

群 教 セ	G08 - 02
	平 26. 254 集
	高 - 工

# 「機械工作」における 実習の効果を高め知識・技術を深める工夫 ——体験型学習やグループワーク、実習での検証を通して——

特別研修員 平井 宏憲

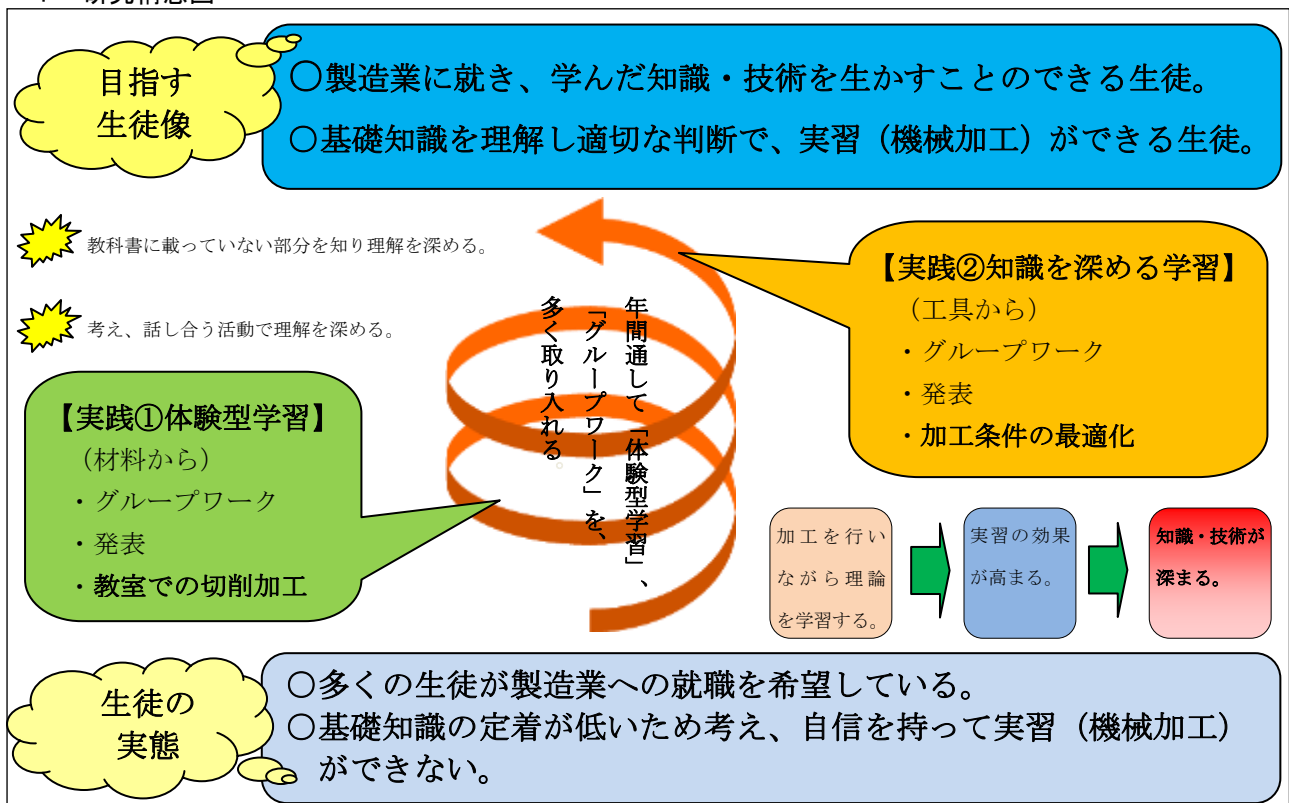
## I 研究テーマ設定の理由

高等学校学習指導要領解説（工業編、文部科学省、2010）には、「スペシャリストの育成に必要な専門性の基礎・基本を重視し専門分野に関する基礎的・基本的な知識技術、及び技能の定着を図るとともに、ものづくりなどの体験学習を通して実践力を育成する」と記載されている。また、工業系の高校では、多くの生徒が製造業へ就職をしていく中で、実際に働く上で必要な力、企業が求める人材（厚生労働省 2013）では、「主体性・コミュニケーション能力を持ち技術の基礎・基本を身に付けている」とされているが、その力が身に付いていない現状も多く見受けられる。

