

天体写真への招待: 星空を捉えるための基礎知識と機材

I. はじめに: 星空の魅力と天体写真の世界

夜空に輝く星々は、古来より人々を魅了し続けてきました。肉眼では捉えきれない宇宙の壮かさや、微細な星雲の輝き、惑星の姿を写真として記録したいという想いは、多くの人々にとって自然な欲求と言えるでしょう。天体写真は、その想いを実現する魅力的な趣味であり、科学的な探求心を満たす手段でもあります。

本稿では、天体写真の世界に足を踏み入れようとする方々に向けて、その基礎となる知識と必要な機材について、専門的な観点から分かりやすく解説します。星空の基本的な知識から、カメラや望遠鏡の選び方、撮影テクニックの初歩、そして学びを深めるためのリソースに至るまで、段階的に理解を深められるよう構成しています。この知識を基に、読者の皆様が宇宙の美しさを自身のレンズで捉える第一歩を踏み出す一助となれば幸いです。

II. 天体写真の種類を理解する: 何を撮りたいか?

天体写真と一口に言っても、その対象や撮影方法によっていくつかの種類に分類されます。どのような写真を撮りたいかによって、必要な機材や技術が異なるため、まずは代表的な種類を理解することが重要です。

A. 星景写真 (Starscape Photography)

星景写真は、星空と地上の風景を一緒に写し込む写真です¹。山や海、建物などの前景と星空を組み合わせることで、詩情豊かな作品を生み出すことができます。

1. 広角レンズでの撮影: 一般的には広角レンズが用いられ、広い範囲の星空と地上風景を一枚に収めます¹。夏の天の川と風景を一緒に写すのにも適しています³。
2. 標準レンズでの撮影: 標準レンズを使用すると、写る星空の範囲は狭まりますが、特定の星座を大きく捉えることができます¹。
3. 固定撮影: カメラを三脚に固定して撮影するのが基本です。短時間露光で星を点として写す方法と、長時間露光で星の動きを軌跡として表現する方法(比較明合成など)があります¹。
4. アクセシビリティ: 比較的少ない機材で始めやすく、都市部から少し離れた場所でも明るい星座なら撮影可能です¹。この手軽さから、天体写真の入門として非常に人気があります。

B. 星野写真 (Star Field Photography)

星野写真は、風景を入れずに星空だけをクローズアップして撮影する天体写真の一分野です²。星座や天の川の構造、星の色などを詳細に捉えることを目的とします。

1. 追尾撮影: 地球の自転の影響で星は動いて見えるため、星を点像として捉えるには、赤

道儀などを用いて星の動きを追尾する必要があります²。

2. レンズ: 標準レンズから望遠レンズまで、写したい範囲に応じて様々な焦点距離のレンズが使用されます。

C. ディープスカイ撮影 (Deep Sky Object Photography)

ディープスカイ撮影は、星雲、星団、銀河といった、太陽系外の遠方にある淡い天体を対象とします⁶。これらの天体は非常に暗いため、特殊な機材と技術が要求されます。

1. 機材: 大口径で焦点距離の長い望遠鏡(特に反射望遠鏡が適しているとされる⁶)と、高感度でノイズの少ないカメラ(冷却CMOSカメラなど⁶)が用いられます。
2. 長時間露光と追尾: 微弱な光を捉えるために、数分から数十分、時にはそれ以上の長時間露光が必要です。そのため、高精度な赤道儀による追尾が不可欠です⁴。
3. 画像処理: 撮影した多数の画像を重ね合わせる(コンポジット)ことで、ノイズを減らし、淡い天体のディテールを浮かび上がらせる画像処理技術が重要となります⁴。
4. 撮影環境: 光害の影響を極力避けるため、非常に暗い空が求められます⁶。

D. 月・惑星撮影 (Lunar and Planetary Photography)

月や太陽系の惑星(火星、木星、土星など)を撮影対象とします⁶。これらの天体は比較的明るいため、ディープスカイ天体とは異なるアプローチが取られます。

1. 機材: 惑星の表面の模様など、細部を捉えるために高倍率の望遠鏡(屈折望遠鏡などが適している⁶)が用いられます。カメラは、高解像度で高速連写が可能なものが適しています⁶。
2. 短時間露光と多数枚撮影: 大気の揺らぎ(シーイング)の影響を避けるため、短い露出時間で多数のフレームを撮影し、状態の良いフレームを選んで合成する「ラッキーイメージング」という手法がよく用いられます。
3. 撮影環境: 月明かりが強い夜は、惑星の細部が見えにくくなるため、月明かりの弱い夜が適しています⁶。

初心者はまず、手持ちのカメラと三脚で始められる星景写真から挑戦し、徐々に星野写真、そしてより専門的な機材が必要となるディープスカイ撮影や惑星撮影へとステップアップしていくのが一般的です。撮りたい対象を明確にすることで、必要な機材や習得すべき技術が見えてくるでしょう¹。

III. 天体写真のための基本的な天文学の知識

美しい天体写真を撮影するためには、カメラの技術だけでなく、天文学に関する基本的な知識も不可欠です。星々がどのように動き、どのように輝いているのかを理解することで、撮影計画を立てやすくなり、より印象的な作品を生み出すことができます。

A. 天体の動き: 日周運動と年周運動

1. 日周運動: 地球が自転しているため、天体は東から昇り、西へ沈むように見えます⁷。この見かけの動きを日周運動と呼びます。星空を長時間露光すると、星が線状の軌跡を描くのはこのためです¹。この動きは1時間に約15度です⁷。
2. 年周運動: 地球が太陽の周りを公転するため、季節によって見える星座が変化します⁷。特定の星座や天体を撮影したい場合、その天体がいつ、どの方角に見えるのかを把握しておく必要があります。
3. 赤経と赤緯: 地球上の経度と緯度のように、天球上の星の位置を示す座標として赤経と赤緯が用いられます⁷。赤道儀で天体を自動導入する際などにこの情報が必要となります。

B. 星の明るさと等級

星の明るさは「等級」という尺度で表されます⁷。ギリシャの天文学者ヒッパルコスが定めたもので、最も明るい星を1等星、肉眼で見える最も暗い星を6等星としました⁷。等級の数字が小さいほど明るく、1等級違うと明るさは約2.5倍異なります。1等星と6等星では約100倍の光量差があります⁷。天体写真では、肉眼で見えないさらに暗い星も捉えるため、0等星やマイナス等級の星も対象となります⁷。

