

本校実習工場におけるものづくり教育プロジェクト

—CNC 旋盤を利用したミニチュアけん玉の製作—

岡崎 朋広* 宮元 章* 堀 義則*

A Project in the Education of Manufacturing in a Practice Factory
at Oshima National College of Maritime Technology

— A Manufacturing of a Miniature Cup-and-Ball Toy
by using the CNC Lathe —

Tomohiro OKAZAKI, Akira MIYAMOTO and Yoshinori HORI

Abstract

Recently there are a growing number of students who show no interest in the manufacturing side of business and are reluctant to explore it as a business opportunity. But for the fostering of technical experts who fulfill companies' demands, education of manufacturing is essential and indispensable.

Moreover, the level of technology, which is required for technical staff, continues to increase year by year. So a self-directed activity is essential to acquire ever developing techniques in order to properly implement an adequate manufacturing education.

This paper reports on a project of the demonstration and the manufacturing of a miniature cup-and-ball toy using the CNC lathe.

Key words : manufacturing, miniature cup-and-ball toy, CNC lathe

1. はじめに

若年者を中心にもものづくり離れや技術・技能離れの風潮があるなか、企業など産業界から求められる人材の育成、すなわち優秀な技術者を多く輩出するためには、ものづくり教育・実習が必要不可欠である。本校の学生にとってもものづくりを体験し、作る喜びや達成感を味わえる場として、またものづくりの実演を見せることで、座学では得にくい驚きや感動を体感することができる場として、実習工場の果たす役割は非常に大きいと考えられる。現在、実習工場では新入生から低学年に対して、ものづくりの基礎的な内容の実習を指導

している。しかし、残念ながら全体的にもものを作ることに興味を示す学生は少なく、意欲も低下しているように感じる。毎年オープンキャンパスを開催しているが、ものづくりに興味をもつ機会がないまま入学し、このことが学生生活において目標がもてない学生がいることと全く無関係であるとは言い切れない。

また、技術職員に要望される教育支援の内容は、実験実習のみならず、卒業研究やロボコン支援など幅広い分野にわたっており、より高度な技術の習得が必須となってきている。しかしながら、基礎技術の習得を主な目標とした現状の教育支援だ

けで、高度な技術を習得することは非常に困難である。また、技術職員に期待される技術水準に対し、実習現場における対応だけではもはや不可能に近く、何らかの自発的な取り組みを通じて、各人の技術的な資質の向上を図る必要があると考えられる。

そこで、専門外の分野も含めた高度な技術の修得と、熟練した技能をもってものづくり教育・実習の指導を念頭に、実習工場におけるものづくり教育プロジェクトとして、1) 公開講座の実施、2) オープンキャンパスでの実演、3) ロボコンの支援を目的とした3つのテーマを立ち上げ、リーダーを中心としたチーム体制で取り組んだ。

オープンキャンパスでの実演を目指した本テーマは、実習工場での製作実演を実施し、ものづくりに対する興味や意欲を抱いてもらうことを目標としたものである。2004年1月にチームが発足し、リーダーと書記を選考し、2週間～1ヶ月の間隔で会議を開催した。約一年半の取り組みの結果、2005年10月の第二回オープンキャンパスにおいて、実習工場唯一の大型精密加工機械であるCNC旋盤を利用したミニチュアけん玉の製作実演を実施することができたので、本稿において報告する。

2. けん玉の製作

プロジェクト発足当初の課題は、実際に見学する中学生に、一体何を製作すれば感動してもらえるかであった。以下の条件を満たす製品について検討を行った。

- 1) CNC旋盤を使用するため、加工形状は単純な円筒形もしくは、そのような形状の部品の組み合わせであること
- 2) 持ち帰った後も使用できるような実用品としての記念品または、玩具としてちょっとした遊びができるものであること

その結果、両条件を満たす製品として、黄銅製のミニチュアけん玉を作製する案を採択した。材料を黄銅とした理由は、鍍等の経年変化が少なく、見た目がきれいであり、軟らかいので加工が容易なため切削油等を使用する必要がなく、見学者が見やすいという点が挙げられる。

2. 1 CNC旋盤の概要

CNC (Computerized Numerical Control) とはコンピュータ数値制御のことで、メモリに記録されたプログラムによって動作し、プログラムを編集しながら運転できるため、操作性がよいという特徴が挙げられる。本校の実習工場に設置されたCNC旋盤は三菱製 M-L8B で、高精度刃先位置検出

装置 (ATOM-III型) を装備しており、高精度の工作が可能である。また、刃物台は12角タレットで、様々な工具を取り付けることができるため、複雑な形状の工作も可能である。加工の種類は、1) 外径加工、2) 内径加工、3) 溝加工、4) ねじ切り、5) ドリルである。

