

ものづくり競技を通じた職業訓練について

近畿職業能力開発大学校 庄林 雅了
関東職業能力開発大学校 中澤 直樹
東北職業能力開発大学校 遠藤 裕之
新潟職業能力開発短期大学校 渡邊 克彦

1. はじめに

東北ブロックの職業能力開発校では、平成21年度から平成26年度まで電子機器組立て技術競技を毎年2月もしくは3月に実施している。出場者は、東北ブロックにある専門課程（能開大、県立短大）の電子情報関連の科に在籍する学生である。

本競技の目的は、電子機器関連の技術や技能の向上にある。出場者は大会出場後、中央職業能力開発協会が実施している技能検定2級（電子機器組立て職種）の合格や若年者ものづくり競技大会の出場、技能五輪全国大会の出場を目指す。また、競技の課題作成や審査員を指導員とともに学生も行なっているため、その学生の技術や技能は格段に向上する。

本競技の出場者は、若年者ものづくり競技大会の電子回路組立て職種に出場し、平成24年度から平成27年度まで4年連続入賞している。また、技能五輪全国大会の電子機器組立て職種に、平成26年度までに専門課程の4名の学生が出場しており、1名は努力銀賞を授与されている。

学生に聞いたところ学生として魅力のある訓練とは、就職に役立つ訓練であること、成果物があること、資格等が取れること、競技に出場して良い成果を得られることなどがある。競技への出場はこれらを満たすことができる。なお、競技は出場者だけのトレーニングになると考えられがちだが、競技の内容や環境を授業に取り入れることで、仕上がり像が明確になり、体系的な授業になるとともに、競技出

場者がクラスの他学生を牽引するようになる。

ここでは、東北ブロックの電子機器組立て技術競技および若年者ものづくり競技大会と、筆者が在籍していた秋田職業能力開発短期大学校（秋田短大）におけるこれらの競技への取組み事例を紹介する。

2. 電子機器組立て技術競技

電子機器組立て技術競技は平成25年度まで東北ポリテクニクビジョンのものづくり競技会として実施された。本競技以外は、木造耐力壁競技や旋盤加工技術競技、電気系保全競技、ロボット競技が実施された。平成26年度は東北ポリテクニクビジョンとしてではなく、各校開催になり、旋盤加工技術競技は青森職業能力開発短期大学校（青森短大）、電子機器組立て技術競技は秋田短大で実施された。

電子機器組立て技術競技は、平成21年度から開催され、東北職業能力開発大学校（東北能開大）や青森短大、秋田短大の指導員が作業部会のメンバーとなり、1年ごとに持ち回りで競技を主催した。

課題作成に関しては、平成25年度までは東北能開大の応用課程で当時生産電子システム技術科の中澤指導員および学生が担当し、平成26年度は、作業部会のメンバーである東北能開大の専門課程で電子情報技術科の遠藤指導員や青森短大の専門課程で電子情報技術科に在籍していた渡邊指導員の助言のもと、秋田短大の専門課程で電子情報技術科に在籍していた筆者および2年生が担当をした。

平成21年度から平成23年度は技能検定2級（電子

機器組立て職種)の一部を競技課題とし、平成24年度と平成25年度はユニバーサル基板を用いた電子機器の組立てとプログラミングを競技課題とした。平成26年度は若年者ものづくり競技大会で使用している組立て基板を使用するとともに、ユニバーサル基板の組立てとプログラミングを競技課題とした。内容は、若年者ものづくり競技大会を意識したものに変更している。これらの詳細を下記に示す。

2.1 平成21年度から平成23年度までの競技内容

平成21年度から平成23年度までの競技内容は、技能検定2級(電子機器組立て職種)の課題の一部を製作することである。当時の技能検定2級の実技課題は図1に示す省エネコントローラの組立てであり、2枚の基板のはんだ付けを含む組立てや配線、束線を含み、4時間以内に取り組み内容になっている。本競技ではその中の1枚の基板(図1の中央の基板)のはんだ付けを含む組立てのみであり、競技時間は2時間30分としていた。なお、採点は技能検定2級の仕様に準ずる。