C. 星座と星の色

1. 星座: 夜空の星々を結びつけて動物や神話の登場人物などに見立てたものが星座です。全天には88個の星座があり、これは国際天文学連合によって定められた世界共通のものです⁷。
2. 星の色: 星の色は、その表面温度と関連しています。表面温度が高い星は青白く、低い星は赤っぽく見えます⁷。例えば、オリオン座のベテルギウスは赤く、リゲルは青白く輝いて見えます⁷。これは、温度が高いと原子の動きが激しくなり、振動数が高い(波長が短い)光を多く出すためです⁷。

D. 月齢と月明かりの影響

月は夜空で最も明るい天体の一つであり、その満ち欠け(月齢)は天体写真撮影に大きな影響を与えます⁷。

1. 新月期: 月明かりの影響が全くないため、淡い星雲や天の川など、暗い天体の撮影に最も適しています⁸。
2. 満月期: 夜空全体が明るくなり、暗い星は見えにくくなりますが、月自体を被写体としたり、月明かりに照らされた風景と星を組み合わせる星景写真には適しています⁸。
3. 半月期など: 月の出や入りの時刻を考慮することで、月明かりの影響を避けたり、逆に利用したりする撮影計画が可能です⁸。

E. 光害(ひかりがい)とその対策

都市部やその近郊では、街灯や建物の照明など人工光によって夜空が明るくなり、星が見え

にくくなる現象を光害と呼びます⁹。

1. 影響: 光害は特に淡い天体の撮影において深刻な問題となります。星景写真においても、低空の地上風景を入れるため、天頂付近を狙うディープスカイ撮影よりも光害の影響が大きくなることがあります⁹。
2. 対策:
 - 撮影場所の選定: 光害の少ない暗い場所を選ぶことが最も重要です。光害マップなどを参考に、都市部から離れた山間部や海岸などを選ぶと良いでしょう¹⁰。
 - 光害カットフィルター: 特定の波長の光をカットすることで、光害の影響を軽減するフィルターもあります。ただし、星の色味に影響を与える場合もあるため、使用には注意が必要です。

F. 天気予報と観測条件

天体写真は天候に大きく左右されます。雲一つない快晴の夜が理想的です。

1. 雲量予報: GPV気象予報やSCW天気予報などのウェブサイトで、雲の量や動きを詳細に確認できます¹²。
2. 星空指数: 日本気象協会などが提供する「星空指数」は、雲量や大気の透明度などから、その日の星空観察に適しているかを指数で示してくれます¹²。
3. シーイングと透明度: 大気の揺らぎ具合を「シーイング」、大気の澄み具合を「透明度」と呼びます⁷。シーイングが良いと星像がシャープになり、透明度が高いと暗い星まで写りやすくなります。これらの条件も撮影の成否に影響します。

これらの天文学的知識を身につけることで、撮影対象の選定、撮影日時の計画、そして現場での臨機応変な対応が可能となり、より質の高い天体写真を目指すことができます。

IV. 天体写真のためのコア機材

天体写真を撮るにあたり、どのような機材が必要になるのかは最も気になるところでしょう。撮影したい対象やスタイルによって推奨される機材は異なりますが、ここでは核となる機材について解説します。

A. カメラ

天体写真に使用されるカメラは、大きく分けてデジタル一眼レフカメラ(DSLR)、ミラーレスカメラ、そして天体撮影専用の冷却CMOSカメラがあります。

1. デジタル一眼レフカメラ(DSLR)とミラーレスカメラ
 - メリット: 一般撮影にも使用できる汎用性の高さ、比較的入手しやすい価格帯のモデルも多い点が挙げられます¹⁵。特にミラーレスカメラは、フランジバックが短いことによるレンズ設計の自由度や、軽量コンパクトなモデルが多いといった利点があります。星景写真では、バリアングル液晶や防塵防滴性能、バッテリーの持ち、高感度性能

が高いものが推奨されます³。

- デメリット: 一般的なDSLRやミラーレスカメラには、赤外線をカットするフィルターが内蔵されており、H α 線と呼ばれる赤い星雲の光を十分に捉えられないことがあります¹⁵。
- 天体撮影用改造: この赤外カットフィルターを、H α 線を透過しやすいものに交換する「天体改造」を施すことで、赤い星雲の写りが大幅に改善されます¹⁵。ただし、改造すると一般撮影では色バランスが崩れるため、天体専用機となることが多いです。
- 価格帯の例:
 - エントリークラス一眼レフ(中古): Canon EOS Kiss X9(中古約44,800円)¹⁶
 - 中級APS-C一眼レフ: Canon EOS 90D(約140,000円)¹⁶
 - フルサイズミラーレス: Nikon Z 6II(約253,627円)¹⁷, SONY α 7S III(約454,059円)¹⁷
 - 天体撮影専用モデル: Canon EOS Ra(フルサイズミラーレス、H α 線透過特性向上、生産終了)¹⁷, Nikon D810A(フルサイズ一眼レフ、H α 線透過特性向上、生産終了)¹⁷

2. 冷却CMOSカメラ

- メリット: 天体撮影専用に設計されており、センサーを冷却することで長時間露光時のノイズを大幅に低減できます⁶。H α 線などの特定の波長に対する感度が高いモデルや、モノクロセンサーを選択できるなど、より専門的な撮影に対応できます¹⁵。近年、高性能化と低価格化が進み、デジタルカメラ以上に使い勝手が良い場面も増えています¹⁸。月・惑星撮影や短時間露光の電視観望では冷却のメリットは限定的ですが、ディープスカイ撮影ではノイズ低減と正確なダークノイズ減算に大きな効果があります¹⁸。
- デメリット: 天体撮影専用のため、一般撮影には使用できません¹⁵。また、操作にはPCが必須となる場合が多く、デジタルカメラほど手軽ではありません。センサーサイズや機能によって多種多様な製品があり、目的に合ったカメラ選びが難しい側面もあります¹⁸。
- 選び方のポイント: 最初の1台としては、冷却機能がなくても高性能なカラーCMOSカメラが無難な選択肢となる場合があります¹⁸。予算と撮影対象(月・惑星か、ディープスカイか)を明確にし、使用する光学系とのマッチングを考慮することが重要です¹⁸。

初心者が最初の1台を選ぶ際には、まず手持ちのデジタルカメラで星景写真から始めてみて、より本格的な撮影を目指す段階で天体改造機や冷却CMOSカメラを検討するのが一般的です。

