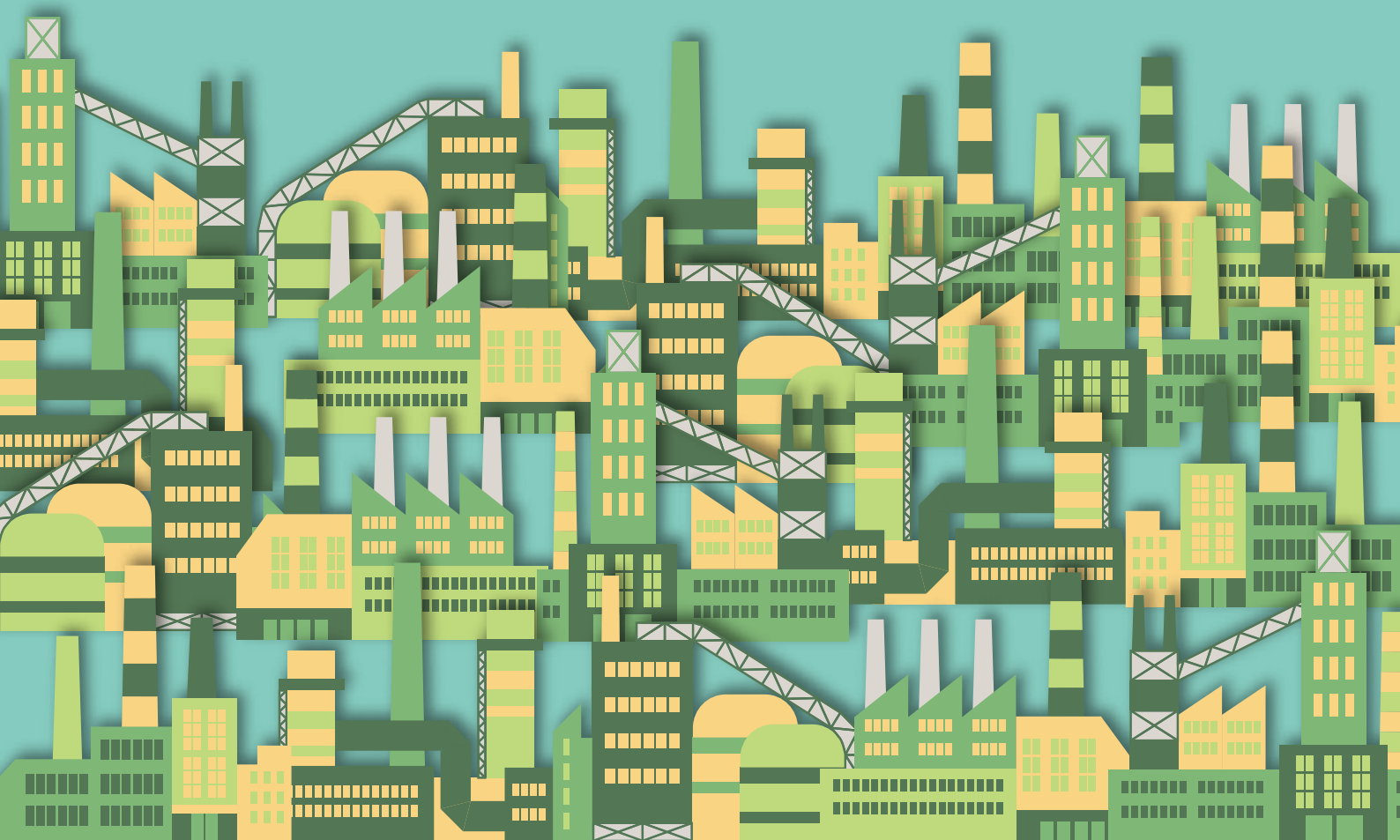


工場の省エネルギー ガイドブック

2018

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

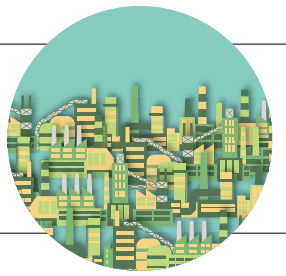
1. 省エネルギーの意義	1
2. 省エネルギーの進め方	2
3. 工場の省エネルギーチェック項目	3
4. 省エネルギー診断の活用	7
5. 省エネルギー専用ポータルサイトの活用	8

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 空調・冷凍冷蔵設備等	
事例 A-1 冷凍庫の設定温度適正化	15
事例 A-2 空冷チラーを冷温同時供給ヒートポンプに更新	16
B ポンプ・ファン・コンプレッサ等	
事例 B-1 水洗ポンプのインバータ化	18
事例 B-2 スクラパーファンのインバータ化	20
事例 B-3 空気配管の漏れ防止	21
事例 B-4 コンプレッサ吐出圧力の低減	23
事例 B-5 コンプレッサをルーツブロワに取替え	25
事例 B-6 エアブローのパルス化	26
C ボイラ・工業炉等	
事例 C-1 蒸気バルブの保温	27
事例 C-2 ボイラ更新による効率向上	29
事例 C-3 蒸気ドレンの回収	30
事例 C-4 工業炉の燃焼空気比改善	31
事例 C-5 リジェネレイティブバーナへの更新	33
D 照明設備等	
事例 D-1 工場倉庫水銀灯を LED 照明に更新	35
事例 D-2 デマンド監視による節電、省エネ	36
E 製造プロセス等	
事例 E-1 粉体塗装乾燥炉の排熱回収	38
事例 E-2 樹脂押出成形機の断熱保温	39
事例 E-3 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、真に豊かな生活が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(2018)

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



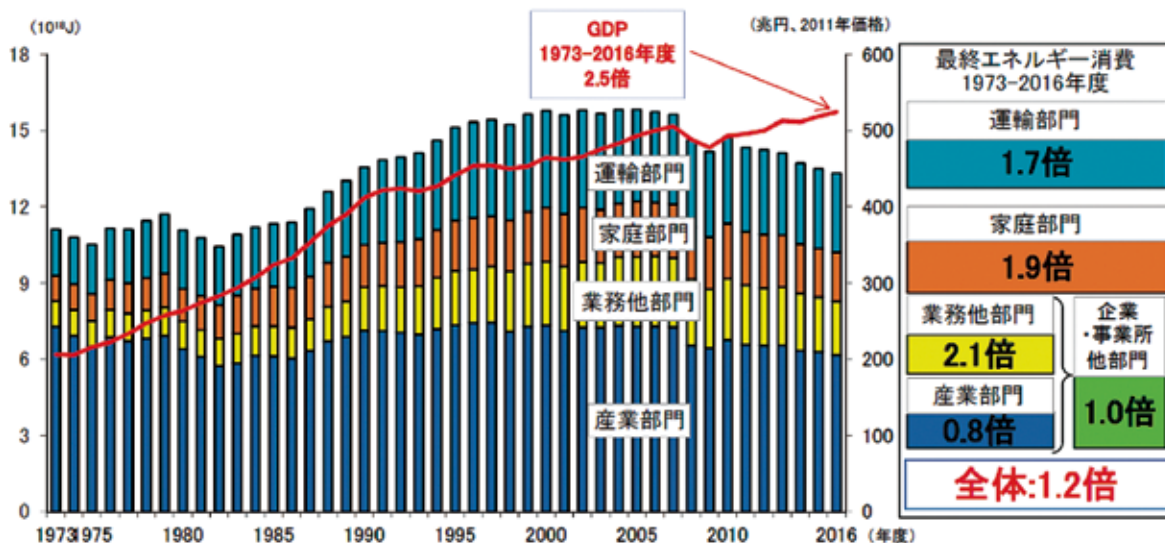
省エネ活動を通じた経営改革
人材育成や組織力アップなど



【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 2.5 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



(出典：エネルギー白書 2018)

2. 省エネルギーの進め方

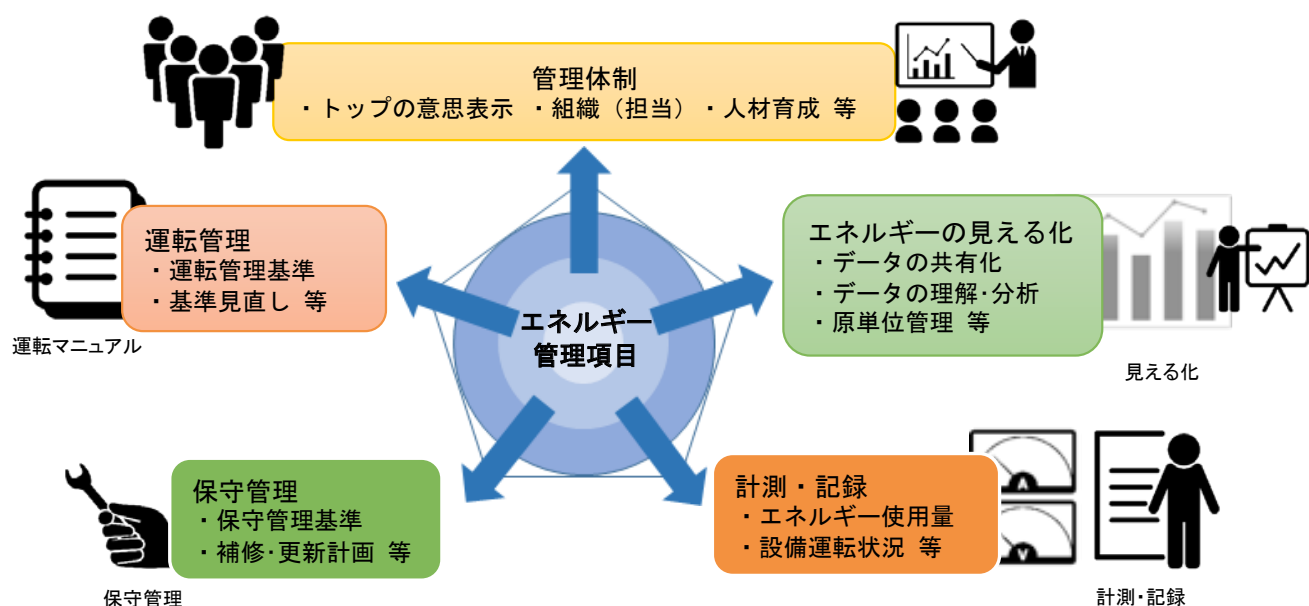
(1) 省エネルギー技術

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。

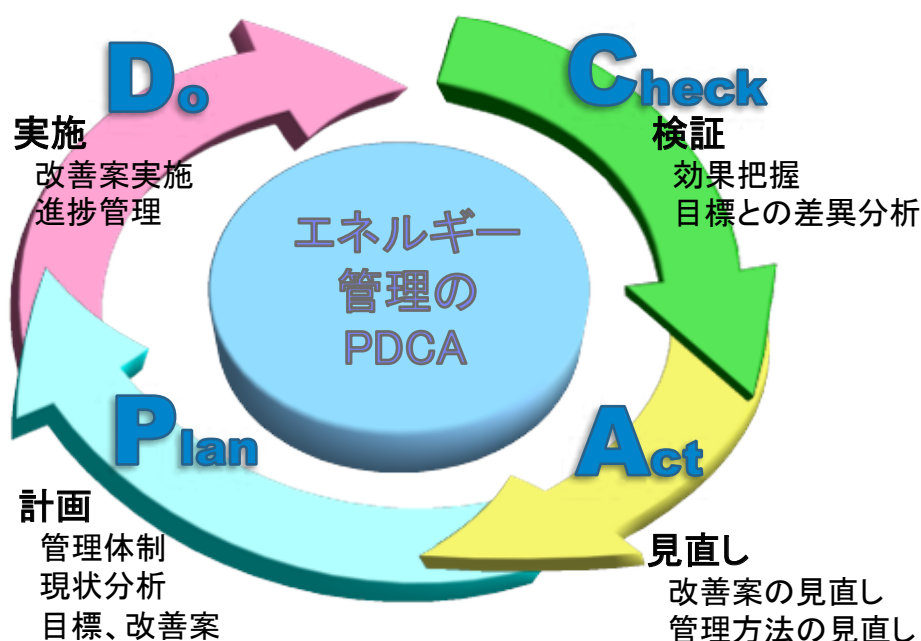
(2) エネルギー管理

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

工場の一般管理事項及び設備ごとの省エネ対策のチェック項目を示します。チェックが広範囲にわたるので、該当する設備を中心にチェックすると良いでしょう。また参照しやすいように、省エネ対策事例の番号を記入しました。

