

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

庄林雅了*, 東 正登*

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27年度の7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、本校の電子情報技術科の授業内容に適した職種である電子回路組立てに本校では初めて出場した。なお、本職種では出場枠があるため、出場希望者に対して選抜試験を実施した。また、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することで、学生が敢闘賞を受賞したので報告する。

Keywords : 電子回路組立て, はんだ付け, プログラミング, 大会, 選抜試験。

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。

当校で初の出場で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、職業能力開発大学の総本山である職業能力開発総合大学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。

2. 大会の概要

若年者ものづくり競技大会は、平成27年度で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は、7月29日に山形市総合スポーツセンターで開催された。

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年度と平成27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2セットのみ購入が可能である。

出場者数は、毎年増加傾向にあり、平成27年度は出場者数が限度を超えたため、都道府県に1名のみ制限され20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. 学内選抜試験

平成27年5月に本校の電子情報技術科の学生に出場者を募ったところ、2年生の希望者は0名、1年生は3名となった。2年生はカリキュラム上、はんだ付けの経験やPICマイコンのC言語プログラミングの経験がほぼ無いことによる不安や、放課後や休日に練習をしなければならなく、進学や就職活動、単位取得、アルバイトに影響を及ぼすことから出場を控えた学生が多い。一方、1年生は授業が始まって1ヶ月程度であり、目標を持って積極的に取り組む意欲のある学生にとっては、技能を向上させるためのチャンスであることや、取り組むことが進学や就職活動に役立つと思い、申し込みをしてきた。

平成26年度までは、同じ学校から2名出場している実績があることから、3名中2名を選抜することにした。選抜の基準として、出題された文章問題を理解し解けること、指導員の言われたことを理解し、課題を解決できることとした。

文章問題は、図形の展開図や値の大きさを比較するフローチャート、ドットマトリックスLEDを点灯するための記述の3問を、20分間で回答する100点満点の筆記試験とした。結果は表1のように3名がそれぞれ96点、91点、86点になり、少々差はあったがほぼ横並びとなった。ただし、学生Cは文章をよく見ていな

* 電子情報技術科

く、仕様どおりの記述をしていないことによる減点があった。

実技試験として、C 言語を用いたスイッチや LED の制御プログラミングの課題を実施した。LED の点滅課題、スイッチに対応した LED の点灯課題と点滅課題、応用課題の 4 問を出題した。指導員が開発環境や C 言語の書き方の講義を行なった後、1 時間 30 分の制限を設けて取り組んでもらった。結果は表 1 のように 4 問全問正解が 1 名、1 問正解が 1 名、全問不正解が 1 名であった。学生 B は 1 問しかできなかったが、2 問目が半分程度できていた。学生 C は 1 問も全くできていなかった。

筆記試験と実技試験の合計から学生 A と学生 B を合格とした。出場の申し込みをする際には、出場者多数による制限があるため、点数の高かった学生 A を優先として申し込みをした。

表 1 選抜試験の結果

内容	学生 A	学生 B	学生 C
筆記試験	96	91	86
実技試験	4 問正解	1 問正解	0 問正解
合否	合格	合格	不合格

4. 練習

4.1 選抜された学生の練習 選抜試験で合格した学生 A および学生 B の 2 名が 5 月下旬から練習を開始した。

組立て練習の最初の段階として、ユニバーサル基板に過去の課題で使用したものと同様の抵抗器やダイオード、IC(Integrated Circuit)ソケット、半固定抵抗器、チェック端子などを各 10 個以上実装した。主に抵抗器やダイオードのリード折り曲げの状態、挿入部品でリードを折り曲げない部品である半固定抵抗器やチェック端子のリードのカットおよびその断面をはんだで覆っているか、IC ソケットの浮きなどが規定内に収まっているかを確認した。

