

カッシーニの空気望遠鏡の再現 ～ 完結編 ～

茨城県立水戸第二高等学校

地学部

大井 亜由美 (2年)

菊池 麻里奈 (2年)

武藤 有希 (2年)

要 旨

昨年度制作した1号機は、あまりにも剛性が低くて、とても一般の人に観測させられるような望遠鏡ではなかった。土星をせっかく視野に導入しても、大きくダンスをしながらすぐに出て行ってしまう程であった。そこで、今年度はアルミアングルを使って剛性の高い鏡筒を製作し、さらに昇降装置を備えた架台を製作した。02年12月20日(金)にファーストライトを迎え、念願の土星のビデオ撮影に成功した。

1. はじめに

昨年度、顧問の先生に勧められた本に載っていた空気望遠鏡(図-1)を見て、再現してみようと思って制作した1号機(図-2)。日高光学研究所において口径10cm・焦点距離9.5mの対物レンズや接眼レンズを製作し、少ない予算で何とか組み上げたが、次のような欠点があり、とても一般の人に観測させられるような代物ではなかった。

- ・メインフレームを44mm×37mmの木の角材としたため、木材の捻れや曲がりに悩まされた。
- ・剛性が弱く、風が吹いたり微調整したりして、1度揺れると揺れが収束しない。
- ・遮光板を軽さを優先してプラスチック段ボールで作ったために、風を受けやすい。
- ・望遠鏡を取り付ける位置が高さ4mと高いので組み立て作業が危険。
- ・支点の高さが変化しないので、接眼部の高さの変化が大きい。

以上のような欠点を克服すべく、茨城県の「ハイスクール アクティブ サイエンス事業」に応募し、その応募が通ったので少々お金をかけて2号機を製作することにした。

2. 鏡筒の製作

まず、対物レンズおよび接眼レンズは新しく作る必要は無いので、前年度の物をそのまま利用した。しかし、対物レンズを納める枠は、精密な光軸調整ができるのみに作り替えた。

そして、メインフレームは当時のまま再現するという趣旨からはずれるが、素人でも加工しやすく軽い、2mm×30mm×30mm×2mあるいは2mm×20mm×20mm×2mのアルミニウムLアングル4本にした。そして、4本のアングルを繋ぐのは、遮光板を兼ねた24mm厚と12mm厚の直径120mmの穴あき合板である。当然、2mずつ組み立て・分解可能にし、運搬しやすいようにする。各部分は100mmずつオーバーラップさせ6mmの六角ボルトで2本

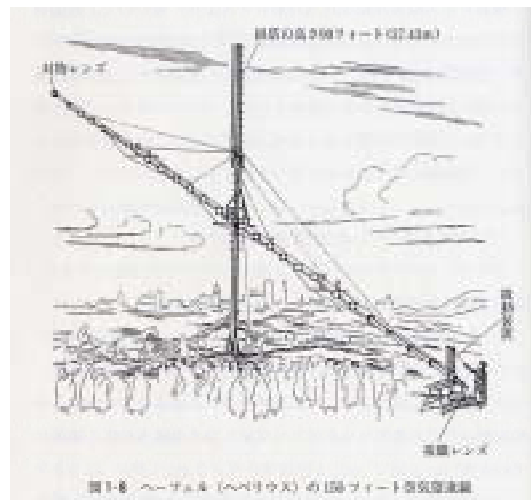


図-1 巨大望遠鏡への道(吉田 正太郎)より



図-2

ずつで固定する。

・**中央部**：ここは最も力が加わり、支柱や支点もここに取り付けるので、かなり丈夫にしなければならない。そこで、2mm × 30mm × 30mm × 2 m アルミアングルとそれを繋ぐ3枚の24mm厚の合板を使って組み立てた。この合板は一辺が228mmの正方形（中央部が最も大きい）なのだが、これをいかに精密に切るかが問題になった。3枚ともすべての面を直角にしかも、0.1mm以下の誤差で切らないと先に行くに従って狂いが大きくなり、組めなくなってしまうことが予想される。そこで、我々の手で切ることを断念し、精密加工ができる切断機のある茨城県立水戸高等養護学校の加味教諭に協力を依頼し、そこで切断させて頂いた。その板に正確に120mmの穴を開け遮光板の役割をさせる。これは、電動ドリルの先に2本の刃が付いた工具を使用した。（**図 - 3**）遮光板とアルミアングルは直径4mmの木ネジで付るので、アルミアングルに正確に穴を開ける必要がある。



図 - 3

・**中央部の両側**：ここも中央部ほどではないが、力が加わるので2mm × 30mm × 30mm × 2 m アルミアングルと12mm × 224mm × 224mm 合板2枚で組み上げた。

・**対物レンズ側・接眼レンズ側**：ここはあまり力が加わらないので、2mm × 20mm × 20mm × 2 m アルミアングルと12mm × 220mm × 220mm 合板3枚で組んである。しかし、一番たわみが大きくなるので先端と一番内側の合板にはフックが取り付けあり、中央部の支柱から延ばたワイヤーで吊るようになっている。さらに、接眼部側には、6mm × 220mm × 220mm の合板で作った遮光板が4枚ほど接着剤でつけてある。遮光板は迷光を防ぎコントラストを上げるために、すべて墨で黒く塗ってある。（**図 - 4**）

