

QBlade(ver.0.963)を用いた 数値解析マニュアル 基礎編 (β版)

Creative Commons License



Wind Turbine Generator Paper Model by [Kazuyoshi WASEDA](http://www.kobe-kosen.ac.jp/~waseda/wtgpapermodel/index.html) is licensed under a [Creative Commons
表示 - 継承 4.0 国際 License](http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

<http://www.kobe-kosen.ac.jp/~waseda/wtgpapermodel/index.html>にある作品に基づいている。

このライセンスで許諾される範囲を超えた利用の可能性については以下のアドレスもご覧ください。

<http://www.kobe-kosen.ac.jp/~waseda/wtgpapermodel/index.html>

注意！！

この教材は本格的な風力タービンの開発を目的としたものではなく、主に実験の精度は求めず
に、風力タービンの開発の全体像をつかんだり、風力タービンの開発プロセスを通してエンジ
ニアリングの仕事のイメージをつかむことに注力した教材です。

本研究の一部は、科学研究費助成金(若手研究(B)25871037：2013～)の助成を受けて行われています。

本研究の一部は神戸高専機械工学科早稲田研究室の卒研メンバー(学生)によって開発されています。

2017 Waseda Lab.

1. 実験データ（パラメーター）の取得

(1) 準備

- ・ペーパークラフト風車
- ・家庭用扇風機
- ・メジャー(2m程度)
- ・タコメーター（非接触型）
軸に反射シールを貼っておく
- ・風速計
- ・USB（Web）カメラ or スキャナー or デジカメ
- ・表計算ソフト（テンプレートファイル：2016514-blade_parameter.xlsx）



(2) 作業手順

(a) 風速の計測

- ・風車なしで各距離における風速を計測しておく

(b) 初期形状（対称翼型）の風車回転数の測定およびレイノルズ数の計算

- ・各風速における風車の回転数を測定し、レイノルズ数を計算で求める。
表計算ソフト用テンプレートに(a)~(b)で計測した値を代入しレイノルズ数（Reynolds数）を求める。

対称翼型の風車回転数の測定

| 対称翼の結果 | | | | |
|----------|-----------|---|-------------|-----|
| W風速[m/s] | N回転数[rpm] | | 平均Reynolds数 | TSR |
| 2.5 | | → | | |
| 3 | | → | | |
| 3.5 | | → | | |

| 対称翼の結果 | | | | |
|----------|-----------|---|-------------|---------|
| W風速[m/s] | N回転数[rpm] | | 平均Reynolds数 | TSR |
| 2.5 | | → | #DIV/0! | #DIV/0! |
| 3 | 102 | → | 7361 | 0.98 |
| 3.5 | 124 | → | 8650 | 1.02 |

2. 初期形状（対称翼型）の翼型断面形状の取得

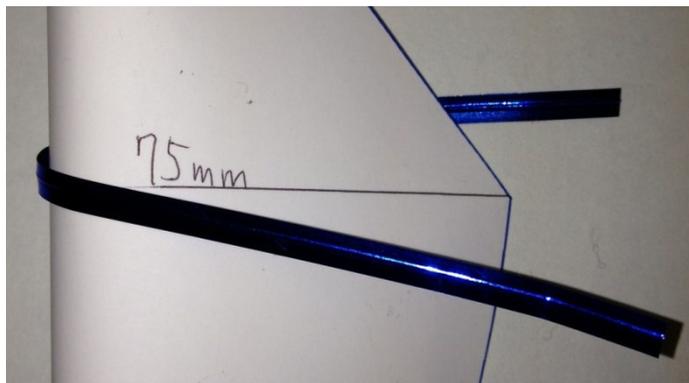
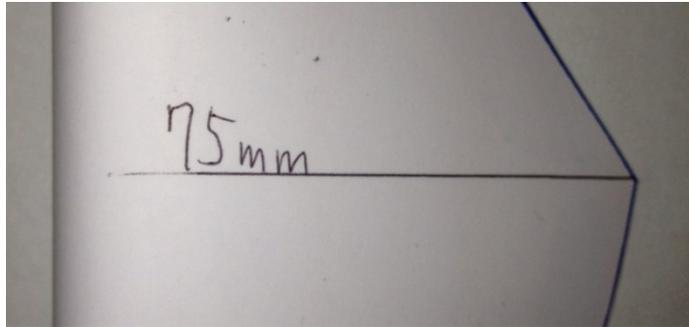
(1) 必要材料

- ・ワイヤータイ(最低 150mm)
- ・テープ

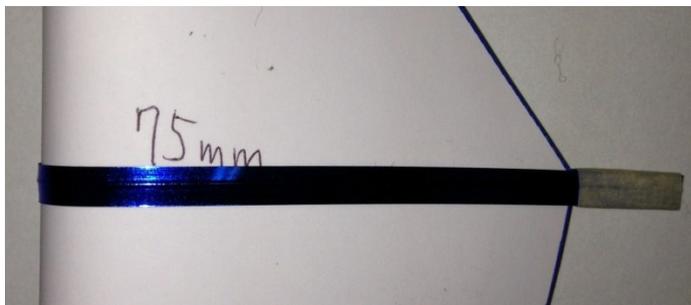
(2) 作成方法

(a) ワイヤータイを巻きつける

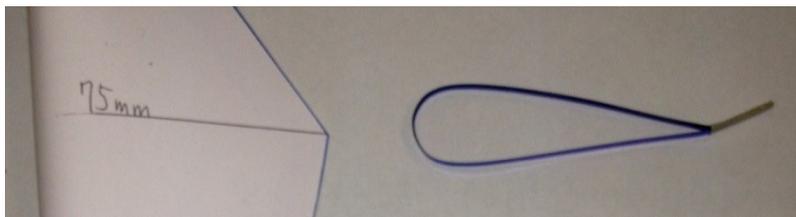
(数値(75mm)は中心からの距離であり任意である)



(b) 翼に合わせてワイヤータイを曲げてテープでとめる



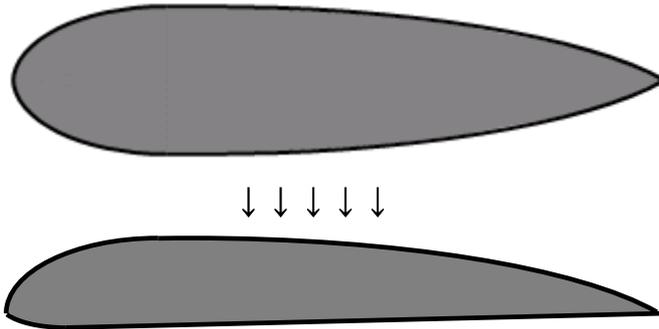
(c) ワイヤータイを抜く



3. 翼型形状の改良および改良後（非対称翼型）の翼型断面形状の取得

(1) 翼型形状の改良

- ・（出来るだけ高回転の形状を目指し）ペーパークラフトの翼断面を変形させる形状変更例



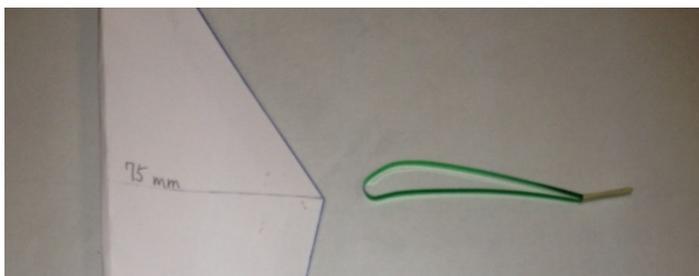
(2) 初期形状（対象翼型）と同様の作業 1.(2)(b)~2.をする。

（回転数測定→ワイヤータイ,テープを用いて翼断面形状取得）

改良後の翼型の風車回転数の測定

| W風速[m/s] | N回転数[rpm] | | 平均Reynolds数 | TSR |
|----------|-----------|---|-------------|-----|
| 2.5 | | → | | |
| 3 | | → | | |
| 3.5 | | → | | |

| W風速[m/s] | N回転数[rpm] | | 平均Reynolds数 | TSR |
|----------|-----------|---|-------------|---------|
| 2.5 | | → | #DIV/0! | #DIV/0! |
| 3 | 180 | → | 8528 | 1.73 |
| 3.5 | 334 | → | 12341 | 2.75 |



4.翼型断面形状画像の取得

(1)準備物

- ・ 画像解析ソフト ImageJ (<https://imagej.nih.gov/ij/>)
with plug-in Webcam capture
- ・ USB (Web) カメラ (UVC 規格のもの)
- ・ (必要に応じて) 方眼紙
- ・ (必要に応じて) 三脚

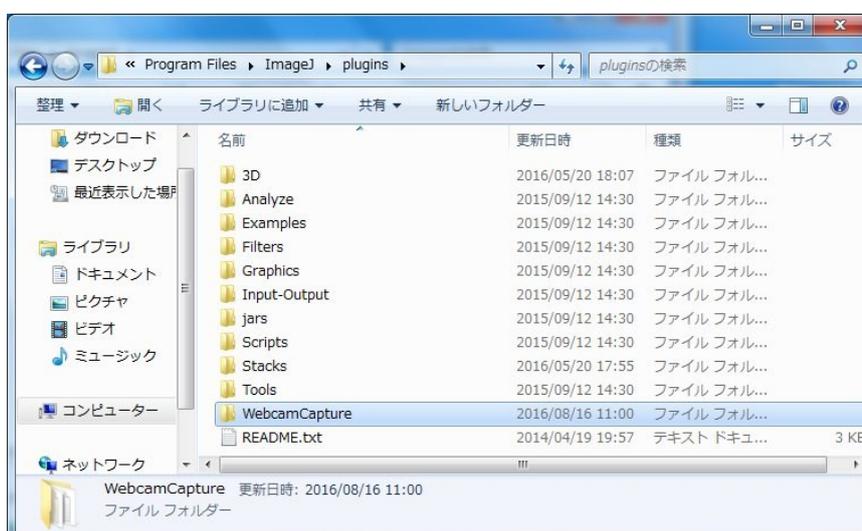
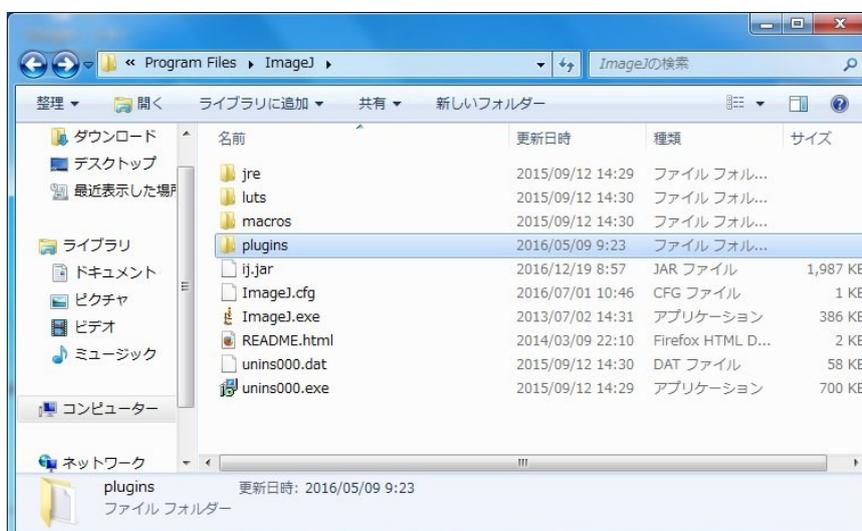
※ USB (Web) カメラがなければ、スキャナー or デジカメなどで画像を取り込んでもかまわない。

(2)機材の準備

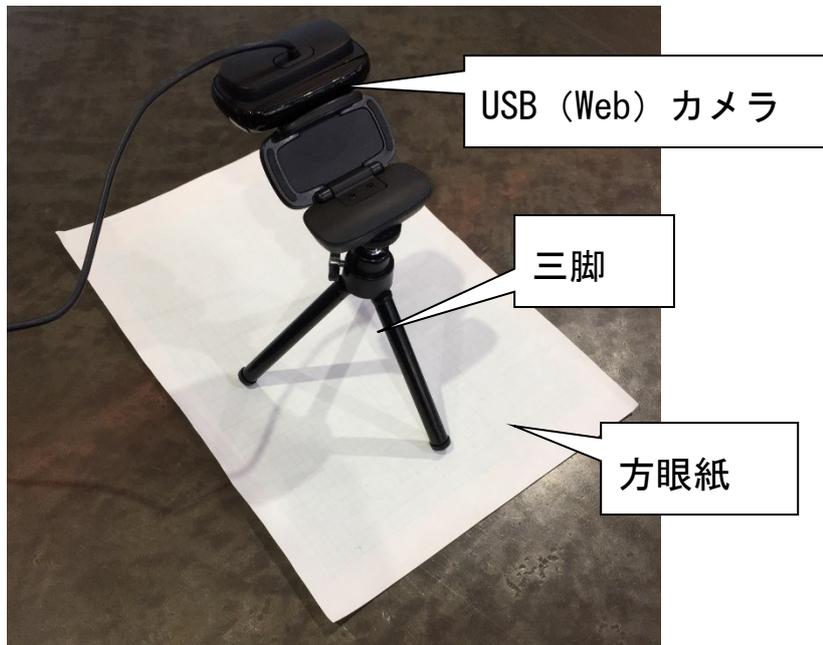
- ・ ImageJ の準備

(1)ImageJ をダウンロードし、インストールする。

(2)ImageJ の Web ページの Plugins ページから、Webcam Capture プラグインをダウンロード&解凍し、所定のフォルダに解凍した Webcam Capture プラグインをフォルダごとコピーする。



- ・方眼紙の上に USB (Web) カメラを置く (カメラが真下に向くように設置)

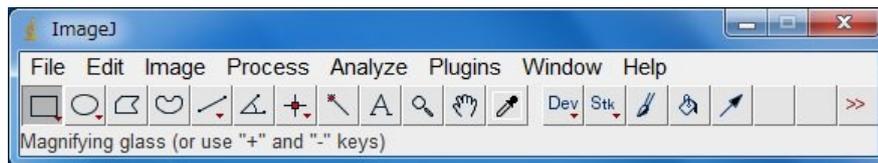


USB (Web) カメラ準備例

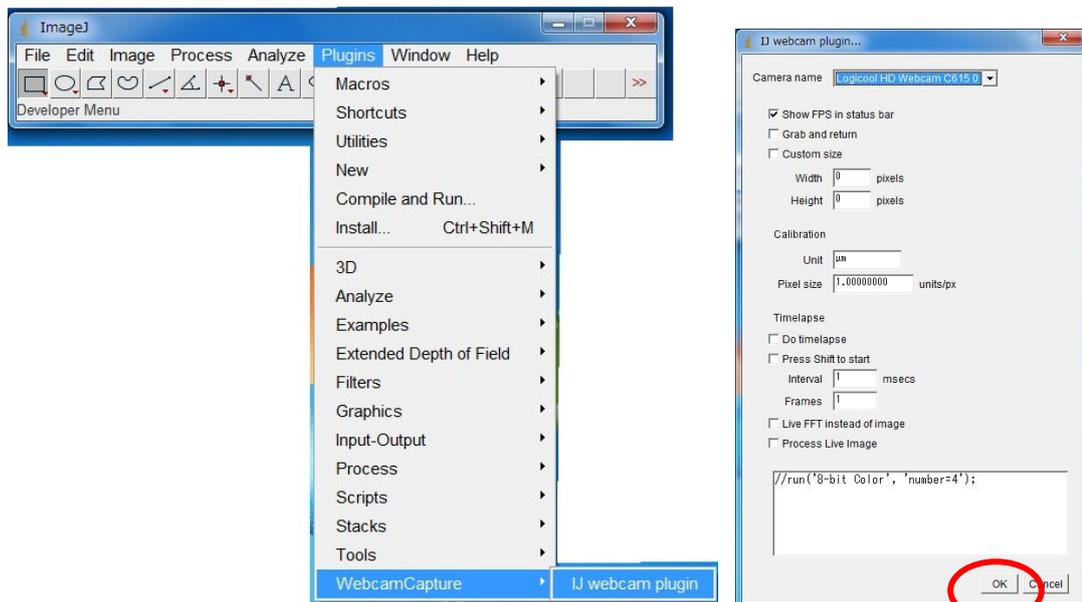
(3)ImageJ を起動する



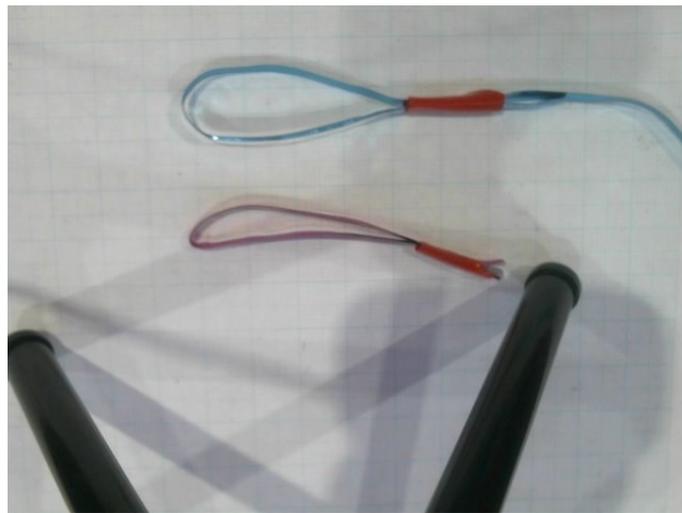
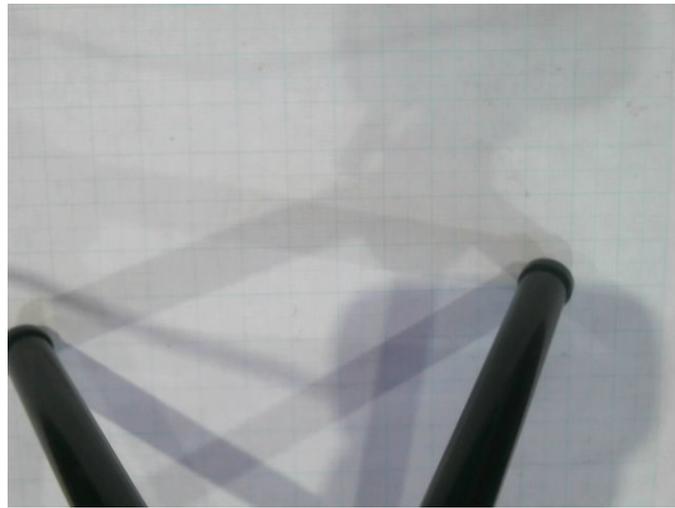
ダブルクリック



