

# 技能検定・各種大会への取り組み

長野県岡谷工業高校 機械科3年

海藤柚月 中村天星 林 尚汰

## 1. 目的

ものづくりコンテスト旋盤作業部門・スターリングテクノロジーでの上位入賞を目指し、金属加工・3次元CADによる設計・機体製作に取り組み、作業工程計画・設計・機械加工技術を向上させることを目的としました。

## 2. 研究の概要

### 2. 1 ものづくりコンテスト旋盤作業部門について

課題(参考部品図①②)に従い、2種類の部品を支給材料(S45C)から予備切削、本切削と精密切削し、作業の安全はもちろんのこと、旋盤の操作技能・寸法精度・表面の仕上がり・ねじ部テーパ部のはめあい・作業時間等、ものづくりのための総合的な知識・技術・技能を競う内容です。

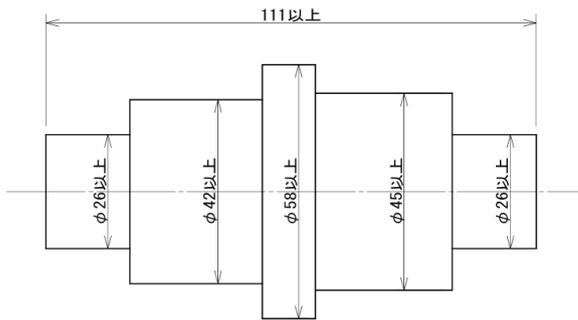


図1 部品①予備切削図

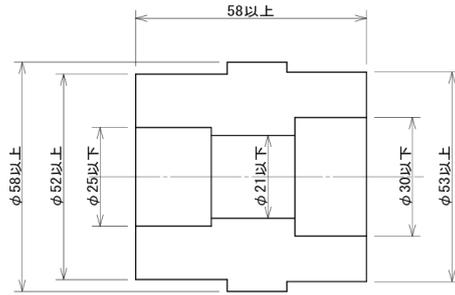


図2 部品②予備切削図

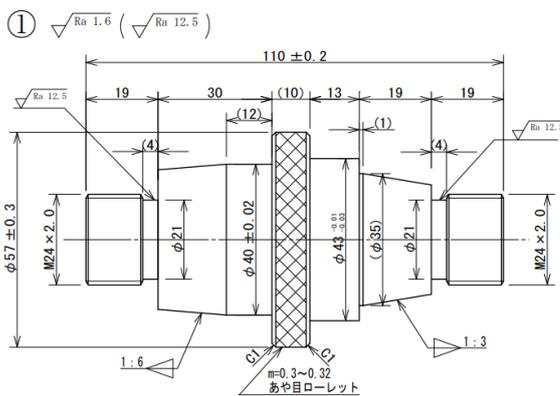


図3 部品①参考部品図

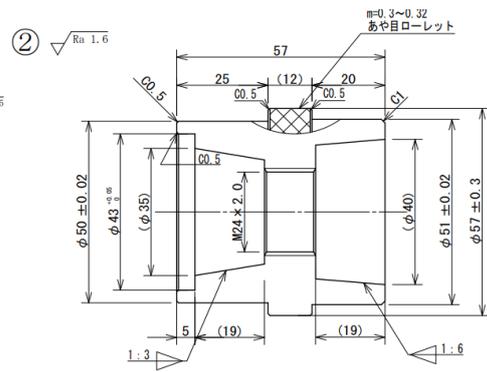


図4 部品②参考部品図

### 2. 2 スターリングテクノロジーについて

スターリングエンジンは、熱機関の一種で、シリンダ内の空気を加熱・冷却しその体積変

化から仕事を得る外燃機関です。その自作スターリングサイクル機器の性能とアイデアを競う競技会であり、科学・工学に対する興味・関心の喚起、スターリング関連技術の発展・向上、環境とエネルギー問題を解決するスターリング技術の価値と可能性を追求します。競技クラスは7クラスあり、今回取り組んだミニクラス (M) では熱源の搭載は自由で平坦な 8.8m 周回路 (図3) を走行する速度を競います。

