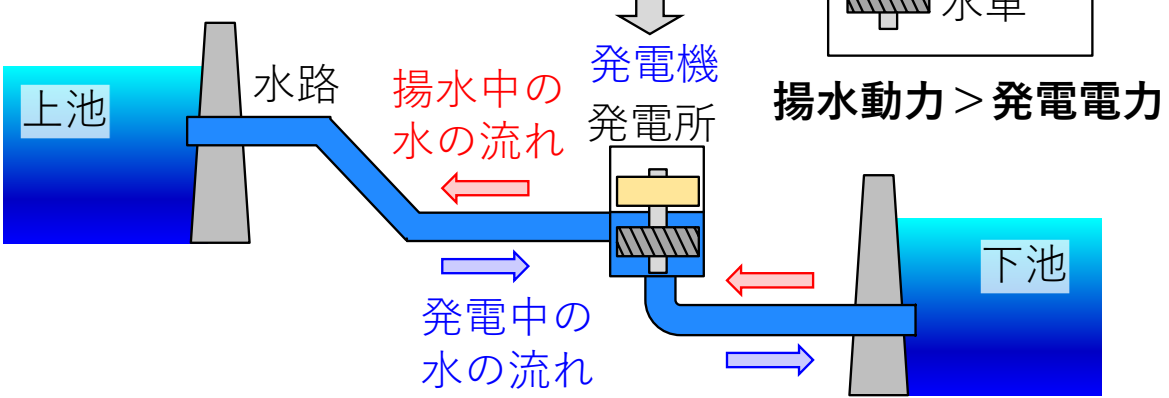


水力発電 (4) - 1 《揚水発電》

■揚水発電とは



■揚水発電の役割： 昼夜電力需要の平準化、瞬動予備力

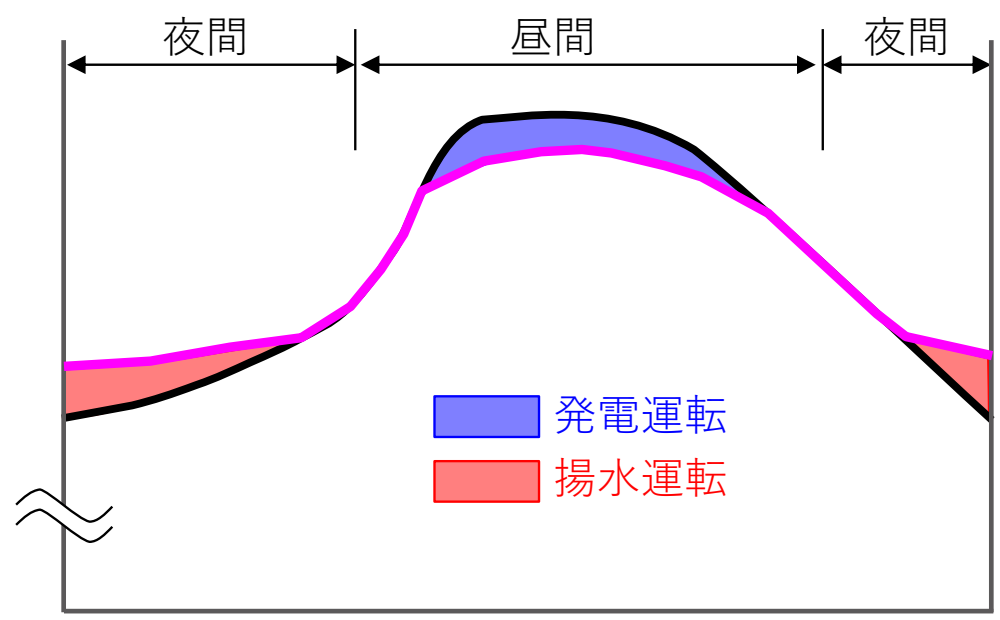
- ・ 電力需要が多いとき ⇒ 発電運転 (発電機) (昼間のピーク時)
- ・ 電力需要が少ないとき ⇒ 揚水運転 (電動機) (夜間のオフピーク時)

