

# 豊田高専におけるロボットを利用した 課外活動と実験実習の実践例

豊田工業高等専門学校

杉 浦 藤 虎

豊田工業高等専門学校

渡 辺 正 人

豊田工業高等専門学校

稲 垣 宏

豊田工業高等専門学校

上 木 諭

豊田工業高等専門学校

庫 本 篤

# 豊田高専におけるロボットを利用した 課外活動と実験実習の実践例

Practical Engineering Education Using Robots in NIT, Toyota college

杉浦 藤 虎<sup>\*1</sup>  
Toko SUGIURA

渡辺 正 人<sup>\*1</sup>  
Masato WATANABE

稲垣 宏<sup>\*1</sup>  
Hiroshi INAGAKI

上木 諭<sup>\*1</sup>  
Satoshi UEKI

庫本 篤<sup>\*1</sup>  
Atsushi KURAMOTO

## 1. はじめに

豊田高専では課外活動として、2002年から「ロボカップ」(自律移動ロボットによるサッカー競技)に参加している。2004年からは世界大会にも連続出場中である。高専ロボコンを経験した学生に、新たな課題を提供することで、技術力、創造力、コミュニケーション能力等の素養を向上させる狙いがある<sup>1), 2)</sup>。

一方、本校では7年前から、専攻科学生と企業技術者とが協力して一つのプロジェクトを達成するという、「ものづくり一気通観エンジニア」養成の実習を行っている。本プログラムは、日本技術者教育認定機構(JABEE)で求められる、チームワークやデザイン能力の養成という意味で、専攻科生には極めて有意義な取り組みと自負している<sup>3)</sup>。しかしながら、上記エンジニアリング・デザイン教育を継続してきた中で、多くの課題や難問があった。本稿ではそれらに対して、どのような対応を取ってきたのか事例とともに紹介する。

## 2. 「ロボカップ」出場に向けた取り組み

「ロボカップ」サッカーは、2050年までに人間のサッカーワールド杯チャンピオンチームに勝利することを目標とした、世界規模のプロジェクトである。高専ロボコンとは異なり、1) 競技テーマが毎年ほぼ同じ(技術・ノウハウの蓄積可)で、2) 要求される技術の幅が広く(メカ、回路、戦略AIなど)、水準が高い、3) 本科4、5学年と専攻科を利用した継続的な取り組みが可能(本校では主に3年生までが高専ロボコンに参加)、4) 世界大会が開催され、同世代の学生(同じ目標を持ったライバル)と議論できる、5) 世界大会では英語が用いられる、という特長がある。

本校は電気・電子システム工学科3年生以上の高専ロボコン経験者を中心に構成されたチームで、ロボカップ小型リーグ(SSL)に出場している。国内大会に参加する高専は現在、豊田の他、松江、仙台の3校で、OBチームも含めると、高専は出場チームの過半数を占めるまでに至っている。サッカーリーグには小型の他、中型、

ヒューマノイド、シミュレーションなどがあるが、小型リーグを選択した理由は、競技フィールドの大きさ、製作や運搬にかかる費用などの物理的・金銭的要因以外にも、スピード感、人工知能・要素技術の開発など、多面的な奥深さに興味を感じたからである。ただし、参加当初は3.4m×4.9mと卓球台三つ分程度であったフィールドサイズが、現在は9m×6mと3倍以上になり、フルサイズで練習をするにも場所の確保が容易でない状況にある。

「ロボカップ」に限らず、新規にものごとを始める際の問題は、かかる費用の捻出である。ロボカップへの取り組みを始めた2002年当初は、高専の学生でどこまでできるのか、費用もいくら必要になるのか、まったく手探りの状態であった。実績もないため、手元に無かったカメラ類を購入した以外、基本的に学校の既存品や高専ロボコン用に購入した部品を流用して、可能な範囲で取り組みを始めた。

図1に初代の木製3輪サッカーロボットを示す。このロボットは、現行モデルと共通する基本機構(全方向移動、ドリブル・キック)を備え、当時としては最高の仕様を有していた。高価なエンコーダの代わりにボールマウスで移動距離を算出したり、オムニホイールの代わり

