

# 「ものづくり」教育における LAN を活用した教育改善活動について (ワイヤカット放電加工機における NC プログラミング教育を例に)

藤川 昇\* 蘇武栄治\*\* 高橋正一\*\* 佐藤悦教\*  
池田慎一\*\*\* 三河佳紀\*\*\*\* 中津正志\*\*\*\*\*

About the educational improvement activities which utilized LAN in  
"Production of thing" education.  
(NC programming education in a wire cut electrical discharge  
machining machine example)

Noboru FUJIKAWA, Eiji SOBU, Shoichi TAKAHASHI, Yoshinori SATO,  
Sin-ichi IKEDA, Yoshinori MIKAWA and Masashi NAKATSU

## 要 旨

実習工場における「ものづくり」教育の一環として行ったパソコンおよび LAN を活用した教育方法の改善の過程をワイヤカット放電加工機の NC プログラミングを例にあげ紹介する。

## Abstracts

NC programming of a wire cut electrical discharge machining machine is mentioned as an example, and the process of the improvement of the educational method which utilized the personal computer and LAN which went as part of the "Production of thing" education in a Workshop Practice is introduced.

## 1. はじめに

現在、本校の実習工場には 4 台の NC 工作機械が設置され、実習、実験、卒業研究、専攻科特別研究、ロボットコンテスト、機械工学科の学科展等に活用されている。特に機械工作実習(以下実習と略)では、機械 2 年がワイヤカット放電加工機および CNC 旋盤のプログラミング、機械 3 年がマシンニングセンタおよびワイヤカット放電加工機のプログラミングを行っている。また、製図教育のため、CAD 教育を 1993 年から行われており、1998 年に機械工学科製図室に CAD システムが導入さ

れた 1)~4)。

1973 年より NC プログラミング教育を行っているが、実習工場には NC プログラムの編集を行う専用の教室(部屋)がないために、実習時には学術情報センターの情報処理施設(以下情報処理施設と略)または機械工作実験室等で行ってきた。

ソフトウェアについては、OS は N88BASIC や MS-DOS をベースとしたエディターを用い、また、プログラムの管理は紙テープやフロッピディスクを用いていた。

## 2. ワイヤカット放電加工機設置当初

2000 年に有線 LAN への接続が可能なワイヤカット放電加工機が設置された。設置当初の実習において、NC プログラミングについては、情報処理施設、機械工作実験室に設置していたデスクトップパソコンを使用し、最終確認を実習工場のノー

\* 技術職員

\*\* 技術専門職員

\*\*\* 助 手 機械工学科

\*\*\*\* 講 師 理系総合学科

\*\*\*\*\* 教 授 機械工学科

トパソコン(1~4 台)を使用し行ってきたが、いくつかの問題点が生じていた。

問題点として、

- 1) 実習 1 グループあたり 8~12 人であるが、工作機械の動作確認を行うにあたりパソコンの台数がグループの人数よりも少なかった。そのため、慢性的な順番待ちが生じ、とても効率が悪かった。また、学生のやる気の減退が生じていた。
- 2) 実習の課題を宿題としてフロッピディスクの貸し出しを行っていたが、宿題をほとんど行っていない。そのため、実習効果が上がらなかった<sup>5)</sup>。
- 3) プログラミングの場所と NC 工作機械の設置場所とは距離があった。そのため、パソコンのソフトウェア指導者および放電加工機操作指導者と 2 人の実習担当者が必要であった。

そこで、工作機械やパソコンを校内 LAN に接続することにより、実習工場において学生がネットワークを身近に活用できる環境の構築、プログラミング実習の教育効果の向上、また、製図教育における CAD の習熟向上のため改善を行った<sup>6)</sup>。

3. 第 1 次改善

2001 年から 2002 年にかけて第 1 次改善を行った。第 1 次改善使用機器を表 1、第 1 次改善後のシステムを図 1 に示す。

表 1 第 1 次改善使用機器

| 品 名                        | 形式・仕様・台数                                     |
|----------------------------|----------------------------------------------|
| 編集ソフト                      | ナスカ(編集・描画)<br>(浜松合同(株))<br>メモ帳(Notepad)      |
| ノートPC                      | PC/AT互換機<br>NEC PC9821<br>(Windows)<br>× 8 台 |
| デスクトップ<br>PC               | NEC PC9821<br>(Windows)<br>× 3 台             |
| 有線LAN<br>HUB<br>(10BASE-T) | アライドテレシス(株)<br>RH505ELほか<br>× 6 台            |

