

テーマ 「職業能力開発の実践」

副 題 作業標準を用いた電子機器組立て訓練の取組みについて

所属施設 独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構
執筆者 菊池 達也（群馬職業能力開発促進センター）

1. はじめに

ポリテクセンター群馬の制御技術科は、仕上がり像 A と仕上がり像 B から構成される積上げ型[1]のコース編成になっている。入所月は4月と10月で、訓練期間は6ヶ月間、定員は18名である。仕上がり像 A は「電気・電子回路の設計及び同回路を用いた制御ができる」であり、仕上がり像 B は「組込みマイコン制御システムの製作ができる」である。訓練コースの訓練到達目標とユニット訓練の構成を表1に示す。

入所する受講者の中には、職業訓練で学んでいる専門性を活かして技能検定や資格を取得したいと希望する者がいる。表1のカリキュラムは、技能検定「電子機器組立て3級」の試験範囲をほぼ包括している。技能検定「電子機器組立て3級」は学科試験と実技試験が実施されるが、学科試験の範囲は仕上がり像 A の破線で囲んだユニットがほぼ相当し、実技試験はシステム3の太い実線で囲んだ「はんだ付け基本」、「電子機器組立」そして「応用課題」の3つのユニット訓練が相当する。技能検定は前期日程と後期日程に分かれるが、「電子機器組立て」は前期日程で実施され、4月に入所した受講者については在所中に受検することが可能である。

表1 システム編成シート (抜粋)

| | システム名 | 訓練到達目標 | ユニット番号 | ユニット名 |
|----------------------------|---------------------------------------|--|-----------------|-----------------------------|
| 仕 上 が り 像 A | ES206 | 各種アナログ素子の特性を理解し、アナログ回路の基礎設計手法及び関連知識を習得する。 | EU101-0090-1 | 電気回路(基本) |
| | システム1 アナログ回路設計技術 | | EU205-0010-1 | アナログ素子 |
| | | | EU205-0180-2 | アナログ回路設計(トランジスタ回路) |
| | | | EU205-0190-2 | アナログ回路設計(OPアンプ回路) |
| | | | EU205-0200-2 | アナログ回路設計(A/D, D/A変換回路) |
| | EU501-X080-3 | 回路シミュレーション(アナログ回路) | | |
| | ES203 | デジタル回路設計を通して、論理回路設計の基本、ハードウェア設計記述言語によるプログラム等に関する技能及び関連知識を習得する。 | EU204-0141-2 | 論理回路設計の基本作業1 |
| | システム2 デジタル回路設計技術 | | EU204-0142-3 | 論理回路設計の基本作業2 |
| | | | EU204-X150-3 | PLD基本設計(基本) |
| | | | EU204-X160-3 | PLD基本設計(回路図入力) |
| EU204-X170-3 | | | PLD基本設計(テキスト入力) | |
| EU204-X180-3 | PLD基本設計(回路検証) | | | |
| ES2群馬 | アナログ回路とデジタル回路の実装と評価に関する技能及び関連知識を習得する。 | EU201-X020-1 | 基板設計 | |
| システム3 実装・評価技術 | | EU206-X010-1 | 基板製作 | |
| | | EU205-X170-2 | センサ回路(温度センサ) | |
| | | EU201-X010-1 | はんだ付け基本 | |
| | | EU206-X020-1 | 電子機器組立 | |
| | | | 応用課題(光検出器の製作) | |
| 仕 上 が り 像 B | ES317 | 組込み型1マイクロコンピュータの制御方法と、開発効率の良いプログラミング言語の活用手法について習得する。 | EU304-X060-3 | マイコンによる制御(ラベル/O) |
| | システム4 組込み型マイクロコンピュータ制御技術 | | EU304-X070-3 | マイコンによる制御(割込み) |
| | | | EU304-X080-3 | マイコンによる制御(シリアルI/O) |
| | | | EU304-X090-3 | マイコンによる制御(カウンタ/タイマとA/D・D/A) |
| | | | EU304-X100-3 | プログラム組み込み作業 |
| | | | EU304-X110-3 | 制御システム基本作業 |
| | ES327 | 組込み型マイクロコンピュータのC言語による制御方法と、開発効率の良いプログラミング言語の活用手法について習得する。 | IU303-X011-2 | C言語(基本) |
| | システム5 C言語による組込み型マイクロコンピュータ制御技術 | | IU303-X012-2 | C言語(応用) |
| | | | IU303-X013-2 | C言語(ファイル処理) |
| | | | EU304-X020-3 | C言語による制御(パラレルI/O) |
| | | | EU304-X030-3 | C言語による制御(割込み) |
| | EU304-X050-3 | C言語による制御(カウンタ/タイマとA/D・D/A) | | |
| | ES310 | 自走ロボットの制御機器製作を通して、電子回路、マイコン制御等に関する技術及び関連知識を習得する。 | EU303-X310-2 | 自走ロボット(本体設計) |
| | システム6 制御機器製作II | | EU303-X320-2 | 自走ロボット(本体製作) |
| EU303-X330-2 | | | 自走ロボット(回路製作1) | |
| EU303-X340-2 | | | 自走ロボット(回路製作2) | |
| EU303-X350-2 | | | 自走ロボット(試運転) | |
| EU303-X360-2 | | | 自走ロボット(総合課題) | |

当センターとしては初めて、平成24年度に制御技術科の希望者6名が技能検定「電子機器組立て3級」を受検した。他にも受検を希望する者はいたが、技能検定の受検資格を満たさないため申請ができなかった。

制御技術科での電子機器組立てに相当する訓練は表1に示す「はんだ付け基本」、「電子機器組立」そして「応用課題」の3つのユニットである。訓練日数は延べで9日間である。各ユニット訓練の内容は次の通りである。

- 1) 「はんだ付け基本」のユニット訓練では、はんだの種類やこての構造など基本知識や安全作業の知識、そして電子部品のリード線の折曲げ作業及びはんだ付け作業の技能についての訓練を行う。
- 2) 「電子機器組立」のユニット訓練では、極性部品やC-MOS ICなどの電子部品の構造や取扱いの基本知識、表面実装部品のはんだ付け作業、配線作業とそのはんだ付け作業の訓練を行う。
- 3) 「応用課題」のユニット訓練では、図1に示した光検出器の回路動作を理解し、光検出器の回路組立てとシャーシ組立ての作業および調整作業の訓練を行う。

なお、これらの3つのユニット訓練は6月中旬から実施し、技能検定「電子機器組立て3級」の実技試験は7月中旬に実施される。その間、約1ヶ月間しかないため、希望者には放課後や訓練休¹に補習の指導を行った。

試験の結果、受検者6名中、3名が合格した。これにより、受講生の学習意欲が高く、指導側の適切な指導があれば、短い訓練期間でも技能検定に合格できることを証明した。しかし、初回の取組みから二つの課題が浮き彫りになった。

一つは、申請者の受検資格の壁である。6名以外にも受検を希望する者は多数いたが、実務経験や学歴等の受検資格を満たさないため申請ができなかった。希望する者には全員、受検させたい。技能検定の受検資格について詳しく調べてみると、担当する制御技術科がカリキュラムや総訓練時間等の要件を満たせば厚生労働省から受検資格の認定を受けられることが分かった。制御技術科が資格認定を受けると、入所した時点で受講生全員が受検資格を与えられる。そのため、次年度の訓練計画を見直して、技能検定の受検資格の認定申請を行った。その結果、平成25年3月に厚生労働省より認定された。これにより、平成25年度4月生においては、受検者数が11名と約2倍に増えた。

