

## 課題情報シート

テーマ名 :	自動導入式天体望遠鏡の開発				
担当指導員名 :	三木一伯、杉山誠、日浦悦正	実施年度 :	23 年度		
施設名 :	中国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	学生数 :	8	時間 :	54 単位 (972h)

### 課題制作・開発のポイント

#### 【開発（制作）のポイント】

天体望遠鏡は、秒単位の位置決め制御が要求される非常に精密な機器です。このため、機械加工、制御技術、さらに星の位置を正確に計算する高度なプログラミング技術が要求されます。本課題では、この点を重視した設計開発を行うことによって、これまでに修得した技術を活かした製品の開発を目指します。

#### 【訓練（指導）のポイント】

天体の動きは、関心がない学生にはあまりなじみのない動作でありことから、実際に簡単な天体観測なども取り入れながら、動作の概要を理解させました。

### 課題に関する問い合わせ先

施設名 : 中国職業能力開発大学校  
住所 : 〒710-0251 岡山県倉敷市玉島長尾 1242-1  
電話番号 : 086-526-0321 (代表)  
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/okayama/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。

# 自動導入式天体望遠鏡の開発

中国職業能力開発大学校

生産機械システム技術科 3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

## 1. はじめに

天体観望会等のイベントに欠くことのできない赤道儀望遠鏡は、天体の日周運動に追従し常に視界に対して静止した位置で目標天体を補足する機能に加えて、手軽に目標とする天体を視野にとらえるための導入機能が望まれる。さらに、設置する場合にも経験と慣れが必要であり、暗い場所での設置には苦勞するため、いくつかの付加機能を追加し、操作に不慣れな者でも比較的簡単に利用することのできる望遠鏡の架台システムの設計・開発を行う。

また、自動導入機能を持つ天体望遠鏡の開発を通して「ものづくり」プロセスの実践、全工程の生産管理を主体的に行うことにより複合した技能・技術及びその活用能力（応用力、創造的能力、問題解決能力、管理的能力等）を習得することを目的としている。

## 2. 仕様

今回の製作は、手元のパソコン等から観測したい天体を選択し、手軽に天体を捉える事を目標とした。観測は望遠鏡を地球の自転軸に合わせ設置を行い、任意の天体を捉える導入の動作と、日周運動により移動する天体を視界に捉え続ける動作が必要となる。これらを実現するために、位置情報を GPS で取得、望遠鏡の向きを地磁気センサにより取得し、この情報から観測時間における天体の座標データを計算し捉える。捉えた後、日周運動により移動する天体の追尾を行う。また、手動操作を可能にしたリモコンを付加した。

機構部分に関しては観測に適するように設置移動が比較的容易で、可搬重量を大きくする為以下のように設計した。

## 3. 製品概要

本製品は、赤経軸、赤緯軸の2軸で構成された経緯台を基に、分解が可能で持ち運べ、メンテナ

ンスも容易で、比較的可搬重量が大きいフォーク型の架台である。2軸共にモータを取付け、タイミングプーリによる減速で制御し目標に決めた天体まで動作させる。製品の概観を図1、製品仕様を表1に示す。

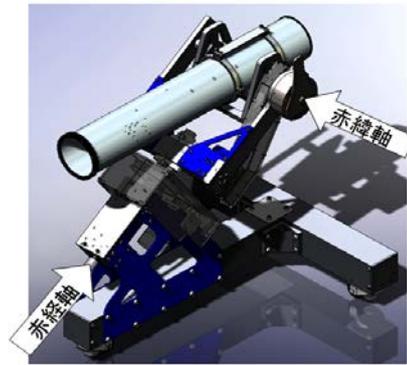


図1.概観図

表1.製品仕様

外寸	W850×L800×H750mm
重量	540N
駆動源	DC 2 4V

## 4. 架台部分の構成

製作した架台は鏡筒を保持し回転させる鏡筒保持部と、鏡筒保持部を支える脚部の2つから構成され、分解が可能な構造となっている。脚部にはキャスターが取り付け、容易に移動できる。図2に構成部品図を示す。



図2.構成部品図

伝達機構は構造が単純で、バックラッシの少ないタイミングベルト方式を採用した。また、駆動

用モータとしてはオープンループで、制御が容易にでき、安定したステップ動作ができることからステッピングモータを採用した。モータの選定では、赤経軸が日周運動を追尾するのに必要な周波数を 50Hz 近辺、最高速度を 500 倍として 25kHz とし、ギヤとプーリの比率を求めた。同様に、赤緯軸についてもモータ、駆動系の比率を決定した。図 3 にベルト部図を示す。



図 3. ベルト部図

## 5. 制御システム

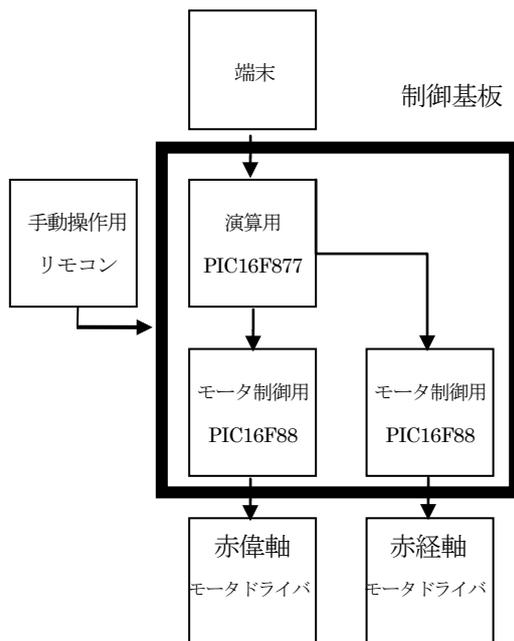


図 4. 全体ブロック図

制御システムは PC からの天体の座標データと方位の情報を取得し、赤経及び赤緯軸に取り付けた 2 つのモータを高精度で位置決め制御する必要がある。この為、マイコンのプログラムの割り込みでモータの動作が不安定になることを予測し、それぞれのモータに独立した制御用のマイコンを

