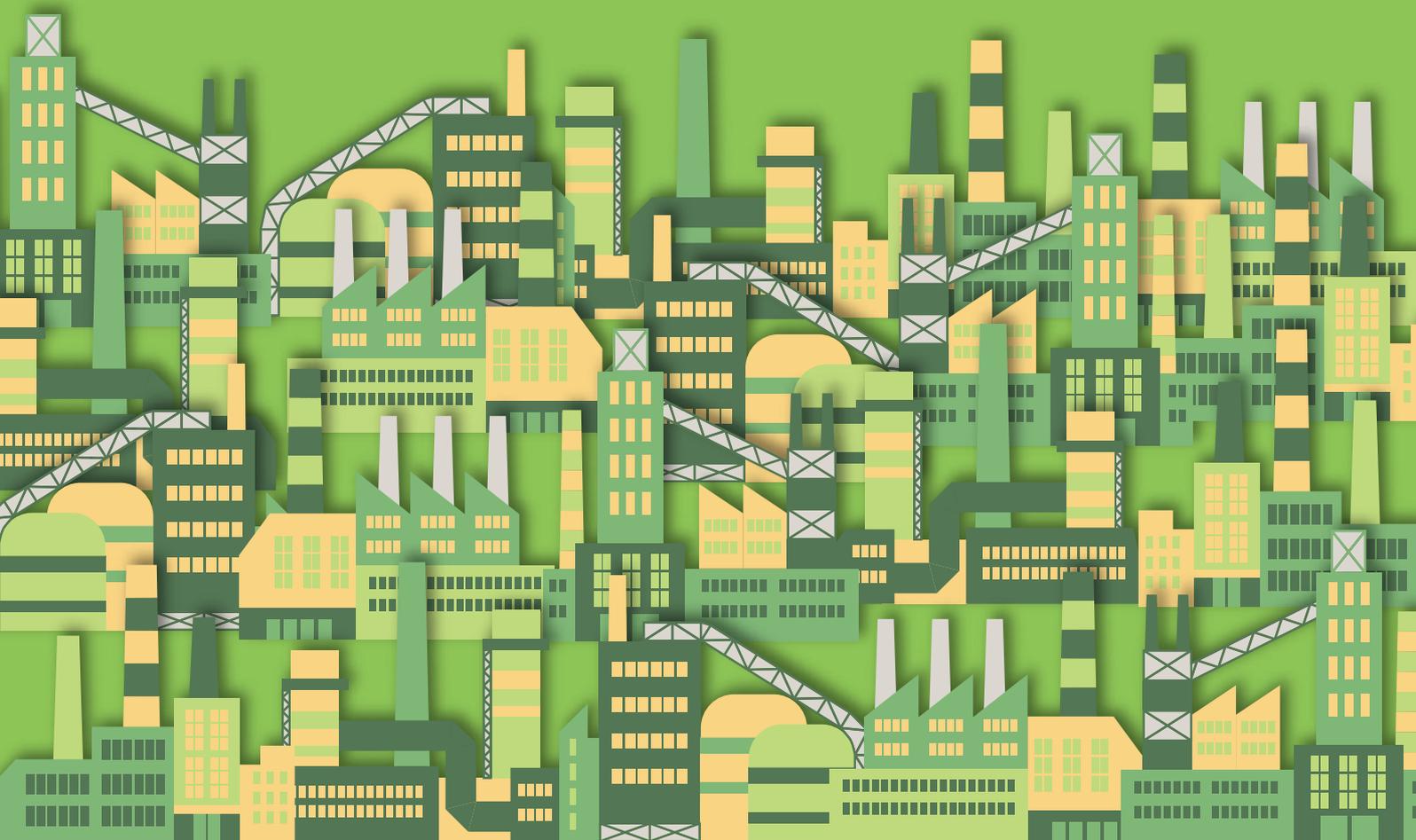


工場の省エネルギー ガイドブック

2020

省エネの進め方と省エネ技術



一般財団法人省エネルギーセンター

本冊子は一般財団法人省エネルギーセンターが省エネルギー支援の一環として、中小事業者等の皆様方が自立的に省エネに取り組んでいただけるように情報提供の目的で作成しました。

省エネの進め方や基本的な省エネ方策と効果試算、チューニング方法などを取りまとめましたので、当センターの他の省エネ支援策などと併せて、皆様方の省エネ改善にお役立てください。

目次

I. 省エネルギーの意義と進め方

1. 省エネルギーの意義	1
2. 省エネルギーの進め方	2
3. 工場の省エネルギーチェック項目	3
4. 省エネルギー診断の活用	7
5. 省エネ支援総合ポータルサイトの活用	8

II. 工場の省エネルギー診断と結果概要

1. 診断工場の概要	9
2. 業種別診断件数	10
3. 業種別エネルギー原単位	11
4. 診断による改善提案項目	13
5. 業種別省エネポテンシャル	14
6. 省エネ診断・技術事例発表会	14

III. 省エネルギー改善提案事例

A 省エネルギー活動・管理体制等	
事例 A-1 全員で取り組む省エネ活動	15
事例 A-2 経営改革の一環としての省エネ活動への取り組み	16
B 空調・冷凍冷蔵設備等	
事例 B-1 冷凍庫の設定温度適正化	17
事例 B-2 空冷チラーを冷温同時供給ヒートポンプに更新	18
C ポンプ・ファン・コンプレッサ等	
事例 C-1 水洗ポンプのインバータ化	20
事例 C-2 スクラバーファンのインバータ化	22
事例 C-3 空気配管の漏れ防止	23
事例 C-4 コンプレッサ吐出圧力の低減	25
事例 C-5 コンプレッサをルーツブロワに取替え	27
事例 C-6 エアブローのパルス化	28
D ボイラ・工業炉等	
事例 D-1 蒸気バルブの保温	29
事例 D-2 ボイラ更新による効率向上	31
事例 D-3 蒸気ドレンの回収	32
事例 D-4 工業炉の燃焼空気比改善	33
E 照明設備等	
事例 E-1 工場倉庫水銀灯を LED 照明に更新	35
事例 E-2 LED 誘導灯の採用	36
事例 E-3 デマンド監視による節電、省エネ	37
F 製造プロセス等	
事例 F-1 粉体塗装乾燥炉の廃熱回収	39
事例 F-2 鋳物溶解炉開口部の放熱損失低減	40
参考	
共通事項の解説	41



1. 省エネルギーの意義

限りある資源・エネルギーや地球環境の観点から、真に豊かな生活を続けるために省エネルギーはとても大切です。経営的にもエネルギーコスト低減による利益増大などの効果があります。

社会的視点

資源・エネルギーの有効活用
有限な資源と新興国での需要急増への対応

地球環境の負荷軽減
CO₂発生抑制、温暖化・異常気象防止



日本のエネルギー自給率*
OECD 35 か国中 34 位(2016 年度)
*エネルギー白書(2019)

震災後のエネルギー政策
省エネはエネルギー政策の柱のひとつ



経営的視点

コストダウンとリスク管理
省エネはコスト低減による利益増大に直結。エネルギーコスト急騰による経営リスクも軽減



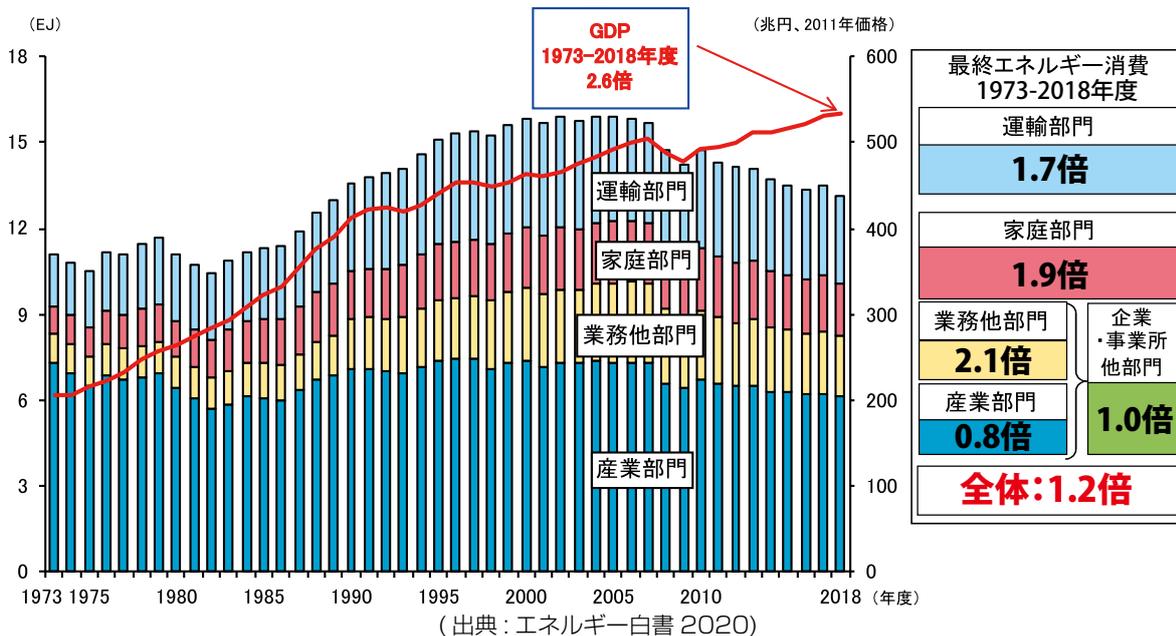
省エネ活動を通じた経営改革
人材育成や組織力アップなど



【参考】日本のエネルギー消費動向

1973 年の第一次オイルショックの時と比較すると、GDP の伸び約 2.6 倍に対してエネルギー消費量の伸びは全体では約 1.2 倍に抑えられています。その内訳は産業部門の割合が減少し (0.8 倍)、業務 (2.1 倍)、家庭 (1.9 倍)、運輸部門 (1.7 倍) の割合が大きく増えています。

最終エネルギー消費量と実質 GDP の推移



2. 省エネルギーの進め方

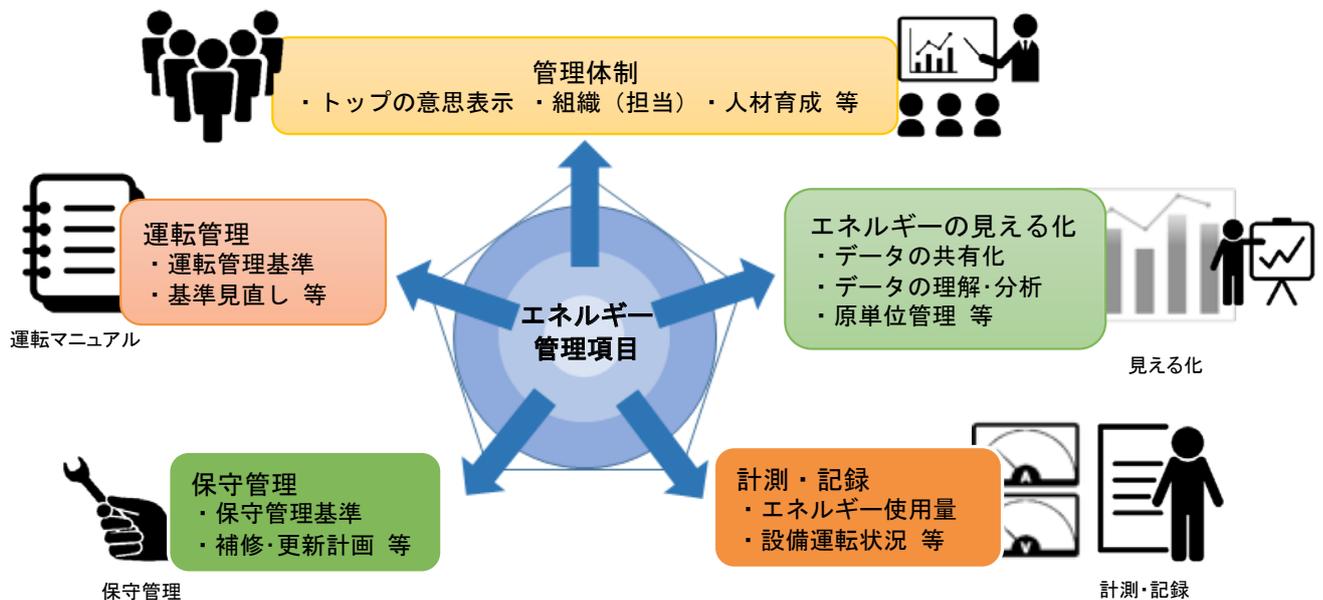
(1) 省エネルギー技術

省エネ技術はエネルギーの使用効率を高める技術であり、エネルギーを使用する全ての機器・設備にかかわるため、非常に間口が広いものになります。3節の「省エネルギーチェック項目」をご覧ください。

また、4節で紹介している省エネルギーセンターの「省エネルギー診断」は、これから省エネに取り組もうとされている事業者の皆様には最適です。さらに5節では、診断から得られた有用な情報がインターネットを通じて入手できることを紹介しています。

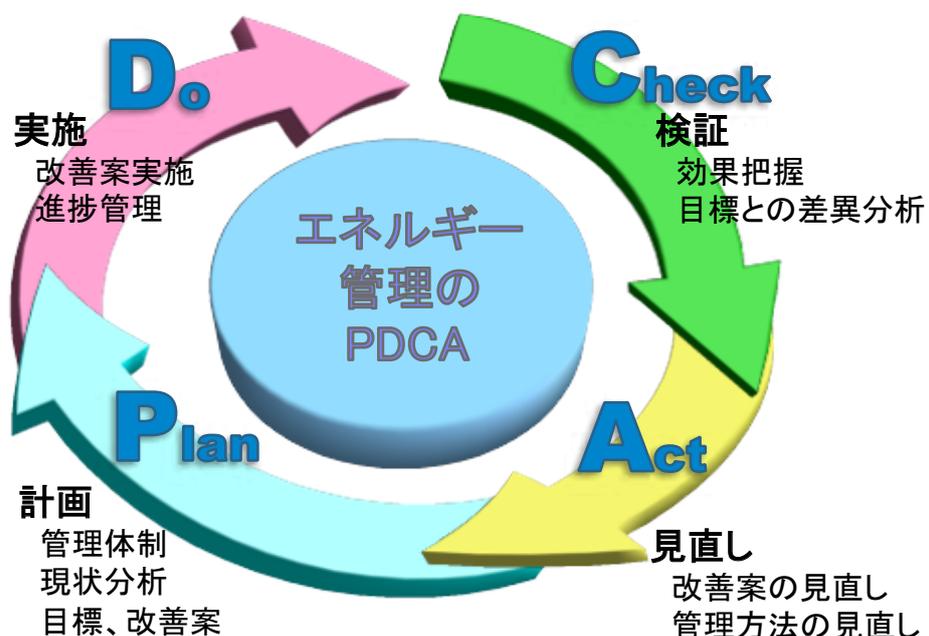
(2) エネルギー管理

省エネを行うには、着実なエネルギー管理を実施する必要があります。管理体制を充実させ、エネルギーの見える化や設備・機器等の運転や保守の改善に取り組んでください。



(3) PDCA

PDCA サイクルで、エネルギー管理の取り組みを継続的にレベルアップすることが大切です。



3. 工場の省エネルギーチェック項目

省エネの取り組みの第一歩として、【Ⅰ】日常業務等に組み込んで実施できるものから始めることをお勧めします。次のステップとして、【Ⅱ】専門家のアドバイスにより自ら実施できる取り組み、【Ⅲ】設備投資が必要な取り組みへと進めることがポイントです。

- 【凡例】 Ⅰ．日常業務に組み込んで実施できる（技術的なハードルが殆どない）もの。
 Ⅱ．専門家のアドバイス等により自らが実施できる（短期の計測等、技術的知見を要する）取り組み。
 Ⅲ．設備投資が必要な取り組み。

分類		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	チェック項目	
【Ⅰ】 一般管理事項	1. 省エネ推進体制	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	省エネ活動を継続的に行う仕組み（省エネ委員会など）がありますか 【事例 A-1】 【事例 A-2】	
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	省エネ活動の PDCA を、経営層の参画を前提に回していますか 【事例 A-1】 【事例 A-2】	
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	省エネを推進する責任者やリーダーを決めていますか 【事例 A-1】	
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	省エネの目標値（～%減、～トンの減など）を設定していますか 【事例 A-1】 【事例 A-2】	
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	エネルギー消費状況を社員に見えるよう掲示していますか 【事例 A-1】 【事例 A-2】	
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	省エネ対策の方針や実施計画を設定していますか	
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	人材教育や省エネ啓発活動をしていますか 【事例 A-2】	
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	クールビズやウォームビズを実施していますか	
	2. 計測・記録・保守	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	設備台帳、図面などの文書類を管理していますか	
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	重点的に管理すべき省エネ対象設備を特定していますか 【事例 A-2】	
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	主要設備の運転記録（日報、月報など）がありますか	
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	運転状況を確認するための管理値やその範囲を決めていますか	
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	設備の日常点検・保守を行っていますか	
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	主要設備の管理標準がありますか（空調、換気、照明、生産設備など）	
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	計測器の校正検査を定期的に行っていますか	
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	フィルタ、ストレーナ等の定期清掃、交換をしていますか	
	3. エネルギー管理	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	定期的な配管等の補修・漏洩点検（水、蒸気、圧縮空気等）をしていますか	
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	月・年度毎のエネルギー使用量を集計（グラフ等）、見える化していますか 【事例 A-1】 【事例 A-2】	
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	エネルギー消費量の種別、使用先別に測定・記録し、常時監視（見る化）していますか 【事例 A-1】	
	4. エネルギー原単位等の管理	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1時間毎の電力使用量を計測し、ピーク電力の管理をしていますか	
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	外気温、生産量等を考慮したエネルギー消費状況の分析を行っていますか	
	【Ⅱ】 空調・換気、 冷凍・冷蔵設備	1. 空調設備の管理	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	事業所共通のエネルギー単価を算出していますか（例：円/kWh、円/度、円/m ³ ）
			<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	原単位（「エネルギー使用量 / 生産量」、「エネルギー費 / 生産量」など）を管理していますか
			<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	工程別、製品別、部署別の原単位・経費の管理をしていますか
			<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	季節に応じた室内温度・湿度の適正管理をしていますか
			<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	週間・年間のルールを定め、スケジュール運転をしていますか
			<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	冷房負荷が少ない時、冷水出口温度を緩和していますか
		2. 空調の省エネ対策	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	空調エリアでは、すき間風などの外気侵入を遮断していますか
<input type="radio"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	外気導入量制御をしていますか	
<input type="radio"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	熱源機器（冷凍機等）の台数制御をしていますか	
<input type="radio"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	発熱機器に対して、局所排気や放熱遮断をしていますか	
<input type="radio"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	窓の日射対策（窓際の植栽、ブラインド、カーテン等）をしていますか	
<input type="radio"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	フィルタ清掃や屋外機のフィン洗浄を、定期的の実施していますか	
<input type="radio"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	夏季、室外機の日よけや散水を実施していますか	
<input type="radio"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	中間期、冬季で冷房が必要な場合、外気冷房を活用しましたか	
<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	屋根への遮熱塗料の塗布や、屋上への植栽を実施していますか			
<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	断熱性が良い壁や天井等に行っていますか			
<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	熱搬送機（ポンプ・ブロワ）では負荷に応じたインバータによる流量制御をしていますか			
<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	空調エリアを小さくできませんか（間仕切り、高天井の内張り等）			

