

## 天体観望のデジタル化の取組

岩村 和政<sup>1)</sup>

### Digitalization of Stargazing

Kazumasa IWAMURA<sup>1)</sup>

#### 1 はじめに

当館が天体観望会で利用している主な天体望遠鏡は、1967年のNikon社製20cm屈折赤道儀である。筆者は2019年に就任後、この望遠鏡に最新の撮影機材の取り付けや覗きやすい接眼レンズを使うことで、来場者の観望環境をより良くしようと接眼部の改良を始めた。この望遠鏡の接眼部は、ツァイスサイズの24.5mm径スリーブサイズ（以下ツァイスサイズ）のため、現在主流の31.7mm径スリーブサイズ（以下アメリカンサイズ）の接眼レンズが利用できず、各部のネジ径なども現在主流の規格と違うためアダプターなどを取り付けられないことがネックとなった。改良を重ねる中で、2020年春から新型コロナウイルス感染症の流行に伴って、観望会においても新型コロナウイルス感染症への対策を余儀なくされた。感染症対策を進める中で、小型望遠鏡と大型望遠鏡の接眼レンズの外径の統一、電視観望（後述）の必要性が生じ、接眼部の改良が進んだ。改良によって天体観望のデジタル化が進み、映像を撮影するだけでなく、電視観望やライブ配信などに発展することができた。ここに天体観望のデジタル化への取組の記録と技術面の工夫点をまとめる。当館と同様の古いタイプの天体望遠鏡を使っている施設に参考にしていただきたい。

#### 2 Nikon社製望遠鏡の接眼部の改良

##### (1) アメリカンサイズの必要性

Nikon社製望遠鏡の接眼部にCMOSカメラなどを取り付ける目的だけでなく、新型コロナウイルスの広がりとともに観望時に接眼レンズを覗く際のまつ毛や目の接触による感染症対策が必要となった。新型コロナウイルス感染症対策として、早い段階で日本公開天文台協会（JAPOS）に底に穴をあけた紙コップを利用した観望スタイルが紹介され、当館でも採用した（図1）。紙コップの穴は100円ショップ等で購入できるサークルカッターを利用して簡単に大量に作成できた。しかし、紙コップの大きさは多種多様で、接眼レンズに合う大きさのものを利用し、かつ、いくつもの望遠鏡を観望する際には接眼レンズの外形をある程度統一する必要があることが分かった。また、Vixen社製小型望遠鏡のアメリカンサイズの

---

1) 山口県立山口博物館（天文）

接眼レンズに合わせて紙コップの底に穴をあけると、ツァイスサイズの24.5mmの接眼レンズは細く穴を素通りしてしまい、感染症対策の役割を果たさない。そのため、Nikon社製望遠鏡の接眼部のアメリカンサイズ化が必要となった。改良後に実施したアンケート結果では、来場者一人ひとりが紙コップを使うことで感染症対策がしっかりと行われ、安心して観望できると好評であった。



図1 紙コップを利用した新型コロナウイルス感染症対策

## (2) 接眼部の改良

当館のツァイスサイズを使う望遠鏡は、Nikon社製望遠鏡の20cm屈折望遠鏡、10cm屈折望遠鏡、8cm屈折望遠鏡である。なお、ツァイスサイズの接眼レンズを使う他の望遠鏡は、現在活用されていない。そのため、3つのNikon社製望遠鏡の接眼部を改良し、接眼部をアメリカンサイズ化することにした。3つの望遠鏡に共通するネジを探すと、44mm (P=0.75, Pはネジのピッチを表す) のネジが見つかった。44mm径はツァイス社のカメラで利用されており商品として変換アダプターなどをよく見かけるが、ツァイス社のネジピッチはP=1のためNikon社製の望遠鏡に取り付けることはできないので注意が必要である。幸い過去に44mm (P=0.75) - 42mm (P=0.75) 変換リングを特別に作成した物が一つほどあり、これを使うことでアメリカンサイズのアイピースホルダーを取り付けることができるようになった(図2)。