二つ目の課題は合格率である。6名が受検して3名が合格した。残り3名は実技試験で不合格となった。6名の受検者の内、2名ははんだ付け作業や電子機器組立て作業の経験があり、残り4名はほとんど経験が無かった。練習では全員が試験時間内に実技課題を完成できるまで練習したが、その4名は時間的な余裕は少なかった。実技試験ではその4名の内3名が時間内に課題を完成させることが出来なかった。不合格になった3名に話を聞くと、「緊張のため作業が遅くなって、あと数分あれば完成できた。惜しかった。」と異口同音に訴えた。全員を合格させるために、訓練内容や指導方法を工夫しなければならないと痛感した。

¹土曜、日曜、祝日以外の施設が定めた休日

そこで、平成25年度から、製造業でよく使われている作業標準を訓練に導入した。検定課題である光検出器の組立て作業を対象に作業標準書を独自に作成し、指導方法を工夫した。また、受講者へのアンケート調査から表面実装部品のはんだ付け作業が苦手な受講者が多いので、独自に表面実装プリント基板を製作して技能訓練を工夫した。これらの取組みの結果、合格率が上昇するなどの一定の成果を得ることができた。平成24年度からの3年間に指導した取組みについて報告する。以下、電子機器組立て3級の概要、訓練課題と作業標準の特徴、作業標準書を活用した指導方法とその考察、アンケート調査とその考察、そして最後にまとめを述べる。

2. 技能検定「電子機器組立て3級」の概要

技能検定「電子機器組立て」に求められる技能は、「電子機器の組立て及びこれに伴う修理に必要な技能」である。技能検定は実技試験と学科試験により行われ、両方の試験に合格することが必要となる。試験のレベルは「初級技能者が通常有すべき技能の程度」と定められ、受検資格については「電子機器組立ての職種に関する実務経験があること」または、「職種に関する専攻科（高校・専門学校・大学等）を卒業していること」が条件になっている。

（1）実技試験の内容

実技試験の試験科目及びその範囲は表2に示す通りである[2]。シャーシ、プリント配線板、電子部品等を用い、図1に示す光検出器の組立てを行う。実技試験の標準時間は90分で延長時間は30分である。作業が120分を超えた場合は失格になる。

表2 実技試験の科目及びその範囲の細目

| 試験科目及びその範囲 | 試験科目及びその範囲の細目 |
|--|--|
| 電子機器組立て作業 作業の段取り 電子機器の組立て 電子回路の点検 | 組立て図面により電子機器組立て作業の段取りができること。 電子機器の組立て及び据付けができること。 電子回路の点検ができること。 |



図1 光検出器の外観

(2) 学科試験の内容

学科試験は真偽法による30題で、試験時間は1時間である。試験科目及びその範囲は表3に示す通りである[2]。

表3 学科試験の科目とその範囲

| 試験科目 | 範囲 |
|-----------|---|
| 1. 電子機器 | 電子機器用部品の種類、性質及び用途、電子機器の種類及び用途 |
| 2. 電子及び電気 | 電子とその作用、電気及び磁気的作用、電子回路、電気回路 |
| 3. 組立て法 | 電子機器の組立ての方法、電子機器の組立てに使用する器工具の種類及び使用方法、手仕上げ、電子機器の計測、工作測定の方法、品質管理 |
| 4. 材料 | 半導体材料、導電材料、抵抗材料、磁気材料及び絶縁材料の種類、性質及び用途 |
| 5. 製図 | 日本工業規格に定める図示法及び電気用図記号 |
| 6. 安全衛生 | 安全衛生に関する詳細な知識 |

3. 訓練課題と作業標準の特徴

(1) 作業標準書とは

作業標準については JIS Z 8002 (標準化及び関連活動—一般的な用語) の定義によれば、作業標準とは“作業の目的、作業条件 (使用材料、設備・器具、作業環境など)、作業方法 (安全の確保を含む。)、作業結果の確認方法 (品質、数量の自己点検など) などを示した標準”とあるが、言い換えると“良い品質の製品を、安く、早く、楽に作るために、正しい作業のやり方と行動を規定したもの”である[3]。作業標準を文書の形にしたものが、作業標準書である。企業の現場で作業標準書を使用する必要性として、次の項目が挙げられている[4]。

- 1) 作業方法を一定にして、作業者によるバラツキを少なくする。
- 2) 作業標準書を作成することにより、企業としての歴史および持っているノウハウを文書の形で残す。
- 3) 作業の習熟を早くする。
- 4) 新規作業者に対する教育用のテキストとする。
- 5) 作業改善をしようとする場合のたたき台とする。
- 6) 現場の監督者が作業を教え、指導監督する時の説明の補助手段とする。

作業標準書の様式には決まったパターンはないが、各現場で製品の種類に応じて様式が決められている。部品の組立て作業には、様式を左右に二つに分けて、左側は「作業手順」として作業のステップを箇条書きに記入し、右側は「主なポイント」として急所を記入するのが使いやすくとされている[4]。

似たようなものに、職業訓練の分野では作業分解票 (シート) がある。作業分解票も、技能をステップに分解し、各ステップでの手順と急所を記述したものである。作

業分解は、指導員が指導すべきポイントを探るためのものであり、作業分解票はそのツールである。“指導すべきポイントさせ分かれれば、時間をかけて厳密、精密に清書する必要はない”と言われている[5]。作業分解票は指導員が使うツールに対して、作業標準書は作業者が使うテキストであり、ポイントの詳細さや分かり易さの工夫のレベルが異なる。そこで、今回の電子機器組立て作業の指導には作業標準書を活用することにした。

また、作業標準書は企業が品質マネジメントシステムに関する規格の総称であるISO9000の認証取得するために整備しなければならない。今日、ISO9000の認証を受けた事業所は多いので、ポリテクセンターの受講者が認証を受けた工場で働く場合には、作業標準の意味や使用方法について知識があることが望ましいと考えた。次に、自作した作業標準書について説明する。

(2) ユニット訓練と教材

前述したように電子機器組立て作業に関する訓練は、「はんだ付け基本」、「電子機器組立」そして「応用課題」のユニット訓練が対応する。さらに、技能検定を受検する受講者に、放課後や訓練休に補習を指導している。各ユニット訓練の訓練時間と使用する教材の概要について表4に示す。制御技術科の受講者は、はんだ付け作業についての予備知識や繰り返しの訓練を受けていない初心者が多く、前職で電子機器組立てや修理業務ではんだ付け作業に慣れていた者は少ない。そのため、表4に示すテキストや作業標準書については、初心者が理解し易く反復して訓練すれば習得できる作業を意識して作成した。

