

工業高校における高度な技能を持つ技術者育成に関する現状と課題 ～若年者ものづくり競技大会メカトロニクス職種に焦点を当てて～

Current Conditions and Challenges

Affecting Training of Highly Skilled Technical High School Students

～Focus on the Japanese Mechatronics Youth Skills Competition～

永野 雄作 (宮崎県立宮崎工業高等学校)

日高 義浩 (宮崎県立延岡工業高等学校)

Yuusaku Nagano and Yoshihiro Hidaka

これまで、工業高校生を対象に高度な技能を持つ技術者育成について報告してきた。卒業後の進路先となる企業から求められる人材育成のため、新たに若年者ものづくり競技大会「メカトロニクス」職種や技能五輪「電子機器組立て」職種に生徒が出場できるように取り組んでいる。そこで本報では、若年者ものづくり競技大会「メカトロニクス」職種に焦点を当て、高度な技術・技能を必要とする競技会へ出場できる工業高校生の育成に関する現状と課題について調査を行った。その結果、①参加に至るまでに機材の面で多額な費用を要すること、②多様な知識や技術を必要とするため、指導者の指導力に関する問題が生じていること、③高度な技術・技能をもつ技術者養成には時間を必要とするため、教育課程のみで対応するには難しいこと、が宮崎県の事例を通して明らかとなった。

キーワード：高度技能者、工業高校、教育環境、指導方法

1. はじめに

これまで、宮崎県立の工業高校に在籍する生徒の特長として、資格取得に関しジュニアマイスター取得者数は全国の工業高校において上位に位置していること¹⁾、を報告してきた。また、資格取得等において企業の求める人材の技術・技能レベルが年々高くなっていることを、教育現場での経験から報告している²⁾。そこで、卒業後の進路先となる企業から求められる人材育成のため、新たに若年者ものづくり競技大会「メカトロニクス」職種（以下、メカトロニクス職種とする）と、技能五輪全国大会「電気機器組立て」職種（以下、電気機器組立て職種とする）の指導に取り組み始めた。

本論文では、前者のメカトロニクス職種に焦点を当て、工業高校において高度な技能を持つ技術者（以下、高度技能者とする）の育成に関する現状と課題を明確にすることを目的として調査を行った。調査方法として、指導者及び出場した選手への聞き取り調査と、質問紙調査（以下、アンケート調査とする）を実施した。そのことが、今後の工業高校における高度技能者養成に関し、教育環境並びに指導方法について示唆できると考えている。ここでの対象生徒は、メカトロニクス職種に出場した宮崎県立A工業高校機械系学科（以下、対象校とする）に所属する3年生2名が対象となる。

なお本論文での高度技能者とは、下記の2点のどちらかを満たしている生徒を高度技能者として定義する。1

つ目は、「ジュニアマイスター顕彰制度」³⁾において、SもしくはAランクに指定され、かつ試験内容に実技に関する内容を含む資格を取得している生徒である。これには国家検定制度である技能検定2級を取得した生徒が該当する。もう1つは、高度な技能を有する全国レベルの競技会に出場できる生徒とし、若年者ものづくり競技大会や技能五輪に出場した生徒が該当となる。

2. 若年者ものづくり競技大会「メカトロニクス」職種に関する現状

2.1 若年者ものづくり競技大会の概要

若年者ものづくり競技大会は、「技能労働者育成のため、技能習得の目標を付与するとともに、若年者の技能向上、就業促進、意識向上並びに若年技能者の裾野の拡大を図ること」⁴⁾を目的としたものである。出場資格は、職業能力開発施設または工業高等学校において、技能を習得中の企業等に就業していない20歳以下（一部職種を除く）の者とされている。平成25年度において、14種目の職種が開催されており、職業能力開発協会もしくは全国工業校長協会から推薦されることで出場できる。

2.2 メカトロニクス職種の現状

メカトロニクス職種は、工場の自動生産設備を模擬した競技用FAモデル（以下、MPSとする）を用い、設備の改造、調整、プログラミングや保守を行う競技である。競技課題は競技開始まで非公表であり、各チーム2