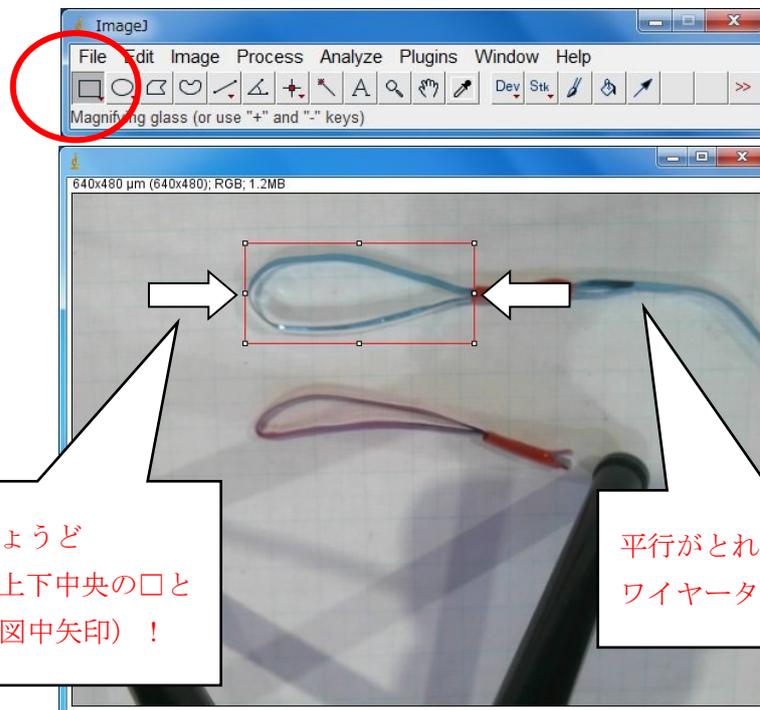
(4)Plugins → Webcam Capture → IJ webcam plugin を選択する → 「OK」



(5)ワイヤータイで型取りした断面形状 2 種を方眼紙の上に置く



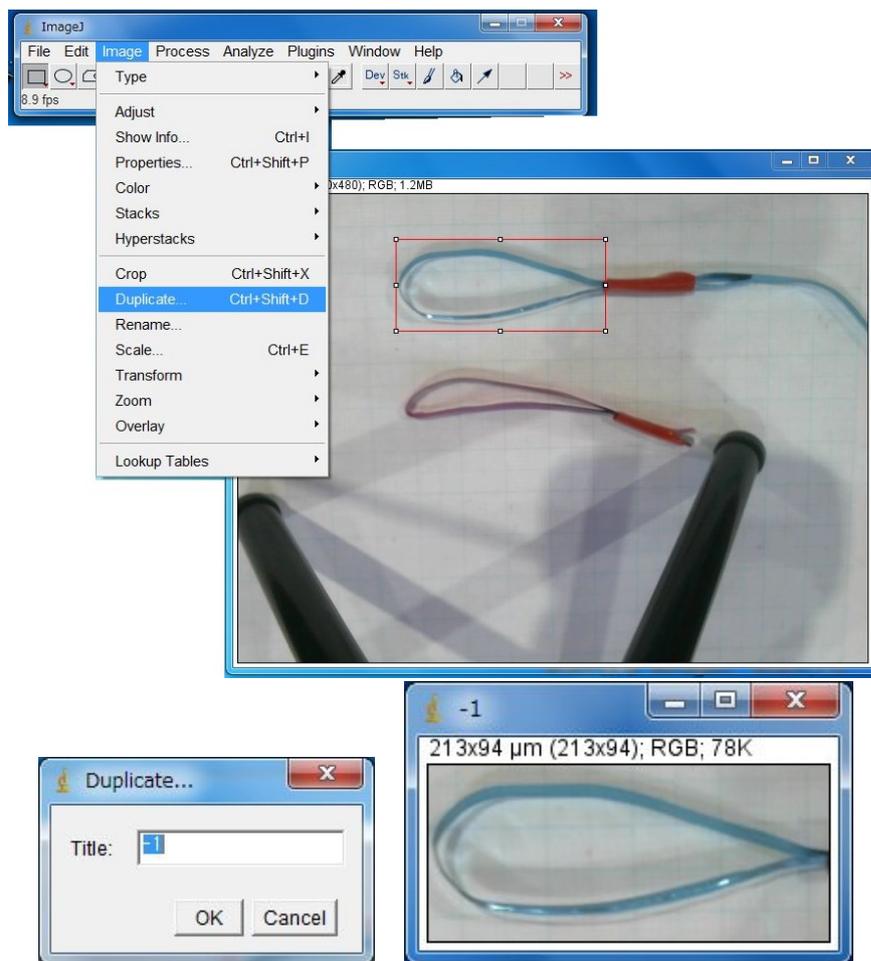
(6) Rectangular ツールを選択し前縁から後縁までマウスで選択(囲む)する



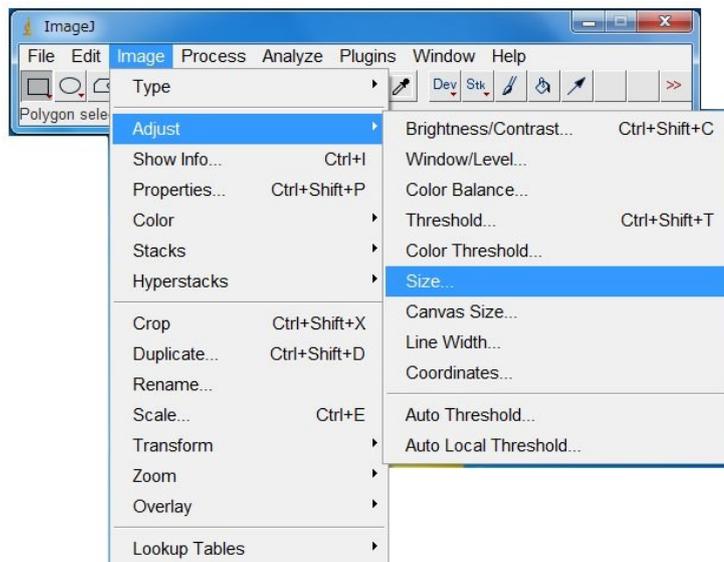
前縁と後縁がちょうど
Rectangular の上下中央の口と
そろうように (図中矢印) !

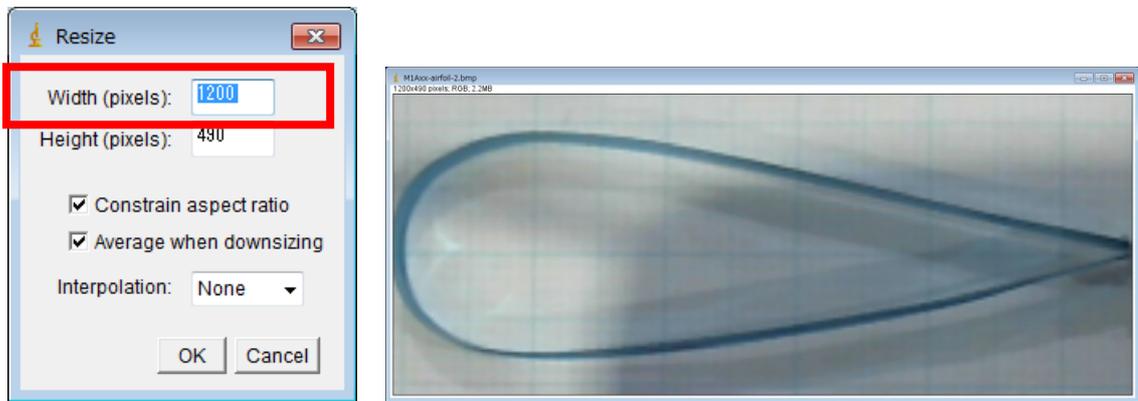
平行がとれていない場合には
ワイヤータイを回転させる!

(7) Image → Duplicate (ショートカットキーは「Ctrl+Shift+D」) → 「OK」

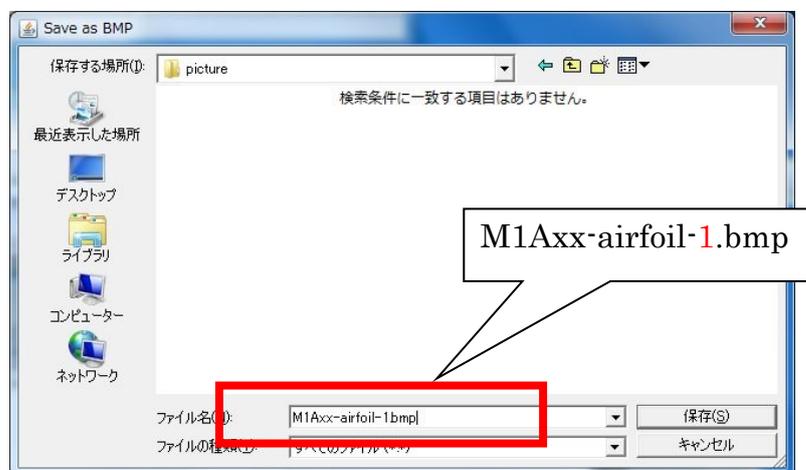
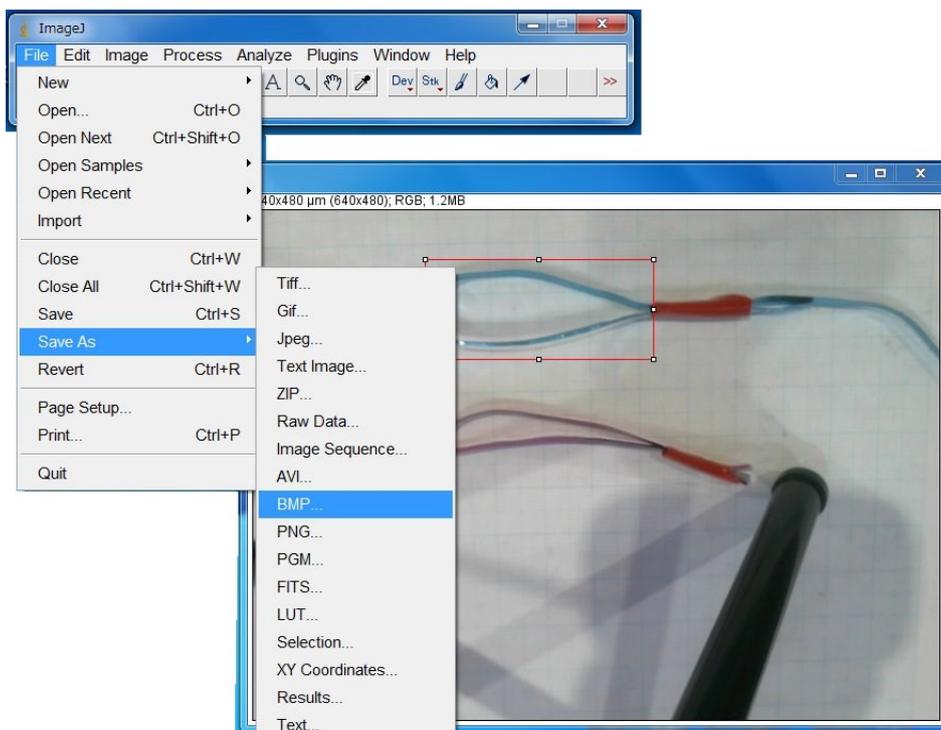


(8) Image → Adjust → Size で Width → 1200 とする (PC の画面解像度により適宜調整)。





(9) File→ Save As から BMP を選択し保存する(例:M1Axx-airfoil-1.bmp)



(10) 改良後の翼型に対しても同様に(6)~(9)の作業をする。

(Rectangular ツールを選択し前縁から後縁までマウスで選択(囲む)する)

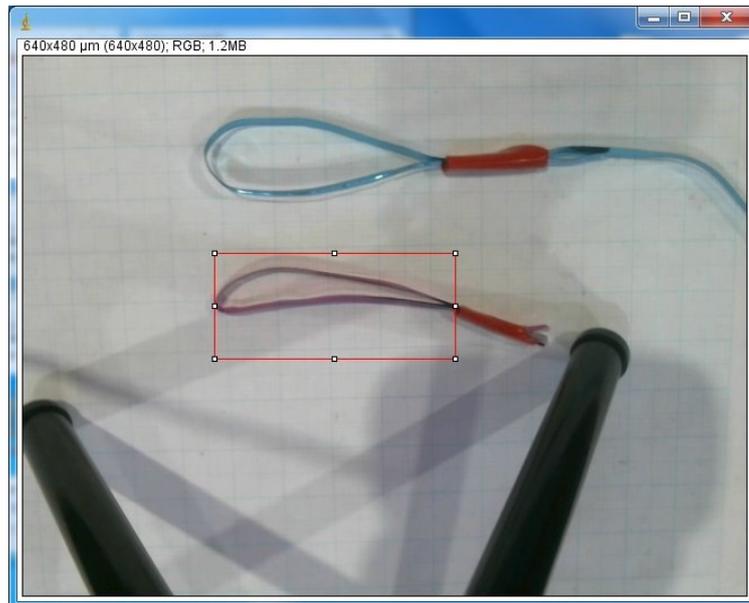


Image → Duplicate (ショートカットキーは「Ctrl+Shit+D」) → 「OK」



Image → Adjust → Size で Width → 1200 とする (PC の画面解像度により調整する)。

File → Save As から BMP を選択し保存する(例:M1Axx-airfoil-2.bmp)



5.解析を行う

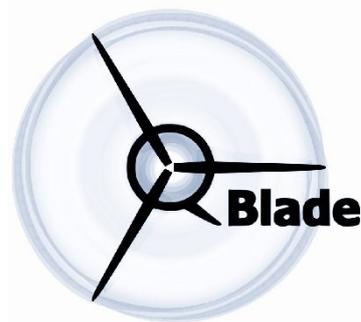
- (1) QBlade を起動する



ダブルクリック



Click on the Airfoil Design Module in the Toolbar to Start



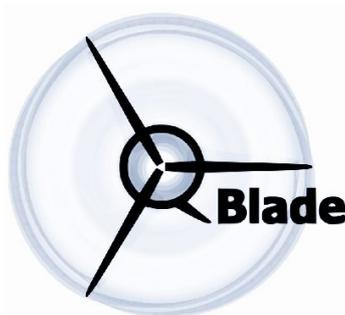
v0.96

(画面最大化でウィンドウを表示)

- (2) 赤枠内ボタンをクリックする

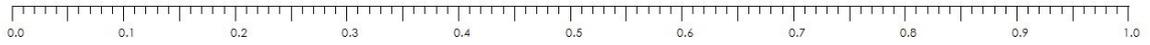


Click on the Airfoil Design Module in the Toolbar to Start

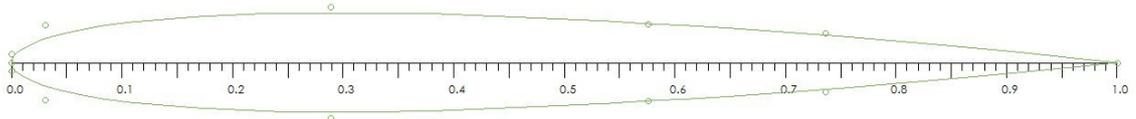


v0.96

(3) Show をチェック

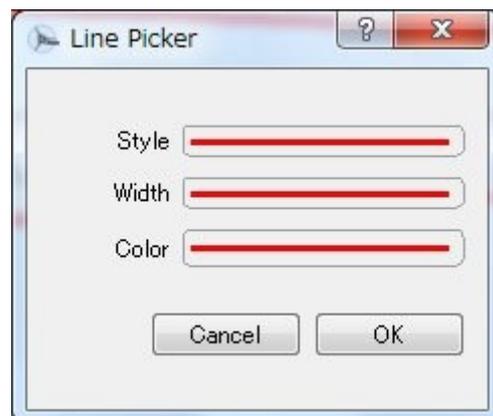
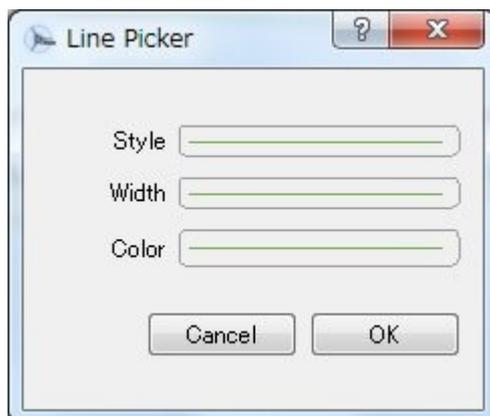


| Name | Thickness (%) | at (%) | Camber (%) | at (%) | Points | TE Flap (deg) | TE XHinge | TE YHinge | Show | Points | Centerline | Style |
|---------------|---------------|--------|------------|--------|--------|---------------|-----------|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| 1 Spline foil | 9.03 | 31.20 | 0.00 | 0.00 | 60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

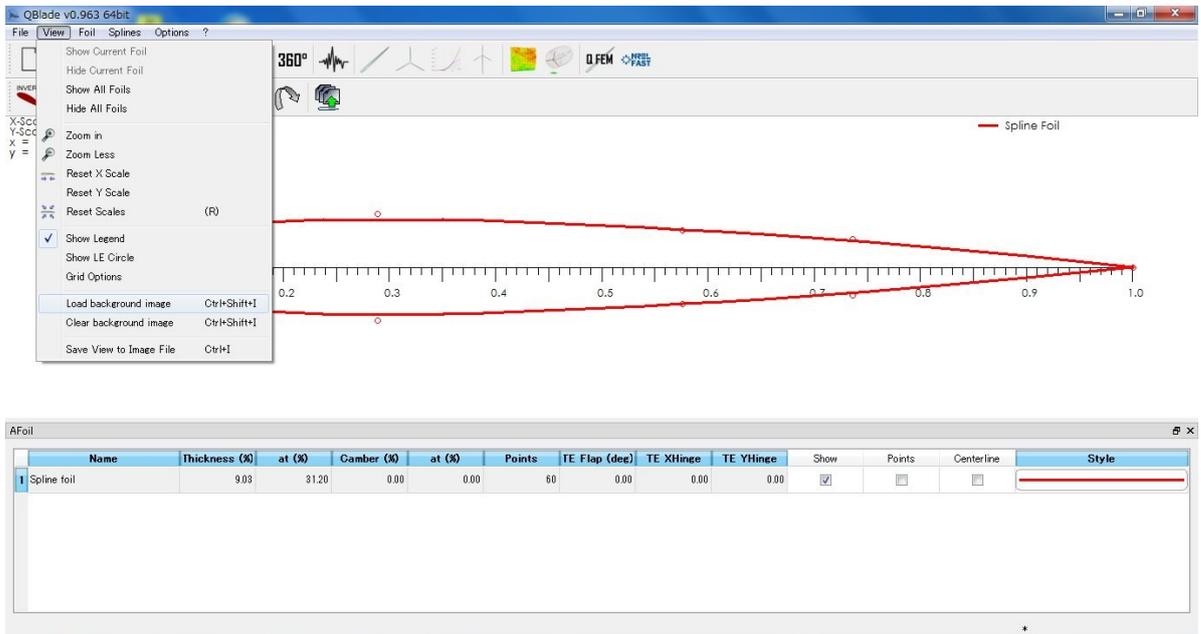


| Name | Thickness (%) | at (%) | Camber (%) | at (%) | Points | TE Flap (deg) | TE XHinge | TE YHinge | Show | Points | Centerline | Style |
|---------------|---------------|--------|------------|--------|--------|---------------|-----------|-----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| 1 Spline foil | 9.03 | 31.20 | 0.00 | 0.00 | 60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

