

XP11 用機体作成メモ(前編)

01 版 2020.06.26 初版公開 Tanzai

02 版 2020.11.19 4.10 項、5 項追加、その他(赤字部)修正 Tanzai

目次

1. はじめに.....	1
2. 機体作成概要.....	2
3. 作成する機体の情報.....	3
4. フライトモデル作成.....	4
4.1 機体の基本情報設定.....	4
4.2 胴体形状の設定.....	5
4.2.1 背景画像と主要寸法準備.....	5
4.2.2 胴体形状の入力.....	5
4.3 翼形状の設定.....	7
4.3.1 背景画像準備.....	7
4.3.2 翼形状の入力.....	8
4.3.3 操舵面の設定.....	10
4.4 脚の設定.....	12
4.5 飛行限界の設定.....	13
4.6 動力関係の設定.....	14
4.6.1 エンジン制御設定.....	14
4.6.2 エンジン起動設定.....	15
4.6.3 プロペラの設定.....	16
4.7 重心の設定.....	17
4.7.1 重心と重量の設定.....	17
4.7.2 燃料タンクと燃料消費の設定.....	18
4.8 その他設定.....	19
4.9 アイコン作成とテスト飛行.....	19
4.10 飛行安定性の調整.....	20
5. Weapon 作成.....	21
5.1 既存の Weapon の配置.....	21
5.2 Weapon の作成.....	21

5.2.1 基本設定.....	21
5.2.2 運動特性設定.....	22
5.2.3 形状の Plane Maker 設定.....	22
5.2.4 形状の.obj ファイル作成.....	23
前編まとめ.....	23

1. はじめに

X-Plane 11 用機体は、X-Plane 添付ソフトの Plane Maker を使ってフライトモデルを作り、3D 編集アプリの Blender によって機体形状を作るのが 1 つの方法です。この資料の前編では、Plane Maker を使った X-Plane 11 用機体のフライトモデルの作り方をまとめます。資料後編では、Blender を使った 3D コクピット等を有する高品質のモデルの作り方をまとめます。作成手順を具体的に記述する為に、機体の例として艦上攻撃機 `流星` を取り上げました。

なるべく作成画面の画像を載せ分かり易く解説したつもりです。その画面の設定は、最終モデルで修正が入って異なる場合があるのでご了解ください。

この資料を使って、多くの人が機体作成に興味を持っていただければ幸いです。また内容に誤りがあればご指摘よろしくお願いします。

なお、この資料は以下のアプリを使用しています。

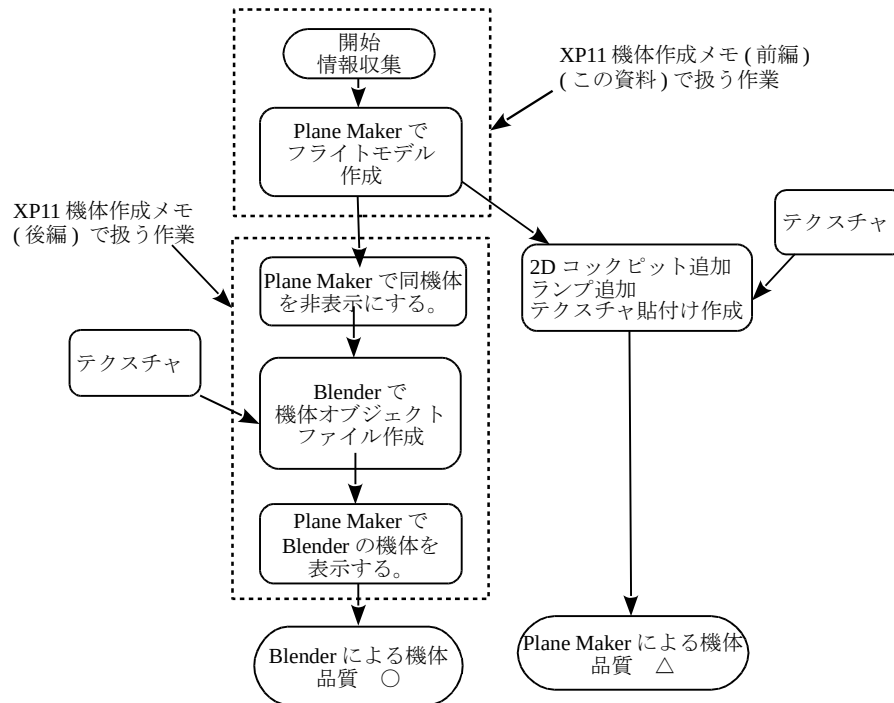
- X-Plane 11.4 (64 bit)
- Plane Maker 11.4 英語表示
- Blender V2.79 (後編で使用)

これらのアプリの使い方については、この資料では述べません。

2. 機体作成概要

(1) 機体作成のながれ

- ・機体情報から Plane Maker でフライトモデルを作ります。(前編で解説)
- ・そのモデルと同じ寸法で Blender で機体オブジェクトをつくり X-Plane 用に変換します。(後編で解説)
- ・Plane Maker のモデルは非表示にし(飛行特性はそのまま使用)、代わりに Blender で作成した機体を使用するように Plane Maker で設定します。



(2) 機体パッケージのファイル構成

X-Plane 11 の Airplane フォルダ内に B7A_Ryusei フォルダを作りその中に必要なファイルを収納します。今回の例は以下の様な構成になります。

X-Plane 11 /	.....	X-Plane 11 を収納したフォルダ
└ Airplane /	.....	飛行機全般を収納するフォルダ
└└ B7A_Ryusei /	.....	今回作成機体のフォルダ
└└└ cockpit_3d /	.....	コックピット情報を収納するフォルダ
└└└ liveries /	.....	追加の塗装タイプを収容 (必要あれば)
└└└ objects /	.....	.obj や.png ファイルなどを収納
└└└ weapons /	.....	weapon ファイルを収納
└└└ B7A_Ryusei.acf	.....	機体ファイル **
└└└ B7A_Ryusei_cockpit.obj	.....	コックピット用テクスチャファイル
└└└ B7A_Ryusei_cockpit_texture.png	...	コックピット用テクスチャファイル
└└└ B7A_Ryusei_icon11.png	.....	機体アイコン画像(4.9項(2)参照)**
└└└ B7A_Ryusei_icon11_thumb.png	.....	機体アイコン画像(4.9項(2)参照)**

このマニュアルでは上記で ** の項目 (機体ファイル、機体アイコン画像) を作成する方法を説明します。その他の項目は後編 (後編の 1.1 項) で説明します。

3. 作成する機体の情報

今回は艦上攻撃機 B7A `流星` を例に機体モデル作成の手順を説明します。まず可能な限り当該機の情報を集めます。下表の様な情報(一部推定含む)が必要です。

項	仕様項目	仕様	備考	
機体仕様	全幅	14.40 m (主翼折り畳み時 8.30 m)		
	全長	11.49 m		
	自重	3,614 kg		
	正規全備重量	5,700 kg		
	エンジン仕様	発動機型名	誉 12 型	
エンジン仕様	公称出力	1650hp、 2900 rpm (高度 2000m, プースト+250mm)		
	離昇出力	1800hp、2900rpm (プースト+400mm)		
	プロペラ減速比	0.5		
	プロペラ仕様	VDM 油圧式定速 4 枚、直径 3.45m、 ピッチ 26~56°		
	最大回転数	2900 rpm		
	許容回転数	3200 rpm		
	アイドル回転数	600~700rpm		
	気化器	燃料噴射装置付き		
	水エタノール噴射	有り。出力 1.2 倍と推定 (栄 31 の場合 1000hp → +150hp の実績)	推定値	
	飛行仕様	最高速度	542.6 km/h, 298 kt (高度 6,200 m)	
		上昇力	6,000 m まで 10 分 20 秒	
巡航目安		2000 rpm +100~+200mm/Hg 燃費 150 リットル/Hr	1600 Hp、比重: 0.75、 1 kg= 2.2 lb	
航続性能		正規: 1850km 過荷: 2980 km		
燃料タンク		1600 リットル(合計)		
上昇限度		11,250 m		
失速速度		フラップ開 0°時 71 kt フラップ開 30°時 66 kt	紫電改参照	
着陸要件		85 kt 2000rpm、 降下率 3~4m/sec		
速度制限		脚出し 150 kt 以下 フラップ出し 140 kt 以下	紫電改参照	

	タイヤ	主輪 850 x 200 mm 尾輪 250 x 100 mm	
武装	武装	翼内 20mm 機銃 2 挺 後上方 13mm 旋回機銃 1 挺	
	爆装	胴体 500~800kg 爆弾 1 発、又は 250kg 爆弾 2 発 翼下 30-60kg 爆弾 4 発	
	雷装	850~1,060kg 魚雷 1 本	
翼仕様	主翼取付角	+2° (付け根)	先端は 0°と推定
	垂直尾翼取付角	左 1°	
	補助翼	後端上げ 20°、後端下げ 12°	推定値、フラップ連動
	昇降	後端上げ 25°、後端下げ 35°	推定値
	方向舵	後端左 35°、後端右 35°	推定値
	フラップ	下げ 30°	
	抗力板	80°開	

