

## ロボットの作り方2012

日 時：2011年6月16日（土）10:00~16:40 / 6月17日（日）10:00~16:40

会 場：埼玉大学 工学部講義棟4階56番教室

参加者数：47名

オーガナイザー：滝田謙介（日本工業大学）、程島竜一（埼玉大学）

### 概要

毎年開催している「ロボットの作り方」を今年も2日間の日程で開催しました。4件の講演、および1自由度鉄棒ロボット Acrobot の製作実習を行いました。これらの講演と実習を通じて、受講者の方にはロボットの組立から動作までロボットの開発過程を一通り体験していただきました。

1日目の午前中には、つくばチャレンジへも参加され自律移動ロボットの研究開発をされている東北大学 竹内先生をお招きし、パソコンを用いて自律移動ロボットを動かすための基礎について解説して頂きました。自律移動ロボットの概要からセンサ情報処理などの細部に至るまで詳細に説明していただきました。本講演は受講者の皆さまの今後のお役に立つものと思います。また実際に自律移動ロボットのデモンストレーションも行っていました。大変刺激のあるご講演になったと思います。

1日目の午後と2日目には、本セミナーのために新たに開発した1自由度鉄棒ロボット Acrobot を教材として用意しました。座学と実習を交互に行い、ロボットの基礎知識、センサによるモータ制御、振り子のダイナミクスについて学んでいただきました。実習では、(1) 1自由度鉄棒ロボット Acrobot の製作、(2) ARM マイコンの開発環境とプログラミング、(3) ジャイロセンサによる振り子運動の制御、を段階的に体験していただきました。ハンダ工作の難易度が高かったため、予定時間内に Acrobot の振り子運動の実現まで到達できた受講者は少数でしたが、Acrobot の製作は大半の方が完了できました。しかし、実習内容が多すぎたため時間が足りない受講者の方も少なくありませんでした。不手際をお詫びするとともに、今後のセミナーの改善点としていきたいと思えます。

2日間を通して、自律移動ロボットに関する講演、そして1自由度鉄棒ロボットの製作実習と大変内容の濃い企画となりました。限られた時間ではありましたが、多くの皆様にご参加をいただき盛会のうちに無事終了いたしました。ご参加いただいた皆様、関係者各位に厚くお礼申し上げます。

6月16日(金)(第1日目)

<第1話> パソコンで動かす知能ロボット(10:30~12:00)

東北大学大学院 竹内栄二郎

竹内先生には、自律移動ロボットについてご講演いただきました。パソコンを使用して自律移動ロボットを動かすための基礎について実際の研究事例を交えながら、あまり明文化されない開発のコツやヒントをお聞きすることができました。

ご講演の内容は、自律移動ロボットの概要、自律移動ロボットの構成、PCを使ったロボットの制御、走行制御、センサ情報処理とモジュール化、移動ロボットの自律化であり、概要から細部まで多岐にわたりご解説をいただきました。また実際に研究で使用されている自律移動ロボットの実演をしていただき、受講者の皆様に間近で見させていただきました。

全体を通して、自律移動ロボットの概要から詳細までご講演いただき、自律移動ロボットの開発の手助けになったかと思えます。受講者の皆様に最も好評な講演となりました。

<第2話> ロボットの作り方~機構と制御の基礎知識~(13:00~13:50)

埼玉大学大学院 程島竜一

ロボットの作り方の導入として、まず程島先生にロボットの種類やロボットの構成要素についてご解説いただきました。特に運動機構部(車輪機構、クローラ機構、脚機構、マニピュレータ、ハンドなど)と駆動部(アクチュエータ、減速機構など)について説明いただきました。特にブラシ式電磁モータについて詳しく説明していただきました。短時間の講演ではありましたが、ロボット作りの基礎を理解していただけたかと思えます。



竹内先生のご講演



程島先生のご講演

## <実習1> 実習キット組立(14:00~16:40)

日本工業大学 滝田謙介

ロボット製作の第一の工程として、キットで使用する基板に抵抗、コンデンサ、スイッチ、モータドライバ、コネクタなどをハンダ付けする作業を行いました。部品が多かったため、かなり根気のいる作業となりました。また初心者の方には基板のピッチが狭く感じられたようで、苦戦している方もいらっしゃいました。このため、作業が終わらず引き続き作業を希望する受講者の方ために18:00まで会場を開放し、学生アシスタントの皆さんにも引き続き実習の補助をお願いしました。



滝田先生のご講演



セミナー会場の様子



実習1日目の様子



実習補助の学生アシスタント

**6月17日(金)(第2日目)**

**<第3話> ロボットの作り方~センサを用いたモータ制御~(10:10~11:00)**

**埼玉大学大学院 程島竜一**

センサ信号を用いたフィードバック位置制御と、Hブリッジ回路やPWMなどモータ駆動について解説いただきました。特に、本セミナーのロボットキットでも使用するPID制御について、物理的な意味を直感的に説明いただきました。メカトロニクス初心者の方には好評だったようです。

