

ロボティクス&デザイン工学部 ロボット工学科の教育目標とカリキュラムの編成方針

1. ロボット工学科の教育目標

少子高齢化が進む日本では、ロボット工学の担う領域は極めて重要となっている。また、ハードウェアとソフトウェアが融合したメカトロニクス（機械、電子回路および計算機ソフトウェア）領域に加え機能材料（材料および生物）、感性価値創造などの新しい技術分野も注目されている。これらは社会の要請として使いやすい、ユーザにやさしいものが求められていることによるものである。ロボット関連の技術者は、ロボットは言うに及ばず、自動車、工作機器、精密機器など幅広い活躍の分野を有している。

ロボティクス&デザイン工学部に設置されるロボット工学科では、旧工学部ロボット工学科を基礎としながら、機械工学、電気・電子工学、制御工学、情報工学の学問領域を包含した融合領域としてのロボット工学を中心的な学問分野とする。その教育目標は、以上のような産業界の要望をふまえ、ロボットの開発に必要な基礎学力と技術に加えて科学的知識を身につけ、さらに応用し実践する力を備えた技術者を養成することである。学生諸君には、この教育目標をよく理解し、自身の将来のために大いに勉学に励まされたい。

2. ロボット工学科のカリキュラム編成方針

2. 1 ロボット工学科のカリキュラムについて

前述の教育目標を満たすため、ロボット工学科の専門科目カリキュラムは、豊かな人間性と知性ならびに社会性と国際性を養う一般教育科目に立脚し、以下に示す専門横断科目、専門科目および卒業研究から構成される。

- (1) 「専門横断科目」および「専門科目」では、デザイン思考に基づく実践的なものづくり、コンピュータリテラシーの強化、ロボット工学の専門的な技術・知識を修得する。
 - (2) 「専門横断科目」は、社会的にインパクトを持つロボットを創出するために、利用者や利用環境などを踏まえた技術の適用を実現できるデザイン思考などの実践力を養う。
- 3 学科合同による開講科目群であり、「デザイン思考関連科目」と「計算機技術演習科目」に区分される。「デザイン思考関連科目」では「ロボット工学により作り出されるものを『人が人として豊かに暮らせる』ために活用する人材」の育成を掲げ、それに不可欠な「人間中心の視点からイノベーティブな発想を導き出すための手法」として、「デザイン思考」について1年次と3年次に配当した科目群により段階的な習熟を目

指す。「計算機技術演習科目」では、1年次から3年次まで連続的に、プログラミングを含む情報リテラシーを修得し、各専門分野における学修等の基礎とするだけでなく、工学系専門職業人に課される要求に応える。また学科横断的協働の実践として、3年次の『ものづくりデザイン思考実践演習Ⅰ』『プログラミング特別演習』等では、複数担当教員によるきめ細かな指導体制の下、3学科の学生が、他分野の人材との協働による問題解決に取り組む。

- (3)「専門科目」は、ロボティクスの視点から機械・電気・電子・情報・計測・制御などの幅広い工学的知識を体系的に獲得する。内容としては「機電系科目」、「システム系科目」、「実験・演習科目」、「メカトロニクス系科目」および「卒業研究」の各系を設け、1年次から4年次まで総合的なロボット工学の知識・技術を修得するための科目をバランスよく配置し、4年次の「卒業研究」に接続する。

また、ものづくりの実践的基礎の修得を目的に、1年次に担当されている専門横断科目『デザイン思考実践演習』『ものづくりデザイン演習』により培った基礎の上に2年次の『ロボット工学実験Ⅰa』『ロボット工学実験Ⅰb』『ロボット工学実験Ⅱa』『ロボット工学実験Ⅱb』を配し、ロボット工学に対する導入と工作機械運転実習や実験による実践教育を行う。これらの科目は、少人数グループ制とし、複数担当教員により複数のテーマに基づいて指導を行い、メカトロニクスに必要な技術、設計、工作加工、組み立て、制御方法、計測方法、各種計測装置の原理および使用方法、さらには実験結果のまとめ方、図表の書き方、レポートの書き方に至るまできめ細かい指導体制を組んでいる。「機電系科目」では、ロボット工学の基礎となる計測や力学を中心に電気電子などの学問を修得する。「システム系科目」では、ロボット工学の基礎となる制御情報を中心に数値解析など学問およびシステム化技術を修得する。「メカトロニクス系科目」は、『機械材料』、『図学』、『設計製図』、『機構学』、『パワーエレクトロニクス』、『現代制御理論』、『機械力学』、『振動工学』、『アクチュエータ工学』、『モーションコントロール』より構成され、これらはロボット工学科において修得すべきコアとなる科目群である。「メカトロニクス系科目」を通じて確実なものづくりを実践するために必要となる高度な機械や電気制御の学問および機構設計技術を修得する。

