



# Telescope, Experience starry sky

BEACH99 STARRY SKY INN



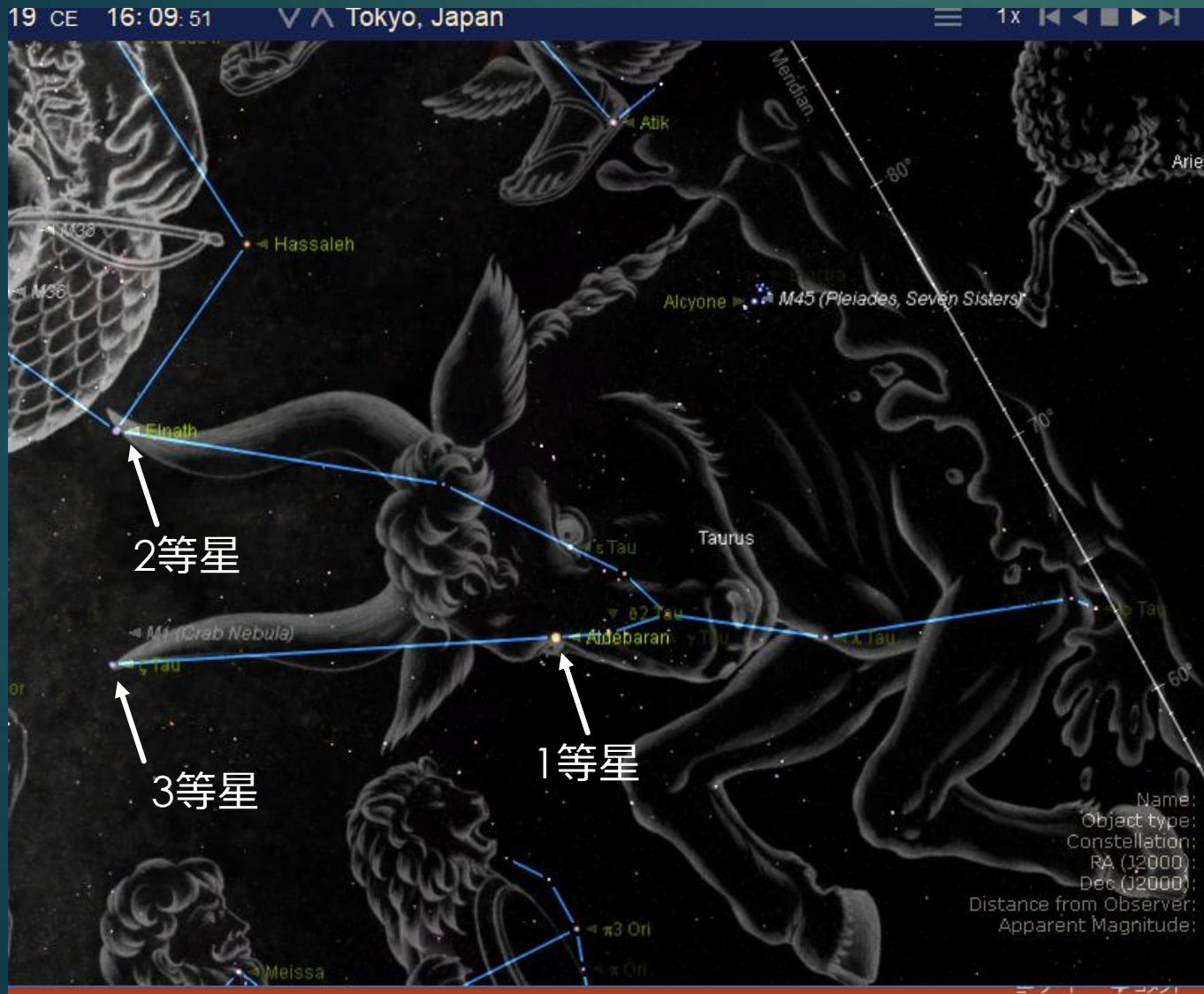
# 天体望遠鏡，満点の 星空の下で初めての 天体観測

九十九里星空の宿 夕凧

# 天体観測体験プログラム

1. 天体観測の基礎 20分  
天体望遠鏡を使いこなすための最小限の天文知識を説明します  
何が見れるか??
2. 天体望遠鏡、双眼鏡の基礎 20分  
天体望遠鏡を使うために必要な基礎知識を説明します
3. 実際に双眼鏡、天体望遠鏡を使って天体観測を体験いただきます 60分
  - ▶ オーナーによる星空案内 20~30分
  - ▶ 実際に天体望遠鏡を使ってみよう! 30分

# 天体観測対象 星座(Constellation)



星の明るさ

-4等星 金星

-3等星

-2等星 木星

-1等星 土星

0等星

1等星(21個)

2等星(68個)

3等星(183個)

4等星(585個)

5等星(1,858個)

6等星(5,503個)

・

9等星(12万个)

・

12等星

\* 1等星と2等星では明るさが2.5倍

都会で見える

空の暗い地方で見える

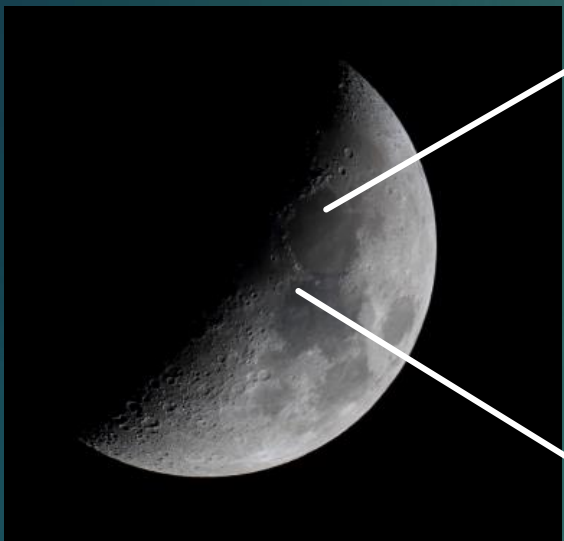
望遠鏡で見える

# 黄道 12 星座 (Zodiac 12 constellations)

占星術 (Horoscope) において使われている 12 の星座

- ▶ おひつじ座 (牡羊座、Aries)
- ▶ おうし座 (牡牛座、Taurus)
- ▶ ふたご座 (双子座、Gemini)
- ▶ かに座 (蟹座、Cancer)
- ▶ しし座 (獅子座、Leo)
- ▶ おとめ座 (乙女座、Virgo)
- ▶ てんびん座 (天秤座、Libra)
- ▶ さそり座 (蠍座、Scorpius)
- ▶ いて座 (射手座、Sagittarius)
- ▶ やぎ座 (山羊座、Capricornus)
- ▶ みずがめ座 (水瓶座、Aquarius)
- ▶ うお座 (魚座、Pisces)

