

〈通信・制御〉

## 制御技術への興味・関心を高める学習指導の工夫

—科目「実習」における制御実習手引書の作成を通して—

沖縄県立沖縄工業高等学校教諭 神 山 哲

### I テーマ設定の理由

経済産業省は、地域の基幹産業である農林水産業、商業、工業等の産業間での連携（農商工連携）を強化し、その相乗効果を地域の活性化につなげる支援施策を実施している。また、経済産業省及び農林水産省では、平成21年1月に「農商工連携研究会」の下に「植物工場ワーキンググループ」を設置し、光・温湿度・培養液等の環境条件を人工的に制御し、季節・天候に左右されず自動的に連続生産を行う「植物工場」を支援している。これは、近年普及しているI o T（Internet of Things）を活用した制御技術を農業分野に取り入れたものである。

高等学校学習指導要領解説の工業編第2章第3節「実習」の第1項「目標」に「工業の各専門分野に関する技術を実際の作業を通して総合的に習得させ、技術革新に主体的に対応できる能力と態度を育てる。」と示されている。また、第2項「内容とその取扱い」における「内容の構成及び取扱い」の留意事項の中で「ア 指導に当たっては、安全に配慮するとともに、生徒の興味・関心、進路希望等に応じて実習内容を重点化すること（後略）」が示されている。これにより、科目「実習」において、産業界で需要の高い制御技術に対する興味・関心を高めることで、実際の作業に即した関連する技術を身に付けさせることができると考える。

本県の学校教育における指導の努力点の「確かな学力の向上」には「学校においては、幼児児童生徒一人一人に夢や希望を持たせ、目的意識の高揚や学ぶ意欲を向上させるために、学校での『学び』が、実生活と関連することを実感させることが重要であり（後略）」と示されている。

本校情報電子科では、2・3学年の科目「実習」では、マイコンを用いたLED（Light Emitting Diode）の点灯制御やモータ制御等の基礎的・基本的な事項は学習している。しかし、制御回路の配線や制御プログラムの部分ができずに挫折する生徒も多い。また、生徒は与えられた実習課題をこなすだけで、その制御技術がどのように実社会で使われ、適応されているのかといった実生活との結びつきまでは把握できず、制御技術に関する生徒の興味・関心を引き出すような学習指導には至っていない。

以上のことから、制御実習において、積極的に制御回路配線や制御プログラムができるような手引書を作成し、最終的には植物工場で行われている水耕栽培の制御技術を教材とすることで、制御技術に対する生徒の興味・関心が高まると考え、本研究のテーマに設定した。

#### 〈研究仮説〉

科目「実習」における単元「制御実習」において、積極的に授業に参加できる手引書を作成し、活用することで基礎的・基本的な知識・技能を習得させる。また、実社会で活用されている制御技術と学習内容を関連づけるような教材・教具を取り入れることで、生徒の制御技術への興味・関心を高めるであろう。

### II 研究内容

#### 1 生徒実態調査

- (1) 目的：生徒の実態を把握し、授業計画や仮説の検証における資料とする。
- (2) 対象および実施日

- ① 対 象：沖縄工業高等学校 情報電子科3年生68名（男子66名、女子2名）

② 実施日：平成 30 年 5 月 29 日（火）、31 日（木）

(3) アンケート結果

① 実習内容の理解について

「Q 1. 制御技術に興味はありますか？」と「Q 2. 制御実習で学習した内容は理解できていますか？」の関係を図 1 に示す。ここで A、B、C、D 群を次のように定める。

A 群…Q 1 の制御技術に興味「①とてもある」「②ややある」で、なおかつ Q 2 の制御実習の内容を「①よく理解できている」「②やや理解できている」

B 群…Q 1 の制御技術に興味「①とてもある」「②ややある」で、なおかつ Q 2 の制御実習の内容を「③あまり理解できていない」「④全く理解できていない」

C 群…Q 1 の制御技術に興味「③あまりない」「④全くない」で、なおかつ Q 2 の制御実習の内容を「①よく理解できている」「②やや理解できている」

D 群…Q 1 の制御技術に興味「③あまりない」「④全くない」で、なおかつ Q 2 の制御実習の内容を「③あまり理解できていない」「④全く理解できていない」

本研究では、制御技術に興味が無く制御実習の内容を理解できていない D 群に焦点をあて、授業改善を図っていく。ここで、D 群の生徒のほとんどが、Q 1 の制御技術に興味がない理由として「制御実習の内容が面白くない」、Q 2 の制御実習の内容を理解できていない理由として「制御回路の配線が難しい」「C 言語のプログラムが難しい」といった意見であった。

| n = 68                     |        |             |              |            |            |
|----------------------------|--------|-------------|--------------|------------|------------|
| Q1. 制御技術に興味<br>はありますか？     | ①とてもある | 0 %         | 2 %          | 3 %        | 7 %        |
|                            | ②ややある  | 0 %         | 10 %         | 25 %       | 7 %        |
|                            | ③あまりない | 0 %         | 18 %         | 13 %       | 0 %        |
|                            | ④全くない  | 4 %         | 9 %          | 2 %        | 0 %        |
|                            |        | ④全く理解できていない | ③あまり理解できていない | ②やや理解できている | ①よく理解できている |
| Q2. 制御実習で学習した内容は理解できていますか？ |        |             |              |            |            |

図 1 アンケート結果①

② 実習内容と実社会との関係について

「Q 1. 制御技術に興味はありますか？」と「Q 3. 制御実習で学習する内容が、私たちの暮らしの中で役に立っていると思いますか？」の関係を図 2 に示す。ここで a、b、c、d 群を次のように定める。

a 群…Q 1 の制御技術に興味「①とてもある」「②ややある」で、なおかつ Q 3 の制御実習の内容が私たちの暮らしに役に立っていると「①とても思う」「②やや思う」

b 群…Q 1 の制御技術に興味「①とてもある」「②ややある」で、なおかつ Q 3 の制御実習の内容が私たちの暮らしに役に立っていると「③あまり思わない」「④全く思わない」

c 群…Q 1 の制御技術に興味「③あまりない」「④全くない」で、なおかつ Q 3 の制御実習の内容が私たちの暮らしに役に立っていると「①とても思う」「②やや思う」

d 群…Q 1 の制御技術に興味「③あまりない」「④全くない」で、なおかつ Q 3 の制御実習の内容が私たちの暮らしに役に立っていると「③あまり思わない」「④全く思わない」

ここでも、制御技術に興味が無く制御実習の内容が私たちの暮らしに役に立っていると思わないd群に焦点をあて、授業改善を図っていく。d群の生徒のほとんどが、Q1の制御技術に興味がない理由として「制御実習の内容が面白くない」、Q3の制御実習の内容が私たちの暮らしに役に立っていると思わない理由として「どこで使われているか分からない」といった意見であった。

| n = 68                                        |        |         |          |       |        |
|-----------------------------------------------|--------|---------|----------|-------|--------|
| Q1. 制御技術に興味<br>はありますか？                        | ①とてもある | 0 %     | 0 %      | 4 %   | 7 %    |
|                                               | ②ややある  | 2 %     | 7 %      | 12 %  | 22 %   |
|                                               | ③あまりない | 0 %     | 11 %     | 12 %  | 9 %    |
|                                               | ④全くない  | 0 %     | 4 %      | 7 %   | 3 %    |
|                                               |        | ④全く思わない | ③あまり思わない | ②やや思う | ①とても思う |
| Q3. 制御実習で学習する内容が、私たちの暮らし<br>の中で役に立っていると思いますか？ |        |         |          |       |        |

