

【実験工作と観察】フリーピストンスターリングエンジン

【目的】市販の教材、外部の熱源からエネルギーを受け取るスターリングエンジンの動作を観察し、熱効率に関する理解を深める。

【解説】

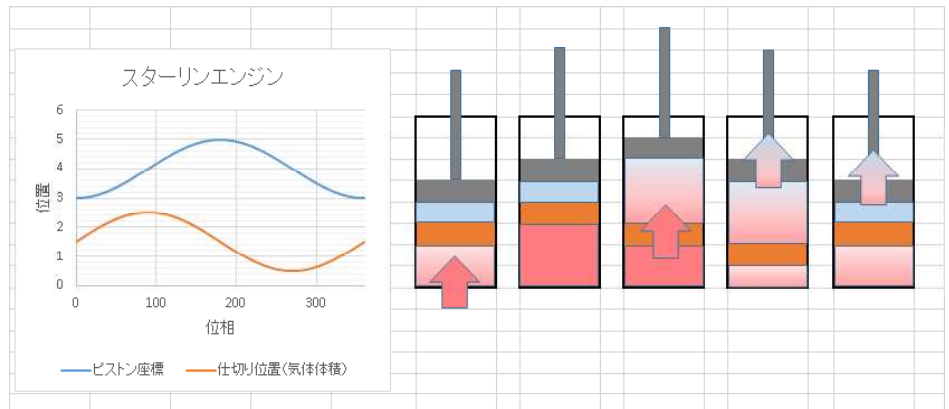
(1) スターリングエンジン

スターリングエンジンは、19世紀初頭に、スコットランドの牧師ロバート・スターリングによって発明された。当時のイギリスは産業革命の時代。技術者たちは、ジェームスワットの蒸気機関の高性能化を目指して研究を続けていたが、熱効率を高めるために蒸気を高圧化しようとして、多くの爆発事故が起きたと言われている。スターリングは、シリンダー内に仕切りを作り熱輸送を行うことによって、シリンダー内の圧力を高くせずに動く安全なエンジンを作った。二酸化炭素削減対策が叫ばれている今日、スターリングエンジンの考え方は他の設備で利用した廃熱を使えることから再び注目されるようになり、各企業が自家発電設備として研究に組んでいる。なお、スターリングエンジンは、外部に熱源を持つエンジン（外燃機関）であり、自動車のガソリンエンジンのようにシリンダー内部で爆発を起こして熱を発生させるタイプ（内燃機関）とは種類が異なる。



(2) 動作原理

図のように、下側に高熱源、上側に低熱源を置き、高熱源から低熱源に向かって熱を移動させながらシリンダー内の気体の膨張・収縮を起こさせている。仕切りは、熱をもらう過程に対して膨張過程を遅らせ、高熱源から低熱源へスムーズに熱を送る役割をしている。



【準備物】フリーピストンスターリングエンジンキット（市販 コンセプトプラス KK）

【実験の方法】

- ①マニュアルに沿って装置を組み立てる。
- ②沸騰した湯を入れたコップの上に装置を乗せ、ピストンが動くか確認する。
- ③調整（スタートさせる位置）が重要である。
 - ・ピストンの先端を持ち上げてスタートさせる。持ち上げる高さを変えてみる。

【考察】例

動きをよくする（効率を高める）ためにはどのような工夫が必要だろうか。シリンダー内の空気は温度 T_1 の熱源（お湯）から、単位時間に Q_1 の熱をもらい、ピストンを押し上げる仕事 W ($W = \Delta n \cdot mgh$; Δn 単位時間の押し上げる回数) をして、外気（低熱源；温度 T_2 ）に触れ、 Q_2 の熱を捨てる。 $Q_1 - Q_2 = W$ という関係がある。よって、熱効率 e は、 $e = (Q_1 - Q_2) / Q_1 = \Delta n \cdot mgh / Q_1$ とあらわすことができる。また、膨張・収縮が断熱過程の場合 $Q_2 / Q_1 = T_2 / T_1$ であることが知られており、熱効率 $e = 1 - (T_2 / T_1)$ となり、温度比が大きい方が効率が良いことがわかる。理論的には、上部を氷水などで冷やすと効率が良くなる。

| | |
|-----------------------------------|---------------------|
| 講座 () () 年 () 組 () 席 名前 | 共同実験者 |
| () 月 () 日 () 曜 () 限 気温 () °C | 気圧 () hPa 湿度 () % |

