

宇宙の観測と技術

第1章 星空の表し方

1. 星座と星空

星座は天体観察をする上で天体の位置の目安として使われている。星座は主に人間の想像力が作り上げた神々や動物を象った星の一群である。1928 年の国際天文学連合（IAU）第 3 回総会で現在の 88 星座が決められている。

和名	略号	英語名等
アンドロメダ座	And	Andromeda
いっかくじゅう座	Mon	Monoceros
いて座	Sgr	Sagittarius
いるか座	Del	Delphinus
インディアン座	Ind	Indus
うお座	Psc	Pisces
うさぎ座	Lep	Lepus
うしかい座	Boo	Boötes
うみへび座	Hya	Hydra
エリダヌス座	Eri	Eridanus
おうし座	Tau	Taurus
おおいぬ座	CMa	Canis Major
おおかみ座	Lup	Lupus
おおぐま座	UMa	Ursa Major
おとめ座	Vir	Virgo
おひつじ座	Ari	Aries
オリオン座	Ori	Orion
がが座	Pic	Pictor
カシオペヤ座	Cas	Cassiopeia
かじき座	Dor	Dorado
かに座	Cnc	Cancer
かみのけ座	Com	Coma Berenices
カメレオン座	Cha	Chamaeleon
からす座	Crv	Corvus
かんむり座	CrB	Corona Borealis
きょしちょう座	Tuc	Tucana

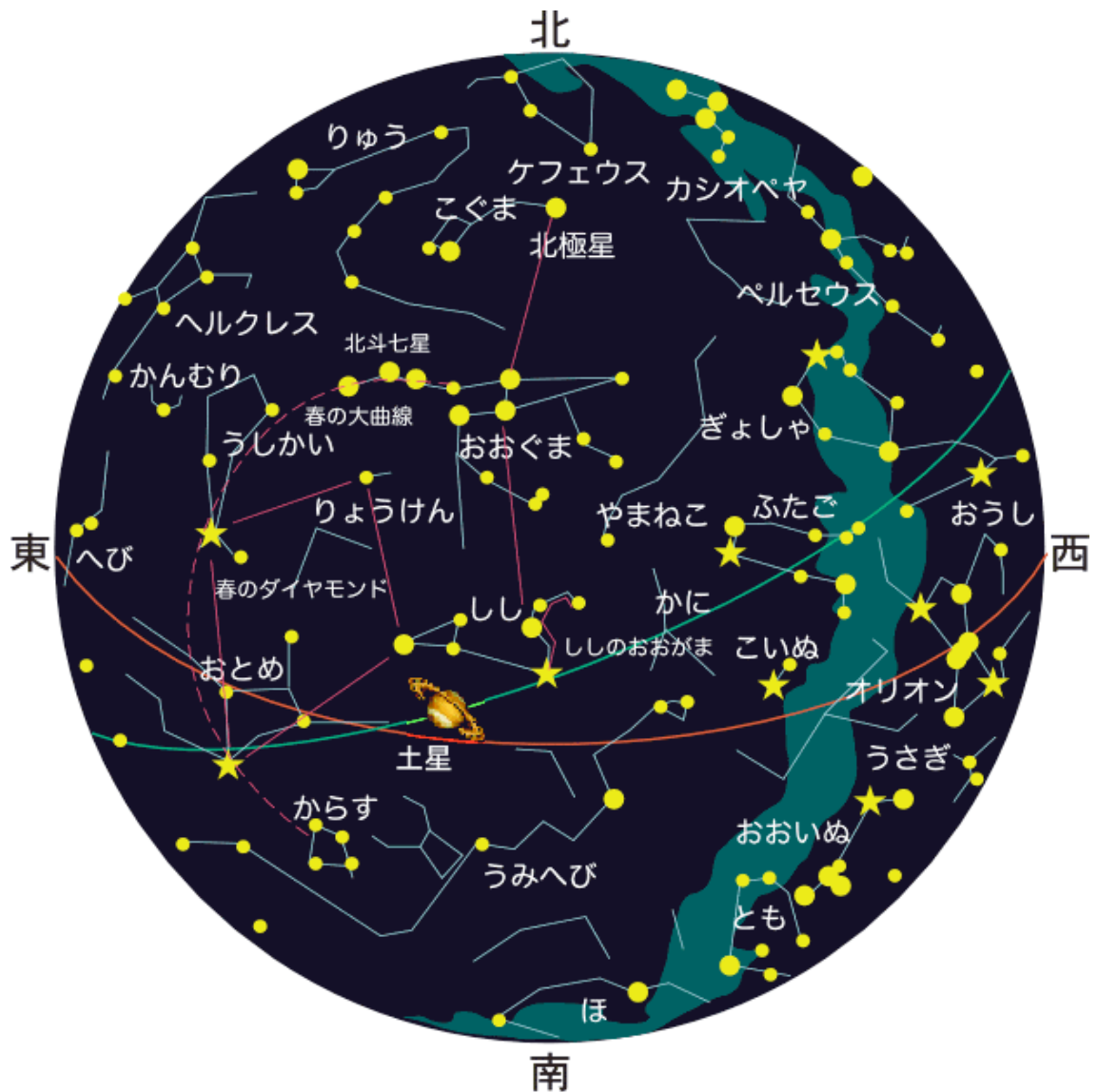
ぎよしゃ座	Aur	Auriga
きりん座	Cam	Camelopardalis
くじゃく座	Pav	Pavo
くじら座	Cet	Cetus
ケフェウス座	Cep	Cepheus
ケンタウルス座	Cen	Centaurus
けんびきょう座	Mic	Microscopium
こいぬ座	CMi	Canis Minor
こうま座	Equ	Equuleus
こぎつね座	Vul	Vulpecula
こぐま座	UMi	Ursa Minor
こじし座	LMi	Leo Minor
コップ座	Crt	Crater
こと座	Lyr	Lyra
コンパス座	Cir	Circinus
さいだん座	Ara	Ara
さそり座	Sco	Scorpius (別名 Scorpio)
さんかく座	Tri	Triangulum
しし座	Leo	Leo
じょうぎ座	Nor	Norma
たて座	Sct	Scutum
ちょうこくぐ座	Cae	Caelum
ちょうこくしつ座	Sc1	Sculptor
つる座	Gru	Grus
テーブルさん座	Men	Mensa
てんびん座	Lib	Libra
とかげ座	Lac	Lacerta
とけい座	Hor	Horologium
とびうお座	Vol	Volans
とも座	Pup	Puppis
はえ座	Mus	Musca

