

## 投稿

## 車いす仕様 40 センチナスミス望遠鏡製作

## ～養護学校理科教育用及びいつでもどこでも観測会～

並木伸爾(日本原子力研究開発機構産学連携推進部)、岡村典夫(土浦第三高等学校)、  
日高輝久(日高光学研究所)、西野佑紀(茨城大学理部)

## 1. 概要

可搬で最大口径と考えられる口径 40cm ナスミス反射望遠鏡を製作した。主目的は、車いす使用者でも観測可能な、養護学校理科教育用大口径天体望遠鏡である。車いすで観測できるということは小さな子供でも夜間安全に天体観測できる特徴を持つ。車いすの入学者があったことがきっかけで SSH 指定校水戸第二高等学校にて Mark-1 を木材とアルミニウムで 3 年がかりで平成 21 年完成させた [1, 2, 3]。その設計を基に並木が平成 24 年度学研究費助成事業・奨励研究[4]を採択されたことにより、高性能化を図り Mark-2 を製作した。主鏡は卓越した研磨技術を有する茨城県の(株)日高光学研究所、鏡筒・架台は精密金属加工技術を持つ福島県の(有)藁谷製作所で製作した。ミラーのコーティングは宮城県にあるジオマティック(株)の工場で行い、本望遠鏡製作は東日本大震災被災企業の産学連携復興支援プロジェクトともなっている。養護学校生が理科に興味を持つことにより、養護学校から大学理学部へ進学しホーキンスのような天文学者を養護学校から排出することが将来的目標である。

## 2. 経緯

SSH 指定校である茨城県立水戸第二高等学校地学部(水戸二高地学部)はこれまでに

- ・焦点距離 20m 空気望遠鏡
- ・金属鏡ニュートン式望遠鏡
- ・口径 30cm 高性能ニュートン式反射望遠鏡



図 1 水戸二高地学部の製作した 20m 空気望遠鏡

表 1 Mark-1 主要諸元

主鏡	台湾製 400mm 放物面鏡 f4.5
副鏡	日高光学研究所製 135mm 球面鏡
斜鏡	日高光学研究所製 70mm 平面鏡

等の特色ある望遠鏡製作を行ってきた(図 1)。平成 20 年に県立水戸養護学校から脊髄性筋萎縮症の入学者があり、地学部で彼女の卒業までに天体観測ができるように校内にある工作器具で岡村教諭の指導のもとナスミス型望遠鏡 Mark-1 を製作した。表 1 に Mark-1 の主要諸元を載せる。

Mark-1 を使って水戸二高での観測会、県立水戸養護学校での観測会を開催した(図 2)。成果をセミコンジャパン 2010、2011 にて発表した。その後、大口径を活かし市街地での水戸駅前観測会、水戸駅ビル屋上観測会、大洗海の大学観測会等、子どもゆめ基金の支援活動として観測会に供した。ただし、図 3 の様に手動追尾であるため、40mm アイピース



図2 Mark-1 を使った水戸二高生による茨城県立水戸養護学校天体観望会の様子



図3 Mark-1 追尾の様子

を使用して 120 倍程度の倍率で月・惑星を観測するのが限界である。

そこで、福島県いわき市藁谷製作所で Mark-1 を 3 次元計測器で図面化し、図面に工学的改良点を加え改良機 Mark-2 を製作した。表 2 に Mark-2 の主要諸元を、また、図 4 に製作途中の製作工程見学会、図 5 に完成した Mark-2 の写真を載せる。図 6 は光学設計図である。

### 3. Mark-2 の特徴

#### 3.1 フレーム式鏡筒

すばる望遠鏡をイメージしデザイン的にも洗練された軽量アルミフレーム構造とした。中央のメイン鏡筒は八角形とした。トップリングは 5mm 厚のアルミのドーナツ。メイン

表 2 Mark-2 主要諸元

光学系	純カセグレン系
主鏡	日高光学研究所製 400mm 放物面鏡 f4 質量 17kg
副鏡	日高光学研究所製 135mm 双曲面鏡 合成焦点距離 4800mm
斜鏡	日高光学研究所製 70mm 平面鏡
主鏡セル	スライド脱着式 16 点支持セル
鏡筒・架台	軽量化アルミフレーム製 ドブソニアン型 質量 27kg (鏡筒) 質量 50kg (架台)
水平回転機構	アルミ水平回転盤、リン青銅テープ付き半円回転板受け
垂直回転部	鉄製、3 点ベアリング上方鉄製 回転リング支持



図4 水戸第二高等学校生、茨城工業高等専門学校生と藁谷製作所製作工程見学会



図 5 Mark-2 の写真

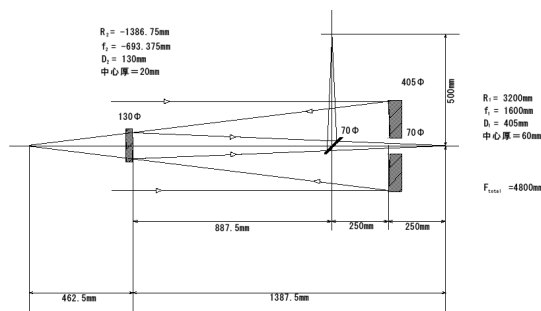


図 6 Mark-2 の光学設計図

鏡筒とトップリング及び 20mm のパイプ部は移動時分離できる。望遠鏡がスケルトンあるために反射望遠鏡の光学系構造を学べる。欠点は、観測会は校庭で開かれることが多いので、砂塵の付着である。

