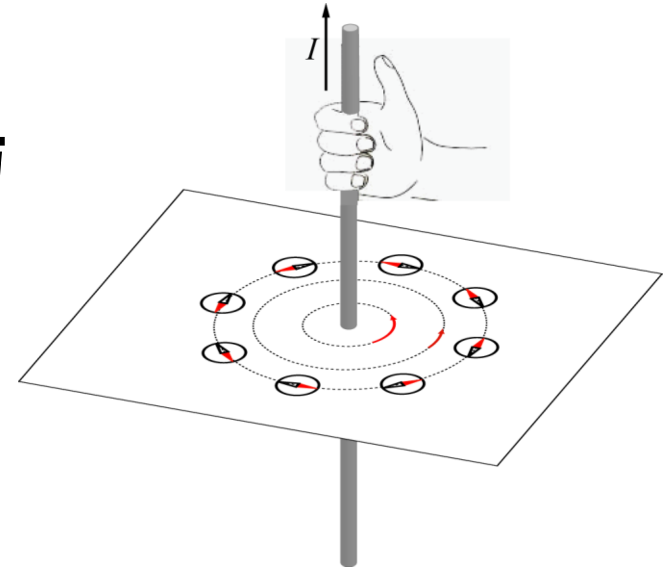
# ビオ･サバールの法則

## 電流がつくる磁場の計算法

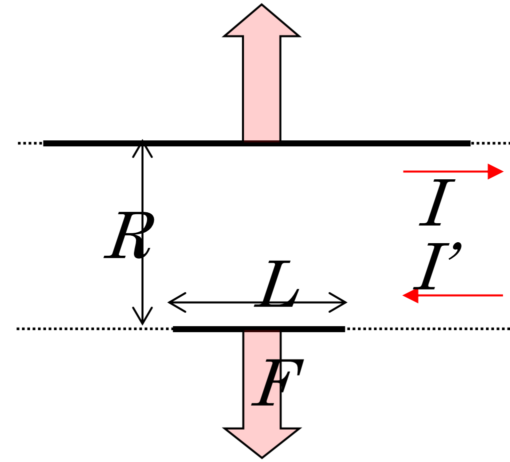
# 直線電流が作る磁場




- 発見！
- 磁場の向き
  - 電流に垂直な面内で，電流を中心とする円の接線方向
  - 電流の方向に進む右ねじが回転する向き
- 磁場の大きさ
  - 電流からの距離に反比例
  - 電流に比例する

$$B = k\frac{I}{R}$$

# 電流の単位(１A)




- ２本の平行な直線電流に作用する力
  - 一方の直線電流がつくる磁場
  - 他本の直線電流が磁場から受ける力

$$F = IBL \propto \frac{I \times I'}{R} L$$

- 力の大きさ
  - ２つの電流の積に比例
  - 力を受ける電流の長さに比例
  - 電流間の距離に反比例

$$F = 2 \times 10^{-7}\mathrm{N} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{(1\ \mathrm{A})^2}{(1\ \mathrm{m})} (1\ \mathrm{m})$$

$$\mu_0 = 2\pi \times 2 \times 10^{-7}\ \mathrm{N\ A^{-2}}$$

# 直線電流がつくる磁場の大きさ

$$\boxed{B(R)=\frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I}{R}}$$

$$k=\frac{\mu_0}{2\pi},\quad \mu_0=4\pi\times10^{-7}\,\mathrm{N/A^2}$$

# 重ね合わせの原理

- 電流が複数あるとき
  各電流がつくる磁場のベクトル和

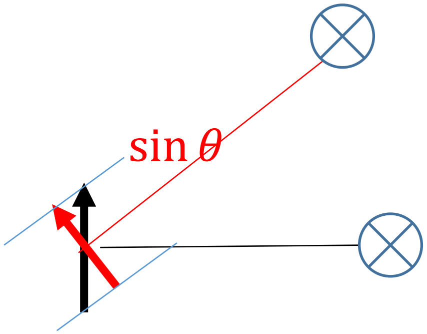
# ビオ・サバールの法則

- $Id\vec{r}$ : 電流素片
- $d\vec{B}$ :$Id\vec{r}$がつくる微小な磁場（重ね合わせる）
- $\vec{r}$: 電流素片$Id\vec{r}$から磁場の観測点までのベクトル

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{Id\vec{r}_0}{r^2}\right) \times \left(\frac{\vec{r}}{r}\right)$$

- 距離の逆2乗則
- 真横に見える$Id\vec{r}$が作る$d\vec{B}$:右ねじの法則
- 斜めに見える$Id\vec{r}$が作る$d\vec{B}$: “有効成分”を用いる

$$\vec{B}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi}\oint_C \frac{Id\vec{r}' \times (\vec{r} - \overrightarrow{r'})}{\left|\vec{r} - \overrightarrow{r'}\right|^3}$$



# 磁場の計算と実測を比較するとよく合う

- 直線電流：これに合わせるように法則を作った
- 円電流：遠方の磁場は「磁気モーメントによる磁場」と同じ
- ソレノイドコイルの磁場
- ヘルムホルツコイル

# 法則の限界

- 定常電流が完全に還流するときに限る

- 電流が時間的に変化する
- 回路が途切れて電荷分布が変わる

- 運動する荷電粒子がつくる磁場 vs
  電流素片がつくる磁場

・近似的