

電験どうでしょう管理人
KWG presents

電験オンライン塾

第4回 電力計算I (燃料と電力、効率)

2022.05.28 Sat

電力量 [kW · h] とエネルギー [kJ]

$$\text{電力 [J/s]} \times \text{時間 (秒) [s]} = \text{エネルギー [J]}$$

$$\text{電力 [W]} \times \text{時間 (時) [h]} = \text{電力量 [W · h]}$$

エネルギー、電力量どちらも同じ意味の物理量

他の例) 体積: [l], [cm³], [cc]

$$\text{電力量 [W · h]} \times 3600 = \text{エネルギー [J]}$$

1時間 → 3600 秒

例) 出力 100 kW の発電機を 1 日稼働して
得られるエネルギーと電力量

$$100 \text{ kW} \times 24 \text{ h} = 2400 \text{ kW · h}$$

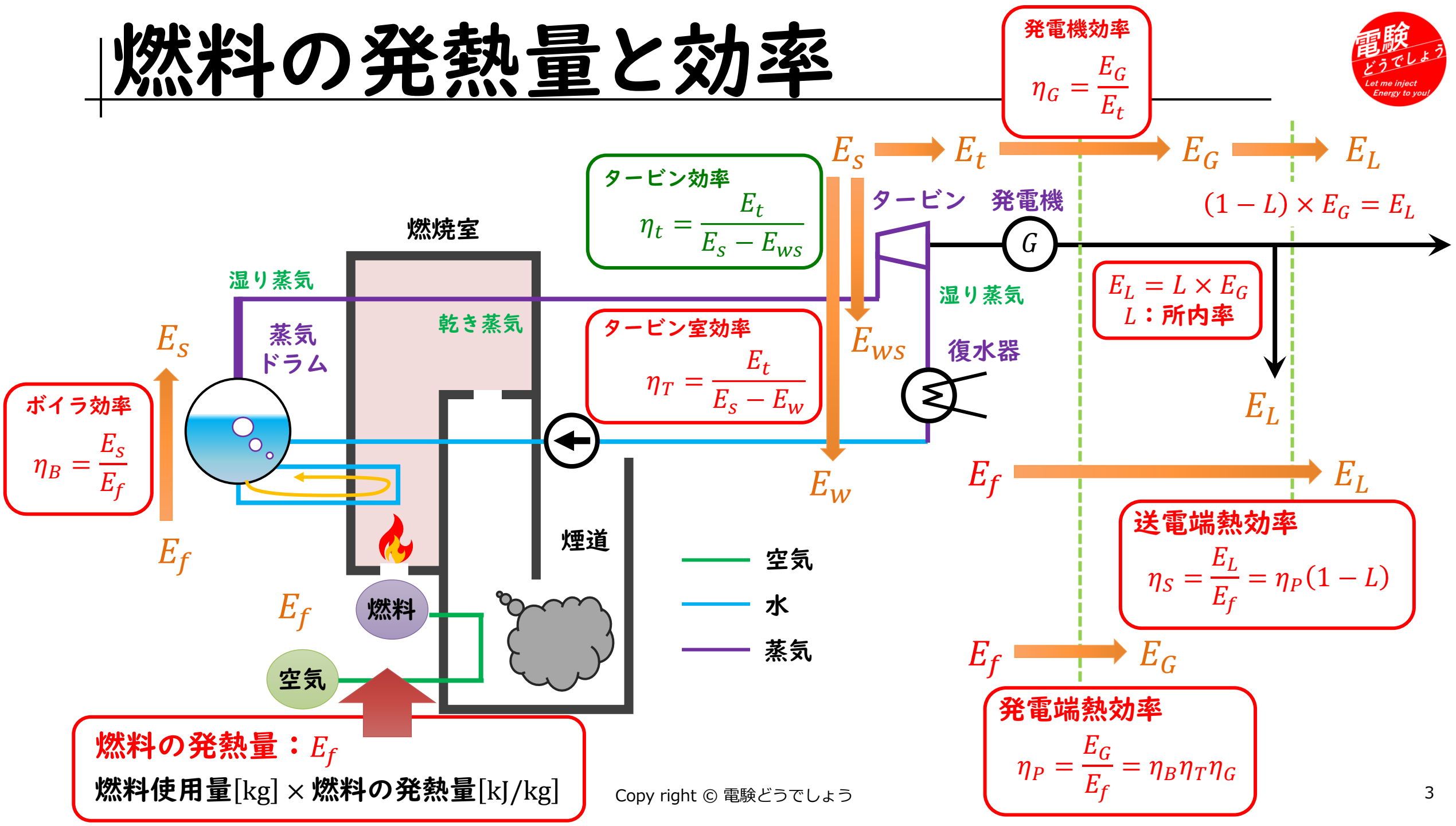
$$100 \text{ kW} \times 24 \text{ h} \times 3600 = 8,640,000 \text{ kJ} \\ = 8.64 \text{ GJ}$$