その他図面類も必要となります。

4. フライトモデル作成

4.1 機体の基本情報設定

(1) **Standard** → **Author** 画面で下図★印分を入力、その他可能な部分を入力します。

name for X-Plane UI: B7A Ryusei ★ 型名 + 略称等を入れます。この内容は X-Plane の機体選択様アイコンに表示されます。

call-sign for ATC: B7A

tail number for ATC: ★ チェック必要。

ICAO code for ATC: Supports AI flight:

aircraft author: Tanzai

file version: 1.0 ★ モデルの版数です。この内容は X-Plane の機体選択様アイコンに表示されます。(最初は 1.0) を入力します。

design studio: Tanzai

aircraft description: Aichi B7A Ryusei ("Shooting Star", Allied reporting name "Grace")

notes: Produced by Aichi Koukuuki KK in 1941 - 1945

manufacturer: Other

specify manufacturer: Aichi

aircraft type: Military

★X-Plane の機体選択画面の機種分類に使います。

(2) **Standard** → **Viewpoint** 画面の **General** タブで、

- **Airspeed** 欄の **speed units** は **knots** に設定します。
- **Airspeed** 欄の各速度を入力します。(入力欄のポップアップ情報参照)
- **Cockpit** 欄の **edit in METRIC dimensions** にチェック入れます。長さの入力は一部を除いてメートル単位となります。
- **Cockpit** 欄の **cockpit** は該当する機体のタイプを設定します。その下には操縦者視点の座標を指定します。

General | Cockpit | Interior Lights | Exterior Lights | Dock Ports | Bouncers | Sliders | Arc Colors

Airspeed: speed units **knots** (does not affect 3-D cockpits)

cockpit: Fighter edit in METRIC dimensions:

メートル表示の為チェックします。

Vso: 0 6 6 at gross weight

Vs: 0 7 1 at gross weight

Vy: 0 0 0 at gross weight

Vfe-m: 1 2 0 full dep

Vfe-l: 1 5 0 1st det

Vle: 1 5 0

Vno: 0 0 0

Vne: 3 0 0

Mmo: 0 0 0 0 (Mach)

pos G: 0 4 5 0 1 5 neg G(limit)

Map: only airports on map: only paved runways on map:

airspeed indicator shows autopilot airspeed setting:

(3) **Standard** → **Viewpoint** 画面の **Cockpit** タブで、**AIRCRAFT AND PANEL VISIBILITY** 欄を下図のように設定します。

AIRCRAFT AND PANEL VISIBILITY

show cockpit object in: 2-d forward panel views: 2-d no panel views: 3-d cockpit view: 2-d side panel views: external views:

show exterior aircraft structure and props in: 2-d forward panel views: 2-d no panel views: 3-d cockpit view: 2-d side panel views: external views:

(4) X-Plane 11 / Airplane フォルダ内に作成する機体のフォルダを作成しておきます。今回は B7A_Ryusei フォルダを作りました。

(5) **File** → **Save as** をクリックします。現れた画面で作成したフォルダを選択し、.acf ファイル名を指定し機体フォルダの直下に保存します。(デフォルトは Untitled.acf でした) 今回は B7A_Ryusei.acf を作成します。

4.2 胴体形状の設定

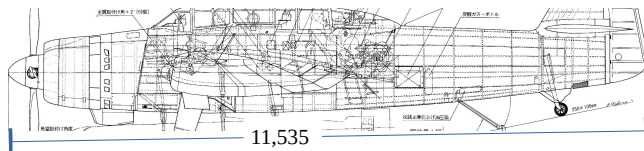
4.2.1 背景画像と主要寸法準備

胴体形状を設定する基準となる画像を準備します。収集した当該機の図面から以下の点に注意して、胴体だけの側面図と平面図の画像ファイルを作ります。

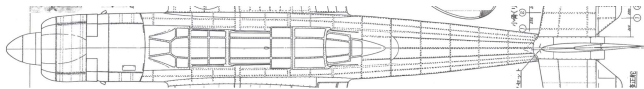
注意事項：側面図及び平面図とも、機体先端が左側になる向きに配置する事。同時に機体の最前部から最後部までの範囲がちょうど画像の幅になる様に切り出す事。平面図については、翼部分は含める必要有りません。上下面が半分ずつあれば良いかと思いますが、上面図のみでもかまいません。さらに側面図及び平面図とも、幅方向が同じ画素数のファイルである事。

今回の例では下図の様な画像を B7A_Ryusei フォルダに収納しました。

Fus_Side.png



Fus_Top.png



最後に作成した画像が実寸で何 m なのかを求めます。(胴体の最前部から最後部の寸法) この例では上図の通り 11,535 m を求めました。

4.2.2 胴体形状の入力

Standart → Fuselage 画面から以下の手順で形状データを入力する事を推奨します。

(1) 初期設定

BODY DATA 欄、BODY LOCATION 欄、および CROSS-SECTIONS 欄で下図の

①～⑧の手順で設定します。

- ① 断面の総数です。とりあえず3に設定します。
- ② 断面片側の断面形状を構成する点の総数です。とりあえず9に設定します。

Standart → Fuselage 画面の Section タブ

③ 断面を描くエリアの半径サイズ、つまり下の断面表示エリアの中心からの距離ですこのモデルの場合1m位に設定すれば良いでしょう。

④ 詳細不明、プロペラ機なら1で可。

⑤ 効力係数は当面このまま。後で修正予定。

⑥ この欄 (BODY LOCATION) の値は全て0に設定します。機体の先端がこのモデルの原点となるので、この設定になります。

⑦ 右端の断面について、Z座標（一番上の入力欄）に先端からの距離（4.2.1項で求めた11.535m）を入力します。さらに、断面の中心をクリックし全ての点を中心点に集めます。これで端面が閉じます。この点のY座標が0でなければ0に設定します。（X座標は0のままのはず）

⑧ 左端の断面について、断面の中心をクリックすると全ての点が中心点に集まり、先端が閉じます。この点のY座標が0でなければ0に設定します。（X座標は0のままのはず）

断面の Z 座標

クリックした点の X 座標

クリックした点の Y 座標

RESET EDITING OFFSETS (arrows and +/- to change)

(2) 背景(画像)の設定

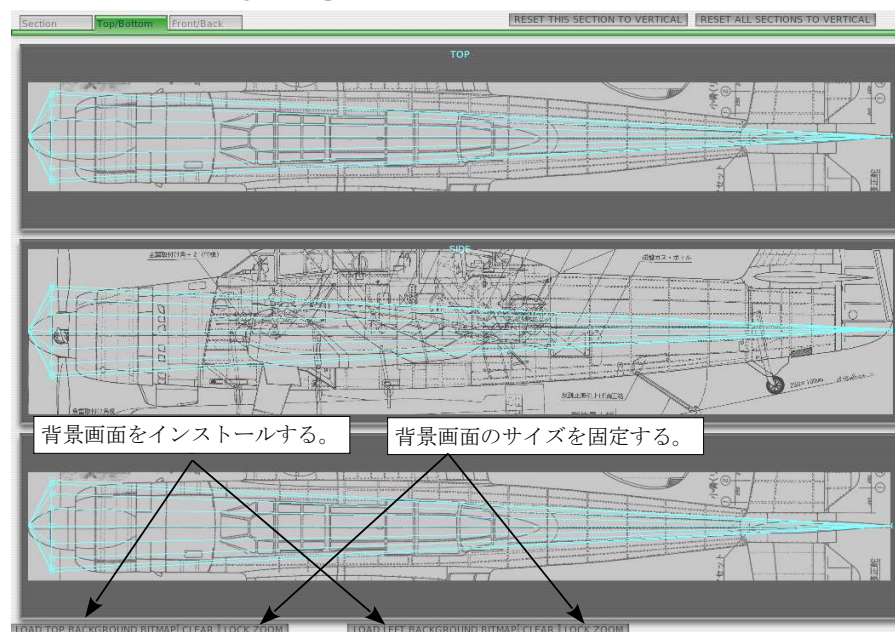
Top/Bottom タブを開き、画面下にある **LOAD TOP BACKGROUND BITMAP** ボタンを押し、作成した胴体平面画像(Fus_Top.png)を指定すると、画面の **Top** 欄と **Bottom** 欄にその画像が現れます。同様に **LOAD LEFT BACKGROUND BITMAP** ボタンを押し、作成した胴体側面画像(Fus_Side.png)を指定すると、画面の **Side** 欄にその画像が現れます。(下図参照)

この時、平面と側面で画像の幅が異なる場合は、画面の右端を左方向にドラッグして画面の幅を小さくする必要があるかも知れません。画像の幅と胴体メッシュ(青い線)の幅が揃っていればOKです。画面下部の平面図の **LOCK ZOOM** ボタンと左側面図の **LOCK ZOOM** ボタンを押します。これで背景画像の位置が固定されます。

この画面では以下のキーにより胴体や作成した翼位置を動かす事が出来ます。胴体の断面形状を設定する時は、胴体の先端と後端が背景画像に正しく重なっている事が必要です。

- ← ↑ ↓ 図形を矢印方向に移動 (Ctrl を同時に押すと高速移動する)
- 図形を縮小
- ∧ 図形を拡大

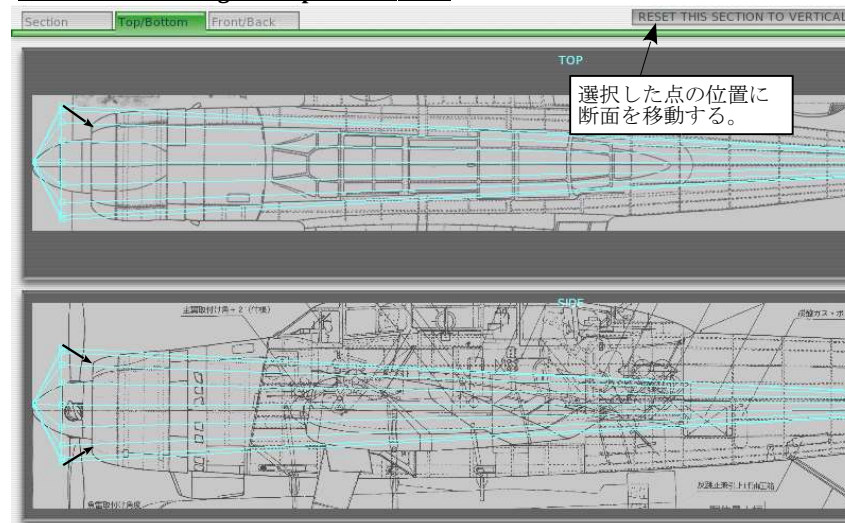
Standard → Fuselage → Top/Bottom タブ



(3) 中間の断面設定

胴体の先端と後端が背景に正しく重なっている事を確認します。下図の矢印の通り、最上、最下、右端の点を背景図の位置上にドラッグします。その後、同画面右上の **RESET THIS SECTION TO VERTICAL** ボタンを押すと、断面全体がその位置に移動します。

