

212

レンズの公式をグラフに書きだして、像のでき方を考察する問題。作図による像の考察とリンクさせて考えよう。

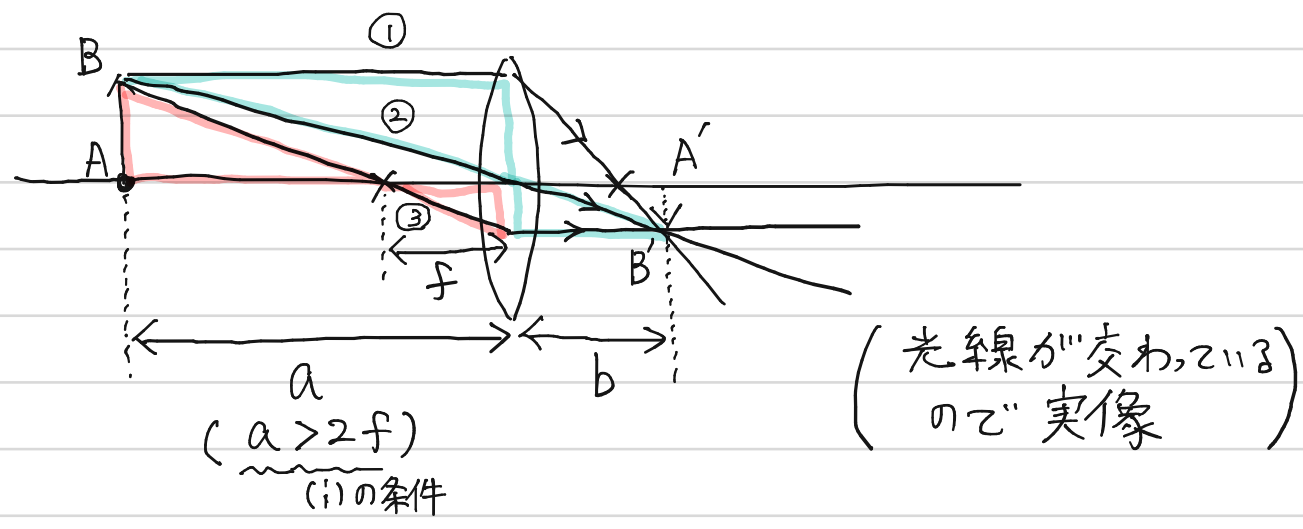
レンズの公式

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

倍率  $m = \left| \frac{b}{a} \right|$

凸:  $f > 0$   
凹:  $f < 0$

(i) 凸の実像



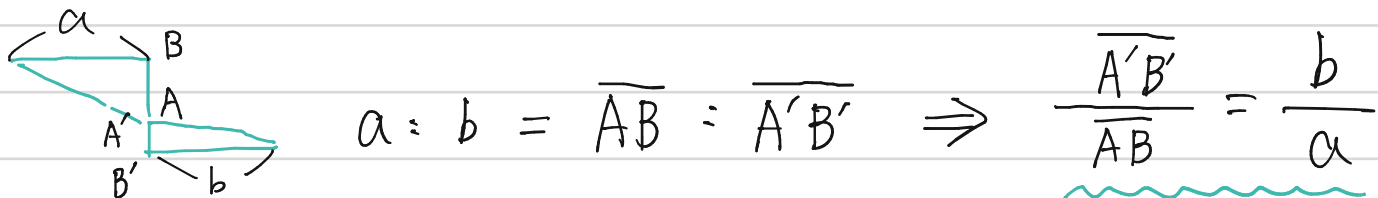
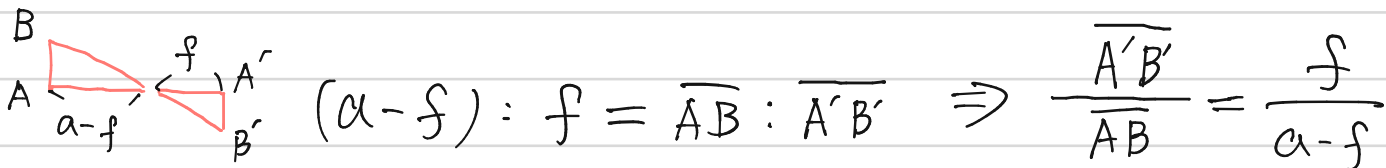
- 凸レンズを通る光で特徴的なコースをとるもの
- ① 平行に入射 → 焦点を通る
  - ② レンズのコマに入射 → 直進する
  - ③ 焦点を通過して入射 → 平行に出ていく

