

XP11 用機体作成メモ(後編)

01 版	2020/8/8	初版	Tanzai
02 版	2020/8/23	コックピット関連等変更(赤字部)	Tanzai
03 版	2020/11/19	全面変更	Tanzai
04 版	2022/3/9	3.6, 4 項他修正	Tanzai

目次

はじめに.....	2	5.2.1 クリックしてアニメ起動する例.....	16
1. 機体作成概要.....	2	5.2.2 クリックしづらい部品の場合.....	17
1.1 機体パッケージのファイル構成.....	2	6. LOD 設定.....	18
1.2 機体作成のながれ.....	3	6.1 LOD 設定範囲設定.....	18
2. OBJ 構成.....	4	6.2 部品ごとの LOD 設定.....	18
2.1 OBJ の分け方.....	4	7. 各部品の Material 設定.....	19
3. 3D 機体データ作成.....	6	7.1 Material の選択.....	19
3.1 Blender 使用前の準備.....	6	7.2 Material 設定方法.....	19
3.2 機体の配置と三面図設定.....	7	7.3 コックピット部品の Material 設定.....	20
3.3 胴体の作成ヒント.....	7	8. テクスチャファイルの準備.....	21
3.4 翼の作成ヒント.....	8	8.1 必要なテクスチャファイル.....	21
3.5 主車輪の作成ヒント.....	8	8.2 Normal/Specular 作成.....	21
3.6 計器盤の作成ヒント.....	9	8.2.1 法線マップと PBR レンダリング.....	21
3.7 ランプ設定ヒント.....	10	8.2.2 Normal / Specular の作成方法.....	22
4. アニメーション設定.....	10	9. OBJ と機体データファイル作成.....	24
4.1 Show / Hide 設定.....	10	9.1 機体の OBJ 作成.....	24
4.2 Transformation 設定.....	11	9.2 コックピット OBJ 作成.....	25
4.3 Dateref の選択.....	12	9.3 機体データファイル(.acf)作成.....	25
4.4 カスタムスライダー.....	13		
4.4.1 部品画像によるアニメ起動.....	13		
4.4.2 固有の部品によるアニメ起動.....	14		
4.5 設定例.....	15		
4.5.1 主脚のアニメーション設定.....	15		
5. マニピュレーション設定.....	16		
5.1 設定方法.....	16		
5.2 設定例.....	16		

はじめに

前編では、Plane Maker を使って艦上攻撃機 `流星` のフライトモデルを作りました。ただし Plane Maker では 3D 編集機能が弱く、細部を実機に近い形にする事が出来ません。後編では Blender によって機体形状を作りこみます。

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。それら画面の設定は、最終モデルで修正が入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ひします。

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 2.79
- XPlane2Blender 3.5 (Blender にアドオン要)
- Gimp 2.10

これらのアプリの使い方詳細については、この資料では述べません。



1. 機体作成概要

1.1 機体パッケージのファイル構成

機体作成の最終ゴールは X-Plane 11 フォルダの Airplane フォルダ内に機体パッケージフォルダ (今回の場合 B7A_Ryusei) を作る事です。機体パッケージフォルダは以下様な基本構成となります。

B7A_Ryusei /	.....	流星のパッケージフォルダ
├ cockpit_3d /	.....	3D コックピットのテクスチャを収納
│	└ -PANELS-	
│	└ Panel_Fighter.png	Fighter の場合の計器表示/操作部テクスチャ
├ objects /	.....	.obj や.png ファイル等を収納するフォルダ
├ weapons /	.....	weapon ファイル(.wpm .obj .png)を収納
├ B7A_Ryusei.acf	.....	機体データファイル
├ B7A_Ryusei_cockpit.obj	.....	コックピットオブジェクト
├ B7A_Ryusei_cockpit_texture.png	....	コックピットオブジェクト用テクスチャ
├ B7A_Ryusei_icon11.png	.....	機体アイコン画像(前編 4.9 項(2) 参照)
└ B7A_Ryusei_icon11_thumb.png	....	機体アイコン画像(前編 4.9 項(2) 参照)

各フォルダ/ファイルの役割は次の通りです。

(1) cockpit_3d /

このフォルダの下の -PANELS- フォルダには、3D コックピットのテクスチャファイル(今回の例では Panel_Fighter.png)を収納します。なお、3D コックピットから 2D コックピットに変換する機能が Plane Maker に備わっています(前編の 4.1 項)から、それを使えば 2D コックピットの表示設定でも使えます。

上記テクスチャは Plane Maker で計器を配置するベースになるものです。このテクスチャは下記(5)の B7A_Ryusei_cockpit_texture.png と同じ内容である事が多いです。作り方は 3.6 項を参照下さい。

このテクスチャファイルの名称(Panel_xxx.png)は、対象機体のコックピットタイプにより決められています。コックピットタイプは Plane Maker の **Standard** → **Viewpoint** → **General** タブ画面の **Cockpit** 欄で指定したものです。表 1.1 に従って画像名称を指定します。

表 1.1 コックピットタイプに対応するテクスチャ名称

コックピットタイプ	テクスチャファイル名称
General Aviation	Panel_General.png
Airliner	Panel_Airliner.png
Fighter	Panel_Fighter.png
Glider	Panel_Glider.png
Helicopter	Panel_Helo.png
Autogyro	Panel_Autogyro.png
General IFR	Panel_General_IFR.png
Gyro Twin	Panel_Autogyro_Twin
Fighter IFR	Panel_Fighter_IFR.png

(2) objects フォルダ

このフォルダには、機体各部を X-Plane に表示する為のオブジェクトファイル(この資料では略して **OBJ** と呼びます)、及びそのテクスチャファイルを収納します。OBJ とそのテクスチャファイルは、ファイルパスの記載を簡略化するため同じ場所に置いています。これらテクスチャファイルは以下の条件が必要です。OBJ は Blender で作成された機体データから変換(export)して作成されます。その方法は 9.1 項を参照して下さい。テクスチャファイルの詳細は 8 項参照。

(3) weapons フォルダ

飛行中に機体から離れて動くオブジェクト、Weapon のファイル(.wpn .obj .png) を収納します。Weapon の作り方は前編の 5 項およびこの資料の 2.1 項参照。

(4) B7A_Ryusei.acf

Plane Maker を使って前編で作成した機体のデータファイルです。B7A_Ryusei は機体を区別する名称です。このファイルは前記 OBJ を X-Plane 上に表示し飛行させます。このファイルの作成は 9.3 項を参照して下さい。

(5) B7A_Ryusei_cockpit.obj

このファイルは、コックピット内の計器表示やマウス操作する部品等を定義する OBJ です。この資料では以下**コックピット OBJ** と呼びます。そのファイル名は以下ルールで付与します。

(機体を区別する名称) + _cockpit.obj

(機体を区別する名称) とは機体データファイル(.acf) で使用したファイル名です。コックピット OBJ は必ずしも計器盤の形をしていなくても構いません。計器の表示部のみ、またはマウスで操作する部品のみオブジェクトでも OK です。

作り方は 3.6 項参照してください。

このファイルは、X-Plane 11.3 から objects フォルダに収納しても OK となった様です。

(6) B7A_Ryusei_cockpit_texture.png

前項のコックピット OBJ のテクスチャファイルです。そのファイル名称は以下のルールで付与します。

(機体を区別する名称) + _cockpit_texture.png

(機体を区別する名称) とは.acf ファイルで使用したファイル名です。

このファイルは(1)のテクスチャファイル(Panel_xxx.png)と同じ画像である事が多いです。このファイルは(4)項のコックピット OBJ に貼り付けるテクスチャ画像です。従ってこのファイルは Plane Maker で配置された計器や、マウス操作する部品の位置が分かる様に描かれている必要があります。

この画像のファイルサイズは、PC のメモリ消費を少なくする為、極力小さい事が求められます。作り方は 3.6 項参照して下さい。

このファイルも、X-Plane 11.3 から objects フォルダに収納しても OK となった様です。

(7) B7A_Ryusei_icon11.png 及び B7A_Ryusei_icon11_thumb.png

これらファイルは X-Plane の Flight 設定画面に表示される機体アイコンです。機体パッケージ作成が完了してから作ります。作り方は前編の 4.9 項(2)を参照して下さい。ただし、同じサイズの画像を作成して使っても問題ないようです。

1.2 機体作成のながれ

前編ですでに機体のデータファイル(.acf) は作成されているので、これ以降は概ね以下の手順となります。

- (1) X-Plane オブジェクトの構成検討 (2 項参照)
- ↓
- (2) 機体各部の 3D データ作成 (3 項参照)
- ↓
- (3) 必要な部品にアニメーション設定 (4 項参照)
- ↓
- (5) 必要な部品にマニピュレーション設定 (5 項参照)
- ↓
- (6) 全部品に LOD 設定 (6 項参照)
- ↓
- (7) 全部品に Material 設定 (7 項参照)
- ↓
- (8) テクスチャの準備 (8 項参照)
- ↓
- (9) X-Plane オブジェクトに変換 (9.1, 9.2 項参照)
- ↓
- (10) 機体データファイル(.acf)を修正 (9.3 項参照)

2. OBJ 構成

ここで述べる OBJ (X-Plane 用オブジェクトファイル) は、Blender を使って作成した図形に X-Plane が描画する特性情報を付加したものです。XPlane2Blender を Blender にアドオンすると、最大 20 個まで X-Plane 用レイヤを分ける事ができ、それぞれのレイヤ毎に一個のテクスチャを割り当て、一個の OBJ を作成する事が出来ます(9.1 項)。それぞれの OBJ は Plane Maker により作画方法が指定され、一つの機体用に.acf ファイルとしてまとめられます(9.3 項)。

2.1 OBJ の分け方

Blender で機体モデルを作成する場合は、機体のどの部分を一つの OBJ にまとめるか検討が必要です。一般的には機体を以下の部分に分けて OBJ を作るのが良いと思われま。しかしながら個別の Material 設定(7 項)が異なればさらに OBJ を分けます。

(1) 機体の外から見える部分

XPlane 11 から機外の反射を表現する Normal Metalness が使えるようになりました。これを使うためには、テクスチャに normal を追加しその α チャンネルを調整する手間がかかりますが、見栄えは素晴らしくなりますので、是非使うべきです。

(2) 機内の部分

- Normal Metalness は設定しなくても良い様です。
- 太陽光が差し込む部分は Lighting: Outside とします。
- 太陽光などで影が出来る場合は shadow mode: Internal only とします。
- X-Plane は通常 Internal 画面で使う事が多いですが、この時は外の景色を作画するのは無駄になります。この場合は Prefill を指定して、GPU の負担を減らします。
- 操縦者が近くで見るので hi res を設定し、テクスチャ画像の解像度で X-Plane は描画します。hi res を設定しないと X-Plane はテクスチャ画像の半分の解像度で描画します。

(3) 機体外面にある透明部分

他の OBJ を描画した後、最後にこの OBJ を描画する為に Lighting: Glass (Outside) と指定します。

注 可動風防のガラスの場合は、アニメーションを設定した風防枠を親とし、子部品に風防ガラスを置きます。風防枠は見えなくても良いので、Material に Draw Linked Object: off を設定します。なお同じ形状の風防枠を別 OBJ で見えるようにしておきます。

(4) 機体内部にある透明部分

その部分の奥を正しく描くため Lighting: Glass (Inside) とします。

(5) 計器の表示、マウス操作、カメラ衝突を検出する部分

これら部分を含む OBJ はコックピット OBJ として決められたファイル名称を付与します(9.2 項)。この OBJ の子供部品(.obj)は以下の物を含む事が出来ます。

- Plane Maker で設定した計器類を表示するオブジェクト
- Camera Collision が設定されたオブジェクト(フリーカメラが通過できない壁)
- マウス操作して Dateref 値を変える事ができるオブジェクト(マニピュレーション設定されたオブジェクト)