現在協力校では、座学で知識を学習するが、どのように役に立つのか掴みづらい現状がある。実習では教員側の指示が多く、用意された課題や工具、既定条件での授業が行われているため、生徒があまり考えなくとも加工を行うことができ、加工に対する論理的な理解、技術の定着には繋がりにくい現状がある。本研究はこの部分に着目し、教室内で理論を学習しながら小型の加工機を用いて加工することにより、実習では補い切れない部分の知識定着と、学んだことを実習で活用し、その加工条件等を生徒自身が考え、その加工物を検証することで、学習効果を高める。その中で、知識・技術を深めさせたいと考え本主題を設定した。

## II 研究内容

### 1 研究構想図



## 2 授業改善に向けた手立て

専門科目「機械工作」では、工業材料、工作機械の特性や加工方法などについて学習している。2学年、3学年の2年間でこれらに関する知識の基礎・基本部分を身に付けるものである。従来の座学中心の学習指導の中に、教室でも扱える小型加工機を用いた切削加工や ICT 機器を活用しての動画や画像の提示、グループワーク等を行い、年間を通してこれらの取組みを行うことによって段階的に生徒が、自ら考え実習に必要な適切な条件出しや、他者との協力関係の中から、知識・技術が深まるよう授業実践を行った。また、本研究は、切削加工を行う上で、特に大切な部分である「材料」「工具」「切削条件」についての部分の実践例を取り上げるものとした。

### 【実践1における研究上の手立て】

**【体験型学習】** 切削の実体験を通して加工性の違いを理解する（材料の違いから最適な判断をする）

- 各材料についての調べ学習を行う → 硬度、比重、使用用途などの特性についてまとめる
- グループ発表 → 調べた金属の特性について発表しデータの共有化を行う
- 一般的な材料の切削を行う → 切削音、切削抵抗、切粉について違いをまとめる

生徒は鋼（鉄）のみの加工しか行った事がなく、他の材料に対してまったく知識を持っていなかった。そのため材料についての学習を重点的に行う。実際に削ってみることで体験から違いを理解する。

### 【実践2における研究上の手立て】

**【知識を深める学習】** 加工条件の違い（工具から最適な判断をする）

- 様々な工具材料の特性を調べる → 靱性、摩耗性等の観点から工具の特性をまとめる
- 加工材質にあった工具の選択をする → 加工材料の硬度、靱性 製品コストから選択し適正な選択を行う
- 工具切削条件について考える → 切削の最適化を行う
- グループ発表 → 調べた工具材料について発表し、データ共有化を行う

これまで学習した知識を基に、工具や加工条件について考える。指示を受けて作業していた所を自ら判断し実行できるように学習を行う。知識・理解を深め、自分自身で考え・判断する力を伸ばす。

## Ⅲ 研究のまとめ

### 1 成果

- 材料や工具材質など特性を理解し、適切な機械加工ができ、基礎知識の習得が見られた。
- 対応する実習では、意欲的に取り組む姿勢が見られ、生徒の興味関心を伸ばすことができた。
- グループ活動を通し、他者との意見を交わす中、課題を解決しようとする積極的な姿勢が見られた。

### 2 課題

- 体験型の学習の対応種類を増やして行く必要がある。
- グループワークには、習慣性が必要であるため継続的に、より多くの回数を取り入れる必要がある。

### 3 提言

- 従来通りの実習で基礎部を定着させた上で、今回のような自ら考え実践し話し合い課題を解決する授業を行うことにより卒業時には、より実践的な力が身に付いていると考えられる。

## <授業実践>

### 実践 1

#### 1 単元名 「機械工作」機械材料とその加工性（機械システム科 3学年 1学期）

#### 2 本単元及び本時について

工業製品を作る機械を構成する機械材料には、金属材料、非金属材料や樹脂材料、それらを組み合わせた複合材料、特別な性質を持つ機能性材料があるが、ここでは、主として金属材料、樹脂材料の特性について基礎的な諸性質をはじめ、個々の材料の性質を理解させることに力点をおき、機械材料を適材適所に有効かつ適切に選択・活用できるようにする。本時は、各材料の特性を考え実習との関連付けを行いながらその知識を深いものにして行く。

