

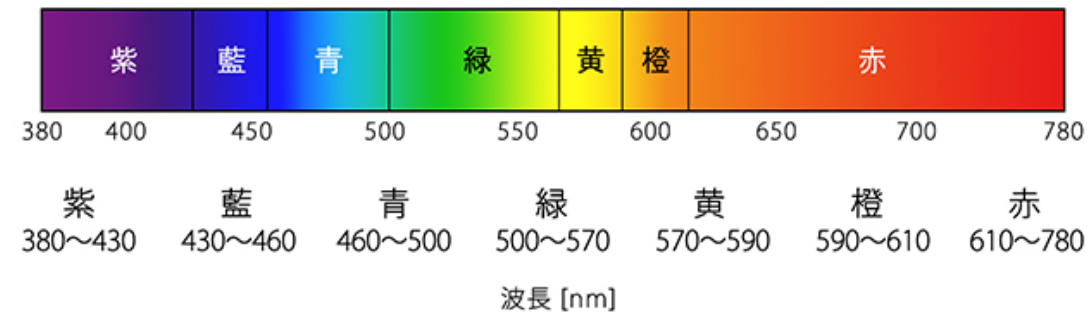
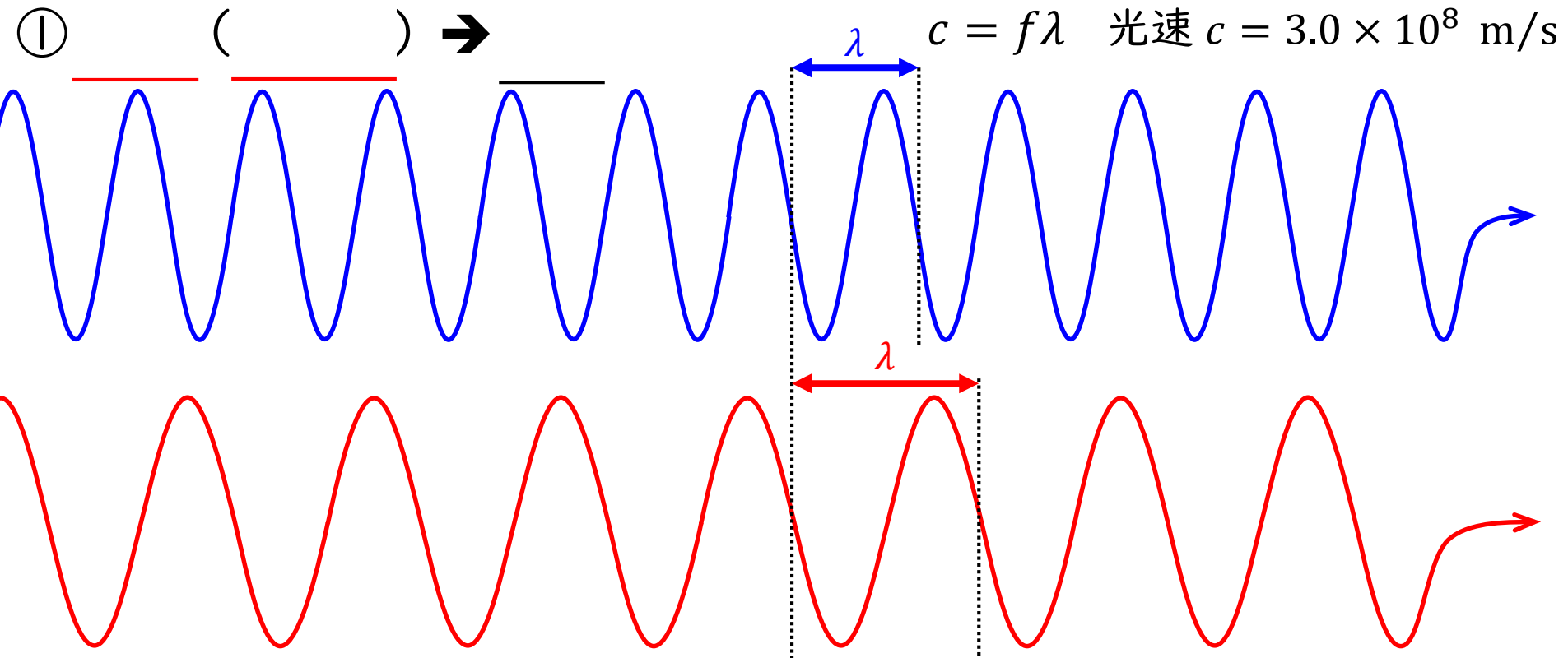
基礎物理学 II

