

若年者ものづくり競技大会(電子回路組立て職種)銀賞までの取り組み

庄林雅了^{*1}, 東 正登^{*2}

中央能力開発協会主催の若年者ものづくり競技大会は、平成28年度の8月で11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、電子回路組立て職種への出場では本校では2回目である。総合制作実習のテーマとして、はんだ付けなどの電子機器組立ておよびプログラミングの技能・技術を計画的に行った結果、銀賞を受賞した。さらに、大会出場の学生が後輩に対して勉強会を実施し、次年度の競技大会の出場者の選抜試験を実施するなど、後輩への継承の仕組みを構築したので報告する。

Keywords : 電子回路組立て, はんだ付け, プログラミング, 大会, 継承, 勉強会.

1. 緒言

若年者ものづくり競技大会は、20歳以下の学生限定で技能を競う大会であり、学生の技能日本一を決める大会といっても過言ではない。

技能に関する競技大会の中で、世界大会の予選である技能五輪全国大会が日本国内で最も有名な大会の一つであることは良く知られている。主催は、若年者ものづくり競技大会と同じ中央職業能力開発協会である。

若年者ものづくり競技大会の優勝者は技能五輪全国大会に出場できる権利が得られる職種がある。つまり、若年者ものづくり競技大会は、技能五輪全国大会のプレ大会としての位置づけもある。

電子回路組立て職種は、電子情報技術科の授業内容に適している。本大会に出場することは学生のモチベーションや技能を向上するだけでなく、出場した学生が他の学生を牽引する効果もある。さらに、電子情報技術科の仕上がり像を本大会の内容に合わせることで、電子情報関連でこの年代に必要なとされている技能を身につけさせることができる。これは、職業能力開発大学校の総本山である職業能力開発総合大学校の指導員や企業の方々が審査にあたっていることから判断できる。

当校では、当職種の出場は2年目である。総合制作実習のテーマとして、はんだ付けなどの電子機器組立ておよびプログラミングを計画的に練習させるとともに、前年度出場し敢闘賞に入賞した同科同学年の学生が本年度出場の学生に対して、大会のための技能・技術継承をするように指導した。また、次年度のために後輩の育成を実施し、継続的に上位入賞を目指す仕組みを構築した。

2. 大会の概要

若年者ものづくり競技大会は、平成28年度で11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は、8月8日に宇都宮市体育館で開催された。

電子回路組立て職種では、はんだ付けを含む組立て

や、仕様どおりにドットマトリックス LED (Light Emitting Diode) などの周辺機器を制御するプログラミングを4時間以内に行う競技になっている。

平成25年度から平成28年度まで同じ組立て課題が出題され、当日公開のプログラム課題数は4年間連続で5題である。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年度から平成28年度には拡張コネクタに接続する入出力機器が出題された。

大会までのスケジュールは、6月中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た。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、デバッガの PICKit3、開発ツールの MPLABX や C18 コンパイラ、仕様書などが送付された。

組立て基板の練習材料は、各出場校で指定業者から購入する必要がある。購入数に制限があり、出場者1名に対して上限3セットの購入が可能である。

出場者数は、毎年増加傾向にあり、平成27年度から出場者数が限度を超えたため、各校から1名のみ制限され、平成28年度は24名の出場となった。

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。

3. 技能・技術習得

3.1 総合制作実習 当校では、前年度は1年生に対して選抜試験を実施し、選抜された2名が練習に参加した [1]。さらに出場枠が各校1名になったことから、選抜試験上位だった1名が出場することになった。2名の内、練習に参加したが出場できなかった学生から再度大会に挑戦したいという申し出があったため、本年度は総合制作実習のテーマとして、大会出場とその練習、後輩への育成を実施することとした。

総合制作実習は、4月から7月にかけて200分/週の12回分で40時間ある。練習内容は、主にはんだ等の組立て技能を向上させるため、技能検定2級の基板を10枚以上製作し、表面実装のはんだ付け、抵抗器やダイオードのリード折り曲げ状態、ICソケットなどのはんだ付けが適正になるようにした。また、前年度出場の学生とともに技能検定2級のはんだ付けをする環境

