

基礎セミナーものづくり入門③「力学に基づくペットボトルロケット製作」

機械システム工学科 教授 森 和也, 技術補佐員 徳臣 佐衣子

1. 緒 言

基礎セミナーのものづくり入門③として、2011年より「力学に基づくペットボトルロケット製作」を実施してきた^{(1),(2)}。この講義の目的は、高校で学んだ物理学の楽しさを、ものづくりを通して体験してもらうことである。高校での学習の目的は大学入試に特化している。大学入試に出る問題を解けるように、学習内容を決定し、邁進する。そのため、科目の有用性、科目の本来の楽しみを高校で感じるができない。

本基礎セミナーではペットボトルロケットの力学を高校で学んだ物理学で解析し、その結果と測定した結果とを比較して、物理学の有用性を体験し、さらに、ペットボトルロケットの製作を通じて物理学の楽しさを味わってもらう。

2. ペットボトルロケット製作

この基礎セミナーでは、**図1**に示すようなペットボトルロケットの製作をおこなっている。ペットボトルロケットを採用した理由は以下のとおりである。

- ①機能が感動的である。
- ②機能の説明・予測に高校の物理学を利用できる。
- ③グループ製作可能である。
- ④安全に製作できる。

ペットボトルロケットの試射は学生を大いに感動させる。ペットボトルロケットは遥か上空に上昇し、学生を惹きつける機能を有している。

ペットボトルロケットは、圧縮空気の膨張によって水を押し出して推進力を得る。このプロセスの説明には、気体の断熱膨張、力積と運動量、運動方程式とい

った高校物理が満載である。さらに、高校物理を少し発展させた、非圧縮性流体のエネルギー保存式も導入して、学生への新しい知識の提供もできる。

ペットボトルロケットは、一人での製作も可能であるが、2～3名で協力して製作することも可能である。複数枚の羽や先端部分の製作の担当を分担して製作する。互いに連携して製作することによって、グループマネジメントを習得することができる。

ものづくりで、最も注意を必要とするのは工作時の安全性の確保である。ペットボトルロケットは、材料がペットボトルポリエチレンテレフタレート(PET)であり、カッターやハサミで加工が容易である。カッターの使用時に注意事項を説明することによって安全に加工できる。

3. ペットボトルロケット製作の変遷

図2にペットボトルロケット製作の変遷を示している。初年度は、ペットボトルロケットの運動の数値シミュレーションと製作・試射(**図3**)をおこなったが、シミュレーション結果の検証はおこなっていない。

