

地球の大きさをはかる

観測マニュアル

～スター・ウィーク 2003 統一イベント～

「地球の大きさって、どうやってはかったんだろう？」

「最初にはかった人は誰？」

スター・ウィーク統一イベント「地球の大きさをはかろう」を通して
星に親しみながら昔の人たちのアイデアや
業績に思いをはせてみよう！



「スター・ウィーク～星空に親しむ週間～」 8月1日～7日



晴れた夜、空を見上げるとそこには無数の輝く星がある。そんな光景はもう日本では少なくなっていましたし、街中では人工の灯りが増え星空を見上げることも少なくなってきました。それでも、星は私たちの身近にある自然の姿ですし、無くなってしまったわけではなく、夜空に輝いています。

「スター・ウィーク～星空に親しむ週間～」とは、毎年8月1日～7日の一週間を中心に「子どもから大人まで幅広く星空に親しんでもらおう！」という趣旨のキャンペーンです。スター・ウィーク実行委員会が主催し、文部科学省国立天文台および（財）天文学振興財団の後援をいただいています。1995年に始まり、今年で9年目をむかえました。

「バード・ウィーク（愛鳥週間）があるならスター・ウィークがあってもいい」そんな、ふとしたアイディアから「スター・ウィーク」は生まれました。星がきれいに見える季節、天の川が一段と美しく見える夏。8月初旬は、梅雨が明けた後の天気が安定した季節です。それに、夏休みだから、子ども達もちょっとくらい夜更かしをしたって平気（？）。そんな季節にスター・ウィークを設定しました。この、星が美しく、そして誰でも気軽に星空を見上げることができる季節に、ぜひ、ぜひみなさんも星空に親しんでください。

そして、空気や水や大地・・・自分を取りまく自然環境について、地球について、宇宙について、いつもよりちょっと深く考えてみてもらえれば、とも思います。

スター・ウィーク2003実行委員会

スター・ウィークのホームページも見てみよう！ <http://www.Starweek.jp/>

スター・ウィーク 2003 統一イベント 「地球の大きさをはかろう」

みんなで夜空を見上げて、星空に親しむ「スター・ウィーク」。

日本全国で、たくさんの人が星空を見上げる一週間です。

でも、せっかくだから、みんなで同じ星を見上げてみないかい？

そして、全国にいる同じ星を見る仲間と一緒に、

宇宙や地球の「ふしぎ」について考えてみないかい？

この「地球の大きさをはかろう」では、日本全国で北極星を観察し、その高さを記録することで、

地球の大きさを実際に求めてみようという試みです。

全国のまだ会ったことのない仲間と力を合わせて、この「ふしぎ」をひとつ解決してみようよ。

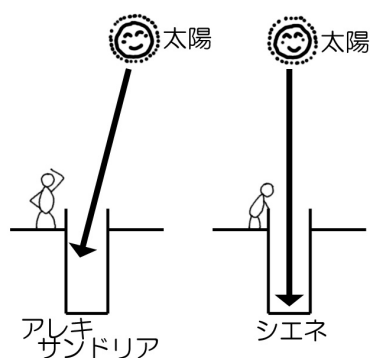
いつも同じに見えていた星空が、今夜はちょっと違って見えるはずだよ。

●地球の大きさってどのくらい？

みなさんがこう質問されたらどう答えますか？本やインターネットなどで調べてみると「半径およそ 6,400km。周囲はおよそ 40,000km！」といった数字が紹介されています。「大きさは？」と聞かれて「半径...」と答えるのは、もちろん地球が丸いからですね。でもちょっとまって！普段生活していると「地球が丸い」なんて、なかなか実感できないのでは？

