

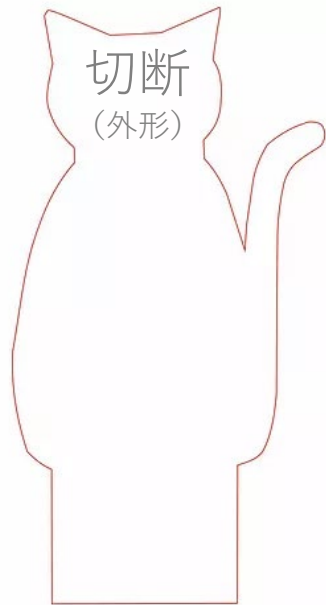
システム設計CAD レーザー加工入門

電子情報工学科 泉知論 田中 亜美

<http://www.ritsumei.ac.jp/se/re/izumilab/lecture/25cad/>

レーザー加工とは

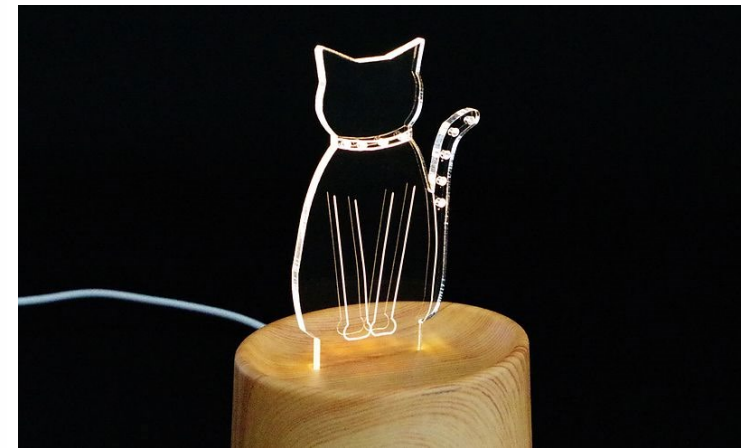
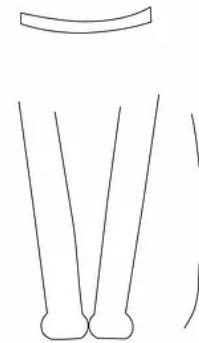
- レーザー光線で材料を焼いて切断／刻印する加工
- アクリル、プラスチック、木、皮、コルクなどの板



切断
(切抜)



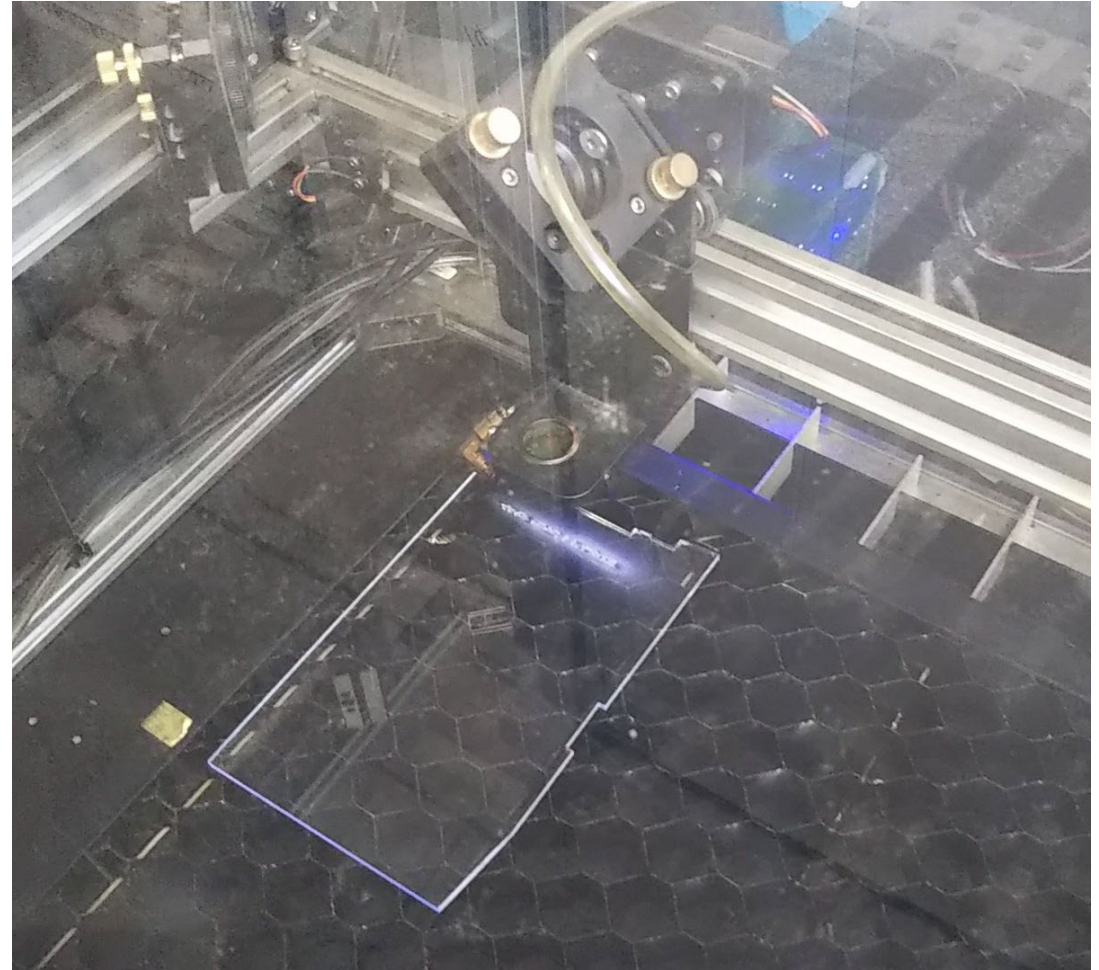
刻印



写真はPodera社のレーザー加工機製品ウェブサイトより

レーザー加工機の原理

- LASER = Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
(誘導放出による光増幅)
- 高出力のレーザー光源のヘッド + 縦横に動かすフレーム
- レーザー光源の出力と移動速度を変えて、切断、刻印の深さ・濃さを調節する



