

## 課題情報シート

課題名：	魔鏡（透光鏡）の製作		
施設名：	北陸職業能力開発大学校附属石川職業能力開発短期大学校		
課程名：	専門課程	訓練科名：	生産技術科
課題の区分：	総合制作実習課題	課題の形態：	製作

### 課題の制作・開発目的

#### (1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

機械製図、手仕上げ、機械加工、数値制御加工、CAD/CAM

#### (2) 課題に取り組む推奨段階

機械加工実習、機械工作実習、数値制御加工実習、CAD/CAM 実習終了後

#### (3) 課題によって養成する知識、技能・技術

課題を通して、技能の習得（特にヤスリ加工）ができ、手仕上げの実践力を身に付けます。

#### (4) 課題実習の時間と人数

人数：4名

時間：216時間

手仕上げは、一朝一夕では身に付くものではありません。長い年月の訓練を通して熟練のカン・コツを習得し、体で覚える技能的要素であります。魔鏡製作では、平面度 0.01 mm のヤスリ加工ができて初めて成し遂げられる技です。現在の日本は技術立国といわれていますが、その基となっている技能者が減少しているため、その存続が危ぶまれています。そのため、今回製作した魔鏡の様に、非常に高度な手仕上げの技能を要し、一朝一夕では製作できないものを次世代に繋げることで、世界に誇る技術立国としての日本を守っていきたいという願いを込めて製作しました。

ものづくりの基本となるのが手仕上げであり、この基本は非常に難易度の高い技能であります。この取り組みを通して、マスメディアや地域の企業様より多くの反響をいただきました。優れた技能者を養成するためにも、ものづくりの基本となる手仕上げを習得することができれば、機械加工の分野に対する応用に大きく寄与すると考えます。

## 課題の成果概要

魔鏡現象が発生する表面の鏡面は、高度な手仕上げの技能により製作されています。裏面の模様はマシニングセンタを用いて、直径 50 [mm]、厚さ 8 [mm] の黄銅板の裏面に直径 43 [mm]、深さ 5.5 [mm] のポケット加工を行い、高さ 1.5 [mm] の石川県旗のマークとなるように加工しました。鏡面となる表面にヤスリがけを行い、0.1 [mm] 削るごとに研磨剤で磨き魔鏡現象を確認しながら製作しました。



図2 魔鏡現象

学生自身が魔鏡の復元に成功したのは、高度な手仕上げの技能を習得し、熟練工のようなカン・コツの分野で製作することができた証です。これらの内容を少しでも技能の技術化をすることで、次世代にも技能の伝承としてつながるのではないかと考えます。

## 課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

### <魔鏡についての文献調査>

魔鏡の歴史を辿ると、中国の青銅鏡に遡り、日本では江戸時代に使用されていた手鏡の研磨作業時において魔鏡現象が確認されています。製作されていた魔鏡は、すべて手仕上げで行われていました。現存・復元されている魔鏡を調査することで、技能の重要性・奥深さを確認させ、今後製作する魔鏡を検討させました。

### <手仕上げの技能向上>

魔鏡製作には、高度な手仕上げの技能が必要になるため、1年時に行った機械工作実習(手仕上げ)の復習も兼ねて、□50mmのSS400の鋼材を加工させ、平面度0.01mmに達するまで何度も訓練しました。この技能的要素をクリアしなければ魔鏡現象の発生には繋がりません。

### <製作(制作)・開発過程の概要>

切削する者のヤスリ技能にも左右されることから、まずは切削する者の癖やヤスリで削った面の当たり具合などを良く把握し、平面加工できるレベルに達していないと魔鏡の加工は困難です。これらを踏まえて以下の①～⑤の加工工程を行い、魔鏡の製作を行いました。

- ① 裏面加工 (マシニングセンタによる2次元切削)
- ② 表面加工 (ヤスリ加工 荒)
- ③ 表面加工 (ヤスリ加工 仕上)
- ④ 表面加工 (鏡面仕上げ)
- ⑤ 裏面 (化粧板圧入)