「丸い」ということが、実感できないほどの大きな地球。いったいいつ頃、だれが、どうやって最初に地球の大きさをはかったのでしょうか？

地球の大きさを求めて



記録に残っている限り、エラトステネス(紀元前 276 年 ~ 196 年)という人が、最初に地球の大きさをはかったようです。そのきっかけは・・・

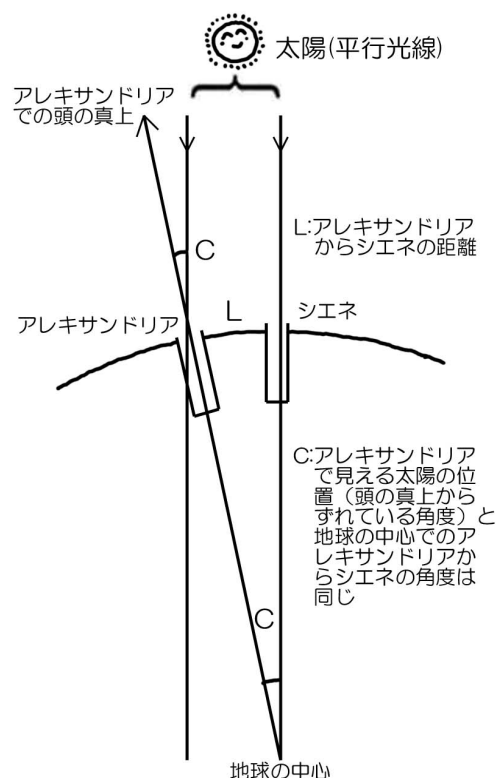
エラトステネスは、エジプトのアレキサンドリアというところで研究をしていました。彼は、アレキサンドリアよりも南にあるシエネ(現在のアスワン)で、夏至の日のお昼になると、太陽が井戸の底まで照らす、つまりちょうど頭の真上に来ることを知りました。ところが、彼がいるアレキサンドリアでは夏至の日のお昼になっても、太陽は頭の真上よりも少し南側に見えるのです。これは、太陽の見える高さ

(南中高度)が観察する場所によって違うことです。

「地面が平らなら、南中高度は変わらないはず。南中高度が違うのは、地球が丸いからだ！」こう考えたエラトステネスは、実際にはかってみることにしたのです。

まず、アレキサンドリアにおける、夏至の日の正午の太陽の位置(頭の真上からずれている角度)をはかりました。もちろんシエネでの太陽の位置は、頭の真上ですから 0 度ということになります。そしてアレキサンドリアからシエネまでの距離をはかり、地球の周囲の大きさを計算しました。この 2 ヶ所は、ほぼ同一子午線上つまり、東西の経度はほぼ同じで、南北だけにずれていましたので、ちょうど都合がよかったのです。彼がはかった結果、地球の一周はおよそ 44,000 キロメートルとなりました。現在はおよそ 40,000 キロメートルとなっていますから、今から 2000 年以上も昔の測定で、およそ 10% の誤差で地球の大きさが求められたことになります。ちなみにエラトステネスが地球の大きさをはかった時代は、日本では「弥生時代初め」中国では「秦の時代」にあたります。

おまけ:「1 メートルは地球 1 周の 4000 万分の 1」と決められていたこともあります。



では、私たちもエラトステネスにならって、地球の大きさをはかってみましょう。彼はエジプトの北部(地中海側)で、地球の大きさをはかりました。アレキサンドリアはおよそ北緯 31 度、シエネはおよそ北緯 23 度です。私たちの身近なところでは、それぞれ種子島と台湾ぐらいの緯度になります。ですか

ら、日本中ではかればエラトステネスがおこなったよりも広い範囲ではかることができます。ただし、太陽ではちょっと不都合がありますので、今回は「北極星」の高さをはかって、地球の大きさをはかってみたいと思います。

●観測準備をしよう

1) 観測するもの

今回は、北極星を使ってみましょう。太陽だとちょうど真南に来たときにはからないといけませんが、北極星はほとんど動きませんので、実際にはかるときに楽です。

2) 観測装置

星の高さをはかる道具（高度計）を作ります。高度計は大きく分けて、

- a . 北極星に向ける部分

b . 角度をはかる部分

c . 固定する台（特になくてもよい）

の3つの部分でできます。

a . 北極星に向ける部分

牛乳パックやラップの芯など、身近にあるまっすぐで長いものを使いましょう。芯などの内側をのぞくのではなく、上側（外）の面を使って向けます。また、ねらいをつけやすいように、芯などの上側に照準（出っ張り）をつけるといいでしょう。分度器ではかりますので、上と下が平行なものを使います。みなさんでいろいろ工夫してみてください。