# 月 (Moon)



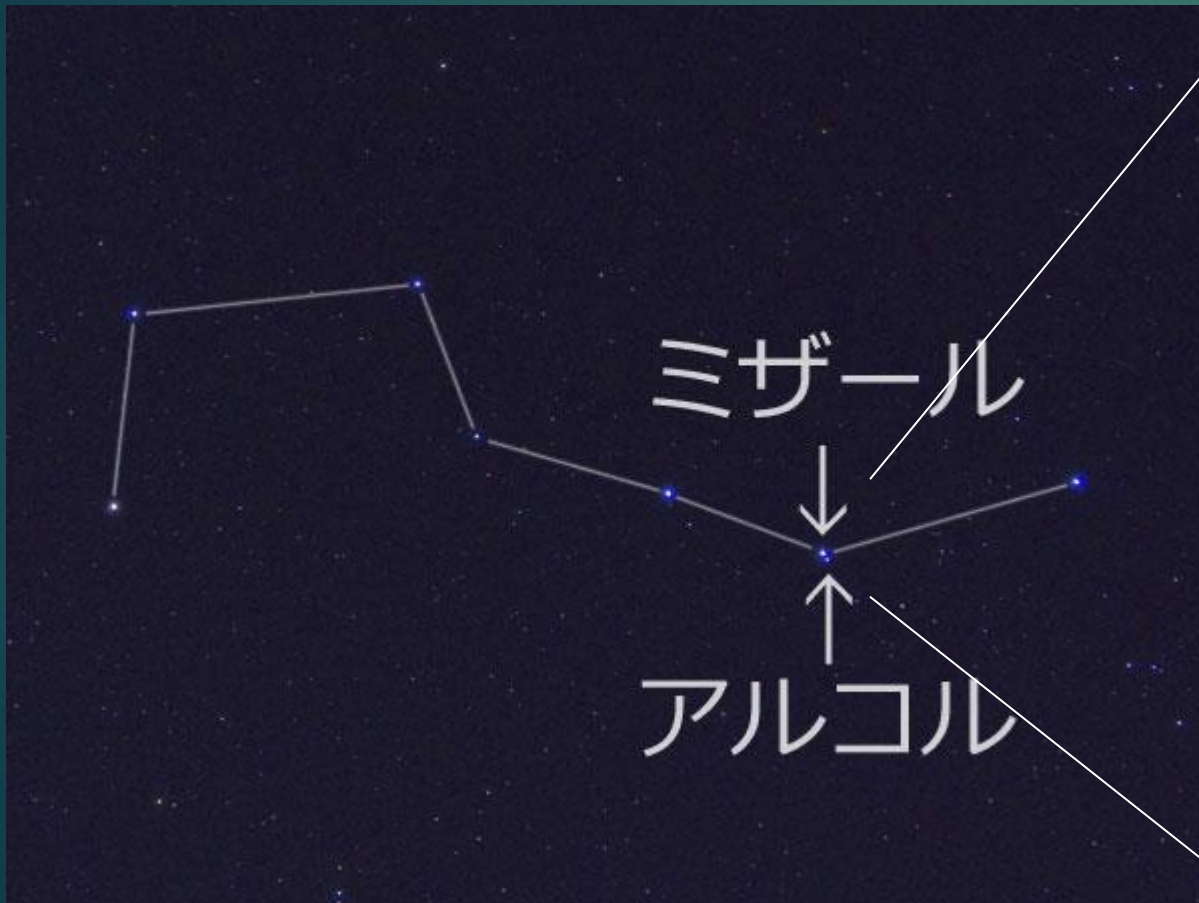
双眼鏡で見たイメージ  
大きなクレータ、海が見える



望遠鏡で見たイメージ  
小さなクレータ、山脈、海と細かな凹凸が見える

# 二重星 (Binary star)

A double star refers to a star that appears close in the same direction. It looks like a single star to the naked eye, but it can be broken into two by observing it with a telescope.



肉眼 (Naked eyes)

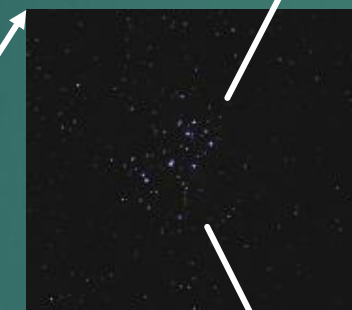


天体望遠鏡 50X (Telescope)

