

スマート制御システム科の開設 及び新規総合課題の実施と検証

群馬職業能力開発促進センター 電気・電子系

内村 幸生
佐藤 義弘

1. はじめに

群馬県の人口は約200万人で関東地方の北西部に位置し、東南部は関東平野で北部は山岳地帯となっている。人口のほとんどが平野部の都市に集中しているものの、行政、農業、工業、商業といった機能が都市ごとに分散している。

産業の特徴は、製造業の割合が全国平均と比べて非常に高く、ものづくり産業が盛んであり、中小企業が約98%を占めている。図1のように製品出荷額を見るとなかでも自動車関連産業を中心とした「輸送機器」の割合が38%と最も高くなっている。(群馬県工業統計調査 平成25年12月現在)

県内の産業構造は、自動車関連産業を中心とする製造業などものづくり分野の割合が高く、それらは多くの中小企業により支えられているという特徴が見られる。

第9次職業能力開発基本計画より、高度・先端ものづくり分野の人材育成が急務となっており、ICT、

エネルギー分野等に対応した新しい訓練の拡充が求められている。

群馬職業能力開発促進センター（以下、ポリテク群馬という）では生産現場の多様化する人材ニーズに対応した新たな訓練コースの設置を検討し、総合課題を含んだ訓練カリキュラムのスマート制御システム科を平成26年9月に開設した。この報告では、本科の立ち上げの経緯をはじめとして、教材開発、訓練実施における工夫、定員充足のための取り組みについて紹介する。

2. スマート制御システム科

2.1 コース設定

群馬県下において最も高い産業比率である自動車関連産業などのものづくり現場へ就職できる技術者を育成するため、表1に示す組込み技術、シーケンス技術、ネットワーク技術、タブレットアプリ技術

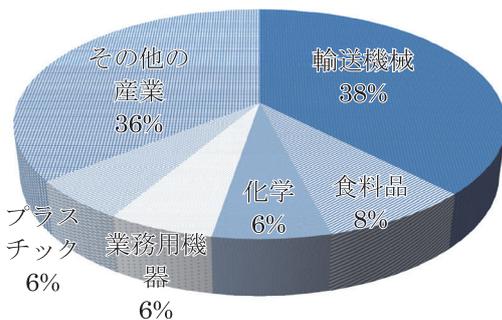


図1 製造品出荷構成比

表1 スマート制御システム科のカリキュラム

訓練時間	訓練内容
108H	アナログ回路設計技術
108H	C言語による組込み型マイクロコンピュータ制御技術
108H	シーケンス制御技術 (FA)
108H	省電力制御・電力監視
108H	パソコン制御・LAN技術
108H	スマート制御システム構築技術

などのICT技術と生産システム技術を習得できるカリキュラムとした。

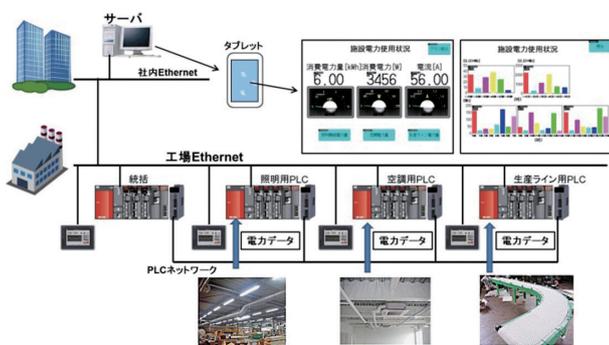


図2 訓練イメージ

2.2 訓練イメージ

企業の節電の取組みでデマンドシステムの要望が高まる中、訓練現場のエネルギー分野の拡充が求められている。図2のようにICTと生産システム技術を融合し、生産設備で電力使用量が大きいと想定される照明、空調、生産ラインの3システムの稼働状況や電力を計測し、ネットワーク経由でサーバに集計し必要なデータをタブレットで確認できるオフィス・工場ネットワークシステムをイメージした。

2.3 新規総合課題「電力監視システム」の実施

応用力、実践力をつけるため、訓練生が主体となって取り組む総合課題の教材を開発した。節電の取組で最も効果があるのが、最大デマンドの抑制である。

高圧受電している需要家の電気料金は、基本料金+電力量料金+再生可能エネルギー発電促進賦課金となっている。基本料金は、基本料金単価+契約電力+力率割引率となっており、図3に示す契約電力は、当月を含む過去1年間の各月の最大デマンドのうち最も大きい値となる。

