

## V-1 発電設備

電気エネルギーの発生手段として大別すると、地下資源を利用したものと自然エネルギー利用するものがある。

近年CO<sub>2</sub>ガス削減、地球温暖化防止を求められ、また資源の枯渇現象や公害等を憂慮して再生資源を活用した各種の発電設備が開発され普及が加速されつつある。

### ① 近年開発しつつある発電設備

- 1) 太陽光発電    2) 燃料電池発電、    3) 水素ガス発電    4) 風力発電、  
5) バイオマス発電    6) 潮流発電

### ② 従来からの発電設備

- 8) 水力発電、    9) 火力発電（石炭、石油、液化天然ガス利用）、10) 原子力発電  
11) ディーゼル発電    12) ガスタービン発電

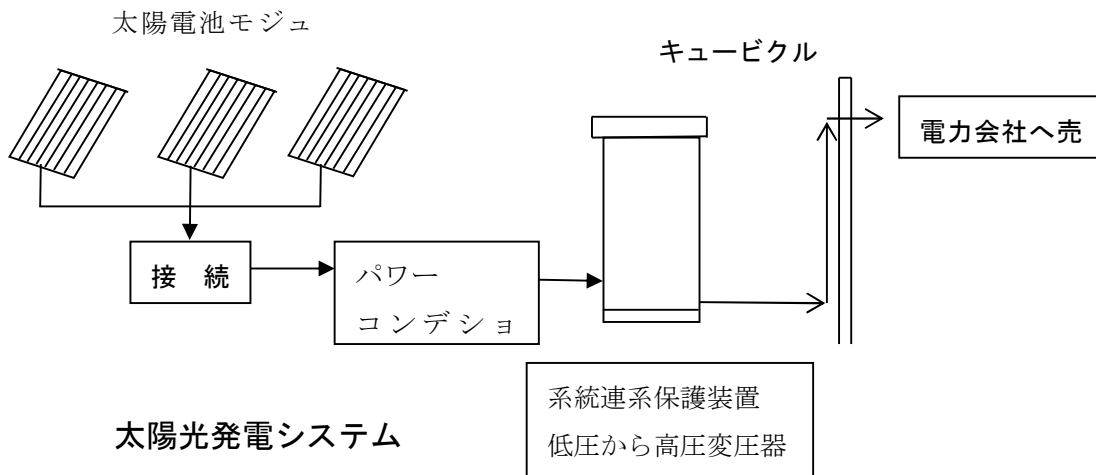
上記の発電設備を併用し効率を高めている。

## 5-1 太陽光発電

太陽光エネルギーを電気エネルギーに変換して、交流電源として取り出す発電方式である。近年特にその知識・技術を求め開発・普及しつつある。

- ① 発電原理として、一般には半導体のP・N接合部に光を当て発生させ電圧を取出す。
- ② 発生電圧は直流で、1セルあたり数V、出力は数Wと比較的少ない。  
このため、太陽光発電の基板を数多く連結させなければならない。  
発電出力は、1m<sup>2</sup>当たり150〔W〕前後であるが、これからの総合的な技術改革により更に容量アップしつつある。
- ③ 発生した直流電圧を、交流電圧に変換する装置（インバーター：逆変換装置）が必要である。
- ④ 発生した直流電力を交流電圧に変換して電気事業者（電力会社）の系統と接続（連系）させて利用する方法があるが、次の事を考慮する必要がある。
  - イ） 連系点における力率が適正である事。
  - ロ） 発電設備の異常・故障時に連系系統に波及しない様、保護継電器等を設置し系統から発電設備を速やかに切り離すことができる事。
  - ハ） 電圧、周波数の面で、他の需要家に悪影響を及ぼさない事。
- ⑤ 発生した直流電力を蓄電して、使用時交流電圧に変換して利用する方法もある。

