

# 演習教材における取り組み

中辻 秀憲, 大槻 正人, 吉田 秀樹, 義澤 康男, 大和 勇一

神戸大学工学研究科工作技術センター

## 1. 背景

機械工学科3年生の演習科目において、3テーマ内の1つに模型スターリングエンジンを題材にして演習を行っている。現行教材は既に設計済のスターリングエンジンにおける設計指針を学習し部品加工・組立に重点をおいた内容になっている。将来的にスターリングエンジン自体を学生自身の手で新設計や設計変更を行い、設計から加工までを通じてものづくり教育の実践を目指している。現行教材の部品加工・組立を重点にした内容から設計重点の内容に変えるためまず、学生にとって設計変更のし易さを設計指針とした標準スターリングエンジンの教材を考案した。このエンジンの仕様やデモ演習による教材としての可能性について、教材製作にまつわる取り組みについて紹介する。

## 2. 設計指針と学習効果

演習で使用しているエンジンを元に自由設計を持たせるには、ガラス製の注射器をピストン・シリンダにして製作しているため、ピストン径が制限されて自由な設計が困難な状況である。設計から製作までを限られた講義回数内に収めるのは困難な為、さらに今後設計に自由度を持たせて学生自身に設計おこなわせることを想定したサンプルのスターリングエンジンを模索していた。京都大学の金属スターリングエンジン製作実習研修受講をきっかけに「すべて金属製」をコンセプトにした。エンジンの仕様は $\alpha$ 型スターリングエンジンを低温部と高温部でモジュール化した。低温部と高温部にそれぞれチューブ継手を付けて塩ビチューブでつなぐようにした。これにより、設計したサンプルモデルを基準にして単純に加熱部と低温部を組み合わせるだけでも数種類の $\alpha$ 型スターリングエンジンをモデル化する事が出来る。(Fig1)材料選定には授業期間(3ヶ月)内にピストン・シリンダの加工後、サビ等で組み立て不可能になる恐れがあるため真鍮を選定した。

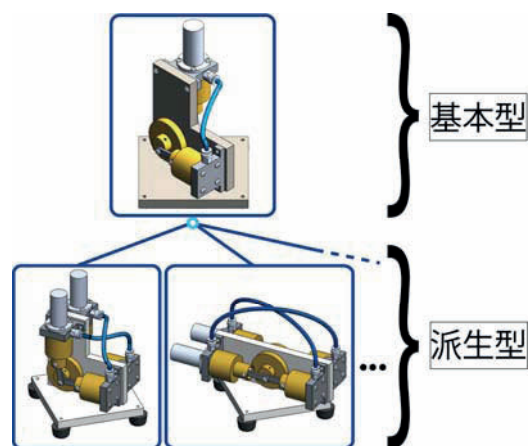


Fig1. スターリングエンジンモデル

(学習効果)

スターリングエンジンを製作するに当たり、現行スターリングエンジンではノギスとデプスゲージといった計測器のみで加工を進める事ができた。新たなスターリングエンジンではさらに触れる機会が少ないマイクロメータやダイヤルゲージといった高精度に測定可能な計測器の取り扱いや重要性について触れる機会を与える。(Fig2)加工では、鋼材や非鉄金属材で荒削りと仕上げ削りを意識した削り方と加工材質を増やし切削状況の違いを学生に体験させることができると考えている。



Fig2. 計測例

### 3. 演習デモのスケジューリング

実習工場に配備されている工作機械の台数、機械配置、指導スタッフ（5名）の人数と学生の班数を考慮する。（Fig3）学生班数が3班で6名の受講者に対し3日間行った。スターリングエンジンの製作において旋盤加工作業が多く高精度な部品を製作するため、旋盤1台につき指導者1名、フライス盤1台につき1名、手仕上げ（ボール盤作業、けがき、タップ）は隙間時間で加工を行うように考えた。加工スケジュールは3日間を午前午後と分けて午前作業で授業1日分（180min）とし、3日間作業を行うため授業6日分で工作機械を使用した加工（11点）を終えるようなスケジュールを組んだ。（fig4）



Fig3. 機械配置

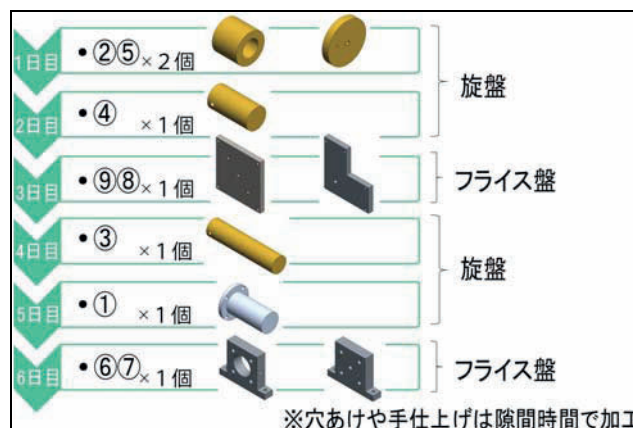


Fig4. 加工スケジュール

### 4. 演習デモ実施結果

旧スターリングエンジンでは製作日数6日/11日で完成していた。新スターリングエンジンでは7日/11日で完成と1日製作日数が必要になることが分かった。しかし、今回は、製作時間に制限を持たせず慎重に製作してもらった。そのため精神的に余裕がある状態の上、加工に対して抵抗感を持たない学生が部品製作を行ったこともあり失敗がなかった。実際の演習では、スケジュールの通りに部品を完成しなければならないため、製作中に失敗したときの対応方法を考慮しなければならない。

### 5. まとめ

今回スターリングエンジン設計とデモ演習を経て、製作日数が1日多くなりはしたが、全講義日数以内に収めることが確認取れた。現スターリングエンジン製作と同等コスト収めることができ、次年度に課題内容を変更して実施していく予定にしている。