

工業高等専門学校での体験学習による低学年へのロボット教育

宮脇和人* 木澤 悟* 齊藤 亜由子* 小林 義和*

Robot Education for Earlier Grade Students by Active Learning
in National Institute of Technology

Kazuto Miyawaki*, Satoru Kizawa*, Ayuko Saito* and Yoshikazu Kobayashi*

Since the establishment of the National Institute of Technology, Akita College 53 years ago, it has permitted students to choose one course among four in the Department of Mechanical Engineering, Department of Electrical and Computer Engineering, Department of Applied Chemical, or Department of Civil and Environmental Engineering. However, students have been able to enter a desired course after admission after a large comprehensive entrance system was introduced in fiscal year 2017. During the first year, all students take the Creative Systems Engineering course and finish the same curriculum for one year. Through this sweeping change, during the second year and thereafter, each student will be able to choose a course independently from the Department of Mechanical Engineering, Department of Electrical and Information Engineering, Department of Chemical and Biological Engineering, and Department of Civil Engineering and Architecture. For this reason, we trained all first-year students in robot and 3D CAD education, which is the main theme of the Robotics Course, to choose one course after completing the first year. The contents of the education are industrial robots, mobile trace robots, humanoid robots and 3D CAD. Therefore, we trained students about the methods of operation using the four. At the completion of the training, we compiled reports and administered a questionnaire. The questionnaire results demonstrate that it became clear that students in lower grades thought that learning about robots and 3D CAD was important, and were actively working on classes.

Key Words: Robot Education, 3D CAD, Lower Grade Students, Training

1. はじめに

文部科学省では2014年度から専門的職業人を育成することを目的に、スーパープロフェッショナルハイスクール事業を行っている[1]。特に工業高校の指定校では、産学官の連携を図り企業技術者から指導を受け、例えば高度なもの作りの製作過程に欠かせない3D CADの利用やロボットプログラミングなどのプロフェッショナルな人材育成の教育に取り組んでいる[2][3]。また、昨今の理科離れに対応すべく新しい教育プログラムの策定[4]、地域に根ざしたロボット教室[5]、生徒が直感で理解できる水中ロボット[6]、プログラミング学習の取り組み[7]の事例が報告されている。一方、工業高等専門学校では、3D CADを利用し意匠設計などデザイン教育をいち早く導入した教育事例[8]、ロボットを用いたPBL教育[9]、社会実装ロボット教育[10]、創造的ロボット教育[11]、ロボットの社会的役割の重要性からすでに醸成されたロボコン等[12]~[14]によるもの作り教育を利用してロボット技術への動機付け教育が昨今活発に行われている[15]。

従来から、工業高等専門学校の社会的ミッションは「創造性

のある実践的技術者の育成」であり、すなわち工業高等専門学校においても早期教育の利点を活かしたもの作りの教育実践が試行錯誤しながら行われている[16]。特に、昨今の入学生は括り募集入学のため1年次においては学科の垣根がないことも多く、もの作り教育などの実践的な授業の中で、機械工学の社会的意義や重要性を伝えることが必要になっている。もの作り工程は今も昔も変わらず、その工程は設計に始まり製造に至る体制であるが、もの作りに使用するツールは、近年劇的に変化している。一例として、設計段階においては手描き図面から3D CADによる設計支援へ、そして製造現場ではCAD/CAM、IoT技術、ロボットやマシニングセンタなどの自動化による生産性の向上が日進月歩で進められている。工業高等専門学校の5年間をとおして「学生のときにイメージしていたもの作り・製造現場」と、就職後に実感する「現実のもの作り・製造現場」に乖離が生じないようにするためには、最先端の技術に触れ、「現実のもの作り・製造現場」をイメージすることができる教育が必要である。ロボットなど学生が興味を持ちやすいテーマを設定した場合においても、現実のもの作りにおいて重要なロボットの機構と設計ツールである3D CADを関連付けて授業を行う事例はほとんどない。

そこで本論文では、筆者らが所属する秋田工業高等専門学校創造システム工学科において、平成29年度前期に第1学年の学生を対象に実施した低学年へのロボット教育「基礎工作実習」について報告する。これまでの工業高等専門学校は15歳の入

原稿受付 2019年3月28日

*秋田工業高等専門学校

*National Institute of Technology, Akita College

■本論文は提案性(人材育成・社会分野)で評価されました。

■本論文は第36回日本ロボット学会学術講演会で推薦を受けて投稿されました。

学時に自分が進む学科を決定していた。また、工業高校においても15歳の入学時に学科を決定している。工業系大学においても18歳の入学時にほぼ進む学科が決定している。これに対して、まだ進む学科が決定していない工業高等専門学校1年生全員にロボットおよびCADなどの体験学習を実施し、その後自分に合った進路を決定させる仕組み作り(カリキュラム)を新しく構築し、その仕組みを定量的に評価した。つまり、工業高等専門学校に入学する15歳の1年生全員が同じカリキュラムを受講し、自分が進む系を1年間じっくり検討する。その後自分の興味関心に基づいて好きな進路を決定し、2年生から選択した系に進み専門分野を学ぶことになる。ロボットは機械工学全般の要素を含んでおり、中学校を卒業して間もない学生においても興味を持ちやすい教材である。基礎工作実習においては、ロボットをテーマにした授業として、ロボットの種類や用途、簡単な動作原理を紹介するロボット教育と、3D CADの基本的な操作方法を教えるための3D CAD基礎教育の二つの授業を行った。さらに、各授業終了後、学生に実施したアンケート結果を分析する。

