

第6回 沼津高専技術職員 学内発表会 予稿集

日 時：

平成31年3月13日（水） 13:10～15:30

会 場：

沼津高専 図書館1F 視聴覚教室

プログラム：

- 13：10 開会挨拶
芳野 恭士 技術室長
- 13：15～13：31 マドラー製作を通して学ぶガラス細工 p. 1
杉本 風子 物理化学系班
- 13：32～13：48 学生による設備利用状況の入力システムの構築 p. 3
角田 育俊 電気電子情報系班
- 13：49～14：05 ワイヤカット放電加工実習におけるアクティブラーニングの取 p. 5
り組みとその教育効果の検証
- 14：06～14：22 中川 秀則 ものづくり系班
- 14：22～14：35 休憩
- 14：35～14：51 リレー・シーケンス制御の実験支援について p. 12
中澤 新吾 機械系班
- 14：52～15：08 校長室入退室管理システムの開発(2) p. 17
中村 玲治 電気電子情報系班
- 15：09～15：25 旋盤実習における加工を成功に導く指導方法等の改善 p. 21
船本 和重 ものづくり系班
- (各発表12分・質疑応答4分)
- 15：30 閉会挨拶
芳野 恭士 技術室長

マドラー製作を通して学ぶガラス細工

沼津高専技術室 物理・化学系班

杉本 風子

1. はじめに

ガラスは熱に強く、多くの化学薬品に侵食されないことに加えて透明であるので容器内の変化を見ることができる。そのため、化学実験においてガラス器具はなくてはならないものである。実験の用途に合わせて様々な形状の実験器具が作られ使われている。ガラス細工ができると実験器具の製作だけでなく、改良や修繕にも役立つだろう。

物質工学科では3年生の有機化学実験として、ガラス細工が実施されている。その内容は、薄層クロマトグラフィーで試料をスポットするために使うキャピラリー(毛细管)と、安息香酸エステル合成中の減圧蒸留で使うキャピラリーを製作し、自作したキャピラリーをその後の実験で使用するものである。

ガラスという身近な物質の性質を理解しながら実際に物質工学科でも行われているガラス細工の基本動作を学べることより、ガラス細工は公開講座のテーマとして適している。ガラス細工の基本動作には、切断と熱加工があり、熱加工の中に引き伸ばし、膨らまし、曲げ、接合などがある。これらの中から、切断と引き伸ばす工程、膨らます工程を含んだ題材としてマドラーを提案した。

公開講座を企画するにあたり、まず技術室内での技術と内容の共有、所要時間や作業工程の確認のために、希望者を対象に技術室内の内部講習を行ったことについて報告する。内部講習ではマドラーに加えて、有機化学実験の2種類のキャピラリーの製作も行った。

2. 学生実験

有機化学実験では8mmの並質ガラス管を使用し、300mmに手折法によって切断したものでそれぞれのキャピラリーを製作する。

薄層クロマトグラフィー用: ガラス管を加熱し、柔らかくなったら素早く腕いっぱい引き伸ばす。冷めたら引き伸ばし細くなった部分を切り取りキャピラリーとする。

減圧蒸留用: ガラス管を加熱し、柔らかくなったら外径1.5~2.0mm程度になるようにゆっくりと引き伸ばす。もう一段階細くするために、引き伸ばした箇所を再び加熱し、柔らかくなったら引き伸ばす(2段引き)。冷めた後、必要部分を切り取ってキャピラリーとする。

3. マドラー製作

使用道具

6mmの並質ガラス管、エアーポンプを付けた細工用バーナー、やすり、ピンセットを用意した。

製作手順

各自にマドラーおおよそ2本分の長さ(約40cm)を用意し、2分割する作業から始めた。手折法と呼ばれる、やすりでガラス管に傷を付け、付けた傷に沿って折る方法で切断する。

最初に底となる部分から作る。片方の端を熱して、ガラスが柔らかくなったらピンセットで端を掴み、伸ばして焼き切る。端を丸く滑らかにするために、出っ張っている部分のみを加熱し余分なガラスを取り除く。ある程度掴み除いたら、端を全体的に加熱し息を吹き入れて丸い形へ成形する。

ガラス管の内部には色砂やビーズなどを封入すると彩りも良くなる。しかし満杯まで入れてしまうと、上部を加熱する時にこぼれてしまったり焼けてしまったりする可能性があるため、多くても3分の2程度までの量を入れる。

最後にガラス管の上部を加熱し焼き切って閉じる。その後、できるだけ先端だけを少しずつ加熱し馴染ませ、表面を滑らかにして完成である。最初の底を作る工程とほぼ同じだが、息を吹き込んで丸くできないことと、ガラス管を傾けすぎて中の砂などを焦がしたりこぼしたりしないようにすることに注意しなければいけない。

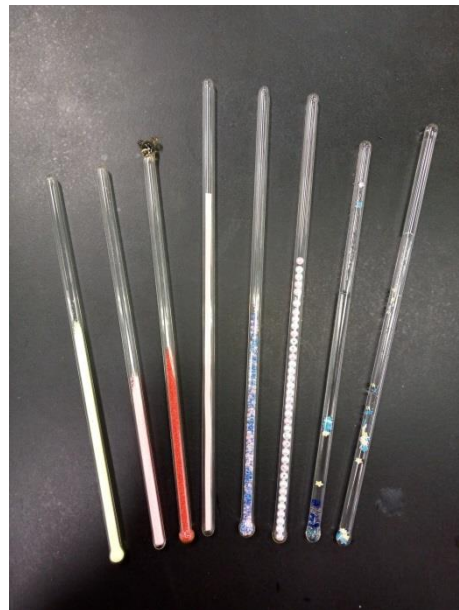


図2 製作したマドラー

4. 内部講習の様子

当日は講師を含め12人の技術職員が内部講習に参加し、3時間程度の所要時間だった。冒頭に注意事項と実際に演示しながら操作の説明を行った。人数の都合上、ガスバーナーが2人に1台だったため、待ち時間ができてしまった。また火とガラスの扱いに慣れるまでに多少の時間が必要なようであった。しかし、個人差はあったものの全員複数本のマドラーと2種類のキャピラリーを完成させることができた。特に大きな怪我やトラブルもなく終えることができた。

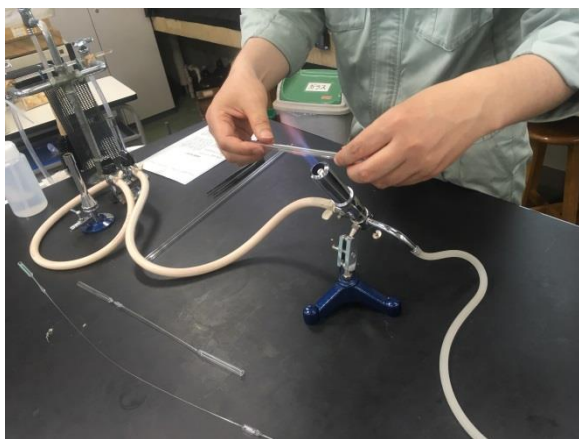


図1 内部講習の様子

5. 公開講座に向けて

公開講座では内部講習よりさらに時間的な制限があるためガスバーナーが1人1台で行えるだけの人数を募集するべきである。やけどや切り傷などの怪我が十分起こりえる内容なので備える必要がある。また、ガスバーナーを扱うため対象年齢は中学生以上が望ましいと思われる。ガラス管の中に封入する物については、種類を増やす予定である。

6. まとめ

物質工学科の授業内容と公開講座を想定した操作内容の内部講習を行った。多くの技術職員の参加があり、全員が成果物を製作することができた。また、大きな怪我やトラブルもなく終えることもできた。このことから想定の作業工程や内容で問題がなさそうなことが確認できた。今回の内容を基に改善し公開講座の申請を行いたい。

参考文献

飯田武夫(1973)『ガラス細工法—基礎と実際—』
廣川書店

学生による設備利用状況の入力システムの構築

沼津高専技術室 電気・電子・情報系班

角田 育俊

1. はじめに

本校において教育研究支援センター（旧実習工場）は広く学生が利用している。その際、決められた授業時間外の使用（卒業研究、課外活動など）にあたってはこれまで設備利用願を提出することによって利用を行っていた。しかし、紙媒体であること、手書きで提出する者もいるため読み取り辛いこと、集計作業に時間を要することなど問題点が多かった。木更津高専の小林様の「学生用機械稼働時間集計システム」にヒントを得て、沼津高専でも実用的なオリジナルシステムを開発したいと考え、中川発案のもと角田が開発を行った。