大会の課題では、C 言語を理解していなければならないが、2 名とも 1 年生で授業が始まって 2 ヶ月程度の頃であったため、授業形式で C 言語の基礎から講義を行なった。ただし、学生 A は工業高等学校出身であり、C 言語の基礎は知っているようであったため、学生 A に合わせるように、4 時間程度の短時間で C 言語の制御構造や配列、構造体、関数、ポインタの概略を講義した。学生 B は、この短時間の講義では理解しきれなかったため、その後、1 週間かけて毎日 2 時間程度、指導員と学生で対話をしながら、ゆっくりと時間をかけて習得してもらった。

次に学生 A には、PIC マイコンの C 言語プログラミングで気を付けなければならないデータ型やレジスタにアクセスするためのヘッダファイル内の定義、共用体指定子の union, volatile 修飾子について講義した。また、過去に大会事務局から配布されたテストモードと呼ばれるサンプルプログラムや開発環境の使い方の把握をしてもらった。なお、過去の課題や開発環境(MPLABX, C18 コンパイラ)は、筆者が秋田職業能力開発短期大学校(以降、秋田短大)に在籍していたとき、平成 25 年度および平成 26 年度に学生が出場したもの

を活用した。テストモードの内容を 1 行 1 行指導員と対話形式によって把握した。特に、レジスタの入出力設定やドットマトリックス LED の点灯用シフトレジスタの制御、LCD(Liquid Crystal Display)の制御、タイム割込み処理、ロータリエンコーダからの入力信号処理、スイッチのチャタリング防止処理などに注目した。その他、指定されている記述作法を確認した。

4.2 出場者の練習 平成 27 年度は 6 月中旬に出場者が公表されたが、出場者が多数であったため、都道府県に 1 名のみ参加になり、当校でも学生 A の 1 名の参加となった。

組立て基板の練習基板は、競技の仕様が開示されてから購入できるため、大会当日から 2 週間前にならないと練習ができない。そこで、大会の組立て仕様が技能検定(電子機器組立て職種)に準拠していることから、技能検定 2 級の基板の組立て練習をした。ここでは、部品の取り付け方向やはんだ付けが規定どおりであるかを確認した。特に、はんだ付けではフィレットと呼ばれる富士山のすそのができるような形にし、はんだ量の均一性やスルーホールのはんだの上がり、はんだボールなどの不要はんだを減らす練習をした。さらに、プリント基板を製作している会社において最前線で活躍されている社員のはんだ付け技能を習いに、学生自ら出向くなどの積極的な活動を行なった。

技能検定 2 級の基板は、5 セットで約 10 時間練習をした。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、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。

プログラムの練習課題は、12 問用意し、その中の 10 問は、組立て基板のみを対象とした課題であり、2 問は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 PWM(Pulse Width Modulation)で DC(Direct Current)モータを制御する課題とした。さらに、本番と同様に 5 問ずつ出題する 3 つの模擬課題に取り組んだ。

模擬課題の 1 つは、筆者が秋田短大で主催した電子機器組立て技術競技に出題した課題である[1]。この大会は、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にとって、若年者ものづくり競技大会の前哨戦となっている。課題内容も大会に準拠しており、拡張ボードにフォトセンサや Zigbee, LED バーがあり、入出力ポートの制御やシリアル通信を意識している。

組立て基板は事前に公開されたが、その練習は 2 枚までと限定された。そこではんだ付け等の組立てを実際にする前に、原始的ではあるが、写真を撮って印刷して、部品ごとに切り取り、部品を配置する練習を行なうことで、配置場所や配置手順を暗記した。

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 20 分であったため、作業手順を見直し、表 2 のとおりの手順で 2 枚目を実施することにした。その結果、58 分 25 秒で完成したが、余分な確認をしたり、工具の準備を十分に行なっていなかったことで 5 分 30 秒程度のロスがあった。したがって、本番では 53 分程度で完成することを目標とした。

