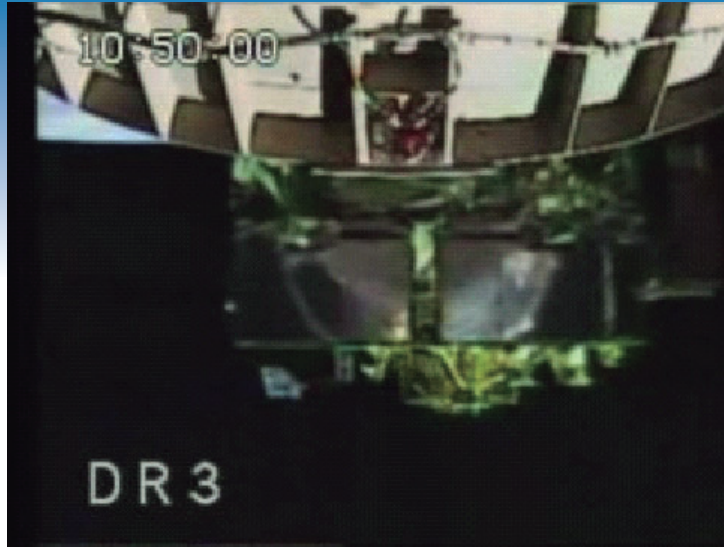


—人工衛星の基礎知識—

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。



●教材提供●
日本宇宙少年団
横浜分団
竹前俊昭氏・寺浦久仁香氏

2007年2月28日 発行
2013年4月1日 改訂

H-II A-8号機からの陸域観測技術衛星「だいち」の分離
(搭載カメラによる画像 (2006年1月24日))

