

研究論文

白鳥の飛行に関する考察二・三

網走市立北浜小中学校 玉田 誠

この項は日本白鳥の会第4回総会で発表されたものと同一のもので、紙面の都合により説明文を割愛させていただきました。(編集子)

特3-1

1. 水平飛行時の翼の対気速度について

白鳥は翼を上下にのみ動かしているように見えるのに、どうして前進することが出来るのか。

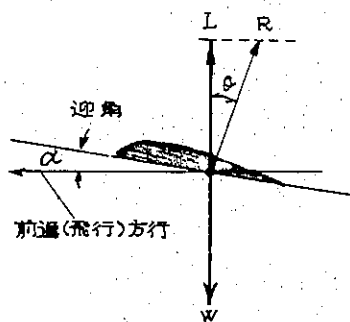


Fig.-1 風圧力と揚力・迎角.

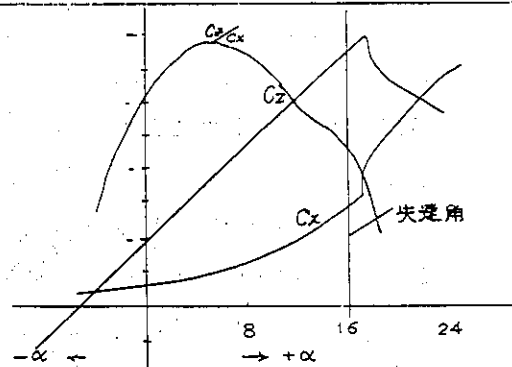


Fig.-2 迎角と揚力係数の関係

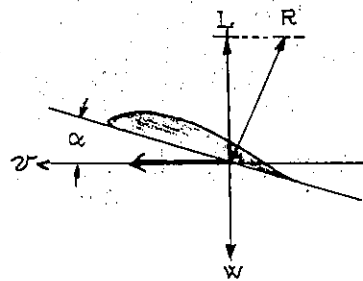


Fig.-3 迎角と揚力・機速との関係 (vを前進する速さ=機速とする)
α > α' なら L > L' = W によって vを減少し得る

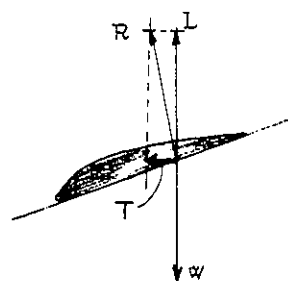
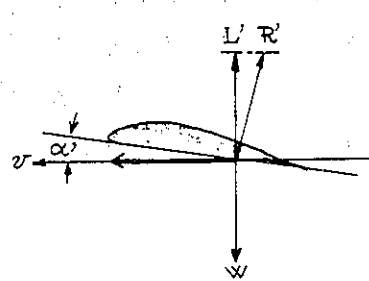


Fig.-4 推力の発生と翼の傾き

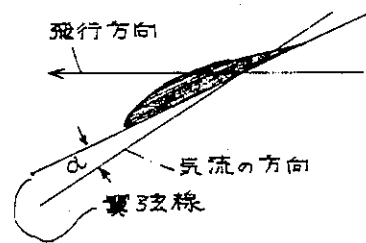


Fig.-5 飛行方向と翼弦線の関係

誠

明文を割

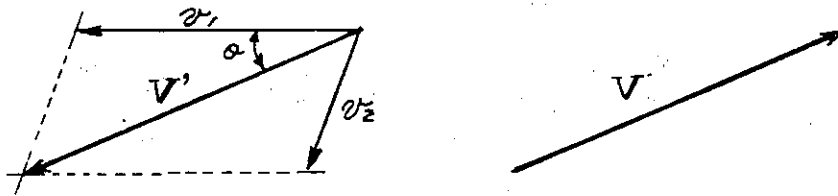


Fig.-6 合成速度Vの求め方と相対速度V

	1	2	3	合計	平均	回/分	備考
成鳥	7.4s	7.5s	7.4s	22.3s	7.4s	162	両替りの微風
幼鳥	6.3s	6.2s	6.4s	18.9s	6.3s	190	

