

鳥人間滑空機新記録飛行の報告

鳥崎 孝, 大木祥資, 木村有一, 木村啓三, 木島明良, 伊藤 徹, 高崎浩一, 原田昭彦, 石井正弥, 佐藤 実, 津守功一
(みたか+もばらアドベンチャーグループ)

概要

2001年7月28日に行われた鳥人間コンテスト滑空機部門で、みたか+もばらアドベンチャーグループは、初の400m超の飛行を達成した。ここでは、その背景、および将来の方向性も交えて飛行の報告を行う。

1. みたか+もばらアドベンチャーグループの歴史

みたか+もばらアドベンチャーグループは、1982年にみたかアドベンチャーグループとして始まり、第7回大会から参加してきた、最も歴史が長い参加チームの一つであり、また、機体は最初から一貫して木製の基本構造を踏襲していることも特徴的である。

第21回大会からは、大会史上初の300m超フライトを達成した茂原フリーフライトの木島明良、伊藤 徹の両氏と大木祥資パイロットのトレーニングを協力して行い、名称を現在の物に改めた。

チームの歴史の詳細と機体の変遷については、以下のURLにある同グループのウェブページに詳しい。

<http://homepage.mac.com/musashinoair/magmember/magmember.html>

表1：みたか+もばらアドベンチャーグループの過去の戦績

7回大会	87.8 m		15回大会	190.05m	4位
8回大会	150.45m	準優勝	16回大会	不参加	
(2機出場)	17.39m (女性パイロット)		17回大会	89.2m	
9回大会	190.88m	3位	18回大会	書類審査落選	
10回大会	85.06m (女性パイロット)		19回大会	書類審査落選	
(3機出場)	88.98m 9位		20回大会	275.71m	準優勝
	約140m	失格	21回大会	大会全面中止	
11回大会	137.28m	6位	22回大会	333.22m	準優勝
12回大会	103.80m	女性部門優勝	23回大会	345.92m	優勝
(2機出場)	133.24m	7位	24回大会	強背風のため、滑空機部門途中中止	
13回大会	102.3 m	4位	25回大会	417.49m	優勝 (大会新記録)
14回大会	滑空機部門中止				

2. 本大会の飛行の解析

今回の気象状況は、ここ数年の傾向通り、朝の順風から午後10時くらいにコンバージェンスラインが30分ほどかけて通過する間無風～弱い横風となり、その後に背風となった。最も条件の良い時間帯に放送編集の都合のために待ちが入り、そのため、例えば宝塚鳥人間の会の佐々木氏のように好記録を出せなかったチームもあった。

私達の機体は安定した背風が変わった直後で、プラットフォーム右後方から2-3mの風であり、10-20分置きにサーマルによる弱風の瞬間が10-20秒ほど発生する状況であった。この状況の中で飛んだ数チームの飛行を見て、木島氏のアドバイスにより真後ろから風を受ける方向に機体を調整、弱風の瞬間を選んでテイクオフを行った。テイクオフ時に少し機体のバランスが崩れ、右方向/右傾きとなったが、後の飛行に大きな影響はなかった。

テイクオフの速度は前々回と同様であったが、大木パイロットは前々回の飛行よりも急角度で突っ込みを行い、高度2m位で引き起こしを行った。今回の飛行では非常に気流の乱れが大きく、パイロットからはその修正操作の頻度が非常に多かったとのコメントであった。機体はそのままの高度のまま大部分の飛行を行い、ほぼエネルギーを使い切ったと同時に10m近く水面を滑走して着水した。今回の飛行ではラダーによる方向修正は全く行われなかった。

3. 機体の特徴

今大会で優勝した機体のMAG-MAX IIの原型機であるMAG-MAXの設計/製作は1993年から行われた。グループ結成当時の伝統である木製構造であり、当初の翼型はGoe797、18mスパンとし飛行距離270～280mを目標とした。主翼桁は将来的に20mスパンにも耐えるよう設計された。

この機体は1996年に大木パイロットとなった際に翼端延長によりスパンを20mとし、当時のグループ記録である飛行

距離275.71mを達成して2位に入賞した。1998年には、空力的性能向上を狙いコクピットを釣り鐘型（地球儀を作るときのような同じ形を張り合わせるタイプ）から石膏型を用いて整形するタイプに変更した。この機体は第22回大会では大会記録の飛行距離333.22mを達成したが、翌日チームハマハマに記録を抜かれ2位に終わった。



