

## ＜新素材・機械加工システム＞

# 数値制御 (NC) 工作機械の活用

—— NC 工作機械の教材製作 ——

県立沖縄工業高等学校 教諭 照屋 寛 仁

## I テーマ設定の理由

21世紀を迎え、高度情報化社会のまっただ中にあるわれわれは、ふだんの生活の中でもコンピュータの恩恵を受けている。産業の分野ではコンピュータが、NC (Numerical Control) 工作機械をはじめとするあらゆる分野で使われるようになった。その結果、短期間の訓練で従来の熟練工と同じような精密加工を容易に行なえるようになり、製品の均一化や信頼性が向上した。このように急激に変化発展する情報化社会に対応するため、職業教育を行なう専門高校ではもちろんのこと、すべての教育の分野でもコンピュータの活用能力の育成は必須となっている。

また、教育課程審議会答申においても高度情報通信社会における情報関連人材の養成の必要性に対応するため、新学習指導要領に教科「情報」の新設がうたわれ、全ての生徒が履修することになった。

また、「生涯学習の観点を踏まえつつ、将来のスペシャリストとして必要な専門性の基礎的・基本的な知識と技術を、実験・実習等の実際の・体験的な学習により習得させることとし、特に「実習」では、各学科の基礎・基本となる先端的な技術の導入についても積極的に取り入れることとした」となっており、コンピュータを中心とした先端技術が求められている。

本県では平成2年度本校において、CNC (Computerized Numerical Control) 旋盤、マシニングセンタ (Machining Center) および産業用アームロボットが導入されたのを皮切りに、各工業高校機械科にCNC旋盤、マシニングセンタ (美里工業高校はワイヤカット放電加工機) 等のNC工作機械が導入されることとなった。

さらに平成9年度には、本校電子機械科に炭酸ガスレーザ加工機が導入され、実習や課題研究へと広

く活用されている。

これらNC工作機械を利用した実習や課題研究は生徒の意欲を引き出し、工業高校の活性化につながるものであり、その実習教材の選定如何によっては、更なる興味関心が得られるものと期待できる。

そこで、コンピュータをはじめ、これらNC工作機械等の操作に熟練した幅広い知識・技能を持った指導者が求められているのが現状である。

しかしながらNC工作機械の指導者は、各学校による違いはあるものの熟練した指導者の退職や転勤等により、指導者に偏りが生じる場合もあり、新たな指導者の育成が急務であると感じる。

以上の点から、本研修でNC工作機械の学習において生徒の興味関心を引き出すような教材の開発と、コンピュータ機器を活用し、CNC旋盤の操作法を映像化して、短期間で操作法をマスターできるような映像教材を作成し多くの先生方にNC工作機械の活用の一助になることを目指し、本テーマを設定した。

## II 研究内容

### 1 NC 工作機械

#### (1) NC 工作機械とは

NC 工作機械は数値制御装置・工作機械本体・サーボ機構から構成された自動工作機械である。工作物の加工順序と方法・切削条件・工具の選択などを総合的に判断し、工程を計画した上で刃物の移動を座標軸でとらえ、これをプログラミングし自動的に加工する。

加工中は主軸速度・送り速度の変換はもちろん、切削油のON・OFFはもとより工具交換、荒削りから仕上げ削りまでもすべて全自動で作動する。

NC 工作機械にはCNC旋盤、マシニングセンタ、レーザ加工機、ワイヤカット放電加工機などがある。

これらの NC 工作機械と汎用工作機械を比較すると次に示すような三つの特徴がある。

- ① 精度の高い均質な製品が大量に作れる。
- ② 複雑な形状の加工ができる。
- ③ 工作者の手間が省け、省力化できる。

## (2) 本校の NC 工作機械

本校には、以下の NC 工作機械が導入されている。

- ① CNC 旋盤 (森精機製作所)
- ② マシニングセンタ (森精機製作所)
- ③ アームロボット (ファナック)
- ④ 炭酸ガスレーザ加工機 (三菱)

## (3) 本校での NC 工作機械の実習項目

### ① CNC 旋盤

電子機械科 2 学年において、以下の項目を実施している。

- ア. NC 加工の概要
- イ. NC プログラムの基礎
- ウ. CNC 旋盤の運転要領
- エ. CNC 旋盤の加工作業

### ② マシニングセンタ

電子機械科 3 学年において、以下の項目を実施している。

- ア. MC プログラムの基礎
  - イ. MC 座標系
  - ウ. MC 運転要領
  - エ. MC 加工作業
- ③ アームロボット及びレーザ加工機

電子機械科 3 学年において、以下の項目を実施している。

- ア. ロボットの基礎
- イ. ロボットの操作
- ウ. 教示方式
- エ. プログラムの作成
- オ. 関連機器との連動
- カ. レーザ加工機の基礎
- キ. レーザ操作
- コ. 加工作業