はくちょう座	Cyg	Cygnus
はちぶんぎ座	Oct	Octans
はと座	Col	Columba
ふうちょう座	Aps	Apus
ふたご座	Gem	Gemini
ペガサス座	Peg	Pegasus
へび座	Ser	Serpens
へびつかい座	Oph	Ophiuchus
ヘルクレス座	Her	Hercules
ペルセウス座	Per	Perseus
ほ座	Vel	Vela
ぼうえんきょう座	Tel	Telescopium
ほうおう座	Phe	Phoenix
ポンプ座	Ant	Antlia
みずがめ座	Aqr	Aquarius
みずへび座	Hyi	Hydrus
みなみじゅうじ座	Cru	Crux
みなみのうお座	PsA	Piscis Austrinus
みなみのかんむり座	CrA	Corona Australis
みなみのさんかく座	TrA	Triangulum Australe
や座	Sge	Sagitta
やぎ座	Cap	Capricornus (別名 Capricorn)
やまねこ座	Lyn	Lynx
らしんばん座	Pyx	Pyxis
りゅう座	Dra	Draco
りゅうこつ座	Car	Carina
りょうけん座	CVn	Canes Venatici
レチクル座	Ret	Reticulum
ろ座	For	Fornax
ろくぶんぎ座	Sex	Sextans
わし座	Aql	Aquila

2. 空の案内図と星座早見盤

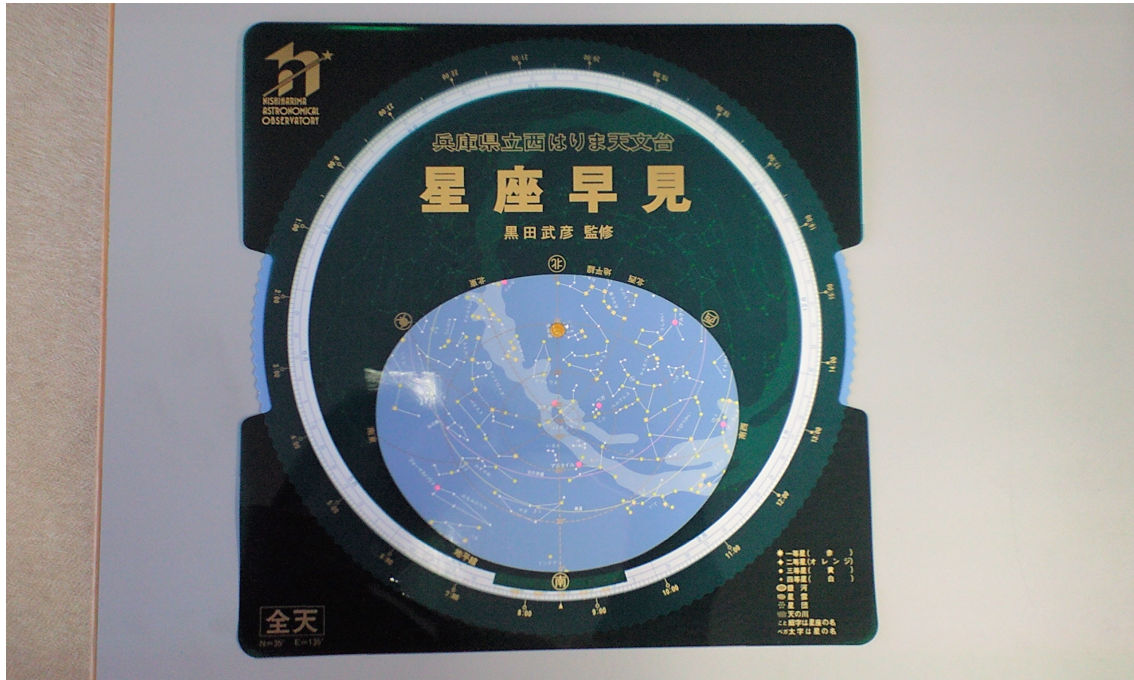
雑誌などに掲載されている星空案内図は、適用される期間（月毎や季節毎）と時刻が限定されている。これは星空における星座の位置は日付と時刻によって変化するものだからである。日付と時刻を指定してより正確な星空を表示する道具に星座早見盤がある。