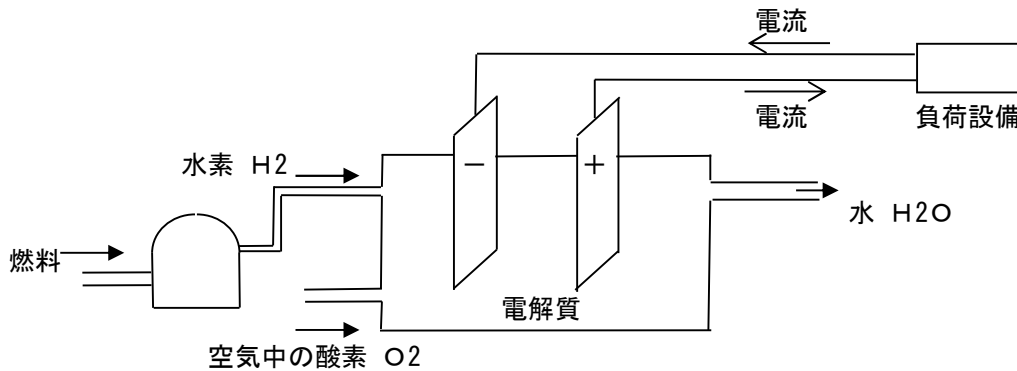
変換効率 14～19 [%] : 140～190 [W/m<sup>2</sup>]



## 5-2 燃料電池発電

### 5-2-1 燃料電池発電の基本・原理

燃料電池は、天然ガス等から取り出した水素と、空気中の酸素を化学反応させて電気を取り出す発電方式である



燃料電池発電設備 原理図

燃料電池は、水の電気分解と逆の反応を利用した方式で、燃料から取り出した水素（燃料）と空気中から取り出した酸素（酸化剤）を化学反応させて電気と水を発生させる。

### 5-2-2 燃料電池発電の展望

- ① 発電時は低騒音で、負荷の変動に対する即応性・制御性がよい。
- ② 排出物や騒音等の公害に対して環境にやさしい。
- ③ 発電効率は35～60%と高い。

- ④ 燃料電池の電解質の種類により、小規模用（家庭用）、大規模用（業務用）に大別される。
- りん酸型，固体高分子型：小型で家庭用や自動車用として、利用が期待できる。
- 熔融炭酸塩型，体電解質型：大規模用（業務用）分散型として開発が進んでいる。
- ⑤ 近年、家庭用エネルギーとして、自家発電（燃料電池）、ガス、蓄電、蓄熱等 地産（自産）・自消の傾向にあります。
- ⑥ オンサイドシステム：需要設備の近くに発電設備（太陽光発、燃料電池等）を設置し、電力会社からのエネルギー供給を受けずに配電線ロスを軽減する考え方に進みつつある。また近年は住宅業者と発電設備業者と一体となり、新設時またはリニューアル時に標準仕様となることも考えられる
- ⑦ 余剰電力は蓄電し夜間やピーク時に不足した電力を補う。蓄電池設備も近年開発し下記に列記する多様な発電方式においても蓄電可能であるため、大容量・低価格の蓄電池が期待される。とりわけリチウム電池のさらなる技術開発を待つところである。

### 5-3 水素ガス発電

#### 5-3-1 水素ガスエネルギーの展望

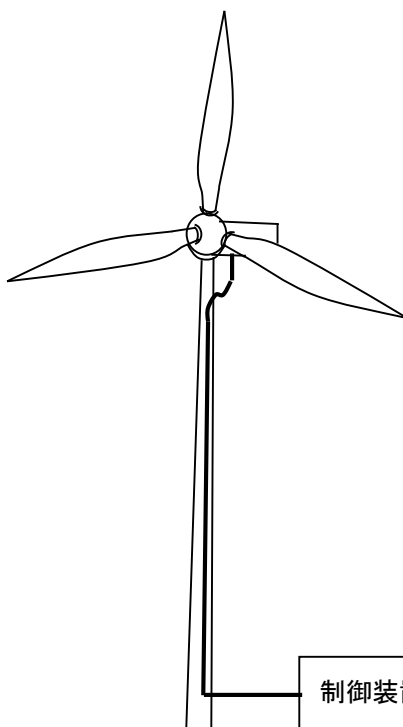
- ① 地下資源の次世代エネルギーとして、特に近年の水素エネルギーの活用として水素ガス発電設備、蓄電池設備、水素ガスエンジン搭載車等の研究開発が経産省指導の下進められています。
- 現在 自動車メーカー各社では水素ガス車を盛んに開発・実験、試乗が進められ一部メーカーで販売にこぎつけています。
- また、その関連機器や他の自動車（ホークリフト、バイク、シニアカー、電動自転車、電動車いす）、ドローン等さらにディーゼルエンジンに代わる水素発電機＋電動機等の開発が期待されます。
- ② 水素ガスの原料であるLPG等地下資源の枯渇が心配される半面、近年開発中のメタンハイドレード（通称：燃える氷）が日本近海の深海で採掘が期待されている現状次世代エネルギーとして大いに期待するところです。
- ③ 一方、蓄電設備の大容量・低廉化等周辺機器の技術開発も進められ、特に大容量化に伴う高効率化のリチウム電池の原料となるリチウム（レアメタル）の獲得・取得もこれからの国際的および技術的な課題となる。
- 業務用として又家庭用としてエネルギーの燃料電池・蓄電で自産・自消（オンサイドシステム：需要設備の近くに発電設備を設置）することにより、電力会社からの送配電ロス軽減と地球温暖化の軽減にも役立つ日が来るのも遠くないと思われる。