B. レンズ

レンズは、カメラが集める光の「入口」であり、天体写真の画質を大きく左右します。

1. 星景写真・星野写真向け

- 広角レンズ: 星空と風景を広く写し込む星景写真では、焦点距離24mm以下の広角

レンズが有利です³。より広角なレンズ(例:15mm、20mm)は、天の川全体を捉えたい場合などに有効です³。

- 例: ソニー FE 20mm F1.8 G (約120,000円)²⁰, Nikon NIKKOR Z 20mm f/1.8 S (約138,000円)²¹, Canon RF24mm F1.8 MACRO IS STM (約86,300円)²¹
 - 明るい単焦点レンズ (F値の小さいレンズ): F値が小さい(例:F1.4, F1.8, F2.8)ほど多くの光を取り込めるため、短い露光時間で明るく星を写すことができます¹⁹。これは、星の動きを点として捉える際に有利です。
 - 例: ソニー FE 24mm F1.4 GM (約169,000円)²⁰, SIGMA 30mm F1.4 DC DN (APS-C用、約44,582円)²¹
 - 標準レンズ: 焦点距離50mm前後のレンズは、特定の星座をクローズアップするのに適しています¹。比較的安価で明るいものが多いのも特徴です。
 - 例: Canon EF50mm F1.8 STM (約16,400円)²¹, Nikon AF-S NIKKOR 50mm f/1.8G (約29,000円)²¹
2. ディープスカイ・月惑星撮影向け
- 望遠レンズ: 焦点距離200mm以上の望遠レンズは、大きな星雲や星団、月などを撮影するのに使用されます。カメラ用望遠レンズでも撮影可能ですが、天体望遠鏡に比べて収差が大きい場合や、ピント合わせがシビアになることがあります²²。
 - 天体望遠鏡 (鏡筒): より専門的な撮影には、天体望遠鏡をレンズとして使用します。詳細は次項で説明します。

C. マウント(架台)

マウントは、カメラや望遠鏡を支え、天体を追尾するための装置です。天体写真の成否を左右する非常に重要な機材です。

1. カメラ三脚 (固定撮影用)
 - 星景写真で星を点や短い軌跡として写す場合、あるいは比較明合成を行う場合には、頑丈なカメラ三脚が必要です¹。風や振動の影響を受けにくい、しっかりしたものを選びましょう³。雲台は自由雲台方式が、赤道儀へのステップアップも考えると便利です³。
2. 経緯台(けいいたい)
 - 上下(高度)と水平(方位)の2軸で動作するシンプルな構造のマウントです。主に眼視観測や、月・惑星のような明るい天体の短時間撮影に用いられます。長時間の追尾撮影では、視野回転(撮影範囲内で天体が回転して写る現象)が起こるため、本格的なディープスカイ撮影には向きません²³。
3. 赤道儀(せきどうぎ)
 - 地球の自転軸(天の北極・南極)と平行に設置した極軸を中心に回転することで、天体の日周運動をキャンセルし、長時間にわたり正確に追尾することができるマウントです²。星野写真やディープスカイ撮影には必須の機材です²。
 - 種類:

- ポータブル赤道儀: 比較的小型軽量で持ち運びやすく、カメラとレンズでの星野写真撮影に適しています。「星空雲台」とも呼ばれます。
 - 例: Vixen ポラリエU (約68,200円)²⁶, Kenko スカイメモS (約40,580円)²⁷
- 本格的な赤道儀: より重い望遠鏡を搭載でき、高精度な追尾が可能です。自動導入機能(GOTO)を備えたものも多くあります。
 - 例: Sky-Watcher Star Adventurer GTi (自動導入機能付き、マウント単体約8万円)²²
- 選び方のポイント:
 - 搭載可能重量(耐荷重): 使用するカメラ、レンズ、望遠鏡の総重量を十分に支えられるものを選びます²³。一般的に、カタログ値の半分~2/3程度の重量で使用するのが安全とされています。
 - 追尾精度: 特に長焦点での撮影では、追尾精度が重要になります。
 - 極軸合わせの容易さ: 正確な追尾のためには、赤道儀の極軸を天の北極(または南極)に正確に合わせる「極軸合わせ」が必要です。この作業のしやすさもポイントです。
- 初心者が天体写真を始める場合、まずはポータブル赤道儀から始め、手持ちのカメラとレンズで追尾撮影に慣れるのが良いでしょう。その後、より本格的な撮影を目指すのであれば、しっかりとした赤道儀へのステップアップを検討します²²。架台の精度は非常に重要であり、まず架台を購入し、手持ちの望遠レンズで試みるのがおすすめです²²。

D. 天体望遠鏡(鏡筒)

望遠レンズよりもさらに長焦点で、暗い天体からの光を集める能力(集光力)に優れたものが天体望遠鏡(鏡筒)です²⁴。

1. 種類

- 屈折望遠鏡: レンズを使って光を集めるタイプ。コントラストが高く、シャープな像が得やすいため、月・惑星撮影や、星雲・星団の撮影にも使われます⁶。色収差を抑えたEDレンズやアポクロマートレンズを使用したものは高画質ですが、比較的高価です²⁴。
- 反射望遠鏡: 鏡を使って光を集めるタイプ。大口径のものが比較的安価に製作できるため、淡いディープスカイ天体の撮影に適した、集光力の高いモデルが多いです⁶。ニュートン式などが代表的です。
- カタディオプトリック望遠鏡(反射屈折望遠鏡): レンズと鏡を組み合わせたタイプ。シュミットカセグレン式やマクストフカセグレン式などがあり、比較的コンパクトながら長焦点を実現できます²⁴。

2. 選び方のポイント

- 口径: 対物レンズや主鏡の直径。口径が大きいほど集光力が高く、より暗い天体を捉えることができます²⁴。しかし、口径が大きいほど重く、高価になり、より頑丈な赤道

儀が必要になります。

- 焦点距離: 焦点距離が長いほど高倍率になり、天体を大きく写せますが、視野は狭くなります。また、焦点距離が長くなるほど、赤道儀の追尾精度への要求が厳しくなります²²。初心者は、35mmフルサイズ換算で200mm～500mm程度の比較的短い焦点距離の鏡筒から始めるのがおすすめです²²。
- F値: 焦点距離を口径で割った値。F値が小さいほど明るい光学系となり、同じ露光時間でより多くの光を集めることができます。
- 撮影用途への適合性: 写真撮影を前提とする場合、ピントが合うように設計され、カメラアダプターなどが取り付けられる「フォトビジュアル」仕様や写真撮影専用の鏡筒を選ぶのが安心です²²。

初心者は、まず手持ちのカメラレンズとポータブル赤道儀で経験を積み、その後、焦点距離200mm～300mm程度の短焦点の鏡筒と、それを支えられる赤道儀の導入を検討するのが良いでしょう²²。

