

課題情報シート

テーマ名 :	文字書き人形の製作				
担当指導員名 :	迫田 竜太	実施年度 :	27 年度		
施設名 :	近畿職業能力開発大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	生産技術科		
課題の区分 :	総合制作実習	学生数 :	5 人	時間 :	14 単位 (252h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

「ものづくり」の楽しさを実感できるテーマとして、基礎技術を習得した学生が製造工程を考え自発的に製作できる部品を組合せた課題を設定することとしました。

そのため、目的意識をはっきり持たせ、完成した時の達成感・満足感を得るために実際に動作するものとして人形師が製作した「からくり人形」の中で有名な「文字書き人形」を機械加工に適した形に変更し製作することとしました。

【学生数の内訳】機械加工：5名、組立・調整：5名

【訓練（指導）のポイント】

学生には、問題点が発生した場合にその原因を追究し解決することを経験させることを意識して指導しました。訓練の始まりに全員で前日までの問題点をあぶり出し、その解決方法を考えさせました。その後に担当者を決め改良作業をさせ、その日の終わりに成果を全員で検証することとしました。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 近畿職業能力開発大学校
住所 : 〒596-0103 大阪府岸和田市稲葉町 1778
電話番号 : 072-489-2111 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/osaka/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。

文字書き人形の製作

生産技術科

指導教員 迫田 竜太

文字書き人形は、江戸時代に田中久重によって製作された「からくり人形」の最高傑作の一つであり、「寿・松・竹・梅」の各文字を巧みに筆で書き客に披露するものである。今回は、「心・技・体」の三文字を書かせる文字書き人形の製作を目指したのである。その過程は、文字書き人形の仕組みを分析し基本構造を製作、その後カム設計・製作に取り掛かり、幾度の修正作業を行うことで目的の文字を書く人形が製作できたのである。その製作過程において、各種機械要素の役割や各部品の使用目的を考慮した加工工程の検討および繊細な組立・調整作業などを学ぶことができたのである。

Keywords : からくり人形, 文字書き人形, 田中久重, Karakuri doll, Letter writing doll

1. 緒言

文字書き人形は、江戸時代末期にからくり儀右衛門こと田中久重によって製作された江戸からくりの最高傑作のうちの一つとされていたが、長い間行方不明とされていた。1990年代にアメリカで発見され、長期にわたる交渉と巨額の費用を費やし、2004年に日本に持ち帰られた。その後、修復され2005年の愛知万博（愛・地球博®）で公開され話題となった。

田中久重とは、当時流行していたからくり人形の新しい仕掛けを考案し、のちに現在の東芝の前身を築いた人物である。

我々はこの文字書き人形を、写真や動画からその仕組みを解明後、機械加工を考慮した部品設計に変更し製作することとしたのである(図1, 図2)。

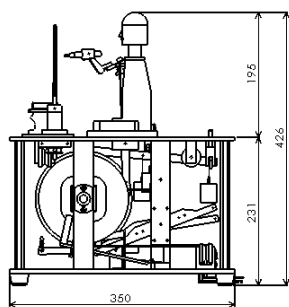


図1 文字書き人形の組立図

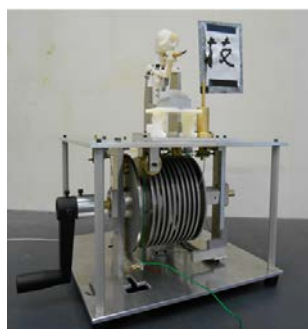


図2 今回製作した文字書き人形

2. 文字書き人形の製作について

2.1 動作および仕様 今回の文字書き人形は、1~7の動作を行うことを目的として製作した。

1. 紙を紙板に張る。(紙は客側を向いている)
2. カムを切替え書く文字(心・技・体)を選択する。(レバーによる切替え)
3. 筆に墨をつける。(スタートボタン)
4. 紙板が人形の側に回転する。
5. 人形が指定の文字を書き始める。
6. 人形の顔が筆先を追いかけるように動く。
7. 文字を書き終わると紙板が回り、客に文字が披露される。

