

メキシコCNADへの短期派遣報告

近畿職業能力開発大学校附属京都職業能力開発短期大学校 生産技術科 村田 光昭

1. はじめに

筆者は、2007年11月8日から同28日までの約3週間、ならびに2009年10月19日から同年11月25日までの約6週間、国際協力機構（JICA）の短期専門家として、メキシコ職業技術教育活性化センター（Centro Nacional de Actualización Docente：以下CNAD）に派遣された。派遣の目的は、CNADで行われている第三国研修、応用ロボット工学コースに対して、コースならびに教材への改善提案、CNAD講師（カウンターパート：以下C/P）に対する技術移転である。

本稿では、CNADで行われている第三国研修の概要、短期専門家としてCNADで行った業務内容やその成果について報告する。

2. CNADと第三国研修

2.1 CNADとは

CNADは、メキシコ教育省（SEP）産業技術教育局（DGETI）に属する研修機関で、1994年から1999年まで、日本とメキシコとの技術協力によって実施されたプロジェクトである。目的は、メキシコ国内の工業高校や、職業訓練施設の教員に対して約1年間メカトロニクス分野の研修を行うことにより、メキシコ国内全体にその技術を広めていくことである。CNADは、今年で開設して15年である。その間、1,000人以上の教員へ研修を行ってきた。

2.2 第三国研修

CNADでは、プロジェクト終了後の2000年から、第三国研修を実施している。第三国研修とは、中南

米各国から研修受講希望者を募集し、CNADにおいて8週間の連続した研修を行うものである。2000年から2004年までの5年間、第1期として「メカトロニクス」コースが実施された。その後、2005年から2009年まで第2期として、第1期のコースをより実践的に発展させた「応用ロボット工学」コースを実施している。

2009年第三国研修では、ウルグアイ、エクアドル、コスタリカ、コロンビア、パラグアイ、ペルー、ボリビア、メキシコの各国からの参加者がいた。応用ロボット工学コースでは、DCサーボモータを使用したスカラ型ハンドロボットを研修教材とし、約8週間かけて、機械設計、CAD/CAM、汎用機械加工、NC機械加工、電子回路設計、プリント基盤製作、制御理論、制御プログラム作成、評価の順に行い、ロボットを完成させている。各国からの研修生の専門は、主に機械系と制御・電子系に分かれている。それぞれの専門各1名、計2名を1グループとし、それぞれ専門とする分野の研修生が、他の研修生の



図1 CNAD

苦手とする分野をフォローしながら、課題に取り組んでいた。

第2期の「応用ロボット工学」コースは、今年が5年目となるので、今年で終了となる。そのため、CNADでは、現在、第3期の第三国研修の準備として、中南米諸国を巡って、各国にどのようなニーズがあるのか、また、どのような研修体系だと受講しやすいのか等の情報収集を行っているところである。

3. 2007年短期派遣での業務

3.1 渡航前準備

筆者にとって、初めての海外派遣であった。当時こんなものなのかなと思っていた準備期間も、今思い返してみると非常に慌ただしいものであったようである。派遣決定から、実際にメキシコの地に降り立つまで、実質1ヵ月しかなく、その間に行うことのできた準備といえば、CNADの技術部長と何度か電子メールで打ち合わせしたくらいである。技術部長との打ち合わせの中で見えてきたCNAD側のリクエストは、CNADで行っている第三国研修で製作しているスカラ型ロボットの教材に対して、より性能が上がるよう改善提案を行ってほしいというものであった。メールのやりとりでなんとかロボットについての具体的な情報を引き出そうと試みたが、得られたものは、スカラ型ロボットの3次元分解図と、サーボ回路の配線図のみであった。海外には、それまで何度か旅行で行った経験はあったので、メキシコでの生活には全く不安はなかったのだが、この事前の準備をしようがない状況で、とにかく来て改善提案を行ってほしいというリクエストに対して、かなりの不安を抱えた出発となった。また、この派遣では、お互いに英語ができるから、通訳は必要ないであろうとのJICAの判断であったが、これも少々の不安要素であった。案の定、後になってこれが一番大変なこととなった。