Standard → Fuselage → Top/Bottom タブ

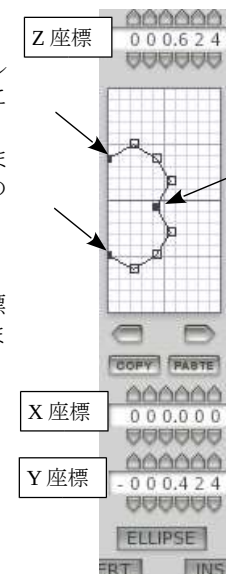


Section タブを押し断面を表示させます。先に動かした中間断面の最上、最下、右端の点をそれぞれダブルクリックし黒色の点にします。これら黒色の点は後に平滑化処理しても動くことはありません。(右図)

ELLIPSE ボタンを複数回押し断面を楕円に近づけます。最後に必要に応じて残りの白い点の位置を下記の方法で微調整します。

各点の微調整方法：

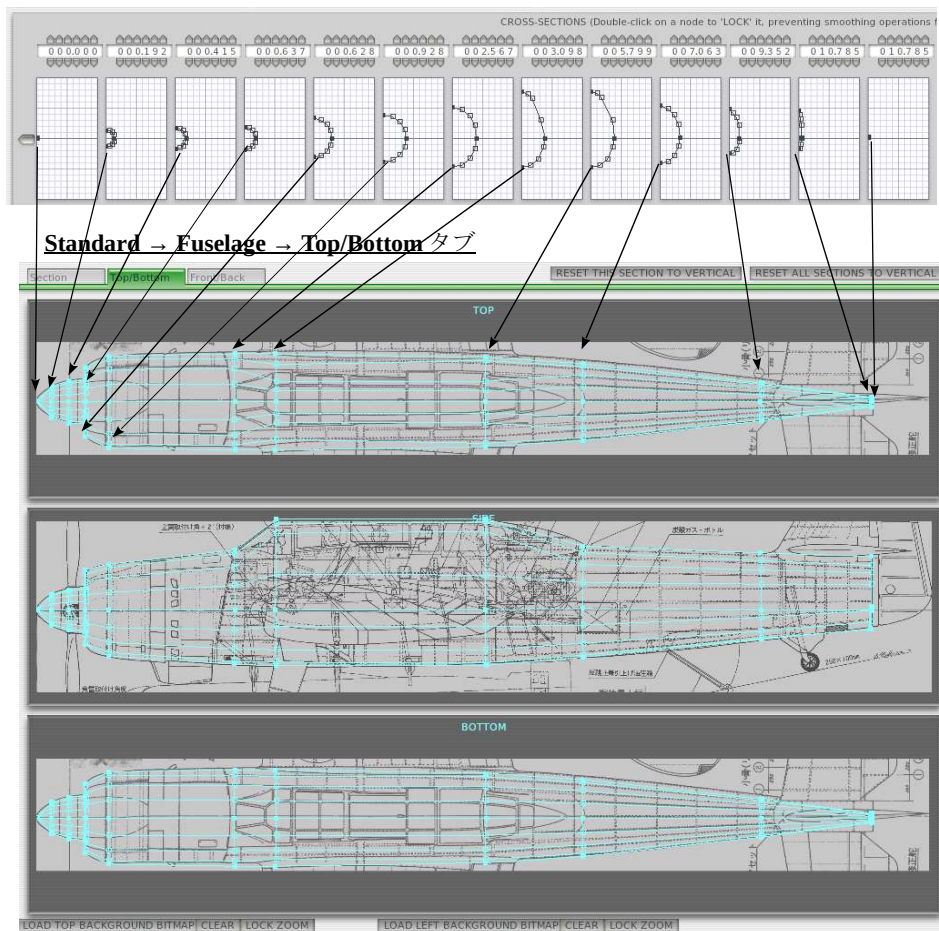
- ① 動かしたい点をクリックします。その時 X,Y 座標値が変化すれば、その点が選択されたことが分かります。
- ② X,Y 座標値を調整します。



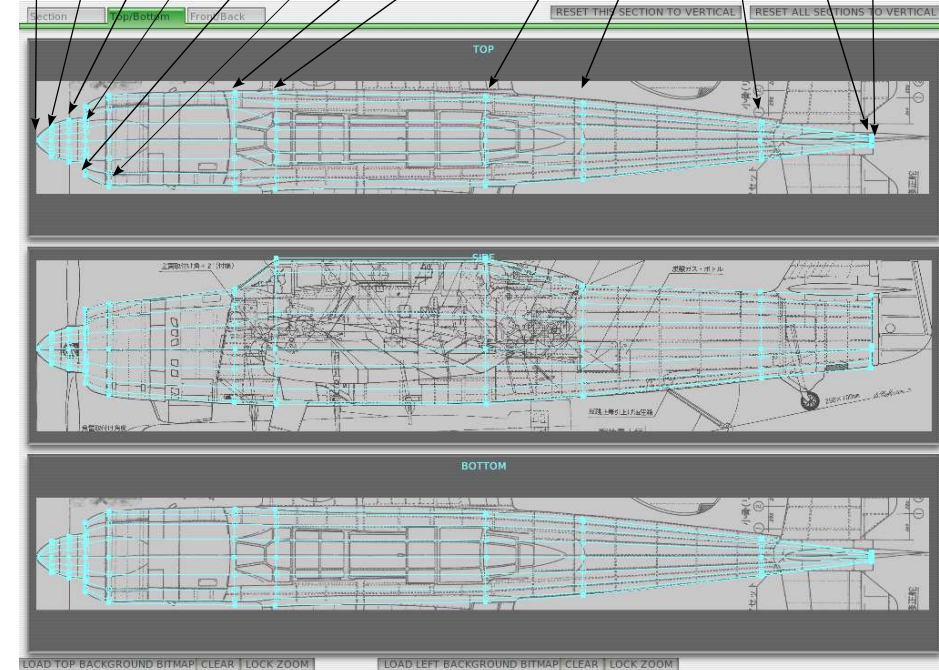
(4) その他の断面作成

断面を追加したい場所の **INSERT** ボタンを押すとその位置に新しい断面が挿入されます。(3)と同様の手順で新しい断面の形状およびZ座標値を設定します。その様にして必要な数の断面を作ります。今回は下図の様な胴体を作成しました。後に **Blender** により正確な形状を作るので、**Plane Maker** のモデルは簡単なものになっています。

Standard → Fuselage → Section タブ



Standard → Fuselage → Top/Bottom タブ



最後に **Front/Back** タブを開き、胴体前後から見て断面形状が適当か確認します。

4.3 翼形状の設定

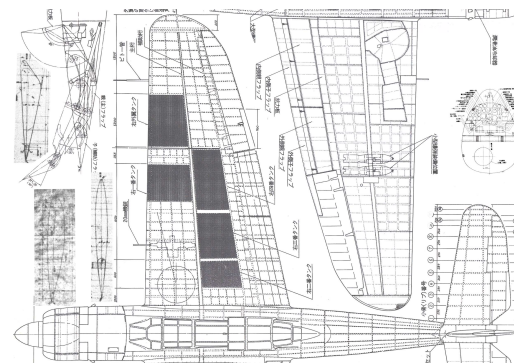
4.3.1 背景画像準備

翼形状を入力する基準となる画像を準備します。収集した当該機の図面から以下の点に注意して、平面図、側面図および正面図の画像ファイルを作ります。

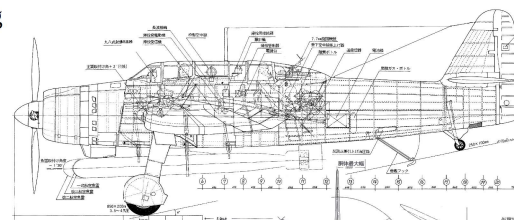
注意事項：平面図および側面図に関しては機体先端が左側になる向きに配置する事。また機体の最前部から最後部までの範囲がちょうど画像の幅になる事、平面図は主翼の先端が入る事、側面図は尾翼上端と主輪が入る様に画像を切り出す必要があります。正面図については、右翼端、尾翼上端さらに主輪が入る様に画像を切り出します。

今回の例では、下図の様な画像を **B7A_Ryusei** フォルダに収納しました。

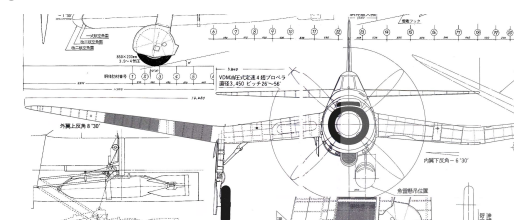
Top_View.png



Side_View.png



Front_View.png



4.3.2 翼形状の入力

(1) 初期設定

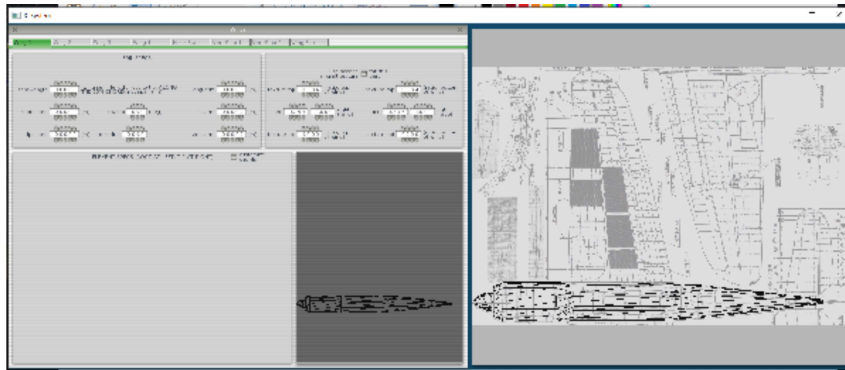
Plane Maker 起動直後の画面で、画面下の **BACKGROUND BITMAP** ボタンを押します。使用する画像 (例えば Top_View.png) を選択して **Open Bitmap** ボタンを押すと画面の背景にその画像が現れます。

