

銀河の渦巻きが都会で見える！ 電視観望用望遠鏡による新しい天体観望会



渡部 義弥

〈大阪市立科学館 〒530-0005 大阪府大阪市北区中之島 4-2-1〉

e-mail: watanabe@sci-museum.jp

最近、電視観望という天体観察法が流行りはじめています。望遠鏡につけたカメラの像をその場で画像処理を行って見るもので、都会でも銀河の渦巻きすら見えます。アマチュア天文家がはじめたものですが、ソフト、ハードとも次第にととのい、電視観望用望遠鏡まで登場しました。本稿では、2020年に発売された電子観望用望遠鏡eVscopeを4か月使用体験した結果、電視観望によって市民が、銀河や星雲など現代天文学の対象を目の当たりに見られる新しい天体観望会ができるという実感を紹介します。

1. はじめに

1.1 電視観望初体験のインパクト

「見てください。これ、自信作です！」それまで黙々と望遠鏡を操作していた松本桂氏（大阪教育大）が、興奮気味に話しかけてきました。氏が

手にしたタブレットには「どら焼きを横から見たような」淡い像が写っていました。それは、明るさ10等級の銀河NGC 891の暗黒帯（図1）で松本氏が望遠鏡で見たもののスナップショットだったのです。「これが見えちゃうか！」「すごいね……これは」一同うなるばかりでした。

私たちeVscope模擬観望会の参加者5人は、2020年12月初旬JR大阪駅から徒歩20分ほど、大都会の真ん中にある大阪市立科学館で、口径わ



図1 電視観望用望遠鏡で見たままとらえたNGC 891銀河。（web版はカラー表示）



図2 電視観望用望遠鏡eVscopeでの模擬観望会風景。（web版はカラー表示）

ずか11 cmの小型移動式望遠鏡のテストをしました(図2)。電動架台もふくめ重さ9 kgと、学校や科学館などの天体観望会でよく使われるサイズの望遠鏡です。違うのは、この望遠鏡eVscopeが電視観望用であることでした。

1.2 電視観望とは

「電視観望」は望遠鏡でとらえた天体の像を肉眼でのぞく「眼視」に対応して作られた言葉です。望遠鏡につけたカメラで天体の映像をとらえビューファインダーやプロジェクター、テレビなどで観察します。やり方によっては、大勢で同時に見られるのがメリットです。また、とらえた天体映像をそのままテレビ中継やネット中継することも比較的容易です。人を集められない新型コロナウイルス感染症対策にも有効なやり方です。

一方で、体験としては直接自分の目でのぞき見るのに比べ弱いという評価をよく聞きます。大望遠鏡の中継映像をネットで見ると同じではという声もあります。電視観望は少なくとも30年前からありますが、なかなか脚光を浴びなかったのはそういう考えもあるからでしょう。また、かつてはカメラの感度が低く、肉眼で見るより見栄えが悪かったせいもあるでしょう。

その電視観望がここ数年、にわかにアマチュア天文家の間で脚光を浴びています。感度そして見栄えが画期的によくなったためです。そのキーとなるのはライブ・スタッキングという技術で、カメラがとらえた映像フレームを撮影しながら何十、何百枚も重ね合わせることでノイズ除去と感度向上をリアルタイムで行うものでSharpCapというソフトや、その機能を内蔵したZWO社のASIAIR PROなどの機器の登場などで手軽になったためです。またCMOS(Complementary MOS)センサを使った天体写真専用の高感度で低ノイズのカメラ(俗に「CMOSカメラ」といいます)が数万円から入手できるようになったこともあります。電視観望は天文雑誌の『星ナビ』2020年3月号[1]でも特集され、また、ネットで「電視観

望」で検索すると、アマチュア天文家による実践動画やブログ記事[2]、CMOSカメラのメーカーや販売店によるガイド[3]などが多数見つかります。電視観望は既存の望遠鏡とパソコンに数万円の機材の追加で可能であり身近になっているのです。