## 2 マシニングセンタ

### (1) マシニングセンタとは

マシニングセンタは従来型工作機械のフライス盤、ボール盤、中ぐり盤等の機能を併せ持っている。自動工具交換装置 ATC (Automatic Tool Changer) を備えていて、一度の工作物取り付けで、フライス

削り、穴あけ、タップ立てなど色々な作業が可能である。

### (2) マシニングセンタの特徴

マシニングセンタは以下のような特徴がある。

- ① 熟練者でなくても、精密な加工ができる。
  - ② 同じものを大量に制作できる。
  - ③ 加工形状・加工条件が変わっても、プログラムの修正だけで簡単に対応できる。
  - ④ ATC により、工具を頻繁に取り替える必要がない。
  - ⑤ 三次元 (曲面) 加工が多少簡単にできる。
- 逆に次のような欠点・危険性もあります。

- ① 機械の操作が複雑になる。
- ② プログラムの基礎知識を持っていないといけない。
- ③ プログラムミスなどが原因で、機械がどう動くかわからない。
- ④ 部品が高価である。
- ⑤ メンテナンスが複雑になる。

### (3) 実習教材の開発 (表札の作成)

本校のマシニングセンタの実習においては、アルミ部材への、文字やデザインの削り込みを行っている。これは生徒個人が図案をプログラミングして材料を切削しているが、実習時間や工程上の点から、一つの工具を使用し、一筆書きの要領で作成しているのが現状である。

そこで、今回の研修では名前をワープロで白抜き文字にし、方眼紙に印刷して座標をとり、プログラミングを行い、試作的に表札を作成した。(図 1)

これは、写真を参照してもらえばわかるように、出来上がった表札は、これまでの実習課題に比べて、重厚な感じがあり実用的で、生徒の興味関心を得られるものと考えられる。実際に、当センターにて実習を行った美里工業高校の生徒に対しても、評判が良く、熱心に取り組んでいた。



図 1 座標取り



写真 1 表札例

### ① 表札作成手順

書体は好みに応じて選択し、縦 175mm、横 85mm 厚さ 20mm の木製の板材に文字の中のみを削り抜くポケット加工によりプログラムした。直径 4.0mm のボ

ールエンドミルを使用することにより、刃物は文字の内側を通る（削る）よう工具径補正も考慮するプログラムとなる。

これらの手順を（図1）に示す。次にプログラム例と作品の写真を示す。（写真1）

## ② 表札プログラム作成上の留意点

ア.加工原点を長方形の薄板の左下にとる。

イ.一筆書きできるように最初の切削開始位置を決める。

ウ.文字の中を彫り込むので工具が文字の内側にシフトして動くよう工具径補正 G41, G42 指令に注意してプログラミングする。

エ.削り残しの部分は最後に削る。

以上のことに注意しながらプログラミングを行う

00098 (MIYAZATO)	X66. Y55.
G40G49G80	G02X79. Y60. R80.
G91G28Z0T6	G01X82. Y60.
G91G30X0Y0	G03X84. Y63. R4.
M06	X76. Y71. R80.
	G01X73.5Y71.5
G90G00G56X45. Y7.	X71. Y70.
G43Z30. H06S2500	X49. Y67.
M03	X49. Y72.
	G03X49. Y75. R8.
(MIYA)	X40. Y79. R70.
G01Z5. F200	
Z-0.5F80	G00Z5.
G41X40. Y79. D6	X52. Y57.
G03X38. Y77. R3.	G01Z-0.5
X41. Y73. R10.	X32. Y52.
G01X42. Y66.5	
X22. Y65.	X29. Y54.
	X21. Y69.
G03X15. Y50. R30.	
X18. Y50. R8.	G02X13. Y58. R60.
X20. Y55. R10.	G03X15. Y50. R30.
G01X22. Y60.	X18. Y50. R8.
X30. Y61.	X20. Y55. R10.
X71. Y66.	G01X22. Y60.
X64. Y58.	以下省略

図2 プログラム例

## 3 CNC 旋盤

### (1) CNC 旋盤とは

NC（数値制御）装置で制御される旋盤をNC旋

盤といい、コンピュータを内蔵したNC旋盤をCNC旋盤という。たとえば一定回転数で回転する丸棒の端面を切削する場合に、外周から中心に近づくにつれて切削面の切削速度は小さくなり、仕上げ面の状態が悪くなる。そこでCNC旋盤では中心に近づくにつれて回転数をあげて切削速度を一定にして仕上げ面を一定の仕上げ状態にすることができる。

