

付 録

- (1) 電気設備(高低圧編)に関する用語集
- (2) 電気基礎

付録 電気設備(高低圧編)に関する用語集

1. 用語の選定

本文に現れた用語を中心に電気設備関連用語も合わせて解説した。

2. 表記順

“用語名称 [英文表記] 日本語読み 用語解説” の順に記載した。

3. 記載順序

“数字、アルファベット、五十音” の順とした。

4. その他の記号

(1) = ; 同義語の項を参照。

例：有効電力 [effective power] ゆうこうでんりょく = 交流電力、電力
→ 交流電力と電力の項を参照する。

(2) ⇒ 関連する項を参照。

例：遮断器 [circuit breaker] しゃだんき 回路の開閉、… ⇒ 真空遮断器
→ 真空遮断器の項も参照する。

(3) ⇔ 対義語、対応語の項を参照。

例：アナログ [analog] …… ⇔ デジタル
→ デジタルの項も参照する。

数字

2 E リレー [Two Element relay for overload and open-phase] にい—— 保護継電器の1つであり、過電流と欠相の2要素を検出する機能を備えている。主に、電動機等の保護に用いられる。

3 E リレー [Three Element relay for overload, open-phase and phase sequence reversal] さい—— 保護継電器の1つであり、過電流と欠相と逆相の3要素を検出する機能を備えている。主に、電動機等の保護に用いられる。

A

AC [Alternating Current] = 交流 ⇔ DC

B

C

CT [Current Transformer] = 計器用変流器

D

DC [Direct Current] = 直流 ⇔ AC

DGR [Ground Directinal Relay] = 地絡方向継電器

E

EVT [Eath Voltage Transformer] = 接地形計器用変圧器

F

G

GR [Ground Relay] = 地絡過電流継電器

H

H種絶縁乾式変圧器 [H class insu-

lating dry-type transformer] —— しゅぜつえんかんしきへんあつき 絶縁材料の温度上昇限度が180℃のH種絶縁の材料を使用している乾式変圧器である。 ⇒ 乾式変圧器、変圧器

I

IEC [International Electro-
Technical Commission] = 国際電気標準会議

J

JEAC [Japan Electric
Association Code] = 電気技術規程

JEC [Japanese Electric Commi-
ssion] = 電気学会電気規格調査会標準規格

JEM [standards of the Japan Electrical Manufacturers' association
] = 日本電機工業会規格

JIS [Japanese Industrial Stan-
dard] = 日本工業規格

JSIA [Japan Switchboard Indust-
ries Association] = 日本配電盤工業会

K

L

LA [Ligthning Arrestor] あれすた = 避雷器

LBS [Load-Break Switches] = 負荷開閉器

LCフィルタ [LC Filter] ——ふいた = 交流フィルタ

M

MCCB [Molded-case Circuit Breaker] = 配線用遮断器

N

O

OCR [Over-Current Relay] = 過電流継電器

OCR [Over-Voltage Relay] = 過電圧継電器

P

PAS [Pole Air-break Switch] = 柱上気中開閉器

PCS [Primary Cutout Switch] = プライマリーカットアウトスイッチ

PF [Power Fuse] = 電力ヒューズ

PWM等価正弦波制御方式 [Puls Width Modulation equivalent sine wave control system]
——とうかせいげんはせいぎょほうしき 低次数の高調波発生を抑えることのできる整流方式の1つであり、現在、インバータや無停電電源装置、直流電源装置等に多く採用されている。

Q

R

S

SAR [Surge Arrestor] = 避雷器

SC [Static Capacitor] = 進相コンデンサ

SRX [Series Reactor] = 直列リアクトル

T

U

UVR [Under-Voltage Relay] = 不足電圧継電器

V

VCB [Vaccum Circut-Breaker] = 真空遮断器

VCT [combined Voltage and Current Transformer] = 計器用変圧変流器、取引用計器用変成器

VMC [Vaccum electroMagnetic
Contacter] = 真空電磁接触器

VT [Voltage Transformer] = 計器用変圧器

VVVF [Variable Voltage VariableFrequency power supply] = インバータ

V結線 [V-connection] ——けっせん 三相電圧を変圧する時に本来は単相変圧器3台で $\Delta-\Delta$ 結線により行うが、単相変圧器2台で変圧する場合に用いる結線である。この結線は、変圧器の利用効率が低く、電圧降下が不平衡となるので、常用されることは少ない。利用用途は、現在は軽負荷であるが近い将来、負荷増加の見込みがある場合、あるいは単相変圧器が1台故障した場合の応急処置として用いられるが、現在では、ほとんど使用されなくなっている。

W

X

Y

Z

ZCT [Zero-phase-sequence Current Transformer] =計器用零相変流器

ZPD [Zero-phase Potential Device] =コンデンサ形接地電圧検出装置
あ行

アクティブフィルタ [active filter] 自励コンバータを用いて、発生源の高調波電流と逆位相の高調波電流を系統に注入し、無効電力の潮流を補償する装置。

アモルファスシリコン太陽電池 [amorphous silicon solar cell]

——たいようでんち 太陽光に対して光吸収係数が大きく、光伝導度が高いアモルファスシリコン (a-Si) を材料として使用した太陽電池。a-Si 太陽電池は、1976 年に RCA 社からショットキーバリア形太陽電池の発表があり、続いて大阪大学から量産化に便利な p-i-n 形構造で 4.5%の効率達成がみられて以来、全世界的に研究開発が開始された。

アルカリ蓄電池 [alkaline storage battery]

——ちくでんち 電解液に水酸化カリウム等のアルカリ性水溶液を利用した蓄電池。使用した後でこれを充電することによって、繰り返し使用できる。

アレスタ [lightning arrester] =避雷器

アンペア時 [ampere-hour] ——じ 蓄電池に蓄えられている電気の量を示す尺度。完全に充電された蓄電池を一定電流で連続放電した時、蓄電池電圧が放電終止電圧になるまでに取り出すことのできる容量。

一般用電気工作物 [general electrical facilities] いっぱんようでんきこうさくぶつ 他の者から 600 V 以下の電圧で受電し、その受電の場所と同一の構内（これに準ずる区域を含む）において、その受電に係る電気を使用するための電気工作物及び小出力発電設備（風力：20 kW 未満、太陽電池：50 kW 未満、燃料電池、小水力、内燃力火力設備：10 kW 未満）をいう。ただし、次のものは電圧が上記の範囲内にあっても一般用電気工作物とせず、事業用電気工作物とする。①小出力発電設備以外の発電用電気工作物と同一構内に設置するもの。②爆発性又は引火性の物が存在する場所に設置されるもの等。すなわち、一般の家庭、通常の商店、事務所等の配線が一般用電気工作物に該当する。

インバータ [inverter] 直流から交流へ電力変換する装置。使用素子によりサイリスタインバータやトランジスタインバータがある。 =逆変換装置 ⇔コンバータ

インピーダンス [impedance] 交流回路における全抵抗で、抵抗とリアクタンスから構成される。（直流回路における抵抗と同様なもの）。交流回路における電圧と電流の比になる。また、複素表示においては、電圧対電流の複素数比に等しい。

うず電流 [[eddy current] ——でんりゅう 変圧器や発電機、電動機等の電気機械に使われる導体を通る磁束が時間的に変化するとき、導体中に磁束の変化を妨げる方向に電流が流れる（電磁誘導）渦状の電流。

この電流はジュール損をとまなうために電磁エネルギーが失われることとなる。これをうず電流損という。

オームの法則 [ohm's law] ——ほうそく 1827 年にオームによって発見された電気回路の基本である。電流 I (A) の大きさは、電圧 V (V) に比例し、抵抗 R (Ω) に反比例し、次のように表される。

$$I = \frac{V(V)}{R(\Omega)} \quad (A)$$

か行

過電圧継電器〔over-voltage relay〕かでんあつけいでんき 電圧が規定値以上になると動作する継電器で、非常用発電装置の出力電圧異常や進相コンデンサによる電圧の上昇異常の保護に使用される。

過電流継電器〔over-current relay〕かでんりゅうけいでんき 電流が予定値以上になると動作する継電器で、短絡事故や過負荷の検出、保護に使用される。

過渡リアクタンス〔transient reactan

ce〕かと—— 同期機を発電機として定格状態で無負荷運転中に、突然各相対象に負荷したとき、負荷投入瞬時から数サイクル間だけに存在する急激な減衰電流を除外した直軸過渡電流交流分から、負荷投入の瞬時における電流交流分の瞬時値を推定し、これを初期に流れる電流とみなして得たリアクタンスをいう。

過負荷保護〔over-load protection〕かふかほご 定格容量を超えた負荷がかかった場合、保護すること。低圧回路の配電線保護は配線用遮断器、電動機保護は2Eリレー、サーマルリレー又は過電流継電器にて実施する。変圧器においては、過電流継電器又は変圧器本体に取付けたダイヤル温度計により過負荷保護を行うことが一般的である。

乾式変圧器〔dry-type transformer〕かんしきへんあつき 乾式材料により絶縁を実施した変圧器。絶縁材料としては、吸湿を避けるため、マイカ、ガラス繊維等をシリコーンワニス、ドリルワニス等で固めたものを用い、がいし等を用いたもの、フェノール樹脂やポリアミド紙を用いたもの、エポキシ樹脂を主体として完全固体絶縁方式(モールド形)を採用したものが広く用いられている。⇒変圧器、モールド変圧器、H種変圧器

機側操作盤〔local control board〕きそくそうさばん 機器の近辺に設置し、機器動作を目視、音等にて確認しながら操作を行うための盤である。

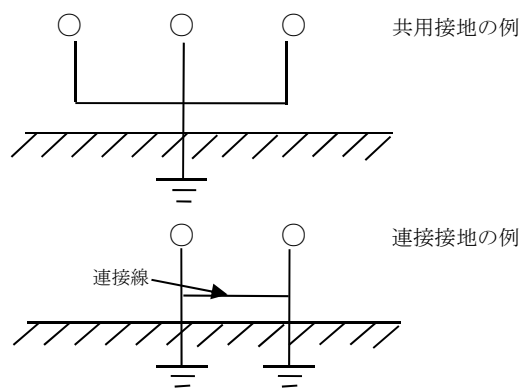
起動電流〔starting current〕きどうでんりゅう 現在は、正式名称として、用いられなく、始動電流と言う。⇒始動電流

逆潮流〔reverse current〕ぎゃくちょうりゅう 需要家構内から電力系統側(電力会社側)へ向って流れる電力のことを言う。

キュービクル〔cubicle〕 遮断器、断路器及びその制御装置を鋼板で囲み、コンパクトに収めた装置。簡単に増設、移設が可能で屋内用と屋外用がある。⇒配電盤、コントロールセンタ、閉鎖配電盤

業務用電力〔commercial power service〕ぎょうむようでんりょく 電力の契約種別の1つであり業務用ビルや商業施設等で、平日の昼間に電気の使用が多い需要家向けの契約種別。

共用接地〔common grounding 又は common earthing〕きょうようせっち 接地種別の異なる接地工事の接地線を共通の接地極につなぐ接地工事をいう。なお、この他に、個別に施設した各種接地極の接地線を接続する接地工事を連接接地という。⇔単独接地



注：○は、接地を要する設備機器を示す。

均等充電 [equalizing charge] きんとうじゅうでん 多数の蓄電池を一組にして長時間浮動充電にて使用している場合、セル毎の容量にばらつきが生じるため、一定期間毎に充電電圧を上昇させて、充電電圧を均一化するとともに、極板を活性化するために行う充電方式。本充電は、自己放電のほとんど無いMSE蓄電池は実施されない。

区分開閉器 [sectioning switch] くぶんかいへいき 電力会社と需要家の接続点に設置し、それぞれの責任を明確にするために設ける負荷開閉器。

クラッド式鉛蓄電池 [clad type lead acid storage battery] しきなまりちくでんち ガラス繊維又はプラスチックでできた多孔性のチューブに鉛合金の心金を入れ、この心金とチューブとの空げきに鉛酸化物を充てんする。このチューブを何本か並べ、心金の両端を連結して極板とし、希硫酸中で PbO_2 に化成した蓄電池。丈夫で長寿命だが、軽負荷向きである。

計器用零相変流器 [zero-phase-sequence current transformer] けいきようぜろそうへんりゅうき 微弱な地絡電流（零相電流）をこれに比例する小電流に変成して、地絡過電流継電器、漏電リレーを動作させる機器。＝ZCT

計器用変圧器 [potential transformer] けいきようへんあつき 高電圧をこれに比例する低電圧に変成して、電圧計や保護継電器を動作させる機器。＝VT

計器用変圧変流器 [combined voltage and current transformer] けいきようへんあつへんりゅうき 計器用変流器と計器用変圧器をひとつにまとめ、外箱等に入れて結線してある計器用変成器。高圧回路の電圧、電流を同時に変成し、電力量を計量する目的で使用される。一般的には、電力会社との電力量を計量するために、取引用電力計と組み合わせて使用され、需要家設備に電力会社が取付けるものである。旧来はMOFとも呼ばれていた。⇒VCT、計器用変成器

計器用変成器 [instrument transformer]

けいきようへんせいき 電気計器又は測定機器とともに使用する電流及び電圧の変成用機器で、計器用変流器、計器用変圧器及び計器用変圧変流器の総称。＝VCT、計器用変圧変流器

計器用変流器 [current transformer] けいきようへんりゅうき 主回路を流れる大電流を電磁誘導作用により主回路電流に比例する小電流に変成して電流計や保護継電器等を動作させるための機器で、変流器ともいう。一般に、二次側の低減された小電流の定格電流は5Aである。なお、機能的に、1Aのとする場合もある。

⇒CT、変流器

継電器 [relay] けいでんき 設定された電流、電圧等の電気的量又は温度、速度等の物理量に応じて動作し、電気回路を制御する機能を持つ装置。機能により、保護継電器、補助継電器等がある。

契約電力 [contract demand] けいやくでんりょく 需要家が電力会社と締結した受電契約において使用できる最大電力。契約種別には、契約電力が 2,000 kW 以上の特別高圧電力、50kW 以上 2,000kW 未満の高圧電力、50kW 未満の低圧電力、かんがい排水その他一部の営農用の動力や電熱に適用する農事用電力、契約使用期間が 1 年未満の需要に適用する臨時電力がある。

兼用接地 [-----] けんようせっち 接地工事の種類を兼用すること。内線規程 1350-12 では「同じ箇所 に 2 種類以上の接地工事を施す場合は、接地抵抗値の低い方の接地工事で他の接地工事を兼用することができる。」とされている。

高調波 [harmonics] こうちょうは 基本周波数の整数倍の周波数を持つ正弦波をいう。したがって、基本波以外が高調波であり、基本波の周波数を f とする時、 nf ($n=2, 3, \dots$) 周波数の正弦波を高周波 (higher harmonic) といい、高周波電流が流入すると機器の加熱や誘導障害が生じる。

具体的には、電力系統において、半導体電源の使用等により発生し、この高調波により、通信への誘導障害、コンデンサや回転機等の過熱、異音発生、継電器誤動作等の問題を生じる場合がある。高調波抑制対策ガイドラインでは、高圧受電及び特別高圧受電の需要家に対して、それぞれの系統への高調波流出電流の上限値を契約電力当りについて高調波次数毎に定められている。

高調波電流 [harmonic current] こうちょうはでんりゅう 基本周波数の整数倍の周波数を持つ正弦波電流。

後備保護 [backup protection] こうびほご 一般に、保護継電システムは、事故時の誤不動作を防止するため、主保護と後備保護で構成されており、主保護は、事故発生時に事故点に最も近くで、最も早く動作し、事故部分を最小限とする本来の保護動作を行うものであり、これに対して、後備保護は主保護が誤不動作した時、バックアップとして事故の波及及び損害を最小限とする働きをする。

