

課題情報シート

課題名：

施設名：  課程名：

訓練系科名  課題の区分  課題の形態

課題の制作・開発目的

【課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術】

機械技術

機械設計、機械加工、自動化機器

電気・電子技術

CAD/CAM応用実習、電子回路装置設計製作課題実習、マイコン制御装置設計製作課題実習

情報技術

画像計測システム構築実習、インターフェース設計製作実習

【課題に取り組む推奨段階】

機械技術

電気・電子技術

CAD/CAM技術、シーケンス制御、マイコン制御技術などを習得した段階

情報技術

【課題によって養成する知識、技能・技術】

機械技術

システムの開発を通して、設計、製作及び組立・調整等の総合的な実践力を身に付ける

電気・電子技術

モータドライブ回路設計技術、センサ活用技術、制御システム設計技術

情報技術

画像計測、3Dグラフィック、制御プログラム、数値解析、データ構造・アルゴリズム

【課題実習の時間と人数】

人数	11名(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3名)
時間	972時間

現在、骨折患者に対する外科手術には、骨折部を固定するために内固定材（生体適合性の高い金属プレート。以下プレート）が使用されています。プレートは手術中に医師が骨の形状に合わせて工具により手曲げ加工を行っています。このとき、手術中の曲げ加工時間（10分程度）が患者への負担になるため、医療現場からこの作業時間をできるだけ短くするか、あるいは無くすことができないかという要望がありました。

そこで本課題では、CTスキャンなどの医療機器で得られる骨のデジタルデータ（以下Dicomデータ）を元に形状を再現し、手術前にプレートの手曲げ加工を行うことができる支援システムの開発を行うことにしました。図1にプレートの一例を示します。



< 図1 使用されるプレートの一例 >

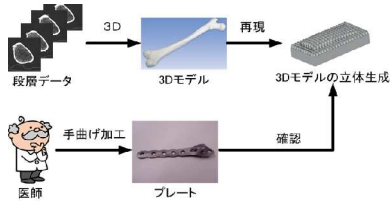
## 課題の成果概要

Dicomデータを基に骨の形状をPCに3D表示し、選択した範囲の骨の表面形状をピンで再現する装置を製作しました。

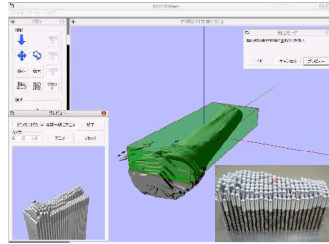
今回製作した課題では、機構の開発から部品加工、組立調整に至るまで苦労しました。特にピン巻下げ歯車とピン側歯車の噛み合わせ方法に問題があり、最終的には歯車を軸方向に移動させながら歯車同士を噛み合わせることで問題を解決することができました。

また、今回はワイヤを巻取る方法で形状を再現しましたが、他にもピンを押し上げる機構や、特殊なアクチュエータを使用する方法も考えられます。

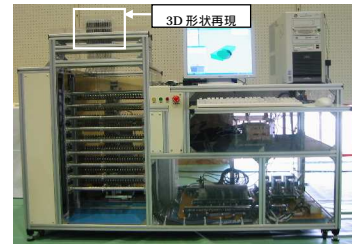
今後、ピンの間隔を狭くすることができ、形状を再現する速度が速くなれば3Dディスプレイとして医療現場だけでなく色々な分野で利用可能だと考えます。



< 図2 システム概略図 >



< 図3 3Dモデルと立体生成 >



< 図4 装置外観  
(W1588 x D720 x H1147mm) >

## 課題制作・開発のポイントおよび所見

### <骨の3Dモデルの表示について>

骨折部とは逆の健常部のDicomデータを読み込みPCの画面上に骨の3Dモデルを表示します。Dicomデータは規格化されていますが、規格の量が膨大で目的の情報を得るのが非常に手間がかかります。またメーカーにより微妙に違う部分もあり注意が必要です。Dicomデータから骨の表面のポリゴンデータを作成し、骨の3Dモデルを作るが間接部分の骨が海綿体のような素材で境界がはっきりしないために画像処理が難しく、正確な形状を再現できません。ただ、プレートを当てる部分ではないので問題はありません。作成したポリゴンデータからDirectXで3D表示を行い、回転操作して立体的に再現する骨の範囲を選択し、骨の表面形状を立体的に再現する225本(9本×25列)の各ピンの巻下げ量を演算し、生成データを作成します。この生成データに基づき、擬似ピンによる立体生成モデルのレビュー確認を可能にします。確認後、機構の起動を行ないました。

機構全体の制御には11個のステッピングモータを使用しました。ピン巻下げ部のX-Z方向移動に2個を、ピン巻下げ部に搭載する9個のピン巻下げ、歯車の回転用に9個のステッピングモータを活用しました。

225本の各ピンの巻下げ量、すなわちピン巻下げ歯車の回転パルス数は、上位PCからPLCのデータメモリに送信します。PLCは巻下げ量の異なる9本のピンを一斉に下げるために、ステッピングモータドライバにパルスを出力します。本来はステッピングモータ11個に対し、PLCには同数の位置決めユニットが必要ですが、予算の都合上から入手困難でした。そこでX-Z方向移動用ステッピングモータの制御には位置決めユニットを使用し、他の9個モータ制御にはPLCの汎用出力ポートからパルスを発生させました。PLCのプログラム方式を従来のラダープログラムからSFCプログラムに変更することで汎用出力ポート(トランジスタ出力)から約350Hzのパルス出力を可能にしました。

巻取り部はピンと歯車にワイヤを取付け、歯車の回転によってワイヤを巻き取りピンを下げます。ピン巻下げ部の歯車と巻取り部の歯車がかみ合い、1列(9本)毎にピンを巻き下げます。巻き下げ後にピン巻下げ部は巻取り部と離れますが、ピンの高さを保持するために、全てのピン側歯車にワンウェイクラッチを組み込むことで逆回転を防止しました。

骨を再現するピン径の検討を行ないました。提供された骨の最小半径が約14mmであったので、半径が12mmのときでも再現できるものとししました。また、ピンが触れる点において、直線の場合と曲線の場合とのギャップが、装置仕様の1mm以内であれば再現できると考えました。ピンの形状が小さく、且つ、間隔が狭ければ、より正確な形状を再現できますが、ピン径4mmでは、製作するのが困難なため、ピンの径・間隔を5mmとしました。

## 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	<a href="http://www.ehdo.go.jp/tochigi/college/index.html">http://www.ehdo.go.jp/tochigi/college/index.html</a>