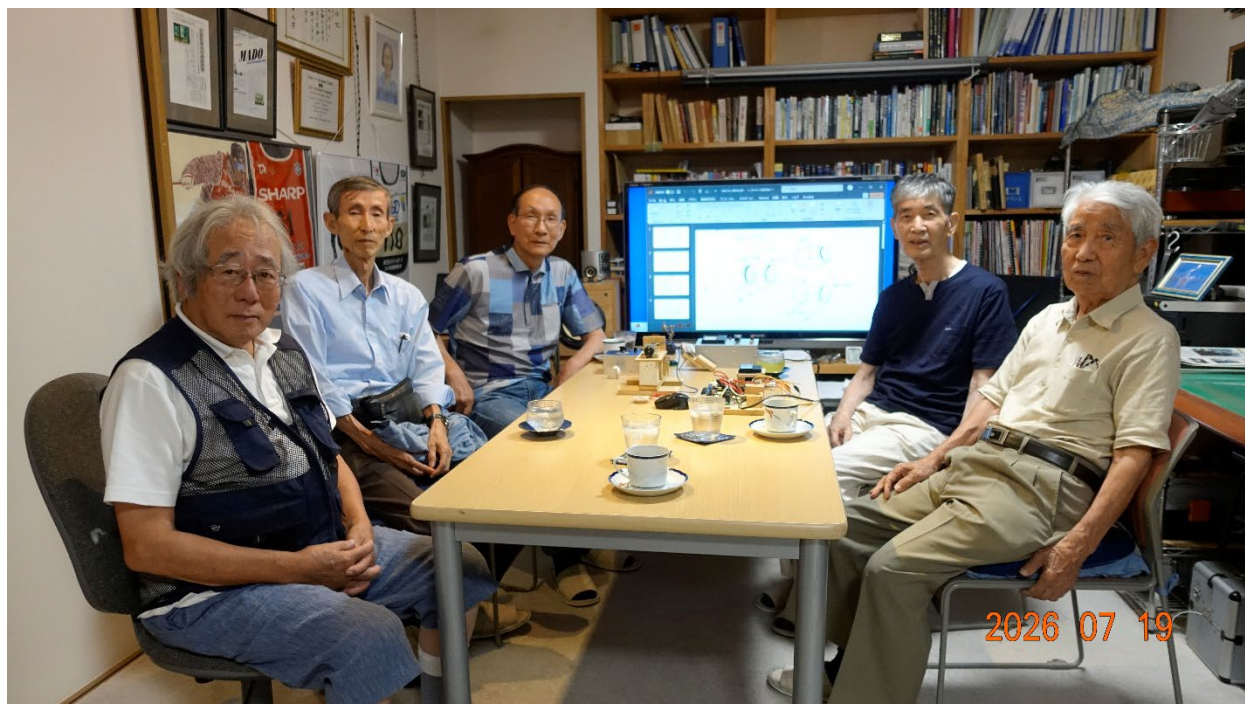


再実験日時 2026年 7 月 19 日(日) 13 時 ～ 16 時 30 分

実験開催 CIS 事務所

今回の実験は、2026年 5 月 31 日(日) 第 167 回 CIS パートナー会 において、
西村様のご発表テーマ「ファラデー単極誘導の実験」を映像化しより正確に理解する目的で再実験の報告である。



再実験参加者 (2026-7-19)

1 単極誘導-起電力の測定

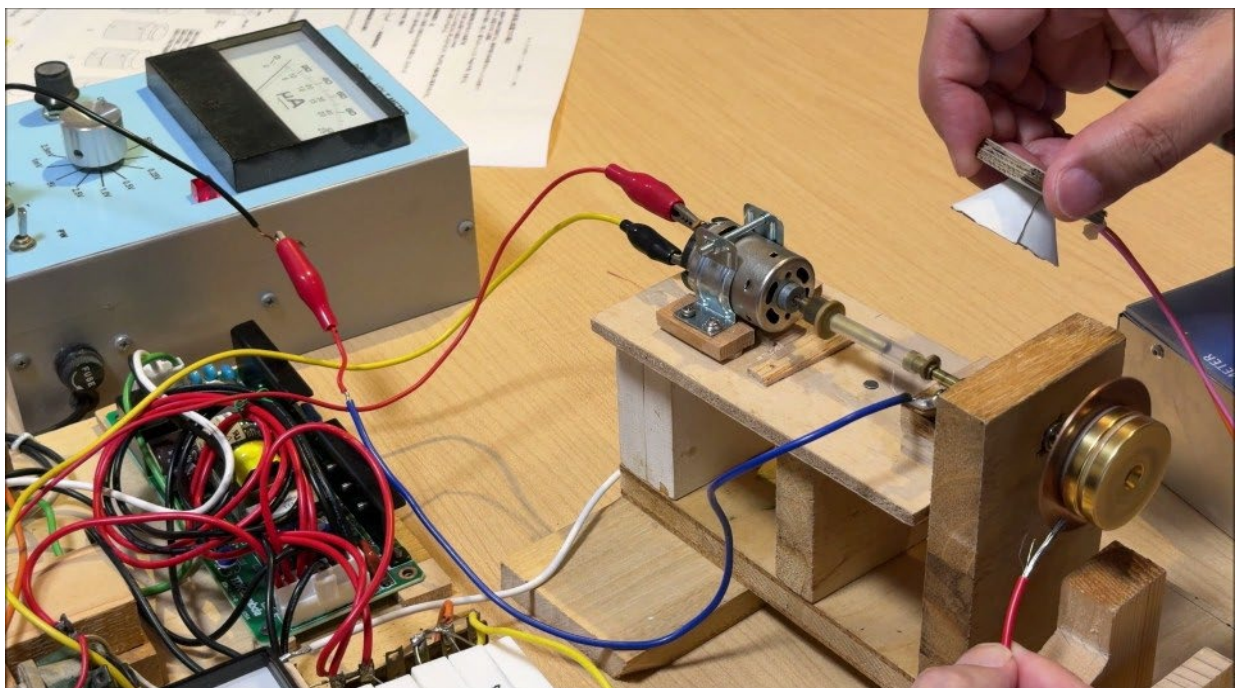
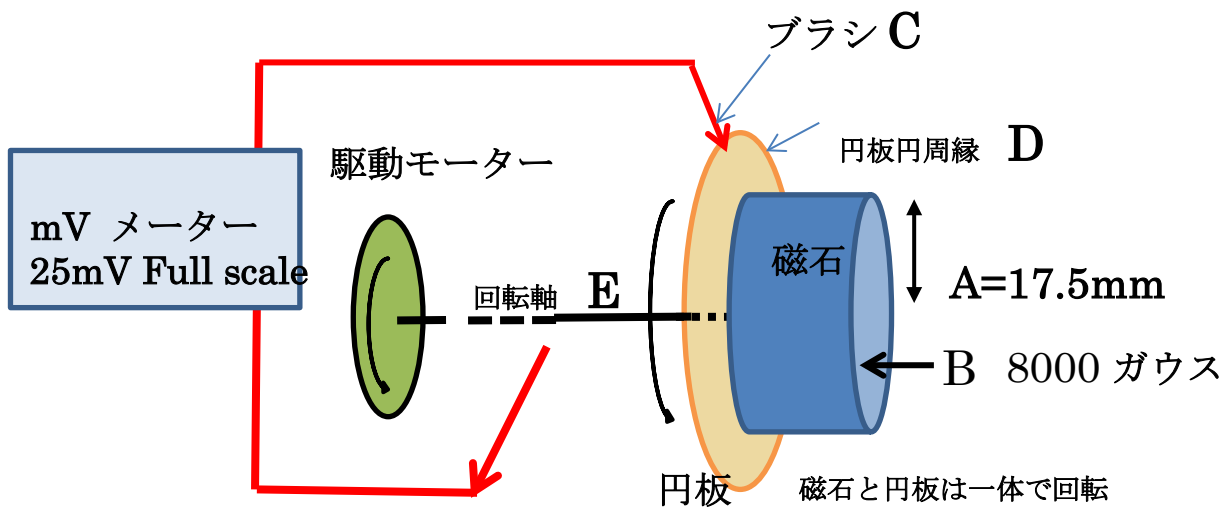
- (1) 円板・磁石一体 回転 単極誘導 起電力測定
- (2) 考察 Maxwell 方程式・ベクトルポテンシャルの観点からファラデー 単極誘導の考察

