

技能五輪メカトロニクス職種への参加と訓練指導

群馬職業能力開発短期大学校 制御技術科
 職業能力開発総合大学校東京校 生産機械システム技術科
 日立金属機工(株)
 (株)岡本工作機械製作所

小林 崇・森田 実
 本多 浩
 須藤伸浩
 真下奈緒子

1. はじめに

技能五輪は若者を対象とした技能の優劣を競う大会である。技能の振興と産業の発展は密接な関係があり、近年は各企業とも高度熟練技能者の後継者育成の観点から積極的に技能五輪大会に参加するようになり、ひところの隆盛を再び見るところとなった。これは98年の群馬大会における地方選抜大会としては21年ぶりの大規模な選手参加となり、さらに99年の静岡大会はこれを上回る規模となったところからうかがえる。また特徴的なのは公立、私立（企業内を含む）の職業訓練関係、能力開発施設等からの学生参加が目立つことであった。これは世界大会においては、職種によってはごく普通の形となってきたところである。

特にメカトロニクス職種は電子技術、機械技術、情報技術をミックスしたいわば近代種目であり、群馬職業能力開発短大校のように歴史の浅い施設であっても比較的参加しやすい印象を持ち、中央職業能力開発協会の呼びかけに思わず応じてしまうこととなった。群馬大会では参考種目として、静岡大会では正式種目となったが、事実上群馬大会では世界大会代表選考を兼ねていたので正式種目と同等であった。結局、2年連続出場するところとなり、幸いにも2大会とも3位（銅メダル）を得ることができた。本文ではこの2大会の参加を通して、メカトロニクス

クス職種の訓練指導に関することを多少とも苦労した点、反省点も含めて報告する。これから参加する諸兄の参考にわずかでもなり、よりよい技能訓練の向上につながることにできれば幸いである。

2. 技競用システムと課題

メカトロニクス競技で使用される競技用システムと課題は以下のとおりである。

2.1 競技用システム

メカトロニクス職種の競技用システムとして、フェスト社製モジュラー形プロダクションシステムを使用する。図1にシステムの構成を示す。このシステムはワーク（部品）を供給する供給ステーション、

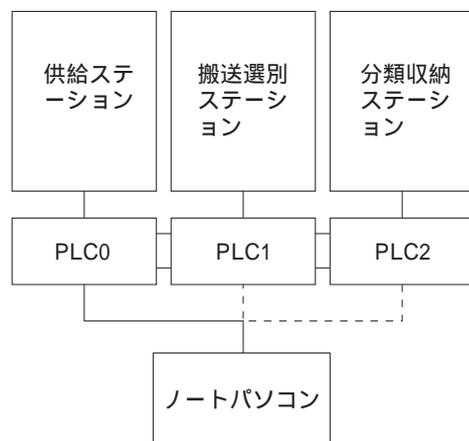


図1 技能五輪競技システム概要図

ワークを選別する搬送選別ステーション，ワークを分類する分類収納ステーションから構成される。各ステーションには，コントローラとして三菱電機製のプログラマブルコントローラ（PLC）が設置されており，各ステーションを制御している。また，動力源としては空気圧を主として用い，ワークの搬送用にモータが一部使用されている。図2に競技用システムの機械部を示す。

機械部供給ステーションにおける通常の制御動作として，ワークは収納カートリッジから復動シリンダにより押し出され，次に回転シリンダのアームにより真空パッドで吸着され，次の選別ステーションへ手渡しされる。選別ステーションではワークの吸着が解除され固定台に置かれた後，容量式センサ，光電式センサ，磁気誘導式センサによりワークの判別がされる。ワークの判別後，リフトによりワークは上昇し，上部のポテンシオメータによりワーク高さを計測した後，単動シリンダにより傾斜式の通路へ排出される。通路を通過して，最後の収納ステーションでは選別ステーションからの選別結果を受けて，ワークは3個の収納部へ回転仕分け機構を持つ復動シリンダにより収納される。以上が本システムの通常の動作であり，これらは生産ラインにおける供給・選別・収納の各装置を縮小化したものとなっている。

