

CNC ルータを用いた木材加工教育の実践に関する研究 (第1報) 小学生を対象とした公開講座での試み

Study on Practice of Wood Processing Education
with a Computerized Numerically Controlled Router I
Trial in Extension Course for Primary Schoolchildren

大 内 毅

Takeshi OHUCHI

福岡教育大学 技術教育講座

(平成26年 9月30日受理)

Abstract

The objective of this study aimed to make the primary schoolchildren learn the processing with a CNC (Computerized Numerically Controlled) machine tool for experiencing. In this report, the production practice of the nameplate with a CNC router in the extension course for the primary schoolchildren was performed for trying, and the effectiveness of this trial was examined. From the result of examining the content of practice based on the factor analysis method, we judged that the production practice of the nameplate with a CNC router was suitable when the primary schoolchildren of lower classes were assumed to be a major target. For the developed software for the nameplate production, the character was processed automatically when the character on the screen of the monitor was selected. In the operativeness of this software, the effectiveness was considered because the most children were able to use it without explaining. These contents of the production practice are thought to be enough for children because the processing of both with a CNC router as the latest machine tool and with a hand plane as a traditional hand tool can be learned at the same time for experiencing.

要 約

本研究は、CNC 工作機械を用いた加工を子どもたちに体験的に学ばせることを主な目的として、小学生を対象とした公開講座において、CNC ルータを用いたネームプレート製作実習を試行的に実施し、その有効性について検討した。得られた主な結果は、以下の通りである。要因分析的手法に基づいて、実習内容を検討した結果、低学年の小学生を主な対象とする場合、CNC ルータを用いたネームプレートの製作実習が適していると判断した。本研究で開発したネームプレート製作ソフトは、画面上の文字を選択すると自動的に文字を加工することがきる。本ソフトの操作性については、子どもたちのほとんどが説明することなく入力して使用することができたことから、その有効性が示唆された。全体の内容については、先端的な工作機械としての CNC ルータによる加工と、伝統的な手工具としての平かんによる加工を同時に体験的に学習できることから、子どもたちにとって充実した内容であったと思われる。

1. はじめに

工作物に対する工具の相対的な位置や向き、工具経路、テーブルの送り速度、主軸回転数などの加工情報をコントローラが数値情報に変換し、工作機械に順次送信することによって、加工を自動的に行う機械のことを一般的にNC (Numerically Controlled) 工作機械という。この機械に、自動プログラミング処理をソフト的に行うコンピュータを導入したのがCNC (Computerized Numerically Controlled) 工作機械である。CNC工作機械では、コンピュータのモニタ画面で加工状況の確認が容易に行える点、キーボード入力によって加工プログラムの作成ができる点など、特に操作性に優れていることから工作機械の主流となっている。また、他のコンピュータから直接加工データを送り制御するDNC制御が開発されたことで、複数台のCNC工作機械の制御がネットワーク上で可能となり、現在では、設計から加工まで一貫して行うCAD (Computer Aided Design) /CAM (Computer Aided Manufacturing) システムに発展するまでに至っている。近年においては、3次元(3D)スキャナの普及によって、3D加工データが容易に生成されるため、3D加工も頻繁に行われるようになってきている。3Dプリンタによる加工は、その代表例とも言える。

このような状況から、多方面で普及しているCNC工作機械を用いた加工を、木材加工教育現場においても、子どもたちに体験的に学習させる必要があると考えた。

そこで、既に本学に設置されているCNCルータに着目し、それを用いた木材加工教育に取り組むこととした。本報では、小学生を対象とした公開講座で実践した内容の一部を報告する。

2. コンピュータ支援による工作機械の概要

近年、工作機械を取り巻く環境は大きく変化しており、高精度化、無人化、遠隔操作など、コンピュータ支援による操作性の向上は目覚ましいものがある。そこで、コンピュータ支援による工作機械における加工工程と種類について整理してみる。図1に、コンピュータ支援による工作機械の概要を示す¹⁾。同図は、手描き図面からCNC加工までを考慮している。まず、手描き図面のアナログデータをスキャナなどを用いてデジタルデータ(画像データ)に変換する。そして、画像データを図面データに変換し、CADソフトを用いて修正、補正を行う。さらに、CAMソフトを用いて、加工条件や工具経路を設定し、加工データに変換する。最後に、その加工データに基づいてCNC工作機械で加工する。

