

課題情報シート

課題名：	α型スターリングエンジンカーの設計・製作		
施設名：	北陸職業能力開発大学校		
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

機械加工、測定、材料、力学、設計・製図、安全衛生

(2) 課題に取り組む推奨段階

機械設計製図、CAD 実習、機械加工実習終了後

(3) 課題によって養成する知識、技能・技術

課題制作を通して、計画、部品調達、加工、組立、調整、改良を実践することができ、主にメカニズム設計、機械加工技術の実践力を身につけることができる。

(4) 課題実習の時間と人数

人数：6名

時間：128時間

スターリングエンジンは環境にやさしい次世代熱機関としてその可能性が期待されています。また、毎年全国からさまざまなスターリングエンジンが集まり、その性能を競うスターリングテクノラリーも開催されています。

今回、このようなエンジンに注目し、設計・製作・評価という“ものづくり”の一連の流れを理解し、専門技術の向上を図ることを目的として、加熱源搭載型と加熱源非搭載、2種類のスターリングエンジンカーの製作に取り組みました。

課題の成果概要

今回製作したスターリングエンジンカーのスターリングテクノラリーにてノーマルクラス(1台)、ミニ宙返りクラス(3台)にエントリーし競技に参加、その後改良を加え完成度を高めました。



図1 熱源搭載型スターリングエンジン



図2 熱源非搭載スターリングエンジン

課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

<課題制作・開発の訓練ポイント>

本総合制作では、11月の競技会（スターリングテクノラリー）及び年度末の発表会を見据え、下表1のような3期に大別した年間スケジュールを作成し、総合制作実習を行いました。Ⅰ期ではスターリングエンジンの動作原理を理解し、機構の設計から図面作成までを実施します。Ⅱ期では大会出場のための機体を作成し、テクノラリーへ参加します。Ⅲ期ではテクノラリー参加を生かし、再設計・加工・組立を実施し、改良された2号機を制作し、総合制作発表会に参加します。

表1 総合制作実習の年間スケジュール

Ⅰ 期	4月	} スターリング機構の理解（4月～） 2次元・3次元モデリング（7月～）
	5月	
	6月	
	7月	
Ⅱ 期	8月	} 加工・組立・調整（1号機）
	9月	
	10月	
	11月	スターリングテクノラリー
Ⅲ 期	12月	} 設計・加工・組立・調整（2号機）
	1月	
	2月	
	3月	総合制作発表会

以降、期ごとの訓練のポイント等を記述します。Ⅰ期からⅢ期までの概要は下記の通りです。

- Ⅰ期 模型スターリングエンジンの製作
- Ⅱ期 （参加前）大会仕様 スターリングエンジンカーの製作
- Ⅲ期 （参加後）大会仕様 スターリングエンジンカー<改良版>の製作

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>< I 期 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 資料図面の理解 ○ 外燃機関の理解 <ul style="list-style-type: none"> ・ 部品加工 ・ エンジン組立 ・ エンジン調整 ・ エンジン始動 ○ 汎用工作機械 <ul style="list-style-type: none"> ・ 汎用旋盤 ・ 汎用フライス盤 ・ 汎用ボール盤 	<p>< I 期 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 模型スターリングの作成、組立、調整を通して、α型スターリングエンジンの理解を深めます。 ◇ 模型スターリングエンジンの作成には、文献資料の図面を読み解き、汎用工作機械を用いて、加工を行い、それを組み立て、調整後完成となります。 	<p>< I 期 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 基本的には一人一台作成させます。 ● 模型スターリングの部品数は、加工部品 21 点 (13 種類)、規格品 32 点 (11 種類) の合計 50 点の部品で構成されています。 ● 加工部品については、精密加工を要するポイントは少ないですが、加熱器、ピストンホルダ、連結板等の重要な部品の加工精度が、模型スターリングエンジンのできを左右するため、重点的な指導が必要です。 また、部品加工の終わりが模型スターリングエンジンの完成ではなく(多くの学生は勘違いしている)、その後続く組立・調整の連続に対して適切なコメント、指示を出すことが重要です。
<p>< II 期 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 資料図面の理解 <ul style="list-style-type: none"> ・ エンジン構想 ・ エンジン設計 ・ 材料発注 ・ 部品加工 ・ 車体組立 ・ エンジン調整 ○ 汎用工作機械 ○ 数値制御工作機械 	<p>< II 期 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 模型スターリングエンジンの作成から、本エンジンの仕組みを理解した後、毎年 11 月に開催される大会に向けてのエンジンを参加規格に基づき作成します。 ◇ 大会参加エンジンの製作には、過去の入賞作の資料等を参考に、設計・部品発 	<p>< II 期 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ● クラスにより一人あるいはグループでの作成を決定します(経験的にはミニクラスは一人一台、それ以上のクラスは二人以上で一台作成させるほうがよいと考える)。 ● この期では、設計製作はもちろん、規格品の決定・発注までを学生に行わせる