目標とねらい

人工衛星の名前をただ覚えるだけでなく、人工衛星から広がる好奇心を大切にしたいものです。ここでは、人工衛星に関する学習の具体例を次の5つに分けて紹介します。

- 1 人工衛星はなぜ落ちないの？
- 2 人工衛星の種類
- 3 人工衛星はどう飛ぶの？
- 4 人工衛星を見よう
- 5 人工衛星を作るのも夢じゃない

対象学年

小学校低学年以上

所要時間

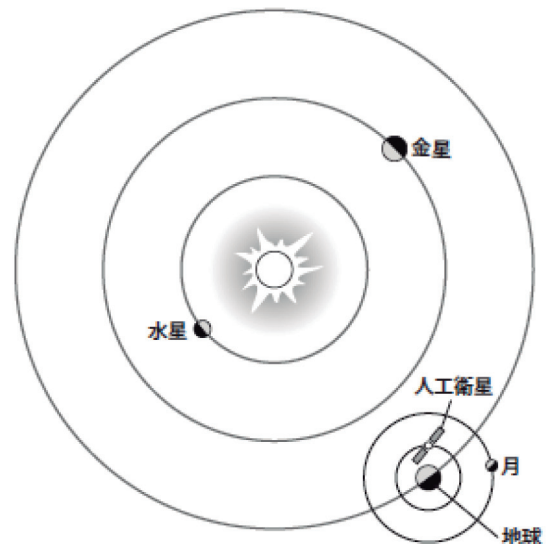
2～3時間

1 人工衛星はなぜ落ちないの？

①そもそも「衛星」って何？

惑星の引力に引かれて、惑星の周りを回り続けているものを衛星と呼びます。月は地球の衛星です。

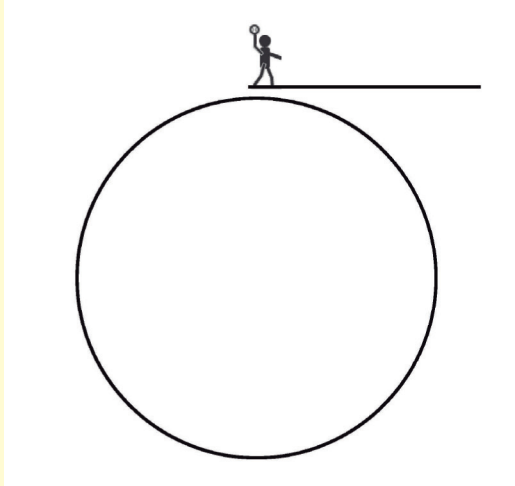
人工衛星は、その名の通り人間が作った衛星です。



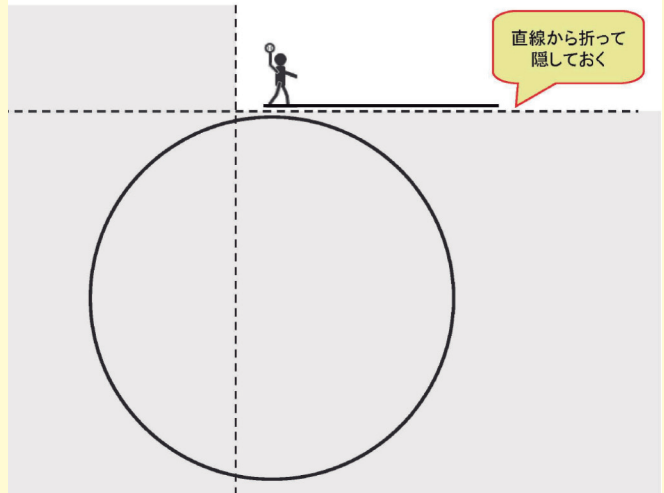
②人工衛星はなぜ地上に落ちてこないの？

人工衛星が落ちてこないわけを、次のようにして説明しましょう。模造紙をつなぎ合わせて地球に見立てた大きな円を描き、子どもに質問しながらボールの軌跡を書き込んでいきます。

模造紙には地面に見立てた直線も引いておきます
(丸い地球の全てを見せない)

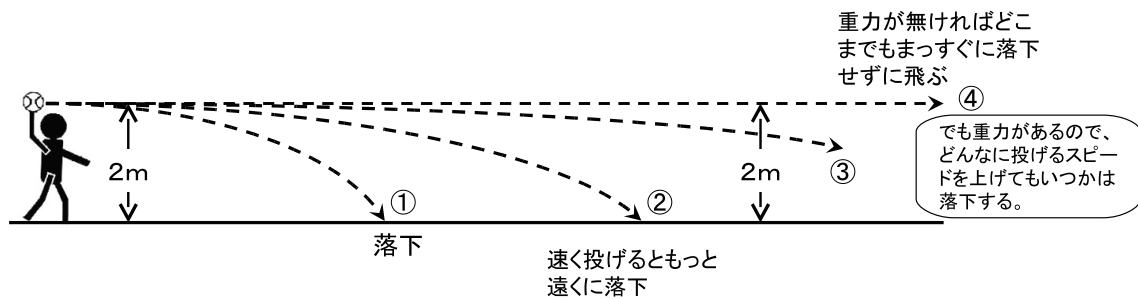


模造紙は折っておきます (点線部分)



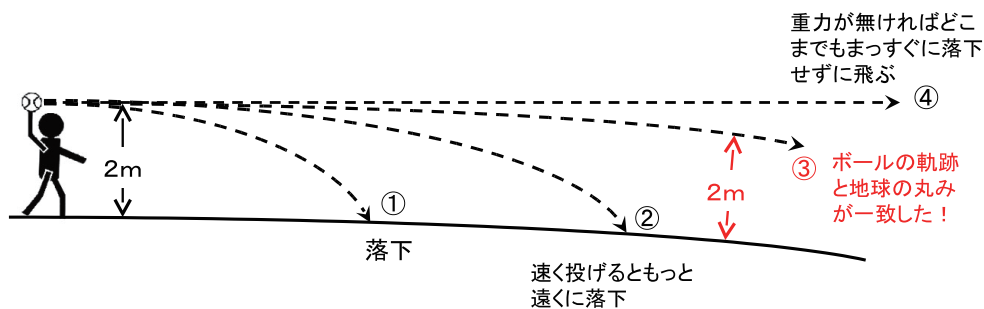
●半径 65cm (縮尺 1000 万分の 1) の円を描こう！
地球の赤道半径 約 6500km (6378km) → 65cm (1 千万分の 1)

(1) まず、2m の高さからボールを真横に投げたときのことを考えてみましょう。



(2) 投げるスピードをどんどん上げると？

投げるスピードが速くなればボールはどんどん遠くまで飛びますが、やがて地面に落ちますね。しかし、さらに投げるスピードを上げて、ボールの軌跡と地球の丸み(カーブ)が一致したら、ボールはどうなるでしょう？