会場によっては、手作り望遠鏡キット（口径約5cm、約4倍の屈折望遠鏡）を工作できるところもあります。

b . 角度をはかる部分

「分度器」と「スケール」と「おもり」を使います。

角度を読みとるためのスケールは、厚紙で作ります。紙を細長く切り、分度器の目盛りを読むための「まど」をあけておきます。分度器の中心に小さな穴をあけて、スケールが分度器の中心に正しく来るように固定します。画びょうのようなピンでとめるといいでしょう。「スケール」のもう一方には何かおもりをつけます。

窓を大きくしすぎると、かえって目盛りが読みにくいので注意しましょう。

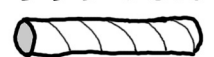
c . 固定する台

固定する台を使わない場合は、二人一組になって一人が北極星に向けている間にもう一人がはかります。二人が協力して、うまく向いているときに角度を読みとりましょう。もし、カメラ三脚がつかえるところは、カメラ三脚に「北極星に向ける部分」を取り付けてみましょう。参考までにカメラを取り付けるためのについているネジは、1 / 4 インチ（約6mm）のネジです。ホームセンターなどに行けば、ナットや金具などをおいてあります。また、望遠鏡を使える人では、角度をはかる部分だけ用意すれば、あとは望遠鏡で代用できます。自作したものと両方ではかってみましょう。

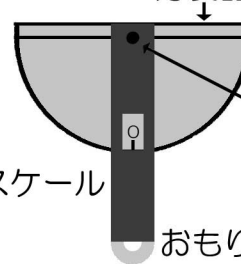
牛乳パック



ラップのしん



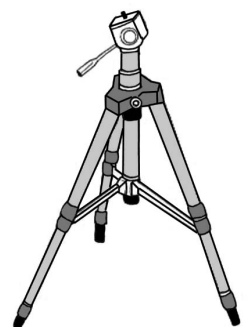
分度器



中心にピンで
スケールを止めます

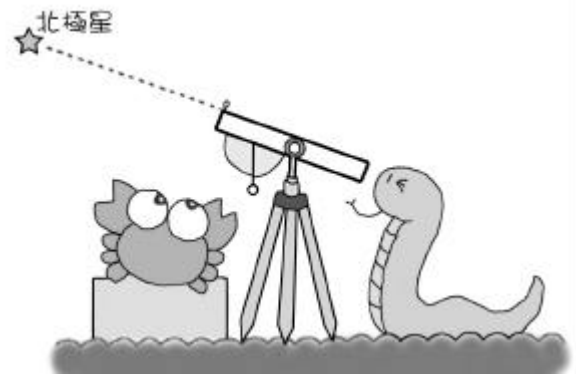
スケール

おもり



● さあ！観測しよう

- 1) このマニュアルについている「北極星の探し方」という星図を見ながら、観測する北極星をさがします。磁石などで北を確認して、北極星をまちがえないようにしましょう。ちょうど北斗七星とカシオペア座の両方が見えていますのでいい目印になります。
- 2) 北極星が見つかったら、高度計を使って見える高さをはかります。
- 3) 次のページの記録用紙に記録します。
- 4) 1回だけでなく、何回かはかって平均したものが、あなたの町の北極星の高さです。
- 5) 結果をメールやFAXで事務局まで送ってください。