効率 [efficiency] こうりつ 出力に対する入力 の比を百分率で表したもの。

交流 [alternating current] こうりゅう ある一定の時間周期でその大きさと方向を規則正しく変える電流。特に、時間的に正弦波状に変化する電流を正弦波交流という。 = AC、三相交流、正弦波交流 ⇔ 直流

交流可変速制御装置 [-----] こうりゅうかへんそくせいぎょそうち 商用電源に接続して、出力の電圧や周波数等を可変にすることにより、交流電動機の回転速度を制御する装置。誘導電動機用制御装置としては、VVVF [variable voltage variable frequency power (可変電圧可変周波数)] と略称されるインバータ装置が代表的なものであり、この装置は商用電源をいったん直流に変換するコンバータ部と直流を可変周波数の交流に変えるインバータ部から構成されている。インバータの制御方式には V/f 一定制御、ベクトル制御等があるが、ポンプ等高精度の回転速度制御を必要としない負荷には、構成が簡単で、安価な V/f 一定制御が適用されている。また、コンバータ部に、入力電流を正弦波に近くなるように制御する機能を付加し、高力率運転と電源側高調波の抑制を可能としたものもあり、電源側流出高調波が問題になる場合には、対策として適用することができる。

交流電力 [AC electric power] こうりゅうでんりょく 交流回路における単位時間当たりの電気エネルギーを表し、単位として W (ワット) を用いる。有効電力と同じ意味である。 = 有効電力、電力 ⇒ 皮相電力 ⇔ 無効電力

交流発電機 [AC generator] こうりゅうはつでんき 機械動力を受けて、三相又は単相交流電力に変換する回転機。同期発電機と誘導発電機に分類される。同期発電機は回転磁界を回転子の磁極の回転により生じさせているが、誘導発電機は、この回転磁界を、接続する三相交流電源によって発生させている。構造的には、同期発電機は、ダンパ巻線、界磁巻線等を有し、複雑であるのに対し、誘導発電機の回転子がかご形であるため、簡単で堅牢であるが、自立運転ができないため、大多数の交流発電機は同期発電機である。 ⇔ 直流発電機

交流フィルタ [AC filter] こうりゅうフィルタ 多数の周波数成分をもつ交流回路から、特定の周波数成分だけを取り出し、他を除去若しくは低減する素子又は装置。高調波対策として、高調波を抑制するため等に使用される。 ⇒LCフィルタ

国際電気標準会議 [International Electrotechnical Commission] こくさいでんきひょうじゅんかいぎ 電気、電子、通信、原子力等の分野で各国の規格・標準の調整を行う国際機関。1906年に設立され、1947年以降はISOの電気・電子部門を担当している。本部はスイスのジュネーブ。 ⇒IEC

コンデンサ [capacitor] 受変電設備あるいは個々の負荷に接続して力率を改善する目的で使用される機器。力率を改善することにより、電気料金のうち基本料金の低減が図られる。 ⇒進相コンデンサ

コンデンサ形接地電圧検出装置 [Zero-phase potential device] ーがたせっちでんあつけんしゅつそうち コンデンサ分圧を利用した計器用変圧器で、零相電圧を変成し、検出する装置。高压受電設備において、地絡方向を検出する場合に用いられる。 ⇒ZPD

コンドルファ始動 [kondorfer system] ーしどう かご形誘導電動機の始動方式の1つで、始動時に単巻変圧器により電源電圧を低減して始動時の電流を低く抑える始動方式である。始動タップには、50、65、85%のタップがあり、このタップにより始動電流の大きさが変わる。始動タップはポンプ等の始動トルクの条件により決定する。この始動方式は、始動トルクがリアクトル始動と同様にタップの二乗で低減する。一方、始動電流はリアクトル始動ではタップに比例し、コンドルファ始動ではタップの二乗に比例して低減するため、始動電流が大幅に低減でき、変圧器の始動容量を小さく抑えられる。 ⇒直入れ始動、スターデルタ始動、リアクトル始動

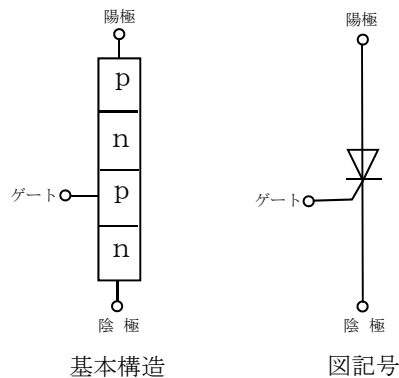
コントロールセンタ [moter control center] 低圧盤の1種で、低圧主回路開閉器、保護装置及び監視・制御器具等を機能毎のユニットにまとめたものを閉鎖した外箱に集合的に組込んだ装置。 ⇒キュービクル、配電盤 ⇒コントロールセンタユニット

コントロールセンタユニット [control center unit] コントロールセンタに組込まれる単位回路構成された機能毎のユニットをいう。ユニットとは、ある機能を満たすのに必要な主回路及び保護装置等の補助機器を備えたもので1単位回路で構成されている。(電動機の非可逆・可逆ユニット、電動機スターデルタ始動ユニット、電源送りユニット等) ⇒コントロールセンタ

さ行

サーマルリレー [thermal relay] 主要素が熱動形機構である継電器。低圧電動機の過負荷保護用継電器として、よく使用されている。 ⇒継電器

サイリスタ [thyristor] 半導体の電力変換素子であり、pnpn構造をもつスイッチング素子の総称名である。通常、逆阻止三端子サイリスタのことを言う事が多い。下図に示すように、三つ以上の接合を有し、陽極と陰極及びP領域に接続したゲートの3つの端子を持ち、負の陽極電圧では阻止特性となり、正の陽極電圧では、オフ及びオンの二つの安定状態をもつことが可能で、オフ状態からオン状態へ移行するにはゲート電流を流し、制御するものである。直流電源装置や無停電電源装置、発電機の励磁回路の整流装置に多く用いられている。



三相交流 [three-phase alternating current] さんそうこうりゅう 周波数は等しいが、位相を異にしている多くの電圧源が同時に存在する交流方式を多相交流といい、各相の起電力の大きさがそれぞれ等しく、かつ隣り合う各相起電力間の位相差が等しいものを対称多相系という。三相交流は、この起電力が三つのものをいう。 ⇒交流

三相三線式 [three-phase three-wire system] さんそうさんせんしき 配電方式の1つで、配線ケーブル3本により高圧配電線や低圧動力用配線に使用されている。 ⇒配電方式

三相四線式 [three-phase four-wire system] さんそうよんせんしき 三相三線式に中性線を追加して配線ケーブル4本により配電する方式で、三相の動力負荷と単相の電灯負荷を同時に供給する配電方式をいう。 ⇒配電方式

三相誘導電動機 [three-phase induction motor] さんそうゆうどうでんどうき 対称三相交流電源で駆動される誘導電動機。固定子側及び回転子側にそれぞれ巻線を持ち、その一方の巻線に電圧を加えると他の巻線に電磁誘導作用が生じ回転させる電動機。構造により、巻線形、かご形、特殊かご形があり、プラントにおけるポンプ等の駆動用に用いられる最も一般的な電動機である。 ⇒誘導電動機、単相誘導電動機

直入始動 [direct-on-line starting, line voltage start 又は across-the-line starting] じかいれしどう 誘導電動機の始動方式の1つで、特別な始動装置を用いずに直接電源電圧を加えて始動する方式で最も簡単な方法であり、正式には全電圧始動という。始動電流は他の始動方式に比べて最も大きくなり、定格電流の7～10倍になる。 ⇒スターデルタ始動、リアクトル始動、コンドルファ始動

自家用電気工作物 [private electrical facilities] じかようでんきこうさくぶつ ほかの者から低圧で受電する需要家の電気工作物のうち、一般家庭及び商店等の屋内配電設備及び比較的出力の小さいある特定の発電設備が主としてこれに該当し、ある特定の小出力発電設備以外の自家発電設備又は構外にわたる電気工作物を有するもの、火薬類製造場所や石炭鉱山に設置されるものは除かれる。

事業用電気工作物 [commercial electrical facilities] じぎょうようでんきこうさくぶつ 一般用電気工作物以外の電気工作物。

自己励磁現象 [self-excitation phenomenon] じこれいじげんしょう 同期電動機の容量性負荷に対する現象である。回転している同期電動機に無励磁のままで容量性負荷を接続した場合、残留磁気による電圧が進み電流を生じさせ、この電流が更に端子電圧を高めて進み電流を増加させ端子電圧はある極限值に達して安定する。

実効値 [effective value] じっこうち 交流波形の大きさを表す値で瞬時値の二乗平均の平方根をもって表される。実効値は、定義より、RMS (Root Mean Square Value)とも呼ばれる。

始動電流 [starting current] しどうでんりゅう 始動装置を始動位置に保ち、定格周波数・定格電圧の電源に同期電動機を接続して始動し、回転子がまさに回転しようとするとき、電源から流入する電流。

なお、古くは起動電流と呼ばれていた。⇒起動電流

始動用制御器 [starting controller] しどうせいぎょき 誘導電動機的全電圧印加時の始動電流を押さえるための装置。巻線形誘導電動機の場合は、誘導電動機の二次側に接続する金属抵抗器、液体抵抗器がある。また、かご形誘導電動機の場合は、一次側の減電圧をするためのスターデルタ(Y-△)始動、リアクトル始動、コンドルファ始動がある。⇒スターデルタ(Y-△)始動、リアクトル始動、コンドルファ始動

自動力率制御 [automatic power factor control] じどうりきりつせいぎょ 受変電設備の受電点における力率を設定した目標値に人手を介さずに、進相コンデンサを自動的に入切制御し、力率を調整すること。受電点の力率は85%以下とならないようにすることが必要で、目標値は95%程度とする。また、制御する対象が無効電力であることから自動無効電力制御(automatic reactive power control)ともいう。⇒進相コンデンサ

遮断器 [circuit breaker] しゃだんき 回路の開閉、機器と回路の過電流、短絡、地絡等の事故を検出し、自動的に回路を遮断して機器や回路の破損を防ぐ機器。⇒真空遮断器

周波数 [frequency] しゅうはすう 交流の電圧及び電流の変化が1秒間に何回繰返されるかをいい、その変化の数をいう。単位としてH z (ヘルツ)を用いる。国内では、50H z と 60H z が使われており、関東以北は50H z、中部以西は60H z 区域であるが、新潟県、長野県、静岡県の一部に混在地区がある。わが国に2種類の周波数があるのは、導入過程でヨーロッパ系の50H z とアメリカ系の60H z の両方式が並行して取入れられたためである。この周波数の違いは、電動機の回転速度が変わる等の影響がある。

受電電圧 [service voltage 又は receiving voltage] じゅでんでんあつ 需要家の負荷設備容量の大小により決定される電力会社からの電力供給の電圧。通常、契約電力によりほぼ定まっており、これに地理的条件が加味されて決定される。電圧の区分は概ね次のとおりである。

- ① 低圧受電：100、200、100/200V (契約電力50kW未満)
- ② 高圧受電：6.6kV (契約電力50kW以上2,000kW未満)
- ③ 特別高圧受電：22、33、66、77、110、154kV (契約電力2,000kW以上)

受電方式 [power receiving system] じゅでんほうしき 電気会社より需要家が電力(電気)を受け取る方式をいい、電力会社との契約(供給約款)によって決まってくるものである。受電方式には、1回線受電方式、常用予備2回線受電方式、ループ受電方式等がある。

需要率 [demand factor] じゅようりつ 設備電力に対して実際の負荷が一定時間内に同時にどれだけかかるかの割合を示すもので、次式で表される。

$$\text{需要率} = \frac{\text{最大需要電力 (kW)}}{\text{取付設備容量 (kW)}} \times 100 (\%)$$

負荷の種別や性質によって、ほぼ一定の傾向があり、需要率がわかれば需要家の設備容量から最大需要電力、配電用変圧器容量等が計算できる。

真空遮断器 [vacuum circuit breaker] しんくうしゃだんき 10^{-5} Pa 以下の高真空中での高い絶縁耐力と強力な拡散作用による消弧能力を利用した遮断器である。 = V C B ⇒遮断器

真空電磁接触器 [vacuum magnetic contactor] しんくうでんじせつしよくき 10^{-5} Pa 以下の高真空中での高い絶縁耐力と強力な拡散作用による消弧能力を利用した電磁接触器。 = V M C

進相コンデンサ [static capacitor] しんそう—— 受変電設備あるいは個々の負荷に並列に接続して力率を改善する目的で設置される機器。力率を改善することにより、電気料金のうち基本料金の低減が図られる。 = S C ⇒自動力率制御

スコット変圧器 [scott connected transformer]——へんあつき 三相電源から単相負荷をとる時、三相側電流を平衡させる目的で使用される。特に、非常用発電装置の場合に、単相負荷がある場合、この変圧器がよく使用される。

スター(Y)結線 [star connection] ——けっせん 三相変圧器におけるそれぞれの相巻線の一端を共通点である中性点に接続し、他端をそれぞれの線路端子に接続した巻線接続を言い、星形結線とも言う。

三相交流回路の結線方式の1つである。

線電流と相電流は等しいが、線間電圧 $=\sqrt{3}$ ×相電圧となる。 ⇔デルタ(Δ)結線

スターデルタ始動 [star-delta starter] ——しどう かご形誘導電動機の始動方式の1つで、始動時に電動機の固定子巻線をスター(Y)結線として電源電圧を低減して始動させ、ほぼ全速度に達した時、巻線をデルタ(Δ)結線にして始動させる方式で、始動時の電流を低く抑える始動方式である。運転時は固定子巻線が Δ 結線で運転される電動機である。この場合、始動電流及び始動トルクは、いずれも全電圧始動(直入れ始動)の $1/3$ になる。この始動方式は、誘導電動機の容量が小さい場合に用いられる。 ⇒直入れ始動、リアクトル始動、コンドルファ始動

ストックマネジメント [stock management] すとつくまねじめんと 農業水利施設のストックマネジメントは、日常の管理による点検・変状の把握、定期的な施設の機能診断、施設の性能低下の要因と状況を把握、補修・補強・更新の適時適切な対策工事(施設の機能保全)を継続的・効率的に実施することを通じて、施設の有効活用や長寿命化を図り、ライフサイクルコストを低減する取組をいう。

制御盤 [control board] せいぎょばん 一般的に電動機等の負荷に電気を供給し、自動又は手動で運転制御するために必要な操作、保護、監視等の各機器を取付けた盤。

制御弁式シール形鉛蓄電池 [valve regulated types lead-acid batteries] せいぎょべんしき——がたなまりちくでんち シール形蓄電池の一種で充電終期に陽極板から発生する酸素を、陰極板で反応吸収させ、陰極板を科学的に放電状態として水素の発生をおさえる方式の鉛蓄電池。 = M S E ⇒鉛蓄電池

正弦波交流 [sinusoidal alternating current] せいげんはこうりゅう 交流において、特に、時間的に正弦波状に変化する電流を正弦波交流という。 ⇒交流

接地 [grounding 又は earthing] せっち

感電防止等を目的として、回路の一部あるいは機器の架台、外箱等を大地と同電位に保つために地中に設ける埋設導体に結ぶこと。接地工事の種類は、A種接地工事、B種接地工事、C種接地工事、D種接地工事がある。

