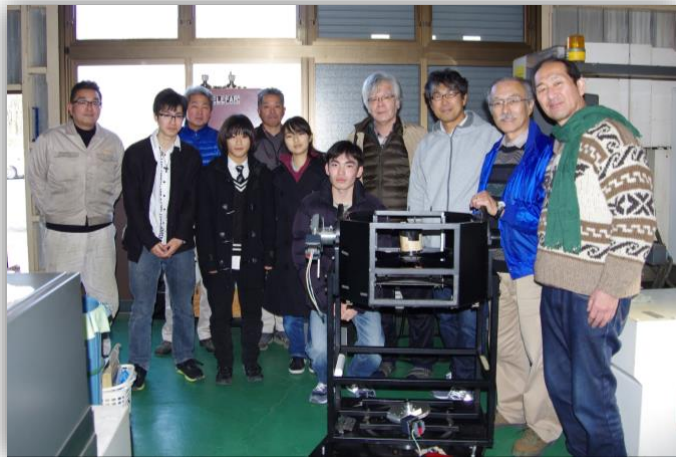


車いす仕様ナスミス望遠鏡自動追尾化による特別支援学校と普通校の交流 ～茨城から福島へ～



実施担当者 茨城工業高等専門学校
准教授 原 嘉昭

1 はじめに

2020年東京オリンピックを機縁に障害者スポーツへの関心が高まっている。スポーツばかりでなく科学教育の分野でも障害者の科学教育振興をはかり、同時に障害者と健常者の生徒たちとが交流を図り、未来のホーキング博士を育てようというのが本申請の趣旨である。

茨城県に於いてナスミス望遠鏡等による特別支援学校での天体観測が貴科学教育振興の成果として定着しつつある。申請者が顧問を務める茨城工業高等専門学校（茨城高専）天文部も、この先駆的な活動の趣旨に感銘を受け観測会に協力してきた。しかし、特別支援学校での観測会では、我々が天体を視野に入れてから参加者が望遠鏡を覗くまでに時間がかかることが多く、その間に天体が視野から外れてしまうことが度々起こる。また、一度視野から外れてしまった天体を再び視野内へ導入することは望遠鏡の操作に熟練した者でないと難しい、などの課題が明らかになっている。そこで、普通高校生が天体機材を操作し特別支援学校での天体観測会を支援するという萌芽を定着させるために、(1)ナスミス望遠鏡の操作の簡便化を茨城高専を中心に行い、その成果による特別支援学校と普通校の交流による天体観測を(2)茨城県からさらに福島県へ広げようとするのが本申請の目的である。

具体的には以下の取り組みを行って来た。

- 1) 現有のナスミス望遠鏡を電動化
- 2) 天体の自動導入、自動追尾化に2つのプロジェクトで臨む
Project1：市販の天体シミュレーションソフトウェアの自動導入、自動追尾機能を利用
Project2：Webカメラを用いた安価な追尾システムの構築
- 3) 天体観測会へ積極的に参加し、観測会を天文部員自らが中心となつてできるように経験を積む

2 実施結果

2-1 現有のナスミス望遠鏡を電動化

本助成研究が始まる時点で、既にナスミス望遠鏡の電動化の取り組みは動き始めていた。しかし、図1に示すように、駆動用のステッピングモーターは仮止めの状況であり、ウォームとギヤホイールの噛み合わせが悪く、高位軸を駆動させるとギーっという音が発生する。また水平軸の電動化はされていない状態であった。

まずはナスミス望遠鏡を電動化し、実際の観測会で用いることができるようにスムーズに動くようにすることを目指した。その際、Facebook等のSNSや各種の天体イベントに参加し、ナスミス望遠鏡開発の目的や背景の発信を続けたところ、元天文ガイド編集長で、現在は天体望遠鏡の部品等を製作、販売を行なっている(株)輝星の高槻幸弘さんの協力を得られることとなった。また、12月からは、大型望遠鏡の製作実績のある(株)昭和機械製作所の渡辺和明さんの協力も得られることとなった。開発方針については常に電子メールで意見交換を行い、必要に応じて実際に集まり意見交換、性能試験等を実施した。