2.2 競技用課題

以下に技能五輪メカトロニクス職種における競技課題（1999年度）を示す。

(1) 課題1

搬送ステーションについて次のことを行う。

- 1) シーケンサ（X，Y）の配線
- 2) 空圧機器配管
- 3) プログラムの作成と実行

制御動作

ワークがあったらMAGAZINE EMPTYランプが点灯する。手動に切り替えると，ステップ動作をする。

実行すると，RESETランプが0.5秒点滅
RESETボタンをONで通常動作

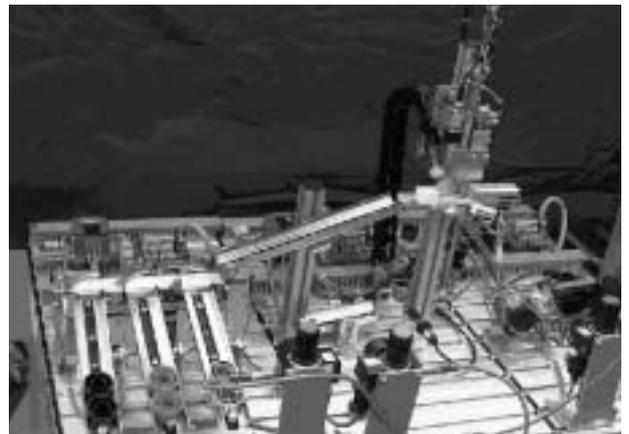


図2 技能五輪競技システム機械部

(2) 課題2

選別ステーションについて渡されたプログラムに以下の動作を加える。

黒い金属ワークだったら，リフト上昇・下降後排出

ワークを判別し，リフト上昇後，高さを測定する。

ADJUSTINGボタンON時のみ以下の動作を行う。

- ・大ワークの場合，エジェクタ前進を1秒間隔で実行する。
- ・中ワークの場合，エジェクタ前進を2秒間隔で実行する。
- ・小ワークの場合，エジェクタ前進のみ実行する。

リフト下降時に以下の動作をする。

- ・大ワークの場合，リフトを1/3，2/3高さの位置で2秒間停止
- ・中ワークの場合，リフトを2秒間中間の位置で停止
- ・小ワークの場合，リフト下降

大，中，小ワークの測定値を表示する。
RESETボタンで測定値を0にする。

(3) 課題3

ネットワークについて，3つのステーションをリンクさせ，以下の動作をさせる。

通常の制御動作を搬送ステーションのSTARTボタンを押すことにより開始させる。

あらかじめ、搬送ステーションの非常停止ボタンを押しておく。2個のワークをマガジンに入れ、搬送ステーションのSTARTボタンを押すと、1つ目のワークは搬送ステーション前のストッパで止められたままになり、2つ目のワークは搬送ステーションのリフトが上昇した位置で止まる。

非常停止を解除し、1つ目のワークは搬送ステーションに入り、2つ目のワークはストッパで停止する。

搬送ステーションのX14ボタンをN(1~5)回押して搬送ステーションのSTARTボタンを押すと、復動シリンダが(N+2)回の往復を行い、つづいて搬送ステーションのベルトコンベアが2N秒動く。

(4) 課題4

知識テスト

- ・空気圧回路に関する問題
- ・メカトロニクスに関する問題
- ・シーケンス回路に関する問題
- ・電気配線に関する問題

(5) 課題5

トラブルシューティング

- ・回転シリンダの配管が逆
- ・搬送ステーションの配線が逆
- ・モータが逆回転
- ・ポテンシオメータの管の絞りすぎ
- ・搬送ステーションのストッパの管の詰まり
- ・搬送ステーションの線の外れ
- ・スイベルの配管の外れ

これらの課題のうち、課題1は搬送ステーションの配管、配線および制御動作プログラム作成に関する問題であり、課題2と課題3はそれぞれ選別ステーションと全ステーションの制御動作プログラム作成に関する問題となっている。また、課題4はメカトロニクス関連の基礎知識を問う学科試験であり、課題5は問題を素早く発見し、対処する能力を問う課題となっている。

