

Hocho.FCMacro マニュアル

FUKUTA Mamiko

2025 年 5 月 27 日

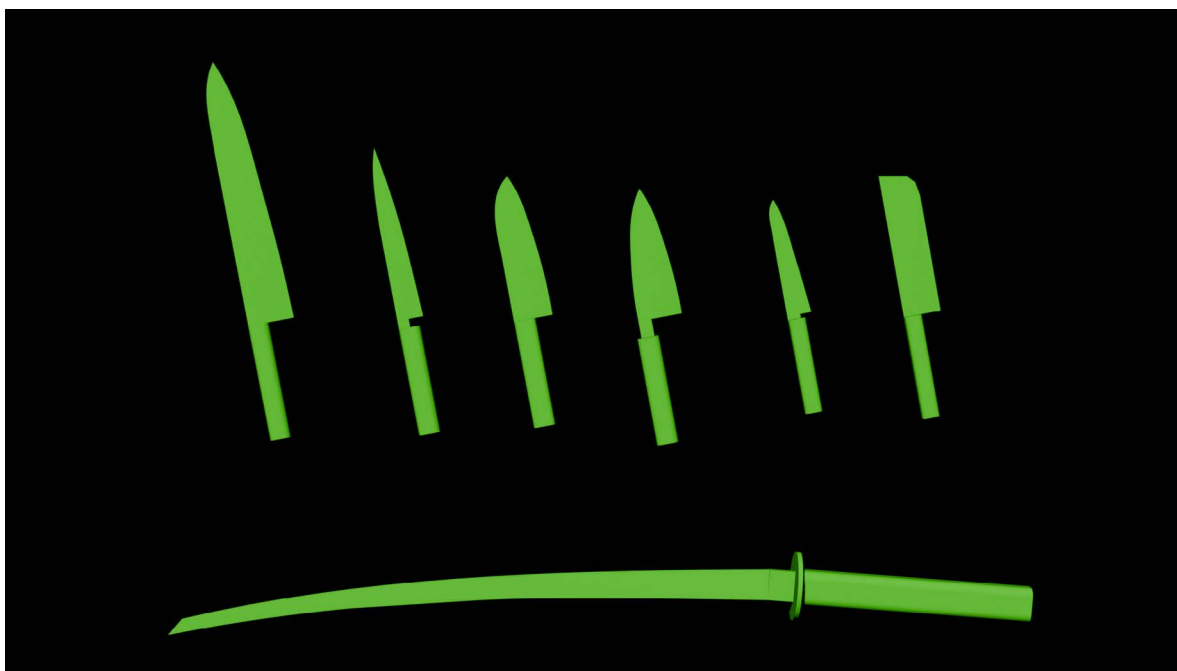
目次

1 概要

Hocho.FCMacro は計測値に基づいた実寸の包丁 3D モデルを作成するために開発された。完成した包丁モデルと被害者の CT 再構成像を組み合わせることにより、刺創等の成傷機転について理解を深めることを想定している。本マニュアルでは FreeCAD を使用して包丁の 3D モデリングを行う Hocho.FCMacro の使い方を説明する。また、作成した 3D と CT 再構成像との組み合わせ画像の作成についても方法の一例を載せる。

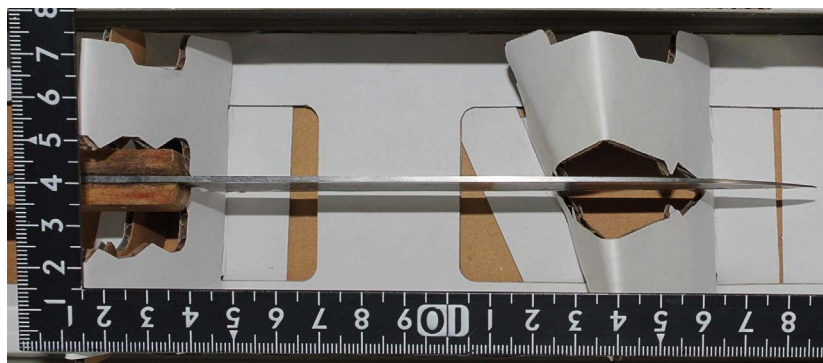
なお、Hocho.FCMacro は OpenAI ChatGPT を補助的に用いて作成した。

Hocho.FCMacro 公開先：https://github.com/MamikoFukuta/Hocho_FCMacro



2 モデリングに必要な包丁の写真

実物の刃物について，後から計測できるようにスケール入りの写真を撮影しておく。横からと上（峰）から各1枚ずつ撮影する。計測が可能であればよいので，袋に入った状態でもよい。



3 環境構築

3.1 必要なソフトウェア

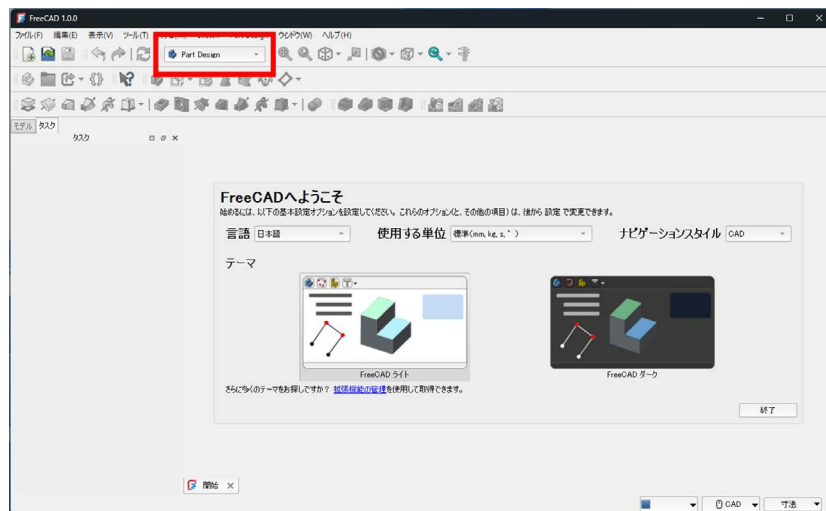
- FreeCAD（開発時バージョン 1.0.0）
- Python（開発時バージョン: 3.11）

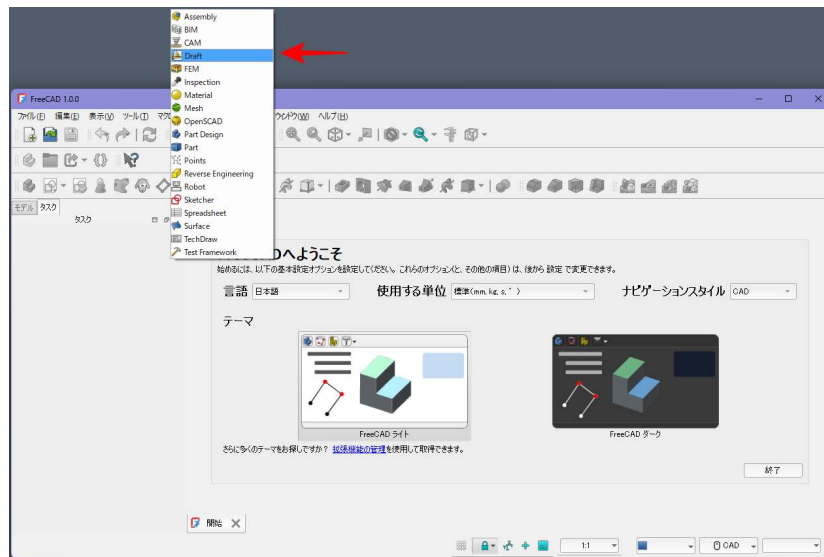
インストール方法は各ソフトウェアの公式サイトを参照。開発は Windows11 を用いて行っており，他の OS での動作確認は行っていないが，上記ソフトウェアには他の OS 対応のものがある。