E. 必須のアクセサリ

上記の主要機材に加えて、快適かつ確実に撮影を行うために以下のアクセサリも重要です。

1. 頑丈な三脚: 赤道儀を設置する場合でも、その土台となる三脚は非常に重要です。安定性の高いものを選びましょう³。
2. レリーズ(リモートスイッチ): シャッターボタンを直接押すとカメラブレの原因となるため、レリーズを使用します³。タイマー機能付きのインターバルタイマーリモコンは、比較明合成用の連続撮影や、バルブ撮影(長時間露光)に便利です。
3. 大容量メモリーカード: RAW形式で撮影する場合、ファイルサイズが大きくなります。また、多数枚撮影することも多いため、16GB～32GB程度の容量があると安心です³。信頼できるメーカーのものを選びましょう。
4. 予備バッテリー: 長時間露光やライブビューの使用はバッテリー消費が激しいため、予備バッテリーは最低1～2個用意しましょう³。
5. ヘッドライト(赤色灯付き): 暗闇での機材操作に必須です。他の撮影者の迷惑にならないよう、また自身の暗闇への順応(暗順応)を保つために、赤色LEDライト機能付きのものが推奨されます³。白色LEDしかない場合は、赤いセロファンを巻いて減光します。
6. フィルター類:
 - ソフトフィルター: 明るい星を滲ませて星座の形を強調する効果があります。星景写真で有効です¹。地上風景を滲ませたくない場合は、半分だけ効果のあるハーフソフトフィルターを使用します³。
 - 光害カットフィルター: 都市近郊での撮影時に、ナトリウムランプや水銀灯などの特定の光害成分をカットし、星雲などの写りを改善します。星景写真でもメリットがあります⁹。
 - 狭帯域フィルター(ナローバンドフィルター): Ha、OIII、SIIなど、特定の輝線の波長の

みを透過させるフィルター。光害地でも星雲のコントラストを劇的に高めることができますが、モノクロカメラと組み合わせて使用することが多いです。ディープスカイ撮影で用いられます⁶。

これらの機材を適切に選び、組み合わせることで、天体写真の可能性は大きく広がります。初期投資を抑えたい場合は、まず手持ちの機材で星景写真から始め、徐々にステップアップしていくのが賢明です。

V. 撮影をはじめよう: 最初の天体写真

基本的な知識と機材が揃ったら、いよいよ撮影です。ここでは、最初の天体写真を撮影するためのステップを解説します。最初は星景写真から始めるのがおすすめです。

A. 撮影対象と場所の選定

1. 対象の選定:

- 星景写真: 明るい星座(オリオン座、カシオペア座、北斗七星など)、天の川、月と風景の組み合わせなどが撮りやすいでしょう。
- 月: 満月に近い月は明るく、比較的簡単に撮影できます。クレーターの陰影が際立つ半月前後も魅力的です。

2. 場所の選定:

- 暗い場所: できるだけ光害の少ない場所を選びます¹⁰。郊外や山間部、海岸などが候補になります。光害マップ(例: <https://www.lightpollutionmap.info> や環境省のデータ¹¹)を参考にしましょう。
- 開けた視界: 特に星景写真では、空が広く見える場所が適しています。
- 安全性: 夜間の活動になるため、安全な場所を選び、単独行動は避けるなどの配慮が必要です。

B. カメラの基本設定

天体写真は非常に暗い対象を撮影するため、マニュアル設定が基本となります¹⁰。

1. 撮影モード: マニュアル(M)モードを選択します。
2. 記録画質: RAW形式で撮影しましょう¹⁰。RAWは撮影時のセンサー情報をそのまま記録するため、後からの画像処理で階調やホワイトバランスを調整する自由度が高くなります。JPEGも同時に記録しておく、その場での確認に便利です。
3. ホワイトバランス(WB): 星空の場合、オート(AWB)では不安定になることがあります。「太陽光」や「蛍光灯」、「電球」などに固定するのが一般的です¹。星空を少し青みがかった状態にしたい場合は「蛍光灯」や「電球」が推奨されます¹。RAWで撮影しておけば後から調整可能です。
4. 絞り(F値): レンズの開放F値(最も小さいF値)か、そこから1~2段絞った値に設定します¹。開放F値で星像が甘くなるレンズの場合は、少し絞ることで改善されることがあります。

5. シャッタースピード:
 - 星を点として写す場合(星景写真・固定撮影): レンズの焦点距離によって、星が流れずに点として写る限界のシャッタースピードが決まります。一般的に「500ルール($500 \div \text{焦点距離(mm)} = \text{上限秒数}$)」や、より厳しい「NPFルール」などが目安とされますが、まずは10秒~20秒程度から試してみると良いでしょう¹。
 - 星の軌跡を写す場合: 数分~数十分の長時間露光、または比較明合成用に数十秒の露光を多数枚撮影します。
6. ISO感度:
 - 星景写真(郊外): ISO 800~1600程度¹。天の川を狙う場合はISO 1600~6400、場合によってはそれ以上に設定することもあります¹⁰。
 - 星景写真(市街地に近い場所): ISO 400~800程度¹。
 - 最初は低めのISO感度から始め、写りが暗ければ徐々に上げて調整します¹⁹。高すぎるISO感度はノイズの原因になります。フルサイズ機ならISO 3200~6400、APS-C機ならISO 1600~3200程度が目安とされることもあります¹⁰。
7. ノイズ低減機能:
 - 長秒時ノイズ低減: ONにすると、露光時間と同じ時間だけノイズ処理が行われるため、撮影テンポが悪くなります¹。画像処理ソフトでダーク減算を行う場合はOFFでも構いませんが、慣れないうちはONでも良いでしょう¹。
 - 高感度ノイズ低減: 「弱」または「標準」程度が良いでしょう¹。強くしすぎると星のディテールが失われたり、星がノイズと誤認されて消えてしまうことがあります¹。
8. 手ブレ補正: 三脚使用時はOFFにします¹⁰。ONのままだと誤作動して逆にブレの原因になることがあります。

C. ピント合わせ(マニュアルフォーカス)

天体写真で最も重要かつ難しいのがピント合わせです。オートフォーカス(AF)は星のような小さな点光源にはほぼ機能しないため、マニュアルフォーカス(MF)で行います¹。

1. ライブビューの活用: カメラのライブビュー機能を使い、液晶モニターで像を拡大してピントを合わせます¹。
2. 明るい星をターゲットに: 夜空で一番明るく見える星や遠方の街灯などを画面に入れ、それを最大まで拡大します。
3. ピントリングの操作: ピントリングをゆっくり回し、星が最も小さく、シャープな点になる位置を探します¹。レンズによっては、無限遠のマークに合わせても正確なピントが出ないことがあるので注意が必要です¹。
4. ピントの固定: ピントが合ったら、誤ってピントリングが動かないようにパーマセルテープなどで固定すると安心です。撮影中も時々ピントを確認し直しましょう¹⁰。
5. パーティノフマスク: 望遠鏡や望遠レンズでの撮影では、パーティノフマスクというアクセサリを使うと、より正確なピント合わせが可能です²⁸。

