

削減対策事例集(産業部門)

※本事例集では、例として都市ガスの熱量換算係数を $0.0411\text{GJ}/\text{m}^3$ として計算していますが、実際の計算に当たっては、当該事業所で使用している都市ガスの熱量換算係数を使用してください(東京ガス供給の都市ガスの熱量換算係数は平成 18 年 2 月 20 日以前は $0.046\text{GJ}/\text{m}^3$ 、平成 18 年 2 月 21 日以降の熱量は $0.045\text{GJ}/\text{m}^3$ です)。

削減対策事例集について

1. 削減対策事例集の地球温暖化対策計画書制度での位置づけ

削減対策事例集は、計画書提出事業者が計画書の作成にあたって行う「削減対策の選定」及び「削減効果の算定」等の作業を支援するツールのひとつであり、東京都地球温暖化対策指針（以下、「指針」という。）第2（1）において次のような主旨で定義されている。

[指針での定義]

「削減対策の削減量を算定するための要素（削減対策の対象となる設備等の規模、稼働時間及びエネルギー変換効率）の値を決定するにあたって参考とするもので、削減対策の概要及び、削減対策の削減量の算出方法等の事例について知事が別に示すもの」

2. 使用方法

計画書提出事業者が、点検表及びメニュー集（別の支援ツール）により、自らの事業所において「取組むべき」と判断した削減対策の削減効果の見込み（削減量・削減率）を算出するときに、その削減対策に対応した対策事例を本事例集で参照し、記載されている各数値や計算式を参考にする。

また、「実施上の留意点」の記述内容を自らの事業所について検証し、削減対策の対策レベルの判別や、対策実施の可否についての検討材料とする。

3. 各項目の説明（主なもの）

[分類]

指針別表第4の分類に対応している。

[削減対策の概要]

[現状]

削減対策の対象となる設備・機器の、削減対策に関わる現状について記述している。

[実施上の留意点]

主に、削減対策を実施することによって、温室効果ガス削減以外の影響が生じうる事柄（いわば副作用）について記述している。

基本対策 (運用対策)	大分類	32	ボイラー、工業炉、蒸気系統、熱交換器等																
	中分類	01	燃料の燃焼の合理化に関する措置																
	細分類	01	空気比の管理																
削減対策名	貫流ボイラの空気比改善																		
<p>〔削減対策の概要〕</p> <p><現状> 3基のボイラの空気比が1.3~1.4である。</p> <p><対策の概要> 燃料は都市ガスであり、蒸発量は5t以上10t未満であるため、省エネ法エネルギーの使用の合理化に係わる事業者の判断の基準、別表第1(A) [ボイラに関する基準空気比] に記載された基準値である(気体燃料)1.2~1.3以内で管理するべきである。</p> <p><実施上の留意点> 燃焼状況が良好であること。</p>																			
<p>〔削減対策の効果〕</p> <p><削減対策によるエネルギー削減量及び削減額> (詳細補足資料参照)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ボイラ No</th> <th>削減都市ガス量 (千m³_N/年)</th> <th>削減金額 (千円/年)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No. 1</td> <td>2.55</td> <td>144</td> </tr> <tr> <td>No. 2</td> <td>0.70</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>No. 3</td> <td>1.13</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>4.38</td> <td>248</td> </tr> </tbody> </table> <p>省エネ量 4.38千m³_N/年\div4.38千m³/年として、4.38千m³_N/年\times41.1GJ/千m³=180GJ/年 (原油換算) 4.38千m³_N/年\div4.38千m³/年\times1.06kL/千m³=4.6kL/年</p>					ボイラ No	削減都市ガス量 (千m ³ _N /年)	削減金額 (千円/年)	No. 1	2.55	144	No. 2	0.70	40	No. 3	1.13	64	合計	4.38	248
ボイラ No	削減都市ガス量 (千m ³ _N /年)	削減金額 (千円/年)																	
No. 1	2.55	144																	
No. 2	0.70	40																	
No. 3	1.13	64																	
合計	4.38	248																	
<p>〔地球温暖化対策効果〕</p> <p><温室効果ガス削減量> 4.38千 m³_N/年\times2.11 kgCO₂/ m³_N=9.2 t CO₂/年</p> <p><温室効果ガス削減率> 9.2 t CO₂/年\div4,307 t CO₂/年\times100%=0.2%</p>																			
備考 (係数等)	<ul style="list-style-type: none"> ・温室効果ガス排出係数 都市ガス : 2.11 kgCO₂/ m³_N ・エネルギー単価 都市ガス : 56.5 円/ m³_N 																		
① 省エネ量 (原油換算)	180 GJ (4.6 kL)	③CO2 削減率	0.2 (%)																
② CO2 削減量	9.2 (t)	④削減額	248(千円)																

<補 足>

$$\text{排ガスの熱損失量} Q = \{ \text{理論湿り排ガス量} (m^3_N / m^3_{\text{都市ガス}}) + (\text{空気比} - 1) \times \text{理論空気量} (m^3_N / m^3_{\text{都市ガス}}) \} \times \text{排ガス比熱} (kcal / m^3_N \cdot ^\circ C) \times (\text{排ガス温度} - \text{基準温度}) \cdot ^\circ C \quad (1)$$

$$G = G_0 + (m - 1) A_0 \quad (m^3_N / m^3_{\text{都市ガス}}) \quad (2)$$

例えば NO.1 ボイラで空気比 1.36 $((1.3 + 1.42) / 2 = 1.36)$ の場合を計算すると以下ようになる。

都市ガス (13A) 燃焼時の 理論排ガス量 $G_0 = 12.1$ 、理論空気量 $A_0 = 11.0$

(出典：ECCJ 省エネルギー診断技術ハンドブック [工場編] (出典：日本 LG ガス協会)) であるから、

$$\text{現状の都市ガス燃焼による排ガス量} = \{ 12.1 + (1.36 - 1) \times 11.0 \}$$

$$= 16.1 \text{ m}^3_N / \text{m}^3_{\text{都市ガス}}$$

$$\text{改善後の都市ガス燃焼による排ガス量} = \{ 12.1 + (1.2 - 1) \times 11.0 \}$$

$$= 14.3 \text{ m}^3_N / \text{m}^3_{\text{都市ガス}}$$

このボイラの都市ガス使用量は、平成 14 年度 280.8 千 m^3_N / 年であるから、

熱回収後の排ガス温度 180 $^\circ C$ とすると削減可能な熱量は以下の通りとなる。

$$\begin{aligned} \text{削減可能熱量} &= (16.1 - 14.3) \times 280.8 \text{ 千} m^3_N / \text{年} \times 1.3 \text{ kJ} / m^3_N \cdot K \times ((273 + 180) - (273 + 20)) K \\ &= 105132 \text{ 千 kJ} / \text{年} = 105132 \text{ MJ} / \text{年} = 105.1 \text{ GJ} / \text{年} \end{aligned}$$

都市ガスの低 (真) 発熱量は、41.1 MJ / m^3_N であるから以下の通りになる。

$$\text{削減都市ガス量} = 105.1 \text{ GJ} / \text{年} / 41.1 \text{ GJ} / \text{千} m^3 = 2.55 \text{ 千} m^3 / \text{年}$$

$$\text{削減金額} = 2.55 \text{ 千} m^3 / \text{年} \times 56.5 \text{ 円} / m^3_N = 144 \text{ 千円} / \text{年}$$

同様に計算して、NO.2 ボイラは、0.7 千 m^3_N / 年及び 40 千円 / 年、NO.3 は、

1.13 千 m^3_N / 年及び 64 千円 / 年となる。

表 1 ボイラ排ガス分析結果

項目	ボイラ No.	排ガス中の O_2 (%)	空気比	排ガス量 (m^3_N/h)
H16/2/5	No. 1	4.8	1.30	2,000
	No. 2	5.0	1.31	2,050
	No. 3	4.6	1.28	2,100
H15/8/28	No. 1	6.2	1.42	790
	No. 2	4.4	1.27	1060
	No. 3	6.0	1.4	780

H15/8/28 データは、平均ロード 50% 時のものであるが 1.27 と低い数値もあるので 100% と同等と見なした。平均の空気比は、NO.1 が 1.36、NO.2 が 1.29、No.3 が 1.34 である。

表 2 ボイラに関する基準空気比

[エネルギーの使用の合理化に係わる事業者の判断の基準 (別表) : 省エネ法 告示]

区分	負荷率 (単位%)	基準空気比				
		固体燃料		液体燃料	気体燃料	高炉ガス その他
		固定床	流動床			
電気事業用	75~100	—	—	1.05~1.2	1.05~1.1	1.2
蒸発量が毎時 30 トン以上のもの	50~100	1.3~1.45	1.2~1.45	1.1~1.2	1.1~1.2	1.2~1.3
蒸発量が毎時 10 トン以上 30 トン未満のもの	50~100	1.3~1.45	1.3~1.45	1.15~1.3	1.15~1.3	—
蒸発量が毎時 5 トン以上 10 トン未満のもの	50~100	—	—	1.2~1.3	1.2~1.3	—
蒸発量が毎時 5 トン未満のもの	50~100	—	—	1.2~1.3	1.2~1.3	—

目標対策	大分類	32	ボイラー、工業炉、蒸気系統、熱交換器等	
	中分類	02	加熱及び冷却並びに伝熱の合理化に関する措置	
	細分類	01	熱媒体の温度、圧力及び量の管理	
削減対策名	低圧蒸気減圧弁の動力回収			
<p>【削減対策の概要】</p> <p><現状> 高圧蒸気系統から、減圧弁により減圧して低圧蒸気系蒸気を供給している。(冬季を除き 1t/h)</p> <p><対策の概要> 背圧タービンを設置して、動力回収する。 動力回収の方式としては、発電、コンプレッサー・ポンプ等の動力源とする方式があるが、ここでは、発電方式で検討しておく。</p> <p><実施上の留意点> 設置スペース、電力消費設備の確保。タービン効率はメーカー確認。</p>				
<p>【削減対策の効果】</p> <p><削減対策によるエネルギー削減量及び削減額></p> <p>(1) 蒸気条件：高圧 14kg/cm² (666kcal/kg)、低圧 5.5kg/cm² (断熱熱落差 36kcal/kg)</p> <p>(2) 蒸気流量：1t/h</p> <p>(3) 蒸気消費率： 動力回収背圧タービンで 1kWh の電気を得るために必要な蒸気量は、効率(50%)から 860kcal/kWh / (36kcal/kg × 0.5(効率)) = 47.8kg/kWh</p> <p>(4) 発電量(出力)：(プロセス蒸気量のうち 1000kg/h をタービン入口流量とする。) (プロセス蒸気量) / (蒸気消費率) = 1000kg/h / 47.8kg/kWh = 20.9kW → 20kW</p> <p>(5) 削減電力量：20kW × 238 日/年 × 8 ヶ月/12 カ月 × 24h/日 = 76.2MWh/年</p> <p>(6) 金額効果：76.2MWh/年 × 22 円/kWh = 1,676 千円/年</p>				
<p>【地球温暖化対策効果】</p> <p><温室効果ガス削減量> 76.2MWh/年 × 0.386tCO₂/MWh = 29.4tCO₂/年</p> <p><温室効果ガス削減率> 29.4 t CO₂/年 ÷ 16,352t CO₂/年 = 0.18%</p>				
備考 (係数等)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温室効果ガス排出係数：0.386kgCO₂/kWh ・ エネルギー単価：22 円/kWh 			
①省エネ量 (原油換算)	76.2(MWh/年) 19.4(kL/年)	③CO ₂ 削減率	0.18 (%)	
② CO ₂ 削減量	29.4(t)	④削減額	1,676(千円)	

目標対策	大分類	32	ボイラー、工業炉、蒸気系統、熱交換器等	
	中分類	02	加熱及び冷却並びに伝熱の合理化に関する措置	
	細分類	05	ボイラーの負荷管理及び効率管理	
削減対策名	小型貫流ボイラの設置			
〔削減対策の概要〕 <現状> 8 t/h 水管ボイラ 1 基、4 t/h 炉筒煙管ボイラ 1 基設置されているが、負荷が小さいためボイラ効率が悪い。 <対策の概要> 2 t/h 程度の小型貫流ボイラを 4～5 基設置新設する。 <実施上の留意点> 蒸気最大使用量を抑えて、小型貫流ボイラの設置台数を決める。				
〔削減対策の効果〕 <削減対策によるエネルギー削減量及び削減額> 1. 8t/h 水管ボイラ、4t/h 炉筒煙管ボイラを、それぞれ 2t/h 小型貫流ボイラに置き換えた場合の A 重油削減量は、ボイラ効率の差より（実績年間平均効率 87%、小型貫流ボイラの平均効率を 94.5%とする。） 8t/h 水管ボイラ：1,945kL/年 × (1 - 87/94.5) = 154kL/年 4t/h 炉筒煙管ボイラ：271kL/年 × (1 - 87/94.5) = 21kL/年 省エネ量 (154+21)kL/年 × 39.1GJ/kL = 6,843GJ/年 原油換算削減量：6,843GJ/年 × 0.0258kl/GJ = 176kL/年 2. 重油削減金額 8t/h 水管ボイラ：154kL/年 × 29.8 千円/kL = 4,589 千円/年 4t/h 炉筒煙管ボイラ：21kL/年 × 29.8 千円/kL = 625 千円/年 合計 4,589 千円/年 + 625 千円/年 = 5,214 千円/年				
〔地球温暖化対策効果〕 <温室効果ガス削減量> (154+21)kL/年 × 2.71t/kL = 474 t CO ₂ /年 <温室効果ガス削減率> 474 t CO ₂ /年 / 10,177t/年 × 100 = 4.6%				
備考 (係数等)	・ 温室効果ガス排出係数 A 重油：2.71 tCO ₂ /kL ・ エネルギー単価 A 重油 29.8 千円/kL			
①省エネ量 (原油換算)	6,843GJ 176(kL)	③CO ₂ 削減率	4.6 %	
② CO ₂ 削減量	474 t/年	④削減額	5,214 千円/ 年	

<補 足>

1. 小型貫流ボイラの設置検討

(1) 8 t/h水管ボイラの問題点と対策

現状8 t/h水管ボイラの年間平均蒸発量は5.2 t/hであり、負荷率は約65%と低く、年間平均効率は87%とあまり高くない。

また年平均空気比も1.34と高い。これは低負荷燃焼域で運転しているため、空燃比制御が適正でないことが理由と考えられる。

そこで8 t/h水管ボイラに置き換えて、2 t/hの小型貫流ボイラを3基設置する。小型貫流ボイラはボイラ効率が93~96%である。

ボイラを置き換えることによる重油削減量は、

現状ボイラの年間重油使用量：1,945kL/年

小型貫流ボイラとの効率差から

$$1,945\text{kL/年} \times (1 - 87/94.5) = 154\text{kL/年}$$

原油換算削減量：154kL/年 × 1.01 = 155kL/年

重油削減金額：154kL/年 × 29.8 千円/kL = 4,589 千円/年

設備投資額：10,000 千円/基 × 3 = 30,000 千円

投資回収年：30,000 千円 / 4,589 千円/年 = 6.5 年

CO₂削減量：154kL/年 × 2.71t/kL = 417t/年

(2) 4 t/h炉筒煙管ボイラの問題点と対策

現状4 t/h炉筒煙管ボイラの年間平均蒸発量は1.7 t/hであり、負荷率は約42%と低く、年間平均効率は87%とあまり高くない。

また年平均空気比も1.33と高い。これは低負荷燃焼域で運転しているため、空燃比制御が適正でないことが理由と考えられる。

そこで4 t/h水管ボイラに置き換えて、2 t/hの小型貫流ボイラを1基設置する。小型貫流ボイラはボイラ効率が93~96%である。

ボイラを置き換えることによる重油削減量は、

現状ボイラの年間重油使用量：271kL/年

小型貫流ボイラとの効率差から

$$271\text{kL/年} \times (1 - 87/94.5) = 21\text{kL/年}$$

原油換算削減量：21kL/年 × 1.01 = 21kL/年

重油削減金額：21kL/年 × 29.8 千円/kL = 625 千円/年

設備投資額：10,000 千円

投資回収年：10,000 千円 / 625 千円/年 = 16 年

CO₂削減量：21kL/年 × 2.71t/kL = 57t/年

<補 足>

蒸気・温水消費量を一定とする。

【設置前】

投入

A (1945+271) kL

8 t/h ボイラ、4 t/h ボイラ
効率 $\eta_1 = 87\%$

→ Q₁ (蒸気・温水消費)

【設置後】

投入

B kL

2 t/h 貫流ボイラ
効率 $\eta_2 = 94.5\%$

→ Q₂ (蒸気・温水消費)

Q₁ = Q₂ なので、

$$39.1(\text{GJ/kL}) \times A (\text{kL}) \times \eta_1 = 39.1(\text{GJ/kL}) \times B (\text{kL}) \times \eta_2$$

$$B = A \times \eta_1 / \eta_2$$

よって、設置前後の燃料使用量の差（燃料削減量）は、

$$\begin{aligned} A - B &= A \times (1 - \eta_1 / \eta_2) \\ &= (1945\text{kL} + 271\text{kL}) \times (1 - 0.87 / 0.945) \\ &= 175\text{kL (A 重油)} \\ &= 175\text{kL} \times 1.01\text{kL/kL} = 176.75\text{kL (原油)} \end{aligned}$$

