

# CHiCK-2000 プロジェクトの概要

CHiCK-2000 プロジェクトチーム

“アクティブギャルズ”

## 目 次

(1) まえがき	3
(2) 活動目的	3
1) 飛行目的	3
2) 飛行目標	3
3) 体力目標	3
(3) 人力飛行の歴史と “アクティブギャルズ”	3
(4) CHicK-2000 の設計ポイント	4
1) 機体概要	5
2) 機体の剛性の飛躍的な向上	5
3) 高速飛行	5
4) スパイラル降下の防止と上反角旋回(Dihedral Turn)	6
5) 高効率な上昇方法 (ジャンピングクライム) の開発	9
(5) 機体のレイアウト	9
1) 主翼	9
2) 尾翼	10
3) コクピット	10
4) プロペラ	10
5) 動力伝達系	10
6) 操縦系	10
(6) パイロットのトレーニング	11
1) 体カトレーニング	11
2) フライトトレーニング	11
(7) 飛行	12

## 付 録

アクティブギャルズの人カ飛行機活動概略  
アクティブギャルズの人カ飛行機関連レポート一覧  
アクティブギャルズの人カフライト一覧  
人カ飛行の歴史

## CHicK-2000 プロジェクトの概要

### (1) まえがき

CHicK-2000 プロジェクトは、女性パイロットによる人力飛行機の 360° 旋回飛行の記録達成に向けて、1994 年秋から半年間の準備期間を設け、人体エンジンの可能性調査、機体の概略設計、その達成に必要な新技術の開発項目の抽出等、様々な技術検討を行なうと共に、綿密な目標設定を行なった。

目標達成の可能性を見極めた 1995 年 4 月に CHicK-2000 プロジェクトプロジェクトチームとしてスタートした。

### (2) 活動目的

活動目的：我が国の人力飛行機が未達成の 360° の旋回飛行に挑戦

#### 1) 飛行目的

飛行の目的は、

- ① 日本人女性パイロットに適した人力飛行機特有の新しい旋回飛行方法の確立。
- ② 目標とする人力飛行を達成するためのパイロットの体カトレーニングと操縦技術の向上。
- ③ 目標とする人力飛行機を実現するための必要な構造系、推進系、駆動系、計測系等を含む新しいシステムの開発。

の 3 要素を実現することにある。

更に、①、②、③に対してはそれぞれ各種飛行データの取得と解析、体カトレーニングの結果の解析と評価、構造変形強度試験等の各種単体試験、人力飛行にて消費されるパワーの定量的測定等による工学的な検証を行うことにより、将来の人力飛行に必要な新しい技術の発展のため、人力飛行の基礎データを収集すると共に基礎技術を確立することにある。

#### 2) 飛行目標

飛行の目標は、360度旋回（旋回半径：200m）を含む2000m飛行とした。

旋回半径は、主翼の両外部をそれぞれ 1.5° ずつ捻った（外翼-1.5°、内翼+1.5°）状態で、最大迎角が失速角直前を維持できる釣り合い状態を基に決定した。

#### 3) 体力目標

体力の目標は、180W の出力パワーを 7 分間持続できることとした。

出力パワーは、機体の定常飛行に於ける必要馬力が、半径 200m の緩旋回飛行が目標巡航速度 8.0m/s（高度 2m）で 160W に対して、気象条件と旋回飛行に必要な余剰パワーを見込んで 180W に設定した。持続時間は、2000m を巡航速度 8.0m/s で飛行すると 4 分 10 秒を要するのに対して、気象条件と飛行コースのロス、エルゴメーターによるペダリングと実機のプロペラを回転させるためのペダリングとの効率の違いなどを考慮して 7 分に設定した。

### (3) 人力飛行の歴史と“アクティブギャルズ”

『クレーマー賞』が要求する人力飛行は、ヘンリー・クレーマー氏が 1959 年に『クレーマー8の字飛行賞』の発表当初から、飛行距離のみならず航空機が有する 3 次元空間を自由に飛行できる高度な運動性能を要求していた。1970 年代末には、FAI も人力飛行のカテゴリーを設けるに至

った。それは『クレマー賞』に基づいて制定されている。

1960～70年代の人力飛行の研究・開発はヨーロッパを中心に展開された。

しかし、初の『クレマー8の字飛行賞』は、1977年にアメリカ合衆国のポール・マクレディー博士がブライアン・アレン氏の操縦による“ゴッサマー・コンドル号”によって獲得し、その後『クレマー賞』は、『クレマー海峡横断賞』、『クレマースピード賞』へと更新された。

一方我が国では、1963年から日本大学で人力飛行の研究が始まった。'66年には“リネットI号”が初飛行に成功した。我が国では人力飛行の運動性に関する研究は乏しいながら、以下に示す貴重な2例がある。1977年に日本大学の“ストークB号”が旋回飛行に挑戦し、約270°旋回したが、その後スパイラル降下に陥り接地した。1983年には同じく日本大学の“ミラン82号”が『クレマー8の字飛行賞』に挑戦したが、約1400mの飛行後にやはり接地した。これは当時のHPAの設計・製作技術が発展途上にあり、現在のように新素材の入手すらままならない時期での挑戦で有ったことにも一因があると思われる。

“アクティブギャルズ”の活動は、1988年に結成、'89年の『第13回鳥人間コンテスト選手権大会』の総合優勝（パイロット：宮崎祥代）に始まる。'92にFAI I-Cクラスで、我が国初の女性の人力飛行記録（直線飛行距離と滞空時間、パイロット：堀琴乃）を樹立した。'94年にはアメリカシアトルの『MUSEUM OF FLIGHT』で、アメリカ航空宇宙学会(AIAA)と共催で開催された『国際人力飛行シンポジウム』で講演、'95年から日本航空宇宙学会開催の『スカイスポーツシンポジウム』をはじめ、ホームページを通じて活動報告や開発技術の情報を公開している。

今回の機体 CHicK-2000 は、『かかみがはら航空宇宙博物館』に展示、永久保存されている HYPER-CHicK “KoToNo Limited” に続く2番機にあたる。