火力発電所の燃料と出力の関係

$$\text{発電所の出力 [kW · h]} \times = \frac{\text{燃料 [kJ]}}{3600} \times \text{効率}$$

$$10^3 \rightarrow 1 \text{ k (キロ)} \quad \left. \begin{array}{l} \curvearrowright \\ \curvearrowright \end{array} \right\} \times 1000 \\ 10^6 \rightarrow 1 \text{ M (メガ)} \\ 10^9 \rightarrow 1 \text{ G (ギガ)}$$

燃料の発熱量と効率



R03 問15

問 15 ある火力発電所にて、定格出力 350 MW の発電機が下表に示すような運転を行ったとき、次の (a) 及び (b) の間に答えよ。ただし、所内率は 2 % とする。

発電機の運転状態

時刻	発電機出力 [MW]
0 時～7 時	130
7 時～12 時	350
12 時～13 時	200
13 時～20 時	350
20 時～24 時	130

(a) 0 時から 24 時の間の送電端電力量の値 [MW・h] として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

- (1) 4 660 (2) 5 710 (3) 5 830 (4) 5 950 (5) 8 230

(b) 0 時から 24 時の間に発熱量 54.70 MJ/kg の LNG (液化天然ガス) を 770 t 消費したとすると、この間の発電端熱効率の値 [%] として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

- (1) 44 (2) 46 (3) 48 (4) 50 (5) 52

R03 問15

問15 ある火力発電所にて、定格出力 350 MW の発電機が下表に示すような運転を行ったとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。ただし、所内率は2%とする。

発電機の運転状態

時刻	発電機出力 [MW]
0時～7時	130
7時～12時	350
12時～13時	200
13時～20時	350
20時～24時	130

電力量 [MW・h]

$$130 \times 7 = 910$$

$$350 \times 5 = 1750$$

$$200 \times 1 = 200$$

$$350 \times 7 = 2450$$

$$130 \times 4 = 520$$

合計 5830 MW・h

(a) 0時から24時の間の送電端電力量の値[MW・h]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 4660 (2) 5710 (3) 5830 (4) 5950 (5) 8230

(b) 0時から24時の間に発熱量 54.70 MJ/kg の LNG (液化天然ガス) を 770 t 消費したとすると、この間の発電端熱効率の値[%]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 44 (2) 46 (3) 48 (4) 50 (5) 52

(a)

$$\text{送電端電力量} = \text{発電端電力量} \times (1 - \text{所内率})$$

$$5830 \times (1 - 0.02) = 5713 \text{ MW} \cdot \text{h}$$

(b)

発電端電力量[kW・h]

$$= \text{燃料使用量}[\text{kg}] \times \frac{\text{燃料の発熱量}[\text{kJ}/\text{kg}]}{3600} \times \text{熱効率} \eta$$

$$5830 \times 10^3 = 770 \times 10^3 \times \frac{54.71 \times 10^3}{3600} \times \eta$$

$$\eta = \frac{5830 \times 10^3 \times 3600}{770 \times 10^3 \times 54.70 \times 10^3} = 0.498$$

$$\therefore \eta = 50 \%$$

H24 問15

問15 定格出力 300 [MW] の石炭火力発電所について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 定格出力で 30 日間連続運転したときの送電端電力量 [MW・h] の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。
ただし、所内率は 5 [%] とする。

- (1) 184 000 (2) 194 000 (3) 205 000 (4) 216 000 (5) 227 000

(b) 1 日の間に下表に示すような運転を行ったとき、発熱量 28 000 [kJ/kg] の石炭を 1 700 [t] 消費した。この 1 日の間の発電端熱効率 [%] の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

