

講義「機器創造技術」における教育環境の整備

自然科学研究科 安井 平司

1. はじめに

知能生産システム工学科（機械系コース）の講義「機器創造技術」は、その教育環境整備を行うために、平成17年度前期分「ものづくりプロジェクト予算」を受領した。講義の目標は次のようなものである。

『現在社会を豊かな未来社会に導くためには、科学技術の振興と産業力の強化が重要です。その遂行のためには、機械・装置・器具等の機器が必要不可欠であり、機器の優劣が結果を支配します。このように、機器製作技術は科学技術の振興と産業力の強化についての基盤技術とも言え、次世代に向かって、創造的機器製作技術の構築が強く求められています。本講義（実習を含む）では、すでに学んだ機器製作実習を踏まえて、創造的な機器製作技術能力を育成することを目標にしています。』

この講義目標を達成するには、機器製作技術について、ハードとソフトの両面から理解することが重要であるが、これまで、企画・設計・加工により機器を製作することのみについての創造的教育を行ってきた。しかし、機器は、単に製作しただけでは動かず、動かすためのシステム（ソフトウェアを含む）が必要である。このような観点から、本予算では、機器を動かすためのシステムについての教育を行うための環境整備を中心に実施した。なお、本稿では、「モノづくり」とカタカナを用いている。「ものづくり」はアナログ的で、「モノづくり」は、機器創造技術教育で学生に要求しているデジタル的の考えに通じるとの意味合いを持っている。

2. 環境整備前の教育環境

2. 1 機器製作システム教育環境

筆者は、実習を伴う講義では、「社会において実施されているモノづくりと乖離のない環境」の教育を行うことが重要と考えてきた。しかし、本学の工作機械は古いものが多く、社会で用いられている先端の機械加工システムとは、大きな乖離があった。このため、実習は、それらの工作機械を用いた機械加工原理教育に留まっていた。このようなことから、平成11年度理工系教育高度化設備費で、『ネットワーク型・精密機



(a) 機器室全景



(b) ネットワーク型・精密機器製作教育システム全景



(c) マシニングセンタ



(d) 工作物搬入出用ロボット

図1 平成11年度導入ネットワーク型・



図2 自動加工の実習風景

器製作教育システム』(ロボット・マシニングセンタ・研削盤等を用いたミニ自動生産システム)を予算申請し(申請代表・安井 平司)、導入出来たのを機会に、従来からの「機器製作実習」(1年後期)に加えて、「機器創造技術」(2年前期)を平成13年から実施し始めた。その結果、社会の高度なモノづくりと対等な教

育も出来るようになり、従来行ってきた旧来の工作機械を用いた機械加工についての原理的な実習による感性育成的教育を越えた教育が可能となり、機器製作技術教育を大幅に前進させることが出来た。

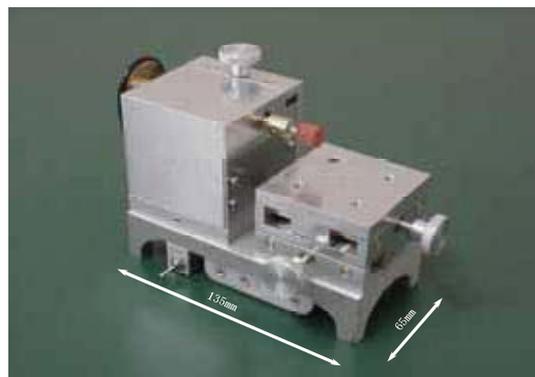
図1は、導入したネットワーク型・精密機器製作教育システムである。実習(図2参照)では、学生に3DのCADを用いて部品を設計させ、その結果をCAMで変換する。そして、そのデータを用いて、ロボットで工作物を所定の置き場所からマシニングセンター(MC)に自動搬入する。MCでは、ロボットからの工作物を自動で取付け、自動加工する。加工後、自動的に搬出され、再び、ロボットにより所定の置き場所に置かれる。実習では、このような自動加工システムを実感させる。また、CAD図面作成にあたって、製作される工作物の組立てのための公差の重要性を教える。加えて、加工における熱変形やバリ発生等により、実際には、組立てられないことが生じることも体験させる。これらにより、機械製図での寸法公差と機械加工精度についての知識を育成した。また、バリ発生のような機器製作における実際上の重要な問題が生じた場合における解決手段を体験させるため、手作業によるバリ取りの実習も行っている。

機器創造技術では、このような自動加工教育も含めて、学生が自ら考案企画・設計した機器を多種類の機械加工法を用いて製作している。図3は、製作したミニチュア研削盤と部品の例である。なお、これまで、学生が考えたものの内、1件が特許申請されている。