# 散開星団(Open Star Cluster)M45



肉眼で見たイメージ  
数個の星が一か所に固まっている



双眼鏡で見たイメージ  
数十個の星が視野に集中  
していて大変美しい



望遠鏡で見たイメージ  
100個以上の星が輝く様子が大変美しく  
飽きません！



球状星团

Globular star cluster

M13



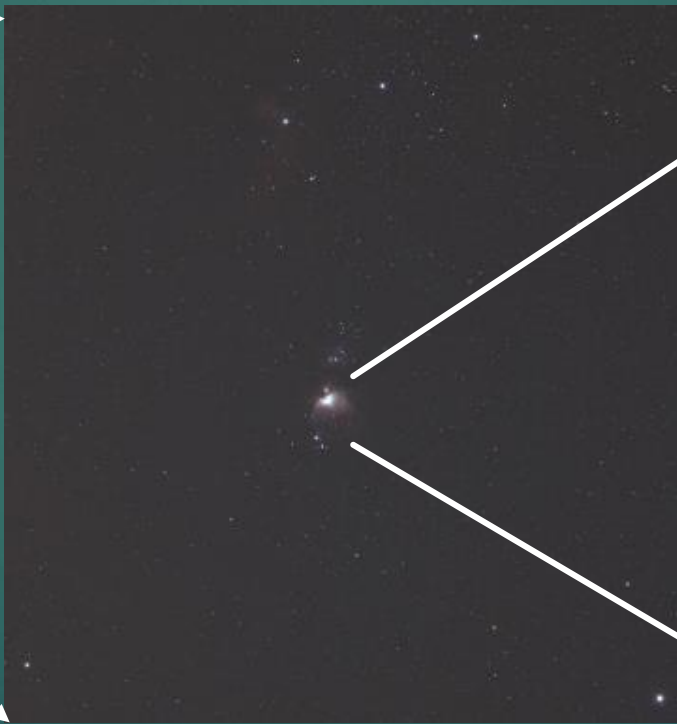
二重星团 h-x



# 星雲(Nebula) M42 オリオン大星雲



肉眼で見たイメージ



双眼鏡で見たイメージ  
小さな雲のように見える



望遠鏡で見たイメージ  
条件が良いと中央の明るいところと  
周辺の腕のようなイメージがわかる

# M8 (干潟星雲)



# M57 (惑星状星雲)



系外銀河

彗星

Extragalactic galaxies Comet



# 惑星 (Planet)

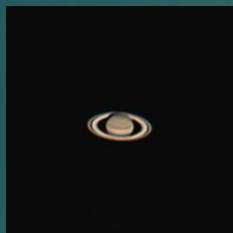
木星  
Jupiter



双眼鏡でも木星の衛星（月）を確認できる  
小型望遠鏡を使うと本体の2本の縞が確認できる  
大型望遠鏡だと、島の細かい模様が日々変化する様子が見える



土星  
Saturn



小型望遠鏡でも土星の環を確認することができる  
大型望遠鏡だと、環の隙間や本体の縞が確認できる



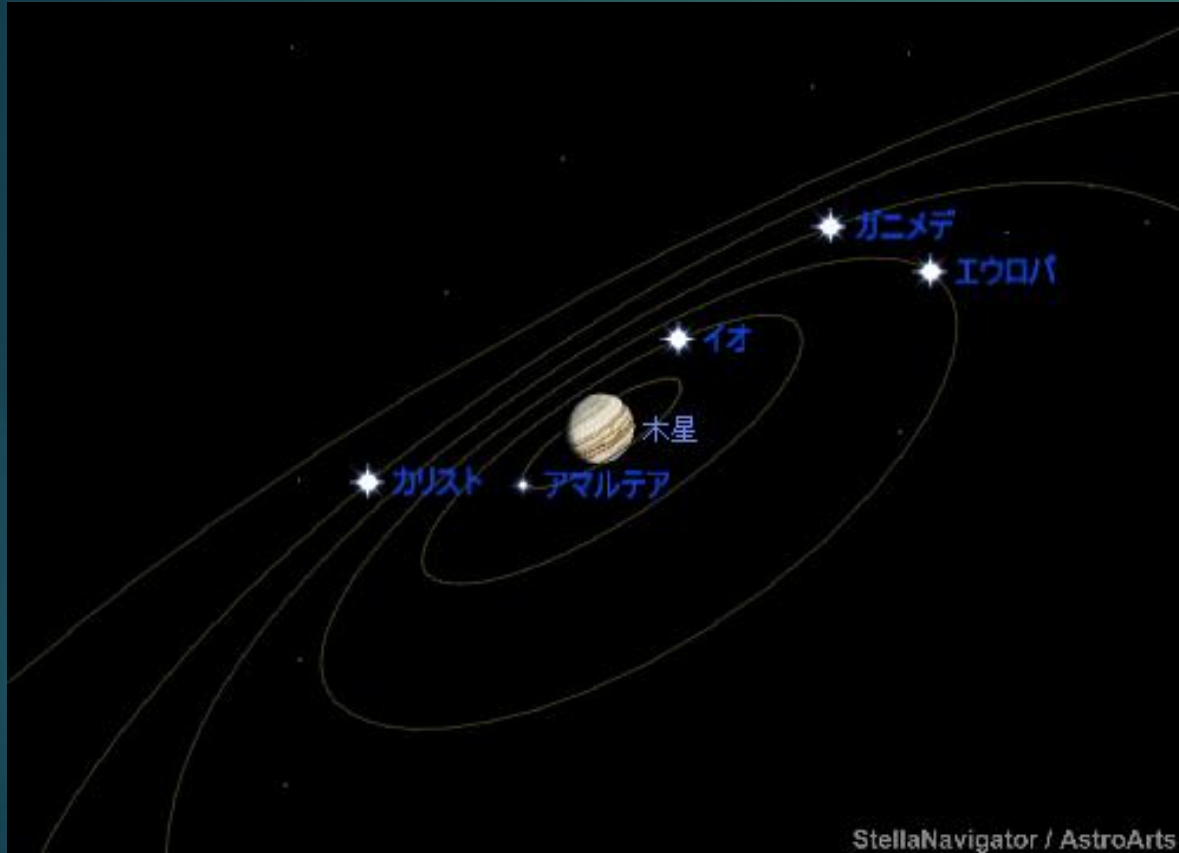
火星  
Mars



小型望遠鏡では、赤い火の玉に見える。  
条件が良いと北極の氷や大きな運河が見える  
大型望遠鏡だと、運河の様子がよく見える

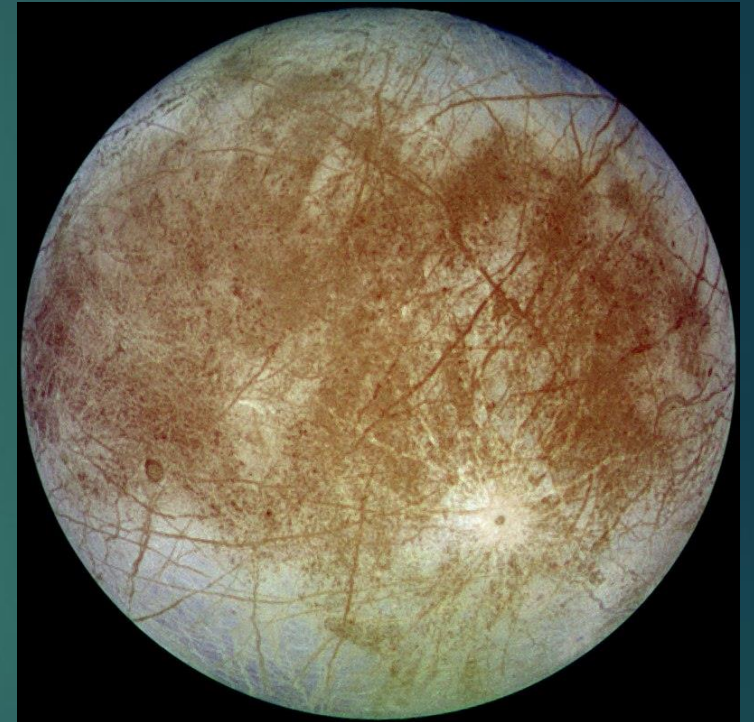


# 木星の衛星 (木星の月 / Galilean satellites)



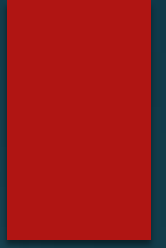
木星の四大衛星（ガリレオ衛星）は、小さな望遠鏡でもよく見える。毎日位置が変わるので、夏休みの研究課題になるかも？

