2021年合格目標 電験三種講座 機械 体験教材

第 分冊

教科書編

目contents 次

第一分冊

CHAPTER CHAPTER CHAPTER 03 三相誘導電動機の等価回路 ……………………… 155 05 三相誘導電動機の始動法 ………………………… 176 06 誘導電動機の逆転と速度制御 ……………………… 183 **CHAPTER**

CHAPTER	パワーエレクトロニクス	
05	01 パワー半導体デバイス 02 整流回路と電力調整回路 03 直流チョッパ 04 インバータとその他の変換装置	272 289
CHAPTER 06	自動制御 01 自動制御 ····································	301
CHAPTER 07	<mark>情報</mark> 01 情報 ···································	339
CHAPTER 08	<mark>照明</mark> 01 照明 ···································	365
CHAPTER 09	電熱 01 電熱 ···································	388
CHAPTER 10	電動機応用 01 電動機応用	

CH.	AP1	ΓER
-----	-----	-----

命生	1	1	~
曲 刃 1	r		_
		_	

01 電気化学	42
---------	----



CHAPTER CHAPTER

直流機

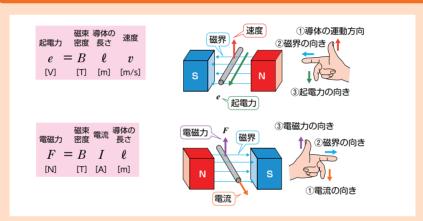
CHAPTER 01

直流機

直流機は、回転機の基礎となる重要な分野です。 試験では、計算問題が多く出題されます。そのため、色々な問題に触れることで解けるパターンを 増やしていくことを意識しましょう。

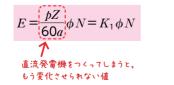
このCHAPTERで学習すること

SECTION 01 直流機の原理



直流機の原理と構造、それに関連するフレミングの右手の法則やフレミングの左手の法則について学びます。

SECTION 02 直流発電機



(重ね巻はa=p, 波巻はa=2)

発電機の誘導起電力: E[V] 磁極数: b

電機子の全導体本数 (コイル辺の数): Z

1極あたりの磁束:^{▽ァイ}[Wb]

回転速度: N[min⁻¹] 並列回路の数: a

定数:K₁

直流発電機のしくみと、誘導起電力について学びます。

SECTION 03 直流電動機

$$T = \frac{pZ}{2\pi a} \phi I_{a} = K_{2} \phi I_{a}$$

直流電動機をつくってしまうと, もう変化させられない値

$$P_{\circ} = \omega T = 2\pi \frac{N}{60} T = EI_{a}$$

電動機のトルク: T[N·m]

磁極数∶⊅

並列回路数: a 電機子の全導体本数 (コイル辺の数): Z

1極あたりの磁束: ϕ [Wb]

電機子電流 : I_a [A] 電動機の出力 : P_{\circ} [W]

角速度:ω[rad/s] 回転速度:N[min⁻¹]

誘導起電力: E[V]

定数:K2

(重ね巻はa=p, 波巻きはa=2)

直流電動機の回転する力であるトルクと出力を学びます。

傾向と対策

出題数

2~3問/22問中

·計算問題中心

	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1
直流機	3	3	2	3	3	2	3	3	2	2

ポイント

直流機の計算問題は、種類別の等価回路をスムーズに作成できるかがカギとなります。そのため、それぞれの原理や特性をしっかりと理解し、多くの問題を解くことによって、等価回路の作成に慣れるようにしましょう。毎年決まった問題数の出題がある分野のため、計算の際に電流や誘導起電力の向きに注意し、確実に得点できるようにしましょう。

SECTION

01

直流機の原理

このSECTIONで学習すること

1 直流機の原理

直流機とはなにか、その原理につい て学びます。

2 発電機の原理(フレミングの右手の法則)

フレミングの右手の法則を使って, 発電機の原理について学びます。





③起電力の向き

3 電動機の原理(フレミングの左手の法則)

フレミングの左手の法則を使って, 電動機の原理について学びます。





4 直流機の構造

直流機の構造と、各部品の役割について学びます。

5 電機子巻線の巻き方

重ね巻と波巻について学びます。



直流機の原理

重要度★★

直流機とは

外からの力を受けて、直流の電気をつくる発電機を<mark>直流発電機</mark>といい、直 流の電気で動くモーター (電動機) のことを<mark>直流電動機</mark>といいます。直流発 電機と直流電動機を総称して**直流機**と呼びます。直流発電機と、直流電動機 の構造は同じです。





