

# CHick-2000 Project



Figure 1. “ジャンピン・グクラ임”による上昇飛行例



*“Active Gals”*

# CHick-2000 Project

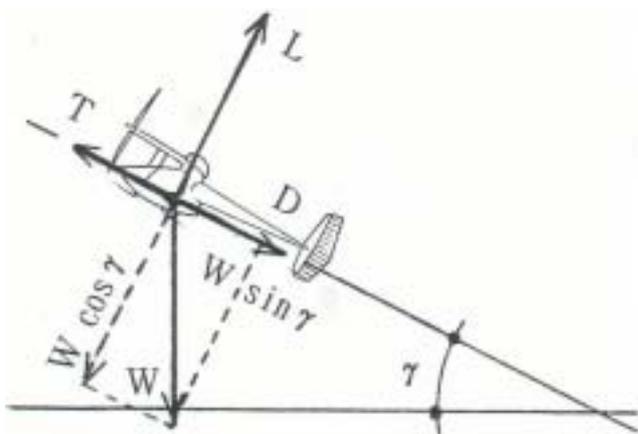


Figure 2. 上昇飛行中の力の釣り合い

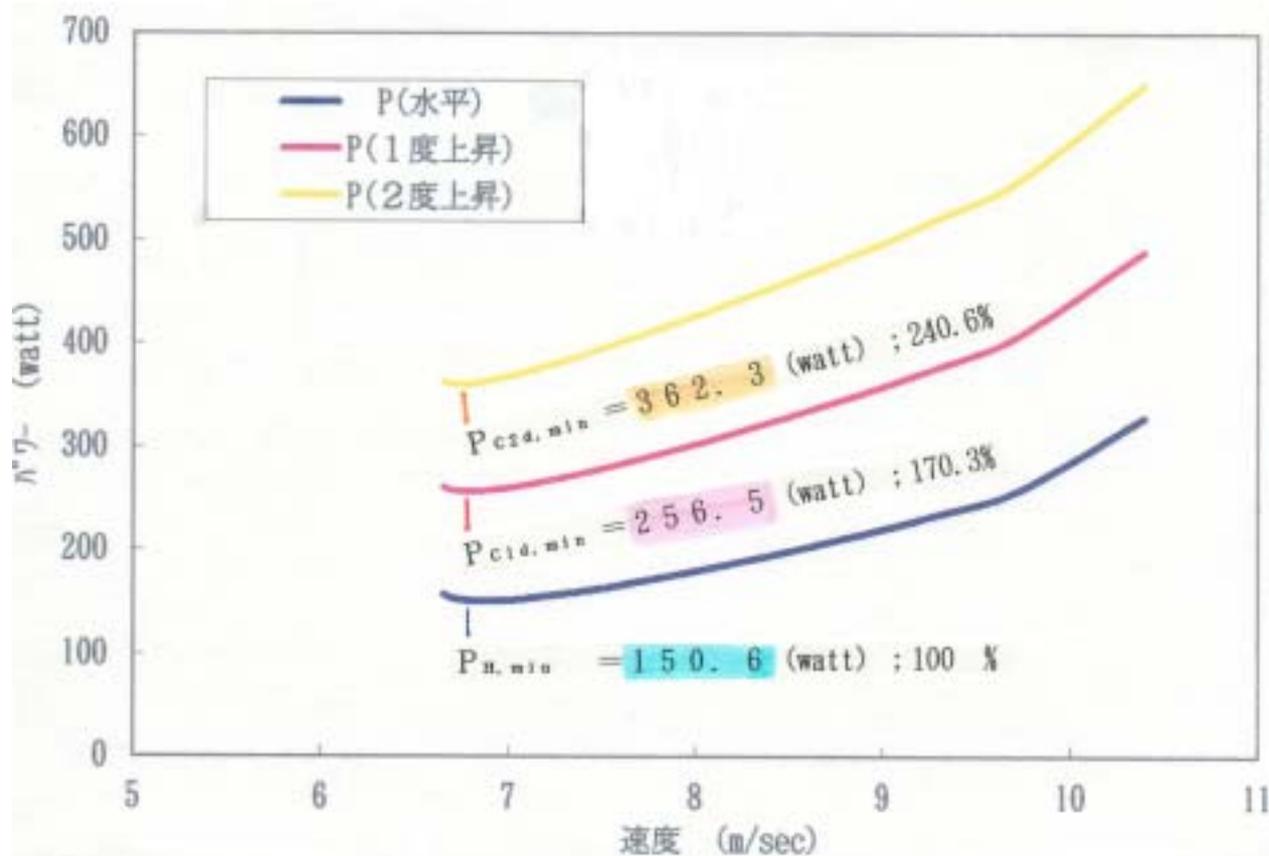
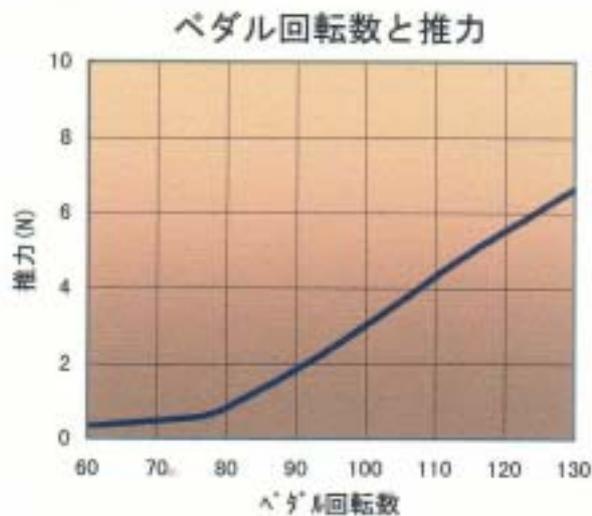


