

連さんと令さんは、宇宙を舞台にした映画「スター・ウォーズ」を鑑賞した帰りに、日没後すぐの空を見ながら宇宙や惑星について話し合った。(1)～(7)に答えなさい。

太陽系の惑星について

連さん：映画、面白かったね。でもこれがシリーズ完結編だと思うと、さびしい気がするね。

令さん：実際の宇宙でも、映画みたいいろいろな惑星があるのかな。

連さん：映画は、「遠い昔、遙か彼方の銀河系で・・・」という設定だけど、僕たちの太陽系に実在する8個の惑星も、それぞれに特徴があって、とても面白いよ。

令さん：私は天体望遠鏡で、土星の環を見たことがあるわよ。

連さん：僕も見たことがあるよ。ちなみに、あの明るい星は金星だよ。「宵の明星」とよばれることもあるんだ。

- (1) 令さんが挙げた土星は木星型惑星、連さんが挙げた金星は地球型惑星とよばれるグループに属している。

木星型惑星と地球型惑星を比べたとき、対照的な違いが見られる。どのような違いがあるか、表から読み取れることをすべて答えなさい。

表【惑星の特徴】

	太陽からの平均距離	公転周期(年)	自転周期(日)	赤道半径	質量	大気的主要成分	惑星の表面温度(°C)
水星	0.4	0.24	58.65	0.38	0.06	ほとんどなし	約170
金星	0.7	0.62	243.02	0.95	0.82	二酸化炭素	約460
地球	1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	窒素 酸素	約15
火星	1.5	1.88	1.03	0.53	0.11	二酸化炭素	約-60
木星	5.2	11.9	0.41	11.2	317.8	水素 ヘリウム	約-120
土星	9.6	29.5	0.44	9.4	95.2	水素 ヘリウム	約-130
天王星	19.2	84.0	0.72	4.0	14.5	水素 ヘリウム	約-200
海王星	30.1	165.0	0.67	3.9	17.2	水素 ヘリウム	約-200

表中の太陽からの平均距離、赤道半径、質量は、地球を1としたときの値

木星型惑星(木星・土星・天王星・海王星)は、地球型惑星(水星・金星・地球・火星)と比べたとき、太陽からの平均距離が大きい、公転周期が長い、自転周期が短い、赤道半径が大きい、質量が大きい、という対照的な違いが見られる。

(例外があるため参考として示すが、次の項目もかなり対照的な違いが見られる。大気的主要成分については、水星を除く地球型惑星は二酸化炭素、窒素、酸素など比較的密度の大きい重い気体であるのに対し、木星型惑星は水素、ヘリウムなど比較的密度の小さい軽い気体である。また惑星の表面温度は、火星がやや低い、おおむね地球型惑星は比較的気温が高いのに対し、木星型惑星は-100°Cを下回り、非常に温度が低い。)

【解説】基礎的・基本的な知識・技能を活用して、各惑星の特徴をまとめた一覧表に示された数値を比較・分析し、そこから地球型惑星と木星型惑星の違いを説明することを問う問題。

表で挙げた7つの項目のうち、太陽からの平均距離、公転周期、自転周期、赤道半径、質量については、地球型惑星と木星型惑星で明らかに大きく異なっていることがわかる。

大気的主要成分や惑星の表面温度については、水星や火星が例外となるため、表から読み取れる対照的な違いとしてそのまま挙げるのは難しいが、大気的主要成分については、地球型惑星が密度の大きい、比較的重い気体、木星型惑星が密度の小さい、比較的軽い気体といえる。水星は太陽系の惑星の中で最も質量が小さく、大気を引き留めるだけの十分な重力がなかったため、大気のほとんどが失われたと考えられている。また惑星の表面温度については、おおむね太陽から受けるエネルギーの影響が大きく、太陽に近い地球型惑星は比較的高温で、太陽から遠い木星型惑星は比較的低温となっている。

地球型惑星と木星型惑星の違いについては、問題(2)で取り上げる、惑星の質量と体積から導かれる平均密度(天体を構成する物質1cm³あたりの質量(g))も対照的である。地球型惑星は、表面が地球のような岩石でできており、内部は岩石より重い金属でできていると考えられるため、平均密度が大きい。一方、木星型惑星は、水素やヘリウム、メタンなど密度の小さい比較的軽い物質からできていて、中心部も岩石や氷など、地球より密度の小さい比較的軽いものでできていると考えられる。そのため平均密度が小さい。

