

機械設計製図による学習成果の分析と評価

塔ヶ崎巧^{*1}・小幡望美^{*1}・赤間洸太^{*1}・足達拓光^{*1}・濱高有輝^{*1}・松浦寛^{*2}

Email: s256511013@g.tohoku-gakuin.ac.jp

*1: 東北学院大学大学院工学研究科機械工学専攻

*2: 東北学院大学工学部機械知能工学科

◎Key Words 機械設計製図, 機械工学, Moodle

1. はじめに

理工系の専門科目においては、基礎知識の習得に加え、演習や実験を通じた実践的なスキルが不可欠である。そこで、本学の機械知能工学科のカリキュラムの中から2年後期で受講する必修専門科目「機械設計製図」における学生の成績傾向を調査した。課題は「手巻きウインチ」の計算書作成と組立図・部品図の製図である。学生は座学で学んだ機械要素や設計原理を具体的な図面として表現する力を育成し、創造性と問題解決能力を実践的な設計課題を通して養う。さらに、同年前期に開講される機械設計学との関連性に着目し、講義内容の変化が学生の成績に及ぼす影響についてeラーニングプラットフォームMoodleを活用して多角的に分析を行うことで、両科目の学習効果を向上させる教育方法を提案する。本稿では年度別の取り組みの違いが学生に与えた影響を、成績傾向の分析やアンケート調査を通して評価したので報告する。

2. 専門科目カリキュラム

本学科における専門科目のカリキュラムを図1に示す。

2年前期に開講される「機械設計学」では、機械を構成する各機械要素について学び、社会に出ても実用的な設計ができることを目標とした講義を行う。講義前半では、各機械要素の機能や設計について学習する。講義後半では学習した知識をもとに、学生が2人1組で機械要素についてプレゼンテーションを行う。

2年後期に開講される「機械設計製図」では、手巻きウインチの設計および製図を行う。同年前期に履修した機械設計学の知識をアウトプットすることを目標としている。講義前半に手巻きウインチ部品の寸法および強度計算を行う。講義後半は計算書に基づいて手書き図面を作成する。その後、TA(ティーチングアシスタント)と教員がそれぞれチェックを行い、図面に関する口頭試問を通じて理解度を確認する。

3年前期に開講される「ユニバーサルデザイン」では、企業の設計部門で働いているという想定で、アクティブ・ラーニング形式で講義を進める。ユニバーサルデザインの考え方と原価計算・損益分岐点・特許費用を計算しながらコストとのバランスを考え、商品開発のシミュレーションを行う。商品を実際に考案・設計することで、技術者としての多角的な思考力を養い、現実的な製品設計スキルを高めている。

3年後期に開講される「CAD 学習」では、CAD を用いた2D図面作成技術の習得を目標とする。機械設計学で学習した機械要素や、機械設計製図で手書きした図面の内容をもとに、PC上で課題図面を作成する。講義内でのCAD操作の習得が難しいため、夏季休暇に操作方法を学習する。



図1 専門科目のカリキュラム関係図

3. 機械設計製図の授業内容について

前述のとおり、本科目では手巻きウインチの設計および製図を行う。手巻きウインチの全体図を図2に示す。学生は製図の前段階として、各部品の寸法をExcelで計算し、計算書を作成する。その後、計算書をもとに製図を行う。図面は、組立図(正面図・側面図)と部品図(巻胴・中間歯車・中間軸・フレーム・ブレーキドラム)の合計7枚とする。年度別の機械設計製図における取り組みを以下に示す。

3.1 2022年度

機械設計製図の授業内で、自分の学籍番号に従った値を提示され、その値に基づいて各部品の寸法を計算書により作成した。完了した学生から順に製図に取り掛かった。

3.2 2023年度

機械設計学の授業内および課題として計算書を作成した。学生は全員、教科書の値に従って計算を行った。その後、機械設計製図で自分の学籍番号に従った値を提示され、その値に基づいて再度計算書を作成した。計算書が完了した学生から順に製図に取り掛かった。事前に機械設計学で計算書の作成方法を学んでいるため、2022年度よりスムーズに製図に取り掛かることができた。

3.3 2024年度

2023年度と同様に、機械設計学の課題として計算書を作成した。ただし、計算に用いる値は2023年度とは異なり、初めから自分の学籍番号に従った値で計算書の作成を行った。その後、機械設計製図で、計算書の値を基に製図を行った。教室ではグループごとに席を配置し、話し合いながら図面作成に取り組むことで、図面の理解度や完成度の向上を図っている。

4. 結果と考察

本科目は、図面の提出時期と完成度、TA および教員による口頭試問での理解度に基づいて評価を行った。

図 3 に各年度の課題提出状況を示す。2022 年度および 2023 年度は、15 回目に提出が集中していた。15 回目までに提出を完了した学生の割合は、2022 年度で 71.4 %、2023 年度で 76.7 %、2024 年度で 76.9 %であった。2022 年度、2023 年度を基に講義内容を変更した 2024 年度は、全体の提出率は変わらなかったものの、15 回目以前に提出する学生が増加した。これは、以前と比較して製図に取り組む時間を多く確保できたことが要因と考えられる。具体的には、2024 年度は計算書の作成を前期の機械設計学の時点で完了させ、後期は図面作成に専念できる形式に変更した。これにより、学生は図面作成に十分な時間を確保できるようになり、結果として早期提出につながった。この傾向は、学生が計画的に課題へ取り組む意識が高まったことや、課題の負担が適切に分散されたことが要因であると考えられる。

