

和歌山大学学生自主創造支援部門（クリエ） クリエプロジェクト
＜2023 年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：NC 機械製作プロジェクト

ミッション名：CAM データによるモータ制御の研究

ミッションメンバー：システム工学部 2 年羽瀧寿彦，社会インフォマティクス学環 1 年森脇蒼誠

キーワード：NC フライス，NC 改造，ステッピングモータ，CAM，CAD

1. 背景と目的

NC (Numerical Control) 工作機械が最初に登場した 1950 年代以前は、全ての加工が人の手によってされていたため、設計通りに正確に加工することは極めて困難であった。しかし NC 工作機械の開発によって、航空機の翼をはじめとした円弧でも直線でもない曲線をもった部品を、高い精度で加工できるようになった。近年ではさらなる市場のニーズの多様化・複雑化に伴い、ますます NC 工作機械の需要が拡大を見せている。また様々な新しい機能を付加する必要も出てきており、最近の NC 工作機械はこの方向に向かって進歩しつつある。そこで、昨年度から取り組んでいる手動卓上フライス盤の改造を継続して行っていくことで、NC 工作機械で用いられている技術や構造について学習し、これからも利用が広がると考えられる NC 工作機械を扱えるようになることを目的とした。

本ミッションでは、昨年度に製作した自作 NC フライス盤を高度化し、新たな制御方法として CAM(Computer-Aided Manufacturing) データを用いた制御に関する研究を行う。まず自作 NC フライス盤の高度化のために、高トルクステッピングモータとモータ制御基板の作製・取り付けを行う。次に自作 NC フライス盤における CAM データを用いた制御方法について学習する。最後に、改造した NC フライス盤での切削活動を行う。

2. 活動内容

2.1 高トルクステッピングモータの選定

はじめに、自作フライス盤に取り付ける高トルクステッピングモータの選定を行った。昨年度まで使用していたステッピングモータでは、軸の両端に近づくとつれてフライス盤の軸を回すのが不安定になっていたため、本年度ではさらに高トルクのステッピングモータを導入することで、安定化させようと考えた。

昨年度までは、トルクが 1.27Nm の MERCURY MOTOR 社製のステッピングモータ ST-57BYG076 を使用していた。そこで本年度は、トルクが 2.2Nm のオリエンタルモーター社製のステッピングモータ PK296-01A を使用した。したがって高トルクステッピングモータの実装によって、トルクが約 1.7 倍向上した。図 1 はステッピングモータの比較を示す。左が昨年度までのステッピングモータ、右が本年度のステッピングモータである。

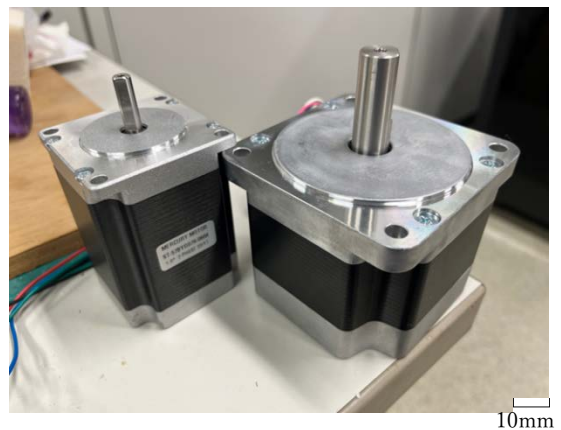


図 1 ステッピングモータの比較

左：MERCURY MOTOR 社製
右：オリエンタルモーター社製本年度導入

2.2 モータの取り付け

新たに導入した高トルクステッピングモータの取り付けを行った。昨年度までのステッピングモータと比べて、モータの大きさや重さ、軸径が変わっているため、それに合わせた取り付け方法の考案が必要である。以上を考慮して、昨年度までの取り付け方法を拡張して軸とモータの取り付け器具を作成した。取り付け器具は、カップリング、ベアリング、自作した取り付け板で構成されている。図2は取り付け器具を示す。