星空案内図の例（2009 年春版）



適用期間は3月～5月で、対応する時刻は3月中旬22時頃、4月中旬20時頃、5月中旬18時頃となる

星座早見盤とエンベロープ内の円盤



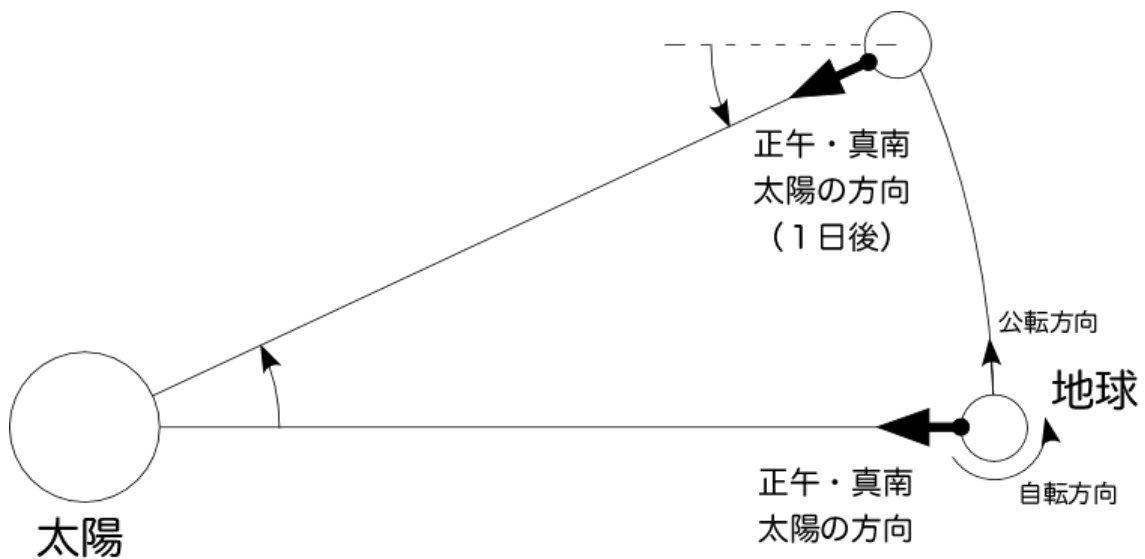
円盤には日本から見える星座が描き込まれている。中心は北極星である。円盤の外周には1年間の日付を示す目盛がある。その円盤を包むエンベロープには時刻を示す目盛があり円盤を回して目的の日付と時刻を指定する。日時を指定すると、エンベロープにある楕円形の窓に、その時の星空が表示される仕組みである。

3. 天体の動き

日付と時刻によって星空の様子が変わるのは地球の運動の結果である。地球はコマのように回転する運動「自転」と、太陽の周りを周回する運動「公転」という二つの運動を行っている。地球の自転周期はおよそ24時間で、これが約1日となる。一方、地球が太陽の周りを一周する公転周期はおよそ365日であり、これを1年と定義している。

3-1. 1日の定義

1日（24時間）は、太陽が真南にある時刻から次に真南に来るまでの（平均）時間として定義している。この定義を（平均）太陽時と言う。太陽時では地球の公転も関係するので、1日は自転周期よりも若干長くなる。地球が自転している間に、公転によって地球は動き、太陽の見える方向も変わる。1日後に太陽が真南に来るのは、宇宙空間に対して1回転+ α だけ余分に回った時になる。