その他の地球型惑星と木星型惑星との対照的な違いとしては、環の有無、衛星の数が多いか少ないかなども挙げるができる。

なお、木星と土星には惑星内部に岩石や氷でできた中心核を包む金属水素(超高压下の特殊な状態)の厚い層があり、天王星と海王星には惑星内部に岩石や氷でできた中心核を包む氷の層があると考えられており、厳密には両者の間にはある程度差異が見られる。

一方、地球型惑星と木星型惑星で共通することとしては、太陽の周りを公転する軌道がほぼ円に近い楕円軌道であること、公転の向き、各惑星が公転する面(公転面)の傾き(→全ての惑星が、ほぼ同一平面上で公転)などが挙げられる。

このように、太陽系の惑星は多様性と共通性をあわせもっているといえる。

「活用」(分析・解釈)

表【惑星の特徴】※平均密度を加えた表

	太陽からの平均距離	公転周期(年)	自転周期(日)	赤道半径	質量	大気的主要成分	惑星の表面温度(°C)	平均密度	
地球型惑星	水星	0.4	0.24	58.65	0.38	0.06	ほとんどなし	約170	5.43
	金星	0.7	0.62	243.02	0.95	0.82	二酸化炭素	約460	5.24
	地球	1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	窒素 酸素	約15	5.51
	火星	1.5	1.88	1.03	0.53	0.11	二酸化炭素	約-60	3.93
木星型惑星	木星	5.2	11.9	0.41	11.2	317.8	水素 ヘリウム	約-120	1.33
	土星	9.6	29.5	0.44	9.4	95.2	水素 ヘリウム	約-130	0.69
	天王星	19.2	84.0	0.72	4.0	14.5	水素 ヘリウム	約-200	1.27
	海王星	30.1	165.0	0.67	3.9	17.2	水素 ヘリウム	約-200	1.64

表中の太陽からの平均距離、赤道半径、質量は、地球を1としたときの値

(2) 地球の平均密度は約 5.5 g/cm^3 である。金星と土星の平均密度はどのくらいか。表から読み取れることをもとに考え、ア～コから最も適切なものをそれぞれ選びなさい。

- | | |
|--------------------------------------|--|
| ア 水素の密度約 0.00090 g/cm^3 程度 | イ 二酸化炭素の密度約 0.0019 g/cm^3 程度 |
| ウ ガソリンの密度約 0.69 g/cm^3 程度 | エ 水の密度 1.0 g/cm^3 程度 |
| オ 飽和食塩水の密度約 1.2 g/cm^3 程度 | カ 花こう岩の密度約 2.7 g/cm^3 程度 |
| キ 地球の平均密度約 5.5 g/cm^3 程度 | ク 鉄の密度約 7.9 g/cm^3 程度 |
| ケ 鉛の密度約 11.0 g/cm^3 程度 | コ 金の密度約 19 g/cm^3 程度 |

土星	ウ	金星	キ
----	---	----	---

【解説】表で与えられた数値から、必要なものを選び、理科および数学の基礎的・基本的な知識・技能を組み合わせ活用し、答えを導く問題。

惑星の平均密度は、次の式で求められる
$$\text{惑星の平均密度} = \frac{\text{惑星の質量}}{\text{惑星の体積}}$$

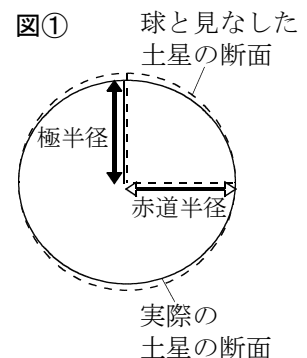
このように密度は惑星の質量に比例し、惑星の体積に反比例する。
また、惑星を赤道半径を基準とする球であると考え、

$$\text{惑星の体積} = \frac{4}{3} \times \pi \times \text{惑星の赤道半径}^3 \quad \text{となる。}$$