名の選手が連携して作業を行う⁵⁾。競技内容と競技時間を表1に示す。

表1 競技内容と競技時間

第1課題 ネットワーク運転 2時間
支給された部品と図面をもとに、模擬生産設備の機械装置、電気回路、および空気圧回路を組み替え、調整を行う。さらに、3つのステーションを組み合わせた模擬生産設備を構築し、仕様書通りワークが搬送されるように動作プログラムを作成する ⁵⁾ 。
第2課題 トラブルシューティング 30分
第1課題で構築した生産設備に複数の不具合(不具合箇所は非公表)があり、設備が正常に動作しない状態にある。それについて、設備診断を行い、不具合箇所を特定し、修復を行う ⁵⁾ 。
第3課題 メンテナンス 1時間30分
第1課題で構築した生産設備について、設備を改善するための保全作業を行う。仕様書通りの構成や動作となるように、設備を改造する ⁵⁾ 。
メカトロニクス職種は、3つの課題で構成される。第1課題では、競技開始時にMPSの改造概要、支給部品、I/O 割り付け、改造手順と動作チェックシートが記載された仕様書と支給部品が配布され、それらを参照し選手2人で仕様書に従いMPSの構造を変更し構築する。さらにプログラムを作成し、時間内に仕様書通りに動作させ点数を競う。ここでは、仕様書の読解力およびMPSの標準構造を理解しておくことが要求される。その他、仕様書に従いMPSを構築する機械的知識、配線作業等の電気的技術や技能、プログラミングに関する技術や技能が問われる。第2課題では、第1課題終了後に競技委員によって仕掛けられたトラブルを30分間で修復し、修復箇所の報告書を作成し提出する。その後、MPSを第1課題で配布された仕様書通りに復元、動作させることで点数を競う競技内容である。そこでは修復に要する時間の速さと正確さが求められ、選手2人が第1課題で構築後のMPSの構造や仕組みを、すべて理解しておかなければ正確に修復することができない。第3課題では、メンテナンス箇所と構造変更箇所が指示されているものと一部変更された動作チェックシートの仕様書が配布され、第1課題で終了後のMPS同様の動作となるようメンテナンス作業と構造変更を行い、動作させ点数を競う。そこでは正確なメンテナンス作業と構造変更を、速やかに行うことが要求される。
メカトロニクス職種における出場条件は、前述のように都道府県職業能力開発協会の推薦を受けた者 ⁶⁾ とされている。平成25年度は、全国から23校(職業能力開発

大学校等9校、工業高等学校14校)が出場した。

すべての課題において、MPSを仕様書通り構築し、その後正確に動作させ高い得点を得るには、様々な技術・技能を必要とする。それに加え、選手2人のコミュニケーション能力も重要であると筆者は考えている。表1に示す競技内容では、機械的作業や電気的作業それにプログラミング作業の3つの作業に大別される。それらの作業を選手2人が共に考え、作業を分担しながら競技を進める。進行状況に応じて、協力し合い作業を行う必要も生じる。そのために、コミュニケーション能力は、重要なものである。

3. 若年者ものづくり競技大会「メカトロニクス」職種に関する指導の実際

3.1 指導の実際

選手の選出方法は、出場した選手が在籍する学科の教育課程(以下、調査対象校教育課程とする)で修得した知識・技術をメカトロニクス職種に活かすために、3学年から出場を希望した生徒を選手として選出した。指導に関しての調査対象と指導期間は以下のとおりである。

- ・指導対象：宮崎県立A工業高等学校
選手 2名(3年、男子)
- ・指導者：機械系学科所属教員
- ・指導期間：平成26年4月～8月上旬

選手らは課外活動で、バドミントン部やものづくり活動を行う部活動に所属していたため、練習時間が確保できない状況であった。そのため、平日は部活動終了後に1時間から2時間程度、休日は部活動を行わない日の6時間程度の指導となった。

3.2 指導内容

メカトロニクス職種に必要な知識・技能を指導者に対し聞き取り調査を実施したところ、機械的知識、電気的知識、プログラミングの知識や技術が必要であるとの回答が得られた。平成25年度における指導項目と指導の詳細内容を表2に示す。

4. 若年者ものづくり競技大会「メカトロニクス」職種に関する課題

4.1 調査方法

メカトロニクス職種における課題を明確にするために、調査対象校教育課程から考察する。それに加え競技大会終了後、出場した選手に図1に示すアンケート調査を実施した。問1は、メカトロニクス職種において、調査対象校教育課程で学習した内容とどのような関連があるのかを明確にするため、科目名とその学習内容を回答する質問項目である。問2は、高度な技術・技能を修得するまでに必要な期間を検討するため、出場した選手が考える練習の開始時期、また1週間に必要な練習時間数を記