採用した。そして 2 つのモータ制御用マイコンを統括し端末やセンサのデータの送受信などを行う演算用のマイコンを搭載し計 3 つのマイコンで構成した。端末からの座標データや動作命令を受け付けた演算用マイコンは、図 4 のようにモータ制御用のマイコンに動作信号を送る。信号を受け取ったモータ制御用のマイコンは、パルス信号をモータドライバへ送信し望遠鏡を動作させる。

## 6. 制御用ソフトウェア

制御用ソフトウェアは Android3.2 を搭載するタブレットコンピュータに実装した。このソフトウェアは、全天に存在している主な恒星と惑星、月のデータの基本データを保持しており、観測場所と現在時刻より目標とする天体の位置情報（赤経、赤緯）を求める。たとえば、全天で最も明るいおおいぬ座のシリウスは(赤経 6h45m08.917s、赤緯-16° 42' 58.02")は現在の時刻を考慮して位置を求める。その後、得られた位置にある対象天体が望遠鏡で観察可能かなどを判断し Bluetooth を介して、制御用マイコンに送信する機能を有している。通常手動の天体望遠鏡であれば、近くにある確かな基準からのずれをもとに赤道儀を操作し目標とする天体を導入する方法しか利用できない。本システムでは、現在位置、時刻も自動的に計測し、計算を行うため手軽に目標天体を導入できる。また、リモコンから行える手動操作もタブレット上から操作できるなど、制御系を無線化することができ、特に暗い場所での操作性の向上を図ることができる。

## 7. まとめ

製作した赤道儀の架台部分は完成させることができ、手元のリモコンによる操作によって 2 軸のモータをそれぞれ自由に動かし、望遠鏡を任意の方向に向けることが可能となった。

端末とマイコン間における座標データの通信や、モータの制御を初めとする基本動作を確認することができた。

今後は機構部分と制御システム、さらには端末との情報を連携して、システム全体としての動作確認をする予定である。そして実際に観測を実施して操作性、安全性を確認する必要がある。

# 課題実習「テーマ設定シート」

平成 23 年 9 月作成

科名：生産システム技術系

教科の科目		実習テーマ名	
精密機器設計製作課題実習（生産機械システム技術科） 電子装置設計製作課題実習（生産電子システム技術科） 計測制御システム応用課題実習（生産情報システム技術科） （開発課題実習）		自動導入式天体望遠鏡の開発	
担当教員		担当学生	
生産機械システム技術科 三木一伯			
生産電子システム技術科 杉山誠			
生産情報システム技術科 日浦悦正			
課題実習の技能・技術習得目標			
自動導入機能を持つ天体望遠鏡の制御システムの開発を通して「ものづくり」プロセスの実践、全工程の生産管理を主体的に行うことにより複合した技能・技術及びその活用能力（応用力、創造的能力、問題解決能力、管理的能力等）を習得することを目的としています。製品設計技術、切削加工、磨き工程、制御技術、センサ技術、遠隔操作技術を複合的に活用した製品製造技術、製品設計製造情報のドキュメント作成及び管理技術などの習得を目標とし、更なる技術・知識の向上を目指します。			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
天体観望会等のイベントに欠くことのできない赤道儀望遠鏡は天体の日周運動に追従し常に視界に対して静止した位置で目標天体を補足する機能に加えて、手軽に目標とする天体を視野にとらえるための導入機能を持った架台の設計・開発を行う。さらに、設置する場合にも経験と慣れが必要であり、暗い場所での設置には苦勞するため、いくつかの付加機能を追加し、操作に不慣れな者でも比較的簡単に利用することのできる望遠鏡の架台システムの設計・開発を行う。			
実習テーマの特徴・概要			
2つの直行する軸（赤経、赤緯）を持つフォーク式赤道儀の機構部分を設計、制作を行う。 赤経軸に取り付けたステッピングモータを日周運動に同期させて制御する。 各軸に取り付けたステッピングモータを制御し目標天体までの導入を行う。 目標天体の位置を観測位置、観測時間に合わせて算出を行い、通信機能を用いて制御対象に送信する 以上のような要素を組み合わせた天体望遠鏡の制御システムを完成させる。			
No	取組目標		
①	製品運搬機構装置を完成させ、規定の仕様を実現します。		
②	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。		
③	課題を解決するために必要な情報を収集し、分析・評価して合理的な手順や方法を提案します。		
④	装置を設計製作する際、理論と現場の技能・技術を複合して取り組みます。		
⑤	知識・技能・技術を有機的に結合し、テクニカルスキルを確実に身につけます。		
⑥	グループメンバーの意見に耳を傾け、課題解決に向けた目的や目標及び手順や方法について共通の認識を持ちます。		
⑦	課題装置を設計製作する際に品質、コスト及び納期をバランス良く調和させます。		
⑧	企画力・開発技法・設計製作・製品評価・品質管理など技術者としての総合力の発揮を目指して取り組みます。		
⑨	図や表を効率的に利用した分かり易い報告書や発表会予稿原稿を作成し、発表会では制限時間内に伝えたい内容を説明します。		
⑩	毎月、リーダーを交代し役割分担を果たし、作業日誌の記載をします。		