3.2 FreeCAD の設定

FreeCAD でマクロを使用するために画面表示設定を変更する。

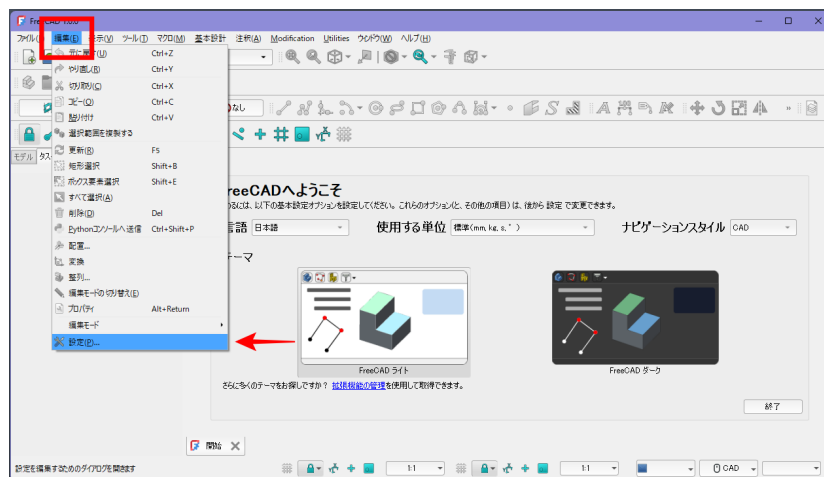
1. FreeCAD を起動
2. ワークベンチを Draft に変更

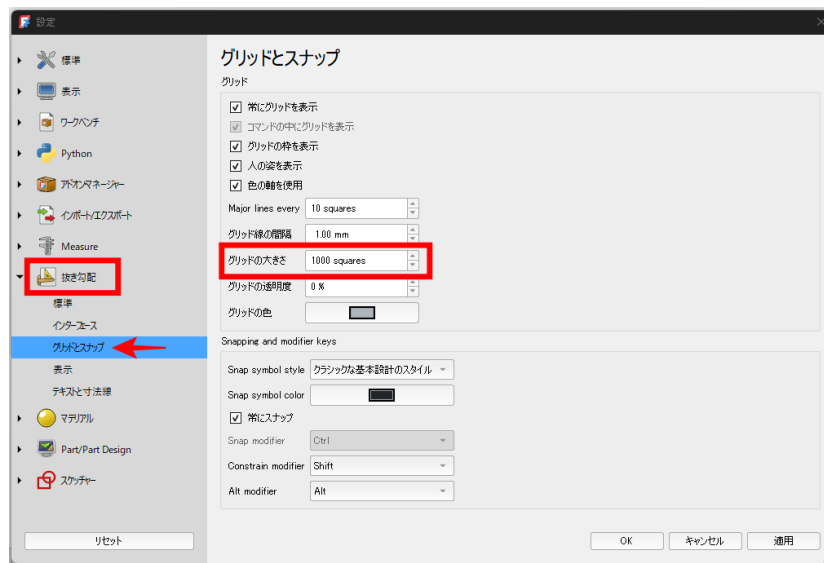




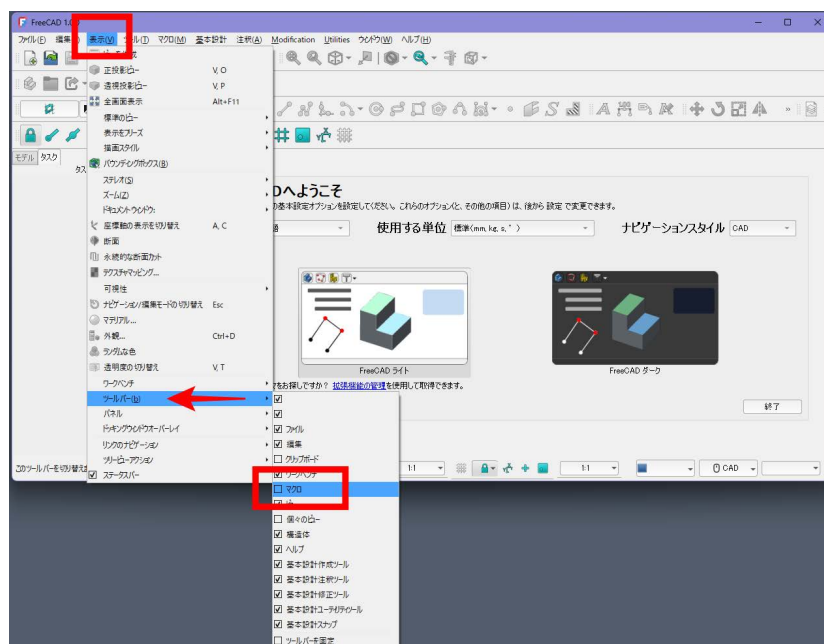
3. 背景グリッドの大きさを，刃物に合わせて 500～1000 squares にする（デフォルト値の 100 squares は 10 cm に設定されており，このとき背景に ± 10 cm の範囲でグリッド線が引かれる）。

編集 > 設定 > 抜き勾配 > グリッドとスナップ > グリッドの大きさを変更





4. 表示 > ツールバー > マクロにチェック

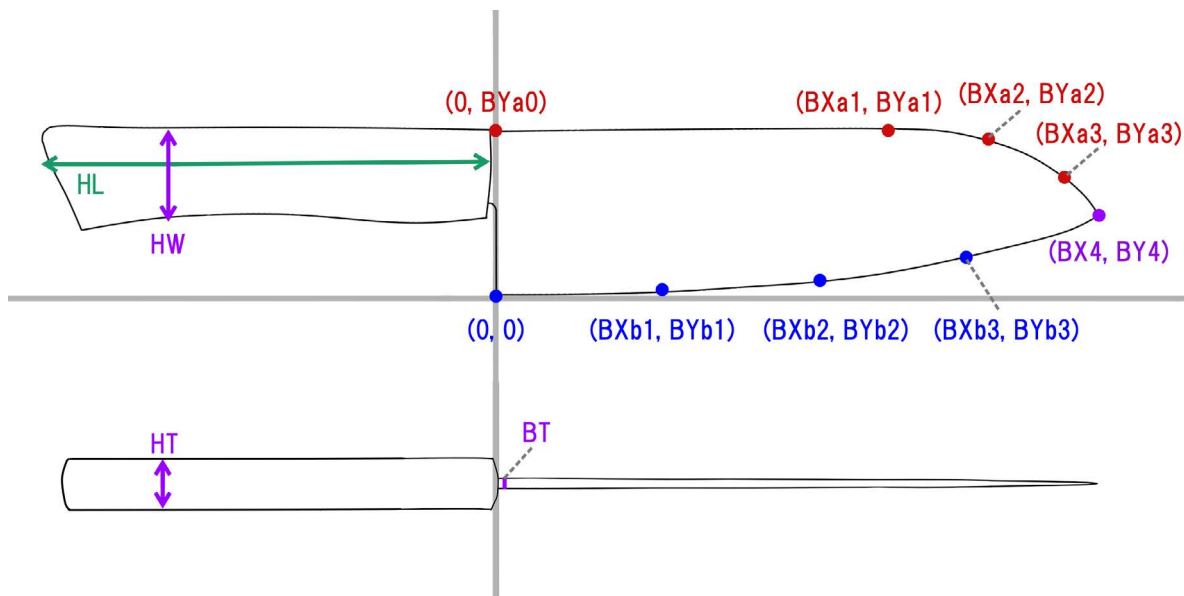


5. 表示 > パネル > レポートビュー, モデルにチェック

4 包丁の計測方法

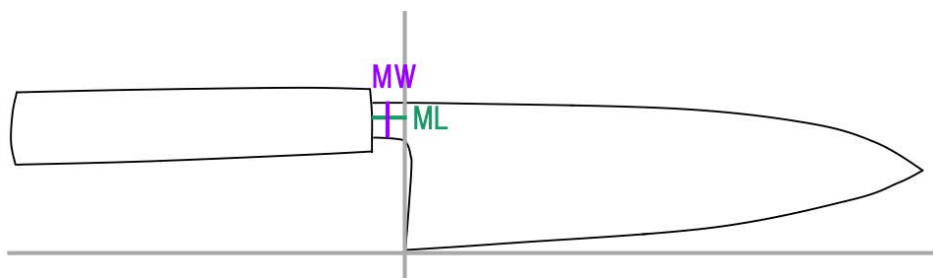
4.1 計測項目

包丁の計測値として以下の図で示した長さまたは座標が必要（単位：mm）。



HL: handle length, HW: handle width, HT: handle thickness, BT: blade thickness.

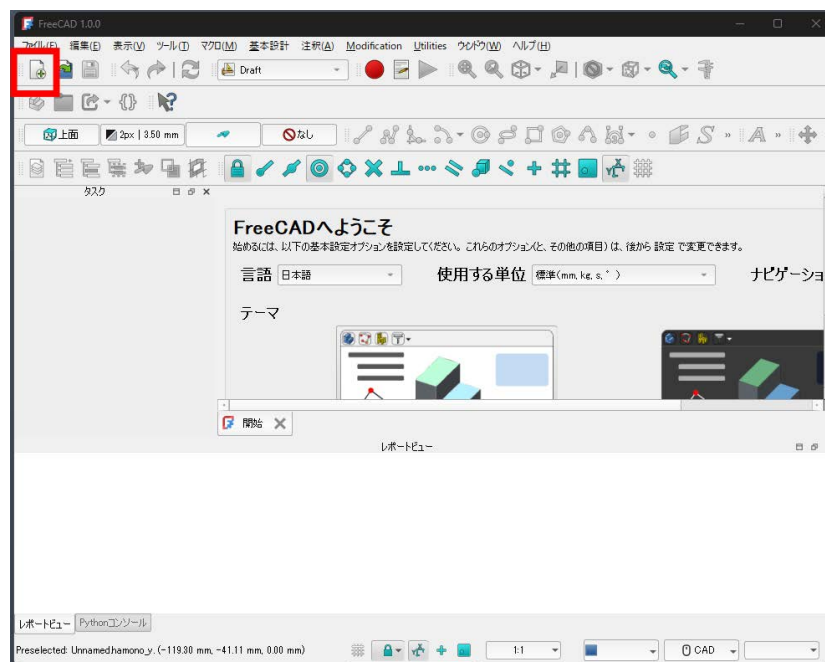
柄が X 軸に平行になるように X 軸を設定し、刃元を原点とする。この XY 軸を基準に長さの計測および座標の読み取りをする。刃は図で示すように上側（峰●●）および下側（刃●●）の辺縁について、それぞれ 5 点を使ってモデリングされる。ただし、先端●は上下で共通。上下それぞれで 5 点を直線または曲線で繋いで刃を作成するが、点 a1～a3, b1～b3 は利用者が特徴的だと思う場所を選ぶ必要がある。点の位置選びについては??に補足説明があるので参照されたい。柄は単純な形状で出力されるので、代表的な箇所で計測する。刃の根元にマチがある場合はその長さ（ML）と幅（MW）を計測する。



