

事業報告

企画展「天体写真で見る宇宙」実施報告

鈴木 裕司*

Report on the Planned Exhibition “Universe Seen via Photographs of Astronomical Objects”

SUZUKI Yuji

Abstract : The planned exhibition “Universe seen via photographs of astronomical objects” intended to make stars on the night sky and objects in the universe seamless through experiences of finding objects in high-resolution photographs of constellations. For this purpose, large and high-resolution image was created processing the image data of Digitized Sky Survey automatically. Since little explanation was exhibited adopting approach to understanding through looking at the photographs, it would be difficult for people who are not interested in stars to understand. To make exhibition being easier, supplementary materials such as “handwritten explanations”, “picked-up objects to be find” and “star chart for finding objects” were made.

キーワード : 星座, 天体写真, デジタイズドスカイサーベイ, 高解像度, パノラマ, 天体探し

Key words : constellation, photograph of astronomical object, Digitized Sky Survey, high resolution, panorama, finding astronomical objects

はじめに

本稿では、愛媛県総合科学博物館（以下、当館）で2022年12月10日から2023年1月29日まで開催した企画展「天体写真で見る宇宙」（以下、「当企画展」）について報告する。当企画展は、高解像度かつ広範囲の星座の写真を作成し、大判印刷したものを展示することで、写真を通じて天体探しをすることができる展示である。1922年の第1回国際天文学連合総会によって現在使われている88星座の星座名が定められてから100周年であることから、星座を入り口として宇宙にある様々な天体を知ってもらうことをねらいとしている。

企画展のコンセプトについて

当企画展を実施するにあたり、天文分野の展示における2つの課題を克服しようと試みており、それが企画展のコンセプトになっている。

まず1つ目は、天文分野でも数多くの資料を展示し、それらを見ることによって対象物についての理解を深めるという自然史分野での王道の展示を行おうとしたことである。博物館において天文分野で資料といえば、基本

的には歴史的な文献や過去に使われていた道具であり、天文学の対象物そのものを資料とすることができない。そのため、宇宙開発ではない天文・天体の展示というと、天文学の解説の展示や天体写真展が主となる。前者は解説が主体となり文字が多くなるため、資料を見ることで理解を深める展示手法とはいいがたい。後者は展示物の数において体系的・網羅的というには少ない。そこで、見栄えのする天体だけではなく、数多くの天体の写真を展示することで夜空の博物学ともいべき展示を実現したいと考えた。

2つ目は、肉眼で見た夜空と天体望遠鏡で見た宇宙の天体との間には大きなスケールの隔りがあることである。天体観望会などで望遠鏡を通して拡大した天体を見ると、それが「肉眼で見ている夜空の一部を拡大したもの」という意識は持ちにくい。また、仮に100倍に拡大した天体を表現しようと思えば、それは100倍スケールの違う対象を両立しなければならない。通常の写真ではこれを両立することが不可能であるため、アーカイブデータを用いて夜空と宇宙をつなぐ写真を作成し、この課題を克服しようと試みた。

* 愛媛県総合科学博物館 学芸課 自然研究グループ
Curatorial Division, Ehime Prefectural Science Museum

展示構成

図1に展示のレイアウトを示す。天体写真をもとに天体について知ってもらいたい意図から、解説は最小限とした。一般の方でも知っているものから導入するため、最初に星座について解説し(図3)、その次に写真からわかる地球のこと(図4)、天体写真についての解説と続けた。展示開始当初は星座の解説の次に天体写真についての解説を続けていたが、自由導線のせいかわかりにくく奥へと進む方が多く見られたため、その対策として企画展示室に入ってすぐ見える場所に「展示の楽しみ方」を設置することとした(図3)。「展示の楽しみ方」には、当企画展で行ってほしい「写真で星座の全体を眺めてみよう」「写真に近づいてじっくり見てみよう」「天体を探してみよう」の3つのことを記載した。

夜空と宇宙をつなぐ意図の部分は、3つのスケールの展示物を準備した。1つ目は Gaia 星図(図4)で、これは2021年度の常設展更新の際に展示室4階に設置したものと同一データを縮小して印刷したものである(鈴木, 2022)。夜空全体が表現されているため、個々の星座の位置関係を知るときに参照できる。

続いて、Digitized Sky Survey(以下、DSS)を用いて作成した高解像度かつ広範囲の星座の写真を表示しており、これがメインの展示物となる(図5~13)。星座の写真の周囲には、天体望遠鏡で拡大して撮影した天体の写真を展示した(図14, 15)。拡大写真の天体は、基本的にその天体が写っている星座の写真の近くに配置した。

天体写真では写真展のように特に解説がなくても純粋に写真を見ると想定していたが、じっくりと写真を細部まで見る方は少数であった。そのため各星座の写真の近くに、その写真内の見どころを解説するシートを、星座の写真の色反転したものに手書きで書き加えて展示した。

当企画展は星座の写真がメインの展示物となっており、星座は座標上の0度は存在しているが、どこかに区切りがあるものでないため、巡回できる自由導線とした。わかりやすさのため、星座は各季節と北天の星座に分け、解説も加えてそれぞれを小部屋のようなゾーンで展示展開した。各ゾーンは隣接しており、少し狭くなっている部分が各ゾーンの境界を果たすレイアウトとすることで、自由に展示を行き来しながら回遊できるようにした。

高解像度かつ広範囲の星座の写真の作成

使用した画像データについて

星座の写真を撮る場合、広角レンズを使うと広い範囲

を写せるが細かい部分が見えず、望遠レンズで拡大すれば解像度は高くなるが広い範囲は写らないのが普通である。そのため、高解像度と広範囲を両立するには、望遠レンズもしくは望遠鏡を使用して解像度高く撮影した写真を多数用いてパノラマ画像を作成する必要がある。

この作成のために、DSSのデータを使用した。DSSは複数のサーベイデータを記録した写真乾板をデジタル化することで全天をカバーしたデジタルデータベースである。

使用したデータは、赤色は POSS2/UKSTU Red、青色は POSS2/UKSTU Blue を基本としている。恒星の密度が高いなど POSS2 のデータが存在しない領域は、赤色の場合は POSS1 Red、青色の場合は Phase2 GSC1 もしくは POSS1 Blue を使用した。