- (4)「卒業研究」では、学修の集大成として個々の科目で学んだ技術や知識を融合し、ロボット工学分野における専門職業人として実践的能力を養う。

工学部

ロボット工学科の教育目標とカリキュラムの編成方針

1. ロボット工学科の教育目標

近年、高等教育に対して産業界、特に製造業界から下記のような指摘と強い要望がある。例えば機械系学科を卒業した学生は、機械設計はできるが、電気・電子回路を用いた制御または駆動に関しては苦手である。駆動のためのプログラムの理解や作成ができない。電気電子系学科を卒業した学生では、電気回路の設計はできるが、機械設計はわからないといった人が多い。産業界では機械設計または電気回路設計だけのように特化される技術を身につけている人材も必要であるが、メカトロニクスに強い人材、すなわち自ら機械を設計し、電子回路を用いて制御し、プログラムを書いて動作させることのできる技術を持った人材を望んでいる。製造業はグローバル化が進み、技術競争が激化し商品寿命が非常に短くなっており、メカトロニクスの技術開発においては、機械系、電気・電子系、情報系の技術者が協力分担して技術開発を行う時代から、個々の技術者がこれらの系を包括して理解し実践しなければいけない時代となり、それを実践できる技術者を求めている。この産業界の高等教育への要求は、従来の学問領域である機械工学、電気・電子工学、制御工学、情報工学の縦割りの学問分野の教育に収まらず、これらの学問領域を包含した融合領域の教育である。

ロボット工学はまさに機械工学、電気・電子工学、制御工学、情報工学および生体機能応用の融合領域であり、ロボット工学を学ぶということは、ロボットというキーワードを中心に、上記融合領域の基礎知識、基盤技術を習得し、それを応用・実践する力を養うことにほかならない。

一方、20世紀の産業界において活躍したのが産業用ロボットである。さらに21世紀に入り、ロボットは産業用のみならず、ヒューマノイドロボットをはじめ、アミューズメントロボット、医療福祉ロボットなど、人間との係わりを深めた新しいタイプのロボットが期待され、日本の新しい産業創生の目玉として位置づけられている。これらの新しいロボット創生のための技術および教育をロボット工学科は担っている。

また、これからの社会で機械と人間が共存するためには、人間と機械の親和性を高めるための知識が必要となる。例えば近年の脳科学、認知科学の分野においては、人間の脳におけるさまざまな働きの究明が進み、脳の思考過程の計測、脳の活動のリアルタイムな計測、生理心理状態の計測等の手段が発達し、人間と機械のインターフェースが可能な時代となってきた。このような最先端の科学技術、脳神経科学や生体に関する科学的知識を取り込んだロボット工学技術が要望されている。

「ロボット工学科」の教育目標は、以上のような産業界の要望をふまえ、ロボットの開発に必要とされる基礎学力と技術に加えて科学的知識を身につけ、さらに応用し

実践する力を備えた技術者を養成し、世の中に送り出すことである。これは21世紀の新しい産業創生のための技術者教育を目指したものである。学生諸君には、この教育目標をよく理解し、自身の将来のために大いに勉学に励まされたい。

2. ロボット工学科のカリキュラム編成方針

2.1 2014年度以降入学生を対象としたロボット工学科のカリキュラム編成方針

前述の教育目標を満たすため、ロボット工学科の専門科目カリキュラムは、豊かな人間性と知性ならびに社会性と国際性を養う一般教育科目に立脚し、以下に示す専門科目および卒業研究から構成される。