Standard → **Wings** の画面を開くと画面右側に背景が表示されます。(画面が横長であること) この背景を元に翼の形状を設定します。

この画面では以下のキーにより胴体や作成した翼位置を動かす事が出来ます。翼の形状を設定する時は、胴体が背景画像に正しく重なっている必要があります。

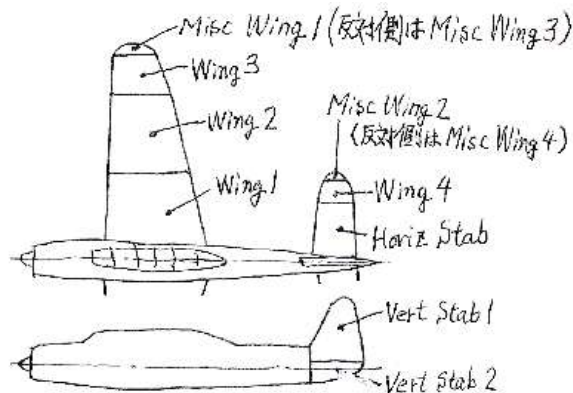
- ← ↑ ↓ 図形を矢印方向に移動 (Ctrl を同時に押すと高速移動する)
- 図形を縮小
- ^ 図形を拡大

Standard → Wings 画面



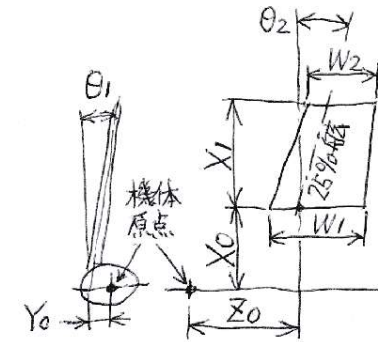
(2) 翼の分割

翼の前端や後端のカーブがきつい部分や、上反角が異なる部分は翼を分割して入力します。この例では主翼が逆ガルである事等を考慮し右図の様に分割しました。



(3) 直線的な翼の形状入力

Standard → **Wings** 画面の上端にあるタブの中から、入力する翼の部分を選び入れます。形状設定の入力項目の具体的場所と、`流星` の設定例は以下の通りです。



Standard → Wings 画面の Wing 2 タブの例



(4) 曲線的な翼の形状入力

翼端面のカーブがきつい場合は、Standard → Wings 画面で ELEMENT SPECS 欄の customize chords にチェックを入れ、個々のリブの翼弦長を調整します。

(3)で設定した直線的な翼端からのオフセット(O1, O2)を以下の様に設定します。

Standard → Wings 画面

ELEMENT SPECS (ROOT AT LEFT, TIP AT RIGHT) customize chords

Leading edge offset	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.070	0.220
	O1 前縁の基準からの移動量(後方が+)							
Trailing edge offset	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.035	-0.111	-0.280
	O2 後縁の基準からの移動量(後方が+)							
Rib Chord ratio	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.965	0.819	0.500
	新しい弦長 R1 = ----- 元の弦長							
Rib Chord offset	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.009	0.030	0.190
	O3 25% 弦位置の基準からの移動量(後方が+)							

(5) 翼の迎角の設定

翼の各リブの迎角は以下の様に設定します。このモデルでは主翼付け根で+2°、先端で0°の迎角(ねじり下げ)を設定しています。

Standard → Wings 画面の Wing 1 タブの例

Wing 1 | Wing 2 | Wing 3 | Wing 4 | Hor

FOIL SPECS

semi-length: 0 0 2.6 8 (wing semi-length, root to tip, ALONG THE 25% CHORD, not span (m))

root chord: 0 0 3.4 0 (m) sweep: -0 2.5 (deg)

tip chord: 0 0 2.8 0 (m) dihedral: -0 0 6.4

ELEMENT SPECS (ROOT AT LEFT, TIP AT RIGHT)

#	incidence	0.2.0	0.1.8	0.1.6	0.1.4	0.1.2
05						
aileron 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
aileron 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
roll spoiler 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

迎角、振り下げ入っています。

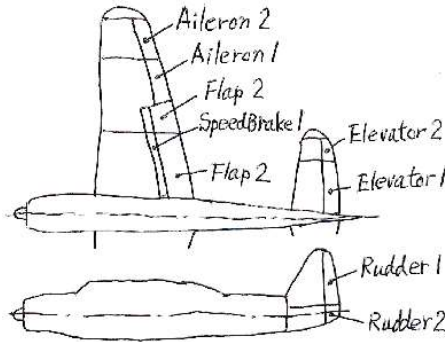
(6) 翼型の設定

Expert → Airfoils 画面にて各翼の翼型を指定します。`流星`の翼型情報が無いので、下記の X-Plane 11 のデフォルト翼型を使用しています。

- 主翼 : NACA 2412 (popular).afl
- 水平尾翼、垂直尾翼 : NACA 0009 (symmetrical).afl
- プロペラ : Clark-Y (good propeller).afl

4.3.3 操舵面の設定

Standard → **Control Geometry** 画面の **Controls** タブで各操舵面の設定をします。操舵面の位置が分かりにくければ、**Special** → **Show With Still / Moving Controls** をクリックし操舵面が動くようにした方がよい場合があります。このモデルは右図の様に操舵面を設定しました。
 `流星` の操舵角に関する情報が無いので、`紫電改` を参考にしています。



(1) 補助翼、昇降舵、方向舵の設定

項目	設定値
補助翼、 aileron 1 (フラップと連動)	後端上げ 20°、後端下げ 30°
昇降舵、 elevator 1	後端上げ 25°、後端下げ 35°
方向舵、 rudder 1	後端左 35°、後端右 35°

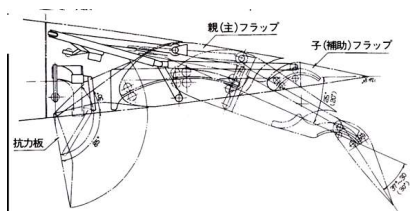
翼の操舵面の場所を下図の✓箇所を示します。

Standard → Wings 画面の Wing 2 タブの例

Standard → **Control Geometry** 画面で、各操舵面の翼舷に対する幅比、可動角を以下の様に指定しました。

(2) フラップ、抗力板の設定

実機は右図のような二重フラップと抗力板を採用しています。このモデルは以下のとおり仕様を推定しました。



項目	推定仕様
フラップ、flat 1, flap 2	下げ 30°
抗力板、speedbrake 1	80°開

Standard → Control Geometry 画面

FLAP AND SLAT DEFLECTIONS

flap extend and retract time: 0.4.0 0.4.0 (sec)

flap speed ratio at deploy-start: 1.0

flap detents: 0 3

slat 1 extend and retract time: 0.0.1 0.0.1 (sec)

slat 2 extend and retract time: 0.0.1 0.0.1 (sec)

各デテントの角度 θ 下

各デテントの角度 θ 下

FLAP AND SLAT COEFFICIENTS

slat 1: increase in stall angle from L.E.D. deployment: 0.8 (deg)

slat 2: increase in stall angle from L.E.D. deployment: 0.8 (deg)

flap 1: flap root chord ratio: 0.2.5, flap tip chord ratio: 0.2.5

flap 2: flap root chord ratio: 0.2.5, flap tip chord ratio: 0.2.5

flap Cl: 1.0.7.4, flap Cd: 0.0.5.1, flap Cm: -0.3.0.9

flap Cl: 1.0.7.4, flap Cd: 0.0.5.1, flap Cm: -0.3.0.9

Plane Maker におまかせとする。

流星はエルロンフラップ採用なので、フラップに連動してエルロンも動きます。その設定を Expert → Special Equipment 画面の ADDITIVE CONTROL DEFLECTIONS 欄(下図)で設定します

Expert → Special Equipment 画面

Special Controls

ADDITIVE CONTROL DEFLECTIONS

additive control deflections can go BEYOND the basic deflections

differential elevator with roll: 0 0.0 (max degrees, as in F-14)

differential elevator with yaw: 0 0.0 (max degrees, as in Bonanza)

ailerons-1 with pitch: 0 0.0 (degrees, positive move with elevator)

ailerons-2 with pitch: 0 0.0 (degrees, positive move with elevator)

ailerons-1 with flaps: 3 0.0 (degrees, positive droop down with flaps)

ailerons-2 with flaps: 0 0.0 (degrees, positive droop down with flaps)

rudder with aileron: 0 0.0 (ratio)

elevator with flaps: 0.5 0.0 (ratio)

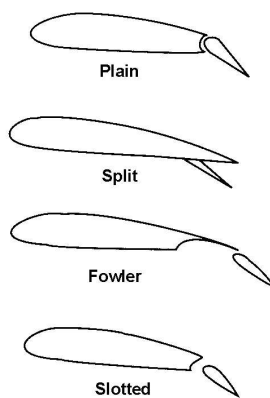
spoiler-1 with pitch control when flaps are down: 0 0.0 (degrees inc with full pitch)

spoiler-2 with pitch control when flaps are down: 0 0.0 (degrees inc with full pitch)