- 【凡例】 I . 日常業務に組み込んで実施できる（技術的なハードルが殆どない）もの。
 II . 専門家のアドバイス等により自らが実施できる（短期の計測等、技術的知見を要する）取り組み。
 III . 設備投資が必要な取り組み。

分類		I	II	III	チェック項目
[2] 空調・換気、冷凍・冷蔵設備	2. 空調の省エネ対策			○	空調エリアが広く人数が少ない場合、スポットクーラーを使用していますか
				○	排熱を回収利用していますか
				○	高効率空調設備に更新していますか
	3. 換気設備	○			不使用エリアおよび不使用時に換気を停止していますか
			○		電気室・機械室等の換気ファンについて、室温管理運転をしていますか
			○		換気回数の適正化や間欠運転等により、換気量を調整していますか
				○	部屋全体の過剰排気対策として、局所排気を実施していますか
	4. 冷蔵・冷凍設備	○			庫内の設定温度は適正ですか 【事例 B-1】
		○			冷水出入口温度・圧力、冷媒の出入口圧力は適正ですか
		○			冷却水の水質管理（電気伝導度）をしていますか
			○		季節などに応じてデフロスト（霜取り）回数を減らせますか
			○		冷凍機や冷却塔のポンプは流量制御をしていますか（インバータ導入等）
				○	扉の開閉回数減・開時間の短縮、エアカーテン設置等を実施していますか
			○	庫内照明の発熱を低減していますか（例：LED 照明の採用）	
			○	壁面や天井・配管、扉の断熱処理で、断熱不良により氷結を起こしている部分がありませんか 【事例 B-2】	
[3] ポンプ、ファン、コンプレッサ	1. ポンプ、ファンの管理	○			弁の開閉状況を日々確認していますか（閉忘れ防止）
			○		使用流量（風量・水量）・圧力は適正ですか
			○		曝気槽のプロフ：間欠運転や休日・夜間の風量削減を実施していますか
				○	流量調整の回転数制御化（インバータ化）をしていますか 【事例 C-1】 【事例 C-2】
				○	負荷に応じて、台数制御・センサ類を用いた流量調整を実施していますか
	2. コンプレッサの管理			○	配管、ダクトのルート、サイズは適正ですか
		○			弁の開閉状況を日々確認していますか（閉忘れによるエア漏れ防止）
		○			給気口のフィルタ清掃をしていますか
				○	吐出圧力や使用端圧の適正化を実施していますか 【事例 C-4】
			○		エア漏れの点検・補修をしていますか 【事例 C-3】
			○		エアブロー量の適正化（ノズル構造やブロー時間等）をしていますか
			○		コンプレッサの屋外排気（給気温度の低減対策）をしていますか
			○		配管の太さや配管ルートが適正か確認しましたか
		○	負荷に対して、機種・容量、稼働台数の適正化、台数制御を実施していますか		
		○	負荷変動が大きい場合、エアレシーバを設置していますか		
		○	高圧 / 低圧ラインの区分けを実施していますか		
		○	冷却用やパージ用、曝気処理等はプロフ等に更新していますか 【事例 C-5】		
		○	エアブローのパルス化を検討しましたか 【事例 C-6】		
		○	管路抵抗の削減（バイパス配管）やループ化を実施していますか（圧損等の検討）		
		○	高効率コンプレッサ（インバータによる流量制御等）に更新できませんか		
[4] ボイラ、工業炉等の熱設備	1. 燃焼設備の管理	○			空気比や廃ガス温度が適正か、定期的に確認していますか 【事例 D-4】
			○		バーナの保守・点検（清掃、摩耗時の交換）をしていますか
				○	負荷容量の変化等に応じ、バーナの容量の適正化を検討していますか
				○	炉体・炉内キャリアの熱容量低減をしていますか
				○	燃焼制御装置の動作は安定していますか
			○		通風量は十分確保されていますか
			○	高効率機種への更新を実施していますか 【事例 D-2】	
	2. 炉、ダクト、熱設備等の保温・放熱防止	○			炉壁の断熱材は適正か、破損等がないか確認していますか
			○		炉内圧制御は適正ですか（熱ガス噴出や外気侵入の防止、開口部確認・縮小化）
			○		炉壁外面・排気ダクトの温度が高い場合、断熱・保温対策を行いましたか
			○	高熱設備の断熱・保温対策をしていますか	
		○	炉の開口部の縮小やシール処理は十分ですか 【事例 F-3】		

- 【凡例】 I. 日常業務に組み込んで実施できる（技術的なハードルが殆どない）もの。
 II. 専門家のアドバイス等により自らが実施できる（短期の計測等、技術的知見を要する）取り組み。
 III. 設備投資が必要な取り組み。

分類		I	II	III	チェック項目
[4] ボイラ、工業炉等の熱設備	3. 運転・効率管理	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	燃焼設備の容量が適正か確認していますか（負荷率、起動 / 停止状況）
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	【ボイラ】 蒸気圧力・流量、ブロー量等を定期的に計測・記録を行っていますか
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	【ボイラ】 水質を管理するなど、適正なブロー率になるような取り組みをしていますか
		<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	【ボイラ】 蒸気圧力の設定をより低い値に下げられませんか
		<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	【ボイラ】 蒸気負荷の平準化を行っていますか
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	【ボイラ】 効率的な運転台数になるよう手動調整 / 自動制御をしていますか
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	【ボイラ】 負荷変動が大きい場合、アキュムレータを導入していますか
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	【ボイラ】 高効率ボイラの採用を検討していますか
	4. 蒸気系統の管理、排熱回収	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	配管系及び負荷設備：蒸気漏れや保温対策漏れの点検をしていますか 【事例 D-1】
		<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	スチームトラップの点検・交換を定期的実施していますか
		<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	配管サイズは適正ですか、不要配管はありませんか
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	複数の蒸気系統の統合化を検討しましたか
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	蒸気ドレンの回収を行っていますか 【事例 D-3】
	5. 廃ガスの熱回収、排水削減	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	フラッシュ蒸気を利用していますか
		<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	冷却水の循環利用を実施していますか
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	燃焼廃ガスの廃熱回収をしていますか 【事例 F-1】
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	廃ガスの循環利用を実施していますか
	6. 熱交換器の管理	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	廃温水の熱回収をしていますか
<input type="radio"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	温度効率は悪化していませんか	
<input type="checkbox"/>		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	定期的に保守点検（汚れ・目詰まり等）をしていますか	
[5] 照明、受変電、電気設備	1. 照明設備の管理と省エネ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	高効率熱交換器の採用を検討していますか
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	各室の照度基準を決めて管理をしていますか
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	窓際照明の消灯（昼光利用）を実施していますか
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	空室や昼休み時間等、不要時は消灯していますか
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	日照時間に合わせて、外灯の点灯時間・灯数に調整していますか
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	灯具の清掃、古いランプの交換をしていますか
		<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	トイレや倉庫等：照明の点滅に人感センサを採用していますか
		<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	必要とする明るさに対して、照明器具の取付位置（高さ・配置）は適正ですか
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	照明回路を細分化し、不在エリア等を消灯できるようにしていますか
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	自動調光による減光や消灯を実施していますか
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	LED 照明に更新していますか 【事例 E-1】	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	タスクアンビエント照明を検討しましたか（全室照明→全体+手元照明）	
	2. 受変電設備の管理と省エネ	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	部門毎の電力使用量管理（月次、日時）をしていますか（実態把握、グラフ化等）
		<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	デマンド監視装置を用いて契約電力低減対策をしていますか 【事例 E-2】
		<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	電気機器の受電端は定格電圧ですか（過不足時は、電圧調整が必要）
		<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	力率は適正ですか（特に力率 95%未満の場合は対策が必要）
		<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	負荷変動が大きい場合（夜間電力小等）：自動力率調整装置を設置していますか
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	【変圧器】 不要な変圧器の一次側電源を遮断していますか
<input type="checkbox"/>		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	【変圧器】 負荷率に余裕がある場合、変圧器の統合や容量の適正化をしていますか	
3. 自販機の省エネ	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	【変圧器】 三相の負荷バランスをとっていますか	
	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	【変圧器】 負荷率を調査し、負荷の平準化（負荷調整）を実施していますか	
	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	【変圧器】 高効率変圧器への更新をしていますか	
4. OA 機器の管理	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	バックライトを消灯していますか	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	休日・夜間に停止していますか（タイマー機能）	
4. OA 機器の管理	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	設置業者に依頼して省エネ型（ヒートポンプ式等）に更新していますか	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	不要時（休日等）に電源を遮断していますか 【FAX 機は除く】	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	省エネモードに設定していますか（夜間・休日）	
		<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	省電力型に更新していますか	

- 【凡例】 I . 日常業務に組み込んで実施できる（技術的なハードルが殆どない）もの。
 II . 専門家のアドバイス等により自らが実施できる（短期の計測等、技術的知見を要する）取り組み。
 III . 設備投資が必要な取り組み。

分類		I	II	III	チェック項目	
[6] 電動機、電気加熱設備	1. 三相誘導電動機等（モータ）の管理	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	電動機の異常な加熱や異音はありませんか	
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	電動機への供給電圧、回転数が適正であるか確認していますか	
		<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	無負荷運転（空転）を防止していますか	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	負荷に応じた運転ですか（インバータ等による回転数制御、台数制御）	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	高効率モータ（永久磁石モータを含む）を採用していますか	
	2. 電気加熱設備の管理	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	力率は適正かどうか確認していますか	
		<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	炉壁の断熱・保温の状態を管理していますか	
		<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	供給電圧が低い場合、配線サイズ見直し等により電圧適正化をしていますか	
		<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	加熱時間・温度は適正ですか	
		<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	断続運転の集中化を検討しましたか	
		<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	材料予熱や製品出入時の出入口開閉時間短縮をしていますか	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	負荷率向上（蓄熱損失低減、冷却損失低減等）を実施していますか	
	[7] 生産設備、排水設備	1. 生産設備	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ライン停止や非操業時に、設備電源をOFFしていますか（固定電力の削減）
			<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	生産装置のアイドル運転時間を短縮していますか
<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	製品や生産設備の冷却は過剰ではありませんか	
<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	従来よりも生産能力・生産効率が高い製造設備の導入を検討していますか	
2. 排水設備		<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	排水処理用の曝気槽について、非操業時（夜間・休日）にブロワの風量を低減していますか	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	メタン発酵時のガス回収・利用できませんか	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	温排水からのヒートポンプ利用による廃熱回収できませんか	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	運用形態見直し（就業時間、稼働率、負荷率等）を実施しましたか	
[8] その他	1. 負荷平準化	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	設備導入（蓄熱装置、ガス吸収式冷温水機等）を検討しましたか	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	運転状態（依存率、発電効率、排熱利用率、総合効率等）を確認していますか	
	2. コージェネレーション	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	太陽光発電の導入を検討しましたか	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	太陽熱温水設備の導入を検討しましたか	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	地中熱・地下水熱ヒートポンプ空調の導入を検討しましたか	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>		

4. 省エネルギー診断の活用

省エネルギーセンターが実施する無料省エネ診断は、資源エネルギー庁「令和2年度中小企業等に対する省エネルギー診断事業費補助金」による事業であり、**診断を受診される事業者様の費用負担はありません。**

本診断は省エネの専門家が現地を訪問してエネルギー管理や使用状況を総合的に診断し、具体的な省エネ提案を報告書にまとめます。外部の専門家からアドバイスを受けることは、日ごろは気づきにくい改善点が見つかり、エネルギーコスト改善にも大いに役立ちます。

(1) 省エネルギー診断の流れ

- ・事業者様からの診断申込書を頂いてから、内容を確認して診断実施を決めます。
- ・現地診断日程は、ご相談して決定致します。また現地診断前に、データを確認させて頂くことがあります。
- ・現地診断では専門家が訪問し、主に午前は面談、午後は現場を見させて頂きます。
- ・診断結果は、報告書にまとめ提出致します。省エネ効果を具体的に記載し、管理面のアドバイスも致します。
- ・診断結果説明会では、内容説明の他に、補助金情報等の関連情報もお知らせします。

(2) 診断対象

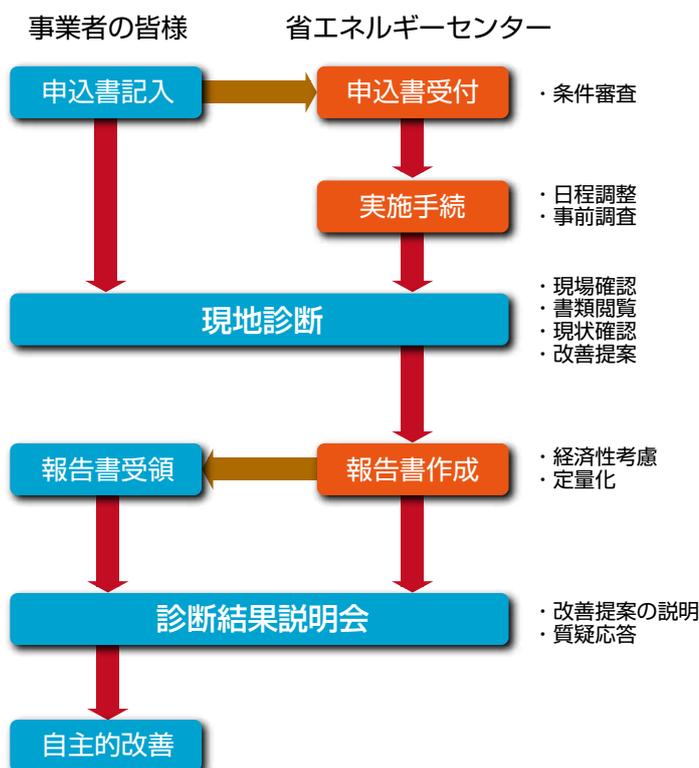
- ・対象は中小企業基本法で規定される中小企業や年間のエネルギー消費量が原則として100kL以上、1,500kL未満の工場・ビルなどです。**ただし、年間エネルギー使用量が100kL未満であっても低圧電力、高圧電力もしくは特別高圧電力受電者である場合、または組合、協議会など地域や組織で省エネを推進しているなど波及効果が高い場合は対象としますのでお問い合わせください。**

■申し込み方法

省エネ・節電ポータルサイト (<https://www.shindan-net.jp>) にて「省エネ診断」を選択、次いで「工場」または「ビル」、特に小規模ビルの場合は「ビル簡易版」の申込書を選択してダウンロードし、Eメール、FAXまたは郵送にてお申し込みください。

■送付先（お問い合わせ先）

〒108-0023
東京都港区芝浦2-11-5 五十嵐ビルディング
一般財団法人 省エネルギーセンター 診断指導部 省エネ診断事務局
Tel : 03-5439-9732
Fax : 03-5439-9738
Eメール : ene@eccj.or.jp



5. 省エネ支援総合ポータルサイトの活用

省エネ・節電ポータルサイト（<https://www.shindan-net.jp>）には、省エネ診断事例や省エネの実行好事例など、省エネ・節電を実践するために有益な情報を掲載しています。無料の省エネ診断や節電診断など各サービスへのお問い合わせやお申し込み方法等も紹介しています。

省エネ支援サービス

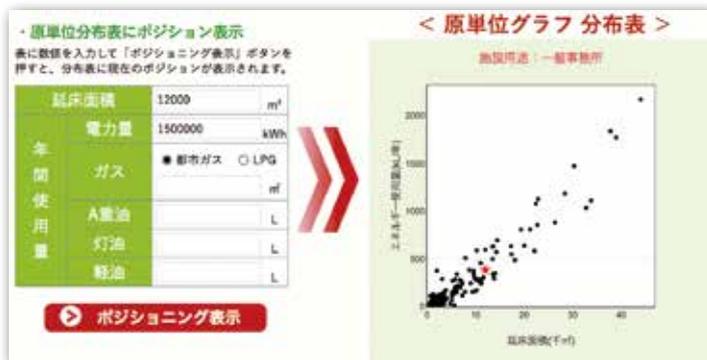
「無料省エネ診断」、「無料節電診断」、「省エネ・節電説明会」への無料講師派遣を紹介しています。各サービスの申込書のダウンロードや記入例等を紹介しています。

省エネ診断事例の紹介

省エネ診断の事例を多数掲載しています。業種や施設、省エネが提案された設備等で絞り込めるように検索機能を有しており、省エネ方策検討のための有効な情報になります。

ビルの省エネ 自己診断ツール

自施設の情報を入力することで、同種用途のビルに対するエネルギー原単位のポジションや主な省エネ対策などを見ることができます。



省エネ支援現場レポート、省エネ動画チャンネル

省エネ診断の診断風景や診断結果報告会、診断後の省エネ取り組み状況等をレポートや動画で紹介しています。受診者による診断の感想や取り組み成果等、生の声を聞くことができます。

チューニング診断の事例についても、動画で判り易く紹介しています。

よくあるご質問

省エネや支援サービス等について、皆様からよくいただくご質問をまとめてあります。

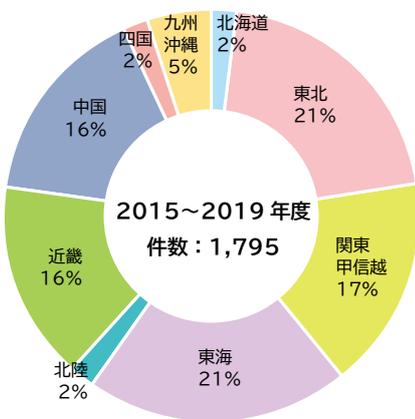




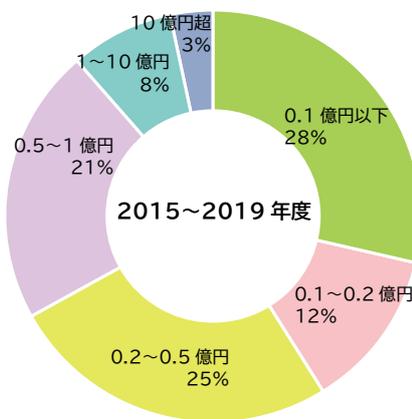
省エネルギーセンターが実施した無料省エネ診断について、概要をご紹介致します。エネルギー使用量、原単位の管理や改善提案検討の参考としてください。