GIC Fab のレーザー加工機

FABOOL Laser DS

- 最大加工範囲 1050mm × 630mm, 最大出力 80W
- レーザーポインタで位置決めが容易
- 出力ソフト SmartDIYs Creator

ベクタ系 **svg**, dxf, ラスタ系 jpg, **png**, gif, tif, **bmp**

<https://www.smartdiys.com/manual/smartdiys-creator-about/>

大きいもの
急ぎのもの
初心者に

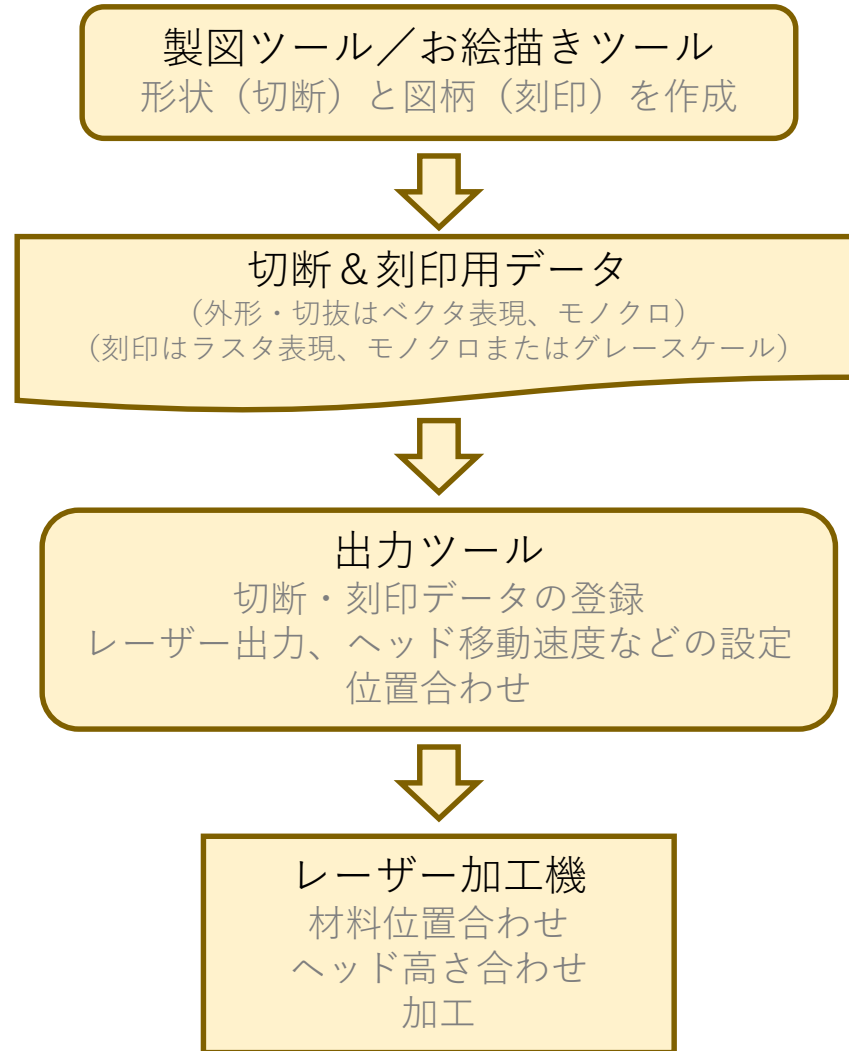
Podea ZERO Primo

- 最大加工範囲 600mm × 300mm, 最大出力 40W
- 出力ソフト Podea plug-in software

ベクタ系 **svg**, ai, pdf, ps, eps, ラスタ系 jpg, **png**, **bmp**

綺麗に
作りたい
ものに

設計 & 加工の流れ



加工用データファイルについて

- 切断はベクタ系、刻印はラスタ系の形式が良い（幾何学図形ならベクタ系）
- 熱を逃がすため切断が後、材料がぐらつかないように外形切断が最後のほうが良い
- 刻印 → 切断（切抜） → 切断（外形）
- 原則、描画順に加工するはず
- しかし保証はないし思考の順序に逆らう
- 加工の種類や順序に応じてファイルを分けると確実（→ 後述）

画像形式の基礎知識

本質的な表現方法として次のふたつに分類できる

円弧や直線で製図した外形の切断に

図柄の刻印に

Vector 表現

- 座標による図形要素のリスト
- 幾何学図形を効率よく表現
- 画質劣化はない
- 描画命令の互換性トラブル
- ビットマップを埋め込むこともできる

Raster/Bitmap 表現

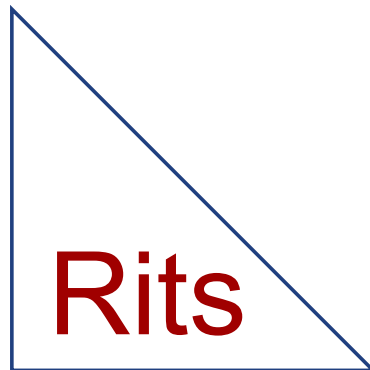
- 画素値を順に並べたもの
- 手描きの絵や写真など
- 解像度とデータサイズのトレードオフ
- 非可逆圧縮で画質劣化

参考資料 <http://www.ritsumeikai.ac.jp/se/re/izumilab/lecture/09vectorimage/index.html>

Vector系とRaster系の例

SVG 形式

```
<svg id="rits" viewBox="0 0 100 100">
  <path stroke="#204080" fill="#ffffff"
    d="M 0 0 L 0 100 L 100 100 z"/>
  <text font-size="32" fill="#a00000"
    x="10" y="90">Rits</text>
</svg>
```



PPM 形式 (無圧縮、テキスト)

```
P3
600 594
255
143 159 191 32 64 128 32 64 128 32 64 128 32 64 128
32 64 128 32 64 128 116 136 176 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255 255
```

(以下略)

データファイルの互換性トラブル

- ベクタ系データは形式が同じでも互換性がない場合がある！？
 - バージョン
 - 文字フォント
 - オプションのパラメタ／モード／命令
 - 各ツールの独自運用、独自拡張
- トラブルの例
 - 原点が伝わらない → 位置があわない
 - スケールが伝わらない → 大きさがあわない
 - フォントがない → 文字が表示されない
 - 補助線、非表示レイヤが伝わらない → 不要な線がある
- 試行錯誤して相性のよい方法を探すしかなさそう…

とにかく作ってみよう！ ネームタグの製作

描画ツール：Inkscape

加工機ツール：SmartDIYs Creator

加工機：FABOOL Laser DS



加工用データを作成する

使用ツール

ここでは以下の描画ツール、加工機を使用する



描画ツール： Inkscape

- <https://inkscape.org/>
- 無料で使うことができる（寄付推奨）
- Inkscape 自体の使い方は自学自習されたし

レーザー加工機： FABOOL Laser DS

- 出力ツール SmartDIYs Creator
- <https://www.smartdiys.com/manual/smartdiys-creator-about/>

ファイル形式互換性対策 (Inkscape + SmartDIYs)

- Inkscape + SmartDIYs Creator の組合せで試行錯誤の結果…
 - 線画／塗画、色の違いで加工グループを分けてくれるようだ
 - Inkscape Optimized SVG でラスタ埋込したら SmartDIYs で読めるようだ



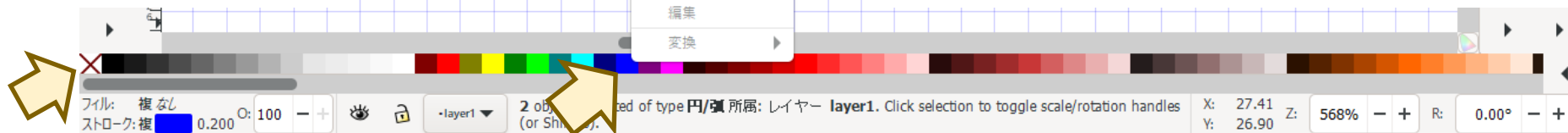
設計例：Inkscape でネームタグを作る



加工手順ごとに色をかえる




色を選ぶ (☑は非表示)



切断 (外形・切抜) 用の線画はストローク
刻印 (図柄) 用の塗画はフィル

いったん保存しておく



Tag.svg - Inkscape

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) レイヤー(L) オブジェクト(O) パス(P) テキスト(T) フィルター(S) エクステンション(N) ヘルプ(H)

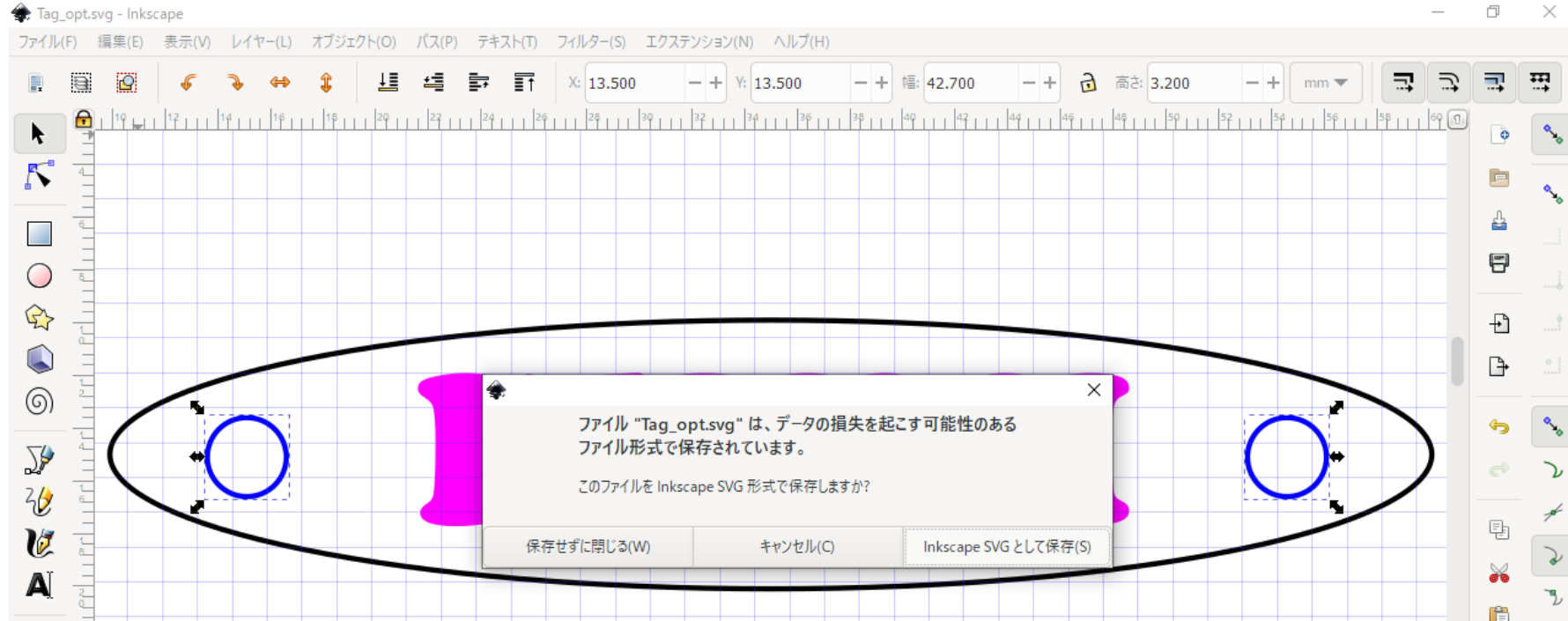
→ 原本のデータファイルとしていったん保存しておく
ファイル名の例：nametag.svg
形式は Inkscape SVG (Inkscape用の設定情報などを含めたSVG)

