

超高感度望遠鏡 eVscope 活用ハンドブック



UNISTELLAR - 19h 59m 17.53s/+22° 41' 25.1" - 4分 - 35°北 135°東 - 12月 03 2020



大阪市立科学館

まえがき

望遠鏡は、科学に革命を起こしました。

暗くて見えない天体が見え、ディテールがわかる。それにより、光点が天蓋にそって日周運動するという宇宙観は変わりました。宇宙が立体的に想像を絶する広がりがあり、カラフルで複雑な世界であること。始まりがあったことなどがわかったのです。

また、望遠鏡は科学者でないごくふつうの人が、それを通して宇宙を見ることで、時に人生感を変えるだけの力があります。家庭にあれば、図鑑や動画で見た天体の姿をどこかにでかけなくても、自宅で見えるのも魅力的です。家庭用からプロ用まで様々な製品が入手できるのも望遠鏡の良い点です。

しかし、望遠鏡は使うのが難しく、時に期待を裏切る道具です。

何十倍もの倍率をかけて、移動する目標の天体に向けるのは練習が必要ですし、どこに目標の天体があるのか、オリエンテーリングのように星図や表をみながら探さなければならず、使うには相当の知識と経験が必要です。

そして、見えるのは、月をのぞき図鑑の写真で見るとはほど遠いものです。

本冊子でとりあげるフランス Unistellar 社の超高感度望遠鏡 eVscope は、電子観望というスタイルをとることで、図鑑の写真と同様な映像を目の当たりに見られます。また、操作は自動化され、初心者でも驚くほど簡単に目標の天体を観察できます。eVscope は、同クラスの従来型の望遠鏡に対し 5 倍以上の 40



万円と高価ですが、現状、無二の製品です。ただ、高倍率の観察に弱く土星の環や月のクレーターは見られない、空が十分暗くならないと使えないなど、欠点もあります。

本書は、研究会などで様々なテストをした eVscope の特性をふまえ、科学館や学校などの教育現場で役立つよう記しました。選定や活用のヒントになれば幸いです。

2021年3月 編者 渡部義弥(大阪市立科学館 学芸員)

もくじ

まえがき	1	渡部
基本編	3	
超高度望遠鏡 eVscope の特徴	4	渡部
基本の使い方		
知っておきたいこと、準備、 組み立て、設置、天体の導入	6	渡部
エンハnst・ビジョン だれでも出来る超高度観測	10	小関
写真撮影（画像保存）機能 アプリでワンタッチで保存	12	渡部
（コラム）エンハnst・ビジョンで・・・	13	keisuke
（コラム）観望会で望遠鏡が運用しやすく	14	金子
（コラム）異次元の見え方。リモート参加も	14	吉田
（コラム）次々に天体を導入できる	15	杉野
ギャラリー①	16	小関
実践編	17	
天体観望会 企画と実施	18	西村
どんな天体が見えるのか（eVscope に向けた天体）	20	松本
eVscope 観望会スタッフの事前の学習	22	西村
天体観望会コースプラン（冬）（春）（夏）（秋）	24	松本・渡部・西村
eVscope をシェア 大型モニター、中継、観測者モード	32	渡部
高校・大学実習への応用 画像解析ソフトを利用	34	西村
ギャラリー②	36	小関

執筆者 渡部義弥（大阪市立科学館）、西村昌能（同志社大学・京都産業大学）、
松本桂（大阪教育大学）、小関高明（関西モバイルプラネタリウム）
※（コラム）執筆者は掲載ページに記載

超高感度望遠鏡 eVscope 活用ハンドブック



基本編

eVscope は重さ9kg。専用のリュックに入れて持ち運べる。一人でそれなりに使える望遠鏡をかついでまわれるのも、実はいままでなかなかなかったこと。また設置は2つのパーツを組み合わせるだけ。設定はスマホで全自動。すぐに観察できる。そして超高感度を達成するエンハスト・ビジョン機能は、大都会でも銀河や星雲などいままで見られなかった天体像を見せてくれる。

超高感度望遠鏡 eVscope の特徴

電子観望専用の可搬型望遠鏡、全自動で望む天体を見られる

本冊子でとりあげる eVscope は、一人で持ち運べる電子観望（下記参照）として、作られたほぼ唯一の望遠鏡です（2021年3月現在）。また、eVscope は、電子観望専用というだけでなく、ほぼ全自動で使用できます。無料の専用アプリ（iOS、Android）で、設置調整と、目標の天体を望遠鏡でとらえる（導入）のが、ワンタッチで極めて簡単に行えるからです。さらに、淡く暗い天体を際立たせるエンハンスド・ビジョンという超高感度機能が特徴となります。



eVscope 主要スペック

- ・重さ 9kg（三脚ふくむ）
- ・光学系 11.4cm 反射 450mm 直焦点
- ・倍率 50 倍固定（スマホ画面では数倍のズーム可能）
- ・イメージセンサー SONY IMX224（123 万画素）
- ・接眼モニター 有機 EL ディスプレイ・視度調整機能あり
- ・バッテリー 公称 10 時間作動
- ・付属品 充電ケーブル、ピント合わせ用パーティノフマスク、キャップ、光軸あわせ用レンチ等
- ・別売りの専用収納リュックあり（三脚も運搬可）
- ・価格 379,800 円税込（送料別・2021 年 3 月現在）

電視観望とは

電視観望は、望遠鏡が集光、拡大した天体の像をデジタルカメラなどのイメージセンサーでとらえ、それをモニターで見るものです。アイピースのぞく必要がないため、大型のモニターにつないで大勢で一度に観望することもでき、ネット中継も可能です。

また、センサーでとらえた像を、コンピュータ処理し、明るくしたりノイズ除去をしたりして、天体のディティールや色を際立たせる「超高感度での観望」をすることもできます。従来の望遠鏡でも望遠鏡に高感度のセンサーを持つデジタルカメラと PC+ソフト、モニターをつなげることで（カメラのファインダーを見る方法もある）電視観望は可能です。ただし部品が多くなり面倒ではあります。

※電視観望は英語では EAA : Electronically-Assisted Astronomy と表記。

従来型の望遠鏡との比較 簡単に暗い天体が見える、惑星などは苦手

下表では、eVscope を、天体観望会用によく使われている従来の同程度の大きさ、光学系を備えた望遠鏡と比較しました。見えあじやマルバツは主観に基づきますが参考にしてください。また eVscope での見え方は冊子内の写真の通りです。写真通り見えるのがポイントです。

表. eVscope と同程度の大きさ、光学系の望遠鏡との比較

	eVscope (11.4 cm 反射)	8 cm 屈折経緯台	13 cm 反射赤道儀 (追尾装置付き)
価格 (税込)	40 万円	6 万円程度	20 万円程度
重さ	9 k g	9 k g 程度	15 k g 程度
組み立てパーツ数	2	10 程度	20 程度
セッティング	ボタン一つで終了	ファインダーあわせが必要	ファインダーと極軸あわせが必要
手動操作	ほぼ不可	直感的に行える ハンドルで微動	慣れと練習が必要 リモコンで微動
天体導入	スマホアプリで全自動	目視で天体を見て、 または星図などを 頼りに	専用リモコン で自動
自動追尾	自動	×	自動
倍率	50 倍固定	30—150 倍程度	30—150 倍程度
星の見えあじ	△～○	◎	◎
太陽 (黒点)	×	◎ (技術必要)	○ (技術必要)
昼間の星	×	○ (技術必要)	○ (技術必要)
月面・クレーター	△ (海の模様)	◎	◎
木星の衛星	△	◎	◎
土星の環	×	◎	◎
二重星	△	◎	◎
散開星団	◎	○	◎
球状星団	◎	○	○
星雲・超新星残骸	◎	△ (明るいの)	○ (明るいの)
銀河	◎	△ (明るいの)	△ (明るいの)
写真撮影	非常にかんたん SNS のシェアも即座に可	慣れと練習必要 カメラ、専用アダプター、レリーズ等別途必要。	慣れと練習必要 カメラ、専用アダプター、レリーズ等別途必要。

基本の使い方 知っておきたいこと

ここでは、*eVscope* の使い方について、知っておきたいこと、最初とたまにする準備、毎回の準備、望遠鏡での天体の導入と観察までを紹介します。*eVscope* の最大の特徴、暗い天体を浮き上がらせる超高感度観測エンハンスト・ビジョンは後述します。



eVscope での天体観測の前に知っておきたいこと 3項目

従来の望遠鏡とは使い勝手が大きく違います。特に、次の3点は重要です。

- 1) 見える空が狭くても使える
- 2) 日が暮れて暗くないと使えない（太陽は不可、夕空の観測は困難）
- 3) 全ての操作はスマホで行い、望遠鏡にはさわらない