以上メカトロニクス職種における課題は通常5課題で、PLCのプログラムの作成と実行だけでなく、

基本的なメカトロニクスに関する学科試験から、生産現場等で実践的に役立てられるトラブルシューティングまで多岐にわたっている。

したがって、これらの課題に対処するためには以下のような能力の養成が必要となる。

SFC言語によるPLCプログラム作成能力

競技システムの配線能力

競技システムの配管能力

プログラムの実行とデバッグ能力

メカトロニクス全般に関する知識

トラブルに関する問題解決能力

このような能力の養成のために、以下のように習得すべき学習・訓練内容を絞り込んだ。

空気圧工学

空気圧機器 空気圧シリンダ、電磁バルブ等、
メカニズム

シーケンサの機能とプログラミング

センサ工学

電気基礎

機器組立・調整・トラブルシューティング

3. 技能五輪指導計画とその実行

以上の学習訓練内容を考慮して指導指針および計画を作成した。指導指針としては、本校が公共職業能力開発施設であることおよび競技者が本校の2年生であることを考慮して、以下のような指針を作成した。

通常の教育・訓練と共存する指導であること

本人の自主性を尊重した指導であること

その上で上位入賞を狙える指導であること

企業では一般に技能五輪専用のコーチと選手を配置して、日夜競技用訓練に励むのが普通である。しかしながら、公共職業能力開発施設では、専任のコーチと選手を配置するのは事実上不可能である。また、選手を技能五輪用の訓練だけに専念させることは、その職業人としての将来を考えると、あまり好ましいとは思えない。以上の理由により、通常教育訓練と技能五輪用の訓練は共存させる指導をとった。その結果、選手は授業終了後の時間と夏休み

表1 指導計画

月	計画内容
6	訓練開始 シーケンス制御基礎知識の習得 空気圧回路の制御訓練
7	競技用システムを使用した訓練の開始 SFC言語の習得とシリンドラ単体の駆動 サンプルプログラムの分析と理解
8	前年度の課題を中心とした訓練の開始 サンプルプログラムの実行と分析 他校との交流訓練
9	競技対策用訓練の開始 配管・配線訓練 プログラム対策訓練 トラブルシューティング対策訓練
10	競技準備と競技対策用訓練

および休日を訓練時間とした。また、メカトロニクス職種では、習得する技能・技術が前述のように多岐にわたるため、従来の繰り返し訓練のような手法よりは、本人の自主性を考慮し、指導者は本人の「やる気」を引き出す指導の方が効果的であると考えた。その上で、上位入賞を目指す指導を行った。

指導指針を踏まえて指導計画を作成した。表1にその指導計画を示す。訓練の開始は選手の就職問題により、6月となった。まずシーケンス制御等の基礎知識からの習得となり、ラダー図等について講習を行った。また、シーケンサによる空気圧の訓練教材を利用して自主的に制御動作等を検証させた。7月からは競技用システムを使用した訓練となった。まず、使用言語であるSFC言語を習得させ、次にその命令によりアクチュエータ要素を個々に駆動させ、制御動作の確認をした。同時にサンプルプログラムの分析を開始した。8月からは前年度の課題を中心とした訓練を開始するとともに、サンプルプログラムの分析を続行したが、分析を終了した部分は実行させ、モニタリングしながら制御動作を確認した。また、他校との交流訓練を計画したが、準備等が整わず前橋産業技術専門学校を訪問するのにとどまった。しかしながらこの訪問では、競技に関する情報交換を行うことができ、自らの訓練状況を振り返

ることができて有意義であったといえる。

9月からは競技対策用の訓練を開始した。配管・配線課題は通常課題内容が予測可能であり、繰り返し訓練することによって終了までの時間が短縮できることが予想できた。しかし、そのためにかえってこの部分の訓練では時間を割けなかった。反対に各ステーションの制御動作からプログラムを作成する訓練には配点が高いため多くの時間を割いた。この場合、多くの予想課題をこなすことが要求され、1999年度の訓練では前年度の選手が予想課題を作成してくれた。この予想課題を実際の競技会と同じ条件で行ったが、正解は得られたものの時間を短縮するところまでは到達できなかった。また、プログラムを新規に作成する訓練には力を入れたものの、既存のプログラムに追加して完成させる訓練は行わず、結果として本校の選手の大きな弱点となった。