### (2) CNC旋盤の基本プログラムパターン

0□□□□ プログラム番号

N1 (A R A) シーケンス番号

G50 S2000 最高回転数設定

G00 T0101 (T コードを指令するときはそのブロックにG00を指令してください。これはTコードによる工具補正量の移動速度を指定するために必要)

G96 S120 M03

X55.0 Z20.0 M08

(01 工具の加工プログラム)

G00 U1.0 Z20.0 M09 (G00 X150.0 Z150.0M09) 工具を逃がす

X100. Z100.0 M05

M01

N2 (SIAGE) シーケンス番号

G50 S2000

G00 T0202

G96 S160 M03

X55.0 Z10.0 M08

(02 工具の加工プログラム)

G00 X150.0 Z150.0 M09

M01

N3 (CENTER DRILL)

G98 (毎分送り)

M45 (C軸接続)

G28 H0

G00 T0606

G97 S1000 M13 主軸回転速度一定, 主軸正転

(06 工具の加工プログラム)

M46 (C軸解除)

G99

M01

M30

## 4 「CNC旋盤操作法」教材開発

NC工作機械特にCNC旋盤は加工が始まったら切削油や保護ガラスで加工の進行具合がわかりづらく、はじめてNC工作機械を操作する生徒は一種の恐怖感さえ抱いてしまう場合もある。そこでNC工

作機械の操作法の「手引書」に図や写真が豊富であれば理解の助けになり、さらに、映像で操作法を説明してあれば一段と理解も早く、自信をもって操作できるようになる。実習時のプログラム編集時間を確保できる。

工作機械の操作法では安全に配慮した作業手順を習得させなければならない。以上のことを念頭において操作法の手引書と操作法の映像を作成した。操作法の手引書は映像のシナリオの形になっており、手引書だけ見ても機械の操作ができるよう図や写真を取り入れてある。

### (1) 手引書の目次

#### ア. 段取り作業時の注意事項

##### 第1章 CNC 旋盤操作法

##### 段取り作業時の注意事項

- 1 電源の投入
- 2 原点復帰
- 3 切削工具の取り付け
- 4 切削工具の取り外し
- 5 工具の形状補正值設定
- 6 加工原点の設定
- 7 生爪切削
  - ① プラグ使用
  - ② チャックメイト使用
- 8 プログラムチェック
  - ③ マシンロック機能を利用したプログラムチェック
  - ④ 主軸オフモード
  - ⑤ ワークをチャッキングした状態でのプログラムチェック
- 9 テスト加工  
工具摩耗補正を使用して寸法を公差に入れる方法

##### 第2章 図面から製品まで

- 1 図面から製品まで
- 2 X 軸, Z 軸
- 3 加工原点
- 4 工具の指令点
- 5 寸法を拾う
- 6 寸法の指令方法
- 7 切削条件の指令方法
- 8 プログラムの基本パターン
- 9 プログラミング

#### 10 CNC 旋盤 G コード一覧表

- ① G00 早送り
- ② G01 直線切削
- ③ G02, G03 円弧切削
- ④ G04 ドウエル
- ⑤ G50 主軸最高回転数の設定
- ⑥ G92 ねじ切サイクル
- ⑦ G96, G97 周速一定制御, 主軸回転数指令
- ⑧ ねじ切の切り込み量とパス回数

#### 10 Mコード一覧表

- ① M00 プログラム一時停止
- ② M01 オプショナルストップ
- ③ M04, M05 主軸正転, 主軸逆転, 主軸停止
- ④ M08, M09 切削油吐出,
- ⑤ 切削油停止
- ⑥ M23, M24 チャンファリング ON, チャンファリング OFF
- ⑦ M30 プログラム終了

#### 11 T機能

#### 12 S機能

#### 13 F機能

### (2) 手引書の内容 (抜粋)

#### CNC 旋盤操作法

工作機械メーカー発行の「操作説明書」をもとにして機械の操作手順を図や写真を適宜取り入れて作成した。もともとは「操作法の映像」作成のための「シナリオ」であったが、映像を見る時にも文字で書いた手順書（シナリオ）があったほうが良いということで作成した。以下手引書の内容の一部「段取り作業の注意」と「生爪切削」を掲載する。

#### 段取り作業時の注意

段取り作業とは、機械に電源を投入してから量産加工を行う前までの一連の作業のことで、プログラムの入力や生爪の成形、工具補正の設定、空運転、テスト加工などを含みます。

機械操作は機械についての知識を持ち、十分な訓練を受けた方が1人で行ってください。2人以上で作業しなければならない場合は、お互いに合図しあって、十分に注意して作業を行ってください。