Table-1 20打数の所要時間と毎分打数

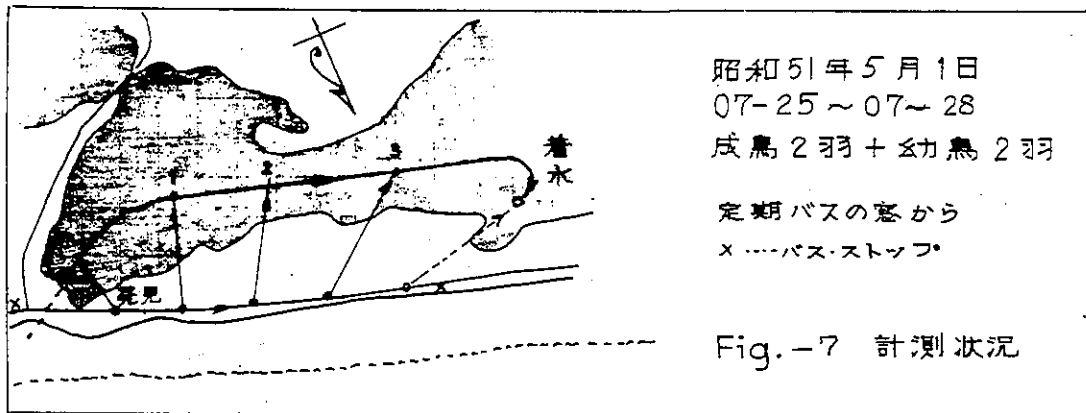


Fig.-7 計測状況

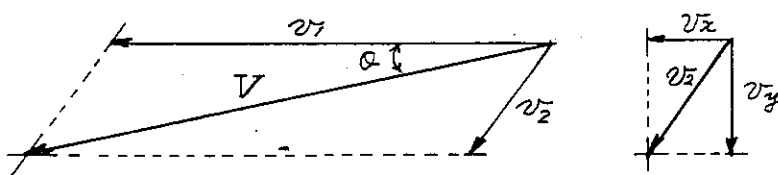


Fig.-8 翼の対気速度V及び、その飛行方向との角度θ

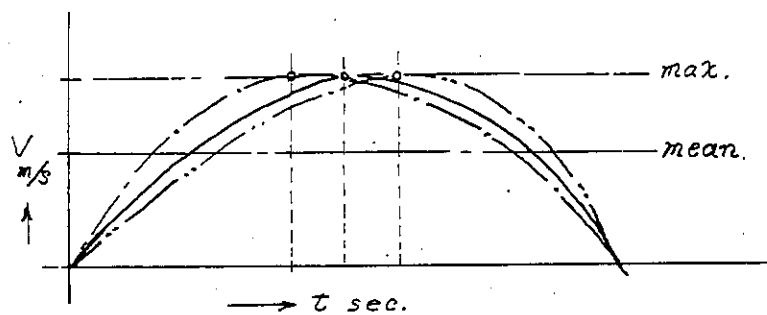


Fig.-9 Vの変化推定図 (翼端付近)
(打下し時のみ)

コマ 間隔	鉛直方向		水平方向		合 速		
	方向	移動量 m	v_y m/s	方向	移動量 m	v_x m/s	方向 v_z m/s
1・2	下	0.08	2.72	前	0.026	0.82	前下 2.82
2・3	下	0.15	5.10	前	0.063	2.14	前下 5.53
3・4	下	0.27	9.18	前	0.054	1.84	前下 9.38
4・5	下	0.12	4.08	前	0.016	0.54	4.14
5・6							
6・7	上	0.12	4.08	後	0.039	1.33	後上 4.31
7・8	上	0.28	9.52	後	0.052	1.77	後上 9.66
8・9	上	0.13	4.42	後	0.034	1.32	後上 4.57
9・10	上	0.03	1.02	前	0.014	0.48	前上 1.13
10・1	上	0.01	0.34	前	0.020	0.68	前上 1.27

