

# 18in.主鏡を用いたドブソニアン望遠鏡の製作\*

(第21回科学部研究報告)

## Production of a Dobsonian Telescope using a 18 inches Objective Mirror

(The 21st Report of the Science Club of Yonago National College of Technology)

岩浅大輝\*\*, 朝比奈雄志\*\*\*, 松田稜哉\*\*\*, 尾崎匠\*\*\*\*, 山田ゆかり\*\*\*\*\*,  
Hiroki IWAASA, Takeshi ASAHINA, Ryouya MATSUDA, Takumi OZAKI, Yukari YAMADA,

河津雄太\*\*\*\*, 守山凜\*\*\*\*, 小林捷憲\*\*\*\*, 竹内 彰継\*\*\*\*\*  
Yuuta KAWATSU, Rin Moriyama, Katsunori KOBAYASHI, Akitsugu TAKEUCHI

### 概要

米子高専科学部は、2007年に反射鏡研磨の第一人者である兵庫県川西市在住の三好清勝氏より口径10吋の放物面反射鏡の寄贈を受けてドブソニアン望遠鏡を製作し、近隣の小学校での天体観望会等で活用した。その後、2018年には口径18吋の放物面反射鏡の寄贈を受けた。そこで、前回の知識と経験を活かし、より大型のドブソニアン望遠鏡の製作を試みた。本望遠鏡は、さじアストロパークのメイン望遠鏡に次ぐ鳥取県第2位の口径であり、設計から製作・完成まで12ヶ月を要したが、テスト観測の結果十分な性能を有していることが確認された。また、作成した望遠鏡を用いて2020年10月26日に校内で天体観望会を開催したところ、参加していただいた方々から高い評価をいただき、観望会の主望遠鏡としても活用可能であることがわかった。

### 1. はじめに

米子高専科学部は、2007年に反射鏡研磨の第一人者である兵庫県川西市在住の三好清勝氏より10吋（口径25.4cm、焦点距離154cm、口径比6.1、鏡面精度 $1/8\lambda$ ）の放物面反射鏡の寄贈を受け、ドブソニアン望遠鏡を製作した[1, 2]。その後、2018年には18吋（口径45.7cm、焦点距離230cm、口径比5.0、鏡面精度 $1/16\lambda$ ）の放物面反射鏡の寄贈を受けた(図1)。

そこで、私達は前回の経験と知識を生かし、より大型のドブソニアン望遠鏡の製作を試みた。ただ、本望遠鏡は、さじアストロパークのメイン望遠鏡に次ぐ鳥取県第2位の口径であり、設計と製作には相当困難を伴ったがテスト観測の結果十分な性能を有していることが確認された。以下その結果について報告する。

なお、この研究は新型コロナウイルス感染症のため中止となった2020年日本天文学会春季会ジュニアセッションにて発表予定だったものである。



図1 三好氏から寄贈された口径18吋の放物面反射鏡。  
反射鏡はまだメッキされていない。

### 2. 18吋ドブソニアン望遠鏡の製作

#### 2.1. 18吋ドブソニアン望遠鏡の設計

今回の反射鏡の口径は、さじアストロパークのメイン望遠鏡に次ぐ鳥取県第2位の大きさであり、前回の反射鏡と比較して、口径で1.8倍、焦点距離で1.5倍と相当大きなものである。そのため、設計方針も前回とは相当変更せざるを得なかった。

具体的には、前回は厚さ18mmの丈夫なパイン集成材

\* 原稿受理 令和3年1月15日  
\*\* 電子制御工学科卒業生  
\*\*\* 物質工学科卒業生  
\*\*\*\* 電子制御工学科学生  
\*\*\*\*\* 建築学科学生  
\*\*\*\*\* 教養教育科

を組み合わせて非常に頑丈な鏡筒を製作し、鏡筒のたわみによる光軸のずれが無視できるようにした(図 2)。

しかし、今回は前回の望遠鏡を単純にスケールアップしたのでは非常に重い望遠鏡となり、ドブソニアン望遠鏡であるにもかかわらず移動が極めて困難となってしまふ。

ところで、近年の大型望遠鏡の鏡筒はトラス構造を利用し、軽量化したものが多く[3]。そこで、今回は 11mm 厚の軽いベニヤ板で主鏡収納部と接眼部を製作し、両者を中空のアルミパイプ 8 本を用いたトラス構造でつなぎ軽量化を図った。このとき、望遠鏡の設計には 3 次元 CAD の SOLIDWORKS を使用した(図 3)。



