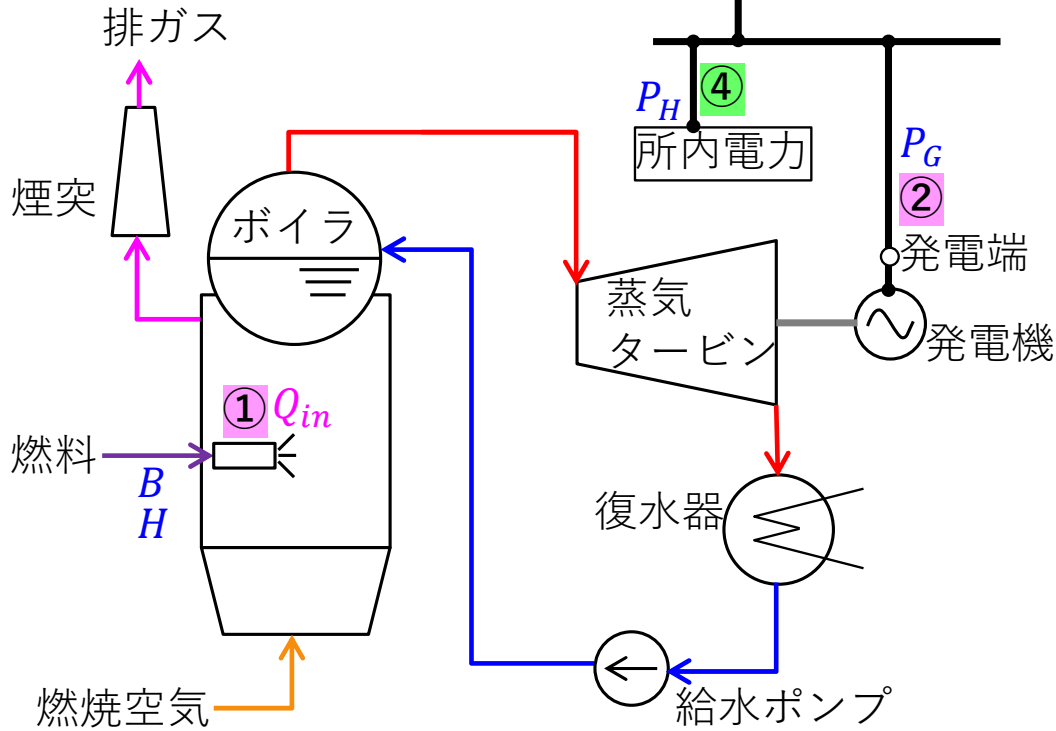


火力発電 (5) - 1 《発電端/送電端熱効率》

効率	概数
η_{Gout}	0.38~0.43
η_{Sout}	0.35~0.41
α	0.03~0.07



燃料消費量[kg/h] : B 燃料の発熱量[kJ/kg] : H

ボイラ入力熱量[kJ/h] : $Q_{in} = BH \dots$ ①

発電電力量[kWh/h] : $P_G \dots$ ②

送電電力[kWh/h] : $P_S = P_G - P_H \dots$ ③

所内電力量[kWh/h] : $P_H \dots$ ④

発電端熱効率[p.u.] : $\eta_{Gout} = \frac{3600P_G}{Q_{in}} \times 1[\text{kWh}] = 3600[\text{kJ}]$
 出力② / 入力①

送電端熱効率[p.u.] : $\eta_{Sout} = \frac{3600P_S}{Q_{in}} = \frac{3600(P_G - P_H)}{BH}$
 出力③ / 入力①
 $= \frac{3600P_G(1 - \alpha)}{BH}$