Table-2 翼端付近の一打中の速度変化

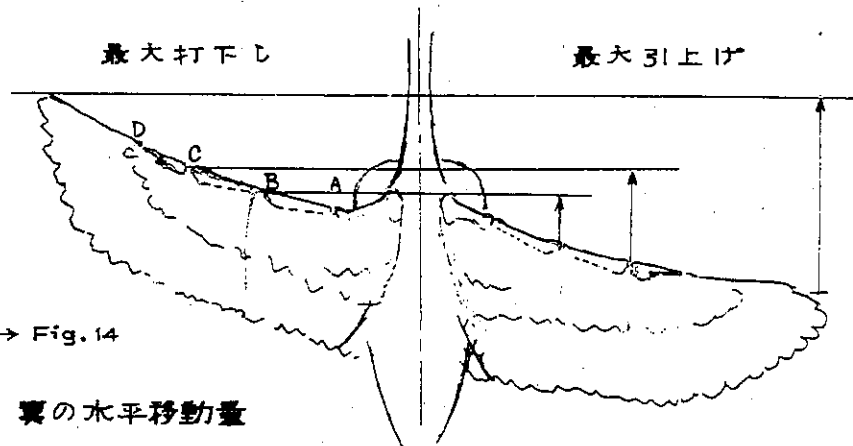


Fig.-10 翼の水平移動量

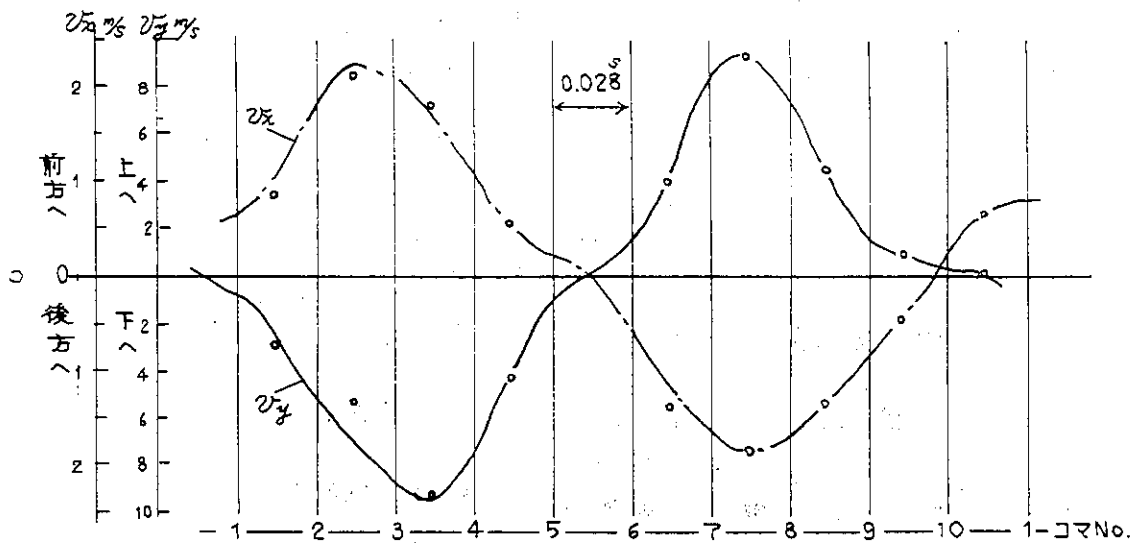


Fig.-12 コマ間の平均 v_x 、 v_y の変化

Fig.-11 → P11に

第3-4

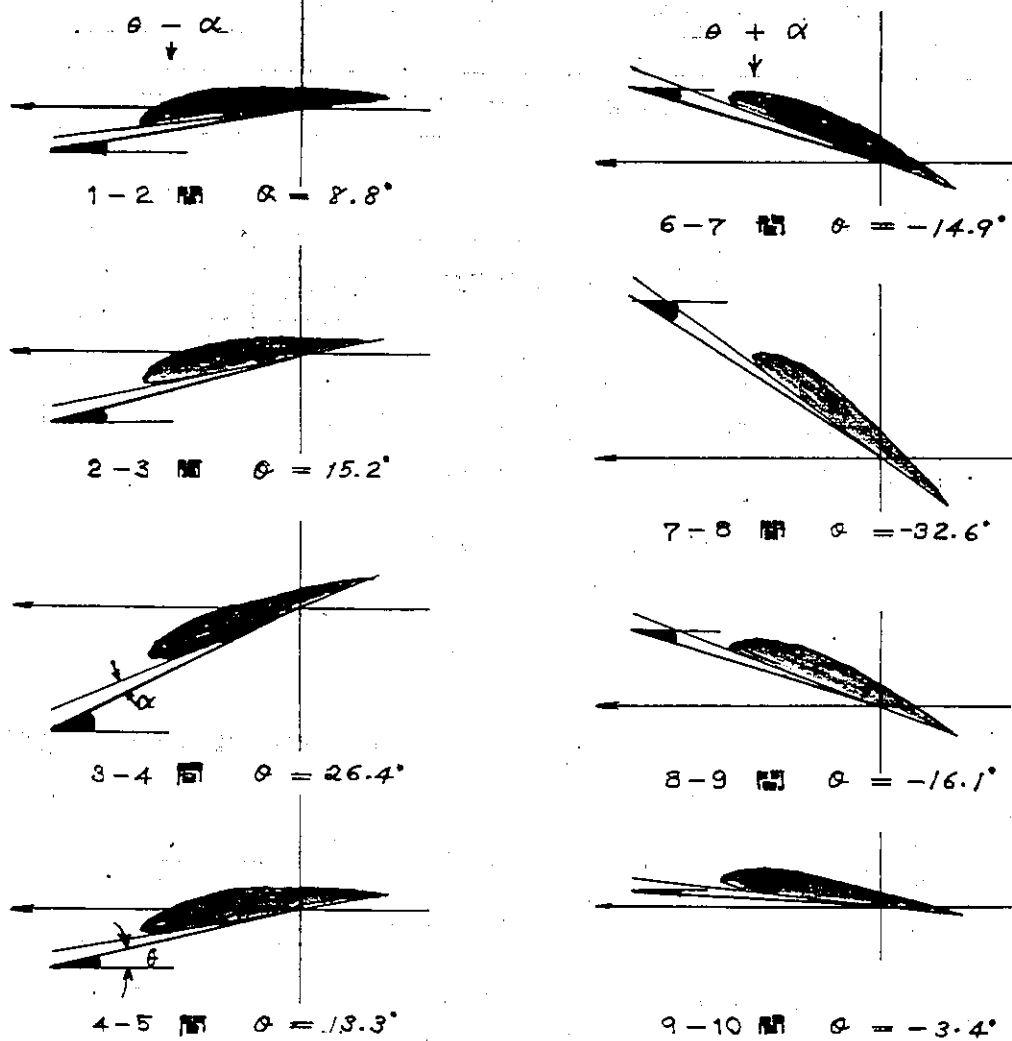


Fig.-13 コマ間合成気流(対気速度)の方向と翼弦の傾き