#### 【本時の目標】

- 材料の、特性についての知識・理解を深める。
  - 多種の材料の切削を行い得た情報を基に実習（加工）へと活かす判断力を身に付ける。
- ※上記2点をグループ活動で考え、発表を行い知識・理解を高める

#### 3 授業の実際

生徒の実態として、材料には様々なものが利用され加工されているが、実際の実習で行われている加工は、コスト等の面から比較的安価に手に入る鋼（鉄）がメインになり他の材料は加工される事なく、座学での学習のみで通過してしまう。そのため材料の違いによる加工性の違いといった概念に対する理解は非常に希薄なのが現実である。実際に就職し、製造現場に入ると鋼（鉄）以外の製品の加工も非常に多くこの点においても、実習で加工をする際に鋼（鉄）のみにとらわれない視野が必要である。その点を考慮し、代表的ないくつかの金属、樹脂材料で切削を行う。

#### 【授業進め方】

##### (1) 基礎知識の理解を高める。（調べ学習、グループワーク、発表）

事前の授業で、図1のようなワークシートを配布し全体の見通しを立てた上で、5名のグループを作り、いくつかの代表的な金属や樹脂材料（鋼、ステンレス、アルミニウム、真ちゅう、アクリル）について調べ学習を行い、それぞれのグループで資料作りを行った。材料特性について調べるに際し、図2のような例を教師側が示し、まとめる際の要点の解説を行った。

図1 ワークシート1

例1 アルミニウムについて① (グループ名)

特徴

- ・地殻を構成する金属元素の中で最も多い
- ・元素記号はAL、添加元素で(Mg, Si, Cu)ジュラルミン(硬くも)
- ・原料はボーキサイト→アルミナ
- ・比重は鉄の3分の1で軽い( $2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ )
- ・耐食性に優れる→強化したものに「アルマイト」がある
- ・外観が美しい
- ・電気や熱をよく伝え、光や熱を反射する。

航空機の翼や材料の導管を軽くて強くなる。

図2 調べ学習前解説資料

本時は、各グループが作成した材料についての資料を ICT によるプレゼンテーションで発表する所から開始される。自グループの発表の際には役割分担を行い、それぞれが発表に携わるように生徒間で役割分担を行った。他グループの発表の際には、ワークシートの空欄に自分たちでは、調べていない材料についての特性をそれぞれ書き込んで行く。自ら調べ発表し、他者の話を聞き、整理を行うことで多面的に理解を深め知識の定着を図る。

ICTによるプレゼンテーションを用いての発表の場面では、作成データにそれぞれの班ごとに、特徴や工夫された点が見られ、分かりやすく伝えようとする姿勢が見られた。例えば「銅」＋「亜鉛」＝「真ちゅう」など写真を交えて解説を行っていた。従来の生徒の既知の知識である金属といえば「鉄」という部分から学習することにより他の材料に対し興味を持つ姿勢が見られた。



図3 生徒発表（真ちゅう）

## (2) 体験型の学習（小型加工機での切削）

上記で調べた材料の加工を行う。加工には実習室でなく教室でも行えるよう小型加工機を用意し、できるだけ多くの生徒に「切削抵抗」「切削音」「切粉」などの違いを感じさせるようにした（図4）。



図4 切削加工の様子



図5 材料による切粉の違い

生徒は、図4で示されるように切削加工を行いながら、実際にいくつかの材料の切削を行った。ここで感じた事を周囲に伝え、それを周りがメモを取り材料による違いについてワークシートへまとめるものとした。実習でこれまで切削加工を行ってきた鋼（鉄）との違いを考えながらこの作業を行う。

図5は、小型加工機にて排出されたいくつかの材料の切粉である。材料によって明確に違いがあり、切粉から得られる情報等も合わせ、観察し学習する事によりその材料が持つ特性について考える。

上記から得られた材料の違いを生徒が話し合い、理解を深める。材料の違いで形状が異なる切粉が排出されるので興味を持つ姿勢が見られた。以下に生徒の発言を記述する。

- 鉄と全然違う。 ○真ちゅうは、粉みたいになって繋がらない。 ○大きな音を出すものがある。
- 材料によって送りハンドルが重くなる。 ○アルミは、切粉が長く繋がるし柔らかい。