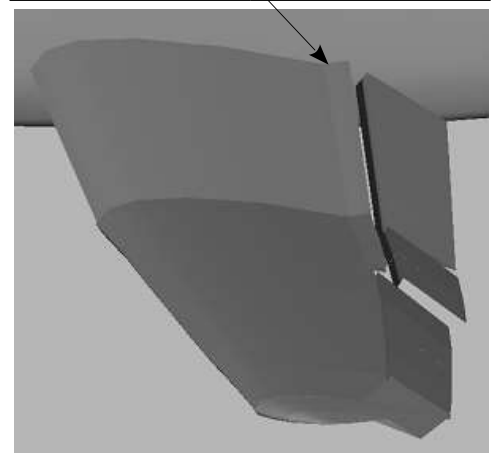
spoiler-1 with FLIGHT speedbrakes: 0 0.0 (degrees increment)

spoiler-2 with FLIGHT speedbrakes: 0 0.0 (degrees increment)

エルロンがフラップと連動する角度



Plane Maker が作る Speedbrake は翼の上側に配置されます。このモデルは後で Blender の機体に置き換える予定なので、Plane Maker のモデルはこのままとします。



4.4 脚の設定

流星は地上ハンドリング中に、主輪が前方に突き出ているのでブレーキ時につんのめる心配が少ない事、および左右の主輪ブレーキ差で方向を変え尾輪の方向は固定にする事で構造を簡略化しているのが特徴の様です。

(1) 脚寸法の設定

画面の背景に側面図を入れます(4.3.1項参照)。Standard → Landing Gear 画面の Gear Loc タブで設定します。Standard → Special → Show with Still/Moving Controls をクリックして、脚の動きを止めた方が良くもかもしれません。

Standard → Landing Gear 画面の Gear Loc タブ

	尾輪	右主輪	左主輪
Zo long arm	009.60	003.31	003.31 (m)
Xo lat arm	000.00	002.63	-002.63 (m)
Yo vert arm	-000.29	-000.25	-000.25 (m)
脚下げ時 θ_x lon angle extended	-052	014	014 (deg)
脚下げ時 θ_z lat angle extended	000	000	000 (deg)
脚上げ時 θ_x lon angle retracted	-032	-016	-016 (deg)
脚上げ時 θ_z lat angle retracted	000	-097	097 (deg)
eagle-claw, leg length	00	00.5	00.16 00.16 (deg, ft)
tire radius, semi-width	0.18	0.05 0.43 0.10	0.43 0.10 (m)
n-w steering, slow and fast	00.0	00.0	00.0 00.0 (deg)
retract axis, strut compres	00.0	00.0 03.0 00.0	-03.0 00.0 (deg, ft)
cycle time	05.0	05.0	05.0 (sec)
brakes	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> castors
retracts	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> faired

(2) ブレーキ、尾輪設定

GEAR RETRACTION AND NOSEWHEEL STEERING 欄で主輪、尾輪の設定を行います。

Standard → Landing Gear 画面の Gear Data タブ

尾輪は方向固定ですが、この設定をしないとキャスターのようになってしまう様です。

左右の主輪ブレーキ差で地上で方向修正する場合に、そのブレーキの利きを指定します。この値が大きすぎると停止してしまいます。ラダーペダルが無くても動作する様です。

(3) ゴムタイヤ設定

タイヤの摩擦抵抗を下にある LANDING GEAR FRICTION COEFFICIENTS 欄で入力します。ゴムタイヤなので下図の様な設定になります。

Standard → Landing Gear 画面の Gear Data タブ

LANDING GEAR FRICTION COEFFICIENTS

rolling co friction: 0.025 0.900 maximum co friction

4.5 飛行限界の設定

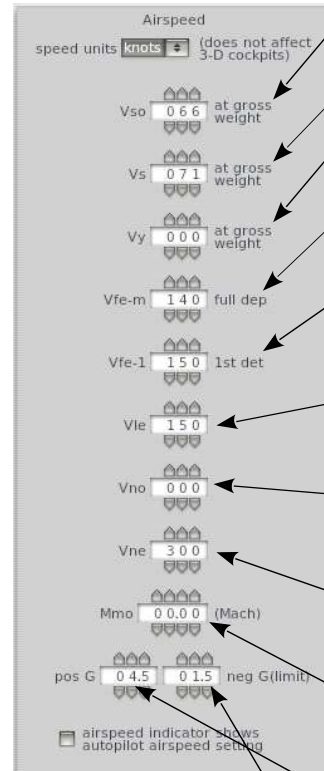
流星の飛行限界を、類似の紫電改の例(下表)を下表の参考にしました。

項目	紫電改の例
失速速度	フラップ開 30° 66 kt
着陸要件	85 kt 2000rpm、 降下率 3~4m/sec
速度制限	脚出し 150 kt 以下

各種飛行限界を **Standard** → **Viewpoint** 画面の **General** タブ の **Airspeed** 欄で設定します。速度をノット(kt = 1.82 km/hr) で作成します。

(単位 : kt = 1.82 km/Hr)

Standard → Viewpoint 画面の General タブ



記号	内容
Vso	全備重量でのフラップ展開時の失速速度を示す。通常は速度計の目盛り色分けに使われるだけで、飛行には影響無し。ただしオートパイロット動作時はこの値が飛行を制限する。
Vs	全備重量でのフラップ収納時の失速速度を示す。
Vy	AI機の最適な上昇速度 (つまり昇降度計の値) を示す。当該機の飛行特性には影響しない。
Vfe-m	フラップ全展開時の飛行速度上限を示す。ただしこの値は速度計の危険範囲を示す円弧表示の角度のみに使われる。表示に使わない時は0を指定する。
Vfe-1	フラップを1段展開した時の飛行速度上限を示す。ただしこの値は速度計の危険範囲を示す円弧表示の角度のみに使われる。表示に使わない時は0を指定する。
Vle	車輪を降ろした時の飛行速度上限を示す。ただしこの値は速度計の危険範囲を示す円弧表示の角度のみに使われる。表示に使わない時は0を指定する。
Vno	巡航速度の目標上限を示す。ただしこの値は速度計の危険範囲を示す円弧表示の角度のみに使われる。表示に使わない時は0を指定する。
Vne	機体の許容飛行速度を示す。この速度を25%以上超えると機体が破損すると想定されている。ただしこの値は速度計の危険範囲を示す事にみに用いられ、実機の飛行特性には影響しない。
Mmo	ジェットエンジン搭載機の許容飛行マッハ数を示す。ただしこの値は速度計の危険範囲を示す事にみに用いられ、実機の飛行特性には影響しない。表示に使わない時は0を指定する。
pos G	この値を50%超えると分解に至ると想定される正荷重(G)を示す。公称的には3.8、実用的には4.4の値となること。 (一般的に機体のガイドブックなどに記載されます)
neg G	この値を50%超えると分解に至ると想定される負荷重(G)を示す。公称的には1.5、実用的には1.8の値となること。 (一般的に機体のガイドブックなどに記載されます)

4.6 動力関係の設定

流星のエンジン仕様は以下の通りです。

エンジン仕様 流星搭載エンジン：眷 12 型
 公称出力：1650hp、2900rpm (高度 2000m、ブースト+250mm/Hg)
 離昇出力：1800hp、2900rpm (ブースト+400mm)
 プロペラ減速比：0.5
 最大回転数：2900rpm
 許容回転数：3200rpm
 アイドル回転数：600～700rpm
 燃料噴射装置付き
 水エタノール噴射：有り。出力 1.2 倍と推定
 (栄 31 の場合 1000hp → +150hp の実績)

4.6.1 エンジン制御設定

(1) エンジン制御概略

流星等の場合は、操縦者が左手でスロットル、プロペラピッチ及び燃料流量を操作しています。その操作はとても難しい様です。一方、FADEC (デジタル電子制御装置) は 1970 年頃から一般化したエンジン制御装置で、複雑なレバー操作を簡単にしました。流星が開発された時期には存在しませんでした。

このモデルでは、操作を簡略化するため、FADEC を搭載しているものとし、スロットルレバーで自動的にプロペラピッチ及び燃料流量を制御する事にします。

当然ながら流星には、アフターバーナーやリバースピッチは搭載されていません

このモデルではスロットルレバー動作を以下の様に設定します。

エンジン制御は **Standard- → Engine Specs** 画面の **Engines 1 タブ**にある **GENERAL ENGINE SPECS** 欄にて設定します。

Standard- → Engine Specs 画面の Engines 1 タブ

The screenshot shows the 'Engines 1' tab in the 'GENERAL ENGINE SPECS' menu. The settings are as follows:

- critical altitude:** 0 2,0 0 0 (max altitude at which full power avail at zero speed) → 最大出力が出せる時の高度 (m)
- FADEC automatically keeps engines from exceeding max allowable power or thrust:** Checked
- throttle available at max lever, one engine failed:** 0.0 0 (throttle) → エンジン一個故障時の有効な最大スロットル操作 (率)
- throttle available at max lever, all engines running:** 1.0 0 (throttle) → 全エンジン稼働時に有効な最大スロットル操作 (率)
- hi idle fuel adjustment:** 1.0 0 (fuel ratio) → 高/低アイドル時の燃料比のことの様です。lo idle の値は 1.0 が良くて、hi idle の値はそれよりすこし大きくとの事です。
- lo idle fuel adjustment:** 1.0 0 (fuel ratio)
- go to low afterburner above this throttle:** 0.0 0 → 低アフターバーナーに入るスロットル操作 (率) です。このモデルにはアフターバーナーは装備していないので、0 とします。
- go to BETA PITCH below this throttle lever position:** 0.0 5 (beta available) → プロペラがベータピッチ (0° 近傍) に入る時のスロットル位置 (操作率) です。
- go to REVERSE below this throttle lever position:** 0.0 0 (reverse available) → プロペラがリバースピッチに入る時おスロットル位置 (操作率) です。このモデルでは使用できません。
- throttle available at max reverse lever position:** 0.0 0 (throttle) → リバースピッチを最大にする時のスロットル位置 (操作率) です。このモデルでは使用できません。
- rpm auto-sel with power lever at idle:** 0 0,3 5 0 (prop RPM) → スロットルがアイドル位置でのプロペラ rpm です。エンジン回転数からプロペラ減速比だけ低い回転数です。
- rpm auto-sel with power lever partway:** 0 0,9 0 0 (prop RPM) → スロットルが中間位置でのプロペラ rpm です。エンジン回転数からプロペラ減速比だけ低い回転数です。
- rpm auto-sel with power lever at max:** 0 1,4 5 0 (prop RPM) → Power lever が最大位置でのプロペラ rpm です。エンジン回転数からプロペラ減速比だけ低い回転速度です。
- auto-set RPM and throttle based on power lever:** Checked → Power lever はエンジン回転数とスロットルを制御するとの事。この Power lever とは X-Plane 用操縦入力端末の様です。その端末を使う人の為にチェック入れます。