基本対策 (運用対策)	大分類	32	ボイラー、工業炉、蒸気系統、熱交換器等
	中分類	02	加熱及び冷却並びに伝熱の合理化に関する措置
	細分類	06	加熱工程のスケジュール管理
削減対策名	休日・休業日の熱処理炉等の停止		
<p>〔削減対策の概要〕</p> <p><現状> 工場の稼働工程パターンの基本は、週5日稼働、2日休業であるが、熱処理炉は保温及びその付帯装置は連続稼働状態にある。</p> <p><対策の概要> 2日休業時にも、熱処理炉の保熱温度を（800℃）に保持、この間の電力消費量が多く、又、炉の雰囲気用ガスが操業時と同じ条件で流入されている。この800℃に保持することをやめ、炉温保持のための電気を停止する。炉の休日後スタートに間に合うよう、電気を投入して800℃に昇温する。</p> <p><実施上の留意点></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 停止後、立上げ時に急激な電力負荷がかからない様、緩慢昇熱の検討（約8時間）する。 2. 操業開始時の炉内雰囲気露点温度を確認する。 			
<p>〔削減対策の効果〕</p> <p><削減対策によるエネルギー削減量及び削減額> 電力使用の実績より、熱処理炉の保熱に要する付帯設備を含めた電力量は200 kWh/hである。土曜日、日曜日の2連続休止時には40時間の完全停止が可能である。</p> <p>①エネルギー削減量 $200 \text{ kWh/h} \times 40 \text{ h/回} \times 53 \text{ 回/年} = 424,000 \text{ kWh/年}$</p> <p>②原油換算削減量 $424,000 \text{ kWh/年} \times 1/1000 \times 0.254 \text{ kL/千 kWh} = 107.7 \text{ kL/年}$</p> <p>③エネルギー削減額 $424,000 \text{ kWh/年} \times 13.0 \text{ 円/kWh} = 5,512 \text{ 千円/年}$</p>			
<p>〔地球温暖化対策効果〕</p> <p><温室効果ガス削減量> $424,000 \text{ kWh/年} \times 0.386 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}/1000 = 163.7 \text{ tCO}_2/\text{年}$</p> <p><温室効果ガス削減率> $163.7 \text{ t/年}/1954.2 \text{ t/年} \times 100 = 8.4\%$</p>			
備考 (係数等)	<ul style="list-style-type: none"> ・温室効果ガス排出係数 電力 0.386 kgCO₂/kWh ・エネルギー単価 電力 13.0円/kWh ・電気の原油への換算係数：0.254k L/千 kWh 		
① 省エネ量 (原油換算)	424(千 kWh) 107.7 (kL)	③CO ₂ 削減率	8.4 (%)
② CO ₂ 削減量	160 (t)	④削減額	5,512 (千円)

目標対策	大分類	32	ボイラー、工業炉、蒸気系統、熱交換器等
	中分類	03	放射、伝熱等による熱の損失の防止に関する措置
	細分類	01	熱利用設備に係る断熱の保安全管理
削減対策名	炉体の断熱強化		
<p>〔削減対策の概要〕</p> <p><現状> 現在、炉外壁温度が約 200℃を超えている。</p> <p><対策の概要> セラミックファイバー（CF）を用いた施工方法を採用する。</p> <p><実施上の留意点> 定期的に炉の構築がおこなわれていることから、次回からこの方法を採用する。</p>			
<p>〔削減対策の効果〕</p> <p><削減対策によるエネルギー削減量及び削減額></p> <p>●削減都市ガス量 当該方法を採用すると、現状の耐火煉瓦のみに比べて約 25%は、放散が抑えられる。 炉表面積：4.0m²×6面、20炉、平均稼働時間：5,392h/年 炉表面からの自然対流と放射による放熱量は $Q = a \times (t - b)^{1.25} + 4.88 \varepsilon \times [\{ (t + 273) / 100 \}^4 - \{ (b + 273) / 100 \}^4]$ （解説は次頁） $Q = 2.8 + 1.5 + 2.2 \times 4 / 6 (200^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C})^{1.25} + 4.88 \times \varepsilon \times [\{ (200^\circ\text{C} + 273^\circ\text{C}) / 100 \}^4 - \{ (30 + 273) / 100 \}^4] = 1,695 \text{ kcal/m}^2\text{h} = 2.0\text{kWh/m}^2\text{h}$ 対策による炉表面からの放熱量及び都市ガス量の削減 $4.0 \text{ m}^2 \times 6 \text{ 面} \times 20 \text{ 炉} \times 2\text{kWh/m}^2 \times 5392 \text{ h/年} \times 25\% = 1,294,080\text{kWh/年} = 1294\text{MWh/年}$ $1,294\text{MWh/年} \times 3.6\text{GJ/MWh} = 4,658\text{GJ/年}$ 都市ガス量：4,658GJ/年×1/41.1GJ/km³=113.3×10³m³/年 削減金額：113.3×10³m³/年×44.47円/m³×1/1000=5038千円/年 削減都市ガス量の熱量換算及び原油換算 熱量換算：113.3×10³m³/年×41.1GJ/km³=4,658GJ/年 原油換算：4,658GJ/年×0.0258kl/GJ=120.2kl/年</p>			
<p>〔地球温暖化対策効果〕</p> <p><温室効果ガス削減量> 113.3千m³/年×2.11tCO₂/千m³=239.1tCO₂/年</p> <p><温室効果ガス削減率> (239.1/20,525.5)×100=1.2%</p>			
備考 (係数等)	<ul style="list-style-type: none"> ・温室効果ガス排出係数都市ガス：2.11kgCO₂/m³ ・エネルギー単価：都市ガス 44.47円/m³ ・炭酸ガス総排出量：20,525.5t/年 		
省エネルギー (原油換算)	4,658(GJ) 120.2(kL)	③削減率	1.2(%)
②削減量	235.7(t)	④削減額	5038(千円)

<補 足>

$$Q = a \times (t - b)^{1.25} + 4.88 \varepsilon \times [\{ (t + 273) / 100 \}^4 - \{ (b + 273) / 100 \}^4]$$

ここで

Q : 放熱量(対策前 Q_1 、対策後 Q_2 とする。kcal/m²h)

a : 自然対流の向きに関する係数、天井=2.8、側壁=2.2、炉床=1.5

t : 炉表面温度(対策前 200°C、対策後 110°Cとする。)

b : 炉周囲の空気温度(30°Cとする)

ε : 炉表面の放射率(亜鉛の表面=0.2とする)

$$Q = 2.8 + 1.5 + 2.2 \times 4 / 6 (200^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C})^{1.25} + 4.88 \times \varepsilon \times [\{ (200^\circ\text{C} + 273^\circ\text{C}) / 100 \}^4 - \{ (30 + 273) / 100 \}^4]$$
$$= 1695 \text{ Kcal/m}^2 \text{ h} = 2.0 \text{ kWh/m}^2 \text{ h}$$

$$4.0 \text{ m}^2 \times 6 \text{ 面} \times 20 \text{ 炉} \times 2 \text{ kWh/m}^2 \times 5392 \text{ h/年} \times 0.25 = 1,294,080 \text{ kWh/年} = 1294 \text{ MWh/年} =$$
$$1,294 \text{ MWh/年} \times 3.6 = 4,658 \text{ GJ/年}$$

$$\text{都ガス量} : 4658 \text{ GJ/年} \times 1 / 41.1 \text{ GJ/km}^3 = 113.3 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{年}$$

$$\text{省エネ率} = (113.3 \times 10^3/\text{年}) / (17,728 \times 10^3/\text{年}) = 0.6\%$$

基本対策 (運用対策)	大分類	32	ボイラー、工業炉、蒸気系統、熱交換器等
	中分類	03	放射、伝熱等による熱の損失の防止に関する措置
	細分類	02	スチームトラップの保全管理
削減対策名	蒸気ドレントラップの改善		
【削減対策の概要】 <現状> 現状ドレントラップは、フロート式が主体となっている。フロート式はフロート作動の繰り返し回数が多いので、フロート球面の疵ないしは肌荒れの発生が起きやすいと考えられる。今回観察したところ1mm程度の孔が20個ありそこから蒸気漏れのロスがある。 <対策の概要> ドレントラップを交換する。 <実施上の留意点> 点検を定期的実施し、漏れを発見した場合、早急に交換すること。			
【削減対策の効果】 <削減対策によるエネルギー削減量及び削減額> 前提：蒸気もれ量は実測していないため不詳であるので、下記の計算により推定する。 計算式：小孔からの蒸気もれ量： $G=1.79 \times d^2 \times C \times \sqrt{P1/\nu1}$ (P1/ν1) G ：漏洩蒸気量 (kg/h) , d ：小孔の口径 (mm)、 C ：流量係数 (0.8) $P1$ ：蒸気圧力 (MPa)、 $\nu1$ ：蒸気の比容積 (m^3/kg) $G=1.79 \times 1 \times 0.8 \times \sqrt{0.8/0.278} = 2.4 [kg/h]$ ここで、 C ：流量係数=0.8 $P1$ ：蒸気圧力= (0.7+0.1) MPa(abs) d ：孔径=1mm ν ：蒸気比容積=0.278 m^3/kg 蒸気削減量=2.4kg/h×20ヶ×8,760h/年×10 ⁻³ =420.48t/年 ゲージ圧0.7MPaとして飽和蒸気エンタルピは2,760MJ/t 420.48 t/年×2,760MJ/t×10 ⁻³ =1,161GJ/年 ボイラ効率90% (高発熱量基準) とすれば、 都市ガス削減量=(1,161GJ/年)÷46.046GJ/km ³ _N ÷0.9=28 km ³ _N /年 熱量換算：28km ³ _N /年×46GJ/km ³ _N =1,288GJ/年 原油換算：1,288GJ/年×0.0258kl/GJ=33.2kl/年 都市ガス削減額=28 km ³ _N /年×36.74千円/千m ³ _N =1028.7千円/年 (注) ボイラ効率90% (低発熱量基準) とすれば、都市ガス削減量は、 1,161GJ/年/41.7GJ/km ³ _N ÷0.9=30.94km ³ _N /年である。			
【地球温暖化対策効果】 <温室効果ガス削減量> 都市ガス 28 km ³ _N /年×2.11tCO ₂ /kl=59.1tCO ₂ /年 <温室効果ガス削減率> 59.1 tCO ₂ /年÷全体量 22,338tCO ₂ /年×100=0.26%			
備考(係数等)	・温室効果ガス換算係数：都市ガス 2.11kgCO ₂ /m ³ _N ・エネルギー単価：都市ガス 36.74千円/千m ³ _N (事業所データ)		
①省エネ量 (原油換算)	1,288GJ 33.2 (kl)	③CO ₂ 削減率	0.26 (%)
②CO ₂ 削減量	59.1 (t)	④削減額	1028.7(千円/年)

目標対策	大分類	32	ボイラー、工業炉、蒸気系統、熱交換器等
	中分類	04	排熱の回収利用に関する措置
	細分類	01	排ガスの廃熱回収の管理
削減対策名	再生ドライヤー及び脱臭炉の排ガス熱量回収		
<p>〔削減対策の概要〕</p> <p><現状> 脱臭炉の排ガス温度が350℃と高く熱損失が大きい。</p> <p><対策の概要> 酸素濃度が高い脱臭炉排ガス量の一部を循環ファン吸引口につなぎ、高温予熱燃焼空気として活用する。</p> <p><実施上の留意点> 空気比の実測、熱精算などを行って予測効果の精度を上げること。</p>			
<p>〔削減対策の効果〕</p> <p><削減対策によるエネルギー削減量及び削減額></p> <p>煙突からの大気放出ガス量を空気比1のときの理論排ガス量の1.2倍とすれば、煙突からの大気放出ガス量比 = $\{0.79 \times \text{空気比} : 1 \times 11.6\text{m}^3/\text{kg} + 22.4 \times (0.855/12 + 0.142/2 + 0.0001/32)\} \times 1.2 / 29.8\text{m}^3 \text{ N/kg} = 49.7\%$</p> <p>回収ガス量 = $100\% - 49.7\% = 50.3\%$</p> <p>回収熱量 = $\{22,341\text{m}^3/\text{h} \times (350^\circ\text{C} - 170^\circ\text{C}) \times 0.33 \text{ kcal}/\text{m}^3\text{N}^\circ\text{C}/1,000 + 187\text{Mcal}/\text{h}\} \times 0.503 = 762 \text{ Mcal}/\text{h}$</p> <p>有効率80%として、灯油節減量 = $762\text{Mcal}/\text{h} \times 1,920\text{h}/\text{年} / 8,220\text{kcal}/\text{L} \times 0.8 = 142\text{kL}/\text{年}$</p> <p>熱量換算 : $142\text{kL}/\text{年} \times 36.7\text{GJ}/\text{KL} = 5,211\text{GJ}/\text{年}$</p> <p>原油換算 : $5,211\text{GJ}/\text{年} \times 0.0258\text{kL}/\text{GJ} = 134.4\text{kL}/\text{年}$</p> <p>節減金額 : $142\text{kL}/\text{年} \times 29 \text{ 円}/\text{L} = 4,118 \text{ 千円}/\text{年}$</p>			
<p>〔地球温暖化対策効果〕</p> <p><温室効果ガス削減量></p> <p>$142\text{kL}/\text{年} \times 2.49\text{kg}/\text{L} = 353.6\text{t}/\text{年}$</p> <p><温室効果ガス削減率></p> <p>$353.6\text{t}/\text{年} / 8,550 \text{ t}/\text{年} \times 100 = 4.1\%$</p>			
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温室効果ガス排出係数 灯油 : 2.49kg/L (係数等) ・ エネルギー単価 灯油 : 29 円/L 		
① 省エネ量 (原油換算)	5,211 (GJ) 134.4 (kl)	③CO2 削減率	4.1 (%)
② CO2 削減量	353.6 (t)	④削減額	4,118 (千円)

<補 足>

1. 脱臭炉の排ガス温度が 350℃と高い。排ガス保有熱量の有効利用による灯油使用量の節減を図る。

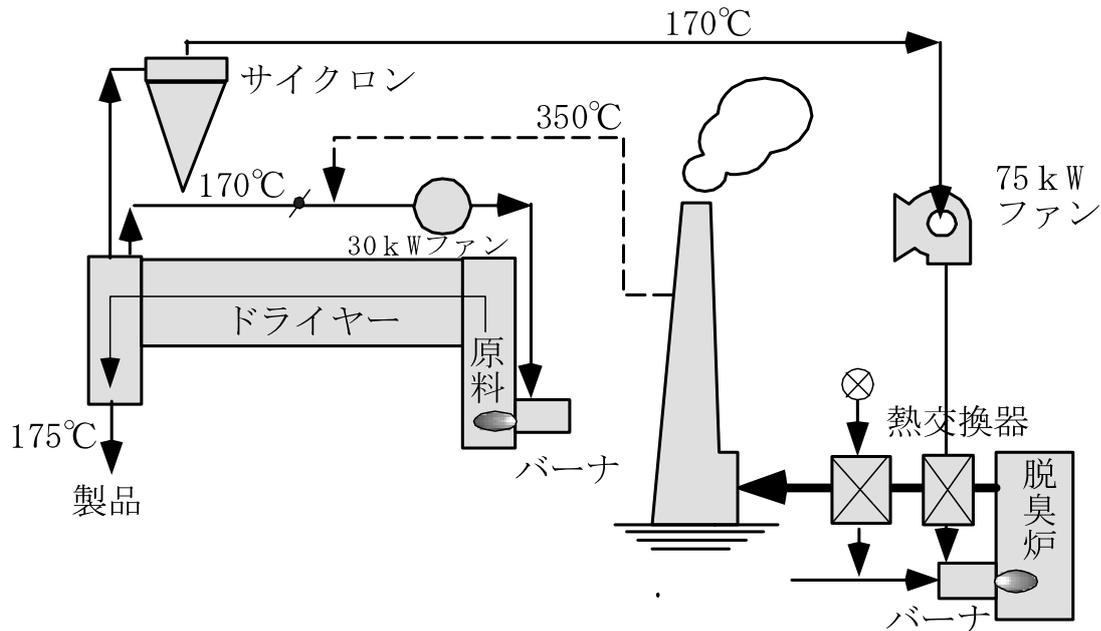


図 再生ドライヤー及び脱臭炉の系統

2. 現状の問題点

再生ドライヤーの排ガス 170℃を脱臭炉で 750℃に加熱脱臭の後熱交換器で排ガスから熱回収をしているが、スタックに排出するガス温度が 350℃ありエネルギー損失が大きい。

3. 対策

- 1) スタックから 30kW 循環ファン前に 350℃の排ガスを導入する。
- 2) 排ガス導入ダクト、170℃循環ダクトにダンパーを設置してガス量を調節する。
- 3) 350℃排ガスを最大限再生ドライヤーに導入する。

