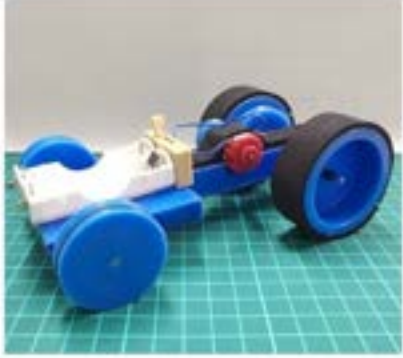


エクセルでつくる学生実験用教材としての簡易CAD/CAM

- 工学部の改組・コロナ感染症でのもろもろも含め、2021年度に学生**実験**の1テーマとして工作を行う授業を新設した。
- 教員からは、学生が受講してきた製図や実習の内容を踏まえて、NC（数値制御式）工作機械を使用して欲しいとの依頼があった。

モーターカーの製作



【部品図・組立図】
・形状・寸法
・寸法公差・はめあい
・加工方法・表面粗さ
・幾何特性
・材料

工作機械
工具（刃物）
固定方法
加工条件
（回転数etc.）

授業時間は3時間

どの職員でも実施可能に

➡ 授業のための補助教材を用意しておきたい

対話式に進める簡易CAD/CAM

- 加工する材料・使用する工具を選択することで、適切な加工条件（回転数・送り速度）が指定される（データベースによる補助）
- 刃物の移動軌跡（座標の打ち込み）を視覚化する（グラフでの描画）
- 座標の小数点忘れなどよくあるミスを自動で修正

エクセルファイルを使用することで説明漏れを防止しつつ学生の作業時間を予測しやすかった。学生からの評価もまずまずでなんとか授業をつくりあげることができたと思う。

①シート1:加工条件等の設定

材料について		工具について	
材質	MCナイロン	工具種類	正突フライス
形状	X: 100 Y: 95 Z: 10	工具材質	超硬
ワーク座標	座標系 G54 原点位置 5	工具径	φ 70
		歯数	6
		回転数	600
		送り速度	540
		補正1	1
		補正2	1
		切削液等	スルースピンドル
		加工方向	CW (時計回り)
		工具番号	24

切削速度 V: 3000 · F
送り量 f = 0.15

3000 · F
π · φ
f = f · π · φ

材料・工具
を選択し、
回転数・送り速度等
の条件を決定する

キーワード

- ・テーブル
- ・データの入力規則
- ・INDIRECT関数
- ・INDEX関数
- ・MATCH関数

図形の端点座標と移動
方式を打ち込み、加工
軌跡を描画する
キーワード

- ・グラフによる描画
直線と円弧
- ・図形のオフセット
交点の計算等

①シート2:加工パスの作成

工具座標	X	Y	Z	オフセット	X	Y	Z
G00	X	-100	Y	0			
	X	-100	Y	25			
G01	X	20	Y	25			100
G01	X	90	Y	25			
	X	90	Y	-25			
G01	X	20	Y	-25			
G01	X	-100	Y	-25			
	X		Y				
	X		Y				
	X		Y				

(補足) 移動方式：直線・円弧

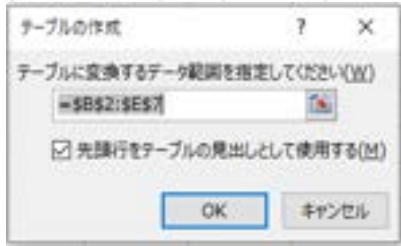
G01X0Y0F100.
X50.Y0
G03Y40.I0J25.
G01X0Y40.
Y0

加工条件の設定（テーブルを利用したデータ入力）

①テーブルを作成する

表を作成し（範囲を選択し）、
ctrl + tを押すとテーブルを作成できる

材料名	比重	切削速度	1刃送り
MCナイロン	1.2	55	0.1
ジュラルミン	2.79	70	0.15
真鍮	8.5	90	0.2
アクリル	1.4	80	0.2
S45C	7.86	25	0.05