最大デマンドは変化する需要電力を計量し、30分単位で平均値（平均電力）を算出する。そのうち月間で最も大きい値のことをいう。

よって1日の最大デマンドを抑制することで契約電力が抑えられ、基本料金の低減につながる。

本訓練では生産現場で抱えている節電について改善の糸口になる「電力の見える化」というテーマを

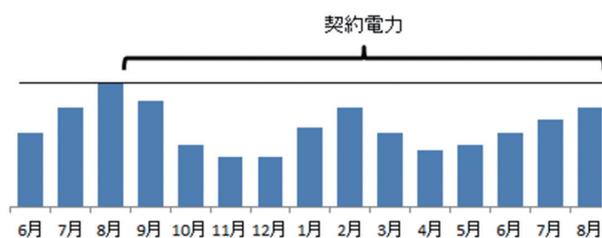


図3 高圧受電の契約電力例

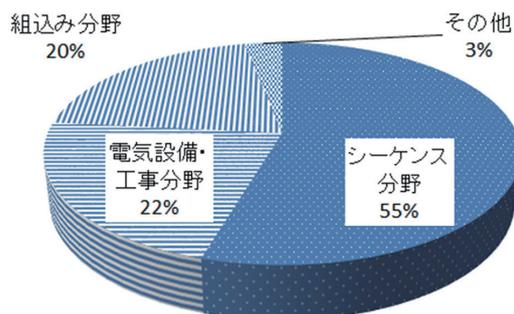


図4 H25年度在職者訓練電気・電子系実施分野

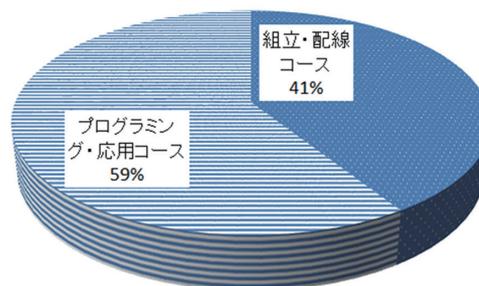


図5 シーケンス制御分野実施内訳

総合課題とし、PLC（プログラマブル・ロジック・コントローラ）のプログラミングやネットワーク技術などシーケンス制御技術の習得を目的に電力監視システムを設定し実施した。

2.4 シーケンス制御及び総合課題カリキュラム

図4のH25年度ポリテク群馬の電気・電子系の在職者訓練の実績で示すように、55%がシーケンス制御関連のコースであり、図5では、シーケンス分野の59%がプログラミングや応用コースである。生産現場のシーケンス分野の幅広い技術のニーズが高いことがわかる。基本から応用分野にわたり、短い訓練期間の中で効率のよい訓練課題と高い習得度が求められている。

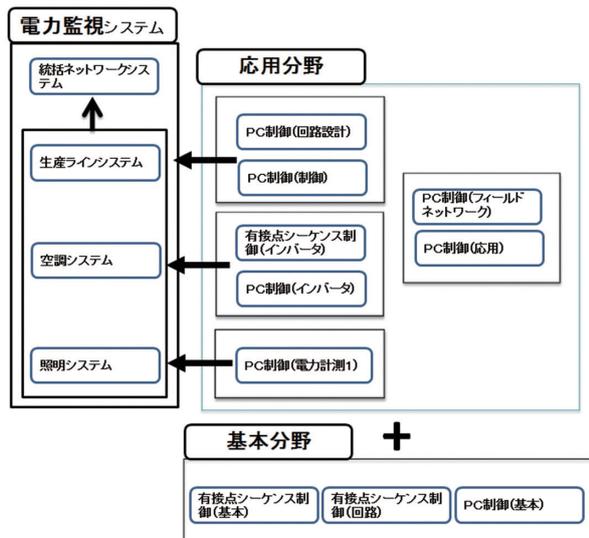


図6 シーケンス制御及び総合課題カリキュラム

図6に示すようにシーケンス制御のカリキュラムを基本分野（54H）と応用分野（126H）で構成し、総合課題（36H）で電力監視システムの構築を行う。

照明、空調、生産の3システムは応用分野で関連した内容を行っており、総合課題でさらに実践的な課題を取組むことができる。

2.5 グループワークによる総合課題の実施

総合課題は3人1組のグループを編成し、システムの構築を目標にグループ内で役割や進捗管理など分担しグループ毎に考え訓練効果の確認をした。グループワーク実施上留意した点を下記に示す。