(注) I：運用にて実施可能なもの、 II：投資が必要なもの

分類		I	II	チェック項目
[1] 一般管理事項	1. 省エネ推進体制	<input type="radio"/>		エネルギー管理(省エネ活動)を継続的に行う組織がありますか
		<input type="radio"/>		経営層が参加し、省エネのPDCAを回す活動をしていますか
		<input type="radio"/>		省エネの目標を設定し、投資予算を確保していますか
		<input type="radio"/>		省エネ対策の年度計画や中長期計画を設定していますか
		<input type="radio"/>		主要設備の管理標準がありますか(空調、換気、生産設備、照明等)
		<input type="radio"/>		省エネ実施状況の掲示(年間・月毎の目標と実績等)をしていますか
		<input type="radio"/>		人材教育や省エネ啓蒙活動(ポスター掲示等)をしていますか
		<input type="radio"/>		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"/>		主要設備の運転記録がありますか(記録計、日報記録等)
		<input type="radio"/>		設備の定期点検や日常点検・保守を行っていますか
		<input type="radio"/>		計測器の校正検査を定期的に行っていますか
		<input type="radio"/>		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 使用量管理	<input type="radio"/>		定期的に漏洩点検と補修(水・圧縮空気・蒸気等)をしていますか
		<input type="radio"/>		消費エネルギーの見える化ができていますか(エネルギー種別、使用先別)
		<input type="radio"/>		エネルギー使用量の日報記録管理をしていますか
		<input type="radio"/>		1日の時間毎の電力使用量を計測し、日負荷曲線の管理をしていますか
[2] 空調・換気、 冷凍・冷蔵設備	4. エネルギー 原単位の管理	<input type="radio"/>		月毎・年度毎の使用量管理、前年度比較をしていますか(グラフ化等)
		<input type="radio"/>		原単位(①エネルギー使用量/生産量、②エネルギー費/生産量等)を管理していますか
		<input type="radio"/>		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
	1. 空調設備の管理	<input type="radio"/>		室内の温湿度の適正管理をしていますか(例：冬期20℃、夏期28℃)
		<input type="radio"/>		週間・年間スケジュール運転をしていますか(切り忘れ防止)
		<input type="radio"/>		冷凍機：冷水出口温度は適正ですか(例：夏期8℃、その他10℃)
		<input type="radio"/>		空調エリアでは、外気侵入を遮断していますか
		<input type="radio"/>		外気導入量制御をしていますか(管理基準の例：屋内CO ₂ 濃度800～950ppm)
		<input type="radio"/>		熱源機器(冷凍機等)の台数制御をしていますか
		<input type="radio"/>		発熱機器に対して、局所排気や放熱遮断をしていますか
	2. 空調の 省エネ対策	<input type="radio"/>		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"/>		中間期、冬期で冷房が必要な場合、外気冷房を検討しましたか
		<input type="radio"/>		フィルタ清掃や屋外機のフィン清掃を、定期的の実施していますか
		<input type="radio"/>		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"/>		夏期：室外機への日よけ設置、屋上や室外機への散水を実施していますか
		<input type="radio"/>		壁や天井等は断熱性が良いですか
		<input type="radio"/>		熱搬送機(ポンプ・ブロワ)では負荷に応じた流量制御をしていますか(インバータ化)
		<input type="radio"/>		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)
		<input type="radio"/>		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
		<input type="radio"/>		排熱を回収利用していますか
		<input type="radio"/>		ヒートポンプ式が使える空調設備が残されていませんか
		<input type="radio"/>		高効率空調機への更新を検討できませんか(リニューアル)

(注) I : 運用にて実施可能なもの、 II : 投資が必要なもの

分類		I	II	チェック項目
[2] 空調・換気、 冷凍・冷蔵設備	3. 換気設備の管理	<input type="radio"/>		湯沸室・倉庫等：不使用時に換気を停止していますか
		<input type="radio"/>		電気室・機械室等：室温管理運転をしていますか（例：40℃）
			<input type="radio"/>	換気量過剰：間欠運転やインバータ化等により、換気量を削減していますか
			<input type="radio"/>	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・冷凍設備の 管理	<input type="radio"/>		冷媒の出入口圧力は適正ですか
		<input type="radio"/>		冷凍機：冷水出入口温度、圧力は適正ですか
		<input type="radio"/>		冷却水の水質管理（電気伝導度）をしていますか（スケール付着防止等）
		<input type="radio"/>		庫内の設定温度は適正ですか 【事例 A-1】
		<input type="radio"/>		定期的なデフロストをしていますか、デフロスト回数を減らせませんか
			<input type="radio"/>	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）
			<input type="radio"/>	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
			<input type="radio"/>	庫内照明の発熱低減等（例：LED 化）を実施していますか
[3] ポンプ・ファン コンプレッサ	1. ポンプ、ファン	<input type="radio"/>		弁の開閉状況を日々確認していますか（閉忘れ防止）
		<input type="radio"/>		使用流量（風量・水量）・圧力は適正ですか
		<input type="radio"/>		配管、ダクトのルート、サイズは適正ですか
			<input type="radio"/>	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 B-1】 【事例 B-2】
		<input type="radio"/>		曝気槽のブロウ：間欠運転や休日・夜間の風量削減を実施していますか
		<input type="radio"/>		負荷容量に応じて、台数制御を実施していますか
	2. コンプレッサの 管理	<input type="radio"/>		給気口のフィルタ清掃をしていますか
		<input type="radio"/>		吐出圧力や使用端圧の適正化を実施していますか 【事例 B-4】
		<input type="radio"/>		負荷に対して、機種・容量は適切ですか
		<input type="radio"/>		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
		<input type="radio"/>		配管の太さや配管ルートが適正か確認しましたか
		<input type="radio"/>		稼働台数の適正化、台数制御を実施していますか
		<input type="radio"/>		負荷変動が大きい場合、レシーバータンクを設置していますか
		<input type="radio"/>		高圧 / 低圧ラインの区分けを実施していますか
		<input type="radio"/>		エア漏れの点検・補修をしていますか 【事例 B-3】
			<input type="radio"/>	冷却用やパージ用、曝気処理等はブロウ等に変更できませんか 【事例 B-5】
		<input type="radio"/>		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
		<input type="radio"/>		エアブローのパルス化を検討しましたか 【事例 B-6】
[4] ボイラ、工業炉等の 熱設備	1. 燃焼設備の管理	<input type="radio"/>		空気比は適正（例：1.3）ですか、排ガス温度の定期点検をしていますか 【事例 C-4】
		<input type="radio"/>		負荷容量が変化している場合、バーナの容量は適正ですか
		<input type="radio"/>		炉体・炉内キャリアの熱容量低減をしていますか
		<input type="radio"/>		バーナの保守・点検（清掃、摩耗時の交換）をしていますか
		<input type="radio"/>		燃焼制御装置の動作は安定していますか
		<input type="radio"/>		通風系統：通風量は十分確保されていますか
		<input type="radio"/>		高効率機種への更新を検討できませんか（リニューアル） 【事例 C-2】

(注) I：運用にて実施可能なもの、 II：投資が必要なもの

分類		I	II	チェック項目		
[4] ボイラ、工業炉等の熱設備	2. 炉、ダクト、熱設備等の保温・放熱防止		○	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：断熱・保温対策をしていますか【事例 E-2】		
			○	炉壁の断熱材は適正ですか		
			○	炉の開口部の縮小やシール処理は十分ですか【事例 E-3】		
			○	炉内圧制御は適正ですか（熱ガス噴出や外気侵入の防止）		
	3. 運転・効率管理	○		ボイラ等	蒸気圧力の設定値低減を検討しましたか	
		○			蒸気負荷の平準化を行っていますか（負荷の急激な変動防止）	
			○		効率的な運転管理（台数制御等）をしていますか	
			○		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	
			○	燃焼設備の容量は適正ですか（負荷率、起動 / 停止状況）		
	4. 蒸気系統の管理、排熱回収	○		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		
		○		水質を管理し、適正な水ブローを実施（過剰水量防止）していますか		
			○	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 C-1】		
			○	複数の蒸気系統：統合化を検討しましたか		
			○	スチームトラップの点検・交換を定期的に実施していますか		
			○	蒸気ドレンの回収を行っていますか【事例 C-3】		
			○	フラッシュ蒸気を利用していますか		
			○	蒸気配管：経路・配管サイズは適正ですか、不要配管はありませんか		
	5. 排ガスの熱回収、排水削減		○	燃焼排ガスの排熱回収をしていますか【事例 C-5】【事例 E-1】		
			○	排ガスの循環利用を実施していますか		
			○	廃温水の熱回収をしていますか		
			○	冷却水の循環利用を実施していますか		
	6. 熱交換器の管理		○	温度効率、悪化していませんか		
			○	定期的に保守点検（汚れ等）をしていますか		
[5] 照明、受変電設備、電動機、OA 機器	1. 照明の管理	○		適正照度の管理をしていますか		
		○		照明の間引き、窓際照明の消灯（昼光利用）を実施していますか		
		○		空室や昼休み時間等、不要時は消灯していますか		
		○		外灯：季節に合わせた点灯時間にしていますか、照度は適正ですか		
		○		灯具の清掃、古いランプの交換をしていますか		
		○		自販機の照明を消灯していますか		
			○	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		
			○	照明回路を細分化し、不在エリアや窓際の消灯を実施していますか		
			○	照明器具の取付位置（高さ・配置）は適正ですか		
			○	高効率照明に更新していますか（LED 灯、LED 誘導灯等）【事例 D-1】		
			○	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		○	部門・ライン毎の電力使用量管理（月次、日時）をしていますか（実態把握）		
			○	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）		
			○	力率は適正ですか（例：95%未満の場合は対策が必要）		
			○	契約電力：最大電力と比較し過大な場合、契約電力を下げられませんか		
			○	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		

(注) I : 運用にて実施可能なもの、 II : 投資が必要なもの

分類		I	II	チェック項目	
[5] 照明、受変電設備、電動機、OA 機器	2. 受変電設備の管理 (続き)		<input type="radio"/>	安価な夜間電力を活用していますか	
			<input type="radio"/>	夜間・休日：固定電力の低減対策をしていますか	
			<input type="radio"/>	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 D-2】	
			<input type="radio"/>	変圧器	負荷率に余裕がある場合、変圧器の統合や変圧器容量の適正化を検討しましたか(変圧器の損失低減)
			<input type="radio"/>		三相の負荷バランスをとっていますか
			<input type="radio"/>		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="radio"/>		不要変圧器の1次側の電源を遮断していますか
			<input type="radio"/>		高効率空調機への更新を検討できませんか(リニューアル)
	3. 電動機の管理	<input type="radio"/>		無負荷運転(空転)を防止していますか	
			<input type="radio"/>	電動機の定格値(容量 kW・電圧・回転数)は適正ですか	
			<input type="radio"/>	電動機の供給電圧は適正ですか	
			<input type="radio"/>	負荷に応じた運転ですか(回転数制御、台数制御)	
			<input type="radio"/>	電動機の停止時には無用な空冷ファンを停止していますか(連動化対策に費用要)	
	4. 電気加熱設備の管理	<input type="radio"/>		断続運転の集中化を検討しましたか	
			<input type="radio"/>	加熱時間・温度は適正ですか(製品持ち去り熱量の低減)	
			<input type="radio"/>	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="radio"/>	力率は適正ですか	
			<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	
			<input type="radio"/>	炉壁の断熱・保温の漏れがありませんか	
			<input type="radio"/>	蓋や開口部の縮小、炉内ガスのリーク低減対策を実施していますか	
			<input type="radio"/>	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="radio"/>	排熱の再利用(材料予熱等)をしていますか	
	5.OA 機器、 自販機の管理	<input type="radio"/>	自販機	省エネ型に更新していますか(設置業者に依頼)	
		<input type="radio"/>		休日・夜間に停止していますか(タイマー機能)	
		<input type="radio"/>	PC、複合 コピー機等	省エネモードに設定していますか(夜間・休日)	
		<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="radio"/>		省電力型に更新できませんか	
[6] 生産設備、その他	1. 生産設備	<input type="radio"/>		ライン停止や非操業時に、設備電源をOFFしていますか	
		<input type="radio"/>		生産装置のアイドル運転時間を短縮していますか	
			<input type="radio"/>	製品や生産設備の冷却は過剰ではありませんか	
	2. 給排水、 衛生設備		<input type="radio"/>	手洗場等：節水コマや節水器具を設置を検討しましたか	
			<input type="radio"/>	トイレ：擬音装置の設置を検討しましたか	
			<input type="radio"/>	排水処理用の曝気槽：非操業時(夜間や休日等)、送風ブロワの風量を低減できませんか(稼働台数減、インバータ設置による回転数制御)	
	3. 負荷平準化	<input type="radio"/>		運用形態見直し(操業時間、稼働率、負荷率等)を検討できませんか	
			<input type="radio"/>	設備導入(蓄熱装置、吸収式冷温水機等)を検討しましたか	
	4. コージェネレーション	<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	
			<input type="radio"/>	太陽光発電の導入を検討しましたか	
	5. 新エネルギー		<input type="radio"/>	太陽熱温水設備の導入を検討しましたか	

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「平成 30 年度中小企業等に対する省エネルギー診断事業費補助事業」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) 診断対象及び申し込み方法

- ・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、平成 30 年度は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。**下記ホームページ（省エネ・節電ポータルサイト）もご覧下さい。
- ・診断をご希望の方は、下記の省エネポータルサイトから申込書をダウンロードし、E メール、FAX または郵送でお申込みできます。