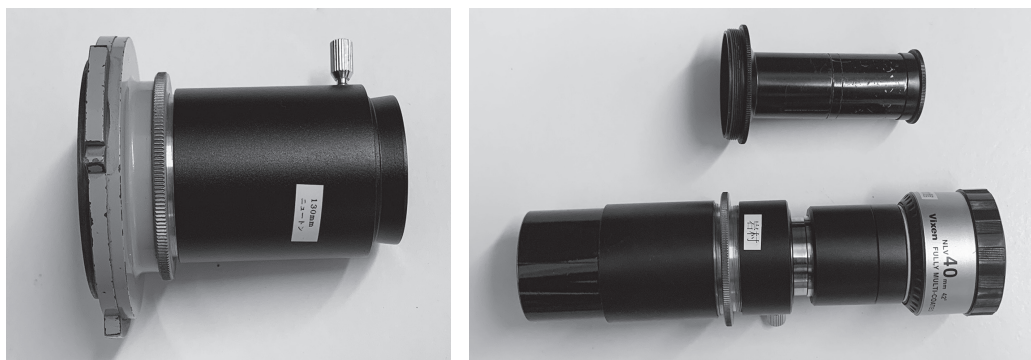


図2 改良した接眼部 (左) アメリカンサイズに対応した20cm屈折望遠鏡の接眼部 左よりNikon既存アダプター→44mm (P=0.75) - 42mm (P=0.75) 変換リング→Tリングアイピースホルダー。(右) 10cm・8cm屈折望遠鏡の接眼部 既存ソケット→44mm (P=0.75) - 42mm (P=0.75) 変換リング→Tリングアイピースホルダー(ショートタイプ)

しかし、この変換リングは一つしかなく、複数の望遠鏡で同時に使うことができない。そこで、20cm屈折望遠鏡付属の直焦点撮影用のカメラアダプターと一般カメラ用フィルター変換リングを利用してのアメリカンサイズのアダプターを作成した(図3)。

応用して変換アダプターを組み合わせることで2インチ接眼レンズも利用できるようになった(図4)。



図3 既存の20cm屈折望遠鏡用直焦点用カメラアダプター(左)と改良した接眼部(右)  
カメラマウントを取り外し、土台→52mm(P=0.75)オス→52mm(P=0.75)オスリング→42mm-52mmステップアップリング→Tリングアイピースホルダー(Vixen製)

これらの改良によって、望遠鏡にCMOSカメラを取り付けたり、広視野でハイアポイントの大型接眼レンズを取り付けたりできるようになった。観望会では、小型望遠鏡と大型望遠鏡の接眼レンズの外径がほぼ統一され、紙コップを使った観望スタイルが完成した。また、変換アダプターのネジ径を現在の望遠鏡の主流のネジ径にすることで、接眼部にさまざまなパーツを取り付けることが可能となった。



図4 2インチに対応した接眼部 下より Nikon既存アタッチメント(H60mmアイピースの土台)→58mmオス-58mmオスリング→52mm→58mmステップアップリング→BORG[7508]2インチアイピースホルダー

### 3 デジタル化による新たな取組

#### (1) 電視観望

電視観望とは、高感度のカメラを使い、目ではっきり見ることのできない淡い天体や惑星などを撮影し、PCやそこから出力した大型モニターなどでリアルタイムに表示して観望するスタイルである。電視観望には大きく分けて、PCを使う方法と使わない方法があり、使わない方法は一眼レフカメラやビデオカメラを使いHDMI出力を直接外部モニターに表示する方法である。PCを使った方法では、利用するソフトウェア内の「ライブスタック」機能を使うことができ、ソフトウェアが画像内の星の位置を検出してリアルタイムに画像を重ねて平均化することで、ノイズの少ない綺麗な映像を映し出すことができる。

これまでの観望会では、望遠鏡の後ろに行列ができ、覗いている人以外は空を見上げたり、説明を聞いたりするだけであったが、電視観望のスタイルでは、大きなモニターに映った映像を来場者全員で同時に見て楽しむことができる。特に、短時間で終わってしまう現象

は、参加者全員が望遠鏡を覗いて観望することは不可能なため、このテレビ観望は有効である。2022年11月8日の皆既月食中の天王星食では、天王星が月に隠される瞬間に歓声があがり、感動を共有することができた（図5）。