(3) ボールの軌跡と地球の丸みが一致したら？

●ボールの軌跡と地球の丸みが一致したとき、ボールの地面からの高さが、投げ出したときの高さからずっと変わらないという不思議なことが起こります。

このとき、果たしてボールは落下していないのでしょうか。

地球に重力がなく、ボールが落ちないとしたら、どこまでも真っ直ぐに飛んで行くはずですが。

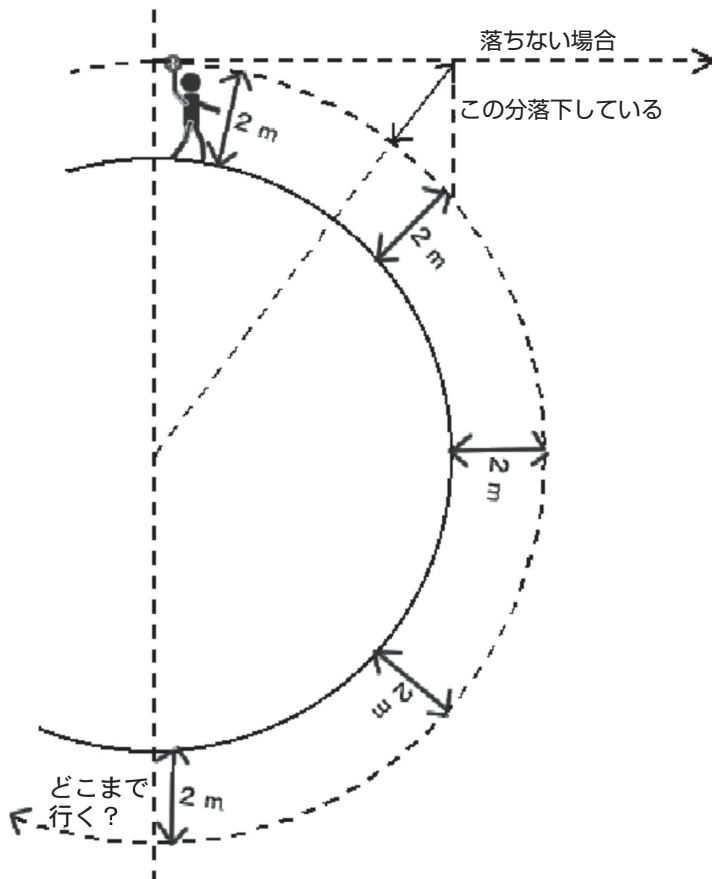
しかし実際は重力があるので、ボールの軌跡は曲がります（落ちている）。

●ここで目の前の地面を、宇宙からの視点（丸い地球）に移してみましょう。

ボールの地面からの高さは全く変わっていませんが、落ちない場合の直線と比べると、確かに落ちていきますね。

そう、落ちて当たる先の地面が曲がっているため（つまり地球が丸いため）、落下し続けても地面には当たらず、ついには元の位置に戻ってきてしまうのです。

いったん元の位置に戻ってきたら、その後は同じことの繰り返しです。こうして、地球の周りを回る人工衛星が誕生するのです。



子どもたちと考えながら、模造紙にボールの軌跡を描き込む。

