

全文「ですます」調でお書きください。

様式 2

課題情報シート

テーマ名 :	弓曳童子（ゆみひきどうじ）の製作				
担当指導員名 :	迫田 竜太、福尾 憲二	実施年度 :	26 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 :	総合製作実習	学生数 :	6 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「弓曳童子」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。

【参考文献】弓曳き童子の再生：峰崎十五

【学生数の内訳】機械加工：6名、組立・調整：6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。

弓曳童子の製作

生産技術科

指導教員

迫田竜太 , 福尾憲二

江戸時代に製作された「からくり人形」の中でも、代表的な「弓曳童子(ゆみひきどうじ)」を機械加工に適した仕様に変更し、同じ機能を持つ人形を製作した。アルミ合金製にしたことによる重量増加にともない、一部機構を追加した。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, 弓曳童子, 機械遺産, 田中久重, Karakuri Puppet, Bend a bow Robot, Mechanical Engineering Heritage, Tanaka Hisashige

1. 緒言

弓曳き童子は 1820 年代に作られ、江戸からくりの最高傑作のうちの一つであるが、「田中近江図案(からくり考案図)」に描かれたその実物は、長い間発見されていなかったのである。1990 年代に徳川家と前川家で発見され、修復されたものがトヨタ産業技術記念館と久留米市教育委員会に所蔵されている。いずれもからくり儀右衛門こと田中久重の製作である[2]。

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。

また、弓曳童子は平成 25 年に歴史的価値が認められ、日本機会学会の「機械遺産」に認定されたのである。

我々はこの弓曳童子の写真や動画からその仕組みを解明後、三次元 CAD(computer aided design)を用いて機械加工に適した形状に設計し(図 1)、各種工作機械を用いて製作することとしたものである(図 2)。

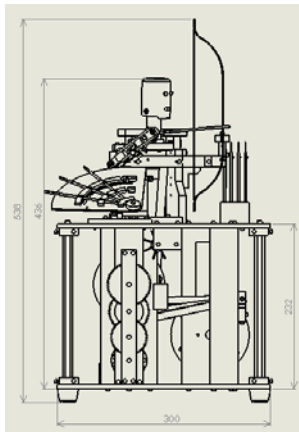


図 1 設計した
弓曳童子

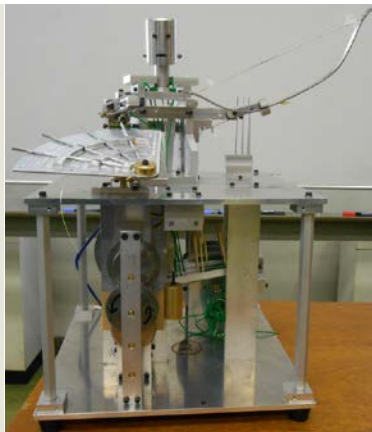


図 2 今回製作した
弓曳童子

2. 製作過程について

2.1 動作および仕様 今回の弓曳童子は、アルミ合金製でオリジナルと同じ動作をするものである。動力はゼンマイであり矢は 4 連射、ゼンマイを巻いてストッパーを外すと、次の動作を繰り返すものである。

1. 頭を傾け、矢をつかみに右手を伸ばす。
2. 矢をつかむ
3. 矢を持ち上げながら顔を上げる。
4. 頭を的に向け弓に矢をつがえる。
5. 弓を引き絞り狙いを定める。
6. 矢を放つ。

2.2 カムの製作

1) カムの仕様 弓曳童子は 7 枚のカムで各部を動作させている。そのうち 1 枚は弓を持つ左手のリンクを直接動作させ、残り 6 枚のカムで 6 本の腕木(カムフォロア)を変位させ、それに繋がれた 10 本の糸により頭・首・右手・指を動作させているのである(図 3)。

7 枚のカムの形状は複製された人形のカムの写真を参考にし、タイミングチャートより設計したものである(図 5)。カムの変位量は全て約 30mm とし、各部の移動量は糸の張り具合で調整したのである。

カム番号	糸の接続部分	動作
カム①	首	前
	首	右
カム②	首	前
	指	閉
カム③	指	開
	右肩	左
カム④	首	左
	頭	上
カム⑤	右手	右
カム⑥	右手	上
カム⑦	左手(直接)	前・後

図 3 カムの接続と動作[1]