ドアが閉じている状態およびドアインタロック機能が解除”の状態で、段取り作業を行うとき、下記の事項を実施してください。

- 1) モード選択スイッチをハンドルにする(写真1)



写真1

- 2) チャックをアンクランプにする。(写真2)

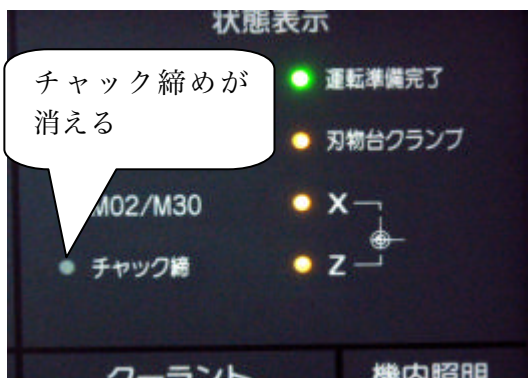


写真2

- 3) 自動運転スイッチ【起動】のスイッチカバーを閉じる。

＜もし誤って自動運転を開始してしまった場合の安全対策＞

- 1) 各オーバーライドスイッチ(主軸, 早送り, 切削送り)の設定を最低にする(写真3)



写真3

- 2) シングルブロック機能を有効【オン】にする。

- 2) マシンロック機能を有効【オン】にする。
- 3) クーラントスイッチ【オフ】を1秒以上押し、クーラントオフモードを有効にする。

＜主軸を回転させたくない場合＞

- 1) チャックをアンクランプの状態にする。
- 2) 主軸変則レンジをニュートラルにする(トランスミッション仕様)
- 3) パネル操作選択スイッチを【操作不可】にする。

＜もし誤って主軸を回転させた場合の安全対策＞

- 1) 主軸回転速度調整スイッチの設定を最低にする。

＜タレットヘッドの割出しをしたくない場合＞(切削工具取付時など)

- 1) 刃物台割り出しスイッチを現在割り出されているステーション番号に一致させる。
- 2) パネル操作選択スイッチを(操作不可)にする(写真4)



写真4

\*\*\*\*\*

## II 生爪切削

1. プラグ使用(外径把握)

- ① ドアインタロック選択スイッチを【通常】にします
- ② ドアロック解除スイッチを押し、前ドアのロックを解除した後、前ドアをあけます
- ③ チャックに生爪を取り付けます
- ④ 内径バイトを取り付けます(写真5)



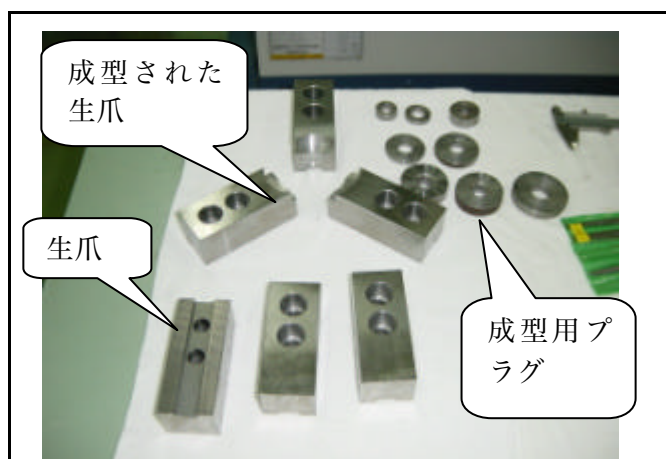


写真5 生爪と成形用プラグ

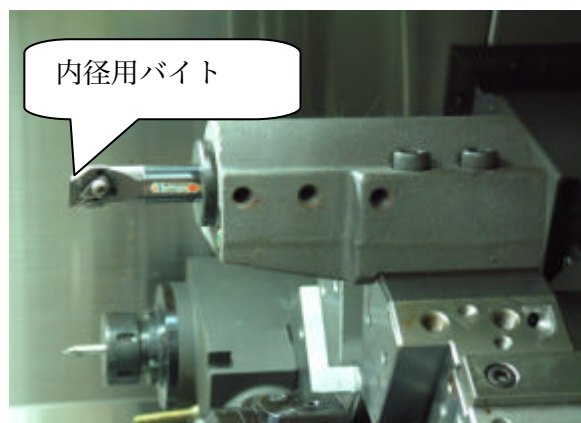


写真6

- ⑤ チャック圧をワーク加工時と同じ圧力にします

【オペレーションパネル】		1/2	
NO.	メニュー	状	態
01	主軸オフモード	無効	有効
02	チャッククランプ方向	外張り	内張り
03	心押軸インタロック	オフ	オン
04	ワークカウンタ	スタートロック	リセット
05	マシンロック	オフ	オン
06	補助機能ロック	オフ	オン
07	チャックフットスイッチ	有効	無効
08	チャック確認スイッチ	有効	無効
09	原点位置調整	無効	有効
10	(未使用)		