ファイル: 該当なし 0: 100 - +
ストローク: 該当なし

Shift: クリックで追加選択、ドラッグでラバーバンド選択します。

X: 12.31 Z: 568% - + R: 0.00° - +
Y: 2.80

描画終了



原本を保存してあれば「保存せずに閉じる」でOK

原本を保存する必要がある場合は名前を変えて「Inkscape SVG」で保存する





USBメモリに
データをを入れて
GIC Fab に Go!

レーザー加工機を使う



レーザー加工機は危ない！

スタッフに指導を求めるべし！

加工

- 材料を選ぶ、材質と厚さを確認する
- 加工ソフトにデータファイルを登録する
- 加工手順の順序を設定する（入れ替える）
- 各手順について、レーザー出力、ヘッド移動速度等を設定する
- 加工機に材料を配置する、位置を確認
- 加工機のヘッドの高さ（材料表面との距離）を調整する
- 蓋を閉めて排気を稼働させる
- 加工を実行する
- 加工が終わり、煙が十分に排気されたら材料を取り出す
- 掃除、片付け

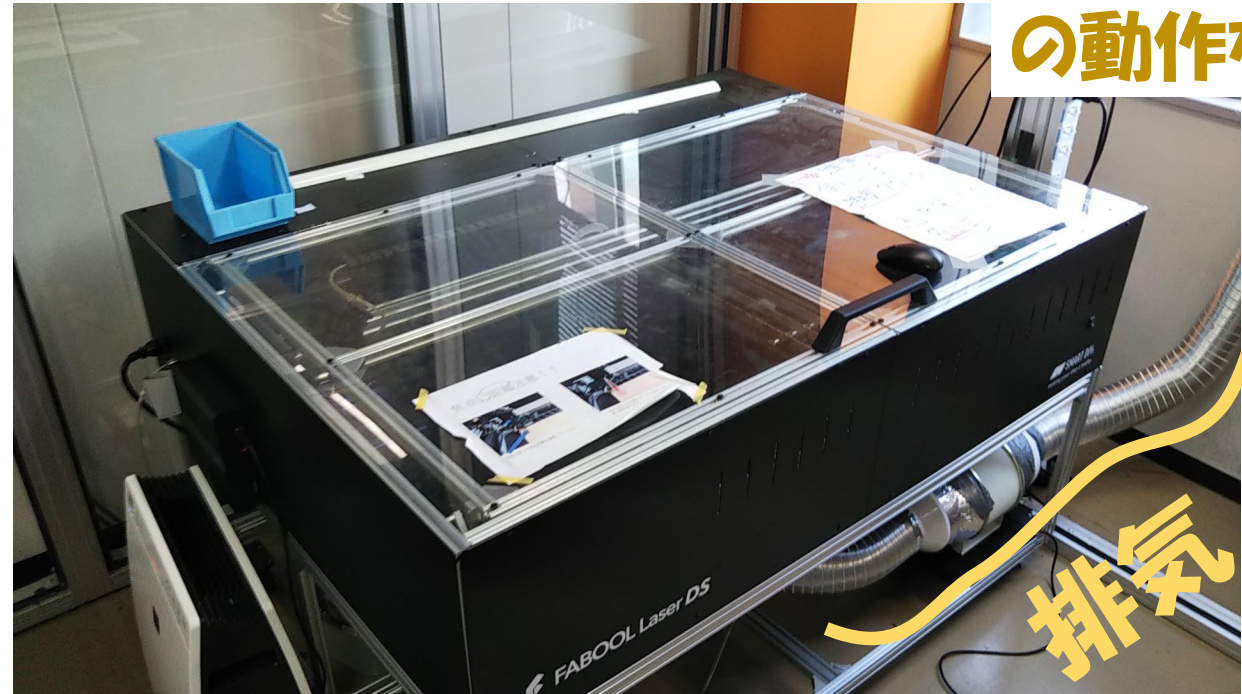
加工の例 FABOOL LASER DS の場合



出力ソフト SmartDIYs Creator
詳細はマニュアル↓を参照すること

<https://www.smartdiys.com/manual/smartdiys-creator-about/>

電源・排気の確認



廃棄処理装置
の動作を確認

排気

材料について

- 板状でレーザー光で焼き切れる／刻印できるもの
- アクリル、ABS（その他のプラスチックは溶けたり燃えたり調整が難しい）
- MDF（Medium-Density Fiberboard、植物性繊維を糊や樹脂で固めたもの、厚紙と合板の中間的素材）
- 木材（バルサ、ベニヤ、コルク、…）
- 紙、布、皮、ゴム
- 石、ガラス（刻印のみ、切断不可）
- などなど

ネームタグ程度の小さな材料なら
AIOLの端材をわけてもらえるよ！



切断・刻印データを登録する



Inkscape で出力した 最適化 SVG を読み込む

加工順を設定する

The screenshot displays a software interface for setting processing order. The main window shows a part with the text "IZUMI" and two holes. A smaller inset window shows a sequence of parts: a blank oval, a part with "IZUMI" text, and another blank oval. A yellow arrow points from the main window to the inset window, indicating the order of processing.

図柄、切抜、外形の順に並べ替える

加工条件を設定する

材質、厚さ、加工の種類に応じて加工条件を設定する

S:ヘッド移動速度、P:レーザー光パワー、T:実行回数、D,H:塗画密度

ちょうどよい設定が登録されていればそれを使う
なければ自分で試行錯誤してよい値を探す



FABOOL Laser DS で厚さ 2~3mm のMDF を加工するときの例

刻印 … S: 6000mm/min, P: 1%, T: 1回, D: 127dpi または H: 0.2mm 程度

切断 … S: 3000mm/min, P: 50%, T: 2回

加工条件の設定

テキストに設定すると
溶ける・焦げる・燃えるなどの危険がある
熟慮し、自信がなければスタッフに相談すること！

レーザー出力(P)

- 大きくしたら強くなり早く加工できるが、強すぎると溶ける・焦げる・燃える

ヘッドの移動速度(S)

- 大きくしたら速くなり早く加工できるが、速すぎるとエネルギー照射が少なくなり加工不良になる、遅すぎるとエネルギー照射過多にもなる

加工回数(T)

