# 技術解説

# 技能五輪全国大会 「電子機器組立て」職種の競技紹介

職業能力開発総合大学校 技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種競技主査 **花山 英治** 

# 1. はじめに

スマートフォンに代表されるIT端末, 薄型テレビなどの家電製品, コンピュータ, ロボット, 自動車など, 小型・軽量化, 高性能・多機能化が進む工業製品の多くに電子機器が搭載されている。電子機器は, 集積回路 (IC) やトランジスタ, 抵抗器, キャパシタ, マイクロプロセッサなど, さまざまな電子部品をプリント配線板に実装した電子回路を中心に構成されている。

これらの高度な電子機器に関わる現在の技術者は、単に仕様にしたがって電子機器を「組み立てる」技能を有するだけでは十分とはいえない。要求される仕様から「もの」を具現化するために必要なハードウェア、およびソフトウェアに関する幅広い知識と卓越した技能が、製造業をはじめとする「ものづくり」現場から求められている。このような状況のもと、技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種では、いち早く、その時代に求められる技能、および国際的に通用する技能を醸成することを目指して、競技を実施してきたところである。

本稿では、技能五輪全国大会(以後、「全国大会」 という。)「電子機器組立て」職種に新規に参加を予 定している、あるいは、すでに参加している企業、 学校の選手の参考として、また、本職種の啓蒙の一 環として、競技内容、競技課題、競技運営などにつ いて概説する。

# 2. 競技内容

## 2.1 競技課題の変遷

「電子機器組立て」職種の競技課題は、1997年第35回大会までは、電子機器をいかに早く、正確に、見栄えよく組み立てる技能を競う内容が中心であった。しかし、この頃から技能五輪国際大会(以後、「国際大会」という。)での成績が振るわなくなってきたほか、電機メーカの参加撤退、製造業における生産現場の海外移転による人材育成の方針転換など、本職種を取り巻く環境が変化してきた時期であった。

このような状況に対応するために、本職種では国 際大会で実施している課題要素の取り入れ、時代の 変化に対応した電子技術者の人材育成に資するよう 新たな競技課題の導入を行ってきた。競技課題の主 な変遷を表1に示す。1998年第36回大会では測定課 題,修理課題を導入,2001年第39回大会では試作課 題を導入した。2006年第44回大会では、国際大会で 使用している統合型電子CADを採用し、基板設計 課題、プログラム設計課題を導入し、現在行ってい る競技形態が完成した。その後も、国際大会では実 施していない技術計算課題の廃止(2013年第51回大 会), 公開課題としていた専用基板の組立て課題の 廃止(2015年第53回大会)などを経て、現在に至っ ている。専用基板の組立て課題の廃止の理由は、地 方予選で技能検定「電子機器組立て」2級実技課題 による選考を実施しているため、出場選手は一定以

表1 競技課題の変遷

開催回・年次	課題など	使用機器など
1998 年 第 36 回大会	測定課題,修理課題の 実施	
2001 年 第 39 回大会	試作課題の実施	PIC マイコン基板の採 用
2005年 第 43 回大会		簡易 CAD の採用 鉛フリーはんだの採用
2006年第44回大会	基板設計課題,プログラム設計課題の実施 (現在の競技形態の完成)	統合型電子 CAD の採 用 USB-PIC 基板の採用
2008 年 第 46 回大会		CPU ボードⅢの採用
2013年 第 51 回大会	技術計算課題の廃止 競技時間の短縮	
2014年 第 52 回大会	競技前説明時間の短縮 課題提出時間の厳格化	
2015 年 第 53 回大会	二次選考会の導入 専用基板組立て課題 (公開課題)の廃止 修理箇所数の当日公表	MF ボードの採用

上の組立て技能を有していると判断できるからであ る。

さらに,競技で使用する電子機器類,ソフトウェ アなどについては,適宜見直しを行っている。

#### 2.2 競技課題

現在、「電子機器組立て」職種の競技は、2日間に わたって実施され、総競技時間は9時間30分である。 課題はすべて競技当日の公開であり、競技前に1時 間の競技課題の説明を受けた後、仕様書にしたがっ て課題に取り組む。各課題に費やす時間の見積りは 選手に任されている。

競技1日目に実施される「競技 I」の競技時間は、7時間である。「競技 I」は「ものづくりプロジェクト」と称し、電子機器の設計から製作、動作確認に至る、ものづくりの一連の流れに必要な技能を競う内容である。「ものづくりプロジェクト」の競技課題の詳細は、以下のとおりである。

- (1) 回路設計課題:与えられた仕様に基づいて電子 回路を設計する。回路設計は,競技当日に提供さ れる資料,およびデータシートを参考にして行う。
- (2) 回路図作成課題:電子CADを用いて,回路設計 課題で設計した電子回路の回路図を作成する。
- (3) 基板設計課題:電子CADを用いて,回路設計