図2

- ⑥ 成形用プラグを準備する（ノギス等で外径寸法を測定し、記録する）
- ⑦ チャックを開いた状態にする（チャック開閉用フットスイッチで）
- ⑧ 前ドアを閉めます。
- ⑨ オペレーションパネル画面を表示させます（機能キー → C U S T O M → 【オペレーションパネル】）
- ⑩ チャッククランプ方向を【内張り】にします（図2）

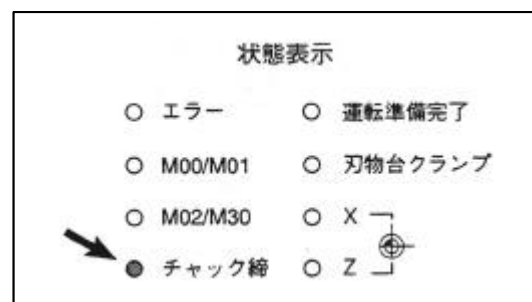


図3

- ⑪ チャック確認スイッチを【無効】に（チャック締めが点灯する）（図2）（図3）

- ⑫ 手動操作で工具を生爪に近づけます（写真6）



写真7

- ⑬ ドアロック解除スイッチを押し、前ドアを開けます
- ⑭ 主軸を回転した時の干渉をチェックします
- ・隣接工具とチャック
  - ・治具とチャック
- ⑮ 干渉の恐れがなければ前ドアを閉め手動操作で主軸を回転させ、適切な回転速度に調整します
- ⑯ 成形用プラグを把握する部分を成形します（寸法を〔プラグ径+ジョーストロークの2分の1〕の直径にすればジョーストロークの中央付近で成形プラグを把握できる）（写真5）
- ⑰ ドアを開けます
- ⑱ 成形用プラグをチャッキングします
- ⑲ 前ドアを閉めます
- ⑳ オペレーションパネル画面を表示させる（C U S T O M → 【オペレーションパネル】）
- ㉑ チャッククランプ方向を外締めにします
- ㉒ ⑪～⑬同様の操作を行い干渉をチェックします
- ㉓ 干渉の恐れがなければ前ドア閉、手動で主軸を回転させ、回転数を調整します

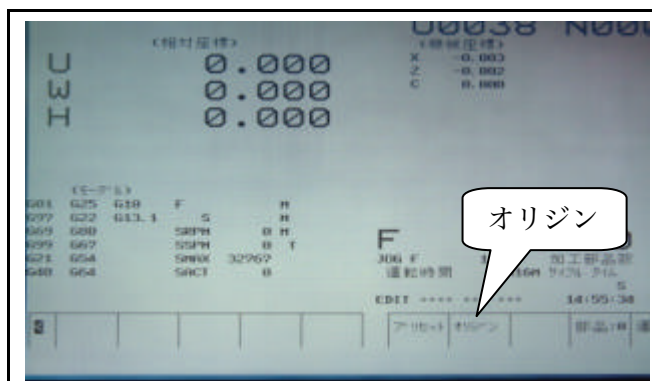


写真 8

- 24) ハンドル送り操作で内径バイトの先端が 3 つの生爪に接触し、仕上げ径より小さい径になるよう切削マークをつけます
- 25) 現在位置 (相対座標) を表示させる (POS → 【相対】)
- 26) Wの座標値を 0 (ゼロ) にする (アドレスキー W, 【オリジン】) (写真 8)
- 27) ハンドル送り操作で、内径バイトを生爪の内径に接触させます
- 28) ハンドルで Z プラス方向に内径バイトを逃がします
- 29) 主軸停止
- 30) 現在位置【相対座標】の U の座標を入力します

例) 成形用プラグが 25mm の場合

- ① アドレスキー U を押す
- ② データ入力キーで 25.0 と入力する  
ソフトキー【プリセット】を押す

- 31) 加工径と加工深さを現在位置 (相対座標) で確認しながら生爪を切削します
- 32) 仕上げ代を 0.1 ~ 0.2 mm 残して荒加工する (荒加工後、ヤスリ等で面取りやバリ取りをする)
- 33) 以下の点に注意しながら仕上げ加工を行います