・**接合部分**：接合部分は6.5mmの穴を2つ開けて、6mmのボルトで留めるようになっている。つまり、接合するためのボルトの数は、1カ所に付き8本で4カ所なので32本になる。そうすると、スパナを使って手で作業していたのでは時間がかかるので、電動工具を使って組み立てる。（**図 - 5**）



図 - 4



図 - 5

3. 架台の製作

・**昇降装置**：1号機の反省から、支点が上下するようにパラレルリンクを使った昇降装置を考えた。これは、バランスさえ取れば軽い力で**図（図 - 6, 7）**のように約3.5m程上下さ

せることができ、低空から天頂付近まで接眼部の高さがあまり変化しないので、観測が楽になった。

ただし、天頂付近は天頂プリズムがないのでかなり苦しい姿勢を強いられる。

・支点部分（経緯台）

今年度は市販の経緯台はなく、右図のようにフリーストップ式の経緯台（ドブソニアン式経緯台）を製作した。これもバランスさえあっていれば、軽い力で動かすことができる。しかも、可動部には「家具スプール」が張って



図 - 6



図 - 7

あるので、実にスムーズに動かすことができる。右の模式図（図 - 8）の様に接眼部側にオフセットしてあるのは、望遠鏡を天頂付近に向けられるようである。これらはすべて 24mm の厚い合板で作ったので、人が載っても大丈夫なくらい頑丈にできている。

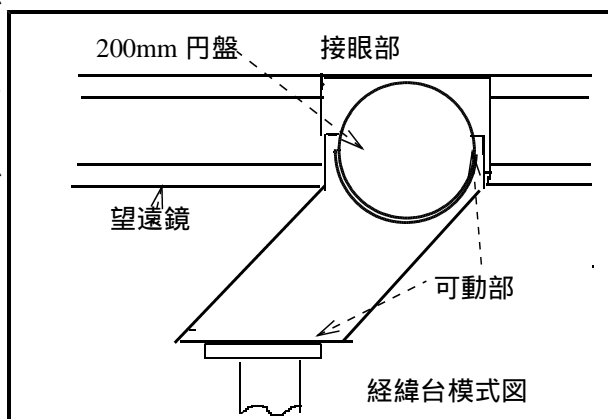


図 - 8

4. 完成図

2002年12月20日に初の組み立てを行い、国立天文台の渡部潤一先生をお招きし観測会を行った。図（図 - 9/10）はそのときの様子である。



図 - 9 望遠鏡を架台に載せるところ
支点が低いとはいえ、高さ 1.9m の位置にあるので組み立ては大変である。



図 - 10 土星を観測中
向こう側の天体望遠鏡と比べると巨大さが分かるであろう。

5. 観測結果

観測当日は快晴で、大気の揺れ状態もまずまずの観測日和であった。1号機より格段に安定性が増し、多くの生徒に月および土星の観測をさせることができた。しかも、初めて土星をビデオに撮ることができた。右図(図-11)は、ビデオ映像を静止画として取りこんだ1枚である。口径が10cmしか無いので光量が不足しており、暗い映像になってしまったが、環の存在は十分に確認できる。良く見るとカッシーニの間隙が写っているようにも見える。ただ、全体の中心に土星が来ないのは安定性がまだ悪いせいである。



図 - 11

6. 制作して分かったこと

- ・単レンズでも焦点距離が長ければ色収差がなくなる。
口径10cmのレンズなら38mで色収差がなくなるが、その1/4でもあまり気にならない。
- ・空気望遠鏡は扱うのが大変である。
10mに満たない望遠鏡でも、揺れが多く視野内に土星をとどめておくことは困難であった。カッシーニは大変な苦勞をして天体観測をしていたことが予想できる。
- ・レンズの研磨の大変さ
今回の我々の研究では、日高光学研究所で研磨機を使って良質のガラス材を研磨し、精度の良いレンズを製作できた。しかし、このような研磨機の無い時代に、どのようにして、どれくらいの時間をかけて研磨していたのか興味が沸く。
- ・工作精度の重要さ
- ・合焦範囲が広い
普通の望遠鏡では視力によって望遠鏡のピントの位置が異なる。しかし、焦点距離が非常に長い空気望遠鏡では、多少視力が違ってもちいちピントを合わせ直す必要が無い。

7. 今後の課題

- ・揺れの防止：12/20の観察会のとき、揺れを防止するのに渡部先生が段ボール箱を接眼部付近におけば良いことをご指摘して下さいました。そこで、接眼部付近に微動装置を兼ねた支持台を作る予定である。
- ・バランスをしっかりと取る
- ・そのほかの天体の観測：この望遠鏡では、まだ土星と月しか観測していない。今年の8月には火星が大接近するので、是非観測して見たい。

8. 謝辞

文部科学省国立天文台天文情報公開センター広報普及室長、同助教授の渡部潤一先生には海外出張などご多忙中にも拘わらず、はるばる水戸二高までおいで頂き講演や我々部員のご指導をして頂きました。日高光学研究所社長の日高一己氏には、レンズの設計から研磨のご指導まで忙しいお仕事の合間を縫って、お世話頂きました。茨城県立水戸高等養護学校の加味聡雄教諭にもお忙しい中、合板切断の協力をして頂きました。ここに深く感謝申し上げます。

9. 参考文献

- 吉田 正太郎(1989) 天文アマチュアのための望遠鏡光学「屈折編」 誠文堂新光社
吉田 正太郎(1995) 巨大望遠鏡への道 裳華房