- (1) 達成目標を明確にする（照明・空調・生産ライン及び統括システムの構築）。
- (2) グループ編成は基本・応用分野の習得でグループ毎のばらつきが出ないように配慮する。
- (3) 情報分野経験者などプログラムが比較的得意なメンバーを入れるようにする。
- (4) リーダー候補となるメンバーを入れるようにする。
- (5) グループメンバーが同じ課題を認識し合い協力し合えるようにする。

2.6 習得度確認の結果

訓練受講前、受講後に習得度確認を11名の訓練生

に対し行ない平均点でまとめた。自己確認点は1～5点で基準点の目安は、下記のとおりとする。

- 0点：全く知らない、又は、できない
- 1点：聞いたことがある、又は、見たことがある
- 2点：他の人に聞く、アドバイスや指導を受けられる
- 3点：テキストや資料（配付資料、参考書等）を調べれば独力でできる
- 4点：だいたいできる
- 5点：できる

図7のように9項目の基本分野について受講前は、ほとんどの訓練生が0点又は1点で平均しても1点満たなかったが、受講後はすべての項目で4点を越える結果となった。中でも「シーケンス図の見方・書き方」は4.5点と高い習得となった。事前にテキストを配布し予習にかけられる時間ができたため、あらかじめ疑問点など整理し、訓練を受けることができた結果によるものと思われる。

図8のように応用分野21項目では、基本分野同様に受講前は、ほとんどの訓練生が0点又は1点で、平均して1点満たなかった。受講後4点に満たない項目もあるが、プログラム作成で重要な「状態遷移図を書くことができる」という項目は4点を越えていた

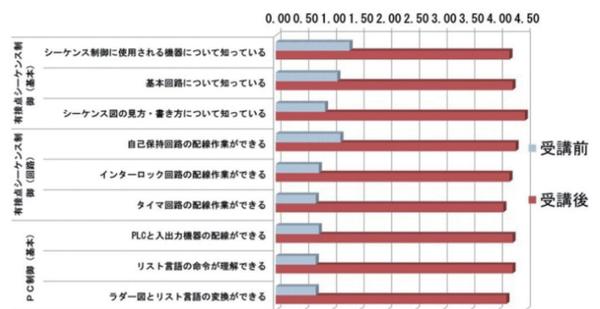


図7 基本分野の習得度確認



図8 応用分野の習得度確認

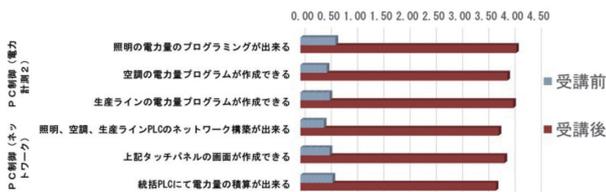


図9 総合課題の習得度確認

ため、電気設計者として仕様からプログラムの流れを組むのに重要なスキルは得られたと考えられる。

有接点シーケンス制御（インバータ）は各項目ともに平均4点を越える結果となった。回路を組むだけでなく、省エネで身近な問題など実験を通して確認できたことが高い習得につながったと思われる。

またPC制御（インバータ）の3項目については平均して3.48とインバータとPLCネットワークの複合的な内容のため応用項目平均3.9に比べて低い結果となった。

図9に示す総合課題の6項目では、照明や生産ラインのプログラムで4点を越える結果となったが、PLCネットワークや統括PLCでの項目では4点に満たない結果となった。全体としてPLCネットワークの習得が他の項目にも影響していると考えられる。

2.7 就職先について

表2に示すようにH26年9月生について在所中に9名の内定者を出すことができた。ポリテク群馬の修了時の就職率は約50%のため他科に比べると高いほうといえる。前職を活かし、さらに技術が問われる職種に就職する傾向が見られ、訓練の早い段階で就職の方向性が決まっていたためだと思われる。また訓練内容と同様に幅広い職種に就職していることがわかる。

特にNo.1の訓練生は学校卒業後アルバイトのみの職歴であったが、未経験で情報分野に就職できたことは訓練の成果といえよう。またNo.10の訓練生は前職アルバイトや情報分野のキャリアがあったが、未経験で産業用装置の電気設計の分野に就職できた。