このように創造教育としての成果が上がりつつあるが、現在の機器製作は、コンピュータ支援によって行われることが多い。また、製作される機器もコンピュータ(コンピュータ内蔵)によって動作するものが多い。このような現状の中で、機器をコンピュータで動かす知能化技術教育が不十分であったことは否めない。このようなことから、現在、学生が製作している機器の直線・回転運動部分のコンピュータによる作動システムの知識を教え、実用的な機器との乖離を無くす必要があるが、その教育環境が不十分な状況にあった。

2. 2 機器自作環境

学生が創造する機器の製作にあたっては、工作物材料や部品(ボルト・ナット・小型モータ等)が必要であるが、その材料を予め購入し、学生が自由に考案出来るようにすることが、機器創造上大変有益である。このための費用や部品棚が必要である。また、陳列棚は、各年度の学生が製作した機器を陳列し、後年度の



(a)機器製作例(平成16年度)



(b)製作機器の部品[一部部品購入]

図3 講義において製作した機器の例

学生が参考にするために重要である。しかし、工作物材料や部品および部品棚や陳列棚の準備が十分な状況ではなかった。

2. 3 機器設計ソフトウェア準備環境

現在、機器創造技術では、3DのCADを教えて、企画する機器を設計させ、そのデータをCAMに落とし、ロボットとマシニングセンターを用いて、自動加工する企業並みのモノづくり教育を行っているが、CAD/CAMに使用できるパソコンとそのソフトが少なく、教育上の大きな障害となっている。

3. 教育環境の整備の状況

3. 1 機器作動システム教育環境の整備

上記2. 1の問題点を解決するために、コンピュータによる機器作動システムを用いた工作機械を実際に習熟させることを考えた。この実施方法として、工作機械を自作し、その作動をパーソナルコンピュータで行うことにより、工作機械の構造やその作動方法の基礎をより深く理解させ、最先端工作機械の技術をより分かりやすく教育できる環境を整備した。

図4に工作機械のテーブルの構成要素である X, Y テーブルを示す. このテーブルを用いて, 工作機械を動かすハード面での教育の一環として, テーブルの送りの機構において重要な役割を果たす, ボールネジとサーボモータの構成を実際に見て触れることにより理解させた. また, ボールネジやサーボモータの構造や仕様などを見せ, 現在の工作機械がいかにしてサブミクロンオーダーでのテーブル送りを可能にしているかなどの教育を行った. さらに, このテーブルをビジュアルベーシックプログラムを用いて, コンピュータ制御により動かす方法を示し, ソフト面での教育を行った.



図4 機器動作システム教育用の X,Y テーブル

図5に自動制御多軸工作機械全景を示す. 本装置は, 本装置は直動軸4軸に回転軸1軸の5軸からなっておりサーボモータとボールネジの組み合わせにより最小指令単位 100nm で動かすことが可能である.



図5 コンピュータ支援自動機器動作教育用多軸工作機械全景

サーボモータへの指令は, パーソナルコンピュータからサーボパックを介し, 装置内部のサーボモータに送られ, サーボモータ内のエンコーダより出力されるフィードバック信号を, サーボパックが監視することにより位置決めをする. 本装置はパーソナルコンピュータ上のビジュアルベーシックにより機械制御用のプログラムを作成し, 制御している. この制御プログラムの中に, 作成した加工プログラムを読み込ませることにより様々な加工を行うことができ, 同時に複数の軸を動かすことが可能となっている. このように, 機器をコンピュータで動かす知能化技術教育環境を整備できた.

3. 2 部品棚および陳列棚の整備

図6に部品棚および陳列棚を示す. (a)に示す部品棚にはボルト・ナット・ワッシャーなどが準備されており, 学生が機器を作成する際に速やかにボルトやナットを使用できる環境が整った. (b)に示す陳列棚には各年度毎に作成した機器が並べられており, 授業を受ける学生たちが, 過去に作成された機器を一目で見ることができるようになった. (c)に示す陳列棚には今後作成される機器を陳列する予定である.



(a)部品棚

(b)陳列棚



(c)陳列棚

図6 部品棚および陳列棚

4. まとめ

以上, 平成17年度前期分「ものづくりプロジェクト予算」を受領した結果, 講義「機器創造技術」における教育環境整備が大きく進んだ. 今後, 予算の関係で整備し得なかった機器設計ソフトウェア準備環境の改善を検討するとともに, 講義の中味も考え, よりよい講義にしていきたいと考えている.