



第12回

# 科学の甲子園ジュニア 全国大会

## 実技競技①

### 二つのフロンティア ～海から宇宙へ～

- ◆課題1 「海の中にも波がある」
- ◆課題2 「惑星旅行：私たちはどこにいる？」

⌘ 解答例と解説 ⌘

◆課題1 「海の中にも波がある」

問1

問1	<p><b>計算</b></p> $\text{食塩水の密度} = \frac{\text{食塩と水の重さ}}{\text{食塩水の体積}}$ <p>濃度 10% の食塩水の密度は、およそ <math>1.07 \text{ g/cm}^3</math> である。</p> $\text{真水の密度} = \frac{\text{真水の重さ}}{\text{真水の体積}}$ <p>密度は温度の関数で、真水であれば <math>20^\circ\text{C}</math> で <math>0.9982 \text{ g/cm}^3</math> であるが、<math>1 \text{ g/cm}^3</math> とみなしてよい。</p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <span style="margin-right: 100px;">食塩水の密度</span> <span>真水の密度</span> </p>
----	---

問2

ケース1	<p><b>波長</b></p> <p>実測値が書いてあればよい。</p>
	<p><b>位相速度 計算</b></p> $\text{位相速度} = \frac{\text{波が進行した距離}}{\text{かかった時間}}$ <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">答</p>
ケース2	<p><b>波長</b> ケース1 と異なる実測値が書いてあればよい。</p>
	<p><b>位相速度 計算</b></p> $\text{位相速度} = \frac{\text{波が進行した距離}}{\text{かかった時間}}$ <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">答</p>

【解説】

内部波の位相速度には、理論上以下の式(1)が成り立つことが分かっています。

$$C_i = \frac{\omega_i}{k_i} \approx \sqrt{\frac{\Delta\rho \cdot g}{\rho \cdot 2k_i}} = \sqrt{\frac{\Delta\rho \cdot g \lambda_i}{\rho \cdot 4\pi}}$$

$C_i$  : 内部波の位相速度 [m/s]

$\omega_i$  : 内部波の角周波数 (=  $2\pi/T$ ) ただし、 $T$  は内部波の周期

$k_i$  : 内部波の波数 (=  $2\pi/\lambda$ )

$\lambda_i$  : 内部波の波長 [m]

$\rho$  : 界面下の密度

$\Delta\rho$  : 密度差 = 界面下の密度 - 界面上の密度

$\pi$  : 円周率

$g$  : 重力加速度 [m/s<sup>2</sup>]

(これに測定値の  $\rho$ ,  $\Delta\rho$ ,  $\lambda_i$  を代入した、 $C_i$  を内部波の位相速度の理論値とする)

$\lambda_i$  に測定した波長を代入すると、位相速度の理論値を求められます。

◆課題2 「惑星旅行：私たちはどこにいる？」

【解説】

問題文や天体観測の結果から、現在自分達がいる天体、太陽系内の惑星・月の位置関係を把握する問題です。地球の公転方向から、図1は、太陽系を地球の北極側から見た図であることが分かります。地球の自転方向と公転方向は同じなので、図1の地球の自転方向は反時計周りであることがわかります。

問1

地球と太陽の間に、月が入って、地球から見た太陽を隠してしまう。

「太陽－月－地球」という並び方の順番が明記されていれば完答です。

問2

A 6

地球上で「午後3時」頃に「東の空低く」に見えることから、その位置はA 6となります。

問3

天体名	火星	位置	C 4
-----	----	----	-----

「真っ赤に見える」ことから、この惑星は「火星」。地球の「日の出」の頃に南中することから、その位置はC 4となります。

問4

B 4

金星が「早朝」に「半月形」に見えることから、その位置はB 4となります。

問5

計算

観測者が太陽を見込む三角形と観測者が衛星Iを見込む三角形が相似となる時、丁度、皆既日食となる。

従って、140万 km : 14億 km = 1400 km : x km

よって、x = 140万 km

答 140万 km

観測者から見た時に、太陽を見込む角度と衛星Iを見込む角度が等しい時、丁度皆既日食となります。衛星Iを見込む角度の方が大きい時（つまり、衛星Iがより近い位置にある場合）、皆既日食となります。そして、衛星Iを見込む角度の方が小さい時（衛星Iがより遠い位置にある場合）、金環日食となります。

問6

天体名	土星	位置	E 1
-----	----	----	-----

「地球が満月形に見える」「木星が欠けて見える」「天王星が真夜中に南中する」の3条件を満たす惑星は「土星」で、その位置はE 1となります。

問7

<p>計算</p> <p><math>\angle \text{太陽} - Y - Z = 57.0^\circ</math>, <math>(\text{太陽} - Y) / (\text{太陽} - Z) = 14.3 \text{ 億 km} / 7.78 \text{ 億 km} \doteq 1.84</math>          また、<b>図2</b>の直角三角形において、<math>9.55 / 5.20 \doteq 1.84</math>          従って、<math>(Y - Z) : (\text{太陽} - Y) : (\text{太陽} - Z) = 8.01 : 9.55 : 5.20</math>          よって、<math>(Y - Z) = 8.01 / 9.55 \times 14.3 \text{ 億 km} \doteq 12.0 \text{ 億 km}</math></p> <p style="text-align: right;">答 12.0 億 km</p>
---

Yから見たZが半月状に見えることから、「 $\angle \text{太陽} - Z - Y = 90^\circ$ 」「太陽とZの離角」と「太陽-Y:太陽-Zの比」と**図2**の直角三角形から、

$$(\text{太陽} - Y) : (\text{太陽} - Z) : (Y - Z) = 9.55 : 5.20 : 8.01$$

となります。

問8

F 1
-----

観測からWは天王星。E 1にある土星から見て、真夜中に南中することから、その位置はF 1となります。

問9

秋
---

E 1の位置にある土星から見て、太陽の丁度向こう側にある地球の背景に見えることから、現在、おひつじ座は地球の真夜中に南中することになります。おひつじ座が真夜中に南中するのは10月終りから11月初め頃なので、この時の日本の季節は秋となります。別の考え方として、おひつじ座生まれは春です。これは春に、天球上で太陽が牡羊座に位置することを表わしています。これが太陽と真反対にあるので、季節は秋となります。