*1 生産電子情報システム技術科

*2 電子情報技術科

を整えたため、相談しながら練習を行った。最初は時間がかかり、はんだ量のばらつきや不要はんだなどがあり、技能検定2級の仕様どおりになっていなかったが、最終的には仕様をほぼ満たす仕上がりになった。

3.2 インターフェース製作実習 当校の電子情報技術科では、6月に2週間にわたって60時間実施する集中実習科目のインターフェース製作実習で、PICマイコンを用いた周辺回路の制御を行う。使用するマイコンの型番は大会とは異なりレジスタ等が少々異なるが、レジスタの基本操作やデータシートの見方は大方変わらないため、C言語プログラミングや周辺機器を制御する基礎技術の習得には最適であった。

3.3 大会のための練習 総合制作実習やインターフェース製作実習では、組立てやプログラミングの基礎を習得するが、大会に直結した練習をしなければならない。そこで、放課後や空き時間である水曜午後に対策をする必要がある。しかし、出場する学生は、家庭の事情でアルバイトをする必要があったため、6月までは放課後等は練習せず、アルバイトに集中した。7月はアルバイトを極力休み、放課後や水曜午後、さらに本人の希望により土日を利用して本格的に練習した。

課題の変更がなかったことから、7月上旬は前年度の組立て基板を利用し、プログラム課題を練習した。課題は12問用意し、その中の3問は、本番と同様の模擬課題とした。また、拡張コネクタに接続された場合を想定し、A/D (Analog/Digital) 変換を用いる3軸加速度センサやスティックコントローラ、PWM (Pulse Width Modulation) を用いるDC (Direct Current) モータやステッピングモータ、他励磁ブザー、他にもフォトインタラプタやスイッチマトリックスの制御課題とした。なお、大会前日までのプログラム課題の達成率は63%程度であり、全て完成とはいかなかった。

前年度出場者に大会用プログラムのノウハウを継承させ、使用するコンパイラの特徴や関数化すべき処理等について検討させた。その結果、ドットマトリックスLEDを制御する関数の作成は大いに役に立った。

組立て基板の練習基板は、競技の仕様が大会当日の約1か月前に公開されてから発注できるため、約3週間前に手元に届く。なお、前年度は2枚までであったが、本年度は3枚までと1枚追加された。

組立て時間の目標は1時間を切ることであったが、1枚目の時間は1時間41分であったため、作業手順を書き出し、見直させた。前年度の出場者の作業手順動画や、毎年大会後に開催される技能五輪全国大会の上位入賞者による同じ組立て基板の実装のデモンストレーション動画を参考に作業手順を書き出し、参考にするように指導した。また、ICソケットのはんだ付けに穴開きが多く均一性も無かったため、同等の両面基板でICソケットのはんだ付け練習を20ピンのICを1枚あたり8個で合計5枚の40個行った。スルーホール実装であるため、はんだ上がりがあり、特にはんだ付け作業の最後にはんだを離した後、はんだコテではんだをなじませる作業が必要であるが、はんだとはんだコテをほぼ同時に離していたため、穴あきが発生していた。修正した結果、穴開きが無くなるとともに、はんだ量の均一性が増した。

2枚目は実装のみで1時間20分だったが、動作に不具合があり、助言をして2時間10分で完成した。手順は問題なくなったが、一つ一つ作業のスピードが遅いため、プリント基板配線図や手順を徹底的に暗記するように指導した。また、ICソケット等挿入部品の取り付けに時間がかかっていたことから、支持台に布を巻き、部品を抑えるようにし、作業時間の短縮を目指した。はんだボールが目立ったため、動作確認後ルーペを用いて探し、ピンセットではじくように指導した。3枚目は2枚目の反省点を活かし、表1の手順と作業時間になった。完成まで約1時間5分であったが、表面実装のICの逆付けで手直しが発生し、約5分のロスがなければ、1時間程度であった。したがって、本番では1時間以内に完成することを目標とした。