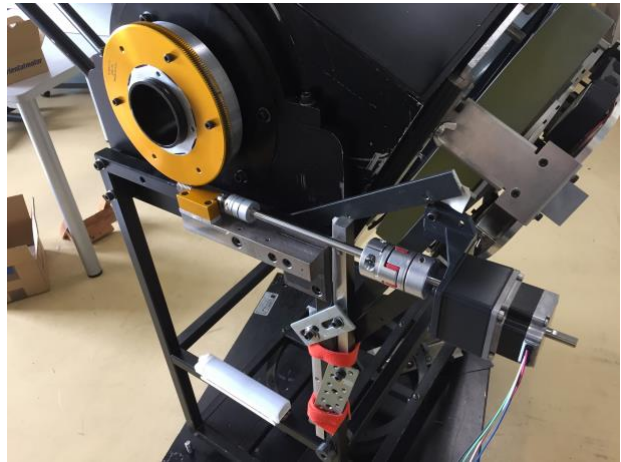


図1 ナスミス望遠鏡駆動部の最初の状態

これらの取り組みを通して、以下のような開発方針を決めた。将来的にはナスミス望遠鏡と同様の駆動系(水平軸、高位軸)を有するドブソニアン望遠鏡へも汎用的に利用できるギヤユニットの開発を念頭に置き、ステッピングモーターおよびウォームギヤ(ウォームとウォームホイールの組み合わせ)をユニット化する。それをナスミス望遠鏡の高位軸および水平軸へ取り付ける。ウォームユニットの作製は、高槻さんの(株)輝星に依頼し、ナスミスへの取り付けは、ナスミス望遠鏡を作製していただいたいわき市の(有)藁谷製作所に依頼した。(図2)

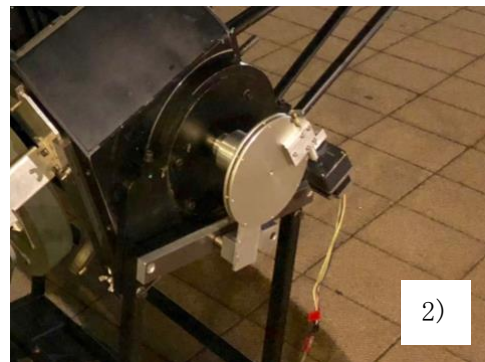


図2 1) (株)輝星に作製して頂いたウォームユニット、2) ナスミス高位軸に取り付けた様子

水平軸、高位軸のステッピングモーターの制御は、こちらもSNSで知り合った天体望遠鏡のコントローラーなどを作製、販売されている(有)サンレイテクノロジーのSR-20というコントローラーを用いることとした。SR-20は、モーターのマニュアル制御およびPCを用いたリモートコントロールのどちらにも対応することができる。

この段階で、水平軸はスムーズに動くようになり、電動でのコントロールはほぼストレスなく行えるようになった。しかし高位軸については、主に以下の2点の問題により、動き始めにバックラッシュ現象が起こってしまい、視野内で星の位置を微調整したいような場合に思うように星の位置をコントロールできない状態である。

- 1) 高位軸の耳軸全体の摩擦(特に静止状態から動き出すまでに発生する静止摩擦力)
- 2) 望遠鏡そのものの慣性モーメントが大きいこと

現在1)について、高位軸の耳軸へベアリングを組み込み、摩擦力を低減させるよう耳軸周辺の設計を行っており、来年度早々にも改善される予定である。2)については、望遠鏡本体の構造を作り変える必要があるため、現状では簡単ではないと考えている。

2-2 現有ナスミス望遠鏡の自動追尾化 Project 1

Project 1 では、少しでも早くナスミス望遠鏡を観測会で使用可能な状態にすることを旨とし、市販の天体ソフトウェアを用いてナスミス望遠鏡の自動導入、自動追尾化する取り組みを行った。市販の天体ソフトウェアはいくつもあるが、その中から自動導入、自動追尾機能があり、比較的ソフトウェアそのものが軽く PC のスペックが要求されないものとして、SeedsBox の SUPER STAR V を用いることとした。幸いにも開発者の谷藤賢一さんはつくば市に在住で、本プロジェクトに協力者として参画していただくことができた。

SUPER STAR V をインストールした PC と SR-20 コントローラーは RS-232C ケーブルで接続する。設定事項としては、水平軸、高位軸に用いているウォームギヤのギヤ比である。以上の設定を行った後、望遠鏡を真南、水平に向け、SUPER STAR V と同期を行うことで初期設定が完了する。

この状態でいくつかの天体の自動導入を試みたところ、視野の中に天体が導かれることはなかった。水平方向はおよその位置まで導入されるが、高位軸は大きく異なる高さを向くことが多い。現在原因を究明しているところあるが、電動化のところでも述べたように高位軸はステッピングモーターの駆動力が素直に望遠鏡の動きに反映されない状態であるため、自動導入もうまくいかないものと思われる。高位軸の摩擦の低減により自動導入も可能になるとと思われる。

