ジャパンカップ　“ジャンボ紙飛行機部門”
機体の設計から飛行まで（その５）

“アクティブギャルズ”

〇堀　琴乃（TOTO㈱）
〇西出憲司(三菱重工業㈱)
渡辺雅晃（マツダ㈱）
吉川俊明（㈱淺沼組）
佐々木寿枝（シャープ㈱）
佐多宏太（トヨタ自動車㈱）
吉川剛明（神戸大学院）

目次

1）はじめに

2）超大型化の手法

3）双胴化による曲げモーメント低減

4）AG-JP翼型開発と特性解析

5）縦方向のトリム調整・安定性確保

6）おわりに

1）はじめに

◆ “アクティブギャルズ”は、第15回全日本紙飛行機選手権大会のジャンボ紙飛行機部門で、翼長7.6mの “CHicK-GRX” の飛行に成功、優勝した。

◆ 今回は、これまでの活動で培った技術と、一連の機体の特徴で有る前進角付きの主翼にV字型揚力尾翼を基本に、翼長10mを超える超大型化に取組んだ。

◆ 結果、前進角付きの主翼に双胴、逆V字型揚力尾翼に進化した。

ここでは、機体の超大型化(“CHicK-URX” :翼長10.56m)と縦方向の釣り合い計算の手法について報告する。

2）超大型化の手法

機体製作	双胴化	翼型開発
調整	トリム計算	静安定計算

- 巨大化に伴う構造上の負担増大に紙で耐える必要有
- 機体調整が不可（フライト=損傷の可能性が高い）

3) 曲げモーメント低減

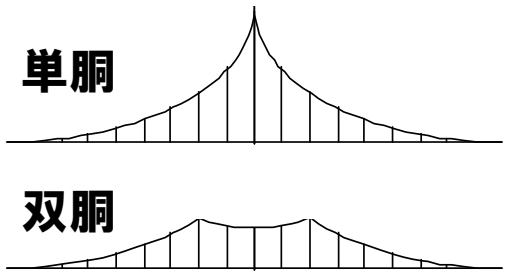
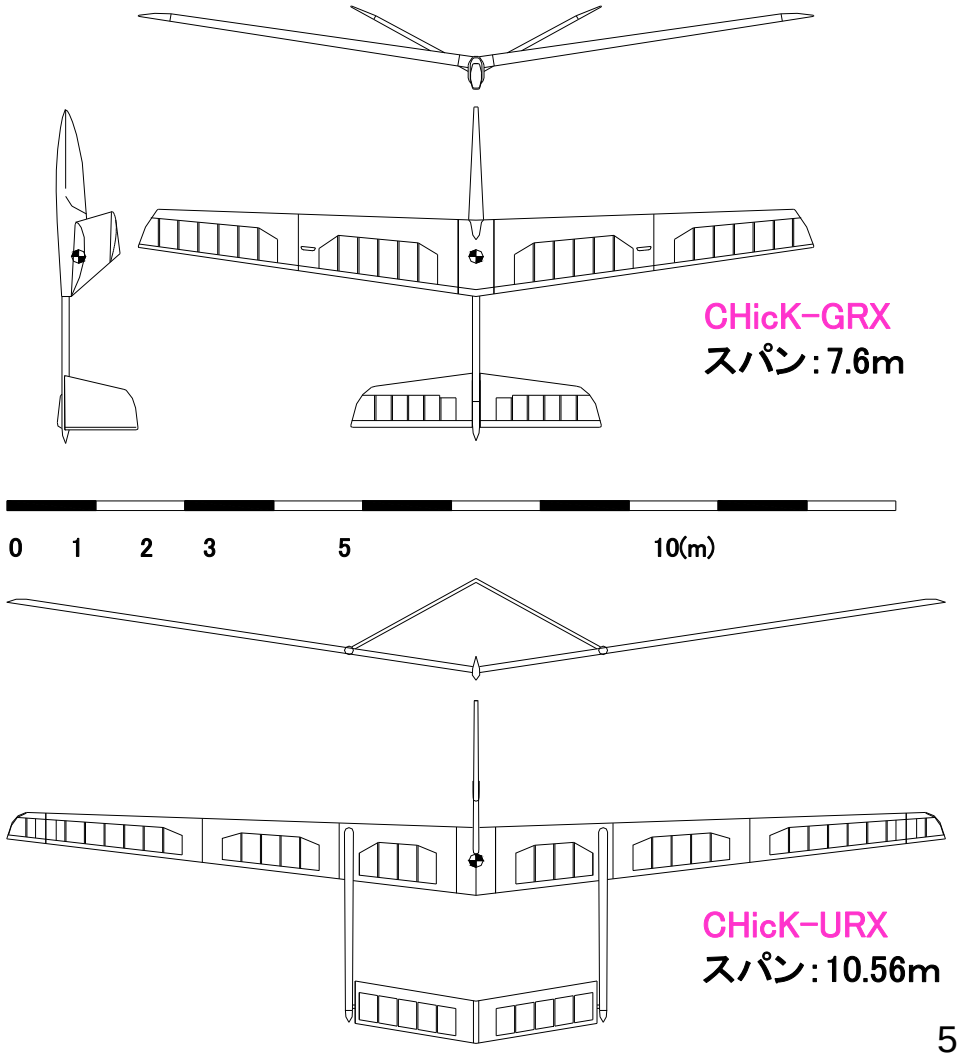