(第14回) 光

【今日の内容】

- 光の3要素
- 光の反射、屈折
- 光の干渉
- 光散乱

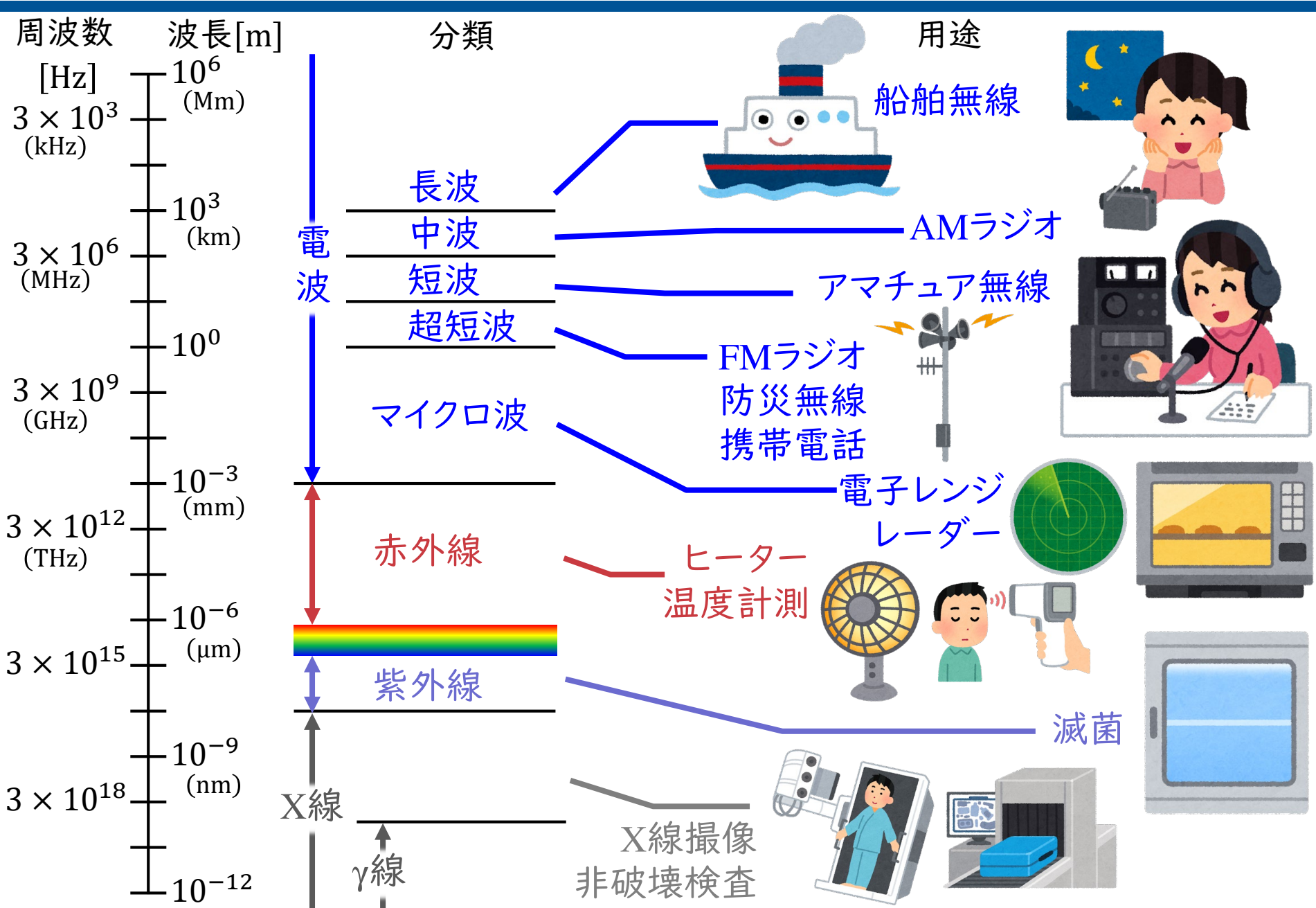
光の3要素



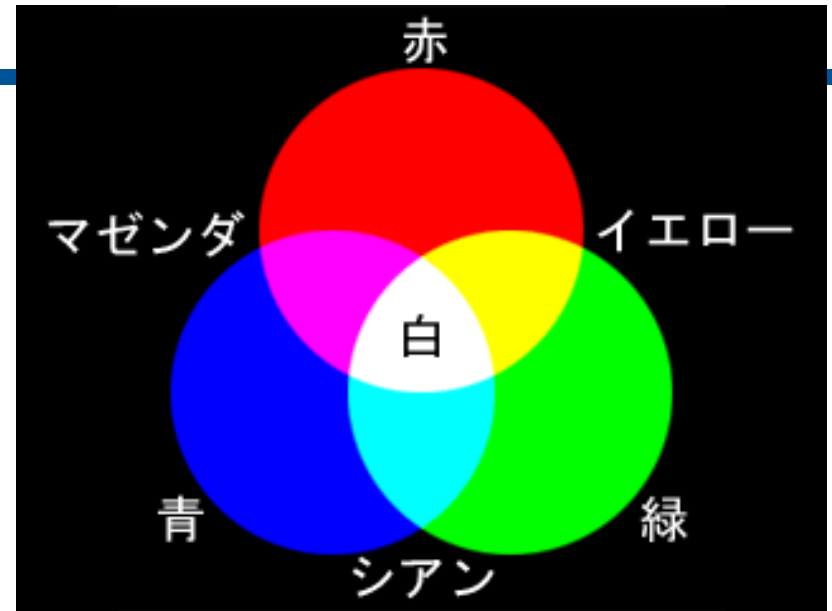
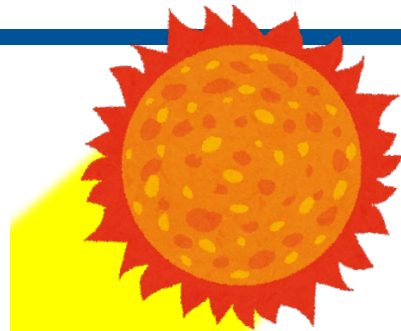
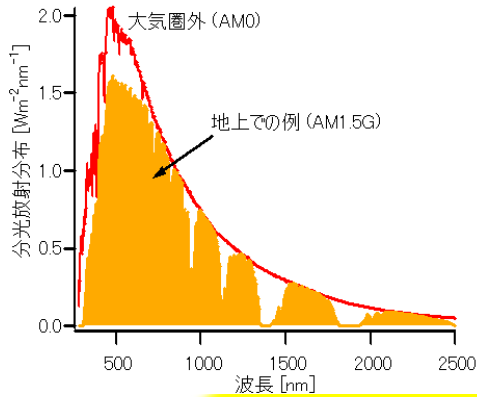
② →

③

電磁波の分類



色の感知



R(ed):0~255

G(reen):0~255

B(lue):0~255

$$\left. \begin{array}{l} R(ed):0\sim 255 \\ G(reen):0\sim 255 \\ B(lue):0\sim 255 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 256 \times 256 \times 256 \\ = 16777216 \text{ 色} \end{array}$$

赤く見えるということは青と緑の光が
吸収されているということ

偏光とは何か

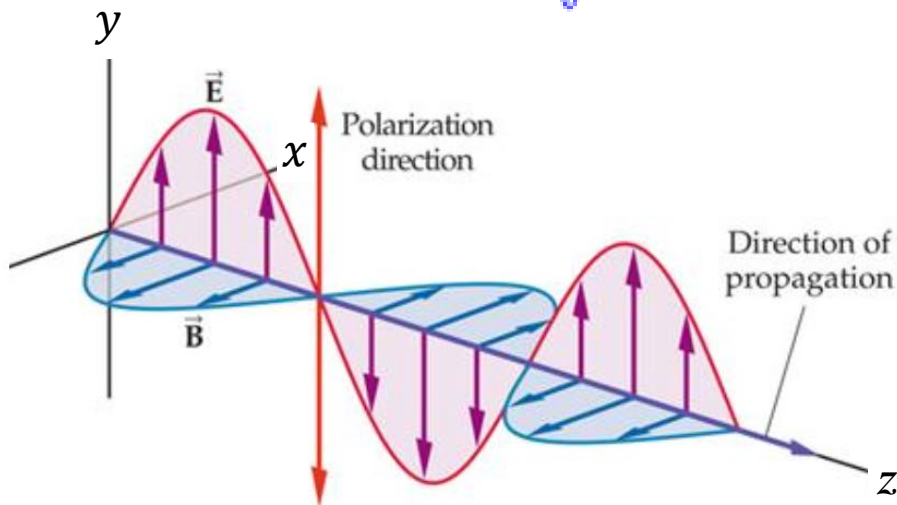
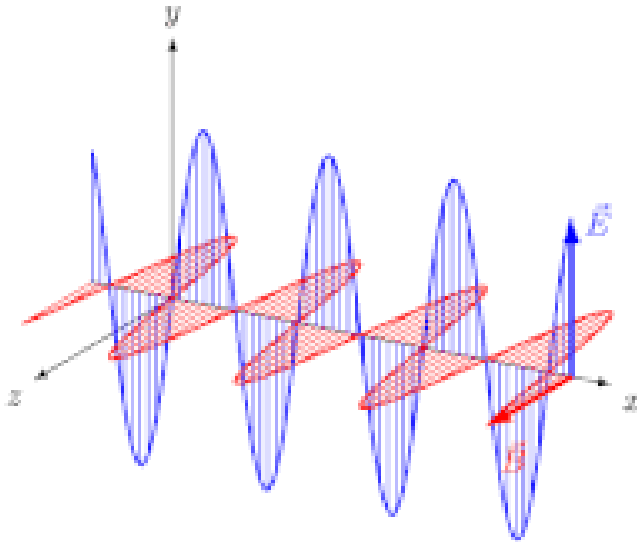
電界と磁界の振動方向