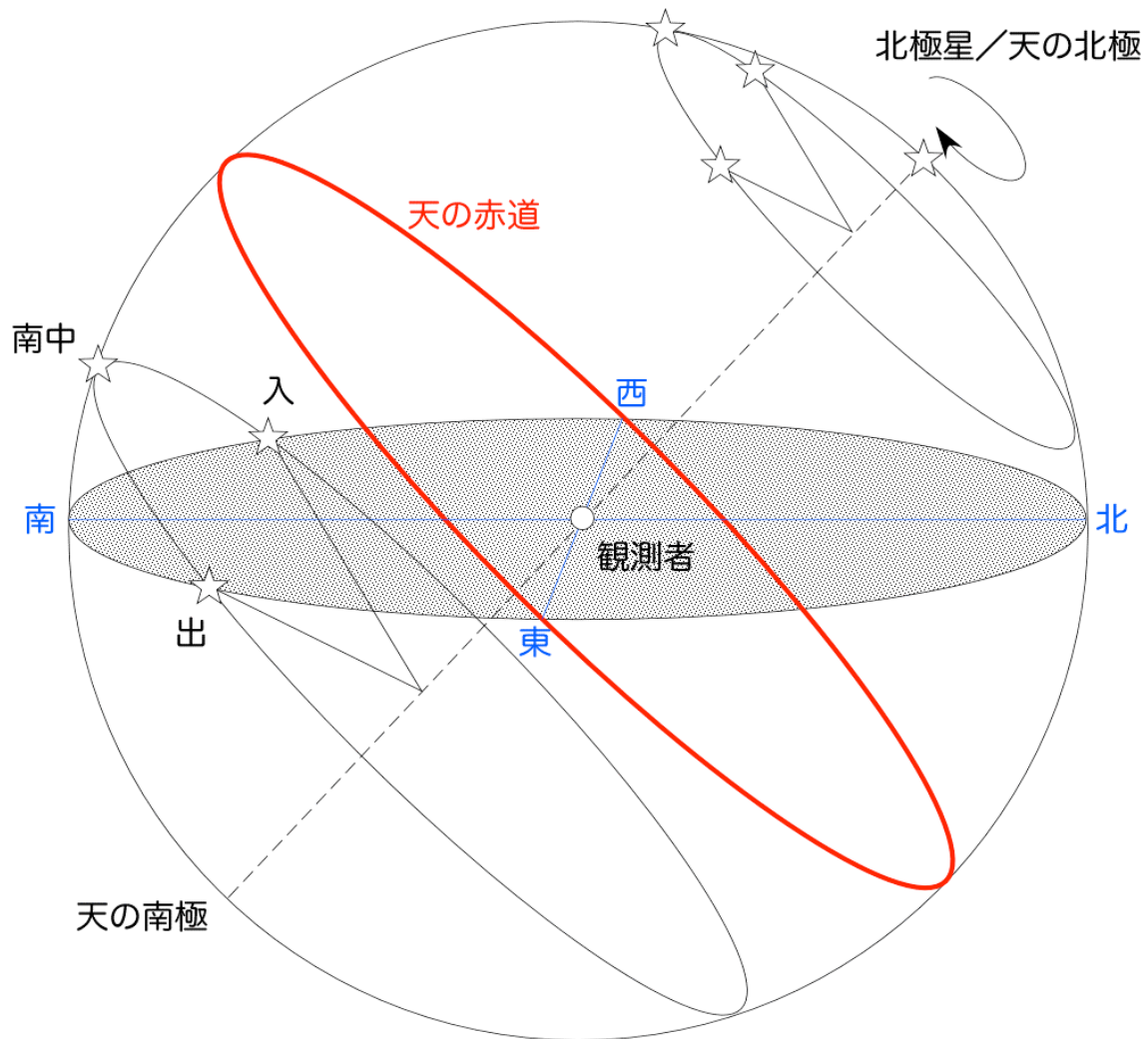
この余分な角度（ α ）は地球が1日で太陽を周回する角度であるから、

$$\alpha = 360^\circ / 365 \text{ 日} \sim 1^\circ$$

となる。

3-2. 日周運動

地球の自転による星の動きを「日周運動」という。日周運動で星が描く軌跡は「北極星（正確には天の北極＝地球の自転軸の空への延長方向）」を中心とした曲線となる。



地球の自転による星の動きを模式的に表したものが上図である。星空が日周運動によって動く（天の北極を中心とした大円の描く）角度は、1日の定義から1時間あたり（ $361^{\circ} / 24$ 時間）およそ 15° となる。

ちなみに天体観測でよく使う角度を表す単位は度数法である。小さな角度は

$$1^{\circ} = 60' \text{ (分角)} \quad 1' \text{ (分角)} = 60'' \text{ (秒角)}$$

になる。これを使って日周運動による星空の回転は

$$1 \text{ 時間に } 15^{\circ}、1 \text{ 分間に } 15 \text{ 分角}、1 \text{ 秒間に } 15 \text{ 秒角}$$

と覚えておくと良い。



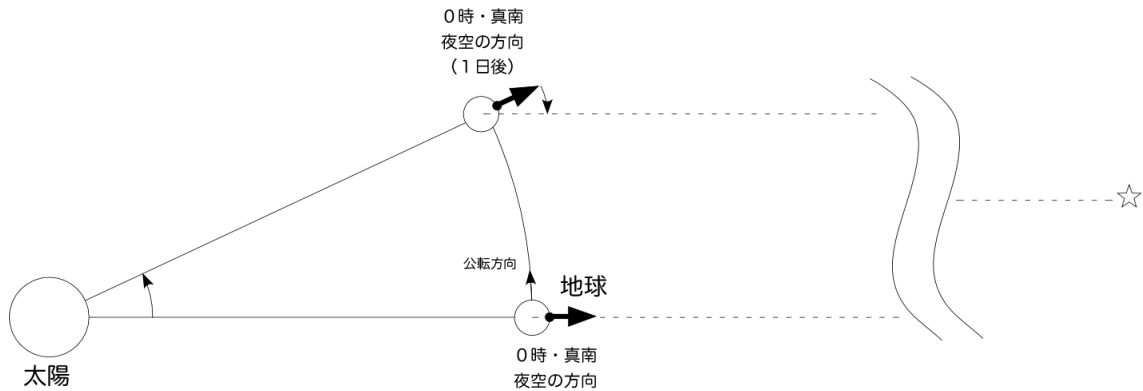
北の空の日周運動



南西の空の日周運動

3-3. 公転と星空の移り変わり

地球の公転運動によって真夜中（午前0時）真南方向に来る星空は日ごとに移動して行く。



1日の定義で示した図と同様に、ある日の真夜中に真南に来ていた星も、翌日には西におよそ 1° 回った方向に見えることになる。1年（365日）たつと星空の様子は元に戻る。

