

— 太陽系の大きさを体感する —

本教材は宇宙とのつながりを軸として科学を身近に感じてもらうために作った科学教材です。本教材の利用による事故等については一切責任を持ちかねますので、本教材の利用は、経験のある指導者の指導の下に行ってください。



●監修●
東京都新宿区立新宿中学校
主幹教諭 小林輝明氏

目標とねらい

太陽系の惑星モデルをつくり、100億分の1スケールの太陽系を実際に歩いてみます。体感させることで、太陽系の大きさ（広がり）や各惑星の位置（距離）や直径について学習を深め、宇宙の構造や惑星探査に興味を持たせます。（※ここでは、いくつかの活動例を紹介していますが、活動の所要時間や環境、子どもの理解度、天候などにあった活動の展開をしましょう。）

対象学年	小学校低学年以上	所要時間	2～3時間
------	----------	------	-------

●用意するもの

【模型のための材料】

- 以下の直径の発泡スチロールやビーズなどの球。
この寸法は、太陽と惑星の100億分の1のサイズです。材質はなんでもよいです。厳密にこの大きさである必要はなく、大まかでよいでしょう。
140mm（太陽）、0.5mm（水星）、1.2mm（金星）、1.2mm（地球）、0.7mm（火星）、14mm（木星）、12mm（土星）、5mm（天王星）、5mm（海王星）
- 木かプラスチックの棒（断面の直径が1cmくらい、長さ50～70cmくらいの丸棒がよい）9本
- 1.5～2リットル入りのペットボトル9本
- 紙（ペットボトルに貼る。コピー用紙でも画用紙でも、文字が書ければよい）
- 地球と月の大きさを比較するための球。（くわしくは7-3ページ参照。）

【工具・教具・IT機器など】

- マーカー
- 両面テープ

- セロハンテープ
- はさみ
- 黒板またはホワイトボード
- クリップボード（用箋挟）、画板など（子どもたちが、屋外で活動中にワークシートに書き込むための台。人数分用意する。）
- コズミックカレッジ教材ビデオ「惑星への旅 太陽系の広さ／太陽系の惑星たち」（入手先は後述）
- パソコン
- Windows用フリーソフト「太陽系シミュレータースタジオ。無料でダウンロードできる。（入手先は後述）
- Windows用フリーソフト「Mitaka」や「MitakaPlus」無料でダウンロードできる。（入手先は7-10～7-11ページ）
- プロジェクターとスクリーンなどパソコン画面を大きく投影できる機器（なくてもよい）

1 活動の準備

①平坦な 450m の直線（多少のカーブはよい）がとれる、子どもたちが歩くのに安全なコースを確保します。公園、グラウンド、河川敷、海辺の砂浜など、どこでもかまいません。公園やグラウンドなど公共の施設を利用する際には、あらかじめ管理者にこの学習活動を行うことを告げておきます。（450m のコースの確保が難しい場合は、140m でもかまいません。）



人通りの少ない遊歩道のような場所なら最適。

*以下、模型の製作は、7-5～7-6 ページ「3 屋内での活動 太陽と太陽系の惑星」で、子どもたちと一緒に行ってよいでしょう。

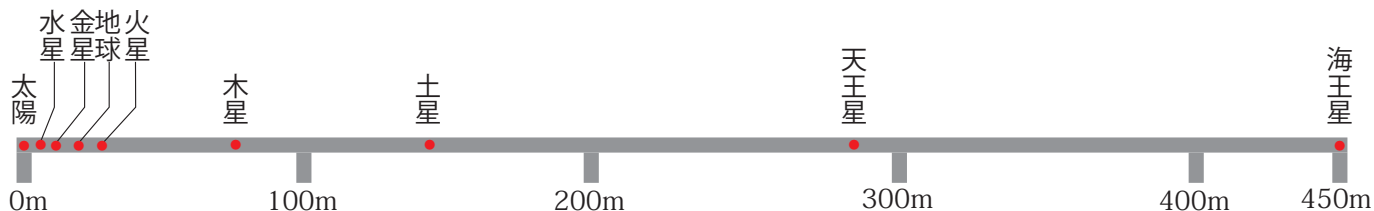
②7-5 ページ下の表を参考に、太陽と太陽系の 8 つの惑星の 100 億分の 1 スケールの球を用意します。発砲スチロールの球と手芸に使われるビーズなどが便利ですが、素材にこだわる必要はありません。紙粘土などで作ってもよいでしょう。大きさもおおよそでかまいません。

③木やプラスチックの棒を用意し、棒の片方の先に②で用意した球を両面テープで接着しておきます。もう片方は水の入ったペットボトルに入れて、棒を立てます。水は、ペットボトルが倒れないようにするためのおもりです。



④当日の活動（7-8 ページ）は、①で確保した 450m のコースのスタート地点に太陽を置き、7-5 ページの表の 100 億分の 1 の縮尺に基づいて、水星、金星、地球、火星、……海王星の 100 億分の 1 スケールの模型を置きます。太陽からの縮尺距離は、巻き尺で測ります。あまり正確さにこだわる必要はありません。（確保したコースが 140m の場合、土星までの模型を置き、天王星や海王星の位置は、あらかじめ用意した地域の地図で確認してもよいでしょう。）

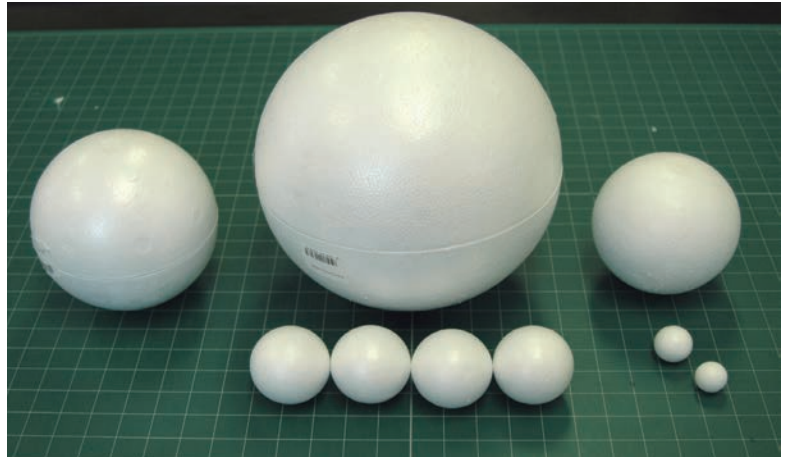
⑤惑星の模型が不審なものと思われるように、ペットボトルに「実験中」「学習活動中、移動しないでください」などの紙を貼り付けておきます。



