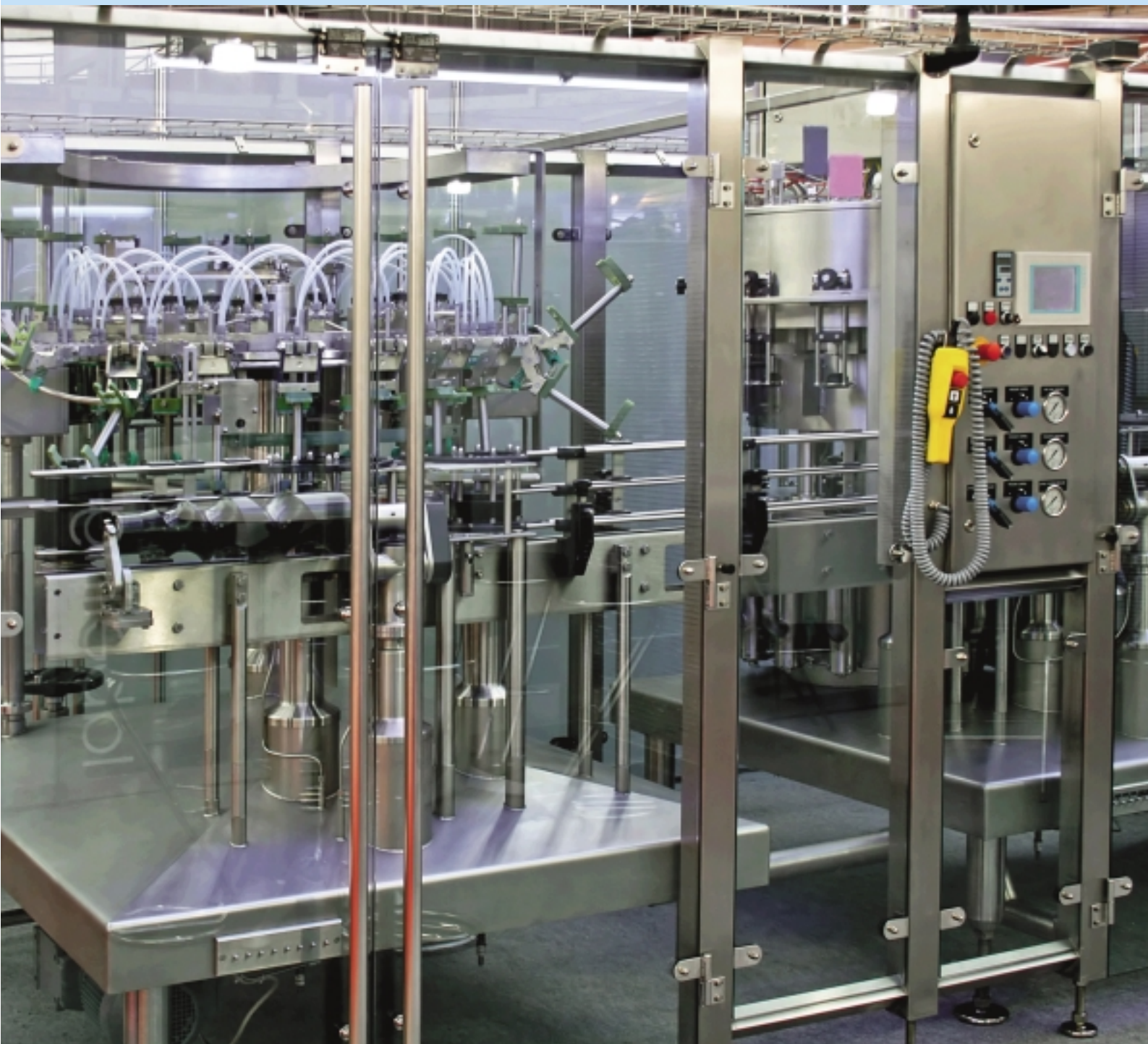


工場の省エネルギー ガイドブック

省エネルギー診断結果と改善提案事例



このパンフレットは、財団法人省エネルギーセンターが国の補助を受け、平成9年度から平成18年度に実施した、工場の「現地調査による省エネルギー診断」での診断結果と改善提案事例の概要をまとめたものです。

皆様の省エネルギー推進の参考になれば幸いです。

目次

I. 工場の省エネルギー診断結果

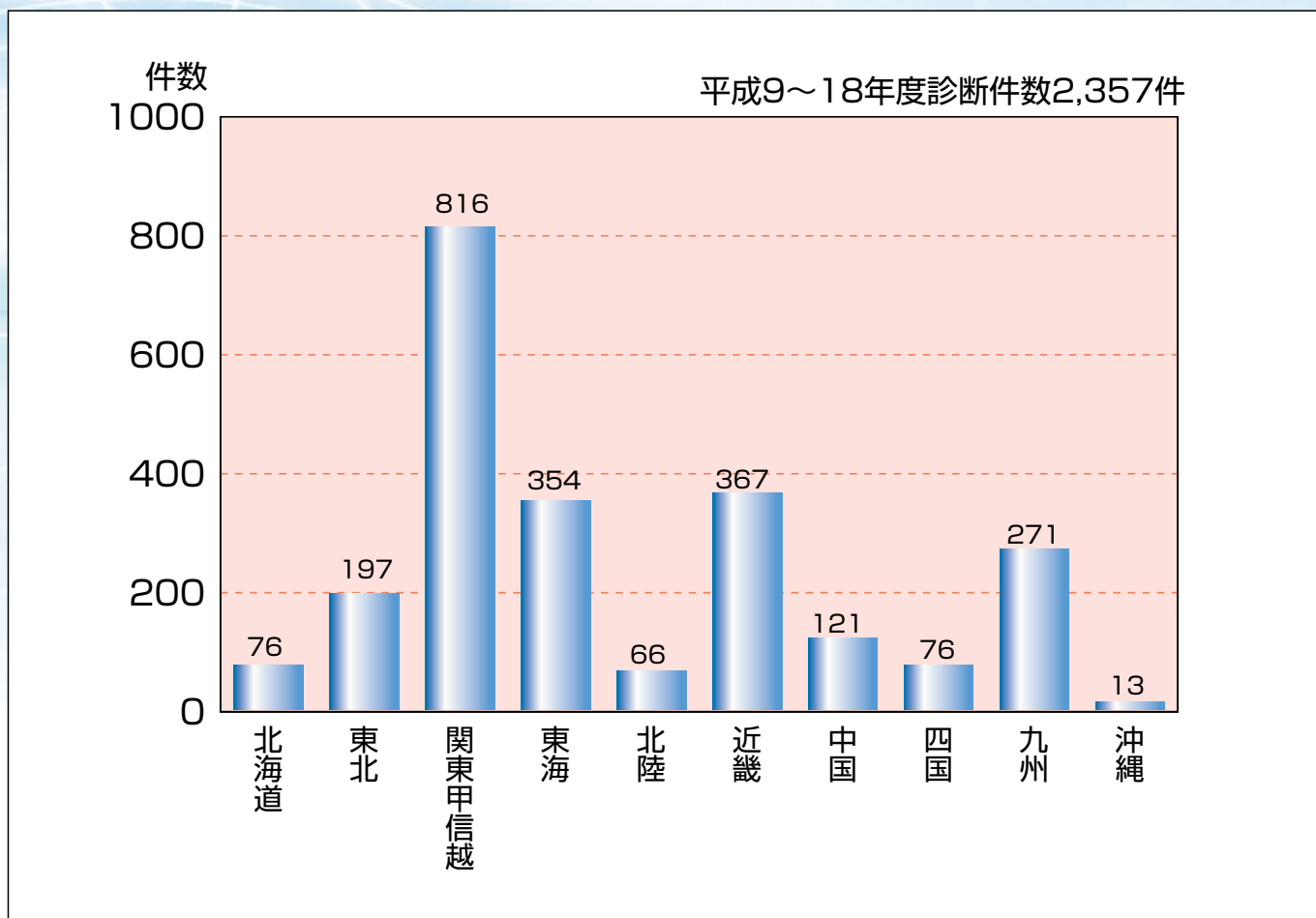
1. 地域別診断件数	1
2. 診断工場の資本金及び従業員構成	1
3. 診断工場の業種別診断件数	2
4. 診断工場の業種別エネルギー原単位	3
5. 診断による改善提案項目	4
6. 診断工場の業種別平均省エネルギー率・量	5

II. 省エネルギー改善提案事例

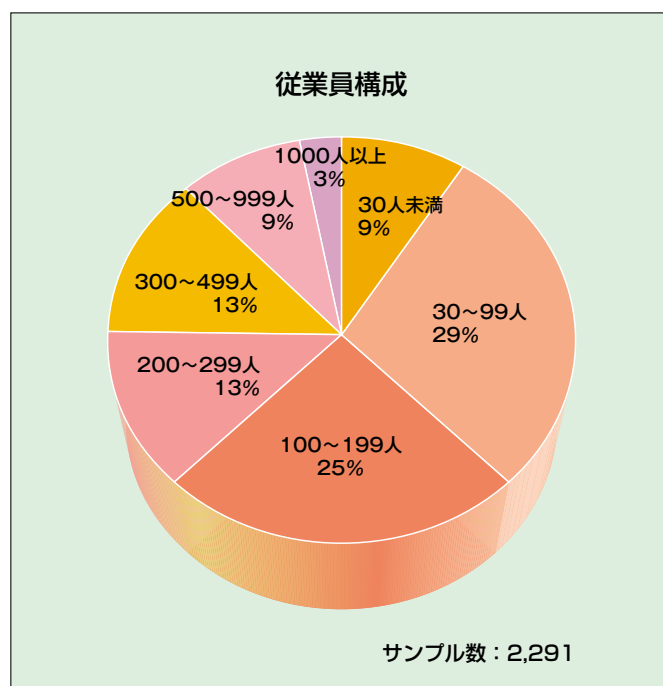
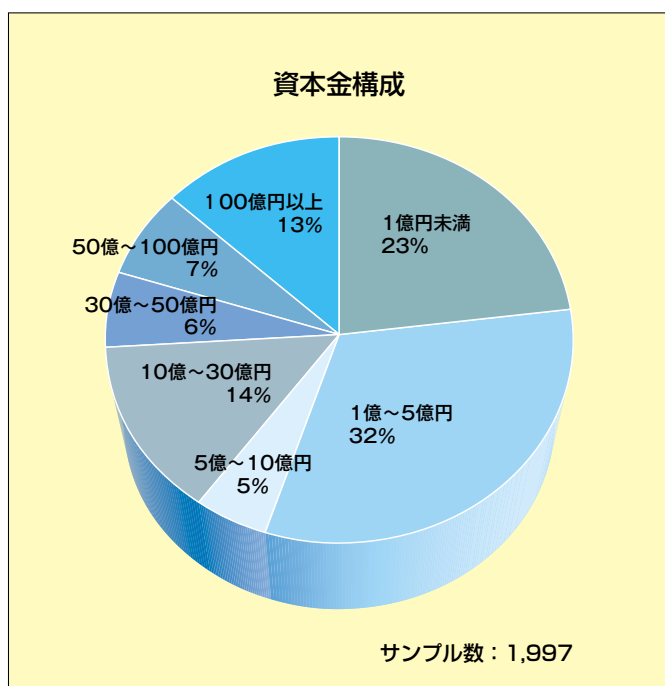
1. 空調の運用管理	
事例 1-1 空調、冷凍機の温度設定	6
事例 1-2 冷蔵庫の設定温度緩和（上昇）	7
事例 1-3 検査用エアブロー新設	8
2. ファン・コンプレッサ・ポンプ	
事例 2-1 活性汚泥ブロウの省電力	9
事例 2-2 コンプレッサ吐出圧の低減	10
事例 2-3 コンプレッサ吸込空気温度の低減	11
事例 2-4 エンジン駆動空気圧縮機の導入	12
3. ボイラー・工業炉・加熱装置等	
事例 3-1 エコマイザの設置	13
事例 3-2 ボイラーファンのインバータ化	14
事例 3-3 トンネル炉の空気比管理	15
事例 3-4 ボイラーの空気比改善	16
事例 3-5 工業炉の低空気比燃焼	17
事例 3-6 ボイラーの効率向上	18
事例 3-7 蒸気ドレン回収	19
事例 3-8 鋳物溶解炉開口部の放熱損失対策	20
事例 3-9 成形機の断熱	21
4. 電灯器具等	
事例 4-1 冷蔵庫内白熱電球のハロゲンランプ化	22
事例 4-2 高圧ナトリウムランプの採用	23
事例 4-3 高効率省エネ安定器の採用	24
5. 製造プロセス	
事例 5-1 吹付け乾燥工程の改善	25