図2 アンケート結果②

## 2 教材・教具の製作と工夫

### (1) 制御用小型PCの環境設定

制御用小型PC（図3）は、OSがGUI環境で構築されており、基本的な五大機能や補助記憶装置、ネットワーク装置も備わっている。また、拡張ピンも備わっているため、電子回路へ簡単に接続でき、入出力制御を学習するうえで取り扱いやすいものである。実習に必要な環境を整えるため、初期状態では英国版のキーボード配列や言語を日本語表示設定に変更し、日本語入力ソフトのインストールを行い、日本語入力にも対応させた。ソフトウェアでは、ビジュアルプログラミング言語のインストールを行った。これは、「命令」がブロックとして用意されており、そのブロックをつなぎ合わせることでプログラミングができるため、生徒にとってプログラムの流れが見やすくタイピングミスを減らすことができるものである。今回使用した制御用小型PCには、拡張ピンが40本あるため、生徒は使用するピンを探すのに時間がかかった。そのため、一目でピン番号と電気的特性が確認できるように、ピン配置カードを作成し拡張ピンに取り付けた（図4）。これにより配線作業時間の短縮と配線ミスの低減が図られた。

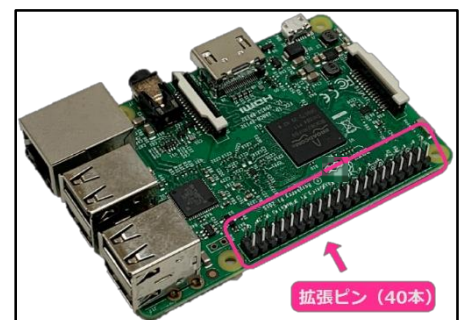


図3 制御用小型PC

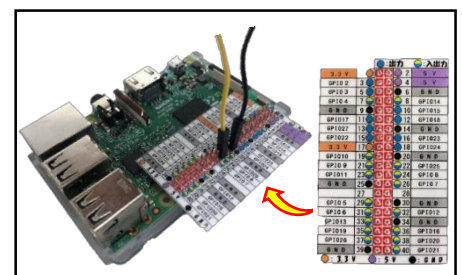


図4 ピン配置カードの使用例

### (2) 制御実習手引書の作成

以下の点に注意しながら4時間×3回分の制御実習手引書を作成した（図5）。

- ① 基本となる回路については、電子回路図と実体配線図を並べ、配線を色で区別することで、回路の配線について理解させ、生徒一人一人が自分で戸惑うことなく回路を組めるようにした。
- ② 写真や図を適宜挿入し、プログラムの作り方や処理の仕方などが生徒にとって理解しやすい

くなるように工夫した。

- ③ 最初に例題を通して基礎的な学習をし、次に理解の状況を確認するための課題を用意した。

**入出力制御**  
**【例題】スイッチでLEDを点灯・消灯**  
**①接続手順 (図1、図2)**

入力

- 1) PIN② (+3.3V) とSW① (押しボタンスイッチ) をジャンパー線でつなぐ。
- 2) SW②とPIN③ (GPIO25), R① (抵抗1kΩ) をジャンパー線でつなぐ。
- 3) R②とPIN④ (GND) をジャンパー線でつなぐ。

出力

- 4) PIN⑤ (GPIO18) とR③ (抵抗200Ω) をジャンパー線でつなぐ。
- 5) R④とLED①をジャンパー線でつなぐ。
- 6) LED②とPIN⑥ (GND) をジャンパー線でつなぐ。

例題

電子回路図

図1 電子回路図

②動作確認

- 1) ScratchGPIO7を起動する。
- 2) 図3のようにプログラムを作成し、実行して動作確認をする。

実体配線図

図2 実体配線図

ビジュアルプログラミング

図3 プログラム

**【課題】1個のスイッチでLEDを2個点灯・消灯**  
 ①図4の電子回路をブレッドボード上に配線し、Scratchでプログラムを作成し動作確認せよ。

図4 電子回路図

③ワークシートの実体配線図

課題

図5 制御実習手引書

(3) ワークシートの作成

実習毎に以下の内容のワークシートを作成した。

- ① 前年度あるいは前時までの既習内容で、本時の実習内容に必要な知識を再確認するための復習問題を取り入れた。
- ② 本時の学習事項に関する課題の回答を記入する欄を設けた。

(4) 基礎実習の工夫

基礎実習で学ぶ入出力制御の流れを図6に示す。電子部品単体の基本的な制御に加え、光センサを用いてのLED点灯制御や温度センサによるDCモータの制御といったスイッチだけでなく各種センサを用いた入出力制御の内容を取り入れた。また、温度センサで自分の体温を計測したり、小型扇風機を活用することでDCモータの正転・逆転を風の向きで体感させるといった、生徒が体験的に興味と関心を持って楽しく学習できるようにした。

入力側

タクトスイッチ

マイクロスイッチ

光センサ

温度センサ

制御用小型P C

出力側

LED

DCモータ

小型扇風機

エアポンプ

図6 入出力制御の流れ

# (5) 簡易型水耕栽培制御装置

実習内容としては、基礎的な電子部品単体の制御から始めていくが、最終的には学習してきたもの（スイッチによる制御・センサによる制御・DCモータの制御）を組み合わせた制御ができるようにした。また、生徒が実社会でどのように制御技術が使用されているかを実感してもらうため、様々なセンサが活用されている植物工場の水耕栽培装置を制御対象物に選びその模型を製作した。

## ① 簡易型水耕栽培制御装置の制御

植物工場では、植物が育つ環境条件（光・温度・湿度・二酸化炭素・肥料・風など）を制御している。本研究では、光と温度、水温の制御が行える簡易型水耕栽培制御装置を製作した（図7）。制御用小型PCには、スイッチや各種センサからの入力信号を検出すると、それに対応した出力制御（LEDテープの点灯・消灯、DCモータ制御）を行うようにプログラムする。この装置では次のような制御ができる。

- 1) 暗くなると光センサが反応し、LEDテープが点灯する。
- 2) 植物の成長に合わせ昇降機用スイッチで照明板昇降機を駆動することで、照明板とプランターの距離を変えることができる。
- 3) 照明板がマイクロスイッチに反応すると照明板昇降機が停止する。
- 4) 温度センサの設定温度以上で小型扇風機が回転する。
- 5) 水温センサの設定温度以上でエアーポンプが作動する。