D. 星景写真の撮影手順(固定撮影)

1. 機材の設置: 三脚を安定した場所にしっかりと立て、カメラを固定します¹。レリーズを接続します。
2. 構図決定: まずは高めのISO感度(例:ISO 6400など)と短めのシャッタースピード(例:数秒)で試し撮りをし、大まかな構図を決定します¹。これにより、構図合わせの時間を短縮できます。
3. ピント合わせ: 上記Cの手順で正確にピントを合わせます。
4. 本番設定での試し撮り: 構図とピントが決まったら、Bで解説した本番用のカメラ設定(ISO感度、シャッタースピード、絞り)で試し撮りをします。
5. 画像の確認: 撮影した画像を液晶モニターで拡大し、ピント、星の流れ具合、露出(明るさ)、構図をしっかりと確認します¹。ヒストグラムも確認し、白飛びや黒つぶれがないかチェックします²⁸。
6. 本番撮影: 設定に問題がなければ、本番の撮影を開始します。レリーズを使ってシャッターを切り、ブレを防ぎます¹⁰。

以下の表は、星景写真の基本的な設定の目安です¹。ただし、撮影環境や月明かりによって大きく変わるため、あくまで参考としてください。

条件	ISO感度	シャッタースピード	絞り
星がよく見える環境(郊外)	800~1600	10秒~20秒	レンズの開放値
明るい星が数個見える環境(市街地)	400~800	5秒~10秒	レンズの開放値

E. 赤道儀を使った追尾撮影入門

星野写真やディープスカイ撮影で星を点像として長時間露光するためには、赤道儀による追尾が必要です。

1. 赤道儀の設置と極軸合わせ: 赤道儀を水平に設置し、極軸望遠鏡などを使って赤道儀の回転軸を天の北極(北半球の場合)に正確に合わせる「極軸合わせ」を行います。これが不正確だと、星が流れてしまいます。
2. カメラとレンズの取り付け: カメラとレンズ(または望遠鏡)を赤道儀に搭載します。バランスウェイトを使って、赤経軸・赤緯軸周りのバランスを調整します。
3. 天体の導入: 撮影したい天体を視野に導入します。手動で行うか、自動導入機能(GOTO)を使います。
4. ピント合わせと構図決定: 固定撮影と同様の手順で行います。

5. 追尾撮影開始: 赤道儀の追尾を開始し、長時間露光を行います。

最初は固定撮影での星景写真から始め、カメラの操作や夜空に慣れることが大切です。そして、徐々に追尾撮影へとステップアップしていくことで、天体写真の奥深い世界を楽しむことができるでしょう。

VI. さらなるステップアップ: より高度な撮影技術

基本的な撮影に慣れてきたら、次はより高度なテクニックに挑戦し、天体写真の表現の幅を広げていきましょう。ディープスカイ天体の撮影や、より鮮明な月・惑星写真、そして撮影後の画像処理は、作品の質を大きく向上させる要素です。

A. ディープスカイ天体(星雲・星団・銀河)の撮影

淡く広がった星雲や、無数の星が集まる星団、遙か彼方の銀河を捉えるディープスカイ撮影は、天体写真の醍醐味の一つです。

1. 長時間露光と追尾の重要性: これらの天体は非常に暗いため、数分から時には数十分以上の露光時間が必要です⁶。そのため、高精度な赤道儀による正確な追尾が不可欠となります⁴。
2. オートガイド: 長時間露光では、赤道儀のわずかな追尾誤差も星像のブレにつながります。これを補正するために、ガイドスコープとガイドカメラを用いて星を監視し、赤道儀の動きを微調整する「オートガイド」システムが有効です²⁸。
3. 多数枚コンポジット(スタッキング):
 - 目的: 1枚の長時間露光写真ではノイズが目立ちますが、同じ天体を短い露光時間で多数枚撮影し、それらを専用ソフトで重ね合わせる(コンポジットまたはスタッキング)ことで、S/N比(信号対雑音比)を向上させ、滑らかでディテール豊かな画像を得ることができます⁴。
 - ライトフレーム: 天体そのものを撮影した画像のことです。
4. キャリブレーションフレームの撮影: より高品質な画像を得るために、以下の補助的なフレームも撮影し、画像処理に利用します。
 - ダークフレーム: レンズキャップをした状態で、ライトフレームと同じ露光時間・ISO感度・温度で撮影します。カメラセンサー固有の熱ノイズやダークカレントを除去するのに使います²⁸。
 - フラットフレーム: 均一な光源(薄明時の空や専用のフラットパネルなど)を撮影します。レンズやセンサーのゴミ、周辺減光などを補正するのに使います。
 - バイアスフレーム(またはオフセットフレーム): レンズキャップをした状態で、カメラの最短露光時間・同じISO感度で多数枚撮影します。読み出しノイズなど、露光時間に依存しない固定ノイズを除去します。
5. デザリングガイド: オートガイド中に、1コマ撮影するごとに意図的に数ピクセル構図をずらす手法です。これにより、固定パターンノイズ(バンディングノイズなど)をランダム化し、

スタッキング後の画像で目立たなくする効果があります²⁸。ダークフレーム撮影の手間を省ける場合もあります。

B. 月・惑星の撮影テクニック

月や惑星は比較的明るいですが、大気の揺らぎ(シーイング)の影響を受けやすく、シャープな像を得るのが難しい対象です。

1. 高倍率での撮影: 表面の模様や詳細を捉えるため、焦点距離の長い望遠鏡と、必要に応じてバローレンズなどで拡大率を上げて撮影します⁶。
2. ラッキーイメージング:
 - 原理: 大気の揺らぎは常に変動しており、瞬間的に像がシャープに見えることがあります。この「幸運な瞬間」を捉えるのがラッキーイメージングです。
 - 手法: 高速連写が可能なカメラ(惑星用CMOSカメラなど⁶)を使い、対象天体を短い露出時間で数百～数千フレームの動画として撮影します。
 - 処理: 撮影した動画から、写りの良いフレームだけを選別し(専用ソフトが自動で行うことが多い)、それらをスタックして1枚の鮮明な画像を作成します²⁹。RegistaxやAutoStakkert!といったフリーソフトがよく用いられます²⁹。
3. ウェーブレット処理: スタック後の画像に対し、ウェーブレット変換を用いた画像処理を行うことで、表面のディテールを強調し、よりシャープな印象に仕上げることができます。Registaxなどにこの機能が搭載されています²⁹。
4. 月の撮影のポイント:
 - 露出: 月は非常に明るいいため、通常の星空撮影と同じ設定では白飛びしてしまいます⁸。ISO感度を低く(例: ISO 100～200)、シャッタースピードを速く(例: 1/100秒～1/500秒など、月の明るさや位相による)設定します。
 - クレーター: 満月よりも、太陽光が斜めから当たってクレーターの陰影が際立つ半月前後(上弦・下弦の月)が、表面の凹凸を撮影するのに適しています。
 - 地球照: 新月に近い細い月の、太陽光が当たっていない部分がうっすらと光って見える現象です。これを捉えるには、やや長めの露出が必要です。
 - 月と風景: 月を風景と一緒に写す場合、空が完全に暗くなる前(薄明時)に撮影すると、月と風景の露出差を抑えやすくなります⁸。