3.2 業務打ち合わせ

CNADに到着し、施設長を始め、いろいろな方とあいさつをし、その後、技術部長と滞在中の業務について打ち合わせを行ったのだが、ここで前記の言

葉の不安要素が現実のものとなった。英語が聞き取れないのである。私の知っている英語とは違う発音の英語がたくさん出てくるのである。しかも文章の要となる重要な単語が聞き取れない。俗に言うスパングリッシュであった。当然スパングリッシュ対ジャパングリッシュでは、細かな意思の疎通ができるはずもなく、初日からとても苦戦をした。幸いにもCNADの講師の1人が日本人女性と結婚をしていたので、その講師の奥さんが後日通訳を行ってくれることとなった。通訳を交えて打ち合わせを行ってみると、3週間の間に三連休があったり、第三国研修の修了式があったりで、実際に技術移転に充てることができる日数は実質10日間しかないことがわかった。わずかな日数であるにもかかわらず、CNAD側のリクエストは膨大なものであった。管理部、機械系、制御系の講師陣がそれぞれ別なことを教えてくれと要求してきた。まず、膨大なリクエストに対して、きちんと的を絞る必要があったため、派遣中に行う内容を、

1. 当初の予定どおり、スカラ型ロボットに対しての機械的な改善提案を行う。
 2. 第三国研修生ならびにCNAD講師に対して、筆者が日本で取り組んでいる学生の総合制作実習のロボット製作についてプレゼンテーションを行う。
 3. 第三国研修の視察
- の3点に絞った。



図2 第三国研修生との顔合わせ

2項のプレゼンテーションは、赴任後の打ち合わせで初めて決まったことであったので、まず、機械系のC/Pにスカラ型ロボットの改善に取り組み可能

な日程を決めてもらい、残った時間を第三国研修の視察およびプレゼンテーションの準備に充てることにした。

3.3 業務状況

具体的な業務内容について紹介をする。まず、1項のスカラ型ロボットの改善提案である。第三国研修で製作しているスカラ型ロボットは、図3に示すものである。C/Pから、このロボットの問題点として、まず「動作をさせているとモータ軸とカラーを締結している止めネジがよくゆるむので、そのつど分解して締め直している」「動作をさせていると、減速機付DCサーボモータの減速機部分のバックラッシュがどんどん増大していく」ということが提示された。図3の4自由度のスカラ型ロボットの各回転軸の固定は、減速機付DCサーボモータの減速機出力軸に直接差し込み、六角穴付止めネジ一本のみで固定されている。この2点の問題は、片加重の重たいものを減速機の軸のみで支えていれば、当然起きてくる問題なので、軸部の支えにスラスト軸受の追加と、止めネジでの軸の固定からキーを使用した軸の固定への変更を提案した。また、物をつかむハンド部は、RCサーボと簡単なリンクによる開閉機構となっていた。C/Pから提示されたこの部分の問題点は、「つかむ力が小さいので、100gの物すら持ち上げることができない」とのことであった。用

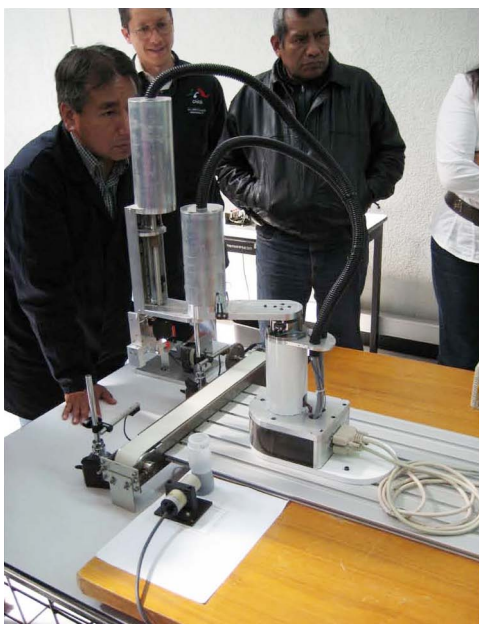


図3 スカラ型ハンドロボット

いられていたリンク機構では、平行移動しなくてはならない2つのハンドがきちんと平行に開閉できていなかったのを、ラックアンドピニオン機構を用いたものへと設計変更を行ってもらった。