公転によって星空が西に移動して行くということは、ある星が真南に来る時刻が 1° の回転分だけ早まるということである。その時間は日周運動が1時間 15° であることから

$$60\text{分} / 15^\circ \sim 4\text{分}$$

星空の移り変わりは時間的に

1日に4分、1ヶ月に2時間

早まると覚えておくと良い。これで星空案内図に適用期間と対応時間が指定されていることも、星座早見盤の仕組みの意味も理解できるだろう。

また上図を見て考えると太陽は背景の星空（昼間だから見るのは難しいが）に対して日々移動していることが想像できるだろう。夜空における太陽の通り道を黄道と言う。

黄道（太陽の通り道）

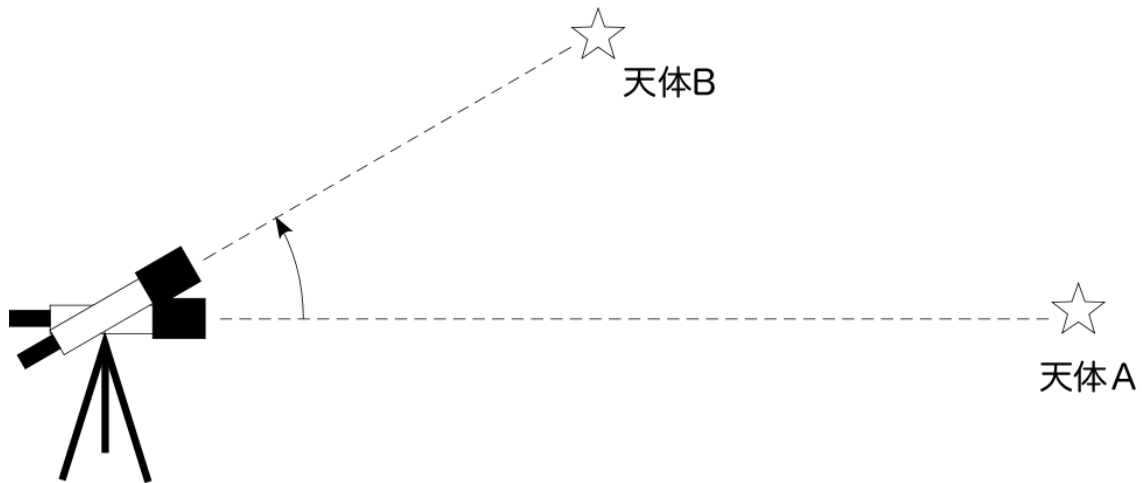
黄道12星座（太陽の通り道にある星座）

誕生日と星占いの星座（その時期に太陽が位置している黄道12星座）

→ ただし星占いで使っている暦が古いため現在では不正確

4. 天体の位置を表す座標系

天体の位置の表現方法は3次元的な表現をする通常感覚とは異なる。天体観測をする上で大切な位置情報とは、天体の見える方向が主たるものであり、奥行き（天体までの距離）は出てこない。もちろん天体までの距離情報は天体物理学において天体の物理量（絶対的な明るさ、3次元的な運動など）を知る上で重要である。