歴史的には、展示会で偶然、電気をつくるための発電機に電気を流すと、 モーターが回りだし、電動機になることが発見されたといわれています。同 じ機械が、使い方によって、発電機にも電動機にもなったということです。

直流機の原理

直流発電機は、磁界中で外からの力(外力)でコイルを回転させて起電力 を発生させます。一方、直流電動機は、磁界中でコイルに電流を流し、コイ ルを回転させます。

版書 直流発電機と直流電動機 🤍

直流発電機 回転させて→直流の起雷力を発生させる

直流雷動機

直流の電流を流して→トル1 (回転カ) を発生させる



構造は同じです



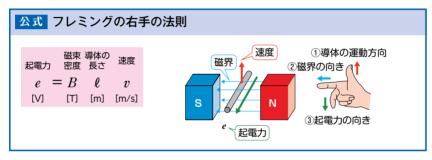


理論の「電磁力」を理解していないと、さっぱりわからなくなるので、不 安な人は理論の教科書で確認して下さい。

2 発電機の原理(フレミングの右手の法則) 理論 重要度 ★★★

発電機の原理は、<mark>フレミングの右手の法則</mark>により導くことができます。

フレミングの右手の法則は、右手の親指、人差し指、中指をそれぞれ互いに直角にして、①親指を導体の運動方向、②人差し指を磁界の向きに合わせると、③中指は誘導起電力の向きを表すという法則です。起電力e[V]は次の公式で表されます。





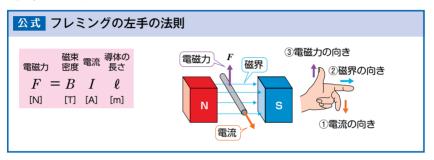


起電力の単位は[V]で、電圧のことです。電流ではありません。

3 電動機の原理 (フレミングの左手の法則) 理論 ■要度★★★

電動機の原理は、フレミングの左手の法則を応用して理解します。

フレミングの左手の法則は、左手の親指、人差し指、中指をそれぞれ互いに直角にして、①中指を電流の向き、②人差し指を磁界の向きに合わせると、③親指の向きが電磁力の向きを表すという法則です。電磁力F[N]は次の公式で表されます。

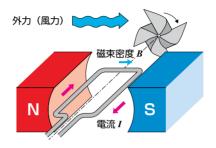


問題集 問題01

4 直流機の構造

重要度 ★★★

図のように、磁石の間(磁界の中)に方形コイル(四角いコイル)をおきます。 直流発電機として用いる場合は、コイルの軸を外力(この場合は風車)によっ て回転させると、フレミングの右手の法則により起電力が発生します。

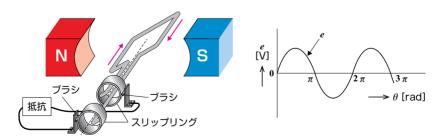


効率よく起電力を発生させるため、次のⅡ~Ⅲのような工夫をします。

■ スリップリング,ブラシを付ける

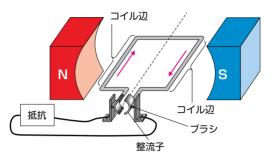
しかし、このまま回転させると導線がからまってしまいます。そこで、以下のように、スリップリングという金属のリングと、ブラシというスリップリングにこすれるように接触させる金属の部品を取りつけます。

コイルを回転させると次のグラフのような交流の起電力e[V]を得ることができます(理論)。



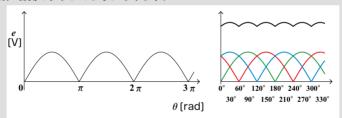
Ⅲ 整流子をつける

このままでは半周ごとに起電力の向きが変化する交流になってしまいます。 そこで直流を得るために、スリップリングの代わりに整流子を取りつけます。 整流子は電流の方向を周期的に切り替えることができる部品です。



SEER

起電力は整流しても脈流(左側の山のような形のグラフ)になりますが、実際の直流機では、コイルは1本ではありません。たとえば、3本のコイルの場合、右側のグラフのようになります。





コイルが多数巻かれていると、それぞれのコイルで位相がずれた電圧が生 じ、それらの電圧が重ね合わさって脈流はほとんどなくなります。

Ⅲ コイルをたくさん巻く(電機子巻線法)

効率よく起電力を発生させるために、コイルを1本ではなく、たくさん巻きます。たくさんのコイルを相互につなげる方法を電機子巻線法といい、これには重ね巻と波巻という方法があります。