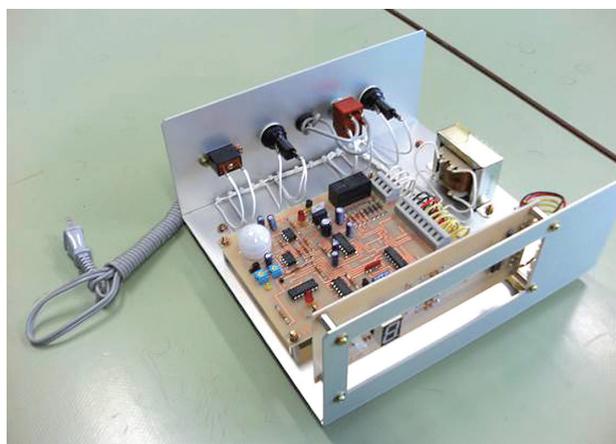


図1 省エネコントローラ

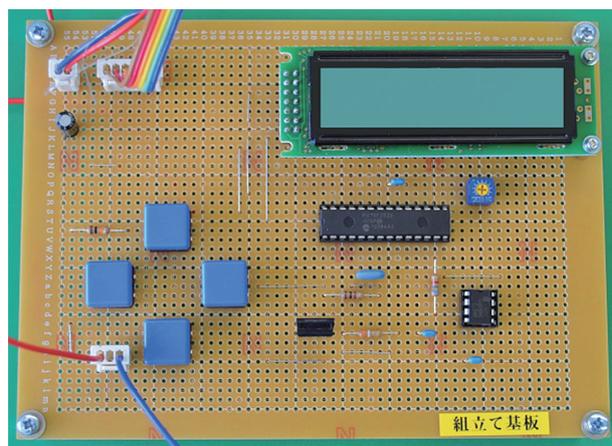
ところが、はんだ付けなどの部品の組立ては、技能検定2級の練習にはなるが、電子情報関連の競技としては物足りない内容であった。電子情報関連ではマイコンの技術が必要であるが、本内容には含まれていなかった。

2.2 平成24年度から平成25年度までの競技内容

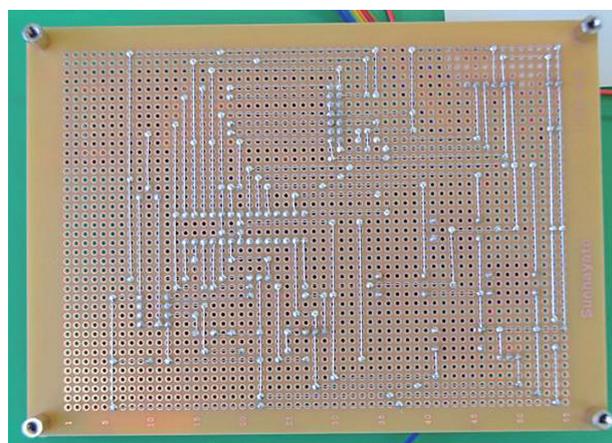
若年者ものづくり競技大会を目指すには、はんだ

付けを含む組立て技能に加えて組込みプログラム技術が必要であり、技能五輪全国大会を目指すには、さらにマイコン周辺の電子回路設計・製作技術が必要となる。そこで、中澤指導員の指導のもと応用課程の学生が新たな課題を作成した。

課題内容は電子負荷装置の製作と制御プログラムの作成であり、組立てとプログラミングを2時間30分以内で実施する。図2(a)は部品面、図2(b)ははんだ面の写真である。



(a) 部品面



(b) はんだ面

図2 電子負荷装置

本電子負荷装置は、被測定電圧源に応じた定電流や定電圧を生成し、一定の負荷として動作する。

専門課程の1年生が本装置を一から理解して設計および製作し、プログラミングまで行なうことは困難である。そこで、あらかじめ回路図やパターン図、動作させるためのサンプルプログラムを配布し、事前に学習できる環境を整えてくれた。さらに、ユニ

バーサル基板のすずメッキ線の配線はノウハウが必要であることから、応用課程の学生の実演を録画し、出場者に配布してくれた。

競技においてプログラム課題は、当日に公開され、平成24年度は定抵抗モードに関して、平成25年度は定電力モードに関しての課題が出題された。

採点は基板の組立てを45点、プログラムを45点、作業態度を10点の100点満点としている。基板の組立ては事前に公開した仕様に基づき、はんだ量や部品の取り付け方などを採点する。プログラムは動作ができたかどうかを主に採点し、必要であればプログラム記述の作法などを採点する。作業態度は保護メガネを着用などの安全面や後片付けなどの清掃具合を採点する。審査は、作業部会のメンバと応用課程の学生で行なった。