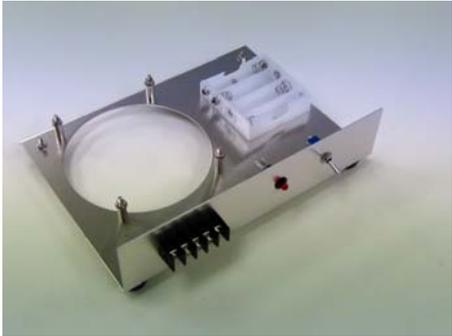
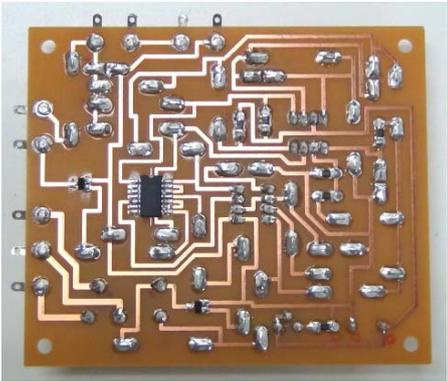
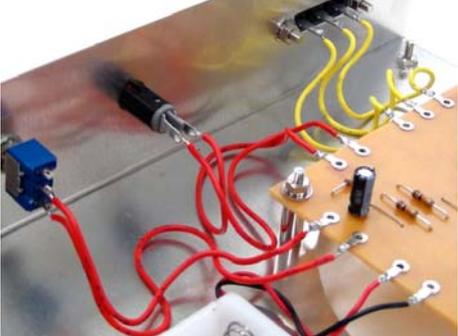
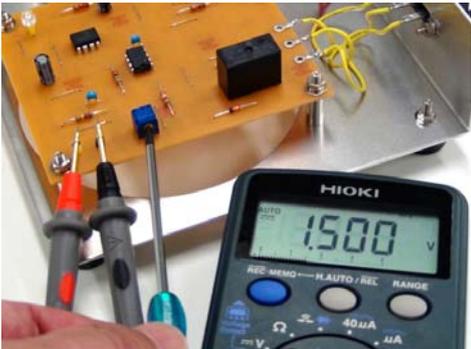
表4 ユニット訓練と教材の概要

| ユニット訓練名 | 訓練時間 | 教材と訓練の概要 |
|---------|----------------|---|
| はんだ付け基本 | 3日間 18時間 | リード付き部品、表面実装部品、配線等のはんだ付け作業等の基本作業の手順について解説した自作テキスト。受講者ははんだ付けの基本作業の基本知識の講義を受けた後、各種はんだ付け作業について反復した訓練を行う。 |
| 電子機器組立 | 3日間 18時間 | 光検出器の電子部品の働き、回路図から動作の仕組み、機器の調整方法について解説した自作テキスト。回路の動作原理を理解し、光検出器の調整方法を習得する。 |
| 応用課題 | 3日間 21時間 | 製作のポイントを自作テキストから抜き出して、作業手順と標準時間を示した作業標準書。ここでは、作業手順の内容を理解し、工具の使い方や作業の方法を習得する。 |
| 補習 | 15時間から 20時間 | 作業標準書の作業手順と内容を暗記して、品質と作業スピードを両立した訓練を行う。 |

(3) 光検出器の作業工程

図1に示す光検出器の組立て作業を分析して、次の4つの作業工程に分けて作業標準書を自作した。各工程の概要を表5に示す。

表5 光検出器の組立て工程の概要

| 工程名 | 作業対象の写真 |
|--|--|
| <p>1) シャーシ組立て作業</p> <p>アルミ製のシャーシに、端子台、発光ダイオード(LED)、トグルスイッチ、電池ボックス、ゴム足、スペーサの部品を取り付ける。ねじや座金等の取付けについては、指示された組合せを守らなければならない。また、ねじ締付けトルクは下限値が指示されている。</p> |  |
| <p>2) プリント基板組立て作業</p> <p>プリント基板に実装する部品は約40点ある。リード付き部品については、リード線の折り曲げ角度や切断する寸法が規定されている。この作業では、はんだの材料に鉛フリータイプを使用する。鉛が入った共晶はんだと比較して、はんだのぬれ性が悪い。規定どおりに仕上げるために、専用基板を使用して基礎練習を行っている。</p> |  |
| <p>3) 配線作業</p> <p>16箇所の穴あき端子に、ビニル電線をひっかけからげで配線する。芯線に予備はんだする際にビニル被覆を溶かさないように注意し、接続時の芯線のむき代を規定の寸法に仕上げることに難しさがある。ひっかけからげ作業に習熟するために、ラグ端子台を使って基礎練習を行っている。</p> |  |
| <p>4) 調整、検査作業</p> <p>光検出器は光の明るさを感知することで、リレーのオン・オフを制御する。光の感度を規定の電圧になるようにデジタルテスタを使って調整する。次に、光検出器が正しいシーケンスで動作をすることを確認する。動作不良の場合は、はんだ付け不良や部品の誤実装がないかどうか確認する。</p> |  |

(4) 自作した作業標準書の特徴

一例として、図2に「シャーシ組立て作業」の作業標準書を示す。標準書の各項目について説明する。

- ①**工程名**：作業標準書を必要とする工程名を記入する。
- ②**工程の標準時間**：標準時間はQC工程表で管理することが一般的である[4]が、作業標準書の見えやすい位置に大きく表示する工夫した。ここでの標準時間とは、表4に示すユニット訓練を受講し電子機器組立て作業に習熟した受講者が、テキスト及び作業標準書で規定された方法・条件の下で、正常な作業ペースで仕事をする時に可能であると定めた作業時間のことである。今回の標準時間は、ユニット訓練で受講生と一緒に訓練を受講した初任層の指導員に組立て作業をしてもらい、ビデオカメラとストップウォッチで観察して算出した。工程別の標準時間を表6に示す。作業の合計時間は109分となった。技能検定の標準時間は90分、延長時間が30分で合計120分となるので、受検者は表6の作業時間の通りに課題を製作できれば試験時間内に完成する。また、11分の余裕時間が生まれる。

表6 工程別の作業標準書と標準時間

| 作業標準書 | 分量 A4 | 標準時間 |
|-------------|-------|------------|
| シャーシ組立て作業 | 3 頁 | 1 6 分 |
| プリント基板組立て作業 | 3 頁 | 6 0 分 |
| 配線作業 | 1 頁 | 2 5 分 |
| 調整、検査作業 | 1 頁 | 8 分 |
| | | 合計 1 0 9 分 |

- ③**工具**：この作業に使用する工具をすべて記入する。
- ④**材料**：この作業で使用する材料・部品をすべて記入する。
- ⑤**作業手順**：この工程の中で行う作業のステップを箇条書きに記入する。
- ⑥**作業の標準時間**：各作業時間の所要時間と経過時間を作業標準書に入れる工夫を行った。受講者にとっては、「作業の標準時間」がペースメーカーになる。標準時間よりも遅ければ、該当する作業が苦手であったり、やり方に問題があることがわかる。その作業について練習を行えば、作業スピードを改善することができる。また、標準時間より早く作業が終われば、やる気や自信がでてくる効果もある。
- ⑦**主なポイント**：作業手順に対応するポイントを記入する。
 - 1) できるだけ簡素で読みやすく、分かりやすい表現にした。箇条書きで、ポイントを明示した簡潔な表現を意識した。
 - 2) 図や写真などを出来る限り活用して、一見でポイントを理解できるようにした。一例として、図2に示すようにLED取り付け作業際のLEDの極性を矢印で示した。
 - 3) 抽象的でなく具体的な指示にした。一例として、「しっかり挿入する」との表現から「LEDとシャーシの間に浮きが無いことを確認」とわかりやすくした。
 - 4) チェックボックスを設けた。受講者がポイント内容の確認や苦手な作業に目印を付けるために使用する。