2 屋内での活動 地球と月の大きさや距離を考える

地球と月はどのくらい大きさがちがうかな？

①あらかじめ、直径のちがう発砲スチロールなどの球をいくつか用意します。このうちいちばん大きいものを地球として、この球の4分の1のサイズの球（月）を含めておきます。



②地球と月を写真などで提示します。そして、①の球のうちいちばん大きいものを見せて、「地球がこの大きさだとすると、月はどのくらいの大きさかな？」と子どもたちに問いかけます。

③地球以外の球をすべて見せて、この中から月に相当するものを当てさせます。

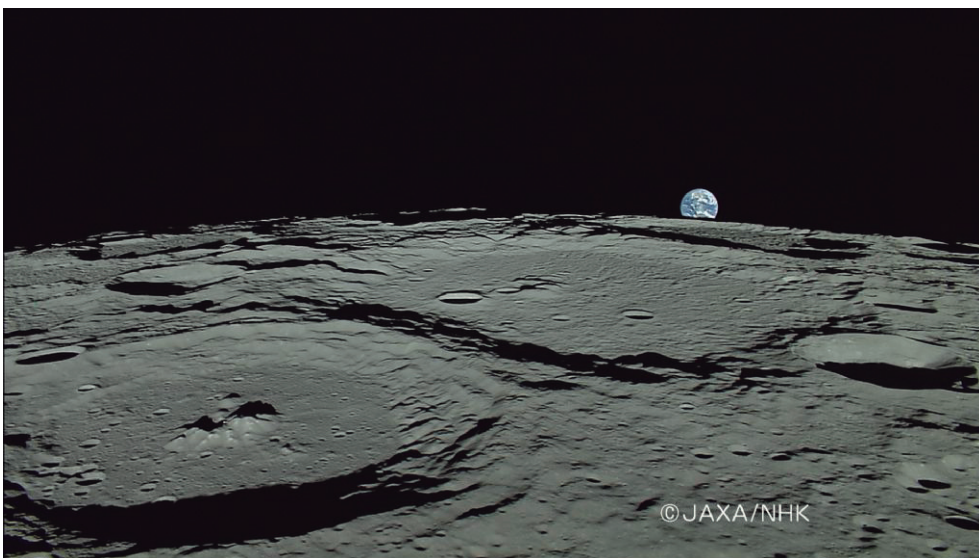
④実際の地球と月の直径について資料を提示し、月は地球のおよそ4分の1であることを説明します。
(地球の直径=約 12756km 月の直径=約 3475km)

地球と月はどのくらいはなれているかな？

① 1人の子どもに地球の球を持たせて、部屋のすみのほうに立たせます。そして、「地球がここにあるとすると、月はどのくらい離れたところにあるかな？」と問いかけます。

②子どもに月の球を持たせ、月があると思う位置に立たせます。月と地球は約 38 万 km。地球の直径は約 1 万 2756km ですから、地球の直径の約 30 倍はなれたところに月があることになります。地球の球の直径が 20cm だとすると、月は 6m はなれたところにあります。

③次のページを見て、月と地球の距離について確かめましょう。国際宇宙ステーションや気象衛星の位置との関係もふくめて説明しましょう。



月周回衛星「かぐや」が撮影した、月の地平線上の地球。

©JAXA/NHK

月

地球と月の距離：約 38 万 km

月周回衛星「かぐや」が、月面を回りながら撮影した地球 (地球から約 38 万 km)



© JAXA/NHK

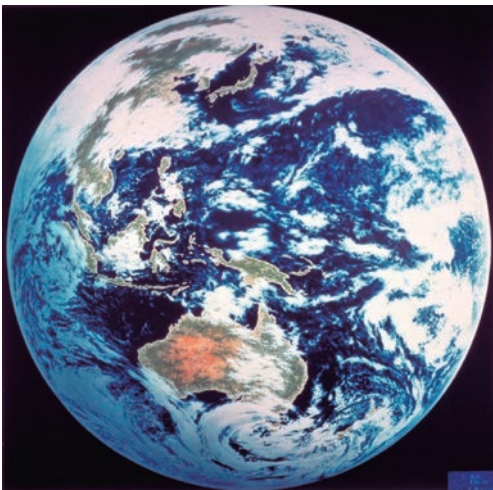
すぐ近くの月でもこんなに遠い

地球の直径は、約 1 万 2756km。地球と月との距離は、その約 30 倍もあります。国際宇宙ステーションは地上約 400km、気象衛星などの静止衛星は地上約 3 万 6000km のところを飛行しています。月と地球の距離から考えると、これらは地上のすぐ近くにあると言えるでしょう。



© JAXA/NHK

月周回衛星「かぐや」が、撮影した地球 (地球から約 11 万 km のところで撮影)



地表から約 3 万 6000km の気象衛星が撮影した地球

約 11 万 km



ISS とその下に見える地球

気象衛星

約 36000km (静止衛星の軌道)

