

第4章

機器

三相誘導電動機

交流電動機で広く用いられているのは、かご形三相誘導電動機である。



1. 回転数

回転数 N は、電動機の極数 p と、加える電圧の周波数 f で定まる。

$$\text{回転数 } N \div \text{同期速度} = \frac{120f}{p} \text{ [min}^{-1}\text{]} \ast$$

回転数は周波数に比例する。

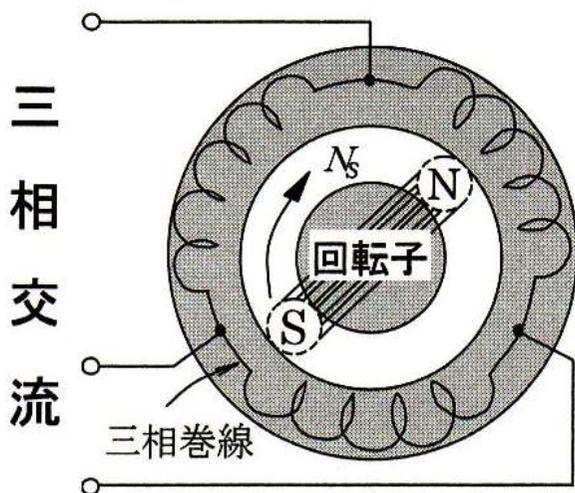
回転数は、負荷の増加により計算値より減少する。



回転計

☆参考☆

回転子の構造から、かご形と呼ばれる。

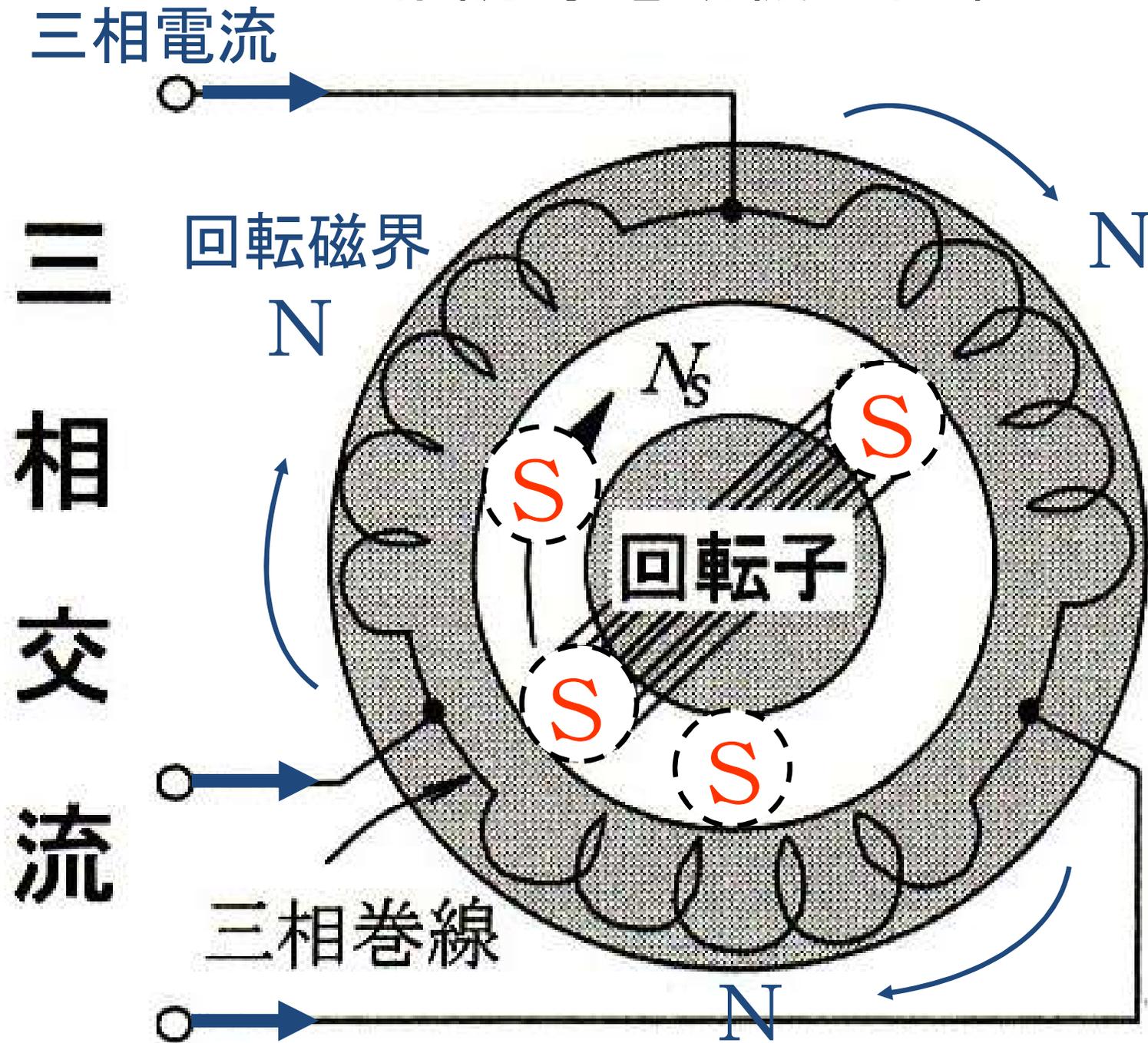


次頁拡大