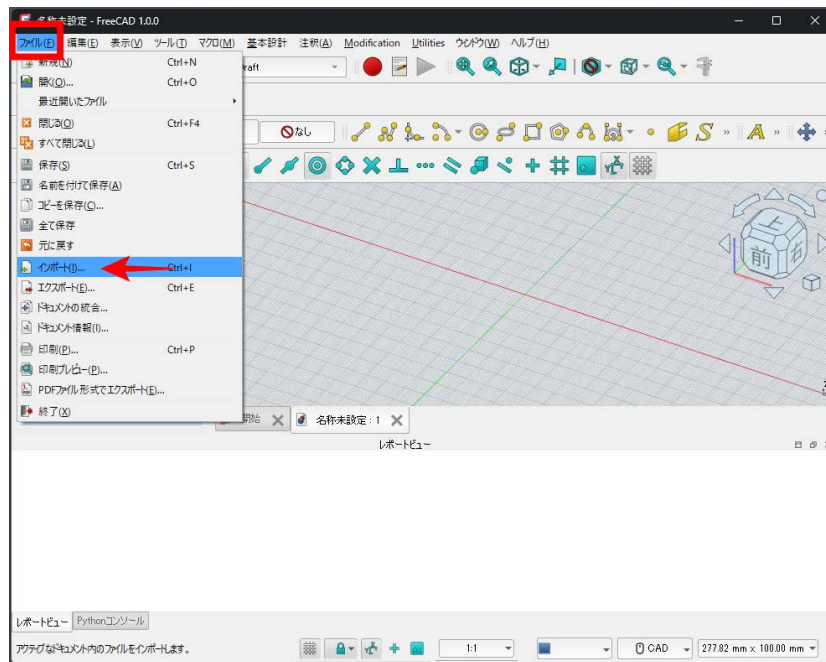
4.2 FreeCAD を使った計測

スケール入りの写真から FreeCAD を使って計測する方法を紹介する。ただし、計測ができればその他のソフトウェアでもよい。

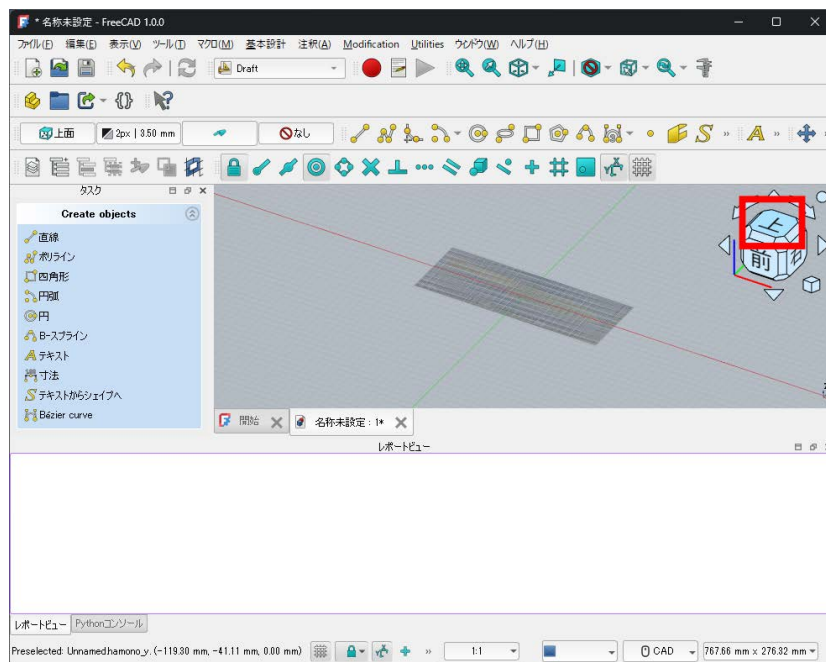
1. 新規作成アイコン（またはファイル > 新規）をクリック。



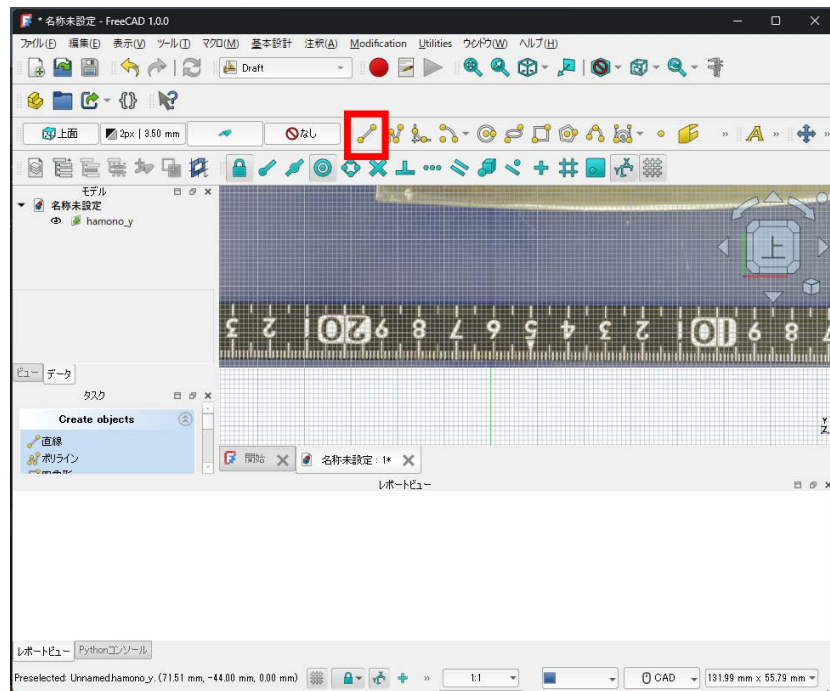
2. ファイル > インポート から包丁の画像を選択。



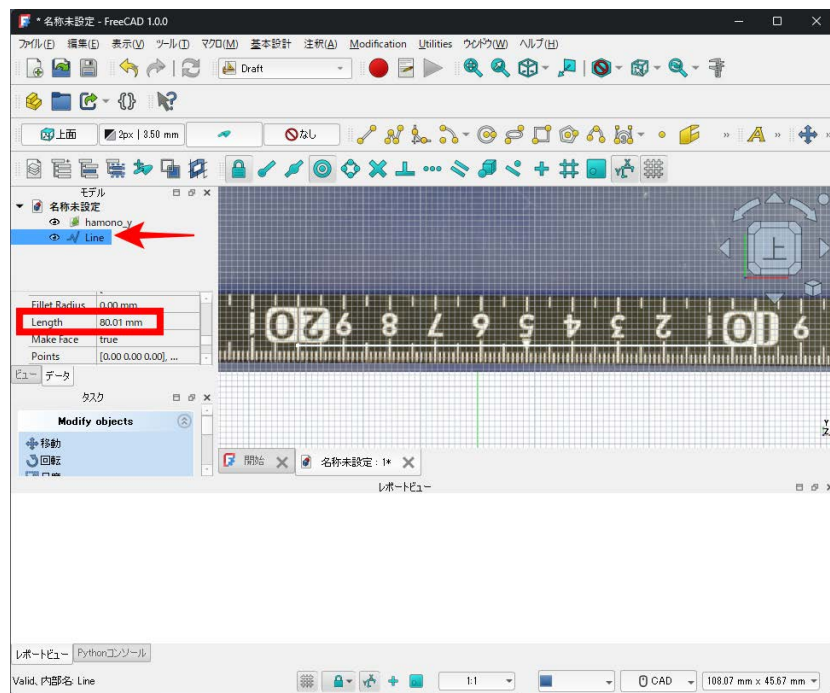
左上のナビゲーションキューブの上面をクリックし視点を正面にする。



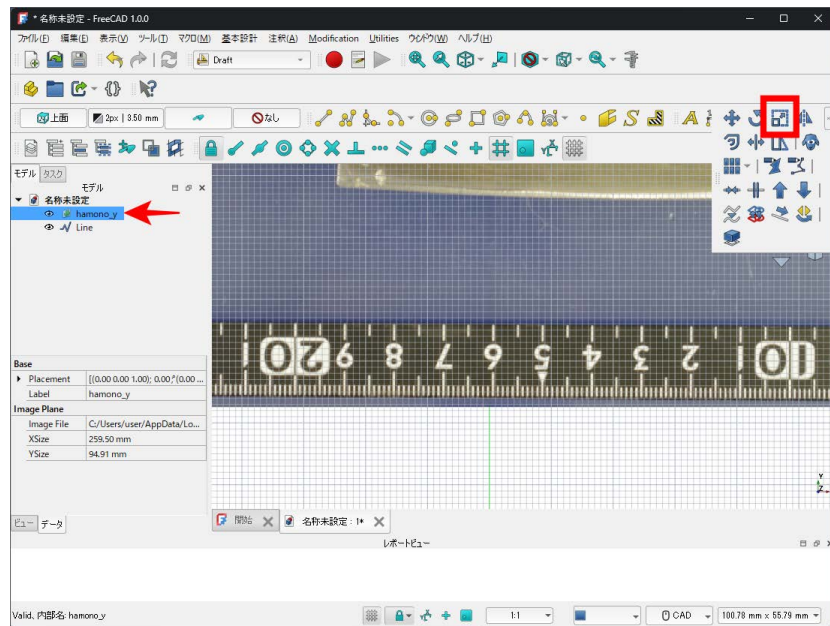
3. スケールをズームする（マウスホイールまたは、表示 > ズーム）。写真内のスケールが水平でない場合は後述（項目 7）の方法で写真の向きを調整する。線分アイコンをクリックする。写真内のスケールで 10cm 等の区切りの良い長さに該当する長さで引く。始点をクリックし、shift キーを押しながら終点をクリックする。