表 2 2 枚目の作業手順と作業時間

順番	内容	経過時間
1	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 をソケットに挿入, IC リードの成形	1:50
2	表面実装部品のはんだ付け	10:00
3	抵抗器, ダイオードのリード折り曲げ	13:30
4	IC ソケットの予備はんだ	15:30
5	半固定抵抗器, ブザー, ピンヘッダ 3p, LCD ソケット 14p, 5p の予備はんだ	20:50
6	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 LED, フィルムコンデンサ, 積層セラミックコンデンサのリード折り曲げ チェック端子挿入	22:55
7	折り曲げない部品のリードカット	23:35
8	折り曲げ部品のリードカット	25:20
9	上記 3 から 9 の部品の本はんだ	37:10
10	Zigbee, ドットマトリックス LED, プッシュスイッチ, トグルスイッチ, ボックスピンヘッダの予備はんだ	41:20
11	上記 10 の部品の本はんだ	43:20
12	マイコン接続のピンヘッダの予備はんだと本はんだ	46:20
13	IC, LCD, スペーサ, プッシュスイッチカバー取り付け LCD, ブザーのシール剥がし 全体組み立て確認	48:30
14	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	58:25



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

5. 大会

5.1 大会の開催 大会前日の7月28日に座席抽選や自己紹介, 工具展開などの準備をし, 7月29日に大会が開催された。出場者は, 20都道府県から各1名ずつ選抜された20名である。工業高等学校からは9名, 県立短大等から5名, 能開大からは6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問目はドットマトリックス LED の時間によるシフト点灯をトグルスイッチによって切り替える課題, 2問目はロータリエンコーダを金庫のダイヤルに見立て, 開錠コードと一致したダイヤル操作をするとドットマトリックス LED がアニメーションする課題, 3問目は拡張コネクタに接続する機器としてスティックコントローラが用意され, ジョイスティック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スティックに応じてドットマトリックス LED の矢印表示の大きさが変化するとともに, スイッチによって矢印表示の色が変化したり反転する課題, 5問目はロータリエンコーダによってドットマトリックス LED のドットが移動する課題であった。

本校の学生は, 組立て課題は53分30秒であり, 全体の2番目から3番目くらいで完成した。1問目は16

分, 3問目は35分で完成した。4問目は矢印の表示のみ, 5問目はドットの移動のみであり, 2問目は未完成であった。

5.2 大会の結果 大会の結果は, 大会翌日の7月30日に公表され, 本校の学生は入賞し敢闘賞であった[2]。各自の得点は公表されないが, 表3の入賞者所属校一覧表と図3の得点分布から70点以上80点未満であると考えられる。工業高等学校以外では最上位であるが, 工業高等学校の学生に残念ながら及ばなかった。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。

組立て課題の完成時間は予定どおりの時間であり, プログラミングの時間が十分に取れた。しかし, 課題を1問目から順番に解いてしまったため, 比較的難しかった2問目に時間を費やしてしまい, 解けた課題である4問目, 5問目を取りこぼしてしまった。筆者が指導した過去の学生の経験から, 事前に解ける問題から取り組むように指導していたが, 2問目は一見解きやすそうであったため, あきらめの判断が難しかったとのことである。

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4の指摘が見受けられた。チェックされたところから筆者が判断したものであるが, 表面実装 IC のはんだ付けにおいてあたため過ぎに

表3 入賞者所属校一覧

賞	所属
金賞	長野県松本工業高等学校
銀賞	岐阜県立岐阜工業高等学校
銅賞	茨城県立水戸工業高等学校
銅賞	愛媛県立松山工業高等学校
敢闘賞	近畿職業能力開発大学校
敢闘賞	東北職業能力開発大学校
敢闘賞	兵庫県立小野工業高等学校
敢闘賞	大分県立鶴崎工業高等学校
敢闘賞	山形県立産業技術短期大学校 庄内校
敢闘賞	千葉職業能力開発短期大学校