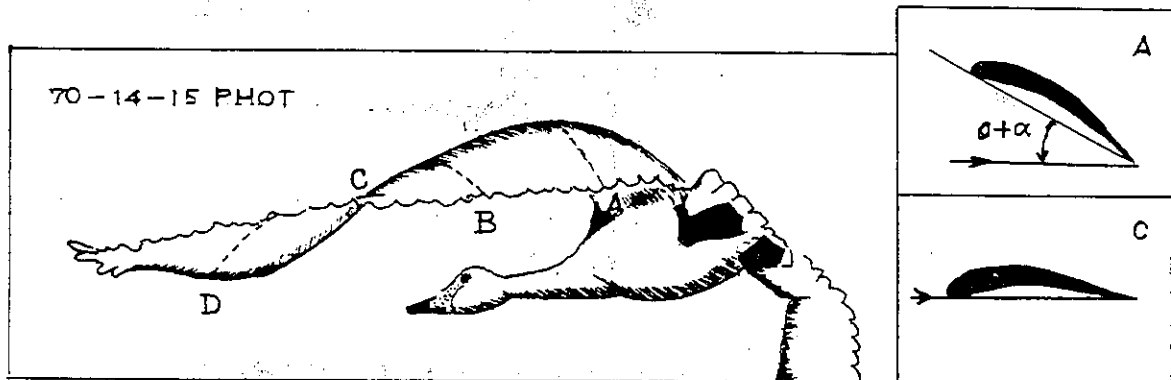


Fig.-14 翼のおじり下げ (No.7のコマのあたり) → Fig.-11

2 成鳥と幼鳥の翼打数のちがい について

成鳥と幼鳥では翼打数のちがいがあるのは何故か。

例	別	1打に要した秒数	毎分のコマ数	毎分の打数	備考
1	成鳥	平均 6.2	1080	174	18コマ/秒
	幼鳥	平均 5.5	1080	196	
2	成鳥	平均 12.5	2160	173	36コマ/秒
	幼鳥	平均 11.0	2160	196	