接地形計器用変圧器 [earthed voltage transformer] せっちがたけいきようへんあつき 一次端子の一端を電線路に接続し、他の一端を接地して使用する計器用変圧器。特高受電変電設備における特高変圧器の二次側の高圧回路に設置して、非接地系高圧配電線路の地絡保護と地絡継電器を動作させるための零相電圧を取出すためのものである。 = E V T

た 行

耐雷変圧器〔anti-lightning transformer〕たいらいへんあつき

誘導雷による低圧商用電源側からの雷サージを防止するための機器。変圧器と避雷器から構成され、保護したい機器より低圧商用電源側に直列に挿入して用いる。

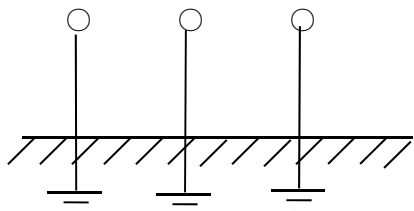
単線結線図〔single line diagram〕たんせんけっせんず 受変電設備等における電源と機器・器具等の間の配線や電氣的なつながりを一本の線と機器の記号で書き表した図面（接続図）をいい、単線接続図ともいう。

単相〔single-phase〕たんそう 交流の最も基本的な交流で、ある一定の時間周期でその大きさと方向を規則正しく変える電圧と電流が1つしかないもの。2本の電線で送られる1組の交流である。主に、一般家庭や照明用の電力供給に用いられている。

単相2線式〔single-phase two-wire system〕たんそう——せんしき 電灯及び小形器具を主体とする小容量の機器への配電や小容量の需要家への供給に使用されている配電方式である。混触時、低圧側電圧上昇を抑制するという保安上の理由から、一般には、一線が接地されている。⇒配電方式

単相誘導電動機〔single-phase induction motor〕たんそうゆうどうでんどうき 誘導電動機的一次巻線(固定子巻線)が単相のものを単相誘導電動機といい、交番磁界であるから始動トルクは発生しないが、回転状態ではトルクを生じ、一定速度電動機として運転する。上述のように、始動トルクを発生しないので、自己始動できるような始動装置を持っており、コンデンサ始動誘導電動機、反発始動誘導電動機、分相始動誘導電動機等がある。三相誘導電動機に比べ、始動及び運転特性が劣るため、小容量の誘導電動機に使用される程度である。⇒誘導電動機、三相誘導電動機

単独接地〔single grounding 又は eathing〕たんどくせっち 接地種別毎の接地工事の接地線を接地種別毎に設けた接地極につなぐ接地工事をいう。



注：○は、接地を要する設備機器を示す。

短絡〔short-circuit〕たんらく 電気回路において、電位の異なる二つの点が接触することをいう。

短絡インピーダンス〔short-circuit impedance〕たんらく—— 変圧器で、一方の巻線を閉路とし定格周波数において、基準タップに対して他方の巻線端子間で測定された等価な星形結線に置き換えたインピーダンスをいい、通常、測定された巻線の基準インピーダンスに対する百分率(%)で表す。基準インピーダンスは巻線のタップ電圧、定格容量により次式で表される。

$$\text{基準インピーダンス} = \frac{(\text{タップ電圧})^2}{\text{定格容量}}$$

百分率(%)で表した短絡インピーダンスは、一方の巻線を短絡し、基準タップにおいてタップ電流を流す印加電圧とタップ電圧の比の百分率に等しい。

短絡インピーダンスは、高圧変圧器の場合、4～7.5%程度、特高変圧器(66、77 k V)の場合、7.5%となっている。

短絡保護 [short-circuit protection] たんらくほご 短絡故障時に短絡故障点を速やかに切離し、電気設備機器の損傷を保護することをいう。短絡保護には、送電・配電線保護や母線保護、機器保護があり、過電流継電器の瞬時要素により保護している。

断路器 [disconnecting switch 又は disconnecter、isolator] だんろき 定格電圧のもとにおいて、単に充電された電路を開閉する機器をいい、負荷電流等の電流を開閉することができないものである。通常、前後の遮断器とインターロックをとって誤操作を防いでいる。高圧の場合、気中式で、接続部分の開閉状態が直接目視確認でき、確実に電路を切離す機器として設置される。

蓄電池 [storage battery] ちくでんち 充電することにより何度も繰返し使用できる電池を二次電池といい、実用的なものを蓄電池という。代表的なものとして、過酸化鉛を陽極、鉛を陰極、電解液に希硫酸を用いた鉛蓄電池(lead acid storage battery)とニッケル系を陽極、カドミニウムを陰極、電解液に水酸化カリウム等のアルカリ性水溶液を用いたアルカリ蓄電池(alkaline storage battery)がある。⇒鉛蓄電池、MSE形鉛蓄電池、アルカリ蓄電池

柱上気中開閉器 [pole mounted load-break switch] ちゅうじょうきちゅうかいへいき 常規及び過負荷状態の電路の開閉・通電のほか、短絡状態における異常電流を投入し、規定の時間(1秒)通電できる開閉器であり、架空配電線といっしょに装柱されて屋外で使われるものである。通常、電力会社から6kVの高圧で受変する場合、架空線の引込み口の柱上に取付けられるものである。

直流 [direct current] ちよくりゅう 時間的に電気の流れる向きが常に一定方向である電流をいう。電池や蓄電池等の電気をいう。=DC ⇔交流

直流電動機 [direct current motor] ちよくりゅうでんどうき 直流電力を受けて回転する電動機をいう。極数に関係なく、任意速度の電動機を製作でき、速度制御が容易である。

直列リアクトル [series reactor] ちよくれつ—— ①進相コンデンサの開閉時の異常現象防止を目的に設置する。

複数のコンデンサを設置した場合、直列リアクトルがない場合のコンデンサの突入電流は、投入時の回路条件により定格電流の30～100倍程度となるが、一般にコンデンサ容量の6%の直列リアクトルを挿入し、5～8倍に低減させる。また、コンデンサ回路の開放時の再点弧現象は、直列リアクトルがない場合においては、開閉過電圧がそのままコンデンサ端子にかかるとともに、回路構成機器全般にとって非常に苛酷な条件となる。これに対し、直列リアクトルを挿入した場合は、振動周波が低減するので過電圧の発生が緩和される。

②進相コンデンサ挿入に伴う高調波拡大現象防止を目的に、コンデンサ容量の6～15%を設置する。

高調波障害防止対策から、第5調波以上の高調波に対してコンデンサ回路を誘導性とするために、コンデンサ容量の6%を設置する。=SRX

地絡 [line-to-ground fault] ちらく 回路と大地との間に電気的な抵抗が生じ、回路や装置に支障を与えることをいう。具体的には、架空配電線に樹木等が接触したり、配電ケーブルの絶縁が劣化して大地に電気が流れたりすることである。

地絡過電流継電器 [ground-fault overcurrent relay] ちらくかでんりゅうけいでんき 非接地配電系統における地絡故障保護を目的とし、零相電流のみによって動作する継電器。=GR

地絡方向継電器 [ground fault directional relay] ちらくほうこうけいでんき 非接地配電系統における地絡故障保護を目的とし、零相電流とその方向によって動作する継電器。=DGR

地絡保護 [ground-fault protection] ちらくほご 地絡事故時、感電防止等の目的のために、地絡故障点を速やかに電路より切離し、保護することをいう。地絡保護は、地絡過電流継電器や地絡方向継電器により保護している。

高圧の非接地配電系統では、地絡過電圧継電器と地絡方向継電器の組合せで、地絡保護を行っている。

抵抗 [resistance] ていこう 装置又は電気機械が、直流電流の流れを抑えようとするものをいう。水の流れに例えると、配管抵抗に相当する。単位として Ω (オーム)を用いる。

交流回路の場合には、抵抗はインピーダンスの1構成要素である。⇒電圧、電流

デルタ (Δ) 結線 [Δ connection] ーけっせん 三相変圧器のそれぞれの相巻線を閉回路となるように直列接続した巻線接続を言い、三角結線とも言う。

三相交流回路の結線方式の1つである。線間電圧と相電圧は等しいが、線電流 $=\sqrt{3}\times$ 相電流となる。

電圧 [voltage] でんあつ 電力系統において導体と大地の間又は線間の電位の差をいう。又は電流を流そうとする力という意味でもある。水に例えると、ポンプの吐出圧力、水压に相当する。単位としてV (ボルト)を用いる。⇒電流、抵抗

電圧降下 [voltage drop] でんあつこうか 電線や変圧器等の導体に電流が流れると電圧は送電端より受電端の方が低くなり、この電圧の差をいう。直流の場合は、抵抗による降下だけであるが、交流の場合は、抵抗とリアクタンスによるインピーダンス降下になる。

電圧の分類 [----] でんあつーぶんるい 直流においては、750V以下を低圧、750Vを超え7000V以下を高圧、7000Vを超える電圧を特別高圧という。これに対して、交流においては、600V以下を低圧、600Vを超え7000V以下を高圧、7000Vを超える電圧を特別高圧という。

電気学会電気規格調査会標準規格 [standard of the Japanese electro-technical committee] でんきがっかいでんききかくちょうさかいひょうじゅんきかく 電気学会の中に設置された電気規格調査会が電気機械器具や電気材料等の標準化について調査審議して制定した国内規格である。なお、電気規格調査会は、1910年に日本電気工芸委員会として発足し、1944年に電気規格調査会と改称された。= J E C

電気技術規程 [japan electric association code] でんきぎじゅつきてい 電気事業法に基く法定の技術基準を補完するものとして維持規程、工事規程、検査規程等から構成され、運用に当たってのサービスレベル等を含めた電気保安に携わっている人々のための民間規程・民間基準である。よって、技術基準に規定されていない自主規定も含まれている。例えば、内線規程や高圧受電設備規程等がある。これに対して、今後、改良が期待される新技術や保安上「規程」として一律に定める事が困難又は不適当な事項がある場合の技術的内容を定めたものに、電気技術指針 (J E A G : japan electric association guide)がある。これらは、日本電気協会が取扱っている。

電気工作物 [electrical facilities] でんきこうさくぶつ 電気事業法の適用を受ける電気工作物とは、電気事業法第2条第7項に次のように規定されている。

電気工作物とは、発電、変電、送電若しくは配電又は電気の使用のために設置する機械、器具、ダム、水路、貯水池、電線路若しくはその他の工作物（船舶、車両又は航空機に設置されているものその他の政令）をいう。

政令によって電気工作物から除かれているものは、電気事業法施行令第1条に定められている。

電気工作物は、電気事業用電気工作物、自家用電気工作物と一般用電気工作物の3種類に区分されている。

電気事業用電気工作物〔for electric utility industry〕でんきじぎょうようでんきこうさくぶつ 電気事業の用に供する電気工作物を一般に電気事業用工作物という。電気事業用電気工作物については、その電気工作物の工事、維持及び運用に伴う危険及び障害を防止し、電気の円滑な供給及び発電水力の有効利用を確保するために、電気工作物の工事及び使用を規制し、かつ、電気工作物の技術基準を定めて設置者に維持する義務を課している。

電気主任技術者〔qualified electrical engineer with license〕でんきしゅにんぎじゅつしゃ 電気事業法第 43 条に定める、電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安の監督を行うために選任される者をいう。

電流〔current〕でんりゅう 電気の元となる導体中(電線中)の電子の流れを電流という。水に例えると、管路の水流に相当する。単位として A(アンペア)を用いる。電流 1 A は、導線の断面積を 1 秒間に電子が 6.25×10^{18} 個通過する時の電流の強さである。⇒電圧、抵抗

電力〔Power〕でんりょく 交流回路における単位時間当たりの電気エネルギーを表し、単位として W(ワット)を用いる。有効電力と同じ意味である。＝有効電力、交流電力 ⇒皮相電力 ⇔無効電力

電力ヒューズ〔Power Fuses〕でんりょくひゅーず 過大な電流が流れたときにこれを遮断して事故を未然に防ぐためのものである。

トップランナー(方式)〔top-runnnner system〕——(ほうしき) 1998 年の改正省エネ法によりエネルギー消費の増加を抑えるため、機器における省エネルギー基準の設定の考え方として導入されたものである。

具体的には、【エネルギー消費機器のうち省エネ法で指定するもの(特定機器)の省エネルギー基準を各々の機器においてエネルギー消費効率が現在商品化されている製品のうち最も優れている機器の性能以上にする】というものである。この特定機器は 2015 年 5 月現在、31 品目が対象とされており、変圧器(高圧受配電用変圧器)もこの対象機器に指定されている。

なお、適用実施年度は、油入変圧器が 2006 年度から、モールド変圧器が 2007 年度からである。したがって、今後、新規に、導入する場合には、注意が必要である。

同期電動機〔synchronous motor〕どうきでんどうき 定常運転状態では、同期速度で回転する電動機。定速度運転を必要とするときに用いられ、力率 1 で運転することができる。一般に、大容量機として用いられる。

同期発電機〔synchronous generator〕どうきはつでんき 機械動力を受けてこれを三相又は単相の交流電力に変換するもので周波数と極数で定まる同期速度で回転する発電機である。

突入電流〔inrush current〕とつにゅうでんりゅう 電気機器に突然電圧を加えた場合に流れる過大な電流をいう。例えば、変圧器や電動機に定格電圧を加えた瞬間に著しく大きな電流が流れ、変圧器の場合、定格電流の 7 ～ 30 倍程度に、電動機の場合、定格電流の 5 ～ 8 倍程度になる。

取引計器用変成器〔metering outof fit〕とりひきけいきょうへんせいき 受変電設備において、電力量計で高圧回路の電気使用量を積算するために、高圧の電圧と電流を低圧に変成する装置である。需要家の受変電設備に電力会社が取付ける。＝VCT。

な行

内線規程〔-----〕ないせんきてい 電気事業法に基づく経済産業省省令「電気設備に関する技術基準を定める省令」による需要場所における電気工作物の設計、施工、維持、管理に関する全国的に統一した民間の規範、所謂、民間自主規格である。これは、(社)日本電気協会に設置された内線規程専門部会が改定等を対応しており、平成 12 年に日本電気技術規格委員会規格(JESC 規格)となり、現在、JEAC8001-2005 として制定されている。なお、この規程は、保安上のことばかりでなく、需要家の電気利用上の利便も考慮して、推奨すべき事項についても規定している。⇒電気技術規程、J E A C

鉛蓄電池〔lead acid storage battery〕なまりちくでんち 放電と充電を繰り返して使用できる電池で、二次電池ともいう。陽極を過酸化鉛、陰極を鉛、電解液に希硫酸を用いた蓄電池で二次電池の代表的なものである。停電時等の非常用の直流電源として古くから多く使用されている。⇒M S E 蓄電池

二次母線方式〔secondary bus system〕にじぼせんほうしき 受変電設備において、電気の集中、配分を行うためのもので、特に、変圧器の二次側に設けて配電を行うための母線を二次母線といい、単一母線や母線連絡付単一母線方式等がある。

日本工業規格〔japanese industrial standard〕にほんこうぎょうきかく 1949 年に公布・施行された工業標準化法に基いて制定・改正・確認・廃止される国家規格である。この規格は生産におけるコストの低減、取引の単純公正化、使用・消費の合理化等に重要な役割を果たし、2002 年現在、8,7000 件を超える状況である。J I S の制定等の審議等は日本工業標準調査会(J I S C)が行っており、5 年以内毎に見直しが行われている。= J I S

日本電機工業会規格〔standards of the japan electrical manufacturers' association〕にほんでんきこうぎょうかいきかく 社団法人・日本電機工業会の取扱い製品基準表に定めている電気機器に関する設計、製造、試験及び使用に係る事項について規格として制定したものをいう。= J E M