<指導案的イメージ>

特徴的な工程や効果的な指導方法について、下表の項目でまとめました。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>○手仕上げの高度なヤスリがけを習得できます。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平面度 0.01 mm以下</li> <li>・赤あたり 80%以上</li> <li>・ヤスリの見分け方</li> </ul> <p>○マシニングセンタによる裏面の模様加工を行います。これは、2次元 CAD で図面(模様)を作成し、CAM にてカッターパスを作成します。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・マニュアルプログラム</li> <li>・使用工具の選定</li> <li>・切削条件</li> <li>・カッターパスの考え方</li> </ul> <p>○表面(鏡面)の加工を行います。この時、固定治具の検討を行わせ、ヤスリ加工時に材料をうまく固定できるように検討させます。</p>   <p>○表面(鏡面)の最終仕上げを行います。この時は、太陽光</p>	<p>◇ヤスリ加工</p> <p>魔鏡現象は、高精度な平面度を加工することが一番のポイントになるので、加工と測定を繰り返しながら、ヤスリがけを行いました。再現性を保証するためにも、技能の習得は必要不可欠です。</p>  <p>◇複雑な形状になると、工具と材料の干渉や小径エンドミル使用時の切削条件の選定は重要です。</p> <p>◇裏面には段差があるため、これを利用して固定治具を検討させ、ヤスリ加工時に材料の変形等を生じないように工夫させます。</p> <p>◇表面の確認は、太陽光を用いることが望ましいが、簡易的</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●鉄工ヤスリには、目の高さの違いがあり、ヤスリ1本ずつあたりの違いがあります。これを見分けさせ、狙い通りの加工ができるように指導するのがポイントです。</li> <li>●マニュアルプログラムの加工も含まれるため、NC プログラム作成時には、念入りにプログラムチェックを行います。</li> <li>●学生に加工工程を考えさせ、アドバイスを与えることに努めます。</li> <li>●加工された材料の肉厚の違いにより、魔鏡現象の発生状</li> </ul>

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>など点光線を利用して魔鏡現象を確認させます。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・光の屈折</li> <li>・平面度の重要性</li> <li>・歪みの確認</li> </ul>	<p>に確認できるボックスを作成しました。</p>  	<p>況が変化します。しかし、加工時の押しつけ圧力や加工時における個人の癖などにも影響されることから、念入りの確認が必要となってきます。</p>

#### <所見>

一度は途切れた伝統技能の復元を学生自身が試行錯誤をして検証しました。文献調査では、わずかな内容を頼りに、実験を繰り返して自分たちの加工方法を確立し、試作品を完成させました。技能を明確に記してある教科書は存在しません。身を以て経験しなければ、技能の向上にはつながりません。しかし、実際に体を使って覚えた技能は、自分自身の中で忘れずに活用することができます。今回の課題を通して、学生たちは製造業の企業様より好評を得られるぐらい、手仕上げの技能の向上に繋がりました。手仕上げを教える指導員が減少する中、手仕上げを広くアピールでき、かつ課題設定としても企業様より好評を得ておりますので、適切であったと考えます。

今回の課題では、手仕上げの技能の技術化を図れる内容でありました。言葉では伝えることが困難な作業ではありますが、作業工程や測定などを細分化することで、より理解しやすく技能に向き合うことができ、学生自身の技能の向上に繋がったと考えます。学生はこの魔鏡製作を通して、製造現場で即戦力として手仕上げができる実践的な能力が養成できたと考えます。

#### 課題に関する問い合わせ先

**施設名** : 北陸職業能力開発大学校附属石川職業能力開発短期大学校  
**住所** : 〒927-0024  
 石川県鳳珠郡穴水町由比ヶ丘いの 45-1  
**電話番号** : 0768-52-1323  
**施設 Web アドレス** : <http://www.ehdo.go.jp/ishikawa/college/>