2. システム要件

開発当初、中川から以下の要件が出された。

1. 学籍番号を入力することで学生の名前が入力されること
2. 学生の入力欄は共同作業者を含めて4つ
3. タッチパネルでの入力も行えること
4. 代表的な使用機械はチェックボックスで選択できること
5. 使用目的をラジオボタンで選択できること
6. 入力後指導教員にメールが届くようにすること（指導教員の許可の代替）
7. 最終的にエクセルデータでデータが蓄積されること

上記制約を設けたが、要件6については研鑽をつまなければ容易に作成することが難しいとのことで本システムへの実装は先送りとした。またイメージとして Visual Studio でインターフェースを示した。

3. システムの構築

本システムの概略図を図1に示す。また、本システムには学内のネットワークにつながっている端末よりアクセスが可能である。

本システムはJavaを基本としてWebアプリケーション形式で実装を行った。また、JavaでWebアプリ関連のプラグインとして一般的なGradleを用いた。Webページの表示等にはHTMLとJavaScriptを用いた。

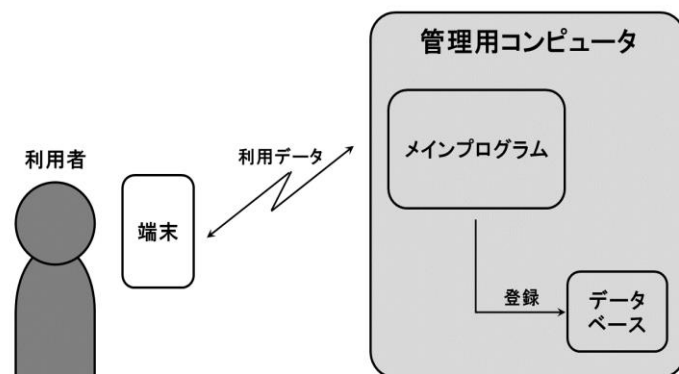


図1. システムの概略図

Java でデータベースを扱うために一般的な API の JDBC を用いて実装した。実際に動作している画面の一部を図 2 に示す。

4. 今後の課題

現時点ではシステム要件で示したメール送信を除いて実装が行えた。

しかし現状では、登録したデータの修正が容易ではない等、ユーザ側から見ると使い勝手がよいとは言い難いものである。また、使用している言語が複数あるのでシステムの運用を行う点でもメンテナンス性が高いとは言い難い。今後の修正でシステムの利便性と保守性の向上につなげたい。

また、学生証のバーコードを読み取ることで利用者の番号入力を容易にすることも考えられる。

ここまで実用的なアプリケーションの開発は始めてであったので、手間取る所が多々あった。

この経験を踏まえて今後のシステム修正や新規開発の際に役立てたい。

代表者番号 ex.)12345
共同作業番号
m e d s c a
7 8 9
4 5 6
1 2 3
0 BS
使用機器
 旋盤 フライス盤 ボール盤 のこ盤 ワイヤカット
 レーザー マシニング NC旋盤 研削盤 溶接
 シャーリング 鍛造・鋳造 手仕上げ 多目的エリア 3D測定
 他測定 その他
使用目的
 卒業研究 ロボコン 学校行事
 その他の課外活動 その他の授業
指導教員
使用日 yyyy / mm / dd
開始時刻 -- : --
終了時刻 -- : --
備考
登録
戻る

図 2. 利用登録画面

ワイヤカット放電加工実習における

アクティブラーニングの取り組みとその教育効果の検証

沼津高専技術室 ものづくり系班

中川 秀則

1.概要

本校の機械工作実習のテーマの一つであるワイヤカット放電加工の実習内容について大幅な変更を行った。NC（数値制御）工作機械の一つであるワイヤカット放電加工機は、他のNC工作機械同様、プログラムを作成したのちプログラムの運転で加工を行う。従来の実習では、このプログラムのコードを教える形式で進み、最後に完成したプログラムで加工を行う流れで行われていた。学生にとって実習時間の多くはコードの説明を理解し、図面を読み取りながら工具などの軌跡を座標で表すことに費やされていた。一方近年の実社会の現場では機械に備わっている機能を含めた CAD/CAM システムによりプログラムを作成することが多く、図面を読み解き複雑な座標を手入力でプログラムする能力は、必要と感じられなくなってきた。今回の変更では、学生が機械に何をさせたいのかを考える時間を増やすことを試みた。その中でアクティブラーニングの要素を取り入れた。また実習終了後2年間の知識の定着度合を調べるため、簡単な試験を実施した。

2.従来からの変更点とアクティブラーニングの取り組み

ワイヤカット放電加工の実習において学生に教えたいポイントは以下の5つとした。

- 1.XY 座標指示による溶融切断加工である
- 2.加工条件、加工回数および噴流について
- 3.加工精度について

4.はめあいについて

5.断線について

これらに加えて、加工段取りとして人が作業する部分とプログラムにより機械に作業させる部分、その両方どちらでも可能な部分との理解が必要となる。

実習時間は機械工学科では150分を2週となっている。従来行っていた実習と変更した実習との比較として時間経過と主な内容を表1に示す。

従来では1つの加工プログラムの説明に1週分の時間を要し、実際に加工を行うのは2週目からであった。これは使用コードの説明として絶対(相対)座標入力、座標系、断線復帰、水浴(噴流)加工、座標設定、加工条件、補正について、動き方(直線・円弧)およびプログラム終了と多くの説明が必要であるためであった。2週目は実際の加工を行うため、材料取付け、スタート穴へ移動するための材料計測(座標設定)、スタート穴位置決め、シミュレーションおよび加工スタートといった一連の流れを学生に教えながら行った。加工中は年度により課題に違いはあるものの、はまる物として自由製作課題を行うことが多かった。

変更後は、まずお手本として加工1を実際に行い、そののち同様の加工を再現させる課題とした。学生は再現するために必要なことを班内討議1で話し合うこととした。また加工1の形状は円弧を含まない直線のみを図形とし、対辺

表 1. 従来と変更した実習内容の比較

経過(分)	1 週目	
	従来	変更後
0		
20	概要説明	概要説明
40	使用コード(プログラム)説明 (準備部・動き・補正・加工条件など)	お手本指南(加工 1)
		班内討議 1
60		質疑応答
80	学生によるプログラム作成演習	加工段取り～加工スタート
100		不具合修正指南
		リスタート
120	プログラム入力	円弧プログラム(加工 2)説明
140	エラーチェック	加工後測定(加工 1)
	保存・まとめ	班内討議 2
150		補正の追加
		プログラム入力
	2 週目	
0	従来	変更後
20	加工段取り	作成済プログラムの加工段取り
40	前週の加工スタート	
60	追加説明 (切り残し部・はまる物の作成)	加工スタート
80		はまるものの加工 3 説明
	学生によるプログラム作成演習	班内討議 3
100		質疑応答・プログラム作成
120		加工 3 段取り、スタート
		一般的加工手順まとめ 表面粗さについて
140	加工段取り 加工スタート	加工 3、加工 1 表面粗さ測定比較
150		班内討議 4
	まとめ	まとめ

を測定できるよう 3 組の互いに平行な辺を持つ六角形 (図 1) とした。学生の話し合いにより出た疑問や質問に答える形で、聞かれた項目のみ回答および解説を行った。これにより絶対 (相対) 座標入力、座標系、断線復帰、水浴 (噴流) 加工および円弧の加工の説明は質疑の対象とならない場合、割愛した。班内討議の質疑応答だけでは加工がうまくいかず断線がおきる班が多数である。失敗に対して学生が気付かなかったことのみを解説を行った。また加工手順も学生が考えて行っているため段取りの説明もある程度は省略できた。加工がスタートすることが出来た場合、その待ち時間を利用して円弧に関するプログラムを解説することで時間の有効利用を図った。

加工後の測定 (加工 1) において製作物をマイクロメータで測定し、予定の寸法にならなかった場合は班内討議 2 としてその理由を検討

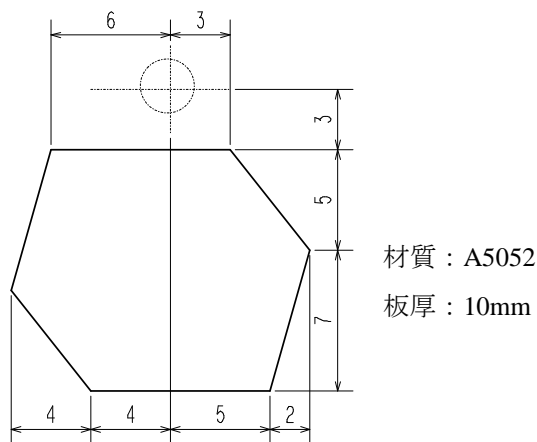


図 1. 3 組の互いに平行な辺を持つ六角形 (加工 1)