→ 互いに垂直かつ進行方向に垂直な平面内

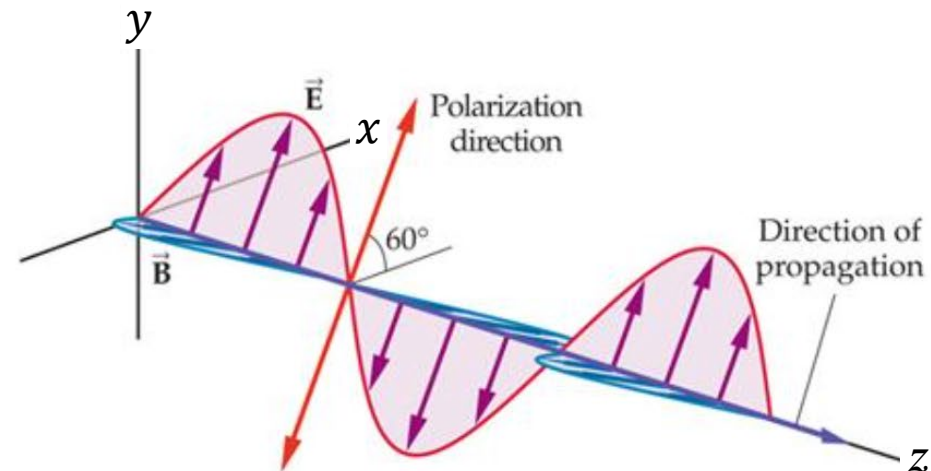
電界 E がなす面を“振動面”

磁界 B がなす面を“_____”

偏光面の方向が揃っている光を“_____”という。



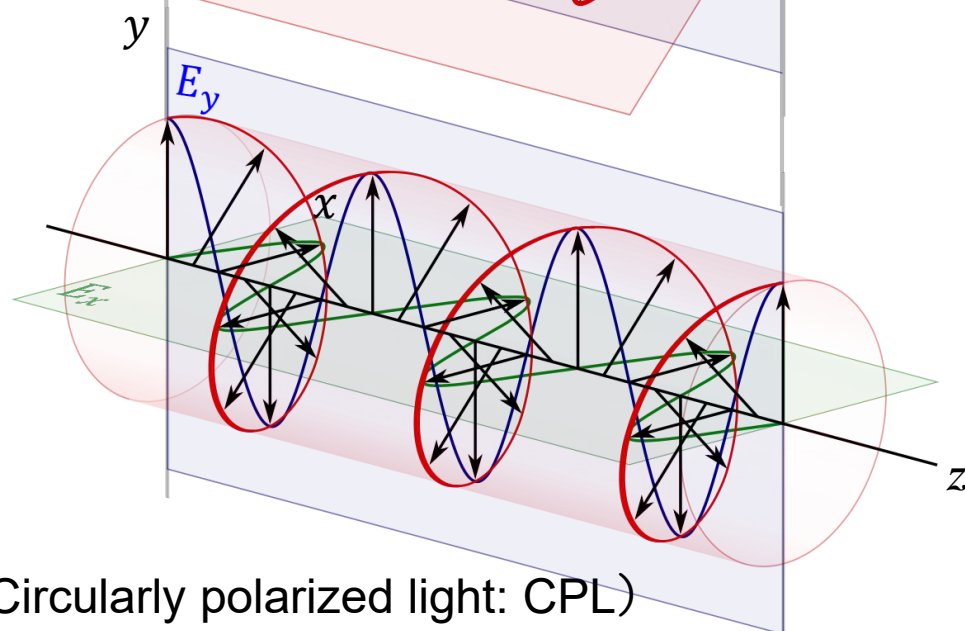
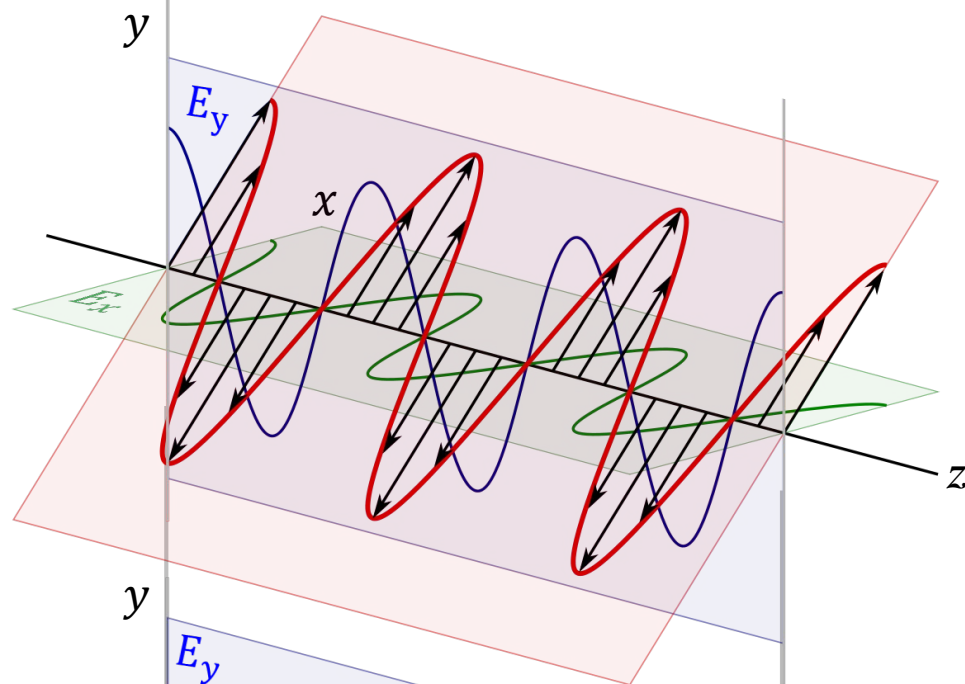
This wave is polarized in y -direction