Table-1 成鳥と幼鳥の毎分翼打数のちがい

8mm 映画のフィルムより

例	別	体重 Kg	体重比	体積比	寸法比	翼面積比	翼面荷重比	係数k
1	成鳥	10	1	1	1	1	1	1
	幼鳥	8	0.8	0.8	0.928	0.862	0.928	1.038
2	成鳥	12	1	1	1	1	1	1
	幼鳥	8	0.667	0.667	0.874	0.763	0.874	1.070

Table-2 成鳥と幼鳥の各量の割合及び係数k

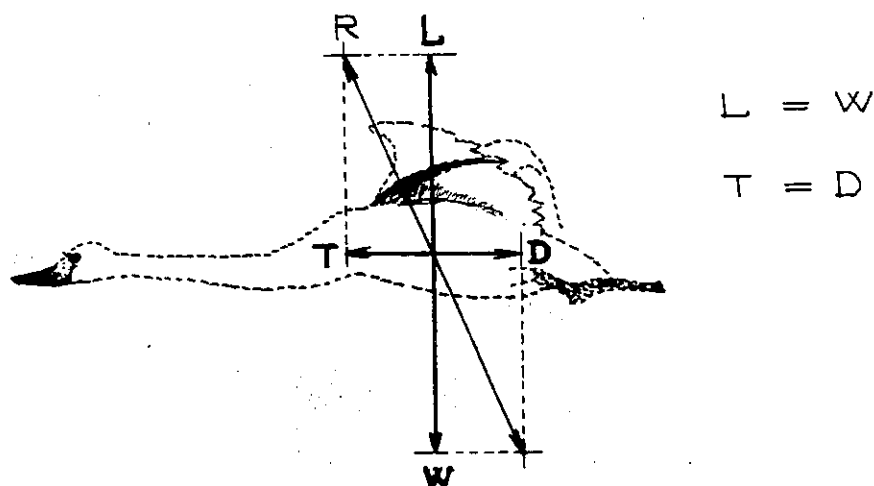


Fig.-1 水平飛行中の4力のつり合い

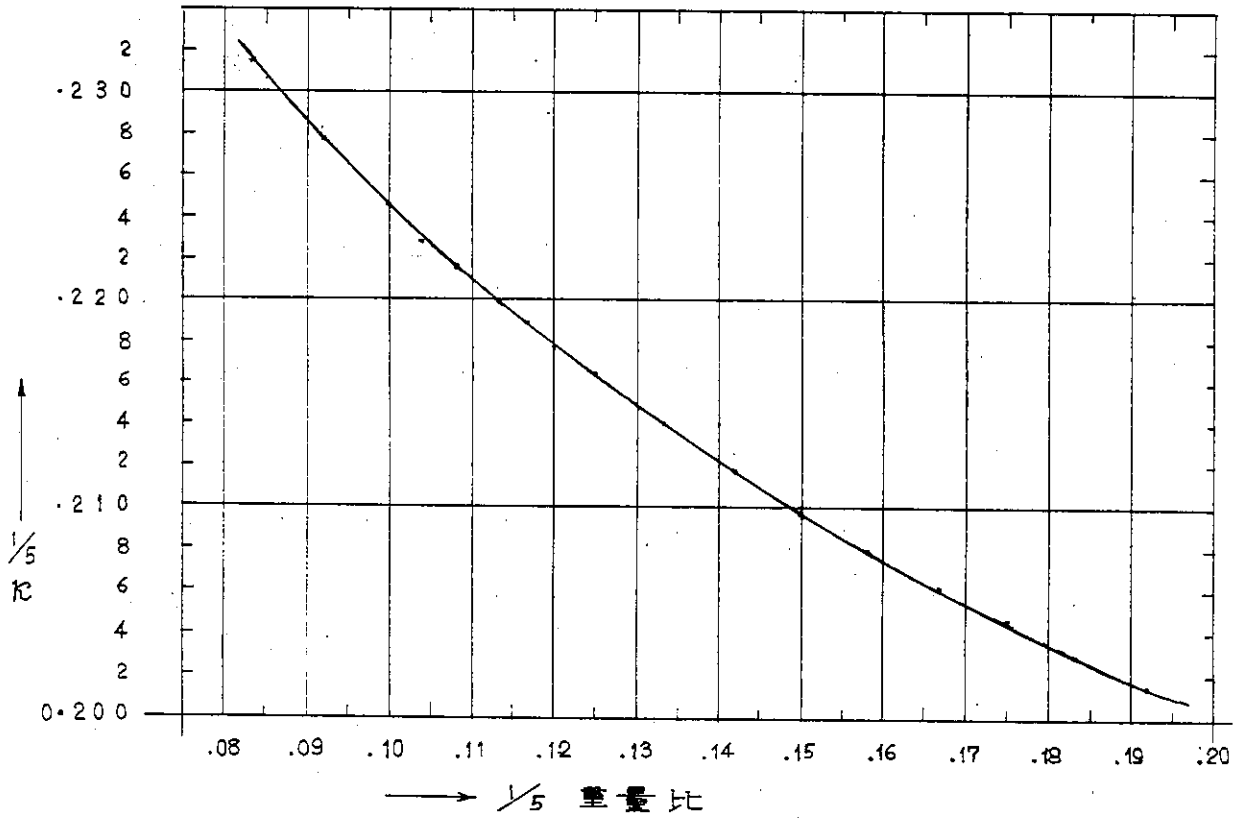


Table-3 重量比と係数との関係

3 白鳥の滑空について

高高度で飛来して滑空する白鳥は Fig.-1 に示すように

- 1 滑空角が大きい。
 - 2 翼を折下げている。
 - 3 からだを起している。
- の3点が目だつ

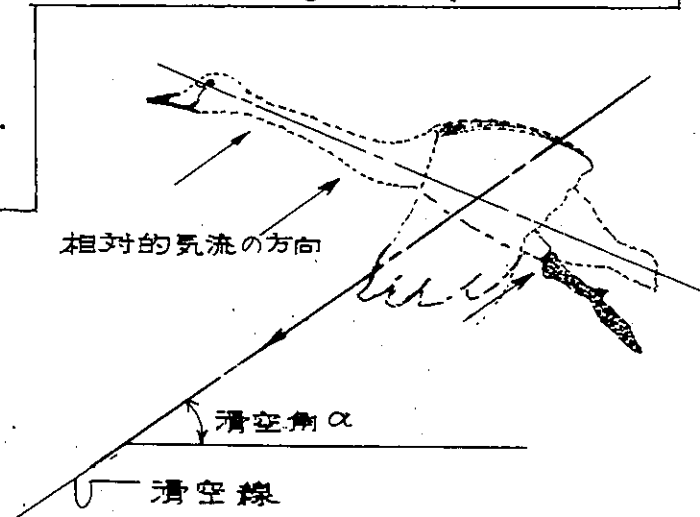
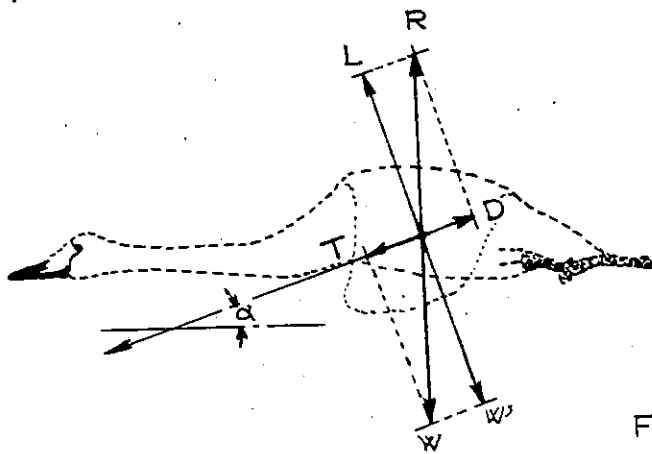


Fig.-1 高滑空角 滑空の様子

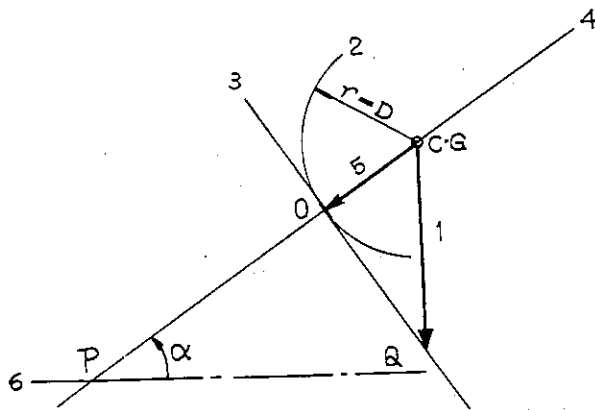
特3-7



重力(W) = 合力(R)
 揚力(L) = 重力の分力(W')
 ($W' = W \cos \alpha$)
 抵抗(D) = 推力(T)
 ($T = W \sin \alpha$)

推力(T)は白鳥が斜め下に向うことによって得られる。

Fig.-2 滑空時の諸力のつり合



- 1 重心点を設定し、重力に相等する線分を引く。
 - 2 重心点を中心とし、抵抗に相等する線分を半径として円弧を画く。
 - 3 重力線分の先端より円弧に接線を引き、接点を0とする。
 - 4 重心と接点を通る直線を引く。
 - 5 重心と接点間の距離(=抵抗)が推力で、その傾きが推力の方向である。
 - 6 4で求めた直線が滑空線であるから、この線上に任意の一点Pをとり水平線PQを引く。
- α $\angle OPQ$ は滑空角である。

Fig.-3 滑空角 α の求め方(1)

($T_a = D_a$, $T_b = D_b$)

$W_a = W_b$, $D_a < D_b$ なら

$\alpha_a < \alpha_b$, $\gamma_a > \gamma_b$

γ = 滑空比 = l/h

$\gamma = \tan \alpha^{-1}$

(= $\cot \alpha$)