課題で設計した電子回路を製作する際に必要となる基板の設計を行う。

- (4) 組立て課題:回路設計課題で設計した電子回路 をユニバーサル基板上に部品を実装し、すずめっ き軟銅線を用いたストラップ配線で組み立てる。 さらに、専用のプリント配線板への部品実装や筐 体の組み立てを行う場合もある。
- (5) プログラム設計課題:電子機器に搭載されたマイクロプロセッサのプログラムを設計, 記述, 実装し, 電子機器の制御を行う。プログラムは, C言語で記述する。
- (6) 測定課題:製作した回路が正常に動作している ことを測定によって確認し、その結果について報 告する。

課題例として、2016年第54回大会の「競技 I」の課題を図1に示す。特定の方向からの音を強く受信できる指向性マイクロフォンの設計・試作、組立てを課題としている。写真奥は、三つのマイクロフォンが搭載されたマイクロフォンボードであり、専用基板を用いた組立て課題である。写真右のユニバーサル基板回路は回路設計課題で設計し、組み立てたマイクロフォン指向性制御回路である。専用基板の三つのマイクロフォンの振幅・位相を制御する電子回路で構成されている。写真左の基板は、プログラム課題で使用するECOコントローラボードである。技能検定2級の実技課題である省エネコントローラの動作をソフトウェアで実現する課題である。

競技2日目に実施される「競技Ⅱ」の競技時間は、 2時間30分である。「競技Ⅱ」は、「メンテナンスプロジェクト」と称し、電子機器を保守、修理、改修

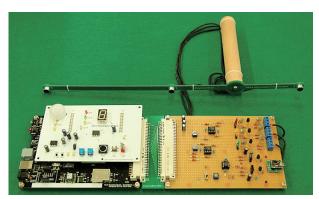


図1 第54回大会「競技 I 」課題



図2 第54回大会「競技Ⅱ」課題

する技能を競う内容であり、その詳細は以下のとお りである。

- (1) 修理課題:電子部品などの損傷,実装ミス,設計ミス,およびプログラムミスなどによって正常に動作しない電子機器の障害を発見し,修理,改修を行う。さらに,障害状況,障害の原因,障害の改修方法を記載した修理作業報告書を作成する。
- (2) 測定課題:障害の原因を明らかにするための測定を行い、その結果について報告する。

課題例として、2016年第54回大会の「競技Ⅱ」の 課題「五輪寿司」を図2に示す。RFIDを用いて回 転寿司を模擬した電子機器であり、回転している寿 司の時間管理、購入した寿司の精算機能などを有し ている。「五輪寿司」には、ハードウェア3箇所、ソ フトウェア1箇所の障害が設けられており、これら を発見、修理する課題として用いられた。

#### 2.3 競技に必要な技能

前節で述べたとおり、本競技は多くの課題内容を 含んでいる。課題は文書形式の「仕様書」で提示さ れる。このため、課題では、何を求められているか を理解する文章の読解能力が重要である。そのうえ で各課題に求められる技能とそのレベルは以下のよ うにまとめられる。

(1) 回路設計課題:基本的なアナログ回路,および ディジタル回路の設計,専用ICを用いた回路の 設計,素子の選定や定数の決定ができる技能が求 められる。書籍、資料、メモなどの持込みは認め られていないため、設計方法、手順についての知 識を有している必要がある。

- (2) 回路図作成課題:電子回路を表現する共通言語である回路図を、回路の動作を的確に捉えられるように見やすく描き、回路図を読図する上で必要な事項をもれなく記述できる技能が問われる。
- (3) 基板設計課題:基板上の部品配置,配線の引き回し,実装する部品記号の表示ができる技能が問われる。なお,回路図作成課題,および基板設計課題については,電子CADの操作に関する技能も必要である。
- (4) 組立て課題:電子回路,電子機器を構成している表面実装部品,リード部品などの取り付け,はんだ付け,ケーブルや電線を用いた配線,ねじ締めなどを含む筐体の組立て技能が問われる。組立て基準は,原則として技能検定課題に準拠している。本課題では,技能検定1級の実技課題の要素として含まれている,ユニバーサル基板を用いたすずめっき軟銅線によるストラップ配線技能が必要である。ただし,技能検定課題と比べて,組立て基板の規模は大きいため,組み立てる際のスピードも求められる。
- (5) プログラム設計課題:使用しているマイクロプロセッサの構造,動作,マイクロプロセッサで制御する電子機器の動作を理解する必要がある。そのうえで,仕様を満たすプログラムを設計でき,C言語でプログラムを記述できる技能が求められる。さらに,可読性,保守性の高いプログラムを記述することができる技能,プログラム開発環境を適切に使用できる技能が必要である。
- (6) 修理課題:設計ミス, 部品故障, 配線誤り, 部品定数誤り, 部品取付け誤り, 断線, 短絡, バグなどによる機器の障害箇所を判断するためには, 回路図, 基板図の読図, プログラムソースの解読能力が問われる。実際の修理, 改修の際には, 組立て技能, プログラム設計技能を活用する必要がある。さらに, 修理作業報告書をわかりやすく, 的確に記述する文書作成能力が問われる。
- (7) 測定課題:必要な測定器を用いて、測定を行い、 測定結果を的確に、わかりやすく記述、報告する