運転諸元

再生ドライヤー生産量：73t/h、年間生産量：140 千 t/年、

運転時間 140,000t/73t/h=1,920h/年

原料水分：3%

再生ドライヤー灯油吹込み量：10.7L/t×73t/h=781L/h

脱臭炉灯油吹込み量：2.3 L/t×73t/h=168L/h

合計 949L/h

乾燥温度：15℃→175℃

排ガス温度：再生ドライヤー出口 170℃、脱臭炉出口 350℃

灯油の低位発熱量：8,220kcal/L (10,400 kcal/kg、比重 0.79kg/L)

原料の比熱：0.2kcal/kg℃

排ガスの比熱：0.33 kcal/m³℃

熱効率

①入熱

$$\text{燃焼熱量} = 949\text{L/h} \times 8,220\text{kcal/L} / 1,000 = \boxed{7,800\text{Mcal/h}}$$

②出熱

$$\cdot \text{原料の昇温熱量} = 73\text{t/h} \times 0.2 \text{ Mcal/t} \times (175^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C}) = 2,336\text{Mcal/h}$$

$$\cdot \text{原料水分の蒸発熱} = 73\text{t/h} \times \text{原料の水分} : 3\% \times (673\text{kcal/kg} - 15 \text{ kcal/kg}) = 1,441\text{Mcal/h}$$

$$\text{出熱合計} = 2,336\text{Mcal/h} + 1,441\text{Mcal/h} = \boxed{3,777 \text{ Mcal/h}}$$

③乾燥効率

$$\text{乾燥効率} = 3,777\text{Mcal/h} / 7,800\text{Mcal/h} \times 100 = \boxed{48.4\%}$$

④排ガス持去り熱量

$$\text{液体燃料の理論空気量 } A_0 = 22.4 / 0.21 \times \{ C/12 + 1/4 \times (H - O/8) + S/32 \} \text{ [m}^3\text{N/kg]}$$

$$\text{液体燃料の実際燃焼ガス量 } G_0 = 0.79 \times m \times A_0 + 0.21 \times (m - 1) A_0 + 22.4 \times$$

$$\{ C/12 + H/2 + S/32 + W/18 + N/14 \times 2 \} \text{ [m}^3\text{N/kg]}$$

C, H, O, S, W, N : 燃料中の含まれる各質量割合

今回、使用している灯油の質量割合を購入もとの成績表より求め（無い場合は便覧で代表的質量割合値を使用する）計算する。C : 85.5%, H : 14.2%, O : 0.29%, S : 0.01%, W=0%, N=0%

$$A_0 = 22.4 / 0.21 \times \{ 0.885/12 + 1/4 \times (0.142 - 0.0029/8) + 0.0001/32 \} = 11.6 \text{ [m}^3\text{N/kg]}$$

m : 空気比 = 2.5 (実績)

$$\text{実際排ガス量 } G_0 = 0.79 \times 2.5 \times 11.6 \text{ m}^3\text{N/kg} + 0.21 \times (2.5 - 1) \times 11.6 \text{ m}^3\text{N/kg} + 22.4 \times$$

$$(0.855/12 + 0.142/2 + 0.0001/32) = 29.8 \text{ [m}^3 \text{ N/kg]}$$

$$= 29.8 \text{ m}^3\text{N/kg} \times 949\text{L/h} \times 0.79\text{kg/L} = 22341 \text{ [m}^3\text{N/h]}$$

$$\text{排ガスの持出し熱量} = 22341 \text{ m}^3\text{N/h} \times (350^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C}) \times 0.33 \text{ kcal/m}^3\text{N}^\circ\text{C} / 1000 = \underline{2469.8\text{Mcal/h}}$$

⑤水蒸気の持出し熱量

$$\text{水蒸気量} = 73\text{t/h} \times 0.03 = 2.19\text{t/h}$$

$$\text{水蒸気の持出し熱量} = 2.19\text{t/h} \times (350^\circ\text{Cのエンタルピー} - 170^\circ\text{Cのエンタルピー})$$

$$= 2.19\text{t/h} \times (758.5 \text{ kcal/kg} - 673\text{kcal/kg}) = \boxed{187\text{Mcal/h}}$$

$$\text{排ガス損失} = \text{排ガスの持出し熱量} + \text{水蒸気の持出し熱量}$$

$$= (2,469.8\text{Mcal/h} + 187\text{Mcal/h}) / 7,800\text{Mcal/h} \times 100 = \boxed{34.1\%}$$

$$\text{放熱その他の損失} = 100\% - 48.4\% - 34.1\% = \boxed{17.5\%}$$

対策の効果

乾燥効率が 48.4%と低く、排ガス損失が 34.1%と高いので、排ガスを再生ドライヤー循環ファン前に導入して再利用する。煙突からの大気放出ガスを空気比 1 のときの理論排ガス量の 1.2 倍とすれば、煙突からの大気放出ガス量比 = $\{0.79 \times \text{空気比} : 1 \times 11.6\text{m}^3\text{N/kg} +$

$$22.4 \times (0.855/12 + 0.142/2 + 0.0001/32)\} \times 1.2 / 29.8 \text{ m}^3 \text{ N/kg} = 49.7\%$$

$$\text{回収ガス量} = 100\% - 49.7\% = 50.3\%$$

$$\text{回収熱量} = \{22,341 \text{ m}^3\text{N/h} \times (350^\circ\text{C} - 170^\circ\text{C}) \times 0.33 \text{ kcal/m}^3\text{N}^\circ\text{C} / 1,000 + 187\text{Mcal/h}\} \\ \times 0.503 = 762 \text{ Mcal/h}$$

$$\text{有効率 } 80\% \text{ として、灯油節減量} = 762\text{Mcal/h} \times 1,920\text{h/年} / 8,220\text{kcal/L} \times 0.8 = \boxed{142\text{kL/年}}$$

$$\text{節減金額} = 142\text{kL/年} \times 29 \text{ 円/L} = \boxed{4118 \text{ 千円/年}}$$

目標対策	大分類	32	ボイラー、工業炉、蒸気系統、熱交換器等
	中分類	04	廃熱の回収利用に関する措置
	細分類	03	排ガス及び蒸気ドレン以外の廃熱等回収の管理
削減対策名	ボイラブロー水の熱回収		
〔削減対策の概要〕 <現状> 現状はボイラのブロー水については、ブロータンクが既設で水の再利用を図っている。 しかし、その顕熱については回収されていない。			
<対策の概要> 対象ボイラ・・・炉筒煙管ボイラ 15t/h×3 台、4.8t/h×2 台 排熱回収ボイラ 1 台 計 6 台 熱利用方法・・・ボイラ給水予熱			
<実施上の留意点> 現状の給水温度が 60℃程度と比較的高いので、本件のメリットは大きくない。関連工事の機会を捉えて本件の実施検討を行うことが望ましい。水質に注意すること。			
〔削減対策の効果〕 <削減対策によるエネルギー削減量及び削減額> 前提：現状年間給水量(6 台合計) = 60,000t/年(事業所データ) ブロー水量 = 4,020 t/年(事業所データよりブロー率約 6.7%) 熱利用率を 50%とすれば、 給水量 × ブロー率 = ブロー水量、 (ブロー水温度 - 給水温度) × ブロー水量 × 比熱 × 熱利用率 = 利用可能熱量 利用可能熱量 = (160 - 60)℃ × 4,020t/年 × 4.19MJ/t・℃ × 0.5 × 10 ⁻³ = 842 GJ/年 都市ガス発熱量 46GJ/千m ³ 、ボイラ効率 85% (高発熱量基準) として、 ボイラ給水予熱のメリットは、 都市ガス節減量 = 842GJ/年 / (46GJ/千m ³ × 0.85) = 21.534 千m ³ /年 = 22 千m ³ /年 (節減熱量 = 21.534 千m ³ /年 × 46GJ /千m ³ = 990.6GJ/年) (原油換算 = 990.6GJ/年 × 0.0258kl/GJ = 25.6kL = 26kL/年) 削減金額 = 22 千m ³ /年 × 35.5 千円/千m ³ = 781 千円/年			
〔地球温暖化対策効果〕 <温室効果ガス削減量> 都市ガス 22 千m ³ /年 × 2.11tCO ₂ /千m ³ = 46t CO ₂ /年 <温室効果ガス削減率> 46t CO ₂ /年 ÷ 全体量 23,558t CO ₂ /年 × 100 = 0.20%			
備考(係数等)	・温室効果ガス換算係数：都市ガス 2.11tCO ₂ /千m ³ ・エネルギー単価：都市ガス 35.5 千円/千m ³		
①省エネ量 (原油換算)	990.6GJ (都市ガス 22 (千m ³) 原油換算 26 (kL))	③ CO ₂ 削減率	0.20 (%)
② CO ₂ 削減量	46 (t)	④削減額	781 (千円/年)

基本対策 (運用対策)	大分類	33	空気調和設備、換気設備
	中分類	02	加熱及び冷却並びに伝熱の合理化に関する措置
	細分類	01	空気調和の管理
削減対策名	中間期のCO ₂ 濃度による換気量調整		
<p>〔削減対策の概要〕</p> <p><現状> 環境CO₂濃度による外気導入量の調整が行われていない。外気導入ダンパーは手動調整で位置も悪く操作しにくい。</p> <p><対策の概要> 環境CO₂濃度を測定して、季節ごとに適正換気量に調節する。ダンパー操作用足場の整備を行う。</p> <p><実施上の留意点> 外気冷房の可能な中間期は環境CO₂濃度が低くても外気導入を優先する。</p>			
<p>〔削減対策の効果〕</p> <p><削減対策によるエネルギー削減量及び削減額> 夏、冬とも取入れ外気量を 12,133m³削減する（詳細は補足参照）。</p> <p>夏季昼間の外気温度を 28℃、湿度 73%、室内の温度を 26℃、湿度を 50%とすると、外気冷却所要熱量は 5.59kcal/m³（または 23.4kJ/m³）である（詳細は補足参照）。</p> <p>夏季対象時間を 16 時間/日、30 日×3 ヶ月とする、吸収式冷凍機が COP が 1.0 であるので、都市ガス削減量は、</p> $\begin{aligned} \text{節減ガス量} &= 12133\text{m}^3/\text{h} \times 5.59\text{kcal}/\text{m}^3 (\text{または } 23.4\text{kJ}/\text{m}^3) \times 16 \times 90 \text{ 日}/\text{年} / (9,950\text{kcal}/\text{m}^3 (\text{または } 41,651\text{kJ}/\text{m}^3) \times 1.0) / 1,000 = 9.8\text{km}^3/\text{年} \\ \text{節減金額} &= 9.8\text{km}^3/\text{年} \times 38.7 \text{ 円}/\text{m}^3 = 379 \text{ 千円}/\text{年} \end{aligned}$ <p>冬季の平均外気温度を 8℃、室内の温度を 22℃とすると、外気加温所要熱量は 4.03kcal/m³（または 16.9kJ/m³）である。（詳細は補足参照）。</p> <p>冬季対象時間を 18 時間/日、30 日×3 ヶ月、ボイラ効率 88%、都市ガスの低熱量 9,950kcal/m³（または 41,651kJ/m³）とすると、都市ガス削減量は、</p> $\begin{aligned} \text{節減ガス量} &= 12133\text{m}^3/\text{h} \times 4.03 \text{ kcal}/\text{m}^3 (\text{または } 16.9\text{kJ}/\text{m}^3) \times 18\text{h}/\text{日} \times 90 \text{ 日} / (9,950\text{kcal}/\text{m}^3 (\text{または } 41,651\text{kJ}/\text{m}^3) \times 0.88) / 1,000 \\ &= 9.1\text{km}^3/\text{年} \\ \text{節減金額} &= 9.1\text{km}^3/\text{年} \times 38.7 \text{ 円}/\text{m}^3 = 352 \text{ 千円}/\text{年} \end{aligned}$ <p>夏と冬の合計削減量は、</p> $\begin{aligned} \text{合計節減ガス量} &= 9.8\text{km}^3/\text{年} + 9.1 \text{ km}^3/\text{年} = \boxed{18.9\text{km}^3/\text{年}} \\ \text{合計節減金額} &= 379 \text{ 千円}/\text{年} + 352 \text{ 千円}/\text{年} = \boxed{731 \text{ 千円}/\text{年}} \\ \text{熱量換算} &= 18.9\text{km}^3/\text{年} \times 46\text{GJ}/\text{km}^3 = 869.4\text{GJ}/\text{年} \\ \text{原油換算} &= 869.4\text{GJ}/\text{年} \times 0.0258\text{kl}/\text{GJ} = 22.4\text{kl}/\text{年} \end{aligned}$			
<p>〔地球温暖化対策効果〕</p> <p><温室効果ガス削減量> 18.9km³/年 × 2.11tCO₂/km³ = 40tCO₂/年</p> <p><温室効果ガス削減率> 40t CO₂/年 / 15,936 t CO₂/年 × 100 = 0.3%</p>			

備考 (係数等)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温室効果ガス排出係数 2.11t CO₂/km³ ・ エネルギー単価 都市ガス 38.7 円/m³ 			
① 省エネルギー (原油換算)	869.4 (GJ) (22.4kL)	③CO ₂ 削減率	0.3 (%)	
② CO ₂ 削減量	40 (t)	④削減額	731 (千円)	

<補 足>

1. 情報機能材製造工場（5階建ビル）の環境CO₂濃度による換気量調整

①対象の吸収式冷凍機と換気量 参考；1USRT=1/0.284kW（国際基準単位）

140USRT×1、120 USRT×1、45 USRT×1 合計 305 USRT

実績AHU換気風量：100USRT当たり 36,000m³/hである。

総換気量=305 USRT/100USRT×36,000m³/h=109,800 m³/h

ビルの容積：40m(W)×50m(L)×3.5m(H)×5階=35,000m³

AHUによる空調範囲を2/3、残り1/3はパッケージエアコンによるとして、

換気回数=109,800 m³/h/35,000m³/ (2/3) =4.7回/h

現状は外気を1/3導入しているので

外気の換気回数=4.7回/h/3=1.56回/h

②必要換気量

作業員を100人として、建築基準法による一人当たり最低外気取入量は20m³/hであるから

最低必要外気量=100×20m³/h=2,000m³/h

現状の推定外気量=109,800 m³/h×1.56回/h/4.7回/h=36,400 m³/h>2,000m³/h

2. 対策

環境CO₂濃度について1,000ppm以下であることを監視して、700~900ppmになるように外気量を調節し現状の推定外気量の2/3に低減したとすれば、

外気量 36,400 m³/h×2/3=24,267m³/h>2000 m³/h

だから、低減外気量=36,400 m³/h×1/3=12,133m³/hとする。

① 夏季昼間の外気温度28℃、湿度73%、室内の気温26℃、湿度50%とすれば

$$q_s = c \times \gamma \times \Delta t$$

$$q_l = r \times \gamma \times \Delta m$$

ここで

q_s：顕熱取得熱量 (kcal)

c：空気の比熱 (0.24kcal/kg・℃)

γ：空気の比重 (1.2kg/m³)

Δt：室内外の温度差 (28-26=2℃)

q_l：潜熱取得熱量 (kcal)

r：水蒸気の蒸発潜熱 (597kcal/kg)

Δm：室内外の絶対湿度差 (この場合0.018-0.011=0.007kg/kg)

外気冷却所要熱量=q_s+q_l=0.24kcal/kg・℃×1.2kg/m³×2℃+597kcal/kg

×1.2kg/m³×0.007kg/kg=5.59kcal/m³=5.59kcal/m³×4.18605kJ/kcal

=23.4kJ/m³

② 冬季については、平均外気温度8℃を22℃まで昇温するとして、湿度は低いので顕熱のみを対象とすれば

外気加温所要熱量Q_s=0.24 kcal/kg・℃×1.2 kg/m³×(22℃-8℃)=4.03 kcal/m³

=4.03 kcal/m³×4.18605kJ/kcal=16.9kJ/m³となる。

目標対策	大分類	33	空気調和設備、換気設備	
	中分類	02	加熱及び冷却並びに伝熱の合理化に関する措置	
	細分類	04	冷凍機の効率管理	
削減対策名	吸収式冷凍機を単効用式から2重効用式に更新			
<p>【削減対策の概要】</p> <p><現状> 吸収式冷凍機は熱源に蒸気を使用しているが、単効用式であり7kg/c m²の蒸気を1.5~2kg/c m²に減圧使用している。定格COPは0.7程度であり効率はよくない。使用年数も32年になる。</p> <p><対策の概要> 2重効用式に更新し、蒸気はボイラ出口圧で減圧せずに使用する。COPは1.1以上が期待できる。</p> <p><実施上の留意点> ボイラ蒸気吐出圧が4~7.8kg/c m²に変動しているが、7kg/c m²前後に維持するように圧力制御を見直す必要がある。</p>				
<p>【削減対策の効果】</p> <p><削減対策によるエネルギー削減量及び削減額> 吸収式冷凍機の運転時間：18時間/日、30日×3ヶ月=90日/年 冷水熱量：308RT×3,024kcal/RT=931,392kcal/h 現用吸収式冷凍機のCOPは経年劣化を見込み0.65、2重効用吸収式冷凍機のCOPを1.1、ボイラ効率90%、都市ガス低発熱量を9,950kcal/m³、利用率80%として、 削減都市ガス量 = {(931,392kcal/h×18時間/日×90日/年×0.8) / (9,950kcal/m³×0.9)} × (1/0.65 - 1/1.1) = 84,835m³/年 削減金額 = 84,835m³/年 × 54.3円/m³ / 1,000 = 4,606千円/年 原油換算値 = 84,835m³/年 × 1.19kL/千m³ / 1000 = 101kL/年 熱量換算：84.835km³/年 × 46GJ/km³ = 3,902GJ/年 原油換算：3,902GJ/年 × 0.0258kL/GJ = 101kL/年</p>				
<p>【地球温暖化対策効果】</p> <p><温室効果ガス削減量> 84,835m³/年 × 2.11kg/m³ = 179t/年</p> <p><温室効果ガス削減率> 179t/年 / 3,440t/年 × 100 = 5.2%</p>				
備考 (係数等)	・ 温室効果ガス排出係数 2.11kg/m ³ ・ エネルギー単価 都市ガス 54.3円/m ³			
①省エネ量 (原油換算)	3,902(GJ) 101(kL)	③CO2削減率	5.2(%)	
②CO2削減量	179(t)	④削減額	4,606(千円)	