- ① 新しいチップを使用する
- ② 主軸回転数を少し上げる
- ③ 生爪の角部にぬすみを入れる

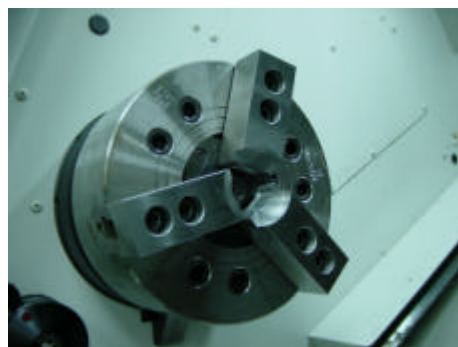


写真 9 完成した生爪

### (3) NC 工作機械操作手法手引書のメニュー画面

NC 工作機械の操作法のメニュー画面は以下のようになっている。  
マシニングセンタ、レーザ加工機も同様に下位のメニューが示される。

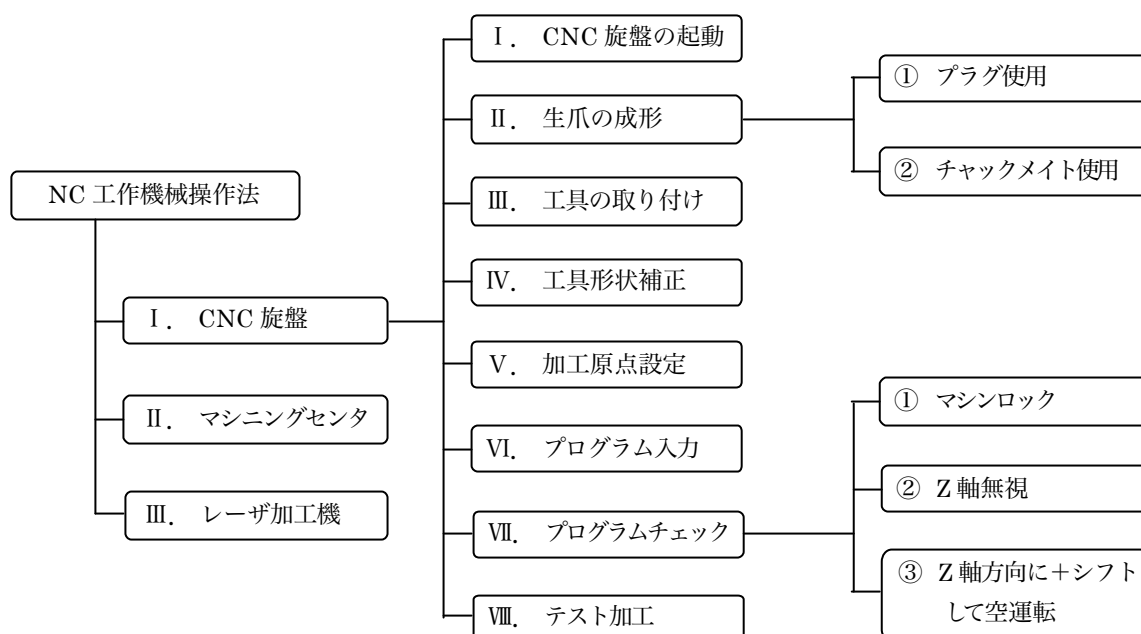


図 4 CNC 旋盤操作法 メニュー画面の構成

## ① 手引書の使用方法

上記のメニューをもとにハイパーリンクで具体的な操作方法にリンクするようになっている。メニュー画面を表示する。

## 数値制御（NC）工作機械の活用

### I. CNC旋盤

### II. マシニングセンタ

### III. レーザー加工機

図1 NC工作機械トップ画面

## CNC旋盤

[前に戻る](#)

### I. 起動

### II. 生爪の成形

#### ① プラグ使用

#### ② チャックメイト使用

### III. 工具の取り付け

### IV. 工具形状補正

### V. 加工原点の設定

### VI. プログラムの入力

### VII. プログラムチェック

### 空運転

### VIII. テスト加工

## マシニングセンター

### I. 起動

### II. 工具の登録

### III. 工具長補正

### IV. 工具径補正

### V. ワーク座標系

### VI. プログラム入力

### VII. 空運転

### メニューに戻る

図2 (CNC 旋盤・マシニング センタメニュー画面)

例えば、トップ画面（図1）から I.CNC旋盤 を選択(クリック)すると（図2 CNC旋盤）が起動されます。そして IV, 工具形状補正 を選択すると次の画面が表示されます。

## IV 工具の形状補正值設定

プリセッタのスタイラス各面に工具の刃先を接触させると、NCパラメータと補正値  
補正値から、工具刃先の座標値が決定される。

- ① 状態表示ランプ、連絡信号点灯（図1）
- ② 前ドアを開け、ドアイントロックスイッチを「**ON**」にする（図2）



図2



図3

- ③ パネル選択スイッチを「**動作可**」あるいは「**動作・監視可**」にする（図3）
- ④ 手動操作で原点復帰（**Z**軸、**Y**軸）を行う（図4）
- ⑤ モード選択スイッチを手動操作（**ハンドル**、**ジョグ**、**早送り**、**原状復帰**）のいずれかにする（図5）