この「現代版」の電視観望(欧米ではEAA: Electronically-Assisted Astronomy)ではオリオン星雲がH α 領域特有のピンク色に広がって見え、惑星状星雲の美しい色が再現されます。また、都会の空でも背景の空の光の中からわずかな天体の光をより分けることになり、10等級の銀河の構造など従来はとて見えなかった暗い天体も浮かび上がらせることができます。先ほどの図1の銀河もまさにこの技術によって見えてきたもので、2分間分の映像フレームをライブ・スタッキングしたものでした。

このように電視観望では、従来の眼視の天体観望会で公開天文台の口径50 cmの望遠鏡でも見るのが難しい深宇宙天体が、持ち運び式小型望遠鏡で大阪のような大都会で見られるのが魅力です。

欠点は、ソフトやカメラの操作、パソコンとの接続、セッティング、機材の管理、操作など複雑で、それなりに理解し覚えなければいけないことです。しかもこれを通常の望遠鏡の扱いに加えて行うわけですから、とても手に負えないと感じると思います。そもそも目で見えない暗い天体を導入するのも技術と訓練が必要です。市民向けの天体観望会の担い手の多くはそこまで熟練しているわけではありません。それでも前出の雑誌や実践動画では参加した市民にも評判がよい現代版の電視観望を活用できないかと考えていました。

2. 電視観望による観望会の模索

2.1 電視観望をはじめてみる

さて、ともあれ体験してみないと始まりません。そんなおり2019年11月にSETI InstituteのFranck Marchis氏が電視観望専用の望遠鏡のデモ

をするという機会があり「本当に大阪市立科学館のような都会の真ん中でも使えるんだ」とその威力を目の当たりにしました。それが自分だけの感覚ではなく、市民に通用するものなのかを調べたくてちょうど募集中だった令和2(2020)年度文化庁の博物館創造活動支援事業という助成金を申請し5月に採択されました。新しい博物館活動をテストする趣旨でしたのでうってつけです。そこで筆者は関心がありそうな松本氏と元高校教員で大学の講師や京都大学花山天文台で天体観望会指導もしている西村昌能氏(同志社大・京都産業大)に声をかけテレビ観望を使った新しい天体観望会プログラムの実践研究を行うことにしました。

なお、この助成金は、研究開発向けではなく手元にあるものの有効活用を前提としており、新しいものを使いたければ借りのしかありません。ただ消耗品すら購入は不可なのですし、パーツを借りるのは無理な話です。そんな時、前出のFranck氏がデモで使ったテレビ観望用の望遠鏡Unistellar社のeVscopeが2020年夏に日本でも発売予定で、Franck氏の助けで借りるあてもつき計画に入れました。これはテレビ観望に必要なCMOSカメラとライブ・スタッキング機能、ビューファインダーが望遠鏡に組み込まれていて、複雑な接続が不要なのが魅力でした。また当時は類似品が見当たらなかったものの、話題になり急速に販売数を伸ばしており製品ジャンルとして残りそうだったのもうってつけでした。

かくして新型コロナウイルス感染症の影響で納品が遅れるなどいろいろありましたが、11月末に手元に4台のeVscope望遠鏡が到着し、松本氏、西村氏など5人で早速行ったのが、冒頭2020年12月初旬の模擬観望会だったのです。

そういうわけで、ここでのテレビ観望についての記述はeVscopeでの体験に基づきます。特定の製品に肩入れと見えるのは公共施設の職員としては微妙ですがそういう事情なのでご容赦ください。

さて使ってみると予想通り、eVscopeは、あれ

これ組み合わせないと使えないパソコンに対するスマートフォンみたいなもので、簡単にテレビ観望の恩恵が受けられました。図3-5は、それぞれ輝線星雲のM 42オリオン星雲と惑星状星雲のM 57、フェイスオンの渦巻銀河のM 51です。

いずれも大阪、または近郊でとらえたものです。これらの写真はビューファインダーで見ているものをそのままキャプチャーし、処理は一切していません。まさにこういう様子があるの場で見えるのです。

