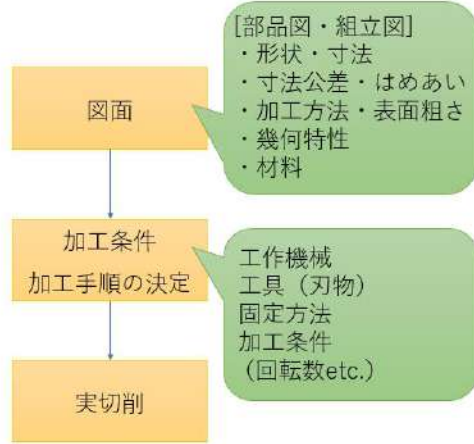
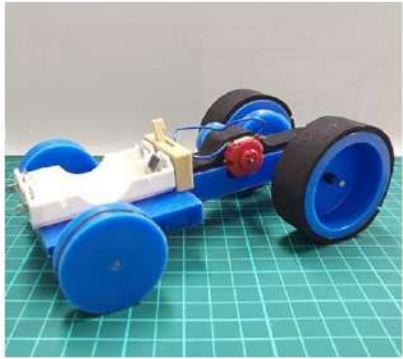


- 工学部の改組・コロナ感染症でのもろもろも含め、2021年度に学生**実験**の1テーマとして工作を行う授業を新設した。
- 教員からは、学生が受講してきた製図や実習の内容を踏まえて、NC（数値制御式）工作機械を使用して欲しいとの依頼があった。

モーターカーの製作



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

学生番号 B051007

材料について

材質	MCナイロン
形状	X: 160, Y: 65, Z: 15
ワーク座標	座標系: G54, 原点位置: 5

工具について

工具種類	正面フライス
工具材質	超硬
工具情報	φ: 70, 刃数: 6
加工条件	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

刃物の切削速度V: $V=132$
一刃送り量 $f_x=0.15$

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

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

1 2 3
4 5 6
7 8 9

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

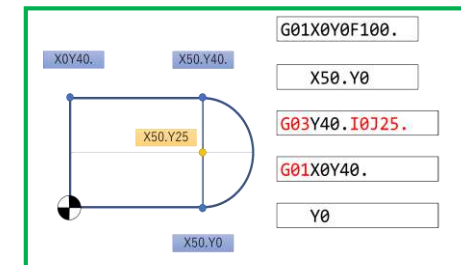
- グラフによる描画
- 直線と円弧
- 図形のオフセット
- 交点の計算等

①シート2:加工パスの作成

加工形状

工具補正	G41		
開始位置	X: -110, Y: 0	オフセット	X: 0, Y: 0
補正位置	X: -100, Y: 0		
G01	X: -50, Y: 0	I	J
	X: -50, Y: 25	I	J
G02	X: 10, Y: 25	I	J
	X: 20, Y: 15	I	J, -10
G01	X: 50, Y: 15	I	J
	X: 50, Y: -15	I	J
	X: 20, Y: -15	I	J
G02	X: 10, Y: -25	I, -10	J, 0
G01	X: -50, Y: -25	I	J
	X: X, Y: Y	I	J
	X: X, Y: Y	I	J
	X: X, Y: Y	I	J

(補足) 移動方式：直線・円弧



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

テーブルの作成

テーブルに変換するデータ範囲を指定してください(W)

先頭行をテーブルの見出しとして使用する(M)

OK キャンセル

テーブル名も設定できるので、決めておく

ファイル ホーム 挿入 ページレイアウト 数式 データ 表示 デザイン

テーブル名: 材料選択

テーブルのサイズ変更 ツール

B2 : 材料名

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

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	Z 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。

データの入力規則

設定 入力時メッセージ エラーメッセージ 日本語入力

条件の設定

入力値の種類(A):
 空白を無視する(B)
 ドロップダウン リストから選択する(I)

データ(D):

元の値(S):

同じ入力規則が設定されたすべてのセルに変更を適用する(P)

すべてクリア(C) OK キャンセル

※ =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())