日本配電盤工業会〔japan switchboard industries association〕にほんはいでんばんこうぎょうかい 配電盤類の製造業者により、昭和 48 年 7 月(1973 年 7 月)に全国配電盤工業会連絡協議会が結成され、昭和 57 年 11 月に通商産業省(現、経済産業省)から社団法人として許可を受けた団体である。我が国の電機産業の振興に貢献してきており、配電盤類に関する規格として、日本配電盤工業会規格(J S I A)がある。= J S I A

農事用電力〔agricultural electric power〕のうじょうでんりよく かんがい排水設備脱穀調整機械、育苗栽培用電熱温床、電照栽培用電灯等の営農用設備に使用される電力をいう。従来は、農事用電力の一部に一般電力より電力料金が低減されている農事用電力契約があったが、近年、電力の自由化に伴い、各電力会社ともこの契約方法が廃止されているので、注意が必要である。

は行

配線用遮断器〔molded case circuit breaker〕はいせんようしゃだんき 交流 600V 以下又は直流 250V 以下の電路及び電動機等の機器の保護に使用され、通電状態で手動や電動操作により開閉することができ、短絡電流や過負荷電流が流れた場合に自動的に回路を遮断して機器を保護する装置。分岐回路や個々の負荷機器に対して用いられる。= M C C B

配電〔distribution of electric energy〕はいでん 受配電設備から電動機等の負荷機器へ電気を供給することを配電という。受配電設備から電動機等の負荷機器までの電線路を配電線路という。

配電電圧〔distribution system voltage〕はいでんでんあつ 配電系統の標準電圧をいい、公称電圧は以下のとおりである。

① 低圧 100、200、100/200、415、240/415V

② 高圧 3.3、6.6kV

③ 特別高圧 11、22、33、66、77kV

配電盤〔switch-board〕はいでんばん 電力の発生、輸送、消費の状態を表示、監視、制御を行うために必要な計器類、継電器類、表示機類等を一体にまとめた盤状のもの。キュービクルやコントロールセンタ等も配電盤の1種である。

配電方式〔distribution system〕はいでんほうしき 配電系統において、低圧、高圧等の電圧毎に次の配電方式がある。

配電方式には、電灯負荷用として一般に用いられる単相2線式、電灯負荷と単相動力負荷を同時に供給できる単相3線式、高圧配電線や動力用配線に用いられる三相3線式、三相3線式の送電容量を増加したりするために用いられる三相4線式がある。

バンク分割〔-----〕——ぶんかつ ある必要な容量を構成する場合、2台以上の装置に分割して構成することをバンク分割するという。例えば、進相コンデンサを600kVA設置する場合、200kVA×3台にバンク分割する。

引込受電盤〔received switchgear〕ひきこみじゅでんばん 電力会社からの高圧受電用に設置する盤で、受電用の開閉や保護のための遮断器及び断路器を内蔵し、受電状態を監視操作するための計器や保護継電器、操作スイッチ等を盤面に取付ている。

非常用発電装置〔emergency power generator〕ひじょうようはつでんそうち ディーゼル機関又はガスタービン機関と交流発電機等から構成されるもので、特に、商用電源が停電した場合に、自動的に運転して電気を供給するものである。主として、ダムや頭首工等におけるゲート操作や河川管理等に設置される。

皮相電力〔apparent power〕ひそうでんりよく 交流回路において、実際に流れ消費される電力で、電圧Vと電流Iの単なる積をいい、見かけの電力という意味でこの名称がついている。単位はボルトアンペア(VA)である。また、有効電力Pと無効電力Qとの間には次の関係がある。

$$\text{皮相電力VA} = V \times I = \sqrt{(P^2 + Q^2)}$$

⇒有効電力、無効電力

避雷器〔lighting arrester〕ひらいき 受変電設備の引込み口に設置され、雷等による異常電圧を大地に放電して機器を保護し、系統の正規状態を乱すことなく現状に復帰する機能を持つ機器。

負荷開閉器〔load break switch 又は load switch〕ふかかいへいき 通常及び過負荷状態の電路の開閉と通電を行うことができ、更に短絡状態における異常電流を投入し、1秒間通電できる開閉器である。架空配電線と一緒に柱上の開閉器や受変電設備の変圧器の一次開閉器に多く使用されている。操作は、主に、手動操作式やフック棒によるものがある。

高圧電路用として、JIS C 4605（シリーズ2）に規定されている高頻度負荷開閉器の定格・性能を下記に示す。負荷開閉器は短絡時の異常電流の遮断ができないので、そのような電流の遮断を負荷開閉器で行わないようにした、過電流ロック方式と限流ヒューズ付きの二通りの負荷開閉器がある。

高圧負荷開閉器 (3.6/7.2kV) の定格・性能
(JIS C 4605 シリーズ 2)

定格電流 (A)	定格短絡投入 電流波高値 (kA)	定格開閉容量(A)			
		負荷 電流	励磁 電流	充電 電流	コンデンサ 電流
100	10, 20, 31.5	100	5	10	10 15 30
200	10, 20, 31.5	200	10		
300	20, 25, 31.5	300	15		
400	20, 25, 31.5	400	20		
600	20, 31.5	600	30		
動作電流	C:1, 2, 3回	∞:200回	∞:10回	∞:10回	∞:200回

負荷率 [load factor] ふかりつ 電気設備が有効に利用される程度を示すもので、次式で表される。
平均需要電力(kW)

$$\text{負荷率} = \frac{\text{平均需要電力(kW)}}{\text{最大需要電力(kW)}} \times 100\%$$

負荷率が大きいほど有効に利用されていることになる。期間の取り方により、日負荷率、月負荷率がある。

不足電圧継電器 [under voltage relay] 不足電圧継電器 電圧が規定値以下になると動作する継電器で、受電電圧の停電保護等に使用される。＝UVR

プライマリカットアウトスイッチ [primary cut-out switch] 変圧器一次側の開閉器として主に使用され、内蔵する高圧ヒューズには変圧器の過負荷又は内部短絡故障の際に、自動的に高圧配電線から変圧器を切り離す機能をもつ。また、内蔵する高圧ヒューズを外し、素通し線として柱上に設置した避雷器の一次側に区分開閉器として使用したり、負荷電流の小さい分岐配電線に開閉器として使用されることもある。＝PC S

分電盤 [panelboard] ぶんでんばん 分岐過電流保護装置や分岐開閉器等を、1箇所に集合して取付ける盤をいう。電源盤と操作盤との中間回路に設けるもので、操作盤が2基以上ある場合に用いられる。壁掛形のものが多く、分電回路が多くなると自立形も採用される。用途によって、電灯分電盤・動力分電盤等にわけられるが、構造は類似である。分岐数は、最低2回路から最大30回路程度までのものまでである。

閉鎖配電盤 [enclosed switchboard] へいさはいでんばん 配電盤の一種で、主回路機器や監視・制御装置を内部に収め、その外周の前後左右、上面を接地金属隔壁で覆ったもの。現在、大部分の配電盤がこの方式をとっている。JEM (日本電機工業会標準規格) 1425では、第1記号M (メタルクラッド)、P (コンパートメント)、C (キュービクル)、第2記号X (固定形)、Y (搬出形)、W (引出形)、第3記号G (主回路の母線、接続銅線及び接続部に絶縁被覆を施したもの) の組合せ、MW、MWG、PW、PWG、CX、CY、CWで表わされる。

変圧器 [transformer] へんあつき 鉄心と鉄心上に巻いた一次コイルと二次コイルから構成された機器である。電磁誘導作用により交流電圧、電流を異なる他の系統に同一周波数で電力を送るために、電圧を昇圧又は降圧して変成するものである。構造により、単相変圧器と三相変圧器がある。別名、「トランス」と呼ぶことも多い。⇒モールド変圧器、油入変圧器、乾式変圧器、H種乾式変圧器

変流器 [current transformer] へんりゅうき 計器用変流器のことをいい、同じ意味である。＝計器用変流器、CT

保護協調 [coordination of protection] ほごきょうちょう 電気回路の事故又は異常発生時に、その回路の保護装置のみが作動し、健全回路への事故波及と、異常回路の負荷機器が損傷しないように、動作特性の協調をとり、保護装置を調整することをいう。

保護継電器 [protective relay] ほごけいでんき 配電線路及び電気機器の故障や危険な状態を検出し、その部分を速やかに切離すように指令をだす装置である。保護継電器で検出した信号により当該の遮断器や開閉器等を操作して、配電線路の故障や電気機器の異常を切離し、受配電設備を保護するものである。過電流継電器や地絡方向継電器、不足電圧継電器、2Eリレー、3Eリレー、漏電継電器等がある。最近では、誘導形がほとんどなくなり、静止形(デジタル形)が主流になっている。⇒継電器

補助継電器 [auxiliary relay] ほじょけいでんき 制御装置の動作を援助するような補助機能をもった継電器で、次のような用途に使用される。

(1) 他の継電器接点の通電容量を増加させる。(2) 接点の数を増加させる。(3) 回路が閉(あるいは開)となったとき、開動作(あるいは閉動作)を追加させる。(4) 行程の進行に対して時間遅れをもたせる。(5) 連動あるいはプログラム動作をもたせる。例えば、ポンプ設備の制御では、主回路機器を操作するための制御回路に用いられてシーケンス制御を進行させる。コイルの励磁と消磁に応じて、接点がON-OFFし、シーケンス回路用、回路分岐や接続、低圧電源の投入、しゃ断等の目的に使用する。⇒継電器

補助リレー盤 [auxiliary relay board] ほじょ—ばん 主回路機器を操作するため補助的な回路、制御回路、連動回路等を収納するための盤。主に、補助継電器やタイマー、配線用遮断器等が収納されている。補助継電器盤ともいう。⇒補助継電器

ま行

巻線形誘導電動機 [wound-rotor induction motor] まきせんがたゆうどうでんどうき 誘導電動機の一つで、回転子構造が、固定子のコイル巻線と同じような三相巻線を有し、二次回路がスリップリングと刷子を通して外部に端子出しされた構造の誘導電動機をいう。かご形誘導電動機に比べて、運転特性(すべり、効率)はやや劣るが、始動特性(始動電流・始動トルク)は優れている。なお、二次励磁を行う(二次側に抵抗器を接続し、抵抗値を加減する)ことによって始動特性や回転数を変え、速度制御や力率改善もできる。⇒誘導電動機

無効電力 [reactive power] むこうでんりょく 交流回路(のリアクタンス分)における電気エネルギーを表し、単位としてバール(var)を用いる。電気をコイル(巻線)で磁束に変換する時や電気をコンデンサに蓄電する時の電気エネルギーであり、仕事や熱消費を伴わない電力である。

電圧と電流の積で表され、交流回路における電圧 V 、電流 I 、位相差 θ とすると、無効電力 Q (Var)は以下のように表される。

$$\text{単相回路 } P=VI \times \sin \theta$$

$$\text{3相回路 } P=\sqrt{3}VI \times \sin \theta$$

ここで、電力と皮相電力(電圧×電流)との比を無効率(reactive factor)という。

⇒皮相電力 ⇔有効電力

無停電電源装置 [uninterruptible power supply] むていでんでんげんそうち 商用電源が停電した場合、電源をしゃ断することなく連続的に蓄電池からインバータを介して交流電源を供給する電源システムのことで、一般に、「UPS」という。常時は、商用電源を、インバータで安定にして負荷に給電し、かつ蓄電池にも充電する。停電時には、蓄電池からの電力を、インバータで交流に変換し、負荷に供給する。変換装置は、定電圧、定周波数の出力特性を有するため、「CVCF」とも言われている。

無負荷電流 [no-load current] むふかでんりゅう 定格周波数において、変圧器や電動機等の1次巻線に定格入力電圧を加え、すべての2次巻線を開放したとき、1次巻線に流れる電流をいう。

無負荷励磁 [no-load excitation] むふかれいじ 定格周波数において、変圧器や電動機等の1次巻線に定格入力電圧を加え、すべての2次巻線を開放したとき、発生する磁束をいう。

メッシュ接地 [mesh earth] ——せっち 裸銅線又は銅帯を網目状に敷設した接地。大地抵抗率の高い地質の場所、低い接地電位傾度を要求される設備等の設置工事に適している。⇒接地

モールド変圧器 [molded transformer] ——へんあつき 乾式変圧器の一種で巻線の全表面が樹脂又は樹脂を含んだ絶縁基材で覆われた変圧器をいう。⇒乾式変圧器

や行

有効電力 [effective power] ゆうこうでんりよく 交流回路(の抵抗分)における単位時間当たりの電気エネルギーを表し、単位としてワット(W)を用いる。ポンプを回転させる等の仕事やヒータによる熱、電灯による光等で消費する電力であり、1秒間になし得る仕事量を示し、電気機器の能力を表す。電圧と電流の積で表され、交流回路における電圧V、電流I、位相差 θ とすると、電力P(W)は以下のように表される。

$$\text{単相回路 } P=VI \times \cos \theta$$

$$\text{3相回路 } P=\sqrt{3}VI \times \cos \theta$$

ここで、電力と皮相電力(電圧×電流)との比を力率(power factor)という。

この有効電力は、一般的に、【電力】という表現で言われている。＝電力、交流電力 ⇒皮相電力 ⇔ 無効電力

誘導電動機 [induction motor] ゆうどうでんどうき 交流電動機の代表的なもので、一般に、電動機といわれるのは誘導電動機を指すほどである。原理的には整流子をもたず、回転子又は固定子の一方のみが電源に接続され電磁誘導作用で回転子に電流を発生させて動作する。ポンプ設備では、主に補機用ポンプの原動機として使用されている。種類は、「単相型」「三相型」があり、三相型には、「かご形」と「巻線型」とがある。また、巻線の保護形式も「開放形」「防滴形」等、数種類の形式がある。

⇒単相誘導電動機、三相誘導電動機、巻線型誘導電動機、かご形誘導電動機

油入変圧器 [oil immersed transformer] ゆにゆうへんあつき 絶縁材料に鉱油による絶縁油と繊維質絶縁材料を使用し、鉱油を冷媒として、絶縁体としての働きをさせるために、本体を油の中に浸した変圧器である。近年は受変電機器のオイルレス化で、乾式変圧器(モールド変圧器)が多く採用され、大容量機以外は使用されていない。⇒乾式変圧器

ら行

リアクタンス [reactance] — 誘導抵抗又は感応抵抗といわれるもので、電流をコイルに流すと自己誘導作用(インダクタンス)が生じ、交流の流れを邪魔しないとす。いわば直流の流れを妨げる抵抗のような要素(インピーダンスという)のうち、要素を流れる電流が電圧に対して90度の位相遅れを生じるものをいう。電気機器に使用される巻線インピーダンスは、ほとんどリアクタンスである。

リアクトル [reactor] おもに誘導性リアクタンスだけをもっている静止巻線機器。電力系統では、短絡電流を抑えるための限流リアクトル、無効電力を吸収するための分路リアクトルのほか、使用目的から、中性点接地リアクトル、直列リアクトル、消弧リアクトル等の区別がある。

リアクトル始動 [reactor start] ——しどう かご形誘導電動機の始動電流が定格電流の5～8倍になることを抑制するため、電動機の入力側にリアクトル（鉄心にコイルを巻いたもの）を挿入し、加速後これを短絡する始動方式のことで、37kW～500kW程度の出力を持つ電動機に多く使用される。50／65／80％のように中間タップが設けられており、タップを切替えることにより始動電流の大きさが変えられる。本方式では始動トルクが始動電流の自乗に比例するため、始動電流を小さく抑制するほど始動トルクが著しく小さくなる欠点があるが、加速中のトルクの増加は大きい。