図２　胴体の違いによる
Mmaxの変化

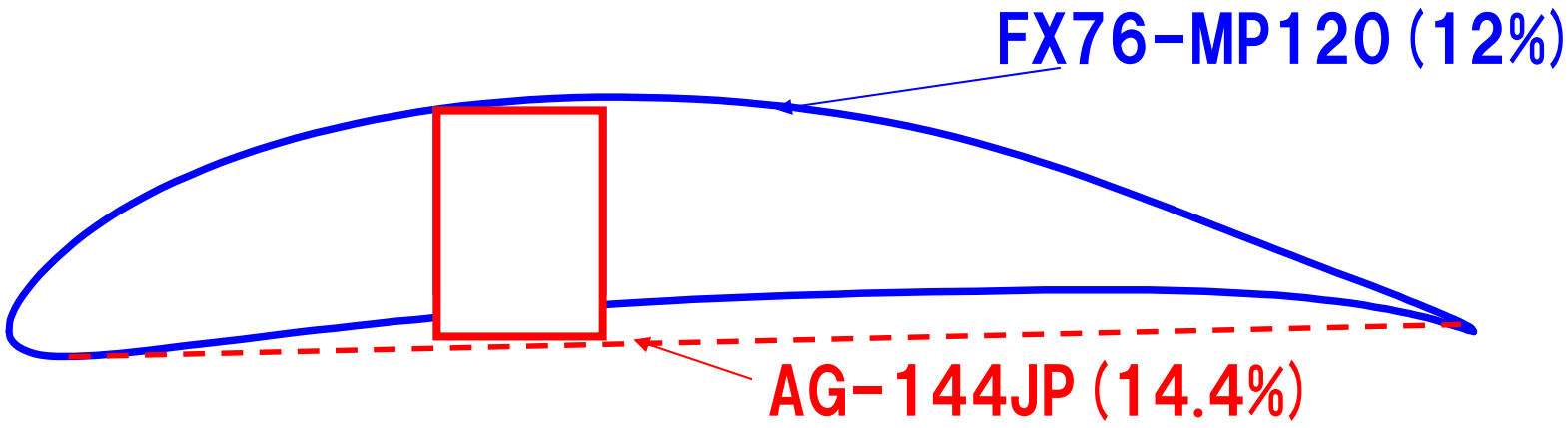
双胴化により曲げモーメントを低減、スパン長大化を実現



3) AG-JP翼型開発

■主翼構造体の強化

■工数大の為、製作精度向上性の必要



桁高さの確保

工作性能の向上

3)翼厚の段階的設定

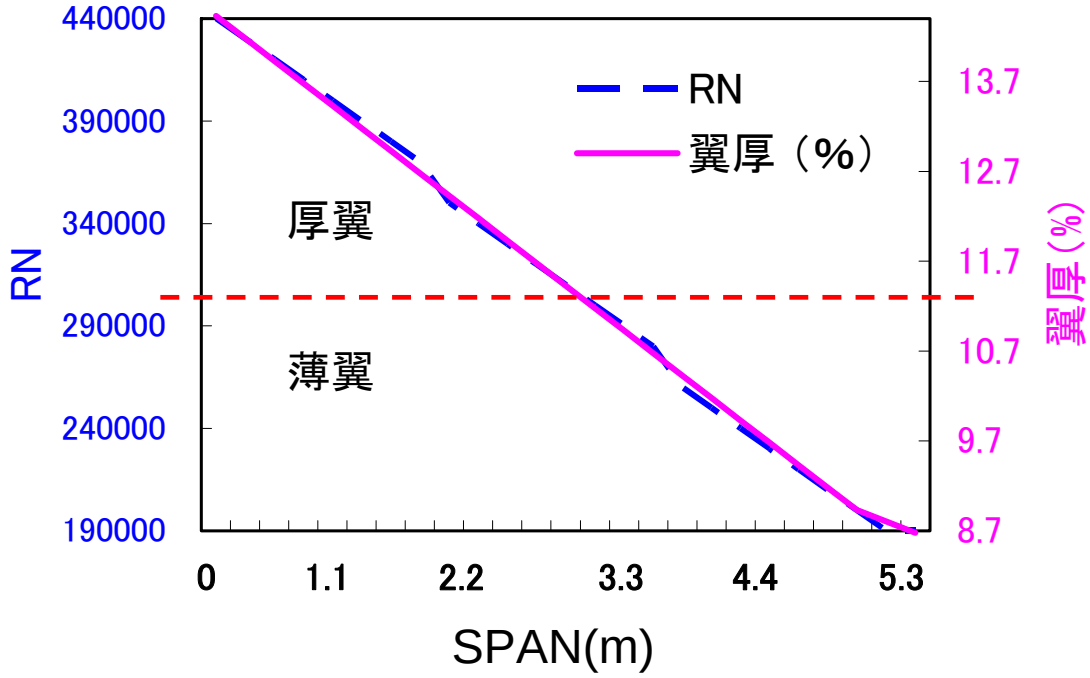