1) 見える空が狭くても使える

従来の望遠鏡は、空が広く見渡せ、北極星が見えないと設置がしにくいものでした。しかし *eVscope* は、建て込んだ家の間でも使え、北極星が見える必要はありません。これは、*eVscope* が、星がわずかに見えれば、全自動で設置、調整ができるからです。

また、設置スペースは三脚が立てられる畳半分ほどのスペース+人間が入れる余地で大丈夫です。

2) 日が暮れないと使えない

eVscope には手で操作できる部分はなく、ファインダーもありません。望遠鏡自身が星空を撮影しながら、向ける方向を判断します。そのため星空が撮影できるほど暗くないと、使うことができないのです。

また、イメージセンサーが焦点にあるため、太陽に向けると熱で壊れますし、夕空に輝く金星も手動で無理やり入れるしか手がなくやりにくいです。

3) 全ての操作はスマホで行います

eVscope に触るのは、設置と組み立ての時だけです。なお、設置した時はスマホから手動で上下左右にしか動かさせません。

基本の使い方 準備 付属ガイドを参照すれば易しい

eVscope を使うには最初だけする準備と、毎回する準備があります。

通常の望遠鏡とは違う部分もかなりあります。ここでは流れをつかんでもらいましょう。

なお、実際のやり方は、望遠鏡に付属の日本語の「クイックスタートガイド」と「eVscope ユーザーガイド」の2冊に明瞭に記載されています（右）。



準備 最初だけするスマホアプリ Unistellar のインストール



eVscope は、設置、キャップを外す、ピントを合わせるといった以外の操作は、全てスマホアプリで行います。

Unistellar というアプリをインストールしましょう。

Unistellar アプリは、AppStore や PlayStore からインストールできます。（左）

これは、iPhone と Android スマホ、スマホと互換性があるタブレットなどでも使えます。iOS12 以降、Android6.0 以降で GPS と WiFi 機能が必要です。電話や LTE や 4G など携帯電話会社との通信は不要です。契約が終了したもので使えます。

eVscope を操作できるスマホは 1 台の eVscope につき 1 つですが、複数のスマホで画面を共有する「観測者モード」（p.33 参照）なら多数つなげられます。

準備 充電

使用前に eVscope の充電をしておきます。

満充電でなくとも 30 分間程度充電すればテストは可能です。また、充電しながらも使えます。また、操作用のスマホも充電しておきましょう。eVscope から スマホに充電することも可能ですので、いざという時のためにスマホの充電用のケーブルを用意しておくとういでしょう。

準備 設置場所の確認（安定、方位、光の環境）

三脚が途中で傾かない安定した場所が必要です。eVscope は振動があるとうまく作動しないことがあります。望遠鏡に直接街灯などの光が入らないような場所を選びます。また、スマホのコンパスなどを使って方位を確認します。

（渡部）

基本の使い方 10分のできる組み立て、設置、天体の導入

準備が終われば、組み立て、設置、天体の導入は、付属のガイドにそってやれば誰でも簡単に行えます。部品点数の少なさや設定の自動化が寄与し、1回やると感じはつかめます。ここでは、流れをご紹介します。

少し難しいのがピント合わせと光軸合わせ、そして難しくないが、意味がわかりにくいのがダークフレームの取得です。やってみると比較的易しいです。

また、初めてスマホアプリを使うときは、いちいちチュートリアルヘルプが表示されます。確認都度消えますので、あわてずチェックしていきましょう。

1) 三脚をたて、水平にする

三脚は3段まで伸ばせます。大きくした方が安定しますが、2段程度が使いやすいでしょう。しっかり脚を開いたら、脚上部の水準器を見ながら長さを微調整し、水平を出します。経験上、水平がしっかり出ている方が、望遠鏡がうまく作動します。



2) 鏡筒部を三脚にはめる (右上写真)

三脚の上面の横のネジ2本を手でゆるめ、鏡筒部をはめネジを締め固定

3) 望遠鏡を起動。鏡筒部側面のボタンを押し、ボタン周囲が赤で OK

4) スマホと望遠鏡を WiFi で接続

スマホの設定 (右写真) で WiFi のアクセスポイントを eVscopeXXXX に選択します XXXX は SN (シリアル No.) で鏡筒部の底面に書かれています。



5) Unistellar アプリを起動

6) ダークフレームを取得

鏡筒の前面と接眼部のキャップをはめ、周囲はできるだけ暗くし Unistellar アプリの右下のユーザーのメニューから「ダークフレームを取得」を選ぶと取得が始まります。数分間かかります。なんども失敗するなら周囲が暗いか確認します。ダークフレームは eVscope のイメージセンサーの感度ムラの補正用のデータで、変動しますので、観測中も時々実施するとよりよい像が得られます。

7) eVscope のキャップを外す

8) Unistellar アプリの最初の画面の<> や黄色の丸をドラッグし、望遠鏡を操作して筒を少し傾け、晴れた夜空に向ける

9) アプリで「フィールド検出」を実行する。黄色の操作ボタンの右下の小さな◎ボタンを押す (右写真)

うまくいかない場合は、星空以外の光が入っていないか、キャップは大丈夫かなどを確かめ、前の手順からやり直しましょう。

10) 明るい恒星に向ける

アプリの下の左から2番目の土星マークの「探す」を選択すると右写真のような画面になります。適当な恒星を選び「移動」を押せば、その恒星にむきます。導入は最大2分間程度かかります。完全にとまり終了メッセージがスマホ画面に現れるまで待ちます。終了しないと他の操作が行えません。



11) ピントを合わせる

ピントは鏡筒底面の大きなダイヤル (フォーカスホイール) をまわして行えます。ただ、目の子であわせても、うまくいきません。eVscope 先端にパーティノフマスク (右写真) をつけ精密に行いましょう。詳細は付属のガイドを参照ください。



12) 光軸を調整する (必須ではない)

行った方がおおむねよい像で天体を見られます。付属のレンチを使って行います。付属のガイドを参照しながらやれば、それほど難しくありません。以上で準備は完了です。光軸の調整をのぞけば、全 10 分間未満で行えます。

天体の導入

設置の [10\) 明るい恒星に向ける](#) と同じ要領で、さまざまな天体に向けられます。なお、天体を選択すると、その天体の高度と方位角が示されますので (右図)、見えるかを考えながら移動させましょう。なお導入した時点ではセンサーの像を生で見ていただけです (ライブビュー)。明るい天体は見応えがありますが、eVscope の本領は次の超高感度観測エンハンスド・ビジョンで発揮されます。(渡部)



エンハnst・ビジョン だれでも出来る超高感度観測

eVscope は街中でも暗い天体を容易に観測することができます。ライブビューは高感度のデジカメのファインダーを覗いている様なもので、暗い天体は微かに存在が分かるか、あるいは全く見えません。

ところが、エンハnst・ビジョンにすると、銀河や星雲がはっきり見えるようになってきます。しばらく見ているとだんだんノイズが少なくなってよりくっきりと見えるようになります。

エンハnst・ビジョンはイメージセンサーが捉えた光から空の明りを差し引き、天体からの光だけを蓄積して取り出す画像処理をリアルタイムで行っているのです。

市街地でも星雲や銀河が良く見えるのはこの処理のおかげで、これが eVscope の特徴です。自動で処理してくれるので、誰でも、容易に超高感度観測ができるのです。

ただ、望遠鏡が振動を感知するとエンハnst・ビジョンが停止します。軽量に作られているため、風が吹くと望遠鏡が振動しやすいのです。風上に風よけを設置するとか、風の当たりにくい場所で観測しましょう。木製のテラスの上で天体観望会を行った時は振動で頻繁に停止しました。

また、覗くときに望遠鏡にさわると振動します。観望会では床を振動させないようにゆっくり歩く、望遠鏡にはなるべく触らないで覗くなどの注意をしておくと良いでしょう。

空の明りを差し引くとは言っても、街明かりや月明かりの無い良い条件で撮影した方がより暗い天体をくっきりと撮影することができます。図は M33 銀河で、左は大阪市の中心付近、右は姫路市の住宅地での撮影です。街明かりだけでなく、当日の月明かり、空の透明度、雲、風なども影響します。

eVscope 制御アプリのユーザーページに「ダークフレーム取得」の項目があります。筒先にキャップをして光が入らないようにしてダークフレームを取得します。撮像素子には光が当たらなくても微小な暗電流が流れます。ダークフレームを取得しておけば、自動で撮影データから差し引かれます。ダークフレームは温度など環境によって変化するので、時々撮り直します。

