



翼端板による揚力と抗力の変化

研究者 唐木 怜、白鳥 佑空、鈴木 多聞、武田 悠生

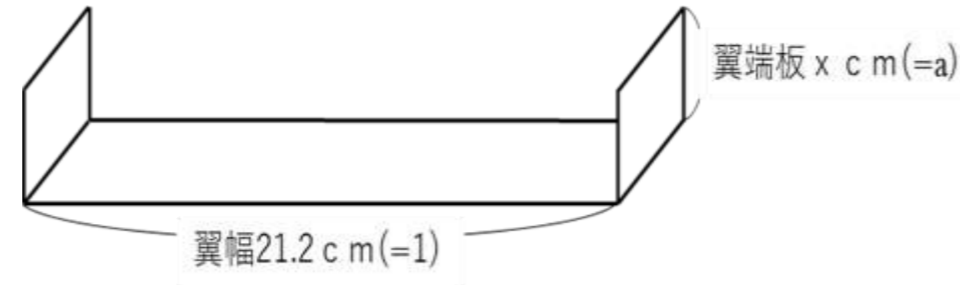
指導教諭 安達 隆太

伊那北高校 理数科 課題研究 物理3班

緒言

目的

- 翼端板の有無で揚力と抗力は変化するのか？
 - 翼端板の大きさは揚力や抗力に影響を与えるのか？
 - 最適な翼端板比を調べる。
- (本実験では「主翼の翼幅に対する翼端板の長さの比」を「翼端板比」と呼び、記号は a で表す)



背景

- ボーイング767-300ERの翼には翼端板が取り付けられている。
- 翼端板は誘導抗力を減らし、燃料の消費が減少させる。そこで、小型飛行機が低速で運航する際に最適な翼端板の条件を明らかにしようと思った。

結論

低速運行(5.6m/s=20km/h)する小型飛行機(全翼幅21.2cm)に翼端板をつけることで

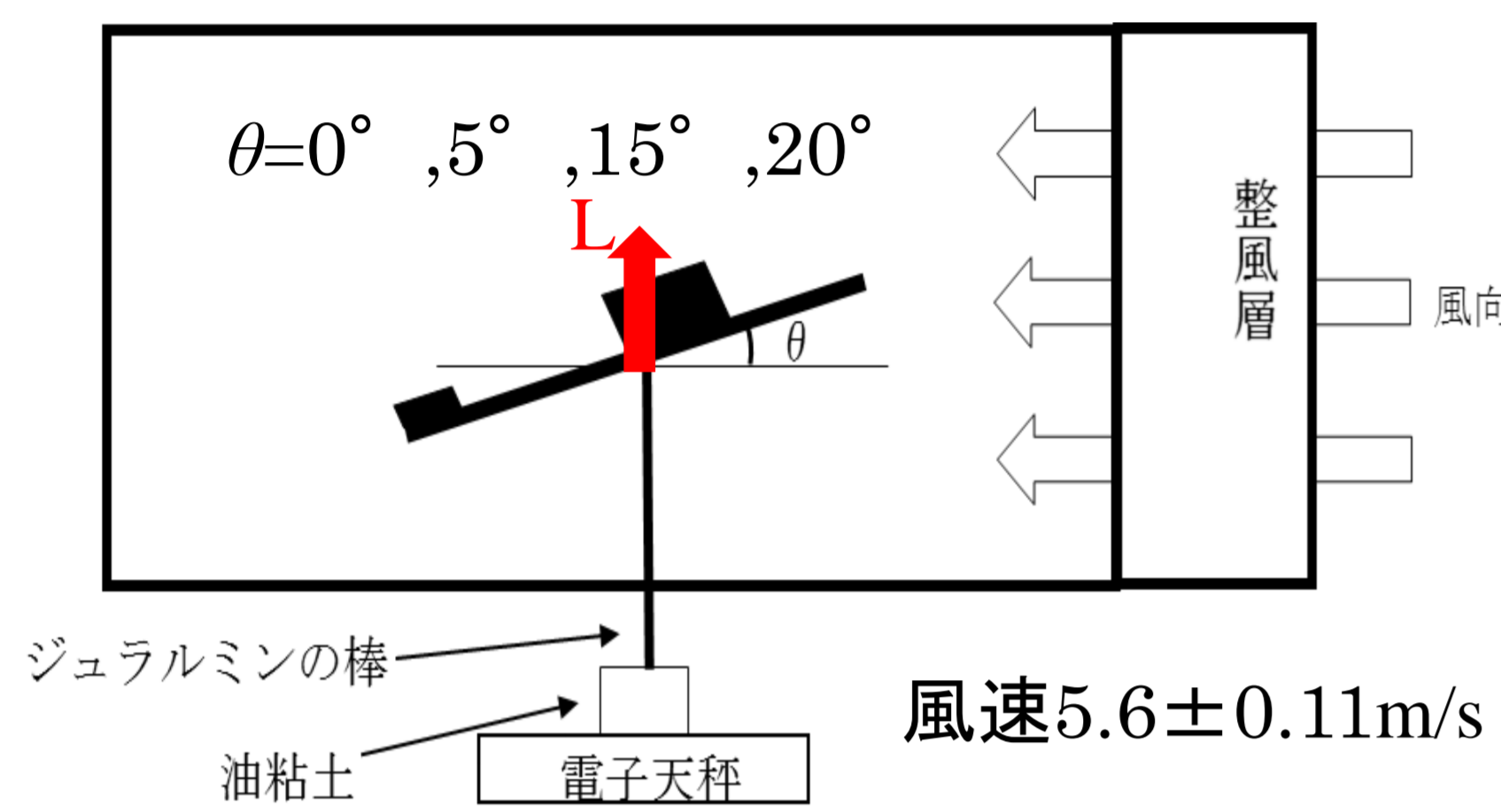
- 揚力上昇&抗力上昇(有害抗力は θ や a によらない)
- $a=1/9$ の機体が最も飛行に適している