### 5-3-2 水素ガスエネルギーのこれからの傾向

- ④ 問題点として、次のようなことを一般に周知するには時間がかかりそうである。  
：水素ガスの運搬・貯蔵・販売等、ガスボンベ容器の安全性の確保、法改正や取扱者の知識等の習得と理解が必須となります。
- ⑤ 日本では地下資源エネルギーは100%近く外国に依存している現在、メタンハイドレードの高度な深海の採掘技術によって近く、エネルギー革命の到来をさせると言っても過言ではない。
- ⑥ 国際的・地球規模的で視野で展望すると、各国のエネルギー確保や利権競争により採掘競争され益々原油やLPGの様な地下資源燃料が高価化され等国際問題にも発展しかねないと予想される。
- ⑦ 一方、蓄電設備の大容量・低廉化等のリチウム電池や辺機器の技術開発も進められ、その結果、業務用として又家庭用としてエネルギーの燃料電池・蓄電で自産・自消となるのもそれほど遠くないと予測される。
- ⑧ さらに蓄電した電気エネルギーは、蓄電器として運搬・移動可能な固形体となり従来のような配電線や送電線がほとんど不要となる。  
ということは、電気エネルギーを遠方や外国からも搬入出来ることになる。

### 5-4 風力発電

- ① 風力発電の原理は、風のもつ運動エネルギーを電気エネルギーに変換するものである。
- ④ 自然の風力のため、風速・風向により発電出力の変動が大きい。



- ③ 水平に設置されたプロペラ軸と直結した増速機により一定の回転速度に保ち、発電機を回転・発電する。  
水平軸型風車が一般的であるが、垂直型風車もある。
- ④ プロペラ(風翼)の角度を変えて風の強弱に合わせて出力調整を行っている。
- ⑤ 自然エネルギーであるため、CO<sub>2</sub>等の排気ガスによる温室効果や大気汚染がない地球環境にやさしく、無尽蔵である。
- ⑥ 台風のような強風の時、タワー(柱)ごと折りたたんで損傷を防ぐものもある。
- ⑦ 立地条件に、風力を期待できる場所が制約される。  
日本では、風力の期待が出来る山間部の頂上や、海辺の近辺に建設されている場合が多い。
- ⑨ 風車の回転による低騒音公害が発生する。
- ⑩ プロペラの回転による鳥の犠牲があり、自然環境に配慮するところもある。

## 5-5 水力発電

### 5-5-1 エネルギーの変換

1. 物体の持つエネルギーには
  - ① 位置エネルギー ② 運動エネルギー ③ 熱エネルギー ④ 電気エネルギー 等
2. 水力発電の場合は、ダムにある水の持つ位置エネルギーを落差により、水を落下させ運動エネルギー（水車の回転力）に変える。
3. 水車の回転力を介し発電機を回転させることにより電気エネルギーを発生させる。
4. 揚水ポンプの電動機の運動エネルギーによりポンプにて水を揚水し位置エネルギーに変える。

このエネルギーの変換は理想的には全入力全出力として変換されるものであるが現実的には、電動機の場合は、機械的損失（摩擦熱の発生による損失、回転時の風損、振動、音等）や、電動機コイルの電気抵抗の発熱による損失等が発生し、入力＝出力とならない。いわゆる、損失が発生しエネルギーの変換効率は100%でない。