平成24年度は、組立て時間は最速の学生で1時間20分、組立ての最高点は34.5点、プログラムの最高点は44点、総合得点の最高点は87点であった。

平成25年度は、組立て時間は最速の学生で58分、組立ての最高点は43点、プログラムの最高点は44点、総合得点の最高点は96点であった。前年度より組立ての時間や得点が良くなった理由は、前年度と同じ基板を製作するということがノウハウがあったことや、部品面の部品の実装は事前に行なっても良いことになったからだと考えられる。

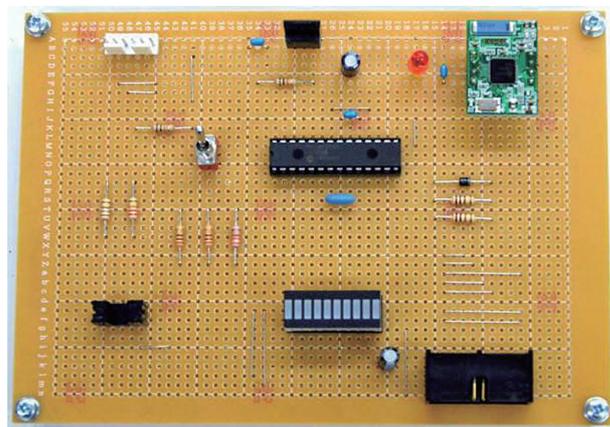
2.3 平成26年度の競技内容

平成26年度は、各校開催になり、持ち回りの担当であった秋田短大が主催となった。課題作成は、筆者の指導のもと、秋田短大の電子情報技術科の2年生が担当した。

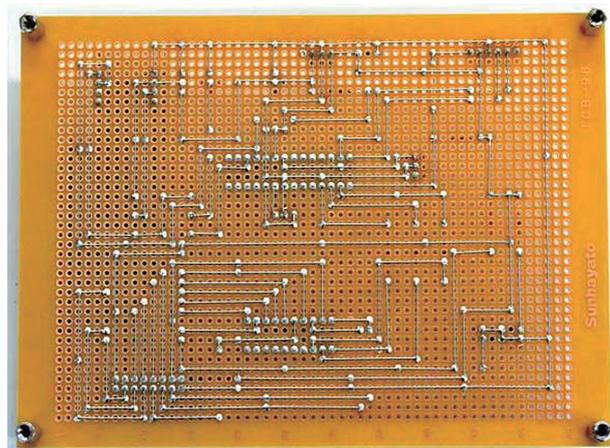
課題内容のたまかな部分は同年度7月に作業部会で話し合い、若年者ものづくり競技大会の組立て基板を使用し、その拡張基板を組み立て、それぞれの機器を制御するプログラムを作成する課題にした。スケジュールは、11月下旬に出場者を確定し、12月中旬に出場者に対して仕様書を配布し、12月下旬に部品を配布した。2月18日が競技当日であり、約1ヶ月半が練習期間となるようにした。

課題内容はLEDバー基板の製作と制御プログラ

ムの作成であり、組立てとプログラミングを2時間30分以内で実施する。図3はLEDバー基板の写真であり、図3(a)は部品面、図3(b)ははんだ面である。



(a) 部品面



(b) はんだ面

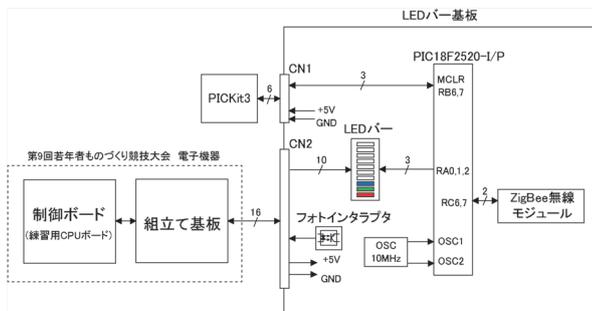
図3 LEDバー基板

図4は競技で使用するとともに製作する機器の全体図である。図4(a)のブロック図の右側に示すように、LEDバー基板はフォトインタラプタや10バーLEDアレイ、ZigBeeモジュール、PIC18F2520マイコンで構成される。ブロック図の左側にある制御ボードと組立て基板は、若年者ものづくり競技大会で使用したものである。

