

授業資料 2 時間目

授業資料

高度と投影

～ 星図と投影法 ～



氏名 _____

授業者：筑波大学修士課程 1 年 教育研究科数学教育コース
富田大輔

0 . 前時限の復習/今時限の目標

- ・ 「高度」の二つの意味
長さと角度があった。
- ・ 角度は、とても遠くにあるものを測るのに便利。

なぜ、アストロラーベで太陽の「高度 = 角度」をはかる必要があったか？

1 . 「太陽・星の高度 = 角度」をはかる理由

前時限に使ったチョウサーの書いた教科書「A Treatise on The Astrolabe」には、このようなこともできると書いている。

[Fol. 10] 3. To knowe euery tyme of the day by liht of the sonne, & euery tyme of the nyht by the sterres fixe, & eke to knowe by nyht or by day the degree of any signe þat assendith on the est Orisonte, which þat is cleped comunly the assendent or elles oruscupum.

どうして、太陽の「高度 = 角度」から、時間を知ることができるのだろう？

2. アストロラーベの表面の使い方（時刻をはかる）

ビデオを見て時刻の計り方を知ろう！

前時限の方法でアストロラーベの裏面から「
」をはかる。

今日の日付に定規を合わせ、黄道（3つの点が円状に並んでている場所）と定規の交点が「
」

今日の太陽の場所を「
」に合わせたとき、円の端に書かれている時刻が、現在の時刻。

時間が余ったら、実際に自分たちで時間を計ってみよう。

3. アストロラーベが用いられた背景

アストロラーベが誕生した時期は正確にわかっているわけではないが、西暦の始まりの前後ぐらいの本に、アストロラーベについての文章が書かれている。

- ・ 古代は、星占いや礼拝の時間などを知るために、宗教上、星の位置を確認することが必要だった。
- ・ その後、人類が船を用いて遠くまで行くことができるようになると、船で航海する際に、船の位置や現在の時間等を確認するために、星の位置を調べることが必要になっていった。

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">・ 昔は、星の位置を知ることが重要だった。・ では、星の位置を知るにはどんなものが
星の地図（星図）が必要。 |
|---|

では、どのように、昔の人は表面の星図を作ったか？

それには、まず最初に、当時の人が宇宙をどのように考えたかを知る必要がある。

4．古代からの宇宙観～天球～

プトレマイオスが西暦 150 年頃に書いたとされる天体に関する本”アルマゲスト”から、当時の人たちは宇宙がどういった形をしていると考えていたのかを推測してみよう。

プトレマイオス（約 85-165）

当時、最も影響のあった天文学者であり幾何学者。著書『MATHYEMATICAL COMPILATION（通称、アルマゲスト）』において、惑星の運動について記述している。



<アルマゲストからの引用文>

Τὸ μὲν ἐν καθόλου τοιοῦτόν ἂν εἴη
προλαβεῖν, ὅτι τε σφαιροειδής ἐστιν ὁ οὐ-

「天空（宇宙）は球形をなしている」

ΟΤΙ ΣΦΑΙΡΟΕΙΔΩΣ Ο ΟΥΡΑΝΟΣ ΦΕΡΕΤΑΙ.

「天空は回転する」

**ΟΤΙ ΚΑΙ Η ΓΗ ΣΦΑΙΡΟΕΙΔΗΣ ΕΣΤΙ ΠΡΟΣ
ΛΙΣΘΗΣΙΝ, ΩΣ ΚΑΘ' ΟΛΑ ΜΕΡΗ.**

「地球は明らかに全体として球形である」

ΟΤΙ ΜΕΣΗ ΤΟΥ ΟΥΡΑΝΟΥ ΕΣΤΙΝ Η ΓΗ.

「地球は天球の中心である」

**ΟΤΙ ΣΗΜΕΙΟΥ ΛΟΓΟΝ ΕΧΕΙ ΠΡΟΣ ΤΑ ΟΥΡΑΝΙΑ
Η ΓΗ.**

「地球は天空に対して点のごときものである」

**ΟΤΙ ΟΥΔΕ ΚΙΝΗΣΙΝ ΤΙΝΑ ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΗΝ
ΠΟΙΕΙΤΑΙ Η ΓΗ.**

「地球はいくらの位置変化もしない」

<ワークシート 問題1 >

・上の6つのアルマゲストの文から、昔の人はどのような宇宙をイメージしていたか図示してみよう。

さまざまな星々は、それぞれ、地球からの距離が違うが、非常に遠くにあるため、距離の違いが分からなく、すべて大空の球の表面上に張り付いているように見える。この球を天球という。

言い換えれば、昔の人は星の距離の違い（長さ）を無視して、角度だけに注目した。

地動説や、様々な星によって地球からの距離が異なるため、この宇宙観が本当は正しいものではないことを私たちは知っているが、議論を簡単にするため、現在でもこの考え方は天文学で用いられている。