2 単極モーターの回転実験

- (1) 円板回転・磁石固定型 単極誘導 モーター回転実験 (今回新たに追加した実験)
- (2) 円板磁石一体 型回転 単極誘導 モーター回転実験
- (3) 考察 単極誘導 モーター回転原理 Maxwell 方程式からの導出
単極誘導 モーター回転の反トルクの考察

3 ローレンツ力と作用反作用に関連すると思われる事例の思考実験

1 - (1) 円板・磁石一体 回転 単極誘導 起電力測定



(動画) 1-(1)_単極誘導-起電力の測定(西村)_260719.mp4

板・磁石一体 回転 単極誘導 起電力測定結果

ブラシと円板の接触が良好な時は、回転数 $\sim 500\text{RPM}$ $V = 7 \sim 8\text{mV}$

ブラシと円板の接触が不十分な時は、振れ幅多く読み取り不可

$$E = \int_0^A B \omega r \, dr = \frac{1}{2} B \omega A^2$$

$B = 0.80\text{T}$ (テスラ) カタログ値

$A = 17.5\text{mm} = 0.0175\text{m}$ 実測値

$\omega = \sim 600\text{rpm} = 10\text{rps} = 20\pi \text{ rad/s.} = 62.8 \text{ rad/s.}$ 実測値-1

$$\begin{aligned} E &= 0.5 \times 0.80 \times 62.8 \times 0.0175 \times 0.0175 \\ &= 7.7\text{mV} \end{aligned}$$

$\omega = \sim 500\text{rpm} = 8.333\text{rps} = 8.33 \times 2\pi \text{ rad/s.} = 52.33 \text{ rad/s.}$ 実測値-2

$$\begin{aligned} E &= 0.5 \times 0.80 \times 52.33 \times 0.0175 \times 0.0175 \\ &= 6.4\text{mV} \end{aligned}$$

メータ指示値: $E = 7 \sim 8\text{mV}$

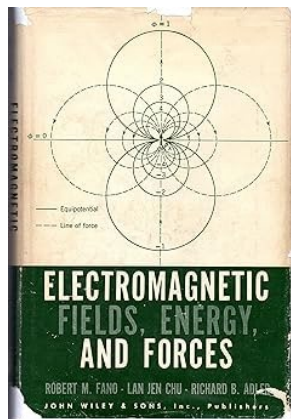
3

1 - (2) 考察

前回も含めて、ファラデー 単極誘導、ファラデーのパラドックスの考察・議論は、高校物理のレベルで行われたので、もう一つすっきりしないところもあった。

その後、山本様が Maxwell 方程式・ベクトルポテンシャルの観点からファラデー 単極誘導の考察をされ、ファラデー 単極誘導、パラドックスの明解な解答を導出されました。巻尾に添付しましたので参照ください。

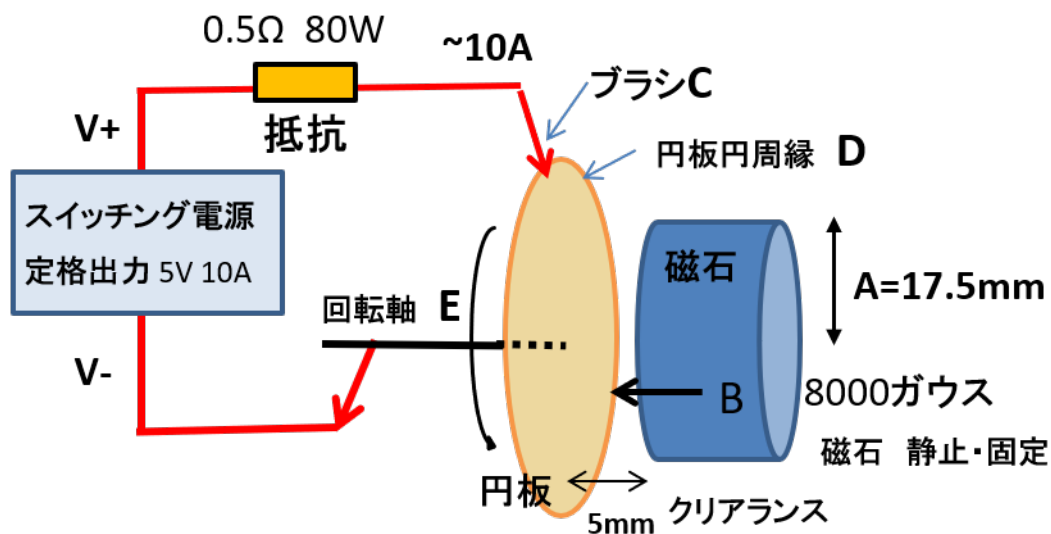
参考文献:



本書は、電磁気学の一貫した巨視的理論を展開し、回路理論と場理論の関係について論じています。この理論は、ローレンツ力、自由空間におけるマクスウェル方程式の積分形式、および分極物質と磁化物質の適切な巨視的モデルから段階的に展開されます。

特長:・ 運動する物体の電磁気と電気機械エネルギー変換の過程を網羅・ 準静的場と準定常系を解析するためのべき級数法を導入・ 場の解析ではなく、場の合成を重視・ 付録で、著者の一人(LJ Chu)が最近開発した巨視的電気力学の4次元相対論的定式化を紹介。