一般的に、手描きで図面を仕上げることはほとんどなくなっており、現在では、同図中の④、⑤、⑥を合わせたCAD/CAM加工システムが普及している。そのため、CADソフトから図面を仕上げる場合が多い。また、最近よく目にする3Dスキャナは②、③、④の機能を、3D加工機や3Dプリンタは⑤、⑥の機能を

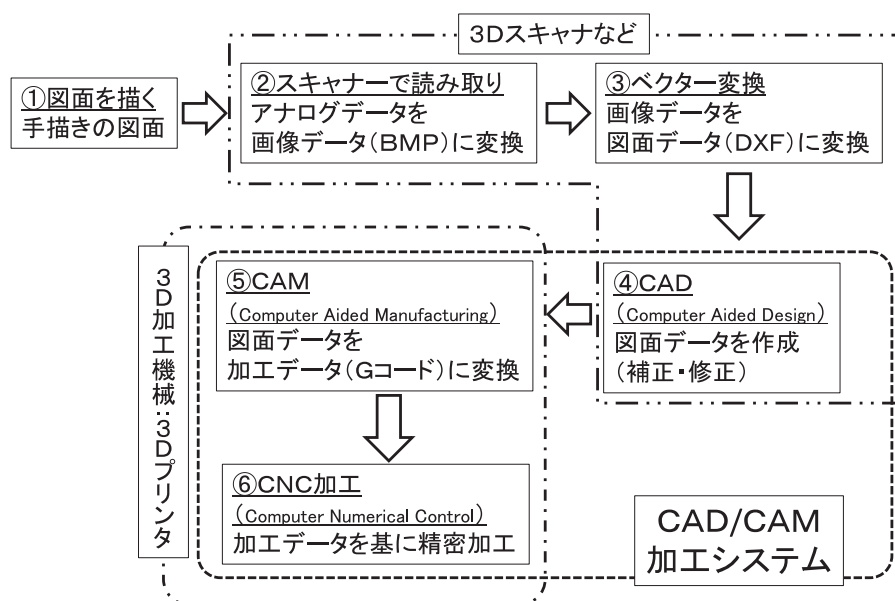


図1 コンピュータ支援による主な工作機械

有している。いずれの場合においても、最終的にCNC加工が出口になっていることから、その操作性を含めて理解を深めることは重要であると思われる。以上のことから、CNC工作機械を用いた木材加工教育を子どもたちに体験的に学習させる必要があると考えた。

3. CNC ルータを用いた木材加工教育の検討

CNC ルータは、木材加工現場で最も普及しているCNC工作機械であり、その用途は多方面にわたっている。既に、大学や高等技術専門学校及び職業訓練学校などでは、その重要性と社会的ニーズから、CNC ルータを用いた木材加工教育を実践している学校が多い。しかし、初等教育機関では、CNC工作機械が高価であること、実習や訓練することができる指導者がいないこと、さらに、安全面の問題から、ほとんど実施されていないのが実情である。そこで、CNC ルータを用いた木材加工教育を通してどのような内容が学習できるのか、また、小学生、特に低学年を対象とした場合、どこまで教えることができるのかなどを検討することとした。本研究では「CNC ルータによる木材及び木質材料の高精度加工」というタイトルを仮想的に設定し、新里²⁾らが提案している要因分析的手法を参考にして、以下のように検討した。

図2に示すように、内容を検討するにあたって、説明、解説、実習、研究及び開発における5段階のレベルに分類した。説明レベルは、テキストから主に言葉のみで確認するレベルである。解説レベルは、見学をして実物を見ながら詳しく説明するレベルである。実習レベルは、実際に操作方法を学び、作品を製作しながら学習するレベルである。研究レベルは、ある加工現象を解析して、それを実験で検証するレベル、また、実験を積重ねて加工現象を定量・定性化するレベルである。最後に開発レベルは、工作機械を実際に設計して製造できるレベルである。段階が進むにつれて、活動の主体が教授者から学習者に移行していることがわかる。以上のような各レベルにおいて、「教えられること」「学ぶことができること」を検討し、それらに関連性があり重要だと考えられるキーワードを抽出した。同図に、抽出した重要キーワードをレベルごとに示す。この結果を基にして、さらに、対象は低学年の小学生（親子でも可）、受講者数は10名程度、時間は120分程度、実施場所は本学であるという条件（公開講座）を想定して、抽出した重要キーワードを整理して実習内容を検討した。

