

(OT01) 「Z」の発見

[25 marks]

星図「Map-OT01」が問題用紙とともに与えられている。この星図には恒星のみが示されており、広がって見える天体は含まれていない。

以下の表には、この星図に含まれる4つの既知の星（S1、S2、S3、S4）が、固有名、バイエル符号、赤道座標（赤経、赤緯）とともに示されている。

番号	固有名	バイエル符号	RA	Dec
S1	アルフェラッツ	アンドロメダ座 α 星	00h 08m 24s	29° 05' 16"
S2	マルカブ	ペガサス座 α 星	23h 04m 46s	15° 12' 17"
S3	シェアト	ペガサス座 β 星	23h 03m 47s	28° 04' 58"
S4	アルゲニブ	ペガサス座 γ 星	00h 13m 14s	15° 10' 59"

観測を計画しながら、タスク (OT01.1) と (OT01.2) に取り組め。

(OT01.1) まず、星図「Map-OT01」でこれら4つの星を特定し、各星の周りに円を描いて印をつけよ。また、それぞれの星の近くにS1、S2、S3、S4と記入すること。 [6]

(OT01.2) ある天文学者が、広がりをもった新天体「Z」を次の座標で発見した： [7]

RA: 21h 36m 10.6s, Dec: -26° 10' 24.4"

この天体の位置を同じ星図「Map-OT01」に記号 $\oplus$ でマークし、「Z」と書き入れよ。ただし、星図のこの領域において、赤道座標系のグリッドはほとんど長方形のように描けるとみなしてよい。

以下のタスクは、望遠鏡ステーションに到着したのちに取り組むものである。

望遠鏡ステーションから見てホールの対角線上のスクリーンには、最初にウェルカムメッセージが表示され、その後にサンプルの空（問題には関係しない）がカウントダウン・タイマーとともに表示される。この時間を利用して、望遠鏡をスクリーンへ向け、ステーションで提供される機器に慣れよ。次の6分間には、星図「Map-OT01」に示された星空の一部の領域がスクリーンに表示される。ただし、スクリーンの表示の縮尺は実際の星空とは異なることに注意せよ。

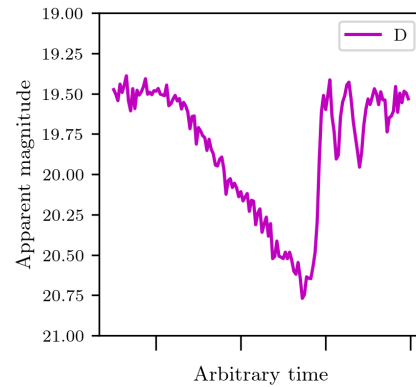
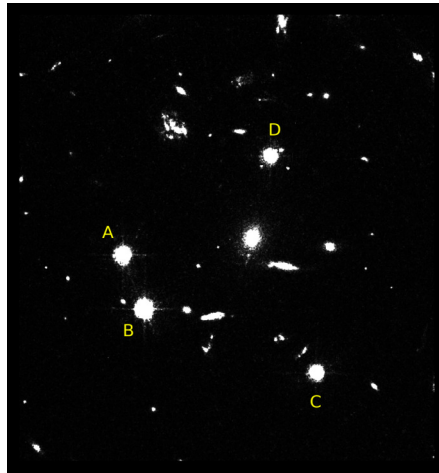
(OT01.3) 適切な接眼レンズを使用して、望遠鏡を新天体「Z」に向けなさい。その後、接眼レンズの視野内で目標天体を十字線を用いて正しく中心に合わせ、ステーションの試験官に見せなさい。 [12]

6分間の観測の最後に、投影される映像は20秒間ぼやける。この時点で望遠鏡から離れなさい。その後、投影される映像は試験官が望遠鏡を通して見るために復元される。最初のタスクはこれで終了する。

(OT02) 重力レンズと時間の遅れ

[25 marks]

重力レンズ効果によって、光源、重力レンズ、観測者がほとんど一直線に並んでいる場合には光源の像が複数観測されることがある。このような複数の像は、光源から出た光が観測者に到達するまでにかかる時間がそれぞれ異なるので、もし光源の明るさが時間とともに変化している場合、それぞれの像の光度曲線の形は似たものになるが、到達時間の遅れのみで像ごとに時間がずれる。このような到達時間の遅れの観測は、現在の宇宙の膨張率（あるいはハッブル定数）を決定するのに有用である。



この問題では、上図に示した重力レンズ系を考える。左の図には、重力レンズとなる銀河団と、背景のクエーサーの重力レンズ効果に伴う4つの像が示されている。4つの像A, B, C, Dは、重力レンズによる拡大率がそれぞれ異なるため、異なる見かけの明るさ（フラックス）で観測される。重力レンズによる拡大率は時間によって変化しないとみなせ、像Dとして見えている光が最も遅れて届いていることがわかっている。

このクエーサーの光度は時間とともに変化し、天文学者たちは十年以上にわたってこの天体系を観測し続けてきた。右の図には、像Dの光度曲線（見かけの明るさの時間変化）が示されている。

あなたが観測するのは、観測ステーションの反対側のスクリーンに映る、この重力レンズ系の映像である。この映像の長さは28秒であり、1分または2分の間隔をあけて、6回だけループされる。この映像における1秒は、実際の時間における250.0日に対応する。

- (OT02.1) 像A,B,Cに対する像Dの到達時間の遅れを、それぞれ $t_{DA} = t_D - t_A$, [25]
 $t_{DB} = t_D - t_B$, and $t_{DC} = t_D - t_C$ とする。それぞれの時間の遅れを、日を単位として測定せよ。可能な限り誤差を小さくすること。