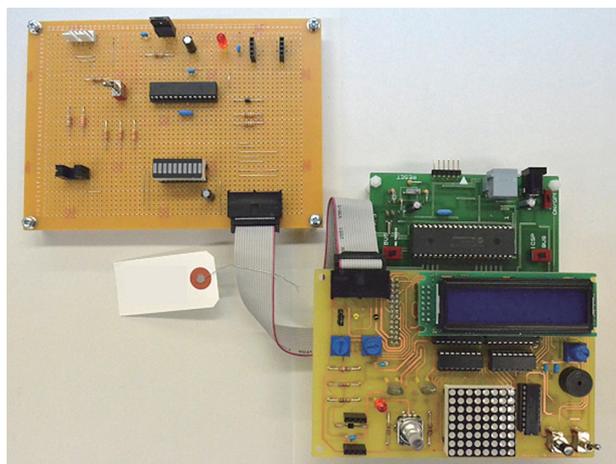
図4(b)は競技の際の提出物であり、図の左上にはLEDバー基板、図の右下は若年者ものづくり競技大会で使用した制御ボードと組立て基板である。

若年者ものづくり競技大会の制御ボードのマイコンはPIC18F4620が搭載されており、組立て基板

はLEDドットマトリックス、ロータリーエンコーダ等が搭載されている。組立て基板には16ピンの拡張コネクタがあり、外部の拡張基板と接続できるようになっている。この拡張基板が競技で組み立てるLEDバー基板である。



(a) 全体ブロック図



(b) 競技の際の提出物
図4 全体図

若年者ものづくり競技大会に出場していない施設には制御ボードと組立て基板を貸し出した。また、全出場者に回路図やパターン図、動作させるためのサンプルプログラムを配布した。

サンプルプログラムは、LEDドットマトリックス表示やロータリーエンコーダに応じた液晶ディスプレイへのカウント表示、A/D変換値の表示、ブザーの鳴動、フォトインタラプタの遮断/透過のカウント、ZigBee通信によるLEDバーの点灯制御である。

当日に公開したプログラムの課題は3つあり、1問目は、ロータリーエンコーダの角度のLCDへの表示と角度に応じてLEDドットマトリックスの色

を変えて表示させる、2問目はロータリーエンコーダをクリックするとLEDドットマトリックスが1マスずつ順に点灯する、3問目はフォトインタラプタとロータリーエンコーダで指定した色や明るさのデータをZigBeeでLEDバー基板に送信し、LEDバーを点灯させる課題とした。なお、採点は平成25年度と同様に基板の組立てを45点、プログラムを45点、作業態度を10点の100点満点としている。

組立て時間は最速の学生で1時間7分、組立ての最高点は40点、プログラムの最高点は29点、総合得点の最高点は79点であった。組立ては例年どおりの完成度であったが、プログラム課題の3問目が全員動作せずプログラムの得点が伸びなかった。

2.4 デモンストレーション

競技実施後に、出場者の先輩にあたる応用課程および専門課程の学生で技能五輪全国大会出場者が、はんだ付けのデモンストレーションを図5のように行なった。その際には、配線やはんだ付けのコツを実演し、質疑応答も行なった。

デモンストレーションは先輩が手本となり、後輩に教える良い場となっている。この場で、若年者ものづくり競技大会や技能五輪全国大会への出場を促すことで、興味を持ち、参加する学生が増加する。



図5 デモンストレーション

3. 若年者ものづくり競技大会

平成27年度の8月で10回を数え、20歳以下の学生の技能大会では最も有名で規模の大きな競技の一つ

である。競技種目は14種類あり、電子情報関連では電子回路組立て職種がある。

電子回路組立て職種では、はんだ付けを含む組立てや、仕様どおりにLEDマトリックスなどの周辺機器を制御するプログラムの作成を、4時間以内に行なう競技になっている。

平成25年度から平成27年度まで同じ組立て課題が出題され、当日公開されたプログラムの課題数は3年とも5題であった。平成25年度は拡張コネクタに接続する機器はなかったが、平成26年度は図6に示す船や宇宙船の方向転換に使用されるフライホイールが出題され、平成27年度にはジョイスティックモジュールが搭載された入力装置が出題された。

大会までのスケジュールは、6月下旬に出場選手が決まり、7月上旬に仕様書等が公開され、必要な開発環境が事務局から送付される。実際にはPIC18F4620搭載の制御ボード、LEDバー搭載の外部IOチェックボード、デバッグであるPICkit3、開発ツールであるMPLABXやC18コンパイラなどや仕様書が送付される。