よって、惑星の平均密度は、質量に比例し、赤道半径の3乗に反比例すると考えることができる。
金星については、表の値をみると質量、赤道半径の両方とも、地球とおおむね同じであることから、平均密度も地球とほぼ同じであると考えられる。また、質量が地球の約0.82倍、赤道半径が約0.95倍という値を用いて実際に計算しても、地球に対する金星の密度は $0.82 \div 0.95^3 \doteq 1$ 倍で、地球とほぼ同じという結果が得られる。

一方、土星については、表より、質量が地球の約95.2倍、赤道半径が約9.4倍なので、土星の平均密度は、地球の平均密度の $95.2 \div 9.4^3 = 0.11461 \dots \doteq 0.115$ 倍となる。地球の平均密度は約 5.5 g/cm^3 であるので、土星の平均密度 $5.5 \times 0.115 \doteq 0.63 \text{ g/cm}^3$ という値が得られる。
図①のように、土星は実際には赤道方向にかなりふくらんでおり、赤道半径を基準とする球よりも体積は小さい。このため土星の密度は計算した値より大きくなり、 0.69 g/cm^3 となっている。それでも、水の密度をかなり下回っていることがわかる。土星は水に浮かぶくらい密度が小さく、太陽系の惑星の中で密度は最小である。

「活用」(適用)



(3) 表は太陽からの平均距離が小さい惑星を上から順に並べている。平均距離に対する規則性が見られる惑星の特徴は何か、書きなさい。ただし、表で挙げられた、太陽からの平均距離以外の6項目からあてはまるものを選ぶこと。

公転周期

【解説】基礎的・基本的な知識・技能を活用して、各惑星の特徴をまとめた一覧表に示された数値を比較・分析し、規則性を見いだすことを問う問題。

表で挙げた7つの項目のうち、太陽からの平均距離と公転周期の間には、平均距離が大きいほど公転周期が長いという明確な規則性が見られる。この関係は、ケプラーの第3法則（調和の法則）「惑星の公転周期の2乗は、軌道長半径（＝太陽からの平均距離）の3乗に比例する」で表される。

惑星の表面温度は、(1)で取り上げたように、太陽から受けるエネルギーの影響が大きいため、太陽からの平均距離との規則性がおおむね見られるが、太陽に近い水星より、太陽から遠い金星の方が高温になっていて、逆転している。その理由については次のとおりである。

水星は大気がほとんどないため、昼の側の表面温度が430℃ほどになるのに対し、夜の側は熱が宇宙に直接逃げて-180℃ほどまで下がるため、惑星全体を平均すると、約170℃ほどになる。一方、金星は地球よりたくさん太陽エネルギーを受けている上、大気の主成分が二酸化炭素であり、大気圧が約90気圧もあるため、強い温室効果が発生し、夜の側も含めて惑星全体が非常に高温となり、太陽系で最も高温の惑星となっている。

「活用」（分析・解釈）

地球に生物が存在する理由

令さん：映画ではたくさんの惑星で、さまざまな宇宙人が生活していたけど、将来、金星や火星に人間が移住することはできるのかな。

連さん：今のままの金星や火星の環境では、人間がそのまま住むことはできないね。

令さん：なぜ地球だけさまざまな生物が生存できるのかな。

(4) 現在、地球上に数多くの生物が生存しているのは、地球に生物の生存を可能にする条件が備わっているからである。表の内容にふれながら、主な条件を2つ書きなさい。

条件1

表の惑星の大気の成分の項目から、地球は酸素を多く含む大気があること。

条件2

表の惑星の表面温度の項目から、水が凍ったり蒸発したりせずに、液体の状態で存在できる温度であること。

【解説】表で与えられた数値から、必要なものを選び、基礎的・基本的な知識・技能を組み合わせ、答えを導く問題。

地球に関する数値と、他の惑星を比較し、地球が生命に適した条件が何であるかを考察する。

地球が生物の生存に適した条件の一つとして、酸素を多く含む比較的厚い大気が存在することが挙げられる。このことについては、大気を引き留めるために十分な惑星の質量があることも大きく関係している。水星や火星は大気を引き留めるために十分な惑星の質量がなく、大気のほとんどが失われてしまった。火星は重力が小さい分、地球より大気が薄くなる傾向があった上、地球のような磁場がないため、太陽風（太陽から吹き付ける高速の電気を帯びた粒子の流れ）によって大気が吹き飛ばされた結果、150～170分の1気圧ほどしかない非常に薄い大気となっていて、生命には適さない環境となっている。