図3-2　翼弦位置とR数翼厚の関係

レイノルズ数の低下に合わせて翼厚を減じ、空力特性を向上

3)空力特性.1

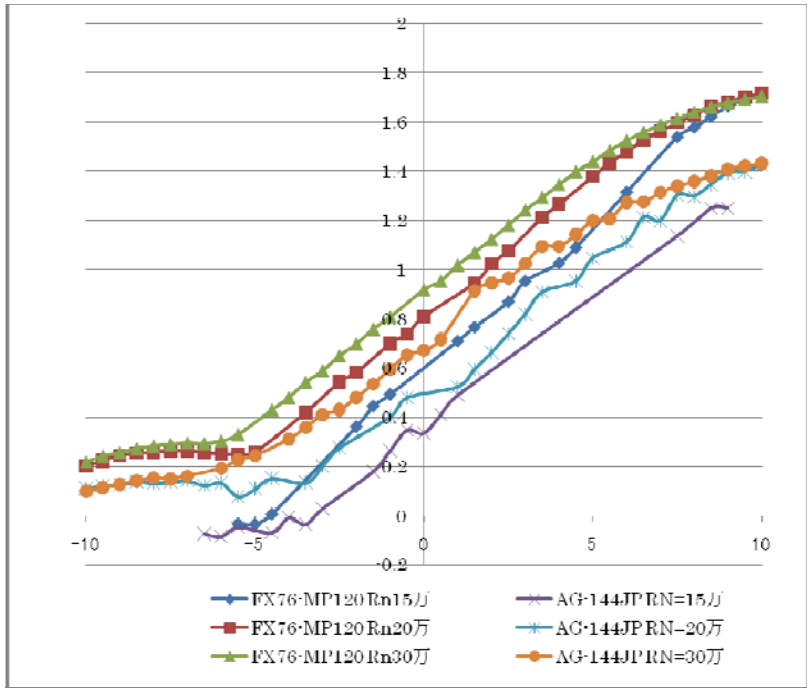


図5 FX76-MP120と
AG-144JPのCl-α特性

同一迎角での揚力は低下

揚力傾斜は比較的近い値

↓

飛行挙動は比較的近い

飛行速度の増大

3)空力特性.2

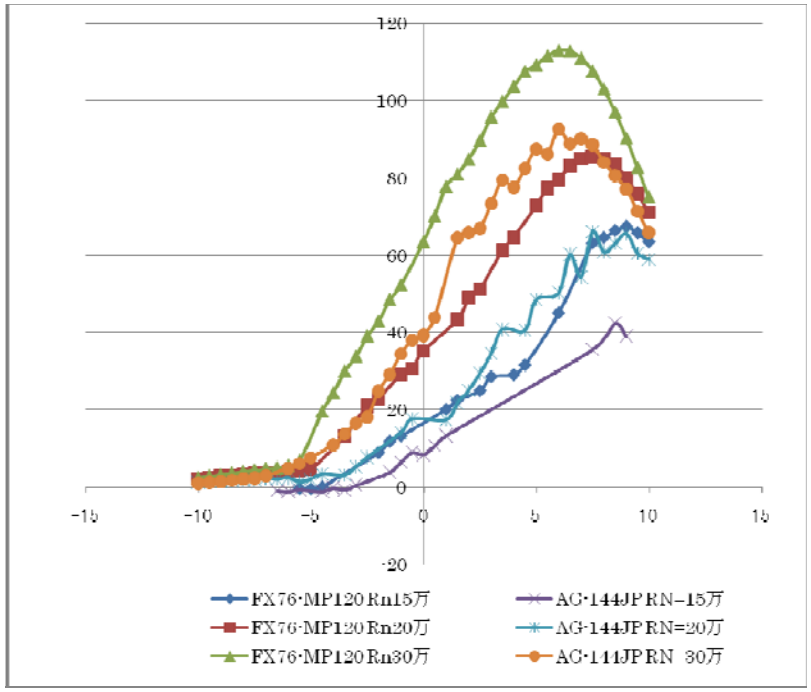