プログラムの作成は、NC言語の手動入力によるマニュアルプログラムと、形状入力による自動プログラムがある。自動プログラムシステムは図面を見ながら、操作画面に表示される設問に対話形式で形状データを入力すると、工具交換、加工工程、工具経路などが自動的に決定され、簡単に加工プログラムを作成することができる。本プロジェクトにおいては、この形状データ入力による自動プログラムシステムを使用した。使用したCNC旋盤の外観を写真1に示す。



写真1 CNC旋盤 (M-L8B)

2. 2 外形図

初期の外形図は大まかな形状をグラフ用紙に手書きしたもので、外観はけん玉にも見える程度のものであった。また、手動旋盤を使用した作業工程があり、製品の精度のばらつきや実演時間の超過の問題が生じた。そこで、より実物に近づけるため一般に公認されている競技用けん玉を参考に、同じ縮尺で外形を再設計した。また、手動旋盤による工程を省略し、短時間で高品質の製品を製作するため、けん玉の横軸と縦軸の接合はねじによる機構とした。図1にプロジェクト初期のけん玉の外形図を、図2に新外形図を示す。

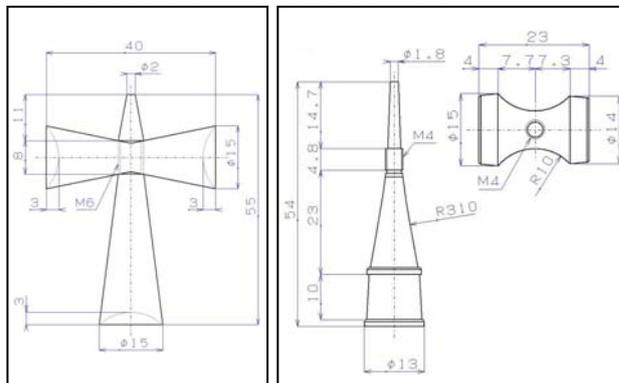


図1 初期外形図

図2 新外形図

2. 3 横軸の切削

横軸の切削工程は3つあり、各工程について形状入力による自動プログラムを作成し切削した。

以下に各工程について説明する。

2. 3. 1 横軸切削工程 1

横軸切削工程 1 では、 $\phi 16\text{mm}$ 黄銅丸棒から端面切削とドリル切削、外形荒切削、外形仕上げ切削によって、横軸の片側の皿を仕上げ、突っ切り切削により切り落とす。形状入力によって自動作製したプログラム名はProject1（第3. 2節、表2参照）である。横軸切削工程 1 の形状入力画面を写真2、各切削工程を写真3に示す。

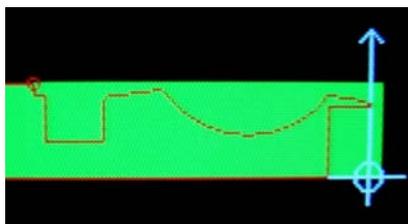


写真2 横軸切削工程 1 の形状入力画面



(a) ドリル切削

(b) 外形荒切削



(c) 外形仕上げ切削

(d) 突っ切り切削

写真3 横軸切削工程 1

2. 3. 2 横軸切削工程 2

横軸切削工程 2 では突っ切り切削面の受け皿の切削を行う。しかし、工程 1 で特殊な形状に切削しているため、円筒形の材料のように単純に油圧チャックに固定することは、平らな面がないため正確な固定ができないことと、材質が比較的軟らかいためチャックによる変形の問題がある。そこで、特殊形状の横軸材料をチャックに固定するため専用の治具を開発し、反対面の受け皿を切削した。形状入力によって自動作製したプログラム名はProject4（第3. 2節、表2参照）である。横

軸切削工程 2 の形状入力画面を写真4、開発した治具の断面を写真5、横軸受け皿用治具による切削を写真6に示す。



写真4 横軸切削工程 2 の形状入力画面



写真5 横軸受け皿用治具の断面



(a) 材料の固定

(b) ドリル切削

写真6 横軸受け皿用治具を用いた切削

2. 3. 3 横軸切削工程 3

横軸切削工程 3 では、横軸の中心に $\phi 3.3\text{mm}$ のM4ねじ用下穴をあける。しかし、特殊な形状の材料を垂直にチャックに固定する必要があり、そのままでは固定することはできない。そこで、横軸材料を垂直にチャックに固定する専用の治具を、マシンニングセンタ（瀧澤鉄工所製MAC-V0）を使用し、堀技術職員が設計・開発したGコードによるプログラムによって製作し、M4ねじ用の下穴を切削した。形状入力によって自動作製したプログラム名はProject6（第3. 2節、表2参照）である。横軸切削工程 3 の形状入力画面を写真7、開発した下穴用治具の設計図を図3、完成品を写真8、横軸下穴用治具を用いた切削を写真9に示す。