C. 画像処理の基本とソフトウェア

天体写真は「撮影半分、処理半分」と言われるほど、撮影後の画像処理が重要です。撮影したままの画像(特にディープスカイ天体)は、淡くノイズが多いことがほとんどです。画像処理によって、天体の本来の姿を浮かび上がらせます。

1. 基本的な処理の流れ(ディープスカイの場合):
 - キャリブレーション: ダークフレーム、フラットフレーム、バイアスフレームを使って、ライトフレームを補正します。
 - スタッキング(コンポジット): 補正されたライトフレームを位置合わせしながら重ね合

わせ、S/N比を向上させます。

- 階調調整: レベル補正やトーンカーブ調整を行い、天体の淡い部分から明るい部分まで、コントラストや明るさを最適化します²⁸。背景の明るさも適切に調整します(真っ黒ではなく、わずかに明るいグレーにすると天体が引き立つ²⁸)。
 - 色彩調整: カラーバランスを整え、星雲のH α の赤やOIIIの青緑などを自然な色合いで表現します²⁸。
 - シャープネス処理・ノイズ低減: 必要に応じてシャープネスをかけてディテールを強調したり、残ったノイズを低減したりします。
2. 代表的な画像処理ソフトウェア:
- フリーソフトウェア:
 - **DeepSkyStacker (DSS)**: ディープスカイ天体のキャリブレーションとスタッキングに特化した定番ソフト²⁹。
 - **Siril**: スタッキングから後処理まで対応可能な統合型フリーソフト²⁹。
 - **Registax / AutoStakkert!**: 主に月・惑星の動画からのスタッキングに使用²⁹。
 - **GIMP**: Photoshopのような高機能な汎用画像編集ソフト。レイヤー機能などを駆使して詳細な調整が可能³⁰。
 - **RawTherapee**: RAW現像ソフト。天体写真の処理にも有用な機能を持つ³⁰。
 - 有料ソフトウェア:
 - **Adobe Photoshop**: 高機能な汎用画像編集ソフト。天体写真専用のプラグインも多数存在します。
 - **ステライメージ (アストローツ)**: 日本で開発された天体写真専用の画像処理ソフト。初心者から上級者まで幅広く使われています²⁹。
 - **PixInsight**: 高度で専門的な天体画像処理機能を持つ、本格派向けのソフトウェア。

画像処理は奥が深く、習得には時間と経験が必要です。しかし、基本的な処理を施すだけでも、作品の印象は大きく変わります。まずはフリーソフトから試してみて、徐々にステップアップしていくと良いでしょう。撮影技術の向上とともに、画像処理技術も磨いていくことが、より素晴らしい天体写真への道となります。

VII. 学びを深めるためのリソースとコミュニティ

天体写真は独学でも楽しめますが、書籍やウェブサイト、コミュニティを活用することで、より効率的に知識や技術を習得し、モチベーションを維持することができます。特に日本語で利用できるリソースは、初心者にとって心強い味方となるでしょう。

A. 参考書籍と雑誌

1. 入門書・解説書:
 - 天体写真の撮影方法や画像処理技術を解説した書籍は多数出版されています。カメラメーカーや機材メーカーが監修したものや、著名な天体写真家が執筆したものなど

があります。

- アstroアーツ社が発行する「公式ガイドブック - ステラショット3」は、同社の天体撮影・制御ソフトウェア「ステラショット3」の解説書ですが、ソフトウェア特有の内容だけでなく、機材の準備、撮影計画、実際の撮影ステップ(極軸合わせ、ピント合わせ、構図確認、本撮影、ダーク・フラット撮影など)に関する一般的な解説も豊富に含まれており、天体写真の一般的な入門書としても非常に有用です³¹。機材を揃える段階から丁寧に解説されているため、これから天体写真に挑戦する初心者にとって良い出発点となり得ます³¹。
- 学研の科学キット『学研の科学 天体望遠鏡』には、組み立て式の望遠鏡と共に、天体観測のポイントを紹介した本誌やまんが『星と星座のひみつ』がセットになっており、子供だけでなく大人も楽しめる入門教材です³²。

2. 天文雑誌:

- 「月刊 天文ガイド」(誠文堂新光社)や「月刊 星ナビ」(Astroアーツ)といった天文雑誌は、最新の天文現象の情報、天体写真の撮影テクニック、機材レビュー、読者の投稿写真ギャラリーなどが掲載されており、継続的な学習と情報収集に役立ちます。これらの雑誌は、日本の天体写真コミュニティにおいて中心的な役割を果たしており、多くの愛好家にとって重要な情報源です。

B. ウェブサイトとオンラインリソース

1. 情報サイト・ブログ:

- 天文リフレクションズ (天リフ): 天体写真に関する機材レビュー、撮影テクニック、イベント情報などが豊富な日本の人気ウェブサイトです³⁴。多くの天体写真愛好家が情報を交換する場ともなっています。
- Astroアーツ: 天文ソフト「ステラナビゲータ」や画像処理ソフト「ステライメージ」、雑誌「星ナビ」などを手がけるAstroアーツのウェブサイトでは、製品情報に加え、天文ニュースや星空情報なども提供されています³⁵。
- 個人の天体写真ブログも多数存在し、具体的な撮影記や機材の使用感、画像処理のノウハウなどが共有されています³⁴。

2. 機材メーカーのウェブサイト:

- ケンコー・トキナー¹ やビクセン²⁶、SVBONY⁶などの機材メーカーのウェブサイトでは、製品情報だけでなく、天体写真の撮り方や基礎知識に関する解説記事が掲載されていることがあります。

3. 天気・光害情報サイト:

- 光害マップ: 「Light Pollution Map」などの国際的なサイトのほか、環境省の星空継続観察データや人工衛星データを基にした「日本光害地図」などがあります¹¹。撮影地選定の際に非常に重要です。
- 天気予報・星空指数: 日本気象協会の「tenki.jp」¹² や日本気象株式会社のサイト¹²では、星空指数(星の見えやすさの予報)が提供されています。GPV気象予報¹² やSCW天気予報¹²では、詳細な雲量予報を確認できます。これらの情報は、撮影計画

を立てる上で不可欠です。

C. 天体写真コミュニティとSNS

1. オンラインフォーラム・画像投稿サイト:

- **AstroBin**: 世界最大級の天体写真共有サイトで、世界中のアマチュア天文家が撮影した写真が多数投稿されています³⁸。撮影データ(使用機材、露出時間、処理方法など)も共有されていることが多く、他の人の作品から撮影対象の選定や構図、画像処理のヒントを得るのに非常に役立ちます。このようなプラットフォームは、初心者が「何が可能なのか」を視覚的に理解し、具体的な目標を設定する上で強力なツールとなります。

2. SNS (ソーシャルネットワーキングサービス):

- **X (旧Twitter)**: ハッシュタグ「#天体写真」などで検索すると、多くの作品や情報交換が見られます³⁹。気軽に質問したり、他の愛好家と交流したりする場として活用できます。
- **Facebook**: SVBONYの「SVBONY天文クラブ」のようなメーカー主導のグループや、地域ごとの天文同好会、天体写真愛好家のグループなどが存在し、情報交換や作品発表の場となっています³⁹。
- これらのSNSは、同じ趣味を持つ仲間を見つけ、互いに刺激し合いながら技術を高めしていく上で有効です。作品を発表しフィードバックを得ることは、上達への大きなモチベーションとなるでしょう。

これらのリソースを積極的に活用することで、天体写真の世界はさらに広がり、楽しみながらスキルアップしていくことができるでしょう。特に日本語でアクセスできる情報源やコミュニティは、疑問点を解消しやすく、継続的な学習を支えてくれます。

VIII. おわりに: あなたのレンズが捉える宇宙

本稿では、天体写真を始めるための基礎的な知識と必要な機材について、多角的に解説してきました。星空の種類を理解することから始まり、天体の動きや明るさといった天文学の基礎、カメラやレンズ、赤道儀といったコア機材の選定、そして最初の星景写真の撮影ステップ、さらにはディープスカイ撮影や画像処理といった高度な技術への入り口まで、その道のりは広大です。

天体写真は、機材の準備や専門知識の習得、そして何よりも自然条件に左右されるため、根気と忍耐が必要な趣味であることは間違いありません。しかし、満天の星の下で宇宙の壮大さに触れ、自らの手でその美しさを一枚の写真として捉えた時の感動は、何物にも代えがたいものがあります。

最初は手持ちのカメラと三脚で、身近な星空や月を撮影することから始めてみてください。一枚一枚の撮影を通じて、機材の扱いや設定、星空の知識は自然と身についていくはずです。

そして、オンラインコミュニティや天文雑誌などを通じて他の愛好家の作品に触れることは、新たな目標やインスピレーションを与えてくれるでしょう。

天体写真は、技術的な挑戦であると同時に、宇宙という壮大な存在と対話し、その神秘の一端に触れる行為でもあります。夜空は常にそこにあり、季節ごとに異なる表情を見せてくれます。本稿が、皆様にとってその無限の可能性への扉を開く一助となり、星空をレンズで捉えるという素晴らしい旅の始まりとなることを心より願っています。宇宙は、あなたのレンズが向けられるのを待っています。

引用文献

1. 第2回 まずは一枚綺麗な写真を撮るために | ケンコー・トキナー, 5月 7, 2025にアクセス、<https://www.kenko-tokina.co.jp/special/celestial/seikei-2.html>
2. www.kenko-tokina.co.jp, 5月 7, 2025にアクセス、https://www.kenko-tokina.co.jp/ambassadors/masanori_senshu/sz_33mm_f12_mf.html#:~:text=%E6%98%9F%E6%99%AF%E5%86%99%E7%9C%9F%E3%81%AF%E3%80%81%E3%81%94%E5%AD%98%E3%81%98,%E8%BF%BD%E5%B0%BE%E3%81%8C%E5%BF%85%E8%A6%81%E3%81%AB%E3%81%A7%E3%81%99%E3%80%82
3. 第1回 星景写真を撮影するうえで必要な機材編 | ケンコー・トキナー, 5月 7, 2025にアクセス、<https://www.kenko-tokina.co.jp/special/celestial/seikei-1.html>
4. 天体写真の撮影方法【機材やセッティング手順の解説あり】 - カメラのナニワ, 5月 7, 2025にアクセス、<https://www.cameranonaniwa.co.jp/blogs/2220588991/>
5. 星景写真の撮り方 ~ 固定撮影 ~ | bskサイトウ - note, 5月 7, 2025にアクセス、https://note.com/bsk_saito/n/n26d471ec0e1b
6. ディープスカイ撮影と惑星撮影の違い - SVBONY, 5月 7, 2025にアクセス、<https://www.svbony.jp/blog/the-difference-between-deep-sky-photography-and-planetary-photography>
7. 天文や星空の基礎知識 | 天体写真の世界, 5月 7, 2025にアクセス、https://ryutao.main.jp/telescope_basic.html
8. 第4回 星景写真撮影で大事な星空の知識 | ケンコー・トキナー, 5月 7, 2025にアクセス、<https://www.kenko-tokina.co.jp/special/celestial/seikei-4.html>
9. 【集中連載】天体写真のフィルターワーク(1)・フィルター選びの3つの戦略 | 天リフ Original, 5月 7, 2025にアクセス、<https://reflexions.jp/tenref/orig/2020/08/24/11532/?rel=author>
10. 天体撮影のトリセツ【特別号】これさえ見れば、美しい星空が誰に ..., 5月 7, 2025にアクセス、https://torisetsu.biz/news/2018/0823_w008_tentai2_06.html
11. 日本光害地図 - Japan Lightpollution Maps - Astrotourism Lab, 5月 7, 2025にアクセス、<https://astrotourism.jp/2024/10/27/3227/>
12. 天体観測・星空撮影日時を決めるのに便利！ 星空指数と雲量予報が見れるサイト集 | 軽カメラ部, 5月 7, 2025にアクセス、<https://universe.joho.info/site-soft/astronomical-observation-cloud-forecast/>
13. 天体撮影のトリセツ【第七回】満天の星に出会うためには (1/3), 5月 7, 2025にアクセス、https://torisetsu.biz/news/2017/1002_w008_tentai7.html

