

# 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  
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助成研究の趣旨である。

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。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)ナスミス望遠鏡の電動化、自動追尾化を行う。
- (2)その成果による特別支援学校での天体観測を茨城県および福島県で実施する。
- (3)一般の方にもナスミス望遠鏡やその他の望遠鏡を用いた天体観測会を体験していただく機会を提供する。

ことを行ってきた。

1年目では、手動操作であった既存のナスミス望遠鏡を、方位軸、高度軸へのステッピングモーターとウォームギアを組み合わせたウォームユニットを取り付け、ステッピングモーターの制御はSR-20という市販のコントローラーを用いることで電動化を行った。さらに市販の天体シミュレーションソフトウェアSUPER STAR Vを用いて、自動追尾、自動導入を試す段階までこぎつけた。しかし、高度軸がスムーズに動かず、ガクツ、ガクツ、と不連続な動きをしてしまい、天体の自動導入、自動追尾は難しい状況であった。

## 2 実施結果

### 2-1 駆動系の改良

高度軸がスムーズに動かないことの第一の原因として、高度軸の摩擦が考えられた。高度軸は安定化のために直径25cmの円盤を軸（円盤耳軸）としている。そのため安定感はずが設置面積が多いことで摩擦は大きくなる。そこで円盤耳軸の軸受け側にベアリングを組み込んだ。左右の軸受け部分に2つずつ導入した。（加工は藁谷製作所）。また、耳軸設置部分の再研磨を行い抵抗の低減を図った。

一方、ベアリングの導入により高度軸がスムーズに動くようになると、鏡筒の大きなトルクが直接ウォームユニット内のギヤ部にかかるためギヤを破損する恐れが出てくる。そこで耳軸とウォームギヤの間に大型フレキシブルカップリングを導入することとした。大型フレキシブルカップリングは、高度軸を駆動させる十分な強度を有するが、過度に大きなトルクがかかると自ら変形してそのトルクを逃がす機構を有している。また、望遠鏡を移動時には、車の振動がギヤ部に伝わることを避けるためのクランプ機構も持たせることにした。すなわち、ウォームギヤの軸と大型フレキシブルカップリングを締め付ける一つのネジをクランプ替わりに利用することとし、望遠鏡を駆動するときは締め、移動時は緩めておくことにする。こうすることでウォームギヤユニット周辺のガタの発生を抑えることができる。同様の改修は水平軸へも導入した。(図1)



図1 大型フレキシブルカップリング

以上により、一年目に問題となっていたナスミス望遠鏡のモーター駆動時のガクツ、ガクツという動作は一切なくなり機械的な動作について、ひとまず実用段階に達することができた。

## 2-2 光軸調整簡易化の改良

先に説明したように、ナスミス型望遠鏡は鏡が3枚あり光軸調整が困難である。そこでまず第一の方法として、斜鏡を簡単に付け外しができるようにした。すなわち、まずは斜鏡を外しておき主鏡と副鏡の平行出しを行い、その後、斜鏡を取り付け、斜鏡の光軸を合わせるだけとした。これまでの様に3枚の鏡を同時に調整する必要が無くなり(素人にはどの鏡をどちら向きに動かすかの判断が極めて難しい)、ざっとした光軸調整であれば慣れていない学生でも10分以下程度で行うことができるようになった。

## 2-3 観測会の実施例

### (1) 福島県相馬市親子星空観測会 (2018. 7. 30)

本助成研究の目的の一つは、震災や原発事故で苦しむ福島の人たちを天体観測によって応援することであった。ナスミス望遠鏡の作製を依頼した藁谷製作所も福島県の会社である。そこで、福島県相馬市の親子星空観測会へ、上記の駆動系の改修が終わったばかりのナスミス望遠鏡を持ち込み観測会を実施した。