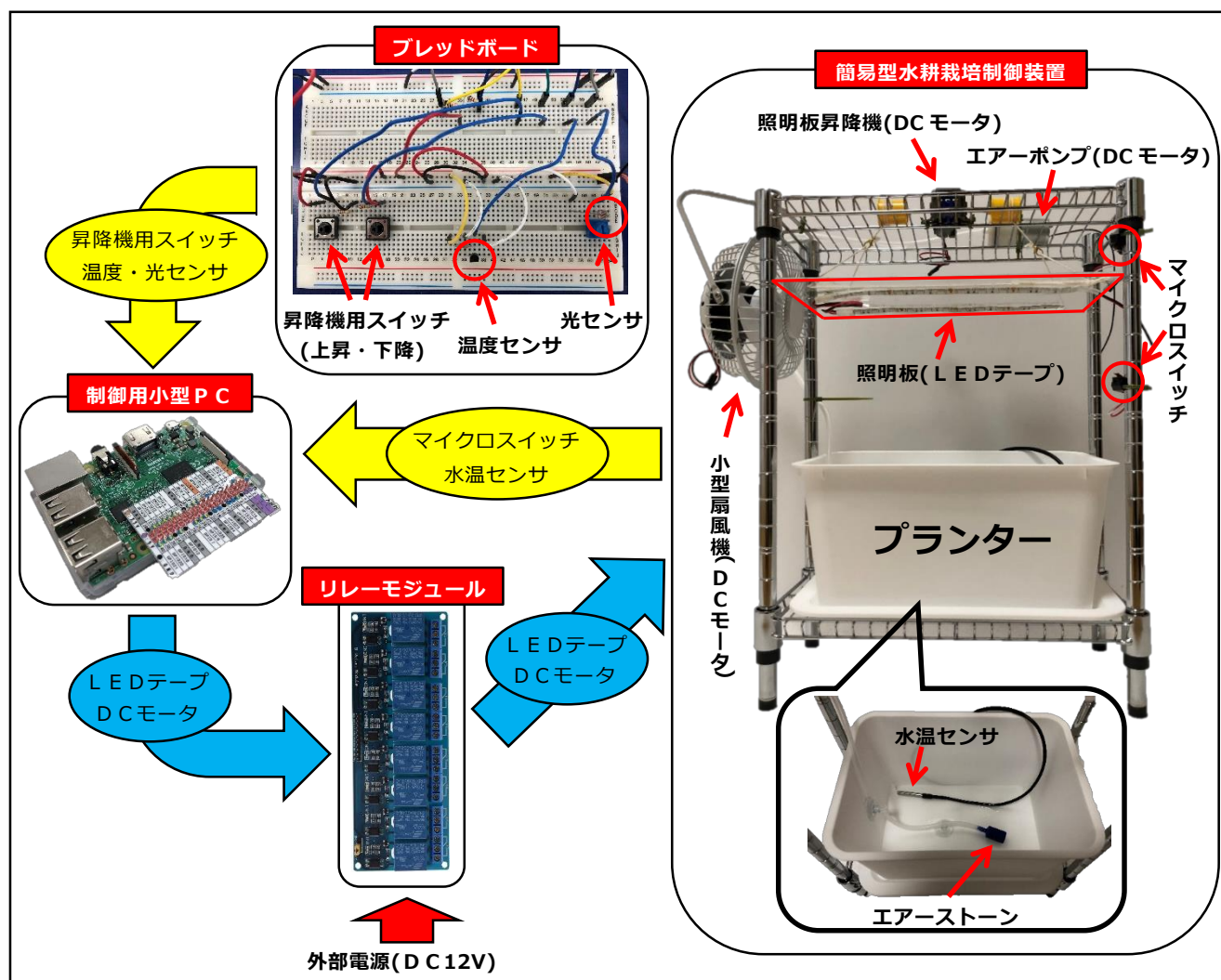


図7 簡易型水耕栽培制御装置の制御の流れ

## ② 制御回路

簡易型水耕栽培制御装置の制御回路図を図8に示す。制御用小型P Cの拡張ピンから供給できる電流の合計値は 50mA であるが、簡易型水耕栽培制御装置の入力回路や出力回路を適切に制御するには、800mA 以上必要になる。そのため、制御用小型P Cからの電流だけでは適切に制御できない。そこで、出力回路には12V・2AのACアダプタを外部電源として用い、リレーモジュールを通して制御する仕組みとなっている。

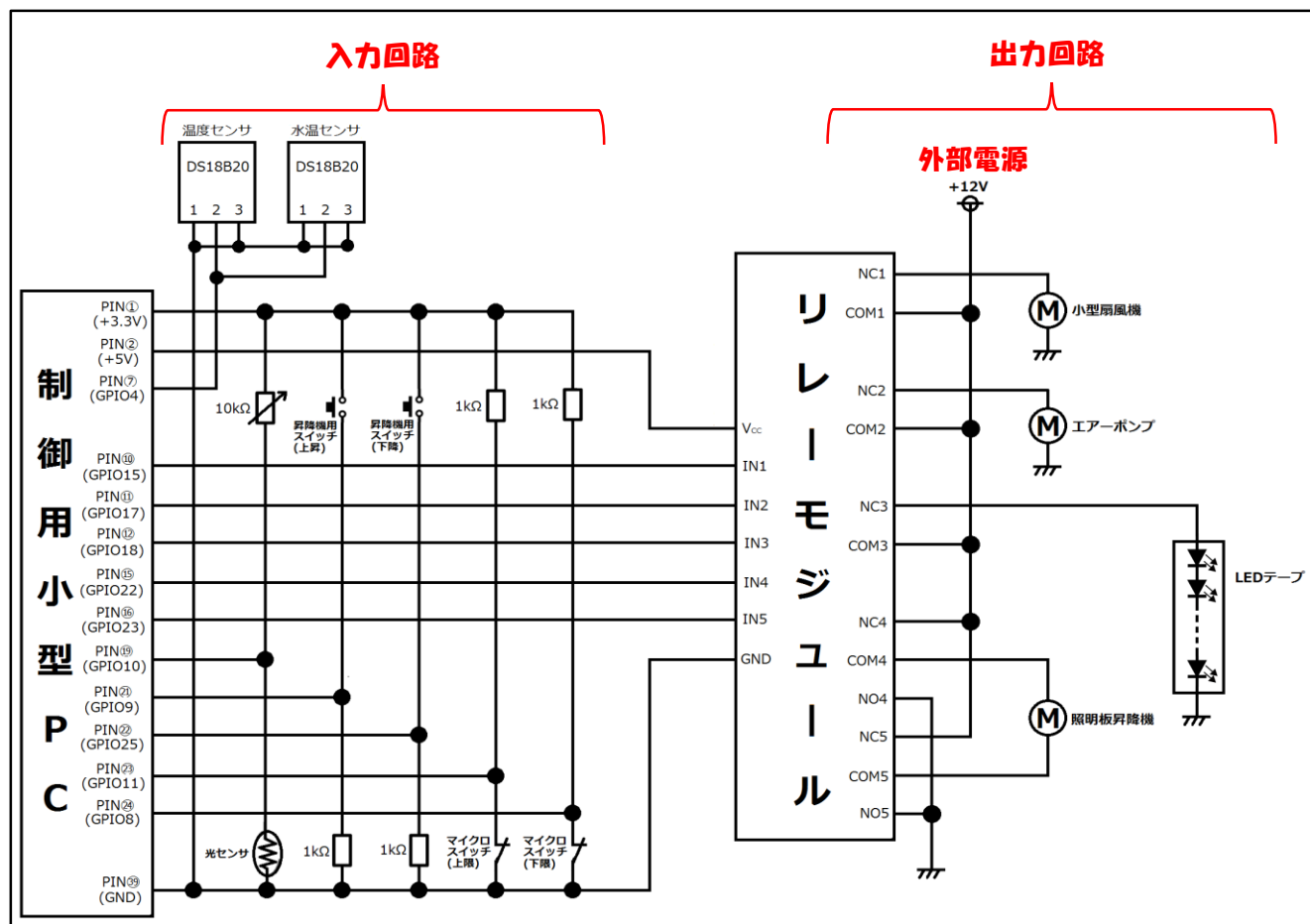


図8 簡易型水耕栽培制御装置の制御回路図

## Ⅲ 指導の実際

### 1 単元名「制御実習」

### 2 単元の目標

- (1) 制御技術に関する知識と技能を習得させ、実際に活用する能力と態度を育てる。
- (2) 実社会における制御技術の活用方法について理解させる。
- (3) 実習を通して制御技術への興味・関心を高める。