表1 3枚目の作業手順と作業時間

作業順番	内容	経過時間
1	チップ抵抗器開封, ドットマトリックスLEDをシングルラインソケットに挿入, Zigbeeをシングルラインソケットに挿入, 絶縁チューブをカットおよびLEDやフィルムコンデンサに挿入	3:40
2	表面実装部品のはんだ付け ※実装失敗 5分ロス	16:00
3	LCDはんだ付け	18:15
4	ICソケット仮はんだ	20:20
5	抵抗器, ダイオード, 積層セラミックコンデンサのリード折り曲げや基板への取り付け	24:45
6	ブザー, チェック端子挿入, 仮はんだ	26:00
7	半固定抵抗器挿入, 仮はんだ	27:15
8	ICソケット挿入, 仮はんだ	29:00
9	ドットマトリックスLED挿入, 仮はんだ	29:31
10	ショートオスピンヘッダ挿入, 仮はんだ	30:23
11	プッシュスイッチ, トグルスイッチ挿入, 仮はんだ	32:26
12	LEDの基板への取り付け	33:02
13	ロータリースイッチの取り付け ※抵抗器取り付け間違い手直し	34:34
14	リードカット折り曲げ部品のリードカット, リード直し	37:13
15	上記4から13の部品の本はんだ	47:51
16	Zigbee挿入, 本はんだ	48:50
17	マイコン接続のピンヘッダ挿入, 本はんだ	52:58
18	ボックスピンヘッダ挿入, 本はんだ	54:25
19	ショートプラグ挿入, IC成形・挿入, LCD挿入	56:43
20	制御ボードへの取り付け, 外部I/Oボード取り付け, テストプログラムによる動作確認	58:06
21	はんだボール除去, はんだ手直し, 再度動作チェック	1:05:41

4. 大会

4.1大会の開催 大会前日の8月7日に座席抽選や自己紹介, 工具展開があり, 8月8日に大会が開催された。出場者は, 各都道府県から選抜された24名である。工業高等学校からは10名, 県立短大等から4名, 能開大からは10名であった。大会の様子を図1に示す。

当日出題されるプログラム課題は昨年度と同様に5問であり, 拡張機器としてスティックコントローラ(図2)が用意された。1問目はスティックコントローラのジョイスティックレバーの左右への傾きや赤色と青色の押しボタンスイッチによって, ドットマトリックスLEDの点灯が変化する課題, 2問目はロータリエンコーダの左右クリックによってドットマトリックスLEDの点灯が変化する課題, 3問目はパソコンの十字キーに応じてドットマトリックスLEDのドットを移動させる課題, 4問目はスティックコントローラのジョイ



図1 大会の様子

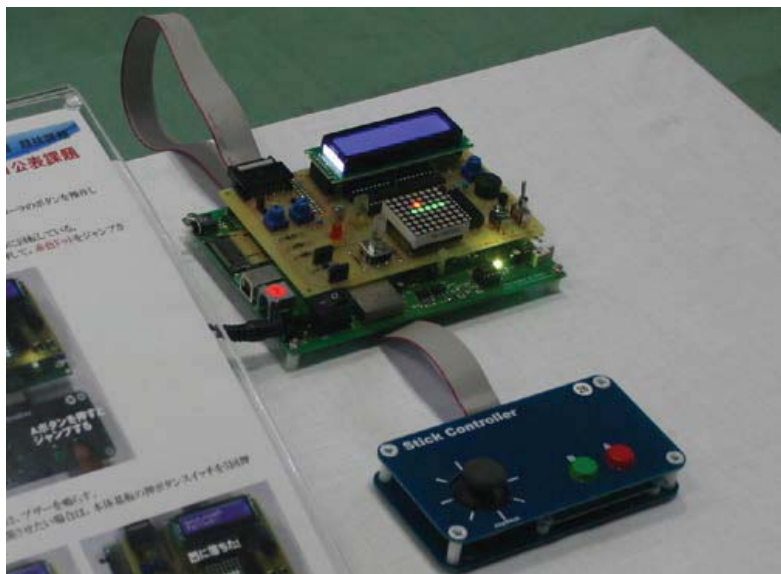


図2 スティックコントローラを用いた課題

スティックレバーの傾きに応じて、電圧や倒した方向の角度をLCDに表示する課題、5問目はスティックコントローラを用いて、ドットが凸に衝突したり、凹に落ちないように、ジャンプさせるようなゲーム性のある課題であった。