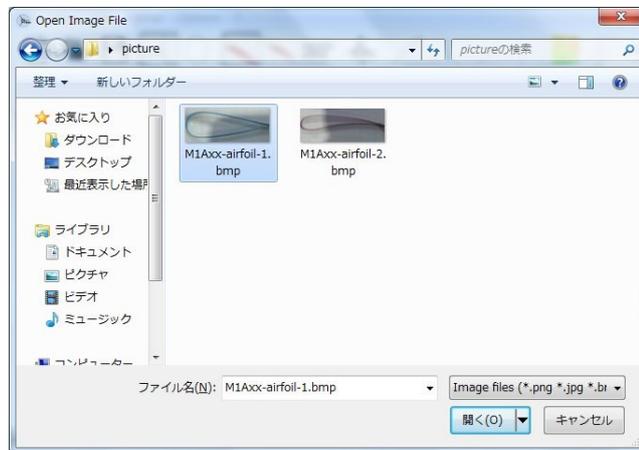
※ Spline の線が見難い場合は Style をクリックし、線の色や線の太さを変える



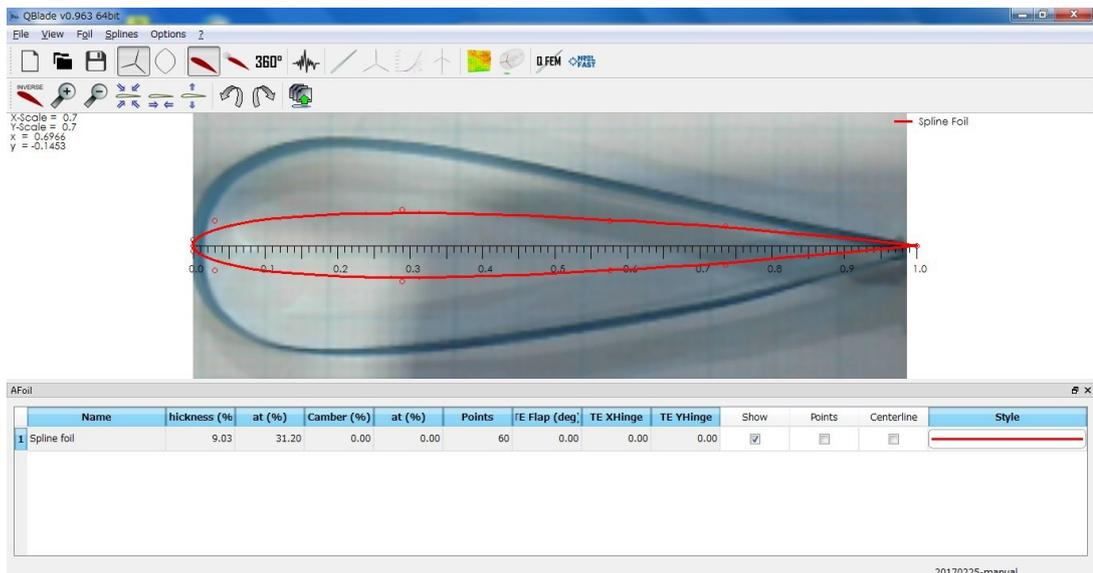
(4) View → Load background Image を選択する



(5) 「4.翼型断面形状の取り込み」で保存した解析用画像を選択する（まずは、「M1Axx-airfoil-1.bmp」）



(6) 選択した画像が背景に表示される



(7) 背景の画像に重なるように○印をドラッグする

QBlade v0.963 64bit

File View Foil Splines Options 2

X-Scale = 0.7
Y-Scale = 0.7
x = 0.0462
y = 0.1376

前縁 (先端) はできるだけ操作しない

後縁 (1.0 付近) は操作しない

| Name | Thickness (%) | at (%) | Camber (%) | at (%) | Points | TE Flap (deg) | TE XHinge | TE YHinge | Show | Points | Centerline | Style |
|----------|---------------|--------|------------|--------|--------|---------------|-----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------|-------|
| 1 Spline | 11.10 | 3.46 | 8.50 | 60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |

QBlade v0.963 64bit

File View Foil Splines Options 2

X-Scale = 0.7
Y-Scale = 0.7
x = 0.4380
y = -0.0572

20170225-manual*

| Name | Thickness (%) | at (%) | Camber (%) | at (%) | Points | TE Flap (deg) | TE XHinge | TE YHinge | Show | Points | Centerline | Style |
|---------------|---------------|--------|------------|--------|--------|---------------|-----------|-----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| 1 Spline foil | 19.13 | 21.70 | 5.26 | 18.20 | 60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

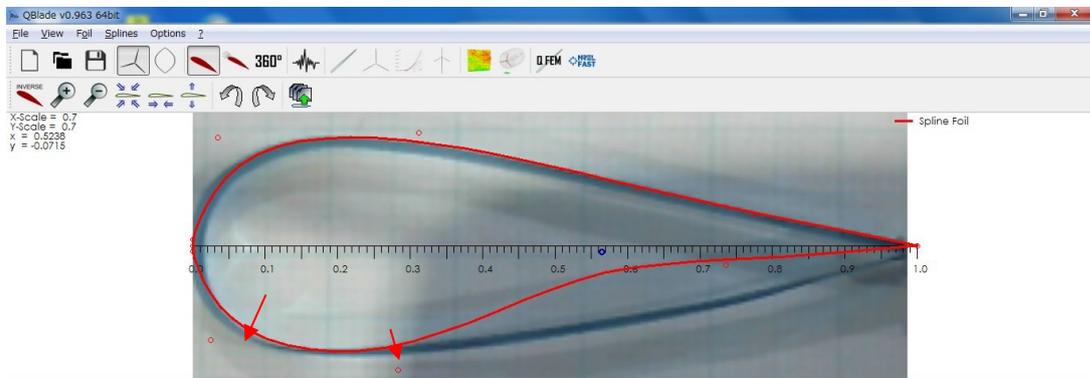
QBlade v0.963 64bit

File View Foil Splines Options 2

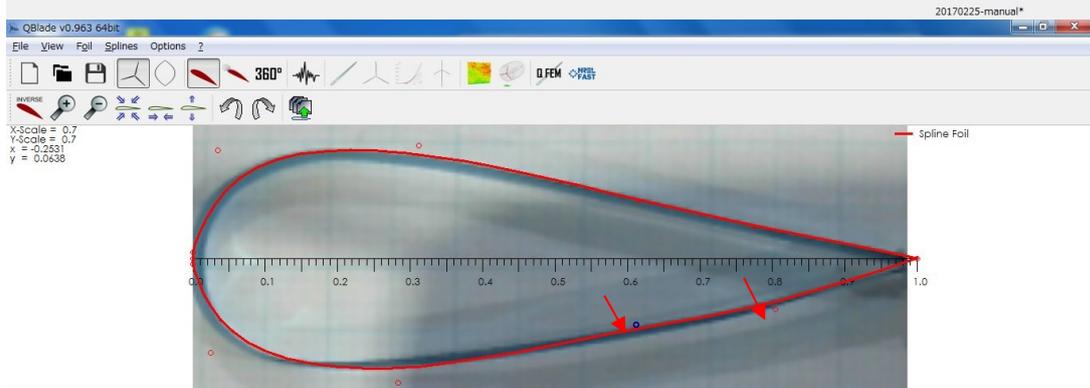
X-Scale = 0.7
Y-Scale = 0.7
x = 0.7891
y = 0.1420

20170225-manual*

| Name | Thickness (%) | at (%) | Camber (%) | at (%) | Points | TE Flap (deg) | TE XHinge | TE YHinge | Show | Points | Centerline | Style |
|---------------|---------------|--------|------------|--------|--------|---------------|-----------|-----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| 1 Spline foil | 19.37 | 23.80 | 5.31 | 18.30 | 60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

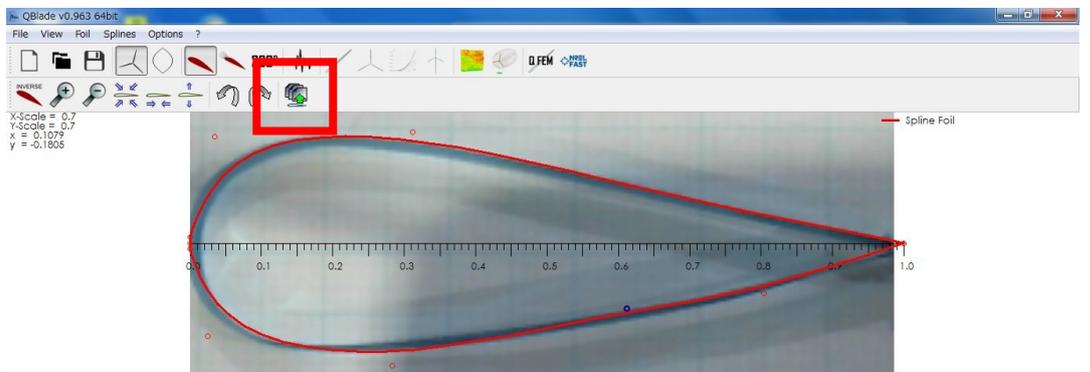


| Name | thickness (%) | at (%) | Camber (%) | at (%) | Points | TE Flap (deg) | TE XHinge | TE YHinge | Show | Points | Centerline | Style |
|-------------|---------------|--------|------------|--------|--------|---------------|-----------|-----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| Spline foil | 29.69 | 21.80 | 2.68 | 57.00 | 60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |



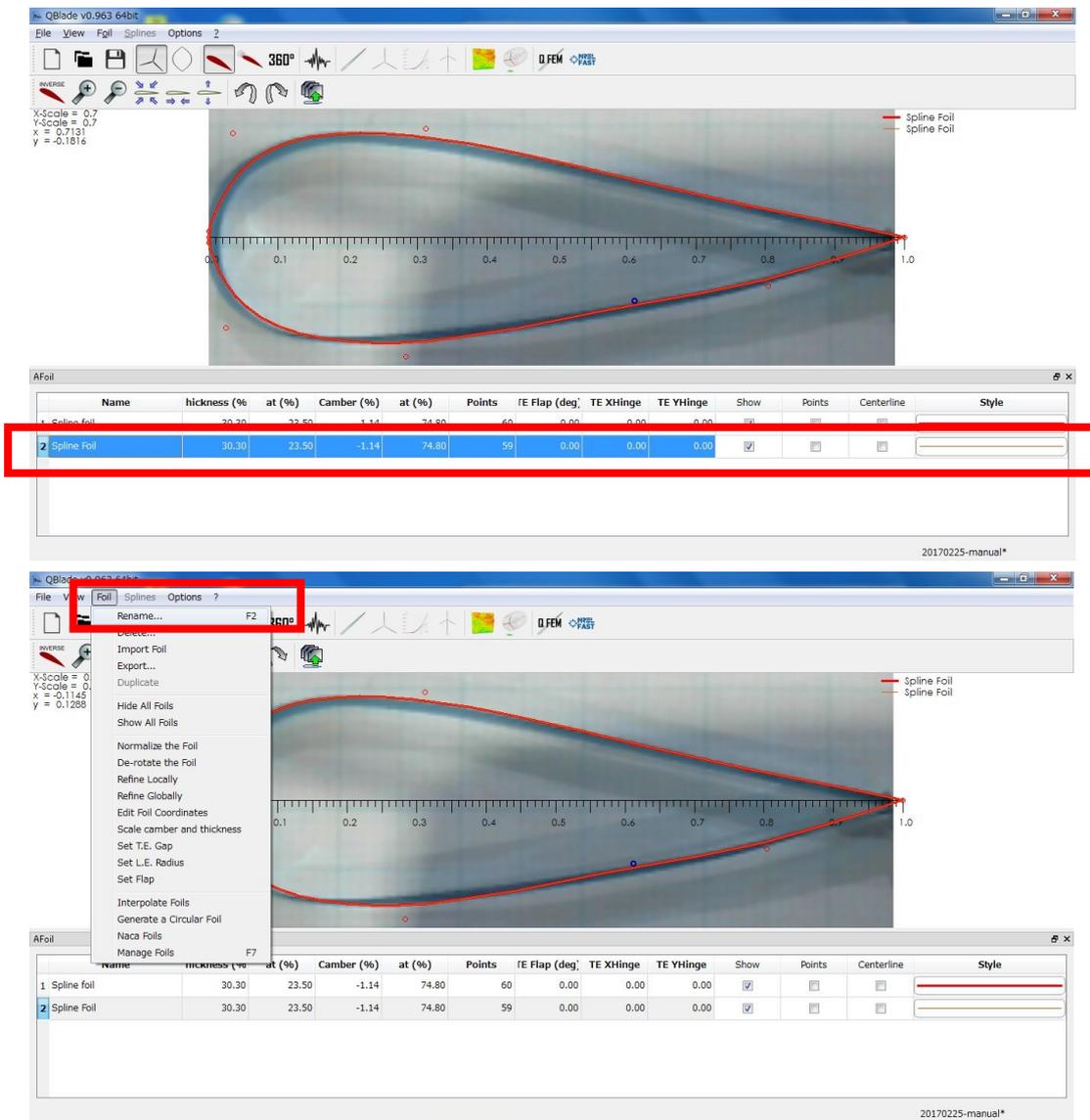
| Name | thickness (%) | at (%) | Camber (%) | at (%) | Points | TE Flap (deg) | TE XHinge | TE YHinge | Show | Points | Centerline | Style |
|-------------|---------------|--------|------------|--------|--------|---------------|-----------|-----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| Spline foil | 30.30 | 23.50 | -1.14 | 74.80 | 60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

(8) 下部「Spline foil」を選択した後、赤枠内ボタンをクリック (Splines → Store Splines as Foil を選択しても可) (スプライン曲線によってトレースした形が翼型座標として保存される)

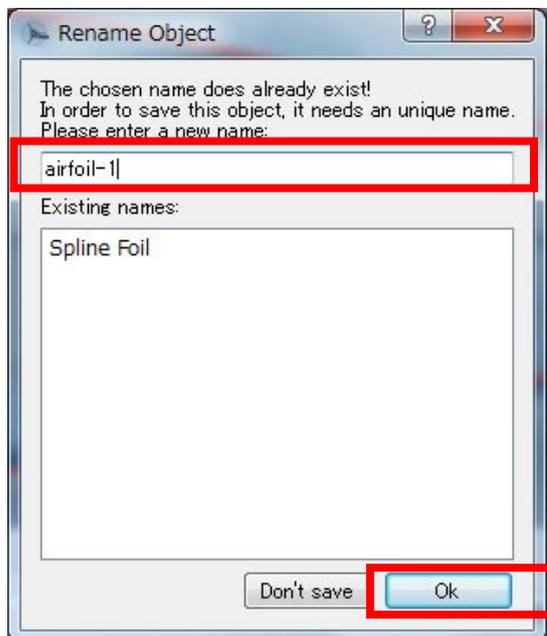


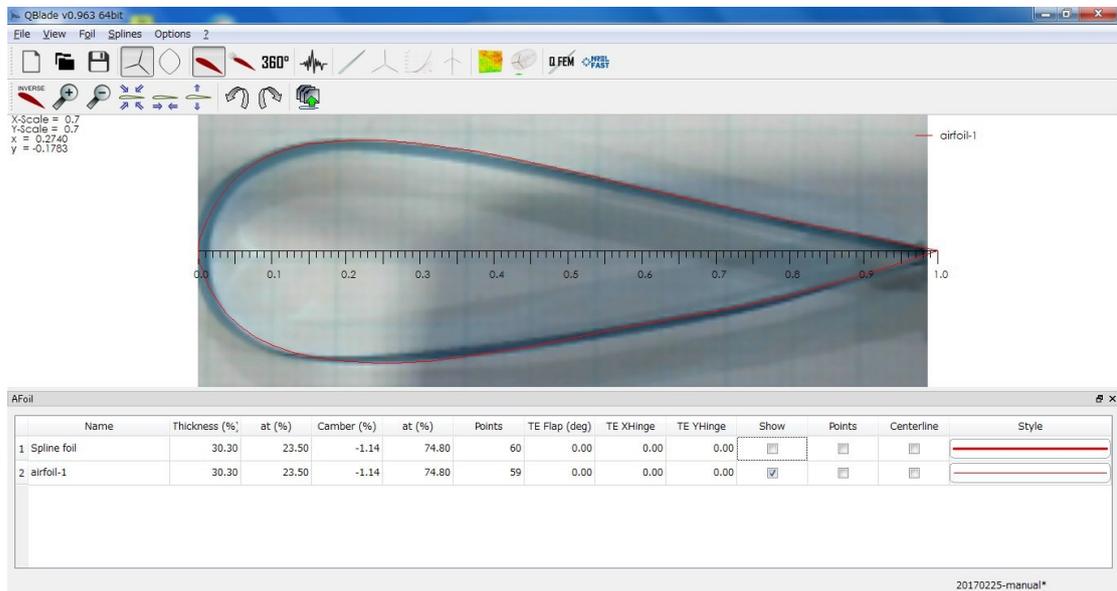
| Name | thickness (%) | at (%) | Camber (%) | at (%) | Points | TE Flap (deg) | TE XHinge | TE YHinge | Show | Points | Centerline | Style |
|-------------|---------------|--------|------------|--------|--------|---------------|-----------|-----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| Spline foil | 30.30 | 23.50 | -1.14 | 74.80 | 60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