画像データはウェブサイトからダウンロードできる(STScI: The STScI Digitized Sky Survey)が、フォーム入力を手動で行うのは広範囲の画像をダウンロードするのに現実的ではない。フォームの入力項目は URL に含めることができるため、これを curl コマンドと組み合わせてスクリプトを作成し、Windows PowerShell を使用して自動でダウンロードが進むようにした。例えば、POSS2/UKSTU Red, R.A.=00h02m00s, dec=00d30m00s, サイズ: 60 arcmin × 60 arcmin の画像をダウンロードして、000200+003000P2R.fits のファイル名で保存するには、以下のスクリプトを実行すればよい。

```
curl.exe -L "https://archive.stsci.edu/cgi-bin/dss_search?v=poss2ukstu_red&r=00+02+00&d=00+30+00&h=60&w=60" -o 000200+003000P2R.fits
```

画像の2色合成について

ダウンロードできる画像データはモノクロの FITS 画像であるため、FITS 画像に対応したソフトウェアを用いてカラー化する必要がある。赤緑青の3色の画像からカラー化するのが理想であるが、緑に割り当てられる画像データでは全天をカバーできないため、RバンドとBバンドをそれぞれ赤と青に割り当てて、2色の画像からカラー画像を作成することとした。

カラー合成には(株)アストロアーツのステライメージを使用した。処理を自動化するため、ステライメージにてバッチ処理が行える過程はそれを使用した。レベル調整など画像毎の値設定が必要でバッチ処理が行えないものは、ショートカットコマンドと Windows PowerShell の SendKeys コマンドを使用した。Sendkeys は例えば [System.Windows.Forms.SendKeys]::SendWait("n") とすると、キーボードで「n キー」を押したのと同じ効果のあるコマンドである。コマンドの指定方法により、「Esc キー」や「Ctrl キーや Shift キーと同時」などを指定することができる。このコマンドを使用して、ステラ

イメージに対してショートカットキーを入力していくスクリプトを作成することで、バッチ処理が行えない部分も自動化することができる。ただしバッチ処理と異なり、処理の終了を待たずにスクリプトが進んでいくため、適宜

Start-Sleep -m 100

コマンドを使用して処理時間を確保するようにした。

2色合成にあたり、まず画像サイズの調整を行う。画像の基本サイズは小さいものに合わせて2000pixel × 2000pixelとしたが、縮小前の赤と青の画像サイズの組み合わせによって、数ピクセルのずれが生ずることがわかった。そのため、2000pixel × 2000pixel から2005pixel × 2005pixelの間で赤は2種類、青は5種類の画像サイズを設定し、縮小前の画像サイズの組み合わせによって、どのサイズに縮小するか機械的に判断できるようにした。

画像サイズの調整後は、疑似カラーを施す。青はシアン、赤は明暗反転した後にシアンで疑似カラーをつけた後に再度明暗反転した。疑似カラーの際の値の幅はデフォルトで表示されたものを使用した。これにより赤と青の画像が作成されたが、カメラで通常撮影するカラー写真での恒星の色よりも彩度が高い状態のため、Lab色彩調整で、青画像は緑を0に、赤画像は赤を0にして淡い色に調整した(図14)。

調整が終わった赤青の2枚の画像を、コンポジットで位置合わせを行った上で比較明合成した。位置合わせの際に、自動位置合わせで出た値から回転については、減算を行った後の画像の標準偏差が極小となる直近の回転角を0.01度単位で探し、極小となる時の回転角を採用した。比較明合成後、再度Lab色彩調整で黄を2とした後、背景をグレーにするためレベル調整でRGBそれぞれの色の平均値を揃えるように調整を行った(図16)。これで1度×1度の範囲のカラー画像1枚が作成できる。

このカラー合成の作業を赤経方向・赤緯方向ともに1度間隔で全天の約65,000枚に対して行う。さらにパノラマ画像を作成するには画像同士の重なりが必要なため、赤経方向・赤緯方向ともに30分角ずらした位置で2度間隔の全天で約32,000枚の画像に対しても行った。

カラー合成の作業は、疑似カラーをつける段階までは画像により人の判断が必要な部分があるため、マニュアル操作にスクリプトを組み合わせで効率化した。コンポジット以降の段階は、スクリプトによって自動実行できる環境を作成し、長時間継続的に連続して大量の画像に対して処理を行えるようなスクリプトを作成した。これにより、日中は疑似カラーまでの下処理を行い、帰宅時にコンポジットの処理を始めることで、夜の時間にも処理を行うことができ、作業を効率的に行うことができた。画像によっては自動処理ではうまく合成できない画像も

あったため、処理した画像は目視確認し、不具合があるものは対策をとり再処理ないしはマニュアルでの処理を行った。

1枚当たりの処理時間は疑似カラーまでが約10秒、コンポジット以降は約60秒である。例えば、18時から翌9時までの15時間でコンポジット作業を自動で行うようにすると、約900枚のカラー画像を作成できる。単純計算では3か月強で全ての画像処理を終える計算となる。実際にはトラブルで処理が止まると効率が下がる一方、休日には24時間連続で処理を継続できることで効率が上がるなどの変動がある。

パノラマ画像の作成について

パノラマ合成には、Image Composite Editorを使用した。PhotoshopやLightroomも試したが、Image Composite Editorの方が、操作が軽易かつパノラマ合成の成功率が高かったことが選択理由である。出力画像は星座単位としたが、印刷用紙を有効に活用するため、複数の星座をまとめて1つの画像としたものもある。1つの星座に使用する画像は数100枚以上となるため、これを一度にパノラマ合成するのは難しい。そのため、赤経方向、赤緯方向にそれぞれ5枚の計25枚をパノラマ合成したものを中間画像として作成することとした。実際には、ここに重なり領域を持たせるため、上下左右に1枚ずつの余裕をもたせて7枚×7枚の計49枚をパノラマ合成したものを作成していった。極に近い領域は赤経方向が小さくなるため、適宜枚数を増やして中間画像を作成した(図17)。

1度×1度の領域の画像サイズが約2000pixel × 2000pixelであるため、これらをパノラマ合成していくと最終の出力ファイルのサイズが大きくなり、ソフトウェアで扱う際に動作が重たくなってしまふ。そのため、印刷時の解像度との兼ね合いで中間ファイルを作成後に各画像を25%のサイズに縮小(正確には4×4のビニング)した。

