



第5回
科学の甲子園ジュニア 全国大会

実技競技②
「惑星 X にて」

⌘ 解答例と解説 ⌘



科学の甲子園ジュニア 解答例と解説

限られた情報のなかで結論を導くのは科学の醍醐味である。特にそれが顕著なのが、地球という宇宙の中ではとても小さな、限られた場所から観察し、この宇宙の仕組みがどうなっているのかを解き明かしてきた天文学であろう。

天文学は、移ろいゆく星を観察し、記録し、なぜそうなるのか考察を深めていくことで発達した。その成果は、暦として人々の生活に大きく役立っている。

惑星 X に降り立った君は、この惑星や、同じ恒星系の他の惑星について知識をフル活用して、知見を深めてほしい。たいした道具があるわけではない。しかし、地道な観測や、工夫をすることでこの恒星系の姿を描き出してほしい。

なお、惑星 X、太陽、惑星 Q、惑星 R を実技会場内に模擬的に再現したことによって、観測地点による測定値の差が生じる。測定値の差をあらかじめ実測のうえ、観測地点の違いが採点に影響しない配慮をした。

問 1

惑星 X の赤道

【解説】 星の日周運動の中心が天頂になるのは極である。赤道では観測者と真南・真北を結ぶ線が日周運動の回転軸となり、真東・真西では星が地平線に垂直に日周運動をすることとなる。当初の目的地は極であったが、実際に着陸したのは赤道である。

問 2

式・計算
 $8(\text{時間}) \times 4 = 32(\text{時間})$

答え 32 時間

【解説】 観察記録より、この惑星では常に太陽が真東から昇り、真西に沈む。このことから、地軸が公転面に対し垂直であることがわかる。そのため、南中（赤道なので天頂通過）から日没まではちょうど1日の $\frac{1}{4}$ であり、これが8時間であったことからこの惑星の1日は32時間であるとわかる。

問 3

岩石 A： 砂岩

岩石 B： 花こう岩

【解説】 目に見える程度の細かい粒子（粒径 $2 \sim \frac{1}{16}$ mm）で構成されているのは砂岩，全体が白っぽく結晶のよく発達した完晶質の岩石は花こう岩である。

花こう岩の生成にはプレートの沈み込みによるマグマの発生，結晶分化作用が必要で，惑星 X にはプレートテクトニクスがはたらき，またプレートの沈み込みによるマグマの発生には水の作用が必要なため，大量の水が存在していると考えられる。砂岩（水中で細かい粒子が固化したもの）の存在からは，河川の侵食運搬作用，堆積場となる海の存在が示唆され，惑星 X が極めて地球に近い環境であることを物語っている。

問 4

		最大 (小数第1位まで)	最小 (小数第1位まで)	見かけの大きさ(最大・最小)の比 (整数比)
見かけの 大きさの 測定値	①			最大 : 最小 = 5 : 1
	②			
	③			
	平均			
惑星 R の 軌道半径 (距離)	式・計算 見かけの大きさと距離は反比例するので， $r+1 : r-1 = 5 : 1$ $5(r-1) = r+1$ $4r = 6$ $r = 1.5$			答え $r = 1.5$

【解説】 惑星 R は太陽の逆側に存在することができ真夜中にも観察できる。このことから，惑星 R は外惑星であるとわかる。天体の見かけの大きさは，同じ天体でも近ければ大きく，遠ければ小さく見える。

天体の距離と見かけの大きさの関係は，反比例すると考えてよい。惑星 R が最も大きく見えるのは，太陽→惑星 X →惑星 R とまっすぐに並んだときで，ここで，惑星 X の軌道半径を 1，惑星 R の軌道半径を r とすると，この距離は $r-1$ となる。

一方，惑星 R が最も小さく見えると考えられるのは，惑星 X →太陽→惑星 R と並んだときで，その距離は $r+1$ となる。

会場に設置した惑星 R のモデルの大きさは，正確に 5 : 1 である。望遠鏡で惑星 R の見かけの大きさが最大，最小の時の大きさの比を背景の目盛りをもとに比べると 5 :