⇒リアクトル

力率 [power factor] りきりつ 交流回路における皮相電力のうち有効電力Pとして消費される比率である。交流回路における電圧V、電流I、位相差 θ とすると、力率は

$\cos \theta$ で表し、百分率(%)で表わすこともあり、次のようになる。

$$\cos \theta = P / V I = P / \sqrt{(P^2 + Q^2)}$$

力率改善 [power factor correction] りきりつかいぜん 力率を良くすることで力率の値をできるだけ1に近づけることをいう。力率を改善する方法は、進相コンデンサを使用します。負荷である電動機や変圧器等の負荷電流は遅れ力率(遅れの無効電力)であり、進相コンデンサの電流は進み力率(進みの無効電力)であるため、負荷の遅れ電流を打ち消すことにより力率を1に近づけることができます。

⇒力率、進相コンデンサ

ループ（受電）方式 [loop transmission system] ——じゅでん 大都市等需要家が密集している地域で、行われることが多い。高信頼度を必要とする電力供給の要求がある場合の受電方式で、自己の受変電設備の故障以外は無停電にすることができる。電力会社から要請がある場合に、検討する。

⇒受電方式

漏電継電器 [residual current relay] ろうでんけいでんき 600V以下の低圧回路の地絡電流を零相変流器によって検出し、動作する継電器。漏電警報器の作動又は電磁接触器や配線用遮断器等で漏電故障回路の遮断に用いる。低圧の非接地式回路の場合には、検知に必要な地絡電流を流すためにコンデンサ接地が必要である。 ⇒継電器

わ行

参考図書

電気工学ハンドブック	電気学会
電気工学ポケットブック	電気学会
J I Sハンドブック	日本規格協会
下水道用語集	日本下水道協会
高圧受電設備規程	日本電気協会
内線規程	日本電気協会
電池工業会規格(S B A)	電池工業会

以上

付録 電気基礎

1. 電気回路の要素

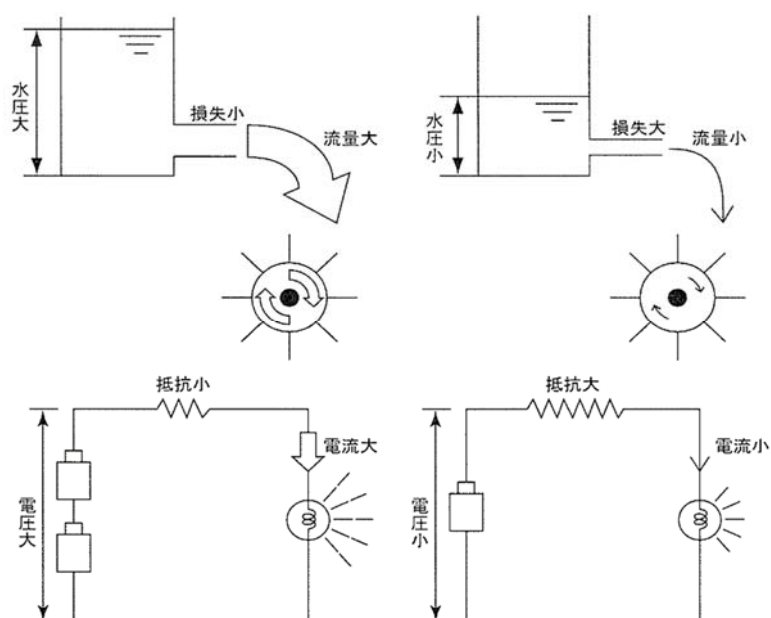
電気回路を表現する用語として、電圧、電流、抵抗がある。これらは、水理学における、圧力、流量、損失に類似している。

電流 … 電気元である電子の流れ。管路の水流に相当する。

電圧 … 電流を流そうとする力。ポンプの吐出圧力、水压に相当する。

抵抗 … 電流の流れを抑えるもの。配管抵抗に相当する。

図付-1 に示すように、水压が大で配管損失が小さい水路では、大流量を流すことができる。同様に電圧が高く抵抗が小さい電気回路では大きな電流が流れる。



図付-1 電気回路と水理学の対比

反対に、水压が低く配管損失が大きい水路では、水が流れにくいと同様に電圧が低く抵抗が大きい電気回路では、小さな電流しか流れない。

電流 I [A] の大きさは電圧 V [V] に比例し抵抗 R [Ω] に反比例することになり下記の式で表される。

$$I = \frac{V}{R} \quad [\text{A}]$$

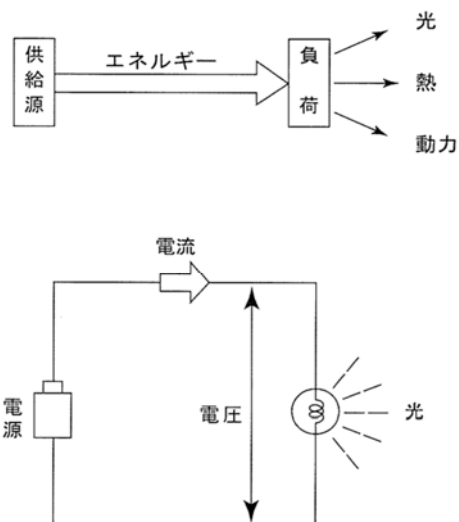
これが電気回路の基本であり、オームの法則といわれる。

2. 電力と電力量

電気回路をエネルギーの流れとして考えると、図付-2 に示すように、電力会社等より、電気のでエネルギーの供給を受け、電灯、ヒーター、モーター等の負荷に供給することにより、光、熱、動力等に変換していることになる。

このエネルギーの大きさは、水車の発生する動力が圧力と流量の積に比例するように電圧 V [V] と電流 I [A] の積で下式のように表される。これを電力 P [W] という。

$$P = V \times I \quad [\text{W}]$$



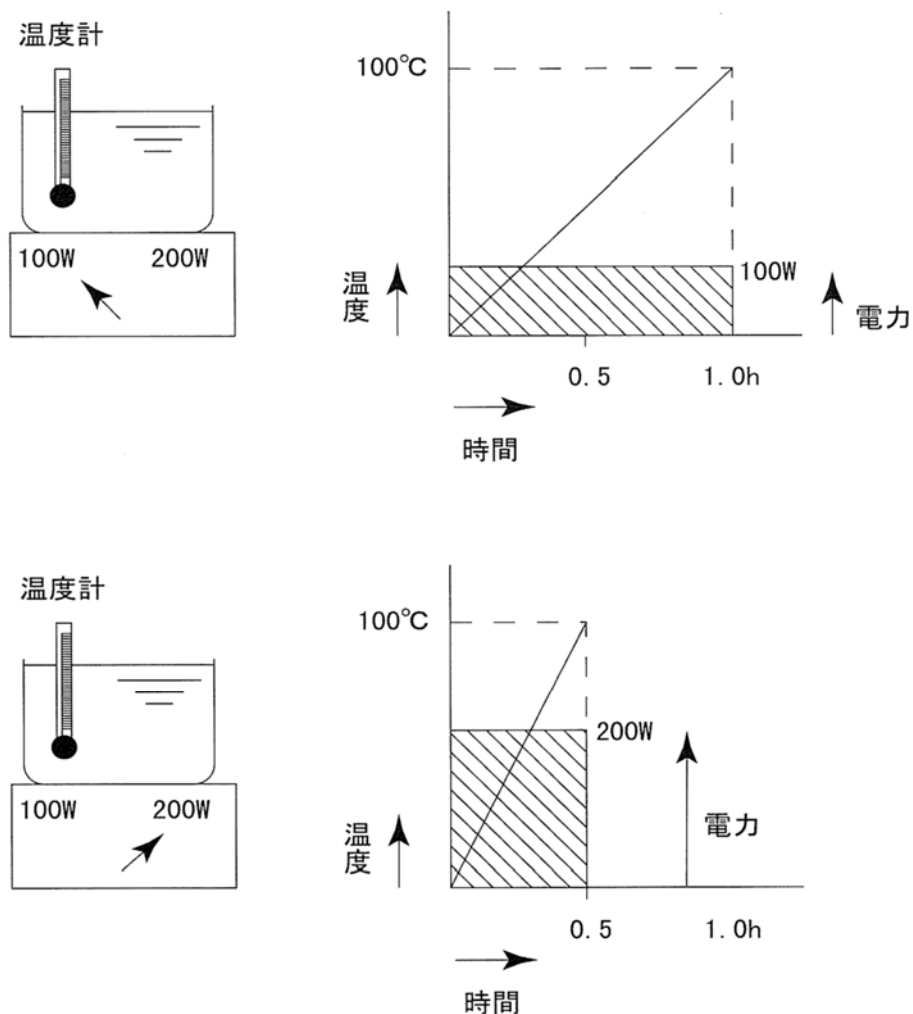
図付-2 電気回路とエネルギーの流れの対比

電力 P は、1 秒間になし得る仕事量を示し、電気機器の能力を表す。

電力量 W [Wh] は、どの位の能力で、どの位の時間 t [h] 働いたかを示し、電気が行った仕事の全体量で、下式のように表す。

$$W = P \times t \quad [\text{Wh}]$$

電熱器で湯を沸かす場合を考えて、ビーカーの水を $0^{\circ}\text{C} \rightarrow 100^{\circ}\text{C}$ に暖めるのに 100 [W] の電熱器で 1 時間かかるものとするれば、 200 [W] の電熱器であると、半分の 0.5 時間で暖めることができる。



図付-3 電力と加熱時間

この場合の電力量は、電力 $\times$ 時間 であるから、

$$100\text{ [W]} \times 1.0\text{ [h]} = 100\text{ [Wh]}$$

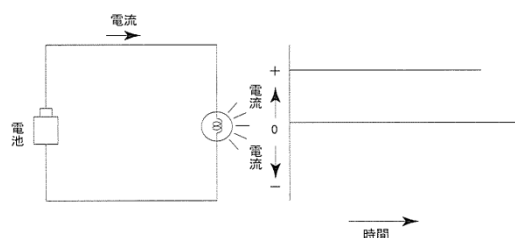
$$200\text{ [W]} \times 0.5\text{ [h]} = 100\text{ [Wh]}$$

となり、いずれの場合も同一となる。

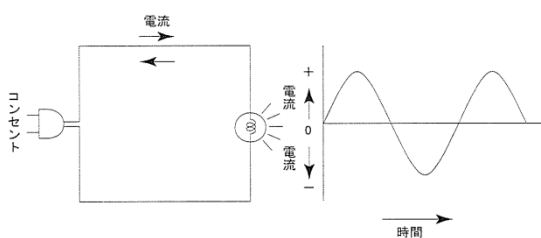
電力量は、なしとげた全体の仕事量を表わす値であるから、いずれの場合もビーカー 1 杯分の水を 100°C まで温めたことは同じであるので、使用した電力量も同一となる。

3. 直流と交流

電気回路を流れる電流の向きを、時間を追って調べてみると、図付-4、図付-5 に示すように2つに区分される。



図付-4 直流電流



図付-5 交流電流

図付-4 は、電気の流れが常に一定方向である。これを直流(DC Direct Current) という。

図付-5 は、時間の経過とともに電気の流れが変化する。最初、右向きに小さく流れていたものが、徐々に大きくなり、最大値に達したのちは、だんだん小さくなり、零となったあと、今度は徐々に逆の向きに流れ、同様に大きさが変化する。

この繰り返しが行われるのが、交流(AC Alternate Current) である。

電気の利用は、ボルタが電池を発明(1800年)してから、電気を利用した照明としてアーク灯が用いられた時代までは、直流が中心であった。

その後、エジソン(アメリカ)による白熱電灯の発明(1879年)により、交流による照明が可能になり、電気の利用も、電動機等広範囲になるに従い、現代では、交流の利用が大部分を占めている。

その理由は、交流は変圧器を使用することにより簡単に電圧が変えられること、発電機や電動機が堅固で安価なものが製作可能なこと、電気の入切が容易であること等による。

しかしながら、現代でも直流は、化学工場の電気分解、鉄道用電動機、電気集塵機、蓄電池、乾電池等にその特徴を生かして利用されている。

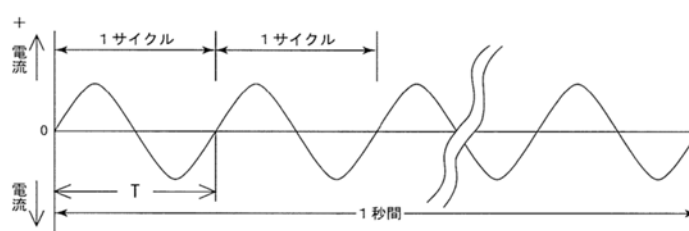
4. 周波数

周波数とは、電圧及び電流の変化が1秒間に何回繰返すかをいい f [Hz] で表される。図付-6 に示すように1回の変化を1サイクルといい、50 [Hz] の交流では、1秒間に50サイクルの波形を描くことになる。

周波数 f と周期 T (1サイクル当たりの時間) の関係は、下式で表わされる。

$$f = \frac{1}{T} \text{ [Hz]}$$

50 [Hz] の交流では、周期 T は 0.02 秒であり、60 [Hz] の交流では 0.0167 秒である。



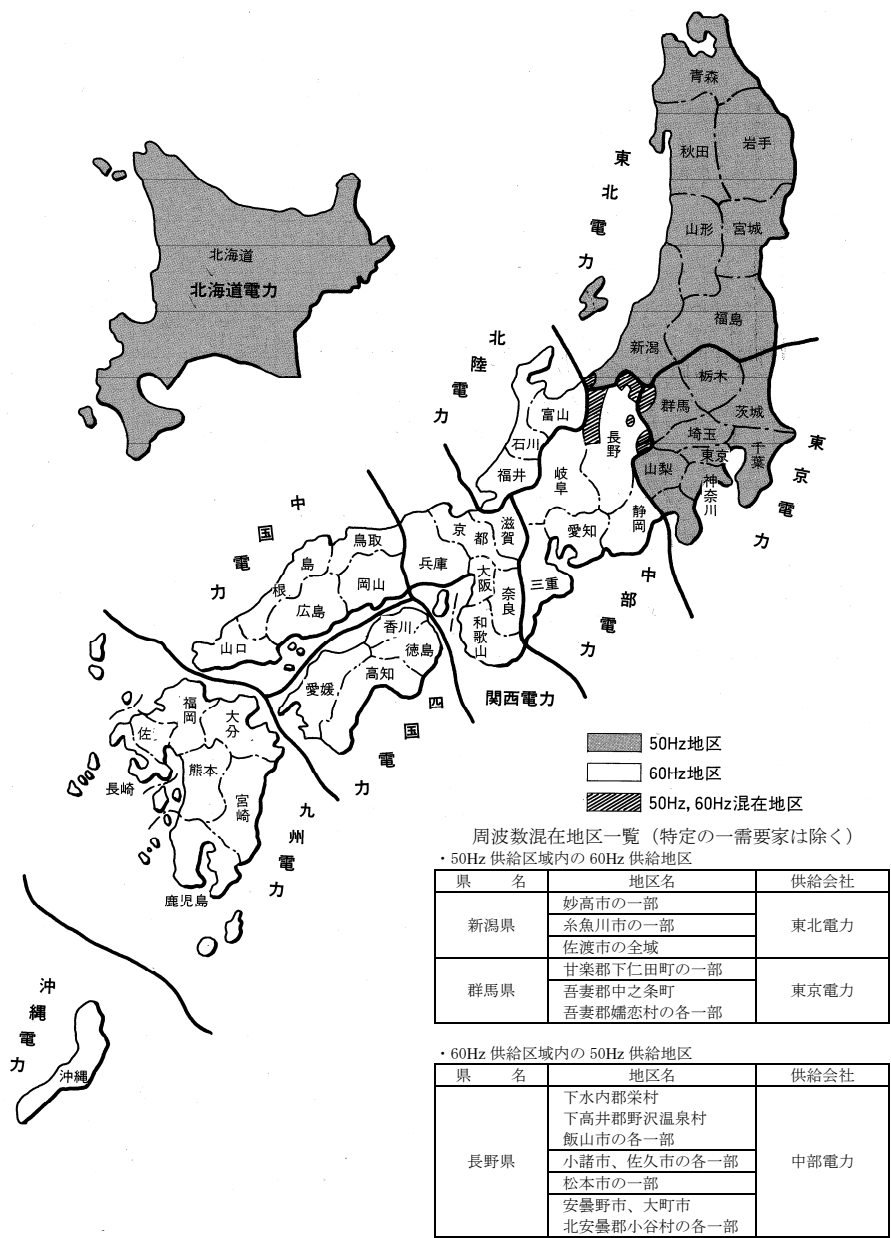
図付-6 交流の変化

日本国内では、50 [Hz] 及び 60 [Hz] が使われており、関東以北は 50 [Hz]、中部以西は 60 [Hz] 区域であるが、新潟県、長野県、静岡県の一部に混在地区があるので注意を要する。この周波数分布図を図付-7 に示す。