#### (4) CHicK-2000の設計ポイント

今回我々は、過去の旋回飛行記録への挑戦を見直し、新しい旋回飛行方法や上昇方法を開発した。又、女性パイロットのスカイスポーツへの普及や人力飛行記録更新を目指して、超低出力で飛行可能な人力飛行機 CHicK-2000 を開発した。CHicK-2000 は、主翼にストレススキン構造を採用した画期的な超軽量・超高剛性・低必要パワーの女性用人力飛行機である。主翼に採用したストレススキン構造は、世界的人力飛行機で男女を問わず2機目に当たり、我が国では始めて飛行に成功した。アスペクト比43.7の主翼は、我が国一の高アスペクト比を誇り、飛行に必要な最小必要パワー160Wは、世界最小である。



人力飛行の父：ポール・マクレディー博士

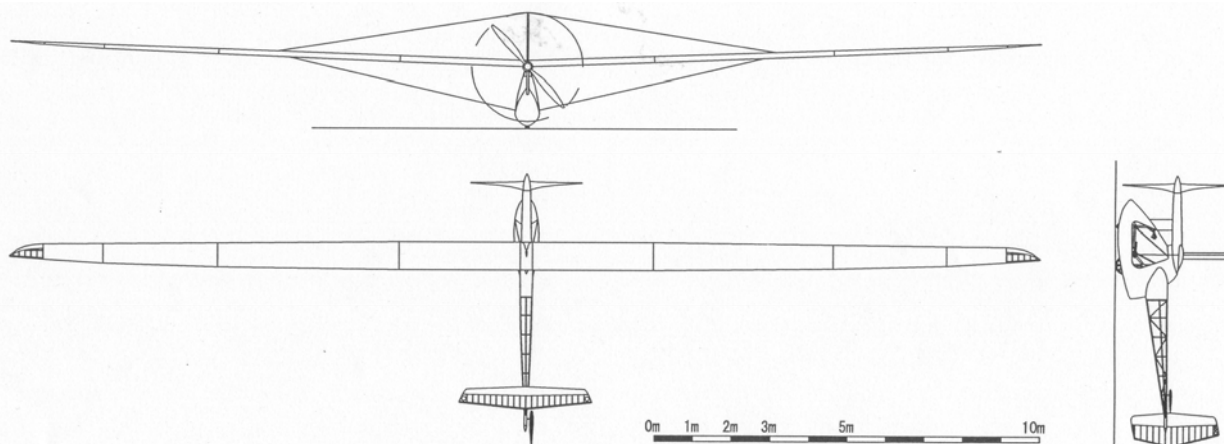


'92記録飛行（我が国初の女性の人力飛行）



国際人力飛行シンポジウム  
MUSEUM OF FLIGHT

## 1) 機体概要



CHicK-2000 三面図

CHicK-2000 テクニカルデータ				パイロット：堀琴乃	
翼長	26.6 m	全長	7.12 m	全高	3.04 m
主翼面積	16.2 sq.m.	アスペクト比	43.7	プロペラ	2.85 m dia.
機体重量	31.0 kg	全備重量	75.0 kg	翼面荷重	46.3 N/sq.m.
失速速度	7.2 m/s	最少必要パワー	160W @ 8.0m/s	最良滑空比	1:48
翼型	Wortman FX76 MP-160 ~ DAE-21 ~ DAE-31 ~ DAE-51				

CHicK-2000の設計に当たり、以下を検討・開発した。

### 2) 機体の剛性の飛躍的な向上

操縦性の向上と、我が国最大の超ハイアスペクトレシオ (AR) =43.7 の主翼の開発に、我が国で初めてストレススキン翼を開発した。この構造は構造効率に優れ、軽量化と高剛性化を同時に達成した。主翼は、従来的人力飛行機に比べて同一重量で約 10 倍の剛性を確保した。着陸張線は不要であるが、離着陸時の直進性や安定性の確保、離陸の短距離化を目的に通常飛行では装備している。

テールboomは、薄肉の CFRP パイプを組み立てた立体フレーム構造とした。従来的人力飛行機と比較して鉛直方向で約 10 倍、水平方向で 5~6 倍、捻りはケブラーブレースの配置で約 3 倍の剛性を確保した。その結果、エレベーター・ラダーとも実機ソアラーを凌ぐ操舵レスポンスを得た。

コックピットは、薄肉の CFRP 角パイプを組み立てた平面フレーム構造を採用した。従来の丸パイプ構造に比べて、接合部の固定度を飛躍的に改善し、面内・面外とも数倍の剛性を確保した。コックピットフェアリングは、発泡スチロールを鋳貼りし、表面を GFRP 加工したモノコック構造とした。

### 3) 高速飛行

主翼を超ハイアスペクトレシオ化すると、面積が同一の場合翼弦長が短くなり、レイノルズ数が低下する。レイノルズ数の低下は空力性能の低下に繋がる。旋回飛行では、旋回半径の内外でそれに勾配が生じることに問題が有る。レイノルズ数が概ね 250000 を確保出来る飛行速度 8m/s を定常飛行速度に設定した。これは国内ではトップクラスの高速飛行で、必要馬力の低減と相反

する選択である。男性パイロットの機体に比べて軽量に仕上がる女性用人力飛行機独特の難問で、重量と飛行速度、レイノルズ数の最適化が設計ポイントになる。

#### 4) スパイラル降下の防止と上反角旋回(Dihedral Turn)

上反角旋回(所望する方向に主翼を傾けて旋回飛行する制御方法)は、“アクティブギャルズ”が世界で始めて開発した旋回制御方法である。1995年には知的所有権協会に登録した。

旋回飛行は、飛行速度 8m/s で半径 150m~200m の“緩旋回”飛行を目指している。

##### 《上反角旋回(Dihedral turn)の開発》

人力飛行機の旋回方法は、釣り合い旋回(コーディネイト・ターン)と水平旋回(ウイングレベル・ターン)の2つに大別できる。サイドスリップしながら旋回する水平旋回は、釣り合い旋回に比べて、20%以上の必要パワーを費やし、今回の私達の計画には適用出来ない。

“CHicK-2000”が飛行速度 8m/s で半径 200m の旋回飛行を行うと、主翼の内端と外端の対気速度は各々 7.5 m/s、8.5 m/s となり、速度差は 13%に達する。揚力は速度の二乗に比例するので、局所の揚力差は 28%に拡大する。それは揚力係数(CI)で 0.2、迎角( $\alpha$ )で  $2^\circ$  に相当する。レイノルズ数は各々 227000、257000 で、通常の高レイノルズ数領域で設計された翼型が良好な空力性能を維持し得る 250000 すら下回ってしまうクリティカルな状況にある。ちなみに翼根では 400000 を確保している。