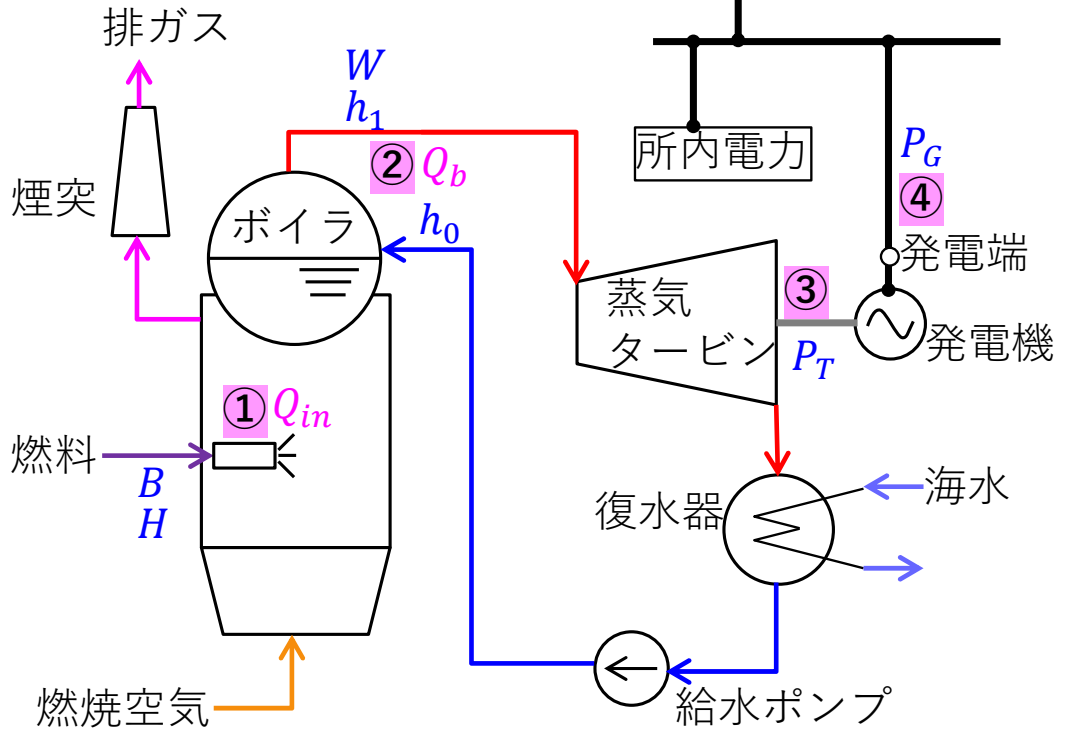
所内比率[p.u.] : $\alpha = \frac{P_H}{P_G}$

熱消費率[kJ/kWh] : σ_{PS}, σ_{PG}
 1[kWh]当りに必要な熱量

(送電端) $\sigma_{PS} = \frac{Q_{in}}{P_S} = \frac{3600}{\eta_{Sout}}$ (発電端) $\sigma_{PG} = \frac{Q_{in}}{P_G} = \frac{3600}{\eta_{Gout}}$

