

## 機械システム設計のための導入教育の実践

機械システム工学科 原田博之

### 1. プロジェクト実施の背景と目的

高校生の理工系離れにより工学系へ進学する学生の割合が著しく減少している。機械システム工学科においても近年、受験倍率の低下がみられ、必ずしも機械システムに興味を抱いて入学する学生ばかりではないのが現状である。このような状況において、新入生を対象とした導入科目の一層の充実は新入生に対して、入学後に専門科目を学び、将来機械エンジニアとしての社会で活躍するための動機付けには必要不可欠であると考えられる。特に、高校までの理科教育における実験時間の減少などにより、新入生は実際の機械システムに触れたり、組み立てたりすることの実験が絶対的に不足している。

現在、機械システム工学科のカリキュラムでは1年次学生を対象とした「機械システム入門セミナー」を導入科目として開講している。この科目では学部1年生の段階から機械工学に興味を抱かせることを目標とし、ゴーカートおよび50ccエンジンの分解・組み立てなどの体験型教育を行っている。

本プロジェクトは、実験装置として「自動車」と同様に学生がもっとも興味を持つ「ロボット」を題材とし、分解組立が可能な4軸マニピュレータを用いて機械システム設計に関する基礎技術を学び、メカトロニクスシステムの設計、制御の実験を行うことを目的とする。

### 2. プロジェクトの概要

本プロジェクトで用いる教育用ロボット（安川情報システム NS3-RH4-R）は図1に示すようなものである。

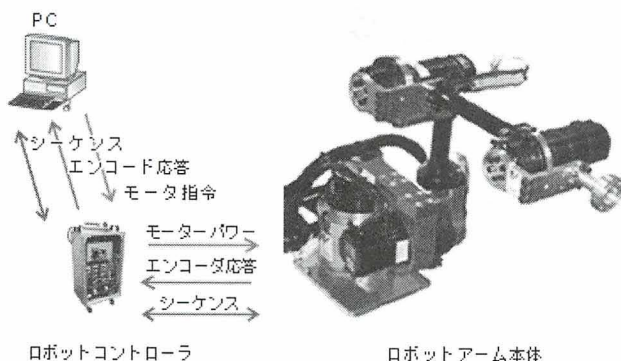


図1 4軸マニピュレータシステム

この教育用ロボットシステムは4軸マニピュレータ、

ロボットコントローラおよびパソコンより構成されている。4軸は土台より、S軸、L軸、U軸、B軸であり、その特性は表1に示すとおりである。マニピュレータの可搬重量は1kgであり、入出力装置として、分解能16ビット、4チャンネルのDAボード、8チャンネル数24ビットのカウンタボード等を有している。

表1 各軸の特性

軸	動作範囲	最大速度	モータ容量	減速比
S 軸	±160°	150/s	50W	120
L 軸	120, -45°	150/s	50W	120
U 軸	180, -20°	180/s	50W	100
B 軸	±130	225/s	50W	80

この4軸マニピュレータの特徴は既存のロボットのようにソフトウェアにより単にロボットを動かすのではなく、実際にアームの設計・製作を行い、組み立てが可能な点にある。このため、新入生がメカトロニクスシステムに興味を持ち、学習意欲の向上とメカトロニクスシステムを創造することの楽しさを実感し、機械システム的设计に関連している機械工学の様々な科目について学習するための動機付けになることが期待できる。

本プロジェクトではこの実験装置を用いて「機械システム入門セミナー」において以下のテーマの実習を行う。

1. ロボットおよびマニピュレータシステムの構成
2. 4軸マニピュレータの分解および組み立て
3. 長さおよび形状の異なるロボットアームの設計および静止時のたわみの計算
4. マニピュレータを動かし、目標軌道に対する誤差を測定して、上記のたわみが及ぼす影響を分析

メカトロニクスシステムは様々な要素から構成されているため、その設計には機械工学の多くの専門科目の知識が必要となる。そこでテーマ1ではまず、図1のロボットシステムを構成している要素に関して学習し、ロボットシステムの構造について学ぶ。つぎに、テーマ2において、設計したアームを使用してマニピュレータを組み立てることにより、実際の産業用ロボットに触れることができる。テーマ3では、実際に様々な形状のアームの設計を行う。アームの形状はマニピュレータの動作および精度に大きな影響を与えるが、その特性は力学、材料力学によりあらかじめ推定可能であることを学ぶ。テーマ4ではパソコン上のプログ