三相巻線の電流がつくる回転磁界により、回転子にトルクが生じて回転する。(図は2極)
 回転磁界の速度を同期速度という。 **回転動力**

※ [min⁻¹] : 回転数の単位 [回/分]

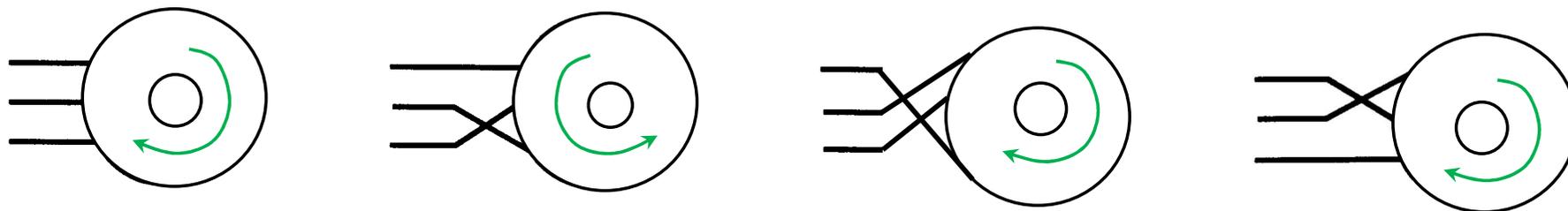
三相誘導電動機の回転



三
相
交
流

2. 回転の方向

3線のうち、いずれか2線を入れ換えると逆回転する。



3. 全負荷電流の大きさ

全負荷電流 I_n [A] $\doteq 4 \times$ 定格出力 [kW] (1 [kW] 当たり約 4 [A])



2 [kW] 電動機の場合、

全負荷電流 $\doteq 4 \times 2 = 8$ [A]

始動電流 $\doteq 8 \times 6 = 48$ [A]