地球が生物の生存に適したもう一つの条件は、液体の水が存在できる表面温度であることが挙げられる。このことについては、太陽からの平均距離がちょうどよいことも深く関係している（図②のような、太陽からちょうどよい距離にあるドーナツ状の領域は、ハビタブルゾーン/居住可能領域とよばれる）。

金星は地球とほぼ同じ質量で、地球より厚い大気が存在する。しかし、地球より太陽に近く、惑星の表面温度がもともとかなり高い上に、大気中の二酸化炭素による温室効果でさらに高温になった結果、水は蒸発し、蒸発した水は大気上層で強い紫外線によって分解し、軽い水素は宇宙へ逃げ、酸素は地表の岩石などと反応して酸化物となったため、ほとんど失われてしまったと考えられている。

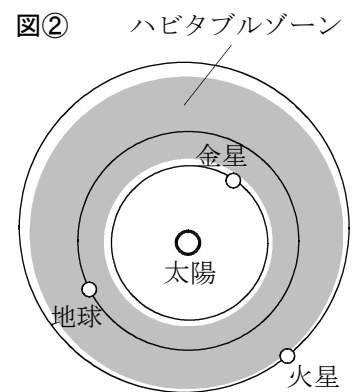
一方火星は、太陽からわずかに遠いため、太古の時代には比較的豊富な液体の水があった痕跡があるものの、現在はその一部が氷（永久凍土）の状態ですべて地下に閉じ込められていると考えられている。ただし火星については、太古に存在した海で誕生した、細菌類のような原始的な微生物が氷の中に閉じ込められている可能性があり、将来の詳細な探査が期待される。

ちなみに地球の月は、太陽からの距離は地球と同じでちょうどよいが、重力が地球の約6分の1しかなく、大気を地表に引き留めることができなかったため、生命は存在していない。

なお、現在の地球では、酸素を利用する生物が圧倒的に多いが、酸素を必要としない生物も存在する。そして、地球最初の生命については、原始地球の深海底の熱水噴出孔（海底にしみこんだ海水が、地下にあるマグマの熱で高温の熱水となり、様々な物質を溶かしこんで海底から噴き出す場所で、酸素に乏しい環境）付近で誕生したという説が有力視されている。

最初の生命は海で誕生し、酸素を必要としない微生物であったが、長い年月をかけて光合成を行う細菌類（シアノバクテリア）が現れ、大気中の二酸化炭素を酸素へと変えていった。その結果、酸素を多く含む大気をもち、酸素から生じたオゾン層で有害な紫外線から守られた、地球独特の生命に非常に適した環境が形成されていった。

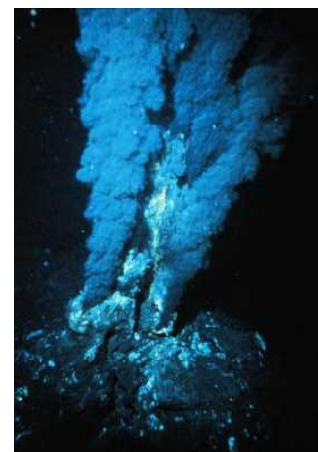
「活用」(適用)



ハビタブルゾーンの例
※金星や火星の公転軌道も含まれるという説がある



大量の氷に覆われた火星の北極付近にあるコロリョフクレーター



大西洋の熱水噴出孔

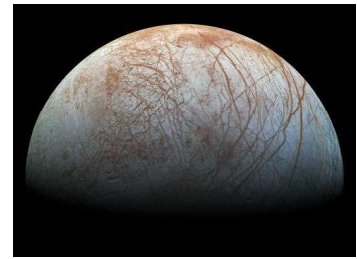
【補足】

映画「スター・ウォーズ」シリーズには、巨大ガス惑星の周りを回り、生き物が住んでいる複数の衛星が登場し、物語の重要な舞台に設定されている。

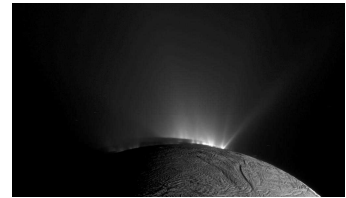
一方、実在する木星の衛星エウロパやガニメデ、土星の衛星エンケラドゥスにも、生命が存在する可能性があることがわかってきた。これは映画が公開された後に行われた宇宙探査による研究成果によるもので、これらの衛星は、表面が厚い氷で覆われているが、その下に、“海底に熱水が噴出する液体の海”という原始地球と同じような環境が存在する可能性があると考えられている。そのため、将来の地球外生命探査のターゲットに挙げられている。