(9) 「2 Spline foil」をクリックし選択した後、Foil → Rename を選択

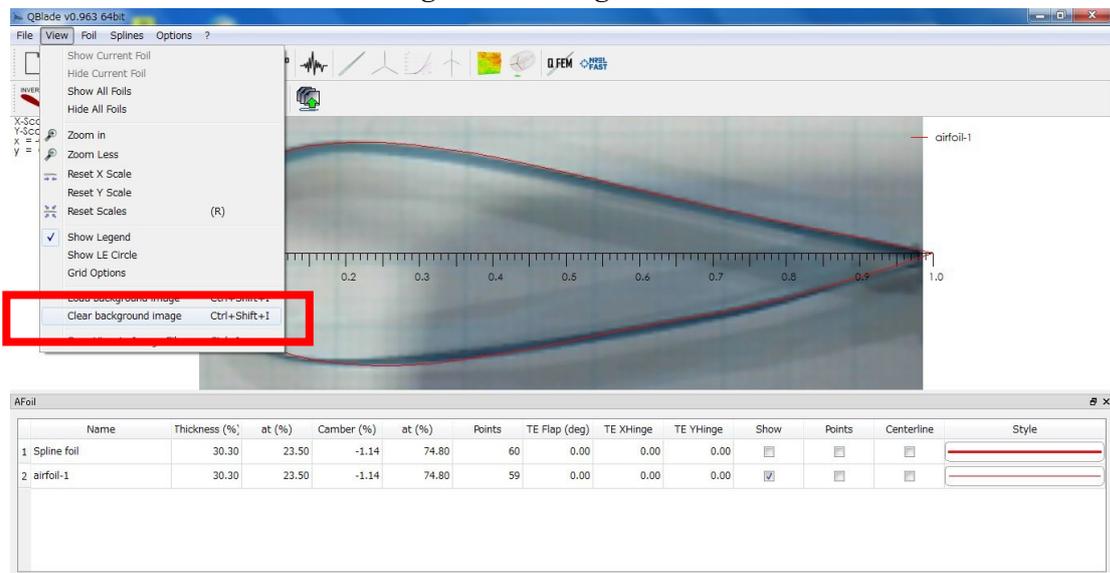


(10) 名前を入力 (airfoil-1) して OK を押す

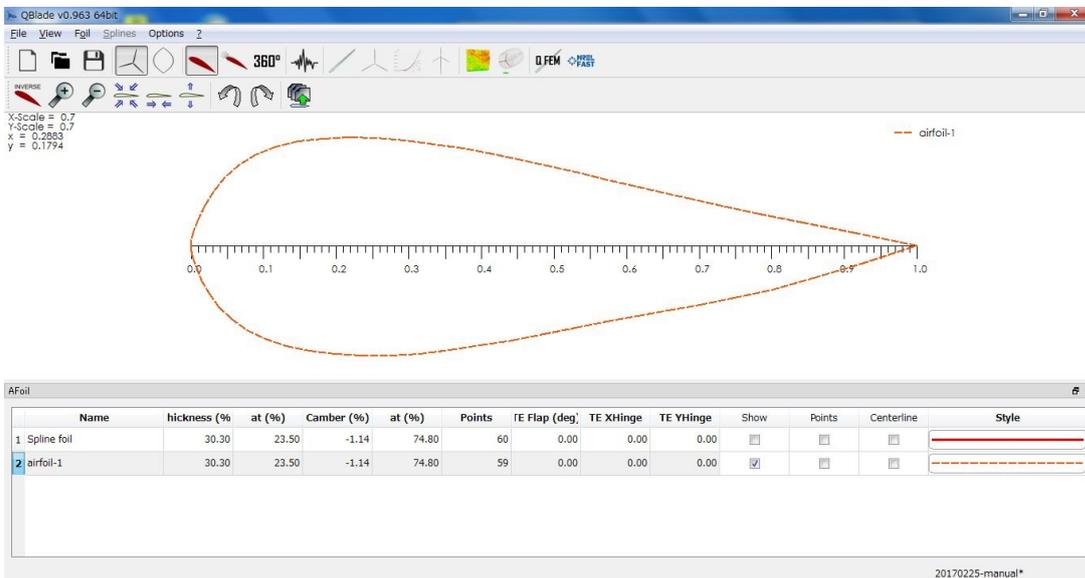




(11) View → Clear background Image を選択する

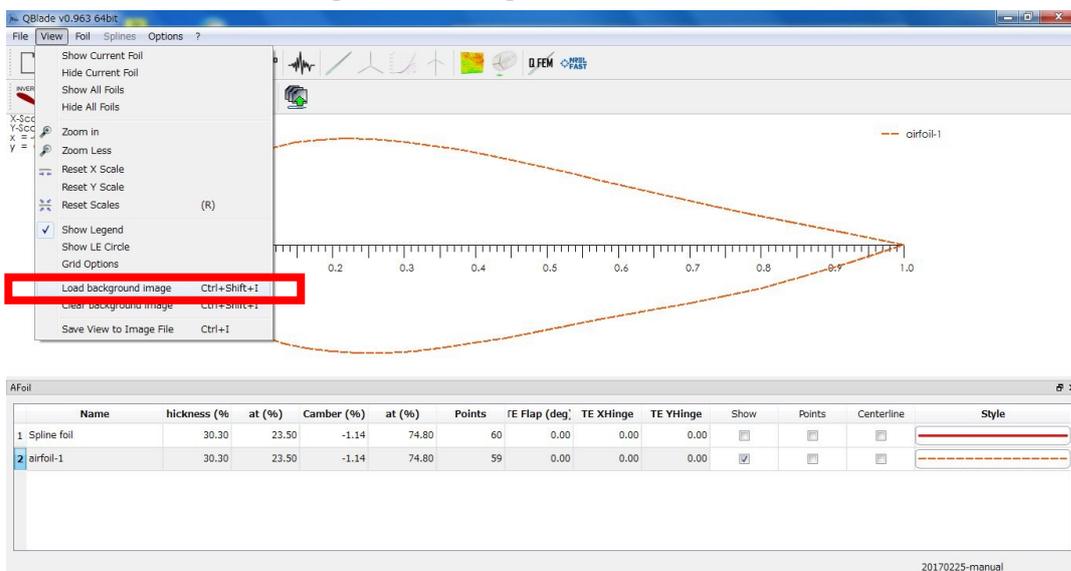


※ 線が分かりにくければ、Style を選択し、線の太さや形状を変える。

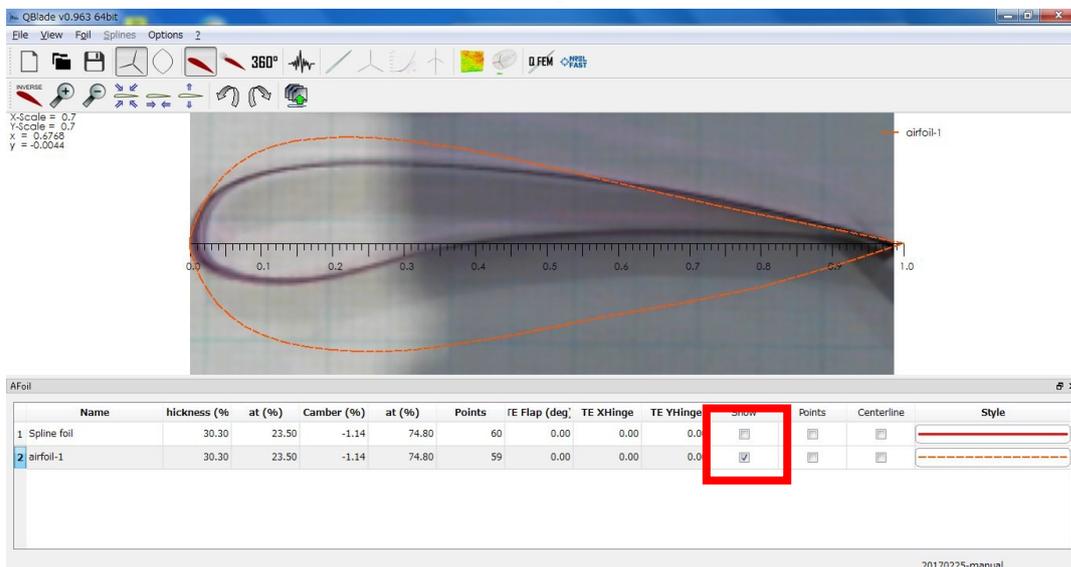


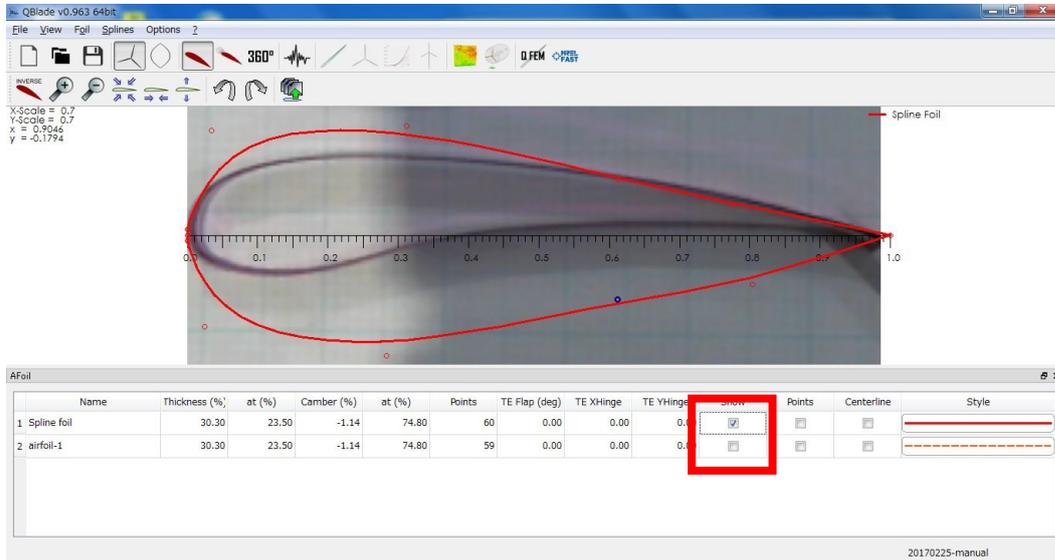
(12) 改良後の翼型にも(4)~(11)を同様に作業する

View → Load background Image を選択する

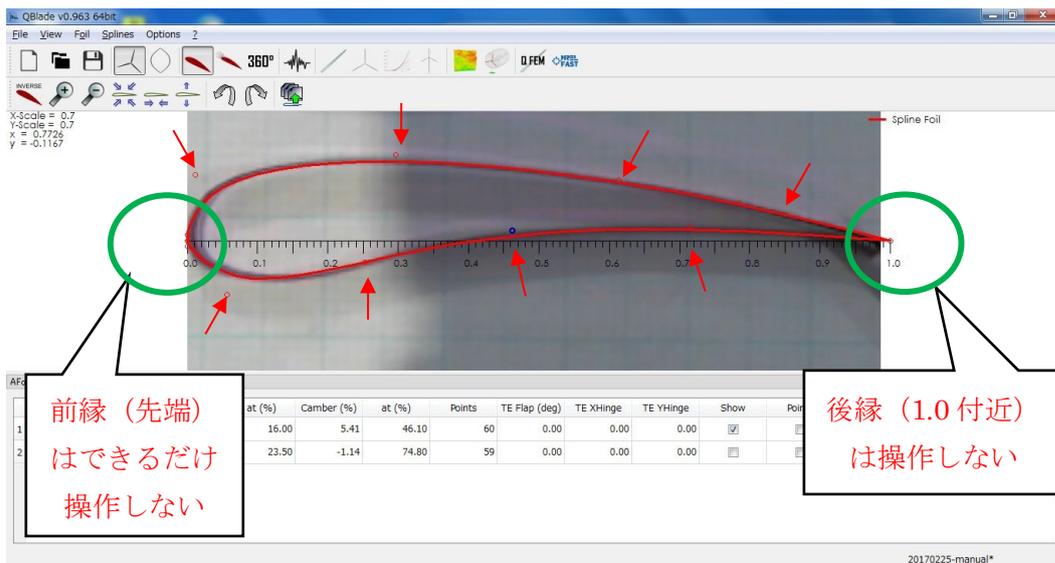


※ airfoil-1 のチェックをはずし、Spline foil にチェックを入れる





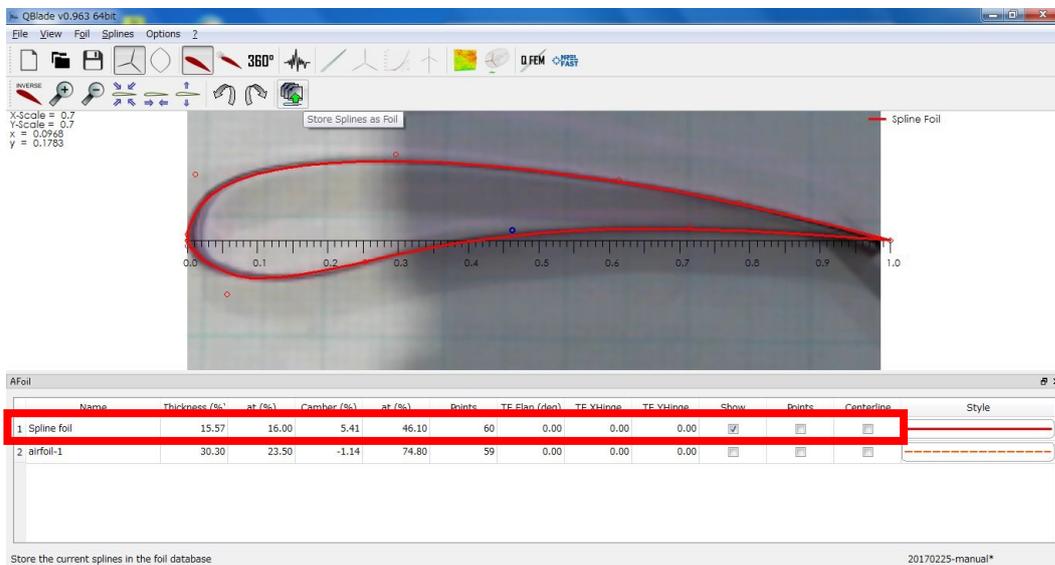
背景の画像に重なるように○印をドラッグする

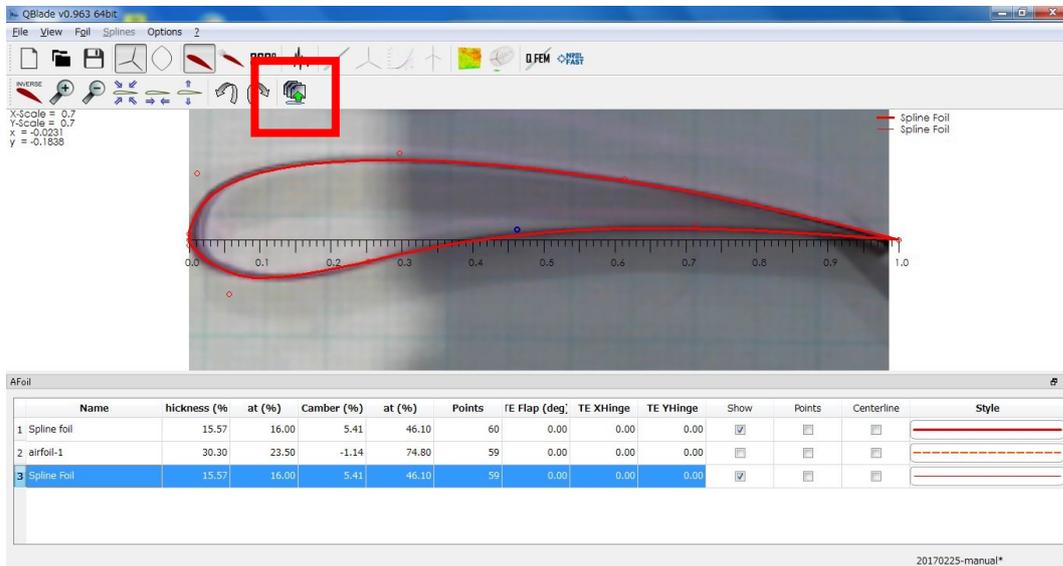


前縁 (先端)
はできるだけ
操作しない

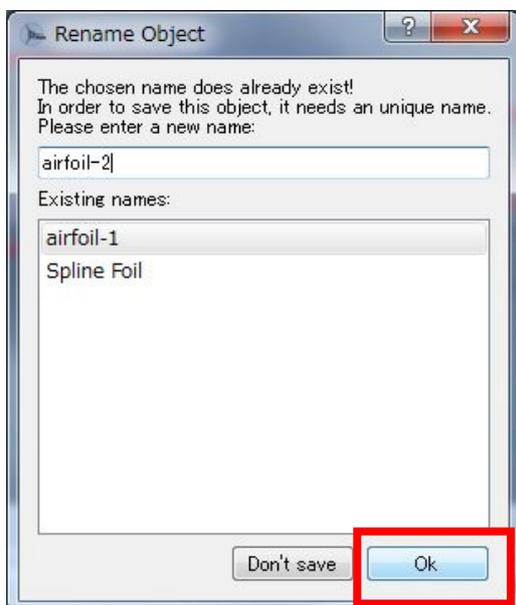
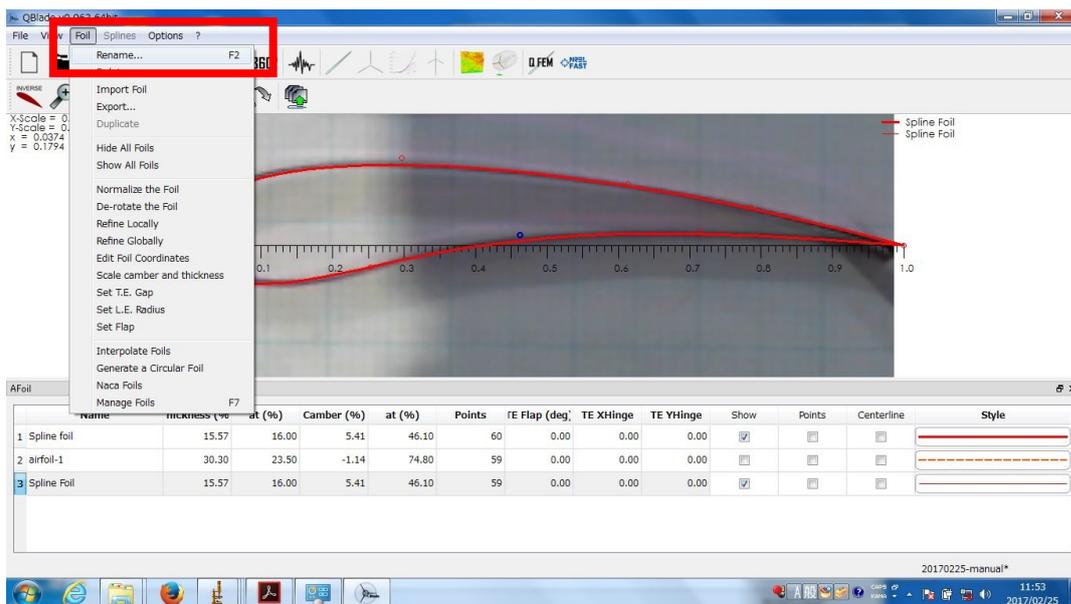
後縁 (1.0 付近)
は操作しない

下部「Spline foil」を選択した後、赤枠内ボタンをクリック





「3 Spline foil」をクリックし選択した後、Foil → Rename を選択



View → Clear background Image を選択する

The screenshot shows the 'View' menu with the following options:

- Show Current Foil
- Hide Current Foil
- Show All Foils
- Hide All Foils
- Zoom In
- Zoom Less
- Reset X Scale
- Reset Y Scale
- Reset Scales (R)
- Show Legend
- Show LE Circle
- Grid Options
- Load background image (Ctrl+Shift+I)
- Clear background image (Ctrl+Shift+I)**
- Save View to Image File (Ctrl+I)

The main window shows a red airfoil profile on a dark background. The 'AFoil' table below is as follows:

| Name | thickness (%) | at (%) | Camber (%) | at (%) | Points | TE Flap (deg) | TE XHinge | TE YHinge | Show | Points | Centerline | Style |
|---------------|---------------|--------|------------|--------|--------|---------------|-----------|-----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| 1 Spline foil | 15.57 | 16.00 | 5.41 | 46.10 | 60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 2 airfoil-1 | 30.30 | 23.50 | -1.14 | 74.80 | 59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 3 airfoil-2 | 15.57 | 16.00 | 5.41 | 46.10 | 59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