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
<ul style="list-style-type: none"> ・ ワイヤ放電加工機 ・ レーザ加工機 <p><Ⅲ期></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 改良エンジン制作 <ul style="list-style-type: none"> ・ エンジンの最終図面化 ・ プレゼンテーション 	<p>注・加工・組立・調整・試運転・大会参加の順序で行います。</p> <p>また 11 月中旬の大会参加に向けて、計画的な行動が必要となります。</p> <p><Ⅲ期></p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 大会参加を踏まえた、スターリングエンジンカーの改良と、その改良による効果の検証を行います。また年度末の発表に向けた一年の総まとめを行います。 	<p>ことにより、進学・就職したときにくるであろう部品調達を体験させます。</p> <p>また大会規格のノーマルクラスでは 100 部品以上、ミニチュア宙返りクラスでも 50 部品を軽く超えるため、計画的な部品調達・加工・組立・調整・試運転が必要となります。</p> <p><Ⅲ期></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 設計・製作に関しては、大会参加後は実物を見た学生が自分で動いて改良し始めるので、大きく指導する点は経験上少ないですが、この短い期間（1 月～2 月）で「Ⅱ期」と同じような設計製作を始める学生もいるため、部品の発注等、迅速な対応を迫られる場合が多くなります。 ● まとめ・発表の部分では、経験が少ないので、わかりやすく、興味を持たせるような資料作り、また次年度に向けたまとめの指導が最終期の主な指導となります。

<所見>

熱源搭載、非搭載にかかわらず、スターリングエンジンカーの優劣を決める部分は、駆動機構の高効率化に加え、機体の軽量化と動作気体・気密性の保持が重要な要因をしめています。製作機体の軽量化、気密性の保持については、加工材質の精査、部品形状、組立・調整を見据えた設計製作過程の見直しを行い、加えて CAE 解析等による機構解析等の検証を行う

ことによって一定の強度保持を確認した後、加工・組立を行いました。

全国大会（スターリングテクノラリー）に参加する目的は、競技で優秀な成績を狙うことはもちろんですが、図面や資料、Web での情報からは読み取ることのできない他の参加者の意気込みやレベルや大会の雰囲気を感じ、さらに設計製作者自身がスターリングエンジンに限らず加工や設計、アイデアといった様々な分野における現在の自分の技術レベルを真に実感することも目的としています。学校内では得られない他大学や外部からの刺激という点においても、非常に友好的な機会であると考えられます。大会参加に向けての準備において、学生各自が自由な発想を元に専門課程在籍時に習得した工作機械、NC 工作機械、機械製図、CAD 技術を駆使しながら、設計製作を行うことができ、加えて計画・立案、部品調達、部品加工、組立、調整、改良といった「ものづくり」の一連の流れを経験できるという点において、スターリングエンジンカーの設計製作は優れた課題であると考えられます。

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
住所 : 〒937-0856
富山県魚津市川縁 1289-1
電話番号 : 0765-24-5552（代表）
施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/toyama/college/>