Figure 3. 飛行速度と必要パワー



*“Active Gals”*

# CHick-2000 Project

## 非定常上昇飛行方法の一例

- ①一定パワーで水平飛行を継続
- ②水平飛行の維持に余剰なエネルギーで機体を増速させ、運動エネルギーとして蓄積
- ③入力パワーを変化させずに、蓄積した運動エネルギーを位置エネルギーに変換することによって高度を獲得

HPAの現状の飛行高度は、一般に10(m)以下  
5(m)以下の地面効果を有効に利用できる高度を飛行



“ジャンピング・クライム”法は、

- 非定常上昇飛行方法に、地面効果の有効利用を付加した上昇飛行方法である。
- 尚、地面効果は、効率的に運動エネルギーを蓄積することに貢献する。

Figure 4. 非定常上昇飛行法 “ジャンピング・クライム”法の原理

目標

- 獲得高度は5(m)
- 離陸の瞬間を含む3～4回のジャンプで高度5(m)に到達

経験的には、一回のジャンプによる獲得高度 : 1(m)  
” に要する時間 : 1～1.5(秒/回) が良い。

- ①直線水平飛行において、“ジャンピング・クライム”が可能なパワーに入力パワーを調整し、機体は水平飛行を維持したまま、飛行速度を増速させる。
- ②所定の速度まで増速すると、滑らかな上げ舵操舵により、機体を上昇飛行に移行させる。
- ③所定の高度まで上昇する(所定の速度まで減速する)直前に、下げ舵操舵により、機体を水平飛行に移行させる。
- ④一定パワーを維持し、直線水平飛行の継続によって機体を再び増速させる。
- ⑤所望の高度を獲得するまで、直線水平飛行(増速区間)～上昇(減速区間)の、②から④の操作を繰り返す。

Figure 5. “ジャンピング・クライム”法による上昇手順



“Active Gals”

