

4

火星の軌道と順行・逆行

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
★★☆	1年中	1日	1日	50分

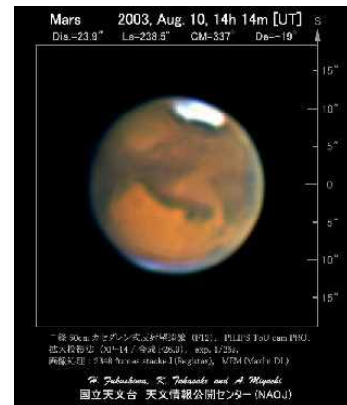
実際の火星のデータを使って軌道を描いてみよう。

目的と内容

「宇宙の誕生と地球の形成について観察、実験などを通して探究し、宇宙と惑星としての地球の特徴を理解させる。」ことがこの単元の目標である。

このうち、地球とその他の惑星の軌道の違いについて理解させ、太陽系の中の惑星の中で地球が生命をはぐくむ海が存在するに至ったこと、地球の太陽からの距離や他の惑星との軌道の違いなどから、惑星としての地球を理解させることなどがねらいである。

ここでは、実際の火星のデータを用いて、その軌道が地球とどれだけ違っているのかを確認する。また、接近時(衝)前後に見られる逆行現象について (国立天文台(NAOJ)HPより) 理解させるための実習である。



2003年の大接近時の火星

既習事項

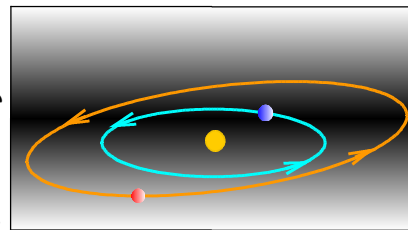
中学校までに、惑星はそれぞれ決まった周期で太陽の周りを公転していること、太陽系には8つの惑星があること、主に岩石からなる地球型惑星とガスからなる木星型惑星に分類されること、軌道によって内惑星と外惑星に分けられること、金星など内惑星は満ち欠けをすることなどを学んでいる。

トピック

【火星の探査】

火星は地球に最も近い外惑星であり、古くから多くの天文学者や一般の人々によって観測されてきた。火星の表面には多くの火山やクレーター、水が流れた跡等が見つかっている。太陽系最大の火山であるオリンポス山も火星にある。

太古の生命の痕跡なども議論されるなど、身近で興味深い天体である。近年、アメリカ、欧州をはじめ多くの国々が火星探査機を打ち上げ、新しい知見をもたらしている。アジアではインドの探査機が火星を周回する軌道にのることに成功した。火星についてはこれからも次々に新しい発見がなされ、私たちが得られる情報も多くなることだろう。



火星と地球の軌道

留意点

【指導面】

火星は約2年2ヶ月毎に地球に接近する。ただ、その接近には大接近と小接近があり、2014年の接近は小接近だった。大接近でも小接近でも、地球から見た火星の位置はほぼ「衝」である。なぜこのような差が生じるのか。その理由として、地球の軌道がほぼ円であるのに対して火星の軌道は楕円であり、しかも黄道面に対して傾いているということがあげられる。

実際の火星のデータを用いて作図を行って、地球の軌道と火星の軌道の違いや順行と逆行といった火星の視運動を理解させ、惑星の運動についての理解を深めさせるための実習である。

興味・関心を高める導入、発問など

- ・地球の軌道はどんな形で、どういう特徴があるのか？
- ・火星の軌道と地球の軌道の違いは？
- ・地球から見た惑星の運行ではなぜ順行や逆行が起こるのか？
- ・衝の位置は観測の好機と言われるが、なぜ？
- ・同じ衝でも火星にはなぜ大接近とか小接近があるのか。

…など

【安全面】

- ・特になし。
- ・定規や分度器で遊ばないように注意する。

準備

- ◎ 器具 分度器(全周分度器がよい)、定規、火星のデータ、作図用紙 ほか

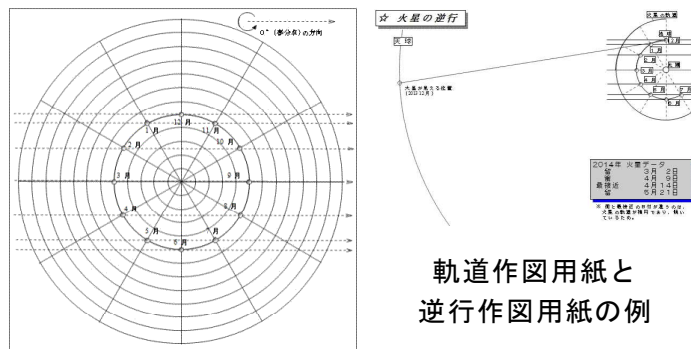
- ◎ 天文年鑑(誠文堂新光社)や理科年表(丸善出版)などで、火星のデータを調べておく。