以上の改善提案について、実際のロボットに対して改善を施せば一番良かったのであるが、C/Pと一緒に作業を行えた時間は、実質丸5日間しかなかった。そのため、部品や材料の手配、機械加工の時間などを取ることができなかった。よって、改善点を既存のCAD図面の中に盛り込むまでしか行うことができなかった。

次に、2項のプレゼンテーションでは、筆者が当時在籍していた、北海道職業能力開発大学校で参加していた「ロボット・トライアスロン競技会」への学生の取り組みや大会での成果等を紹介した。CNAD講師の皆さんや第三国研修生を始め、他の研修生や事務の方々など、非常に多くの方に聴講していただいた。また、プレゼンテーション後にとっても活発な質疑応答となったところを見ると、大変興味を持って聴講いただけたと思う。



図4 プレゼンテーションの様子

4. 2009年短期派遣での業務

4.1 業務概要

2007年に引き続き、同じ施設で、かつ、ほぼ同じ内容での派遣であった。具体的には、前回同様スカラ型ロボットの改善提案、第三国研修のコース内容および運営に関する改善提案、ならびにC/Pへの技術移転である。前回との違いは、C/Pへの技術移転として、二足歩行ロボットの歩行制御、組み込みマ

アイコン制御を行った点である。二度目の都市、施設ということで、事前の準備は前回よりもスムーズに行うことができた。ただ、前述したCNAD側の第3期の第三国研修の準備で、CNAD技術部長が、中南米各国を訪問していたため、渡航前のCNADとの業務打ち合わせは、全くといっていいほど行えなかった。

4.2 スカラ型ロボットの改善提案

今回行った業務内容を具体的に記す。まず、スカラ型ロボットの改善提案であるが、前回は機械的な部分の改善を機械系C/Pと共に行った。そこで、今回は、制御部に的を絞り制御系C/Pに改善提案を行った。前述したとおり、第三国研修の応用ロボット工学コースは、今年で5回目の開催となる。コースで使用しているスカラ型ロボットの課題も毎年少しずつ改良を行っているようで、実際、昨年から製作しているロボットには、一昨年筆者が行った機械的改善提案もきちんと受け入れ、改善がなされていた。今回製作しているロボットは、5年目の課題ということで、課題としてほぼ完成形となっているであろうと想像をしていた。機械的な完成度は、私の目から見る限りでは、問題点を克服しほぼ完成形となっていた。しかし制御分野に関しては、使用している減速機付きDCサーボモータの減速機のバックラッシュを全く考慮せずに（モータの出力軸にエンコーダが付いたタイプであるため、ギヤヘッ드의出力軸を直接監視することができない）。一生懸命制御を行っているという、少々お粗末な状況であった。具体的には、ロボットにペンを持たせ、円を描くようにプログラミングを行っても、紙の上に出力結果として描かれる円は、円には程遠い歪な形状であった。さらに、同じプログラムで別のロボットを動作させると、紙に描かれる出力結果も違ってきた。そこで、現在行っているPID制御のパラメータにバックラッシュ量も入れるよう提案を行った。もしくは、ソフトウェアでの補間が難しいのであれば、エンコーダの位置を機械的に移動させるよう提案を行った。ただし、今年度はすでに走っているコースであるので、そこに新たなことを付加するのは難しいとのことであったので、次年度以降の改善



図5 第三国研修の様子

として受け入れてもらった。

4.3 第三国研修視察

第三国研修の視察およびコース改善提案では、まず第三国研修に参加している各国の研修生の皆さんの声を直接聞かせてもらった。その中で、コース内容に関する不具合や、コースに参加しての不満が、何点か声として聞かせてもらうことができた。しかし、それ以上に満足や感謝の声が非常に多くあったことをまず記しておく。不満点として聞こえてきた内容は、以下のとおりである。