1. 診断工場の概要

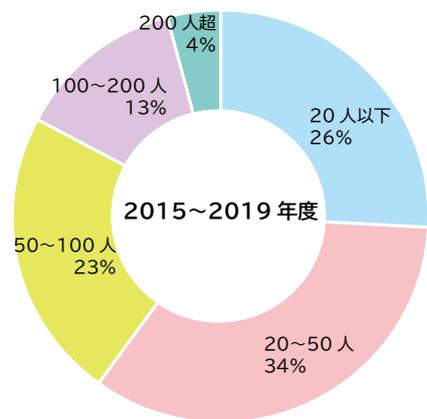
工場の省エネルギー診断（2015～2019年度）の実施割合を地域別、規模別（資本金と従業員数）に示します。また、工場の年間エネルギー使用量（原油換算）についてはヒストグラムで分布を示します。



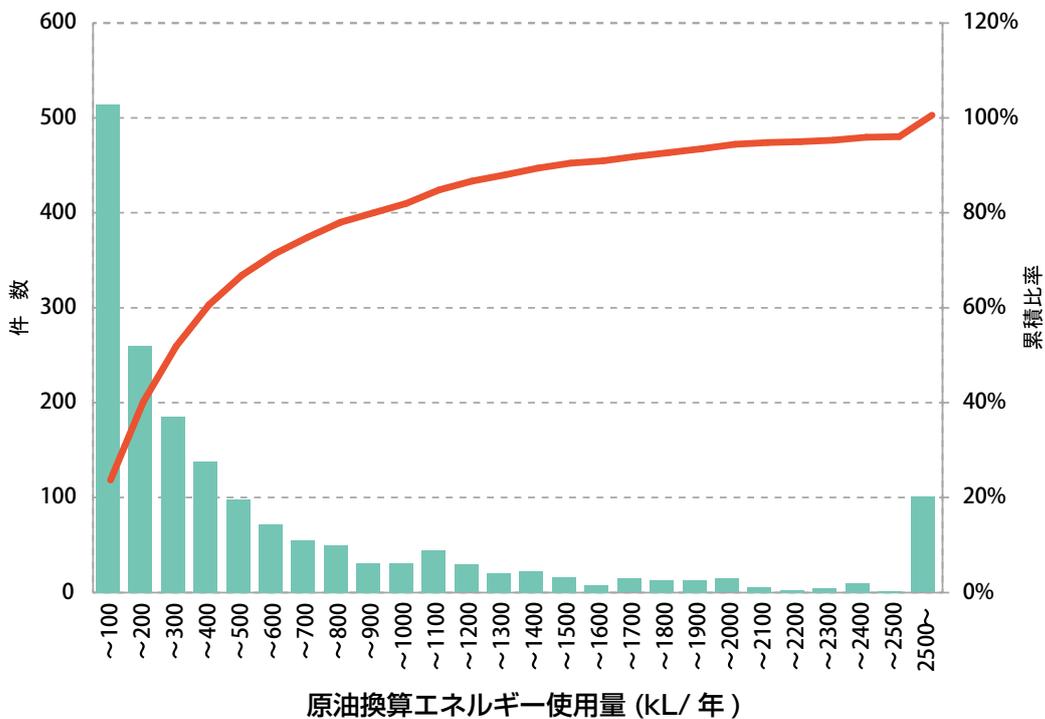
地域別の診断実施割合



資本金別の診断実施割合

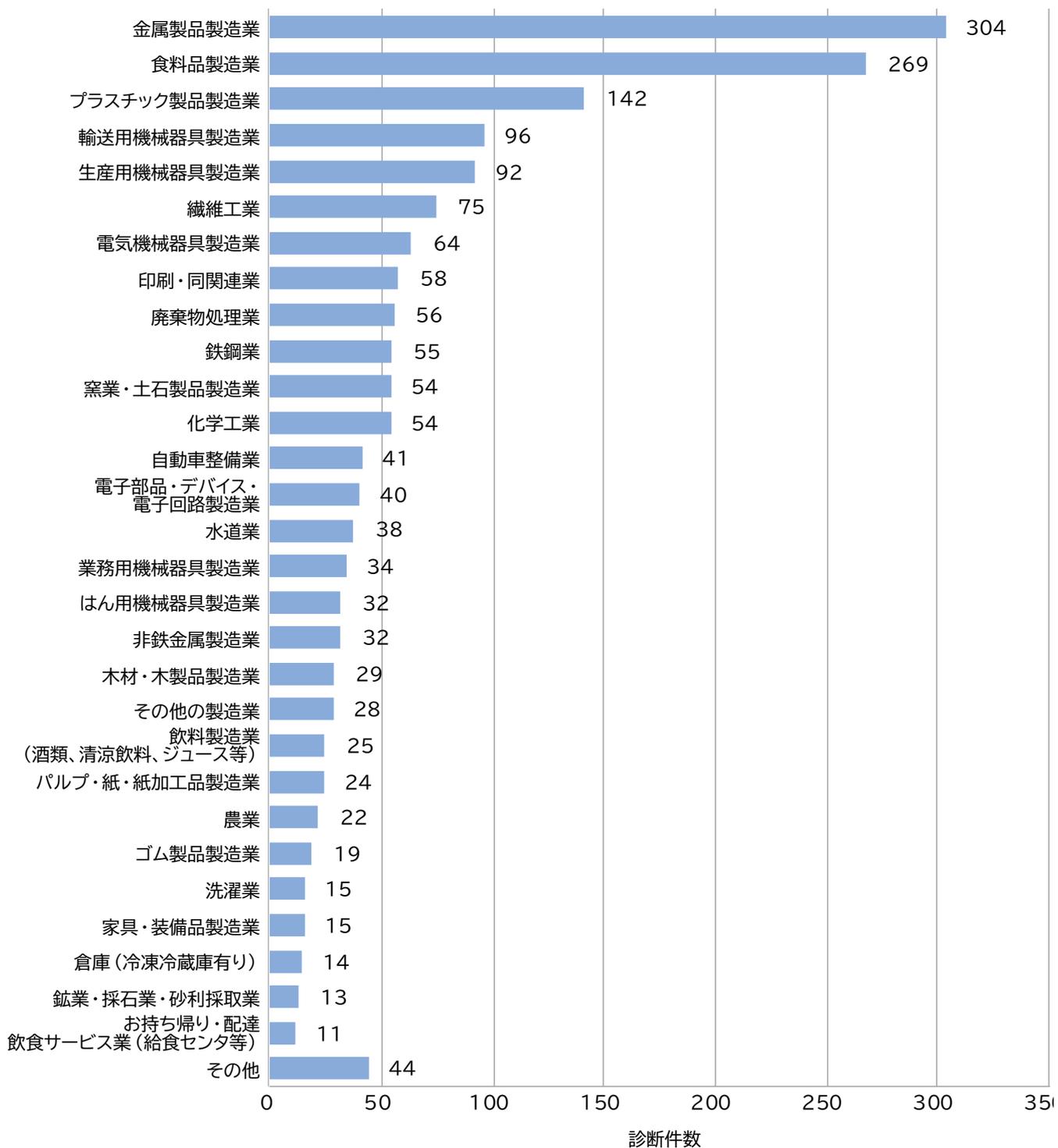


従業員数別の診断実施割合



2. 業種別診断件数

省エネルギー診断件数（2015～2019年度）を業種別に示したものです。

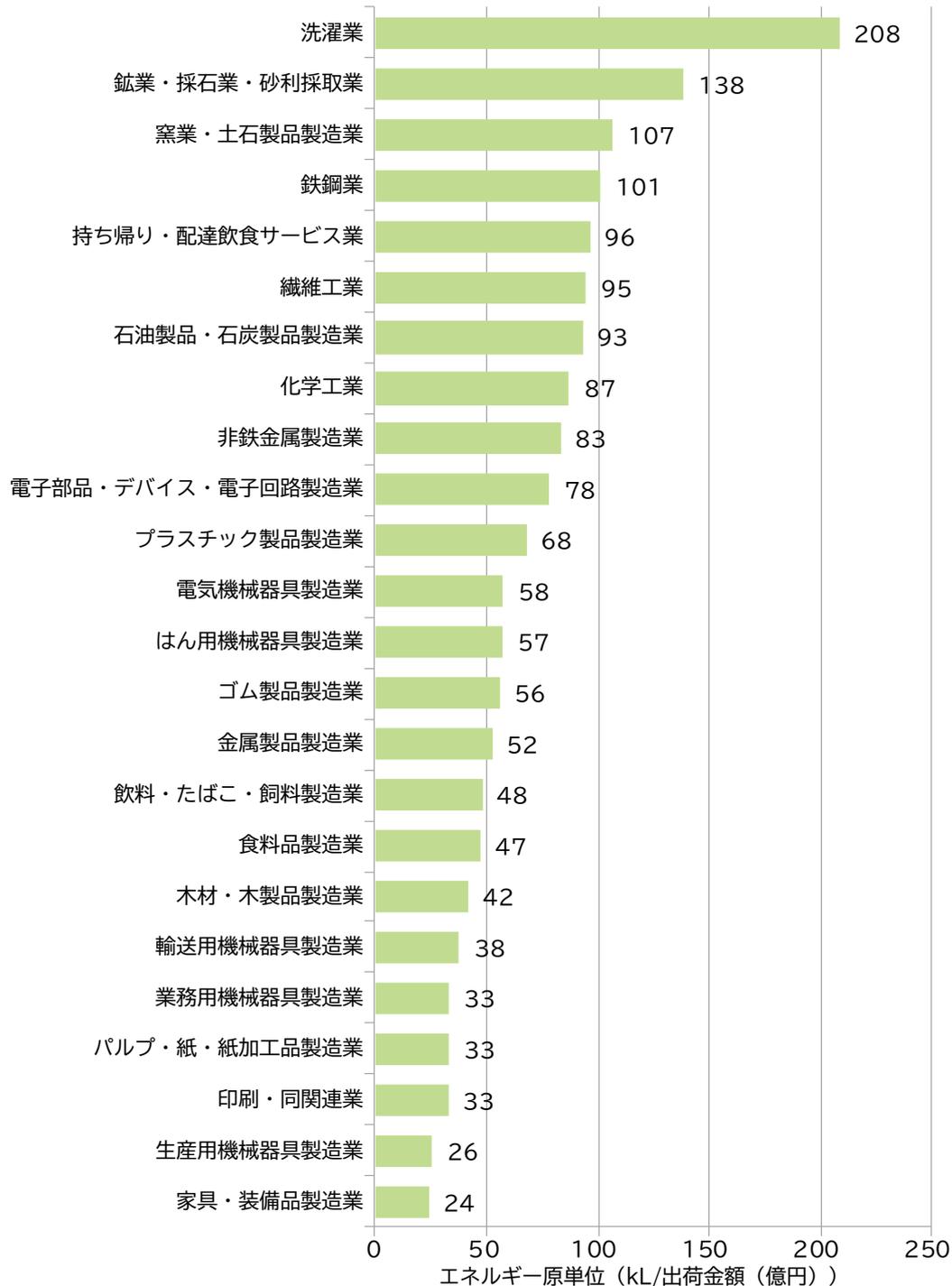


3. 業種別エネルギー原単位

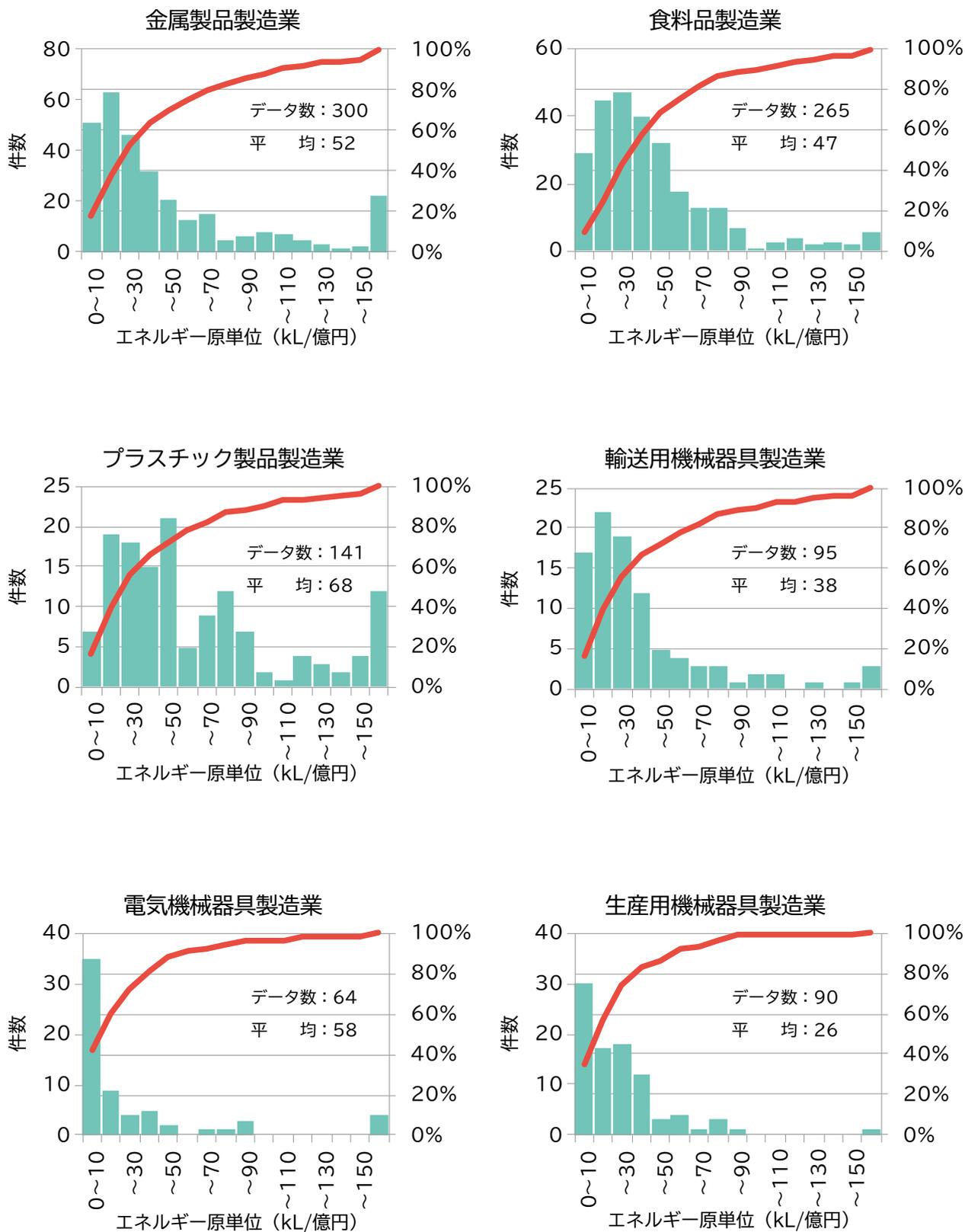
エネルギー原単位は、エネルギー管理状況を評価するための重要な指標です。これは、生産量当たりのエネルギー消費量等で表し、次の式で算出します。

$$\text{エネルギー原単位} = \frac{\text{エネルギー使用量（原油換算 kL 等）}}{\text{エネルギー使用量と密接な関係をもつ量（生産量、出荷額等）}}$$

下図は、工場の省エネルギー診断で得られたエネルギー原単位データをまとめ、業種別に単純平均したものです。ここでは全業種を同一指標とするため、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ています。