基本的には日付と視赤経、地球からの距離を用意する。軌道を立体的に考える場合には視赤緯も重要であるが、ここでは視赤経のみで考える。

視赤経も時 h、分 m、秒 s で表されているので、EXCEL等の表計算ソフトを利用して角度(°)に変換しておく。また、地球からの距離のデータも作業用の縮尺に直しておくのと作業をさせやすい。軌道作図用と逆行作図用の円グラフ用紙(同心円の図)を用意する。自分で作図したり、フリーソフトを利用して作るとよい。

2013	h	m	視赤経(°)	地球からの距離(AU)	mm
1月28日	21	54.4	329	2.29	80.15
2月27日	23	23.3	351	2.35	82.25
3月29日	0	48.5	12	2.4	84
4月28日	2	13.6	33	2.44	85.4
5月28日	3	42.4	56	2.47	86.45
6月27日	5	10.6	78	2.46	86.1
7月27日	6	39.5	100	2.41	84.35
8月26日	8	4	121	2.32	81.2
9月25日	9	21.6	140	2.17	75.95
10月25日	10	32	158	1.97	68.95
11月24日	11	35.8	174	1.73	60.55
12月24日	12	32.6	188	1.44	50.4

火星のデータ例



軌道作図用紙と逆行作図用紙の例

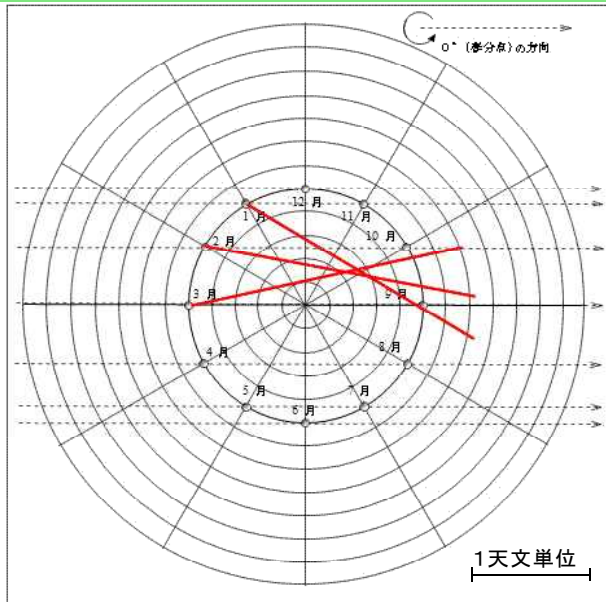
実習方法

1 データを元に、各月の地球から見た火星の位置を作図用紙に記入させていく。

視赤経は、春分点の方向から反時計回りに分度器で測ることを指導する。全周分度器の方が使いやすいが、普通の分度器でもよい。地球からの距離を縮尺に合わせた長さで線を引かせる。

火星の位置までひいた線分は残しておく。(約15分)

例 2013年1月~3月の
火星の位置の作図



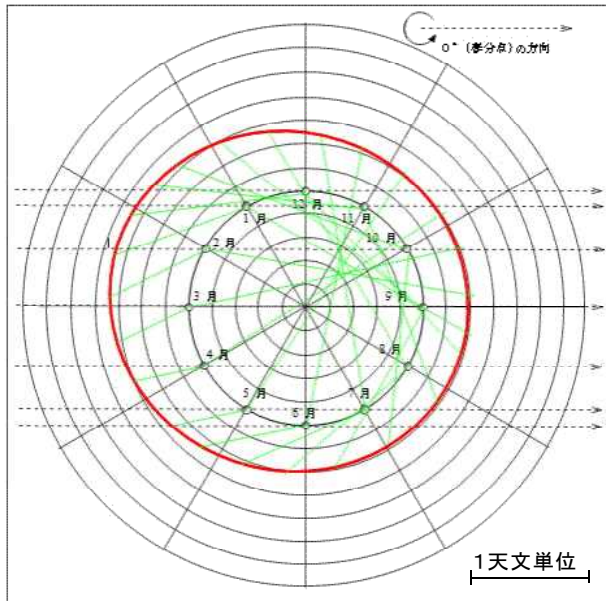
2 2年分の火星の位置を作図し終わったら(火星の公転周期は約1.88年), 線分の末端をなめらかな線で結ばせ, 火星の軌道を完成させる。