しかし例えば上図のように望遠鏡を目標天体に向けるという目的では、天体AやBまでの距離は関係ない。必要なのは天体AとBの方向の違いである。

4-1. 天球と角距離、みかけの大きさ

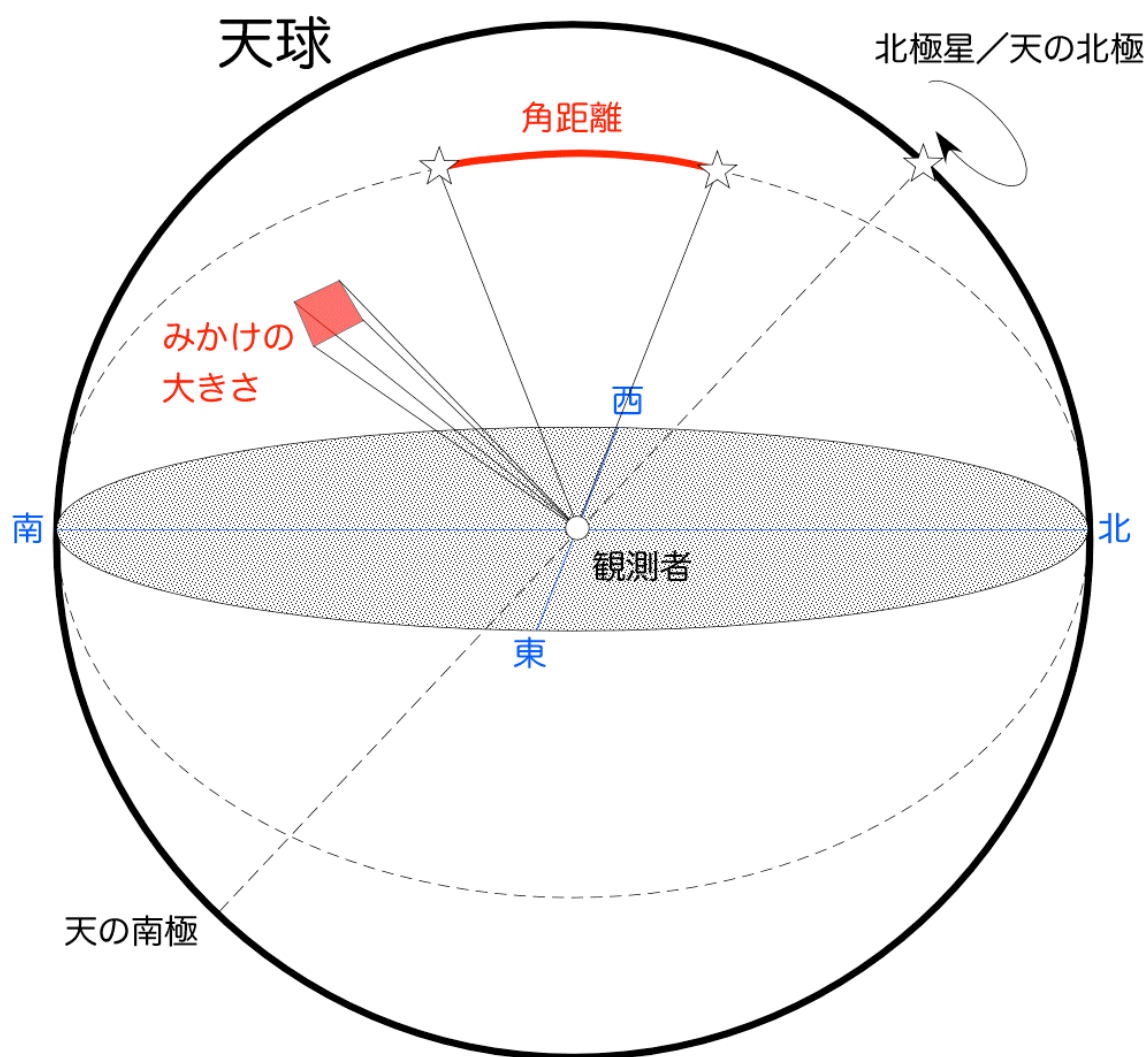
天体観測で目標の天体を捉えるのに距離情報が関係ないのであれば、天体の位置は、天体が観測者を中心にした仮想的な球面の内壁に張り付いていると考えて表現すれば良いことになる。この天体が張り付いた仮想的な球のことを天球と言う。

二つの天体の見かけの距離（角距離）は天球面上の2点を結んだ円弧の長さということになり、天体の見かけの大きさは天球面上に占める面積ということになる。

この考え方は弧度法、立体角と同じである。どちらも半径1（無次元）の単位円、単位球を使って角度と見かけの大きさを表すものである。

弧度法（角度，単位ラジアン）：単位円の一部となる円弧の長さで角度を表現

立体角（見かけの大きさ，単位ステラジアン）：単位球の一部となる球面上の面積で表現



天文学における角距離やみかけの大きさを表す単位は度数法である。みかけの大きさは、実際には天体のサイズを示す典型的な長さ（視直径）で表すことが多い。

天体名	みかけの大きさ	備考
太陽、月	30分角（直径）	球体
木星	40秒角（直径）	球体
土星	20秒角（直径）	球体（輪を除く）
星	1秒角	ただし地球大気によるボケの大きさ
M42（星雲）	66' × 60'	全体が含まれる楕円の長径と短径
M31（銀河）	178' × 63'	全体が含まれる楕円の長径と短径

4－2．天球座標系

地球から見た星空上で各天体の位置を決める座標のことを天球座標系と言う。天球座標には用途によって幾つかの座標系が存在する。主な座標系を表に示す。

座標系	基準面	極	座標軸名	座標軸名
地平座標系	地平線	天頂/天底	方位角(A)	高度(h)
赤道座標系	天の赤道	天の北極/天の南	赤経(α , R.A.)	赤緯(δ , Decl.)
黄道座標系	黄道	黄道北極/黄道南極	黄経(λ)	黄緯(β)
銀河座標系	銀河赤道	銀河北極/銀河南極	銀経(l)	銀緯(b)

各座標系における基準面の意味

地平線　：観測位置での地球との接平面

天の赤道：地球の赤道を含む平面

黄道　　：地球の公転軌道面

銀河赤道：銀河円盤（天の川）面

天球座標系はいずれも地球表面の測地系を天球に投影したものである。基準面に何を取るかの違いで、天文学上の都合によって基準面の取り方が異なると考えて良い。ただし地上で天体観測するのに日常使われる天球座標系は、赤道座標系と地平座標系である。

