

p - V 図の実時間表示によるビー玉エンジンの教材化

○小茂田 聖士^A, 前原 俊信^B

KOMODA Masashi, MAEHARA Toshinobu

広島大学附属福山中・高等学校^A, 広島大学大学院教育学研究科^{AB}

【キーワード】物理教材, 熱力学, ビー玉エンジン, p - V 図

1. はじめに

高等学校の物理において, 気体の状態変化による熱機関の原理を学ぶが, 実際の熱機関の動作と結び付けて理解させることは難しい。熱機関の動作中に p - V 図を実時間表示させることができれば, 熱機関が外部に行う仕事を動作と結びつけて理解できると考えた。そこで, 動作原理が簡単な外燃機関であるビー玉エンジンに着目し, p - V 図を実時間表示させるような教材を製作した。

2. 測定装置の概要

試験管と注射器を用いて基本となるビー玉エンジンを製作し, 図1のように, 内部の圧力測定のために圧力センサーを接続した。また, 注射器の上下運動とともに動くようにしたチューブの先を水中に入れ, もうひとつの圧力センサーでチューブ内の圧力の変化を読み取り, 体積変化を計測した。

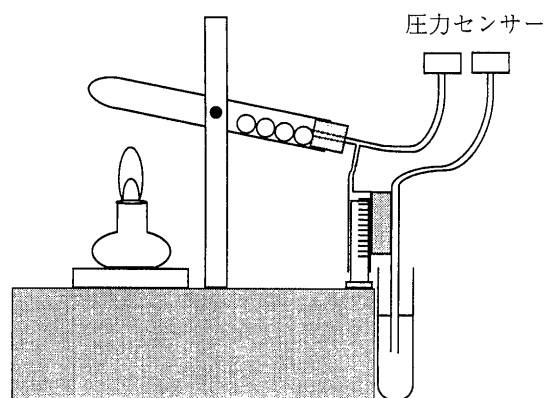


図1 装置の概要

これら2つの圧力センサーからの出力を, 増幅等の処理を行い, オシロスコープで表示したり, ADコンバータでコンピュータ画面に表示したりすることにより, p - V 図を実時間表示できる。

3. 測定結果

この装置を用いて, ビー玉エンジンの動作中に圧力と体積の変化を測定した。その結果, 図2のような p - V 図を得た。(グラフの原点は $p = V = 0$ ではない。)

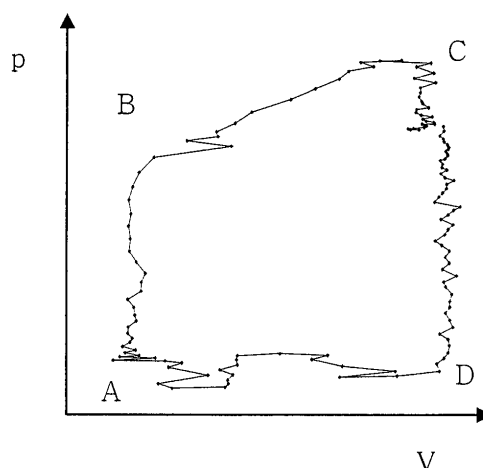


図2 ビー玉エンジンの p - V 図

- A B…体積変化はなく, 内部の気体が暖められて, 圧力が増加する過程である。
- B C…注射器のシリンダーが押し上げられ, 体積が増加する過程である。興味深いことに, 圧力も増加している。
- C D…体積変化はなく, 内部の気体が冷やされるため, 圧力が減少する過程である。
- D A…気体の収縮により, 注射器のシリンダーが下がり, 体積が減少する過程である。圧力も減少している。

4. 今後の課題

学校現場における実践によって, この教材の有用性を評価したい。また, 気体の温度を同時に計測し, 気体の状態変化をより詳細に表示できるようにしたい。

(参考文献)

- ・飯野誠, 金子雅彦, 西島宏和, 都理化教育研究会物理専門委員会, <http://www.bekkoame.ne.jp/~kitamura/torika/butusen7.htm> (1995)
- ・生部昭光, http://www.edu-c.pref.okayama.jp/sien/kyouka/rika/buturi/stirling/stirling/presen_shochokyoH14.PDF (2002)
- ・有本淳, 平田允, 大阪と科学教育第18号, p.49, (2003)
- ・川上晃, 理科の教育 Vol.52, p.316 (2003)
- ・石川真尚, 物理教育第53巻第1号, p.47, (2005)