### 3 単元の設定期理

#### (1) 教材観

本単元では、制御用小型P Cと、日本語に対応したビジュアルプログラミング言語を使用し制御技術を習得する。制御用小型P Cは入出力の制御が簡単にでき、ビジュアルプログラミング言語は視覚的にわかりやすくプログラミングが作成しやすい。これらを使用することにより、細かな構文(文法や書式)が苦手な生徒でもプログラムを作成することができ、制御技術に対する基礎・基本を学習することができる。本実習では、入出力制御の基礎を学習したあと、実社会に関連した制御対象物である簡易型の水耕栽培装置を制御することで、より実践的な制御学習を行うことができる。

## (2) 生徒観

本校情報電子科では、2・3学年の科目「実習」では、マイコンを用いたLEDの点灯制御やモータ制御等の基礎的・基本的な事項は学習している。事前アンケートより、75%の生徒が興味を持って実習に取り組んでいることがわかる。また、学習の内容が暮らしの中で役に立っていると感じている生徒ほど、理解度が高いことがわかる。制御技術に関しては、半数以上の生徒が「興味がある」と回答しているが、残りの生徒は「制御は難しそうだから」「コンピュータは苦手だから」といった理由で興味がないと回答している。制御技術に対する苦手意識を持っている生徒がいることから、学習内容が実社会と関連することを理解させることで、興味・関心を高める必要がある。

## (3) 指導観

本実習においては、スイッチ・センサ・LED・モータの配線をブレッドボード上で行わせ、制御用小型PCの拡張ピンであるGPIO (General Purpose Input/Output) ポートと接続し、ビジュアルプログラミング言語を用いたプログラム制御を行うことにより制御技術に必要な基礎的・基本的な学習をさせる。また、実際に簡易的な水耕栽培装置を組み立て制御することで、総合的に制御技術を習得させることにつながり、制御技術が身の回りで活用されていることを実感し、制御技術への興味・関心を高めることができると考える。

実習手引書は、イメージしやすい図や写真を取り入れることで、制御対象物の動作や原理が理解しやすくなる。また、実習手引書に課題の詳しい説明を載せることで、理解度や進度に差が出ても対応して実習展開ができるようにする。制御技術において苦手意識を感じさせないように、学習内容に疑問点など分からないところがあれば随時質問させる。また、生徒の理解度に合わせて実習の展開を早めたり遅くしたりするなどの工夫をして、学習内容の確実な習得を図る。

## 4 単元の評価規準

|           | 関心・意欲・態度                                     | 思考・判断・表現                                             | 技 能                                            | 知識・理解                                        |
|-----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 評価<br>規 準 | ア 制御技術に興味・関心を持ち、制御技術に関する知識・技能を身に付けようとしている。   | ア 制御用小型PCや電子部品に関する取り扱いについて思考を深め、適切な配線方法が判断できる。       | ア 出力制御に関する基礎的・基本的な技術を身に付け、その技術を適切に活用している。      | ア 出力制御に関する基礎的・基本的な知識を身に付け、それらを活用する方法を理解している。 |
|           | イ 入出力制御について興味・関心を持ち、既習内容を活用し、主体的に課題に取り組んでいる。 | イ 入出力制御に関する思考を深め、基礎的・基本的な知識と技術を基に、各部品の適切な配線方法を判断できる。 | イ 入出力制御に関する基礎的・基本的な技術を身に付け、実践的な制御技術を適切に活用している。 | イ 入出力制御に関する基礎的・基本的な知識を身に付け、実践的な制御方法を理解している。  |

## 5 単元の指導計画と評価規準（4時間×3回：全12時間）本時（3回目）：9～12時間目

| 単<br>元      | 回 | ねらい・学習活動                                     | 支援・留意点                                                                                     | 評価の観点 |   |   |   | 評価資料及び<br>評価方法         |
|-------------|---|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|---|---|------------------------|
|             |   |                                              |                                                                                            | 関     | 思 | 技 | 知 |                        |
| 制<br>御<br>実 | 1 | 1. 制御用小型PCの概要と使用方法<br>2. ビジュアルプログラミング言語の使用方法 | 1. 制御用小型PCの特徴、主要部の名称と役割について理解させ、基本的な取り扱いができるようにする。<br>2. ビジュアルプログラミング言語の基本的な取り扱いができるようにする。 | ア     |   |   | ア | ワークシート<br>行動観察<br>動作確認 |

|  |   |                                                           |                                                                                                                                               |   |   |   |             |                        |
|--|---|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|-------------|------------------------|
|  |   | 3. 出力制御                                                   | 3. ビジュアルプログラミング言語を使って、L E Dやモータを動作させるプログラムを作成できるようにする。                                                                                        |   |   | ア |             |                        |
|  | 2 | 1. 入力信号の確認<br>2. リレーモジュールの使用方法<br>3. 入出力制御                | 1. ビジュアルプログラミング言語を使って、スイッチからの入力信号を確認させる。<br>2. リレーモジュールの取り扱い方法を確認する。<br>3. ビジュアルプログラミング言語を使って、スイッチやセンサの入力信号からL E Dやモータを動作させるプログラムを作成できるようにする。 | イ | イ | ア |             | ワークシート<br>行動観察<br>動作確認 |
|  | 3 | 1. 植物工場（水耕栽培）の概要<br>2. 簡易型水耕栽培制御装置の組み立てと制御<br>3. まとめと振り返り | 1. 植物工場で行われている制御技術について理解させる。<br>2. 簡易型水耕栽培制御装置を組み立て、その制御を実践させる。<br>3. これまでの制御実習を振り返り、成果と課題をまとめさせる。                                            |   |   |   | イ<br>イ<br>イ | ワークシート<br>行動観察<br>動作確認 |

## 6 本時の学習指導

### (1) 検証授業

日程：平成 30 年 11 月 8 日（木）1～4 校時

場所：情報電子科棟 2 階 コンピュータ実習室

対象：沖縄県立沖縄工業高等学校 情報電子科 3 年 4 組（3 班：10 名）

### (2) 主題名「制御Ⅲ（簡易型水耕栽培制御装置の制御）」

### (3) 指導の目標

- ① 植物工場（水耕栽培）で行われている制御技術について理解させる。
- ② 簡易型水耕栽培制御装置を組み立て、スイッチやセンサからの入力信号を基に、L E Dやモータ等を条件通りに制御できるようにする。