- 1) ロボット工学に関する技術的課題の解決に貢献できる人材を育成するために、ロボット工学科専門科目を設置する。ロボット工学科専門科目は、共通科目、数理・情報系科目、計測・制御系科目、電子・機械系科目、ヒューマン・システム系科目で構成する。
- 2) 共通科目は、修得した学問・技術をもとに、国際的な基準に通用する技術開発力および表現力を身につけること、技術者・研究者として基礎から応用まで幅広い学力およびものづくりの実現能力を身につけること、およびコミュニケーション能力や協調性を身につけることを到達目標とし、ロボット工学概論、ロボット工学実験Ⅰ、Ⅱ、ロボット工学ゼミナールなどの必修科目と、工学英語演習、先端技術論などの選択科目を履修する。
- 3) 数理・情報系科目は、数学の基礎と応用、統計学、情報処理、プログラミングなどの様々な専門分野の基礎となる学問・技術を修得することを到達目標とし、応用数学B、情報処理Ⅰ・同演習の必修科目とコンピュータシステム基礎や離散数学、確率統計学などの選択科目を履修する。
- 4) 計測・制御系科目は、ロボット工学の基礎となる計測技術や制御技術などの専門技術を修得することを到達目標とし、計測工学、制御工学Ⅰの必修科目と、信号処理、センサ工学、メカトロニクス、知能ロボットなどの選択科目を履修する。
- 5) 電子・機械系科目は、高度で確実なものづくりを実践するために必要な回路・機構設計技術や、微小機械作成の基礎となる技術を修得することを到達目標とし、材料力学、電磁気学、電気回路の必修科目と、デジタル電子回路、アナログ電子回路、アクチュエータ工学などの選択科目を履修する。

- 6) ヒューマン・システム系科目は、ひとにやさしいシステムを構築するために、生物を模倣した仕組みや、人の認知機構、バイオメカニクスなどを利用してロボットやシステムを知能化する技術を習得することを到達目標として、知能情報工学、ヒューマンインタフェース、生産システム工学などの選択科目を履修する。
- 7) 卒業研究は、特定の課題に対する研究に対して担当教員による日常的な指導を受けながら問題解決能力を養成するとともに、その成果を卒業研究論文にまとめそれを発表することを通してコミュニケーション能力を身につけることを到達目標とする。

ロボット工学科では、学生諸君の自主性を生かし個性を伸ばして4年間の学習をさらに実りあるものにするため、メカトロニクスコースとソフトロボティクスコースの2つの科目履修プログラムからなる新カリキュラムを編成する。メカトロニクスコースは、意欲ある学生諸君に推奨する高度技術者を養成するためのコースで、ロボット工学という融合領域の中でも機械工学を中心とした発展的な履修プログラムである。一方ソフトロボティクスコースはロボットがより人にやさしく人と共生するために、ロボット工学という融合領域の中でも人に関する科学的知識の応用や知能化技術を含む学問を履修するプログラムである。

2年次から3年次に進級する時に、各人の希望に合わせていずれかのコースを選択する。この時に決めたコースでの卒業が基本となるが、途中で希望が変わることもあるため、3年次から4年次に進級する時にコースの変更が可能である。ただし卒業要件が異なるので、コース変更にあたっては教員と相談の上慎重に決めること。

メカトロニクスコースでは教育目標を達成するための具体的な方策として、下記の大項目BからGを学習・教育到達目標として定める。メカトロニクスコースの卒業要件は別表1メカトロニクスコースに記載されている。

- B：地球的視野で技術者の使命・倫理観を考え、社会に貢献することができる。
- C：ロボット工学の基礎知識の習得および知識を適用し応用することができる。
- D：自然科学および工学の専門知識を体系的に理解し、習得した知識をものづくりを通して実践的に活用することができる。
- E：専門知識についての技術・情報を駆使して、与えられた制約条件の中で問題を解決する方法を見出すことができる。
- F：知識や経験を集積し、論理的な思考のもとにプレゼンテーションやコミュニケー

ションを通して他者と協働することができる。

G：持続可能な社会の構築のため，継続して学習し，知識の集積と的確な情報収集を行うことができる。

ソフトロボティクスコースでは教育目標を達成するための具体的な方策として、メカトロニクスコースの学習・教育到達目標に加えて融合領域の学習を加え、下記の大項目AからGを学習・教育到達目標として定める。ソフトロボティクスコースの卒業要件は別表1ソフトロボティクスコースに記載されている。

- A：分野横断的な知識の統合により，人間中心の立場に立った技術の有り方について考え，デザインすることができる。
- B：地球的視野で技術者の使命・倫理観を考え，社会に貢献することができる。
- C：ロボット工学の基礎知識の習得および知識を適用し応用することができる。
- D：自然科学および工学の専門知識を体系的に理解し，習得した知識をものづくりを通して実践的に活用することができる。
- E：専門知識についての技術・情報を駆使して，与えられた制約条件の中で問題を解決する方法を見出すことができる。
- F：知識や経験を集積し，論理的な思考のもとにプレゼンテーションやコミュニケーションを通して他者と協働することができる。
- G：持続可能な社会の構築のため，継続して学習し，知識の集積と的確な情報収集を行うことができる。