図1 大木パイロットの飛行

1999
23rd 鳥人間コンテスト 参加機

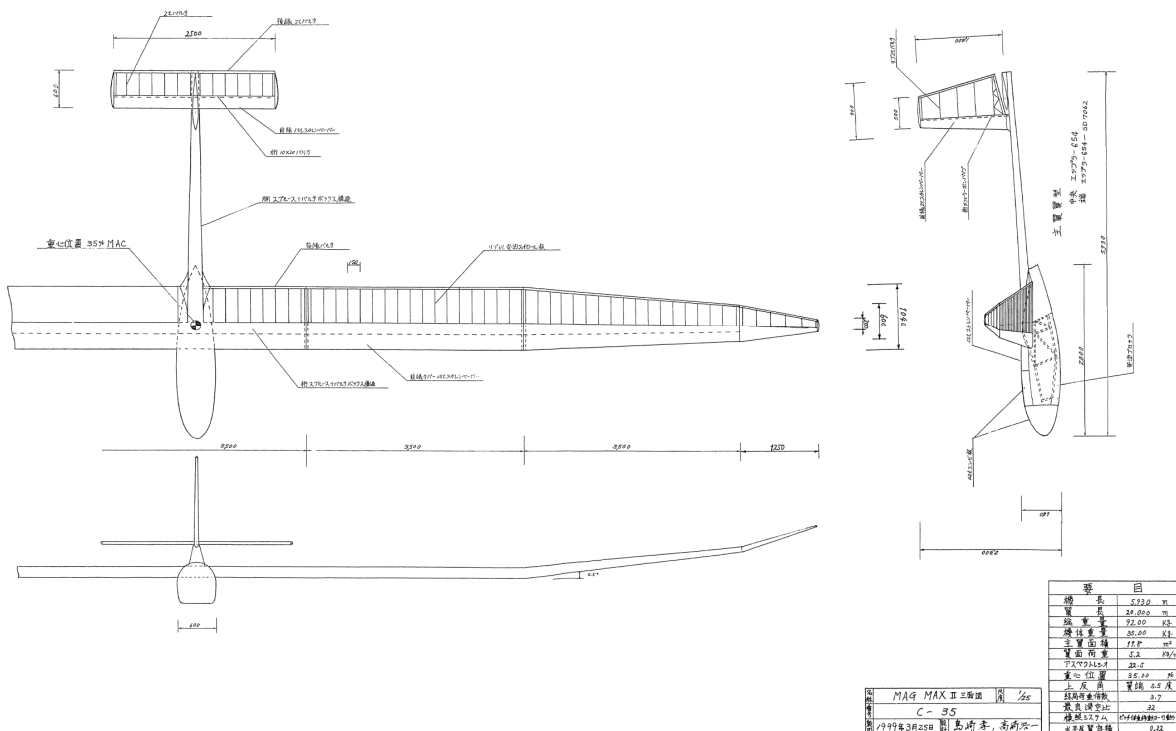


図2 MAG-MAX II 三面図（2001年の仕様とは若干異なる）

1999年、基本構造はそのままに全体形状の設計に変更を行い、名称をMAG-MAX IIとした（図2）。

変更点としては、

- ・翼型をGoe797からEppler654に変更
 - i. 低Cdを実現するCl範囲を拡大、滑空機に要求される広範囲な条件での高効率な飛行を可能にした。
 - ii. クリティカルRe数を減少、バブルによる抵抗およびモーメントに対する不確定要因を減少
 - iii. 翼厚比を増大、翼弦長を減少してぬれ面積を減少、形状抗力の減少
 - ・水平尾翼容積比およびテールモーメントアームの両者を減少することにより縦方向の重心移動コントロールのレスポンスを向上（パイロットの操縦感覚にあわせて設定）
 - ・翼幅の増加
 - ・各部分の細部に年々施されるチューニング
- これらの変更点については文献1に詳しく、文献は上記のウェブページにも掲載されている。
この機体は大会記録には及ばずながら、1999年に飛行距離345.92mを達成して初優勝をもたらした。
そして、細かなチューニングを施した2001年度、初の400m超のフライトである417.49mを達成した。

我々のグループの機体の特徴としては、以下の点が上げられる。これらは1983年からの長きにわたり鳥人間コンテストに取り組んできた中で得た機体製作のノウハウがベースになっている。

- ・木製桁であること
 - 1) 軽量である割に高い曲げ／捻り剛性（後者は滑空機にとって特に重要）
 - 2) 製作には時間がかかるが、修理が容易
 - 3) 長寿命（2001年現在で9年目）
- ・高い工作精度
- ・高い信頼性
- ・高い熟成度

4. 将来への展望：さらなる記録を目指すために行うべきこと

4.1 飛行のための準備

以下の点はこれまでと同様に行う。

1)パイロット訓練

機体の性能を100%引き出すには優秀なパイロットが必要である。現パイロットである大木祥資は、鳥人間コンテストで初の300m超フライトを含め優秀な成績を残した「茂原フリーフライト」の木島氏より指導を受け、年平均7～8回程度ハングライダーで飛行訓練を実施、テイクオフ時のスピードを増すため1年を通じてスクワット等の筋肉トレーニング、大会2ヵ月前より陸上スプリント訓練を実施している。