組立て基板の練習材料は各出場校で購入する必要がある。両面のプリント基板であり、3枚だけ組み立ての練習ができる。



図6 若年者ものづくり競技大会の課題

出場者数は、毎年増加傾向にあり、平成27年度は出場者数が多くなったため、都道府県に1名のみと制限され20名の出場となった。なお、出場者は20歳という年齢制限から、実質は工業高校の学生から能力開発校の2年生までになる。

平成25年度から平成27年度までの入賞ラインについては、公開されている得点分布¹⁾から判断すると100点満点中80点以上が3位以上、60点から70点台が敢闘賞となっている。入賞するには、組立てとプログラミング両方においてなるべく仕様を満たすことが重要であると考えられる。また、拡張コネクタに接続する機器を制御できるように、日ごろから様々な機器を扱うことが重要である。

平成24年度は東北能開大の学生が第1位、平成25年度は秋田短大の学生が第2位、平成26年度は秋田短大の学生が第3位と敢闘賞、東北能開大の学生が敢闘賞、平成27年度は東北能開大の学生が敢闘賞と、4年連続入賞を果たしており、ここ4年では能力開発校の中では東北ブロックが最も成績が良い。電子機器組立て技術競技を1年生のときに実施している成果だと考えられる。

4. 秋田短大の取り組み

筆者が平成26年度まで在籍していた秋田短大では、競技の内容に合わせた授業を展開していた²⁾。

1年生の7月まで全員が技能検定3級の取得を目指して、はんだ付け等の電子機器組立ての訓練を授業内外で実施している。また、すずメッキ線の配線の訓練をマイコン基板やその周辺装置の基板の製作で実施している。そのときにマイコン制御プログラミングも実施している。はんだ付けなどの組立て基準や使用するマイコンやプログラム開発環境は競技に準じ、学生全員が競技と同じ環境で実習することで、競技へ興味がわくような仕組みを整えている。

また、2年生が1年生を教える仕組みも整えている。秋田短大では入学時に2年生と1年生の交流も含めて導入教育という授業を行なっている。このときに、2年生全員が1年生に対してはんだ付けを教える時間をとった。電子機器組立て技術競技の出場者がデモンストレーションをすることで、1年後の仕上がり像が明確になる。また、2年生全員が技能検定3級を取得するとともに、日ごろからはんだ付けをしており、一定の技能を有しているため、模範となる先輩になっている。

このように競技は、単に出場を目指して技術や技能を習得するだけでなく、教え、伝える力も養うことができる。下記に、出場を目指した具体的な取組みと、後輩育成および学生が競技の審査や課題を作成した事例を示す。

4.1 競技出場のための取組み

4.1.1 電子機器組立て技術競技への取組み

1年生の12月までは、授業内ではんだ付けやメッキ線の配線、プログラミング技術を習得するが、授業という限られた時間であるため、電子機器組立て技術競技ではその練習量だと入賞には至らない。

そこで、2月もしくは3月の競技に向けて、1月上旬から放課後や土日祝日を用いて本格的に練習を開始する。まずは、はんだ付けの練習から始める。部品実装をせず、メッキ線の配線のみを練習する。作業効率を向上させるためのリードペンチやニッパ、はんだこての持ち方から、メッキ線の曲げ方やはんだこてのあて方まで徹底的に訓練する。最初はメッキ線の浮きや直線性、基準を満たすはんだの量を追及し丁寧に配線する。次に、タイムトライアルをし、スピードを向上させる。スピードを上げると丁寧さがなくなるので、次に丁寧さを心がけ作業する。これらを繰り返すと、丁寧かつスピードのある作業ができるようになる。

メッキ線の配線の練習を2週間程度続けた後、競技仕様をもとに競技で製作する機器の組立てからプログラムの書き込みまでの一連の作業を行ない、動作させることに専念する。最初の数台は仕様書を熟読し、丁寧に作業を行なう。次に、メッキ線の配線と同様に、タイムトライアルをするなどをして繰り返し訓練をする。作業を動画で撮り、自分の作業を確認することで作業手順等を再考し、短時間で作業ができるように各自工夫する。以上により、1台目は5時間程度かかっていた作業が、5台目には2時間程度、10台目には1時間程度になる。