- 一度で加工しようとする溶ける・焦げる・燃えるなどのトラブルが発生する場合、エネルギー照射量を抑えて代わりに回数を増やして加工する

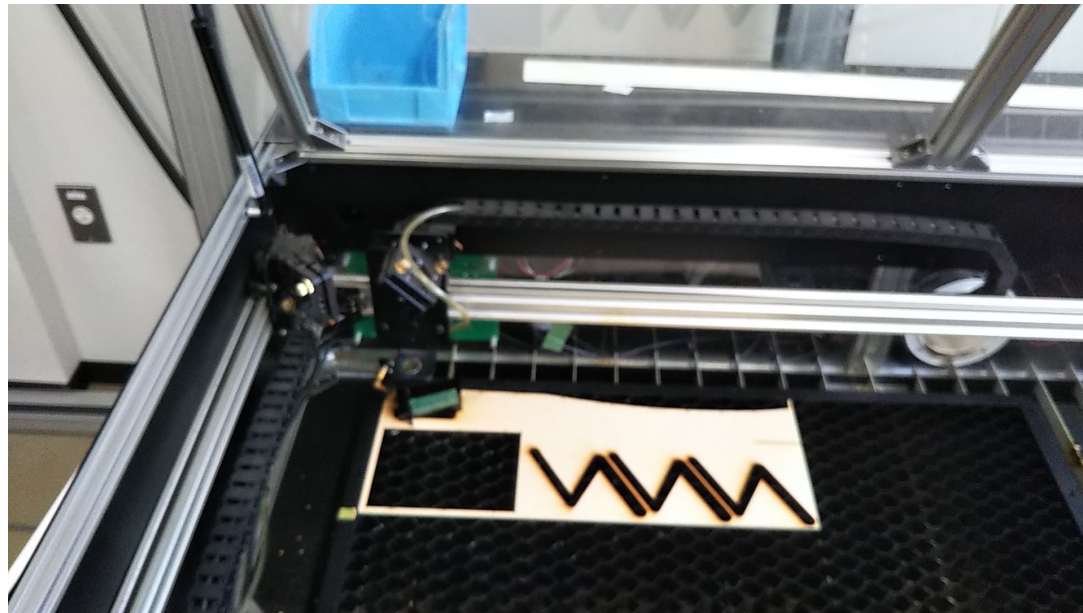
塗画密度(D or H)

- D … 解像度 (dpi : dot per inch), H … ハッチング間隔 (塗りつぶしの線の間隔, mm)
- 1inch \doteq 25.4mm なので、 $D_{[dpi]} \doteq 25.4 / H_{[mm]}$, $H_{[mm]} \doteq 25.4 / D_{[dpi]}$
- 細かく刻印することもできるが、細かすぎると遅くなりエネルギー照射過多にもなる