表2 指導項目と指導の詳細内容

月	指導項目	指導の詳細内容
4月	機械的知識・技術の指導	<ul style="list-style-type: none"> ・MPS構造と取扱い ・空気圧と配管作業の学習 ・空気圧機器等の構造と使用方法 ・各モジュールの使用方法 ・MPSの分解・組み立て
5月～6月	電氣的知識・技術の指導	<ul style="list-style-type: none"> ・電気配線の学習 ・センサーの知識と使用方法 ・MPSの電源機器の取扱い ・シーケンス制御機器の学習 ・モータ制御の方法
	プログラミング技術の指導	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラム命令の学習 ・基本プログラムの学習
7月～8月	総合的技術・知識の指導	<ul style="list-style-type: none"> ・MPSを仕様書通りに構築し動作させるプログラムの学習 ・過去の課題を使用した練習 ・応用問題による練習

表3 工業科の科目と詳細内容

対象校が学習する教科「工業」の科目	メカトロニクス職種に関する工業科の学習内容
機械設計	<ul style="list-style-type: none"> ・機械のしくみ ・安全、環境と設計 ・ねじ ・ベルト、チェーン
生産システム技術	<ul style="list-style-type: none"> ・直流回路 ・交流回路 ・計測技術と測定技術 ・生産設備 ・生産管理
情報技術基礎	<ul style="list-style-type: none"> ・ソフトウェア ・プログラミング ・データ通信等
工業技術基礎	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラミング
実習	<ul style="list-style-type: none"> ・シーケンス制御 ・MPS装置による実習
課題研究	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボット製作等

問1 授業で学んだ専門教科の中で、メカトロニクス職種に活かした科目はありましたか？
(科目名と内容を書いてください)

科目名	内容

問2 競技大会に向けて、いつ頃から練習を始めたよかったですか？
() 月
週 () 時間程度

問3 メカトロニクスに関する課題を書いてください。

図1 出場した選手に実施したアンケート調査用紙

入する自由記述式で回答する質問項目となる。問3は、出場した選手が感じた課題を明確にするため、自由記述式で回答する質問項目とした。

4.2 メカトロニクス職種に適応する教科「工業」の科目

選手の在籍する学科は、生産技術分野において必要な知識である機械・電気・電子・情報を幅広く学び、ものづくりを通して設計・機械加工技術・ロボットの制御技術・プログラミング技術を学ぶ学科である。メカトロニクス職種においては、対象校で学習する教科「工業」(以下、工業科とする)の科目のすべてにおいて、関係する学習内容が含まれている。そのため、授業で学んだことが、メカトロニクス職種へ繋がる内容であると筆者らは考えている。対象校が学習する工業科の科目と、メカトロニクス職種に関する工業科の学習内容を表3に示す。

4.3 メカトロニクス職種に関する分析

メカトロニクス職種に出場した選手に対し、実施したアンケート調査結果を示す。

問1に対して選手2名とも、調査対象校教育課程で学習した工業科の科目である「生産システム技術」、「実習」、「課題研究」の3科目を挙げている。学習内容も、メカトロニクス職種に出場するために必要とされる知識・技能である。このことからメカトロニクス職種へ出場するにあたり、修得しなくてはならない技術・技能の中に調査対象校教育課程での学習内容が、含まれていると結論に至った。その選手2名の回答を図2に示す。また、「実習」や「課題研究」において出場した選手が同級生に、技術的な助言を行うなど波及的な効果も見られた。

	科目名	内容
選手A	生産システム技術	電気設備 センサの事など
	実習	シーケンス制御 プログラミング実習
	課題研究	ロボット製作
選手B	生産システム技術	センサのしくみや 電子回路の見方
	実習	シーケンスを使ったFA制御
	課題研究	回路設計や プログラミング

図2 学習成果に関する回答

問2に対しての回答を図3に示す。選手は調査対象校教育課程以外の練習を、約10カ月前から週に30~40時間以上行うことが必要と回答している。また筆者らも長期間において、課外等で練習を行わなければならないと教育現場において感じている。