プログラミングは、2年生が課題を考えて、出場者である1年生がその課題を解くということを繰り返す。平成26年度は課題を8問作成し解いた。プログラミングはまとまった時間で集中して行なうと効

率よく習得できるため、組立てが上手になった5台目程度からプログラミングに取りかかり、プログラミングを主にして練習を行なう。

約1か月半でこれらの練習をするためには、約80時間が必要であった。そのためには放課後および土日祝日を有効活用する必要がある。

平成24年度から平成26年度までの3年間、秋田短大の学生は第1位を獲得した。秋田短大の学生の中でも練習を多くした学生が上位になっているため、練習の重要性があらためて認識できた。

4.1.2 若年者ものづくり競技大会への取組み

競技に出場する学生は、2年生の卒業制作の実習(総合制作実習)で、競技等に必要な電子機器の組立てやプログラミング技術を習得する。

プログラミングは1年生の電子機器組立て技術競技で訓練し、組立てはユニバーサル基板や片面のプリント基板で訓練しているが、若年者ものづくり競技大会で使用する基板は両面のプリント基板であるため、新たに訓練が必要である。

両面基板の練習は、技能検定2級の実技課題が良い。検定合格を兼ねているので学生も積極的に取り組むことになる。

競技大会用の練習基板は7月中旬に手元に届くため、それまでは技能検定2級の実技課題である両面基板の練習と前年度の出場者が製作した組立て基板を用いてプログラミングの練習をする。

技能検定2級の実技試験は7月上旬にあるため、試験後からであると競技大会まで1か月も無い中で練習をする。そこで、日ごとに計画をたて、進捗管理することが重要になる。学生主体で計画をたてさせ、学生達だけで進捗管理をしても良いが、仕上がりの目標を十分に把握している指導員が行なった方が短期間で習得度を向上させることができる。実際には、指導員が課題を10問程度作成し、取り組む日程を決め、順に解かせる。その内2問は本番さながらにし、緊張感ある中で実施した。

7月には総合制作実習が集中的にあり、その時間を使えるため、期間は短いながらも時間は取りやすく、放課後や土日祝日を入れて約100時間の練習を行なう

ことができた。その結果、秋田短大で初めて出場した平成25年度は第2位、平成26年度は第3位と敢闘賞を受賞した。図7のように、その受賞報告は秋田県の副知事にし、それは新聞等のメディアにも取り上げられた。この経験は学生にとって一生忘れられない経験となったと思われる。



図7 秋田県副知事への受賞報告

平成24年度までは秋田県は本競技大会に参加していなかったため、平成25年度出場を目指して秋田短大自ら秋田県の能力開発協会と積極的に連携し、秋田県初の代表として出場することになった。このように、競技に参加する機会を学生に提供することも重要である。

4.2 後輩育成および競技の審査や課題作成

4.2.1 後輩育成

競技の出場者は2年生の5月から1年生の後輩へ技能検定3級の技能指導を行なう。図8は指導風景である。教えることで、はんだ付けの仕方や組立ての手順を再確認するようになる。また、組立て仕様



図8 指導風景

に準じているかを判断できる能力を養うことができる。他にも、1年生全員が合格できるようにするための指導員の補佐的役割も大いにある。

実際にこの仕組みを作った平成25年度と平成26年度は受験した学生は全員合格している。平成26年度は、特に受検結果が優秀だった学生が秋田県職業能力開発協会長表彰を授与されており、後輩育成の効果があったと考えられる。

4.2.2 電子機器組立て技術競技の課題作成と審査

前述したように電子機器組立て技術競技の平成26年度の課題は、秋田短大で作成した。審査は作業部会のメンバが主で行なったが、秋田短大の2年生も審査に加わった。

課題作成については、課題漏えいが考えられるので、筆者と2年生1名は直接1年生を指導しないようにするなど細心の注意を払った。

組立て課題の候補は作業部会メンバで決めたが、具体的な課題は秋田短大のこの2名で決めた。特に配線設計や製作、プログラム課題の作成は学生が担当し、チェックや直しは筆者が行なった。