キャリアや若い人材を求める傾向がある職種であるため、総合課題の電力監視システムの構築などの取組みが、未経験という弱点を補う成果となったと

思われる。在所中2名の訓練生が未就職であるが、訓練に比重がかかった分、目的が就職から技術習得になっていたため、習得度は高かったが他の訓練生に比べて就職の出足が遅れてしまう結果となった。

カリキュラムが多岐にわたり在所中に目的を見失わないように支援し、方向性を定め就職活動を支援することが今後の課題だと考えられる。

2.8 訓練生の声

総合課題終了後、訓練生に図10～12に示す3点について5択（①大変役に立った、②役に立った、③ふつう、④あまり役に立たなかった、⑤全く役に立たなかった）のアンケートを実施した。

図11、12に示すように「①大変役に立った」及び「②役に立った」で全員が役に立ち課題内容及びグループワークの有効性を示す結果となった。

表2 スマート制御システム科就職状況

No.	年齢	性別	前職	就職先職種
1	26	男	アルバイト	情報サービス業
2	31	男	情報処理・通信技術者	情報処理・通信技術者
3	33	男	情報処理・通信技術者	情報処理・通信技術者
4	34	男	製造技術者	設備保全
5	34	男	製造技術者	製造技術者
6	36	男	情報処理・通信技術者	情報処理・通信技術者
7	43	男	運送業	未就職
8	47	男	製造技術者	制御盤組立
9	48	男	情報処理・通信技術者	未就職
10	55	男	アルバイト	電気設計
11	56	男	電気工事従事者	電気工事従事者

また「グループワークでお互い教えあうことができた」や「電力監視システムの課題が前段のカリキュラムのまとめになり習得につながった」の声が多数あった。図13に示すように大半は「①大変役に立った」及び「②役に立った」であったが、わずかでは

あるが訓練内容が仕事理解にあまり役に立たなかったという結果となった。

2.9 グループワークの検証

習得度確認、アンケートからわかるように、電力監視システムの総合課題を設定することで到達目標が明確になり、訓練内容のまとめや整理につながったことがわかった。また訓練生が共通のテーマを与えることで主体的に課題を進めることができた。

リラックスした雰囲気メンバー同士論議しながら、マイペースで問題を解決することで訓練意欲を高めグループ内だけでなくグループ間の刺激、競争、やる気を促す効果があった。

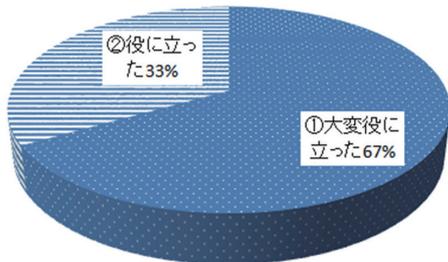


図10 電力監視システムの課題内容は習得の役に立ったか？

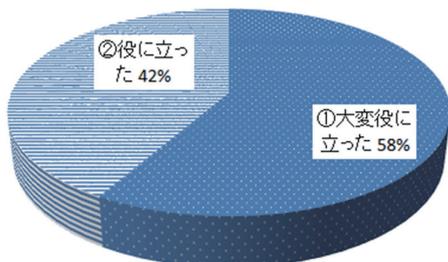


図11 グループでの製作は習得の役に立ったか？

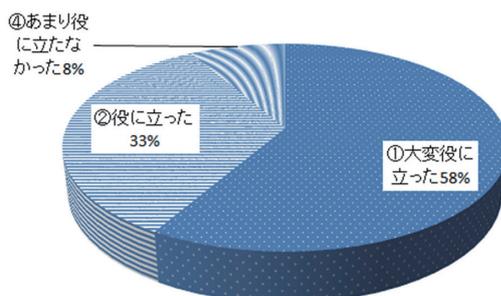


図12 訓練内容が仕事の理解の役に立ったか？

訓練生の感想 一部抜粋

- ・自分たちでは出来なさそうとイメージしていたが理解しながら完成できました。
- ・今までのPLCでの総まとめを実践することにより習得の役に立った。
- ・各制御の役割とネットワークで管理することが理解できました。
- ・グループワークの方が緊張感を保つことができ職場にいる感じであった。
- ・みんなでフォローし合いながら完成することができ楽しく訓練を受けることができた。
- ・共同作業によって違った考え方を理解できる。
- ・グループ内で協力して作業を進めることができ有意義でした。
- ・PLCを今まで聞いたこともなかったがこんな道もあるんだと就職の道が広がりました。
- ・FAのイメージがついた。
- ・自分が知らずに使っていた制御盤がどのような仕組みで作られているのかがわかった。
- ・こんな仕事先もいけると思った。自信ができました。
- ・課題内容が照明、空調、生産と身近で電力使用量など現実性があり興味深い内容でした。