その結果、公開講座では実習レベルまでと判断し、教えることができる内容としては、主に○パソコンによる自動加工、○木材の種類、○刃物の種類などが考えられた。学ぶことができる内容としては、主に

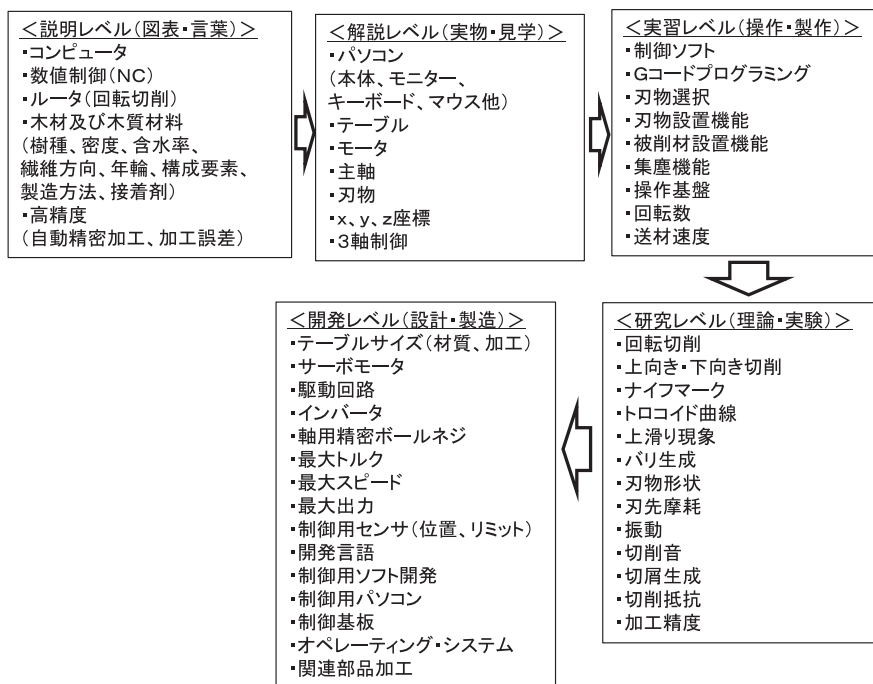


図2 要因分析的手法による5段階のレベルにおける重要キーワード



図3 3軸制御 CNC ルータ

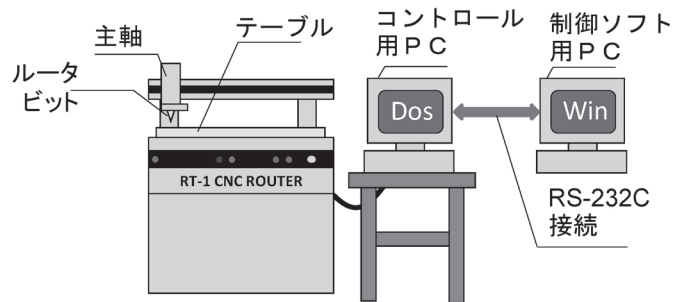


図4 DNC化した装置の概略図

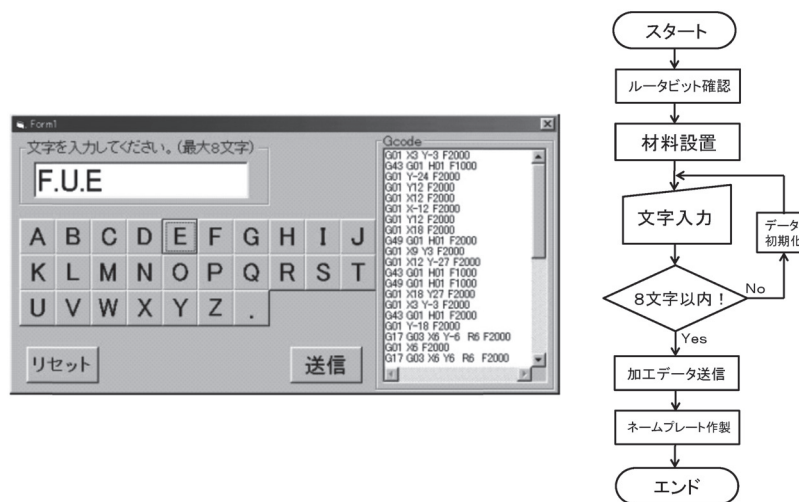


図5 ネームプレート作製ソフトとフローチャート

○ CNC ルータの各部装置名称, ○ 制御ソフトの操作方法, ○ G コード, ○ X, Y, Z 座標などが考えられた。また, 安全面から刃物の選択, 設置及び回転数や, 送材速度については扱わないこととした。最終的に, CNC ルータを用いたものづくりの実習として, 以上のことが体験的に学べる実習内容として, ネームプレートの製作実習を試行的に実施することとした。

4. 制御ソフトの開発

CNC 工作機械を駆動させるためには, G コードによるプログラミングか, CAD/CAM ソフトによる加工データの作成が必要となる。前者は, 小学生にとって困難であり, 後者は高価であって現在設置されている装置には対応していない。そこで, 幼児から大人まで誰にでも簡単に操作できることと, 前述した内容が体験的に学べることを条件として, ネームプレート作製の新たな制御ソフトを開発することとした。

図3に, 現在設置されている3軸制御 CNC ルータを示す。同図に示すように, コントロール用パソコンとルータ本体で構成されている。本ルータの制御ソフトは, MS-DOS 上で作成されたソフトであるため, 現在では外観から見ても操作が非常に難しく感じられる。しかし, この OS に新たに制御ソフトを開発しても, 操作性を改善させるにはマウスが使えないなどの限界がある。