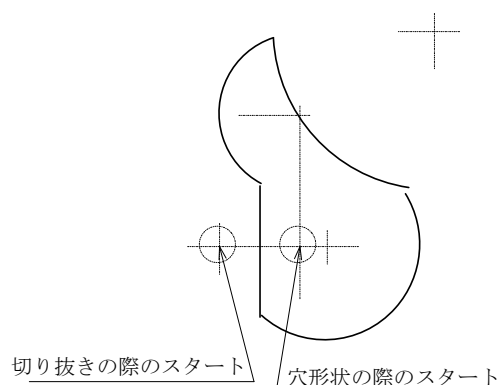


図 2. 円弧を含む嵌め合わせの形状 (加工 2、3)

した。様々な問題を解決し、図面に示された形状を正しく加工できるプログラム (加工 2) が製作できたところで 1 週目を終了とした。

2 週目は 1 週目の復習として加工 2 のプログラムを運転した。そのうち加工 2 と加工 3 が嵌め合うよう (図 2) 製作することを課題とした。また加工 3 は仕上げ回数を 3 回とした。加工回数が増えることに関し今までとは違うこと、どのように加工を進めていくかを班内討議 3 として検討した。また仕上げ回数の違いによる表面粗さの違いとして加工後その表面粗さを測定した。

実際に嵌め合うか確認し、はまらなかった場合はその理由を班内討議 4 として考察した。

アクティブラーニングの要素として極力班内討議で授業を進めることを意識し、問題点など自分たちの話し合いで可能性を模索させた。

そのため必ずしも表 1 のスケジュール通り進まないグループもあった。

3. 変更後における学生の反応

3.1 班内討論 1

加工 1 を直線のみにしたことにより図面とプログラムの理解が容易となった。班内討議は想定より活発に行われている印象を受けた。お手本を見ているとはいえ、すべてを学生で行うためグループごとで違う加工手順やプログラムとなった。3 年間 (18 班) 行った結果、加工 1 が断線せずスタートできた班は 2 班だけであった。

断線の原因は高圧噴流の未実施と加工条件を設定してないものである。3 班を除く 15 班が高圧噴流を出すことに気付けなかった。これは予め教授していないため想定通りであった。また 8 班は加工条件が必要なことに気付けなかった。

3.2 班内討論 2

ワイヤカット放電加工において XY 座標指

示はワイヤの中心であるためワイヤの半径および溶融量を考慮して加工する必要がある。考慮して加工しなかった場合は予定のサイズより小さくなる。

ここに気付かずに加工を行った場合は班内討議2を行った。18班中10班が気付けなかった。また半径については考慮できたが溶融量まで考慮できなかった班が4班あった。

2年目のクラスは横のつながりがあり、事前に受講済の班から情報の共有があったと聞いている。事前に考慮できた班については補正をかけることを教えたため表1中の質疑応答に多くの時間を要した。

3.3 班内討論3

加工2の課題は切断物が製品であるため、3回仕上げを行う際は切り残しを設定する必要がある。その際、切断経路をどのように設定するか協議する必要がある。また加工条件、補正量、高圧噴流など回数によって変更する必要があることに気付くことが出来るかも試される。

切り残しを設定せず切り落としてしまった班は1班あった。また加工条件を変更しない、補正量を変更しない、補正量変更気付いてもプログラムのやり方を間違えて思った通りに補正をかけられていない班も多くあった。

3.4 班内討論4

180°未満の角部の加工においてワイヤ断面が円形であることから削り残しが生じることに気付くことができ、その対策を行うことで嵌めることが可能となる。

これに気づき、実際に嵌った班は1班だけであった。

討論2および討論4に関しては明確な解答が存在するため、解答に辿り着けない学生や誤答に対しては正解に辿り着けるよう導いた。

また、討論により加工を進めていく討論1や討論3は極力学生に任せ、失敗を許容したが、機械が壊れる恐れがある場合や、シミュレーシ

ョンを忘れている場合など、作業を中止させ解説を行った。

4.知識の定着調査

ワイヤカット放電加工における知識がどの程度定着しているか調べるため、表2の試験を実施した。本実習は機械工学科2年生後期に実施しているため、その1年後の3年生後期および2年後の4年生後期に同じ試験を行った。

4年生後期実施後にはじめて模範解答の掲示を行った。平成28年度の3・4年生から今年度まで行った試験結果の各設問ごとの正解率を図3に示す。

平成28年度2年生から本改良を行ったため、平成29年度3年生および平成30年度3・4年生が改良実習後の試験結果となる。

5.結果

5.1 アクティブラーニングを行うことによる指導者視点の考察

同じ工程で作業が行われなため、レポートの複製防止に非常に有効である。同じ内容で授業を行っても他の班とは違う作業手順や失敗となるため、自分たちが受講した内容をしっかりと復習しなければならず、レポート作成の効果の一つである振り返りが確実に行われる点は良いと考える。

実際の班別討議をみていると、班で一つの作業(加工)が行われるため、積極的に作業する学生が1人(リーダー)存在すれば、そのリーダーに従ってあまり考えず進める班もあった。結果リーダーはいろいろ考え失敗を糧にできるが、リーダーに従ったものは報告書を見る限り理解が進んだとは言えない学生もいた。

学生は発展途上の段階であり、質問の方法も難しい様子も見られた。例えば「加工する際のスピードはどのように設定しますか?」と質問された場合について論じる。ワイヤカットにお

表 2.ワイヤカット知識定着度試験

ワイヤカット理解度確認テスト

<○×回答>

- ・[設問 1] ダイ形状は穴が製品となる [] ・パンチ形状は穴が製品となる []

<多肢選択 (該当に○)>

- ・[設問 2] 加工条件は何によって決定するか、2つ選べ

材質 切削速度 切り込み量 主軸回転数 材料の大きさ 材料の板厚 温度 湿度

- ・[設問 3] 加工回数 (2ndcut,3rdcut...)が増えると増えるもの (大きくなる) をすべて選べ

ワイヤ消費量 加工時間 材料 表面粗さ プログラム 放電量 水位 座標系

<並べ替え>

- ・[設問 4] ワイヤカットにおいて加工を行う際、一般的な工程を並べよ

A.スタート位置決め B.ワークを測定し加工座標の設定 C.プログラム作成 D.描画確認
E.ドライラン F.ワイヤ垂直だし G.ワークの取り付け H.プログラム運転

[G → F → C → D → B → A → E → H] (一解答例)

<穴埋め>

- ・[設問 5~7] 補正について

ワイヤカットで座標を指定した場合、それはワイヤの [a. 中心] を指定している。例えば 10 mm の正方形を切り出したい場合、 $x_0y_0 \rightarrow x_{10} \rightarrow y_{10} \rightarrow x_0 \rightarrow y_0$ と動いて切断すると、10mm 正方にはならない。これは [a.] を指定しているためワイヤの [b.半] 径分多く溶かしていることになる。加えて放電で溶けている量 (放電ギャップ) があるため、なおさら予定の形状にはならない。そこで正しい製品を得るため [b.] 径+放電ギャップをオフセットさせる必要がある。これを [プログラム] によって指定することを補正という。

<一般回答>

- ・[設問 8] G92 について

G92 とは座標の設定コードである。例えば G92X10.Y-10. とすると現在のワイヤのある場所を $X=10.OY=-10.O$ と設定される。では、プログラムの冒頭で G92 座標を指定した場合、その加工における何の位置を設定したことになるか答えよ?