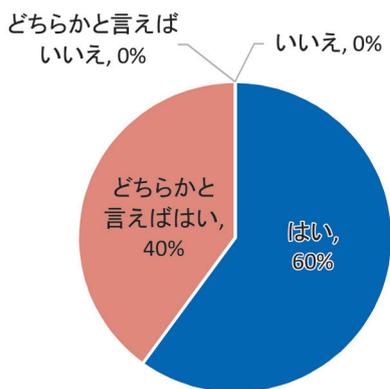
この学生は平成25年度の本競技出場者であり、若年者ものづくり競技大会の出場者でもある。若年者ものづくり競技大会では敢闘賞で第3位以内に入れなかった悔しい思いをしていたため、後輩には第3位以内になれるような課題を作成したいとのことであった。その結果、課題の3問中1問が一人もできなかったが、若年者ものづくり競技大会までに習得しなければならないプログラミング技術を示すことができたと思われる。

この学生には、当日公開する課題の説明や競技結果の講評もさせ、社会人になってから必要不可欠であるプレゼンテーション能力や責任感を身につけさせることができた。

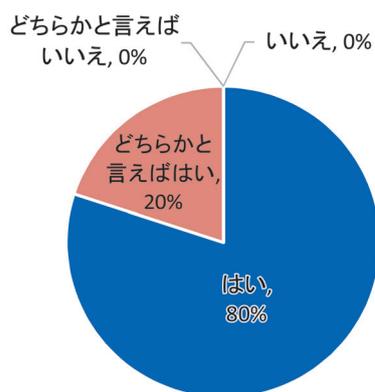
4.3 学生の声

競技者は総合制作実習として、競技や後輩育成に取り組んでいる。その実習に対するアンケートの結果は図9のようになった。「あなたはこの実習テーマについて積極的に取り組みましたか？」という質

間に「はい」が60%、「どちらかと言えばはい」が40%、「あなたはこの実習テーマに必要な技能・技術を習得できましたか?」という質問に「はい」が80%、「どちらかと言えばはい」が20%となり、両方の質問共「どちらかと言えばいいえ」と「いいえ」が0%であった。



(a) 積極的に取り組みましたか?



(b) 必要な技能・技術を習得できましたか?

図9 アンケート結果

これらの理由は「競技への出場や課題作成、審査など明確な目標があった」、「電子回路やプログラミング技術が向上した」、「競技に出場し、入賞したので達成感が得られた」、「教えることで理解が深まった」、「課題作成をしたことで責任感が向上した」、「1年生のときに競技に出場し、2年生でやるべきことが明確になった」、「1年生のときの競技の成果物を就職試験のときに持参したときに面接官がすごく興味を持ってくれた」などのコメントがあったことからわかる。

中には、「練習は大変だったが忍耐力が付き、就職したときに役立ちそう」、「大変だったが仲間が頑

張っていたので自分も頑張れた」という意見もあり、学生にとってはきつかったが、将来のために良かった、仲間との絆が深まったという思いが伝わってきた。

5. 最後に

平成21年度から東北ブロックで電子機器組立て技術競技が開始され、平成26年度には若年者ものづくり競技大会に向けての競技として確立できた。

競技は時間や費用がかかるが、学生が育つ絶好の機会と思って積極的に取り組んだ方が良い。練習による技術や技能の向上もあるが、自分で試行錯誤する能力、仲間同士で切磋琢磨する能力、繰り返し練習をする忍耐力が養われる。また、競技によって向上した技術や技能で後輩に教えることができる。また、競技は課題作成や審査をする場を与えてくれ、プレゼンテーション能力や責任感を身につけさせることができる。

競技運営においては、各校単体で考えるよりも地域ブロック単位で実施すると競技者も増え、盛り上がる競技ができると思われる。そのためには指導員同士の連携が重要になる。そして、各施設の職員の協力が必要不可欠になる。

最後になりますが、ご尽力いただきました東北能力大と青森短大の職員の皆様、若年者ものづくり競技大会の組立て基板の使用を許可していただいた職業大の小野寺教授、さらに、秋田短大では秋田県能開発協会の皆様、同協会と連携をする際にご尽力いただいた元秋田短大校長の田野倉様、共に学生指導に協力していただいた谷地先生や村谷先生、そして電子情報技術科をはじめとする職員の皆様に、この場を借りてお礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 若年者ものづくり競技大会
公式サイト：<http://www.javada.or.jp/jyakunen20/index.html>
(参照2015.10.15)
- 2) 庄林雅了・谷地健治:「電子機器製作による技術・技能者育成」、秋田職業能力開発短期大学校紀要No.19、pp.36-39、2013