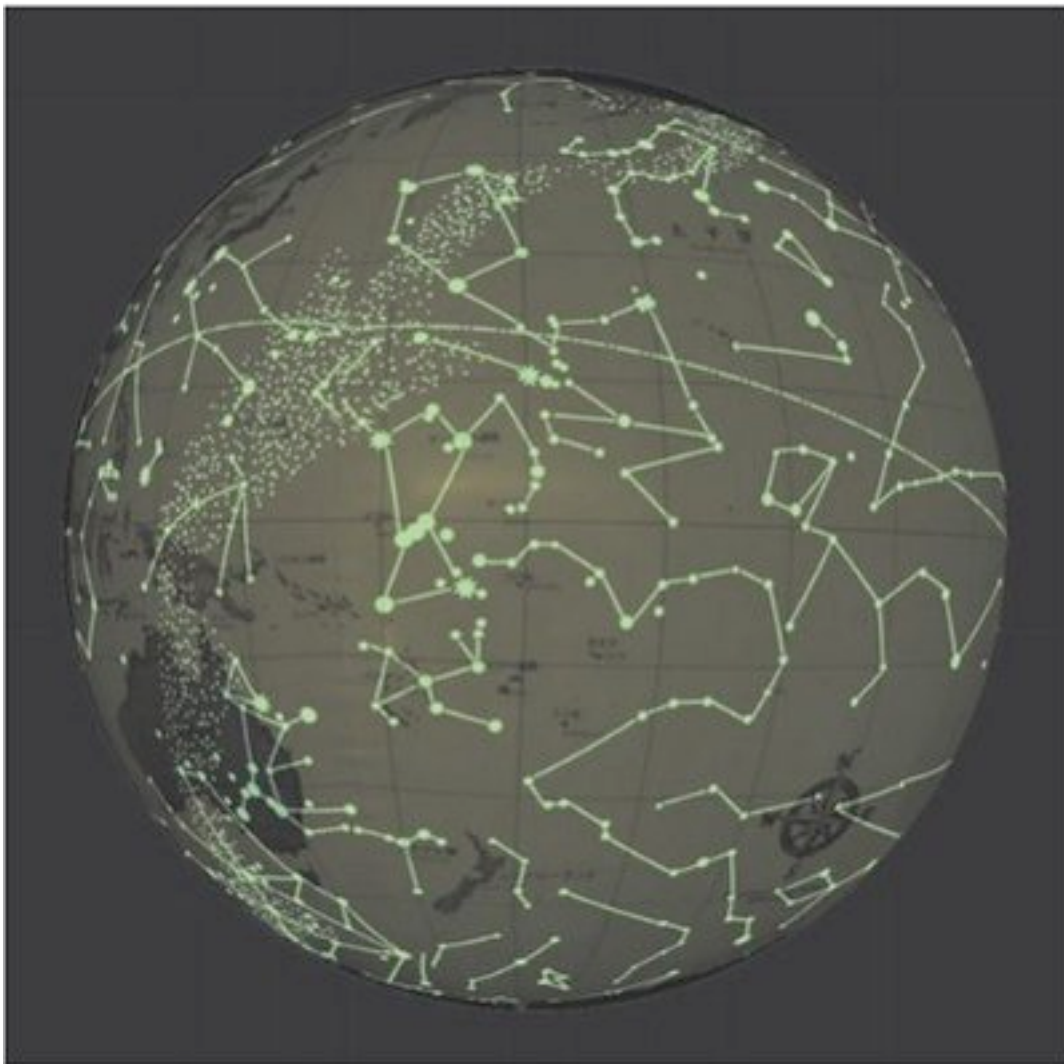
4－3．赤道座標系

赤道座標系は地球の一般的な測地系（緯度、経度）を天球に投影したものである。天体の位置を記述するのに最も実用的な座標系である。ただし目盛の振り方が多少異なる。

北緯（ $0 \sim 90^\circ$ ） → 赤緯（ $+0 \sim 90^\circ$ ）

南緯（ $0 \sim 90^\circ$ ） → 赤緯（ $-0 \sim 90^\circ$ ）

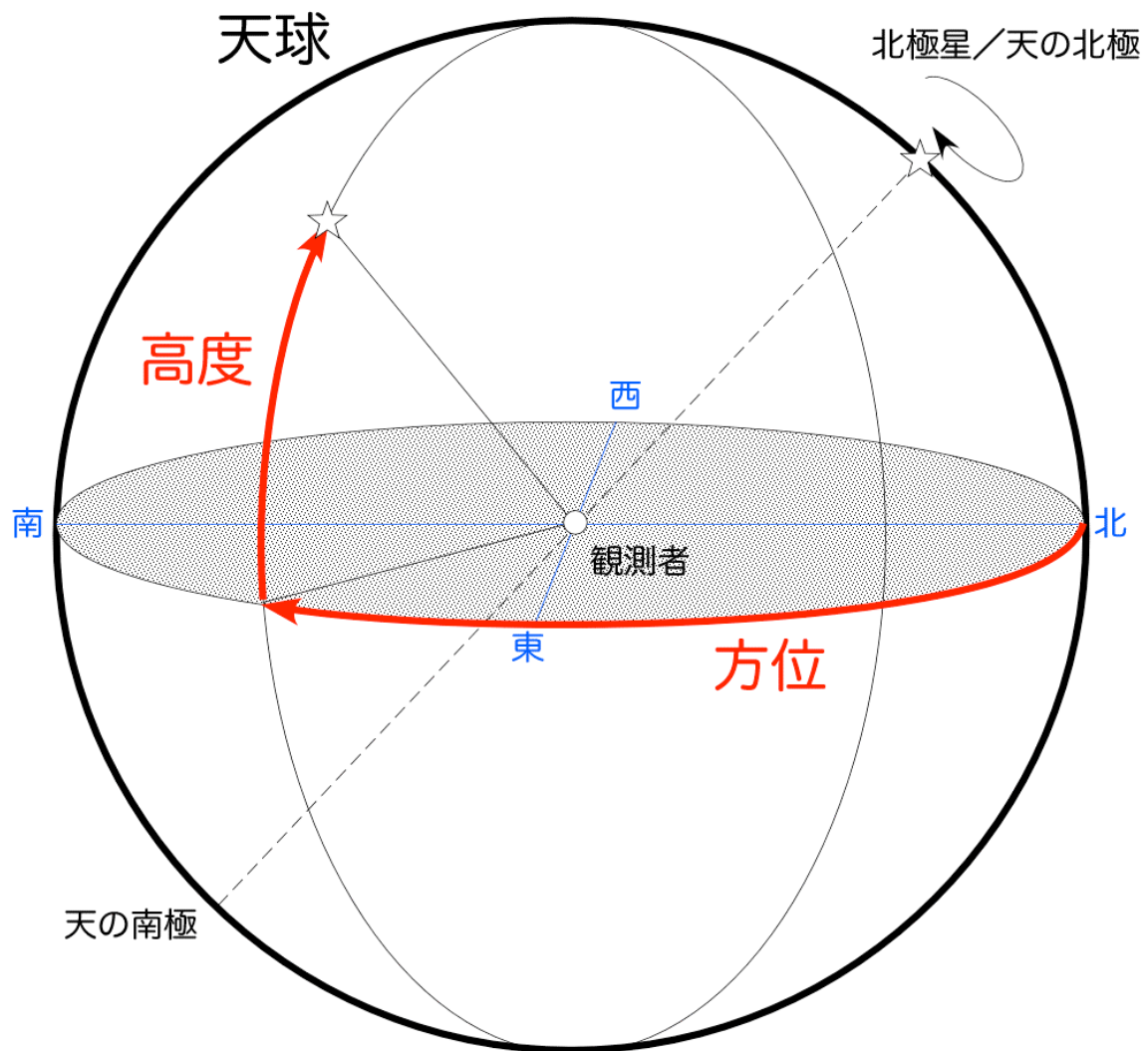
東経、西経（各 $0 \sim 180^\circ$ ） → 赤経（ $0 \sim 24$ 時）



赤経を24時間で表すと地球の自転周期を1日と定義することになる。これを恒星時と言う。恒星時は太陽時の1日に対して4分ずつ進む時計と考えることができる。

4－4．地平座標系

地平座標系は地上の観測者の状況に対応した最も直感的な座標系である。ただし観測者の緯度、経度、観測日時をパラメータとして与えないと天体の位置を表せない。



