

早期体験型実験・演習科目としての「機械システム入門セミナー」科目の継続

機械システム工学科 代表者 富村寿夫

1. プロジェクトの背景と目的

機械システム工学科では、教育目的の一つである『基礎学問の知識を応用して、機械システムを設計・開発・構築する能力を育成する』ことを目指すため、1年次の前期から体験型の内容を含んだ科目の一つとして「機械システム入門セミナー」を実施し、ものづくりに関する導入教育を行っている。しかしながら、残念なことに、近年ものづくりの基礎となる基礎知識の理解が表面的な学生が多く見受けられるようになり、この科目に続く多くの専門科目の修学にも影響を与えると考えられるようになってきた。

このような状況を踏まえ、学生自身の経験に基づいた機械システム・ものづくりに対する素養を醸成すること、専門科目への勉学意欲向上を期することなどから機械システム入門セミナーを実体験しながら基礎知識の理解を深める内容へとシフトし、早期体験型実験・演習科目へと改訂するプロジェクトを平成23年度に企画し、以来継続して改善に努めている。この成果として、座学中心の内容に替えて、物理・工学の基礎に関する実験を導入し、「手を動かす」複数のテーマを履修するカリキュラムとしてきた。

一方、大学入学直後の履修者群は、その背景知識や技術にばらつきが大きいいため、実験・演習科目の実施に長い時間を要する傾向がある。また、ものづくりの基礎となる物理現象を「直感的」に「正しく」理解するためには、現象を精度良く測定し、綿密な分析をする必要があるため、さらに長い時間が必要になる。しかしながら、機械システム入門セミナーでは、履修者を8名程度の小グループに分け、一テーマを2コマから4コマ程度で実施する方式を採用しているため、このような実習のための時間を十分に設けることは難しく、実験・演習の体験を通じて目的とする単元を「直感的」に「正しく」理解する上での厳しい制約となっていた。

そこで、本年度は限られた時間内で行う実験・演習を通じたものづくりについての理解向上を目的とし、機械システム入門セミナーの中での実験・演習における測定の精度を効率的に向上させる対策を導入することを中心に機械システム入門セミナーの改善に取り組むこととした。

テーマ毎にボトルネックは異なるため、以下ではまず科目について簡単に紹介し、取り組みについて代表的なものを報告することとする。

2. 機械システム入門セミナー改善プロジェクト以前のプロジェクト

従来の「機械システム入門セミナー」は

- ゴーカート・エンジンの分解組み立て(4コマ)
- ロボットの分解組み立て(2コマ)
- セミナー(6コマ)

の構成で、体験型の要素は含まれるものの、半数(6コマ)は座学中心の講義形式であった。

体験型機械・物理実験

平成23年度より「機械システム入門セミナー」をより体験型でかつ基礎知識の習得及び想像力の育成に寄与できる内容を目指して改訂を行うプロジェクトを行ってきた。具体的には、座学中心だった6コマ分に次のような体験型の機械・物理実験科目および創成型演習科目を導入した。

測定の基礎(1コマ)

平均・誤差・標準偏差・有効数字の概念
力と運動(2コマ, 前後編構成)

運動の三法則を含めた力学基礎の確認
摩擦と仕事(1コマ)

摩擦と仕事に関する実験

熱とエネルギー(1コマ)

熱とエネルギーに関する体験

創成型演習

ストロータワー(1コマ)

ストロータワーの高さ×張り出し量×座屈荷重を競う

これらの改訂は体験型の実習を通して、機械工学で基礎となる知識をより深く理解し、実現象と理論との対比を明確に理解できる学生の育成に向けたものである。

本年度の取り組み

前節にも述べたようにこれらのテーマは多く時間と手間のかかるものであり、入学機会の複数化などに伴う学生多様化が進む現状では、学生によってはややもすると本来の学習目標である直感的な理解に到達できず、単なる作業となる危惧がある。そこで、これまでの改訂を通じて得られた成果をより強固にし、また学生のばらつきに対応しながら、本来の目的であるものづくり・機械システムに関連深い現象を正確に理解できるようにするため、特に実

験・実習での個々の学生の体験機会の増加ならびに実験・演習での測定精度向上による正確な現象把握が可能となるよう対応することとした。具体的にはグループ人数分の測定機器を準備することや精度の良い計測実験装置の導入などを通じて改善を図る(詳細は後述)。

この改善によって想定される効果は

- ものづくり・機械工学の背景にある物理現象について実験を通じた実体験による理解の増進
- 創成型演習を通じたものづくり体験によるグループ活動、プロジェクト運営の基礎技術習得