| 作業標準書 | | | | |
|--|----------------|---------|------|--|
| 工程名: シャーシ組立て作業 標準時間: 16分 | | | | |
| 工具: ゴムマット、はんだごて、手助け君、はんだ吸い取り用具、保護メガネ、プラスドライバ(大)と(小)、ボックスドライバ(大)と(小)、スパナ、定規、ガーゼ、スミス手袋、部品トレイ | | | | |
| 材料: シャーシ部品一式、糸はんだ(φ0.8mm) | | | | |
| No | 作業手順 | 標準時間 | | 主なポイント |
| | | 累計 | 小計 | |
| 1 | 機構部品の仕分け | 0:01:10 | 70秒 | <input type="checkbox"/> 機構部品を部品トレイに仕分ける。 <input type="checkbox"/> 電池ボックス用M2ねじ類を別区切りに集める。 <input type="checkbox"/> 【注意】M3×14(4個)とM3×16(2個)を区別する。 |
| 2 | 端子台の予備はんだ | 0:01:30 | 20秒 | <input type="checkbox"/> 保護メガネを装着する。 <input type="checkbox"/> はんだごての温度は360℃、こて先は1.6mm幅(緑) <input type="checkbox"/> 糸はんだはφ0.8mmとする。 <input type="checkbox"/> 端子台を手助け君で固定する。 <input type="checkbox"/> 3箇所端子に予備はんだ。 <input type="checkbox"/> はんだが過剰の場合は吸い取り線で除去する。 |
| 3 | LEDの端子の予備はんだ | 0:01:50 | 20秒 | <input type="checkbox"/> 2箇所端子に予備はんだ。 |
| 4 | スイッチの予備はんだ | 0:02:05 | 15秒 | <input type="checkbox"/> 中央と端の2箇所の端子に予備はんだ。 <input type="checkbox"/> 端子が短いので予備はんだをスイッチ本体に流さないこと。 |
| 5 | 保護膜をシャーシから | 0:02:50 | 45秒 | <input type="checkbox"/> 利き手ではない方の手にスミス手袋を着用し、シャーシを押さえる。 |
| 中略 | | | | |
| 13 | LEDを取り付ける | 0:13:30 | 10秒 | <input type="checkbox"/> LED本体に明記されている+側の端子を端子台に向ける。 <input type="checkbox"/> 真上から見てLED端子はハの字に見えること。 |
| 14 | 確認 | 0:13:35 | 05秒 | <input type="checkbox"/> LEDとシャーシの間に浮きが無いことを確認。 |
| 15 | 4本のスペーサを仮り付けする | 0:15:40 | 125秒 | <input type="checkbox"/> 座金類の組合せは図の通り。 <input type="checkbox"/> 後工程でプリント基板を取り付けるため、ねじ類は仮止めとする。 |
| 16 | 最終確認 | 0:16:00 | 20秒 | <input type="checkbox"/> シャーシの内外に付着した手垢や汚れをガーゼで拭き取る。 |

図2 シャーシ組立て作業の作業標準書(抜粋)

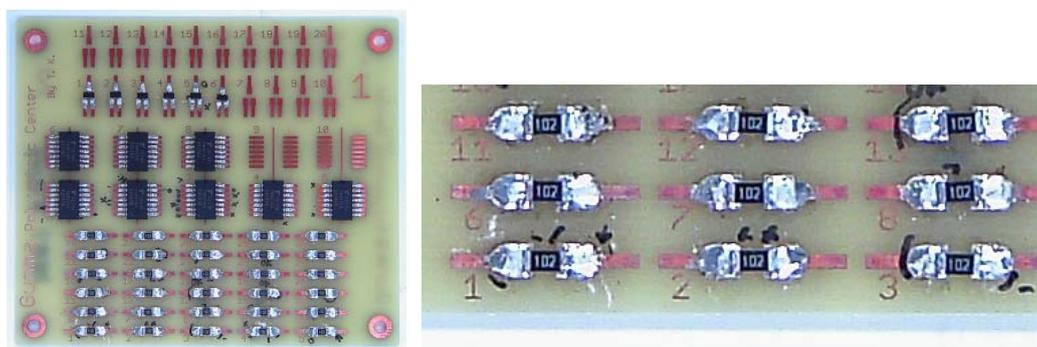
4. 作業標準書を活用した指導方法とその考察

(1) ユニット訓練での指導方法

電子機器組立ての実習は、表 4 に示すように 9 日間で実施している。はんだ付け作業と電子機器組立ての訓練では、リード付き部品の折り曲げ作業、はんだ付け作業、配線作業等の基本作業について解説を行い、実技においては反復練習して基本的技能を受講者に習熟させている。実習中、指導員は各受講生の習熟具合を巡回チェックし、個別指導を行っている。この段階で基本作業をマスターしないと、その後に製作した光検出器の組立ての品質が保証されないためである。特に初心者の方には、手取り足取りで指導し、出来栄が良い時は積極的にほめて、モチベーションを上げさせて訓練に集中させている。はんだ付け用の練習基板はいくつか市販されているが、表面実装部品の SOP IC やチップトランジスタ用のパターンが無かったり、チップ部品のサイズが異なったりして、十分な量を練習できるプリント基板がない。そこで、図 3 (a) に示すように独自に練習基板を CAD で設計し、プリント基板の製造を外注した。製作した練習基板の特徴に、各ランドに番号を付けている (図 3 (b))。受講者は 1 番からはんだ付けの作業を始める。指導員は仕上りの良し悪しをマジックで記して受講者に解説する。受講者は番号順に作業することで練習の履歴が分かり易くなるため、技能の向上を自己確認でき、自信につながる。

なお、3年間で55名を指導してきたが、基本作業を習熟できなかった受講者はいなかった。また、実務経験がある受講者については、はんだ作業の仕上りを実体顕微鏡で観察して、詳細な部分までパーフェクトにできるように指導し、受講者が訓練時間を持て余さないように指導した。

その後、電子機器組立てのユニット訓練の後半から、受講者は光検出器を製作する。最初に、作業標準書を作成した目的と使用するメリットを解説する。次に、主なポイントは箇条書きで書かれているので、受講者が誤解しないように、作業手順ごとに「何をどうする」、「どこをどのように確認する」について、具体的に作業を行って説明している。十分に理解できたら、図 2 に示す作業標準書の受講者にチェックボックスにマークを付ける。作業手順を理解できた上で、表 5 に示す作業工程の順番で作業標準書を使い光検出器の組立て作業を行う。最初の組立て作業なので、作業速度を求めたりせずに、作業標準書の主なポイントをマスターすることと、品質の良いものを製作することを主眼としている。



(a) 練習基板全体写真 (b) チップ抵抗部の拡大写真

図 3 独自に製作した表面実装部品用プリント基板

(2) 補習での指導方法

補習は前述した9日間のユニット訓練が終了後の放課後や訓練休に、受検を希望者だけを集めて実施している。この段階では、希望者は9日間の訓練で、基本作業と電子機器組立ての正しい作業方法を習得している。この補習の目的は、初心者レベルの者が、表6に示した標準時間で光検出器の組立てを完了できるように指導することである。製品（光検出器）の品質と作業のスピードアップを確保するためには、“作業者が作業を体得する”[3]というレベルまで引き上げる必要がある。そこで、技能面と知識面での対策を行った。

① 知識面の対策

平成24年度の最初の受検では、プリント基板に実装する抵抗のカラーコード、コンデンサの定数、実装する場所を暗記して作業のスピードアップを図った。平成25年度からは、さらに作業標準の作業手順を暗記することにした。それは、初心者では一つの作業が終わって次の作業に着手する間が長いことが観察された。その間で次の作業を探している（考えている）のである。そこで、作業標準の作業手順を暗記して作業すれば、そのような無駄な間を省けて作業時間の短縮につながると考えた。