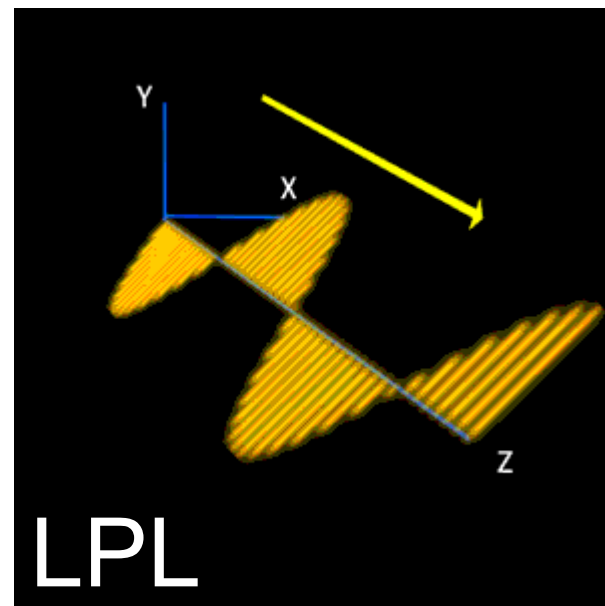
This wave is polarized in a direction at an angle of 60° with x -axis

直線偏光と円偏光

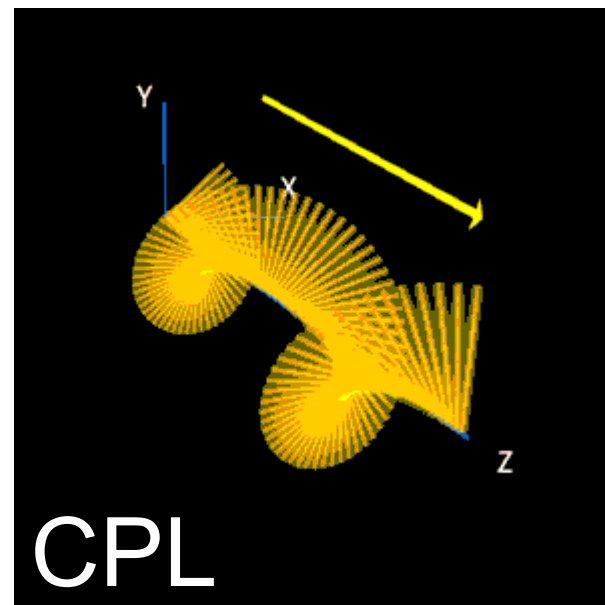
(linearly polarized light: LPL)



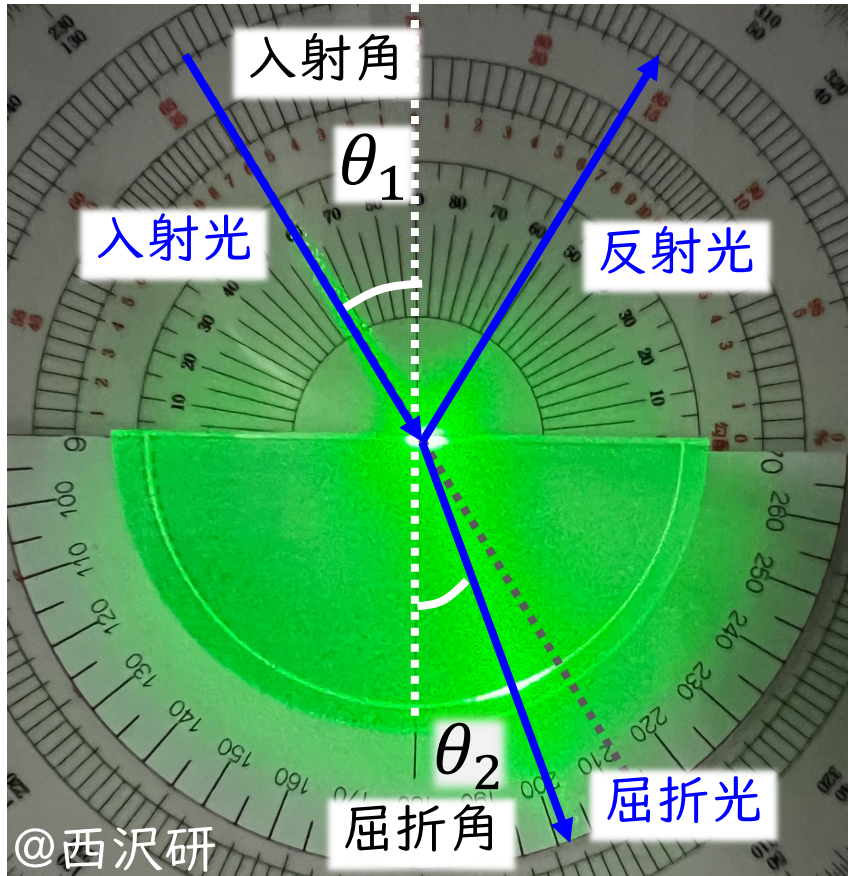
円偏光 (Circularly polarized light: CPL)