2. 低学年への専門教育

平成29年4月より、秋田工業高等専門学校は従来の4学科制(機械工学科、電気情報工学科、物質工学科、環境都市工学科)から、学年の進行により専門を深めてゆく1学科(創造システム工学科)・4系制(機械系、電気・電子・情報系、物質・生物系、土木・建築系)への学科再編を行い、全新生が創造システム工学科へ入学する括り募集入学となった。学科再編は、少子高齢化社会に対応した志願者数の維持や、各国立高専が自主・自律的な改革により多様に発展していくための施策として、国立高等専門学校機構が第二期中期目標期間事業報告書[17]において積極的に推進している。秋田工業高等専門学校においては、1年次に工学系のすべての専門分野の基礎知識を習得させ、学生が入学後に自身の興味関心・適性を十分に考慮して進級する分野を選択し、学科とのマッチングを経て勉学に集中することができる環境を整備するため、専門分野で区別されない括り募集入学体制となる学科再編を行った。全新生が同じカリキュラムの講義を1年間履修し、2年次以降に各人が希望する系へ進む教育課程となっている。そのため、新入生が1年次終了時までに希望の系を選択することができるように、1年次におい

ては、4系制の横断的な「基礎工作実習」、「工学概論」、「情報基礎」の三つの科目において初年次教育を行っている。基礎工作実習においては機械系、電気・電子・情報系、物質・生物系、土木・建築系における実験・実習の導入および工作機械の使用方法を指導する。工学概論は各系の専門分野への導入として、基礎となる知識を座学または実習形式で講義する。情報基礎はC言語とOfficeの基礎を実習形式で指導する授業である。

基礎工作実習は、週2時間(90分間)の授業を前期・後期にそれぞれ15回ずつ実施する通年科目である。本科目の授業予定表(前期分)をTable 1に示す。第1学年は1~4組の4クラスに分かれており、教室や教員のスケジュールの都合上、前期に1, 2組が工場実習を、3, 4組が機械系、電気・電子・情報系、物質・生物系、土木・建築系の実習を受講し、後期に系を入れ替えて前期に受講していない授業を受講する。一つの系が受け持つ講義は3回ずつであり、学生は1年を通じて工作機械の基礎的な使用方法を習得するとともに、各系の特色を広く学ぶことができる。機械系の基礎工作実習においては、1週めにロボット、2週めに3D CAD、3週めに熱電対を用いた温度計測を行う。ロボットと3D CADを学ぶことにより、実際の産業界において使用されている技術に触れることが可能であり、熱電対を用いた温度計測は測定機器を適切に使用し、センシング技術に慣れることが可能である機械工学に関する基礎的な実験を正確に行うための導入講義として実施している。

3. 低学年へのロボット教育

ロボットに関連する「ロボット教育」、「3D CAD基礎教育」の二つの題材に関して、それぞれ90分ずつ実施した。以下に、各授業の概要を詳細に説明する。

3.1 ロボット教育

ロボット教育においては、授業開始後20分間でロボットの歴史と産業で用いられるロボット、福祉・医療分野で今後利用されそうなロボットなどロボットテクノロジーのキーワードを紹介した。続いて、①産業用ロボット、②移動型トレースロボット(車輪型ロボット)、③ヒューマノイドロボット(ヒト型2足歩行ロボット)を用いて各20分間、動作方法を実習した。ロボットの役割は従来、産業界で利用されていたが、危険環境下での作業代行、日常生活支援に向けて広がりが期待されている[18]。そこで、様々なロボットの中から産業界で利用さ

Table 1 Class schedule

週	1	2	3~4	5	6~8	9~11	12~14	15
1組	ガイダンスと 安全教育	工場 ガイダンス	工場実習					アンケート
2組								
3組	ガイダンスと レポート指導	電気・電子・ 情報系 実習	レポート 指導	機械系 実習	土木・建築系 実習	物質・ 生物系 実習		
4組		土木・建築系 実習	レポート 指導	物質・ 生物系 実習	電気・電子・ 情報系 実習	機械系 実習		

れる産業用ロボットとして腕型ロボットを採用した。次に危険環境下で作業を代行する無人搬送システムとして車輪型ロボットを採用し、日常生活支援ロボットとして期待されるヒト型の2足歩行ロボットを採用した。最後に10分で体験学習に関するレポートを作成した。

3.2 産業用ロボット

国内で最も多く利用されているロボットは産業用ロボットであり、今後の市場予測[19]においても引き続き大きな市場規模を確保しているため、低学年の学生にもロボットの基本として産業用ロボットの構造と動作方法を示した(Fig. 1)。水平多関節型(SCARA)ロボットアーム(型式:VS-ASR ヴィストン株式会社製)を利用し、動作方法を説明すると同時にシミュレータによりロボットへのティーチング手法を示した。このロボットはアーム回転軸1, アーム回転軸2, アーム上下軸, ハンド回転軸, ハンド開閉軸の6軸構造となっており, ロボットアームの先端はX, Y, Z軸上を立体的に移動できるロボットであることを直感的に示した。

ロボットへのティーチング機能は付属のシミュレータソフト(Fig. 2)を利用して, 学生が自らパソコンを操作し, ロボットの動作を確認した。シミュレータの機能は次に示す4種類である。

(1) モータ角度を指定する手法: モータごとに角度を直接指定

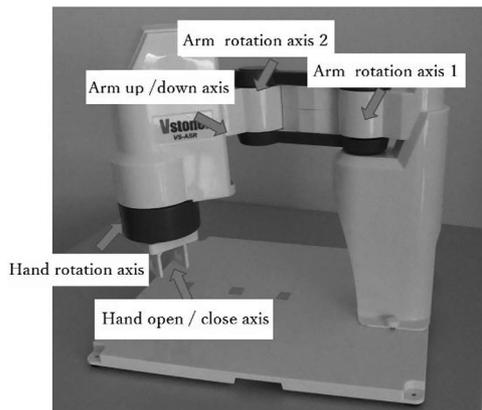


Fig. 1 Industrial robot (SCARA type)