- ・わずか8週間でロボットの設計、製作、制御を行うので、どの分野も触りの部分をなぞるだけの内容となってしまう。
- ・現状のMatlab, Simulinkを使用するロボット制御は、制御工学を専門としていない方々にとっては難解すぎる。
- ・MatlabやSimulink, DSPボードを用いた制御方法は有益であるが、それらを取得しても、自国に機材がないので生かすことができない（機材が高すぎて購入することができない）。
- ・もう少し長い期間をかけて、それぞれの分野についてもっと深い部分まで研修を受講したいが、職場を留守にできるのは、2ヵ月が限界である。
- ・時間の制約があるので仕方ないが、ロボットのすべての部品を作りたかった（現状は数点の部品のみを作り、残りの部品は過去のものを使い回している）。
- ・製作したロボットの一部（例えば1軸のみ）で

もよいので、自国に持ち帰りたい（自国に帰って同じことを行おうとすると、すべてを1から作る必要があるのだ）。

上記内容は、一昨年、筆者が研修生から聞いた内容と、また昨年の専門家の報告書に記載されている内容とほぼ同じものであった。特に制御分野の難解さは過去に何度も問題点として上がっているにもかかわらず改善されていないのは、非常に残念であった。そこで、コース改善の提案として、CNAD技術部長と以下の点について確認を行った。

- ・ 第三国研修については、各国から来ている研修生が本当に現状行っている非常に高度な制御法を必要としているのか否か今一度吟味をすべきである。
- ・ また、各国の需要や機器の整備状況に応じて、例えばPLCで制御を行う。PICを用いた制御盤を作成する。マイコンで制御する。など、臨機応変に対応できる体制を構築するのが望ましい。
- ・ その上で、現在行っている高度な制御技術に関して学びたいという受講生がいれば、対応する。
- ・ 残念ながら、製作した教材を持ち帰っていただくのは、予算の関係上不可能である。

4.4 C/Pへの技術移転

C/Pへの技術移転では、日本から携行機材としてマイコンボードと二足歩行ロボットのキット、マイクロマウス製作に必要な部品を持参し、以下の内容について、実質4週間計5名に技術移転を行った。

- ・ 組込系システムの概念
- ・ H8マイコンボードの組立
- ・ C言語によるH8マイコンへのプログラミング法
- ・ 組込システム構築（マイクロマウスの製作）
- ・ 二足歩行ロボットの組立
- ・ ジャイロによる姿勢制御および加速度センサによる姿勢把握
- ・ 2足歩行プログラムの製作

今回の技術移転において、渡航前のCNAD側のリクエストは、二足歩行ロボットの歩行制御についてMatlabおよびSimulinkを用いて動作解析を行いたいとのことであった。しかし、事前準備を行うための物理的な時間不足等もあったため、これについて



図6 技術移転の様子



図7 二足歩行ロボットのプログラミング

は、あきらめていただいた。二足歩行ロボットについては、ジャイロセンサを用いた姿勢制御、および加速度センサを用いた姿勢判定、それらを使用した歩行プログラムの作成を行ってもらった。それだけでは、実質4週間の技術移転期間の時間を持て余してしまう恐れがあったため、組込マイコンシステムとして、マイコンボードの組立ならびに動作法、Cによるプログラミング法を行った。また、その応用課題の組込システム構築技術としてマイクロマウスの製作を行った。

達成状況としては、まず、マイコンボードの製作ならびに基本的な使用方法、Cによるプログラムの作成、二足歩行ロボットの組立ならびにそのセンサの活用法とプログラミングに関しては、予定していたとおりの時間配分、内容で進行することができた。

最後に予定していた組込マイコン応用課題としてのマイクロマウスの製作は、なんとか形にはなった

が、最後は少々強引に帳尻を合わせたような形になってしまった。マイクロマウスの製作においては、ハンダ付けなどの実作業を行っていただいたが、思っていた以上に各作業に時間がかかってしまった。そのため、ハードウェア製作後のプログラミングの時間にしわ寄せがいった形となってしまった。理由としては、C/Pの個々人の技術レベルを全く把握できていなかった点である。これは、始めて会う方々に対してなので仕方ないことでもある。また、C/Pとの事前の打ち合わせで各作業を説明し、おおよその必要作業時間についてお互いに確認を行ったのだが、C/P自身も作業内容と作業量、自分の力量についてきちんと理解していなかったようで、自分たちの力量よりはるかに短い予定を組んでしまったことも原因として上げられる。