### 3.2 脱着式主鏡セル

自動車での望遠鏡運搬時での振動による光軸系への悪影響を避けるため藁谷製作所の発案でスライド式脱着セルを製作した。自動車運搬時は主鏡を外し、回転系への悪影響を大幅に軽減した。主鏡はケースに入れて運搬でき、鏡の保存にも利点があると考えられる。

### 3.3 副鏡セル

副鏡支持スパイダーとともに高精度副鏡セルを製作した。

### 3.4 斜鏡スパイダー

上部より斜鏡微調整が出来るよう光軸調整ネジを取付け微調整時の操作性向上を図った。

## 4. 今後の改善点

3月17日にファーストライトを実施した結果、いくつかの改善点が発見された。

### 4.1 架台について

今回のドブソニアン架台は、大変にスムーズ且つ、止めたい位置にスッと止まる卓越した性能と考えられる。しかし、手動制御であるため、多くの人数が参加する観測会用には向かない。また、惑星観測では高倍率が必要であるが、ニュートン式とは違って、操作する場所が回転軸に近い場所なので手動では追尾できない。折角の高精度ミラーの性能を生かす高倍率を得るには、自動追尾は必須である。なお、電動化には、回転部の一層の精度向上が必要で精度の向上には架台の重量化が求められ、可搬式との相反が生まれる。

### 4.2 光軸調整

ナスミス望遠鏡では光学設計図(図6)のように主鏡(放物面)と副鏡(双曲面)の組み合わせであるため、相互距離 1137.5mm を光学的精度!で合わせる必要がある。観測現場での光軸修正が簡単にできるような装置を試作中である。理想的には主鏡と同径の平面鏡があれば較正が可能となる。理想平面が模擬

できるようなレーザーを利用した光軸修正用装置を考えている。理想平行光線を現地で確立し、望遠鏡開口部に組み込める構造とする。将来的には自動焦点調整器のように自動光軸調整する望遠鏡が設計できれば理想である。

### 4.3 鏡筒

スケルトン構造は望遠鏡の機器構成が分かり教育的である。子供たちが開口部から40cmの主鏡を覗いて大きくなった顔と光学的構造を楽しみながら学習することができる。しかし、先に述べたように実際の観測は小学校校庭など砂塵が舞っており光学系への埃の飛散は大きな問題である。

### 4.4 運搬

これだけ大きな望遠鏡を壊さないように運搬するには、専用の車もしくは振動を抑える運搬法が必要である。主鏡をスライド式に鏡筒から脱着できる構造としたので、この振動問題をかなり解決できたと考える。

## 5. 天体観測体制の組織化、継続化

望遠鏡のメンテナンス、観測会の継続的運営が求められる。運営団体の設立、自立化をめざし、地域におけるネットワークを構築する。

茨城県に拠点があることから、隣県福島、特に天文台の無い相双地区での養護学校、仮設住宅、公営図書館での展示及び天体観測会を7月に計画している。3月に計画した国営ひたち海浜公園、常陸大宮市小瀬総合公民スターパーティ、5月に計画した福島県立磐城高等学校での観測会はことごとく曇天となり観測できなかった。観望会1回ごとに出動するのではなく、1、2週間現地に滞在するようなスケジュールが理想的である。こう考えると電動化及び移動天文台構想となる。また、地域で大学院天文学科の卒業生をインストラクターとして雇用できる精度が必要となろう。

## 6. おわりに

24年度科研費奨励研究採択[4]で製作について協力者の拡大連携が進み大きく前進できた。「いつでも、どこでも天文観測会」ではこども夢基金による支援を受けて活動できたことにお礼を述べたい。

また、製作にあたり多大な貢献をいただいた(株)日高光学研究所、(有)藁谷製作所に謝辞を申し上げたい。

## 文 献

- [1] 助川美沙記, 藤村美月 (水戸第二高校地学部) (2011) 『車いす仕様ナスミス式望遠鏡の製作』, 日本天文学会第13回ジュニアセッション  
[http://ursa.phys.kyushu-u.ac.jp/jsession/2011haru/35\\_jsession2011.pdf](http://ursa.phys.kyushu-u.ac.jp/jsession/2011haru/35_jsession2011.pdf)
- [2] 助川美沙記, 藤村美月, 田邊実佳, 西野佑紀, 塩澤真未, 津田菜月, 福田春香 (水戸第二高校地学部) (2012) 『車いす仕様のナスミス式望遠鏡の製作』, 日本天文学会第14回ジュニアセッション  
[http://ursa.phys.kyushu-u.ac.jp/jsession/2012haru/27\\_jsession2012.pdf](http://ursa.phys.kyushu-u.ac.jp/jsession/2012haru/27_jsession2012.pdf)
- [3] 平山博敬 (水戸第二高校) (2012) 『セミコン Japan2011 に参加して』, SEAJ Journal, **136** : 25  
<http://www.seaj.or.jp/semi/data/mito2011.pdf>
- [4] 『車いす仕様ナスミス型望遠鏡による養護教育理科教育高度化への挑戦』  
研究期間: 2012年4月1日~2013年3月31日、研究分野.: 物理学

並木伸爾

〒319-1195

茨城県那珂郡東海村白方白根 2-4

日本原子力研究開発機構 産学連携推進部