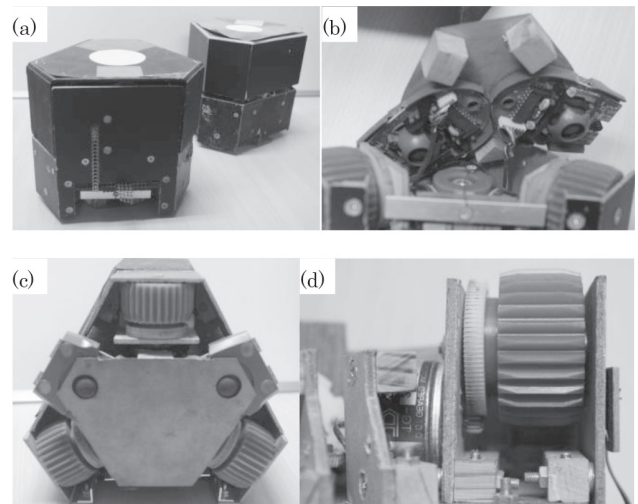


図1 初代木製3輪全方向移動ロボット(2002年), (a)全体, (b)測距用ボールマウス, (c)底面, (d)ギヤホイール

2016年10月27日受付

\*1 豊田工業高等専門学校

にMCナイロンを、ギヤ状に切削加工したタイヤを用いたりするなど、アイデアの塊であった。当初は学科の特性上、ハード面についての機械設計が十分に行えず、製作や修理に時間を要したため、市販品で利用できるものは（予算は限られていたが、お金で解決できるなら）なるべく使おうという方針であった。

図2は2005年に作製した6輪ロボットである。京商(株)から2万円弱で発売されていた、ラジコンカーの「全方位移動型6輪走行R/Cガンローラー」のシャーシを足回りに流用し、市販の電磁ソレノイドとキックバーをロボットの底部に組み込んで、強引にサッカーロボットに作り上げた。製作時間は大幅に短縮され、オムニホイールの性能も悪くなかった。世界大会に参加して10年以上になるが、これまで6輪サッカーロボットで参加したチームは他に見たことがない。オムニホイールが壊れても、予備購入品で対応できる利点は大きかったが、高出力ブラシレスモータ搭載のロボットが登場するなど、飛躍的に向上する他チームの駆動性能に追従すべく、使用されなくなった。

図3は2006年度から登場した4輪全方向移動ロボットである。自作の電磁ソレノイドとリングホイール、およびチップキック機構を初めて搭載したモデルで、現在のロボットとほぼ同じ基本性能を備え、完成度は非常に高かった。この頃から研究環境が整備され、多少資金に余裕が出てきたため、安価な3D切削加工機を購入するなどして、電子部品以外はほとんど自前で製作できるように