# CHick-2000 Project



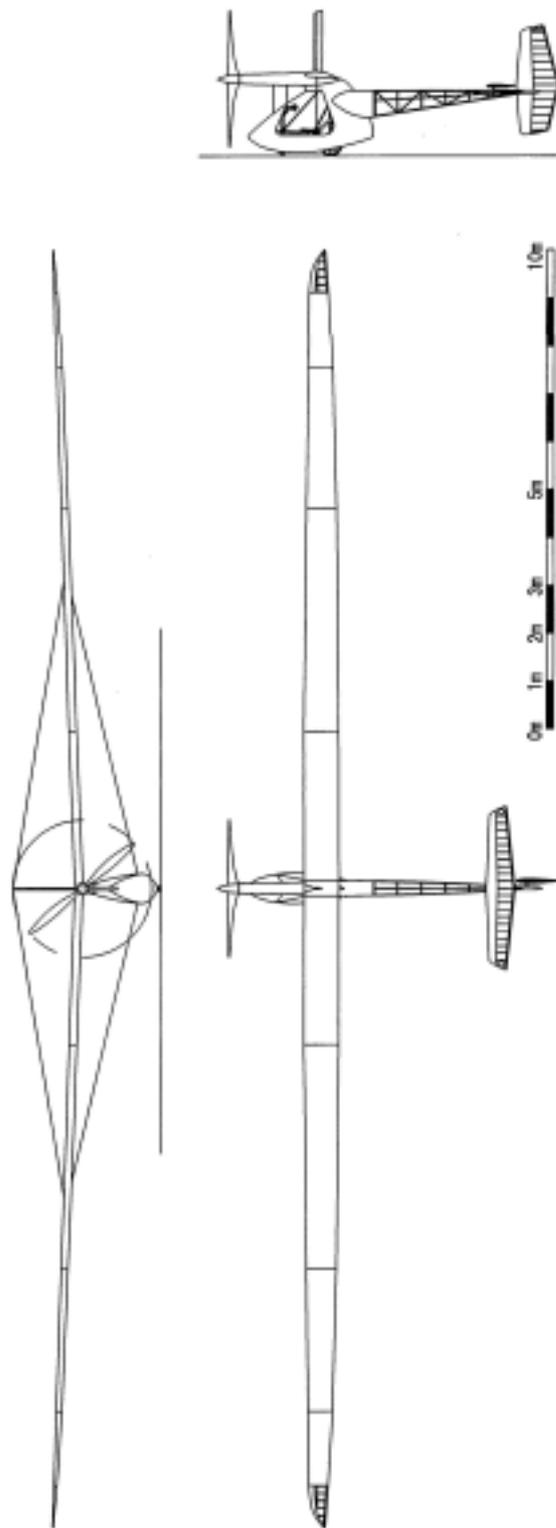
- ①上昇は、**〈力学的エネルギー保存の法則〉**に従い、運動エネルギーを位置エネルギーに変換することにより上昇する。
- ②パイロットは、一定のペダル回転数と一定負荷による一定出力の継続で上昇するので、**体力の消耗を最小限に抑えることができる。**
- ③位置エネルギーの蓄積は、一般のHPAが飛行する低高度においては、**地面効果を有効に活用できるため、高効率な蓄積が可能になる。**
- ④高度の獲得に伴い飛行速度を失う。  
**上昇中、失速に対する危険が増すので注意を要する。**
- ⑤高度獲得のための**上昇飛行（上昇角； $6\sim 7^\circ$ ）**は、**1～1.5秒程度の短時間**に行うものの、**わずかな操縦ミスが過大な空気抵抗の増加に起因するパワー・ロスにつながるため、ジャンプの間の姿勢制御や保持には特に慎重を期す。**
- ⑥高度の獲得に伴い地面効果が減少するため、増速に費やす時間が増す。上昇高度が5(m)程度までの**“ジャンピング・クライム”**は、**大きな地面効果を有効に活用した高効率な上昇ができる。**
- ⑦5(m)以上の高度では特に大きな地面効果が期待出来ないものの、**人力飛行パイロットにとって、“ジャンピング・クライム”法による上昇は、人体エンジンによる“パワーと持続時間”の観点から、巡航上昇に比べて体力の消耗の少ない効率的な上昇を可能にする。**

Figure 6. “ジャンピング・クライム”法の特徴



*“Active Gals”*

# CHick-2000 Project



CHick-2000 TECHNICAL DATA.				Pilot : Ko To No Ho Ri	
Span	26.6 m	Length	7.12 m	Height	3.04 m
Wing area	16.2 sq.m.	Aspect ratio	43.7	Propeller	2.85 m dia.
Empty weight	31.0 kg	Flying weight	75.0 kg	Wing loading	46.3 N/sq.m.
Min.flying speed	7.2 m/s	Min.power at speed	160W @ 8.0m/s	Max. glide ratio	1 : 48
Airfoil	Wortman FX76 MP-160 ~ DAE-21 ~ DAE-31 ~ DAE-51				

Figure 7. “CHick-2000” 三面図



*“Active Gals”*

# CHick-2000 Project

## 地面効果の影響

地面効果を考慮した有効アスペクト比は、以下の計算式によった。

$$AR_{eff} = AR_0 \cdot \left\{ 1 + 3.3 \left( \frac{h}{b} \right)^{3/2} \right\} / 3.3 \left( \frac{h}{b} \right)^{3/2}$$

ここで、  $AR_{eff}$  : 地面効果を考慮した有効アスペクト比

$AR_0$  : 地面効果を含まないアスペクト比

$h$  : 主翼の高度 (m)