また、土星の衛星タイタンには、1.5気圧ほどで窒素が主成分という、地球と共通する比較的厚い大気がある。表面温度は -180°C ぐらいの極低温の世界であるが、有機物のメタンが地球の水と同様に地表や大気中を循環している。衛星の表面は水を主成分とする氷でできており、地表面にたまった液体メタンの湖から、メタンが蒸発して雲をつくり、メタンの雨となって降り、地表にメタンの川が流れていると考えられている。そのようすは、地球における岩石の代わりに氷が、水の代わりにメタンが担っているかのようである。そしてタイタンの環境では、生命材料となる複雑な有機物が形成されている可能性が高いとされている。なお、全ての地球生命は生命活動に液体の水を用いているが、生命活動に液体メタンなどを用いる生物も科学的にはあり得るため、タイタンには地球と全く異なる生命が誕生している可能性がある。

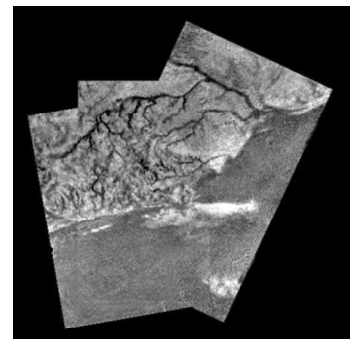
さて、1977年に第1作目が公開された映画「スター・ウォーズ」シリーズでは、あたりまえのように様々な惑星が登場していたが、実際に太陽系外の惑星が初めて発見されたのは、映画公開から18年後の1995年であった。観測技術の飛躍的な発達で、恒星の前を惑星が横切るときの明るさのわずかな変化や、恒星の位置のわずかなふらつきを捉えたり、恒星の光を遮って恒星の周囲を撮影する方法などにより、恒星より遙かに暗い惑星を捉えられるようになったのである。そして、最初は木星より大きなガス惑星しか発見できなかったが、さらなる観測技術の向上で、地球のような小型の惑星が発見できるようになり、その中には主星である恒星のハビタブルゾーンを回る岩石質の惑星が複数見つかっている。現在、太陽系外惑星や地球外生命は、天文学の研究分野として大きな関心を集めている。



滑らかなエウロパ表面
表面の氷が、絶えず新しい氷に更新されていて、
地下に液体の海がある可能性を示している。



エンケラドゥス表面の割れ目から噴き出す間欠泉



液体メタンがつくった
タイタンの河川地形

金星の位置と見え方

令さん：今日の金星は、普通の星と比べてどれくらい明るいのかな。

連さん：-4等より明るくて、普通の1等星と比べると5等級も明るいんだよ。これは光度で表すと100倍以上の明るさなんだ。今は日没時の地平線からの高度が40°未満だけど、およそ1か月後には日没時の地平線からの高度が最も高くなり、今よりさらに長時間観測できるよ。それから太陽からの見かけの角度が約45°ぐらいとなって太陽から最も離れた位置になり、さらに光度も増すので、晴天の日なら工夫すると青空の中に白い点となって肉眼でも見られるんだ。

令さん：今度、青空の中で金星を見ることに挑戦してみたいわね。ところで、今の金星を天体望遠鏡で見たら、どのように見えるのかな。

(5) 2人が映画を見た日の、地球から見た金星の位置は、図1の模式図のア～キのどこか、最も適切なものを選びなさい。また、この日の金星を天体望遠鏡で観測したとすると、金星の輝いている部分はどのような形に見えるか、図2の模式図のあ～えから最も適切なものを選びなさい。ただし、あ～えは、肉眼で見たときの向きに直している。