[スタート位置]

- ・ワイヤカットで右図の加工を行いたい。

2ndCut まで行うこととし、1stCut は矢印線の軌跡とする。

[設問 9] ①プログラムの作成に際して加工者が最初に設定しなければならないものは何か答えよ。 [加工条件]

[設問 10] ②1stCut (矢印線) の補正方向は進行方向右側か左側か答えよ。

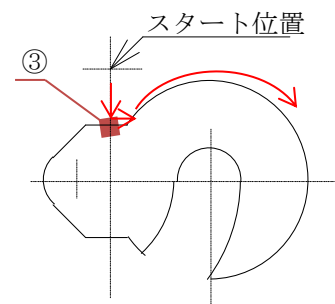
[右 ・ 左]

[設問 11] ③この加工の場合 1stCut は③の位置まで加工してはならない。理由を述べよ。

[切り離されて 2ndCut が行えないため]

[設問 12] ④1stCut から 2ndcut に移る場合、必ず変更しなければならないものを以下からすべて選べ。

補正方向 絶対座標と相対座標 座標系 加工条件 噴流の高圧低圧 スタート位置
ワイヤの材質 切削速度 補正量 水浴と噴流



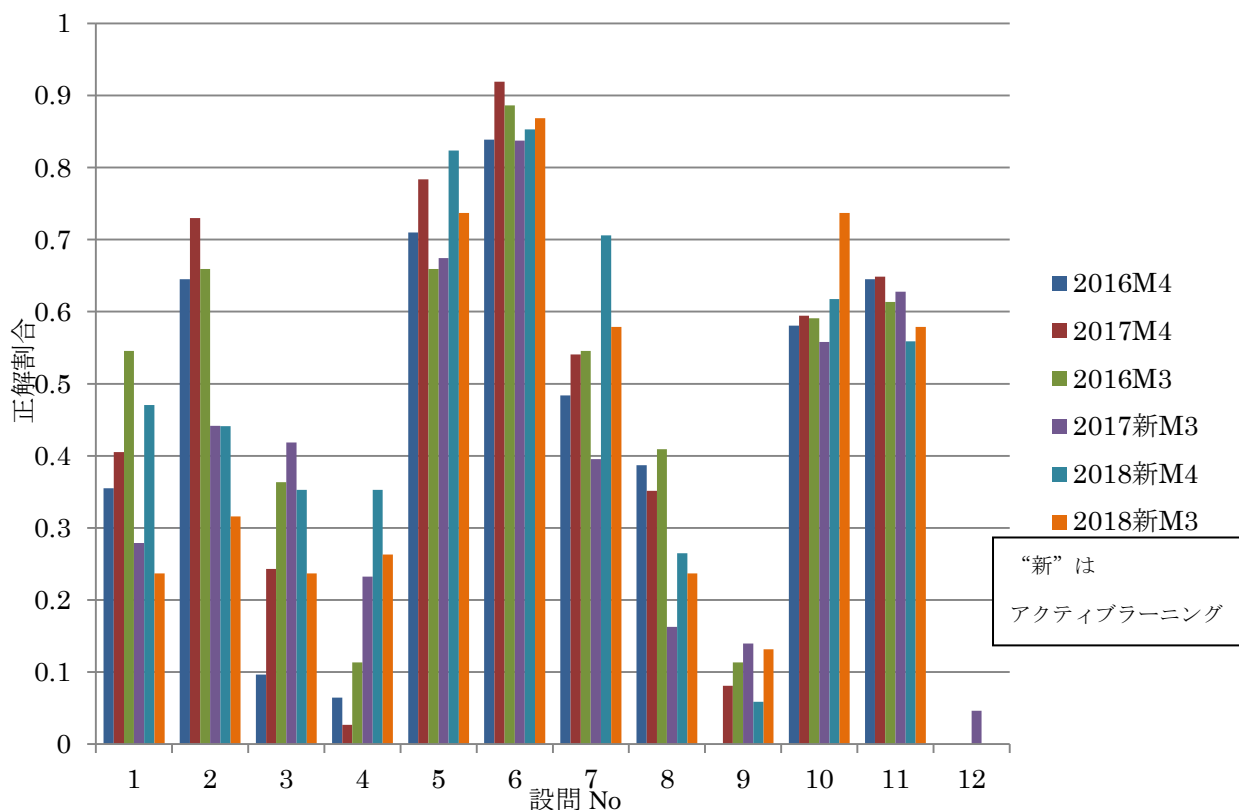


図 3.ワイヤカット知識定着度試験結果

いて加工スピードは加工条件を設定すれば、自動で設定される。前段階で加工条件を設定している班には「放電加工なので加工条件に従って自動でスピードを調整してくれるよ」と解答すればよいが、加工条件そのものに気付いてない班にはどのように回答するかは教員の裁量となる。そこで回答としては大きく以下の2パターンとなる

- 1.加工条件を設定しなければいけない
- 2.加工のプログラムなら自動で運転できる

職員から学生に質疑応答して、学生が何を問いたかったか見極めたうえで上記のどちらのパターンの回答をするか選択する必要がある。

一例ではあるが職員の学生とのコミュニケーション能力や臨機応変の対応力が必要となる。

我々職員も知らなかった機能を知る機会があった。学生は現状思いつくことしかプログラムしないため、職員が教え込む受動型の授業で

は生まれないプログラムも多く作成された。その中で、例えば G29 という断線復帰コードを入力した場合、その直前の動きでプログラム上補正キャンセルを行わなくとも自動的に補正はキャンセルされた。このような新しい発見も得られたことは非常に良かった点と言える。

5.2 定着調査試験の結果から

改良前と改良後とで試験結果に違いが現れたのは設問 2,4,8 である。設問 2,8 は改良前、設問 4 は改良後がそれぞれ正解率が上がった。

設問 2 の加工条件が決まる要件はアクティブラーニングの場合、学生は加工条件が必要だと気づくことに意識が向き、決定要素まで踏み込んで考えていない。加工条件が必要なことに気付けば加工機のタッチパネルで簡単に入力できてしまったことが知識が定着しなかった原因と考えられる。設問 8 は G92 の利用方法を問う問題である。アクティブラーニングの場合、自分たちの方法で座標設定し加工できた経験から、スタート位置でわざわざ座標を書き換

えを行わなかった班が多かったことから、この結果となった。

設問 4 はワイヤカットにおける作業手順である。アクティブラーニングの場合は毎回すべてを自分たちで準備して行うため各工程の意味をしっかりと理解できており正解率が上がった。

他の設問においては改良前と改良後とで大きな差はない。酒井らの教育効果に関する実証研究⁽¹⁾にあるとおり、試験の結果という判定基準では教育効果に差異はないということが裏付けされた。

2016M3 と 2017M4 および 2017M3 と 2018M4 は、同一クラスである。時間経過による知識の定着の変化に着目する。ワイヤカット放電加工は M3 クラスで一部の学生が利用した後は学生が触れることはない。一般的に時間経過に伴い、記憶が薄れ、試験の正解率は下がると推測される。しかし一部の設問では逆に正解率が上がっている。特に補正に関する設問 5~7 は両クラスとも正解率が上がる傾向にあった。

これは学年が上がるにつれて、機械工作法などの座学を含め様々な経験をすることで、ものづくりの根本的概念が身に付きつつあるのではないかと考えられる。また、図 4 に両クラスの正解数に対する学生数割合のヒストグラムを示す。学年が上がると正解数の少ない学生は居なくなりヒストグラムは中央寄りに推移している。このことからワイヤカットに関する詳細な記憶は薄れても、一般的知識の定着が見て取れる。

6.まとめ

- ・ ワイヤカット放電加工の実習をアクティブラーニングを用いた方法に変更したことで、加工工程や準備といった流れを身につけることが出来た。

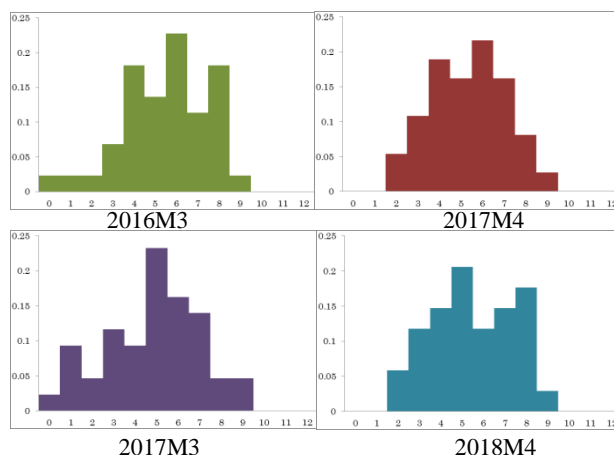


図 4.各クラスの正解数ヒストグラム

(横軸：正解数、縦軸：学生数割合)

- ・ プログラムなど加工の流れ以外の内容については、変更前と学生の能力向上に変化はない。
- ・ 報告書の複製不正防止になる。
- ・ 班内の一部の学生は、引っ張る学生についていだけでアクティブに学習をしているとは言い難い。
- ・ 職員側も知らなかった新たな機能の発見につながる。
- ・ 学生は学年が上がるにつれて一般的な機械加工に関する知識が身についている。
- ・ 実習において時間をかけた部分は、理解が進む傾向が見て取れる。