三脚には水準器が付いています。導入精度などに影響するので、なるべく正確に合わせてから始めます。

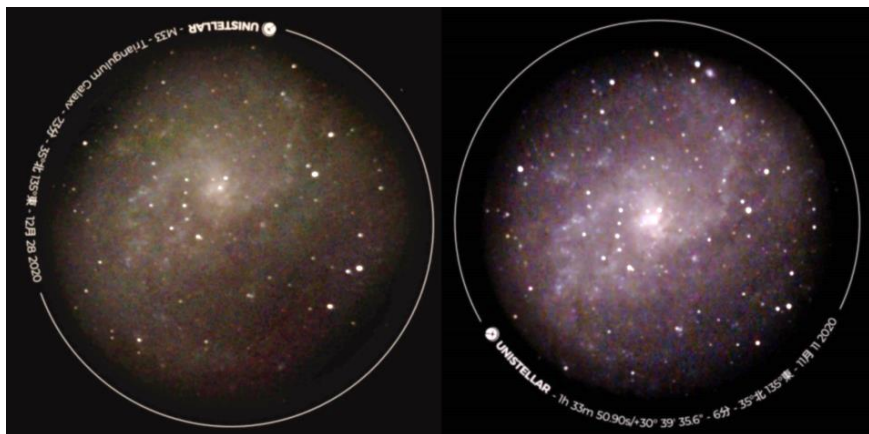


図 条件による写り方の違い。 空の暗い所で、天気の良い日に撮った方が良く写る。

また、運搬中にピントがずれたり、光軸がずれたりすることがあります。付属のパーティノフマスクを使ってピントを合わせます。撮影した天体画像はスマホの画面では小さくて僅かなピントのずれや、光軸のずれは分かりにくいので、星像を拡大してチェックします。たくさん撮影してからピンボケに気が付いた、なんてことにならないように気を付けましょう。

光軸のチェックは、明るい星を視野の中心に入れ、フォーカスホイールを時計回りに止まるまで回して、ピンボケ星像の中心にスパイダーの中心が来ていればOKです。ずれていれば、六角棒レンチを使って、フォーカスホイールの外側に有る2本のネジを回して合わせます。eVscope 付属のガイドも参照してください。

(小関)

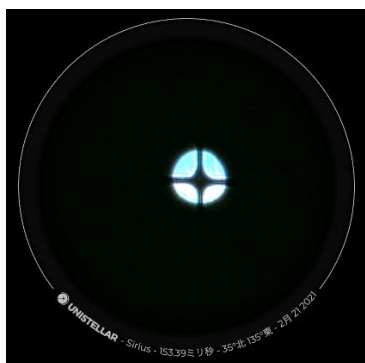


図. 光軸チェック用にピンボケにした星像 光軸はあっていない状態

写真撮影（画像保存）機能 アプリでワンタッチで保存

eVscope で見ている映像は、Unistellar アプリで、任意のタイミングで png ファイルとしてスマホに保存できます。保存のさいには、日時や天体名、Unistellar ロゴなどがついたオーバーレイが入ります（右写真）。画像の著作権は eVscope の使用者のものとなり、自由に使えます。

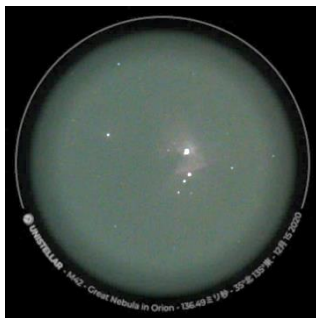
ロゴなし画像の保存

また、設定を変えるとこれらロゴなどが無い画像として保存もできます（右下写真）。ユーザー（右下のアイコン）を選び、右上にある歯車アイコンで設定に入ります。全般で「画像の保存時にオーバーレイを追加」のチェックを外すだけです。なお、画像ファイル名は、eVscope 日付-世界時での撮影時刻とシリアル No.になります。天体名や座標情報は png ファイルには残らないのであとで利用するさいにわからなくならないよう注意が必要です。

観測生データ（fits、RAW 形式）の取得方法

画像は png 形式でスマホにダウンロードされます。見て学習したり楽しんだりする分には十分ですし、ある程度の解析実習にも使えます。しかし、より活用する場合、観測生データの RAW 形式や fits 形式でほしくなります。実は RAW 形式の画像は eVscope 内の SD カードに蓄積されているのですが、ユーザーが直接取り出すことができません。また、観測を続けていくと SD カードの容量がいっぱいになり、生データが保存されなくなります。この取り出しは、すぐにはやれません。取り出しと同時にされる SD カードの容量を復活させる方法は、日本語のガイドにはきちんと書かれていません（2021年3月時点）。

取り出しの手順は、①WiFi アクセスポイントを用意し ②eVscope と WiFi アクセスポイントを直結させて行います。③WiFi の SSID とパスワードをメモしておく、④Unistellar アプリで eVscope と接続し、⑤ユーザータブから、「データのアップロード」を選びます。⑥データは Unistellar 社に送信され手元に残らないので、⑦あとでメールで Unistellar 社に連絡し、送り返してもらいます。（渡部）



コラム eVscope を使ってみて

エンハンスト・ビジョンで次第に鮮明になるのが面白い

keisuke (星カフェ SPICA 代表) 天体観望会指導 20 回以上

操作は簡単でマニュアルも不要。チュートリアルが出ますが見なくてもなんとなくわかる。導入はとても簡単で、手動導入のように練習も要らない。また画像保存の機能も素晴らしい。見た天体のメシエ番号なども合わせて記録されていて便利です。ただ、導入完了のタイミングが少しわかりづらいと感じました。アプリは何度か落ちました。

見え味は、想像以上でした。市街地でここまで見えるのならば観望会でもかなりの戦力になると思います。

M42 をエンハンスト・ビジョンで天体の構造が時間とともに鮮明になっていく 様子が印象的。「倍率を上げる」「口径を大きくして明るくする」とはまた違った楽しみ方でした。「図鑑で見た天体が見たい」という夢を一気に叶えてくれるアイテムだと思いました。望遠鏡を操作、観察する上での初心者がぶつかる壁をほとんどなくしてしまっている。

観測者モードもよい。数人が同時に見られるのは観望会ではとても有効。鏡筒を覗くのが苦手な人もいるので、画面を複数のスマホで共有できるのはありがたい。

「星の一生」というテーマでの観望会を体験しましたが、eVscope の長所を活かしたプログラムだと思いました。大口径の望遠鏡を用いても淡い星雲では観察者の見え方にばらつきが出ますが、これなら解決できます。

現段階でもかなり完成度は高いですが、アプリ性能も含めて今後の進化にも期待したいです。

コラム eVscope を使ってみて

望遠鏡の操作に関する負担が大幅に軽減。指導者になりやすい

金子円（東大阪市ドリーム 21 プラネ担当）天体観望会指導 20 回以上

天体観望会でしばしば問題になるのは、望遠鏡の操作をし、指導をする人の確保です。大勢の人に見てもらおうと思えば、できるだけ多くの望遠鏡を展開する必要がありますが、その分、操作者は大勢必要になります。

eVscope を実際に操作してみて、大変シンプルで簡単に操作することができました。特に、通常の望遠鏡ではセッティングは面倒なのですが、eVscope では方位、高度など気にせずに行えるのは驚きでした。そして 1 度使ったら、2 度目からは全く問題なく使えそうでした。

また、重い赤道儀がなくとも天体を追尾し続けることができ、軽量であり、力があまりない人には運用しやすそうです。アプリには天体に関する説明も表示されるので、操作はもとより、指導にも活用できるのではないかと思いました。

異次元の見え方。複数人で見られるよさ。リモートでの参画も

吉田 守（神戸市立青少年科学館 サイエンスコミュニケーター）観望会指導 10 回以上

予想以上に軽量で、安全面からはむしろもう少し重くても良いくらいです。アプリの操作は慣れるとサクサクすすみ気持ちよく、天体観望をしていることを忘れるほどでした。ただ、寒いときはスマホで細かく操作するのは難しく、タブレットの方が良かったかもしれません。さらに 大型モニターに写せれば複数人で見られて良いでしょう。

最初にオリオン星雲 M42 を見ましたが、今まで経験してきたのとは 異次元の見え方に驚きました。エンハンスト・ビジョンで光が蓄積されると、色鮮やかに見え、大望遠鏡での観望会で見るレベルを超えていました。一方、シリウスのような 高輝度の天体は見辛かったですですが、調整の範囲かと思えます。月に関しては、大型双眼鏡で見たような印象で特に本機の有用性は感じませんでした。

リモートでの専門家の案内や解説ができる環境があれば、観望会の新たな形になると思いました。

使い安く、観察も写真でき、次々に天体を導入できる

杉野文昂（（一財）花山宇宙文化財団 技術補佐員）指導 20 回以上

総合的な評価は◎です。40 万円でこの見え方、天体導入、初期準備、写真保存などほぼ満足できるものと思いました。簡単に写真が残せる点など価値が高いです。

研修では、星の一生をテーマに見どころ天体を指定していただいたのはとても良かったと思いました。通常の観望会のときにも、この望遠鏡を使った時はこの望遠鏡用のプログラムを別にした方がよいように思いました。次々に天体を導入できる点は、なかなか他の望遠鏡にはない優れた点だと思いません。