電機子巻線法については5で詳しく説明します。

₩ 磁束密度を大きくする(電機子鉄心)

磁束密度が大きいほど、起電力は大きくなります。そこで、磁束を通しやすい鉄を直流機の中心におきます。これを、電機子鉄心といいます。

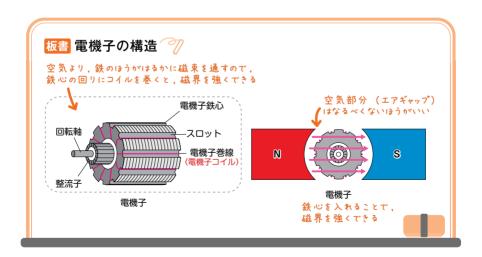




空気の透磁率は低い(磁束を通しにくい)ので、鉄を入れることによって磁束密度を強くします。

電機子鉄心には<mark>スロット</mark>という溝があり、そこにコイルを収納します。このコイルを<mark>電機子巻線</mark>(電機子コイル)といいます。

このようにすると、磁束のほとんどが電機子を通り、磁束密度を高めることができます。



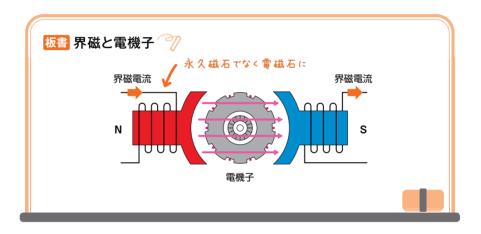




説明では電機子鉄心を鉄としましたが、交番磁界による渦電流損を小さく するために、ケイ素鋼板の積層鉄心 (表面を絶縁し、薄い鋼板を積み重ねたもの) を用います。

Ⅴ 電磁石を使用する

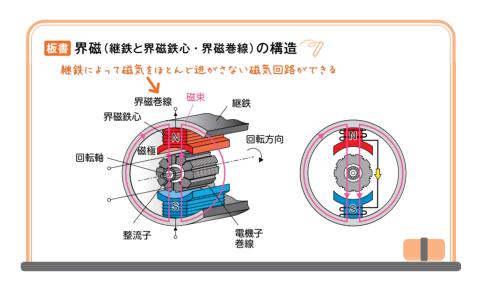
磁束の強さをコントロールするために、永久磁石ではなく、電磁石を使います。このように磁界をつくる装置のことを<mark>界磁</mark>といいます。



Ⅶ 磁束の通り道をつくる

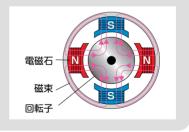
電磁石となる部分 (界磁鉄心・界磁巻線) を固定し、磁束を漏らさないよう に外枠で磁束の通り道をつくります。

この外枠を形作る部分を継載といいます。



ひとこと

磁極の数は2極(2極セットで1対とも 数える)である必要はありません。N 極とS極をたくさんつくって、4極な ど多極になってもかまいません。





5 電機子巻線の巻き方

重要度★★★

電機子巻線法には重ね巻と波巻という巻き方があります。

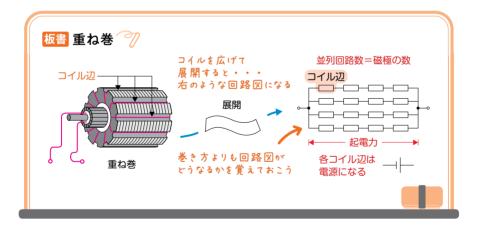




磁石をつくる界磁巻線の話ではありません。電機子巻線法はたくさんの電機子コイル (巻線) をどのようにつなぐかの方法です。コイル辺1本1本は起電力を生じます (電源のようなイメージ)。つまり起電力をどのようにつなぐかという話です。



■ 重ね巻



重ね巻の特徴は次のとおりです。

版書 重ね巻の特徴 🦳

- ①並列回路数aと磁極数pは等しくなる
- ②並列回路数とブラシの数は等しくなる
- ③低雷圧に適する

◆(回路図より) 雷源となるコイル辺が並列に多く接続されるから

4大電流に適する

企並列回路の雷流が合流するから

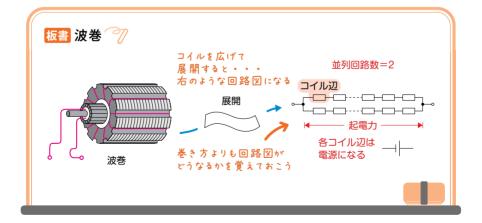




巻き方が実際にどうなっているかは、複雑な上に試験において重要ではな いので、深く理解する必要はありません。重要なのは、重ね巻は、並列回路 数 a と磁極数 b が等しいということです。