### (4) 本時の評価規準

| 評価規準<br>(学習内容)                                         | 具体的な評価規準                                                               |                                                                |                                                       |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                                                        | A<br>十分満足できる                                                           | B<br>おおむね満足できる                                                 | C<br>支援の具体的方法                                         |
| 【技能】<br>イ 入出力制御に関する基礎的・基本的な技術を身に付け、実践的な制御技術を適切に活用している。 | 入出力制御における役割・構造を理解し、基礎的な技術や適切な処理技術を習得するとともに、実践的な制御技術を適切に活用し、説明することができる。 | 入出力制御における役割・構造を理解し、基礎的な技術や適切な処理技術を習得するとともに、実践的な制御技術を適切に活用している。 | 入出力制御における役割・構造について、実習手引書や教材を用いて再確認させ、実習課題をこなせるよう支援する。 |
| 【知識・理解】<br>イ 入出力制御に関する基礎的・基本的な知識を身に付け、実践的な制御方法を理解している。 | 入出力制御に関する基礎的・基本的な知識を身に付け、植物工場で行われている制御方法を理解し、説明することができる。               | 入出力制御に関する基礎的・基本的な知識を身に付け、植物工場で行われている制御方法を理解している。               | 入出力制御における役割・構造について、実習手引書や教材を用いて再確認させ、理解できるよう支援する。     |

## 7 本時の展開

評価の観点 (【関】 関心・意欲・態度 【思】 思考・判断・表現 【技】 技能 【知】 知識・理解)

| 学習展開         | 生徒の活動                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 教師の活動                                                                                                                                                                                                                        | 使用教材                                     | 評価方法                           |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|
| 全体集合<br>10 分 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・身なりを整え整列し、週番による号令</li> <li>・諸連絡の確認</li> <li>・各実習室へ移動</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・号令、挨拶、出席点呼</li> <li>・各教科担当より諸連絡</li> <li>・各実習室へ移動</li> </ul>                                                                                                                         |                                          |                                |
| 導 入<br>40 分  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実習教材を各自の机に持ってくる。</li> <li>・教師からの発問に対する応答。</li> </ul> <p>【前時の復習】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・スイッチやセンサからの入力信号でLEDや小型扇風機が動作する回路を組み、プログラムを作成し、動作確認を行う。</li> <li>・不具合等があれば申し出る。</li> </ul> <p>【本時の説明】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実習手引書と簡易型水耕栽培制御装置の部品、ワークシートを受け取る。</li> <li>・目標および授業内容を確認する。</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・教材を各自とるよう指示する。</li> <li>・前回の学習内容を発問形式で確認する。</li> </ul> <p>・入出力制御のプログラム作成、動作確認の指示を行う。</p> <p>・不具合等の個別支援をする。</p> <p>・実習手引書と簡易型水耕栽培制御装置の部品、ワークシートを配布する。</p> <p>・本時の目標および授業内容の説明を行う。</p> | スライド<br>書画カメラ<br>実習手引書<br>実習教材<br>ワークシート | 行動観察<br>【技】                    |
| 展開①<br>50 分  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・スライドを確認しながら、植物工場（水耕栽培）で行われている制御技術について、新聞記事等を紹介しながら理解を深める。</li> <li>・見本の簡易型水耕栽培制御装置を参考にしながら組み立てる。</li> <li>（手順１）ラックを組み立てる。</li> <li>（手順２）照明板昇降機を取り付ける。</li> <li>（手順３）マイクロスイッチを取り付ける。</li> <li>（手順４）LED照明板を取り付ける。</li> <li>（手順５）小型扇風機を取り付ける。</li> <li>（手順６）エアーポンプを取り付ける。</li> <li>（手順７）水温センサを取り付ける。</li> <li>（手順８）プランターを設置する。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・スライドを使って、植物工場で行われている制御技術について説明する。</li> <li>・見本を使って、簡易型水耕栽培制御装置の組み立てについて説明する。</li> </ul> <p>・作業が遅れている生徒がいれば、改善を図るための助言を行う。</p>                                                        | スライド<br>書画カメラ<br>実習手引書<br>実習教材<br>ワークシート | 行動観察<br>【技】<br>【知】<br>（ワークシート） |
| 展開②<br>70 分  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・実習手引書の実体配線図を参照して、簡易型水耕栽培制御装置の制御を行う。</li> </ul> <p>【課題１】スイッチからの入力信号の確認</p> <p>【課題２】センサ（光・温度）からの入力信号の確認</p> <p>【課題３】LED照明の制御</p> <p>【課題４】DCモータ（照明板昇降機・小型扇風機・エアーポンプ）の制御</p>                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>・課題１の動作説明をする。</li> <li>・課題２の動作説明をする。</li> <li>・課題３の動作説明をする。</li> <li>・課題４の動作説明をする。</li> </ul>                                                                                         | スライド<br>書画カメラ<br>実習手引書<br>実習教材<br>ワークシート | 行動観察<br>【技】                    |

|            |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                |         |                                     |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------|
|            | <p>★課題を全てクリアして、時間があったら応用問題にチャレンジ</p> <p>【応用1】光センサによるLEDの点灯・消灯制御</p> <p>【応用2】タクトスイッチ（2個）とマイクロスวิตチ（2個）を利用したLED照明板を昇降させるDCモータの制御</p> <p>【応用3】温度センサによる小型扇風機の制御</p> <p>【応用4】水温センサの反応に応じたエアープンプの制御</p> <p>・意図しない動作をした場合は、考察し解決する。</p> | <p>★課題が全て終わったペアに、応用問題へのチャレンジを促す。</p> <p>・応用1の動作説明をする。</p> <p>・応用2の動作説明をする。</p> <p>・応用3の動作説明をする。</p> <p>・応用4の動作説明をする。</p> <p>・作業が遅れている生徒がいれば、改善を図るための助言を行う。</p> |         |                                     |
| まとめ<br>30分 | <p>・「振り返りシート」の記入を通して、本時の学習内容について振り返る。</p> <p>・教材・教具の片づけを行う。</p>                                                                                                                                                                  | <p>・ワークシートの記入漏れ等あれば、この時間を用いて整理させる。必要に応じてスライドを再提示しながら学習内容のまとめを行う。</p> <p>・教材・教具の片づけを指示する。</p>                                                                   | 振り返りシート | <p>行動観察</p> <p>【知】<br/>(ワークシート)</p> |

#### IV 仮説の検証

本校情報電子科3年生の制御実習において、3年4組第4班10名の生徒を対象として平成30年11月8日に検証授業を行った。本研究では、学習内容と実社会を関連づける教材・実習手引書を作成することで、制御技術に関する基礎的・基本的な知識・技能を習得させ、生徒の制御技術への興味・関心を高めることに有効であったか、アンケート調査、振り返りシート、課題の達成状況、授業の様子から検証する。

##### 1 アンケート結果について

###### (1) 実習手引書について

『制御実習』の実習手引書はわかりやすかったですか?」の質問に、全ての生徒が「とてもわかりやすかった」「わかりやすかった」と肯定的に回答した(図9)。記述内容には「図や写真でわかりやすく説明されていたから」「手引書のおかげでスムーズに実習を進めることができたから」といった意見があった。図や写真を多く取り入れたことで、生徒にとって活用しやすく、積極的に活動できる手引書であったと考える。図10は手引書を活用して課題に取り組んでいる様子である。