エウロパの拡大写真



表面が若く滑らかであることから、地下には水の海 (内部海) が存在するという仮説が提唱されており、その海に地球外生命が存在する可能性についても議論されている

# Telescope / Binocular



# 双眼鏡 (Binocular)



- 星座、明るい星雲・星団の観望に最適。
- 良い双眼鏡は一生もの！
- 望遠鏡を使用するときのサブ機として重宝
  
- 性能は、口径X倍率であらわされる  
夕凧所有の双眼鏡
  - 5cm X 7倍 手持ちで使える
  - 7cm X 16倍 三脚が必要
  - 10cm X 20倍 三脚が必要



# 望遠鏡の構成

Finder Scope

Eye piece

ファインダー

鏡筒についている小型望遠鏡のこと  
まずここで見たい対象を狙って、視野にとらえます。

接眼レンズ  
(アイピース)

これを変えることで、天体望遠鏡の倍率も変えることができます。



対物レンズ有効径

有効径(口径)が大きくなると、天体望遠鏡も太くなります。

きょうとう

鏡筒

Telescope

望遠鏡の筒の部分

架台

Mount

望遠鏡を三脚に固定する部分  
別名「マウント」

三脚

Tripod

鏡筒や架台を安定して保持するための支え

Astronomical telescope consists of a lens Cylinder and a mount

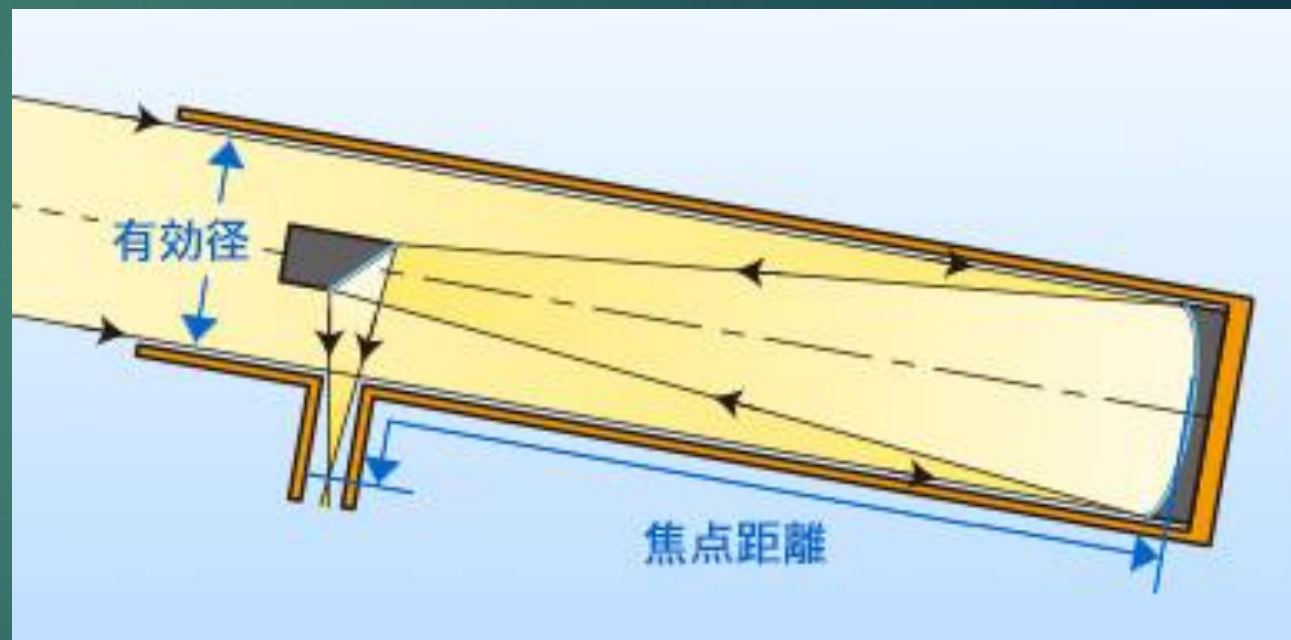
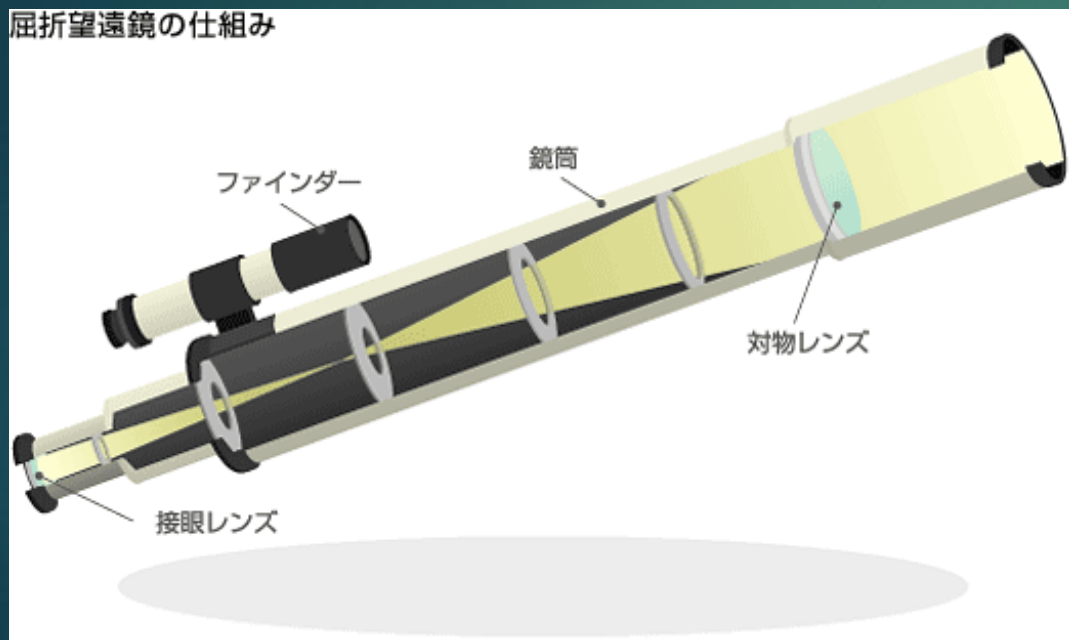
# 望遠鏡 鏡筒の種類と特徴