図6 FX76-MP120と
AG-144JPのL/D-α特性

L/Dは若干低下

理論的な飛距離は低下

5) 調整：前提条件

Vh=0.76
（一般的なFF機は1以上）

→ 安定性は若干低い

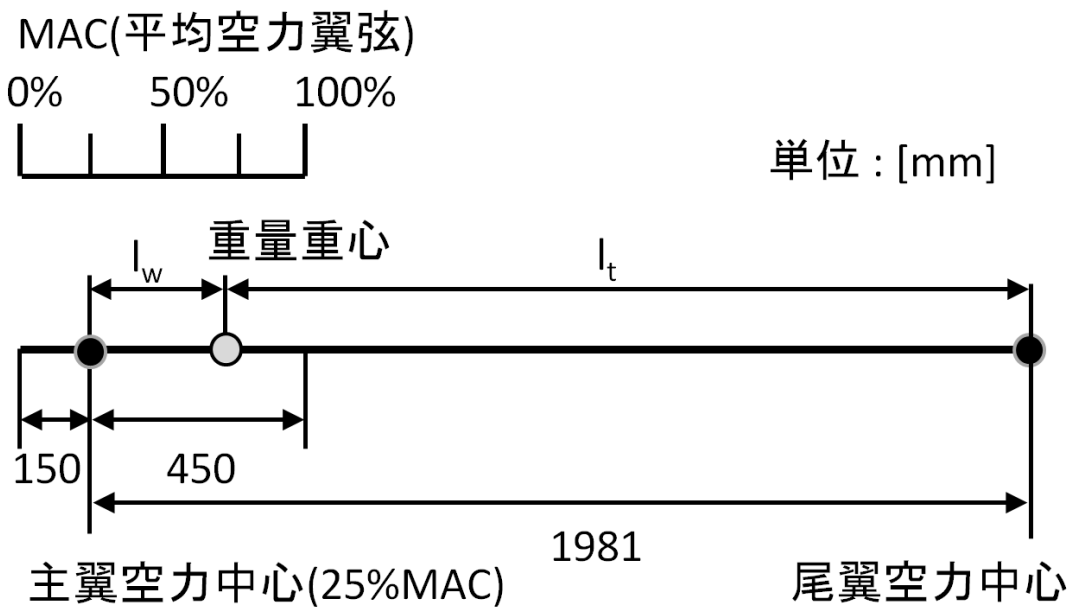
重量20kg、機速8.0m/s

→ 1度のフライトで損傷する可能性大

↓

トリム調整、安定性確保を計算のみで実現する必要あり!