- 29 - 技術解説

ための技能が求められる。

以上に述べたように、大会に参加する選手には ハードウェアからソフトウェアまで、設計から製造、 保守の橋渡しを担うための総合的な技能、能力が求 められていることがわかる。

# 3. 競技で使用する工具・機器

「電子機器組立て」職種では、電子機器の組立て、 プログラム設計、修理、改修、測定などの課題に対 応するため、多くの種類の工具、機器が必要である。 表2に競技で使用する主な工具、機器類を示す。こ れらの工具、機器類は、基本的に選手が持参する。

表2のうち、競技用電子機器は競技に必要な機能を搭載することを目的に開発、製作されたものである。このうち、マルチファンクションボード(以後、「MFボード」という。)は、競技の核となる電子機器である。図3にMFボードの外観を示す。本ボー

表2 競技で使用する主な工具、機器類

区分	主な品名	
工具類	はんだこて、ニッパ・プライヤ類、ワイヤスト リッパ、ドライバ類、はんだ吸い取り工具、プ リント基板支持台など	
測定器類	ディジタルテスタ, オシロスコープ, ファンク ションジェネレータなど	
CAD, プログラム 開発環境	パーソナルコンピュータ, PIC プログラミング 機器など	
ソフトウェア	CAD ソフトウェア、PIC 開発環境、通信ソフトウェアなど	
競技用電子機器	マルチファンクションボード, バックプレーン ボード, カップリングボードなど	
その他	作業着,保護具,筆記用具など	

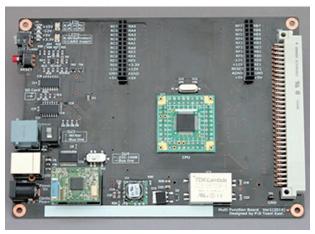


図3 マルチファンクションボード

ドは.

- ●4系統の電源供給が可能
- ●マイクロプロセッサ (PIC) 搭載
- ●ZigBeeによる無線通信機能搭載
- ●USBによるパソコンとの通信が可能
- ●オンボードでのプログラム書き込みが可能
- ●SDメモリカードへのアクセスが可能
- ●コネクタによる外部回路との接続が可能などの特徴を有する。MFボードをはじめとする競技で使用する電子機器類は、職種連絡会を通して大会に参加する選手に対して有償で頒布する。

### 4. 二次選考会

「電子機器組立て」職種では、大会参加希望者のうち、都道府県における地方予選を通過した者に対して、2015年第53回大会から二次選考会を実施し、大会参加選手50名を選考している。

「電子機器組立て」職種の最近10年間の大会参加選手数の推移を図4に示す。大会参加者は企業所属選手,学校所属選手ともに年々増加しており,2014年第52回大会の参加選手数は64名とピークに達した。若年技能者の裾野が広がり,大会参加者が増加していることは歓迎すべきことである。しかし,競技大会という性格上,採点結果を決められた時間内にミスなく提出することが求められる。本職種の競技課題内容,採点項目などを考慮すると,選手数は最大でも50名が限度と考えられる。

一方,地方予選では、技能検定2級の実技試験課題を用いて選手の選考が行われている。しかし、本職種では、組立て技能に優れているだけでは、大会で提示される課題に対応することはできない。組立て技能のほかに、回路設計、プログラム設計をはじめとする技能検定で実施されていない内容の技能をもち合わせている必要がある。したがって、二次選考会を実施することで、大会に参加する選手の技能レベルを一定以上に維持できる効果が期待される。

二次選考会では、学科試験による選考を行っている。2017年第55回大会では、問題数は四肢択一式20題、記述式5題の合わせて25題である。問題は全国



図4 参加選手数の推移

大会で競技を行う上で必要な解析能力,設計能力, および知識を問う内容である。具体的には,電気回路,電子回路,ソフトウェア,PICマイコン,イン タフェース,計測,制御,センサの各分野から出題 している。なお,前年度の全国大会に出場した選手 は、二次選考会は原則免除としている。

