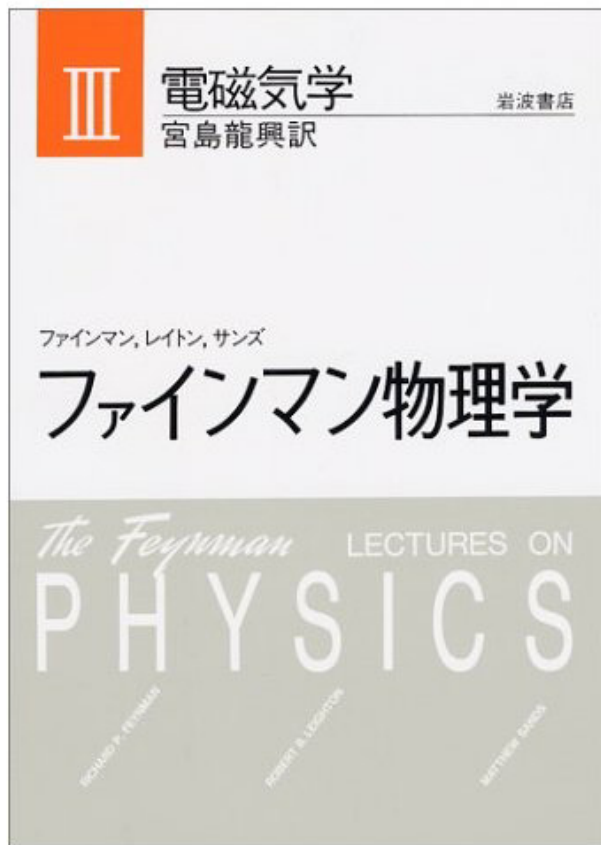


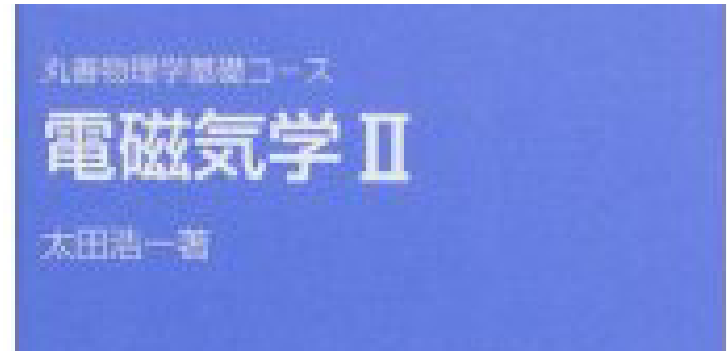
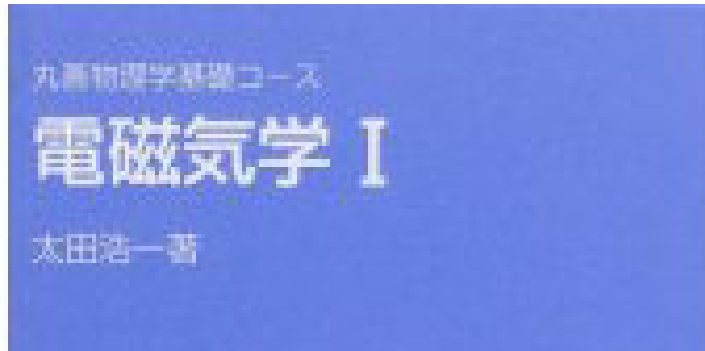
ファインマン物理学Ⅲ 電磁気学