注 コックピット OBJ の全ての子部品(.obj)に LOD を設定出来ません。設定すると描画されません。

注 このオブジェクトは X-Plane 実行中ずっと CPU が監視してるオブジェクトなので、なるべく簡単な構成、少ないテクスチャサイズにするのが良いです。

(6) Weapon 用 OBJ

Weapon 用に OBJ を指定する事が出来ます。

- LOD 設定は出来ません。テクスチャファイル名に#は使えません。その他詳細は XP11 用機体作成メモ(前編)の 5 項を参照して下さい。

この他、機体分割の都合やテクスチャ画像を分ける都合で OBJ も分ける事があります。

表 2.1 OBJ の分類とその設定例

項	OBJ 区分	対象となる部分	Blender で設定			Plane Maker 設定 (9.3 項参照)
			OBJ 毎に設定する	部品毎に設定する		機体パック毎に設定する
			Scene プロパティ	Object プロパティ (6 項参照)	Material プロパティ	Standard → MISC Objects メニュー
1	主に External 画面で見る OBJ	機体外表面、稼働翼、降着装置、アンテナ支柱、ピトー管、プロペラ、スピナ、着艦フック	Name: 任意の OBJ 名称 Type: Aircraft (Part) Textures Default: Night: Normal/Specular: LODs: 4 Level of detail 1 Near: 0 Far: 10 Level of detail 2 Near: 10 Far: 100 Level of detail 3 Near: 100 Far: 1000 Level of detail 4 Near: 1000 Far: 3000	Manipulator 設定不可 LOD: <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Normal Metalness = On Camera Collision = No Part Of Cock Panel = No	Lighting: Outside shadow mode: Exterior only use LOD: on No Prefill hi-res: off
2	主に Internal 画面で見る OBJ	操縦席の壁面、計器盤、操縦装置、シート		Manipulator 設定不可 LOD: <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> または LOD: <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Normal metalness = Off Camera Collision = No Part Of Cock Panel = No	Lighting: Inside shadow mode: All Views use LOD: on Prefill hi-res: on
3	機体外部の透明な OBJ	キャノピーの透明部分		Manipulator 設定可 LOD: <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Lighting: Glass (outside) use LOD: on hi-res: off
4	機体内部の透明な OBJ	照準器のガラス板		Manipulator 設定可 LOD: <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Lighting: Glass (Inside) use LOD: on hi-res: off
5	コックピット OBJ	X-Plane が表示する計器がある計器盤、マウスクリックする部品、Camera collision を設定する図形	Name: (機体名) + _cockpit Type: Cockpit Textures Default: // + (機体名) + _cockpit Night: Normal/Specular: Cockpit Regions: 1 Left: 0 Right: 0 Width: 10 =1024 Height: 10 =1024	Manipulator 設定可 LOD 指定不可	Normal Metalness = No Camera Collision = Yes Part Of Cock Panel = Yes	Lighting: Outside shadow mode: Exterior only use LOD: off No Prefill hi-res: on Int Cockpit: on
6	Weapon 用 OBJ	銃身、爆弾	Name: 任意名称 Type: Aircraft (Part) Textures Default: Night: Normal/Specular: LODs: None	Manipulator 設定可 LOD 指定不可	Normal Metalness = Off Camera Collision = No Part Of Cock Panel = Off	Experts → Build Weapons メニュー画面の Shell Object 欄でファイル名を設定(前編 5.2.1 項参照)。

3. 3D 機体データ作成

3.1 Blender 使用前の準備

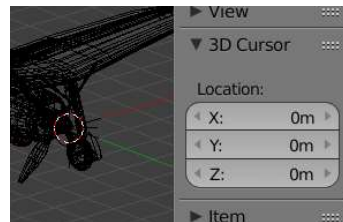
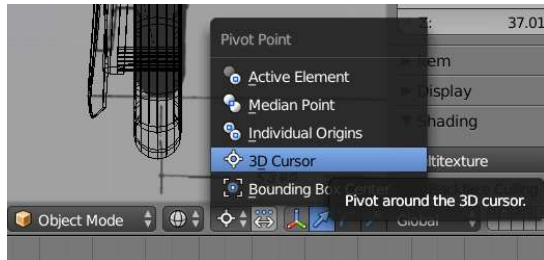
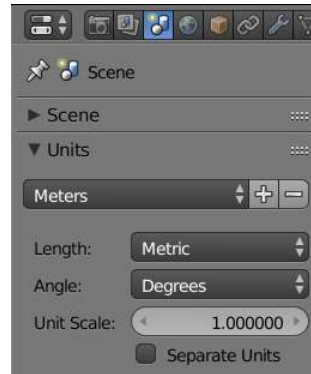
事前に XPlane2Blender を Blender にアドオンしておく必要があります。XPlane2Blender は Web 検索で入手できます。この資料では XPlane2Blender V3.5 を使って説明しますので、それ以降であれば問題ないと思われます。このアドオンは Blender に X-Plane 用機体やシーナリを作成する為の各種メニューが追加されるので必須です。

Blender は以下の様に使用する事を推奨します。

(1) 表示言語はデフォルトの英文のまま使います。

(2) 値の単位はメートルとします。
プロパティ枠の **Scene** タブ で▼**Scene** の **Unit Presets** を **Meters** に設定します。(右図)

(3) 図形の回転中心(Pivot center)は 3D カーソルとします。
3D View 画面のメニュー(下図)で 3D Cursor を選択し設定します。これにより回転や拡大縮小の中心がその時の 3D カーソル位置となります。3D カーソルの座標は▼3D Cursor の **Location:** (右下図)に示されるので、回転や拡大縮小の際は 3D カーソルの空間的位置を確認しておく必要があります。



(4) **Export Mode** は **Layers** とします。

プロパティ枠の **Scene** タブ で▼**X-Plane** の **Export Mode** を **Layers** に設定します。(右図)

この設定により、作成した図形を X-Plane オブジェクトに変換する際、表示中のレイヤ内にある図形をまとめて 1 つの X-Plane オブジェクトに変換されます。機体のどの部分を 1 つの X-Plane オブジェクトにするかは約束事があるので 2 項を参照して下さい。



(5) 画面右上の **Outliner** は、各レイヤの部品をそれぞれ 1 つの親フォルダにまとめます。

機体作図が進み部品が増えると **Outliner** 欄に多くのオブジェクトが記載され、どれがどのレイヤに含まれるか分かりにくくなります。その為 **Outliner** 欄の記述を以下の様にする事を推奨します。

①各レイヤの原点に **Empty Plane Axes** を追加し、その名称を以下の例の様に指定します。

#01 Fuselage ←X-Plane レイヤ 1 でそのレイヤの名称が Fuselage の場合

②その子グループに同レイヤ内の全ての部品を移動します(上図)。移動はドラッグアンドドロップで行えます。

(6) **Outliner** 欄の **Camera** と **Lamp** は不要なので削除してもかまいません。



3.2 機体の配置と三面図設定

Blender 内で作成する機体の位置(向き)は以下の様にしなければなりません。

- (1) 実寸で正の Y 軸方向に向かって機体図形を作成する事。(右図参照)
- (2) Blender の座標原点は Plane Maker で機体を作成した時の原点に合わせる事 (機体の先端)

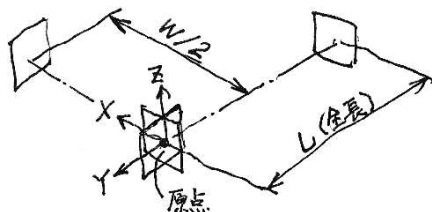
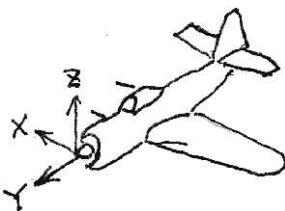
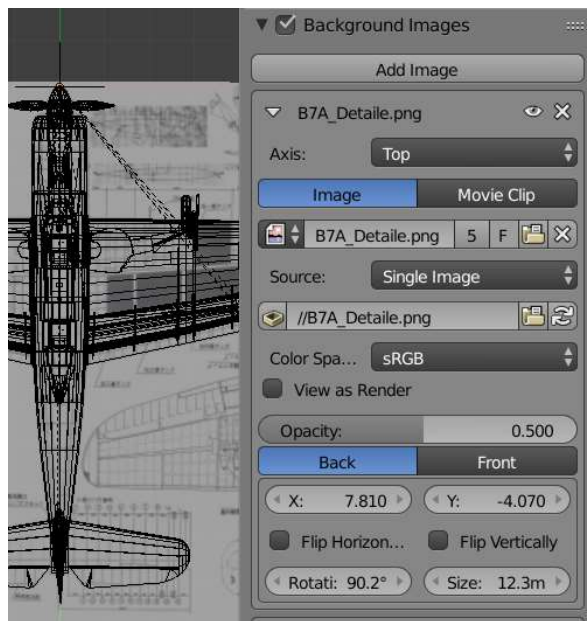
以上の条件のもとに以下の要領で、機体の三面図を Blender の XYZ 座標系に実寸で合わせます。

- ①機体の全長(L)および全幅(W)をあらかじめ調べておきます。
- ②原点上に Y 軸に垂直な Plate を置き、その Plate をコピーし負の Y 軸方向に全長(L)だけ移動します。
- ③原点に X 軸に垂直な Plate を作り、そのコピーを X 軸の正方向に w/2 移動します。作成した原点の Plate は後で利用しますので消さないで下さい。最終的に上図の様になります。

- ④画面を Top に変更し(View → Top)、Background Images 欄(右図)を使って画面の背景に平面図を表示させます。

- ⑤更に機体先端を Blender 座標系原点の Plate に合わせ、胴体後端を後端の Plate に合う様に画像の倍率と位置を調整します。

同様にして Blender の Left と Back 画面も、Background 画像が機体先端と後端に合う様にの側面図と正面図をそれぞれ配置します。



3.3 胴体の作成ヒント

基本的には、断面を作りその断面を隣の断面位置に Exclude し、そこでの断面形状を修正するという作業になります。

- (1) 最初の断面作成

画面を Left にして胴体の目印となる位置をクリックしカーソルを置きます。

画面を Back にしてカーソルの Location: を X=0、Y=0 します。

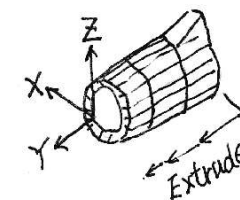
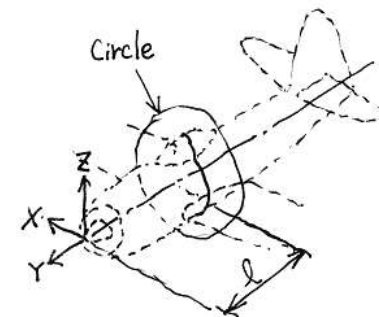
その位置に Circle を作ります。Circle 内の節点は片側 9 個ぐらいが適当ですが、必要に応じ調整します。また、オブジェクトに Mirror 設定するのであれば片側のみ作成すれば良いです。

- (2) 断面を Exclude し形状修正

作られた断面を別の断面位置に Extrude します。別に Left 画面を開いて置き、それを見ながら Exclude すると楽です。

その新しい位置で形状をその断面形状に合わせます。

これを断面の数だけ繰り返して胴体を作ります。



3.4 翼の作成ヒント

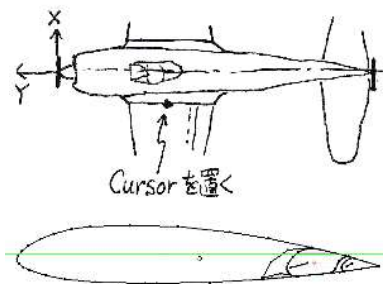
- (1) Top 画面で翼の根本部分をクリックし、その位置にカーソルを置きます。(右図)

Left 画面でカーソル **Location** の Z 座標値を修正し、カーソルを翼断面の中央付近に移動します。

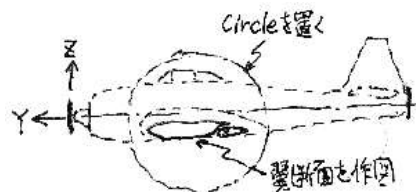
その位置に **Circle** を作成し、を翼型に形状変更します。

翼型にはフラップやエルロン等の可動翼も記載します。またそれら可動翼の回転中心点を含む線も記載するのを忘れない様になります。後のアニメーション設定で回転中心軸として使います。

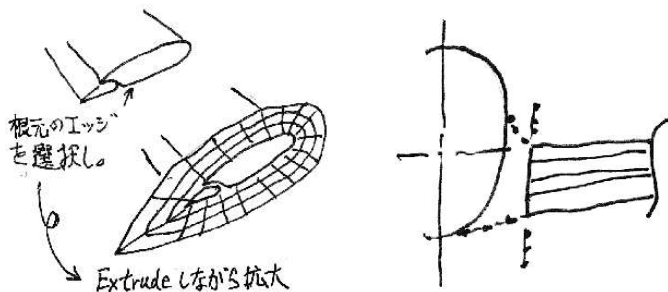
今回のモデルでは右図のような断面を作成しました。



- (2) 根本の断面形状を X 軸方向に **Exclude** し、その位置の断面を縮小します翼の弦長を合わせます。同様な作業を繰り返して翼オブジェクトを作ります。