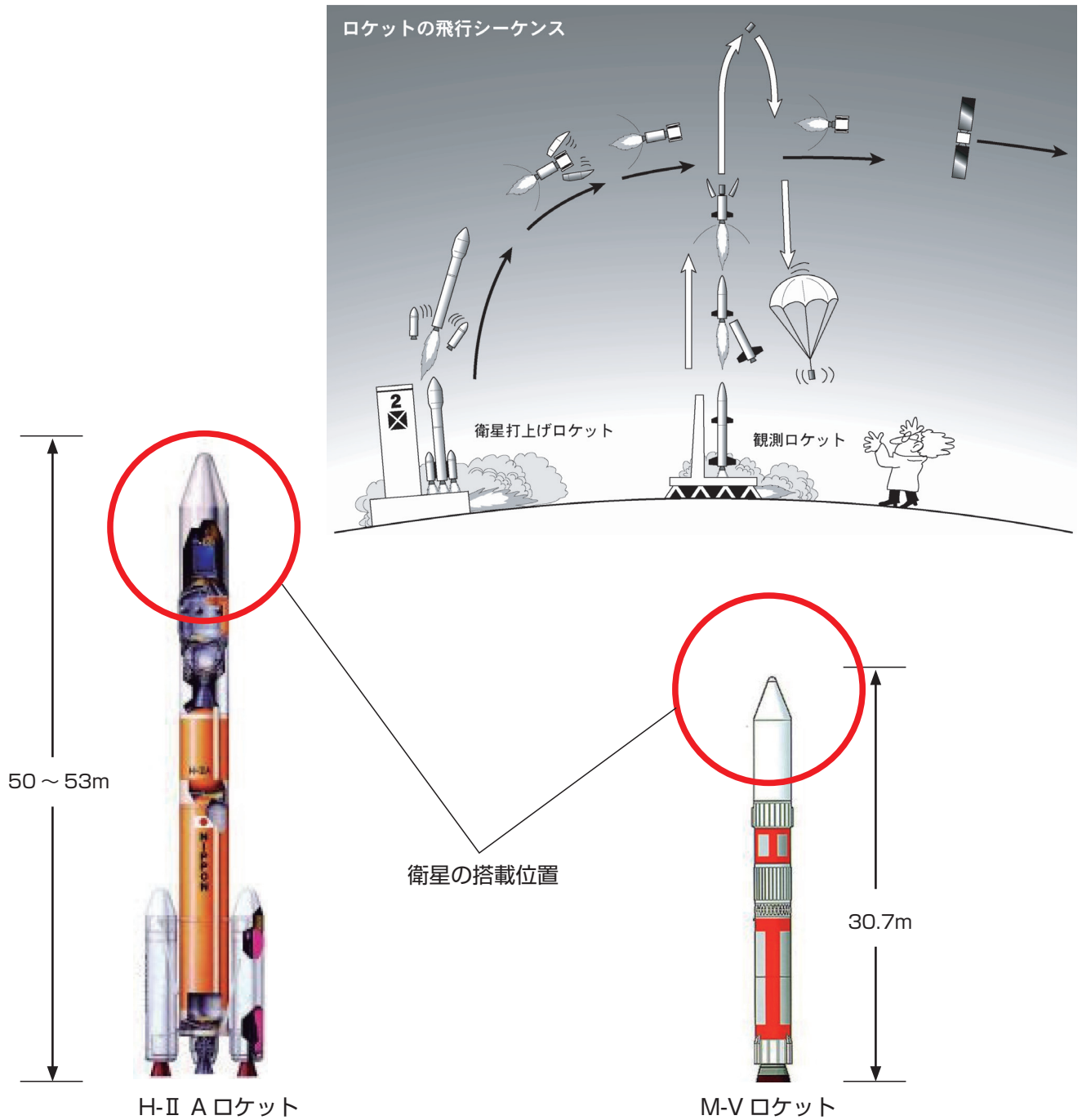
●この縮尺の地球円はいろいろなことに使えます。例えば……

- a. 富士山を描き込んでみよう。
- b. 大気の厚みを描き込んでみよう。
- c. 人工衛星の飛ぶ高さを描き込んでみよう。

③人工衛星とロケット

人工衛星の速度が落ちずに地球の周りを回り続けられるのは、宇宙空間には空気の抵抗がほとんどないからです。その宇宙へ人工衛星を運び、ものすごいスピードで投げ出してくれるのがロケットです。

人工衛星は、ただ高く打上げるだけでは衛星になりません。空気のない宇宙まで高く上げた後に、ロケットから横方向に打ち出しているのです（この方向転換のしかたはロケットによって違います）。



●観測ロケット

衛星打上げ用のロケットとは別に、宇宙まで上がって落ちて来る(だけの)「観測ロケット」と呼ばれるものもあります。わずか10分程の間に、様々な観測や実験をするのです。

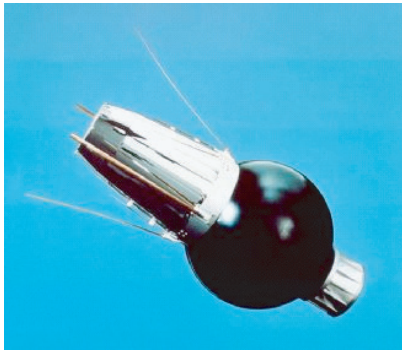
観測ロケット (S-310型)