国際宇宙ステーション (ISS) 地上約 400km

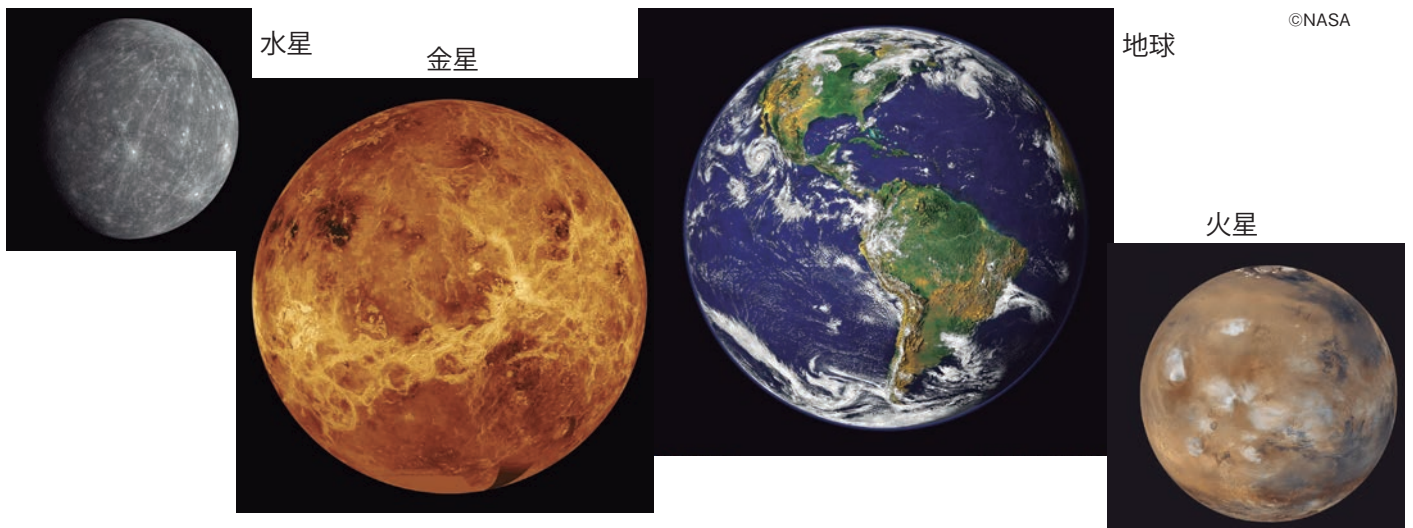
約 400km

地球

© NASA

3 屋内での活動 太陽と太陽系の惑星

- ①この日に行う活動内容を説明します。黒板にキーワード（惑星の大きさ、太陽からの距離）を書きながら、太陽系にある惑星の数とその大きさ、位置（距離）関係について学習することを説明します。
- ②太陽系について、どのようなことを知っているか子どもたちに聞きます。太陽から近い順に惑星の名前をあげさせてみましょう。
- ③太陽と、地球・火星・土星などの惑星の違いは何か、子どもたちに聞きます。
- ④ ③をまとめる形で、太陽は自ら輝く星（恒星）であり、惑星は太陽の周りを規則正しく回っている天体（惑星）であることを説明します。「公転」という言葉にふれるのもよいでしょう。



太陽や惑星の大きさと太陽からの距離

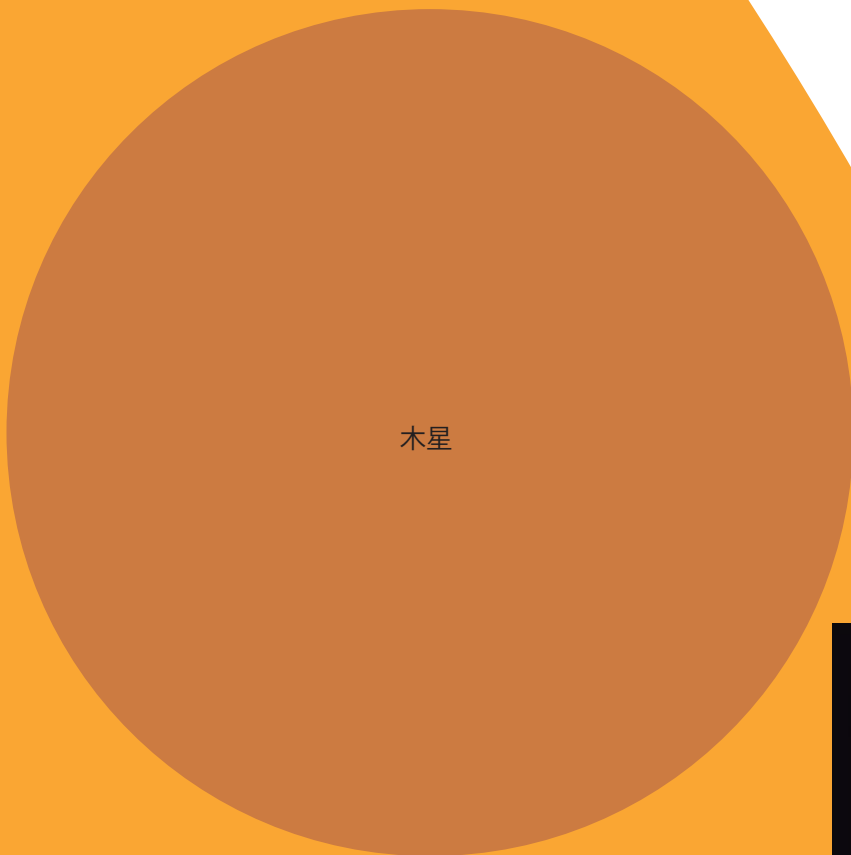
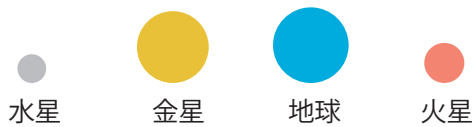
縮尺		太陽	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星
1 / 1	直径 (km)	1,392,000	4,878	12,104	12,756	6,794	142,796	120,536	51,118	49,520
	太陽からの距離 (億 km)		0.6	1.0	1.5	2.3	7.8	14.0	29.0	45.0
1/100 億	直径 (mm)	140.0	0.5	1.2	1.2	0.7	14.0	12.0	5.1	4.9
	太陽からの距離 (m)		6.0	10.0	15.0	23.0	78.0	140.0	290.0	450.0
1/200 億	直径 (mm)	70.0	0.3	0.6	0.6	0.4	7.0	6.0	2.5	2.5
	太陽からの距離 (m)		3.0	5.0	7.5	11.5	39.0	70.0	145.0	225.0
1/1 兆	直径 (mm)	14.0	0.003	0.006	0.006	0.004	0.070	0.060	0.025	0.025
	太陽からの距離 (m)		0.060	0.100	0.150	0.230	0.780	1.400	2.900	4.500