非常に明るいシリウスはエンハンスト・ビジョンで光を蓄積すると、素直な青白い色ではなく、変な色になってしまいました。元の青白い色がほしかったけれど、これは自分で画像補正しなければならないのでしょうか。使い方に慣れば自分の欲しい画像を得られるのではないかと思いました。また、今回のがしましたが、惑星がどのような見え方をするのか見ておきたかったです。

eVscope での観望に向かないとされた明るい天体の見え方と色味問題

コラムでも今ひとつという意見があった恒星、惑星、月の見え方を紹介します。通常の天体望遠鏡ではいずれも観望に好適な対象です。

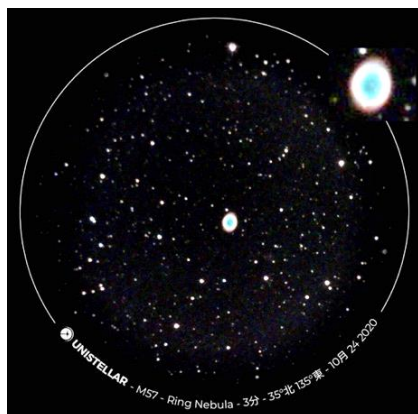


図. eVscope でとらえた明るい天体。左から恒星スピカ、火星、月

感度やシャッタースピードは Unistellar アプリでコントロールできますが、色味は自動的に判断されコントロールできません。外から懐中電灯や街灯などの光が入ると色味がとたんにおかしくなることがあります（右写真）。その場合は望遠鏡を再起動するのがよいです。（渡部）



ギャラリー①



左上：M57 こと座 惑星状星雲

環状星雲、リング星雲と呼ばれる。太陽程度の恒星が進化の末期に惑星状星雲をつくる。元になった恒星は15等星の白色矮星となって、中心で光っている。

右上：M20 いて座 散光星雲

3つに分かれているように見えるので、三裂星雲と呼ばれるが、別れている様に見えるのは、暗黒星雲があるためです。

左中：M42 M43 オリオン座 散光星雲

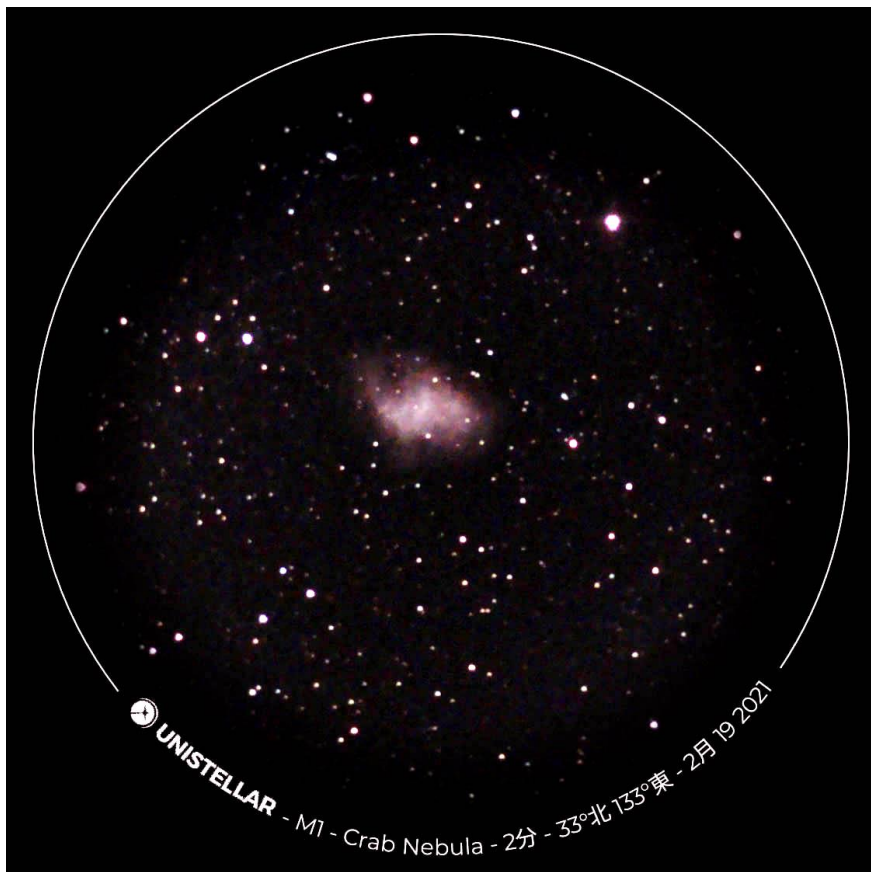
オリオン大星雲とも呼ばれ、肉眼でも見える。4重星のトラペジウムはこの星雲でおよそ100万年前出来たばかりの星です。

左下：M46 おおいぬ座 散開星団

惑星状星雲 NGC2438 と重なっているが、星団のメンバーではない。

(小関)

超高感度望遠鏡 eVscope 活用ハンドブック



実践編

写真 おうし座の超新星残骸 M1 かに星雲。従来の小型望遠鏡ではかすかに見えるだけだった。eVscope エンハンスト・ビジョンで 2 分間蓄積。

天体観望会 企画と実施 従来型の観望会と eVscope を利用した観望会

従来型の観望会 1~2 天体で月と惑星。時期に左右される

従来型の天体観望会は時間にしておよそ 90 分、参加者数も様々な制約（望遠鏡と望遠鏡操作が出来る人の数、会場の広さ、会場までの交通手段やエレベーターの定員なども！）で 10 名程度から 100 名までと様々です。観望会の多くはドームに入った据置型赤道儀中口径望遠鏡 1 台と移動式の小望遠鏡数台で観望するため、観望できる天体は一回に一つか二つといったところです。

また、望遠鏡の性能から観望の対象は月と惑星が主流で参加者も土星の環などを期待されているようです。観望会は金土日の夕方になることが多いですが、そうすると月などは観望できる時期に限られてきます。月の観望は月齢が若いと早い時刻に西に傾きますし、満月は、まぶしくてあまり観望に適しません。

満月を過ぎると月が昇って来る時刻が遅くなります。月齢が 7 から 12 くらいまでが一般の参加者にはクレーターや海の起伏などがはっきり見え、喜んでもらえます。そうすると月の観望に適した週末は月に一度以下になってしまいます。惑星も同様で火星は 2 年に一度の衝（接近）、出来れば 15 年ごとに訪れる大接近やその前後の準大接近を待つしかありません。人気の高い木星とそのガリレオ衛星・土星は年ごとに観望に適した季節が移ってどの時期でも観望できるというものではありません。

eVscope を利用した観望会 銀河や星雲、星団、参加者が操作も

ところが、eVscope を利用すると観望会の様子が一变するでしょう。eVscope は、倍率が 50 倍と固定され月は全体がちょうど視野一杯になりますが、従来型の小型望遠鏡ほど見え味が良くありません。木星や土星も苦手です。しかし、eVscope は銀河や星雲、星団など面積がある微光天体を大いに得意とする望遠鏡です。また、操作も簡単でスマホを扱える方なら、簡単な説明を受けて各自で操作ができます。数台の eVscope を用意し、この利点をういて次のようなスキ

従来型観望会と eVscope を用いた観望会の比較

従来型観望会

- 目的は「観て感動」すること
- 観望対象が月・惑星で 1~2 個
- 太陽系の範囲
- 指導者が望遠鏡を操作
- お客は受動的
- 観られて良かったとの感想を期待

eVscope を用いた観望会

- 目的は、観望を通じて「理解して感動」すること
- ストーリーを作成して様々な天体を観望
- 星雲・星団・銀河が主な対象
- Deep Field が範囲
- 指導者はストーリーに沿った天体を指示
- お客は能動的に望遠鏡を操作
- スマホに自分が撮影した画像を保存時、持ち帰って、後日に学習

ームで新しい形の天体観望会が構築できると考えています。これはお客さんの数が少ない時は 1 台でも可能でしょう。

eVscope を利用した「新しい天体観望会」の企画と運営案

eVscope を利用した観望会は、多数の天体を見られます。そこで、単に 1, 2 の天体を見る体験をしてもらうだけでなく、ストーリーを作る流れのあるものが良いと考えます。

星雲・星団・銀河が観望対象になるので、季節によって観望できる天体を調べてストーリーを作ることとなります。ストーリーの例として

- 1) <恒星の進化> 散光星雲→散開星団→若い主系列星（青い星）→球状星団→進化の進んだ赤色巨星か超巨星→惑星状星雲→超新星残骸→恒星進化の結果として月・惑星
- 2) <銀河系と銀河の世界> 渦巻銀河（傾きの異なる 2 個）→楕円銀河→活動銀河→球状星団→散光星雲→散開星団
- 3) <天の川の世界> 散開星団→散光星雲→惑星状星雲→二重星→場合によっては渦巻銀河を見て銀河系の形を想像する。