図 4 に各年度の評価点数を示す。単位取得者での平均点は徐々に上昇する傾向が見られた。2022 年度で 66 点、2023 年度で 78 点、2024 年度で 90 点となり、2024 年度は最も高い平均点であった。また、100 点を取得した学生は、2022 年度で 5 名、2023 年度で 24 名、2024 年度で 77 名と大幅に増加した。このことから、図面を最後まで書き上げた学生は評価が高い傾向が見られた。これは、図面を最後まで書き上げられるだけの理解度と、課題に取り組む意欲が高い学生が増えたことが挙げられる。一方で、図面理解度が低い学生は単位を落とす傾向が見られ、一定数の学生が存在した。学生からは図面の理解が難しかったという意見も少なからず聞かれた。特に 2024 年度においては、成績の二極化が見られ、例年の中間層の学生が成績を伸ばせたと考えられる。これは、講義内容の変更が、特に学習意欲の高い学生や、与えられた時間を有効活用できる学生に対して良い影響を与えたと思われる。一方で、学習のペースが掴みにくい学生や、基礎的な理解に課題を抱える学生への更なるサポートの必要性も浮き彫りになった。今後は、高得点層を維持しつつ、下位層の学生の理解度向上を図るための個別指導や補習の導入も検討する。

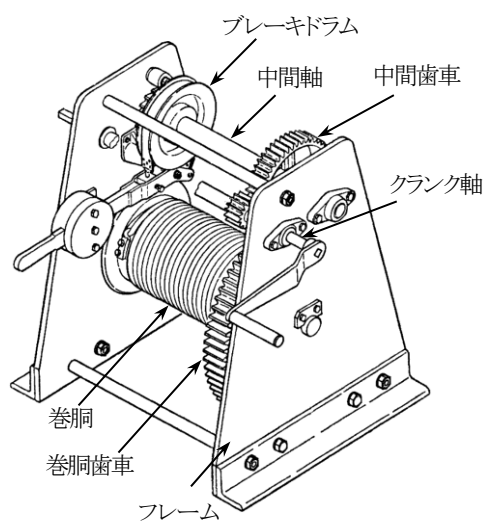


図2 手巻きウインチの全体図

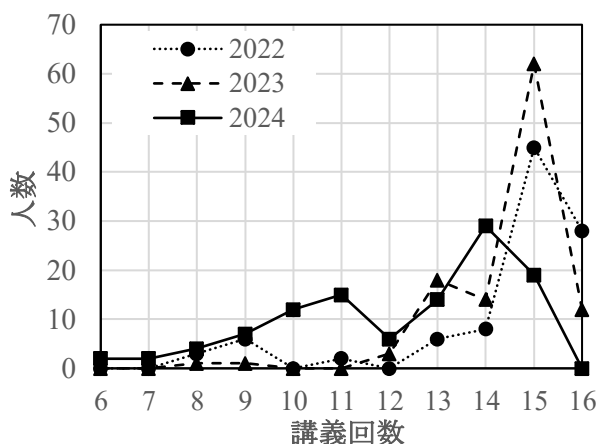


図3 各年度の課題提出状況

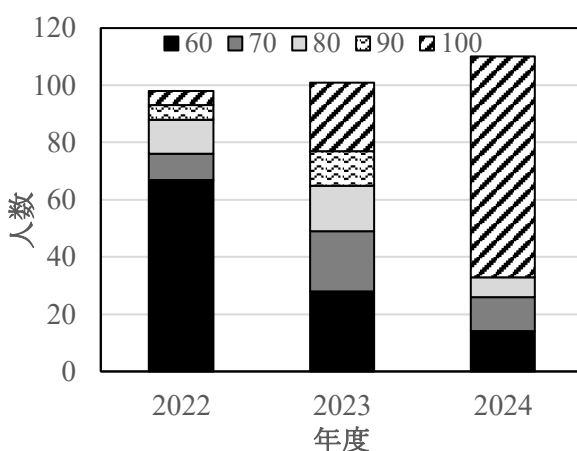


図4 各年度の評価点数

5. まとめ

本稿では、機械設計製図の講義内容変化が与える成績への影響を調査するため、課題提出時期と図面の完成度、口頭試問の結果から出した点数を比較した。2022 年度から 2024 年度の調査により得られた結果を以下に示す。

1. 過去 3 年間で課題提出率に大きく変化はなかったが、2024 年度は 15 回目以前に提出する学生が増加した。
2. 課題の平均評価点数は 2024 年度で 90 点となり、これまでで最も高い点数であった。
3. 課題の評価点数で 100 点を取得した学生は 77 名と大幅に増加した。
4. 2024 年度では成績の二極化が見られ、例年の中間層の学生が成績を伸ばすことに繋がった。

これまで図面作成は個人で行っていたが、2024 年度ではグループごとの活動を取り入れたことで、話し合いをしながら進めることができた。それにより、図面の理解度や完成度の向上に繋がったと考えられる。学生の図面理解度向上へ向けて、基本的な機械要素の指導を継続することに加え、図面作成を行う時間をより多く確保する。学生間での協力を積極的に促すことで、履修者全体としての成績向上を目指す。

参考文献

手巻きウインチの設計[改訂版](機械設計法9):立矢 宏 編