LPL



CPL



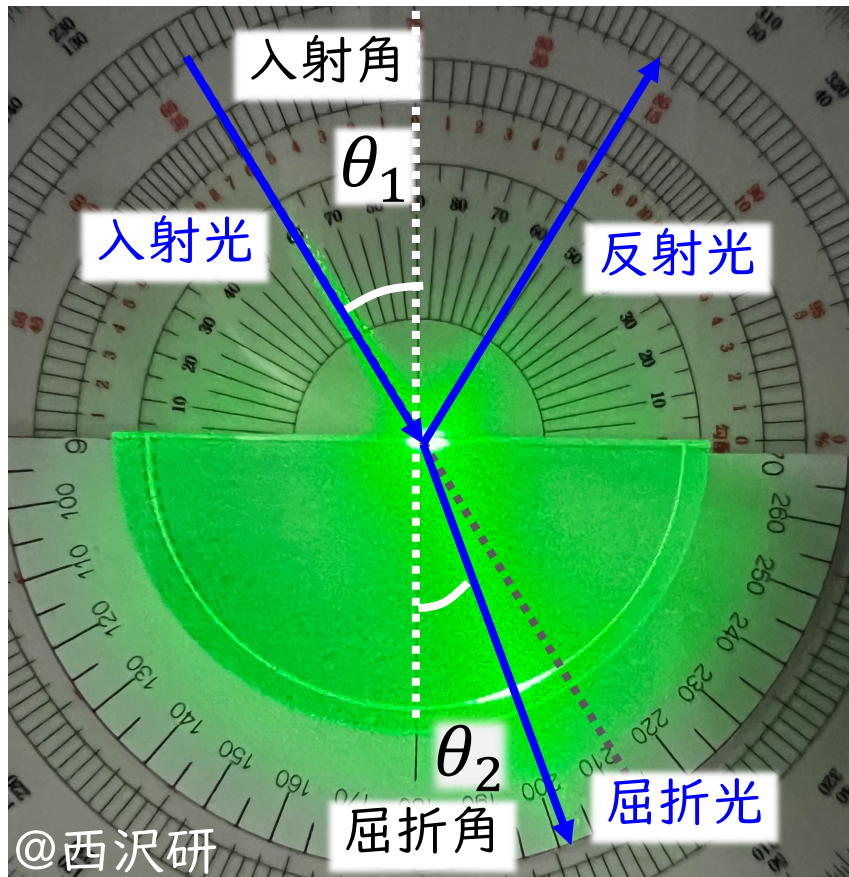
スネルの法則 (復習)

$$n_{12} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

媒質	屈折率
ダイヤモンド	2.42
光学ガラス	1.43-2.14
水晶	1.54
グリセリン	1.47
エタノール	1.36
氷 (0°C)	1.309
水 (0°C)	1.334
空気	1.0029

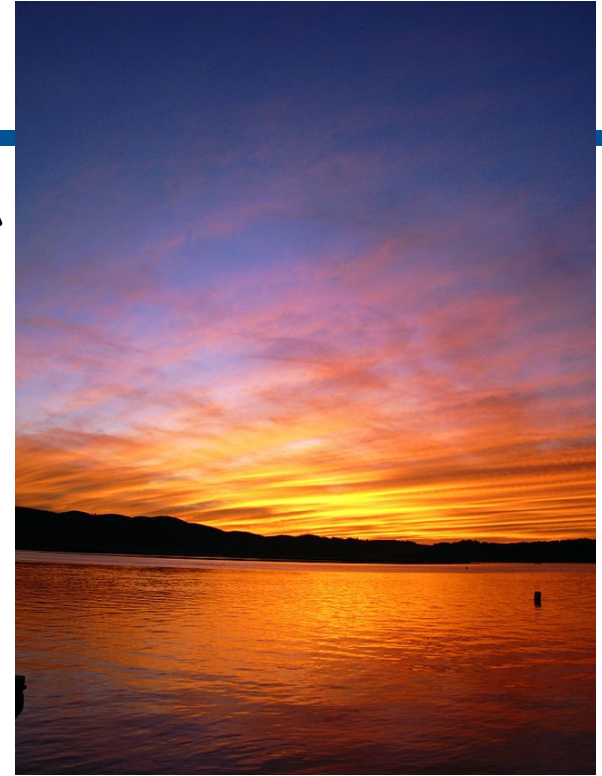
演習 1

下の写真で入射している光が60のところから入って、
屈折した光が200のところから出ているとすると
この材質の屈折率はいくらか。空気の屈折率は1.00としてよい。