右写真は実施の様子ですが、スタッフは数台の eVscope 全体を見渡せる位置で観測対象を指示していきます。その時、観望対象の特徴などを説明しストーリーテラーの役目をします。補助のスタッフがいる場合、最初と最後に eVscope の操作を手助けします。メインのスタッフはあくまでも参加者が eVscope へ向けるべき天体の指示をするのです。



天体の導入 英語表記に慣れるには WEB サイト活用

eVscope をコントロールする Unistellar アプリでは、銀河、星雲、星団、恒星、惑星、衛星、小惑星、彗星など多数の天体データが内蔵されており、天体名を選ぶだけでどんどん天体を導入できます（座標入力もできます）。楽しい体験です。

問題はこの天体名が現状では、左図のように全て英語表記なのです。M1 や M42、あるいは Mars や Moon などはまだしも天体の英語のニックネームはわかりにくいです。そこでトレーニングには WorldWideTelescope や GoogleSky など観測写真と英語表記が見られる WEB サイトが役に立ちます。

どんな天体が見えるのか（eVscope に向けた天体）

eVscope を使うと、小型望遠鏡による眼視の観望会では事実上あきらめざるを得ないことが多い、淡い「銀河」「星団」「星雲」を比較的容易に観望することができます。

逆に、従来の観望会では定番の観望対象となる「月」と「惑星」は、eVscope はあまり得意とはせず、むしろ普通の望遠鏡+眼視の方がきれいに見えます。

こんな天体に向く

eVscope の大きな特徴は、少々の街明かりの下であっても、淡い天体を「観る」ことができることです。たとえば、右の画像は大阪市北区中之島で観た銀河 NGC 891（上）とオリオン大星雲 M42（下）です。上はエンハンスト・ビジョンで観た様子、下はライブビューで観た様子です。

NGC 891 は銀河円盤をほぼ真横から見た姿の有名な渦巻銀河ですが、自動導入機能がない望遠鏡ではそもそも向けることすら難しく、かつよほど空が暗い場所でなければ見るのが難しい見た目が非常に淡い天体です。しかし eVscope を使えば、とても簡単な自動導入機能と電子の目のおかげで、手軽に臨場感のある観望ができます。

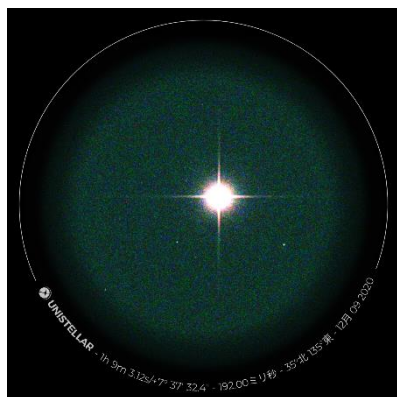
M42 は星形成領域である星雲の様子を明瞭に認識することができます。

このように、通常なら最初からあきらめてしまいがちな淡い天体や、眼視では「よくわからない」といった感想が寄せられがちな天体において真価を発揮すると言えます。なお、視野の広さは月の見かけの大きさと同様で固定されていますので、たとえば M31（アンドロメダ銀河）や M45（散開星団のプレアデス）などのように、視直径がそれ以上の天体は全体の一部しか見ることはできません。倍率も約 50 倍で固定です。



こんな天体には不向き

反面、eVscope は従来の観望会では定番となる月と惑星にはやや不向きです。月面の構造は十分判別できませんが、フォーカスをしっかり合わせた眼視の望遠鏡と比べるとボヤけた印象になります。また惑星表面の様子は解像できず、強い点光源と変わらない見え方となります。たとえば、右は eVscope で観た火星です。表面



の様子を見ることはできていません。また明るい恒星を観た場合と同様に、いわゆる回折スパイクが強く出ます（見た目は派手になりますが）。

まとめ

したがって、eVscope は従来の眼視望遠鏡を完全に置き換える万能の望遠鏡というわけではありませんが、その得手・不得手とする天体の特徴を把握したうえで、従来の眼視の望遠鏡と併用することにより、観望会のテーマの自由度が大きく広がります。最大の長所は、眼視では見ることが難しい暗い銀河、星団、星雲などに対し、その場で手軽に望遠鏡を向けて観ることができる点です。すなわち、太陽系内の月や惑星よりも桁違いに遠い距離の宇宙空間に位置する多種多様な天体の世界へ、観望対象を広げることが可能になります。

固定の倍率と視野を利用して、天体の大きさを実感する（距離の 100 分の 1）

eVscope の倍率が 50 倍固定、視野の短い辺は月の直径ほど（0.5 度）程度です。倍率や視野をアイピースを交換することで切り替えるのも望遠鏡のおもしろいところなので、残念な点ですが、ここは逆用して天体の大きさを実感しましょう。

0.5 度はおよそ 100 分の 1 ラジアンです。したがって視野の短辺は天体までの距離の 100 分の 1 です。視野いっぱいに見えるオメガ星団（右）は距離 16000 光年ですので、ざっと 160 光年の差し渡しと簡単に計算ができます。他の天体と次々に比較するのもおもしろいでしょう



eVscope 観望会スタッフの事前の学習

ストーリー展開を重視した企画

設置、調整された eVscope は数分間程度のレッスンで扱えるようになります。そのため、eVscope は参加者が操作できる望遠鏡になります。そのため、p.18 で述べたように eVscope を利用した観望会では従来型の観望会とは異なる企画や実施内容になります。スタッフは望遠鏡の扱い方の習熟から開放されますが、代わりに別の知識が必要となり、そのための事前学習がスタッフに必要になってきます。

一つは、eVscope が得意とする天体を考慮し、どれほど見えるのかを知っておく必要があります。エンハンスト・ビジョンでは従来型の望遠鏡なら全く観望できない天体が見えます。

次に、eVscope はスマホで天体を指示すると直ちに天体を導入してくれます。

この事を利用してシームレスなストーリー展開を観望会に持ち込めます。

さらに、eVscope はエンハンスト・ビジョンで光を蓄積する時間が決められますから、何秒露出で何がでてくるかを知る必要があります (図 1、図 2)。

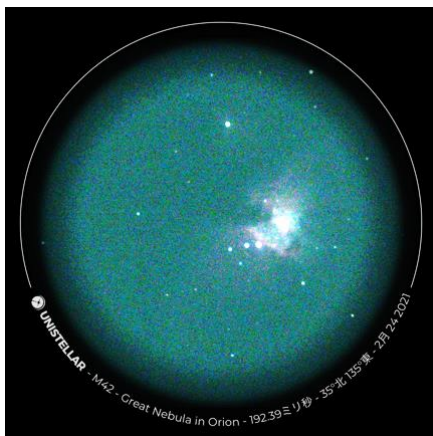


図 1 M42 ライブビューでの撮影



図 2 M42 エンハンスト・ビジョンで 44 秒積算

図 1、図 2 の M42 については P.34 で詳しく述べます。

事前の学習会

このような eVscope の特徴を考えると十分な事前学習がスタッフに要求されま
す。スタッフ全員の協議という形で学習をすすめましょう。

- 1) 観望会のストーリーをどの様に展開するか、季節によって観望できる天体が
違います。観望できる天体を繋ぐとストーリーが見えてくることがあります
が、それにはスタッフの知識を増やす必要があります。数名のスタッフがい
る場合、協議をすることで良い知恵が浮かんでくるでしょう。
- 2) そのため、プラネタリウムソフト（たとえばアストロアーツ社のステラナビ
ゲータ）を用いて西空から東空に向かって観望対象の天体を選んで行きます。
暗い天体が対象ですので、星座早見盤を使うときは、星雲や星団が記載され
た本格的な星図を合わせて見る必要があります。
- 3) ストーリーが固まったら、観望する順番をストーリーだてして工夫しましよ
う。できるだけ、先に低くなり見えにくくなる西側から観望しますが、
eVscope は素早く目的天体へ向きますので強く赤経方向にこだわることは
ありません。
- 4) 観望する天体が決まり、ストーリーが完成したら、観望予定に近い日に実際
の観望場所に出かけましょう（下図）。そこで、一度、ストーリーを試して
見ることをおすすめします。というのは、頭で描いていた観測場所に高い建
物、木立があると観望できないからです。eVscope では、スマホの Unistellar
アプリの画面にその時刻での天体の高度・方位が示されますので、無理な計
画であったかが、その場でわかります。またスマートフォン画面には天体の
特徴が詳しく示されますので、その場でストーリーの変更も可能となります。
- 5) 準備が終わりましたら、観望する現場にあわせて修正したストーリーをスタ
ッフ全員で共有出来るようにしてください。
- 6) 観望会のオープニングの説明で本日の観望会の目的を参加者に告げ、ストー
リーを語ることで、観望会の
目的を明らかにしてくださ
い。