2.2 カムの製作

1) カムの仕様 文字を書く腕の動作は3枚のカム(上下カム, 左右カム, 前後カム)が回転して制御されている。それぞれのカムで3本の腕木を変位させ文字を書く腕の動作をさせているのである(図3)。そのため3種類の文字を書くためには合計9枚のカムを製作し、切替えて文字を書かせる必要がある。さらに、顔の向きを動く筆先に向かせるために、顔も上下カムおよび左右カムに連動させて動作させている。

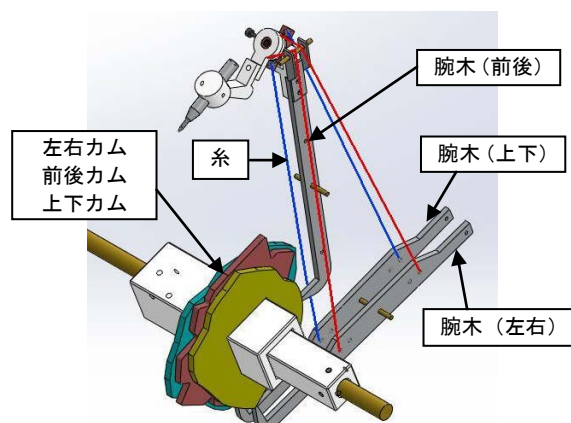


図3 カムの接続と動作

2) カムの設計 文字書き人形の腕はカムが1回転することで1文字書く動作を行う。ただし、1回転360°の最初と最後の各20°の合計40°を墨付け動作や紙板の回転等の文字を書かない動作に用いるために実際にはカムの320°を文字書き動作に割当てた。

カムの設計は、平面の動き(左右カム及び上下カム)から行った。最初に、2次元CADで文字を書く範囲を長方形で描き、そこに書きたい文字を一筆書きで記入した。そして、その軌跡の総移動距離を測定した(図4)。次に、 $320^\circ \div (\text{総移動距離 mm})$ で単位長さ当りのカム角度を求めた。その後、それぞれの線の長さに単位長さ当りのカム角度を掛け合わせ各線の始点終点(構成点)におけるカムの回転角度を求め、カムの外円に順番に各構成点の角度線を作成した(図5)。

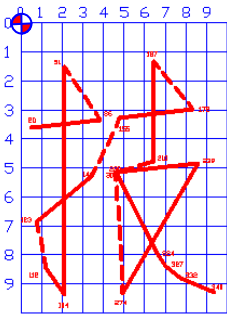


図4 CADで書いた字(技)

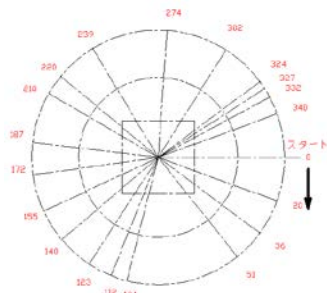


図5 各点の角度線(技)

次に、左右・上下カムの各角度での変位量を、図4に示す矩形の左上の原点からの左右および上下距離を計算で求め、各点を線で結び設計した(図6)。

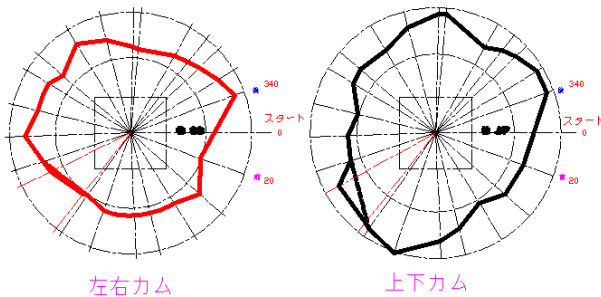


図6 上下カムおよび左右カムの設計データ

次に、一筆書きの文字に前後カムにより筆を離す動きを追加した。前後カムは、筆先を置く・離すだけでなく筆圧や上下・左右動作による軌跡のずれ(図7)も加味しなくてはならないため計算が難しくなる。そのため3DCADのモデル上で実際に筆の動作をシミュレートし、各構成点におけるカムの変位量を測定し設計した(図8)。