そこで, 制御用の Windows パソコンをもう一台接続して DNC (Direct Numerically Controlled) 化し, そのパソコン上で新規ソフトを起動させることを考えた。図4に, DNC 化した装置の概略図を示す。同図に示すように, 接続には RS-232C 回線を利用して, 専用のクロスケーブルで接続した。その際, 通信条件としてボーレート (4800bit/sec) や, データの型 (7ビット偶数パリティ) などを設定した。

図5に, 開発した制御ソフトの外観とフローチャートを示す。開発言語には, Visual Basic Ver.6.0 を用

いた。この制御ソフトでは、マウスで画面上の文字をクリックして選択した後、送信ボタンをクリックすると自動的に文字が加工されるようになっている。このソフトは、予めアルファベットの加工データを全てテキストデータとして保存しており、選択された複数のアルファベットに該当する加工データを繋ぎ合わせて、加工データを再構築し、最終的に送信する仕組みになっている。制限条件として、木材のサイズを幅90mm、長さ300mm、加工できる文字をアルファベット8文字までとし、文字のサイズは一定とした。ただし、木材の厚さと文字の深さは自由に設定できる。

以上のように、CNC ルータによる自動加工を体験的に学ぶことができ、さらに、画面上で自動的に生成されるGコードによる加工データを目視で確認できることから、実習レベルで検討した内容は網羅しているといえる。

5. 小学生を対象とした公開講座

CNC ルータを用いた木材加工教育の有効性と、開発した制御ソフトの検証を行う目的から、公開講座の中で試行的にCNC ルータを用いたネームプレートの製作実習を行った。公開講座は、本学のものづくり創造教育センター内、材料・加工系実習室Aで、低学年の小学生7人（男子6人、女子1人）を対象として、平成26年8月3日に実施した公開講座の一部として120分間実施した。そして、実施後にアンケート調査を行った。