周波数の違いは、電動機の回転速度等に影響を与える。

なお、我国において 50 [Hz] と 60 [Hz] の電源が共存することになったのは、導入の過程で、ヨーロッパ系 50 [Hz] と米国系 60 [Hz] の両方式が並行して採り入れられたためである。

現在の世界各国の周波数及び電圧を、表付-1 に示す。（ただし、州又は都市により異なる場合もあるので、確認を要する。）



図付-7 日本国内の周波数分布

表付-1 世界各国の周波数及び電圧

(1) 50〔Hz〕地域

国名		住宅用	産業用	高圧	家庭電気品プラグ
ヨーロッパ	ノルウェー	230	220/380	5kV	C
	スウェーデン	230	230/400	6kV, 20kV	B, C, SE
	英国	230	230/400	11kV	B, B3, BF, C
	オランダ	230	230/400	3kV	B, C, SE
	ドイツ	230	230/400	10kV	C, SE
	フランス	230	230/400	15kV	C, SE
	スペイン	127/220	220/380	11kV	A, C, SE
	デンマーク	230	230/400	10kV	C
	イタリア	220	220/380	10kV	C, SE
	ギリシャ	230	230/400	6. 6kV	B, B3, C, SE
	オーストリア	230	230/400	5～10kV	C, SE
	ベルギー	230	230/400		C, SE
	ロシア	127/220	220/380	35kV	B, C
アフリカ	エジプト	220	220/380	11kV	B3, BF, C
	ガーナ	250	250/440		C
	ナイジェリア	230	230/400	11kV	B
	南アフリカ共和国	240	240/415	5. 3kV, 6. 6kV	B, B3
	ケニア	240	240/415		B3, BF, C
オセアニア	オーストラリア	240/415	240/415	11kV, 22kV	0
	ニュージーランド	240	240/415	11kV	0
アジア	タイ	220	220/380	11kV	A, B, BF, C
	シンガポール	230	230/400	6. 6kV	B3, BF
	インドネシア	220	220/380	6. 6kV	A, B, B3, BF, C
	インド	240	240/415	11kV	B, B3, BF, C
	香港	220	220/380	11kV	B, B3, BF
	中国	220	220/380	10kV, 20kV	A, B, B3, BF, C, 0, SE
中東	イスラエル	230	230/400	3. 3kV	C, SE
	イラン	230/400	230/400	20kV	BF, C
	トルコ	220	380	16kV	A, B, C
中南米	チリ	220	220/380	12kV	B3, C
	アルゼンチン	220	220/380	6. 88kV	BF, C

(2) 60〔Hz〕地域

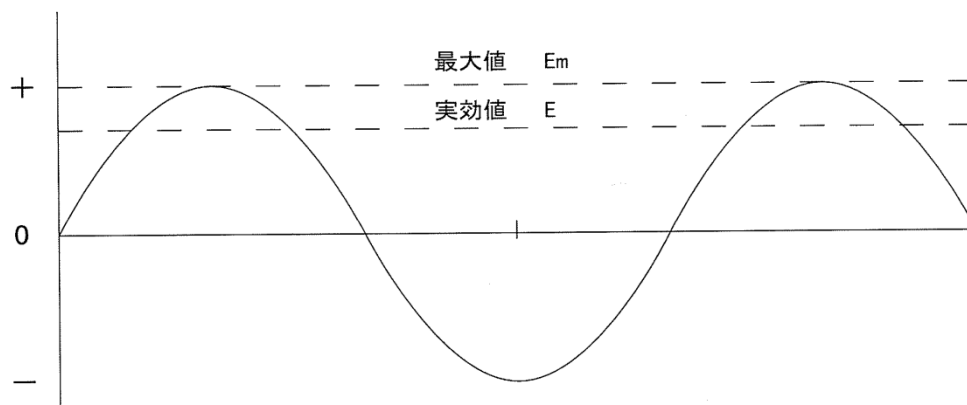
国名		住宅用	産業用	高圧	家庭電気品プラグ
北米	米国	120/240	277/480	4. 16kV, 12kV	A
	カナダ	120/240	347/600	4. 16kV	A, BF
中南米	メキシコ	127/220	127/220	13. 2kV	A
	ブラジル	127	127/220	15kV	A, C
	ペルー	220	220	6kV	A, C
アジア	韓国	220/380	220/380	22kV	A
	台湾	110/220	220	11kV	A, 0
	フィリピン	230	277/480	6. 6kV	A, B3, C
中東	サウジアラビア	127/220	220/380	13. 8kV, 33kV	A, B, BF, C

電気品プラグ

記号	A	B	B3	BF	C	0	SE
形状							

5. 交流の波形

交流は、時間とともにその大きさと方向が変化する電気であるが、その変化は、図付-8 に示すように正弦波の形となっている。



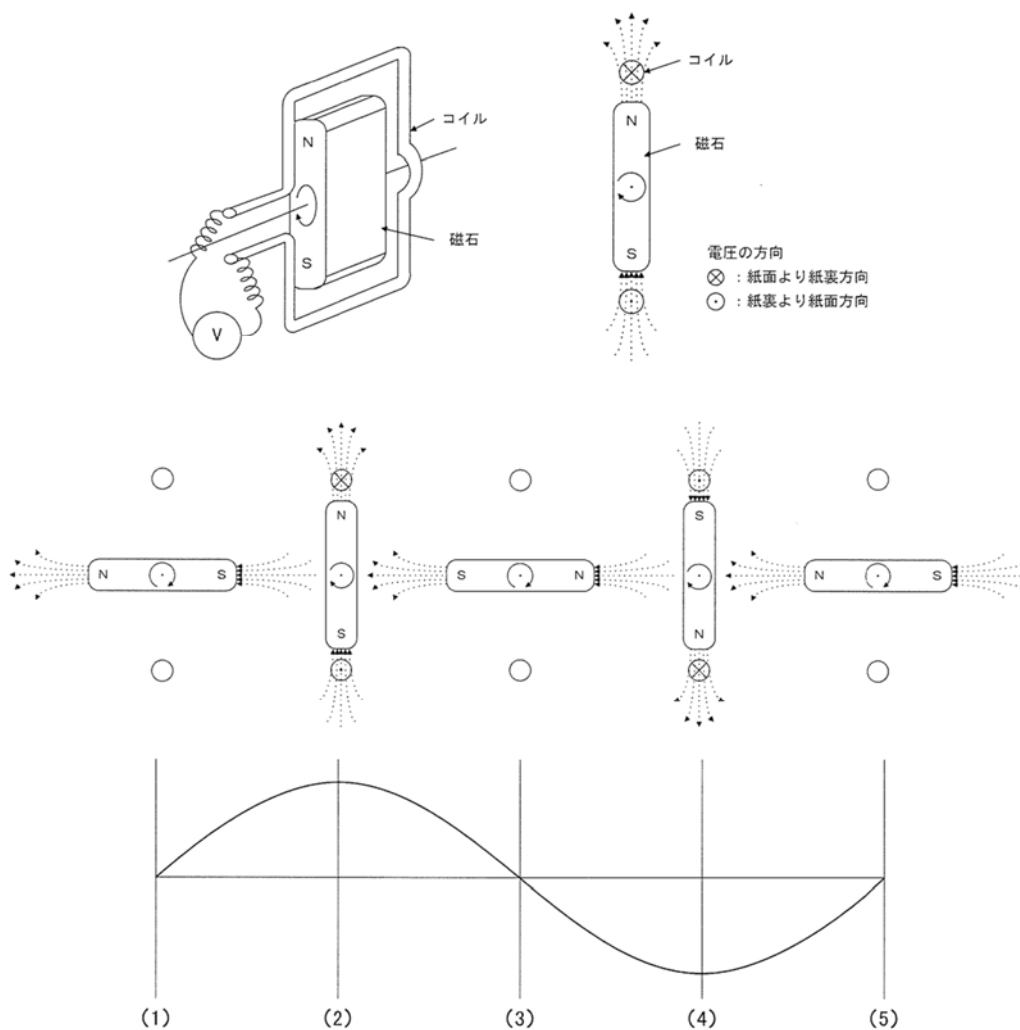
図付-8 交流の波形

交流の電気は時々刻々変化しているので、その大きさを表すのは単純にはできない。そのため、直流と同じ仕事をする交流の値として実効値という値が定義されている。正弦波交流の場合は、最大値の $1/\sqrt{2}$ が実効値となる。逆にいうと、交流の実効値つまり同じ仕事をする直流の値に対し、正弦波交流では最大値は $\sqrt{2}$ 倍となる。

$$\text{最大値 } E_m = \sqrt{2} \times \text{実効値 } E$$

$$\text{実効値 } E = 1/\sqrt{2} \times \text{最大値 } E_m$$

つまり 100 [V] の直流電圧と同じ仕事をする交流電圧は実効値は 100 [V] で同一であるが、実際の最大値は $\sqrt{2}$ 倍、約 140 [V] の電圧となっている。



実際の交流発電機は、電線を巻いたコイルの中にある磁石を回転させて電気を発生させる。磁石の回転角により、磁石による磁力線とコイルの交わり方が変化するため、発生する電圧の値が変化する。図付-9 に発生電圧の変化を図解する。

- (1) コイルと磁石が直角になっている位置は、コイルを通る磁力線の変化がないため、発生電圧は 0 である。
- (2) コイルに磁石が接近した位置では、発生電圧は最大となる。
- (3) (2) より 90° 回転した位置では、発生電圧は再び 0 となる。
- (4) 再度コイルに磁石が接近し、電圧は大きくなるが、磁石が (2) と逆の極であるので、発生電圧は逆方向に最大となる。
- (5) 磁石はコイルから離れ、電圧は 0 となる。

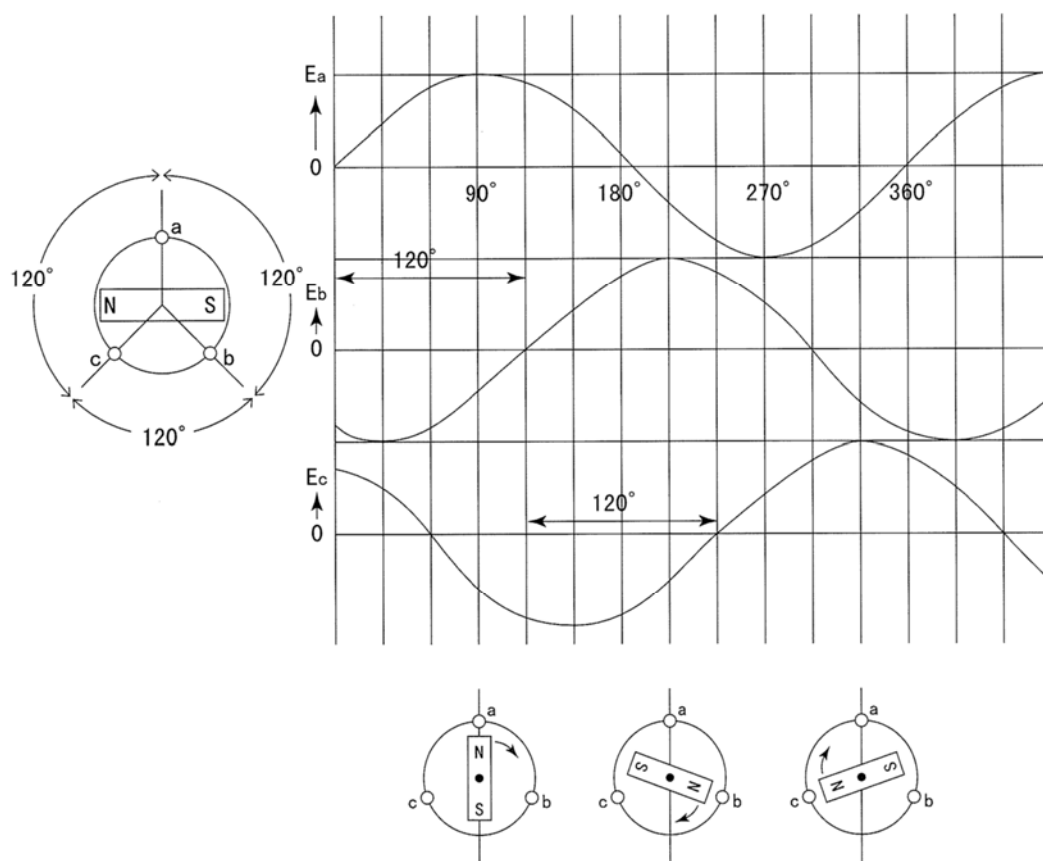
以上のように、電圧は +、- 交互に発生することになり交流電圧となる。

6. 単相と三相

図付-9 で述べた交流は、2 本の電線で送られる 1 組の交流電気で、単相交流といい、一般家庭や照明用として使われている。

これに対し、ポンプ等の動力電源として使用される電気は、3 本の電線で送られており、三相交流という。発電所や変電所、大きな電力を使用する場合は、ほとんど三相交流が使われている。