さらに特筆すべきは、これらを見るのにかかった時間は、望遠鏡のセッティング、いや倉庫から取り出すところからはじめて10分間ということです。いろいろな接続や設定の必要がないオールインワンのテレビ観望用望遠鏡ならではですがそれだけではなく、運用も簡単だったのです。

2.2 eVscopeの構成と使い方

テレビ観望用望遠鏡eVscopeのもう一つの特徴は、構成部品が望遠鏡と三脚のわずか2パーツであることです。望遠鏡には電動の経緯台、CMOSカメラ、ライブ・スタッキングを行うプロセッサが一体となっています。難しそうなお操作つまみはなく、スマートフォンのアプリでリモート操作します。これによりセッティングと天体の導入が簡単にできます。

セッティングは三脚を開き、望遠鏡をのせて2つのネジを手で締め付け、キャップをあげ、電源ボタンを押すだけです。1分間で終わります。従来の望遠鏡は簡単なものでも10以上のパーツを組み立て、10分間はかかっていました。

さらに初期設定は、スマートフォンと望遠鏡をWiFi接続し、専用アプリで望遠鏡の電動経緯台を操作して傾け「フィールド検出」をすることで行います。これも2分間もかかりません。なお、詳しい操作に興味のある方は筆者らで制作した「ハンドブック」[4]をPDFファイルで無償公開しているのでごらんください。

ここまでできたら、スマートフォンの画面のり

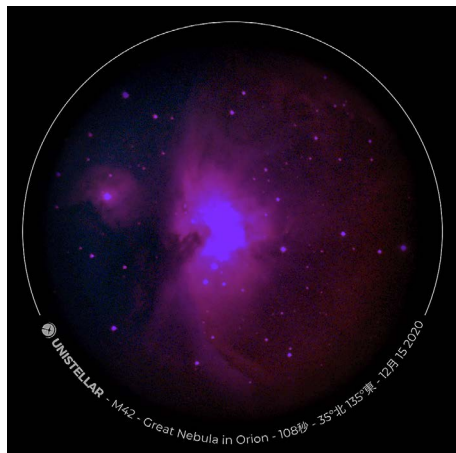


図3 eVscopeで見えたM 42オリオン星雲.
(図3-5, web版はカラー表示)



図4 eVscopeで見えたM 57リング星雲.

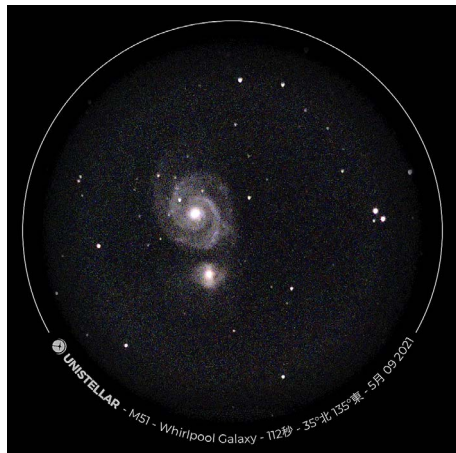


図5 eVscopeで見えたM 51子持ち銀河.

ストから見たい天体を選択し「移動」ボタンを押すとももの1-2分で望遠鏡は天体をとらえます。

望遠鏡のセッティングから天体をとらえるまで5分間です。倉庫から運びだす時間も入れて10分間というのは大げさではありません。

また、北がどちらかとか、そういったことは全く知らなくてもセッティングができます。あまりの簡単さに、冒頭で紹介した模擬観望会では、大阪の児童文化センターでプラネタリウムを担当する金子円氏が「この軽い望遠鏡で天体をとらえるのがこんなに簡単なら、観望会の担い手になれる人がずっと増える」と指摘していました。

これまでの天体観望会で使われてきたある程度しっかりした小型望遠鏡は、汎用性や拡張性を考慮し、多数のパーツを組み合わせる形になっています。また、セッティングも「使える人が行う」のが前提であり、そのため少々複雑でもかまわないというところがありました。最近ではかなり簡素化した望遠鏡も登場していましたが、ここまでではありませんでした。

