

## 課題情報シート

テーマ名 :	スターリングエンジンの設計・製作				
担当指導員名 :	新貝 雅文 黒木 猛	実施年度 :	24 年度		
施設名 :	九州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	学生数 :	3	時間 :	12 単位 (216h)

### 課題制作・開発のポイント

#### 【開発（制作）のポイント】

スターリングエンジンの設計・製作を行う上で、最初にエンジンというものの機械を理解することから始めました。その中で、狭い教室内でも運転が可能な外燃機関であるスターリングエンジンの製作を行うことにしました。メカニズムを理解し、設計から材料の選定そして加工。一連の流れを理解し製作しました。摺動部の機構によっては負荷が大きすぎて、回らないものが数点ありました。不具合を見つけることにより、改良し、最終的に動作する作品を製作しました。

[参考図面] : A 10inch Stirling Engine Powered Fan...Moriya  
By Dr.james R.Senft

[学生数の内訳] 設計 : 1 名 製作 : 1 名 組立て調整 : 1 名

#### 【訓練（指導）のポイント】

参考図面に書かれているものと同じものを製作するのではなく、自分たちのオリジナルな作品を製作することを、心掛けさせました。試行錯誤することにより、不具合を見つけ改良していき、最終的に目的とする作品の製作を行いました。

### 課題に関する問い合わせ先

施設名 : 九州職業能力開発大学校  
住所 : 〒802-0985 福岡県北九州市小倉南区志井 1665-1  
電話番号 : 093-963-0125 (代表)  
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/fukuoka/college/>

### 課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

# スターリングエンジンの設計・製作

## 1. はじめに

スターリングエンジンとは、密閉された空間内にある気体を加熱・冷却によって膨張・収縮させ、出力を取り出す仕組みを持ったエンジンのことであり、クリーンなエネルギーとして国内で注目されている。

私たちは、スターリングエンジンを用いた扇風機の製作に取り組んだ。

## 2. 製作目標

今回、私達は実際にスターリングエンジンを設計・製作する中で、その仕組みを理解することを製作目標として取り組んだ。

また、なるべくアルミを使用し、軽量化を図るなど少しでも実用的なものを製作しようと心掛けた。

## 3. スターリングエンジンの概要・原理

### 3.1 概要

スターリングエンジンとは、英国の牧師 R = スターリングが 1816 年に考案したシリンダー内に水素やヘリウムなどの気体を封入し、外部から加熱・冷却を繰り返してピストンを作動させるエンジンである。

スターリングエンジンの最大の利点は、熱効率が非常に高く、排ガスが清浄化しやすいことである。

### 3.2 原理

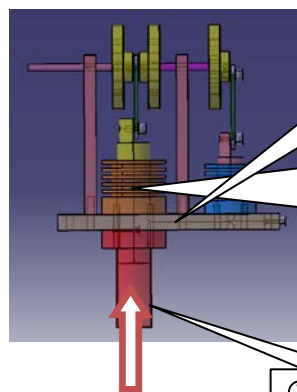


図 1：加熱時

ベースには、穴が開いており、シリンダー内の空気が行き来できるようになっている。

② 左側のシリンダー内の空気が膨張し、左側のピストンを押し上げる。

① 加熱する。

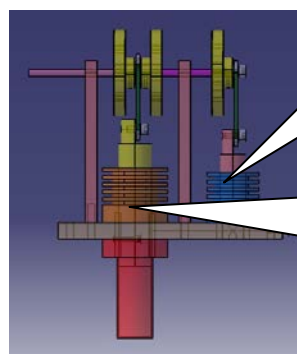


図 2：膨張空気の移動

③ 右側のシリンダー内に熱した空気が流れ冷やされることにより空気が収縮し、右側のピストンが下がる。

④ 右側のシリンダーのピストンが下がることにより冷えた空気が左側のシリンダーに流れ、左側のピストンが下がる。

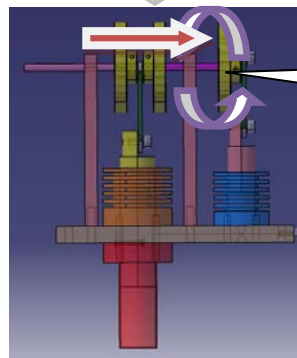


図 3：往復運動

位相差が 90 度なためピストンが往復運動する。

この繰り返し

## 4. 仕様

表 1：制作物の仕様

全高	345 mm
全長	190 mm
全幅	100 mm
フライホイール	φ 70
シリンダー (加熱部)	φ 30
シリンダー (冷却部)	φ 22
ピストン (加熱部)	φ 24
ピストン (冷却部)	φ 17