Spline foil のチェックをはずす

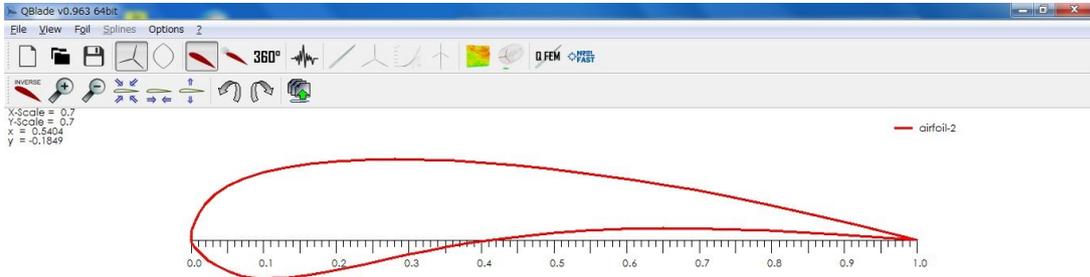
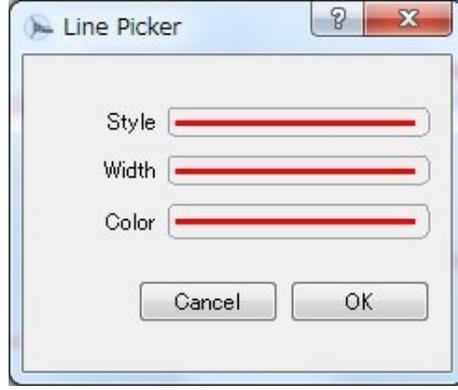
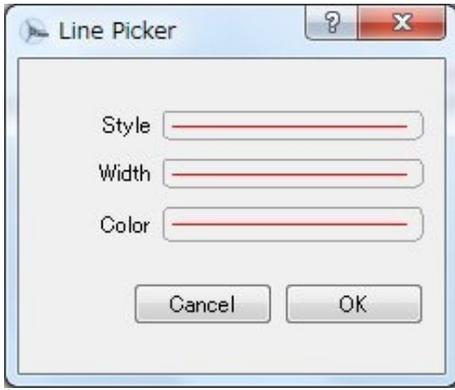
The screenshot shows the airfoil profile with the 'Spline foil' entry in the 'AFoil' table highlighted in red. The 'Show' checkbox for 'Spline foil' is checked.

| Name | thickness (%) | at (%) | Camber (%) | at (%) | Points | TE Flap (deg) | TE XHinge | TE YHinge | Show | Points | Centerline | Style |
|---------------|---------------|--------|------------|--------|--------|---------------|-----------|-----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| 1 Spline foil | 15.57 | 16.00 | 5.41 | 46.10 | 60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 2 airfoil-1 | 30.30 | 23.50 | -1.14 | 74.80 | 59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 3 airfoil-2 | 15.57 | 16.00 | 5.41 | 46.10 | 59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

The screenshot shows the airfoil profile with the 'airfoil-2' entry in the 'AFoil' table highlighted in red. The 'Show' checkbox for 'airfoil-2' is checked.

| Name | Thickness (%) | at (%) | Camber (%) | at (%) | Points | TE Flap (deg) | TE XHinge | TE YHinge | Show | Points | Centerline | Style |
|---------------|---------------|--------|------------|--------|--------|---------------|-----------|-----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| 1 Spline foil | 15.57 | 16.00 | 5.41 | 46.10 | 60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 2 airfoil-1 | 30.30 | 23.50 | -1.14 | 74.80 | 59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 3 airfoil-2 | 15.57 | 16.00 | 5.41 | 46.10 | 59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

※ 必要に応じて、線の色や太さを変える

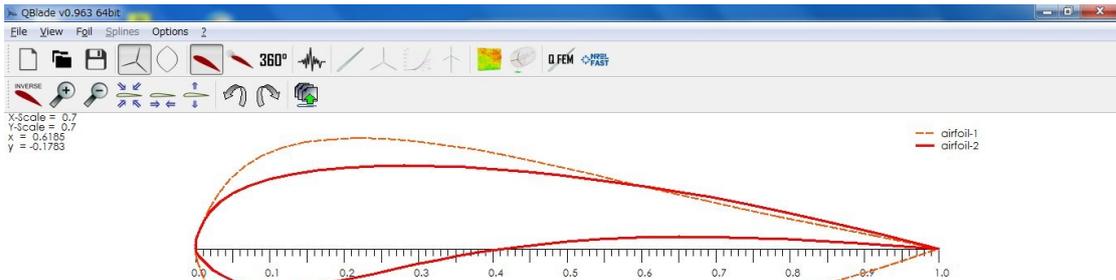


AFoil

| Name | thickness (%) | at (%) | Camber (%) | at (%) | Points | TE Flap (deg) | TE XHinge | TE YHinge | Show | Points | Centerline | Style |
|---------------|---------------|--------|------------|--------|--------|---------------|-----------|-----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| 1 Spline foil | 15.57 | 16.00 | 5.41 | 46.10 | 60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 2 airfoil-1 | 30.30 | 23.50 | -1.14 | 74.80 | 59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 3 airfoil-2 | 15.57 | 16.00 | 5.41 | 46.10 | 59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

20170225-manual*

トレースが終わった2種の翼型！



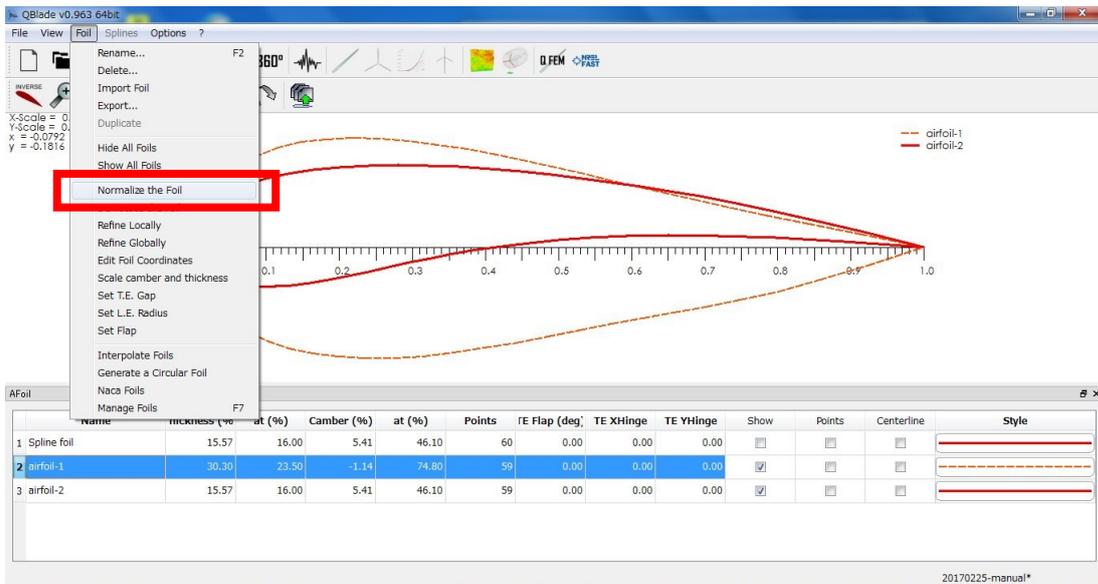
AFoil

| Name | Thickness (%) | at (%) | Camber (%) | at (%) | Points | TE Flap (deg) | TE XHinge | TE YHinge | Show | Points | Centerline | Style |
|---------------|---------------|--------|------------|--------|--------|---------------|-----------|-----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| 1 Spline foil | 15.57 | 16.00 | 5.41 | 46.10 | 60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 2 airfoil-1 | 30.30 | 23.50 | -1.14 | 74.80 | 59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 3 airfoil-2 | 15.57 | 16.00 | 5.41 | 46.10 | 59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

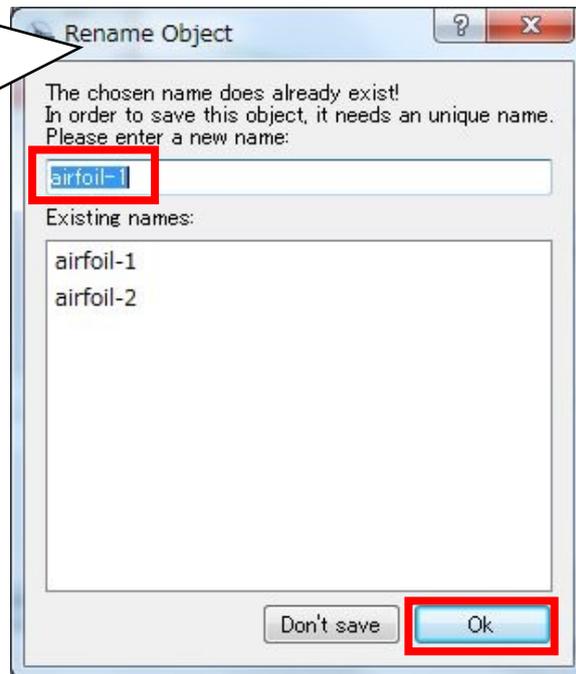
20170225-manual*

翼型形状を整える

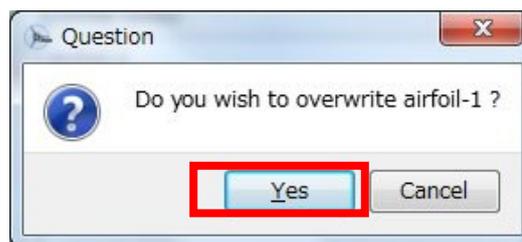
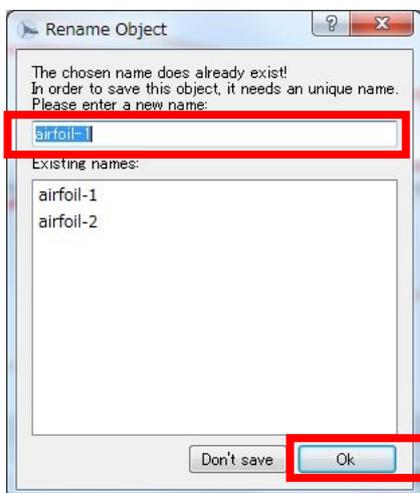
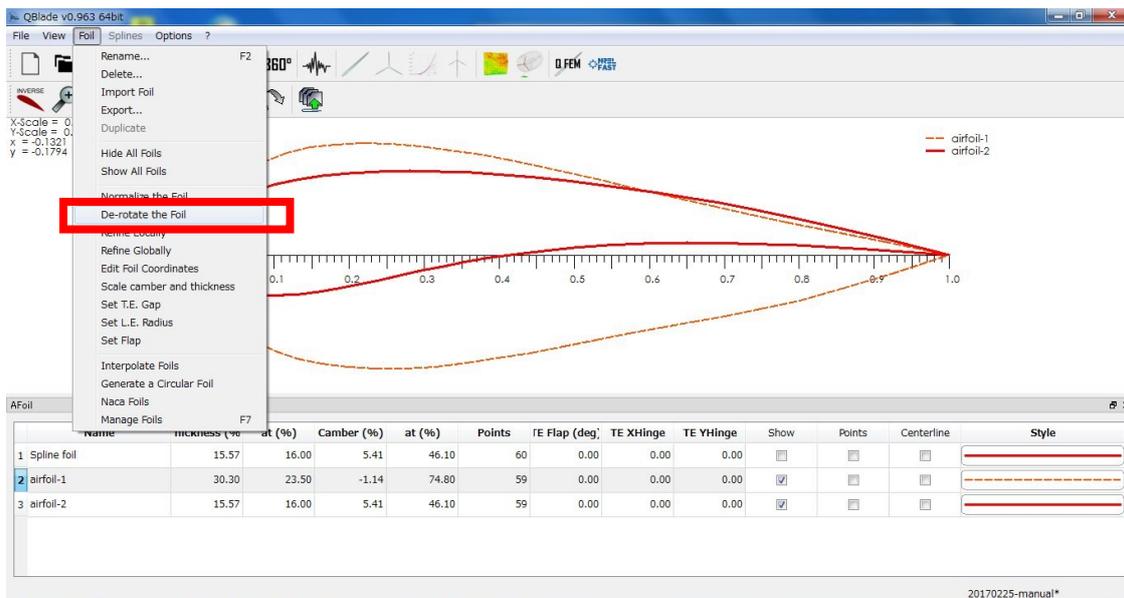
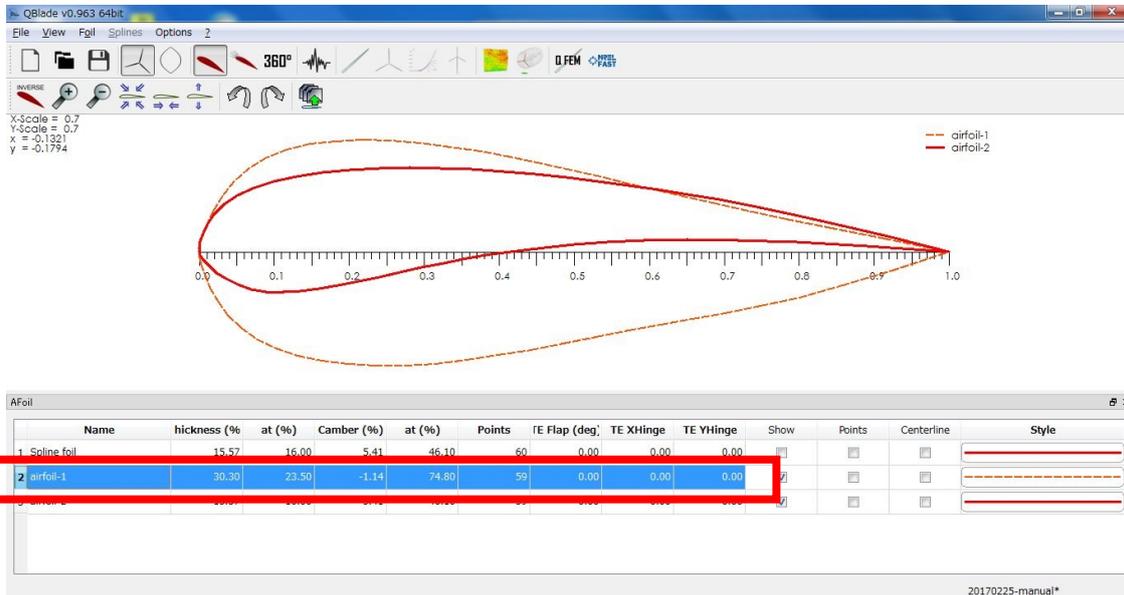
(13) 下部の airfoil-1 を選択し、Foil → Normalize the Foil を選択する(座標標準化 →0~1.0の範囲に収まる。元々ずれていなければ、変化は見られない)



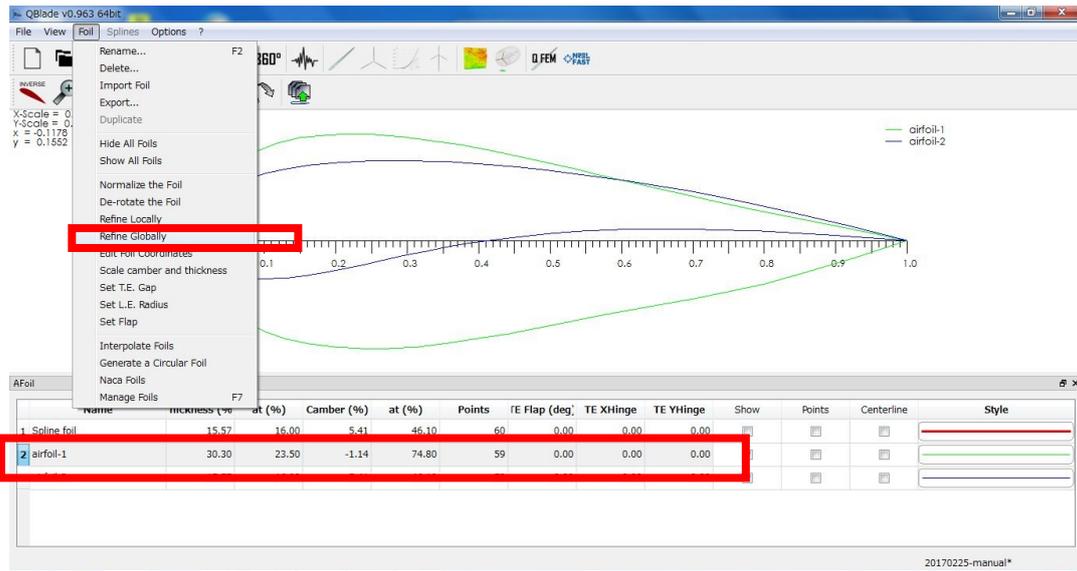
元々前縁と後縁がずれていなければ、このダイアログボックスは表示されない



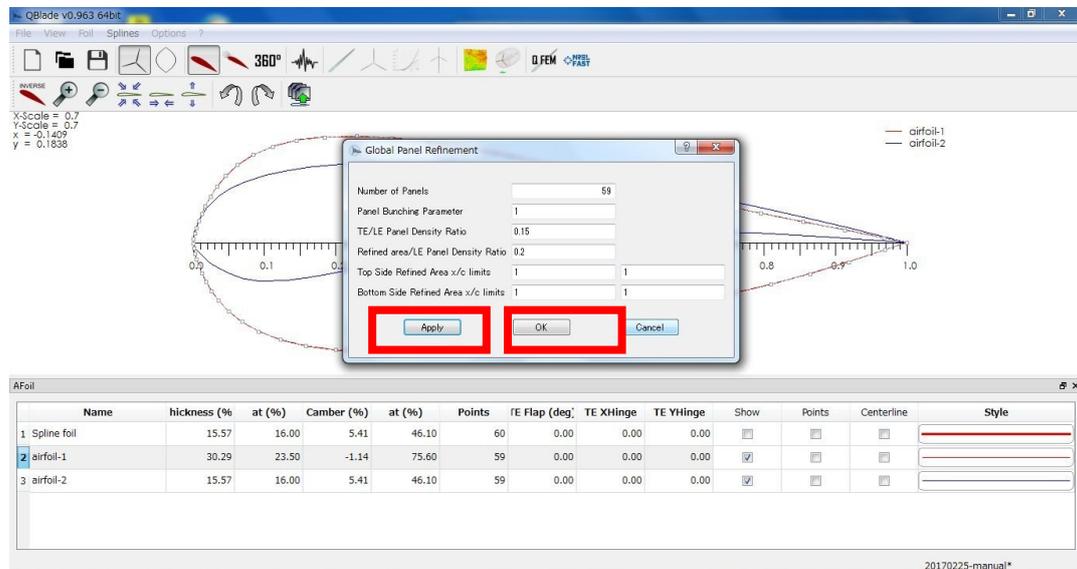
(14) 下部の airfoil-1 を選択し、Foil → De-Rotate the Foil を選択し Overwrite 押す → 確認ダイアログがでる → Yes (回転させて位置を補正)