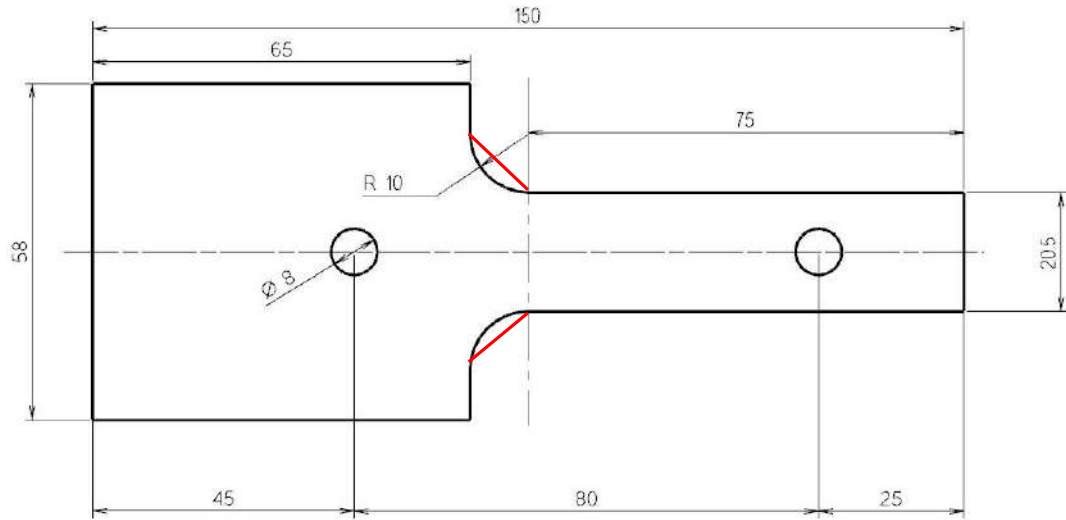
加工条件	回転数	1200
	送り速度	120
	補正1	1
	補正2	1

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

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

図形の描画（グラフで図形を表示する）

①加工形状の表示

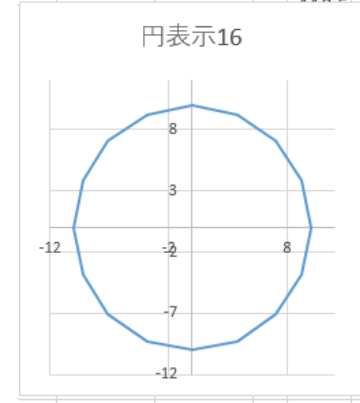


図面を見ながらGコード（機械への動作指示）を作成していく。

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。

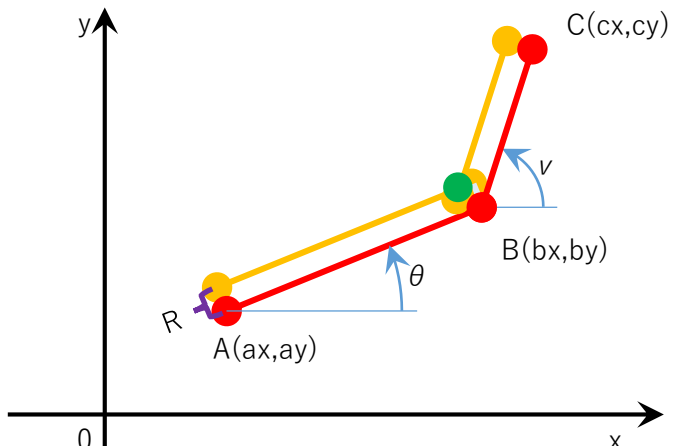
半径	分割数	角度	x軸	Y軸
10	16	0	10	0
		22.5	9.238795	3.826834
		45	7.071068	7.071068
		67.5	3.826834	9.238795
		90	0	10
		112.5	-3.82683	9.238795
		135	-7.07107	7.071068
		157.5	-9.2388	3.826834
		180	-10	0
		202.5	-9.2388	-3.82683
		225	-7.07107	-7.07107
		247.5	-3.82683	-9.2388
		270	0	-10
		292.5	3.826834	-9.2388
		315	7.071068	-7.07107
		337.5	9.238795	-3.82683
		360	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