2 - (1) 円板回転・磁石固定型 単極誘導 モーター回転実験



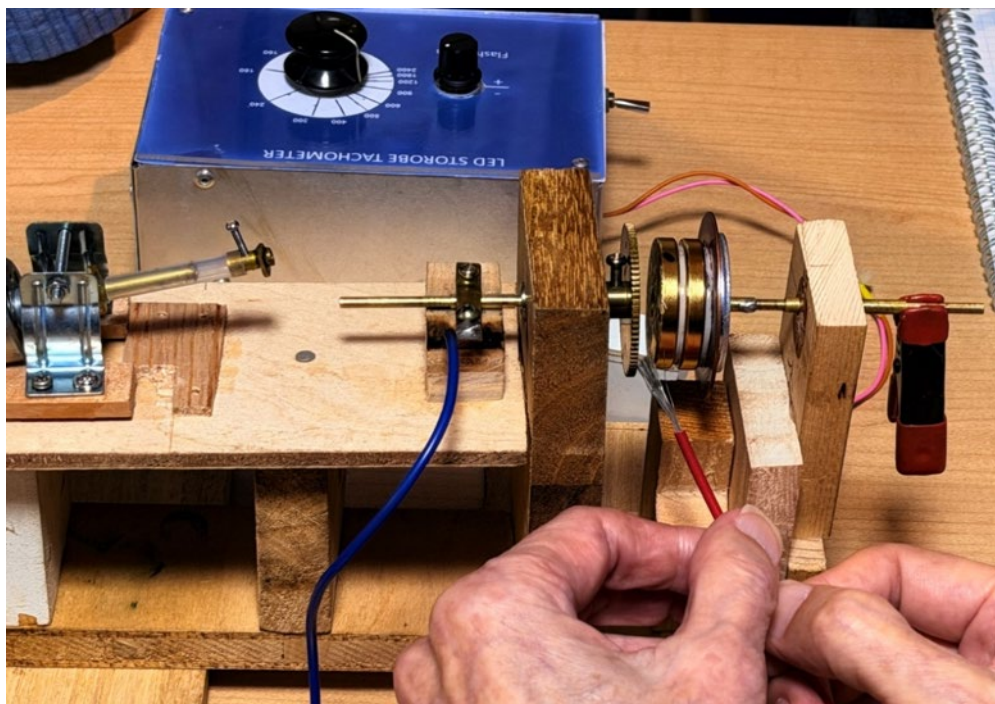
今回が初めての実験

ブラシ電極と回転軸に電圧を印加し、単極誘導モーターの回路に電流 I を流すと磁石円板(一体) 回転する。
ブラシ電極の円板との接触が安定になれば

$I = 8A$ 回転を始める。

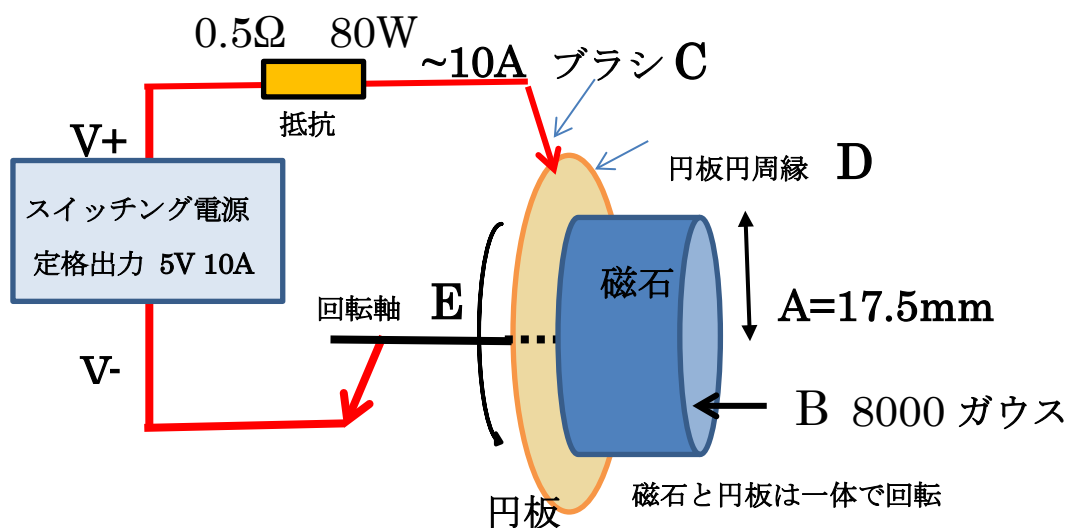
$I = 9A$ 安定に回転する

ブラシ電極の接触状況により回転数は変化するが 400~600 RPM を確認した。



(動画) 2-(1) _単極モーターの実験(西村)-フリー銅板.mp4

2 - (2)円板磁石一体 型回転 単極誘導 モーター回転実験



今回が 2 回目の実験

ブラシ電極と回転軸に電圧を印加し、単極誘導モーターの回路に電流 I を流すと、磁石円板(一体) 回転する。

ブラシ電極の円板との接触が安定になれば

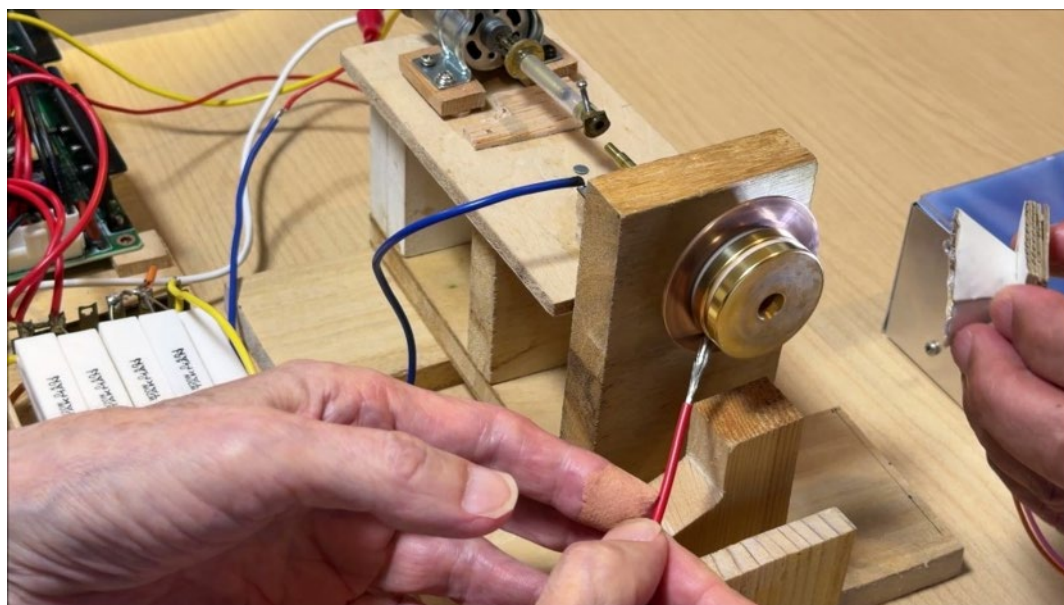
$I = 8A$ 回転を始める。

$I = 9A$ 安定に回転する

ブラシ電極の接触状況により回転数は変化するが

400~600 RPM を確認した。

磁石固定型とほぼ同様の結果が得られた。



2-(2) 円板と磁石固定型_単極モーターの実験(西村)-8A.mp4

2 - (3) 考察

単極モーターはなぜ回転するか(Maxwell 方程式による説明と回転トルク

1. 構成を考える。

導体円板:半径 R , 厚さ t , 良導体。軸まわりに角速度 ω で回転。

磁石:固定 磁束密度 $B=Bz^{\wedge}$ を与える(円板面に垂直)。 $z^{\wedge}$ は z 方向のユニットベクトル

2. Maxwell 方程式で見る「力の源」

Maxwell 方程式そのものは「場の方程式」であるが、そこから導かれるローレンツ力密度が、機械的な力・トルクの源になる。

ここでは準静的な DC 状態を考える(時間変化はゆっくり、放射は無視できる)。

ガウスの法則(電場) $\nabla \cdot \mathbf{E} = \rho / \epsilon_0$

ガウスの法則(磁場) $\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$

ファラデーの法則 $\nabla \times \mathbf{E} = -\partial \mathbf{B} / \partial t$ (ここでは $\partial \mathbf{B} / \partial t \approx 0$ の準静的近似)

アンペール-マクスウェルの法則 $\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} + \mu_0 \epsilon_0 \partial \mathbf{E} / \partial t$ (DC 近似で $\partial \mathbf{E} / \partial t \approx 0$)