光の散乱

空間を直進する光を横から見ることはできない



光が空間に存在する粒子などに
_____ されることで初めて見える



光の散乱

なぜ空は青く、夕焼けは赤いか

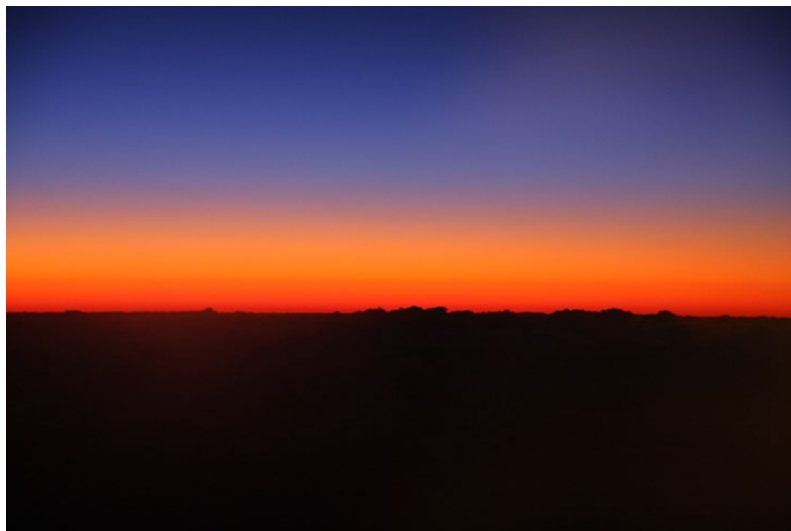
光が空気中の微粒子(粒径 a)で散乱するとき、
その散乱確率 σ は

$$\sigma \propto \frac{a^6}{\lambda^4}$$

とかける。

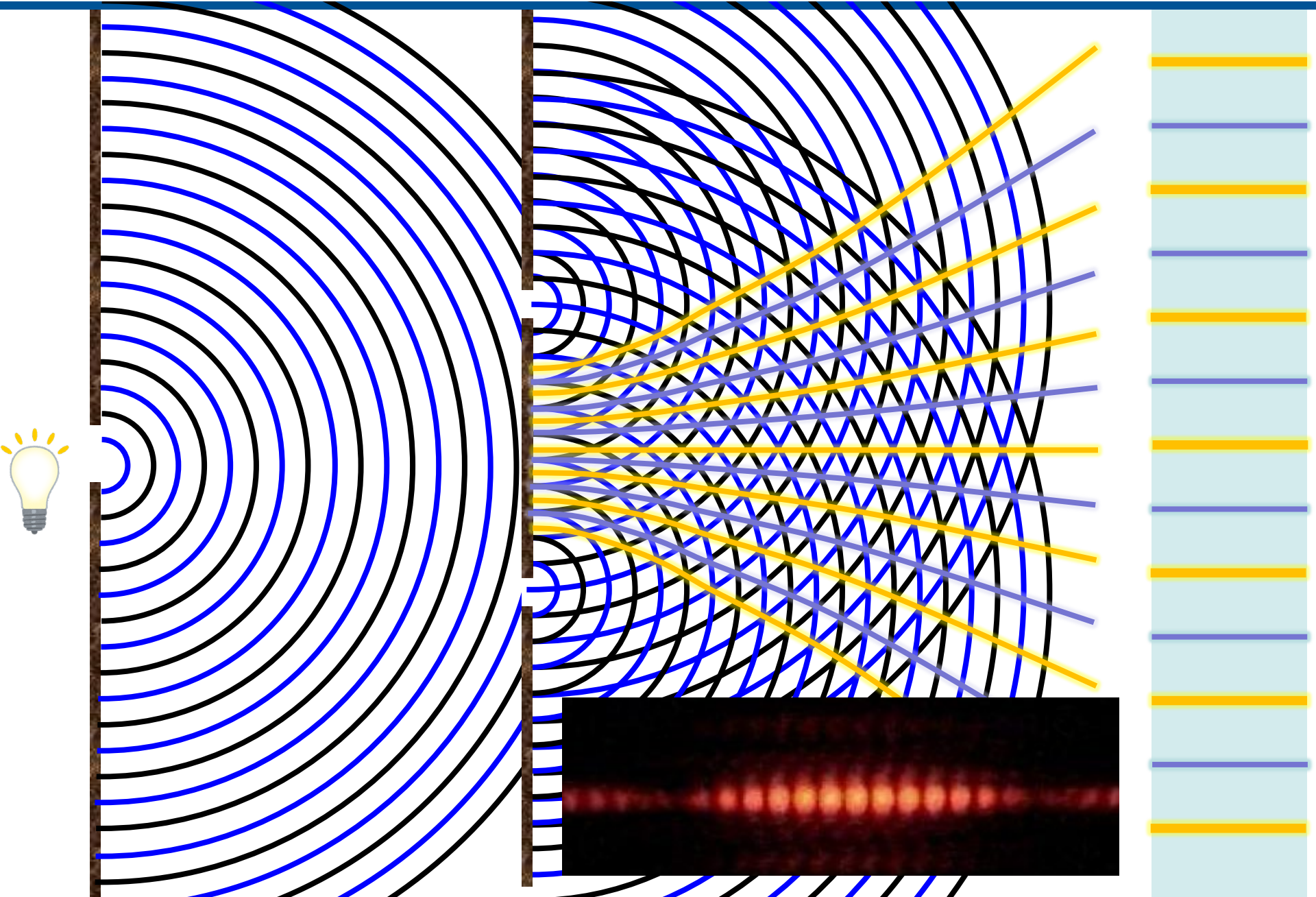
演習2

青色の光 ($\lambda = 400 \text{ nm}$) と
赤色の光 ($\lambda = 700 \text{ nm}$) とでは
どちらがどの程度散乱されやすいか

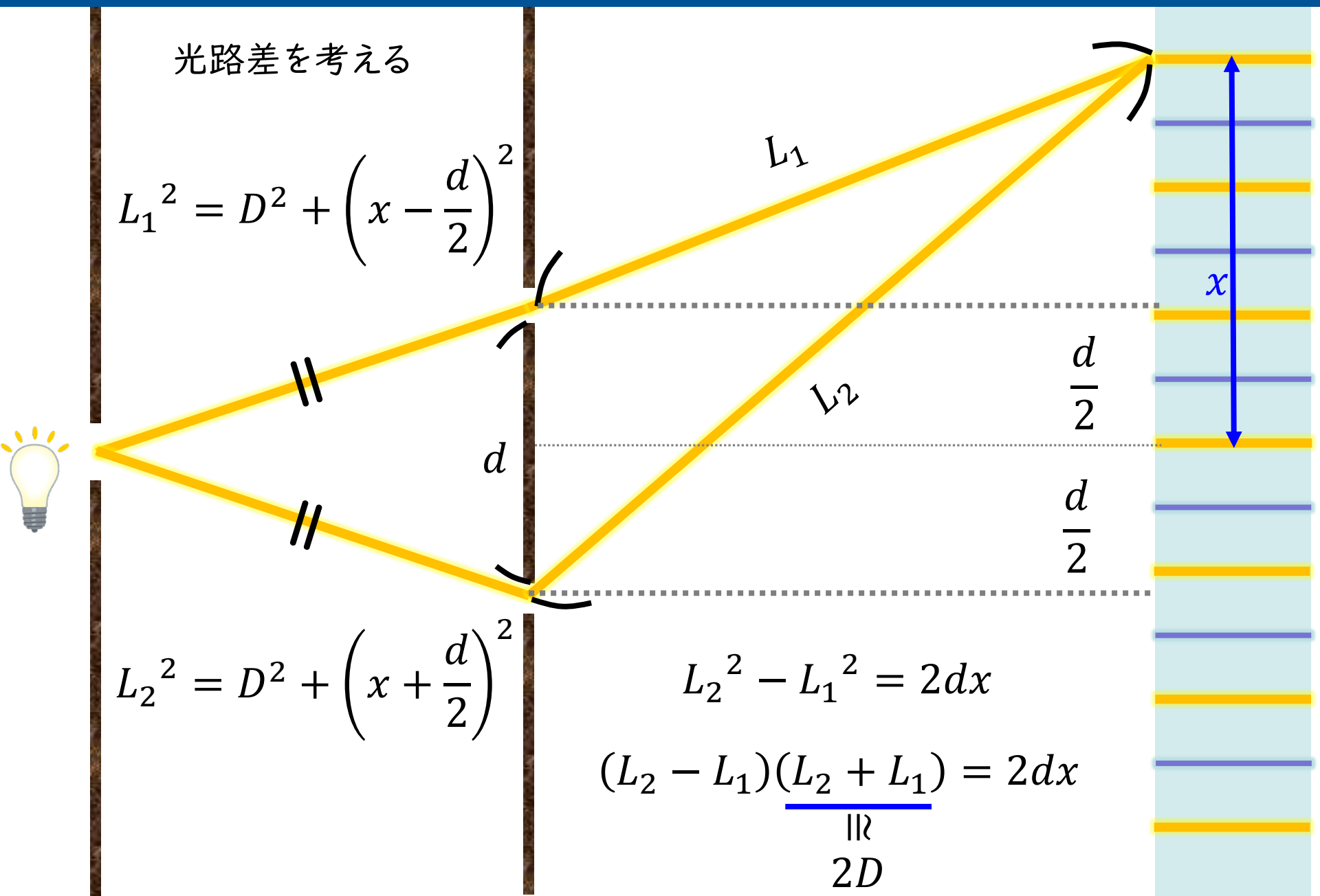


よって、青色の光は赤色の光よりも 16 倍散乱されやすい。日中は散乱された青の光が届くため空は青く見える。夕方は青の光は散乱され尽くして、散乱されにくい赤だけが届くため赤く見える