4. 始動

始動時に大電流が流れるので、始動対策が必要になる。

(1) 始動電流の大きさ：全負荷電流の5～7倍

(2) 始動方法

① 小形では、全電圧を直接加える「全電圧始動」(直入れ)による。始動電流は軽減しない。

② 中形では、始動電流を軽減するために「Y-Δ始動法」を用いる。

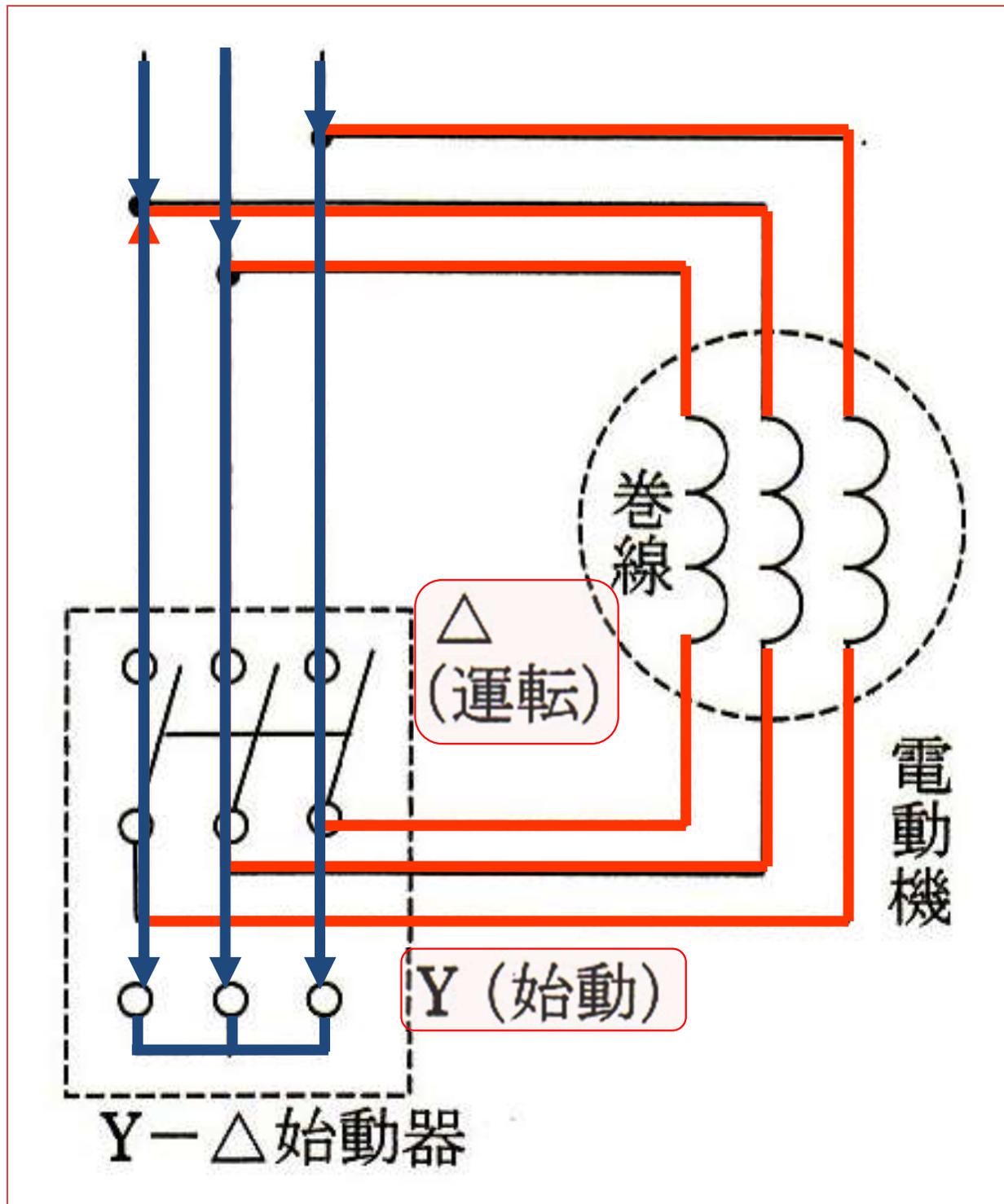
Y-Δ始動器を用い、Y結線で始動し、Δ結線に切換えて運転する。

始動電流が全電圧始動の $\frac{1}{3}$ に軽減するが、始動トルクも $\frac{1}{3}$ に減少する。

接続の正誤の見分け方

△のとき、三つの巻線が
始動器を通して一筆書きで
できれば正しい。

(次ページ **例5** 参照)

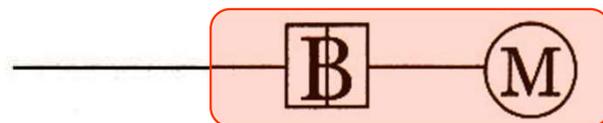


5. 過負荷保護装置の設置

電動機には、加熱・燃損を防止するため、電路に過負荷保護装置を設置する。ただし、次の場合は設置を省略できる。

- ・ 定格出力が、0.2 [kW] 以下である。
- ・ 電動機を運転中、取扱者が監視できる。
- ・ 電動機を燃損させる過電流を生じるおそれがない。
- ・ 電動機が单相用で、接続する分岐回路が 15 [A] ヒューズ または 20 [A] 配線用遮断器で保護されている。

過負荷の場合に、自動的に電路を遮断するか、警報を発する。モーターブレーカなどが用いられる。



例 1 $P=6$ 6極の三相かご形誘導電動機を周波数 $f=60$ [Hz] で使用するとき、最も近い回転速度 [min⁻¹] は。

- イ. 600 **ロ.** 1,200 ハ. 1,800 ニ. 3,600

答
ロ

$$N \doteq \frac{120f}{p} = \frac{120 \times 60}{6} = 1200 \text{ [min}^{-1}\text{]}$$

例 2 三相誘導電動機が逆転した場合、その回転方向を変えるには。

- イ. 電動機の端子にコンデンサを接続する
 ロ. 3本の結線を3本とも入れ替える
ハ. 3本の結線のうち、いずれか2本を入れ替える
 ニ. 極数の異なる電動機と取り替える

答
ハ

- イ…力率が変わる
 ロ…回転方向は変わらない
 ニ…回転速度が変わる

例 3 定格 200 [V], 1.5 [kW], 4極の普通かご形三相誘導電動機の下全負荷電流 [A] は、およそ。

- イ. 3~4 **ロ.** 6~7 ハ. 9~10 ニ. 14~15

答
ロ

$$I \doteq 4 \times 1.5 = 6 \text{ [A]}$$

(極数とは無関係)