1 であることが読み取れる。

見かけの大きさと距離は反比例するので、 $r+1:r-1=5:1$ という比の式が成り立ち、これを解くと $r=1.5$ となる。惑星 R の軌道半径は惑星 X の 1.5 倍となる。

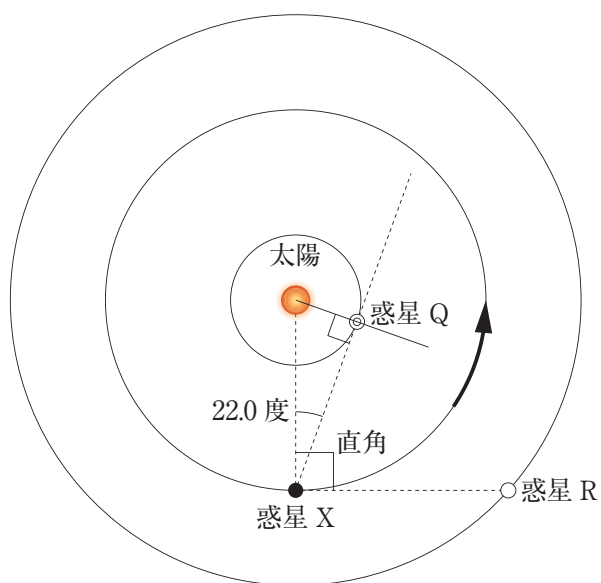
問5

測定値	①	②	③	平均
	太陽と惑星 Q のなす角度			

【解説】 太陽と惑星 Q のなす角を工夫して測定する。天体の見かけの大きさは、おおざっぱに腕を思い切り伸ばしたとき握りこぶしの大きさが約 10 度というように角度を指標として使うが、ここでは傾斜計を使ってもっと精密に測定する。測定値は 20 ~ 24 度になり、解答例はその中央値を示したものである。

問6

惑星 X の北極上空から見下ろした公転軌道図



【解説】 惑星 X の公転方向は、

【第 1 週：観察記録】「太陽は、毎日少しずつ星座の中の位置を東側に変えていく。」

【第 M 週：天体観測 2】《わかったこと》

1 この恒星系の太陽は、つねに真東から昇り、真西に沈んでいく。また、星座の中の位置を毎日同じ角度だけ西から東に移動している。

という観測記録から、惑星 X の公転に伴って太陽が東側に移動していくことがわかる。惑星 X の北極上空から見下ろした公転軌道図において、惑星 X の位置から見て太陽に対して右側が西、左側が東である。太陽が東側に移動して見えるということは、惑星 X は反時計回りに公転していることである。

惑星 R の軌道半径は問 4 から惑星 X の 1.5 倍であり、これをもとに軌道円を描けばよい。惑星 R の位置は、明け方に天頂に位置するので太陽との角度は 90 度、軌道図は惑星 X の北極上空から見下ろしているのので、この図では惑星 X の右側となる。

惑星 Q は、日没時や明け方にしか観測できず真夜中には見られないことから、惑星 X より内側を回る内惑星とわかる。内惑星は月と同じように満ち欠けをする。内惑星が半月の形に見えるのは、内惑星が真横から照らされる時、すなわち惑星 X → 内惑星 → 太陽のなす角が直角になるときである。【作業 3】より、惑星 Q の形は正確に半月の形であることがわかる。問 5 からは太陽と惑星 Q のなす角が 22.0 度であることもわかっている。

つまり、太陽と惑星 X を結ぶ線に対し、惑星 X から 22.0 度となる線を引き、太陽を中心として、この線に接する円が惑星 Q の軌道である。なお、会場では惑星 Q の直下から照らしたモデルを観察した。そのため惑星 X - 太陽 - 惑星 Q のなす角度が直角と考えることができる。この時太陽から問 5 の角度で引いた直線に直角に交わる直線を引き、その交点を惑星 Q の位置とし、その点を通る軌道を描いても良い。惑星 Q の位置は明け方に見えたことから、太陽に対して西側、この図では太陽の右側に位置する。