図からわかる通り  $f < b < 2f$  となる。(i) は  $a = 2f$  の作図で判断  
(ア) (イ)

$a > b$  なので像は元より小さくなり倍率  $m < 1$  といえる。  
(ウ)

212 (i) 続き

※ 図からレンズの公式を導いてみる。



倍率  $m$  を示している  
 $m = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{b}{a}$

2式より

$$\frac{f}{a-f} = \frac{b}{a} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{分母を払って}$$

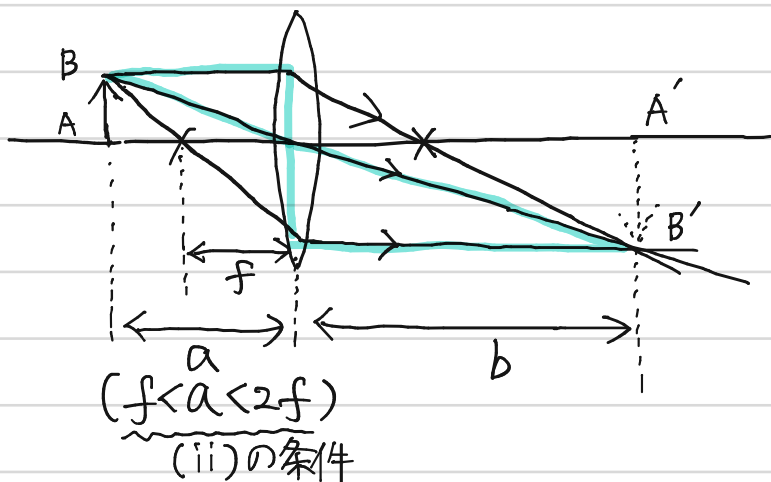
$$af = b(a-f)$$

$$\Rightarrow af = ab - bf \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{全体を } \frac{1}{abf}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{f} - \frac{1}{a}$$

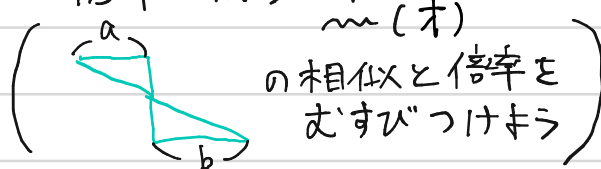
$$\Rightarrow \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad \text{レンズの公式}$$

(ii) 凸の実像 ( (i) と像のサイズがちがうだけ )



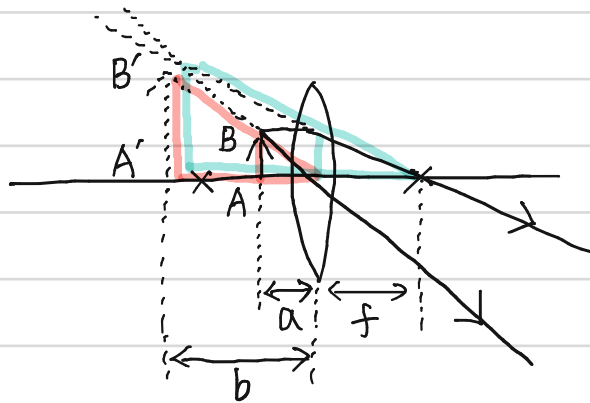
$a = 2f$  のときの作図より  $2f < b$  (イ)

図より  $a < b$  となり  
 元よりも大きくなることもわかる  
 倍率  $m > 1$



212 続き

(iii) 凸の虚像 ( $0 < a < f$ )



← 交わりない。

↓ そういうときは  
のぞき二匹

B'から光が  
でてる

とかんちがい(虚像をみている)

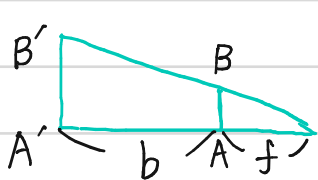
図より

bが前方なので  $b < 0$  (カ) かつ  $|b| > a$  がわかる。

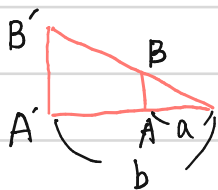
$\Rightarrow b < 0$  とするときはそのぞき二匹で観測できる虚像となる。

$\Rightarrow |b| > a$  は元より像が大きくなることを示し倍率  $m > 1$  とわかる (キ)

レンズの公式を導いてみる



$$f : (f+b) = \overline{AB} : \overline{A'B'} \Rightarrow \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{f+b}{f}$$



$$a : b = \overline{AB} : \overline{A'B'} \Rightarrow \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{b}{a}$$