参考文献

- (1) 酒井 麻衣子,奥山 雅之,梅澤 佳子:アクティブ・ラーニングの学習プロセスにおける教育効果に関する実証研究, 経営・情報研究 多摩大学研究紀要,pp193 - 196, 2017
- (2) 大崎理乃,三浦政司,村上健介,田中玄洋,大澤克幸:汎用的能力育成のためのものづくり型フレームワークの開発,工学教育,63-3,pp55-60,2015
- (3) 杉谷洋一,谷本明逸,足立俊幸,小口英樹,岸悠,川添久美,山内義一,山口顕司:高専機械工学科における実習授業の役割とその教育効果,工学教育,41-47,2003

リレー・シーケンス制御の実験支援について

沼津高専技術室 機械系班

中澤 新吾

1. はじめに

今年度より1年生の工学基礎Ⅱの後期授業が、学科対応授業となった。

機械工学科において、前期は昨年度までの1, 2期の内容を行い、後期は新たな内容として、リレー・シーケンス制御の回路作成についての授業を行なった。今回そのサポートをおこなったため、実施状況を報告する。

2. シーケンス制御における演習について

従来は学生に対して実技としての演習はあまり行われていなかったが、ここ数年、企業から指導者向けに機材貸与や講習などが行われ、これらシステムに精通することで機材を導入した演習が可能となってきた。特に最近の授業では Programmable Logic Controller (以降 PLC) を取入れた演習を行い、実際に生産現場で使用されているシステムに近い形で理解を深めることができ、現在5学年時には PLC とその制御を行うラダープログラムを使用し、モーター制御や温度制御などに応用した演習を行っている。

今回の工学基礎Ⅱの実験では制御の導入部分となる論理回路や、PLC を使わず同様な動作をリレーやマイコンを使用して作成し、リレーのしくみやセンサの利用法を回路により理解し、興味をもってもらうことを目的としている。

3. 実施内容

3.1 実施構成

作業は学生42名を、4人×9、3人×2の11班に分けて行った。図1の写真は、班ごとにまとまって作業を行った様子である。学生には、作業内容や作成する回路を用紙1~2枚程度にまとめて、毎回報告書として提出させ、次週以降再配布して各自の参考資料とした。



図1 作業の様子

授業内容については全 12 週を以下の予定で進めた.

- 1 週 : 概要, 機材について, 基礎回路の作成
- 2 週 : リレー, 実用基礎
- 3 週 : マイクロセンサ
- 4 週 : マイコンの利用
- 5~7 週 : 課題回路作成
- 8 週 : 自作回路案作成 (実施なし)
- 9~11 週 : 班ごと自作課題試作, 動作テスト (実施なし)
- 12 週 : 報告会, まとめ (実施なし)

4 週目まではシーケンス制御における主要な回路についての配線を行い動作確認し, 5~7 週では, より現実的な動作をモータや LED に置き換えて構成した課題を作成する. 基本, 応用共に回路を理解した上で, 8~12 週で, 自作の課題について作成し, 12 週目で報告会を行う予定であったが, 回路の作成に時間がかかり予定が遅れ, 授業日数が不足したため自作回路の作成については割愛し, 5~7 週で行う予定であった課題回路を 10~11 週の 3 回で作成させ, 動作の説明等をレポートに記し, 自身で評価させることで課題終了とした.

3.2 使用機器

図 2 に演習用機材の写真を示す. 機材は 2 セットを 1 BOX にしたケース合計 11 ケースを教室に運んだ. 1 BOX あたり 2 セット分入れてあり各班 2 人で 1 セット使用できる. また, 細かい部品も多いため紛失に備え予備も用意した. 今回は教室で行うものとし, コンパクトに作業ができるよう, 電源に 9V の乾電池を使用し場所を問わず実験ができるシステムとなっている.

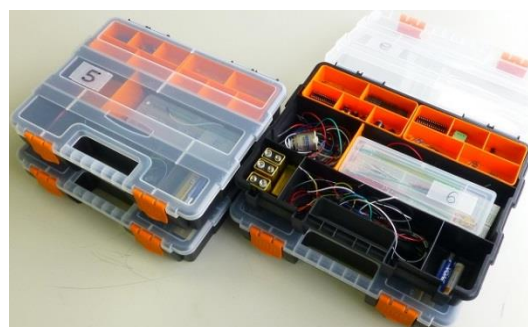


図 2 ケースと内部の部品類

表 1 は使用した部品類である. シーケンス回路の主要な部品はリレー, PSoC マイコン (タイマ, カウンタ), センサ, タクトスイッチ (モーメントリ) 等である. その他の部品についても一般的な電子部品を用意した.

表 1 使用部品

ブレッドボード	タクトスイッチ	3 端子レギュレータ
PSoC マイコン	抵抗 (15k Ω , 1k Ω)	端子台
リレー	LED	乾電池 (9V, 1.5V)
電子ブザー	コンデンサ (0.1 μ F, 10 μ F)	9V 乾電池用スナップ
フォトマイクロセンサ	ダイオード	単 3 乾電池ボックス
DC モータ	ジャンパ線	ドライバ, ピンセット

今回タイマ、カウンタ機能が必要なため、主要部品としてマイコンを使用した。図 3 は PSoC マイコンについての端子図で、内部には既にカウンタ・タイマをプログラムしている。左の列がカウンタ、右がタイマの端子である。以下にカウンタの機能設定を記す。

1) カウンタ設定開始・終了 (P2_7) に 5V を入力し設定開始。

2) カウント数設定 (P2_5) で希望回数分入力する。

3) カウンタ設定開始・終了に再び入力し設定完了。

この後カウンタ入力に設定回数分入力されるとカウントアップし、カウンタ出力より 5V が出力される。カウント数 (1~3 桁) はカウントする度に 5V が 2 進数で切替わりながら出力されるため、LED などを接続すれば確認用として使用できる。

タイマについても同様に機能するが、タイマ入力については設定時間数だけ連続して入力し続ける必要がある。

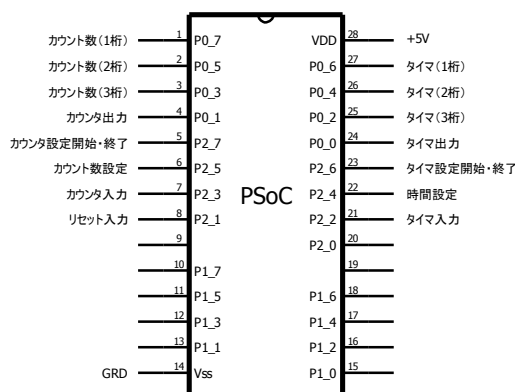


図 3 PSoC マイコンの端子図 (CYPRESS CY8C27443)

3.3 作成回路

表 2 は今回学生が作成した回路の一覧である。基礎回路から始まり、リレーを多用した回路を作成して行き、最後にはこれらを組み合わせて応用回路を構成して行く。なお、センサの検知回数回路およびモータの回路については時間が足りず解説のみとした。

表 2 授業で作成した回路

1	電源回路 (9V→5V 変換用)	8	自己保持回路 (off スイッチ付)
2	LED の点灯	9	センサで LED 点灯, リレー駆動, off 付き
3	スイッチ 2 個よる LED 点灯 (AND, OR)	10	センサとリレーでモータ駆動, off 付き
4	リレーで LED を点灯 (a 接点, b 接点)	11	マイコンによるタイマ回路, カウンタ回路
5	リレーでモータ, ブザーの ON	12	センサの検知回数回路 (解説)
6	コインパーキング回路	13	モータの正転逆転 (解説)
7	自己保持回路	14	モータのインタロック回路 (解説)

3.4 課題内容

前述 3.1 の通り自作の回路が作成できなかったため、理解度に応じて次の課題を作成させ、評価の判断とした。

1) センサが反応するとモータが回り続け、スイッチで停止させる。(復習課題)

表 2-10 の回路で授業時間内に作成ができなかった班に復習として再度行わせた。

2) 自動シャッター付きガレージ回路(応用課題 1)

車庫を想定した回路で、ガレージの前に停車するとセンサが反応し、車のパッシング 3 回で

シャッターが開き、中に移動しボタンを押すとシャッターが閉まる。シャッターの開閉はモータの正逆回転の3秒間とし、パッシング及び中のボタンはそれぞれスイッチ2個を使用し、対応させる。

3) 省エネエスカレータ回路(応用課題 2)

センサの前を人が通過すると、エスカレータ (モータ) が動き、一定時間 (今回は 3 秒) 経過すると停止する。エスカレータが動いている間に他の人がセンサを通過すると時間がリセットされ動き続ける。