**<実習2> ARMマイコンによるフィードバック位置制御(11:10~12:00)**

**日本工業大学 滝田謙介**

第二の工程として、PID制御によるモータのフィードバック位置制御を目指し実習を行いました。具体的には、アクチュエータ(タミヤ社製のギヤボックス)の製作、鉄棒ロボットを支えるための土台の製作、サンプルプログラムを書き込みモータの位置制御ができるかの確認を目標としました。これにより、エンコーダからの信号をフィードバック入力とする制御系を構築でき、実際にロボットが屈伸をする様子からフィードバック制御の効果を確認できます。しかし、ハンダ付けの作業が難航していたため、この時間内で目標を達成した方はいらっしゃいませんでした。

**<第4話> ロボットの作り方~振り子のダイナミクス~(13:00~13:50)**

**埼玉大学大学院 程島竜一**

鉄棒ロボット Acrobot の制御に必要な、ラグランジュ方程式による運動方程式、劣駆動系、ジャイロセンサの仕組みなどの知識についてご解説いただきました。これらの知識をご存じない受講者の方も多かったので、この講演を設けたのは有意義であったと感じます。また、Acrobot の運動方程式を資料に記載しておきましたので、これを参考にして後日受講者の方々が自らアルゴリズムを構築することもできるかと思います。

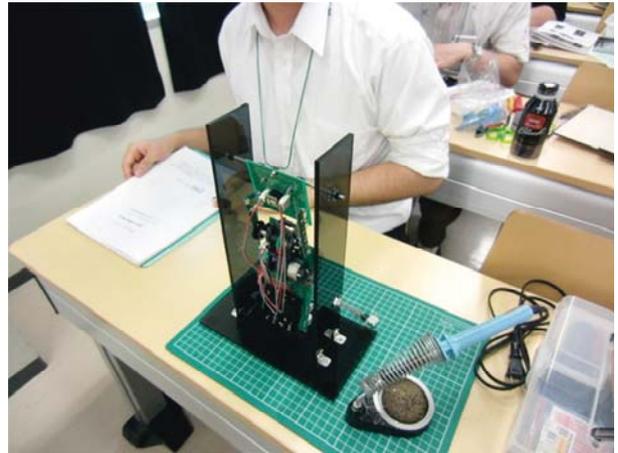
**<実習4> 鉄棒ロボットの制御(14:00~16:40)**

**日本工業大学 滝田謙介**

最終工程として、1自由度鉄棒ロボット Acrobot の制御を行いました。これまでの工程を順調に消化されている方が少なかったため、予定時間内でキットを完成できる方は少ないかもしれないと感じていましたが、終わってみれば大半の方がキットを完成させることができましたので嬉しく思います。しかし、ジャイロセンサを使用したフィードバックにより振り子運動を実現できた方が少数だったので、その点だけは残念でした。1日目と同様に希望者には18:00まで会場を開放し、本セミナー内での振り子運動の実現を目指していただきました。



実習 2 日目の様子



ロボットキット完成



マイコンプログラム演習



ロボットの振り子運動試験

## まとめ

本セミナーではロボットを作る際に重要な「理論と実践の並行学習」の機会を提供することを目的といたしました。具体的には、機構（アクチュエータ）、センサ、計算機という基本要素を全て学ぶことのできるロボットの製作と、そのロボットを制御するための理論の学習を、段階的に学んでいただくようにセミナーを企画しました。今後、受講者の皆さんが自らロボットを作る際に、今回の「ロボットの作り方」が参考になれば幸いです。

時間が限られているため、本セミナーではロボットの作り方の基礎である「DC モータのフィードバック制御」を第一に考えました。そして安価に製作できる（＝モータ数が少ない）ことと制御工学では馴染みの深いことを考慮し、1 自由度の鉄棒ロボット Acrobot を教材に選びました。また、ロボットキットの製作だけでは内容が基礎的なもので終始する心配があったため、セミナーの最初の講演で実際にロボットを開発してこられた竹内先生に、経験に基づく実学を講演していただきました。これにより、高い技術水準でのロボットの

作り方にも触れることができ、セミナーの内容の幅を広げることができたかと思います。  
実際にアンケート結果でも最も好評な講演となりました。

最後にこの場をお借りして、ご講演いただきました講師の先生方、アシスタントを担当  
していただいた埼玉大学の学生の皆さん、そしてご参加いただいた皆様に深く感謝いたし  
ます。本当にありがとうございました。

2012年7月9日

文責 程島竜一（埼玉大学）



## 第70回 ロボット工学セミナー

# ロボットの作り方 2012

日時：2012年6月16日(土) 10:00~16:40, 6月17日(日) 10:00~16:40 【2日間】

(原則として2日間参加できる方のみを対象とします.)