## 5. 苦労した点

加工するにいたって、苦労したことは、ピストンとシリンダーとのはめ合いである。膨張・収縮を利用するスターリングエンジンでは、ピストンとシリンダーとの隙間を極力なくし、できるだけ密封空間を作り出すことが大切です。ゆえに加工の際、シリンダーの穴は、リーマを使用して丁寧に加工し、ピストンは、旋盤で切削した後、最後に表面のわずかな凹凸を紙鑿で削り仕上げするなどした。

また、私達はスターリングエンジンを製作する中でシリンダーとピストンの試作品を作り、実際に動かしてみても感じた問題点を一つ一つクリアにし、より良いパフォーマンスのものを製作しようと努力した。

## 6. 問題点とその対策

### 問題①

加熱した際、アルミ製のピストンが熱膨張を起こし、シリンダー内をうまく動くことができなかった。



### 対策①

シリンダーの穴に鉄製のブッシュをはめ、アルミ製のピストンに熱を伝わりにくくすること（熱膨張を抑えること）により、ピストンの動きをスムーズにした。

### 問題②

ベースとシリンダーとの隙間をなくすために間にゴム製のものをかませたが、ゴムは、熱に弱いためその溶けたゴムがシリンダー内に埋まりピストンの動きの妨げになってしまった。



### 対策②

ベースとシリンダーの密着面を紙鑿で丁寧に削り、隙間を極力なくすよう努力した。

### 問題③

ピストンやリンクをすべてアルミ製のものを使用したため、重さが足りず、回転運動がうまく起こらなかった。



### 対策③

真鍮を使用したフライホイールを取り付けることにより重さが増し、回転運動に弾みがつきスムーズに連動して動くようになった。

## 7. 考察及び感想

初めて自分たちだけの力で設計、製作を行ってみて、設計の難しさやものづくりの大変さを感じる事ができた。今まで習ってきた 3D-CAD、2D-CAD などを使用して設計を行ってきたが、この仕組みでいいのか、この寸法でいいのかなどわからない部分が多く、試作などを行いながら取り組むことができた。しかし、加熱した際にアルミが膨張し、ピストンがつまるなどうまくいかないことが多く、何が原因なのかどこを改善すべきなのかなど先生方の力を借りながらも自分達なりに考えることができた。

今回の総合制作実習ではものづくり、それも形だけではなく「動くもの」を作る難しさを痛感し、設計の難しさ、重要さを学ぶことができた。この経験を応用課程、就職先で生かしていきたい。

## 課題実習「テーマ設定シート」

科名：生産技術科

教科の科目	実習テーマ名	
総合制作実習	スターリングエンジンの設計・製作	
担当教員	担当学生	
○新貝 雅文		
黒木 猛		
課題実習の技能・技術習得目標		
<p>本実習をととして専門課程で習得した技術を再確認するとともに応用力を身につけます。また、設計・製作・組立調整までのモノづくりの一連の流れを理解するとともに、今後の技術者としての意識を高めることを目的とします。</p>		
実習テーマの設定背景・取組目標		
実習テーマの設定背景		
<p>近年、生産技術科に入学してくる学生は、機械に触れる機械が減ってきている。そのため、自転車为例に挙げても、パンク修理はしたことがない。自転車の機構が分からないなどが増えてきている。機構に関しては、最近の機械はメカ的な機構で動作することが減り、電氣的や回路によって制御される機械が増え、どのように動くかが分りにくくなっているためと考えられる。</p> <p>このような背景をもとに、機械の機構の再確認や、機構学の計算、機械加工の工程をえて、最終的に行う現物合わせ（組立調整）を行い、スターリングエンジンが完成する。これらの工程で、機構、ものづくりを理解する。その後、性能試験を行い、評価方法、測定方法を学ぶことが目標です。</p>		
実習テーマの特徴・概要		
<p>上記のように、機械の機構を考え、スターリングエンジンを製作することにより専門課程で習得した内容を再確認するとともに応用力を身につけます。さらに、出来上がった蒸気機関の性能評価を行うことにより問題発見能力を身につけます。</p>		
No	取組目標	
①	機構の設計、仕様を作成するため、機構学、材料力学、熱力学の知識を深めます。	
②	機構部の設計や製作を行う過程で、機械設計の習得度を深めます。	
③	加工工程、加工方法の習得をします。	
④	実習全般を行う過程で、モノづくりに関わる工程管理を実施します。	
⑤	各工程において、簡潔な報告書を書きます。	
⑥	問題点や進捗状況の報告を行います。	
⑦	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。	
⑧	グループメンバーの意思疎通を図り、協力体制を構築維持します。	
⑨		
⑩		