

## 課題情報シート

テーマ名 :	マイクロマシニングセンターの開発				
担当指導員名 :	伊藤昌樹・青木亮二・加部通明	実施年度 :	23 年度		
施設名 :	関東職業能力開発大学校				
課程名 :	応用課程	訓練科名 :	生産システム技術系		
課題の区分 :	開発課題実習	学生数 :	12	時間 :	54 単位 (972h)

### 課題制作・開発のポイント

#### 【開発（制作）のポイント】

開発するマイクロマシニングセンターはアタッシュケースに内蔵される条件から装置サイズ、および使用電源等に制限が出てきます。また ATC 部では工具交換機能についての構造設計に難しさが伴います。微細加工が目的ですから、高速回転での振動対策、切子の処理機構、XYZ の位置決め制御が必要になります。また USB 通信に現在流行の 안드로이드 OS を使用する意欲的な開発を目指しました。

【学生の内訳】 ATC 部 2 名、本体・ステージ部 2 名・基板製作 2 名・アンドロイドと H8 通部 2 名・通信プログラム部 2 名・操作部ソフトウェア部 2 名

#### 【訓練（指導）のポイント】

微細加工を行うために必要となる加工環境理解のために超精密加工技術を習得させました。また振動の影響を実験を通して確認させています。また USB 通信にアンドロイドを使用するために、事前にアンドロイド端末を利用した市販のミニ 4 駆で事前に技術習得を行っています。学生は流行の 안드로이드 OS を通信に活用することで興味を持ち取り組みました。

### 課題に関する問い合わせ先

施設名 : 関東職業能力開発大学校  
住所 : 〒323-0813 栃木県小山市横倉三竹 612-1  
電話番号 : 0285-31-1711 (代表)  
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/tochigi/college/>

### 課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

## マイクロマシニングセンターの開発

グループ 3	生産機械システム技術科	4名
	生産電子システム技術科	4名
	生産情報システム技術科	4名

## 1. はじめに

近年、微細加工技術の高度化に伴い製品の精密化が進展し、マイクロマシンの実現を目指す動きが世界中に広まっている。マイクロマシンを使用し製作物の小型化により消費電力、材料等の使用が極めて少なく環境問題も含め近未来に必要な産業技術である。そのため、マイクロマシニングセンター(Micro Machining Center)を開発することにした。

製作するに当たって、加工機や加工設備を小型化し、さらには省資源、省エネルギーへの貢献を図った。さらに、私たちの開発テーマとして、先輩方が過去に作製したマイクロマシンの全てを含めた小さな工場を作ること、すなわち、マイクロファクトリーを作製するという最終目標を目指した。

## 2. 装置概要

開発した装置の外観を図1に示す。本装置はXYZテーブルとATC部とスピンドルで構成されている。

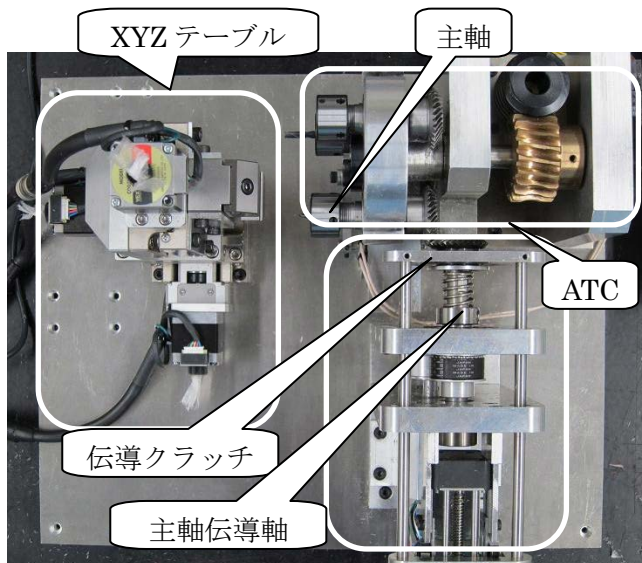


図1 装置の外観

## 3. 装置仕様

今回作製したマシニングセンターの装置仕様を表1に示す。

表1 装置仕様

最高回転数	15000 min <sup>-1</sup>
ステージ最少移動距離	0.001 mm
ステージ移動距離	X軸 ±10 mm
	Y軸 ±10 mm
	Z軸 ±10 mm
送り速度	30~400 mm/min
取り付け可能工具数	3本
主軸電動機	200W(連続定格)