定格kW × 4

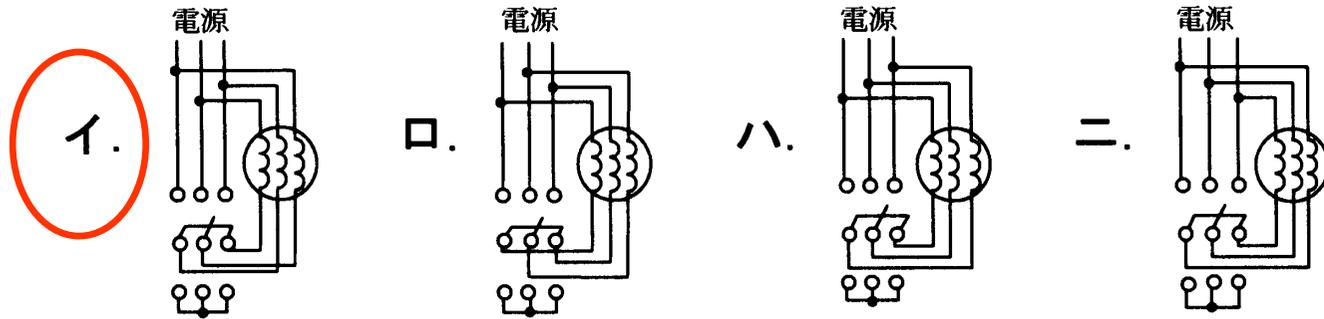
例 4 低圧の誘導電動機の記述で誤っているものは。

- イ. 三相普通かご形の始動電流は、全負荷電流の 5~7倍程
である
- ロ. 单相電動機の始動方式には、コンデンサ始動方式がある
- ハ** 負荷が増加すると回転速度も増加する
- ニ. 60 [Hz] 設計のものを 50 [Hz] で使用すると、回転数が減る (回転数は周波数に比例)

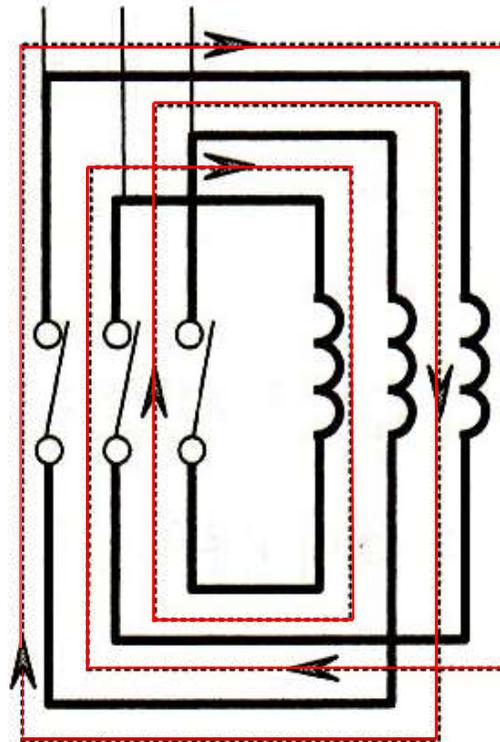
答
ハ

負荷が増加すると、回転数は
わずかに減少する

例 5 スターデルタ始動装置を有する三相誘導電動機の配線で正しいものは。



答
イ



スイッチを電源側に入れたとき電動機の全部の巻線が一筆書きできるもの

例 6 屋内に施設する低圧電動機の過負荷保護装置を省略できる条件として誤っているものは。

ただし、電動機の定格出力は、0.2[kW]を越えるもので、過負荷の警報装置はないものとする。

- イ 電動機を耐火性のもので覆った場合
- ロ. 運転中常時取扱者が監視できる位置に施設する場合
- ハ. 電動機の負荷の性質上、過負荷となるおそれがない場合
- ニ. 単相電動機で、電源側配線用遮断器が 20 [A] 以下の場合

答
イ

ロ, ハ, ニは省略条件

	問	イ	ロ	ハ	ニ
1	三相誘導電動機の特徴で、 <u>誤っているものは。</u>	<u>トルクは周波数に比例する</u>	<u>トルクは電圧の2乗に比例する</u>	<u>回転数は周波数に比例する</u>	<u>Y-Δ起動法で、Y起動するときの起動電流は、Δ起動するときの$\frac{1}{3}$になる</u>

ロ、ハ、ニは正しい **トルク:磁界と電流間に働く電磁力によって生じる回転力**

2	<p>低圧電動機を屋内に施設するときの施工方法で、<u>過負荷保護装置を省略できない場合は。</u></p> <p>ただし、過負荷に対する警報装置は設置してないものとする。</p>	<p>電動機を運転中 <u>常時取扱者が監視できる場合</u> (省略可)</p>	<p>電源側電路に <u>定格15[A]の過電流遮断器が設置されている電路</u>に <u>单相電動機</u>を施設する場合</p>	<p><u>三相誘導電動機の定格出力が0.75[kW]の場合</u></p>	<p>電動機の負荷の性質上、<u>過負荷となるおそれがない場合</u></p>
---	--	--	--	--	---