火力発電 (5) - 2 《ボイラ/タービン室/発電機効率》

効率	概数
η_b	0.86~0.91
η_{tc}	0.37~0.45
η_g	0.98~0.99



燃料消費量[kg/h] : B 燃料の発熱量[kJ/kg] : H

ボイラ入力熱量[kJ/h] : $Q_{in} = BH \dots$ ①

蒸気流量[kg/h] : W 蒸気の比エンタルピー[kJ/kg] : h_1

給水の比エンタルピー[kJ/kg] : h_0

ボイラが蒸気に与えた熱量[kJ/h] : $Q_b = W(h_1 - h_0) \dots$ ②

ボイラ効率[p.u.] : $\eta_b = \frac{Q_b}{Q_{in}}$
出力② / 入力①

タービン軸動力[kWh/h] : $P_T \dots$ ③

タービン室効率[p.u.] : $\eta_{tc} = \frac{3600P_T}{Q_b}$ ※復水器損失も含んだ効率
出力③ / 入力②

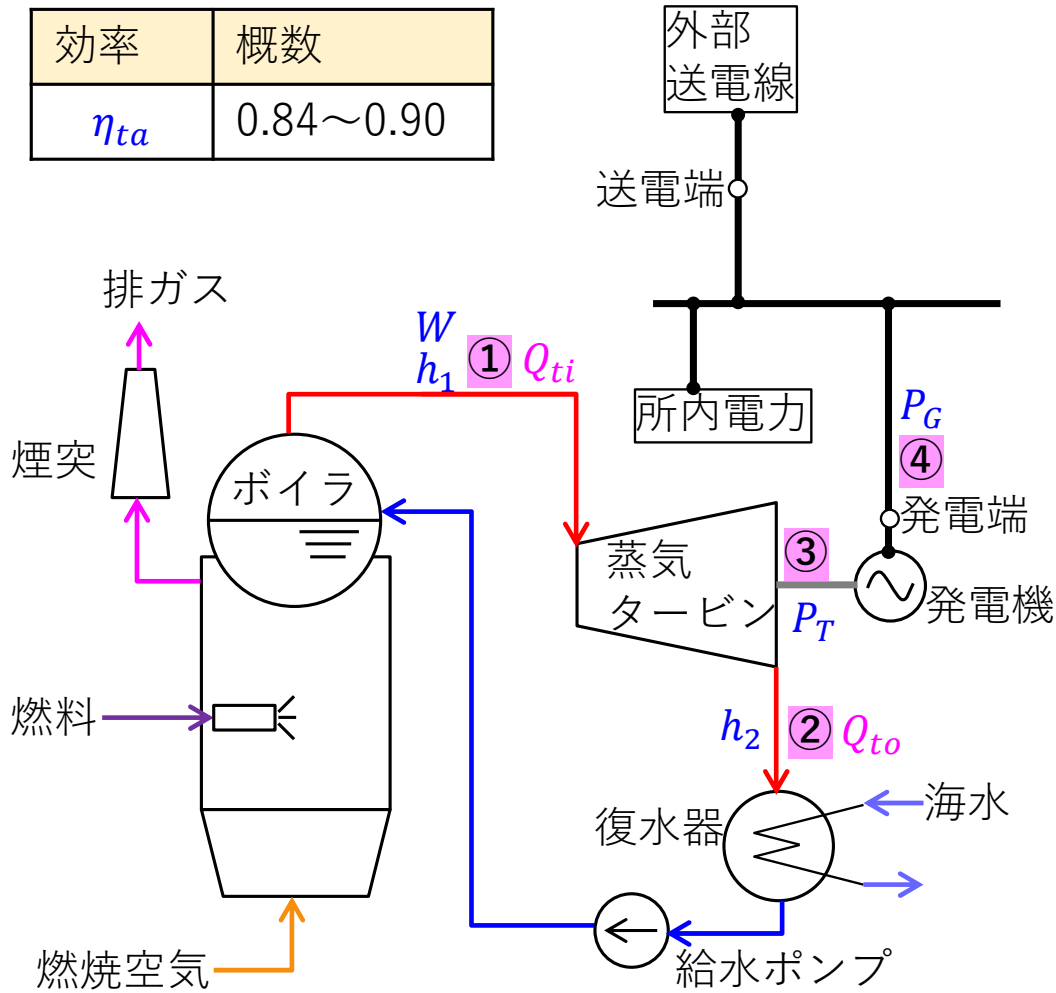
発電電力量[kWh/h] : $P_G \dots$ ④

発電機効率[p.u.] : $\eta_g = \frac{P_G}{P_T}$
出力④ / 入力③

発電端熱効率[p.u.] : $\eta_{Gout} = \frac{3600P_G}{Q_{in}} = \eta_b \cdot \eta_{tc} \cdot \eta_g$
出力④ / 入力①

火力発電 (5) - 3 《タービン効率》

効率	概数
η_{ta}	0.84~0.90



タービン入口蒸気) 流量[kg/h] : W エンタルピー[kJ/kg] : h_1

保有熱量[kJ/h] : $Q_{ti} = Wh_1 \dots$ ①

タービン排気) エンタルピー[kJ/kg] : h_2

保有熱量[kJ/h] : $Q_{to} = Wh_2 \dots$ ②

蒸気タービンに与えた熱量[kJ/h] : $Q_{ti} - Q_{to} = W(h_1 - h_2)$
(タービン熱落差)