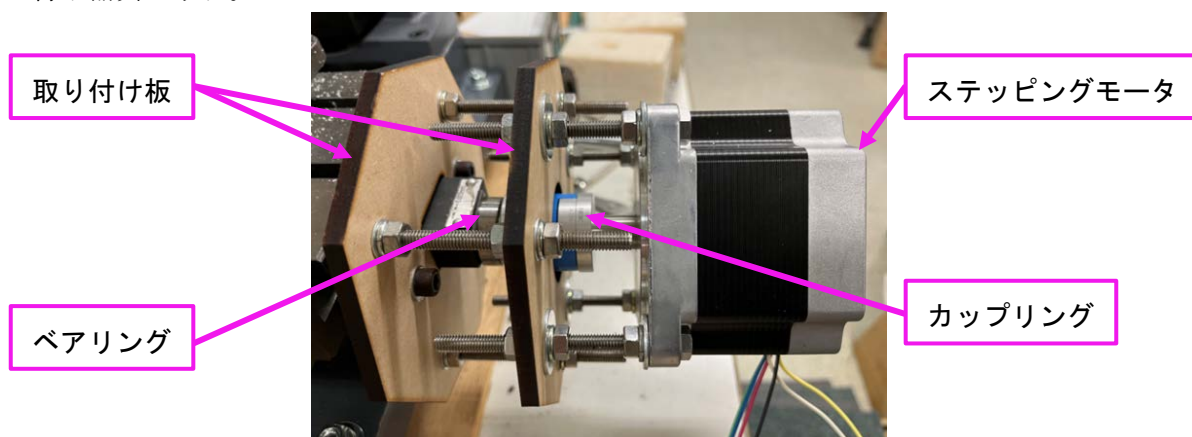


図2 取り付け器具

2.3 モータ制御基板の作製

モータを制御するための基板を作製した。本ミッションで製作するモータ制御基板とは、Arduino、CNC シールド、モータドライバの3つの要素を一体化したものを指している。本ミッションでは、効率化や安定化のため、それぞれ汎用基板を使用して作成した。

この制御基板ではコンピュータから送られてきたGコードを、モータを動作させるための電流へ変換する機能をもつ。Gコードとは、自分で設計したモデルデータであるCAMデータを、数値データに変換にしたものを指す。図3はモータ制御基板を示す。

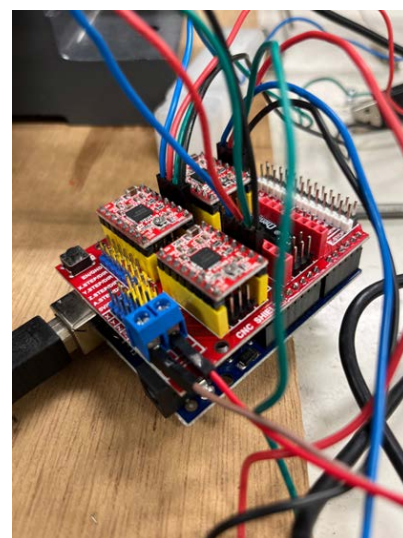


図3 作製したモータ制御基板

2.4 自作フライス盤での切削実験

自作NCフライス盤の改造の後、実際の動作の確認をするために切削実験を行った。今回の切削実験では、「NC」という文字を加工することにした。これを加工しようと考えた理由は、直線や曲線といったモータ制御の精度を確認するために必要な要素が含まれていたためである。

今回は Autodesk Fusion という3DCAD、CAMソフトを利用した。まずはCADで図面の作成を行う。そしてCAMに移行して、原点の位置、切削工具、軸の送り速度等の設定を細かく行う。またCAMでは、

シミュレーションをして動作確認を行う。シミュレーションは必ずやるべき作業であり、切削時に危険な動作をすることがないか確認したり、思わぬところで加工物と衝突してしまうという事態を未然に防いだりするために不可欠である。そしてシミュレーションの後ツールパスの作成をし、パスに問題がないか確認をする。もし思い通りに動作していない場合は、状況に応じて修正をする。その後は、CAMでGコードを生成し、そのデータをコンピュータからモータ制御基板へ送って実際に加工を開始する。図4はCADデータ、図5はCAMデータを示す。

