

近距離恒星の3次元分布

金光研究室 川崎 菜緒美

1、序論

夜空を見上げると平面に様々な大きさと色の星々を並べたように見える。これらの星々を地球から全く異なる場所から見たとしたら、どのように見えるのだろうか。

近年、宇宙に関する報道やコンピューターの発達により、様々なシミュレーションや観測が可能になり、地球にいながら多くの情報を得ることができ人々の関心の深さが伺える。しかし、社会の興味や技術の進歩に反して教育の場では理科離れという一種の社会現象の中、天文に関する時間は減り続ける一方である。その原因として一番大きなものは「授業中に観察できないこと」である。そこで時間や季節を問わず、光害に関係なく星が表示でき、かつ自由に視点を変えることが出来る教材があれば、授業の時間内で天文について詳しく扱うことが可能になるのではないかと考えた。しかし空を天球と考える平面画像では星々の距離感をつかむことが出来ない。そこで、今回は視点の移動により星座の形がどのように変形するかを表示して、空間的に恒星の位置をとらえ、宇宙空間の広がりを経験できるか検証してみようと思う。

2、星座

星座を意味する英語コンステレーション (Constellation) はラテン語の「星 (Stella) が一緒に (Con) あるもの」に由来し、恒星の位置を記憶しやすいように、結んだ便宜的な形象の事である。

BC3000年頃古代メソポタミアでシュメール人達が夜空の明るい星を線でつなぎ、それを目印にして、方位を知り、時刻や季節の変化を読み取った。やがてギリシアへ伝わり神話と結びつき、現在の星座の原型と星座神話が完成されていった。AD100には天文地理学者クラウディオス・プトレマイオスの (Klaudios Ptolemaios) 著書「メガレ・シンタクシス」(後にアラビア語に訳され「アルマゲスト」となる)には48の星座が載っている。彼はこの中で1022個の恒星を整理して48の星座に分けた。これが現在の星座の元になっている。19世紀になると星座絵に代わって星座境界が描き入れられるようになった。1922年、国際天文同盟(現在の国際天文連合)に「星座の科学的表現を扱う委員会」がつくられ、1930年、フラムスティード星図をもとに正式に88個の星座が認められた。

こうして星座境界線は、赤経・赤緯の線に並行する線を用いて区別されるようになった。ただし、このときに決められたのは星座名と境界線のみなので、つなぎ方や星座絵については正式ではない。また星座の学名はラテン語で制定された。現代天文学の研究には星座は必ずしも必要ないといわれているが、星座を使うことで位置が把握しやすくなるので今後も無くなる事はないだろう。

3、(fixed Star)

星座を構成しているのは恒星である。恒星は自ら光を放つ高温のガス体で、天球上の位置

が不変で恒久的に見える。肉眼では6等星位まで確認することができ、全天で約6000個ある。

① 等級

ヒッパルコスが肉眼で見ることが出来る星を6等級に分けたことがはじまりである。星までの距離は夫々異なる。明るさは距離の二乗に反比例するので同じ明るさの星でも距離が二倍になれば明るさは1/4になる。このため**実視等級**と**絶対等級**の2種類がある。

② 年周視差 (Annual Parallax)

近くの恒星までの距離は年周視差と呼ばれる方法を使って求める。この方法を用いて天体の距離を測るときには、地球の軌道半径 (=1 天文単位) を基線にし、三角関数を用いる。(図1)

$1 \text{ pc} = 3.26 \text{ 光年} = 3.09 \times 10^{16} \text{ m}$
$1 \text{ 光年} = 0.30966 \text{ パーセク} = 9 \text{ 兆 } 4600 \text{ 億 km}$

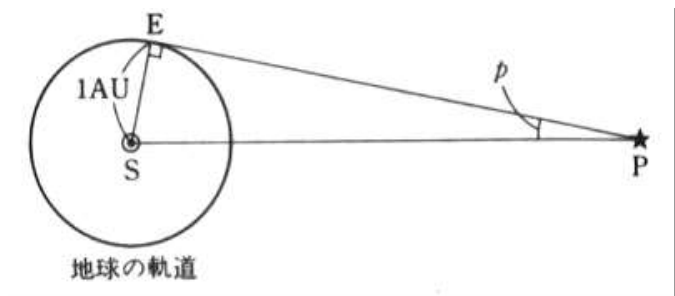
とすると、

$\text{星までの距離(パーセク)} = 1000 \div \text{年周視差(milliarcsec)}$
$\text{星までの距離(光年)} = 3260 \div \text{年周視差(milliarcsec)}$

で求める。

(図1)

星座を構成する星は見かけが明るい星で多くは近距離にある。今回は恒星の位置測定にヒッパルコス衛星のデータを使って3次元で表示する。



4、ヒッパルコス衛星 (High-Precision Parallax Collecting Satellite)



① 衛星ヒッパルコス

ヨーロッパ宇宙機関 (European Space Agency) が1989年8月8日にアリアンロケットによって打ち上げた。この衛星は大気の影響を受けない宇宙空間での恒星の観測を目的とした高精度視差観測衛星 (**High - Precision Parallax Collecting Satellite**) である。衛星の重量は1400kg、高度は500~3500km。太陽パネルが運動停止する1993年6月までの3年間に1000GBの観測データを得られた。