■揚水発電の種類

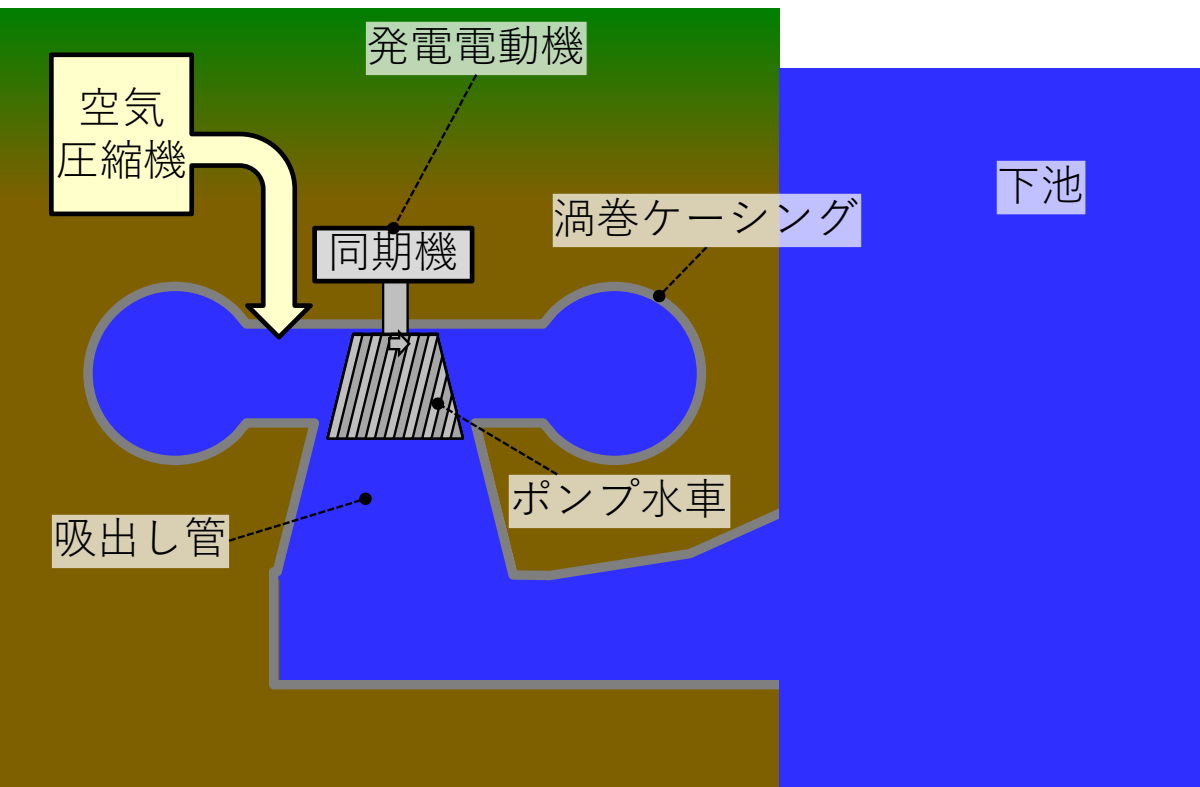
- 混合揚水：上池に河川の流入あり
- 純揚水：上池の河川の流入なし

- 別置式：ポンプと水車を別置きで設置 (電動機と発電機も個別)
- タンデム式：ポンプと水車を同一軸上に設置して発電電動機に直結。発電・揚水で同回転方向
- ポンプ水車式：ポンプ水車を発電電動機に直結。発電・揚水で逆回転方向。現在の主流方式

— 揚水発電無しでの必要発電量
 — 揚水発電有りでの必要発電量



水力発電（４）－２ 《揚水運転（ポンプ）の始動方法》



ポンプ始動時

- ① 圧縮空気でランナ周辺の水を押し下げる。
- ② 同期電動機として回転始動する。

〈始動方法〉

- ・ 自己始動法（誘導電動機始動法）
制動巻線を誘導電動機のかご導体に見立てて誘導電動機と同じ原理で自己始動。
機器構成がシンプルで安価だが、始動電流が大きく系統に与える影響が大きい。
- ・ 同期始動法
始動用同期発電機と始動時から電氣的に接続しておき、徐々に定格回転数まで昇速。
高価で保守が大変だが、始動電流が小さく系統に与える影響が小さい。
- ・ サイリスタ始動法
サイリスタ変換器で電源周波数を可変として徐々に定格周波数まで昇速。
高価だが保守は容易。系統に与える影響が小さく電力回生も可能だが高周波対策が必要。

- ③ 圧縮空気を抜いて揚水運転開始

水力発電（４）－３ 《揚水発電における技術》

■高揚程化技術

背景　：高揚程化によって使用水量を低減でき、発電所建設費を低減できる。

問題点：高揚程化するほど、高圧・高流速・高回転の厳しい運転条件が要求される。
キャビテーション・振動・機械的強度などが課題となる。

対応　：材料の進歩、製作技術の進歩、コンピュータシミュレーションによる解析技術の進歩による課題克服。

■可変速揚水技術

背景　：夜間オフピーク時の周波数調整力の確保が課題。

問題点：従来の定速機の場合、揚水運転時は消費電力を調整できず、周波数調整に利用できない。

対応　：揚水発電を可変速とすることで揚水運転中の消費電力を調整可能とする。

原理　：回転子への励磁電流を周波数可変の三相交流として、円筒形回転子に三相巻線を施すことで、回転子の機械的な回転速度 n_s に加えて、回転子から発生する回転磁界の回転速度 n_2 を加えた $n_s + n_2$ の回転磁界が発生する。これに対して固定子から発生する回転磁界の回転速度 n_1 が同期する。

※ $n_1 = n_s + n_2 \Rightarrow$ 回転子の機械的な回転速度： $n_s = n_1$ (固定) $- n_2$ (可変)

■海水揚水発電

背景　：揚水発電所立地として河川利用に適した場所は限られている。海水利用に適した場所は多い。

問題点：海水による腐食進行が早い。上池からの海水漏洩・飛散。水路への海生生物付着。

対応　：特殊ステンレス鋼など耐腐食材料採用、電気防食の実施。遮水シートによる漏洩防止、など。