2)テスト飛行

テスト飛行は大会2～3週間前には必ず実施している。（静岡県中田島砂丘）これは機体の飛行テストという意味合いもあるが、同時にテイクオフでの左右の機体保持者、テール保持者のタイミングを合わせることのウエイトも大きい。また、機体のセットアップ訓練も含め、チーム全体の志気を向上させる場でもある（テスト実施時期の設定の理由はここにある）。

4.2 実際の飛行

初期の頃からバードマンラリーは悪天候に左右されてきた。特に近年は毎回滑空機が飛ぶころには背風に変化しているのが常であり、これは23回大会は台風の影響であったが、今回はさしたる原因も見られなかったため、将来も同じ状況があらわれることは予想される。また、今回は近年に見られないほど気流の乱れが大きく、これに翻弄される機体も多かったように見受けられる。

表2 過去の悪天候の例

第12回大会：向い風5－6m/sec	第21回大会：台風による全面中止
第13回大会：強風による人力機部門中止	第22回大会：雨天
第14回大会：強風による滑空機部門中止	第23回大会：背風

今回の記録は第15回大会に茂原フリーフライトの木島明良氏が打ち立てた初の300m超フライトの318.75mをほぼ100m伸ばした事になり、この記録更新にちょうど10年費やしたことになる。後に述べる機体設計を含め、長い目で見た活動を行い、その中で経験を積むことにより悪条件の中での的確な判断ができるメンバーに育て上げることがこれからも必要になると考えられる。

4.3 機体設計

MAG-MAX IIは初代の設計から含めると8年間をかけて改良を続け、徐々に記録を向上してきた。これらの点も含め、特に人力機と違い一発勝負の滑空機は長い目で見た開発および熟成を行いながら記録向上を目指すことが将来的にはさらに必要となると考えられる。

また、滑空機においては高性能を追求しながらも、最近の悪天候に負けないための丈夫で剛性の高い機体構造を初めとした信頼性向上が必須である。

鳥人間滑空機の性能向上については、我々は以下のようなポイントを考慮して改良を行っている。

1. 初速、および引き起こし後の高度が同じで、その後は同じ高度を1Gで飛ぶものとする。翼幅は同等とする。
2. 1.により、引き起こし後の単位質量当たりエネルギーは同等である。
3. 言い換えると、「生の抵抗値の距離積分」は同等である。
4. より長い距離を飛ぶことが目的であるため、より飛ぶ滑空機を作るためには限られたエネルギーの中で、どの段階での「生の抵抗値」を軽減するかを考えれば良い。
(単位飛行距離当たりのエネルギー損失を考える。)
5. 生の抵抗値は(全機抗力係数) × (速度の2乗) × (翼面積) に比例するから、速度が大きい領域(低い揚力係数)での抗力係数を低減することに注目すれば良い。また、スパンが構造的要因で制限されている場合、できる限り全体のぬれ面積を減らす。

結果、

- ・ぬれ面積の徹底的な減少
- ・工作精度の向上などによる有害抵抗の減少
- ・飛行における揚力係数および速度(レイノルズ数)範囲のすべてをカバーし、しかも高速域の抵抗の少ない翼型の選定

が重要点になると考えられる。

鳥人間コンテストでは水面効果と呼ばれる、水面近くでの誘導抗力の低減現象が大きく取り上げられがちであるが、これは飛行高度と(アスペクトレシオではなく)翼幅荷重にのみ依存する項目であるため、実は機体設計および製作精度の向上により大幅な改善ができる要素とは言いがたく、むしろ飛行の技量に依存する。スパン17m少々茂原フリーフライトのロバ号が300m超のフライトを達成できたのも、以上のような点によるものと考えられる。

ただし、もう一つの長距離解は、翼面積を増大すること(飛び出し時の高度損失を少なくし、最終的な失速速度を下げ)事でも少ないながら達成できるため、むやみに高速型の翼面積減少を採用することも避けるべきであろう。

今回の飛行により、優秀なパイロットが操縦すれば木製桁でも400mを飛ぶ事が可能であることが実証された。現在の機体をさらに改良した現在製作中の機体であれば、木製機でも常に400mを狙え、条件が良ければ450mは実現可能であると考えられる。

しかし今までの飛行結果と数値解析とを比較すると、500mを目指すためには、木製構造では限界が見え始めた。構造面での革新が必要な時期ではないかと考えているが、カーボンパイプ単体の構造は、上記の要求を満足するための代替とはおそくなり得ないであろう。

ただし、現行のカーボンパイプ構造の機体を見る限り、その構造面の利点はまだ生かし切られておらず、桁幅一杯まで翼弦長を減らし、必要な最大揚力係数をカバーする翼型を使用するなどの対策を取るならば、同構造の製作期間の短さを利点にして開発サイクルを増やすという、Gossamer Condor/Albatrossのような学生チーム向けのアプローチを用いて350mを狙える機体は十分製作可能であると考えられる。

参考文献

1. バードマンラリー滑空機の飛行試験および性能解析について、第4回スカイスポーツシンポジウム