省略条件は0.2 [kW]以下

0.2[kW]以下

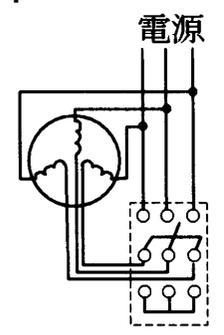
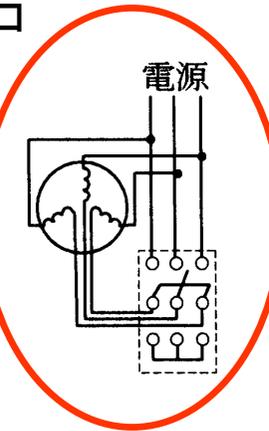
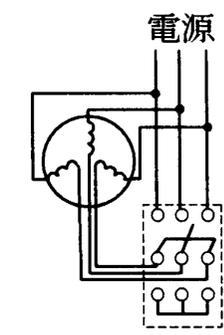
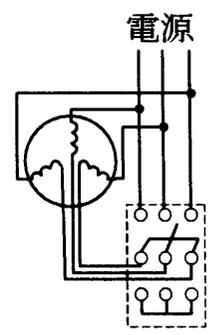
		イ	ロ	ハ	ニ
3	定格 200 [V], 3.7 [kW] の普通かご形三相誘導電動機の始動電流は、 <u>全負荷電流のおよそ何倍か。</u>	$\sqrt{3}$	2	6	10

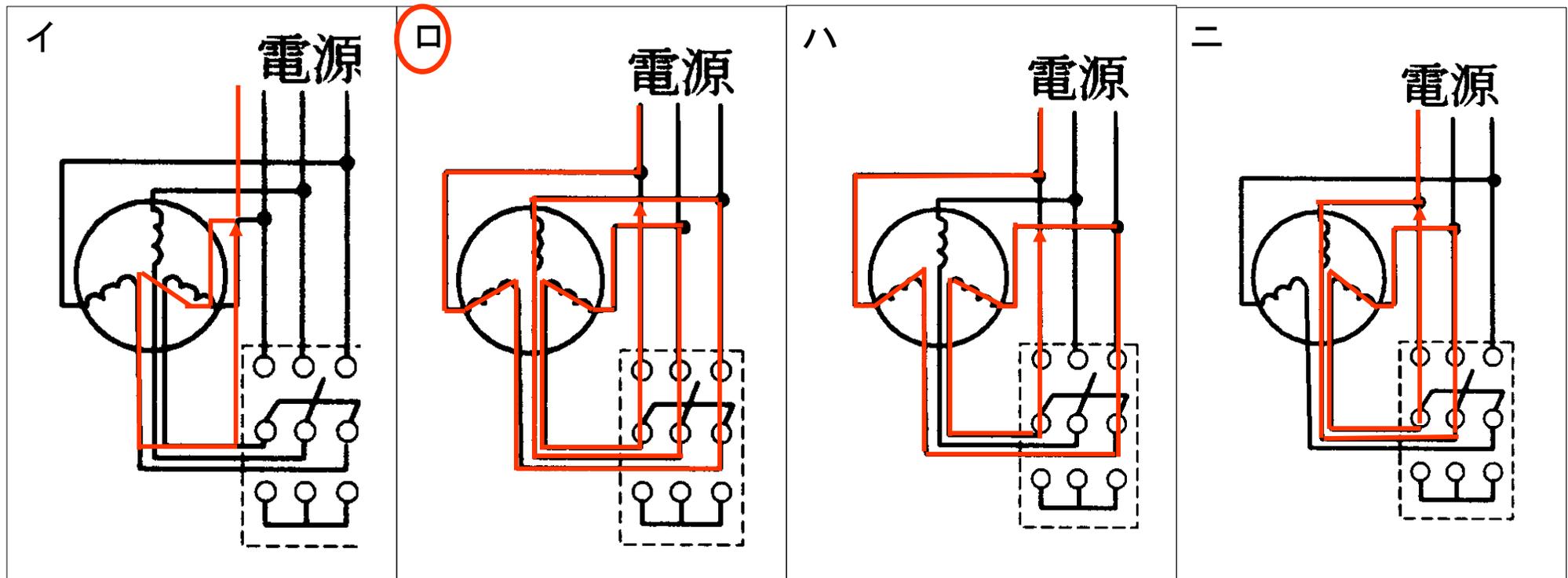
5~7倍

4	<u>三相誘導電動機を逆回転させる</u> ときの方法として、最も適切なものは。	3本の結線を3本とも入れ替える	3本の結線のうち、いずれか2本を入れ替える	コンデンサを取り付ける	スターデルタ始動器を取り付ける
---	--	-----------------	-----------------------	-------------	-----------------