大会の結果、組立て課題の完成時間は56分25秒であり、全体の4番目であった。プログラム課題は、最初に拡張機器であるスティックコントローラを用いない2問目に取り組み、45分で完成した、次に1問目を37分で完成させ、3問目は一部仕様を満たさなかったが1時間20分で7割程度完成させた。4問目は時間が無かったため取り組まず、5問目を残りの時間で取り組んだが、配布された関数の解説に苦勞し、1割程度しかできなかった。したがって、全体の完成度は56%程度であった。

4.2大会の結果 大会翌日の8月9日に結果が公表され、本校の学生は最上位から4番目の銀賞であった[2]。各自の得点は公表されないが、表2の入賞者所属校一覧表と図3の得点分布から80点以上90点未満であると考えられる。なお、この判断はあくまで入賞者所属校一覧表が上位から順に並んでいるという筆者の推測でしかない。

組立て基板は問題点のあるところを油性ペンでチェックされた状態で返却された。はんだ付けや取り付け状態を確認したところ、表3の指摘が見受けられた。

表2 入賞者所属校一覧

賞	所属
金賞	愛媛県立松山工業高等学校
銀賞	東海職業能力開発大学校
銀賞	大分県立鶴崎工業高等学校
銀賞	近畿職業能力開発大学校
銅賞	富山県立高岡工芸高等学校
銅賞	兵庫県立小野工業高等学校
銅賞	愛知県立愛知工業高等学校
敢闘賞	北海道旭川工業高等学校
敢闘賞	浜松職業能力開発短期大学校
敢闘賞	神奈川県立産業技術短期大学校
敢闘賞	静岡県立沼津技術専門校
敢闘賞	東北職業能力開発大学校

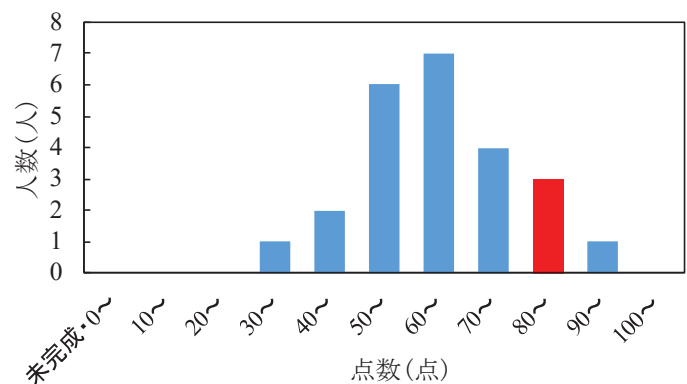


図3 得点分布

表3 組立て基板の指摘事項

チェック箇所	個数
LED曲がり	1
フィルムコンデンサ曲がり	1
半固定抵抗器曲がり	1
はんだ上がり不足	1
はんだ不足(フィレットなし)	3
はんだ過多	2
はんだボール	10
不要はんだ	3
ランド見え	1
穴開き	1

チェックされたところから判断したものであるが、はんだボールの除去忘れや不要はんだ、はんだ不足が目立った。

以上のことから、組立て課題は、はんだボールを探し出す力を養うこと、プログラム課題は既存の関数を読み取る力も身につけることが重要である。

4.3出場者の感想 組立て課題では、はんだボールの除去に気を付けていたが、除去しきれなかったこと、プログラミングでは、プログラム練習課題を100%行っていれば3問目や5問目は解けた可能性があったことに後悔があった。

この大会に出場して良かったことは、銀賞に入賞できたこともあるが、プログラミング技術が向上したこと、苦手であったはんだ付けが楽しくなったことである。また、大会のノウハウを前年度出場者に教えてもらったことも大いに役に立ち、同様に後輩に伝えていきたいとのことであった。

5. 後輩継承

5.1 勉強会メンバの選出 大会出場の学生に、後輩育成のスケジュールや内容を考えさせ、必要な資料を作成させた。

その結果、勉強会をすることになり、参加を募ることになった。しかし、参加希望者が予定していた人数より多かったため、参加希望者6名から4名を選出する勉強会メンバの選出試験を11月上旬に実施した。選出試験は汎用C言語の理解度を測る5問の課題とし、1時間実施した。なお、配点は各問20点とし、100点満点とした。