1 日の運転内容

時刻	発電端出力 [MW]
0 時～ 8 時	150
8 時～ 13 時	240
13 時～ 20 時	300
20 時～ 24 時	150

- (1) 37.0 (2) 38.5 (3) 40.0 (4) 41.5 (5) 43.0

導出のポイント

問15 定格出力 300 [MW] の石炭火力発電所について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 定格出力で 30 日間連続運転したときの送電端電力量 [MW・h] の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。
ただし、所内率は 5 [%] とする。

- (1) 184 000 (2) 194 000 (3) 205 000 (4) 216 000 (5) 227 000

(b) 1 日の間に下表に示すような運転を行ったとき、発熱量 28 000 [kJ/kg] の石炭を 1 700 [t] 消費した。この 1 日の間の発電端熱効率 [%] の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

1 日の運転内容

時刻	発電端出力 [MW]	電力量 [MW・h]
0 時～ 8 時	150	$150 \times 8 = 1200$
8 時～ 13 時	240	$240 \times 5 = 1200$
13 時～ 20 時	300	$300 \times 7 = 2100$
20 時～ 24 時	150	$150 \times 4 = 600$

合計 5100 MW・h

- (1) 37.0 (2) 38.5 (3) 40.0 (4) 41.5 (5) 43.0

(a)
送電端電力量 = $300 \text{ MW} \times 24 \text{ h} \times 30 \text{ day} \times (1 - 0.05)$
= 205200 MW・h

(b)
発電端電力量[kW・h]
= 燃料使用量[kg] $\times \frac{\text{燃料の発熱量[kJ/kg]}}{3600} \times \text{熱効率 } \eta$

$$5100 \times 10^3 \text{ kW} \cdot \text{h} = 1700 \times 10^3 \times \frac{28000}{3600} \times \eta$$

$$\eta = \frac{5100 \times 10^3 \times 3600}{1700 \times 10^3 \times 28000} = 0.386$$

H24 問15

問15 定格出力 300 [MW] の石炭火力発電所について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 定格出力で 30 日間連続運転したときの送電端電力量 [MW・h] の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。
ただし、所内率は 5 [%] とする。

- (1) 184 000 (2) 194 000 (3) 205 000 (4) 216 000 (5) 227 000

(b) 1 日の間に下表に示すような運転を行ったとき、発熱量 28 000 [kJ/kg] の石炭を 1 700 [t] 消費した。この 1 日の間の発電端熱効率 [%] の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

1 日の運転内容

時刻	発電端出力 [MW]
0 時～ 8 時	150
8 時～ 13 時	240
13 時～ 20 時	300
20 時～ 24 時	150

- (1) 37.0 (2) 38.5 (3) 40.0 (4) 41.5 (5) 43.0

H22 問15

問15 最大発電電力 600 [MW] の石炭火力発電所がある。石炭の発熱量を 26 400 [kJ/kg] として、次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 日負荷率 95.0 [%] で 24 時間運転したとき、石炭の消費量は 4 400 [t] であった。発電端熱効率 [%] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

なお、日負荷率 [%] = $\frac{\text{平均発電電力}}{\text{最大発電電力}} \times 100$ とする。

- (1) 37.9 (2) 40.2 (3) 42.4 (4) 44.6 (5) 46.9

(b) タービン効率 45.0 [%] , 発電機効率 99.0 [%] , 所内比率 3.00 [%] とすると、発電端効率が 40.0 [%] のときのボイラ効率 [%] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 40.4 (2) 73.5 (3) 87.1 (4) 89.8 (5) 92.5

導出のポイント

問15 最大発電電力 600 [MW] の石炭火力発電所がある。石炭の発熱量を 26 400 [kJ/kg] とし、次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 日負荷率 95.0 [%] で 24 時間運転したとき、石炭の消費量は 4 400 [t] であった。発電端熱効率 [%] の値として、最も近いのは次のうちどれか。
 なお、日負荷率 [%] = $\frac{\text{平均発電電力}}{\text{最大発電電力}} \times 100$ とする。