図4



図5

- ⑥ ドアを開け、プリセッタアームを機械に取り付ける。  
・ ロッキングレバーを反時計方向に回し、ベースに取り付けられている**接触カバ**を取り外す（図5）



【接触カバ】

- ⑥ ドアを開け、プリセッタアームを機械に取り付ける。  
・ ロッキングレバーを反時計方向に回し、ベースに取り付けられている**接触カバ**を取り外す  
・ プリセッタアームを収納槽



- から取り出し、ベースに取り付ける。  
【プリセッタアームを何かにぶつけないよう注意する】  
・ ロッキングレバーを時計方向に回すまで回す。

- ⑦ NC機能スイッチ「プリセッタモード」を押す（ランプ点灯）  
・ 工具形状補正画面が表示される



【選択された工具が反時計表示される】  
【ここでは 30 番の工具が選択された】

## <注意>

- プリセッタアームを取り付けてからプリセッタモードにし、プリセッタモードを解除してからプリセッタアームを取り外す。



## 5 CNC旋盤操作法の映像作成

Premiereで行う DTV (DeskTop Video), つまりコンピュータを使ったノンリニア編集を研修した。NC 工作機械の操作法の手引書をもとに映像化することにした。まず, マシニングセンタ, CNC 旋盤の操作法を習得して「4 CNC 旋盤操作法」をもとに撮影に取り掛かった。

DTV 編集作業の流れは以下のようになる。

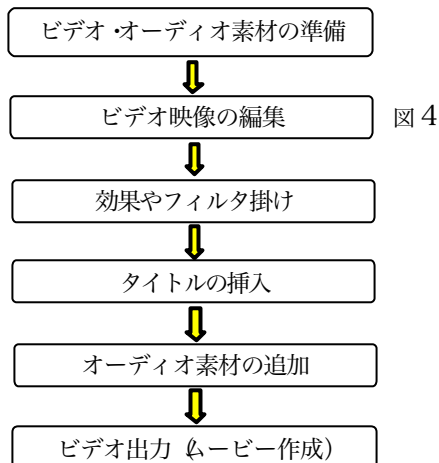


図3 パソコンによるビデオ映像編集の手順

### ① ビデオ・オーディオ素材の準備

DV カメラ(デジタルビデオ カメラ)による映像撮影。今回は Sony の DCR-TRV20 を使って CNC 旋盤の起動からテスト加工までの機械操作を撮影した。

### ② ビデオ映像の編集

DV カメラとコンピュータを IEEE1394 ケーブルで接続する。ビデオキャプチャは Dvgate motion で取り込み AVI 形式のファイルにする。次に Dvassemble で画像をつなぎ合わせる。

### ③ ビデオ映像の編集

編集は Premiere6.0 を使って②で作った AVI ファイルをタイムラインウィンドウにドラッグし効果を入れる。(図4)

### ④ タイトルの作成

タイトルを作成してタイムライン上のビデオ2にドラッグする。

### ⑤ オーディオを追加する。

手引書のシナリオをサウンドレコーダに録音してオーディオ3に貼り付ける。(オーディオ1, 2にはNC 工作機械の作動音が入っている。)