※太陽、惑星、月の距離や大きさ、公転と自転の周期、質量などのデータが、「宇宙活動ガイドブック」の136ページ～137ページに載っていますので、活用してください。

<http://edu.jaxa.jp/materialDB/html/guidebook/>

太陽と 8つの惑星の 大きさ比較

← これ（直径 100cm の円）が太陽の外周とすると、各惑星の輪郭はこの図のようになる



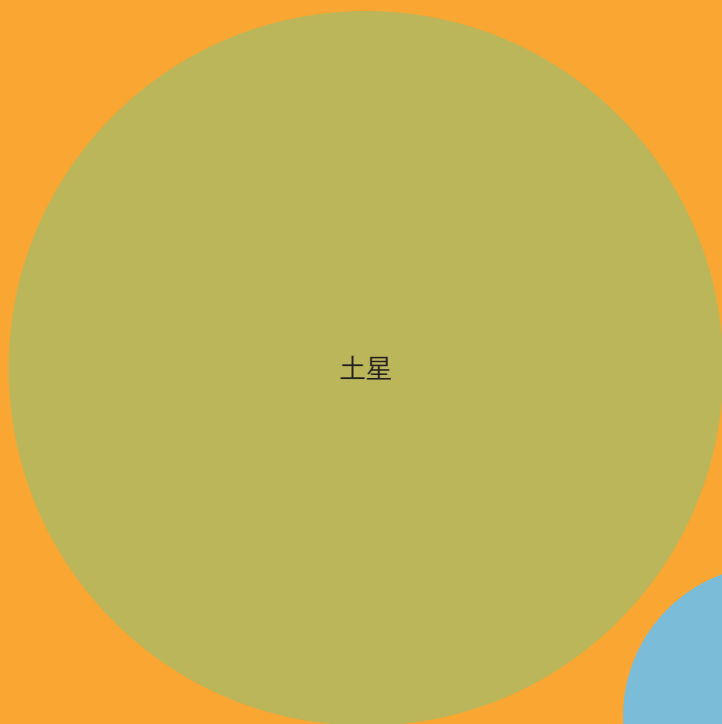
木星



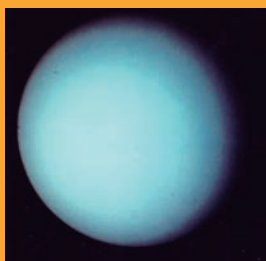
木星



土星



土星



天王星

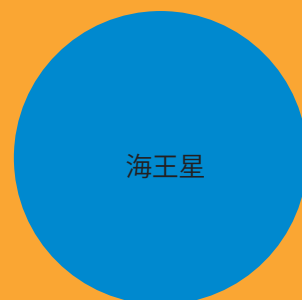


海王星

©NASA



天王星



海王星

4 屋内での活動 太陽と惑星の大きさを比べる

- ①太陽が地球と比べてどのくらい大きいのか、子どもたちに予想させます。太陽に模して円形に切った赤い模造紙（直径 100cm）を黒板（ホワイトボード）に貼り、子どもたち全員に「赤い円が太陽だとすると、地球はどのくらいの大きさかな？」とたずねて、青い模造紙から円を切り取らせてみます。



- ②切り取った地球を各自で見せ合います。そのあとで、正解（地球の直径は 9mm）を示して、太陽と地球の大きさの差を実感させます。
- ③続いて他の惑星の大きさを示す円を名前を伏せて黒板に貼り、どの惑星かを考えさせながら太陽系の配列を作らせます。地球以外の惑星の大きさを示す円は、リーダーがあらかじめ作っておきます。

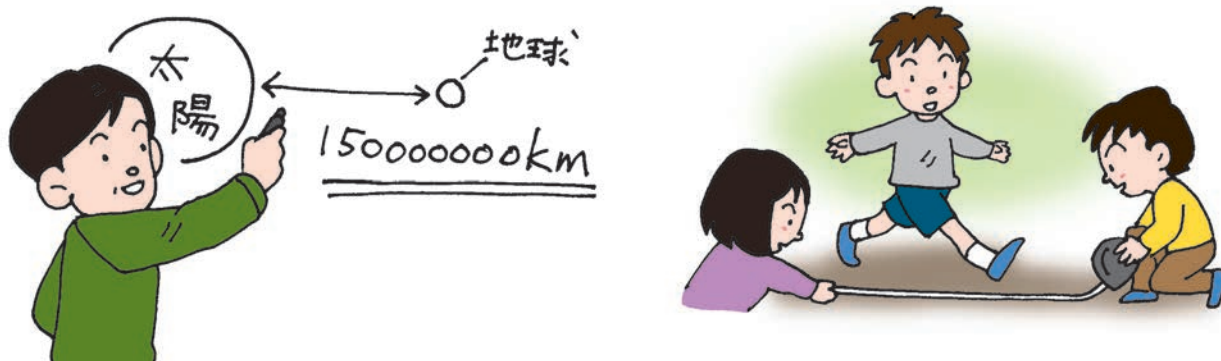
5 屋内での活動 太陽の大きさを想像する

- ①太陽から各惑星がどのくらい離れているか解説します。太陽と地球との距離は、約 1 億 5000 万 km であることを黒板に数字を書きながら示し、100 億分 1 の縮尺で何 m になるかを計算させます。