I. 工場の省エネルギー診断結果

1. 地域別診断件数

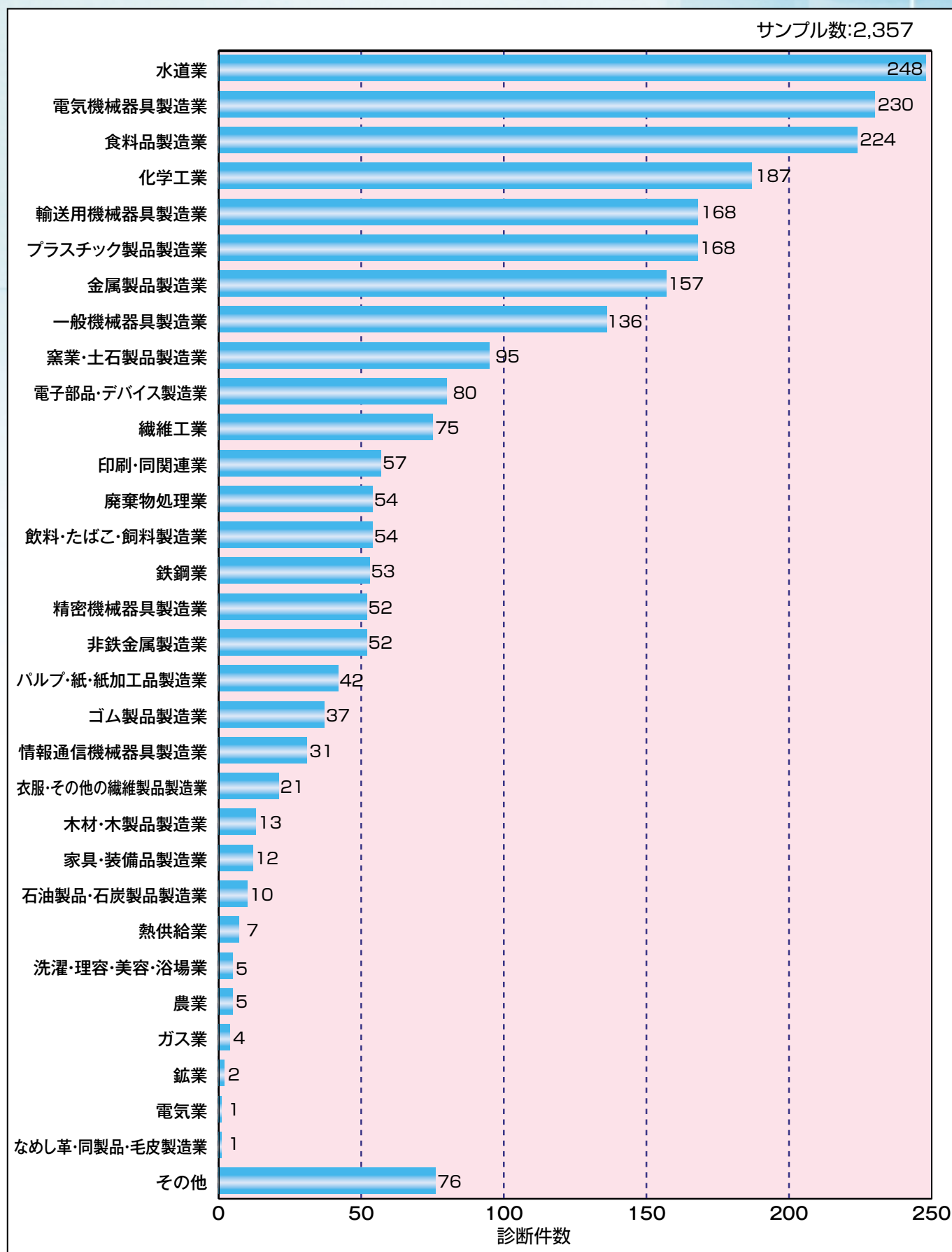


2. 診断工場の資本金及び従業員構成



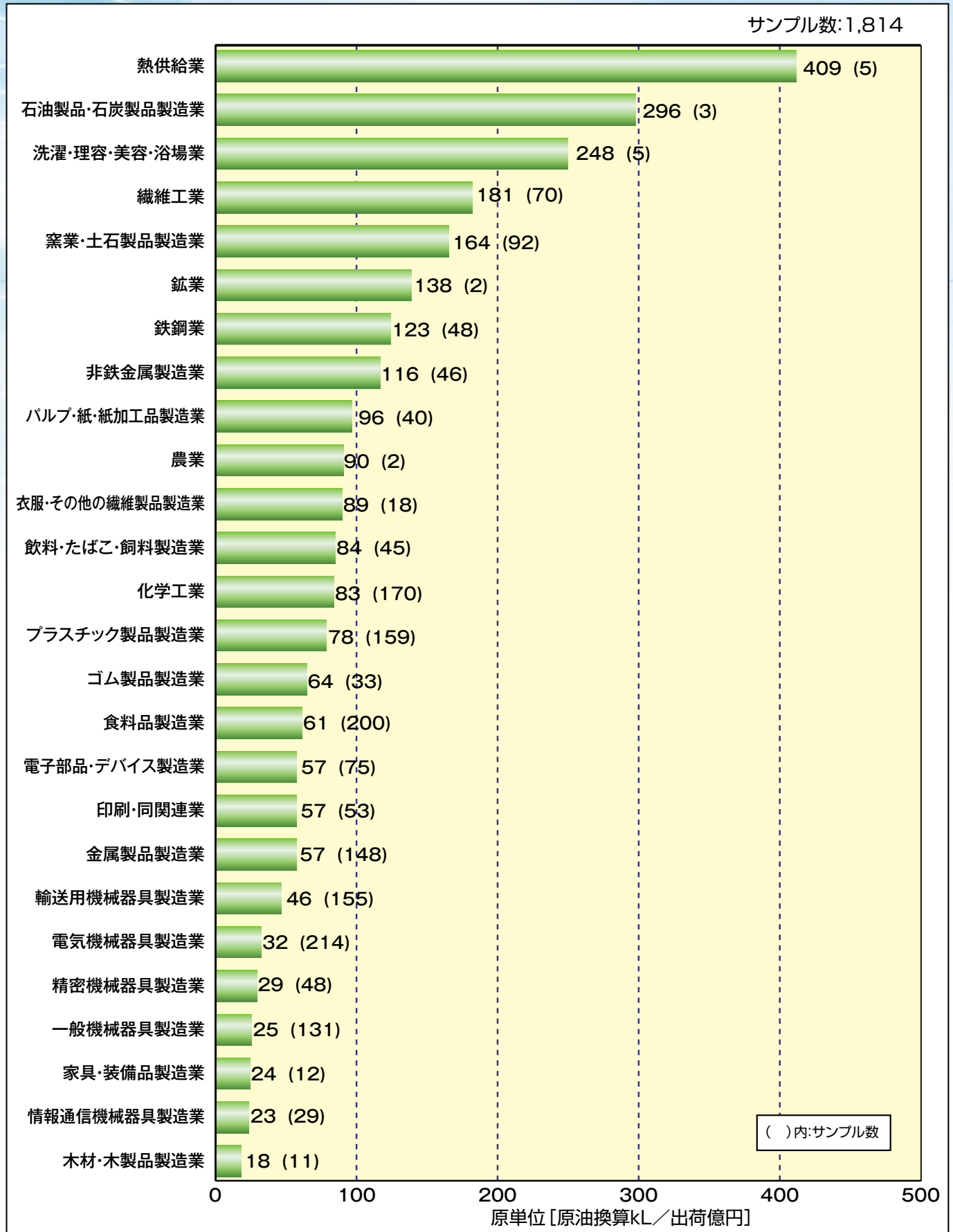
3. 診断工場の業種別診断件数

診断した工場の件数を、業種別に示したものである。なお、これらの業種に分類できないものは、その他に入れてある。



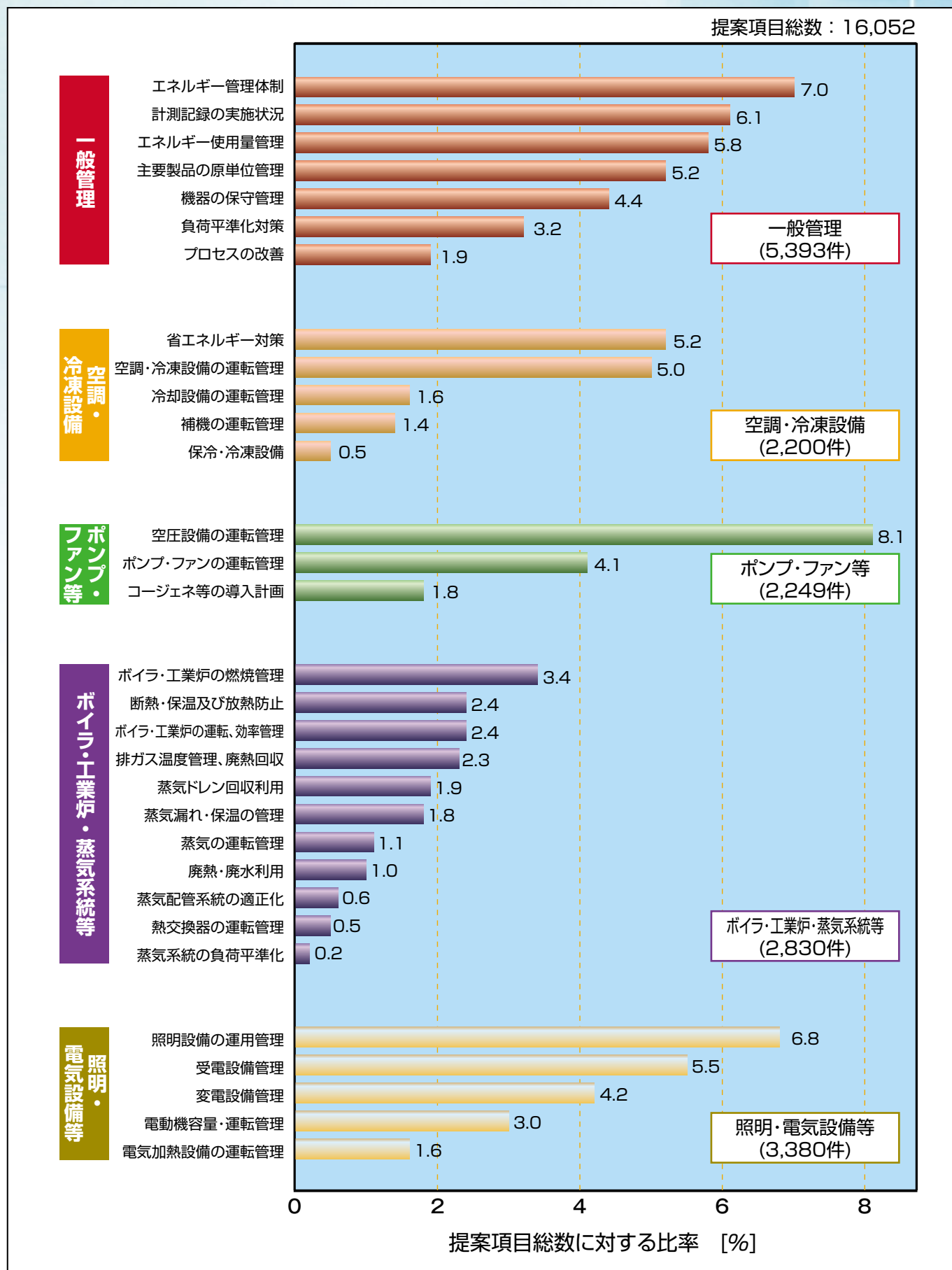
4. 診断工場の業種別エネルギー原単位

工場の診断で得られたエネルギー原単位データをまとめ、代表的な業種別に単純平均したものである。原単位は、ここでは全業種を比較するため、年間エネルギー使用量の原油換算値を出荷金額で割って算出したものを使用した。