図5 皆既月食中の天王星食の観望の様子

惑星や月の観望会では、望遠鏡の接眼部にスマホを当てて撮影しようとする人が多く、待ち時間が長くなっていた。テレビ観望導入後は、画面に映っている天体像をスマホで簡単に撮影することができ、待ち時間の短縮につながった。観望時の時間短縮により新たに小型望遠鏡の操作体験の時間を設けることができるようになり、来場者の満足度の向上につながっている。また、星雲などは望遠鏡で覗いても淡く白い姿しか見ることができなかったが、テレビ観望では写真で見ると同じように色彩豊かな姿をリアルタイムにモニターで見ることができるようになった。テレビ観望によって、来場者がモニターの前で記念撮影（図6）するだけでなく、SNSへ情報発信するなどのメリットもあった。



図6 モニター前での記念撮影をする親子

テレビ観望用のモニターの設置については、新型コロナウイルス感染症対策のために来場者が密にならないようモニターを分散して設置する必要がある。各モニターに同じ映像を流すにはHDMI分配器と長いHDMIケーブルを使う方法があるが、長いHDMIケーブルは20m程度のものでも数万円もするのがネックとなる。当館ではもっと長い距離を安価に接続したいので、HDMIエクステンダーという機器を活用した。HDMIエクステンダーは、HDMI信号をLANケーブルに変換して送受信でき、機器によってはLANのHUBによって分配ができるので、送信機1台に対して受信機の台数分映像をモニターに映すことできる。

## (2) 出前授業での活用

当館では、小学校や中学校の長期研修教員が、県内各地の学校に出向く出前授業を実施している。天文分野の出前授業は、天体望遠鏡を持参して月や太陽などを観望し、天体について教えている。博物館の大型屈折望遠鏡のデジタル化により、次のような活動が可能となった。

- ・映像を撮影し、出前授業などで活用
- ・オンライン会議システムを利用し、オンライン授業を博物館のドームから行う(図7)。昼間の星や月などをリアルタイムに見ることができ、学芸員とのやりとりや複数校同時に開催ができるメリットがある。
- ・研修教員が学校現場で出前授業を行う中で、昼間の星の映像などを博物館からライブ中継して活用できる。

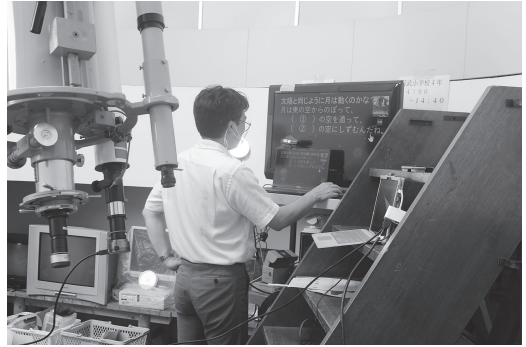


図7 昼間に天文台からオンライン授業を行った様子

新型コロナウイルス感染症により、社会見

学や学校への出前授業の機会が減ってしまったが、オンライン授業は社会見学にでかける必要もなく、日頃の授業の中に天体観察を取り入れることができ、疑似的とはいえ児童生徒は学校に居ながら昼間の天体を観察できるので、天文分野の出前授業の利用促進につながると考えられる。

### (3) リアルタイムの映像やビデオ映像の活用

観望会の屋外会場に、大型望遠鏡のリアルタイムの映像を映し出すテレビ観望により、観望時に見てほしいポイントの説明や観望時のイメージをつかむことができる。特に小さな子どもは、「土星」と説明しても「土星」がどんなものなのか知らないで、事前に映像を見ておくことで望遠鏡を覗いた際に見る対象物のイメージをつかみ、観望時に「見えない」ということが少なくなった。視力の悪い方も大型モニターに映った映像の方が見やすく、モニター前にずっと座って観望される方もいた。また、観望と同時に、大型望遠鏡で見た惑星などの映像を記録として残すことが可能となり、観望途中の天候の悪化時でも直前までに撮影した映像を活用できるメリットがある。

観望スタイルのデジタル化を進めることは、望遠鏡を覗くという観望中心の内容にプラスして、観望のバリアフリー化や来場者の満足度の向上につながった。

## 4 YouTubeライブ配信への取組

テレビ観望の延長として、YouTubeのライブ配信がある。YouTubeによるライブ配信を行うには事前に周到な準備が必要となり、中継中も配信状況の確認などが必要となる。また、屋外で小型望遠鏡等を使って配信する場合は、望遠鏡の操作なども加わるため配信担当が一人必要となる。しかし、当館では天文担当の学芸員一人とサポーター(ボランティア)で観望会を運営しており、サポーターの方々はライブ配信には精通していないので、学芸員が操作する必要があり積極的にライブ配信は行ってこなかった。ライブ配信の実施は比較的ゆったりと観望会を運営できる月食や日食に限り実施した。ライブ配信を実施した結果、

