし速度 $V=9.0\text{m/s}$ と仮定し、 r を変化させて n を算出した結果が表-8である。

設計上では、引き起こし半径 $r=6\text{m}$ とし、荷重倍数は、安全側をみて $n=2.5$ とした。

表-8 引き起こし半径と荷重倍数

引き起こし半径r(m)	荷重倍数 n
10	1.83
9	1.92
8	2.03
7	2.18
6	2.38
5	2.65
4	3.07

5.2 分布荷重

主翼の平面図より定常滑空における $C_L=0.75$ として分布荷重を計算する。

5.3 主桁のねじり

外翼が後退翼のため、迎え角変化による風圧中心位置の移動に準じて発生する桁へのねじりモーメントを考慮する必要がある。

理論と多くの実験より、翼型の空力中心は翼弦の 25% 付近にあることが判っているので、DAE-41 の場合も同様に、各迎え角における風圧中心 C. P は次式で求められる。

$$C.P = 0.25 - \frac{C_{mac}}{C_L} \dots (13)$$

C_{mac} = 空力中心まわりのモーメント係数

DAE-41 翼型の迎え角と C_{mac} のデータをもとに (13) 式より算出した迎え角と風圧中心の位置関係は図-10 のようになる。

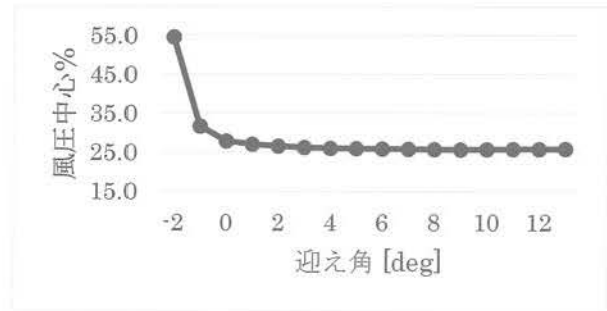


図-10 迎え角変化による風圧中心位置

滑空飛行時の迎え角では風圧中心が、ほぼ 25%付近で安定していることが判る。

主桁の位置は 25%とする。主桁および接合金具の強度計算は、マイナス迎え角になった場合の風圧中心位置を考慮して、ねじりモーメントを加えて計算を行う。

5.4 主桁のカーボン積層構成

主桁のカーボンパイプの仕様は、成型炉の内寸より製作上 1本 1500 mmとなる。また分解運搬も考慮して外翼は 4分割としている。カーボン繊維 (プリプレグ) は図-11 のようにアルミパイプを芯金として手作業で積層していく。

積層を終えたカーボンパイプを専用のバッグにいれ、積層構成の密着度を上げるために真空引きを行いながら、炉内にて図-12 に示す温度サイクルで加熱~冷却をする。



図-11 カーボン繊維は手巻きで積層成型している

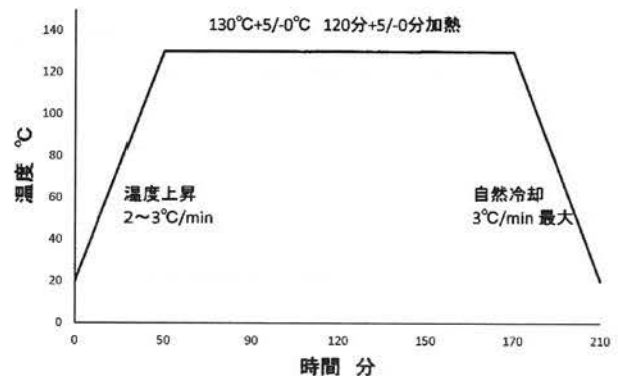


図-12 カーボンの加熱成形における 温度サイクル

強度計算と実荷重試験の結果、表-9のように1500mm単位で外翼へ行くほど積層数を減らし、定常滑空時には揚力により主桁に適度なたわみが発生し上反角を形成する。

中央桁：0⇒1500 2本接合 全長 3000mm

外翼1：(1500⇒3000) + (3000⇒4500)

外翼2：(4500⇒6000) + (6000⇒7500)

外翼3：(7500⇒9000) + (9000⇒10500)

外翼4：(10500⇒12000) + (12000⇒13540)