会場：埼玉大学 工学部講義棟4階56番教室 (〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)

キャンパス案内図：<http://www.saitama-u.ac.jp/access/pdf/campusmap.pdf> (工学部講義棟は18番)

交通：<http://www.saitama-u.ac.jp/access/pdf/map.pdf>

JR 京浜東北線「北浦和駅」西口下車, バス「埼玉大学」ゆき

JR 埼京線「南与野駅」下車, 北入口バス停からバス「埼玉大学」ゆき

西口バス停からバス「志木駅東口」または「埼玉大学」ゆき

東武東上線「志木駅」東口下車, バス「南与野駅西口」ゆき

定員：50名(定員になり次第, 締め切らせていただきます.)

参加費：当学会及び協賛学会の正会員/12,600円, 会員外/18,900円, 学生(会員, 非会員を問わず)/6,300円, 当学会賛助会員 招待券ご利用/無料, 優待券ご利用/6,300円, 左記サービス券なし/18,900円

・賛助会員の皆様へ：上記の招待券(2枚/口)及び優待券(10枚/口)は, 年頭に各賛助会員学会窓口様宛に配布させて頂いておりますので有効にご活用ください。

・課税について：当学会及び協賛学会の正会員, 学生(会員, 非会員を問わず)の場合の参加費は不課税, それ以外の場合の参加費は税込となりますのでご承知置きます。

実習費：9,800円(実習キット(ロボット)代として。実習キットはお持ち帰りいただけます.)

・実習費は税込です。参加費に加え実習費が別途必要となります。

・上記サービス券は, 参加費のみの適用となります。

工具：ロボット製作に必要な下記の一般的な工具をご持参ください。困難な場合は準備できない工具を申込時に併せてご連絡ください。主催側でも工具を用意いたしますが工具の数には限りがあります。

ハンダ用品一式(ハンダ, こて, こて台, 吸取り線など), ニッパー, ラジオペンチ, ピンセット, はさみ, カッター, 精密ドライバー, ワイヤストリッパー

PC：Windows XP, Vista, 7が動作しシリアルポートが搭載されたノートパソコンをご持参ください。シリアルポートが搭載されていないノートパソコンの場合には, USB-シリアル変換ケーブルを併せてお持ちください。また実習にあたって, ARM マイコン開発環境である IAR Embedded Workbench を使用いたします。下記 URL を参考にして事前に開発環境をインストールしていただきますようお願い申し上げます。

<http://design.mech.saitama-u.ac.jp/How2BuildRobot2012/index.html> (6月17日までの公開)

口上：例年人気の「ロボットの作り方」を今年も二日構成で開催します。1日目前半では, 東北大学の竹内先生に, つくばチャレンジなどの研究開発事例を交えながら移動ロボットの開発についてわかりやすく解説していただきます。1日目後半と2日目には, 新たにオーガナイザー陣で設計した1自由度の鉄棒ロボットの製作と制御の実習を行います。実際に鉄棒ロボットを作りながら, センサフィードバックによる関節制御, 二重振り子の動力学など, ロボットを作る上で必要な基礎知識を体験的に学ぶことができます。ロボットの研究・開発をこれから始める学生や企業の方に最適な内容です。

オーガナイザー：

滝田 謙介(日工大), 程島 竜一(埼玉大)

講演内容：内容詳細は変更になる場合がございます。最新の情報は学会 [HP\(http://www.rsj.or.jp/\)](http://www.rsj.or.jp/) ロボット工学セミナーのページにてご確認ください。

■6月16日(土)(1日目)

10:00~10:15 <開会挨拶・セミナー概要説明>

10:15~10:30 <講師紹介・1日目日程説明>

10:30~12:00 第1話 パソコンで動かす知能ロボット  
東北大学大学院 竹内 栄二郎

自分で考えて動く, 自律ロボットを作るための技術について解説します。ロボットが自律的に動くためにはたくさんのセンサの情報を処理しモータを動かす必要があります。今回は, 自律移動ロボットを例に, パソコン

を使ってのモータの動かし方やセンサ情報の扱い方, 自律動作を実現するための手法などを解説します。

13:00~13:50 第2話 ロボットの作り方~機構と制御の基礎知識~

埼玉大学大学院 程島 竜一

ロボットを構成する機構と制御系の基礎知識を解説します。また, 実習キットについて説明します。

14:00~16:30 実習1 実習キット組立

日本工業大学 滝田 謙介 他

16:30~16:40 <閉会挨拶>

■6月17日(日)(2日目)

10:00~10:10 <開会挨拶・2日目日程説明>

10:10~11:00 第3話 ロボットの作り方~センサを用いたモータ制御~

埼玉大学大学院 程島 竜一

DC モータのフィードバック制御について解説します。

11:10~12:00 実習2 ARM マイコンによるフィードバック制御

日本工業大学 滝田 謙介 他

13:00~13:50 第4話 ロボットの作り方~振り子のダイナミクス~

埼玉大学大学院 程島 竜一

振り子の運動を理解するために必要な動力学について解説します。

14:00~16:30 実習3 鉄棒ロボットの制御

日本工業大学 滝田 謙介 他

16:30~16:40 <閉会挨拶>