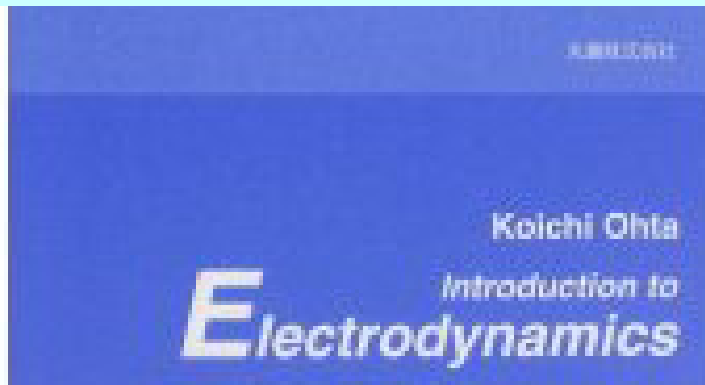
第1章 電磁気学

「人類の歴史という長い眼から、たとえば今から1万年後の世界から眺めたら、19世紀の一番顕著な事件がマクスウェルによる電磁法則の発見であったと判断されることはほとんど間違いない」

太田浩一「電磁気学Ⅰ、Ⅱ」



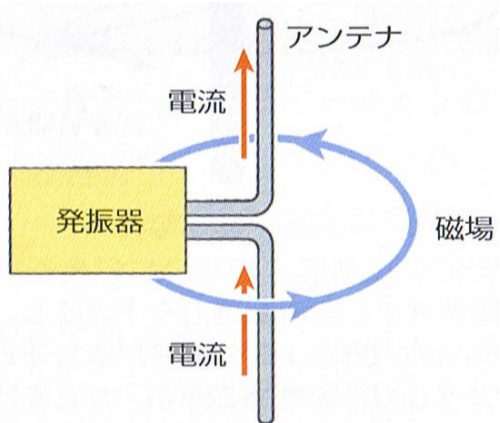
晴れた空が青いのはなぜだろう—
この素朴な質問の答の中に、電磁気学のエッセンスの
すべてがひそんでいる(内容紹介より)



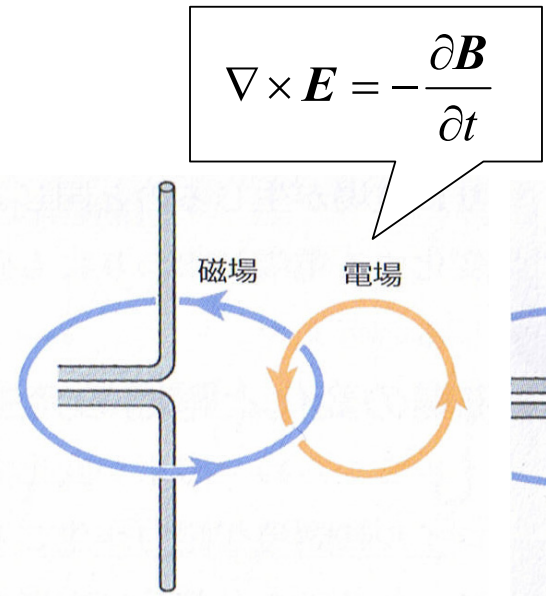
太田先生の本に書いてあること

- 「磁場の変化が電場を作り、電場の変化が磁場を作る」というのは誤解(エーテルの亡霊)。**電磁波の源は全て電荷と電流である。**
- ある物理学者が電気力(クーロンの法則)は知っていても磁気力は知らなかったとする。その物理学者は**クーロンの法則と相対論だけからマクスウェル方程式を全て導くことができる。**
- **B(磁束密度)でなくH(磁場)を実在とする立場は認める訳にはいかない。Hは便宜的に定義された物理量である。**