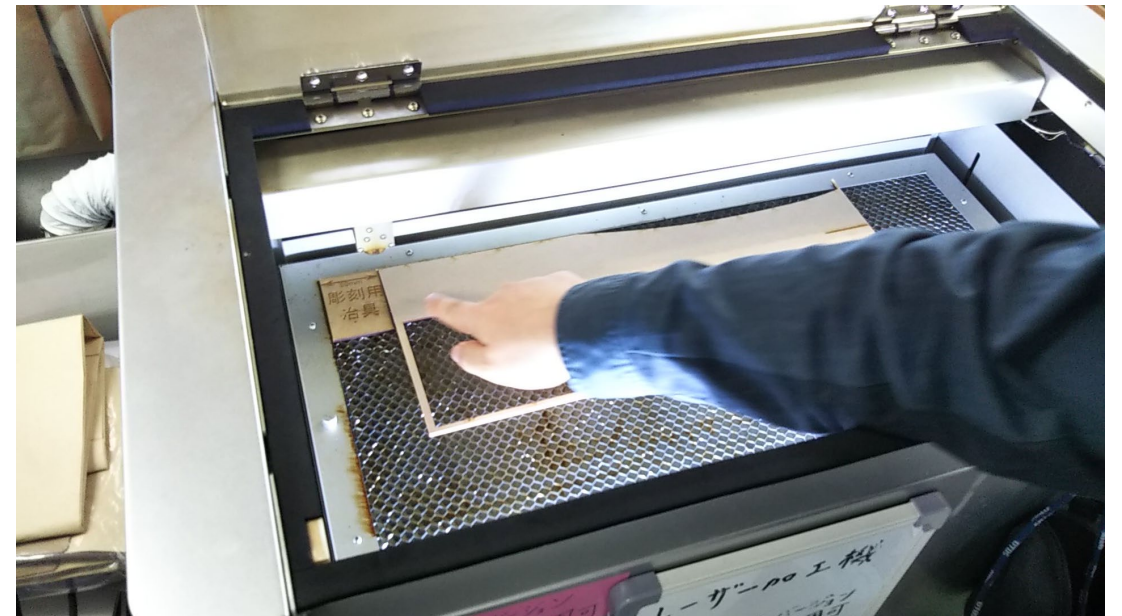
相互に影響しあう複雑な関係なので、よく考えてバランスをとって調整する必要がある

材料を置く

FABOOL LASER DS の例

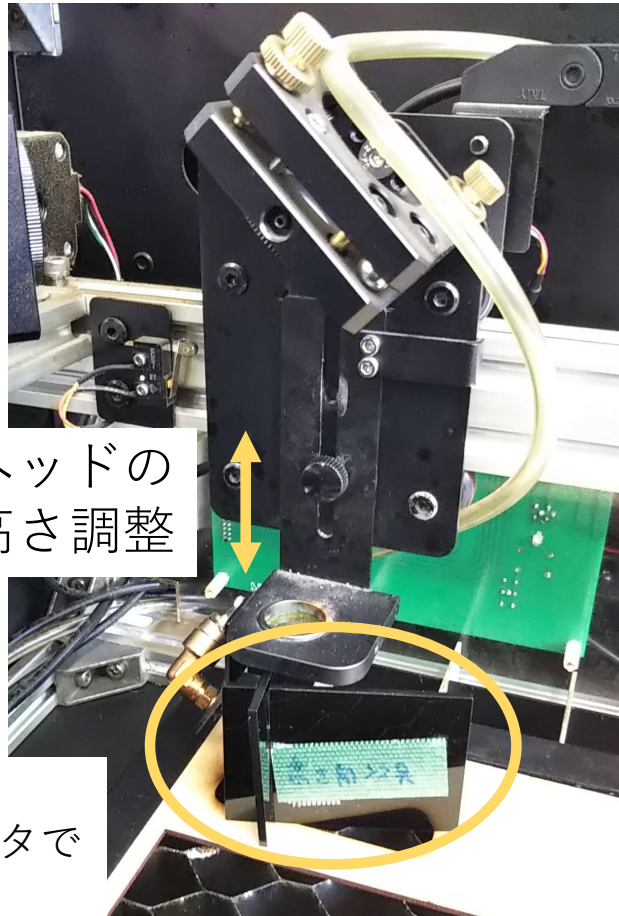


Podea ZERO Primo の例

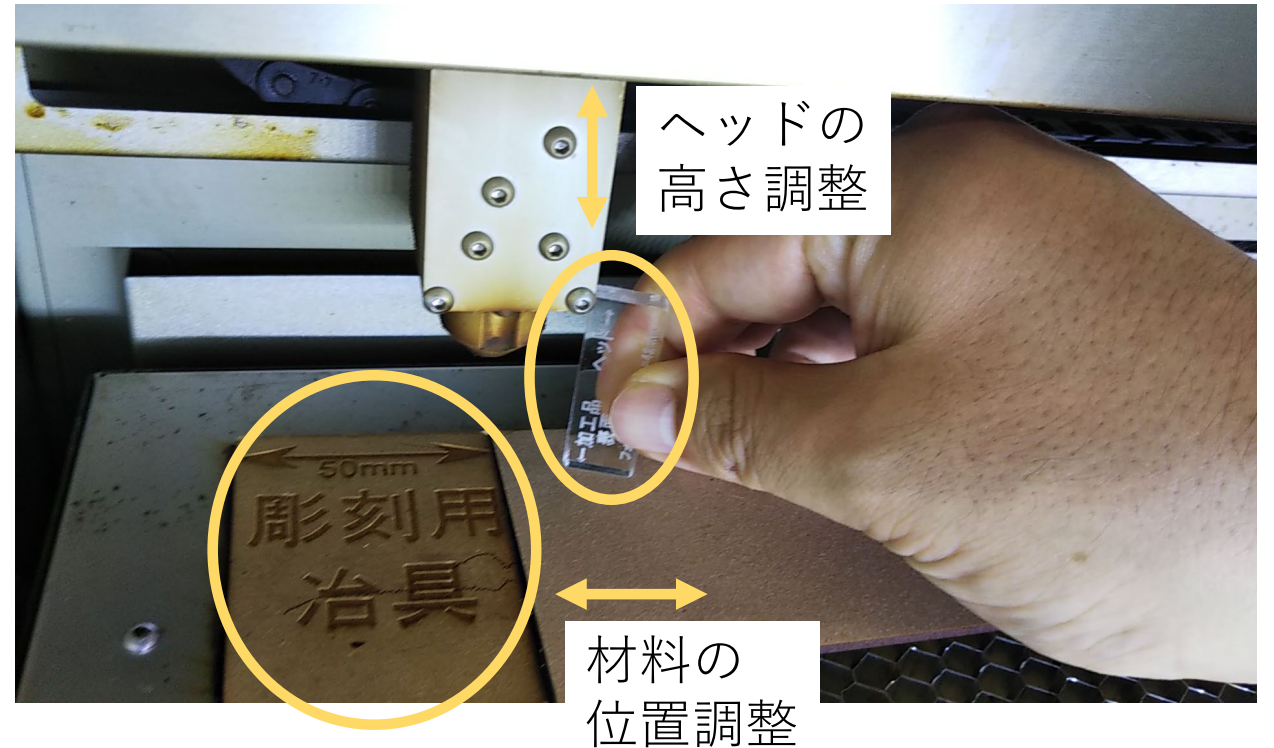


位置・高さの調整

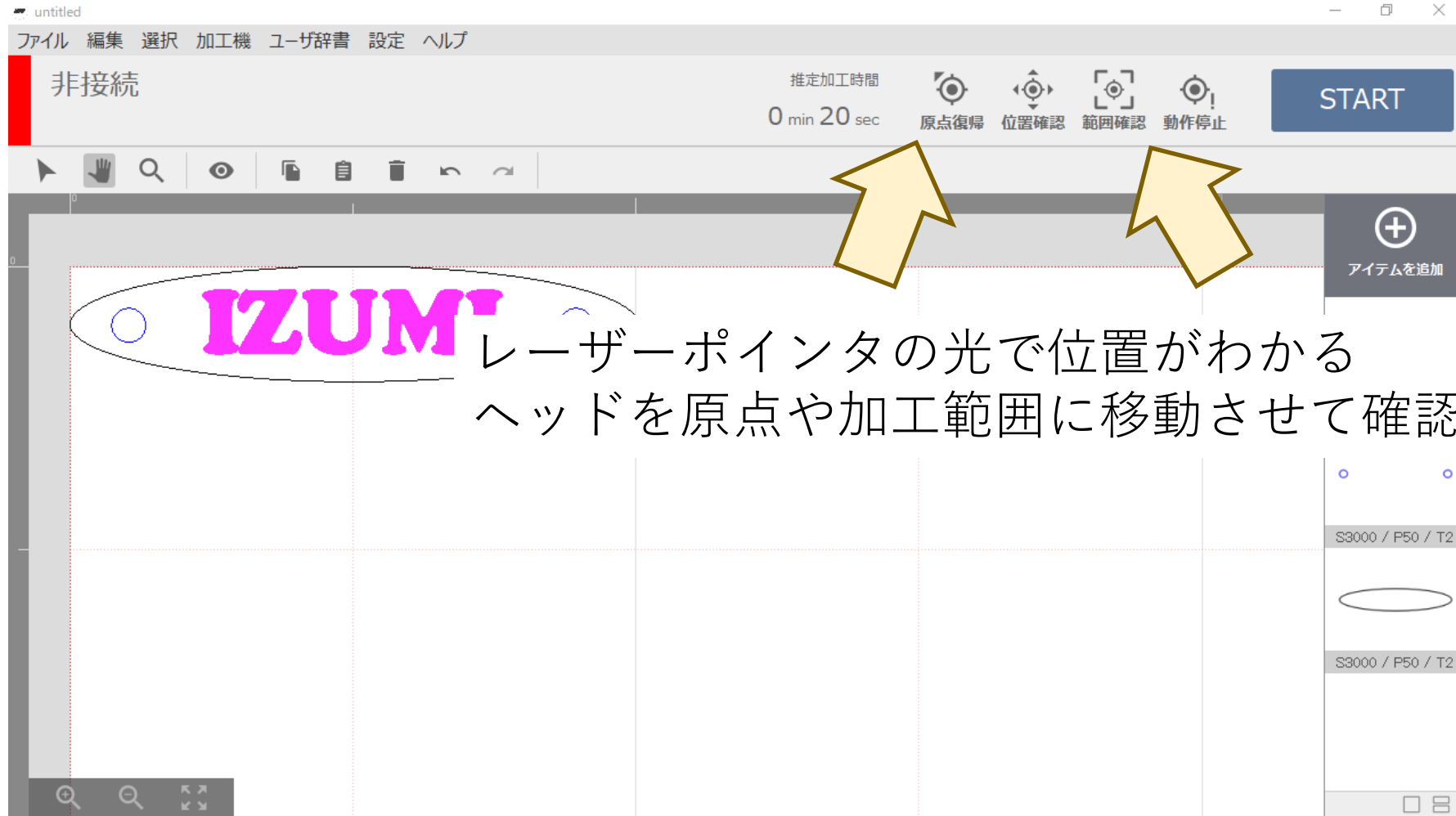
FABOOL LASER DS の例



Podea ZERO Primo の例



原点位置・加工範囲を確認する



加工する

加工開始

untitled

ファイル 編集 選択 加工機 ユーザ辞書 設定 ヘルプ

非接続

推奨加工時間
0 min 20 sec

原点復帰 位置確認 範囲確認 動作停止

START

アイテムを追加

IZUMI

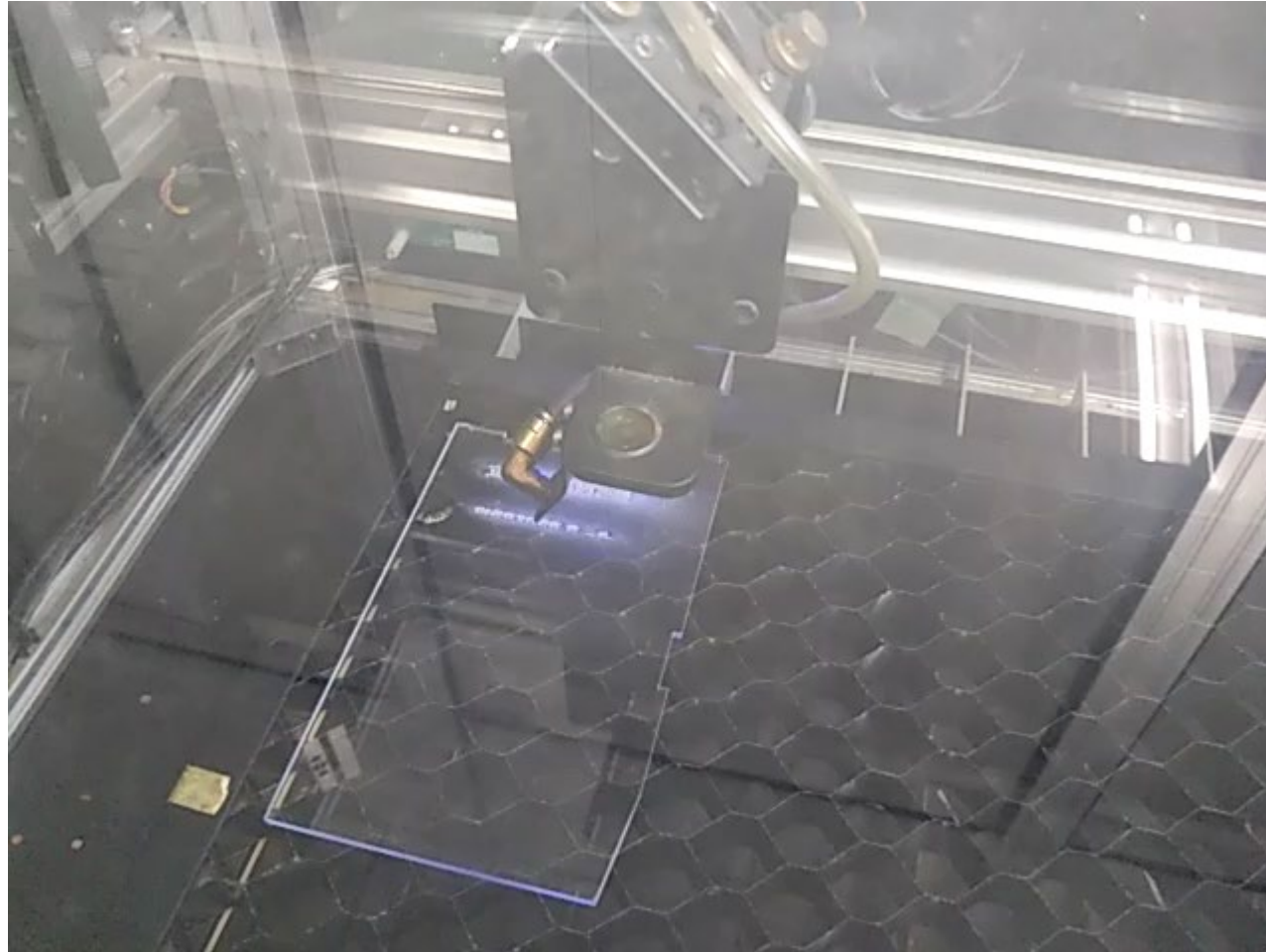
S3000 / P1 / T1

S3000 / P50 / T2

S3000 / P50 / T2

トラブったら
すぐに止める!

加工の様子



<http://www.ritsumei.ac.jp/se/re/izumilab/lecture/21cad/LASERcarving.mp4>