なぜこのようなことが可能かという点、これは前述のとおりeVscopeが標準でCMOSカメラとプロセッサを内蔵しているためです。まず望遠鏡が自ら撮影した映像フレームから星の配置を検出し、どちらを向いてどこを撮影しているかを知ります。スマートフォンのGPSから位置と時刻の情報を得、望遠鏡自体の傾きの情報もこの検出をアシストしているのでしょう。そして、視野を変えて何度も撮影し自分がどちらを向いているかを確かめながら、望遠鏡が自力で目標の天体を見つけていくのです。この撮影しながら画像を解析し方向を確認・修正する技術をplate solvingといい、アストロアーツ社のステラショットというパソコンソフトも似たような機能をもっているなど、アマチュアにも普及がはじまっています。この方式の恩恵は、都会のように狭い空しか見えない環境でも、北極星がどちらにあるかわからなくても、限られた空しか見えない狭いベランダで



図6 eVscopeで見た月。月は得意ではない。電子ズームは可能だがこれよりシャープには見えない。(web版はカラー表示)

も、素早く天体をとらえることができることで、観測場所を選ばないのです。

電視観望と望遠鏡が自分で天体を見つける plate solving をうまく組み合わせることで、驚くほど簡単に天体望遠鏡での天体観測を可能にしたのが eVscope といえます。なんともおもしろい製品がでたものです。

反面、いろいろ弱点もあります。スマートフォンがパソコンに比べ応用発展性がないのと同じく、従来の望遠鏡が当たり前のようにできることが逆にできなかつたりします。例えば月のクレーター(図6)や土星のリングを見るには、像を大きくするため焦点距離を長くして引き延ばし、細かな様子を見るためにセンサの画素数を多くしないとダメです。ところがこの eVscope のセンサは100万画素とスマートフォンのカメラの10分の1程度と荒く、焦点距離も双眼鏡なみの450mmと短く、倍率が出せないで細かい模様があがり見えなくて、全く感動するレベルではありません。ただ、電視観望そのものの弱点ではなく、この製品の組み合わせがそうだというこ

とです。これまた詳しくはハンドブックに書きましたのでご参照いただければと思います。

なお、今回使った望遠鏡 eVscope は価格が40万円弱と、同じ程度の大きさの望遠鏡+CMOSカメラに比べて5倍くらい高価です。アマチュア天文家が既に試みているような、もっと安価な組み合わせでもより精細な天体映像が見られます。

ただ、eVscope のようなすべてがセットになった専用機は、あたかも SONY のウォークマンや Apple の iPhone が登場したように、いや、キッチンに電子レンジが登場して料理が変わったように、明らかにこれからの小型望遠鏡を変えるものだと感じます。eVscope は1年で5000台が全世界で売り切れ、新バージョンの製品の供給がはじまったとのこと。この原稿の執筆時点では同じような市販品はあまり見当たりませんが、近いうちにこのジャンルの定着がはじまり多数のライバル製品も登場するでしょう。

では、こうした電視観望用の望遠鏡がある世の中で、天体観望会のプログラムはどうなるのでしょうか。前出の松本氏、西村氏、元科学館職員の小関高明氏(関西モバイルプラネタリウム)とそのあたりを考えてみました。

3. 電視観望時代の天体観望会

3.1 自分で望遠鏡を操作して見られる

今回筆者らが使用した eVscope は設置して望遠鏡を天体に向けるのがとても容易な望遠鏡でした。見晴らしがそれほどよくなくても、雲の晴れ間がわずかしなくても、素人でもスマートフォンの操作で望遠鏡を目標の天体に向け、追尾して観察することができます。望遠鏡を使うためのテクニックはほぼ不要だといえます。

そのため、天体観望会の指導者ではなく参加者が、わずかなガイダンスを聞くだけで、好きな天体を観察するということが可能になります。

これまでの天体観望会では、望遠鏡の操作がわかっている指導者が参加者に「見せてあげる」形

式でした。しかしこのような全自動で天体を導入する機能があれば「参加者が主体的に見る」形に変化するのです。

私たちは、模擬観望会を数回実施し、参加者に実際に望遠鏡を操作してもらいました。みな夢中になって操作し、それは望遠鏡をのぞかせてもらう行為の喜びを上回っているようでした。