- (3) フィレットを作成する為に、翼の根元のエッジを選択し **Mesh → Snap → Cursor to Selected** をクリックします(下図)。翼の根元エッジの中央付近にカーソルが移動します。

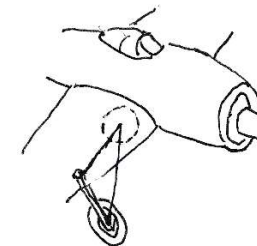


- (4) 例えば ES1.05 とキー入力します。根元エッジが拡大されて面が出来ます。1.05 は拡大倍率ですが適当な倍率にして構いません。フィレットに置きたい支点の列数だけ繰り返します。

- (5) その形状をフィレットに修正します(上右図)。

3.5 主車輪の作成ヒント

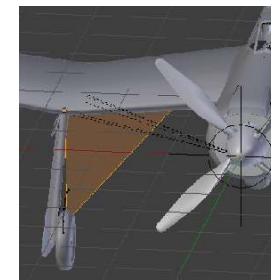
- (1) 主車輪の回転中心、地上でのタイヤ中心および折り畳み時のタイヤ中心の3点で三角形を作ります。(右図)



- (2) Edit 画面でその三角形を選択し、**View → Align View → Align View to Active → Front** をクリックし画面をその三角形を法線方向から見た画面にします(右下図)。

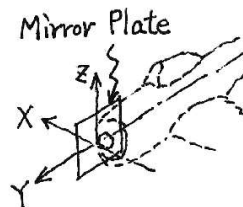
この画面で主輪収納位置のタイヤや主輪カバーを回転し、主車輪下がっている位置に移動します。この事によりタイヤ緩衝シリンダの最大伸び位置が分かります。

またこの画面から主車輪を収納するアニメーション設定が可能です。



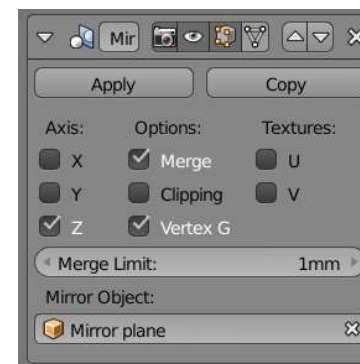
- (3) 片側の主車輪部品が完成したら、反対側に鏡像複写する為の面として、原点で X 軸に垂直な **Plate** (下図、3.2 項で作ったはず) を作ります。その名称を例えば **Mirror Plane** とします。

この **Mirror plane** は **Material** 設定で **Draw Lincked Objects** (7 項参照) のチェックを外してください。そうすればこの平面にテクスチャ貼る必要ありません。この平面は削除不可。



- (4) プロパティ枠の **Modifiers** タブ で **Mirror** を追加し、**Mirror Object:** 欄で **Mirror Plane** を選びます(右図)。

この作業をすべての主車輪部品に行います。これで反対側の主車輪が出来ます。



注意: 上記方法は固定主輪の場合にのみ有効です。主輪にアニメーションを設定する場合は、右図の **Apply** ボタンを押下して反対側の主輪のオブジェクトも別に作る必要があります。

注意: アニメーション方法は 4.5.1 項参照。

3.6 計器盤の作成ヒント

以下の手順で作成します。

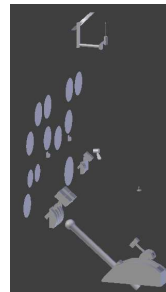
- (1) Plane Maker の 3D コックピットで計器を配置する無地の画像を用意します。今回の場合は、Panel_Fighter.png の名称で 1.1 項記載の場所に 1024 x 1024 の灰色の画像を準備しました。画像のサイズは 2 の階乗で正方形でなければなりません。

注 この画像にはマニピュレーション設定(5項)するオブジェクトのテクスチャも含まれるので必要最小限の余白が必要です。なるべく小さいほうが良い。

- (2) Plane Maker の **Standard** → **Panel: 3-D** メニューから計器設定画面(下図)を開きます。左の計器リストから必要な計器を画面上にドラッグし貼り付けます。貼り付け位置は適当で構いません。なるべく詰めて貼り付けます。(下図) 全ての計器が設定されたら、その画面をコピーし Gimp の様な画像処理アプリで画像部を切り出し、画像サイズが 1024 x 1024 になるように拡大または縮小します。このファイルをコックピットテクスチャ(B7A_Ryusei_cockpit_texture.png)として機体フォルダの直下に格納します。(1.1 項参照)

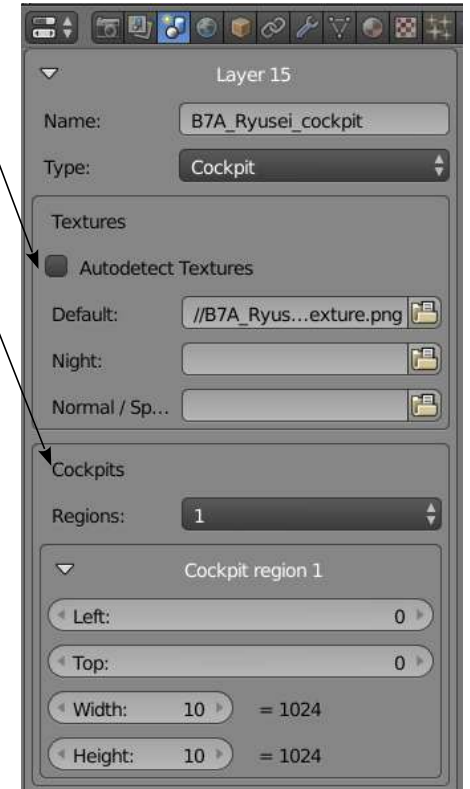


- (3) コックピットオブジェクト(右図参照)を作成します。このオブジェクトは X-Plane 実行中にリアルタイムで画像書き換え、マウス操作検出、カメラの接触を監視するオブジェクトで以下の部品を含みます。
 - ・ 操縦中の計器状態を表示する子部品
 - ・ 操縦者がマウス操作する子部品
 - ・ Camera collision を設定する子部品(7 項参照)



- (4) プロパティ枠の **Scene** タブ の **XPlane** で、**Name:** は (機体を区別する名称) + **_cockpit.obj** とします。**Type:** を **Cockpit** とします。**Textures** には **Autodetect Textures** のチェックを外し **Default** 欄にテクスチャ画像のルートパスを入力します。Blender ファイルとテクスチャファイルが同じフォルダ内にある場合は最初に // が入るかと思います。

- (5) さらに **Cockpits Regions:** は 1 に設定してその画像のサイズを指定します。今回の例では 1024 x 1024 の画像なので右図の様になります。




- (6) 最後に OBJ に変換し(9.1 項参照)、コックピット OBJ として機体パッケージ直下のフォルダ内に保存します。(1.1 項参照) このコックピット OBJ は以下の注意が必要です。
 - ・ このオブジェクトは DOA 設定(6 項)出来ません。設定すると X-Plane に描画されません。X-Plane が混乱する様です。
 - ・ 機外から見るコックピット OBJ と機内で見えるコックピット OBJ は別 OBJ に分けます。Plane Maker の **Misc Objects** で **Ext Cockpit** および **Int Cockpit** に設定を分けます(9.2 項参照)。ですが今回の例では **Int Cockpit** のみ作成しています。

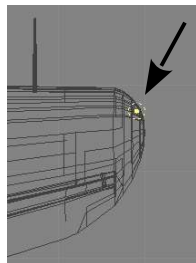
3.7 ランプ設定ヒント

ランプは Plane Maker でも取り付ける事が出来ますが、今回の様に折り畳み可能な主翼の先端に航法灯を付ける場合は、Blender で取り付けます。

Blender によるランプ取付手順

(1) 3D カーソルをランプを取り付ける位置に置きます。

(2) **Add → Lamp** メニューをクリックし  のプロパティにて **Type:** を **Named** に変更します。



(3) **Name:** 欄には XPlane2Blender にリストアップ(*) されたランプ名称を入力します。主なものは以下です。

ランプ名称	内容
airplane_landing	着陸灯
airplane_beacon	ビーコン
airplane_taxi	タクシー用
airplane_nav_tail	尾灯
airplane_nav_left	航法灯左
airplane_nav_right	航法灯右

この他にもシーナリ用も含め色々な Named Lamp が有ります。詳細は X-Plane.org Forum の **OBJ with All Named Lights** を参照してください。

* 同じものが、io_xplane2blender フォルダ内の lights.txt にリストアップされています。しかしながらこのファイルは触らない方が良いでしょう。

4. アニメーション設定



X-Plane は動作中に指定された場面の値(Dataref 値)をリアルタイムで発行します。その値を使って機体の指定された部分の表示/非表示(Show/Hide)や、移動/回転(Transformation)を表示する事が出来ます。

使用できる Dataref は [X-Plane - Dataref Search](#) にリストアップされています。

注意: 部品が表示/非表示と移動/回転の両方の動作をする場合、その部品を親子に分割し、親に表示/非表示を設定し、子に移動/回転を設定すること。

4.1 Show / Hide 設定

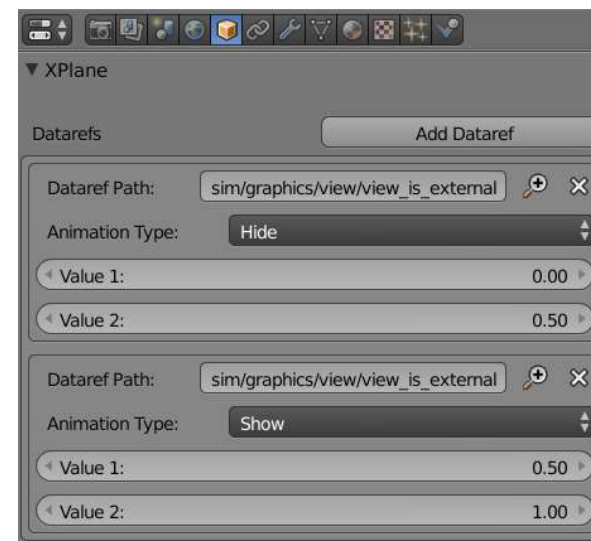
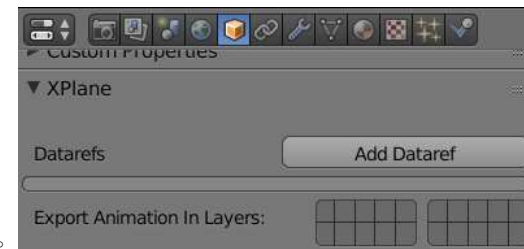
(1) 対象部品を選択し、プロパティ枠の Object タブ  の **▼X-Plane** で **Add Dataref** ボタンをクリックします。Dataref 入力欄が現れます。

(2) **Dataref Path:** 欄に使用する Dataref を入力します。右側の  アイコンをクリックして、表示されるリストから選択することも出来ます。アイコン  を押せばそのリストは消えます。

(3) **Animation Type:** 欄で対象部品を表示させる場合は **Show** を、表示させない場合は **Hide** をクリックします。

(3) **Value 1:** に **Show** 又は **Hide** が有効になる開始値を入力します。

Value 2: に **Show** 又は **Hide** が無効になる終了値を入力します。

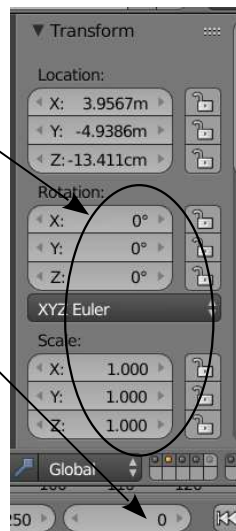
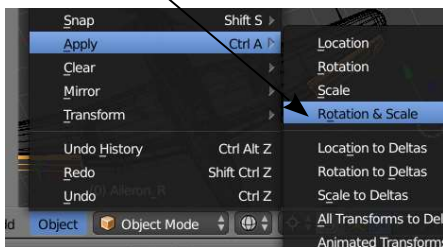


以上の設定で指定された Dataref 値が Value1 と Value2 の間にある時、Show の時は対象部品を表示、Hide の時は非表示の処理がされます。Show / Hide アニメーションではキーフレームの設定は必要ありません。

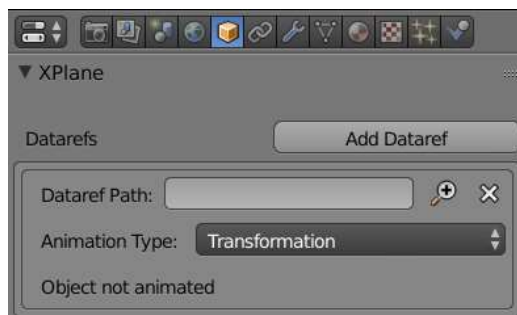
上記画面の例では、対象部品は Internal 画面では表示されなく、External 画面では表示されます。