- ・来場者が、家に帰ってからゆっくり見直すことができる。
- ・観望会に参加された来場者と県外にいるその家族がライブ配信を視聴し、一緒になって観望できる一体感への感謝があった。

- ・お子様が幼小、観望会の途中で帰っても家で続きが見える。
- ・ホームページで告知をしていないのに、ライブ配信には多くの視聴者が訪れていた。
- ・ライブ配信が、そのままYouTubeに残るため、記録として残せる。
- ・大容量の映像データをパソコン等に保存する必要がない。
- ・配信が終わってしまうと映像を見る人は激減するので、ライブ配信視聴者は、天文現象を「リアルタイム」に楽しむ傾向にある。

以上のようなことがわかり、新型コロナウイルスの対策のために参加者数を制限し、参加できなかった方への配慮にもつながった。

ライブ配信の問題点としては、

- ・運営に人手がいる。特に実況中継は多くの人手（解説＋機器管理）が必要であるので、実施できていない。
- ・ライブ配信に、実況中継や音楽を入れないと映像だけの単調な配信になり、視聴者増加につながらない。
- ・配信映像に時刻を入れないと、後に映像を見ても現象の時間経過がわからない。

ことがわかった。反省点をふまえ、回を重ねるごとに改良した。

当館で現在行っているYouTubeでのライブ配信の手順を記載する。

---YouTubeの設定---

- ① YouTubeに使うサムネイルや配信時の背景などのイラストの準備
- ② Googleアカウントを使ってYouTubeにログイン
- ③ YouTubeのチャンネル設定ページからアカウント認証（電話番号登録、初回のみ）
- ④ ライブストリーミング欄の「始める」をクリックして、ライブストリーミングを有効化
- ⑤ 24時間後（初めての場合のみ）からライブストリーミングが可能となるので、スケジュール設定を行う。
- ⑥ 予約が完了すると、配信のストリームURLやストリームキーが発行される。
- ⑦ ストリームURLをホームページ等に掲載し、告知に利用

---配信準備---

- ⑧ 配信用パソコンにOBS Studio（テロップ表示、スイッチャー、配信の役割を担うフリーソフト）をインストール
- ⑨ 配信用パソコンにSnaz（OBS Studioに時刻を表示させるフリーソフト）をインストール
- ⑩ OBS Studio上でSnazが動作するようプラグインの設定
- ⑪ 配信用パソコンの内部時計を正確に合わせる（配信時に利用）
- ⑫ OBS Studio上でテロップやカメラの設定
- ⑬ ストリームキーをOBS Studioの「ストリームキー」に貼り付け、配信の準備・保存

---配 信---

- ⑭ YouTubeへのログイン
- ⑮ Snaz→OBS Studioの順に起動
- ⑯ 映像の確認、テロップ等の選択
- ⑰ 時刻になったら配信開始（他のパソコン等で配信状況を確認すると安心）
- ⑱ 配信終了