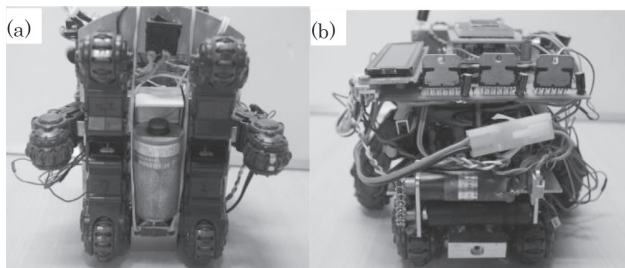


図2 6輪ロボット (2005年), (a) 底面, (b) 正面

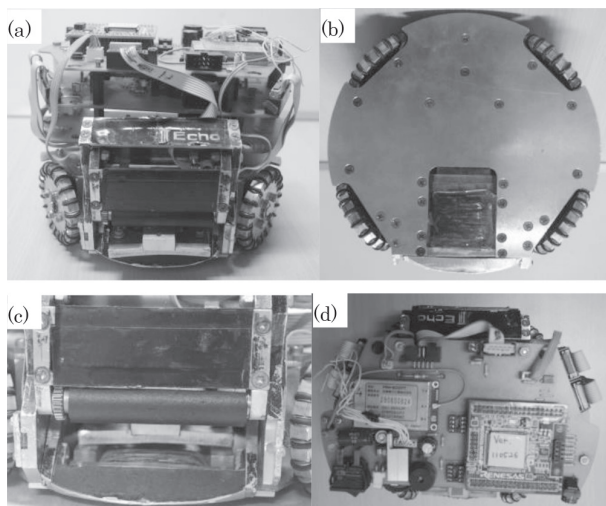


図3 4輪ロボット (2006年), (a) 全体, (b) 底面, (c) ドリブル・キックデバイス, (d) SH-2マイコン搭載基板

なった。電子部品も安く購入できるに越したことは無い。それまでロボットのメイン回路に据えていたH8マイコンの高機能版SH-2マイコンが、当時、雑誌Interface (CQ出版)の付録に付いてきた。部品単体で購入すれば2千円もするマイコンが雑誌(千円)を買えば手に入るとあって、本屋に並んでいた全冊を購入したこともあった。

また、図4はゴールさえ守れば負けないと考えて開発した、左右の素早い動きに特化した、キーパー専用ロボットである。メカナムホイールと幅広チップキック機構を搭載し、その性能に効果を期待したが、手作りによるメカナムホイールの精度にばらつきがあり、前後移動に難点があったこと、作製に膨大な労力と時間を要したことから初回限定生産に終わった。

現在、ロボットやボールの位置情報は、フィールド上空に設置されたリーグ所有のカメラからリーグに共通のSSLビジョンと呼ばれるソフトを介して各チームに配信される。しかし、2010年以前、各チームはその情報を自前で取得する必要があった。世界大会には10kgもある画像用デスクトップPC、カメラ、アタッチメント、ロボット、部品等を参加者で分配し、スーツケースに入れて運搬した。出場する人数にもよるが、一人あたり15kg程度のロボット関連の重量はエコノミークラス制限の7割を占めた。参加者個人の荷物はロボットを保護するための着替え程度という年もあった。各チームはフィールド上空のトラスの最もよい位置にビデオカメラを設置しようと、脚立を取り合うなどその時点から競争が始まる。場所取りに遅れるとロボットやボールの認識に不利となるからである。特に、世界大会の環境は国内大会と比較して劣悪なことが多い。会場内の照度に保証はないため、フィールド上を大きな影が覆ったり、照明の色がボールと同系のオレンジ色だったりして、キャリブレーション(色調整)が十分にできず、ボールを認識できないこともある。英語を苦手とする多くの日本人チームはこのカメ

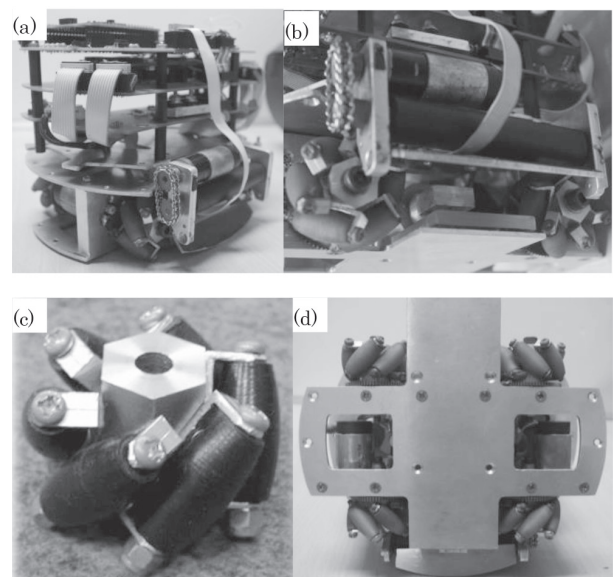


図4 ゴールキーパー専用ロボット(2007年), (a) 全体, (b) キックデバイス, (c) メカナムホイール, (d) 底面



ラの場合、場所取りの交渉時点で一步遅れることが多く、自身の英会話力不足を痛感するのである。そうかと言って、ロボットが認識できなくては話にならないので、海外でも臨機応変にできる限りの対応をする。現地のホームセンターを探し回り、発色の良い色紙を購入したり、ひしめき合うカメラ（図5参照）の間隙を縫うように設置したりして何とか対応してきた。