図4 大阪府職業能力開発促進大会の表彰直後の様子

進大会にて、「優秀な成績をおさめた個人」として大阪府知事より表彰を受けた。図4は表彰直後の写真であり、左側の学生が電子回路組立て職種に出場した学生である。

5.4 出場者の感想 組立て課題では、はんだのつや、はんだボールがあったこと、プログラミングでは2問目でつまづき解けなかったことに対して後悔があったが、時間のある限り精一杯頑張ったと思う。この大会に出場して良かったことは、目標が明確になりモチベーションが向上し、はんだ付けの技能やプログラミングの技術が向上した。表彰されて達成感が得られたと感想を述べた。

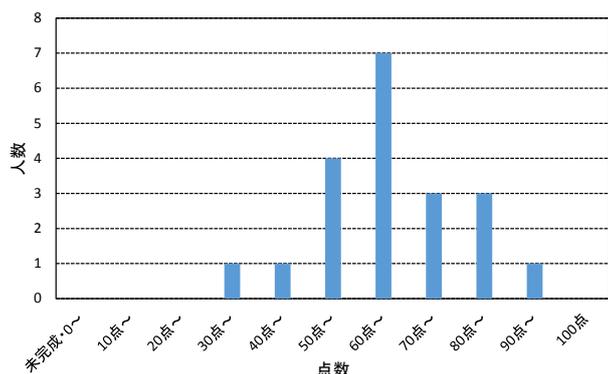


図3 得点分布

表4 組立て基板の指摘事項

チェック箇所	個数
つのはんだ(表面実装IC)	5
はんだ不足(表面実装IC)	1
不要はんだ(はんだボール)	18
パターンへの不要はんだ	1
半固定抵抗器のリードの断面がはんだで覆われていない	1
はんだ上がり不足(トグルスイッチ)	3
はんだ上がり不足(抵抗器)	1
はんだ上がり不足(ロータリエンコーダ)	1
はんだ上がり不足(積層セラミックコンデンサ)	1
部品浮き(押しボタンスイッチ)	1
抵抗器に無理な力が加わっている	1
はんだ不足(ピンヘッダ)	1
部品傾き(フィルムコンデンサ)	1
絶縁チューブの長さが短い(LED)	2

よるつのはんだボールの除去忘れ、はんだ量の不足かリード線が穴の中央に入っていないことによるはんだ上がり不足が目立っているため、これらの練習をさらに行なう必要があることがわかった。

以上のことから、組立てに関しては反復練習をすること、プログラミングに関しては経験を多く積み、解ける問題を判別する力を身につけることが重要である。

5.3 表彰 敢闘賞受賞により、中央職業能力開発協会からメダルと表彰状が授与された。さらに、大阪府の代表として出場したことから、大阪府職業能力開発促

6. 結言

本大会の電子回路組立て職種に本校では初めて出場し、敢闘賞を受賞した。また、出場した学生は、技能や積極性において他の学生の模範となっており、クラスを牽引する存在となっている。

筆者は、秋田短大において2年間の大会の指導で、平成25年度は2位、平成26年度は3位と敢闘賞に導いた。一方、本校では敢闘賞であり、3位以内とはならなかった。その理由は、出場した学生が1年生であり、はんだ付けなどの基板組立てやプログラミングの練習時間が不足していたことが考えられる。それでも入賞できた理由は、学生が工業高等学校出身であり、プログラミングの基礎力があっただけでなく、放課後や休日に学校や自宅で練習するなどの努力を惜しまなかったからである。

本大会の課題は電子情報技術科の授業内容に適しているため、仕上がり像を本大会の内容に合わせていくことが必要である。そうすることで、授業で体系的に身につけた技能を持った2年生が出場し、高校生ものづくりコンテストで鍛え上げている工業高等学校の学生を超す実力になると考えられる。

文献

- [1] 庄林雅了・ほか3名：技能と技術，2015年4号，pp.3-4，2015.
- [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.4, 2016.

(2016年06月10日提出)