一方、マニュアル操作で月を視野に入れてから、自動コントロールによる追尾を試みたところ、約 100 倍の倍率で 30 分ほど、全く望遠鏡の位置の修正無しで追尾できることを確認した。これは観測会での追尾精度としては十分利用可能な精度である。

自動導入は上手くいかないが、自動追尾は上手くいくことから考えられることは、高位軸の摩擦力が問題であるということである。自動追尾は常に高位軸、水平軸とも僅かずつ動き続けているため、発生する摩擦力は動摩擦力である。一方、望遠鏡が静止している状態から一気に鏡筒を動かし天体を導入する自動導入は、動き始めに大きな静止摩擦力に打ち勝つ必要があり、これが導入精度を落とす原因であると考えられる。

2-3 現有ナスミス望遠鏡の自動追尾化 Project 2

Project 1 と並行して Project 2 の開発を少しずつ進めている。Project 2 では Web カメラで捉えた天体を追尾することを基本的なコンセプトとしている。最終的には、Raspberry Pi などの安価な PC を搭載したユニットとし、一般の天文ファンが購入した安価な経緯台望遠鏡を自動追尾化できるシステムの開発を目指している。もちろんナスミス望遠鏡の自動追尾化にも適用できる。

そのための第一歩として、Web カメラで直接捉えた月の位置（座標）を自動で読み取るプログラムを作成した。National Instruments 社の組み込みデバイス myRIO およびソフトウェア LabVIEW を用いたシステムを作成した。実験の様子を図 3 に示す。Web カメラで捉えた映像が PC 画面中の左側である。この像を二値化処理し、月の映像のみを白色で、それ以外の部分を黒色で示すことにより明確にしたのが PC 画面中の右側の映像である（図 3 の PC 画面中では、月の映像は小さすぎてよく見えていない）。二値化した映像の白い部分の中心位置の座標が表示されている。

Project 2 の進捗は遅れており現状はここまでしか到達できていない。この後は、Web カメラをガイド鏡へ取り付けること、Web カメラからの天体の映像が常に画面の中心（または指定した場所）に留まるよう、フィードバックをかけるプログラムを作成する予定である。



図 3 Web カメラの映像から天体の座標を読み取るプログラムの様子

3 観測会の実施、協力

本助成研究に関連して、茨城高専天文部が参加した観測会は以下の通りである。

2017年4月1日（土） 大島小松川公園星空観測会

電動化、自動化前のナスミス望遠鏡を持ち込んだが、あいにくの曇天で天体観測はできなかった。

2017年8月27日（日） 国営ひたち海浜公園 Seaside Star Party（図4）

電動化、自動化が間に合わず、従来の状態での観測会を実施した。海浜公園のコキアイベントに合わせて実施したため400名を超えるお客さんに月の観察を楽しんでいただいた。しかし、こちらは数人ごとに望遠鏡を覗き位置調整をしてお客さんに観てもらおうことの繰り返しであったため本当にヘトヘトとなった。電動化、自動追尾化の必要性を実感した観測会であった。



2017年11月15日（水） 下妻特別支援学校 観測会

本プロジェクトの本来の目的である、特別支援学校での観測会を実施した。しかし、ナスミス望遠鏡の電動化が間に合わず、ナスミス望遠鏡無しでの観測会となってしまった。

2018年2月23日（金）、3月3日（土）（図5）

常磐線勝田駅前での観測会を実施した。自動導入までは対応できなかったが、自動追尾機能は十分機能し、30分ほどであれば操作者がノータッチで観測会が可能であることを確認できた。道ゆく人たちに月を大迫力の映像で観てもらうには十分な性能である。ゴルフ帰りの大人たちも大喜びであった。



4 まとめ

既存のナスミス望遠鏡の電動化、自動追尾化がやっとの事では実現でき、なんとか観測会で使えるレベルまで到達することができた。しかし高位軸に関してはまだ改善の余地はあり、残りの1年間で完成度を上げていく予定である。今後は、本プロジェクトの本来の目的である特別支援学校での観測会、震災からの復興に努力されている福島県での観測会を実施していく予定である。

謝 辞

本プロジェクトは中谷財団様からの支援がなければ実施することができませんでした。2年間に渡りご支援をいただけることに感謝いたします。また、（株）輝星の高槻さん、（有）サンレンテクノロジーの北村さん、（株）昭和機械製作所の渡辺さん、SeedsBoxの谷藤さんには、常にナスミス開発の議論に加わっていただき、それぞれの専門的な立場からの貴重なアドバイスを頂いており、お礼申し上げます。