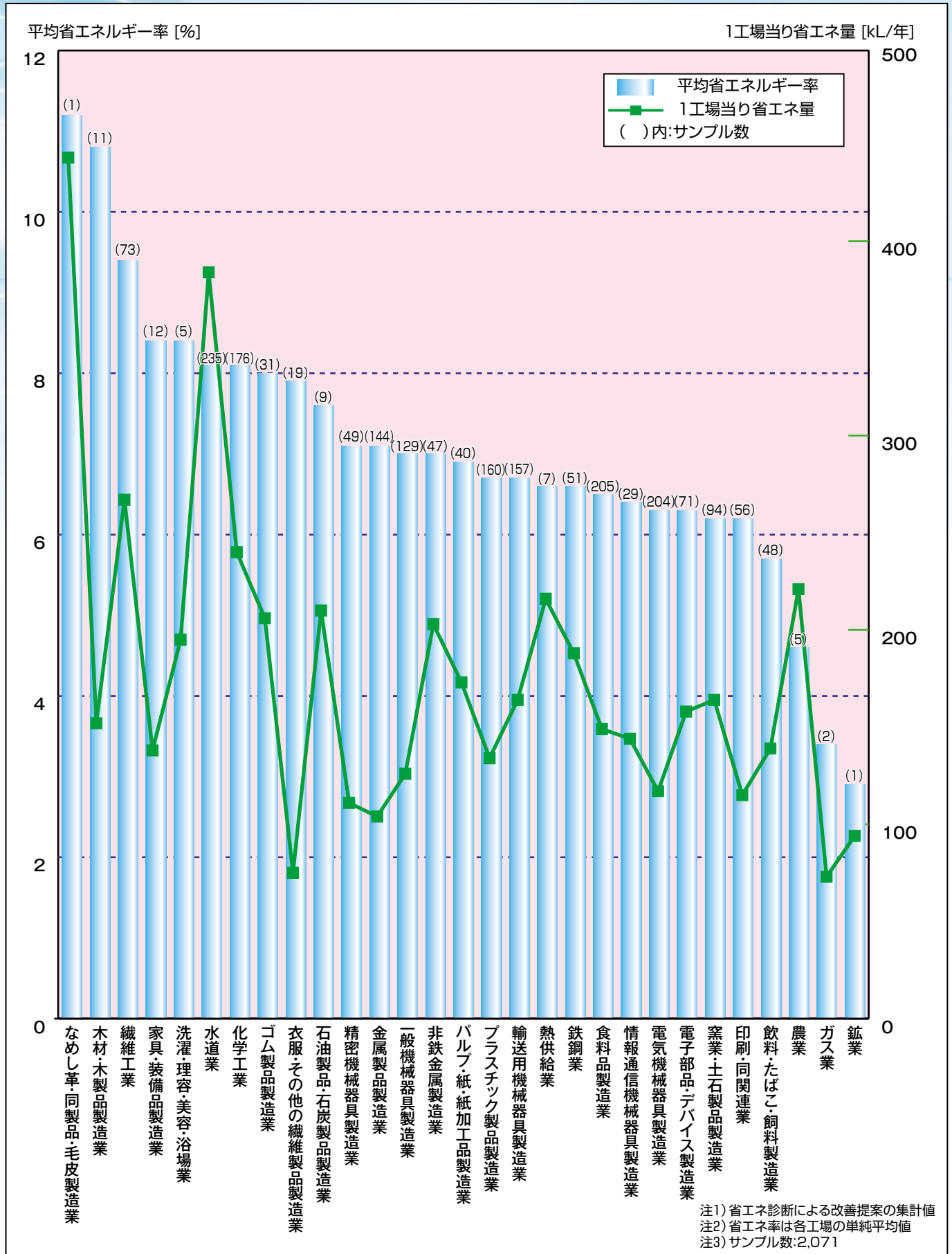
5. 診断による改善提案項目

工場の診断で提出した、省エネのための改善提案の件数をまとめたものである。
管理や設備ごとに内容別に集計したので、どの様な改善提案が多く提出されているかがわかる。



6. 診断工場の業種別平均省エネルギー率・量

工場の診断で提出した改善提案の省エネルギー率及び量を集計したものである。
各工場の値を、業種別に単純平均して算出した。



Ⅱ. 省エネルギー改善提案事例

1. 空調の運用管理

事例1-1 空調、冷凍機の温度設定

現状の問題点 工場全体の空調温度設定が適切に行われていない。

改善対策 空調温度管理を行い、設定温度を1℃上げて省エネを図る。

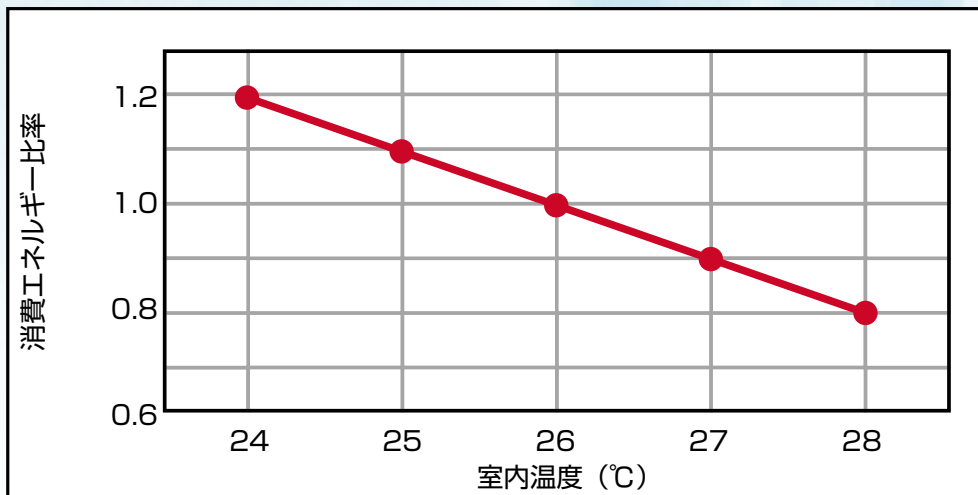


図1 設定温度変化による省エネルギー比率 (26℃基準)

効果試算

■計算式

電力削減量 (kWh/年) = 空調電力使用量(kWh/月) × 対象夏季月間数(月/年) × 電力消費の改善率(%)

■計算条件

工場全体の空調温度設定：夏季4ヶ月間、26℃から27℃へと1℃上げる。

空調電力使用量：150,000kWh/月

電力消費の改善率：1℃上げることにより10%の電力消費が低減される。

■省エネルギー効果

電力削減量 = 150,000 kWh/月 × 4ヶ月/年 × 0.1 = 60,000 kWh/年

効果

原油換算削減量：60.0千kWh/年 × 0.252 = 15.1 kL/年

CO₂削減量：60.0千kWh/年 × 0.555(*) = 33.3 t-CO₂/年
(*)注. 0.555については取引電力会社の数値を使用してください。

節約金額：60.0千kWh/年 × 14.0円/kWh = 840千円/年

事例1-2 冷蔵庫の設定温度緩和(上昇)

現状の問題点

原料冷凍庫・仕掛保管庫、製品保管庫は終日、 $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ に管理しているが、過剰冷凍である。

改善対策

食品基準から見て、平日夜間(22~8時)及び休日24hは -15°C まで上げる。ただし、実施する場合は品質に影響しないことを別途確認することが必要である。

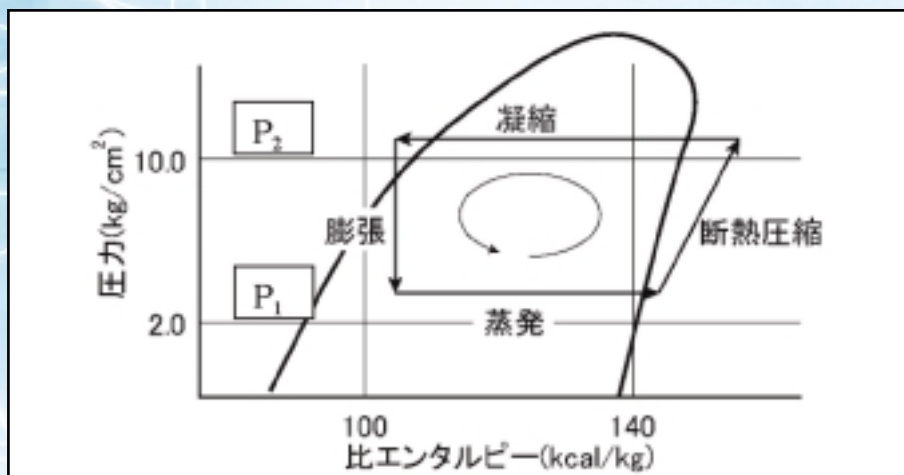


図 使用冷媒のp-h線図

効果試算

■計算式

電力削減量(kWh/年) = 冷凍機容量(kW) × 負荷率 × 対策後の圧縮仕事低減率 × 運転時間(h/年)

■計算条件

冷凍機設備容量：135kW

冷凍機負荷率：40%、

冷凍庫設定温度(蒸発温度)：(現状) -20°C (圧力 $P_1 = 2.5\text{kg}/\text{cm}^2\text{abs}$)

(改善後) -15°C (圧力 $P_1 = 2.7\text{kg}/\text{cm}^2\text{abs}$)

凝縮温度：30 $^{\circ}\text{C}$ (圧力 $P_2 = 12.2\text{kg}/\text{cm}^2\text{abs}$)一定

冷凍機運転時間：(平日)10h/日 × 260日/年 + (休日)24h/日 × 105日/年 = 5,120h/年

購入電力平均単価：12.19円/kWh

■省エネルギー効果

圧縮仕事の低減率の計算：使用冷媒のp-h線図参照

改善前の圧縮仕事 = (P1→P2等エントロピー圧縮後のエンタルピー) - (-20°C 飽和蒸気のエンタルピー)
 $= 156.0 - 147.03 = 8.97 \text{ kcal/kg}$