● 地球の大きさを計算しよう

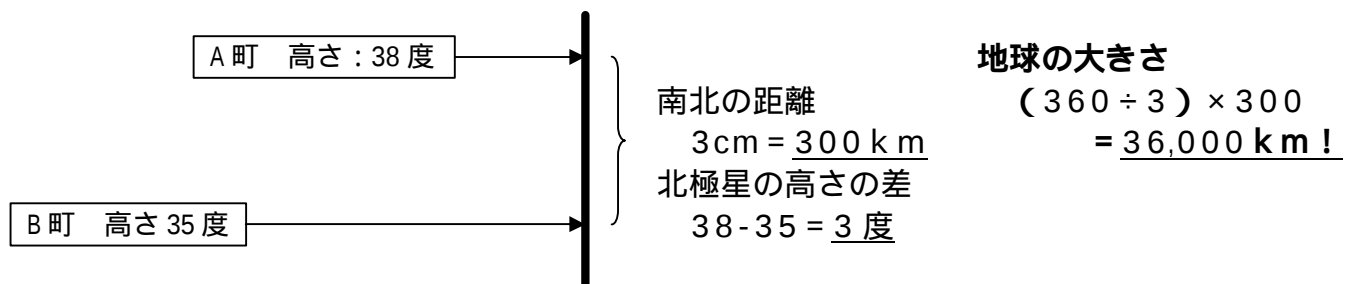
みなさんが北極星の高さをはかっているところ、全国各地で同じように北極星の高さをはかっているグループがあります。その結果とくらべることで、地球の大きさが計算できます。

- 1) あなたの観測ポイントの緯度経度を地図から調べます。
- 2) このマニュアルの後ろにある、地図の上にしるしをつけます。
- 3) 全国の観測ポイントの結果を「地球の大きさをはかろう」のホームページからみて、2)と同じように、地図にしるしをつけます。
- 4) 「南北の距離」を計算します。えらんだ観測ポイントと、自分の観測ポイントの南北の距離をものさしではかって、縮尺から距離を計算します。
- 5) 「北極星の高さの差」を計算します。えらんだ観測ポイントと、自分の観測ポイントの北極星の高さをひき算して、高さの差を計算します。
- 6) 地球の大きさは