最後の 3 週分の授業で、課題 1) ~3) のうち、1つを選び作成させた。1) は復習回路で、作成が思うように進まなかった班が行うが、評価は一段下がる。2), 3) は、応用回路で、ある程度理解し進めて行ける班が作成する。評価は一段上がる。最終的には回路が完成し動作することが望ましいが、未完成の場合も、その動作説明ができるように進めた。

図 4, 図 5 に応用課題回路図の一例とその写真を示す。実際現場で使用されているシステムを想定しているためやや複雑にはなるが、3 割程度の班が挑戦していた。また、この回路図は公表せず、学生自身で回路の構成を考えさせた。これらの課題に取り組んだ班はかなり熱心に行っていたが、完成し動作したのは 1 組だけであった。

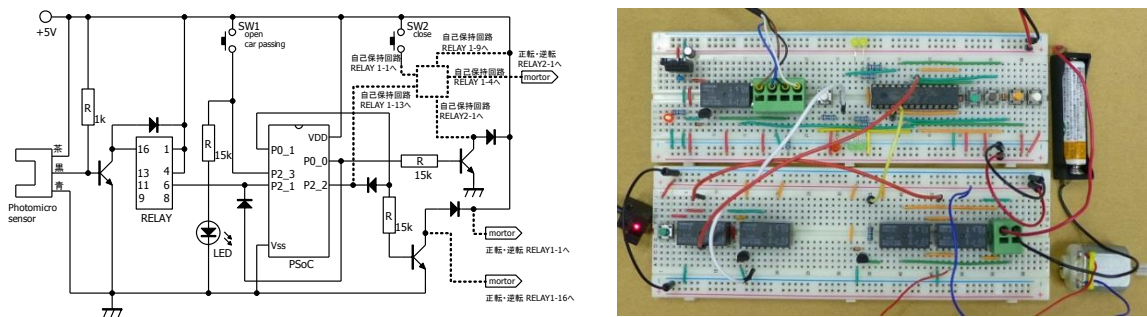


図 4 自働シャッター付きガレージ回路

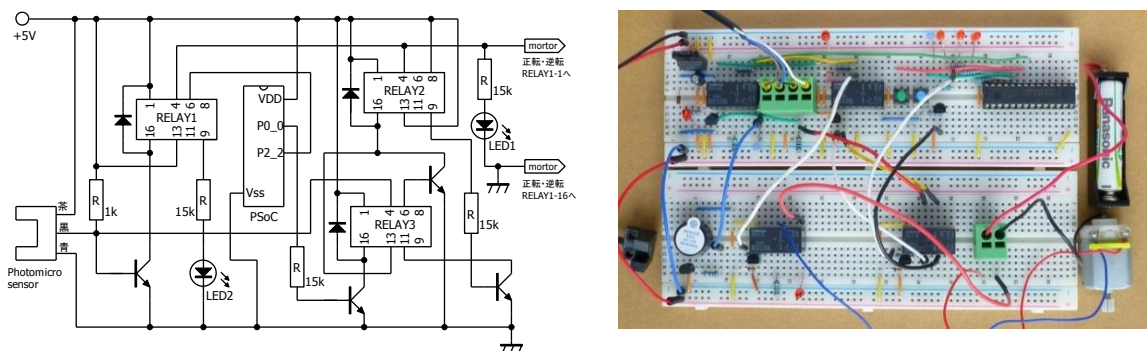


図 5 省エネエスカレータ

図 6 は学生が作成した課題回路の写真である。課題 1) の復習回路については半数以上が完成している。中には部品が足りず共有して使用していたものもあるため、取り外されている回路が

ある。また、回路は授業終了後にまとめて回収したため配線や部品が外れてしまったものもあり、元の状態ではない。

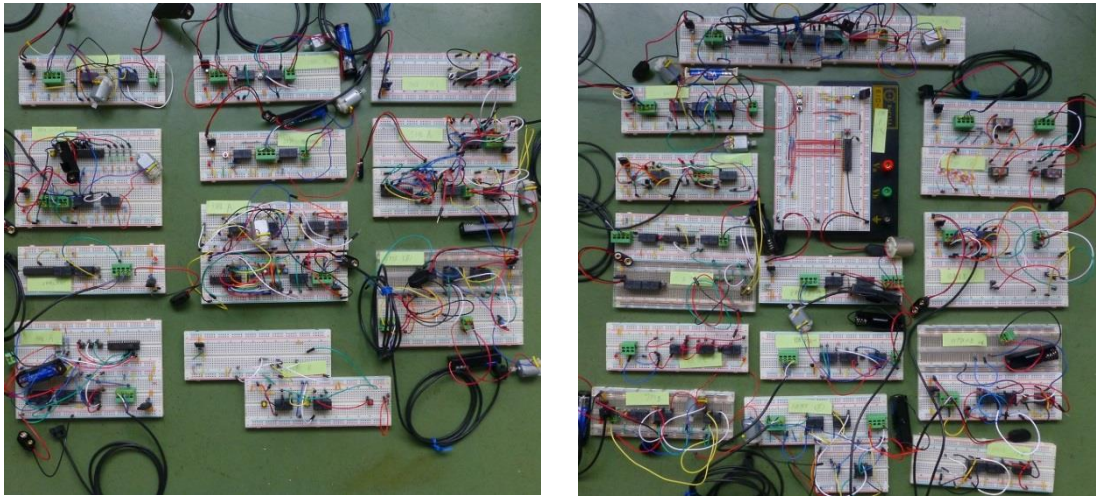


図 6 学生が作成した課題回路

4. まとめ

内容的には、回路の作成のみであるが、どの程度まで進められるかは不明であった。授業の進行とともに回路が複雑になってゆき、班によっては全く進まないところもあったため、遅れた学生は次週に引き続き同じ回路を作成し、完成した学生は次の回路を進めて行きながら未完成の班のサポートにも入らせた。リレーを使用した回路に入ると、その仕組みが分からず、遅れて行く学生が多く、特に自己保持回路はなかなか理解できずにいたため、何度か説明をする事もあった。

機械工学科 1 年生と言う事で、電気回路には難色を示す学生もいたかもしれないが、完成し動作すると、その達成感により次第に興味を持って行くようであった。回路がまったく作成できなかった学生も最後の 3 週分で予備の機材を配布し個々に課題回路を作成させると真剣に取り組むようになっていった。このことから、班での作業ではどうしても得意な学生が進めてしまい、作業をしない者が出てしまう。班別作業で進めるにしても、始めから機材は 1 人 1 台ずつあれば好ましかった。

この内容は今年度限りで終了するが、機材の利用価値もあるため 1 年生に限らず、他学年での演習にも利用できれば有効である。

参考文献

- [1] マイコンを用いたリレー・シーケンス学習の試み, 三谷祐一郎, 中澤新吾, 外園玲央, 西由季央, 沼津工業高等専門学校研究報告第 53 号, 2019, pp7-13
- [2] オムロン G5V-2 データシート
- [3] CYPRESS CY8C27443 データシート

校長室入退室管理システムの開発(2)

沼津高専技術室 電気・電子・情報系班

中村 玲治

現在運用している、校長室において入退室を管理して管理棟 2 階の総務課の部屋にあるモニタに表示するためのシステムについて、前回発表(2015 年 3 月)以降の経過および今後の取り組みについて報告する。

1.システムの概要、2015 年までの経過

現在、総務課における業務の効率化を目的として、校長室入退室管理システムを運用している。これは教職員証のデータと押しボタンスイッチの操作を入力とし、事務室のモニタに校長室の入室者および校長の状況を表示するものである。なお、入室者がなく、かつ校長に特記すべき事情がない場合は「待機画面」という画面を表示している。構成は図 1 の通りである。このシステムを、PC の PowerShell スクリプトによってプログラミングしたものをタスクスケジューラに設定することによって制御している。スクリプトの内容としては、PC 上に PowerShell ウィンドウを出して入力受付を行い、受けた入力に対応して Internet Explorer 等の各ソフトウェアを制御する。

前回発表では構成及び各機器の接続について報告し、事務室内・校長室前で入力を行うためのシステムのためのボックスの開発を行い、また制御用 PowerShell スクリプトの開発を行ったことを報告した。また、2015 年 12 月のテクノロジーフォーラムでもポスター発表を行った。

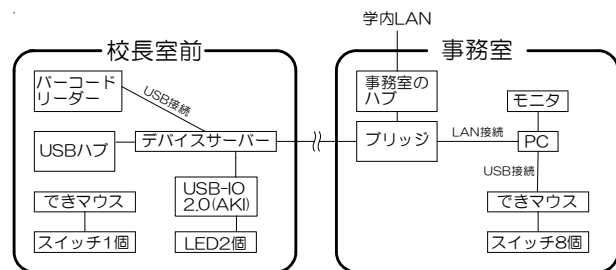


図 1 校長室入退室管理システムの構成(2019 年 3 月現在)