今後の課題

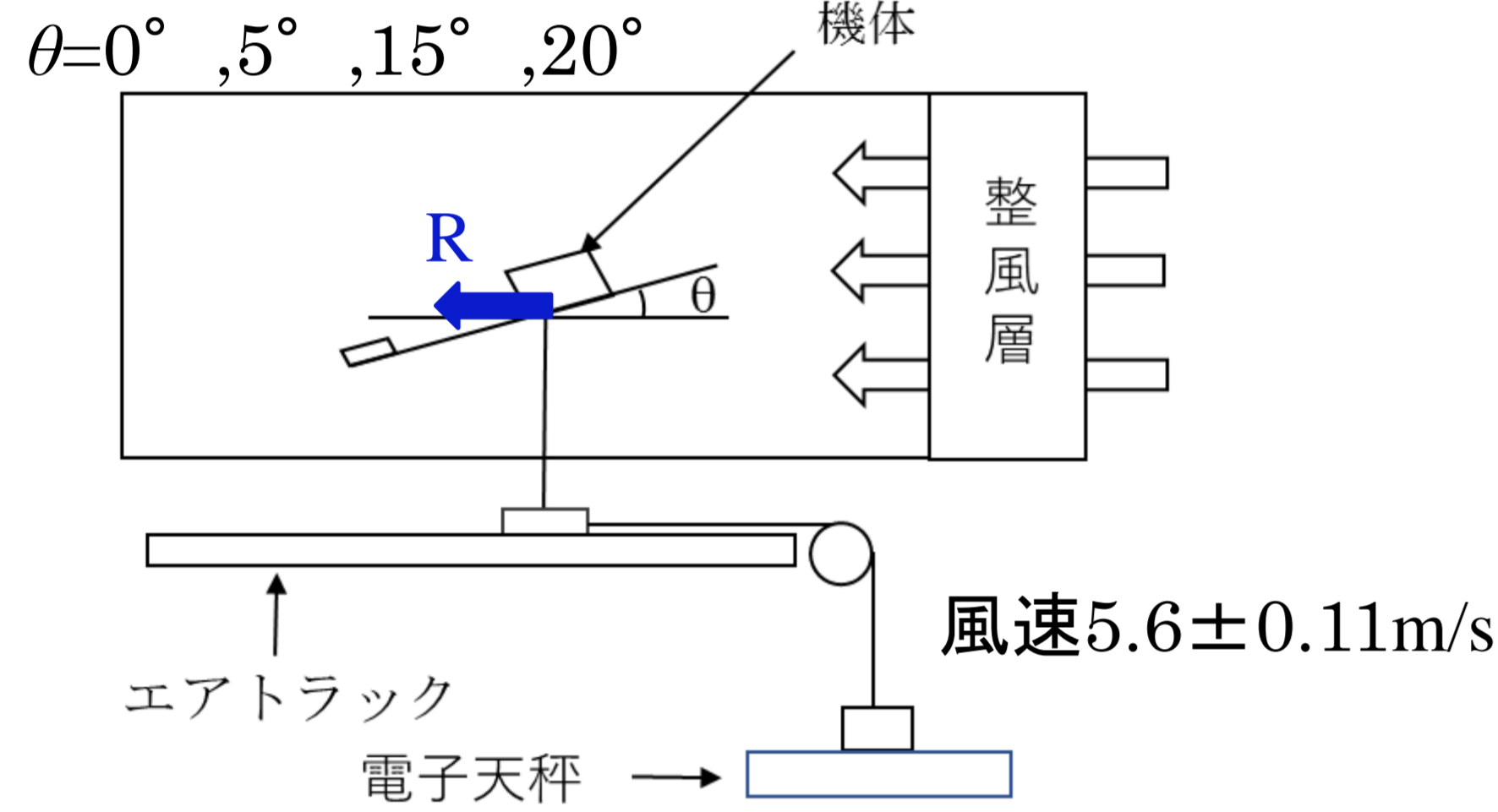
- 翼端板周辺の気流を可視化し、揚力や抗力の増減が翼端板によるものかどうかを調べる。
- 胴体と水平垂直尾翼を外して、翼端板のみの揚力と抗力の値を得る。