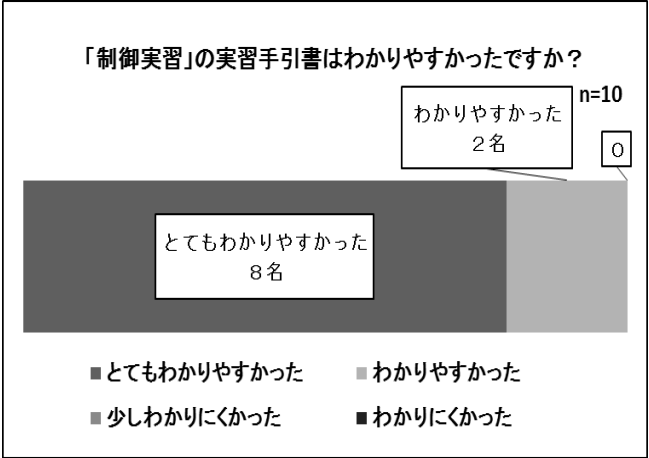


図9 アンケート結果③



図10 実習手引書を活用する様子

(2) 実習内容の理解について

「Q 1. 制御技術に興味はありますか?」と「Q 2. 制御実習で学習した内容は理解できていますか?」の関係を事前・事後で比較した (図 11)。事前アンケートでは、B群に1名 (生徒A)、C群に1名 (生徒J)、D群に3名 (生徒D、F、H) いたが、事後アンケートでは、全ての生徒がA群に移動した。

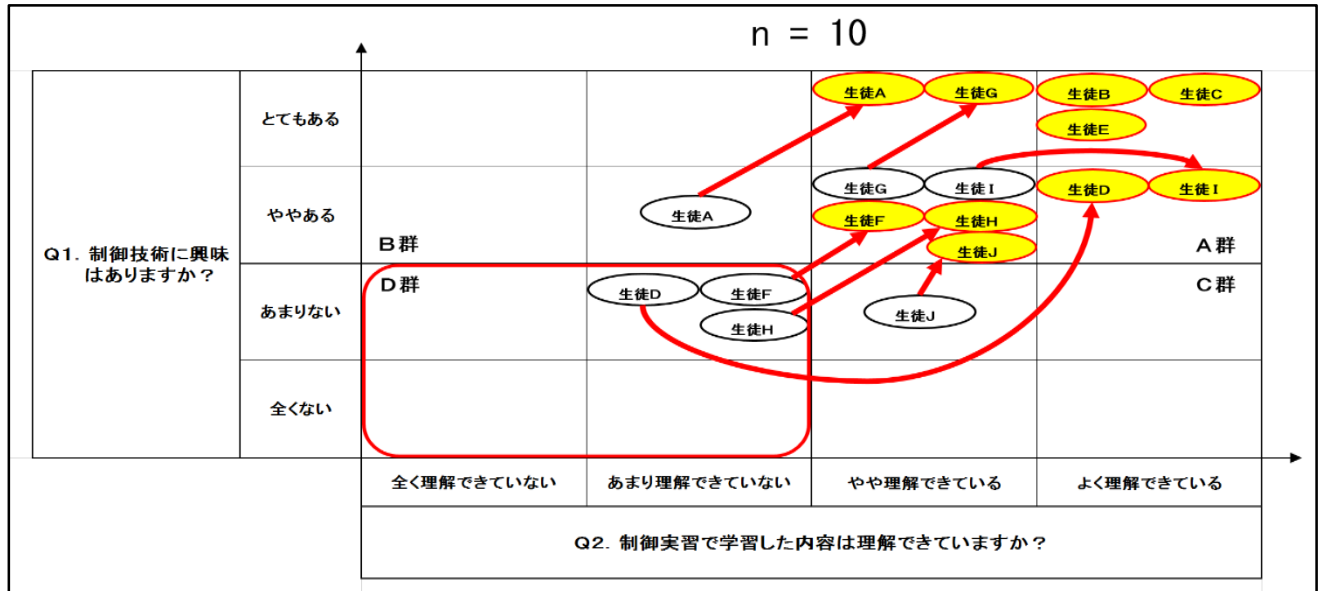


図 11 アンケート結果④

D群からA群に移動した生徒の事前事後比較と教材の効果による生徒の変容についてまとめた (表 2)。Q 2 の質問に対して、生徒Dは事前で「C言語の制御プログラムが文字ばかりで難しくて意味わからないから。」という意見から、事後では「制御プログラムが図で説明されていたので理解することができたから。」といった意見にか変わった。これは、制御プログラムをビジュアルプログラミングで作成することで、プログラムの流れが理解できたと考えられる。生徒Fは事前では無回答であったが、事後では「手引書が分かりやすく書かれていたので理解することができた。」との意見が書かれていた。これは、事前では制御実習に関心がなく理解もできなかったが、事後では手引書を活用することで内容が理解できるようになり、関心ができたための回答だと考えられる。そのため、今回作成した手引書を活用することで、制御実習への関心が高まる効果がうかがえたと考える。また、生徒Hは事前で「回路図どおりにできないから。」という意見から、事後では「図が分かりやすく、配線の仕方を理解できた。」といった意見にか変わった。これは、手引書に電子回路図と実体配線図を並べ、配線を色で区別したことで、回路の配線について理解できたと考えられる。

表 2 Q 2 の事前事後比較と教材の効果による生徒の変容

|           |     | Q 2. 制御実習で学習した内容は理解できていますか?      |                                  | 教材 (実習手引書) の効果による生徒の変容    |
|-----------|-----|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|           |     | 事 前                              | 事 後                              |                           |
| D 群 → A 群 | 生徒D | C言語の制御プログラムが文字ばかりで難しくて意味わからないから。 | 制御プログラムが図で説明されていたので理解することができたから。 | プログラムの流れが理解できた。           |
|           | 生徒F | 無回答                              | 手引書が分かりやすく書かれていたので理解することができた。    | 実習内容が理解できた。制御実習への関心が高まった。 |
|           | 生徒H | 回路図どおりに配線できないから。                 | 図が分かりやすく、配線の仕方を理解できたから。          | 回路の配線について理解できた。           |

(3) 実習内容と実社会との関係について

「Q 1. 制御技術に興味はありますか?」と「Q 3. 制御実習で学習する内容が、私たちの暮らしの中で役に立っていると思いますか?」の関係を事前・事後で比較した (図 12)。事前アンケートでは、c群に1名 (生徒D)、d群に3名 (生徒F、H、J) いたが、事後アンケートでは、全ての生徒がa群に移動した。