図 2 以前製作した 10 吋ドブソニアン望遠鏡。厚さ 18mm のパイン集成材を組み合わせた非常に頑丈な鏡筒となっている。

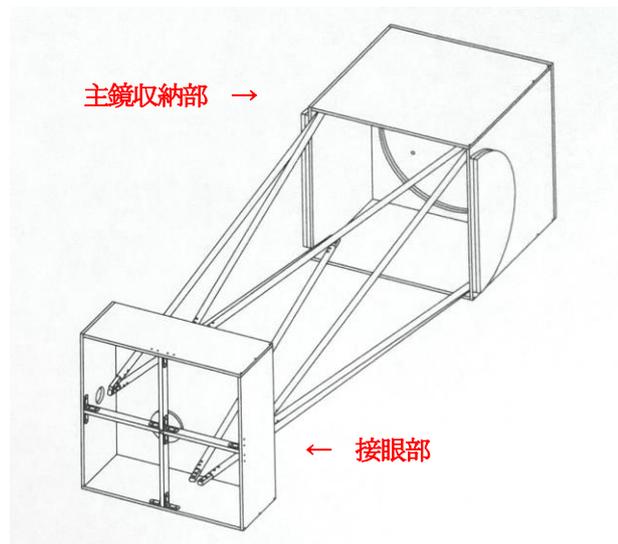


図 3 作成したドブソニアン望遠鏡の組み立て図面。ベニヤ板製の主鏡収納部と接眼部を中空のアルミパイプのトラス構造でつなぎ軽量化を図った。

まず、トラスに使用する中空アルミパイプの太さを決めるために、トラス構造のたわみの計算を行った。その

結果、直径 19mm 肉厚 1mm の中空のアルミパイプを使用すれば、鏡筒を水平にしても接眼部の沈下量が 0.1mm 以下であることがわかり、たわみによる光軸のずれを無視できる範囲に抑えられることが分かった。

しかし、この計算はあくまでのアルミパイプによるたわみの計算であり、アルミパイプとベニヤ板の接続部分の変形は考慮していなかった。一方、ベニヤ板は柔らかい素材であるため、アルミパイプとベニヤ板を直接ネジで接続した場合、ベニヤ板にあけたネジ穴の変形だけでもアルミパイプのたわみ以上の光軸のずれを生じる可能性が考えられた。



図 4 主鏡収納部の角に L 字アングルをとりつけ、こことジョイントを接続し、接続部分の強度を増した。



図 5 ジョイントはものづくりセンターの旋盤、フライス盤、グラインダーを用いて製作した。

そこで、主鏡収納部の角の内側に鉄製の L 字アングルをとりつけ、アルミパイプと主鏡収納部の接続部分の変形が生じにくくなるようにした(図 4)。さらに、アルミパイプと主鏡収納部を接続するジョイントを製作し、接続部分の強度を増した。また、その接続ジョイントは、主鏡収納部に取り付けるものは強度を優先して鋼材で、接

眼部側に取り付けるものは自重による重力のモーメントを少なくするためにプラスチック材料でそれぞれ製作し、トラス構造のたわみが増えないように工夫した。



図 6 主鏡収納部と接眼部を 8 本のアルミパイプで接続。

## 2.2. 18 吋ドブソニアン望遠鏡の製作

トラス部分に使用したジョイントはものづくりセンターの旋盤、フライス盤、グラインダーを用いて加工した(図 5)。ジョイントは鋼材製を 8 個、プラスチック製を 8 個の計 16 個を製作した。また、アルミパイプはチップソー、ボール盤を用いて加工し、計 8 本を製作した(図 6)。