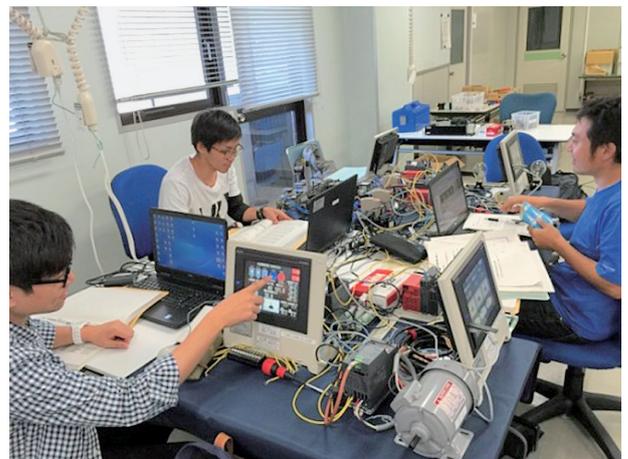


図13 グループワークの様子

2.10 グループワークの課題

アンケートより下記のような意見があった。

- ・もう少し時間があればグループ内でローテーションして複数のシステム作成ができればより良いと思う。
- ・1人で3システムすべてやってみたかった。
- ・グループメンバー構成により進捗と理解度の差が大きくなってしまうと思う。
- ・今回学んだ内容を経験として就職に活かそうもない。

メンバー構成によって習得にばらつきが出たグループがあり、習得状況だけでなく不得意分野をお互い補えるようなよりバランスのとれたグループ編成が必要である。システム全部を習得するには時間が足りない場合もあるため、訓練生自身で考える時間、グループで話し合う時間を大切にしつつ、課題解決のヒントとなるデータについてグループの進捗をみながら提供していきたい。

訓練と仕事に関する理解が不足していた訓練生がいたため、より一層ユニット毎に訓練がどのような仕事に結びつくか説明する必要がある。

2.11 定員充足率向上の取り組み

スマート制御システム科の入所状況について図14に示す。H26年9月生、平成27年3月生ともに定員20名に対して6割程度と入所状況が悪く、特にものづくり未経験者の入所が低い状況であった。

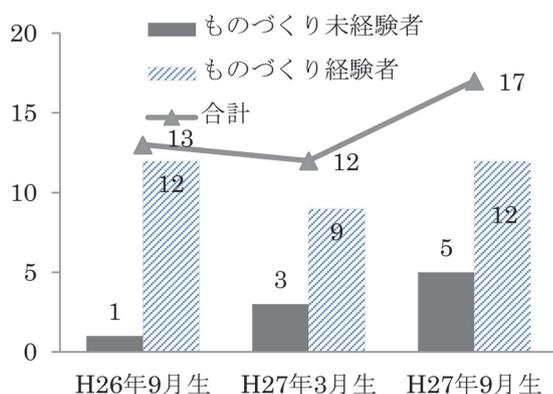


図14 スマート制御システム科の入所状況



図15 訓練体験の様子

施設見学者のアンケートなど入所を希望しない理由として、「難しそう」や「自分ではついていけないのでは?」といった不安を示す声があり、訓練不安解消について検討した。

H27年9月生の募集から施設見学会でコース案内に加えて15分程度の訓練体験を実施した。訓練不安の解消だけでなく指導員と話す機会が増えることにより、訓練理解につながった。また訓練体験者同士の交流が深まることにより入所が向上する成果となった。

3. おわりに

本報告では、ポリテク群馬においてスマート制御システム科を新規に立ち上げてからこれまでの経緯を紹介した。なお、教材開発とその実施検証を平成27年度職業能力開発論文コンクールに投稿し、特別賞を受賞することができた。作成にあたり協力いただいた関係者の皆様には改めて感謝申し上げます。

今後も受講者にとって有意義な訓練になるようカリキュラムや教材開発を進めていき、より魅力のある訓練の見える化について考えていきたい。

〈参考資料〉

東京電力WEB

<http://www.tepco.co.jp/index-j.html>

三菱電機FA WEB

<http://www.mitsubishielectric.co.jp/fa/index.html>