② 技能面での対策

補習ではストップウォッチで作業時間を計測して訓練を行った。各自で自分の作業時間を測定させた。作業の標準時間より、遅い作業項目を洗い出し、反復練習により克服してから、光検出器を組立てた。表7に光検出器を3回組立てた受講者A（30代男性）の作業時間を示す。1回目の組立ては応用課題のユニット訓練で行った作業なので時間を計測していないため、2回目と3回目の作業時間を記す。2回目においては、調整、検査の工程以外は標準時間より遅く、合計では検定の試験時間である2時間を超えてしまった。しかし、作業準書で洗い出した苦手項目を補習で練習し、3回目の組立てでは、作業時間を短縮して2時間以内に課題を完成できるようになった。ただ、受講者Aの配線作業については、2回目と3回目では作業時間が変わらないのと、標準時間より遅いため、まだ改善の余地はあることが分かる。

表7 受講者Aの作業時間

| 作業標準書 | 標準時間 | 2回目 | 3回目 |
|-------------|------|---------|---------|
| シャーシ組立て作業 | 16分 | 19分23秒 | 15分35秒 |
| プリント基板組立て作業 | 60分 | 73分33秒 | 55分27秒 |
| 配線作業 | 25分 | 28分40秒 | 28分37秒 |
| 調整、検査作業 | 8分 | 6分55秒 | 6分27秒 |
| 合計時間 | 109分 | 128分31秒 | 106分06秒 |

(3) 検定の結果

平成24年度から定技能検定「電子機器組立て3級」を受講者が受検している。平成25年度からは、製作の品質向上と作業スピードアップのために、作業標準を導入して訓練と補習を行った。作業標準の導入前の合格率を表8に、導入後の合格率を表9に示す。平成25年度から26年度の合格率は平均すると89%となる。表8と表9の合格率を比較すると有意に違いがあることが分かる。合格率が向上した理由には、作業標準を導入して作業スピードを上げることができたこと、そして、練習基板を自作し受講者のはんだ付け作業のスキルを向上させたことがあげられる。また、指導する側も年々、指導力を増していることも考えられる。

なお、3年間の合格率は80%となった。

表8 作業標準導入前の技能検定の合格率

| 年度 | 受検者数 | 合格者数 | 合格率 |
|-------|------|------|-----|
| 平成24年 | 6名 | 3名 | 50% |

表9 作業標準導入後の技能検定の合格率

| 年度 | 受検者数 | 合格者数 | 合格率 |
|-------|------|------|------|
| 平成25年 | 11名 | 11名 | 100% |
| 平成26年 | 8名 | 6名 | 75% |

5. アンケート調査とその考察

制御技術科の平成24年度4月生（13名）、10月生（7名）、平成25年度4月生（14名）、10月生（10名）、平成26年度4月生（11名）計55名に対して、表4に示すユニット訓練を実施した。受講後に作業工程別作業の難易度、学習意欲、技能検定の関心、意見感想などの項目についてアンケート調査を行った。

(1) 受講者について

受講者55名の年齢構成を表10に示す。30代が最も多く、女性は2名であった。55名の内、学校で電気・電子関連を専攻した受講者は20名、電気・電子系製造業に就業経験者が26名、はんだ付け作業の実務経験者は5名だけだった。

表10 受講者の年齢層

| 年齢層 | 人数 |
|-----|-----|
| 20代 | 11名 |
| 30代 | 24名 |
| 40代 | 15名 |
| 50代 | 5名 |

(2) 作業工程別の難易度について

光検出器の作業工程は「シャーシ組立て作業」、「部品の加工作業」、「はんだ付け作業」、「配線作業」、「調整作業」である。各工程について、「難しい」、「やや難しい」、「どちらともいえない」、「やや易しい」、「易しい」の5段階で回答するようお願いした。

図4の結果より、「難しい」と「やや難しい」を合わせると、はんだ付け作業について56%の受講者が難しいと感じていることが判明した。

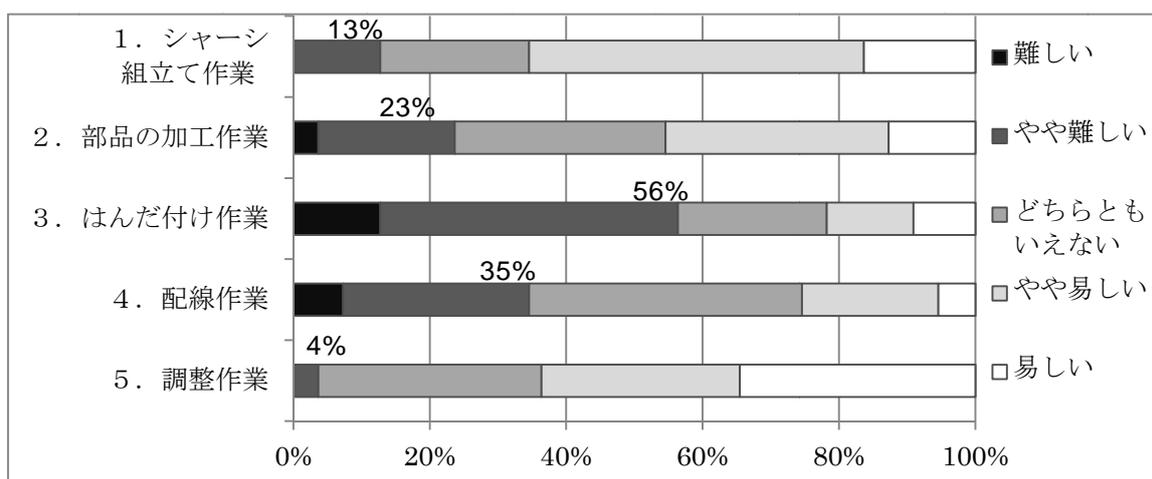


図4 作業工程別の難易度

次に、はんだ付け作業の難易度を部品別に質問したところ、図5の結果より「難しい」と「やや難しい」を合わせると、「表面実装IC」については約65%の人が難しいと感じ、「チップトランジスタ」では56%の人が、「チップ抵抗」では47%の人が難しいと感じたことが分かった。表面実装ICやチップ部品は、形状が小さいため作業がしづらいためである。

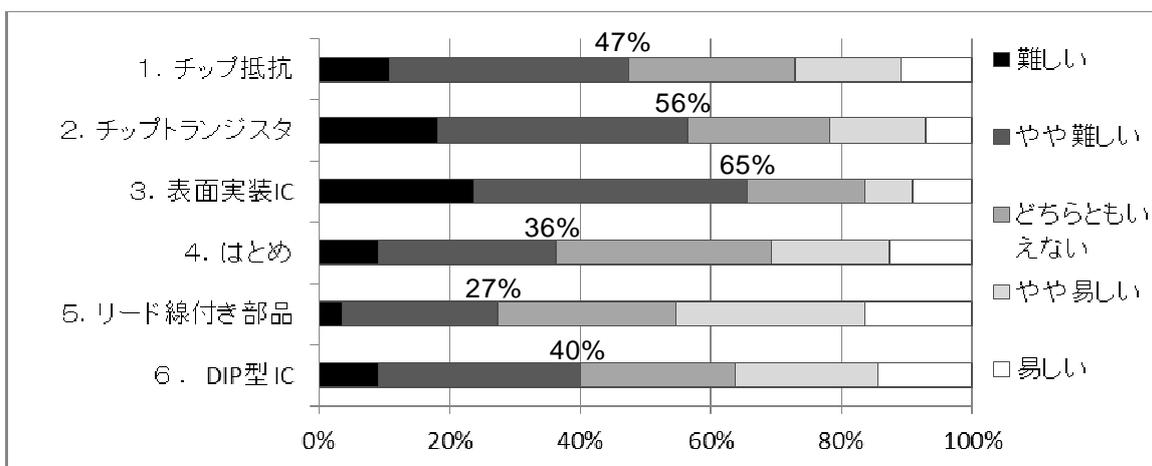


図5 部品別のはんだ付け作業の難易度

(3) 自己評価について

図6に10項目の自己評価の質問と回答を示す。「そう思う」と「ややそう思う」を合わせると、すべての質問項目において肯定的な回答は約8割以上に達した。

特に、「2. 訓練の内容に興味を持つことができた」、「4. 訓練に意欲的に取り組んだ」、「6. 受講して、はんだ付け作業が上手になった」、「10. この訓練は総合的にみて有益であった」の項目については9割以上の支持があった。