また、フィールドが毛足の長いじゅうたんの場合、タイヤが埋もれ、移動に支障をきたすことがある。ロボットの底部が擦れるだけでなく、1cmもある毛が車輪にからみ、最悪モータの破損に至る。1個1万円以上もするモータがいくつも壊れるのはさすがに困るので、床面の隙間が増えるよう、急遽タイヤの径を大きくしたり、ボディを削ったりして何とか対応する。その場での急ごしらえは高専ロボコン経験者の得意とするところであり、経験が活かされる場面でもある。

不得手であったロボットのハードウェア設計に関する問題は、近年、3DCADソフト、切削加工機、3Dプリンタの使用、あるいは機械工学科学生の取り組み等により解決してきた。一方、戦略や制御に関するソフトウェア開発については、担当する少数の学生のサッカー知識やセンスによって、その性能が決まるところがある。サッカーは単純に、ゴールに向けてボールをシュートするという個人競技ではなく、ポジションを意識したチームスポーツである。しかし、最近はサッカー経験の乏しい（中にはサッカーの試合を見たことがない）学生が多い。そこで、実際のサッカーに照らしてロボットの動きをチームとして考えるよう、また実際にコーディングする際も複数名の学生でよく議論しながら進めるよう指導している。

また、10年以上継続していると、過去の遺産が膨大となり、それを理解した上で次のステップに上がらなければ



図5 フィールド全体が均一に見渡せる良い位置を確保しようとひしめき合う各チームのカメラ（2007年）

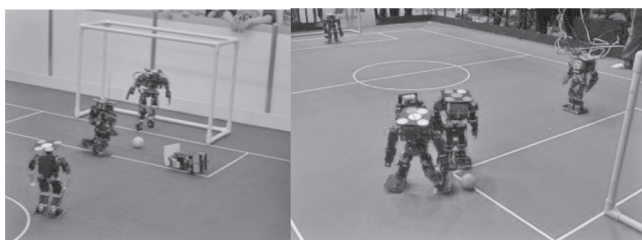


図6 SSL-Humanoid競技（ロボカップジャパンオープン2016）

ばならないので大変な労力と根気が必要となる。同時にマンパワー（参加者の確保）が必須であり、現状ではロボコン経験者のつながりで何とか勧誘している状況にある。「ロボカップの学生は夜遅くまで作業しており（決して教員が無理にやらせているのではない）、あそこは遠慮したい」という学生も多い。学生がやりがいを感じ、自らやる気になるようなアピール手段をいつも考えている。

一方、ロボカップ国内大会のみであるが、車輪型ロボットをヒト型ロボットに置き換えた、図6に示すSSL Humanoid部門が、2009年からサブリーグとして開催されるようになった。当時、比較的倒れにくく、安定歩行が可能な二足歩行ロボットが各社から発売されるようになり、市販品を購入すれば、ほぼソフトウェア開発のみで参加できるとあって、大学の情報学系チームの新規参加が増えた。我々のチームもヒト型ロボットには興味があったため、挑戦することにした。フィールドの大きさや1チームあたりのロボット台数などは、車輪型と比べて小規模になっている。上空カメラとマーカを使用する競技スタイルはSSLと同様であり、車輪型のシステムはそのまま流用できる。ただし、二足歩行ロボットは重心が高いため転びやすく、モーションの繰り返しで移動するため速度も出ない。また、歩幅という概念があり、指示した位置にぴったりと移動できないことがある。そこで我々はまず、市販ロボットのハード面での改造を試みた。チームで自ら設計・製作することもできたが、時間と人員の不足を補うため、購入を選択した。市販の二足歩行ロボットは見た目のスタイルが良く、足が長い。このことは転倒しやすいことを意味する。そこで、図7に示すように、サーボモータの配置を変えて股下長を短くして重心位置を下げ、また足裏面積を大きくして倒れにくくした。