表-9 主桁長さ方向のカーボン積層構成

桁長さmm	0⇒1500	⇒3000	⇒4500	⇒6000	⇒7500
内径 mm	φ100	φ100	φ100	φ90	φ90
総積層数	16層	12層	8層	7層	5層
クロス0-90	6層	5層	4層	4層	2層
クロス45°	4層	4層	2層	2層	2層
一方向	5層	3層	2層	1層	1層
桁長さmm	⇒9000	⇒10500	⇒12000	⇒13540	
内径 mm	φ70	φ70	φ28	φ28	
総積層数	5層	4層	4層	2層	
クロス0-90	2層	2層	2層	2層	
クロス45°	2層	2層	2層	0	
一方向	1層	0	0	0	

また、成型された1500mm単位の桁材を接着接続する際に接続補強材パイプの積層構成を表-10に示す。

表-10 主桁の接続補強材のカーボン積層構成

翼位置	中央翼	外翼-1	外翼-2	外翼-3	外翼-4
内径 mm	φ95	φ87	φ67	φ25	φ25
積層	10層	5層	4層	4層	4層
クロス0-90	3層	2層	2層	2層	1層
クロス45°	4層	2層	2層	2層	2層
一方向	3層	1層	0層	0層	1層

主翼のねじりモーメントを考慮して、図-3（最終ページ）のように補助桁を付けた。

5.5 主桁の強度試験

完成した主桁にコクピットフレームを取り付ける。主桁に揚力と荷重倍数に相当する分布荷重のおもりを付ける。図-13のように全体を逆さに釣り上げて、定常揚力と想定される荷重負荷をかけて主桁の強度を確認する。



図-13 主桁の分布荷重試験で強度を確認する

6. 操縦系

6.1 操縦桿

学生パイロットでは、スカイスポーツのハンググライダーのように体重移動で機体を操舵する経験とスキルが足りないので、図-14に示すような操縦桿操舵方式を採用している。なお、操縦桿本体のジョイスティック部はラジコン模型用無線機から流用した。



図-14 操縦桿装置

6.2 操舵信号

大会の規約上、無線操舵ができないため操縦桿からの信号を読み取るアンプ基盤を作成し、フライワイヤー方式で昇降舵と方向舵を動かすアクチュエーターへ電気信号を送っている。また、マイコン制御により操舵量、操舵速度、ニュートラル、ミキシング機能、反比例制御などの調整を可能とした。適度な操舵感覚と滑空姿勢を維持できるように、テスト飛行後の機体の再調整に活用できるようにした。

6.3 アクチュエーター

昇降舵にはトルク 18 kg/cm、方向舵にはトルク 13 kg/cm のラジコン模型用サーボを流用し、電源には7.4V1, 300mAhのリチウムポリマー電池を使用した。



図-15 アクチュエーターによる昇降舵操作

7. まとめ

機体完成後の各種実測値と飛行試験から得られたデータにより、設計値との比較検討を行い、次年度の機体設計に役立てていく。

鳥人間コンテストに出場し、300m以上を飛行して学内の歴代記録を更新することを目標にサークル活動に取り組む過程にて、学生たちの意識と技術の成長が確実に読み取れる。ここで幾多の失敗や悔しさを経て、大きな感動を得た経験は、社会人になってそれぞれの仕事や生活面で、必ず活かされる局面があるだろう。卒業後、彼らが新たなチームを率いて琵琶湖で再会できることを願っている。