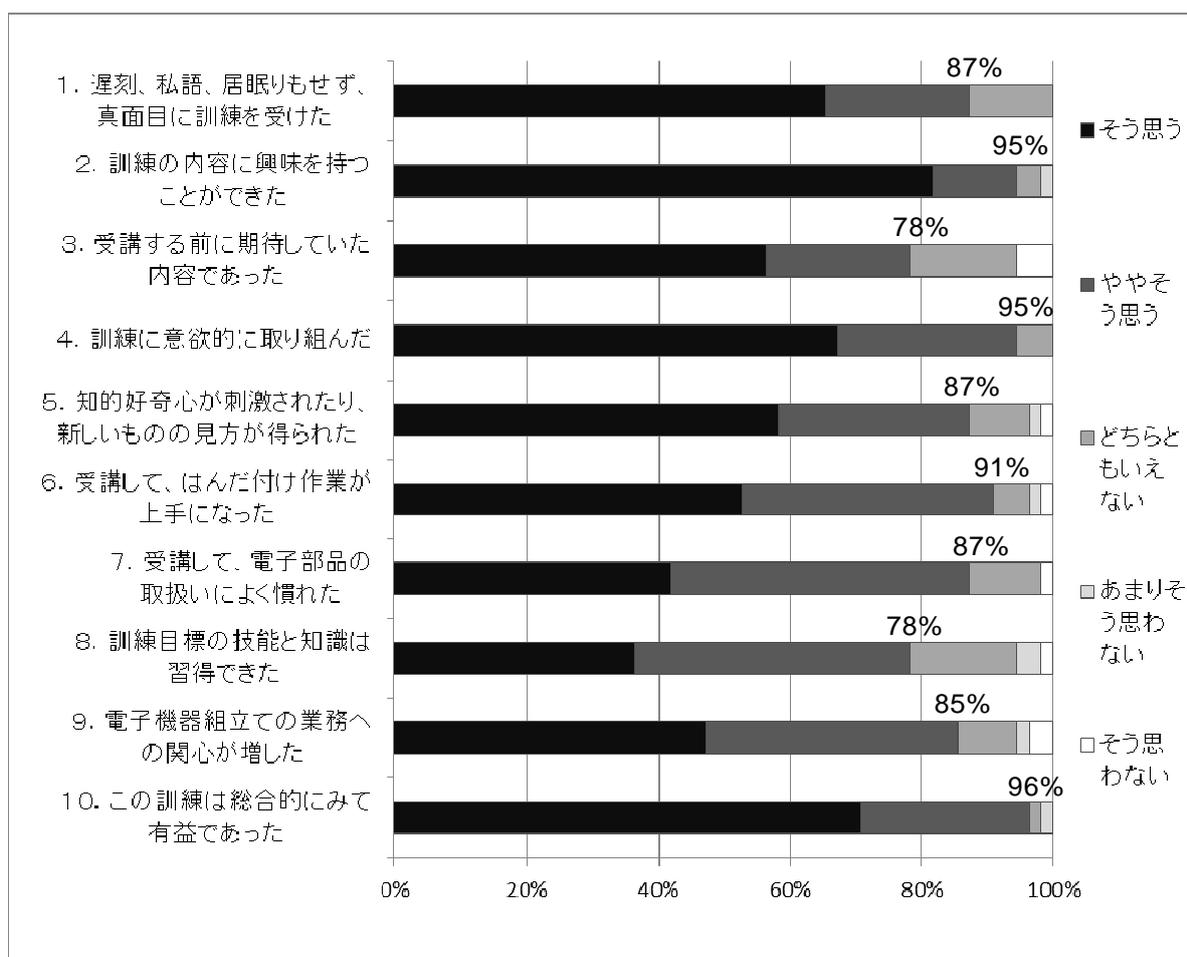


図6 自己評価の結果

(4) 実習内容と指導内容について

実習内容と指導内容について、図7にアンケート調査の結果を示す。「そう思う」と「ややそう思う」を合わせると、すべての質問項目において肯定的な回答は8割以上に達した。「テキストや配付資料などが訓練の理解に役立った」に否定的な回答が1件あったが、「文字を読むのが苦手」とのことであった。「実習の時間配分は適切だった」に否定的な回答があったが、「訓練時間が足りないことへの不満」であった。