かつての日本の人力飛行機が旋回飛行を達成出来なかった原因がここにも有る。旋回飛行の達成にはスパイラル降下の防止が重要なポイントになる。速度勾配が揚力差を生じ、レイノルズ数の勾配による空力性能の変化が内翼の空気抵抗を大幅に増大させ、回復不能なスパイラル降下に陥らせる。旋回飛行には強力なエルロン(或いは、それに匹敵する制御方法)と、そのレスポンスを確実にサポート出来る高剛性な主翼が必要である。通常の釣り合い旋回では、エルロンによる空気抵抗が増加し、か弱い女性用人力飛行機には適用出来ない。我々は、釣り合い旋回に比べて更に低出力でパワーロスのない“緩旋回”制御方法として、上反角旋回(Dihedral turn)を開発した。

制御手法は、以下の2つの操作による。

- ① 旋回方向に主翼を傾ける
  - ② 空力弾性を活用して主翼を捻る
- ① 所望の旋回方向に主翼を傾ける(左右が一对の繋がった飛行張線を準備し、旋回半径に対して内側の飛行張線を短く、外側を長く制御し、主翼を胴体軸のまわりに回転させる。回転角は  $\pm 2^\circ$  を限度とし、下がった側の主翼の上反角は  $0^\circ$  (=水平)を下回らない範囲とする)。
  - ② フライングワイヤーの主翼側取り付け位置を前後に移動制御し、空力弾性を活用して主翼を捻る。

##### 《空力弾性を活用した主翼の捻り制御の開発》

旋回飛行中に主翼に生じる速度勾配は、機体にローリング・モーメントを発生させる。釣り合い旋回(コーディネイト・ターン)の達成には、左右の主翼の揚力差によるローリング・モーメントを釣り合わせなければならない。速度勾配によって生じたローリング・モーメントの差の打ち消しに、主翼の空力弾性変形を活用して主翼を捻る(左右の主翼の迎角を制御する)。制御方法は、飛行張線の主翼側取り付け位置(支点)を前又は後に移動し、風圧中心と弾性軸の距離の変化により、支点回りの回転モーメントを制御し、主翼を捻る。

主翼の捻り制御はライト兄弟が開発したが、その制御手法とは全く種を異にする。

制御手順を以下に示す。

## 【上反角旋回(Dihedral Turn)の概要】

- ① 左右の飛行張線の長さを制御する。  
 (旋回方向の張線を短く、反対側を長くする。  
 ⇒ 一本の連続した飛行張線を右、又は左にずらす。)

- ② 翼に吊り下げられているコクピットが、飛行張線の長さに合わせて、旋回方向に回転する。  
 (⇒ローリングモーメントの誘起)

- ③ 重心位置の移動により発生する回転(回復)モーメントで機体がローリングする。

- ④ 高度維持にエレベーターを操舵。

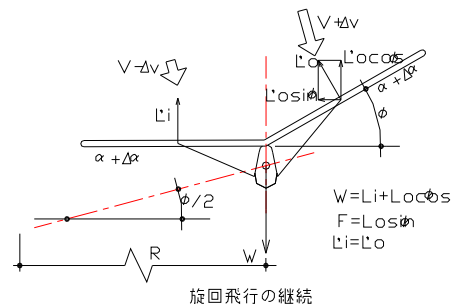
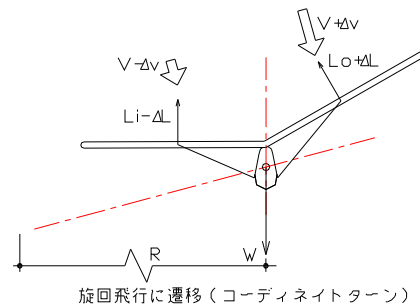
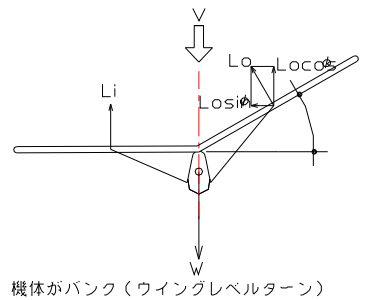
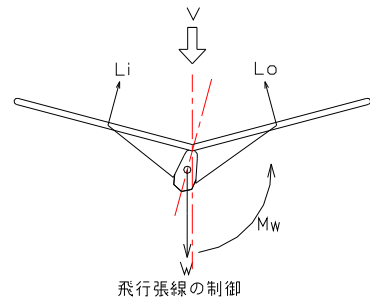
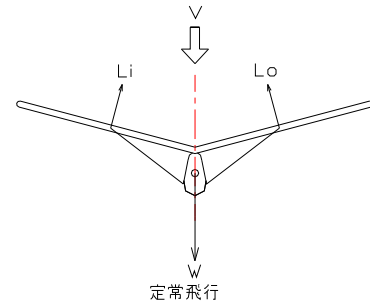
- ⑤ 旋回方向にラダーを操舵。  
 (⇒ヨー角の変化を導入し、旋回飛行に遷移)  
 この旋回は、横滑りを伴うウイングレベルターン。

- ⑥ 旋回飛行に移ると、主翼には内翼と外翼の速度差により、バンクを深める向きの回転(ローリング)モーメントが生じる。(⇒スパイラル降下の初動)