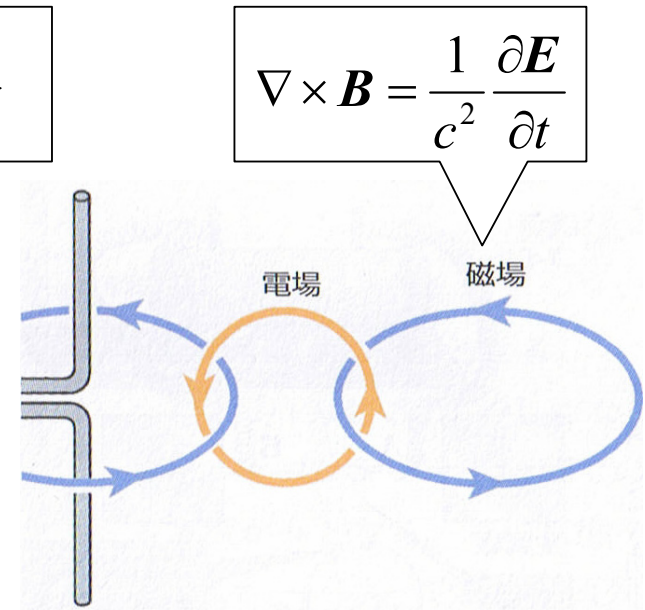
あまり正しくない電磁波の説明



(a) 振動電流の周囲に磁場が生じる。

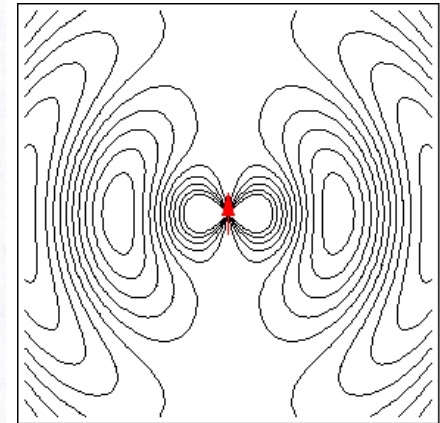
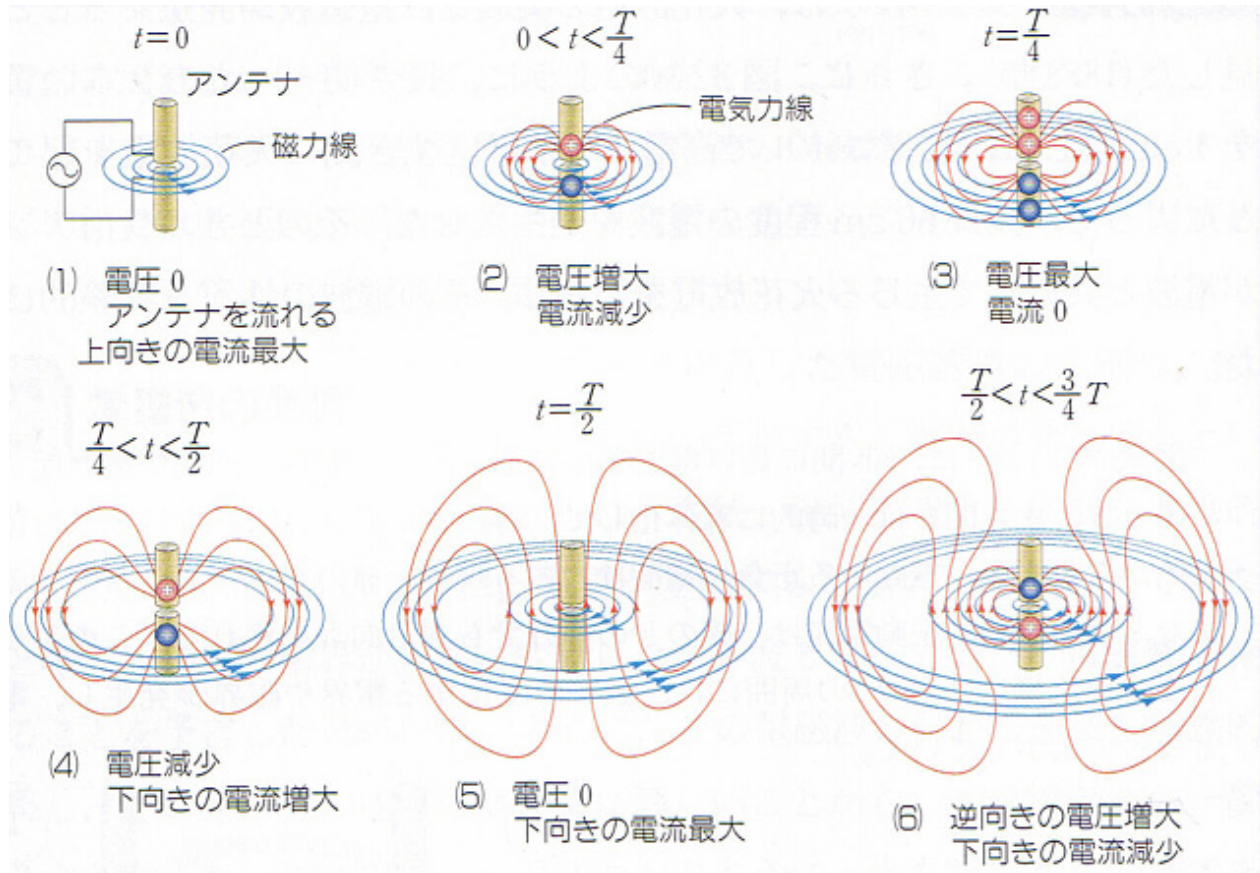