4.2 Transformation 設定

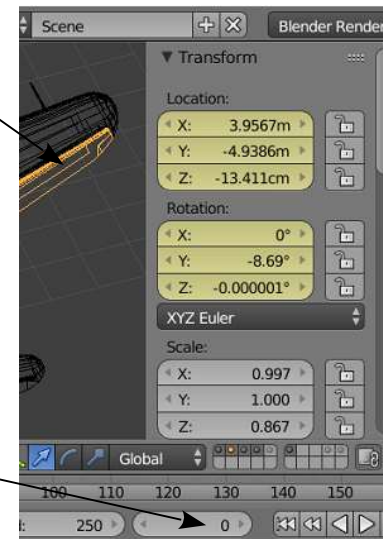
- (1) オブジェクトモードで対象部品を選択し、画面下部にある Frame 番号 (Current Frame) 値を 0 に設定します。更に ▼Transform 欄の Rotation: 値が全て 0、Scale: 値が全て 1 である事を確認します。(右図、重要)
 そうでない場合は、Object → Apply → Rotation & Scale メニュー(下図)をクリックしそれまでの修正履歴をリセットします。
 それでも Scale: 値が 1 でなく -1 の場合があります。その場合はその部品を鏡像反転し Flip Normals するなどして、1 になる様に下さい。



- (2) プロパティ枠の Object タブの ▼X-Plane で Add Dateref ボタンをクリックします。Dateref 入力欄が現れます。
 Animation Type: で Transformation を選択します。

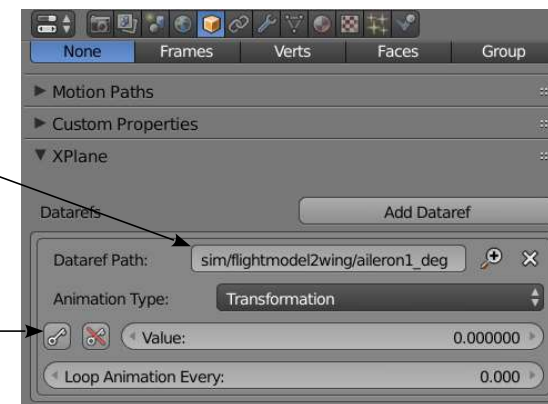


- (3) Blender の 3D View 画面で対象部品をその Frame 番号での位置に回転または移動します。I キーを押下し現れたリストから LocRot を選択すると、右図の様に ▼Transform 欄の Location: と Rotation: の値が黄色に変わります。これでその Frame 番号での部品場所と回転位置が登録された事が分かります。Frame 登録を取り消す場合は Alt + I を押下します。



- (4) Dateref Path: 欄に使用する Dateref を入力します。右側のアイコン [+] をクリックして、表示されるリストから選択することも出来ます。[-] アイコンを押せばそのリストは消えます。

- (5) [-] をクリックして値をリセットしてから Value: 欄にその Frame 番号の時の Dateref 値を入力し [-] をクリックします。Value: 欄が黄色になり、その Frame 番号 (この場合 Frame 0) での Dateref 値が登録されました。



- (6) これ以降、Frame 番号 (Current Frame) を次の番号に変更し、(3)項を参照して部品位置を移動し、(5)項を参照してその状態の Dateref 値を登録します。

参考: アニメーション中に Dateref 値が登録された Value: の範囲を超えた場合は、X-Plane は外挿法でアニメーション続けますが動作は保証されません。

注意: Transformation は、Dateref 値が 0 である位置を Frame 番号 (Current Frame) の 0 とし、アニメーションを開始します。

注意: 親子に分かれた部品は、子部品から (下位の部品から) 先にアニメーション設定するのが良い様です。

注意：回転設定する部品はそのオブジェクトの原点(Origin)を回転中心に置くこと。

注意：回転は90°ごとに別Frameにする事。動きがおかしい場合はより細かい角度でFrameを分けること。

注意：任意方向軸の回転の場合は、軸方向から見た画面で回転させ登録すること。

注意：翼関連のDateref記述の最後尾に ...[N] の記載が付く場合があります。これは前編の4.3.2項で設定した翼の部分のどれに関連するDaterefか関連付ける為のものです。番号Nは表4.1の通り決まっています。

表4.1 番号N

N	指定場所	10	Vertical stabilizer 1	21	Misc Wing 10
0	Left Wing 1	11	Vertical stabilizer 2	22	Misc Wing 11
1	Right Wing 1	12	Misc Wing 1	23	Misc Wing 12
2	Left Wing 2	13	Misc Wing 2	24	Misc Wing 13
3	Right Wing 2	14	Misc Wing 3	25	Misc Wing 14
4	Left Wing 1	15	Misc Wing 4	26	Misc Wing 15
5	Right Wing 1	16	Misc Wing 5	27	Misc Wing 16
6	Left Wing 2	17	Misc Wing 6	28	Misc Wing 17
7	Right Wing 2	18	Misc Wing 7	29	Misc Wing 18
8	Left horizontal stabilizer	19	Misc Wing 8	30	Misc Wing 19
9	Right horizontal stabilizer	20	Misc Wing 9	31	Misc Wing 20

4.3 Dateref の選択

以上述べた通り Dateref は、アニメーションされた部品の位置または表示/非表示を決める値です。この Dateref は [X-Plane - Dateref Search](#) に リストアップされている通り数多あります。(同様のものが X-Plane 11/Resources/Plugins/DataRefs.txt にもありますが開かない方が良いでしょう)

古い Dateref はサポートされなくなる可能性があるので、原則として新規の機体はなるべく以下の Dateref を使う事が推奨されています。

sim/flightmodel2/.....

sim/cockpit2/.....

表 4.2 に今回使用した Dateref をまとめます。

表 4.2 アニメーション設定一覧

項	アニメーション内容	使用 Dateref				
		フレーム	Dateref 値: 設定内容			
1	エルロン動作	左翼エルロン: sim/flightmodel2/wing/aileron1_deg[2] 右翼エルロン: sim/flightmodel2/wing/aileron1_deg[3]				
		Frame 0	0: 中央位置			
		Frame 1 Frame 2	20: 後端が下に 20° 回転 -20: 後端が上に 20° 回転			
2	ラダー動作	sim/flightmodel2/wing/rudder1_deg[10]				
		Frame 0	0: 中央位置			
		Frame 1 Frame 2	20: 上から見て後端が右に 20° 回転 -20: 上から見て後端が左に 20° 回転			
3	エレベータ動作	sim/flightmodel2/wing/elevator1_deg[8]				
		Frame 0	0: 中央位置			
		Frame 1 Frame 2	20: 後端が下に 20° 回転 -20: 後端が上に 20° 回転			
4	ジョイスティックに合わせ操縦桿、フットペダルを動かす	左右: sim/cockpit2/controls/yoke_roll_ratio 前後: sim/cockpit2/controls/yoke_pitch_ratio フットペダル: sim/cockpit2/controls/yoke_heading_ratio				
			値	前後	左右	フットペダル
		Frame 0	1: Full 後方	Full 右	Full 右向き	
		Frame 1 Frame 2	0: 中立 -1: Full 前方	中立 Full 左	中立 Full 左向き	
5	フラップ動作	フラップ本体: sim/flightmodel2/controls/flap1_deg[N] 操作レバー: sim/flightmodel2/controls/flap_handle_deploy_ratio				
		Frame 0	0: フラップ上			
		Frame 1 Frame 2 Frame 3	10: 10° 下 20: 20° 下 30: 30° 下			
6	ジョイスティックに合わせスロットルレバーを動かす	sim/cockpit2/engine/actuators/throttle_ratio_all				
		Frame 0 Frame 1	0: 全閉 (idle) 1: 全開			
7	抗力板操作レバーにより抗力版を動かす	抗力版本体: sim/flightmodel2/wing/speedbrake1_deg[1] 操作レバー: sim/cockpit2/controls/speedbrake_ratio				
		Frame 0 Frame 1	0: 全閉 1: 全開			

8	主脚軸 リンク 1 リンク 2 ギア扉 タイヤ扉を動かす	右翼主輪: sim/flightmodel2/gear/deploy_ratio[1] 左翼主輪: sim/flightmodel2/gear/deploy_ratio[2] 操作レバー: sim/cockpit2/controls/gear_handle_down
		Frame 0 0: 脚出し完、タイヤ扉閉 Frame 1 0.1: タイヤ扉開 Frame 2 1.0: 脚上げ完
9	主脚出し入れによる タイヤ軸の撓みを0.2mとし、 タイヤ軸とオレオの位置 を設定する。	右翼主輪: sim/flightmodel2/gear/tire_vertical_deflection_mtr[1] 左翼主輪: sim/flightmodel2/gear/tire_vertical_deflection_mtr[2]
		Frame 0 0 : たわみ無し(脚上げ時) Frame 1 0.2: たわみ0.2m(接地時)
10	タイヤ回転	sim/flightmodel2/gear/tire_rotation_angle_deg[0]
		Frame 0 0 : 初期値 Frame 1 90: 機体前進する方向に90°回転
11	風防開閉動作に合 わせステップ、 取っ手を動かす	sim/flightmodel2/misc/canopy_open_ratio
		Frame 0 0 : 全閉 Frame 1 0.1: ステップ 出 Frame 2 1.0: 全開
12	エンジンが20RPM 以下の時プロペラ を表示する	sim/flightmodel2/engines/prop_rotation_speed_rad_sec[0]
		Frame 0 0~20: Show Frame 1 20~60000: Hide
13	プロペラ回転動作	sim/flightmodel2/engines/prop_rotation_angle_deg[0]
		Frame 0 0 : 初期値 Frame 1 90: 操縦席から見て右に90°
14	カウルフラップ開 閉	sim/cockpit2/engine/actuators/cowl_frap_ratio[0]
		Frame 0 0: 全閉 Frame 1 1: 全開
15	爆弾層開閉	扉本体: sim/flightmodel2/misc/custom_slider_ratio[1] 操作レバー: sim/cockpit2/switches/custom_slider_on[1]
		Frame 0 0: 全閉 Frame 1 1: 全開
16	External 表叔父の時の みパイロットを 表示する	視点が機外か検出: sim/graphics/view/view_is_external
		Hide 0 ~ 0.5: 隠す(External view でない) Show 0.5 ~ 1: 隠さない(External view)

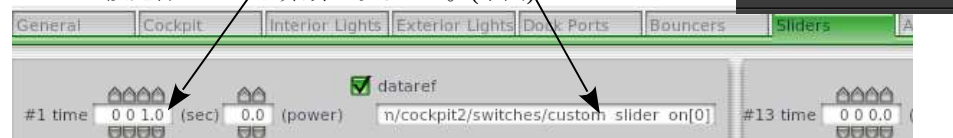
4.4 カスタムスライダー

Datarefの中には、ユーザーが部品をクリックし部品のアニメーションを起動し任意の速さで動かす事ができる物があります。それは Custom Slider と呼ばれます。以下に起動方法として、部品画像をクリックする方法と固有の部品をクリックする方法を紹介します。

4.4.1 部品画像によるアニメ起動

Plane Maker の3D コックピットに2D ボタンを設定し、ON になった時アニメーションを起動する方法を示します。

- (1) Plane Maker の **Standard** → **Panel: 3-D** 画面で **Instrument List** (右図)から **but_command_slider.png** を選び、計器盤に貼り付けます。(詳細手順は3.6項参照)
分かりにくいですが、この操作の順番に Custom slider の番号は昇順に N の値が割り当てられます。何番目の設定がどのアニメを起動するか覚えて置かねばなりません。
- (2) Plane Maker の **Standard** → **Viewpoint** メニューの **Sliders** タブで、**#1 の Dataref** 欄に **sim/cockpit2/switches/custom_slider_on[0]** を指定しその上の□にチェックを入れます。☑はこのスライダーが下記の Dataref を使う事を宣言するものです。
time 欄にアニメ実行時間を指定します。
この設定行は#1 から昇順に取ること。(下図)



注 Dataref の ...custom_slider_on[0]の追番は昇順で、設定行#1 から順に記載するので、Dataref の追番と設定行#番号はズレます。