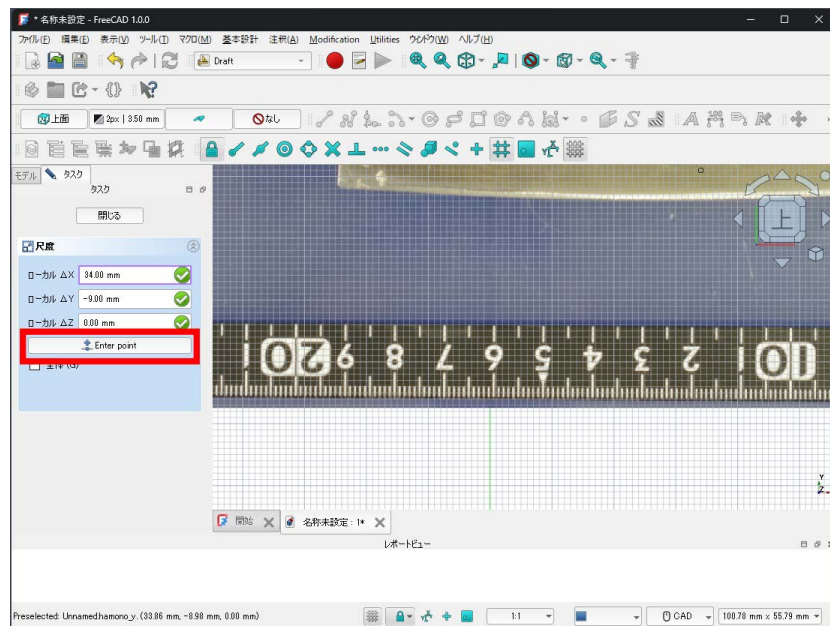
4. モデルパネルで線分の長さを確認し、倍率を計算する。



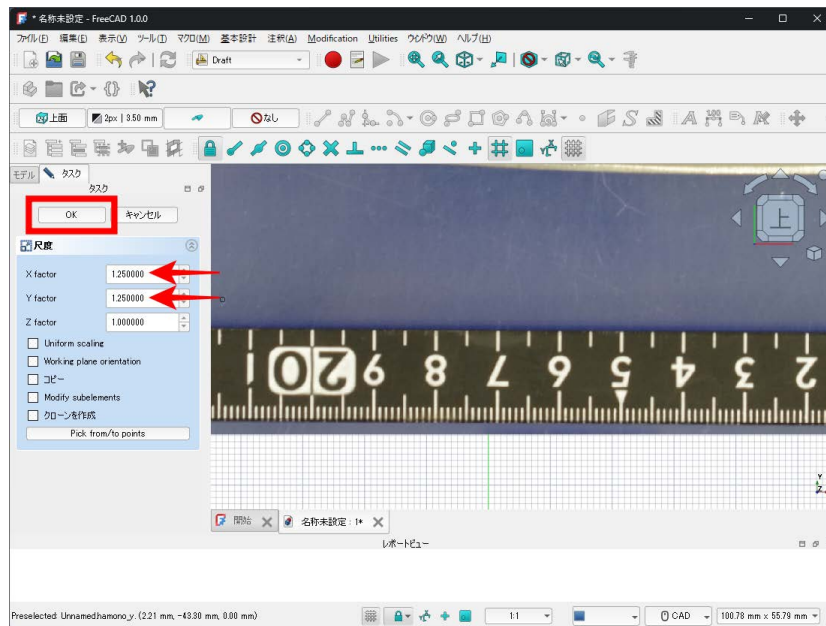
5. モデルパネルで画像を選択。尺度アイコンをクリック。



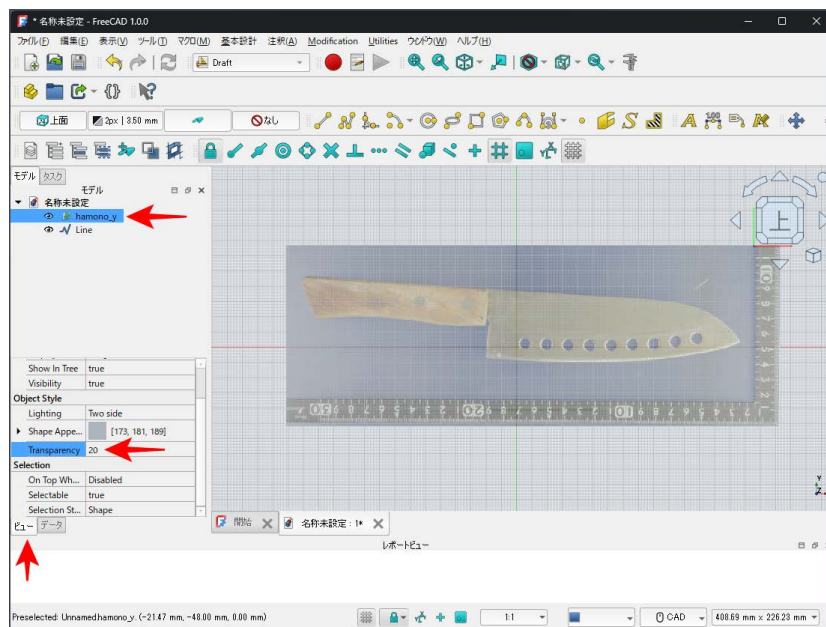
タスクパネルの Enter point をクリック。



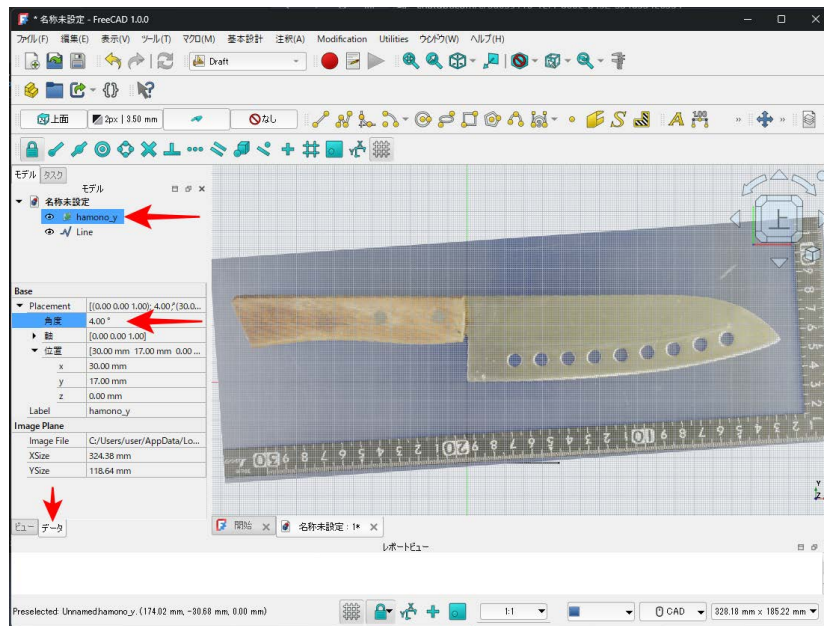
X, Y factor に倍率を入力し OK ボタンをクリックすると, FreeCAD のグリッドと写真の大きさが一致する。



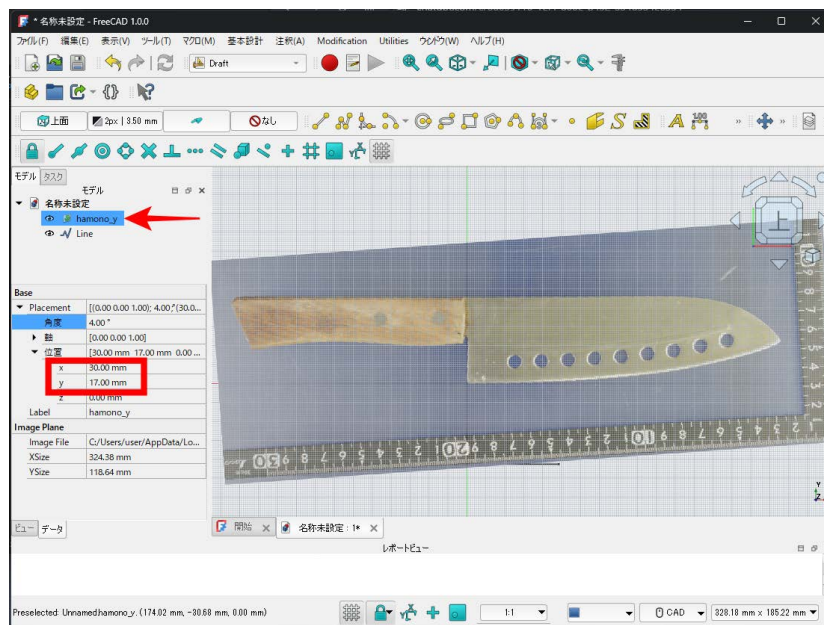
6. グリッド線が見えにくい場合は、画像を透過させることにより見やすくなる場合がある。モデルパネルで画像を選択、ビュータブを選択、Object style > Transparency を 10~30 程度に変更する。



7. 刃物の柄が水平になるように調整する。モデルツリーで刃物の画像を選択。データタブの Base > Placement > 角度 で値を直接入力するか、右側の上下ボタンを押して値を変更する。



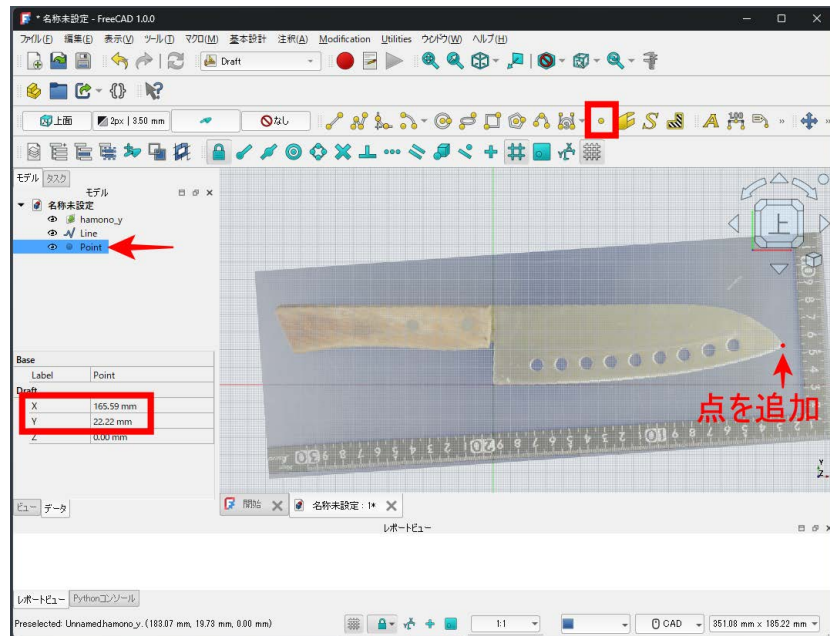
8. 刃元を原点に移動させる。モデルツリーで刃物の画像を選択。データタブの Base > Placement > 位置 で x, y の値を直接入力するか、右側の上下ボタンを押して値を変更する。



9. 目盛りを使って計測するか、点を追加して座標を読み取る（次項で説明）。ただし、FreeCAD で点を使用した測定は GPU の負荷が大きいのので、使用機器によってはクラッシュすることがあるので注意。計測の前にグリッド線入りの画像をスクリー