5 . 天球図の描き方

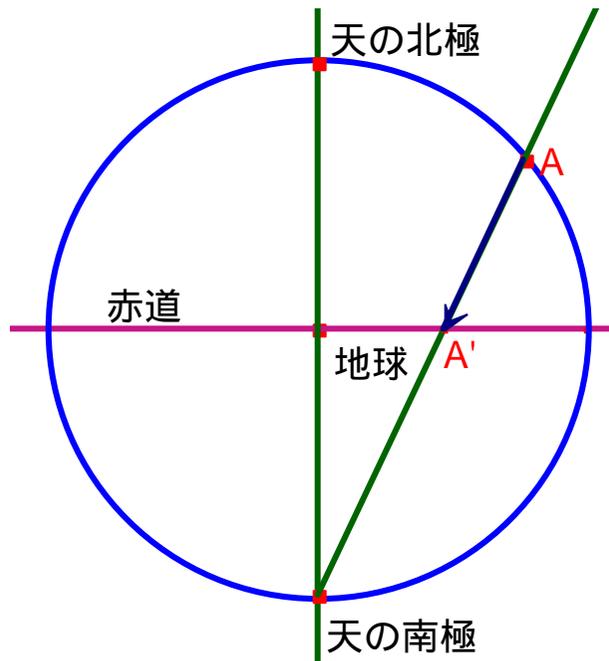
星図（=天球図）を作るためには、天球（立体）を地図（平面）に書き写す方法（投影法）を考えなくてはならない。

アストロラーベでは、どのような投影法で立体を平面に書いているのだろうか。

アストロラーベの投影法で、実際に透明半球上の図形を平面に書き写した OHP シートによって、それがどこから見た形になっているのかを探してみよう。

6 . アストロラーベの投影法～ステレオ投影～

アストロラーベは下の図のように、天球上の点 A を、球の南の先端 S との間に線を引き、それが丁度真ん中の平面（赤道面）とぶつかったところの交点 A'へと移す投影法（ステレオ投影）によって、天球を平面へと投影している。



7. 今日のまとめ

- ・ 太陽・星の高度と星図によって、現在の時刻がわかる。
- ・ 昔から、天文学では星の距離の差を無視する「天球」という考え方があった。
- ・ 星図を作るためには、天球（球面）を平面にしなければならない。
投影法が必要。
- ・ アストロラーベにはステレオ投影図法という投影法が用いられている。

8. 次回の予告

最後の時間は、今授業に勉強した「投影図法」が、角度や長さなどどのように関係してくるかを勉強しよう。

補足：アストロラーベで現在の時刻を調べよう。

アストロラーベで、太陽の高度を測定する。

今日の日付に定規を合わせ、黄道と交わった星図（透明シート）上の点はその日の太陽の位置となる。



で調べた高度に対応した、地域板（厚紙）上の曲線を見つける。



皆さんの地域盤は、「午前」と「午後」の文字が逆になっていて、「東」と「西」の文字も逆になっているので、それぞれの文字を入れ替えてください。

 の太陽の位置が の曲線と交わるように透明シートを回す。

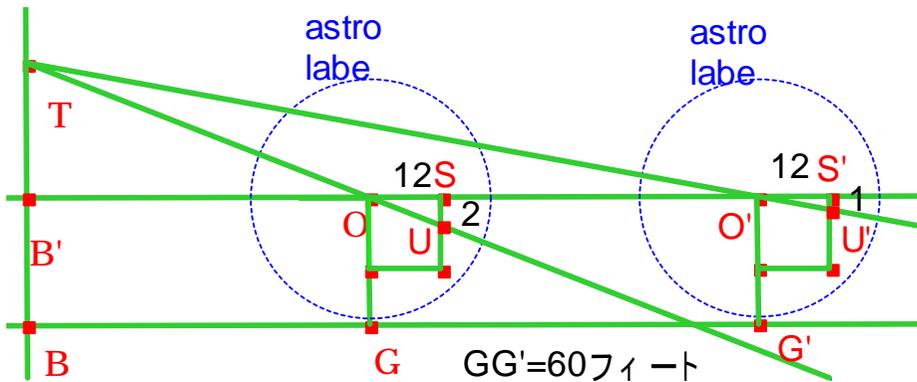


の交点に定規をあて、定規の端が指している厚紙上の時刻が、現在の時刻となる。



補足 2 : 前授業の宿題の解答

「4 2 . umbra versa」はどういった使用法を書いているか？



(解説)

塔のてっぺんを点 T、真下を点 B とする。

Umbra versa の目盛りが 1 になる場所を G' とすると、umbra versa と正方形が作る直角三角形 $S'U'O'$ と $B'TO'$ は相似。

$$TB' : B'O' = 1 : 12$$

今度は、Umbra versa の目盛りが 2 になる場所を点 G とすると、
と同じ方法によって、 $TB' : B'O = 1 : 6$

より、 $TB' : GG' = 1 : 6$ 。また、 $GG' = 60$ フィートより、 $TB' = 10$ フィート。この値に自分の高さ BB' を付け加えたものが、塔の高さ TB となる。

同様の方法で、目盛りが異なるときも、塔の高さを求めることができる。