- (3) 動かす対象オブジェクトには以下の様にアニメーション設定します。

Dataref	sim/flightmodel2/misc/custom_slider_ratio[0]	
Frame 番号	値	オブジェクト位置
0	0	スライダーが Off の時の位置
1	1	スライダーが On の時の位置

Dataref 末尾の [0] の値は起動する...custom_slider_on[0] に合わせます。

参考 Plane Maker の **Panel: 3-d** 画面で計器盤を表示している時、Alt キーを押下すると当該スイッチに設定行番号が表示されます。

4.4.2 固有の部品によるアニメ起動

操縦席にある部品をクリックしてアニメーションを起動する事ができます。例えば車輪出し入れのアニメの場合以下を使います。(4.5.1 項)

起動用: **sim/cockpit2/controls/gear_handle_down**

アニメ動作用: **sim/flightmodel2/gear/deploy_ratio[1]** (1 番の車輪の場合)

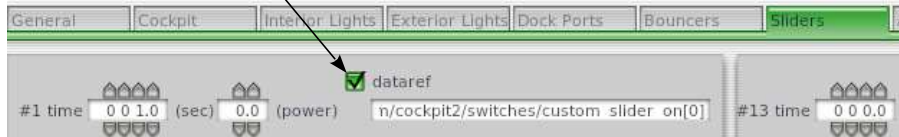
汎用の Custom Slider の場合は以下の Datarref をペアで使います。

起動用: **sim/cockpit2/switches/custom_slider_on[N]**

アニメ動作用: **sim/flightmodel2/misc/custom_slider_ratio[N]**

N の値は Custom slider の番号で最大 24 まで使えます。起動用 Datarref が On (1.0) になるとその Custom slider の Datarref 値が増加し、再度起動用 Datarref が On になるとその Datarref 値は減少します。その増加(減少)の時間は Plane Maker で設定します。以下に設定方法を示します。

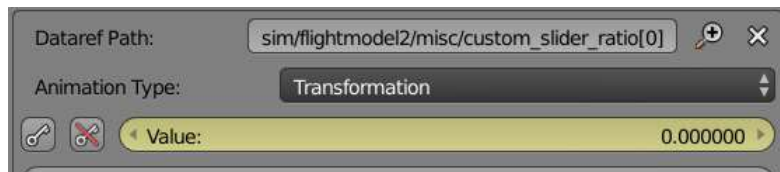
- (1) Plane Maker の **Standard** → **Viewpoint** メニューの **Sliders** タブで、#0 の Datarref 欄に **sim/cockpit2/switches/custom_slider_on[0]** を指定し、その上の□にチェックを入れます。**time** 欄にその Custom slider が 0 → 1 にスライドする時間 (つまりアニメーションする時間) を指定します。☑はこのスライダーが一般の Datarref を使う事を宣言するものです。



注 Custom slider 番号が 4.4.1 項の様にシステムで自動的に取られた場合は、何番の Custom slider が空いているか分かりません。その様な時は N=24 から降順に取る事が推奨されています。

- (2) 動かしたいオブジェクトに以下の様に目的のアニメーションを設定します。(4 項参照)

Datarref	sim/flightmodel2/misc/custom_slider_ratio[0]	
Frame 番号	値	オブジェクト位置
0	0	スライダーが Off の時の位置
1	1	スライダーが On の時の位置



- (3) アニメを起動するオブジェクト(操作レバー等)を作成し、そのオブジェクトの Manipulator に以下の様に設定します。

Type: マウス操作の種類を選びます。

Cursor: その部品上にマウスを置いたときの表示画像

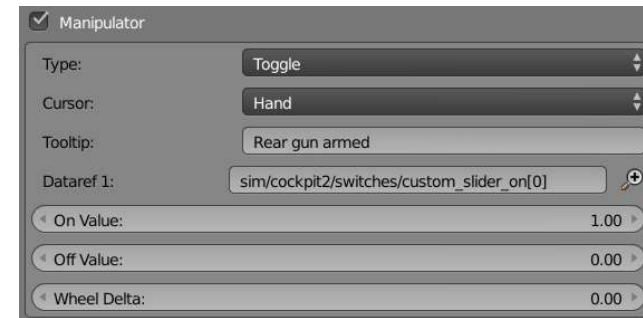
Tooltip: 起動するアニメの説明文(任意)

Datarref: 動作を起動する Datarref (前項(1)で Plane Maker に指定したもの)(注)

On Value: 起動する時の Datarref 値(注)

Off Value: 起動していない時の Datarref 値(注)

注 Type の設定内容により異なります。



Type が Toggle の場合は、オブジェクトをクリックすると起動用 Datarref が On (1.0) になり、その Custom slider の Datarref 値が増加します。再度クリックすると起動用 Datarref が Off (0) になりその動作用 Datarref 値は減少します。

4.5 設定例

4.5.1 主脚のアニメーション設定

一例として主脚を取り上げます。主脚の上げ下げは、車輪の回転、ダンパーによるタイヤの上下動、オレオの動き、ステアの折り畳み、脚軸の回転、扉の開閉とそれぞれアニメーション指定します。

主脚のアニメーションで使う Dataref 値 (.../gear/deploy_ratio[]) は脚上げ時で0、脚下げ時で1となります。従って、Dataref 値が0の時 (つまり脚上げ時) を Frame が0としてアニメーションを開始しなければなりません。

基本的に先端部の動きからアニメ設定するのが良いです。今回は以下の手順でアニメーション設定しました。左右の脚とも同様に設定します。

(1) 主脚各部の部品を親子孫の関係をつけて Blender で作成します。右図の様になります。

(2) 脚が出た状態で孫部品であるタイヤの回転をアニメーションします。機体を進行させる方向に90°回転したのを Frame 1とし、90°毎に繰り返す設定にします。

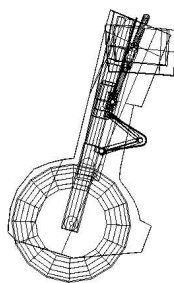
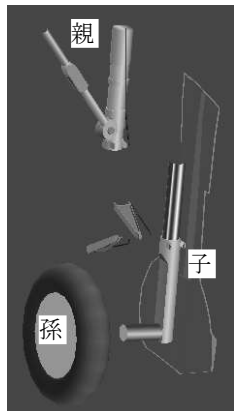
Dataref	sim/flightmodel2/gear/tire_rotation_angle_deg[1]	
Frame 番号	値	オブジェクト位置
0	0	初期状態
1	90	タイヤを進行方向に90°回転
Loop Animation every: 90		

上記 Dataref は1番の脚の場合です。

(3) 脚が出た状態で子部品である主軸先端部の地上と空中での軸方向撓み (地上で0.2mのたわみ) をアニメーションします。またオレオの位置や角度も同時に設定します。

Dataref	sim/flightmodel2/gear/tire_vertical_deflection_mtr[1]	
Frame 番号	値	オブジェクト位置
0	0	たわみ無し(脚上げ時)
1	1.0	たわみ0.2m(接地時)
Loop Animation every: 0		

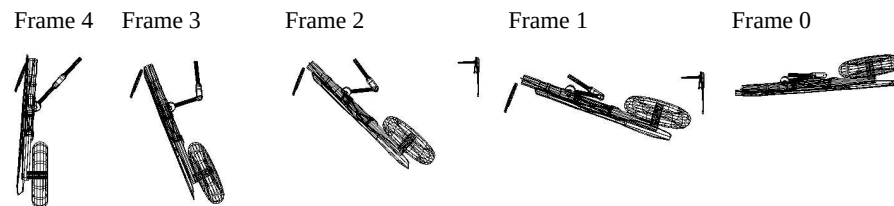
上記 Dataref は1番の脚の場合です。



(4) 親部品である主脚の付け根部およびその子部品 (主脚カバー、リンク1、リンク2、タイヤ軸) にアニメーション設定します。Frame 間の動き(角度)が大きいとアニメーションを見てステア1やステア2の動きがおかしい事があります。その場合は中間Frameを増やして、Frame間の動きの差を小さくする必要があります。今回の例ではFrame 0 → Frame 4まで五段階に分けてアニメーション設定しました。

Dataref	sim/flightmodel2/gear/deploy_ratio[1]	
Frame 番号	値	オブジェクト位置
0	0	完全脚上げ状態
1	0.25	
2	0.50	
3	0.75	
4	1.0	脚完全下げ状態
Loop Animation every: 0		

上記 Dataref は1番の脚の場合です。



(5) 主脚の動作を起動するレバーオブジェクトを作成し、その Manipulator 特性に以下を設定します。(5項参照)

Type: Toggle
Cursor: Hand
Dataref: sim/cockpit2/controls/gear_handle_down
On Value: 1
Off Value: 0

なお、レバーオブジェクトには脚と連動して動くアニメ設定が必要で、3.6項の計器盤と合わせてコックピットOBJに含めます。

5. マニピュレーション設定

マニピュレーションを設定すると、X-Plane は画面上のその部品にマウス操作されたかどうかを常に把握し、操作があった時に所定の Dataref 値を出力する事が出来ます。その値を元に指定された部品のアニメーションが起動します。

注意：マニピュレーションを設定した部品はコックピット OBJ に含まれねばなりません。

注意：マニピュレーションを設定しようとする部品が小さくてマウスクリック困難な場合は、別部品のオブジェクトを作りそれにマニピュレーション設定 (5.2.2 項) します。その場合 Material タブで Draw Linked Objects のチェックを外し非表示にします。

5.1 設定方法

(1) 起動のトリガとなるオブジェクトを作り、そのプロパティの Object タブ の ▼X-Plane で **Maniurator** にチェックを入れます。

(2) 表示されるメニューの **Type:** で適用するマウス操作のタイプを選択し、その下に表示される欄に必要な値を入れます。

Type: マウス操作の種類を選びます。

Cursor: 部品上にマウスが来た時の表示アイコン

Tooltip: 起動するアニメの説明文(任意)

Dataref: 動作を起動する Dataref (Plane Maker に指定したもの)(注)

On Value: 起動する時の Dataref 値(注)

Off Value: 起動していない時の Dataref 値(注)

注 Type の設定内容により異なります。

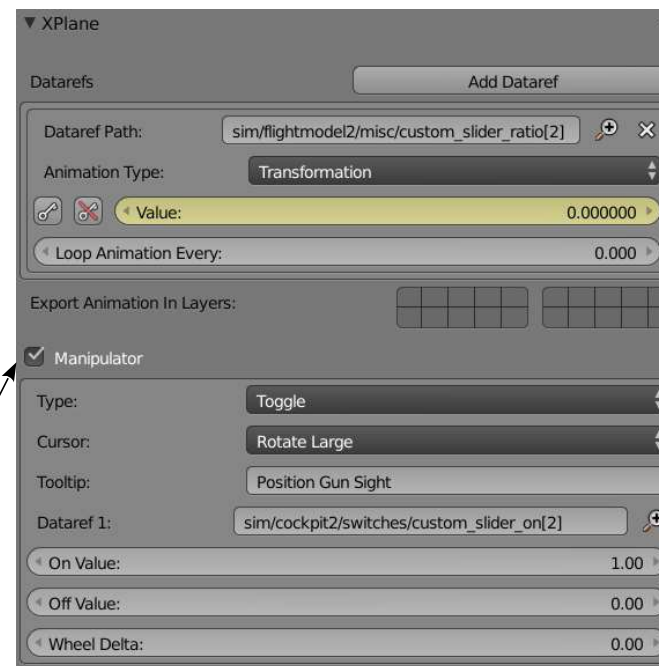


5.2 設定例

5.2.1 クリックしてアニメ起動する例

部品をクリックしてアニメを起動する方法です。

(1) 動かす部品 (今回は右図の照準) をクリックし、プロパティ枠の **Object** タブ の ▼X-Plane で **Add Dataref** ボタンをクリックし、右図の様にアニメーション設定します。



(2) アニメーションのトリガとなる部品 (この例の場合は上と同じ部品) の **Maniurator** にチェックを入れ上図の様にマニピュレーションを設定します。

(3) Plane Maker の **standard** → **Viewpoint** メニューの **Sliders** タブで、#24 の Dataref 欄にトリガとなる Dataref (この例の場合 **sim/flightmodel2/misc/custom_slider_ratio[2]**) を指定し、その上の口にチェックを入れます。time 欄にそのスライダーがスライドする時間を指定します。(下図)



上の例は一つの部品にマニピュレーションとアニメーションを設定していますが、別々の部品にそれぞれを設定してもかまいません。

5.2.2 クリックしづらい部品の場合

部品が小さい等によりクリックしづらい場合、クリック用に別オブジェクトを被せ、マニピュレーションを設定します。この時、その部品の **Material** 設定で **Draw Linked Objects** のチェックを外し、見えないけれどマニピュレーション機能だけ持たせる様になります。