■申込書

省エネ・節電ポータルサイト (<https://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てください。

■送付先（お問い合わせ先）

〒108-0023

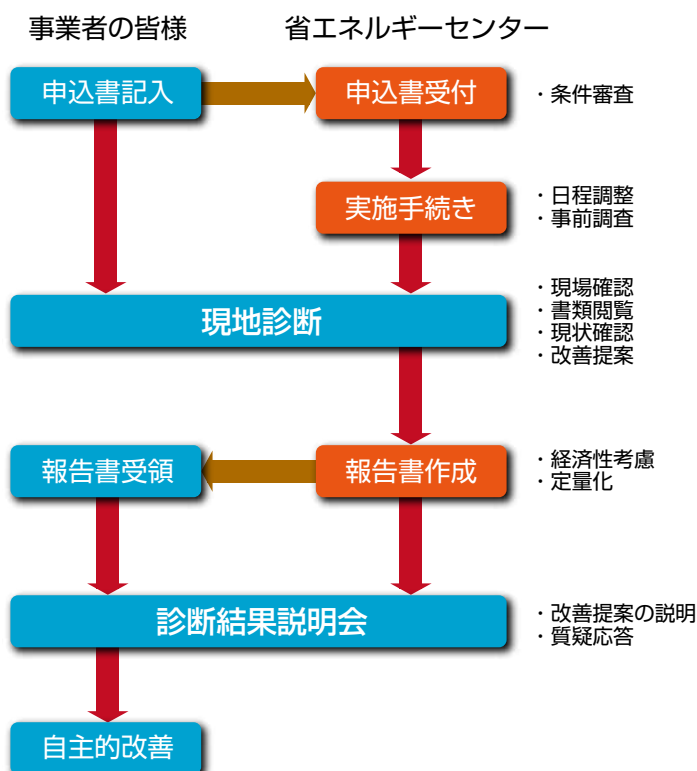
東京都港区芝浦 2-11-5 五十嵐ビルディング

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://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への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累計 920 件掲載しています。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。

省エネ診断：事業分野別の診断結果分析

中小企業等経営強化法における事業分野別指針に沿った分野別の省エネ診断データを紹介しています。同法に基づいた「経営力向上計画」を策定する際の参考にすることができます。

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の診断プロセス、診断後の省エネ取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 (9 件)。

省エネ診断 : 5 件

- ・プラスチック製品製造業
- ・金属製品製造業
- ・電気電子機器製造業
- ・特別養護老人ホーム 1 (東北)
- ・特別養護老人ホーム 2 (関東)

チューニング診断 : 4 件

- ・圧縮空気の漏れ改善
- ・インバータ活用 (ポンプ、ファン)
- ・コンプレッサの吐出圧力調整
- ・燃焼炉における空気比の調整

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。



II

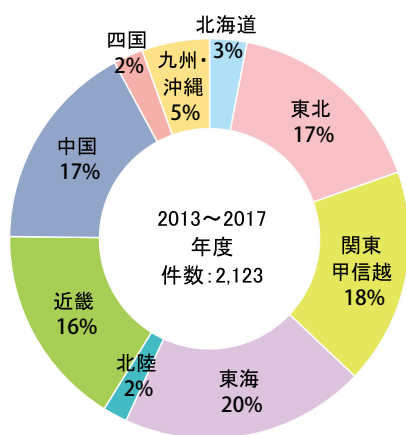
工場の省エネルギー診断と結果概要



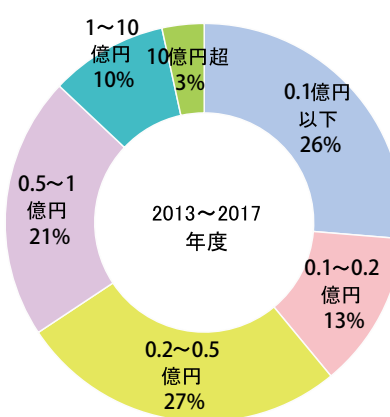
省エネルギーセンターが実施した無料省エネ診断について、概要をご紹介します。エネルギー使用量、原単位の管理や改善提案検討の参考としてください。

1. 診断工場の概要

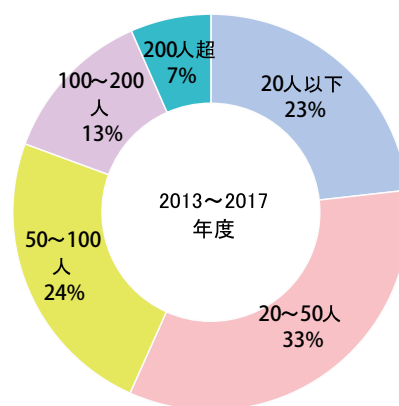
工場の省エネルギー診断（2013～2017年度）の実施割合を地域別、規模別（資本金と従業員数）に示します。また、工場の年間エネルギー使用量（原油換算）についてはヒストグラムで分布を示します。



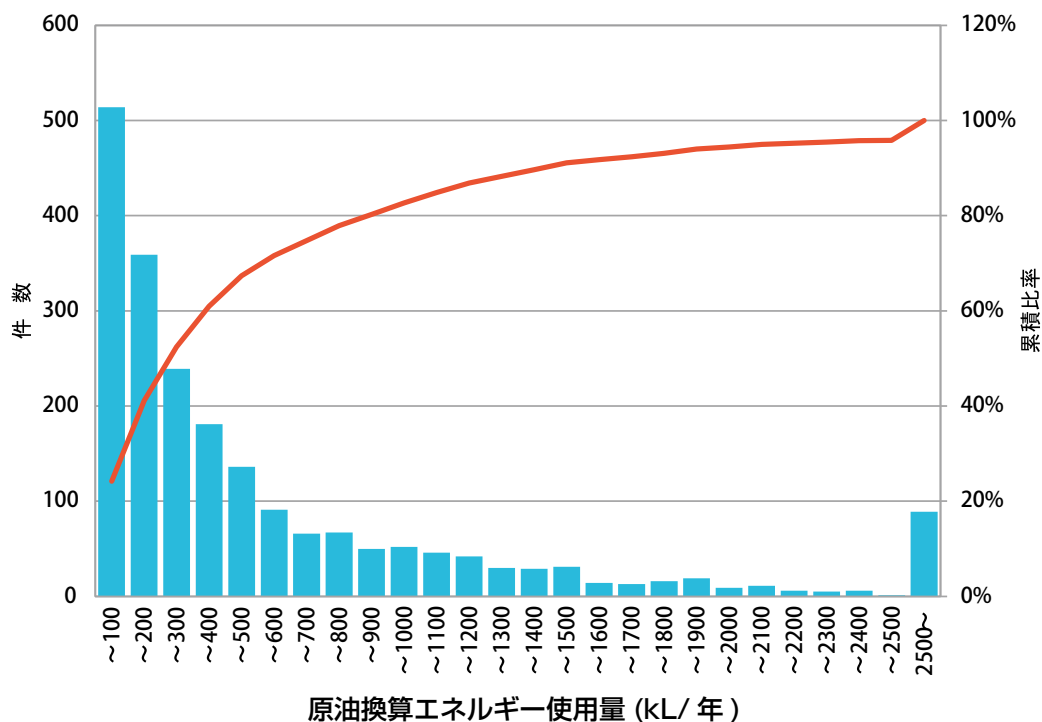
地域別の診断実施割合



資本金別の診断実施割合



従業員数別の診断実施割合



原油換算エネルギー使用量 (kL/年)