縮小した中間ファイルを作成後は、星座毎に設定した範囲が含まれるように、再度パノラマ合成を行った(図18, 19)。星座が大きくなったり、極に近かったりすると、一度に全体をパノラマ合成できないことがあったため、一部分を合成後に別の部分を合成するなど、試行錯誤を繰り返して各星座のパノラマ画像を作成した。全天分の画像データはあったが、展示スペースの関係で愛媛県から見えない南天の星座と、うみへび座・くじら座など一部の星座はパノラマ画像を作成しなかった。

合成後の画像は1度あたり500pixelの解像度を持つ。画素数が一番少ないのは、「いるか座」で11557pixel × 11178pixelである。反対に画素数が一番多いのは、「おおぐま座+りょうけん座」で40235pixel × 25777pixelで

ある。

パノラマ画像の印刷について

高解像度のパノラマ画像を作成した目的は、肉眼で見る夜空と望遠鏡で見る宇宙をつなぐことにある。そのため、望遠鏡で見る天体が確認できる分解能で印刷する必要があり、結果としては1度～42mmで統一したスケールで全ての星座を印刷することとした。このスケールを決める際には、いくつかの点を検討した。

まず分解能を設定する際に目安にしたのがM57である。天体探しをするにあたってはメシエ天体が全てカバーできているのが望ましく、その中でM57は小さい天体である。「天文年鑑2022」によるとM57の大きさは83秒角×59秒角である。もし1度=60分角=60mmとして印刷したならば、M57は約1mm四方の大きさで表現されることとなる。1mm以下の大きさになると視認しづらいため、これより小さくなりすぎないようにする必要がある。

続いて、印刷用紙のサイズからの検討である。印刷用紙は幅1,118mmのロール紙である。これに例えばオリオン座を1枚で印刷しようと思うと、約25度を1,118mmの幅に収める必要がある。この場合のスケールは1度～44.72mmとなる。

最後に合計の印刷面積からの検討である。1度～60mmと1度～40mmとでは、合計の印刷面積に2倍以上の差が生じる。展示室で使用できる可動壁の数および印刷を検討した結果、1度～60mmでは大きすぎることがわかった。

上記の検討から、1度～40mm程度のスケールに決定した。このスケールの場合、プリンタ出力の実際の分解能が300dpiの場合、1度あたりにpixel数は約472pixelとなる。これ以上のデータ量があっても、印刷で表現しきれないため中間ファイルを作成する時に1度あたり500pixelとなるように画像サイズを小さくしても大丈夫と判断した。ちなみに、1度～42mmだと1度あたり496pixelのデータ量となる。印刷した写真上を見ると、非常に細かい部分まで表現できている(図20)。

この様にスケールを決定したが、星座によっては大きくて短辺がロール紙の幅に収まらないものがある。その場合は、重なりを設定した上で2枚に分けて印刷した後、張り合わせることで大きな印刷物を作成した(図7, 8, 10, 13)。

補助資料について

手書き解説

写真で天体探しをすることができる、というのが当企画展のポイントであるが、星座の写真に対して天体が小

さいため、天体に詳しい人でないと自力で見つけるのは困難である。一方で大きな天体もあり、天体によって見つけやすさに差がある。また、天体を見つけた場合、それが正解かどうかわかるものがないと自身の答えに納得ができない。そこで、各星座について、見つけやすい天体とわかりやすい特徴などを記した解説を作成することとした。

解説は、大判印刷した星座の写真の明暗反転したものをA3サイズで印刷した後、ラミネート処理を行い、そこに油性ペンで情報を記載していった。記載した内容は、星座線と一等星(黒色)、望遠鏡による拡大写真が展示してある天体(赤色)、拡大写真は展示していないが星座の中で特徴的・見つけやすい天体(青色)などである。情報を記載後に、星座の大判写真の近くに展示した(図21, 22)。

手書きの解説は、水族館などで最近増えてきたものであるが、当企画展においても感想を聞いた分においては「わかりやすい」と評判はよかった。

天体探しガイド(星図)

手書き解説は、見つけやすいものをピックアップして情報を掲載したが、中には拡大写真が展示されている天体を全て見つけたいという人もいるかもしれない。そのような需要に対応するため、星座毎の詳細星図をまとめた冊子を天体探しガイドとして作成した。2021年度の常設展更新で作成したGaiaのデータを用いた全天星図(鈴木, 2022)の中から、展示している星座毎に領域を切り出し、拡大写真が展示されているメシエ天体・NGC天体の名前と位置を追加した。できた画像をグレースケールに変換し、白黒反転することで各星座の詳細星図を作成した(図23, 24)。

天体探し(初級・中級・上級)

当企画展では星座の写真と天体の写真を多数展示しているため、どこから観覧してよいかわかりづらい面がある。そこで、天体を探す導入になるように、見つけやすい天体をピックアップした天体探しを作成した。初級・中級とステップアップができ、かつ夜空を見る際にも役立つように、初級では「道具がなくても見える天体8つ」(図25)、中級では「望遠鏡・カメラで狙いやすい天体10個」とした(図26)。見つけた時に戸惑わないように、天体探しで使用する画像は印刷した画像データから切り出したものを使用している。上級は、メシエ天体の一覧を載せてメシエマラソンができるようにした(図27)。画像はなく、どの星座にあるかを記載し、天体探しガイドを活用しながら探してもらうことを想定した。これらを印刷したものを、上記の天体探しガイドとともに企画展に入ってきた「展示の楽しみ方」のゾーンに設置し

た (図 28).