これをさらに進めると、ガイダンスで今夜見る天体を自分たちで決め、そして実際に望遠鏡を操作して見るという流れが考えられます。

また、従来は、望遠鏡は操作できる人がいないと稼働できませんでしたが、こうした形式のものなら望遠鏡があるだけ、各人に操作してもらえます。グループで1台、あるいは1人1台望遠鏡を使ってもらい、あらかじめストーリーを考え、それにそって望遠鏡を操作して天体をとらえるロールプレイングゲームのような観望会も可能でしょう。以下では、私たちが考えた天体観望会のストーリー例を紹介します。

3.2 様々な種類の天体でストーリーを作り観望

電視観望では、都会でも従来よりもはるかに暗い天体を天体観望会のターゲットに入れることが可能です。大阪市立科学館ですら、おおむね10等級までの十万の天体がそこに入ります。例えば、メシエ天体110すべて、NGC番号のついた数千の天体のすべてがターゲットになります。ブラックホール・シャドウの撮影で話題のM 87も大都会でだれもが自分で望遠鏡を操作して見られるのです。

また、オリオン星雲M 42以外にも主要な輝線星雲すべて、超新星残骸、惑星状星雲、天の川銀河の中の星団、おとめ座銀河団くらいまでの銀河がターゲットになります。これだけあれば、高校の教科書にある天体はすべて自分で見られます。

そこで私たちは「星の一生を見よう」というストーリーを考えました。分子雲、輝線星雲からはじまり、散開星団、主系列星、赤色巨星、惑星状星雲、超新星残骸を一通り見るというものです。

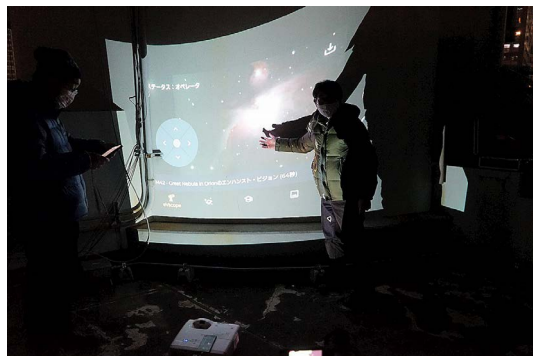


図7 スマートフォンにプロジェクターを接続して望遠鏡でとらえた映像を観察。その場で解説。(web版はカラー表示)

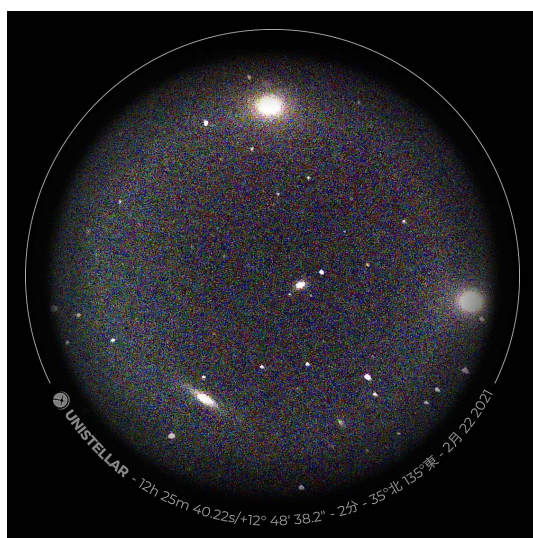


図8 おとめ座銀河団一部、大阪都心から見える。左上M 86と右上M 84がレンズ銀河、左下NGC 4388は活動渦巻銀河。(web版はカラー表示)

プロジェクターで映しての観望も行いましたが、今とらえている天体をその場で解説するのは、写真を使っただけの解説とは違う臨場感と迫力があり好評でした(図7)。ライブ・スタッキングでは画像が次第に改善され暗部が浮かび上がってくるのもおもしろいという評価もありました。