実験方法

揚力(L)の測定



抗力(R)の測定



揚力(L)の実験結果と考察

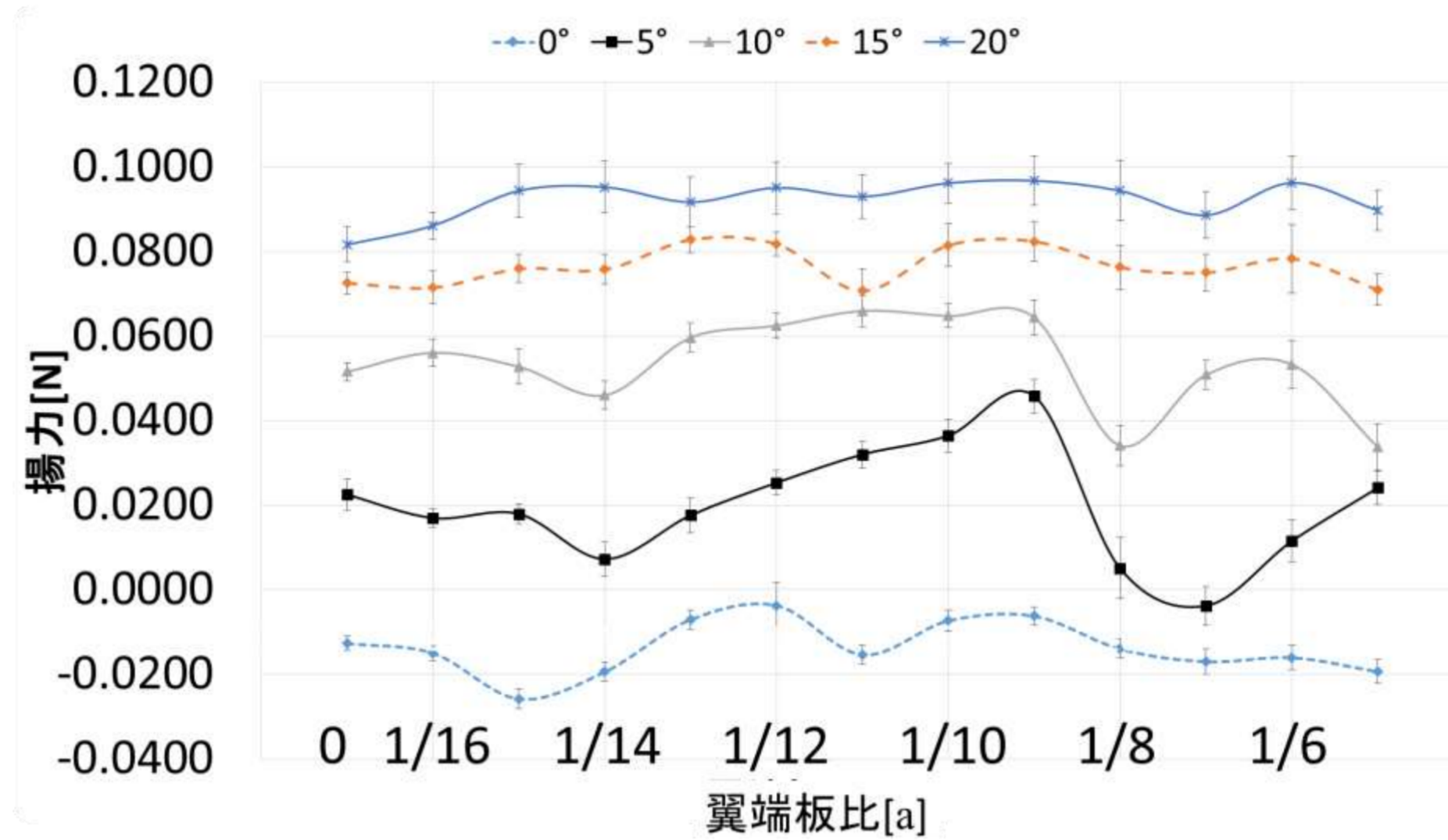


図1: aと揚力のグラフ

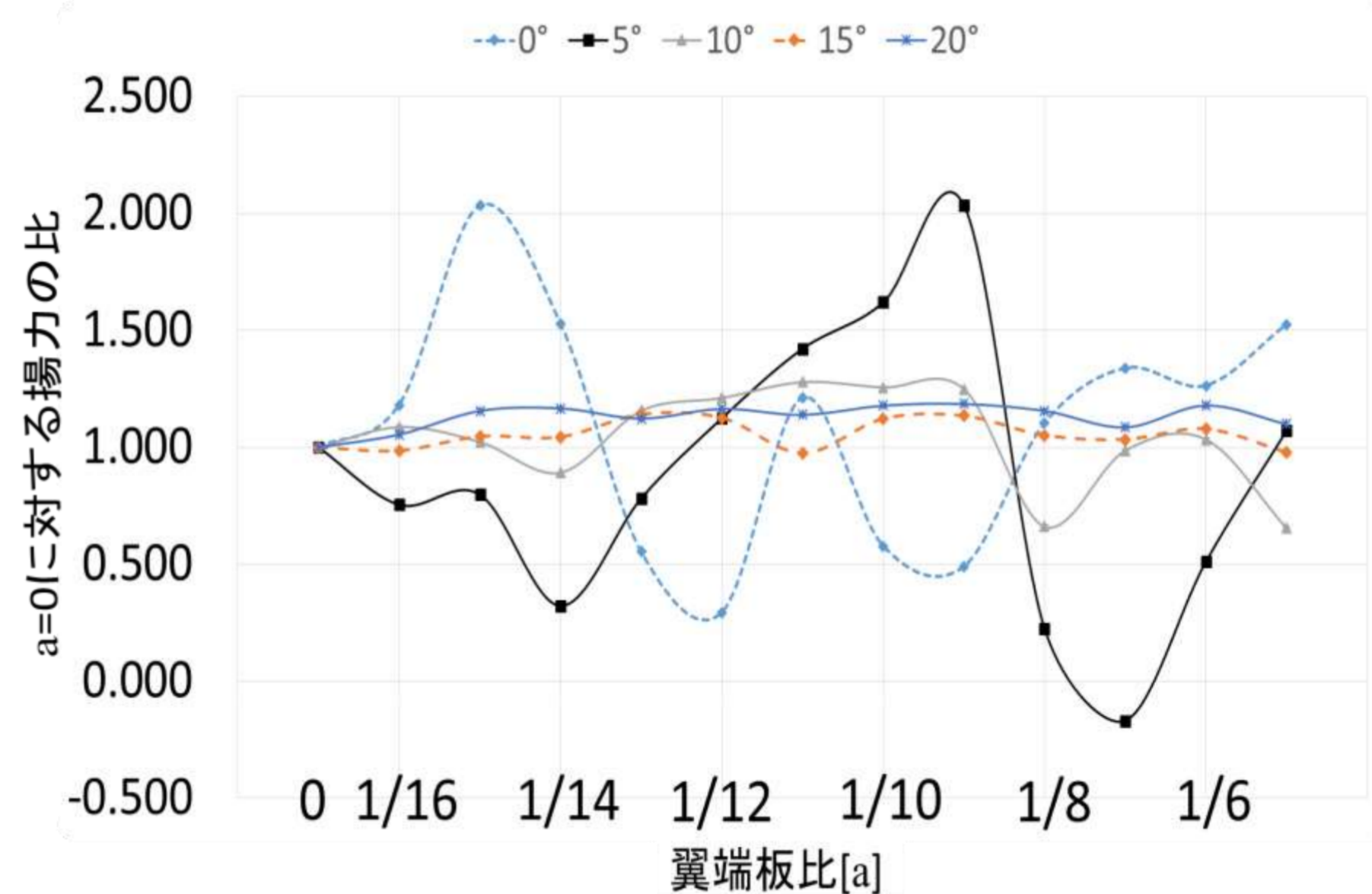


図2: aとa=0に対する揚力の比

結果

- 0° 以外のすべての迎角で $1/12 < a < 1/9$ の範囲では揚力を大きくする効果がある。
- 迎角5° では $a=1/9$ で最大の値をとり、その後著しく減少する。
- 迎角10° においても $1/9 < a < 1/8$ の間で著しく減少する。

考察

- 迎角5° ~ 10° の揚力は $a=1/14$ で極小、 $a=1/9$ で極大、 $a=1/8 \sim 1/7$ で極小となる。(迎角5° のデータがより顕著)
- 迎角15° 以上の揚力には有意な揚力の極大値、極小値はない。