#### 5. 競技運営

#### 5.1 採点・評価

競技の採点結果は、大会に参加した選手にとって、 もっとも気になるところである。「電子機器組立て」 職種では、大会終了後に、課題作品の返却、および 全選手の課題ごとの成績を公表している。

また、競技終了後に提出された課題作品である電子機器は、外観の見栄えがいかによくても、電源を投入するまで、正常に動作するかどうかは不明である。このため、提出された課題作品すべてについて動作確認を行っている。仕様どおりに動作しないものについては、評価しないこともできるが、そのような作品に対しても、採点できるところは可能な限り評価する方針で取り組んでいる。

以上の取り組みは、大会後の訓練、人材育成に反映してもらうことで、本職種全体の技能レベルの向上を図ることが期待できる。

# 5.2 職種PR

「電子機器組立て」職種の競技は、一般見学者に とって、はんだこてなどの工具を用いて回路を組み



図5 職種PRの様子

立てているときが、もっとも興味をもって見学できる時間と思われる。これに対し、回路設計を行っているとき、回路図作成、基板設計、およびプログラム設計でパソコンを操作しているときなど、いわゆる「動き」が少ない時間は、選手の技能のすごさを理解することは難しいと思われる。

そこで、本職種では、一般見学者に競技内容を理解してもらうための展示、および職種PRに力を入れている。その取り組みの一つとして、前年度の課題の展示、競技参加企業の指導員による説明、および大会に参加している選手のプロフィールのスライド上映を行っている。図5に職種PRの様子を示す。また、選手が取り組んでいる競技課題については、競技課題内容のパネル展示、完成課題作品の展示を行っている。

さらに、2015年第53回大会では、国際大会の金メダリストの電子機器組立ての実演、2016年第54回大会では、大会に参加している企業の指導員によるはんだ付け実演など、見学者に興味をもってもらえるデモンストレーションの取り組みを行っている。

例年,見学者の反応は好意的であり,「電子機器組立て」職種に対する啓蒙に役立っていると思われる。

#### 5.3 本職種と職業大の関わり

競技主査,および競技委員は,職種連絡会の開催, 二次選考会の問題作成,競技大会の課題作成,競技 準備,競技運営,および競技採点に参画し,競技全 般に関する業務に携わっている。また,競技補佐員 は、競技主査、競技委員の指示のもとで競技準備.



図6 競技委員・競技補佐員に職業大教員・卒業生が 占める割合

競技運営、および競技採点に関わる業務に携わって いる。

「電子機器組立て」職種の競技課題は、競技当日まで非公開である。公平性確保のため、競技に参加する選手が所属する企業、学校に競技委員、および競技補佐員への就任を原則として認めていない。このため、職業能力開発総合大学校(以後、「職業大」という。)の教員を中心に競技運営を行っている。

図6に競技委員,競技補佐員に職業大教員,および職業大卒業生が占める割合の推移を示す。2016年第54回大会においては,競技主査,競技委員として,職業大教員5名,および職業大卒業生1名が従事した。また,競技補佐員14名のうち,職業大卒業生の独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構の職業訓練指導員6名,職業大卒業生の都道府県職業訓練施設の指導員など3名が従事した。ここ8年間では,職業大教員,および卒業生が,競技委員,および競技補佐員に占める割合は,常に75%を超えている。競技を公正に,確実に,遅滞なく運営する観点から,職業大教員,および卒業生の全国大会における役割の重要性,および技能振興の推進役として期待されていることがうかがえる。

#### 6. まとめ

競技を運営する立場からは、その時代に「電子機器組立て」職種に求められている技能は何かを的確に捉えなければならないことを念頭に課題を作成している。併せて、全国大会に参加する選手の技能を的確に評価できる課題、および評価基準、国際大会

で通用する課題でなければならないことも考慮している。

全国大会で選抜された日本代表選手が、国際大会で活躍するためには、国内大会の課題が、国際大会の課題に対応できる基準を満たしている必要があると思われる。しかし、近年は国際大会の"Electronics"職種は、その競技内容、方法について国際大会開催ごとに変更が行われている状況である。例えば、競技で使用する工具に関する変更(2015年第43回)、プログラム設計で使用するマイクロプロセッサの変更(2017年第44回)が行われた。今後の大会でも、競技内容、評価基準、使用機器、およびソフトウェアの変更などがあり得ると思われる。国際大会に関する情報、および競技の方向性をいち早く収集し、全国大会の競技方針に反映させる必要があると感じている。

本稿が「電子機器組立て」に関わる技術者, および本職種の競技に興味をもつ読者の参考になれば幸いである。

#### 〈謝辞〉

助言をいただき、資料を提供していただいた神奈川県立産業技 術短期大学校の矢島康治氏に感謝する。