このうち、電流 $\mathbf{J}$ と 磁場 $\mathbf{B}$ が直接関わるのがアンペールの法則で、そこから「電流が磁場を作る」ことが分かる。

2.2 ローレンツ力密度

注 $r^{\wedge}, z^{\wedge}, \theta^{\wedge}$ は それぞれの座標の単位ベクトルである。

6

電磁場中の荷電粒子に働く力はローレンツ力

$$\mathbf{F} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

で、連続体としての導体では力密度(単位体積あたりの力)

$$\mathbf{f} = \rho \mathbf{E} + \mathbf{J} \times \mathbf{B}$$

と書ける。

ここで $\rho \mathbf{E}$:電場による力 $\mathbf{J} \times \mathbf{B}$:電流と磁場の相互作用による力

ファラデーの単極モーターでは、主役は $\mathbf{J} \times \mathbf{B}$ 。

円板内を半径方向に流れる電流 $\mathbf{J}$ と、円板面に垂直な磁場 $\mathbf{B}$ が作る力密度が、板を接線方向に押して回転させる。

3. 円板上の力密度 $\mathbf{f} = \mathbf{J} \times \mathbf{B}$ の向き

円板内の電流密度を $\mathbf{J}(r) = J(r) r^{\wedge}$ 磁場を $\mathbf{B} = B z^{\wedge}$ とすると、

円筒座標系でのベクトル積は $\mathbf{J} \times \mathbf{B} = J(r) r^{\wedge} \times B z^{\wedge} = J(r) B (r^{\wedge} \times z^{\wedge})$

円筒座標では $r^{\wedge} \times z^{\wedge} = \theta^{\wedge}$ なので、

$$\mathbf{f}(r) = \mathbf{J} \times \mathbf{B} = J(r) B \theta^{\wedge}$$

つまり、力密度は接線方向($\theta^{\wedge}$)に向き、円板を回転させるトルクを生むことが分かる。

4. トルクの算出:力密度から積分する

次に、この力密度から円板全体に働くトルクを求める。

4.1 微小リング要素で考える

半径 r にある厚さ t の円板の微小リング要素を取り、

半径: r 幅: dr 周長: $2\pi r$ 体積要素: $dV=(2\pi r)t dr$ とする。

このリング要素に働く力の大きさは

$$dF_{\theta} = f(r) dV = Jr(r)B (2\pi r t dr)$$

この力は接線方向に働き、トルクの腕の長さは r なので、微小トルクは

$$d\tau = r dF_{\theta} = r Jr(r)B (2\pi r t dr) = 2\pi B t Jr(r) r^2 dr$$

4.2 電流密度 $Jr(r)$ と全電流 I

円板内を中心から外周へ流れる全電流を I とすると、半径 r の円周を通過する電流は常に I である(定常状態)。

7 電流密度は $Jr(r) = \frac{I}{Ar}$

ここで Ar は半径方向に流れる断面積であるが、円板の厚さ t と円周長 $2\pi r$ を使うと $Ar = t \cdot 2\pi r$ したがって

$$Jr(r) = I / 2\pi r t$$

これを先ほどの微小トルク式に代入すると

$$d\tau = 2\pi B t \left(\frac{1}{2\pi r t} \right) r^2 dr = B I r dr$$

4.3 円板全体のトルク

円板の中心 $r=0$ から外周 $r=R$ まで積分すると

$$\tau = \int_0^R B I r dr = \frac{1}{2} B I R^2$$

これが、単極モーター(円板型)の回転トルク、 $\tau = \frac{1}{2} B I R^2$

5. Maxwell 方程式と起電力(EMF)の関係

ここまでで「電流が流れている」と仮定したが、そもそも円板に電流を流すためには**起電力(EMF)**が必要。これを Maxwell 方程式から説明する。

5.1 運動する導体中の起電力： $\mathbf{v} \times \mathbf{B}$

回転する円板中の自由電荷は速度

$$\mathbf{v} = \omega r \hat{\theta}$$

を持ち、磁場 $\mathbf{B} = B \hat{z}$ の中でローレンツ力

$$q(\mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

を受ける。これが**有効電場**として働き、円板内に電位差を生む。

$$\mathbf{v} \times \mathbf{B} = \omega r \hat{\theta} \times B \hat{z} = \omega r B (\hat{\theta} \times \hat{z}) = \omega r B \hat{r}$$

つまり、半径方向に向かう「見かけの電場」が生じ、中心と外周の間に電位差ができる。これを積分すると、円板の中心と外周の間の EMF は

8

$$\mathcal{E} = \int_0^R (\mathbf{v} \times \mathbf{B}) \cdot d\mathbf{r} = \int_0^R \omega r B dr = \frac{1}{2} \omega B R^2$$

となり、これが外部回路に電流 I を流し、その電流が再び $\mathbf{J} \times \mathbf{B}$ によってトルクを生む—という循環になり回転が持続する。

円板・磁石一体型単極モーターの磁場について

Maxwell 方程式で見ると、磁場は円板の運動に「引きずられない」ため、円板内の電荷は常に外部磁場中を運動していることになる。

磁石を円板に固定して回しても、Maxwell 方程式は「磁場が物体に固着して動く」とは言っていない。

磁場はあくまで空間に分布する場であり、磁石が回転してもその場の構造は変わらない。

従って円板・磁石一体型単極モーターの磁場も、前述の磁石固定型の磁場同じ構成となり、同じ回転理由となり回転トルクも同じとなる。

反トルクの考察

(1) 円板回転・磁石固定型 単極 モーター 反トルク

単極モーターでは、導体がローレンツ力で回転する。その力には作用反作用があるため、磁石にも反トルクが働く

導体が回転トルクを受けるなら、磁石も反トルクを受ける(作用反作用)

磁石が「反トルクを発生させている」のではない

磁石はただ磁場を提供しているだけで、トルクを生み出しているのは 電流 $\times$ 磁場の相互作用。

反トルク(磁石側)を Maxwell 方程式でどう見るか (注 $\vec{f}$ $\vec{J}$ $\vec{B}$ などはベクトル量である。)

導体に働く力密度 $\vec{f} = \vec{J} \times \vec{B}$ は、磁場を作っている源(永久磁石の磁化電流)との相互作用によって生じている。

磁石内部にも「等価電流密度 $\vec{J}_{mag}$ (磁化電流)」が存在し、それは導体中の電流 $\vec{J}_{cond}$ が作る磁場 $\vec{B}_{cond}$ と

相互作用する。

磁石に働く力密度は

$$\vec{f}_{magnet} = \vec{J}_{mag} \times \vec{B}_{cond}$$

9

これを磁石の体積で積分すると、磁石に働く全トルクが得られる。

$$\vec{\tau}_{magnet} = \int_{V_{mag}} \vec{r} \times (\vec{J}_{mag} \times \vec{B}_{cond}) d^3x$$

電磁場の運動量保存則(Maxwell 方程式+応力テンソル)から、導体に働くトルクと磁石に働くトルクの和は定常状態では電磁場の角運動量は一定なので、

$$\vec{\tau}_{cond} + \vec{\tau}_{magnet} = 0 \quad \text{すなわち}$$

$$\vec{\tau}_{magnet} = -\vec{\tau}_{cond}$$

これが Maxwell 方程式+電磁場の運動量保存則から導かれる「反トルク」の厳密な意味。

Maxwell 方程式から見た「磁石は反トルクとして働くか

Maxwell 方程式+ローレンツ力密度から 導体に働くトルクは $\vec{\tau}_{cond} = \int_{V_{mag}} \vec{r} \times (\vec{J}_{cond} \times \vec{B}_{mag}) d^3x$

同様に、磁石側には $\vec{\tau}_{magnet} = \int_{V_{mag}} \vec{r} \times (\vec{J}_{mag} \times \vec{B}_{cond}) d^3x$