図-16 2007年度 鳥人間コンテスト初出場 71.4mの飛行
パイロットは内藤小百合さん（当時：物質生命科学科3年生）

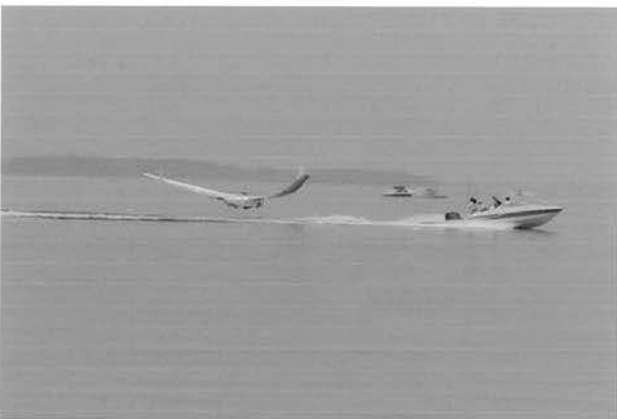


図-17 2013年度 186.29mの飛行
パイロットは高橋駿介さん（当時：機械工学科4年生）



図-18 2015年度の機体全景

謝辞

大会出場に向けて、宇宙少年団磐田分団の伊藤恵一郎氏、寺田博美氏に全体的なサポートと助言をいただいたことに感謝いたします。

機体の設計製作ではヤマハ発動機㈱の鈴木正人氏、鈴木弘人氏より指導いただいたことに感謝いたします。

治工具の製作、強度試験での重機の手配、大会時の機体運搬など広範囲にわたる、(有)山中建設の山中久仁彦氏の支援協力に感謝いたします。

主桁や補助桁の接続金具や操縦席フレームなど試作面では、工作センターの職員の方々に協力いただいたことに感謝いたします。

本サークル活動の歴代顧問として指導をいただいた榊田勝先生、吉田昌史先生のご尽力に感謝いたします。

本学からは、サークル活動に対して深い理解と支援をいただいておりますことに感謝いたします。

鳥人間を目指す飛行機研究会では、鈴与教育研究活動支援金を受けて活動ができていることに感謝いたします。

参考文献

- 1) 高柳亮二, 例題で学ぶ航空工学, (成山堂書店, 2014年) 141~166頁
- 2) 内藤子生, 飛行力学の実際, (日本航空技術協会, 1970年) 36, 56, 58~60頁
- 3) 山名正夫, 中口 博, 飛行機設計論, (養賢堂, 1968年) 257, 286, 287, 612頁
- 4) 読売テレビ, “鳥人間コンテスト 2015”

<http://www.ytv.co.jp/birdman/>

(参照日 2015年10月31日)

表-3 滑空機部門出場の各大学飛行距離

:各大学の最高飛行距離												出場回数	
No.	チーム名	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年		2015年
1	C35 みたかもばら(社外人)	-	376.80	258.21	483.47	377.98	421.11	-	501.38	460.07	407.03	258.24	28
1	C80 九州大学	34.96	-	-	241.56	341.14	371.80	27.18	369.38	390.73	350.77	373.75	33
2	A50 首都大学東京	92.84	280.77	-	311.38	333.03	355.09	193.92	355.06	51.45	360.99	369.66	20
3	C87 神奈川工科大学	-	-	102.84	-	-	103.77	-	-	-	-	320.00	8
4	C70 上智大学	-	225.84	-	-	-	269.68	314.41	312.30	-	35.58	-	15
5	C06 日本大学生産工学部	-	-	252.67	192.14	失格	293.56	失格	285.84	296.66	66.50	-	11
6	E70 東京理科大学	-	181.51	-	196.21	48.5	31.57	55.01	258.35	-	228.08	21.06	9
7	E74 創価大学	-	50.77	157.37	34.56	135.94	-	-	-	-	214.45	250.30	12
8	E41 日本文理大学	-	-	235.55	35.72	-	-	-	-	-	-	-	不明
9	A75 工学院大学	-	230.88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	不明
10	F89 静岡理工科大学	-	-	-	71.4	-	89.01	39.73	-	186.29	141.57	-	5
11	F44 電気通信大学	-	126.88	156.41	-	-	-	-	-	-	-	-	不明
12	A78 大阪工業大学	71.37	-	34.86	98.28	140.57	-	-	-	-	-	-	不明
13	B18 福井工業大学	-	-	-	-	-	-	61.49	88.26	134.41	23.72	-	4
14	A53 金沢大学	-	-	-	-	-	20.07	122.36	13.97	17.41	-	24.79	5
15	A72 東京女子大学	-	-	-	-	-	-	-	13.94	88.10	-	-	2
16	E35 湘南工科大学	-	-	-	70.53	測定不能	-	26.50	19.97	-	-	-	6
17	B52 信州大学	63.58	-	-	-	15.5	-	-	-	-	-	-	不明
18	B13 拓殖大学	-	-	43.21	-	-	-	-	-	-	-	-	不明
19	B39 法政大学	-	-	-	-	-	22.97	42.97	23.46	-	-	-	17
20	B31 大阪大学	-	-	-	37.37	-	35.00	-	-	-	-	-	3
21	B09 室蘭大学	-	33.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	不明
22	C15 滋賀県立大学	-	-	-	-	-	31.90	-	-	-	-	-	1
23	B75 三重大学	-	-	-	-	-	-	-	-	29.86	-	失格	3
24	F30 立命館大学	-	-	25.18	-	-	-	-	-	-	-	-	不明
25	M14 同志社大学	-	20.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	不明
26	C75 豊田工業大学	-	-	-	-	-	-	-	-	19.34	-	-	1
27	G15 北海道工業大学	16.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	不明
28	B65 岩手大学	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.05	2
29	B95 兵庫県立大学	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.62	1
30	B98 茨城大学	-	-	-	-	14.49	-	-	-	-	-	-	不明