注意 マニピュレーションを設定する部品が他の部品の子である場合、その親部品もテクスチャが付きません。同様に **Draw Linked Objects** のチェックを外します。

- (1) 例えば右図の様なスイッチの3Dモデルに下表のアニメーションを指定した物を用意します。

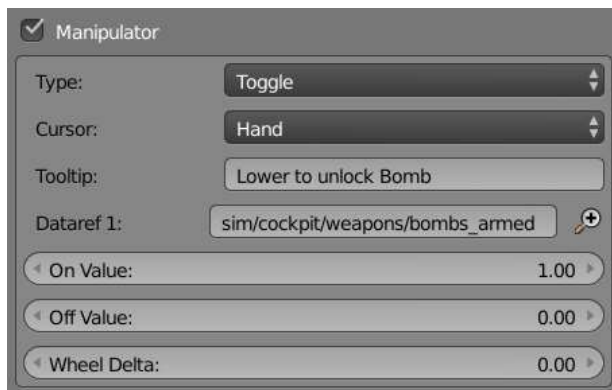
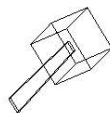
Dateref	sim/cockpit/weapons/bombs_armed	
Frame 番号	値	オブジェクト位置
0	0	レバー上(爆弾安全)
1	1.0	レバー下(爆弾投下可能)

Loop Animation every: 0



- (2) レバーに被さる様にマニピュレーション用部品(右図)を用意します。この部品は、

- ・コックピットOBJに含める事
- ・**Material** 設定で **Draw Linked Objects** のチェックを外す事
- ・必要なら元のレバーと同じ動き (アニメーション) を設定する事
- ・以下の様なマニピュレーションを設定します。



6. LOD 設定


LOD (Level of Distance)とは、オブジェクト描画中のビデオメモリ負担を軽減する目的で、設定された距離以遠の描画を省略する事です。LODは最大4種類の設定範囲の中からどの範囲をLODするか選択する事で設定されます。各設定範囲の近限界と遠限界はOBJ (X-Plane オブジェクト) 毎に設定されます。(6.1項)

これにより OBJ 内で個々の部品がどの LOD 設定範囲を有効にするか選ぶ事ができます。(6.2項)

LOD 設定しないと X-Plane は全範囲でその部品を描画します。そのままでも構いません。

注意：コックピット OBJ および Weapon OBJ の部品には LOD を設定出来ません。LOD を設定するとその部品は描画されなくなります。

6.1 LOD 設定範囲設定

Blender 画面の Scene タブ  の中から設定したいレイヤーを開き、▼XPlane から Levels of Detail を設定します。

OBJ 毎に LOD 設定範囲は最大4種類設定され、その子部品毎にどの範囲を表示するか設定されます。(6.2項)

以下の例ではあるレイヤーの LOD 範囲の数を4とし、各範囲の近限界(Near:)と遠限界(Far:)を指定しています。単位はmです。

Levels of Detail

OBJ で扱う LOD 表示範囲を具体的に設定します。個々の部品がどの LOD 範囲をつかうかは、6.2項の LOD: で指定します。

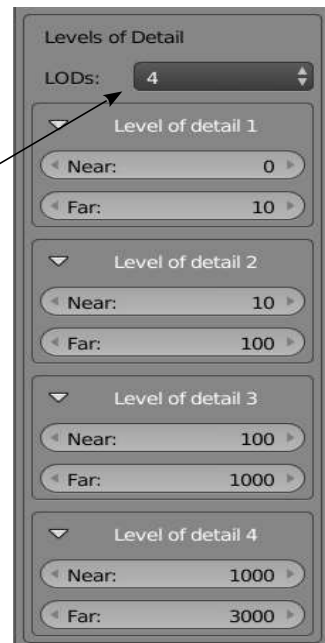
LODs: LOD を設定する総数(最大4)を指定。各 LOD 表示範囲の設定欄が現れます。LOD は表示範囲ごとに定義します。上から順に、Level of Detail 1 → Level of Detail 2 → ... Level of Detail 4 (最大)の順で指定します。

Near: LOD 範囲の近限界(単位 m)を指定。

Far; LOD 範囲の遠限界(単位 m)を指定。

注意：LOD を設定しなかったら、メッシュは強制的に one-sided として扱われる様です。

Max. Draped LOD: シーナリでのみ有効です。




注意：ある表示範囲の遠限界と次の表示範囲の近限界は重なっている必要があります。隙間があると表示がちらつくことがある様です。

今回のモデルは以下の LOD 設定を採用しました。

表 6.1 LOD 設定方針例

LOD 設定範囲		LOD 1	LOD 2	LOD 3	LOD 4
近限界と遠限界		0 ~ 10 m	10 ~ 100 m	100 ~ 1000 m	1000 ~ 3000 m
1	近くの部品 (Internal 画面でのみ見る物)	○			
2	一般部品(小さい物)	○	○		
3	中小型機、主脚	○	○	○	
4	大型機	○	○	○	○

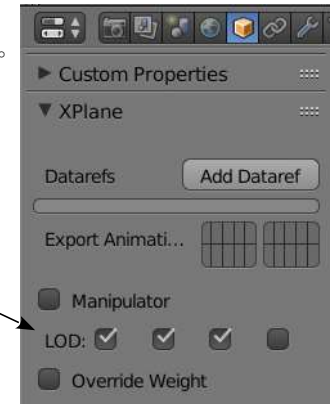
6.2 部品ごとの LOD 設定

Blender で対象オブジェクトを選択し、Object タブ  で指定します。

▼XPlane

LOD 事前に 6.1 項で LOD 表示限界の設定します。当該部品がその設定のどれを適用するかをここで指定します。チェックボックスの左から、Level of detail 1, Level of detail 2, Level of detail 3, Level of detail 4 の順となります。全てにチェックが入っていない場合は全ての LOD 範囲で表示されます。

注意：LOD を近距離に設定すると Plane Maker で表示されなくなりますがモデリングは問題ありません。Plane Maker で視点を近づけると表示されます。



7. 各部品の Material 設定

7.1 Material の選択

Blender で作成する部品全てに Material 設定が必要です。Material の設定項目の中には、一つの OBJ 部品全てに同じ設定をしなければならないものがあります。従って Material 設定には分かり易い名前を付けて設定を共有するのが良い様です。一般的には、以下の様な部品は同じ Material 設定を選ぶことになります。

(1) 機外の部品

Normal Metalness (7.3 項) にチェックを入れ金属表面を表現する事を推奨します。その場合は OBJ 中の部品は全て Normal Metalness が設定されていないとエラーになります。

(2) 機内の部品

Normal Metalness にチェックを入れる必要ありませんが、Specular の Intensity (7.2 項) は OBJ の中で統一しなければなりません。

(3) テクスチャを貼らない部品

マニピュレーション検出する部品、鏡像複写の基準となる平面および Camera Collision 設定する部品などは描画する必要の無い場合があります。この場合は Draw Lincked Objects のチェックを外します(7.3 項)。OBJ 内で描画する部品としない部品が混在するのは問題ありません。


(4) コックピット OBJ の部品

以下の部品はコックピット OBJ に入れなければならないので、全て Part of Cockpit Panel (7.3 項) にチェックを入れます。

- X-Plane が書き込む計器部品
- マニピュレーション設定する部品
- Camera Collision 設定する部品

そうしないとエラーになります。これら部品には LOD を設定出来ません。表示されなくなります。

7.2 Material 設定方法

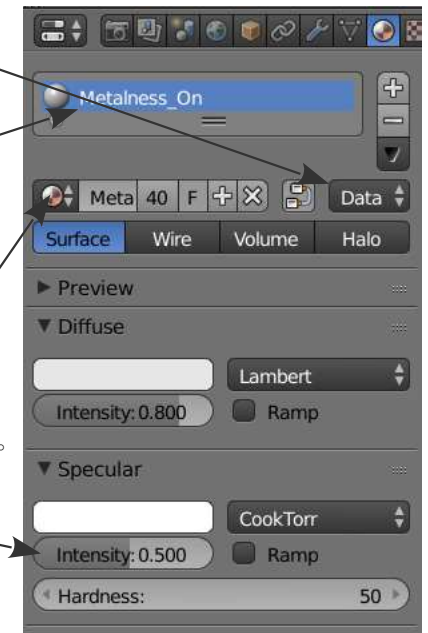
各オブジェクトについて、プロパティ枠の **Material** タブ  にて以下設定します。飛行機に関する項目のみ以下に説明します。

(1) Link Material は必ず **Data** に設定します。

(2) 新規 Material 設定を作成する場合は Material 名を入力し、必要な各項目を設定をします。この欄に複数の Material 名がある場合は一番上のものだけ有効です。従って目標の Material 名が最上行にくる様順序を入れ替える必要があります。

既にある Material 設定を流用する場合は、アイコンを押し採用する Material 名を選択します。

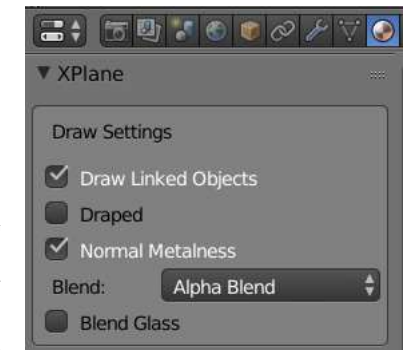
▼ **Specular Intensity:** 鏡面反射の強さの設定。OBJ ではすべての部品が同じ値である必要があります。



▼ XPlane

Draw Linked Objects 描画する図形は必ずチェックを入れます。ただし、鏡像複写する時のミラー面になる平面など、描画しない場合はこのチェックは外します。

Normal Metalness チェックすると表面に金属光沢効果が得られます。XP11 以降有効となりました。この設定を使う場合は Normal/Specular 画像(8.2 項)を用意するので面倒ですが、機体外壁部分になるべくこの効果を使うべきです。その場合、X-Plane 用オブジェクト内の全ての子オブジェクトもこのチェックを入れないとエラーになります。



Blend:

Blend Shadow 詳細不明

Alpha Blend テクスチャ画像のαチャンネルが使われます。

Alpha Cutoff テクスチャ画像のαチャンネル値が決められた値 (Alpha Cutoff) と比較され透明/不透明が分けられます。Alpha Cutoffの入力欄(下記)が別に現れます。(通常使用せず)

Blend Glass 昼間用画像 (Default ファイル) のαチャンネルで透明部分を表現する。(11.0x 以上)

Alpha Cutoff Ratio: 上記の **Alpha Cutoff** を選択した場合、α値(0~1.0)がこの値以下は0 (完全透明) に設定する。

Surface Behavior

Surface Type: シーナリーでのみ使います。

Camera collision チェックを入れると視点カメラが当該部品のを通過できないようになります。

注意 : **Camera collision** を設定する部品は必ず **Part Of Cockpit Panel** にチェックを入れ、コックピットOBJに含めます。また **Draw Linked Objects** のチェックを外し、見えないようにする事もあります。

注意 : **Camera collision** を定義する図形は、マニピュレーションされた部品の手前側にあってはけません。マウスクリック出来なくなります。

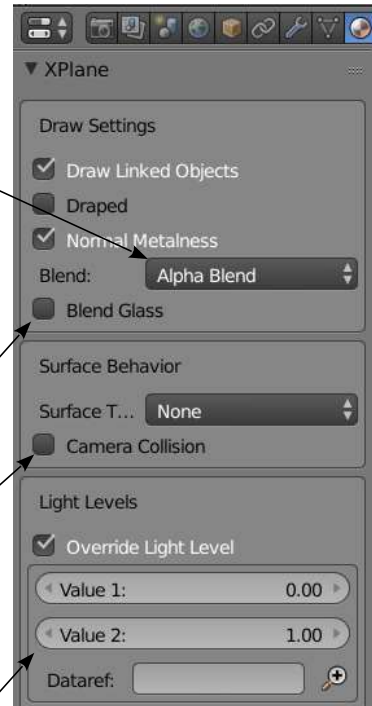
Light levels

Override Light Level このオブジェクトの夜間の画像が **Dateref** で制御される場合にチェック入れます。例えば光がゆっくり点滅する等の効果を出せます。