- ②地球以外の惑星それぞれについても、①と同様に 100 億分の 1 にしたときの太陽からの距離を計算させます。計算させたら、7-13 ページのワークシートを配って、正しく計算できたか確認させます。（あとで屋外でワークシートに書きこむので、子どもたちには、クリップボードや画板などを用意させておきましょう）

★計算に時間がかかるので、②を省略してもかまいません。

- ③歩き出す前に、自分が普通に歩くときの歩幅が 1 歩あたり何メートルか、計測させてワークシートに書き込ませます。（屋内でやると歩幅が小さくなってしまうようなら、屋外で計測させましょう。）



6 屋外での活動 歩いて太陽系の大きさを実感する

- ①活動の当日は、7-2 ページ『活動の準備』の④に書いたように、450m のコースのスタート地点に太陽を置き、下の表の 100 億分の 1 の縮尺に基づいて、水星、金星、地球、火星、……海王星の 100 億分の 1 スケールの模型を置きます。不審なものや勘違いされて持って行かれないように、ペットボトルには「学習活動中 移動しないでください」などの紙を貼り付けておきましょう。
- *ここでは、あらかじめ惑星の模型を 100 億分の 1 スケールで配置していますが、始めに子どもたちに惑星までの距離を予想させ、配置させてみても、面白いでしょう。
- ②子どもたちの先頭と最後尾にひとりずつリーダーがついて、太陽から海王星に向かって歩き始めます。各天体間の歩数を子どもたちに数えさせて、ワークシートに書きこませます。木星から先の惑星がいかに太陽から遠く隔たっているか、子どもたちは自分の足で体験して、太陽系の大きさに驚くことでしょう。
- ③それぞれの惑星では、棒の上につけた惑星の球の大きさを確認させます。太陽系の大きさと比べて、惑星がいかに小さいかを、子どもたちは実感します。
- ④海王星までたどり着いたら、太陽から光の速度でどのくらいの時間がかかるか想像させます。子どもたちに数字を上げさせた後で、正解を示します。太陽と海王星の間は、光速で約 4 時間 10 分もかかります。太陽から地球まで、光速で 8 分 20 秒であることを示して比較させましょう。
- ⑤途中の惑星の模型を片づけながらもどってきます。

●発展 光の速さで移動すると……

- ①出発前に 2～3 人の子どもを募り、「自分が光になったつもりで、どのくらいの速さ（100 億分の 1 に縮尺した光の速度）で光が進むのかを想像して、太陽から地球まで（15m）を歩いてみよう」と言って、実際に歩かせて時間を計ります。歩き終わったら、太陽と地球の間は、光の速さで 500 秒（8 分 20 秒）かかることを説明し、計測結果と比較させます。こうすることで、100 億分の 1 という縮尺が、実際の距離をどのくらい縮めているか実感させることができるでしょう。
- ②帰りにただ戻るだけだと緊張が緩んでしまうので、途中に何か活動を取り入れましょう。（例）途中の 2 か所に天体望遠鏡を置いておきます。1 つの望遠鏡では、太陽の黒点を観測します。もう 1 つの望遠鏡では、出発点に置いた太陽の模型を見ます。像が逆に見えることから、天体望遠鏡には倒立像が映ることがわかります。
- 注意** 太陽の観測には、専用の装置をつけた望遠鏡が必要です。失明の危険があるので、決して通常の望遠鏡や双眼鏡で観測しないで下さい。