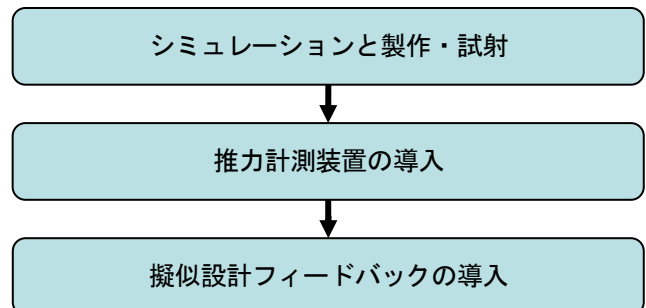


図2 製作の変遷

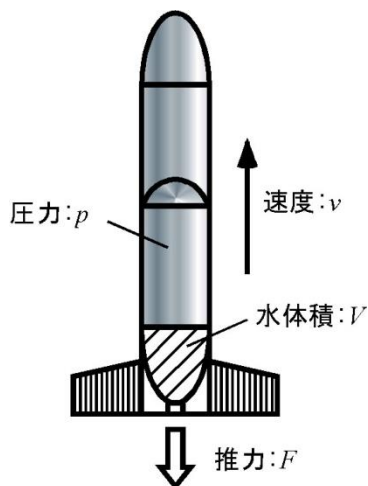


図1 ペットボトルロケット



図3 ペットボトルロケットの試射

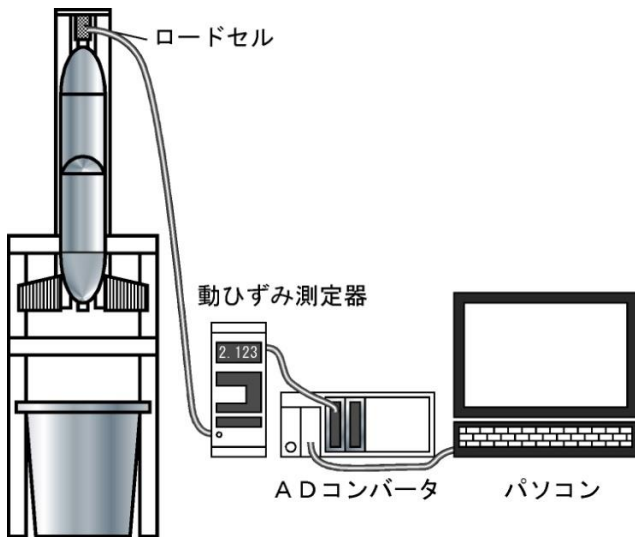


図4 推力測定装置

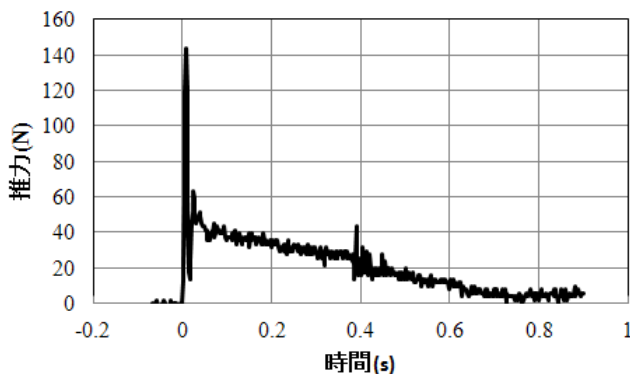


図5 推力測定結果

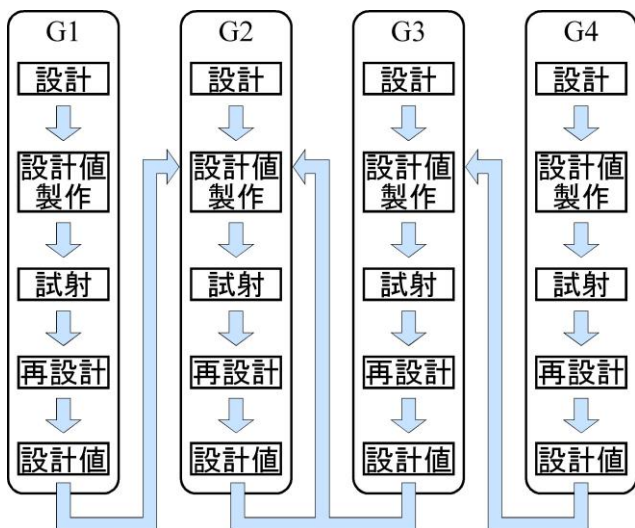


図6 擬似的な設計・性能フィードバック

その後、図4に示すような推力測定装置を導入した。推力をロードセルで測定し、動ひずみ測定器、ADコンバータを介してコンピュータで表示する。測定された推力の一例を図5に示す。この結果とシミュレシ

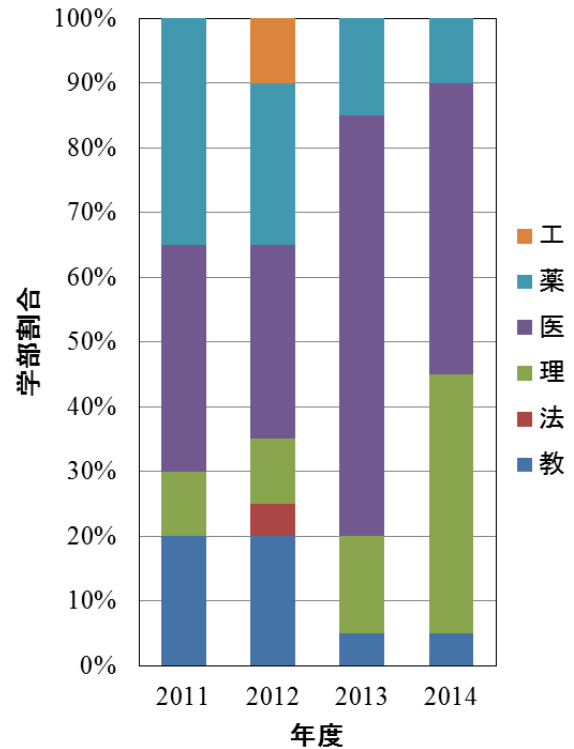


図7 参加学部推移

ョン結果を比較して、シミュレーションの有効性を確認するようになった。

基礎セミナーは半期8回であり、設計、製作、試射、それぞれ一回の講義時間を要し、フィードバックを組むゆとりがない。そこで、図6に示すような擬似的なフィードバックを導入した。設計の初期条件をグループごとに差を付け、試射後の結果から修正設計値を各グループで算出する。その値に近い初期設計のグループの結果を使って、擬似的にフィードバック設計をおこなう。この結果少ない講義回数でフィードバックがおこなえるようになった。

図7は、受講学生の学部構成比を示している。2011年度及び2012年度は、2割程度の文化系学生が参加していたが、近年は5% (1名) である。

4. 結 言

4年間にわたって実施してきた基礎セミナーの内容とその変遷をまとめた。年々、セミナーはシミュレーションと製作・試射が融合し、より物理学の有効性が体験できるようになってきている。今後は、水の噴射やペットボトルロケットの発射速度を計測し、より興味深いものにしていく予定である。

参考文献

- (1) 森 和也, 村山 伸樹, 工学教育研究講演会講演論文集, pp. 746-747, 2012-08-22.
- (2) 森 和也, 徳臣佐衣子, 竹之内研人, 工学教育研究講演会講演論文集, pp. 598-599, 2014-08-08.