診断件数の多い6業種についてエネルギー原単位の分布を示します。同一業種であっても製品は多岐にわたり、エネルギー原単位の分布も幅広くなっています。

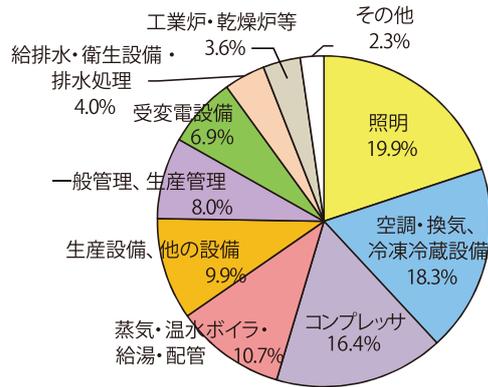


4. 診断による改善提案項目

省エネルギー診断では、工場の現状を分析した上で、省エネルギーとなる改善提案をご提示します。

右の円グラフは、最近の工場診断による改善提案について、その対象設備を分類したものです。

下記の表は、設備分類ごとに提案内容別の件数を集計したもので、どのような改善提案が多く提示されているかがわかります。



(注) 工場省エネ診断の改善提案

照明

空調・換気設備

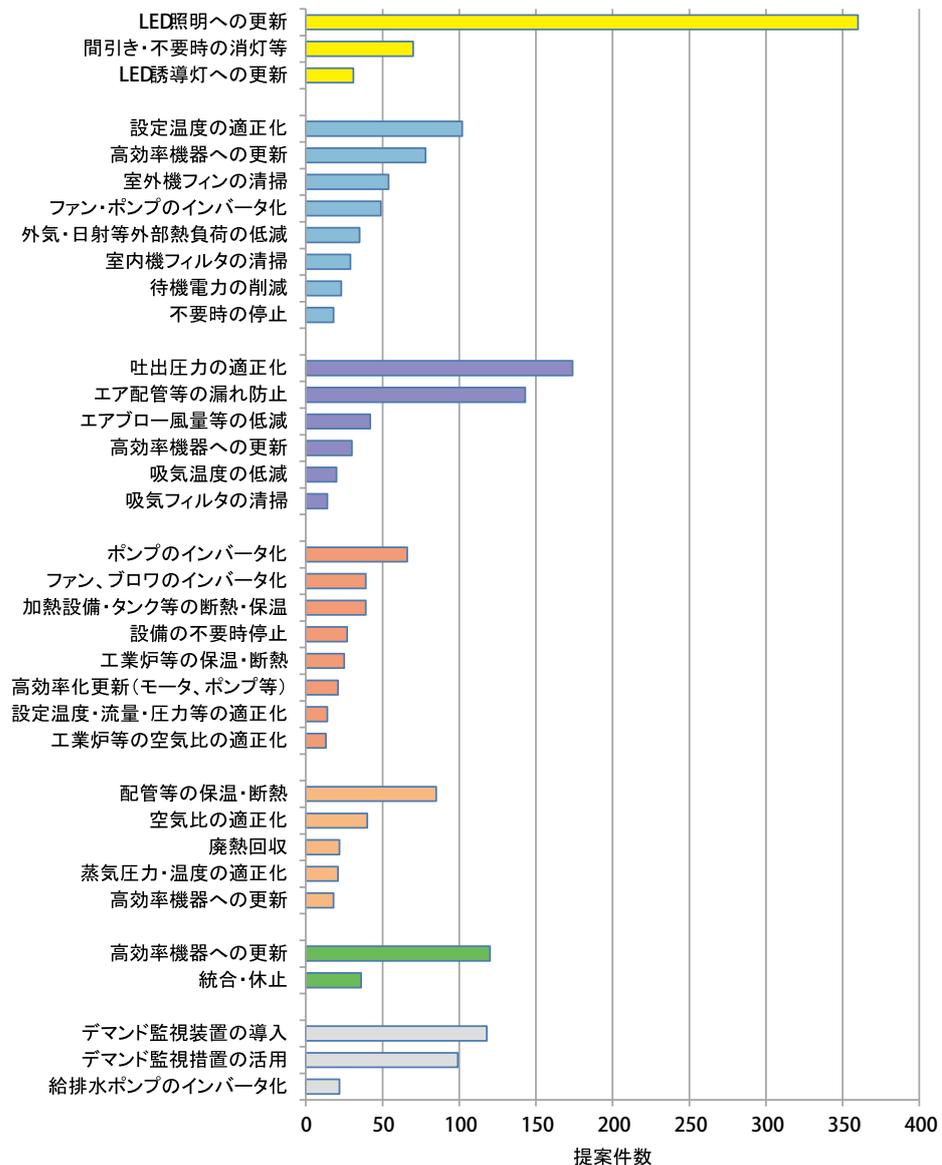
コンプレッサ

生産設備等

ボイラ・給湯・配管

受変電設備

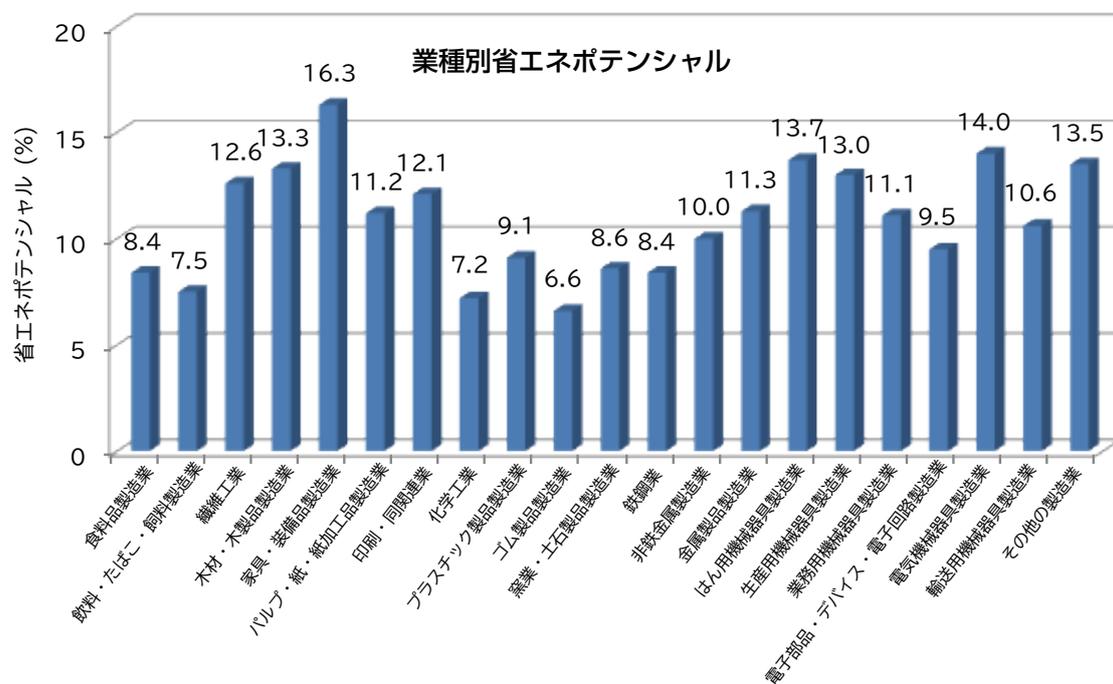
**デマンド管理
その他**



5. 業種別省エネポテンシャル

省エネ診断による省エネ改善提案の省エネ率を業種別にまとめました。この省エネ率は対象事業所のエネルギー使用量に対する提案の省エネ量の割合です。

これはその業種における省エネのポテンシャルを表しており、おおむね7～14(%)になっています。



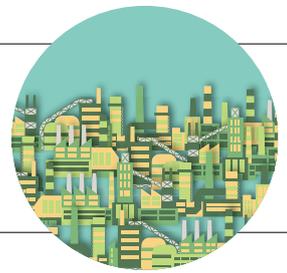
6. 省エネ診断・技術事例発表会

本全国の中小企業等を対象に省エネ技術や情報の提供を目的として、平成26年度から全国で「省エネルギー診断事例・技術発表会」を開催しています。

省エネ診断をきっかけとして省エネ効果をあげた事例や最新の省エネ技術、省エネ推進の着眼点や具体的な実施方法について情報提供を行います。

令和2年度は全国8会場で開催予定です。日時や発表内容等、詳細は省エネ・診断ポータルサイト shindan-net.jp をご覧ください。





省エネルギーセンターが実施した無料省エネ診断における代表的な省エネルギー改善事例を紹介致します（内容は一般向けに変更しています）。

A 省エネルギー活動・管理体制等

事例 A-1 全員で取り組む省エネ活動

1. 取組みの経緯

「ものを作る企業は、環境に配慮したものづくりをする必要がある」との経営者の思いから、エネルギーの見える化、無駄の排除を中心に、全社員が参加する省エネ活動を開始しました。

2. 改善対策

対策	実施事項と効果
省エネ推進体制 (全員参加のエネルギー管理体制)、 人材育成	社員全員が省エネ活動において役割を持つよう管理項目ごとに担当者を決め、記録、目標管理を行い、管理者が定期的に評価する体制を作った。 社員全員で廃棄物処理施設を見学し、環境意識向上に努めた。
計測・記録・保守(見える化)、 エネルギー使用量管理	季節・時間ごとの電力消費をグラフ化した(図1)。昼休みのパソコンシャットダウンや消灯等の効果が確認できてやる気につながった。 職場ごとに廃棄物の重量を測定・記録・掲示し、削減意欲が高まった。 全員で省エネ活動を実践していく中で、初めて気づくことに触れ、実行推進力が増していった。
目標設定	見える化により得られた数字に基づき、具体的な削減目標と、活動計画を話し合っって作成した。計画を掲示して3ヶ月ごとに活動状況を記入して、管理者がチェックした。
ポスター掲示	節電、PC電源オフ、待機電力削減等のポスターを掲示した。

活動では、すぐにできる以下の対策から始めました。

- ・ 不要な場所の照明を止める。
- ・ 手元スイッチを活用して照明を間引く。
- ・ 泡で配管等の空気漏れを可視化し、漏れを補修する。
- ・ よしずやカーテンを利用して日差しが室内に入り込まないようにする。
- ・ ガラス戸へ断熱シートを貼付ける。

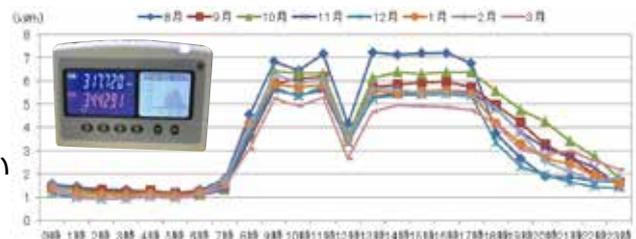


図1 月別時間帯平均電力使用量

3. 成果

全員参加の活動の結果、省エネの効果のみならず以下のような成果が得られました。

- ・ 社員の環境に対する意識が変わった。
- ・ 省エネの観点から作業効率化を行うようになった。
- ・ 社員間の風通しがよくなり、コミュニケーションが取りやすくなった。
- ・ 光熱費が下がり利益率が向上した。

事例 A-2 経営改革の一環としての省エネ活動への取り組み

1. 取組みの経緯

「エネルギーの無駄遣いをなくすだけでなく生産活動の効率化を目指す」という経営者の方針のもと、従業員の意識向上につながるエネルギーの見える化から省エネ活動に取り組みました。

2. 改善対策

対策	実施事項と効果
省エネ推進体制 (全員参加のエネルギー管理体制)	従業員に「現状の無駄」を見せて「やればできる」ことを周知した。休日の電力使用量という無駄を「見える化」し、週末のブレーカーオフを習慣化して休日の電力使用量を大幅に削減した(図1)。
	不要照明消灯、エアコン温度設定と運転時間の管理徹底、圧空配管の漏れ補修等すぐできることを実施して効果を定量化した結果、社員のやる気に火がつき各職場で率先して省エネ活動が進んだ(図2)。
	数十台の電力計を設置して、社内データ収集システムによって設備ごとの電力使用状況を「見える化」し、日常的に確認した。「見える化」の大切さを実感した。
計測・記録・保守(見える化)、 エネルギー使用量管理、 人材育成	「省エネ委員会」を立ち上げて、部門ごとに電力管理範囲を明確にし、電力監査、改善実施、月次報告などを行って省エネのPDCAを確実に進めた。 各部門の「省エネ委員会」に、若手を選出し、外部専門家から指導を受けた。

すぐに実施できる次の対策から取り組んだ結果、経営者が驚くほどの省エネ効果があがりました。

- ・ 不要照明の消灯
- ・ エアコンの設定温度と運転時間の管理徹底
- ・ 圧空配管の空気漏洩調査と補修
- ・ コンプレッサ吐出圧の適正化



図1 消灯を確認しやすい表示

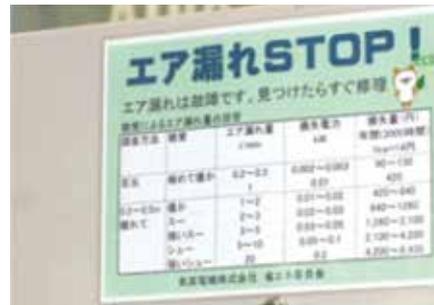


図2 エア漏れによる電力消費の無駄を掲示

3. 成果

待機電力の削減、不要照明の消灯等、現状の無駄を見える化し、効果を示すことにより各職場が省エネ活動に積極的に取り組む体制が構築された。

経営者のコメント：

従業員のやる気を途切れさせない工夫、消費エネルギー量と活動結果の見える化が重要である。今後、積極的に省エネ機器の導入を進めたい。

B 空調・冷凍冷蔵設備等

事例 B-1 冷凍庫の設定温度適正化

1. 現状の問題点

冷凍食品を保管する、ある冷凍庫では設定基準を -25°C と定めていますが、実際には -28°C と余裕を見過ぎた運転となっています。冷熱をつくるには温度が低いほどエネルギーを消費します。

2. 改善対策

冷凍庫の温度を設定基準のとおり -25°C とします。設定温度を上げると冷媒の蒸発温度を上げることができ、冷凍機の効率が向上し電力使用量を減らすことができます。

3. 効果試算

(1) 計算式

現状の電力使用量 (kW) × モータ負荷率 (%) × 運転時間 (h/年)
 改善後の電力使用量 電力使用量 (現状) × 現状と改善後の動力比

(2) 試算の前提条件

冷凍機モータ容量 27kW (冷媒 R-404A)
 モータ負荷率 60%
 冷凍庫温度 現状： -28°C 、改善後： -25°C
 冷媒蒸発温度 冷蔵庫温度に対し -10°C 低い温度
 冷媒凝縮温度 35°C
 運転時間 $24\text{h/日} \times 365\text{日/年} = 8,760\text{h/年}$
 現状と改善後の動力比 88% (3°C 緩和で動力比は88%となる)

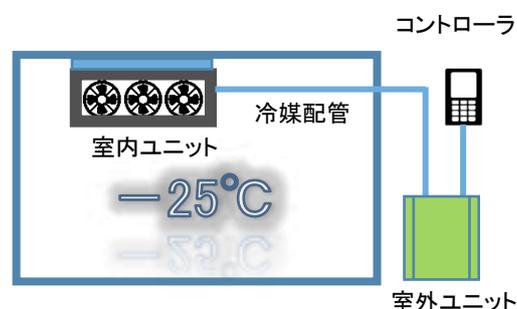


図1 冷凍庫の図

4. 効果

① 電力使用量 (現状)	141,900	kWh/年	
② 電力使用量 (改善後)	124,900	kWh/年	
③ 削減電力使用量	17,000	kWh/年	①-②
④ 省エネ率	12	%	③÷①
⑤ 削減金額	323	千円/年	③×19円/kWh
⑥ 原油換算削減量	4.4	kL/年	③×9.97GJ/千kWh×0.0258kL/GJ
⑦ CO ₂ 削減量*	10.8	t-CO ₂ /年	③×0.635t-CO ₂ /千kWh

(* CO₂ 排出係数は契約電力会社の係数を使用してください。)

事例 B-2 空冷チラーを冷温同時供給ヒートポンプに更新

1. 現状の問題点

ある製麺工場ではボイラで加熱した 98℃のゆで槽で麺を加熱し、次の工程では 2℃の冷水で冷却しています。冷水は空冷チラーによる氷蓄熱システムで製造していますが、チラーは老朽化しており、また廃熱は利用していません。

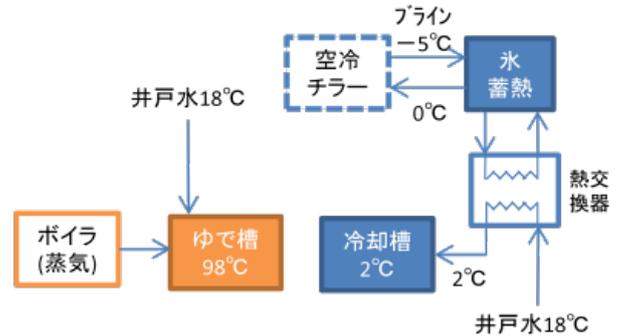


図1 現状のフロー

2. 改善対策

老朽化しているチラーを冷温同時供給タイプのヒートポンプ(図2のHP)に更新し、貯湯槽も新設します。従来は 18℃の井戸水を直接ボイラ蒸気で加熱していましたが、改善後は冷水製造の回収熱で給水を 60℃に加熱し、ボイラの負荷低減を図ります。

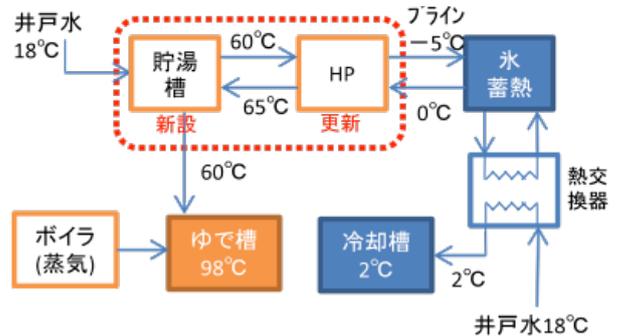


図2 改善後のフロー

3. 効果試算

(1) 計算式

電力使用量	$\text{冷却熱量 (GJ/年)} \div \text{冷却 COP} \div 0.0036(\text{GJ/kWh})$
HP 加熱量	$\text{冷却熱量 (GJ/年)} \div \text{冷却 COP} \times \text{加熱 COP}$
ボイラ加熱熱量 (改善後)	$\text{加熱熱量 (GJ/年)} - \text{HP 加熱量 (GJ/年)}$
燃料使用量 (改善後)	$\text{ボイラ加熱熱量 (GJ/年)} \div \text{ボイラ効率} \div \text{燃料低位発熱量 (GJ/千 m}^3\text{)}$

(2) 試算の前提条件

水の比熱	4.2MJ/(t·K)
用水温度	井戸水 18℃
冷水 (2℃) 量	6 t/h × 5h/日 × 300日/年 = 9,000t/年
冷却熱量	9,000t/年 × (18℃ - 2℃) × 4.2MJ/t·K = 605GJ/年
熱水 (98℃) 量	3 t/h × 5h/日 × 300日/年 = 4,500t/年
加熱熱量	4,500t/h × (98℃ - 18℃) × 4.2MJ/t·K = 1,512GJ/年
現状熱源	空冷チラー (COP 1.6)、ボイラ (効率 85%)
燃料発熱量	(都市ガス 13A) : 低位 40.5GJ/千 m ³
改善後熱源	ヒートポンプ (加熱 COP 2.75, 冷却 COP 1.75)

* 蓄熱損失、ポンプ動力等その他の増減はないものとした。

表1 現状

項目	冷水	温水
必要熱量(GJ/年)	605	1,512
空冷チラー (GJ/年)	入力	冷却
	378	605
ボイラ	冷却	加熱
	605	1,512
COP	1.00	1.60

表2 改善後

項目	冷水	温水
必要熱量(GJ/年)	605	1,512
HP (GJ/年)	入力	冷却
	346	605
ボイラ	冷却	加熱
	605	952
COP	冷却	加熱
	1.00	1.75

4. 効果

①	電力使用量(現状)	105,000	kWh/年	
②	燃料使用量(現状)	43.9	千 m ³ /年	
③	電力使用量(改善後)	96,000	kWh/年	
④	燃料使用量(改善後)	16.3	千 m ³ /年	
⑤	削減電力使用量	9,000	kWh/年	①-③
⑥	削減燃料使用量	27.6	千 m ³ /年	②-④
⑦	省エネ率	43	%	原油換算値で計算
⑧	削減金額	2,986	千円/年	⑤×19円/kWh+⑥×102円/m ³
⑨	原油換算削減量	34.3	kL/年	式は省略
⑩	CO ₂ 削減量	67.6	t-CO ₂ /年	式は省略

【参考】 ヒートポンプシステムと COP

ヒートポンプシステムの構成を図3に示します。冷媒と呼ばれる物質がヒートポンプ内部を圧縮機→熱交換器(凝縮)→膨張弁→熱交換器(蒸発)→圧縮機と循環しています。冷媒は圧縮されると熱を出しながら気体から液体になり(凝縮)、膨張させると熱を吸収しながら気体になります(蒸発)。このように冷媒が圧縮と膨張(凝縮と蒸発)を繰り返しながら循環することで、低温側から高温側に熱をくみ上げます。

図3で冷却工程側を見ると-5℃でヒートポンプシステムから出たブライン(エチレングリコール水溶液のような不凍液)が冷却工程で対象物を冷却し、0℃でヒートポンプシステムに戻っています。-5℃で出て0℃で戻りますので冷却工程からヒートポンプシステムに熱 Q_1 が移動しています。