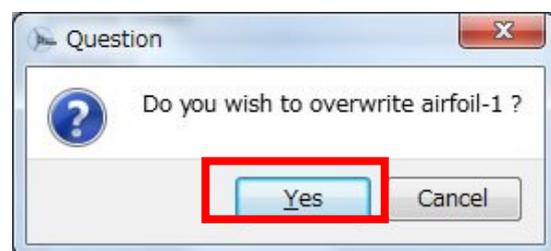
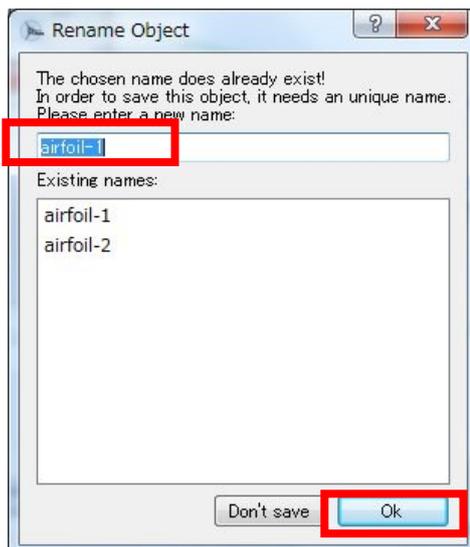
(15) 下部の airfoil-1 を選択し、Foil → Refine Globally を選択する(座標の粗さを滑らかにする)



(16) Apply を選択した後 OK を押す



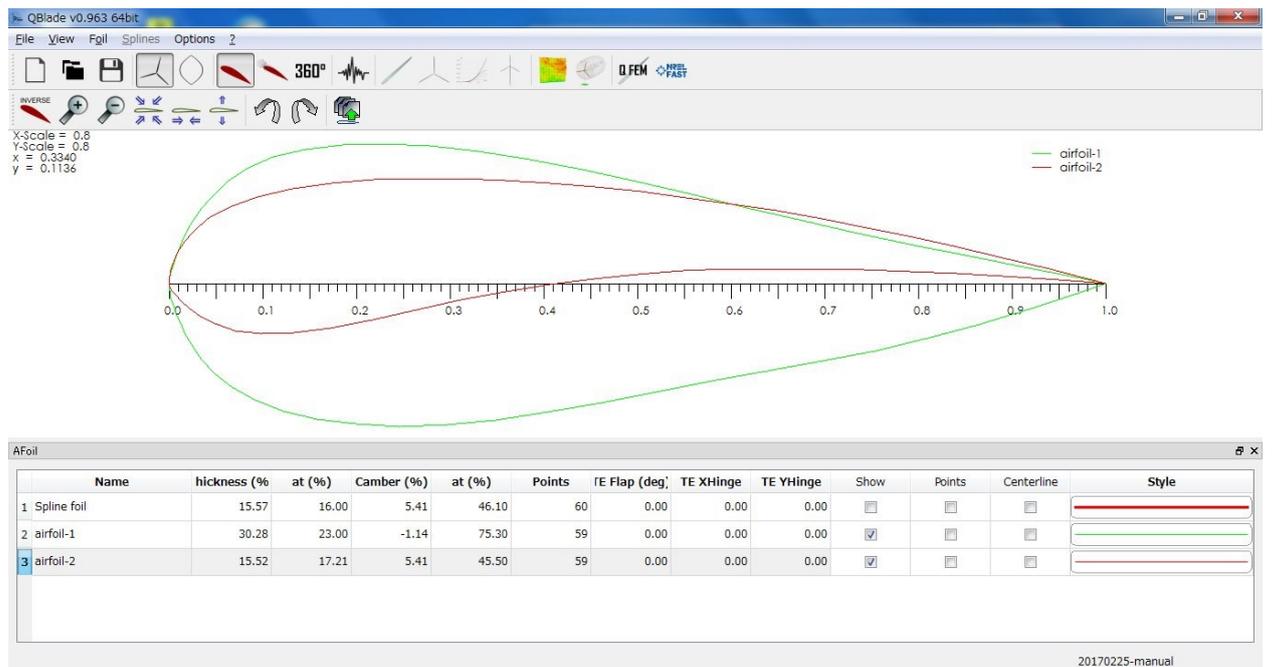
(17) 上書き確認ダイアログがあるので、Ok → Yes を押す



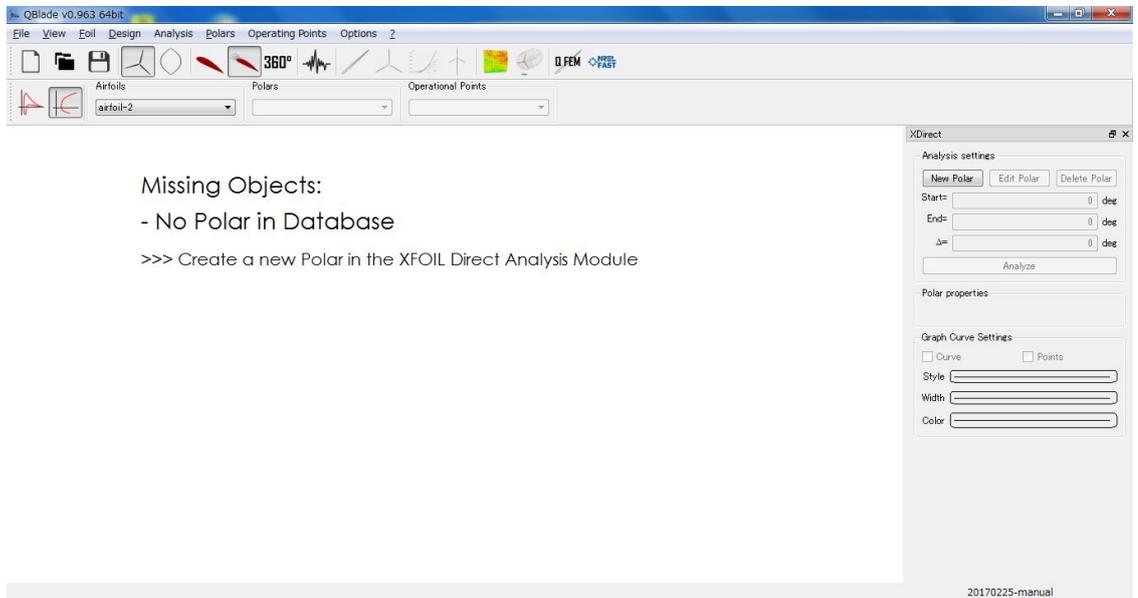
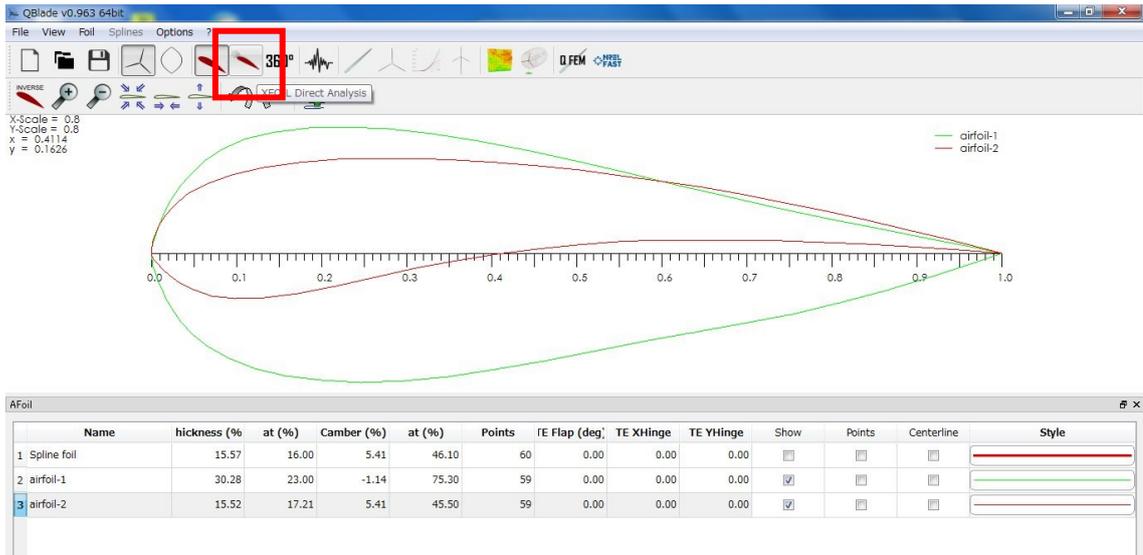
(18) 改良後の翼型についても(13)~(17)を同様に作業する。

図 省略

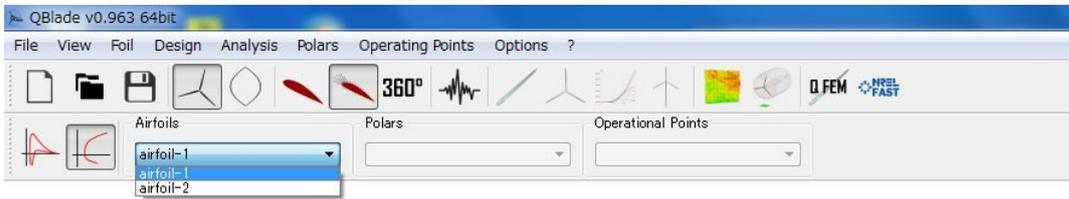
整えた後の、翼型形状 2 種



(19) 赤枠内を選択する



(20) airfoil-1 を選択する

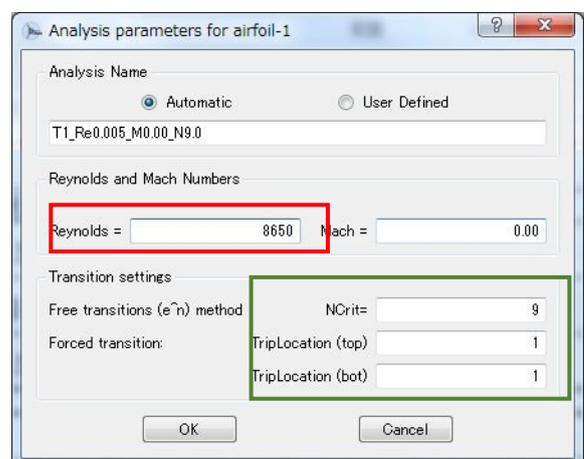
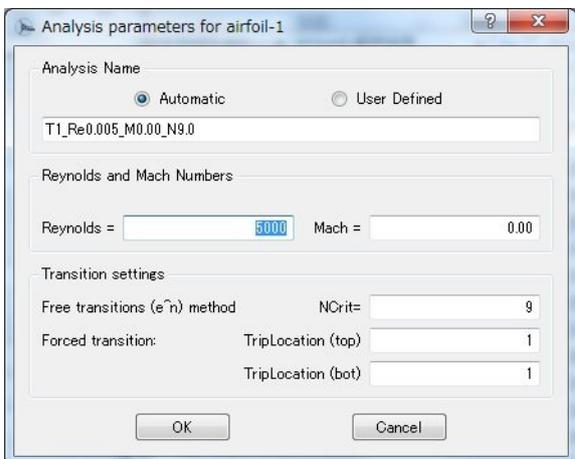
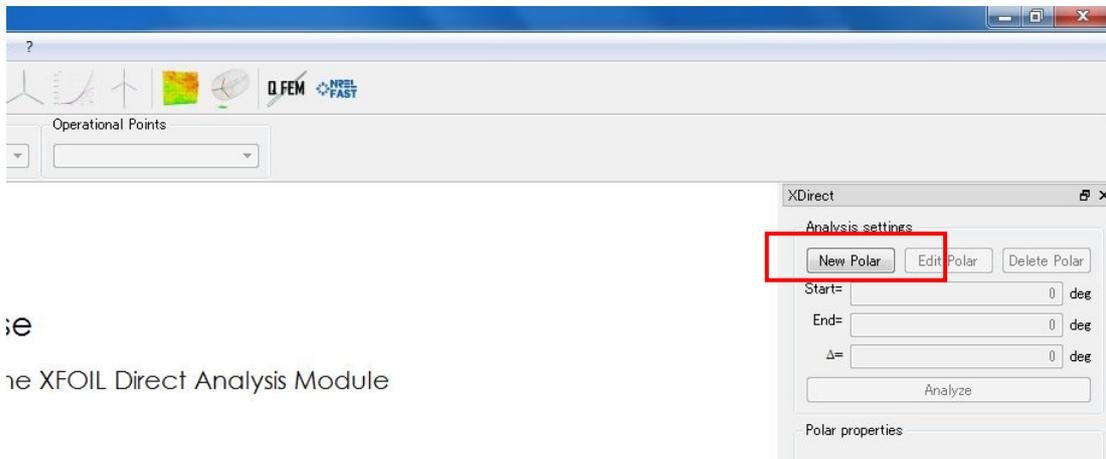


Missing Objects:

- No Polar in Database

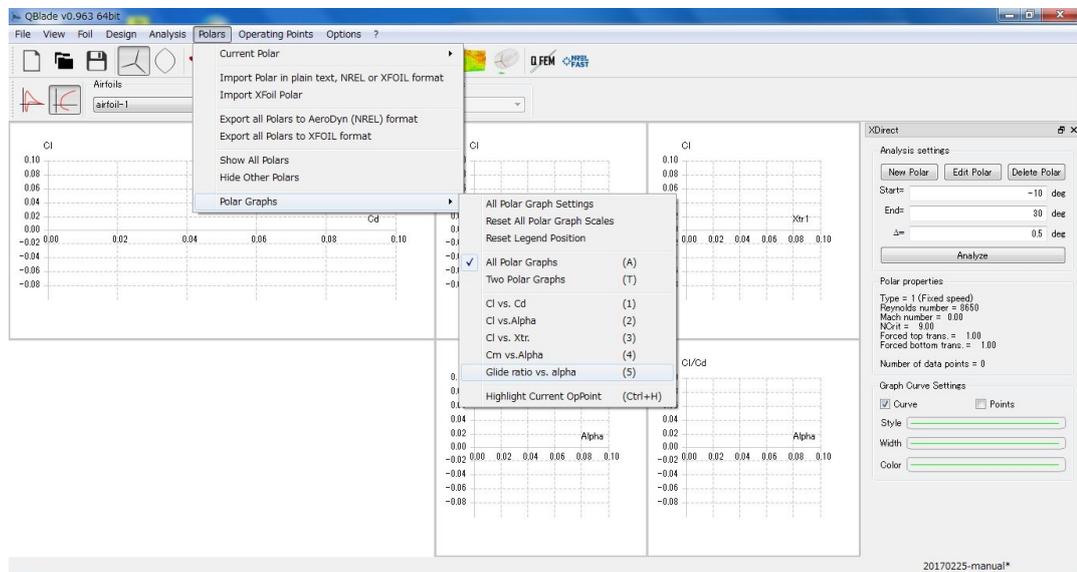
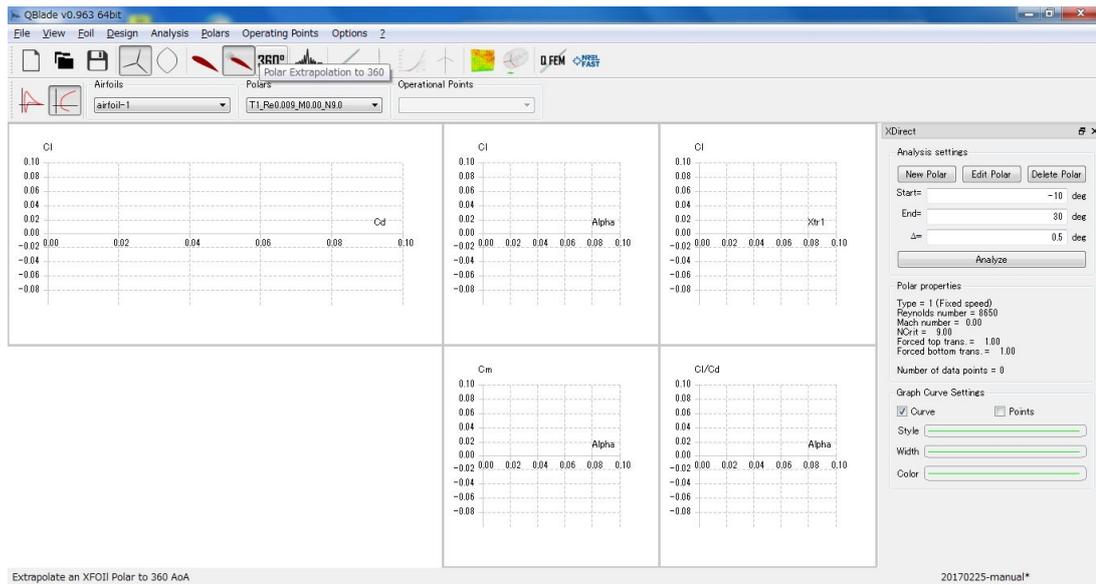
>>> Create a new Polar in the XFOIL Direct Analysis Module

- (21) Analysis settings の New Polar をクリック (あるいは Analysis → Define an Analysis を選択する) し、2.の対称翼型の実験によって得られたレイノルズ数を「Reynolds=」に入力する (この場合 8650 を入力)
 ※ 必要に応じて遷移係数を任意で指定する(例: 9 → 4)
 必要に応じて遷移位置を設定する

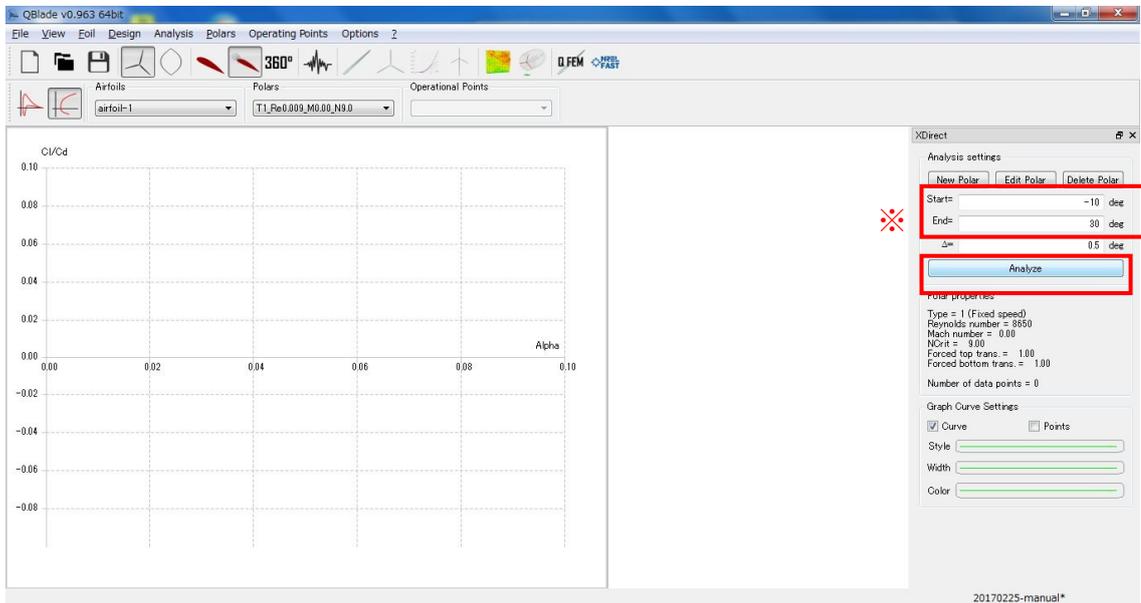


| 対称翼の結果 | | | | |
|-------------|--------------|---|-------------|---------|
| W 風速[m/s] | N 回転数[rpm] | | 平均Reynolds数 | TSR |
| 2.5 | | → | #DIV/0! | #DIV/0! |
| 3 | 102 | → | 7361 | 0.98 |
| 3.5 | 124 | → | 8650 | 1.02 |