(b) 磁場の変化が電場を生み出す。



(c) 電場の変化が磁場を生み出す。

正しい電磁波の記述



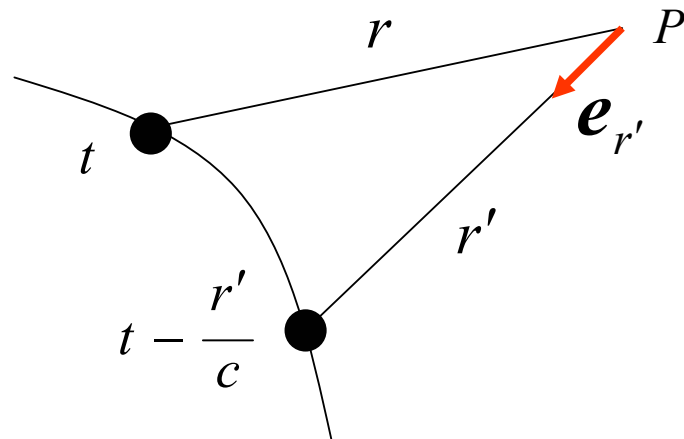
電磁波の源は電荷とその運動

リエナール-ヴィーヘルトポテンシャル(ファインマン物理学Ⅱ 第3章)

$$\mathbf{E} = -\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{\mathbf{e}_{r'}}{r'^2} + \frac{r'}{c} \frac{d}{dt} \left(\frac{\mathbf{e}_{r'}}{r'^2} \right) + \frac{1}{c^2} \frac{d^2}{dt^2} \mathbf{e}_{r'} \right]$$

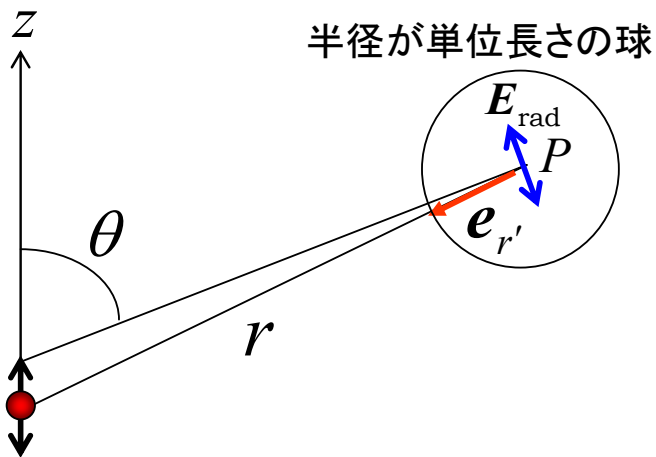
輻射を表す

$$\mathbf{B} = -\frac{\mathbf{e}_{r'} \times \mathbf{E}}{c}$$



電荷の影響は、 r'/c だけ遅れて点Pに到達する

振動する電荷が放射する電磁波



$$\mathbf{E}_{\text{rad}} \cong -\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{c^2} \frac{d^2}{dt^2} \mathbf{e}_{r'} \right]$$

