

# 学習を促す手作り模型スターリングエンジンの提案



図1 最初に氷と湯の併用で駆動した試作品

## 1. はじめに

模型スターリングエンジン (SE) の製作を題材に、学習者が個人的に実施可能な作業に技術や工学の要素を取り込むことを企画した。この模型 SE は、地方のホームセンターの店頭で購入可能な材料と工具だけで製作し、お湯の熱で駆動させる。最終成果物は製作方法と設計方法を記述した文書である。

題材は、自身が強く興味を持った経験に基づき選んだ。

## 2. 目的は学んでもらうこと

企画の主な目的は、高校生や機械系学科に所属する学生などの学習者に、以下二つを伝えることである。ものづくりが第一ではない。

一つは、基礎的な科目の重要性で、とくに受験科目が後々の基礎だということである。もう一つは、技術者の活動が経験や生きざまに基づくことで、専門科目の学習内容は技術者の取り得る手段の一部だということである。

以上は、10代から20代前半の若者が、理屈で納得することではないため、体験可能な事例の提示により実感されることを期待する。

## 3. 地方に対する配慮

前述のとおり、この企画では使用する材料と工具に制限を設けた。その動機は、地方と都市部に居住した感想に基づいている。田舎では自動車がないと自転車しか交通手段がなく、店があまりない地域もある。たとえば、図1は初めて動いたSEの試作品だが、この試作品で部品を使用したギヤ

ボックスセットが販売されていない地域もある。逆に首都圏では子どもがDIYショップに行って鋼材を購入できる。首都圏と田舎では、可能な工作の水準が違う。

## 4. 手作り可能な模型 SE の概要

模型 SE を手作り可能にするため、企画開始当初は製作の条件に①材料や工具は広く大分県内で購入可能なものに限る、②加工に工作機械や電動工具を使用しない、③駆動のための熱源に火炎を使用しない、の三つを設けた。この模型 SE を成立させた大きな突破口は、翼工業株式会社製のガラスの注射器を他のもので代替できたことである。この注射器は、気密を保ちつつ少ない摩擦で往復運動が可能のため、従来の模型 SE ではよく使われる。ピストンの代替品は、薄手のゴム手袋を用いて作ったベローズである。ロッドシールは、 $\phi 1.0\text{mm}$  のドリルであけた穴にゼムクリップを軸として通し、隙間をグリスで埋めて対応した。なお、低い温度で駆動させるために、文献1の低温度差 SE を参考にした。

製作費用は一からすべて店頭で購入すると、材料費が5000円未満で、工具類は8000円から16000円である。製作は接着剤の乾くのを待ちながら、最低3日かかる。

リンク機構は2種類あり、リンク機構だけを交換可能である。SEの完成品は容易に分解可能なため、製作中の失敗も補いやすく、またSEの原理も理解しやすい。

この模型 SE は未熟で、改善や発展の余地がある。また物を牽引するための糸巻きも考案したので、競技性を持たせることが可能である。

## 5. 学習者が体験可能なこと

製作方法が示されるので、材料がそろえば、工作は可能である。

高校課程の物理や数学を用いる設計や検討を実施する。ベクトル・三角関数・近似・微分・運動学・SI単位・積分などを駆使して、リンク機構の形状の検討、フライホイールとバラン

スウェイトの形状の検討、および手作業で成形する部品の性能評価のための熱力学的な要素試験が実施できる。実験データは機械技術者らしい扱いにした。

当たり前の自己管理等も、文章で記述し、学習者に意識を促す。内容は費用・時間・目標設定などのプロジェクトマネジメント的な短期的な方法論と、精神的・肉体的な限界を引き上げる長期的な自己管理である。動く保障のないSEの取り組みでは、地味な作業と失敗の繰り返しがつらい。自己管理をしたほうが精神的負担は少ない。

体験ではないが、暗記に頼り過ぎる学習者を想定し、ロジカルシンキングのような方法論も交えて、「理解」や「発想」の過程を示す。その題材は、一部の部品の形状や材料を決定する根拠や経緯である。それは、模型 SE の製作において、新たな部品を検討する際のヒントにもなる。新たな部品の検討は、材料が入手不可能な場合も必要になる。

## 6. おわりに

この企画は、安定した生活のお陰で継続できており、技術と社会部門やスターリングサイクルシンポジウムでの機械技術者との交流で磨かれてきた。SE製作は、物質的にはだれもが平等な条件で取り組めるものになり、製作したSEが駆動できるかどうかは意欲と知識と能力次第になった。

現在は、学習者や保護者等に対する訴求力を意識し、当たり前のことを地道に積み上げることの大切さを伝えるために、文書の整理を努力している。

(原稿受付 2009年8月20日)

[加藤義隆 大分大学]

## ●文献

- (1) 日本設計工学会 教材用スターリングエンジンの実用化に関する調査研究分科会編、教材用スターリングエンジン技術講習会テキスト (1994)、81-85、日本設計工学会。