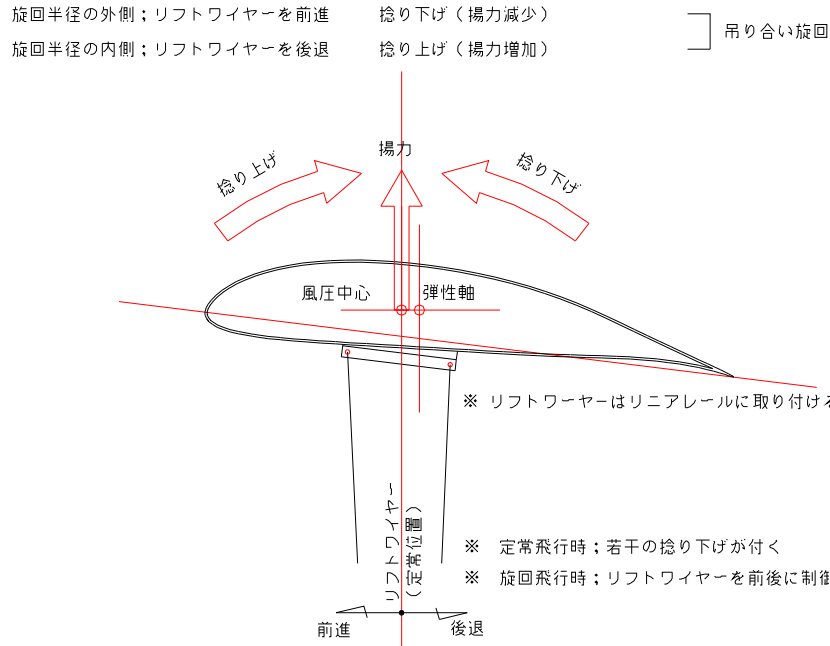
- ⑦ 主翼側の飛行張線取り付け位置を移動させる(空力弾性を活用して、主翼をツイストさせる)。  
 内翼:後方に移動 ⇒ 迎角増大  
 外翼:前方に移動 ⇒ 迎角減少  
 (⇒ローリングモーメントのキャンセル)  
 この操作で旋回は、コーディネイトターンに移行する。

- ⑧ 旋回半径と速度に釣り合う左右の主翼の上反角を維持する。  
 (⇒旋回飛行の維持。旋回飛行に必要な向心力は、左右の主翼の上反角の差から生じる揚力の水平成分の差)

- ⑨ 旋回飛行から定常飛行への復帰は、上記の逆の操作を行う。



## 制御手順図



主翼の捻り制御の操作説明図

**【解説】**

上反角旋回は、我々が目指している一定の旋回半径(半径;150m~200m)を維持しながら 360 度の“緩旋回”飛行の達成に、パイロットのパワーを最大限に有効活用する目的に開発した。

(1)旋回方向に主翼を傾け(主翼の回転制御)、更に、(2)主翼を捻り制御(wing warping)する 制御方法である。

この制御方法は、旋回飛行中のパワーロスを最小限に押さえる。通常の釣り合い旋回では、ローリングモーメントの釣り合いの為にエルロンを用いるが、上反角旋回では主翼を傾け、更に捻り制御するので、主翼の空気抵抗が激減する。

主翼の捻り制御のみでも“緩旋回”飛行は可能であるが、上記 2 つの同時制御には以下の利点がある。

- ① 主翼の回転制御は、旋回に入るきっかけを与え易い。操舵し易い。
- ② ラダー操舵が殆ど不要で、そのロスを最小限に押えられる。
- ③ 旋回半径の内側の翼を水平に保持し、外側の翼で必要な向心力を生むためスパイラル降下に入り難い。
- ④ また、スパイラル降下の初動が生じた場合、上反角を元に戻して水平状態に復元し易い。
- ⑤ パワー消費について抗力を比較すると、“主翼の回転制御 + 捻り制御”は“捻り制御のみ”に比べて、上反角を作る外側の翼が“捻り制御のみ”の場合に比べ、揚力係数の変化が少なく済むので、抗力の増加が少なく、パワー消費に関する効率が良い。

主翼を傾ける時、あまり大きな角度を回転させることは機体の安定性や構造面、パイロットの腕力から出来ない。今回は、±2度を想定している。

主翼の捻り制御は、有限要素法を駆使した構造計算と地上での実物を使った荷重試験で制御状態を確認した。フライングワイヤーを、主翼側の取り付け位置で、定常飛行時の取り付け位置を中心に、前

方に 4cm 移動させると、主翼は約 2 度捻り下げに変形する。逆に 4cm 後退させると主翼は約 2 度捻り上げに変形する。

旋回飛行中は、旋回半径に対して外側の翼を捻り下げ、内側の翼を捻り上げに変形させる。この変形は、内側翼は失速に対してクリティカルな状態になり、パイロットは注意が必要である。

#### 【補足説明】

我々は、上反角旋回の開発に当たって、以下の点に着目・留意した。

- ① 人力飛行機のラダーレスポンスの調整方法の一つに、フライングワイヤーの長さを変えて上反角を調整し、所望のレスポンスを得る方法が有る。フライングワイヤーを長くすると、上反角が大きくなりラダーレスポンスが向上する。反対に短くするとラダーレスポンスが低下する。一般の人力飛行機の場合、フライングワイヤーの数センチメートルの長さ調整で、上半角が 0.5 度から 1 度くらい調整できる。この調整でラダーレスポンスは大きく変化する。この現象を顕著に得るには、機体のテールブームに高い剛性が必要である。
- ② 機体に比対称性を与えることで機体の左右の揚力のバランスを崩し、崩れた方向への水平力が生じる事、その水平力を旋回飛行に必要な向心力と釣り合わせることが出来ると考えた。
- ③ 機体の特徴に、多くの人力飛行機の主翼は停止時に主翼が水平より垂れ下がり、下反角が付いている事が多いが、CHicK-2000 は停止時でも離陸滑走に必要な“上反角を維持”していることが有る。この“上反角の維持”に必要な主翼の剛性が、上反角旋回を可能に導くポイントに成る。
- ④ CHicK-2000 は、主翼付け根部の曲げモーメントの低減に主翼と胴体の接合部にヒンジ構造を採用した。主翼は、機体が滑走し始めて揚力を発生し、それが主翼の自重を打ち消して上反角を維持（＝フライングワイヤーに張力が発生する）するまでは、胴体フレームのパイプの周りを自由に回転出来るように胴体に接合されている。従って、滑走中のウイングランナーは非常に重要な役割を担う。

#### 5) 高効率な上昇方法（ジャンピングクライム）の開発

女性の人力飛行のうち、離陸とそれに続く上昇は、一連の飛行中、最もパワーを費やす過酷な瞬間である。一般の航空機の上昇は滑らかな巡航上昇が望ましいが、人力飛行機のパイロットにとっては、人体エンジンの“出力パワーと持続時間”の観点から、機体の姿勢変化に関わらず、一定パワーの維持が有効である。ジャンピングクライム法は上昇角一定の巡航上昇方法とは異なり、昇降舵操作による約 1m の上昇を数回のステップにより行い、目標とする飛行高度に達する方法である。我々は離陸から上昇飛行中に、最少の疲労で効率的な上昇方法として、ジャンピングクライム法を開発・実践した。