加熱工程側では、工程から60℃で戻ってくる温水を65℃に加熱して工程に戻しています。ここではヒートポンプシステムから工程に熱 Q_2 が移動しています。

また、冷媒を圧縮・循環させる駆動力は外部仕事 L (モータ駆動電力)としてヒートポンプシステムに入力されています。

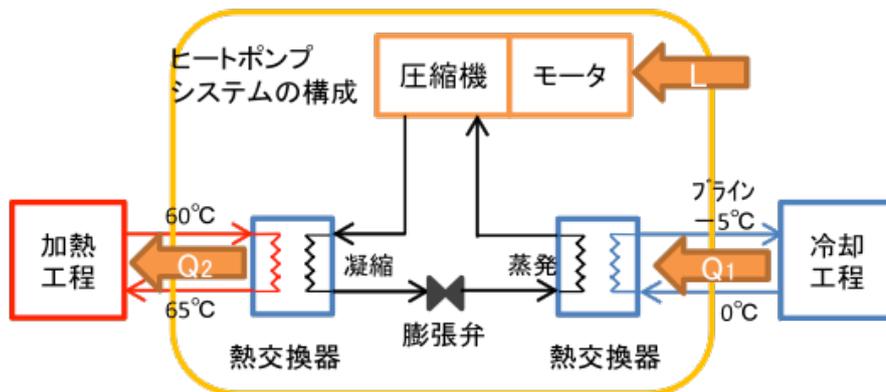


図3 ヒートポンプの概念図

ここで Q_1/L を冷却の COP (Coefficient of Performance: 成績係数) といい、 Q_2/L を加熱の COP といいます。COP は値が大きいほど入力に対して熱をたくさん移動させるのでヒートポンプシステム性能が高いことを意味します。また、 $L(\text{kJ/h})$ は $W(\text{kW})=L(\text{kJ/h}) \times 3600$ で電力に変換できます*。

* 仕様書などで、消費電力の単位も冷却・加熱能力の単位も kW なのでこれらを混同しないよう注意が必要です。

C ポンプ・ファン・コンプレッサ等

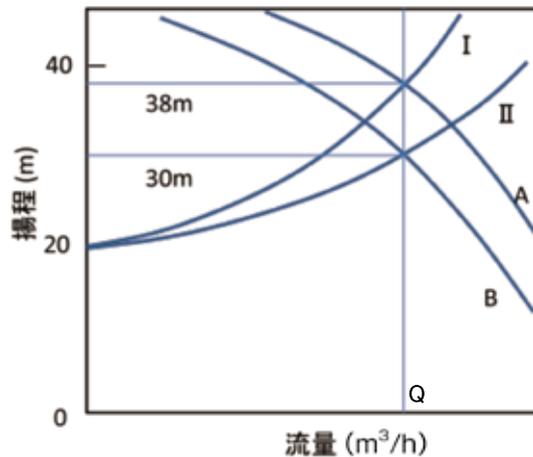
事例 C-1 水洗ポンプのインバータ化

1. 現状の問題点

塗装設備の脱脂・水洗工程では、製品をシャワー洗浄する水洗ポンプがあります。現状は流量をバルブで調節しており、バルブの圧損分が動力損失となっています。

2. 改善対策

水洗ポンプにインバータを設置し、バルブは全開にしてモータの回転数で流量を調節します。これによってポンプの消費電力を減らすことができます。



I バルブ制御時の抵抗曲線
II バルブ全開時の抵抗曲線
A 現状の性能曲線
B インバータ化後の性能曲線

図 1 ポンプ特性曲線

3. 効果試算

(1) 計算式

現状の電力使用量 現状のポンプモータ消費電力 (kW) × 運転時間 (h/年)

改善後の電力使用量 現状の電力使用量 (kW) × 現状と改善後の動力比 ÷ インバータ効率

(2) 試算の前提条件

ポンプモータ消費電力 (現状)	14.3kW
運転時間	20h/日 × 250日/年 = 5,000h/年
全揚程	現状：38m、改善後：30m (インバータ化前後で流量は変わらないが、全揚程はバルブの圧損分だけ下がります。)
実揚程 (シャワー圧力)	20m
現状と改善後の動力比	0.79
インバータ効率	0.95

4. 効果

① 電力使用量 (現状)	71,500	kWh/年	
② 電力使用量 (改善後)	59,500	kWh/年	
③ 削減電力使用量	12,000	kWh/年	①-②
④ 省エネ率	17	%	③÷①
⑤ 削減金額	228	千円/年	③×19円/kWh
⑥ 原油換算削減量	3.1	kL/年	③×9.97GJ/千kWh×0.0258kL/GJ
⑦ CO ₂ 削減量*	7.6	t-CO ₂ /年	③×0.635t-CO ₂ /千kWh

(* CO₂ 排出係数は契約電力会社の係数を使用してください。)

5. 提案の実施とチューニング

提案の実施にあたっては現状の流量、圧力（揚程）、消費電力などを計測し、省エネ効果を精査します。また、インバータ設置後は回転数を調整して従来の冷却水量に合わせ、省エネ効果の実績を計測します。

(1) チューニングのポイント

流量制御を弁開度による調整から、インバータによるポンプ回転数制御に替えます。弁開度を段階的に開けながら、インバータでポンプ回転数を落とし、異常がないことを確認しながら最終的には弁開度を全開とします（図2参照）。

(2) 測定項目（図3参照）

- ① 流量計が設置されていないときは、設備改造を伴わない外付けの超音波流量計などを設置します。
- ② 圧力（揚程）は既設圧力計を利用します。連続測定が必要な場合は既設圧力計をはずして設置します。
- ③ ポンプ電流、電力はポンプ過電流監視や省エネ量の確認に用います。クリップで電圧を測定するクランプ型電力計もあります。

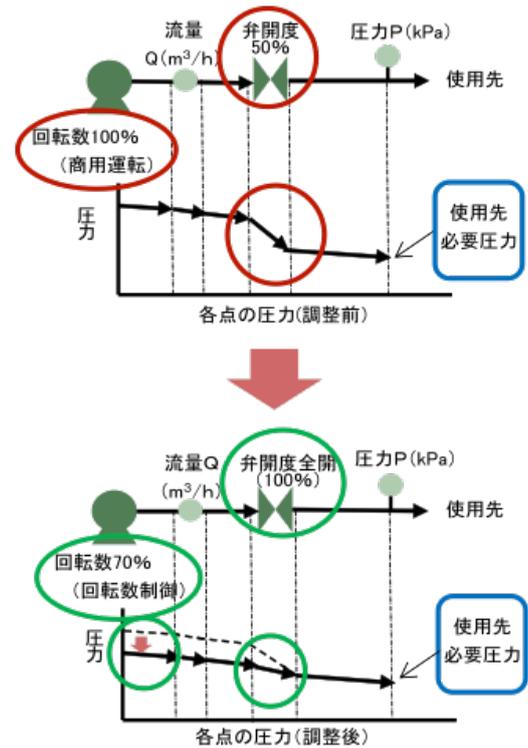


図2 インバータ周波数調整の考え方

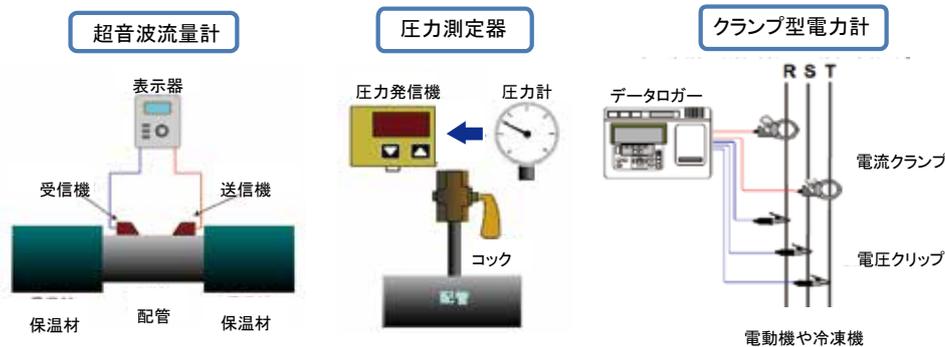


図3 主な測定器

（出典：新版省エネチューニングマニュアル、省エネルギーセンター）

(3) チューニング手順

① 事前準備（現状把握）

- ・ 計測により現状の運転状況を確認・記録します。念のために現状に復旧できるように弁の開度も記録します。
- ・ ポンプの性能曲線上で現状運転レベルを確認します。

② 実施

- ・ 現状の運転条件（調節弁で流量制御し、ポンプ回転数は100%）で運転開始します。
- ・ ポンプ電流など異常がないことを確認しながら段階的に調節弁を開き、併せてポンプ回転数を下げ、従来の流量に合わせます。
- ・ 調節弁全開後、流量、圧力（揚程）、電流（電力）などポンプ性能曲線の特性和矛盾がないことを確認します。
- ・ 可能な範囲で、回転数を変えて、流量、圧力、ポンプ電力量の各値を測定し、グラフなどにまとめると今後の運転に役立ちます。
- ・ 年間を通じた各運転状態に対する回転数とポンプ電力量を予測することで、ポンプをインバータ制御した場合の削減電力量が計算できます。

事例 C-2 スクラバーファンのインバータ化

1. 現状の問題点

工場にある排気用スクラバーは風量をダンパで調節しており、ダンパの圧損分の動力損失があります。また年間を通して一定風量ですが、休祭日は臭気の発生が少なく風量を下げることが可能です。

2. 改善対策

スクラバーファンにインバータを設置し、ダンパに替えて風量はモータの回転数を変えて調節します。休祭日は風量を減らすことでファンの消費電力を減らします。

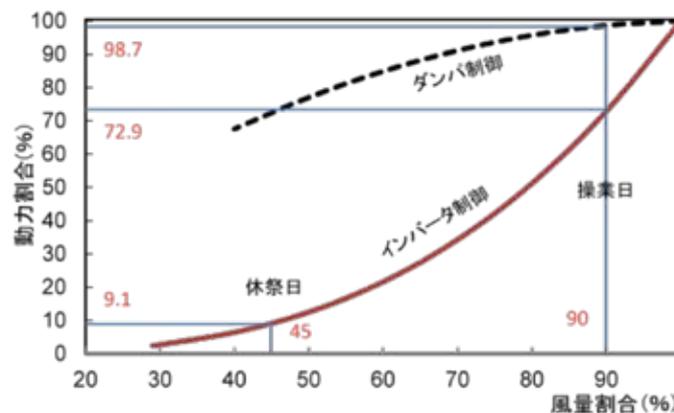


図1 ファンの風量割合と動力割合

3. 効果試算

(1) 計算式

現状の電力使用量 ファンモータ容量 (kW) × モータ負荷率 (%) × 動力比 (現状) × 運転時間 (h/年)
 改善後の電力使用量 電力使用量 (現状) × 現状と改善後の動力比 ÷ インバータ効率

(2) 試算の前提条件

ファンモータ容量	37kW		
モータ負荷率	90%		
送風量比	(現状) 90%	(改善後) 操業日 90%	休祭日 45%
動力比	(現状) 98.7%	(改善後) 操業日 72.9%	休祭日 9.1%
モータ運転時間	(現状) 8,760h/年	(改善後) 操業日 6,000h/年	休祭日 2,760h/年
インバータ効率	0.95		
現状と改善後の動力比	$0.535 = (6,000 \times 0.729 + 2,760 \times 0.091) \div (8,760 \times 0.987)$		

4. 効果

① 電力使用量 (現状)	287,900	kWh/年	
② 電力使用量 (改善後)	162,100	kWh/年	
③ 削減電力使用量	125,800	kWh/年	①-②
④ 省エネ率	44	%	③÷①
⑤ 削減金額	2,390	千円/年	③×19円/kWh
⑥ 原油換算削減量	32.4	kL/年	③×9.97GJ/千kWh×0.0258kL/GJ
⑦ CO ₂ 削減量*	79.9	t-CO ₂ /年	③×0.635t-CO ₂ /千kWh

(* CO₂ 排出係数は契約電力会社の係数を使用してください。)

事例 C-3 空気配管の漏れ防止

1. 現状の問題点

空気配管は日常点検で漏れのある箇所を補修を行っていますが、定量的な測定はしていません。長期間使用された空気配管は漏れが多くコンプレッサ風量が増加します。

2. 改善対策

運転停止時に空気配管の漏れを測定し補修します。漏れやすい箇所は配管、弁、ゴムホースの接合部、電磁弁などです。コンプレッサの動力損失は意外に大きいです。

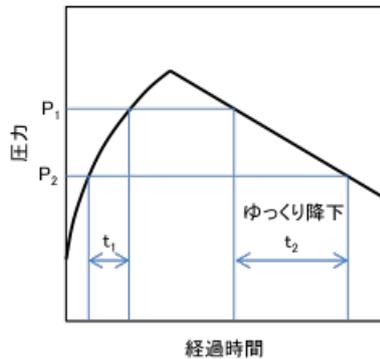


図1 空気配管漏れチェック図
(正常時、漏れ量小時)

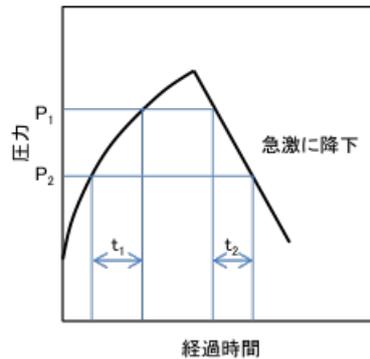


図2 空気配管漏れチェック図
(漏れ量大時)

3. 効果試算

(1) 計算式

現状の電力使用量 $\text{コンプレッサモータ容量 (kW)} \times \text{モータ負荷率 (\%)} \times \text{運転時間 (h/年)}$

改善後の電力使用量 $\text{電力使用量 (現状)} \times \text{現状と改善後の動力比}$

(2) 試算の前提条件

コンプレッサモータ容量 37kW (インバータ制御式)

モータ負荷率 80%

運転時間 20h/日 \times 300日/年 = 6,000h/年

漏れ率 (現状) 20% (測定結果)

漏れ率 (改善後) 4% (漏れ箇所を減らして80%の漏れを防止できた場合、改善後の漏れ率は $20\% \times (1 - 0.8) = 4\%$ となります。)

現状と改善後の風量比 0.84 (漏れが減ることで、コンプレッサの風量が減ります。)

現状と改善後の動力比 0.84 (インバータ制御式では回転数で風量を制御しており、風量比と動力比はほぼ同じです。)

4. 効果

①	電力使用量 (現状)	177,600	kWh/年	
②	電力使用量 (改善後)	149,200	kWh/年	
③	削減電力使用量	28,400	kWh/年	①-②
④	省エネ率	16	%	③÷①
⑤	削減金額	540	千円/年	③ \times 19円/kWh
⑥	原油換算削減量	7.3	kL/年	③ \times 9.97GJ/千kWh \times 0.0258kL/GJ
⑦	CO ₂ 削減量*	18.0	t-CO ₂ /年	③ \times 0.635t-CO ₂ /千kWh

(* CO₂ 排出係数は契約電力会社の係数を使用してください。)

5. 提案の実施と方法

(1) ポイント

コンプレッサ空気配管の漏れ箇所を特定し、漏れ防止対策を行うことでコンプレッサ動力を削減します。日常はトータルの漏れ率*を管理し、これが大きくなったら個別の漏れ箇所を探して対策をとります。漏れ箇所は耳に頼るだけでなく超音波検出器を用いると見つけやすくなります。このような診断を行う会社もあります。

なお、トータルの漏れ率*は図 1,2 の $t_1/(t_1 + t_2)$ で求めることができます。末端のバルブをすべて閉じて t_1 、 t_2 を測定します。

(2) 測定項目

- ・ 漏れ箇所の検出および漏れ量
- ・ コンプレッサ使用電力

漏れの検出には超音波検出器を用いる例を示します。また、工場の通常運転時のコンプレッサ使用電力を計測します。

(3) 手順

①計画

- ・ 空気配管の系統図を用意し、計測箇所が一目でわかるようにします。
- ・ 漏れ検出は、可能ならばノイズを避けるため工場の運転停止時に行います。
- ・ コンプレッサのみ運転して漏れ箇所を調べます。

②実施

- ・ コンプレッサを起動し空気配管に沿って漏れ箇所を探します。
- ・ 各部の漏れ量は超音波の強度から換算により求めます。
- ・ 全漏れ量を算出することで、定格流量に対する漏れ率がわかります。
- ・ 別途、通常運転時のコンプレッサ使用電力も計測します。

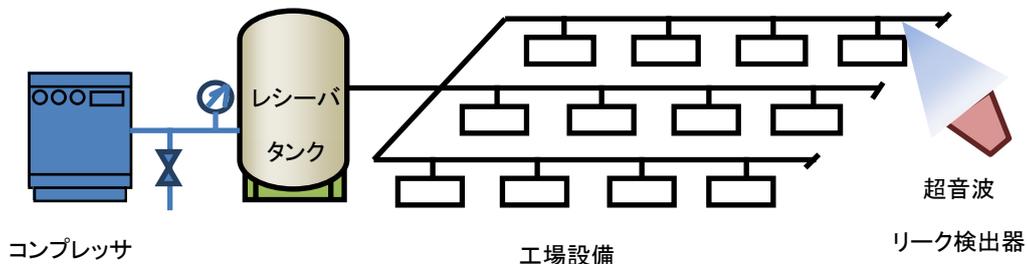


図 3 圧縮空気の漏れ測定

事例 C-4 コンプレッサ吐出圧力の低減

1. 現状の問題点

工場共通の空気圧力源としてコンプレッサが設置されており、圧力は減圧弁で調節して使用しています。吐出圧力が高いほどコンプレッサの消費電力量は増えます。

2. 改善対策

必要圧力に対して吐出圧力に余裕があるため、吐出圧力を 0.7MPa から 0.6MPa に下げます。

【注意】吐出圧低減はレシプロやスクリー型などの容積式のコンプレッサに有効ですが、ターボ型コンプレッサでは効果がありません。

3. 効果試算

(1) 計算式

現状の電力使用量 コンプレッサモータ容量 (kW) × モータ負荷率 (%) × 運転時間 (h/年)
 改善後の電力使用量 電力使用量 (現状) × 現状と改善後の動力比

(2) 試算の前提条件

コンプレッサモータ容量 74kW (37kW × 2台)
 モータ負荷率 80%
 運転時間 20h/日 × 250日/年 = 5,000h/年
 吐出圧力 (現状) 0.7MPa ⇒ (改善後) 0.6MPa
 現状と改善後の動力比 0.92 = (93 ÷ 101) 図1参照