光の回折と干渉（ヤングの実験）



光の回折と干渉 (ヤングの実験)



光路差を考える

$$L_1^2 = D^2 + \left(x - \frac{d}{2}\right)^2$$

$$L_2^2 = D^2 + \left(x + \frac{d}{2}\right)^2$$

$$L_2^2 - L_1^2 = 2dx$$

$$(L_2 - L_1) \underbrace{(L_2 + L_1)}_{\substack{\approx \\ 2D}} = 2dx$$

光の回折と干渉 (ヤングの実験)

$$(L_2 - L_1)2D = 2dx$$

$$L_2 - L_1 = \frac{d}{D}x$$

干渉条件より

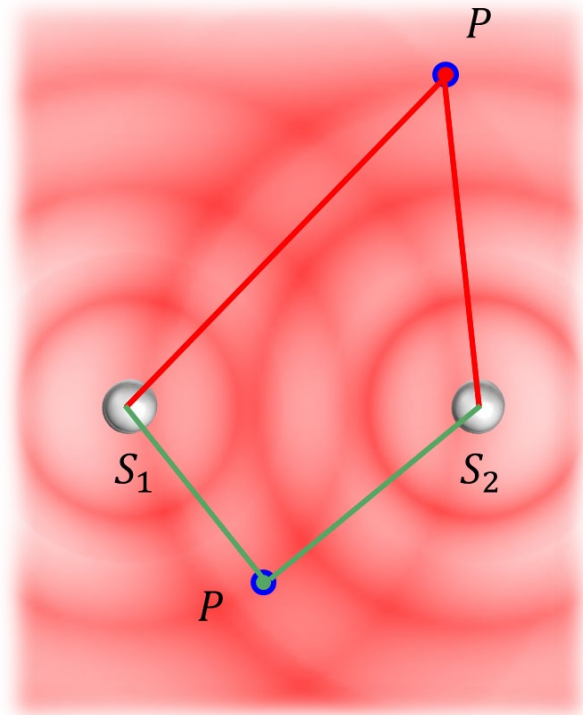
強め合う (明線)

$$\frac{d}{D}x = m\lambda$$

$$(m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

弱め合う (暗線)

$$(m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$



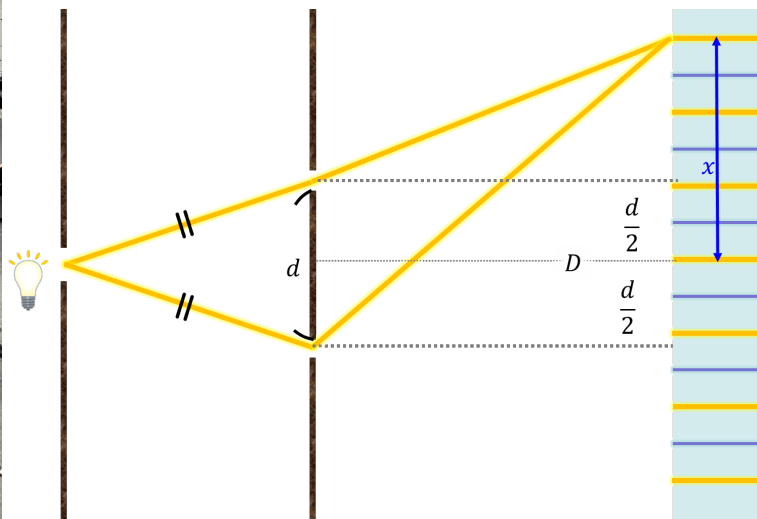
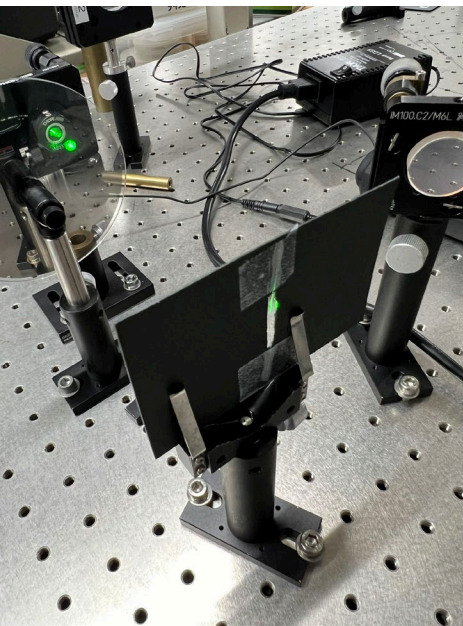
強め合う場所

$$\begin{aligned} |S_1P - S_2P| &= \frac{\lambda}{2} \cdot 2m \\ &= m\lambda \end{aligned}$$

弱め合う点

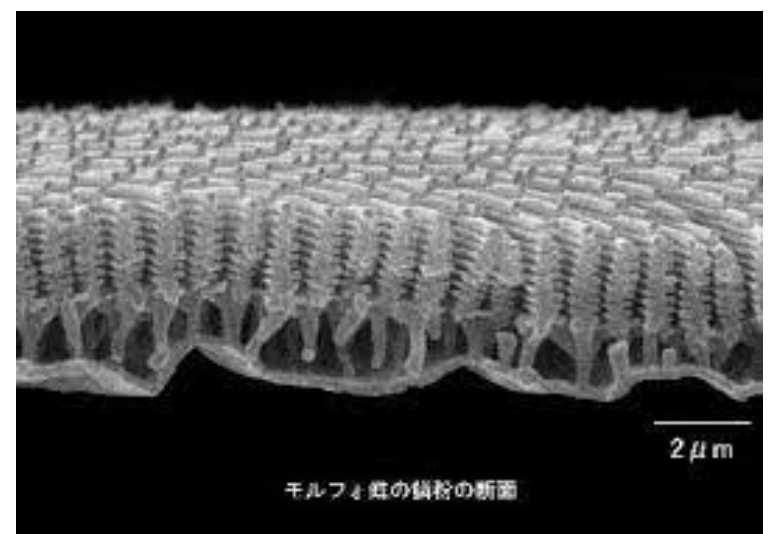
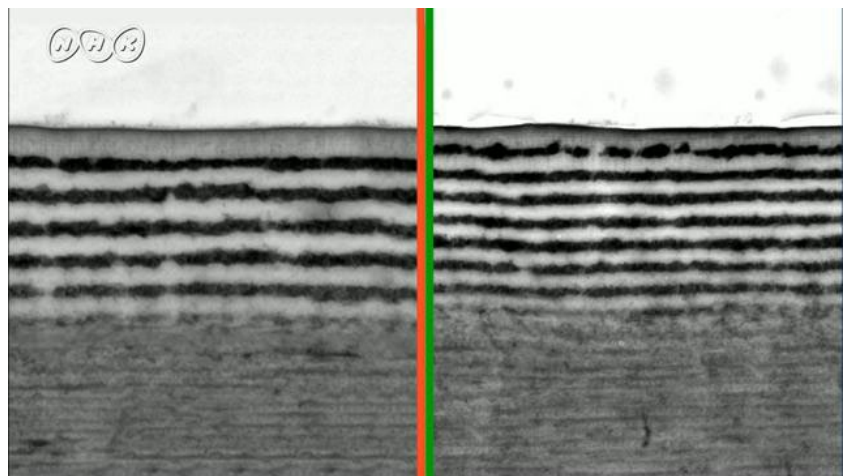
$$\begin{aligned} |S_1P - S_2P| \\ &= \frac{\lambda}{2} \cdot (2m + 1) \end{aligned}$$