本望遠鏡では、前回同様主鏡はセルに収めて底板にバネを介した押し引きネジをつけて光軸調整ができるようにした(図 7)。

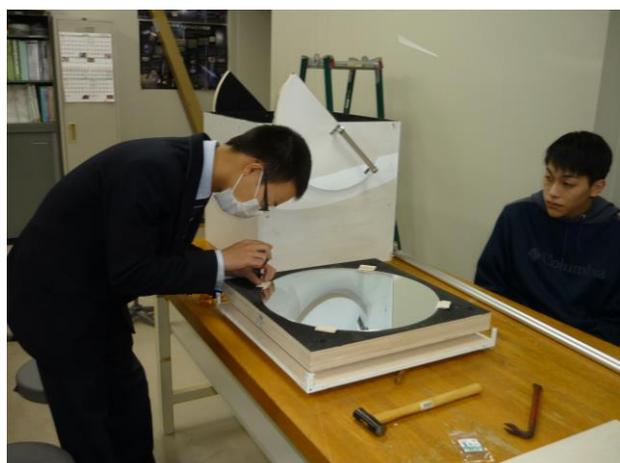


図 7 主鏡はセルに収めて底板にバネを介した押し引きネジをつけて光軸調整ができるようにした。

また、斜鏡は、前回の望遠鏡で視野を広くとる目的で使用した短径 90mm の大型斜鏡が今回の望遠鏡には最適のサイズであったため、それを流用した。

さらに、接眼部を軽くするために、合焦装置には軽く

て丈夫と定評があるボーグ製のヘリコイド M を使用した。なお、合焦装置は、通常のニュートン式反射望遠鏡のような接眼部の側面ではなく、下面に取り付けた。このようにすると、接眼部を光軸についてねじるモーメントが発生しないだけでなく、身長が低い小学生のような観測者でも脚立無しで接眼鏡が覗きやすくなるというメリットがある(図 8)。



図 8 合焦装置は接眼部の下面に取り付け、接眼部をねじるモーメントが発生しないようにすると同時に、身長が低い小学生でも接眼鏡を覗きやすくした。

ドブソニアン望遠鏡の架台の製作では、耳軸には敷居滑りを張り付け、鏡筒を上下方向に動かす際の摩擦が減少するようにした。また、架台下側には回転軸を中心とした直径 40cm の円周に沿って 12 個のタイヤ式キャスターを固定した。その結果、上下方向・水平方向とも非常に滑らかな動きが実現できた。また、本望遠鏡は耳軸でバランスがとれるように設計したため、どこで手を放しても望遠鏡は完全に静止し、観測時に天体の導入がしやすくなった。

## 2.3. 18 吋ドブソニアン望遠鏡の完成

それぞれ製作した各部品を組み立て、たわみの試験を行った。その結果、事前の計算結果を裏付けるように、鏡筒を水平にしても光軸のずれは生じなかった。

最後に塗装と光軸調整を行い、本望遠鏡は 2020 年 1 月に鳥取県で 2 番目に大きな口径の望遠鏡として完成した。

望遠鏡名は、米子高専のドブソニアン望遠鏡という意味の Dobsonian telescope of nAtional InStitute of tEchnology yoNago college から DAISEN(大山)と命名し、架台にロゴマークを入れた。

本望遠鏡の重量は全体で 39.6kg、鏡筒のみで 25.0kg であり、前回の 10 吋望遠鏡(全体 51.8kg、鏡筒 32.8kg)よりむしろ軽くなっている。そのため、本校科学部の観

測用赤道儀であるタカハシ製 JP 型赤道儀にも十分搭載可能な重量であり、鏡筒下面に JP 型赤道儀接続用のネジ穴をあけた(図 9)。



図 9 架台にロゴが入ったドブソニアン望遠鏡。鏡筒下面の 4 個の穴は JP 型赤道儀接続用のネジ穴。

本望遠鏡は、焦点距離 230cm と惑星の直接焦点撮像も可能なほどの長焦点であるにもかかわらず、口径比が 5 と非常に明るい光学系である。そのため、10 吋程度の口径の望遠鏡では露光時間が長くなりぼけた像となるメタンバンドフィルターのような狭帯域フィルターを用いた木星の撮像観測で大きな威力を発揮すると考えられる。今後、本望遠鏡を JP 型赤道儀に搭載し、木星のメタンバンド撮像のテスト観測を行い、その性能をテストする予定である(図 10)。

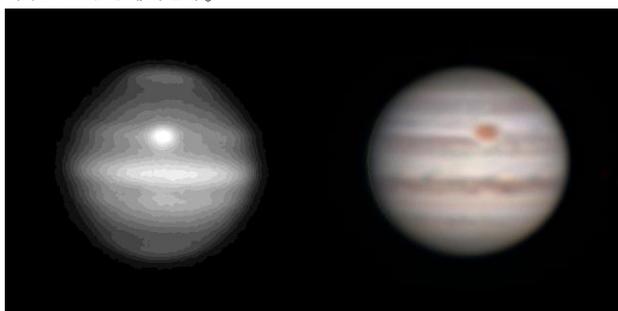


図 10 メタンバンドフィルターで撮像した木星(左)と可視光で撮像した木星(右)。メタンバンドフィルターは狭帯域フィルターであるため、小望遠鏡では露光時間が長くなり、ぼけた像になっている。