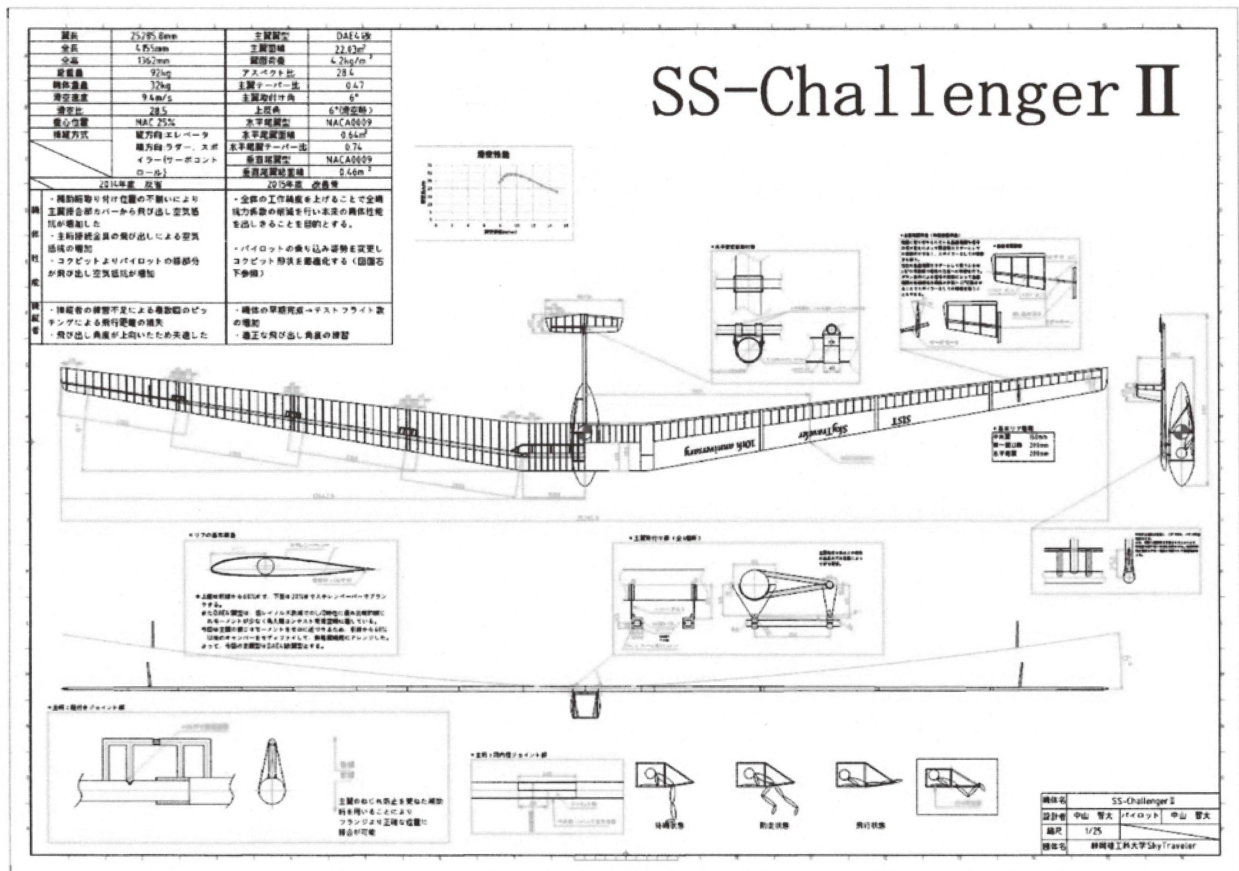


図-3 2015年度機 三面図