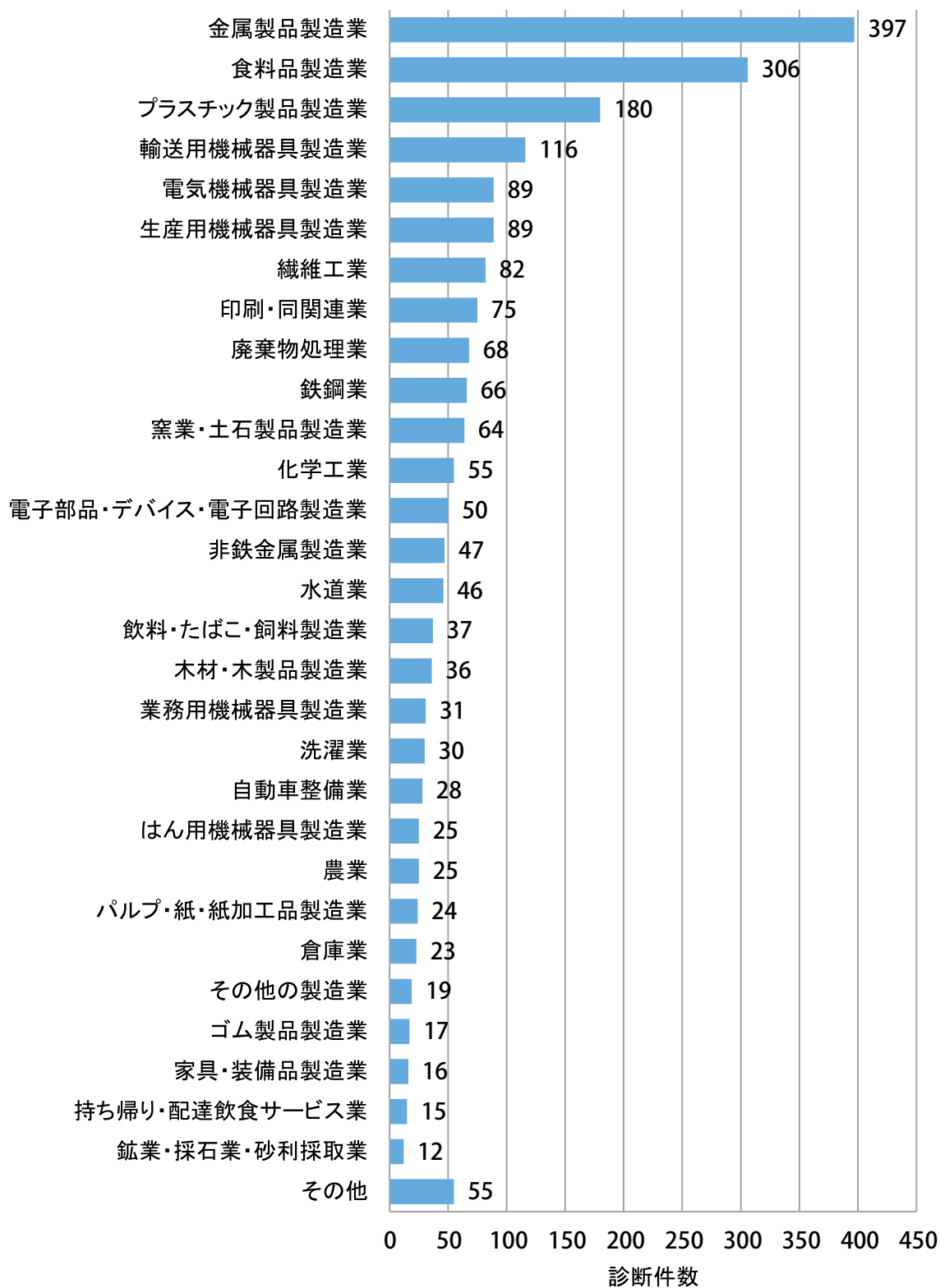
I 省エネルギーの意義と進め方

II 工場の省エネルギー診断と結果概要

III 省エネルギー改善提案事例

2. 業種別診断件数

省エネルギー診断件数（2013～2017年度）を業種別に示したものです。

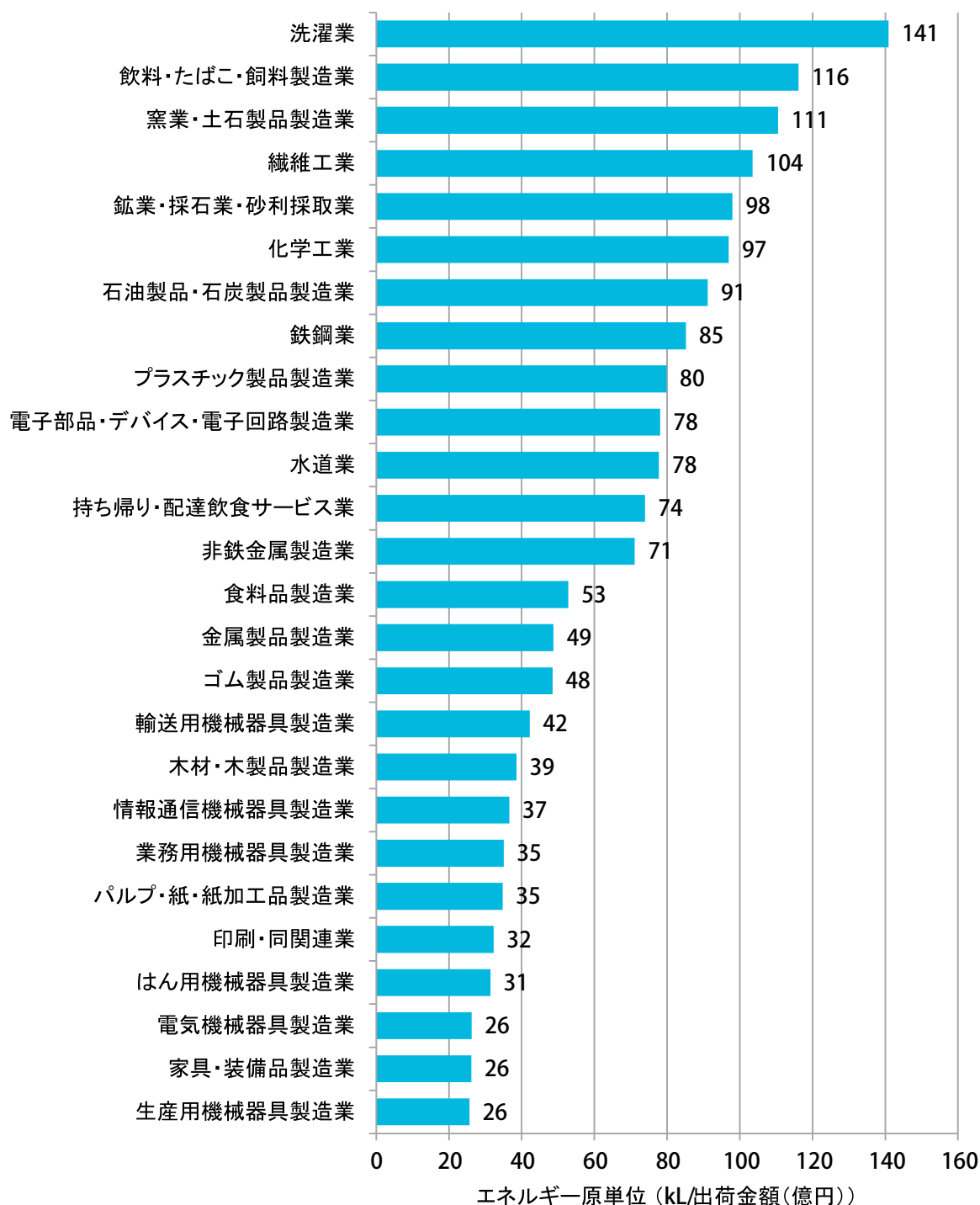


3. 業種別エネルギー原単位

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。

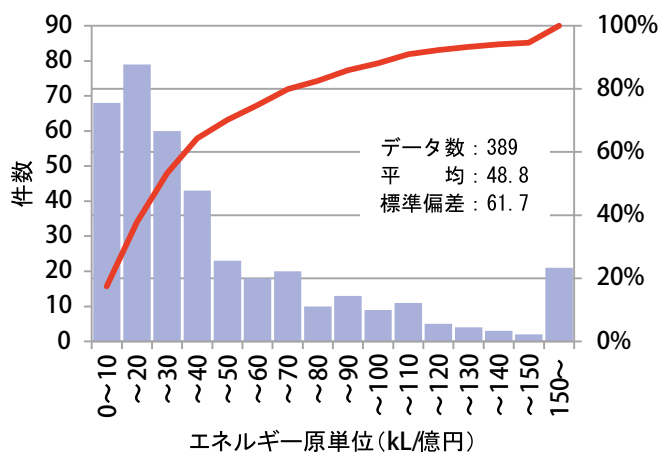
$$\text{エネルギー原単位} = \frac{\text{エネルギー使用量（原油換算 kL 等）}}{\text{エネルギー使用量と密接な関係をもつ量（生産量、出荷額等）}}$$

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。

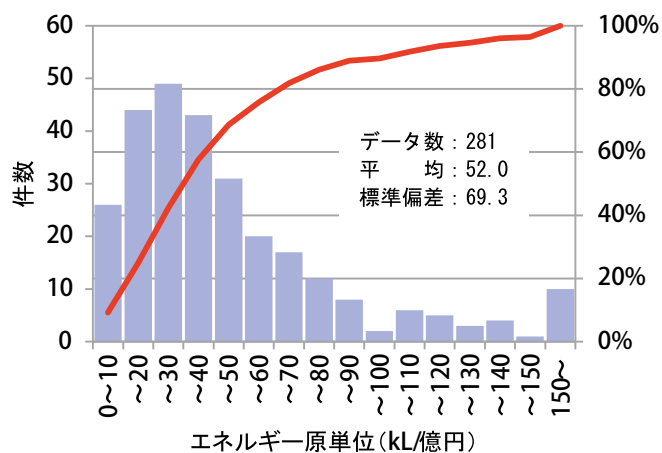


診断件数の多い6業種についてエネルギー原単位の分布を示します。同一業種であっても製品は多岐にわたり、エネルギー原単位の分布も幅広くなっています。

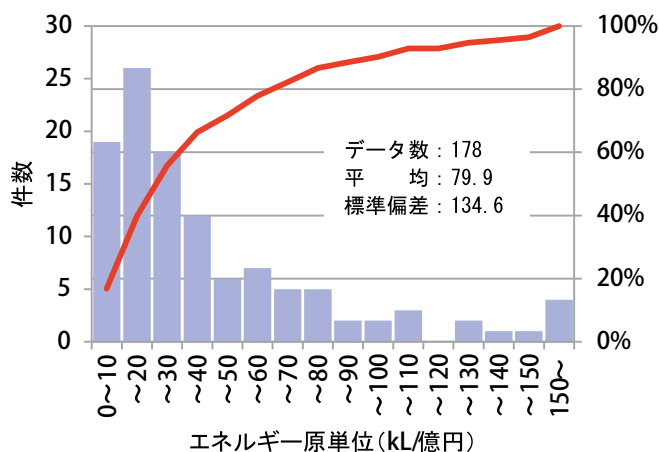
金属製品製造業



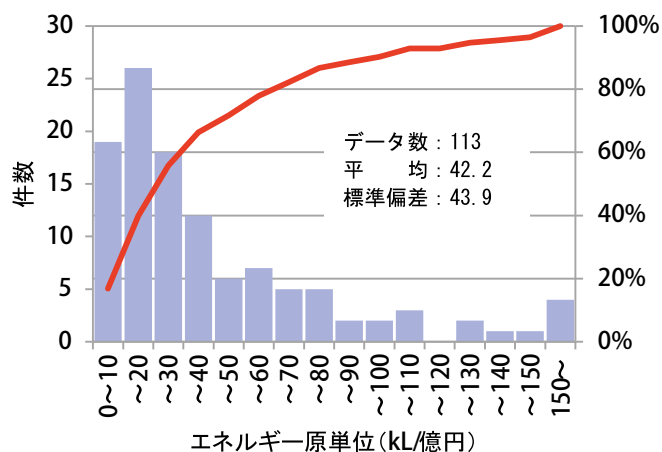
食料品製造業



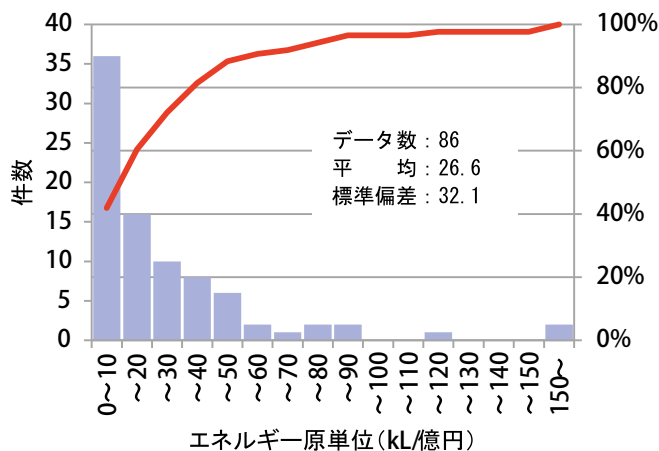
プラスチック製品製造業



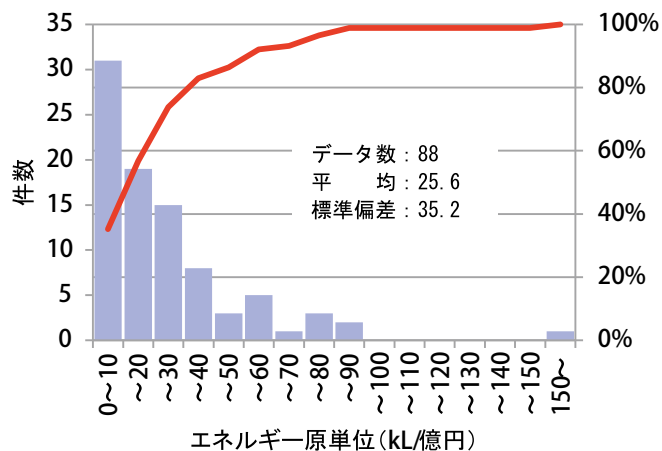
輸送用機械器具製造業



電気機械器具製造業



生産用機械器具製造業

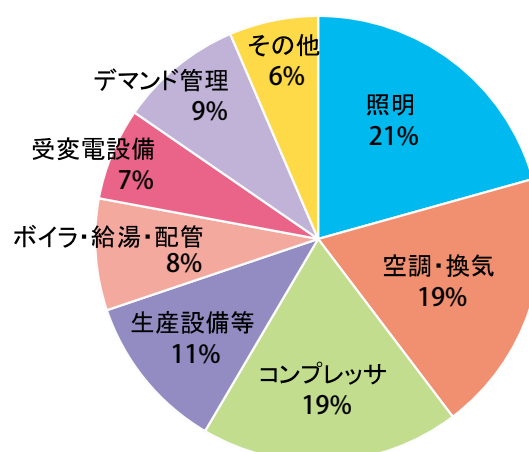


4. 診断による改善提案項目

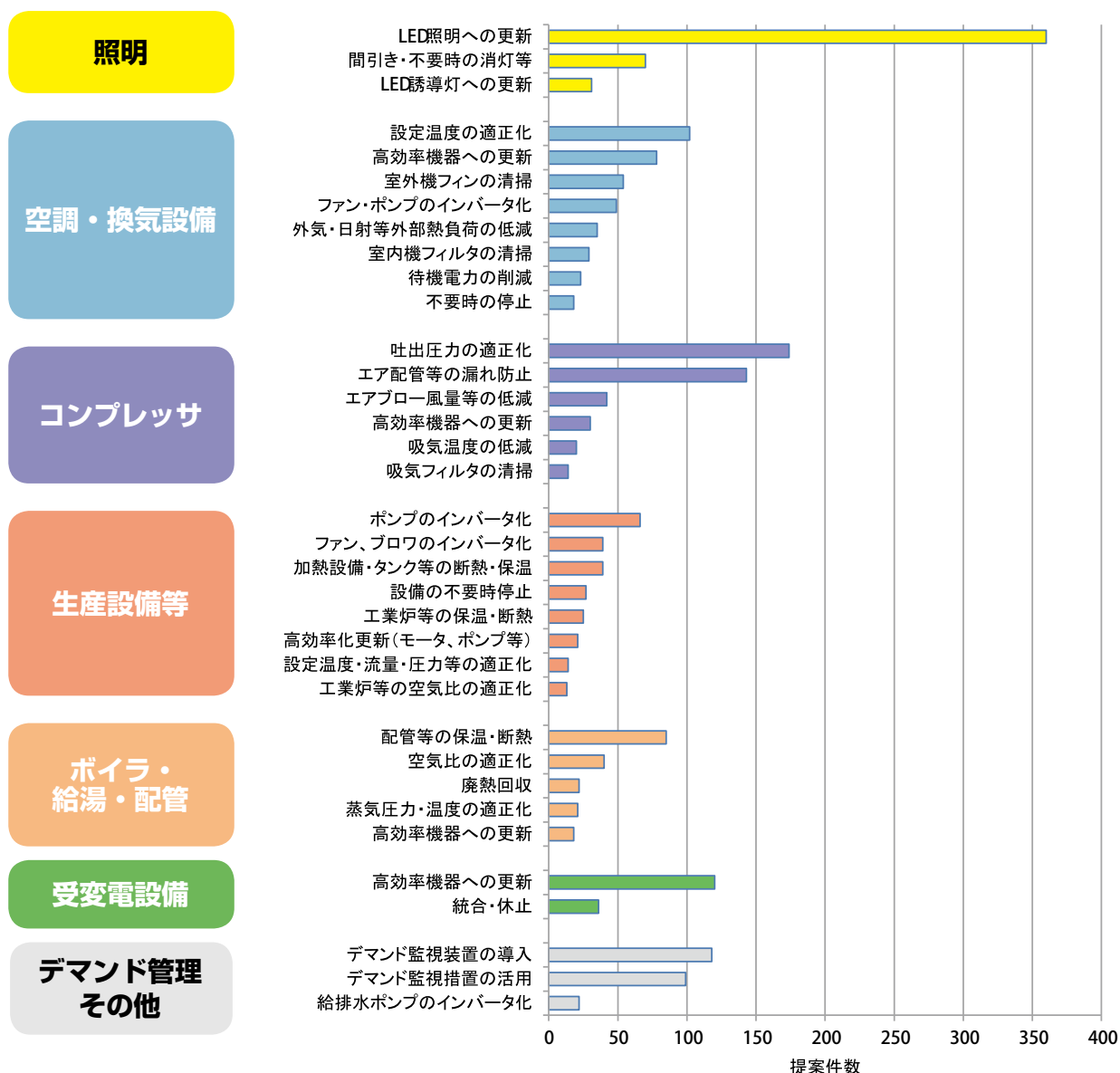
省エネルギー診断では、工場の現状を分析した上で、省エネルギーとなる改善提案をご提示します。