Ⅲ波巻

破蓋(直列巻)は、波形にコイルを収めていく方法です。



波巻の特徴は次のとおりです。

板書 波巻の特徴 🤍

- ①並列回路数aはつねに2となる
- ②ブラシの数も並列回路数と同じく2となる
- ③高電圧に適する

~ (回路図より) 雷源となるコイル辺が直列に多く接続されるから

4小電流に適する

€並列回路数が2しかないから

以上より、重ね巻と波巻をまとめると次のようになります。

公式 重ね巻と波巻

	重ね巻	波巻
並列回路数 а	磁極数⊅と等しい	2
ブラシの数	磁極数⊅と等しい	2
特徴	低電圧・大電流に適する	高電圧・小電流に適する



この結論が重要なので、上の表を押さえてください。実際の試験問題で重 ね巻という言葉をみたら「磁極数」を探しましょう。また、波巻という言葉 をみたら「並列回路数a=2」とメモしましょう。

第分冊

問題集編

B 直流機の構造

SECTION 01

問題02 次の文章は、直流機の構造に関する記述である。

直流機の構造は、固定子と回転子とからなる。固定子は、 (ア) , 継鉄などによって、また、回転子は、 (イ) 整流子などによって構成されている。

電機子鉄心は, (ウ) 磁束が通るため, (エ) が用いられている。また, 電機子巻線を収めるための多数のスロットが設けられている。

六角形(亀甲形)の形状の電機子巻線は、そのコイル辺を電機子鉄心のスロットに挿入する。各コイル相互のつなぎ方には、 (オ) と波巻とがある。直流機では、同じスロットにコイル辺を上下に重ねて2個ずつ入れた二層巻としている。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1) \sim (5)のうちから一つ選べ。

	(<i>P</i>)	(イ)	(ウ)	(<u>x</u>)	(4)
(1)	界 磁	電機子	交 番	積層鉄心	重ね巻
(2)	界 磁	電機子	一定	積層鉄心	直列巻
(3)	界 磁	電機子	一定	鋳 鉄	直列巻
(4)	電機子	界磁	交 番	鋳 鉄	重ね巻
(5)	電機子	界 磁	一定	積層鉄心	直列巻

H24-A1

	1	2	3	4	(5)
学習日					
理解度 (○/△/×)					

解説

- (ア) 固定子は**界磁**,継鉄などによって構成される。
- (イ) 回転子は電機子、整流子などによって構成される。
- (ウ) 電機子鉄心は、磁束の大きさと向きが周期的に変化する**交番**磁束を通し、ヒステリシス損や渦電流損からなる鉄損が生じる。
- (エ) 鉄損を少なくするため、ケイ素鋼板を積み重ねた積層鉄心が用いられる。
- (オ) 電機子巻線法には**重ね巻**と波巻の2種類がある。 よって, (1)が正解。

解答… (1)



交番磁束とは、向きが交互に交わる磁束のことです。

A シーケンス制御

SECTION 01

問題104 シーケンス制御に関する記述として、誤っているものを次の $(1)\sim(5)$ のうちから一つ選べ。

- (1) 前もって定められた工程や手順の各段階を、スイッチ、リレー、タイマなどで構成する制御はシーケンス制御である。
- (2) 荷物の上げ下げをする装置において、扉の開閉から希望階への移動を行う制御では、シーケンス制御が用いられる。
- (3) 測定した電気炉内の温度と設定温度とを比較し、ヒータの発熱量を電力制御回路で調節して、電気炉内の温度を一定に保つ制御はシーケンス制御である。
- (4) 水位の上限を検出するレベルスイッチと下限を検出するレベルスイッチを取り付けた水のタンクがある。水位の上限から下限に至る容積の水を次段のプラントに自動的に送り出す装置はシーケンス制御で実現できる。
- (5) プログラマブルコントローラでは、スイッチ、リレー、タイマなどを ソフトウェアで書くことで、変更が容易なシーケンス制御を実現できる。

H26-A13

	1	2	3	4	(5)
学習日					
理解度 (○/△/×)					

解説

- (1) シーケンス制御とは順序制御であり、記述は正しい。
- (2) 扉の開閉や希望階の選択は決められた順序で決められたボタンなどを操作して 行う。これも順序制御であるため、シーケンス制御が用いられ、記述は正しい。
- (3) 比較して一定に保つということは、フィードバック制御である。記述は誤り。
- (4) 順序制御であるため記述は正しい。
- (5) プログラマブルコントローラに対するこの記述は正しい。 よって、(3)が誤り。