- (1) 37.9 (2) 40.2 (3) 42.4 (4) 44.6 (5) 46.9

(b) タービン効率 45.0 [%] , 発電機効率 99.0 [%] , 所内比率 3.00 [%] とすると、発電端効率が 40.0 [%] のときのボイラ効率 [%] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 40.4 (2) 73.5 (3) 87.1 (4) 89.8 (5) 92.5

(a)
平均発電電力 = (日負荷率) × (最大発電電力)

$$\begin{aligned} \text{発電端電力量 [kW} \cdot \text{h]} \\ = \text{燃料使用量 [kg]} \times \frac{\text{燃料の発熱量 [kJ/kg]}}{3600} \times \text{熱効率 } \eta \end{aligned}$$

$$0.95 \times 600 \times 10^3 \times 24 \text{ [kW} \cdot \text{h]} = 4400 \times 10^3 \times \frac{26400}{3600} \times \eta$$

$$\eta = \frac{0.95 \times 600 \times 10^3 \times 24 \times 3600}{4400 \times 10^3 \times 26400} = 0.424$$

(b)
 $\eta = (\text{ボイラ効率}) \times (\text{タービン効率}) \times (\text{発電機効率})$

$$\eta = \eta_B \eta_T \eta_G \rightarrow 0.40 = \eta_B \times 0.45 \times 0.99$$

$$\eta_B = \frac{0.40}{0.45 \times 0.99} = 0.898$$

H22 問15

問15 最大発電電力 600 [MW] の石炭火力発電所がある。石炭の発熱量を 26 400 [kJ/kg] として、次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 日負荷率 95.0 [%] で 24 時間運転したとき、石炭の消費量は 4 400 [t] であった。発電端熱効率 [%] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

なお、日負荷率 [%] = $\frac{\text{平均発電電力}}{\text{最大発電電力}} \times 100$ とする。

- (1) 37.9 (2) 40.2 (3) 42.4 (4) 44.6 (5) 46.9

(b) タービン効率 45.0 [%] ， 発電機効率 99.0 [%] ， 所内比率 3.00 [%] とすると、発電端効率が 40.0 [%] のときのボイラ効率 [%] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 40.4 (2) 73.5 (3) 87.1 (4) 89.8 (5) 92.5

H27 問3

問3 定格出力 10 000 kW の重油燃焼の汽力発電所がある。この発電所が 30 日間連続運転し、そのときの重油使用量は 1 100 t、送電端電力量は 5 000 MW・h であった。この汽力発電所のボイラ効率の値 [%] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

なお、重油の発熱量は 44 000 kJ/kg、タービン室効率は 47 %、発電機効率は 98 %、所内率は 5 %とする。

- (1) 51 (2) 77 (3) 80 (4) 85 (5) 95

H27 問3

問3 定格出力 10 000 kW の重油燃焼の汽力発電所がある。この発電所が 30 日間連続運転し、そのときの重油使用量は 1 100 t、送電端電力量は 5 000 MW・h であった。この汽力発電所のボイラ効率の値 [%] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

なお、重油の発熱量は 44 000 kJ/kg、タービン室効率は 47 %、発電機効率は 98 %、所内率は 5 %とする。

- (1) 51 (2) 77 (3) 80 (4) 85 (5) 95

$$\text{送電端電力量}[\text{kW} \cdot \text{h}] = \text{燃料使用量}[\text{kg}] \times \frac{\text{燃料の発熱量}[\text{kJ}/\text{kg}]}{3600} \times \text{送電端熱効率} \eta$$

$$5000 \times 10^3 \text{ kW} \cdot \text{h} = 1100 \times 10^3 \times \frac{44000}{3600} \times \eta$$

$$\eta = \frac{5000 \times 10^3 \times 3600}{1100 \times 10^3 \times 44000} = 0.372$$

$$\text{送電端熱効率} \eta = \text{ボイラ効率} \eta_B \times \text{タービン室効率} \eta_T \times \text{発電機効率} \eta_G \times (1 - \text{所内率} L)$$

$$\eta = \eta_B \eta_T \eta_G (1 - L)$$

$$\eta_B = \frac{\eta}{\eta_T \eta_G (1 - L)} = \frac{0.372}{0.47 \times 0.98 \times (1 - 0.05)} = 0.85$$

$$\therefore \eta_B = 85 \%$$

ご聴講ありがとうございました
ございました!!