

1. 講義のガイダンス及び変圧器の基礎

1. Lecture Guidance and Fundamental of the Transformer

講義内容

- 1. 講義の進め方と評価方法**
- 2. 講義内容の説明**
- 3. 変圧器の基本原理**

プレゼンテーション形式の講義

- **講義プリント** を毎回配布 (重要な点を虫食いにしている)
- 内容を要約して解説 (重要な点をピンポイントで)
- **例題の解説** (問題の解法をアドバイス)

課題プリント

- **課題プリント** を毎回配布
- **次の週** の講義開始時 or その週の **授業後** に課題プリントを回収
- 課題プリントの提出状況で **出席・遅刻・欠席** を確認

定期試験：70%

- 年 **2** 回実施
- 持ち込み：**関数電卓** ， **定規**

課題プリント遂行状況：30%

- 課題プリントを毎回遅れないように提出すること
- 提出 = **1.0** ， 遅刻 = **0.5** ， 未提出 = **0** の倍率をスコアに設ける
- 点数が **70点以下** の場合，再提出 = **0.7** の倍率で採点する
- 課題プリントの提出期限は次の試験範囲に移るまで

前期中間試験：変圧器

- 電気機器における重要な要素である変圧器の基礎を習得

前期末試験：誘導機

- 電気機器における重要な要素である誘導機の基礎を習得

変圧器の基本原理

変圧器：交流の電圧・電流を異なる値に変更可能な電力変換装置

変圧器（トランス）



電気 エネルギー



磁気 エネルギー



電気 エネルギー

理想変圧器の条件

理想
変圧器

- ① : 磁束は全て **鉄心の中** だけを通り, **両巻線** に鎖交
- ② : 巻線の抵抗は無視 (**銅損** は無視)
- ③ : 鉄心の損失は無視 (**鉄損** は無視)
- ④ : 鉄心の飽和は無視 (**磁気飽和** 現象は無視)
- ⑤ : **ヒステリシス** 現象は無視
- ⑥ : 鉄心の **透磁率** は無限大として, **励磁電流** は無視