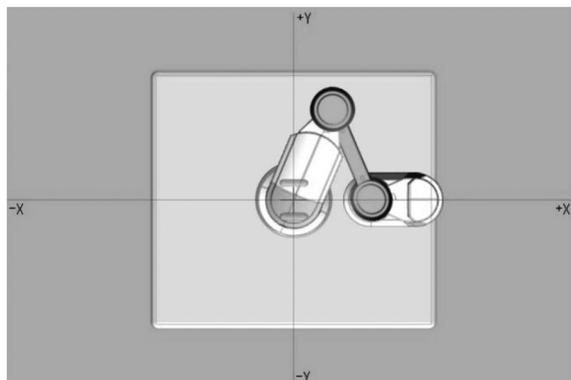


Fig. 2 Simulator for robot operation

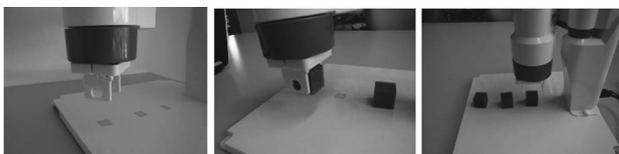


Fig. 3 Robotic block masonry work

する方法で, ハンド先端位置を設定するには作業者には直感的に分かりにくい。

(2) 目標値の座標を指定する手法: アーム先端のX/Y/Z座標とハンドヨー軸の角度・ハンド開閉軸の幅を指定する。アームを座標基準で動かすときに利用。

(3) 仮想ロボットをマウスで操縦する手法: パソコン上のハンドのモデルをマウスで動作させるため直感的だが正確性に欠ける。

(4) ロボット本体から教示する手法: ロボット本体からモータ角度を取得, 実際のロボットの動きや持たせる物などを確認しつつポーズを作成することができる。

産業用ロボットの動作方法とティーチング手法を説明した後Fig. 3に示すブロック積み作業のプログラムの例を提示し, ロボットプログラムの特徴である, 一度プログラムを作ると何度でも実施することが可能であることを示した。

3.3 移動型トレースロボット

移動型トレースロボット(型式:VS-93391 ヴィストン株式会社製)をFig. 4に示す。このロボットの主な構成要素である, アクチュエータ, センサ, コントローラの仕組みと簡単なプログラムの実習を体験させた。

初めに, 移動型トレースロボットに利用されているアクチュエータは電動モータであることを説明した。アクチュエータは可動機構には必ず存在し, 特にロボットにおいては重要な構成要素となる。次に移動型トレースロボットに利用されている赤外線センサについて紹介した。さらに, プログラミング(Fig. 5)を用いて, センサで計測した情報をアクチュエータにフィードバックさせる仕組みを学習させた。

3.4 ヒューマノイドロボット

ヒューマノイドロボット(型式:KHR-3HV 近藤科学株式会社製)をFig. 6に示す。このロボットを利用して, モータの協調動作により人間の動作を再現している様子を実演した。このロボットのモータの数は全部で17個(腕部:3個×2=6個,

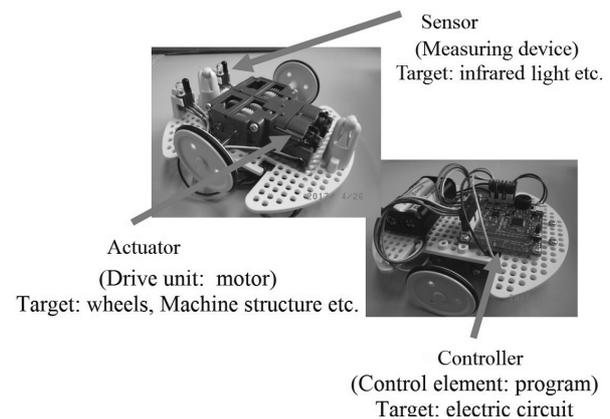
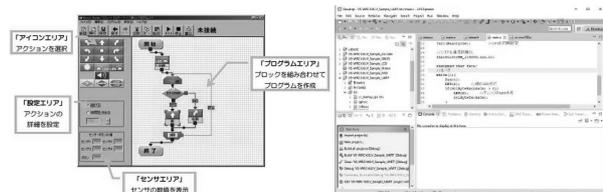


Fig. 4 Components of line tracing robot



(a) Flow chart method

(b) Programming (C language)

Fig. 5 An example of programming for line tracing robot

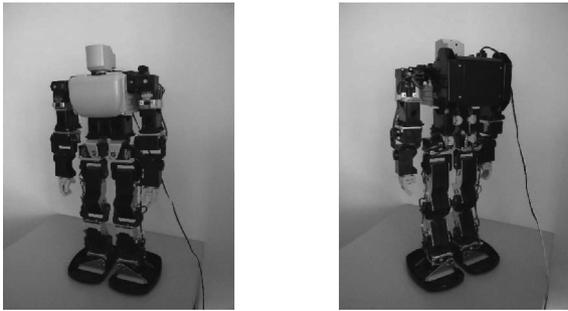


Fig. 6 Appearance of humanoid robot

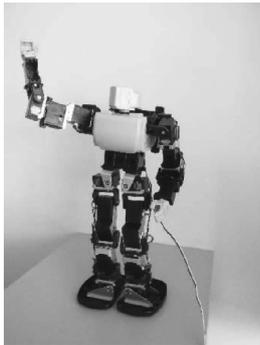


Fig. 7 Hand waving gesture

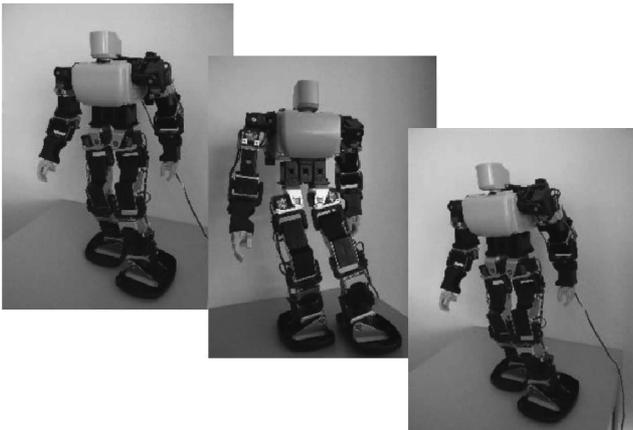


Fig. 8 Biped walking

足部：5個×2脚＝10個，首部：1個）で構成されている。ロボットがいかにも人間のような動きになるようにあらかじめ教員がプログラムを作成した。特徴的な動作として腕を振る動作（Fig. 7）歩行動作（Fig. 8）立ち上がる動作，座る動作，片足立ちの動作などを学生に体験させた。