<補 足>

1. 系統図

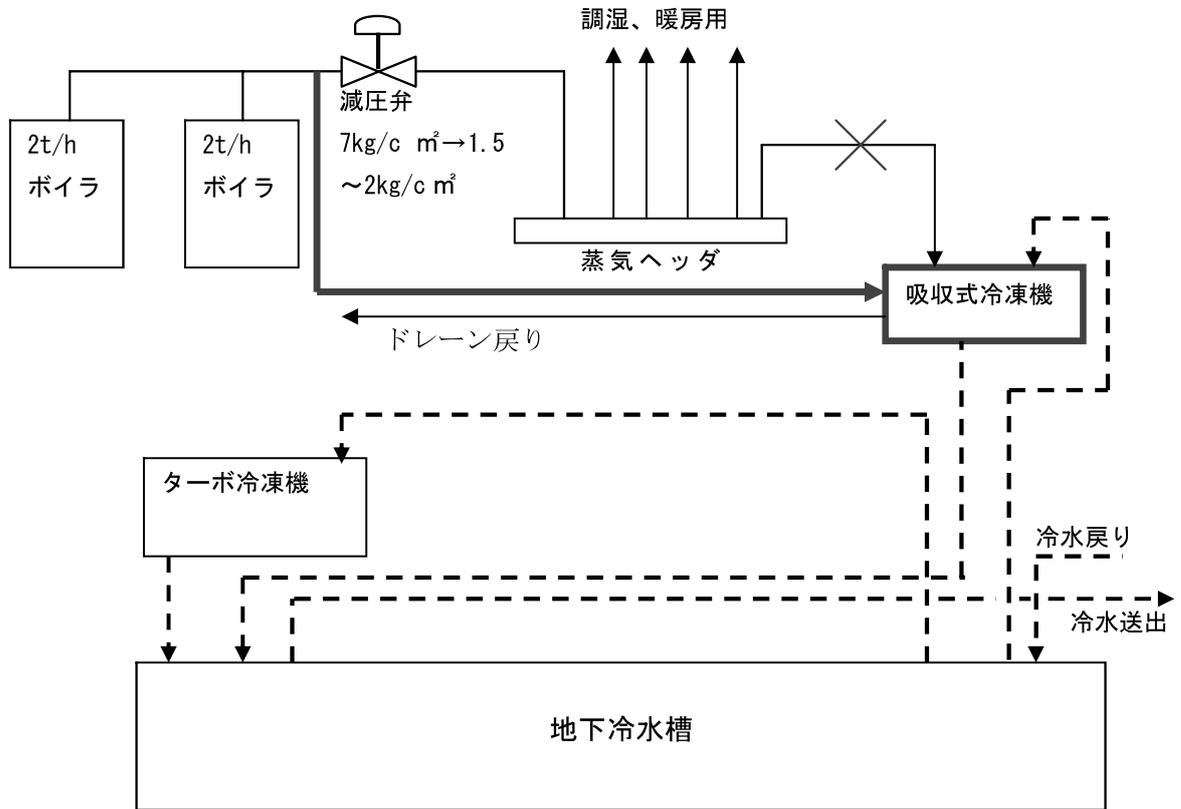


図 蒸気、冷水系統図

2. 吸収式冷凍機の更新

図 に太線で示すように、吸収式冷凍機と蒸気配管を更新する。

目標対策	大分類	35	受変電設備、配電設備	
	中分類	06	抵抗等による電気の損失の防止に関する措置	
	細分類	01	変圧器の需要率管理	
削減対策名	低負荷変圧器の統合による損失の低減			
〔削減対策の概要〕 <現状> 建屋毎にサブ変電所を持ち、53台の変圧器が運転されている。変圧器の合計容量は18,000kVAを超えている。一方最大電力は4,800kWで変圧器容量の1/4程度で、変圧器は低負荷になっている。				
<対策の概要> 低負荷の変圧器を統合することで、変圧器損失を低減する。統合して休止する変圧器の合計容量を5,000kWとし、変圧器損失を設備容量の0.2%とする。				
〔削減対策の効果〕 <削減対策によるエネルギー削減量及び削減額> $\text{削減電力} = 5,000 \text{ kW} \times 0.002 \times 8,760 \text{ h} = 87,600 \text{ kWh/年}$ $\text{削減額} = 87,600 \text{ kWh} \times 13.32 \text{ 円/kWh} = 1,167 \text{ 千円/年}$ $\text{省エネ量} = 87.6 \text{ MWh/年} \times 9.83 \text{ GJ/MWh} = 861 \text{ GJ/年}$ $\text{原油換算} = 87.6 \text{ MWh/年} \times 0.254 \text{ kL/MWh} = 22.3 \text{ kL/年}$				
〔地球温暖化対策効果〕 <温室効果ガス削減量> $\text{CO}_2 \text{削減量} = 87.6 \text{ MWh} \times 0.386 \text{ tCO}_2/\text{MWh} = 33.8 \text{ t/年}$ <温室効果ガス削減率> $\text{CO}_2 \text{削減率} = 33.8 \text{ t/年} / 7,255 \text{ t/年} = 0.5 \%$				
備考 (係数等)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温室効果ガス排出係数 0.386tCO₂/MWh ・ エネルギー単価 13.32 円/kWh 			
①省エネ量 (原油換算)	87.6 千 kWh 861 (GJ) (22.3kL)	③CO ₂ 削減率	0.5 (%)	
② CO ₂ 削減量	33.8 (t)	④削減額	1,167 (千円)	

目標対策	大分類	35	受変電設備、配電設備
	中分類	06	抵抗等による電気の損失の防止に関する措置
	細分類	02	受電端力率の管理
削減対策名	受電力率改善		
<p>〔削減対策の概要〕</p> <p><現状> 受電力率が94%とやや低い。</p> <p><対策の概要> 進相コンデンサを増設して、受電力率を改善する</p> <p><実施上の留意点></p>			
<p>〔削減対策の効果〕</p> <p><削減対策によるエネルギー削減量及び削減額> 100kVA 進相コンデンサを増設して受電力率を100%にする。 基本料金＝基本料金単価×契約電力×$\frac{(185-力率)}{100}$ であるから力率は100%のときが最も割引率が高い。 進相コンデンサの容量算出は補足資料による。 基本料金低減額＝1,175×391kW×(100-94)/100×12月/1,000＝330千円/年</p> <p><削減対策に要する投資金額の概算> 進相コンデンサ100kVAの設備費を300千円とする。</p>			
<p>〔地球温暖化対策効果〕</p> <p><温室効果ガス削減量></p> <p><温室効果ガス削減率></p>			
備考 (係数等)	<ul style="list-style-type: none"> ・温室効果ガス排出係数 ・エネルギー単価 電力基本料金：1,175円/kW 		
① 省エネ量 (原油換算)	(GJ)	③CO2削減率	(%)
② CO2削減量	(t)	④削減額	330(千円)

<補 足>

1. 受電率の改善

1) 配電線路における電圧降下や変電所などの機器容量は、電流Iに比例し、電力損失はI²に比例するので、なるべくcosθを1に近づけ電流Iを小さくすることが望ましい。

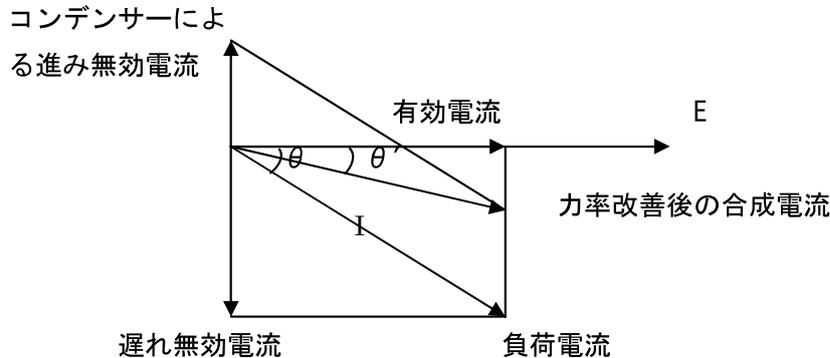


図 力率改善

2) 力率を改善する方法としては、通常進相コンデンサが利用される。コンデンサに流れる電流は、電圧よりπ/2だけ位相が進んでおり、図に示すように、遅れ無効電流を打ち消して力率が1に近づく。

3) 受電率94%を100%に改善するのに必要な進相コンデンサ容量

昼間の平均受電電力を350kWとすれば、

$$\begin{aligned} \text{無効電力} &= \sqrt{(\text{有効電力}/\text{力率})^2 - \text{有効電力}^2} \\ &= \{(350\text{kW}/0.94)^2 - 350^2\}^{1/2} = 350 \times \{(1/0.94)^2 - 1\}^{1/2} = 350 \times 0.36 \\ &= 126\text{kVA} \end{aligned}$$

100kVAの進相コンデンサを増設したとすれば

$$\text{受電率} = 350 / \{(126 - 100)^2 + 350^2\}^{1/2} \times 100 = 99.7\%$$

2. 対策と効果

100kVA進相コンデンサを増設する。

基本料金 = 基本料金単価 × 契約電力 × (185 - 力率) / 100 であるから

力率割引

$$\text{基本料金低減額} = 1,175 \text{ 円/kW} \times 391 \text{ kW} \times (100 - 94) / 100 \times 12 \text{ 月} / 1,000 = \boxed{330 \text{ 千円/年}}$$

基本対策 (運用対策)	大分類	35	受変電設備、配電設備	
	中分類	06	抵抗等による電気の損失の防止に関する措置	
	細分類	04	負荷率の管理	
削減対策名	契約電力値の低減			
<p>〔削減対策の概要〕</p> <p><現状> 契約電力は、1,590kWである。契約電力に近い最大電力需要量は夏季の数日でありしかも1日数時間程度である。年間高い基本料金を支払っていることになる。(図4-1、図4-2 参照)</p> <p><対策の概要> 省エネルギー対策や負荷の平準化、デマンド監視対応の強化等により目標300kWの低減を図る。再構築後は別途契約を改定する。</p> <p><実施上の留意点> 夏季の気温高い時の節減に対して種々の対策を取り実施する。</p>				
<p>〔削減対策の効果〕</p> <p><削減対策による削減額> 契約電力を300kW削減できた場合の削減金額は以下の様になる。 基本料金=1,600円/kW・月×300kW×12月/年×(1.85-力率)=4,896千円/年</p>				
<p>【地球温暖化対策効果】</p> <p><温室効果ガス削減量> 本工場でのCO2削減は無いが、間接的に東京電力の方での効率化に繋がりCO2削減は出来る。</p> <p><温室効果ガス削減率></p>				
備考 (係数等)	<ul style="list-style-type: none"> ・温室効果ガス排出係数電気：0.386 kgCO2/kWh ・エネルギー単価 電気 17.9 円/kWh 			
①省エネ量 (原油換算)	(GJ) (kL)	③CO2削減率	(%)	
②CO2削減量	(t)	④削減額	32,640 (千円)	

<補 足>

削減対策には以下のような総合的な検討が必要である。

表 契約電力の低減方法

大項目	項目	事例
1. 生産方式の変更	a. 稼動時間帯の変更 b. 稼動休日の変更	早出、残業等の活用（適用可能なプラント） 夏季の一斉休暇利用（他の土日に変更生産）
2. 設備機器の時間差使用	a. 大型負荷設備の時間差使用 b. 需要設備の時間差使用 c. 夏季ピーク時間のピークカット使用 d. 昼間時間から夜間時間・休日へのシフト運転	ピークが重ならないように運転時間をずらす（可能な場合） 短時間運用機器は朝夕に使用 夏季ピーク調整契約の活用 可能な場合夜間・休日に運転（例えば氷の製造）
3. 高効率機器運用（省エネ）	a. 高効率省電力設備の活用 b. 機器の高負荷率運用 c. 無負荷運転の自動停止運用	最新式の設備への更新 複数機器の場合集約運転し 1 部機器停止する。また無負荷時は自動停止機能を付加
4. デマンドコントローラ	a. デマンドコントロール b. デマンドアラーム運用	選択自動負荷遮断せつび 警報表示で手動遮断（予め順位決めて SOP 化）
5. 蓄熱調整運用	a. 氷蓄熱空調システム b. 温水蓄熱	空調電力大の場合夜間電力使用する
6. 燃料エネルギー活用	a. エンジンコンプレッサー b. ガス冷暖房設備 c. 所内ボイラー（給湯・加熱・乾燥）	電気から燃料に転換する。
7. 自家発電設備	a. コージェネレーションの活用 b. ピークカット運用 c. 昼間負荷ベース運用	熱電併用の工場ではコージェネレーション設備導入 同上の運用最適化
8. 負荷設備省エネ運用	a. 無負荷機器の停止 b. 照明設備の省エネ運用 c. 空調設備の省エネ	アーク溶接時のみ通電溶接機の活用（例） 昼間明るい所の部分消灯 設定温度変更、交替停止・稼動

表に述べる 5～7 項以外は適用への検討が必要である。1 項や 2 項は生産計画に関連するので省エネ推進会議等で調整する必要があるが、それ以外は以下の方法が考えられる。

- ① 3 項の省エネは、今までに述べたような省エネ対策を実施
- ② 照明設備は夏場の暑い日は晴れた日が多いので出来る限り消灯する。
- ③ 空調の全使用電力量がつかめなかったが、生産に関係しない個所では、群別制御によりピーク電力を削減できる。（群別制御：一定個所毎の空調を群に分けて、例えば 30 分毎に 10 分停止する等、一定間隔で交替停止・稼動すること。）
- ④ デマンドアラーム運用をルール化しておき、警報表示で 1 部機器の手動遮断をする。

図4-1 電力量及び最大電力需要量実績

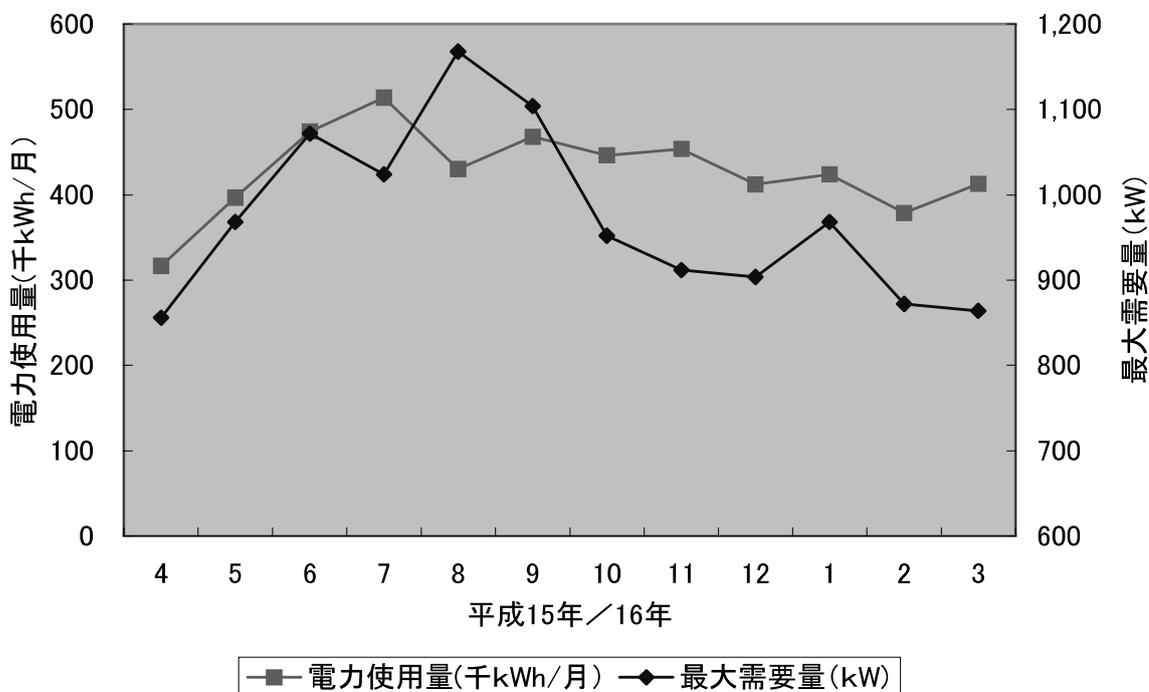
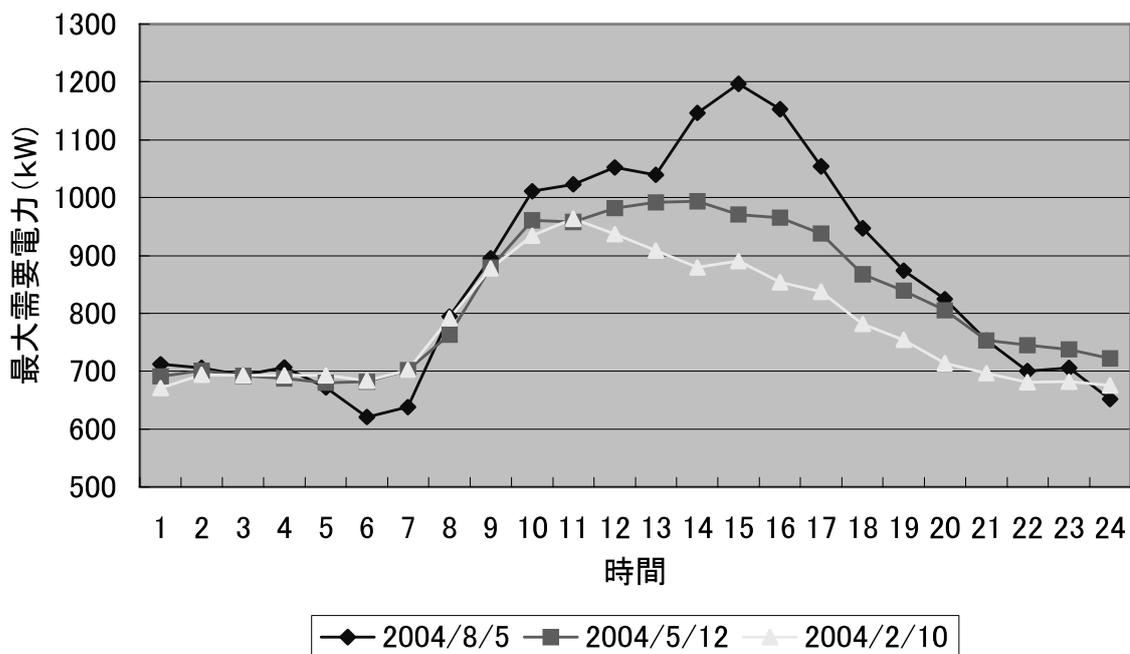