仕上がりの例



<http://www.ritsumei.ac.jp/se/re/izumilab/lecture/21cad/LASERMDF.mp4>

電源オプ
片付け
清掃



「たつとりあつとをにごさず」キャンペーン
<http://www.e22.com/birdy/>

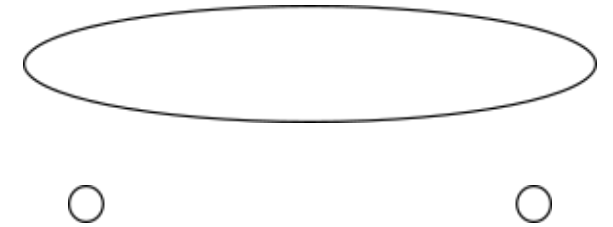
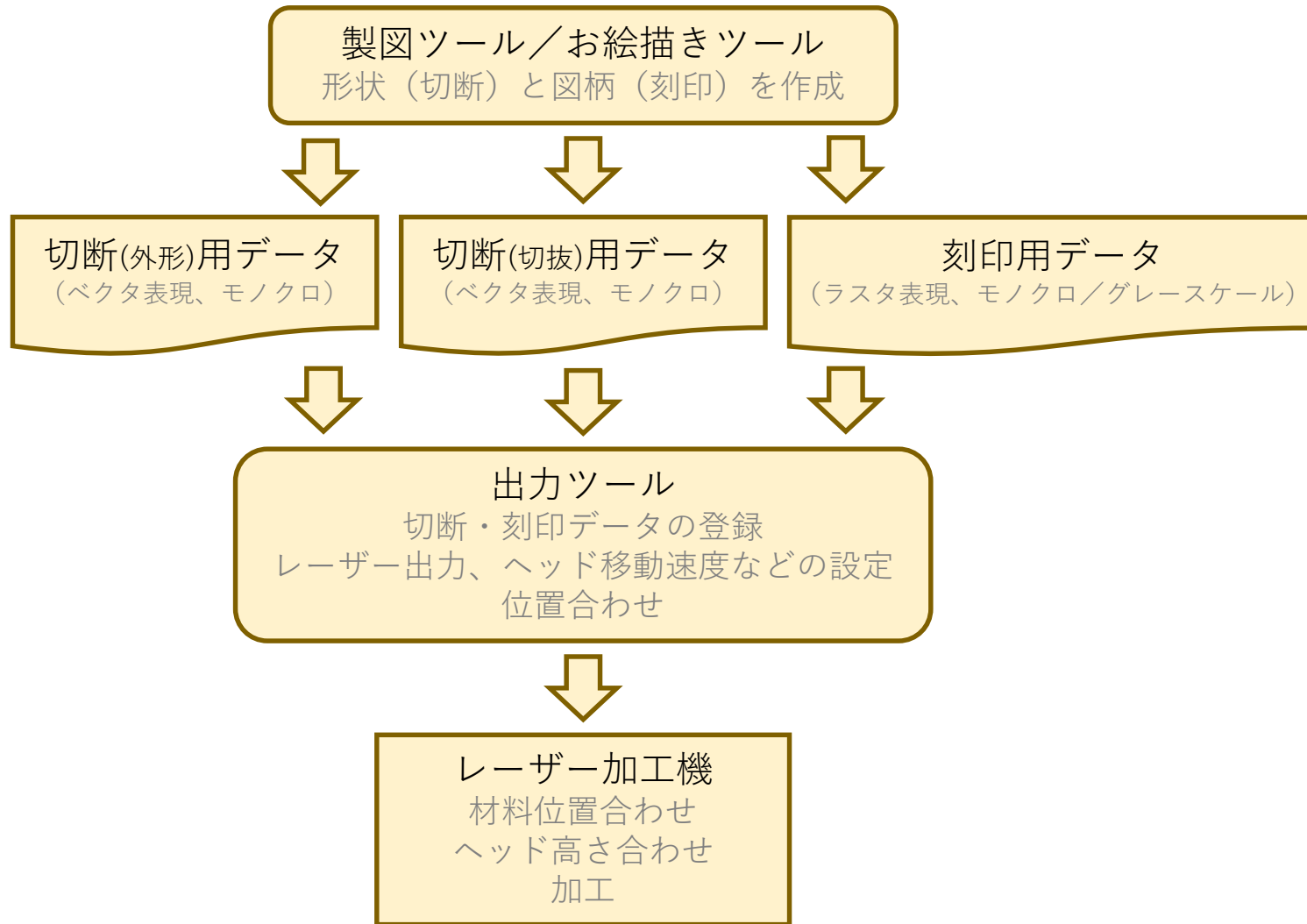
より転載



データファイル分割版

相手によっては「色分け」でうまくいくとは限らない
確実に&詳細に加工を指示するには…

設計 & 加工の流れ (データ分割版)



IZUMI



データファイルを分ける場合の構成例

- design.svg … 設計ファイルの原本、Inkscape用の設定情報なども含む、以下の出力用データで上書きしないように注意
- design_outline.dxf … 外形用のデータファイル、ベクタ表現、加工ツール向けのDXF形式、「名前を付けて保存」で作成
- design_holes.dxf … 切り抜き用のデータファイル、同上
- design_texture.png … 刻印用のデータファイル、ラスタ表現、PNG形式、「エクスポート」で作成