2.設置

2016 年 3 月に業者に工事をお願いし設置を行った。このために各機器を組み立てた。組み立てた事務室内での入力システムを図 2・校長室前での入力システムを図 3 に示す。また、天井裏でデバイスサーバー・USB ハブ等を収納するボックスを作っていたので図 4・図 5 に示す。



図2 事務室内での入力システム



図3 校長室前での入力システム



図4 天井裏でデバイスサーバー・USB ハブ等を収納するボックス

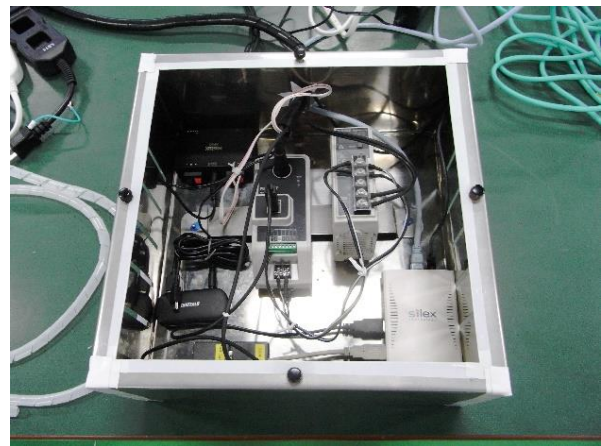


図5 図4の箱の内部

3.運用に対する問題と対処

3.1.バーコードの認識率の問題

設置後、運用を開始してみるとバーコードが 10%ほどしか認識されずとても実用にならなかった。メーカーに確認していただいたところ、現実に職員証に印刷されていたバーコードが規格に沿っていなかったため認識できないというのが原因だった。中村がテプラでバーコードを印刷して職員証に貼ることによって対応しようとしたが、職員証を IC カード化する計画が進行中だったので行わなかった。このため校長室前箱の入力管理システムは 2019 年 3 月現在使用されていない。

3.2.操作不能およびタイムアウトのアラートが出る問題

運用開始後、待機画面として、事務部の業務ポータル校長の予定表を表示していた。事務部の業務ポータルを構成する NetCommons は 60 分操作しないとログアウトの警告が出る設定だったので一定の時間ごとに NetCommons の画面を更新するスクリプトを組み込んだ。しかし警告画面が出たり操作不能になる障害が頻発したので、更新の処理を、Internet Explorer を直接操作する方式から、PowerShell ウィンドウを通じて操作する方式に変更した。また、Internet Explorer に確実にアクセスできるようにするために、管理者権限を使用するように設定した。この結果障害が起こらなくなった。

3.3.スピーカーの問題

運用当初は入室の入力が行われたことを音声で示していたが運用開始後 1 ヶ月もたらずにスピーカーが使用不能になった。過負荷が原因と思われる。

3.4.仮想環境の作成

システムは運用中であるので、何かプログラムを改良したときに、いきなりシステムにそれを適用すると総務課の業務に支障が生じる。テストに使用できるようにするために、技術室にある Windows7 が搭載されている PC に仮想環境を作成した。

3.5.待機画面の変更

上記の通り、待機画面として NetCommons 上にある校長等の予定表を表示していたが、事務部より、文字が小さくて見えないので対応してほしいというリクエストがあったので、NetCommons のデータベースから必要なデータを抽出し、それを使用して校長・事務部長・総務課長を作成して表示するようにした。当初は校長のみだったが、事務部のリクエストにより事務部長・総務課長の分を追加した。2018 年まで待機画面として使用していた NetCommons 上の予定表を図 6、新規に作った待機画面を図 7 に示す。

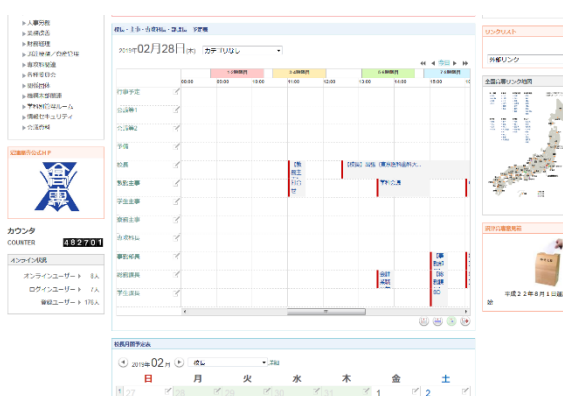


図 6 2018 年まで待機画面として使用していた校長等の予定表

2019年2月28日(木)10時54分

校長予定表	
11:00-11:30	打ち合わせ
12:30-17:00	出張(東京医科歯科大)
18:45-20:45	羽衣会
事務部長予定表	
15:00-15:30	SD研修
16:00-17:00	地域連携・研究支援委員会
総務課長予定表	
13:30-14:00	会計系職員学内研修会
15:00-15:30	SD研修

図 7 現在の待機画面

4.今後の予定

現在、図8のような構成にシステムを改良することを検討している。具体的な改良点としては、

- ・ICカードリーダーの対応
- ・校長研究室内スイッチの設置
- ・Windows10 対応

が挙げられる。

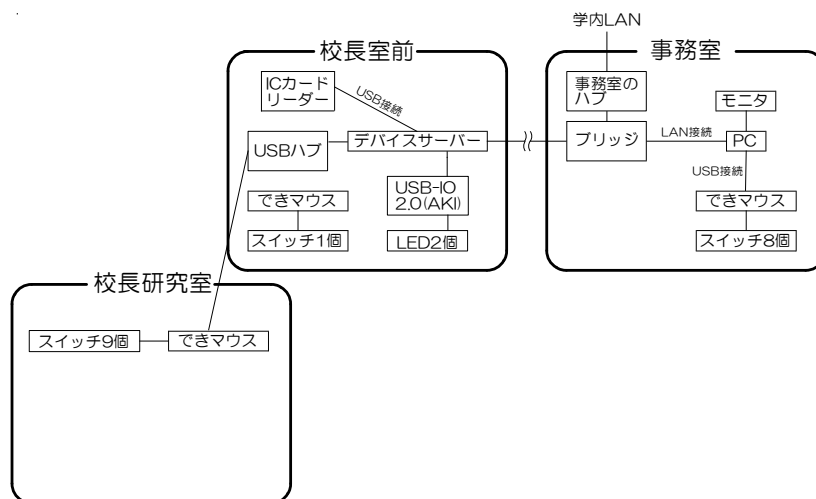


図8 検討している構成図

謝辞

このシステムの開発及び運用に関しまして、プログラム関係を中心に支援していただきました技術室青田広史電気・電子・情報系班長、天井裏でデバイスサーバー・USBハブ等を収納するボックスの製作等、ハードウェア関係を中心に支援していただきました佐藤宏技術長、運用面を中心に支援していただきました総務課総務係、および施設関係を中心に支援していただきました総務課施設係に感謝いたします。

参考文献

- [1]平本純也(2015)「知っておきたいバーコードの知識 第8版」、日本工業出版、pp.59-62

旋盤実習における加工を成功に導く指導方法等の改善

沼津高専技術室 ものづくり系班
船本 和重

1. はじめに

日常業務で主に担当している旋盤を使った実習の指導方法等の改善について報告する。旋盤の実習は各学生が1人1台の旋盤を操作して加工をしている。実習中に学生が可能な限り、加工の成功体験ができるよう改善に努めた。

2. 旋盤とは

旋盤とは主としてワーク(材料)を回転させ、バイト等を使用して外径削り、中ぐり、突切り、正面削り、ねじ切り等の加工を行う工作機械である¹⁾。



図1 旋盤

主軸：工作物に切削回転運動を与える軸

主軸端：主軸において、面板、チャック、センタ等を取り付ける部分

主軸台：主軸、その駆動装置、速度変換装置等を備えている部分

チャック：主軸端に取り付けて、工作物を保

持するための部品

心押台：ベッド上主軸台の反対(右)側にあり、工作物の一端をセンタで支える台

心押軸：心押台本体の穴にはまり、軸方向に移動することのできる軸、主としてセンタを取り付けて工作物を押し付けて支える軸

センタ：工作物の回転中心を支える部品

横送り台 X軸：サドル上を横方向に移動する台

往復台：エプロン、サドル、横送り台、刃物台等からなり、ベッド上を往復して刃物の送り運動を行う部分の総称

刃物台：刃物その他を取り付ける台

サドル：横送り台の案内面を持ち、ベッド上の案内面にまたがり移動する台

エプロン：縦横送り切換装置、半割りナット掛外し装置等を備え、サドル前部下側に取り付けられている歯車箱

送り軸：刃物に送りを与える軸

ベッド：機械の本体を構成し、案内面を持つ台

英式(リフトガイト)・米式(ナローガイト)がある。

ベッド滑り(案内)面：往復台及び心押台が移動するための基準を与える面

ベッド案内面ともいう

脚：ベッドを支える台

3. 実習に関する学生に説明する内容

D2 実習(例) 以下の説明で加工を行う

(1)板書、予備知識

(2)加工工程の流れの説明

(3)測定器の取り扱い及び測定の方法

- (4)ワーク（材料）の取り付け
- (5)バイト（工具）の取り付け
- (6)主軸の起動・停止（変速操作）
- (7)各送りハンドルの操作
- (8)零合わせ、切込み、送り、バックラッシ
- (9)加工工程毎の説明、加工
- (10)加工が停滞している学生への対応
- (11)ワークの取り外し、片付け