| 種類                               | 構造                                       | 長所 (Pros)                               | 短所 (Cons)                                                      |
|----------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 屈折式<br>Refracting                | レンズを使って光を集める<br>高性能：アポクロマート<br>標準：アクロマート | 扱いやすい<br>メンテナンスの必要が<br>ほぼない<br>像が安定している | 大きな口径のものは大変高価<br>安価なものは色のにじみができる（色<br>収差:chromatic aberration） |
| 反射式<br>Reflecting                | 鏡を使って光を集める                               | 比較的安価に大きな口<br>径のものを購入できる<br>色のにじみがない    | 観測前に、外気温に1～2時間なじ<br>ませる必要あり。<br>時々調整が必要                        |
| カセグレン<br>マスクトフ<br>カタディオプ<br>トリック | 屈折と反射の両方の組み<br>合わせで構成される<br>一般的に焦点距離が長い。 | 屈折と反射の良い面を<br>持つ                        | 低い倍率を得るのが難しい<br>光学系が複雑でよい像を得ることが<br>難しい<br>比較的高価               |

Cassegrain reflector  
Maksutov-Cassegrain  
Catadioptric telescope

# 望遠鏡の基本スペック = 有効径 + 焦点距離

屈折式(Refracting telescope)    反射式(Reflecting telescope)



倍率 = 焦点距離 / アイピースの焦点距離  
有効径 = レンズ、反射鏡の直径

# 接眼レンズ (アイピース)



## 接眼レンズ (アイピース)

天体望遠鏡は、接眼レンズを自由に付け替えることができます。これは観察する対象に合わせてそれぞれ最適な倍率を選ぶためです。接眼レンズはのぞき込んだときに見える視野の広さ、視野周辺像の鮮明さ、全体の作りなどによっていくつかのグレードが用意されています。

- レンズ (鏡) で集めた光を見るための小さなレンズを接眼レンズ (アイピース) と呼びます。焦点距離や形式によりいろいろなレンズが売られています。
- 一台の鏡筒でいろいろな倍率で見るために複数の接眼レンズが必要です

倍率 = レンズの焦点距離 ÷ 接眼レンズの焦点距離  
example) 1000mm / 20mm = 50倍

- 倍率が高いと視野が狭くなる。
- 倍率が低いと視野が広くなる。

下記3種類位があるといろいろと楽しめます。

- 低倍率：20～40倍 導入用、星雲、星団
- 中倍率：80倍前後 星雲・星団・月
- 高倍率：120倍～200倍 月、惑星

接眼レンズは後から購入できます。¥5k → ¥30k

# 望遠鏡の性能、倍率が高い = 高性能？

大きな有効径の望遠鏡で  
見たイメージ



小さな有効径の望遠鏡で  
見たイメージ

有効径が小さい望遠鏡でも大きな倍率で見ることができます。

ただし、小さい望遠鏡では暗くなり、細かい模様は見えない

有効径の大きい望遠鏡は、明るく、細かい模様まで見える。

# 望遠鏡の性能を語る！

Diameter of Lens/mirror

Concentration of light

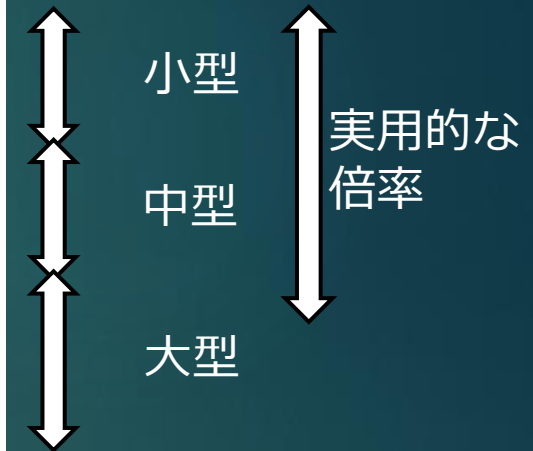
Resolution

Star grade

Maximum Magnification

## ●口径と天体望遠鏡の性能

| 口径   | 集光力      | 分解能   | 極限等級   | 有効な倍率の目安 |
|------|----------|-------|--------|----------|
| 6cm  | 肉眼の73倍   | 1.93秒 | 10.1等級 | 60倍      |
| 8cm  | 肉眼の131倍  | 1.45秒 | 11.3等級 | 80倍      |
| 10cm | 肉眼の204倍  | 1.16秒 | 11.8等級 | 100倍     |
| 15cm | 肉眼の459倍  | 0.77秒 | 12.7等級 | 150倍     |
| 20cm | 肉眼の816倍  | 0.58秒 | 13.3等級 | 200倍     |
| 25cm | 肉眼の1276倍 | 0.46秒 | 13.8等級 | 250倍     |
| 30cm | 肉眼の1837倍 | 0.39秒 | 14.2等級 | 300倍     |



## 天体望遠鏡の基本公式

- 倍率 = 対物レンズ<主鏡>の焦点距離 (mm) ÷ 接眼レンズの焦点距離 (mm)
- 集光力 = (対物レンズ<主鏡>の口径 (mm))<sup>2</sup> ÷ (7 (mm))<sup>2</sup>
- 分解能 (秒) = 116 ÷ 対物レンズ<主鏡>の口径 (mm)
- F値 = 対物レンズ<主鏡>の焦点距離 (mm) ÷ 対物レンズ<主鏡>の口径 (mm)

Magnification is calculated by Focus length

# 倍率と大気の揺らぎ シーイング、Scintillation

The object appears to shake due to atmospheric fluctuations

<http://nazca-osaka.org/wordpress/?p=698>



シーイングが悪い時の画像

シーイングが悪い夜は、  
100倍位でも像が揺らいで  
よく見えない

シーイングが良い時の画像

シーイングが悪い夜は、  
200-300倍位でも像が安定して  
良く見える  
風のない夜は、良いシーイングが多い

大きな有効径の望遠鏡の方がシーイン  
グの影響を受けやすい。  
10cm~20cm程度の有効径の望遠鏡で  
200倍位までが現実的  
Easily influence using large  
telescope

# 光害 (light pollution) と観測場所

Brightening of the night sky caused by street lights and other man-made sources, which has a disruptive effect on natural cycles and inhibits the observation of stars and planets.

