

高等学校工業科におけるカリキュラム改善の一提案[†]

～電気科における電気基礎の授業実践から～

渋江 賢一*・松原 真理**・川島 芳昭**
宇都宮大学大学院教育学研究科*
宇都宮大学教育学部**

宇都宮大学教育学部教育実践紀要 第4号 別刷

2018年2月28日

高等学校工業科におけるカリキュラム改善の一提案[†]

～電気科における電気基礎の授業実践から～

渋江 賢一*・松原 真理**・川島 芳昭**

宇都宮大学大学院教育学研究科*

宇都宮大学教育学部**

現行の学習指導要領における高等学校工業科の目標の一つに、「工業の各分野に関する基礎的・基本的な知識と技術を習得させる」ことが定められている。これには、生徒の学習意欲を向上させ、知識と技術の関連性を認識させることが必要である。本稿では、この目標を達成するため、工業科のカリキュラムを改善する方法を提案する。具体的には、工業科の科目である「電気基礎」において「ものづくり」を取り入れたカリキュラムを設計し、試行した様子と得られた結果について報告する。

キーワード：高等学校工業科 カリキュラム 電気基礎 授業実践

1. はじめに

現行の学習指導要領¹⁾における高等学校工業科の目標の一つに、「工業の各分野に関する基礎的・基本的な知識と技術を習得させる」ことが定められている。そのため、工業科では知識を学ぶ授業と実践によって技術を習得する実験・実習による学習指導が行われている。

しかし、実際には、知識を学ぶ授業と技術を習得する実験・実習との関連性が希薄であり、生徒の学習意欲が向上しないという課題がある。例えば、知識を学ぶ電気基礎と、実験・実習の内容や実施時期が異なることがあり、習得した知識を活用する場面が想定できない生徒には、習得した知識と技術との乖離が見られる。また、知識を習得させるため、問題演習による反復学習を実施しても、公式などを用いて問題を解くことを憶えることに終始する生徒には、何のために学習をするのかという目的意識が抱けず、学習意欲の低下につながってしまう。

これらの問題を解決するためには、技術を習得することを目的とし、習得に必要な知識を授業で学ぶという意識を生徒に持たせることが必要である。ま

た、指導する知識や技術には連続性があり、知識の蓄積によって課題解決につながることを意識させることも必要である。さらに、電気、機械、情報の分野を横断的に学ぶ実践的な指導が必要である。

そこで、本稿では、電気基礎のカリキュラムを見直し、「ものづくり」を取り入れることにした。取り扱う教材は、工業科の各分野を網羅し、かつ産業に直結しており、生徒が製作できるロボットアーム形の教材とした²⁾。この教材を取り入れたカリキュラムを設計し、実際に試行した様子とアンケート等から得られた結果について報告する。

2. カリキュラムの概要

2.1 電気基礎のカリキュラム

電気基礎は、「電気に関する知識と技術を習得させ、実際に活用する能力と態度を育てる。」ことを目標¹⁾とした科目であり、電気科の生徒にとって3年間の学習の基礎・基本となる科目である。

従来の電気基礎のカリキュラムは、教科書の流れを主体として学習を進めてきた。具体的には、原理と公式を学び、それを用いて例題や練習問題を解くことである。また、知識の定着を図るため、練習問題を反復して行ってきた。しかし、学習活動が公式を憶え、計算することにとどまってしまう可能性もあり、その場合、学習者にとって受け身の授業となることが考えられる。その結果、学んだ知識相互の関連性を認識しづらくなり、習得した知識を活用し

[†] Kenichi SHIBUE*, Mari MATSUBARA** and Yoshiaki KAWASHIMA**: A Proposal for Curriculum Improvement in High School Technical Course - From teaching practice of the electrical basis in the electrical department-
* Graduate School of Education, Utsunomiya University

** School of Education, Utsunomiya University

て課題を解決することが難しくなってしまうと考えられる。また、知識として憶えるだけの受け身の学習活動には、目的意識を見いだすことが難しく、学習意欲の低下につながってしまうと考えられる。

そこで、目的意識を抱かせることで、知識の必要性を認識させ、電気基礎の学習への学習意欲を向上させること、また、電気基礎の学習内容相互の関連性を認識させ、習得した知識を活用して課題を解決することが必要である。課題を解決することができれば、次の学習への学習意欲が高まるため、学習意欲の継続が期待できる。