図8 マイクロマウスの最終調整

4.5 業務を終えて

今回の派遣では、筆者自身も学ぶことが多くあった。CNADは、以前に一度赴任したことのある施設であったため、何となく施設の規模や設備、行っている内容を知っていた。そのため、それを過信しすぎてしまったが故の失敗が、今回得た一番の教訓である。抵抗1本、ダイオード1本ですら予備も含めてきっちり準備をしていかななくてはならない。「こ

のくらいあるだろう」という先入観は、実際は全く通用しない。相手国施設には何もないというくらいの気持ちできっちりと準備をしなくてはならないことを痛感させられた。例えば、マイクロマウスを製作するための部品を出国前に準備し、持参していったのだが、製作を始めてみるとコンデンサが数個、抵抗が数本足りないことがわかった。これは、前述したとおり、筆者が「このくらいあるだろう」という気持ちで大雑把に準備をしてしまったのが原因である。残念ながらCNADには期待をしていた部品がなく、CNADの事務の方に、約30km離れたシティの中心部まで部品を買いに行ってもらうことになり、大変迷惑をかけてしまった。

実際に技術移転に参加していただいたC/Pの皆さんは、非常にまじめに受講していただいた。一昨年起任させていただいた際にいろいろとお世話になったC/Pも一緒に受講していたのもあると思うが、比較的早い時期にC/Pの皆さんと信頼関係を築くことができたのが、一番の要因だと思う。今回技術移転内容として準備をし、行った内容は、5週間という限られた期間では少々ボリュームが多すぎたようであった。「時間が余るよりは……」とC/Pの方々のレベルを知らぬ状態で多くの内容の準備を行ったのが原因ではある。しかし、もし早くに技術移転の全内容を終えてしまい、時間が余ってしまった際のことを考えると、少し時間が足りないくらいのボリュームを準備していったことは正解であったように思う。先にも書いたように、研修に参加したC/Pの皆さんは、一生懸命に受講していただけた。休憩をしようというこちらの提案もなかなか受け入れてもらえず、最終日の最後の最後まで、時には、昼休みを返上してまで課題に取り組んでいただくことができた。筆者は、食あたりで体調を崩し、一日欠席をしてしまった。その間も自分たちでできることを見つけ、作業を行ってくれていた。

5. メキシコの人々について

「お前、週末は何してる？」いろんな人から何十回と聞かれた質問である。「いや、特に予定は……」と答えると、「よしわかった。じゃあ〇〇に行こう。」

朝10時にホテルに迎えに行くから」こうして、週末の予定がどんどん詰まっていった。「ごめん、週末はもう予定で一杯なんだ」と答えると、「よしわかった。じゃあ、今晚タコス食べながらセルベッサでも飲みに行こう」こうしてアフター5もどんどん予定が詰まっていった。いつの間にかハードスケジュールである。みんなこちらの都合は考えてくれない。



図9 CNAD近くのタコス屋台

高山病で頭が痛い（メキシコシティは標高2300m）。時差ぼけで眠れない（日本との時差マイナス15時間）。食あたりで食欲がない。それでも、お構いなしで誘ってくれる。特に辛かったのは、メキシコ到着後4日目に誘われたサッカーの試合だった。試合観戦ではなく、仕事が終わったアフター5にみんなでサッカーの試合をするから、一緒にやろうというものである。空気が薄い中、調子に乗って走り回ったところ、案の定、わずか10分で息が上がってしまい、動けなくなってしまった。

こうして、いろいろな人にいろいろと誘っていただけたのだが、だれ1人として約束した時間に現れたことはなかった。平気で30分、40分と遅刻をし、謝るのかと思ったら、どうやったらそこまで思いつくのだろうというすばらしい遅刻の言訳を始める。良くも悪くも、これがメキシコ流なんだと感じさせられた。