次に、歩行に関するソフト面での工夫として、ある程度ボールに近づいたら歩幅を狭くしてより良いポジショニングを取るなど細かな制御を行った。さらに、ロボットは転ぶと頭上マーカがビジョンから消える。マーカが見えないとロボットが倒れていると認識されないため、そこへ別のロボットが走り込んできた場合、転倒し、故障する可能性が高まる。したがって、「10秒以内に起立できないロボットは退場して、改修しなければならない」というルールがある。我々は3秒で起き上がるモーションを取り入れるなどして、2009年から三連覇を達成したが、人員不足と、転倒時の部品へのダメージが大きく、サー

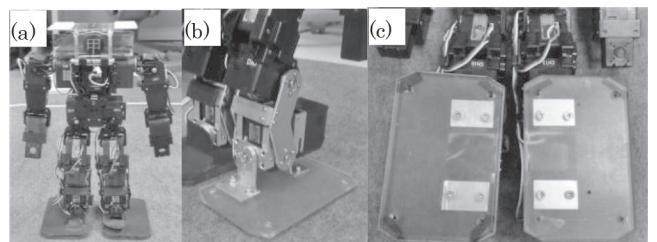


図7 二足歩行ロボット（2009年～）、(a) 全体、(b) サーボ位置の変更、(c) 足裏サイズの変更

ボモータの故障が頻発したことによる資金難から、5年目に撤退した。

また、ロボット製作が好きで取り組んでいる学生にとって、ヒト型ロボットの魅力は車輪型には遠く及ばない。なぜなら、ヒト型ロボットは人間の関節に相当する箇所にも市販のサーボモータを組み付ける程度で作製できるため、ものづくりの観点から言えば魅力が薄いと云わざるを得ない。一方、車輪型ロボットは、搭載するいろいろな機構や部品、回路を自らのアイデアで実現できるバラエティの多さ、スピード感に満ちた試合展開と、パスを多用したスマートな戦術の実現など、豊富な要素技術に魅力が溢れている。ただし、ロボカップの大会では、幼児や保護者のヒト型ロボットに対する人気は車輪型を凌ぐ。人間を模した容姿と、ぎこちなくも二足で移動し、倒れてもすぐに起き上がる仕草がけなげに感じられ、応援したくなる気持ちが沸くようである。2016年、ヒト型部門からの要請を受け、我々はジャパンオープンに再度出場した。その結果、復活をアピールし、優勝を飾った。継続的に車輪型とヒト型の両部門に参加することは、チームの人員数や予算に余裕がなければ難しいが、学生の積極的な姿勢があれば今後も応援したいと考えている。

従来、高額な参加費用は基本的に学生の自払いである。国内大会であればクラブ活動に準じて教育後援会や同窓会からの学校補助で十分補填されるが、世界大会となると、全費用の1/2～2/3は自己負担である。好きで活動しているとはいえ、保護者の理解が無ければ世界大会への参加は難しい。しかし、以上の取り組みは問題解決力や責任感の向上、英語の苦手意識（障壁感）低減などに極めて有効であることが実証されており、各方面の協力を得ながら継続させていきたい。

### 3. 「ものづくりー気通観エンジニア」の養成

本プログラムは、異分野の技術者と連携し、複眼的視野を持って新技術に挑戦できるエンジニアの養成を目的として、2010年度から専攻科生を対象に実施している。具体的には、地元製造業に携わる企業技術者（以下、企業生と呼ぶ）と高専専攻科学生（電気・機械・情報系の3学科）とが混在したチームを編成し、ものづくりの企画構想から最終評価までの全工程に関わる「生産システムの開発」という実践的な課題研究に取り組む。提示する課題テーマは毎年異なり、例えば2015年度は「セル方式によるF1カー生産設備の計画から完成まで」を行った。6軸アームロボット、PLC（Programmable Logic Controller）、エアシリンダ、スマートカメラ等各種センサを使用し、安全面やコスト、効率を考慮したシステムを構築する。図8にF1カーの完成写真を示す。