1. 光害の影響されない観測対象 (Not influenced by light pollution)  
明るい天体は、光害に影響されない。都市に近く夜空が明るい場所でも観測/撮影可能。
  - ▶ 月(Moon)
  - ▶ 惑星(Planet)
  - ▶ 明るい星、星座 (Constellation)
  - ▶ 二重星
2. 光害の影響される観測対象。都市から離れた場所でないと美しさを味わうことはできない。(Influenced by light pollution)
  - ▶ 星座 (Constellation)、天の川(Galaxy)
  - ▶ 星雲・星団 (Star cloud, Nebula)
  - ▶ 彗星 (Comet)

★光害のある場所に住んでいる人は、空の暗い場所まで望遠鏡を運んで観察している！

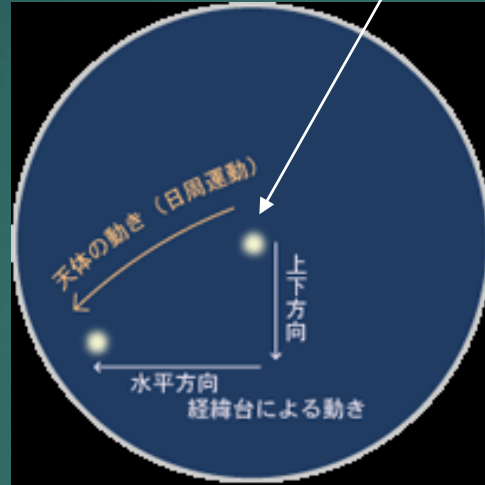
♪ 満月に近い月は、光害と同じ状況となります



# 屈折望遠鏡



# 架台 (Mount)



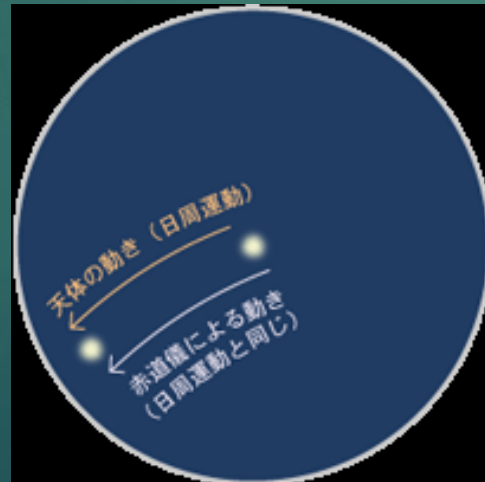
The celestial body seems to move by the diurnal motion

経緯台式 (Altazimuth mount)

The horizontal and vertical axes move.

扱いが簡単

セットアップが簡単ですぐに使用できる



赤道儀 (Equatorial mount or Polar mount)

Diurnal motion axes and 90degree cross

axes move

扱いが難しい

経緯と緯度を正確に合わせる必要があり、セットアップが大変。

It is necessary to match the longitude and latitude exactly and the setup is difficult.

# 望遠鏡 架台の種類と特徴

| 種類                       | 構造                                                            | 長所                                 | 短所                                    |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| 経緯台<br>Altazimuth mount  | 水平方向と垂直方向へ鏡筒を自由にむけることができる                                     | 取り扱いが簡単<br>値段が安い                   | 日周運動に合わせて星を手作業で追いかける必要があり、落ち着いてみるのが大変 |
| 赤道儀<br>Polar mount       | 日周運動を追いかけるように動くため、軸が斜めに傾けられている                                | 日周運動に合わせて星を自動で追尾してくれるため、ゆっくりと観望できる | 調整をキチンとする必要がある。なれば10-20分位。取り回しにコツが必要。 |
| 自動導入式<br>Automatic mount | いろいろな天体を自動的に導入するための機能があるもの<br>It is advertised as easy to use | 調整をしっかりとすれば、暗い天体の導入が簡単             | きちんと調整するためには、空がよく見渡せるところで時間をかける必要がある  |

# 日周運動による星の流れ (Diurnal motion)



筋を引いているのは  
日周運動

流れ星

ネットから引用

# オリオン座 夕凧で撮影(赤道儀で追尾)



クイックチェック

全画面表示  x1 50%

サムネイル位置  
 下  左

▽1 ▽2 ▽3 ▽4 ▽5 解除

● ● ● ● ● 除外

1/1

AFフレーム  
画像情報

ヒストグラム

0 255

XY ( , ) RGB ( , , )

ナビゲーター

IMG\_7181.JPG  
EOS 8000D  
Tv 30  
Av 2.8  
ISO 800  
50.0mm

# 天の川 (Galaxy using polar mount)



# 望遠鏡の種類

## 1) 鏡筒の種類



### 屈折式鏡筒

鏡筒先端に対物レンズ、後端に接眼レンズ（アイピース）があります。観察者からまっすぐ対象に向けて使うので、初めてでも直感的に扱いやすく、基本性能にすぐれた鏡筒です。



### VMC

（ビクセンオリジナルマクスツフカセグレン）  
鏡筒先端にある副鏡の前面に補正レンズを配置したカタディオプトリック式です。高精度研磨のしやすい球面光学系を全面的に採用した、コストパフォーマンスに優れたコンパクトな鏡筒です。



### 反射式鏡筒（ニュートン式）

もっともシンプルな構造の反射式鏡筒です。鏡筒の後端に回転放物面の主鏡があり、先端近くの斜鏡を用いて鏡筒の横に焦点を結ばせます。接眼部が鏡筒側面に位置するので、少し慣れが必要です。



### VISAC

（ビクセン6次非球面カタディオプトリック）  
主鏡の高精度6次非球面と3枚構成のフィールド補正レンズによって、色収差、コマ収差、球面収差、像面湾曲のすべてを高レベルで補正した、ハイエンドのカタディオプトリック鏡筒です。

## 2) 架台の種類



上下水平の2軸回転がフリーストップ式で、手を離れた位置で止まります。微動ハンドルで全周スムーズで安定した微動が可能な初めてでも使いやすい経緯台です。



極軸・赤緯軸の2軸にモータードライブが内蔵され、大型の液晶画面付コントローラー「STAR BOOK」による天体の高速自動導入・自動追尾機能が搭載された本格的な赤道儀です。