2 人工衛星の種類

①技術開発・試験衛星

人工衛星には常に新しい技術が取り入れられますが、その技術を確認するものにするために作られた衛星です。新しいロケットの1号機には、試験衛星がしばしば搭載されます。



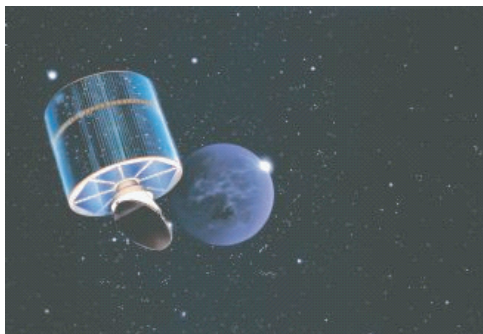
日本初の人工衛星「おおすみ」



巨大なアンテナを展開した「きく8号」

②通信放送衛星

すっかりおなじみになったBS放送や、国内・海外とのTV中継などに使用される衛星です。



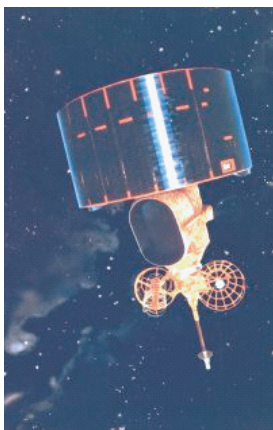
各種通信試験を行った「さくら3号」



BS放送に使用された「ゆり3号」

③地球観測衛星

地球の状態を監視する衛星です。毎日お世話になっている天気予報のための衛星もここに分類されます。



日本上空の雲を撮影し続けた「ひまわり5号」



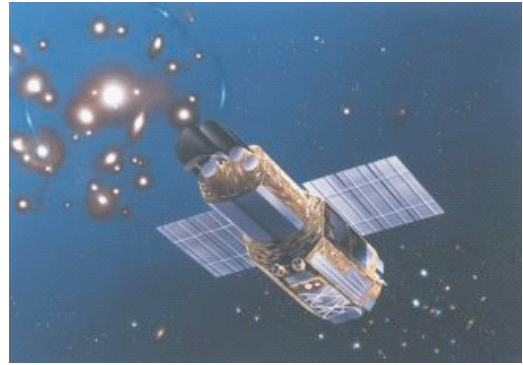
地球上の陸地の状態を詳しく観測する「だいち」

④科学衛星

宇宙の謎に迫る観測をする衛星で、地球周辺の観測をしたり、望遠鏡を搭載して遠くの天体を観測しています。



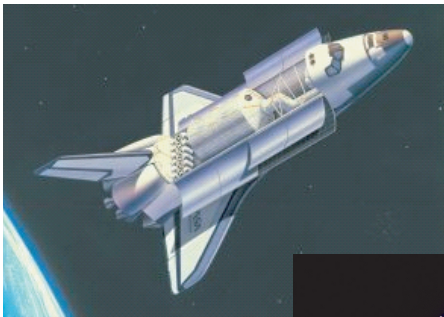
宇宙からオーロラを観測し続けている「あけぼの」



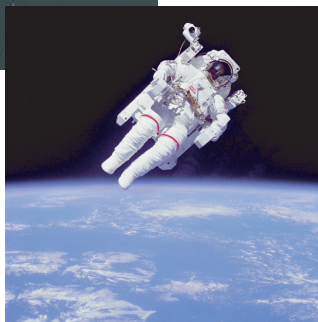
X線でブラックホールや銀河団の謎に迫る「すざく」

⑤有人衛星

この分類のしかたは一般的ではないかもしれませんが、人間が乗る宇宙船も地球の周りを回れば人工衛星といえます。



初めての完全な宇宙往還機である「スペースシャトル」



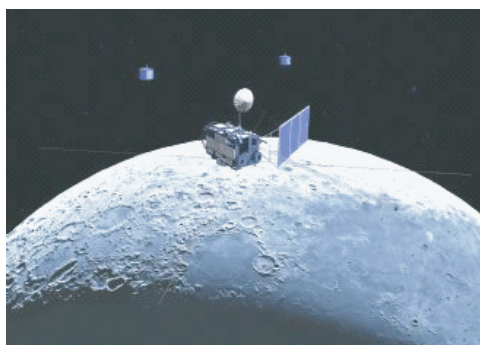
宇宙遊泳をする宇宙飛行士も立派な「人工」衛星です（写真は STS-41B でのマッカンドレス飛行士）©NASA-HQ-GRIN