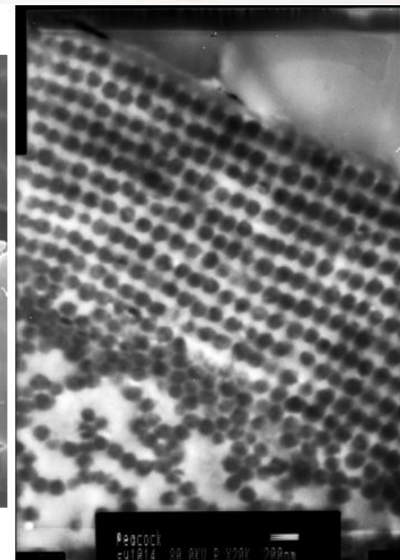
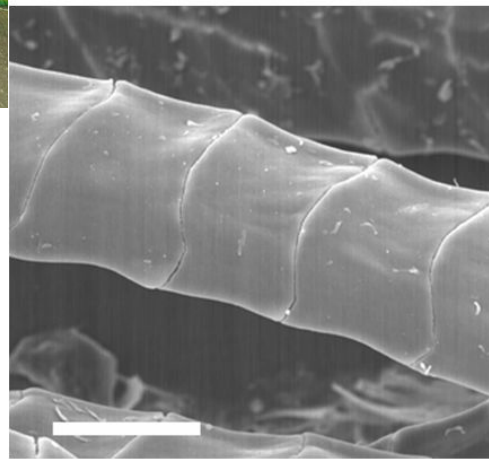
演習3 ヤングの実験



上の写真は手作りの二重スリットでヤングの実験を再現したときのものである。レーザーの波長が532 nm、スクリーンまでの距離が180 cm、明線の間隔が3 mmであったとき、スリットの間隔はいくらか。

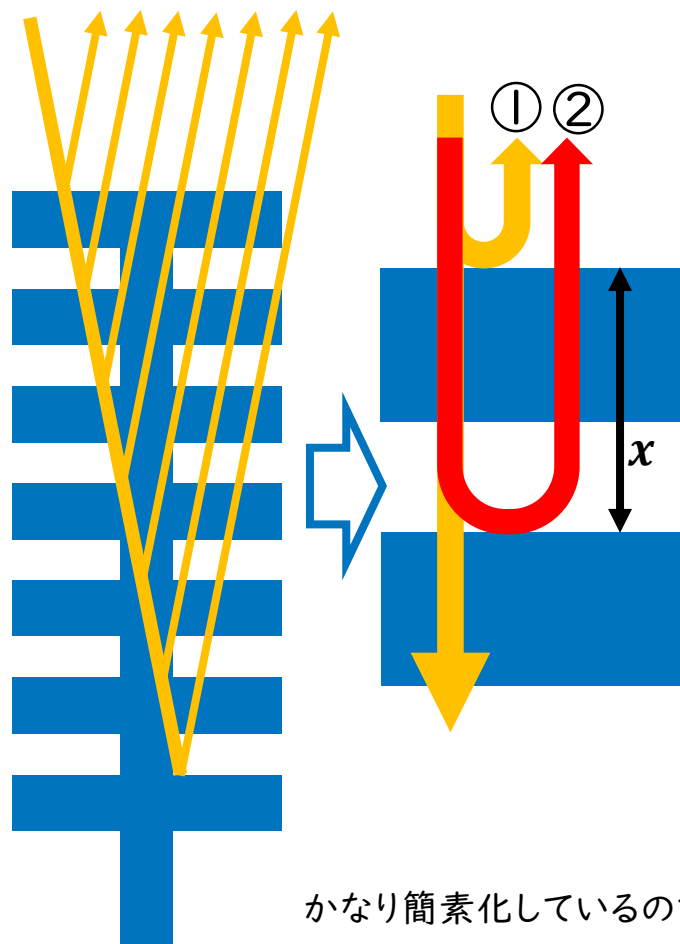
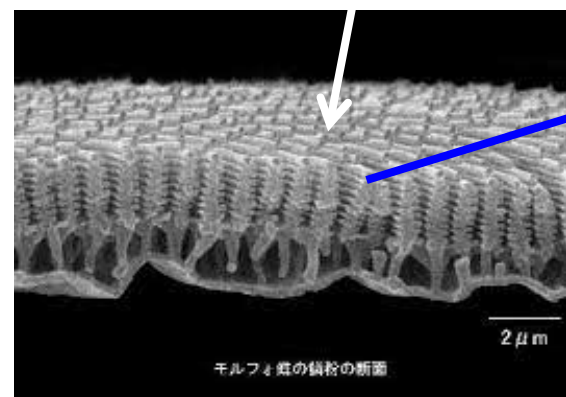
光の干渉





演習4 モルフォ蝶の構造色

モルフォ蝶は青色が鮮やかに見える。これは鱗粉の微細な棚状構造における多層膜干渉により青色(430 nm)が強め合う条件に当てはまるためである。今、鱗粉の構造を右下図のように単純化する。このとき、棚状構造の間の周期(x)は何nm程度であると考えられるか。



かなり簡素化しているので厳密ではないが、答えはほぼ同じ

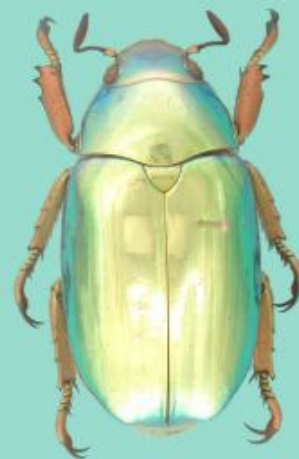
コガネムシにおける円偏光



左円偏光



右円偏光



左円偏光



無偏光



右円偏光