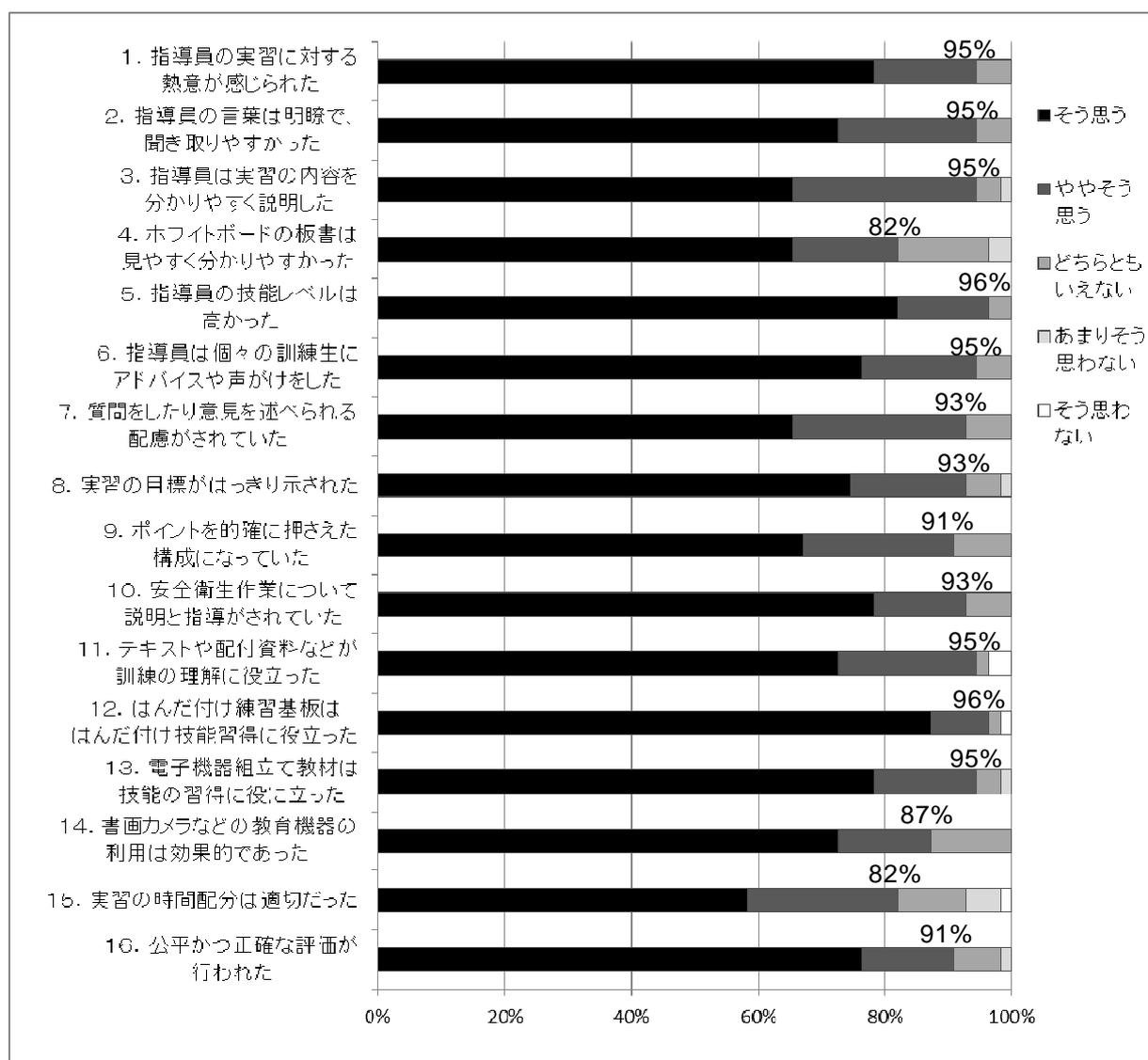


図7 実習内容と指導内容に関する調査結果

(5) 設備等について

実習場の設備や環境そして安全衛生についての調査項目とアンケート調査の結果を図8に示す。「そう思う」と「ややそう思う」を合わせると、すべての質問項目において肯定的な回答は約9割以上に達した。「実習場の温度管理は適切だった」の項目が他の項目に比べて肯定的な支持が低いのは、はんだ煙を換気するために窓を開けるため、6月と7月の訓練では室内の温度が上昇して蒸し暑く感じたためである。

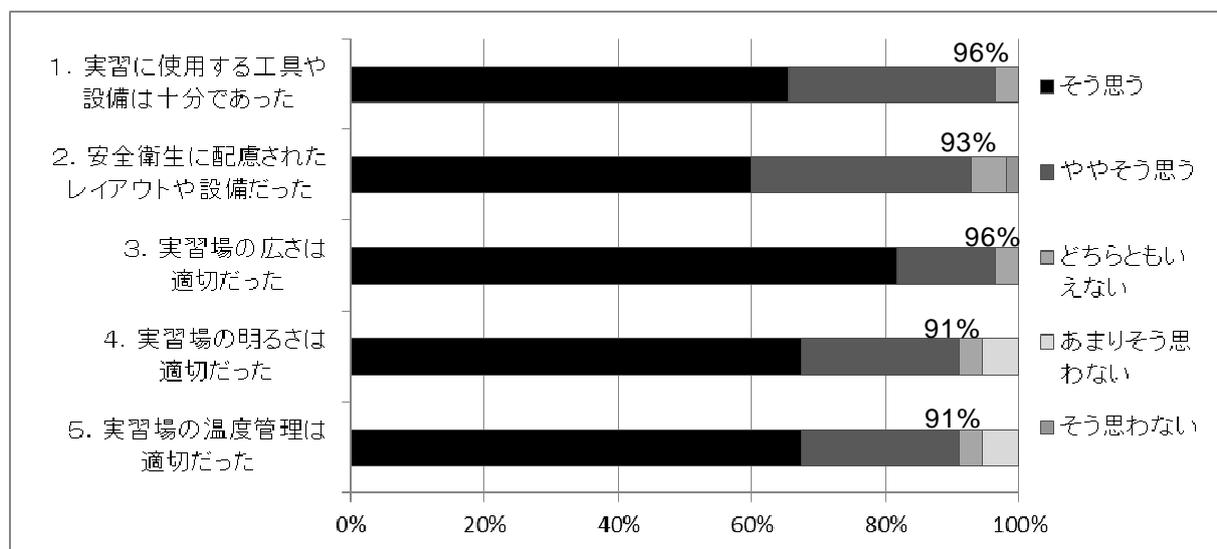


図8 設備等の調査結果

(6) 技能検定について

技能検定に関する質問項目の内容は受検資格が認定される前と後では異なるので、認定前の平成24年度と認定後の平成25年度以降の結果を分けて述べる。

① 平成24年度の入所生

平成24年度に入所し、電子機器組立てを受講した4月生と10月生の受講者（20名）に技能検定の受検資格について調査した（図9）。グラフ中のデータは回答者数である。電子機器組立て3級の受検資格は、「電子機器組立ての職種に関する実務経験があること」または、「職種に関する専攻科（高校・専門学校・大学等）を卒業していること」である。図9の項目1から、20名中約半分の11名に受検資格があることが判明した。受検資格ある11名の内6名が受検し、5名が受検しなかった。

受検しなかった理由としては、5名内3名が10月入所生で、技能検定の後期日程に「電子機器組立て3級」の試験がないため受検できなかった事情がある。4月入所生で2名が受検しなかったが、「受検料金の負担などの経済的な事情」や「早期就職を望んでいるため」とのことであった。

次に、受検資格がない9名に、「もし受検資格があれば、電子機器組立て3級を受検してみたかったですか？」との質問に6名の受講者が受検したいと回答した（図9）。

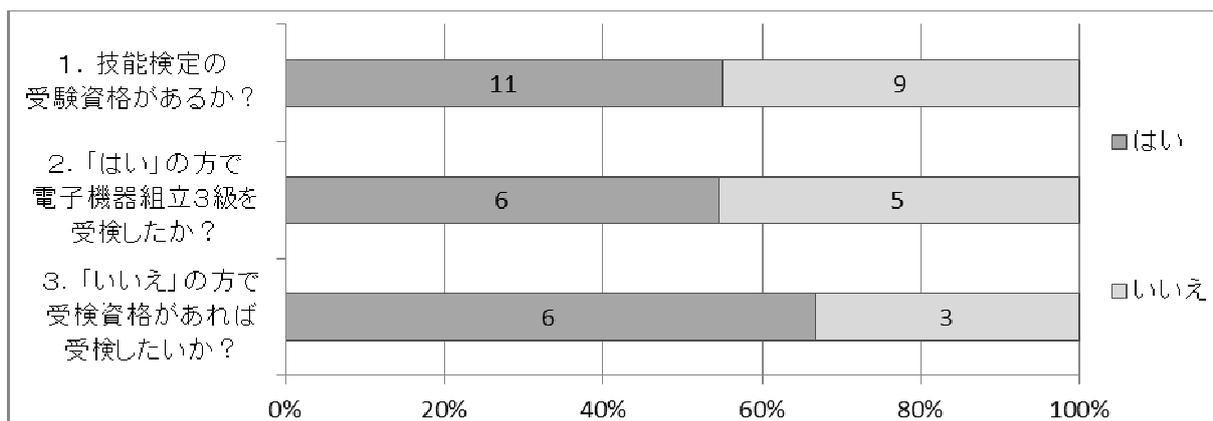


図9 技能検定に係る調査項目と結果（平成24年度入所生）

② 技能検定の認知度

平成25年度4月から平成26年度4月入所の受講生35名に「技能検定制度」の知識について質問した。図10に示すように、入所してから、技能検定制度があることを「初めて知った」という回答が22人（63%）であった。