## 4.1 加工テーブル(XYZ テーブル)

移動量は最大で 20mm, 1 パルスあたり 0.1 μm の制御が可能であり、同時に、この製品に使用されているステッピングモーターは正確な制御が必要であり、ステッピングモータードライバー(CRD5107PB)を使用した。

## 4.2 ツール交換部(ATC)

日本工業規格(JIS B 0105 : 1993)では、マシニングセンターを「主として回転工具を使用し、工具の自動交換機能(タレット形を含む)を備え、工作物の付け替えなしに、多種類の加工を行う数値制御工作機械」と定義されている。今回の課題は、マイクロマシニングセンターの開発であり、ATCの実装は絶対と考えた。

現在一般的に使用されているマシニングセンターのATCの機構を参考にしようとしたが、私たちが作製する工作機が小型のものということもあり、工具を安全に交換することを前提とし、設計を繰り返し今回の形に至った。

ATCには最大で3本まで工具を保持できる仕様にした。オリエンタルモーターの5相ステッピングモーターを使用した。主軸からの振動により

ATC の位置にズレが生じてしまった。これを防ぐため、ロータリーソレノイド(5E L 3531 X4X9)を用いたスライダークランク機構により、120° 間隔で機械的に固定した。

#### 4.3 動力部(伝導クラッチ, スピンドル)

スピンドルモーターは長時間に高出力、高速回転の制御が必要であったため、マクソンモーターのブラシレス DC(MACSON EC4pole 305013)モーターを使用した。

主軸回転の伝達方法としてプーリーを使用し、アイドラを間に挟むことで、ベルトの張りを調節できる機構を考えた。また、ATC 側と主軸側の歯車は、それぞれに材質の違う、 magari ばかさ歯車を使用し、主軸側のリニアアクチュエーターにより歯車の脱着を行う機構にした。

歯車を常に一定の位置に保持しておく必要があった。そのため、バネを用いて ATC 側の歯車に主軸側の歯車を正確に噛み合わせておける位置を計算し、組立調整をすることにより主軸の回転をスピンドルに伝える機構を考えた。

#### 4.4 操作部

操作部はユーザーの操作性および、マイクロマシニングセンターの持ち運びなどを考慮し、タブレットPCを使用することにした。OSは現在、スマートフォンやタブレットPCなどの情報通信端末に多く採用されてあるAndroid OSを採用した。

図2に操作パネルを示す。



図2 操作画面

画面は実際に製品化されているマシニングセンターの操作画面を参考にした。加工時の利便性の確保のために、NCプログラムの表示や切削軌跡、現在の座標や加工条件を表示できるものとしている。さらにマシニングセンターの仕様に近づけ

るため円弧状に加工を行う円弧加工機能の実装やGコードごとの機能を実装した。

### 5. 開発目標と達成状況

私たちの開発目標と現状での達成状況を表2に示す。

表2 開発目標と達成状況

開発目標	達成状況
マイクロMC本体 寸法 300×300×125mm	本体寸法 300×360×221mm
内寸320×470×150mmのアタッシュケースに収納できるNC装置を製作	内寸450×600×300mmのアタッシュケースに収納する。装置、制御部の大きさを考慮した大きさにした。
工具を自動で交換できるATC (Automatic Tool Changer) を搭載する	工具をあらかじめ3本固定し、ステッピングモーターを用いることで交換する機構になっている。
去年の製作物であるコマ専用の台を製作する	コマ台ではなく、将棋の駒を複製することを目標とし、現在アルミニウムと樹脂による加工ができることを確認している。
AndroidOSを用いてマシニングセンターを操作する	XYZテーブル、主軸、ATCの動作を一連の流れで動かすことが確認でき、それぞれ別信号で動かすことができる。
PR装置としてAndroid搭載端末による速度加速度制御が可能なミニ四駆を製作する	実際にAndroidで制御することは出来たが、トルクの問題と無線通信の問題で思い通りに操作することは出来なかった。