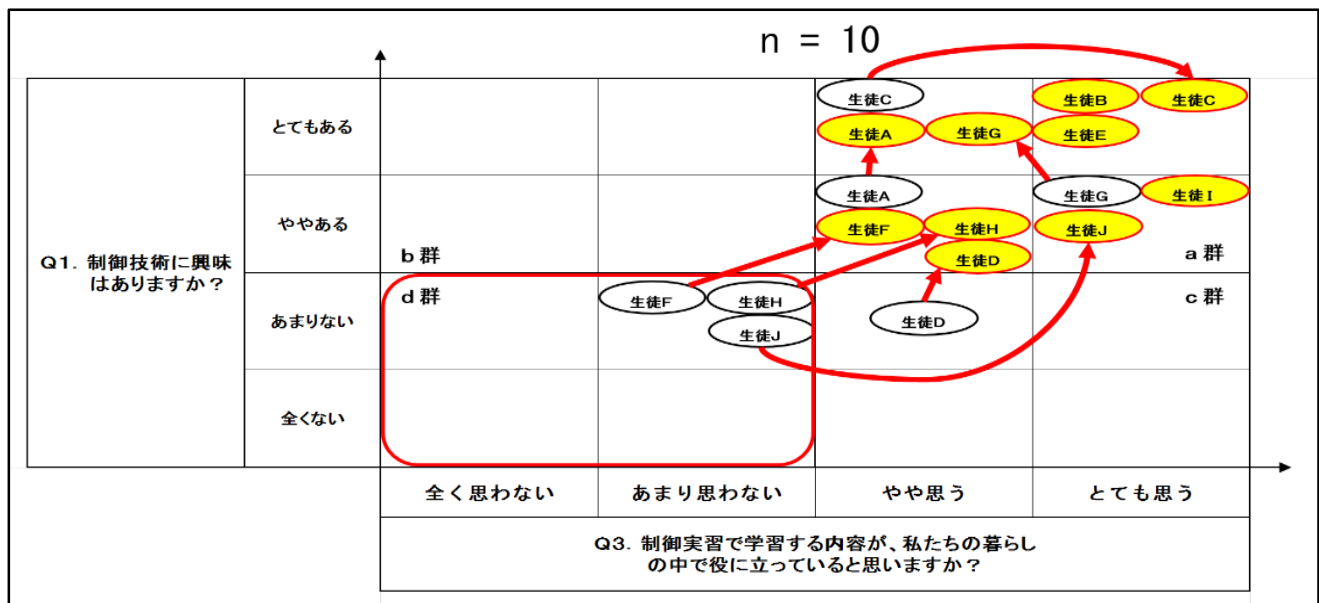


図 12 アンケート結果⑤

d 群から a 群に移動した生徒の事前事後比較と教具の効果による生徒の変容についてまとめた (表 3)。Q 3 の質問に対して、生徒 F は事前では無回答であったが、事後では「水耕栽培の制御実習を通して実社会で役立っていることが分かったから。」との意見が書かれていた。これは、事前では制御実習で学習する内容に関心がなかったが、事後では簡易型水耕栽培制御装置を活用し学習することで、実習内容が実社会で役立っていることが理解できるようになり、制御技術に対して関心がでてきたための回答だと考えられる。また、生徒 H と生徒 J の事後の記述からも実習内容と実社会で活用されている技術に関連づけて理解できるようになったと考えられる。このことから、簡易型水耕栽培制御装置の教具は有効であったと考える。

表 3 Q 3 の事前事後比較と教具の効果による生徒の変容

|           |      | Q 3. 制御実習で学習する内容が、私たちの暮らしの中で役に立っていると思いますか？ |                                   | 教具 (簡易型水耕栽培制御装置) の効果による生徒の変容                       |
|-----------|------|--------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------|
|           |      | 事 前                                        | 事 後                               |                                                    |
| d 群 → a 群 | 生徒 F | 無回答                                        | 水耕栽培の制御実習を通して実社会で役立っていることが分かったから。 | 実習内容と実社会で活用されている技術に関連づけて理解できるようになった。制御技術への関心が高まった。 |
|           | 生徒 H | 実習で習った事を生活で使ったりしないから。                      | 植物工場のように実習の応用で装置がつけられているから。       | 実習内容と実社会で活用されている技術に関連づけて理解できるようになった。               |
|           | 生徒 J | どこで使うか分からないから。                             | 簡易型水耕栽培制御装置は役に立つと思うから。            | 実習内容と実社会で活用されている技術に関連づけて理解できるようになった。               |

#### (4) 制御技術に対する関心について

制御技術に対する関心を調べるため、「身の回りで『制御技術』が使われている機械、装置、場面を知っているだけ答えて下さい。」という質問についても事前・事後で比較した。事前では無回答が 3 名いたが、事後では全員が回答した (図 13)。また、平均でも事前 1.6 個に対して事後は 3.1 個と上昇した。そのため、制御技術をより身近なものとして理解できていると考えられる。事後の記述内容でも「光センサを用いた外灯」といった実習で学習した内容をふまえた具体的な記述もみられた。

このことから、実社会で活用されている技術と学習内容に関連づける教材・教具を活用し理解させることで、制御技術への興味・関心

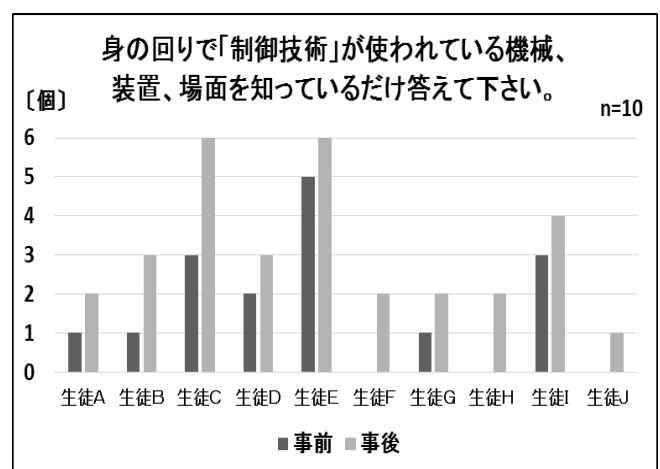


図 13 アンケート結果⑥

を高めることができたと考えられる。

## 2 振り返りシートより

生徒の変容を知る手立ての一つとして振り返りシートの中で、気づいたことや感想を記入させた（表4）。全員が肯定的な意見を書いていた。実習で学習したものを「お家でも実践したい」といった内容や、制御技術へのさらなる可能性を感じた生徒も複数いた。このように振り返りシートをとおして生徒の前向きな変容を引き出すことができた。

表4 振り返りシートの記述（一部抜粋）

|                                                               |
|---------------------------------------------------------------|
| 生徒A：今回の実習で家庭でも水耕栽培ができ、夏休みの <u>自由研究でやりたい</u> と思った。             |
| 生徒B：今回の制御技術が <u>他のことにも応用できそう</u> 。                            |
| 生徒C：課題研究でも水耕栽培をやっているが、今回の実習でさらにやってみたいことを <u>発見することができた</u> 。  |
| 生徒D：実習手引書が分かりやすく書かれていたので <u>スムーズに実習を進めることができた</u> 。           |
| 生徒E：水耕栽培で <u>I o Tとかしてみたい</u> 。                               |
| 生徒F：実習手引書が分かりやすく書かれていたので <u>理解することができた</u> 。                  |
| 生徒G：制御実習の中でも特に水耕栽培は <u>楽しかった</u> 。できれば <u>家でも作ってみたい</u> と思った。 |
| 生徒H：課題をこなしていくことで、水耕栽培装置の仕組みについて <u>理解できた</u> 。                |
| 生徒I：水耕栽培装置の組み立てをとおして、どのように制御が行われているかを <u>理解することができた</u> 。     |
| 生徒J：実習手引書が分かりやすくて <u>楽しかった</u> 。                              |

## 3 課題の達成状況

本研究では、制御Ⅰ（出力制御）、制御Ⅱ（入出力制御）で学んだ内容を、制御Ⅲ（簡易型水耕栽培制御装置）で総合的に学習することができるように授業を展開した。課題の達成状況を表5に示す。5組全てのペアが、授業時間内に課題をすべて達成することができたため、制御実習の基礎的・基本的な知識・技能の習得につなげることに、一定の成果が得られたと判断する。

一方で、ペアによっては実習課題への取り組みに対する作業の分担に、パートナー間で偏りが起こる可能性がある。そのため授業展開によっては、課題の提示の仕方や評価方法を工夫する必要がある。