図4-2 最大需要電力使用実績(特高系)



基本対策 (運用対策)	大分類	35	受変電設備、配電設備
	中分類	06	抵抗等による電気の損失の防止に関する措置
	細分類	04	負荷率の管理
削減対策名	2000 t プレスと 750 t プレスの時差運転によるピーク電力の削減		
〔削減対策の概要〕 <現状> 電力使用量の1日の推移を見るとプレス機の稼動時に急激に電力使用量が増加している。 このときの電力使用量が契約電力を決めているため、高い電力使用量を払っている。			
<対策の概要> 2000 t プレスと 750 t プレスの稼動を数時間ずらして操業する。			
<実施上の留意点> オペレータの作業時間をずらす必要があることと、加熱炉熱処理炉までの総合的な工程を検討する必要がある。			
〔削減対策の効果〕 <削減対策によるエネルギー削減量及び削減額> 契約電力の平準化であり実質的な省エネではないが、発電所ベースで考えれば、ピーク電力が下がることで、発電所の負荷が減り、省エネに結びつく。 削減基本料金：1650 円/kW×194kW/月×12 ヶ月/年=3841 千円/年 従量分：1814 千円（詳細は補足資料参照） 合 計：3841 千円/年+1814 千円=5655 千円			
〔地球温暖化対策効果〕 <温室効果ガス削減量> <温室効果ガス削減率>			
備考 (係数等)	・温室効果ガス排出係数 0.386 CO ₂ -t/kWh ・エネルギー単価 16.8 円/kWh 基本料金 1650 円/kW		
①省エネ量 (原油換算)	GJ (kL)	③CO ₂ 削減率	%
②CO ₂ 削減量	(t)	④削減額	5655 千円

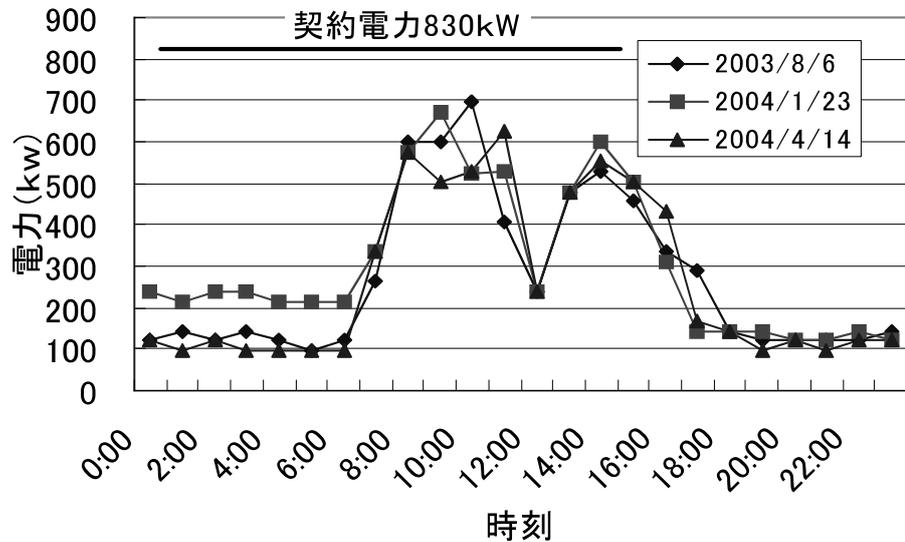
<補 足>

03年8月6日の一時間後との電力使用量の推移を表に示す。

また、図に04年1月23日と04年4月14日を合せて推移を示す。これから、極点に電力使用量が高い時間帯があり、この値から、電気使用の基本料金が決定している。その電力使用機器は、2000tプレスと750tプレスであり、ほぼ同時に操作をしている。このピーク電力を削減するため、2つのプレスの操作を数時間シフトして操作することで、ピーク電力が減るか検討した。一例として、2000tプレスは7時間早め、750tプレスは1時間遅らせると、194kW程度ピーク電力が下げられる可能性があることが分かった。

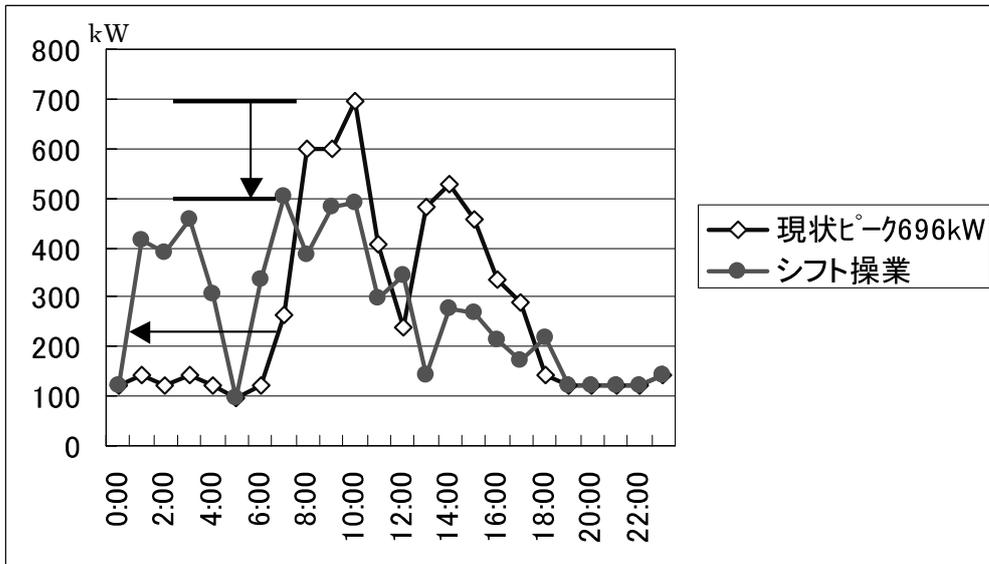
時刻	現状ピーク 7696kW 8月6日	その他 想定	45% 2000t プレス	25% 750t プレス	その他	2000t プレス	750t プレス	ピーク 502kW シフト 操業
0:00	120	120			120			120
1:00	144	144			144	▲ 270		414
2:00	120	120			120	270		390
3:00	144	144			144	313		457
4:00	120	120			120	184		304
5:00	96	96			96			96
6:00	120	120			120	216		336
7:00	264	264			264	238		502
8:00	600	180	270	150	180	205	▼	385
9:00	600	180	270	150	180	151	150	481
10:00	696	209	313	174	209	130	150	489
11:00	408	122	184	102	122		174	296
12:00	240	240			240		102	342
13:00	480	144	216	120	144			144
14:00	528	158	238	132	158		120	278
15:00	456	137	205	114	137		132	269
16:00	336	101	151	84	101		114	215
17:00	288	86	130	72	86		84	170
18:00	144	144			144		72	216
19:00	120	120			120			120
20:00	120	120			120			120
21:00	120	120			120			120
22:00	120	120			120			120
23:00	144	144			144			144

電力使用量推移



<補 足>

シフト操業した場合の電力料金を試算する。



年間稼働日を 365 日 - 10 × 12 ヶ月 - 5 日 = 365 日 - 120 日 - 5 日 = 240 日
 そのうち夏季の稼働日を 60 日、その他季の稼働日を 180 日とする。
 削減基本料金分：1650 円/kW × 194 kW/月 × 12 ヶ月/年 = 3841 千円/年

[概算] 従量料金分：次の条件で算出

ピーク時間	11.95
昼間時間(夏季)	11.4
昼間時間(その他季)	10.3
夜間	6.15

(高圧季節別時間帯別電力従量料金単価…電気需給約款 [特定規模需要 (高圧)] TEPCO)

稼働日について同じ操業を継続するものとして試算する。

$(67,916 - 56,232)$ 円/日 × 20 日/月 × 3 ヶ月 + $(61,461.6 - 55,274.0)$ 円/日 × 20 日/月 × 9 ヶ月
 = $(11,684 × 3 ヶ月 + 6,187.6 × 9 ヶ月) × 20 日/月 = (35,052 + 55,691.1) × 20 = 1,814,862$ 円
 (非稼働日である 125 日はシフト操業せず固定分の変化がないとしたので、 $\Delta \cdot 125 日 = 0$)

よって、料金低減額は、

低減額 = 3841 千円/年 (基本料金低減分) + 1814 千円/年 (従量料金分) = 5655 千円/年

基本対策 (運用対策)	大分類	36	ポンプ、ファン、ブロワー、コンプレッサー等
	中分類	07	電気の動力、熱等への変換の合理化に関する措置
	細分類	01	ポンプの運転管理
削減対策名	純水装置の運転効率化		
<p>〔削減対策の概要〕</p> <p><現状> 負荷設備の減少により、100t/h能力の純水装置を3~4t/hで連続運転している。</p> <p><対策の概要> 純水タンク容量が大きいので純水装置をバッチ運転とし補機動力の低減を図る。</p> <p><実施上の留意点> 長期的に見れば、純水の必要量に見合う純水装置に更新することが望ましい。</p>			
<p>〔削減対策の効果〕</p> <p><削減対策によるエネルギー削減量及び削減額> ポンプ等の補機動力を15kW、負荷率80%とし現状の運転時間を24h/日×300日/年、バッチ運転により1/10の運転時間になるとして</p> <p>削減電力量=15kW×0.8×(1-0.1)×24h/日×300日/年=77,760kWh/年</p> <p>削減金額=77,760kWh/年×13.57円/kWh/1,000=1,055千円/年</p>			
<p>〔地球温暖化対策効果〕</p> <p><温室効果ガス削減量> 77.76千kWh×0.386tCO₂/千kWh=30tCO₂</p> <p><温室効果ガス削減率> 30tCO₂/15,936tCO₂×100=0.2%</p>			
備考 (係数等)	・温室効果ガス排出係数 0.386tCO ₂ /千kWh ・エネルギー単価 13.57円/kWh		
① 省エネ量 (原油換算)	77.76MWh (19.751kL)	③CO ₂ 削減率	0.2(%)
② CO ₂ 削減量	30(t)	④削減額	1,055(千円)

基本対策 (運用対策)	大分類	36	ポンプ、ファン、ブロワー、コンプレッサー等
	中分類	07	電気の動力、熱等への変換の合理化に関する措置
	細分類	01	ポンプの運転管理
削減対策名	昇圧ポンプの送水圧力低減による電力削減		
<p>【削減対策の概要】</p> <p><現状> 7.5kWの昇圧ポンプが2台ある。現状の送水圧力0.3MPaには十分余裕がある。</p> <p><対策の概要> 送水圧力を0.25MPaに変更することで、使用電力を低減する。</p> <p><実施上の留意点> 市水は製品の仕込み水として使用されている。</p>			
<p>【削減対策の効果】</p> <p><削減対策によるエネルギー削減量及び削減額></p> <p>ポンプの圧力Pは回転数Nの2乗に比例し、動力Lは回転数Nの3乗に比例する。 $P1/P2 \propto (N1/N2)^2$より、$N1/N2 \propto (P1/P2)^{1/2}$, $L1/L2 \propto (N1/N2)^3 \propto (P1/P2)^{3/2}$ よって、 削減電力 = (7.5kW × ポンプ効率0.9 × 2台) × {1 - (0.25MPa / 0.3MPa)^{3/2}} × 8760h / 年 = 28297kWh / 年 削減額 : 28297kWh / 年 × 12.45円/kWh = 352298円 / 年 (原油換算削減量 : 28297kWh / 年 × 0.254kℓ / kWh = 7.187kℓ / 年)</p>			
<p>【地球温暖化対策効果】</p> <p><温室効果ガス削減量> 28297kWh / 年 × 0.386kgCO₂ / kWh = 10923kgCO₂ / 年 = 10.9tCO₂ / 年</p> <p><温室効果ガス削減率> 10.9tCO₂ / 年 / 20255tCO₂ / 年 × 100 = 0.054%</p>			
備考 (係数等)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温室効果ガス排出係数 電気 0.378kgCO₂ / kWh ・ エネルギー単価 電気 12.45円 / kWh 		
①省エネ量 (原油換算)	283千kWh (7.2kℓ)	③CO ₂ 削減率	0.054 (%)
②CO ₂ 削減量	10.9(t)	④削減額	2344(千円)

基本対策 (運用対策)	大分類	36	ポンプ、ファン、ブロワー、コンプレッサー等
	中分類	07	電気の動力、熱等への変換の合理化に関する措置
	細分類	01	ポンプの運転管理
削減対策名	油圧ポンプの休憩時間の停止		
<p>【削減対策の概要】</p> <p><現状> 非連続操業職場の油圧ポンプが食事休憩時間中も運転されている。 いずれもフル負荷運転である。</p> <p><対策の概要></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 食休中は停止する。 ・ 該当するポンプは22kW×30台であり、停止することにより約300kWh程度の節電となる。 <p><実施上の留意点> 油圧シリンダーのリークなど安全上の確認が必要。</p>			
<p>【削減対策の効果】</p> <p><削減対策によるエネルギー削減量及び削減額> 該当停止時間は1hr×3回/日、設備の稼働率を0.8と仮定、 削減量：300kWh×3回/日×365日/年×0.8=262800kWh/年=263MWh/年 削減額：262800kWh/年×8.92円/kWh=2,344千円/年 (原油換算削減量：262800kWh/年×0.254kℓ/千kWh=66.751kℓ)</p>			
<p>【地球温暖化対策効果】</p> <p><温室効果ガス削減量> 262800kWh/年×0.386kgCO₂/kWh=101441kgCO₂/年=101.4tCO₂/年</p> <p><温室効果ガス削減率> 101.4tCO₂/年÷23093tCO₂/年=0.0044 , 0.44%</p>			
備考 (係数等)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温室効果ガス排出係数 電気 0.386kgCO₂/kWh ・ エネルギー単価 電気 8.92円/kWh 		
①省エネ量 (原油換算)	263MWh (67kℓ)	③CO ₂ 削減率	0.44 (%)
② CO ₂ 削減量	101.4 (t)	④削減額	2344 (千円)