改善後の圧縮仕事 = (P1→P2等エントロピー圧縮後のエンタルピー) - (-15°C 飽和蒸気のエンタルピー)
 $= 155.3 - 147.52 = 7.78 \text{ kcal/kg}$

圧縮仕事の低減率 = $1 - 7.78/8.97 = 0.13$

電力削減量 = $135\text{kW} \times 0.4 \times 0.13 \times 5,120\text{h/年} = 35,942\text{kWh/年}$

効果

原油換算削減量：35.9千kWh/年 × 0.252 = 9.0 kL/年

CO₂削減量：35.9千kWh/年 × 0.555(*) = 19.9 t-CO₂/年
 (*).注. 0.555については、取引電力会社の数値を使用してください。

節約金額：35,942 kWh/年 × 11.33円/kWh = 407千円/年

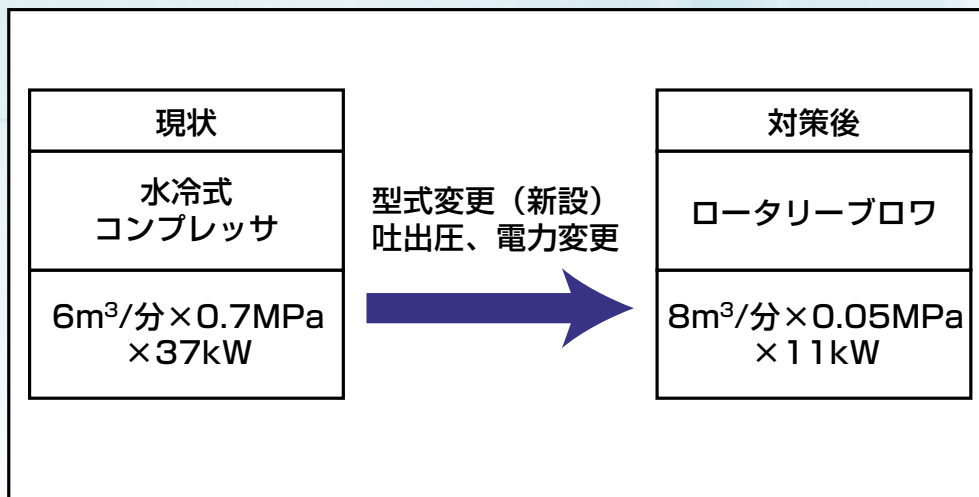
事例1-3 検査用エアブロワ新設

現状の問題点

検査用圧力エアは、コンプレッサの元圧0.55～0.7MPaを0.03MPaに減圧して使用しているため効率が悪い。

改善対策

現状の水冷式コンプレッサ(6m³/分×0.7MPa×37kW)を撤去し、ロータリーブロワ(8m³/分×0.05MPa×11kW)を新設する。



効果試算

■計算式

電力削減量(kWh/年) = 定格電力の差(kW) ÷ モータ効率(%) × 負荷率(%) × 稼働時間(h/年)

■計算条件

コンプレッサ及びロータリーブロワのモータ効率：90%

現状のコンプレッサ電力：37kW

対策後のブロワ電力：11kW

オンロード負荷率：80%

年間稼働日数：257日

運転時間：24時間連続

■省エネルギー効果

電力削減量: $((37 - 11) \text{ kW} \div 0.9) \times 0.8 \times 24 \text{ h/日} \times 257 \text{ 日/年} = 142,500 \text{ kWh/年}$

効果

原油換算削減量：142.5千kWh/年×0.252=35.9 kL/年

CO₂削減量：142.5千kWh/年×0.555(*)=79.1 t-CO₂/年
(*)注. 0.555については取引電力会社の数値を使用してください。

節約金額：142,500kWh/年×11.33円/kWh=1,615千円/年

2. ファン・コンプレッサ・ポンプ

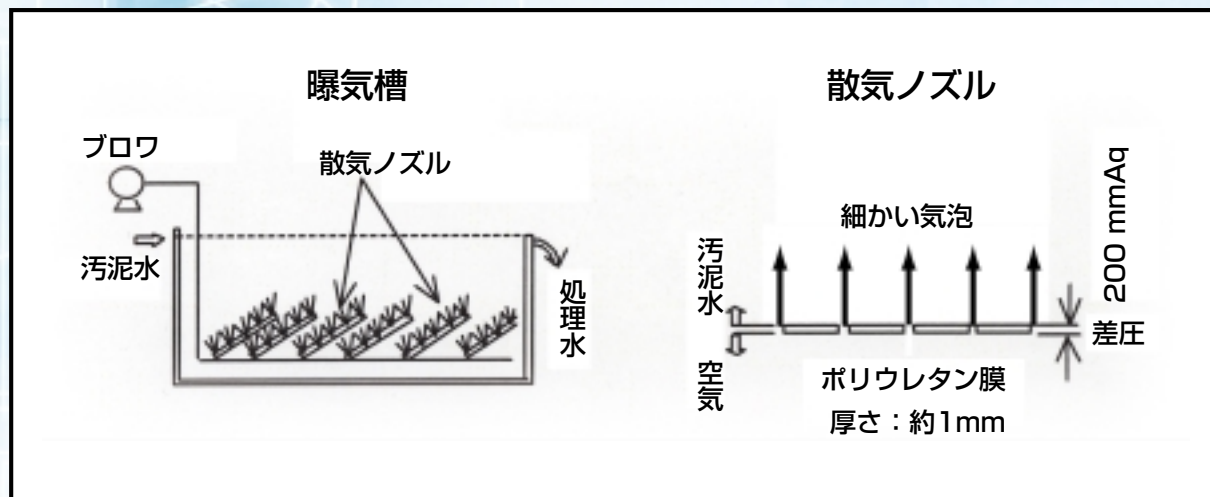
事例2-1 活性汚泥ブロワの省電力

現状の問題点

現状の磁器製のノズルによる酸素溶解効率は8%程度と低く散気ノズルの効率が悪い。

改善対策

高効率散気ノズル(ポリウレタン膜ノズル)の採用。現状酸素溶解効率を3倍にする。なお、吐出圧力は現状より150mmAq高くなる。



効果試算

■計算式

電力削減量(kWh/年) = 年間送風量(m³/年) × 空気原単位(kWh/m³) × 節減比率(%)

■計算条件

年間送風量：90,152 × 10³m³/年
 空気原単位：20.7 × 10⁻³kWh/m³
 ブロア吐出流量：6,180 m³/h
 モータ容量：160kW
 モータ効率：0.8
 節減比率：0.5
 電気料金：11.33円/kWh

■省エネルギー効果

電力削減量：90,152 × 10³m³/年 × 20.7 × 10⁻³kWh/m³ × 0.5 = 933千kWh/年

原油換算削減量：933千kWh/年 × 0.252 = 235.1 kL/年

CO₂削減量：933千kWh/年 × 0.555(*) = 517.8 t-CO₂/年
 (*)注. 0.555については、取引電力会社の数値を使用してください。

節約金額：933千kWh/年 × 11.33円/kWh = 10,571千円/年

効果

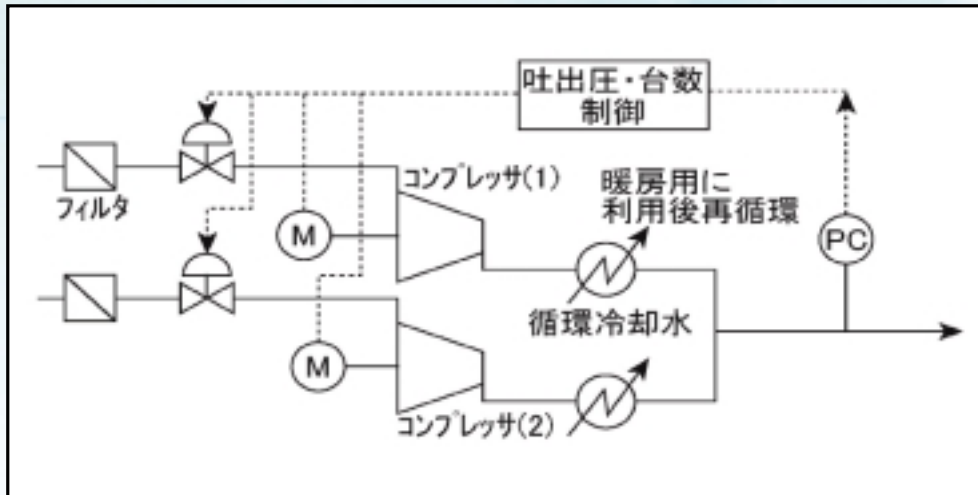
事例2-2 コンプレッサ吐出圧の低減

現状の問題点

コンプレッサの運転状況の把握がされていないため、無駄な動力が消費されている。

改善対策

必要圧力の把握による使用圧力適正化、圧損の少ない配管化により、コンプレッサの吐出圧力を、現状の0.7Mpaから、0.6Mpaに低下させる。



効果試算

■計算式

$$\text{電力削減量(kWh/年)} = \text{コンプレッサ定格容量(kW)} \div \text{モータ効率(\%)} \times \text{負荷率(\%)} \\ \times \text{稼働時間 h/年} \times \text{吐出圧低減による省エネ率(\%)}$$

■計算条件

コンプレッサ：37 kW×8、11 kW×4、15 kW×3 合計 15基 385 kW

負荷率：80%、モータ効率：90%

稼働時間：20時間/日、242日/年

吐出圧を0.1Mpa低下させると性能曲線から10%の省エネ効果が見込める。

電力料金：12.4 円/kWh

■省エネルギー効果

$$\text{電力削減量} = 385 \text{ kW} \div 0.9 \times 0.8 \times 0.1 \times 20 \text{ 時間/日} \times 242 \text{ 日/年} = 165,636 \text{ kWh/年}$$

効果

原油換算削減量：165.6千kWh/年×0.252=41.7 kL/年

CO₂削減量：165.6千kWh/年×0.555(*)=91.9 t-CO₂/年
(*)注. 0.555については取引電力会社の数値を使用してください。

節約金額：165.6千kWh/年×12.4円/kWh=2,053千円/年

事例2-3 コンプレッサ吸込空気温度の低減

現状の問題点

ボイラー室との間に扉があるが常時開放のため、コンプレッサ吸込空気温度は、外気温度7℃に対して、17℃と高い。

改善対策

ボイラー室との間の扉を閉め、新鮮な外気導入を図ることで約10℃の温度低下を図り、消費動力を下げます。

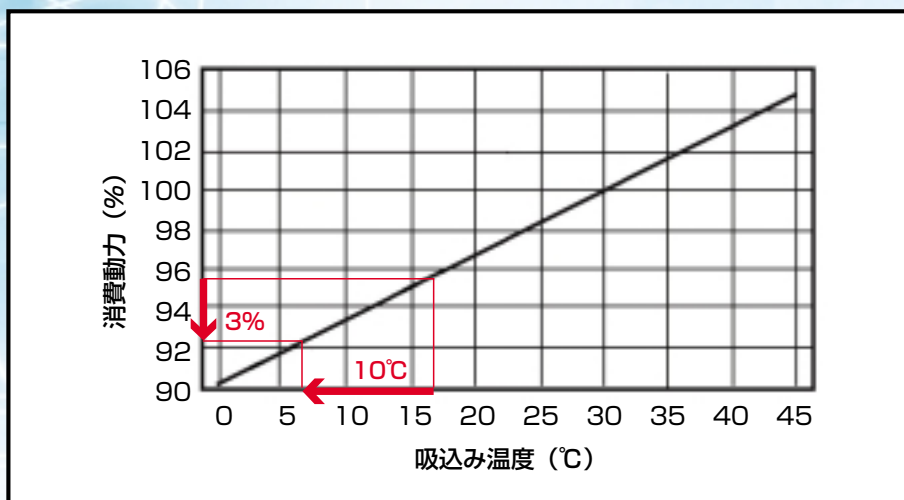


図1 吸込み温度と消費電力の関係（吐出量一定の場合）

効果試算

■計算式

電力削減量(kWh/年) = コンプレッサ容量(kW) × 負荷率(%) × 削減率(%) × 稼働時間(h/月) × 稼働月数(月/年)