3本の内2本を入れ換える。

5	三相誘導電動機の始動において、 <u>じか入れ始動に対しスターデルタ始動器を用いた場合、正しいものは。</u>	始動電流が小さくなる	始動トルクが大きくなる	始動時間が短くなる	始動時の巻線に加わる電圧が大きくなる
---	---	------------	-------------	-----------	--------------------

<p>6 三相誘導電動機のスターデルタ始動回路として、正しいものは。</p> <p>ただし、は三相誘導電動機、はスターデルタ始動器とする。</p>	<p>イ</p> 	<p>ロ</p> 	<p>ハ</p> 	<p>ニ</p> 
---	---	--	--	--



運転（ Δ 側）に入れたとき、一筆書きできる。

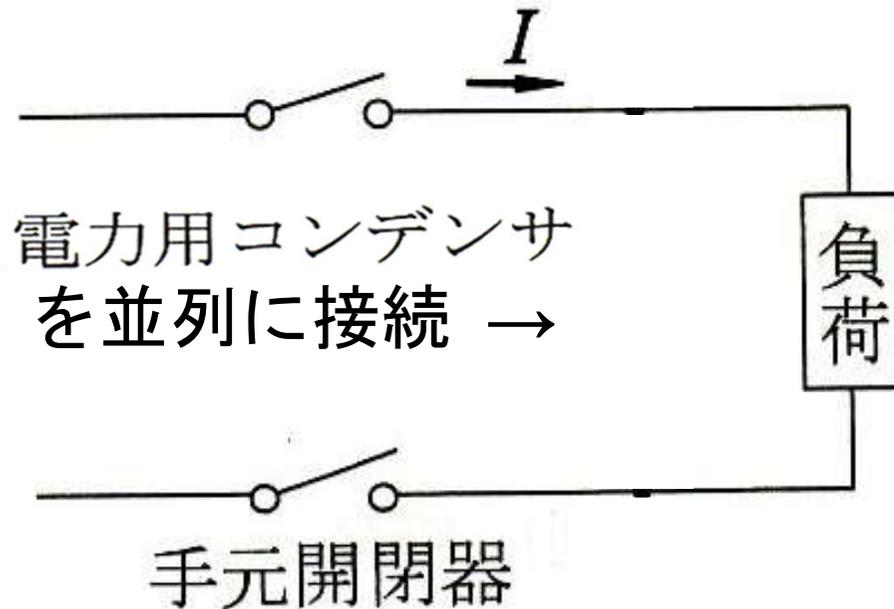
		イ	ロ	ハ	ニ
7	同一の三相誘導電動機を <u>60 [Hz]</u> で無負荷運転した場合、 <u>50 [Hz]</u> で無負荷運転した場合に比べて、 <u>回転状態</u> は。	回転速度は 変化しない	回転しない	回転速度が 減少する	回転速度が 増加する

回転数は周波数に比例する。

50Hzから60Hz

周波数:増

誘導電動機などの力率が悪い（低い）負荷には、電力用コンデンサ（進相コンデンサ）を接続する。（負荷に並列に！！）



電力用コンデンサ

目的：力率を改善（高く）して，線路電流を小さくする。

接続方法：手元開閉器の負荷側に負荷と並列に接続する。

☆参 考☆

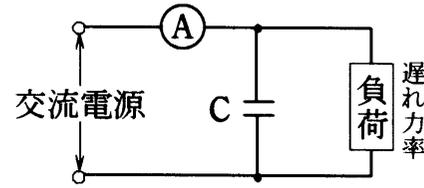
電熱器や電球のような電気抵抗だけの負荷は、電流が電力として 100 [%]有効に利用される。 ⇨ **力率 100 [%]**