おわりに

企画展「天体写真で見る宇宙」は、高解像度かつ広範囲の星座の大判印刷した写真を展示するという、これまでの天文の展示では行われてこなかった手法を採用することで、夜空の星と宇宙の天体というスケールの違うものを結びつけることを意図した展示である。Digitized Sky Survey の画像データを自動処理するスクリプトを作成することで、狙い通りの画像を作成できた。しかしながら、資料を見ることを通して理解する、という自然史展示的な手法をとるために解説を少なくしたため、星に興味がない層にとってはとっつきにくい印象を与えてしまった。補助資料を用意したものの、多くの方が天体をじっくり探して楽しむ、という状態にまでは至らなかった。夜空と宇宙をつなぐという課題は引き続き挑戦すべき題材であるため、ストーリー性を持たせる、解説の分量を増やすなど、今後の企画展に向けて改良を行いたい。

参考文献

- STScI : The STScI Digitized Sky Survey, https://archive.stsci.edu/cgi-bin/dss_form (2023.05.19 参照).
- 鈴木裕司, 2022 : Gaia 衛星のデータを用いた全天星図の作成, 愛媛県総合科学博物館研究報告. 第 27 号, p.123-138

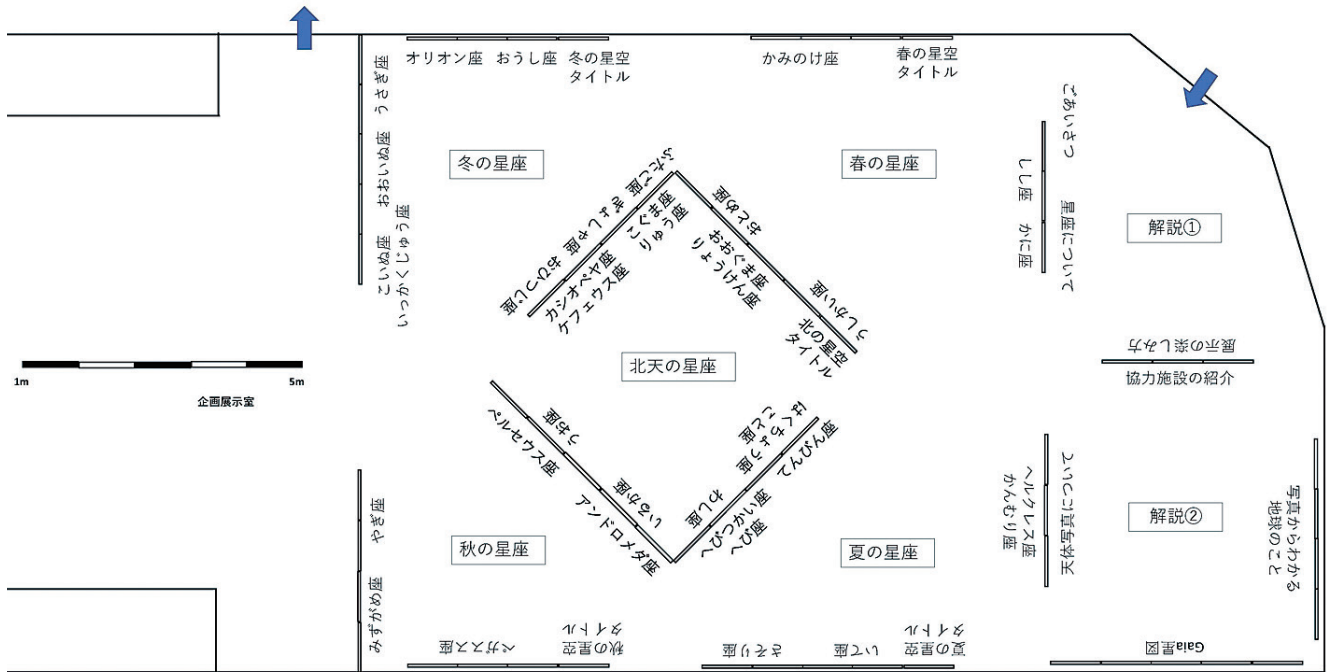


図1 展示のレイアウト



図2 企画展入口



図3 星座の解説と展示の楽しみ方
(赤い矢印先の解説パネル)。長机を見たのが図28。



図4 写真からわかる地球のことと Gaia 星図

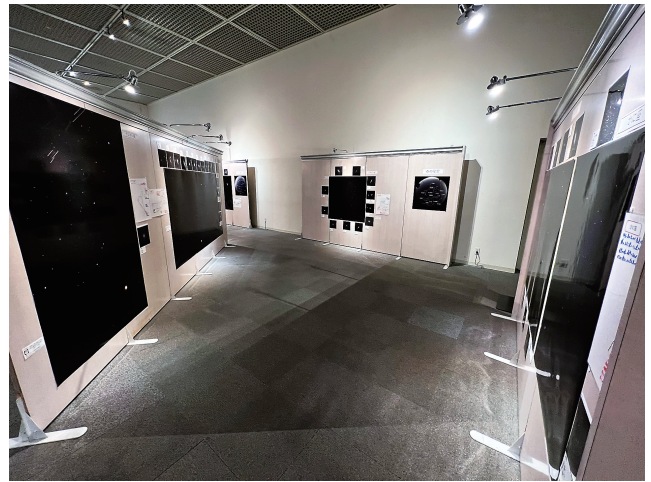


図5 春の星座



図6 春の星座（うしかい座，おとめ座）



図7 夏の星座（いて座，さそり座）



図8 夏の星座（はくちょう座+こと座，わし座）



図9 秋の星座（アンドロメダ座，ペルセウス座）

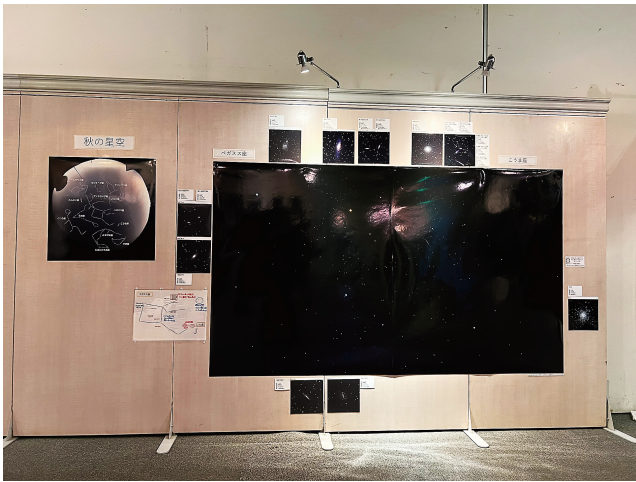


図10 秋の星座 (ペガサス座)