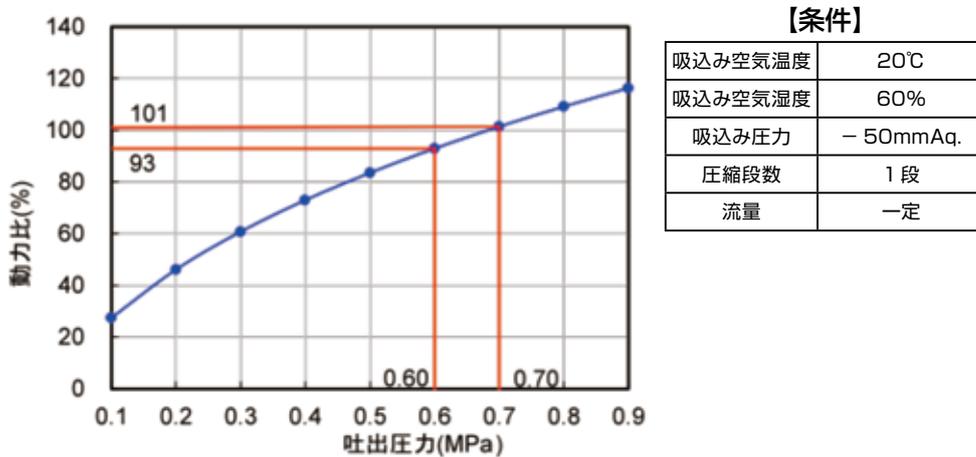


図1 コンプレッサ吐出圧力対消費電力 (理論値)

4. 効果

①	電力使用量 (現状)	296,000	kWh/年	
②	電力使用量 (改善後)	272,300	kWh/年	
③	削減電力使用量	23,700	kWh/年	①-②
④	省エネ率	8	%	③÷①
⑤	削減金額	450	千円/年	③×19円/kWh
⑥	原油換算削減量	6.1	kL/年	③×9.97GJ/千kWh×0.0258kL/GJ
⑦	CO ₂ 削減量*	15.0	t-CO ₂ /年	③×0.635t-CO ₂ /千kWh

(* CO₂ 排出係数は契約電力会社の係数を使用してください。)

5. 提案の実施とチューニング

吐出圧を低減するためには圧縮空気の使用側の対策（各機器の必要圧力の低減・適正化、配管抵抗の低減、リークの防止など）もありますが、ここでは末端圧力を監視しながら吐出側を調整する方法について説明します。

(1) チューニングのポイント

コンプレッサの吐出圧力と流量ならびに配管の末端圧力を計測し、吐出圧力を下げる可能性があるか調べます。圧縮空気の使用量に変動がある場合は使用量が最も多いときのデータで検討します。使用先が多岐にわたりタイミングも不明な場合は、連続測定・記録をする必要があります。

(2) 測定項目

- ・ 圧力（コンプレッサ吐出圧力、配管末端圧力）測定は必須です。圧力計がなくてもドレンやパージラインなど圧力を取り出せる場所を探します。
- ・ 電力
クランプ電流計とクリップでの電圧測定が一体になったクランプ型電力計などが便利です。コンプレッサの特性曲線を使って電力値から空気流量を推定できます。コンプレッサを複数使用している場合は、個々の電力を記録します。

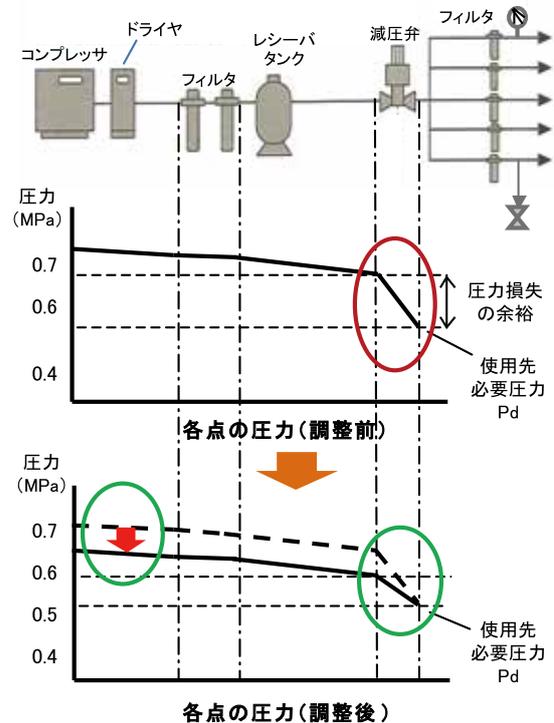


図2 コンプレッサ吐出圧の低減

計測器が設置されていない場合は、設備改造の少ない簡易なものを利用します。一定期間連続して計測する場合は、記録機能のある機種を用います。

(3) チューニング手順

① 事前準備（現状把握）

- ・ 空気配管の系統図を用意し、現状のバルブ（減圧弁）開度等を確認・記録します。
- ・ コンプレッサの圧力変動をつかむため、圧力の変動期間は計測を継続します。
- ・ 製品毎に使用圧力が変動する場合は、使用圧力が最大となる期間に測定を行います。
- ・ 製品種類、生産量等の製造条件も記録します。
- ・ 圧力、流量のトレンドから吐出圧と末端圧の差、必要圧力に対する余裕や安定度、流量急増時の圧の変動などを確認し、吐出圧の低減幅を決めます。
- ・ 吐出圧力と末端圧力で差が大きく、かつ減圧弁で絞っている場合は、減圧弁の圧力調整の余裕に相当する吐出圧力を下げる余地があります。
- ・ 減圧弁であまり絞っていないのに圧力差が大きい場合は、流量に比し配管サイズが小さいか配管内の汚れ増加等が考えられます。
- ・ 年間を通じた各運転状態に対する吐出圧力とコンプレッサ電力量を予測することで、コンプレッサの吐出圧量を下げた場合の削減電力量を予測できます。

② 実施

- ・ 吐出圧は一度に下げないで、2回程度に分けて下げます。この時、併せて減圧弁の調整なども行います。
- ・ 実施中は定期的にパトロールを行い異常がないか点検します。

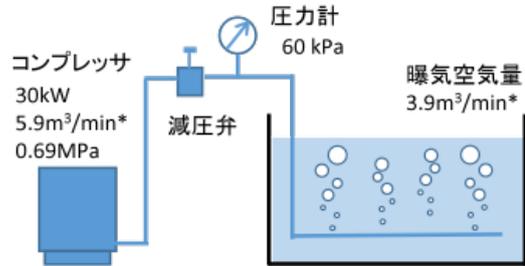
事例 C-5 コンプレッサをルーツブロウに取替え

1. 現状の問題点

排水処理槽の曝気用に 60kPa (0.060MPa) の空気が必要ですが、コンプレッサでは 0.69MPa まで加圧して無駄なエネルギーを使っています。

2. 改善対策

曝気に必要な 60kPa 程度の圧力はルーツブロウで得られるので、コンプレッサをルーツブロウに取替えます。吐出圧が低いため、より低い動力で運転が可能です。ルーツブロウの風量調節はプーリーかインバータで行います。



* 標準吸込状態(20℃、絶対圧力101.3kPa、相対湿度65%)の空気量です。

図1 現状の曝気槽運転状況

3. 効果試算

(1) 計算式

現状の電力使用量 コンプレッサモータ容量 (kW) × 動力比 × 運転時間 (h/年)

改善後の電力使用量 ルーツブロウモータ容量 (kW) × 曝気空気量 (m³/min) ÷ 定格流量 (m³/min) × 運転時間 (h/年)

(2) 試算の前提条件

コンプレッサ	30kW、0.69MPa、5.9m³/min
現状の曝気槽入口圧力	60kPa
曝気空気量	3.9m³/min
コンプレッサ風量比	3.9m³/min ÷ 5.9m³ = 66.1%
コンプレッサ動力比	90% (図2より)
ルーツブロウモータ容量	11kW
ルーツブロウ定格圧力	60kPa
ルーツブロウ定格流量	6.1m³/min
運転時間	8,760h/年

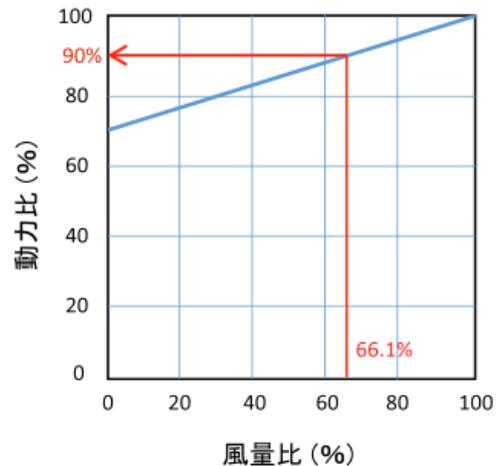


図2 コンプレッサ（吸込絞り制御）の動力比

4. 効果

①	電力使用量 (現状)	236,500	kWh/年	
②	電力使用量 (改善後)	61,600	kWh/年	
③	削減電力使用量	174,900	kWh/年	①-②
④	省エネ率	74	%	③÷①
⑤	削減金額	3,323	千円/年	③×19円/kWh
⑥	原油換算削減量	45.0	kL/年	③×9.97GJ/千kWh×0.0258kL/GJ
⑦	CO ₂ 削減量*	111.1	t-CO ₂ /年	③×0.635t-CO ₂ /千kWh

(* CO₂ 排出係数は契約電力会社の係数を使用してください。)

事例 C-6 エアブローのパルス化

1. 現状の問題点

プラスチック製品製造の A 社ではプラスチックくず除去の目的でエアブローを使用していますが、使用しているコンプレッサ空気量にはさらに削減する余地があります。

2. 改善対策

現在の連続ブローをパルスブローに変更します。ブロー効果は変わらず、コンプレッサ風量は 50%削減できます。パルス化のための機器には、電源は不要で供給エアのみで開閉動作するものもあります。

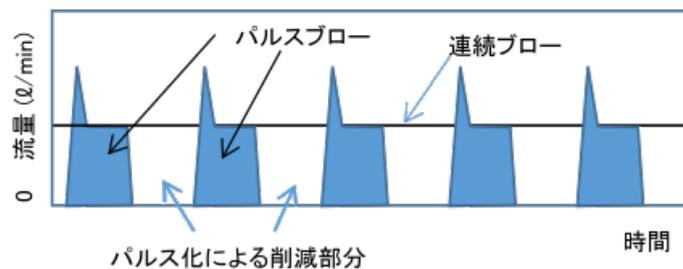


図1 連続ブローとパルスブローの比較

(出典：平成 24 年度省エネ大賞優秀事例集)

3. 効果試算

(1) 計算式

現状の電力使用量 改善前ノズルブロー量 ($\text{m}^3/\text{h}/\text{個}$) \times ノズル個数 \times ブロー時間 ($\text{h}/\text{年}$) \times 定格コンプレッサ比動力 ($\text{kW}/\text{m}^3/\text{h}$)

改善後の電力使用量 電力使用量 (現状) \times コンプレッサ動力比 (%)

(2) 試算の前提条件

改善前ノズルブロー量 $12 \text{ m}^3/\text{h}/\text{個}$ ($200 \text{ ℓ}/(\text{min} \cdot \text{個})$)

ノズル個数 5 個

コンプレッサ比動力 $0.164 \text{ kW}/\text{m}^3/\text{h}$ ($9.8 \text{ kW}/\text{m}^3/\text{min}$)

コンプレッサ動力比 85% (吸込み絞り制御で風量が 50% 減の場合)

年間ブロー時間 $10 \text{ h}/\text{日} \times 360 \text{ 日}/\text{年} = 3,600 \text{ h}/\text{年}$

4. 効果

①	電力使用量 (現状)	35,400	kWh/年	
②	電力使用量 (改善後)	30,100	kWh/年	
③	削減電力使用量	5,300	kWh/年	①-②
④	省エネ率	15	%	③÷①
⑤	削減金額	101	千円/年	③ \times 19 円/kWh
⑥	原油換算削減量	1.4	kL/年	③ \times $9.97 \text{ GJ}/\text{千 kWh} \times 0.0258 \text{ kL}/\text{GJ}$
⑦	CO ₂ 削減量*	3.4	t-CO ₂ /年	③ \times $0.635 \text{ t-CO}_2/\text{千 kWh}$

(* CO₂ 排出係数は契約電力会社の係数を使用してください。)

D ボイラ・工業炉等

事例 D-1 蒸気バルブの保温

1. 現状の問題点

ボイラ室の蒸気ヘッダの蒸気バルブには保温が施工されていないため、無駄な熱放散があります。

2. 改善対策

未保温の蒸気バルブに着脱可能な保温ジャケットを取り付け、熱放散を防止して省エネルギーを図ります。

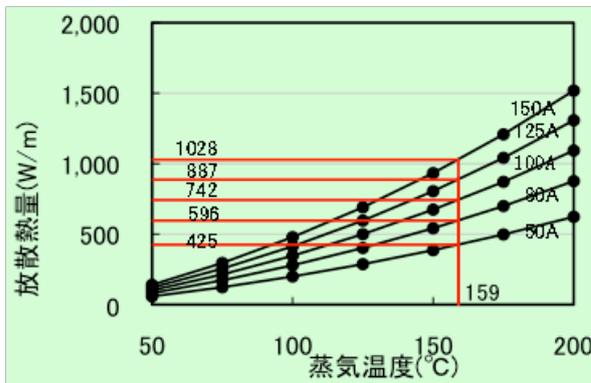


図 1 非保温蒸気配管からの放散熱量

図 2 蒸気ヘッダ部バルブの保温状況例

(計算条件：水平管、自然対流、周囲温度 20°C、放射率 ε = 0.7)

3. 効果試算

(1) 計算式

保温による熱損失削減量 $\Sigma \{ \text{バルブの直管相当長さ (m/個)} \times \text{非保温蒸気管からの放散熱量 (W/m)} \times \text{個数} \} \times \text{保温効率 (\%)} \times \text{運転時間 (h/年)}$

燃料削減量 $\text{保温による熱損失削減量} \div \text{燃料低位発熱量} \div \text{ボイラ効率 (\%)}$

表 1 配管類の放散熱量

No	名称	サイズ	数量 (個)	直管 ^(注1) 相当長さ (m/個)	1m当たり 放散熱量 ^(注2)		放散 熱量 (MJ/h)	
					(W/m)	(MJ/m・h)		
1		150A	7	1.50	1028	3.70	38.9	
2	フランジ	125A	1	1.40	887	3.19	4.5	
3	型玉形弁	100A	4	1.27	742	2.67	13.6	
4	10kg/cm ²	80A	2	1.25	596	2.15	5.4	
5		50A	2	1.11	425	1.53	3.4	
合計								65.8

注 1：エネルギー管理のためのデータシート

(省エネルギーセンター)

注 2：1m 当たりの放散熱量は図 1 による。

(2) 試算の前提条件

蒸気圧力・温度 (飽和) 0.5MPa-G・159°C

保温効率 89%

ボイラ効率 85%

運転時間 2,400h/年

燃料低位発熱量 40.5MJ/m³ (都市ガス 13A)

4. 効果

①	燃料削減量	4,100	m ³ /年	
②	省エネ率	-	%	
③	削減金額	418	千円/年	①×102円/m ³
④	原油換算削減量	4.8	kL/年	①×45.0MJ/m ³ ×0.0258kL/GJ
⑤	CO ₂ 削減量	9.2	t-CO ₂ /年	①×45.0MJ/m ³ ×0.0136×(44÷12)t-CO ₂ /GJ

5. 熱画像 (赤外線サーモグラフィ)

図3、4はボイラ周辺の未保温蒸気配管部分の熱画像例です。非接触の放射温度計にはスポット部の温度をデジタル値で測定するものが安価ですが、高温部を探すような診断では画像で測定できるものがお勧めです。価格は数十万円ですが、レンタルも可能です。

<蒸気配管未保温部分の熱画像例>

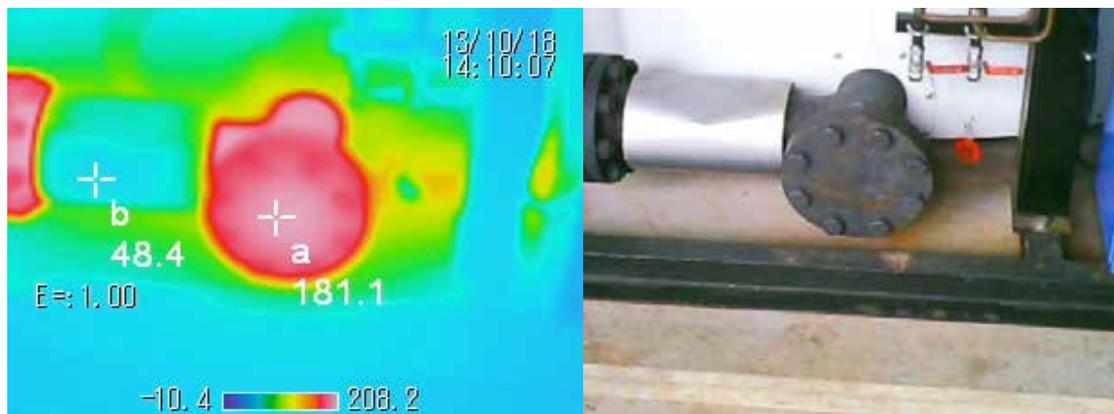


図3 ボイラ側面フランジ部分

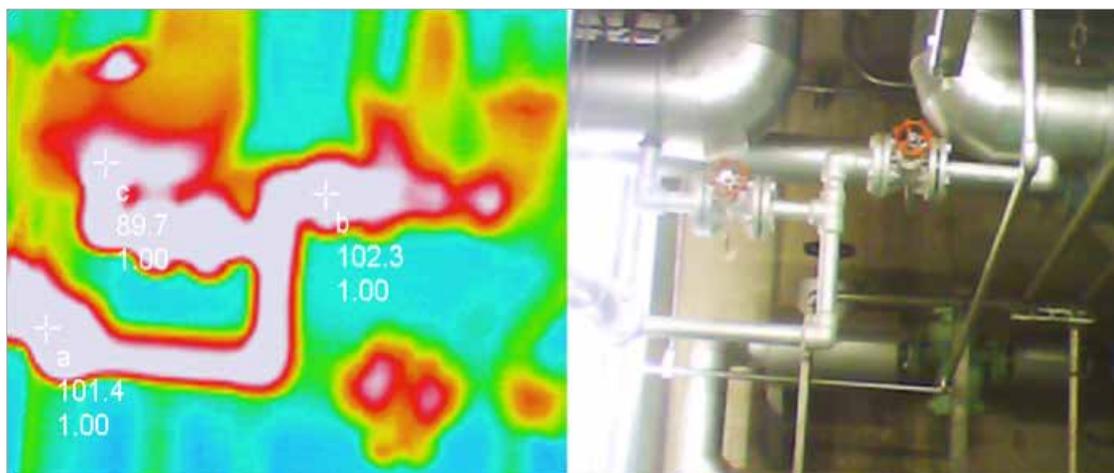


図4 蒸気トラップ

事例 D-2 ボイラ更新による効率向上

1. 現状の問題点

現在使用中の重油焚き水管ボイラは効率が低く、また設置後 30 年以上経過して老朽化が進んでいます。

2. 改善対策

重油タンクや配管の劣化も進んでいるため都市ガスに燃料転換し、小型貫流ボイラを導入します。また、遠隔監視機能付き設備では、IoT 技術によってインターネット回線を経由して、ボイラの運転状況を常時監視して異常発生時の警報通知やボイラ運転データ閲覧・管理等を行うことも可能です。