翼端板が揚力に影響を与えることもできる迎角は5° ~ 10° 位であり、 $a=1/9$ にすると揚力を得やすくなると考えられる。

抗力(R)の実験結果と考察

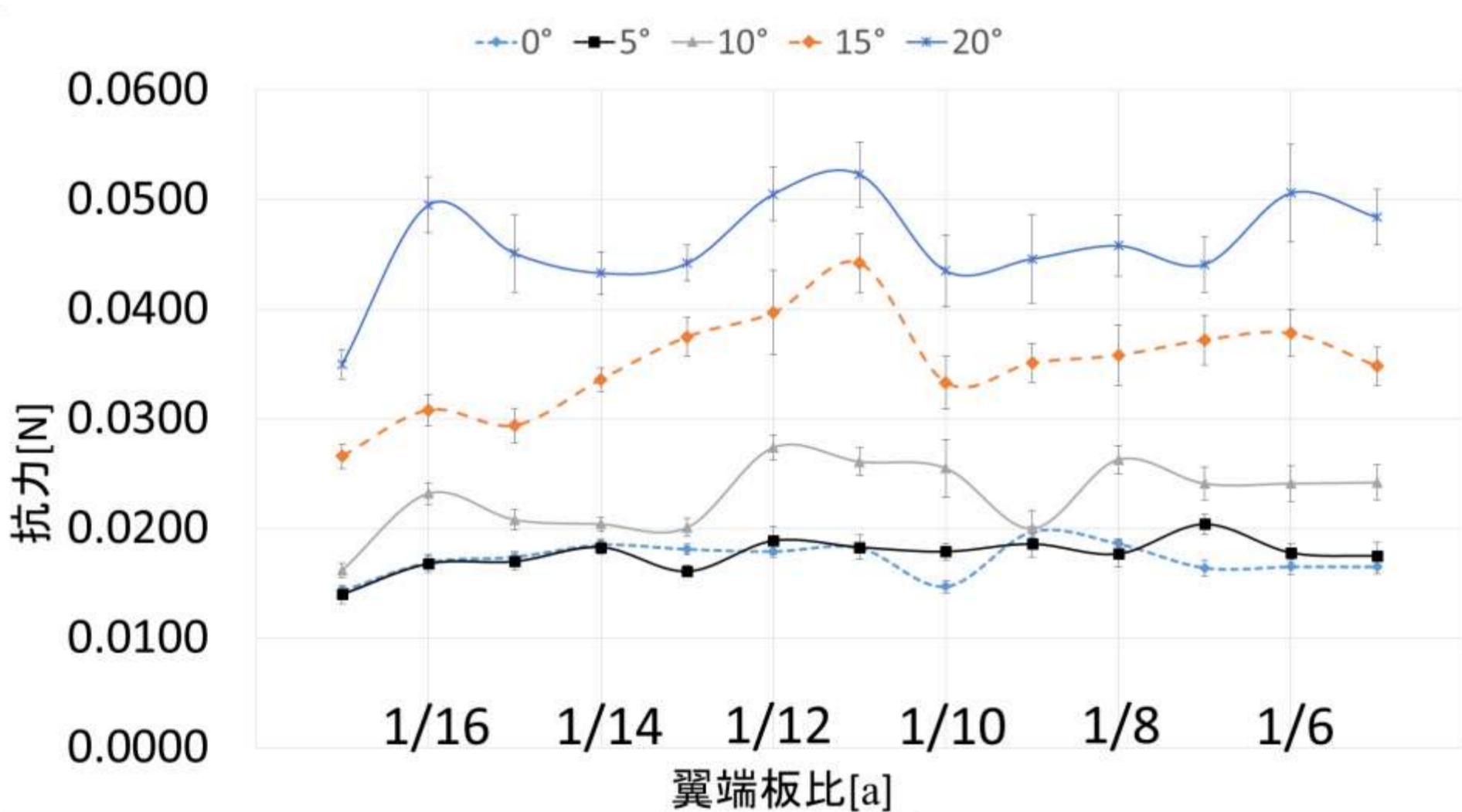


図3: aと抗力のグラフ

結果

- $a=1/12, 1/11$ 付近で値が増加し、 $a=1/10$ にかけて減少する傾向がある。
- 迎角が大きくなるほど抗力は大きくなる傾向にあるが、0° と5° については差が見られない。
- 迎角5° の $a=1/13$ では $a=0$ の1.15倍、 $a=1/7$ では $a=0$ の1.46倍である。

考察

抗力 = 誘導抗力 + 有害抗力

誘導抗力 = $L \tan \theta$
(揚力に起因する)