目標対策	大分類	36	ポンプ、ファン、ブロワー、コンプレッサー等	
	中分類	07	電気の動力、熱等への変換の合理化に関する措置	
	細分類	01	ポンプの運転管理	
削減対策名	ボイラ給水ポンプの回転数制御による電力削減			
<p>〔削減対策の概要〕</p> <p><現状> ボイラ負荷は平均して 50～60%であるが、押し込みポンプは定格速度で運転されている。 なお No.1 ボイラの給水ポンプは既にインバータで回転数制御し省電力している。</p> <p><対策の概要> ボイラ軽負荷時に給水ポンプの回転数を調整することで、電力低減を図る。 ポンプの現状の電力を定格の 90%、調整後の平均回転数を定格の 70%として試算する。</p> <p><実施上の留意点> 流量圧力の確認が必要</p>				
<p>〔削減対策の効果〕</p> <p><削減対策によるエネルギー削減量及び削減額> 回転数制御は理論上の所要動力は回転数の 3 乗に比例するが圧力降下の影響が懸念されるため 2 乗で効果を試算する。 削減電力 = $(18.5 \text{ kW} \times 0.90 + 37 \text{ kW} \times 0.90) \times \{1 - (0.7)^2\} \times 3,400 \text{ h} = 86,613 \text{ kWh/年}$ 削減額 = $86,613 \text{ kWh/年} \times 12.98 \text{ 円/kWh} = 1,124 \text{ 千円/年}$</p> <p>省エネ量 = $86,613 \text{ kWh/年} \times 9.83 \text{ GJ/千 kWh} = 851.4 \text{ GJ/年}$ 原油換算 = $86,613 \text{ kWh/年} \times 0.254 \text{ kL/千 kWh} = 22 \text{ kL/年}$</p>				
<p>〔地球温暖化対策効果〕</p> <p><温室効果ガス削減量> CO_2 削減量 = $86.6 \text{ MWh/年} \times 0.386 \text{ tCO}_2/\text{千 kWh} = 33.4 \text{ tCO}_2/\text{年}$</p> <p><温室効果ガス削減率> CO_2 削減率 = $33.4 \text{ tCO}_2/\text{年} / 6,268 \text{ tCO}_2 = 0.53 \%$</p>				
備考 (係数等)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温室効果ガス排出係数 0.386 tCO₂/千kWh ・ エネルギー単価 12.98 円/kWh 			
①省エネ量 (原油換算)	86.6 千 kWh (851.4 (GJ)) (22kL)	③CO ₂ 削減率	0.53 (%)	
② CO ₂ 削減量	33.4 (t)	④削減額	1,124 (千円)	

目標対策	大分類	36	ポンプ、ファン、ブLOWER、コンプレッサー等	
	中分類	07	電気の動力、熱等への変換の合理化に関する措置	
	細分類	01	ポンプの運転管理	
削減対策名	320RT 吸収式冷却水ポンプのインバータ化			
<p>【削減対策の概要】</p> <p><現状> 吸収式冷温水機の冷却水ポンプは、一定回転で運転されており、冷却水温度は冷却塔側のバイパス弁で制御されている。バイパス弁制御の代わりに、インバータで冷却水温を制御する。</p> <p><対策の概要> 55kW 冷却水ポンプをインバータ化して、インバータにより水温制御する。なお、ポンプと冷却塔の高低差は 30m 程度あるが、ポンプサクシオン側にも 30m の圧力がかかるので、ポンプの実揚程は冷却塔の高さ（2～3m）程度であり、揚程の問題はない。</p> <p><実施上の留意点> 冷却水流量変動が吸収式冷温水機におよぼす影響をメーカーにご確認願いたい。</p>				
<p>【削減対策の効果】</p> <p><削減対策によるエネルギー削減量及び削減額></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 現状消費電力 $55\text{kW} \times 300 \text{ 日/年} \times 8 \text{ ヶ月} / 12 \text{ ヶ月} \times 12\text{h/日} = 132\text{MWh/年}$ ・ インバータによる削減率 運転時の平均必要水量を 80%と、インバータ効率を 95%とすれば、消費電力は回転数の 2 乗に比例するので、$55\text{kW} \times (0.8)^2 / 0.95 = 37.1\text{kW}$ ・ 回転削減率 = $(55\text{kW} - 37.1\text{kW}) / 55\text{kW} = 33\%$ ・ インバータによる電力削減量 $132\text{MWh/年} \times 0.33 = 44\text{MWh/年}$ ・ 原油換算 $44\text{MWh/年} \times 0.254\text{kL/MWh} = 11.176\text{kL/年}$ ・ 節減金額 $44\text{MWh/年} \times 16.4 \text{ 円/kWh} = 722 \text{ 千円/年}$ 				
<p>【地球温暖化対策効果】</p> <p><温室効果ガス削減量> $44\text{MWh/年} \times 0.386\text{tCO}_2/\text{千kWh} = 16.984\text{tCO}_2/\text{年} = 17.0\text{tCO}_2/\text{年}$</p> <p><温室効果ガス削減率> $16.984\text{tCO}_2/\text{年} / 49.896\text{tCO}_2/\text{年} = 0.340 \quad 34.0\%$</p>				
備考 (係数等)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温室効果ガス排出係数：0.386tCO₂/千kWh ・ エネルギー単価 都市ガス 16.4 円/kWh 			
①省エネ量 (原油換算)	44 (MWh) (11.176kL)	③CO ₂ 削減率	34.0 (%)	
② CO ₂ 削減量	17.0 (t)	④削減額	722 (千円)	

目標対策	大分類	36	ポンプ、ファン、ブロワー、コンプレッサー等
	中分類	07	電気の動力、熱等への変換の合理化に関する措置
	細分類	01	ポンプの運転管理
削減対策名	ポンプのインバータ化による回転数制御		
<p>〔削減対策の概要〕</p> <p><現状> ポンプ、送風機でモータ容量が30kW以下のものは、インバータが安価であるので、実施した。大型モータ用のインバータは高価であり、改善メリットがないと考え実施していない。</p> <p><対策の概要> 流体機械は一般的にポンプ自体の設計及びそれを採用する時に各々余裕をとる。その結果、実際に必要な圧力・流量以上のものが使用され、無駄なエネルギーを消費している場合が多い。</p> <p><実施上の留意点></p> <p>① モータ容量が30、37、45、55kW用までのインバータは標準化されているので、標準インバータについて仕様、価格を調査・検討する。</p> <p>② 必要流量、圧力を予めバルブで流量を絞って調査する。</p>			
<p>〔削減対策の効果〕</p> <p><削減対策によるエネルギー削減量及び削減額></p> <p>改善前 消費電力 = (30+37+45+55) kW × 90% × 24h × 362d = 1,305,806kWh/年</p> <p>改善後 消費電力 = (30+37+45+55) kW × 90% × 24h × 362 × (1-0.1)³ = 951,933kWh/年</p> <p>改善効果 = 改善前—改善後 = 1,305,806kWh/年 — 951,933kWh/年 = 353,873kWh/年</p> <p>省エネ効果 : 353,873kWh/年</p> <p>効果金額 : 4,353千円/年</p>			
<p>〔地球温暖化対策効果〕</p> <p><温室効果ガス削減量> CO₂ 換算係数 電力 : 0.386ton/MWh CO₂ 換算値 = 0.386 ton/MWh × 354MWh/年 = 136.6 ton</p> <p><温室効果ガス削減率> CO₂ 排出量 = 16,944ton/年 削減率 = 137ton/年/16,944ton/年 × 100 = 0.81 %</p>			
備考 (係数等)	<p>・温室効果ガス排出係数 電力 : 0.386 tonCO₂/MWh</p> <p>・エネルギー単価 平均電力単価 : 12.3 円/kWh</p>		
①省エネ量 (原油換算)	354MWh (3,479(GJ)) 89.9 (kL)	③CO ₂ 削減率	0.81 (%)
②CO ₂ 削減量	137 (t)	④削減額	4,353 (千円)

<補 足>

〔詳細検討〕

- 1 30、37、45、55 kWのポンプ各1台について、10%流量に余裕があるとして、インバータで回転数を調整するようにした場合の省エネ効果を試算する。
- 2 試算条件
 - ① インバータの回転数制御で流量を10%絞ると圧力は約20%低下するが問題ないものとする。
 - ② 流量は回転数に比例する。圧力は回転数の2乗に比例する。従って消費電力は回転数の3乗に比例する。
 - ③ モータには余裕あり、現状のモータ電流は定格の90%とする。
 - ④ 稼働日の照明点灯時間は24時間
 - ⑤ 年間工場稼働日は362日
 - ⑥ 平均電力単価は12.3円/kWh
 - ⑦ インバータの標準価格例
30 kW ; 872千円、 37 kW ; 1,280千円
45 kW ; 1,666千円、 55 kW ; 1,969千円
 - ⑧ インバータは標準価格の80%で購入できるとする。
 - ⑨ 工事費は機器費の30%とする。
- 3 省エネ効果
$$\begin{aligned} \text{改善前 消費電力} &= (30+37+45+55) \text{ kW} \times 90\% \times 24\text{h} \times 362\text{d} \\ &= 1,305,806 \text{ kWh/年} \\ \text{改善後 消費電力} &= (30+37+45+55) \text{ kW} \times 90\% \times 24\text{h} \times 362 \times (1-0.1)^3 \\ &= 951,933 \text{ kWh/年} \\ \text{改善効果} &= \text{改善前} - \text{改善後} = 1,305,806 \text{ kWh/年} - 951,933 \text{ kWh/年} \\ &= 353,873 \text{ kWh/年} \\ \text{原油換算係数 電力} &: 0.254 \text{ kL/MWh} \\ \text{原油換算値} &= 0.254 \text{ kL/MWh} \times 354 \text{ MWh/年} = 89.9 \text{ kL/年} \\ \text{発熱量換算係数 電力} &: 9.83 \text{ MJ/kWh} \\ \text{発熱量} &= 9.83 \text{ MJ/kWh} \times 353,873 \text{ kWh/年} = 3,478,571 \text{ MJ/年} = 3,479 \text{ GJ/年} \end{aligned}$$
- 4 効果金額
$$\begin{aligned} &= 353,873 \text{ kWh/年} \times 12.3 \text{ 円/kWh} / 1000 \\ &= 4,353 \text{ 千円/年} \end{aligned}$$

目標対策	大分類	36	ポンプ、ファン、ブロワー、コンプレッサー等	
	中分類	07	電気の動力、熱等への変換の合理化に関する措置	
	細分類	02	ファン及びブロワーの運転管理	
削減対策名	冷却塔ファンの回転数制御			
<p>【削減対策の概要】</p> <p><現状> 20台の冷却塔ファンがあり、その内の16台はモータ極数変換機構を備えているが、残り4台は商用運転タイプとなっている。</p> <p><対策の概要> 商用運転の4台にインバータ装置を設置し、中間期、冬季など軽負荷時に応じた運転により省電力を図る。</p> <p><実施上の留意点> 特記なし</p>				
<p>【削減対策の効果】</p> <p><削減対策によるエネルギー削減量及び削減額> 前提：中間期の冷凍機の負荷は能力の60%で運転されており、年間で平均すると能力の80%負荷運転となる。冷却塔の風量もほぼ比例するので、改善後の平均風量を定格の80%とする。</p> <p>運用時間は年間3,000hrとする。</p> <p>電力削減量=45kW × (1-0.80³) × 3,000h/年 × 4台=263.5MWh/年 節減金額=263.5MWh/年 × 17.39円/kWh=4,582千円/年</p> <p>省エネ量=263.5MWh/年 × 9.83GJ/千kWh =2,590.2 GJ/年 原油換算=263.5MWh/Y × 0.254kL/千kWh=66.9 kL/年</p>				
<p>【地球温暖化対策効果】</p> <p><温室効果ガス削減量> CO₂削減量=263.5MWh/年 × 0.386 t/MWh =101.7 t/年</p> <p><温室効果ガス削減率> CO₂削減率=101.7 t /19,947t × 100%=0.51%</p>				
備考 (係数等)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温室効果ガス排出係数 0.386t/MWh ・ エネルギー単価 17.39円/kWh 			
①省エネ量 (原油換算)	263.5MWh (66.9kL)	③CO ₂ 削減率	0.51 (%)	
②CO ₂ 削減量	101.7 (t)	④削減額	4,582 (千円)	

基本対策 (設備導入等 対策)	大分類	36	ポンプ、ファン、ブロワー、コンプレッサー等
	中分類	07	電気の動力、熱等への変換の合理化に関する措置
	細分類	03	コンプレッサー運転台数の自動制御装置等の導入
削減対策名	コンプレッサーの台数制御の導入		
<p>〔削減対策の概要〕</p> <p><現状> 55kW×3台、37kW×1台があり、負荷に係らず4台とも稼働している。それぞれの負荷を調べたところ、平均して40%~75%で稼働していた。しかし電力の無駄が多い。</p> <p><対策の概要> 55kW 2台を100%負荷運転とし、負荷変動分を37kWのコンプレッサーで賄い、高負荷時55kW×2台+37kWの運用とし不足する時のみ55kW×1台を動かすこととする。</p>			
<p>〔削減対策の効果〕</p> <p><削減対策によるエネルギー削減量及び削減額> 詳細を補足に記載する。</p> <p>現在、55kW×2台の負荷率が75%、55kW1台は70%、37kW1台が40%の負荷率である。 現状の電力使用計=182.6kW</p> <p>効果=現状-台数制御電力使用計 =182.6kW-(55kW×2台+33.3kW)=182.6kW-143.3kW=39.3kW 年間稼働率=85%、 39.3kW×8760hr×0.85×15円/kWh=292627.8kWh/年×15円/kWh=4389.4千円/年 原油換算：292627.8kWh/年×0.254kL/千kWh=74.327kL/年=74kL/年</p>			
<p>〔地球温暖化対策効果〕</p> <p><温室効果ガス削減量> 292627.8kWh/年×0.386tCO₂/千kWh=113.0tCO₂/年</p> <p><温室効果ガス削減率> 113.0tCO₂/年÷6980tCO₂/年×100=1.62%=1.6%</p>			
備考 (係数等)	<ul style="list-style-type: none"> ・温室効果ガス排出係数 0.386tCO₂/千kWh ・エネルギー単価 15.0千円/千kWh 		
①省エネ量 (原油換算)	293(千kWh) 74kL	③CO ₂ 削減率	1.6(%)
②CO ₂ 削減量	113.0(t)	④削減額	4389.4(千円)

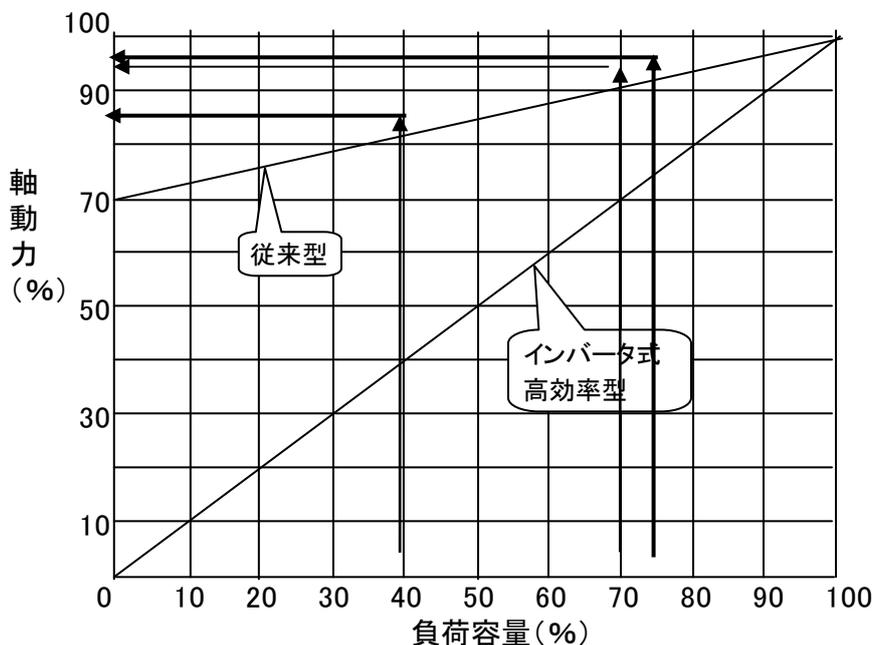


図 スクリューコンプレッサの特性とインバータ式高効率型特性

表 N01～N04 コンプレッサの運用実績（現状と台数制御比較表）

	コンプレッサ 仕様	現状			台数制御		
		平均負荷 容量	動力負荷	電力値	負荷設定	動力負荷	
N01	55kW	75% (41.25kW)	93%	51.2kW	100%	100%	55kW
N02	55kW	75% (41.5kW)	93%	51.2kW	100%	100%	55kW
N03	55kW	70% (38.5kW)	90%	49.5kW	0	0	0
N04	37kW	40% (14.8kW)	83%	30.7kW	70%	90%	(33.3kW)
		135.8kW		182.6kW			143.3kW

(1) 現状の電力使用計＝182.6kW と台数制御での比較（効果）

（現状の負荷容量計 135.8kW）－55kW×2 台＝25.8kW、より 37kW を動かし、その時 37kW コンプレッサの負荷率は、25.8kW/37kW＝0.697 であり、その時の動力比は 0.90×37kW＝33.3kW となる。