■計算条件

新鮮空気の導入：10℃の温度低下で、図から約3%の動力削減が図れる。

負荷率：90%

稼働時間：350 h/月

電力単価：14 円/kWh

■省エネルギー効果

削減電力量：55kW × 0.9 × 0.03 × 350 h/月 × 12月/年 = 6,240 kWh/年

効果

原油換算削減量：6.24千 kWh/年 × 0.252 = 1.6 kL/年

CO₂削減量：6.24千 kWh/年 × 0.555 (*) = 3.5 t-CO₂/年
 (*)注. 0.555については、取引電力会社の数値を使用してください。

節約金額：6.24 千 kWh/年 × 14円/kWh = 87.4千円/年

事例2-4 エンジン駆動空気圧縮機の導入

現状の問題点

電力駆動の空気圧縮機に大きな運転コストがかかっている。

改善対策

電動式に替えてエンジン駆動式を採用する。
エンジン駆動空気圧縮機は、空気の使用量に追従して回転数(1,200~1,900rpm)制御ができ、定期修理インターバルも長い。エンジン駆動の圧縮空気製造費用は、電動式よりはるかに安価である。

	定格動力	定格流量 m ³ /分	原単位	エネルギー 単価	空気コスト 円/m ³	備考
電動レシプロ型	75kW	16.0	0.078kWh/m ³	19.5 円/kWh	1.52	既設
	250kW	42.0	0.099kWh/m ³	19.5 円/kWh	1.93	既設
電動スクルー型	22kW	3.7	0.099kWh/m ³	19.5 円/kWh	1.93	汎用品
エンジン駆動 空気圧縮機	125PS	11.0	0.028L/m ³	40円/L(A重油)	1.12	今回検討
	225PS	21.2	0.028L/m ³	40円/L(A重油)	1.12	

効果試算

■計算式

電力減少量(kWh/年) = 電動式の場合の圧縮空気製造原単位(kWh/m³) × 流量(m³/分) × 60(分/h) × 年間稼働時間(h/年)

A重油増加量(kL/年) = エンジン駆動式の場合の圧縮空気製造原単位(kL/m³) × 流量(m³/分) × 60(分/h) × 年間稼働時間(h/年)

削減費(千円/年) = 電力減少費用(千円/年) - 燃料(A重油)増加費用(千円/年)

■計算条件

225PS(21.2 m³/分)のエンジン駆動式空気圧縮機を採用する。

従って、既設の250kW(42.0 m³/分)電動式空気圧縮機の流量を20.8 m³/分削減できる。

年間稼働時間：2,000h/年

電力単価：14.0円/kWh、A重油単価：40円/L

■省エネルギー効果

電力減少量：0.099 kWh/m³ × 21.2 m³/分 × 60分/h × 2,000h/年 = 252千kWh/年

デマンド低減：電動機の常時停止によりデマンド低減が可能となる。既設電動機の定格電力の50%を使っていたので、この分の125 kWが削減できる。

A重油増加量：(0.028 ÷ 1000)kL/m³ × 21.2 m³/分 × 60分/h × 2,000h/年 = 71.2kL/年

効果

節約金額：電力減少費用 = 252千kWh/年 × 14.0 円/kWh = 3,528千円/年

A重油増加費用 = 71.2kL/年 × 40千円/kL = 2,848千円/年

節減金額 = 3,528千円/年 - 2,848千円/年 = 680千円/年

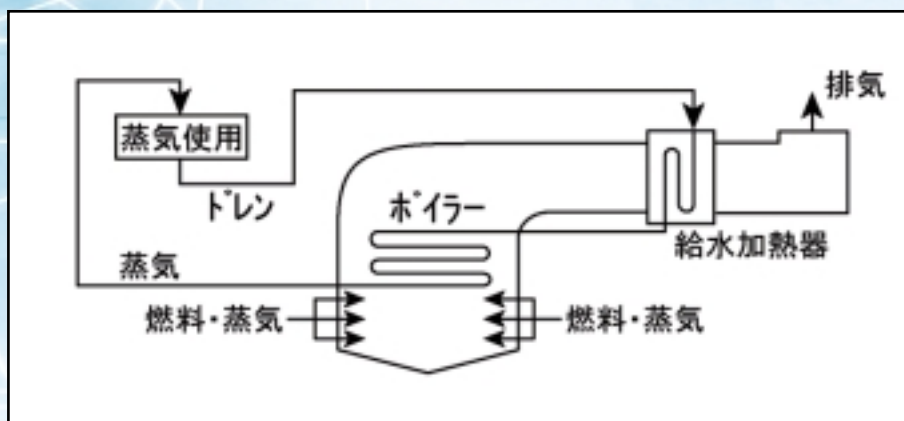
デマンド低減：125kW × 1,650円/kW・月 × 0.85 × 12月 = 2,100千円/年

3. ボイラー・工業炉・加熱装置等

事例3-1 エコマイザの設置

現状の問題点 ボイラーで廃熱回収がされていない。

改善対策 エコマイザ（給水加熱器）を設置する。



効果試算

■計算式

エコマイザ回収熱量(kJ/h) = 乾き排ガス量(Nm³/h) × エコマイザ Δt (°C) × 定圧平均比熱 (kJ/(Nm³·°C))

■計算条件

ボイラー実績：1日11時間、2基稼動、1日の重油使用量：11,608 L/日、
 乾き排ガス量：5,740 Nm³/h、年間重油使用量：2,099 kL/年
 エコマイザ：Δt = 50°C、 低圧平均比熱：1.3 kJ/(Nm³·°C)
 A重油低発熱量：39.1 GJ/kL = 39,100 kJ/L、 A重油単価：40 千円/kL

■省エネルギー効果

エコマイザによる回収熱量：5,740 Nm³/h × 50°C × 1.3 kJ/(Nm³·°C) = 373,000 kJ/h
 重油換算：373,000 kJ/h ÷ 39,100 kJ/L = 9.54 L/h
 ボイラー2基、1日の重油削減量：9.54 L/h × 2 × 11h/日 = 210 L/日
 1日の重油削減率：210 L/日 ÷ 11,608 L/日 = 1.81%
 重油削減量：2,099 kL/年 × 0.0181 = 38.0 kL/年

効果

原油換算削減量：38.0 kL/年 × 1.01 = 38.4 kL/年

CO₂削減量：38.0 kL/年 × 2.71 = 103.0 t-CO₂/年

節約金額：38.0 kL/年 × 40千円/kL = 1,520千円/年

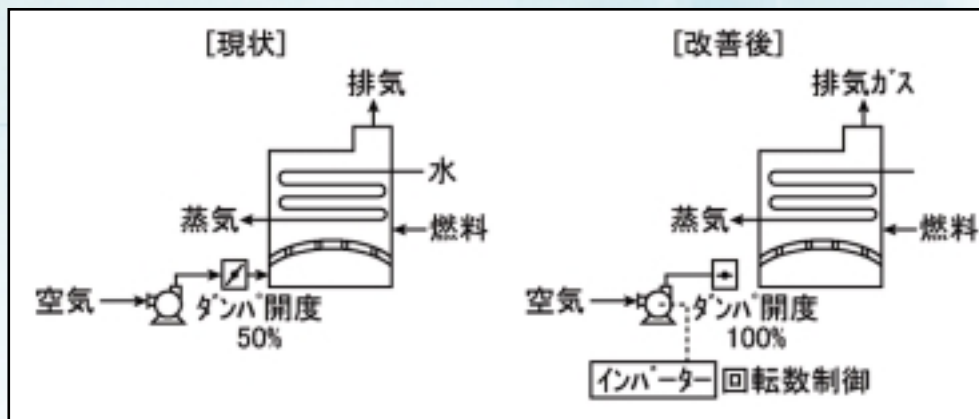
事例3-2 ボイラーファンのインバータ化

現状の問題点

ボイラー用ファンモータ（22 kW）がダンパで風量を70%に絞って運転されている。

改善対策

ダンパ開度を100%とし、インバータによる回転数制御を行い、ファン駆動電力の低減を図る。



効果試算

■計算式

電力削減量(kWh/年) = モータ容量(kW) × モータ負荷率(%) × 回転数制御による動力節減率(%) × 稼動時間(h/年)

■計算条件

ファン駆動モータ：22 kW、モータ負荷率 80%

インバータ導入時：回転数は現状の70%（即ち、動力は $0.7^3=0.34$ ）

運転時間：24h/日 × 210日/年、 電力単価：11.33 円/kWh

■省エネルギー効果

現状使用電力量：22 kW × 0.8 × 24時間/日 × 210日/年 = 88,704 kWh/年

インバータ導入後使用電力量：22 kW × 0.8 × 0.34 × 24時間/日 × 210日/年 = 30,159 kWh/年

電力削減量：88,704 kWh/年 - 30,159 kWh/年 = 58,500 kWh/年

効果

原油換算削減量：58.5千kWh/年 × 0.252 = 14.7 kL/年

CO₂削減量：58.5千kWh/年 × 0.555(*) = 32.5 t-CO₂/年
 (*).注. 0.555については取引電力会社の数値を使用してください。

節約金額：58.5 千kWh/年 × 11.33円/kWh = 663 千円/年

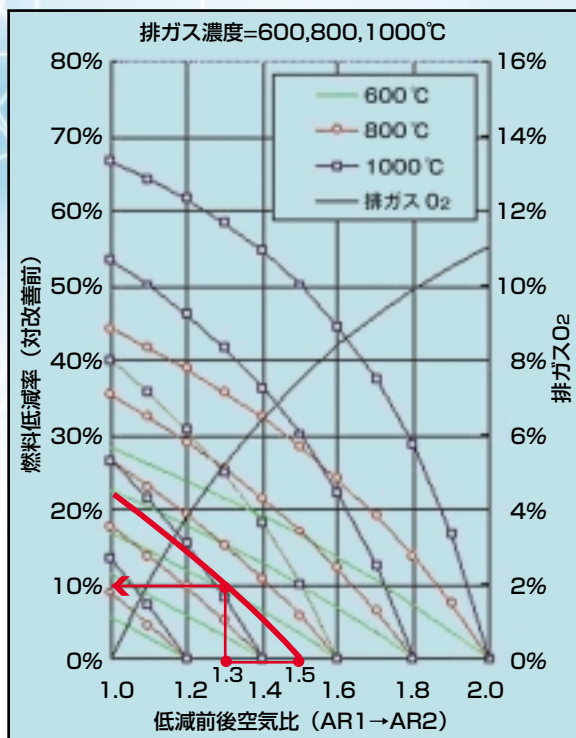
事例3-3 トンネル炉の空燃比管理

現状の問題点

2基の連続トンネル炉(重油炉、LPG炉)は空気比管理が行われておらず過剰空気燃焼となっている。
現状は、排ガス温度800℃、空気比1.5程度である。

改善対策

空気比を1.3に調整する。図から10%の燃料節減が出来る。



効果試算

■計算式

燃料削減量(kL/年) = トンネル炉燃料使用量(kL/年) × 燃料削減率(%)