↓ 倍率 m を示している

$$m = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{b}{a}$$

2式より

$$\frac{f+b}{f} = \frac{b}{a}$$

$$af + ab = bf$$

$$\frac{1}{b} + \frac{1}{f} = \frac{1}{a}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

↓ 分母を払って

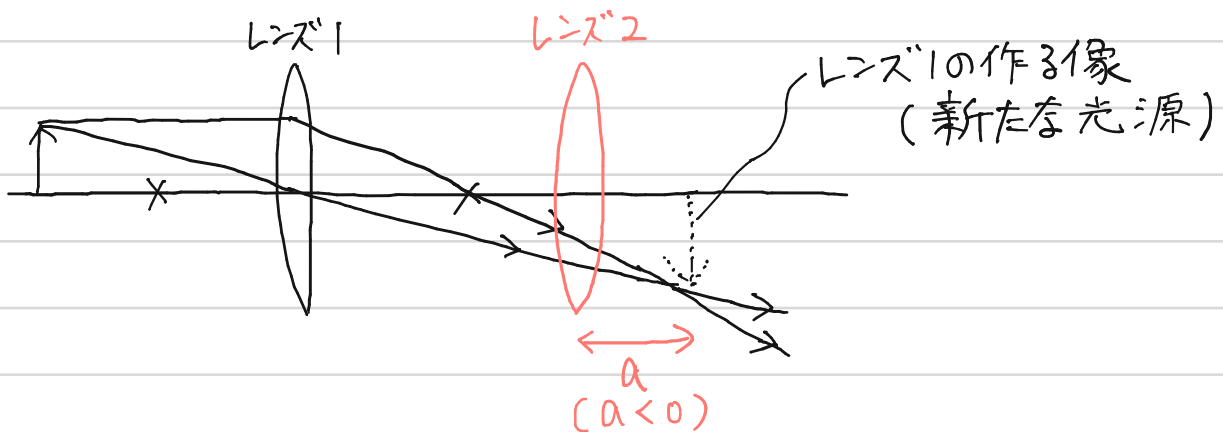
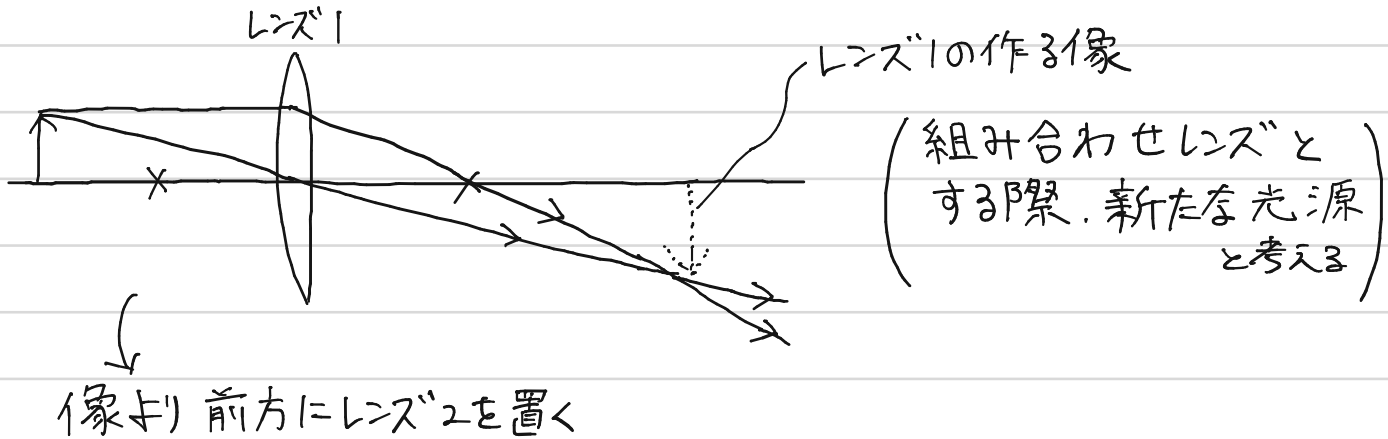
↓ 全体を  $\frac{1}{abf}$

$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$  で  
bが前方なので  $-b$  を代入

212 続き

(iv) 虚光源 ( $a < 0$ )