**図. 都会での観望は建物などたくさん
の障害物があります。そのためし
っかりと観望場所の様子を知っ
ておくことが大切です**



天体観望会コースプラン（冬）

冬の星座には明るい恒星が多く含まれるため、眼視観望にとって見栄えがする季節です。特に冬の夜空は、天の川銀河の渦巻腕構造のうち、太陽系が所在しているオリオン腕を間近に見る位置関係になるため、その中で生じている星の誕生から星の死までの現場を見ることができます。

そこで、冬は「恒星の一生を追う」をテーマに観望会のメニューを考えてみます。

恒星の一生の進化過程

恒星（以下、単に星と表記）の一生を簡単におさらいしておきます。

星は暗黒星雲とも呼ばれる低温の星間ガスから誕生します。その内部で特に密度の高い領域が自己重力で収縮し、中心が水素の核融合反応を起こすほど高温・高密度になると主系列星として誕生します。その現場は星形成領域と呼ばれ、天の川銀河のような天体の大集団である渦巻銀河の円盤部に存在します。

主系列星はひとつのガス塊内で同時多発的に誕生し散開星団を形成しますが、やがて散逸し太陽のような単独星となります。主系列星は星の一生において最も長期にわたる状態の壮年の状態で、いわゆる普通の星です。やがて中心核の水素が枯渇すると赤色巨星へと進化します。太陽質量の8倍以下の星（以下、軽い星）は炭素や酸素などを合成しつつ、星の外層大気を放出した姿である惑星状星雲を残し、やがて白色矮星になって一生を終えます。

また太陽質量の8倍以上の星（以下、重い星）は、重元素を次々に合成しつつ最終的に赤色超巨星へと進化し、超新星爆発を起こして一生を終えます。爆発時に放出されたガスは超新星残骸となり、その中心付近には中性子星またはブラックホールが残されます。

いずれの場合でも、星が一生を終えた後には星を構成していた物質は宇宙空間に放たれ、再びどこかで集積し、それが次世代の星とその周囲の惑星そして生命の材料になります。

星の一生を追いかけるには

星の寿命の長さは、最も短いものでも100万年程度、長いものは10兆年にもなります。したがって、ある特定の星の誕生から死までを見届けることはできません。

しかし宇宙には、誕生途上の星、壮年の星、老年期の星など、様々な星の進化段階の姿をした天体が存在します。つまりそれらを観察することで、仮想的に星の一生を追いかけることができることとなります。

ちなみに、この考え方を使えば、なぜ夜空に見える星の大半は主系列星で、それ以外の進化段階の天体は少ないのかが理解できます。すなわち、星の一生における滞在時間の長短を表しているわけです（人間でたとえれば、繁華街などで雑踏をパッと見渡すようなものです。そこには赤ちゃんもいれば老人もいる。そして最も多く目に入るのは子供でも老人でもない容姿をした壮年世代となるでしょう）。

天体観望会コースプラン

ではこのテーマに沿って、具体的な観望天体とその順番の一例を考えてみます。それぞれの天体の特徴や特筆事項などは各々でさらに調べてみてください。なお、Unistellar アプリでは導入天体の名前は英語で表示されるため、天体名の表記は英語にしています。

- (1) 渦巻銀河 = 星の誕生現場 : M33
- (2) 暗黒星雲 = 星の材料 : Horsehead nebula (馬頭星雲) ※見えないかも
- (3) 星形成領域 = 星の誕生現場 : M42
- (4) 散開星団 = 若い星の集団 : M41
- (5) 主系列星 = 壮年の星 : Sirius
- (6) 惑星状星雲 = 軽い星が死んだ痕跡 : NGC 1514
- (7) 白色矮星 = 軽い星が死んだ姿 : Sirius (約 8.5 等の伴星) ※ただし心の眼で観る
- (8) 赤色超巨星 = 老齢の星 : Betelgeuse
- (9) 超新星残骸 = 超新星爆発の痕跡 : M1
- (10) 中性子星 = 重い星が死んだ姿 : M1 (かにパルサー) ※ただし心の眼で観る
- (11) 月や惑星 (前世代の星々が作った重元素で作られた)

月や惑星は、従来型の眼視望遠鏡の方が表面の様子がシャープで色もくっきりし、見栄えが良いです。また、月は肉眼でも見られますし、足下には地球という惑星もあります。

そこに、淡い銀河や星雲を観る手段として eVscope をうまく併用するのが活用
のキモです。 (松本)

天体観望会コースプラン(春)

春の銀河まつり、さまざまな形の銀河を、つぎつぎにめぐる

春は距離 6000 万光年と最も近い銀河団、おとめ座銀河団が見える季節です。12 等級以上の銀河だけで 30 個もあります。また銀河団外にも見応えがある銀河があります。

これらは渦巻き銀河、楕円銀河、レンズ銀河、不規則銀河、衝突して変形している銀河など形も様々。さらに向きも横むき(エッジ・オン)と上から見下ろし(フェイス・オン)など色々です。eVscope ではこれら銀河の形をエンハンスト・ビジョンでしっかり見ることができます。さまざまな形の銀河をつぎつぎにめぐってみましょう。

春のコースプラン

0) M67 散開星団 ウォーミングアップ

今回のテーマの銀河は導入してもわかりにくく、エンハンスト・ビジョンを使ってようやく見えてきます。最初は自信をつけるため、ライブビューでも確実に見える、散開星団 M67 を見てみましょう。散開星団は次第にちりぢりになるので、年齢は数億歳くらいまでですが、M67 は 40 億年前に誕生し生き延びている変わり種です。



1) M84 (右目)、M86 (左目)、NGC4388 (口)、NGC4387 (鼻)



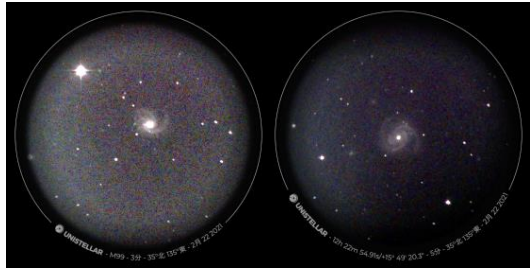
顔のように見えることから、一部の研究者が「人面銀河群」と言っているエリアです。両目の M84 と M86 は楕円銀河、鼻の NGC4387 はレンズ型銀河、口の NGC4388 は渦巻銀河と棒渦巻銀河の中間的な銀河です。一コマで 4 つもの特徴ある銀河が見られるお得な場所です。

また、この銀河群の視野の左には銀河が列のようにつらなっています。少しずつ視野をずらしエンハンスト・ビジョンをかけて見るのも面白いです。ここは、気がついた天文学者の名前をとって、マルカリアの鎖 (Markarian's Chain) と呼ばれています。

2) M99 (左) M100 (右)

渦巻き銀河。おとめ座銀河団の中でも分かりやすい渦巻き銀河です。

渦巻きが見やすい角度（フェイス・オン）で見えています。

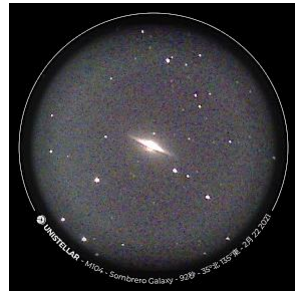


3) NGC4565 渦巻き銀河（エッジ・オン）

この銀河は、おとめ座銀河団ではなく、かみのけ座 I 銀河群にある銀河です。距離は 5000 万光年くらい。針のように見えることからニードル（針）銀河のニックネームを持っていますが、渦巻き銀河を真横で見た様子（エッジ・オン）です。

4) M104 渦巻き銀河？ 楕円銀河？

おとめ座にありますが、おとめ座銀河団のメンバーではないと考えられています。メキシコの帽子ソブレロのような雰囲気からソブレロ銀河のニックネームで親しまれています。NGC4565 と同じエッジ・オンで見えている渦巻き銀河と考えられてきましたが、近年の研究では巨大な楕円銀河の中に、円盤がはまっている状態と考えられています。



5) M51 渦巻き銀河 M82 衝突銀河

おとめ座ではなく、りょうけん座やおおぐま座という北の空に見える銀河です。写真と解説は p.36 のギャラリー②をごらんください。いずれも、eVscope では、エンハンスト・ビジョンで細かい構造が見え、楽しめる銀河です。