右の円グラフは、2016年度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。



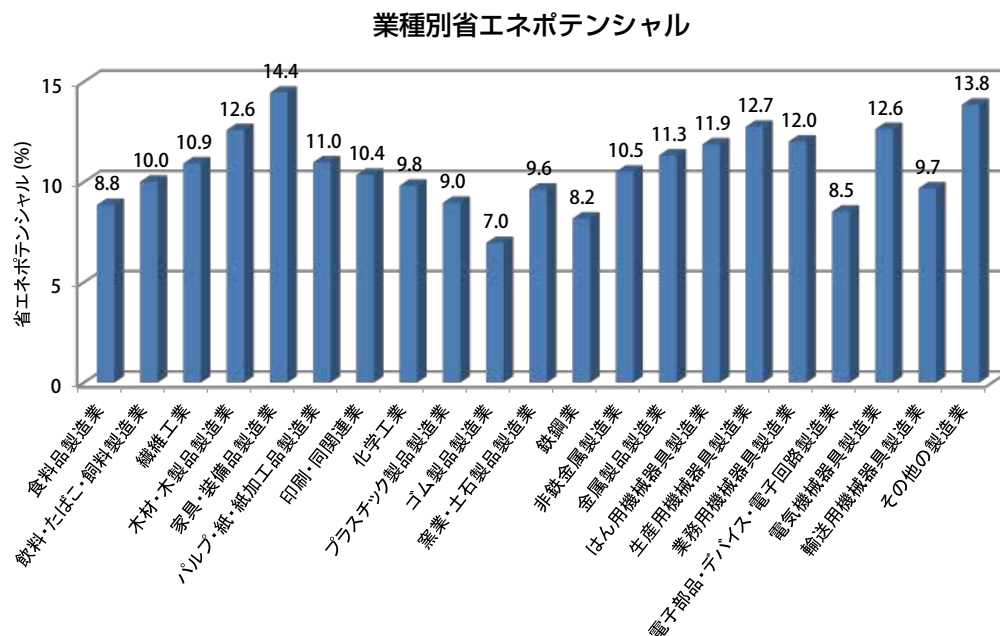
(注) 2016年度 工場省エネ診断の改善提案 (2,545 件)



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。

平成 30 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 空調・冷凍冷蔵設備等

事例 A-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消費電力を減らすことができます。

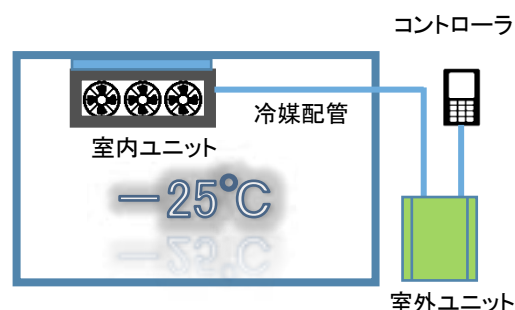


図1 冷凍庫の図

3. 効果試算

(1) 計算式

現状の電力使用量 冷凍機モータ容量 (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

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)

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 A-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。

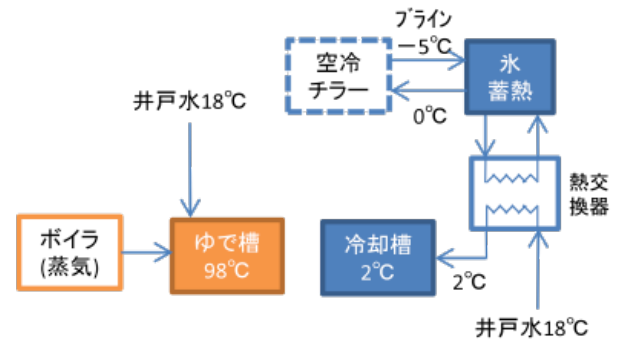


図1 現状のフロー

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。

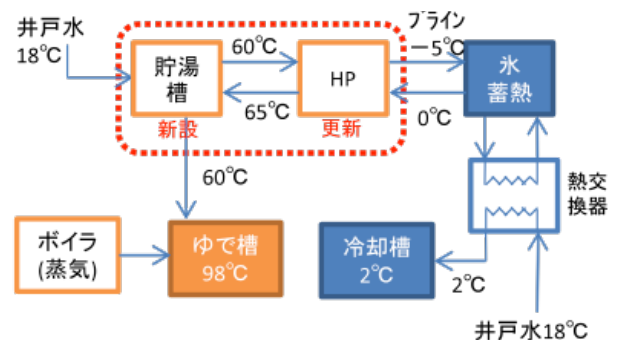


図2 改善後のフロー

3. 効果試算

(1) 計算式

電力使用量	冷却熱量 (GJ/年) ÷ 冷却 COP ÷ 0.0036 (GJ/kWh)
HP 加熱量	冷却熱量 (GJ/年) ÷ 冷却 COP × 加熱 COP
ボイラ加熱熱量 (改善後)	加熱熱量 (GJ/年) - HP 加熱量 (GJ/年)
燃料使用量 (改善後)	ボイラ加熱熱量 (GJ/年) ÷ ボイラ効率 ÷ 燃料低位発熱量 (GJ/千 m³)

(2) 試算の前提条件

水の比熱	4.2 MJ/(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℃) × 4.2 MJ/t・K = 605 GJ/年
熱水 (98℃) 量	3 t/h × 5h/日 × 300 日/年 = 4,500t/年
加熱熱量	4,500t/年 × (98℃ - 18℃) × 4.2 MJ/t・K = 1,512 GJ/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 40.5 GJ/千 m³
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しました。

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 378 冷却 605	ボイラ 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 346 冷却 605	加熱 952 ボイラ 560
COP	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℃で戻ってい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。

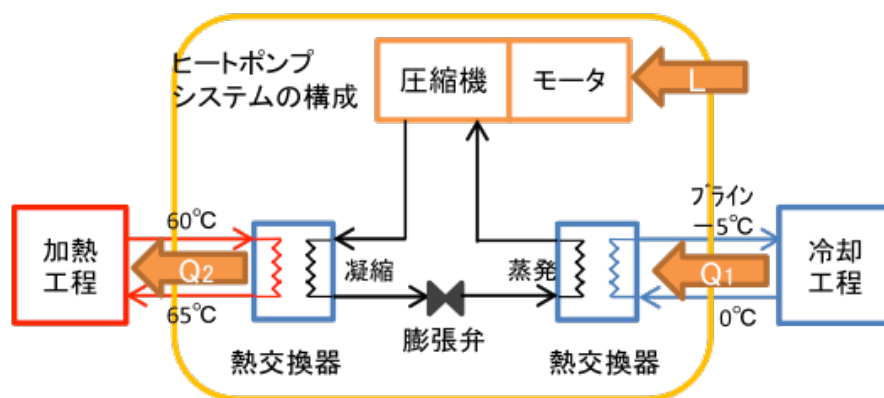


図3 ヒートポンプの概念図

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。

B ポンプ・ファン・コンプレッサ等

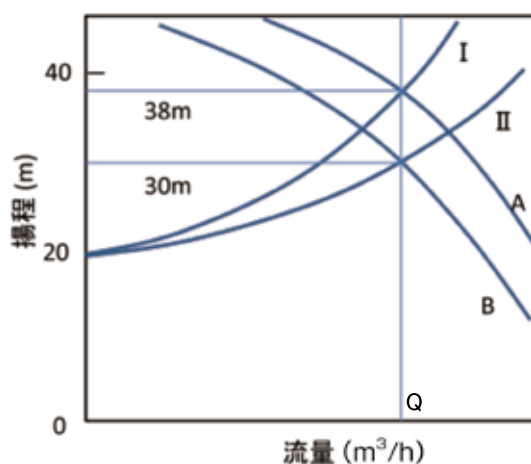
事例 B-1 水洗ポンプのインバータ化

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 0.78

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)	58,700	kWh/年	
③	削減電力使用量	12,800	kWh/年	①－②
④	省エネ率	18	%	③÷①
⑤	削減金額	243	千円/年	③×19円/kWh
⑥	原油換算削減量	3.3	kL/年	③×9.97GJ/千kWh×0.0258kL/GJ
⑦	CO ₂ 削減量*	8.1	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。)

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せん。

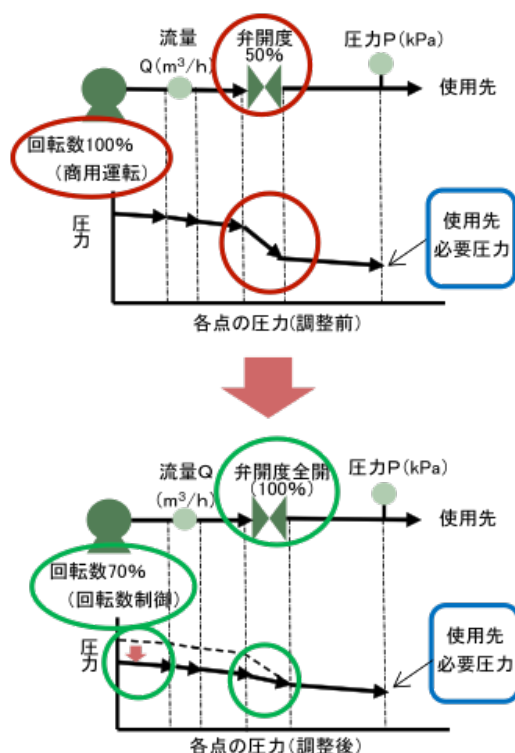


図2 インバータ周波数調整の考え方

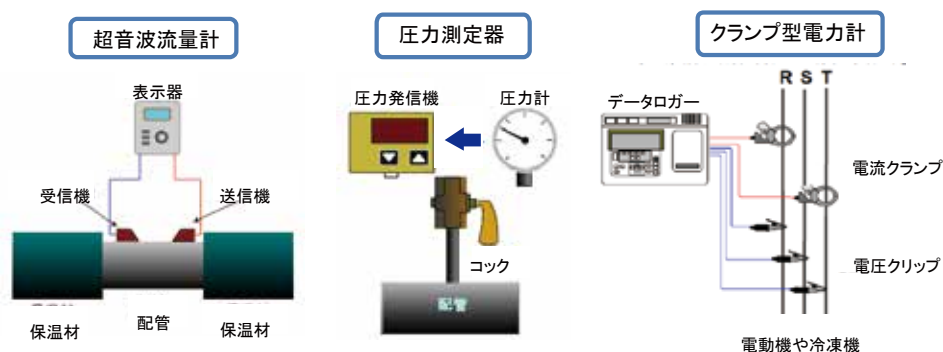


図3 主な測定器

（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と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 B-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。

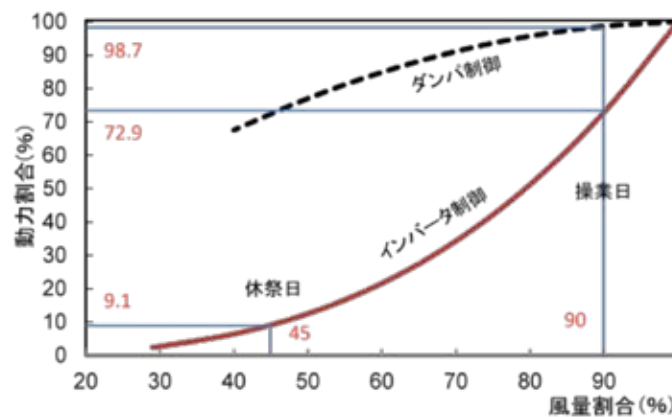


図1 ファンの風量割合と動力割合

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 × 0.729 + 2,760 × 0.091) ÷ (8,760 × 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 B-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の補修を行っています。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。

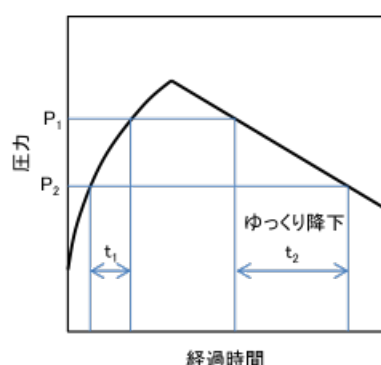


図1 空気配管漏れチェック図
(正常時、漏れ量小時)