ラムを用いてマニピュレータに目標軌道上を動作させ、マニピュレータの動きを実体験できる。さらに、目標軌道と実際の軌道との誤差を測定することによりマニピュレータの精度の比較を行い、あらかじめ推定しておいたアームのたわみとの関係を実感することが可能となる。

### 3. プロジェクトの進展状況

教育用ロボットシステム次年度の「機械工学入門セミナー」で使用するためにはティーチングアシスタント(TA)の養成が必要不可欠である。このため、教育用ロボットシステムを導入後の平成21年11月に安川情報視システムより講師を招き、このロボットシステムの操作方法を学習した。講習は約2時間行われ、参加者は、次年度「機械システム入門セミナー」においてこのロボットシステムを使用する教員、技術職員、および次年度のTA候補の学生(次年度の修士課程進学予定者)は4名であった。講習内容は次年度の講義内容に沿った形で行われ、パソコンの立ち上げ、ロボットの起動方法、ロボットの操作法、ロボットの分解組み立てに関して学んだ。図2および図3にTAの学習風景の写真を示す。

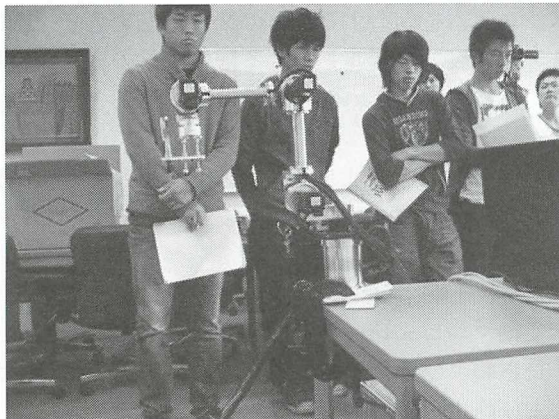


図2 ロボットシステムの操作方法の学習

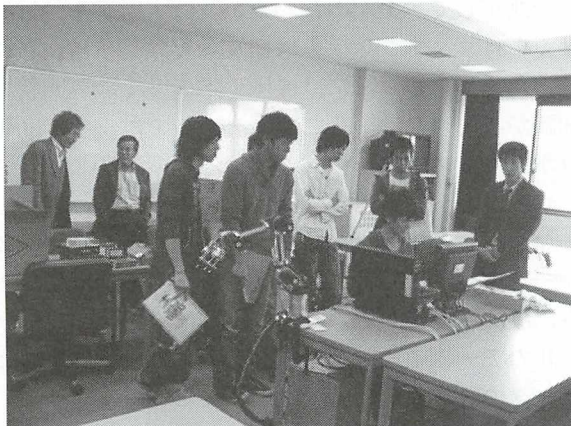


図3 TA候補者によるロボットの操作

操作方法を学習した後、講義担当教員の間で講義内容が検討され、1回目の講義でロボットの操作法および分解組み立てを行い、2回目の講義で材料力学に基づくアームの構造解析とアームの振動との関係を学習することが決定された。また、次年度TAは学んだ操作法に基づき、講義で使用する簡易操作マニュアルを作成した。

平成22年3月、授業担当教員の立会いの下に、作成した簡易操作マニュアルにしたがって次年度TAによる模擬授業が行われた。図3および図4に模擬授業の写真を示す。



図3 模擬授業におけるロボットの操作

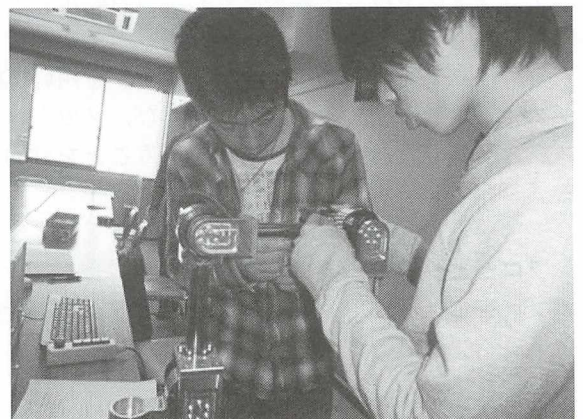


図4 ロボットアームの分解

### 4. まとめ

本プロジェクトでは、メカトロニクスシステムの設計、制御の実験を行うことを目的とし、分解組み立てが可能な教育用ロボットシステムを導入した。このシステムを次年度の「機械システム入門セミナー」へ使用するために講義内容の検討等を行い、その準備がほぼ完了した。