## 4 考察

本研究は、年間を通してグループワークや体験型の学習を行うもので、生徒自身が考え判断しそれを実習に繋げることで、より深い知識や技能の定着を図るものであるが、本時の前半部分のグループワークで基礎知識を、後半部分の切削作業を通じて、加工性の違いをより深く理解したようである。上記に示される生徒の反応に対しては、理由を考える時間を別にもうけた。例えば送りハンドルが重くなるなどの現象が起こった金属に対しては以前に勉強した、硬度と結び付け「硬度が高く硬い材料であるからハンドルが重くなる」など理由をグループワークの結果、示した班もあった。授業後の感想では、「2年の時には全く興味がなかった分野だったが3年で実際に材料を削ったりしながら性質の説明があったので分かりやすかった」「昨年は興味も、知識もなく聞いていただけだったが自分たちから学ぼうという姿勢になれた」「何を削っているのか今まで分からなかったが、今回削ってみたことによってそれがなんだか分かるようになった。実習でも役に立ちそう」などがあり、興味関心が薄い分野からグループワークや発表、教室での体験的な切削加工などから知識の深まりが感じられた。

## 実践 2

### 1 単元名 機械工作 工作機械と切削工具（機械システム科 3 学年 2 学期）

#### 2 本単元及び本時について

工業製品の高性能化や高品質化は、切削加工技術の高度化による所が大きい。切削加工はどのようなことか、その原理と、切削加工を能率的に行うために、刃物である切削工具や切削に用いる工作機械などについて学ぶ。主として工具材料の特性について基礎的な諸性質をはじめ、個々の材料の性質を理解させることに力点をおき、工具材料を適材適所に有効かつ適切に選択・活用できるようにする。本単元では、各材料の特性を考え実習との関連付けを行いながらその知識を深いものにして行く。その過程で技術者としての確かな知識・技能を身に付ける。

#### 【本時の目標】

- 切削工具材料について知識、理解を深める。
  - 加工条件を考え工具材質を適切に選択することができる。
- ※上記 2 点をグループ活動で考え、発表を行い知識の理解を高める

#### 3 授業の実際

1 学期では、材料を中心に学習を行った。2 学期では工具とその切削条件についての学習を行う。切削加工を有する実習は、1 学年から 3 学年まで通年で行われ、旋盤やフライス盤、ボール盤などがそれに該当する。しかしながら、切削工具の選定や加工機回転数、送り速度などは、実習の時間内での制限があり教師より指示のある工具や条件をそのまま利用している。なぜ、その工具を使っているのか、その切削条件（回転速度、送り速度など）なのか、といった理論付けがないまま切削加工を行っているため応用的なものづくりをすることができない。

#### 【授業進め方】

##### (1) 知識を深める学習（グループワーク、発表）

1 学期同様に、ワークシートを生徒に配布し全体の見通しを立て、5 名でのグループワークを行う（図 6）。本時は工具材料を中心に展開し、工具材料に求められている条件を考え、まとめて発表する。工具材料については、切削加工に使用される主要なものを基礎データ（図 7）として各グループに配布した。既知の知識や、本時で得た知識を合わせながら適切な選択を考えていく、ワークシートは空欄を多く作り、生徒の考えをできるだけ記入できるようにした。各工具材料に対しては、付箋にそれぞれの材料名称を記入しホワイトボード上で並べる（縦軸を硬度・横軸を靱性）ことによって特徴の整理を行った。学習前生徒グループ「硬度・靱性の工具特徴」次頁図 8 では、4 グループともそれぞれ工具材料特徴を理解していないので、付箋は意図なくバラバラに配置されている。学習後、次頁図 9 では、学習した知識を利用し、グループ内で話し合い並び替えの作業をした結果、どのグループも各工具材料の特徴が出た結果となった（この並びは教科書で示される工具材料の並びと同じ結果である）。その後、これら材料・工具・切削条件を複合させた例題をグループに出題しワークシートへまとめる等を繰り返し行った。