また「銀河の色々を見よう」というストーリーも考えました。渦巻銀河、楕円銀河、レンズ銀河、衝突銀河などを見、また同じ種類でもエッジ

オン、フェイスオンなどを見ていくものです。おとめ座銀河団のあたりをM86, M84, NGC4388という感じで見ることが可能です(図8)。

「銀河の色々を見よう」では、あえて部屋の外においた望遠鏡を部屋の中から操作し、スマートフォンの画面に転送されたライブビューでチェックしていきました。WiFiで望遠鏡とスマートフォンがつながりさえすれば可能なやり方です。

例えば、おとめ座銀河団のあたりの星図を部屋の壁に貼り付け、一つ一つ外の望遠鏡を操作して見ては特徴を書いていくといった展開も考えられます。10台程度まで複数のスマートフォンで同時に画面を見られますので、実習室のそれぞれのデスクのスマートフォンで確認しながら、星図に記入したり、プリントアウトしたりして写真入りマップを作るといった観望会と教室の合体のような展開も考えられます。

また、スマートフォンでキャプチャーしたものをその場でSNSに共有し、SNSでクイズを行うといったオンラインイベント的な展開も考えられます。

3.3 たくさんの天体を1回の観望会で見る。無計画にデータベースに載っている天体を見る。

また、種類を問わず、たくさんの天体を1回の観望会で見るという展開もあります。メシエマラソンといわれるやり方で、試したところ2時間で30種類ほどの天体を見ることができました。

また、データベースに載っている天体を明るい順にどこまで見えるかを試すような天体観望会や、反対に無計画にあれこれ見ていくのもありでしょう。従来の観望会では、望遠鏡を天体に向けるのが大変で、対象天体も少なかったために、そんなことはできませんでした。しかし、テレビ観望時代では、そうした遊びも可能になってきます。

4. テレビ観望時代の人材育成

さて、ここまでテレビ観望と専用望遠鏡eVscopeの使用体験を通じて、インパクトと特徴、それに

より可能となる天体観望会のスタイルについてあれこれと述べてきました。今回は、先に述べたように文化庁の助成金のために特別に借りて使っていたので今は手元にありません。借用期間は4か月ほどでした。それでも夢中になってしまう魅力がありました。宣伝文句に「これまで40年見てきた天体の数をたった2か月で超えてしまった」というのがあります。実際に、テレビ観望なら、望遠鏡を見る、使う楽しみがものすごく大きくなることを実感しました。なにしろ手軽なのがよいのです。そしてWorldWide TelescopeやGoogle SkyなどのWeb上のバーチャル天文台を閲覧するのと、実際に目の前で望遠鏡が動き、画像が現れてくるのを見るのでは、体験の質が違います。

さて、ただそれを踏まえて、では指導者はどうあるべきか、人材育成はどうあるべきかという問題がでてきます。

先ほど述べたように、eVscopeは操作への習熟はものの数分で終わります。しかし、これを本当に楽しむためには、そして指導するには、そこに見えているものの特徴を知り、価値を知る、天文学の深い知識が必要なのです。

これは本来、従来の観望会でも必要でした。土星のリングを見て「環がかわいいね」「30年で傾きが変わる」というだけでなく「氷の粒であるので本体より白い」「環は次第に壊れていく」「地球にはなぜ環はないのか」といったより深いことを知ると、見ているものの意味づけが変わってきます。本当のおもしろさが見えるのです。しかし、土星のリングや月のクレーターは多くの人が事前に知っており、有名なものを確認できたという事実と、見た目のインパクトが十分すぎるほどあったため、大した解説をしなくても満足してしまうものでした。

しかし、テレビ観望時代はそうはいきません。複数の天体を見比べ、それぞれの違い、意味、大きさや距離から読み取れることなどが語れないと、本当のおもしろさが見えてこないのです。