# 入門機 (まずは、対象を観てみたい人)

## 1. 月や惑星を見たい人

- ▶ 口径6-8cmの屈折+経緯台のセット (2-3万円~)。架台がしっかり(Solid)しているものを選ぶ
- ▶ 月、木星は毎日表情を変えます。毎日スケッチをとれば、夏休みの課題になるかも？ 都内でも観測できるし、、、
- ▶ 経緯台式なら5分程度で設置できる

## 2. 上記に加えて星雲・星団も見たい人

- ▶ 口径10cm以上の反射+経緯台のセット (5万円~) 架台がしっかりしているものを選ぶ
- ▶ 口径が大きいのので、細かい模様が楽しめる。ただし、反射式なので外気になじませる必要あり
- ▶ 経緯台式なら5分程度で設置できる

## 3. 寝転がって星空や流れ星を見たい人

- ▶ 5cm X 7倍程度の双眼鏡 (1~2万円以上)  
注意) 倍率を売り物にしている双眼鏡は絶対買わないこと

- まずは入門機でご自身の興味が何か？ によって大口径の望遠鏡へグレードアップしましょう！



# カメラで撮影したい！



長時間かけて撮影することで肉眼では見えない部分まで映し出すことができます。夕凧で撮影

# 写真を撮りたい

## 1. 月

- ▶ 前頁の入門機でも大きなクレータを撮影できる。
- ▶ 使用するカメラに合わせてマウントアダプターを別途購入する必要あり

## 2. 惑星写真、月の拡大写真（形がわかる程度の撮影）

- ▶ 木星の大きな縞、土星の環の存在がわかるレベルの撮影（大きな像は得られない）
- ▶ 月のクレータの拡大をとりあえず撮影したい
- ▶ 前項の入門機（できれば10cm反射を勧めます）に拡大撮影用アダプターを別途購入する必要あり

## 3. 惑星写真、月の拡大写真（ディテールを撮影したい）

- ▶ 丈夫な赤道儀
- ▶ 8cm以上の屈折、もしくは15cm以上の反射
- ▶ ビデオカメラ、画像処理用のPC（ハイスペックが必要）

## 4. 星座、流星

- ▶ バルブ撮影（最低でも10秒程度の露出時間が得られる）デジタルカメラとしっかりした三脚
- ▶ 星を点として撮影するためには、赤道儀にカメラを搭載して追尾撮影が必要
- ▶ レンズは広角レンズ～望遠レンズが使用できる（望遠レンズは赤道儀が必須）

## 5. 星雲・星団

- ▶ 丈夫な赤道儀
- ▶ 8cm以上の屈折、もしくは15cm以上の反射
- ▶ コンポジット処理用PC

- まずは入門機でご自身の興味が何か？によって大口径の望遠鏡へグレードアップしましょう！

1)



3)



4)



# 写真撮影に適した望遠鏡（入門用）

## 1. 望遠鏡本体

- ▶ EDレンズもしくは、フローライトレンズを使用した屈折望遠鏡 (Apochromat Refracting telescope)
- ▶ 口径：6 cm～10 cm（予算によります）
- ▶ F:6～8程度が扱いやすい（F=焦点距離/口径）  
例：口径6 cm 焦点距離360 mm/F6 480 mm/F8、  
口径8 cm 焦点距離480 mm/F6 640 mm/F8
- ▶ このサイズの望遠鏡は、将来より大型の望遠鏡を購入してもサブスコープとして重宝します

## 2. 架台

- ▶ 搭載重量 (Loadable weight) 6 kg以上のしっかりした作りの赤道儀が望ましい

- まずは入門機でご自身の興味が何か？によって大口径の望遠鏡へグレードアップしましょう！

# 赤道儀に搭載したカメラによる追尾撮影

APS-C Digital Camera  
ISO800 / 15 second  
85mm / F2.8  
Composit



# IT tools (Application of Smart Phone)

- ▶ Moon Phase Pro  
Easy to understand the move / the age of the moon.
- ▶ Sun position  
Easy to check the sunrise, Sunset time and the direction.
- ▶ Star Chart  
Check the constellation position of any date, time.

# Before start

## 1. How to treat telescope

- ▶ Don't touch the telescope when you look into it.
- ▶ Don't use excessive force when you align the telescope to the target.
- ▶ Be careful not to drop eye piece lens when you exchange it.

## 2. We ask you for your cooperation.

- ▶ Your feet are very dark. Please never run and please walk slowly while checking your feet.
- ▶ Do not speak louder or raise your voice because the voice echoes. Please be quiet.
- ▶ Rest room is located at the right side of my house.

# 星空体験 ご注意(Start at 7:30PM)

## 1. 望遠鏡の扱いについて

- ▶ 覗くときは、望遠鏡に触れないこと
- ▶ 動かすときは、無理な力を加えないこと。思ったようにならないときは、すぐにオーナーに声をかけてください。
- ▶ 接眼レンズの交換時は、くれぐれも落とさないよう注意してください

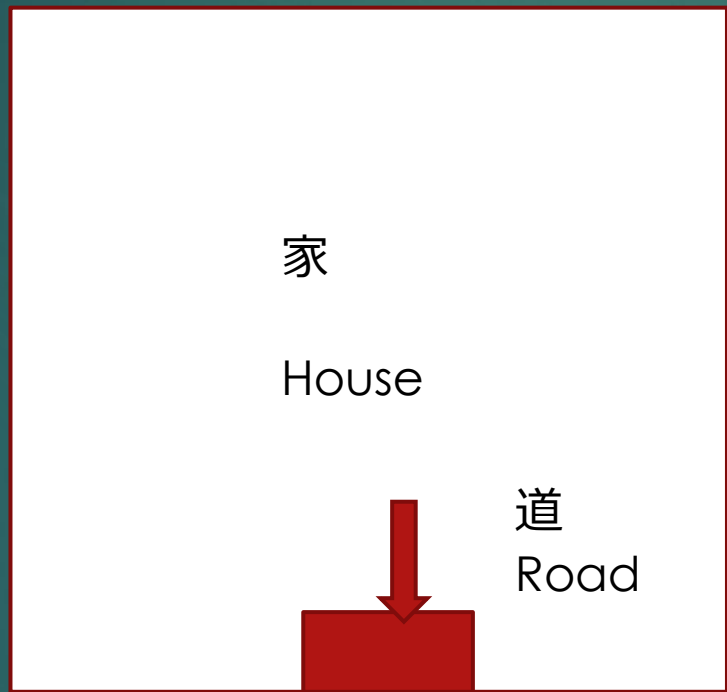
## 2. ご注意

- ▶ 足元はまっくらです。絶対に走らず、ゆっくりと足元を確認しながら歩いてください。
- ▶ 声が響きます。大きな声で話したり、喚声を上げたりしないでください。
- ▶ トイレは、家に向かって右側の扉です。