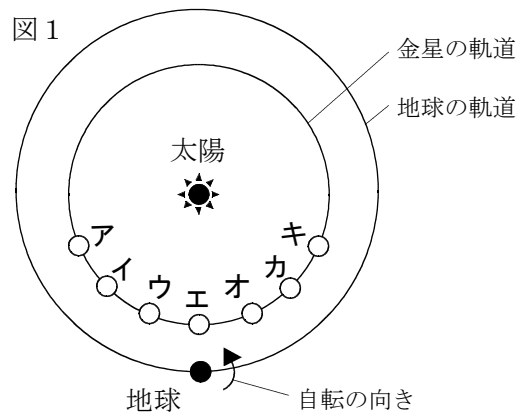
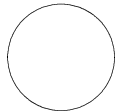
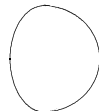


図2

あ



い



う



え



金星の位置 ア

金星の形 い

【解説】基礎的・基本的な知識・技能を活用し、地球からの観測の結果を、地球の外側から見た視点に置き換えて天体同士の位置関係を考察し、改めて地球からの天体の見え方を総合的に判断する問題。

先に、2人が映画を見た日から約1か月後の太陽、金星、地球の位置関係から考察する。

図③のように、金星が地球から見て、見かけ上太陽から最も離れるとき、太陽、金星、地球はおおむね直角二等辺三角形をなす位置関係となり、太陽から見たときの金星と地球がなす角度は 45° となる。 45° になる位置は、XとYの2か所があるが、日没後に金星が見える位置はXである。次の問題(6)の解説も参照すること。これは問題(5)の図1においては、「イ」の位置となる。

次に、2人が映画を見た日について考える。この日は図③のおよそ1か月前ということになるが、地球の自転の向きから、図③および問題(5)の図1で、金星は反時計回りに公転していくことがわかる。よって、図③のおよそ1か月前の金星と地球は、図③の位置から、両方とも時計回りに少し戻った位置にいることになる。このとき、問題(1)の表からわかるように、金星の公転速度は地球より速いため、金星と地球の位置関係は図④のようになる。これは問題(5)の図1においては、「ア」の位置となる。よって答えは「ア」である。

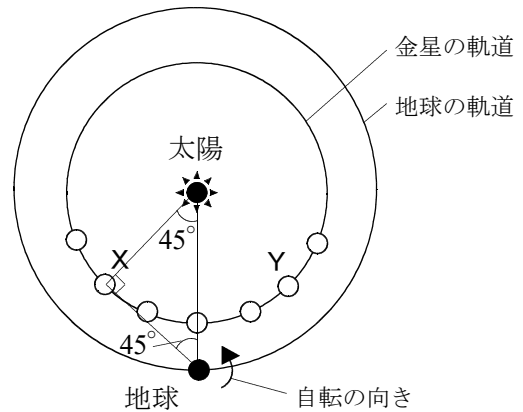
金星の形については、金星が問題(5)図1の「イ」の位置(図③のXの位置)のとき、地球から見ると、問題(5)図2の「う」のような半月状に見えるのに対し、それより前の「ア」の位置では、光っている側が半月状より広く見え、それより後の「ウ」の位置では光っている側が半月状より欠けて見える。よって答えは「い」となる。

金星の見かけの大きさの変化や満ち欠けと、太陽・金星・地球の位置関係については、教科書にあるようなモデル実験を用いると理解しやすい。

「活用」(検討・改善)

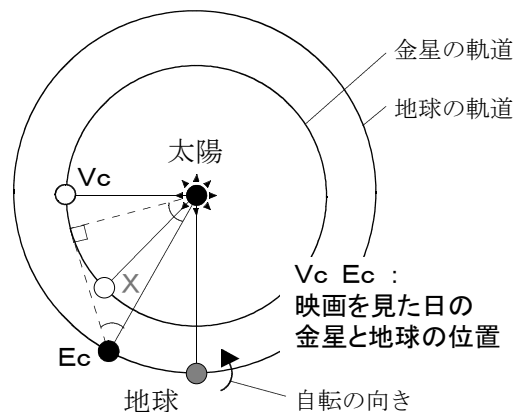
図③

映画を見た日からおよそ1か月後の金星が太陽から最も離れて見える位置



図④

映画を見た日の太陽・金星・地球の位置



金星の位置と見え方の時間経過による変化

令さん：今年はずっと金星が夕方見やすいのかな。

連さん：いや、そうではないよ。いずれ観測できない時期が来て、その時期を過ぎると、今度は明け方の空で「明けの明星」として見えるようになるんだ。かなり早起きしないと見られないけどね。