電荷がz軸上を振幅dで振動すると、 $\mathbf{e}_{r'}$ の先端は球面上を(時間 r/c だけ遅れて)振幅

$$\frac{d \sin \theta}{r}$$

で振動する。従って、点Pにおける電場の大きさは

$$E_{\text{rad}}(t) = \frac{qd\omega^2 \sin \theta}{4\pi\epsilon_0 c^2 r} \cos \omega(t - r/c)$$

光の強度 I は電場の振幅の2乗に比例するので、

$$I \propto \frac{q^2 d^2 \omega^4}{r^2} \sin^2 \theta$$

レイリー散乱の波長依存性 ($\propto 1/\lambda^4$) の起源

双極子放射パターン

距離の2乗に反比例

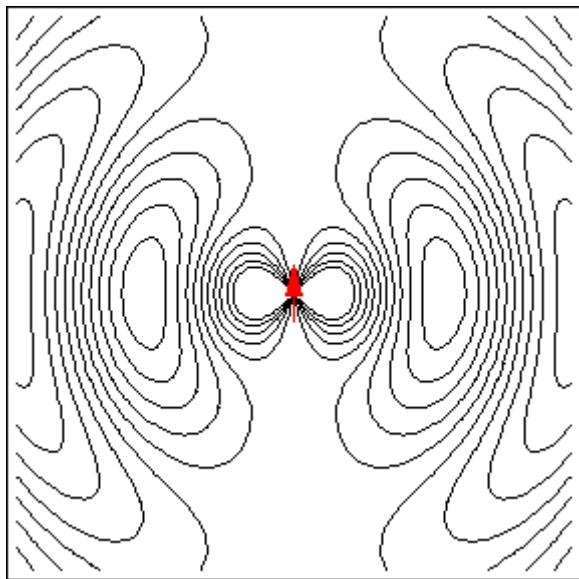
振動する電荷(もしくは電気双極子)

$$z(t) = d \cos \omega t$$

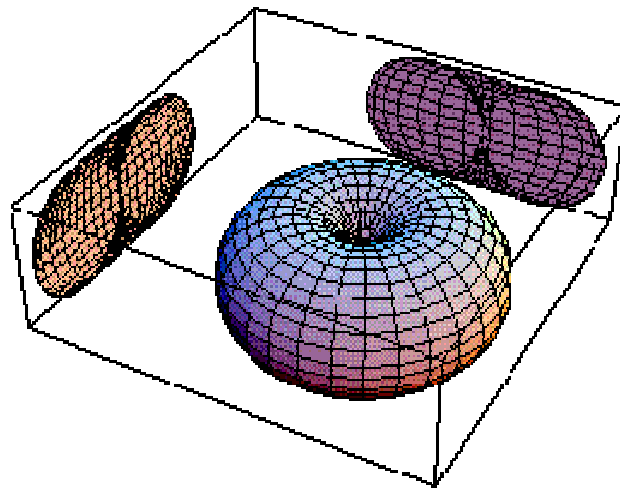
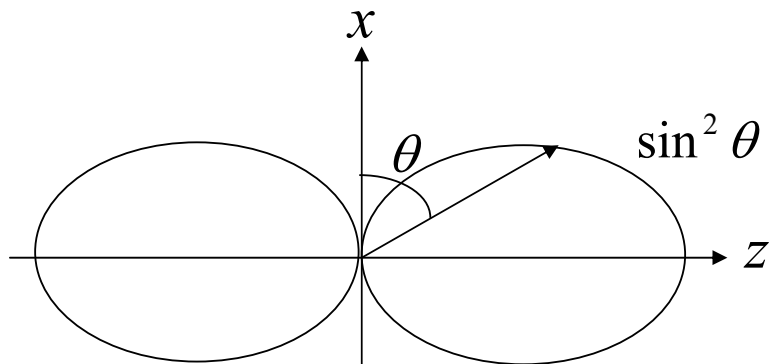
$$a(t) = \frac{d^2 z}{dt^2} = -d\omega^2 \cos \omega t$$