Value 1: **Dateref** の値がこの値以下の時、**Override** レベルをこの設定値にする

Value 2: **Dateref** の値がこの値以上の時、**Override** レベルをこの値にする。1以上も設定可能。

Dateref 画像の制御され方を指定する。 **Value1** と **value2** の間は補間される。



7.3 コックピット部品の Material 設定

コックピットOBJに含める部品は必ず **Part Of Cockpit Panel** にチェックを入れます。

さらに **Cockpit Region** には1を指定します。9.2項の **Cockpits Regions** に対応する数字です。



8. テクスチャファイルの準備

テクスチャファイルはGIMPなどの画像編集ソフトで作成され、Blender上で対象部品に貼り付けられ、指定の場所(1.1項参照)に配置されているものとします。以下にテクスチャファイルに必要な条件を記載します。

8.1 必要なテクスチャファイル

OBJ (X-Plane 用オブジェクト) の Material 設定により必要なテクスチャファイルが分かれます。

- (1) **Default** ファイル 昼用のテクスチャファイルです。
- (2) **Night** ファイル 夜間のテクスチャファイルです。
- (3) **Normal/Specular** ファイル 機体外表面などで **Normal Metalness** を指定した部品は、そのままでは白っぽい色になるので、**Normal/Specular** ファイルが必須になります。作り方は 8.2.2 項参照。
機体内部など **Normal Metalness** を設定しない場合は、必要な場合のみ通常の法線マップを使います。

テクスチャタイプ	Material 設定	
	Normal Metalness あり (外表面にある部品が対象)	Normal Metalness なし
Default:	必須	必須
Night:	場合による	場合による
Normal/Specular	必須 (8.2.2 項参照)	不要

テクスチャファイルは以下の条件が必要です。

- ・引用できるテクスチャファイルは一個のOBJにつき一個の事
- ・画像の縦横画素数は 1024x1024 1012x2048 のように 2 の階乗である事
- ・コックピットOBJの場合ファイル名称は、
(機体を区別する名称) + _cockpit_texture.png
ただし(機体を区別する名称)とは.acf ファイルで使用したファイル名のこと。

上記ファイルをどのOBJで使うかは9.1項で指定されます。

8.2 Normal/Specular 作成

Normal/Specular ファイルは、法線マップ (Norma Map) と呼ばれるファイルから作られます。法線マップとは画像の濃淡の変化を面の傾斜に見立て、その傾斜面の法線を RGB 画像で表現した画像です。X-Plane ではこの画像を使って、元の画像の黒い部分を凹部に、また白い部分を凸部に見える様表現します。デフォルトでこの様になります。

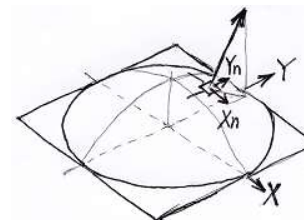
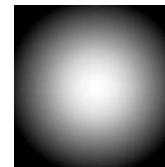
X-Plane 11 からは法線マップは拡張され、Normal Metalness を設定すれば、機体表面の反射を金属のように表現する事が可能となりました。

8.2.1 法線マップと PBR レンダリング

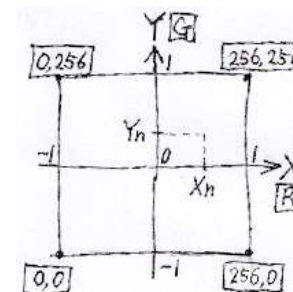
(1) 法線マップについて

法線マップは専用プラグインを使って自動的に作成されます(8.2.2 項の手順参照)。最初に法線マップが出来る過程の概念を以下に説明します。

例えば右図のような画像の場合、各画素の明るさ (白を 256、黒を 0 とする) を Z 軸で図形で表すと下図の様な形状になります。



各画素の法線ベクトルの、X 成分 ($X_n = -1 \sim 1$) を R チャンネル値(0 ~ 255)に、Y 成分 ($Y_n = -1 \sim 1$) を G チャンネル値(0 ~ 255)に、Z 成分 ($Z_n = 0.5 \sim 1$) を B チャンネル値(0 ~ 255)に、に変換します。



以上の RGB チャンネルを合成したものが法線マップです。

従って、画面真上から Y 軸を上に見て濃度の法線が左上に向くほど緑色に、法線が右下に向くほど赤、法線が真上に向く(濃度の変化が少ない)ほど青色に見えます。従来の X-Plane (Normal Metalness の設定なし) では以上の法線マップを使って機体表面の凹凸を表現しました。ただしこのままでは機体の反射などうまく表現できません。

法線ベクトルの長さ 1 であるので、Z 座標成分 (G チャンネル) の情報は無くても凹凸表現には問題ありません。そこで B チャンネルを別の目的に使う手法(PBR)が考えられました。

(2) PBR (Physical Based Rendering) について

X-Plane 11 から Normal Metalness の設定が可能となり、法線マップの B チャンネルおよび A チャンネルを以下の様に使うこと出来ます。

- ・ B チャンネル 各画素の反射率の程度、0 の時黒色(反射率小)、256 の時白色(反射率大)となる。
- ・ A チャンネル 各画素の鏡面の程度、0 の時梨地面、256 の時鏡面となる。

A/B チャンネルの効果の例は以下のサイトが参考になります。

<https://sites.google.com/view/xpdc/general/texture>

この設定により、機体表面の金属的な質感を表現出来るようになりました。このようなレンダリング方式は PBR と呼ばれています。これらチャンネルはもはや色の概念は無く、出来上がりイメージが湧きにくいですが、仕上がり品質は良好です。

(3) Normal Metalness 設定の実例

Normal Metalness を設定しなければ従来 X-Plane の様な画質になります。

Normal Metalness を設定して、Normal/Specular 画像を設定しなければ右図のようになります。色は白っぽくなりました。



Normal Metalness を設定して、Default 画像(昼用画像)を法線マップに変換し、そのまま Normal/Specular 画像に使ったら右図のようになります。

色は黒過ぎて、表面が鏡面過ぎる画像になりました。



Normal Metalness を設定して、Default 画像(昼用画像)を法線マップに変換し、

B チャンネル値を 10%減衰

A チャンネル値を 35%減衰

の処理をしたら、ほぼ良好な色の濃さと表面の鏡面が得られました。

主翼表面の凹凸は、法線マップにソリッドノイズを被せた効果です。(8.2.2 項参照)



8.2.2 Normal / Specular の作成方法

以下の手順で作成します。

- (1) 次の方法で法線マップ作成プラグインを GIMP にアドオンします。GIMP を使う事としているので、GIMP normalmap というプラグインを使います。以下からダウンロードしておきます。

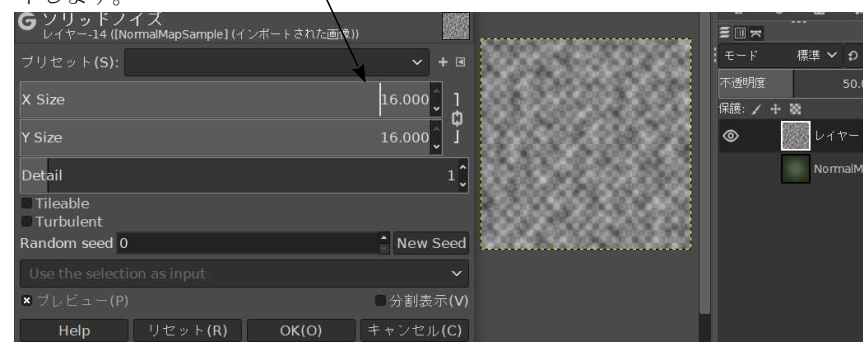
<https://czpanel.com/lecture/gimp/plugin/gimp-normalmap-plugin/>

以下に右図のような画像をサンプルに手順を説明します。この方法が正しいのか分かりませんが筆者はこの方法で艦攻`流星`を製作しました。

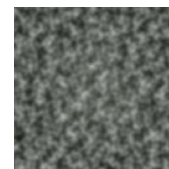


- (2) 次の方法でテクスチャ画像にソリッドノイズを被せます。第二次大戦中は機体表面のアルミ板が薄い為、機体表面に凹凸が現れています。それを表現する為に以下の様にテクスチャにソリッドノイズを重ねました。最近の機体は表面が平滑なので、(2)項の手順は全て省いても良いようです。

- ① GIMP で上記 png ファイルを開き、そのレイヤーの上に新しいレイヤーを透明度 50%で作成します。
- ② フィルター→下塗り→ノイズ→ソリッドノイズを選択します。現れた小画面で X Size と Y Size を最大の 16 にします。OK を押し、ソリッドノイズのレイヤーを作ります。ソリッドノイズは強めが良い様です。X-Plane で表示してみると凹凸感が少ないようであれば、このソリッドノイズのコントラストを強調して再度トライします。



- ③ ソリッドノイズレイヤーと元の画像を重ねて png ファイルで保存します。右図の様な画像が出来上がります。

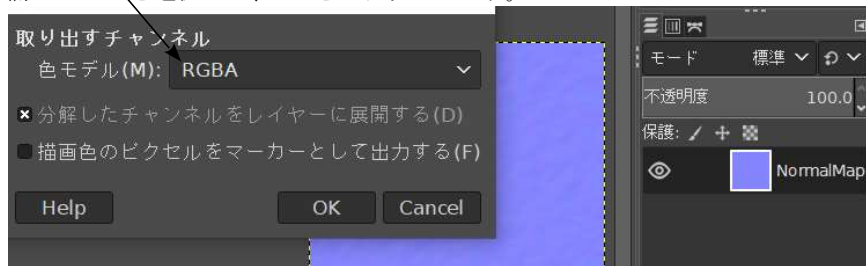


- (3) 次の方法で法線マップを作ります。

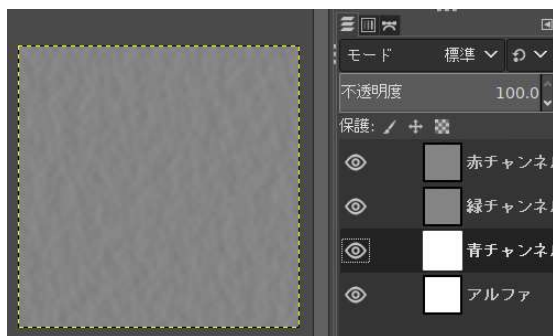
GIMP で上記 png ファイルを開き、フィルター → カラーマッピング → Normalmap メニューを選択し、別画面が出るので OK を押下します。右図の様な画像が出来ます。



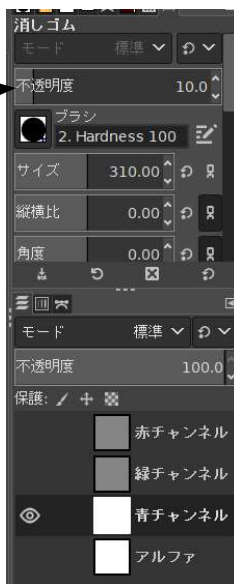
- (4) 次の方法で法線マップを RGBA の各チャンネルに分けます。
色 → 色要素 → チャンネル分解のメニューをクリックします。現れる画面で色モデル欄で **RGBA** を選択し、OK をクリックします。



新しい画像でチャンネル分解された画像が作られます。



- (5) 次の方法で **B** チャンネル(青チャンネル)の値を 10%下げます。
 レイヤー表示枠(画面右下)で **B** チャンネルのみを表示し入力可能とします。消しゴムの不透明度を 10%にして画像全面に消しゴムを施します。



- (8) 次の方法で **A** チャンネル(アルファチャンネル)の値を 35%下げます。
 レイヤー表示枠(画面右下)で **A** チャンネルのみを表示し入力可能とします。消しゴムの不透明度を 35%にして画像全面に消しゴムを施します。



- (9) 次の方法で **RGBA** チャンネルを合成します。
RGBA すべてのレイヤを表示し (目のマークをクリックし) 画像を青みがかった色にします。
色 → 色要素 → チャンネル合成メニューを選び、現れる小画面で **色モデル** に **RGBA** を選びます。元の法線マップ画像が修正されたものに置き換わります。この画像を **Normal/Specular** ファイルとして所定の場所に保存します。

9. OBJ と機体データファイル作成

9.1 機体の OBJ 作成

機体部品の Blender ファイルとその貼付け画像が完了したら、OBJ (X-Plane 用オブジェクトファイル) を作成します。各レイヤ毎に OBJ が作成されます。

注意：レイヤ内の部品全てに Material 設定してあること。

注意：レイヤ内の部品の Material 設定は、設定項目によっては異なるものが1つの OBJ に混在するとエラーになる場合があります。Material 設定は整理して Material 名を付け、類似部品間は設定を共有する事を推奨します。