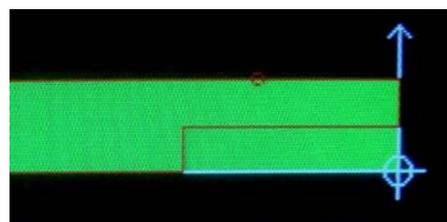


写真7 横軸切削工程 3 の形状入力画面

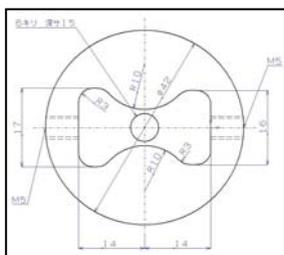


図3 設計図



写真8 開発した治具

面切削、外形荒切削、外形仕上げ切削とねじ切り切削を行う。縦軸先端は約2mmで形状は安全のため平らとなっており、縦軸と横軸とはM4のねじでの接合となっている。なお、自動プログラムでは安全のため切り落としの突っ切り切削は組み込まず、別の工程で切り落としの自動プログラムによって切削しているが、内容は工程1に含まれるので説明は省略する。形状入力によって自動作製したプログラム名はProject2(第3.2節、表2参照)である。縦軸切削工程1の形状入力画面を写真10、各切削工程を写真11に示す。



(a) 材料の固定



(b) 下穴ドリル切削

写真9 横軸下穴用治具を用いた切削

2.4.2 縦軸切削工程2

縦軸の切削工程2では縦軸下部の受け皿の切削を行う。しかし、縦軸切削工程1で特殊な形状に切削しているため、横軸と同様、単純に油圧チャックに固定することは困難である。そこで、特殊形状の縦軸材料をチャックに固定する専用の治具を開発し、下部の受け皿を切削した。形状入力によって自動作製したプログラム名はProject6(第3.2節、表2参照)である。縦軸切削工程2の形状入力画面を写真12、開発した治具の断面を写真13、縦軸受け皿用治具を用いた切削を写真14に示す。

2.4 縦軸の切削

縦軸の切削工程は2つあり、各工程について形状入力による自動プログラムを作成し切削した。

以下に各工程について説明する。

2.4.1 縦軸切削工程1

縦軸の切削工程1では、φ16mm黄銅丸棒から端



写真10 縦軸工程1の形状入力画面

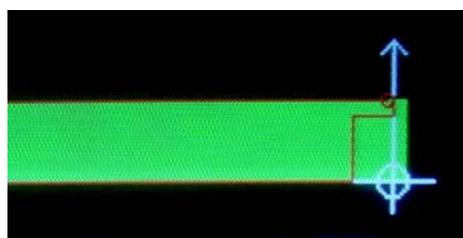


写真12 縦軸切削工程2の形状入力画面



(a) 外形荒切削その1



(b) 外形荒切削その2



写真13 縦軸受け皿用治具の断面



(c) 外形仕上げ切削



(d) ねじ切り切削

写真11 縦軸切削工程1



(a) 材料の固定



(b) ドリル切削

写真14 縦軸受け皿用治具を用いた切削

2. 5 ねじ切りと組み立て

けん玉を作製する工程は、CNC 旋盤による自動切削工程と手作業による切削工程があり、後者が横軸にめねじを切る作業である。横軸材料をバイス台に固定し、タップを使用してねじを切る。その後、縦軸と横軸を組立て、φ20mmの木製の玉を糸で結んで完成となる。ねじ切りと組立て後の製品を写真15に示す。



(a)ねじ切り (b)組立て
写真15 ねじ切りと組立て

3. オープンキャンパス

これらの活動の結果、2005年度第二回オープンキャンパスで、施設見学ルートに実習工場が組み込まれ、けん玉製作の実演をすることができた。

3. 1 準備

見学者は2班で計15人の予定であったので、準備として持ち帰り用けん玉を20個製作した。ひとつのけん玉を作製するのにかかるコストは186円（2005年10月当時）であるが、2006年9月現在では材料費が高騰しており、当時に比べコストは倍近くかかる計算である。けん玉1個あた

表1 けん玉1個あたりの製作コスト

材料	規格	使用量	価格(円)
黄銅	φ16mm	約10cm	155
木製玉	φ20mm	1球	30
タコ糸	0.8mm	約15cm	1
けん玉製作のコスト			186