### 3. 18 吋ドブソニアン望遠鏡完成の公表

本望遠鏡の製作については、2020 年日本天文学会春季会ジュニアセッションにて発表する予定であった。ところが、新型コロナウイルス感染症の感染拡大により学会が中止となり、発表機会が失われてしまった。

しかし、高専学生が鳥取県で 2 番目に大きな望遠鏡を製作したということが日本海新聞社に伝わり、同社のご厚意により日本海新聞のアクティブな若者を紹介する「すいヤン」コーナーで取り上げていただくこととなり、取材を受け 2020 年 9 月 16 日付の日本海新聞に掲載していただいた(図 11)。



図 11 日本海新聞社の取材の様子。2020 年 9 月 16 日付の日本海新聞の記事に掲載していただいた。

### 4. 18 吋ドブソニアン望遠鏡を用いた天体観望会の開催

2020 年度、新型コロナウイルス感染症の感染拡大のため、学校は「遠隔」形式で 5 月連休明けから始まった。そのため、なかなか科学部の活動も再開できなかった。しかし、6 月下旬には対面授業が再開され、科学部も活動できるようになった。



図 12 18 吋鏡では、土星の輪のカッシニの溝が非常にシャープに見えた。

そこで、2020年8月28日、10月7日、10月18日に本望遠鏡の光学性能を調べるためのテスト観測を行なった。具体的には、月、木星、土星を眼視観測し、本望遠鏡に同架してある口径8cmのガイド用屈折望遠鏡と比較した。その結果、例えば土星の輪のカッシニの溝は、8cmガイド望遠鏡ではかろうじて確認できる程度であったが、18吋鏡では非常にシャープに見えた。大気の揺らぎの影響により1"角より細かいものは実際には観測困難であることを考慮すると、18吋鏡の所定の光学性能が出ているのではないかと想像された(図12)。

そこで、火星が準大接近を迎えていた2020年10月26日に火星観望会を実施した。当日は天候も良く、多くの学内の方々に参加していただいた。月、木星、土星、火星を順に観望し好評をいただいた。このことから、本望遠鏡は学外者のための天体観望会の主望遠鏡としても活用可能であることがわかった(図13)。



図13 2020年10月26日の火星観望会後の集合写真。

## 5. まとめ

今回製作したドブソニアン望遠鏡の特徴はその大きさにある。本望遠鏡はさじアストロパークのメイン望遠鏡に次ぐ鳥取県第2位の大きさであるため、軽量化を図りながら鏡筒のたわみは光学性能に影響を与えないようにするという矛盾した要求に応えねばならなかった。

そこで、トラス構造を用いた設計にしたところ、鏡筒のたわみを許容範囲内に抑えつつ移動可能な重量に収めることができた。また、各部の滑らかな回転により高い操作性を有しており、移動した後でも光軸のずれはほとんど無く、総合性能は予想以上のものとなった。

製作に関して加工は全てものづくりセンターで行っており、工作機械による精密な加工で高い性能を実現することができた。一部の部品ではその大きさと手加工の部分があり、細かい失敗は複数あったが最終的には十分

な精度で製作することができた。

現在は、新型コロナウイルス感染症の影響もあり学外者を招いた天体観望会の開催は行っていないが、今後も機会があれば本望遠鏡を用いた天体観望会を開催し、多くの方々に天文学に興味を持ってもらえるように行動していきたい。

また、本望遠鏡は、焦点距離230cmと惑星の直接焦点撮像にも耐えられるほどの長焦点であるにもかかわらず、口径比が5と非常に明るい光学系である。そのため、10吋程度の口径の望遠鏡では露光時間が長くなりぼけた画像となるメタンバンドフィルターのような狭帯域フィルターを用いた木星の撮像観測で威力を発揮すると考えられる。今後、本望遠鏡をJP型赤道儀に搭載し、木星のメタンバンド撮像観測を行い、研究にも使用可能な望遠鏡とする予定である。

## 参考文献

- [1] 米子高専科学部 (2008) 『10吋ドブソニアン望遠鏡製作記』, 第10回ジュニアセッション講演予稿集, pp.100-101.
- [2] 竹内彰継 他 (2009) 『10in.主鏡を用いたドブソニアン望遠鏡の製作』, 米子工業高等専門学校研究報告, No.44, pp.1-6.
- [3] 家正則他編 (2007) 『宇宙の観測 I—光・赤外天文学』, 日本評論社, シリーズ現代の天文学, 第15巻, p.118.
- [4] 米子高専科学部 (2020) 『18吋ドブソニアン望遠鏡の製作』, 第22回ジュニアセッション講演予稿集, p.54.