図8 レゴブロックによるF1カーの生産（2015年）

各班6名程度の4班に分け、正副のリーダーの選出から実習が始まる。図9(a)～(f)に企画・構想から成果発表・披露までの実際の様子を示す。(a)「企画・構想」では完成品を製作するにあたり、どのように分割するのかチームで検討を行う。その際、教員がアドバイスすることはないが、課題説明時に「他チームが出さないような分割案や仕組みに挑戦することも面白いのでは」というコメントは補足している。(b)「開発・設計」ではストレッチボードによる治具の設計・製作を行い、作業工程を具現化する。特にロボットの可動範囲を意識し、平面でなく立体的な情報として捉え、全体レイアウトを決定させる。機械系受講生が中心となって作業を進めるが、それでも強度や構造が十分に考慮されていない場合が少なくない。この段階で修正や再検討を提言することも多い。

(c)「加工・製作」では各作業をコンカレント（同時進行）に行うことを意識させ、実施させる。機械・電気系受講生を中心として、ハード面での実施計画（工程表）に基づいた製作と管理を行わせる。一方、(d)「組立・調整」ではソフト面での作業が増加する。情報系学生らがロボットとPLCとの通信、GUI（Graphical User Interface）操作パネルの作成、ティーチングなどで活躍し始めるのが本工程からで、以降ペースが加速する。

さらに、(e)「運転・評価」では組立設備の信頼性とともにサイクルタイムなどの評価が行われる。各チームはデザインレビューで特長・性能をアピールし、成果発表日に備えて最終確認を何度も行う。(f)「成果発表・披露」では、主に企業生が、上司を含めた来賓の前で取り組みの全体をスライドやビデオで説明し、1年間の成果を発表する。発表会と修了式の後、各班が組立設備の特長を紹介した上で課題成果を披露する。過去に、繰り返し行ってきた(e)「運転・評価」で一度も失敗しな



図9 実験実習および成果発表・披露の様子



った、優秀な班が発表当日に初めて失敗したことがあった。結局、十分に成果を披露できなかったが、後で判明した原因は、実験室の暖房温度を上げたことによる、樹脂部品のわずかな膨張に因るものであった。来客を見越して、通常の変えたことで招いた失態は学生に申し訳なかったが、我々スタッフにも想定外であった。班のメンバはもちろんのこと、トラブルがないよう、周囲は皆、祈る思いで動作披露を見つめる。

課題の実習に際し、実習担当教員は必ずしも企業での就労経験があるわけではなく、的確に助言できない場合もある。授業改善アンケートでは、「部品発注を迅速にして欲しい」、「教員の関与が欲しい」などの要望が上がってくることもあるが、実際の納期を伝え、それを考慮した上であくまでもチーム内で解決を図ることを周知している。このことはJABEEの学習教育到達目標の一つ、「与えられた制約の下で計画的に仕事を進め、まとめる能力」にも通じると考えている。

図10に本プログラムに参加した6期全受講生に対して

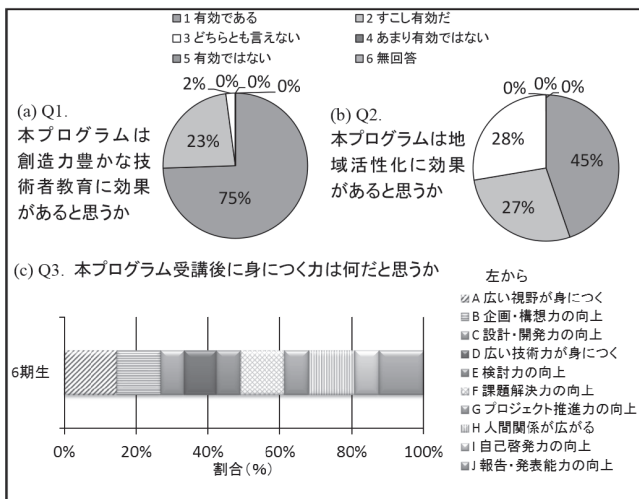


図10 6期全受講生へのアンケート結果の一例 (a)~(c)