### ⑥ ムービーへの書き出し

編集した画像はハードディスク, DVC (デジタルビデオカセット), DVD に書き出す。オーサリング

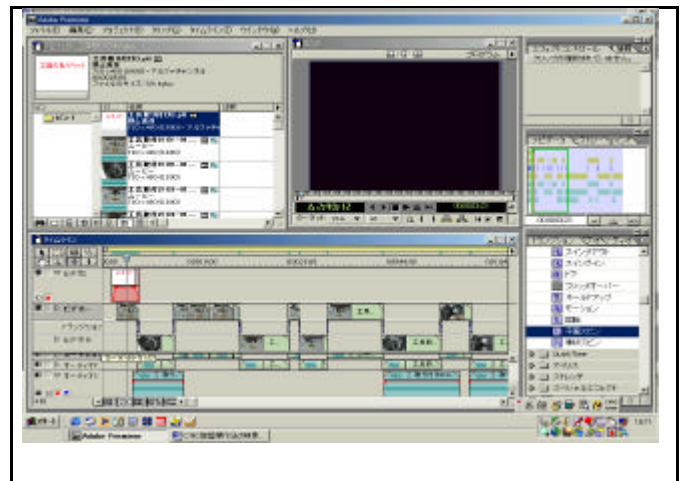


図4 タイムライン

ソフトは My DVD を使用した。



図5 DVDメニュー画面

上のメニュー画面のボタンを押すと機械操作の映像が始まる。タイトル画面を以下に表示する。

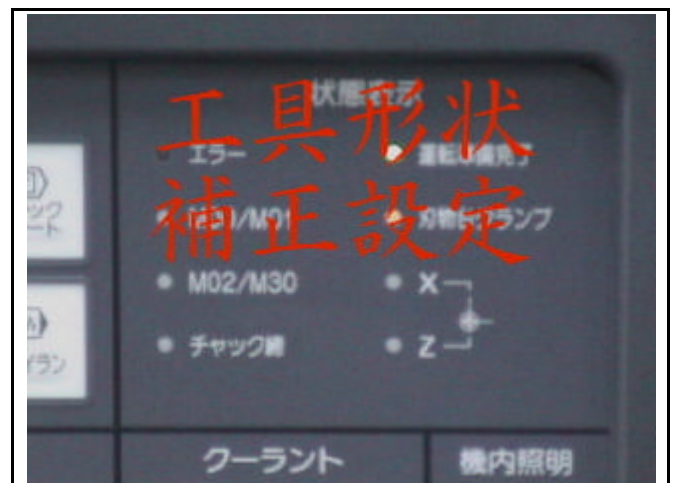


図6 工具形状補正画面(タイトル入り)

## 6 指導案

表1 CNC旋盤 年間指導計画と配当時間(6時間×6週)

週	時間	実 習 内 容	実 習 目 標	その他
1	6 h	① CNC旋盤の概略 ② 加工図面から製品まで ③ 安全心得 ④ 実習課題のデモ切削 ⑤ NC言語の説明	① CNC旋盤の特徴, 汎用旋盤との違い ② 安全対策への心構えを学ぶ ③ プログラム座標を理解する ④ 今後の学習の流れを理解する	手引書 DVD
2	6 h	① NC言語の説明 ② 機械操作	① 基本となるコードを学習する ② プログラムの学習 ③ CNC旋盤の座標系, 加工原点	手引書 DVD
3	6 h	① NC言語の説明 ② 実習課題の作図 ③ 実習課題のプログラミング ④ 編集・シミュレーションソフトの使用法	① CNC旋盤の座標系, 機械座標, 加工原点 ② 電源投入から運転準備完了まで ③ 軸移動操作, 機械原点復帰操作(手動)	手引書 DVD 方眼紙
4	6 h	① 実習課題のプログラム編集及びシミュレーション ② プログラムの転送方法 ③ CNC旋盤の操作手順	① シミュレーション等で学習が深くなる ② プログラム入力・転送 ③ ワーク座標系の設定, 空運転の操作方法を理解	学習支援ソフト 入出力装置
5	6 h	① CNC旋盤の操作演習(自動運転) ② 実習課題の加工	① 実際に機械に触れ, 今後一人で操作できるようになる。 ② 各自の作品を制作し, 感動を味わう	CNC旋盤 DVD
6	6 h	① 実習課題の加工 ② まとめ(評価, 感想)	① 各自の作品を制作し, 感動を味わう ② 作品を評価し, 今後の自主課題へつなげる	CNC旋盤

### III まとめと今後の課題

本研修は当初, 課題研究で利用できる教材の作成を目標に研修してきたが, 途中から NC 工作機械の操作法を映像化して短期間で操作法を習得できるような教材の開発を目標に研修してきた。

マシニングセンタ加工技術の基礎及び応用では, 以前に実習で担当していたので, 操作法を思い出しながら「表札」作りを通してプログラミングと機械の操作法を研修できた。CAD/CAM を使って複雑な形状の作品製作はこれからも継続していく。マシニングセンタの操作法の映像撮影は3月中に終わるつもりである。CNC 旋盤加工技術の研修は, 後半特に力を入

れて研修した。プログラミングと教材作成、特に操作法は「手引書作成」とその映像収録を平行して研修してきた。

CNC 旋盤, マシニングセンタ, レーザ加工機の3つのNC 工作機械の操作法を「文書」と映像」で作成する予定であったが, 研修の途中から取り組んだため, CNC 旋盤の映像で終わった。レーザ加工機については本校に炭酸ガスレーザ加工機があるので帰ってから教材化を行いたい。

操作の面でも苦労したがPremiereについては研修を深めることができた。DVD ビデオ教材も仕上げることができ, これから実習や課題研究で使用・検証してより効果ある教材に手直ししていくつもりである。

#### <主な参考資料>

桜坂ノボル 2001 Adobe Premiere6.0 (株)毎日コミュニケーションズ  
北口康夫 1999 NC 工作機械入門◇理工学舎  
森精機 OPERATION MANUAL