3. 効果試算

(1) 計算式

ボイラ出力 現状の燃料使用量 (kL/年) × A 重油低位発熱量 (GJ/kL) × 現状のボイラ効率
 改善後の燃料使用量 ボイラ出力 (GJ/年) ÷ 都市ガス 13A 低位発熱量 (GJ/千 m³) ÷ 更新後のボイラ効率

(2) 試算の前提条件

現状の燃料使用量 600kL/年 (A 重油)
 燃料発熱量 (低位) 37.1GJ/kL (A 重油)、40.5GJ/千 m³ (都市ガス 13A)
 ボイラ効率 80% (現状平均)、93% (更新後平均)

4. 効果

①	燃料使用量 (現状)	600	kL/年	A 重油
②	燃料使用量 (改善後)	470	千 m ³ /年	都市ガス 13A
③	省エネ率	9.8	%	原油換算ベース
④	削減金額	2,460	千円/年	①×84円/L-②×102円/m ³
⑤	原油換算削減量	59.6	kL/年	(①×39.1GJ/kL-②×45.0GJ/千 m ³)×0.0258 kL/GJ
⑥	CO ₂ 削減量	571.1	t-CO ₂ /年	(①×39.1GJ/kL×0.0189-②×45.0GJ/千 m ³ ×0.0136)×(44÷12)t-CO ₂ /GJ

【参考】 小型貫流ボイラ

図 1 のようにポンプで加圧された給水が予熱後、蒸発管内で加熱されて蒸発、過熱を経て気水分離器内に流入し、蒸気と水に分離されます。保有水が少ない構造のため起動立ち上げ時間は短く、制御の高度化により負荷変動への追従性も向上しています。

給水を廃ガスで予熱するエコノマイザを装備し、特に燃料に硫黄分がほとんどないガス焚きでは廃ガス温度が露点以下になるまで廃熱回収をして、定格時効率で 98% を超えるものもあります。

蒸発量は 2 ~ 3t/h 程度までですが、複数台設置することによって大型ボイラの代替としても使用されています。

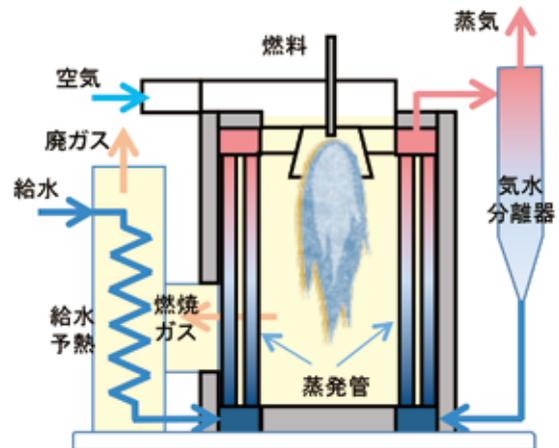


図 1 小型貫流ボイラ

事例 D-3 蒸気ドレンの回収

1. 現状の問題点

金型蒸気加熱器から排出されたドレンは配管を経由してタンクに回収するシステムとなっています。しかし加熱器から流出してくる不純物がタンク内に堆積するため、ドレンの回収は行っていない状態です。

2. 改善対策

不純物の影響を解消するためドレンタンク内と金型の清掃を実施し、かつタンク内部の防錆のため塗装を行い、ボイラ給水の補給水としてドレンを回収します。

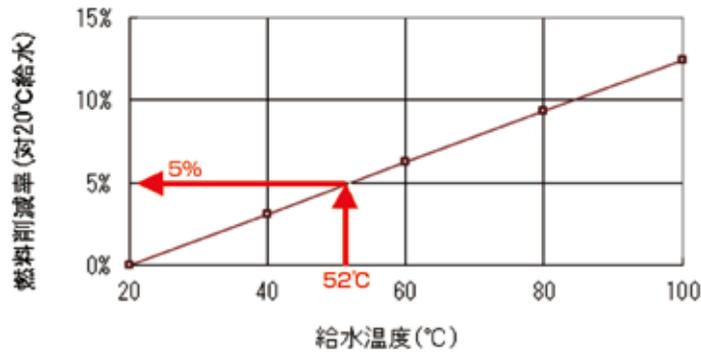


図 1 給水温度と燃料削減率

3. 効果試算

(1) 計算式

ドレン回収率 (給水量比) η_d ドレン回収量 (t/年) ÷ ボイラ給水量 (t/年)
 ドレン回収後給水温度 元の給水温度 (°C) + $\eta_d \times (\text{ドレン温度} - \text{元の給水温度})$ (°C)
 燃料削減量 現状の燃料使用量 (kL/年) × ドレン回収後の燃料削減率 (%)

(2) 試算の前提条件

現状の燃料使用量 A 重油 340kL/年
 蒸発量 340kL/年 × 10.9kg/L = 3,706t/年 (蒸発倍数: 10.9 kg/L)
 ボイラ給水 3,706t/年 × 1.08 = 4,002t/年 (ブロー量: 8%)、温度: 20°C
 ドレン回収率 50%
 ドレン回収量 3,706t/年 × 0.5 = 1,853t/年、回収温度: 90°C
 ドレン回収率 (給水量比) η_d 1,853t/年 ÷ 4,002t/年 = 0.463
 ドレン回収後給水温度 20°C + 0.463 × (90°C - 20°C) = 52°C
 ドレン回収後燃料削減率 5.0% (図 1 より)

4. 効果

① 燃料使用量 (現状)	340	kL/年	
② 燃料削減量	17	kL/年	
③ 省エネ率	5	%	図 1 より
④ 削減金額 *	2,873	千円/年	② × 84 円 / L + 1,853 千 L / 年 × 上水単価: 780 円 / 千 L
⑤ 原油換算削減量	17.1	kL/年	② × 39.1GJ/kL × 0.0258 kL / GJ
⑥ CO ₂ 削減量	46.1	t-CO ₂ /年	② × 39.1GJ/kL × 0.0189 × (44 ÷ 12)t-CO ₂ /GJ

(* 削減金額には給水量削減の効果も含まれます。)

事例 D-4 工業炉の燃焼空気比改善

1. 現状の問題点

鋼材加熱炉は都市ガスを燃料としています。現状は排ガス中の酸素濃度が高い（空気比が過剰である）ため排ガス量が増大しており、エネルギー損失が多い状態です。

2. 改善対策

燃焼管理の強化により空気比を適正値に調整して、省エネルギーを図ります。

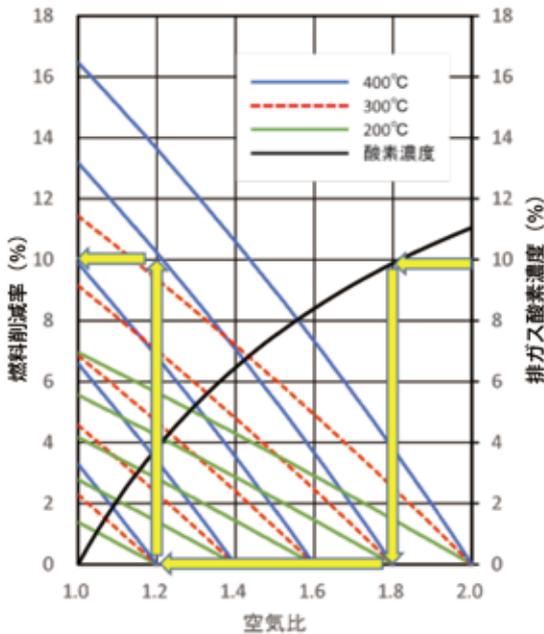


図 1 空気比低減効果 (13A 都市ガス)

<グラフの読み方>

現状の排ガスは酸素濃度 9.8%、温度 400°C です。

- ① グラフ右軸の排ガス酸素濃度 9.8% から、グラフ横軸の空気比 1.8 を読み取ります。
- ② グラフ横軸の空気比 1.8 を起点とする排ガス温度 400°C の燃料削減率曲線における空気 1.2 に対応するグラフ左軸の燃料削減率 10% を読み取ります。

3. 効果試算

(1) 計算式

燃料削減量 = 現状の燃料使用量 (m³/年) × 燃料削減率 (%)

(2) 試算の前提条件

現状燃料使用量 都市ガス 50,000m³/年
 排ガス酸素濃度 現状 9.8% (空気比 1.8)、改善後 図 1 より 3.7% (空気比 1.2) 排ガス温度 400°C
 燃料削減率 図 1 より 10%

4. 効果

①	燃料使用量 (現状)	50,000	m ³ /年	
②	燃料削減量	5,000	m ³ /年	
③	省エネ率	10	%	図 1 より
④	削減金額	510	千円/年	② × 102 円 / m ³
⑤	原油換算削減量	5.8	kL/年	② × 45.0GJ / 千 m ³ × 0.0258kL/GJ
⑥	CO ₂ 削減量	11.2	t-CO ₂ /年	② × 45.0GJ / 千 m ³ × 0.0136 × (44 ÷ 12)t-CO ₂ /GJ

5. 提案の実施とチューニング

(1) 省エネ法の判断基準

省エネ法では工業炉の燃焼管理に関して、表 1 のように基準空気比が定められています。

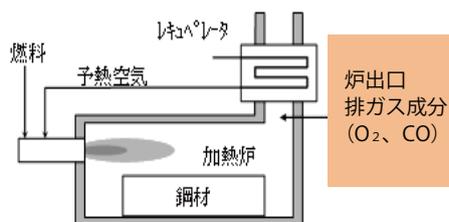
表 1 工業炉に関する基準空気比（抜粋*¹）

区分* ²	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	—	
上記以外の金属加熱炉	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、バーナ燃焼部のみ

*1 経産省告示 工場等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 別表第 1(A) (2) より抜粋。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 以下のような適用が除外される場合があるので同別表第 1(A) (2) の（備考）を参照のこと。

- ・定格容量（バーナ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
- ・酸化または還元のための特定の雰囲気が必要とするもの
- ・ヒートパターン維持または炉内温度均一化のやめに希釈空気が必要とするもの
- ・可燃性廃棄物を燃焼させるもの 等



(2) チューニングのポイント

燃焼安定性を確保するなどのために必要以上に燃焼空気を使用している場合があります。炉出口の排ガス酸素濃度を確認しながら、空気比を低減させます。特に、不完全燃焼にならないよう、CO が無いことの確認が重要です。また、炉内圧の変動にも注意しましょう。

<調整方法例>

自動：空気比を変更

手動：燃料流量を固定し、空気流量を絞る（リンク機構など調整）

図 2 工業炉（加熱炉）の空気比調整

(3) 測定項目

- ① 炉出口廃ガス成分（酸素 O₂ 濃度、CO 濃度）
- ② 廃ガス温度
- ③ 燃料流量
- ④ 燃焼用空気流量（可能なら）

(4) チューニング手順

- ① 排ガス酸素濃度を測定し、現状の空気比を確認します。
事例：O₂ = 9.8% → 空気比 = 1.8
- ② 調整目標値を設定します。
目標空気比 = 1.2 (O₂ = 3.7%)
- ③ 段階的に空気比を調整します。
Step 1 空気比：1.8 → 1.4 (O₂ = 6.3%)
Step 2 空気比：1.4 → 1.2 (O₂ = 3.7%)

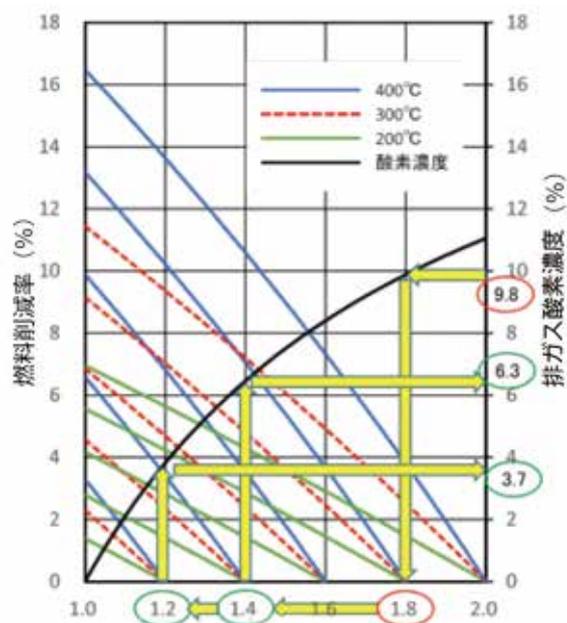


図 3 空気比調整事例

E 照明設備等

事例 E-1 工場倉庫水銀灯を LED 照明に更新

1. 現状の問題点

工場の倉庫は天井が高く、旧式の水銀灯を使用しています。

2. 改善対策

水銀灯を近年性能が向上しラインアップも充実してきた高天井用 LED 照明に交換します。LED は同じ照度に対し水銀灯より電力使用量が少なく、設備更新により電力使用量を削減します。

表 1 水銀ランプと同等の明るさになる LED

水銀灯	安定器含む消費電力	LED	直流電源含む消費電力 (光束)
250W (HF250X)	250 + 10 = 260W	水銀ランプ 250 形相当	78W (9,300lm)
400W (HF400X)	400 + 15 = 415W	水銀ランプ 400 形相当	117W (14,000lm)

(出典：H社カタログより)

3. 効果試算

(1) 計算式

現状の電力使用量 $\Sigma \{ \text{現状消費電力 (kW/台)} \times \text{器具数量 (台)} \times \text{点灯時間 (h/年)} \}$

改善後の電力使用量 $\Sigma \{ \text{改善後消費電力 (kW/台)} \times \text{器具数量 (台)} \times \text{点灯時間 (h/年)} \}$

(2) 試算の前提条件

点灯時間 10h/日 \times 242日/年 = 2,420h/年

現状 (水銀灯) の消費電力、台数

現状の 250W 照明は安定器の消費電力を含め 260W/台、100 台

現状の 400W 照明は安定器の消費電力を含め 415W/台、50 台

改善後 (LED) の消費電力、台数

250 形相当 LED は直流電源を含めて 78W/台、100 台

400 形相当 LED は直流電源を含めて 117W/台、50 台

4. 効果

① 電力使用量 (現状)	113,100	kWh/年	
② 電力使用量 (改善後)	33,000	kWh/年	
③ 削減電力使用量	80,100	kWh/年	①-②
④ 省エネ率	71	%	③÷①
⑤ 削減金額	1,522	千円/年	③×19円/kWh
⑥ 原油換算削減量	20.6	kL/年	③×9.97GJ/千kWh×0.0258kL/GJ
⑦ CO ₂ 削減量*	50.9	t-CO ₂ /年	③×0.635t-CO ₂ /千kWh

(* CO₂ 排出係数は契約電力会社の係数を使用してください。)

事例 E-2 LED 誘導灯の採用

1. 現状の問題点

ある工場には従来型の蛍光灯式の誘導灯が多数設置されていますが、連続点灯であり、点灯時間が長く、しかも効率が低いため多くの電力を消費しています。

2. 改善対策

高効率の LED 式誘導灯に更新することにより省エネを図ります。なお、更新の際は、同一等級の誘導灯に同一台数を更新するものとし、実施の際には所轄の消防署に事前に届け出る必要があります。

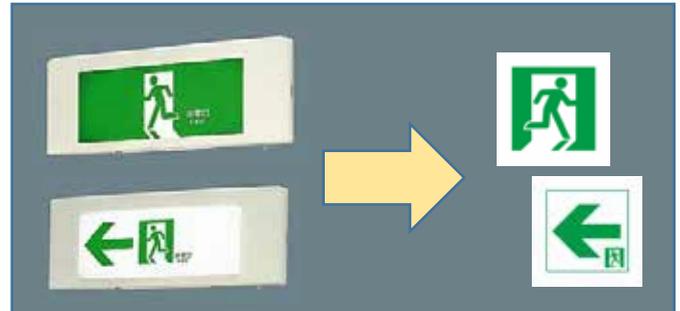


図 1 蛍光灯式 (左) および LED 式 (右) の外観

3. 効果試算

(1) 計算式

現状の電力使用量 現状消費電力 (kW/台) × 設置台数 (台) × 点灯時間 (h/年)

改善後の電力使用量 改善後消費電力 (kW/台) × 設置台数 (台) × 点灯時間 (h/年)

(2) 試算の前提条件

誘導灯の仕様 詳細を表 1 に示します。

点灯時間 24h/年 × 365日/年 = 8,760h/年

表 1 現状、改善後の誘導灯の消費電力、削減電力量

仕様	現状		改善後		台数	電力使用量		
	方式	消費電力(W)	方式	消費電力(W)		現状 (kWh/年)	改善後 (kWh/年)	削減 (kWh/年)
B級大型片面	蛍光灯40W	43.0	LED	3.5	3	1,130	92	1,038
B級中型片面	蛍光灯20W	23.0	LED	2.7	60	12,089	1,419	10,670
C級片面	蛍光灯10W	15.0	LED	2.3	8	1,051	161	890
合計					71	14,270	1,672	12,598

4. 効果

① 電力使用量 (現状)	14,300	kWh/年	
② 電力使用量 (改善後)	1,700	kWh/年	
③ 削減電力使用量	12,600	kWh/年	①-②
④ 省エネ率	88	%	③÷①
⑤ 削減金額	239	千円/年	③×19円/kWh
⑥ 原油換算削減量	3.2	kL/年	③×9.97GJ/千kWh×0.0258kL/GJ
⑦ CO ₂ 削減量*	8.0	t-CO ₂ /年	③×0.635t-CO ₂ /千kWh

(* CO₂ 排出係数は契約電力会社の係数を使用してください。)

事例 E-3 デマンド監視による節電、省エネ

1. 現状の問題点

窯業関係の A 工場の契約電力は年間の最大電力と同じ 170kW です。主要設備は 1～2 時間程度の比較的短時間でオン・オフされていますが、最大電力の管理をしていないため多くの設備が必要もなく同時に運転されることがあり、最大電力が高くなっています。

2. 改善対策

主要設備の運転スケジュールを調整して、最大電力を抑えます（下記「設備の運転スケジュールの考え方」を参照してください）。目標値を決めて、それを上回らないようにします。使用電力の監視にはデマンド監視装置が有効です。最大電力の低減目標は 10kW とします（下記「最大電力目標値の考え方」を参照してください）。また、IoT 技術の活用によりデマンド監視装置から出力された警報信号等に応じて不要な設備等を停止するなど遠隔で操作することも可能です。

設備の運転スケジュールの考え方

図 1 は主要設備 A～D の稼働状況と消費電力を示しています。時刻 t_1 と t_2 は全設備が同時に運転して合計電力が最大になっています。例えば時刻 t_1 では設備 D のスタートを遅く、 t_2 では早くすることで最大電力を低くすることができます。