有害抗力を求め、
グラフにする

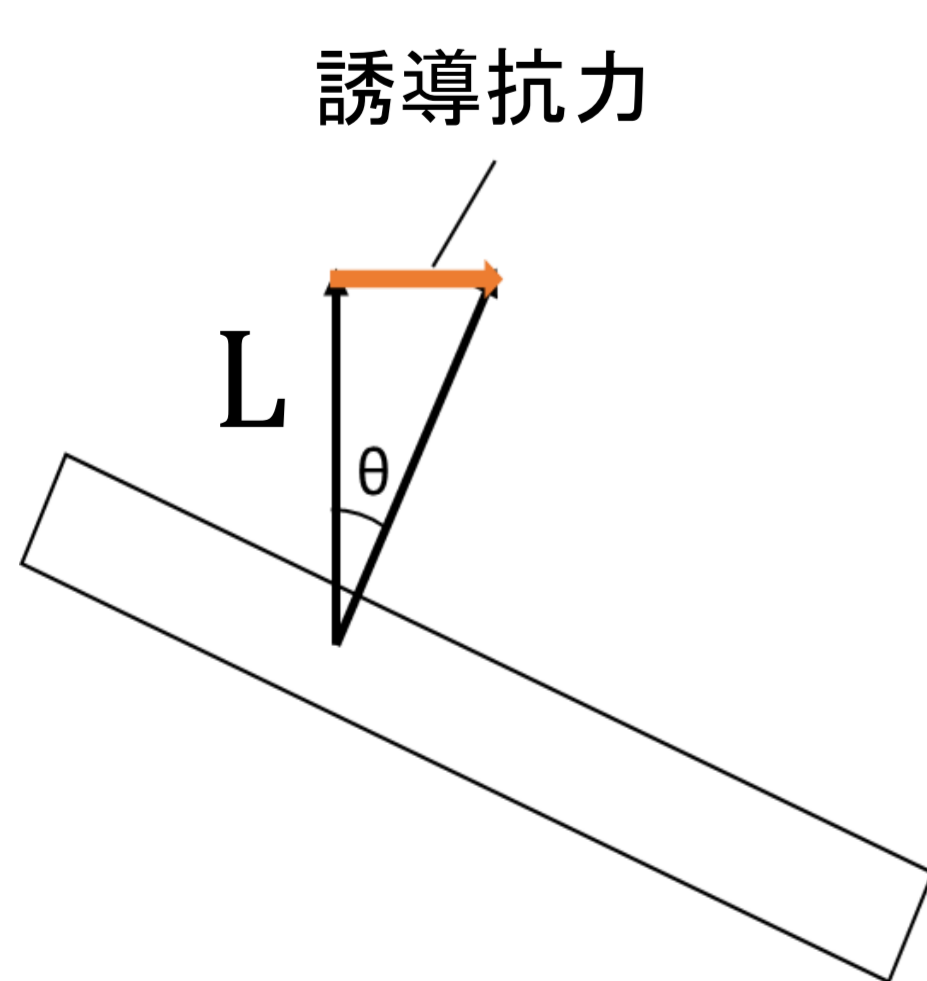


図4: 主翼の模式図

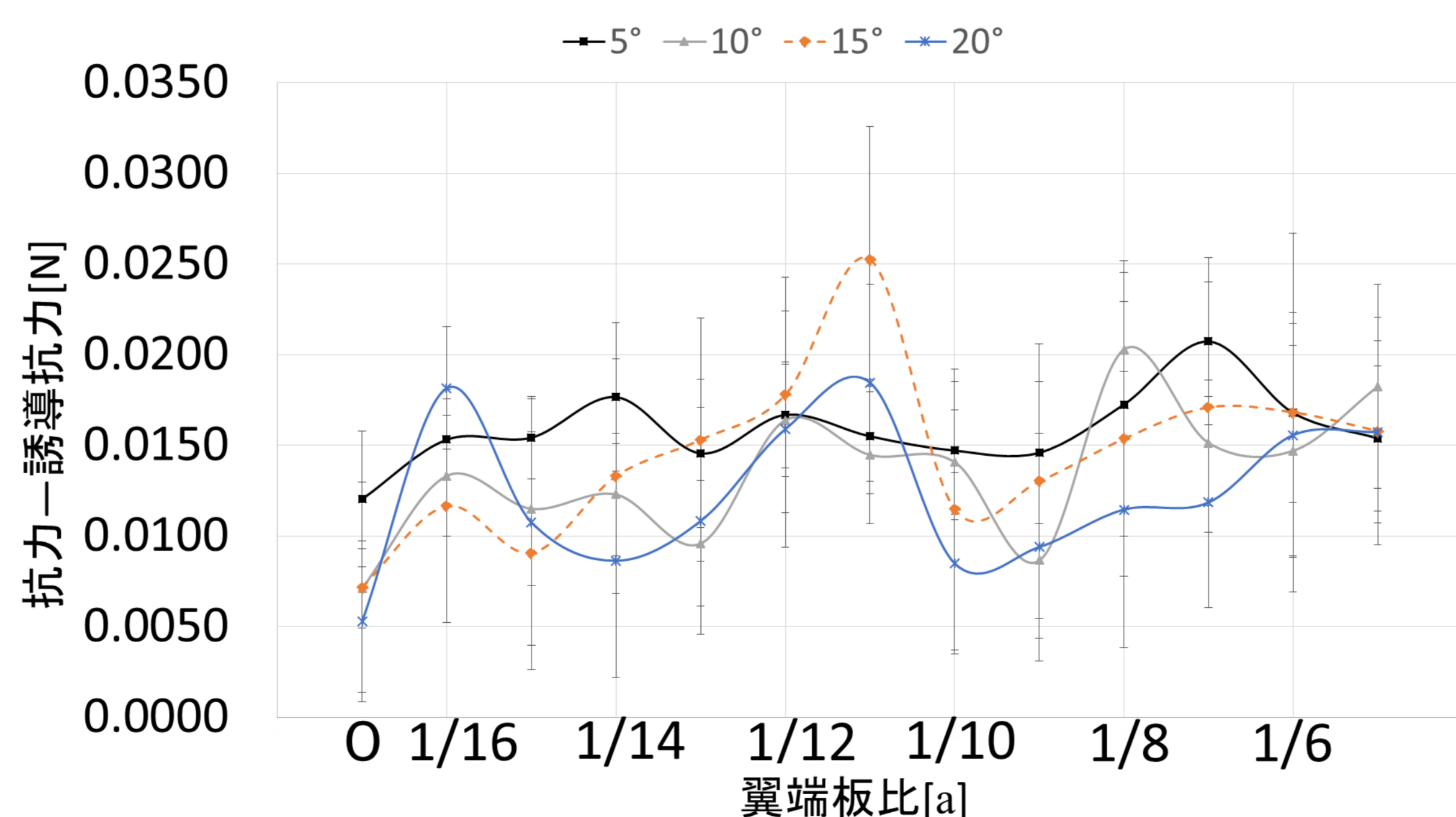


図5: aと有害抗力のグラフ

θ や a が変化しても有意な差は見られない。

a による変化が見られないことから翼端板の効果は小さい。