これらのことを改善するために工業科において行われてきた「ものづくり」を電気基礎の学習の中に取り入れることにした。具体的には、教材を提示するだけでなく、その設計・製作を目的とすることで、知識の活用のイメージと知識の必要性を認識させることにより、学習意欲の向上とその継続が期待できる。さらに、設計・製作に必要な技術の習得も期待できる。

2. 2 知識と技術を複合した教材

カリキュラムにおいて取り扱う教材は、(i) 工業科の生徒たちの興味・関心を向上させる、(ii) 知識の活用のイメージを認識できる、(iii) 工業科の生徒たちが設計・製作することができる、の条件から検討した。まず、条件 (i) では、工業科の生徒たちに身近であるものが考えられる。それは、生徒たちの進路先の一つであり、施設見学やインターシップ等でのなじみもある産業界である。次に、産業界において条件 (ii) を検討すると、電気、機械、情報の分野を複合して成り立ち、動作する産業用ロボットがある。産業ロボットは、現代の産業現場のオートメーションに欠かせないものであり、品質の向上や生産効率の向上に役立っている。そのような産業ロボットのうち、条件 (iii) を検討すると、ロボットアームが挙げられる。ロボットアームは、設計・製作するための機械工学や電気工学、制御するための情報工学の知識と技術が複合したもので、機構や使用する部品を変更することで、簡易なものにしたり、逆に高度なものにしたりすることができる。今回、製作したロボットアームを図1に示す。

ロボットアームは、①制御部、②出力部、③入力部からなる教材であり、入力部を操作すると信号が制御部に入り、制御部から信号が出力され、出力部が追従して動作する仕組みになっている。各部について紹介

すると、次の通りである。①の制御部は、マイコン基板のArduinoであり、入力部からの入力信号を元に出力部のロボットアームを制御する。ここでArduinoを用いた理由は、情報系学科において扱われてきたからである。②の出力部は、3つのサーボモータを組み合わせて動作する3軸のロボットアームである。また、アーム材として塩ビ板を使用した。③の入力部は、3つの可変抵抗を用いて、それぞれの電圧降下を入力信号として出力する3軸のコントローラである。また、出力部同様にアーム材に塩ビ板を使用した。

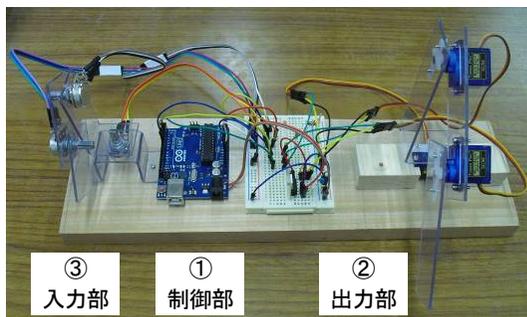


図1 ロボットアーム

2. 3 教材を取り入れたカリキュラム

本稿では、電気系学科の生徒を対象として、科目「電気基礎」において教材を取り入れたカリキュラムを設計した(表1)。

表1 教材を取り入れたカリキュラム

制御部：動作状態を示すLED点灯回路

学習内容	関連事項(達成目標)	時数
第1章 直流回路		
1節 直流回路の電流と電圧		
1. 電気回路	1)電気回路の構成	1
2. オームの法則	2)電流,電圧,電気抵抗とオームの法則	2
3. 抵抗の直列接続	3)抵抗の直列接続と分圧	2
4. 抵抗の並列接続	4)抵抗の並列接続と分流	2
5. 抵抗の接続の応用	5)抵抗の直並列接続と分圧,分流	2
6. 電池の接続	6)電池の接続と電位,電位差	1
	7)LEDの点灯に必要な抵抗の計算	1
	8)ブレッドボードを使った回路接続	2

出力部：モータの構造と動作原理、モータのトルク

学習内容	関連事項(達成目標)	時数
第2章 電流と磁気		
1節 電流と磁界		
1. 磁石と磁気	1)磁石と磁気の基礎	1
2. 電流による磁界	2)電流による磁界	1
	3)電磁力とモータ	2
2節 磁界中の電流に働く力	4)方形コイルのトルクとモータ	2
1. 電磁力	5)ロボットアーム部の製作	2
2. 方形コイルに働くトルク		