電磁場の角運動量保存則から $\vec{\tau}_{magnet} = -\vec{\tau}_{cond}$

つまり、電磁気学的に厳密に言えば、磁石は導体のトルクに対して同じ大きさ・逆向きの反トルクを受ける。ただしそれは
「磁石が反トルクを発生させる」というより、電流と磁場の相互作用＋電磁場の運動量保存則の結果として現れるもの。

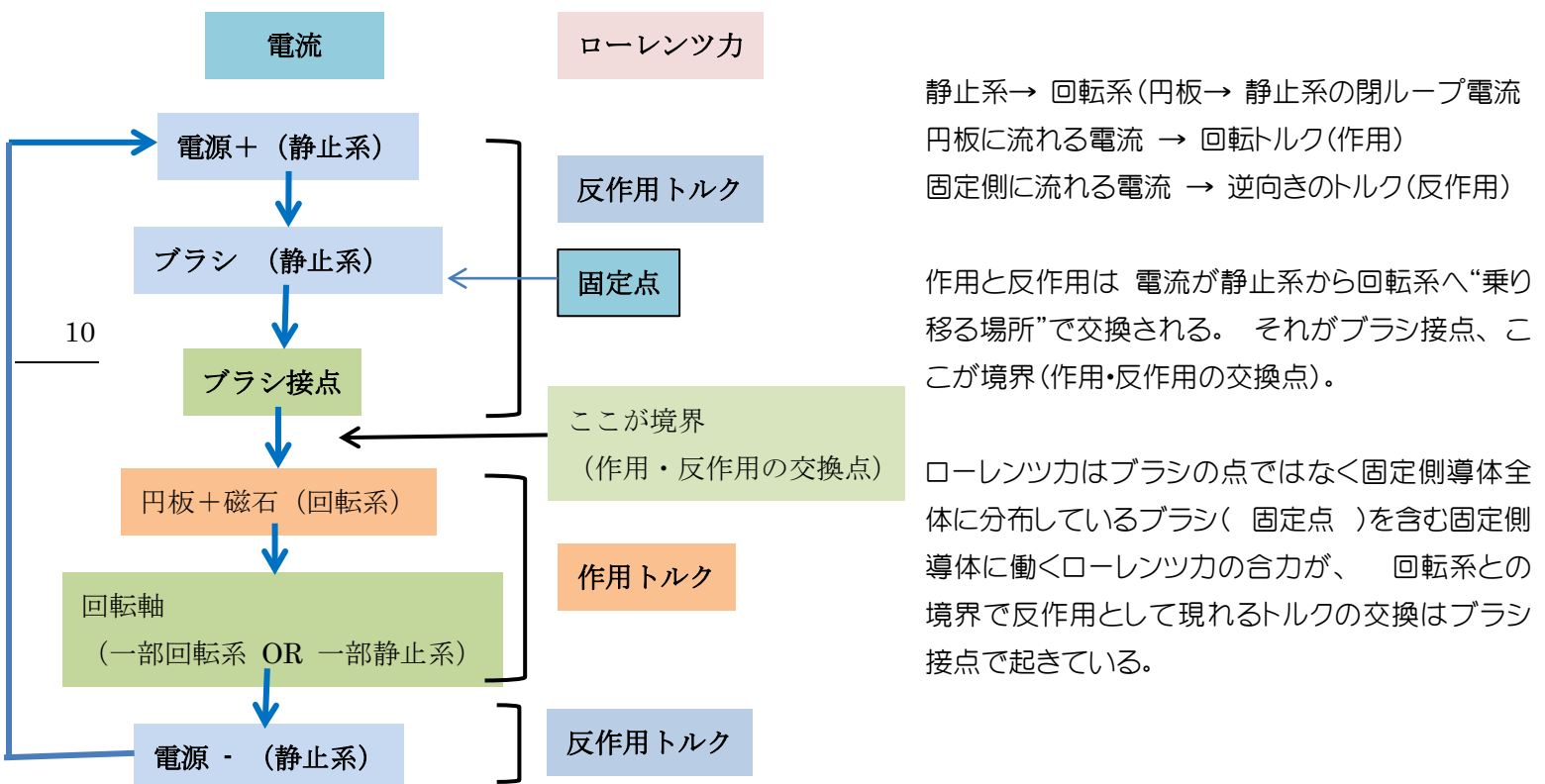
(2) 円板・磁石一体型 単極モーターの作用・反作用トルクはどこで生じているのか

磁石には反トルクが出るのか？

磁石と円板を一体化してしまうと、円板に働くローレンツ力、磁石に働く反力(磁化電流 × 円板電流の磁場)は内部で相殺されてしまい、一体構造全体としてはトルクが外部に出ない。

つまり、磁石と円板を一体化すると、反トルクはその一体構造の外側に逃げる

静止系、回転系を含む電流閉回路で各構成部分に働くトルクを示す



単極モーターで磁石と円板が一体で回転する場合、ローレンツ力によって円板と磁石が生み出す回転トルクは、その一体構造。

全体を回す方向に働く。しかしながら、そのトルクに対する反トルク(逆向きの力の反作用)は、磁石や円板自体にではなく、外部の静止系の電流を供給する導線やブラシ、つまり回転しない部分に現れることになる。

磁石と円板が一体で回ると、その反作用としての反トルクは磁石自体ではなく、外部の固定された部分(例えばブラシや導線など)にかかる。そのため一体構造全体はスムーズに回転するが、その回転を支える外部の固定部分にはトルクの反作用が伝わっている

なぜ円板に働くローレンツ力と逆向きの力が外部回路に働くのか？

(なぜ作用反作用になるのか？)

電磁場そのものが“力のやり取り”を閉回路で完結させる構造になっているため

電流は閉回路を作るので、ローレンツ力も閉回路を作る。

電磁場は回路の一部にだけ力を与えることはできず、必ず回路全体で作用反作用のペアを作る。

① ローレンツ力は 電流 × 磁場 の局所的な力

ローレンツ力は電流が流れている部分すべてが力を受ける。

② 電流は必ず閉回路 力も 回路全体に分布 する。

③ 電磁場は「力の片側だけ」を作れない

電磁場は、ある部分に力を与えたら、必ず別の部分に反対向きの力を与える という性質を持つ。これは電磁場の運動量保存則から導かれる。

電磁場は運動量を持つ

電磁場の運動量はポインティングベクトルで表される:

電磁場が物体に力を与えるとき、電磁場自身の運動量が変化する。

その変化は必ず「別の場所」に反作用として現れる。

④ 結果:円板と外部回路に作用反作用が生じる

円板にローレンツ力が働くと、電磁場の運動量が変化する。

その変化を補うために、外部回路に逆向きの力が働く。

これは電磁場の運動量保存則が要求する。

11

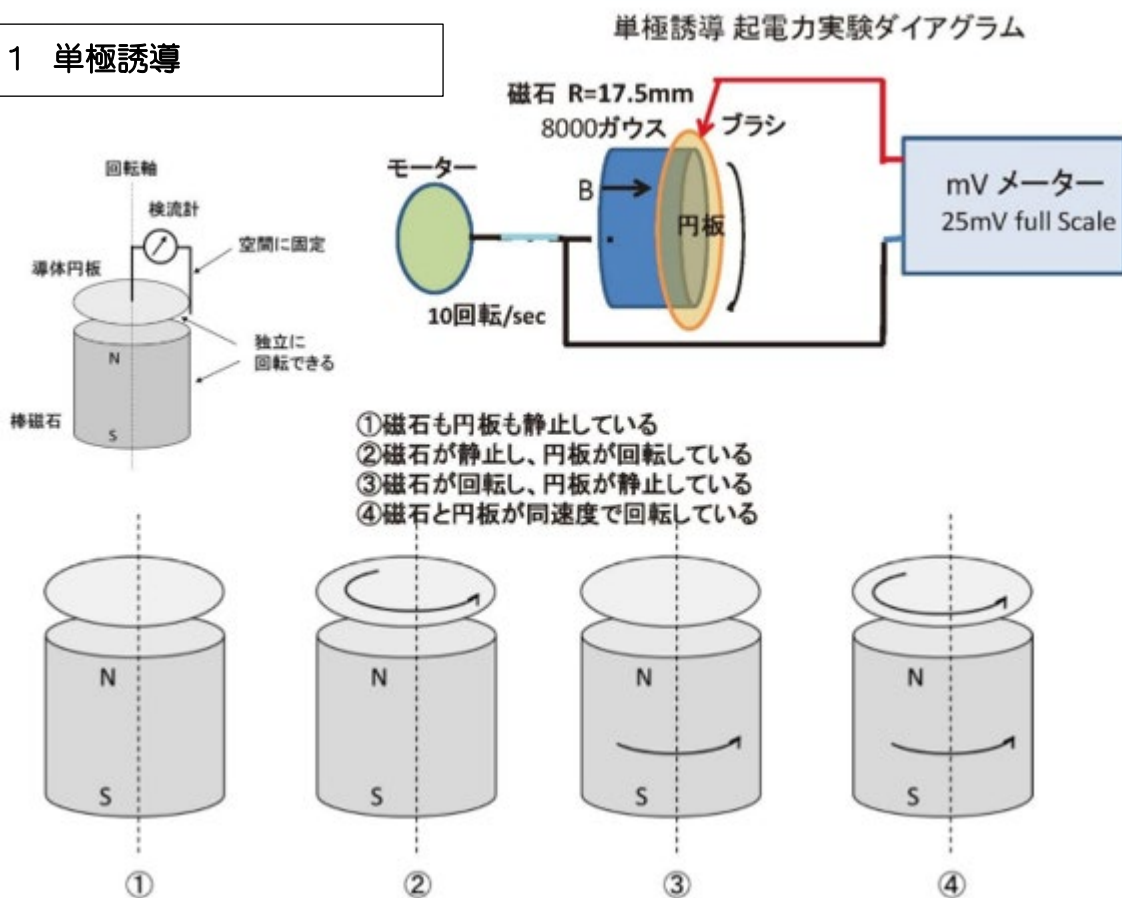
ローレンツ力と作用反作用に関連すると思われる事例の思考実験を提示した。

議論はまだ途中である。

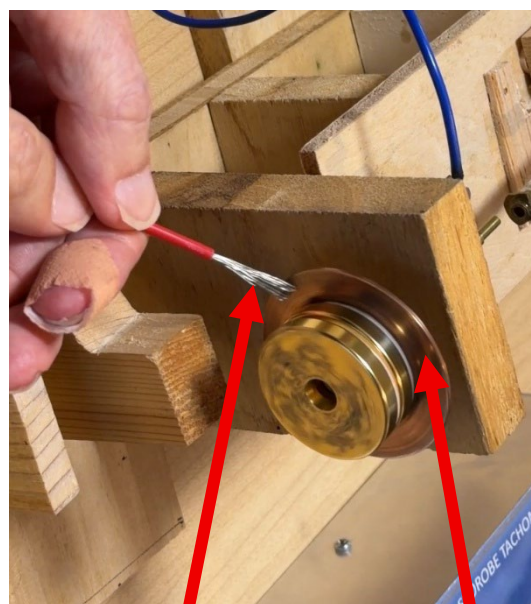
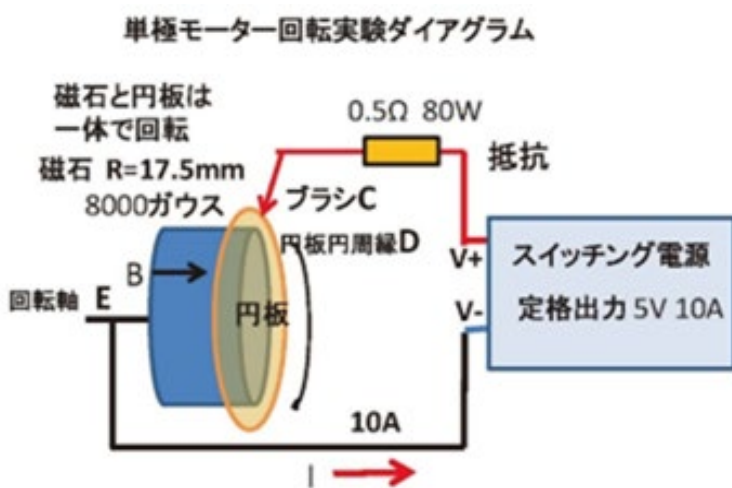
事例	問い	答え
1 円板磁石一体型車輪 ----- 半径 0 の円板(車軸)	回転するのか	回転する
2 円板磁石一体型車輪 -----同じ径の円板	回転するのか	?
3 円板磁石一体型車輪-----円板磁石一体型車輪(磁石逆極性)	回転するのか	?
4 ブランコ 導板 磁石 地面	動くのか	?
5 ブランコ 導板・磁石 一体	動くのか	動く
6 4 に同じ ブランコ 導板 磁石 地面		
7 5 に同じ ブランコ 導板・磁石 一体		
8 ブランコ 導板・磁石 一体 片側の導板にブラシで給電	動くのか	?
9 導板・磁石 一体がレールの上をスライド 摩擦 有 無	動くのか	?
10 導板・磁石 一体がレールとの間に導体球を入れて摩擦を少なくしたもの	動くのか	?
11 導板の代わりにコイルと磁石 一体化したもの	ローレンツ力が強くなるか	ならない
12 船の上に導板・磁石 一体と電源を直接接続したもの	船は進むのか	進まない

APX ファラデーのパラドックス考察（下記のシステムで検討する）

APX 1 単極誘導



APX2 単極モーターはなぜ回転するのか



実験機のブラシ C と (非磁性) 導体円板

電磁気の復習を兼ねて、Maxwell 方程式・ベクトルポテンシャルの観点から、ファラデーさんを考えてみます。

磁場は、西村さんの図の軸方向を z 軸とし、角速度 ω で回転する円板の半径を R とします。

円板は、マグネットに密着していることか B は回転軸 z 方向 (および直接関係はないが回転方向にも) 変化なく一定 ($B=8000$ ガウスのまま) と仮定します。

$$\mathbf{B} = B \mathbf{z}$$

ここで $\mathbf{z}$ は z 方向のユニットベクトルとする。

に対してベクトルポテンシャルは

$$A_\phi = \frac{1}{2} B r^2$$

となる、このとき空間中には周方向のベクトルポテンシャルが存在する。

A_ϕ ベクトルポテンシャルは磁場の周囲を環状に取り巻いている。

起電力の一般式:

移動する回路では

$$\mathcal{E} = - \frac{d}{dt} \oint \mathbf{A} \cdot d\mathbf{l}$$

で表される。

13

③では何が起きるか

磁石だけが回転しても軸対称性により

$$A_\phi(r, z)$$

の空間分布は変化しない。したがって

$$\frac{\partial A}{\partial t} = 0$$

である。

さらに回路 (円板) は静止しているので

$$d\mathbf{l}$$

も変化しない。よって

$$\frac{d}{dt} \oint \mathbf{A} \cdot d\mathbf{l} = 0$$

となる。したがって

$$\boxed{\mathcal{E} = 0}$$

となり、mV メータには電圧が現れない。

②・④ではなぜ起電力が出るか

円板が回転すると回路自身が動くため

$$\frac{d}{dt} \oint \mathbf{A} \cdot d\mathbf{l} \neq 0$$

となる。

$$\mathcal{E} = -\frac{d}{dt} \oint \mathbf{A} \cdot d\mathbf{l}$$

回転円板では回路要素そのものが速度 v で運動している。

一般化されたファラデー則

$$\mathcal{E} = \oint (\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}) \cdot d\mathbf{l}$$

単極誘導では(非磁性導体)

$$\mathbf{E} = 0$$

したがって、

$$\mathcal{E} = \oint (\mathbf{v} \times \mathbf{B}) \cdot d\mathbf{l}$$

ここで Ω は円板の回転角速度とすると、

円板の場合半径 r で

$$v = \omega r$$

$$d\mathcal{E} = B\omega r dr$$

積分すると

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= \int_0^R B\omega r dr \\ &= \frac{1}{2} B\omega R^2 \end{aligned}$$

②および④では、円板内の電荷が速度 $v = \omega r$ で磁場中を運動するため、一般化されたファラデー則

$$\mathcal{E} = \oint (\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}) \cdot d\mathbf{l}$$

により起電力が生じる。ベクトルポテンシャルで見れば、電荷が $A_\phi = \frac{1}{2} Br$ の空間分布を横切るため、

$$\mathcal{E} = \frac{1}{2} B\omega R^2$$

が発生する。

まとめ:

- ① 円板と磁石共に静止回転 → 起電力なし
- ② 円板回転 → 起電力あり
- ③ 磁石のみ回転 → 起電力なし
- ④ 両方回転 → 起電力あり

となる。

よって、Maxwell 方程式・ベクトルポテンシャル・単極誘導の関係を表現できたと考える。

ベクトルポテンシャル A はどう関係するのか

軸対称磁場では

$$A_\phi = \frac{1}{2} Br$$

$$A_\phi = \frac{1}{2} Br$$

円板が回転すると電荷は

$$A_\phi(r)$$

の異なる領域を移動する。その結果として

$$\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

15 の起電力が現れる。

Maxwell 的表現

$$\mathcal{E} = \oint (\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}) \cdot d\mathbf{l}$$

Vector Potential 表現

$$\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A}$$

$$A_\phi = \frac{1}{2} Br$$

ファラデー円板

$$\mathcal{E} = \frac{1}{2} B \omega R^2$$

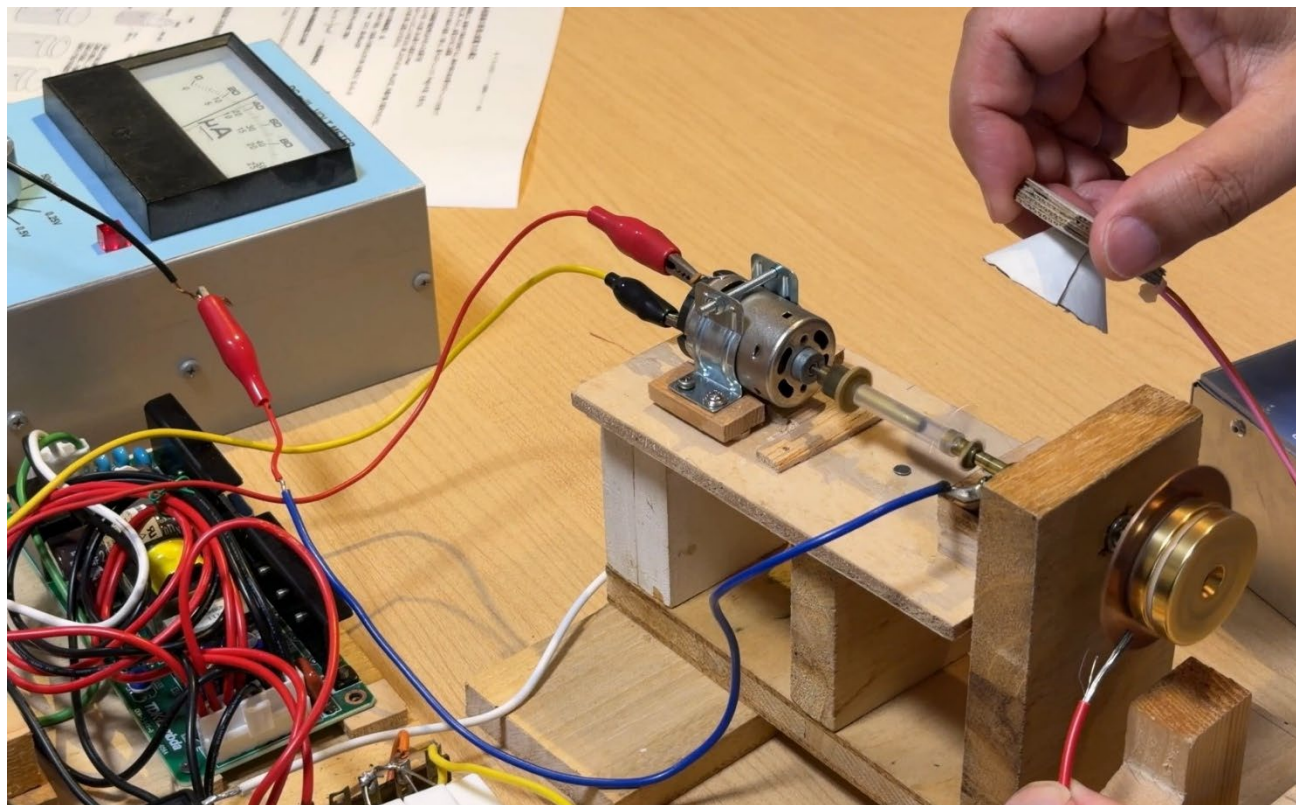
単極誘導の本質は「磁石が回ること」ではなく、「回路がベクトルポテンシャル A の空間構造を横切ること」である。

ファラデー円板の本質は「磁場 B が回るかどうか」ではなく、本質は

$$\oint \mathbf{A} \cdot d\mathbf{l}$$

という磁氣的リンク量が時間変化するかどうかである。

APX 1 単極誘導
APX 1 単極誘導実験風景



実測値 7.7mV 600RPM



実験風景

APX 1 単極誘導 完

APX2 単極モーターはなぜ回転するか (Maxwell 方程式による説明の試み)