図11 冬の星座

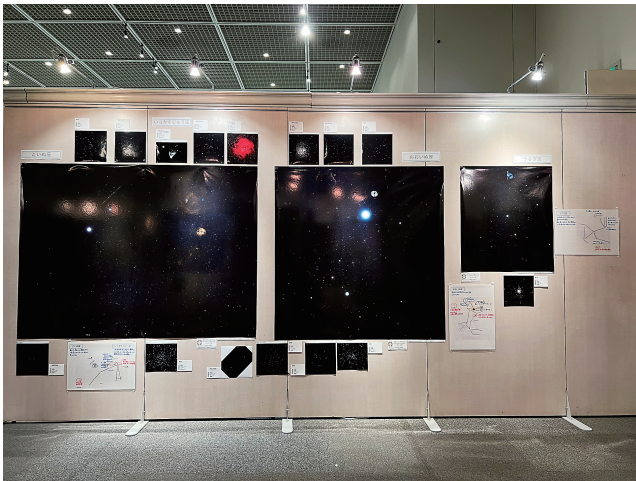


図12 冬の星座 (いっかくじゅう座+こいぬ座, おおいぬ座, うさぎ座)



図13 北天の星座 (おおぐま座)



図14 拡大した天体の写真 (M42, 当館撮影)



図15 拡大した天体の写真 (M101, 提供:久万高原天体観測館, 愛媛大学宇宙進化研究センター)