高度： $0 \sim 90^\circ$

方位： $0 \sim 360^\circ$ （北を 0° とし時計回り）

ただし方位については、望遠鏡を運用する利便性から

$0^\circ \sim 360^\circ$ （南を 0° とし時計回り）

南→東→北： $0^\circ \sim 180^\circ$

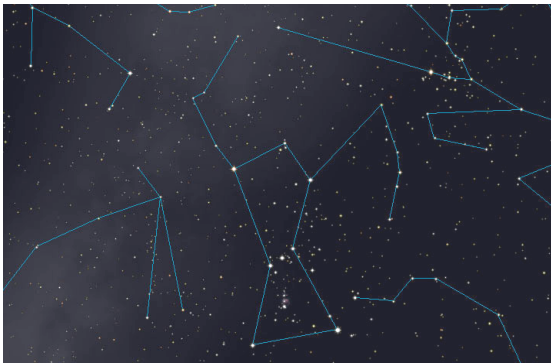
南→西→北： $0^\circ \sim 180^\circ$

とする場合も多い。

4－5．空の領域としての星座

星座は主要な星を結んだ星座線、象った対象を描いた星座絵で表されることが多いが、天体がどの星座に属するかを判定するには曖昧である。1928 年の国際天文学連合（IAU）第 3 回総会では、赤道座標にあわせて星座境界線も決められている。

次の 3 枚の画像はオリオン座周囲の星座を星座線、星座絵、星座境界線で表したものである。



画像は AstroArts 社 web ページより引用

<http://www.astroarts.co.jp/alacarte/kiso/kiso05-j.shtml>