5)縦のモーメント調整



必要条件

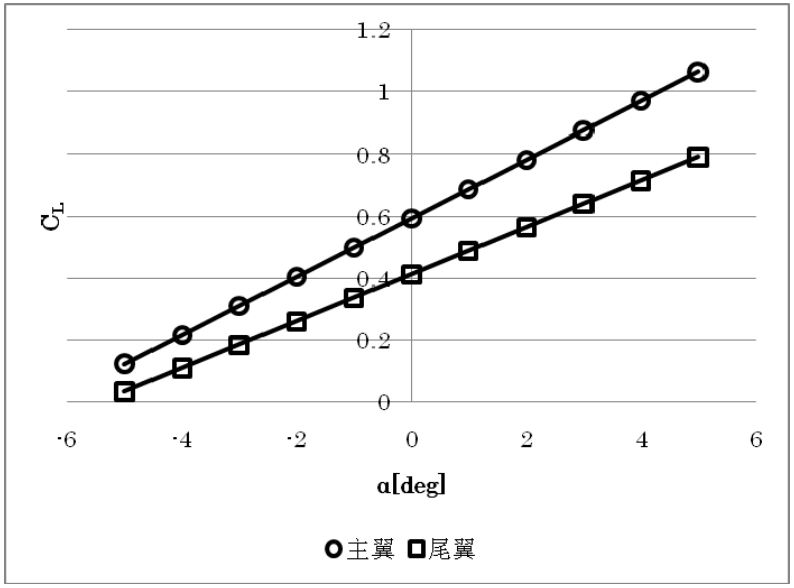
1.重心周りのモーメントゼロ

$$C_{M_{cg}} = C_{M_W} + l_w C_{L_W} + C_{M_t} - l_t C_{L_t} = 0$$

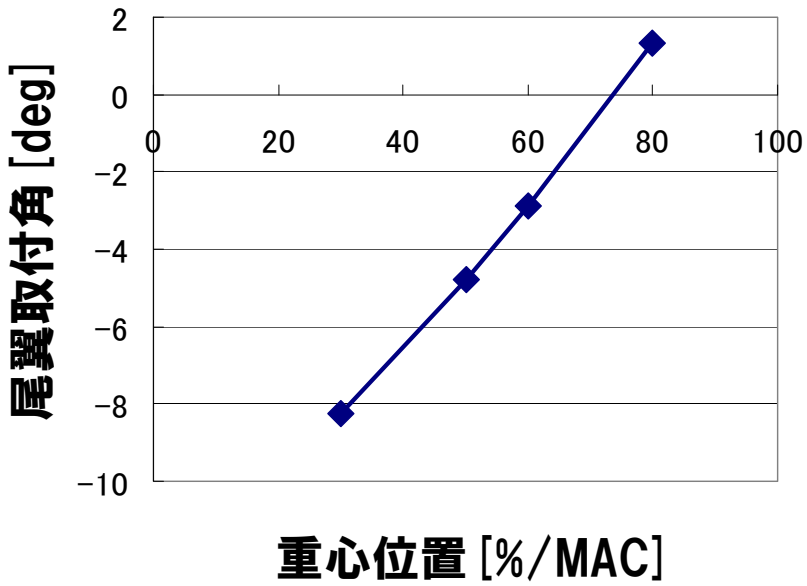
2.縦方向の静安定係数が正

$$\frac{\partial}{\partial \alpha} C_{M_{cg}} = l_w S_w \frac{\partial}{\partial \alpha} C_{L_w} - l_t S_t \frac{\partial}{\partial \alpha} C_{L_t} > 0$$