$(360 \div \text{「北極星の高さの差」}) \times \text{「南北の距離」}$

という計算で答えが出ます。いろいろな観測ポイントとの間で計算してみてください。

例：地図上で「1cm = 100km」だったとします（実際は地図の縮尺で測ってくださいね）



参考文献：

天動説の絵本（安野光雅、福音館書店）

アイザック・アシモフの科学と発見の年表（訳：小山慶太、輪湖博、丸善株式会社）

天文学史（桜井邦朋、朝倉書店）、天文学辞典（鈴木敬信、地人書館）

記 録 用 紙

団体名： _____

参加者名（または代表者名）： _____

○ 連絡先

住所： _____

電話番号（FAX番号）： _____

e-mail アドレス： _____

○ 観察場所

名称： _____

住所： _____

緯度経度：東経 _____ 度 _____ 分 _____ 秒 北緯 _____ 度 _____ 分 _____ 秒

○ 観察方法

目標に向ける部分：手作り望遠鏡 市販の望遠鏡

 ラップの芯 牛乳パック

 その他： _____

角度をはかる部分：分度器 その他： _____

固定する台：カメラの三脚 望遠鏡の架台 使わなかった その他： _____

○ 観察結果（1回だけでなく、何回か測ってください）

日時： _____ 月 _____ 日 _____ 時 _____ 分

空の様子： _____

観察者数： _____ 人

見えたもの：北斗七星 カシオペヤ座

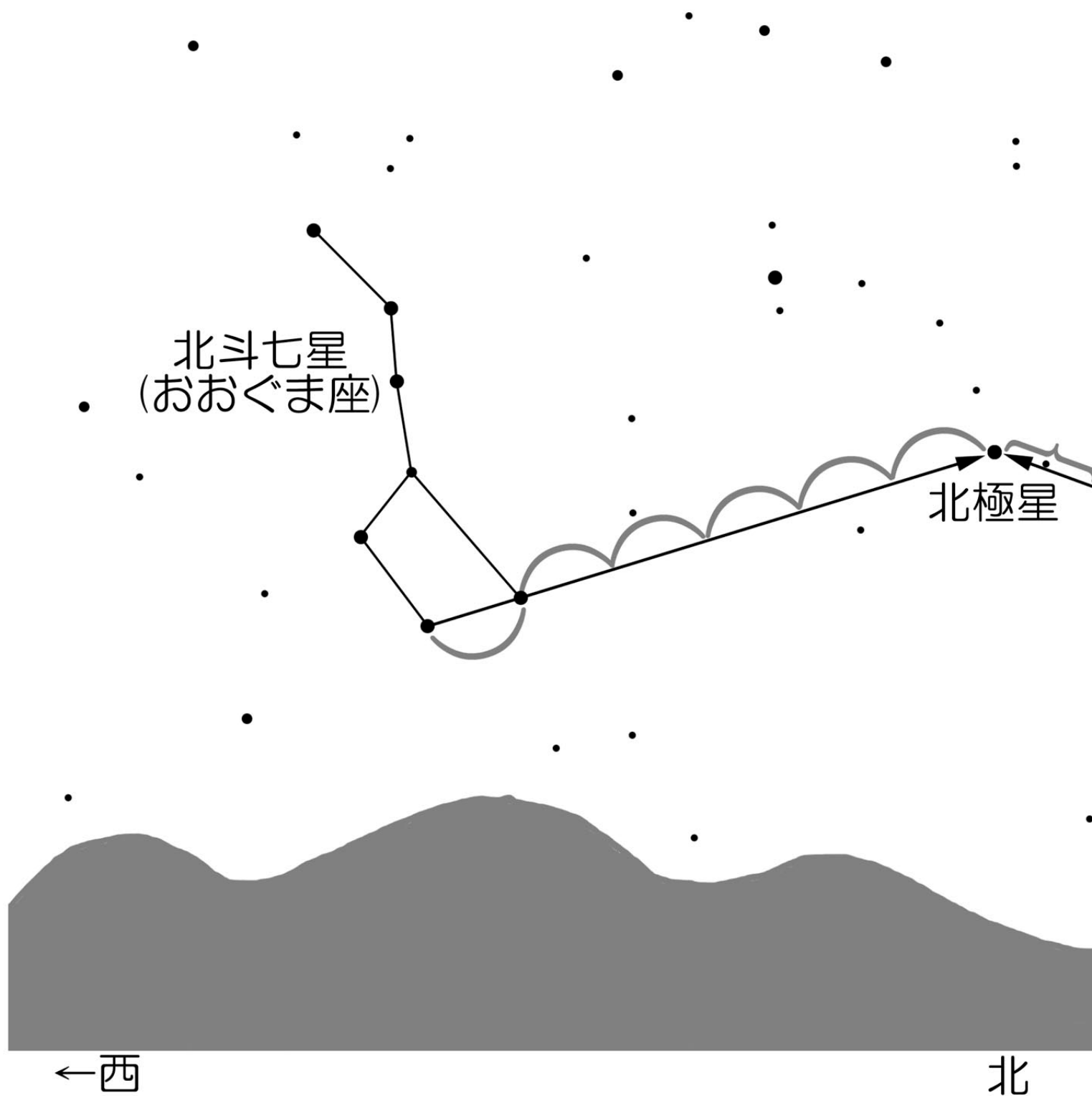
北極星の高さ：1回目 _____ 度 2回目 _____ 度 3回目 _____ 度 ...