また、天体カタログを見て、特徴を読み取り、あらかじめどれくらい見えるか知るスキルなど必要です。これはもう観測天文学者が観測計画をたてるのと変わりません。

ということで、指導する者は、望遠鏡の操作スキルよりも、何をどう見るか計画するスキル、見えるもののおもしろさを語る能力が必要です。

実はこれは天文学者のアウトリーチ活動に向いているともいえます。というのも天文学者の中には小型の光学望遠鏡が使えないという人もそれなりにいらっしゃるようです。しかし、電視観望用の望遠鏡があれば、まさに操作や使い方を覚えるのではなく自身のサイエンスの方の専門知識を提供する方に集中できます。イベントや地域との交流用に研究所の片隅に1台いかがでしょうか。そして私たち科学館など教育現場のスタッフとともに、新しい観望会のスタイルを考えられればとも妄想します。

5. おわりに

電視観望用の望遠鏡 eVscope はいわゆる市民科学（シチズンサイエンス）のツールになると宣伝されています [5]。キャンペーン観測として、特定の天体を世界中で同時観測し、例えばトランジット法による系外惑星探査や、小惑星の形状をとらえようというものです。実際、スマートフォンの専用アプリにはキャンペーンのページがあり、米国の SETI Institute がプログラムをデザインしていることがわかります (図9)。

ちなみに、観測データは、望遠鏡とネットを室内でつなぎ、Unistellar社に送られます。

同様なスタイルで、研究者が学術的な観測キャンペーンを呼びかけ、例えば500台の望遠鏡が参加するだけでもかなり強力な観測網がしけることは想像に難くありません。なんとも魅力的です。

先に書いた人材育成もこれも含めて行えば、天体観望会と市民科学がつながった展開になりえます。なんとも壮大な構想のもとに考えられた望遠



図9 eVscopeのアプリの「サイエンス」ページ。どんな観測キャンペーンが予定されているのかがわかる。(web版はカラー表示)

鏡ということがわかります。参加者にとってもなんだか自分がEHT (Event Horizon Telescope) とかSKA (Square Kilometre Array) のような世界的な巨大科学プロジェクトの一員になったような高揚感すら湧く展開といえます。

なお、同様なことは別のグループ、別の製品でも十分に可能でしょう。私たちも西村氏が早速大学の受け持ち授業でデータ測定をして銀河の色分布を調べさせたりしています。これも西村氏が「ハンドブック」に紹介しています。

観測データを出すのに耐える望遠鏡が電視観望用の望遠鏡とスペック上似ているというのがここではポイントになるでしょう。

以上、4か月の電視観望用望遠鏡 eVscope の使

用体験を経て、興奮冷めやらぬままテレビ観望と天体観望会、そしてその担い手になる指導者の人材育成のことも述べてきました。

そして、テレビ観望用望遠鏡はキッチンに電子レンジが登場し家庭での調理革命が起こったように、従来の代替ではなく天体観望会やさらには市民科学を視野に入れた科学教育、科学普及の新しいメニューやレシピを作るものだと考えるようになりました。ただ、まだメニューは不十分です。上手なレシピも開発されはじめたばかりです。もちろん従来のやり方も残っていくでしょう。

これらあわせて、より豊かな時代に足を踏み入れている、そんな実感をテレビ観望用望遠鏡は伝えてくれます。

参考文献

- [1] 村上将之, 川村晶, 2020, 「楽しいテレビ観望」, 星ナビ, 3月号, 32
- [2] <http://hoshizolove.blog.jp/archives/26173518.html> (2021.7.24)
- [3] <http://www.kyoei-tokyo.jp/> (2021.6.6)
- [4] <https://www.sci-museum.jp/about/publication/> (2021.6.25)
- [5] <https://unistellaroptycs.com/citizen-science/> (2021.6.6)

EAA Specialized Telescopes Bring New Era of Stargazing Party for Citizens

Yoshiya WATANABE

Osaka Science Museum, 4-2-1 Nakanoshima, Kita-ku, Osaka, Osaka 530-0005, Japan

Abstract: With the EAA (Electronically-Assisted Astronomy) specialized telescope, the citizens will be able to take active learning in stargazing party, where they meet cutting-edge astronomy.