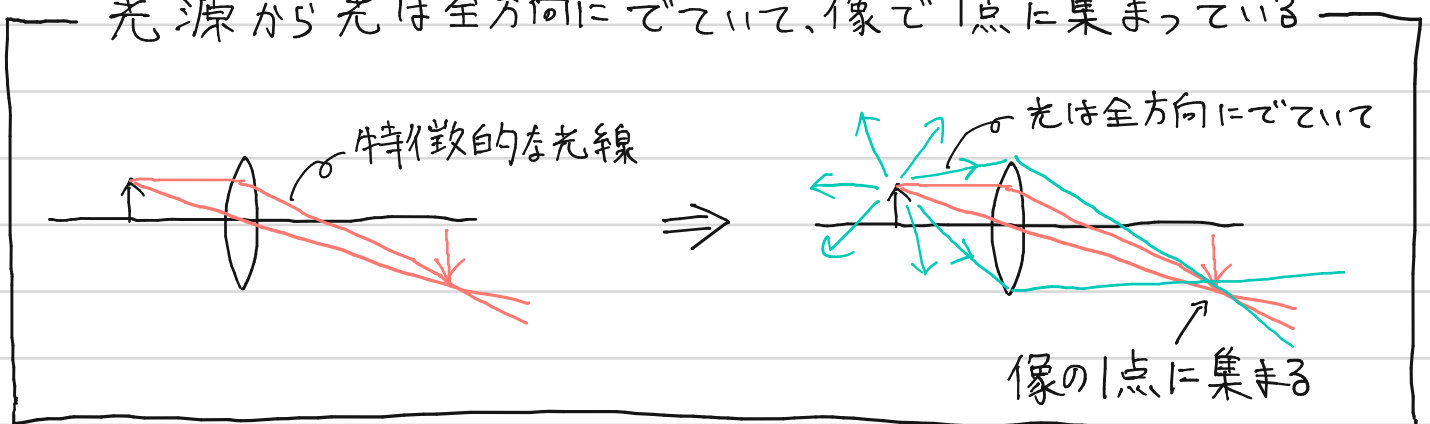
$a < 0$  という状況は組み合わせレンズなどの装置でおこる。



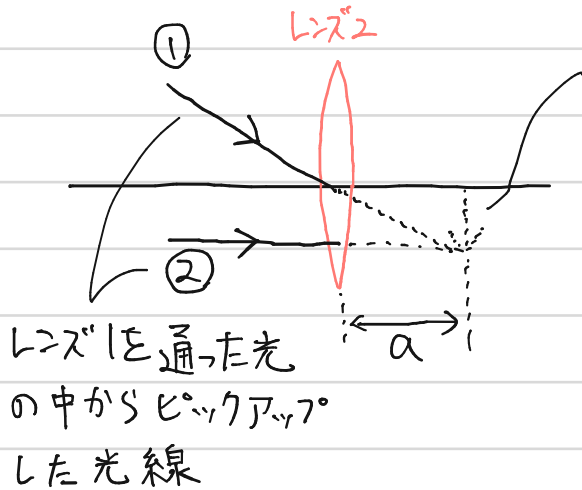
このように  $a < 0$  となる光源を虚光源という。

虚光源に関する作図のためには、以下のことを頭に入れておく必要がある。(重要)

