

§12- #2 凹面鏡

鏡面が球面になっている凹面鏡（以下、凹面鏡とよぶ）に関する次の問いに答えよ。次の文章中の ～ の中には文末の解答群より最適な語句を選び、 ～ には指示に従って適当な式または記号を記せ。

図1に示すように、点Oの位置に設置された凹面鏡がある。Oは鏡面の中心、点Cは球面の中心で、球面の半径 $CO=R$ とする。CとOを通る直線を光軸とよぶ。

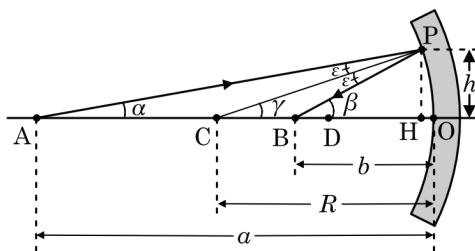


図1

凹面鏡での光の反射と像について考える、図1で、光軸

上の点Aを出た光が、鏡面上の点Pで反射し光軸上の点Bを通るとする。

$AO = a$, $BO = b$ とする。Pでの鏡面の法線と光軸が点Cで交わるので、

の法則より $\angle APC$ (入射角) = $\angle CPB$ (反射角) = ϵ である。 $\angle PAO = \alpha$, $\angle PBO = \beta$, $\angle PCO = \gamma$ とすれば、図1より、 $\alpha + \beta$ は γ を用いて、次のように表される。

$$\alpha + \beta = \text{ア} \quad \dots \text{①}$$

光軸の近くを通る直線（近軸光線）だけを考えると、これらの角度 α , β , γ は全て小さい。このとき、Pから光軸に下ろした垂線と光軸との交点を点Hとすれば、 $PH = h \gg OH$ であるから $\tan \alpha \cong \alpha$, $\sin \alpha \cong \alpha$ (β と γ も同様の近似のもとに、角度 α , β , γ は、 h , a , b , R を用いて、 $\alpha = \text{イ}$, $\beta = \text{ウ}$, $\gamma = \text{エ}$ と表される。これらを①式に代入し両辺を h で割ると次式が得られる。

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \text{オ} \quad \dots \text{②}$$

このことは、 $a > \boxed{\text{カ}}$ であれば、A から出た全ての光軸光線が B に集まることを示している。特に、 $a \rightarrow \infty$ であれば $b \rightarrow (\text{カ})$ となるので、無限遠の光源からの平行光線は、凹面鏡で反射された後、ある 1 点に集まる。この点を点 D とする。この D が凹面鏡の $\boxed{\text{b}}$ である。逆に $a \rightarrow (\text{カ})$ では $b \rightarrow \infty$ となるので、凹面鏡の (b) を通る光線は、凹面鏡で反射された後、光軸に $\boxed{\text{c}}$ に進む。

次に、図 2 に示すように、A の位置で光軸上に直立している物体 AA' の、この凹面鏡による像 BB' を考える。A に対応する B の位置は、②式によって決まる。 $a > (\text{カ})$ の場合、点 A' から出て光軸に平行に進み P で反射して D を通る光線と、

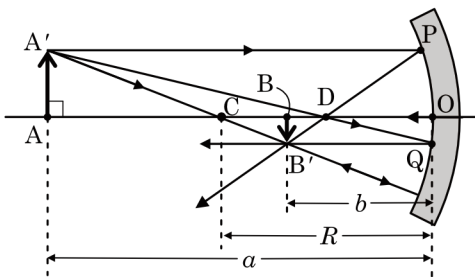


図2

A' から出て D を通り点 Q で反射して光軸に平行に進む光線の、2本の光線の交点が点 B' である。この BB' として観察される像は $\boxed{\text{d}}$ とよばれ、物体 AA' に対して向きは $\boxed{\text{e}}$ している。近軸光線のみを考えているので、P、O、Q は一直線上にあるとみなせる。この近似のもとで、 $\triangle A'D$ と $\triangle \boxed{\text{キ}}$ は相似であるから

$$AA' : OQ = AD : \boxed{\text{ク}} \quad \dots \text{③}$$

となる。ここで、 $OQ = BB'$ であるから、この凹面鏡の倍率 $\frac{BB'}{AA'}$ は、②式と③式より、 a と b を用いて $\boxed{\text{ケ}}$ と表される。

図 3 に示すように光軸上に直立している高さ L の物体 AA' が凹面鏡と (b) の間にあるとき、物体 AA' から出て凹面鏡で反射された光は広がって進む。鏡から見て C がある側を前方とする。前方か

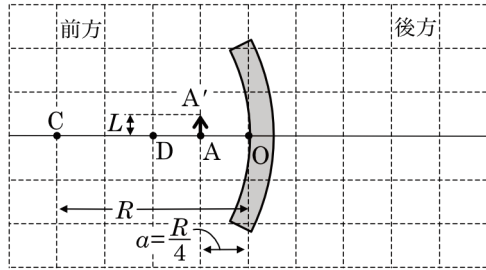


図3

ら見ると、その光は鏡の後方の像 BB' から出た光のように見える。B が A に対応し、B' が A' に対応する。この像は f と呼ばれる。

$a = \frac{R}{4}$ のとき観察される (f) の位置と大きさを、図 3 に B を始点、B' を終点とする矢印で示せ。

像 BB' として観察される (f) が、物体 AA' に対して大きさが g されて見えるという凹面鏡の特性は、化粧用鏡に利用されている。

解答群

位相, 干渉, 平行, 垂直, 実像, 虚像, 倒立, 正立,
 拡大, 縮小, 反射, 屈折, 回折, 焦点, 重心

(2015 筑波大)