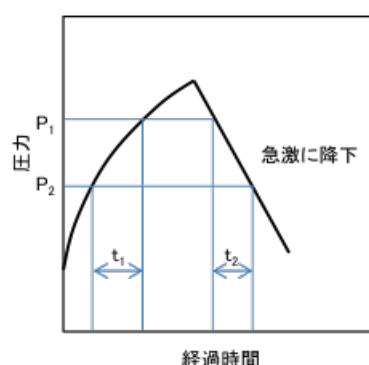


図2 空気配管漏れチェック図
(漏れ量大時)

3. 効果試算

(1) 計算式

現状の電力使用量 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 37kW (インバータ制御式)
モータ負荷率 80%
運転時間 20h/日 × 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、風量と動力はほぼ比例します。)

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 × 19円/kWh
⑥	原油換算削減量	7.3	kL/年	③ × 9.97GJ/千kWh × 0.0258kL/GJ
⑦	CO ₂ 削減量 *	18.0	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。

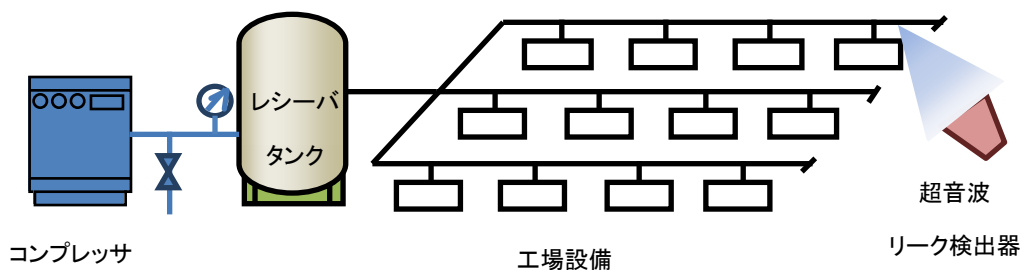


図3 圧縮空気の漏れ測定

事例 B-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-G ⇒ (改善後) 0.6MPa-G

現状と改善後の動力比 0.92 = (93 ÷ 101) 図 1 参照

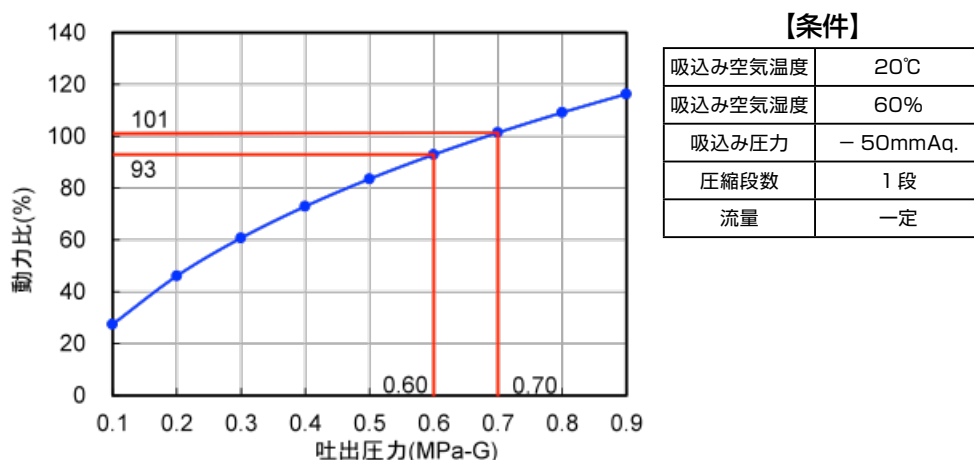


図 1 コンプレッサ吐出圧力対消費電力（理論値）

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。

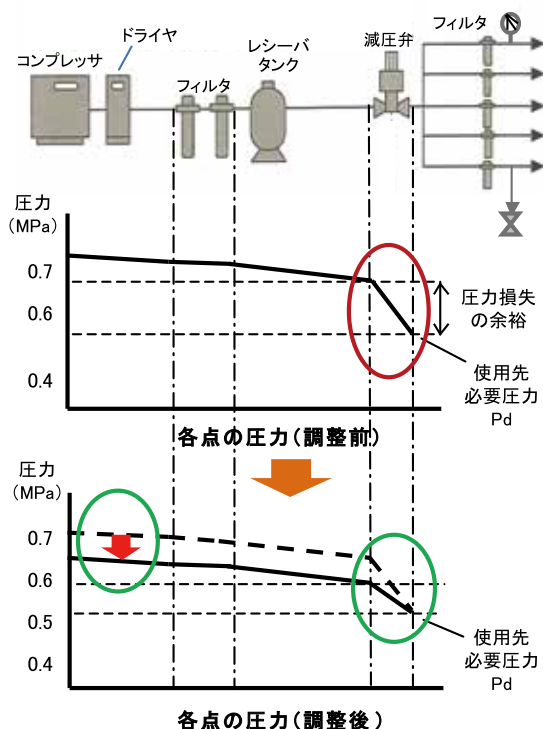


図2 コンプレッサ吐出圧の低減

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 B-5 コンプレッサをルーツブロワに取替え

1. 現状の問題点

排水処理槽の曝気用に 60kPa (0.069MPa) 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ワで得られるので、コンプレッサをルーツブロワに取替えます。吐出圧が低いため、より低い動力で運転が可能です。ルーツブロワの風量調節はプーリーかインバータで行います。

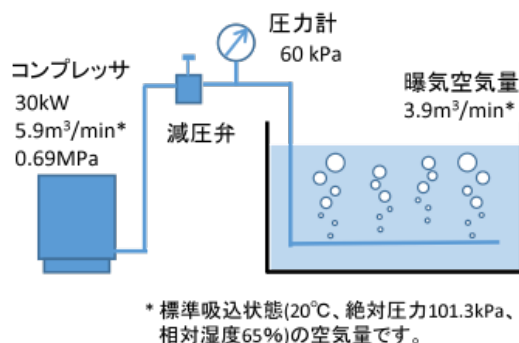


図1 現状の曝気槽運転状況

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 ルーツブロワモータ容量 (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)
ルーツブロワモータ容量	11kW
ルーツブロワ定格圧力	60kPa
ルーツブロワ定格流量	6.1m³/min
運転時間	8,760h/年

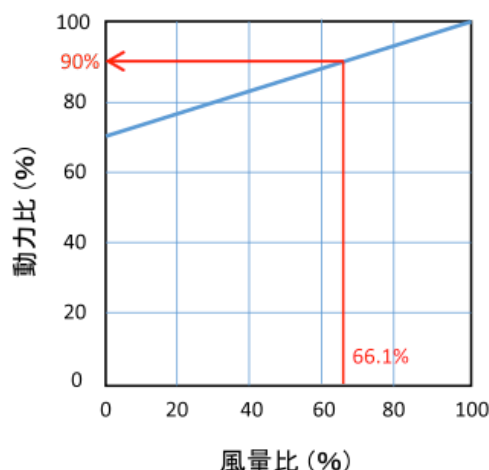


図2 コンプレッサ（吸込絞り制御）の動力比

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 B-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。

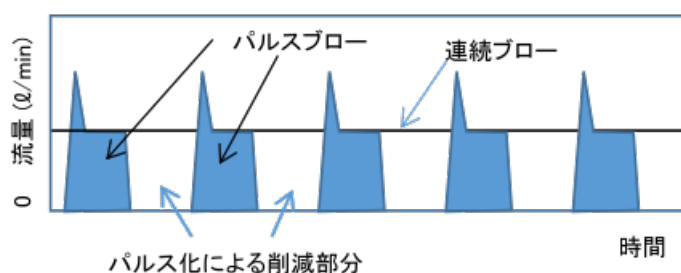


図1 連続ブローとパルスブローの比較

（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 $\ell /(\text{min} \cdot \text{個})$)
 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 \div 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 GJ/ 千 kWh \times 0.0258 kL/ GJ
⑦	CO ₂ 削減量 *	3.4	t-CO ₂ / 年	③ \times 0.635 t-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。)

C ボイラ・工業炉等

事例 C-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。

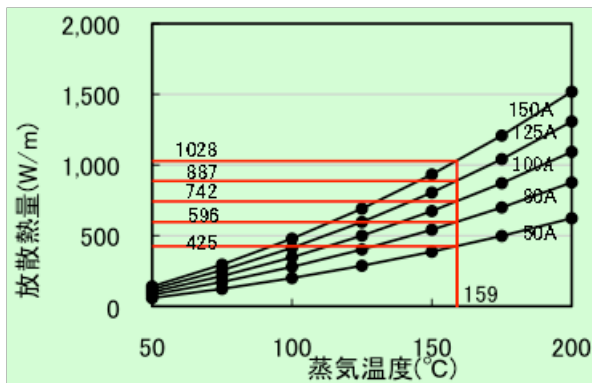


図 1 非保温蒸気配管からの放散熱量

(計算条件：水平管、自然対流、周囲温度 20℃、放射率 $\varepsilon = 0.7$)



図 2 蒸気ヘッダ部バルブの保温状況例

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) (W/m) (MJ/m・h)		放散 熱量 (MJ/h)
1	フランジ 型玉形弁 10kg/cm ²	150A	7	1.5	1028	3.7	38.9
2		125A	1	1.4	887	3.19	4.5
3		100A	4	1.27	742	2.67	13.6
4		80A	2	1.25	596	2.15	5.3
5		50A	2	1.11	425	1.53	3.4
合 計							65.7

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℃

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ー）

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＞

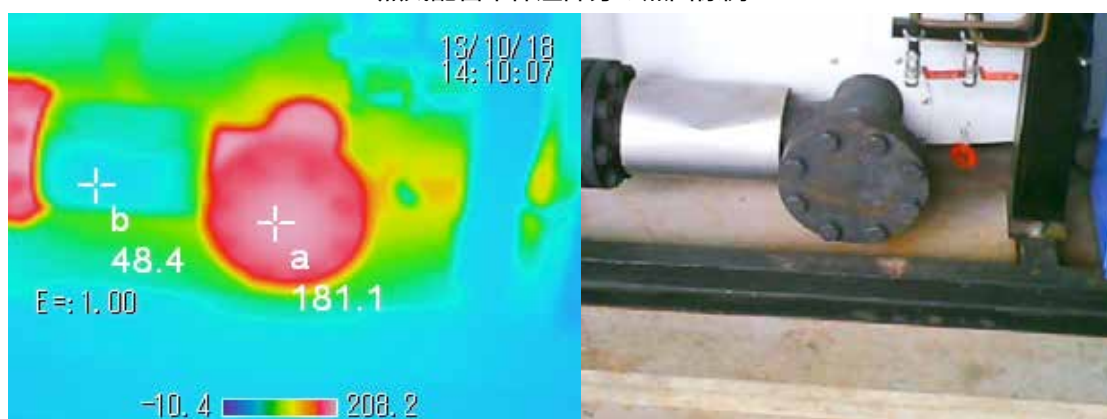


図3 ボイラ側面フランジ部分

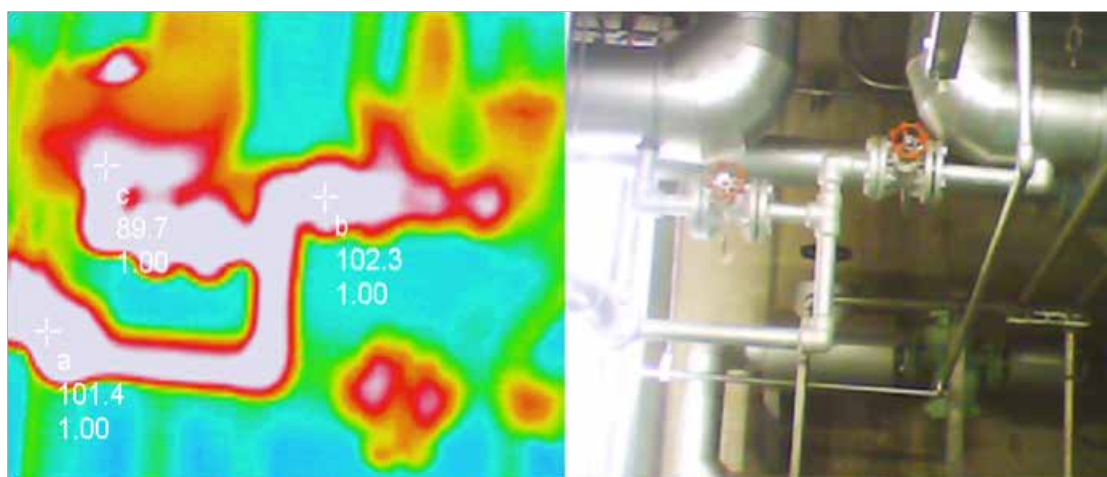


図4 蒸気トラップ

事例 C-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。

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)、93% (更新後)

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	式は省略

【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随性も向上しています。

給水を排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排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。