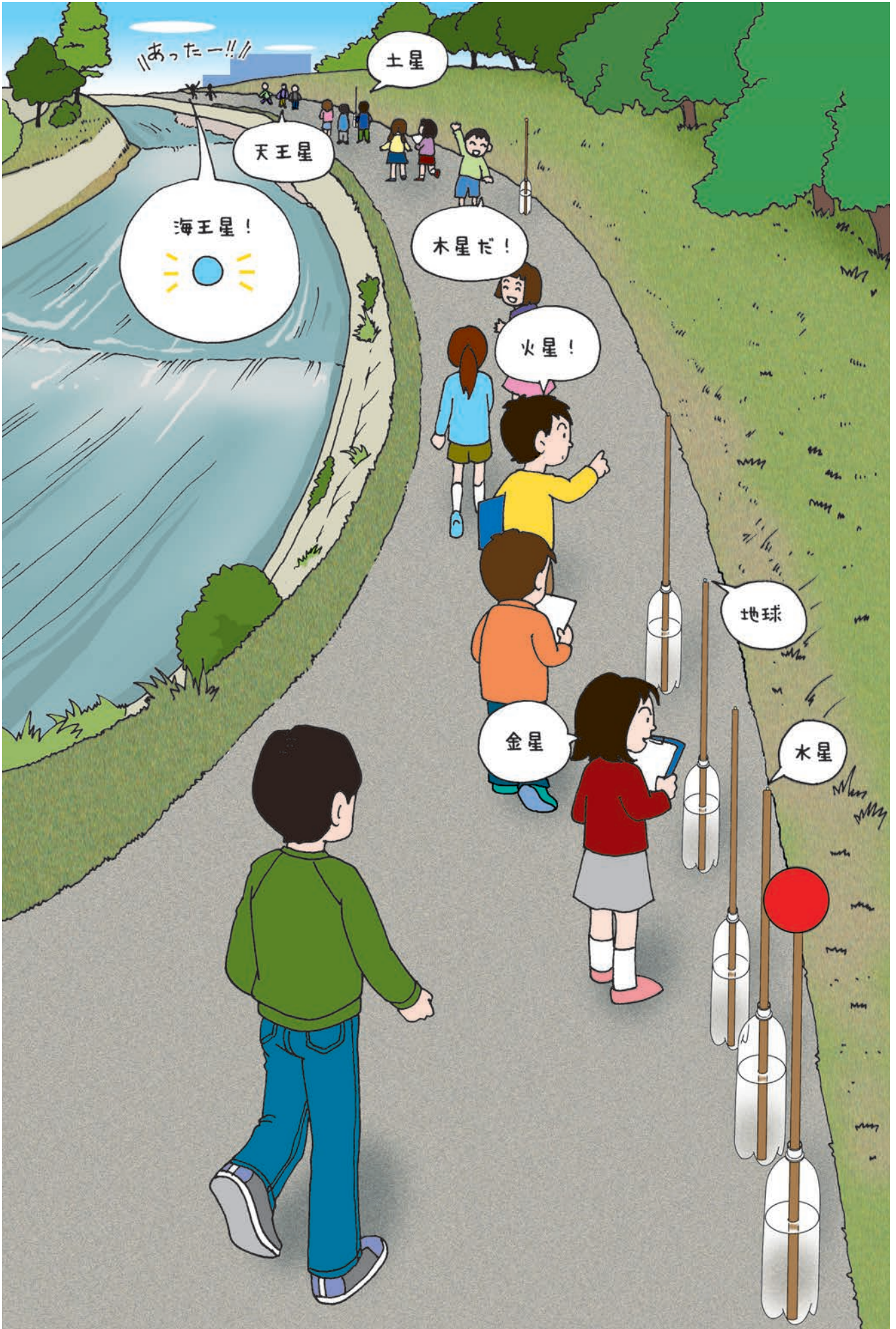
7 屋内での活動 太陽系についてのまとめ

- ①コズミックカレッジ教材ビデオ「惑星への旅 太陽系の広さ／太陽系の惑星たち」を視聴します。JAXA 宇宙教育センターのサイトからダウンロードすることができます。

<http://edu.jaxa.jp>

コズミックカレッジ教材ビデオ
「惑星への旅 太陽系の広さ／
太陽系の惑星たち」の一場面

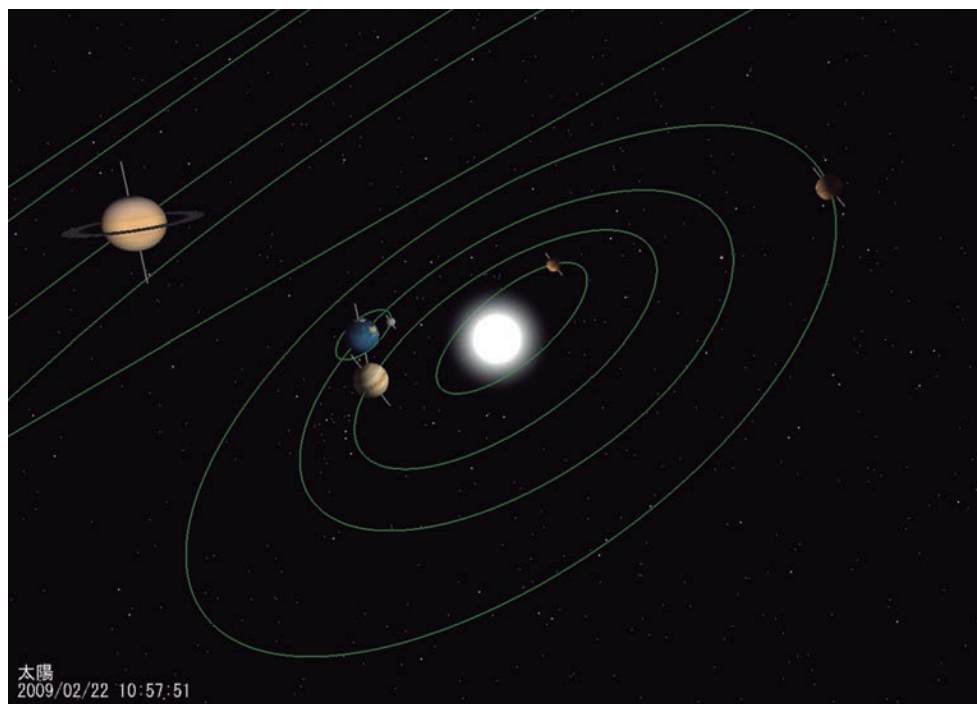




8 天体シミュレーションソフトで太陽系を旅しよう

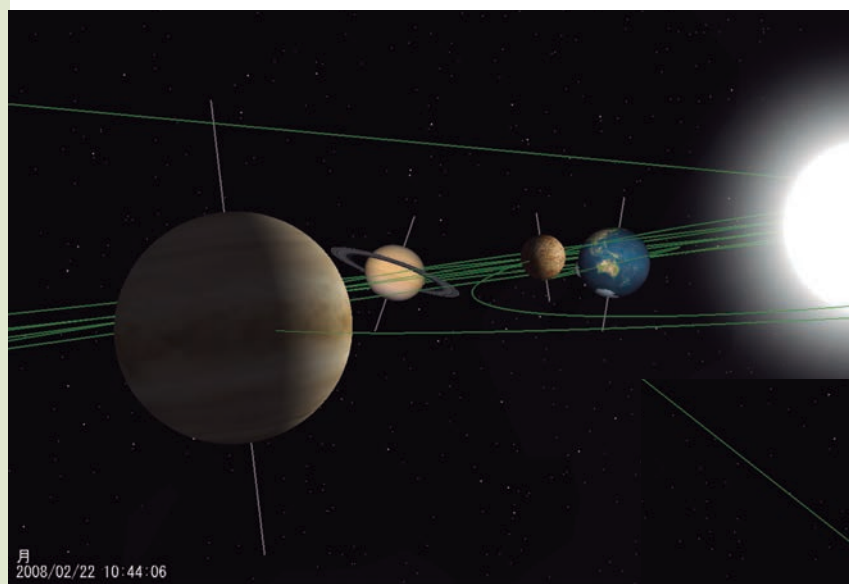
- ① Windows 用フリーソフト「太陽系シミュレータースタジオ」を使って、太陽系をさまざまな角度から子どもたちに見せましょう。原則として操作はリーダーが行います。このフリーソフトは、実際に宇宙旅行をしている気分で太陽系の広がりや、各惑星の自転・公転のようす、日食や月食のようすなどを見ることができます。「太陽系シミュレータースタジオ」は以下のサイトに解説があり、ここからダウンロードすることができます。
<http://www.sssim.com/jp/product/studio/index.html>

Copyright 2001-2008 Solar System Simulator Project All Rights Reserved.