解答… (3)



荷物の上げ下げをする装置というと考えにくいかもしれませんが、身近なものでいうとエレベーターがあります。身近なものに置き換えて考えるとわかりやすくなります。

電子レンジの原理

問題136 次の文章は、電子レンジ及び電磁波加熱に関する記述である。

一般に市販されている電子レンジには、主に (ア) の電磁波が使われて
いる。この電磁波が電子レンジの加熱室に入れた被加熱物に照射されると、
被加熱物は主に電磁波の交番電界によって被加熱物自体に生じる (イ) に
よって被加熱物自体が発熱し、加熱される。被加熱物が効率よく発熱するた
めには、被加熱物は水などの (ウ) 分子を含む必要がある。また、一般に
(イ) は電磁波の周波数に エ) 被加熱物への電磁波の浸透深さは電
磁波の周波数が高いほと「(オ)」。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1) \sim (5)のうちから一つ選べ。

	(?)	(1)	(ウ)	(<u>I</u>)	(4)
(1)	数GHz	誘電損	有極性	無関係で	小さい
(2)	数GHz	誘電損	有極性	比例し	小さい
(3)	数MHz	ジュール損	無極性	無関係で	大きい
(4)	数MHz	誘電損	無極性	比例し	大きい
(5)	数GHz	ジュール損	有極性	比例し	 大きい

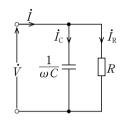
H26-A11

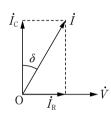
	1	2	3	4	(5)
学習日					
理解度 (○/△/×)					

解説

一般に市販されている電子レンジには主に(ア)数 GHz (2.4 GHz) の電磁波が使われている。この電磁波が電子レンジの加熱室に入れた被加熱物に照射されると、被加熱物は主に電磁波の交番電界によって被加熱物自体に生じる(イ)誘電損によって被加熱物自体が発熱し、加熱される。被加熱物が効率よく発熱するためには、被加熱物は水などの(ウ)有極性分子を含む必要がある。

誘電加熱の等価回路とベクトル図を描くと.





ベクトル図より、誘電損 W_a は、

$$W_{\rm d} = VI_{\rm R} = VI_{\rm C} \tan \delta$$

 $=\omega CV^2 \tan \delta$ (等価回路より $I_C = \omega CV$)

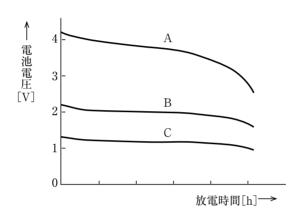
 $= 2 \pi fCV^2 \tan \delta$

一般に、(イ)<mark>誘電損</mark>は電磁波の周波数に(エ)<mark>比例し</mark>、被加熱物への電磁波の浸透深さは電磁波の周波数が高いほど(オ)小さい。

よって、(2)が正解。

解答… (2)

問題147 3種類の二次電池をそれぞれの容量[A·h]に応じた一定の電流で放電したとき、放電特性は図のA、B及びCのようになった。A、B及びCに相当する電池の種類として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。ただし、電池電圧は単セル(単電池)の電圧である。



A	В	С	
(1) リチウムイオン二次電池	鉛蓄電池	ニッケル・ 水素蓄電池 [*]	
(2) リチウムイオン 二次電池	ニッケル・ 水素蓄電池 [*]	鉛蓄電池	
(3) 鉛蓄電池	リチウムイオン 二次電池	ニッケル・ 水素蓄電池 [*]	
(4) 鉛蓄電池	ニッケル・ 水素蓄電池 [*]	リチウムイオン 二次電池	
(5) ニッケル・ 水素蓄電池*	鉛蓄電池	リチウムイオン 二次電池	

(注) ※の「ニッケル・水素蓄電池」は、「ニッケル - 金属水素化物電池」と呼ぶこともある。

H15-A12

解説

図をみると、Aは約4V、Bは約2V、Cは約1.2Vと読み取ることができる。選択肢のなかから、この電圧の値に公称電圧が近いものを選ぶと、Aはリチウムイオン二次電池、Bは鉛蓄電池、Cは二ッケル・水素蓄電池となる。

よって. (1)が正解。

解答… (1)

	1	2	3	4	5
学習日					
理解度 (○/△/×)					