事務、学科等、学内各所で不用となったデスクトップおよびノートパソコン、HUB、LAN ケーブル等を実習工場で再活用した。デスクトップパソコンの設置場所を整備し、デスクトップおよびノートパソコン、NC 工作機械を校内有線 LAN と接続した。また、情報処理施設に設置されていた WindowsNT4.0 Server の個人フォルダを実習工場内で教職員および学生個人が閲覧できるようにした。

ソフトウェアについては、パソコンの OS を N88BASIC や MS・DOS から Windows とし、編集および動作確認には浜松合同(株)(ナスカ・編

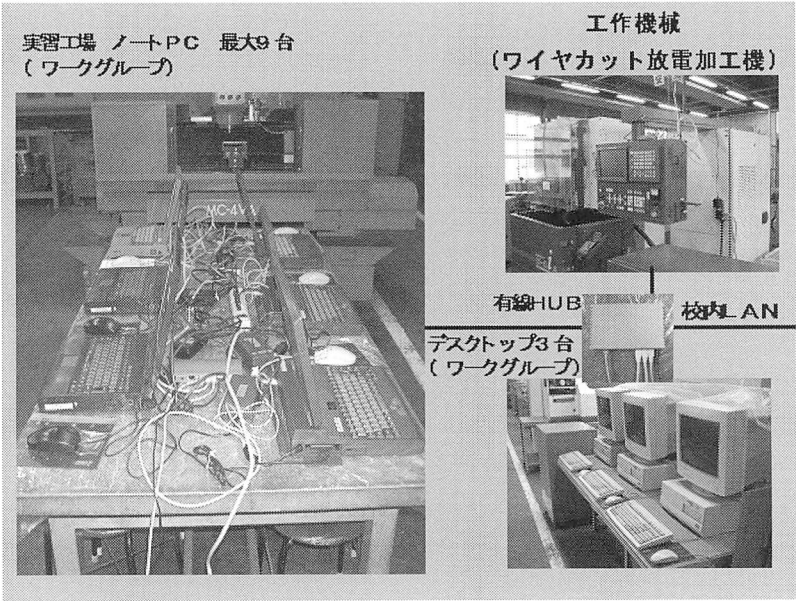


図 1 第 1 次改善後のシステム(ワイヤカット放電加工機)

集・描画)<sup>7)</sup>とメモ帳を使用した。

実習の内容は、1週目ではNCプログラミングの課題を情報処理施設のパソコンのメモ帳を用いて作成し、サーバー内の学生個人のフォルダにプログラム(TEXT FILE)を保存する。2週目に実習工場のパソコンのソフトを起動し、サーバーのフォルダから個人のファイルを読み込み、編集、描画による動作確認を行った。

第一次改善の結果として、

- 1) 一班あたり 8～12 人が実習工場内にて一斉に NC プログラムの編集、描画による確認を行うことが可能となった。
- 2) 放電加工機およびパソコンのソフトウェアの指導を 1 人の指導者が平行して行うことが可能となった。
- 3) 指導者はグループ全員の行動が改善前と比較して確認しやすくなった。
- 4) ソフトウェアについては、パソコンの OS が N88BASIC や MS-DOS から Windows に変更したことにより、学生は情報処理の演習時と同様の操作性となったため、改善前と比較して好評であった。また、市販ソフトを導入したことにより、プログラムの動作確認がパソコン上で可能となった。
- 5) 学生の作品に対する創作意欲を刺激することができた。

しかし、問題点として、

- 1) パソコンの仕様、スペックにより OS が Windows2000, WindowsNT4.0, Windows98,

Windows95 と種類が多様であり、操作性が若干異なるため、パソコンが不得手の学生に戸惑いが見受けられた。

- 2) ノートパソコンを使用する際、有線 LAN であったため、LAN ケーブルの抜き差しを毎回行わなければならない。その結果、LAN アダプタ、LAN ケーブルの損傷といった要因により、イントラネットができないトラブルが時々見受けられた。
- 3) ワイヤカット放電加工機のプログラミングにおいて、円弧の座標計算が複雑となるため、計算の苦手な一部の学生がプログラミングを断念してしまうことがあった。

