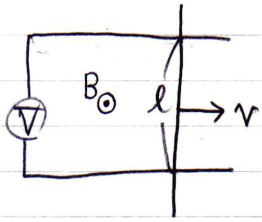
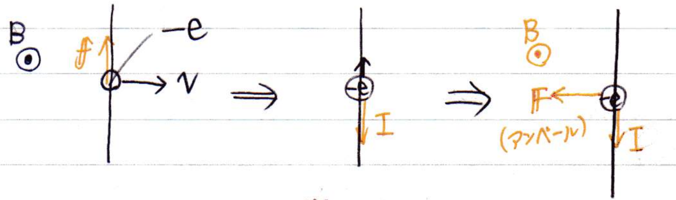
○ローレンツ力による電磁誘導現象.



速さ v で導線上を運動.
↓
導体中の電子はローレンツ力を受ける.
↓
電流が流れる.（導体の抵抗のために、やがて定常状態へ）
↓
電流 I は磁場から力を受けて仕事される.



外力の仕事率（単位時間あたり）

$$W = vF$$

$$F = IB\ell \quad \text{(アンペールの力)}$$

(回路がする仕事) $= -W = -vIB\ell$

$\quad\; \| \;\; V \cdot I$

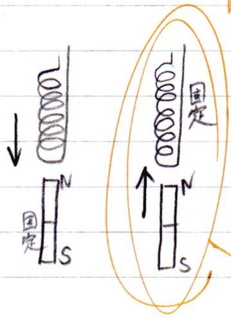
$$\therefore \boxed{V = -vB\ell}$$

一方、（時間 Δt の間の磁束の変化）

$$\Delta\Phi = B(v \cdot \ell)\Delta t$$

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = Bv\ell$$

$$\therefore \boxed{\frac{d\Phi}{dt} = -V}$$



全く同じ現象

新しい現象

磁石を動かすと、空間の性質が変化する。

磁場の時間変化は電場をつくる!

(近接作用的表現への書き換え)

$$\begin{cases} V \equiv \oint_{\Gamma(\text{コイル})} \mathbb{E}^{emf}\cdot d\mathbb{s} \\[2ex] \Phi = \int_{C\text{上}} \mathbb{B}\cdot d\mathbb{S} \end{cases}$$

$\mathbb{E}^{emf}$：起電力（の定義） electro motive force

C上（コイルΓで張られる曲面） ← $\mathrm{div}\,\mathbb{B}=0$より曲面のとり方によらない。

$$V = -\frac{d\Phi}{dt}$$ より。

$$\oint_{\Gamma} \mathbb{E}^{emf}\cdot d\mathbb{s} = -\frac{d}{dt}\int_{C\text{上}} \mathbb{B}\cdot d\mathbb{S}$$

⇓ (jump)

$$\oint_{\Gamma} \mathbb{E}\cdot d\mathbb{s} = -\frac{d}{dt}\int_{C\text{上}} \mathbb{B}\cdot d\mathbb{S}$$

Γ（コイルとは限らない任意の閉曲線）

C上 ← Γで張られる曲面

$$\oint \mathbb{E}\cdot d\mathbb{s} = -\frac{d}{dt}\int_{C\text{上}} \mathbb{B}\cdot d\mathbb{S} = -\int_{C\text{上}} \frac{\partial}{\partial t}\mathbb{B}\cdot d\mathbb{S}$$

$$\| $$

$$\int_{C\text{上}} \mathrm{rot}\,\mathbb{E}\cdot d\mathbb{S}$$

Cは任意

$$\mathrm{rot}\,\mathbb{E} = -\frac{\partial \mathbb{B}}{\partial t}$$

$$\therefore \boxed{\mathrm{rot}\,\mathbb{E} + \frac{\partial \mathbb{B}}{\partial t} = 0}$$

↳ 時間変化する磁場は電場(の面)を作る。(Faradayの法則)

(積分型)	$V = -\dfrac{d\Phi}{dt}$
(微分型)	$\mathrm{rot}\,\mathbb{E} + \dfrac{\partial \mathbb{B}}{\partial t} = 0$