FADEC はエンジンが危険速度を超えない様に監視します。

(2) エンジン設定

エンジン中心の座標 (Xo, Yo, Zo) は、プロペラ機の場合プロペラ回転中心となります。Standard → Engine Specs 画面の Engines 2 タブにて設定します。

Standard → Engine Specs 画面の Engines 2 タブ

プロペラ中心座標

Zo long arm 0 0 0.4 5 (m)

Xo lat arm 0 0 0.0 0 (m)

Yo vert arm 0 0 0.0 0 (m)

vert cant 0 0 0.0 (deg)

side cant 0 0.0 (deg)

engine gear ratio 0 2.0 0 0 (to prop)

engn 1 injected recip 本機は燃料噴射

engine clutched ヘリコプターの場合に使われます。

thrust vectors VTOL機の場合に使われます。

プロペラ軸の上下方向角度。後方から見て上向きが+。

プロペラ軸の左右方向角度。後方から見て右向きが+。

エンジン回転数とはクランク軸の回転数の事ですが、`流星`の場合、クランク軸とプロペラ軸の間に減速比0.5の減速ギアが入っています。従ってプロペラ1回転でクランク軸が回転する数は2です。

4.6.2 エンジン起動設定

(1) エンジンスターター

`流星`ではエンジンスターターを装備していないかと思いますが、このモデルでは操作性向上のため装備しています。Standard → Engine Specs 画面の Start/Spoolup タブで設定します。

Standard → Engine Specs 画面の Start/Spoolup タブ

STARTER

0.6 0 0 starter torque as a ratio of max engine torque, for props and jets.

0.7 0 0 starter design rpm as a ratio of max engine rpm, for props and jets.

Starter will output 1774.1 ft-lbs at 2240 rpm, which is 756.0 hp.

hitting starter engages condition lever

hitting starter engages ignition

hitting starter arms igniters

hitting starter engages igniters

starter is electric

starter is air-driven

レシプロエンジンの場合チェック入れます。

4.6.3 プロペラの設定

(1) プロペラピッチと回転数設定

Plane Maker の **Standard → Engine Specs** 画面の **Engines 1** タブにある **PROP ENGINE SPECKS** 欄にて設定します。

海面の通常気象時の最大出力馬力。離昇出力を設定しました。

プロペラ前面に吸入ダクトがある場合なので、このモデルは該当せず。

油圧の喪失によりプロペラの、低ピッチ角、高ピッチ角、フェザーピッチ角、起動時のロックのどれに影響を与えるかを選びます。

ヘリコプターの場合のみで、全プロペラに **throttle-governor** があるかを指定する。本モデルは非該当。

操縦の負担を少なくするため採用する。

プロペラがベータモード(アイドル)に入った時のプロペラピッチです。

プロペラがリバースモードに入った時のプロペラピッチです。本モデルは非該当。

アルミニウム比重に対するプロペラ比重の比(倍数)
本モデルはアルミ合金プロペラ採用とした。

Standard → Engine Specs 画面の Engines 1 タブ

プロペラピッチノブ (Blue knob) を一番手前に引いた時の、フェザー時のピッチ角との事です。しかしながら、このモデルはプロペラピッチはスロットルで自動制御されるので、フェザーピッチに入る条件が良く分かりません。ただしエンジン停止した場合フェザーピッチに入っている様に見えます。

ターボプロップの場合?

エンジンの危険回転数

スロットルを最も奥に倒した時のエンジン回転数です。エンジン危険回転数に近い回転数になります。

スロットルを最も手前に引いた時のエンジン回転数です。

スロットルを最も手前に引いた時(ベータ、リバース、フェザー状態を含まず)のエンジン回転数です。

スロットルを最も手前に引いた時(アイドル)のエンジン回転数です。

ヘリコプターの場合で、各ロータ先端にある物の重さ(ポンド)です。本モデルは非該当。

(2) プロペラ寸法

流星のプロペラ仕様と設定は以下の通り。

4枚、定速回転、直径 3.45 m

ピッチ 26~56° (巡航中 : 0~26°、ファザー時 : 56° と推定)

Standard → Engine Specs 画面の Props 1 タブ

prop 1 constant speed

blades 0.4 CW

prop clutched

prop ducted

prop radius 0.173 (m)

root and tip chord 0.180 0.180 (m)

ellipse fraction 1.00

fine and coarse pitch 0.0, 2.6 (deg)

design TAS at prop disc 3.00

design propeller RPM 0.1400 (RPM)

design AOA at root and tip 2.0 2.0 (deg)

AOA root to tip spanwise power 1.0

max allowable prop pitch 5.6

定速ピッチプロペラ。
このモデルでは、スロットルに比例してプロペラ回転目標値も変わる設定になっています。その目標値に合う様にプロペラピッチが自動的に調整されます。

ヘリコプターの場合に使われます。

VTOLE 機の場合に使われます。

付け根と先端のプロペラ幅。

ブレードの形状が楕円の場合は0を入力します。通常のプロペラは0で良い様です。ヘリのロータの様に長方形の場合は1を入力します。

プロペラピッチ可変範囲。

プロペラ面の真対気速度のようですが、具体的な値が分からないので巡航時の速度を入力しました。

プロペラ回転数の設計値、巡航時のエンジン回転数 2800 rpm としました。

先端と付け根の迎え角設計値、2°位が良いらしい。

ブレードのねじれの度合いを示す値です。通常のねじれのあるプロペラなら1です。ヘリのロータの様にねじれが無ければ0です。

ブレードの迎え角の限界値なので、フェザー時の迎え角 56° とします。

4.7 重心の設定

4.7.1 重心と重量の設定

重量構成は右の通りです。

自重	3614 Kg
燃料	1200 kg (1600 リットル)
武装	500~800 Kg (爆弾)
その他	86 Kg
正規全備重量	5700 Kg

以下の様な設定になります。

Standard → Weight & Balance 画面の Weight&Bal タブ

Weight & Bal Tanks CG Set CG Check

CENTER OF GRAVITY

long CG 0.0357 0.0377 0.0397 (forward, default, aft limit)

vert CG -0.0004 (m)

主翼の 25% 舷のあたりを重心に設定する。後で 4.9 項のテスト飛行を行い、必要に応じて修正する。

WEIGHTS

empty weight 0.00361400 (kg)

fuel load 0.00120000 (kg)

JATO weight 0.00000000 (kg), from 'Spec Controls' screen

jettisonable load 0.00000000 (kg) jett load is SLUNG jett load is WATER jett load is FIRE-RET jett load is OTHER A

maximum weight 0.00570000 (kg)

weight-shift weight 0.00000000 (kg)

displaced weight 0.00000000 (kg), for blimps and dirigibles

JATO とは離陸補助ロケットの事です。流星では使用しません。

jettisonable とは落下増槽の事です。流星では使用しなかった様です。SLUNG とは吊り下げ荷重の事です。

ハンググライダーのバランス錘の場合に使う様です。

不明

4.7.2 燃料タンクと燃料消費の設定

(1) 燃料タンク

このモデルは操作簡略化の為タンク切替を省きます。従ってタンクは1個で以下のような設定にしました。

Standard → Weight & Balance 画面の Tanks タブ

tank #1 ratio	1.000	lat tank CG location	000.00 (m)
full tank long	003.77 (m)	empty tank long	003.77 (m)
fuel pump pressure	00 (psi)	vert tank CG location	-000.31 (m)
Role	Normal	moves with	NONE

タンク重心のZ座標は機体重心に合わせました。

(2) 燃料消費率の設定

燃料消費推定

燃料 1600 リットル (比重 : 0.75、1 kg= 2.2 lb)

航続距離 2980 km (過荷)

航行速度 : 300 km/hr

パワー : 1600 Hp

$$\text{消費率} = \frac{1600 * 2.2 * 0.75}{1600 * 2980 / 300} = 0.166 \text{ (lb/ hp*hr)}$$

燃料消費を以下の画面で指定します。

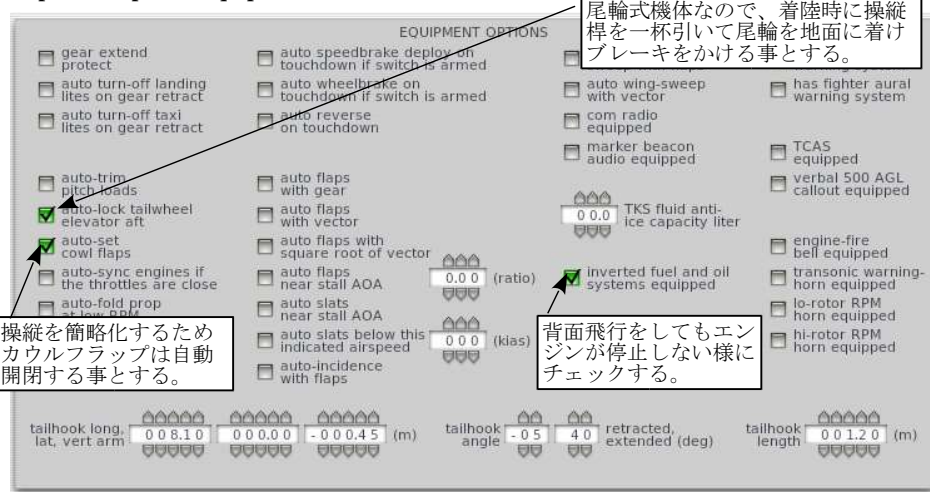
Standard → Engine Specs 画面の SFC/Sound タブ

hi altitude for prop engines	20000 (ft)	hi altitude max power SFC	00166 (lb/hp*hr)
		hi altitude half power SFC	00150 (lb/hp*hr)
lo altitude for prop engines	00000 (ft)	lo altitude max power SFC	00166 (lb/hp*hr)
		lo altitude half power SFC	00150 (lb/hp*hr)
effective power at idle for fuel flow	0050 (ratio to full engine power)		