そこで、上記の問題点を解決するために第 2 次改善を行った。

4. 第 2 次改善

2003 年から 2004 年にかけて第 2 次改善を行った。第 2 次改善使用機器を表 2、第 2 次改善後のシステムを図 2 に示す。

実習工場内に無線 LAN アクセスポイントを設置し、ノートパソコンの PC カードアダプタに無線 LAN カードを取り付けた<sup>8)</sup>。セキュリティ対策として、64bit(40bit)WEP を用いた暗号化および MAC アドレス登録を行った。

情報処理施設においてコンピュータの更新時に不用となったサーバー、クライアント等を再活用し、実習工場準備室に Windows2000 Server を OS

表 2 第 2 次改善使用機器

| a) PC・ソフト          |                                                                                                             | b) LAN                       |                                               |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------|
| 品 名                | 形式・仕様・台数                                                                                                    | 品 名                          | 形式・仕様・台数                                      |
| ドメインサーバー           | digital PRIORIS MX 6266<br>CPU:Pentium II 266MHz<br>メモリ:128MB<br>HDD:12GB<br>O S:Windows2000 Server<br>× 1台 | 無線LAN<br>アクセスポイント            | BUFFARO(株)AirStation<br>WLAH-HG-G54/R<br>× 1台 |
| クライアント<br>ノートPC    | PC/AT互換機<br>(WindowsXp Pro)<br>(Windows2000 Pro)<br>× 12台                                                   | 無線LAN<br>アクセスポイント            | BUFFARO(株)AirStation<br>WBR-G54<br>× 2台       |
| クライアント<br>デスクトップPC | PC/AT互換機<br>(WindowsXp Pro)<br>(Windows2000 Pro)<br>× 5台                                                    | 無線LANカード                     | BUFFARO(株)AirStation<br>WLI-CB-G54<br>× 10枚   |
| クライアント<br>デスクトップPC | PC/AT互換機<br>(WindowsXp Pro)<br>(Windows2000 Pro)<br>× 5台                                                    | 有線LAN<br>HUB<br>(100BASE-TX) | BUFFARO(株)<br>LSW-10/100-8NWP<br>× 2台         |
| CADソフト             | JW_CAD for Windows                                                                                          | 有線LAN<br>HUB<br>(10BASE-T)   | BUFFARO(株)<br>LSW-10/100-5PW<br>× 1台          |
| CAD/CAMソフト         | ナスカCAD/CAM<br>(浜松合同(株))                                                                                     |                              | アライドテレシス(株)<br>RH505EL<br>× 1台                |
| 編集ソフト              | ナスカ(編集・描画)<br>(浜松合同(株))                                                                                     |                              |                                               |

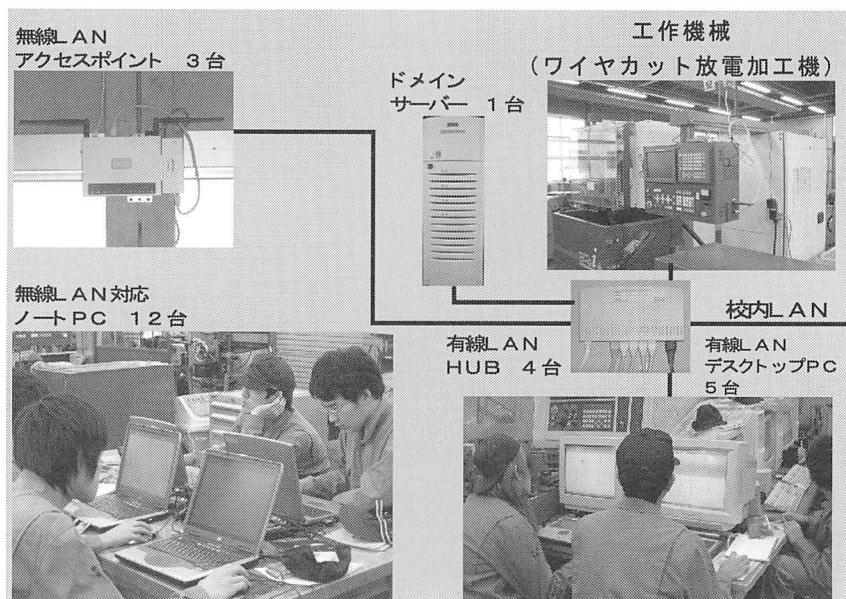


図2 第2次改善後のシステム(ワイヤカット放電加工機)