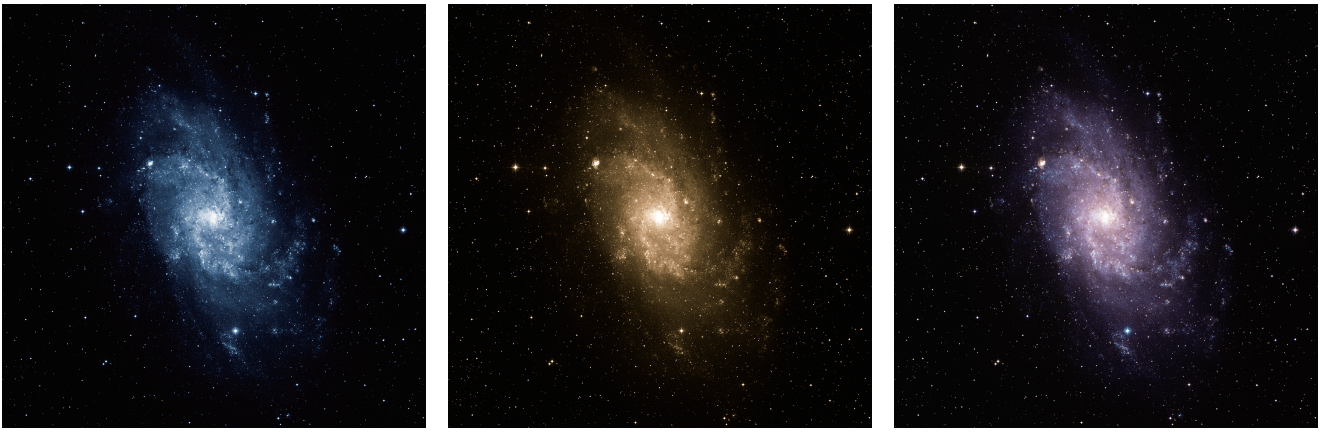


図 16 疑似カラーと調整後の青画像（左）と赤画像（中央）、比較明合成と色調整したカラー画像（右）

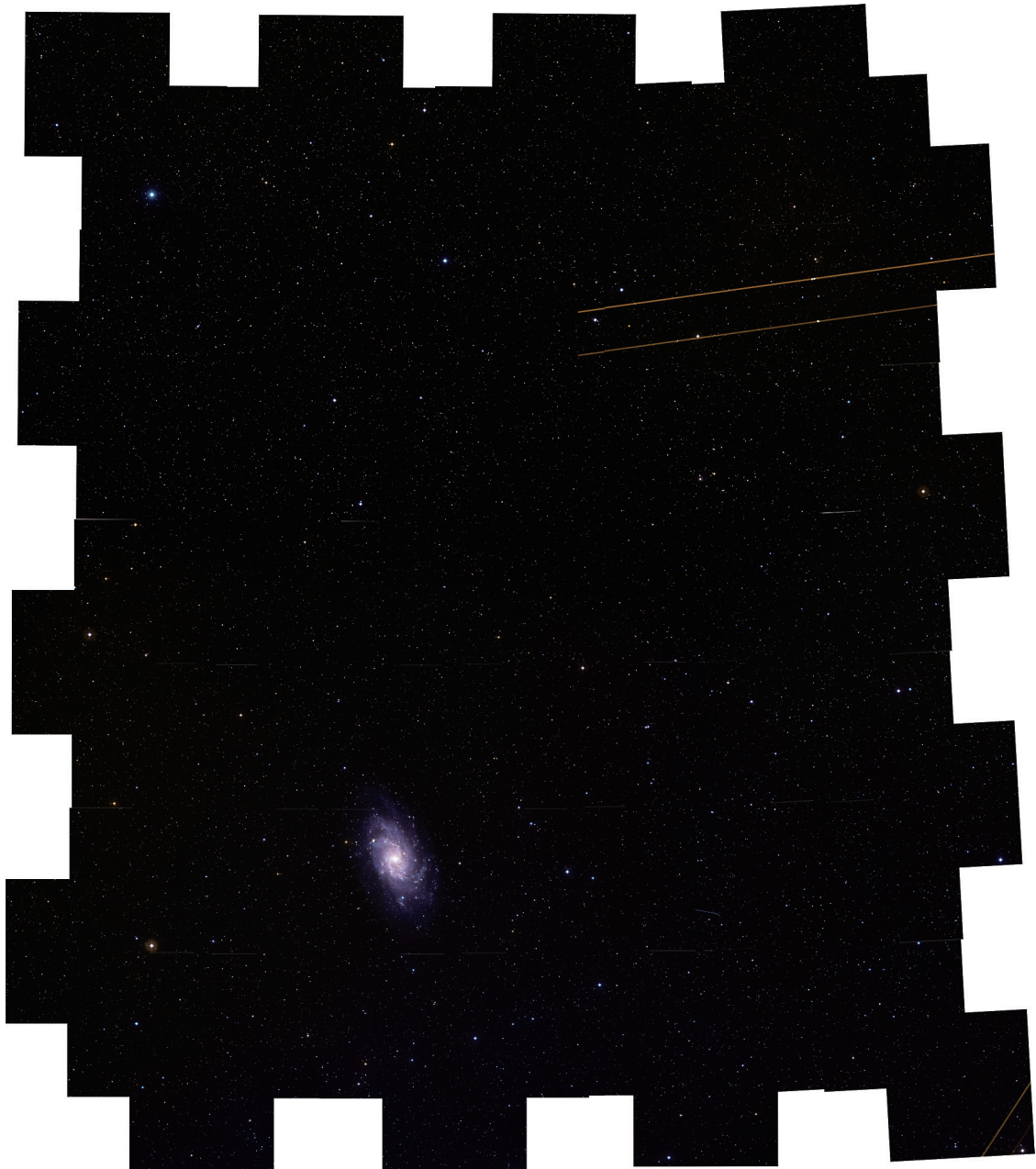


図 17 5枚×5枚の領域をカバーしてパノラマ合成した中間画像



図 18 星座単位で合成したパノラマ画像（アンドロメダ座+さんかく座）

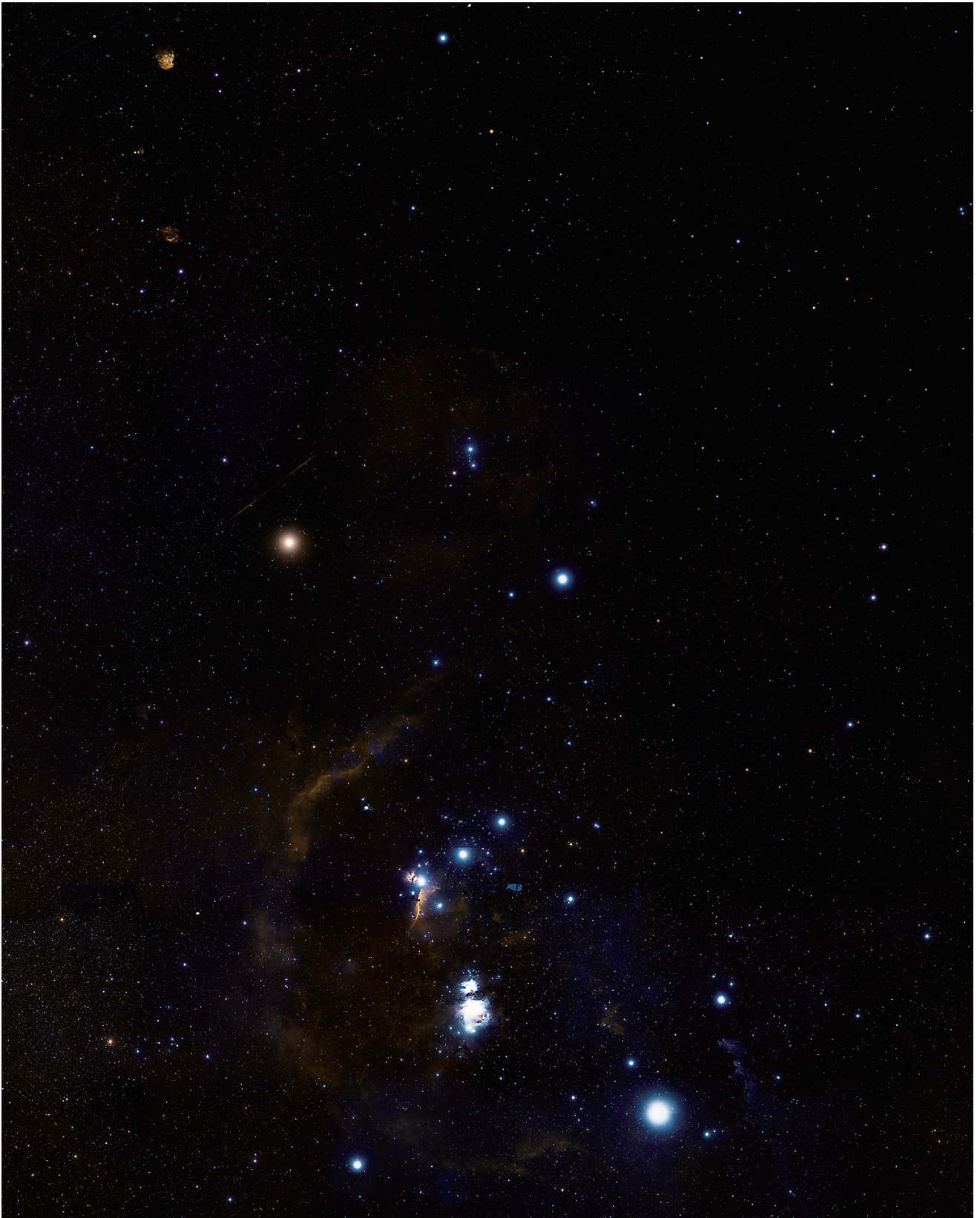


図 19 星座単位で合成したパノラマ画像（オリオン座）

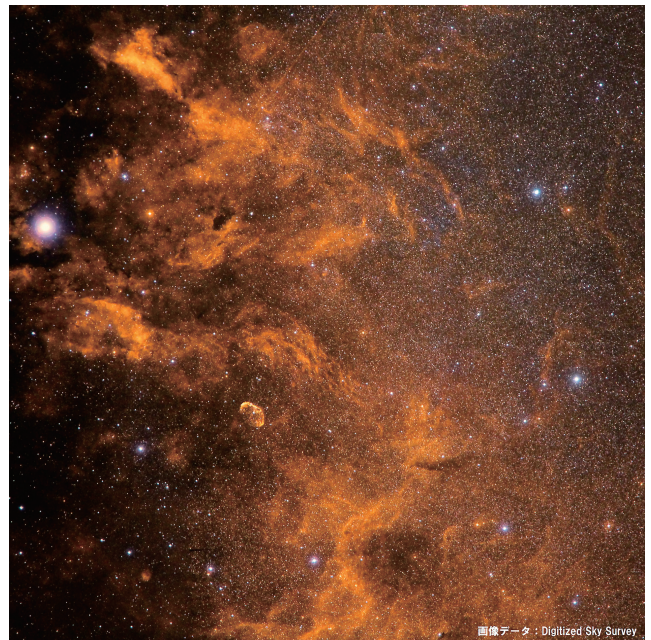
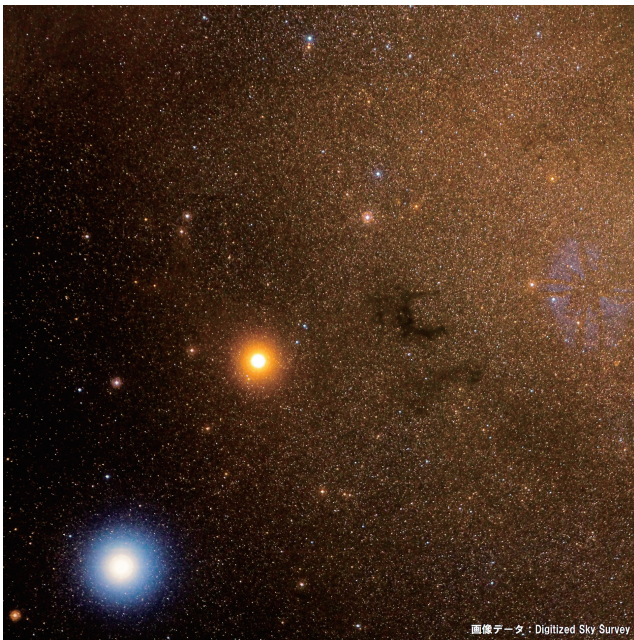
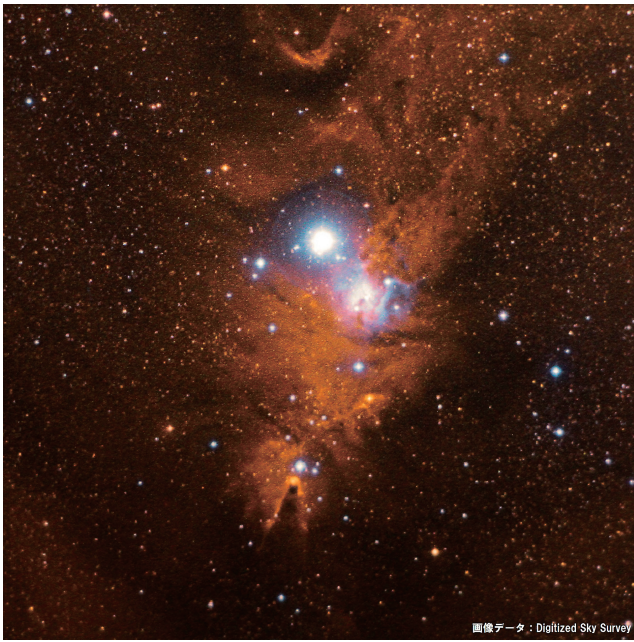


図 20 大判印刷を撮影したもの (左上:クリスマスツリー星団, 右上:マルカリアンチェーン, 左下:アルタイル付近, 右下:はくちょう座のサドル付近)

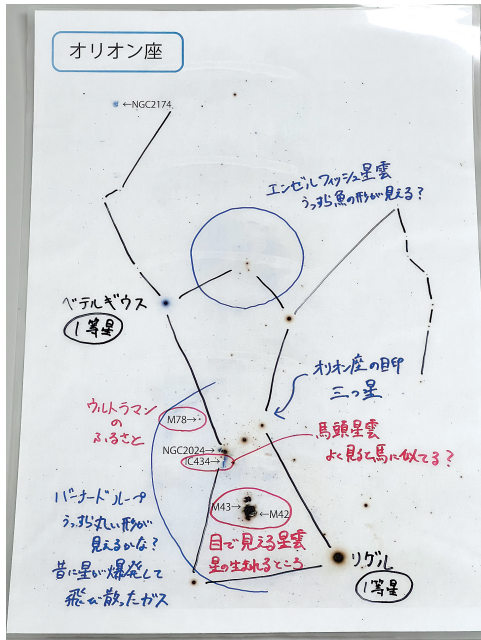
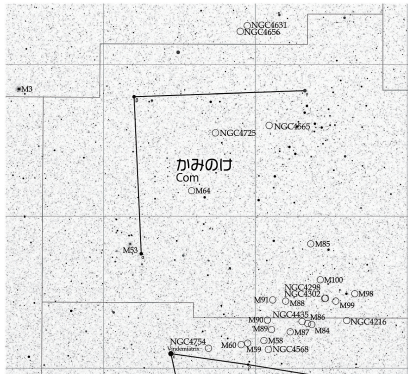


図 21 オリオン座の手書き解説



図 22 オリオン座の大判印刷と天体写真、手書き解説