令さん：どうして金星は「宵の明星」になったり、「明けの明星」になったりするのかな。

(6) 金星が地球に最接近しているとき、見かけの金星の大きさは最大になるはずだが、実際には金星を地球から観測することができない。なぜ金星を観測できないか、理由を書きなさい。

金星が地球に最接近するのは、金星が太陽と地球を結ぶ線分上にきたときであるが、このとき地球から見ると、金星は太陽のすぐ近くに位置している上、新月と同じように夜の側を地球に向けていて、太陽の光を反射して輝く昼の側が地球から見えないため観測できない。

【解説】基礎的・基本的な知識・技能を活用して、観測結果などを分析して解釈することを問う問題。

太陽、地球、金星の位置関係から、地球での見え方を考察する内容である。金星が地球に最接近する位置は、図⑤のように、太陽に重なるP（内合）で、月の満ち欠けにおける新月の位置と同様、金星は地球から見て、昼の空で太陽のすぐ近くにあり、夜の面を地球に向けているため、最接近により見かけの大きさは最も大きくなるが、実際には見る事ができない。

なお、太陽に重なるQの位置（外合）にきた金星は、満月のように昼の側を地球に向けているが、Pと同様、太陽のすぐ近くで、地球からは見る事ができない。

なお、このような模式図あるいは問題(5)の解説で触れたモデル実験では、太陽・金星・地球が一直線に並んだとき、地球から見た金星は太陽と重なって見えると思いがちだが、実際の空では、太陽と金星がいつもわずかにずれているため、地球から見て太陽の前を金星が横切っていく様子はほとんど見る事ができない。

例えば、太陽の直径を約2cmの球とする700億分の1の縮尺で正確にモデル化すると、地球と金星は、ともに直径0.2mm程度の微小球となる。このとき、太陽と金星の距離は約1.5m、太陽と地球の距離は約2.1mとなる。そのため太陽・金星・地球が一直線上からほんのわずかもずれていると、地球から見た金星が太陽と重なって見えないことが理解できるであろう。太陽面を黒い影となった金星が横切っていくのが見える「金星の太陽面通過」は極めて珍しい天文現象である。

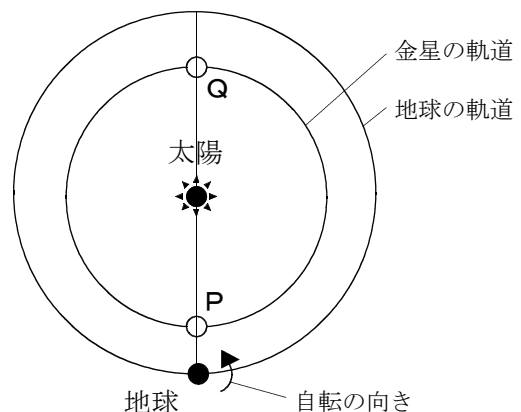
模式図やモデル実験では、天体間の距離の縮尺のまま作図したりモデル化したりすると、天体が非常に小さくなって示すことができなくなるため、便宜上天体を極めて大きく表現しており、実際の天体同士は、互いに非常に離れていることに留意したい。

なお、太陽系の広がりを実感させたいときは、太陽の直径を縮尺の基準として、太陽・惑星間の距離を求め、校庭や体育館など広い場所で惑星模型を配置して「太陽系モデル」をつくる事が有効である。先述の700億分の1の縮尺だと、太陽と海王星の距離は約63mに達する。

「活用」(分析・解釈)

図⑤

金星が地球から見えない位置



2012年6月に起こった金星の太陽面通過。
次回は2117年12月。

【会話中の令さんの疑問に対する解説】

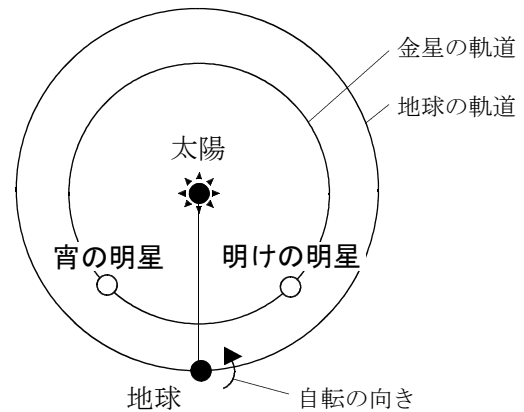
図⑥のように、太陽が南中したときの太陽の東側（左側）に金星が位置しているとき、金星は太陽の後を追いかけるように西に動いていく。そのため、日の入りのときの金星は、西の地平線にまだ沈んでいないため、夕方西の空に輝いて見える。これが「宵の明星」である。