■計算条件

燃料使用量： A重油 1,444kL/年 LPG 1,008 t/年
 燃料単価： A重油 28,800円/ kL LPG 53,800 円/t
 燃料削減率： 10%

■省エネルギー効果

燃料削減量： A重油 1,444kL/年 × 0.1 = 144.4 kL/年
 LPG 1,008t/年 × 0.1 = 100.8 t/年

効果

原油換算削減量： 144.4 kL/年 × 1.01 + 100.8 t/年 × 1.30 = 276.9 KL/年

CO₂削減量： 144.4 kL/年 × 2.71 + 100.8 t/年 × 3.0 = 693.7 t-CO₂/年

節約金額： A重油 144.4 kL/年 × 28,800 円/kL = 4,159 千円/年

LPG 100.8 t/年 × 53,800 円/t = 5,423 千円/年

合計9,582 千円/年

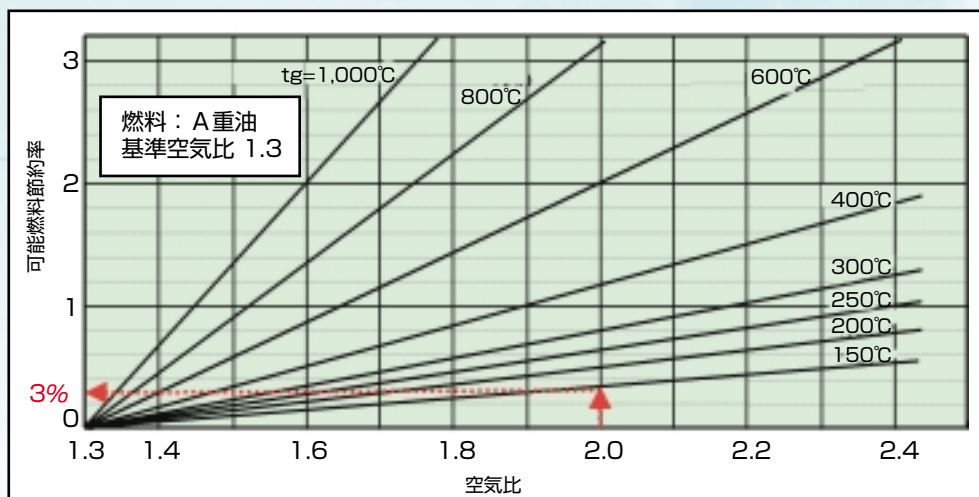
事例3-4 ボイラーの空気比改善

現状の問題点

ボイラー排ガスの酸素濃度が高く、空気比が大きいため、排ガス損失が大きい。

改善対策

燃焼管理を強化して空気比を下げ、また連続ブロー量を下げて省エネルギー化を図る。



各排ガス温度における空気比と可能燃料節約率

効果試算

■計算式

燃料削減量(kL/年) = 現状の燃料使用量(kL/年) × 削減率(%)

■計算条件

排ガス中のO₂濃度：現状10.6%(空気比m=2.0)、改善後4.8%(空気比m=1.3)

排ガス温度：150°C

現状燃料使用量：灯油1,929kL/年、灯油単価：29千円/kL

■省エネルギー効果

燃料使用量は、図から3%削減されるから、

燃料削減量：1,929 kL/年 × 0.03 = 57.9 kL /年

効果

原油換算削減量：57.9 kL/年 × 0.95 = 55.0 kL/年

CO₂削減量：57.9 kL/年 × 2.49 = 144.2 t-CO₂/年

節約金額：57.9 kL/年 × 29 千円/kL = 1,679 千円/年

事例3-5 工業炉の低空気比燃焼

現状の問題点

炉で燃料を完全燃焼させるには、理論空気量より若干過剰な空気量が必要であるが、あまり過剰な空気量は排ガス量を増やし、排ガス熱損失が増加する。

改善対策

不完全燃焼を起こさない範囲で極力少ない空気量で燃焼する。
現状の空気比1.76を基準空気比1.3まで下げる

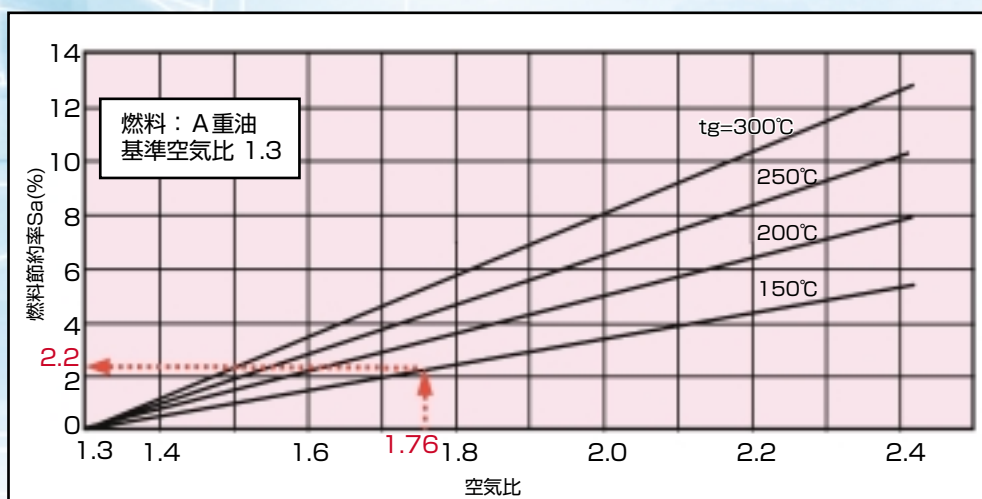


図1 空気比と燃料節約率

効果試算

■計算式

燃料削減率(%) = 改善前後の排ガス顕熱差(kJ/kg) ÷ (燃料低発熱量 - 改善後の排ガス顕熱)(kJ/kg)

ここで、排ガス顕熱(kJ/kg) = {理論排ガス量(Nm³/kg) + 理論空気量(Nm³/kg) × (空気比 - 1)}
× 排ガス比熱(kJ/(Nm³·°C)) × (排ガス温度 - 空気温度)(°C)

あるいは、改善前後の空気比及び排ガス温度から図1により燃料削減率を求めることもできる。

■計算条件

A重油、単価33千円/kL、低発熱量42,330 kJ/kg、理論空気量10.9 Nm³/kg、

理論排ガス量11.5 Nm³/kg、排ガス比熱1.38 kJ/(Nm³·°C)

燃焼量：平均45 L/h (年間使用量216kL)

空気比：現状1.76、改善後1.31、排ガス温度：150°C、大気温度：20°C

■省エネルギー効果

排ガス顕熱：現状 = (11.5 + 10.9 × (1.76 - 1.0)) × 1.38 × (150 - 20) = 3,549 kJ/kg

改善後 = (11.5 + 10.9 × (1.31 - 1.0)) × 1.38 × (150 - 20) = 2,669 kJ/kg

燃料節約率 = {(3,549 - 2,669) ÷ (42,330 - 2,669)} × 100 = 2.2%

(排ガス温度150°C、改善前後の空気比1.76及び1.31から図1からも2.2%が得られる。)

燃料削減量 = 216 kL × 0.022 = 4.8 kL/年

効果

原油換算削減量：4.8 kL/年 × 1.01 = 4.8 kL/年

CO₂削減量：4.8 kL/年 × 2.71 = 13.0 t-CO₂/年

節約金額：4.8 kL/年 × 33 千円/kL = 158 千円/年

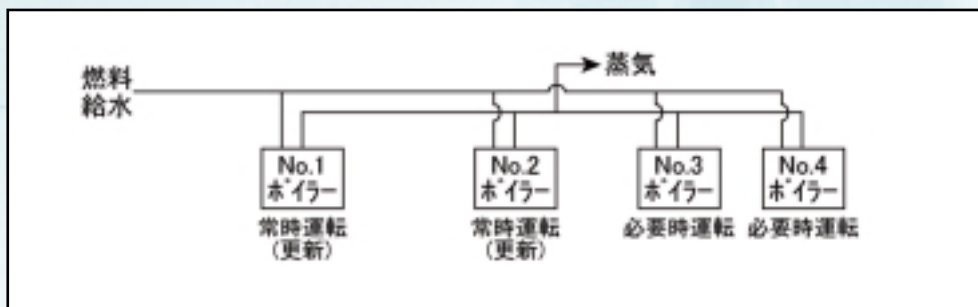
事例3-6 ボイラーの効率向上

現状の問題点

4基のボイラー(炉筒煙管式、蒸発量2t/h)があり、2基は常時運転、2基は需要に応じて短時間運転しているが、ボイラー効率はいずれも70%内外と低い。

改善対策

常時運転のボイラー2基を効率の良い機種に更新する。



効果試算

■計算式

ボイラー燃料削減量(kL/年) = 現状の燃料使用量(kL/年) × (1 - 現状ボイラー効率(%)) ÷ 更新後ボイラー効率(%)

■計算条件

現状ボイラーA重油総消費量：590 kL/年

// 効率：各ボイラーとも70%

更新後ボイラー効率：90%

A重油単価：40 kL千円/kL

■省エネルギー効果

燃料削減量： 590 kL/年 × (1 - 70/90) = 131 kL/年

効果

原油換算削減量：131 kL/年 × 1.01 = 132.3 kL/年

CO₂削減量：131 kL/年 × 2.71 = 355.0 t-CO₂/年

節約金額：131 kL/年 × 40 千円/kL = 5,240 千円/年

事例3-7 蒸気ドレン回収

現状の問題点

金型加熱用蒸気配管系にはドレン配管はあるが、ドレンタンク内への蒸気の混入、金型加熱器内より流出する不純物による鉄錆発生と蒸気混入による高温化のため、回収を行っていない。

改善対策

鉄錆の発生を防ぐため、ドレンタンク内と金型の掃除を実施して内部に防錆塗料を塗装し、ドレンの回収を実施する。

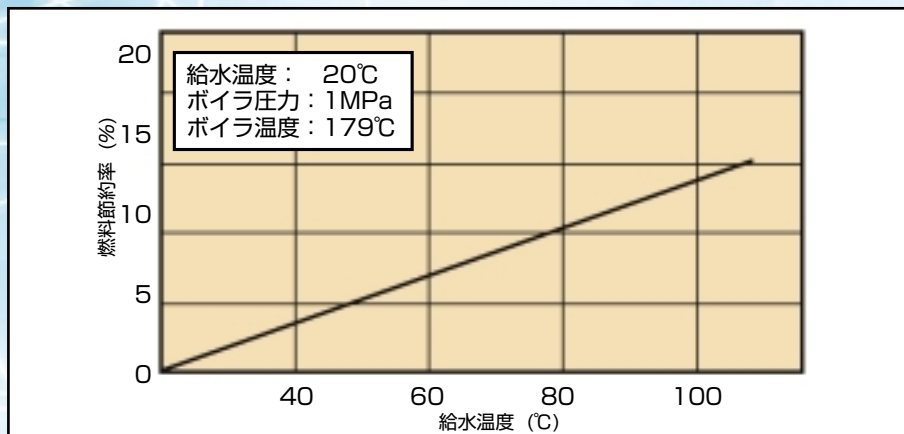


図1 給水温度と燃料節約率

効果試算

■計算式

$$A \text{ 重油削減量(kL/年)} = \text{ドレン回収量(t/年)} \times (\text{ドレン回収温度} - \text{給水温度})(^{\circ}\text{C}) \\ \times \text{水の定圧比熱(GJ/(t} \cdot ^{\circ}\text{C))} \div (\text{A 重油発熱量(GJ/kL)} \times \text{ボイラ効率}(\%))$$