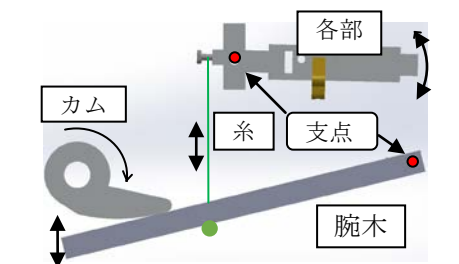


図 4 カムと腕木, 糸による動作制御

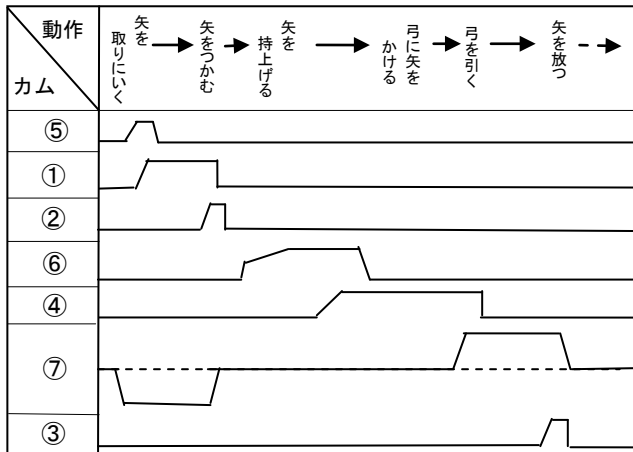


図5 カムのタイミングチャート

2) カムの加工 カムの加工については、まずは3次元CADのモデルを利用して、3Dプリンターで試作(図6)し組みつけてみた(図7)所、当初考えていた形状では上手くいかず、カムが掛かりすぎる所は範囲を短く、終わるのが早いカムは範囲を伸ばすことで対応し修正を加え、7つのうち、4つに修正を加えることとなったのである。実際の部品は修正した3次元モデルを利用してCAM(computer aided manufacturing)でNCプログラム製作後にアルミ合金をワイヤーカット放電加工機にて加工し製作したものである。



図6 3Dプリンターで試作したカム



図7 組み付けたカムと腕木

2.3 サザエ車の製作 ゼンマイは、開放されると弱くなっていくものである。これではトルクが一定にならず、終わりかけで回転力が足らずに遅くなってしまっているのである。そこで、「サザエ車」(図8)と呼ばれる均力円錐車を用いてトルクを安定させているのである。

サザエ車はNC旋盤のテーバねじ切り(左ねじ)機能で手製のバイトにより製作した。

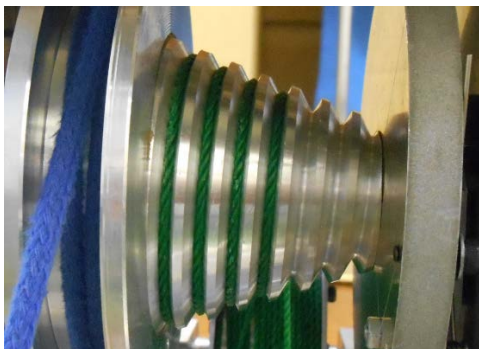


図8 サザエ車

3. 検証と改良について

3.1 動作確認 オリジナルの弓曳童子はカム軸の先端に歯車を組み合わせた调速機(図9)を配置し、その回転負荷によりゼンマイが一気に開放するのを抑え、カム軸の回転速度をコントロールしているのである。

今回も同様の機構として製作したが、アルミ製としたことによる重量増加で途中停止してしまっただけである。そこで当初想定したゼンマイのバネ定数(725N・mm/回)よりも大きなゼンマイ(1519N・mm/回)を用いることとしたのである。しかし、動作させると動作負荷の少ない箇所でゼンマイが強すぎ暴走してしまった。

対応策を検討した結果、カム軸をゆっくりと安定して回転させるために天符機構(図9)を追加設置することとしたのである。設計は、前年度に製作された「茶運び人形」を参考に行った。天符機構とは、和時計などでも使用している回転運動の速度を調整する仕組みである。この天符機構の追加により弓曳童子はゆっくりとした動きで4本の矢を放つことができたのである。

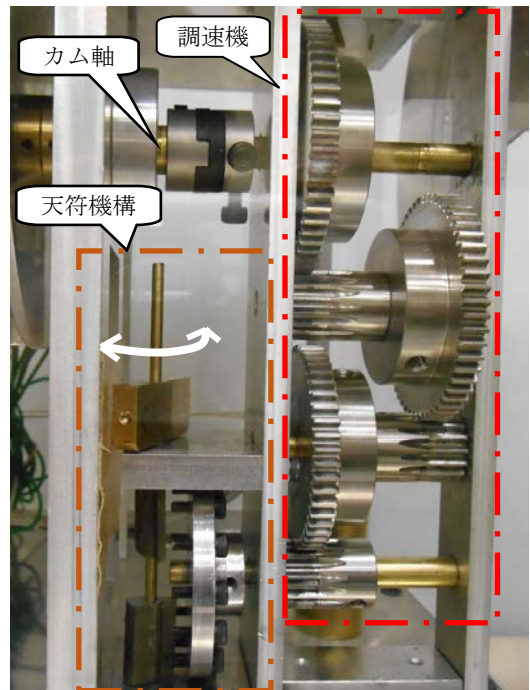


図9 速度制御の機構(天符機構)

5. 結言

今回取り組んだ弓曳童子の製作を通して、設計から加工、組立調整までの過程を経験できた。また、当初は動作する気配がなかった弓曳童子を、グループで改善案を出し合い改良することにより、目的の動作を達成できたことは大きな自信となるのである。

今後、それらの経験を会社で活かしてゆきたいと思うところである。

文献

- [1] 弓曳き童子の再生：峰崎十五 pp.27-33
- [2] はらっく工房：弓曳き童子(田中久重作)複製 http://hara-k.art.coccan.jp/2009_0428_yumihiki.html

(2015年02月18日提出)

課題実習「テーマ設定シート」

作成日：8 月 8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	弓曳童子の製作	
担当教員	担当学生	
○生産技術科 迫田 竜太		
生産技術科 福尾 憲二		
課題実習の技能・技術習得目標		
<p>弓曳童子の製作では、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「弓曳童子」を機械加工に適した形に変更し製作することとした。</p>		
実習テーマの特徴・概要		
<p>「弓曳童子」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	弓曳童子を完成させます。	
②	設計図通りに製作し、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		