このほかにも、おとめ座銀河団には多数の銀河があります。（渡部）

天体観望会コースプラン（夏）

18世紀の天文学者シャルル・メシエは、彗星探索に際して見た目が彗星と紛らわしい、面積を持つ淡い天体の一覧を作りました。最終的に110番まで登録されたメシエ天体は天体観望会の定番ネタですが、実際には光害のない環境でなければ存外見えづらいものです。

夏の夜空は、天の川銀河の中心方向を向くこともあり、数え方にもよりますが約40個のメシエ天体が観望対象となりえます。その多くは星団ですが、散光星雲や惑星状星雲もありますので、冬のコースプランと同様に恒星の一生を追うこともできます。さて、eVscopeは高感度による淡い天体の観望が可能なことに加え、天体を簡単に自動導入できることが大きな特徴です。

そこで、夏はメシエ「ハーフマラソン」をテーマに観望会のメニューを考えてみます。ただし、観望会の時間を90分とすると、実際に導入できるのは15個程度までと思われる。そこで、ぜひ見ておきたいメシエ天体と、余力があれば見てみたいメシエ天体に分けて構成します。

夏のメシエ「ハーフマラソン」(8月1日20時~21時頃に大阪での観望を想定)

(1) ぜひ見ておきたいマストな天体セレクション

M51（りょうけん座の銀河）

M101（おおぐま座の銀河）回転花火銀河。

M3（りょうけん座の球状星団）

M5（へび座の球状星団）

M6（さそり座の散開星団）蝶々星団。※かなり低い。

M7（さそり座の散開星団）プトレマイオス星団。※かなり低い。

M8（いて座の散光星雲・暗黒星雲）干潟星雲。

M20（いて座の散光星雲・星形成領域）三裂星雲。

M17（いて座の散開星団・散光星雲・星形成領域）オメガ星雲。

M16（へび座の散開星団・散光星雲・星形成領域）鷲星雲。

M27（こぎつね座の惑星状星雲）アレイ星雲。

M57（こと座の惑星状星雲）リング星雲。

M13（ヘルクレス座の球状星団）

(2) 余力があれば見てみたいエクステンドな天体セレクション

M81, M82, M108, M109 (おおぐま座の銀河) ※すぐ西に沈む。

M97 (おおぐま座の惑星状星雲) 梟星雲。 ※すぐ西に沈む。

M64 (かみのけ座の銀河) 黒眼銀河。 ※すぐ西に沈む。

M53 (かみのけ座の球状星団) ※すぐ西に沈む。

M106, M94, M63 (りょうけん座の銀河) ※時間的余裕あり。

M4, M80 (さそり座の球状星団) ※かなり低い。

M19, M62 (へびつかい座の球状星団) ※かなり低い。

M9, M10, M12, M14, M107 (へびつかい座の球状星団)

M21 (いて座の散開星団) ※やや低い。

M23 (いて座の散開星団)

M54, M69, M70 (いて座の球状星団) ※かなり低い。

M22, M28 (いて座の球状星団) ※やや低い。

M18 (いて座の散開星団)

M25 (いて座の散開星団)

M11, M26 (たて座の散開星団)

M55 (いて座の球状星団) ※かなり低い。

M75 (いて座の球状星団)

M2, M72 (みずがめ座の球状星団)

M73 (みずがめ座の星の並び)

M15 (ペガサス座の球状星団)

M52 (カシオペヤ座の散開星団)

M71 (や座の球状星団) ※時間的余裕あり。

M56 (こと座の球状星団) ※時間的余裕あり。

M29, M39 (はくちょう座の散開星団) ※時間的余裕あり。

M92 (ヘルクレス座の球状星団) ※時間的余裕あり。

(松本)

天体観望会コースプラン(秋)

秋の星座

秋には明るい星や天の川がありません。ということは、秋の夜空は天の川から外れ、銀河系（天の川銀河）の外側を観察出来るチャンス到来ということになり、eVscopeの独壇場となります。

つまり、銀河、球状星団を中心に観ていく事になります。しかし、赤緯の高い星座は夏のものでも西空で十分見えますので、観望対象にしてもよいでしょう。

1) 惑星状星雲 こと座のリング星雲 M57 (右)

太陽程度の恒星の最後の時、大きく膨張して赤色巨星になります。赤色巨星は膨張収縮を繰り返し、ガスを外部に放出し、中心部分が白色矮星となって冷えて行きます。その外側に放出されたガスが球殻状に分布し、くつきりときれいな円形に見え、これを惑星状星雲といいます。惑星状といいます。惑星とは直接関係はありません。見え方がくつきりとした円盤に見えるからそう名づけられたのです。



2) アンドロメダ銀河 M31 (左)

銀河系から 230 万光年の距離にあり、銀河系の 2 倍の大きさ直径 20 万光年の渦巻銀河です。およそ 50 億年後に銀河系と衝突すると考えられています。

最初に銀河系外の天体としてアメリカの天文学者ハッブルによって確かめられた銀河でもあります。

斜めから見ていますので、長細い形です。4 等で暗い空なら肉眼でも見えます。写真はアンドロメダ銀河の中心部分の中心核・バルジが明るく輝き、腕の構造もみえていて、eVscopeの視野からはみ出ています。(差し渡しは満月=eVscopeの視野の4倍にも及びます)

3) さんかく座 M33 (右)

銀河系の近くにある渦巻銀河で大きさは銀河系の半分程度です。この銀河もいずれ、銀河系、アンドロメダ銀河に衝突する運命にあると言われていて、これら3つの銀河と周辺の小さな銀河で局部銀河群を形成しています。

写真では、銀河を回転軸の上から見ているので、腕の様子がはっきり分かります。



4) くじら座 M77 (左)

活動銀河の一つ、セイファート銀河です。渦巻銀河で、銀河の中心、中心核が異常に明るいものをセイファート銀河と呼んでいます。中心には太陽1500万個分の質量を持つブラックホールがあるとされています。

5) ちょうこくしつ座 NGC253 (右)

渦巻銀河の一種ですがスターバースト銀河としても知られ、急激な星形成を行っていることで有名であり、電波銀河でもあり、活動銀河の一つです。



6) みずがめ座球状星団 M2 (左)

球状星団はハローとよばれる銀河を球状に包み込むように星々が分布する領域をいいます。ハローにある星団は球状星団と言われる恒星数100万個で年齢が100億歳のいわば銀河に残る生きた化石です。恒星大気の金属量は比較的若い太陽の100分の1しかなく、太陽を種族Iというのに対して種族IIとよばれます。

(西村)

eVscope をシェア 大型モニター、中継、観測者モード

望遠鏡は基本的に一人が占有して見るように設計された道具です。のぞけるのがいっぺんに一人ですから、どうしてもそうなりがちです。天体観望会では、ですから、のぞかない待ち時間というのが生じ、その間は「肉眼で星空を見ながら待つ」という運用をすることになります。

eVscope も同様で、個人がじっくりと使うように設計されています。ただ、スマホでもビューファインダーと同じものが見えることから、みんなでシェアする展開が可能です。3つの方法をご紹介します。

大型モニターでの観察 有線接続して映像出力

スマホの画面を大型モニターに映して、みんなで鑑賞してみましょう。そのためにはスマホの映像をモニターに出力しないといけません。最近ではWiFiで接続するのが普通ですが、WiFiはeVscopeとの接続に使われてい
ますのでダメです。そこで有線接続を利用しましょう。

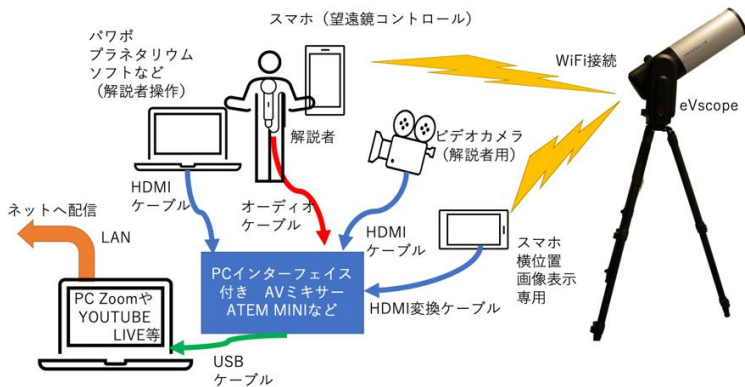


iPhoneやiPadであれば、別売りのHDMIアダプタや、HDMI変換ケーブルを使えばOKです。Androidスマホでも機種によってはMHLケーブルやUSBケーブルなどで可能ですが、必ずやれるわけではないので販売店などにきいたり、ケーブルを製造販売している会社のサイトなどを参考にしましょう。たとえばhttps://direct.sanwa.co.jp/contents/sp/backno/onayami_150408.html には詳しく書かれています(2021年3月現在)。