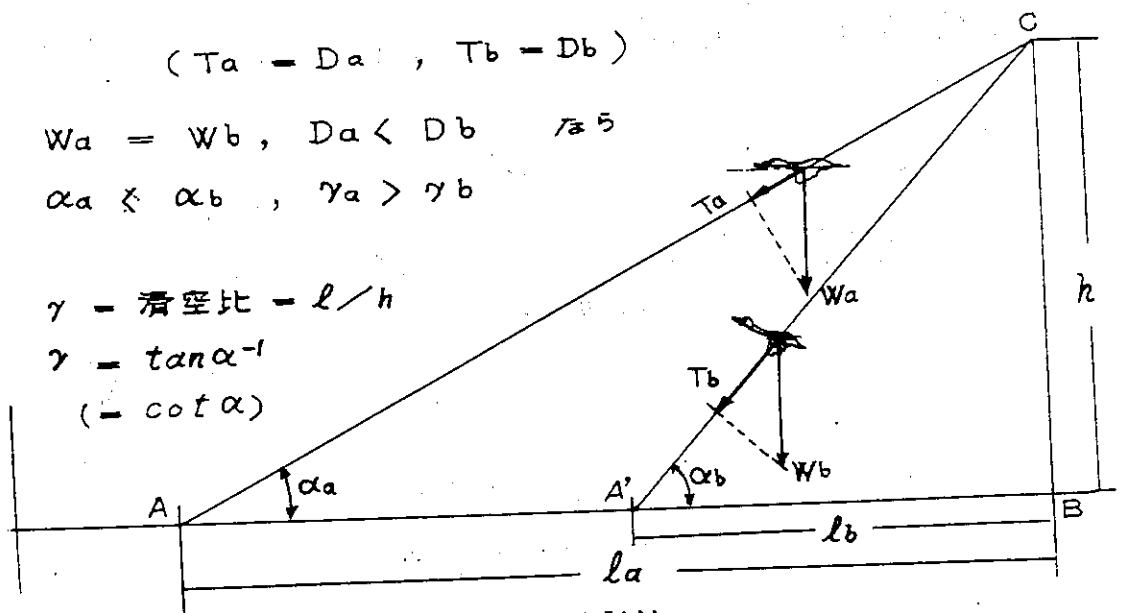


Fig.-4 全抵抗と滑空角・滑空比

$W_a/S_a > W_b/S_b$, $\alpha_a = \alpha_b$ なら

$V_a > V_b$, $v_a > v_b$

W/S --- 翼面荷重
V --- 滑空速度
v --- 沈降速度

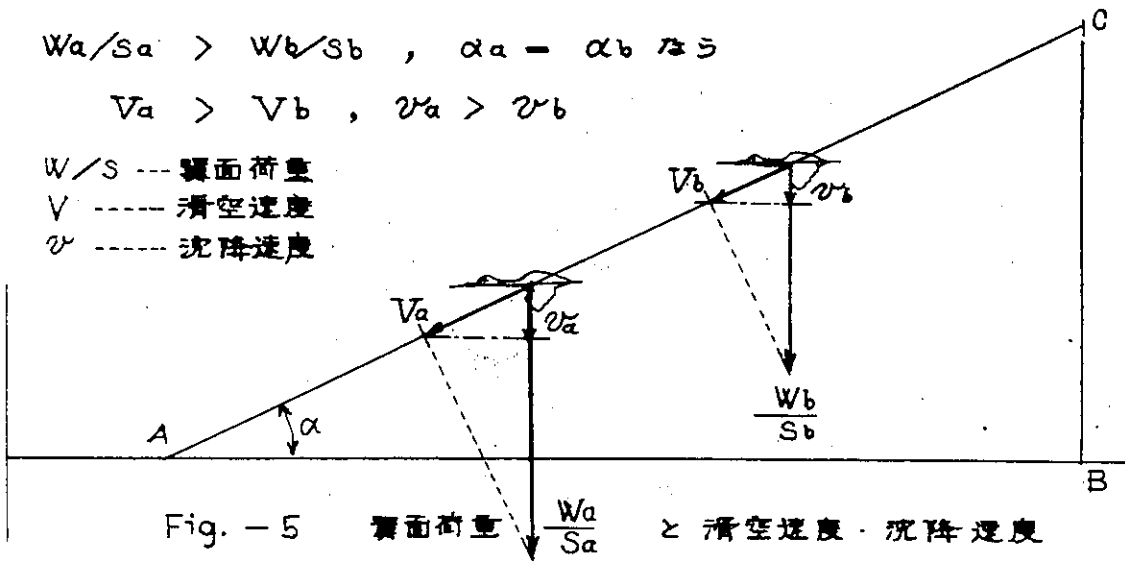


Fig. - 5 翼面荷重 $\frac{W_a}{S_a}$ と滑空速度・沈降速度

$W_a/S_a = W_b/S_b$, $\alpha_a < \alpha_b$ なら

$V_a < V_b$

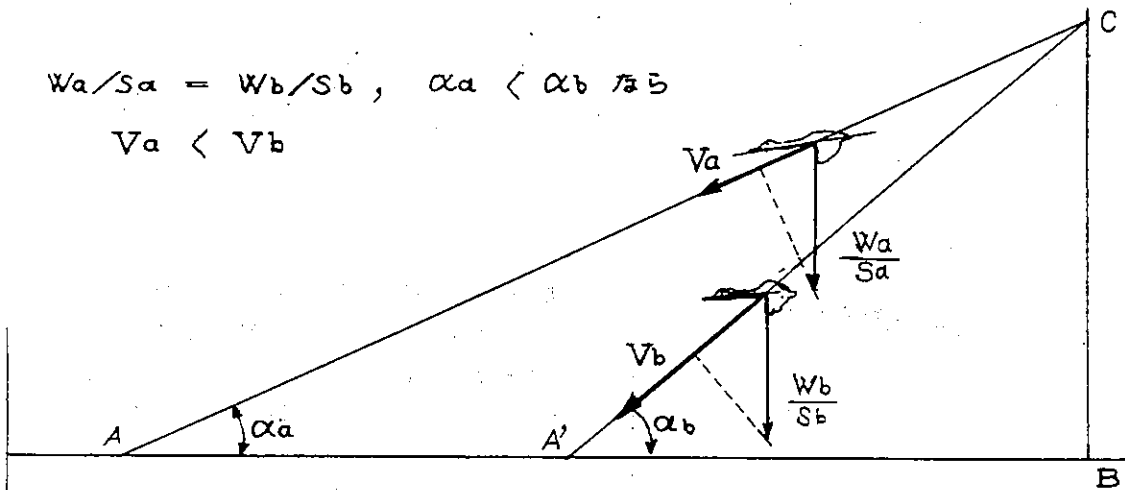
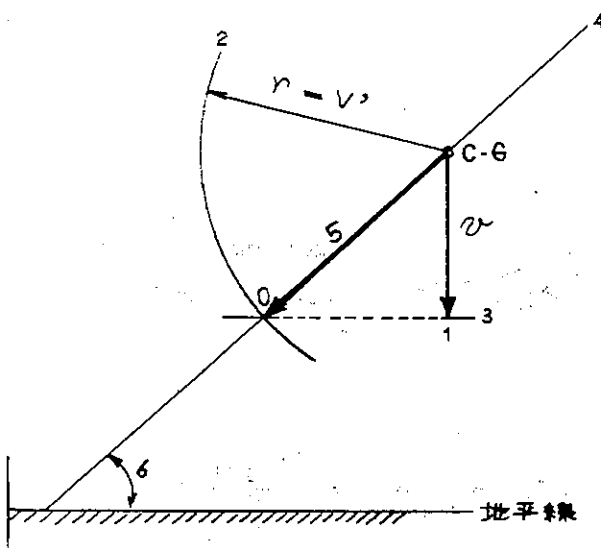


Fig. - 6 滑空角と滑空速度



1. 重心を設け、沈降速度に相等する線分を引く。
2. 重心を中心とし、滑空速度に相等する線分を半径として円弧を画く。
3. 速度線分の先端より、地平線に平行な線を引き、2の円弧との交点をOとする
4. 重心と交点を通る直線引く。この線が滑空線である
5. CG-O が滑空速度である
6. 滑空線と地平線のなす角が滑空角となる。

$\alpha = \sin^{-1} v/V$

Fig. - 7 滑空角 α の求め方 (2)