「国際宇宙ステーション (ISS)」

⑥惑星探査機

地球の周りを回っていないので「衛星」とは呼べませんが、地球外の天体をその場に行って観測する探査機達です。厳密に言えば、惑星間空間を飛行している物は「人工惑星」、月や火星の周りを回れば「その天体の人工衛星」になります。



アポロ計画以来最大規模で本格的に月を探査した「かぐや」



世界で初めて小惑星から微粒子を持ち帰った「はやぶさ」

3 人工衛星はどう飛ぶの？

感覚的に人工衛星が飛ぶ原理をつかんだ後、さらに人工衛星について学習するためには最低限理解しておきたいことがいくつかあります。ここでは高度と周期を取り上げます。

①地面からの高さ「高度」

地面から人工衛星までの高さを「高度」といい、人工衛星が通る道筋を軌道と呼びます。スペースシャトルや国際宇宙ステーションは、およそ高度400kmの軌道を飛んでいます。ところで、この400kmという距離は近いでしょうか？ 遠いでしょうか？ 人工衛星2-2ページの地球の縮尺円に軌道の円を描いてみると、その近さに驚かされます。

②地球を1周する時間「周期」

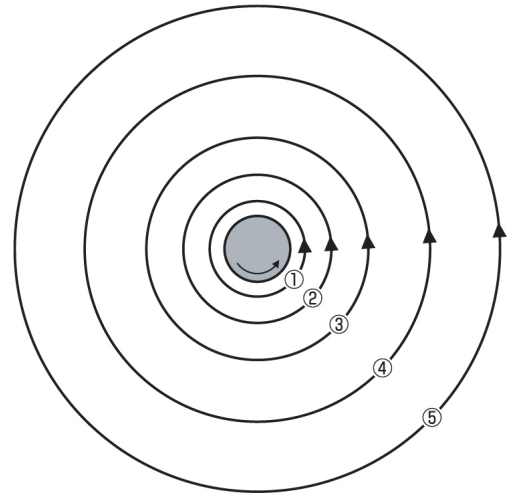
人工衛星が地球を1周する時間を「周期」といいます。周期は高度や軌道の形(円・楕円)によって変わります。円軌道の場合、高度が低いほど周期は短く、高くなるほど周期が長くなるのが表からわかります。

ここで注目したいのは、高度約36,000kmの④です。この軌道の衛星を静止衛星と呼びますが、止まっている(動いていない)わけではありません。その周期をよく見ると、およそ24時間(つまり1日)ですね。地球は1日で1回転(自転)しています。そして静止衛星は1日で地球の周りを1周します。静止衛星から地球を見ると、地球上の同じ場所が見え続けます。逆に地上からも、空(宇宙)の同じ地点に衛星が居続けて、止まっているように見えるのです。

この見え方は子ども2人が向かい合って立ち、1人が地球役になってその場で回転(自転)し、もう1人が衛星役になって周りを回れば、すぐに実感できます。

表にはありませんが、もっと高度が高くなるとどうなるのでしょうか。およそ38万km離れたところ(高度)には「天然」の衛星である月がいます。そして月は、およそ27日かけて地球の周りを1周しています。

人工衛星の高度と速度の関係(円軌道)