4. 低学年への3D CAD教育

4.1 3D CAD基礎教育

現在3D CADは設計，製造現場では必要不可欠な「もの作り」のツールである。生産性の向上のメリットはとてつもなく大きいことはもちろんだが，知的な発想やイメージを形に起こすことができる便利なツールでもある。

一般的には，もの作りのスタートは設計であり，技術者は生み出す力を要求される。つまり技術者として要求される能力は発想やアイデアを形に変える能力である。この能力は学科や分野にとらわれない，技術者として必要な基本的な素養であり，低学年時からそのためのツールを使いこなすことで，創造力と

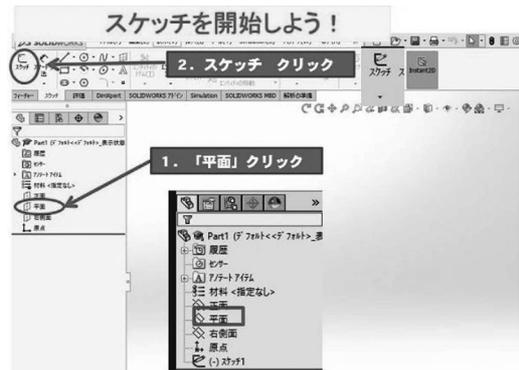


Fig. 9 Drawing procedure using power point

現実の形のギャップの修正力を培うことができると考えられる。また，学生たちは三次元の空間に住んでおり，生活空間にあるすべての対象物は三次元形状をしており，この形状情報を伝える手段としてのツールを使いこなすことは大変重要だと考えられる。紙による平面図の組み合わせで三次元対象物の情報伝達も可能であるが，二次元図面では，三角法の知識がないと図面から構造や形状を読みとることが難しい。しかし，三次元モデルであれば誰もが形状や構造を容易に把握でき，分かりやすさという点で高効率である。また，三次元形状の情報伝達手段としてのツールである3D CADの操作の取得は，物体のデザインを創造することに主眼をおけば，機械系，電気・電子・情報系，物質・生物系，土木・建築系という系の枠にとらわれずに，アイデアを形にするという点で重要であり，ロボット製作，コンテスト，特許商品作りに大いに役立つ。以上の観点から，基礎工作実習のカリキュラムに3D CAD習得を取り入れることとした。

4.2 3D CADとしてのSolidWorks

機械系の3D CADはハイエンドとよばれるCATIAやPro/ENGINEER，ミッドレンジとよばれているSolid Works，Inventorが企業等で使われている。秋田工業高等専門学校では，平成22年度からSolid Worksを100ライセンス購入し，設計製図，卒業研究，創造設計製作，創造工学演習等の授業およびロボットコンテストにおけるロボット設計開発の用途に用いている。Solid Worksはモデル部品の設計，アセンブリ機能のほか二次元のCADと同じように部品図への展開も可能である。さらに，シミュレーションや構造解析機能を有し，干渉認識，応力計算および動力学計算が可能である。しかしながら，すでにCAD教育を導入している大学のアンケート調査等を見てみると，3D CADの操作は楽しくはあるが意外と難解であると感じ，同時に役立つツールであるという結果がある。つまり，3D CADの導入は大切であるが，低学年からの導入は教授方法を工夫する必要がある[2]。

4.3 3D CADを利用した課題

講義の工夫としては短い講義時間内に，効率的にCAD操作を教授して操作を理解し，構造物の三次元形状を把握してもらえるように，手順書はパワーポイント（Fig. 9）で電子黒板に投影し，教師による作業手順操作はプロジェクトで投影をし，2画面による講義スタイルで行った。これにより教師の作業手順操作を投影したプロジェクトに，学生が操作をトレースできなくても，電子黒板の手順テキスト画面を見ることで操作の遅れをカバーでき，大人数の一斉授業を可能にした。また，CADへの興味を高める工夫として，約5分間の導入講義を実施した。

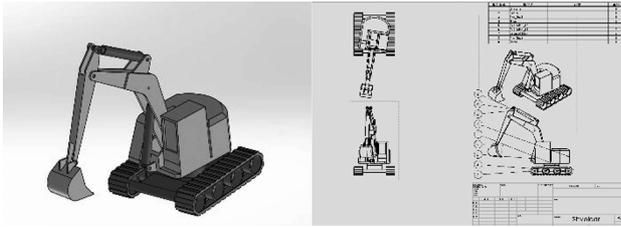


Fig. 10 Excavator

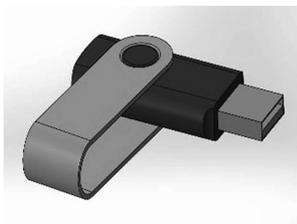


Fig. 11 USB flush device



Fig. 12 Local mascot of Akita (Sugicchi)