一方、太陽が南中したときの太陽の西側（右側）に金星が位置しているとき、金星は太陽を後に従えるように西に動き、太陽より先に西の地平線に沈む。そして、日の出のときの金星は、太陽より先に東の地平線から昇ってくるため、明け方東の空に輝いて見える。これが「明けの明星」である。

金星を継続して観測していると、「宵の明星」から、観測できない時期を経て、「明けの明星」へと変化していくことがわかる。

図⑥

宵の明星と明けの明星



- (7) 2人が映画を見た日からおよそ1か月後に、地球から見て金星が見かけ上太陽から最も離れた位置になった。その日から何か月経つと、金星が地球に最接近するか、表【惑星の特徴】の公転周期の値を用いて、地球と金星がそれぞれ1か月で太陽の周りを、角度で何度公転するかを考えて求めなさい。

計算過程

金星が地球から見て、見かけ上太陽から最も離れるとき、太陽、金星、地球はおおむね直角二等辺三角形をなす位置関係となり、太陽から見たときの金星と地球のあいだの角度は 45° となる。

金星は地球より公転速度が速いため、時間が経つと太陽から見たときの金星と地球のあいだの角度は 45° からだんだん小さくなっていき、 0° になったとき、金星が太陽と地球を結ぶ線分上にきて地球に最接近する。

次に、地球と金星が、1か月で太陽の周りを、角度で何度公転するかを考える。

①地球の公転周期は1年なので、

地球が1か月で太陽の周りを回る角度は、 $360^\circ \div 12 = 30^\circ$

②金星の公転周期は0.62年なので、地球の 30° に対し、

金星が1か月で太陽の周りを回る角度は、 $30^\circ \div 0.62 \doteq 48^\circ$

①・②から、1か月で太陽から見た金星と地球の角度の差は 18° 小さくなることがわかる。よって、 $45^\circ \div 18^\circ = 2.5$ より、金星が見かけ上太陽から最も離れてから2.5か月後に、地球に最接近することがわかる。

答え（2.5か月後）

【解説】基礎的・基本的な知識・技能を活用し，地球からの観測の結果を，地球の外側から見た視点に置き換えて天体同士の位置関係を考察し，改めて地球からの天体の見え方を総合的に判断する問題。

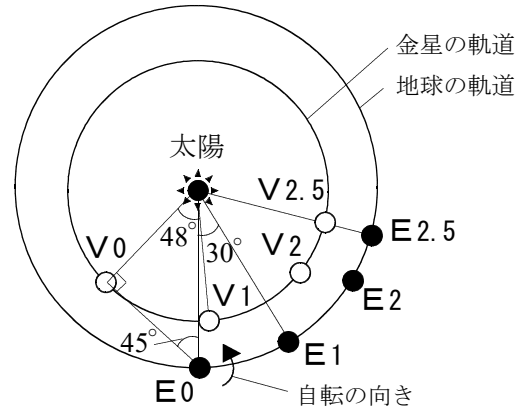
(5), (6)で示したように，太陽から見たときの地球と金星のあいだの角度が 45° になったときから， 0° になるまでの時間を求める問題である。地球の外側から見た太陽，地球，金星の位置関係は，地球と金星の公転速度が異なるため刻々と変わっていく。そのようなすを表したものが図⑦である。

どういう位置関係のときに地球からどのように見えるか，また時間とともに見え方がどのように変化していくか，空間的な捉え方が必要である。

「活用」(検討・改善)

図⑦

金星と地球の位置の変化



- V0 E0 : 最初の金星と地球の位置
- V1 E1 : 1か月後の金星と地球の位置
- V2 E2 : 2か月後の金星と地球の位置
- V2.5 E2.5 : 2.5か月後の金星と地球の位置