タービン熱落差(理論仕事)のうち、タービン損失(摩擦損や蒸気漏れ損失)が失われ、残りがタービン軸動力となる。

タービン軸動力[kWh/h] : $P_T \dots$ ③

タービン効率[p.u.] : $\eta_t = \frac{\text{蒸気タービン軸動力}}{\text{タービン熱落差}}$

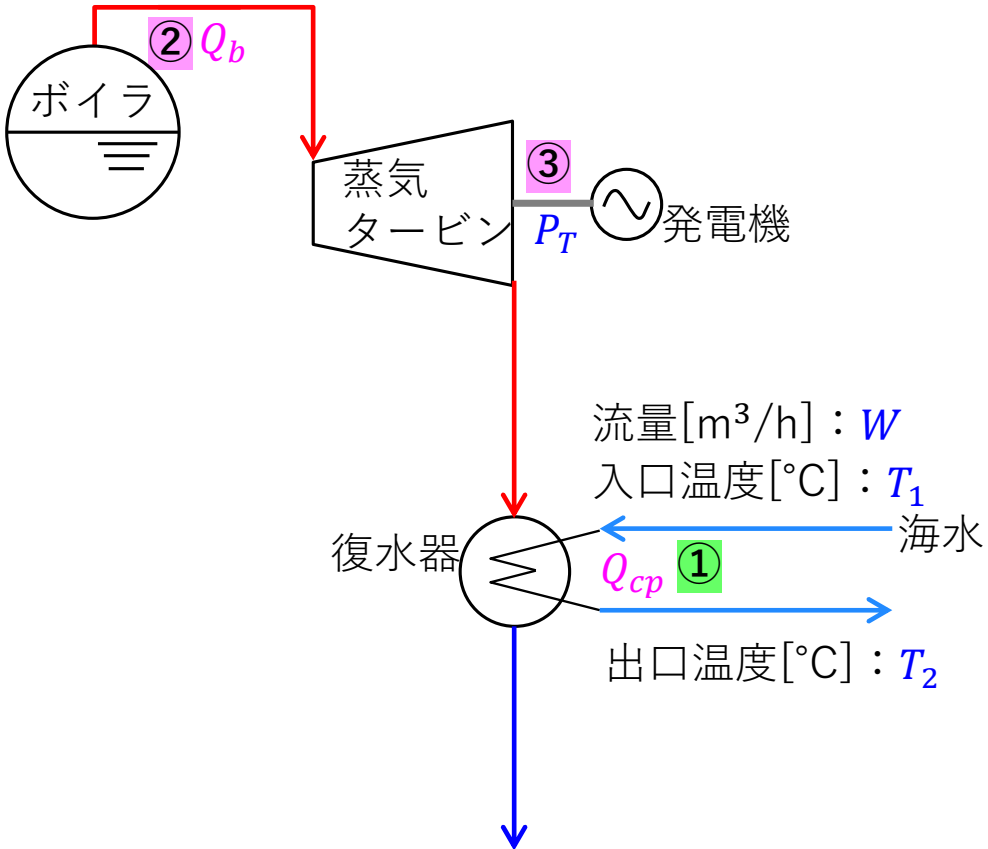
※タービン単体の効率

$$= \frac{3600P_T}{W(h_1 - h_2)}$$

発電電力量[kWh/h] : $P_G \dots$ ④

タービン熱消費率[kJ/kWh] : $\sigma_T = \frac{Q_{ti}}{P_G}$

火力発電 (5) - 4 《復水器損失》



海水密度[kg/m³] : ρ

海水比熱[kJ/(kg·°C)] : c

海水が持ち去った熱量[kJ/h] : Q_{cp} ... ① ※復水器損失

$$Q_{cp} = W \times \rho \times c \times (T_2 - T_1)$$

[kJ/h]
[m³/h]
[kg/m³]
[kJ/(kg·°C)]
[°C]

ボイラが蒸気に与えた熱量[kJ/h] : Q_b ... ②

タービン軸動力[kWh/h] : P_T ... ③

$$Q_b = 3600P_T + Q_{cp}$$

タービン室効率[p.u.] : $\eta_{tc} = \frac{3600P_T}{Q_b}$

$$= \frac{3600P_T}{3600P_T + Q_{cp}} = \frac{\text{出力}}{\text{出力} + \text{損失}}$$

火力発電（5）付録 《発電効率に関わる熱力学用語の意味》

温度[K]：物体の冷熱の度合い。物質を構成する原子や分子の運動の激しさを表す。
物質内の全ての原子や分子の運動が止まる温度が絶対零度（0[K]）

圧力[Pa]：物体内部から表面方向に向かって垂直に押す力。
物質を構成する原子や分子の運動が物質表面を押し広げる力を表す。

発熱量[J]：物体が燃焼によって得られる熱エネルギーの量

高位発熱量[J/kg]：1kg（単位質量当り）の燃料がもつ発熱量

低位発熱量[J/kg]：高位発熱量から燃焼したときに発生する水が蒸発するときに要する潜熱を除いた発熱量。
潜熱はボイラ出力に寄与しないので、一般的に効率計算の発熱量は低位発熱量を示す。

エンタルピー[J]：物体が持つエネルギーの総量を示す状態量。
物体が外部に仕事をしたり熱を放出するとエンタルピーは減少し、
外部から仕事を受けたり吸熱するとエンタルピーは増大する。

比エンタルピー[J/kg]：1kg（単位質量当り）の物質がもつエネルギーの総量。

エントロピー[J/K]：温度 T [K]の下、熱量の変化 dQ [J]を温度 T [K]で除した量。
エントロピーの増加 ds [J/K] $ds = \frac{dQ}{T}$

断熱→変化なし
加熱(受熱)→増
冷却(放熱)→減

比熱 c [J/kg·°C]：質量 1 [kg]の物体を1 [°C]上昇させるのに必要な熱量。