# Map

Not Walk  
ガーデン  
Garden

Not Walk



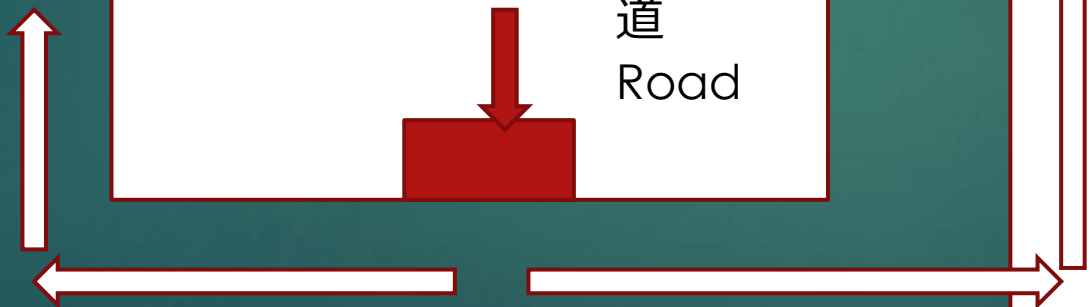
W.C

駐車場

Parking

道

Road

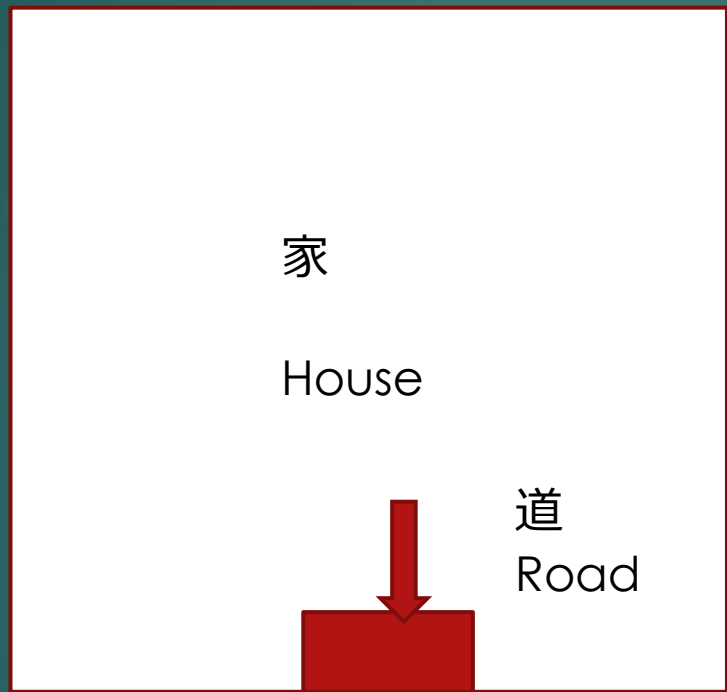




# Map

Not Walk  
ガーデン  
Garden

Not Walk



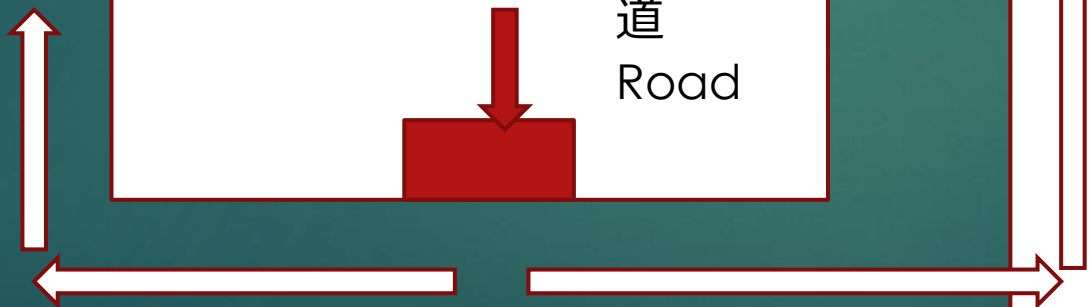
W.C

駐車場

Parking

道

Road



# 天体観測と必要な知識・機材

| 対象   | 必要な機材                        | 必要な知識          | どこで見れる？           | 難しさ |
|------|------------------------------|----------------|-------------------|-----|
| 星座   | 星座早見盤 / スマホアプリ<br>双眼鏡があると楽しい | 星の明るさ（一等星・・・）  | 街頭のない開けた所         | 簡単  |
| 流れ星  | 星座早見盤 / スマホアプリ<br>双眼鏡があると楽しい | 星座の知識          | 空が暗い所             | 簡単  |
| 月    | 双眼鏡                          | 月の満ち欠けと見える方向   | 月が見えるところならどこでも・・・ | 簡単  |
|      | 小型天体望遠鏡                      | 天体望遠鏡の使い方基礎知識  | 同上                | やや難 |
| 惑星*1 | 小型天体望遠鏡                      | 惑星の動き、星座との位置関係 | 星が確認できる所          | やや難 |
| 惑星*2 | 大型天体望遠鏡                      | 同上             | 同上                | やや難 |
| 星雲*1 | 小型天体望遠鏡                      | 同上             | 空が暗い所             | やや難 |
| 星雲*2 | 大型天体望遠鏡                      | 同上             | 同上                | 難   |

# Program (Winter to Spring)

1. Taurus Constellation (おうし座) Horn, Head, horoscope of May
  - ▶ Caldwell Open Cluster
  - ▶ M45 Open Cluster
2. Orion Constellation
  - ▶ M42 Nebula
3. Canis Major (おおいぬ座) , Large dog.
  - ▶ Sirius (The brightest star)
  - ▶ M41 Open Cluster
4. Gemini (ふたご座), Twin boy, horoscope of May
  - ▶ Castor double star. Rotating by each other
  - ▶ M35 Open Cluster
5. Cancer (かに座) Large Crab
  - ▶ M44 Open Cluster