② ヒッパルコス星表

衛星ヒッパルコスが年周視差を用いてはかった距離をまとめたものである。大気の影響をさげ、宇宙空間から恒星の位置測定を行うため精度がかなり高い。

星表の内容は大きく下記の2部に分かれている。

- 第一部「ヒッパルコス (Hipparchos)」・・・8等級までの恒星約11万8000個

- 第二部「ティコ (Tyco)」・・・恒星約 100 万個 (後に 11 等星までの恒星 2,539,913 個を含む Tyco-2 星表ができた)

5、三次元表示プログラム

恒星の 3 次元分布を画面に表示するプログラムを作成するにあたり、プログラムとして扱いやすく、作成したプログラムがすぐに実行でき、必要な修正が加えられることから Visual Basic を使用した。このプログラムではヒッパルコスデータを元に、恒星間の任意の場所から見た任意の方向の星座を表示することができる。星座は国際的に認められている 88 個を 5 等星以上の恒星で表示するようにしている。

①座標系

三次元座標を記述する代表的なものに直交座標系 (rectangular coordinates system) と極座標系 (polar coordinates system) がある。

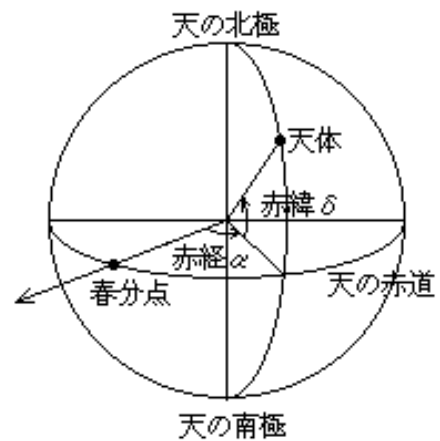
ヒッパルコスデータは各恒星の位置を赤経・赤緯で表している。

②赤道座標 (赤経・赤緯)

※ 赤経 時 (h), 分 (m), 秒 (s) で表す。

1 h = 15°

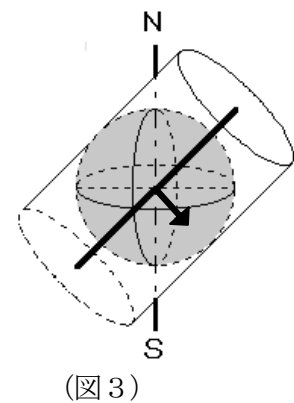
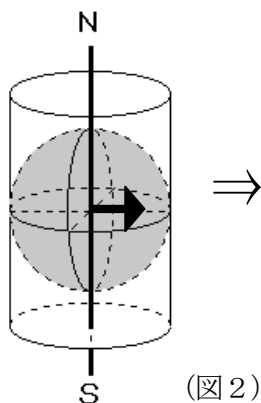
※ 赤緯 角度 (°)、分 (′)、秒 (″) で表す。



また、年周視差から距離を算出している。この値から座標を求めてパソコン上の画面に表示するために投影図法を使った。

③投影図法

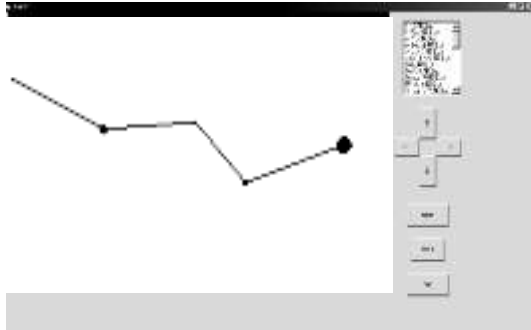
天球の球面からディスプレイに投影するために円筒図法 (図 2) を用いている。円筒図法とは地球に円筒型のスクリーンに投影後切り開いて平面にする考え方である。全体は長方形で、緯線を水平線、経線を垂直線で描くことができる。全天、あるいは低緯度地域の投影に適している。しかし高緯度でのひずみが大きくなるので、円筒を傾ける形で対応している。(図 3)



6、シミュレーション

星座線は天文年間 2003 を参考にした。視点の移動は上下左右、遠ざかると近づくが可能である。以下のように視点を移動することで形が変化する。星座を選択すると基本の形が表示される。また星座中の任意の星を中心に視点の移動ができる。

<最初の画面>



<カシオペア座↓>

上に視点を移動した時↓



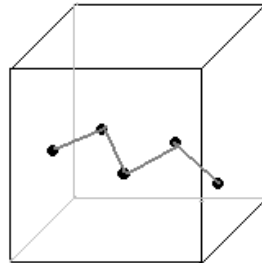
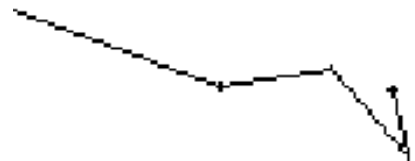
下に視点を移動した時↓



右に視点を移動した時↓



視点を遠ざけた時↓



8、考察と課題

今回のプログラムでは天候や時間に関係なく、88個の星座を表示し、立体的に星座を構成する恒星の位置をとらえることを目的としている。結果として空を天球としてとらえている時とくらべ、様々な方向から星座をとらえることでかなり恒星間の距離を実感できたと思われる。

今回は上下左右と遠近の視点移動だが、回転や恒星の固有運動などと視点移動の幅を広げていくこともやっていきたい。そして、実際に学習者に使用してもらい、その意見を参考により使いやすく改良することが今後の課題である。

このプログラムはあくまでもシミュレーションなのでかなり近づくことはできるが本物とは異なる。これを通して実際に観測した二次元の宇宙を三次元的な見方ができるように発展し、最終的に天文分野により興味関心をもつようにできたらと考える。