入力部：可変抵抗の構造と分圧

学習内容	関連事項(達成目標)	時数
第1章 直流回路		
3節 電気抵抗		
1. 抵抗率と導電率	1)抵抗の基本的特性(抵抗率,導電率,温度係数)	1
2. 抵抗温度係数	2)抵抗器について	1
3. いろいろな物質の抵抗	操作用ボリューム,LEDの制限抵抗	1
4. いろいろな抵抗器	3)ボリュームと分圧,マイコンへの入力値	1
	4)操作アーム部の製作	2

本カリキュラムの特徴は、ロボットアームを設計・製作することを目的とし、それに必要な電気基礎の内容を抜き出して学ぶことで、知識を活用する場を体感することである。そのため、教科書³⁾の学習の流れとは異なり、設計・製作する部分に応じて学習内容を構成している。具体的には、制御部において、動作状態を示すLEDを点灯させる直流回路の抵抗値をオームの法則により算出することや、算出した抵抗値となる回路を設計・製作するのに必要な知識と技術を学ぶことにしている。出力部では、モータの構造と動作原理および、使用するサーボモータのトルクについて学ぶことにしている。入力部では、可変抵抗器の仕組みについて学び、可変抵抗の電圧降下による分圧と制御部への入力信号との関係について学ぶことにしている。

以上のことから、ロボットアームの設計・製作に必要な知識と技術を学習することは、生徒たちが、学んだ知識と実現するための技術の関連性を認識できることが期待できる。さらに、ロボットアーム全体を見たときに、全ての知識と技術の関連性を認識できることが期待できる。また、学習を進めることで、ロボットアームの各部ができあがり、ロボットアームの完成に近づいていくため、学習意欲の向上とその継続が期待できる。

3. カリキュラムの試行

T県I工業高等学校において、平成29年4月から同年7月までの期間、電気科1学年40名を対象に設計したカリキュラム（全26時間）を試行した。授業の流れは、初めに教材を提示し、本時の授業が教材のどの部分について学ぶのかを認識させた。次に学習内容に関することについて生徒に考えさせ、発表させた。その後、生徒の発表を補足する形で教師が説明を行い、知識の深化を図った。授業の様子は、次の通りである。図2のように授業の初めに教材を提示して、意識付けを行った。



図2 教材の提示と意識付け

次に、ICT学習材を用いて、本時の学習内容に関することを提示し、それについて生徒たちに考えさせた。図3は、自分の考えをワークシートにまとめているところである。



図3 自分の考えをまとめる

教室において教材に関する知識を学び、設計をした後、実際に教材を製作する授業を行った。製作は、授業時数が限られているため、塩基板などの部品加工を教師が行うこととし、生徒は、設計した電気回路を製作したり、各部を組み立てたりすることとした。図4は、製作した電気回路の抵抗値が設計した通りになっているか、テスタを用いて確認しているところである。



図4 制御部の製作

本カリキュラムの試行に際し、毎時間の自己評価および、事後アンケート等により生徒の実態把握を行った。

4. 結果

試行した本カリキュラムの評価を、毎時間の授業における自己評価および、事後アンケートによる生徒の意識調査を行った結果を示す。

まず、関心・意欲・態度の観点について、「学習内容について興味をもてたか?」という質問に対する回答として、4が高い、1が低いという4段階の自己評価をまとめたものを、制御部（図5）、出力部（図6）、入力部（図7）についてそれぞれ示す。グラフ

は横軸に授業回、縦軸に回答の割合をおいている。結果は、制御部の設計・製作において、3以上の興味を持たたという生徒が80%を超え、継続していることがわかった。出力部と入力部の設計・製作についても同様に、3以上の興味をもつ生徒が80%以上を継続していることがわかった。