$b$  : 翼長 (m)

Figure 8. 地面効果を考慮した有効アスペクト比

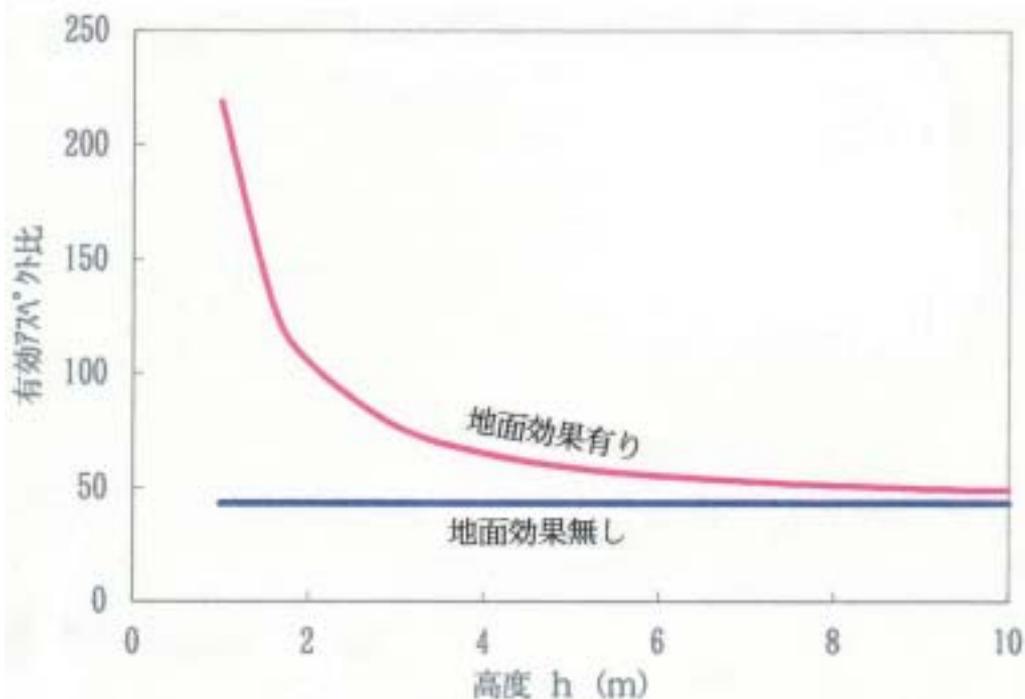


Figure 9. アスペクト比の比較

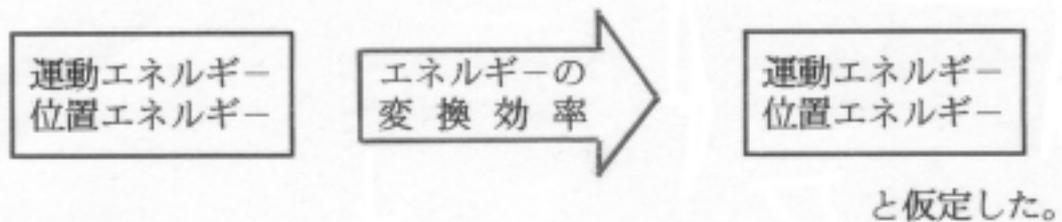


*“Active Gals”*

# CHick-2000 Project

“ジャンピング・クライム”法による上昇の計算では、  
上昇時の姿勢によるエネルギーのロスを見積もった。

上昇前の総エネルギー ----> 80% ----> 上昇後の総エネルギー



- ・ 80%の変換効率は、実測値と良く整合している。
- ・ 上昇時の姿勢変化と速度変化はビデオ分析によった。

Figure 10. 上昇時のエネルギーの変換効率

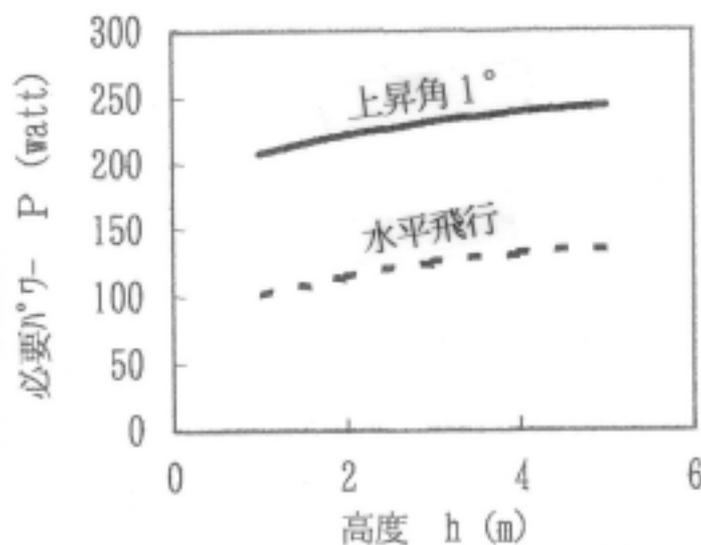


Figure 11. 地面効果を考慮した水平飛行と巡航上昇の必要パワーの比較



“Active Gals”