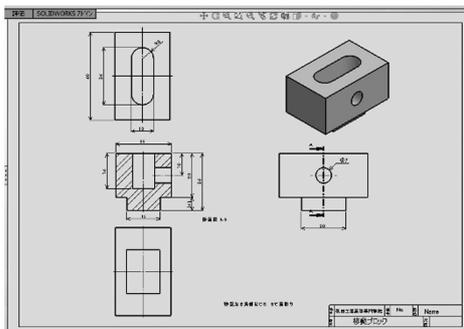


Fig. 13 Drawing example

導入講義では CAD でどんなことが製作可能で、将来どのように役立つのかも伝え、その一例として、機械図面としてのショベルカー (Fig. 10)、アセンブリの例として学生たちが身近に使っている USB メモリ (Fig. 11) を示し、二つの部品から構成されていること、二つの部品をアセンブルすることでカバー部分を回転させることができることを見せた。そして、秋田県のゆるキャラであるスギッチ (Fig. 12) もデザインできることを見せることにより積極的に CAD に取り組む動機付けを与えた。事例サンプルを見せることで CAD は幅広くアイデアを形にできることを教授した。さらに、ものを作る最終段階では、部品に二次元図面の寸法線を入れ三面図 (Fig. 13) で描き、加工するという、もの作りの上流から下流への一連の設計の流れを説明した。短い導入講義ではあるが、「CAD への興味関心」、「CAD の大切さ」、「CAD は将来役立つ設計ツールであること」を教授し、また、学生の CAD 操作の遅延をカバーする講義方法を考えることで「CAD 操作への理解」や「積極的に授業に取り組む」工夫をした。

学生への 3D CAD の課題については、機械系では一般的なバイス (Fig. 14) の部品である移動ブロック (Fig. 15) とした。Solid Works の操作は、比較的多くの手順を必要とし、簡単な部品でも多くの時間を要する。そのため 90 分という講義時間のなかで、移動ブロックは身近でかつ短時間で多くの操作手順を学べる単純な対象物である。カリキュラム内容は、部品のスケッチ編集操作として矩形、円形、長穴の描画、また、フィーチャー編集では、押し出し、押し出しカットによるソリッド形

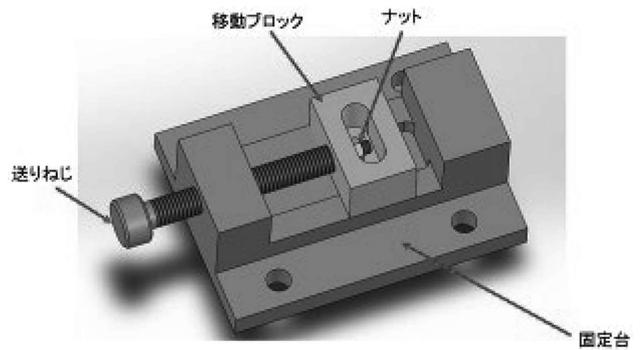


Fig. 14 Machine vise

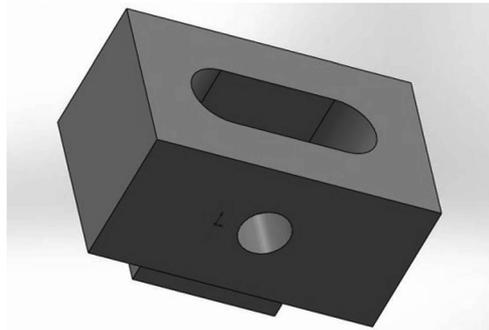


Fig. 15 Moving block (one of the parts of machine vise)

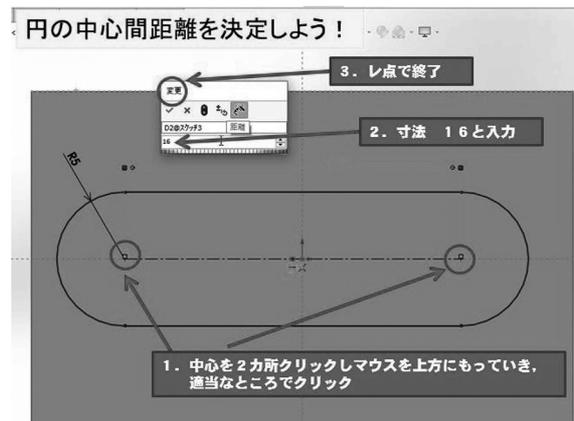


Fig. 16 Build process of slotted hole

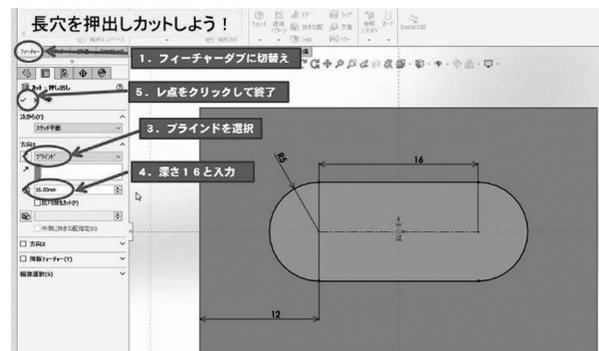


Fig. 17 Process of exclusion and cut

状の習得、そして寸法の入力方法を教授する。実際の 3D CAD 操作はスケッチで作成した平面図形を押し出し、あるいは押し出しカット等のフィーチャーの組み合わせによる一連の作業となる。

講義の一例として、長穴のスケッチ作成 (Fig. 16), 長穴の押し出しカットによるフィーチャー作成 (Fig. 17), 押し出しカット後の長穴の生成 (Fig. 18) の手順を示す。ブロックという単純な形状であるが、矩形の押し出し、円形および長穴の押し出しカットなど、短時間で多くの操作法を学習し、基本的な 3D CAD の操作を習得できる。この時点で学生は、ほぼ自由に Solid Works を使いこなせる状態になり、基本操作をマスターすれば、教師の説明がなくても自力でテキストを見ながら、更に複雑な操作を覚え、楽しみながら三次元形状をデザインしている。

5. 授業アンケート結果

平成 29 年度に基礎工作実習を受講した学生 160 名から得られたアンケート結果を報告する。アンケートの設問内容を Table 2 に示す。設問 (1)~(6) はロボット教育に関する設問、設