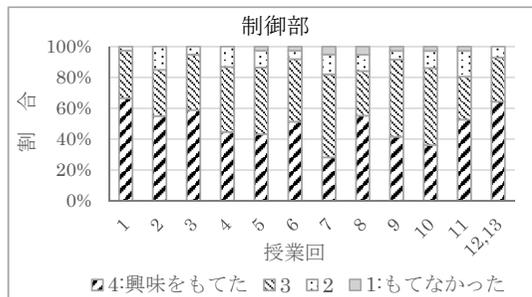


図5 自己評価（関心・意欲・態度）の変化：制御部

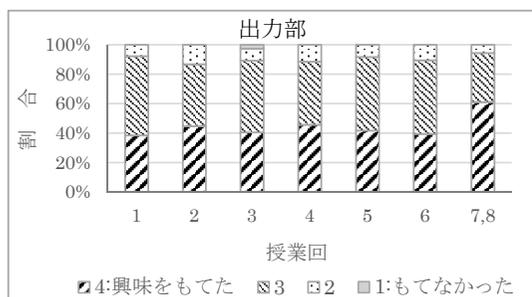


図6 自己評価（関心・意欲・態度）の変化：出力部

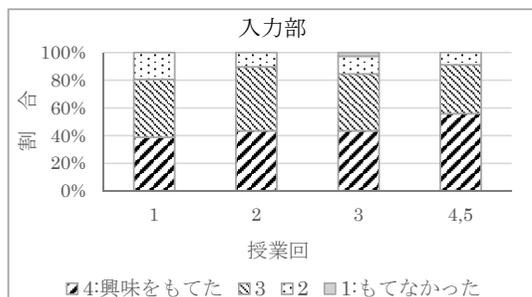


図7 自己評価（関心・意欲・態度）の変化：入力部

次に、事後アンケートによる学習内容への興味について、従来の教科書の内容を反復学習した前年度の生徒と、本カリキュラムにより学習した生徒を対象に調査し、比較した結果を示す（図8）。質問は、直流回路と電流と磁気の学習内容について「興味をもてたか」を4段階（4が高い、1が低い）で自己評価させた。グラフのH29.2が前年度の生徒、H29.7が本カリキュラムの生徒のものである。結果は、学習期間が1年間と4ヶ月であるため参考値となるが、本カリキュラムによって学習した生徒の方の興味が

高くなることがわかった。

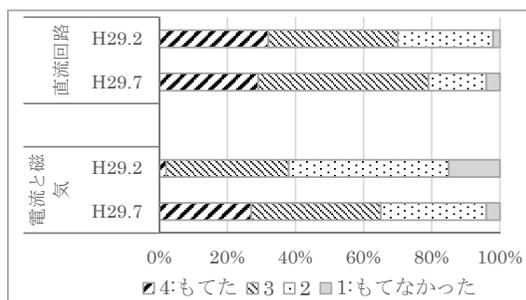


図8 生徒の実態比較（学習内容への興味）

最後に、本カリキュラムの生徒を対象に、知識と技術の関連性の認識について意識調査した結果を示す（図9）。質問は、「電気基礎の学習内容は、ロボットアームを製作、動作させるために役立っていることがわかった。」で、4がわかった、1がわからなかった、の4段階で回答させた。結果は、90%以上の生徒が関連性を認識していることがわかった。

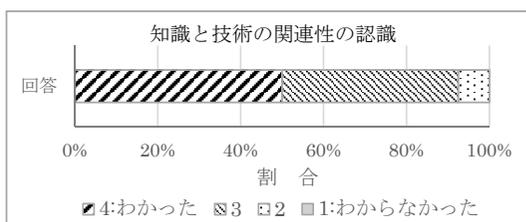


図9 知識と技術の関連性の認識

5. まとめ

電気基礎において、ロボットアームの設計・製作を目的としたカリキュラムを設計し試行した結果、生徒の学習意欲が向上し、継続することがわかった。また、習得した知識を活用して設計・製作することで、知識と技術の関連性を認識できることがわかった。

今後は、さらに分析をすすめ、教材、カリキュラムの改善をし、研究に昇華させることを計画している。

参考文献

- 1) 文部科学省：高等学校学習指導要領解説 工業編（2010）
- 2) 洪江,他：高等学校工業科における複合教材の構想,日本産業技術学会第28回関東支部大会(埼玉)講演要旨集, pp.21-22 (2016)
- 3) 堀田,藤田,川嶋,他：工業388 電気基礎1 新訂版,実教出版 (2017)

平成29年10月31日 受理

**A Proposal for Curriculum Improvement
in High School Technical Course
- From teaching practice of the electrical basis
in the electrical department-**

Kenichi SHIBUE*, Mari MATSUBARA and Yoshiaki KAWASHIMA****

* Graduate School of Education, Utsunomiya University

** School of Education, Utsunomiya University