データファイル互換性対策

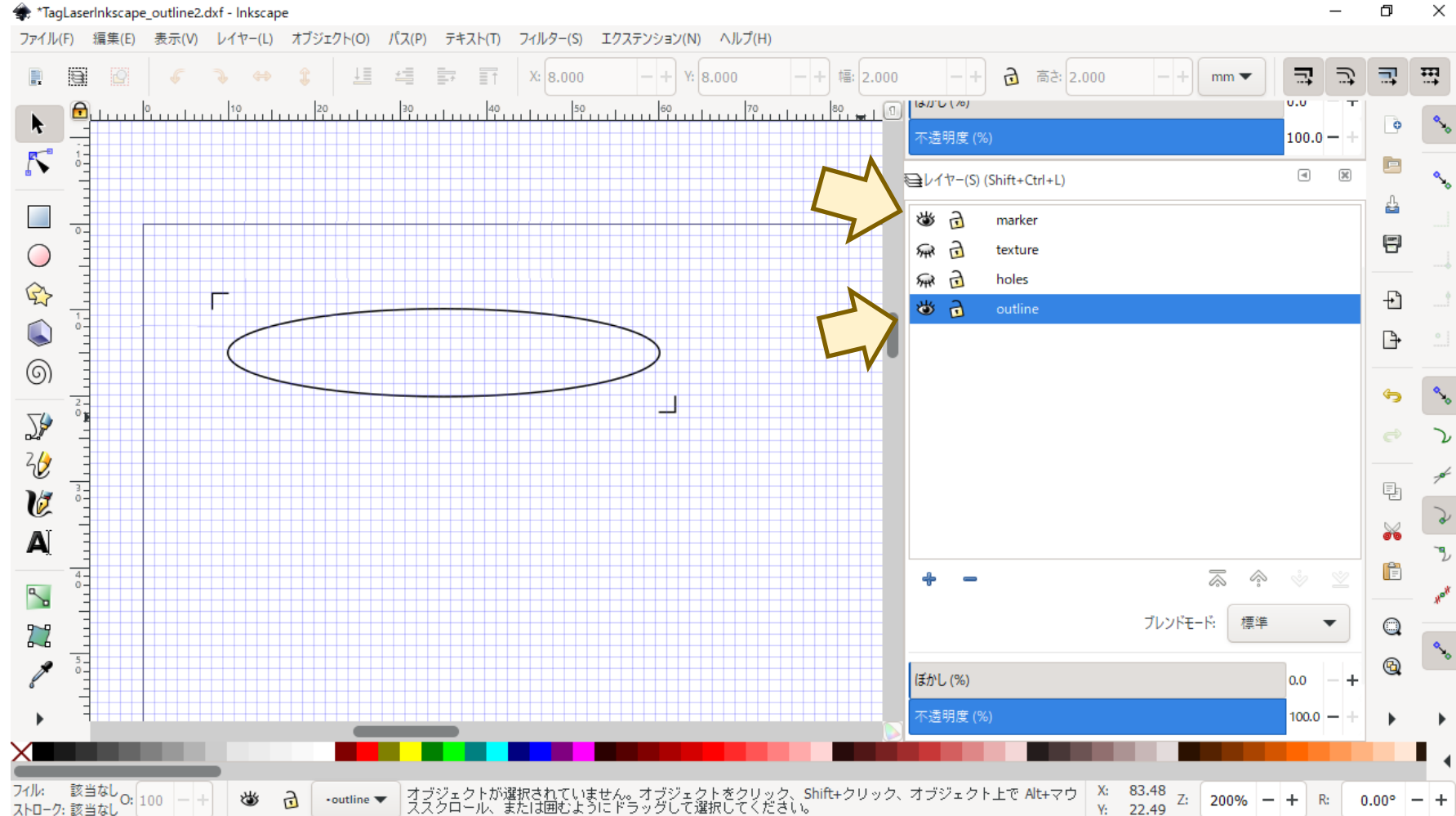
- 相性のよい形式を探す
 - Inkscape + SmartDIYs Creator では
 - ベクタ：AutoCAD DXF R14（単位 mm, 可視レイヤ選択）
 - ラスタ：PNG（254dpi=10dot/mm）
- 描画範囲の位置合わせのマーカールを入れる
 - 外形、切抜、図柄などのレイヤに加えて、マーカールのレイヤを作る
 - 全てのデータファイルにマーカールのレイヤを含める
 - 無駄焼きになるが止む無し



レイヤ作成 & 描画



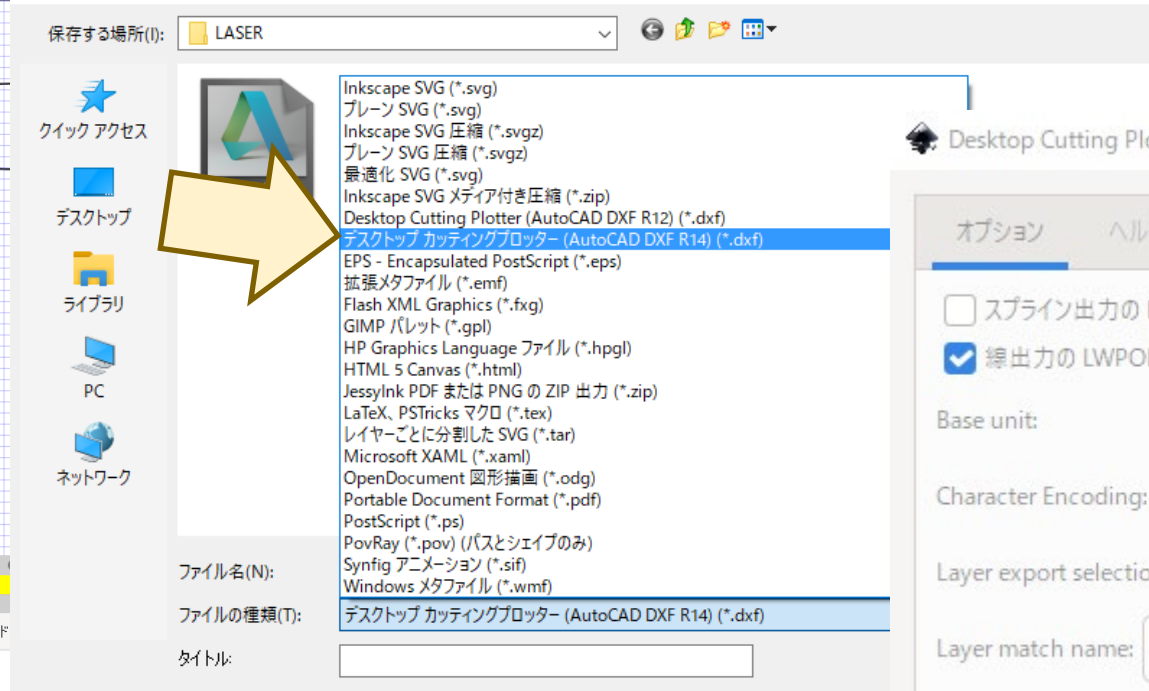
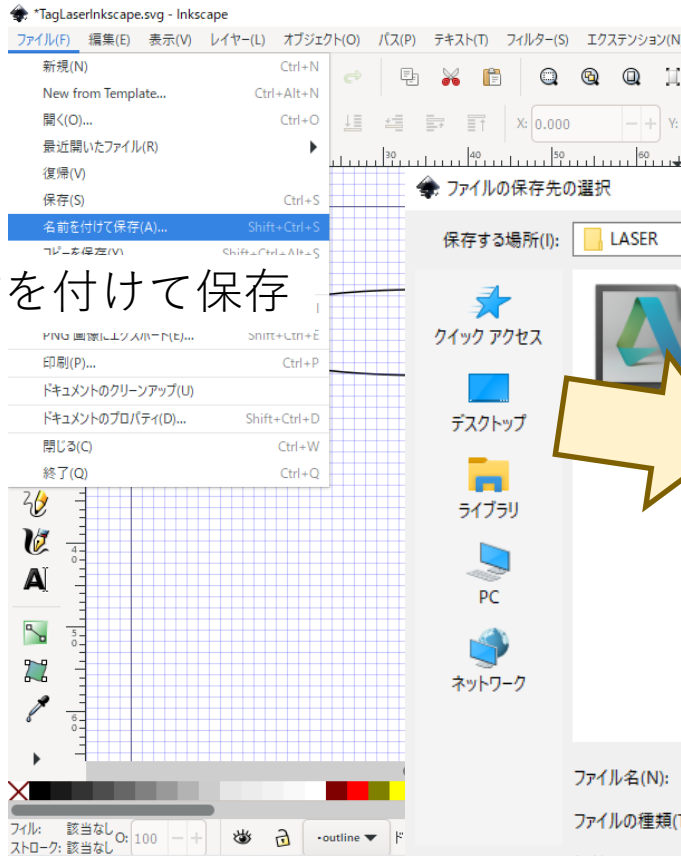
外形とマーカーのみを表示して…