#### (5) 機体のレイアウト

人力飛行機を軽量・高剛性化する手法に、CFRP（カーボンファイバー強化プラスチック）材の適用が有る。この材料は軽量で高い降伏点を持つ。部材の決定は、用途に適した断面性能の付与に始まり、変形量（回転角）の把握に努めた。機体の主要構造に用いる CFRP 部材を全て自作した。必要な性能を満足するために積層構成の最適化を図り、マンドレルを製作、プリプレグシートを積層し、自作した専用の炉を用いて焼結させた。

#### 1) 主翼

ストレススキン翼の主要構造は、スパー：CFRP 棒材、ウェブ：バルサ、スキン：スチレンペーパーに GFRP 加工とし、構造解析は有限要素法（FEM）によった。

翼型は、翼根から翼端にかけて、レイノルズ数に対応して MP-160、DAE-21・31・51 を配置し、定常飛行時の揚力分布の楕円形状化に対応した迎角、捻り下げを与えた。MP-160 から DAE-21 に滑らかに移行させるに当たり、中間位置の翼型は MIT のマーク・ドレラ博士が開発した数値計算による空力解析ソフト；Xフォイルを用いて性能を確認した。

## 2) 尾翼

スパー：バルサ棒材を CFRP 薄板で補強した複合材、ウェブ：バルサ、スキン：前縁側 40% をスチレンペーパー、後縁側 60% をポリプロピレンフィルムとし、Dボックス構造を形成した。

## 3) コクピット

リカンベント型を採用した。サイクリング型と比較すると、

① フレームの小型・軽量化 高剛性化に直結し、運搬や組み立て・分解も容易。最大のメリットは、機体重量の数十パーセントを締めるパイロットの姿勢を低く押さえられるので、重心位置が低くなり、安定性の向上と慣性モーメントを低減できる。

② 高い安全性 強固なフレームに囲まれたパイロットは、万一墜落の場合でも衝突姿勢（CHicK-2000 の衝突姿勢；両腕を延ばしてハンドルを握り、座席とペダルの間で両足を突っ張り、アゴを引き、ヘルメットをヘッドレストに押しつける）の保持により、機体から放り出され難く、接地時の衝撃も減少する。安全性では他の姿勢の追従を許さない。

③ ペダリングの脈動によるローリングが少ない 機体は、ペダリングの脈動から生じるコクピットのローリングを極力抑えなければならない。反面、リカンベント型は機首をヨーイングし易い。これは主翼とコクピットの接合部の設計や、操縦性に大きく影響する。

④ 出力変化への対応が優れている 日常的なサイクリング型に対して特殊な姿勢で、滑らかなペダリングの持続には、トレーニングの3原則の1つ特異性の原理に習う必要が有る。一方、爆発的な出力を要求される出発～離陸時等は、堅固に固定された座席がペダリングによる腰の反力を確実に吸収し、少ないパワーロスで滑らかな高回転・高出力を得やすい。

## 4) プロペラ

平面形状の工夫により、プロペラ効率は 93.8% に達した。スピナーも抗力低減に有効で、様々な直径と長さを検討し 180φ、400φ mm とした。設計・製作の注意点に、ペダリングによる脈動がブレード角に与える影響を詳細に解析し、製作に反映する事がある。ブレードの加速・減速を考慮した変形の把握は、運用上の効率を 3% 向上させた。

## 5) 動力伝達系

ペダリングを、捻りチェーンを介してプロペラシャフトに伝達する。離陸滑走はプロペラと駆動輪を並列駆動し加速を補助する。駆動輪に取り付けたドラムにケブラーロープを巻き付け、ペダル側ドラムに巻き取り、回転させる（ロープドライブ）。対気速度 5.5m/s までは、主翼は揚力不足で自重を支えきれず上反角すら確保出来ないのので駆動輪の接地抵抗が期待できる。上反角を確保する直前にロープを巻き取り、プロペラドライブのみで滑走・離陸する。ドライブユニットの伝達効率は 90% を達成した。