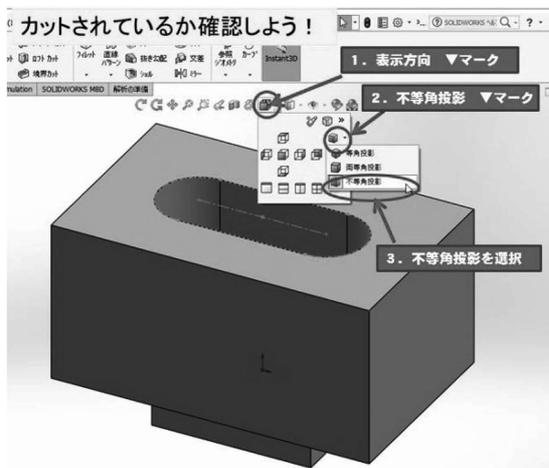


Fig. 18 3D model generation by extrusion and cutting

問 (7)~(12) は 3D CAD 教育に関する設問であり、設問 (13)~(16) は機械系の基礎工作実習を受講して得られた成果に関する設問である。また、設問 (17) は、2 年次以降に機械系へ進級した学生のみへの設問である。すべての設問において、回答の選択肢は、5. 思う、4. 少し思う、3. どちらでもない、2. あまり思わない、1. まったく思わない、の 5 種類である。アンケート結果を Table 3 に示す。Table 3 (a) は機械系へ進級した学生 46 名の結果であり、Table 3 (b) は機械系以外へ進級した 114 名の結果である。Table 3 の数値は各設問における回答番号の平均値を示しており、数値が高いほど (5 に近いほど) 肯定的に捉えられた結果を表し、括弧内の数値は標準偏差を示す。また、ロボット教育と 3DCAD 教育それぞれにおける設問どうしの関連を検討するため、設問 (1)~(6)、および設問 (7)~(12) の結果を相関分析し、得られた相関係数を Table 4, Table 5 に示す。Table 4 は機械系へ進学した学生 46 名の結果であり、Table 5 は機械系以外へ進学した 114 名の結果である。設問 (17) は、基礎工作実習が機械系へ進級した学生の進路選択に貢献したかどうかを問う重要な設問であるため、Table 4 においては各設問と設問 (17) との相関係数の結果も示している。

Table 3 より、設問 (1), (4), (7), (10) における結果は Table 3 (a) において 4.00 以上、Table 3 (b) において 3.70 以上である。本結果より、学生はロボットと 3D CAD に関する勉強は大切だと感じ、積極的に授業に取り組んでおり、特に機械系の学生においてはその傾向が強く表れている。一方で、関連する職業に就きたいかを問う設問 (6), (12) の結果は、Table 3 (a), (b) とともにロボット教育と 3D CAD 教育それぞれに関する設問の中で最も小さい平均値、かつ標準偏差が最も大きな値である。自由記述欄には、「楽しい授業だったが、ロボットや 3D CAD を扱う職業に就きたいとは思わない」など、楽しい体験が必ずしも将来就きたい職業につながらない結果が示されており、将来に対する考えに関して個人の差が大きいことや、1 年生は将

Table 2 The questionnaire items

- | |
|---|
| <p>(1) ロボットに関連する知識の勉強は大切だと思いますか。</p> <p>(2) 機械系の基礎工作実習を受けて、ロボットへの興味が高まったと思いますか。</p> <p>(3) 機械系の基礎工作実習を受けて、ロボットへの理解が深まったと思いますか。</p> <p>(4) ロボットの授業に関して、積極的に授業に取り組むことができたと思いますか。</p> <p>(5) ロボットの授業で学んだことに関して、将来役に立つと思いますか。</p> <p>(6) 将来、ロボットに関連する職業に就きたいと思いますか。</p> <p>(7) 3D CAD に関連する知識の勉強は大切だと思いますか。</p> <p>(8) 機械系の基礎工作実習を受けて、3D CAD への興味が高まったと思いますか。</p> <p>(9) 機械系の基礎工作実習を受けて、3D CAD への理解が深まったと思いますか。</p> <p>(10) 3D CAD の授業に関して、積極的に授業に取り組むことができたと思いますか。</p> <p>(11) 3D CAD の授業で学んだことに関して、将来役に立つと思いますか。</p> <p>(12) 将来、3D CAD に携わる職業に就きたいと思いますか。</p> <p>(13) 実際の設計・製造現場におけるロボットや 3D CAD の役割を理解することができたと思いますか。</p> <p>(14) ロボットを製造現場で利用する際、使用者がロボットの構造や制御メカニズムを理解することは重要だと思いますか。</p> <p>(15) 3D CAD を設計ツールとして使用する際、設計者が図面作成における基本的な知識や製品の材料、加工方法に関する知識を習得することは重要だと思いますか。</p> <p>(16) 基礎工作実習などの体験学習を受けることは、自分の進路決定・系の選択に役立っていると思いますか。</p> <p>(17) (機械系へ進級した学生のみへの設問) 基礎工作実習でロボット・3D CAD を学んだことは、機械系を進路に選ぶきっかけになったと思いますか。</p> |
|---|

Table 3 The average value of the questionnaire result (Standard deviation)

(a) The results of students in the Department of Mechanical Engineering

Question (1)	question (2)	question (3)	question (4)	question (5)	question (6)
4.28 (0.83)	3.79 (1.04)	3.77 (0.96)	4.00 (0.91)	4.02 (0.92)	3.74 (1.01)
question (7)	question (8)	question (9)	question (10)	question (11)	question (12)
4.15 (0.88)	3.87 (0.95)	3.72 (0.88)	4.04 (0.88)	3.89 (1.05)	3.57 (1.16)
question (13)	question (14)	question (15)	question (16)	question (17)	
3.94 (0.96)	4.32 (0.78)	4.36 (0.74)	4.28 (0.85)	3.60 (1.22)	

(b) The results of students except for in the Department of Mechanical Engineering