① : **漏れ磁束** が無い → 結合係数 $k = 1$

②～⑤ : エネルギー **損失** が無い

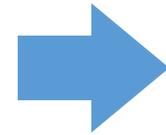
⑥ : **磁化** に必要なエネルギーも必要ない

理想的 な
電力変換装置

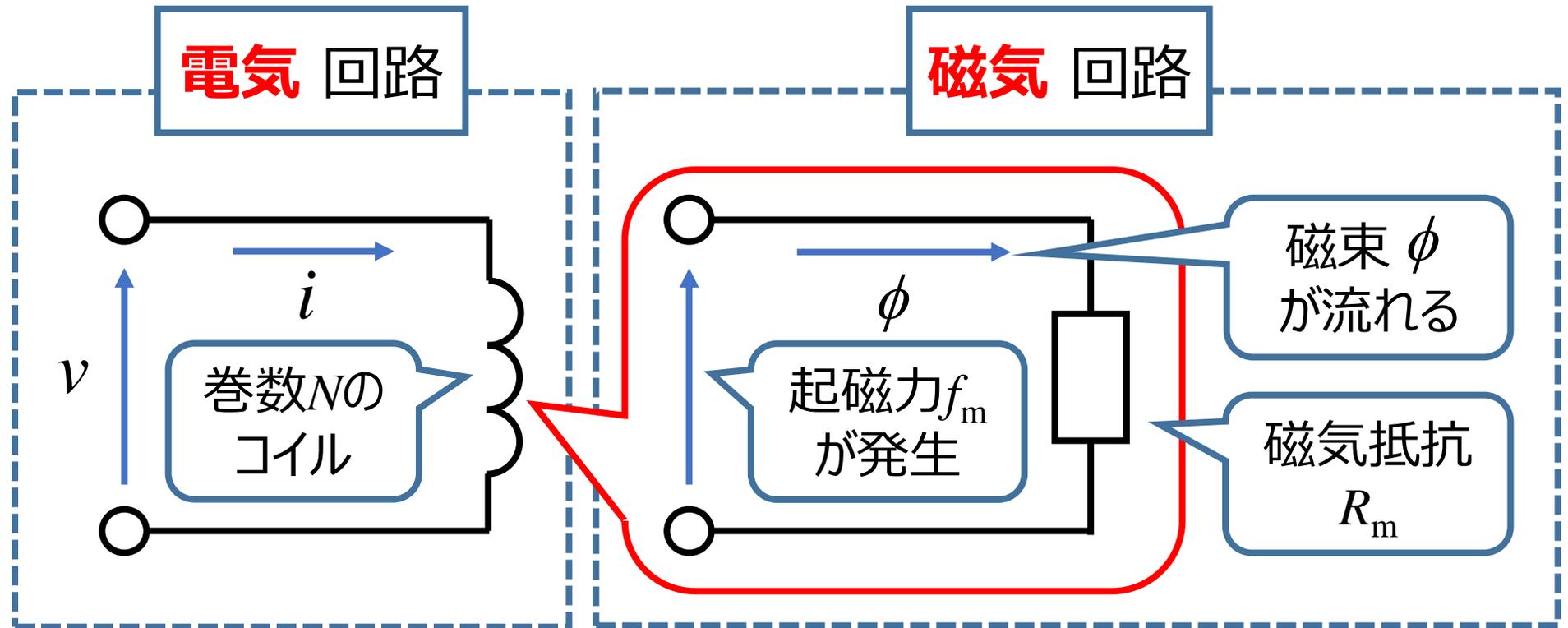
電気回路と磁気回路



- 磁気回路を構成する **鉄心 (コア)**
- 鉄心に巻かれた複数の **コイル**

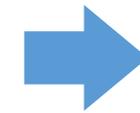


インダクタ
で復習

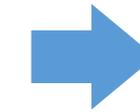


電気回路と磁気回路

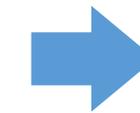
- **巻数** N のコイルに **電流** i が流れると **起磁力** f_m が発生
- **起磁力** f_m が発生すると **磁束** ϕ が **磁気抵抗** R_m に流れる
- **磁束** ϕ : 1巻きのコイルを貫く磁力線の本数
- **磁束鎖交数** Φ : N 巻きのコイル全体を貫く磁力線の本数



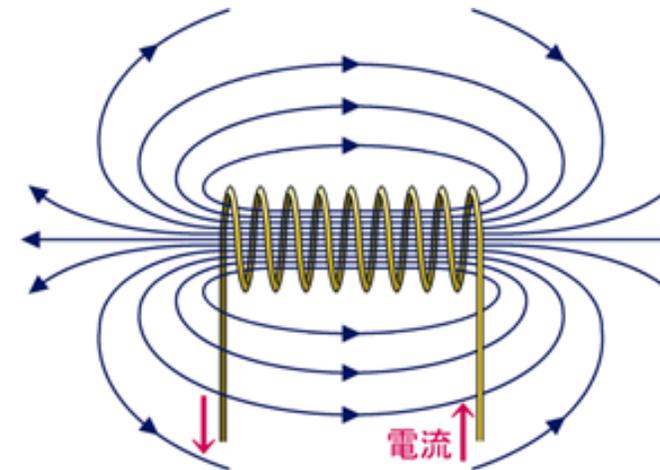
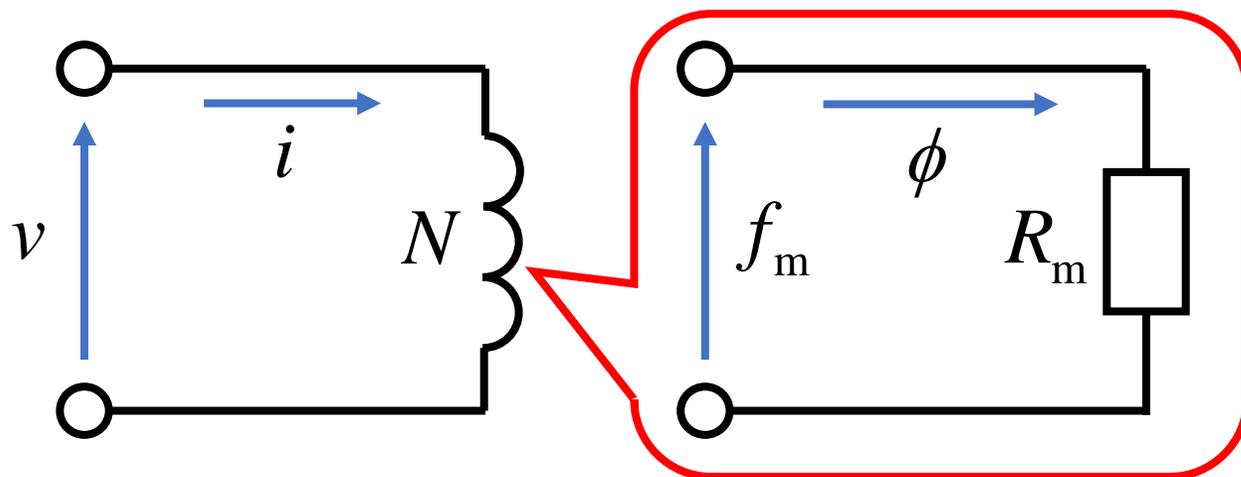
$$f_m = Ni$$