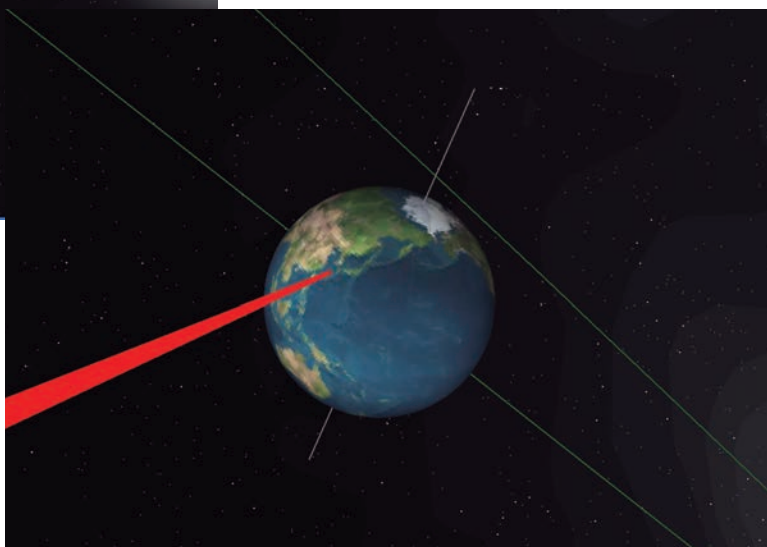
※事前にダウンロードして、ソフトの扱いに十分慣れておきましょう。

パソコンのマウスひとつで宇宙船に乗って太陽系を旅するような感覚が味わえる。



年・月・日・時・分を入力すると、そのときの惑星の位置がそのまま再現できる。観測の視点も自由に変えられる。

日食や月食も、宇宙からの視点で眺めることができる。これは2009年7月22日に日本の南西諸島で観測される皆既日食の画面。地球に月の影が投影されている。



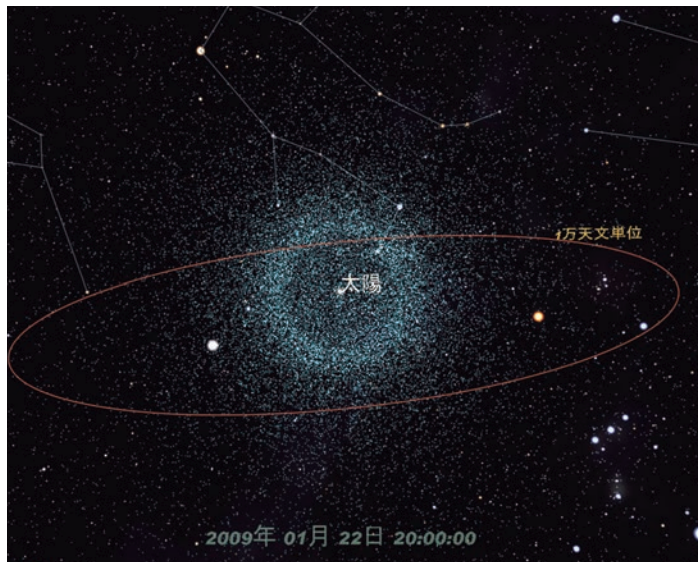
② Windows用フリーソフト「Mitaka」や「Mitaka Plus」を使って、太陽系の海王星よりさらに遠くの宇宙のようすを子どもたちに見せましょう。（「Mitaka Plus」は「Mitaka」に、観測地の追加と編集ができる、観測地の地上風景を表示できる、彗星を表示できるなどの新機能が追加され、より臨場感のある星空や宇宙の姿を楽しめるようになっています。）これらのソフトは、以下のサイトからダウンロードすることができます。

○「Mitaka」 <http://4d2u.nao.ac.jp/html/program/mitaka/index.html>

Copyright 4D2U Project,NAOJ

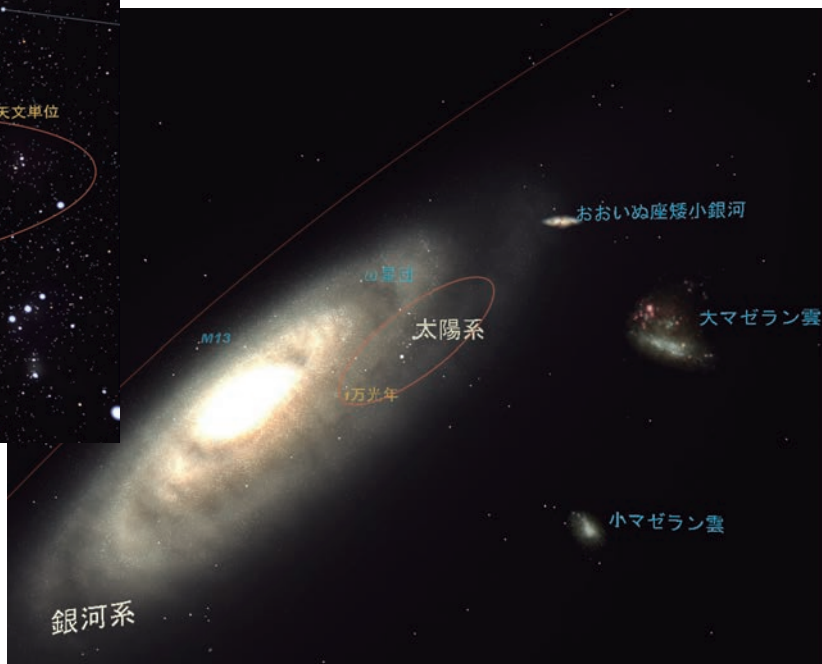
○「Mitaka Plus」 <http://orihalcon.jp/mitakaplus/> 最新版の「Mitaka」をインストールした後、「Mitaka」のフォルダに「Mitaka Plus」のファイルのセットを上書きコピーすると使えます。