Question (1)	question (2)	question (3)	question (4)	question (5)	question (6)
3.82 (1.11)	3.26 (1.22)	3.38 (1.12)	3.73 (1.05)	3.39 (1.04)	2.57 (1.26)
question (7)	question (8)	question (9)	question (10)	question (11)	question (12)
3.92 (1.11)	3.32 (1.24)	3.41 (1.25)	3.75 (1.19)	3.61 (1.14)	2.81 (1.25)
question (13)	question (14)	question (15)	question (16)		
3.26 (1.18)	4.16 (1.08)	4.16 (1.01)	3.82 (1.31)		

Table 4 The coefficient of correlation results of students in the Department of Mechanical Engineering

(a) Robot

	question (1)	question (2)	question (3)	question (4)	question (5)	question (6)
question (2)	0.623					
question (3)	0.601	0.753				
question (4)	0.723	0.758	0.747			
question (5)	0.620	0.571	0.571	0.702		
question (6)	0.660	0.581	0.535	0.586	0.494	
question (17)	0.495	0.527	0.472	0.525	0.507	0.589

(b) 3D CAD

	question (7)	question (8)	question (9)	question (10)	question (11)	question (12)
question (8)	0.798					
question (9)	0.417	0.625				
question (10)	0.771	0.754	0.519			
question (11)	0.627	0.419	0.370	0.522		
question (12)	0.593	0.513	0.461	0.528	0.733	
question (17)	0.415	0.338	0.480	0.356	0.625	0.512

来の職業についてはまだ十分に検討できていない段階であることが考えられる。

現実のものづくり・製造現場において必要な知識、技術を理解することができたかを問う設問 (14), (15) の結果は, Table 3 (a), (b) とともに平均値が 4.1 以上であった。本結果は, 進級した系に関係なく, ほぼすべての学生がロボットや 3D CAD

を実社会において使用する際, 単にユーザとして使用方法を習得するだけでなく, 背景となる知識を得ることが重要だと理解したことを示している。設問 (16) における結果は, Table 3 (a) において 4.28, 標準偏差 0.85 であり, 機械系へ進級した学生にとっては基礎工作実習のような体験学習が系の選択において役立っていることが明らかとなった。一方で, Table 3 (b) の設問

Table 5 The coefficient of correlation results of students except for in the Department of Mechanical

(a) Robot

	question (1)	question (2)	question (3)	question (4)	question (5)
question (2)	0.557				
question (3)	0.480	0.675			
question (4)	0.481	0.505	0.545		
question (5)	0.575	0.463	0.553	0.462	
question (6)	0.536	0.453	0.374	0.324	0.336

(b) 3D CAD

	question (7)	question (8)	question (9)	question (10)	question (11)
question (8)	0.492				
question (9)	0.492	0.783			
question (10)	0.493	0.456	0.585		
question (11)	0.623	0.571	0.546	0.553	
question (12)	0.442	0.380	0.469	0.422	0.604

(16) においては3.82, 標準偏差 1.31 であり, ほかの系へ進級した学生にとっては, 体験学習が系の選択において役立つ傾向は弱く, 個人の差が大きいことから, 基礎工作実習のような体験学習以外の経験により系を選択した可能性が考えられる。

Table 4 より, 設問 (1) と (4), (2) と (4), (7) と (10), (8) と (10) における相関係数は0.723 以上であり, ロボット教育, 3D CAD 教育ともに, 機械系へ進級した学生において「関連する知識の勉強が大切であると感じたこと」, 「興味が高まったこと」と, 「積極的に授業に取り組んだこと」には強い正の相関があることが明らかとなった。一方で, Table 5 における設問 (1) と (4), (2) と (4), (7) と (10), (8) と (10) の相関係数は0.505 以下であり, 機械系以外の系へ進級した学生においては, 強い相関がみられなかった。本結果は, 機械工学分野に興味を持った学生が機械系へ進級し, 機械工学分野に興味を持たなかった学生は機械系以外へ進級したことを表している。機械系以外の系へ進級した学生においては, 「興味は高まったが, 積極的に授業に取り組まなかった」, 「積極的に授業に取り組んだが, 興味は高まらなかった」学生が含まれることが考えられるが, Table 5 における設問 (2) と (3), (8) と (9) の相関係数はそれぞれ0.675, 0.783 であり, 機械系以外の系へ進級した学生においても, 興味と理解度には相関があることが明らかとなった。

機械系へ進級した学生に対する各設問と設問 (17) との相関係数は, ロボット教育に関しては設問 (6) の0.589 が最も大きく, 3D CAD 教育に関しては設問 (11) の0.625 が最も大きい結果であった。本結果は, ロボットに関連する職業に就きたい, 設計ツールとして3D CAD の知識を身につけることで将来役立つという考えが機械系を選択するきっかけの一つになっていたことを示している。

6. ま と め

本研究では, 秋田工業高等専門学校の創造システム工学科 1

年生を対象に行われている基礎工学実習の授業の内容 (ロボット教育と3D CAD) について紹介した。また, 機械系へ進級した学生に対して, ロボット教育および3D CAD に関するアンケート調査を行った。さらに, ロボット教育, 3D CAD それぞれのアンケート結果に関して, 相関係数を求め評価した。得られた結果を以下に述べる。

- (1) アンケート結果より, 進級した系に関係なくほとんどの学生がロボットと3D CAD に関する勉強は大切だと感じ, 積極的に授業に取り組んでおり, 特に機械系へ進級した学生においてはその傾向が強く表れていることが明らかになった。
- (2) 機械系へ進級した学生のアンケート結果は, ロボット, 3D CAD に関する設問ともに「関連する知識の勉強が大切であると感じたこと」, 「興味が高まったこと」と, 「積極的に授業に取り組んだこと」には強い正の相関があることが明らかになったが, 機械系以外の系へ進級した学生においては, 強い正の相関がみられなかった。
- (3) 機械系へ進級した学生に対しては, 基礎工作実習のような体験学習が系選択において役立つことが明らかとなった。
- (4) 機械系以外の系へ進級した学生に対しては, 体験学習が系選択において役立つ傾向は弱く, 体験学習以外の経験により系を選択した可能性が考えられるため, 機械系志願者増加のためには体験学習中心の基礎工作実習のカリキュラムに関して修正すべき余地がある。