外形データをベクタで出力する

外形であることを示す名前をつけ
AutoCAD DXF R14 形式で保存する
 例：設計ファイル名_outline.dxf

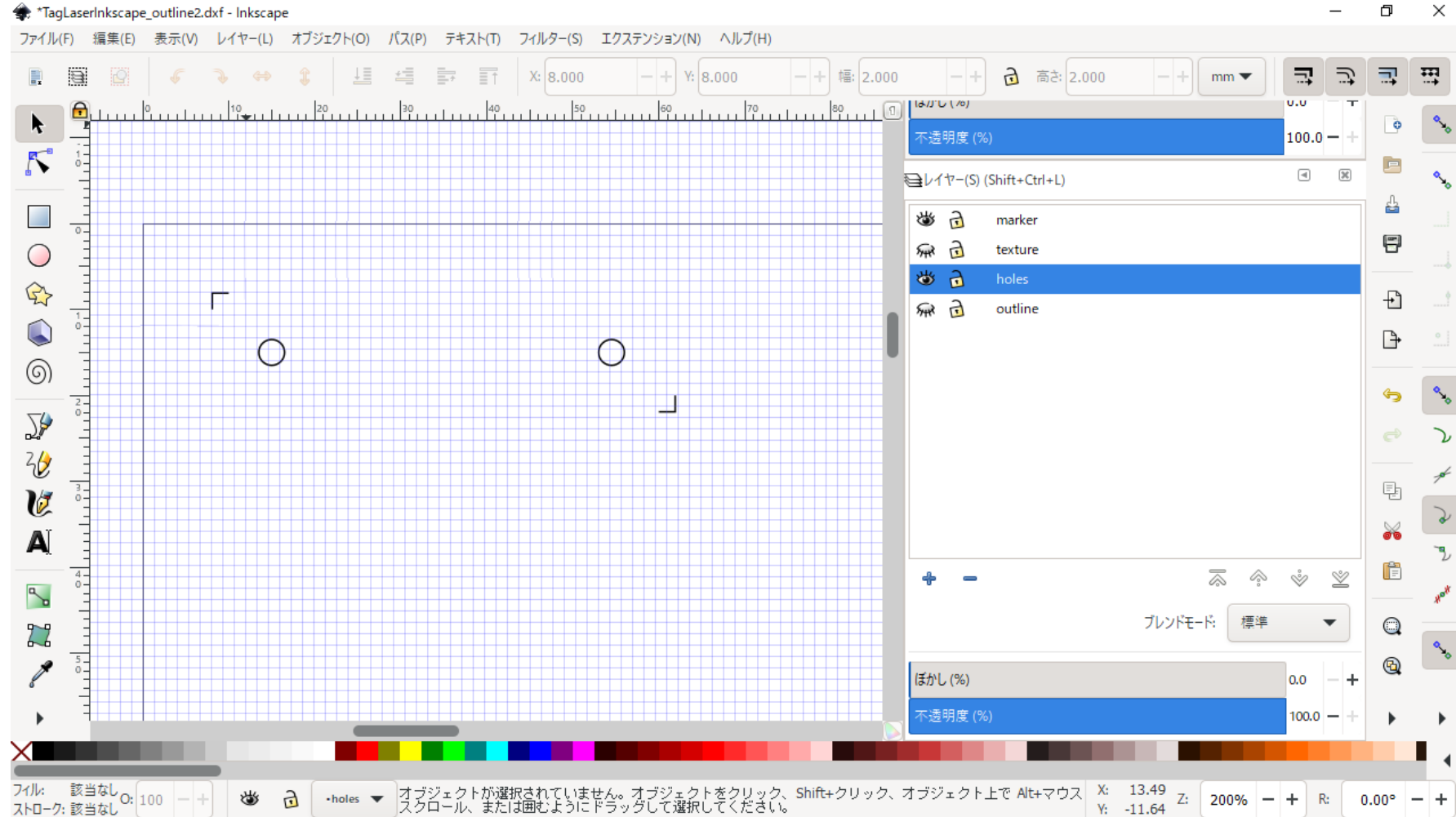
名前を付けて保存



単位 [mm]
 レイヤ [可視のもののみ]



切抜データも同様に出力する



刻印データはラスターで出力する

IZUMI

刻印であることを示す名前をつけ
PNG形式で保存する
 例：設計ファイル名_texture.png

出力範囲と解像度は加エソフトに応じて設定する
 ここでは**描画全体**、**254dpi**とする

不透明度 (%) 100.0

描画全体(D)

x0(X):	8.000	y0(Y):	8.000
x1(1):	62.000	y1(1):	22.000
幅(T):	54.000	高さ(G):	14.000

単位: mm

画像サイズ

幅(W):	540	ピクセル	254.00	dpi(l)
高さ(H):	140	ピクセル	254.00	dpi

ファイル名(F)

y*2021*LASER*TagLaserInkscape_texture2.png

完了後に閉じる

エクスポート(E)

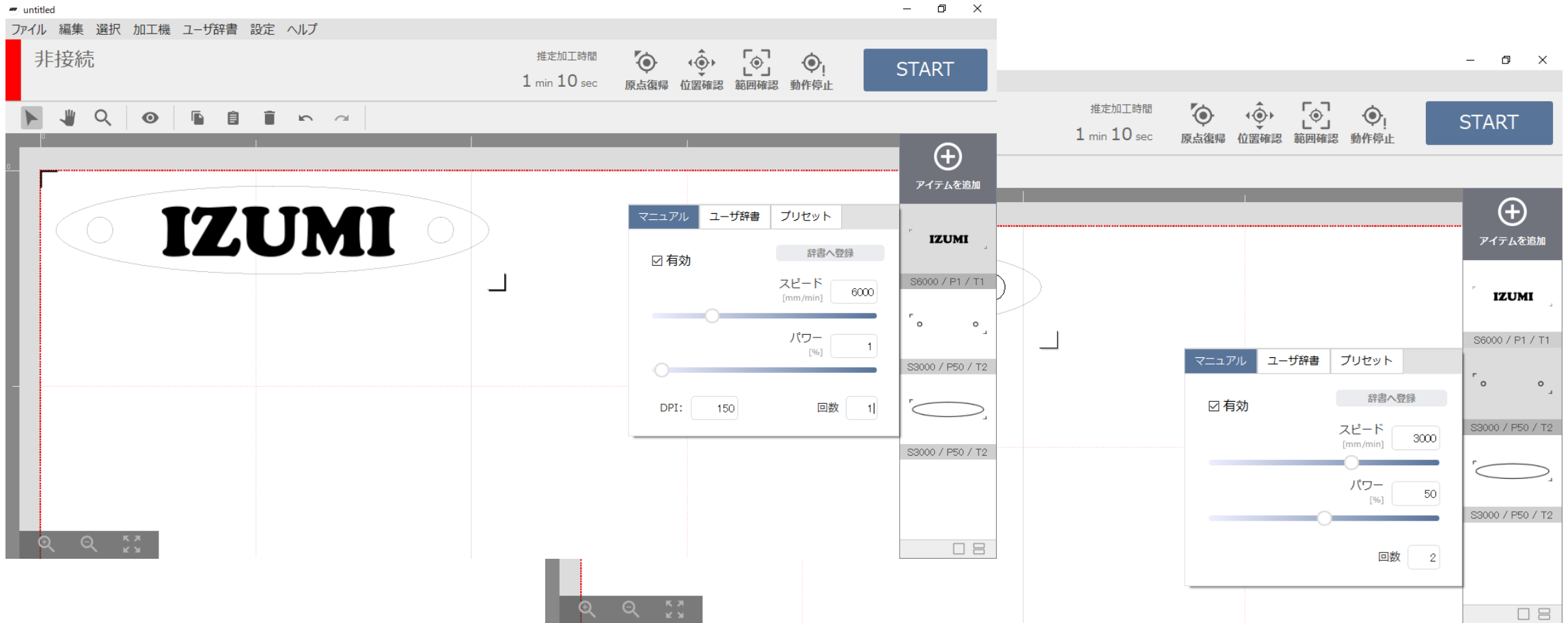
データファイルを読み込む



加工順に
並び替える

- ・ 図柄
- ・ 切抜
- ・ 外形

加工パラメタを設定して実行



板部品をFUSIONで設計したい！ …しかしうまくいかん…

電子基板も3次元構造部品もFUSIONで設計しているし、
構築・拘束を使って寸法を出して設計するのはFUSIONがいいし、
FUSIONで設計したいんだよ、俺は…

【情報求ム】 FUSIONで設計して レーザー加工する方法

FABOOL Laser DS 設定データ集

- MDF 2～3mm 厚
 - 刻印 … S: 6000mm/min, P: 1%, T: 1回, D: 127dpi または H: 0.2mm 程度
 - 切断 … S: 3000mm/min, P: 50%, T: 2回
- シナベニヤ 4mm 厚
 - 刻印 … S: 6000mm/min, P: 1%, T: 1回, D: 127dpi または H: 0.2mm 程度
 - 切断 … S: 1000mm/min, P: 80%, T: 3回