効果＝現状－台数制御電力使用計

＝182.6kW－（55kW×2 台＋33.3kW）＝182.6kW－143.3kW＝39.3kW

年間稼働率＝85%、

39.3kW×8760hr×0.85×15円/kWh＝292627.8kWh/年×15円/kWh＝4389.4千円/年

原油換算：292627.8kWh/年×0.254kL/千kWh＝74.3kL/年＝74kL/年

基本対策 (運用対策)	大分類	36	ポンプ、ファン、ブロワー、コンプレッサー等
	中分類	07	電気の動力、熱等への変換の合理化に関する措置
	細分類	05	ポンプ、ファン、ブロワー、コンプレッサー等の保全管理
削減対策名	圧縮エアアの漏れ改善		
【削減対策の概要】 <現状> 圧縮エアアの漏れ防止については、従来から取り組んでいるがまだ漏れ防止が不完全であり、改善の余地があると見られる。			
<対策の概要> 圧縮エアアの漏れ防止のために、例えば下記のような対策が考えられる。 (1) まとまった装置のエアア元弁を自動化し、不用時に元弁を閉止して漏れ量を減らす (2) 部分的にフレキシブル化をはかるなどにより、漏れ個所を減らす (3) 配管ラインのエアア圧力を可能な限り低くして、漏れを発生しにくくする			
<実施上の留意点> エアア元弁の自動化については、元弁二次側の圧力を検出する必要がある。			
【削減対策の効果】 <削減対策によるエネルギー削減量及び削減額> エアア漏れ率・・・現状 10%、改善後 5%(いずれも仮定) 現状コンプレッサー消費電力計算値=(132kW×1.5台+22kW×2台)×負荷率0.9≒220kW 削減電力量=220kW×削減率0.05×8,760h/年×稼働率0.95=92MWh/年 削減額=92MWh/年×13.05千円/千kWh=1,200千円/年			
【地球温暖化対策効果】 <温室効果ガス削減量> $92\text{MWh/年} \times 0.386\text{tCO}_2/\text{千kWh} = 36\text{ tCO}_2/\text{年}$			
<温室効果ガス削減率> $36\text{ tCO}_2/\text{年} \div \text{全体量 } 8,494\text{tCO}_2/\text{年} \times 100 = 0.42\%$			
備考(係数等)		・温室効果ガス換算係数：電力 0.386kgCO ₂ /kWh ・エネルギー単価：電力 13.05 千円/千 kWh(事業所データ)	
①省エネ量 (原油換算)	電力 92 (MWh) 原油換算 23 (kL)	③CO ₂ 削減率	0.42 (%)
②CO ₂ 削減量	36 (t)	④削減額	1,200 (千円/年)

基本対策 (設備導入等 対策)	大分類	38	照明設備
	中分類	07	電気の動力、熱等への変換の合理化に関する措置
	細分類	51	電子回路式安定器及び高周波点灯方式の蛍光灯等の導入
削減対策名	蛍光灯の Hf 化		
<p>〔削減対策の概要〕</p> <p><現状> 工場照明は蛍光灯が主体である。(40W 2 灯式、約 2,000 セット)。</p> <p><対策の概要> 高効率の Hf 型に安定器を更新して、効率を向上させる。</p> <p><実施上の留意点> 特になし</p>			
<p>〔削減対策の効果及び費用〕</p> <p><削減対策によるエネルギー削減量及び削減額></p> <p>—— 110W 2 灯式安定器の諸元 ——</p> <p>Hf 安定器に更新することにより、40W×2 灯式=80W が照度は変わらず 64W に削減可能である。安定器の消費電力を 10%とすれば、現状 88W が 70W (照明 64W+安定器 6W) に削減できる (削減率=20%)。</p> <p>現状消費電力量 : 88W×2000 セット×7395h/年=1301.5 千 kWh/年</p> <p>削減出力量 : 1301.5 千 kWh/年×0.2=260 千 kWh/年</p> <p>節約金額 : 260 千 kWh/年×15 千円/千 kWh=3,900 千円/年</p>			
<p>〔地球温暖化対策効果〕</p> <p><温室効果ガス削減量> 260MWh/年×0.386 t CO₂/MWh=100.36 t /年=100 t /年</p> <p><温室効果ガス削減率> 100/4914 t CO₂×100=2 %</p>			
備考 (係数等)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温室効果ガス排出係数 0.386 t CO₂/MWh ・ エネルギー単価 15.0 円/kWh 		
①省エネ量 (原油換算)	212.5 (MWh) (53.975 kL)	③CO ₂ 削減率	2 (%)
② CO ₂ 削減量	100.0 (t)	④削減額	3,900 (千円)

基本対策 (設備導入等 対策)	大分類	38	照明設備
	中分類	07	電気の動力、熱等への変換の合理化に関する措置
	細分類	52	高輝度放電ランプ等効率の高いランプの導入
削減対策名	屋外照明の高効率化		
<p>〔削減対策の概要〕</p> <p><現状> 屋外照明用に水銀灯を使用しているが、一般照明であり、高効率のランプ・器具に変更できる。</p> <p><対策の概要> 照明の対象や範囲等を考慮して、高効率ランプに交換する。</p> <p><実施上の留意点> 演色性が劣るのでテストをすることが望ましい。ランプの互換性についてはメーカー確認のこと。</p>			
<p>〔削減対策の効果及び費用〕</p> <p><削減対策によるエネルギー削減量及び削減額> 本工場には700Wが7灯と400Wが7灯あるとして検討する。 灯数を変えない条件で検討する(詳細は補足を参照)。 水銀灯700W(41000lm, 58lm/W)を高圧ナトリウム灯360W(47000lm, 130lm/W)へ、 水銀灯400W(22000lm, 55lm/W)を高圧ナトリウム灯220W(26500lm, 120lm/W)へ交換する。</p> <p>●削減電力量 $(700W+400W) \times 7 \text{ 灯} - (360W+220W) \times 7 \text{ 灯} = 3.64\text{kW}$ の削減 点灯時間を操業日の10時間とすると280日\times10H=2800H 削減電力量: $3.64 \times 2800\text{H} = 10,192\text{kWh}$ (原油換算: $10,192\text{kWh} \times 0.254\text{kL/MWh} = 2.59\text{kL/年}$)</p> <p>●削減電気料金 $10,192\text{kWh/年} \times 14.4 \text{ 円} = 147 \text{ 千円/年}$ (基本料金込みの単価)</p>			
<p>〔地球温暖化対策効果〕</p> <p><温室効果ガス削減量> $10,192\text{kWh} \times 0.386\text{kgCO}_2/\text{kWh} = 3,934\text{kg CO}_2/\text{年} = 3.9 \text{ t CO}_2/\text{年}$</p> <p><温室効果ガス削減率> $3.9 \text{ t CO}_2/\text{年} / 4790.2\text{tCO}_2/\text{年} (\text{事業所全体}) \times 100 = 0.08\%$</p>			
備考 (係数等)	<ul style="list-style-type: none"> 温室効果ガス排出係数 電力: 0.386 (kg CO₂/kW) エネルギー単価 購入電力: 14.4 円/kWh 		
① 省エネ量 (原油換算)	100.2 (GJ) (2.59kL)	③CO2削減率	0.08 (%)
② CO2削減量	3.9 (t)	④削減額	147(千円)

<補 足>

屋外一般照明では演色を重視しなければ、一般的な高圧ナトリウム灯がよく使用される。当工場も場内及び設備機器への照明であり、演色性を改善したいろいろなランプがあるが高圧ナトリウム灯が良いと思う。

照明範囲や照度分布を現在と大きく変えずに(灯数を変えず)改善する。

メーカーにより器具や安定器の流用性に若干の違いがあるが、標準的に示す。

ランプ等比較表 (メーカー資料による)

	水銀灯 700W	高圧ナトリウム灯 360W	水銀灯 400W	高圧ナトリウム灯 220W
光束 (lm)	41000	47000	22000	26500
寿命 (H)	12000	12000	12000	12000
色温度 (K)	3900	2050 (オレンジ系)	3900	2050 (オレンジ系)
ランプ単価 (円)	9200	16800	5250	15500
安定器単価 (円)		400W 水銀灯転用		11,700
器具単価 (円)		40,000		流用

ランプ寿命も変わらず光束もほぼ同じランプは 360W と 220W になる。

●省エネ効果：

$(700+400) \times 7 - (360+220) \times 7 = 3.64\text{kW}$ の削減

点灯時間を操業日は 10 時間点灯とし、休日は全消灯として試算すると 280 日 \times 10H = 2800H

節減電力量： $3.64 \times 2800\text{H} = 10,192\text{kWh}$

●削減電気料金：

照明負荷が基本料金に関わる場合と関わらない場合とあるが、試算上は基本料金込み単価とした。

$10,192\text{kWh}/\text{年} \times 14.4 \text{円} = 147 \text{千円}/\text{年}$

参 考 資 料

工場又は事業場におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断の基準（平成15年1月10日経済産業省告示第4号）に記載されている別表第1から第5までを資料として付す。

～ 目 次 ～

別表第1(A)	基準空気比	CC-45
別表第1(B)	目標空気比	CC-48
別表第2(A)	基準炉壁外面温度	CC-51
別表第2(B)	目標炉壁外面温度	CC-52
別表第3(A)	基準廃ガス温度及び基準廃熱回収率	CC-53
別表第3(B)	目標廃ガス温度及び目標廃熱回収率	CC-56
別表第4	力率を向上すべき設備	CC-59
別表第5(A)	高効率の全閉型電動機（0.2～160kW）の目標効率	CC-60
別表第5(B)	高効率の保護形電動機（0.75～160kW）の目標効率	CC-61

別表第 1(A) 基準空気比(I 1 (1) 2) 関係)

(1) ボイラーに関する基準空気比

区 分		負荷率 (単位:%)	基 準 空 気 比				
			固体燃料		液体 燃料	気体 燃料	高炉 ガス その 他の 副生 ガス
			固定床	流動床			
電気事業用		75~100	—	—	1.05 ~1.2	1.05 ~1.1	1.2
そ の 他	蒸発量が毎時 30 トン以上のもの	50~100	1.3 ~1.45	1.2 ~1.45	1.1 ~1.25	1.1 ~1.2	1.2 ~1.3
	蒸発量が毎時 10 トン以上 30 トン未満のもの	50~100	1.3 ~1.45	1.2 ~1.45	1.15 ~1.3	1.15 ~1.3	—
	蒸発量が毎時 5 トン以上 10 トン未満のもの	50~100	—	—	1.2 ~1.3	1.2 ~1.3	—
	蒸発量が毎時 5 トン未満のもの	50~100	—	—	1.2 ~1.3	1.2 ~1.3	—

(注) 「電気事業用」とは、電気事業者(電気事業法第 2 条第 1 項 8 号に規定する電気事業者をいう。以下同じ。)が、発電のために設置するものをいう。

(備考)

- この表に掲げる基準空気比の値は、定期検査後、安定した状態で、一定の負荷で燃焼を行うとき、ボイラーの出口において測定される空気比について定めたものである。
- 負荷率は、発電のために設置されたものにあつてはタービン負荷率、その他のものにあつてはボイラー負荷率とする。
- 空気比の算定は次式により行い、結果は基準空気比の値の有効桁数が小数第 1 位までの場合にあつては小数第 2 位を、小数第 2 位までの場合にあつては小数第 3 位をそれぞれ四捨五入して求めるものとする。

$$\text{空気比} = 21 / (21 - \text{排ガス中の酸素濃度(パーセント)})$$
- 固体燃料の固定床ボイラーのうち微粉炭焚きのものに係る基準空気比の値は、電気事業用にあつては 1.15~1.3、その他(蒸発量が毎時 30 トン以上のもの及び 10 トン以上 30 トン未満のものに限る。)にあつては 1.2~1.3 とする。
- 複数の種類の燃料の混焼を行うボイラーについては、当該燃料のうち混焼率(発熱量ベースの混焼率をいう。以下同じ。)の高い燃料に係る基準空気比の値を適用する。

6 この表に掲げる基準空気比の値は、次に掲げるボイラーの空気比については適用しない。

- (1) 労働安全衛生法施行令第1条第4項に規定する小型ボイラー
- (2) 設置後燃料転換のための改造を行ったもの
- (3) 木屑、木皮、スラッジその他の産業廃棄物と燃料との混焼を行うもの
- (4) 黒液の燃焼を行うもの
- (5) 廃タイヤの燃焼を行うもの
- (6) 発熱量が3,800キログラム毎ノルマル立方メートル以下の副生ガスを専焼させるもの
- (7) 有毒ガスを処理するためのもの
- (8) 廃熱を利用するもの
- (9) 水以外の熱媒体を使用するもの
- (10) 定期検査時その他定常操作を行っていない状態のもの又は開発、研究若しくは試作の用に供するもの

(2) 工業炉に関する基準空気比(11(1)2)関係)

区 分	基 準 空 気 比				
	炉 の 形 式 等				
	気体燃料		液体燃料		備 考
	連続式	間欠式	連続式	間欠式	
金属鑄造用溶解炉	1.25	1.35	1.30	1.40	
連続鋼片加熱炉	1.20	—	1.25	—	
連続鋼片加熱炉以外の金属加熱炉	1.25	1.35	1.25	1.35	
金属熱処理炉	1.20	1.25	1.25	1.30	
石油加熱炉	1.20	—	1.25	—	
熱分解炉及び改質炉	1.20	—	1.25	—	
セメント焼成炉	1.30	—	1.30	—	微粉炭専焼の場合は液体燃料の値
石灰焼成炉	1.30	1.35	1.30	1.35	微粉炭専焼の場合は液体燃料の値
乾燥炉	1.25	1.45	1.30	1.50	ただし、バーナー燃焼部のみ

(備考)

- 1 この表に掲げる基準空気比の値は、点検・修理後、定格付近の負荷で燃焼を行うとき、炉の排気出口において測定される空気比について定めたものである。

- 2 高炉ガスその他の副生ガスを燃焼する工業炉の空気比については液体燃料の値とする。
- 3 この表に掲げる基準空気比の値は、次に掲げる工業炉の空気比については適用しない。
 - (1) 固体燃料を使用するもの(微粉炭を専焼させるものを除く。)
 - (2) 定格容量(バーナーの燃料の燃焼性能)が毎時(原油換算)20 リットル未満のもの
 - (3) 酸化又は還元のための特定の雰囲気を必要とするもの
 - (4) ヒートパターン維持又は炉内温度の均一化のために希釈空気を必要とするもの
 - (5) 発熱量が 3,800 キロジュール毎ノルマル立方メートル以下の副生ガスを燃焼させるもの
 - (6) 定期検査時その他定常操作を行っていない状態のもの又は開発、研究若しくは試作の用に供するもの
 - (7) 高温で変質する材料を使用した工業炉で、冷却希釈用空気を必要とするもの
 - (8) 可燃性廃棄物を燃焼させるもの

別表第 1(B) 目標空気比(II 1 (1) 1) 関係)

(1) ボイラーに関する目標空気比

区 分		負荷率 (単位:%)	目 標 空 気 比				
			固体燃料		液体 燃料	気体 燃料	高炉ガス その他の副生 ガス
			固定床	流動床			
電気事業用		75~100	—	—	1.05 ~1.1	1.05 ~1.1	1.15 ~1.2
そ の 他	蒸発量が毎時 30トン以上のもの	50~100	1.2 ~1.3	1.2 ~1.25	1.05 ~1.15	1.05 ~1.15	1.2 ~1.3
	蒸発量が毎時 10トン以上 30トン未満のもの	50~100	1.2 ~1.3	1.2 ~1.25	1.15 ~1.25	1.15 ~1.25	—
	蒸発量が毎時 5トン以上 10トン未満のもの	50~100	—	—	1.15 ~1.3	1.15 ~1.25	—
	蒸発量が毎時 5トン未満のもの	50~100	—	—	1.15 ~1.3	1.15 ~1.25	—

(注)「電気事業用」とは、電気事業者が、発電のために設置するものをいう。

(備考)

- 1 この表に掲げる目標空気比の値は、定期検査後、安定した状態で、一定の負荷で燃焼を行うとき、ボイラーの出口において測定される空気比について定めたものである。
- 2 負荷率及び空気比の算定については、別表第 1(A)(1)備考 2 及び 3 による。
- 3 固体燃料の固定床ボイラーのうち微粉炭焚きのものに係る目標空気比の値は、電気事業用にあつては 1.15~1.25、その他(蒸発量が毎時 30トン以上のもの及び 10トン以上 30トン未満のものに限る。)にあつては 1.2~1.25 とする。
- 4 黒液の燃焼を行うボイラーに係る目標空気比の値は、負荷率 50~100 パーセントにおいて 1.2~1.3 とする。
- 5 複数の種類の燃料の混焼を行うボイラーについては、当該燃料のうち混焼率(発熱量ベースの混焼率をいう。以下同じ。)の高い燃料に係る目標空気比の値を適用する。
- 6 この表に掲げる目標空気比の値は、次に掲げるボイラーの空気比については適用しない。ただし、可能なものについては、同表に準じて空気比の管理を行うよう検討するものとする。
 - (1) 労働安全衛生法施行令第 1 条第 4 項に規定する小型ボイラー
 - (2) 設置後燃料転換のための改造を行ったもの
 - (3) 木屑、木皮、スラッジその他の産業廃棄物と燃料との混焼を行うもの

- (4) 廃タイヤの燃焼を行うもの
- (5) 発熱量が 3,800 キロジュール毎ノルマル立方メートル以下の副生ガスを専焼させるもの
- (6) 有毒ガスを処理するためのもの
- (7) 廃熱を利用するもの
- (8) 定期検査時その他定常作業を行っていない状態のもの又は開発、研究若しくは試作の用に供するもの

(2) 工業炉に関する目標空気比(Ⅱ 1 (1) 1) 関係)