4. 改善前の説明等

(1)板書、予備知識

予備知識等を板書させた。

(2)加工工程の流れの説明

完成した製品を見せながら大まかな説明をして、内容を把握させていた。

(3)測定器（ノギス）の取り扱い及び測定の方法

初めてその測定器を使用する場合は、使い方、目盛りの読み方などの説明、暫く使っていない場合は復習できる程度の説明（ノギスの読み方、測定の仕方）をしていた。

(4)ワーク（材料）の取り付け

チャックの爪の端面から必要な長さを突き出し、チャックハンドルにより固定していた。

(5)バイト（工具）の取り付け

バイトのシャンク部(ホルダ)底面に敷金(敷板)を敷いて心押し軸の中心位置=ワークの中心位置に高さを調整していた。(心高調整)

(6)主軸の起動・停止（変速操作）

チャックのインターロック機能なしの場合
主軸の起動方法

チャックにワークを取り付ける。

チャックハンドルを取り外し、所定の位置に

置く。主軸の回転数を変速の必要があれば、変速レバーで変速する。電源スイッチの ON のボタンを押す。主軸始動レバーを左手で右方向に動かす。

主軸の停止方法

主軸始動レバーを左手で一段階左方向(停止位置)に動かす。ブレーキペダルをしっかりと踏み込み、回転を停止させる。回転停止後、主軸始動レバーに触れぬように注意する。

片付け、清掃を行う際には電源を OFF にし、ワークをチャックハンドルにより取り外し、チャックハンドルをチャックから取り外した後、行う。

(7)各送りハンドルの操作

Z 軸送りハンドル、X 軸送りハンドル、刃物台送りハンドルの操作説明、及び目盛りの値の確認をしていた。

(8)零合わせ、切込み、送り、バックラッシについて

零合わせ手順、切込み手順、送りハンドルの具体的な操作の仕方、バックラッシを考慮し、切り込み過ぎた場合の合わせ直しの手順(各台の内部機構のねじ部遊びを考慮した合わせ方)を確認させていた。

(9)加工工程毎の説明、加工

加工工程毎に説明を含めた加工を行い、各自に加工させる。

(10)加工が停滞している学生への対応

各工程で加工が停滞している学生には、どこまで理解しているのか確認し、その先をもう一度その場で説明し、加工させた。

(11)ワークの取り外し、片付け、清掃

工具の取り外しを行い、チャックハンドルに

より製品を取り外し、工具の片付け、清掃を行う。

5. 加工を成功に導くための改善点

できるだけ学生が理解しやすい簡単な内容にする。

ワークの取り付けが簡単にできる。

製品の加工形状が簡単である。

ノギスでの測定が容易な形状である。

加工する部分が多すぎず、少な過ぎずを目指した。(加工工程も多すぎず、少な過ぎずを目指した)

6. 改善後の説明等

(1)板書、予備知識

板書、予備知識の内容を削減した。

(2)加工工程の流れの説明

加工工程毎にその段階の製品サンプルを加工しておき、イメージがつかめるようにした。

(3)測定器（ノギス）の取り扱い及び測定の方法

特に変更をしていない。

(4)ワーク（材料）の取り付け

予め固定部が段削りしてあるものをワークとすることで突き出しの長さを合わせず取り付けられるようになり、取り付けが容易なるようにした。(材料費節減のため M3 の加工した製品をワークとして加工できる形状にした。)

(5)バイト（工具）の取り付け

付刃（ろう付け）バイトを用いていたが、スローアウェイバイト（刃先交換式）を用いることによって調整が容易になり、簡単に取り付けられるようになった。

(6)主軸の起動・停止（変速操作）主軸の起動方法

チャックのインターロック機能が付加されたことにより、チャックハンドルを飛ばす事故はなくなったが、操作の仕方を変える必要ができた。

主軸始動レバーを停止位置に戻すのではなく、ブレーキペダルを踏んで停止させる。

主軸回転停止後、主軸の始動レバーは次の加工を行うまでは停止位置に戻さない。

以下手順

チャックにワークを取り付ける。

チャックハンドルを安全装置の所定の位置に静かに挿し込む。主軸の回転数を変速の必要があれば、変速レバーで変速する。

電源スイッチの ON のボタンを押す。

主軸始動レバーを左手で右方向に動かす。(但し、レバーが停止位置に戻っていない場合は戻してから操作する)

主軸の停止方法

ブレーキペダルをしっかりと踏み込み、回転を停止させる。回転停止後、主軸始動レバーはすぐに元の停止位置に戻さない。

片付け、清掃を行う際には電源をすぐに切らずに主軸始動レバーを停止位置に戻してから電源スイッチの OFF のボタンを押す。

(7)各送りハンドルの操作・(8)零合わせ、切込み、送り、バックラッシについて

(7),(8)について別々に説明していたが、関連付けて説明するようにした。

(9)加工工程毎の説明、加工

加工工程については学生加工ミスが多い段削りの加工にストッパーを用いることにより、Z 軸送りハンドルが使用できないようにし、混乱してミスが起き難くなった。

(10) 加工が停滞している学生への対応加工が停滞している学生への対応

対応例 1

「とにかく怖いんです」と連呼する学生への対応

まず、注意を守れば危険な機械ではないと落ち着かせ、進捗状況を確認し、その工程を終わらせた。

対応例 2

「途中からわけがわかりません」という学生への対応

深呼吸させ、進捗状況を確認しようとしたが、もうわけがわからないとしか返答しないので、取り敢えず、直近で工程が終わるまで指示をして加工させた。

対応例 3

切り込めない状況で切り込もうとしている学生への対応

そのまま切り込もうとしても加工できない（無理だという）ことを説明し、切り込める位置で切り込ませ、加工させた。

対応例 4

「緊張しがちなので間違えそうです」という学生への対応

何を間違えそうなのか確認すると、ハンドルで切込む値と計算ミスを心配していたので、再度説明し、加工させた。

対応例 5

主軸を逆転させて加工した学生への対応

無理やり加工してチップ（刃先）を破損させており、幸い怪我もなくバイト（ホルダー）の交換の必要もなく、チップを交換し、加工させ

た。落ち着いて説明を聞くよう、再度注意を促した。

対応例 6

ストッパーと往復台の左端が接触していない状態で位置調整した学生への対応

ストッパーをベッド滑り面に固定する際、往復台の左端がそれに接触していない状態で、位置調整を行っており、外径削りの際、学生自身が異常に気付き、硬直していた。

幸い本人が気付いており、無理に加工を行っていなかったため、ストッパーの位置調整・固定・零合わせを再度行い、加工させた。

7. まとめ、今後の課題

(3)測定器（ノギス）の取り扱い及び測定の方法については改善されていないが、直近の学生同士でお互いの測定値を確認させるとよいが、時間を超過しかねない。

班の全体的な進行状況のバランスを見ながら加工が遅い学生には焦らないようにフォローしていく必要がある。パニックになりやすい学生は、直近で加工の理解ができる程度まで説明すれば殆どの学生は問題なく加工できることがわかった。

ヒヤリハット事例の蓄積が必要だと思われるが、事例も公開し過ぎると恐怖で旋盤が使えなくなる恐れもあるので、そのことに注意が必要である。安全第一に加工できるのが必須であるが、説明を聞かない学生には今後も注意が必要である。

参考文献

- 1) 日本規格協会 JIS ハンドブック 2011 ⑬
工作機械 (JISB0105-21)

平成31年3月13日

第6回 沼津高専技術職員学内発表会 予稿集

沼津工業高等専門学校技術室 広報担当

青田・内野・佐々木・中村・中川