### 6. 開発費用

実際に作製した装置の合計金額(表3)は、予算内に収めることが出来た。

表3 開発費用

科名	使用金額	装置合計金額
生産機械システム技術科	¥563,896	¥950,672
生産電子システム技術科	¥352,066	
生産情報システム技術科	¥34,710	

### 7. 性能評価

外形切削と文字の彫り込み加工(図3)を可能にした。回転数 10000min<sup>-1</sup>, 送り速度 30mm/min, 切込



図3 加工例

み量 0.5mm の条件で、縦 20mm, 横 20mm, 高さ 25mm のアルミニウム(A5052)の加工実験では、2時間43分の加工時間を要している。

### 8. おわりに

私たちのマイクロマシニングセンターは安全面を重視して設計開発し、実装を行った。どのような加工機でも安全に十分注意して設計されているのだと、この1年間を通して痛感した。

# 実習課題「テーマ設定シート」

作成日： 9月20日

科名： 生産システム系

教科の科目		実習テーマ名
精密機器設計製作課題実習（生産機械システム技術科） 電気制御システム課題実習（生産電子システム技術科） 画像計測システム構築実習（生産情報システム技術科）		マイクロマシニングセンターの開発
担当教員		担当学生
伊藤昌樹（生産機械システム技術科）		
青木亮二（生産電子システム技術科）		
加部通明（生産情報システム技術科）		
実習課題の技術・技能習得目標		
<p>日本のものづくりは超精密技術を核とした高付加価値なものづくりに活路を見つけようとしている。これによりいっそうの製品の高精度化・小型化が求められている。これらの背景の中、従来の工作機械では製品サイズ、精度等に対して不都合が多く、製品サイズに適合する工作機械の開発が必須であるとともに、工作機械が小型化になることは消費電力、設置スペース、使用材料などが極めて少なくなり環境に対しても極めて優しいことが判っている。こうした背景を踏まえ、マイクロファクトリーの開発を題材として、創造力の育成・微細加工技術の向上を目標にテーマ設定を行っている。</p>		
実習テーマの設定背景・取り組み目標		
実習テーマの設定背景		
<p>マイクロファクトリーの開発を通して「ものづくり」の全工程を行うことより複合した技能・技術及びその活用能力（応用力、創造的能力、問題解決能力、管理的的能力等）を習得することを目的としています。具体的には最新技術・最新知識を活用した製品設計技術、製品製造技術、情報のドキュメント作成及び管理技術などの習得そしてそれらの過程を通してヒューマンスキルの育成を目標とします。</p>		
0	取り組み目標	
①	既存のマシニングセンター機能を搭載したマイクロマシニングセンターを完成させる。	
②	個人ごとの主担当を決め、それぞれの責任と役割を明確化し開発にあたる。	
③	並行して担当する課題「点字刻印機の開発」との全メンバーの横断的な取り組みを図る。	
④	マイクロマシニングセンターの具体的提案を作成し、その機能を検証する。	
⑤	実習は常に5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）を意識して安全衛生作業を遂行する。	
⑥	材料、工具、機器、部品等のチェックリストをもちいて生産管理を行う。	
⑦	設計書、保守管理マニュアルの作成、展示・発表会を開催する。	
⑧	グループメンバーの意思疎通を図り、協力体制を構築維持する。	
⑨	CAD、CAM、CAE、IT技術などを活用しマイクロマシニングセンターを完成させる。	
⑩	開発課題の中で各個人のヒューマンスキル・コンセプチュアルスキルの育成を図る。	
実習テーマの特徴・概要	<p>マイクロファクトリーは大きな工場をテーブルの上に再現することを目標にしています。具体的にはマイクロステージ、マイクロハンド、マイクロ旋盤、マイクロマシニングセンター、マイクロ搬送装置で一連の加工工程が完了します。今年度はその中のマイクロマシニングセンターの開発を行います。システムは小型化が大命題になります。各々の装置はアタッシュケース内に納まるのが絶対条件ですので、開発設計には多く知識・技術が要求されてきます。</p> <p>開発した成果物は、教材として地域や募集活動での高校での展示、セミナー等で活用を図ります。</p>	