双極子輻射パターン

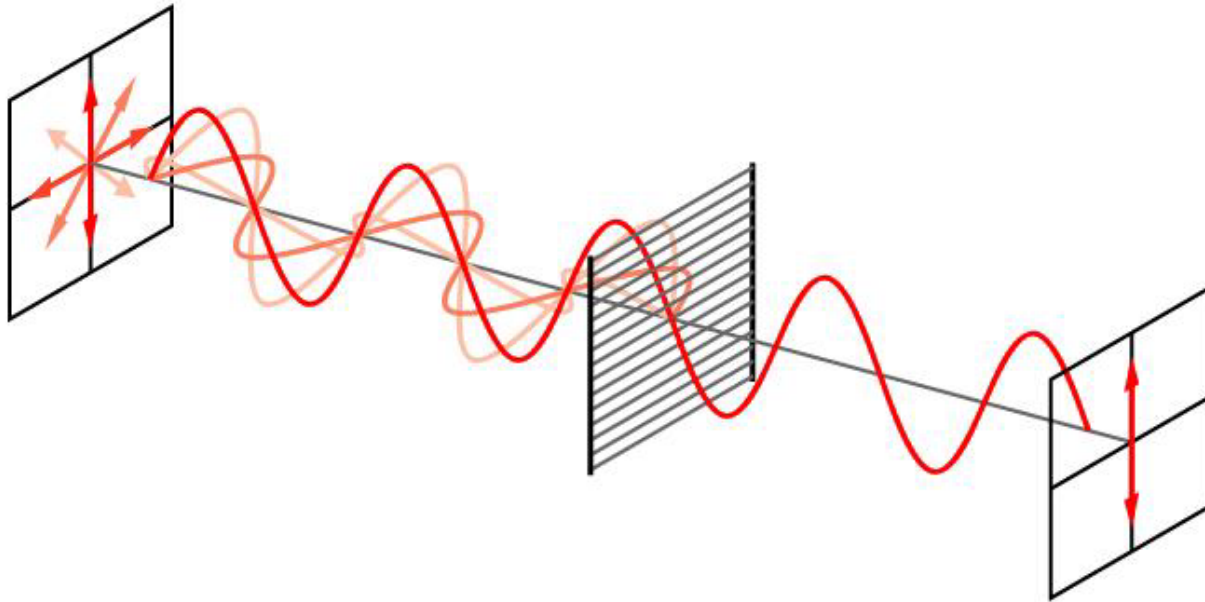
放射強度の方向依存性



双極子アンテナから
放射される電気力線



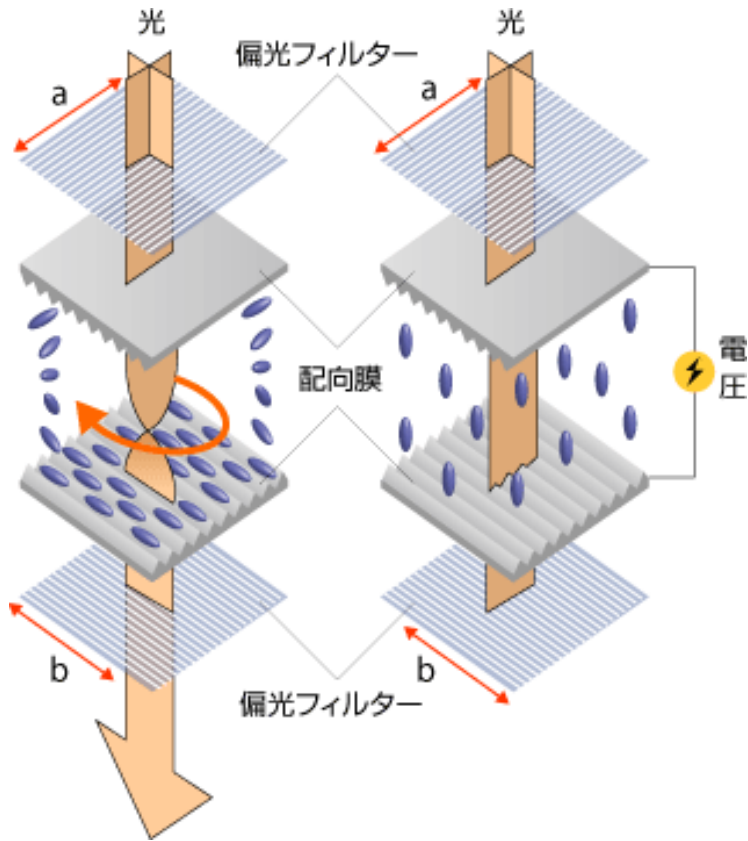
偏光板