各項目の達成に必要な科目は別表3に記載されている。

2.2 2013年度以前入学生を対象としたロボット工学科のカリキュラム編成方針

ロボット工学科の教育目標を満たすため、カリキュラムは共通科目と専門科目に区分されており、専門科目は「共通」「数理・情報系」「計測・システム系」「電子・機械系」「ヒューマンサイエンス系」に区分されている。また講義科目と平行して、早期より工学に対する動機付け、目的意識を明確にするために、体系的な専門技術を身に付けるための実験・演習科目を設けている。

「共通」では、「基礎ゼミナール」「ロボット工学実験」「工学倫理」等を設け、学生の意欲向上、目的意識の明確化を図る。「基礎ゼミナール」では大学における導入教育と位置づけて、少人数でのコミュニケーションや協調性を重視した教育を行う。実験科目を2、3年次にわたり開講し、少人数で複数週を1つのテーマに充て、「ロボット工学実験Ⅰ」「ロボット工学実験Ⅱ」「ロボット工学実験Ⅲ」を修得することにより、

専門分野への動機付けを行うとともに、実験を通して「ものづくり」の面白さを体験する。さらに「工学倫理」では技術者としての社会における倫理観を育む。

「数理・情報系」では、数学の基礎と応用、統計学、情報処理、プログラミングなど、専門分野の基礎となる技術を修得するための科目を配置する。

「計測・システム系」では、単位系や計測技術の基礎となる「計測工学」や、ロボティクスの基礎となる「制御工学」「メカトロニクス」などを設け、専門技術を修得するための科目を配置する。

「電子・機械系」では、電気・電子回路や機構学・CADなど、ものづくりを实践するために必要な回路・機構設計技術や、微小機械作製の基礎となるマイクロマシン技術を修得させるための科目を配置する。

「ヒューマンサイエンス系」では、「生体情報工学」などの脳科学、神経生理学を含むサイエンスに関する知識や、「感覚器工学」「生理心理工学」などの生体機能に関する知識を修得させるための科目を配置する。

卒業研究では「ロボット工学ゼミナール」を卒業研究の導入教育と位置づけ、円滑な卒業研究への導入を図った後、専門知識を深め研究テーマを考究し、論文作成能力を高める教育を行う。

学生諸君は、これらのカリキュラムを好みに左右されることなく幅広く学習することにより、自身の能力を高め、未来の大きな可能性を開くことができる。

卒業要件は別表2に記載されている。

3. 学習時間について

大学では、1単位あたりに必要な学習時間を45時間としている。講義科目1コマは2単位なので、必要な学習時間は90時間となる。そのうち授業時間は1.66時間×14回=23.3時間だけなので、授業時間の数倍の自己学習時間が必要である。

このように、大学の授業では授業時間外に自ら主体的におこなう自己学習時間を要求しており、後継の各科目のシラバスにあるように予習と復習の必要性が示されるとともに、授業ごとに宿題や課題が課され、それらの成果を成績評価に反映する科目も多くある。各科目の受講にあたって、担当教員から予習・復習についての注意事項が示されるので、シラバス各ページの右にある予習・復習のチェック欄を利用して、おのおのが受講に必要な予習・復習をきちんと行い、それをチェックする習慣を身につけること。

4. おわりに

卒業要件は当学科を卒業するために必要な条件であるが、ますます高度化する社会

のニーズに対応するためには決して十分であるとはいえない。積極的により多くの単位を修得し、問題解決能力をさらに高めることが望まれる。

学部卒業後は大学院へ進学し、さらに高度な知識と技術を身につけることが推奨される。本学の研究科博士前期課程ならびに博士後期課程への進学の道を開いており、意欲ある学生諸君を歓迎する。