5.1 実習内容と作品

表1に、実習内容を示す。CNC ルータが1台であることから、ネームプレートの製作実習内容を主にCNC ルータによる文字加工と、平かんなを用いた面取り加工の2通りで構成した。まず、オリエンテーションで概要を説明した後、受講者を2グループに分け、一方のグループでは、CNC 工作機械の説明とCNC ルータによる文字加工、もう一方のグループでは、平かんなの使用方法の説明と面取り加工を行い、それを交互に行う工程とした。最終的に、紙やすりや表面を焼いて仕上げ加工を行った。

材料には、柔らかくて加工が比較的容易なファルカタ材を用いた。ルータビットには、直径6mmの先丸2枚刃ビットを用い、加工深さを3mmとした。

図6に、CNC ルータを用いて加工している様子、図7に、平かんなを用いて加工している様子をそれぞれ示す。同図に示すように、子どもたちが熱心に取り組む姿が見られ、詳細な説明をしていなかった事、例えばソフトに表示されているGコードについて興味を示した小学生が数名おり、その関心の高さが確認できた。図8に、実際

表1 実習内容

実習工程		配時(分)
1. オリエンテーション		15
2. グループ分け(①、②班)		5
①班	②班	
3. CNCルータによる加工	3. 平かんなによる加工	40
4. 平かんなによる加工	4. CNCルータによる加工	40
5. 最終仕上げ		20



図6 CNC ルータを用いて加工している様子



図7 平かんなを用いて加工している様子



図8 実際に製作したネームプレート（作品例）

にこれまで製作したネームプレート示す。

5.2 事後アンケート結果と今後の課題

CNC ルータ加工に関する回答では、全員が「とても簡単で、正確に早く加工できた。」と回答しており、「操作も簡単でビックリした。」と答える児童もいた。これより、CNC ルータによる加工について、興味・関心が高くなっていることがわかる。制御ソフトの操作性についても大きな問題はなく、全員がほぼ説明することなく入力して使用することができた。

平かんなを用いた加工に関する回答では、「削り屑がたくさん出て楽しかった」「思ったより簡単に削れた」などの回答が多く見られた。これは、ファルカタ材が比較的柔らかい材であったので削りやすくなったことと、木端面の面取りのみに限定したことが影響したと考えられる。

全体を通した内容については、伝統的な手工具としてのかんなと、先端的な工作機械としてのCNC ルータによる加工を同時に体験できることから、子どもたちにとって充実した内容であったと思われる。

しかし、体験のみで終わるのではなく、伝統的な手工具と先端的な工作機械を様々な視点から比較させ、具体的に考えさせる場面を設ける必要がある。例えば、加工精度や消費電力などの問題を説明に加えて内容を展開させるのも効果的だと考えられる。

また、制御ソフトについては、「アルファベットは難しい」という意見や、「アルファベット以外の文字も加工したい」という感想が多く見られたことから、今後はカタカナ文字が加工できるように改良したいと考えている。

6. まとめ

本研究では、CNC 工作機械を用いた加工を子どもたちに体験的に学ばせることを主な目的として、小学生を対象とした公開講座において、CNC ルータを用いたネームプレート製作実習を試行的に実施し、その有効性について検証した。得られた主な結果は、以下の通りである。

- (1) 要因分析的手法に基づいて、実習内容を検討した結果、低学年の小学生を対象とする場合、説明、解説、実験レベルまでの段階とし、CNC ルータを用いる内容として、ネームプレートの製作実習が適していると判断した。
- (2) 本研究で開発したネームプレート製作ソフトは、DNC 化して接続したパソコン上で起動し、画面上の文字をマウスで選択した後、送信ボタンをクリックすることで自動的に加工データを送信して文字を加工することができる。
- (3) 本ソフトの操作性については、子どもたちのほとんどが説明することなく入力して使用することができたことから、本ソフトの有効性が示唆された。また、画面上に表示される G コードについて感心を持つ児童が数名いたことから、興味・関心の高さが確認できた。
- (4) 全体の内容については、先端的な工作機械としての CNC ルータによる加工と、伝統的な手工具としての平かんなを同時に体験できるので、子どもたちにとっては充実した内容であったと思われる。

参考文献

- 1) 松岡甫篁：CNC 切削加工のすすめ方，工業調査会，1991.
- 2) 新里祐宏：要因分析授業による技術科教育の改善，琉球大学教育学部紀要 38 (2)，pp249-256，1990.