# CHick-2000 Project

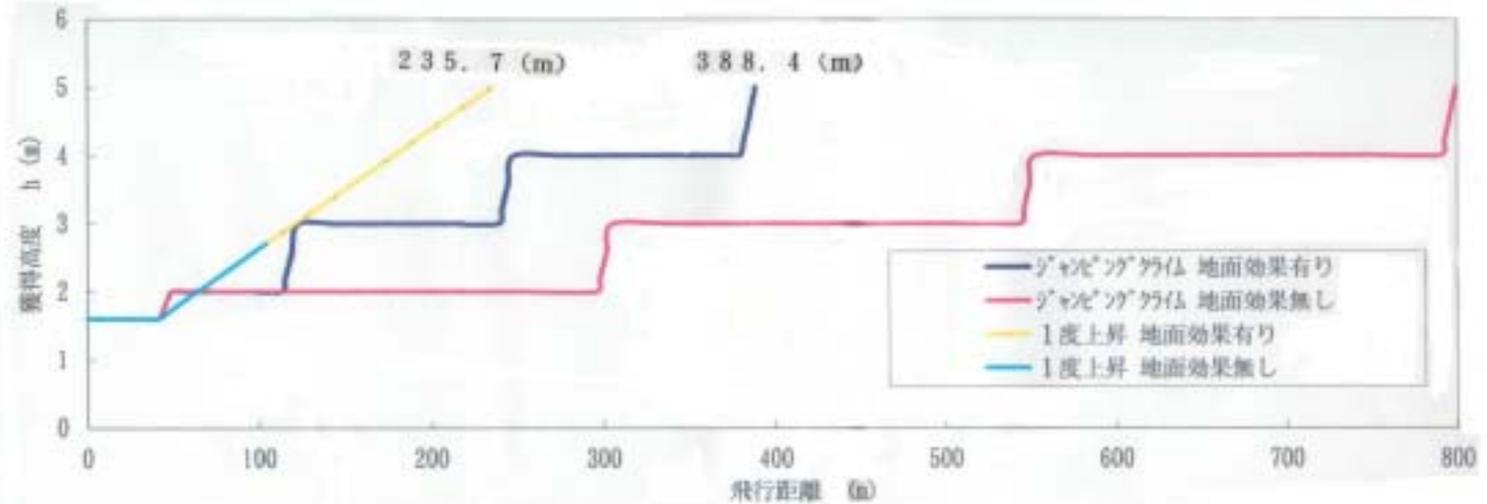


Figure 12. 飛行距離と獲得高度の比較

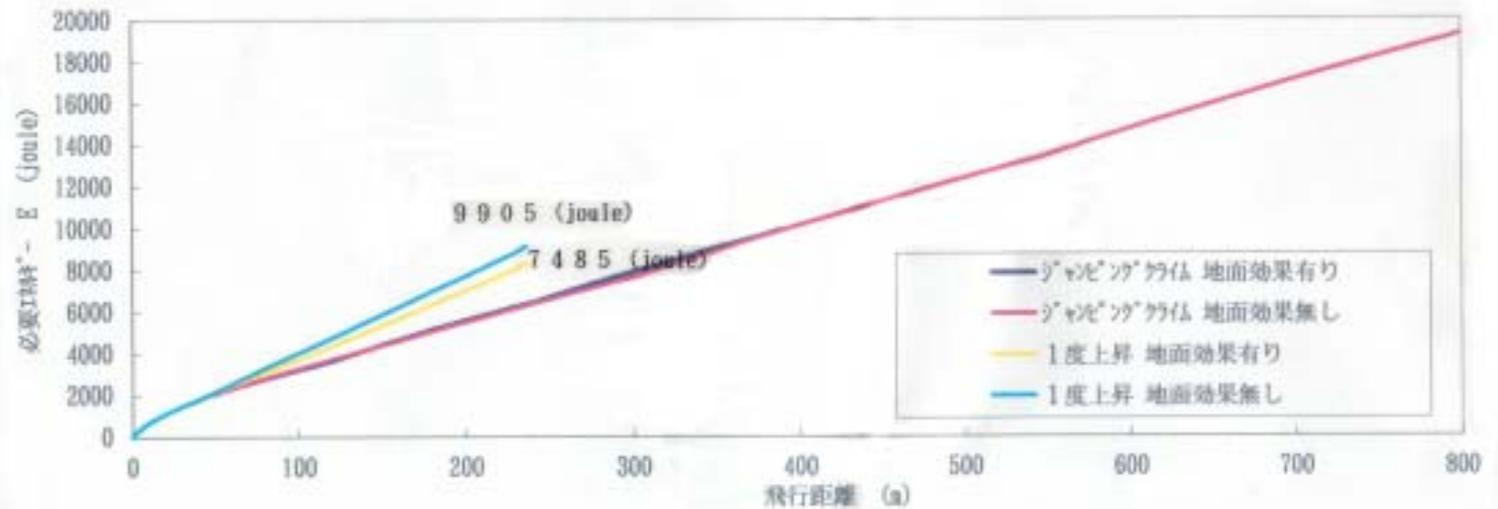


Figure 13. 飛行距離と必要エネルギーの比較



*“Active Gals”*