区 分	目 標 空 気 比				
	炉 の 形 式 等				
	気体燃料		液体燃料		備 考
	連続式	間欠式	連続式	間欠式	
金属鑄造用溶解炉	1.05～1.20	1.05～1.25	1.05～1.25	1.05～1.30	
連続鋼片加熱炉	1.05～1.15	—	1.05～1.20	—	
連続鋼片加熱炉以外の金属加熱炉	1.05～1.20	1.05～1.30	1.05～1.20	1.05～1.30	
金属熱処理炉	1.05～1.15	1.05～1.25	1.05～1.20	1.05～1.30	
石油加熱炉	1.05～1.20	—	1.05～1.25	—	
熱分解炉及び改質炉	1.05～1.20	—	1.05～1.25	—	
セメント焼成炉	1.05～1.25	—	1.05～1.25	—	微粉炭専焼の場合は液体燃料の値
石灰焼成炉	1.05～1.25	1.05～1.35	1.05～1.25	1.05～1.35	微粉炭専焼の場合は液体燃料の値
乾燥炉	1.05～1.25	1.05～1.45	1.05～1.30	1.05～1.50	ただし、バーナー燃焼部のみ

(備考)

- 1 この表に掲げる目標空気比の値は、点検・修理後、定格付近の負荷で燃焼を行うとき、炉の排気出口において測定される空気比について定めたものである。
- 2 高炉ガスその他の副生ガスを燃焼する工業炉の空気比については液体燃料の値とする。
- 3 この表に掲げる目標空気比の値は、次に掲げる工業炉の空気比については適用しない。ただし、可能なものについては、同表に準じて空気比の管理を行うよう検討するものとする。
 - (1) 定格容量(バーナーの燃料の燃焼性能)が毎時(原油換算)20 リットル未満のもの

- (2) 酸化又は還元のための特定の雰囲気を必要とするもの
- (3) ヒートパターンの維持又は炉内温度の均一化のために希釈空気を必要とするもの
- (4) 発熱量が 3,800 キロジュール毎ノルマル立方メートル以下の副生ガスを燃焼させるもの
- (5) 定期検査時その他定常操作を行っていない状態のもの又は開発、研究若しくは試作の用に供するもの
- (6) 高温で変質する材料を使用した工業炉で、冷却希釈用空気を必要とするもの

別表第 2(A) 基準炉壁外面温度(13(1)2) 関係)

炉内温度(単位:°C)	基準炉壁外面温度(単位:°C)		
	天井	側壁	外気に接する底面
1,300°C以上	140	120	180
1,100°C以上 1,300°C未満	125	110	145
900°C以上 1,100°C未満	110	95	120
900°C未満	90	80	100

(備考)

- 1 この表に掲げる基準炉壁外面温度の値は、外気温度 20°Cの下での定常操業時における炉の外壁面(特異な部分を除く。)の平均温度について定めたものである。
- 2 この表に掲げる基準炉壁外面温度の値は、次に掲げる工業炉の炉壁外面温度については適用しない。
 - (1) 定格容量(バーナーの燃料の燃焼性能)が毎時(原油換算)20 リットル未満のもの
 - (2) 強制的に冷却するもの
 - (3) ロータリーキルン
 - (4) 開発、研究又は試作の用に供するもの

別表第 2(B) 目標炉壁外面温度(Ⅱ 1 (2) 14) 関係)

炉内温度(単位:°C)	目標炉壁外面温度(単位:°C)		
	天井	側壁	外気に接する底面
1,300°C以上	120	110	160
1,100°C以上 1,300°C未満	110	100	135
900°C以上 1,100°C未満	100	90	110
900°C未満	80	70	90

(備考)

- 1 この表に掲げる目標炉壁外面温度の値は、外気温度 20°Cの下での定常操業時における炉の外壁面(特異な部分を除く。)の平均温度について定めたものである。
- 2 この表に掲げる目標炉壁外面温度の値は、次に掲げる工業炉の炉壁外面温度については適用しない。ただし、可能なものについては、同表に準じて炉壁の断熱性を向上させるよう検討すること。
 - (1) 定格容量(バーナーの燃料の燃焼性能)が毎時(原油換算)20 リットル未満のもの
 - (2) 強制的に冷却するもの
 - (3) ロータリーキルン
 - (4) 開発、研究又は試作の用に供するもの

別表第 3(A) 基準廃ガス温度及び基準廃熱回収率(I 4 (1) 2) 関係)

(1) ボイラーに関する基準廃ガス温度

区 分		基準廃ガス温度(単位:°C)				
		固体燃料		液体燃 料	気体燃 料	高炉ガス その他の副生ガス
		固定床	流動床			
電 気 事 業 用		—	—	145	110	200
そ の 他	蒸発量が毎時 30 トン以上のもの	200	200	200	170	200
	蒸発量が毎時 10 トン以上 30 トン未 満のもの	250	200	200	170	—
	蒸発量が毎時 5 トン以上 10 トン未 満のもの	—	—	220	200	—
	蒸発量が毎時 5 トン未満のもの	—	—	250	220	—

(注) 「電気事業用」とは、電気事業者が、発電のために設置するものをいう。

(備考)

- 1 この表に掲げる基準廃ガス温度の値は、定期検査後、ボイラー通風装置入口空気温度 20°C の下で、負荷率(発電のために設置されたものにあつてはタービンの負荷率、その他のものにあつてはボイラー負荷率)100 パーセントで燃焼を行うとき、ボイラーの出口(廃熱を回収利用する設備が設置されている場合又は環境対策のための排煙処理装置が設置されている場合にあつては、当該設備の出口)において測定される廃ガスの温度について定めたものである。
- 2 固体燃料の固定床ボイラーのうち微粉炭焚きのものに係る基準廃ガス温度の値は、電気事業者用にあつては 150°C、その他(蒸発量が毎時 30 トン以上のもの及び 10 トン以上 30 トン未満のものに限る。)にあつては 200°C とする。
- 3 この表に掲げる基準廃ガス温度の値は、次に掲げるボイラーの廃ガス温度については適用しない。
 - (1) 労働安全衛生法施行令第 1 条第 4 項に規定する小型ボイラー
 - (2) 設置後燃料転換のための改造を行ったもの
 - (3) 木屑、木皮、スラッジその他の産業廃棄物と燃料との混焼を行うもの
 - (4) 黒液の燃焼を行うもの
 - (5) 有毒ガスを処理するためのもの
 - (6) 廃熱又は余熱を利用するもの
 - (7) 水以外の熱媒体を使用するもの
 - (8) 定期検査時その他定常操業を行っていない状態のもの又は開発、研究若しくは試作の用に供するもの

(2) 工業炉に関する基準廃熱回収率(I 4 (1) 2) 関係)

排ガス温度(単位:°C)	容量区分	基準廃熱回収率 (単位:%)
500 未満	A・B	25
500 以上 600 未満	A・B	25
600 以上 700 未満	A	35
	B	30
	C	25
700 以上 800 未満	A	35
	B	30
	C	25
800 以上 900 未満	A	40
	B	30
	C	25
900 以上 1,000 未満	A	45
	B	35
	C	30
1,000 以上	A	45
	B	35
	C	30

(注) 1 「排ガス温度」は、炉室から排出される排ガスの炉出口又はレキュペレータ入口における温度をいう。

2 工業炉の容量区分は次のとおりとする。

A 定格容量が毎時 84,000 メガジュール以上のもの

B 定格容量が毎時 21,000 メガジュール以上 84,000 メガジュール未満のもの

C 定格容量が毎時 840 メガジュール以上 21,000 メガジュール未満のもの

(備考)

1 この表に掲げる基準廃熱回収率の値は、定格付近の負荷で燃焼を行うとき、炉室から排出される排ガスの顕熱量に対する回収熱量の比率について定めたものである。

2 この表に掲げる基準廃熱回収率の値は、次に掲げる工業炉の廃熱回収率については適用しない。

(1) 定格容量が毎時 840 メガジュール未満のもの

- (2) 酸化又は還元のための特定の雰囲気が必要とするもの

- (3) 発熱量が 3,800 キロジュール毎ノルマル立方メートル以下の副生ガスを燃焼させるもの

- (4) 定期検査時その他定常操作を行っていない状態のもの又は開発、研究若しくは試作の用に供するもの

別表第 3(B) 目標廃ガス温度及び目標廃熱回収率(II 1 (2) 20) 関係)

(1) ボイラーに関する目標廃ガス温度

区 分		目標廃ガス温度(単位:°C)				
		固体燃料		液体燃 料	気体燃 料	高炉ガス その他の副生 ガス
		固定床	流動床			
電 気 事 業 用		—	—	135	110	190
そ の 他	蒸発量が毎時 30 トン以上のもの	180	170	160	140	190
	蒸発量が毎時 10 トン以上 30 トン未満のもの	180	170	160	140	—
	蒸発量が毎時 5 トン以上 10 トン未満のもの	—	300	180	160	—
	蒸発量が毎時 5 トン未満のもの	—	320	200	180	—

(注)「電気事業用」とは、電気事業者が、発電のために設置するものをいう。

(備考)

- 1 この表に掲げる目標廃ガス温度の値は、定期検査後、ボイラー通風装置入口空気温度 20°C の下で、負荷率(発電のために設置されたものにあつてはタービンの負荷率、その他のものにあつてはボイラー負荷率)100 パーセントで燃焼を行うとき、ボイラー出口(廃熱を回収利用する設備が設置されている場合又は環境対策のための排煙処理装置が設置されている場合にあつては、当該設備の出口)において測定される廃ガスの温度について定めたものである。
- 2 固体燃料の固定床ボイラーのうち微粉炭焚きのものに係る目標廃ガス温度の値は、電気事業者用にあつては 140°C、その他(蒸発量が毎時 30 トン以上のもの及び 10 トン以上 30 トン未満のものに限る。)にあつては 160°C とする。
- 3 黒液の燃焼を行うボイラーに係る目標廃ガス温度の値は、180°C とする。
- 4 複数の種類の燃料の混焼を行うボイラーについては、当該燃料のうち混焼率の高い燃料に係る目標廃ガス温度の値を適用する。
- 5 この表に掲げる目標廃ガス温度の値は、次に掲げるボイラーの廃ガス温度については適用しない。
 - (1) 労働安全衛生法施行令第 1 条第 4 項に規定する小型ボイラー
 - (2) 木屑、木皮、スラッジその他の産業廃棄物と燃料との混焼を行うもの
 - (3) 有毒ガスを処理するためのもの
 - (4) 廃熱又は余熱を利用するもの

- (5) 定期検査時その他定常作業を行っていない状態のもの又は開発、研究若しくは試作の用に供するもの

(2) 工業炉に関する目標廃熱回収率(II 1 (2) 20) 関係)

排ガス温度 (単位:°C)	容量区分	目標廃熱回収率 (単位:%)	(参 考)	
			廃ガス温度 (単位:°C)	予熱空気温度 (単位:°C)
500 未満	A・B	35	275	190
500 以上 600 未満	A・B	35	335	230
600 以上 700 未満	A	40	365	305
	B	35	400	270
	C	30	435	230
700 以上 800 未満	A	40	420	350
	B	35	460	310
	C	30	505	265
800 以上 900 未満	A	45	435	440
	B	40	480	395
	C	35	525	345
900 以上 1,000 未満	A	55	385	595
	B	45	485	490
	C	40	535	440
1,000 以上	A	55	—	—
	B	45	—	—
	C	40	—	—

- (注) 1 「排ガス温度」は、炉室から排出される排ガスの炉出口又はレキュペレータ入口における温度をいう。
- 2 工業炉の容量区分は次のとおりとする。
- A 定格容量が毎時 84,000 メガジュール以上のもの
- B 定格容量が毎時 21,000 メガジュール以上 84,000 メガジュール未満のもの
- C 定格容量が毎時 840 メガジュール以上 21,000 メガジュール未満のもの

(備考)

- 1 この表に掲げる目標廃熱回収率の値は、定格付近の負荷で燃焼を行うとき、炉室から排出される排ガスの顕熱量に対する回収熱量の比率について定めたものである。
- 2 この表に掲げる目標廃熱回収率の値は、次に掲げる工業炉の廃熱回収率については適

用しない。ただし、可能なものについては、同表に準じて廃熱回収率を高めるよう検討するものとする。

- (1) 定格容量が 840 メガジュール未満のもの
- (2) 酸化又は還元のための特定の雰囲気が必要とするもの
- (3) 発熱量が 3,800 キロジュール毎ノルマル立方メートル以下の副生ガスを燃焼させるもの
- (4) 定期検査時その他定常操作を行っていない状態のもの又は開発、研究若しくは試作の用に供するもの

3 参考として掲げる廃ガス温度及び予熱空気温度の値は、目標廃熱回収率の廃熱回収を行った場合の廃ガス温度及び当該回収廃熱によって空気予熱を行った場合の予熱空気温度を次の条件の下で算出した値である。

- (1) 炉の出口から空気予熱用の熱交換器までの放散熱損失等による温度低下 60℃
- (2) 熱交換器からの放散熱 5 パーセント
- (3) 燃料は液体燃料(重油相当)
- (4) 外気温度 20℃
- (5) 空気比 1.2

別表第 4 力率を向上すべき設備(I 6(1) 3) 及び II 1(5) 4) 関係)

設 備 名	容 量 (単位:kW)
かご型誘導電動機	75
巻線型誘導電動機	100
誘導炉	50
真空溶解炉	50
誘導加熱装置	50
アーク炉	-
フラッシュバット溶接機(携帯型のものを除く)	10
アーク溶接機(携帯型のものを除く)	10
整流器	10,000

(備考) 防護型等安全性の面から適用が難しい設備を除く。

別表第 5(A) 高効率の全閉型電動機(0.2~160kW)の目標効率(II 1 (5) 1) 関係)

出力 (単位:kW)	効 率 値 (単位:%)					
	2 極		4 極		6 極	
	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz
	200V 又は 400V	220V 又は 440V	200V 又は 400V	220V 又は 440V	200V 又は 400V	220V 又は 440V
0.2	70.0	71.0	72.0	74.0	—	—
0.4	76.0	77.0	76.0	78.0	73.0	76.0
0.75	77.5	78.5	80.5	82.5	78.5	80.0
1.5	83.0	84.0	82.5	84.0	83.0	84.5
2.2	84.5	85.5	85.5	87.0	84.5	86.0
3.7	87.0	87.5	86.0	87.5	86.0	87.0
5.5	88.0	88.5	88.5	89.5	88.0	89.0
7.5	88.5	89.0	88.5	89.5	88.5	89.5
11	90.0	90.2	90.2	91.0	89.5	90.2
15	90.0	90.2	90.6	91.0	89.5	90.2
18.5	90.6	91.0	91.7	92.4	91.0	91.7
22	91.0	91.0	91.7	92.4	91.0	91.7
30	91.4	91.7	92.4	93.0	91.7	92.4
37	92.1	92.4	92.4	93.0	91.7	92.4
45	92.4	92.7	92.7	93.0	92.4	93.0
55	92.7	93.0	93.3	93.6	93.3	93.6
75	93.6	93.6	94.1	94.5	93.6	94.1
90	94.3	94.5	94.1	94.5	93.9	94.1
110	94.3	94.5	94.1	94.5	94.5	95.0
132	94.8	95.0	94.5	95.0	94.5	95.0
160	94.8	95.0	94.8	95.0	94.5	95.0

(備考) 効率値は JIS C 4512(高効率低圧三相かご形誘導電動機)の 7.3 効率試験に規定する方法により測定した値とする。なお、この効率値には、4.2 効率の裕度を適用する。

別表第 5(B) 高効率の保護形電動機(0.75～160kW)の目標効率(II 1 (5) 1) 関係)

出力 (単位:kW)	効 率 値 (単位:%)					
	2 極		4 極		6 極	
	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz
	200V 又は 400V	220V 又は 440V	200V 又は 400V	220V 又は 440V	200V 又は 400V	220V 又は 440V
0.75	77.5	78.5	80.0	82.0	78.0	80.0
1.5	83.0	84.0	82.0	84.0	82.0	84.0
22	83.0	84.0	85.0	86.5	84.0	85.5
3.7	85.0	85.5	86.0	87.5	85.5	87.0
5.5	87.0	87.5	87.5	88.5	87.0	88.5
7.5	88.0	88.5	88.5	89.5	88.0	89.0
11	89.0	89.5	90.0	90.6	89.0	90.0
15	89.5	90.2	90.2	91.0	89.5	90.6
18.5	90.6	91.0	90.6	91.4	90.6	91.4
22	90.6	91.0	91.4	92.1	91.0	91.7
30	91.0	91.4	91.7	92.1	91.4	92.1
37	91.4	91.7	92.1	92.4	91.7	92.4
45	91.7	92.1	92.1	92.7	92.1	92.7
55	92.1	92.4	92.4	93.0	92.4	93.0
75	92.4	92.7	92.7	93.3	92.4	93.0
90	92.7	93.0	93.0	93.6	92.7	93.3
110	93.0	93.3	93.3	93.6	93.0	93.6
132	93.3	93.6	93.3	93.9	93.3	93.9
160	93.9	94.1	93.6	94.5	93.6	94.1

(備考) 効率値は JIS C 4312(高効率低圧三相かご形誘導電動機)の 7.3 効率試験に規定する方法により測定した値とする。なお、この効率値には、4.2 効率の裕度を適用する。