気流、圧力、形状の影響を調べるために気流の可視化をする。

揚抗比の考察

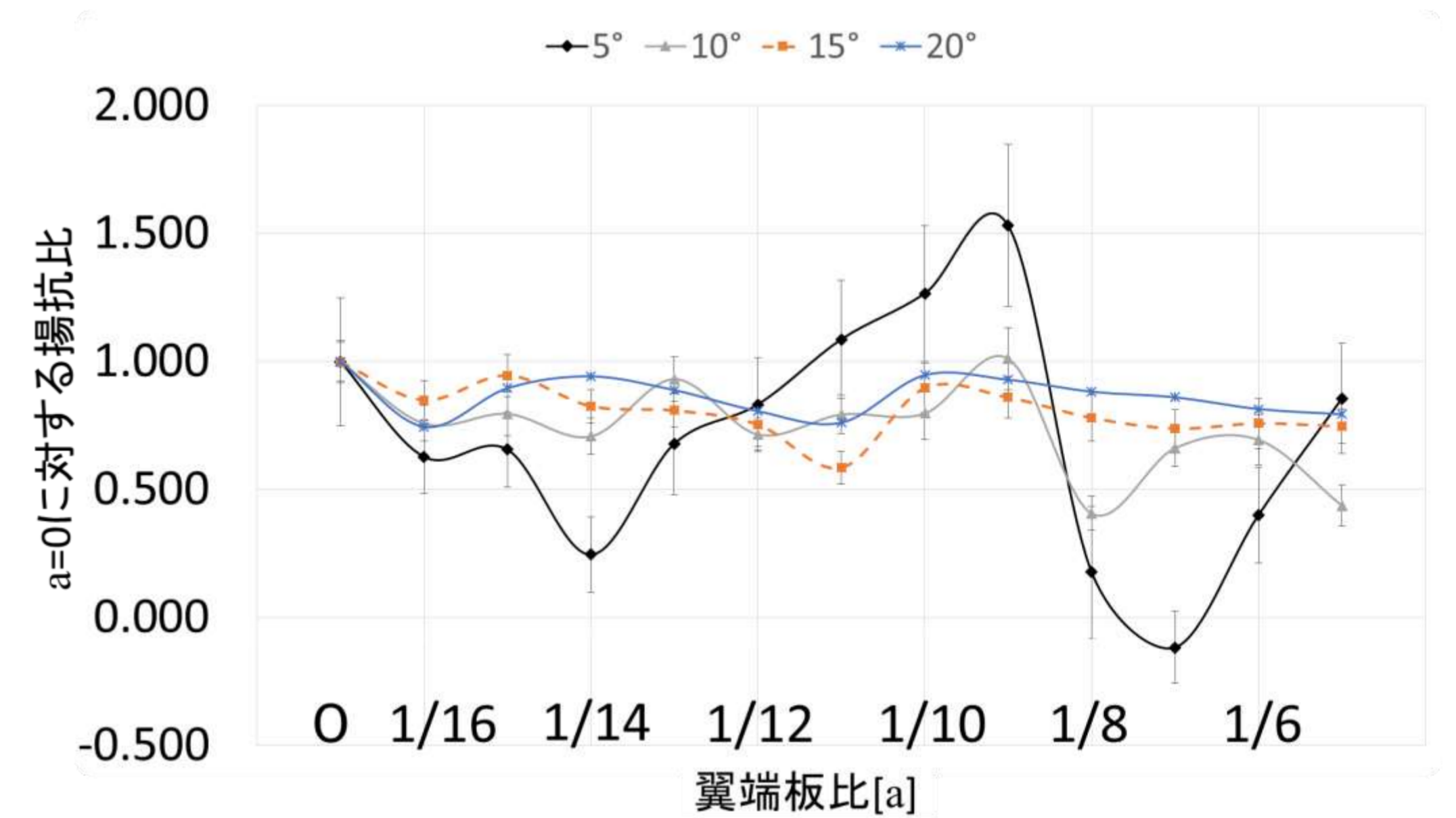


図6: aとa=0に対する揚抗比のグラフ

$$(\text{揚抗比}) = (\text{揚力}) / (\text{抗力})$$

迎角5° で $a=1/9$ の機体は $a=0$ の機体の 1.53 ± 0.32 倍、 $a=1/7$ の機体は $a=0$ の機体の -0.12 ± 0.14 倍

翼端板は揚抗比に影響を与える。

迎角5° において $1/11 < a < 1/9$ にすると揚抗比を大きくする効果がある。

$a=0$ よりも機体の5° 下方からの上昇気流を捉えるのに適した機体であると考えられる。