各ソフトウェアの詳しい設定や使い方については、割愛する。

ライブ配信時の機器の構成図を図8に示す。また、屋上から小型望遠鏡を用いたライブ配信

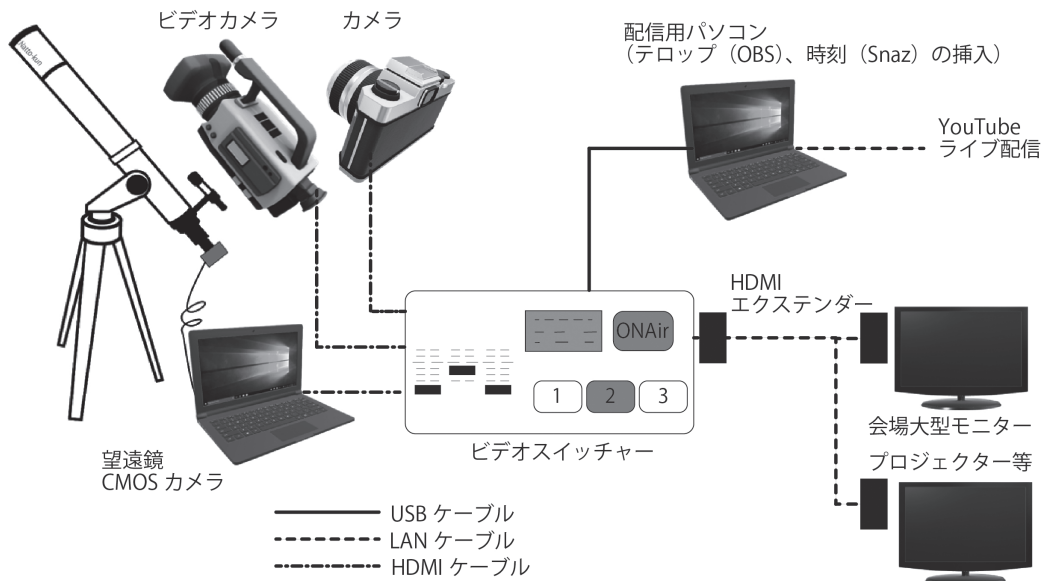


図8 ライブ配信の構成図。当館では、ビデオスイッチャーにRolandのVR-1HDを利用している。

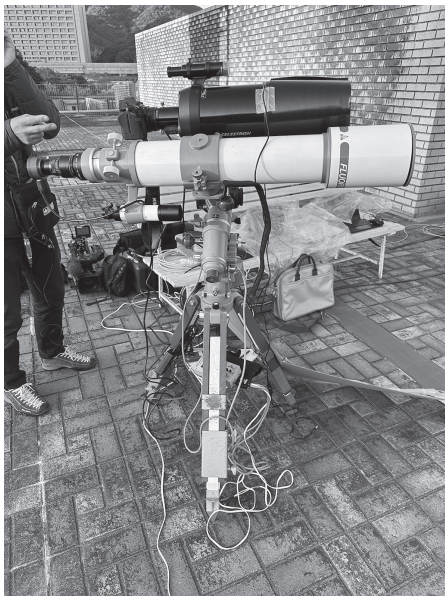


図9 小型望遠鏡を用いたライブ配信 (2022年11月8日皆既月食と天王星食)



図10 屋外でのライブ配信機材の様子。夜露対策のため、ビニールを被せている。

の様子を図9、図10に示す。

## 5 まとめ

初めは古いツァイスサイズの接眼部に現在主流のCMOSカメラを取り付けるため、アメリカンサイズの接眼部へ改良しようと取り組んだ。時期を同じく発生した新型コロナウイルスの感染症対策としても接眼部の改良が役に立った。また、テレビ観望という新しい観望スタイルが生まれ多くの天文台に普及したが、当館もテレビ観望に対応することができた。テレビ観望は博物館の目的である実物に見て触れるという機会を奪うのではないかという指摘もあるが、これまで実施した経験から、むしろ天文への興味を持つ人のすそ野を広げていると思われる。テレビ観望と実際に望遠鏡を覗くハイブリット観望会では、子どもが大型モニターに映った惑星などと一緒に記念撮影ができ、リアルタイムに全員で感動を共有できるなど新しい体験につながったからである。結果、観望会に参加された来場者の満足度調査では、新型コロナ前の2019年度の年間満足度の平値が5点満点中4.63点だったのに対し、新型コロナ禍の2021年度の平均が4.93点、2022年度の平均が4.9点といずれも上昇し、観望スタイルのデジタル化を進めたことで満足度の向上に貢献したと考えている。

今後も、実体験とテレビ観望によるハイブリット型の観望会を積極的に進め、より良い観望会につなげたい。また、動画などを配信することで、「観望会へ参加したい」、「学校の授業等で活用したい」と思ってもらえるような映像を充実させ、実際に博物館に来館するきっかけとなしてほしい。そして、天文教育の普及につなげていきたい。

## 参考文献

村上将之.楽しいテレビ観望.月刊星ナビ2020年3月号.p32-41

村上将之.CMOSカメラで宇宙を見る.月刊星ナビ2022年4月号.p34-41

Sam.自宅ではじめる「テレビ観望」.天文ガイド 2022年6月号.天文ガイド編集部.p6-15