が挙げられる。

3. 改善点の詳細

主だったテーマ毎の改善点を以下にまとめる。

3-1. 測定の基礎

ノギス・関数電卓をグループ人数分揃えることで、各人が実際に測定実習を行い、かつ課題の計算をその場で行うこととした。

3-2. 力と運動

万能力学試験機(これまでの助成で購入)を用いた力の釣り合い(力の作用・反作用)の実験では、二つの台車それぞれに取り付けられたバネを互いに接続し、台車がに作用しながら直線上を運動する際、二つのバネの変位量が同じ(作用する力の大きさが同じ)になることを確認する実験を実施している。これは高校の物理学で学ぶ力学の基本を確認するものである。実験では二つのバネが同時刻で同じ変位量を示すが、目視でこれを確認するのは簡単ではなかった。本年度は高速度カメラでこれらのバネを測定することで、二つのバネの伸縮が同期していることを示す工夫を行い、作用・反作用の関係が常時成立することを実験後すぐに視覚的に確認できる方法を確立した。

振り子の実験では、等時性の破れを実際の振り子の周期を測定することで確認するもので、高校で学ぶ振り子運動の線形近似の限界を確認し、微分方程式と物理、数値積分などの関係を体験することを目的としたテーマである。考えている範囲での非線形の効果は微小であることから振り子の周期を厳密に測定するには種々の工夫が必要であるが、一つには上記と同様、高速度カメラを用いて周期を測定する方法を導入している(平成24年度)。この結果、数値的に求めた解(ほぼ厳密解に一致する)に対応する傾向を得ることが出来ていたが、大きな初期振幅では厳密解に比べ周期が短く推定されるという問題があった。この原因として、振り子の実際の運動には実験者の想定する測定面内の振り子運動に加え、この面に直交する奥行き方向にも速度成分を有し、測定された初期振幅が小

さく見積もられる傾向があるためと推測された。そこで、ナイフエッジのある装置を導入し、この影響を排除することとした。

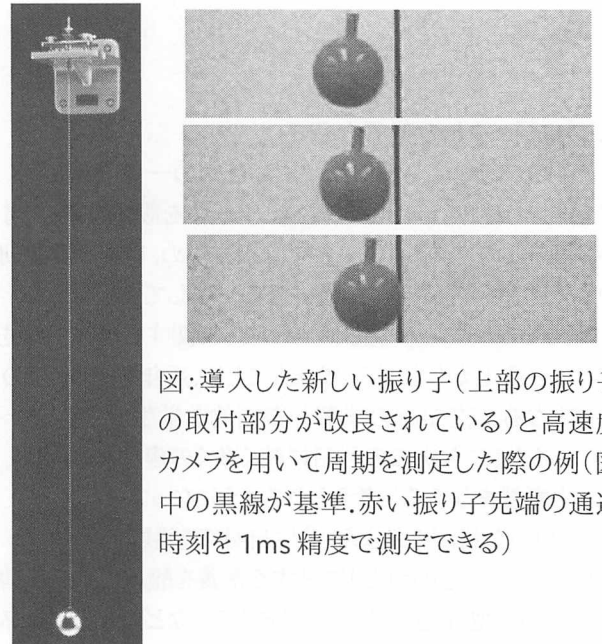


図: 導入した新しい振り子(上部の振り子の取付部分が改良されている)と高速度カメラを用いて周期を測定した際の例(図中の黒線が基準。赤い振り子先端の通過時刻を1ms精度で測定できる)

3-3. ストロータワー

ストロータワーでは床面にある土台の固定点から伸びた構造を設計し、その優劣を決する競技形式の課題である。しかしながら、土台部分が最も力を受けるため、この部分が脆弱であると、上部構造ではなく、土台部分が崩れてしまい、本来の課題とする部分以外が影響してしまうため、教育の効果が薄まる問題があった。そこで、土台部分については頑健・正確に作成出来るよう工作機械を準備した。

4. まとめ

平成23年度より継続的に実施してきた機械システム入門セミナーにおいて、ものづくりの基本である物理現象の直感的理解の増進と正しい把握を目指した改善として本年度は履修者の体験時間の増大を目指した機材の拡充と、誤差や外乱など対象とする問題以外からの影響を抑え本質を直接に把握できるよう実験系の改善を実施した。プロジェクトは25年度途中から行ったが、機械システム入門セミナーは前期開講科目であるため、今回の改善策を実際に適用するのは次年度となり、アンケート等を実施できないため現在その効果を直接測ることは出来ないが、予備実験で効果が期待されている段階である。ものづくり関連科目について今後も改善を継続していく予定である。

末尾ながら今回の助成について感謝致します。