5)翼の三次元揚力



主翼・尾翼の三次元揚力係数
（揚力線理論により解析）

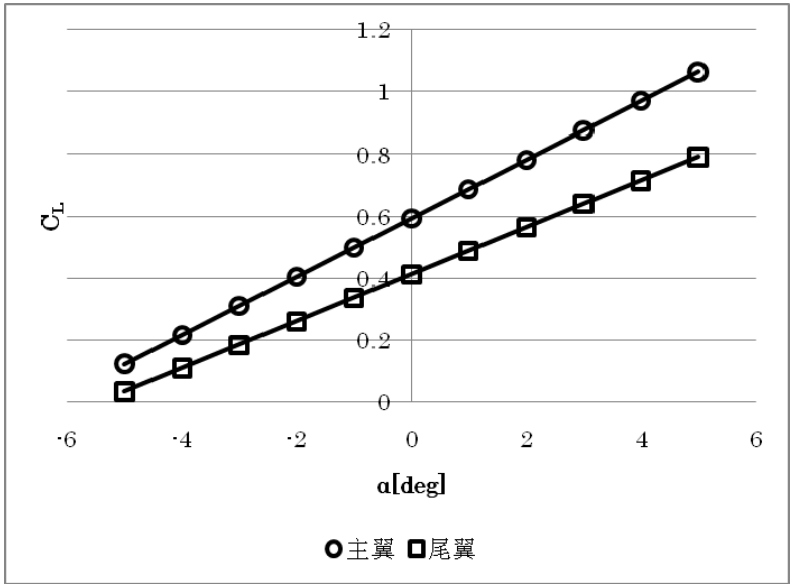


重心位置と尾翼取り付け角度

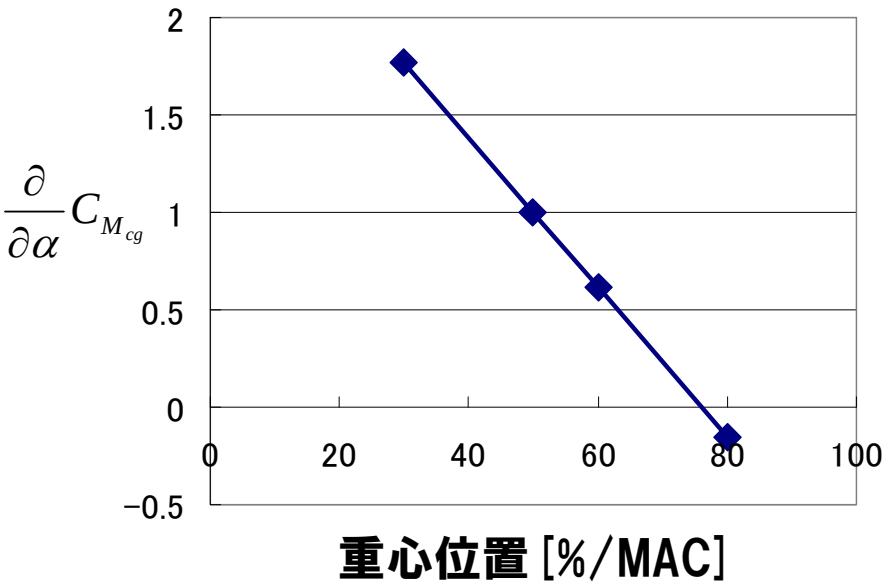
主翼/尾翼	$\frac{\partial}{\partial \alpha} C_L$	$C_L(\alpha = 0)$	零揚力角 [deg]
主翼	5.4106	0.5938	−6.29
尾翼(水平成分)	4.3484	0.4131	−5.44