### 3. 研究内容

#### 3. 1 旋盤加工作業工程の研究

大会は1日目に予備切削、2日目に本切削となっており2つの工程について考えました。

##### (1) 予備切削作業工程

予備切削は40分内に加工を部品①は外径の段削り、部品②は外径の段削りと内径の段削りを行いました。

- ① 部品①を爪近くまで $\phi 58\text{mm}$ に荒加工 端面切削 3mm センター穴→センター押し
- ②  $\phi 45$  端面から 51mm まで荒加工  $\phi 26$  端面から 19mm まで荒加工
- ③ 面取り C0.5 3か所 材料反転  $\phi 58$  端面に押し付け 未切削部を $\phi 58$ に荒加工
- ④ 端面切削 長さ 111mm に荒加工 センター穴 → センター押し
- ⑤  $\phi 42$  端面から 49mm まで荒加工
- ⑥  $\phi 26$  端面から 19mm まで荒加工 面取り C0.5 3か所
- ⑦ 部品②を爪近くまで $\phi 58\text{mm}$ に荒加工 端面切削 3mm
- ⑧  $\phi 53$  端面から 20mm まで荒加工 面取り C0.5 2か所 材料反転
- ⑨ 端面切削 長さ 58mm に荒加工  $\phi 52$  端面から 25mm まで荒加工
- ⑩ 内径荒バイト取り付け  $\phi 21\text{mm}$  で貫通  $\phi 25\text{mm}$  深さ 24mm まで荒加工
- ⑪ 各面取り

##### (2) 本切削作業工程

本切削は、部品②から加工を始めるように考えました。工程を考えてもねじのはまり具合やテーパ切削、ローレットなど個々の要素の加工が難しいので、要素作業を繰り返し、工程順に加工できるように練習しました。

- ① 部品②の $\phi 58$ 部を爪から 10mm 離して  $\phi 52$  をチャック
- ② 穴 $\phi 22.2$ 加工 端面 0.5mm 仕上げ 内径 $\phi 36\text{mm}$ 深さ 19mm 仕上げ
- ③  $\phi 57$ のところを $\phi 56.8$ で仕上げ ローレット ねじ切り M24 面取り
- ④ 外径 $\phi 51 \pm 0.02$  長さ 20mm に仕上げ 面取り各部
- ⑤ 材料反転  $\phi 57$ を爪にあててチャック 端面仕上げ
- ⑥ 外径 $\phi 50 \pm 0.02$  長さ 25mm 仕上げ 内径テーパ部  $\phi 31$  深さ 24mm 仕上げ
- ⑦ 内径段部  $\phi 43 (+0.05 \ 0)$  深さ 5mm 仕上げ 面取り各部
- ⑧ 部品①の $\phi 58$ 端面をチャックから 10mm 離して $\phi 42$ をチャック
- ⑨ 外径 $\phi 36$  荒加工 (センター押し)  $\phi 45$  端面より 19mm まで