最大電力目標値の考え方

図 2 は毎月の電力量と最大電力の推移です。10 月が最大電力 170kW ですが、電力量と最大電力は比例関係にあるとはいえません。図 3 のように電力量と最大電力の散布図を作るとより分かりやすくなります。最大電力 170kW の月の電力量は 19,300kWh ですが、20,000kWh を超えても最大電力が 160kW の月もあります。このグラフなどから当面の目標は 160kW とします。

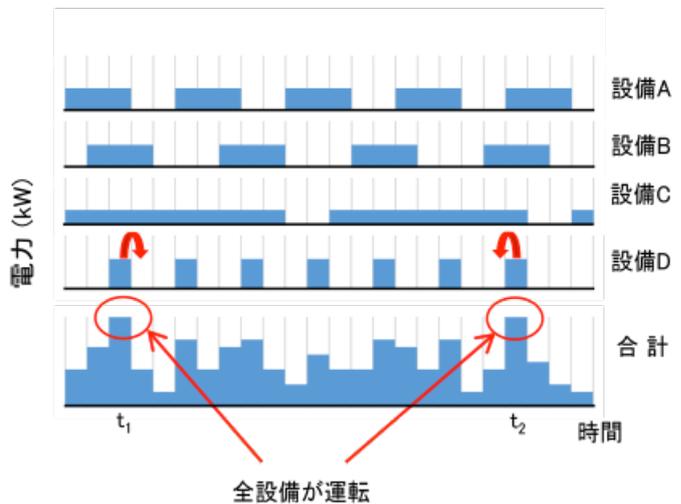


図 1 設備の運転スケジュール（概念図）

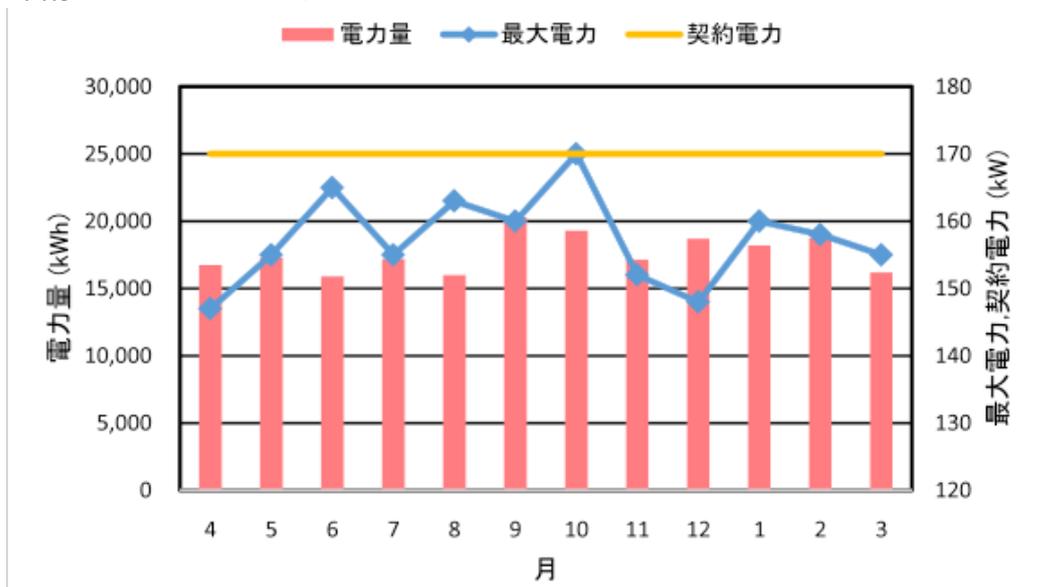


図 2 電力量と最大電力の推移

今後、生産量や品種などと電力量、最大電力の関係を詳細に検討し、また設備の運転スケジュールについても整理して、より精度が高く、より大きな低減を目指します。

なお、空調の影響で電力量、最大電力の季節変動が大きい場合は、空調の運転状況に重点を置いた検討が必要です。

3. 効果試算

(1) 計算式

基本料金 (月間)

$$\text{契約電力(kW)} \times \text{基本料金単価(円/(kW \cdot \text{月}))} \times (185 - \text{pf}) / 100$$

(2) 試算の前提条件

現状の契約電力 170kW

目標の契約電力 160kW

(削減電力 10kW)

力率 (pf) 100%

基本料金単価 1,500 円 / kW · 月

(基本料金単価は契約している電力会社の値を使用してください。)

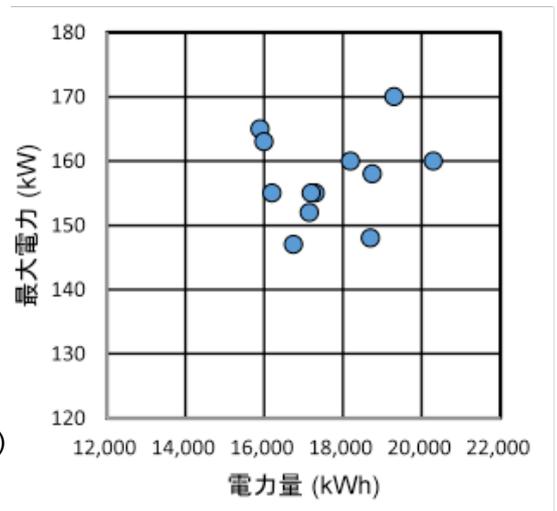


図3 電力量と最大電力の関係

4. 効果

① 契約電力 (現状)	170	kW	
② 契約電力 (改善後)	160	kW	
③ 削減契約電力	10	kW	①-②
④ 削減率	5.9	%	③÷①
⑤ 削減金額	153	千円/年	③×1,500円/kW×(185-100)/100×12月/年

【参考】デマンドと電力料金

デマンドとは最大需要電力 (= 契約電力) のことで、「基本料金」に直結しています。電力会社が設置した電力量計が 30 分ごとの平均使用電力を記憶し、1 か月間の最大値を求めます。

電力料金は「基本料金」、「電力量料金」、「再生可能エネルギー発電促進賦課金」からなり、各内訳は下表のようになっています。従って、電気料金の低減には①使用電力量の低減だけでなく、②契約電力の低減も有効なことが分かります。

電力料金 =	基本料金	+	電力量料金	+	再生可能エネルギー発電促進賦課金
各内訳	基本料金単価 × ②契約電力 × 力率割引・割増		電力量料金単価 × ①使用電力量 ± 燃料費調整額		再生可能エネルギー発電促進 賦課金単価 × ①使用電力量

高圧受電 500kW 未満の場合、その月と過去 11 ヶ月の最大需要電力 (デマンド値) の中で最も大きい値が基本料金の計算に使用されます。

F 製造プロセス等

事例 F-1 粉体塗装乾燥炉の廃熱回収

1. 現状の問題点

粉体塗装乾燥炉（焼付）の熱風は、外気をバーナ（燃料：LPG）加熱することにより製造しています。省エネを図るため廃ガスの一部を再循環していますが、未だ 210℃程度の廃熱を大気に放散しています。

2. 改善対策

大気放散している廃熱を回収し、導入外気を約 450℃（20℃→ 70℃）予熱することで LPG 使用量を削減します。

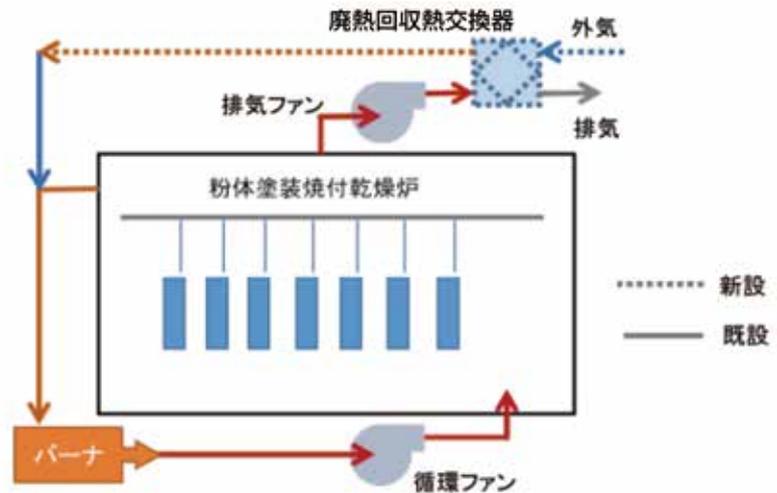


図 1 廃熱回収フロー図

3. 効果試算

(1) 計算式

廃熱回収温度差 {排ガス温度 (℃) - 外気年平均温度 (℃)} × 廃熱回収効率 (%)
 廃熱回収熱量 排ガス量 (m³/h) × 廃熱回収温度差 (℃) × 平均定圧比熱 (kJ / (m³·K))
 LPG 削減量 廃熱回収熱量 (kJ/h) × 塗装乾燥炉運転時間 (h / 年) ÷ 低位発熱量 (kJ / kg)

(2) 試算の前提条件

LPG 使用量 (現状) 92,700 kg / 年
 排ガス条件 (量、温度) 廃ガス量 : 3,600m³/h、 廃ガス温度 : 210℃、 外気年平均温度 : 20℃
 廃熱回収効率 26.3% (廃熱回収効率 30%弱あれば、 450℃は予熱することができる。)
 平均定圧比熱 1.304kJ / m³·K
 LPG 低位発熱量 47.0GJ / t
 塗装乾燥炉運転時間 9h / 日 × 258日 / 年 = 2,322h / 年

4. 効果

①	LPG 使用量 (現状)	92,700	kg / 年	
②	LPG 削減量	11,600	kg / 年	
③	省エネ率	13	%	② ÷ ①
④	削減金額	1,508	千円 / 年	② × 130 円 / kg
⑤	原油換算削減量	15.2	kL / 年	② × 50.8GJ / t × 0.0258kL / GJ
⑥	CO ₂ 削減量	34.8	t-CO ₂ / 年	② × 50.8GJ / t × 0.0161 × (44 / 12)t-CO ₂ / GJ

事例 F-2 鋳物溶解炉開口部の放熱損失低減

1. 現状の問題点

溶解炉上部にある炉蓋は溶解温度を自動計測するため開放されているため、この開口部から運転時間中に放射熱損失があります。

2. 改善対策

開口部にエアシリンダ駆動の蓋を新設します。炉運転中は極力閉じるようにし、温度計測等の必要時のみ開けるようにします。これにより放射熱損失が防止できるほか、溶解時間の短縮も期待できます。

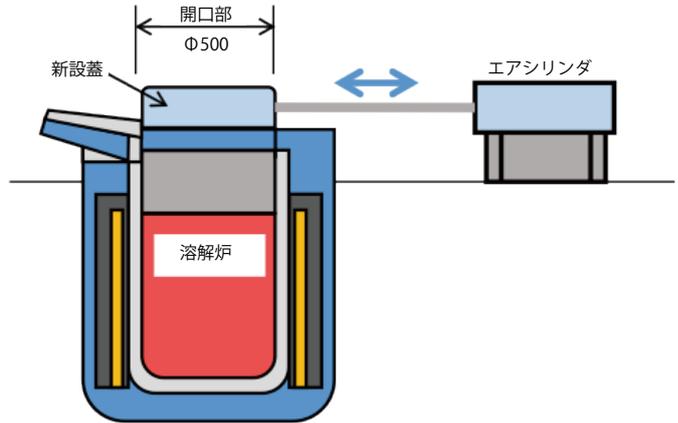


図 1 溶解炉への駆動蓋の設置

3. 効果試算

(1) 計算式

$$\begin{aligned} \text{開口部からの放散熱} & 3.26A \times (T_1 - T_a)^{1.25} + 5.67 \varepsilon_1 A \times \{(T_1 \div 100)^4 - (T_a \div 100)^4\} \text{ (W)} \\ \text{炉蓋表面からの放散熱} & 3.26A \times (T_2 - T_a)^{1.25} + 5.67 \varepsilon_2 A \times \{(T_2 \div 100)^4 - (T_a \div 100)^4\} \text{ (W)} \end{aligned}$$

ここで、A：開口面積 (m²)、 ε_1 、 ε_2 ：表面放射率、 T_1 ：溶解温度 (K)、 T_2 ：炉蓋温度 (K)、 T_a ：周囲温度 (K)

$$\begin{aligned} \text{運転時間考慮放散熱} & \text{開口部からの放散熱 (kW)} \times (14 \text{ 分} / \text{バッチ} \times 3 \text{ バッチ} / 60 \text{ 分}) \\ \text{削減電力量} & \text{運転時間考慮放散熱 (kW)} \times \text{炉蓋閉鎖可能時間比率 (\%)} \times \text{運転時間 (h/年)} \end{aligned}$$

(2) 試算の前提条件

開口面積：A = 0.196m²、溶解鋳物表面の放射率： $\varepsilon_1 = 0.3$ 、炉蓋表面の放射率： $\varepsilon_2 = 0.75$
 溶解温度： $T_1 = 1,573\text{K}(1,300^\circ\text{C})$ 、炉蓋温度： $T_2 = 523\text{K}(250^\circ\text{C})$ 、周囲温度： $T_a = 288\text{K}(15^\circ\text{C})$
 炉蓋閉鎖可能時間比率：運転時間 14 分中 12 分 → 85%
 炉運転時間：18h/日 × 20日/月 × 12月/年 = 4,320h/年
 溶解炉効率： $\eta = 80\%$

4. 効果

① 開口部からの放散熱	17.7	kW	運転時間考慮：(14分/バッチ × 3バッチ/60分)
② 炉蓋面からの放散熱	0.8	kW	運転時間考慮：(14分/バッチ × 3バッチ/60分)
③ 削減電力量	77,600	kWh/年	(①-②) × 炉蓋閉鎖可能時間比率 × 炉運転時間 ÷ η
④ 省エネ率	-	%	
⑤ 削減金額	1,474	千円/年	③ × 19円/kWh
⑥ 原油換算削減量	20.0	kL/年	③ × 9.97GJ/千kWh × 0.0258kL/GJ
⑦ CO ₂ 削減量*	49.3	t-CO ₂ /年	③ × 0.635t-CO ₂ /千kWh

(* CO₂ 排出係数は契約電力会社の係数を使用してください。)

【参考】共通事項の解説

(1) 電力量単価、燃料単価

事例では、電力量単価（基本料金を含めた平均単価）や燃料単価を統一しています。貴事業所の検討には貴事業所の単価をお使いください。

(2) 原油換算

電気や各種燃料のエネルギー量を共通の尺度で評価するために用います。

- ・燃料の持つ熱量（数量×発熱量）1(GJ)を原油0.0258(kL)として換算します。
- ・電力の場合は、その電力量を発電・送電するのに必要な燃料の熱量を原油に換算します。
（電力の持つエネルギー、熱量でないことに注意）

燃料、電力の原油換算（一例）					原油換算量 (kL)	
種類	数量	発熱量 *	熱量 (GJ)		× 0.0258 (kL/GJ)	
A 重油	1 (kL)	× 39.1 (GJ/kL)	⇒ 39.1			⇒ 1.009
液化石油ガス (LPG)	1 (t)	× 50.8 (GJ/t)	⇒ 50.8			⇒ 1.311
都市ガス 13A **	1 (千 m ³)	× 45.0 (GJ/千 m ³)	⇒ 45.0			⇒ 1.161
電力量 (昼間) ***	1 (千 kWh)	× 9.97 (GJ/千 kWh)	⇒ 9.97			⇒ 0.257
電力量 (夜間) ***	1 (千 kWh)	× 9.28 (GJ/千 kWh)	⇒ 9.28			⇒ 0.239

（事例の計算は一部簡略化されています。定期報告等の公式報告にはそれぞれの方式に従ってください。）

* 発熱量はエネルギーの使用の合理化等に関する法律施行規則に規定されています。

** 都市ガスの発熱量は供給されているガスの実質値を用いることになっています。ここでは代表的な値を用いました。

*** 本冊子の事例は、電力についてはすべて昼間値で換算しています。

(3) CO₂ 排出量

燃料の場合

上記のように燃料量に発熱量を乗じて熱量を計算します。これに炭素排出係数を乗じて炭素量を求め、さらに分子量の換算のため (44/12) を乗じて二酸化炭素量とします。

種類	数量	熱量 (GJ)	炭素排出係数 *(t-C/GJ)	CO ₂ 排出量 (t)
A 重油	1(kL) ⇒	39.1	× 0.0189	⇒ 2.71
液化石油ガス (LPG)	1 (t) ⇒	50.8	× 0.0161	⇒ 3.00
都市ガス 13A	1(千 m ³) ⇒	45.0	× 0.0136	⇒ 2.24

* 特定排出者の事業活動に伴う温室効果ガスの排出量の算定に関する省令に規定されています。

電力量の場合

電力量に CO₂ 排出係数を乗じて計算します。

電力量	CO ₂ 排出係数 *	CO ₂ 排出量	備考
1 (千 kWh)	× 0.635(t-CO ₂ /千 kWh)	⇒ 0.635 (t)	事例では排出係数 0.635 を用いているが、本来は契約している電力事業者の値を用いる。

* 地球温暖化対策の推進に関する法律(温対法)では、一定規模・出量以上の事業者には、前年の排出量を報告することを義務づけています。このときに用いる実排出係数、調整後排出係数は、毎年の電気事業者ごとの値 (**) を用います。

最新の排出係数は「電気事業者別排出係数関連ページ」(<https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/calc/denki>) 等をご覧ください。

省エネルギー診断の申込・問合せ先

省エネルギーセンターでは、無料省エネ診断を行なっています(一定の条件があります)。
省エネ・節電ポータルサイト(<https://www.shindan-net.jp>)から申込書を
ダウンロードして、下記へFAX、郵送またはEメールでお申込み下さい。

■本部 (診断指導部)	〒108-0023 東京都港区芝浦 2-11-5 五十嵐ビルディング	TEL 03-5439-9732 FAX 03-5439-9738
■北海道支部	〒060-0001 札幌市中央区北一条西 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
■北陸支部	〒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	〒550-0013 大阪市西区新町 1-13-3 四ツ橋 KFビル	TEL 06-6539-7515 FAX 06-6539-7370
■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	〒760-0023 高松市寿町 2-2-10 高松寿町プライムビル	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

省エネ・節電ポータルサイト

 **shindan-net.jp**
<https://www.shindan-net.jp/>



一般財団法人省エネルギーセンター

省エネ技術本部

TEL.03-5439-9733 / FAX.03-5439-9738

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

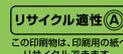
E-mail : ene@eccj.or.jp

禁無断転載、著作権所有 一般財団法人 省エネルギーセンター
Copyright(C) The Energy Conservation Center, Japan 2020

本冊子は資源エネルギー庁「令和2年度中小企業等に対する省エネルギー診断事業費補助金」による事業で作成しました。



この印刷物は環境に配慮した
ベジタブルオイルインクを
使用しています。



リサイクル適性
この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。