5)静安定性解析

機体製作 | 双胴化 | 翼型開発
調整 | トリム計算 | 静安定計算



主翼・尾翼の三次元揚力係数
（揚力線理論により解析）



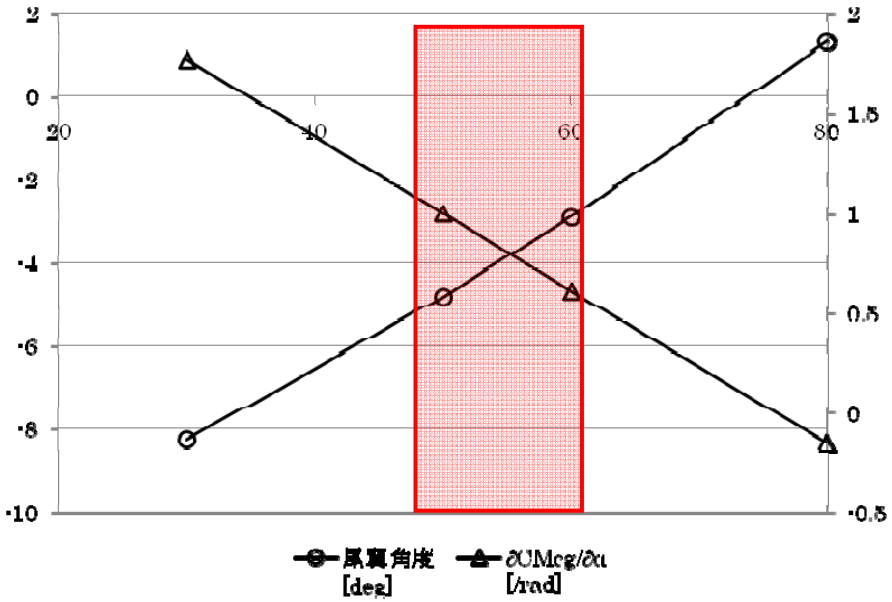
重心位置と静安定性

主翼/尾翼	$\frac{\partial}{\partial\alpha}C_L$	$C_L(\alpha=0)$	零揚力角 [deg]
主翼	5.4106	0.5938	−6.29
尾翼(水平成分)	4.3484	0.4131	−5.44

