

課題情報シート

課題名：	手操作ティーチ入力マニピュレーターの開発		
施設名：	東海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	課題の形態：	製作

課題の制作・開発目的

(1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

切削加工技術，材料特性，アクチュエーター機構設計に関する基礎知識，筐体の剛性確保に関する知識，トルク計算の知識，電子回路設計技術，モーター制御技術，マイコンプログラミング技術，各種センサーに関する知識，マイコン間通信およびマイコンとパソコン間での通信に関する基礎知識。GUIを用いたアプリケーションプログラミング技術

(2) 課題に取り組む推奨段階

(1)における知識、技能・技術の習得後

(3) 課題によって養成する知識、技能・技術

課題を通して、機構設計技術、組み立て調整技術、安全性の確保、作業性を考慮した筐体パッケージングや配線処理、モーター制御技術、マイコンプログラミング技術、GUIアプリケーションプログラミング技術、通信プログラミング技術などの実践力を身に付けます。

(4) 課題実習の時間と人数

人数：10名

時間：500時間程度

今回の課題の背景として、自動車のエンジンスタートも近年は、プッシュスタートスイッチを使用した方式が普及してきています。製造メーカーに於いても、現状では耐久試験を単純に一定の押し動作により、行っているものの、適切と思われる試験方法として確立されていません。まだ世の中にそうした類の測定器は存在せず、その成果がどうであったかも明確にしづらいものです。そのため、開発の方針立てにおいては、製作物の意図や根拠をよく検討させる必要があります。また、検証の時間を設けるため、基礎実験と試作機製作を、早い段階で行わせることも必要です。それを踏まえて、各部調整を繰り返して実験し、入力データを正しく読み取っているか、再現性はどうかなどの検証方法も十分検討させることを目的としています。

課題の成果概要

製作した手操作ティーチマニピュレーターの外観を写真1に示します。人の押し動作を測定する動作測定部では、力と速度に着目してティーチ入力を行うこととしました。力はトルクセンサーにより検出し、レーザー変位計によりスイッチ裏面からスイッチ可動部の、変位量をサンプリングする

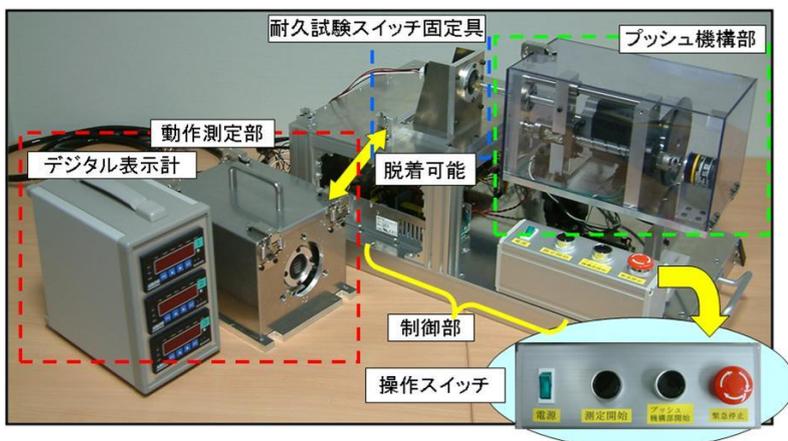


写真1 手操作ティーチマニピュレーターの外観

ことで速度や押し込み量を検出しています。これらは動作測定部と表示計として独立したユニットとなっています。プッシュ機構部はリードの長いボールねじとステッピングモーターを組み合わせた構造で、下部に制御基板を備え、設定された再生回数分押し動作を、繰り返す耐久試験装置となっています。また、ひとりで持ち運びできる大きさ重さで構成され、各部の接続、パソコンとの接続も数分で行えるようになっています。測定用アプリケーションは、パソコンに入力データを蓄積でき、押し動作再現データをプッシュ機構部に送ることも可能です(写真2)。アプリケーションでは、測定データを再現するだけでなく、波形を自作描画することで、人の動作ではありえない波形も再現させることができます。さらに、さまざまなパラメーターを、感覚的なアイコンで示す顔グラフ機能など、学生のアイデアを要求仕様以外に含めています。

自分たちでできる検証実験だけでなく、企業側に赴き測定装置をお借りして、測定・再現の検証をさせていただきました。力における再現性ではスイッチを押しきる必要があり、今回の機構では、満足いく結果は得られませんでした。スイッチは本来の使用状態と同じ横に向けて設置するものとし、力を測定する方向も、水平方向と限定しています。一方、速度における動作再現性においては、入力時の値よりも若干低めではありましたが、ほぼ良好に手の動作に追従した値を示しました。