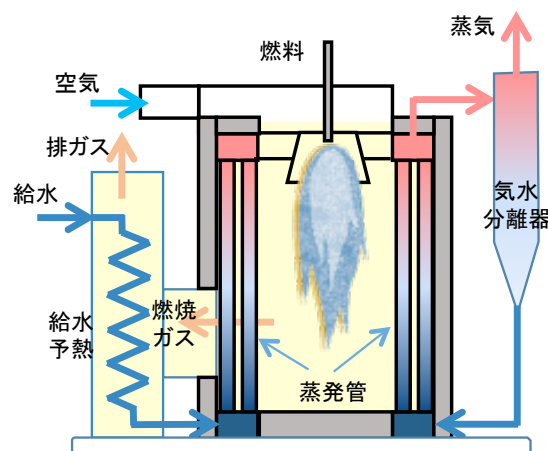


図 1 小型貫流ボイラ

事例 C-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。

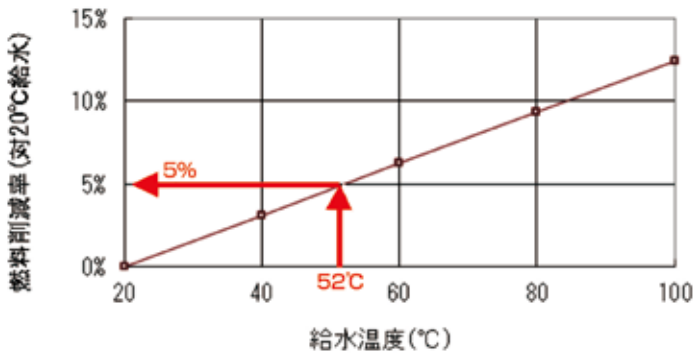


図 1 給水温度と燃料削減率

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（℃）+ $\eta_d \times$ （ドレン温度－元の給水温度）（℃）
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℃
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℃
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℃ + 0.463 × (90℃ - 20℃) = 52℃
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みます。）

事例 C-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值に調整して、省エネルギーを図ります。

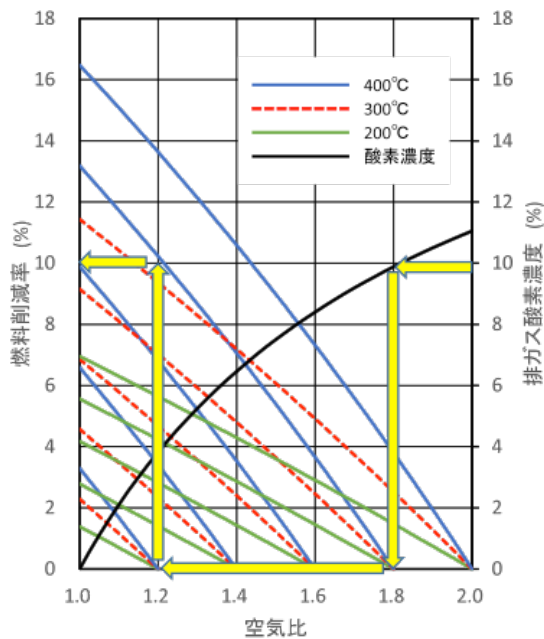


図1 空気比低減効果 (13A 都市ガス)

＜グラフの読み方＞

現状の排ガスは酸素濃度 9.8%、温度 400℃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℃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 $\text{現状の燃料使用量 (m}^3/\text{年)} \times \text{燃料削減率 (\%)} \text{}$

(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℃
 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）

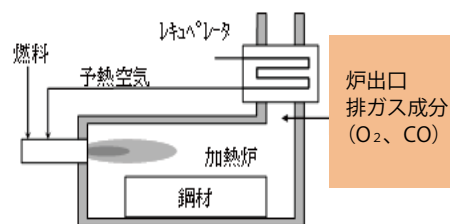
区 分* ²	気体燃料		液体燃料		備 考
	連続式	間欠式	連続式	間欠式	
金属鑄造用溶解炉	1.25	1.35	1.30	1.40	
連続鋼片加熱炉	1.20	—	1.25	—	
上記以外の金属加熱炉	1.25	1.35	1.25	1.35	
金属熱処理炉	1.20	1.25	1.25	1.30	
石油加熱炉	1.20	—	1.25	—	
熱分解炉及び改質炉	1.20	—	1.25	—	
セメント焼成炉	1.30	—	1.30	—	微粉炭専焼の場合は液体燃料の値
石灰焼成炉	1.30	1.35	1.30	1.35	微粉炭専焼の場合は液体燃料の値
乾燥炉	1.25	1.45	1.30	1.50	ただし、バーナ燃焼部のみ

*¹ 通商産業省告示 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。

この表の基準空気比の値は、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 以下の工業炉の空気比には適用しない。

- ・ 定格容量が 20 リットル / h (原油換算) 以下のもの。
- ・ 酸化または還元のための雰囲気を必要とするもの。
- ・ 炉内温度の均一化等のために希釈空気を必要とするもの。
- ・ 可燃性廃棄物を燃焼させるもの等。(詳細は判断基準をご参照ください。)



<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)

(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。

(3) 測定項目

- ① 炉出口排ガス成分（酸素 O₂ 濃度、CO 濃度）
- ② 排ガス温度
- 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 2 工業炉（加熱炉）の空気比調整

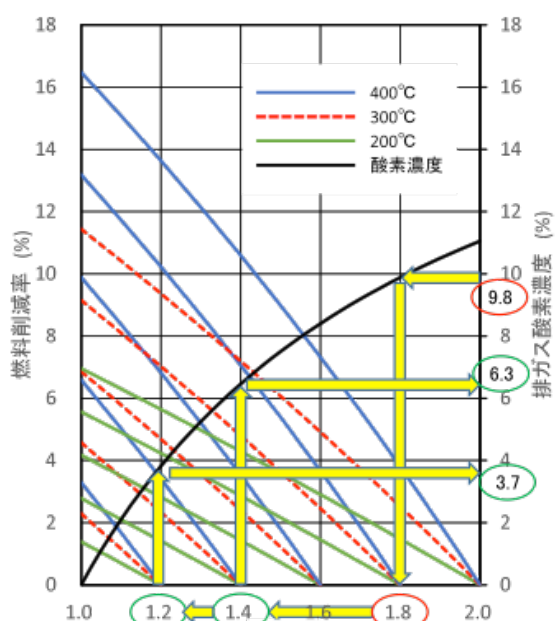


図 3 空気比調整事例

事例 C-5 リジェネレイティブ バーナへの更新

1. 現状の問題点

1号加熱炉は排気ガス温度が850℃あり、現在レキュペレータ（空気予熱器）で熱回収を行い燃焼用空気を予熱していますが、予熱温度は200℃に留まっています。

2. 改善対策

リジェネレイティブ バーナを用いた加熱炉に更新することにより、高温排ガスから高効率に熱回収し、予熱空気温度を700℃程度まで上げることで燃料使用量の削減を図ります。

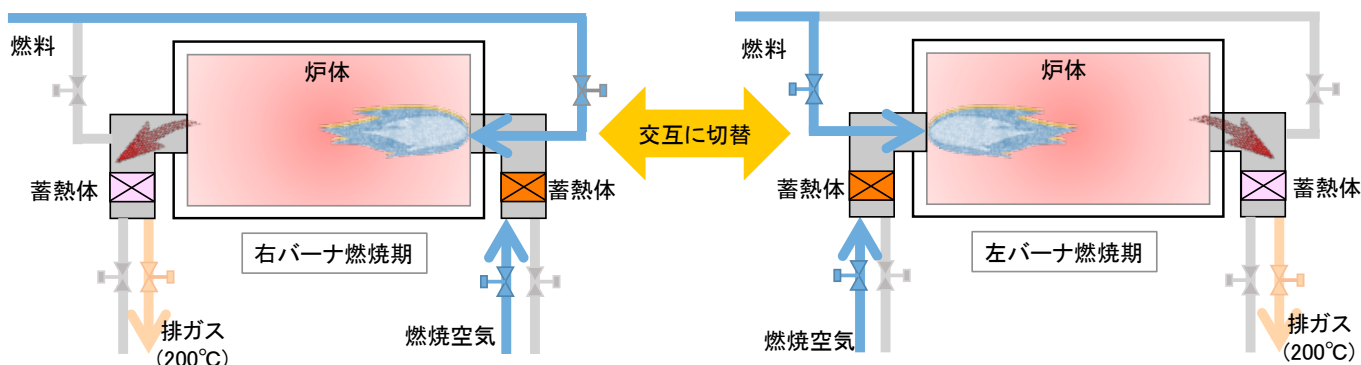


図1 リジェネレイティブ バーナの構成例

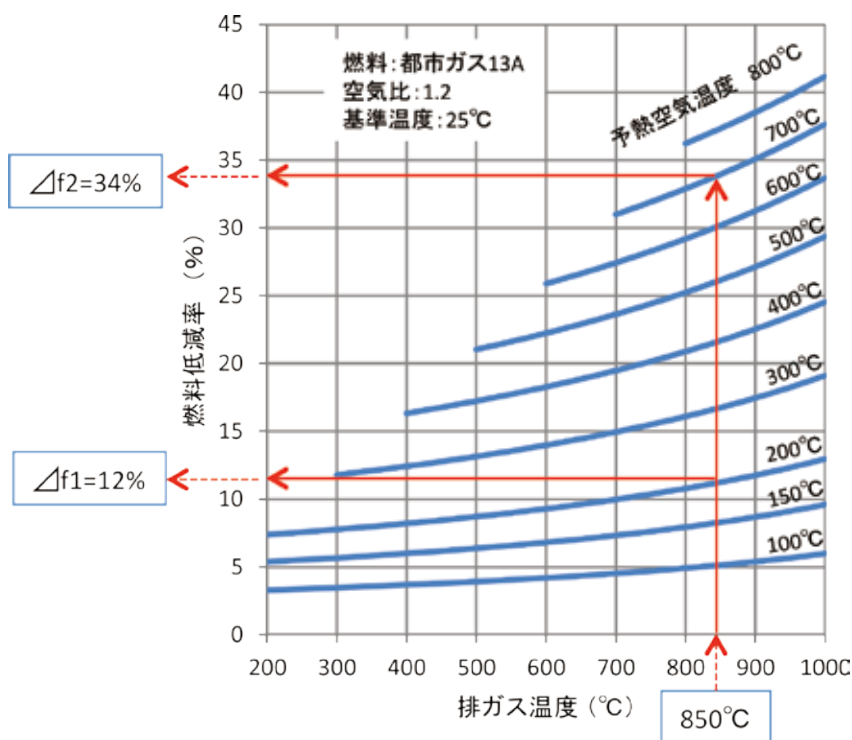


図2 予熱空気温度、排ガス温度と燃料低減率
(出典：省エネルギー Vol65, No.2 省エネルギーセンター)

3. 効果試算

(1) 計算式

燃料削減量 現状の燃料使用量 (m³/年) ÷ (1 - Δf1) × (Δf2 - Δf1)

(2) 試算の前提条件

現状燃料使用量 都市ガス 250,000m³/年

予熱空気温度 (現状) 200℃

室温 25℃

排ガス温度 850℃

リジェネ温度効率 82%

【リジェネ温度効率 = (予熱空気温度 - 室温) / (排ガス温度 - 室温)】

予熱空気温度 (変更後) 700℃

空気比 (現状) 1.2

燃料削減率 (現状) 図2より Δf1 = 12%

燃料削減率 (改善後) 図2より Δf2 = 34%

4. 効果

①	燃料使用量 (現状)	250,000	m ³ /年	
②	燃料削減量	62,500	m ³ /年	
③	省エネ率	25	%	②÷①
④	削減金額	6,375	千円/年	②×102円/m ³
⑤	原油換算削減量	72.6	kL/年	②×45.0GJ/千m ³ ×0.0258kL/GJ
⑥	CO ₂ 削減量	140.2	t-CO ₂ /年	②×45.0GJ/千m ³ ×0.0136×(44÷12)t-CO ₂ /GJ

【参考】 空気予熱の効果比較

炉内温度 950℃等の条件を一定にして、レキュペレータ、リジェネバーナの空気予熱効果を比較しました。計算例を表1に示します。

表1 空気予熱の効果

項目	空気予熱なし	レキュペレータ	リジェネバーナ
排ガス顕熱 (MJ/t)	743	556	428
予熱空気温度 (℃)	25	400	800
廃熱回収率 (%) *	—	25.2	42.4
燃料使用比率 (%)	100	74.9	57.6
燃料の燃焼熱 (MJ/t)	1,495	1,119	861
挿入鋼材顕熱 (MJ/t)	13		
鋼材出口顕熱 (MJ/t)	616		
鋼材の顕熱差 (MJ/t)	603		
熱効率 (%) **	40.3	53.9	70.0
熱効率比較	1.0	1.3	1.7
		1.0	1.3