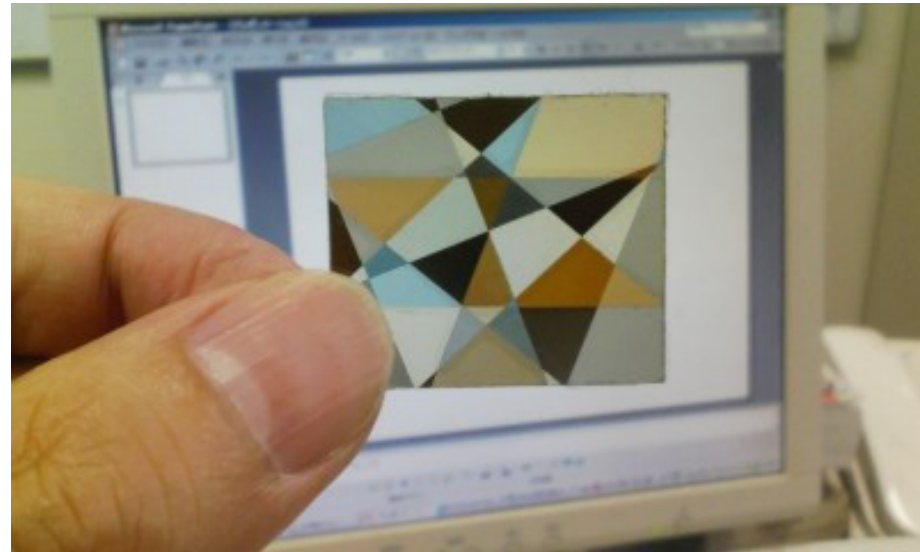
<http://ja.wikipedia.org/wiki/偏光板>

偏光板内の電子が振動できる方向の偏光成分のみが吸収される
(入射光によって電子が振動し、入射光を打ち消す光を放射する)