図 6 グループワークの様子



図 7 材料による切粉の違い



図8 学習前：工具特徴

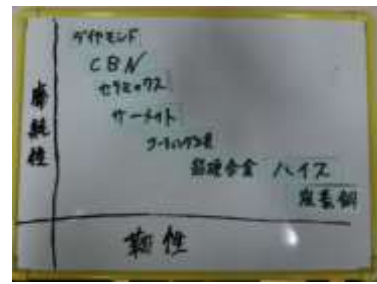


図9 学習後：工具特徴

## (2) 実習での効果 (検証)

対応する実習で、4月段階で既知の知識・技能で実習室にて4尺旋盤によるS45C(炭素鋼材)の切削加工を行った。作業は、準備段階から時間がかかり、切削工具の選択、送り速度の選択、回転数の選択など加工条件すべてにおいて迷い、最終的に教員がヒントを与えることになり、旋盤作業に自信が持てない様子であった。そのため寸法や表面荒さ等に問題がある。

2学期、一通りの加工条件について「機械工作」の授業で学習を終了させた時点で、同じ環境下で切削加工を行った。切削工具の選択、送りや回転速度において材料の性質や大きさに合わせた条件を生徒がそれぞれ判断し、明確な意図を持って作業に臨んでいた。変容の例を図10に示す。

以下に生徒の発言を記述する。

- 言われたまま旋盤の設定をしていたけど、自分で設定を考えられたので楽しい。
- 分かってやっているの、作業が怖くなくなった。
- いろんな条件が混ざり合っ、条件が決まることが分かった。

## 4 考察

本時では、工具材料についてホワイトボード、付箋を使用しての工具材料(硬度・靱性)の整理などをメインにグループワークを行った。この中で、活発に意見の交換がされ自分の考えしっかりと持ち、それを積極的に伝える姿が見られた。生徒によっては、授業終了後も付箋を張り替え続ける姿も見ることができた。また、対応する実習でも、自信を持って作業ができるようになり学習の前後では、製作時間の短縮や表面荒さ、安全意識面での変化が見られた。

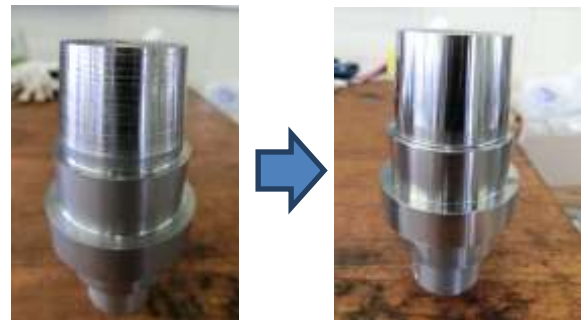
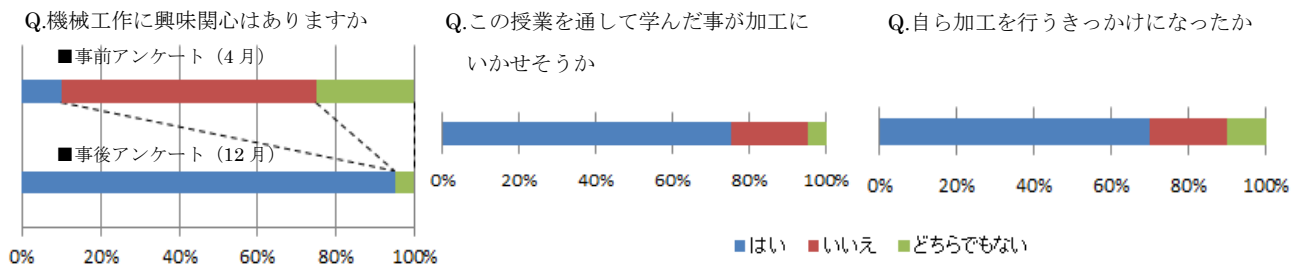


図10 実習での変容の例

### 【授業後の生徒アンケート】



上記のアンケート結果より事前アンケート(4月)と事後アンケート(12月)との差を見ると授業を通して苦手意識を持った生徒も興味関心を持ち授業に臨むことができたのではないかと考えられる。グループワークでも初期の段階では見られなかった積極的な姿勢も出るようになった。対応する実習でも、学んだことがいかされ座学・実習を通じて知識・技術深まったと考えられる。