- ⑩  $\phi 26$  端面仕上げ (全長 110 にする)       $\phi 36$  端面仕上げ 端面より 19mm
- ⑪  $\phi 45$  端面仕上げ       $\phi 36$  端面より 19mm
- ⑫  $\phi 58$  端面仕上げ 0.5mm       $\phi 45$  端面より 13mm
- ⑬ 外径  $\phi 57$  のところを  $\phi 56.8$  で仕上げ
- ⑭ 外径  $\phi 43$  (-0.01 -0.03) 端面より 13mm 仕上げ
- ⑮ 外径  $\phi 35$  端面より 19mm まで仕上げ
- ⑯ M24 部  $\phi 23.8$ mm 端面より 19mm まで仕上げ
- ⑰ 溝  $\phi 23.8$  →  $\phi 21.0$  バイトが 3mm 幅→2 回で仕上げ
- ⑱ ローレット (最低回転、送り I G 1 3mm 程度 網目ができてから 0.5mm 切込み)
- ⑲ ねじ切り M24 (HG 6) 面取り→0.3→0.55→0.75→0.90→1.00→1.05→1.10
- ⑳ 面取り (ねじ切りバイトで両側)
- ㉑ テーパー (1/3) 切削 刃物台を  $9.46^\circ$  傾ける
- ㉒  $\phi 43$  端面にバイト接触、縦目盛 0 右方向に 1mm (バックラッシ除去)
- ㉓ 外径にバイト接触、横目盛 0 (この位置までテーパー切削)
- ㉔  $\phi 57$  端面から 1mm を確認する 面取り ローレット C1  $\phi 43$  とテーパー糸面
- ㉕ 部品②のテーパー(1/3)切削  $\phi 57$  端面を爪にあててチャック
- ㉖ 中ぐりバイト反転させて取付 (バイトを主軸と平行にする)
- ㉗  $\phi 31$  端面にバイト接触 縦目盛 0 内径かどにあてて横目盛 0
- ㉘  $\phi 35$  の位置移動目盛 0 に この位置付近までテーパー切削
- ㉙ 部品①②を組合わせテーパー調整 間隔が  $9\text{mm} \pm 0.03$  に 面取り テーパー糸面
- ㉚ 反転 部品①の  $\phi 57$  端面をセンターで押しながら爪にあててチャック
- ㉛ ねじ切り M24 面取り→0.3→0.55→0.75→0.90→1.00→1.05→1.10
- ㉜ 面取り (ねじ切りバイトで両側)
- ㉝ テーパー切削(1/6) →刃物台を  $4.76^\circ$  傾ける
- ㉞  $\phi 40$  端面にバイト接触、縦目盛 0 右方向に 12mm (バックラッシ除去)
- ㉟ 外径にバイト接触、横目盛 0 (ここまでテーパー切削)
- ㊱  $\phi 57$  端面から 12mm を確認。面取り ローレット C1 テーパー糸面
- ㊲ 部品②のテーパー切削(1/6) (刃物台そのまま)
- ㊳  $\phi 57$  端面をセンター押しながら爪にあててチャック
- ㊴ 中ぐりバイト反転させて取付 (バイトを主軸と平行にする)
- ㊵ 端面にバイト接触 縦目盛 0  $\phi 36$  内径のかどにあてて横目盛 0
- ㊶  $\phi 40$  の位置移動目盛 0 に この位置付近までテーパー切削
- ㊷ 部品①②を組合わせテーパー調整 間隔が  $12 \pm 0.03$  に 面取り テーパー糸面

### 3. 2 スターリングエンジンカーの設計・製作

スターリングエンジンはバーナーやお湯などの熱源より動力を発生させるため、使用する

る熱源により素材を選ばなければなりません。ミニクラス (M) はバーナーで加熱することから金属を使用することとし、コース1周のタイムを競うことから、車体には、主にアルミニウムを使用し軽量化を図りました。車体はフレーム・加熱キャップ・連結板・シリンダ・ピストン・コンロッド・クランクホイール・フライホイール・バンパで構成されており、加熱キャップはステンレス鋼、シリンダ・ピストンには気密性や耐熱性が高いガラス製注射器 (10 ml) を使用しました。また、コースの壁面との接触部分にはミニ四駆で使われているローラをバンパに取り付けました。

### (1) 3次元CADによる車体の設計

車体の設計には3次元CADを使用し、各部品の作図・アセンブリを行い動作に不具合がないかを確認しながら調整しました。



図5 3D-CADによる設計

### (2) 部品の製作

部品の加工は旋盤 (加熱キャップ・クランクホイール・フライホイール)、フライス盤 (フレーム・連結板、バンパ)、手仕上げ (穴あけ・ねじ切り・やすり) で行いました。