当日は曇り空に時々晴れ間が見える程度のあいにくの天候であったにも関わらず、約100名の参加者があり、天体観測への関心の高さが伝わってきた。しかし、大接近中の火星が建物から出てきて観測可能な位置へ来たときに雲で隠されてしまい残念ながら観測することはできなかった。そこで、興味のある親子にはナスミス望遠鏡のしくみ等を簡単に説明し、この望遠鏡がMade in Fukushimaであり、素晴らしい技術であることを伝えることができた。(図2)

また、この観測会には、仙台高専の天文部も参加していただき、今後、ナスミスを用いた観測会についても協力していただけることになった。



図2 相馬市での観測会の様子。火星は雲に覆われ観測できなかったが、望遠鏡に興味のある親子がたくさん列を作って説明を聞いてくれた。

## (2) 国営ひたち海浜公園 Seaside Star Party (2018. 8. 18)

海浜公園での観測会を実施した。前述の相馬での観測会が天候に恵まれなかったため、この日が駆動系改修後の初めての観測会であった。上述の駆動系の改修が終わった直後の実践となった。自動導入、自動追尾は十分なテスト運転ができていなかったため、この日は電動によるマニュアル操作で望遠鏡を駆動させ、月、木星、土星を観測していただいていた。たまたまではあるが、図4に示すように車いすの方にも寄っていただき、ナスミス望遠鏡を覗いていただくことができた。

### (図3)

しかし、その後、突然コントローラーSR-20がシャットダウンして、再び電源が入らなくなってしまった。後から判明したが、モーター用のリード線の1本がコネクタ部分から抜け落ちており、それでもモーターを回そうとしたためコントローラー内のトランジスタが熱をもって動作しなくなってしまったことが原因のようであった。今回の経験から、これまで固定が不十分であったリード線を、ナスミス望遠鏡の架台部分に固定する、コネクタ連結部分は抜けないように繋いだままにする、などの改良を行った。



図3 車いすの方にも安心して観測していただいた。

## (3) 下妻特別支援学校天体観測会 (2018. 11. 15)

本助成研究の最大の目的の一つである、車いすの方々に天文台級の望遠鏡で天体観測をしていただくことを実践するため、下妻特別支援学校での観測会を実施した。当日は快晴に恵まれた。11月中旬ということでも寒かったが、大勢の施設の利用者にナスミス望遠鏡を覗いていただくことができた。「わー、きれい!」とか「わー、すごい。」と喜んでいただき、これまで様々な苦労があったが開発を続けてきて良かったと実感できるひと時であった。(図4)

この観測会では、開発した自動追尾機能を用いた。対象が月であったことからまずはマニュアルで視野へ導き、制御ソフトウェアと同期させる。その後は自動追尾とした。図4の写真を見ていただくと分かるかと思うが、車いすの生徒さんが一人で熱心に接眼部を覗いて天体観測をしている。自動追尾の機能はまだ完全ではない



図4 車いすの生徒さんが熱心にナスミス望遠鏡を覗いている様子。\*本報告書のタイトル下の写真も下妻特別支援学校での観測会のものである。

ものの、観測会の運用には十分な精度で動作することが確認できた。今後はより自動追尾の精度を上げるため、追尾精度の高度、方位による違いを測定し、誤差の原因を考察していく予定である。

特別支援学校での観測会を行ったことで見えてきた改善点もある。それは「覗く部分(接眼部)の高さ」である。もちろん観測者の体の大小もあるが、現在は電動車いすなどもあり、車いすそのものの高さも随分異なる。そのため、車いすの方に覗きやすい高さはかなり差があることが分かった。通常の健常者であれば人間が腰を曲げたり伸ばしたりして高さ調節できるが、車いすの方にはこれはかなり難しい動作である。この部分は望遠鏡そのものの高さを変えることは困難であるため、接眼部の高さを変える工夫が必要となる。この点に関しては、接眼部から光を天頂プリズムで横へ出し、その角度を調整することで高さを変化させられるように改善する予定である。本年度の予算