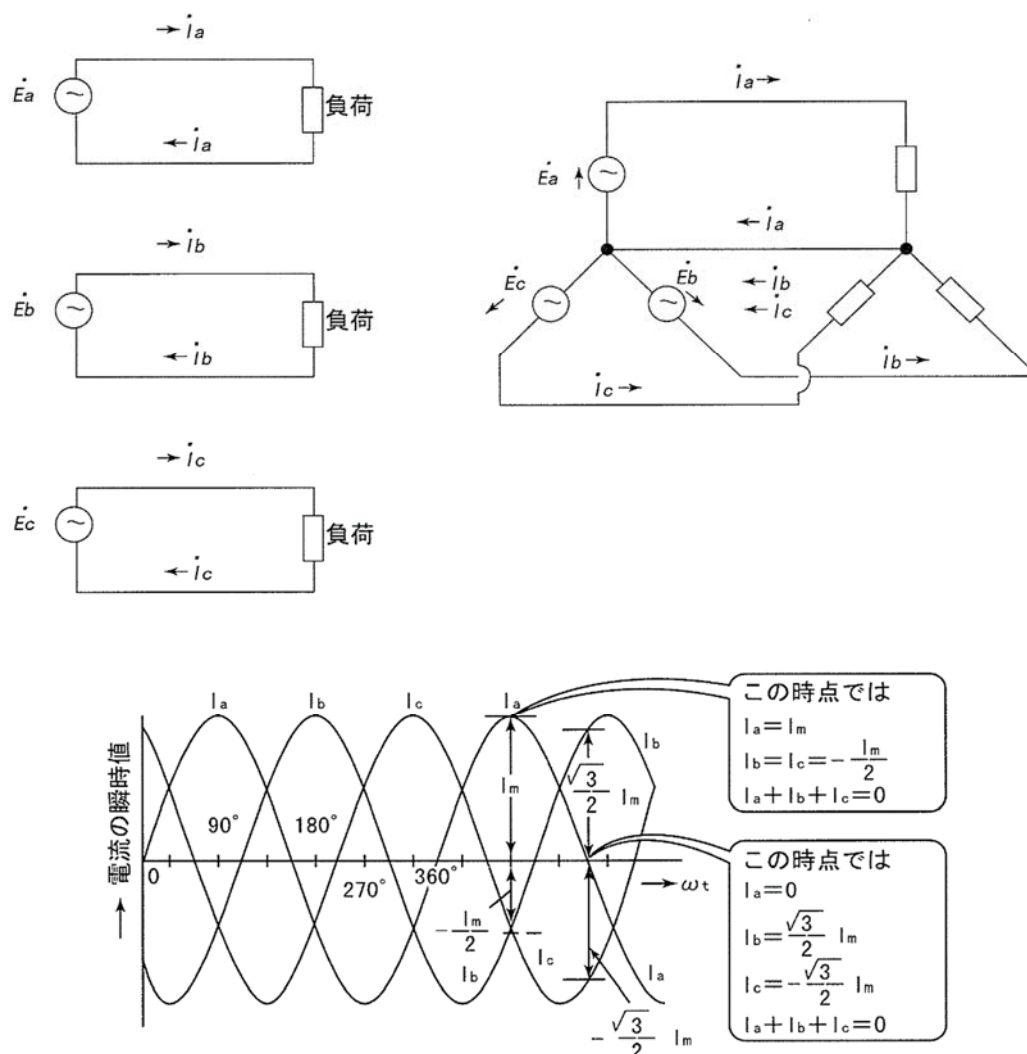
図付-9 に示した発電機の原理図では、コイルが 1 コであったが、三相交流では図付-10 に示すように、コイルを 120° ずつずらして 3 個巻いた場合を考える。



図付-10 三相交流の発電

各コイルに発生する電圧は、値が同じであるが、時間的に $1/3$ 周期、回転角で 120° ずつずれて発生することになる。

これが、三相交流発電機の原理である。
三相交流の送電の原理を、図付-11 に示す。



図付-11 三相交流の送電

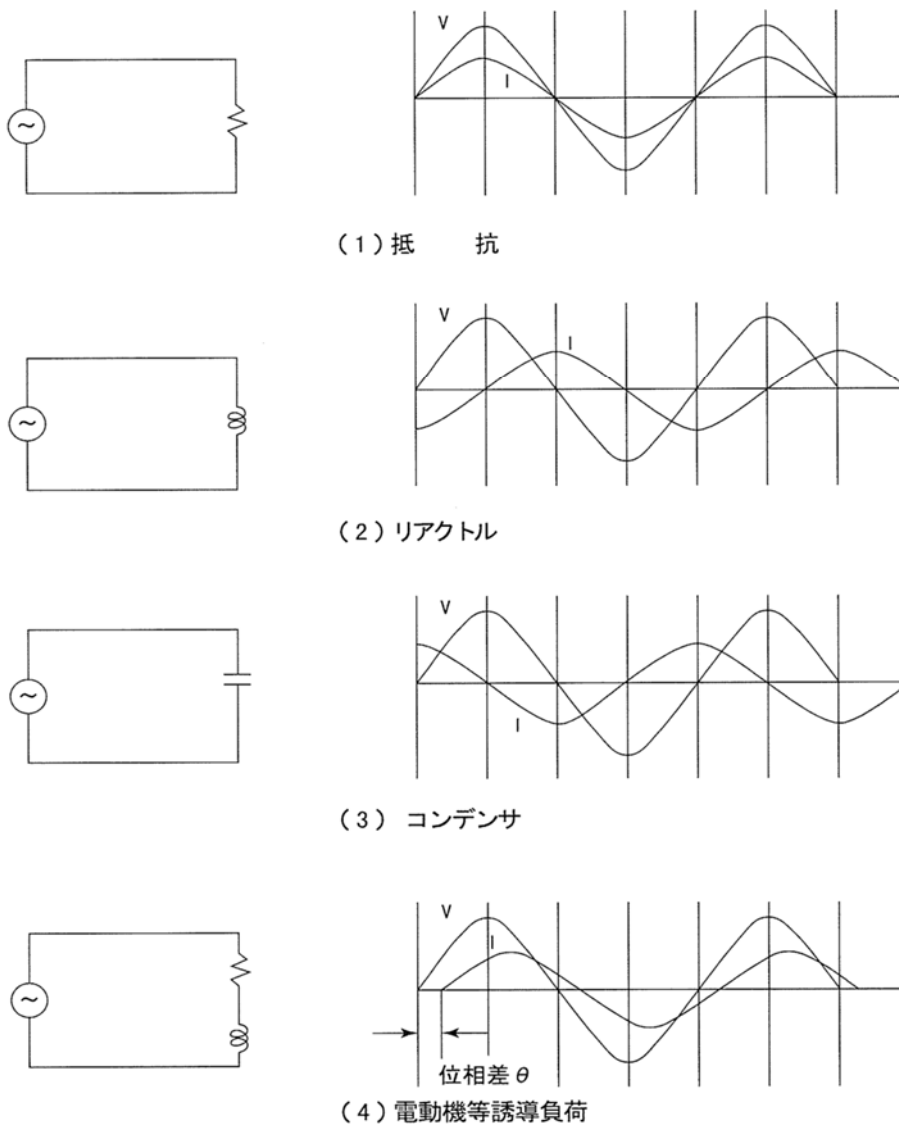
電圧 $\dot{E}_a$, $\dot{E}_b$, $\dot{E}_c$ により電流 $\dot{I}_a$, $\dot{I}_b$, $\dot{I}_c$ が流れているが、戻り側の電線を一括して一本にまとめると、戻り線には $\dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c$ の電流が流れることになる。ところが、図付-11 に示すように、電圧が等しく、位相が 120° ずつずれた三相交流では、三相分を合わせると合計は常に零となる。つまり、戻り線に流れる電流は零であることになり、戻り線は不要となる。この結果、単相交流 3 組では 6 本の電線を必要とするものが、三相交流では、半分の 3 本で送ることができることになり、この送電方式を三相三線式という。

三相交流は送電する場合に、電線の量が少なくすむことと、後で述べるように三相を電源とすることにより、堅牢で安価な誘導電動機を使用できる等の利点があり、広く用いられている。

7. 力率

交流回路に使用される負荷には、抵抗、コイル、コンデンサの要素があり、これらの構成の違いにより負荷への電流の流れ方が異なる。

負荷が抵抗の場合は、電流は電圧の変化に遅れることなく同時に流れる。コイルのようなリアクトル負荷の場合は、電流は電圧より遅れて変化し、コンデンサ負荷の場合は、逆に電流が電圧の変化に先行して変化する。電動機等の負荷の場合は、抵抗とリアクトルの要素が複合しており、抵抗とリアクトルの中間的な遅れ方をする。



図付-12 負荷と電圧・電流波形

電圧と電流の時間的なずれを位相差という。位相差は1周期を 360° として表した場合の角度の差で表せる。この角度を θ とした場合の余弦 $\cos \theta$ の値を力率という。

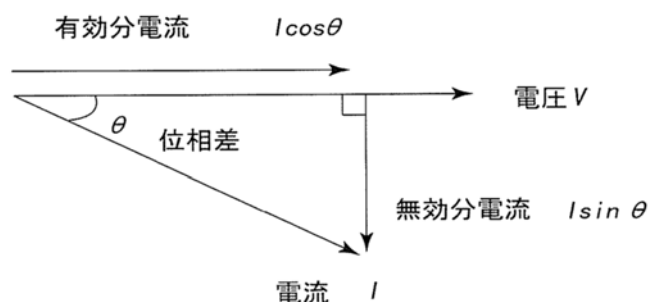
電圧と電流の位相差が、 30° であれば、 $\cos 30^\circ$ は0.866 であるので、この場合の力率は、0.866 又は百分率で表示し 86.6%となる。

8. 交流電力

電力 P [W] は電圧 V [V] と電流 I [A] の積であるが、交流の場合は、これに位相のずれ $\cos \theta$ を考慮し、下式で表される。

$$P = V \times I \times \cos \theta \text{ [W]}$$

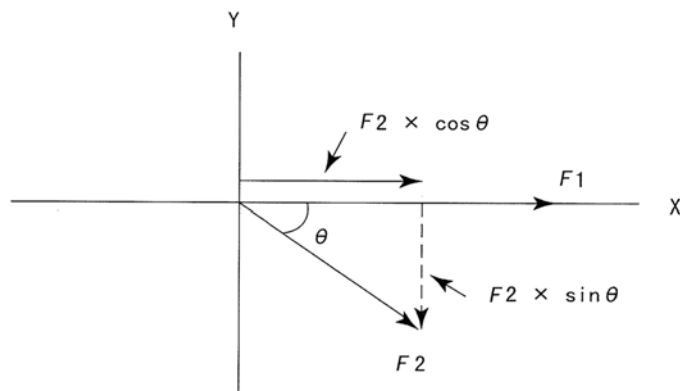
7. 項で述べたとおり、電圧と電流の位相差は角度で表示され、ベクトルで表すと図付-13 のようになる。



図付-13 電圧電流と位相差

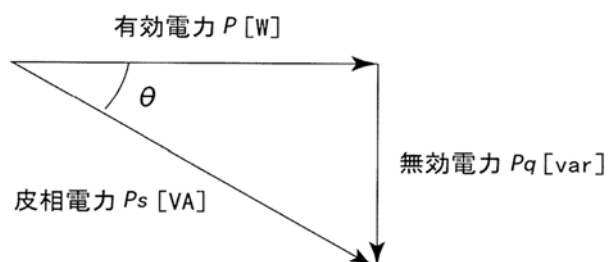
電流のうち、電力として有効に働くのは電圧と同位相である有効分のみである。電圧の方向に直角な要素の電流を無効分電流といい、負荷に対しては有効に働かない。

これは、図付-14 のように力学において、 F_1 、 F_2 2つの力のベクトルを考えた場合に、 F_1 と同じX 軸方向に有効に働く力は、 $F_2 \times \cos \theta$ の分力であり、 $F_2 \times \sin \theta$ の分力はX軸方向には何等作用しない無効分であることと同様に考えられる。



図付-14 力の合成

電力は皮相電力、有効電力、無効電力で表され、その関係は図付-15 のようになる。



図付-15 電力の三要素

実際に電源から供給される電圧 V [V] と電流 I [A] の積を皮相電力 P_s [VA] といい、有効電力 P [W] と無効電力 P_q [var] の合成されたものである。

$$\text{皮相電力} \quad P_s = \sqrt{P^2 + P_q^2} \text{ [VA]}$$

$$\text{有効電力} \quad P = P_s \times \cos \theta \text{ [W]}$$

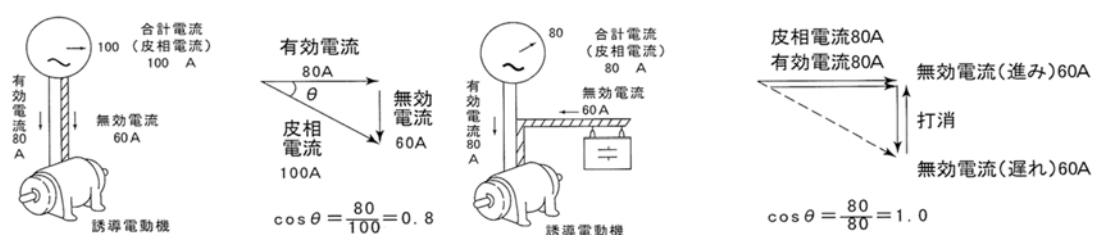
$$\text{無効電力} \quad P_q = P_s \times \sin \theta \text{ [var]}$$

実際に仕事をするのは有効電力 P [W] であるので、無効電力 P_q [var] はなるべく少なくした方が
良い。

この遅れ無効電流を減らし電源から供給される電流（皮相電流）を有効電流に近付けることを力率
改善という。

力率改善をするために進相用コンデンサが用いられる。

進相用コンデンサに流れる電流は進み電流となるため、誘導電動機などの誘導負荷に流れる無効電
流（遅れ分）が進相用コンデンサに流れる無効電流（進み分）により打消され、図付-16 に示すよう
に電源から供給する電流は有効電流に近い値となる。

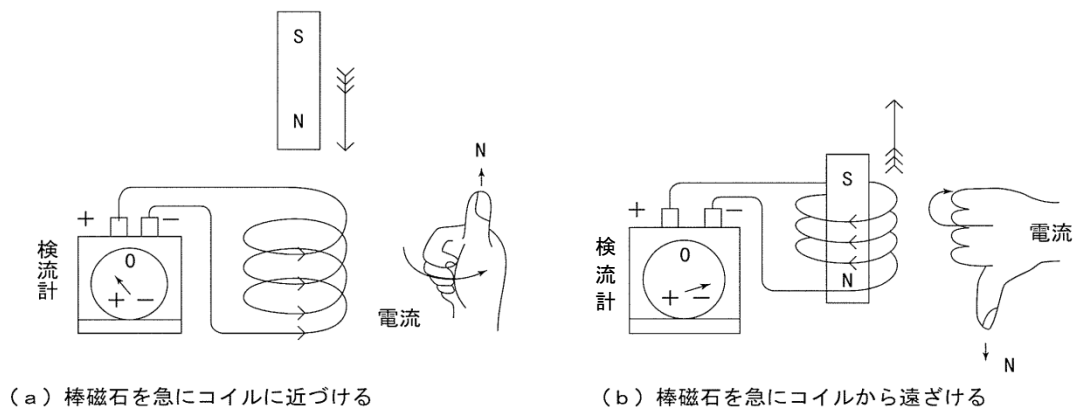


図付-16 進相コンデンサによる力率の改善

9. 変圧器の原理

(1) コイルの電磁誘導

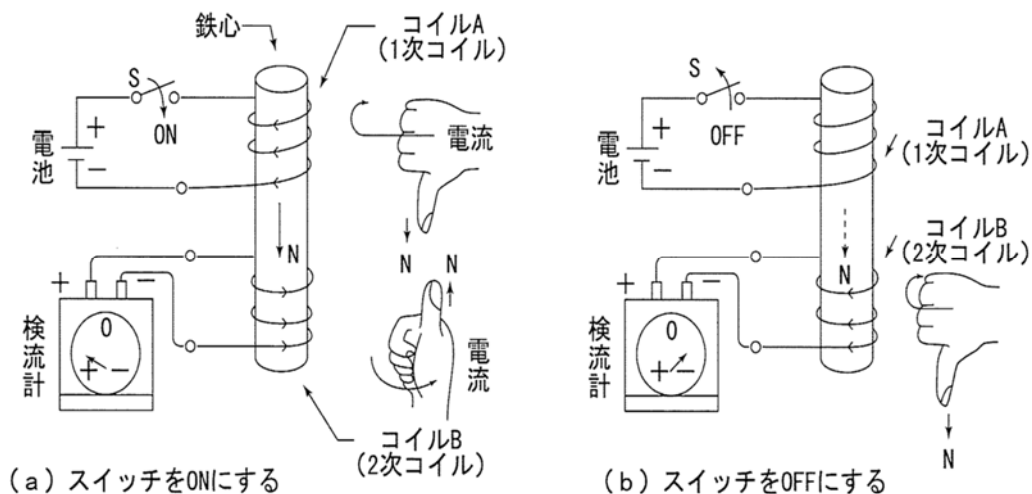
図付-17 の(a) のように、コイルの中に棒磁石を急に近づけると、レンツの法則に従って、N 極の磁石の力（磁束）を防げる方向に電流が流れ、検流計は＋方向に振れる。棒磁石がコイルに入って止まると電流は流れなくなり、検流計は零を示す。