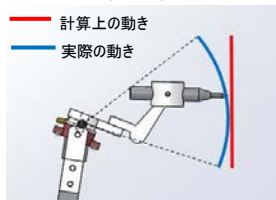


図7 筆先の軌跡のずれ



図8 筆先のシミュレーション

3)カムの製作 今回は「心」「技」「体」の3文字分のカム9枚を3Dプリンタで成形した(図9)。しかし、カムを組みつけ検証したところ、狙った文字には程遠いものであった。そこで、糸の張り具合やカムをやすりで削るなどの調整を行った(図10)。その結果、人形が書く文字がより文字らしくなった(図11)。

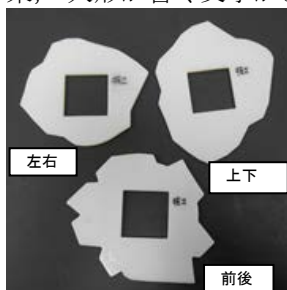


図9 成形したカム(技)



図10 カムの調整作業



図11 文字の修正(心・技・体)

3. 今後の検討事項

今回の文字書き人形の製作において参考となる資料が数少なかったため多くの不明点があった。それらの箇所は、自分たちで構造を検査し製作したが、未だにその構造が解明できていないところが多数ある。そのため、現時点での文字書き人形は文字を書くという当初の目的は達成されたが完成度を高めるためにはいくつかの課題が残っている。今後は以下の点を改善して行く必要がある。

1) **カムの検証** 今回設計したカムでは、文字がしっかりと書けているには及ばず、カムの設計方法の見直しを行う。今後は寸法の正確な幾何図形により検証が必要である。

2) **動力(ゼンマイ)の組み込み** 今回は手動ハンドルによる駆動までしか出来なかったためゼンマイによる駆動を目指したい。そのためには適正なゼンマイの選定および駆動速度を制御するための減速機的设计・製作が必要である。また、現在は単独のボタンで動作している墨付け動作も連動してサイクルに含めるための新たな機構も必要である。

3) **材質の変更** 今回は、文字を書くという基本構成の製作を最優先としたため機械加工で製作が困難な形状で設計し、それを3Dプリンタで製作した部品が多数ある。そのままでは耐久性の問題等が考えられるので今後は設計を見直し機械加工による金属製に変更する必要がある。

4. 結言

今回取り組んだ文字書き人形の製作を通して、設計から加工、組立・調整までの過程を経験できた。また、最初は文字を書く動作をしなかった文字書き人形を、グループで改善案を出し合い改良し、目的の動作を達成できたことは大きな達成感を得ることができた。

今後、それらの経験を社会に出て活かして行きたいと思う。

(2016年02月16日提出)

課題実習「テーマ設定シート」

作成日：7月24日

科名：生産技術科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		文字書き人形の製作	
担当教員		担当学生	
生産技術科 迫田 竜太			
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>文字書き人形の製作では、設計、機械加工、組立・調整、検査・評価、改善、報告までの「ものづくり」に係る一連の工程を実習を通して習得することで、実務に適応する技能・技術を身につけます。</p> <p>また、製作スケジュールの計画、役割分担といった協調性などのチームワーク力・コミュニケーション力についても身に付けます。</p>			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
<p>「ものづくり」の楽しさを実感できるテーマとして、基礎技術を習得した学生が、製造工程を考え自発的に製作できる部品を組合せた課題を設定することとした。</p> <p>そのため、目的意識をはっきり持たせ、完成した時の達成感・満足感を得るために実際に動作するものとして人形師が製作した「からくり人形」の中で有名な「文字書き人形」を機械加工に適した形に変更し、今年度はその基本構造を製作することとした。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>「文字書き人形」の製作では以下の特徴がある。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① カムや歯車やワンウェイクラッチなどの機械要素を組合せた機構を理解する。 ② 部品の役割を考え、各種工作機械を組合せた加工工程を検討する。 ③ 組立て調整し完成品を製作するとともに、さらに改善点を検討し図面を改定する。 			
No	取組目標		
①	文字書き人形の基本構造を完成させます。		
②	設計図を作成後、機械加工により製作し、動作の確認を行います。		
③	課題を通して、グループ全員の加工技術力の向上を目指します。		
④	報告書の作成、展示・発表会を実施します。		
⑤	目標の達成に向かって、一人ひとり責任をもって取り組みます。		
⑥	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します。		
⑦	報告・連絡・相談を怠らず、作業に遅延を発生させないよう気を付けます。		
⑧	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		
⑨			
⑩			