行ったアンケート結果の一例を示す。(a)「Q1. 本プログラムは創造力豊かな技術者教育に効果があると思うか」との間に対しては、「有効・すこし有効」の肯定的回答が98%を占め、受講生には高く評価されている。

(b)「Q2. 本プログラムは地域活性化に効果があると思うか」との間に対しては、「有効・すこし有効」の肯定的回答は7割程度で、「どちらとも言えない」と回答した受講生が3割弱であった。このことは本プログラムが直接、技能・技術の講習を受ける場ではなく、ものづくりのPDCAを体験し、チームワークやコミュニケーションの重要性を学ぶ機会として提示されたプロジェクトであることに起因している。すなわち、現在のプログラムは、各受講生が各班でそれぞれの専門分野を活かした役割を与えられるため、新規にスキルを身に付けるというよりは、現時点でのスキルを課題達成のために発揮する場となっている。したがって、特に企業生が職場に戻った際、活性化につながる新しいスキルの習得という意味においては、「何とも言えない」と感じるのが本音であると思われる。

また、(c)「Q3. 本プログラム受講後に身につく力は何かと思うか」との間には、「A 広い視野が身につく」との回答が最も多い。その他、「F 課題解決能力の向上」、「B 企画・構想力の向上」、「H 人間関係が広がる」の項目が高い割合を占めており、本プログラムが期待するスキル（意識やモチベーションを含む）の向上に有効であることが確認できる。一方、先に述べた事実を反映して、「C 設計・開発力の向上」、「D 広い技術力が身につく」等の割合は高くはないことが示されている。

本プログラムに参加する専攻科学生の利点は、現場を知る企業生から得る知識や経験上の知恵、スキルにあることは言うまでもない。一方、学内外において、企業生からみた顕著な利点に関する疑問・質問は少なくない。図11は6期企業生およびその上司に対して行った本プロ

(a) 企業受講生

- (企) 学生から学ぶこともあり、良いプログラムでした。
- (企) ものづくりの企画から完成まで、全て関わることができたのでよかった。
- (企) 他社や、学生の人達と一年間一緒に勉強できたことは、とても良い経験となった。
- 是非、自社の若い技術員を参加させたいと思った。
- (企) 色々知らなかったことを知れてよかった。
- (企) 求められる仕様を明確にもらえるのもっとよかった。
- (企) リーダーシップ育成には良いプロジェクトだと思う。一年間ありがとうございました。
- (企) リーダーを決定するには、1ヶ月位期間がほしい。
- PLCとPCの接続のセミナーを詳しく行ってほしい。DRを少なくして、まとめて行ってほしい。
- (企) 最初のルールに原価・売価・受注の話を入れた方がいいと思う。月に○台の受注があるからサイクルタイムを○秒、セットの時間を○秒にし、○円以下で治具をつくれれば利益が出るというところまで考えるべきだと思った。