### 5-5-2 揚水ポンプ出力

電動機の運動エネルギーを位置エネルギーに変換するには、揚水ポンプの電動機の入力は、発電機の原理と逆である。

- ① 発電機出力  $P$  [KW] は、

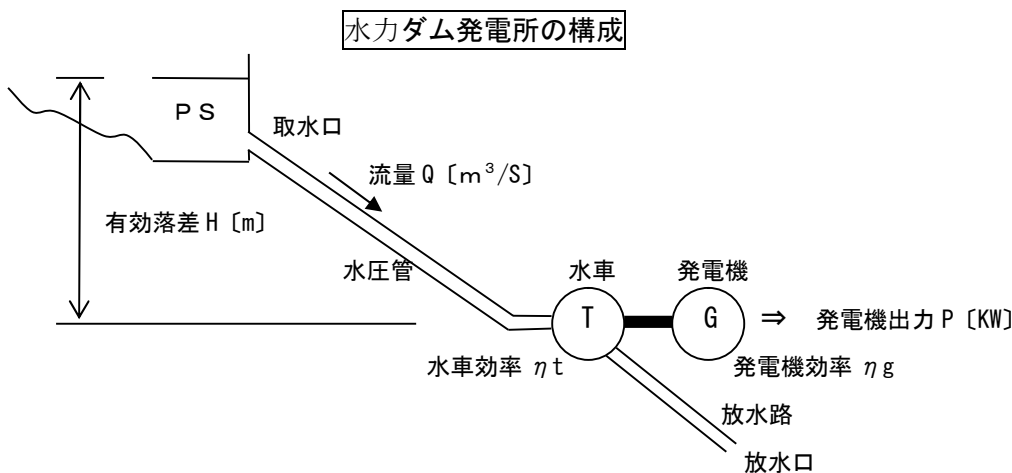
流量  $Q$  [ $\text{m}^3/\text{S}$ ]、有効落差  $H$  [m]、総合効率  $\eta$  とすると  
 発電機出力  $P = 9.8 Q H \eta$  [KW]

- ② 電動機出力  $P$  の場合は発電機出力を総合効率  $\eta$  で除したものとなる。

発電機の場合の総合効率  $\eta_G$  は  $\eta_G = \eta_t \times \eta_g$  ( $\eta_t$ : 水車効率  $\eta_g$ : 発電機効率)

電動機の場合の総合効率  $\eta_M$  は  $\eta_M = \eta_p \times \eta_m$  ( $\eta_p$ : ポンプ効率  $\eta_m$ : 電動機効率)

$$P = \frac{9.8 Q H}{\eta_p \eta_m} \text{ [KW] となる。}$$



発電機出力  $P$  [KW] は、流量  $Q$  [ $\text{m}^3/\text{S}$ ]、有効落差  $H$  [m]、総合効率  $\eta$  とすると

$$P = 9.8 Q H \eta \text{ [KW]} \quad \text{となる}$$

$$\text{総合効率 } \eta \text{ は } \eta = \eta_t \times \eta_g$$

### 水車の種類

大別すると、水圧管路の有効落差の大小により下記の3種類に分類され、それぞれの水車の構造が異なっている

高落差用	200m以上	ペルトン水車
中落差用	50~500m	フランシス水車
低落差用	数m~90m	プロペラ水車

水の経路 : 取水口  $\Rightarrow$  水圧管  $\Rightarrow$  水車  $\Rightarrow$  放水口

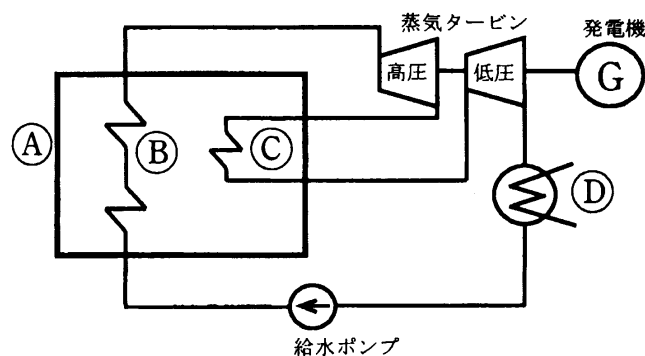
## 5-6 汽力発電 (火力発電)

次図に示す給水から発電までの熱サイクルのシステムによる種類は、3種類に分類される。

### 5-6-1 熱サイクルのシステムによる種類

- イ 再生サイクル : ボイラーで過熱しタービンへ送り一部を給水過熱器へ戻し送る再度ボイラーに給水する方式。
- ロ 再熱サイクル : 高圧蒸気タービンから戻された蒸気を再加熱器で過熱し、再びタービンへ送る。
- ハ 再生再熱サイクル : 再生サイクルと再熱サイクルを組み合わせた方式。