# CHicK-2000 Project

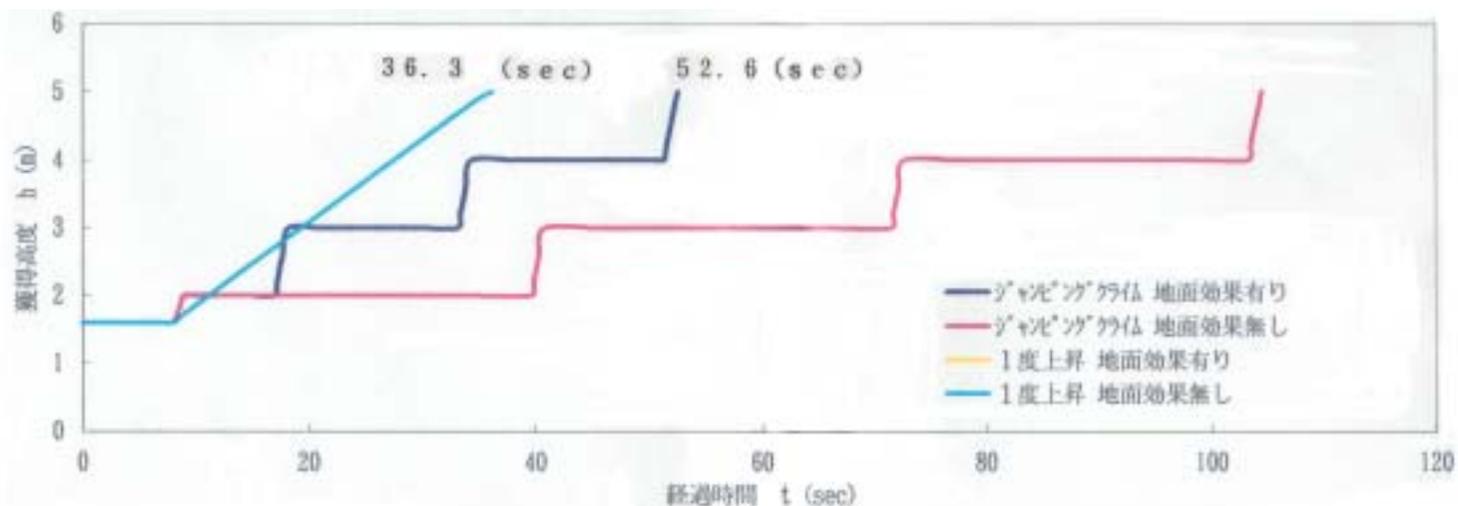


Figure 14. 経過時間と獲得高度の比較

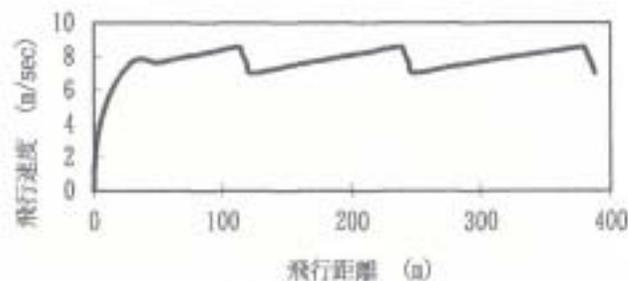


Figure 15. 飛行速度の変化

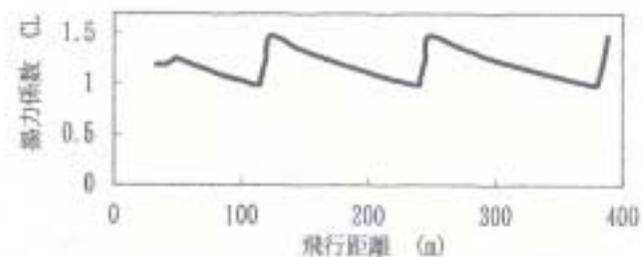


Figure 15. 揚力係数の変化