ンショットに撮っておくことを推奨する。

10. 点アイコンをクリックする。計測項目に該当する位置をクリックし、点を追加する。その座標から必要な長さを読み取る。



5 包丁モデルの基本設計

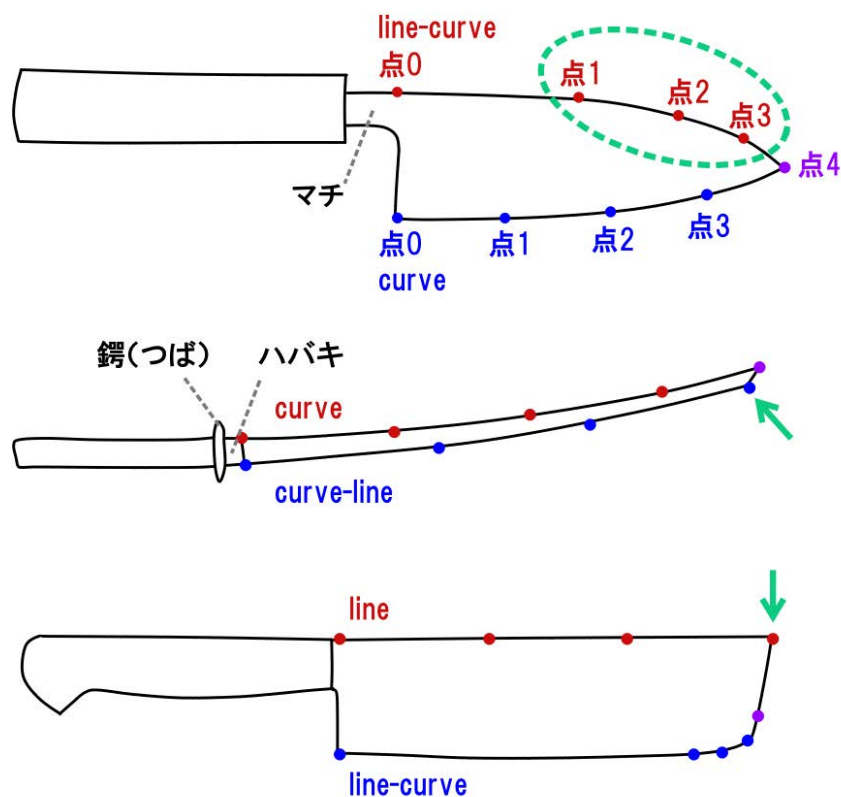
5.1 刃のモデリング

峰と刃の辺を作成するときに、5 点のつなぎ方を指定する必要がある。つなぎ方には以下の 4 パターンがある。

- “line”：点 0-4 を直線でつなぐ
- “curve”：点 0-4 を B-スプライン曲線でつなぐ
- “line-curve”：点 0-1 を直線でつなぎ、点 1-4 間を B-スプライン曲線でつなぐ
- “curve-line”：点 0-3 を B-スプライン曲線でつなぎ、点 3-4 を直線でつなぐ

<点設定の補足説明>

- 直線 (“line”), なだらかな曲線 (“curve”) は大体均等に点を設定するとよい。
- “line-curve” の場合、点 1 は曲がり始め、点 2・3 は曲がり急になっているところを選ぶ（次図点線丸）。直線の後の曲線が膨らみすぎていたり凹んでいる場合は、点をずらして試行すること（点同士を近づけるとうまくいくことが多い）。
- “curve” はなだらかな曲線以外では歪むことが多い。曲がり方に変化がある場合は、“line-curve” や “curve-line” を試す。
- 角がある場合は必ず点に指定する（次図矢印）。
- 菜切り包丁のように直角に近い曲線は工夫が必要で、下図のように先端を刃側にずらした設定を試す。うまく行かない場合は “line” を用いた折れ線状の再現に留める。



5.2 刃と柄の接合

刃と柄の接合についてオプションを 3 個指定する必要がある。

1. 柄と刃の接合位置

柄の上端と刃の上端（峰）を一致させる場合は“top”，柄の中央に刃（マチ）を接合する場合は“center”を入力する。

2. マチの有無

マチがある場合は“yes”，ない場合は“no”を指定する。“yes”の場合は長さと幅の計測値を入力する。厚みは刃と同じ値になる。刀を作成する場合はハバキの大きさを ML, MW に入れてもよい。

3. 鍔（つば）の有無

日本刀のモデルを作成する場合に鍔を作ることができる。鍔がある場合は“yes”，ない場合は“no”を指定する。“yes”の場合は直径の計測値を入力する。厚みは 5mm で、単純な円盤状で作成される。

5.3 モデルの限界

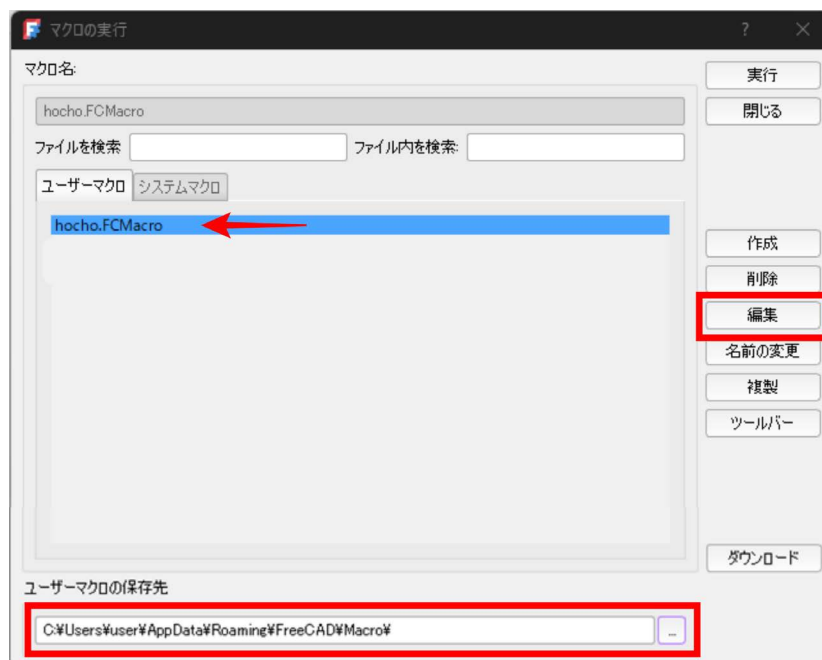
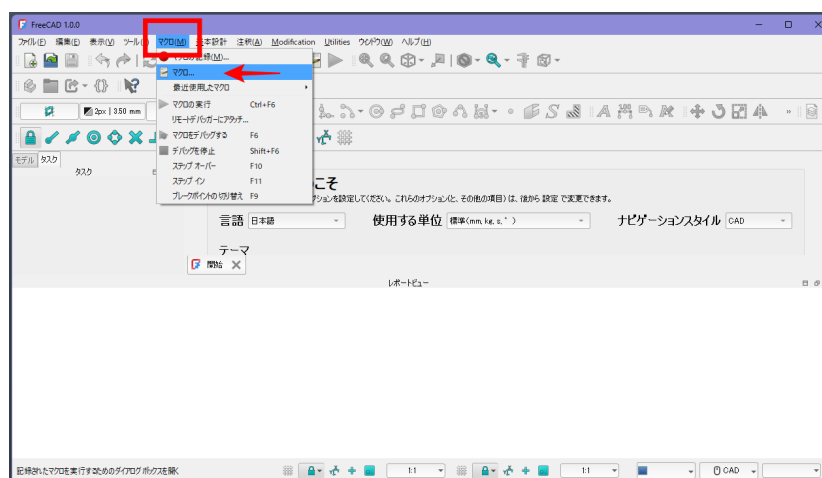
これまでも述べてきたが，モデルで単純化されている部分について列記するので留意されたい。

- ナイフのように両側が刃で峰がないもの（double-edged knife）には対応していない。
- 刃の断面形状は両刃（V 字，double bevel）で作成される。片刃（レ字，single bevel）は対応していない。
- 刃の厚みは刃元でのみ反映され，先端に向かってなだらかに減少する。したがって先端近くまで厚みがあり，急に薄くなっているような形状は再現されない。
- 波型の刃には対応していない。
- 柄の形は単純な形状で出力される。

6 マクロの実行

6.1 マクロを開く

1. マクロ > マクロを選択。マクロの実行ウィンドウで、保存先を Hocho.FCMacro の保存先に変更し、Hocho.FCMacro を選択し、編集ボタンをクリック。



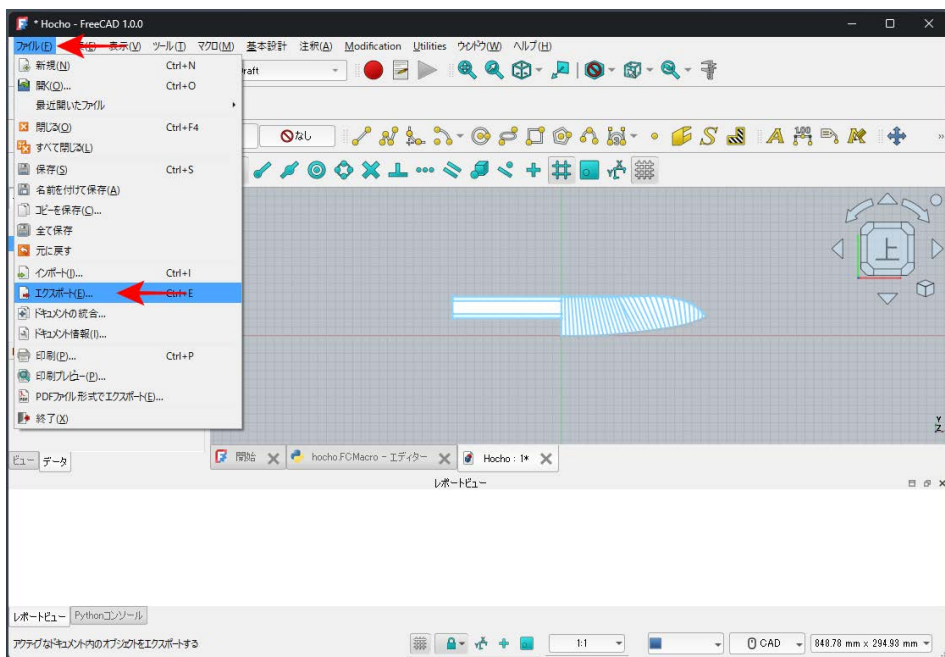
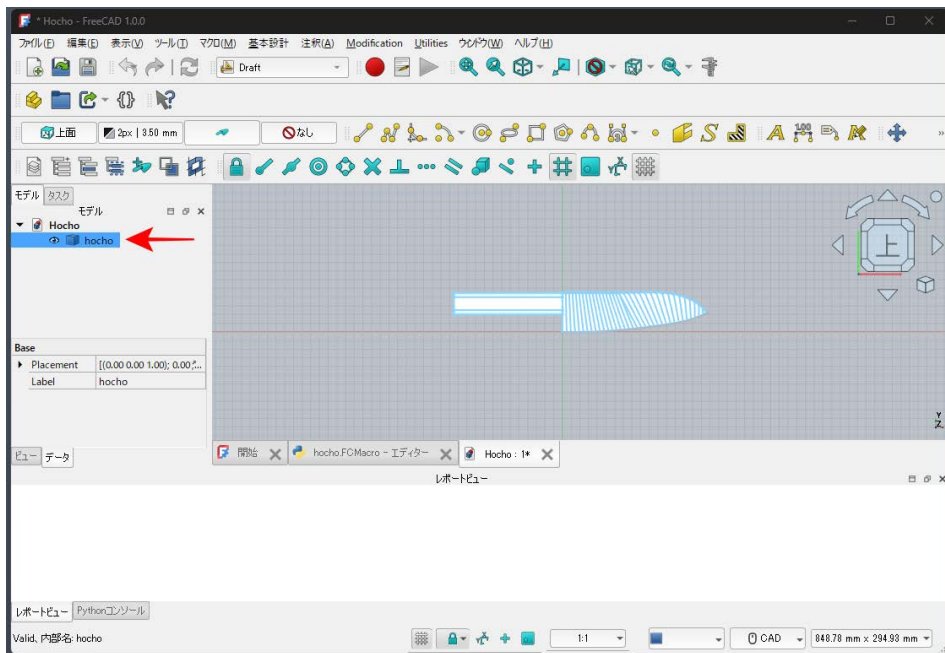
6.2 計測値の入力