問3に対する回答を図4に示す。メカトロニクス職種へ出場するには、学習する分野が広く、さらに内容も高度であるため、必要とされる技術・技能を修得するまで期間を有する。そのため選手らも、「まとまった時間が必要」と回答している。

さらに、対象校の指導者へ「メカトロニクス職種の指導に当たり、感じたことを自由に記入してください」とアンケート調査も実施した。その結果を図5に示す。本図より、高度な技術・技能が必要とするため、指導力の問題や高度技能者育成の期間に関することが課題であると認識していることが示されている。しかしこれらの取り組みが、今後の工業高校にとって重要な取り組みであることもいえる。

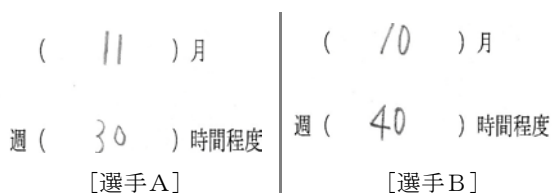


図3 練習開始の時期と練習時間

選手A	<p>検索では教わらなかったプログラムの言語た、たのび慣れずまでに時間がかかった。</p>
選手B	<p>・検索では学ぶことの無か、た高度なことが多く、分からないことを少しずつ調べ、分かるようにしていくのに時間を要した。 ・練習を開始した時期が遅く、道具も完全にはそろってはいなかった。 ・練習をするには3時間以上のまとまった時間が必要だった。</p>

図4 出場した選手視点の課題

4.4 メカトロニクス職種の課題

1つ目の課題は、メカトロニクス職種に出場するために、必要な機材が高価であることが挙げられる。競技においては指定された機材を使用しなければならない。その機材の中でも主要なMPSは高価であるため、工業高校では容易に導入することは難しい。さらにここでは、ランニングコストに関する課題も含んでいる。同職種では、技術・技能を修得するため、過去に出題された競技課題をくり返し練習を行う。これまでメカトロニクス職

指導者も未熟な状態からスタートでした。県内においてもメカトロニクス職種に出場することは初めての取り組みであり、県内では外部の指導者も見つからず、技術的指導に苦労しました。それに加え、メカトロニクス職種に出場するためには、多様な知識や技術が必要であり、それらを選手が修得するまでの時間の確保に苦労しました。また必要な機器や工具は高額であり、本校の予算では全てそろえることが出来ませんでした。今回メカトロニクス職種に取り組むことにより、企業より新規に求人頂くことができたこと、企業や大学に技術指導受け、より高度な技術が学べたこと、また交流ができたことはとても良かったと感じます。次年度は更に今回の課題を解決していきたいと思います。

図5 アンケート調査による指導者の回答

種へ出場した実績が少ないところでは、支給された部品を購入する必要がある。その部品購入に要する費用は年度によって異なり、平成23年度については、必要な専用工具も含め20万円程度要する。競技大会に参加した場合、支給された部品は返却する必要もなく、その再利用も可能である。しかし、今年度からメカトロニクス職種に取り組み始めた対象校では過去に出題された課題の練習を行うため、それらの部品を購入する必要があった。それらすべてを、対象校の公費である実験実習費の予算で、購入するのは困難であったため、技能五輪「メカトロニクス」職種に出場している企業より、大会が開催される8月まで、購入が困難である高価な部品を借用し指導を行った。また、対象校で製作可能な部品については製作し対応した。支給された部品の大きな購入金額を表4に示す。また本表の4「モジュールプレート」の一部を対象校で製作した。それらを図6に示す。

2つ目の課題は、指導者が不足していること、指導力が不足していることである。メカトロニクス職種は、「機械的要素」、「電気的要素」、「プログラミング要素」など多くの分野の知識や技術を必要とする。そのため、指導者の指導力が未熟なため十分な技能養成が出来なかった。また県内の工業高校から、メカトロニクス職種に出場するのは初めてであったため、熟練した指導者がいなかった。そこで、技能五輪「メカトロニクス」職種に出場している県外企業や職業能力開発大学校に技術的支援をお願いした。技術的支援の内容を表5に示す。