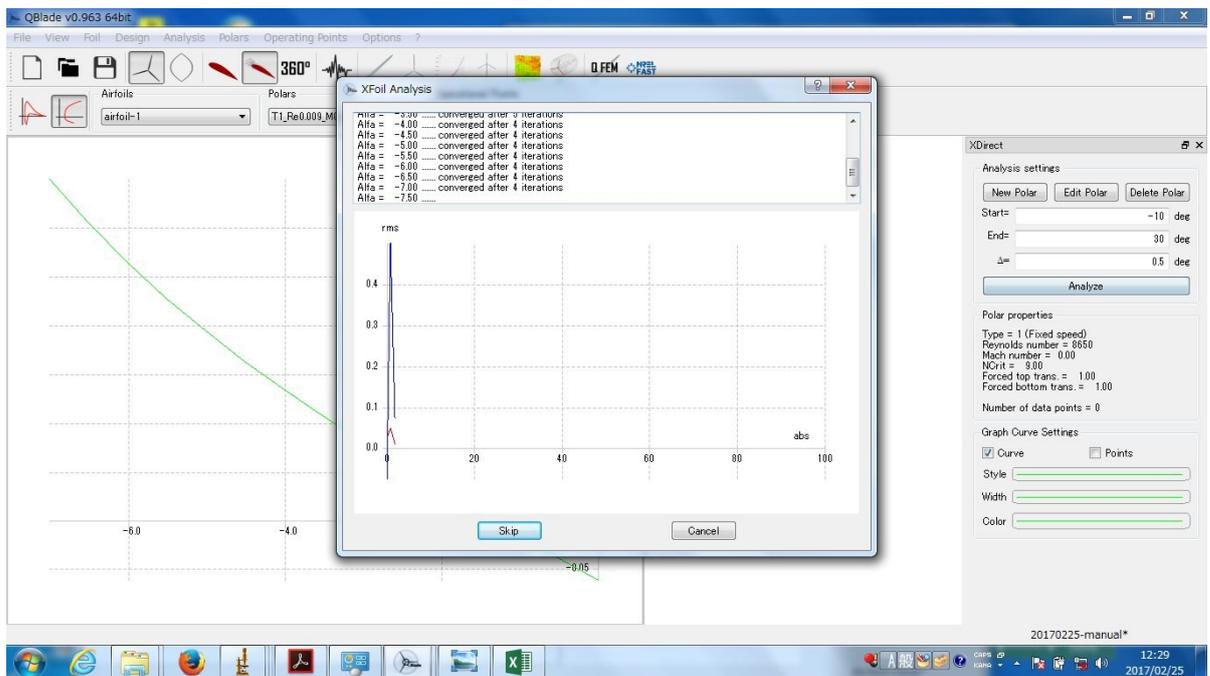
(22) Polars → Polar Graphs → Glide ratio vs. alpha を選択する



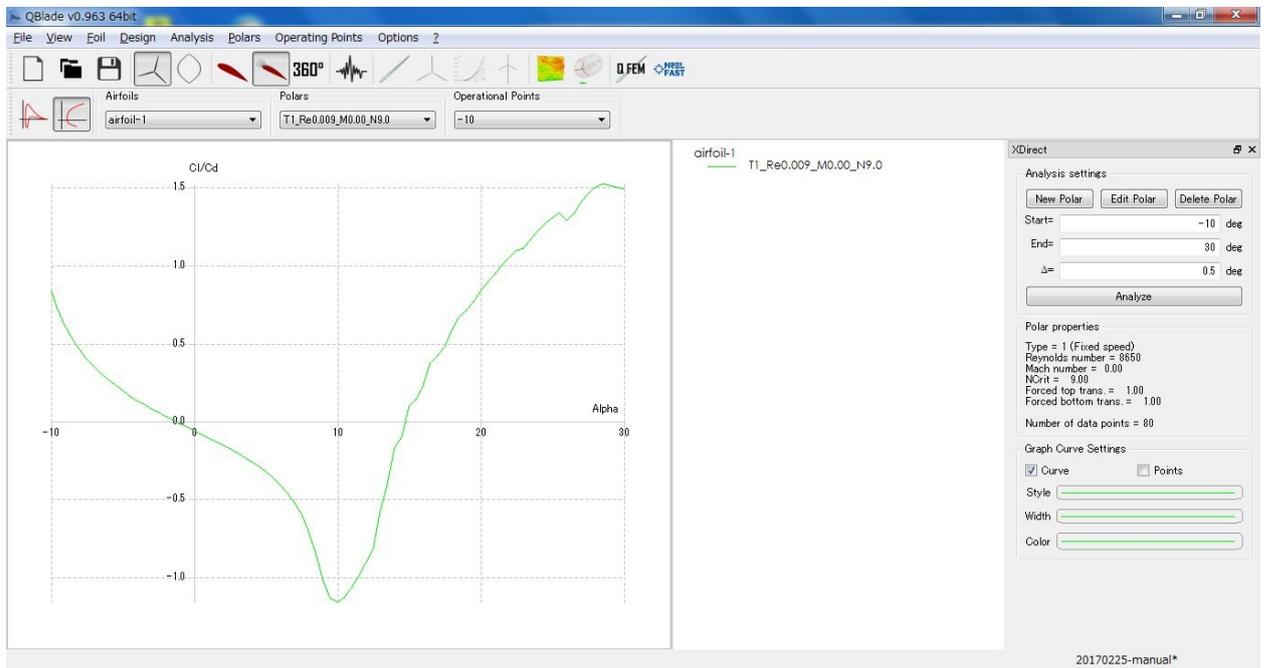
(23) α (迎角) を変更し ($0^\circ \sim 45^\circ \rightarrow -5^\circ \sim 30^\circ$)、Analyze を押し解析を開始する



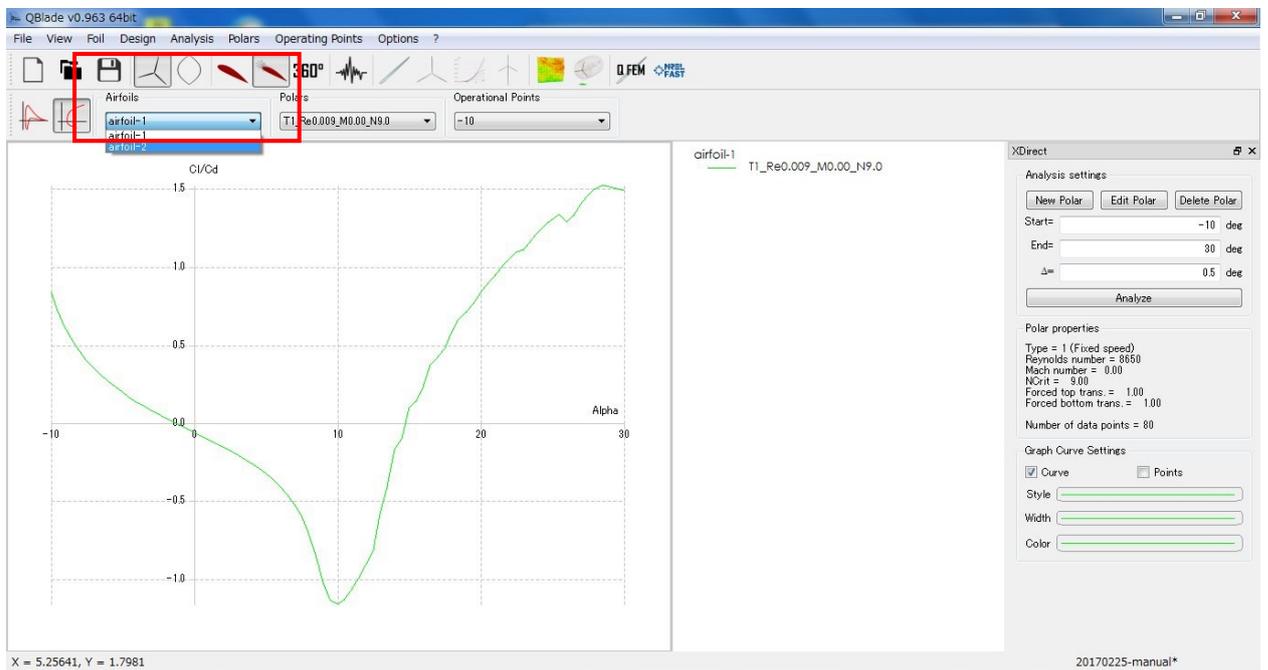
解析中の画面

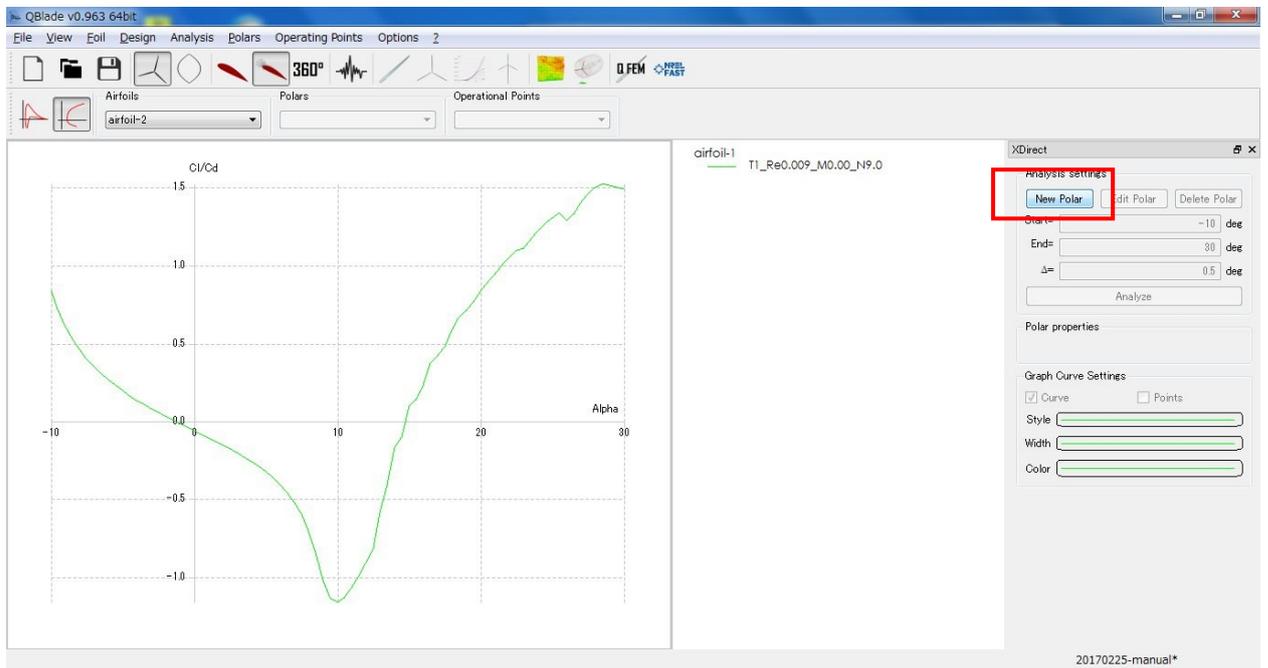


(24) 解析結果が表示される



(25) airfoil-1 から airfoil-2 に変更し、(21)~(24)と同様の手順で解析を行う





Analysis parameters for airfoil-2

Analysis Name

Automatic User Defined

T1_Re0.009_M0.00_N9.0

Reynolds and Mach Numbers

Reynolds = Mach =

Transition settings

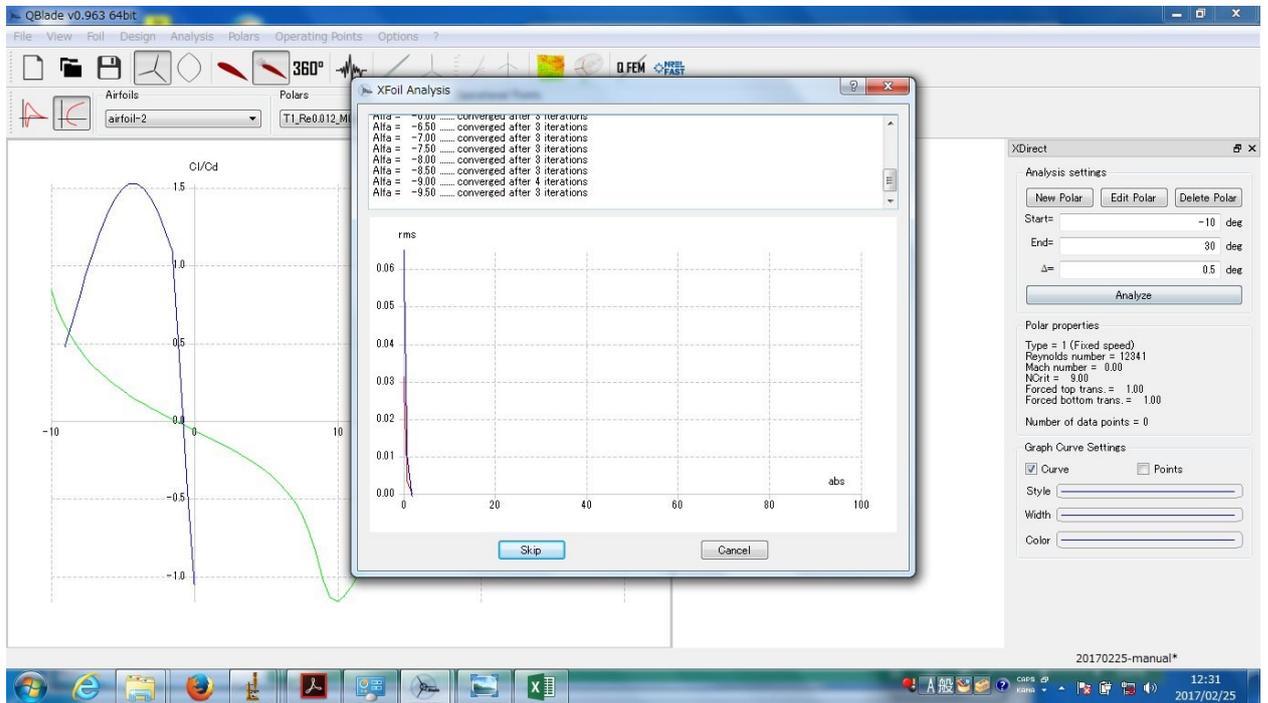
Free transitions (e^{-n} method) NCrit=

Forced transition: TripLocation (top)

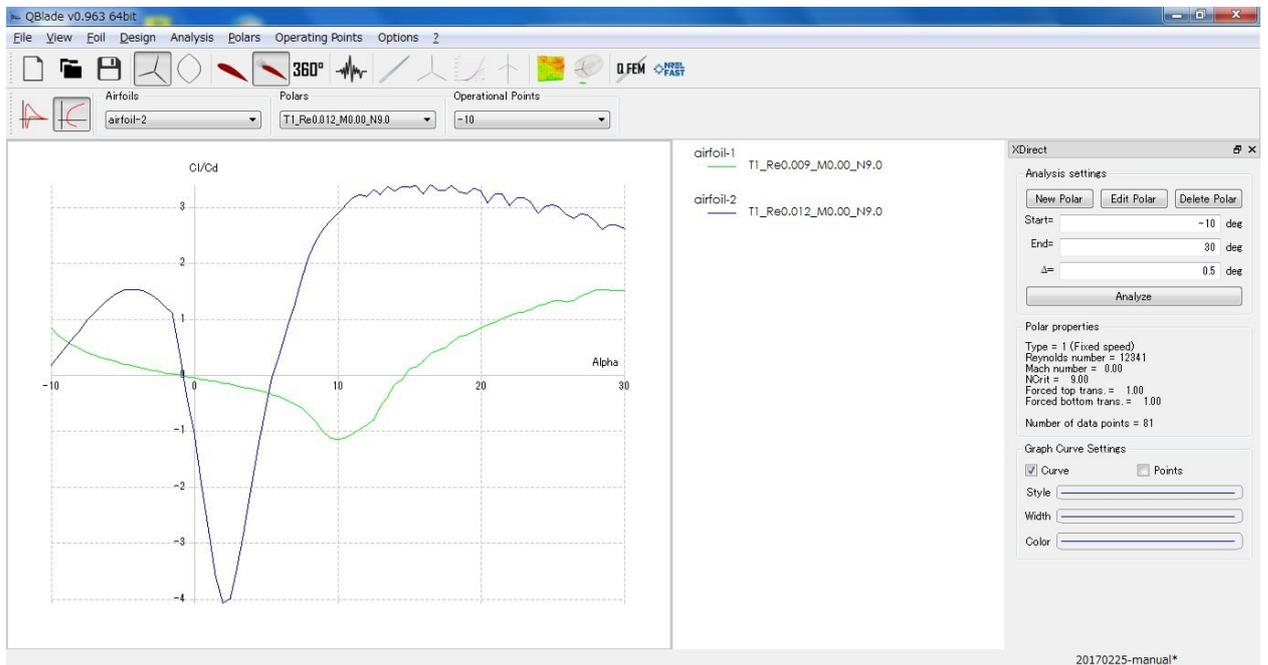
TripLocation (bot)

OK Cancel

| 変形させた翼型 (非対称翼型) の結果 | | | | |
|---------------------|-----------|---|-------------|---------|
| W風速[m/s] | M回転数[rpm] | | 平均Reynolds数 | TSR |
| 2.5 | | → | #DIV/0! | #DIV/0! |
| 3 | 180 | → | 8528 | 1.73 |
| 3.5 | 334 | → | 12341 | 2.75 |