マクロの入力部分に計測値等を入力する（単位：mm）。

```
#刃元での計測値<固定値：(BX0,BY0)=(0,0)>
BYa0 = 45
BT = 3
#峰側の計測値
(BXa1,BYa1) = (65,45)
(BXa2,BYa2) = (130,43)
(BXa3,BYa3) = (155,33)
#刃側の計測値
(BXb1,BYb1) = (50,1)
(BXb2,BYb2) = (115,8)
(BXb3,BYb3) = (138,12)
#刃の先端での計測値
(BX4,BY4) = (165,22)
#マチの有無 ("yes" / "no") , ある場合はその計測値
#刀の場合はハバキの大きさ
machi = "no"
ML = 0
MW = 0
#持ち手と刃の結合位置は次から選択: "top" / "center"
align_mode = "top"
#鍰 (つば) の有無 ("yes" / "no") , ある場合はその計測値
tsuba = "no"
TD = 0
#柄の計測値
HL = 125
HW = 25
HT = 15
#刃と峰の形状は次から選択: "line" / "curve" / "line-curve" / "curve-line"
connections_mine = "line-curve"
connections_ha = "curve"
```

6.3 マクロの実行とエクスポート

1. 実行アイコンをクリックすると包丁モデルが作成される（うまく作成できないときはレポートビューのエラーメッセージを確認する）。
2. モデルパネルで作成した包丁モデルを選択。包丁モデルが水色に変化する。ファイル > エクスポート で STL 形式で保存する



7 補足：RadiAnt と Blender を使った 3D 合成画像の作成

FreeCAD で作成した包丁モデルと，CT の 3D 再構成画像を合成する方法の 1 つについて概略を紹介する。ここで使用するソフトウェアは下記の 2 つ。

7.1 使用するソフトウェア

- RadiAnt DICOM Viewer（有料）：
CT から 3D 再構成画像を作成し，STL 出力する
- Blender：
STL 画像の合成を行う

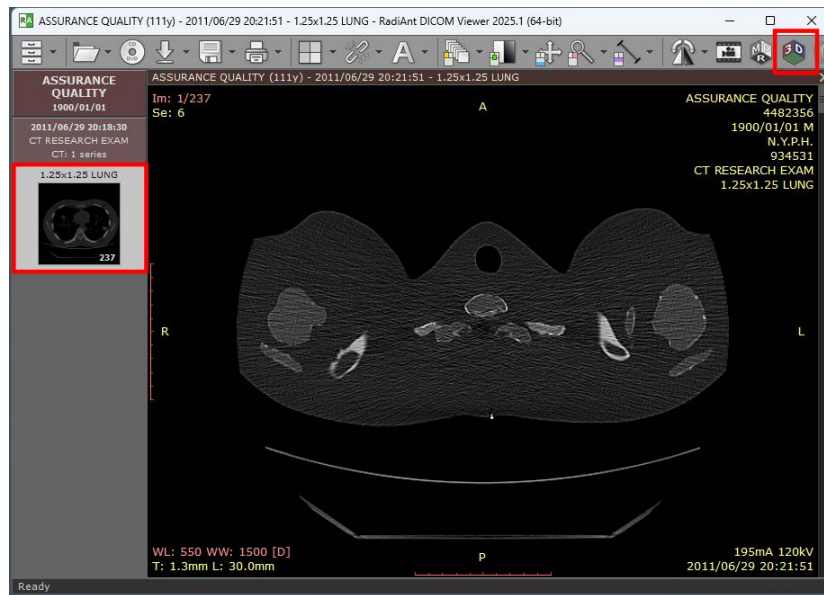
インストール方法は各ソフトウェアの公式サイトを参照してください。

なお，以下のセクションで用いている胸部 CT 画像は実際の人体ではなく模型を撮影したものです^{*1}。

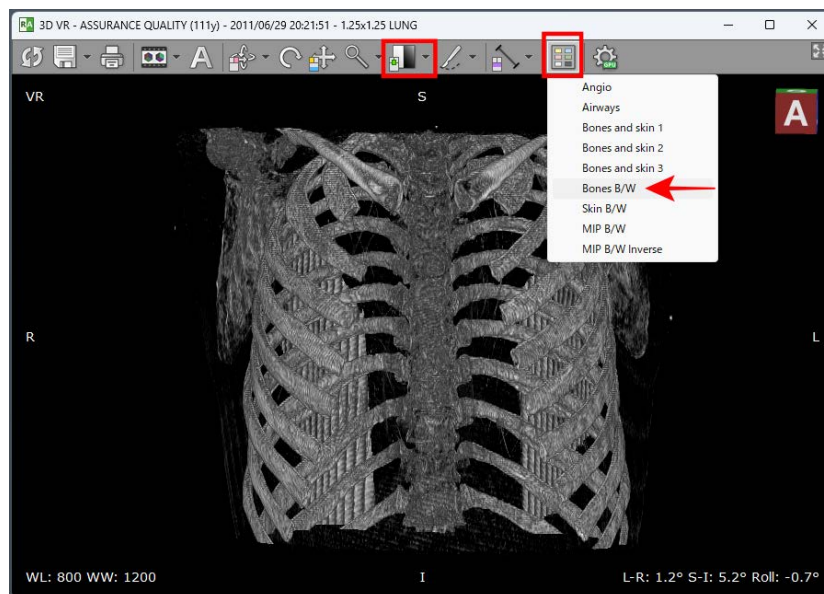
7.2 CT 再構成データの出力

1. RadiAnt で DICOM データを開く。該当のシリーズを選択し，3D Volume Rendering をクリック。

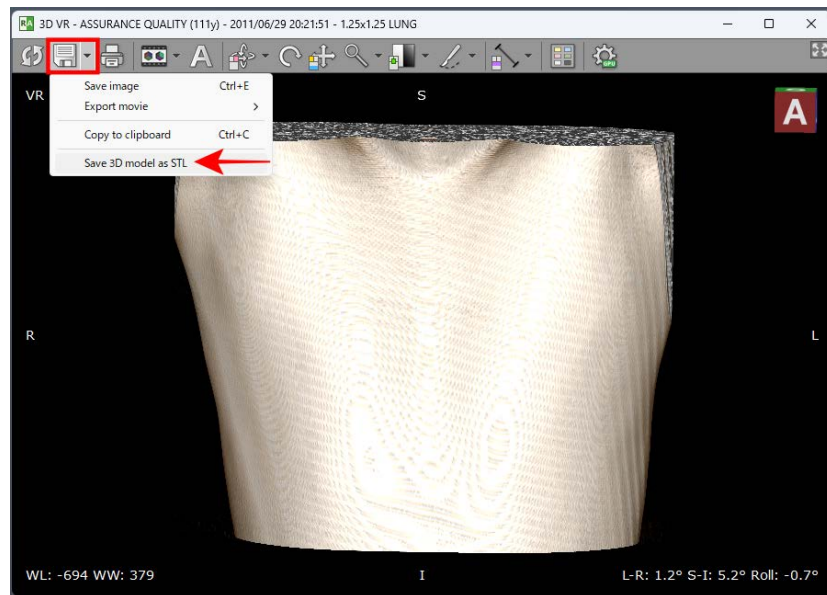
^{*1} 胸部モデル CT データ引用元：Zhao, B. (2015). Lung Phantom (Version 2) [Data set]. The Cancer Imaging Archive. <https://doi.org/10.7937/k9/tcia.2015.08alixoo>



2. 不要な部分はメスで削除しておく。3D presets の skin, bone を使用するか, WL・WW を調節し, 皮膚や骨など出力したい面を描出する。透過画像は使わない (必要なら後から Blender で透過させることができる)。