前回、今回の派遣とも、いろいろな人にいろいろなところに連れていってもらった。しかも、みんな家族総出で歓迎してくれた。おかげで、観光で行ったなら絶対に体験することができなかったであろう



図10 世界遺産テオティワカンピラミッド

ことをたくさん体験し、すばらしい思い出を作ることができた。

メキシコでは、英語は全くといっていいほど通じない。英語を話せるのは、ほんの一握りの高等教育を受けた人だけだそうである。したがって、週末に買い物に出歩くと、そこはもうスペイン語しか通じない世界である。筆者は、スペイン語は全く理解できない。仕方ないので、街中で、もしかすると思って英語で話してみても、全く通じないのである。それなら、わざわざ英語で話す必要がないと聞き直って日本語でしゃべる。そうすると、案外、雰囲気察してくれることが多かった。言葉が通じなくてもあきらめずに最後の最後まで付き合っ、理解しようとしてくれる。このあたりもメキシコ人の良さなのかもしれない。



図11 ラテンアメリカタワーから見たメキシコシティ

ただ、残念な部分も垣間見た。メキシコも、現在不況のあおりを受け、失業率が増加しているそうで

ある。それに加えて、政府が税率を引き上げたため、ますます治安が悪くなっているとのことであった。特にメキシコシティでは、地方からの失業者が、職を求めてシティにやって来るが、実際は、期待していたような仕事はなく、食に困り犯罪に手を染めるケースが増えているとのことであった。今回、メキシコ滞在中の1ヵ月ちょっとの間に、あるC/Pの息子が、バスから降りた瞬間に拳銃強盗にあって、持っている物をすべて奪われてしまった。また、別のC/Pの娘が、短期誘拐に遭い、クレジットカードの限度額一杯現金を引き出すよう強要され奪われた事件などが起こった。滞在中ではないが、過去の邦人の被害もいろいろと聞いた。幸いにも筆者は、滞在中、特に危険な目に遭うことはなかった。唯一、休日にスーパーマーケットに買い物に行った帰りに、「メキシコに観光に来たアメリカ人だけど、お金をすべて盗まれてしまった。家族に連絡をして、お金を振り込んでもらうから、貴方の銀行口座をお金の受け取りに貸してほしい」という詐欺師に声をかけられたが、事前にきちんと情報を収集し、知識として持っていたので、何も被害に遭うことはなかった。今回特に何も危険な目に遭わなかったということは、やはり「やってはいけない」「行っちゃいけない」を厳守することが知らない土地で生活をするうえで一番大切なことだと改めて実感した。

メキシコシティは、アステカ時代からの多くの歴史的建造物が世界遺産として登録されている素晴らしい街である。多くの人が不況の影響を受けているであろうが、陽気に生活をしている。貧富の差が激



図12 シティ中心のソカロにあるカテドラル

しく、世界の富豪はメキシコ人であるが、その一方で、路上で信号待ちの車の運転手相手に飲料やお菓子、窓ガラスの清掃などを売って生活費を稼いでいる人がたくさんいるのも事実である。一部の人の悪事のせいで、メキシコの治安が悪いと噂され、観光客が減っているとのことである。一日も早く景気が回復し、治安が良くなり、より多くの人に、この素晴らしい国を体験してもらいたいと願ってやまない。

6. おわりに

筆者が二度目に赴任した2009年は、日本とメキシコの交流が始まってちょうど400年に当たる両国にとって記念すべき年であった。また、CNAD開設15周年ならびに第三国研修第10期生修了といろいろと記念の年でもあった。11月21日に、金色に輝くアンヘル像があるレフォルマ通りで行われた日墨交流400周年記念のパレードは、日本からも多くの団体が参加して開催された壮大なものだった。このような節目のタイミングで、メキシコに赴任し、ほんのわずかであるが、短期専門家としてメキシコ国に協力できたことをうれしく思う。



図13 日墨交流400周年記念パレード

最後に、今回の派遣に関して多大なるご協力ご理解を賜りました関係者各位に感謝申し上げます。

<関連ホームページ>

CNAD

<http://www.cnad.edu.mx/>