Copyright 2007-2008 高幣 俊之, 加藤 垣彦, 4D2U Project



「Mitaka Plus」による太陽系の外縁を取り巻くオールトの雲の画面。視点も距離も自由に設定できる。

銀河系を遙か遠い宇宙空間から眺めた画面。



9 雨の日の活動

予定していた活動日は、必ず好天とは限りません。悪天候のときは、屋内だけの活動になるので、そのための準備もしておきましょう。

①室内に太陽系が収まるように、1兆分の1の縮尺で太陽系のモデルを作りましょう。ビニールテープ等で全長4.5mの太陽系モデル（太陽～海王星）を作り、太陽から各惑星までの距離比を学習させます。1兆分の1の縮尺では、惑星の大きさは表せないで、太陽からの距離と惑星の大きさは別々に学習します。

縮尺		太陽	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星
1/1	直径 (km)	1,392,000	4,878	12,104	12,756	6,794	142,796	120,536	51,118	49,520
	太陽からの距離 (億 km)		0.6	1.0	1.5	2.3	7.8	14.0	29.0	45.0
1/1兆	直径 (mm)	14.0	0.003	0.006	0.006	0.004	0.070	0.060	0.025	0.025
	太陽からの距離 (m)		0.060	0.100	0.150	0.230	0.780	1.400	2.900	4.500

考えさせよう
体験させよう

- ①太陽系の惑星の大きさの比率に相当するものを、身の回りの物から探させてみましょう。厳密な比率を実現できなくてもかまいません。
- ア. スイカを太陽にすると、惑星はどんな物に相当するでしょう。ミニトマト、豆類、ゴマなどから探してみましょう。
- イ. スポーツや遊びに使う道具やボールで、惑星の比率をたとえられないでしょうか？
- ②地球と月の大きさと距離についても、太陽系と同じように適当な縮尺で大きさを体験させてみましょう。地球と月との距離は38万kmですから、1000万分の1にすると38mに、地球の直径12,756kmの1000万分の1は1.27mに、月の直径3475kmの1000万分の1は約35cmになります。
- このとき、国際宇宙ステーションは地上何cmのところにあるか、地球の大気の間は何cmになるか、計算してみましょう。
- ③太陽系の惑星の探査機について、これまでどの惑星に何という探査機が訪れたかまとめてみましょう。
- ④パイオニアやボイジャーなど、太陽系を超えて宇宙を飛行し続けている惑星探査機の打ち上げ以来の軌道について調べてみましょう。

安全対策

- ①子どもたちが太陽系の模型を作るときは、カッターナイフやはさみなどの工具を使うので、じゅうぶんに気をつけましょう。
- ②屋外での活動の際は、交通事故にあわないよう自動車や自転車などの乗り物に注意をはらいましょう。
- ③屋外の活動では、太陽から海王星まで長い距離を歩くので、子どもたちをよく見守りましょう。子どもたちの先頭と最後尾には必ずリーダーがつくようにしましょう。

太陽光で目を傷めないように万全の備えを

- ④望遠鏡や双眼鏡を使用する場合は、太陽を直視する事故が起こらないよう、担当のリーダーが責任を持って監督しましょう。

キーワード

太陽系、惑星、公転、距離と大きさ、各太陽系惑星の特徴

監修 : 東京都新宿区立新宿中学校主幹教諭 小林輝明氏
発行 : 宇宙航空研究開発機構 宇宙教育センター

協力 : 財団法人日本宇宙少年団 YAC 株式会社学習研究社
絵 : 鳥飼規世

©JAXA2009 無断転載を禁じます

1. 自分の歩はばを調べよう

- ①いつもと同じ速さで 10 歩あるいて、何メートル何十センチになったか測ります。
- ②3回以上①を繰り返して、平均のきよりを計算します。
- ③平均きよりを 10 で割って、自分の歩幅を計算します。

	10歩あるいたきより
1回目	
2回目	
3回目	
平均	

10 歩の平均きより ÷ 10 (歩) = □.□m

●自分の歩はば

m

2. それぞれの惑星までは、何歩？

太陽から海王星までは約 45 億 km です。このきよりを 100 億分の 1 にちぢめたコースを実際に歩いてみると、自分の足で何歩だったでしょう？ 歩数を書きましょう。

太陽～地球	地球～火星	火星～木星	木星～土星	土星～天王星	天王星～海王星

3. 惑星間の歩いたきよりは、何m？

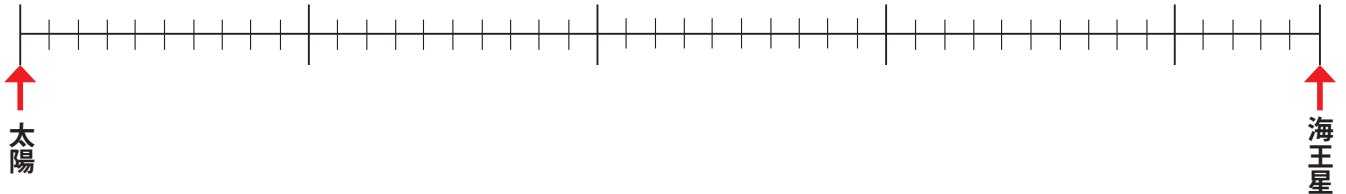
自分の歩はばに歩数をかけて、歩いたきよりを計算しましょう。

歩はば () m × 歩数 () 歩

太陽～地球	地球～火星	火星～木星	木星～土星	土星～天王星	天王星～海王星
m	m	m	m	m	m

4. 惑星の位置を書きこんでみよう。

太陽と海王星以外の惑星の位置を、↑と惑星名で書きこみましょう。



5. 太陽系について、わかったこと

この学習で新しく知ったことや発見したことは、どんなことかな？ 書いておきましょう。

6. この学習で感じたこと、心に残ったこと

この学習の感想をまとめておきましょう。