(b) 上司

- 参加企業が固定化している気がする。もっと幅広く参加企業を募ってはどうか。
- 企業生と学生、企業生同士も、多種多様な人との情報交換ができたり、コミュニケーション能力の向上にとっても良いプログラムだと思う。
- 全グループ、サイクルタイムといっているが、次の部品のセットを考慮していない。やはり、部品の供給を含めたサイクルタイムで考えてほしい。
- 初めて参加しました。非常に面白い報告でした。学生の元気なところを企業生は見習ってほしいと思った。
- 社会にでた後に何が役立つか、今回の経験がどうつながられるかを考えたプログラムにしてほしい。
- 自社の日常業務（工程設計・製作）の原点を再認識（確認）できました。ありがとうございました。
- 社外に出て、他企業・学生との交流は、新鮮な体験で良いと思う。
- 本人のやる気次第で、かなりの能力向上、経験ができると思う。
- 課題に関して、本来企業で使う物は目標とされる生産性を明確にする必要がある。その上で、コスト目標等へつなげる。各班への課題目標をもう少し厳しく与えることで、コストも目標となると思う。（設備コスト・生産コストともに）
- 多くの企業への働きかけが大切であると思う。
- 自社のみでなく、他社・学生との交流で、ものの考え方や進め方など、自分の考えをしっかりと連絡・報告できなければ業務が進行しない。また、知識向上には大切であると思う。
- 人的交流と、計画から実行・チェック・改善の全てのステップを経験でき、有益と思う。

図11 自由記述アンケート結果の一例、(a) 6期企業受講生、(b) その上司

グラムに関するアンケート（自由記述）結果である。その結果、企業生においても、学生と協力してものごとを成す機会はほとんどなく、貴重な場であるという意見が多く、概ね評価が高い。実習時間中は企業よりもリラックスでき、良い意味でリフレッシュできるようである。課題のテーマ設定やセミナーに関する要望もあり、参考にしたい。

同様に、企業生を送り出す会社側（上司）においても自社以外での人的交流を通して取り組むチームワークがコミュニケーション能力の向上に良い影響を及ぼすと高く評価されていることが読み取れる。一方、参加企業の幅広い勧誘、生産・設備に対する明確なコストパフォーマンスの評価などの要望があり、本取り組みに対する、企業側が期待する建設的な意見も確認することができた。前向きに導入を検討していきたい。

以上のように、本プログラムは、人的交流や問題解決力の向上に有益であると考えている。しかしながら、地域活性化という観点からは、その役割を十分に果たしていない。この点については別講座として開催されている、企業向け技術講座を充実させ、企業への周知活動を積極的に行うことで補いたいと考えている。また、設備・生産コストなど実際の現場を模した目標設定を掲げることで実社会を意識した、より現実的で有益な取り組みにしていくことも今後の検討課題である。

#### 4. おわりに

豊田高専で行っているロボットを利用した取り組みを紹介した。ロボコンやロボカップを行ってきた学生は、就職活動において非常に有利に評価されるが、社会人となって以降の評価が知りたいと聞かれることはよくある。同様に、「ものづくり一気通観エンジニア」プログラムを受講した企業生が会社に戻った際、どのように評価され

るのかその処遇についても興味深い点である。追跡調査したいとも思うが、聞きづらい内容でもあり、実際には把握できていない。課題は尽きないが、将来、以上の取り組みを経験した学生・企業生が日本の未来を支える技術者として活躍することを大いに期待したい。

#### 謝 辞

本研究の一部は科研費（基盤（C））26350210および（基盤（C））16K00987の補助を受けて行われた。ここに謝意を表す。

#### 参 考 文 献

- 1) 杉浦藤虎, 伊藤和晃, 渡辺正人: 高専の技術者育成におけるロボコンおよびロボカップ参加の現状とその役割, 工学教育, 53-5, pp.71-76, 2005
- 2) 杉浦藤虎, 渡辺正人: 豊田高専におけるロボカップ世界大会および出前授業を利用したコミュニケーション教育, 工学教育, 62-1, pp.66-71, 2014
- 3) 稲垣 宏, 他: 産学官連携によるリーダー技術者育成プロジェクト-「ものづくり一気通観エンジニアの養成」-, 高専教育, 38, pp.472-477, 2015

.....

#### 著 者 紹 介



杉浦 藤虎  
1984年 豊田高専電気工学科卒  
1988年 三重大学大学院工学研究科修士課程了  
現 在 豊田高専電気・電子システム工学科 教授  
博士（工学）（名古屋大学）  
専門分野 半導体工学, 工学教育  
所属学協会 応用物理学会, 電子情報通信学会, 日本工学教育協会  
連絡先 sugi@toyota-ct.ac.jp