■計算条件

蒸発量はA重油使用量から推定する。

A重油使用量：339 kL/年、 蒸発倍数：13.0 t/kL、 ブロー量：8%

蒸発量：339 kL/年 × 13.0 t/kL = 4,407 t/年

給水量：4,407 t/年 × 1.08 = 4,760 t/年

ドレン回収率を90%とする。

回収量：4,407 t/年 × 0.9 = 3,960 t/年。

給水温度：20°C、回収温度：90°C、ボイラ効率：80%、A重油低発熱量：39.1 GJ/kL

水の定圧比熱：0.00419 GJ/(t・°C)

A重油単価：40 千円/kL、 給水（上水）単価：165円/t

■省エネルギー効果

回収熱量：3,960 t/年 × (90 - 20)°C × 0.00419 GJ/(t・°C) = 1,161 GJ/年

A重油削減量：1,161 GJ/年 ÷ (39.1 GJ/kL × 0.8) = 37.1 kL/年

効果

原油換算削減量：37.1 kL/年 × 1.01 = 37.5 kL/年

CO₂削減量：37.1 kL/年 × 2.71 = 100.5 t-CO₂/年

節約金額：重油節減金額 + 上水節減金額
= 37.1 kL/年 × 40千円/kL + 3,960 t/年 × 0.165千円/t = 2,137 千円/年

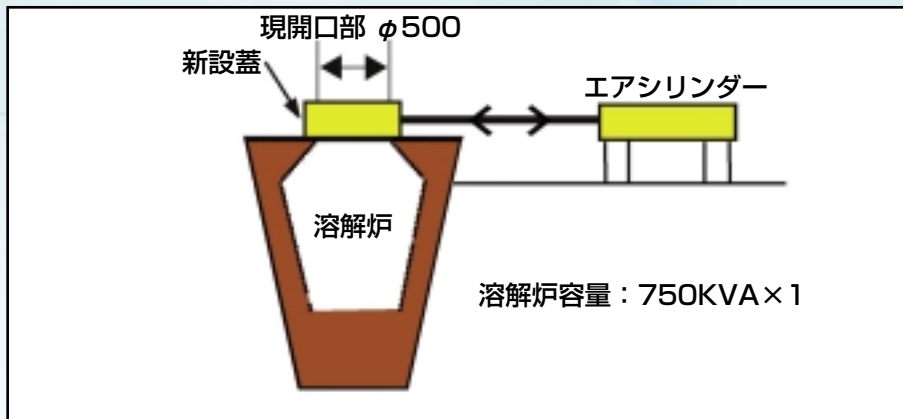
事例3-8 鋳物溶解炉開口部の放熱損失対策

現状の問題点

溶解炉上部に設置されている蓋は、溶解温度の計測のため使用されない。ここから作業時間中放射熱損失がある。

改善対策

右図に示すように開口部にエアシリンダー駆動の蓋を新設する。作業中は極力閉めるようにし、測温等の必要時のみ開けるようにする。これにより放射熱損失が防止できる。



効果試算

■計算式：開口部からの放散熱 Q は次式で計算できる。

$$Q = 4.88 \varepsilon A \times \{ (T_1/100)^4 - (T_2/100)^4 \} \times 1.163 \text{ (W)}$$

ここで、 A ：開口面積 (㎡)、 ε ：溶解物の放射率

T_1 ：溶解温度 (K)、 T_2 ：周囲温度 (K)

■計算条件

開口面積： $A = 0.196 \text{ m}^2$ 、溶解の放射率： $\varepsilon = 0.8$

溶解温度： $T_1 = 1,573 \text{ K} (1,300^\circ \text{C})$ 、周囲温度： $T_2 = 288 \text{ K} (15^\circ \text{C})$ 、電力単価：13.11円/kWh

蓋は作業時間14分中12分(85%)が閉鎖可能になり、その間の放散熱が防止できる。

■省エネルギー効果

放散熱： $Q = 4.88 \times 0.8 \times 0.196 \times \{ (15.73)^4 - (2.88)^4 \} \times 1.163 \text{ (W)} = 54,430 \text{ W} = 54 \text{ kW}$

作業時間を考慮した効果 (14分/バッチ、3バッチ/h) = $54 \text{ kW} \times (14 \text{ 分} \times 3) / 60 \text{ 分} = 38 \text{ kW}$

電力削減量： $38 \text{ kW} \times 0.85 \times 18 \text{ h/日} \times 240 \text{ 日/年} = 139,500 \text{ kWh/年}$

効果

原油換算削減量： $139.5 \text{ 千kWh/年} \times 0.252 = 35.2 \text{ kL/年}$

CO₂削減量： $139.5 \text{ 千kWh/年} \times 0.555 (*) = 77.4 \text{ t-CO}_2\text{/年}$
 (*)注. 0.555については、取引電力会社の数値を使用してください。

節約金額： $139.5 \text{ 千kWh/年} \times 14 \text{ 円/kWh} = 1,953 \text{ 千円/年}$

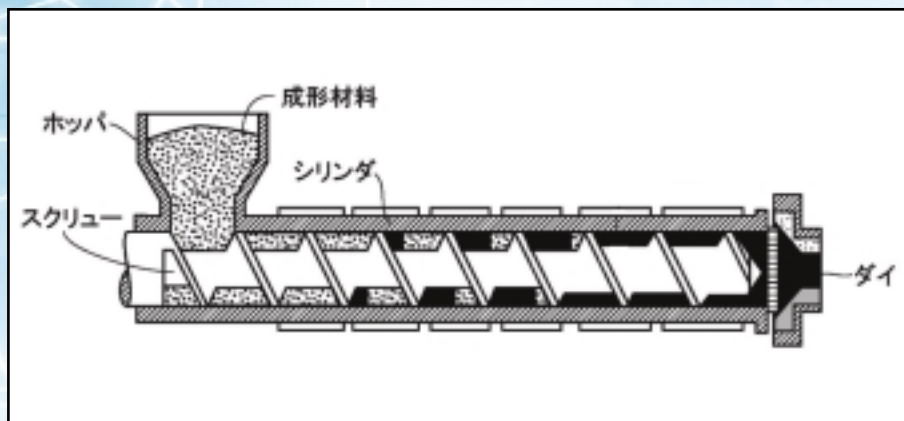
事例3-9 成型機の断熱

現状の問題点

樹脂シート製造用押出機11台のダイスが保温されていないので熱放散が大きい。

改善対策

現状はダイスの表面温度が150℃あり、これに断熱性能の良い断熱材を施工し表面温度を下げる
(熱伝導率 $\lambda=0.02\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ 、厚さ $d=20\text{ mm}$)



効果試算

■計算式

保温材表面温度の推定：

単位時間及び面積当たり、保温層内を流れる熱量を Q_1 、保温層表面からの放散熱を Q_2 とすると、

$$Q_1 = \lambda \div d \times (t_1 - t_2) (\text{W/m}^2)$$

$$Q_2 = a(t_2 - b)^{1.25} + 5.67 \varepsilon \{[(t_2 + 273) \div 100]^4 - [(b + 273) \div 100]^4\} (\text{W/m}^2)$$

において、 $Q_1 = Q_2$ を満足する保温層表面温度 t_2 を求める。

しかし、これは代数的に解けないので、試行錯誤的に変化させて解く。

■計算条件

λ (熱伝導率) $=0.02\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ 、 d (保温材厚さ) $=0.02\text{ m}$ 、 t_1 (ダイス表面温度) $=150^\circ\text{C}$

$a=2.8\text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ 、 ε (保温材外面放射率) $=0.23$ (現状 0.65 と仮定)、 b (外気温度) $=20^\circ\text{C}$

とすると、 $t_2=36^\circ\text{C}$ の時 $Q_1 \doteq Q_2$ を得る。すなわち、保温外面温度は 36°C である。

ダイス表面積:上面と側2面を保温として、 $0.6 \times 1.5 \times 2\text{面} + 0.5 \times 1.5 + 0.6 \times 0.5 \times 2\text{面} = 3.15\text{ m}^2$

■省エネルギー効果

放散熱の削減効果：上記の Q_2 式で放散熱量を求める。ただし、現状の計算式の t_2 は 150°C である。

現状： $Q=2.8(150-20)^{1.25} + 5.67 \times 0.65 \{[(150+273) \div 100]^4 - [(20+273) \div 100]^4\} = 2,137\text{ W/m}^2$

対策後： $Q=2.8(36-20)^{1.25} + 5.67 \times 0.23 \{[(36+273) \div 100]^4 - [(20+273) \div 100]^4\} = 112\text{ W/m}^2$

効果： $2,137\text{ W/m}^2 - 112\text{ W/m}^2 = 2,025\text{ W/m}^2 = 2.03\text{ kW/m}^2$

電力削減量： $2.03\text{ kW/m}^2 \times 3.15\text{ m}^2 \times 24\text{ h/日} \times 225\text{ 日/年} \times 0.8$ (稼働率) $\times 11$ 台 $= 304\text{ 千kWh/年}$

効果

原油換算削減量： $304\text{ 千kWh/年} \times 0.252 = 76.6\text{ KL/年}$

CO_2 削減量： $304\text{ 千kWh/年} \times 0.555$ (*) $= 168.7\text{ t-CO}_2$ /年
(*)注. 0.555 については、取引電力会社の数値を使用してください。

節約金額： $304\text{ 千kWh/年} \times 11.33\text{ 円/kWh} = 3,444\text{ 千円/年}$

4. 電灯器具等

事例4-1 冷蔵庫内白熱電球のハロゲンランプ化

現状の問題点

冷蔵庫内(12室×5階)には白熱電球が使用されており、発熱ロスが大きい。

改善対策

低温用HID(マルチハロゲンランプ)100形に取り替える。しかし、白熱灯に比べて点灯立ち上がり時間が長いので、冷蔵庫1室あたり現状12灯を、白熱電球4灯、ハロゲン5灯にする。

型式	ランプ	安定器入力	光束	定格寿命
白熱電球200形(クリア)	200W(200V)	—	3500Lm	1000h
HID100形(マルチハロゲン)	100W(200V)	126W	6000Lm	6000h

効果試算

■計算式

電力削減量(kWh) = 従来の消費電力量(kWh) - 改善後の消費電力量(kWh)

■計算条件

年間点灯時間：平日300日/年×13時間/日
休日65日/年×13時間/日 合計 4,745時間

■省エネルギー効果

現状最大電力：200W×720灯=144kW

年間電力使用量：

平日 300日/年×13h/日×需要率1.0×負荷率0.85×144kW=477,360kWh/年

休日 65日/年×13h/日×需要率0.4×負荷率0.7×144kW=34,070kWh/年

合計 511,430kWh/年

取替え後の最大電力：白熱電球200W×4灯/室×60室=48kW

ハロゲンランプ126W×5灯/室×60室=37.8kW

合計 85.8kW

取替え後の電力量：

平日 300日/年×13時間×需要率1.0×負荷率0.85×85.8kW=284,420kWh/年

休日 65日/年×13時間×需要率0.4×負荷率0.7×85.8kW=20,300kWh/年

合計 304,720kWh/年

電力削減量：511,430kWh/年-304,720kWh/年=206,710kWh/年

効果

原油換算削減量：206.71千kWh/年×0.252=52.0 KL/年

CO₂削減量：206.71千kWh/年×0.555(*)=114.7 t-CO₂/年
(*)注. 0.555については取引電力会社の数値を使用してください。

節約金額：206.71千kWh/年×14円/kWh=2,894千円/年

事例4-2 高圧ナトリウムランプの採用

現状の問題点

従来型の水銀灯を設置しており、消費電力が多い。

改善対策

従来型の水銀灯を高圧ナトリウムランプに取り換えて灯数を減らし、消費電力を削減する。

ランプ	現状水銀灯	高圧ナトリウムランプ
定格電力(W)	400	360
全光束(Lm)	22,000	47,500
ランプ効率(Lm/W)	55	132

効果試算

■計算式

電力削減量(kWh/年) = (現状水銀灯定格電力(W) × 灯数 - 高圧ナトリウムランプ定格電力(W) × 灯数) × 年間稼働時間(h/年)