アイドル時の最大出力に対する燃料消費量です。レシプロエンジンは5%程度らしいです。

4.8 その他設定

Expert → Special Equipment 画面



4.9 アイコン作成とテスト飛行

以上の設定が終わったら以下の手順でテスト飛行を行います。

(1) データの保存

File → Save をクリックします。機体のフォルダ (B7A_Ryusei) の.acf ファイルが上書きされ、これまでの修正が保存されます。

(2) X-Plane 11 で開く

X-Plane 11 を起動し飛行設定画面に当該機のアイコンが現れるか確認します。最初は右図の仮アイコンのはずです。このアイコンは以下の手順でモデル画像の入ったアイコンに変更する事が出来ます。

- ① アイコン内の **Customize** ボタンを押します。
- ② **Generate Icon** ボタンを押します。
- ③ 次の画面で **Continue** ボタンを押します。

次回 X-Plane を起動すると、アイコンは右下図のようになります。



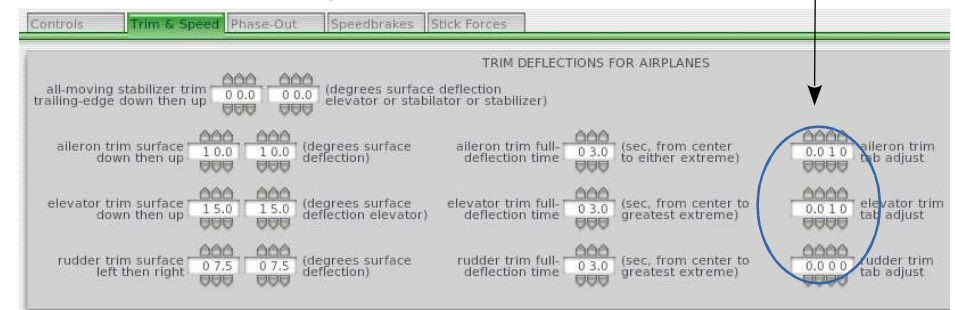
(3) テスト飛行実施

当該機を適当な場所で飛行開始し、以下の項目などをチェックします。

① トリム修正

必要であれば **Standard → Control Geometry** 画面の **Trim&Speed** タブのトリムタブを調整します。ダメならば 4.10 項の安定性の調整を行います。

Standard → Control Geometry 画面



② 最大速度確認

実機の最高速度を出した高度の水平飛行でエンジン全開にしたときの最大速度が実機と同等であるか確認する。必要があれば

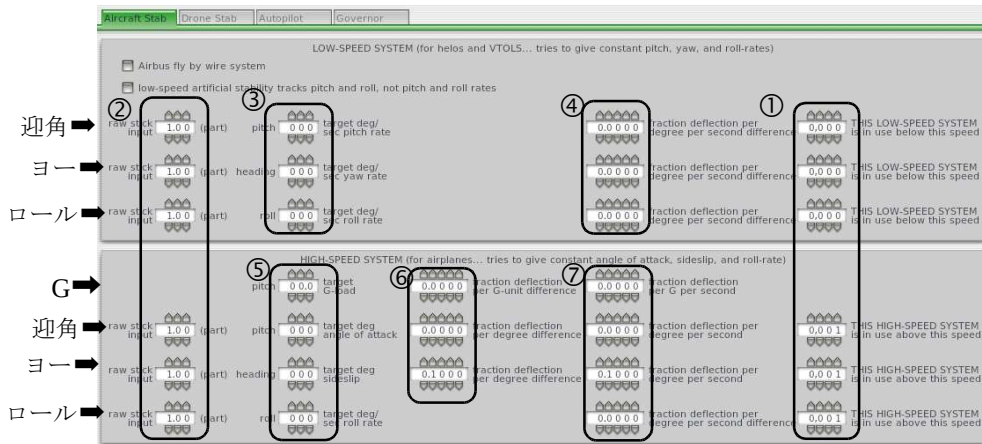
- ・エンジン出力の設定
- ・胴体 (Fuselage) や Misc Bodys で指定した抗力係数 (4.2.2 項参照) を修正します。

4.10 飛行安定性の調整

テスト飛行で飛行安定性に不具合があれば以下の調整をします。特に V11 になってから、尾輪式プロペラ機の離陸時の方向安定性が悪くなったので必要になります。

(注 1)(注 2)

- (1) この機体は航空機なので HIGH-SPEED SYSTEM が使われます。従って LOW-SPEED SYSTEM の入力欄①はすべて 0 ノット、HIGH-SPEED SYSTEM の入力欄①はすべて 1 ノットに設定します。



- (2) 入力欄②には、操縦桿（フットバー含む）の最大動作角に対しどの程度の割合を安定化操作に使うかを設定します。1.00 の値が良い様です。

- (3) 入力欄③には、操縦桿（フットバー含む）の安定化操作角に対する機体の角度修正目標誤差を設定します。誤差を 0.00 と設定しました。

- (4) 入力欄④には、機体が目標角度に到達する為の安定化操作の効果を設定します。目標角度に到達する時間が遅い場合はこの値を＋側に増やします。マイナスの値は舵が逆に効く様です。この値は試行錯誤できめます。今回の機体では飛行テストによりヨーに 0.3 を入れました。値を大きくすると安定化効果が上がり過ぎる様です。

- (5) 入力欄⑤には可動翼の回転速度、つまり 1°回転する時間(秒)を設定します。今回は 90°を 1 秒で回転すると仮定して 0.011 としました。

なお、迎角の修正は G の修正の影響も受けるとの事です。

注 1: 使用するジョイスティックの動作不良が無いか事前確認した方が良いです

注 2: 修正後の機体を Plane Maker で保存し、X-Plane の **New Flight** → **Developer** → **Reload the Current Aircraft and Art** メニューをクリックすると、今回の修正が X-Plane 上の機体に適用されるので、すぐ飛行確認出来ます。

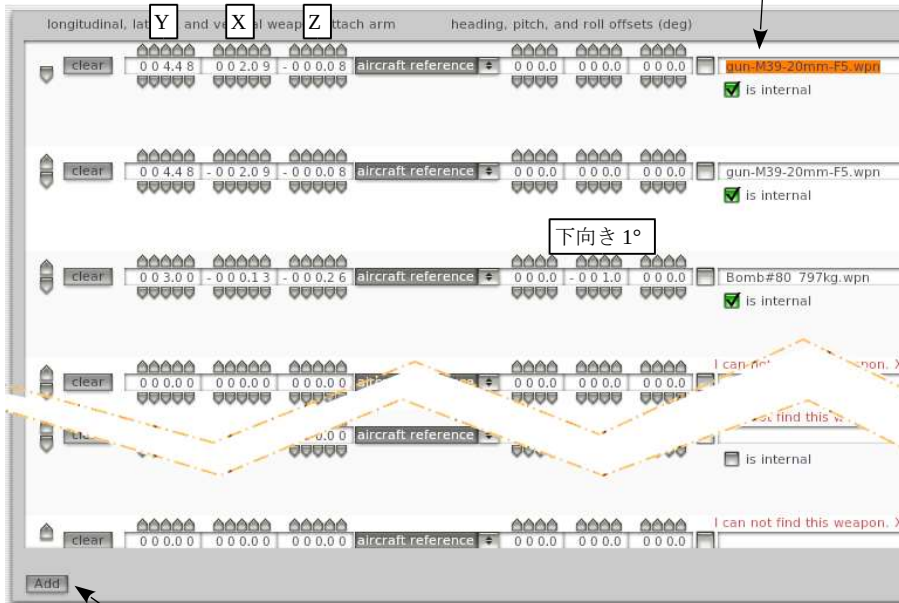
5. Weapon 作成

Weapon とは、.acf ファイルで指定された航空機から分離され別の動きをする物体で、地上や目標物にぶつかると爆発のアニメーションが表示されるものです。
機体に搭載する Weapon の種類や位置は、5.1 既存の Weapon の配置 で設定します。
新規に Weapon を作成する場合は、5.2 Weapon の作成 を参照します。

5.1 既存の Weapon の配置

搭載する Weapon ファイル(.wpn) が既にある場合は、Experts → Default Weapons メニューを押して、下図の画面から配置します。

- (1) 各入力行の右側の四角のボタンを押して、搭載する Weapon のファイル名称とその格納場所を指定して、「開く」をクリックします。
- (2) Weapon の位置と向きを指定します。
- (3) aircraft reference 欄では Weapon が取り付けられる場所を指定できます。特に指定するものが無ければ aircraft reference のままで可能です。