*“Active Gals”*

# CHick-2000 Project

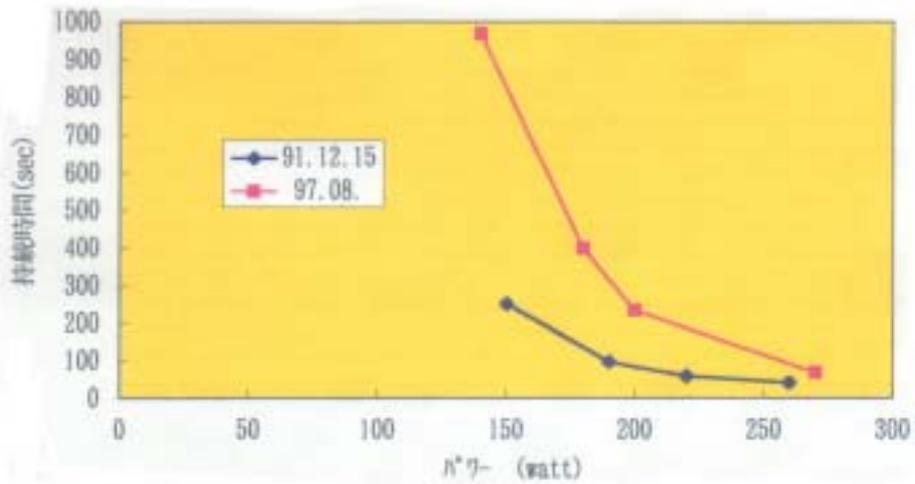


Figure 16. "パワー&持続時間曲線"

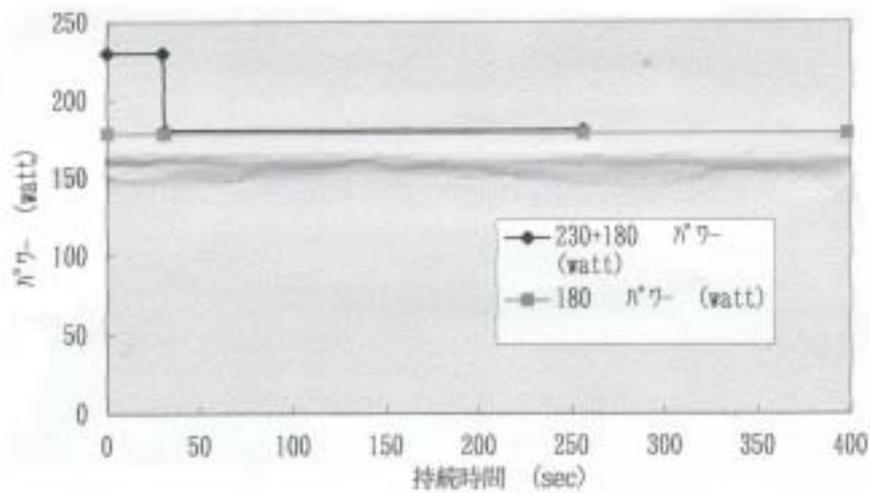


Figure 17. 出力パワーを変化させた場合と一定パワーの場合の "パワー&持続時間曲線"