■計算条件

既存400W水銀灯150灯を360Wの高圧ナトリウムランプに変更する。

年間点灯時間：225日/年 × 24h/日 = 5,400h/年

電力単価：11.33円/kWh

■省エネルギー効果

変更後の灯数：(400W × 55Lm/W × 150灯) ÷ (360W × 132Lm/W) = 69灯

電力削減量：(400W × 150 - 360W × 69) × 5,400h/年 = 190千kWh/年

効果

原油換算削減量：190千kWh/年 × 0.252 = 47.9 kL/年

CO₂削減量：190千kWh/年 × 0.555(*) = 105.5 t-CO₂/年
 (*)注. 0.555については取引電力会社の数値を使用してください。

節約金額：190千kWh/年 × 11.33円/kWh = 2,153千円/年

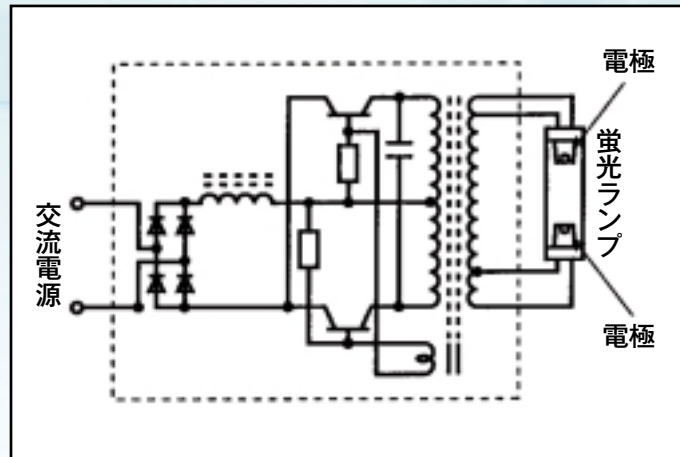
事例4-3 高効率省エネ安定器の採用

現状の問題点

工場、倉庫、事務室、食堂等のFLR40W×2灯用(284台)、FLR110W×2灯用(561台)の照明器具に高効率の省エネ型照明器具が採用されていない

改善対策

上記の蛍光灯に対して、高効率蛍光灯用電子安定器に交換することにより電力使用量の削減を図る。



電子安定器（インバータ）の点灯回路

効果試算

■計算式

電力削減量(kWh/年) = (現状の電力消費量(W) × 台数 × 節減率(%)) × 使用時間数(h/年)

■計算条件

蛍光灯を高効率蛍光灯用電子安定器に交換することで、電力消費量は、FLR40W×2灯用で84Wが63Wとなり(25%節減)、FLR110W×2で225Wが166Wとなり(26%節減)となる。

電力単価 = 14円/kWh

■省エネルギー効果

電力削減量 = ((84W × 284台 × 0.25) + (225W × 561台 × 0.26)) × 8h/日 × 245/年 = 76,000kWh/年

効果

原油換算削減量：76.0千kWh/年 × 0.252 = 19.2 kL/年

CO₂削減量：76.0千kWh/年 × 0.555(*) = 42.2 t-CO₂/年
 (*).注. 0.555については取引電力会社の数値を使用してください。

節約金額：76,000kWh/年 × 14円/kWh = 1,064千円/年

5 製造プロセス

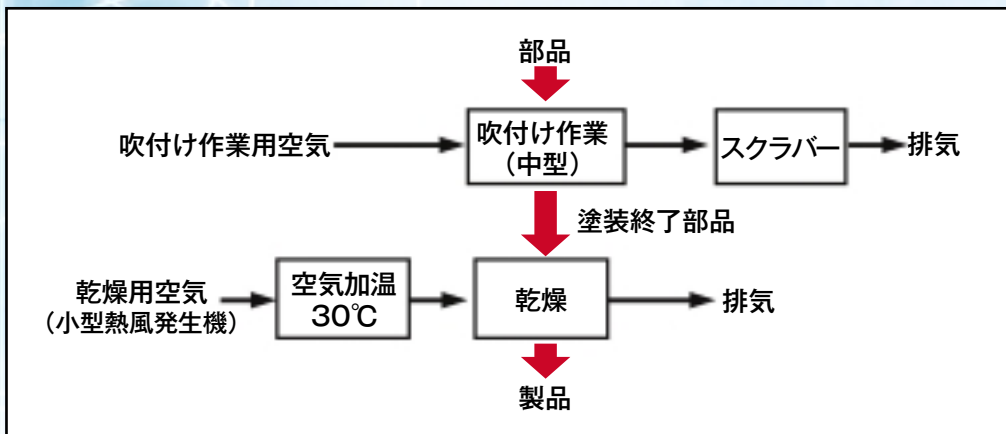
事例5-1 吹付け乾燥工程の改善

現状の問題点

吹付け作業と乾燥を一つのブースで実施。吹付け作業時の塗料粉塵排出用風量はブース全体換気と乾燥用温度30℃が必要。このため、必要以上の加温用エネルギーと大容量の排気スクラバーが必要。

改善対策

吹き付け工程と乾燥工程を分離する。
(中型の塗装ブースで吹付け作業を行い、小型熱風発生機による熱風で短時間に乾燥させる)



効果試算

■計算式

電力削減量(kWh/年) = 現状の消費電力量(kWh/年) × 削減割合(%)

燃料削減量(t/年) = 現状の燃料量(t/年) × 削減割合(%)

■計算条件

全消費電力(排気ファン電力 + 熱風ファン電力) : 130,000kWh/年

排気ファン : 現状15kW×3台、130,000kWh/年×3/5

熱風ファン : 現状15kW×2台、130,000kWh/年×2/5

吹付け工程と乾燥工程を分離で、排気ファン消費電力は現状の1/3になり、熱風

ファン消費電力は1/8になる。LPGは乾燥専用で使用され、使用量は現状の40t/年の1/8程度に減少。

LPG単価 : 90円/kg

■省エネルギー効果

排気ファンの電力削減量 = (130,000kWh/年 × 3/5) × 2/3 = 52,000kWh/年

熱風ファンの電力削減量 = (130,000kWh/年 × 2/5) × 7/8 = 45,500kWh/年

電力削減量合計 = 52,000kWh/年 + 45,500kWh/年 = 97,500kWh/年

LPG削減燃料量 = 40t/年 × 7/8 = 35t/年

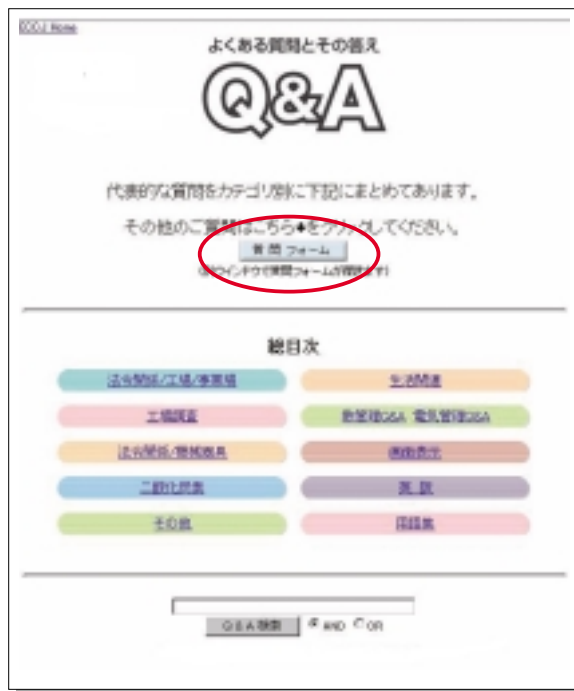
効果

原油換算削減量 : 97.5千kWh/年 × 0.252 + 35.0t/年 × 1.30 = 70.1 kL/年

CO₂削減量 : 97.5千kWh/年 × 0.555(*) + 35.0t/年 × 3.0 = 159.1 t-CO₂/年
(*)注. 0.555については取引電力会社の数値を使用してください。

節約金額 : 97,500kWh/年 × 14円/kWh + 35.0t/年 × 90,000円/t = 4,515千円/年
新技術の導入も必要なく、工程の改善だけで大幅な省エネ改善が可能。

省エネルギーセンターのメール相談:省エネQ&Aコーナーのご案内



◎省エネ法や省エネ技術等に関するご質問にお答えします。省エネルギーセンターのホームページ(<http://www.eccj.or.jp/>)の「Q&A」から、「質問フォーム」をクリックのうえ、ご質問を書き込んでお問合せ下さい。

◎Faxによるご質問も受け付けます。
Fax:03-5543-3021
「省エネeメール相談コーナー」宛

◎代表的な質問と回答は、「総目次」の各カテゴリにまとめてあります。また、「Q&A検索」にキーワードを入力しても検索できます。

省エネ診断の申込先及びお問い合わせ先

◎省エネルギーセンターでは、無料にて省エネ診断を行っています（一定の条件があります）。お申込みは、ホームページから申込書をダウンロードして下記へ。またお問い合わせもどうぞ。



財団法人/省エネルギーセンター

<http://www.eccj.or.jp>

■本部 〒104-0032 東京都中央区八丁堀 3-19-9 ジオ八丁堀（診断指導部）
TEL:03-5543-3016 FAX:03-5543-3021 E-MAIL: ene@eccj.or.jp

■北海道支部 〒060-0001 札幌市中央区北1条西2-2 北海道経済センタービル
TEL:011-271-4028 FAX:011-222-4634

■東北支部 〒980-0811 仙台市青葉区一番町3-7-1 電力ビル本館
TEL:022-221-1751 FAX:022-221-1752

■東海北陸支部 〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-23-28 イトービル
TEL:052-232-2216 FAX:052-232-2218

■北陸支所 〒930-0004 富山市桜橋通り 5-13 富山興銀ビル
TEL:076-442-2256 FAX:076-442-2257

■近畿支部 〒530-0057 大阪市北区曾根崎 1-2-6 新宇治電ビル
TEL:06-6364-8965 FAX:06-6365-8990

■中国支部 〒730-0012 広島市中区上八丁堀 8-20 井上ビル
TEL:082-221-1961 FAX:082-221-1968

■四国支部 〒760-0026 高松市磨屋町8-1 富士火災高松ビル
TEL:087-826-0550 FAX:087-826-0555

■九州支部 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東1-11-5 アサコ博多ビル
TEL:092-431-6402 FAX:092-431-6405

禁無断転載、著作権所有 財団法人 省エネルギーセンター
Copyright(C) The Energy Conservation Center, Japan 2008

本パンフレットは、経済産業省資源エネルギー庁「平成19年度省エネルギー対策導入促進事業費補助金」により作成されました。



資源の有効利用のため、古紙配合率100%白色度70%の再生紙、大豆油インキを使用しています。
2008.01/5,000