3. STL でエクスポートする。

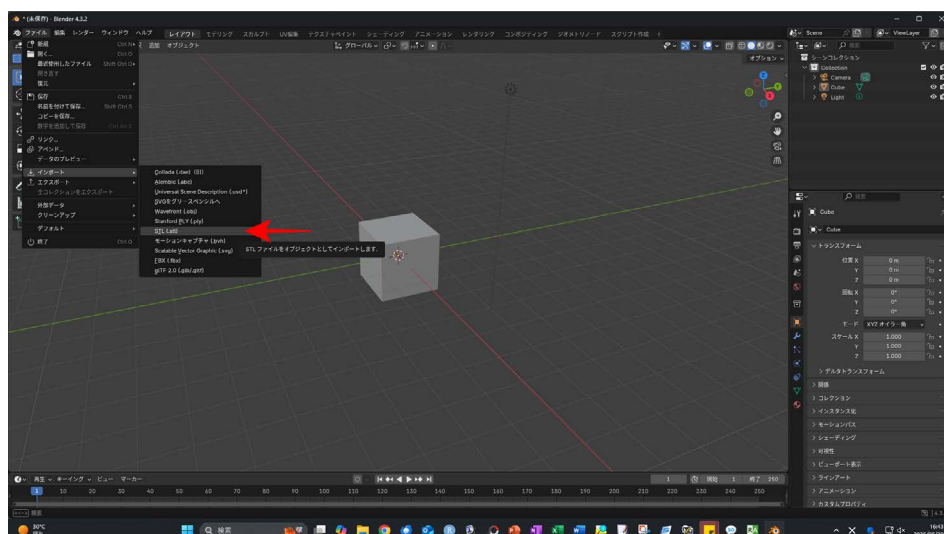


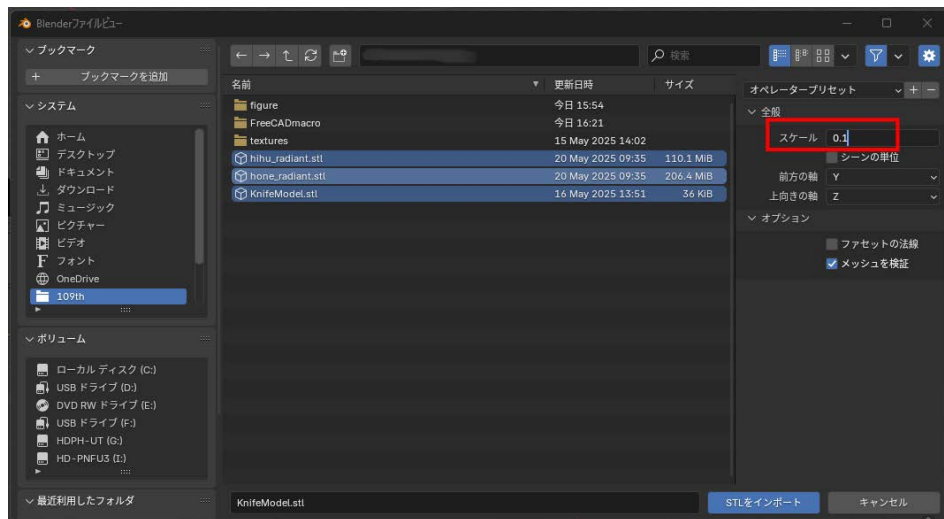
7.3 CT データと包丁モデルの合成

Blender の操作については概略のみ掲載する。詳細な使用方法是マニュアルを参照。

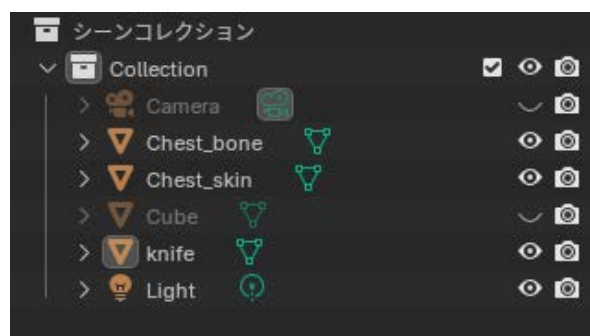
7.3.1 STL モデルの配置

1. Blender を開き、全般でスタート。ファイル > インポート > STL を選択。フォルダを開いて STL ファイルを選択する (Ctrl キーで複数同時に選択できる)。スケールを 0.1 に設定しておいたほうが扱いやすい。STL をインポートをクリック。

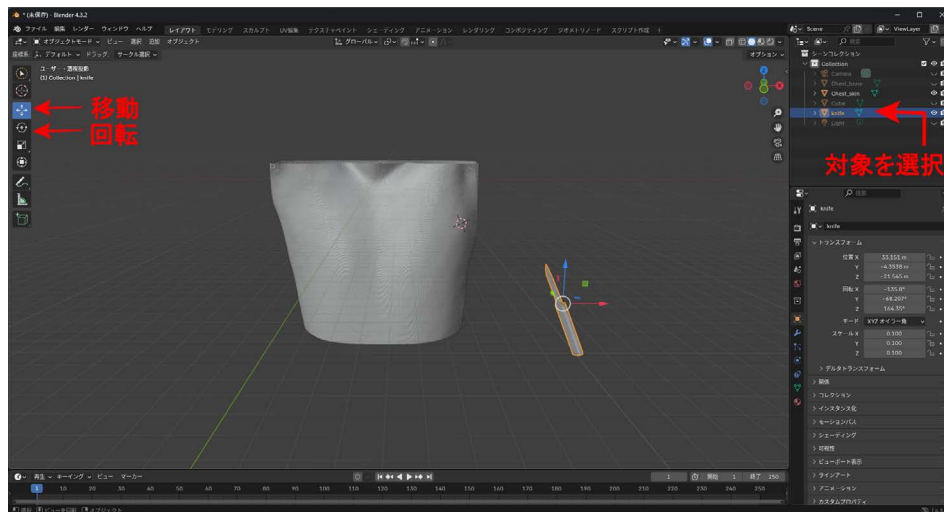




2. アウトライナーでは目のアイコンをクリックすることで表示／非表示の切り替えができる。デフォルトで設置される Cube は削除してよい。Light, Camera は残しておく。



3. 右上のアウトライナーで包丁モデルを選択、左の移動・回転ツールを選択してドラッグでモデルを動かす。皮膚の創口にあわせて包丁を配置し、皮膚を非表示にして骨を見ながら向きを調整する、といった手順で配置する。なお、Blender のデフォルト設定では視点操作は下の表のようにになっている。



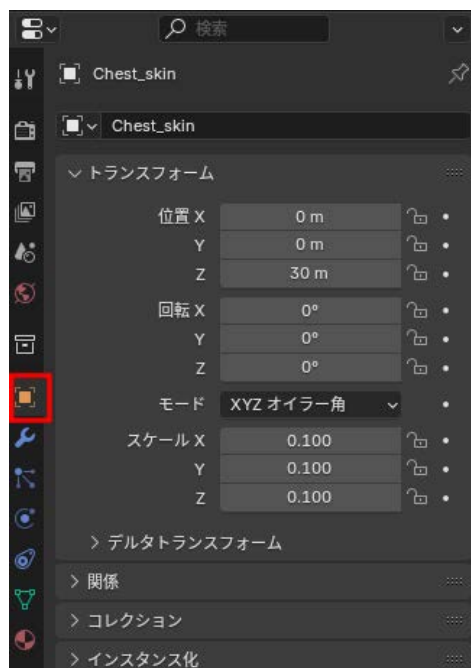
視点操作 マウスの操作

回転 ホイールボタン押しながらドラッグ

平行移動 Shift + ホイールボタン押しながらドラッグ

ズーム ホイール回転

包丁モデルではなく CT モデルを動かしたい場合は、皮膚・骨等の複数モデルの位置を揃える必要があるため、オブジェクトタブの位置・回転から同じ数字を入力して行う。

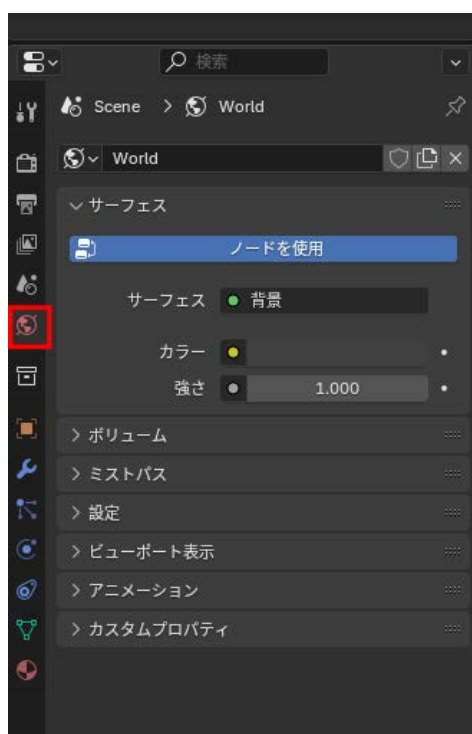


7.3.2 画像出力用設定

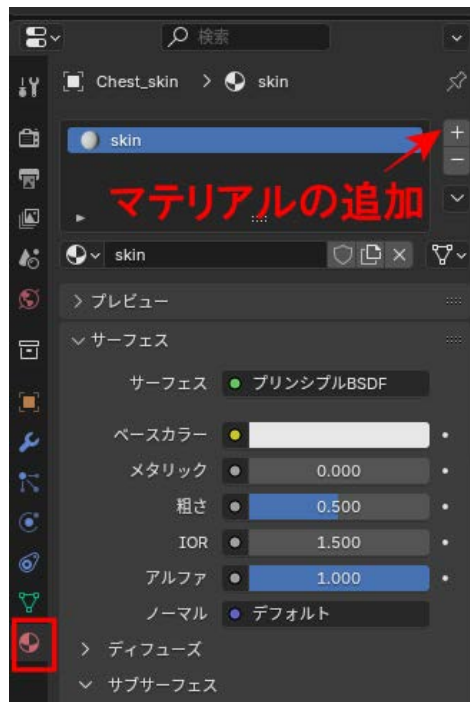
■出力画像の確認 右上のビューポートシェーディングをレンダーに変更すると、撮影時の色・照明等が反映された表示になる。