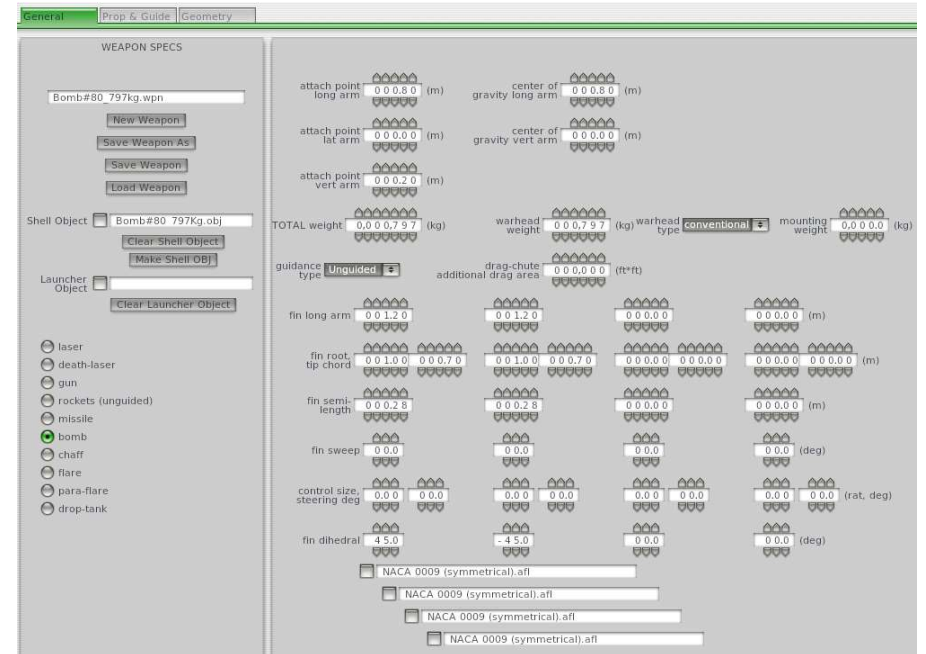
画面左下の Add ボタンを押すと入力行が追加されます。最大 24 カ所に Weapon を配置する事が出来ます。

5.2 Weapon の作成

5.2.1 基本設定

Weapon 形状は Plane Maker でも指定できますが、Blender 等を使って X-Plane 用オブジェクトを作成し使うことも出来ます。以下に旧海軍の 800kg 徹甲弾 (Bomb#80_797Kg.wpn) の例を示します。

- (1) Experts → Build Weapons メニューを押し、General タブを選びます(下図)。画面左上の New Weapon ボタンを押して画面をリセットします。
- (2) Shell Object ボタンを押して爆弾の X-Plane オブジェクト (Bomb#80_797Kg.obj) の格納場所を選び、選択します。
- (3) 左側の欄で Weapon のタイプとして bomb を選び、右側の欄で取付位置、重心位置、重さ、羽の形状とその翼型(X-Plane 11 / Airfoils から選択) を指定します。



分かりにくい用語は以下の様です。

warhead weight: 弾頭の重量、今回は爆弾なので全重量の殆どがこの重量です。

warhead type: 火薬の爆弾なので conventional になります。

mounting weight: Weapon 取付装置の重量、今回は機体重量の方に含めるので 0 です。

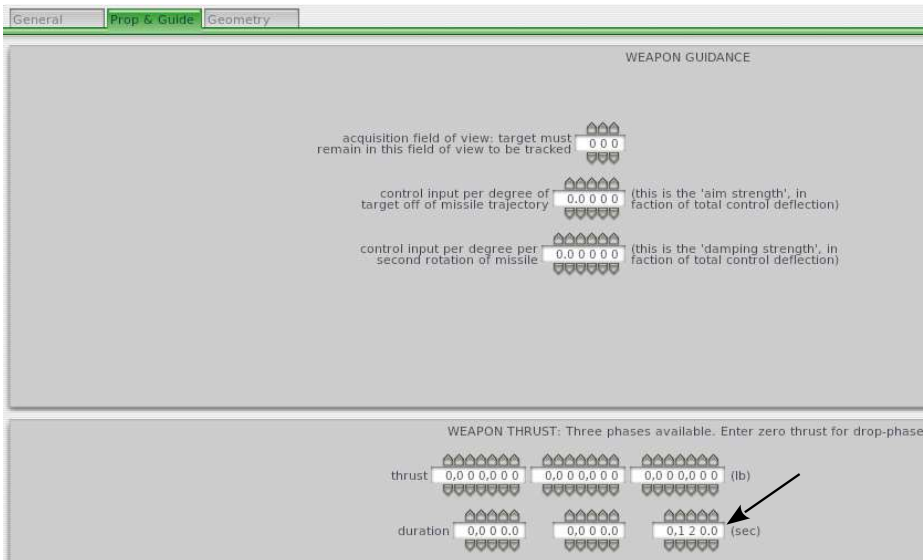
guidance type: 進行方向の制御はしないので、unguided とします。

fin long arm: ヒレの前後方向の位置 (4.3.2 項と同様)

- fin root, tip code:** ヒレの根本、先端の前後長さ (4.3.2 項と同様)
- fin semi-length:** ヒレ片側の高さ (4.3.2 項と同様)
- fin sweep:** ヒレの後退角 (4.3.2 項と同様)
- control size steering deg:** 進行方向制御の操舵角度
- fin dihedral:** ヒレ(片側)の水平からの上向き角 (4.3.2 項と同様)

5.2.2 運動特性設定

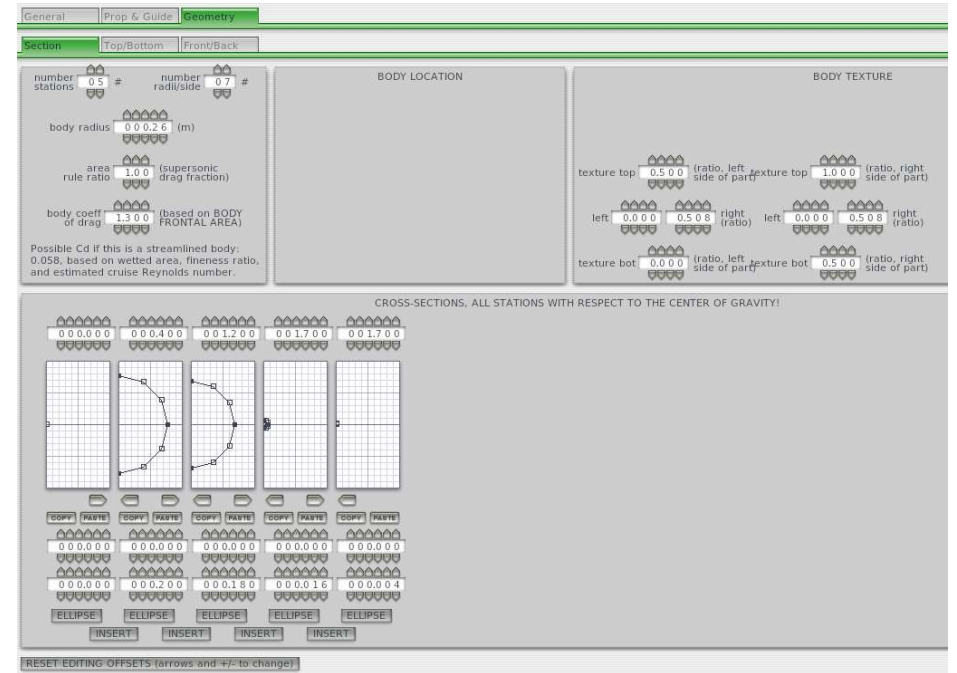
Experts → Build Weapons メニューの Prop & Guide タブ(下図の画面)から作成します(下図)。



WEAPONS THRUST の右側 duration 欄にて、120 秒間自由落下する事を指定します。その間に地上に落下すれば爆発のアニメが表示されます。

5.2.3 形状の Plane Maker 設定

Experts → Build Weapons メニューの Geometry タブ(下図の画面)を開いて Weapon の形状を設定します。設定方法は 4.2.2 項を参照して下さい。
このデータは Weapon の空力特性を決めるのに使用されます。X-Plane の表示は 5.2.1 項の shell object で指定出来ます。



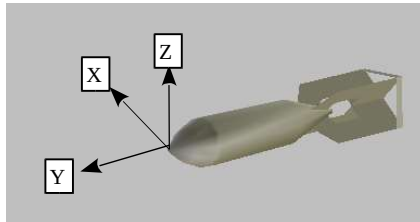
なお、

area rule ratio: プロペラ機なら 1.00 で良いようです。

body coeff of drag: 流線形の弾頭なら 0.058 が良いそうです。

5.2.4 形状の.obj ファイル作成

必要に応じて Blender にて形状ファイルを作成します。今回の例として旧日本海軍の 800Kg 徹甲弾(右図)を作成しました。注意事項として以下が有ります。



- 1) オブジェクト(.obj)の原点は5.2.3項と合わせる事。今回は弾頭の先端を原点にしましたが、他の Weapon と合わせると取付位置を原点とするのが良い様です。
- 2) 貼り付けるテクスチャファイルの名称には#の記号は使えませんでした。
- 3) LOD の設定はしないこと。

その他は機体オブジェクトと作成方法は同じです。作成後、オブジェクトファイルは機体の Weapons フォルダに収納します。5.2.1 項の Shell Object 欄にそのファイルの格納場所とファイル名を設定します。

前編まとめ

以上の設定でとりあえず飛行可能ですが、Plane Maker で機体モデルを完成させる場合はさらに以下の設定が必要になるので、後編を参照して下さい。

- (1) 翼端灯などのランプ指定
- (2) 3D コックピット設定
- (3) テクスチャ貼付け

これ以降、Blender を使った機体作成に移行します。詳細は XP11 機体作成メモ(後編)を参照下さい。

Plane Maker は多様な機体の仕様を具体的に設定する事が出来、その機体を X-Plane で飛行させる事が出来るので、なかなか良いソフトだと思います。

この資料は、筆者の理解する範囲で書いたもので、誤りがあるかも知れません。御了解ください。誤り部分を連絡いただければ幸いです。