3つ目の課題は、メカトロニクス職種へ出場し、表1に示す課題を達成する高度な技術・技能を修得するためには、養成期間を必要とすることである。それは前述したように、メカトロニクス職種へ出場するにあたり、修得しなくてはならない技術・技能は、表4に示したように調査対象校教育課程での学習内容に含まれている。しかし表1に示す課題を、達成できるレベルまでの高度な技術者養成までには至らない。そこで放課後や休日なども使い、過去に出題された競技課題をくり返し練習を行

表4 支給された部品の購入金額

	部品名	金額
1	アクチュエータ	25,000 円
2	ケーブル類	16,000 円
3	センサー類	10,000 円
4	モジュールプレート	46,000 円
5	ねじ類	16,000 円
6	消耗品	51,000 円



図6 対象校で製作した部品

表5 技術的支援の内容

A企業	電子メールによる、プログラムの回答例や解説などの指導を受けた。
B企業	技能五輪「メカトロニクス」職種に出場する選手のデモンストレーションの見学や、B企業の指導者と技能五輪選手から対象校の指導者と選手に対して、技術的講習を受けた。
C大学校	対象校の指導者が2日間、プログラム技術や指導法の講習を受けた。

い、調査対象校教育課程では修得出来なかった高度な技能を養成する必要がある。図4で示したように出場した選手らも、「授業で教わらなかったプログラムの言語だったので、慣れるまでに時間がかかった」、「授業では学ぶことの無かった高度なことが多く、分からないことを少しずつ調べわかるようにしていくのに時間を要した」などと回答している。そのことから選手らも、高度な技術・技能の修得には養成期間が必要だと感じていることが提示されているといえる。

5. おわりに

高度技能者の養成に関して、メカトロニクス職種の現状と課題について調査を行った。その結果、以下のことについて言及した。

①参加に至るまでに、多額な費用を要すること。

②多様な知識や技術を必要とする競技であるが指導者の指導力が未熟なために、十分な技能養成が出来ていないこと。

③高度な技術・技能を持つ技術者養成には時間を必要とする為、調査対象校教育課程のみでは難しいこと。

指導者と出場した選手の両者が、共通して挙げた課題として、高度な技術・技能の修得までには時間を要することであった。

前述したように、宮崎県立の工業高校に在籍する生徒の特長として、資格取得に関しジュニアマイスター取得者数は全国の工業高校において上位に位置していることを挙げている。今後はさらなる技術・技能の向上のため、これらの結果と技能五輪「電子機器組立て」職種に関する調査⁷⁾も踏まえ、工業高校における高度技能者養成に関する教育環境と指導方法について、検討していく予定である。

参考文献

1. 日高義浩、東正之、大迫昭彦、福岡大輔：宮崎県における工業高校生資格取得に関する調査報告、技術科教育の研究、No. 12, pp. 35-41(2007)
2. 日高義浩、東正之、大迫昭彦、福岡大輔：工業高校生の資格取得に関する一考察、日本教育情報学会誌、Vol. 26, No. 4, pp. 73-79(2011)
3. <http://www.zenkoukyo.or.jp/jm/jm.html>
4. http://www.javada.or.jp/jyakunen20/08/08_jyakunen_s_sashi.pdf
5. http://www.javada.or.jp/jyakunen20/08/kadai/01/01_01_gaiyou.pdf
6. http://www.javada.or.jp/jyakunen20/08/taikai_boshuyoukou.pdf
7. 日高義浩、永野雄作：宮崎県における高度な技術を持つ技術者育成に関する現状と課題 日本産業技術教育学会誌九州支部論文集、21. 2013, pp. 131-134

(原稿受付 2014/01/15、受理 2014/03/25)

*永野雄作,
宮崎県立宮崎工業高等学校, 〒880-8567 宮崎県宮崎市天満町
9-1 email:yuusaku@miyazaki-c.ed.jp
Yuusaku Nagano Miyazaki prefectural Miyazaki Technical High
School,9-1 Tenman-Tyou,Miyazaki-Ctiy,Miyazaki 880-8567

*日高義浩, 博士(教育学)
宮崎県立延岡工業高等学校, 〒882-0863 宮崎県延岡市緑ヶ丘
1丁目8-1 email:hyhiro@miyazaki-catv.ne.jp
YoshihiroHidaka Miyazaki prefectural Nobeoka Technical High
School,1-8-1 Midorigaoka,Nobeoka-Ctiy,Miyazaki 882-0863