地球の軌道がほぼ円形であるのに対して, 火星の軌道は楕円であることを確認させる。

近日点と遠日点, その付近を通過するときの速度についても考察させる。(約15分)

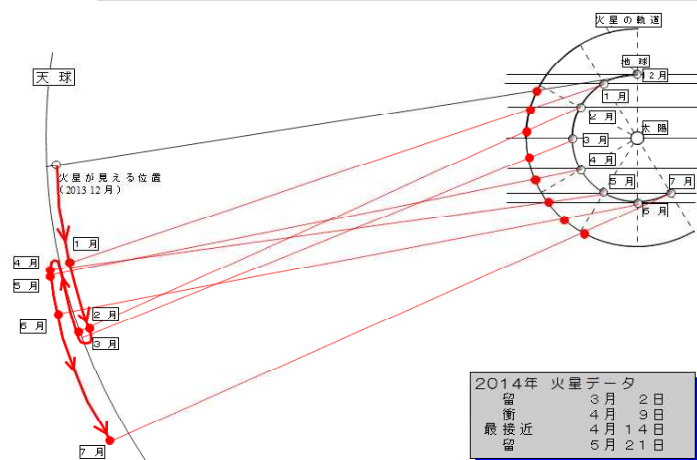
【発展】ケプラーの第2法則
(面積速度一定の法則)



3 火星の逆行用の作図用紙に, 衝前後のデータを記入させる。

ここでは火星の軌道も便宜上円形とする。

それぞれの月の火星の方向を, ①と同様に分度器を用いて作図させる。線分は長くさせ, 天球を表した線まで伸ばさせる。



衝の前後, 地球が火星を追い抜くときに逆行が生じることを確認させる。順行から逆行, 逆行から順行に移るときを「留」といい, 一時火星の運行が止まるように見えることも確認させる。(約15分)

- 4 作成した火星の軌道や運行の図から、地球と火星の軌道の違いや火星の見え方についての考察をさせる。(約5分)

まとめ・考察

- ① 地球と火星の公転軌道の違いを理解した。
- ② 火星には太陽に近づく時や遠ざかる時があることを理解した。
- ③ 火星の運行に代表される惑星の逆行現象について理解した。
- ④ 地球の軌道の特徴と太陽からの距離について考察できた。

後かたづけ

- ・ 特になし
- ・ 分度器、定規などを貸した場合は指定の場所に返却させる。

失敗例

- ・ 火星の軌道がいびつになる。
 - 視赤経の角度の取り方が違っている。
 - ※ 春分点の方向を 0° とし、反時計回りに角度を測らせる。
 - 地球からの距離の測り方が違っている。
 - ※ 太陽から地球までの距離が1天文単位であるので、その距離の長さに換算した火星までの距離を提示する。
 - ※ 実際には視赤緯の値も考えなければならないため、視赤経だけだとずれが生じる。
- ・ 逆行の図がうまく描けない。
 - 衝(最接近)前後のデータを使わせること。違う期間のものを間違えて使って作図をすることがあるので注意する。
天球の線に重ねてしまうと、順行・逆行の経路も重なり、よくわからなくなるので、天球の線は目安に使うことを指導する。

別法ほか

- ・ 時間短縮の方法としては、火星のデータを1ヶ月ごとではなく1ヶ月半ごととか2ヶ月ごとにして作業量を減らすことが考えられる。また、間違いを減らすために、数ヶ月分をあらかじめ作図したものに描き加えさせることを考えてもよい。
- ・ 火星は、約2年2ヶ月ごとに衝を迎える(会合周期約780日)。最接近時には、天体望遠鏡で観測すると円盤状に見え、表面の模様や極冠などを見ることもできる。
- ・ 最接近時以外でも、明るさは暗くなってしまうものの、その特徴のある赤い光は明らかに他の星と違うので非常に区別しやすい。肉眼でもかまわないので、ぜひ一度は見る機会をつくらせたい。
- ・ 次の最接近は2016年5月末であり、2014年よりも地球に近い接近となる。さらに、2018年8月末の接近は大接近であり、非常に大きく明るい火星を見ることができる。