トラブルシューティングに関する訓練では、1999年度の場合、前年度の選手がすべての予想課題を作成し、その課題について競技会と同じ条件で訓練を行った。このトラブルシューティングについては、多くの予想課題を解答することができ、解答終了までの時間の短縮も実現でき、本校選手の得意分野となった。また、学科試験については、配点が小さいことから重要視されない傾向にある。しかし、企業側の選手と比較すると公共職業能力開発施設出身の選手にとっては有利であると思われる、テキスト等を勉強させた。しかし、空気圧や電気関連の問題集を仕上げるところまではできなかった。10月の競技直前の対策としては、競技の対策訓練は続行したものの、これまで実行した訓練内容を整理し、確実なものとすることを求めた。

4. 技能五輪競技と結果

図3に選手と競技風景を示す。競技は2人1組で行われる。競技第1日目の午前中は課題1が行われた。シーケンサの配線とアクチュエータの配管部分の作業では、規定の作業なので予想の範囲内の時間で終了することができた。また、プログラム作成については、予想の課題に類似していたため順調に作



図3 選手と競技風景

表2 1999年度競技結果

順位	所属県	所属
第1位	愛知県	(株)デンソー
第2位	神奈川県	日産自動車(株)
第3位	神奈川県	神奈川県立産業技術短期大学校
第3位	群馬県	群馬職業能力開発短期大学校

成でき、課題ごおりの制御動作を確認することができた。

競技第1日目午後は課題2が行われた。プログラム作成問題であり、制御動作については予想課題に類似していた。しかし、最初にプログラムを渡され、そのプログラムに課題のプログラムを追加する方式であったため、結果として終了までに予想外の時間がかかってしまった。同じく午後の課題3では、PLCのリンク(ネットワーク)に関する問題であった。リンクに関しては、練習のなかでたびたび誤作動等を起こしたため、課題対策の訓練を十分に行うことができず、この課題においては規定時間内に終了することができなかった。第1日目終了時では、課題3の失敗と併せて選手の疲労は極大となったため、宿舎では選手の疲労回復に努めた。

競技第2日目では学科試験が行われた。基礎的な問題であったが、配点が低いため対策は十分でなく、高得点を上げることができなかった。最後のトラブルシューティングでは予想課題がほとんどで、最も

順調に終了した課題となった。表2に1999年度の競技結果を示す。本校の選手は第3位となり、公共職業能力開発施設としては最上位の成績をおさめることができた。

指導の結果として選手に感想を聞いた。以下要約して示す。

良かった点

3位入賞できたこと

大体の課題はクリアできたこと

大会に向けて一生懸命取り組めたこと

悪かった点

体力、集中力が欠けて競技に響いたこと

本校の選手にとっては、夏休みを返上しての練習であり大変な労苦の連続であったが、競技を終わっての入賞は選手に大きな自信と誇りを感じさせる結果となった。

5. おわりに

公共職業能力開発施設として技能五輪メカトロニクス職種へ選手を参加させ、多岐にわたる分野に対して一貫した指導の計画を立案して訓練を行った。まず競技の課題から必要とされる能力や学習訓練内容を分析して決定した。その上で訓練計画を立て、前年度の選手の支援を多大に受けながら実行に移した。実際の競技では、多くの部分でその訓練の成果が実を結んで上位入賞を果たすことができた。その結果、選手にとっては技能五輪全国大会という大変な労苦を乗り越えたという自信を植え付ける結果となり、今後の技能・技術分野における本人の成長に多大な影響を及ぼすと思われる。

最後に、技能五輪の種目の中でも、チームを組む種目は少ない。しかし実社会において他人との協調性を図ることは重要であり、欠かせないところである。特にメカトロニクス職種はプログラムという、はっきりと目に見えないものに対峙することから、良好なチームワークなしでは上位入賞は大変難しい。このチームワークをうまく利用し、上位入賞を狙ってほしいと考える。