テーブル名も設定できるので、決めておく



情報の追加が容易（下の行・右の列に書くだけ）

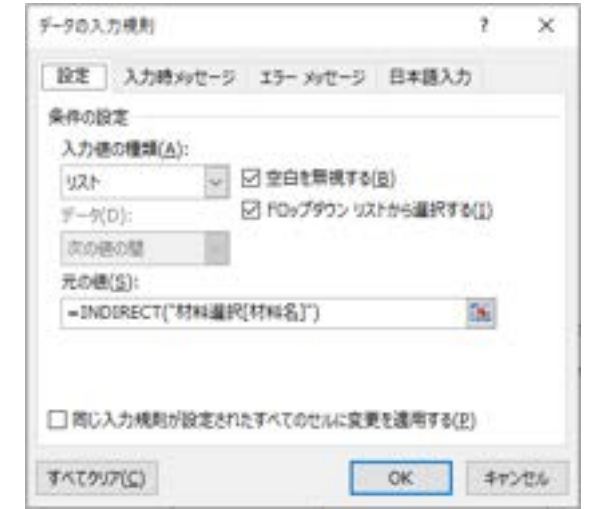
②データの入力規則として利用する INDIRECT関数+テーブル名+[見出し]

材料について

材質	MCナイロン
形状	MCナイロン
	ジュラルミン
	真鍮
	アクリル
S45C	
2	15

利点：

テーブルに情報を追加した際に、別途、
データの入力規則を触らなくても、
選択内容に反映される。



※ =INDIRECT("A1")←A1セルの値を取得

③選択項目の組み合わせから値を計算

INDEX関数とMATCH関数

INDEX関数は、指定された行と列が交差する位置にあるセルの参照を返す

INDEX(配列, 行番号, [列番号])
INDEX(参照, 行番号, [列番号], [領域番号])

(例) =INDEX(材料選択,1,1)→MCナイロン

※①で作成したテーブル（材料選択）の1行1列の値はMCナイロンである。

MATCH関数は、指定した範囲を検索し、検索値の相対的な位置（上から数えて何番目か）を返す

MATCH(検査値, 検査範囲, [照合の種類])

(例) =MATCH("MCナイロン",材料選択[材料名],0)→1

※①で作成したテーブル（材料選択）の列[材料名]でMCナイロンは1行目である。

材質	MCナイロン	
工具種類	ラフィングエンドミル	
工具材質	ハイス	
工具 情報	φ	10
	刃数	2

=INDEX(材料選択,MATCH(材料!E5,材料
選択[材料名],0),3)*INDEX(工具選
択,MATCH(材料!K5,工具選択[工具種
類],0),2)*INDEX(工具材質,MATCH(材
料!K6,工具材質[材質],0),2)*1000/(材
料!K8*PI())