14. スカイ・トゥナイト: 星座アプリ、星空ナビ - App Store, 5月 7, 2025にアクセス、
<https://apps.apple.com/jp/app/%E3%82%B9%E3%82%AB%E3%82%A4-%E3%83%88%E3%82%A5%E3%83%8A%E3%82%A4%E3%83%88-%E6%98%9F%E5%BA%A7%E3%82%A2%E3%83%97%E3%83%AA-%E6%98%9F%E7%A9%BA%E3%83%8A%E3%83%93/id1570594940>
15. 天体写真とデジタルカメラ 望遠鏡・双眼鏡など光学機器の販売店 ネイチャーショップ KYOEI 大阪店 協栄産業株式会社, 5月 7, 2025にアクセス、
<https://www.kyoei-osaka.jp/hpgen/HPB/entries/94.html>
16. 初心者必見！安い一眼レフカメラおすすめ12選【コスパ最強】モデルごとに値段をチェック, 5月 7, 2025にアクセス、<https://goopass.jp/magazine/reasonable-dslr/>
17. 星空撮影(天体写真)におすすめのカメラ10選【選び方も解説】 - GooPass, 5月 7, 2025にアクセス、<https://goopass.jp/magazine/starrysky-camera-recommended-2/>
18. 天体用CMOSカメラの選び方三部作 | 天リフOriginal, 5月 7, 2025にアクセス、
<https://reflexions.jp/tenref/orig/2022/09/14/14503/>
19. 【星空(星景)の撮り方】一眼カメラの設定やレンズ選びのポイントをご紹介 | TAMRON | タムロン, 5月 7, 2025にアクセス、
<https://www.tamron.com/jp/consumer/sp/impression/detail/article-how-to-shoot-astrophotography.html>
20. 満天の星空を撮影したいあなたへおすすめ！カメラ単焦点レンズ3選！(E-mount) - note, 5月 7, 2025にアクセス、https://note.com/ichi_graphy/n/nfeabee96f738
21. 単焦点の神レンズおすすめ12選。初心者の選び方や最適な商品のご紹介！ - GooPass, 5月 7, 2025にアクセス、
<https://goopass.jp/magazine/single-focus-lens-recommended/>
22. 特別企画: 天体撮影の始め方: 初心者が知っておきたい機材と技術 ..., 5月 7, 2025にアクセス、<https://dc.watch.impress.co.jp/docs/review/special/1663328.html>
23. 【初心者向け】冬の天体観測シーズン到来！天体写真の機材の選び方① | シュミットブログ, 5月 7, 2025にアクセス、
<https://syumittoblog.blog.fc2.com/blog-entry-2399.html>
24. 天体望遠鏡の選び方 - 天体写真の世界, 5月 7, 2025にアクセス、
<https://ryutao.main.jp/telescope.html>
25. [初心者向け] 天体望遠鏡の選び方と目的別おすすめ6選 - Rentio PRESS [レンティオプレス], 5月 7, 2025にアクセス、
<https://www.rentio.jp/matome/2019/10/telescope-recommend/>
26. はじめての天体撮影 | ビクセン Vixen, 5月 7, 2025にアクセス、
<https://www.vixen.co.jp/lp/so-ten-ken/photography/>
27. おすすめの天体望遠鏡で憧れの天体観測を始めよう！ - ビックカメラ, 5月 7, 2025にアクセス、<https://www.biccamera.com/bc/c/camera/telescope/index.jsp>
28. デジタル一眼 天体写真入門 星雲・星団を撮影しよう, 5月 7, 2025にアクセス、
<https://www.astroarts.co.jp/products/stlshot/stories/photo/index-j.shtml>
29. フリーの天体画像処理ソフト, 5月 7, 2025にアクセス、
https://m-lambda.blogspot.com/2019/05/blog-post_11.html
30. 天文画像処理に使えるフリーソフト - FC2, 5月 7, 2025にアクセス、
<http://kame34.web.fc2.com/fs2.html>
31. 公式ガイドブック - ステラショット3 - アストロアーツ, 5月 7, 2025にアクセス、
<https://www.astroarts.co.jp/products/stlshot3/guidebook-j.shtml>

32. 「宇宙観測 超入門キット 天体望遠鏡」予約受付中! 初心者にもぴったり! 月のクレーターはもちろん、土星の環まで見られる! | (株)Gakken公式ブログ, 5月 7, 2025にアクセス、<https://gkp-koushiki.gakken.jp/2024/08/30/75540/>
33. プレゼントに最適! 初心者に向けて開発した天体望遠鏡組立てキット! 『学研の科学 天体望遠鏡 ~宇宙観測 超入門キット~』発売中! (Gakken) | 絵本ナビ:レビュー・通販, 5月 7, 2025にアクセス、
<https://www.ehonnavi.net/specialcontents/contents.asp?id=2870>
34. 天文リフレクションズ/新着記事/ブログ, 5月 7, 2025にアクセス、
<https://reflexions.jp/tenmon/>
35. アストロアーツ: 本 - Amazon.co.jp, 5月 7, 2025にアクセス、
https://www.amazon.co.jp/%E6%9C%AC-%E3%82%A2%E3%82%B9%E3%83%88%E3%83%AD%E3%82%A2%E3%83%BC%E3%83%84/s?rh=n%3A465392%2Cp_27%3A%25E3%2582%25A2%25E3%2582%25B9%25E3%2583%2588%25E3%2583%25AD%25E3%2582%25A2%25E3%2583%25BC%25E3%2583%2584
36. 天体写真 - あぷらな-と, 5月 7, 2025にアクセス、<https://apranat.exblog.jp/i2/>
37. 光害対策ガイドライン | 大気環境・自動車対策 - 環境省, 5月 7, 2025にアクセス、
https://www.env.go.jp/air/life/hikari_g/index.html
38. 天体撮影対象を探す良い方法を見つけました, 5月 7, 2025にアクセス、
<https://masahiko.me/finding-objects/>
39. 「#天体写真」のYahoo!リアルタイム検索 - X(旧Twitter)をリアルタイム検索, 5月 7, 2025にアクセス、
https://search.yahoo.co.jp/web/savepref?ei=UTF-8&pref_done=https%3A%2F%2Fsearch.yahoo.co.jp%2Frealtime%2Fsearch%3Ffr%3Drts_top%26p%3D%2523%25E5%25A4%25A9%25E4%25BD%2593%25E5%2586%2599%25E7%259C%259F%26md%3Dt%26sv%3D1%26ei%3DUTF-8&rtsrch_img=1
40. FACEBOOKグループ「SVBONY天文クラブ」ご参加お待ちしております, 5月 7, 2025にアクセス、
<https://www.svbony.jp/blog/we-are-waiting-for-your-participation-in-the-svbony-facebook-group-/>