

Title	テキストを語る：「入門ロボット工学」
Author	高田, 洋吾
Citation	大阪市立大学大学教育. 17 巻 1 号, p.44-45.
Issue Date	2019-10-31
ISSN	1349-2152
Type	Article
Textversion	Publisher
Publisher	大阪市立大学大学教育研究センター
Description	テキスト:高田洋吾(著)「入門ロボット工学」森北出版、2017 年：科目名:ロボット運動学：担当教員:高田洋吾(工学研究科)：特記事項:大阪市立大学教育後援会顕彰平成 30 年度「優秀テキスト賞」受賞
DOI	10.24544/ocu.20191204-001

Placed on: Osaka City University

＝テキストを語る Textbook Review＝

テキスト：高田洋吾（著）「入門ロボット工学」 森北出版、2017年

科目名：ロボット運動学

担当教員：高田洋吾（工学研究科）

特記事項：大阪市立大学教育後援会顕彰平成30年度
「優秀テキスト賞」受賞

[本書について]

情報化社会の今、IoT（Internet of Things）やAI（Artificial Intelligence）の言葉をよく耳にするようになりました。そして、IoTの言葉の中にあるThingsがロボットを指す場合も多いです。このような時代の最先端を走るロボット技術について、未来を夢見る学生がたくさんいます。ただし、文系と理系や、ロボット利用者とロボット開発者など、立場の違いでロボットに向き合う姿勢も異なってきます。理系なら、IoTの一端末としてのロボットやAI搭載の思考ロボットについて語る前に「機械としてのロボット」、つまり、普遍的なロボットの基本構造を正しく理解することが極めて重要です。この普遍的なロボットの基本構造を学術的に体系化した「ロボット工学」の基礎を学んでおかなければなりません。

ロボット工学に関わる研究者や学生は、日本国内で活動する方々だけでも1300名近くいます。この数字は、ロボティクス・メカトロニクス講演会2019で発表された講演件数に基づきます。すなわち、研究者の多いロボット工学に関する研究の裾野は極めて広く、そのため、筆者もあらゆるロボット研究の根幹部を意識して、何らかの明確な基準に基づいて教科書を執筆しました。そこで、「新版 ロボット工学ハンドブック」(2005, コロナ社)に着目しました。このハンドブックの中で、第3編までの内容はロボット工学の入門部分と位置づけることができます。そこで、その根幹部となる箇所を更に整理して再構築していきました。持ち運びに適さない1130頁にも及ぶハンドブックの内容の基礎部分だけを約150頁の教科書としてまとめました。

第4章で学ぶ微分方程式は、高校生には難しいと

思います。この教科書は、読者として、微積分を学び終わった高校生や高専生を含みたいと考えて、ロボットの基礎が学びたいと思う青年なら誰でも読めることを目指して執筆しました。その理由は、出版にご協力下さった森北出版の担当者の方から、「学術書を書く」(2015, 京都大学学術出版会)をよく読み、特に、「二回り、ないし三回り外」の読者を意識して欲しいとのアドバイスを頂いたためです。この教科書を実際に使う学生は、工学部機械工学科3年生です。しかし、その「二回り、ないし三回り外」となると大学に入学前の学生、他学部の学生、大学院生、若手の社会人など、一気に幅が広がります。そこで、読者の基礎知識が不足している場合も、ロボット工学を学ぶための予備知識（数学基礎や制御基礎）を本書内に含むことで、基礎知識の不足部分を補えるようにしました。

[本書の内容]

第1章 ロボットとは

第2章 ロボットアームを構成する要素

第3章 ロボットアームの運動学

第4章 ロボットアームの静力学と動力学

第5章 ロボットアームの制御

付録A ロボット工学で用いる数学とシミュレーション技巧

付録B [発展] モーターを回すために

以上の章立てで本書は構成されています。

第1章と第2章は序章と言ってもよい導入部分で、本格的には第3章から学んでいきます。

・第3章

モーターは回転します。つまり、ロボットアームの先端も回転運動すると考えるのが自然です。しかし、溶接時はアーム先端を直線的に動かす場合が多いです。この直線の始点と終点は、オペレーターがロボットにデータとして入力します。始点と終点の途中におけるある特定のXY座標にロボットアームの先端位置を定めたい場合、その位置に適した各モーター角度というのがあります。それを順運動学と逆運動学によって導いていきます。このモーター角度を求めるスキルを身につけるための章が第3章です。