北極星の角度： _____ **度**（何回かはかった結果を平均します）

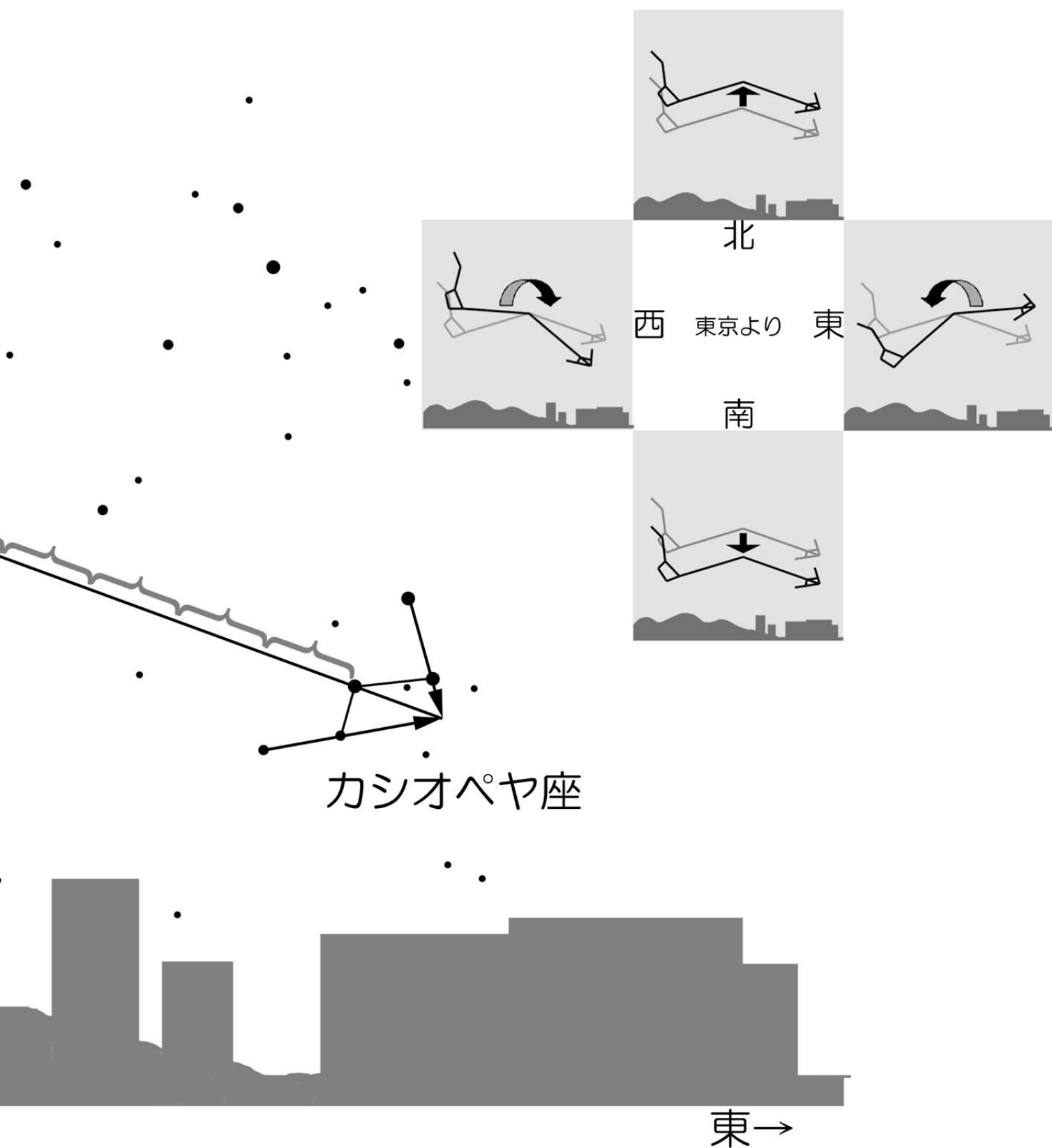
○ 観察してみた感想、気づいたことなど

北極星の探し方

北極星は2等星で、あまり明るい星ではありません。
北斗七星とカシオペヤ座を使って、まちがえないように
探してください。



8月1日 21時 東京での様子です
ほかの地域では下のように
星の場所が変わります



地球の大きさを測ろう

観察したら、地球の大きさを実際に計算してみましょう。

準備

- 1) あなたの観測ポイントの緯度経度を
地図で調べます
- 2) 地図の上にしるしをつけます
- 3) ホームページから別の観測ポイントを
えらんで、おなじように地図にしるしをつけます

- 1) 「南北の距離」
 - ・選んだ観測ポイントと自分の観測ポイントの
南北の距離をものさしではかります
 - ・縮尺から、実際の距離を計算します
- 2) 「北極星の高さの差」
 - ・選んだ観測ポイントと自分の観測ポイントの
北極星の高さを引き算して、高さの差を計算
します
- 3) 地球の大きさ
地球の大きさは

$(360^\circ \div \text{北極星の高さの差}) \times \text{南北の距離}$

という計算で答えが出ます！



メモ用紙



スター・ウィーク ～ 星空に親しむ週間～
8月1日～7日

氏 名 _____

会場名 _____