$$f_m = R_m \phi$$



$$\Phi = N\phi$$



<http://usahachiphysics.com/magnetic-field-coil>

自己インダクタンス L

$$f_m = Ni$$

$$f_m = R_m \phi$$

$$\Phi = N \phi$$

$$f_m = Ni = R_m \phi = R_m \frac{\Phi}{N} = R_m \frac{Li}{N}$$

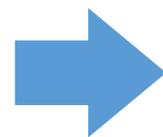
$f_m = R_m \phi$: **ホプキンソン** の法則
(磁気回路における **オーム** の法則)



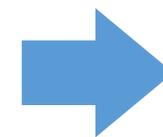
John Hopkinson
(1849~1898)

自己インダクタンス L :
磁束鎖交数 Φ と電流 i の **比例係数** \rightarrow $\Phi = Li$

自己インダクタンスの式に
なるように式を変形

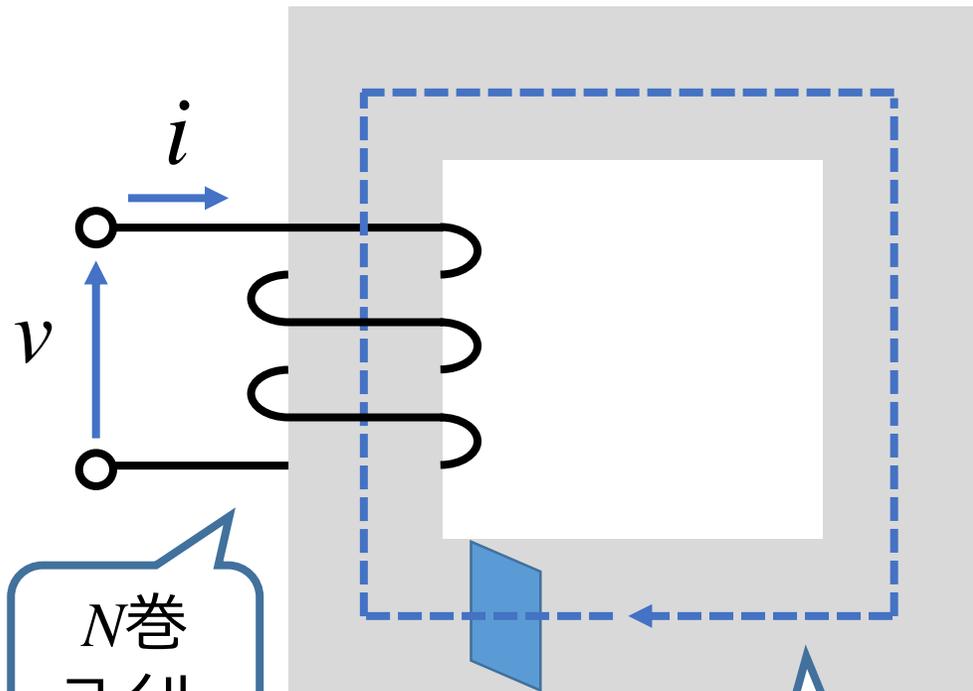


$$L = N^2 R_m^{-1}$$



磁気抵抗は？

自己インダクタンス L と磁気抵抗 R_m (コイル)



透磁率 μ の
鉄心 (コア)

$$\mu = \mu_0 \mu_r$$

磁気抵抗
(リラクタンス)