### 5-6-2 熱サイクルシステム中の各部門の働き



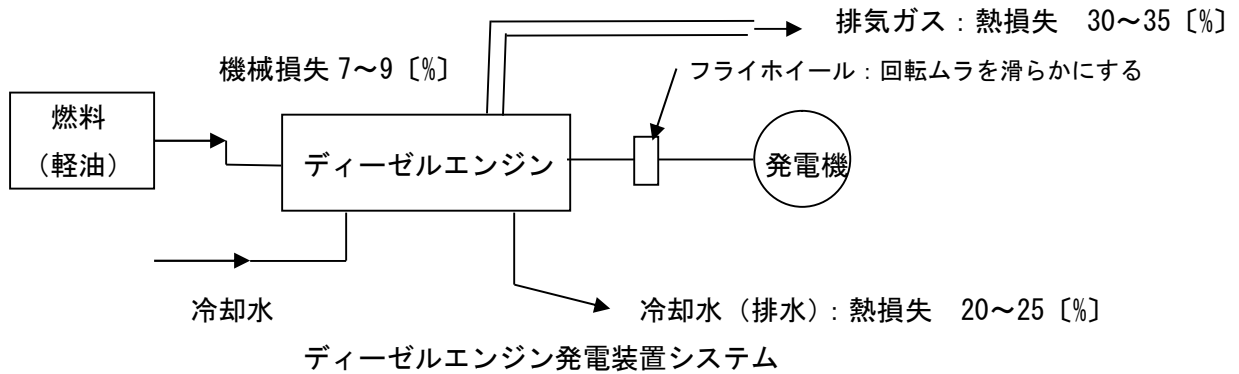
図は最も基本的な熱サイクルはランキンサイクルである。以下に各機器の役割を記す。

- ① ボイラー : 燃焼した燃料で給水ポンプから送られてきた水を蒸気に変えたり、高圧蒸気タービンから戻された蒸気を再加熱する。
- ② 過熱器 : ボイラで過熱した蒸気を更に過熱し、高温・高圧の蒸気にする。
- ③ 再熱器 : 高圧蒸気タービンから戻された蒸気を再加熱し、低圧蒸気タービンへ送る。
- ④ 復水器 : タービンから排出された蒸気を冷却し水に戻し、給水ポンプに返す。

## 5-7 ディーゼル発電

### ディーゼル機関による発電設備のシステム

(小規模発電設備として、多く用いられている。)



### ディーゼル発電機の動作工程

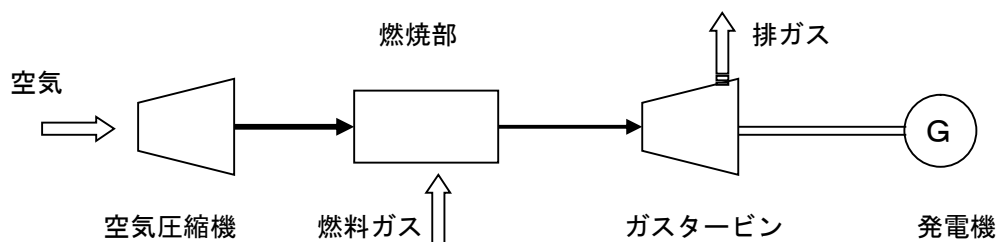
- ① 吸気工程 : 吸気弁を開きシリンダ内に空気を吸入する。
- ② 圧縮工程 : シリンダ内に吸入した空気を圧縮し高温・高圧にする。
- ③ 爆発工程 : 燃料を噴霧状にして、シリンダ内へ噴射し爆発的に燃焼させる。
- ④ 排気工程 : 排気弁を開いて燃焼ガスを排気する。

上記①から④の4工程を経て、クランクを回転させる。回転速度はピストンの往復運動を回転力に変換するものであるが、回転むらがあるためクランク軸にはずみ車（フライホイール）を直結してこれを滑らかにさせる。

- ◎ ビルや工場等の非常用予備発電機として一般に用いられている。
- ◎ 燃料に軽油を一般的に使用するため排気ガスの規制がある。
- ◎ 騒音と振動が伴うのでその対策が必要となる。
- ◎ エンジンが相当過熱するので冷却装置（冷却水、送排風機等）の施設を伴う。

## 5-8 ガスタービン発電

### システムの構成



- ① 空気を圧縮し燃料部へ送り、燃料ガスを吹き込むとガスが燃焼する。
- ② 高温・高圧となった燃焼ガスをガスタービンへ送り発電機を回転させる。

特徴（ディーゼル発電機と比較）

- ① 冷却水が不要
- ② 振動が少ない。
- ③ 設備設置面積が小さい。
- ④ 発電効率が低い
- ⑤ 空気及び排ガスの給排気装置が大きい。