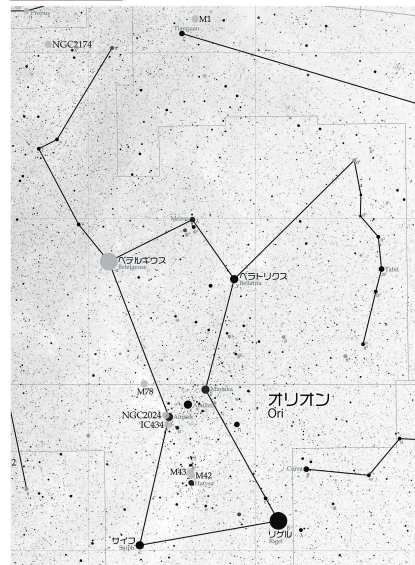
かみのけ座



5

図 23 天体探しガイド (かみのけ座)

オリオン座









21

図 24 天体探しガイド (オリオン座)

企画展
「天体写真で見る宇宙」
天体探し 初級

企画展に展示されている星座の写真の中から、天体を探してみよう！
初級は、道具がなくても見える天体8つです。
星座の写真の近くにある手書きの案内にヒントがあります。

	名前：M44、プレゼベ星団 星座：かに座 特徴：星が集まっている所 夜空ではこの辺りが少し明るく感じる		名前：M8 干潟 (ひがた) 星雲 星座：いて座 特徴：星が生まれている所の川の川の中にある
	名前：アンタレス 星座：さそり座 特徴：さそり座で一番明るく、オレンジ色の星		名前：M31 アンドロメダ銀河 星座：アンドロメダ座 特徴：約2000億個の星の集まり
	名前：NGC869とNGC884 二重星団 星座：ペルセウス座 特徴：星の集まりが2つ並んでいる		名前：M42、オリオン星雲 星座：オリオン座 特徴：星が生まれている所 光がぼんやり広がったように見える
	名前：M45、すばる 星座：おうし座 特徴：生まれて間もない星の集まり 星の数を数えられる		名前：シリウス 星座：おおいて座 特徴：おおいて座だけでなく星座を作る星で一番明るい