$$R_m = \frac{l_e}{\mu \cdot S_e}$$

自己インダクタンス $L = N^2 R_m^{-1} = N^2 \mu \cdot \frac{S_e}{l_e}$

N 巻
コイル

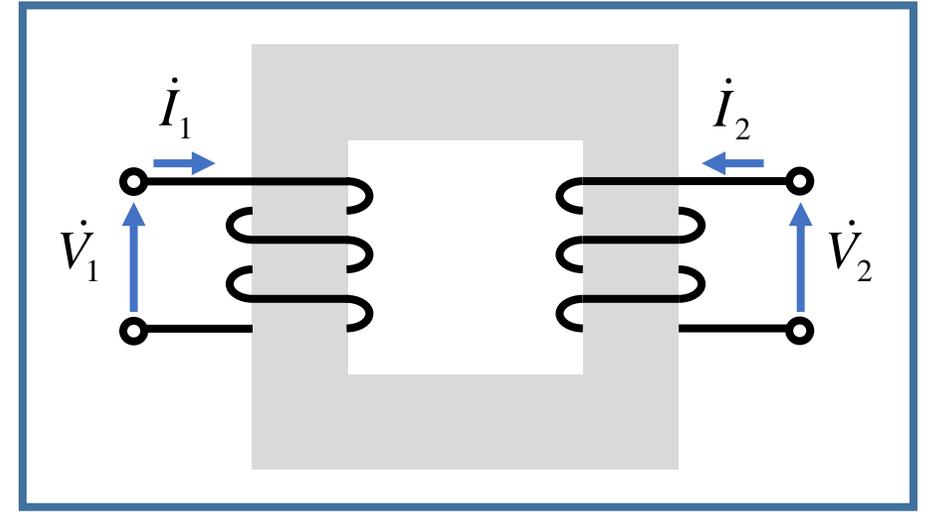
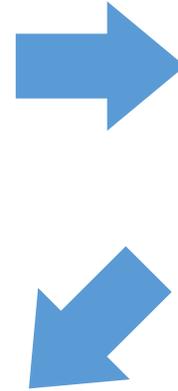
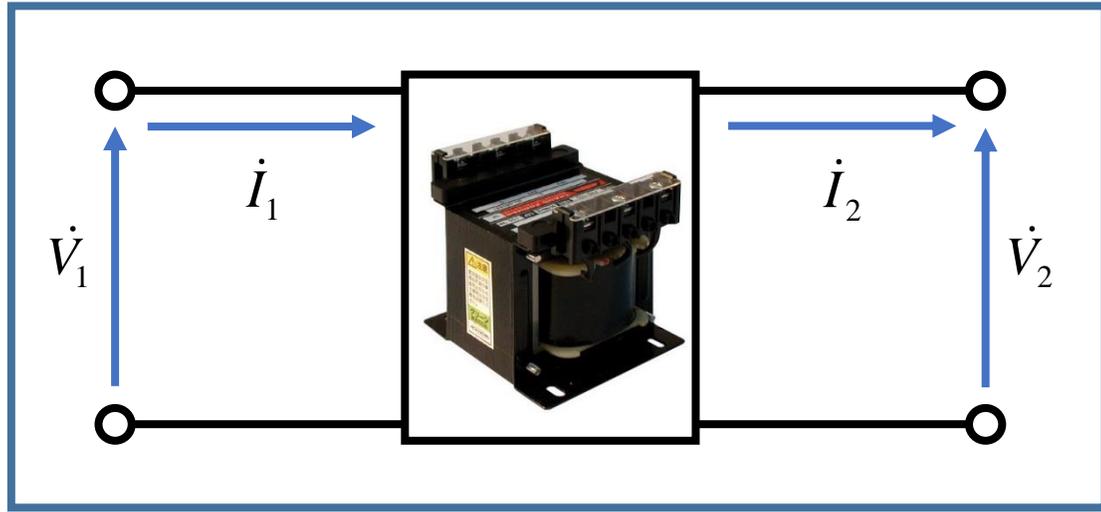
等価断面積
 S_e

等価磁路長
 l_e

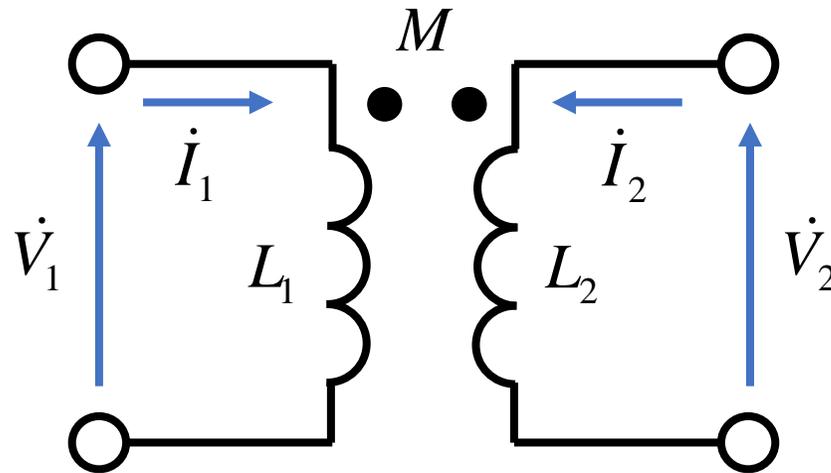
磁気抵抗の逆数
(パーミアンス)

$$P = \frac{1}{R_m} = \mu \cdot \frac{S_e}{l_e}$$

相互誘導回路と相互(誘導)インダクタンス M



**相互誘導
回路**



- L_1 : **1次側** の自己インダクタンス
- L_2 : **2次側** の自己インダクタンス
- M : **相互 (誘導)** インダクタンス

増磁方向と減磁方向