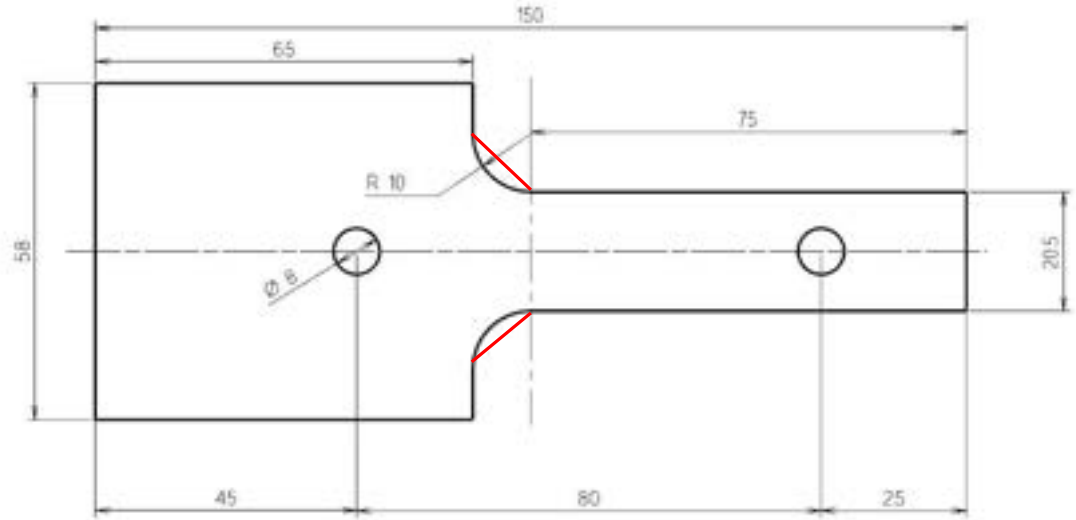
加工 条件	回転数	1200
	送り速度	120
	補正1	1
	補正2	1

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

$$f = f_x \cdot n \cdot z$$

図形の描画（グラフで図形を表示する）

①加工形状の表示

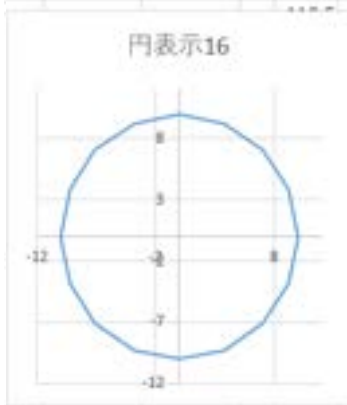


図面を見ながらGコード（機械への動作指示）を作成していく。

コードは座標で指示するので、座標を打ち込むごとに現在のパスを表示したい。直線部のみならグラフで行けそうなので、曲面の表示方法を検討する。

表示テスト：円の半径と中心点を元に通る座標を計算。360°あたり16分割程度が妥当。

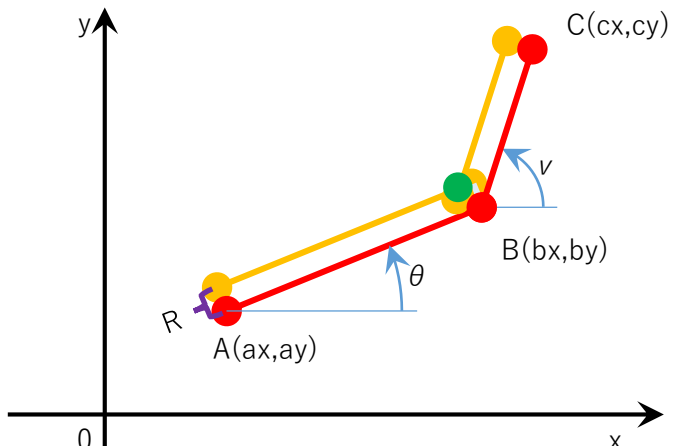
半径	角度	X軸	Y軸
10	0	10	0
分割数	16	9.238795	3.826834
	22.5	7.071068	7.071068
	45	3.826834	9.238795
	67.5	0	10
	90	-3.82683	9.238795
	112.5	-7.07107	7.071068
	135	-9.2388	3.826834
	157.5	-10	0
	180	-9.2388	-3.82683
	202.5	-7.07107	-7.07107
	225	-3.82683	-9.2388
	247.5	0	-10
	270	3.826834	-9.2388
	292.5	7.071068	-7.07107
	315	9.238795	-3.82683
	337.5	10	0



②工具軌道の表示（工具径補正への対応）：もとの線を平行移動した後、交点の座標を計算する必要がある。

A:直線と直線の場合

工具径 (R) 補正の軌跡を描画する



$$\begin{aligned}
 \bullet x &= bx - R \sin \theta \\
 &= bx - R \cos((180 - (\nu - \theta))/2) \cos \theta / \sin((180 - (\nu - \theta))/2) \\
 &= bx - R (\sin \theta - \cos((180 - (\nu - \theta))/2) \cos \theta / \sin((180 - (\nu - \theta))/2)) \\
 \bullet y &= by + R \cos \theta \\
 &= by + R \cos((180 - (\nu - \theta))/2) \sin \theta / \sin((180 - (\nu - \theta))/2) \\
 &= by + R (\cos \theta - \sin \theta \cos((180 - (\nu - \theta))/2) / \sin((180 - (\nu - \theta))/2))
 \end{aligned}$$

B:直線と円弧の場合