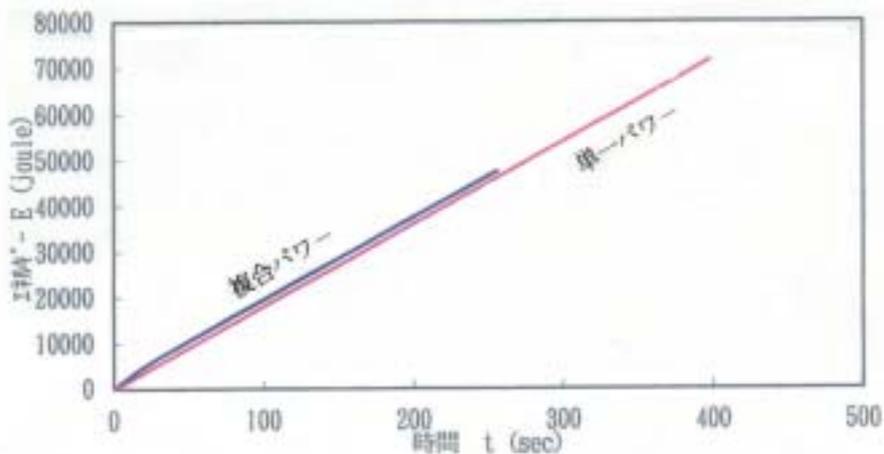


Figure 18. 出力パワーを変化させた場合と一定パワーの場合のエネルギーの比較



*"Active Gals"*

# CHick-2000 Project

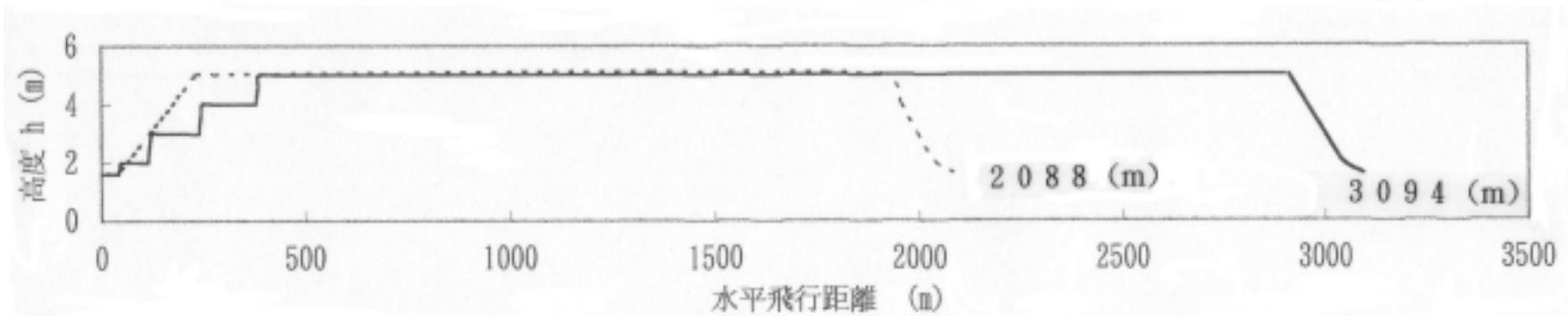


Figure 19. 単一パワーと複合パワーの違いによる飛行距離の比較



*“Active Gals”*

## CHick-2000 Project

- ①人体エンジンによる“パワーと持続時間”の観点から、出力パワーが単一パワー（出力パワーが変化しない）の場合と、複合パワー（出力パワーに変化がある）の場合では、パイロットが ALL OUT に達するまでの総エネルギー量は等しくならない。
- ②一般に、複合パワーによる総エネルギー量（出力パワーに変化があり、パイロットにとってハイパワー・レベルのメニューが組み込まれた場合）は、単一パワーのそれに比べて総エネルギー量が減少する。
- ③これは、体力トレーニングにおける特異性の原理にも一因していると思われる。

Figure 20. “ジャンピング・クライム”による上昇方法が有効な理由

- (1)1回のジャンプは、パイロットのパワーと操縦の技量に左右されるが、姿勢の保持や失速に対する観点やエネルギーの蓄積～変換の観点から、概ね1～1.5 (m)が適当と考えられる。
- (2)ジャンプ時の上昇角は最大7～8°にすべきと思われる。（昇降舵の過大な操舵による抵抗増大の防止）
- (3)姿勢制御に関して、上昇中のローリングやヨーイング制御は、エネルギーの変換効率を著しく下げる。従って上昇中は、機体を向かい風に正対させて、ピッチング制御に専念すべきである。

Figure 21. “ジャンピング・クライム”法による上昇の留意点



*“Active Gals”*