## 6) 操縦系

操縦桿でエレベーター・ラダー・主翼のツイストの3舵を制御する。上反角の制御は、シートの横に取り付けたコントロール・レバーでオン・オフ制御を行う。

## (6) パイロットのトレーニング

### 1) 体カトレーニング

大阪体育大学金子研究室淵本教授の指導の基に体カトレーニングを実施した。

### 2) フライトトレーニング

CHicK-2000 は機体の剛性向上に伴い、ソアラを凌ぐ操舵レスポンスを追求したので、フライトトレーニングもソアラによった。

グライダーによるフライトトレーニングを実施し、述べ 20 フライト消化した。

操縦技術は、ソロフライト可能なレベルに達した。

フライトシミュレータを用いたフライトトレーニングも行った。

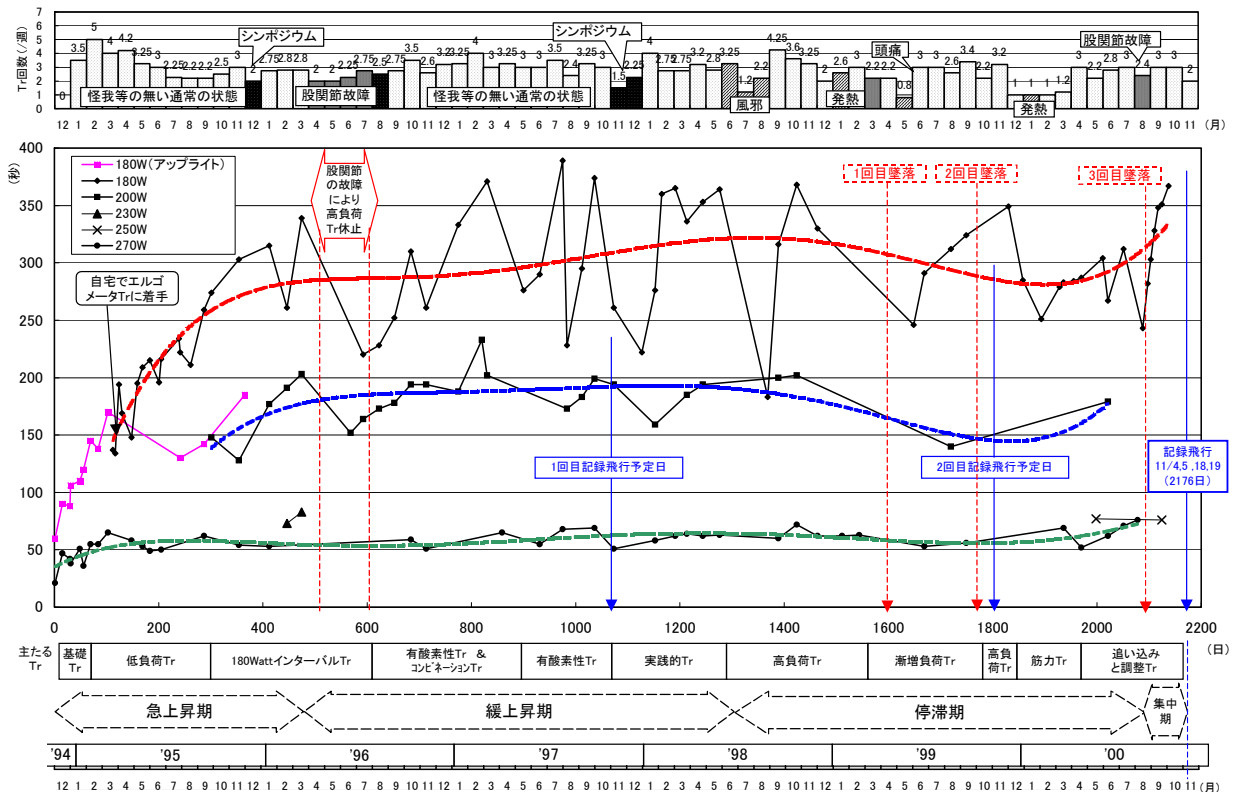
“練土研チャレンジチーム” に鳥人間コンテスト専用のフライトシミュレーター [bird] をバージョンアップした “Bird for CHicK-2000” を提供して頂いた。数回のシミュレーションで、離陸から安定した水平飛行に移行するまでの操縦技術の大凡を習得できた。



体力測定



実機機グライダーによるフライトトレーニング



ペダリング持続時間の推移

## (7) 飛行

PIO (Pilot Induced Oscillation) が原因で3回の墜落大破を含む6年の歳月を費やし、2000年11月4日・5日に、女性パイロットでは世界で初めて、ストレススキン構造翼機の安定した直線飛行に成功した。ストレススキン翼の人力飛行は我が国初の快挙で、世界では男女を問わず3番目に当たる。

記録飛行は、公式立会人諏訪吉昭氏の立会いの基に、海上自衛隊下総航空基地において2000年11月4日、5日、18日、19日に行なった。

11月4日、5日の天候は、北北西の風2~3 m/s、気温約10°C、濃霧で日の出時の視界は50mであった。機体組立中、午前4時頃から全体が結露し、新聞紙で被って霧が晴れるのを待った。霧は7時に晴れたが結露が納まらず、滑走路の使用時間の制限から水滴が付いたままのフライトになった。熱容量の大きなスチレンペーパーや発泡スチロールが主要材料の機体にとっては、拭き取っても拭き取っても結露が納まらない致命傷である。水滴は重量を約3kg増加させ、主翼の空力性能を極端に低下させる。経験的には当日の状況は約30%抗力を増大させる。当初1000mのフライトを予定していたが計画を変更し、アネロビクスパワーフライトとした。180W

(横風2~3m、速度8m/s)の計画に対して230~250Wの投入が必要である。CHicK-2000の定常飛行の必要パワー(無風、高度1m)は160~170Wだが、この状況では極力抵抗の少ない迎角でのフライトが望ましく、対気速度10 m/sの超高速で約40秒(アネロビクスパワーの持続限界時間)飛行した。この時の必要パワーは予想通り230~240Wであった。これは離陸に約90mを費やした事や、高度2mに上昇した時点で連続投入したパワーと獲得高度が釣り合い、それ以上上昇出来なくなった事から確認出来た。(11月18日、19日は風速8~10(m/sec)の強風のため飛行出来なかった。)



テスト飛行



記録飛行の宣言



記録飛行 2000年11月5日

公式立会人による4日、5日の飛行記録の所見を以下に示す。

財団法人 日本航空協会  
会長 利光松男 殿

2000年11月28日

公式立会人 諏訪 吉昭

”CHicK-2000 プロジェクトチーム” アクティブギャルズのクラスI 人力飛行機女性記録飛行に立ち会い、FAI規定による直線距離および滞空時間につき、実施しましたが、規定の2mの高度証明が得られませんでしたので、参考として結果を下記のとおり報告致します。

飛行実施日	2000年11月4日(土)
実施場所	千葉県東葛飾郡沼南町 海上自衛隊下総航空基地
パイロット	堀 琴乃
天気	晴れ
風向風速	北北西 2.5m/sec
出発時間	午前7時03分12秒
停止時間	午前7時04分39秒
飛行距離	331.238m
飛行時間	46秒45
最高高度	計測できず(VTR推定: 2.4m)

#### 立会人所見

約80名の各地から集まったボランティアの協力の下、かつて日本初の女性の公認人力飛行をなし遂げた堀氏が飛行を行なった。向かい風2.5m/secのコンディションで、機体は出発後数秒間で離陸し短時間で2m以上の高度を得たが、計測用ポールの位置の手前で高度を失ない、2mをクリアすることを断念しそのまま降下、着陸した。安定した飛行ぶりから、機体の空力特性、剛性、安定性、操縦生、パイロットの操縦技量が充分なことが見てとれた。

今回の飛行には、翼に霧による露の付着という不利な状況があり、その点を考慮して評価する必要を感じる。露が付着しない条件で飛行し、離陸滑走・上昇・巡航に対するパイロットのパワーの配分を適正にすれば、記録更新の可能性は高いと思われる。