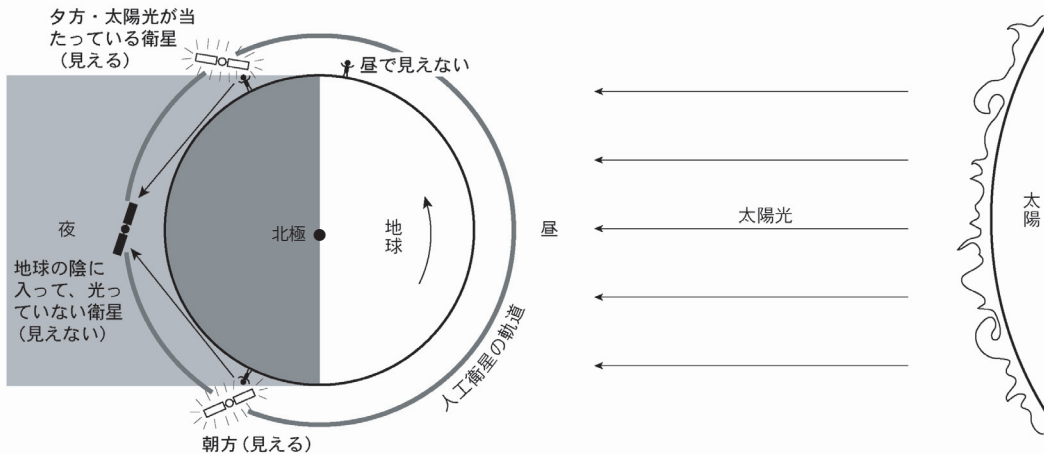
	高度 (km)	速度 (km/秒)	周期
	0	7.906	1 時間 24 分 28 秒
	100	7.844	1 " 26 分 " 29 秒
①	200	7.778	1 " 28 分 " 29 秒
	300	7.725	1 " 30 分 " 32 秒
②	500	7.612	1 " 34 分 " 37 秒
	700	7.503	1 " 38 分 " 47 秒
③	1,000	7.35	1 " 45 分 " 08 秒
	2,000	6.987	2 " 07 分 " 12 秒
	3,000	6.519	2 " 30 分 " 39 秒
	5,000	5.918	3 " 21 分 " 19 秒
	10,000	4.934	5 " 47 分 " 40 秒
	30,000	3.31	19 " 10 分 " 51 秒
④	35,786	3.075	23 " 56 分 " 04 秒
⑤	40,000	2.932	27 " 36 分 " 39 秒

4 人工衛星を見よう

望遠鏡で夜空に輝く星を見るのは楽しいものですが、動いている人工衛星を見るのもまた、楽しいものです。予定時間通りに見え、しかも望遠鏡のいらない（実際のところ望遠鏡では追えない）人工衛星の観察会を企画してみましょう。

①人工衛星が見えるわけ

自ら光を発していない人工衛星を見るには、条件が整っていなければなりません。つまり、地上は暗くなっているのですが、人工衛星が飛んでいるところはまだ明るく、太陽の光を反射していることが見える条件になります。このようなタイミングは、日の入りの直後か日の出の直前に限られます。



②国際宇宙ステーションやスペースシャトルを見よう

いちばん見やすく見ごたえがあるのは、何といても国際宇宙ステーションでしょう。人工衛星の中では最大であるうえ、そこに宇宙飛行士が乗っていると思うと、ただの光の点ではなくなります。双眼鏡を使うと、形までわかります。



国際宇宙ステーション (ISS)

JAXA のホームページでは、国際宇宙ステーションが見られる時刻や位置が紹介されています。

<http://kibo.tksc.jaxa.jp/>

5 人工衛星を作るのも夢じゃない

人工衛星を作れるのは、大企業のメーカーだけだと思っていませんか？ いいえ、形は小さいですが、町工場や大学生が作った人工衛星が実際に宇宙を飛んでいます。

*次のサイトが参考になります。

東京大学・中須賀研究室のホームページ <http://www.space.t.u-tokyo.ac.jp/nlab/index.html>

東京工業大学・松永研究室のホームページ http://lss.mes.titech.ac.jp/index_j.html

安全対策

人工衛星を観測する時間帯は、薄暗い中途半端な明るさであり、しかも時々刻々と明るさが変化していく。このようなときは、通常の（星を観る）観望会以上に足下の注意が必要。

学習指導要領との関連

小学校 6年	理科 (地球)	月と太陽
中学校 3年	理科 (エネルギー)	運動の規則性
中学校 3年	理科 (エネルギー・粒子)	科学技術の発展
中学校 3年	数学 (図形)	図形の相似
中学校 3年	数学 (関数)	関数 $y=ax^2$

キーワード 人工衛星、静止衛星、衛星、探査機、軌道

教材提供 : 日本宇宙少年団横浜分団 発行 : 宇宙航空研究開発機構 宇宙教育センター
 竹前俊昭氏・寺浦久仁香氏 協力 : 財団法人日本宇宙少年団 YAC 株式会社学習研究社
 ©JAXA2013 無断転載を禁じます