で、そのために必要な部品の一部を購入させていただいた。来年度以降も継続して開発を続けていく予定である。

#### (4) 勝田駅前天体観測会の実施

茨城高専があるひたちなか市には、(株)サザコーヒーという地域に根ざしたコーヒーショップがある。サザコーヒーは「アグリサイエンスカフェ」という催しを不定期に開催しており、農業や食品の安全に関わるセミナーを、適宜講師を招いて開催している。私も興味があり参加したことをきっかけに共同で天体観測会を実施することとなった。サザコーヒーは茨城高専の最寄駅である勝田駅の東側に「サザコーヒー勝田駅前店」があり、その店舗の前付近で天体観測会を実施することとした。(もちろん公道であるので、道路使用許可を取得して実施している。)飲食店と協力することのメリットの一つはトイレおよび電源の確保である。天体観測をしている一般市民へトイレの使用を許可してくださり大変助かった。

実際に観測会を実施したのは、2018 3/3, 5/5, 5/25, 6/22, 9/28, 10/25, 11/23 の計7回である。街ゆく人たちの多くにナスミス望遠鏡を覗いていただくことができた。観測会の実施は、サザコーヒーのFacebook、Twitter で配信した。観測会の回を重ねるごとにリピーターも増えてきた。途中からはプロジェクターとスクリーンを設置して簡単な解説やクイズを取り入れ、ただ見るだけではなく、何が見えるかを説明したりクイズにしたりして、子供たちの理解を深めるよう工夫した。(図5)

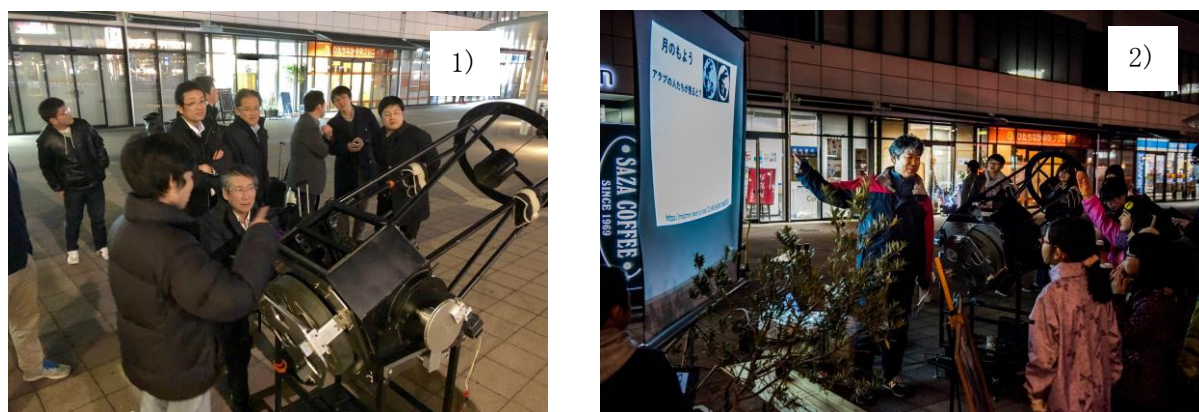


図5 1) 勝田駅前でナスミス望遠鏡の仕組みを説明する様子。

2) プロジェクタによる説明を取り入れた様子。

### 3 まとめ

高度軸へのベアリング、大型フレキシブルカップリングの導入により、観測会で十分使える自動追尾精度を達成することができた。その結果、本助成研究の目的であった特別支援学校や福島県での天体観測会を実施することができ、参加者に楽しんでいただくことができた。また、勝田駅前での天体観測を定常的に行うことができた。今後も追尾精度、自動導入精度の向上に取り組みつつ、観測会の実績を増や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年間に渡るご支援をいただけたことに大変感謝いたします。今後も活動は継続していきます。また、関係していただいたたくさんの専門家の方々の協力なくしてここまで到達することはできませんでした。ありがとうございました。