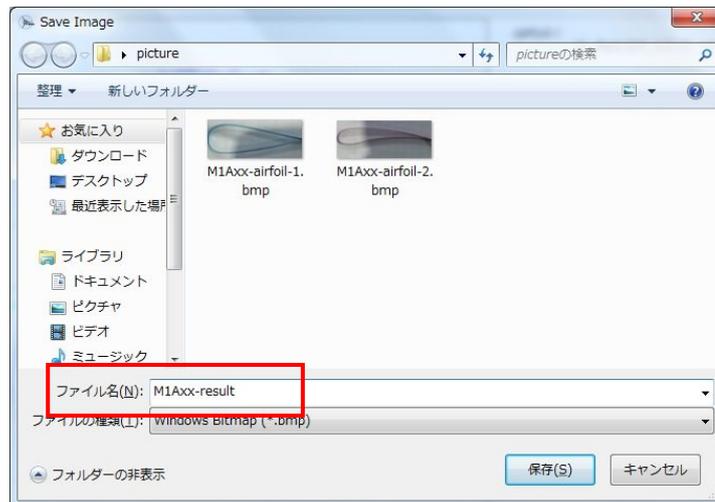
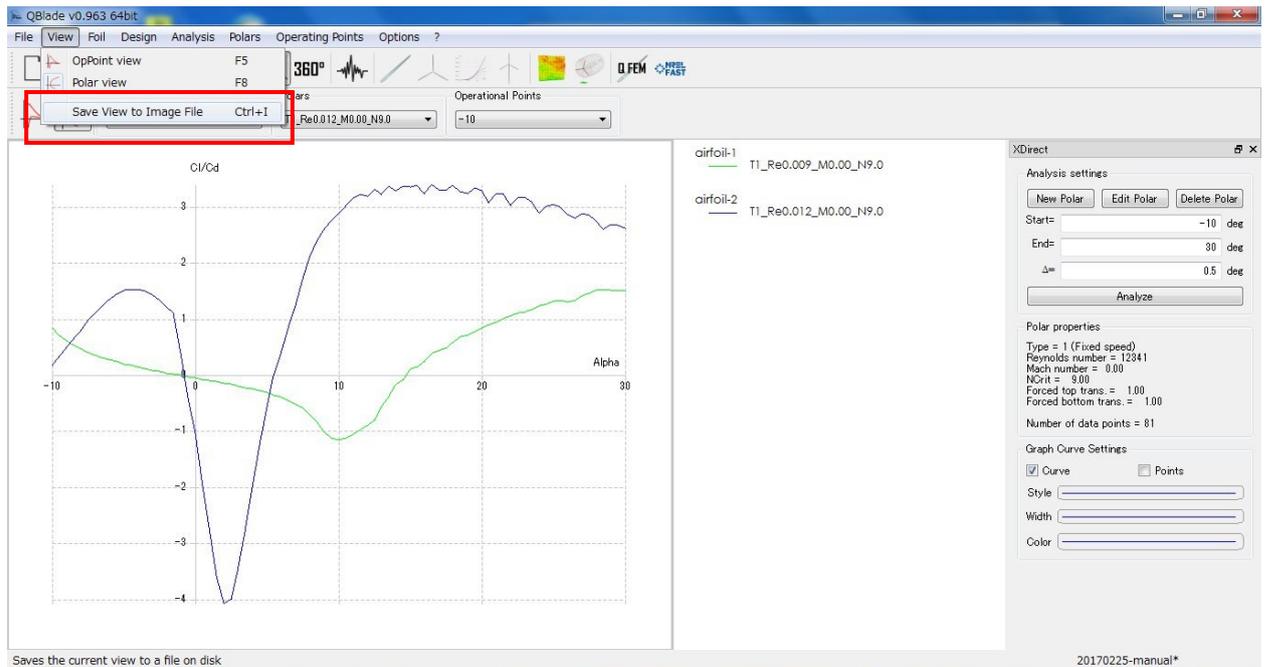
解析結果 2種



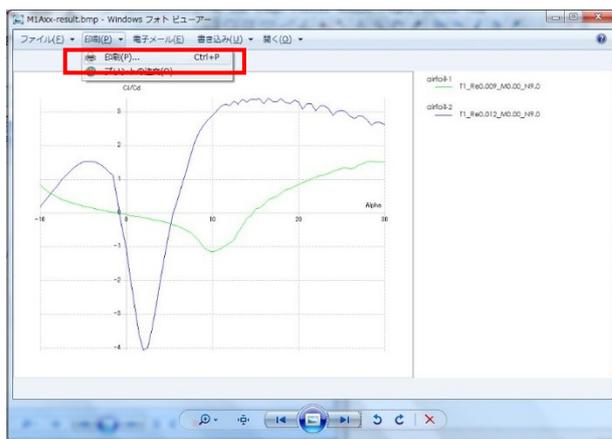
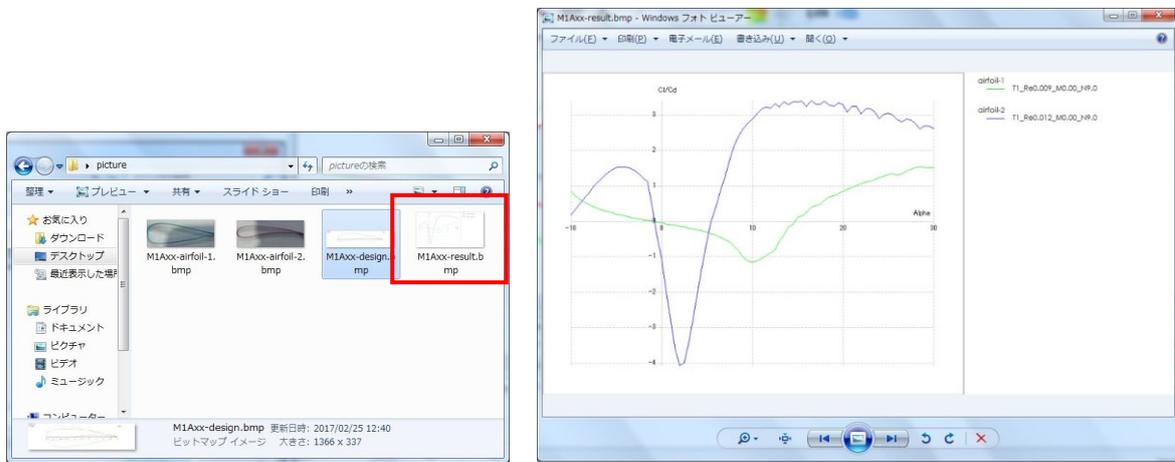
6.解析結果を出力する

(1)解析結果を保存し、印刷する。

- ・メニューの「View」→「Save View to Image File」でグラフを画像として保存
下後印刷する。(M1Axx-result.bmp)

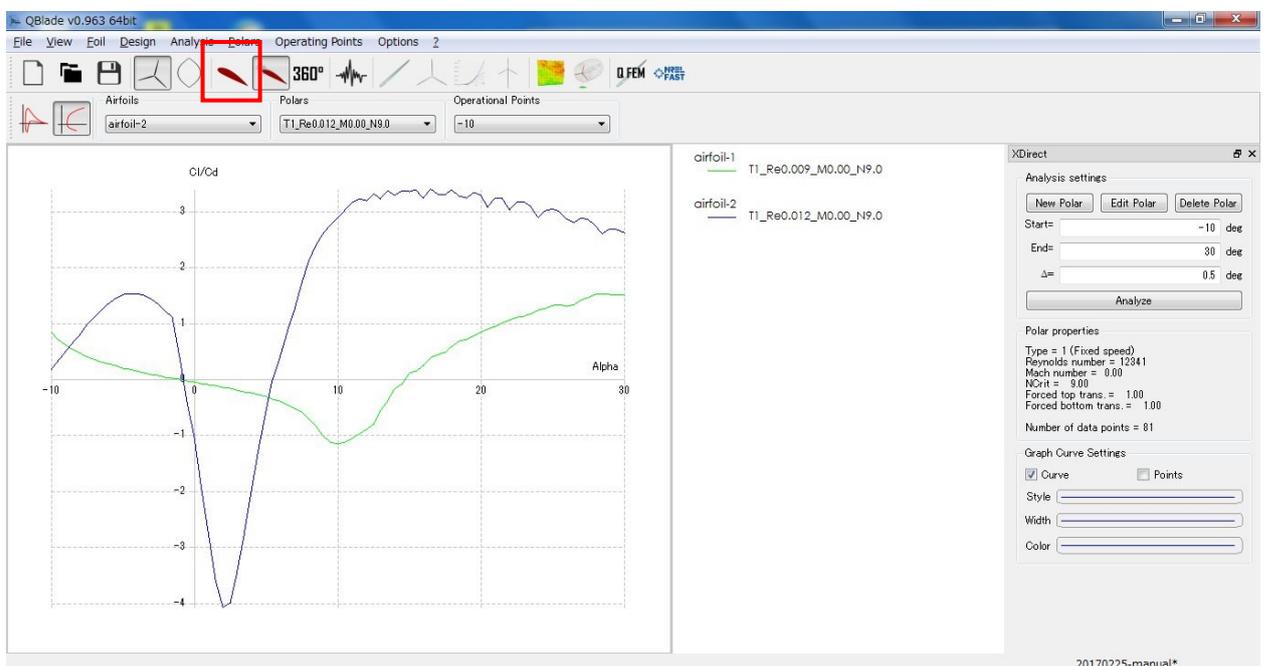


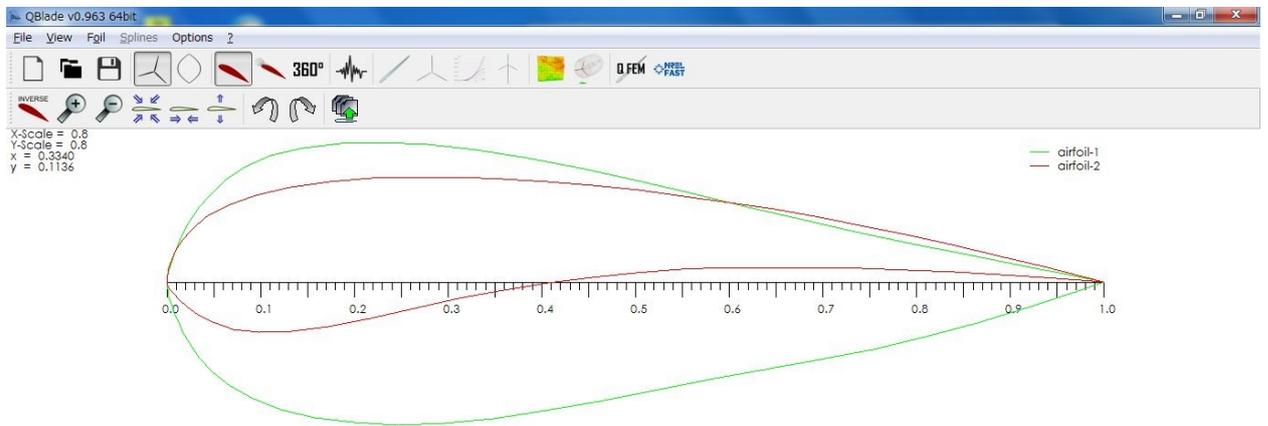
Windows の (ファイル) エクスプローラーから「M1Axx-result.bmp」を開き、「Windows フォトビューアー」メニューの「印刷」→「印刷」からプリントアウトする（「写真をフレームに合わせる」のチェックをはずす）。



(2) 翼型形状を保存する。

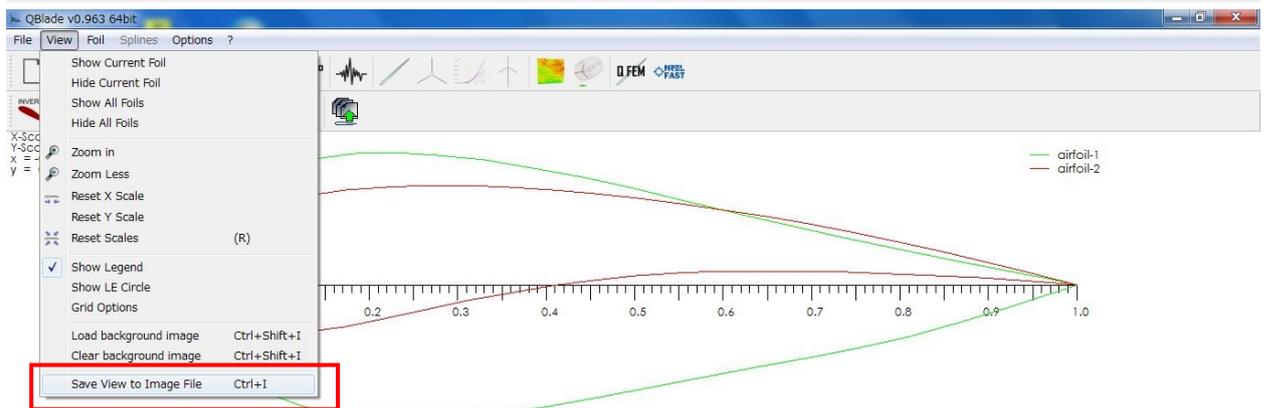
・「Airfoil Design」を選択（赤枠のアイコン）し翼型形状 2 種類の「show」にチェックをいれ、画像として保存する。（ファイル名：M1Axx-design.bmp）





Afoil

| Name | hickness (%) | at (%) | Camber (%) | at (%) | Points | TE Flap (deg) | TE XHinge | TE YHinge | Show | Points | Centerline | Style |
|---------------|--------------|--------|------------|--------|--------|---------------|-----------|-----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| 1 Spline foil | 15.57 | 16.00 | 5.41 | 46.10 | 60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 2 airfoil-1 | 30.28 | 23.00 | -1.14 | 75.30 | 59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 3 airfoil-2 | 15.52 | 17.21 | 5.41 | 45.50 | 59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

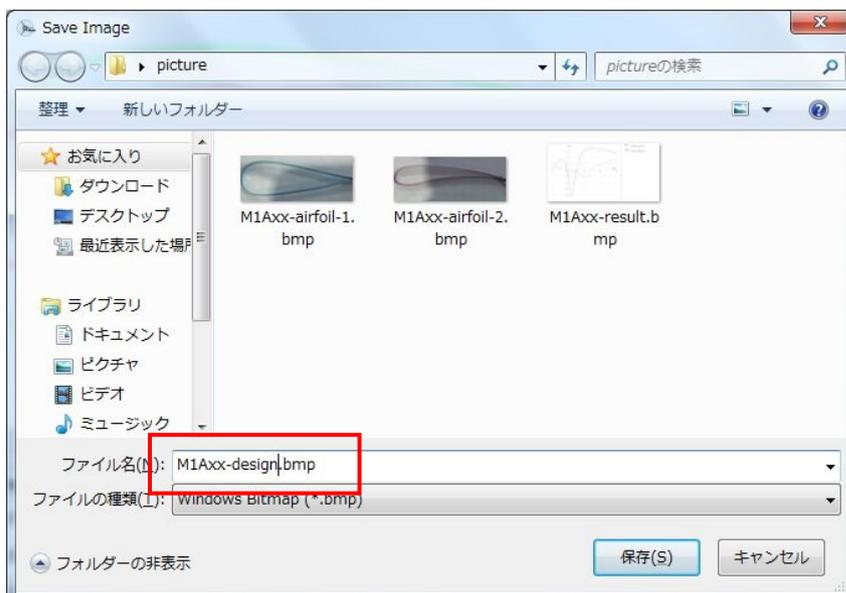


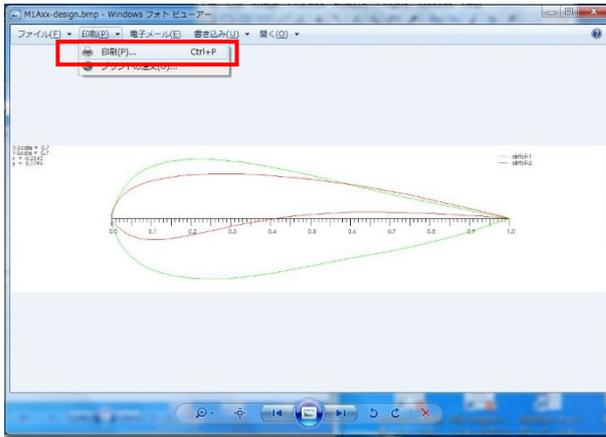
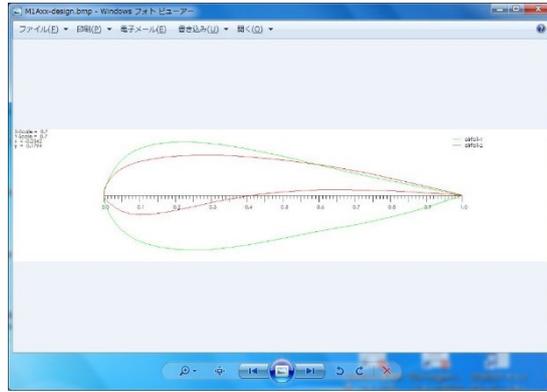
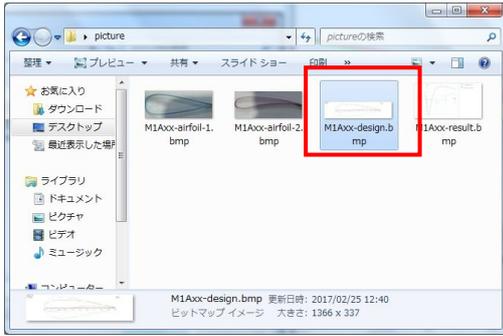
Afoil

| Name | hickness (%) | at (%) | Camber (%) | at (%) | Points | TE Flap (deg) | TE XHinge | TE YHinge | Show | Points | Centerline | Style |
|---------------|--------------|--------|------------|--------|--------|---------------|-----------|-----------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| 1 Spline foil | 15.57 | 16.00 | 5.41 | 46.10 | 60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 2 airfoil-1 | 30.28 | 23.00 | -1.14 | 75.30 | 59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 3 airfoil-2 | 15.52 | 17.21 | 5.41 | 45.50 | 59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

Saves the current view to a file on disk

20170225-manual*





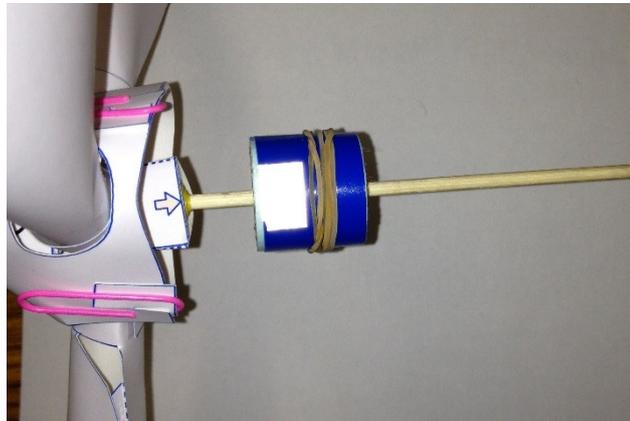
終了（時間に余裕があれば、別冊「最適形状の検討」をやってみる）

付録 1: 準備物

- (1)ペーパークラフト風車
- (2)家庭用扇風機
- (3)メジャー(2m 程度)
0.75[m]~1.25[m]まで 0.25[m]間隔で印をつける
- (4)タコメーター



タコメーター



軸に反射シールを貼っておく

- (5)風速計



- (6)USB (Web) カメラ or スキャナー or デジカメ
- (7)WindowsPC
- (8)ImageJ
- (9)QBlade (Ver.0.963)
- (10)表計算ソフト (Microsoft エクセル, LibreOffice Calc など)

付録 2:QBlade の解凍および、実行ファイルについて

圧縮ファイル(zip)



→ 解凍