Ref. As of 260617_単極誘導の再実験 & 単極モーターはなぜ回転するのか(1) (1).docx

【構造】

2 枚の円盤状ネオジウム磁石の間に導体円板を配置する。

磁場はほぼ一様な軸方向磁場 $B = k B$ となる。

ここで、 k は z 方向の単位ベクトル。

円板には中心から周辺へ放射状電流 $J = r J$ が流れる。

ここでは、 r は r 方向の単位ベクトル。

【Maxwell 方程式】

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J}$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = 0$$

$$\nabla \cdot \mathbf{J} = 0$$



ブラシ C

ネオジウム磁石

非磁性導体

【力の発生】

電磁力密度は

$$\mathbf{f} = \rho \mathbf{E} + \mathbf{J} \times \mathbf{B}$$

で与えられる。

導体内部はほぼ電気的中性なので (導体の内部には真電荷は存在しない*1) $\rho \approx 0$ より

注 1 古典電磁気学では導体内部は電界が存在しない、したがって電荷は存在しない)

$$\mathbf{f} = \mathbf{J} \times \mathbf{B}$$

となる。

$$\mathbf{J} = r J$$

$$\mathbf{B} = k B$$

を代入すると

$$\mathbf{f} = \phi J B$$

ここでは、 ϕ は ϕ 方向の単位ベクトル。

となる。

力は常に円周方向に働くため、円板全体に回転トルク τ が生じる。

【トルク】

$$d\tau = r dF = r J B dV$$

全体を積分すると

$$\tau = \int r J B dV$$

となる。

$$J = I / (2\pi r)$$

を用いると

$$\tau = (1/2) BR^2$$

となる。

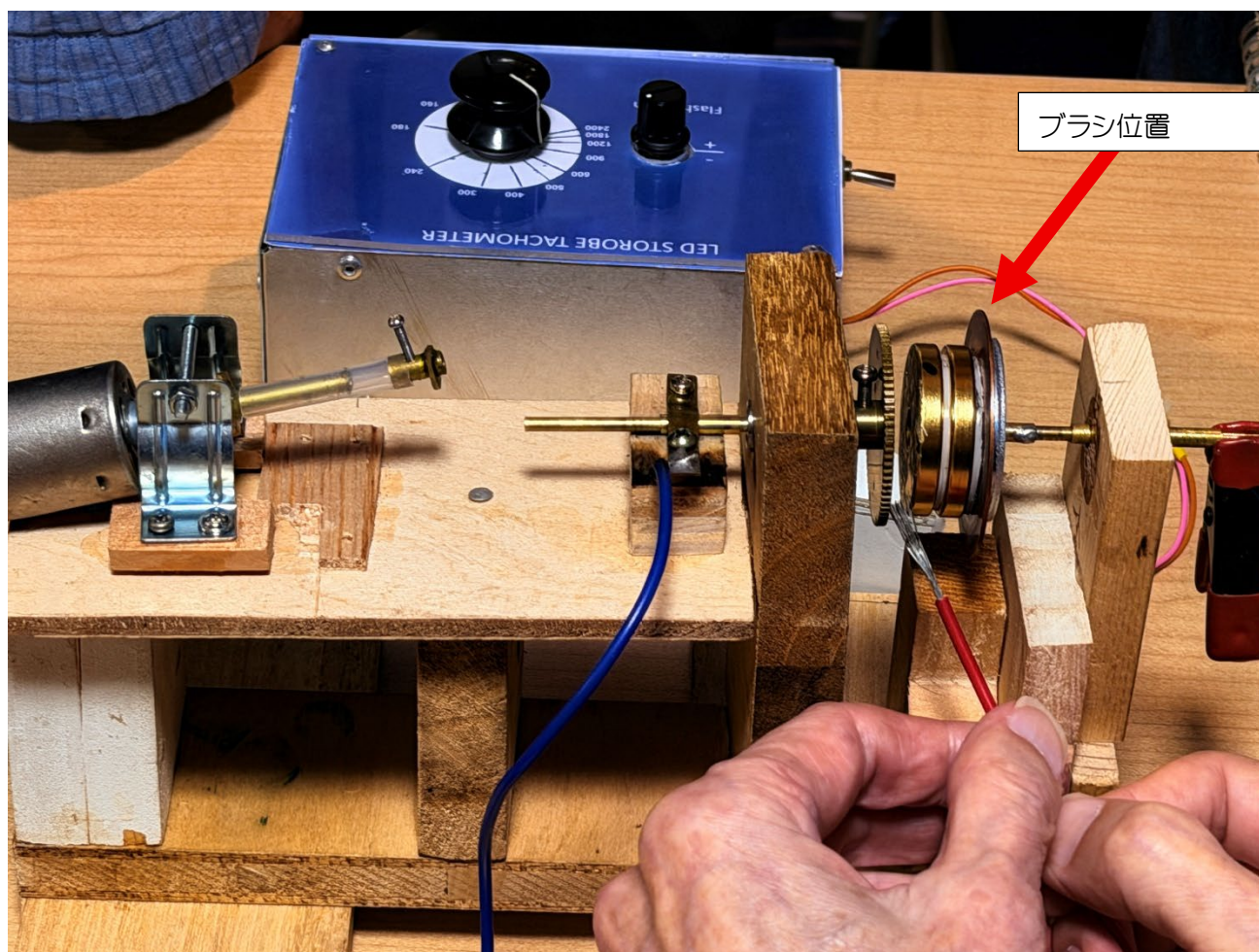
【結論】

単極モーターの回転は放射状電流 J と軸方向磁場 B の相互作用により発生するローレンツ力 $J \times B$ によって説明される。

その結果、円板全体に円周方向の力が働き、回転トルク

$$\tau = (1/2) BR^2$$

が生じる。



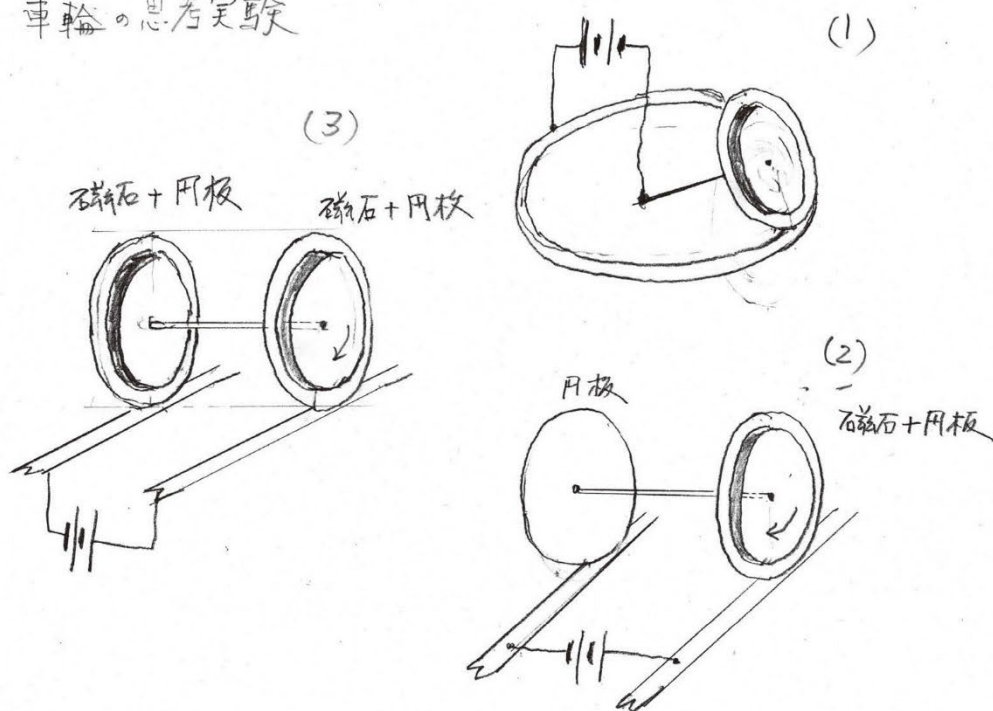
ネオジ磁石の磁場内にあるフリー円板(非磁性剛体)にブラシを接触、フリー円板は回転する。

同様に、円板(非磁性剛体)固定の実験は赤矢印(上図参照)で示す円板(非磁性導体)に接触、磁石に固定された円板は回転する。

以上

関連テーマの提案 (西村)

車輪の思考実験



19

ブランコ 思考実験