図付-17 磁石による電磁誘導

次に、図付-17 の(b)の様に棒磁石を急にコイルから遠ざけると、今までのN極の磁束を保持する方向に電流が流れ、検流計は－方向に振れる。磁石が十分遠ざかると電流は流れなくなり検流計は零を示す。

この様に棒磁石の運動つまりコイルと交差する磁束の増減によって、コイルに交番電流即ち交流電流が誘起する。この現象を電磁誘導と言う。なお、この誘起する電流（又は電圧といいかえることができる。）の大きさはコイルと交差する磁束の増減の速さと磁束の強さに比例する。



図付-18 2つのコイルによる電磁誘導

(2) 2つのコイルによる電磁誘導

(1)の棒磁石の上下運動によるコイルと交差する磁束の増減を電池とコイルで置きかえることができる。

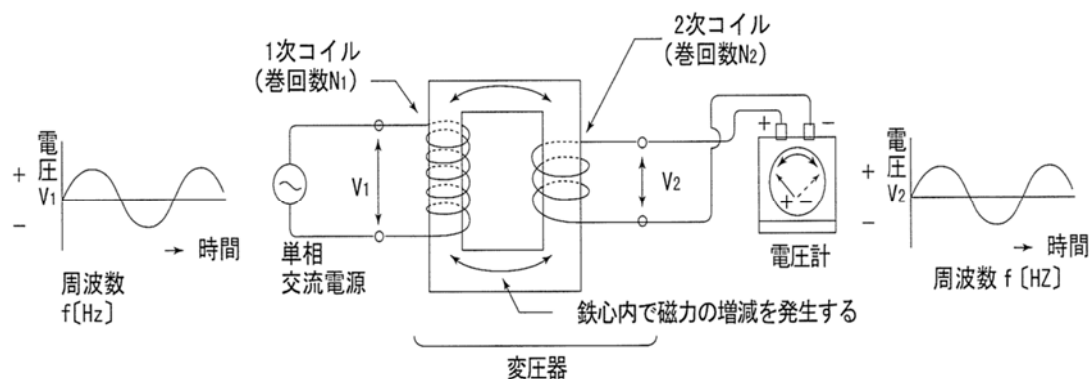
図付-18の(a)のようにスイッチSをONにすると、下向きにN極となる磁力が増加し、コイルBには電磁誘導により図(a)同様の電流が流れる。やがて磁界の強さが安定すると電流は流れなくなる。

次に図付-18の(b)の様にスイッチSをOFFにすると、コイルと交差する磁束がなくなり、矢印で示す向きの磁力が減少することになり、図(b)同様の電流が流れる。そして磁束の変化がなくなると電流も零となる。

このように磁束の増減を棒磁石の上下運動に代えて電池とコイルという電気的方式に代えても電磁誘導で(1)と同様に、コイルBに電流が流れる。つまり電圧が発生する。

また、電源(この場合は電池)から電力の供給を受けるコイルAを一次コイル、電磁誘導で電圧を二次的に発生するコイルBを二次コイルという。

(3) 交流電源による電磁誘導



図付-19 交流電源による電磁誘導

(2)では電池をスイッチSでON、OFFして一次コイルで磁束の増減を発生した。ここで、更に一歩進めて図付-19のように交流電源を一次コイルに接続して鉄心に磁力の増減を発生させることができる。この磁束の増減により二次コイルに電磁誘導を発生し(2)同様に電流が流れる。言いかえると二次コイルに交流電圧を発生する。これが変圧器の原理であり、一次、二次コイルと鉄心から構成される。鉄心は磁束を通り易くする性質があり、変圧器や電動機に用いられる。

ここで、一次コイルに加える電圧 V_1 [V]と二次コイルに発生する二次電圧 V_2 [V]の間には次の関係がある。

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} \quad \text{ただし、} V_1 : \text{一次電圧}$$

$$V_2 : \text{二次電圧}$$

$$V_2 = V_1 \times \frac{N_2}{N_1} \quad N_1 : \text{一次コイル巻数}$$

$$N_2 : \text{二次コイル巻数}$$

すなわち、二次電圧 V_2 は一次電圧 V_1 の (二次コイル巻数 N_2) / (一次コイル巻数 N_1) 倍である。

このように変圧器は一次コイル、二次コイルの巻数比を変えることにより交流電圧の昇圧、降圧が自由にできる。

10. 誘導電動機の原理

(1) アラゴの円板

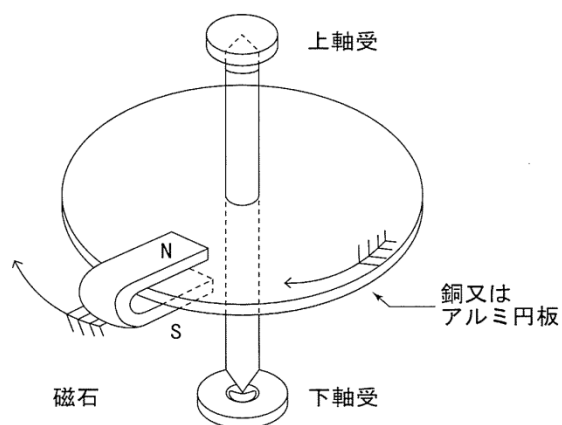
図付-20 のように銅又はアルミ円板がスムーズに回転できるように上下軸で支える。次にU字形磁石を円板に接近して（接触しない様注意する）時計方向に早く移動する。そうすると円板も磁石を追うように遅い回転速度で磁石と同じ方向に回る。この実験は 1820 年アラゴによって行われたものでこれが誘導電動機の回転原理である。

(2) 磁石とウズ電流

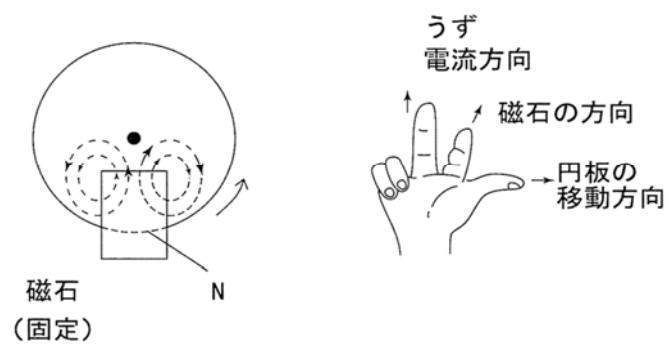
図付-20 において、磁石を時計方向に移動するということは、図付-21 のように相対的に磁界の中を導体が移動することにより、磁石の N 極、S 極に相対する円板には、フレミングの右手の法則に従って、電流が発生し、点線のようにウズ状に流れる。

一方発生したウズ電流と磁石による磁束との間にはフレミングの左手の法則に従って力が発生し、図付-22 の時計方向に円板が回転する。

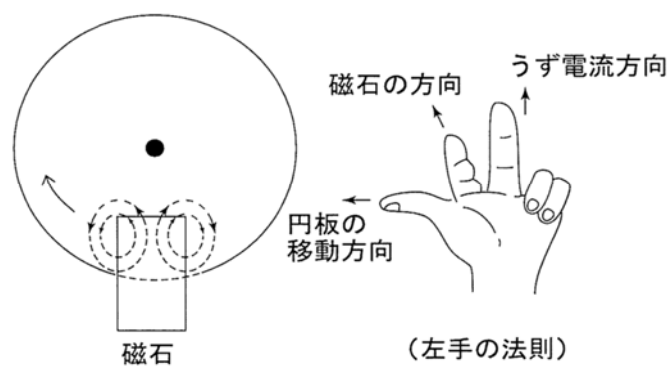
以上の理由により図付-20 で磁石を時計回りに早く移動すると、円板もまた磁石の移動と同じ方向に少し遅い速度で磁石を追って回転する。



図付-20 アラゴの円板



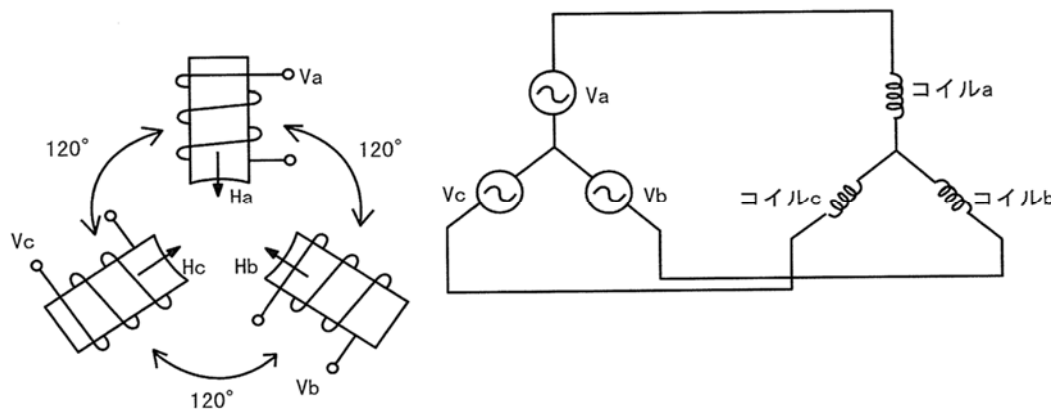
図付-21 磁石によるうず電流の発生



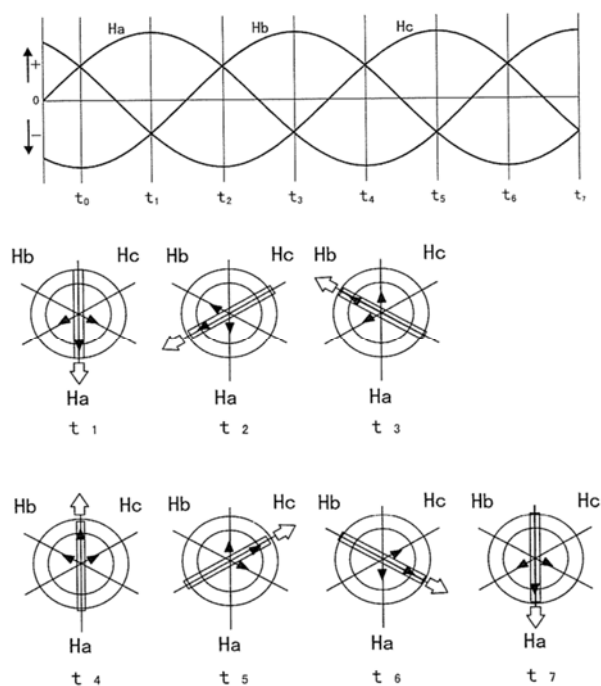
図付-22 うず電流と磁石による円板の回転

(3) 三相交流による回転磁界

図付-23 の様に空間的に 120° ずつずらして 3 個のコイルを巻き、これに三相交流を流した場合の磁界の動きを調べる。



図付-23 三相コイルと三相交流電源



図付-24 三相交流による回転磁界

各コイルに三相交流電圧を加えると図付-24 のように交番磁界を発生する。

各々の磁界は時間的に 120° ずつずれて変化するので大きさの合計は零となる。

ところがコイルが空間的に 120° ずつずれて配置されているので、空間的な磁界の合計は零とならず、一定の強さの磁界が方向を変えて回転するように変化する。

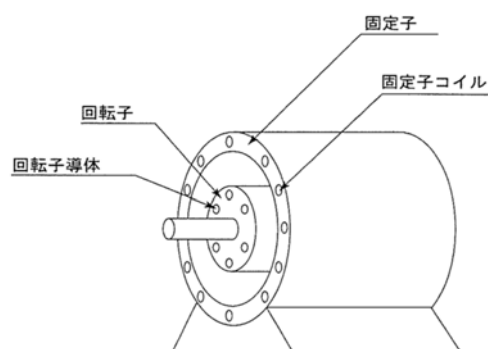
t_1 の時点ではコイル H_a は正方向に最大であり、 H_b 、 H_c は負方向に $1/2$ の大きさであり、合成磁界は 6 時の方向を向く。

以後、同様に変化し合成磁界は $t_1 \sim t_7$ の間で電源が 1 サイクル変化する間に時計方向に 1 回転する。これが三相交流による回転磁界である。

(4) 三相誘導電動機

三相誘導電動機は、アラゴの円板と回転磁界の原理を応用したものであり、図付-25 に示すように円筒状の鉄心にコイルを巻いた固定子と、円柱状の鉄心の表面に導体を埋め込んだ回転子とからなっている。

固定子コイルに三相交流を流すことにより、回転磁界が発生し、この磁界と回転子導体に誘起される電流との間に働く力により回転子が回転するものである。

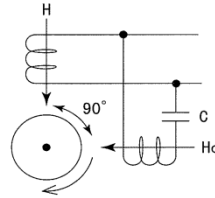


図付-25 三相誘導電動機の基本構造

(5) 単相誘導電動機

回転磁界は、空間的に、 90° ずらせた 2 組のコイルに時間的に 90° 位相のずれた電流を流すことによって発生する。

一般の家庭電化製品に使用される電動機はこの原理を応用したもので、電流の位相をずらせるために図付-26 に示すように一方のコイルにコンデンサを接続する等の方式が用いられている。



図付-26 単相誘導電動機の原理

11. 電気技術の歴史

世界及び日本国内における電気技術の発達の歴史を表付-2 に示す。

表付-2 電気技術の歴史

年代	電力応用	情報通信	日本国内
1800	ボルタ電池		平賀源内摩擦電気実験
50	江 アラゴの円板 アンペアの右ネジ法則	モールス電信機	
	戸 ファラデーの法則		
	直流発電機 アーク灯	ベル電話機	
	明 直流発電機 エジソン電球		国営電信事業開始 新橋-横浜間鉄道開通
	蒸気タービン マンガン乾電池		東京電灯照明事業開始
1900	治 交流電動機・変圧器 水銀整流器	マルコーニ無線通信 歯車式計算機	京都市蹴上水力発電所市電開業
	油入遮断器 超電導現象	自動電話交換機 真空管	東京-大阪間 長距離電話運用開始
	タングステン電球	アメリカでラジオ放送開始	名古屋電力 60kV 送電開始
	大 正 強力磁性材 KS 鋼	FM 方式 テレビジョン	NHK ラジオ放送開始 上野-浅草間地下鉄開通
	昭 フェライト磁石 蛍光灯	PCM 方式 リレー式計算機	国際電話事業開始
50	ニッケルカドミウム電池	電子計算機 トランジスタ	
	原子力発電 太陽電池	IC 半導体レーザー	NHK テレビ放送開始 佐久間発電所運用開始
	サイリスタ 燃料電池	衛星通信 フロッピーディスク	東海道新幹線開業 東海原子力発電営業運転
	真空遮断器 ガス絶縁開閉装置	マイクロコンピュータ 光ファイバー	サンシャイン計画
	和	移動通信	北海道-本州直流送電 NTT INS サービス開始
2000	平成 電気自動車 LED照明 リチウム電池	インターネット GPS スマートフォン	NHK 衛星放送開始 リニア実用実験線