5)つり合いグラフ

機体製作　双胴化　翼型開発

調整　トリム計算　静安定計算

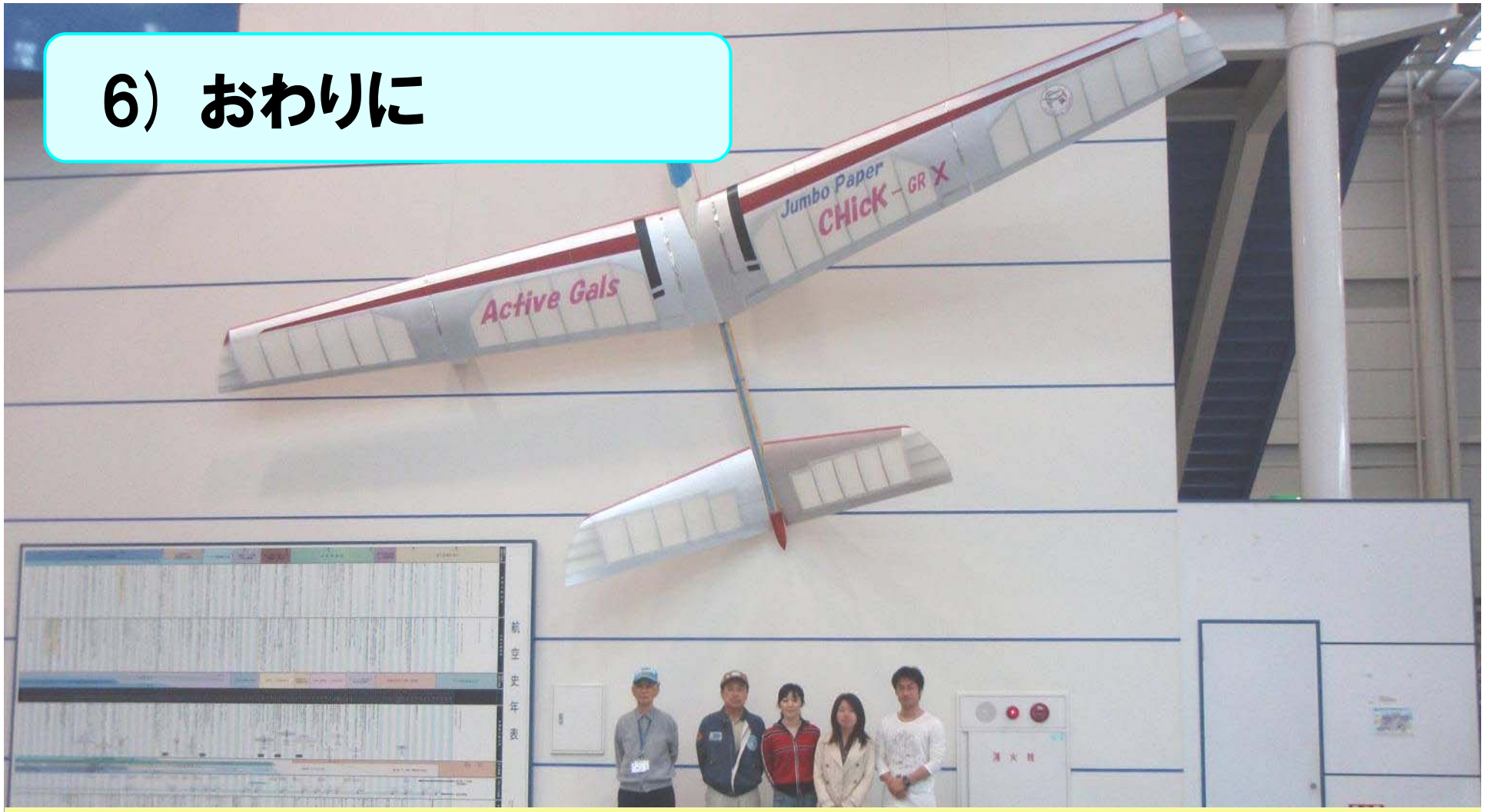


MAC50～60%の位置にCGを設定

重心位置 [%MAC]	速度 [m/s]	尾翼角度 [deg]	$\frac{\partial}{\partial\alpha}C_{M_{cg}}$	主翼の揚力負担割合
30	7.82	−8.25	−1.768621	105.3%
50	7.6	−4.785	−1.000583	98.8%
60	7.45	−2.88	−0.616	95.6%
80	7.2	1.325	0.15147	89.1%

“CHicK-URX ” のチャンピオンフライト
“CHicK-La ” の豪快な出発の瞬間

6）おわりに



- ◆ 機体の超大型化と、そのための工夫等について述べた。
- ◆ 今回は、主翼に作用する曲げモーメント対策として、胴体を 双胴とした。
  しかし、重量の観点から不利。
- ◆ 今後は、我々が好む単胴・V字型尾翼での飛行を目指す。
- ◆ “CHicK-GRX”は、今春、かかみがはら航空宇宙博物館に壁面展示された。

“CHicK-URX ” のチャンピオンフライト
“CHicK-La ” の豪快な出発の瞬間