採点結果は、表4となったため、1問以上解答ができた上位4名を選出した。

表4 勉強会メンバの選出結果

順位	参加者	問題1	問題2	問題3	問題4	問題5	問題合計点
1	Aさん	10	20	20	10	10	70
2	Bさん	10	20	20	0	0	50
3	Cさん	20	10	9	0	0	39
4	Dさん	20	0	6	0	0	26
5	Eさん	0	0	0	0	0	0
6	Fさん	0	0	0	0	0	0

5.2 勉強会 大会出場の学生は、勉強会の前にプログラム練習問題の作成や、大会で貸し出しされるLEDバターの拡張基板を製作した。

勉強会では、開発環境の構築方法や周辺機器を制御するCプログラミング技術の基本、さらに、大会の練習で作成した関数を配布し、引数の説明や指導を行った。勉強会の回数は、1週間に1回とし放課後の5時間程度で合計11回実施した。勉強会には指導員は極力関与せず、大会出場の学生を中心とし、学生同士で検討できるようにした。

5.3 代表選抜試験 代表を選抜するための試験を大会出場学生の監督のもと、2月上旬に実施した。図4は試験の様子である。選抜試験は、大会においてプログラム課題に取り組んだ時間とほぼ同じ3時間を制限時間とし、プログラムの基礎問題を3問、応用問題を2問の計5問を出題した。配点は、各問18点、積極性を10点とし、100点満点とした。なお、積極性は勉強会に参加する頻度等を含んでいる。



図4 代表選抜試験の様子

表4 代表選抜試験の結果

順位	参加者	問題1	問題2	問題3	問題4	問題5	問題合計点	積極性	総合計点
1	Aさん	16.7	15.9	11.2	0	0	43.7	10	53.7
2	Cさん	18.0	15.7	9.4	0	0	43.0	5	48.0
3	Bさん	17.5	17.3	0.0	0	0	34.7	10	44.7
4	Dさん	18.0	0.0	0.0	0	0	18.0	5	23.0

採点結果を表4に示す。総合計点が最高である53.7点の参加者を代表に決定した。

5.4 勉強会の成果 大会出場の学生は、参加者全員に勉強会についてアンケートを実施し、「状態遷移(フラグの使い方等)を理解や習得ができたか」、「今回の勉強会に参加した内容を今後のマイコンを扱う授業で活かすことができると思うか」などの質問に答えてもらった。状態遷移については、「できた」、「元からできていた」、「できなかった」の3択で4名中3名から「できた」の回答を得られた。今後の授業の活用については、「そう思う」、「どちらでもない」、「思わない」の3択で全員から活用できるとの回答を得られた。他にも「まだ少し練習をしたかった」、「LEDマトリックスの操作が難しかった」という意見や感想があり、勉強会の時間が不足していたなどの課題もあるが、一定の成果は得られたと考えられる。

6. 結言

本大会の電子回路組立て職種に出場し、銀賞を受賞した。好成績を得た要因としては、大会出場者の努力の他に、総合制作実習のテーマとしたこと、直近の集中実習の授業が大会で用いるPICマイコンで制御対象が似ていること、前年度出場者に大会のノウハウを継承させることで大会の対策ができたことが挙げられる。

筆者から学生に出題したプログラム練習課題が63%程度完成したのに対して、大会本番の課題が56%程度の完成であり、ほぼ同じであることがわかる。練習時間を増やし、練習課題を高い割合で完成させることでさらに上位を目指せると考えられる。そのためには、2年生からでは時間的制約があるため限界がある。したがって、1年生のときから大会の対策が必要と考えられる。

継承は重要であり、後輩を育成するテーマも総合制作実習に含めさせた。筆者の経験から、指導方法を一から全て教えると自ら考えなくなる傾向にあるため、筆者はポイントになるタイミングでアドバイスをすることに専念した。その結果、学生が責任を持って、試験問題や勉強会の資料を作成し、後輩とコミュニケーションを取って、勉強会のスケジュール管理も行うようになった。

今後も総合制作実習として本テーマを継続することで、当校の学生が大会に出場し、後輩育成をし続けることが、電子情報技術科の技能・技術の底上げや本大会の上位入賞を可能にすると考えられる。

文献

- [1] 庄林雅了・東正登：“若年者ものづくり競技大会(電子回路組立て職種)入賞までの取組み” *近畿能開大ジャーナル*, no.24, pp.76-79, Sep.2016.
- [2] 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> June.23, 2017.

(2017年06月27日提出)