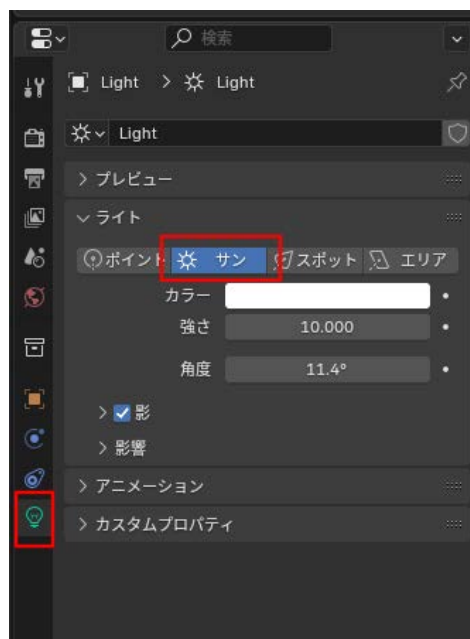
■背景の色 右下のワールドタブ（赤い地球儀アイコン）から色等を調整する。



■STL モデルの色 アウトライナーで設定したいモデルを選択し、右下のマテリアルタブ（赤い球体アイコン）から色や質感、透過性等を調整する。マテリアルスロットを追加すると、モデルごとに異なるマテリアルを設定できる。



■照明の設定 アウトライナーで Light を選択し、右下のデータタブ（緑の電球アイコン）からサンに設定、移動・回転したり、強さ等を調整する。位置変更は左の移動・回転ツールを選択してドラッグでも可能。場合によっては複数のポイントないしスポットの Light を設置してもよい。

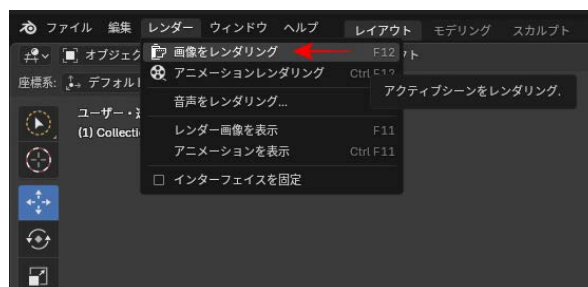


■カメラの設定 撮影したい視点に調整し、Ctrl + Alt + Numpad 0 を押すとその位置に Camera が移動する。またはアウトライナーで Camera を選択し、移動・回転したり、右下のデータタブ（緑のカメラアイコン）から画面のサイズ等を変更する。位置変更は左の移動・回転ツールを選択してドラッグでも可能。場合によっては複数の Camera を設置してもよい。

■撮影（画像出力） カメラビューで画角を確認する。アウトライナーで撮影しない物体のカメラマークは OFF にする。複数のカメラがある場合は、どのカメラで撮影するのかを選択する。



レンダー > 画像をレンダー をクリック。画像が表示されたら名前をつけて保存する。



8 おわりに

本マニュアルでは，FreeCAD を用いた包丁モデリングスクリプトである Hocho.FC-Macro の使用法を説明した。付録にさまざまな包丁の計測値入力例も公開しているので，参考にされたい。

付録：包丁モデルの入力値例

文化包丁

```
#刃元での計測値<固定値：(BX0,BYb0)=(0,0)>
BYa0 = 45
BT = 3
#峰側の計測値
(BXa1,BYa1) = (65,45)
(BXa2,BYa2) = (130,43)
(BXa3,BYa3) = (155,33)
#刃側の計測値
(BXb1,BYb1) = (50,1)
(BXb2,BYb2) = (115,8)
(BXb3,BYb3) = (138,12)
#刃の先端での計測値
(BX4,BY4) = (166,22)
#マチの有無 ("yes" / "no") , ある場合はその計測値
#刀の場合はハバキの大きさ
machi = "no"
ML = 0
MW = 0
#持ち手と刃の結合位置は次から選択: "top" / "center"
align_mode = "top"
#鍔(つば)の有無 ("yes" / "no") , ある場合はその計測値
tsuba = "no"
TD = 0
#柄の計測値
HL = 125
HW = 25
HT = 15
#刃と峰の形状は次から選択: "line" / "curve" / "line-curve" / "curve-line"
connections_mine = "line-curve"
connections_ha = "curve"
```

出刃包丁

```
#刃元での計測値<固定値：(BX0,BYb0)=(0,0)>
BYa0 = 51
BT = 5
#峰側の計測値
(BXa1,BYa1) = (38,50)
(BXa2,BYa2) = (82,45)
(BXa3,BYa3) = (113,39)
#刃側の計測値
(BXb1,BYb1) = (38,1)
(BXb2,BYb2) = (88,6)
(BXb3,BYb3) = (126,13)
#刃の先端での計測値
(BX4,BY4) = (150,22)
#マチの有無 ("yes" / "no") , ある場合はその計測値
#刀の場合はハバキの大きさ
machi = "yes"
ML = 20
MW = 15
#持ち手と刃の結合位置は次から選択: "top" / "center"
align_mode = "top"
#鰹(つば)の有無 ("yes" / "no") , ある場合はその計測値
tsuba = "no"
TD = 0
#柄の計測値
HL = 125
HW = 25
HT = 20
#刃と峰の形状は次から選択: "line" / "curve" / "line-curve" / "curve-line"
connections_mine = "curve"
connections_ha = "curve"
```

柳刃包丁

```
#刃元での計測値<固定値：(BX0,BYb0)=(0,0)>
BYa0 = 30
BT = 2
#峰側の計測値
(BXa1,BYa1) = (113,30)
(BXa2,BYa2) = (151,28)
(BXa3,BYa3) = (176,25)
#刃側の計測値
(BXb1,BYb1) = (63,4)
(BXb2,BYb2) = (126,8)
(BXb3,BYb3) = (164,13)
#刃の先端での計測値
(BX4,BY4) = (200,19)
#マチの有無 ("yes" / "no") , ある場合はその計測値
#刀の場合はハバキの大きさ
machi = "yes"
ML = 10
MW = 13
#持ち手と刃の結合位置は次から選択: "top" / "center"
align_mode = "top"
#鰹(つば)の有無 ("yes" / "no") , ある場合はその計測値
tsuba = "no"
TD = 0
#柄の計測値
HL = 125
HW = 25
HT = 20
#刃と峰の形状は次から選択: "line" / "curve" / "line-curve" / "curve-line"
connections_mine = "line-curve"
connections_ha = "curve"
```

牛刀

```
#刃元での計測値<固定値：(BX0,BYb0)=(0,0)>
BYa0 = 53
BT = 4
#峰側の計測値
(BXa1,BYa1) = (203,53)
(BXa2,BYa2) = (216,52.5)
(BXa3,BYa3) = (289,44)
#刃側の計測値
(BXb1,BYb1) = (81,3)
(BXb2,BYb2) = (162,9)
(BXb3,BYb3) = (270,23)
#刃の先端での計測値
(BX4,BY4) = (305,35)
#マチの有無("yes" / "no"), ある場合はその計測値
#刀の場合はハバキの大きさ
machi = "no"
ML = 0
MW = 0
#持ち手と刃の結合位置は次から選択: "top" / "center"
align_mode = "top"
#鐔(つば)の有無("yes" / "no"), ある場合はその計測値
tsuba = "no"
TD = 0
#柄の計測値
HL = 135
HW = 24
HT = 20
#刃と峰の形状は次から選択: "line" / "curve" / "line-curve" / "curve-line"
connections_mine = "line-curve"
connections_ha = "curve"
```

ペティナイフ

```
#刃元での計測値<固定値：(BX0,BYb0)=(0,0)>
BYa0 = 28
BT = 1
#峰側の計測値
(BXa1,BYa1) = (90,28)
(BXa2,BYa2) = (110,28)
(BXa3,BYa3) = (125,26)
#刃側の計測値
(BXb1,BYb1) = (50,5)
(BXb2,BYb2) = (100,11)
(BXb3,BYb3) = (120,15)
#刃の先端での計測値
(BX4,BY4) = (135,20)
#マチの有無 ("yes" / "no") , ある場合はその計測値
#刀の場合はハバキの大きさ
machi = "yes"
ML = 5
MW = 15
#持ち手と刃の結合位置は次から選択: "top" / "center"
align_mode = "top"
#鐔(つば)の有無 ("yes" / "no") , ある場合はその計測値
tsuba = "no"
TD = 0
#柄の計測値
HL = 110
HW = 20
HT = 15
#刃と峰の形状は次から選択: "line" / "curve" / "line-curve" / "curve-line"
connections_mine = "line-curve"
connections_ha = "line-curve"
```

菜切包丁

```
#刃元での計測値<固定値：(BX0,BYb0)=(0,0)>
BYa0 = 43
BT = 2
#峰側の計測値
(BXa1,BYa1) = (40,43)
(BXa2,BYa2) = (80,43)
(BXa3,BYa3) = (165,43)
#刃側の計測値
(BXb1,BYb1) = (140,0)
(BXb2,BYb2) = (151,2)
(BXb3,BYb3) = (157,5)
#刃の先端での計測値
(BX4,BY4) = (159,11)
#マチの有無 ("yes" / "no") , ある場合はその計測値
#刀の場合はハバキの大きさ
machi = "no"
ML = 0
MW = 0
#持ち手と刃の結合位置は次から選択: "top" / "center"
align_mode = "top"
#鰹(つば)の有無 ("yes" / "no") , ある場合はその計測値
tsuba = "no"
TD = 0
#柄の計測値
HL = 120
HW = 20
HT = 15
#刃と峰の形状は次から選択: "line" / "curve" / "line-curve" / "curve-line"
connections_mine = "line"
connections_ha = "line-curve"
```

日本刀

```
#刃元での計測値<固定値：(BX0,BYb0)=(0,0)>
BYa0 = 35
BT = 7
#峰側の計測値
(BXa1,BYa1) = (200,48)
(BXa2,BYa2) = (330,60)
(BXa3,BYa3) = (500,85)
#刃側の計測値
(BXb1,BYb1) = (200,18)
(BXb2,BYb2) = (500,63)
(BXb3,BYb3) = (680,110)
#刃の先端での計測値
(BX4,BY4) = (695,130)
#マチの有無 ("yes" / "no") , ある場合はその計測値
#刀の場合はハバキの大きさ
machi = "yes"
ML = 30
MW = 35
#持ち手と刃の結合位置は次から選択: "top" / "center"
align_mode = "center"
#鐔(つば)の有無 ("yes" / "no") , ある場合はその計測値
tsuba = "yes"
TD = 80
#柄の計測値
HL = 270
HW = 40
HT = 30
#刃と峰の形状は次から選択: "line" / "curve" / "line-curve" / "curve-line"
connections_mine = "curve"
connections_ha = "curve-line"
```