財団法人 日本航空協会  
会長 利光松男 殿

2000年11月28日  
公式立会人 諏訪 吉昭

”CHicK-2000 プロジェクトチーム” アクティブギャルズのクラスI 人力飛行機女性記録飛行に立ち会い、FAI規定による直線距離および滞空時間につき、実施しましたが、規定の2mの高度証明が得られませんでしたので、参考として結果を下記のとおり報告致します。

飛行実施日	2000年11月5日(日)
実施場所	千葉県東葛飾郡沼南町 海上自衛隊下総航空基地
パイロット	堀 琴乃
天気	晴れ
風向風速	北北西 1.2m/sec
出発時間	午前6時44分50秒
停止時間	午前6時45分37秒
飛行距離	269.815m
飛行時間	37秒66
最高高度	計測できず(VTR推定: 2.2m)

#### 立合人所見

弱い向かい風という条件で記録に挑んだ。離陸滑走距離は、必然的に前日より長くなった。離陸後の計測用ポール通過は、クリアしたかには見えたが、僅かにテールが触れた。無理に飛行を継続しないというパイロット・チーム代表者の判断で、機体は着陸した。前日に比べ、さらに安定した飛行であり、パイロットの操縦に対する錬度は高い。

前日同様、翼に霧による露の付着という状況があり、今後、記録更新に成功するかどうかにも、気象条件が大きく影響すると思われる。

## 《アクティブギャルズの人力飛行機活動概略》

CHicK-2000 プロジェクトチーム

“アクティブギャルズ”

- 1992年 7月 FAI I-Cクラス 日本初 女性パイロットによる人力飛行に成功 日本航空協会公認  
飛行距離;119.045(m) 飛行時間;22秒28 於;富士川滑空場
- 1993年 9月 スカイフェスタ名古屋 HYPER-CHicK“KoToNo Limited”機体展示
- 11月 第31回飛行機シンポジウム講演 日本航空宇宙学会
- 1994年 8月 国際人力飛行シンポジウム講演 ミュージアム・オブ・フライト & アメリカ航空宇宙学会 共催  
シアトル、ワシントン、USA
- 11月 CHicK-2000プロジェクト着手
- 1995年 9月 かかみがはら航空宇宙博物館に、HYPER-CHicK“KoToNo Limited” 寄贈(永久保存、常設展示)
- 10月 人力飛行機の旋回飛行方法に関する知的所有権を取得 知的所有権協会
- 12月 第1回スカイスポーツシンポジウム講演 日本航空宇宙学会
- 1996年 12月 第2回スカイスポーツシンポジウム講演 日本航空宇宙学会
- 1997年 12月 第3回スカイスポーツシンポジウム講演 日本航空宇宙学会  
同上 パネルディスカッション参加 人力飛行機パネリスト
- 1998年 12月 第4回スカイスポーツシンポジウム講演 日本航空宇宙学会
- 1999年 12月 第5回スカイスポーツシンポジウム講演 日本航空宇宙学会
- 2000年 11月 世界初 女性パイロットによるストレススキン翼機の人力飛行に成功
- 12月 第6回スカイスポーツシンポジウム講演 日本航空宇宙学会
- 2001年 12月 第7回スカイスポーツシンポジウム講演 日本航空宇宙学会  
同上 パネルディスカッション参加 人力飛行機パネリスト
- 2002年 4月 CHicK-2000 青森県立三沢航空科学館(2003年オープン予定)に保存決定  
2003年春寄贈予定
- 2002年 12月 第8回スカイスポーツシンポジウム講演 日本航空宇宙学会
- 2003年 5月 CHicK-2000 青森県立三沢航空科学館に保存

### — 吉川俊明 —

#### 《プロジェクトリーダー》

昭和29年5月12日生まれ

昭和52年3月 関西大学工学部建築科卒

(株)浅沼組勤務

#### 《資格》

一級建築士

一級建築施工管理士

一級土木施工管理士

一級管工事施工管理士

コンクリート主任技師

コンクリート診断士

プレストレストコンクリート技師

建築積算士

住所 ; 〒664-0882 兵庫県伊丹市鈴原町 6-36-11

TEL/FAX ; 0727-79-5106

E\_mail ; t\_yoshikawa@pop17.odn.ne.jp

### — 堀琴乃 —

#### 《パイロット》

昭和42年11月8日生まれ

昭和63年3月 帝塚山短期大学日本文芸学科 工芸・美術史コース卒

東陶機器(株)勤務

住所 ; 〒631-0044 奈良県奈良市藤ノ木台 4-2-13

TEL/FAX ; 0742-43-4028

E\_mail ; kotono@pop02.odn.ne.jp

HOME PAGE ; <http://www.fsinet.or.jp/~active-g/>

## 《アクティブギャルズの飛行機関連レポート一覧》

1988年	12月	チーム“アクティブギャルズ”結成	
1990年	2月	QCサークルNo.334 『Like A Bird 空へ』	日本科学技術連盟
1991年	9月	浅沼組大阪本店社内報 “go:zu” 平成3年9月号 『やってきた アクティブギャルズの熱い夏！！』	浅沼組
	11月	航空技術11月号 『やってきた アクティブギャルズの熱い夏！！』	日本航空技術協会
1992年	6月	浅沼組東京本店社内報 “Actom” 1992.08 『大阪発 女が飛ぶとき！！』	浅沼組
	9月	浅沼組社報 平成4年9月 『KoToNo が飛んだ！！』	浅沼組
	11月	航空技術11月号 『92 鳥人間コンテスト』 『KoToNo が飛んだ！！』	日本航空技術協会
1993年	3月	つち 第17巻第3号 『自らの力で大空を飛んでみたい』	労働基準調査会
	5月	航空技術5月号 『人カプロペラ機の基礎テクニク（上）』	日本航空技術協会
	6月	航空技術6月号 『人カプロペラ機の基礎テクニク（下）』	日本航空技術協会
	11月	第31回 飛行機シンポジウム講演 『日本女性初の人カ飛行と今後の展望』	日本航空宇宙学会
	11月	航空技術11月号 『NEWアクティブギャルズの新しい夢』	日本航空技術協会
1994年	3月	衛星放送で学ぶ英語 TODAY'S JAPAN 570 『CHALLENGE』	金星堂
	8月	国際人カ飛行シンポジウム講演 『Human-Powered Flight by an Amateur Female Pilot』	ミュージアムオブフライト & アメリカ航空宇宙学会 ミュージアム・オブ・フライト、シアトル、USA
	11月	CHicK-2000プロジェクト着手	
1995年	10月	人カ飛行機の旋回飛行方法に関する知的所有権を取得 『発明・創作の名称: 人カ飛行機の飛行張線を利用した旋回飛行方法』	知的所有権協会
	12月	第1回スカイスポーツシンポジウム講演 『アマチュア女性パイロットによる人カ飛行の現状と将来』 『アマチュア女性パイロットによる人カ飛行』 『人カ飛行を目的に開発された翼型の実用状態を考慮した空力特性の実験』	日本航空宇宙学会
1996年	12月	第2回スカイスポーツシンポジウム講演 『人カ飛行機の主翼の効率化』 『人カ飛行機の離陸滑走時における必要パワーの測定』 『人カ飛行機の女性パイロットにおける体カトレーニング』 『空力弾性テーラリングに基づく人カ飛行機の旋回飛行における運動と制御の一方』 『鳥人間コンテスト用全天候型人カ飛行機の開発』 『人カ飛行機用実物翼の風洞実験』	日本航空宇宙学会