なお、このスタイルで鑑賞すると、望遠鏡をのぞくのが苦手な人でも見られますし、大画面でポイントを示しながら紹介もできます。スマホを横にするとちょうどよい画面で見られ、メニューも隠れてくれます。試してみたところ意外と評判もよく、今後の観望会の標準的なスタイルになるでしょう。なお、一般的な電子観望では、PCやカメラのHDMI出力が普通に使えるのでそれほど苦勞はいりません。

ネット中継 eVscope だけ屋外に出し、あとは屋内でも可能

大型モニターに映すことができれば、次のステップで HDMI→外部カメラにする PC インターフェイスを使い、PC 経由でのネット中継が可能です。さらに、解説音声や解説者の姿、パワポやプラネタリウムソフトなどの解説素材があると、より面白いネット中継ができるでしょう。構成例は下図の通りです。



なお eVscope の特徴としては、WiFi ごしにスマホの Unistellar アプリでコントロールするので、望遠鏡は屋外、他の機材や人は屋内でのネット中継も可能です。これは PC などの精密機器の破損を防ぎ、電源や LAN などの設備を使いやすいメリットもあります。ただ WiFi の延長は、有線 LAN ほど容易くないのでプラネタリウムと屋外などは難しいことが多いでしょう。

Unistellar アプリの「観測者モード」 複数のスマホで画像をのぞけ、画像も保存できる

上の中継の図では複数のスマホが eVscope と接続しています。これも eVscope の特徴です。テストでは 5 台程度で見られました。接続した 1 台のスマホだけが望遠鏡をコントロール可能な「オペレータ」 になり、他の接続は自動的に「観測者」になります。「オペレータ」の権限はユーザーメニューでの「解除」で他の人に譲ることができます。1 台の eVscope を次々順番に操作体験をすることが可能です。なお「観測者」でも画像のスマホへの保存はそれぞれ可能です。また、感染症などで機材の共有が難しい場合、こうした形で、接触する部分は手持ちの機材 (スマホ) で行えることも、観望会の幅を広げることになります。望遠鏡をのぞかない観望会ですが、試してみた限り満足度は高かったです。順番まちせず、じっくり見られることもあるでしょう。(渡部)

高校・大学実習への応用 画像解析ソフトを利用した教材

大学の地学実習で試みた内容をここでは紹介します。マカリという画像解析ソフトが国立天文台から無償で配布されています。

(<https://makalii.mtk.nao.ac.jp/>)。現在はWindows だけに対応しています。天体画像の処理・解析において、かなり便利で機能が高く、マカリを利用した様々な教材が開発されています（例えば「あなたもできるデジカメ天文学」 鈴木文二・洞口俊博編 恒星社厚生閣 2015）。ここでは eVscope で得られた画像を使ったオリオン大星雲 M42 を扱った課題を紹介します。

オリオン大星雲の輝線分布

図 1 はマカリを利用してオリオン大星雲 M42 の構造を調べた画像です。図の下側に eVscope のエンハンスモードで撮影した M42 の画像です。斜め左上から右下に直線が見えますがこの範囲の eVscope 画像の明るさをマカリで表示したのが図の上にあるグラフです。

図 2 は、図 1 上の明るさの表示部分を赤色(R)と緑色(G)の成分ごとで表示したものです。M42 の中心付近にあるトラペジウムという数個の O 型星が紫外線を放射し、それが周りのガス雲を励起し、光らせているのです。R は主に赤い波

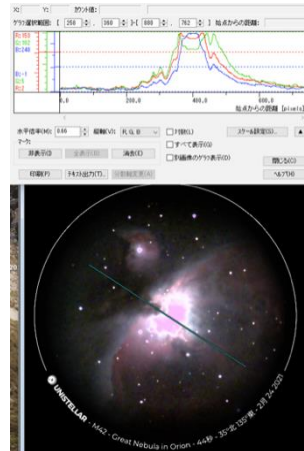


図 1 マカリで処理した M42

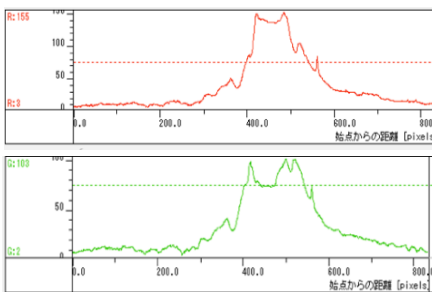


図 2 上 H α 線が強い成分

図 2 下 酸素の禁制線が強い成分

長の中性水素の輝線（H α 線）が中心になって光っています。中性水素はおよそ 1 万度で良く光ります。ですからこのような星雲の温度は 1 万度から 2 万度あると言われています。G は主に 2 回電離した酸素の禁制線 [O III] の光を含みます。[O III] の禁制線は密度が非常に小さいところで発光します。図 2 を見ると R 成分は

M42 の中心部分、G 成分は M42 の周辺に広がっていることがわかります。R と G では明るさ（グラフの高さ）が異なることに注意してください。

オリオン大星雲の明るさ分布 コントア（等輝度線）処理

図3と図4はそれぞれ、積算時間を変えて撮影したM42の画像をマカリでコントラスト処理したものです。

図3はライブビューモードで0.2秒の積算です。コントラストははっきりしませんが中心に数個の明るい恒星が見えます。これがトラベジウムと呼ばれる高温のO型星でM42を照らしているのです。

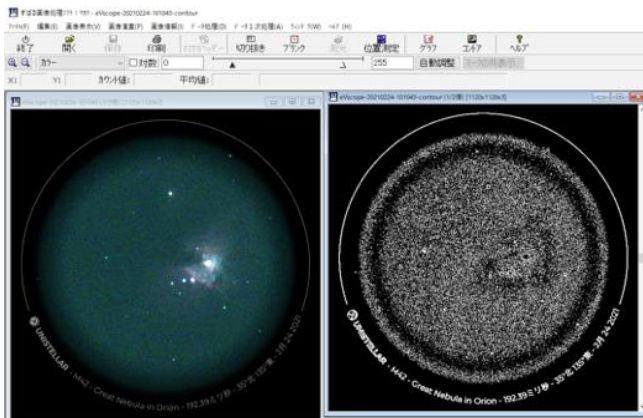


図3 ライブビューモードで撮影したM42

図4はエンハンストモードで44秒積算したものをマカリでコントラストを調整したものをコントラスト処理しました。

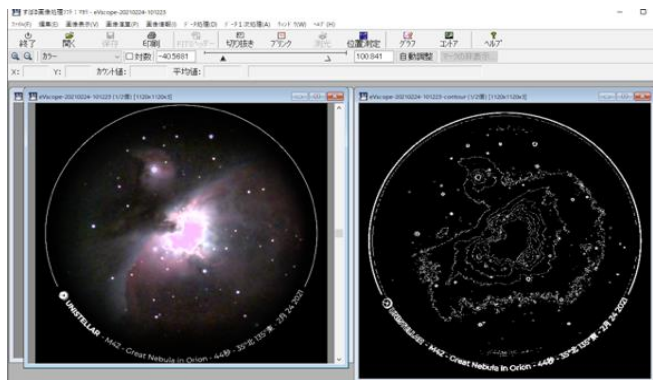


図4 エンハンスト・ビューで撮影したM42

コントラスト機能は等しい輝度（明るさ）を結ぶものです。これでオリオン大星雲M42の明るく輝く領域がはっきり分かってきます。

1) の輝線成分分布との比較で暗い領域に [O III] 領域が広がり、中心部分は水素のガスが明るく輝いていることが分かります。

(西村)

ギャラリー②



左上：M4 さそり座 球状星団

球状星団としては近い距離 7200 光年。多くの白色矮星が見つかっています。アンタレスのすぐ西にあり見つけやすい。

右上：M13 ヘルクレス座 球状星団

地球から 22000 光年の距離にあり、北半球で最も明るく見える球状星団です。30 万個の星が密集しています。

左中：M51 りょうけん座 渦巻銀河

地球からの距離は 3700 万光年で、すぐ隣の不規則銀河 NGC5195 とつながっていることから「子持ち銀河」と呼ばれています。この伴銀河とはやがて合体すると考えられています。

左下：M82 おおぐま座 不規則銀河

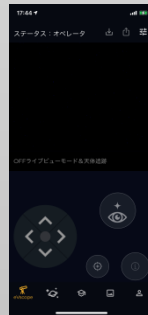
葉巻銀河とも呼ばれていて、地球からの距離は 1200 万光年。すぐ近く of M81 銀河の影響で、爆発的な星形成(スターバースト) が起こっています。

(小関)



発行 大阪市立科学館
 〒530-0005
 大阪市北区中之島 4-2-1
 電話 06-6444-5656
<https://www.sci-museum.jp>
 2021年3月

印刷 株式会社 春日
 〒630-8126
 奈良市三条栄町 9-18



文化庁

令和2年度 文化庁 地域と共働した博物館創造活動支援事業