しかし、誘導電動機などは、内部のコイルの作用で有効な電力とならない位相が遅れた無効電流が流れる。これを力率が悪いという。

コンデンサは電流の位相を進ませる作用をし、遅れ電流を打ち消して線路電流を小さくし力率を改善する (力率 100 [%]に近づける)。

線路の電流が小さくなると、**線路の電圧降下・電圧損失も小さくなる。**

例 1 図のように遅れ力率の負荷にコンデンサ C を設置して力率 100 [%] に改善した。このときの電流計 A の指示値はコンデンサの設置前に比べて。



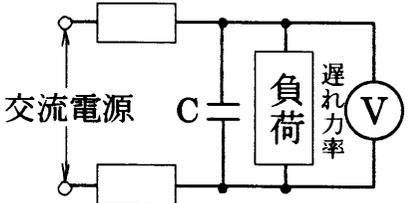
- イ. 増加する 口. 減少する ハ. 変化しない ニ. 0 になる

コンデンサの働き → **力率を改善し、電流を減少**させるために設置

例 2 低圧三相誘導電動機と並列に電力用コンデンサを接続する目的は。

- イ. 電動機の振動を防ぐ
 口. 電源の周波数の変動を防ぐ
 ハ. 回転速度の変動を防ぐ
 ニ. 回路の力率を改善する

目的は力率改善

	問	イ	ロ	ハ	ニ
1	<p>図のように遅れ力率の負荷にコンデンサ C を設置して力率を 100 [%] に改善した。このときの電圧計 ⑤ の指示値はコンデンサの設置前に比べて。</p> 	<div style="border: 2px solid red; border-radius: 50%; width: 100px; height: 100px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <p>高くなる</p> </div>	低くなる	変わらない	電源電圧より 高くなる

C の設置 → 電流の減少 → 線路電圧降下の減少 → 負荷端子電圧の上昇

2	<p>誘導電動機回路の力率を改善するために使用する<u>低圧進相用コンデンサの取り付け場所</u>で最も適切な方法は。</p>	主開閉器の電源側に各台数分をまとめて電動機と並列に接続する	<div style="border: 2px solid red; border-radius: 50%; width: 100px; height: 100px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <p>手元開閉器の負荷側に電動機と並列に接続する</p> </div>	手元開閉器の負荷側に電動機と直列に接続する	手元開閉器の電源側に電動機と並列に接続する
---	---	-------------------------------	--	-----------------------	-----------------------

照明器具

1. 明るさと照度

(1) 照明器具の明るさの表示

器具の発する光の量を光束で表示し、単位にはルーメン [lm]を用いる。

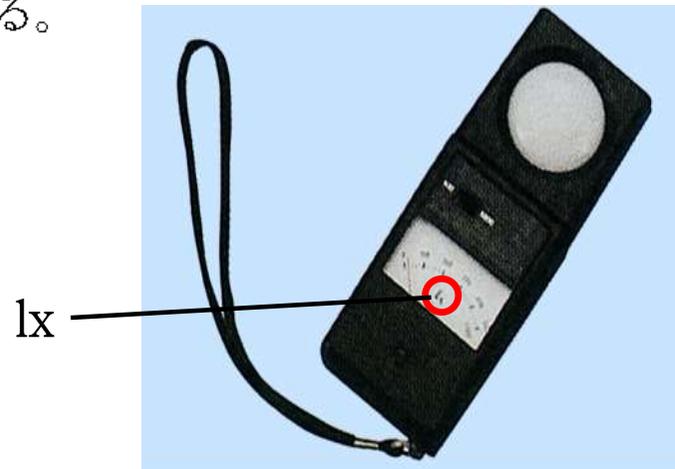
(2) 照明器具の効率（発光効率）

使用電力1[W]あたりの明るさを[lm/W]で表し、効率が大きい器具ほどエコ照明である。

(3) 照度

光を受ける面（被照面）の明るさを照度で表し、
単位にはルクス [lx]を用いる。

照度計

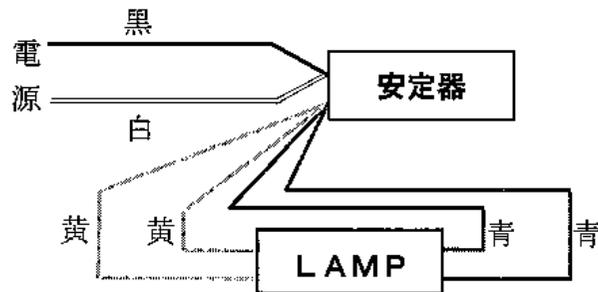


2. 蛍光灯

水銀灯の一種。ガラス管内に封入した水銀蒸気の電気放電により、管壁の蛍光物質が発光する。

白熱電灯に比べ、**効率がよく寿命も長い。**また、各種の光色が選べる。

インバータ高周波点灯専用形の蛍光灯は、点灯管と安定器を用いる蛍光灯と比べ、ちらつきが少ない、発光効率が高い、点灯に要する時間が短い、などの利点がある。



安定器による点灯回路

3. LED 灯

半導体の**発光ダイオード**を使用した光源で、白熱電灯と比べて格段に発光効率が良く、圧倒的に寿命も長い上に、光色も選べるなどの利点がある。力率は低い。

電球形や直管形など各種商品化され、従来の一般照明に変わるエコ照明として推奨されて急速に使用が進んでいる。

4. 水銀灯

ガラス管内に水銀蒸気を封入した放電灯で、水銀蒸気の圧力により、低圧・高圧などに分類される。
青白い光色で効率がよい高圧水銀灯は、街路や体育館などに使用される。
点灯回路に用いられる安定器は、放電を安定させるものである。