写真16 お土産用けん玉

りのコストの詳細を表1に、お土産用に製作したけん玉を写真16に示す。

3. 2 けん玉の製作実演

けん玉の製作実演に15分はかかる予定であったが、見学時間は各班10分（移動時間も含まれるので実際は8分程度）という短い時間の中での実演となった。そのため、主要工程の実演を優先し、細部の工程をカットすることで対応する必要があり、プロジェクトの主旨からはずれないように慎重に検討した。カットした工程の補足説明にサンプル製品を用いたり、説明と材料切削の準備等を分業し同時進行とすることで、実演時間を10分に短縮することができた。けん玉への思いは中学生よりも、むしろ保護者の世代のほうが強く、予備に製作したけん玉をすべて保護者にも配布するほどの予想外の好評を得た。オープンキャンパス当日の実演の作業・工程とタイムスケジュールを表2に、実演の様子を写真17に示す。

表2 実演のタイムスケジュール

作業・工程	自動プログラム	所要時間	担当
あいさつ	————	30秒	藤谷
横軸加工1	Project1	CNC切削1分	岡崎
切削段取り（材料固定、原点位置設定）			堀
縦軸加工1	Project2(3)	CNC切削2分	岡崎
横軸加工2	Project4	説明30秒	
横軸加工3	Project6	説明30秒	
切削段取り（材料固定、原点位置設定）			堀
縦軸加工2	Project5	CNC切削1分	岡崎
ねじ切り	————	20秒	光田
組立て	————	20秒	
質問感想等	————	30秒	藤谷



(a)CNC旋盤による切削 (b)ねじ切りの実演
写真17 オープンキャンパスでの実演

4. プロジェクトの成果

2006年3月2日～3日の日程で、鳥取大学において開催された平成17年度（第1回）実験・実習技術研究会^[1]に、本校から宮元技術職員とともに

初めて参加し、本プロジェクトの経緯や苦労点などの成果をポスター形式で発表した。対象者は大学、高等専門学校、大学共同利用機関等の技術職員で、総参加者は240名超、発表件数は口頭発表が53件、ポスター発表が48件で計101件という中国・四国地方では初めての全国規模の技術研究会であった。

4. 1 ポスター発表

図4に技術研究会発表時のポスターを示す。ポスターの掲示面積は、縦1200mm×横850mmで用紙の規格としてはA0の大きさである。マイクロソフト社のパブリッシャーを使用して製作したポスターをA4用紙25枚に分割出力したものをのり付けし、A0のポスターが完成した。当日は、ポスター以外に実際に製作したミニチュアけん玉の実物を展示した。

懇親会中に開催された優秀ポスターの表彰において、本プロジェクトのポスターが審査員特別賞に選出され受賞することができた。これまでのプロジェクト活動とポスター製作の苦労と成果が認められたことに、技術職員として代えがたい喜びと自信を得ることができ、励みになった。



図4 技術研究会発表用ポスター

4. 2 今後の取り組み

今年度、実習工場に新たに大型機械であるレーザー加工機が配備される予定である。これらの機械を利用したプロジェクトを新たに立ち上げ、さらに意外性があるおもしろい玩具や実用品を設計・試作し、ものづくりを体感できる実演に取り組む予定である。

5. おわりに

ミニチュアけん玉を一から設計し試作していく過程で、いかに単純な設計であっても、それを忠実に製作することの困難さと、試行錯誤を繰り返すなかで新たに発想した工夫によって、より改良されていいものができていく喜びと充実感を多少なりとも得ることができた。この得たものこそがものづくり教育・実習において伝えるべき本質であるが、どう指導するかが課題である。

本校実習工場におけるものづくり教育プロジェクトの一環として、技術職員主催による公開講座の実施をテーマとしたチームが発足し、宮元技術職員をリーダーとした地道な活動の結果、2005年8月5日に「竹工作」として講座を実施し、立派に成功を収めることができた。このようなプロジェクト形式の取り組みを通じて、より多くの技術職員と思いを共有しながら、技術的な資質の向上をはかり、自立した技術集団を目指した活動が、結果として学生へのものづくり教育・実習に少しでも貢献することになれば幸いである。

謝辞

CNC旋盤の操作の初歩から全般にわたり、丁寧に技術指導をしていただいた三菱重工 工作機械販売株式会社 西日本営業部 広島サービスグループ 下前達也氏に深く感謝いたします。

オープンキャンパスの準備にあたり、けん玉製作に御協力いただいた光田技術専門職員、当日の実演に御協力いただいた藤谷技術専門職員（実習第二係長）、塩田技術職員に深く感謝いたします。

プロジェクト発足当時の取り組みにおいて、御指導いただいた久保博昭 前実習第二係長、プロジェクトの書記として御協力いただいた角弘幸 元技術職員に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 鳥取大学工学部技術部：平成17年度実験・実習技術研究会報告集, 2006