本結果は単一年度の結果ではあるが, 基礎工作実習が学科選択に及ぼす一定の効果について評価することができた。今後は, 複数年度の学生についてさらにアンケートを行うなどして, 傾向を確認することが必要である。また, アンケート結果を受けて, 機械工学の分野を知ってもらうための, より効果の高い講義, 授業法へのフィードバックも必要である。

参 考 文 献

- [1] 文部科学省: スーパー・プロフェッショナル・ハイスクール, Web ページ, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/shinkou/shinko/1366

- 335.htm, 参照日:2019-10-8
- [2] 八木秀次, 有光隆:“製図教育における CAD の導入と学生の反応”, 工学教育, vol.62, no.5, pp.56-60, 2014.
- [3] 門田和雄:“科学技術高校におけるロボット教育のカリキュラム開発”, 日本ロボット学会誌, vol.31, no.2 pp.133-139, 2013.
- [4] 野方誠, 林和也:“中学理科を題材としたものづくり教育プログラムの策定”, 日本ロボット学会誌, vol.33, no.3, pp.134-140, 2015.
- [5] 花鳥直彦, 高氏秀則, 相津佳永, 道垣内拓人, 三門明由美:“室蘭地域で開催された小中学生向けのロボット教室における参加者の動向解析”, 日本ロボット学会誌, vol.33, no.3, pp.141-147, 2015.
- [6] 山縣広和, 森田寿郎:“初歩的な力学的内容の習得を目的とした水中ロボットの開発”, 日本ロボット学会誌, vol.33, no.3, pp.181-188, 2015.
- [7] 川原田康文:“小学部におけるロボットおよびプログラミング学習の取り組みと課題”, 子ども教育研究, no.10, pp.49-56, 2018.
- [8] 朝比奈奎一, 平野利幸, 大高敏男:“3次元 CAD を活用したデザイン教育の試み”, 東京都立産業技術高等専門学校研究紀要, no.4, pp.8-11, 2010.
- [9] 平澤順治:“ロボットを用いた PBL 教育における班の編制方法”, 日本ロボット学会誌, vol.33, no.3, pp.199-206, 2015.
- [10] 多羅尾進, 浅野敬一, 佐藤知正:“社会実装ロボット教育の取り組みプロセスの分析”, 工学教育, vol.63, no.1, pp.62-67, 2015.
- [11] 堤博貴, 福田勝己:“学習意欲向上のための創造的ロボット教育の試み”, 工学教育, vol.58, no.2, pp.27-32, 2010.
- [12] 別府俊幸, 齋藤正美, 矢壁正樹, 玉井孝幸, 片山優, 青代敏行:“エンジニアリング・デザイン教育としての NHK 高専ロボコン”, 工学教育, vol.62, no.5, pp.3-8, 2014.
- [13] 田中将樹, 西野智路, 小林義和, 松尾幸二郎, 辻尚史, 新井場貴寛:“秋田高専におけるロボットコンテストの取り組みと課題”, 秋田工業高等専門学校研究紀要, no.48, pp.34-39, 2013.
- [14] 田中昭雄:“ロボットコンテストにおける創造性育成のための試み”, 工学教育, vol.51, no.1, pp.143-146, 2003.
- [15] 奥川雅之, 岩熊孝幸, 寺西大:“ロボットの社会的役割を利用したロボット技術への動機付け教育”, 日本ロボット学会誌, vol.31, no.2, pp.169-174, 2013.
- [16] 田中裕一, 縄田豊, 開豊, 井山裕文, 福山重美, 浦本登美雄, 吉田修二, 桐谷能生, 宮本憲隆:“ものづくり”を身に付けさせるための導入教育”, 工学教育, vol.51, no.1, pp.72-77, 2003.
- [17] 国立高等専門学校機構:第二期中期目標期間事業報告書, Web ページ, https://www.kosen-k.go.jp/Portals/0/resources/information/mokuhyo_houkokusho_2ki.pdf, 参照日:2019-10-8
- [18] 新エネルギー・産業技術総合開発機構:ロボット白書 2014, Web ページ, <https://www.nedo.go.jp/content/100567345.pdf>, pp.1-6, 参照日:2019-10-8
- [19] 新エネルギー・産業技術総合開発機構:2035 年に向けたロボット産業の将来市場予測①, Web ページ, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/, 参照日:2019-10-8



宮脇和人 (Kazuto Miyawaki)

秋田工業高等専門学校創造システム工学科機械系教授。専門分野は福祉工学, 工作機械。IEEE, 日本機械学会, ライフサポート学会, 日本福祉工学会, 精密工学会, バイオメカニズム学会, 日本設計工学会に所属。
(日本ロボット学会正会員)



木澤 悟 (Satoru Kizawa)

秋田工業高等専門学校創造システム工学科機械系教授。専門分野は制御工学, ロボット工学。日本機械学会, 日本福祉工学会, 日本臨床バイオメカニクス学会, 秋田医学会に所属。



齊藤亜由子 (Ayuko Saito)

秋田工業高等専門学校創造システム工学科機械系准教授。専門分野は計測工学, スポーツ工学。日本機械学会, 日本スキー学会, 日本スポーツ産業学会に所属。



小林義和 (Yoshikazu Kobayashi)

秋田工業高等専門学校創造システム工学科機械系准教授。専門分野はリハビリテーション工学, スポーツ工学, 機械力学。日本機械学会, 日本福祉工学会, 日本リハビリテーション工学協会, バイオメカニズム学会に所属。