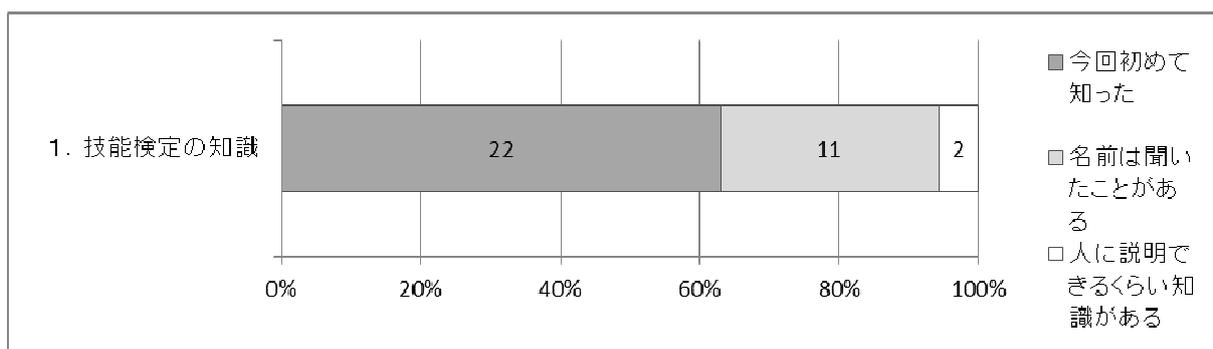


図10 技能検定の認知度

技能検定を受検した人は35名中19名と、前年度比で受検者が大幅に増えた。これは、制御技術科の受験資格が認定されたためである。受検しなかった受講者の理由としては、「受験料金の負担などの経済的な事情」、「就職したい業務内容と検定の方向性が一致しない」、「インターネットで調べたら合格率が低いのを知って見送った」という回答があった。また、10月生の意見として、「後期に検定がなかったため、受検できなかった」という意見が6件あった。

（7）技能検定を受検した受講者について

平成24年度から平成26年度までで、技能検定を受検した受講者は55名中25名であった。受検者の年齢構成を表11に示す。20代より30代の受講者が多いのは30代の入所者数が多いためで、表11は受講者全体の年齢構成の分布に近似している。受検者の最少年齢は20歳、最高年齢は53歳であった。25名の内、女性は1名（40代）であった。受検した受講者の訓練について意見や感想を表12にまとめる。肯定的な意見が多いことから、指導した訓練内容が支持されたとと言える。

表 1 1 受検者の年齢層

| 年齢層 | 人数 |
|-----|-----|
| 20代 | 6名 |
| 30代 | 11名 |
| 40代 | 5名 |
| 50代 | 3名 |

表 1 2 受検者の意見・感想

- 実習の教材も非常に豊富で練習を行うことができ役だった。(30代男性)
- 電子機器組立て3級を受検したが、完成せず実技は不合格に終わったが、非常に力を入れた訓練で自分も勉強になった。(30代男性)
- 全員が技能検定に絶対合格できるように、特訓のメニューを考えて欲しい。(20代男性)
- 今回の検定は不合格でしたが、貴重な体験だったので受けてよかったと思っています。(20代男性)
- 実習は個人ではなかなか練習できないので、非常に良い経験だったし、自信がついた。(30代男性)
- 検定を受けて自信がつけました。(クラスの)みんなと意見交換しながら(訓練が)できたのも非常に有意義でした。何より、先生の的確な指導とアドバイスには脱帽です。(30代男性)
- 前にもはんだ付けは少し修理程度ならやったことがあるが、あらためて基本作業の習得ができ、役に立ち、また、新たな発見ができて全体的によかったと思います。技能検定はダメだと思いましたが、本番(の検定試験)で、(回路が)カチッと動いた時は感動でした。ありがとうございました。(50代男性)
- 就職は若い人と競争になるので、50代になってもチャレンジする精神を忘れないためにも、検定への挑戦は有意義でした。(50代男性)
- とても有意義でした。はんだ付け技能の習得は、実際に指導してもらわなければ無理だったと思います。(40代男性)
- 正確、確実な作業方法について時間をかけてご指導を頂きました。それにより、適切な作業、良品作成ができるようになりました。また、特訓(補習)においては、品質を落とすことなく、よりスピードアップさせる作業ができるようになりました。繰り返し作業ができるように、基板、部品キットも複数使用させて頂きました。お陰で、本番でも時間内に完成できるようになりました。(40代男性)
- 最初は何もわからない状態で、はんだコテも初めて使用しましたが、安全に作業ができるように教えて頂いたのが、無事に組立てできました。ありがとうございました。(40代女性)
- はんだ付けに特化した基板を用いる事で、反復練習を進められた事から、技能を効率的に磨くことができました。(50代男性)

6. まとめ

制御技術科においては、平成24年度から技能検定「電子機器組立て3級」の技能レベルに相当する訓練の取組みを始めた。

平成24年度においては6名が技能検定「電子機器組立て3級」の受検を希望した。受検を希望する受講者には補習も行い指導した。その結果3名が合格した。なお、学科試験は全員が合格した。この時、受検資格がないために受検できない受講者が多かったため、当科の技能検定の受検資格の認定申請を行い、平成25年3月に厚生労働省より認定された。平成25年度4月生においては、受検者数が11名と前年度比で倍増した。

次に、平成25年度からは作業標準を独自に作成して訓練に取り入れた。受講者に作業標準について教育し、補習で作業を体得するまで反復練習を指導した。その結果、導入前の平成24年度の検定合格率は50%であったが、導入後の平成25年度と平成26年度の累計した合格率は89%へ上昇した。作業標準書の活用が効果的だったと言える。

3年間の合格率は80%となり、制御技術科では技能検定「電子機器組立て3級」レベルの訓練を実施していることをハローワークの窓口担当者や企業の採用者に広報している。ISO9000を取得している企業では、製造工程を作業者が行っている場合には、作業者の技術レベルを規定しないと品質保証ができない。一つの事例に過ぎないが、取得した技能検定が作業者の技術レベルとして評価されて、自動車電装関連の企業、医療機器メーカー、照明メーカー等に就職できた受講者はいる。ただし、就職はその人の実務経験、人物、年齢等の要素が採用の判断基準に占める割合が大きいため、検定は万能なパスポートではないことは受講者に受検申請の前に説明している。

また、訓練を担当した指導員の観察から、クラスにおいては訓練の目標ができ、学習意欲の向上やチャレンジ精神が育まれるなど、精神的な成長も多く見受けられた。また、目標をもって一生懸命にやっている人が大勢になることでクラスの雰囲気も良くなり、就職活動にも良い影響を与えた。

最後に、アンケート調査から、失業している受講者にとっては検定手数料が電気工事士などの資格試験と比較して高額であり、経済的な負担が大きいとの意見があった。この点についての配慮を関係機関にお願いするものである。

参考文献

- [1] 離職者訓練の手引き（第8版）、高齢・障害・求職者支援機構（2012年3月）
- [2] 電子機器組立て技能検定試験の試験科目及びその範囲並びにその細目、厚生労働省職業能力開発局（2010年3月）
- [3] 澤田善次郎、作業標準（実践現場の管理と改善講座）、日本規格協会（2012年2月）
- [4] 原崎郁平、西沢和夫、現場で役立つQC工程表と作業標準書 ISO9000 対応、日刊工業新聞社（2001年2月）
- [5] 職業訓練における指導の理論と実際（十訂版）、職業訓練教材研究会（2012年6月）