5. ナトリウム灯

ガラス管内にナトリウム蒸気を封入した放電灯。
橙黄（だいたい）色の光色で、効率が非常によい。街路やトンネルの照明に使用される。

答二

例1 照度の単位は。

- イ. F
- ロ. lm
- ハ. H
- 二. lx**

答イ

例2 蛍光灯を同じ消費電力の白熱電灯と比べた場合、正しいものは。

- イ. 発光効率が高い**
- ロ. 雑音（電磁雑音）が少ない
- ハ. 寿命が短い
- 二. 力率が良い

発光効率が高い

答二

例3 点灯管を用いる蛍光灯と比較して、高周波点灯専用形の蛍光灯の特徴として、誤っているものは。

- イ. ちらつきが少ない
- ロ. 発光効率が高い
- ハ. インバータが使用されている
- 二. 点灯に要する時間が長い**

点灯に要する時間は短い

答イ

例4 トンネル内や霧などの多い場所の照明に最も適しているものは。

- イ. ナトリウム灯**
- ロ. 蛍光灯
- ハ. 水銀灯
- 二. 白熱灯

ナトリウム灯

		イ	ロ	ハ	ニ
1	水銀灯に <u>安定器</u> を取り付ける目的は。	放電を安定させる	力率を改善する	雑音(電波障害)を防止する	光束を増やす

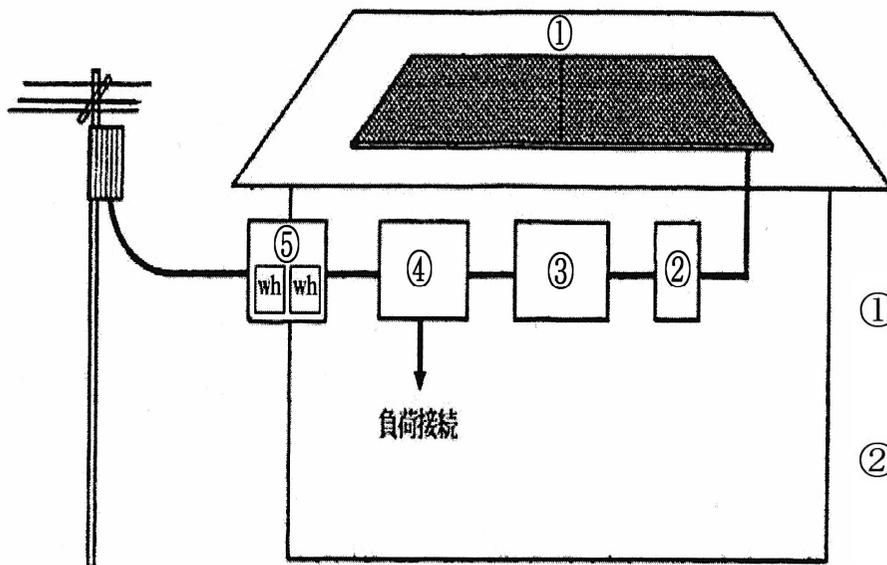
放電を安定させる

2	白熱電球と比較して、電球形LEDランプ(制御装置内蔵形)の特徴として、 <u>誤っている</u> ものは。	寿命が短い	発光効率が低い(同じ明るさでは消費電力が少ない)	価格が高い	力率が低い
---	---	-------	--------------------------	-------	-------

3	写真に示す測定器の名称は。 	回路計	周波数計	接地抵抗計	照度計
---	--	-----	------	-------	-----

太陽光発電設備

図は、系統連携型の太陽電池発電設備の構成を示す。



① 太陽電池パネル（太陽電池モジュール）

太陽光の光エネルギーを直接電気に変換する。発生する電気は直流電力。

② 接続箱

太陽電池からの出力をまとめ、パワーコンディショナーに送る。

③ パワーコンディショナー

太陽電池で発電した直流電力を、商用交流電力に変換する。

④ 分電盤

発電電力を、屋内外の照明やコンセント・機器に分電し送る。

⑤ 電力量計

発電電力が不足の時の電力会社からの受電電力「買い電」計と、発電電力が余った時に電気を電力会社がい取る「売り電」計とを設置。

例1 系統連携型の太陽電池発電設備において使用される機器は。

- イ. パワーコンディショナー
- ロ. 低圧進相コンデンサ
- ハ. 調光器
- ニ. 自動点滅器

答
イ

	問	イ	ロ	ハ	ニ
1	太陽電池システムに関する記述で <u>誤っている</u> 記述は。	太陽電池パネルが発生する電力は、直流電力である	太陽電池パネルが発生する電力は、日照によって変わる	太陽電池パネルは、太陽光の熱エネルギーを電気エネルギーに変換する	太陽電池パネル出力は、パワーコンディショナーで商用交流電力に変換する

光エネルギー → 電気エネルギー 変換