表5 課題の達成状況（○：達成、×：未達成）

| 実習課題 | 生徒  |     |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | ペア① | ペア② | ペア③ | ペア④ | ペア⑤ |
| 課題1  | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   |
| 課題2  | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   |
| 課題3  | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   |
| 課題4  | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   |

## 4 授業の様子

生徒の活動は、制御Ⅰと制御Ⅱの実習では個別で作業を行うが、制御Ⅲでは既習内容を用いて総合的に作業をすすめるため、ペアワークで行った。簡易型水耕栽培制御装置のラックの組み立てから部品の取り付け、プログラム作成、動作確認といった一連の流れを、協力しながら課題に取り組む姿が見られた（図14）。アンケートや振り返りシートの記述内容にも、「うまくいかない時は、お互い意見を出し合い解決することができた」「最初はできないと思っていたけど、パートナーと協力して作業することで、課題をすべてこなすことができた」といった意見があり、生徒の理解を深める手立てとして、効果的であると考ええる。また、課題ができてくると別の班の状況を確認しながら相談し、興味をもってお互いの情報を交換し合っている場面もあった。

ペアワークをとおして、お互い協力して課題をこなしていく中で、制御技術への理解を深めることや相手の考えを知ることができたと考ええる。

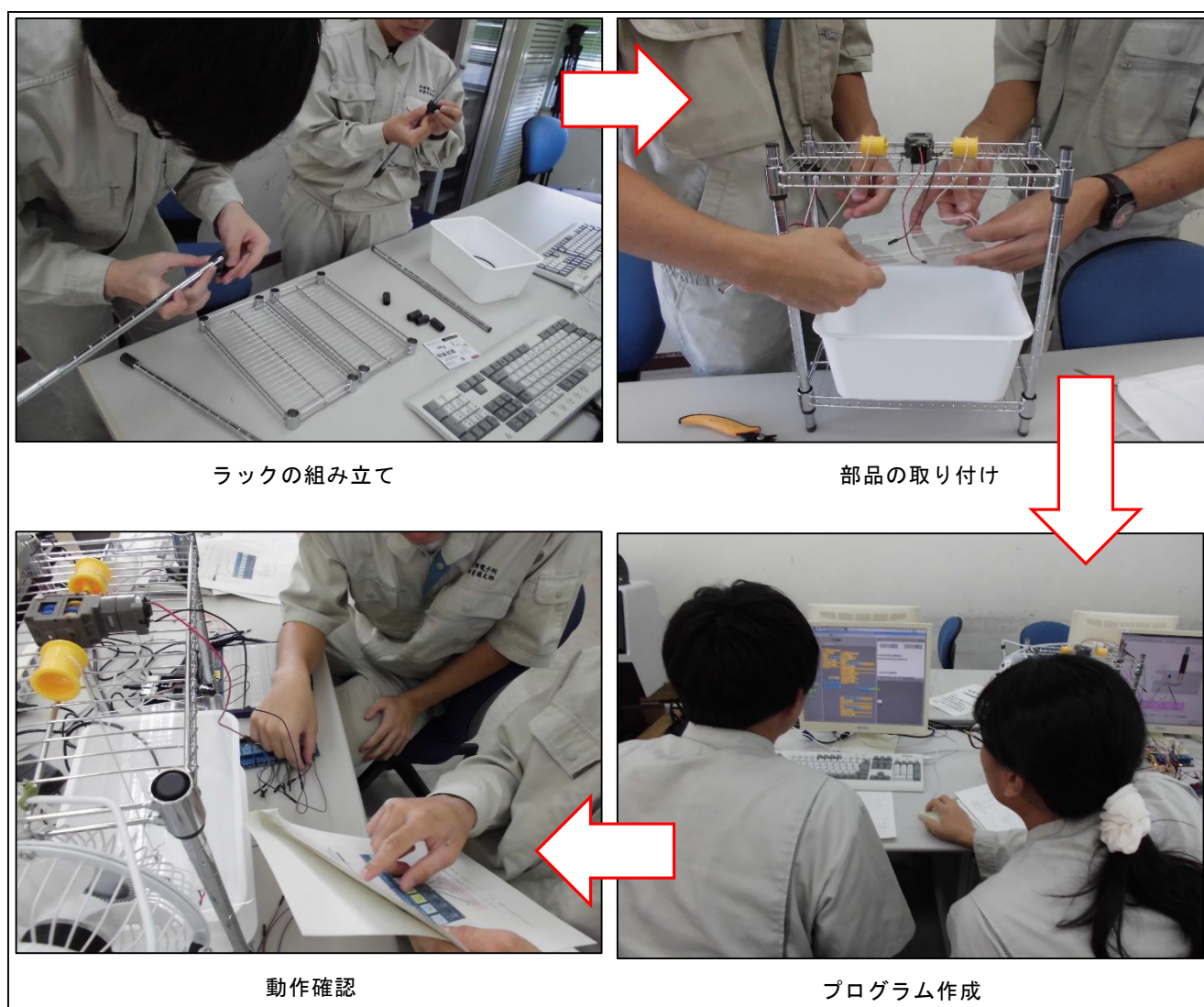


図 14 ペアワークで取り組む様子

## V 成果と課題

### 1 成果

- (1) 実習手引書に、電子回路図と実体配線図を並べて表示し、制御プログラムにビジュアルプログラミング言語を取り入れることで、制御実習が難しいと感じていた生徒も積極的に作業に取り組み、基礎的・基本的な知識・技能の習得につなげることができた。
- (2) 制御Ⅰ（出力制御）、制御Ⅱ（入出力制御）で学んだ内容を、制御Ⅲ（簡易型水耕栽培制御装置）で総合的に学習することで、実社会で活用されている技術と学習内容を関連づけることができ、制御技術への興味・関心を高めることができた。

### 2 課題

- (1) 今回は全3回で制御実習を行ってきたが、授業を急ぎ足で進めることが多々あった。生徒が落ち着いて理解できるように、さらに実習時間を確保する必要がある。
- (2) ペアワークの際には、実習課題への取り組みに対する作業の分担に、パートナー間で偏りが起こる可能性がある。そのため授業展開によっては、課題の提示の仕方や評価方法を工夫する必要がある。

### 〈参考文献〉及び〈参考Webサイト〉

沖縄県教育委員会 平成30年度版 学校教育における指導の努力点

[http://www.pref.okinawa.jp/edu/gimu/gakuryoku/gakuryoku/documents/h30\\_shidounodoryokuten.pdf](http://www.pref.okinawa.jp/edu/gimu/gakuryoku/gakuryoku/documents/h30_shidounodoryokuten.pdf) (2018年4月)

経済産業省 農商工連携

[http://www.meti.go.jp/policy/local\\_economy/nipponsaikoh/nipponsaikohnoushoukou.html](http://www.meti.go.jp/policy/local_economy/nipponsaikoh/nipponsaikohnoushoukou.html) (2018年4月)

金丸隆志 2015 『実例で学ぶRaspberry Pi電子工作』 株式会社講談社

今一義 2011 『マイコン制御の野菜工場を作ってみよう！』 CQ出版株式会社

寺前裕司 2011 『グリーンエレクトロニクス』 CQ出版株式会社

文部科学省 2010 『高等学校学習指導要領解説 工業編』 実教出版株式会社

文部科学省 2009 『高等学校学習指導要領』 実教出版株式会社

神崎康宏 中尾司 2006 『ガーデニングとホーム・セキュリティの電子工作入門』 CQ出版株式会社