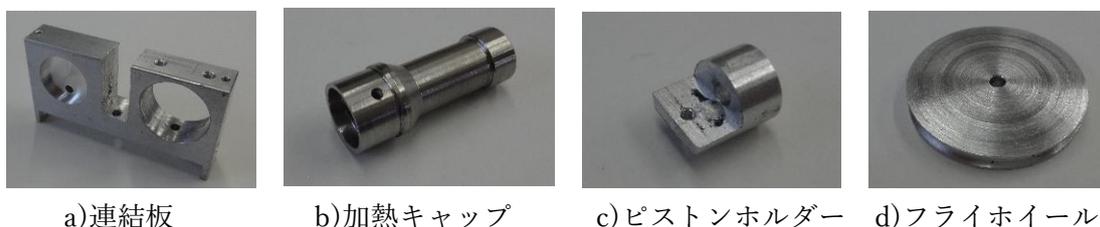


図6 各部品の製作

### (3) 車体の組立

車体の組立は、主にキャップボルト M2、M3 ホーローねじ (イモネジ) M3 で固定しました。また、加熱キャップと連結板、連結板とシリンダは耐熱性の接着剤で固定しました。

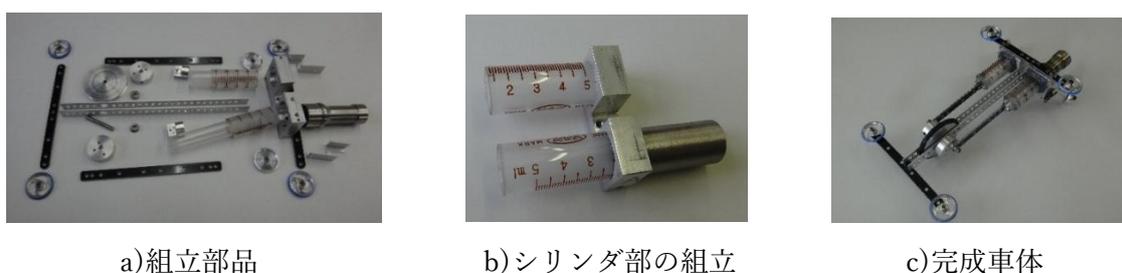


図7 車体製作・組立

#### 4. 研究の成果

##### 4. 1 ものづくりコンテスト旋盤作業部門長野県大会

大会は8月6、7日に松本工業高等学校で開催され、中村が3位に入賞しましたが、北信越大会にすすむことはできませんでした。



図8 大会風景

##### 4. 2 スターリングテクノラリー

大会は11月28日に茨城県土浦工業高等学校で開催され、OKAKO- $\tau$ が3位、OKAKO- $\alpha$ が5位、OKAKO- $\beta$ が8位に入賞することができ、ここ数年沖縄県勢が独占していた入賞圏内に食い込むことができました。



図9 大会風景

#### 5. 反省・感想

<海藤柚月>

私は今回のものづくりコンテストで完成までいきませんでした。完成することよりもその過程が大事なことだと気がきました。これからも過程を大事にしていきたいです。

<中村天星>

ものづくりコンテストはとてもやりがいのある大会でした。旋盤の使い方をしっかり理解して安全に作業することができました。練習した時よりも作業が長引いてしまったので、できるだけ作業時間内に収まるようにしたかったです。また、スターリングテクノラリーでは、昨年よりも速いタイムを叩き出すことができました。来年は1秒を切ることもできるとよいと思いました。後輩たちにはぜひ大会に出てもらって1位をとれるようにしてほしいと思います。

<林 尚太>

私は、今回のものづくりコンテストでバイトを折ってしまい、完成までいけませんでした。この大会に参加して加工する楽しさ、そしてものを作るうれしさを学ぶ良い機会になりました。ここで学んだことを無駄にせず、これからも大事にしていきたいと思います。貴重な経験をさせてくださった顧問の先生方には感謝しかありません。また、スターリングテクノラリーでは、今年は設計を改め、フレームなどの骨格からすべてを新しくしました。3年生として後輩を見守っているだけでしたが、大会では過去で一番良い結果を残すことができうれしかったです。部員が団結して同じ目標に向かうという姿を見ることができ感動しました。後輩たちには来年1位をとれるように頑張してほしいと思います。

#### 6. 参考サイト

ものづくりコンテスト全国大会課題 [https://zenkoukyo.or.jp/index\\_contest/mono\\_index/](https://zenkoukyo.or.jp/index_contest/mono_index/)  
スターリングテクノラリー公式サイト <https://stirling.jpn.org/>