* 廃熱回収率：排ガス顕熱 (空気予熱なし) に対する回収率

** 熱効率：鋼材の顕熱差 (603MJ/t) ÷ 燃料の燃焼熱

D 照明設備等

事例 D-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

水銀ランプ	安定器含む消費電力	LED	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 $10\text{h/日} \times 242\text{日/年} = 2,420\text{h/年}$

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	削減電力量	80,100	kWh/年	②－①
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 D-2 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（「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（「最大電力目標値の考え方」を参照してください）。

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。

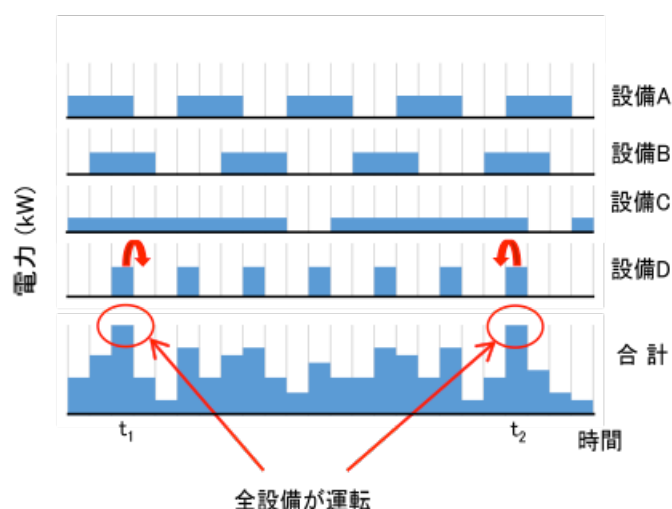


図 1 設備の運転スケジュール（概念図）

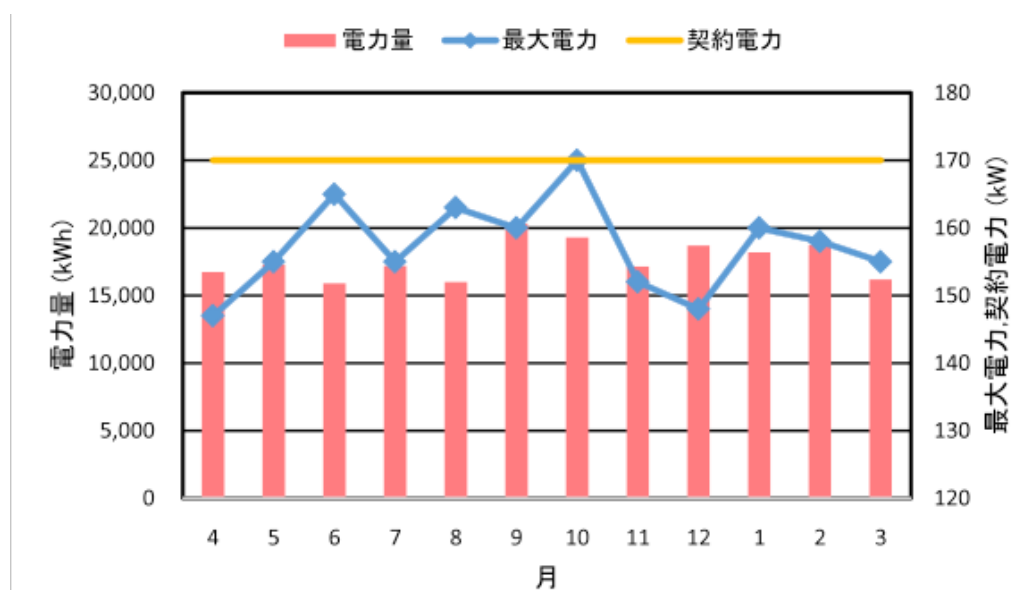


図 2 電力量と最大電力の推移

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

契約電力 (kW) × 基本料金単価 (円 / kW ・ 月) × (185 - 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。)

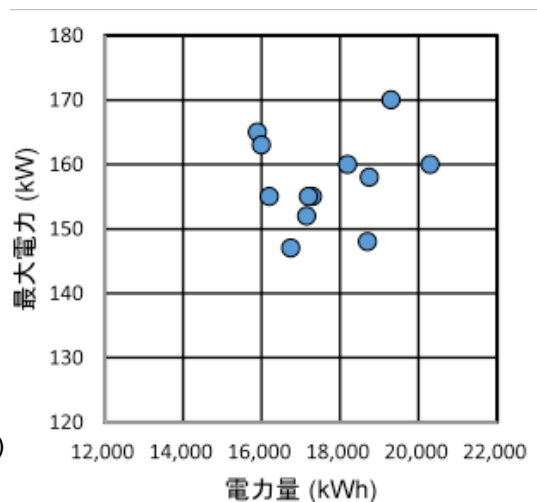


図3 電力量と最大電力の関係

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	kWh / 年	① - ②
④	削減率	6	%	③ ÷ ①
⑤	削減金額	153	千円 / 年	③ × 1,500 円 / kW × (185 - 100) / 100 × 12

【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。

E 製造プロセス等

事例 E-1 粉体塗装乾燥炉の排熱回収

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。省エネを図るため排ガスの一部を再循環していますが、未だ 210℃程度の排熱を大気に放散しています。

2. 改善対策

大気放散している排熱を回収し、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。

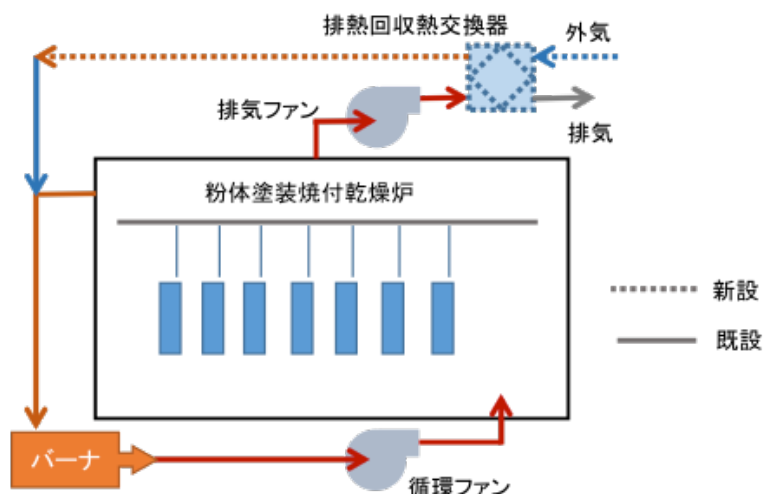


図1 排熱回収フロー図

3. 効果試算

(1) 計算式

排熱回収温度差 $\{ \text{排ガス温度 (℃)} - \text{外気年平均温度 (℃)} \} \times \text{排熱回収効率 (\%)} \\$
 排熱回収熱量 $\text{排ガス量 (m}^3/\text{h)} \times \text{排熱回収温度差 (℃)} \times \text{平均定圧比熱 (kJ/(m}^3 \cdot \text{K))} \\$
 LPG 削減量 $\text{排熱回収熱量 (kJ/h)} \times \text{塗装乾燥炉運転時間 (h/年)} \div \text{低位発熱量 (kJ/kg)}$

(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） 排ガス量：3,600m³/h、排ガス温度：210℃、外気年平均温度：20℃
 排熱回収効率 26.3%（排熱回収効率 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 E-2 樹脂押出成形機の断熱保温

1. 現状の問題点

工場内には樹脂シート製造用押出成形機が 11 台あります。現在、押出成形機は保温されていないのでシリンダ表面温度は 150℃と高温になっており、熱放散が大きい状態です。

2. 改善対策

押出成形機のシリンダに断熱保温材を施工して、表面温度を下げることにより省エネを図ります。

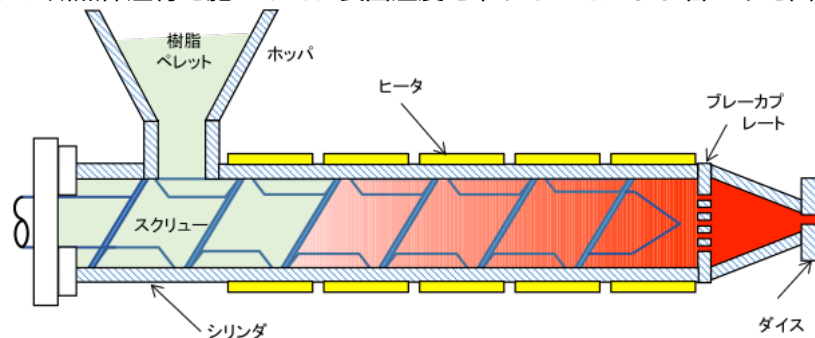


図 1 樹脂押出成形機

3. 効果試算

(1) 計算式

保温層内を流れる熱量 $q_1 = (\lambda \div d) \times (t_1 - t_2) \quad (W/m^2)$

保温層表面からの放散熱 $q_2 = a(t_2 - b)^{1.25} + 5.67 \varepsilon [(t_2 + 273) \div 100]^4 - \{(b + 273) \div 100\}^4] \quad (W/m^2)$

保温後の定常状態では $q_1 = q_2$ です。これを満足する保温層表面温度 t_2 を試行錯誤的に求めます。

ここで、 t_1 ：成形機外殻の表面温度(℃)、 λ ：保温材の熱伝導率($W/(m \cdot K)$)、 d ：保温厚さ(m)

a ：保温層表面の向き係数(垂直面 2.56、上面 3.26)、 b ：周囲温度(℃)、 ε ：外面放射率

(2) 試算の前提条件

$t_1 = 150^\circ\text{C}$ 、 $\lambda = 0.024 W/(m \cdot K)$ 、 $d = 0.02\text{m}$ 、 $b = 20^\circ\text{C}$ 、現シリンダ面 $\varepsilon = 0.65$ 、保温面 $\varepsilon = 0.23$

(t_1 は保温施工により昇温するが、ここでは簡略のため未保温時と同じ値と仮定して計算を進めます。)

成形機外殻表面積(保温面)：側面 $= 0.6\text{m} \times 1.5\text{m} \times 2 = 1.8\text{m}^2$ 、上面 $= 0.5\text{m} \times 1.5\text{m} = 0.75\text{m}^2$ 、計 2.55m^2

a の平均値 $= \Sigma$ 保温層表面の向き係数(垂直面、上面) \times 垂直面、上面の表面積比率 $= 2.77 W/(m^2 \cdot K)$

→この条件で繰り返し計算をした結果、 $q_1 \div q_2$ となるのは $t_2 = 39^\circ\text{C}$ の時です。

押出成形機の運転時間：24h/日 \times 225日/年 \times 0.8(稼働率) $= 4,320\text{h/年}$

4. 効果

①	放散熱(現状)	2,120	W/m ²	保温前の状態
②	放散熱(改善後)	140	W/m ²	保温後の状態
③	放散熱低減効果	1.98	kW/m ²	(①-②) \div 1,000
④	削減電力量	239,900	kWh/年	③ \times 2.55 m ² \times 11 台 \times 4,320h/年
⑤	省エネ率	—	%	
⑥	削減金額	4,558	千円/年	④ \times 19 円/kWh
⑦	原油換算削減量	61.7	kL/年	④ \times 9.97GJ/千 kWh \times 0.0258kL/GJ
⑧	CO ₂ 削減量*	152.3	t-CO ₂ /年	④ \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。)

事例 E-3 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。

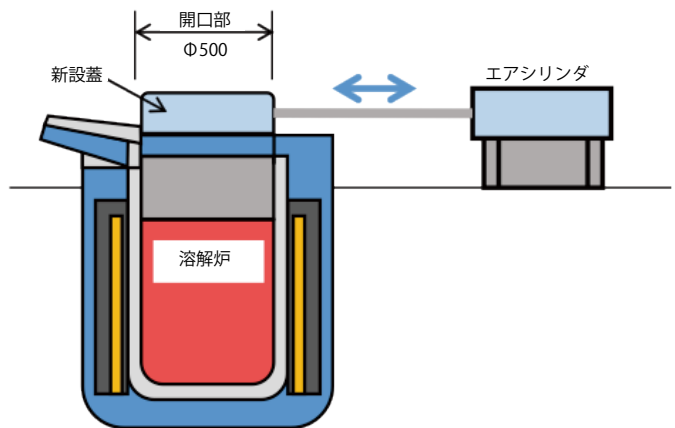


図1 溶解炉への駆動蓋の設置

3. 効果試算

(1) 計算式

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

運転時間考慮放散熱 開口部からの放散熱 (kW) × (14分 / バッチ、3バッチ / 60分)
 削減電力量 運転時間考慮放散熱 (kW) × 炉蓋閉鎖可能時間比率 (%) × 運転時間 (h / 年)

(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://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**

診断指導部/診断技術部

TEL.03-5439-9732 / FAX.03-5439-9738

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

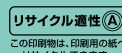
E-mail : ene@eccj.or.jp

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 2018

本冊子は資源エネルギー庁「平成30年度中小企業等に対する省エネルギー診断事業費補助事業」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 (A)
この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。