とするドメインサーバーを設置し、学生が使用するパソコン（クライアント）を WindowsXp Professional および Windows2000 Professional を OS としたドメイン・クライアントによる方式を構築した。

ソフトウェアについては、フリー(無償)ソフトである CAD ソフト(JW\_CAD)<sup>9)</sup>および市販の CAD/CAM ソフト(ナスカ・CAD/CAM)<sup>7)</sup>の組み合わせとする CAD/CAM を構築した。

JW\_CAD にて CAD 図面を作成し、DXF 形式ファイルを保存、その後 CAD/CAM ソフトを用いて、DXF 形式ファイルを開き、CAD データから NC プログラムへ変換することとした。現在は、機械2年および3年実習のワイヤカット放電加工機を用いた実習において CAD/CAM を活用している。

## 5. 学生の反応

第2次改善を行った CAD/CAM 実習について機械2年および機械3年の学生レポートにて記述式にてアンケートを行った。結果として一番多い記述として、初めは CAD の操作が慣れるまでは難しかった（特にマウスの操作方法）が、使いこなすことができるようになると CAD のほうが手で書くよりも便利で簡単でなおかつ早くきれいに書けて良いということであり、好印象であった。

CAD 図面から NC プログラムへの変換作業（CAM）については、2重線や線の繋ぎ目などを説明通りに行わないと変換が不可能なため、製図

の大切さを再確認できたということであった。また、JW\_CAD がフリーソフトであることに学生が感動し、各自が家庭でダウンロードを行い、自分自身のパソコンにインストールする学生が多く見受けられた。

対照的に、パソコンの操作自体が不得手な学生については、CAD/CAM の操作以前にパソコン自体を使用したくないという感想が一部に見受けられた。

無線 LAN についての印象は、特に記述が多いわけではなかったが、工作機械の近くでパソコンの操作が可能であると好印象であり、現在では学生たちも慣れ、当たり前のように活用しているようである。

## 6. NC プログラミング実習作業の変遷

表3はワイヤカット放電加工機の実習における作業内容の変遷を表し、実習におけるワイヤカット放電加工機的主要加工例を図3に示す。

a)図は、設置当初に実験を行った第34期機械4年学生が製作した作品で、方眼紙に記入し、直接 NC プログラミングを行ったものであり、直線主体のプログラムとなっている。

b)図は、第1次改善後に実習を行った第37期機械3年学生が製作した作品で、この学生の製作時においても方眼紙に記入し、直接 NC プログラミングを行ったものではあるが、円弧の座標計算を行っており、基本的には直線と90°の円弧から構成

表 3 ワイヤカット放電加工機の実習における作業内容の変遷

| 週    | 時間   | 作業内容    | 設置当初                          | 第 1 次改善後        | 第 2 次改善後                   |
|------|------|---------|-------------------------------|-----------------|----------------------------|
| 1 週目 | 3 時間 | 課題作成    | 指導者が用意                        | 学生自身が方眼紙に作成     | 学生自身が CAD を使用し作成           |
|      |      | デザイン    | 限定された直線形状のみ                   | 直線および 90° の曲線など | 直線および自由曲線                  |
|      |      | 円弧座標計算  | 不要(直線のみ)                      | 円弧の座標計算が複雑      | 円弧の座標計算が不要                 |
|      |      | プログラミング | N88BASIC・MS-DOS を OS とするエディター | メモ帳             | JW_CAD・ナスカ(CAD/CAM) およびメモ帳 |
| 2 週目 | 3 時間 | 確認作業    | 指導者による確認                      | 学生自身が確認         | 学生自身が確認                    |
|      |      | 確認用ソフト  | なし                            | ナスカ(編集・描画)      | ナスカ(CAD/CAM) およびナスカ(編集・描画) |
|      |      | 加工作業    | 一部の学生のみ加工                     | 一部の学生のみ加工       | 全員がドライランによる加工シミュレーション      |
| 実施学年 |      |         | 機械工学科 3 学年・4 学年               | 機械工学科 3 学年      | 機械工学科 2 学年・3 学年            |