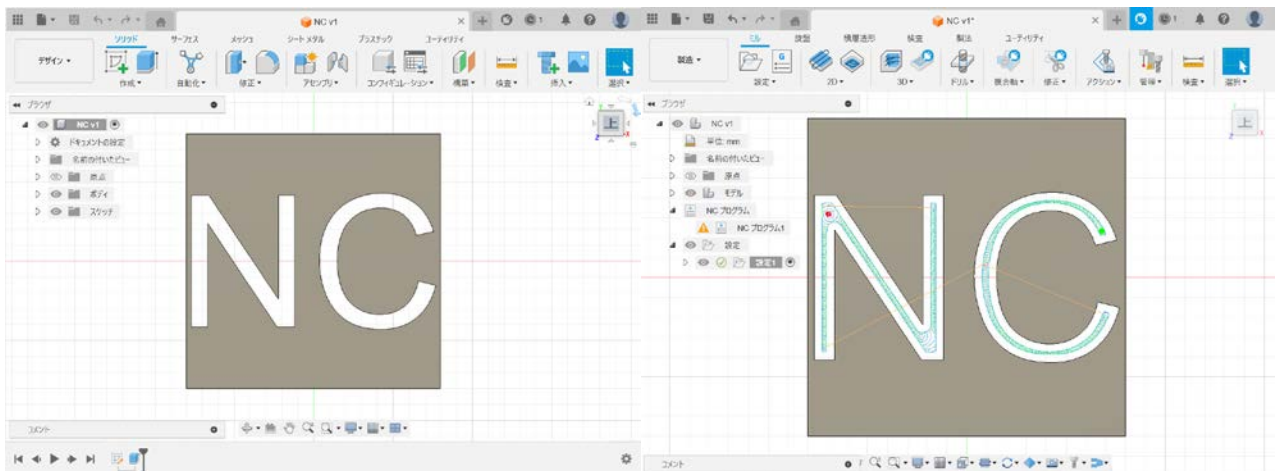


図4 CADデータ

図5 CAMデータ

最後に、自作したNCフライス盤で実際に切削を行った。今回の切削実験には、スタイロフォームという加工物を用いた。スタイロフォームは金属やアルミと比べて安全性が高く、準備や片づけに時間がかからないという理由で採用した。

図6は切削実験後の加工物を示す。図を見ると、「N」の直線部や「C」の曲線部が正確に切削できていることが分かる。またコンピュータ上で、モータのステップ数の設定を変更することで、図面の拡大や縮小といったことが実現できた。図7は半分の大きさに縮小する実験後の加工物を示す。



図6 切削実験後の加工物

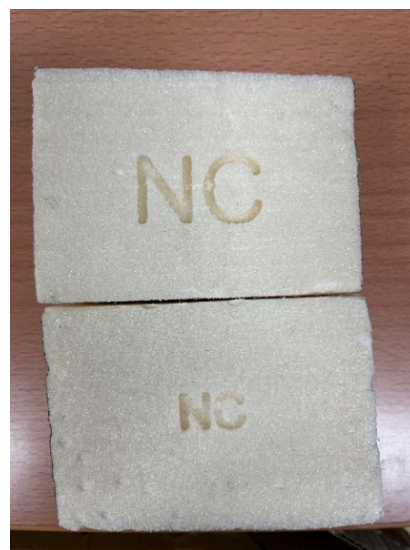


図7 半分の大きさに縮小する実験後の加工物

3. 活動の成果や学んだこと

本ミッションでは、昨年度から継続して手動の卓上フライス盤をNCフライス盤へ改造することで、NC機械の動作に関する理解やモータ制御に関する知識を身に付けることができた。具体的には、NCフライス盤を動作させるために必要な一連の流れを順番に手を動かして確認でき、加工時に必要な手順や注意すべき点に関する理解が深まった。またモータ制御基板の扱い方について、状況を見ながら試行錯誤し、様々な設定を確認できたため、加工寸法の拡大や縮小などのやり方を自分なりに発見できた。図8は本年度作製したNCフライス盤の全体像を示す。

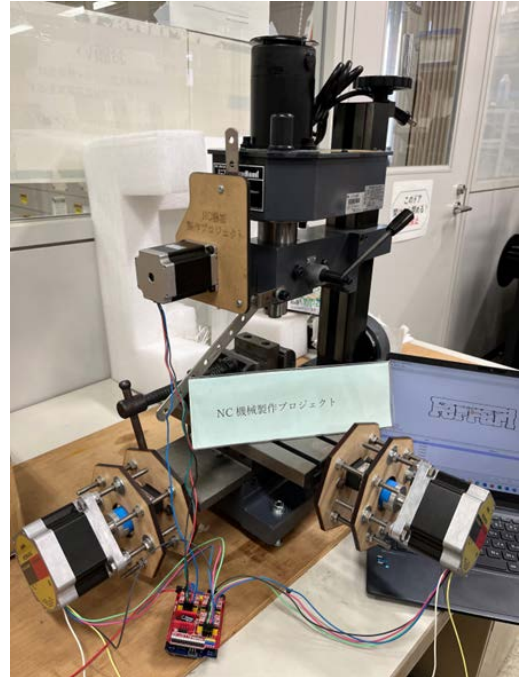


図8 本年度作製したNCフライス盤

4. 今後の展開

本ミッションでは、自作NCフライス盤でのスタイロフォームを用いた切削実験までを完了した。来年度以降は、より複雑なモデルの加工や金属を用いた切削実験および精度確認ができればよいと考えている。また軸反転時のあそびをもう少し減らせるような工夫をしていきたい。現在のNCフライス盤では、0.05mmから0.10mm程度のあそびが軸を反転させるたびに発生してしまっており、誤差として許容する必要がある。このあそびを減らし、より精度の良いNCフライス盤を目指して今後も活動を続けていく。

5. まとめ

本ミッションでは、昨年度製作したNCフライス盤に高トルクステッピングモータやモータ制御基板を付加することで、NCフライス盤の高度化に成功した。またCAMデータを用いたモータ制御も遂行することができ、これにより自分の作成したデータ通りに加工ができるようになった。

2年間のミッションを通して、手動のフライス盤をNCフライス盤へ改造することができた。今後は、この改造したNCフライス盤での切削活動を多く行っていきたい。