$V_a = V_b$, $v_a < v_b$ なら
 $\alpha_a < \alpha_b$

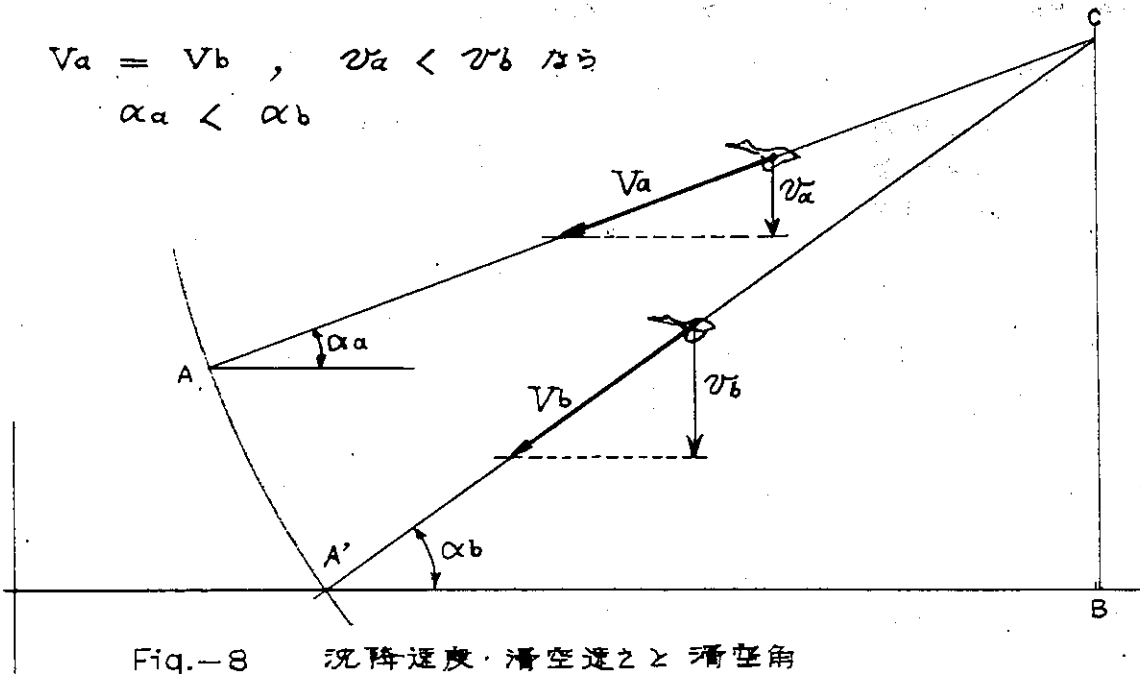


Fig.-8 沈降速度・滑空速と滑空角

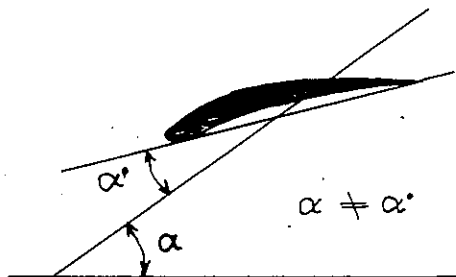
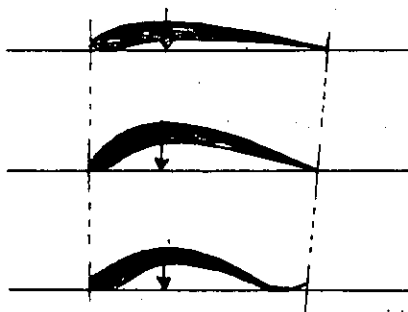
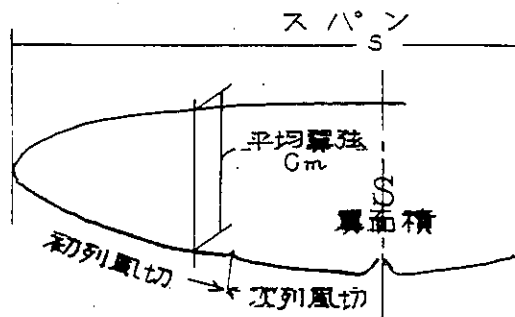


Fig.-9 滑空角と迎角

滑空角の α と揚力係数 C_L の α' についての α 値は全く等しいという意味ではなく、 α に対応する値 α' ということを示し右側に点を付した。若し両者が同じ値なら1のFig-2に見るように失速してしまう。



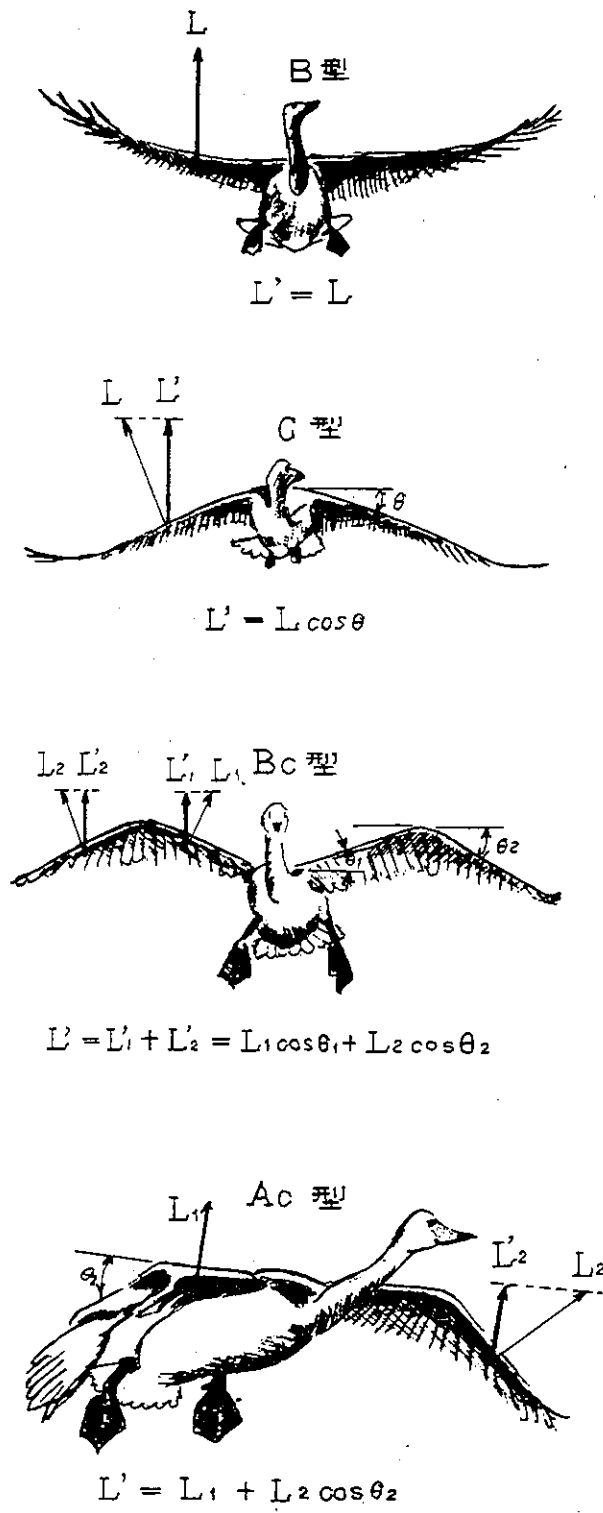
付 Fig.-1 カンバーの変更



$$C_m = \frac{S}{S}$$

$$A.R. = \frac{S}{C_m} = \frac{S^2}{S}$$

付 Fig.-2 翼の縦横比 A.R.



型記号	型 図
A	
B	
C	
Ab	
Ac	
Bb	
Ba	
Bc	
Cc	

L' は有効揚力である。
 L' は $1/2 W$ とつり合うものとする。

Fig.-10 翼の折曲げ型

特注 11

1の Fig.-11

