

PIDの基本からステップ応答法によるゲイン・チューニング, モデル・ベースの制御系設計まで

# Arduino×Pythonで動かしながら学ぶモータ制御入門

南 裕樹 Yuki Minami

## ● 制御系設計の流れを人気のマイコン・ボード Arduinoとプログラミング言語Pythonで体験する

本誌を手にとられている方であれば, 「作ったモノを賢く動かしたい」, 「モノの動きをデザインする方法を知りたい」と思っておられると推察します。モノを賢く動かす, 思いのままに操るための方法は, 「制御工学」を勉強すれば知ることができます。

制御工学は応用数学(複素関数論や線形代数)をベースとした科目であるため, はじめて学ぶ方にとって, 難しいと感じられるかもしれません。また, 制御工学を一通り学んだとしても, 数学的な記述ばかりに気をとられ, 実際のモノの動きをイメージすることがおそかになっている場合もあります。そういった場合, 実際にモノを動かしてみるのが一番です。

本稿では, ユーザが多くシンプルに使えるマイコン・ボード Arduino Unoと人気のプログラミング言語 Pythonを利用して, 実際にモータとプログラムを動かしながら制御系設計を行う方法を紹介します。図1に実験装置を示します。対象とするモノは, DCモータです。それに対して, 次の内容を解説します。

- PID制御
- ステップ応答法によるゲイン・チューニング
- モータのモデリングとモデル・マッチングによるゲイン・チューニング
- 積分型サーボ系と極配置法によるゲイン・チューニング

現実世界でモノがどのように動くのか, 制御の力で動きがどのように変わるのかを観察しながら, 制御工学が実学であることを確認していきます。

## ● 側に置いておきたい制御工学の参考書

誌面の都合上, 制御工学の理論的な部分までは解説できません。さらに学びたい方は, 制御工学の教科書[例えば, やさしく勉強したいなら文献(1)~(4), しっかり勉強したいなら文献(5),(6)]を参考にしてください。また, 本稿は, Pythonを用いた制御実験を対象と

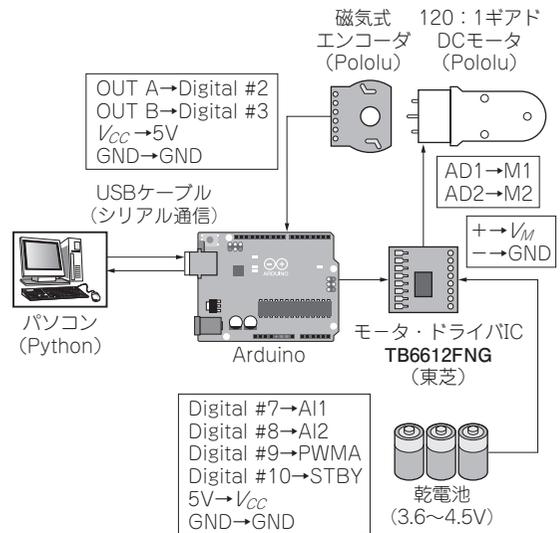


図1 本稿では, 人気のマイコン・ボード Arduinoとプログラミング言語 Pythonを利用してモータを動かしながら制御系設計の流れを体験する

本稿の実験装置。パソコン, Arduino, モータ, モータ・ドライバ, 磁気式エンコーダ, 電池をUSBケーブルとジャンパ・ワイヤで接続する

しますが, 科学計算プログラミング環境 MATLAB/Simulinkでも本稿と同じ内容を学ぶことができます。その場合は, 文献の(7)と(8)を参考にしてください。

## Pythonプログラミング

### ● Pythonとは

さまざまな分野で人気の高いプログラミング言語です。とくに, 最近のAIブームの影響もあり, 機械学習や強化学習のアルゴリズムをPythonで実装するユーザが増えています。また, Pythonは, ラズベリー・パイに初期状態でバンドルされていたり, 組み込み系の MicroPython が開発されるなど, 活用の範囲が広がっています。

Python環境はパソコンとインターネット環境があれば構築できます。