(1) Blender で作成したオブジェクトを OBJ(X-Plane 用オブジェクト)に変換するのに必要な設定をします。Blender のプロパティ枠 Scene タブ の中から対象 OBJ のレイヤを選択し▼XPlane にて必要な項目を設定します(下図)。なお、この画面を出すためには最初だけ **Add X-Plane layers** ボタンを押下する必要があります。

X-Plane Version: 最新のバージョンに設定します。

Export Mode: 変換する対象の事で、必ず **Layer** を選択します。

Compile Normal-Textures 詳細不明

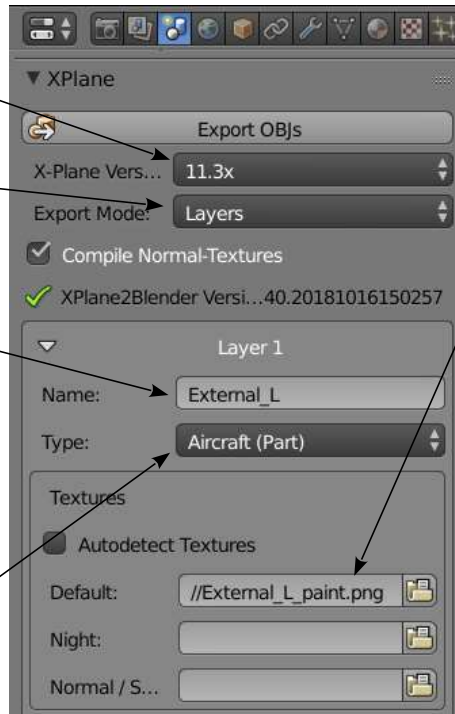
Name: OBJ 名称を指定します。XPlane2Blender はこの OBJ 名称を使って OBJ を作ります。

Type:
Instanced Scenery Object シーナリの場合のみ使用

Scenery Object シーナリでのみ使用

Cockpit コックピット OBJ の場合に指定します。X-Plane が表示する計器を表示したりマウス操作を検出する場合に選択します。

Aircraft (Part) 機体の部品の場合こちらを選びます。



Textures

OBJ に以下の手順で貼り付ける画像を指定します。OBJ に対する画像貼付け場所は Blender 上で指定され、その画像は指定の場所(1.1 項参照)に配置されているものとします。(8 項参照)

- (1) Blender プロパティ枠 **Scene** タブ の中から▼**XPlane** から対象レイヤを開きます。
ただし最初に X-Plane レイヤを作る場合は、**Add X-Plane layers** ボタンを押下す必要があります。
- (2) **Textures** 枠の **Autodetect Textures** のチェックを外し、テクスチャ画像のルートパスを入力します。

Default: 昼用テクスチャ画像のルートパス

Night: 夜用テクスチャ画像のルートパス

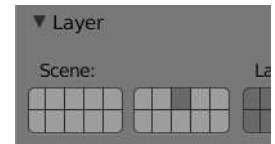
Normal / Specular: 凹凸用テクスチャのルートパス

注意：画像の縦横画素数は 1024x1024 1012x2048 の様に 2 の階乗である事

注意：テクスチャ画像を貼付け先の OBJ 同じフォルダに収納すると、画像ファイル名の前に // を加えるだけで済み、指定が楽になります。(前頁図参照)

(2) Blender の **Render Layers** タブ で OBJ を作るレイヤのみを選択します。レイヤ番号の配列順は以下の通り。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20




(3) 以上の設定が完了したら Blender ファイルを保存します。その後対象 OBJ を表示したまま Blender の **File** → **Export** → **X-Plane Object** メニューを選択し、OBJ の保存先を指定します。最後に **Export X-Plane Object** ボタンを押します。OBJ (.obj) が作成されます。



9.2 コックピット OBJ 作成

コックピット OBJ を作成する場合は以下の設定が必要なので注意が必要です。

(1) Blender の **Scene** タブ  を開き、コックピット部品を収納したレイヤを選択し以下の設定をします。

- Name:** (機体識別名) + **_cockpit** を指定します。
(機体識別名) とは機体データファイル(.acf)で使った名称です。
- Type:** **Cockpit** を選択します。
- Default:** 昼用のテクスチャ画像です。以下の名称を指定します。
//+(機体識別名) + **_cockpit**
- Night:** 夜用のテクスチャ画像です。設定する場合は以下の名称を指定します。
//+(機体識別名) + **_cockpit_night.png**

Normal/Specular 通常指定しません。

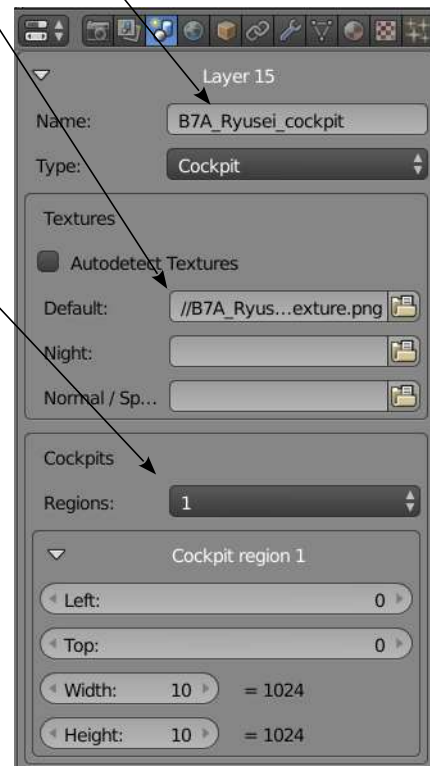
Cockpits **Regions:**に 1 を設定します。

Left: 画像エリアの左端です。0 を入れます。

Top: 画像エリアの上端です。0 を入れます。

Width: 画像エリアの幅。テクスチャ画像サイズの幅が 2 の何乗かを入力します。今回の場合は 1024 なので 10 を入れます。

Hight: 画像エリアの高さです。今回の場合は同上の値を入れます。



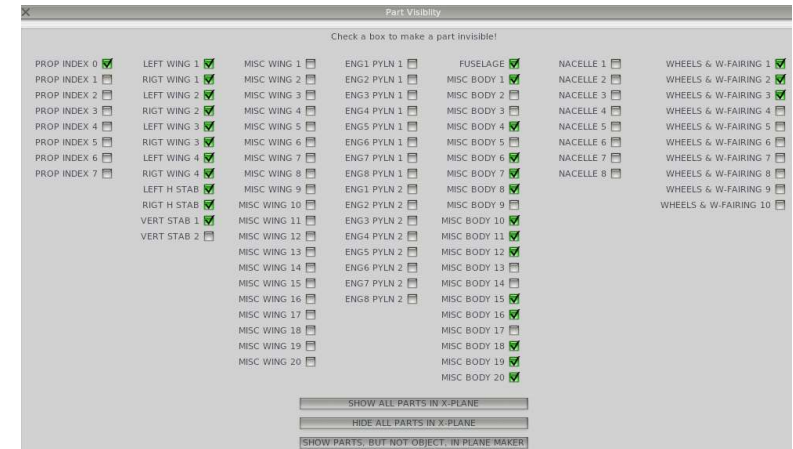
(2) 9.1 項の(2)を参照し、コックピットオブジェクトのレイヤーのみ選択します。

(3) 9.1 項の(3)を参照し、OBJ (.obj) を作成します。

9.3 機体データファイル(.acf)作成

Plane Maker により当該機体のフライトモデル (.acf ファイル) を事前に作成して置きます。以下、Plane Maker で作ったモデルを非表示にし(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 で以下の設定をします。

(1) Plane Maker で当該機体(**B7A_Ryusei.acf**)を開きます。**Expert** → **Invisible Parts** メニューをクリックします。OBJ(X-Plane オブジェクト)と置き換える部品にチェックを入れます。Plane Maker で作成したその部品は非表示になります。

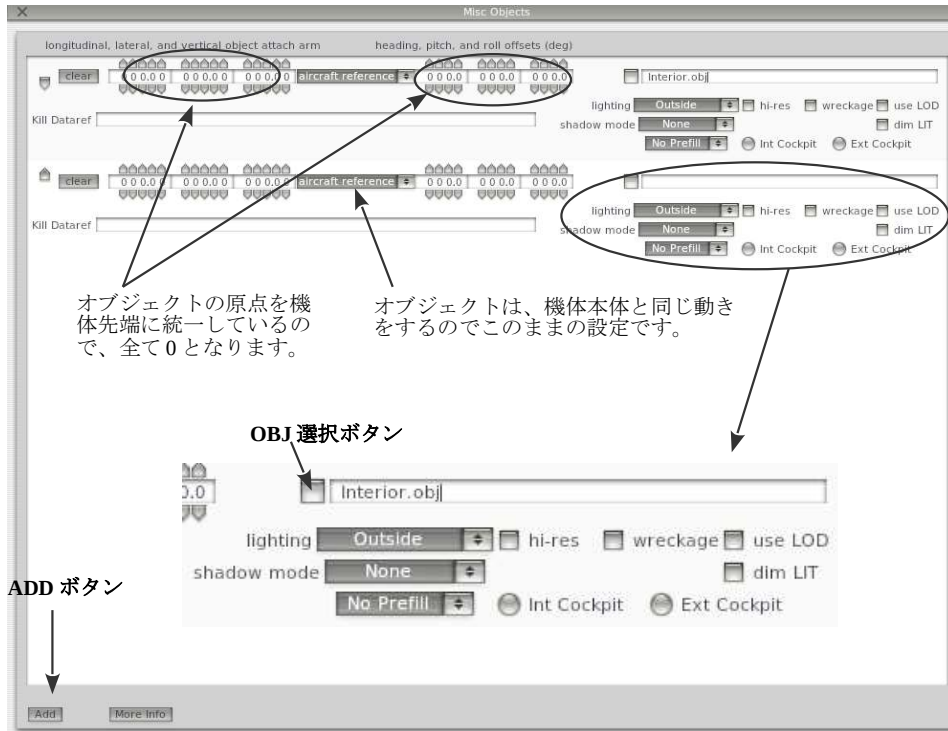


(2) **Standard** → **Misc Objects** メニューをクリックします。画面左下の **Add** ボタン(次ページ図)を押します。行が追加されます。

(3) OBJ 選択ボタン(次ページ図)を押し、OBJ のある場所を指定し、追加する OBJ を選択します。その OBJ 名称がボタンの右側に表示されます。lighting など OBJ 作成の条件が有るので必要な条件を設定します。

(4) 機体データファイルの作成

File → **Save [Ctrl-s]**メニューをクリックし、上書き保存します



Lighting **Outside** 外部の光を主に受ける部品に選択
 Inside 内部の光を主に受ける部品に選択
 Glass (Outside) 機体外部の透明部品の場合に選択
 Glass (Inside) 機体内部の透明部品の場合に選択

Shadow Mode **None** 透明な物とか影を付けない場合
 Interior Only 機内で見える部品に影を付ける場合
 Exterior Only 機外のものに影を着け、機内の物には付けない場合
 All Views 機体内外の物に影を付ける場合

No Prefill そのオブジェクトで隠れるシーナリも描きます。

Prefill そのオブジェクトで隠れる雲やシーナリの描画が省略されます。X-Plane は操縦席から見た画像が表示されるのが多いので、操縦席内壁はシーナリを隠す部分が多いので、この設定の効果が大きい。アニメされた部品、複雑な部品や透明な部品はこの設定すべきでない。

Prefill Only 常に Prefill 実施

hi-res テクスチャの解像度を下げないで画像の通りにします。操縦者が近くで見える部品（操縦席内部や計器盤）は **hi res** を指定します。

Wreckage 機体が壊れた時に表示するオブジェクトにチェックする。

use LOD 5項の設定を有効にする場合はチェック入れる。チェックを入れないと全ての距離範囲でオブジェクトが描かれます。

dim LIT 機体を照明するランプが日中の場合は明るくなり過ぎないようにします。

Int Cockpit 機内視点でのみ見える操縦席部品の場合に選択。

Ext Cockpit 機外視点でのみ見える操縦席部品の場合に選択。

Kill Dataref ここに記載する Dataref(プラグンで作られる)の値が0の時のみ、このオブジェクトが描画されます。Dataref 欄が空欄であればこのオブジェクトは常に描かれます。Kill Dataref を使えば GPU と CPU 両方の処理時間が節約されます。アニメーションの Hide を使った場合は、見た目同じで GPU 時間は節約出来ませんが、CPU 時間は節約されません。

注意：コックピット OBJ(..._cockpit.obj) の場合、**Int Cockpit** と **Ext Cockpit** の両方共にチェック入れないと X-Plane (V11.4) はクラッシュします。逆に両方または片方だけチェックするのは問題有りません。