・第5章

第3章で得られた各モーター角度は、実際のロボットアームのモーター角度ではありません。目標値です。制御工学において、目標モーター角度と呼ばれるものです。この目標角度に対して、角度センサーで計測した本当のモーター角度が一致するように、コンピュータ等の制御装置によって角度制御を行います。

なお、「制御 (Control)」については、例えば、人がエアコンの温度設定20度とセットして、その後徐々に室温が温まって20度に近づくことをイメージしてくれると分かりやすいと思います。

ロボットアームを制御対象とした場合、その制御方法として代表的な手法が3つあります。これらの極めて主要な3種類(1)～(3)を第5章で説明しています。(1)溶接の場合のように、アーム先端が何にも接触していない場合に用いる位置制御、(2)高層ビルの窓ふきロボットのように窓にアーム先端を押し付けながらアーム先端を移動させる場合に用いる位置と力のハイブリッド制御、(3)ロボットアーム先端に外から力が加わった時に生じる慣性、減衰係数、剛性など機械的特性を、目的とする作業に都合が良いように設定する制御手法であるインピーダンス制御について、説明しています。「二回り、ないし三回り外」の概念でいえば、(2)の位置と力のハイブリッド制御や(3)のインピーダンス制御はむしろロボット工学既修者向けで、大学院生に適した難易度です。ただし、筆者が担当する科目「ロボット運動学」では、ハイブリッド制御やインピーダンス制御についても学ばせます。結果として、ロボット工学に対して十分に理解を深めているという気持ちを持って、実際に自分でロボットを製造してみたい、作ったロボットを制御してみたいと思ってくれることを願っています。

・第4章

今までの記述で触れられていない第4章では、ロボットに関する静力学と動力学について述べています。技術的な側面が強いロボット工学において、この章は学術的な側面を持ち、理解するには辛い箇所でもあります。主として、ロボットの運動方程式(微分方程式)を導く方法について述べています。また、得られた運動方程式を用いてコンピュータシミュレーシ

ンが可能になることを示しています。

著者は、機械工学科の必修科目であるコンピュータプログラミング法も担当しています。使用言語はC言語です。現在、コンピュータ言語は、非常に多くの種類があります。2019年2月の調べでは、Javaのシェアが15.9%でトップです。この言語はAndroidアプリの開発言語として採用されていますので、シェア第1位なのも当然です。続いてC言語が12.4%で2位です。また、Python, C++, Basicと続きますが、C, C++, C#, Objective-Cの類似性は高く、全てのシェアを合わせると24.1%に膨らみます。更に、ランキング1位のJavaは元々、C言語から派生した言語のため、構文や変数の扱いもC言語に非常によく似ています。もとよりロボット学習者にとってC言語は極めて重要です。以上のことから、このテキストでもC言語を採用しています。

第4章のロボットシミュレーションプログラム、第5章のロボット制御のプログラムは、出版社のWEBページからダウンロード可能です。また、筆者が研究室に設置しているサーバーからでもダウンロード可能にしています。また、各プログラムが動く、ロボットがどのような挙動を示すのかをスマートフォン上でも動画ファイル(mp4形式)にアクセスできて、簡単に確認できるようにしています。

<http://robotics.mech.eng.osaka-cu.ac.jp/book/RoboticsBook.html>

【今後の課題】

文部科学省が、2020年度から、小学校プログラミング教育の全面実施を展開します。小学校の教室で使われる言語がC言語であろうとScratchであろうと関係なく、正五角形をプログラミングによって描写する課題など、数多くのプログラムを作成した小学生は、きっと今までになくプログラミング的思考や論理的思考の能力を高めていくことでしょう。

つまり、現在の学生とこれからの学生は持つ能力が異なるため、学生の能力を常に正しく見定めて、「難しい」と「物足りない」の中間を目指して、その時に適した題材と講義内容を準備していかなければならないと考えております。