液晶ディスプレイにも偏光板

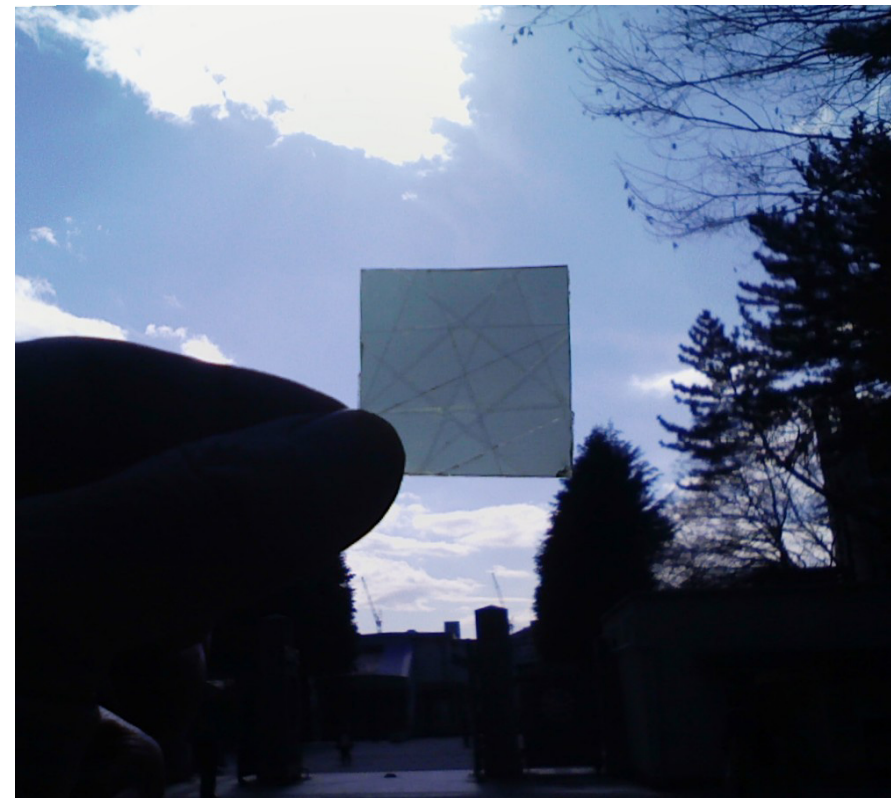


偏光板にセロテープを重ねて貼って、その面を液晶ディスプレイの側に向けてみると...

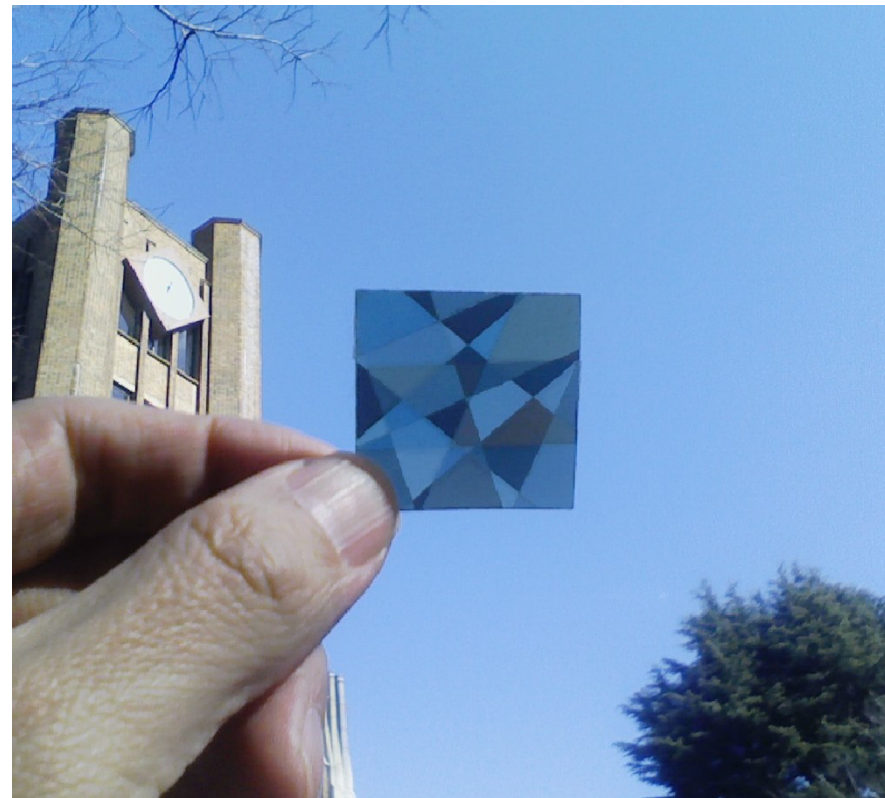


※セロテープには色に応じて偏光を回転させる性質(旋光性)がある

2012年2月3日正午の空



時計台から正門を見る(南向き)



時計台を見上げる

空の偏光特性の実験