図 3 実習におけるワイヤカット放電加工機的主要加工例

されている。

c)図は、第 2 次改善後に実習を行った第 40 期機械 2 年学生が製作した作品で、CAD/CAMにてCADの図面からNCプログラムに変換したものであり、直線と自由曲線で構成されている。

7. まとめと今後の課題

まとめとして、

- 1) 校内 LAN を効果的に活用して実習を行うことが可能となった。
- 2) 実習工場内に無線 LAN アクセスポイントを設置し、ノートパソコンに無線 LAN カードを取り付けたことにより、第一次改善時と比較してパソコンの設置場所の自由度が増し、設置に要する時間が短縮され、実習準備の負担が減少した。
- 3) ドメイン・クライアント方式を構築し、無線 LAN には 64bit(40bit)WEP を用いた暗号化および MAC アドレスの登録されたノートパソ

コン以外はアクセスポイントにアクセス不可としたことにより、第一次改善時と比較してセキュリティが向上した。

- 4) CAD ソフトと市販の CAD/CAM ソフトの組み合わせにより、放電加工機のプログラミングにおいて、複雑な円弧の座標計算を CAD/CAM が行うことにより、プログラムミスがほとんどなくなった。
- 5) 実習時間に CAD の操作と NC データの作成方法とが同時に習得できるようになった。
- 6) 設計製図においても同様の CAD ソフトを使用することにより、学生の CAD 製図習得が促進された。また、JW\_CAD はフリーソフトであるため、学生所有のパソコン等に無償インストールが可能となり、改善前と比較して学生が宿題を行うようになった。

今回の改善により実習工場以外に著者らが機械工作実験室、機械流体実験室において無線 LAN アクセスポイントを設置し、専攻科特別実験、特別研究、機械工学実験、卒業研究、ロボットコンテ

スト、高専祭における機械工学科の学科展等においても無線 LAN が利用可能なノートパソコンを活用している。また、CAD/CAM においては、創成型実習、卒業研究、高専祭における機械工学科の学科展等に活用している。

今後の課題としては、

- 1) CAD/CAM データ管理方法の改善
- 2) 実習におけるマシニングセンタおよび CNC 旋盤の CAD/CAM の構築
- 3) 実習における指導方法の改善
- 4) 実習工場設備等における学生の満足度の向上
- 5) 学生がパソコンなどのコンピュータを有意義かつ前向きに活用できるような指導方法

が考えられ、CAD/CAM 教育の発展、学生が活用しやすい環境を模索し、学生の要望を参考に、今後もより一層の改善を行い、努力していきたいと考えている。

## 謝 辞

本研究は、独立行政法人日本学術振興会平成 16 年度科学研究費補助金(奨励研究 課題番号: 16919077)の補助のもとに現在実施しております。ここに記して深く感謝申し上げます。また、本研究を遂行するに当たり苫小牧高専庶務課、会計課、学術情報センター、地域共同センターより終始多大なご協力を得ることができましたことを、関係各位には深く感謝申し上げます次第です。

## 参考文献

- 1) 中津, 池田, 藤川: 機械工学科学生への CAD 教育の試み, 苫小牧工業高等専門学校紀要第 30 号, P17(1995)
- 2) 中津, 池田, 藤川: S N 比による教育評価法の研究, 論文集「高専教育」第 19 号 P150(1996)
- 3) 中津, 池田, 藤川: 学生による自己点検評価について, 苫小牧工業高等専門学校紀要第 32 号, P25(1997)
- 4) 藤川, 池田, 中津: 機械工学科学生への CAD 教育の試み(その 2), 苫小牧工業高等専門学校紀要第 35 号, P17(2000)
- 5) 藤川, 中津, 池田: 本校機械工学科学生の技術診断, 苫小牧工業高等専門学校紀要第 37 号, P55(2002)
- 6) 中津: 高専における TQM の導入, 高等専門学校教育と研究, 第 1 巻第 1 号, P45(1996)
- 7) 浜松合同(株)ホームページ  
<http://www.godo.co.jp/>

8) BUFFALO: 無線 LAN 情報コミュニティサイト, <http://www.airstation.com/>

9) JW\_CAD のページ  
<http://www.jwcad.net/>

(平成16年12月15日受理)