制作：愛媛県総合科学博物館

画像データ：Digitized Sky Survey

図 25 天体探し 初級

企画展
「天体写真で見る宇宙」
天体探し 中級

企画展に展示されている星座の写真の中から、天体を探してみよう！
中級は、望遠鏡・カメラで狙いやすい天体10個です。
星座の写真の近くにある手書きの案内にヒントがあります。

	名前：M3 分類：球状星団 星座：りょうけん座 (うしかい座の写真にあります)		名前：M13 分類：球状星団 星座：ヘルクス座
	名前：M4 分類：球状星団 星座：さそり座		名前：M20 分類：散光星雲 星座：いて座
	名前：M15 分類：球状星団 星座：ペガス座		名前：M33 分類：銀河 星座：さんかく座
	名前：M41 分類：散開星団 星座：おおいて座		名前：M35 分類：散開星団 星座：ふたご座
	名前：M37 分類：散開星団 星座：ぎょしゃ座		名前：IC434, 馬頭星雲 分類：散光星雲, 暗黒星雲 星座：オリオン座

制作：愛媛県総合科学博物館

画像データ：Digitized Sky Survey

図 26 天体探し 中級

企画展「天体写真で見る宇宙」
天体探し 上級

企画展に展示されている星座の写真の中から、天体を探してみよう！
上級は、メシエラソンです。
星座の写真の近くにある手書きの案内と天体探しガイドを参考にチャレンジ！

【分類の略】 球：球状星団、散：散開星団、雲：散光星雲、雲：暗黒星雲、超：超新星残骸、銀：銀河、星：数億の恒星

番号	分類	星座	番号	分類	星座	番号	分類	星座
M1	超	おうし	M39	散	はくちょう	M76	惑	ペルセウス
M2	球	みずがめ	M40	欠番				(アンドロメダ座の写真にあり)
M3	球	りょうけん	M41	散	おおいて	M77	銀	くじら
		(うしかい座の写真にあり)	M42	雲	オリオン			(望遠鏡写真のみ)
M4	球	さそり	M43	雲	オリオン	M78	雲	オリオン
M5	球	へび	M44	散	かに	M79	球	うさぎ
M6	散	さそり	M45	散	おうし	M80	球	さそり
M7	散	さそり	M46	散	とも	M81	銀	おおくま
M8	雲	いて			(おおいて座の写真にあり)	M82	銀	おおくま
M9	球	へびつかい	M47	散	とも	M83	銀	うみへび
M10	球	へびつかい			(おおいて座の写真にあり)	M84	銀	おとめ
M11	散	たて	M48	散	うみへび	M85	銀	かみのけ
		(望遠鏡写真のみ)			(いっかくじゅう座の写真にあり)	M86	銀	おとめ
M12	球	へびつかい	M49	銀	おとめ	M87	銀	おとめ
M13	球	ヘルクス	M50	散	いっかくじゅう	M88	銀	かみのけ
M14	球	へびつかい	M51	銀	りょうけん	M89	銀	おとめ
M15	球	ペガス	M52	散	カシオペア	M90	銀	おとめ
M16	雲	へび	M53	銀	かみのけ	M91	銀	かみのけ
M17	雲	いて	M54	球	いて	M92	球	ヘルクス
M18	散	いて	M55	球	いて	M93	散	とも
M19	球	へびつかい	M56	球	こと			(おおいて座の写真にあり)
M20	雲	いて	M57	惑	こと	M94	銀	りょうけん
M21	散	いて	M58	銀	おとめ	M95	銀	しし
M22	球	いて	M59	銀	おとめ	M96	銀	しし
M23	散	いて	M60	銀	おとめ	M97	惑	おおくま
M24	散	いて	M61	銀	おとめ	M98	銀	かみのけ
M25	散	いて	M62	球	へびつかい	M99	銀	かみのけ
M26	散	たて	M63	銀	りょうけん	M100	銀	かみのけ
		(望遠鏡写真のみ)	M64	銀	かみのけ	M101	銀	おおくま
M27	惑	こぎつね	M65	銀	しし	M102	欠番	
M28	球	いて	M66	銀	しし	M103	散	カシオペア
M29	散	はくちょう	M67	球	かに	M104	銀	おとめ
M30	球	やぎ	M68	球	うみへび	M105	銀	しし
		(望遠鏡写真のみ)			(望遠鏡写真のみ)	M106	銀	りょうけん
M31	銀	アンドロメダ	M69	球	いて	M107	球	へびつかい
M32	銀	アンドロメダ	M70	球	いて	M108	銀	おおくま
M33	銀	さんかく	M71	球	や	M109	銀	おおくま
M34	散	ペルセウス	M72	球	みずがめ	M110	銀	アンドロメダ
M35	散	ふたご	M73	星	みずがめ			
M36	散	ぎょしゃ	M74	銀	うお			
M37	散	ぎょしゃ	M75	球	いて			
M38	散	ぎょしゃ						

制作：愛媛県総合科学博物館

図 27 天体探し 上級

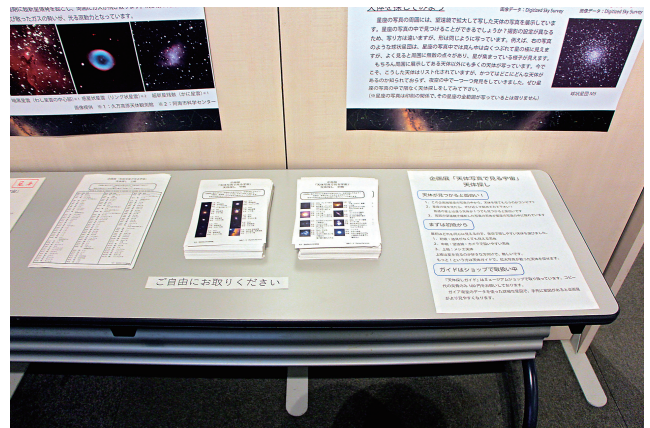


図 28 天体探しを設置した様子