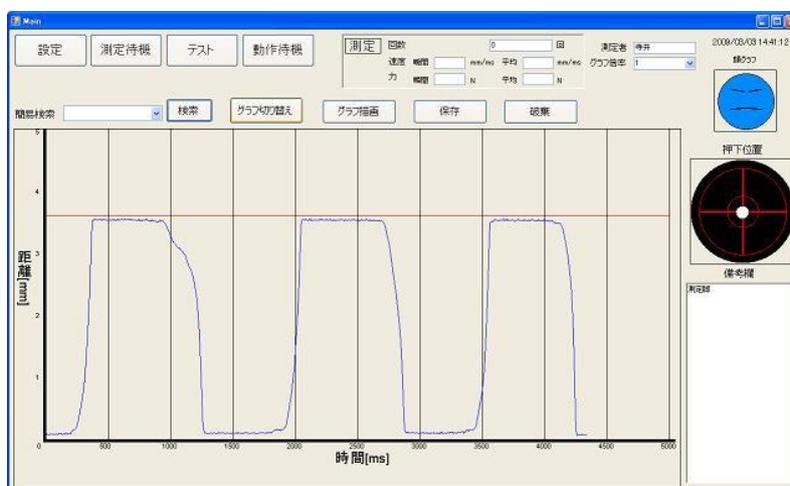
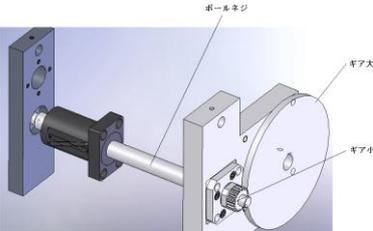


写真2 測定用アプリケーションの画面

課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

＜測定および再現装置の製作概要＞

人の押しこみ動作と力を測定する装置と、測定値を記憶し再現する装置の製作についてポイントおよび所見を以下に紹介します。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>○ 各種センサーを用いた、計測技術と計測データの伝送技術</p> <p>○ アクチュエーター機構設計技術</p>	<p>◇ 力の測定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 耐圧 20N のロードセルを3個用いて用いて測定します。 <p>◇ 速度の測定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ レーザー変位系を用いてスイッチ裏の可動部の変位量を 1ms ごとに測定します。レーザーを用いるため、装置全体はカバーで覆われます。カバー未装着時には動作させません。 <p>◇ ギアとボールネジ(写真)</p> <p>は、モーターの力をギア大から、ギア小に伝え、ボールネジから指部まで伝わるようになっています。</p>  <p>◇ モーター制御</p> <p>ストローク量は 3.4mm 程度と少ないためモーターをマイクロステップ動作によりにより制御しています。</p> <p>◇ ロータリエンコーダー</p> <p>ボールネジ軸に分解能 2000P のロタリエンコーダーを取り付け、モーターの脱調確認、再現データとの比較などをします。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 力をスムーズにロードセルに伝えるための仕組みと調整がおこなえる機構設計が重要です。 ● レーザーに関する安全上の注意を行います。 ● データ量が多いため、EEPROM に一時保存しては転送させますが、送信側のマイコン、受信側の PC ともに通信方法について検討させます。 ● ボールネジはリード 20 のものを使用し、速度の再現性を優先しています。ギア比とモーター・トルクのバランスは、特にギアも大きければ重くなり検討が必要です。 ● モーター選定にあたり、付加トルク、加速トルク、慣性モーメントを算出し、必要トルクをみたすものを選定します。 ● ストロークが短い場合原点位置検出の精度も重要です。 ● 機械指の先端にはウレタンプッシャを使用します。材質が軟らかいと押し込み量に変化が表れ、再現性に影響します。

＜所見＞

これまで取り組んだ企業テーマは、形態こそ違っているけれども、制御対象や構築するシステムは、似通ったものになりがちでした。企業からはいくつかのテーマ案を頂いており、要求仕様もあらかじめ A4 用紙 1 枚程度にまとめていただきました。本テーマは、これまでにない要素を含んでいたことから選定しました。開発課題は 3 科で取り組みますが、機械、電子、情報といった科単位では、割り切れない関わりで製作されるものであり、それこそが開発課題であると考えます。他科の専門分野が分からないと、実際には詳細仕様を煮詰められないし、各部の設計も立ち行かなくなります。本テーマでは、特に力と速度の関係といった点で、担当指導員以外にも機械科の先生方には、ご協力をいただきました。機械科の学生だけでなく、電子科、情報科の学生達も、機構とそれによる必要なトルク計算について勉強しました。特に本装置の機構面では、試作を含め数回作り直しを行っています。機構部の調整ができないと、設計したパフォーマンスが発揮できず、調整することを考えた設計でなければ、後から取り返しがつかないなど、指示されるがままに行う実習課題と違い、自分達で設計して作り上げることの難しさを学生達も実感できたと思います。製作を進める中で、学生からのアイデアを、今回は数回の企業側との打ち合わせの中で、活かしていくことができたと思いますし、完成させたことで学生達も達成感を味わえたと思います。テーマ依頼企業からも装置としての完成度だけでなく、学生の教育としての取り組みでも評価を得ることができました。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 東海職業能力開発大学校
住 所 : 〒501-0502
岐阜県揖斐郡大野町古川 1-2
電話番号 : 0585-34-3600 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/gifu/tnd/>