光源から光は全方向にでていて、像で1点に集まっている



212 (iv) 続き



レンズ1を通った光は、全てこの像に  
集まるようにする。

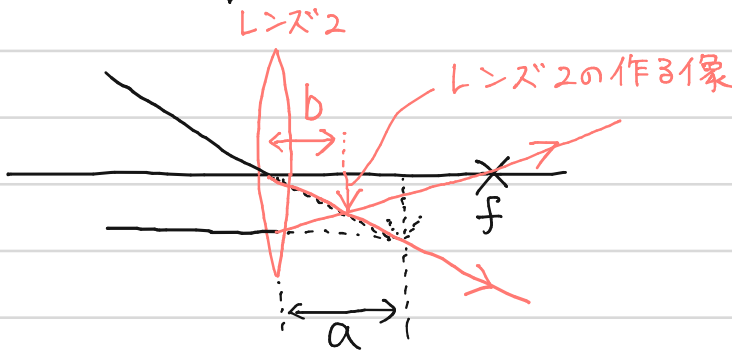


このことをふまえて、レンズ2の作図に  
必要な

① 中心を通る光。

② 平行に入射する光を書く。

↓ レンズ2の作る像を書いてみる。



図より

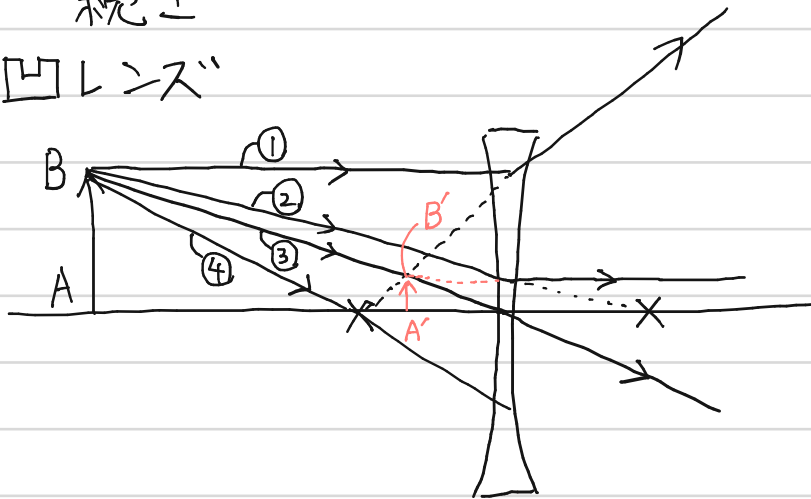
$b$  が後方 ( $0 < b$ ) かつ  $b < |a|$  であることがわかる。

$b < |a|$  なので像は元より小さくなるので倍率  $m < 1$

ここで 図で考察した (i) ~ (iv) の状況とグラフの  
数値の条件が一致することを確かめよう

212 続き

凹レンズ



交わらない



のぞきこむ



B'から光が  
でてくる

とかんちがい

(虚像をみている)

凹レンズを通る光で特徴的なコースをとるもの

① 平行に入射 → 前方の焦点からでたかのようにでていく

② 後方の焦点に向かって入射 → 平行にでていく

③ レンズの本心に入射 → 直進する

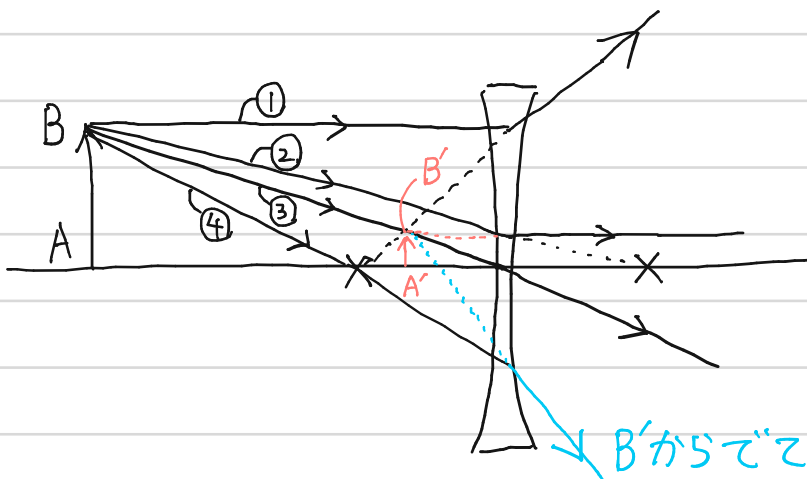
光を拡散するレンズ、と考えよう

④ 前方の焦点を通過して入射する光

→ 特徴的なコースは通らない。

なんとなく書いてしまって、迷いがちになるので気をつけよう。

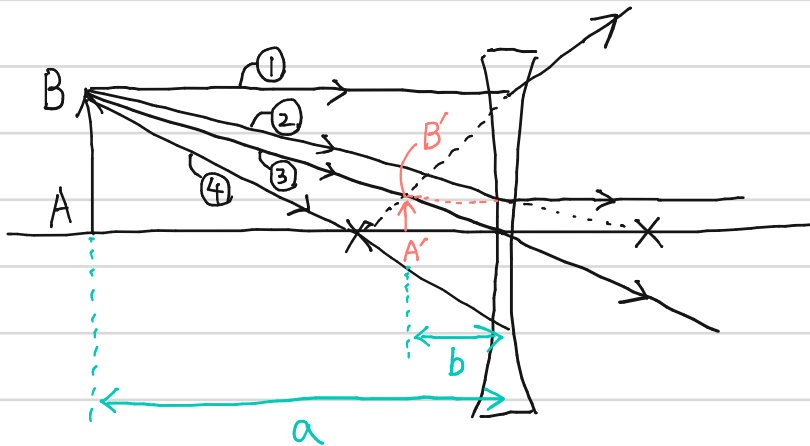
※ ④の光がどのようなコースをとるか考える



B'からでているようなコースをとる

212 続き

問題を考察



図より

bが前方なので  $b < 0$  (コ) かつ  $|b| < a$  がわかる.

$|b| < a$  なので 像が元より小さくなり、倍率  $m < 1$  (カ)

※ 三角形の相似からレンズの公式を導くと

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = -\frac{1}{f}$$

となることを確かめてみよう.