別表1 卒業要件（2014年度以降入学生に適用）

「卒業に必要な単位数」メカトロニクスコース

キャリア形成の基礎：

人文社会・総合10単位，外国語（英語6単位を含む）8単位，体育2単位を含む・・・20単位

工学の基礎：・・・26単位

その他：

キャリア形成の基礎、工学の基礎、数理科学と教育、所属学科の専門科目、その他の連携科目、他学科の専門科目および他学部の科目・・・8単位

ロボット工学科の専門科目：

必修科目・・・28単位

コース必修科目・・・12単位

ロボット工学実験Ⅲ、応用数学A、信頼性工学、機構学、機械力学、熱・流体力学を修得していること

選択科目・・・30単位

キャリア形成の基礎、工学の基礎、その他、ロボット工学科の専門科目の単位数の合計・・・124単位

「卒業に必要な単位数」ソフトロボティクスコース

キャリア形成の基礎：

人文社会・総合10単位，外国語（英語6単位を含む）8単位，体育2単位を含む・・・20単位

工学の基礎：・・・26単位

その他：

キャリア形成の基礎、工学の基礎、数理科学と教育、所属学科の専門科目、その他の連携科目、他学科の専門科目および他学部の科目・・・8単位

ロボット工学科の専門科目：

必修科目・・・28単位

コース必修科目・・・8単位

コンピュータシステム基礎、離散数学、知能情報工学、センサ工学を修得していること

選択科目・・・34単位

キャリア形成の基礎、工学の基礎、その他、ロボット工学科の専門科目の単位数の合計・・・124単位

メカトロニクスコース、ソフトロボティクスコースとも工学の基礎科目の中で、次の条件を満たしておくこと。

○工学倫理の科目を修得していること

○解析学Ⅱ、解析学Ⅱ演習、解析学Ⅲ、解析学Ⅲ演習、線形代数学Ⅰ、線形代数学Ⅱ、計6科目のうち4単位以上修得していること

○微分方程式Ⅰ、微分方程式Ⅱ、計2科目のうち2単位以上修得していること

○物理学 a、物理学 b、物理学 c、物理学実験、エンジニアリング探求演習（PBL）、計5科目のうち4単位以上修得していること

別表2「卒業に必要な単位数」(2013年度以前入学の学生)

共通科目：

人文社会・総合16単位，外国語（英語6単位を含む）8単位、体育2単位を含
めた総合人間学系30単位，総合理学系10単位を含む。……………40単位

ロボット工学科の専門科目：

必修科目……………38単位

選択科目……………46単位

共通科目とロボット工学科の専門科目の単位数の合計……………124単位

別表3 学習・教育到達目標と各目標の達成に必要な科目

	学習・教育到達目標	目標達成に必要な科目
A	分野横断的な知識の統合により、人間中心の立場に立った技術の有り方について考え、デザインすることができる	卒業研究 ロボット工学ゼミナール マイクロマシン 生体情報工学 ヒューマンインタフェース アフェクティブコンピューティング
B	地球的視野で技術者の使命・倫理観を考え、社会に貢献することができる	ロボット工学概論 基礎ゼミナール 先端技術論 卒業研究
C	ロボット工学の基礎知識の習得および知識を適用し応用することができる	応用数学 A, 応用数学 A 演習 応用数学 B, 応用数学 B 演習 コンピュータシステム基礎 信号処理 計測工学 制御工学 I, 制御工学 II ロボット制御 メカトロニクス 電磁気学 電気回路 デジタル電子回路, アナログ電子回路 材料力学 機構学, 機械力学 熱・流体力学 アクチュエータ工学 計算力学 センサ工学 ロボット工学実験 I, ロボット工学実験 II
D	自然科学および工学の専門知識を体系的に理解し、習得した知識をものづくりを通して実践的に活用することができる	解析学 I 演習, 解析学 II, 解析学 II 演習, 解析学 III, 解析学 III 演習, 物理学 a, 物理学 b, 物理学 c, 物理学 d 線形代数学 I, 線形代数学 II 確率統計学 離散数学 微分方程式 I, II 物理学実験 基礎情報処理 I, 基礎情報処理 II 機械電気 CAD・同演習
E	専門知識についての技術・情報を駆使して、与えられた制約条件の中で問題を解決する方法を見出すことができる	卒業研究 機械工作実習 情報処理 I・同演習, 情報処理 II・同演習 設計製図 知能情報工学 知能ロボット ロボットビジョン システム工学 生産システム工学 信頼性工学 プロジェクトマネジメント ロボット工学実験 III
F	知識や経験を集積し、論理的な思考のもとにプレゼンテーションやコミュニケーションを通して他者と協働することができる	卒業研究 ロボット工学ゼミナール 工学英語演習 ロボット工学実験 III
G	持続可能な社会の構築のため、継続して学習し、知識の集積と的確な情報収集を行うことができる	卒業研究