- 1997年 12月 第3回スカイスポーツシンポジウム講演 日本航空宇宙学会  
『近年の鳥人間コンテストの動向』  
『鳥人間コンテスト 滑空機のテスト飛行について』  
『人力飛行機のチェーン・ドライブ方式による動力伝達装置の伝達効率の測定』  
『人力飛行機の離陸滑走時における最適ギヤ比の決定のための必要パワーの測定』  
『人力飛行機の女性パイロットにおける3年間のトレーニング効果』  
『女性用人力飛行機の上昇方法“ジャンピング・クライム”法に関する考察』  
『人力飛行機に用いるCFRP部材の自作方法について』  
同上 パネルディスカッション参加
- 1998年 6月 ホームページ公開 <http://www.fsinet.or.jp/~active-g/>  
12月 第4回スカイスポーツシンポジウム講演 日本航空宇宙学会  
『人力飛行機CHicK-2000におけるセンサ・ディスプレイを用いた飛行計測・表示システムの構築』
- 1999年 2月 日本航空宇宙学会誌 '99.2 VOL47 NO.541 日本航空宇宙学会  
パネルディスカッション『人力飛行機について』  
12月 第5回スカイスポーツシンポジウム講演 日本航空宇宙学会  
『人力飛行機CHicK-2000の主翼の構造特性』
- 2000年 12月 第6回スカイスポーツシンポジウム講演 日本航空宇宙学会  
『人力飛行機における必要パワーの測定』  
『人力飛行機の女性パイロットにおける体カトレーニング手法』  
『人力飛行機CHicK-2000における応力外皮構造翼の開発』  
『人力飛行機の上昇方法“ジャンピング・クライム”法の制御シミュレーションによる考察』
- 2001年 9月 航空情報9月号 酣燈社  
『世界初！ ストレススキン翼機による女性パイロットの人力飛行に成功！！』  
11月 航空情報11月号 日本航空技術協会  
『第25回鳥人間コンテスト選手権大会』  
11月 航空技術11月号 酣燈社  
『世界初！ 女性パイロットによるストレススキン翼機の人力飛行に成功！！』  
12月 第7回スカイスポーツシンポジウム講演 日本航空宇宙学会  
『女性用人力飛行機CHicK-2000の離着陸時における問題点の考察』  
『人力飛行機におけるPIOに関する考察』  
同上 パネルディスカッション参加  
HUMAN POWER Number 52 Summer 2001 TECHNICAL JOURNAL OF THE IHPVA  
Project review 『CHicK-2000 Project Team “Active Gals”』
- 2002年 7月 Woman Pilot July/August 2002 by Vernon Forbes WOMAN PILOT MAGAZINE  
Kotono Hori : Human Powered Pilot  
9月 航空情報11月号 酣燈社  
『第26回鳥人間コンテスト選手権大会』  
12月 第8回スカイスポーツシンポジウム講演 日本航空宇宙学会  
『女性パイロットによる人力飛行の6年間の体カトレーニング効果について』  
『人力飛行機のペダリングに関する考察』  
『剛性の影響を考慮した人力飛行機における安定性に関する考察』

## 《アクティブギャルズのフライト略歴》

- 1988年12月 チーム“アクティブギャルズ”結成
- 1989年7月 第13回鳥人間コンテスト選手権大会 レディース部門参加 225.90(m) 総合優勝  
パイロット: 宮崎祥代
- 1990年8月 第14回鳥人間コンテスト選手権大会 滑空機部門参加 強風の為中止  
パイロット: 堀琴乃
- 1991年7月 第15回鳥人間コンテスト選手権大会 滑空機部門参加 157.40(m) 7位 奨励賞  
パイロット: 堀琴乃
- 1992年7月 FAI I-Cクラス 日本人女性で初めて人力飛行に成功 日本航空協会公認  
パイロット: 堀琴乃 飛行距離 119.045(m) 飛行時間 22秒28
- 7月 第16回鳥人間コンテスト選手権大会 人カプロペラ機部門参加 334.13(m) 4位奨励賞  
パイロット: 堀琴乃
- 1993年7月 第17回鳥人間コンテスト選手権大会 滑空機部門参加 52.92(m) レディース賞  
パイロット: 堀琴乃
- 8月 第2回ジャパンカップ 全日本紙飛行機選手権大会参加
- 9月 スカifesta名古屋 HYPER-CHick“KoToNo Limited” 機体展示
- 1994年7月 第18回鳥人間コンテスト選手権大会 滑空機部門参加 152.80(m) 5位 奨励賞  
パイロット: 堀琴乃
- 11月 第3回ジャパンカップ 全日本紙飛行機選手権大会参加
- 11月 CHick-2000プロジェクト着手
- 1995年9月 かかみがはら航空宇宙博物館に、HYPER-CHick“KoToNo Limited” 寄贈
- 11月 かかみがはら航空宇宙博物館プレ見学会開催
- 1998年6月 ホームページ公開 <http://www.fsinet.or.jp/~active-g/>
- 2000年11月 世界初 女性パイロットによるストレススキン翼機的人力飛行に成功 331.238(m)  
パイロット: 堀琴乃